

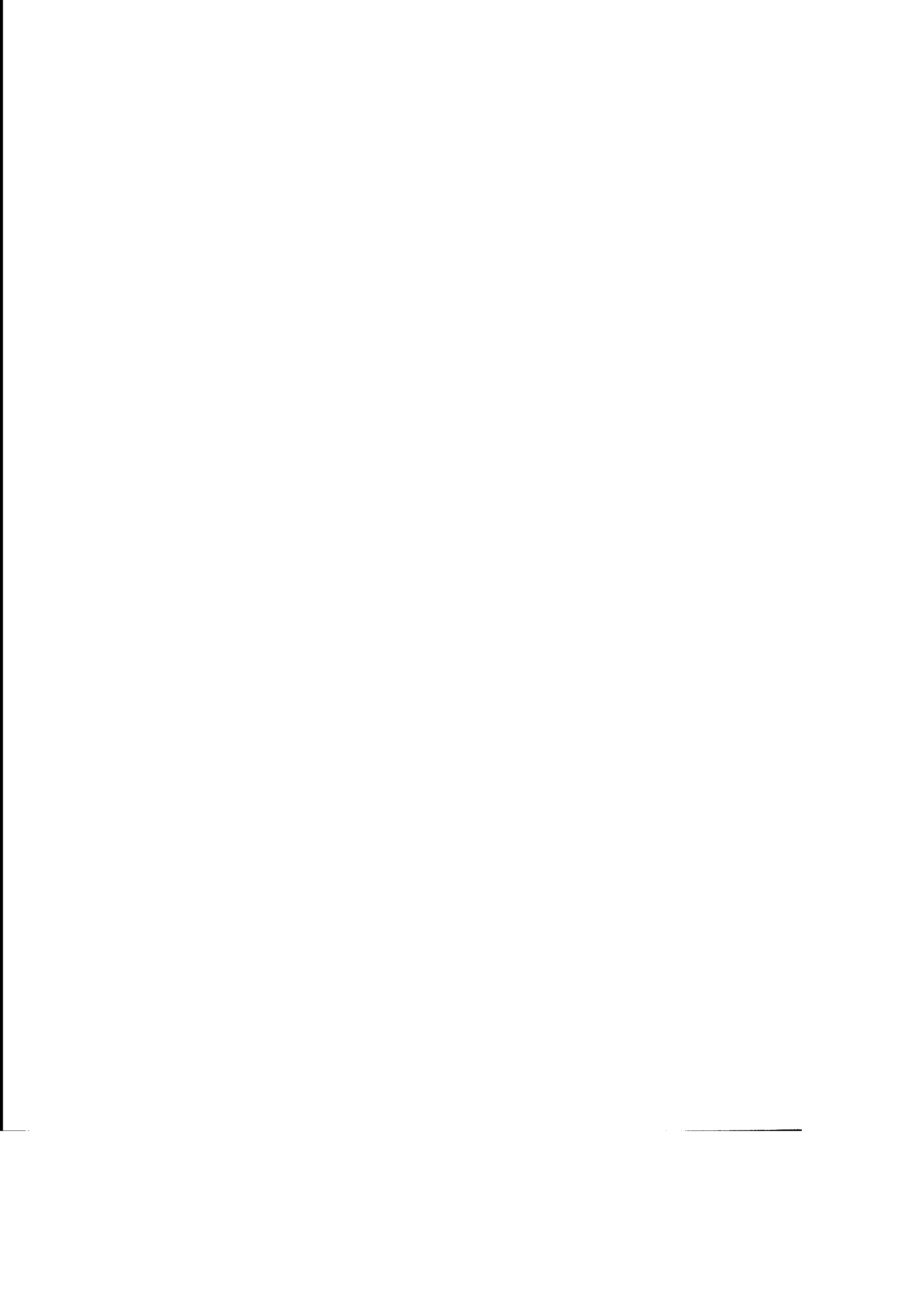
최 종
연구보고서

미래 농업기술예측 · 로드맵 작성 및 효율적인 투자기술 개발

Forecasting Future Technology, Drawing Road
Maps, and Developing Effective Investment
Techniques in Agriculture

주관연구기관
농림기술관리센터

농 립 부



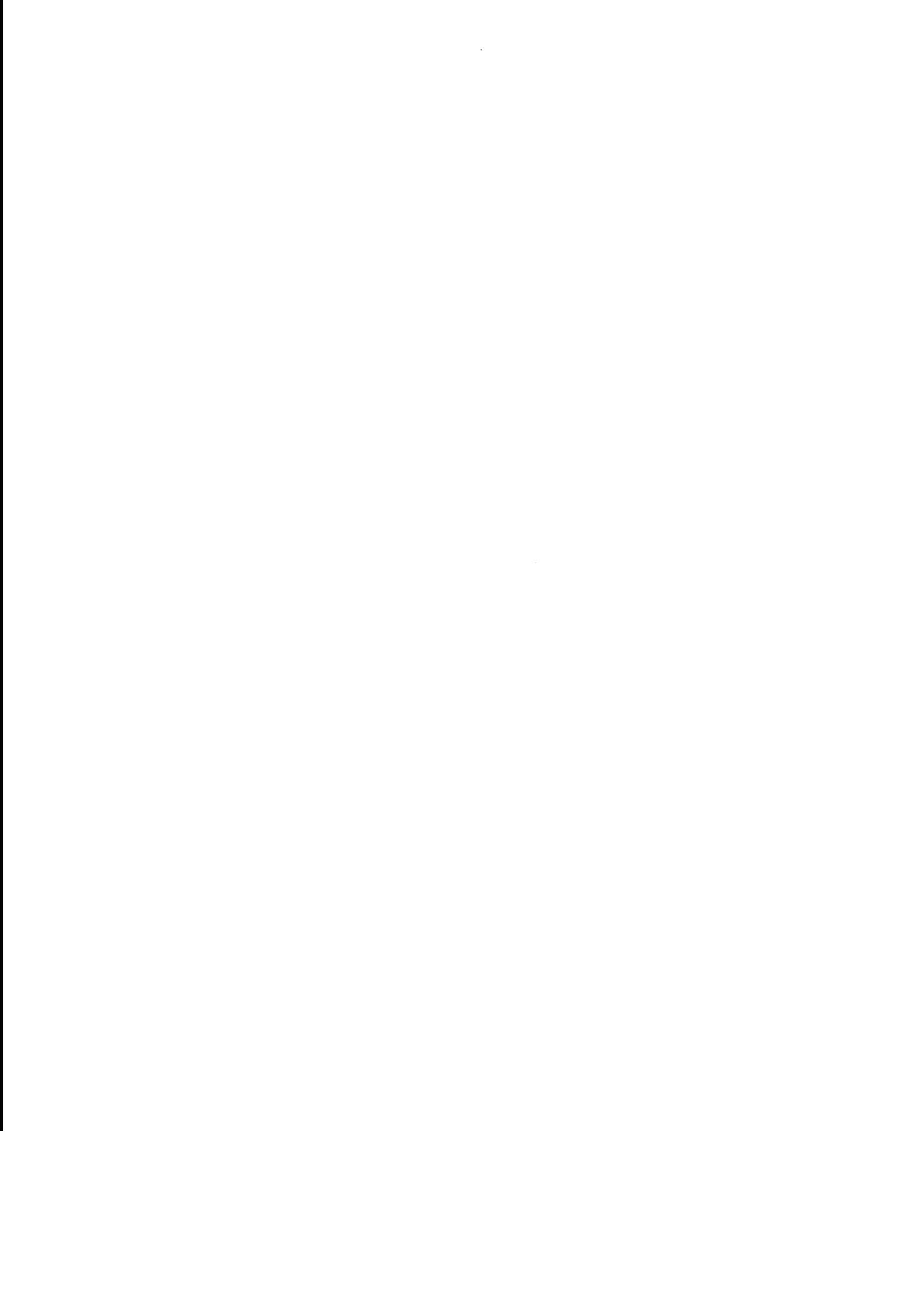
제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “미래 농업기술예측·로드맵 작성 및 효율적인 투자기술 개발” 과제 (제1세부과제 : 농림신기술분류체계구축 및 R&D 투자효율성 분석, 제2세부과제 : 농업기술의 미래예측 실시, 제3세부과제 : 농림 핵심기술로드맵 작성, 제4세부과제 : 농림기술개발사업의 효율적 투자방안 및 실행전략 계획(ISP) 도출 및 미래농업의 발전방향제시, 위탁과제 : 과제군별 우선순위 설정(AHP) 및 자원배분의 최적화)의 최종보고서로 제출합니다.

2004 년 1 월 20 일

주관연구기관명	:	농림기술관리센터
총괄연구책임자	:	이 규 천
세부연구책임자	:	이 규 천
세부연구책임자	:	장 승 동
연구원	:	이 종 인
연구원	:	김 재 한
연구원	:	서 중 혁
연구원	:	김 형 모
연구원	:	황 준 구
연구원	:	조 영 우
연구원	:	이 호 운
연구원	:	최 영 미
연구원	:	최 선 숙
연구원	:	한 경 석
연구원	:	최 양 식
연구원	:	신 완 섭
연구원	:	류 영 선
연구원	:	이 금 석
연구원	:	서 형 철
연구원	:	신 봉 찬
연구원	:	유 영 귀
연구원	:	한 기 덕
위탁연구기관명	:	성균관대학교
위탁연구책임자	:	조 근 태
연구원	:	조 용 곤
연구원	:	원 감 연
연구원	:	김 점 복
연구원	:	김 남 희
연구원	:	최 수 민



요 약 문

I. 제 목

미래 농업기술예측·로드맵 작성 및 효율적인 투자기술 개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

- 기술·지식의 가치증대 및 기술보호주의의 심화에 따라 기술혁신이 국가 및 산업 경쟁력을 좌우하는 중요한 원천으로 부각되어, 기술수요조사·예측, 기술로드맵 작성 및 자원배분 사전기획의 중요성이 부각되고 있음.
- 특히, 국가연구개발사업 연구관리의 패러다임 역시 객관적인 연구과제 선정·진도 관리·성과관리 중심에서 기술수요조사·예측, 자원배분 등 사전기획과 기술이전 등 성과 활용으로 변화하고 있는 추세임.
- 농업관련기술은 생명공학, 메카트로닉스, 정보통신 등 타 분야의 첨단기술이 농업 분야에 접목되어 수요가 점차 증대되어 한정된 자원을 선택과 집중원칙에 따라 효율적·전략적으로 투자할 수 있는 방안을 모색할 필요가 있음.
- 급변하는 농업생명기술에 적절하게 대처하기 위하여 정부에서는 농업분야 국가연구개발투자를 2001년 3.3%에서 2004년 5%(일반예산대비)까지 확대할 계획이지만 미래에 대한 정확한 산업 위상 및 기술방향의 부재로 전략적·집중적 투자에 한계가 있음.
- 따라서, 농업관련기술이 21세기 고부가가치 전략 핵심산업으로 발전할 수 있도록 농림전반 및 분야별 R&D 투자효율성을 분석하고, 미래에 유망한 기술을 예측·발굴하고, 기술로드맵을 작성하여 핵심기술의 수요, 기술적 대안을 파악함으로써 향후 효율적인 연구개발예산의 배분과 산업차원의 정보공유와 공동연구를 촉진할 수 있는 방안 마련이 필요함.

III. 연구개발 내용 및 범위

- R&D 사업의 경제적 타당성 분석을 통한 정책방향 제시
- 농업관련 신기술분류체계구축
 - 농업관련 기술영역 및 복합영역의 체계화
 - 신 분류체계 구축

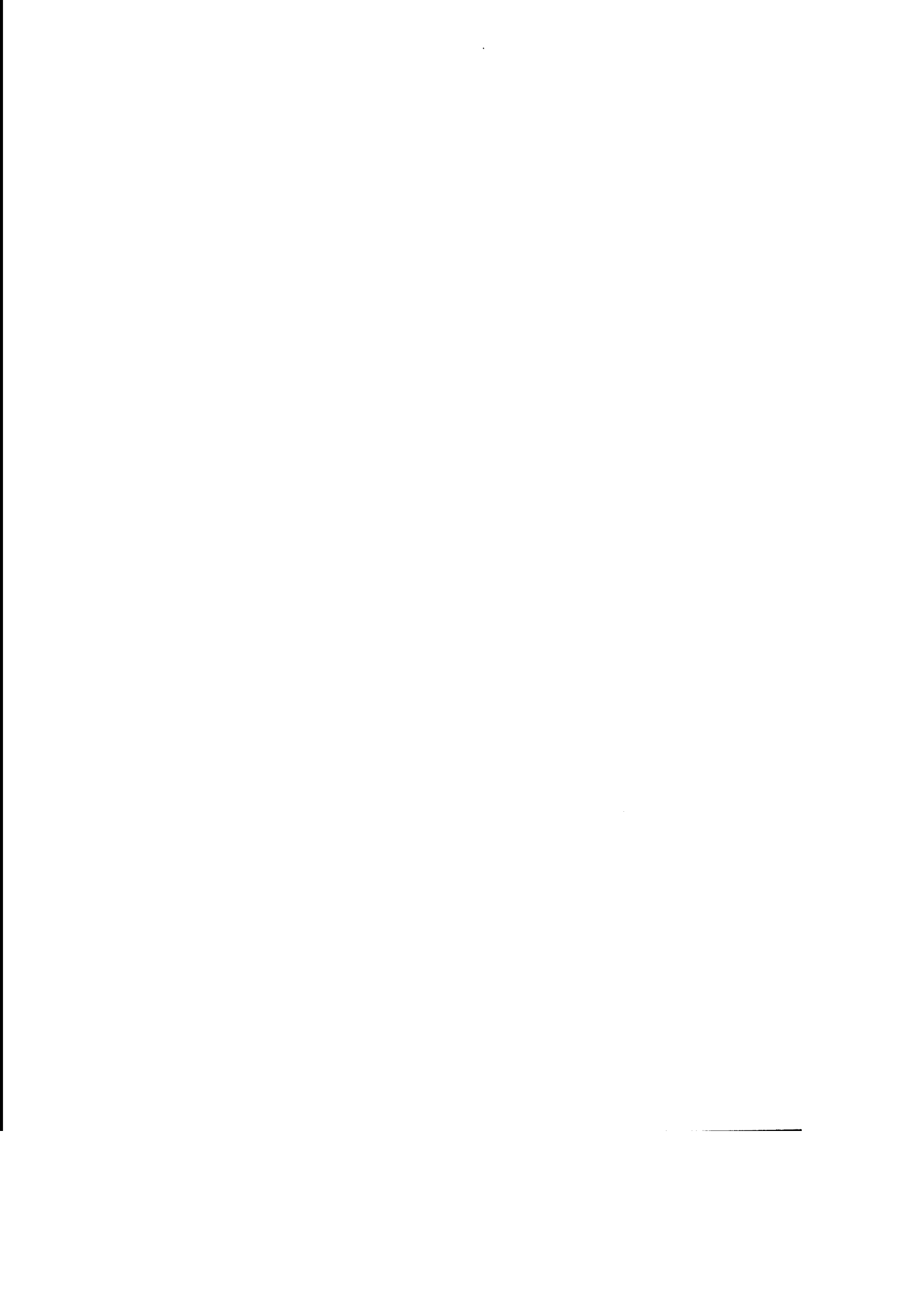
- 미래기술예측(2라운드 Mini Delphi방법 이용)-(2005년~2025년까지)
 - 농림기술 과제별 중요도, 과제별 실현시기예측, 실현 상 필수요인 및 저해요인 파악 등의 기술예측
- 과제군별 우선순위 설정(AHP) 및 자원배분의 최적화
 - Delphi법에 의해 도출된 '중점지원과제'의 실현시기를 중·장기로 분류
 - 연구개발사업지원을 목적으로 공공성을 지니는 연구과제 평가모형 개발
 - 중·장기 과제별 자원배분모형을 적용하여 실제 과제선정 및 자원배분 실행
- 핵심기술로드맵 작성
 - 사업화가능성, 틈새시장, 침투가능성 및 단기에 세계 최고수준에 도달가능성 등을 고려하여 핵심기술을 도출하고, 기술계열도를 작성하여 이를 통해 요소기술별, 단계별 기술로드맵 작성
 - 선진국의 농업분야 기술로드맵 동향 파악 및 전문위원회 등의 운영을 통한 다수의 전문가 참여 유도
- 중장기 농림기술개발사업의 투자효율화방안 및 실행전략계획(ISP) 도출
 - 효율적 연구개발사업 추진 및 기술개발 실행전략수립
 - 타 부처 농업 관련 연구개발사업과의 유기적 연계 방안 마련

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

- 기술개발의 산업화 및 실용화 가능성 제고
 - 중·장기적 농업과학기술정책에 직접 활용 가능
 - 농업과학기술개발의 국가적 역할분담 및 우선순위 제시 가능
 - 농업관련산업체에 미래의 기술투자 방향 제시
- 기술개발 효과
 - 신기술분류를 통해 농업생명산업의 기술과 제품을 재 정의하고, 연관분석을 통해 농업기술 관련연구 및 기술개발에 효과적으로 활용
 - 기술수요조사·예측, 자원배분 등 사전기획을 강화하여 희소한 공공 R&D자원을 선택과 집중의 원칙에 따라 투자
 - 농업관련 산업계의 R&D자원이 기술예측 및 로드맵 방향에 따라 투자됨으로써 투자의 효율성 증대
 - 농림업분야 기술분야별 장·단기 발전비전 수립 및 “선택과 집중”의 원칙에 의한 R&D 투자의 효율성 제고
 - 신규시장의 창출 및 틈새시장의 침투 용이
 - 중기거점 및 차세대 신기술개발사업 추진 등에 활용
 - 기술성과 시장성을 갖춘 미래 유망 기술, 제품을 체계적으로 발굴, 집중 투자함으

로써 비교우위의 국제경쟁력을 높일 수 있는 농업기술 포트폴리오 전략의 유효성 증대

- 과학적이고 합리적인 최적화모형에 따른 자원배분을 통한 중장기 농림기술개발사업 추진으로 연구개발지원 사업의 투자효율성 제고
- R&D 투자부문에 대한 경제적 효율성 분석을 통한 효율적 투자방안 도출
- 로드맵 작성과정을 통하여 제시된 기술에 대한 미래상을 제시함에 따라
 - 정책입안자에게 효율적인 정책 수립 방향제시
 - 농업부문 연구자에게 미래의 연구방향 제시
 - 농업생산자에게는 미래농업발전과정을 제시함으로써 향후 재배 작목 및 기술선정에 관한 정보제공
 - 소비자(국민)의 미래농업에 대한 이해증진 도모
- 예측된 필요 개발결과는 기술수요 및 기술개발 동향의 지속적 분석을 통해 매년 모니터링하고 예측 수정안을 연차별로 작성해야 함
- 기술로드맵 작성 결과에 대해서는 정책적 연구과제 도출에 활용하고 향후 로드맵 작성이 필요한 핵심품목 또는 기술에 대한 세부 로드맵 작성
- 농림기술개발사업의 연차별 추진전략을 수립하여 투자의 효율화 추구



SUMMARY

I. Title

Forecasting Future Technology, Drawing Road Maps, and Developing Effective Investment Techniques in the Agricultural Sector

II. Objectives and necessities of the research

- Because of increasing technologies and knowledge, and deepening technologies protection doctrine, technology innovation is considered as important source that dominates national and industrial competitive power. Thus, importance of technology demand survey, forecasting future technology, drawing technology road map and resource allocation became important.
- Especially, paradigm of research and management related national R&D has been changed from objective research project selection, and managements of process and outcome for project to application of the outcome as technology survey, forecasting future technology, resource allocation, and etc.
- Technologies related agriculture are combined with spearhead technologies like biotechnology, mechatronics, information, communication and so on. Demands for the technology are gradually increased. There is in need of grope for searching plans that will make R&D investment efficiently and strategically by the principle of selection and concentration with limited resources.
- To properly cope with the rapidly changing in Biotechnology, government makes plans for increasing national R&D investment in agricultural sector from 3.3% in 2001 to 5% in 2004 (contrast to general budget). However, because of absence accurate industrial phase and technology development plans, there are limits in strategic and concentrated investment.
- Therefore, to make technologies related agriculture can develop agriculture to a strategic core industry, it is necessary to analyze the efficiency of the R&D investment, forecasting future technologies, and drawing technology road map.

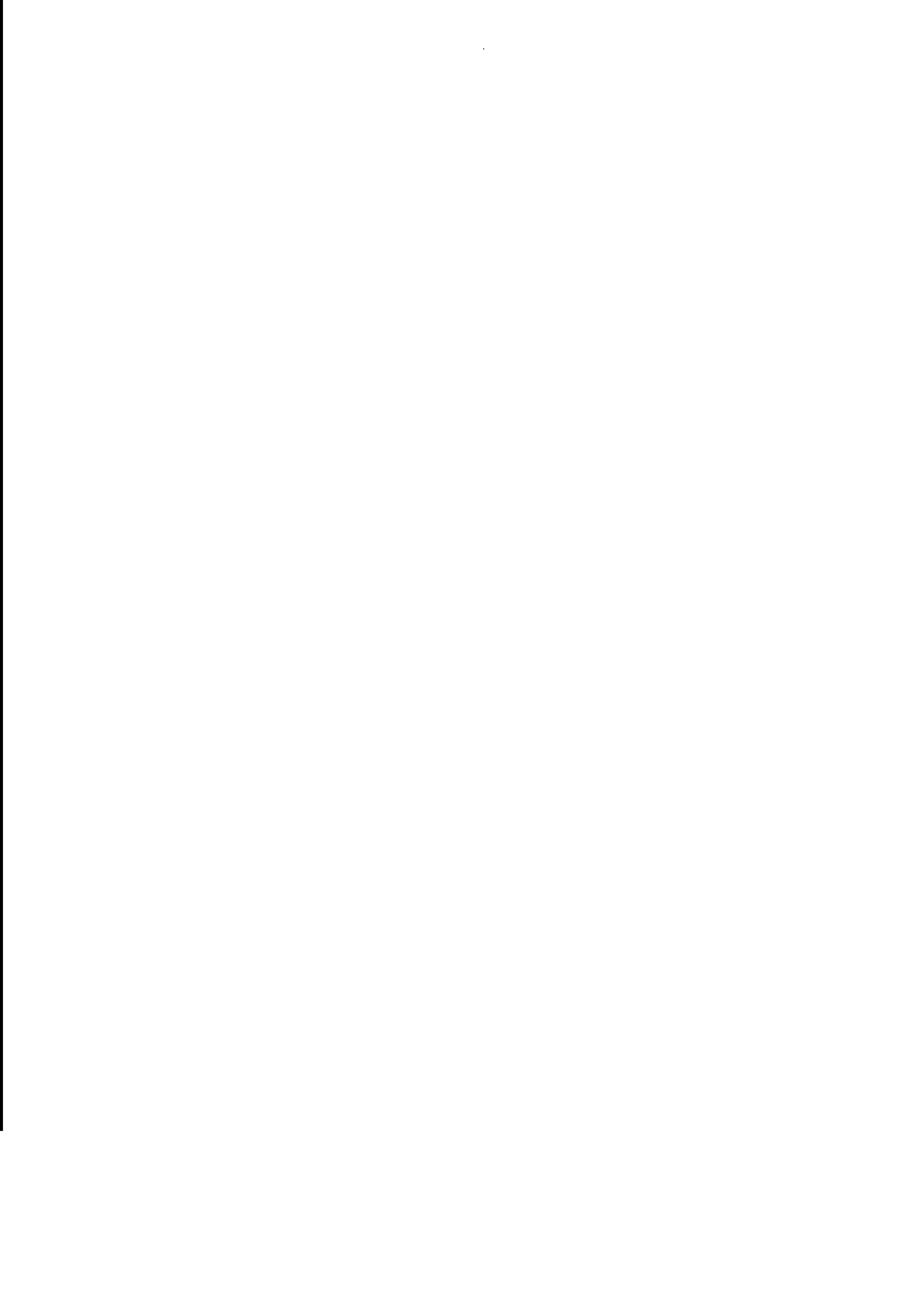
III. Contents and ranges of the research

- Policy plan suggestion from economic efficiency of R&D
- Classification of agricultural technologies
- Forecasting future technology(using 2 rounds mini Delphi method)-(2005~2025)
- Setting priority for core future technologies using Analytic Hierarchy Process(AHP) and optimization of resource allocation
- Drawing technology road map
- planning of efficient mid & long term agricultural R&D business and ISP

IV. Results and suggestions

- Objectives of R&D investment and effective management plans in agriculture
 - Four topics were studied to analyze effects of agricultural R&D investment in the topics. Major findings for the topics are as follow.
 - Public R&D investment has both crowding out effects and motivation to private R&D investment. The investment has crowding out effects for foods, textiles, clothing, and leather industries against the private R&D investment. However, it gives motivation to increase private R&D investment for machinery and chemical industries.
 - R&D investment in Korea has almost same efficiency in comparison with the investment in developed countries.
 - The investment affects to products for 30 years from 3 years later in agriculture, 7 years later in horticulture, and 10 years later in livestock of R&D for the R&D investment.
 - The R&D has been invested by public sector in agriculture. However, private sector has been increasing the investment to the area of biotechnology.
 - Policies are needed to cooperate private and public sectors in agricultural R&D.
 - Stress of planning, arrangement, and fund raising for agricultural R&D.
- Forecasting future technologies
 - Agricultural technologies are classified as 11 areas like agricultural processing, Agricultural management and information, Crops, Biosystems engineering, Biotechnology, horticultural science, postharvest management, forestry & forest products, agricultural resources, animal science and veterinary medicine, and Environmental Science.
 - 2 round Delphi method was applied for 682 future core technologies in

- agriculture by 11 areas to 3,372 specialists, and finally 467 specialists answered.
- The Delphi questionnaire asked importance, realization time, level of research and development (R&D) in Korea and foremost country, leading group of R&D, effective policy for each technology.
 - AHP was applied to technologies for two groups. The groups were divided by Delphi method by importance and level of R&D for each technology. Group I has high importance and high level of R&D. Group II has high importance and lower level of R&D.
 - AHP questionnaire was given to 251 specialists for 11 areas, and 119 specialists answered. Technologies in each group by 11 areas were set by priority.
 - Road maps for 11 areas were drawn by committee.
- Increasing possibilities of industrialization and products for the R&D
 - Adopt research results to plan for agricultural science technology in long and short term
 - Role allotment between public and private for agricultural R&D development, and setting priorities for the R&D investment
 - Suggestions of blue print for future technology investment to agricultural business
 - Effects of technology development
 - Application the technology classification to researches
 - Investment by principles of select and concentration of R&D resources by the results of the study
 - Increasing R&D efficiency by the principles of select and concentration
 - Making easy to enter niche market and to create new market
 - Application the results to new R&D projects for next generation
 - As the research shows future agriculture,
 - policy makers will have effective plans for policy making
 - researchers will be provided future study topics
 - farmers will have information for selecting growing items and applied technologies
 - consumers will understand easily future agriculture
 - Forecasting future technology and road map should be revised in periodically
 - The results of the research should be adopted as research topics funded by public, and micro road maps should be drawn for core items or technologies



CONTENTS

Part I Research outline	1
Chapter 1 Necessities of research	3
Chapter 2 Research trends	4
Chapter 3 Objectives, contents, and methods of research	6
Part II Objectives of R&D investment and effective management plans in agriculture	13
Chapter 1 Situation of R&D investment and analyses of economic effects in Korea	15
Chapter 2 Analyses of efficiency for research investment in agriculture	57
Chapter 3 Roles of public and private sectors in the development of agricultural technologies	85
Chapter 4 Effective management plans for agricultural R&D investment	105
Part III Forecasting future technologies	125
Chapter 1 Technology classification	127
Chapter 2 Forecasting future agricultural technology	139
Chapter 3 Priority setting for future technologies	432
Part IV Road Maps	499
Chapter 1 Agricultural processing	501
Chapter 2 Agricultural management and information	552
Chapter 3 Crops	601
Chapter 4 Biosystems engineering	631
Chapter 5 Biotechnology	683
Chapter 6 Horticultural science	721
Chapter 7 Postharvest management	767
Chapter 8 Forestry & Forest Products	803
Chapter 9 Agricultural Resources	870

Chapter 10 Animal Science and Veterinary Medicine	916
Chapter 11 Environmental Science	948
Part V Effective investment plans and practice strategies for agricultural R&D	995
Chapter 1 Major strategies of action plans	997
Chapter 2 Action plans	999
Chapter 3 Illustration of future agriculture	1006
References and web-sites	1007
Appendix	1021
1. General Committee	1023
2. Researchers for Part II(Objectives of R&D investment and effective management plans)	1023
3. Committee for technology classification	1024
4. Committee for forecasting future technologies	1025
5. Committee for drawing Road Maps	1025

목 차

제 I 편 연구개요	1
제1장 연구개발 필요성	3
제2장 연구동향	4
제3장 연구목표와 내용 및 방법	6
제1절 연구목표와 내용	6
제2절 연구방법 및 추진체계	7
제 II 편 농림부문 R&D투자방향과 효율적 관리방안	13
제1장 국내 연구개발투자 현황 및 경제효과 분석	15
제1절 서 론	15
제2절 국내 연구개발투자현황	16
제3절 기존의 관련 연구결과	20
제4절 국가수준의 GDP증대효과 분석	22
제5절 산업수준의 파급효과 분석	27
제2장 농업부문 연구투자의 효율성 분석	57
제1절 서 론	57
제2절 연구사업 투자수익의 전통적 측정방법	59
제3절 시계열계량모델을 사용한 연구사업 투자효과 측정방법	61
제4절 분석 및 결과	66
제5절 결 론	80
장부록	81
제3장 농림기술개발과 정부·민간의 역할	85

제1절 서론	85
제2절 농업연구에서 민간부문과 공공부문의 특성	86
제3절 농업연구를 위한 민간부문과 공공기관의 협력체계	93
제4절 결론	100
장부록	102
제4장 농림부문 R&D 투자의 효율적 관리방안	105
제1절 농림 환경의 변화와 기술혁신의 필요성	105
제2절 농림부문 R&D투자의 현황과 특성	107
제3절 농림부문 R&D 관리체계의 현황과 문제점	112
제4절 농림부문 R&D 투자와 관리체계의 발전방향	120
제Ⅲ편 미래기술예측	125
제1장 기술분류	127
제1절 농림업기술의 개념 및 현행 분류	127
제2절 신농림업 기술분류	129
제2장 미래 농림분야 기술예측	139
제1절 예측조사의 개요	139
제2절 가공분야 기술예측	145
제3절 경영정보분야 기술예측	174
제4절 경종작물분야 기술예측	194
제5절 기계화분야 기술예측	214
제6절 생명공학분야 기술예측	236
제7절 원예분야 기술예측	260
제8절 유통분야 기술예측	290
제9절 임업·임산분야 기술예측	316
제10절 자원분야 기술예측	344
제11절 축산·수의분야 기술예측	370
제12절 환경분야 기술예측	404

제3장 기술우선순위설정	432
제1절 AHP의 개요	432
제2절 가공분야 우선순위	442
제3절 경영정보분야 우선순위	447
제4절 경종작물분야 우선순위	451
제5절 기계화분야 우선순위	455
제6절 생명공학분야 우선순위	460
제7절 원예분야 우선순위	465
제8절 유통분야 우선순위	471
제9절 임업·임산분야 우선순위	476
제10절 자원분야 우선순위	482
제11절 축산·수의분야 우선순위	487
제12절 환경분야 우선순위	493
제IV편 ROAD MAP	499
제1장 가공분야	501
제1절 비 전	501
제2절 기술로드맵 작성	533
제3절 맺음말	551
제2장 경영·정보분야	552
제1절 비 전	552
제2절 기술로드맵 작성	572
제3절 맺 음 말	600
제3장 경종작물분야	601
제1절 비 전	601
제2절 기술로드맵 작성	617
제4장 기계화분야	631

제1절 비 전	631
제2절 기술로드맵 작성	664
제3절 맺 음 말	681
 제5장 생명공학분야	 683
제1절 비 전	683
제2절 기술로드맵 작성	706
제3절 맺음말	720
 제6장 원예분야	 721
제1절 비 전	721
제2절 기술로드맵 작성	740
제3절 맺 음 말	765
 제7장 유통분야	 767
제1절 비 전	767
제2절 기술로드맵 작성	784
제3절 맺 음 말	802
 제8장 임업·임산분야	 803
제1절 비 전	803
제2절 기술로드맵 작성	828
제3절 맺 음 말	869
 제9장 자원분야	 870
제1절 비 전	870
제2절 기술로드맵 작성	893
제3절 맺 음 말	914
 제10장 축산·수의분야	 916

제1절 비 전	916
제2절 기술로드맵 작성	933
제3절 맺 음 말	946
제11장 환경분야	948
제1절 비 전	948
제2절 기술로드맵 작성	974
제3절 맺 음 말	992
제 V 편 농림기술개발사업 효율적 투자방안 및 실행전략계획	995
제1장 실행전략의 기본방향: 농정목표와 부합	997
제2장 실행전략계획	999
제3장 우리나라 농업의 미래상	1006
참고문헌 및 관련사이트	1007
부 록	1021
1. 총괄위원회 명단	1023
2. 농림부문의 R&D 투자방향과 효율적 관리방안 연구진	1023
3. 기술분류위원회 명단	1024
4. 미래기술예측을 위한 전문위원회 명단	1025
5. 로드맵 작성을 위한 전문위원회 명단	1031

표 차례

<표 1-2-1> 주요 기술예측 사례	4
<표 1-3-1> 각 분야별 도출 미래유망기술	9
<표 1-3-2> 각 분야별 수요조사 기술	10
<표 1-3-3> 각 분야별 문헌조사 기술	10
<표 1-3-4> 각 분야별 Delphi 전문가 그룹	11
<표 1-3-5> 각 분야별 AHP 전문가 그룹	11
<표 2-1-1> 연도별 연구개발비	16
<표 2-1-2> 연구개발비 국제비교	16
<표 2-1-3> 재원별 연구개발비 국제비교	17
<표 2-1-4> 연구개발주체별 사용연구개발비	17
<표 2-1-5> 연구개발주체별 사용연구개발비 국제비교	18
<표 2-1-6> 성격별 연구개발비	18
<표 2-1-7> 성격별 연구개발비 국제비교	18
<표 2-1-8> 연도별 연구개발 인력	19
<표 2-1-9> 연구원 수 국제비교	19
<표 2-1-10> 주요산업의 매출액 대비 연구개발투자	20
<표 2-1-11> 제조업 중요소생산성 증가율의 구성(1975-1990)	22
<표 2-1-12> 연구개발투자의 사적수익률과 사회적수익률	23
<표 2-1-13> 생산함수의 파라미터 추정결과	24
<표 2-1-14> GDP에 대한 연구개발스톡의 탄력성	25
<표 2-1-15> 생산요소별 성장률 기여도(1) : 한국	26
<표 2-1-16> 생산요소별 성장률 기여도(2) : 일본	27
<표 2-1-17> 산업별 시차 및 진부화율	32
<표 2-1-18> 산업연관표의 기본구조	35
<표 2-1-19> 중간재를 통한 기술흐름행렬표 : 1995년	37
<표 2-1-20> 중간재를 통한 외부기술비율이 높은 산업과 낮은 산업	41
<표 2-1-21> 자본재를 통한 기술흐름행렬표 : 1995년	43
<표 2-1-22> R&D투자의 생산성효과 분석 대상산업	48
<표 2-1-23> Spillover Effects	49
<표 2-1-24> R&D투자의 사적 수익률	51
<표 2-1-25> R&D투자의 사회적 수익률	51
<표 2-2-1> VAR 추정결과(농업총생산)	67

<표 2-2-2> VAR 측정결과(축산)	69
<표 2-2-3> VAR측정결과(원예)	72
<표 2-2-4> 농업연구 및 지도사업 투자효과의 시차기간 비교	75
<표 2-2-5> 생산함수법에 의한 연구 및 지도사업의 내부투자수익률	76
<표 2-2-6> 지수법에 의한 연구 및 지도사업의 내부투자수익률	77
<표 2-2-7> 프로그램사용에 의한 년차별 효과	80
<부표 A> 총농업연구비, 총농업생산액, 농가판매가격지수	81
<부표 B> 축산연구비, 축산생산액, 농가판매가격지수(축산)	82
<부표 C> 원예연구비, 원예생산액, 농가판매가격지수(원예)	83
<부표 D> 양돈생산경영관리프로그램(PIGPLAN) 수용자수 및 PSY	84
<표 2-3-1> 농업연구개발 체계에서 과학과 기술의 6 단계	88
<표 2-3-2> 공공부문과 민간부문의 농업연구 조직상의 구분	90
<표 2-3-3> 영리목적의 민간부문 연구의 비용과 수익의 직·간접적 결정요인	92
<표 2-3-4> 농업 생물공학 연구의 공공 및 민간부문 자산(Asset)	97
<부표 1> 연도별 농업연구 투자현황	102
<부표 2> 연도별·분야별 연구원수 비중 변화	103
<부표 3> 연구기관별 농학연구인력 비중 변화	104
<표 2-4-1> 정부재정 및 연구개발예산의 추이	107
<표 2-4-2> 2002년도 부처별 연구개발예산	108
<표 2-4-3> 우리나라 연구개발 자원 중 농림분야의 비중	109
<표 2-4-4> 정부연구개발예산 중 농림연구개발예산의 비중 추이	109
<표 2-4-5> 농림기술개발사업 연구현황	111
<표 2-4-6> 주요 부처별 연구개발관리 전담 부서 및 전문관리기구 설치현황	114
<표 2-4-7> 농림부 소관 주요 연구개발사업 관리체계	116
<표 2-4-8> 농촌진흥청 소관 주요 연구개발사업 관리체계	117
<표 2-4-9> 산림청 소관 주요 연구개발사업 관리체계	118
<표 3-1-1> 신농림업기술분류	129
<표 3-2-1> 1차 설문지 형식	141
<표 3-2-2> 2차 설문지 형식	142
<표 3-2-3> 예측결과표 형식	143
<표 3-2-4> 사분위수 표기방법	144
<표 3-2-5> 가공분야 미래기술예측 설문응답자의 분포	145
<표 3-2-6> 가공분야의 중요도지수 상위 20개 과제	147
<표 3-2-7> 식품가공 영역의 중요도지수 상위 5개 과제	148
<표 3-2-8> 제품화기술 영역의 중요도지수 상위 5개 과제	148

<표 3-2-9> 기능성식품개발 영역의 중요도지수 상위 5개 과제	149
<표 3-2-10> 발효식품 및 효소이용 영역의 중요도지수 상위 5개 과제	149
<표 3-2-11> 연구개발수준이 높은 상위 20개 과제	151
<표 3-2-12> 경영정보분야 미래기술예측 설문응답자의 분포	174
<표 3-2-13> 경영정보분야의 중요도지수 상위 20개 과제	176
<표 3-2-14> 연구개발수준이 높은 상위 10개 과제	178
<표 3-2-15> 경종작물분야 미래기술예측 설문응답자의 분포	194
<표 3-2-16> 경종작물분야의 중요도지수 상위 20개 과제	196
<표 3-2-17> 연구개발수준이 높은 상위 10개 과제	198
<표 3-2-18> 기계화분야 미래기술예측 설문응답자의 분포	214
<표 3-2-19> 기계화분야 중요도지수 상위 20개 과제	216
<표 3-2-20> 생물생산기계기술 영역의 중요도지수 상위 5개 과제	217
<표 3-2-21> 생물공정시스템기술 영역의 중요도지수 상위 5개 과제	217
<표 3-2-22> 생물생산시설시스템기술 영역의 중요도지수 상위 5개 과제	218
<표 3-2-23> 생명시스템기술 영역의 중요도지수 상위 5개 과제	218
<표 3-2-24> 연구개발수준이 높은 상위 10개 과제	219
<표 3-2-25> 생명공학분야 미래기술예측 설문응답자의 분포	236
<표 3-2-26> 생명공학분야의 중요도지수 상위 20개 과제	238
<표 3-2-27> 분자육종 영역의 중요도지수 상위 5개 과제	239
<표 3-2-28> 신기능 신물질 영역의 중요도지수 상위 5개 과제	239
<표 3-2-29> 유전자 조작에 의한 개량 영역의 중요도지수 상위 5개 과제	240
<표 3-2-30> 연구개발수준이 높은 상위 10대 과제	241
<표 3-2-31> 원예분야 미래기술예측 설문응답자의 분포	260
<표 3-2-32> 원예분야의 중요도지수 상위 20개 과제	262
<표 3-2-33> 재배관리 및 이용 영역의 중요도지수 상위 5개 과제	263
<표 3-2-34> 품종개량 영역의 중요도지수 상위 5개 과제	263
<표 3-2-35> 시설원예 영역의 중요도지수 상위 5개 과제	264
<표 3-2-36> 번식 영역의 중요도지수 상위 2개 과제	264
<표 3-2-37> 기타 영역의 중요도지수 상위 5개 과제	264
<표 3-2-38> 연구개발수준이 높은 상위 20개 과제	266
<표 3-2-39> 유통분야 미래기술예측 설문응답자의 분포	290
<표 3-2-40> 유통분야 중요도지수 상위 20개 과제	292
<표 3-2-41> 품질관리 영역의 중요도지수 상위 5개 과제	293
<표 3-2-42> 저장 영역의 중요도지수 상위 5개 과제	293
<표 3-2-43> 포장 영역의 중요도지수 상위 5개 과제	294

<표 3-2-44> 유통 영역의 중요도지수 상위 5개 과제	294
<표 3-2-45> 안전성 영역의 중요도지수 상위 5개 과제	295
<표 3-2-46> 상품화기술영역의 중요도지수 상위 4개 과제	295
<표 3-2-47> 연구개발수준이 높은 상위 20개 과제	296
<표 3-2-48> 임업·임산분야 미래기술예측 설문응답자의 분포	316
<표 3-2-49> 임업·임산분야 중요도지수 상위 20개 과제	318
<표 3-2-50> 산림환경관리 영역의 중요도지수 상위 5개 과제	319
<표 3-2-51> 산림경영정보 영역의 중요도지수 상위 5개 과제	319
<표 3-2-52> 임업생산기술 영역의 중요도지수 상위 5개 과제	320
<표 3-2-53> 조경 영역의 중요도지수 상위 5개 과제	320
<표 3-2-54> 산림유전자원 영역의 중요도지수 상위 5개 과제	321
<표 3-2-55> 목재가공 영역의 중요도지수 상위 5개 과제	321
<표 3-2-56> 임산화학/펄프제지 영역의 중요도지수 상위 5개 과제	322
<표 3-2-57> 연구개발수준이 높은 상위 20개 과제	323
<표 3-2-58> 자원분야 미래기술예측 설문응답자의 분포	344
<표 3-2-59> 자원분야의 중요도지수 상위 20개 과제	346
<표 3-2-60> 농촌용수자원 영역의 중요도지수 상위 5개 과제	346
<표 3-2-61> 토지자원 영역의 중요도지수 상위 5개 과제	347
<표 3-2-62> 농촌어메니티자원 영역의 중요도지수 상위 5개 과제	347
<표 3-2-63> 농촌기반시설 영역의 중요도지수 상위 5개 과제	348
<표 3-2-64> 자원정보공학 영역의 중요도지수 상위 5개 과제	348
<표 3-2-65> 농업재해방지 영역의 중요도지수 상위 2개 과제	349
<표 3-2-66> 농촌에너지 및 생물재료자원 영역의 중요도지수 상위 5개 과제	349
<표 3-2-67> 농업시스템공학 영역의 중요도지수 상위 4개 과제	350
<표 3-2-68> 연구개발수준이 높은 상위 20개 과제	351
<표 3-2-69> 축산수의분야 미래기술예측 설문응답자의 분포	370
<표 3-2-70> 축산수의분야 중요도지수 상위 20개 과제	372
<표 3-2-71> 번식 영역의 중요도지수 상위 5개 과제	373
<표 3-2-72> 유전육종 영역의 중요도지수 상위 5개 과제	373
<표 3-2-73> 질병, 방역 영역의 중요도지수 상위 5개 과제	374
<표 3-2-74> 영양사료 영역의 중요도지수 상위 5개 과제	374
<표 3-2-75> 육가공 영역의 중요도지수 상위 5개 과제	375
<표 3-2-76> 유가공 영역의 중요도지수 상위 5개 과제	375
<표 3-2-77> 위생 영역의 중요도지수 상위 5개 과제	376
<표 3-2-78> 연구개발수준 상위 20개 과제	377

<표 3-2-79> 환경분야 미래기술예측 설문응답자의 분포	404
<표 3-2-80> 환경분야 중요도지수 상위 20개 과제	406
<표 3-2-81> 환경조화형농업기술 영역의 중요도지수 상위 5개 과제	407
<표 3-2-82> 주생태계보호 및 오염경감 영역의 중요도지수 상위 5개 과제	407
<표 3-2-83> 폐기물자원화 영역의 중요도지수 상위 5개 과제	408
<표 3-2-84> 연구개발수준 상위 20개 과제	409
<표 3-3-1> 쌍대비교의 비교척도	434
<표 3-3-2> 난수지수(RI)	436
<표 3-3-3> 평가항목	438
<표 3-3-4> 절대측정을 위한 등급척도	438
<표 3-3-5> 각 분야별 AHP 전문가 그룹 및 응답자	441
<표 3-3-6> I군의 기술과제 리스트	442
<표 3-3-7> II군의 기술과제 리스트	443
<표 3-3-8> 평가항목의 중요도 결과	444
<표 3-3-9> I군의 평가대안 우선순위결과	445
<표 3-3-10> II군의 평가대안 우선순위결과	446
<표 3-3-11> I군의 기술과제 리스트	447
<표 3-3-12> II군의 기술과제 리스트	448
<표 3-3-13> 평가항목의 중요도 결과	458
<표 3-3-14> I군의 평가대안 우선순위결과	449
<표 3-3-15> II군의 평가대안 우선순위결과	450
<표 3-3-16> I군의 기술과제 리스트	451
<표 3-3-17> II군의 기술과제 리스트	451
<표 3-3-18> 평가항목의 중요도 결과	452
<표 3-3-19> I군 평가대안의 우선순위	453
<표 3-3-20> II군 평가대안의 우선순위	454
<표 3-3-21> I군의 기술과제 리스트	455
<표 3-3-22> II군의 기술과제 리스트	456
<표 3-3-23> 평가항목의 중요도 결과	457
<표 3-3-24> I군 평가대안의 우선순위	458
<표 3-3-25> II군 평가대안의 우선순위	459
<표 3-3-26> I군의 기술과제 리스트	460
<표 3-3-27> II군의 기술과제 리스트	461
<표 3-3-28> 평가항목의 중요도 결과	462
<표 3-3-29> I군 평가대안의 우선순위	463

<표 3-3-30> II군 평가대안의 우선순위	464
<표 3-3-31> I군의 기술과제 리스트	465
<표 3-3-32> II군의 기술과제 리스트	466
<표 3-3-33> 평가항목의 중요도 결과	467
<표 3-3-34> I군 평가대안의 우선순위	468
<표 3-3-35> II군 평가대안의 우선순위	470
<표 3-3-36> I군의 기술과제 리스트	471
<표 3-3-37> II군의 기술과제 리스트	472
<표 3-3-38> 평가항목의 중요도 결과	473
<표 3-3-39> I군 평가대안의 우선순위	474
<표 3-3-40> II군 평가대안의 우선순위	475
<표 3-3-41> I군의 기술과제 리스트	476
<표 3-3-42> II군의 기술과제 리스트	477
<표 3-3-43> 평가항목의 중요도 결과	478
<표 3-3-44> I군 평가대안의 우선순위	479
<표 3-3-45> II군 평가대안의 우선순위	480
<표 3-3-46> I군의 기술과제 리스트	482
<표 3-3-47> II군의 기술과제 리스트	483
<표 3-3-48> 평가항목의 중요도 결과	483
<표 3-3-49> I군 평가대안의 우선순위	484
<표 3-3-50> II군 평가대안의 우선순위	485
<표 3-3-51> I군의 기술과제 리스트	487
<표 3-3-52> II군의 기술과제 리스트	488
<표 3-3-53> 평가항목의 중요도 결과	489
<표 3-3-54> I군 평가대안의 우선순위	490
<표 3-3-55> II군 평가대안의 우선순위	491
<표 3-3-56> I군의 기술과제 리스트	493
<표 3-3-57> II군의 기술과제 리스트	494
<표 3-3-58> 평가항목의 중요도 결과	495
<표 3-3-59> I군 평가대안의 우선순위	496
<표 3-3-60> II군 평가대안의 우선순위	497
<표 4-1-1> 영향요소의 파급효과와 불확실성 분석	505
<표 4-1-2> 유망 시나리오 선정	507
<표 4-1-3> 외부환경요소 구체화	507
<표 4-1-4> 가공기술의 비전과 목표	508

<표 4-1-5> 식품관련 특허추이	510
<표 4-1-6> 기능성식품관련 특허추이	510
<표 4-1-7> 발효식품분야의 품목별 향후 기술개발 방향	522
<표 4-1-8> 기능성식품분야의 SWOT 분석	532
<표 4-1-9> 핵심시스템 구성요소와 성능목표	533
<표 4-1-10> 핵심시스템 구성요소와 관련기술	534
<표 4-1-11> 핵심기술별 요소기술	535
<표 4-1-12> 가공 핵심기술수준 및 연구개발전략	539
<표 4-1-13> 식품가공기술 추진전략	540
<표 4-1-14> 기능성식품개발기술 추진전략	541
<표 4-1-15> 발효식품 및 효소이용기술 추진전략	542
<표 4-1-16> 제품화기술추진전략	543
<표 4-2-1> 영향요소의 과급효과와 불확실성 분석	555
<표 4-2-2> 유망 시나리오 선정	556
<표 4-2-3> 외부환경요소 구체화	556
<표 4-2-4> 경영정보기술의 비전과 목표	567
<표 4-2-5> 관련 제품과 Needs	559
<표 4-2-6> 품목별, 국가별 물류비 지원 현황	562
<표 4-2-7> 국내의 친환경농업 생산, 소비자 단체 현황	567
<표 4-2-8> 그린투어리즘 개발단계별 전략	570
<표 4-2-9> 경영정보분야의 SWOT분석	572
<표 4-2-10> 핵심시스템 구성요소와 성능 목표	573
<표 4-2-11> 핵심시스템 구성요소와 관련기술	574
<표 4-2-12> 핵심기술별 요소기술	575
<표 4-2-13> 부류별 수출지원기준	585
<표 4-2-14> 핵심기술의 수준과 연구개발전략	588
<표 4-2-15> 관측정보 추진전략	589
<표 4-2-16> 환경농업 추진전략	589
<표 4-2-17> 지역정주개발 추진전략	590
<표 4-2-18> 수출 및 해외농업 추진전략	590
<표 4-2-19> 지식관리 시스템 및 모바일 시스템 추진전략	591
<표 4-2-20> 유통 및 물류 추진전략	591
<표 4-2-21> 정보 제공 및 전자상거래 추진전략	592
<표 4-3-1> 영향요소의 과급효과와 불확실성 분석	604
<표 4-3-2> 유망 시나리오 선정	605

<표 4-3-3> 외부환경요소 구체화	606
<표 4-3-4> 경종작물기술의 비전과 목표	608
<표 4-3-5> 경종작물 분야의 SWOT분석	616
<표 4-3-6> 핵심시스템 구성요소와 성능목표	617
<표 4-3-7> 핵심기술별 요소기술	619
<표 4-3-8> 경종작물 핵심기술과 추진전략	626
<표 4-4-1> 영향요소의 과급효과와 불확실성 분석	634
<표 4-4-2> 유망 시나리오 선정	635
<표 4-4-3> 외부환경요소 구체화	636
<표 4-4-4> 기계화기술의 비전과 목표	637
<표 4-4-5> 생명시스템 관련산업 동향	642
<표 4-4-6> 생물관련 제품 및 판매규모	643
<표 4-4-7> 일본 생물생산기계 출하와 시장규모 추이	646
<표 4-4-8> 일본의 주요 생물생산기계 연도별 출하(국내공급) 추이	647
<표 4-4-9> 1978년 이후 생물생산기계동력의 증가 상황	649
<표 4-4-10> 세계 바이오산업 시장규모	649
<표 4-4-11> 생명시스템 관련기업 및 수지운영현황	650
<표 4-4-12> 기계화 기술 전망	651
<표 4-4-13> 농업기계화로 인한 효과	652
<표 4-4-14> 기술 융합화에 관한 사례	655
<표 4-4-15> 세계 각 국가별 생명시스템 기술 시장 성장률	656
<표 4-4-16> 첨단기술제품의 세계무역 점유율('99년)	656
<표 4-4-17> 미국 생명시스템 기술 관련 산업 동향	657
<표 4-4-18> 국내 기계화 기술 관련 정부 지원 현황	661
<표 4-4-19> 기계화분야의 SWOT분석	662
<표 4-4-20> 선진국과의 연구개발능력 비교	663
<표 4-4-21> 기술분야별 연구개발능력	663
<표 4-4-22> 기계화기술 핵심시스템 구성요소와 성능목표	664
<표 4-4-23> 기술영역 및 핵심기술내용	665
<표 4-4-24> 핵심시스템 구성요소와 관련기술	665
<표 4-4-25> 핵심기술별 요소기술	666
<표 4-4-26> 기계화 핵심기술수준 및 연구개발전략	676
<표 4-4-27> 생물생산기계기술 추진전략	677
<표 4-4-28> 생물공정시스템기술 추진전략	677
<표 4-4-29> 생물생산시설시스템기술 추진전략	678

<표 4-4-30> 생명시스템기술 추진전략	678
<표 4-5-1> 영향요소의 파급효과와 불확실성 분석	686
<표 4-5-2> 유망 시나리오 선정	687
<표 4-5-3> 외부환경요소 구체화	687
<표 4-5-4> 생명공학 기술의 비전과 목표	689
<표 4-5-5> 세계 바이오산업 시장규모(억불, %)	693
<표 4-5-6> 생물산업 시장동향	694
<표 4-5-7> 분야별 기술수준	694
<표 4-5-8> 기술 융합화에 관한 사례	696
<표 4-5-9> 세계 국가별 생명공학 시장 성장	698
<표 4-5-10> 미국 생명공학 관련 산업 동향	698
<표 4-5-11> 기술분류별 경쟁력	700
<표 4-5-12> 한국의 선진국대비 SCI 논문게재 수준	701
<표 4-5-13> 한국의 선진국대비 특허등록 현황	702
<표 4-5-14> 첨단분야 석박사급 산업기술인력 수급전망	705
<표 4-5-15> 핵심시스템 구성요소와 성능목표	706
<표 4-5-16> 핵심시스템 구성요소와 관련기술	707
<표 4-5-17> 핵심기술별 요소기술	708
<표 4-5-18> 핵심기술별 기술수준 및 연구개발전략	710
<표 4-5-19> 생명공학 기술수준 및 연구개발전략	713
<표 4-5-20> 유용유전자 및 발현조절 추진전략	714
<표 4-5-21> 형질전환에 의한 개량기술 추진전략	714
<표 4-5-22> 신기능·신물질 검정 및 생산 추진전략	715
<표 4-5-23> 분자육종 및 대량생산	715
<표 4-6-1> 영향요소의 파급효과와 불확실성 분석	723
<표 4-6-2> 유망시나리오 선정	724
<표 4-6-3> 외부환경요소 구체화	724
<표 4-6-4> 원예기술 비전과 목표설정	726
<표 4-6-5> 관련 전략제품 및 Needs	728
<표 4-6-6> 우리나라 농업에서 원예산업의 비중	731
<표 4-6-7> 우리나라 채소 수출 추이와 일본수출 비중	732
<표 4-6-8> 일본의 주요 국별로부터 신선채소 수입량	733
<표 4-6-9> 연도별 농산물 수출 실적	734
<표 4-6-10> 원예분야의 SWOT분석	739
<표 4-6-11> 고품질안정생산기술의 핵심시스템 구성요소와 성능목표	741

<표 4-6-12> 종묘생산과 대량증식기술의 핵심시스템 구성요소와 성능목표	742
<표 4-6-13> 신품종육성기술 핵심시스템 구성요소와 성능목표	743
<표 4-6-14> 생산시스템 첨단화 핵심시스템 구성요소와 성능목표	744
<표 4-6-15> 원예자원의 고부가가치화관련 핵심시스템 구성요소와 성능목표	745
<표 4-6-16> 원예복지기술 핵심시스템 구성요소와 성능목표	745
<표 4-6-17> 핵심시스템 구성요소와 관련기술	746
<표 4-6-18> 핵심기술별 요소기술	749
<표 4-6-19> 핵심기술별 연구개발전략	758
<표 4-6-20> 고품질안정생산기술 추진전략	759
<표 4-6-21> 종자생산 및 대량증식기술 추진전략	759
<표 4-6-22> 신품종육성기술 추진전략	759
<표 4-6-23> 생산시스템 첨단화 추진전략	760
<표 4-6-24> 고부가가치화 기술 추진전략	760
<표 4-6-25> 원예복지기술 추진전략	760
<표 4-7-1> 영향요소의 파급효과와 불확실성 분석	768
<표 4-7-2> 유망 시나리오 선정	769
<표 4-7-3> 외부환경요소 구체화	770
<표 4-7-4> 유통기술의 비전과 목표	771
<표 4-7-5> 관련 전략제품 및 Needs	772
<표 4-7-6> 세계 주요 CA container 생산회사	774
<표 4-7-7> 유통분야 기술의 국내 역량	782
<표 4-7-8> 유통분야의 SWOT분석	782
<표 4-7-9> 연구개발능력 분석	783
<표 4-7-10> 핵심시스템 구성요소와 성능목표	784
<표 4-7-11> 핵심시스템 구성요소와 관련기술	786
<표 4-7-12> 유통 핵심기술별 요소기술	788
<표 4-7-13> 유통기술수준 및 연구개발전략	795
<표 4-7-14> 품질관리기술 추진전략	796
<표 4-7-15> 저장기술 추진전략	796
<표 4-7-16> 포장기술 추진전략	797
<표 4-7-17> 물류기술 추진전략	797
<표 4-7-18> 병해 및 안전성 추진전략	797
<표 4-7-19> 상품화기술 추진전략	798
<표 4-8-1> 영향요소의 파급효과와 불확실성 분석	806
<표 4-8-2> 외부환경요소 구체화	807

<표 4-8-3> 외부환경요소 구체화	808
<표 4-8-4> 임업임산기술의 비전과 목표	810
<표 4-8-5> 산림면적	818
<표 4-8-6> 목재수급 전망	818
<표 4-8-7> 산림환경관리분야 SWOT 분석	825
<표 4-8-8> 산림경영정보분야 SWOT 분석	825
<표 4-8-9> 산림유전자원분야 SWOT 분석	826
<표 4-8-10> 임업생산기술분야 SWOT 분석	826
<표 4-8-11> 생활녹지조성분야 SWOT 분석	826
<표 4-8-12> 목질가공 이용 및 임산화학/펄프 제지분야 SWOT 분석	827
<표 4-8-13> 핵심시스템 구성요소와 성능목표	829
<표 4-8-14> 산림환경관리시스템 핵심시스템 구성요소와 관련기술	831
<표 4-8-15> 산림경영정보 핵심시스템구성요소와 관련기술	831
<표 4-8-16> 산림유전자원 핵심시스템구성요소와 관련기술	832
<표 4-8-17> 임업생산기술 핵심시스템구성요소와 관련기술	832
<표 4-8-18> 생활녹지조성 핵심시스템구성요소와 관련기술	833
<표 4-8-19> 목질가공 이용 핵심시스템 구성요소와 관련기술	833
<표 4-8-20> 임산화학/펄프·제지	834
<표 4-8-21> 핵심기술별 요소기술	835
<표 4-8-22> 산림환경관리분야 연구개발전략	854
<표 4-8-23> 산림경영정보분야 연구개발전략	854
<표 4-8-24> 산림유전자원분야 연구개발전략	855
<표 4-8-25> 임업생산기술분야 연구개발전략	855
<표 4-8-26> 생활논기 조성분야 연구개발전략	856
<표 4-8-27> 목질가공 이용분야 연구개발전략	856
<표 4-8-28> 임산화학/펄프·제지분야 연구개발전략	857
<표 4-8-29> 산림환경관리분야 추진전략	858
<표 4-8-30> 산림경영정보분야 추진전략	859
<표 4-8-31> 산림유전자원분야 추진전략	860
<표 4-8-32> 임업생산기술분야 추진전략	861
<표 4-8-33> 생활녹지 조성분야 추진전략	861
<표 4-8-34> 목질가공분야 추진전략	862
<표 4-8-35> 임산화학/펄프·제지분야 추진전략	863
<표 4-9-1> 영향요소의 파급효과와 불확실성 분석	875
<표 4-9-2> 유망 시나리오 선정	876

<표 4-9-3> 외부환경요소 구체화	876
<표 4-9-4> 자원기술의 비전과 목표	878
<표 4-9-5> 국외 농촌자원 발굴 및 관리기술 동향	880
<표 4-9-6> 국내 농촌자원 발굴 및 관리기술 동향	882
<표 4-9-7> 농촌자원 발굴 및 관리 기술 전망	884
<표 4-9-8> 국내 농촌자원 발굴 및 관리 기술관련 정부지원현황	889
<표 4-9-9> 농촌자원 발굴 및 관리 기술의 SWOT 분석	890
<표 4-9-10> 국내외 연구개발 능력 분석	892
<표 4-9-11> 기술분야별 연구개발능력	893
<표 4-9-12> 핵심시스템 구성요소와 성능목표	894
<표 4-9-13> 핵심시스템 구성요소와 관련기술	895
<표 4-9-14> 핵심기술별 요소기술	896
<표 4-9-15> 국외 정보시스템의 개발 및 적용 현황	901
<표 4-9-16> 자원핵심기술수준 및 연구개발전략	907
<표 4-9-17> 농업재해방지 및 정보화 기술 추진전략	908
<표 4-9-18> 농촌 수자원 확보, 토지이용, 에너지 발굴 기술 추진전략	909
<표 4-9-19> 농촌 기반시설 구축, 농촌계획 및 정비기술 추진전략	910
<표 4-10-1> 영향요소의 과급효과와 불확실성 분석	918
<표 4-10-2> 유망 시나리오 선정	920
<표 4-10-3> 외부환경요소 구체화	920
<표 4-10-4> 축산·수의 기술의 비전과 목표	922
<표 4-10-5> 주요 축종별 사육두수 및 사육호수	923
<표 4-10-6> 국민 1인당 육류소비량	924
<표 4-10-7> 소고기 수입현황	924
<표 4-10-8> 돼지고기 수입현황	925
<표 4-10-9> 배합사료 생산실적	926
<표 4-10-10> 세계 쇠고기 생산현황	927
<표 4-10-11> 세계 돼지고기 생산현황	928
<표 4-10-12> 형질전환가축이용 주요의약품의 시장성	928
<표 4-10-13> 축산·수의분야의 SWOT분석	931
<표 4-10-14> 축산·수의 연구개발능력	932
<표 4-10-15> 핵심시스템 구성요소와 관련기술	933
<표 4-10-16> 핵심기술별 요소기술	935
<표 4-10-17> 영양사료의 발전전망	937
<표 4-11-1> 영향요소의 과급효과와 불확실성 분석	952

<표 4-11-2> 유망 시나리오 선정	953
<표 4-11-3> 외부환경요소 구체화	954
<표 4-11-4> 환경기술의 비전과 목표	956
<표 4-11-5> 전략제품과 Needs	958
<표 4-11-6> 세계 생물농약 시장	961
<표 4-11-7> 일본 생물농약 시장	961
<표 4-11-8> 국내 생물농약 시장 현황	962
<표 4-11-9> 환경분야의 SWOT분석	974
<표 4-11-10> 핵심시스템 구성요소와 성능목표	975
<표 4-11-11> 핵심시스템 구성요소와 관련기술	976
<표 4-11-12> 환경핵심기술별 요소기술	978
<표 4-11-13> 환경 핵심기술수준과 연구개발 전략	985
<표 4-11-14> 핵심기술별 추진전략	986
<표 5-1-1> 분야별 핵심기술, 예산, 소요인력	1003
<표 5-1-2> 분야별 핵심기술, 소요예산, 소요인력	1003

그림차례

<그림 1-3-1> 연구개발 추진체계	12
<그림 2-2-1> 연구사업의 투자효과가 농산물시장에 미치는 영향	59
<그림 2-2-2> 연구충격에 대한 농업총생산의 충격반응	67
<그림 2-2-3> 축산연구충격에 대한 축산생산의 충격반응	70
<그림 2-2-4> 원예연구사업 투자충격에 대한 원예생산의 충격 반응	73
<그림 2-2-5> 년도별 수용자수의 변화	78
<그림 2-2-6> 연도별 PSY 추이	79
<그림 2-3-1> 농업 연구조직의 체계적 흐름	87
<그림 2-3-2> 공공부문과 민간부문의 가능한 협력체계	96
<그림 2-4-1> 과학기술 발전단계	106
<그림 2-4-2> 정부연구개발예산의 기능별 비중 변화 추이	108
<그림 2-4-3> 연구단계의 예	113
<그림 2-4-4> 1992년 농업부문 연구비의 부문별 출처와 흐름도	118
<그림 3-2-1> 가공분야의 중분류의 분포도	146
<그림 3-2-2> 가공분야의 중요도지수	146
<그림 3-2-3> 가공분야의 연구개발 수준	150
<그림 3-2-4> 가공분야 연구과제의 중요도지수-연구개발수준 포트폴리오	152
<그림 3-2-5> 가공분야 실현시기 예측결과 분포도	153
<그림 3-2-6> 가공분야의 연구개발 추진방법의 분포	153
<그림 3-2-7> 가공분야 연구과제개발 추진을 위한 정책수단 분포	154
<그림 3-2-8> 경영정보분야의 중분류의 분포도	175
<그림 3-2-9> 경영정보분야의 중요도지수	176
<그림 3-2-10> 경영정보분야의 연구개발 수준	178
<그림 3-2-11> 경영정보분야 연구과제의 중요도지수-연구개발수준 포트폴리오	179
<그림 3-2-12> 경영정보분야 실현시기 예측결과 분포도	180
<그림 3-2-13> 경영정보의 연구개발 추진방법의 분포	181
<그림 3-2-14> 경영정보분야 연구과제개발 추진을 위한 정책수단 분포	181
<그림 3-2-15> 경종작물분야의 중분류의 분포도	195
<그림 3-2-16> 경종작물분야의 중요도지수	196
<그림 3-2-17> 경종작물분야의 연구개발 수준	197
<그림 3-2-18> 경종작물분야 연구과제의 중요도지수-연구개발수준 포트폴리오	199
<그림 3-2-19> 경종작물분야 실현시기 예측결과 분포도	200
<그림 3-2-20> 경종작물분야의 연구개발 추진방법의 분포	200

<그림 3-2-21> 경종작물분야 연구과제개발 추진을 위한 정책수단 분포	201
<그림 3-2-22> 기계화분야의 중분류의 분포도	215
<그림 3-2-23> 기계화분야의 중요도지수	215
<그림 3-2-24> 기계화분야의 연구개발 수준	219
<그림 3-2-25> 기계화분야 연구과제의 중요도지수-연구개발수준 포트폴리오	220
<그림 3-2-26> 기계화분야 실현시기 예측결과 분포도	221
<그림 3-2-27> 기계화분야의 연구개발 추진방법의 분포	221
<그림 3-2-28> 기계화분야 연구과제개발 추진을 위한 정책수단 분포	222
<그림 3-2-29> 생명공학분야의 중분류의 분포도	237
<그림 3-2-30> 생명공학분야의 중요도지수	237
<그림 3-2-31> 생명공학분야의 연구개발 수준	240
<그림 3-2-32> 생명공학분야 연구과제의 중요도지수-연구개발수준 포트폴리오	242
<그림 3-2-33> 생명공학분야 실현시기 예측결과 분포도	243
<그림 3-2-34> 생명공학분야의 연구개발 추진방법의 분포	243
<그림 3-2-35> 생명공학분야 연구과제개발 추진을 위한 정책수단 분포	244
<그림 3-2-36> 원예분야의 중분류의 분포도	261
<그림 3-2-37> 원예분야의 중요도지수	261
<그림 3-2-38> 원예분야의 연구개발 수준	265
<그림 3-2-39> 원예분야 기술과제의 중요도지수-연구개발수준 포트폴리오	267
<그림 3-2-40> 원예분야 실현시기 예측결과 분포도	268
<그림 3-2-41> 원예분야의 연구개발 추진방법의 분포	268
<그림 3-2-42> 원예분야 연구과제개발 추진을 위한 정책수단 분포	269
<그림 3-2-43> 유통분야의 중분류의 분포도	291
<그림 3-2-44> 유통분야의 중요도지수	291
<그림 3-2-45> 유통분야의 연구개발 수준	296
<그림 3-2-46> 유통분야 연구과제의 중요도지수-연구개발수준 포트폴리오	297
<그림 3-2-47> 유통분야 실현시기 예측결과 분포도	298
<그림 3-2-48> 유통분야의 연구개발 추진방법의 분포	299
<그림 3-2-49> 유통분야 연구과제개발 추진을 위한 정책수단 분포	299
<그림 3-2-50> 임업·임산분야의 중분류의 분포도	317
<그림 3-2-51> 임업·임산분야의 중요도지수	317
<그림 3-2-52> 임업·임산분야의 연구개발 수준	322
<그림 3-2-53> 임업·임산분야 연구과제의 중요도지수-연구개발수준 포트폴리오	324
<그림 3-2-54> 임업·임산분야 실현시기 예측결과 분포도	324
<그림 3-2-55> 임업·임산분야의 연구개발 추진방법의 분포	325

<그림 3-2-56> 임업·임산분야 연구과제개발 추진을 위한 정책수단 분포	326
<그림 3-2-57> 자원분야의 중분류의 분포도	345
<그림 3-2-58> 자원분야의 중요도지수	345
<그림 3-2-59> 자원분야의 연구개발 수준	350
<그림 3-2-60> 자원분야 연구과제의 중요도지수-연구개발수준 포트폴리오	352
<그림 3-2-61> 자원분야 실현시기 예측결과 분포도	352
<그림 3-2-62> 자원분야의 연구개발 추진방법의 분포	353
<그림 3-2-63> 자원분야 연구과제개발 추진을 위한 정책수단 분포	354
<그림 3-2-64> 축산·수의분야의 중분류의 분포도	371
<그림 3-2-65> 축산·수의분야의 중요도지수	371
<그림 3-2-66> 축산·수의분야의 연구개발 수준	376
<그림 3-2-67> 축산·수의분야 연구과제의 중요도지수-연구개발수준 포트폴리오	378
<그림 3-2-68> 축산·수의분야 실현시기 예측결과 분포도	378
<그림 3-2-69> 축산·수의분야의 연구개발 추진방법의 분포	379
<그림 3-2-70> 축산·수의분야 연구과제개발 추진을 위한 정책수단 분포	380
<그림 3-2-71> 환경분야의 중분류의 분포도	405
<그림 3-2-72> 환경분야의 중요도지수	405
<그림 3-2-73> 환경분야의 연구개발 수준	408
<그림 3-2-74> 환경분야 연구과제의 중요도지수-연구개발수준 포트폴리오	410
<그림 3-2-75> 환경분야 실현시기 예측결과 분포도	411
<그림 3-2-76> 환경분야의 연구개발 추진방법의 분포	411
<그림 3-2-77> 환경분야 연구과제개발 추진을 위한 정책수단 분포	412
<그림 3-3-1> AHP의 표준 계층구성	433
<그림 3-3-2> 농림분야 미래유망기술의 우선순위 선정을 위한 계층구조	439
<그림 3-3-3> AHP 적용 대상 범위	440
<그림 3-3-4> PI2와 PI5의 각 기준에 대한 가중치	445
<그림 3-3-5> PII12의 각 기준에 대한 가중치	446
<그림 3-3-6> PI5의 각 기준에 대한 가중치	449
<그림 3-3-7> PII5의 각 기준에 대한 가중치	450
<그림 3-3-8> PI1의 각 기준에 대한 가중치	453
<그림 3-3-9> PII2의 각 기준에 대한 가중치	454
<그림 3-3-10> PI6의 각 기준에 대한 가중치	458
<그림 3-3-11> PII7의 각 기준에 대한 가중치	459
<그림 3-3-12> PI8의 각 기준에 대한 가중치	463
<그림 3-3-13> PII12의 각 기준에 대한 가중치	464

<그림 3-3-14> PI8의 각 기준에 대한 가중치	469
<그림 3-3-15> PII22의 각 기준에 대한 가중치	469
<그림 3-3-16> PI16의 각 기준에 대한 가중치	474
<그림 3-3-17> PII12의 각 기준에 대한 가중치	475
<그림 3-3-18> PI12의 각 기준에 대한 가중치	479
<그림 3-3-19> PII11의 각 기준에 대한 가중치	481
<그림 3-3-20> PI1의 각 기준에 대한 가중치	485
<그림 3-3-21> PII16의 각 기준에 대한 가중치	486
<그림 3-3-22> PI20의 각 기준에 대한 가중치	491
<그림 3-3-23> PII10의 각 기준에 대한 가중치	492
<그림 3-3-24> PI1의 각 기준에 대한 가중치	496
<그림 3-3-25> PII8의 각 기준에 대한 가중치	497
<그림 4-1-1> 가공분야 기술의 연관도	501
<그림 4-1-2> 가공분야 기술의 범위	502
<그림 4-1-3> 불확실성 축 결정	506
<그림 4-1-4> 기술·제품 연관도	544
<그림 4-1-5> 식품가공 R&D 네트워크 모형도	550
<그림 4-2-1> 경영·정보기술의 범위	553
<그림 4-2-2> 불확실성 축 결정	555
<그림 4-3-1> 경종작물 분야기술의 범위	602
<그림 4-3-2> 불확실성 축 결정	605
<그림 4-4-1> 기계화 분야 기술의 범위	631
<그림 4-4-2> 불확실성 축 결정	635
<그림 4-4-3> 트랙터, 콤팩트, 이앙기의 연도별 예측수요 및 공급대수	640
<그림 4-4-4> 경운기, 관리기의 연도별 예측수요 및 공급대수	640
<그림 4-4-5> 건조기, SS기의 예측수요 및 공급대수	641
<그림 4-4-6> 트랙터 판매량	644
<그림 4-4-7> 사용중인 트랙터 대수	644
<그림 4-4-8> 수확기 판매대수	645
<그림 4-4-9> 수확기 보유 수	645
<그림 4-4-10> BT산업이 타 산업에 미치는 영향	654
<그림 4-4-11> 정밀농업의 개념	667
<그림 4-5-1> 생명공학 기술의 범위	684
<그림 4-5-2> 불확실성 축 결정	686
<그림 4-5-3> 생명공학 기술의 비전과 목표	688

<그림 4-5-4> 기술/제품 연관도	691
<그림 4-5-5> Post-Genome R&D 추세변화	695
<그림 4-5-6> 산업발전에서의 BT역할	696
<그림 4-5-7> 국가간 포스트 게놈 특허 비교 경쟁 치열	697
<그림 4-5-8> 한국의 SCI 논문 등재 현황	701
<그림 4-5-9> 한국의 연차별 생물산업분야 미국 특허등록 현황	701
<그림 4-5-10> 국내 생명공학 투자추이	702
<그림 4-5-11> 생명공학분야의 SWOT 분석	703
<그림 4-5-12> 생명공학 분야 연구인력 추이	704
<그림 4-5-13> 기술·제품 연관도	716
<그림 4-5-14> 생명공학 기술발전 추진전략	719
<그림 4-6-1> 원예기술의 범위	722
<그림 4-6-2> 불확실성 축 결정	723
<그림 4-6-3> 기술/제품 연관도	729
<그림 4-6-4> 연도별 농가인구 및 농가인구 비중추이	730
<그림 4-6-5> 원예작물 재배면적 증가추세	730
<그림 4-6-6> 주요 채소의 생산면적	731
<그림 4-6-7> 농가 소득 중 원예작물 소득의 비중	731
<그림 4-6-8> 고품질안정생산기술의 기술/제품 연관도	761
<그림 4-6-9> 종묘생산과 대량증식의 기술/제품 연관도	761
<그림 4-6-10> 신품종육성기술의 기술/제품 연관도	762
<그림 4-6-11> 고품질안정생산기술의 기술/제품 연관도	762
<그림 4-7-1> 유통분야 기술의 범위	767
<그림 4-7-2> 불확실성 축 결정	769
<그림 4-7-3> 기술·제품 연관도	798
<그림 4-8-1> 임업·임산 분야기술의 범위	804
<그림 4-8-2> 불확실성 축 결정	807
<그림 4-8-3> 기술/제품 연관도	813
<그림 4-9-1> 농촌자원 발굴 및 관리기술 개발기술의 범위	870
<그림 4-9-2> 불확실성 축 결정	875
<그림 4-9-3> 기술·제품 연관도	911
<그림 4-10-1> 축산·수의 기술의 범위	916
<그림 4-10-2> 불확실성 축 결정	919
<그림 4-10-3> 기술/제품 연관도	939
<그림 4-11-1> 환경기술의 범위	949

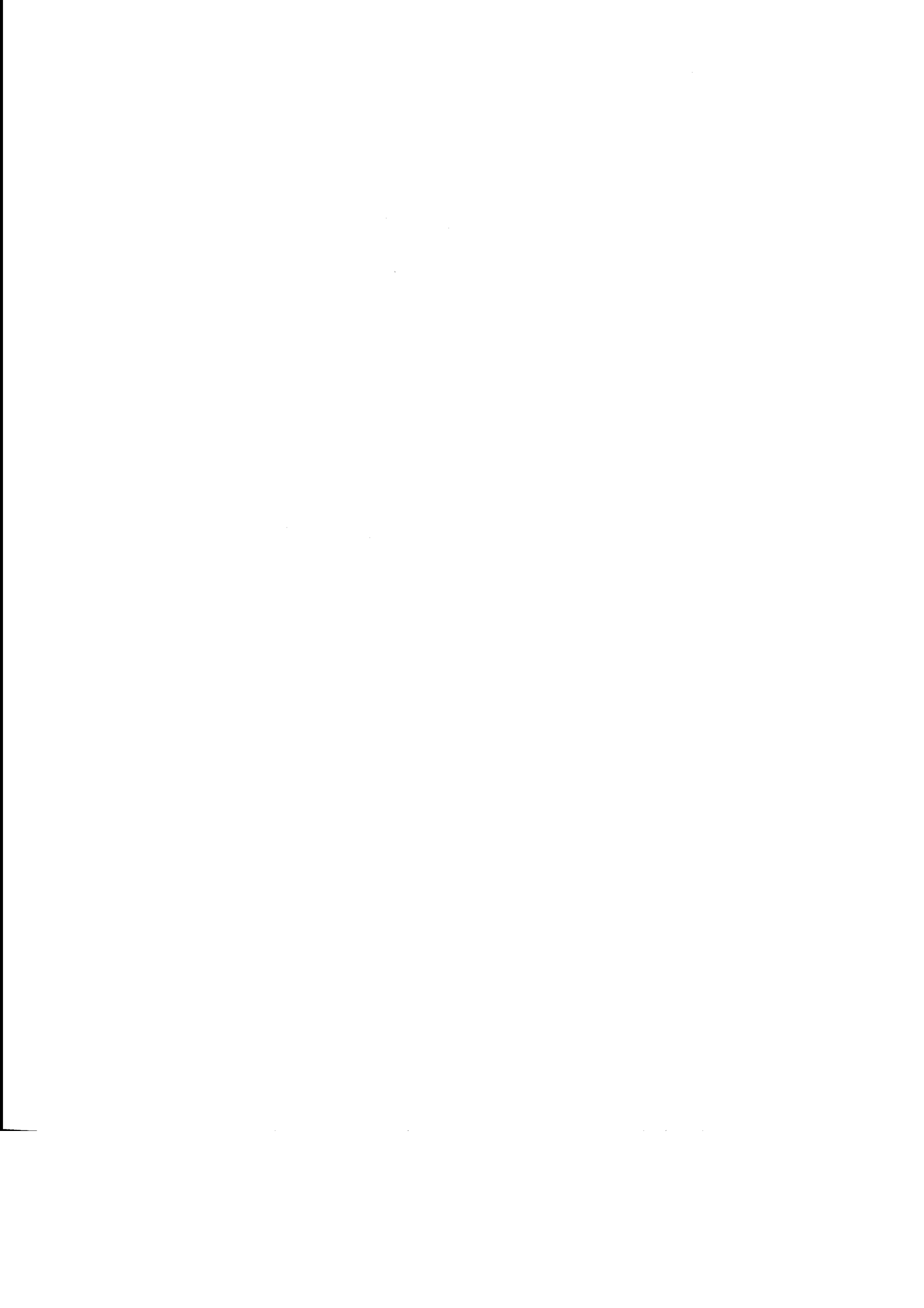
<그림 4-11-2> 불확실성 축 결정	953
<그림 4-11-3> 기술/제품 연관도	987
<그림 5-1-1> 농정목표에 따른 기술연계 예시	998
<그림 5-1-2> 실행전략의 과정과 비전	998
<그림 5-1-2> 기술개발 주체간 역할 분담	1004

제 I 편 연구개요

제1장 연구개발 필요성

제2장 연구동향

제3장 연구목표, 내용 및 방법



제1장 연구개발 필요성

산업화와 정보화가 획기적으로 진전됨에 따라 한 나라의 기술력은 그 나라의 국가 경쟁력을 결정짓는 중요한 요인이 되고 있다. 국가사회가 지식과 정보를 중심으로 작동되는 지식정보사회로 변화함으로써 기술과 지식에 높은 가치가 부여되고 산업에서의 역할이 점차 증대되고 있다. 이러한 변화는 기술보호주의를 더욱 심화시켜 기술의 국가간 이전을 원천적으로 봉쇄하는 행태로 발현되고 있다. 이처럼 기술이전의 제약은 한 국가가 필요로 하는 기술을 스스로 개발할 수밖에 없는 기술민족주의의 환경속에서 우리나라도 우리가 필요로 하는 기술개발을 도모하여야 한다. 특히, 열악한 농업 여건을 가진 우리나라는 더욱 기술혁신을 통해 국가 및 산업의 경쟁력을 제고시켜야 한다는 과제를 가지고 있다. 이러한 인식을 바탕으로 정부는 기술개발에 많은 재원을 투입하고 있으며, 재원투입의 증대는 기술개발의 효율성 확보가 중대한 관건으로 대두되고 있다. 재원투자의 효율성은 미래에 대한 정확한 방향설정, 한정된 재원의 선택과 집중원칙에 따른 배분, 연구개발사업의 효과적 관리 등을 통해 달성될 수 있다.

국가연구개발사업의 성공적 수행을 위해서 연구관리의 전 과정이 효율적으로 진행되어야 한다. 연구관리의 패러다임이 객관적 연구과제의 선정, 진도관리, 그리고 성과관리 중심으로부터 기술수요조사, 기술예측, 자원배분 등 사전기획과 기술이전 등 성과활용 중심으로 변화하고 있다.

국가연구개발사업에서 기술수요조사 및 예측, 기술로드맵 작성 등의 방법론이 새롭게 대두되고 있으며, 이를 기초로 한 효율적인 자원배분 및 사전기획의 역할이 점차 증대되고 있다. 농업의 첨단화는 농업관련기술이 생명공학, 메카트로닉스, 정보통신 등 타 분야의 첨단기술과의 연계를 필요로 하게 되었으며, 실제로 이런 수요가 점차 증대되어 한정된 자원을 선택과 집중원칙에 따라 효율적이며 전략적으로 투자할 수 있는 방안을 모색할 필요가 있다. 정부는 농업분야 국가연구개발투자를 2001년 3.3%에서 2004년 5%까지 확대할 계획이지만, 이는 미래에 대한 정확한 산업 및 기술 방향을 설정하여 투자효과의 극대화를 도모해야 한다는 것이 전제되어야 한다.

농림기술개발의 효율적인 투자기술을 개발하기 위해서는 농업분야의 투자에 대한 장·단점 분석을 먼저 시도해야 한다. 농업기술개발투자의 효율성 및 투자 타당성을 분석하기 위하여 농업전반의 R&D투자 및 분야별 투자효율을 분석할 필요가 있다.

농업관련기술이 21세기 고부가가치 전략 핵심산업으로 발전할 수 있도록 농림전반 및 분야별 R&D투자효율성을 분석하고, 미래에 유망한 기술을 예측·발굴하고 기술로드맵을 작성하여 핵심기술의 수요, 기술적 대안을 파악함으로써 향후 효율적인 연구개발예산의 배분과 산업차원의 정보공유와 공동연구를 촉진할 수 있는 방안을 마련할 필요가 있다.

제2장 연구동향

최근 성장과 경쟁력의 원천이 노동과 자본에서 지식과 정보 중심으로 전환되고 있다. 글로벌 무한경쟁(mega-competition)의 국제환경에서 선진국은 기술보호주의를 강화하고 있다. 기술보호주의의 팽배는 국가의 기술력이 기업 및 산업경쟁력을 좌우하는 핵심요소이기 때문에 필연적일 수밖에 없다. 기술개발을 전략적으로 추진하기 위해 세계 각국은 미래의 신기술 및 신제품의 발굴과 평가를 위해 각계의 전문가 집단을 활용하여 다각적으로 기술예측을 하고 이를 토대로 하여 집중적으로 기술개발에 투자하고 있다.

현재까지의 R&D 투자효율에 대한 연구는 정부투자의 효율성, 개별과제에 대한 경제성, 독립적인 사업에 대한 투자 타당성 등의 평가에 한정되었으며, 기술개발방향이나 미래핵심기술을 규명하는 연구는 시작단계에 있다고 볼 수 있다(농림기술관리센터 2000, 과학기술정책연구원 2001).

기술예측은 과학적, 전문적인 기법보다는 중장기 계획의 일부나 단편적인 전문가의 기술전망형태로 작성되고 있다. 미래기술예측은 과학기술부의 전 분야에 대한 기술예측을 시작으로 각 산업분야별 특성을 감안한 기술예측을 실시, 각 산업분야별로 구체적으로 확대되고 있다. 과학기술부는 1999년에 2000년~2025년까지의 과학기술을 예측하였다. 전체 15개 분야 1,155과제 중 농림·수산분야는 88과제가 예측되었으며 주요 연구개발 영역은 농업, 축산, 임업, 수산, 식품 및 신생명산업이다. 주요 연구개발 목적은 육종 및 신품종개발, 재배관리 및 가공, 저장·유통·환경·평가·관리로 예측되었다.

보건복지부는 2001년 2001년~2025까지 25년간의 보건의학기술을 예측하였다. 총 5개 분야의 547 과제 중 식품과학기술이 116개의 과제로서 21.2%의 농업유사 과제가 도출되었다. 식품과학기술은 7개의 소분야로 분리된 후 기반기술과 제품화기술로 재분류된 후 예측되었다(표 1-2-1).

<표 1-2-1> 주요 기술예측 사례

부처별	최근예측	예측기간	횟수	예측기법	예측주관기관
과학기술부	1999	25년(5년단위)	3회	델파이(2round)	한국과학기술기획평가원
보건복지부	2000	25년(5년단위)	1회	델파이(2round)	한국보건산업진흥원
산업자원부	1999	20년(5년단위)	1회	델파이(3round)	한국산업기술평가원
국 방 부	1999	15년(5년단위)	1회	델파이(2round)	-
정보통신부	1998	10년(3년단위)	1회	델파이(2round)	정보통신연구진흥원

우리나라에서도 각 분야별로 기술로드맵을 활발하게 작성하고 있다. 한국 기초기술 연구회에서는 생명공학, Nano기술, 극미세전자기계 등 3개 분야의 로드맵을 작성하였다. 이 기술로드맵은 다시 생명공학을 중심으로 제2차 기술로드맵으로 구체화되었으며, 다시 Healthpia의 세계로 재작성 되었다. Healthpia의 세계는 Genomics, Proteomics, Metabolomics, Bioinformatics 등 4개 소위원회와 Cellomics 자문위원회 운영을 통한 로드맵이 작성되었다. 산업자원부 기능성식품 소위원회에서는 생리활성 정밀화학(의약, 농약, 기능성화장품, 기능성식품) 기술로드맵을 작성하였다. 농업분야에서는 아직까지 기술로드맵이 작성되지 않았다.

세계 각 국도 분야별로 로드맵을 작성하여 기술투자의 효율성을 제고시키려는 노력을 하고 있다. 캐나다의 경우, 산업부에서는 정부주도로 기술로드맵을 작성하였다. 이 로드맵에서는 캐나다에서 비중이 큰 8개 산업분야를 임의로 선정하여 기술로드맵을 작성하였다. 이 8개의 기술분야는 항공, 임업, 목재판넬제품, Geomatics Virtual Technology, 전력, 판재재 및 고부가가치목제품, 의약품, 주조이다. 미국의 경우, 에너지부(DOE) 산업기술국(OIT, Office of Industrial Technologies) 역시 정부주도로 기술로드맵을 작성하였다. 작성 분야는 미국에서 가장 에너지 집약적이고 환경과 밀접한 9개 산업을 선정하여 기술로드맵을 작성하였다. 9개 산업분야는 농업, 알루미늄, 화학, 임업, 유리, 주조, 광업, 석유 철강 등이다. 일본의 경우, 국가산업기술전략위원회에서 정부주도로 기술로드맵을 작성하였다. 이 로드맵은 바이오산업기술 국가전략을 토대로 1972년부터 생명공학 발전과정을 분석하고 2010년까지의 발전예상 기술에 대한 로드맵을 작성하였다. 이 로드맵에서는 연구대상의 규모(scale)에 따라 DNA, 단백질, 세포, 조직·장기, 환경·생태계 순으로 연구영역을 확대하면서 핵심기술을 중심으로 분류하였다.

제3장 연구목표와 내용 및 방법

제1절 연구목표와 내용

1. 연구목표

- 농림분야 R&D 투자현황 및 경제적 타당성 분석과 이에 따른 정책방향 제시
- 농업관련산업의 기술 및 시장환경분석을 통해 핵심기술을 도출하고 신 분류 체계를 구축하여 미래의 기술 예측을 실시
- 유망 농업기술을 발굴하여 기술로드맵을 작성함으로써 향후 투자 우선순위 및 효율적, 단기적 또는 중·장기적 농업생명과학기술 투자 전략 수립

2. 연구내용

- R&D 사업의 경제적 타당성 분석을 통한 정책방향 제시
- 농업관련 신기술분류체계구축
- 미래기술예측(2라운드 Mini Delphi방법 이용)-(2005년~2025년까지)
 - 농림기술 과제별 중요도, 과제별 실현시기예측, 실현상 필수요인 및 저해요인 파악 등 조사
- 과제군별 우선순위 설정(AHP) 및 자원배분의 최적화
 - Delphi법에 의해 도출된 '중점지원과제'의 실현시기를 중·장기로 분류
 - 연구개발사업지원을 목적으로 공공성을 지니는 연구과제 평가모형 개발
 - 중·장기 과제별 자원배분모형을 적용하여 과제선정 및 자원배분
- 핵심기술로드맵 작성
 - 사업화가능성, 틈새시장, 침투가능성 및 단기에 세계 최고수준에 도달가능성 등을 중심으로 핵심기술을 도출하고, 기술계열도 작성하여 이를 통해 요소기술별, 단계별 기술로드맵 작성
 - 선진국의 농업분야 기술로드맵 동향 파악 및 전문가 위원회 등의 운영을 통한 다수의 전문가 참여 유도
- 중장기 농림기술개발사업의 투자효율화방안 및 실행전략계획(ISP) 도출
 - 연구개발사업추진모형개발 및 기술획득 전략수립
 - 타 부처 농업 관련 연구개발사업 유기적 연계화 방안 마련

제2절 연구방법 및 추진체계

1. 연구방법

기술예측기법은 전문가판단법(Expert Judgment), 경향분석법(Trend Analysis), 복수안분석법(Multi-Option Analysis)의 3영역으로 분류되며 경향 외삽법(Trend Extrapolation), S자형 곡선(S-Curves), 복수안분석법(Multi-Option Analysis), 델파이 기법(Delphi) 등이 하위에 포함되어 있다. 이 중 델파이기법은 미국의 Rand Corporation이 1950년대에 개발하고 1964년에 발표한 기술예측의 한 방법이다. 이 기법은 미래의 과학기술 또는 신제품이 언제 출현하여 산업구조나 인류생활이 어떻게 변화하며 어떤 영향을 미칠 것인가를 예측하는 방법으로 각 분야의 전문가들로부터 설문을 통해 의견을 듣고, 통계 분석 결과를 다시 설문서로 응답자에게 보내 의견을 수렴, 집계하는 반복과정으로 주로 국가차원의 기술예측활동에 많이 이용되고 있다.

기술로드맵은 미래수요를 만족시키기 위한 여러 가지 기술대안에 대한 “로드(road)”를 확인하며 미래 필요기술 및 제품을 도출하고 이를 달성하는 최선의 방법을 제시하는 기법이다. 즉, 기존의 기술기획이 ‘기술개발⇒제품생산⇒시장수요충족’이라는 개념을 가졌던 반면, 기술로드맵은 ‘미래수요파악⇒요구제품⇒핵심기술도출’이라는 개념을 가진다.

이러한 논의에 기초하여 본 연구 중 미래기술예측 및 로드맵 작성은 각 중 위원회와 전문가를 대상으로 한 조사를 통하여 이루어졌다. 위원회는 우리나라 농림업분야의 전문가를 중심으로 총괄위원회, 기술분류위원회, 미래유망기술도출을 위한 전문위원회, Delphi 전문가 그룹, AHP 전문가 그룹, 그리고 로드맵 작성을 위한 전문위원회 등으로 구성되었다. 전문가를 대상으로 하는 조사는 농림업분야의 전문가를 대상으로 한 기술수요조사, 미래기술 예측을 위하여 Delphi 전문가 그룹을 대상으로 한 Delphi 조사, 그리고 투자우선순위 설정을 위하여 AHP 전문가 그룹을 대상으로 한 AHP 조사를 실시하였다. 각 위원회와 조사방법은 다음과 같다.

가. 총괄위원회

총괄위원회는 연구의 계획에서부터 실행전략수립까지 전체 연구에 대한 총괄자문을 담당하는 위원회이다. 2003년 4월 17일 농림기술관리센터에서 총괄위원회를 개최하여 그 동안의 연구결과와 향후 연구 방향에 대하여 총괄 자문을 하였다. 총괄위원회의 구성은 부록 1과 같다.

나. 기술분류위원회

기술분류위원회는 미래기술예측의 기초가 되는 농림기술을 분류하기 위한 위원회로 2002년 9월 12일 농림기술관리센터에서 위원회(기술분류위원회의 구성은 부록 3 참조)를 개최하였다. 이 위원회에서는 대분야만 분류하고 중·소분야는 미래기술예측을 위한 전문위원회와 로드맵 작성을 위한 전문위원회에서 분류하기로 하였다. 기술분류위원회에서 분류된 기술은 Delphi 조사, AHP 조사, 그리고 로드맵 작성의 기초분류로 활용된다. 이 위원회에서 분류된 내용은 다음과 같다.

- 0100 가공분야
- 0200 경영정보분야
- 0300 기계화분야
- 0500 생명공학분야
- 0600 경종작물분야
- 0700 유통분야
- 0800 임업·임산분야
- 0900 원예분야
- 1000 축산·수의분야
- 1100 자원분야
- 1200 환경분야

다. 미래유망기술도출을 위한 전문위원회

이 위원회는 미래유망기술을 도출하기 위한 전문위원회이다. 이 위원회에서 도출된 미래유망기술은 Delphi 조사와 AHP 조사의 기초자료로 활용된다. 이 전문위원회(구성은 부록 4 참조)는 우리나라 농림부문 11개 분야의 전문가 144명으로 구성이 되었으며, 2002년 11월부터 2003년 1월까지 각 분야별로 4차에 걸쳐 진행되었다. 이 위원회에서는 기술수요조사와 문헌조사를 통하여 조사된 기술을 토대로 총 682개의 미래유망기술을 도출하였다. 각 분야별 도출 기술 수는 <표 1-3-1>과 같으며, 세부 기술은 “제Ⅲ편 미래기술예측” 제2장 미래기술예측” 각 절의 “미래기술연표” 및 “기술예측 결과표”에 수록되어 있다.

<표 1-3-1> 각 분야별 도출 미래유망기술

분야 및 도출기술 수 (총 682 기술)	가공	경영·정보	경종작물	기계화
	74	34	44	55
	생명공학	원예	유통	임업·임산
	55	86	63	62
	자원	축산·수의	환경	
	50	90	69	

라. 로드맵 작성을 위한 전문위원회

이 위원회는 로드맵 작성을 위한 위원회로 11개 분야 170명으로 구성되었다. 이 위원회는 2003년 8월부터 2004년 1월까지 각 분야별로 4~5 차의 회의를 가졌으며, 이 위원회의 활동 결과는 “제Ⅳ편 ROAD MAP”으로 정리되었다.

마. 기술수요조사

이 조사는 우리나라 농림업부문에서 2005년부터 2025년까지 실현되거나 개발을 필요로 하는 기술을 조사하기 위한 것이다. 이 조사의 목적은 농업 및 관련산업의 기술과 시장환경에 대한 예측 및 분석, 농업부문 미래 유망기술 및 국제경쟁력 확보가 가능한 핵심기술을 발굴하여 제Ⅲ편, 제Ⅳ편, 그리고 제Ⅴ편에서 다루게 될 미래기술 예측, 우선순위 설정, 상위의 전략적 핵심기술에 대한 기술지도 작성, 그리고 효과적인 투자방안 모색의 기초자료로 활용하기 위함이다.

기술수요조사의 분야는 기술분류위원회에서 분류된 11개 분야이며, 기술수요조사의 조사대상은 각 대학, 연구기관, 관공서, 일반기업체, 그리고 기타 전문가로 하였다. 조사방법은 인터넷(이메일)과 우편을 이용한 조사를 병행하였다. 이메일을 통한 방법은 농림기술관리센터의 D/B에 수록이 된 농림업분야 전문가의 이메일과 각 대학과 연구소 등 인터넷에서 수집이 가능한 전문가의 이메일을 이용하여 약 7,000여 명에게 이메일을 발송하였다. 이와는 별도로 각 대학, 연구기관, 관공서, 일반기업체의 전문가에게는 우편을 이용하여 조사를 하였는데, 약 900여 기관을 대상으로 하였다.

조사기간은 2002년 10월 1일부터 2002년 11월 8일 간으로, 이 기간 중 조사된 기술수는 <표 1-3-2>와 같다.

<표 1-3-2> 각 분야별 수요조사 기술

수요조사 (총 447 기술)	가공	경영·정보	경종작물	기계화
	23	13	51	40
	생명공학	원예	유통	임업·임산
	56	48	23	36
	자원	축산·수의	환경	
44	52	67		

바. 기술문헌조사

기술수요조사와 별도로 문헌 및 각종 자료를 이용하여 기 실현된 기술, 현재 개발이 진행 중인 기술, 또는 미래에 실현될 것으로 예상되는 기술을 조사하였다. 이 조사 결과는 미래유망기술예측을 위한 전문위원회에 제시가 되어 미래유망기술을 도출하는 기초자료로 활용된다. 이 문헌조사를 통하여 조사된 기술은 총 9,462개 기술이며, 각 분야별 기술 수는 <표 1-3-3>과 같다.

<표 1-3-3> 각 분야별 문헌조사 기술

문헌조사 (총 9,462 기술)	가공	경영·정보	경종작물	기계화
	1,145	316	788	801
	생명공학	원예	유통	임업·임산
	686	2,248	330	424
	자원	축산·수의	환경	
616	1,008	1,100		

사. Delphi 전문가 그룹

Delphi 설문조사를 위한 전문가 그룹은 전국 농학계 대학교수, 농림업계 연구소의 연구원, 농림기술관리센터 데이터 베이스의 농림업 전문가 등을 기초로 하여 구성하였다. 농림기술관리센터(ARPC)의 데이터 베이스(D/B)에 수록되어 있는 전문가 중에서는 전·현직전문위원, 전문위원급, 평가위원, 평가위원급 중 이메일이 있는 전문가를 대상으로 하였으며, 신규등록자나 농업전문가 중에서는 이메일이 있으며 박사학위 소지자, 그리고 비 박사학위 소지자 중 농업에 종사한 기간으로 추정할 수 있는 연령을 고려하여 만 41세 이상의 전문가로 구성하였다. 위와 같은 방법으로 Delphi 전문가 그룹으로 선정된 인원은 <표 1-3-4>와 같다.

이 그룹을 대상으로 조사한 결과는 제Ⅲ편 미래기술예측의 제2장 미래기술예측에 정리된다.

<표 1-3-4> 각 분야별 Delphi 전문가 그룹

총 3,372 명	가공	경영·정보	경종작물	기계화
	410	205	135	290
	생명공학	원예	유통	임업·임산
	540	319	102	460
	자원	축산·수의	환경	
	104	397	410	

아. AHP 전문가 그룹

AHP 설문조사는 AHP 평가문항 조정을 위한 미래유망기술 도출을 위한 전문위원회 11개 분야 간사위원 회의를 먼저 개최하였다. AHP 전문가 그룹은 전문가가 각 분야의 중분류 상 어느 한 분야에 집중되는 것을 막기 위하여 중분류별 전문가를 3~4인으로 선정하여 각 분야의 AHP 전문가 그룹을 구성하여 조사하였다.

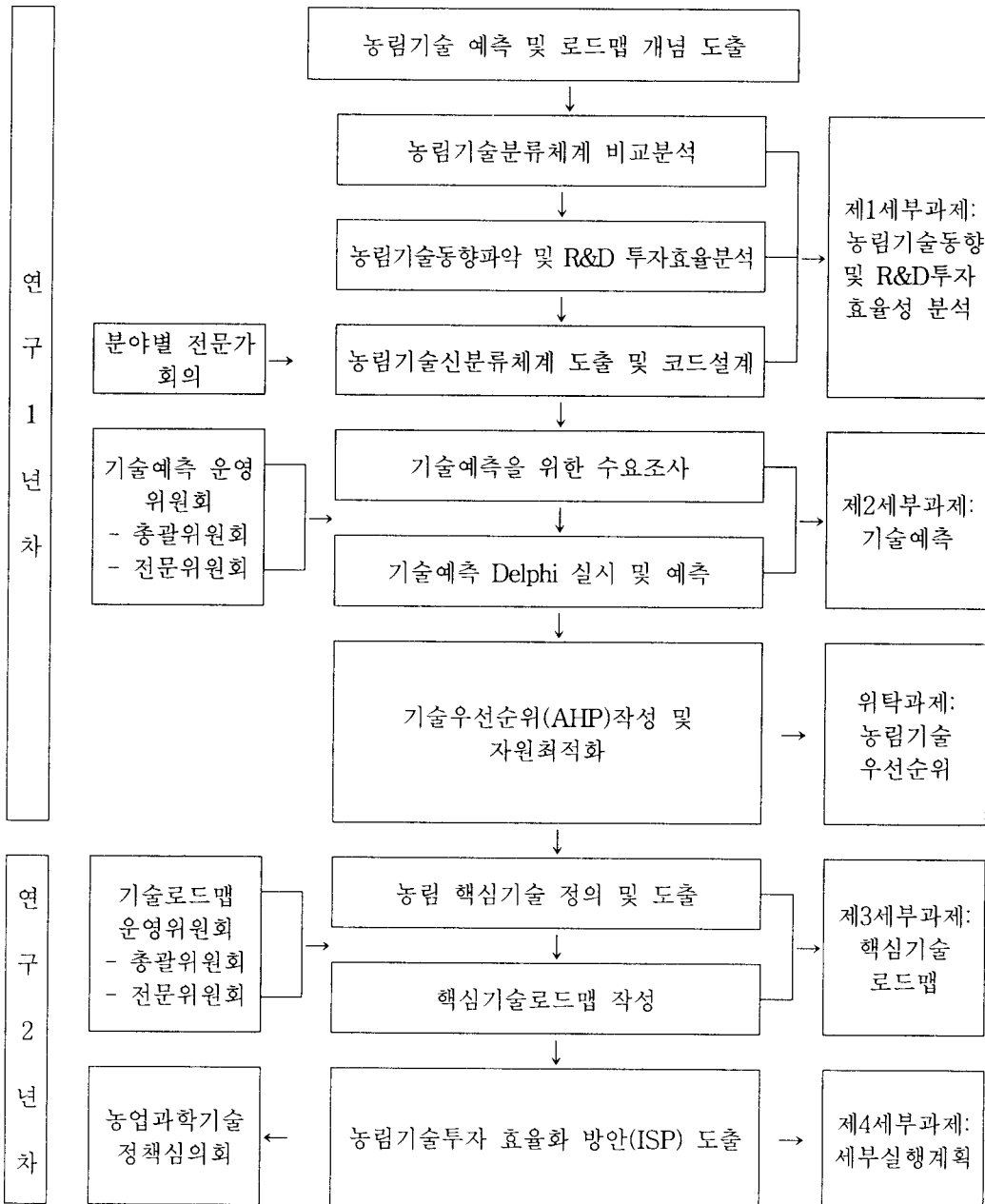
참고로 AHP 조사는 각 분야에서 전문성을 인정받는 전문가로 구성이 되어 다른 조사와는 달리 샘플 사이즈를 크게 할 필요가 없는 조사이다. 이 그룹을 대상으로 조사한 결과는 제Ⅲ편 미래기술예측의 제3장 기술우선순위결정으로 정리되며, AHP 그룹으로 선정된 전문가 대상은 <표 1-3-5>와 같다.

<표 1-3-5> 각 분야별 AHP 전문가 그룹

총 251 명	가공	경영·정보	경종작물	기계화
	21	32	18	13
	생명공학	원예	유통	임업·임산
	25	29	23	27
	자원	축산·수의	환경	
	17	22	24	

2. 연구 추진체계

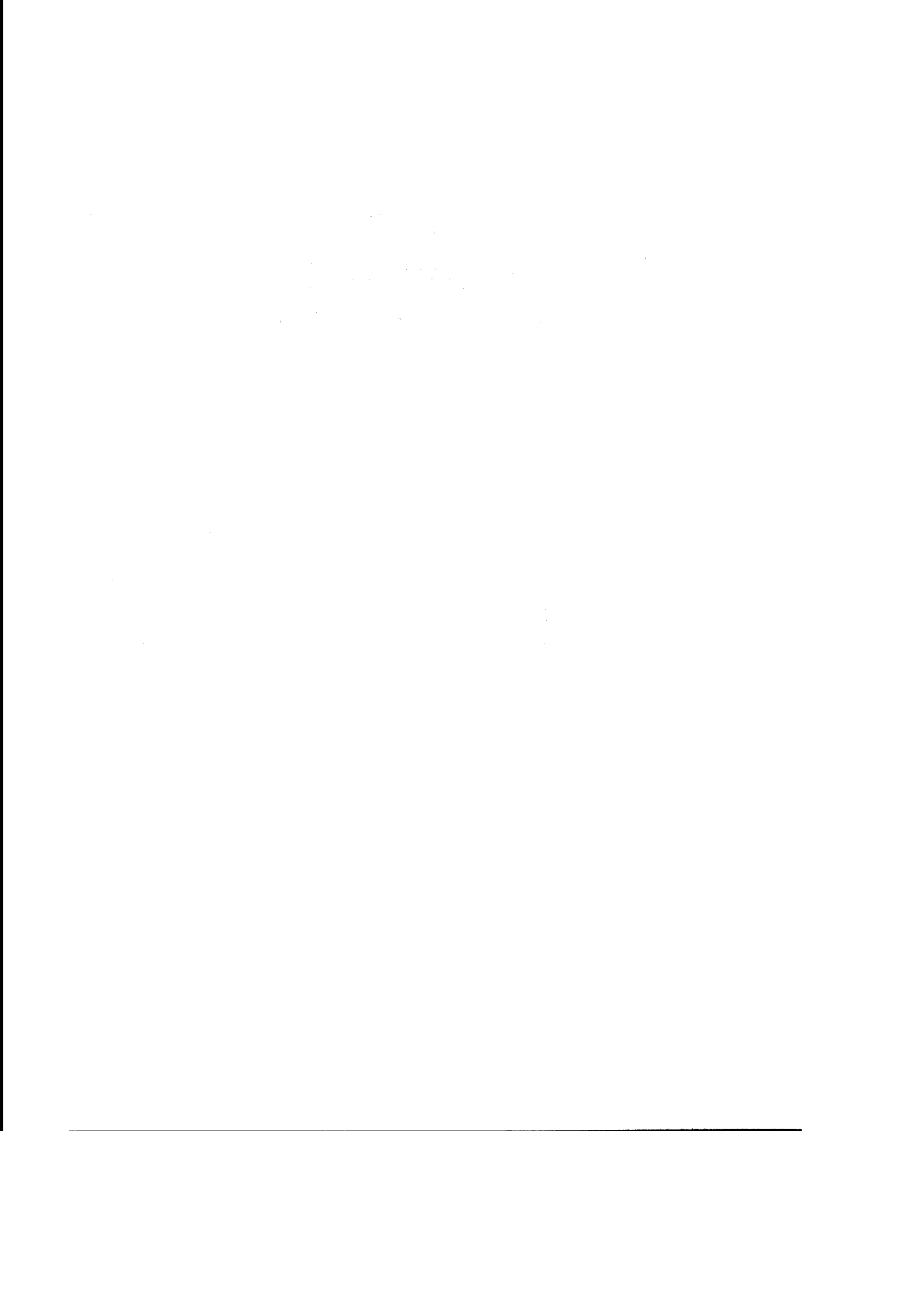
<그림 1-3-1>의 추진체계에 따라 연구를 수행하였다.



<그림 1-3-1> 연구개발 추진체계

제Ⅱ편
농림부문 R&D투자방향과
효율적 관리방안

- 제1장 국내 연구개발투자 현황 및 경제효과 분석
- 제2장 농업부문 연구투자의 효율성 분석
- 제3장 농림기술개발과 정부·민간의 역할
- 제4장 농림부문 R&D 투자의 효율적 관리방안



제1장 국내 연구개발투자 현황 및 경제효과 분석

제1절 서론

21세기에는 “지식기반경제 (Knowledge-based Economy)”가 확고하게 자리잡음으로써 모든 국가들이 자국의 국가경쟁력 및 국제적 지위를 높이기 위해 과학기술력의 향상에 박차를 가할 시대가 열릴 것으로 전망되고 있다. 지식이 부를 창조하는 주 원동력이 되는 지식기반 경제 속에서 우리 산업의 국제경쟁력 강화라는 국가정책목표를 달성하기 위해서는 산업과 기술발전의 기반(infrastructure)인 첨단 과학기술력의 확보가 국가적인 선결과제가 되고 있다.

이와 같이 급변하는 국내외적 환경변화 속에서 우리나라 산업을 발전시키고 21세기 선진국가를 실현하기 위해서는 과학적 분석·예측을 토대로 하는 합리적 정책 및 전략대안 수립 노력이 확대, 강화되어야 한다. 이를 위한 기초작업으로 공공연구개발투자의 경제적인 효과를 정량적으로 분석·제시함으로써 공공연구개발투자의 타당성을 설득력 있게 제시해야 할 것으로 판단된다. 기술혁신이 산업의 발전과 경제성장을 주도하는 요인이라는 인식은 아주 오래 전부터 존재해 왔다. 그러나 기술혁신이 경제성장 및 국제경쟁력의 원천이라는 총론적 명제는 존재하지만, 막상 실질적이고 구체적인 각론적 처방에 들어가서는 문제를 인식하고 접근하는 방법론상의 합의가 미흡한 실정이다.

따라서 연구개발 활동을 통한 기술혁신은 국내 산업의 경쟁력 강화에 크게 기여하고 있는 것으로 논의되고 있으나, 연구개발투자의 경제적 효과에 대한 실증적 분석연구의 부족으로 인하여 정부와 민간으로 하여금 적극적으로 연구개발투자를 증대하도록 하는데 필요한 설득력 있는 근거자료의 제시가 부족한 것이 현실이다. 특히 경제현상의 복잡 다기화와 함께 지식의 진보가 급격히 이루어짐에 따라 전통적인 국민계정의 틀만으로는 최근의 경제 및 과학기술현상을 제대로 파악할 수 없다는 인식이 선·후진국을 막론하고 광범위하게 확산되고 있다. 전통적인 국민계정의 틀은 경제 및 과학기술 현상이 지금보다 훨씬 단순하던 시기에 고안·작성된 것으로, 현대의 복잡 다기한 경제현상 및 기술변화, 지식의 진보 등을 제대로 반영하지 못한다는 결점을 안고 있다. 결국 이 같은 틀에 입각해서는 경제와 과학기술의 공식적 및 비공식적 상호작용을 제대로 측정하고 밝혀내기가 쉽지 않다는 한계에 봉착하게 된다. 이를 해결하기 위해서는 다양한 차원에서의 경제와 과학·기술간 상호작용 메커니즘을 구명하고 종합적인 연구개발 활동의 경제적 영향평가체계를 설계하여 이를 바탕으로 공공연구개발투자의 경제적 효과를 측정하려는 노력이 요구된다.

현재 일각에서는 기존 기술선진국들과 비교해 볼 때 국내 연구개발투자의 절대 규모가 작다는 점을 지적하면서 지금보다 훨씬 더 많은 투자의 확대가 필요함을 강조하고 있으나, 막상 연구개발투자의 경제적 효과에 대한 실증적인 분석과정을 제대로 거치지 않았기 때문에 그 당위성 및 우선순위에 대해서는 의문이 제기되고 있다. 따라서 국가 및 산업 차원에서 연구개발투자의 타당성을 검증 제시하고 이를 바탕으로 정부와 민간부문의 연구개발투자를 촉진시킬 필요가 있다. 특히 현재 가용한 연구개발자원을 효율적으로 배분하기 위해서 연구개발투자의 경제효과를 가시화시켜 정량적으로 제시하는 노력이 중요하다.

제2절 국내 연구개발투자현황

2001년도 기준 연구개발비는 약 16조 1,105억원으로 국내총생산(GDP) 대비 비율은 2.96%이다. 연구개발비는 IMF시기인 1998년을 제외하고 지속적으로 매년 증가하고 있다(표 2-1-1).

<표 2-1-1> 연도별 연구개발비

(경상가격 기준)

구 분		1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
연구 개발비	10억원	4,989	6,153	7,895	9,441	10,878	12,186	11,337	11,922	13,849	16,111
	증가율(%)	20	23.3	28.3	19.6	15.2	12	△7	5.2	16.2	16.3
GDP 대비(%)		2.03	2.22	2.44	2.50	2.60	2.69	2.55	2.47	2.68	2.96
인구1인당 연구비(US 달러)		146	173	220	272	297	279	175	214	259	264
정부·공공 : 민간		18 : 82	17 : 83	16 : 84	19 : 81	22 : 78	23 : 77	27 : 73	27 : 73	25 : 75	26 : 74

<표 2-1-2> 연구개발비 국제비교

(단위 : 억불)

구 분	한국(2001)	미국(2000)	일본(2000)	독일(2000)	프랑스(2000)	영국('99)
총연구개발비	125	2,653	1,486	459	278	270
배 율	1.0	21.2	11.9	3.7	2.2	2.2
GDP대비(%)	2.96	2.69	3.12	2.46	2.14	1.85

자료 : 2002 세계경쟁력연감, IMD

이러한 연구개발비의 재원부담과 사용주체, 사용영역 등을 고려해 보면 다음과 같다.

1) 연구개발투자를 위한 재원부담 : 2001년도 연구개발투자의 재원부담은 정부가 4조 2,643억원(26%), 민간이 12조 3,306억원(74%) 외국이 775억원을 부담하였는데, 연구개발투자에 부담한 정부의 비율은 프랑스(33.8%), 미국(31.7%), 독일(32.4%) 등에 비해 낮은 수준이다.

<표 2-1-3> 재원별 연구개발비 국제비교

(단위 : %)

구 분	한국(2001)	미국(2000)	일본('99)	독일(2000)	프랑스(2000)	영국('99)
정부·공공	25.6	31.7	27.4	32.4	38.8	33.0
민 간	73.9	68.2	72.2	65.7	54.1	49.4
외 국	0.5	0.0	0.4	2.1	7.0	17.6

자료 : OECD, Main Science and Technology Indicators, 2001/2

2) 연구비 사용현황 : 2001년도 연구비 사용현황은 기업이 12조 2,736억원(76.2%), 공공연구기관이 2조 1,602억원(13.4%), 대학이 1조 6,768억원(10.4%)을 사용하였다.

<표 2-1-4> 연구개발주체별 사용연구개발비

(단위 : 10억원, %)

구 분	1996	1997	1998	1999	2000	2001
총연구개발비	10,887.8	12,185.8	11,336.7	11,921.8	13,848.5	16,110.5
전년비증가율	15.2	12	△7	5.2	16.2	16.3
공공연구기관	1,895.6	2,068.9	2,099.5	1,979.20	2,032.0	2,160.2
대 학	1,018.8	1,271.6	1,265.1	1,431.40	1,561.9	1,676.8
기업체	7,963.6	8,845.3	7,972.1	8,511.20	10,254.7	12,273.6

<표 2-1-5> 연구개발주체별 사용연구개발비 국제비교

(단위 : %)

구 분	한국(2001)	미국(2000)	일본('99)	독일(2000)	프랑스(2000)	영국('99)
○ 공공연구기관	13.4	11.1	14.5	14.6	19.3	12.1
- 국·공립	2.2	7.5	9.9	13.4	17.8	10.7
- 비영리 법인	11.2	3.6	4.6	-	1.5	1.4
○ 대 학	10.4	13.6	14.8	16.1	16.7	20.0
○ 기 업 체	76.2	75.3	70.7	70.5	64.0	67.8

자료 : OECD, Main Science and Technology Indicators, 2001/2.

3) 성격별 연구개발비 비율 : 기초연구 12.6%, 응용연구 25.3%, 개발연구 62.1%를 차지하였다.

<표 2-1-6> 성격별 연구개발비

(단위 : 10억원)

구 분	1996	1997	1998	1999	2000	2001
총연구개발비	10,878.0 (100%)	12,185.8 (100%)	11,336.6 (100%)	11,921.8 (100%)	13,848.5 (100%)	16,110.5 (100%)
기초연구비	1,439.0 (13.2%)	1,616.5 (13.3%)	1,585.4 (14.0%)	1,625.5 (13.6%)	1,746.1 (12.6%)	2,025.0 (12.6%)
응용연구비	2,927.3 (26.9%)	3,470.6 (28.5%)	2,848.4 (25.1%)	3,065.2 (25.7%)	3,370.1 (24.3%)	4,075.9 (25.3%)
개발연구비	6,511.7 (59.9%)	7,098.7 (58.2%)	6,902.8 (60.9%)	7,231.1 (60.7%)	8,732.3 (63.1%)	10,009.6 (62.1%)

<표 2-1-7> 성격별 연구개발비 국제비교

(단위 : %)

성격별 \ 국별	한국(2001)	미국(2000)	일본('98)	독일('93)	프랑스('99)
기 초 연 구	12.6	18.1	14.0	21.2	24.4
응 용 연 구	25.3	20.8	24.6	-	27.5
개 발 연 구	62.1	61.1	61.4	78.8	48.1

자료 : OECD, Basic Science and Technology Statistics, 2001.

4) 2001년도 연구원 총수는 17만 8,937명으로 연도별 증가율은 2000년 18.9%, 2001년 11.9%, 2002년 7.3%(추정)이다.

<표 2-1-8> 연도별 연구개발 인력

(단위 : 명)

구 분	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
총연구 개발인력	148,947	156,073	190,298	201,661	202,347	212,117	199,191	212,510	237,232	261,802
연구원	88,764	98,764	117,446	128,315	132,023	138,438	129,767	134,568	159,973	178,937
기타지원인력	60,183	57,309	72,852	73,346	70,324	73,679	69,424	77,942	77,259	82,865
노동인구 천명당연구원수 (FTE기준)	4.3	4.7	4.4	4.8	4.7	4.7	4.6	4.6	4.9	6.1
연구원일인당 연구비(천원)	56,200	62,300	67,200	73,574	82,395	88,024	87,361	88,593	86,568	90,035

주 : 2001년 연구원수(178,937명)를 常勤相當(FTE)연구원수로 환산하면 136,337명임.

<표 2-1-9> 연구원 수 국제비교

국 가	한국 (2001)	미국 (’97)	일본 (’99)	독일 (’99)	프랑스 (’99)	영국 (’98)
연구원수 (FTE 기준, 명)	136,337	1,114,100	658,910	255,260	160,424	158,671
노동인구 천명당 연구원수(FTE, 명)	6.1	8.1	9.7	6.3	6.1	5.5

자료 : OECD, Main Science and Technology Indicators, 2001/2.

5) 산업별 기업연구개발투자 : 연구개발 수행기업들의 2001년도 매출액 대비 연구개발 투자는 2.31%이며, 제조업 기준으로는 2.36%이다.

<표 2-1-10> 주요산업의 매출액 대비 연구개발투자

(단위 : %)

산 업	1996	1997	1998	1999	2000	2001
전 체 산업	2.39	2.47	2.35	2.08	2.02	2.31
농림수산업	0.40	1.03	1.00	1.34	0.85	1.09
광업	0.87	0.44	0.94	0.78	0.78	1.08
제조업	2.75	2.65	2.64	2.44	2.17	2.36
-의료·정밀·측정·광학기기	3.94	4.62	5.25	5.09	5.09	4.31
-전기전자기기	5.16	4.76	4.81	5.25	4.21	4.84
-자동차및운송장비	3.94	4.26	4.24	2.91	2.43	3.80
-화학제품	1.30	1.13	0.98	1.57	1.02	1.50
-섬유의복	0.83	0.82	0.55	0.49	0.75	0.70
-음식료및담배	0.59	0.52	0.38	0.51	0.42	0.59
건설업	0.83	1.09	0.86	0.53	1.28	1.12
전기가스 및 수도사업	1.67	1.87	1.51	0.70	0.69	1.83
서비스업	3.13	3.27	2.85	2.96	2.21	2.94
-사업서비스업	2.10	2.71	2.47	3.77	3.01	5.42

주 : 사업서비스업은 정보처리 및 컴퓨터운영관련업(S/W개발포함), 연구개발업, 전문과학 및 기술서비스업 등을 포함.

제3절 기존의 관련 연구결과

1. Minasian(1969)은 1948~57년 동안 화학산업에서의 17개 기업자료를 이용하여 부가가치와 노동, 자본, 그리고 축적된 R&D 지출과의 관계를 조사하였다. Minasian에 의해 시도된 모형 가운데 특이할 만한 점은 노동과 자본의 투입이 일정하다고 할 때 기업의 축적된 R&D 지출이 기업의 부가가치액과 통계적으로 유의하게 관련된다는 것이다. 더욱이 축적된 R&D 지출에 대한 회귀계수의 추정치는 Mansfield(1965)에 의해 얻어진 결과와 매우 흡사하다.

2. Fellner(1970)는 기술진보 활동에 대한 사회적 평균수익율을 추정한 결과 비용 기준으로 13% 혹은 18%의 초과수익율을 얻었으며, 보다 낮은 지식수준에서 이루어진 일반적인 자본투자의 한계수익율보다 훨씬 더 높게 나타났다고 주장하였다.

3. Griliches(1973)는 중분류(2-digit), 소분류(3-digit), 세분류(4-digit) 제조업의 85개 산업부문에 대한 R&D 투자수익율을 추정한 결과 32~40%의 수익률을 얻었다. 분석 대상의 표본에서 화기, 비행기, 미사일 산업부문을 제외시키면 1958~63년 동안 산출의 증가에 R&D 가 1% 이상 기여하였다고 분석하였다.

4. Terleckyj(1974, 1980)는 22개 제조업 부문에 대해서 1948~56년 동안 산업별로 총요소생산성의 증가율을 R&D집약도와 관련시키는 일련의 연구를 수행하였다. 민간부문 R&D의 수익율은 100~110%로 추정되었다.

5. Pakes와 Shankerman(1984)은 R&D 자본스톡을 측정하기 위해 유럽 5개 국가의 특허 갱신자료를 이용하여 진부화율을 계산하였다. 이를 기초로 R&D 자본스톡을 측정하였으며 이를 통해 R&D에 대한 민간부문의 순수익율(net marginal product)을 계산한 결과 7.5~17.4%로 추정하였다. 동 연구 이전의 연구에서는 R&D 수익률을 추정하는데 있어 평균 R&D 시차와 진부화율을 무시하였기 때문에 지금까지의 R&D 투자수익율은 잘못 추정된 것이라고 주장하였다.

6. Cueno와 Mairesse(1984)는 프랑스를 대상으로 Griliches-Mairesse 모형을 이용하여 분석한 결과 매우 비슷한 결과를 얻었는데, 이들은 노동, 원재료, 자본에 포함된 R&D 투입요소들을 전통적인 총투입요소 측정치들과 구별함으로써 R&D 투입요소를 이중 계산하는 문제점을 제거하여 R&D 수익률을 추정한 결과, 이중 계산으로 인해 추정된 R&D 수익률이 낮은 쪽으로 편향(bias)되어 있음을 보여주었다.

7. Griliches와 Lichtenberg(1984)는 미국의 표준산업분류(SIC)상 중분류(2-digit) 혹은 소분류(3-digit)된 제조업에 대해 R&D와 생산성 증가와의 관계를 조사하였다. 그 결과 총요소생산성의 증가율은 전반적으로 하락하여 그 관계가 애매모호해졌지만 1970년대에도 여전히 R&D와 생산성 증가와의 관계는 관련성이 존재한다고 하였다.

8. 한편, Nadiri(1994)는 생산량 증가에 따라 나타나는 효율성 증대인 규모의 경제, 조정 비용(adjustment cost)에 기인한 불균형, 마크업((가격-한계비용)/가격), 연구개발자본, 외생적 기술변화(autonomous technical change) 등으로 구분하여 총요소생산성의 증가에 대한 기여 정도를 분석하였다.

그 결과, 우리나라 총요소생산성 증가율은 제조업의 급속한 산출 증가에 기인한 규모의 경제와 마크업에 의해 가장 큰 영향을 받은 것으로 나타났다. 그러나 제조업 총요소생산성 증가율에 대한 기술적 효과는 미국 60% , 일본 46%인데 반해 우리나라는

15%에 불과한 것으로 제시되고 있다(표 2-1-11).

<표 2-1-11> 제조업 총요소생산성 증가율의 구성(1975-1990)

(단위 : %)

	미 국	일 본	한 국
- 총요소생산성	0.77(100.0)	1.23(100.0)	3.32(100.0)
· 규모의 경제	0.26(33.8)	0.43(35.0)	0.93(28.0)
· 일시적 균형	0.03(3.9)	0.05(4.1)	-0.04(-1.2)
· 마크업(mark-up)	0.02(2.6)	0.18(14.6)	1.91(57.5)
· R&D	0.16(20.8)	0.23(18.7)	0.11(3.3)
· 외생적 기술변화	0.30(39.0)	0.34(27.6)	0.40(12.0)
· 기타	-0.04(-5.2)	-0.08(6.5)	-0.16(4.8)

자료 : Nadiri(1994)

주 : ()안은 총요소생산성 증가에 대한 기여도임.

제4절 국가수준의 GDP 증대효과 분석

1. 정부연구개발투자의 역할

정부가 연구개발활동에 투자하고 직접 참여해야 하는 배경에는 여러 가지 이유가 있다. 그 중 대표적인 것은 연구개발투자에 대한 사회적 수익률이 사적수익률보다 훨씬 크다는 것을 들 수 있다. 기존의 국내외 다양한 연구결과에 의하면 사회적 수익률은 50%를 상회하는 반면 사적 수익률은 20~30%에 불과하다. 이러한 이유로 민간부문의 연구개발투자가 사회적으로 바람직한 수준보다 낮은 수준에서 이루어지지 않는 경향이 있어 이 부족분을 정부가 투자함으로써 보충해야 한다는 것이다. 대표적인 예로 과학기술 인프라, 기초연구, 기반기술 등에 대한 투자를 들 수 있는데 이러한 분야에 대한 연구개발투자는 민간부문에 의해서는 제대로 이루어지지 않는다.

따라서 정부의 연구개발활동은 민간에 의해 적절한 수준에서 이루어지지 않고 있는 분야에 투자하여 궁극적으로는 연구개발활동의 사회적 수익률이 극대화되는데 초점을 두어야 한다. 이 때 정부부문과 민간부문의 연구개발 활동간의 관계는 상호 대체적인 것보다는 보완적인 성격이 강하다고 알려져 있다.

<표 2-1-12> 연구개발투자의 사적수익률과 사회적수익률

	사회적 수익률	사적 수익률
Nadri(1993)	50	20~30
Mansfield(1977)	56	25
Terleckyj(1974)	48~78	29
Sveikauskas(1981)	50	7~25
Goto & Suzuki(1989)	80	26
Bernstein & Nadri(1989)	11~111	10~27
Scherer(1982, 1984)	64~147	29~43
Bernstein & Nadri(1991)	20~110	15~28

자료 : STEPI, "경제성장 촉진을 위한 연구개발 지원: 미 연방정부의 역할", 「정책자료 96-05」, 1995.에서
재인용.

우리나라는 1982년 특정연구개발사업 실시 후 지난 20년 동안 정부부문의 연구개발 성과에는 괄목할 만한 것이 많다. 대표적으로 전전자교환기, 반도체, CDMA 등을 들 수 있는데 이 같은 기술들은 국내 경제활동에 미치는 영향이 크기 때문에 시간의 경과에 따라 그 누적적인 경제효과는 매우 클 것으로 예상된다.

2. 모형 및 분석결과

가. 분석모형

본 고에서는 공공연구개발투자의 GDP 증대효과를 분석하기 위해 Cobb-Douglas 총량 생산함수를 이용하기로 한다. Cobb-Douglas 생산함수의 구체적인 모형은 다음과 같다.

$$Q_t = A e^{\epsilon t} K_t^\alpha L_t^\beta T_t^\gamma \quad \text{<식2-1-1>}$$

단, Q_t : 국내총생산(GDP)

K_t : 자본스톡

L_t : 노동투입량

T_t : 연구개발스톡

ϵt : 오차항

α, β, γ, A 는 추정할 파라미터

위의 식에서 특히 γ 는 연구개발스톡(기술)이 국내총생산(GDP)에 미치는 영향을 나타내는 것으로 '연구개발스톡의 탄력성'이라 일컫는데, 이는 T가 1% 증가할 때 Q가 γ %만큼 증가하는 것을 의미한다. 위의 식은 다음과 같이 변형될 수 있다.

$$\log(Q_t) = \beta_0 + \beta_1 \log(K_t) + \beta_2 \log(L_t) + \varepsilon_t \quad \text{<식 2-1-2>}$$

$$\log(Q_t) = \beta_0 + \beta_1 \log(K_t) + (1-\beta_1) \log(L_t) + \beta_3 \log(TR_t) + \varepsilon_t \quad \text{<식 2-1-3>}$$

$$\log(Q_t) = \beta_0 + \beta_1 \log(K_t) + (1-\beta_1) \log(L_t) + \beta_4 \log(TP_t) + \beta_5 \log(TG_t) + \varepsilon_t \quad \text{<식 2-1-4>}$$

단, K_t : 연도별 자본스톡
 L_t : (총취업자수-연구인력수)
 TR_t : 국내 총 연구개발스톡
 TG_t : 정부부문 총 연구개발스톡
 TP_t : 민간부문 총 연구개발스톡

식(2-1-2)는 파라미터에 아무런 제약을 주지 않은 것이고, 식(2-1-3)은 자본투입과 노동투입에 대해 규모에 관한 불변보수(constant returns to scale)를 가정하였다. 식(2-1-4)는 노동투입과 자본투입에 대해 규모에 관한 불변보수의 가정을 하고 국내 총 연구개발스톡을 정부부문과 민간부문으로 나누어 표기한 것이다.

나. 분석결과

1981-2001년 21년 동안의 통계자료를 이용하여 <식 2-1-2>~<식 2-1-4>를 추정 한 결과는 <표 2-1-13>에 제시되어 있다.

<표 2-1-13> 생산함수의 파라미터 추정결과

	파라미터							R^2	
	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5	β_6		β_7
(식 2)	-7.859 (1.843)	0.641 (9.740)	0.797 (3.156)						0.998
(식 3)	-6.174 (8.604)	0.415 (7.283)	0.585 (10.498)	0.182 (6.314)					0.999
(식 4)	-8.025 (3.217)	0.254 (1.409)	0.746 (4.267)		0.174 (2.382)	0.039 (1.037)			0.999

추정결과 <식 2-1-2>의 상수항, <식 2-1-4>의 정부연구개발스톡과 관련한 계수의 추정치만이 통계적인 유의성이 떨어지고 나머지 계수들의 통계적인 유의성은 모두 높았다. <식 2-1-2>의 추정을 통해서 국내 총량 생산함수는 규모에 관한 보수체증을 보여주고 있음을 알 수 있다. 신성장이론에서 주장하는 것과 같이 이러한 보수체증 현상이 연구개발활동에 의한 것으로 보고 <식 2-1-3> 이하를 추정하였다. <식 2-1-3>의 추정결과에 의하면 국내 총연구개발스톡의 산출탄력성은 0.182로 나타났는데 이는 연구개발스톡이 1% 증가함에 따라 국내총생산(GDP)이 약 0.18% 증가한다는 것을 의미한다. 이 결과를 다른 나라와 비교해 보면 우리나라는 일본의 0.37, 독일의 0.21 보다는 낮지만 그밖에 미국(0.06), 영국(0.07), 프랑스(0.13)보다는 높은 것으로 나타났다. 물론 다른 나라의 경우 분석대상기간이 1956~1985년이기 때문에 직접적으로 비교하는 데는 문제가 있을 수 있으며, 연구개발투자의 한계수익도 기타 투입요소와 같이 체감을 하는 성격을 갖고 있다면 본 연구에서 고려한 대상기간에 대해서 다른 나라를 추정하면 인용된 탄력성보다도 낮게 나올 가능성이 있다는 점을 유의해야 한다.

<표 2-1-14> GDP에 대한 연구개발스톡의 탄력성

	분석대상기간	
	1981~2001	1956~1985
한국	0.18	--
미국	--	0.06
독일	--	0.21
프랑스	--	0.13
영국	--	0.07
일본	--	0.37

자료 : P. Pattel & L. Soete (1988), "Measuring the Economic Effects of Technology", STI Review, No.4, OECD.

주 : 한국은 식(3)의 추정결과이며 연구개발스톡의 탄력성은 연구개발스톡이 1% 증가할 때 GDP의 증가율을 나타낸다.

<식 2-1-4>의 추정결과는 국내 총 연구개발스톡을 정부부문과 민간부문에 나누어 추정한 것이다. 추정결과에 의하면 정부부문의 연구개발스톡의 탄력성은 0.039, 민간부문의 연구개발스톡의 탄력성은 0.174으로서 민간부문의 탄력성이 정부부문에 비해 약 4.5배가량 높았다. 이를 일본과 비교해 보면 정부부문의 연구개발 탄력성은 일본의 0.065보다 많이 낮은 수준이나 민간부문의 연구개발 탄력성은 일본의 0.183에 비해 약간 낮은 것으로 나타났다.¹⁾

1 NISTEP(1996), "政府研究開發投資倍増の經濟效果の試算".

<식 2-1-4>를 다음과 같이 변형하면 국내총생산(GDP)에 대한 각 요소의 기여도를 구할 수 있다. 이 때 GDP의 증가율은 각 요소의 증가율에 각각의 탄력성을 곱하여 합한 것과 같다.

$$\frac{\Delta Q}{Q} = \beta_1 \frac{\Delta K}{K} + (1 - \beta_1) \frac{\Delta L}{L} + \beta_4 \frac{\Delta T_p}{T_p} + \beta_6 \frac{\Delta T_o}{T_o} + \beta_7 \frac{\Delta T_l}{T_l} \quad \text{<식 2-1-5>}$$

단, $\frac{\Delta X}{X}$ 는 X의 증가율을 나타냄.

위의 식과 <식 2-1-4>의 추정결과를 이용하여 각 생산요소의 경제성장률에 대한 기여도를 도출한 결과는 <표 2-1-15>에 제시되어 있다. <표 2-1-15>에 따르면 1981~2001년 기간동안 연구개발스톡의 對GDP성장률 기여도는 52.1%였으며 이 중 정부부문 연구개발스톡 기여도는 9.5%, 민간부문 연구개발스톡의 기여도는 42.6%였다. 그밖에 자본과 노동의 기여도는 각각 36.2%, 11.6%였다. 이를 기간별로 나누어 보면, 연구개발스톡의 對 GDP 기여도는 1981~1990년 기간에 약 44.2%에서 1991~2001년 사이에 60.3%로 증가하고 있다. 이와는 반대로 자본 및 노동의 경제성장 기여도는 지속적으로 감소하고 있어 자본이 1981~1990년 기간에 40.1%에서 1991~2001년 기간에 32.7%로 감소하였다. 노동은 1981~1990년 기간에 16.1%에서 1991~2001년 기간에 7.3%로 기여도가 감소하고 있다.

<표 2-1-15> 생산요소별 성장률 기여도(1) : 한국

	1981~'01	1981~'90	1991~'01
국내 총생산(GDP)	100.0	100.0	100.0
· R&D스톡	52.1	44.2	60.3
- 정부부문	9.5	6.0	12.8
- 민간부문	42.6	38.2	42.7
· 자본스톡	36.2	40.1	32.7
· 노동투입량	11.6	16.1	7.3
· 오차	0.1	-0.4	-0.3

이 결과를 일본과 비교해 보면, 일본의 경우 총 연구개발스톡의 對GDP 기여도는 1980년대 이후 40%를 상회한 뒤 지속적인 증가를 시현하여 1990~1991년 기간 동안에는 그 기여도가 약 68.9%에 달하고 있다. 반면에 자본 및 노동의 기여도는 지속적으로 하락하여 자본의 경우 1980~1984년의 기간에 37.1%의 경제성장 기여도가 있었으나 1990~1991년 기간 동안에는 33.3%로 낮아지고, 노동의 경우는 1980~1984년 기

간에 22.9%의 대 GDP 성장 기여도를 실현하였으나 1990~1991년 사이에는 2.2%로 급격히 감소하였다. 이러한 결과는 경제성장에 있어서 자본이나 노동 등 전통적인 생산요소의 확대보다는 기술력의 확대가 더욱 중요해지고 있음을 보여준다고 하겠다.²⁾

<표 2-1-16> 생산요소별 성장률 기여도(2) : 일본

	1980~'84	1985~'89	1990~'91
국내총생산(GDP)	100.0	100.0	100.0
· 지식스톡	40.0	46.7	68.9
- 공공부문	8.6	6.7	4.4
- 민간부문	31.4	40.0	64.5
· 자본스톡	37.1	35.6	33.3
· 노동투입량	22.9	17.8	2.2
· 오차	0.0	0.0	-4.4

자료 : NISTEP(1996), "政府研究開發投資倍増の經濟效果の試算".

제5절 산업수준의 파급효과 분석

1. 자료의 설명

가. 산출(output)

부가가치의 경우에는 순부가가치의 개념으로 정의하고, 실제자료는 제조업의 경우 광공업통계조사보고서상의 산업별 부가가치 항목으로 이용, 서비스업의 경우에는 국

2) 참고로 분석 방법론은 다르지만 Boskin and Lau(1992)의 연구결과를 보면 노동이나 자본과 같은 전통적인 생산요소의 경제성장 기여도는 기술요소의 경제성장 기여도에 비해 훨씬 낮은 것으로 나타났다. 독일, 영국, 프랑스에 있어 노동의 경우는 심지어 성장에 부(-)의 효과를 준 것으로 분석하였다.

<부표 1-1> 경제성장 요인별 기여도의 국제비교(단위 : %)

국가	분석대상기간	자본	노동	기술
미국	1948~1985	24	27	49
일본	1957~1985	40	5	55
독일	1960~1985	32	-10	78
영국	1957~1985	32	-5	73
프랑스	1957~1985	28	-4	76

자료 : Boskin and Lau(1992)

민계정의 산업별 GDP 항목을 사용, '90년 기준 불변화하였다. 매출의 경우에는 자료 원으로서 기업경영분석을 이용하였고 '92년 이전의 자료에서 세분류산업의 산출활동을 분리할 필요가 있을 경우(예를 들어 전기전자를 전기기계와 영상음향통신 산업으로 분리해야 하는 경우, 운수창고통신업에서 운수창고와 통신업으로 분리해야 하는 경우 등)에는 광공업통계조사보고서상의 세분류수준의 생산비 비율을 이용하여 추정하였다. 1990년 기준으로 불변화 : GDP 디플레이터를 이용하였다.

나. 생산비용

기업경영분석의 매출원가항목과 당기 총제조비용항목을 이용하였다. 1992년 이전의 자료에서 세분류산업의 산출활동을 분리할 필요가 있을 경우(예를 들어 전기전자를 전기기계와 영상음향통신 산업으로 분리해야 하는 경우, 운수창고통신업에서 운수창고와 통신업으로 분리해야 하는 경우 등)에는 광공업통계조사보고서상의 세분류수준의 생산비 비율을 이용하여 추정하였다.

다. 노동투입

노동투입은 월평균 종업원수를 이용하였고, 노동의 가격에 대하여는 월평균 임금을 이용하였다. 제조업의 경우 광공업통계조사보고서 세세산업분류 상의 월평균종업원수 항목을 이용하였다. 월평균임금은 광공업통계조사보고서의 연급여액을 월평균종업원수 \times 12 로 나누어서 산출하였다. 서비스업의 경우에는 노동통계연감의 산업별 월평균 종업원수 항목과 월평균임금 항목을 이용하였다.

라. 자본스톡

제조업의 경우 광공업통계조사보고서 세세산업 분류상의 유형고정자산 연간 취득액과 처분액 자료를 이용하여 자본투자액을 산출하였다. 이러한 자본의 투입자료를 이용하여 자본스톡을 추정하는 대표적 방법에는 국부조사에 의한 추계법, 간접적 측정방법인 물량가격법, 영구재고법, 기준년 접속법이 있는데 본 연구에서는 양기준년 접속법을 이용하여 순자본스톡을 측정하였다. 양기준년 접속법은 두 개의 기준년 자본스톡 자료에 투자 시계열 자료를 접속시켜 양기준년 사이 각 연도의 자본스톡을 측정하는 방법이다.

자본투자액은 국민계정의 총자본형성의 경상가격자료와 불변가격자료를 사용하여 디플레이터를 추계하였다. 기준년도의 자본스톡의 기준자료로는 2회(1977), 3회(1987)의 국부통계조사자료를 이용하였고, 기준년 스톡자료와 투자시계열자료를 이용하여 감가상각률을 추정하기 위해 다항식기준년 접속법(Polynomial Benchmark Year

Method)을 이용하였다.

본 고에서 추계한 순자본스톡의 측정모형은 다음과 같다.

$$N_{it} = N_{it-1} + I_{it} - D_{it} \quad \text{<식 2-1-6>}$$

단, N_{it} : I_{it} : D_{it} : t 년도 i산업의 감가상각 t 년도 i산업의 순투자액, t 년도 i산업의 순자본스톡

여기에서 감가 상각이 전 δ^t 하고 시차변수를 사용하면 식은 다음과 같이 된다. 기 순자본스톡의 일정비율로 이루어진다는 가정하에 동 비율을 <식 2-1-7>을 이용하였다.

$$N_{it} = I_{it} - (1-\delta)I_{it-1} + (1-\delta)^2 I_{it-2} + \dots + (1-\delta)^{s-1} I_{it-s+1} + (1-\delta)^s N_{it-s} \quad \text{<식 2-1-7>}$$

이 식을 이용하여 산업별 감가상각율을 추정한 후 이를 기초로 산업별 순자본 스톡을 연도별로 추정하였다. 자본의 가격자료는 산업별 차입금 평균이자율로 정의하고, 기업 경영분석을 자료원으로 하여 다음식에 의하여 계산하였다[금융비용/(사채+외국차관+금융기관 및 기차 장단기 차입금)*100].

마. 연구개발스톡

R&D 스톡의 개념은 자본스톡의 개념과 비슷한 것과 마찬가지로 R&D 스톡의 추계방법 역시 자본스톡의 추계방법과 유사하다³⁾. 한 기업(혹은 국가)의 기술혁신 노력은 마치 자본이 형성되는 것과 같은 논리로 새로운 기술지식을 형성하여 기존의 R&D 스톡에 누적적으로 더하여진다고 보는 것이다. 그런데 R&D 스톡이 형성될 때 일정한 시차를 두고 그 성과가 나타나게 된다는 점에 유의해야 할 것이다. 즉 R&D 과정 그 자체에 일정한 시간이 소요되며, 현재 수행중인 R&D가 실제로 생산성 증가에 영향을 미치기까지에도 어느 정도의 시간이 필요하다는 것이다. 연구개발의 시작으로부터 실제 생산활동에 적용할 수 있는 지식과 경험을 얻을 때까지 개별 R&D 과제별로 각기 다른 시차분포를 갖는 것으로 정형화되어야 할 것이다⁴⁾. 아울러 이 같은 R&D 스톡은 자본스톡이 감가상각되는 것과 같은 논리에 의해 진부화가 이루어지게 될 것이라는 점이 지적되어야 한다.

3) 자본스톡을 추계하는 방법 및 우리나라 자본스톡의 추계사례에 관해서는 한국산업은행(1990)을 참조하라.

4) Griliches(1984)는 연구개발투자와 특허(연구개발의 성과를 나타냄)간의 관계를 분석한 후, 시차분포가 대체로 Poisson 분포와 일치한다는 것을 밝힌 바 있다.

즉 보다 우수하고 진보된 형태의 지식과 경험이 새롭게 형성됨에 따라서 기존의 지식과 경험은 계속 존재는 하지만 더 이상 실제 생산에는 사용되지 않게 되기 때문에, 시간이 흐름에 따라서 또 새로운 연구개발이 진행됨에 따라서 그 가치가 감소하고 진부화된다는 것이다. 한편으로 지식 혹은 기술은 일정 정도 공공재적 속성을 띠고 있기 때문에 기업이 연구개발활동을 통해 형성한 기술지식은 시간이 흐름에 따라 학계, 연구계의 교류, 혹은 모방·리버스 엔지니어링(reverse engineering) 등을 통하여 다른 기업들에게 전파된다. 즉 전유성(appropriation)의 문제가 발생하는 것이다. 이에 따라 R&D 스톡의 순 증가분은 당연히 R&D 스톡에 새롭게 추가된 자원의 총량과는 일치하지 않게 된다.

이상의 논리를 바탕으로 자본스톡을 추계할 때 자주 사용되고 있는 '기준년도 접속법'을 그대로 응용하여 R&D 스톡을 추계할 수 있는데, 이를 위해서 먼저 다음 <식 2-1-8>과 같이 R&D 스톡을 정의한다.

$$TS_t = TF_{t-\theta} + (1 - \delta)TS_{t-1} \quad \text{<식 2-1-8>}$$

<식 2-1-8>에서 TS_t는 t기의 R&D 스톡, TF_t는 t기에 새로 공급된 기술지식형성의 흐름(flow), δ는 R&D 스톡 중 t기에 감가(진부화)된 비율을 각각 표시한다. θ는 연구개발시차를 나타낸다. 한편 <식 2-1-8>을 구성하고 있는 t기에 새로 공급된 기술지식형성의 흐름 TF_t는 다음 <식 2-1-9>와 같이 표현된다.

$$TF_t = \sum_{i=0}^t \lambda_i RD_{t-i} \quad \text{<식 2-1-9>}$$

<식 2-1-9>에서 RD_t는 t기의 연구개발투자, λ는 시차분포를 각각 표기한다. 이와 같은 <식 2-1-8>과 <식 2-1-9>를 이용하여 R&D 스톡을 추계하기 위해서는, 전제조건으로서 기준이 되는 첫 해의 R&D 스톡을 알아야 한다. 이를 추계하기 위해서는 '영구재고법'을 응용할 수 있는데, 첫 해의 R&D 스톡을 이미 오래 전부터 매년 새롭게 형성된 기술지식이 누적되어 온 결과로 정의한다면 <식 2-1-8>은 다음과 같이 변형된다(식 2-1-10 참조).

$$TS_{tb} = \sum_{i=0}^{\infty} TF_{tb-i} (1 - \delta)^i \quad \text{<식 2-1-10>}$$

단; tb는 기준년도

그런데 <식 2-1-10>에서 문제가 되는 것은 기준이 되는 첫 해 이전의 기술지식

증가율에 관한 정보를 구하기 어렵다는 점이다. 따라서 이 증가율을 첫 해가 지난 이 후에 실현된 평균적인 R&D 스톡 증가율(= g)과 같다고 가정하면, <식 2-1-10>은 <식 2-1-11>처럼 변형될 수 있다.

$$TS_{tb} = TF_{tb} \frac{1+g}{g+\delta} \quad (= \frac{TF_{tb+1}}{g+\delta}) \quad \text{<식 2-1-11>}$$

이제 <식 2-1-8>, <식 2-1-9>, <식 2-1-11>를 이용해서 R&D 스톡을 구할 수 있다. 그런데 실제로 R&D 스톡을 추계하기 위해서는 연구개발투자액의 시계열 자료 외에 ①자체 연구개발으로부터 새로운 기술지식이 창출될 때까지 걸리는 시차(time-lag), ②R&D 스톡이 진부화되는 비율, ③분석대상기간중 발생한 가격변화의 효과를 제거하기 위한 연구개발 디플레이터(R&D deflator)의 3가지 자료가 더 필요하게 된다. 기술혁신 과정에서 어떠한 착상(idea)이 R&D 단계를 거쳐 그 결과가 실제로 상업화되어 최초로 제품이 생산되기까지는 많은 시간이 소요된다. 이 때 소요되는 기간이 바로 R&D 시차다. 연구개발 시차(time-lag)은 국가, 산업, 기업은 물론 개개의 연구개발 과제별로도 다르게 나타낸다. 뿐만 아니라, 기술수준의 차이 및 기업 전략의 차이에 따라서도 다양한 영향을 받게 되는 것이 사실이다.

따라서 이같은 연구개발 시차가 어떻게 분포되어 있는가에 대한 정보를 구하기가 매우 어려운 까닭에 실제 추정할 때에는 평균시차에 의존하는 경우가 많다. 즉 <식 2-1-8>에서 t 년의 기술지식흐름(TF)은 산업별로 평균적인 시차(θ)년 전에 투입된 R&D라고 가정하는 것이다. Gellman Research(일본개발은행,1982)에서는 R&D 시차에 관한 조사연구에서 지금까지 개발된 주요기술을 선정하여 기초연구로부터 기업화에 이르는 시간을 분석하였다. 이 조사에서 일본의 기업은 대체로 기초연구보다는 응용 및 개발연구에 주력하였기 때문에 실용화까지 3~4년 정도밖에 걸리지 않는데 비하여 구미에서는 기초연구로부터 출발하는 연구를 주로 수행하였기 때문에 보통 6~7년이 소요되는 것으로 나타났다. 한편 한국의 경우 1982년부터 1989년까지 특정연구개발사업으로 수행한 연구과제를 대상으로 R&D 시차를 조사한 결과 기업화목표 과제의 경우에는 5.4년, 산업기반 기술과제의 경우에는 8.3년으로 추정되었다.

본 연구에서는 홍순기(1998)와 일본과학기술백서(1985) 자료를 이용하여 산업수준 분석의 21개의 산업군에 대한 평균시차를 다음<표 2-1-17>과 같이 가정하였다. 기술 지식 스톡의 진부화는 다음과 같은 이유로 자본스톡에 비해 빠른 속도로 진행되리라 예상된다. 첫째, 보다 진보되고 우수한 기술지식이 산출됨에 따라 기존의 기술이 생산 과정에 이용되지 않는 경우, 즉 오래된 기술지식이 보다 새로운 기술지식으로 대체되는 것에 의하여 일어나며, 둘째, 개발된 제품에 체화되어 있던 기술이 시간이 경과함에 따라 타 기업에 알려져 새로운 기술을 개발한 기업이 기술을 전유하는 것이 곤란

해지기 때문에 기술개발을 수행한 기업에서 획득하는 수익이 급속하게 떨어지는 것에 의해 일어난다.

진부화율을 측정하는 방법 가운데 대표적인 것으로는 다음 세 가지가 있다. 첫째, Bosworth(1978)에 의한 방법이 있고, 둘째, Pakes-Shankerman(1984)에 의한 방법이 있으며 셋째, 기술의 평균수명에 관한 자료로부터 역산하는 방법이 있다.

일본개발은행(1986)의 연구에서 1968년에 대해 Bosworth 방법을 이용하여 산업별 진부화율을 추계한 결과, 전체 및 법인의 경우 모두 10% 전후로 나타났다. 그러나 산업별로는 상당한 격차가 나타났는데 일반적으로 화학산업의 진부화율이 높고 기계산업의 진부화율은 낮게 추정되었다. 본 고에서의 연구개발스톡의 진부화율은 본 연구를 위하여 따로 추정하지 않고 홍순기(1998), 장진규(1994), 및 일본개발은행(1986)의 자료를 이용하였다. 이는 <표 2-1-17>과 같다.

<표 2-1-17> 산업별 시차 및 진부화율

산업분류	시차	진부화율(%)
광업	2년	14.1
음식료	1년	6
섬유의복가죽	2년	11.6
목재종이출판	1년	8.9
석유석탄제품	1년	7.7
화합물	2년	11.4
고무플라스틱	1년	12.5
비금속광물	2년	7.2
1차금속	2년	7.9
조립금속	1년	10.2
기계장비	2년	7.2
전기기계	2년	13.7
의료정밀	1년	24.6
운송장비	2년	12.4
기타제조업	1년	16.4
전기가스	1년	11.29
건설업	1년	11.29
도소매	1년	14.97
운수창고	1년	14.97
정보통신서비스	1년	14.97
정보통신기기	2년	13.7

R&D 스톡 디플레이터는 실질 R&D 지출을 구하기 위해 필요한 지수이며 가장 간단한 방법으로는 많은 국가에서 GDP 디플레이터를 사용하고 있다. 이러한 지수는 R&D 지출이 가지고 있는 특성으로 낮은 인플레이션 하에서만 그 유용성을 가지고 있다. OECD(1981)에서는 R&D 디플레이터를 측정하는 간편한 방법으로 Laspeyres 방법을 제시하였다. 이 방법은 연구개발비를 인건비, 기계 기구장비, 토지 건물 그리고 기타 경상비의 네 가지 비목으로 구분하여 각 비목별 가격변화를 가장 잘 반영하는 대용지수(proxy index)를 선정하고, 각 비목들에 대한 지출이 전체 연구개발비에서 차지하는 비중을 가중치로 하여 대용지수들의 가중평균을 구하여 R&D 디플레이터를 계산해 내는 방법이다. Griliches(1984)는 이같은 가중평균방법에 의해 연구개발 디플레이터를 구하는 것이 단순히 GNP 디플레이터를 연구개발 디플레이터의 대용지표로 사용하는 것보다 훨씬 타당성이 있을 뿐 아니라 사용상 이점이 있다고 지적하고 있다.

이 방법에 따라 연구개발 디플레이터를 산출할 때에 가장 중요한 작업은 각 비목별 대용지표를 무엇으로 선정할 것인가 하는 것인데, 본 연구에서는 경상비 항목은 생산자 물가지수, 기계 및 기구장비에 대해서는 국민계정의 총고정자본형성에 있어서 기계류지수, 인건비의 경우는 소비자물가지수(CPI) 그리고 토지 및 건물의 경우에는 총고정자본형성에 있어서 비거주용 건물지수를 사용하였다. 모든 비목별 대용지표는 1995년 기준 불변화지수를 이용하였고, 산업별로 연구개발의 각 비목별 구성비율이 다르므로 각 산업별 연도별 연구개발디플레이터를 계산하였다.

2. 산업간 기술흐름 구조분석

가. 분석모형 및 접근 방법

기술개발에 투자하여 기술혁신에 성공한 기업 혹은 산업이 기술혁신의 결과 혹은 기술지식을 전적으로 전유(appropriate)하지 못한다. 한 산업에서 개발된 기술지식은 여러 가지 경로 - 중간재, 자본재 등 제품에 체화(embodied)되어, 혹은 논문, 잡지, 연구원들간의 교류, 이직 등으로 비체화(disembodied)되어 - 를 통하여 다른 산업에서 활용되어 다른 산업의 생산비용을 낮추거나, 다른 산업의 생산성을 높이는 역할을 한다.

이러한 산업간 기술지식의 흐름을 파악하기 위해서는 기술지식의 개발주체와 개발된 기술지식의 활용주체간의 연관관계 혹은 흐름의 양을 나타내는 일종의 행렬표가 필요하다. 기술지식의 개발주체(source industry)와 기술지식의 활용주체(receiving industry)간의 연관관계를 파악하는 방법은 특허의 흐름, 기술혁신의 흐름, 기술공간상의 위치, 산업연관표를 이용하는 방법들이 있다.

본 절에서는 산업연관표를 이용하여 산업간 기술지식의 흐름을 표현하는 행렬표를 작성하고, 이를 통하여 산업간 기술지식이 흐름구조를 분석하였다.

기술흐름의 매개체가 되는 각 산업의 R&D 자본스톡은 산업별 연구개발 시차, 진부화율, R&D 디플레이터, R&D 투자의 평균증가율, R&D 투자 등에 대한 자료수집과 기존 연구 등의 가정을 원용하여 앞 절의 설명과 같이 21개 산업에 대하여 추계하였다. 이렇게 구해진 R&D 스톡이 다른 산업에 판매된 중간재와 자본재를 통하여 구입하는 산업으로 흘러들어가는 형태로 기술흐름을 구하였고, 최종적으로는 이를 합산하여 한 산업의 외부기술지식 흐름을 구하였다. 먼저 산업연관표의 구조 및 기술흐름의 계산방식을 자세히 설명하고, 계산된 기술흐름 행렬표를 분석하기로 한다.

현대경제에서는 무수히 많은 재화와 용역이 생산되고, 이들은 여러 분야에서 사용되고 있는데, 이러한 재화 및 용역이 어느 부문에서 만들어지고, 또 만들어진 재화와 용역이 어떤 부문으로 이전되어 사용되고 있는가를 일정한 형식에 의해 표현한 것이 산업연관표(input-output table)이다⁵⁾.

산업연관표의 구조는 거래 관계에 따라 크게 내생부분과 외생부분으로 구분할 수 있다. 내생부분이란 모형내에서 그 값들이 결정된다는 의미이며, 여기에는 각 산업부문 상호간의 거래가 기록되어 있으며 산업연관표의 중심을 이루고 있다. 외생부분이란 모형 밖에서 값이 결정되는 부문으로서 내생부분을 제외한 여타 부문으로 이루어져 있는데, 열부분으로 소비, 투자, 수출등의 최종수요부문과 행부분으로 피용자보수, 영업잉여, 고정자본소모 등의 부가가치부문에 대별된다.

산업연관표를 행으로 살펴보면 특정산업에서 생산된 산업생산물의 배분구조를 알 수 있다. 즉, 특정산업에서 생산된 생산물의 다른 산업의 원재료, 부품 등으로 이용되는 중간수요부문과 일반수요자들에게 판매되는 소비, 다른 산업의 자본재로 투자되는 투자, 해외로 판매되는 수출 등 최종재로 사용되는 최종수요부문에 크게 구분된다.

또 내생부분을 중심으로 산업연관표를 열로 살펴보면 각 산업부문이 제품을 생산하기 위해 지출한 생산비의 구성을 알 수 있다. 즉, 특정산업으로부터의 중간재 및 원재료의 구입비를 표현하는 중간투입부문과, 부가가치로 파악되는 임금, 자본이윤, 고정자본소모충당금 그리고, 간접세 및 보조금등의 부가가치부문에 구분된다.

현재 한국은행에서는 산업연관표를 기본거래표, 계수표, 부속표 등의 많은 표들을 이용하여 산업간 연관관계를 발표하고 있는데 기본거래표는 국내산업간의 산업연관을 표현하는 국산거래표와 수입거래표, 계수표-국산투입계수, 수입투입계수, 최종수요유발효과-생산유발효과, 수입유발효과, 부가가치유발효과, 취업유발효과, 고용유발효과, 부속표로 상업마진표, 화물운임표, 고정자본형성표를 발표하고 있다. 산업연관표의 기본구조를 표로 나타내면 <표 2-1-18>와 같다.

5) 강광하, 산업연관분석론, 비봉출판사, 1991.

<표 2-1-18> 산업연관표의 기본구조

		내 생 부 분				외 생 부 문				총수 요계	수입	산출액
		1차 산업	2차 산업	3차 산업	중간 수요계	소비	투자	수출	최종 수요계			
내 생 부 문	1차산업	0.7	6.2	0.1	7.0	2.8	-0.7	0.4	2.5	9.6	1.8	7.8
	2차산업	1.3	25.5	9.4	36.2	11.8	4.8	9.2	25.8	62.0	13.5	48.5
	3차산업	0.3	5.4	7.6	13.3	14.6	7.5	2.8	24.9	38.2	0.9	37.3
	중간투입계	2.3	37.1	17.1	56.5	29.2	11.6	12.4	53.2	109.8	16.2	3.6
외 생 부 문	피용자보수	0.8	4.7	9.8	15.2							
	영업이익	4.4	2.9	8.2	15.5							
	자본소모 총당금	0.2	1.4	1.4	3.0							
	순간접세	0.03	2.4	0.9	3.4							
	부가치세	5.4	11.4	20.3	37.1							
총투입계		7.8	48.5	37.3	93.6							

<표 2-1-18>을 보다 자세히 설명하면 열(column)로 표시된 j산업부문은 X_j 의 생산을 위해 자기 산업부문 및 타 산업으로부터 $\sum X_{ij}$ 를 원재료, 원료, 중간부품 등 중간투입으로 구입하고, 임금, 고정자본소모 등의 부가가치부문의 V_j 만큼 생산요소를 투입하여 총 X_j 가 투입되었음을 의미한다. 여기에서 타 산업부문으로부터 흘러 들어오는 기술지식의 흐름은 타 산업의 기술지식 스톡이 중간투입의 구입량에 따라 제품에 체화되어 유입되는 것으로 간주하였다.

또, 행(row)으로 보면 i산업부문의 국내생산 X_i 와 수입 M_i 를 합한 총공급 $X_i + M_i$ 중 $ID_j (= \sum X_{ij})$ 는 자기 산업 및 타 산업부문에 중간재로, $Y_i(C_i + I_i + E_i)$ 는 소비, 투자, 수출 등 최종수요로 판매된 것을 의미한다. 한 산업의 R&D 스톡은 다른 산업에 중간투입을 통하여 흘러가는 부문과, 최종수요 중 투자로 표현되는 자본재의 투입을 통해 타 산업부문으로 유출되는 것으로 간주하였다.

따라서 각 산업부문(j)의 입장에서 다른 산업(i)으로부터 받은 기술흐름을 계산하는 방법은 다음과 같다. 먼저 중간재를 통해 유입되는 기술흐름의 양은 i산업의 기술지식 스톡이 i산업의 총산출액(X_i) 중 j산업으로 판매한 중간투입의 양(X_{ij})에 비례적으로 j산업으로 유출된다고 가정한다.

즉, i산업에서 j산업으로 판매한 양(=중간투입)을 구성비로 하여 이를 i산업의 기술지식스톡과 곱하면 i산업에서 j산업으로의 기술지식의 유출량이 계산되는 것이다. 이

를 수식으로 표현하면 다음과 같다.

$$L_{ij} = \frac{X_{ij}}{X_i} \times KS_i \quad \text{<식 2-1-12>}$$

단, L_{ij} : i산업으로부터 j산업에 유입된 기술지식스톡

KS_i : i산업의 기술지식스톡량

X_{ij} : i산업의 총 산출액중 j산업으로 투입된 중간투입량

X_i : i산업의 총 산출액

이렇게 계산된 각 산업별 유입 기술지식스톡량을 모든 산업에 대하여 더하면 j산업이 다른 산업으로부터 받은 모든 기술지식스톡의 총합을 구할 수 있다. 그러므로 j산업이 다른 산업으로부터 받은 기술지식의 총합은 다음과 같다.

$$L_j = \sum_i \frac{X_{ij}}{X_i} \times KS_i \quad \text{<식 2-1-13>}$$

이와 비슷한 방법으로 자본재 투자에 의해 유입된 타 산업의 기술지식흐름도 계산할 수 있다. 위의 중간재에 체화된 기술지식량을 구하는 <식 2-1-13>에서 X_{ij} 를 j산업이 i산업으로 구매한 자본재의 양인 I_{ij} 로 바꿔주기만 하면 되는 것이다. 그러므로 중간재와 자본재에 체화된 기술지식의 흐름은 기본적으로 한 산업의 연구개발스톡이 총산출 중 특정 산업으로 흘러들어간 양을 기본적인 가중치로 하여 배분되는 구조를 갖게 된다. 이 때 연구개발 지출액이 실제로 다른 산업의 생산성 증대 혹은 비용절감 효과를 발휘하기 위해서는 일정한 시차가 존재할 것이다.

본 연구에서는 이러한 시차는 각 산업의 연구개발 스톡을 추정할 때 반영되어서, 기술지식의 유출산업에서 제품과 서비스의 형태로 다른 산업에 판매하는 순간에 기술지식의 흡수산업이 다른 산업의 과거의 기술지식 개발노력의 성과를 즉각적으로 향유할 수 있다고 가정한다.

나. 중간재를 통한 기술의 흐름구조

본 고에서는 국내 연구개발활동의 결과로 인한 산업간 기술지식의 흐름구조를 파악하는데 목적이 있으므로, 투입 산출표 중 국산생산자 거래표를 이용하여 통합조정된 21개 산업부문에 대한 중간재의 판매량 및 구입량을 구하고 이를 기술지식흐름의 가중치로 이용하였다. 이를 위하여 투입산출표의 77×77부문 통합 중분류의 국산거래

표를 이용하여 이를 21개 산업으로 통합 조정하였다. 이후 21개 산업의 R&D 스톡을 추계하여 위에서 구한 가중치를 곱하여 중간재를 통한 기술흐름 행렬표를 구하였다.

<표 2-1-19> 중간재를 통한 기술흐름행렬표 : 1995년

(단위 : 백만원)

산업	광업	음식료	섬유의복가죽	목재종이출판	석유석탄제품
광업	0	263	48	50	847
음식료	0	65426	1593	154	7
섬유의복가죽	42	245	92760	1194	38
목재종이출판	147	4205	2344	35797	141
석유석탄제품	1465	3249	4986	2864	8145
화합물	1477	11663	117144	28821	5261
고무플라스틱	491	19749	11052	7135	581
비금속광물	13	4005	298	1797	173
1차금속	42	73	110	1185	208
금속제품	211	14689	2193	3305	2422
기계장비	1702	2480	7987	3721	3218
기타전기전자	317	394	655	525	217
의료정밀기계	9	100	135	133	245
운송장비	5045	2943	1832	3028	517
기타제조업	12	53	2289	69	25
전기가스	2484	7972	10585	8689	3503
건설업	109	194	253	81	64
도소매업	27	2161	2031	1542	149
운수창고	94	799	592	706	234
정보통신서비스	309	1919	2484	3593	1209
정보통신기기	54	926	746	3216	345
합계	14051	143509	262116	107604	27550

<표 2-1-19> 중간재를 통한 기술흐름행렬표 - 계속

산업	기타화학	고무플라스틱	비금속광물	1차금속	금속제품
광업	697	7	17332	1545	1545
음식료	3636	17	7	0	0
섬유의복가죽	347	2529	324	300	300
목재종이출판	3310	1002	1712	356	356
석유석탄제품	26047	2101	9208	21758	21758
화합물	303181	131849	9769	7650	7650
고무플라스틱	17017	25273	3292	1641	1641
비금속광물	5499	578	41186	8711	8711
1차금속	981	605	1147	145916	145916
금속제품	5576	2893	3204	2551	2551
기계장비	5724	10730	5946	9475	9475
기타전기전자	855	609	975	1471	1471
의료정밀기계	934	58	110	438	438
운송장비	3072	1539	7199	2217	2217
기타제조업	135	61	34	27	17
전기가스	23368	5240	12656	29673	29673
건설업	287	91	100	480	480
도소매업	1947	557	592	1307	1307
운수창고	922	218	920	684	684
정보통신서비스	3132	1302	2372	3623	3623
정보통신기기	1550	361	608	1795	1795
합계	408215	187620	117794	241618	241618

<표 2-1-19> 중간재를 통한 기술흐름행렬표 - 계속

산업	기계장비	전기기계	정밀기기	운송장비	기타제조업
광업	82	9	6	14	18
음식료	3	8	1	0	1
섬유의복가죽	655	382	255	3187	3104
목재종이출판	969	1610	259	2541	832
석유석탄제품	2837	1315	218	3105	386
화합물	10250	14283	1577	19565	9987
고무플라스틱	11927	14484	2651	44807	3532
비금속광물	2401	20283	1036	4256	710
1차금속	34402	12829	1058	24049	1048
금속제품	25148	6104	1099	14836	1509
기계장비	132278	103245	1467	63410	765
기타전기전자	24836	85433	6999	37946	1290
의료정밀기계	7058	3190	4960	4542	59
운송장비	6607	1036	260	602515	425
기타제조업	91	64	63	38	432
전기가스	5212	4000	1000	7493	1382
건설업	190	146	19	155	19
도소매업	1681	1314	241	2100	241
운수창고	602	382	82	540	119
정보통신서비스	2049	2104	475	3153	412
정보통신기기	19728	101592	26423	59225	5344
합계	289003	280912	50149	897476	31615

<표 2-1-19> 중간재를 통한 기술흐름행렬표 - 계속

산업	전기가스	건설업	도소매	운수창고	정보통신서비스	정보통신기기
광업	883	6663	0	0	0	259
음식료	0	0	28	0	0	12
섬유의복가죽	91	1404	760	477	95	370
목재종이출판	74	13156	4836	841	430	1811
석유석탄제품	19038	6948	15804	42087	541	1017
화합물	8147	20875	2407	1308	540	14477
고무플라스틱	529	32141	4153	12534	99	14200
비금속광물	129	158355	690	45	14	5800
1차금속	371	46798	-68	12	0	5208
금속제품	347	112896	1633	1015	49	4499
기계장비	2099	92056	3334	1840	149	5314
기타전기전자	2923	76366	3321	2884	4081	85025
의료정밀기계	582	2893	540	473	316	2446
운송장비	570	5475	4746	56450	346	679
기타제조업	33	312	1871	85	166	76
전기가스	47231	3717	19622	4420	3199	6064
건설업	8791	351	1445	227	399	263
도소매업	188	3970	422	697	60	2205
운수창고	231	1956	1780	3395	148	673
정보통신서비스	1232	5770	83569	4822	3563	4976
정보통신기기	809	13873	9269	2003	5656	559771
합계	94299	605975	160164	135615	19848	715145

'95년도 기술흐름행렬표를 살펴보면 광업의 연구개발지식스톡액은 291억원인데, 중간재의 구입을 통해 타 산업으로부터 흘러 들어온 연구개발 스톡액은 140억원으로서 약 63%를 차지하고 있다. 세부적으로 각 산업으로부터의 중간재를 통한 기술흐름을 살펴보면, 목재가구종이인쇄 산업으로부터의 유입액이 22.6억원으로서 전체의 37%를 차지하고, 다음으로 기계장비, 운송장비산업으로부터 기술흐름의 유입이 많았다. 이는

목재가구산업으로부터 갱도의 건설에 이용되는 목재 및 가구의 구입, 채굴 채광에 필요한 기계장비 및 운송수단의 구입을 통해 기술지식이 유입되었음을 나타낸다.

중간재를 통해 유입된 타 산업 연구개발스톡액을 수행산업의 연구개발스톡액으로 나누는 것을 외부기술비율(또는 외부기술의존비율)이라고 할 때 이러한 외부기술의존비율은 운수창고 산업이 20.33, 목재종이인쇄산업이 2.84, 건설업이 2.60, 도소매 산업이 1.91, 기타제조업 0.82 순으로 나타났다. 특히 운수창고업, 건설업, 도소매업 등 서비스 산업의 외부기술 의존비율이 높았고, 이는 기존 연구들에서 관찰된 바와 같이 서비스업들이 자신의 기술혁신 뿐만 아니라 다른 산업의 기술혁신 성과에 의존하는 비중이 높음을 반영한다. 운수창고산업의 경우에는 비행기, 자동차, 선박 등 운수장비 제조업의 기술지식흐름을 많이 받고 있고, 건설업의 경우에는 목재가구 산업, 유리, 시멘트 등의 비금속광물산업, 정보통신을 제외한 기타전기전자산업으로부터 중간재를 통한 기술지식 흐름을 많이 받고 있다.

이와 반대로 외부기술비율이 낮은 산업, 바꾸어 말하면 기술지식스톡의 내부의존도가 높은 산업 또는 상대적으로 연구개발스톡이 내부보다는 외부에 영향을 많이 주는 산업은 외부기술의존 비율로 볼 때 고무플라스틱산업이 0.12, 석유석탄정제 산업이 0.13, 정밀기기산업이 0.21, 기계장비산업이 0.21 순이었다. 이는 이른바 연구개발 집약형 산업들로서 자체 산업의 R&D 투자 및 R&D 스톡액이 많은 산업들이다.

기술흐름 행렬표를 시계열적인 관점에서 살펴보면 특징적으로 서비스업이 항상 외부기술의존비율이 높은 산업들이다. <표 2-1-20>는 연도별 외부기술비율이 높은 산업과 낮은 산업들을 정리한 것이다. 제조업에서는 외부기술 의존비율이 높은 산업은 섬유 의복, 목재종이인쇄산업 등의 전통산업들이다. 또한 외부기술의존비율이 높은 산업들의 외부기술비율이 1990년대에 들어와서 절대치에서 감소하고 있는 현상을 관찰할 수 있다. 이는 1980년대 말 이후에 모든 산업들의 연구개발투자가 활성화되어가고 있고, 외부산업의 기술혁신을 이용하기 위해서라도 최소한도의 자신의 산업의 연구개발투자가 선행되어야 한다는 기존 연구의 지적에 비추어 볼 때 바람직스러운 현상이라고 보여진다.

<표 2-1-20> 중간재를 통한 외부기술비율이 높은 산업과 낮은 산업

연도	높은산업				낮은산업		
'75년	건설	전기가스	운수창고	도소매	정보서비스	고무플라	석유정제품
	10.4	3.03	2.89	1.47	0.07	0.12	0.12
'85년	운수창고	목재종이	건설업	도소매	고무플라	석유석탄	정밀기기
	20.33	2.84	2.60	1.91	0.12	0.13	0.21
					기계		
					0.21		0.21
'95년	도소매	운수창고	섬유의복		정보서비스	석유석탄정제	정보기기
	1.17	1.62	0.58		0.03	0.07	0.11

외부기술비율이 낮은 산업은 시계열적인 관점에서 볼 때 고무플라스틱, 석유정제품, 정보통신서비스산업, 정밀기기, 기계장비산업들로서 연구개발집약도가 높은 산업들이다. 이들 산업들은 시간이 지나면서도 외부기술비율이 높아지지 않고 일정 정도 낮은 수준에서 항상 유지되고 있다.

한 가지 특이한 점은 고무플라스틱산업이 '90년대에 들어와서 외부기술비율이 0.48로서 상당히 높아지고 있다는 것이다. 고무플라스틱산업은 타이어, 고무제품, 플라스틱제품 등을 제조하는 산업으로서 최근에 성장률이 낮아지고 있는 산업으로서 연구개발투자의 증가율도 감소하고 있음을 반영하고 있다.

한편 정보통신산업을 중심으로 살펴보면 최근 '90년대에 들어와서 정보통신기산업의 외부기술비율이 0.11로서 매우 외부기술의 의존도가 낮은 산업으로 변화했다는 것이다. 정보통신서비스산업은 서비스산업으로 분류됨에도 불구하고 지속적으로 외부기술의존도가 낮은 산업군에 위치하고 있다. 이는 정보통신산업이 연구개발집약도가 높은 산업으로 산업의 기술수준이 높고, 자신의 연구개발활동을 통하여 타 산업에 기술지식을 유출할 가능성이 높은 산업임을 보여준다고 할 것이다.

다. 자본재를 통한 기술의 흐름구조

자본재의 구입을 통해 타 부문으로부터 자본재에 체화되어 구입하는 산업에 흘러들어오는 기술지식을 추계하기 위해서는 중간재의 경우와 마찬가지로 자본재를 생산하는 부문과 이를 사용하는 부문간의 물적흐름을 나타내는 표, 즉 고정자본형성 행렬표가 필요하다. 현재 우리나라의 투입산출표에서는 부속표의 형식으로 고정자본형성표를 발표하고 있는데, 이는 최근 1990년과 1995년에 대하여 발표된 자료가 있을 뿐 1980년대와 1970년대에는 고정자본형성행렬표를 발표하지 않았다.

그래서 본 연구에서는 약간은 무리한 가정이지만 1990년과 1995년의 고정자본형성행렬표상의 자본재를 생산하는 부문과 사용하는 부문의 투입산출 흐름의 산업별 총산출에 대한 비율이 1970년대와 1980년대에도 유지된다고 가정하고 1990년과 1995년의 고정자본형성행렬표의 계수를 평균한 값을 자본재를 통한 연구개발스톡 흐름의 가중치로 사용하였다. 21개 산업의 R&D 스톡 추계치에 위에서 구한 가중치를 곱하여 자본재를 통한 기술흐름 행렬표를 구하였다. 시간에 따른 기술지식 흐름의 구조변화를 파악하기 위하여 1975년, 1985년, 1995년의 자본재를 통한 기술흐름 행렬표를 작성하였으며, <표 2-1-21>에 1995년 자본재를 통한 기술흐름 행렬표가 제시되어있다.

한편 중간재의 경우와 마찬가지로 국산거래부문의 고정자본형성 행렬표를 이용한 것은 국내 R&D 활동에 대한 기술의 흐름을 파악하는 목적이 있으므로 수입 자본재에 대한 영향을 배제하기 위함이다.

<표 2-1-21> 자본재를 통한 기술흐름행렬표 : 1995년

(단위 : 백만원)

산업	광업	음식료	섬유의복가죽	목재종이출판	석유석탄제품
광업	0	0	0	0	0
음식료	0	0	0	0	0
섬유의복가죽	5.22	19	8.71	3.91	5.07
목재종이출판	2.21	153	314	69	219
석유석탄제품	0	0	0	0	0
화합물	0	0	0	0	0
고무플라스틱	0	0	0	0	0
비금속광물	0	0	0	0	0
1차금속	0	0	0	0	0
금속제품	45	2506	4017	523	7906
기계장비	2434	36614	53395	53842	10010
기타전기전자	263	2519	1180	619	1590
의료정밀기계	113	1699	1124	1039	2469
운송장비	4165	8784	12642	12124	6068
기타제조업	1.57	133	31	6.94	8.43
전기가스	0	0	0	0	0
건설업	486	3497	4717	3671	2103
도소매업	34	346	409	315	348
운수창고	1.23	12	14	11.12	12
정보통신서비스	0	0	0	0	0
정보통신기기	555	7566	8410	13033	2873
합계	8109	63854	86267	85262	33616

<표 2-1-21> 자본재를 통한 기술흐름행렬표 - 계속

산업	기타화학	고무플라스틱	비금속광물	1차금속	금속제품
광업	0	0	0	0	0
음식료	0	0	0	0	0
섬유의복가죽	7.50	1.73	44.88	2.11	1.5
목재종이출판	222	55	51.33	136	35
석유석탄제품	0	0	0	0	0
화합물	0	0	0	0	0
고무플라스틱	0	0	0	0	0
비금속광물	0	0	0	0	0
1차금속	0	0	0	0	0
금속제품	14452	2387	1188	8250	187
기계장비	43984	21047	44005	74300	22028
기타전기전자	2749	557	1252	3132	335
의료정밀기계	8127	1552	3420	6478	443
운송장비	13675	6223	26795	9150	4094
기타제조업	17.37	4.36	5.58	30	2.26
전기가스	0	0	0	0	0
건설업	2103	1262	2330	13760	8855
도소매업	348	279	381	774	191
운수창고	12	9.85	13	27	6.76
정보통신서비스	0	0	0	0	0
정보통신기기	2873	5964	5282	11732	2506
합계	33616	39346	84773	127775	38690

<표 2-1-21> 자본재를 통한 기술흐름행렬표 - 계속

산업	기계장비	전기기계	정밀기기	운송장비	기타제조업
광업	0	0	0	0	0
음식료	0	0	0	0	0
섬유의복가죽	1.25	9.91	6.66	9.35	0.61
목재종이출판	77.81	98.23	43	331	10.71
석유석탄제품	0	0	0	0	0
화합물	0	0	0	0	0
고무플라스틱	0	0	0	0	0
비금속광물	0	0	0	0	0
1차금속	0	0	0	0	0
금속제품	1994	592	261	3121	273
기계장비	24850	13435	3015	70392	3760
기타전기전자	1375	8316	642	6301	394
의료정밀기계	3270	3180	1180	9852	161
운송장비	6786	6655	2048	17220	1658
기타제조업	17	6.29	1.51	27	6.69
전기가스	0	0	0	0	0
건설업	1383	183	1122	8857	818
도소매업	231	158	38	699	32
운수창고	8	5.57	1.36	24	1.16
정보통신서비스	0	0	0	0	0
정보통신기기	5471	7106	2120	31297	797
합계	45469	39748	10481	148137	7917

<표 2-1-21> 자본재를 통한 기술흐름행렬표 - 계속

산업	전기가스	건설업	도소매	운수창고	정보통신서비스	정보통신기기
광업	0	0	0	0	0	0
음식료	0	0	0	0	0	0
섬유의복가죽	1.78	11	47	5.20	13	73
목재종이출판	132	242	1244	494	216	373
석유석탄제품	0	0	0	0	0	0
화학물	0	0	0	0	0	0
고무플라스틱	0	0	0	0	0	0
비금속광물	0	0	0	0	0	0
1차금속	0	0	0	0	0	0
금속제품	4318	1272	1846	185	3050	1275
기계장비	30405	32596	12862	4315	3919	121820
기타전기전자	11055	1292	9574	1584	5273	10393
의료정밀기계	5684	1439	2632	1741	8199	28898
운송장비	4363	26619	59742	486920	17033	12178
기타제조업	10.56	14	968	15	428	60
전기가스	0	0	0	0	0	0
건설업	4728	3255	94133	13275	13782	7024
도소매업	160	387	584	996	797	1437
운수창고	5.64	13	20	35	28	50
정보통신서비스	0	0	0	0	0	0
정보통신기기	7088	7501	59958	15758	247365	53128
합계	67955	74647	243617	525329	300108	236720

1995년도 기술흐름행렬표를 살펴보면 광업에서 타 산업으로부터 자본재의 구입을 통해 흘러 들어온 기술지식스톡액은 81.1억원으로 외부기술비율(자본재를 통해 유입된 타 산업 연구개발스톡액/자기산업에서 지출한 연구개발스톡)은 0.28로 상대적으로 높은 산업이었다. 그 다음으로 외부기술비율이 높은 산업을 살펴보면 운수창고(6.28), 도소매(1.78), 정보통신서비스(0.47), 목재종이·인쇄출판(0.45) 등의 순으로 나타났다.

목재·가구 및 종이·인쇄출판산업(0.47)은 목공기계, 제지기계, 인쇄기계 등의 산업이 외부의 기술개발에 많은 것을 의존하고 있는 것을 확인할 수 있으며, 특히 종이·인쇄출판산업에서는 전자응용장치에의 의존도가 최근에 점차 높아지고 있어 인쇄기술에 있어서의 전자기술의 이용을 반영하는 움직임이 계속되고 있다. 그리고, 중간재와 비슷하게 서비스산업의 외부기술의존비율이 높음이 확인되고 있다.

한편 외부기술에 대한 의존비율이 낮은 산업은 운송장비(0.03), 건설(0.05), 화학물(0.05), 정밀기기(0.07) 등의 순으로 나타났고, 건설업을 제외하고는 이른바 R&D 집약도가 높은 산업들에서 나타났다.

3. 연구개발투자의 산업간 파급효과

가. 이론적 고찰

연구개발투자를 행하고 있는 기업들이 자신의 연구개발성과로부터 발생하는 이득을 완전히 전유하기란 불가능하다는 것이 일반적인 논의이다. 이러한 논의와 관련하여 Schumpeter(1950), Schmookler(1966), Rosenberg(1969), Griliches(1979), Spence(1984) 등은 전유성의 정도가 연구개발투자의 시행 및 결과의 산출에 큰 영향을 미치게 된다는 점을 공통적으로 지적하고 있다. 어느 한 기업의 연구개발투자는 그 기업의 생산비를 낮춰주기도 하지만, 동시에 여타 기업들에게로 파급되어 그 기업의 생산비를 하락시켜 주기도 한다. 예를 들어 Levin and Reiss(1984)에 의하면, R&D 파급변수가 1% 증가할 경우에 생산비용은 평균적으로 0.05% 감소하게 된다고 한다. 또한 Jaffe(1986)는 파급변수가 1% 증가함에 따라 일반적으로 평균 생산비용이 약 0.2% 감소하는 것으로 추정하였다. 그런데 이 같은 실증연구들의 대부분은 R&D 파급변수를 하나의 변수로서 취급하고 있다. 이 경우 생산비용 및 요소수요와 관련하여 어느 산업부문에서 어느 산업부문들로 얼마만한 R&D 파급이 이루어지고 있는지 그 효과를 정확하게 구별하기는 불가능하다.

따라서 본 절에서는 산업간에 R&D 파급이 어떻게 이루어지고 있는가를 보여줄 수 있는 R&D 네트워크(Network) 모형을 추정하여 Source 산업과 Receiving 산업을 구분하고 각 파급효과의 크기를 측정하기로 한다. 특히 이러한 방법론을 사용하게 되면, R&D 자본의 사적 수익률과 사회적 수익률을 계산하는 것이 가능해진다는 장점이 있다. 이 때 R&D 자본의 사적 수익률이란 '한 산업의 자체 R&D 자본의 증대에 따라 그 산업의 생산비가 얼마만큼 하락하였는가'로 측정되고, R&D 자본의 사회적 수익률이란 '한 산업의 R&D 자본의 사적 수익률과 그 산업의 R&D 자본이 타 산업들로 파급되어 타 산업들의 생산비를 하락시킨 양들의 합'으로 측정된다.

나. 분석모형

어느 한 산업의 생산비용과 요소수요는 그 산업의 R&D 자본 및 다른 산업들의 R&D 자본의 두 가지에 의해 영향을 받게 되는데, 이들의 효과는 각 산업에 대해 다음과 같은 비용함수를 추정함으로써 측정할 수 있다.

$$\begin{aligned} \ln C &= \beta_0 + \beta_w \cdot \ln w + \beta_c \cdot \ln c + \beta_y \cdot \ln y + \beta_r \cdot \ln R_i \\ &+ \beta_{wc} \cdot \ln w \cdot \ln c + \beta_{wr} \cdot \ln w \cdot \ln R_i + \beta_{cr} \cdot \ln c \cdot \ln R_i \\ &+ \sum_{j=1, j \neq i}^N \beta_{ij} \cdot \ln R_j \cdot \ln R_i + U_c \end{aligned} \quad \langle \text{식 2-1-14} \rangle$$

<식 2-1-14>에서 C는 생산비용을 나타내고, w는 임금율이며, c는 자본의 가격, y는 산출량, Ri는 i 산업의 R&D 자본, RSj는 j 산업으로부터 i 산업으로 파급된 R&D 자본을 의미하며, Ui는 오차항을 나타낸다. 여기서 생산비용, 임금률 및 자본의 가격은 모두 중간재 가격의 대응변수인 소비자 물가지수로 deflate된 실질치를 나타낸다.

여기에서 Shephard's Lemma를 이용하여 위의 비용함수를 노동 및 자본의 요소가격으로 편미분하면 다음과 같은 노동비용 배분을 및 자본비용 배분을 함수를 도출할 수 있다.

$$S1 = \beta w + \beta_{wc} \cdot \ln c + \beta_{wr} \cdot \ln R_i + U_i \quad \text{<식 2-1-15>}$$

$$S_c = \beta c + \beta_{wc} \cdot \ln w + \beta_{cr} \cdot \ln R_i + U_c \quad \text{<식 2-1-16>}$$

<식 2-1-15> 및 <식 2-1-16>에서 S1은 노동비용 배분율이며 Sc는 자본비용 배분율이고, Ui, Uc는 오차항이다.

다. 분석결과

각 산업에 대해 Zellner의 Seemingly Unrelated Regression(SUR) 방법을 이용하여 <식 2-1-14>, <식 2-1-15> 및 <식 2-1-16>를 추정하였다.

<표 2-1-22> R&D투자의 생산성효과 분석 대상산업

산업번호	대상산업
1	음식료산업
2	섬유·의복·가죽산업
3	화학산업
4	고무·플라스틱산업
5	1차금속산업
6	기계장비산업
7	기타전기전자산업
8	운송장비산업
9	정보통신산업

추정결과를 검토하여 통계적으로 유의성있는 산업들만을 R&D 파급 source 산업군으로 모형에 포함시켰다. 연구개발 파급을 받는(receiving) 산업과 연구개발파급을 주는(source) 산업으로 분류하여 연구개발 파급효과를 아래의 식에 따라 계산한 결과는 <표 2-1-23>에 제시되어 있다.

$$\rho^i = -\left(\frac{\partial C}{\partial R_i}\right) \frac{1}{P_r} \quad \text{<식 2-1-17>}$$

<표 2-1-23> Spillover Effects

Receiving Industry	Source Industry					
음식료	연도	정보통신		화학		
	1980	0.197		0.173		
	1990	0.226		0.225		
	2000	0.293		0.276		
	평균	0.223		0.212		
섬유의복가죽	연도	고무플라스틱	화학	정보통신		
	1980	0.064	0.106	0.277		
	1990	0.083	0.229	0.314		
	2000	0.112	0.311	0.365		
	평균	0.071	0.207	0.307		
화학	연도	음식료	고무플라스틱	기계장비	운송장비	정보통신
	1980	0.055	0.073	0.123	0.169	0.156
	1990	0.071	0.099	0.144	0.221	0.207
	2000	0.083	0.128	0.212	0.294	0.285
	평균	0.061	0.097	0.148	0.215	0.202
고무플라스틱	연도	화학		기계장비		
	1980	0.203		0.126		
	1990	0.249		0.217		
	2000	0.307		0.304		
	평균	0.241		0.206		
1차금속	연도	정보통신		기계장비		
	1980	0.185		0.125		
	1990	0.273		0.158		
	2000	0.327		0.209		
	평균	0.244		0.153		
기계장비	연도	기타전기전자		1차금속		정보통신
	1980	0.202		0.095		0.113
	1990	0.267		0.112		0.147
	2000	0.322		0.151		0.193
	평균	0.251		0.107		0.138
기타전기전자	연도	고무플라스틱	기계장비	정보통신		
	1980	0.033	0.141	0.082		
	1990	0.057	0.174	0.095		
	2000	0.086	0.205	0.117		
	평균	0.047	0.162	0.093		
운송장비	연도	기계장비		정보통신		
	1980	0.102		0.087		
	1990	0.135		0.115		
	2000	0.173		0.149		
	평균	0.128		0.107		
정보통신	연도	화학	기계장비	기타전기전자		
	1980	0.193	0.141	0.164		
	1990	0.236	0.220	0.183		
	2000	0.314	0.317	0.243		
	평균	0.235	0.217	0.187		

<표 2-1-23>에 의하면 receiving 산업으로서의 음식료산업은 정보통신산업 및 화학산업이 수행한 연구개발투자로부터 R&D 파급효과를 받는 것으로 나타났다. 정보통신산업이 음식료산업에 미치는 R&D 파급효과는 파급변수에 의한 생산비 절감정도가 평균 0.223로 나타났고 화학산업이 음식료산업에 미치는 R&D 파급효과는 파급변수에 의한 생산비 절감정도가 평균 0.212로 나타났는데, 이는 정보통신산업으로부터의 R&D 파급변수가 한 단위 증가할 경우에 음식료산업의 생산비용이 약 0.22만큼 감소하고 화학산업으로부터의 R&D 파급변수가 한 단위 증가할 경우에는 음식료산업의 생산비용이 약 0.21만큼 감소함을 의미한다. 화학산업은 가장 많은 5개 산업으로부터 R&D파급을 받는 것으로 나타났는데, 음식료산업, 고무플라스틱산업, 기계장비산업, 운송장비산업 및 정보통신산업이 수행한 연구개발투자로부터 R&D 파급효과를 받는 것으로 나타났다. 음식료산업, 고무플라스틱산업, 기계장비산업, 운송장비산업 및 정보통신산업이 화학산업에 미치는 R&D 파급효과는 파급변수에 의한 생산비 절감 정도가 각각 평균 0.061, 0.097, 0.148, 0.215, 0.202로 나타났는데, 이는 음식료산업, 고무플라스틱산업, 기계장비산업, 운송장비산업 및 정보통신산업으로부터의 R&D 파급변수가 한 단위 증가할 경우에 화학산업의 생산비용이 각각 약 0.06, 0.10, 0.15, 0.22, 0.20만큼 감소함을 의미한다.

결과를 요약·정리해 보면, 타 산업으로 연구개발파급을 가장 다양하게 주고 있는 산업은 정보통신산업, 기계장비산업, 화학산업들이고 타 산업으로부터 연구개발파급을 가장 많이 받는 산업은 화학산업임을 알 수 있다. 한편 한 산업군의 자체 R&D 자본에 의해 그 산업군의 생산비가 하락하는 정도를 연구개발투자의 사적 수익률이라고 한다면, 이러한 사적 수익률은 다음 <식 2-1-18>과 같이 표현된다.

$$\rho^i = -\left(\frac{\partial C}{\partial R_i}\right) \frac{1}{P_r} \quad \text{<식 2-1-18>}$$

또한 연구개발투자의 사회적 수익률은 한 산업군의 R&D 자본의 사적 수익률과 그 산업군의 R&D 자본이 타 산업군들로 파급되어 타 산업군들의 생산비를 하락시키는 정도의 합으로 추정되는 바, 이는 다음 <식 2-1-19>과 같이 표현된다.

$$\gamma^i = \rho^i - \sum_{j=1, j \neq i}^N \left(\frac{\partial C}{\partial RS_j}\right) \frac{1}{P_r} \quad \text{<식 2-1-19>}$$

<식 2-1-18>과 <식 2-1-19>에 의해 구해진 연구개발투자의 사적 수익률과 사회적 수익률은 <표 2-1-24>과 <표 2-1-25>에 각각 제시되어 있다.

<표 2-1-24> R&D 투자의 사적 수익률

	산업	사적 수익률
1	음식료	0.127
2	섬유·의복·가죽	0.152
3	화학	0.304
4	고무·플라스틱	0.337
5	1차금속	0.215
6	기계장비	0.264
7	기타전기전자	0.196
8	운송장비	0.229
9	정보통신	0.411

<표 2-1-25> R&D 투자의 사회적 수익률

	산업	사회적 수익률
1	음식료	0.188
2	섬유·의복·가죽	0.152
3	화학	1.199
4	고무·플라스틱	0.552
5	1차금속	0.322
6	기계장비	1.278
7	기타전기전자	0.634
8	운송장비	0.444
9	정보통신	1.725

<표 2-1-24>에 의하면, 1970년부터 2000년까지의 31년 동안 사적 수익률은 정보통신산업에서 약 0.41 정도로 가장 크게 나타났으며, 그 다음으로 고무플라스틱산업과 화학산업에서 각각 약 0.34, 0.30 정도로 나타나고 있다. 그런데 <표 2-1-25>를 통해 사회적 수익률을 살펴보면 정보통신산업이 사적 수익률과 마찬가지로 사회적 수익률도 가장 큰 것으로 나타났다. 다음으로는 기계장비산업과 화학산업의 사회적 수익률이 1.0을 넘어서서 여타 산업들에 비해 월등히 크게 나타나는 반면, 상대적으로 사적 수익률이 높았던 고무플라스틱산업의 사회적 수익률은 0.55 정도에 그치고 있는 것으로 나타나고 있다.

특히 눈길을 끄는 것은 정보통신산업의 사회적 수익률이 사적 수익률과 4배 이상의 격차를 보이면서 대폭 늘어났다는 점이다. 이는 정보통신산업이 여타 산업들에 미치는 R&D 파급효과가 다른 산업들의 R&D 파급효과에 비해 압도적으로 크다는 사실을 보여주고 있다.

4. 민간 연구개발투자 유인효과 분석

가. 이론적 검토

정부의 민간기업에 대한 연구개발투자 지원은 특정한 연구개발 프로젝트를 선정하여 보조금을 지급하는 것으로 투자유인효과는 지원을 받는 기업에게 국한된다. 정부의 지원이 없었다면, 기업이 수행하지 않았을 연구개발투자를 하도록 하여 투자를 유인한다. 연구개발비에 대한 정부의 보조금지급을 받으려면, 기업은 소정의 평가절차를 거쳐야 하는데, 이 과정에서 기업의 투자여지는 평가의 주요 기준이다. 금융지원의 경우에도 투자유인효과가 발생하는 동기는 직접 보조금과 동일하다. 재정 자금은 기업의 특정 활동을 진척으로 지급되기 때문에 금융지원은 이러한 특정활동과 관련된 투자를 확충하는 효과를 낳는다.

정부의 지원이 없었더라도 어차피 수행되었을 연구개발프로젝트에 보조금이 지급됐다면, 투자유인효과는 없다. 정부의 연구개발투자 지원은 투자의 한계비용에 변화를 가져오는 것은 아니기 때문에 정부 지원은 기업이 특정프로젝트를 수행할 것인가 말 것인가에 주로 영향을 줄 뿐 기업의 투자 규모에는 영향을 미치지 않는다고 할 수 있다. 최악의 경우 정부부문 연구개발투자가 민간기업의 투자를 오히려 억제할 수도 있다. 정부부문이 연구프로젝트를 지원하면, 이 프로젝트를 하고자 하는 민간의 투자를 구축(crowding out) 할 수도 있다는 것이다.

정부 보조금 중 분명한 투자 유인효과를 갖는 지원방식은 기업의 투자액에 비례하여 보조금의 크기를 정하는 것이다. 이 방법은 흔히 매칭펀드(matching fund) 방식이라고 불리는데, 이 방식의 장점은 기업의 입장에서 정부 지원은 투자의 한계 비용을 낮추는데 있다. 투자의 한계 비용이 낮아진다는 것은 투자 유인 효과를 갖는다는 것과 동일한 의미를 갖는다. 정부부문 연구개발사업 중 매칭펀드의 방식으로 보조금을 지급하는 경우에는 이로 인한 상당한 투자유인효과가 있을 것으로 예상된다. 금융지원의 경우에는 투자액에 비례하는 방식으로 지원이 이루어지지 않는다. 재정자금의 경우에도 일정 한도 내에서 기업의 투자액에 관계 없이 지급되고 있다. 정책자금의 경우에도 대출의 규모와 기업의 투자규모간에 상관 관계는 크지 않다.

나. 모형 및 분석 결과

미국의 경우 많은 연구자들이 기업들의 연구개발활동에 대한 연방정부의 보조금 지급의 투자유인효과를 실증적으로 분석해 오고 있다. 이들 실증분석의 대부분은 기업단위 혹은 산업단위의 연구개발투자액(CRD)을 종속변수로 하고, 연방정부의 기업부문에 대한 연구개발보조금 지급액(FRD) 및 기업부문의 매출액(Sales) 등 기타 변수들

을 독립변수로 한 회귀분석을 근거로 하고 있다. 즉 다음과 같은 <식 2-1-20>을 추정하고 있다.

$$CRD = \beta_0 + \beta_1 FRD + \beta_2 Sales + \mu \quad \text{<식 2-1-20>}$$

<식 2-1-20>은 다음과 같은 기업부문 연구개발투자 결정 모형으로부터 도출된 것으로 볼 수 있다.

$$\text{(공급 방정식)} \quad P_s = a_0 + a_1 CRD + a_2 FRD + \varepsilon_1 \quad \text{<식 2-1-21>}$$

$$\text{(수요 방정식)} \quad P_d = b_0 + b_1 CRD + b_2 Sales + \varepsilon_2 \quad \text{<식 2-1-22>}$$

여기에서 P_s 는 기업부문 연구개발활동의 공급가격(한계비용)을 나타내고 P_d 는 기업부문 연구개발활동의 수요가격(한계 수익)을 나타낸다. <식 2-1-21>과 <식 2-1-22>에 대하여 다음과 같은 사전적인 결론을 내려도 큰 무리는 없을 것이다. 즉 $a_1 > 0$, $b_1 < 0$ 그리고 $b_2 > 0$ 이다. 이는 연구개발투자의 한계비용은 체증하며 연구개발투자의 한계수익은 체감하고 연구개발투자에 대한 수익은 시장의 규모가 커짐에 따라 증가한다는 경제학적으로 근거가 있는 결론들이라 볼 수 있다.

반면에 정부보조금 변수(FRD)의 계수 a_2 의 부호에 대해서는 사전적인 결론을 내리기가 어렵다. 그 이유는 정부의 보조금 지급이 적어도 단기적으로는 과학기술자들의 인건비 상승 등과 같은 효과로 인하여 기업연구개발투자의 한계비용의 상승을 가져와 오히려 기업 연구개발투자가 줄어드는 구축효과(crowding-out effect)가 있을 수도 있고, 반대로 정부의 연구개발보조금 지급이 기업부문의 연구개발투입의 생산성을 높여주는 긍정적인 파급효과(spillover effect)를 가져와 기업 연구개발투자의 한계비용을 낮추어 줌으로 인하여 기업연구개발투자의 증가를 초래할 수도 있는 것이다. <식 2-1-21>는 균형조건 $P_s = P_d$ 로부터 도출되는 것으로, β_1 의 부호는 a_2 의 부호와 반대가 되므로 <식 2-1-22>의 추정을 통하여 정부연구개발 보조금이 기업연구개발투자의 한계비용을 어느 정도 낮추어주는지 혹은 어느 정도 높여주는지를 추론할 수 있다.

Levy와 Terleckyj(1983), Levin과 Reiss(1984) 및 Scott(1984) 등의 연구는 모두 위의 <식 2-1-20>와 유사한 모형의 추정을 통하여 정부 연구개발보조금의 기업 연구개발투자 유인효과를 측정하였다. 세 가지 연구 모두에서 정부연구개발보조금(FRD)의 계수는 양의 값을 가지면서 유의성도 높은 것으로 나타났다.

따라서 이들 연구에 근거하면 정부연구개발보조금의 순수효과는 기업연구개발투자

의 한계비용을 낮추어 주는 파급효과(spillover effect)가 기업연구개발투자의 한계비용을 높여주는 구축효과(crowding-out effect)보다 훨씬 크다는 것으로 해석할 수 있다.

그러나 Lichtenberg(1987)는 위의 세 가지 연구에서와 같이 정부연구개발보조금이 기업연구개발투자를 유인하는데 있어 양의 효과를 갖는 것으로 분석되는 이유는 <식 2-1-20>가 잘못 설정되었기 때문에 보조금의 효과가 과대 추정되는 편의가 발생한 것으로 분석하고 있다. 그는 정부연구개발보조금의 효과로 나타나는 것의 많은 부분이 <식 2-1-20>의 Sales 변수를 구성하는 정부부문의 구매액 효과인 것으로 분석하고 있다. 그는 Sales 변수를 민간부문 매출액과 정부부문 구매액으로 분류하여 <식 2-1-20>에 포함시켜 추정하였는데, 정부보조금의 기업연구개발투자 유인효과는 미미한 것으로 나타났으나 정부 구매액은 양의 유의성있는 효과를 갖는 것으로 나타났다.

정부의 연구개발투자 지원의 투자유인 효과에 대한 계량적 분석은 많이 이루어지고 있지만, 그 결과는 연구에 따라 상당한 차이를 보이고 있다. 이처럼 계량분석 결과간에 큰 격차가 존재하는 이유는 정부 지원의 효과분석이 계량경제학적으로 매우 어려운 분야라는 점이다. 그러나 정부 지원의 투자유인효과에 대한 계량분석결과가 연구 별로 상당한 차이를 보이고 있기는 하지만 공통된 결론은 투자유인 효과가 있다는 것이다. 이러한 계량분석결과는 비용을 낮추어 주면, 투자가 증대할 것이라는 경제의 기본원칙에도 부합한다. 각 산업은 주어진 산출량(Y)의 생산에 필요한 비용을 최소화하려 한다고 가정하면, 이 때, 생산함수는 노동투입(L)과 자본투입(K) 그리고 각 산업의 자체 R&D 자본(PRD)의 함수이며 산출, 투입요소 가격 및 정부 R&D 자본(GRD)은 외생적으로 주어진다 하자. 각 산업의 최적화 행동을 수식으로 나타내면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{Min } C &= wL + cK + rPRD \\ &L, K, PRD \\ \text{s.t. } f(L, K, PRD; GRD) &= Y \end{aligned} \quad \text{<식 2-1-23>}$$

여기서 w는 노동의 가격, 즉 각 산업의 평균 임금을 나타내며 c는 자본의 가격, r은 자체 R&D 자본의 가격이다. 한편, f는 생산함수⁶⁾이고 Y는 각 산업이 생산하고자 하는 산출량이며 Rs는 외생적으로 주어지는 R&D Spillover 변수를 나타낸다. 위의 최적화 문제로부터 다음과 같은 라그랑지안(Lagrangian)을 구성할 수 있다.

$$L = wL + cK + rPRD + \lambda (f(L, K, PRD; GRD) - Y) \quad \text{<식 2-1-24>}$$

단, λ는 라그랑지 승수 (Lagrange multiplier)임.

6) 생산함수에 관한 신고전학과 경제학의 가정들이 충족된다고 하자.

L과 K에 대해 내부해(interior solution)를 가정하면 최적화를 위한 Kuhn-Tucker 조건은 다음과 같다.

$$\frac{\partial g}{\partial L} = 0, \quad \frac{\partial g}{\partial PRD} = 0, \quad \frac{\partial g}{\partial \lambda} \geq 0, \quad \lambda \cdot \frac{\partial g}{\partial \lambda} = 0 \quad \langle \text{식 2-1-25} \rangle$$

적절한 가정⁷⁾하에 위의 식을 풀면 다음과 같은 조건부 요소수요함수 체계(conditional factor demand function system)를 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} L &= L^*(w, c, r, Y, GRD) \\ K &= K^*(w, c, r, Y, GRD) \\ PRD &= R^*(w, c, r, Y, GRD) \end{aligned} \quad \langle \text{식 2-1-26} \rangle$$

조건부 요소수요함수 체계 (3)의 특정 형태는 생산함수의 특정 형태에 의존한다. 본 연구에서는 다음과 같은 log-linear형태의 조건부 요소수요함수체계를 가정한다.

$$\begin{aligned} \log(L_t) &= \alpha_0 + \alpha_1 \log(Y_t) + \alpha_2 \log(w/r)_t + \alpha_3 \log(c/r)_t \\ &\quad + \alpha_4 \log(GRD)_t + \varepsilon_{1t} \\ \log(K_t) &= \beta_0 + \beta_1 \log(Y_t) + \beta_2 \log(w/r)_t + \beta_3 \log(c/r)_t \\ &\quad + \beta_4 \log(GRD)_t + \varepsilon_{2t} \\ \log(PR D_t) &= \nu_0 + \nu_1 \log(Y_t) + \nu_2 \log(w/r)_t + \nu_3 \log(c/r)_t \\ &\quad + \nu_4 \log(GRD)_t + \varepsilon_{3t} \end{aligned} \quad \langle \text{식 2-1-27} \rangle$$

위의 조건부 요소수요함수 체계를 횡단면자료와 시계열자료를 pooling하는 기법 중의 하나인 error-component 모형을 적용하여 전체산업을 대상으로 추정하고 Seemingly Unrelated Regression 모형을 이용하여 각 산업별로 추정하기로 한다.

추정 결과에 의하면 정부연구개발투자(GRD)는 10개 산업 전체로 노동 및 자본에 대한 수요를 감소시키고 있음을 알 수 있다. 정부연구개발스톡이 1% 증가할 경우 노동수요는 약 0.02% 감소하고 물적자본에 대한 수요는 약 0.05% 감소하는 것으로 나타났다. 정부연구개발투자의 민간연구개발투자 유인효과는 정(+)의 효과가 있는 것으로 나타났는데 정부연구개발스톡이 1% 증가할 때 민간연구개발스톡은 약 0.04% 정도 증가하는 것으로 분석되었다.

화학산업의 경우도 정부연구개발투자는 노동과 물적자본에 대한 수요를 감소시키는 효과가 있는데 정부연구개발스톡이 1% 증가함에 따라 노동수요는 0.02%, 물적자

7) "Kuhn-Tucker Sufficiency Theorem" 또는 "Arrow-푸셀두 Sufficiency Theorem"을 참조하기 바람 (Chiang 1975).

본수요는 0.03% 감소하는 것으로 나타났으나 두 추정계수 모두가 통계적인 유의성이 낮은 것으로 분석되었다. 화학산업에서 정부연구개발투자는 민간연구개발투자를 유인(inducement)하는 효과가 있는 것으로 나타났는데, 정부연구개발스톡이 1% 증가할 때 민간연구개발스톡이 0.34% 증가하는 것으로 분석되었으며 추정계수의 통계적 유의성도 높았다.

일반기계산업의 경우도 정부연구개발투자는 노동수요는 감소시키는 효과가 있으나 물적자본에 대한 수요는 증가시키는 효과가 있는데 정부연구개발스톡이 1% 증가함에 따라 노동수요는 0.06% 감소하고, 물적자본수요는 0.003% 증가하는 것으로 나타났으며, 노동수요 추정계수는 통계적인 유의성이 높았고 물적자본수요 추정계수의 통계적 유의성은 낮은 것으로 분석되었다. 일반기계산업에서 정부연구개발투자는 민간연구개발투자를 유인(inducement)하는 효과가 있는 것으로 나타났는데, 정부연구개발스톡이 1% 증가할 때 민간연구개발스톡이 0.5% 증가하는 것으로 분석되었으며 추정계수의 통계적 유의성도 높았다.

마지막으로 정보통신산업의 경우 정부연구개발투자는 노동수요는 감소시키는 효과가 있으나 물적자본에 대한 수요는 증가시키는 효과가 있는데 정부연구개발스톡이 1%증가함에 따라 노동수요는 0.02% 감소하고, 물적자본수요는 0.08% 증가하는 것으로 나타났으며 노동수요 추정계수는 통계적인 유의성이 낮았고 물적자본수요 추정계수의 통계적 유의성은 높은 것으로 분석되었다. 정보통신산업에서 정부연구개발투자는 민간연구개발투자를 유인(inducement)하는 효과가 있는 것으로 나타났는데, 정부연구개발스톡이 1% 증가할 때 민간연구개발스톡이 0.14% 증가하는 것으로 분석되었으나 추정계수의 통계적 유의성은 그리 높지 않았다.

이상의 분석결과를 종합하면 정부연구개발투자의 민간연구개발투자 유인효과는 기계, 화학산업 등에서 높고 음식료, 섬유·의복·가죽산업등에서는 부(-)의 유인효과, 즉 구축효과가 있는 것으로 보인다. 정보통신산업의 경우는 유인효과가 있지만 그 효과는 상대적으로 크지 않게 나타나고 있다.

제2장 농업부문 연구투자의 효율성 분석

제1절 서론

농업분야의 연구기관이 형성 발전하여 법적, 정치적, 과학적, 경제적 구조를 정비하기까지는 수십 년이 걸리지만, 이들 연구사업기관의 생산성이 높다는 것은 널리 알려진 일이다. 농업연구사업의 성과로 50년대 이후 녹색혁명이 가능했고, 80년대에 이르러 세계의 식량생산은 50년대에 비해 두 배 이상 증가하였다. 하지만, 성장논리에 익숙해져 있는 경제학자들은 이들 연구사업기관들의 생산성에 대해 회의적이다(Schultz, 1991). UR이후 농산물 시장의 개방을 목전에 두고 있는 우리나라에서도 연구사업의 투자효과에 의문을 제기하는 의견이 늘고 있다(권원달, 1994).

본 연구는 60년대 이후 우리나라 농업연구사업의 사회, 경제적 투자효율을 계측하여 이를 국제적 연구사업의 효율성과 비교함으로써 연구사업의 효율성에 대한 객관적인 평가와 진단의 자료를 제시하고자 한다. 또한, 사업의 부문별 사업투자효율을 비교 분석하고 개별연구사업사례에 대한 투자효과를 분석하고자 한다. 본 연구에서는 농업에 대한 총연구비와 부문별 연구투자의 경제적 투자효과 분석을 측정하기 위해 시계열 분석기법(Time Series Analysis)을 사용한다.

선행연구들에서도 시계열 자료(Time Series Data)를 사용하여 투자효과 분석을 한 연구들이 있지만 다중자기회귀모형(VAR: Vector Autoregressions Model)이나 오차수정모형(ECM: Error Correction Model)등의 시계열분석법을 사용하여 연구사업 투자효과 분석을 시도한 연구는 Oehmke & Choe(1991)에 의해 최초로 시도되었고, 국내에서는 최민호·최영찬(1995)에 의해 농업연구 및 지도사업의 투자효과분석에 최초로 적용되었다.

연구사업의 투자효과 분석에서 시계열모형 사용의 장점은 첫째, 지수법(the Index Number Method)사용시 지수(Index Number)와 연구사업투자의 관계를 측정하여 준다는 것이다. 종래의 지수법이나 생산함수법 사용시 이질 지역의 다품종 농산품인 경우 사업의 효과를 측정하는 것이 어렵다. 이럴 경우 시계열분석법을 사용하여 사업의 효과가 생산성과 생산규모에 주는 영향을 측정한 후 이를 지수법공식에 적용하여 사업의 효과를 측정할 수 있다. 둘째, 시계열모형을 사용하는 경우 생산함수법에서 부과하는 시장효율성조건(Market Efficiency Restriction)을 측정시 고려하지 않아, 유도방정식 측정을 제약하지 않아도 좋다. 특히, 정부의 시장개입이나 시장실패(Market Failure)가 있는 경우 일차조건식은 현실성을 잃게 된다. 따라서, 전통적 계량측정은 심각한 설정오차(Specification Error)를 가지게 되지만, 시계열분석법을 사용하는 경우

측정모형에 시장효율성조건을 부과하지 않게 되므로 위와 같은 문제를 가지지 않는 장점이 있는 것이다. 셋째, 시계열모형은 매개변수의 절약적 사용(Parsimonious Parameterization)을 추구하고 있으면서도 연구사업과 사업효과사이의 시차(Lags)를 충분하고 유연하게 허용해 준다.

연구사업과 사업효과사이의 시차는 설정이 필수적인 것으로 알려지고 있지만 (Griliches, 1958), 이에 따른 자료(Data) 요구도가 높아지고 자유도(Degree of Freedom)를 심각하게 줄여 측정의 효율성(Efficiency)을 떨어지게 한다. 시계열분석법은 비교적 적은 몇 개의 양성적 시차변수만을 가지고도 이동평균전환(Moving Average Representation)을 통하여 장기간의 연구사업 효과를 측정할 수 있게 하여, 전통적인 분석법에 비하여 연구사업의 동적인 성격을 비교적 작은 규모의 자료만을 가지고도 규명하여 주도록 한다. 넷째, 시계열분석법에서 측정한 생산함수의 이동률을 AH(Akino- Haymai)법에 적용함으로써 소비자 및 생산자잉여를 모두 고려하는 실질적인 투자효과의 분석이 가능하다는 것이다.

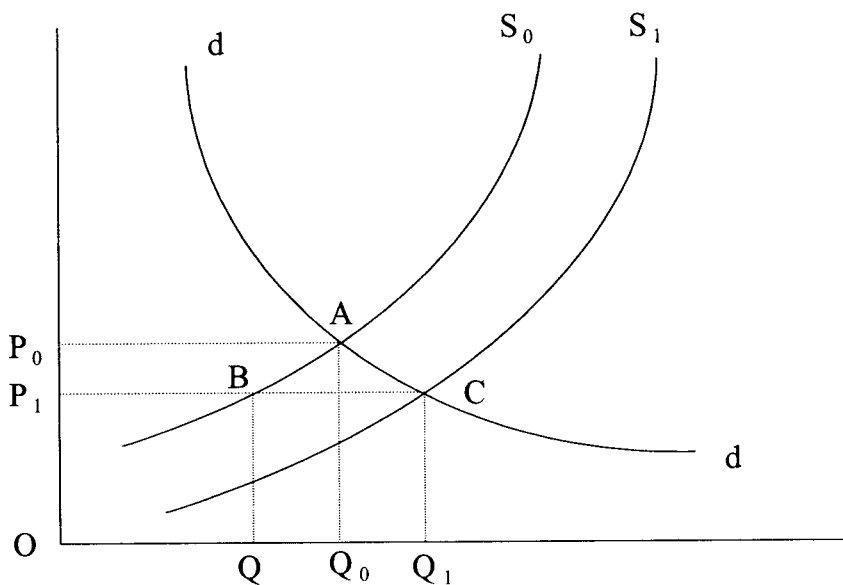
개별연구사업의 경제적효과를 분석하기 위해서 개별연구과제를 대상으로 사례연구를 실시하였다. 본 연구에서는 농림부 지원 연구사업인 '양돈생산 경영관리 프로그램(1996)'에서 개발된 양돈생산경영관리프로그램(PIGPLAN) 사용 농가를 대상으로 사용에 따른 생산성증가와 경제적 효과를 분석하였다.

연구의 주요 결과로는, 첫째, 총농업연구투자와 원예연구투자의 내부투자수익률은 각각 49.18%와 56.04%로 계측되어 국제적인 수준(30-40%)보다 높은 투자효율을 보이고 있다. 그러나 축산연구투자의 내부투자수익률은 약 21.01%로 선행연구들에 비해 낮게 측정되었지만 축산부문의 연구투자 효과에 관한 선행연구인 Peterson(1967)의 연구결과(내부투자수익률 21%)와 비슷한 결과를 나타내었다. 전체적으로 우리나라의 연구사업의 투자효율은 국제적인 수준에 손색이 없는 것으로 나타났다.

둘째, 연구투자가 생산에 영향을 미치는 시차효과는 총농업연구투자는 3년 후부터, 원예연구투자는 7년 후부터, 축산연구투자는 10년 후부터 30여 년간 지속적으로 생산에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 셋째, 도드람양돈조합의 PIGPLAN 사용 농가의 연간모돈당이유자돈지수(PSY)는 국내 농가의 평균치에 비해 3 정도 높았으며, 프로그램사용의 사용의 영향은 2년차부터 일어나기 시작하여 그 후 2년간 생산성증가에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 프로그램 사용에 의한 생산성증가치인 3년차까지의 누적효과 1.1을 사용하여 농가의 수익성을 계산한 결과 농가당 수익증가액은 6,209,432 원인 것으로 나타났다(농가당 평균모돈수 247두).

제2절 연구사업 투자수익의 전통적 측정방법

연구사업의 투자효과를 측정하는 방법은 사업의 수행시점을 기준으로 사전적인 방법(Ex-ante Analysis)과 사후적 방법(Ex-post Analysis)으로 분류된다(서동균, 1992). 60년대부터 90년대에 이르기까지 연구사업의 투자효과를 분석하기 위한 본 연구의 목적을 수행하기 위해서는 사후적인 방법을 사용하는 것이 적절하다. 사후적인 방법은 투자비용에 대한 수익의 정도를 비교하는 것으로, 투자에 대한 평균적인 수익을 비교하는 지수법(Index Number Approach)과 한계수익을 비교하는 생산함수법(Production Function Approach)의 두 가지로 구분된다.



<그림 2-2-1> 연구사업의 투자효과가 농산물시장에 미치는 영향

지수법은 투자효과에 대한 수익을 시장에서의 소비자잉여(Consumer's Surplus), 생산자잉여(Producer's Surplus)의 개념으로 측정하게 되고, 이 두 가지 잉여를 합한 사회적 잉여(Social Surplus)를 사업투자 비용과 비교하여 사업의 효과를 측정하게 된다. <그림 2-2-1>에서 보는 것처럼, 시장의 균형이 수요함수 dd 와 공급함수 S_0 가 교차하는 점 A에서 이루어져 가격 P_0 와 소비량 Q_0 가 주어졌을 때, 연구사업의 투자로 인한 기술개선으로 인한 생산성의 증가는 시장에서 공급함수 S_0 가 S_1 만큼 이동한 것을 나타낸다.

새로운 균형점 C가 형성되어, 가격은 P₀에서 P₁으로 하락하고, 소비량은 Q₀에서 Q₁만큼 늘어나게 된다. 이때 소비자는 가격하락과 소비량증가로 발생하는 소비자잉여 증가(P₀ACP₁)를 가지게 되고, 생산자는 가격하락과 판매량의 증가로 인한 생산자잉여의 변화(BOC-P₀ABP₁)를 가지게 된다. 따라서, 총사회적잉여의 변화는 면적 AOC로 표시되고, 이를 측정하기 위해 여러 유형의 공식이 사용되고 있으나, 가장 널리 이용되고 있는 것은 AH(M. Akino and Y. Haymai, 1975)법이다(서동균, 1992). AH법에서 소비자잉여와 생산자 잉여를 계산하는 공식은 각각

$$\begin{aligned} \text{소비자잉여} = & \frac{P_1 Q_1 [k(1+\gamma)]^2}{2(\gamma+\eta)} &< \text{식 2-2-1} > \\ & + \frac{P_1 Q_1 k(1+\gamma)}{(\gamma+\eta) \left[1 - \frac{k(1+\gamma)\eta}{2(\gamma+\eta)} - \frac{k(1+\gamma)}{2} \right]} \end{aligned}$$

$$\text{생산자잉여} = kP_1 Q_1 - \frac{P_1 Q_1 k(1+\gamma)}{(\gamma+\eta) \left[1 - \frac{k(1+\gamma)\eta}{2(\gamma+\eta)} - \frac{k(1+\gamma)}{2} \right]} < \text{식 2-2-2} >$$

이 되고, 이때 η 는 수요탄력성계수, γ 는 공급탄력성계수, k 는 생산함수이동률을 나타내며, 지수법에서 연구지도사업에 대한 투자효과를 결정하는 것은 바로 이들 지수들이다. 특히 생산함수의 이동률이 투자효과를 결정하는 중요한 요인이 되는데(Darlymple, 1977), 이를 추정하기 위하여 공급함수나 생산함수의 탄력성을 이용하게 되는 경우가 많다.

지수법은 생산함수법에 비해 계산이 간편하고, 사업투자가 가져오는 사회적 잉여를 생산자측면과 소비자측면에서 모두 고려한다는 장점이 있으나, 연구와 지도사업투자와 투자효과가 산출되기까지의 시차기간을 고려하지 않기 때문에 계측치에 대한 신뢰도가 떨어지고, 연구사업외에 생산함수의 이동률에 영향을 주는 다른 투입재(예컨대, 교육수준의 향상으로 인한 경영능력의 증대 등)의 효과를 전체 생산함수의 이동에서부터 가려낼 수 없다는 단점이 있다.

지수법을 이용한 연구사업의 투자효과 분석은 Schultz(1953), Griliches(1958)의 연구를 필두로 Peterson(1967), Adila(1973), Akino & Hayami(1975), Hertford & Schmitz(1975), Lindner & Jarett(1978), Dalrymple, D.G. (1977), Scobie & Posada(1977), Hayami & Herdt(1977), Evenson(1977, 1980), Nguyen(1977), Nagy(1984), Schuh & Tollini(1978), Scobie(1979), Norton and Davis(1981), Zentner(1982)등의 연구가 있으며, 국내에서는 박기혁(1977), 서동균(1992) 등의 연구가 있다.

생산함수법은 생산함수를 측정하여 연구사업투자에 대한 한계수익을 투자비용과 비교하여 투자효과를 분석하는 방법이다. 생산함수의 측정시 투자시기와 사업효과와의 시차를 고려할 수 있도록 시차변수를 허용하여 주고, 연구사업 이외의 다른 투입재들의 효과들을 전체 효과에서 분리하여 주지만 사업의 결과가 생산에 미치는 효과만 고려하고, 소비자에게 발생하는 수익은 고려하지 않고 있다. 또한 생산함수 측정시 시차변수를 허용하기 때문에 자료의 요구도가 높고, 시차구조에 대해서 임의의 결정을 내리게 되는 단점이 있다.

또한, 시장효율성조건(Market Efficiency Restriction)을 측정시 고려하게 되어, 유도방정식 측정을 제약하게 된다. 생산함수법(Production Function Methods) 사용시 생산함수(Production Function), 비용함수(Cost Function) 및 수익함수(Profit Function)등의 유도방정식설정(Reduced Form Specification)에서 연구 및 지도사업변인을 외생변수(Exogeneous Variable)로 포함하게 되는데(Norton and Davis), 이들 방정식의 전통적 계량측정은 이윤극대화(Profit Maximization)를 위한 일차조건식(First Order Condition)에 의존하게 된다(Capalbo and Antle). 만약 정부의 시장개입이나 시장실패(Market Failure)가 있는 경우 일차조건식은 현실성을 잃게 된다. 따라서, 전통적 계량측정은 심각한 설정오차(Specification Error)를 가지게 되어 투자분석에 부적절하게 되는 것이다.

생산함수법을 이용한 연구는 Griliches(1964)의 연구를 필두로 Davis(1979), Peterson and Bredahl(1967), Peterson(1976), Evenson(1967, 1968), Fishelson(1971), Cline(1975), Lu and Cline(1979), White and Havlicek(1982)등의 연구가 있으며, 국내에서는 박정근(1986), 김은순(1986) 등의 연구가 있다.

제3절 시계열계량모델을 사용한 연구사업 투자효과 측정방법

본 연구에서는 경제적 투자효과 분석을 측정하기 위해 시계열 분석기법(Time Series Analysis)을 사용한다. 선행연구들에서도 시계열 자료(Time Series Data)를 사용하여 투자효과 분석을 한 연구들이 있지만 VAR(Vector Autoregressions)모형이나 ECM(Error Correction Model)모형 등의 시계열 분석법을 사용하여 투자효과 분석을 시도한 연구는 Oehmke and Choe(1991)에서 시작되었고 국내에서는 최민호·최영찬(1995)에 의해 이루어졌다.

일반적으로 VAR이나 ECM등의 시계열 분석모형의 다른 계량모형에 비한 사용상의 장점은 첫째, 모델설정(Model Specification)과 측정(Estimation)이 다른 계량분석모델보다 간편하다는 것이다. 둘째, 유도방정식모형(Reduced Form)을 제약조건 없이 직접 측정하고 구조방정식 모형(Structural Form)을 식별할 때(Identification) 오직 최소

한 제약조건만을 부과하여 여러 가지 이론이나 가설을 유연하게 수용할 수 있다는 것이다.

1. VAR모형

VAR모형에서 우선 요구되는 것은 변수선정인데, 이 연구의 목적을 위해서 우선 농업총연구투자비와 부문별 연구투자비, 그리고 농업총생산과 부문별 생산액이 연구의 목적을 위하여 선택되었고, 그 외 변수들은 연구자의 판단에 따라 포함될 수 있는데, 본 연구에서는 농산물 가격을 선정하였다. 한 개의 변수를 가진 변수벡터 y_t 에 대한 일반적인 다중시계열계량모형은 다음과 같이 표현된다.

$$By_t = \sum_{i=1}^p B_i y_{t-i} + Au_t \quad \text{<식 2-2-3>}$$

u_t 는 계열비상관의 직교오차항(Serially Uncorrelated Orthogonal Error Terms)의 벡터(Vector)로서, 항등공분산행렬(Identity Covariance Matrix)인 $E(u_t u_t')=I$ 을 가진다. $A, B, B_i(i=1,2,3,\dots,p)$ 들은 추정될 매개변인 행렬이고, 변수벡터 y 는 g 개의 독립된 내생변수로 이루어져 있다. A 와 B 행렬들은 내생변수들간의 공시작용(Contemporaneous Interactions)을 나타내고, B_i 행렬들은 시스템의 동적구조(System Dynamics)를 나타낸다.

추정의 관건은 이 동적 구조를 나타내는 매개변인에 대한 제한을 최소화하면서 현시작용을 나타내는 매개변인 A, B 를 추정하기 위해서 식별제약조건들(Identification Restrictions)을 어떻게 사용하느냐에 있다. 그런 다음 추정된 모형을 이용하여 연구 및 지도 사업 투자가 원예부문 생산액에 어떻게 영향을 미치는가와 시스템에 있는 다른 내생변수들이 서로 어떻게 영향을 미치는가를 추적해 낸다. 구조방정식 <식 2-2-3>의 유도방정식은 다음과 같이 나타내어진다.

$$y_t = \sum_{i=1}^p C_i y_{t-i} + v_t \quad \text{<식 2-2-4>}$$

여기서 $C_i = B^{-1}B_i, v_t = B^{-1}Au_t$, 그리고 $E(v_t v_t') = B^{-1}AA'BP^{-1}$ 이다. 따라서 유도식에서 추정된 매개변수 C_i , 공분산행렬 v_t 들을 가지고 구조식 <식 2-2-3>의 매개변수 A, B, B_i 를 모두 구할 수가 없기 때문에 구조식 <식 2-2-4>은 과소식

별(Underidentified) 상태에 있게 된다(Cooley and Leroy, 1985). VAR분석시 이 문제를 해결하는 한 가지 방법은 매개변수 벡터 A가 대각행렬(Diagonal)이고, 매개변수 벡터 B가 단위 대각을 가지는 저삼각행렬(Lower Triangular with a Unit Diagonal)이라고 가정하는 표준화(Normalization)를 취하는 것인데, 이 경우 시스템은 오차벡터 u_t 의 각 요소들이 공시적으로 후치변수들에만 영향을 주고 전치변수들에는 영향을 주지 않는 축차구조(Recursive Structure)를 이루게 된다.

이 경우 구조식의 식별(Identification)은 축차순서(Recursive Order)를 선택하는 방식을 취하게 된다(Sims, 1980; Orden, 1986). 또 다른 식별의 방법은 시스템의 변수들 간에 상호작용(Simultaneous Interaction)을 공시적으로 허용하도록 A와 B의 매개변수를 제약시키는 것이다(Sims, 1986; Bernanke, 1986; Orden and Fackler, 1989). 이 연구에서는 연구 및 지도사업 투자효과가 최소 몇 년의 시차를 두고 나타난다는 점을 고려하여 표준화를 취하지 않거나 축차구조의 표준화를 사용한다.

2. 연구사업 투자효과의 측정

VAR모형에서 모든 변수는 내생변수로 처리된다. 따라서, 연구의 결과는 연구사업의 투자를 외생변인으로 처리하는 전통적인 방법으로는 측정이 되지 않는다. 간편한 해결책은 동적승수(Dynamic Multiplier)를 사용하는 방법이다. 이 방법에서는 <식 2-2-3>의 이동평균오차 u_t 를 기대의 충격(Unexpected Shock)으로 고려하여, 연구사업투자의 충격에 대한 내생변수의 매 시간 경과시의 반응경로(Endogenous Path)를 사용하여 사업의 효과를 측정한다.

예컨대, 특정시점 t에서 연구사업예산을 1% 증가시켰을 때 일어나는 반응을 보기 위해서, u_t 를 실제 연구사업 투자액의 1/100의 크기로 치환한다(변수에 자연대수를 취할 경우 불필요). 그런 다음, 측정된 VAR식 <식 2-2-3>을 다음과 같은 이동평균 모형식(Moving Average Representation)으로 전환한다.

$$y_t = \sum_{s=0}^{\infty} D_s u_{t-s} \quad \text{<식 2-2-5>}$$

여기서 D_s 는 이동평균매개변수(Moving Average Parameter)의 $(g \times g)$ 행렬로, 특정변수의 충격에 대한 효과를 나타낸다. 예를 들어 D_s 의 i열, j행(D_s^{ij})은 변수 y_i 의 단위충격에 대한 s기간 이후의 y_j 의 반응을 나타낸다(Judge et al., 1985). 이동매개변수 D_s 는 통상 충격반응크기(Impulse Response Weight)또는 동적반응크기

(Dynamic Response Weight)로 불리며, 동적승수는 관련변인들에 대한 이들 충격반응 크기들의 합으로 계산된다(Judge et. al., 1985).

연구지도사업의 투자충격에 효과를 측정하기 위해 AH법을 사용하는 경우 충격 후 매 기간 동안의 생산함수의 이동률 k 는 사업투자변수에 대한 생산량변수의 반응을 나타내는 D_s 의 관련 행, 열로 나타나게 된다. 따라서, 주어진 수요, 공급탄력성하에서 측정된 생산함수의 이동률 k 를 이용하여 새로운 연구투자충격에 대한 충격 후 매 기간 동안의 소비자잉여의 증가치와 생산자잉여의 증가치를 AH법에 의해 산출할 수 있다.

3. 연구사업 투자수익률의 측정

연구사업 투자수익에 대한 내부수익률(IRR: Internal Rate of Return)은 다음의 식에 의해서 계산되어질 수 있다.

$$\sum_{t=0}^T \frac{R_t - C_t}{(1 + IRR)^t} = 0 \quad \text{<식 2-2-6>}$$

여기서, R_t 는 연구사업 투자충격 후 매 기간 동안의 사회적 잉여를 나타내며, 이는 매 기간 동안의 소비자 잉여와 생산자 잉여의 증가치를 합한 량이 된다. C_t 는 매기간 동안의 지도·연구투자예산 비용을 나타내며, 주어진 연구예산 투자충격이 영향을 미치는 동안, 또 다른 충격이 주어지지 않는 것을 전제로, 충격이 영향을 주는 동안 같은 수준의 연구투자가 이루어지는 것으로 볼 수 있다.

만약, 새로운 연구투자예산 충격이 있을 경우 C_t 가 변하는 만큼 R_t 도 변하게 되며, 새로운 예산 충격치와 반응의 변화치를 걸러내면, 새로운 충격이 없을 때와 마찬가지로의 결과를 얻게 된다. 내부수익률은 매기간 동안의 투자와 사회적 잉여의 증가치와의 차이를 현재가치로 합산할 때, 이를 영으로 만드는 IRR을 말한다.

4. 시계열 분석법 사용의 장점

연구사업의 투자효과 분석에서 시계열 모형사용의 장점은 첫째, 지수법(the Index Number Method) 사용시 지수(Index Number)와 지도사업과의 관계를 측정하여 준다는 것이다. 예를 들면, 아키노와 하야미법(Akino-Hayami Formula)의 경우 연구업에 의해 파생된 단위당생산량의 증가치(Yield Increase)에 대한 자료를 요구하고, 종래의 생산함수법은 연구에 대한 전체요소생산성지수(Index of Total Factor Productivity to Research)를 필요로 한다.

이들 자료들이 동질 지역에서 생산하는 단일 품목의 단일 품종 농산품의 경우 측정가능할 수도 있겠지만, 이질 지역의 다품종 농산품인 경우 사업의 효과를 측정하는 것이 어렵다. 이럴 경우 시계열분석법을 사용하여 사업의 효과가 생산에 주는 영향을 측정한 후 이를 AH공식에 적용하여 사업의 효과를 측정할 수 있다.

둘째, 시계열모형을 사용하는 경우 생산함수법에서 부과하는 시장효율성조건(Market Efficiency Restriction)을 측정시 고려하지 않아, 유도방정식 측정을 제약하지 않는다는 것이다. 생산함수법(Production Function Methods)사용시 생산함수(Production Function), 비용함수(Cost Function) 및 수익함수(Profit Function)등의 유도방정식설정(Reduced Form Specification)에서 연구사업변인을 외생변수(Exogeneous)로 포함하게 된다(Norton and Davis). 이들 방정식의 전통적 계량측정은 이윤극대화(Profit Maximization)를 위한 일차조건식(First Order Condition)에 의존하게 된다(Capalbo and Antle).

만약 정부의 시장개입이나 시장실패(Market Failure)가 있는 경우 일차조건식은 현실성을 잃게 된다. 따라서, 전통적 계량측정은 심각한 설정오차(Specification Error)를 가지게 되어 투자분석에 부적절하게 되는 것이다. 시계열분석법을 사용하는 경우 측정 모형에 시장효율성조건을 부과하지 않게 되므로 위와 같은 문제를 가지지 않는 장점이 있는 것이다.

셋째, 시계열모형은 매개변수의 절약적 사용(Parsimonious Parameterization)을 추구하고 있으면서도 연구사업과 사업의 효과 사이의 시차(Lags)를 충분하고 유연하게 허용해 준다. 연구사업과 사업효과 사이의 시차는 이미 Griliches(1958)가 잡종옥수수 연구에서 이미 밝힌 바 있고, 농업분야의 연구사업결과가 30년 이상 농업생산에 효과를 미치고 있다는 것이 밝혀져 있다(Schultz, 1991).

전통적 분석법의 경우 연구 및 지도사업변수(예산이나 인력 등)에 대해서 30개 이상의 시차변수(Lagged Variables)를 설정하여 주어야 하므로, 이에 따른 자료(Data)요구도가 높아지고 자유도(Degree of Freedom)를 심각하게 줄여 측정의 효율성(Efficiency)을 떨어지게 한다. 또한, 자유도를 절약하기 위해, 시차구조에 대한 제약을 주게 되지만, 시계열분석법은 비교적 적은 몇 개의 양성적 시차변수만을 가지고도 이 동평균전환(Moving Average Representation)을 통하여 장기간의 연구 및 지도사업 효과를 측정할 수 있게 하여 주므로, 시차구조에 대한 어떠한 제약도 필요하지 않다. 따라서, 시계열분석법은 전통적인 분석법에 비하여 연구사업의 동적인 성격을 비교적 작은 규모의 자료만을 가지고도 규명하여 주도록 한다.

넷째, 시계열분석법에서 측정한 생산함수의 이동률을, AH법에 적용함으로써, 소비자 및 생산자잉여를 모두 고려하는 실질적인 투자효과의 분석이 가능하다는 것이다.

제4절 분석 및 결과

1. 농업총생산에 대한 연구투자 효과

가. VAR 추정

농업총생산에 대한 연구투자 효과를 측정하기 위해서, 먼저 관련변인으로 연구사업투자(R_t), 농업총생산량(Q_t), 농산물가격(P_t)을 설정하였다. R_t 에는 고등교육기관과 기업체에서 농업연구에 지출된 농학연구비와 농촌진흥청에서 사용된 연구비용, 그리고 경특회계비용이 포함된다. 그러나 일관성있는 시계열자료를 획득하는 데 어려움이 있어, 농촌진흥청에서 행한 2000년 연구보고서 '농업의 생산기술 평가의 시스템구축에 관한 연구'에서 조사된 1998년까지의 자료를 이용하였고 Q_t 의 경우에도 진흥청보고서의 자료를 이용하였으며, P_t 는 농가판매가격지수(1995=100)를 사용하였다(자료; 농림통계연보 각 년도)⁸⁾. 진흥청보고서를 토대로 생성된 R_t 와 GNP디플레이터를 이용하여 1995년 불변가격으로 환산하였고, Q_t 는 농가판매가격지수(P_t)를 사용하여 1995년 불변가격으로 환산하여 사용하였다.

세 개의 변수 모두 자연대수를 취하여, 시계열분석 시 분산을 안정화하였다(Kunst). 세 개의 내생변수 R_t , Q_t , P_t 를 체계로 하는 유도방정식 <식 2-2-4>를 측정하기 위해서, 먼저 시차길이(Lag Length)를 설정하기 위하여, Sims의 우도비율(Likelihood Ratio)검정이 사용되었다. 1%의 유의수준에서 하나의 시차길이에 대해서 시차길이가 없는 가설이 기각되었고(검정치 180.69, 확률 .000), 2개의 시차길이에 대해서 1개의 시차길이가 기각되지 않았다(검정치, 7.23 확률, .613). 따라서 유도방정식의 시차길이는 1개로 결정되었다.

VAR 추정결과는 <표 2-2-1>에 나타나 있다. 연구투자(R_t)에 대해서는 연구투자의 과거치(R_{t-1})가, 생산(Q_t)에 대해서는 생산의 과거치(Q_{t-1})와 가격의 과거치(P_{t-1})가, 가격(P_t)에는 가격의 과거치(P_{t-1})의 매개변수들이 유의한 것으로 나타났으며, 변수간의 자기상관구조를 잘 나타내어주고 있다(R_2 가 모두 .9 이상). 매개변수들의 유의성을 놓고 볼 때 변수들 간의 동적작용이 어느 정도 있음을 보여주고 있다. 하지만, 매개변수의 t 나 F 값은 매개변수가 각 변수의 주어진 과거치를 전체로 시간이 지남에 따라 전개되는 방식을 설명하는 정도를 나타내는 것으로, 그 자체로는 어떤 변수에 충격이 주어졌을 다른 변수가 반응하는 정도를 설명하지는 못한다. 왜냐하면, VAR식에서는 어떤 변수의 충격에 대한 특정변수의 반응은 직접적인 반응과 간접적인 반응으로 나타나지기 때문이다(Orden, 1986)

8) 자료들은 부표 A 참고.

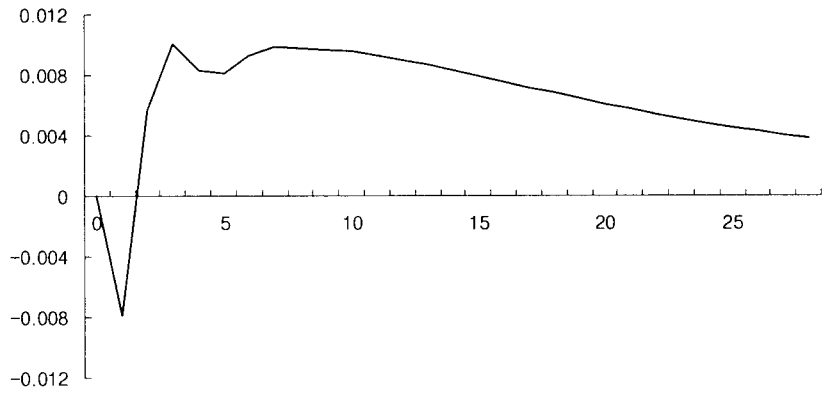
<표 2-2-1> VAR 추정결과(농업총생산)

독립변수 \ 종속변수	R_t	Q_t	P_t
R_{t-1}	0.81** (6.11)	0.05 (1.11)	0.06 (1.3)
Q_{t-1}	0.14 (0.3)	0.43* (2.59)	-0.22 (-1.36)
P_{t-1}	0.07 (0.72)	0.09* (2.59)	0.96*** (27.12)
상수	-0.49 (-0.1)	6.23** (3.48)	2.48 (1.42)
R^2	0.933	0.931	0.996

주 : * p < 0.05 ** p < 0.01

나. 충격반응의 크기(Impulse Response Weight)

충격반응은 이동평균모형식 <식 2-2-5>의 매개변수 D_s 의 각 요소로 나타난다. 이들 매개변수들이 특정 충격에 대한 변수들의 반응을 나타내는데, 본 연구에서의 충격반응치들은 <그림 2-2-2>에 나타난 것과 같다. 연구충격에 대한 생산의 반응은 약 3년 후부터 증가하기 시작하다 4~8년 사이에서 최대의 반응을 보이고 그 이후로는 30년 정도 계속해서 감소하는 추세에 있다. 이는 연구결과가 생산에 가시적인 영향을 미칠 때까지 약 3년의 시간차를 보이고 30여 년 간 지속적으로 영향을 준다는 것을 의미한다.



<그림 2-2-2> 연구충격에 대한 농업총생산의 충격반응

다. 농업연구투자의 사회적 수익

AH법에 의한 연구투자가 농업총생산에 미치는 효과를 계산하기 위해 수요탄력성 계수 $\eta = .5$, 공급탄력성계수 $\gamma = .2730$ (자료: 이정환, 조덕래, 조재환, 1990; 이정환, 조덕래, 1984; 이정환, 권태진, 김은순, 1987)을 사용하였다. 연구사업충격에 대한 농업생산의 반응이 충격 후 3년부터 30년까지 미치는 것을 고려하여, 반응기간 동안의 매년도 충격반응을 충격 이후 3년부터 30년 간의 매년도 생산함수의 이동을 k 로 보아, AH법에 의해 사회적잉여를 구하였다.

연구사업의 충격 이후 30년 간의 생산반응기간 동안 또 다른 충격이 없는 경우의 내부투자수익률을 계산하기 위해서 총생산액과 연구투자비를 95년 불변가격으로 환산하여 이의 평균치를 구하였다(각 년도 마다의 사업예산의 차이가 있으므로 평균예산을 사용하지 않는 경우 첫 번째 충격의 효과와 계속해서 발생하는 후발 충격과의 차이를 분리해 낼 수 없음). 후발충격이 없는 경우 30년 간의 평균예산이 투자되는 것과 같으므로, 이들 투자액을 충격시점에서 할인한 전체비용합계와 연구충격이 영향을 주는 충격 후 3년부터 30년까지의 기간 동안의 사회적 잉여를 할인한 전체수익과의 차이가 없게 하는 할인율(내부투자수익률)을 찾으면 약 49.18%가 된다.

3. 축산생산에 대한 축산연구투자의 효과

가. VAR 추정

축산생산에 대한 축산연구투자 효과를 측정하기 위해서 관련변인으로 축산연구사업투자(RL_t), 축산생산량(QL_t), 축산가격(PL_t)을 설정하였다. RL_t 에는 고등교육기관과 기업체에서 농업연구에 지출된 농학연구비와 농촌진흥청에서 사용된 연구비용, 그리고 경특회계비용이 포함된다. 그러나 작목별 연구투자비에 대한 시계열 통계치는 산출되지 않으므로, RL_t 는 진흥청 연구관리국에서 추정된 자료를 대리자료(proxy)로 이용하였다. QL_t 는 농림수산통계연보의 자료를 이용하였고, PL_t 는 농가판매가격지수 중 축산물부문지수(1995=100)⁹⁾를 사용하였다¹⁰⁾. RL_t 는 GNP디플레이터 사용하여 1995년 불변량으로 환산하여 사용하였고, QL_t 는 축산물부문 농가판매가격지수(PL_t)를 사용하여 1995년 불변가격으로 환산하여 사용하였다.

세 개의 변수 모두 자연대수를 취하여, 시계열분석시 분산을 안정화하였다(Kunst). 세 개의 내생변수 RL_t , QL_t , PL_t 를 체계로 하는 유도방정식 <식 2-2-4>를 측정하기 위해서, 먼저 시차길이(Lag Length)를 설정하기 위하여, Sims의 우도비율(Likelihood

9) 농림수산통계연보 각 년도.

10) 자료는 부표 B 참조.

Ratio)검정이 사용되었다. 1%의 유의수준에서 하나의 시차길이에 대해서 시차길이가 없는 가설이 기각되었고(검정치 150.11, 확률 .000), 2개의 시차길이에 대해서 1개의 시차길이가 기각되지 않았다(검정치, 11.48 확률, .243). 따라서 유도방정식의 시차길이는 1개로 결정되었다.

VAR 추정결과는 <표 2-2-2>에 나타나 있다. 축산부문연구투자(RL_t)에 대해서는 축산연구투자의 과거치(RL_{t-1})가, 축산생산(QL_t)에 대해서는 축산가격의 과거치(PL_{t-1})가, 축산가격(PL_t)에는 축산생산의 과거치(QL_{t-1})가 가격의 과거치(PL_{t-1})의 매개변수들이 유의한 것으로 나타났으며, 변수간의 자기상관구조를 잘 나타내어주고 있다(R^2 가 모두 .9 이상).

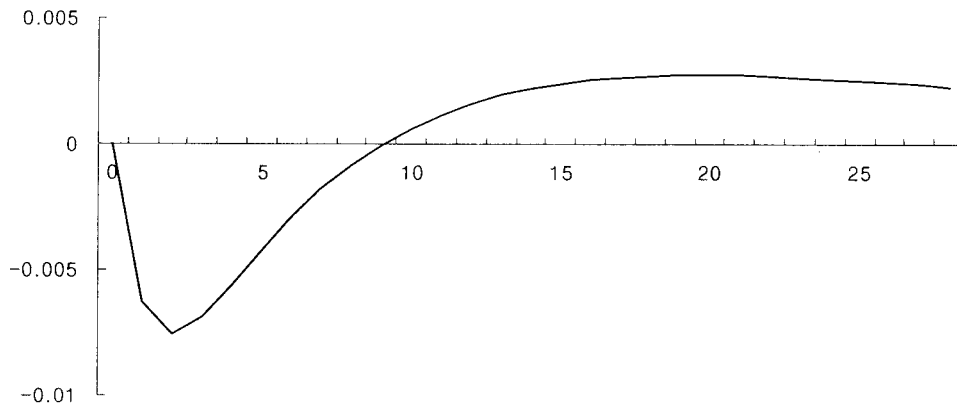
<표 2-2-2> VAR 추정결과(축산)

독립변수 \ 종속변수	RL_t	QL_t	PL_t
RL_{t-1}	0.87** (9.84)	-0.03 (-0.58)	-0.01 (-0.17)
QL_{t-1}	-0.16 (-0.6)	0.18 (1.08)	-0.4* (-2.22)
PL_{t-1}	0.16 (0.98)	0.46** (4.35)	1.18** (10.38)
상수	3.67 (0.87)	13.02** (4.93)	6.62* (2.32)
R^2	0.949	0.965	0.986

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$

나. 충격반응의 크기(Impulse Response Weight)

축산연구투자의 충격에 대한 생산의 반응은 <그림 4-2>에 나타나 있다. 축산연구투자에 대한 생산의 반응은 약 10년 후부터 증가하기 시작하다 약 20년 경에 최대의 반응을 보이고 그 이후로는 계속해서 감소하는 추세에 있다. 이는 연구결과가 생산에 가시적인 영향을 미칠 때까지 약 11년의 시간차를 보이고 30여 년간 지속적으로 영향을 준다는 것을 의미한다.



<그림 2-2-3> 축산연구충격에 대한 축산생산의 충격반응

다. 축산연구투자의 사회적 수익

AH법에 의한 축산연구투자가 축산생산에 미치는 효과를 계산하기 위해 수요탄력성계수 $\eta = .544$, 공급탄력성계수 $\gamma = .689$ (성진근 1989; 허신행 1982)을 사용하였다. 축산연구충격에 대한 축산생산의 반응이 충격후 11년부터 30년까지 미치는 것을 고려하여, 반응기간 동안의 매년도 충격반응을 충격 이후 11년부터 30년 간의 매년도 생산함수의 이동률 k 로 보아, AH법에 의해 사회적잉여를 구하였다.

축산연구사업의 충격 이후 30년 간의 축산생산반응기간 동안 또 다른 충격이 없는 경우의 내부투자수익률을 계산하기 위해서 축산생산액과 축산연구투자비를 95년 불변가격으로 환산하여 이의 평균치를 구하였다. 이후 축산연구투자비와 축산연구투자충격이 축산생산에 영향을 주는 충격 후 11년부터 30년까지의 기간 동안의 사회적 잉여를 할인한 전체수익과의 차이가 없게 하는 할인율(내부투자수익률)을 찾으면 약 21.01%가 된다.

3. 원예생산에 대한 원예연구투자의 효과

가. VAR 측정

원예생산에 대한 원예연구투자 효과를 측정하기 위해서 관련 변인으로 원예연구투자(RH_t), 원예생산액(QH_t), 원예가격(PH_t)을 설정하였다. RH_t 는 농촌진흥청에서 원예부문 연구사업을 수행하기 위하여 투자한 예산으로 2000년도에 농촌진흥청연구관리국이 추정한 내부자료인 감자를 제외한 1965부터 1998년까지의 원예예산자료를 사용하

였다. QH_t 는 원예부문생산액인 채소·과일·화훼생산액의 자료를 이용하였고, PH_t 는 원예부문 농가판매가격지수(1995=100)를 사용하였다(자료; 농림통계연보 각년도). RH_t 는 GNP디플레이터를 이용하여 1995년 불변가격으로 환산하였으며, QH_t 는 농가판매가격지수(PH_t)사용하여 1995년 불변가격으로 환산하여 사용하였다.

VAR모형을 추정하기 전에 변수들에 대한 사전분석결과 원예연구투자(RH_t)에서 1992년에 극단적인 변화(전년 대비 181% 증가)가 일어났다. 이는 원예부문에 대한 연구투자가 1990년대에 들어와 강화되는 구조적 변화를 겪었음을 보여준다. 따라서 이런 구조적 변화에 대한 사항을 반영하기 위해서 1992년 시점을 기준으로 D92(92년)의 모의변수(dummy variable)를 도입하였다. RH_t , QH_t , PH_t 등 세 개의 변수 모두 자연대수를 취하여, 시계열분석시 분산을 안정화하였다. 세 개의 내생변수 RH_t , QH_t , PH_t 를 체계로 하는 유도방정식 <식-2-2-4>를 추정하기 위해서, 먼저 시차길이(Lag Length)를 설정하기 위하여, Sims의 우도비율(Likelihood Ratio) 검정이 사용되었다.

5%의 유의수준에서 하나의 시차길이에 대해서 시차길이가 없는 가설이 기각되었고(검정치 322.98, 확률 .000), 2개의 시차길이에 대해서 1개의 시차길이가 기각되었으며(검정치 22.99, 확률 .006), 3개의 시차길이에 대해서 2개의 시차길이가 기각되었으며(검정치, 18.81 확률 .026), 4개의 시차길이에 대해서는 3개의 시차길이가 기각되지 않았다(검정치9.93, 확률 .355). 따라서 유도방정식의 시차길이는 3개로 결정되었다.

VAR 추정결과는 <표 2-2-3>에 나타나 있다. 원예연구투자(RH_t)에 대해서는 QH_{t-2} 와 PH_{t-3} 가, 원예생산(QH_t)에 대해서는 QH_{t-1} , RH_{t-1} , PH_{t-1} 가 원예가격(PH_t)에 대해서는 RH_{t-1} , PH_{t-1} , PH_{t-2} , PH_{t-3} 의 매개변수들이 유의한 것으로 나타났으며, 변수간의 자기상관구조를 잘 나타내어 주고 있다(R^2 가 모두 .9 이상).

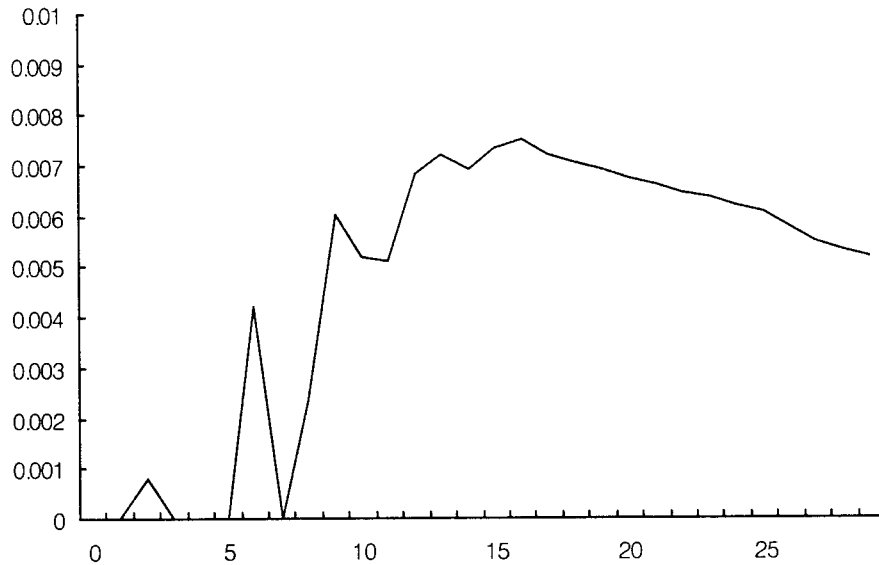
<표 2-2-3> VAR 추정결과(원예)

종속변수 독립변수	RH _t	QH _t	PH _t
상수	-4.42** (-4.15)	0.14 (0.19)	1.34 (1.19)
RH _{t-1}	0.18 (1.28)	-0.26* (-2.65)	0.38* (2.54)
RH _{t-2}	0.04 (0.23)	0.19 (1.48)	-0.19 (-0.99)
RH _{t-3}	0.13 (0.92)	-0.03 (-0.31)	-0.08 (-0.53)
QH _{t-1}	-0.19 (-0.60)	0.94** (4.32)	0.62 (1.92)
QH _{t-2}	1.12** (3.03)	-0.14 (-0.54)	-0.49 (-1.27)
QH _{t-3}	-0.22 (-0.98)	0.12 (0.79)	-0.31 (-1.32)
PH _{t-2}	0.51 (1.62)	-0.51 (-2.29)	-0.73* (-2.22)
PH _{t-1}	-0.04 (-0.22)	0.44** (3.42)	1.16** (5.93)
PH _{t-3}	-0.71** (-3.05)	0.14 (0.84)	0.56* (2.31)
D92	0.98 ** (6.29)	0.17 (1.53)	-0.13 (-0.82)
R ²	.983	.984	.987

주 : * p < .05 ** p < .01

나. 충격반응의 크기(Impulse Response Weight)

원예연구투자의 충격에 대한 원예생산의 반응은 <그림 2-2-4>에 나타나 있다. 원예연구사업 투자충격에 대한 원예생산의 반응은 약 7년 후부터 증가하기 시작하여 17년 후에 최대반응을 보이고 그 뒤로는 감소하는 추세이다. 이는 원예부문 연구결과가 생산에 가시적인 영향을 미칠 때까지 약 7년의 시간차를 보이고, 원예부문 연구투자가 원예 생산에 대해 약 30여 년 이상 지속적으로 영향을 준다는 것을 의미한다.



<그림 2-2-4> 원예연구사업 투자충격에 대한 원예생산의 충격 반응

다. 원예연구투자의 사회적 수익

AH법에 의한 사업 투자효과를 계산하기 위해서 수요탄력성계수 $\eta=0.52$, 공급탄력성계수 $\gamma=0.32$ (최양부 외, 1993; 오치주·이철현, 1994; 허신행·김병률, 1989; 오치주 외, 1993; 이정환·조덕래, 1984; 조덕래·조재환, 1992; 이정환·조덕래·조재환, 1989)를 사용하였다. 원예연구사업 충격에 대한 원예생산의 반응이 충격 후 7년부터 30년까지 미치는 것을 고려하여, 반응기간 동안의 매 년도 충격반응을 충격 이후 7년부터 30년까지의 매 년도 생산함수의 이동을 k 로 보아, 현재가치로 할인한 소비자잉여와 생산자잉여를 구하였고, 소비자잉여와 생산자잉여의 합계인 사회적 잉여를 구하여, 원예부문 연구사업의 투자충격 이후 30년 간의 생산반응 기간 동안 또 다른 충격이 없는 경우의 내부투자수익률을 구하였다.

후발 충격이 없는 경우 30년 간의 평균예산이 투자되는 것과 같으므로, 이들 투자액을 충격시점에서 할인한 전체 비용 합계와 연구충격이 영향을 주는 충격 후 7년부터 30년까지의 기간 동안의 사회적 잉여를 할인한 전체 수익과의 차이가 없게 하는 할인을 즉 내부투자수익률을 찾으면 약 56.04%가 된다.

4. 선행연구와의 비교

가. 농업연구투자의 시차효과

연구투자에 대한 시차효과에 관한 본 연구결과를 보면 연구투자가 생산에 영향을 미치기 시작하는 시기는 총농업연구투자는 3년 후부터, 축산연구투자는 10년 후부터, 원예연구투자는 7년 후부터 영향을 미치기 시작해 30여 년간 지속적으로 생산에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 위의 결과는 농업총생산에 대한 연구투자의 시차효과와 축산생산에 대한 축산연구투자의 시차효과가 Schultz(1991)의 논문에서 밝혀진 연구효과와 30년 지속결과 일치함을 보여주고 있으며, 총농업연구투자, 축산연구투자, 원예연구투자 모두 비슷한 평균수명을 가지고 있지만 총농업연구투자에 비해 원예연구투자는 4년, 축산연구투자는 7년 정도 늦게 생산에 영향을 미치고 있음을 보여준다.

<표 2-2-4>에 나타난 연구사업투자와 효과간의 시차에 대한 선행연구들과 비교해 보면 선행연구들에 비해 약 10~20년 정도의 차이를 나타내고 있으며, 최대반응기간을 기준으로 보면 총농업연구투자는 5년, 축산연구투자는 20년, 원예연구는 17년으로 나타나 기존의 연구결과인 5~14년에 비해 총농업연구투자 외에는 다소 높은 것으로 나타났다. 이를 볼 때 대부분 선행연구의 경우 자유도의 제약 때문에 시차기간을 최대반응기간으로 축소편도하는 경향이 있음을 알 수 있으며, 이동평균매개변수를 사용한 본 연구와 최민호·최영찬(1995)의 결과에서 보면 10~20년 더 잔차효과가 계속된다는 것을 알 수 있다.

<표 2-2-4> 농업연구 및 지도사업 투자효과의 시차기간 비교

연구자	국가	분석대상	시차분포추정방법	시차선택기준	시차기간(年)
Evenson	미국	농업총생산	Jogenson Rational lag Invert V method	R ²	11-13
Lu et al	미국	농업총생산	Almon's distributed lag	SE, R ²	13
White & Halvick Nagy	미국	농업총생산	Almon's distributed lag	SE, R ²	14
	파키스탄	밀, 옥수수	Stock Almon's distributed	시차가정	8-12
박정근	한국	미국	Stock	시차가정	5-8
김은순	한국	농업총생산	Stock	시차가정	7
서동균	한국	미국	Almon's distributed lag	SE	9
				R ²	8
서동균	한국	농업총생산	Almon's distributed lag	SE	9
최민호·최영찬	한국	농업총생산	이동평균매개변수	측정의크기	20
본연구	한국	농업총생산	이동평균매개변수	측정의크기	30
		축산생산			30
		원예생산			30

나. 농업연구투자의 사회적 수익

연구투자에 대한 내부투자수익률에 대한 본 연구결과와 선행연구들의 내부투자수익률과 비교해볼 때, 총농업연구투자와 원예연구투자는 각각 49.18%, 56.04%로 미국, 캐나다 등의 30~40%에 비해 약간 더 효율적이라는 것을 알 수 있고, 개도국들에 비해서는 조금 떨어진다는 것을 알 수 있다. 국내의 다른 선행연구들과 비교하면(표 2-2-5, 2-2-6) 김은순의 연구가 너무 높게 책정된 것을 알 수 있고, 다른 연구들도 약간 높게 계산된 것을 알 수 있으며, 최민호·최영찬(1994)의 연구는 본 연구와 비슷한 결과를 보여주고 있다.

본 연구의 축산연구투자의 내부투자수익률은 약 21.01%로 대부분의 선행연구들에 비해 낮게 측정되었지만, 축산분야 연구투자 효과에 대한 유일한 선행연구(표 2-2-5, 2-2-6)인 Peterson(1967)의 연구결과(내부투자수익률 21%)와 비교하면 거의 동일한 결과임을 알 수 있다. 전체적으로 우리나라의 연구사업의 투자효율은 국제적인 수준에 손색이 없다는 것을 알 수 있다.

<표 2-2-5> 생산함수법에 의한 연구 및 지도사업의 내부투자수익률

연구자(발표연도)	국 가	분석대상	분석기간	내부수익율
Tang(1963)	일 본	농업총생산	1880~38	35
Griliches(1964)	미 국	농업총생산	1949~59	35~40
Peterson(1967)	미 국	가 금	1915~60	21
Evenson(1968)	미 국	농업총생산	1949~59	47
Ardito Baretta(1970)	맥 시 코	곡 물	1943~63	45~93
Evenson & Jha(1973)	인 도	농업총생산	1953~71	40
Cline(1975)	미 국	농업총생산	1939~48	41~50
			1960~61	63
Bredahl & perterson(1976)	미 국	작물 및 축산물	1969	36~46
Lu et al(1979)	미 국	농업총생산	1938~48	30.5
			1949~59	27.5
			1959~69	25.5
Kahlon. Bal Saxeng & Jha(1977)	인 도	농업총생산	1969~72	23.5
			1960~61	63
Evenson & Flores(1978)	아시아 제국	미 국	1950~65	32~39
				73~78
Evenson & Flores(1978)	적 도	미 국	1966~75	46~71
Hayami(1978)	필 리 핀	미 국	1966~75	75
Norton(1980)	미 국	작물 및 축산물	1969~74	27~132
Nagy(1984)	파키스탄	밀, 옥수수	1959~79	
Park Jung Keun(1986)	한 국	미 국	1970~84	56.2~85.6
김 은 순(1986)	한 국	농업총생산	1970~84	
			1982~84	57.5~79.5
서 동 균(1987)	한 국	미 국	1963~85	317
서 동 균(1992)		농업총생산	1962~89	276
홍기용(1975)	한 국	작목생산	1967~71	60~82
				64.62
				185

<표 2-2-6> 지수법에 의한 연구 및 지도사업의 내부투자수익률

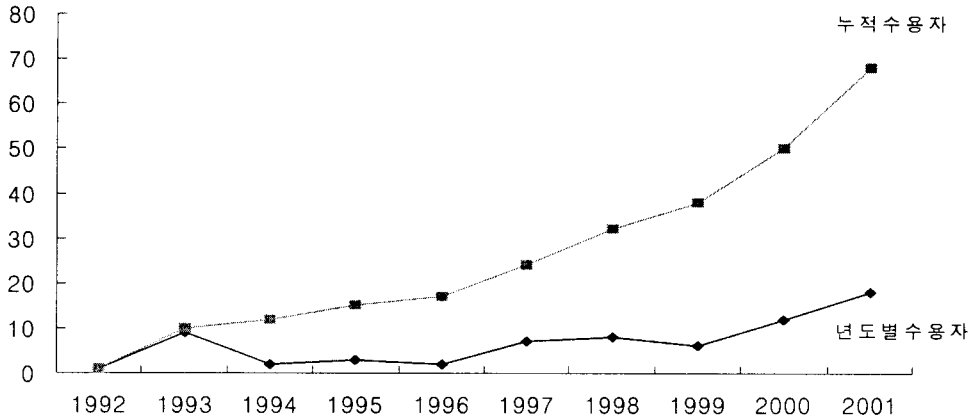
연구자	연도	국가	품목	기간	내부수익률
Griliches	1958	미국	교잡종옥수수	1940~55	35~40
Peterson	1966	미국	가금	1915~60	21~25
Barletta	1967	멕시코	옥수수	1943~63	90
Ayer & Schuh	1972	브라질	면화	1924~67	77
Hayami & Akino	1975	일본	미곡	1930~61	73~75
Sim & Araji	1980	미국	소맥	1939~74	27~42
Zentner & 연구사업	1984	캐나다	소맥	1956~79	34~39
Peterson 지도사업					30~34
서동균	1987	한국	미곡	1963~85	57
서동균	1991	한국	미곡	1971~89	80~82
최민호·최영찬	1995	한국	농업총생산	1962~92	45
본연구	2002	한국	농업총생산	1966~98	49
			축산생산	1966~2000	21
			원예생산	1965~98	56

5. 양돈생산경영관리프로그램(PIGPLAN)의 수용효과

양돈생산경영관리프로그램(PIGPLAN)의 수용효과를 측정하기 위해, 첫째 PIGPLAN을 사용하는 도드람전산농가의 생산성과 국내농가의 평균생산성의 차이를 분석하였고, 둘째 수용연수에 따른 효과를 측정하기 위해서 도입 후의 생산성변화추이를 분석하였다. 먼저 생산성지표로는 양돈생산에서 가장 중요한 지표인 연간모돈당이유자돈지수(PSY)를 선정하였다. 연도별 PSY자료는 PIGPLAN에 저장되어 있는 데이터베이스를 이용하였으며, 도드람양돈조합으로부터 개인신상에 관한 정보가 수정된 데이터를 받아 분석에 이용하였다. 현재 도드람협동조합 회원농가 380농가 중 양돈생산경영관리프로그램을 사용하는 농가는 95농가 정도이며, 이중 1년 이상 지속적으로 사용하고 있는 70농가이다. 이 70농가 중 데이터가 거의 없는 2농가를 제외한 68농가가 분석에 이용되었으며, 68농가의 전체 모돈수는 16,801두였으며, 농가당 모돈수는 247두로 나타났다.¹¹⁾

11) 농가의 연도별 모돈두수의 평균값을 농가 모돈수로 사용하였다.

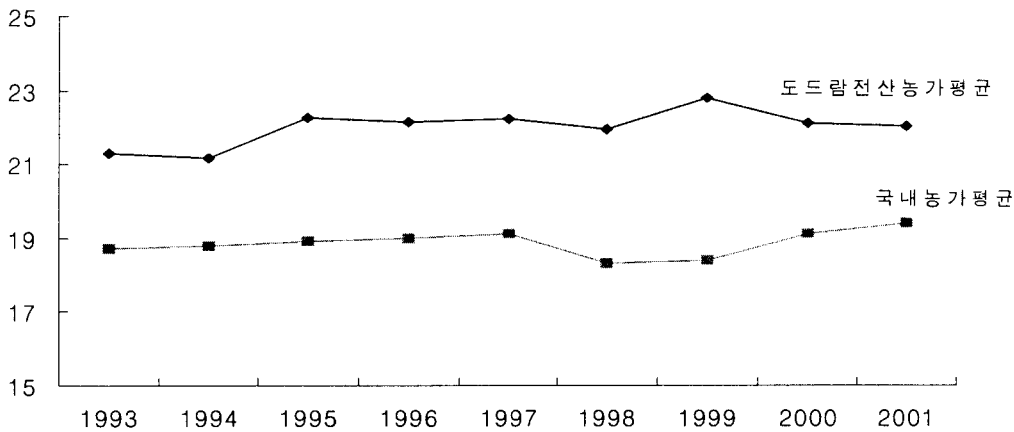
먼저 연도별 수용자수와 누적수용자를 살펴보면 <그림 2-2-5>와 같다. 연도별 수용자수는 도입초인 1993년에 많은 수용자가 있었으며 이후 정체현상을 보이다가 1997년부터 증가하는 추세를 나타내고 있다. 이는 초기에 양돈농가들의 요구에 의해 양돈 생산경영관리프로그램이 개발되어 사용되었으나 도스용 프로그램의 한계로 정체현상을 겪다가 윈도우용인 PIGPLAN의 개발로 인해 좀 더 편리하고 효율적인 관리가 가능하게 되면서 사용자가 증가한 것으로 사료된다.



<그림 2-2-5> 연도별 수용자수의 변화

도드람전산농가와 국내농가의 생산성 차이를 분석하기 위해 도드람전산농가의 연도별 PSY 추이와 국내농가의 평균 PSY 추이를 <그림 2-2-6>에 나타내었다. 도드람전산농가의 경우 1994년에 가장 낮은 값을 나타내고 1999년도에 가장 높은 값을 나타내었으나 연도별 추세변동은 크지 않았으며 PSY는 22 전후로 나타났다. 국내농가 전체의 경우에는 1998~1999년의 PSY가 낮았으며 1997년, 2000년이 상대적으로 높은 값을 나타내었으나 19를 전후로 연도별 큰 추세변동이 없는 것으로 나타났으며, 이를 볼 때 국내농가전체에 비해 도드람 전산농가의 PSY가 약 3 정도 높은 것으로 나타났다.¹²⁾

12) 자세한 수치는 부표 D 참조.



<그림 2-2-6> 연도별 PSY 추이

사용연수에 따른 생산성증가를 파악하기 위해서 사용연차별 PSY 증가치를 구하고 이 증가치가 통계적으로 유의한지 판단하기 위해서 대응표본 t검정을 실시하였다. 이를 위해 우선 각 농가별 양돈생산경영관리프로그램 사용전의 PSY(Y_0), 사용 1년 후 PSY(Y_1), 2년 후 PSY(Y_2) 등이 조사되었다. 우선 Y_0 에 대한 데이터는 존재하지 않으므로 프로그램 사용 후 초기 3개월의 평균치를 사용하였으며, 첫 해의 PSY 평균치를 Y_1 으로 설정하였다. 그러나 첫해의 데이터가 7월부터 존재할 경우에는 첫해의 PSY 평균치를 Y_0 로 설정하고 다음해의 PSY 평균치를 Y_1 로 설정하였다.

이 후 1년차 효과($Y_1 - Y_0$), 2년차 효과($Y_2 - Y_1$) 등을 구하고 연차별 효과에 대해 대응표본 t검정을 실시한 결과는 <표 2-2-7>에 나타나 있다. 이를 보면 1년차 효과($Y_1 - Y_0$)는 0.226으로 대응표본검정결과 유의차가 없는 것으로 나타났으며, 2년차 효과($Y_2 - Y_1$)와 3년차 효과($Y_3 - Y_2$)는 각각 0.403, 0.456으로 10%수준에서 통계적으로 유의차가 있는 것으로 나타났다. 4년차 효과($Y_4 - Y_3$)와 5년차 효과($Y_5 - Y_4$)는 각각 0.163, 0.181로 나타나 효과차이가 통계적으로 유의하지 않는 것으로 나타났다.

이상의 결과는 양돈생산경영관리프로그램 사용의 영향은 사용 2년 후부터 일어나기 시작하여 그 후 2년 간 생산성증가에 영향을 미친다는 것을 보여준다. 이를 토대로 프로그램 사용에 의한 생산성 증가치인 3년차까지의 누적효과 1.1을 사용하여 농가의 수익성을 계산해보면 농가당 수익증가액은 6,209,432원(농가당 모돈수 247두 × 비육돈 두당 출하수익 22,854원¹³⁾ × 생산성증가 1.1), 전체 68농가의 수익증가액은 422,241,362원이 되는 것으로 나타났다.

13) 농림부·국립농산물품질관리원, 축산물생산비, 2001.

<표 2-2-7> 프로그램사용에 의한 연차별 효과

	평균	자유도	표준편차	t
Y ₁ -Y ₀	0.226	67	1.67	1.12
Y ₂ -Y ₁	0.403	63	1.91	1.69*
Y ₃ -Y ₂	0.456	49	1.69	1.91*
Y ₄ -Y ₃	0.163	37	1.57	0.64
Y ₅ -Y ₄	0.181	31	1.98	0.52
Y ₆ -Y ₅	0.646	23	1.37	0.23**
Y ₇ -Y ₆	0.494	16	1.36	0.149
Y ₈ -Y ₇	-0.213	14	1.66	-0.49
Y ₉ -Y ₈	-0.058	11	1.01	-0.20
Y ₁₀ -Y ₉	-0.380	9	2.06	-0.58

주 : * p < 0.1 ** p < 0.05

제5절 결론

본 연구는 농업총연구사업과 부문별연구사업(원예, 축산)의 사회경제적 투자효과분석을 측정하기 위해, 시계열분석법을 통해 계측된 생산함수의 이동률을 AH (Akino-Hyami) 법에 적용하였으며, 개별 연구과제의 성과를 분석하기 위하여 양돈생산경영관리프로그램(PIGPLAN) 사용농가의 사례를 조사·분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

첫째, 총농업연구투자자와 원예연구투자자의 내부투자수익률은 각각 49.18%와 56.04%로 계측되어 국제적인 수준(30~40%)보다 높은 투자효율을 보이고 있다. 그러나 축산연구투자자의 내부투자수익률은 약 21.01%로 선행연구들에 비해 낮게 측정되었지만 축산부문의 연구투자 효과에 관한 선행연구인 Peterson(1967)의 연구결과(내부투자수익률 21%)와 비슷한 결과를 나타내었다. 전체적으로 우리나라의 연구사업의 투자효율은 국제적인 수준에 손색이 없는 것으로 나타났다.

둘째, 연구투자가 생산에 영향을 미치는 시차효과는 총농업연구투자자는 3년 후부터, 원예연구투자자는 7년 후부터, 축산연구투자자는 10년 후부터 30여 년간 지속적으로 생산에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 셋째, 도드람양돈조합의 PIGPLAN사용농가의 연간모돈당이유자돈지수(Psy)는 국내농가의 평균치에 비해 3정도 높았으며, 프로그램사용의 사용의 영향은 2년 차부터 일어나기 시작하여 그 후 2년 간 생산성증가에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

프로그램 사용에 의한 생산성 증가치인 3년차까지의 누적효과 1.1을 사용하여 농가의 수익성을 계산한 결과 농가당 수익 증가액은 6,209,432원인 것으로 나타났다(농가당 평균 모돈수 247두).

장부록

<부표 A> 총농업연구비, 총농업생산액, 농가판매가격지수

(단위 : 백만원, 1995=100)

년 도	총농업연구비*	총농업생산액*	농가판매가격지수**
1966	2,016	376,126	3.1
1967	2,035	399,639	3.4
1968	2,725	444,388	4.0
1969	5,655	630,727	4.6
1970	5,576	740,994	5.8
1971	6,569	885,756	6.8
1972	6,540	1,063,170	8.2
1973	7,198	1,236,559	9.1
1974	17,328	1,632,543	12.0
1975	19,315	2,167,718	15.1
1976	21,332	3,251,240	18.5
1977	24,589	3,909,575	21.4
1978	32,977	5,297,565	28.7
1979	46,185	6,305,603	32.0
1980	50,670	5,902,188	39.3
1981	48,996	8,582,854	49.9
1982	69,080	9,274,682	52.6
1983	66,424	10,278,927	53.2
1984	77,519	10,964,797	53.7
1985	82,614	12,064,758	54.6
1986	101,604	12,336,439	53.3
1987	112,754	12,516,453	56.1
1988	127,296	14,461,857	62.9
1989	144,521	14,923,536	65.7
1990	151,279	15,941,793	73.7
1991	184,596	17,457,830	81.2
1992	227,103	18,878,223	84.5
1993	381,105	19,047,539	84.7
1994	398,979	21,609,312	91.7
1995	497,364	25,123,921	100.0
1996	528,558	27,286,900	105.2
1997	577,617	27,715,439	102.2
1998	583,432	27,980,656	101.9

주 : * 박정근, 2000. 농업생산기술평가의 시스템구축에 관한 연구. 농촌진흥청.

** 농림부, 각년도. 농림통계연보.

<부표 B> 축산연구비, 축산생산액, 농가판매가격지수(축산)

(단위 : 백만원, 1995=100)

년도	축산연구비*	축산생산액**	농가판매가격지수** (축산)
1966	47	47,228	2.9
1967	76	66,160	3.6
1968	85	73,391	4.7
1969	195	95,026	4.6
1970	170	117,719	5.5
1971	161	120,407	6.7
1972	182	149,986	7.8
1973	187	210,632	9.2
1974	213	301,917	10.4
1975	493	302,848	12.6
1976	610	519,076	18.3
1977	630	620,093	22.9
1978	757	1,189,333	32.2
1979	967	1,150,159	29.8
1980	1,248	1,227,261	34.9
1981	1,557	1,975,465	53.4
1982	1,960	2,515,429	65.0
1983	2,302	3,291,995	72.3
1984	2,183	3,166,187	61.1
1985	2,645	3,121,616	50.9
1986	2,961	3,103,067	46.5
1987	3,316	3,056,604	45.0
1988	3,684	3,120,343	55.1
1989	4,263	3,432,165	68.3
1990	5,114	3,921,354	79.1
1991	6,264	4,404,932	91.1
1992	7,009	4,610,520	95.1
1993	7,810	5,055,827	88.5
1994	9,276	5,303,924	91.3
1995	13,770	5,957,615	100.0
1996	16,142	6,934,091	100.4
1997	20,438	6,903,051	89.7
1998	19,390	7,514,885	80.6
1999	20,974	7,936,640	98.6
2000	22,780	8,082,424	102.5

주 : * 농촌진흥청 연구관리국 내부자료.

** 농림부, 각년도, 농림통계연보.

<부표 C> 원예연구비, 원예생산액, 농가판매가격지수(원예)

(단위 : 백만원, 1995=100)

년도	원예연구비*	원예생산액**	농가판매가격지수** (원예)
1965	38	53,387	3.5
1966	45	73,649	4.2
1967	63	74,475	3.8
1968	77	81,662	4.2
1969	135	92,904	5.0
1970	146	143,775	8.3
1971	173	188,188	8.5
1972	179	169,890	8.9
1973	186	187,754	9.4
1974	192	272,638	12.5
1975	251	548,923	17.5
1976	351	743,832	21.3
1977	673	985,225	24.8
1978	610	1,369,560	43.1
1979	760	1,807,318	41.2
1980	1,053	1,767,389	41.2
1981	1,084	2,053,627	51.6
1982	1,048	2,148,147	47.5
1983	1,540	1,962,435	40.4
1984	1,143	2,357,855	53.0
1985	1,254	3,076,719	55.5
1986	1,445	2,863,169	47.7
1987	1,705	2,941,813	53.9
1988	1,847	3,767,289	60.5
1989	1,735	4,378,432	55.1
1990	2,156	5,002,773	64.0
1991	2,848	5,974,060	72.0
1992	8,016	6,644,188	74.7
1993	12,040	6,860,807	74.5
1994	13,679	8,652,259	90.7
1995	16,980	10,357,530	100.0
1996	19,385	9,853,451	101.0
1997	24,311	10,224,700	100.4
1998	21,406	10,142,351	101.7

주 : * 농촌진흥청 연구관리국 내부자료.

** 농림부, 각년도, 농림통계연보.

<부표 D> 양돈생산경영관리프로그램(PIGPLAN) 수용자수 및 PSY

(단위 : 명, 두)

년 도	프로그램 수용자수	PSY		
		도드람평균	국내농가평균*	분석 데이터수 (도드람농가수)
1992	1	21.3	18.5	1
1993	9	21.3	18.7	10
1994	2	21.2	18.8	12
1995	3	22.3	18.9	15
1996	2	22.1	19.0	17
1997	7	22.2	19.1	24
1998	8	21.9	18.3	32
1999	6	22.8	18.4	38
2000	12	22.1	19.1	50
2001	18	22.0	19.4	66
2002	-	22.7	-	68

주 : * 농림부·국립농산물품질관리원. 각년도. 축산물생산비.

제3장 농림기술개발과 정부·민간의 역할

제1절 서론

한국 농업성장의 원천은 농업부문 R&D에 의하여 결정된다(박정근, 1986, 2002). 경제발전이 따라 농업부분과 R&D는 빠르게 변화하는 과학기술과 기술제도, 사회변화와 농업 자체의 변화, 농산물시장과 일반경제의 변화 등 주변환경의 변화와 함께 다음과 같이 두 가지 변화를 보이고 있다. 우리나라 총 연구비 중 농업부문 연구비와 농업연구에 종사하는 연구원 수가 다른 분야에 비하여 상대적으로 크게 줄어들고 있으며(부표 1과 2 참조) 민간부문의 역할이 점차 증대되고 있다는 사실이다(부표 3 참조).

그동안 우리나라 농업 R&D의 역할에 대한 연구는 다른 나라의 연구성과에 비교하여 극히 제한되었다. 대부분의 연구는 우리나라 공공부문 R&D에서 농업기술 개발을 위한 정부개입의 필요성과 공공부문 투자의 합리성을 밝히는데 집중되었다. 최근 OECD국에서 생명공학과 같은 기술변화와 지적소유권(Intelligent Property Right) 등 제도변화에 따라 민간부문의 농업기술개발부문이 확대되면서 공공부문 농업기술투자와 기술정책에 대한 새로운 관심이 나타나기 시작했다.

즉 국가 전체의 연구예산이 줄어들면서 공공부문 연구효과를 민간부문이 어느 정도 메꾸어 줄 수 있는가라는 문제가 제기되었다. 이에 따라 공공부문 연구와 민간부문 연구는 서로 구축관계(crowding out)인가, 또는 보완관계인가에 대한 명확한 구분과 민간부문 연구가 확대되면서 소득배분(income distribution)에 어떤 영향을 줄 것인가, 따라서, 농민들이 어떤 영향을 받게 될 것인가에 대한 관심이 커졌다.

우리나라는 WTO체제 이후 농특세 부과에 따라 농림기술 개발투자가 크게 확대되어 농업기술개발의 체계를 보다 효율화하고 농업 연구자원 배분의 합리화를 도모하여 농업의 국제 경쟁력을 높이려는 노력이 커지고 있다. 또한 농업이 자원 위주의 농업에서 과학기술 위주의 농업으로 변모하고 자급 위주의 농업에서 시장 위주의 농업으로 전환하면서 농업 투입물에 대한 시장수요가 커지고 민간부문의 연구가 확대될 수 있는 잠재력이 커져가고 있다.

따라서 이와 같은 농업연구 환경의 변화에 농업기술 개발을 위한 민간부문과 공공부문의 역할이 무엇이며, 어떻게 민간부문과 공공부문의 조화에 의하여 사회적으로 가장 적절한 연구자원 배분이 이루어질 수 있는가, 또한 농업연구개발비는 어떻게 민간부문과 공공부문에 배분되어야 하며 이를 위한 요인들은 무엇인가를 명확하게 구명할 필요가 있다. 이를 위하여 이 논문은 제2절에서 농업기술 개발을 위한 민간부문과 공공부문의 역할에 대한 이론적 틀을 정립하고, 제3절은 어떻게 농업 R&D에서 민간

부문과 공공부문의 조화가 이루어질 수 있는가, 마지막 제4절에서는 결론과 정책적 함의를 도출하고자 한다.

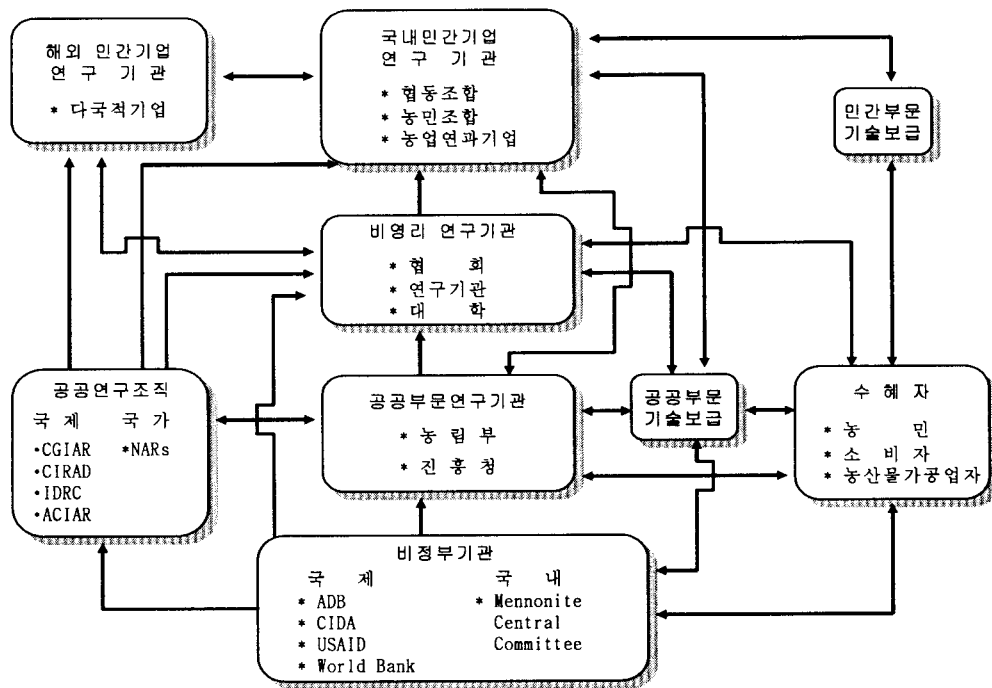
제2절 농업연구에서 민간부문과 공공부문의 특성

1. 농업연구의 민간부문과 공공부문 구분

가. 구분의 기준

농업연구에서 민간부문과 공공부문의 구분은 공공재(public goods)와 사유재(private goods)의 구분처럼 명확하지 않다. 농업연구 자체의 성격과 연구기관의 성격에 따라 다르기 때문이다. 연구기관이 민간부문에 속하는가, 공공부문에 속하는가는 다음과 같이 4 가지 기준에 의하여 구분될 수 있다(Thirtle and Echeverria, 1994). 첫째, 소유와 관리주체가 누구인가, 둘째, 자금의 출처가 어디인가, 셋째, 경제적 이윤추구 여부, 넷째, 연구개발 결과물인 기술의 소유권이 어디에 귀속되는가라는 기준이다.

즉, 연구기관의 주체가 어디냐에 따라 국내의 공공부문이나 민간부문, 해외의 공공부문이나 민간부문, 또한 자금의 출처에 따라 달라지고, 연구기관의 목적에 따라 영리를 목적으로 하는 민간부문, 영리를 목적으로 하지 않는 비영리부문과 공공부문으로 나눌 수 있다. 그 밖에 연구 결과물의 소유권이 공공부문에 속하는가, 민간부문에 속하는가도 구분의 기준이 될 수 있다. 이러한 구분은 <그림 2-3-1>의 농업연구조직의 체계적 흐름에서 살펴볼 수 있다.



<그림 2-3-1> 농업 연구조직의 체계적 흐름

자료 : Umali, D. L., 「Public and Private Sector Roles in Agricultural Research: Theory and Experience」, World Bank Discussion Papers, The World Bank, Washington, DC., 1992

물론 민간부문과 공공부문은 그 목적이 분명히 다르다. 민간부문의 농업기술 개발은 이윤추구가 그 목적이며 공공부문은 경제개발이나 빈곤퇴치, 환경이나 생물 다양성 보호 등과 같은 공익적 목적을 추구한다. 민간부문의 비영리 기구에서도 이윤추구가 아닌 공익적 목적을 추구하는 농업 연구기관이 있다. 그러나, 민간부문의 영리를 목적으로 하는 농산물가공, 농업 투입재산업 등 농업 연관산업부문(agribusiness sector)과 비정부기구(NGO), 민간 전문협회나 사단법인 등 비영리를 목적으로 하는 기구의 차이는 비영리 기관은 이윤이 발생할 경우에 영리기업과는 달리 비영리 목적을 위하여 기구에 재투자한다는 점이다.

이러한 비영리 목적의 기구는 그 자금의 출처가 공공부문, 민간부문, 기타 국제 기관에서 나오며 대학도 공공부문과 민간부문의 성격을 동시에 갖는다. 따라서 비록 4가지 기준에 의하여 공공부문과 민간부문의 구분이 가능할지라도 서로 주체나 자금출처 등이 혼재되어 그 구분이 불분명한 것이 사실이다.

나. 기술과 연구활동의 특성에 따른 구분

농업연구의 체계는 기술의 특성에 따라 연구 활동별로 <표 2-3-1>에서 다음과 같은 6단계(level)로 구분할 수 있다(Huffman and Everson, 1993). 이러한 기술체계에서 연구활동에 따라 공공부문과 민간부문 기술의 특성이 나타난다. 단계 I은 새로운 기술의 최종 사용자이다. 단계 II는 공공부문과 민간부문의 정보체계로서 기술보급, 유통 및 분배를 나타낸다. 단계 III은 응용연구의 결과인 상품화할 수 있는 기술과 지식이다.

<표 2-3-1> 농업연구개발 체계에서 과학과 기술의 6 단계

단계/활동	사용자와 사용형태					
I. 최종사용자	생산자	정부			소비자	
⇕					⇕	
II. 기술보급 (공공부문과 민간부문)	자원과 환경	상품 위주	경영과 시장	공공정책	가족과 인간자원	
⇕	농업 과학기술 주요분야					⇕
	수학	물리학	생물학	사회과학		
III. 기술개발 산출물 (농업연관 산업발전)	농기계및설비 건물 컴퓨터 장비 /소프트웨어	비료 농약 관개 체계 방역 체계	작물 품종 농원 종자 사료	동물 육종 가축 건강 식품	경영체계 시장체계 제도변화 건강보호 아동보호	
⇕					⇕	
IV. 기술개발 (공공부문과 민간부문연구)	농공학 과 디자인 계 컴퓨터 디자인	토양학 관개배수방법	농학 예 종 병 식물 육 종 병 리	동물 및 가금 육종 영양 수의학	농업경영과 유통 자원경제학 농촌사회학 공공정책학 인간생태	
⇕					⇕	
V. 사전적 과학 (대학과 공공연 구기관)	응용수학 응용물리학 공공 컴퓨터 공학	기상학 토양물리 화학 수자원	식물생리학 식물육종학 식물 병리학	인간과 동물 생리학 인간과 동물 육종학 동물병리학 영양학	응용경제 통계학 & 계량경제 정치학 사회학	
⇕					⇕	
VI. 일반핵심과학 (대학과 공공연 구기관)	수학 확률과 통계		세균학 생화학 식물학 생태학	유전학 분자생물학 미생물학 동물학	경제학 심리학	

자료 : Ruttan, V. W, "Technology, Growth and Development : An Induced Innovation Perspective", Oxford University Press, pp.220-221, 2001.

단계 IV는 새로운 기술을 발명하거나 발견하기 위한 공공부문과 민간부문의 응용연구이다. 여기에는 기계적, 화학적, 생물학적, 경영적, 그리고 정책적 기술이 포함되어 있다. 대부분의 기계적, 화학적 기술은 민간부문에서 개발되고 또한 분자생물기술은

민간부문에서 생산되거나 요즘은 공공부문에서도 이에 대한 개발이 이루어지고 있다. 이 단계의 기술에서는 민간부문과 공공부문이 직접적으로 경합하고 있으나 지적소유권이 보장되지 않는 영역은 공공부문이, 지적소유권이 보장되는 부문은 민간부문이 차지하고 있다. 동물과 식물의 육종분야, 경제정책 분석과 경영방법 등은 이 분야에 속한다.

단계Ⅴ는 새로운 기술이나 제도를 설계하는데 필요한 지식을 만들기 위하여 구체적인 발견을 위한 사전기술(pretechnology) 연구이다. 사전기술 분야는 기술개발 기업에 중간 생산물을 공급하며 이 기술이야말로 공공부문이나 민간부문 기술개발에 가장 결정적인 기술을 제공한다. 특히 단계Ⅳ와 Ⅴ의 구별이 중요하다. 공공부문에서는 단계Ⅴ의 기술인 사전기술로서 동·식물 육종, 동·식물 생리분야가 있다. 이 분야는 대학에서도 많은 연구가 이루어졌다. 또한 단계Ⅴ의 기술은 순수 기초과학인 단계Ⅵ에 단계Ⅳ를 연결하는 역할을 한다. 단계Ⅴ와 Ⅵ의 구분은 단계Ⅴ는 이 기술에 대한 수요측에서 유발되며 단계Ⅵ은 공급측에서 유발된다는 점이다.

다. 민간부문과 공공부문의 조직에 따른 구분

농업연구를 위한 민간부문과 공공부문의 조직상 구분은 앞서 연구목적에서 본 바와 같이 공공부문은 공익적 목적을 위하여 조직되며 민간부문은 영리를 목적으로 하거나 비영리 목적의 단체로 조직된다. 다음 <표 2-3-2>에서 두 부문이 구분되어 있으나 민간부문과 공공부문의 구분은 더 복잡한 것이 사실이다. 비정부 기구(NGO)에 속하면서도 자금의 출처는 정부에 의존하거나 민간부문에 속하는 기구가 공공부문과 같은 목적을 수행하는 경우도 있기 때문이다. 또한 농업관련 공사의 경우에는 반은 공공적인 성격을, 또 반은 민간적인 성격을 갖기도 한다. 외형적인 조직은 민간부문이나 그 실체는 정치적인 영향력 아래에 놓여있는 경우도 많다.

연구의 결과물이 어떤 형태인가도 공공부문과 민간부문의 구분의 척도가 된다. 공공부문은 연구결과를 전유할 수 있고 무상으로 공공에게 제공되어 확산효과(spillover effect)가 크며 민간부문의 연구결과는 영리목적으로 전유된다. 그러나, 민간부문의 연구결과가 많은 농민들에게 무상으로 공개되는 경우도 없지 않다.

마지막으로 기술의 개발과 기술의 이전에서 민간부문과 공공부문의 활동범위가 결정되어 이에 따라 구분되는 경우도 있다. 공공부문은 기술개발에 중점을 두나 민간부문은 새로운 기술의 개발보다 시장을 통한 유통으로 기술의 이전에 치중한다는 사실로 구분할 수도 있을 것이다. 민간부문의 기술유통에 의한 기술이전은 최종 기술수요자들의 경제적 필요성에 부응하기 때문에 기술확산의 영향이 크지만 경제적 여력이 부족한 농민들이나 지역적으로 불리한 농민들에게는 영향을 미치지 못하는 경우가 있다. 또한 민간부문의 기술이전도 새로운 지역이나 환경에 적합시키는 연구가 필요하기 때문에 이러한 구분에도 부적절한 경우가 있는 것이 사실이다.

<표 2-3-2> 공공부문과 민간부문의 농업연구 조직상의 구분

공공부문	농림부, 과학기술처 산하 농촌진흥청 대학 국제농업연구기관
민간부문	사단법인 N G O 비영리기관 농업협동조합 농업분야공사
	영리기관 투입물회사 종자, 사료, 비료, 농약, 농기계 농업부문 농민단체 식품산업 식품가공회사 기술용역 용역회사

2. 민간부문과 공공부문 농업기술의 경제적 특성

가. 공공부문에 대한 정부개입의 당위성

연구개발의 성과로 나타나는 새로운 지식은 비경합성(nonrivalness)과 비배제성(non-excludability)으로 공공재적 성격을 갖는다. 따라서 연구투자에 대한 수익을 되돌려 받을 수 없기(inappropriability) 때문에 시장실패(market failure)로 사회적 한계수익이 사적 한계수익보다 커서 민간부문에 의한 연구자원 배분은 사회적으로 적정수준에 이르지 못한다. 더구나 연구투자의 결과는 확산효과(spillover effect)로 인한 외부경제(externality)를 가져와 시장실패에 직면하게 된다.

외부경제는 농업의 공익적 기능에 따른 정(正)의 효과만이 아니라 농업생산이 초래하는 환경오염 등 부(負)의 효과도 크다. 또한 연구과정의 기본적인 특성은 연구결과 불확실성(uncertainty)이다. 따라서, 위험부담을 회피하는 민간기업(risk-averse firms)은 불확실성이 큰 연구부문의 투자를 꺼리기 때문에 연구투자는 사회적 적정투자보다 낮은 저위투자(underinvestment)를 가져온다. 일반적으로 농업 투입물에 대한 농업연구는 연구투자의 불가분성(indivisibilities)과 연구기간이 장기간 소요되기 때문에 규모가 커지거나 연구투자에 대한 시간이 길수록 경제적인 성격(economics of scale and time)을 갖는다. 따라서 정부의 지원에 의하여 대규모의 투자가 유리하다.

공공부문의 연구투자에 대한 정부개입의 당위성은 이와 같은 사회의 저위 투자만이 아니라 농업 공공부문의 연구투자는 연구와 교육의 보완성이 이루어질 수 있고 경쟁을 강화시키기 때문에 필요하다. 또한 민간부문에 맡기면 시장경제에서 영리추구가

가능한 부문에 편중되어 사회에 필요한 기술개발이 약화될 우려도 크다.

그러나 시장실패(market failure)보다 현실적으로 심각하게 나타날 수 있는 정부실패(government failure)에 대한 우려도 부정할 수 없다. 공공부문 연구자들의 연구에 대한 자극이 부족하거나 농민들과의 직접적인 연계가 부족하여 연구결과의 문제점에 대한 상호 협력이 이루어지지 못할 경우가 많기 때문이다.

나. 민간부문 농업 연구투자의 경제적 특성

민간부문의 농업연구투자는 연구에서 얻는 새로운 연구결과에 대한 시장규모와 새로운 기술에서 얻을 수 있는 수익과 투자비용에 달려있다. 물론 새로운 기술에서 얻을 수 있는 수익을 전유(appropriability)할 수 있다는 전제가 있어야 한다. 그러나 비영리 목적의 민간부문은 이러한 수익률보다 얼마나 외부로부터 지속적으로 연구자원을 얻을 수 있는가가 중요하다.

영리목적의 민간부문의 연구투자에 대한 수익은 여러 가지 요인에 의하여 결정된다. <표 2-3-3>에서 수익은 투입물과 산출물 시장규모, 배제 가능한 수익의 전용 메카니즘, 효율적인 기업환경 등에 의하여 결정된다. 시장규모는 인구와 시장 구매력, 농업 기후조건, 시장가격에 영향을 주는 정부정책 등이 중요하다. 수익 전용 메카니즘은 개량 옥수수과 같이 자연적으로 농민들이 개량종을 구입하여야 하나 지적 소유권 제도(intelligent property rights : IPR)처럼 제도적인 장치에 의해서도 가능하다.

그러나 그것은 정부에서 얼마나 강제하느냐에 달려 있으며 또한 간접적으로 WTO 규정에 의하여 영향을 받을 수 있다. 따라서 정부의 국제무역 정책이나 시장정책에 의해서 간접적으로 영향을 받는다. 민간부문 농업연구투자의 비용을 결정하는 요인은 농업연구 프로그램의 비용과 이와 관련된 위험정도이다. 연구 투입물은 연구시설이나 현존하는 지식과 기술의 스톡(stock)만이 아니라 연구활동을 수행하는 연구 인적자원도 중요하다. 연구 투입물의 공급은 상위수준 연구에 얼마나 쉽게 접근할 수 있는가, 얼마나 이용할 수 있는가가 중요하며 이들이 공공부문에서 나오는가, 또는 민간부문에서 얻을 수 있는가도 중요하다.

공공부문이나 비영리 부문에서 얻을 수 있을 때는 비용이 들지 않지만 영리목적의 민간부문에서 대부분 생산될 경우에는 비용이 많이 들기 때문이다. 해외 직접 투자정책도 해외기업의 새로운 기술이전이 이루어지는데 영향을 주기 때문에 중요하며 기술 인력의 공급에 교육도 중요한 요인이 된다. 기업환경도 민간부문 연구투자에 영향을 주고 정부의 기술정보, 조세정책, 정책지원 등이 비용을 감소시킨다. 간접적인 영향으로 자본시장 발전도 연구투자에 중요한 요인으로 작용한다.

<표 2-3-3> 영리목적의 민간부문 연구의 비용과 수익의 직·간접적 결정요인

	직접적 결정요인	간접적 결정요인
민간연구 수익	<ul style="list-style-type: none"> • 산출물과 투입물 수요 <ul style="list-style-type: none"> - 인구, 수요의 가격탄력성 - 1인당 소득, 수요의 소득탄력성 - 생태학적 조건 - 농업 정책부문(상품가격, 신용, 국내외 국외 교역) - 거시적 정책(환율, 통화와 재정) • 전 용 <ul style="list-style-type: none"> - IPR 제도 - 계약규정과 실행 - 배제기술발달 (예, 유전자복제, 잡종) • 기업환경 <ul style="list-style-type: none"> - 산업정책(면허, 투자규정) - 해외와 자국의 투자유인 - 반 트러스트 정책 	<ul style="list-style-type: none"> - 농업지원서비스(기술보급, 유통) - 농업 조직투자 - 사회문화적 요소(인종적, 지역적) - 쌍방과 다자 합의 (GATT, EFTA, NAFTA) - 공공연구와 기술실험 - 국제적 합의(TRIPs) - 경쟁정책
민간연구 비용	<ul style="list-style-type: none"> • 연구투자의 제공 <ul style="list-style-type: none"> - 과학자의 공급과 질 - 공공부문과 비영리 민간부문의 연구 이용 가능성 (NARIs, CGIAR, NGOs) - 기술수입정책 (수입의무와 양적제한) - 해외 직접투자정책 - 거시정책 (환율, 통화와 재정) • 기업환경 <ul style="list-style-type: none"> - 시장집중 (규모와 시간경제학, 자본 및 연구인력경쟁) - 연구유인 (세금면제, 보조금, 공여), 기술적 서비스와 과학공원 - 기술검정과 식품안전정책 	<ul style="list-style-type: none"> - 공공 및 민간교육 지출의 단계와 구성 (1차, 2차, 대학교) - 양측과 국제적 합의 (GATT, EFTA, NAFTA, MERCOSUR) - 자본시장의 발달(투자자 사업자금)

자료 : Pray, Carl E. and Dina Umali-Deininger, "The Private Sector in Agricultural Research Systems: Will it Fill the Gap", World Development Vol. 26, No.6, pp. 1127-1148.

민간부문 농업연구투자에서 결정적 전제가 되는 투자수익의 전유(appropriability)는 시장구조, 기술의 성격, 연구 소요기간, 정부의 지적소유권제도와 같은 규제에 달려있다. 독점이나 과점 시장체제는 연구개발에서 오는 수익을 하나나 몇 개의 기업이 전유할 수 있게 한다. 지적 소유권 제도는 이처럼 발명자에게 개발수익을 전유할 수 있도록 보호하며 연구결과를 보호할 수 있는 법적 조치이다.

지적 소유권을 보호할 수 있는 법적조치는 종자 인증제, 복제권 등 여러 가지가 있다. 기술적 특성에 따라 수익을 전용할 수 있는 것은 식물의 개량종처럼 쉽게 복제

할 수 없는 경우 개량종자에 대한 프리미엄을 받을 수 있다. 시간도 중요한 결정요인 중의 하나이다. 어떤 기업이 다른 경쟁기업보다 빨리 새로운 기술개발에 성공하면 보다 높은 가격으로 더 많은 이윤을 얻을 수 있게 된다.

마지막으로 민간부문의 연구투자에 영향을 주는 요인으로 공공부문 연구투자의 효과를 들 수 있다. 공공부문 연구투자는 민간부문에 정(正)의 효과와 부(負)의 효과를 가져올 수 있다. 공공부문의 연구투자는 기초연구를 강화하고 연구 투입물(동식물 germ-plasm, 과학자, 새로운 연구기술)의 공급을 확대하기 때문에 민간부문 연구비용을 감축시킬 수 있다. 그러나 공공부문 연구투자의 감소는 민간부문에 연구자나 연구시설을 확대시킬 수 있기 때문에 민간부문 연구비용을 감소시킬 수 있다. 따라서 민간부문과 공공부문의 연구의 역할에 의하여 현실적인 이해가 결정될 것이다.

제3절 농업연구를 위한 민간부문과 공공기관의 협력체제

1. 민간부문과 공공부문 연구의 대체성

공공부문의 농업 연구예산이 감축됨에 따라 민간부문의 연구투자가 이 간격을 메꾸어야 한다는 것은 민간부문과 공공부문이 서로 대체적일 때 가능하다. 민간부문과 공공부문은 기술의 성격에 따라 대체적이거나 보완적이다. 앞서 본 6단계에서 VI단계의 일반과학과 V단계의 사전기술 단계에서는 주로 대학과 공공 연구기관에 의하여 연구가 이루어진다. 이 단계에서는 연구결과가 일반적이기 때문에 지적 소유권에 의하여 보호받기 어려워 민간부문의 연구활동은 극히 제한된다.

따라서, 이 단계에서는 공공부문과 민간부문의 연구활동은 서로 보완적이며 경합적 관계를 갖지 않는다. IV단계인 기술개발은 공공부문과 민간부문의 두 부문 모두에서 연구활동이 이루어지기 때문에 어떤 경우에는 서로 겹치는 경우가 있으며 이 단계에서는 경합적이다. 이 단계에는 화학적, 기계적 기술 등 응용분야가 포함되며 응용분야는 특허에 의하여 기술개발의 결과에 따른 수익을 전유할 수 있을 때 민간부문의 연구활동이 활발하다.

농업경영과 생물학적 기술개발은 특허가 어렵기 때문에 공공부문의 연구활동에 의존하게 된다. 여러 공공부문의 연구활동은 연구결과가 시장에서 유통되기 어려워 민간부문에 대한 적절한 자극을 주지 못하는 부분에서 이루어진다. 그러나 민간부문과 공공부문이 서로 경합되는 분야에서는 비교우위가 높은 부문의 연구활동을 강화하여 국가 농업 연구자원 배분의 효율성을 높여야 할 것이다.

2. 민간부문과 공공부문 협력의 필요성

그동안 농업연구는 대부분 그 특성상 공공부문에서 이루어졌기 때문에 민간부문에 대한 관심이 높은 것은 아니었다. 또한 민간부문과 공공부문의 상호연계에 의하여 연구효율을 크게 높일 것으로 기대하지는 않았다. 그러나 많은 나라에서 연구예산이 감축되면서 공공부문의 연구자원 감소로 연구자원 배분의 효율성에 대한 관심이 높아졌다. 또한 기술개발에 따라 민간부문의 역할이 커지면서 공공부문과 민간부문의 협력이 현실화되었다. 따라서 정책당국은 민간부문과 공공부문 연구의 비교우위에 따른 국가 연구체계 내에서 새로운 조정이 중요하다는 점을 인식하게 된 것이다. 특히 생명공학기술(biotechnology)의 빠른 발전에 따라 농업기술에서 민간부문 기술개발의 역할이 커졌을 뿐만 아니라 공공부문과 민간부문간의 협력체제의 필요성과 이에 따른 이점이 부각되고 있다.

생명공학 기술은 R&D를 위한 최소 투자단위가 크기 때문에 민간 기업들의 통합이 이루어질 뿐만 아니라 그 기술의 응용은 자본 집약적이고 장기간이 소요되기 때문에 공공부문과 민간부문의 참여가 확대되고 있다. 따라서 앞으로 이 분야에서 어떻게 민간부문과 공공부문의 협력이 이루어질 것인가는 새로운 과제가 되었다. 앞으로 이 분야의 확대는 국가의 농업 기술개발 정책계획수립에서 어떻게 두 부분의 협력을 유도하여 효율적인 농업 연구자원 배분을 이룰 수 있을 것인가라는 관점에서 중요하다.

한편, 과거의 기초과학과 응용과학의 직선적인 분류에 따른 민간부문과 공공부문 역할의 분담보다 협력체제의 필요성은 연구결과의 상호 구축효과(crowding out)보다 연구과정에서의 상호 보완성이 중요하기 때문이다. 연구결과는 새로운 지식(knowledge)이며 이것은 새로운 자산형태를 나타낸다. 민간부문과 공공부문은 각각 기초연구와 응용연구에 관한 지적자산(knowledge assets)에 대한 자산구성(asset portfolios)이 다르다. 민간부문은 장기적 연구자금 확보를 위하여 금융자산과 특정 과학 연구자산, Gene Guns와 Agribacterium과 같은 응용기술에 관한 상용화할 수 있는 연구자산을 보유한다. 한편, 공공부문에서는 Elite Germplasm 은행과 같은 연구자산을 가져 서로 상호 연구자산의 이용에 보완적이다.

공공부문의 연구기관은 민간부문의 특정 연구과정에서 자료를 얻을 수 있고 민간부문과 상호 교환할 수 있기 때문이다. 이러한 보완적인 연구자산은 연구개발 능력, 경험, 종자은행을 통해서 민간부문과 공공부문이 서로 보완관계를 가질 수 있다(Rausser, Simon, Amedan, 2000). 농업이 점차 정보 집약적(information intensive)인 산업으로 변모해 가면서 이러한 보완적인 관계는 점차 강해질 것이다. 왜냐하면 예를 들어 종자판매는 종자판매에만 그치지 않고 그 지역의 토양 성분과 특정 농장에 대한 정보(farm-specific information)를 포함한 종자와 화학성분의 패키지(package)로서 판매하게 되며 공공부문의 보유정보가 중요한 기초자료가 될 수 있기 때문이다. 이러한 농업

기술개발을 위한 공공부문과 민간부문의 상호연계를 위한 새로운 협력(partnerships)은 국가의 농업 연구정책 수립에 한정되지 않는다.

점차 정부와 국제 원조기관, 다국적 기업 등이 민간부문과 공공기관의 상호협력을 위한 국제기구 발족이 늘어간다. 실제로 이러한 목적을 위하여 the International Service for the Aquisition of Agri-biotech Applicdtions(ISAAA)이 1991년에 수립되었다. 선진국의 민간기업이 후진국에 식량부족을 메꿀 수 있는 농업생산력 증진을 위하여 1995년에 수립된 CGIAR의 the Private Sector Committee도 공공부문과 민간부문 협력을 목표로 한 국제기구이다.

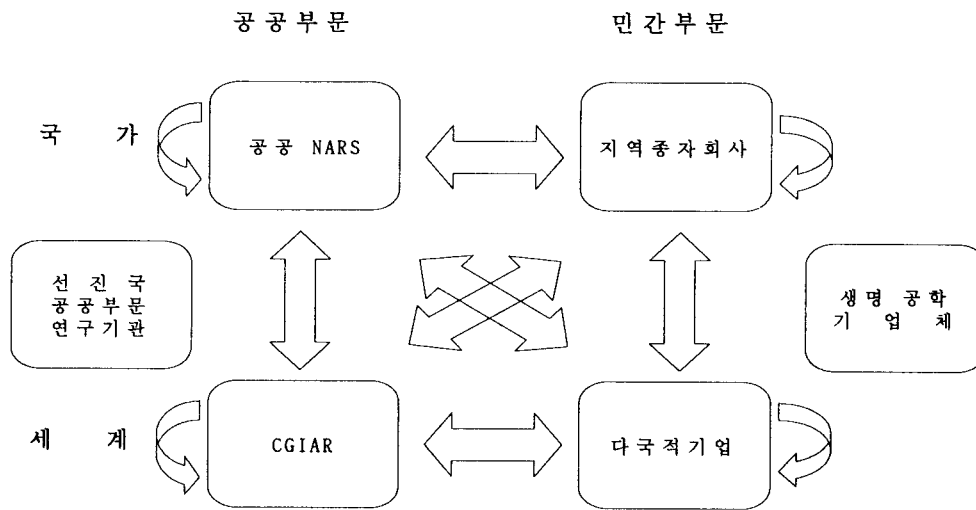
3. 민간부문과 공공부문 협력체계의 모색

가. 기술의 발달과 민간·공공기관의 협력체계

생명공학과 같은 기술의 발달에 따라 민간부문과 공공부문의 협력체계의 필요성이 점점 높아지고 있다. 비록 지적소유권제도가 확립되어 있는 경우에서도 이에 따른 소송이 많으면 이를 시행하기 위한 거래비용(transaction cost)이 높기 때문에 시장실패로 인한 공공부문의 역할이 중요하다. 따라서 경쟁적인 민간부문이 활성화되기 전까지 초기단계에서는 공공부문이 주도적인 역할을 하고, 민간부문의 활성화가 이루어진 단계에서는 공공부문은 민간부문이 관심을 갖지 않는 지역의 농민과 환경이나 불확실성이 큰 쪽으로 새로운 방향모색이 이루어져야 할 것이다. 사실 대부분의 나라에서 공공부문은 초기에는 병충해 방제나 생태체계에 친화적인 내병성 연구에서 점차 민간부문의 관심이 적은 부문으로 연구가 옮겨진 사실을 볼 수 있다.

그러나 공공부문에서 독자적으로 민간부문에서 얻는 것보다 낮은 비용으로 개발할 수 있는 연구영역은 목표 연구 결과물에 대한 특허수를 줄이기 위해서 독자적인 연구개발이 이루어져야 한다. 사실 제1세대 기술(first generation technologies)의 특허기간이 만료함에 따라 이러한 공공부문의 연구영역은 확대되어가고 있다. 공공부문이 개발하는 것보다 민간부문에서 쉽게 기술에 접근하는 것이 비용이 적을 때는 여러 가지 협정에 의해서 이러한 목표를 달성할 수 있다. 이것은 신용합의(confidential agreements), 물질 이전합의(material transfer agreements : MTA), 면허(licensing), 구입(purchase) 등 여러 가지 방법이 가능하나 기술과 시장조건, 상대 민간기업체의 관심에 따라 달라질 수 있다.

가장 중요한 방법은 공공부문과 민간부문의 협력(alliances)과 합작투자(joint vebtures)이다. 여기에는 물론 물질 이전 합의(MTA)와 면허가 포함된다. 최근 생명공학분야에서 특히 합작투자가 증가하고 있으나 그 형태는 다양하다. 공공부문과 민간부문의 합작투자는 국내 연구기관에 한정되지 않고 다국적 기업이나 국제 농업연구기관이 포함되어 다음 <그림 2-3-2>에서 볼 수 있듯이 다양하게 나타난다.



<그림 2-3-2> 공공부문과 민간부문의 가능한 협력체계

자료 : D. Byerlee & K. Fischer, 「Accessing Modern Science: Policy and Institutional Options for Agricultural Biotechnology in Developing Countries」, IP Strategy Today No. 1-2001, 2001

이와 같이 합작투자에 의한 민간부문과 공공부문의 협력은 민간부문과 공공부문의 목표를 동시에 달성할 수 있는 장점이 있으나 협력과정에서 여러 가지 어려운 요인들이 장애가 된다. 민간부문은 위험을 최소화하고 이윤을 극대화할 수 있는 조건에서 연구결과의 보호를 받을 수 있다. 공공부문은 시장실패에 의한 사회적 손실을 회피하여 빈곤한 농민층이나 자원이 부족한 지역 농민들의 후생복지를 위하여 민간부문과 협력하여 사회적 후생을 높일 수 있다. 그러나 합작투자를 위한 조건은 상호협상에 의하여 결정되기 때문에 협상과정에서 민간부문과 공공부문의 상호이익이 극대화될 수 있어야한다. 이것은 민간부문과 공공부문이 갖는 자산이 서로 보완적이어야 하며 연구 결과물에 대한 최종 시장이 분할되어 서로의 목적을 충족시킬 수 있을 때 원만한 협상이 가능하다.

공공부문과 민간기업이 가질 수 있는 자산은 다음 <표 2-3-4>와 같다. 이러한 자산은 상호 보완성이 얼마나 큰가, 또 얼마나 체계적으로 정리하여 보유하느냐에 따라서 상호 협상에서 유리한 입장을 갖게 될 것이다. 민간부문과 공공부문이 서로 시장을 분할하여 현실적으로 그들이 갖는 자산의 보완성을 활용할 수 있다. 즉 공공부문은 자원이 빈곤한 농민들에게 유익한 반면 민간부문은 수익을 얻을 수 있는 상업농을 대상으로 한 시장분할이 가능하다.

<표 2-3-4> 농업 생물공학 연구의 공공 및 민간부문 자산(Asset)

조 직	공공부문	민간부문
주요자산	<ul style="list-style-type: none"> ● 지역의 다양한 생식질 ● 지역의 지식 ● 육종, 평가계획 및 관련된 하부구조 ● 기술지도를 포함한 보급 ● 상위부문 수용능력 ● 가장 긍정적인 공공이미지 	<ul style="list-style-type: none"> ● 지역의 지식 ● 육종프로그램과 하부구조 ● 종자보급체계 ● 유통망

공공부문은 한계지역(marginal areas), 자원빈곤 농민(resource-poor farmers), 이익이 없는 작물(orphan crop)등에서 민간부문이 수익이 없어서 관심이 없는 농민을 대상으로 기술 사용료를 무상이나 낮게 이용하도록 하여 사회적 후생을 높일 수 있다. 같은 기술도 수익이 높은 시장지향지역(market-oriented area)의 상업농은 높은 가격으로 이용하여 민간부문의 수익을 보장할 수 있다. 시장은 농민형태에 의하여 분할하여야 하나 실제로 현실적인 어려움 때문에 작목, 특정종자, 지역, 소득 수준 등에 따라 분할할 수 있다.

그러나 이론적으로는 바람직하지만 다른 농민들이나 다른 지역에 확산효과가 나타날 수 있기 때문에, 또 지적소유권이 보호되지 않는 지역에서 쉽게 새로운 기술에 접근할 수 있어서 이에 대한 사용권을 사고자 하는 유인이 크지 않다. 이처럼 시장분할은 상호간의 협상, 신뢰구축 및 시장에서 시장분할을 실질적으로 수행할 수 있는 역량 등 여러 가지 요인에 의하여 결정된다. 따라서 지적 소유권과 그 권리를 갖는 소유자가 많지 않고 지역적으로 시장분할이 가능하며, 확산효과를 저지하기 쉬운 경우에만 시장분할이 가능할 것이다.

나. 제도변화와 민간부문 및 공공부문 협력 체제

민간부문과 공공부문의 협력체제를 강화하기 위해서는 두 부분을 연계하는 제도적 장치가 중요하다. 미국의 농업에서 이러한 기술변화와 제도변화의 상호 보완적 관계를 살펴볼 수 있다.

미국에서 식물에 대한 특허보호는 1930년 식물보호법(Plant Protection Act)이 육종에 관한 특허권을 보호하는 것에서 비롯되었다. 1960년대 유럽에서 식물종자 등록(Plant variety Registration)을 시행했으나 육종권(breeders right)은 특허권으로서 보호를 받지 못하는 못했다는 점에서 차이가 있다. 미국은 1970년에 식물종자보호법(Plant variety Protection Act;PVPA)을 제정하여 식물종자보호증명(Plant variety Protection Certificate)을 발행하였다.

그러나 보다 빠른 속도로 새로운 발명에 대한 특허권을 보장하여 민간부문의 기술개발을 위한 시장실패를 보완한 것은 민간부문의 기술개발이 빠른 속도로 진행된 1980년대 이후부터 일련의 제도적 조치에 의한 것이다. 이 때 미국은 가장 중요한 산업부문에서 조차 기술적 우위에서 밀려나면서 기술개발에 대한 연방입법에 의하여 제도적 보완을 시작하였다.

1980년 Bayh-Dole Act(PL96-517)는 연방정부의 지원을 받는 대학, 비영리 기업과 소규모 기업들이 발명에 대한 상업화를 위하여 특허권을 소유할 수 있도록 특허규제를 자유화한 것이다. 그 해(1980)에 Stevenson-Wydler Technology Innovation Act(PL96-480)는 연방연구소가 기업과 협력하여 상업목적을 달성할 수 있는 법적 근거가 되었다. 1984년에는 National Cooperative Research Act(PL98-462)에 의하여 반트러스트법에 저촉되지 않고 연구협작이 가능하도록 했으며 1986년에는 영농기술 이전법(Federal Technology Transfer Act; PL99-502)에 의하여 정부와 민간부문의 협력이 이루어질 수 있는 제도를 강화하였다.

그동안 역사적으로 공공부문은 농업부문의 작물 종자갱신 연구에 지배적인 역할을 했으며 민간부문은 정원과 원예작물의 종자갱신을 주도하는 역할분담이 있었다. 그러나 1980년대 이후 민간부문의 각종 작물의 품종육종에 대한 투자가 비약적으로 확대되었다. 따라서 이후부터 민간부문이 수익을 얻을 수 있는 작물의 개량 육종 분야에 집중적인 투자가 이루어짐에 따라 공공부문은 보다 사전적인 기술분야(pre-technology research)와 민간부문과 함께 이용할 수 있는 Germplasm pool을 확대하는데 힘을 썼다. 또한 연방정부, 주, 그리고 민간 종자기업이 컨소시엄을 구성하여 제도적인 연계를 갖는 Genetic Enhancement for Maize(GEM)가 주축이 되어 새로운 품종을 개발하기 위하여 기술적 협력만이 아니라 정보를 교환하며 20개 이상의 민간기업이 이 컨소시엄에 참여하였다.

육종방법과 Elite Germplasm 개발과 같은 기초연구는 공공부문에서 주도하였으며 민간기업에서는 수익을 기대하기 어려워 연구유인이 없는 몇몇 작물분야도 공공부문에서 담당하였다. 그러나 1994년 수정된 Plant Variety Protection Act가 통과되면서 이러한 작물에 대한 민간기업의 연구투자가 크게 증가하였다. 생명공학 기술의 발달로 인한 육종방법의 개선과 개량 육종기술의 발달로 시장이 넓어지면서 이 분야의 민간 연구투자가 확대되었다. 응용기술 분야에 공공부문의 연구가 지속될 수 있는 것은 대학원 교육프로그램 때문이다(Rutlan, 1982). 민간부문이 응용기술분야에서 크게 성장했던 것은 대학에서 지속적으로 연구인력을 제공할 수 있었기 때문이다. 공공부문에서 응용기술 분야의 지속적인 유지는 시장경쟁을 강화하여 민간기업 부문의 독주를 막아 지속적인 기술개발을 가능하게 하였다. 독점기업은 언제나 기술개발 투자에 대한 유인이 없기 때문이다. 그러나 앞으로 응용분야 기술개발에 대한 공공부문의 역할은 주기적으로 재평가할 필요가 있을 것이다.

이처럼 민간부문과 공공부문의 농업기술개발을 위한 협력은 기술의 발달만이 아니다. 기술발달에 부응한 제도변화에 의하여 보다 빠른 속도로 협력이 강화되고 이에 따라 민간부문과 공공부문의 역할분담이 이루어진 사실이 중요하다.

4. 민간부문과 공공부문의 협력이 소득배분에 미치는 영향

농업기술 개발을 위한 민간부문과 공공부문의 역할이 정립되어 서로 협력이 이루어졌을 때 그 결과가 농업분야와 경제 전체에 어떤 영향을 미칠 것인가가 중요하다. 농업기술 개발의 성격에 따라 기술개발이 공공부문에 의하여 주도되면 시장실패를 보완하여 사회적 후생을 증진시키는 목표를 추구한다. 그러나 민간부문은 시장경제에서 영리추구를 목표로 하기 때문에 민간부문 확대가 경제에 미치는 영향은 달라진다. 그렇다면 농업기술개발에 민간부문의 역할이 커질 때 누구에게 정(+)¹의 효과가 나타나고 누구에게 부(-)의 효과가 나타날 것인가는 국민경제에서 최종적으로 소득배분으로 나타날 것이다.

먼저 농업기술 개발의 민간부문 확대가 공공부문에 구축효과를 가져올 때는 소비자들의 세금부담이 줄어들고 연구결과의 수혜자인 농민들은 특허에 대한 대가를 치러야 하기 때문에 영농비용이 늘어 농민들의 부담이 늘어나게 될 것이 예상된다. 반면에 농민들은 장래의 농업 생산력 증가를 기대할 수 있다. 그러나 모든 농민들이 똑같은 결과를 기대할 수는 없다. 시장경제에 깊이 통합되어 있지 못한 농민들은 과거와 같이 기술개발에 대한 목소리가 크지 않는 한 공공부문이 주도하던 때에 비해 혜택이 줄어들 것이다.

유전공학 기술의 비약적인 발전에 따라 민간부문이 농업기술개발에 참여하는 비중이 커졌을 때 그 미래를 예측하기는 아직 이 시점에서는 어려울 것이다. 그 효과를 비판적으로 전망하는 경우 실제로 생명공학 연구비용이 크게 하락하거나 많은 기업들이 이에 대한 수요를 크게 늘린 오늘날의 현실은 어디서나 쉽게 볼 수 있다. 또한 이를 낙관적으로 보는 경우에도 환경문제나 지적소유권의 시행에 따르는 높은 거래비용이 장애가 되는 경우를 쉽게 볼 수 있어서 그 장래를 간단히 예측하기는 어렵다. 유전공학의 발달이 병충해 방제 등 그 기술 자체는 물론 여러 가지 긍정적인 효과가 있다고 하더라도 이 기술과 보완적인 새로운 영농지식이나 경영기술에 대한 개별농민들의 능력에 따라 결과가 달리 나타날 수도 있을 것이다.

새로운 종자가 생명공학 기술에 의하여 개발되어도 그 보급이 자동적으로 이루어지는 것은 아니다. 그 지역에서 정보를 교환할 수 있는 제도적 장치나 기술을 보급하는 지도기관, 효율적인 투입물 시장구조, 지역 종자시장 등이 이러한 기술을 보급하기 위한 선결요인이기 때문에 이러한 조건에 따라서 그 결과는 크게 달라질 것이다. 특히 앞서 본 바와 같이 제도적인 뒷받침이 중요한 역할을 할 것이다.

소농이 많은 지역에서 민간부문의 역할은 제약된다. 소농이 많은 경우에는 위험부담이 크고, 시장비용이 높을 뿐만 아니라, 기술의 우선순위가 단순한 생산력 증대에만 있는 것이 아니다. 기술의 보급을 위한 정보교환이 우선적이며, 영농행위가 집단적인 의사결정이나 사회 구조적 변화와 깊은 연관을 갖는 경우도 많기 때문에 영리를 목표로 한 민간부문의 역할이 제한적이다. 소비자들이나 일반 국민들에게 미치는 영향도 간단히 평가하기는 어려울 것이다.

민간부문의 농업기술 개발이 확대되면 정부의 공공부문 지출의 감소로 세금경감이 이루어질 것이나 장기적으로는 농산물 가격상승에 따라 국민부담이 더 커질 수도 있기 때문이다. 그러나 앞서 본 농업에 미치는 효과가 어떻게 나타나느냐에 따라서 소비자들에게 미치는 영향도 다양해질 것이다. 민간부문과 공공부문의 협력이 모색되고 있는 초기단계에서 그 결과를 평가하기에는 아직 시기상조라 할 수 있을 것이다. 따라서 앞으로 이에 대한 실증적인 연구결과를 토대로 지속적인 평가가 이루어져야 할 것이다.

제4절 결론

최근 농업기술개발을 위한 R&D구성의 추세를 보면 대부분의 OECD 국가에서는 민간부문의 확대에 따라 공공부문과 민간부문의 역할분담과 협력방안이 모색되고 있다. 이것은 농업에서도 과학기술의 발전에 따라 공공부문과 민간부문의 명확한 구분이 불분명해지고 지적소유권제도의 확립 등 기술의 시장실패 문제가 어느 정도 극복되는 과정에서 나타난 자연스러운 결과라 할 수 있다.

그러나 농업기술개발을 위한 연구자원배분에서 민간부문과 공공부문의 상호 보완적인 역할분담이 이루어질 수 있는 여건 마련이 선결문제라 할 것이다. 이러한 선결문제는 다음과 같은 몇 가지 문제점을 내포하고 있다. 첫째, 그동안 여러 나라에서 민간부문과 공공부문의 협력방안이 시장분할에 의한 협력의 결과를 분석할 수 있는 실증적인 경험을 토대로 한 자료가 불충분하기 때문에 지속적으로 이에 대한 연구검토가 이루어져야 할 것이다. 둘째, 민간부문의 확대에 따라 나타날 수 있는 소득분배에 대한 명확한 결론을 얻을 수 있는 실증적 자료가 불충분하다. 비록 WTO 체제에서 세계시장이 확대되고 있지만 민간부문이 영리를 목적으로 하는 다국적 기업에 의하여 시장을 넓혀갈 때 소농위주의 농업체계에서 어떤 대응을 할 수 있는가에 대한 체계적인 검토가 이루어지지 않았기 때문이다. 셋째, 민간부문의 확대에 따라 시장실패를 보완할 수 있는 제도적인 뒷받침이 중요하지만 이러한 제도는 그 나라의 사회경제적 여건에 부응한 기술개발과 제도변화의 상호연관에서 모색되어야 할 것이다.

우리나라는 그간 농업기술개발에서 공공부문이 주도적인 역할을 해왔으며 농업 R&D의 생산성기여와 투자수익율이 높고 WTO 체제에 대응하기 위한 국민적 합의에 의하여 R&D 투자가 지속적으로 이루어진 것이 사실이다. 그러나 농업의 R&D의 전체 연구비에서 차지하는 비중은 격감하고 있으며(부표1) 농업 R&D에서 민간부문의 확대 추세에도 불구하고 이에 대한 관심은 높지 않은 것이 사실이다. 농업 R&D에서 민간부문의 기초자료가 거의 전무하다는 사실은 이러한 현실을 반영하고 있다.

최근 중소기업 기술혁신지원체제를 구축하여 중소기업 기술개발 자금이 지원되고 있다. 농업부문은 대부분 공공부문에서 R&D가 이루어지고 민간부문에서도 생명공학을 중심으로 한 대규모 기술개발 투자 추세에 따라 중소기업 부문에서 차지하는 비중이 낮기 때문에 농업부문의 지원은 미미한 실정이다. 그러나 우리의 소농체제에서는 기초연구만이 아니라 응용연구분야의 다양한 기술체제에 따라 소규모 농림부문의 핵심적 벤처기업이 산재해 있는 현실을 보면 보다 폭넓은 지원체제를 강화할 필요가 있다고 본다.

앞으로 우리나라의 농림기술개발을 위한 민간부문과 공공부문의 협력을 위하여 앞서 검토한 다른 나라의 현실에 비추어 다음과 같은 몇 가지 정책제언이 가능하다. 그동안 우리나라 농업기술개발을 주도해온 공공부문은 앞으로 민간부문과 협력을 모색하기 위한 전제로서 민간부문과 보완적인 Germplasm과 같은 연구자산을 지역베이스로 확충하고, 민간부문의 연구활성화가 이루어질 수 있는 기초적인 사전연구와 기초연구분야를 보다 강화하여, 민간부문과 공공부문의 협력을 위한 연구인프라를 체계적으로 구축해야 한다. 이를 위해서는 연구인력의 질을 강화할 수 있는 교육과 연결시켜 탄력적인 인력자원 활용체제를 갖추고 지역 및 국제 연구기관과의 네트워크를 강화시킬 필요가 있다.

민간부문은 보다 폭 넓은 첨단응용기술을 활용할 수 있는 시장분할을 위한 기초자료를 확보하고 공공부문에서 훈련된 인적자원의 효율성을 높일 수 있는 방안을 모색해야 한다. 이러한 민간부문과 공공부문의 협력을 위한 구체적인 방안모색을 위하여 민간부문 기술협력을 위한 잠재력을 파악할 수 있는 실증적인 기초자료가 중요하다. 민간부문 연구기관의 현황과 실태를 조사하는 기초자료의 마련과 공공부문과 민간부문협력의 기초인 연구인프라에 대한 실태조사와 이의 변화에 대한 주기적인 조사를 통하여 제도적인 뒷받침이 이루어져야 한다. 이것은 이 분야에 대한 체계적인 조사연구를 위한 사회경제적 연구자원이 지속적으로 확대되어야 한다는 사실을 말한다.

장부록

<부표 1> 연도별 농업연구 투자현황

(단위 : 백만원, 경상가액)

연도	총연구개발비 (A)	농학연구 (B)	농진청연구 (C)	B/A (%)	C/B (%)
62	610	336	197	55.1	58.6
63	916	309	220	33.7	71.2
64	1,375	313	248	22.8	79.2
65	2,065	583	454	28.2	77.9
66	3,164	752	735	23.8	97.7
67	4,845	769	743	15.9	96.6
68	6,688	1,207	898	18.0	74.4
69	9,774	2,707	1,669	27.7	61.7
70	10,548	3,194	1,370	30.3	42.9
71	10,667	3,471	1,698	32.5	48.9
72	12,028	3,246	1,824	27.0	56.2
73	15,629	4,215	1,691	27.0	40.1
74	38,182	13,909	1,944	36.4	14.0
75	42,664	14,057	2,978	32.9	21.2
76	60,900	14,378	3,981	23.6	27.7
77	108,286	19,918	4,671	18.4	23.5
78	152,418	27,508	5,469	18.0	19.9
79	174,038	39,125	7,060	22.5	18.0
80	211,727	42,105	8,565	19.9	20.3
81	293,132	38,513	10,483	13.1	27.2
82	457,688	54,802	14,278	12.0	26.1
83	621,749	47,184	17,488	7.6	37.1
84	833,894	58,008	17,302	7.0	29.8
85	1,155,156	60,573	19,767	5.2	32.6
86	1,523,279	76,038	22,744	5.0	29.9
87	1,877,965	85,217	24,762	4.5	29.1
88	2,347,415	96,869	27,464	4.1	28.4
89	2,705,104	108,235	32,205	4.0	29.8
90	3,210,486	109,642	36,379	3.4	33.2
91	4,158,441	121,640	50,902	2.9	41.8
92	4,989,031	136,577	73,193	2.7	53.6
93	6,152,983	265,834	93,200	4.3	35.1
94	7,894,746	262,214	110,579	3.3	42.2
95	9,440,606	322,425	141,444	3.4	43.9
96	10,878,051	320,653	168,098	2.9	52.4
97	12,185,807	341,014	191,301	2.8	56.1
98	11,336,617	334,671	201,131	3.0	60.1
99	11,921,752	368,342	168,345	3.1	45.7
2000	13,848,501	347,143	190,816	2.5	55.0

주) : 1) 총농업연구비는 과학기술연감 시험기관,기업체의 농학연구비 합계임.

2) 총농업연구비에서 62-76년까지는 경특회계 포함.

3) 총연구개발비는 과학기술연감의 총계임.

<부표 2> 연도별·분야별 연구원수 비중 변화

(단위 : 명, %)

구분	이 학	공 학	의 학	농 학	기 타	합 계
1970	513 (9.1)	2,334 (41.5)	632 (11.2)	1,659 (29.5)	490 (8.7)	5,628 (100.0)
1971	642 (11.1)	2,050 (35.4)	593 (10.2)	1,776 (30.5)	737 (12.7)	5,788 (100.0)
1972	622 (9.8)	2,968 (46.8)	620 (9.8)	1,664 (26.2)	469 (7.4)	6,343 (100.0)
1973	733 (10.1)	3,329 (45.7)	685 (9.4)	1,923 (26.4)	622 (8.5)	7,292 (100.0)
1974	899 (11.6)	3,561 (45.9)	706 (9.1)	1,949 (25.1)	646 (8.3)	7,760 (100.0)
1975	1,551 (14.6)	4,400 (41.3)	1,863 (17.5)	2,022 (19.0)	814 (7.6)	10,650 (100.0)
1976	1,929 (16.5)	4,772 (40.9)	1,522 (13.1)	2,739 (23.5)	699 (6.0)	11,661 (100.0)
1977	2,001 (15.7)	5,635 (44.1)	1,558 (12.2)	2,880 (22.6)	697 (5.5)	12,771 (100.0)
1978	2,562 (17.4)	7,204 (48.8)	1,109 (7.5)	2,915 (19.8)	959 (6.5)	14,749 (100.0)
1979	2,957 (18.8)	7,441 (47.4)	2,216 (14.1)	2,675 (17.0)	452 (2.9)	15,711 (100.0)
1980	2,892 (15.7)	8,951 (48.6)	2,766 (15.0)	3,025 (16.4)	800 (4.3)	18,434 (100.0)
1981	3,621 (17.5)	10,481 (50.6)	2,717 (13.1)	3,135 (15.1)	764 (3.7)	20,718 (100.0)
1982	4,360 (15.3)	14,689 (51.6)	3,674 (12.9)	3,918 (13.8)	1,807 (6.4)	28,448 (100.0)
1983	4,877 (15.2)	17,744 (55.2)	4,065 (12.7)	3,719 (11.6)	1,712 (5.3)	32,117 (100.0)
1984	5,542 (14.9)	20,810 (56.1)	5,418 (14.6)	3,643 (9.8)	1,690 (4.6)	37,103 (100.0)
1985	6,158 (14.8)	23,878 (57.6)	5,650 (13.6)	3,853 (9.3)	1,934 (4.7)	41,473 (100.0)
1986	6,999 (14.9)	28,160 (59.9)	5,753 (12.2)	3,916 (8.3)	2,211 (4.7)	47,039 (100.0)
1987	7,672 (14.5)	31,808 (60.3)	4,183 (7.9)	6,906 (13.1)	2,214 (4.2)	52,783 (100.0)
1988	8,665 (15.3)	34,153 (60.4)	4,456 (7.9)	6,673 (11.8)	2,639 (4.7)	56,586 (100.0)
1989	9,449 (14.3)	41,962 (63.4)	4,729 (7.1)	7,869 (11.9)	2,211 (3.3)	66,220 (100.0)
1990	10,088 (14.3)	45,751 (64.9)	4,663 (6.6)	7,766 (11.0)	2,235 (3.2)	70,503 (100.0)
1991	11,041 (14.5)	51,748 (67.9)	7,002 (9.2)	4,897 (6.4)	1,564 (2.1)	76,252 (100.0)
1992	12,583 (14.2)	60,168 (67.8)	8,317 (9.4)	5,617 (6.3)	2,079 (2.3)	88,764 (100.0)
1993	14,378 (14.6)	64,629 (65.4)	9,504 (9.6)	7,424 (7.5)	2,829 (2.9)	98,764 (100.0)
1994	18,269 (15.6)	74,809 (63.9)	10,784 (9.2)	6,391 (5.5)	6,833 (5.8)	117,086 (100.0)
1995	23,383 (18.2)	78,936 (61.5)	10,343 (8.1)	6,705 (5.2)	8,948 (7.0)	128,315 (100.0)
1996	23,483 (17.8)	84,358 (63.9)	11,854 (9.0)	6,855 (5.2)	5,473 (4.1)	132,023 (100.0)
1997	24,539 (17.8)	88,433 (64.3)	12,489 (9.1)	6,407 (4.7)	5,670 (4.1)	137,538 (100.0)
1998	21,548 (16.6)	81,748 (63.0)	10,548 (8.1)	5,553 (4.3)	10,370 (8.0)	129,767 (100.0)
1999	22,679 (16.9)	88,239 (65.6)	11,538 (8.6)	6,790 (5.0)	5,322 (4.0)	134,568 (100.0)
2000	27,040 (16.9)	109,060 (68.2)	12,255 (7.7)	7,264 (4.5)	4,354 (2.7)	159,973 (100.0)

자료 : 과학기술부, 「과학기술연감」, 각 년도.

<부표 3> 연구기관별 농학연구인력 비중 변화

(단위 : 명, %)

	시험기관	대 학	기 업 체	합 계
1970	1,225 (73.8)	343 (20.7)	91 (5.5)	1,659 (100.0)
1971	1,278 (72.4)	387 (21.9)	101 (5.7)	1,766 (100.0)
1972	1,251 (75.2)	283 (17.0)	130 (7.8)	1,664 (100.0)
1973	1,493 (77.6)	262 (13.6)	168 (8.7)	1,923 (100.0)
1974	1,351 (69.3)	401 (20.6)	197 (10.1)	1,949 (100.0)
1975	1,208 (59.7)	594 (29.4)	220 (10.9)	2,022 (100.0)
1976	1,631 (56.5)	1,002 (34.7)	255 (8.8)	2,888 (100.0)
1977	1,635 (52.8)	1,176 (38.0)	285 (9.2)	3,096 (100.0)
1978	1,608 (55.2)	975 (33.4)	332 (11.4)	2,915 (100.0)
1979	1,549 (57.9)	875 (32.7)	251 (9.4)	2,675 (100.0)
1980	1,628 (53.8)	1,066 (35.2)	331 (10.9)	3,025 (100.0)
1981	1,558 (49.7)	1,196 (38.1)	381 (12.2)	3,135 (100.0)
1982	2,057 (52.5)	1,403 (35.8)	458 (11.7)	3,918 (100.0)
1983	1,865 (48.4)	1,582 (41.1)	404 (10.5)	3,851 (100.0)
1984	1,863 (51.1)	1,492 (39.2)	351 (9.6)	3,643 (100.0)
1985	1,936 (50.3)	1,482 (38.5)	432 (11.2)	3,850 (100.0)
1986	1,954 (49.9)	1,437 (36.7)	525 (13.4)	3,916 (100.0)
1987	2,010 (48.1)	1,575 (37.7)	598 (14.3)	4,183 (100.0)
1988	2,044 (45.9)	1,748 (39.2)	665 (14.9)	4,456 (100.0)
1989	2,078 (43.9)	1,920 (40.6)	731 (15.5)	4,729 (100.0)
1990	2,012 (43.1)	1,928 (41.3)	723 (15.5)	4,663 (100.0)
1991	2,270 (46.4)	1,820 (37.2)	807 (16.5)	4,897 (100.0)
1992	2,801 (49.9)	1,718 (30.6)	1,098 (19.5)	5,617 (100.0)
1993	4,437 (59.8)	1,830 (24.6)	1,157 (15.6)	7,424 (100.0)
1994	3,163 (49.5)	2,290 (35.8)	938 (14.7)	6,391 (100.0)
1995	2,949 (44.0)	2,846 (42.4)	910 (13.6)	6,705 (100.0)
1996	2,854 (41.6)	3,027 (44.2)	974 (14.2)	6,855 (100.0)
1997	2,776 (43.3)	2,701 (42.2)	930 (14.5)	6,407 (100.0)
1998	2,723 (49.0)	2,023 (36.5)	807 (14.5)	5,553 (100.0)
1999	2,539 (37.3)	3,324 (49.0)	927 (13.7)	6,790 (100.0)
2000	2,793 (38.5)	3,255 (44.8)	1,216 (16.7)	7,264 (100.0)

자료 : 과학기술부, 「과학기술연감」 각 년도.

제4장 농림부문 R&D 투자의 효율적 관리방안

제1절 농림 환경의 변화와 기술혁신의 필요성

1. 농림 환경의 변화

세계는 산업화 사회로부터 지식 정보화 산업사회로 급격히 변화하고 있으며, 컴퓨터와 통신기술의 발전에 힘입어 모든 산업분야에서 세계화가 진행되고 있다. 보편적인 가치, 자원소비형의 대량생산과 판매 및 수요물량과 공급물량으로 표현되는 산업화사회의 산업형태에 개성과 창조, 자원절약형 소품종 계획생산 및 생산자와 소비자의 직접연결형의 산업형태가 가미되고 있으며, 국경을 기준으로 분리된 산업 환경이 서비스와 경쟁력을 중심으로 한 세계시장으로 변화되어 기존 생산기술의 특화와 함께 자동화와 정보기술이 결합되는 종합첨단기술의 중요도가 증대되고 이에 대한 연구 활동이 강화되고 있다. 세계적으로 농업은 WTO와 차기협상 과정 등을 통하여 세계 발전과정에서 동참하려 하고 있으며, 이의 일환으로 농산물시장개방의 확대와 중국의 WTO 가입 등에 따라 그 추세가 가속화되고 있다.

우리나라 농림정책은 주곡이 부족하던 시대에 제한된 자원을 집중함으로써 효율적인 정책효과를 거두기 위해 주곡의 자급을 중요한 목표로 정하고 국가가 주도적으로 연구와 개발 및 산업발전을 장려해 온 바, 주곡은 자급기반을 조성하였지만 식품의 대외 의존도는 오히려 커졌으며, 농림업의 국가 경제에 대한 기여가 낮아짐에 따라 가용자원은 줄어들고, 주곡중심의 정책관행이 정착되어 농업정책의 탄력성이 약화되어 있으나 가까운 장래의 대내외의 여러 가지 여건은 더욱 농림정책의 입지를 좁게 할 것으로 보인다.

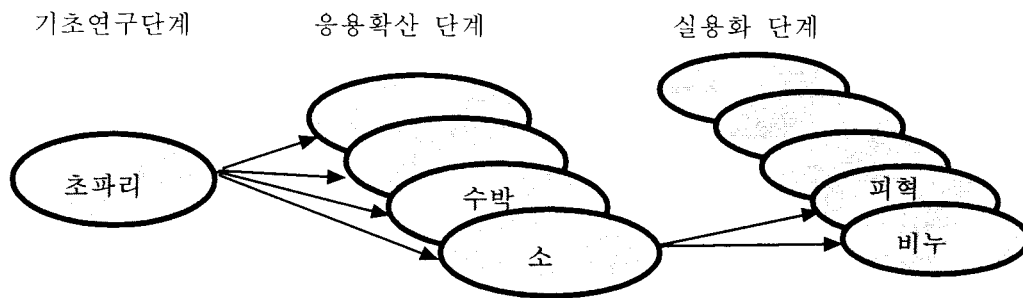
따라서 우리나라의 농림부문은 열악한 자원의 동원 역량을 확충하고 세계화와 지식산업사회로의 전환을 도모하며, 안정적인 식량과 식품공급을 가능하게 하면서 국토공간을 효율적으로 관리하게 할 수 있는 새로운 패러다임의 도입이 필요한 형편이다. 이러한 새로운 패러다임이 세계적 추세에 있는 지식·정보화 사회로의 적응이 될 것으로 판단하여 거국적으로 새로운 세대를 준비하는 R&D 투자 투자를 확대하고 있고 농림업부문에서도 미래의 경쟁력을 확보하기 위한 농림부문의 R&D 투자에 대한 인식도가 높아지고 있다.

2. 21세기 농정과 기술혁신의 필요성

정부는 R&D 투자를 통한 기술혁신이 미래 산업 및 국가경쟁력 결정의 요체임을

들어 대통령을 의장으로 하는 의결기구인 국가과학기술위원회를 신설함으로써 과학기술 혁신의 의지를 강화하였다. 또한 과학기술처를 과학기술부로 승격시킴으로써 과학기술 발전을 위한 행정적 틀을 마련하였고, 우리나라와 같이 한정된 자원과 예산으로 현재의 과학기술 수준을 선진국 수준으로 끌어올리기 위해서 IT, BT, NT, ET, CT, ST 등 이른바 '6T' 부문을 중점 투자대상 영역으로 선정한 바 있다(2002 과학기술기본계획). ET, BT 및 CT의 경우 디지털공학과 관련 IT의 발달에 힘입어 그 발전 속도가 빨라졌으며, 그 가치의 무한함이 확인되고 있다. 또, 정부는 21세기를 지향하는 농정의 주요한 목표인 농정지표를 ①농가경영혁신과 소득안정 ②소비자만족 생산·유통실현 ③고부가가치 수출농업 육성 ④농촌지역개발과 복지증진 ⑤ WTO 농업협상 적극 대응으로 정하고 이의 실현을 위해 노력하고 있다.

일반적으로 과학기술은 기초연구단계, 응용확산 단계, 실용화 단계가 순환적으로 이어서 발전되며, 농림부문은 기초산업 및 소재산업으로서 응용확산 단계의 기초가 된다.



<그림 2-4-1> 과학기술 발전단계

농림부문은 ET, BT 및 CT 산업과 밀접하게 연결되어 있는 바, 청결하고 쾌적한 국토공간을 달성할 수 있는 가장 확실하고 근본적인 환경산업이면서, 생명공학의 발달과정에서 얻어진 지식이 직접 활용되는 기초산업 분야이며, 친자연적 환경과 전통문화의 지속기반인 농촌을 통해 다양한 문화산업을 효율적으로 계승 발전시킬 수 있는 점과 넓은 공간에 분포하여 IT 기술의 적용이 꼭 필요하고, IT 기술을 활용할 때 효과가 더욱 증대되는 점을 감안하면 농림부문의 R&D 투자를 통한 기술혁신은 과학기술부나 교육인적자원부 등 기초과학연구 부문에서 달성한 연구의 성과를 실체화 할 수 있는 가장 기본적인 분야이면서 소재와 기초자재를 제공하는 계열화 투자의 연결고리로서 연구효과의 확산이 용이해지고, 기초연구의 경험을 활용함으로써 사업효과의 달성이 효율적이 된다. 특히, 21 세기 농정지표는 대외경쟁력과 고부가가치를 창출

하기 위하여 고도의 기술력의 제고를 전제하고 있으므로 새로운 기술의 산업화와 이
 용성의 확산이 정책목표 달성의 가장 중요한 요인이 될 것이므로 기술혁신은 더욱 적
 극적이고 효율적으로 전개할 필요가 있다.

제2절 농림부문 R&D 투자의 현황과 특성

1. 국가 R&D 투자의 현황과 변화과정

우리나라 연구개발사업은 1970년대에는 주로 정부출연(연) 및 국공립(연)을 중심으
 로 선진기술 도입과 이의 흡수·소화에 초점을 맞추어 추진되었으나 1980년대부터는
 국가 전략적 차원에서 특정연구사업을 편성하면서 산·학·연 협동연구를 토대로 민
 간공동연구를 촉진시켰고, 1990년대에는 정부 각 부처별·기능별 특성에 따라 연구사
 업이 다양화되면서 우선순위 설정에 의한 조정기능이 강화되었다. 정부 연구개발 예
 산은 매우 큰 폭으로 증가하였는데, 1997년부터 2002년 기간 동안 일반회계기준 정부
 예산은 연평균 8% 증가하였으나, 동 기간 중 연구개발예산은 연평균 12.3% 증가하였
 고 2002년 예산안에 있어서 연구개발예산 증가율은 15.8%로 부문 중 가장 높다.

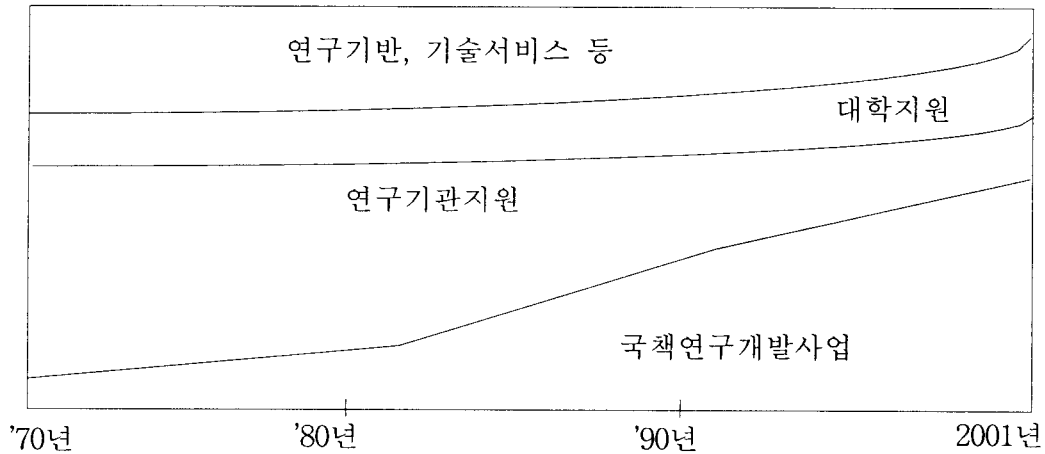
<표 2-4-1> 정부재정 및 연구개발예산의 추이

(단위 : 억원, %)

구 분	1998	1999	2000	2001	2002(안)
R&D (A)	27,024	31,055	35,312	42,689	49,429
일반회계 (B)	755,829	836,851	887,363	992,000	1,065,000
A/B	3.6	3.7	4.0	4.3	4.6
R&D예산 증가율	1.3	14.9	13.7	16.2	15.8

자료 : 기획예산처, 『한국의 재정』, 2001.

연구개발예산(2001년도)을 기능별로 살펴보면 국책연구개발사업이 차지하는 비중
 이 46.7%로 가장 크며 다음이 연구기관운영지원으로 33.4%, 대학지원이 15.4%, 연구
 기반조성 및 기술 서비스가 3.2%로 정부연구개발예산의 사용방식이 과거 국공립(연)
 및 출연(연) 중심의 지원체제에서 전략적 국책연구개발사업을 통한 정책 목표의 달성
 및 산·학·연 협력체제를 촉진하는 방향으로 변화하고 있다



<그림 2-4-2> 정부연구개발예산의 기능별 비중 변화 추이

<표 2-4-2> 2002년도 부처별 연구개발예산

(단위 : 억원, %)

부 처 명	연구개발비	전체비율	부 처 명	연구개발비	전체비율
과학기술부	10,479	20.3	환 경 부	1,048	2.0
산업자원부	9,972	19.3	해양수산부	1,046	2.0
국 방 부	7,682	14.9	건설교통부	649	1.3
교육인적자원부	6,809	13.2	농 립 부	574	1.1
국무조정실	6,635	12.9	식품의약품안전청	340	0.7
농촌진흥청	2,299	4.5	산 립 청	326	0.6
중소기업청	1,638	3.2	정보통신부	309	0.6
보건복지부	1,202	2.3	기 타 부처	573	1.1
			계	51,583	100.0

2. 농림부문 R&D 투자의 현황

가. 농림분야 연구개발자원 특성(1999년도 기준)

1) 농림분야 연구개발비 및 연구인력 규모

우리나라 총 연구개발비(GERD) 11.9조원 중 농림분야 연구개발비는 5,984억원으로 전체의 5.02%를 차지하고 있으며, 연구원수는 5.05%를 차지한다. 이를 연구수행 주체 별로 나누어 보면 대학 1,133억원, 시험연구기관 3,494억원, 기업 1,375억원으로 시험연구기관이 최대의 연구수행주체이다.

<표 2-4-3> 우리나라 연구개발 자원 중 농림분야의 비중

구 분	연구개발투자(억원)				연구원수(명)
	GERD	대학	시험연구기관	기업	
전분야 연구개발(A)	119,218	14,314	19,791	85,112	134,568
농림분야 연구개발(B)	5,984	1,133	3,494	1,357	6,790
B/A×100(%)	5.02	7.92	17.65	1.59	5.05

자료 : 과학기술부, 과학기술연구개발활동조사보고

2) 농림분야 연구개발비의 부담 및 사용구조 현황

가) 우리나라 전체 연구개발비의 정부 : 민간 부담비율이 27 : 73인데 비해 농림분야는 주곡의 자금달성을 중심으로 하는 정부주도의 정책에 따라 76 : 24로 농림분야 연구개발비의 부담주체는 사실상 정부다.

나) 연구개발비 사용현황 역시 주곡의 자금과 관련한 농림분야 연구개발비의 집중에 따라 58%를 시험연구기관이 사용하고 있으며, 다음으로 기업이 23%, 대학이 19% 순으로 나타난다. 주곡 중심의 연구, 시험 관행으로 농림분야의 시장 육성에 투자가 미미하여 민간부문의 발전이 미미하였으므로 타 분야와 비교할 때 과도하게 시험연구기관에 편중된 연구수행 구조라고 할 수 있다.

나. 농림연구개발 예산의 증가 추이 및 기능별 구성

우리나라 전체 연구개발예산 중 농림부문 연구개발예산이 차지하는 비중은 점차 낮아지고 있고 증가율도 정부연구개발예산의 증가율을 하회하고 있다.

<표 2-4-4> 정부연구개발예산 중 농림연구개발예산의 비중 추이

구 분	1998년도	1999년도	2000년도	2001년도
농림부	1.7%	1.5%	1.3%	1.2%
농촌진흥청	5.9%	5.2%	5.1%	4.6%
산림청	0.9%	0.8%	0.7%	0.6%
계	8.5%	7.5%	7.1%	6.4%

자료 : 기획예산처

또 농림예산 중 연구개발비의 비중(2001년)도 약 3.4%로 정부 총 예산대비 연구개발예산 비중인 4.4%에 크게 미치지 못할 뿐 아니라, 내용에서도 국가가 부담해야하는 농림부문 기초연구에 필요한 경직성 연구비인 연구기관 운영지원(전체 연구개발비의 83.4% 해당)에 불과한 실정으로 국책연구개발사업 형태로 사용되는 비중이 부처 평균 46.7%에 비해 농림부는 16.2%로 매우 낮다. 바람직한 연구개발 효과를 달성하기 위해서는 민간부문의 참여를 돕고, 실제 R&D 효과가 시장에서 달성 될 수 있도록 하기 위하여 R&D 투자의 확대가 시급하며, 농업연구개발예산에서 산·학·연과 민간의 R&D를 지원 할 수 있도록 자원배분도 상대적으로 증가시켜야 할 것이다.

다. 외국의 사례(미국)

R&D 투자는 미농무성 출범이래 주로 정부의 지원 위주로 행해지고 있다. 20세기 까지 정부의 R&D 투자지원은 크게 '자연과 자원을 근거로 하는 산업에 대한 투자'에서 '과학에 근거한 산업에 대한 투자'로 변화되어 왔다. 투자대상의 우선권과 역할은 소비자들의 수요, 새로운 환경, 그리고 천연자원문제 등에 의해 변화해 왔다. 정부의 투자는 주로 주립대학의 농업연구소에 프로젝트형식으로 지원되어오고 있으나, 최근 들어 민간연구소 등에도 직접적인 연구비지원 또는 인센티브의 형식으로 이루어지고 있다. 한편, 주(state)의 농업관련연구소들은 비정부부문으로부터의 직접적인 기여에 대한 의존도가 높아져 가고 있다.

3. 농림부문 R&D 투자의 현황

농림부문의 주요 R&D 투자는 농림부가 주관하는 농림기술개발사업과 농진청 및 산림청 소관사업으로 추진되고 있으며 투자액 비율은 2:7:1 비율이다. 농진청 기술개발사업은 과거 농업현장지원기술 개발을 기본으로 하였으나 근래에는 농업연구인력의 집합체로서 국가적인 중장기 농업기술개발로 역할이 전환되고 있어 농림기술개발사업과의 중복이 일어나고 있으므로 새로운 역할 분담이 요구된다.

농림기술개발사업은 2002년 3월까지 1,425 과제가 완료되었는데 이 중 1,216 과제가 활용되고 있으며 STEPI는 농림기술개발사업을 분석하여 농림부문의 연구개발사업에 대한 투자는 적절히 관리되는 경우 상당한 효과를 거둘 수 있음을 밝힌다.

<표 2-4-5> 농림기술개발사업 연구현황

구분	계	연구성과활용내역				활용 추진중	산업재산권 출원(등록)	
		산업체· 농가활용	산업체 이전추진	교육지도 활용	정책자료 활용		출원	등록
현장	938	302	241	236	70	89	331	144
첨단	487	38	270	25	34	120	454	156

농림기술개발사업의 주요한 성과로서 STEPI는 연구개발 환경에 미친 영향과 구체적인 기술 진보에 대한 기여를 다음과 같이 평가한다.

가. 연구개발 환경에 미친 영향

- 1) 사업의 실용화가 완료된 99개 과제를 분석한 결과 내부투자수익률이 27.8%로써 경제적으로 타당성이 있고, 사업추진 초기에는 주로 외국의 기술 도입중심(도입과제율 53%)이었으나 2002년도에는 신기술중심(도입과제율 37%)으로 전환하고 있어 기술적 진보에 기여할 것으로 기대된다.
- 2) 기술개발에 따른 농림업 분야 연구개발 분위기가 확산되어 주요 연구인력인 대학원생의 증가(과제 당 1~2인)와 많은 학술 논문 발표(과제 당 2.2편)가 이루어지고 있다.
- 3) 모든 과제를 공개경쟁방식을 통하여 선발함으로써 연구의 질을 향상시키고 연구사업에 대한 사업집행·평가체계의 적절성을 확보하고 있다.

나. 기술 진보에 대한 기여

- 1) 국가차원의 필수 생물자원 확보에 기여(경종, 원예, 축산)
- 2) 고품질 농산물 생산기술 발전에의 기여(원예, 생명공학, 임업)
- 3) 고부가가치 창출을 위한 첨단가공, 저장, 유통기술 발전에의 기여(가공, 유통)
- 4) 농산물 생산활동 및 경영고도화를 위한 시스템의 디지털화(기계화)
- 5) 환경 및 자원보전형 농업기술에의 기여(자원, 환경)
- 6) 농업인의 삶의 질 향상 및 농업 관련기업의 경쟁력 강화에의 기여

4. 농림부문 R&D 투자의 문제점

가. 중장기적 투자계획 및 투자방향이 미흡한 R&D 투자

농정 목표와 부합하는 기술개발 우선순위와 예산을 규정한 종합적인 중장기 농업 과학기술개발계획이 수립되어 있지 않다. 향후 국가발전전략 및 농정과 기술개발과의 연관성이 분명하고 사업성과를 기대할 수 있는 농업과학기술 발전방향 정립 및 기본 계획수립이 시급하다. 21세기 농업·농촌정책위원회 보고서에서도 농업기술개발의 중장기 종합계획의 수립 필요성을 제기한 바 있다

나. 예산지원이 미흡하여 기본시험연구 중심의 R&D 투자가 불가피

농림분야 연구개발비의 정부 대 민간 부담비율이 76:24로서 연구개발비의 부담주체는 사실상 정부이며, 농림분야의 특성을 감안하더라도 민간 부문의 참여와 육성이 미흡한 것은 문제다. 연구개발 예산 중 국공립연구기관 운영지원이 83.4%로 매우 높으며 국책연구개발사업 예산은 16.2%에 불과해 산·학·연 연구자원을 결집할 수 있는 투자가 이루어지고 있지 못하다.

다. R&D 성과의 현실화를 위한 정책적 지원체제 미비

R&D 사업은 기초연구, 실용화, 제품화 단계를 거쳐 실질적인 효과를 달성할 수 있으므로 단계적인 지원이 가능하도록 조직과 제도가 정비되어야 한다. 특히, 단계별로 위험요소를 분담하고, 재투자를 위한 제도적 보완책이 필요하다. 예를 들어 농림부문의 연구사업에 의해 성과가 있는 경우 이를 산업화하기 위해서는 산업관련 지원을 다시 받아야하므로 일관화가 어렵고 성공률을 높이기 어렵다.

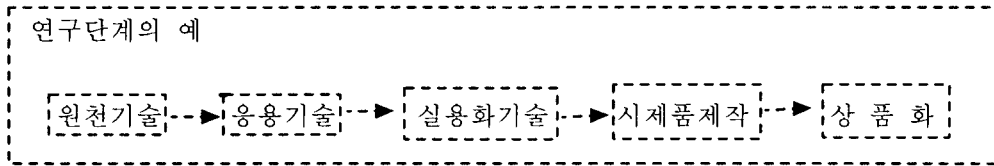
제3절 농림부문 R&D 관리체계의 현황과 문제점

1. 국가 R&D 관리체계의 현황과 변화

가. 타 부처 R&D 관리체계의 현황 및 특징

연구개발사업으로 얻어진 기술은 원천기술의 개발에서부터 실제로 기술이 상용화 되는 데까지 여러 단계를 거치게 되며 이 과정에 다양한 기술 집단과 기업 집단의 상

호작용이 필요하게 되고 오랜 개발기간이 소요된다.



<그림 2-4-3> 연구단계의 예

상용화 될 수 있는 기초기술의 개발에는 많은 실패가 필요하므로 이에 대한 국가의 관여가 불가피하지만 상용화는 기업의 노하우에 관련되므로 국가의 지원은 소극적일 수밖에 없는 특징이 있으므로 연구사업을 계열화하여 단계별로 합당한 지원대책을 마련하고 있다. 이러한 예로는 산자부, 정통부 및 중소기업청 등의 연구지원사업에서 발견할 수 있다.

- 1) 원천기술 개발사업 : 대학이나 국책연구소에서 시작되는 과학기술의 개발을 중, 단기 계획으로 지원
- 2) 핵심기술개발사업, 산학연 공동기술개발사업 : 개발된 순수과학기술의 산업분야 적용을 위한 지원사업
- 3) 신기술 실용화사업, 중소기업 기술이전 지원사업 : 대학이나 연구기관의 신기술을 업체에 이전하여 실용화를 지원하는 사업
- 4) 우수신기술 지정지원, 중소기업 기술혁신개발사업, 정보통신 산업기술개발사업 : 기술력이 있는 창업자의 시제품 제작과 사업화를 지원
- 5) 기술용역개발사업 : 지역의 전략 특화사업을 육성하도록 기술 수요를 지원

이와 같은 일관되고 합리적인 R&D 사업의 지원을 위해 선진국이나 우리 정부는 국책연구개발사업의 추진에 있어서 국가적 우선 순위에 따라 사업목표를 명확하게 하고, 산·학·연 전문가를 광범위하게 동원하여 심도 있는 프로그램을 기획하며 공정한 과제선정과 주기적인 성과평가를 하기 위해 각 부처에 전담 부서를 설치하고 이를 지원하는 전문관리기구를 설치하여 운영하고 있다. 선진국의 경우, 정부부처는 기본방향 설정과 조정을 담당하고, 사업관리는 민간 전문 관리기관을 설치하여 운영하는 것이 일반적이다. 예를 들면 일본의 경제산업성의 NEDO, 문부과학성의 신기술개발단, 농림수산성의 생물계 특정산업기술연구추진기구 등을 들 수 있다.

<표 2-4-6> 주요 부처별 연구개발관리 전담 부서 및 전문관리기구 설치현황

구 분	과학기술부	정보통신부	산업자원부
정책부서	연구개발기획과	기술정책과	산업기술정책과
전문관리기관	한국과학기술평가원	정보통신연구진흥원	한국산업기술평가원
설립근거	과학기술혁신을 위한 특별법	정보화촉진기본법	산업기술기반조성에 관한 법률
설립시기	한국과학기술연구원 부설 과학기술정책관리연구소로부터 한국과학기술평가원 설립(1999년 2월)	한국전자통신연구원 부설 정보통신 연구관리단으로부터 정보통신연구진흥원 설립(1999년 1월)	한국생산기술연구원 부설 산업기술정책연구소로부터 한국산업기술평가원 설립(1999년 3월)
주요기능	국가연구개발사업에 대한 조사분석 평가지원, 과학기술정보의 분석, 중장기 기술예측, 단기기술수요조사, 과학기술연구활동조사 등	정보통신분야 기술예측, 기술수요조사 및 기술기획, 중장기 기술진흥방안연구, 정보통신연구개발사업의 관리 및 평가와 산업화촉진	산업기술조사, 예측 및 동향분석, 기술수준평가 및 기술개발 관련 기획, 조사, 산업기술개발지원사업의 기획, 평가 및 관리

나. 타 부처 R&D 관리체계 및 기능의 확대·변화

1) 각 부처의 연구관리전담기구는 과거 정부출연기관의 형태로 존재하거나 국공립연구소의 부설기관으로 존재하였으나 그 기능과 역할이 증대됨에 따라 법률 개정과 함께 점차 독립된 기관의 형태로 자리잡았다.

가) 한국산업기술평가원은 1989년 생산기술연구원내 기술관리본부로 시작하여 1993년 생산기술연구원 부설 기술관리본부로 독립한 후 1999년 한국산업기술평가원으로 변경하였다.

나) 한국과학기술기획평가원은 1987년 한국과학기술원(KAIST)의 부설기관인 과학기술정책연구평가센터(CSTP)로 설립된 후 1993년 한국과학기술원(KIST) 부설 과학기술정책관리 연구소(STEPI)로 개편을 거쳐 1999년 한국과학기술기획평가원(KISTEP)으로 독립하였다.

다) 한국환경기술진흥원은 1998년 국립환경연구원내 환경기술개발관리센터로 설립되어 2000년 재단법인 한국환경기술진흥원이 되었다.

2) R&D 관리기관의 기능에 있어서도 과거 연구개발사업 관리에만 집중하였으나 기술거래 및 실용화와 연계하여 점차 그 기능이 다각화되어가고 있다.

가) 한국산업기술평가원은 품질인증 및 성능평가 사업을 겸하고 있으며, 보건산업진흥원은 1999년 이래로 중소기업청 지정 벤처기업 평가기관 및 기술거래지원기관으로서의 기능이 추가되었고, 한국과학기술기획평가원은 연구개발사업관리 외에 국가과학기술기획과 국가연구개발사업의 종합조정지원업무를 담당하고있다.

2. 농림부문 R&D 관리체계의 유형 및 특성

가. 국내의 관리체계

연구개발사업(연구기관지원사업 및 연구기반조성사업 제외)의 관리주체는 연구개발사업의 유형별 성격에 따라 달라질 수 있다. 농림부문 연구관리체계는 크게 농림부, 농진청, 산림청 등 3가지 유형으로 구분될 수 있다.

농림부는 농촌생산기반연구(복지), 동물검역기술강화연구(복지), 농림기술개발사업(단기산업), 농산물명품개발사업(단기산업) 등이 있고, 농진청의 경우 농업기술공동연구(복지), 농업생명공학기술개발(복지), 병해충잡초발생감시체계 구축(복지) 등이 있으며, 산림청은 산림유전자원연구사업(복지), 임업특정연구사업(단기산업) 등이 있다.

1) 농림부 소관의 연구개발사업

농림부가 직접 관리하지 않으며, 농업기반공사, 국립수의과학연구원, 농림기술관리센터, 한국식품개발연구원 등으로 분산되어 있는데, 이들 사업은 대체로 복지기술로서의 성격이 강하였으나 1994년부터 농림기술개발사업의 시행으로 산업기술로서의 성격이 가미되면서 농림업 자체의 성격을 변화시키는 데 크게 기여하고 있다.

2) 농진청 소관의 연구개발사업

농진청 연구관리국이 직접 관리하는 사업으로 농업기술공동연구, 농업생명공학기술개발사업 등이 있고, 경영기술개발은 농진청 농업경영정보관실이 관리하고 있으며, 농업생명공학기술개발사업은 산·학·연 협력에 의한 민간의 참여가 가능하게 되어 과거 공공기관 위주의 기술개발이 점차 변화되고 있다.

<표 2-4-7> 농림부 소관 주요 연구개발사업 관리체계

사업명	농촌생산기반연구	농림기술개발사업	농산물명품개발사업
담당기관	농업기반공사	농림기술관리센터	한국식품개발연구원
과제선정	- 농림부에서 연구사업 시행계획과 연구과제를 승인·확정	- 1차(사전검토) - 2차(비밀서면평가) - 3차(공개발표평가) - 4차(심의·확정)	- 언론을 통해 유망 연구과제를 공모, 단기간내에 수출상품화가 가능한 과제를 선정 - 산·학·연 전문가위원회로 선정·평가
중간 및 최종평가	- 매년 2회 관련분야 외부전문가를 초빙하여 자체평가를 통한 중간평가 실시, 연구결과를 농업기반공사내의 '기술 및 편집심의위원회'의 심의를 거쳐 발간	- 연차별 평가와 연구최종평가를 실시 - 필요에 따라 진도검토를 위한 현장점검 실시 - 과제 진행과정에서도 우수과제의 실용화(기술실시계약) 지원	- 3개 분과위원회는 주간실적과 반기별 중간진도를 평가 - 연구종료 1개월 전 연차실적보고 및 분과별 공개발표회를 통해 종합평가
연구결과 의 활용	- 농촌개발시험연구사업의 결과는 농촌정비사업의 조사, 설계, 시공에 접목	- 최종평가지 연구성과의 활용방안을 수립하고, 연구개발보고서(요약집)를 발간, 배포 - 기술의 산업체이전 촉진을 위해 성과확산시스템 운영	- 파악되지 않음

<표 2-4-8> 농촌진흥청 소관 주요 연구개발사업 관리체계

사업명	농업기술공동연구	농업생명공학 기술개발	병해충잡초발생감시 체계구축
담당기관	농촌진흥청 연구관리국	농촌진흥청 연구관리국	농업과학기술원 작목보호부
과제선정	- 사업추진 기본계획에 의거하여 제안된 연구계획서는 학계 및 산업체 전문가로 구성된 '공동연구사업협의회'의 선정평가 후 농림부가 최종선정	- 농촌진흥청 '농업생명공학실무협의회'의 중복성검토와 산학연전문가 5인으로 구성된 각 분야별 '바이오그린21 과제선정위원회'의 비밀서면평가, 공개평가의 3단계를 거쳐 연구과제 선정	- 도농업기술원(9개소) : 병해충 발생예찰조사, 조사결과정리 및 분석 - 시군농업기술센터(46개소) : 해당작물 병해충 조사 - 시험장, 연구소(5개소) : 해외유입 병해충, 잡초조사 - 대학 : 병해충,잡초 분류동정
중간 및 최종평가	- 학계·산업체 전문가로 구성된 '분야별 전문위원회'에서 매년 제출되는 연차실적·계획서 및 자체평가의견서를 받아 평가	- 산·학·연 전문가들이 사업의 기획 및 평가를 담당	- 학계·산업체 전문가로 구성된 '분야별 전문위원회'에서 연차실적·계획서 및 자체평가의견서를 평가하며, 연구종료시에는 완결연구결과 종합요약서 및 자체평가의견
연구결과 의 활용	- 연구결과를 신속한 활용을 위해 '결과활용심의회'를 구성·운영	- 파악되지 않음	- 연구결과를 활용을 위해 전문가로 구성된 '결과활용심의회'를 구성·운영

3) 산림청 소관의 연구개발사업

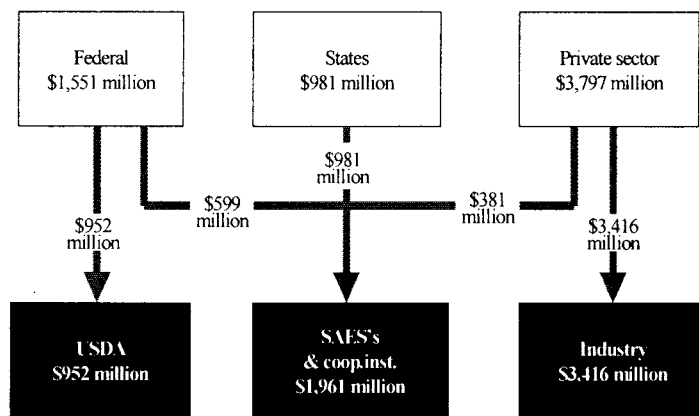
산하 국립연구기관인 임업연구원이 관리하고 있는데, 특히 임업특정연구개발사업은 단기산업기술분야에 속해 있어 농업의 공공적 성격에 산업화 기술개발 부문이 보완되어 있다.

<표 2-4-9> 산림청 소관 주요 연구개발사업 관리체계

사업명	산림유전자원연구사업	특정연구개발
담당기관	임업연구원 인목육종부	임업연구원 기획과 연구조정실
과제선정	- 매년 사업계획에 따라 임업연구원의 연구협의회, 연구조정위원회의 연구과제 설계심의를 거쳐, 산림청의 '심의위원회' 심의로 최종 선정	- 임업연구원내 사전심의를 위한 실무위원회와 평가를 위한 심의위원회를 구성하여 과제를 선정
중간 및 최종평가	- 임업연구원내 '연구조정위원회'에서 연구사업의 중간평가를 수행하며, 동 연구원의 자체 위원과 외부위원으로 구성된 '연구심의위원회'의 연구결과를 평가하고 '연구조정위원회'에 연구결과종합분석 보고회를 거쳐, 산림청의 '심의위원회'에서 최종평가	- 매년 연구진도와 연구비사용에 대한 중간평가를 실시하여 계속지원 여부를 결정, 실무위원회와 심의위원회에서 최종평가 실시
연구결과 의 활용	- 파악되지 않음	- 파악되지 않음

나. 선진국의 관리체계(미국)

연방정부는 USDA 내의 연구기관과 USDA 외부의 연구기관과 각 주의 연구기관 지원하고 주정부는 Land Grant 대학과 SAES's 에 의해 교육·연구·농촌지도가 이루어질 수 있는 체계 구축하여 중장기 기본연구와 산업화 연구를 분담하고 있다.



<그림 2-4-4> 1992년 농업부문 연구비의 부문별 출처와 흐름도

자료 : Public and Private Investments Under Alternative Markets and Institutions -, Agricultural Economics Report No. 735, USDA, May 1996. p9.

3. 농림부문 R&D관리체계의 문제점

가. 농림분야 국가연구개발의 종합조정 체계 미흡

그동안 농림분야 정부연구개발은 농촌진흥청 및 산림청 산하 국공립연구소를 중심으로 추진되어 오다가 1994년 국책연구개발사업인 “농림기술개발사업”이 출범되었고, 2001년에는 바이오그린 21사업이 시작됨으로써 민간 참여의 기회가 열리게 되었으며 점차 국가연구개발로서 전략을 제고시키고 산·학·연의 연구자원을 결집시키고자 하는 체제로의 전환이 시작되고 있다.

그러나 타 부처와는 달리 아직 농림부 내에 기술개발만을 총괄하는 전담 부서가 설치되어 있지 않아 농림분야의 기술개발주체간 역할 및 특성화영역을 종합 조정하고 관리하는 기능이 미흡하고, 기존의 연구기관간의 역할분담이 불분명하다. 농림부의 “농림기술개발사업”과 농촌진흥청, 산림청이 각각 개별적으로 기술개발을 추진하고 있기 때문에 산·학·연 연구자원을 결집시키기 곤란하고 일부 기술이 중복 투자되거나 연구비 등의 비효율적이 될 우려가 있으며, 정부가 정책적으로 접근해야 하는 부문인 농촌진흥청, 산림청 등의 연구와 산·학·연이 중심이 되는 시장경쟁적인 연구가 정리되지 못한 점이 있다.

나. 전략적 국책연구사업의 전주기적 추진체계 미흡

BT, CT, ET, IT 등 농림부문 기술수요는 증대되는 반면 농림부 산하의 연구개발 프로그램은 이에 적극 대처하지 못하고 있어 전략적인 국책연구개발 추진이 어렵고, 연구개발 주체들이 타 부처의 연구개발프로그램으로 유출되는 현상이 두드러지게 나타나고 있다. 최근 농업과학기술부문에 대한 타 부처의 신규진출, 신규 R&D 프로그램 추진, 예산확보 등이 활발히 진행되고 있음에 따라 농업과학기술 연구자들은 농림부문 R&D 사업보다는 참여기회가 다양한 타 부처 신규 사업분야를 선호하고 있다.

또한 전략적 국책연구개발사업을 기획하고 신규사업을 발굴·개발하여 기초연구로부터 실용화까지를 전주기적으로 지원할 전담 관리기관이 일원화되어 있지 않다. 농림기술부문은 타 부문에 비해 실용화율이 매우 높고 그 파급효과도 매우 크다는 점이 확인되고 있는데도 연구기획으로부터 과제관리, 성과관리, 기술거래 및 이전지원, 실용화·산업화지원 등 전주기적 관리체계를 갖추지 못하고 있다.

R&D 사업 전주기의 과제 분류 예시

정책 과제	: 정책, 기초연구 및 시험연구
기획 과제	: 장기 연구목표 설정 및 과제 개발
실험실연구	: 과제연구 및 실용화 기반연구
실용화연구	: 실용화 방안, 경제성, 적용성, 기준 등 설정
제품화연구	: 생산 공정, 물류와 분배, 제품개선연구, 새로운 과제

제4절 농림부문 R&D 투자와 관리체계의 발전방향

1. 발전의 기본방향

농림부문 R&D 사업은 기초과학 분야에서 개발되는 여러 기술을 응용하여 농림 부문이 경쟁력을 가지고 농촌과 농림업을 발전시키기 위하여 농촌 및 농림업과 관련된 새로운 기술을 적극 도입하고, 기술개발의 체계를 확립하여 자원의 효율적 이용을 도모하며, 새로운 응용기술이 개발되고, 타 산업 분야로 확산 되도록 자원의 적정 이용을 계획하고 관리하며 필요한 정책을 개발하여야 한다.

2. 세부 실천 방안

가. 농림부문 R&D 기획·종합조정 및 지원 기능 강화

- 1) 농정과 기술개발의 연계성을 강화시키고 새로운 기술혁신체계를 구축하기 위해서는 농업과학기술개발에 대한 농림부 본부의 역할을 강화해야 하고, 기존 연구체계도 역할을 분담하여 특성화 할 필요가 있다.
- 2) R&D 사업으로 개발된 기술을 실용화 할 수 있도록 단계별로 지원할 수 있는 법적, 제도적 장치를 갖추어야 한다.
- 3) 사업의 일관된 관리와 객관적이고 전문적인 평가를 위해서는 민간 전문기관을 육성할 필요가 있다(참고: 첨부자료).

나. 농림과학기술 혁신 중장기계획 수립 및 정책 추진

미래의 농업과학기술 발전상을 비전으로 제시하고 이를 달성하기 위한 중장기계획을 수립 추진하여야 한다. 중장기계획은 농업계 및 타 분야 산·학·관·연 전문가가 참여하여 수립하되, 기술개발의 목표와 미래 예측, 목표달성 예상시기, 중점 기술개발 영역 및 중점 지원대상 과제, 기술개발 주체간 역할 분담, 기술개발 프로그램 기획 및 관리, R&D 투자계획 및 예산확보 방안 등이 포함되어야 한다.

또한 수립된 중장기계획은 5개년 단위로 수정계획이 마련되어야 한다. 농림기술관련 전문인력 및 기관 데이터베이스를 구축토록 하고 이들이 산·학·관·연의 유기적 협력이 가능하도록 네트워크를 구축·지원해야 한다.

다. 농림부문 R&D 투자의 확대

농림업 환경의 변화에 대응하기 위한 기술개발의 중요성이 높아짐에 따라 현재 전체 농림예산 중 연구개발비의 비중인 3.4%(2001년)를 2005년까지 5%로 확대하여야 한다. 국가 연구개발 예산의 비중도 2006년까지 정부 총예산대비 연구개발예산 비중을 5%까지 확대할 계획(과학기술기본계획)이다.

농림기술개발사업과 같이 사업재원이 한시세인 농어촌특별세(농어촌구조개선특별예산회계)인 경우는 일반예산회계로 전환하여 2004년 이후에도 지속적 사업이 될 수 있도록 해야 한다. 사업의 성과와 투자효율성이 높은 연구개발사업에 대해서는 사업의 규모를 확대할 필요가 있다.

예를 들면, 농림기술개발사업의 경우 2000년, 2001년에 이어 2002년에도 국가과학기술위원회가 실시하는 국가연구개발사업 조사·분석·평가에서 3년 연속 최고 등급인 'A'를 받는 등 대내외적으로 평가가 좋은 사업에 대해서는 사업을 보다 세분화·전문화시키고, 사업규모를 확대할 필요가 있다.

또한, 농진청의 농업생명공학기술개발사업(바이오그린21사업)과 같이 BT사업의 특성상 장기적인 투자가 요망되는 사업에 대해서도 국가 차원에서 투자규모를 지속적으로 확대해야 한다. 농림부문 R&D 사업이 장기적인 계획 하에 지속되기 위해서는 예산의 영향으로부터 탈피하기 위해 기금을 조성하여 추진하는 것도 고려할 필요가 있다(재투자, 기타 기금의 전입 등).

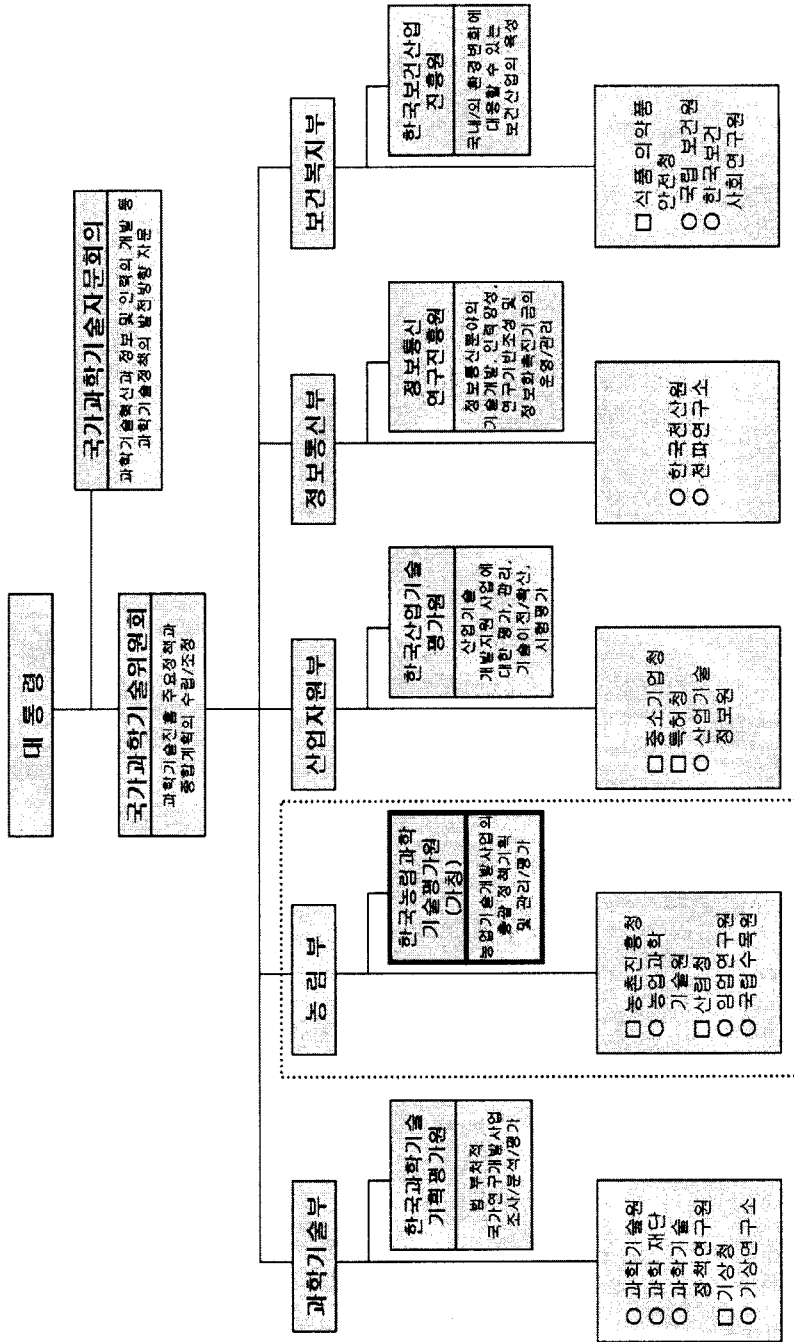
라. 농림부문의 다양한 R&D 사업 신설과 단계별 지원

1) BT, CT, ET 산업과 같이 농업과 연관성이 크면서도 성장잠재력이 큰 중점핵심기술분야에 대한 투자를 확대하여야 한다. 타 과학기술분야와 마찬가지로 농림부문 과학기술도 점차 기술간 융합 및 복합화가 활발히 진행되고 있는데, 예를 들면, 생체정

보처리(정보+생명), 지능형 MEMS(정보+생명+재료), 메카트로닉스(정보+기계), 생체친화성재료기술(생명+재료) 등과 같은 영역도 농림부문에 접목시키는 노력이 요망된다.

2) 기술개발 프로그램은 반드시 연구개발부터 실용화까지를 포함하는 전주기적 시스템으로 구축·추진되어야 한다. 연구개발 및 실용화 지원프로그램을 개발하여야 할 뿐 아니라 기술 및 기업의 평가와 인증제도, 기술거래 및 이전촉진제도, 기술 현장보급 제도, 산업화 정책자금 지원제도 등과의 연계를 모색하여야 한다.

< 국가과학기술 추진체계 (안) >



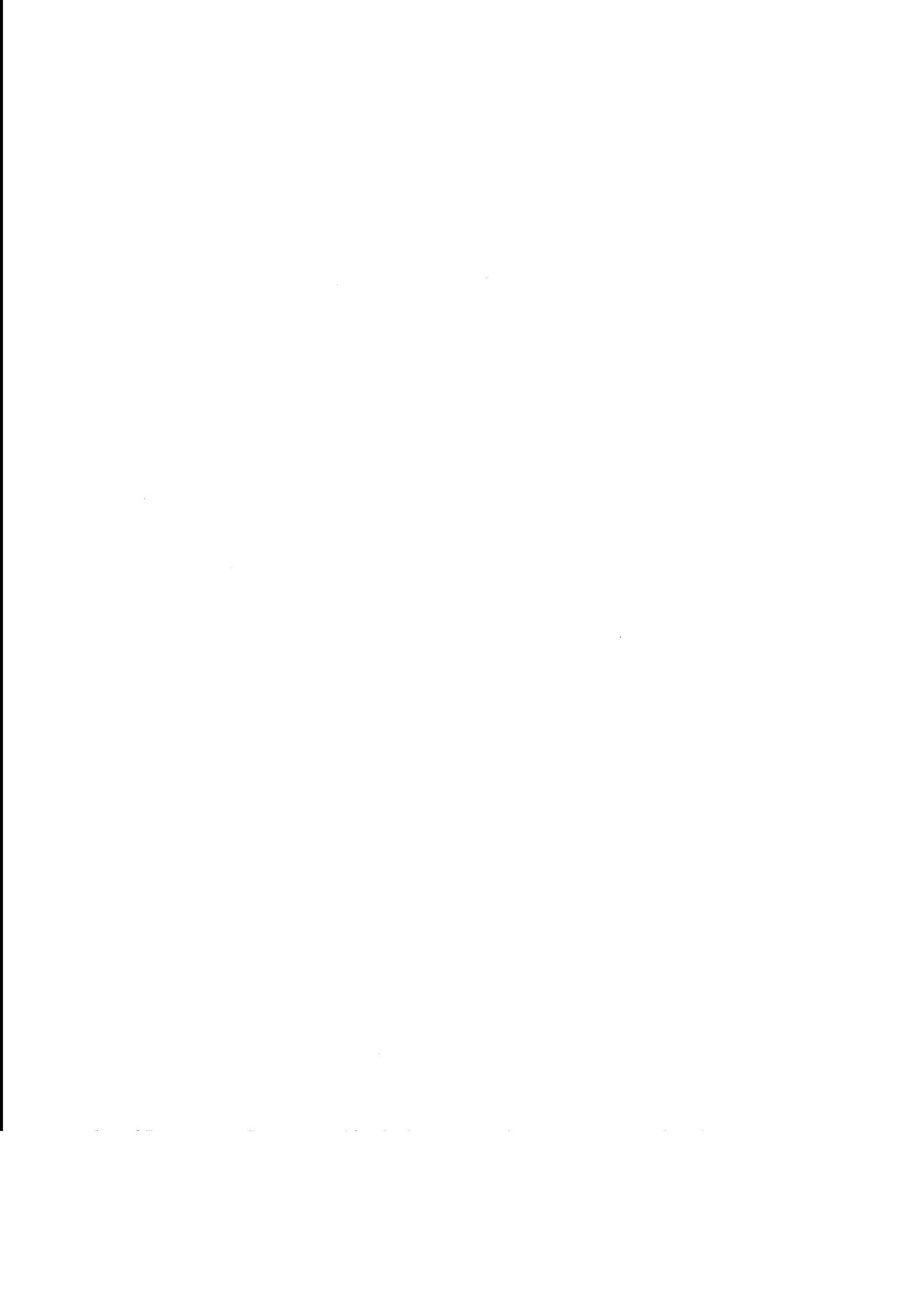


제Ⅲ편 미래기술예측

제1장 기술분류

제2장 미래기술예측

제3장 기술우선순위 설정



제1장 기술분류

제1절 농림업기술의 개념 및 현행 분류

1. 농림업기술의 개념

기술은 “과학 지식을 생산·가공에 응용하는 방법이나 수단”¹⁴⁾ 또는 “어떤 것을 만들거나 어떤 일을 하는 데 필요한 기법에 대한 체계적 연구”¹⁵⁾로 정의된다. “농업기술이란 과학적인 지식을 이용하여 농업의 생산요소인 토지, 노동 및 자본의 생산성을 증진시키는 일련의 수단 또는 과정”¹⁶⁾으로 정의된다. 따라서, 농림업기술이란 과학적인 지식을 이용하여 농림업의 생산요소인 토지, 노동 및 자본의 생산성을 증진시키는 일련의 수단 또는 과정으로 정의 할 수 있다.

2. 농림업기술의 현행 분류

가. 농림기술관리센터의 분류

농림기술관리센터는 농림기술의 분류를 대분류, 중분류, 그리고 소분류로 구분하고 있다. 이 분류의 주요 특징은 농림업부문을 11개로 세분하여 분류한 점으로 농림부문 R&D 개발 및 R&D 투자관리를 주요목적으로 하고 있다. 분류는 기술분야(생명공학분야, 가공분야 등)와 품목분야(원예분야, 축산분야 등)가 혼재된 형식으로 분류되어 있다. 대분류는 100단위로, 중분류는 10단위로, 그리고 소분류는 1단위로 구분하고 있다.

나. 한국과학재단의 분류

한국과학재단은 과학기술의 분류를 연구분야와 적용(관련)분야로 구분하여 분류하고 있다. 농림업분야의 기술은 이 분류에 의하여 각각을 다시 중분류와 소분류로 나누어 구분되어 있다. 이 분류는 비교적 세부적인 것으로 분류된 내용이 자세하다. 농림분야는 연구분야를 위한 분류에서는 중분류인 ‘생명과학’에 ‘농학 및 임학(Agronomy & Forestry Sciences) 과 축산 및 수의과학(Animal Husbandry and

14) 야후! 사전 : <http://kr.alldic.yahoo.com/>

15) 한국브리태니커회사 : <http://www.britannica.co.kr/>

16) 오세익, 김수석, “21세기 첨단농업기술의 발전방향과 정책과제”, 농업경제연구, 제40집 제2호, Dec. 1999.

Veterinary Sciences)’으로 중분류인 ‘공학’에 ‘농공학(Agricultural Engineering)과 산림공학(Forest Engineering)’으로 분류되어 있으며, 기타 중분류에 여러 형태로 분산되어 분류가 되고 있다.

적용(관련)분야를 위한 분류에서는 ‘산업’에 농업·임업/임업서비스업(KSIC-A-01/02), 음식료품(KSIC-D-15/16), 섬유/의복모피/가죽·가죽제품(KSIC-D-17/19), 목재 및 나무제품(KSIC-D-20)/펄프, 종이 및 종이제품 (KSIC-D-21), 일반기계 및 장비(KSIC-D-29), 수의의료업(KSIC-N-852 수의업)’ 등으로 분류되어 있다. 중분류는 100단위와 1000단위로, 소분류는 1단위와 10단위로 구분되어 있다.

다. 한국학술진흥재단의 분류¹⁷⁾

한국학술진흥재단은 학술연구자관리를 목적으로 분류를 하고 있다. 따라서, 각 연구자들의 연구분야에 따라 세분화된 분류체계를 나타내고 있다. 연구분야분류는 대분류, 중분류, 소분류, 세분류로 구분되어 있다. 이 중 농업분야는 대분류인 사회과학, 공학, 의약학, 농수해양에서 분류되고 있다.

라. 한국과학기술기획평가원의 분류¹⁸⁾

한국과학기술기획평가원은 기술분류에서는 농림업분야가 직접 분류되지 않고 있다. 그러나 ‘생명과학분야(400)’에서 ‘생명공학기술(410), 생물자원 생산이용 기술(420), 안전성 평가 관리 기술(430)’의 분류가 있어 농업관련분야를 분류하고 있다고 할 수 있다.

마. 국가과학기술표준분류¹⁹⁾

국가과학기술표준분류에서는 과학기술부 주관으로 우리나라 과학기술을 일관적으로 분류를 하였다. 이 분류에서는 대분야로 농림수산 기술을, 중분야로는 농림수산 기술을 다시 9개의 분야와 달리 분류되지 않은 기술로 분류하고 있다. 이 중분야에 대하여 다시 소분야로 각각 분류하고 있다.

17) 한국학술진흥재단 홈페이지 : <http://www.krf.or.kr/>

18) 한국과학기술기획평가원 홈페이지 : <http://www.kistep.re.kr/>

19) 과학기술부, 국가과학기술표준분류표

제2절 신농림업 기술분류

1. 신농림업기술분류 과정

본 연구를 위한 기술분류는 본 연구의 기술분류위원회, 미래기술예측을 위한 전문위원회, 로드맵 작성을 위한 전문위원회에서 분류되었다. 우리나라 농림업부문의 전문가 23명이 참여한 기술분류위원회(부록 3. 기술분류위원회 명단 참조)에서는 우리나라 농림업부문의 기술을 현재 농림기술관리센터에서 분류하고 있는 11개의 대분류 체계를 그대로 유지하기로 하였다. 단, 대분류 중 「임업분야」를 「임업·임산분야」로, 「축산분야」를 「축산·수의분야」로 분류하기로 하였다. 현재의 농림기술관리센터에서의 분류에 의하면 「임산」은 「임업분야」의 중분류로, 「수의」는 「축산분야」의 중분류로 분류되어 있다. 미래기술예측을 위한 전문위원회 및 로드맵 작성을 위한 전문위원회에서는 기술분류위원회의 대분류에 따라 중·소분류를 실시하였다.

2. 신농림업기술분류

기술분류위원회, 미래기술예측을 위한 전문위원회, 그리고 로드맵 작성을 위한 전문위원회에서 분류된 우리나라 농림업기술분류 내용은 <표 III-2-1>과 같다.

<표 3-1-1> 신농림업기술분류

대분류	중분류	소분류
0100 가공분야	0110 식품 가공기술	0111 단위 조작 기술 0112 소재 변형 기술 0113 장치 제작기술(단순살균, 단순저장)
	0120 제품화 기술	0121 신제품 개발기술 0122 제품품질 개선기술
	0130 기능성 식품 개발	0131 생리학적 기능성 연구 0132 생리학적 기능성 식품개발
	0140 식품 신소재 개발	0141 신소재 개발 0142 식품 첨가물 소재 개발
	0150 발효 식품 및 효소 이용	0151 식품미생물 및 발효식품 제조 기술 0152 효소이용 기술
	0190 기타	

<표 3-1-1> 신농림업기술분류 - 계속

대분류	중분류	소분류
0200 경영·정보 분야	0210 관측정보	0211 관측정보의 수집 0212 관측정보의 분석 0213 관측정보의 전파 0214 관측정보 활용 0219 기타
	0220 환경농업	0221 환경농업시스템 기술 0222 품질인증시스템 기술 0223 종합물류시스템 기술 0224 공급시스템 기술 0229 기타
	0230 지역정주개발	0231 농산물 생산·가공·유통의 종합시스템 기술 0232 교육·문화·복지의 종합시스템 기술 0233 지역균형발전 기술 0239 기타
	0240 수출 및 해외농업	0241 해외시장조사 0242 해외농업생산기기 구축 0243 전통외식사업 해외진출 기술 0244 각국의 식문화 및 식품소비특성 0245 통일을 대비한 GIS 기술 0249 기타
	0250 지식관리시스템 및 모바일시스템	0251 지식관리시스템 기술 0252 모바일시스템 기술 0253 무선인터넷 활용화 기술 0254 생산이력제 관리기술 0255 품목별 경영 및 회계관리 기술 0259 기타
	0260 유통 및 물류	0261 농산물 표준화 코드체계기술 0262 농산물 공급 증장기 전략 기술 0263 종합물류정보시스템 기술 0264 동북아 허브형 농수산물 건설 0265 정부양곡관리 전산화 기술 0266 수확후 관리매뉴얼 개발 기술 0269 기타

<표 3-1-1> 신농림업기술분류 - 계속

대분류	중분류	소분류
0200 경영·정보 분야	0270 정보제공 및 전자상거래	0271 농산물가격 및 소비자 동향에 대한 정보 기술 0272 전자상거래 기술 0279 기타
	0290 기타	
0300 기계화분야	0310 생물생산기계기술	0311 토양관리기계기술 0312 작물관리기계기술 0313 수확기계기술 0314 농업동력기계기술 0315 임업 및 축산기계기술 0316 이용관리기술 0319 기타
	0320 생물공정시스템기술	0321 생물재료물성공학기술 0322 수확후관리기술 0323 가공공학기술 0324 모델링 및 자동화기술 0329 기타
	0330 생물생산시설시스템기술	0331 축산시설시스템기술 0332 원예시설시스템기술 0333 저장시설시스템기술 0334 균이 및 자원곤충시설 시스템기술 0335 대체에너지기술 0339 기타
	0340 생명시스템기술	0341 동식물생체인식기술 0342 생물반응시스템기술 0343 생물정보학응용기술 0349 기타
	0390 기타	

<표 3-1-1> 신농림업기술분류 - 계속

대분류	중분류	소분류
0500 생명공학분야	0510 신기능 신물질	0511 탐색 0512 개량 0513 생산체계 0519 기타
	0520 유전자 조작에 의한 개량	0521 식물 0522 동물 0523 곤충 0524 미생물 0529 기타
	0530 분자유종 기술	0531 유전자원 관리 0532 육종표지 인자 개발 0533 유전자 분리 조작 0534 유전자(개놈) 분석 0539 기타
	0590 기타	
0600 경종작물분야	0610 식량작물	0611 유전자원 개발 평가 이용 0612 품종육성 0613 육종방법 및 검정기술 0614 생력·생산비절감 기술 0615 수확후 관리 및 부가가치 증대 0616 친환경 생산기술 0617 고품질·기능성 작물 생산 기술 0619 기타
	0620 특용·약용작물	0622 품종육성 0623 가공이용기술 0624 생물활성 이용기술 0629 기타
	0630 사료·녹비작물	0631 품종육성 0632 작부체계 및 생산기술 0639 기타
	0690 기타	

<표 3-1-1> 신농림업기술분류 - 계속

대분류	중분류	소분류
0700 유통분야	0710 품질관리	0711 품질평가 0712 선별 및 등급 0713 표준화 0714 전처리 0719 기타
	0720 저장	0721 전처리 0722 저장 0729 기타
	0730 포장	0731 포장재 개발 0732 포장재 이용 0733 전처리 0739 기타
	0740 유통	0741 물류관리 0742 유통기능 0743 전처리 0749 기타
	0750 안전성	0751 화학적 안정성 0752 생물학적 안정성
	0790 기타	
0800 임업·임산 분야	0810 산림환경관리	0811 산림환경생태/도시림관리 0812 산림토양 및 수자원관리 0813 산지재해관리/피해지 복구 0814 산불예방/진화/복구 0815 산림병해충 관리 0816 야생동물관리 0819 기타
	0820 산림경영·정보	0821 임업경제/정책분석 0822 임산물 유통정보 0823 산림자원조사/측정 0824 산림자원 정보관리 0825 산림휴양/도시림 정책 0826 산림경영/사회임업/단기임산 소득원 0829 기타

<표 3-1-1> 신농림업기술분류 - 계속

대분류	중분류	소분류
0800 임업·임산 분야	0830 임업생산 기술	0831 양묘 0832 갱신/육림/작업종 0833 단기소득 임산물 0834 산림 작업시스템/임업노동 0835 임업기계화 0836 산림토목/임도 0839 기타
	0840 산림유전자원	0841 산림유전자원 관리 0842 신품종 육성 0843 산림유전자 정보 분석 0844 조직배양/형질전환기술 0845 생물공정 및 신기능성 물질 생산 0849 기타
	0850 조경	0851 조경계획/설계 0852 조경생태/조경관리 0853 GIS/CAD조경 0854 녹지계획수립/그린네트 계획 0855 공원 및 도시 환경분석 0859 기타
	0860 목재가공	0861 재질/성능평가 0862 건조/보존/목공 0863 목조건축/거주성 0864 목질재료 0865 화학가공/복합소재 0866 폐재 이용 0869 기타
	0870 임산화학/펄프제지	0871 목재성분이용 0872 접착제/도료/VOC 0873 미생물화학/임산버섯 0874 마이오매스 이용 0875 특수임산물 이용 0876 펄프제지 0879 기타
	0890 기타	

<표 3-1-1> 신농림업기술분류 - 계속

대분류	중분류	소분류
0900 원예분야	0910 품종개량	0911 유전자원 개발 및 관리 0912 품종육성 0913 종자품질 향상 기술 0914 채종체계 확립 0919 기타
	0920 번식	0921 무병주 대량 생산 기술 0922 식물조직배양 기술의 산업화 0923 기능성 물질의 대량생산시스템 0929 기타
	0930 재배관리 및 이용	0931 환경친화적 재배 기술 0932 재배 및 수확의 생력화 0933 병충해 방제 기술 0934 기능성 원예작물의 개발 0939 기타
	0940 시설원예	0941 공정육묘 0942 재배기술 개선 0943 환경개선 및 제어 0944 시설원예용 신자재 개발 0944 시설내 병해충 방제 0949 기타
	0990 기타	0991 기능성 물질 탐색 및 개발 0992 지역 특화 소형 상품 개발 0999 기타
1000 축산·수의 분야	1010 번식생리	1011 정자 및 인공수정 1012 체외수정 및 배양 1013 수정란동결 및 이식 1014 체세포핵이식 및 줄기세포 1015 형질전환동물 1016 임신, 분만 및 비유생리

<표 3-1-1> 신농림업기술분류 - 계속

대분류	중분류	소분류
1000 축산·수의 분야	1020 질병·방역	1021 기초분야기술 1022 첨단요소기술 1023 질병방제기술 1024 동물용 의약품 1025 인수공통전염병 1026 역학기법 개발 1027 실험동물, 반려동물 및 야생동물
	1030 유전·육종	1031 육종체계 및 가속능력검정기술 1032 유전능력평가 및 분석모형 개발 1033 분자유전 기술 1034 분자유종 기술 1035 유전체 연구 및 생물정보기술 1036 기능성 유전자 발굴 및 발현조절기술 개발 1037 유전자원 개발 및 보존기술
	1040 영양·사료	1041 영양대사기전 규명 및 조절 1042 고품질 및 기능성 축산물 생산기술 1043 가속생산성 향상기술 1044 사료자원 및 사료첨가제 개발 1045 사료품질 개선 및 사료가치 평가 1046 친환경 축산 1047 동물복지
	1050 육가공	1051 신선육(닭고기, 돼지고기, 소고기) 1052 부산물 (도축혈액활용연구포함) 1053 육가공제품 제조 1054 육가공제품 제조 1055 신선육/육제품 포장 1056 신선육/육제품 품질평가 1059 기타

<표 3-1-1> 신농림업기술분류 - 계속

대분류	중분류	소분류
1000 축산·수의분야	1060 유가공	1061 낙농화학 1062 낙농미생물 1063 낙농공학 1064 유제품 및 유제품 품질 1065 원유 1066 유제품 기능성소재
	1070 위생	1071 안전관리체계 및 관리기술 연구 1072 위험분석(risk analysis) 기술의 활용 1073 위해물질 추적기술 개발 1074 위해미생물의 정량적 분석기술 개발 1075 축산물 생산(사육·도축)의 위생관리 1076 축산물 가공·유통의 위생관리 1077 사료의 안전성 관리
	1090 기타	
1100 자원분야	1110 농촌용수 자원	1111 농촌용수 개발 및 이용 1112 농촌용수 관리 1119 기타
	1120 토지 자원	1121 토지이용계획 1122 농경지 및 농촌용지의 보전 1123 농경지 및 농촌용지의 개발과 정비 1129 기타
	1130 농촌 어메니티 자원	1131 농촌 어메니티 자원 이용계획 1132 농촌 생활환경정비 1133 농촌 자연경관 1134 농촌 관광자원 1139 기타
	1140 농촌기반시설	1141 농촌주택 및 공공시설 1142 농업생산 및 유통시설 1143 수리시설 1144 농촌도로 1149 기타

<표 3-1-1> 신농림업기술분류 - 계속

대분류	중분류	소분류
1100 자원분야	1150 자원정보공학	1151 자원정보시스템의 설계 및 개발 1152 자원정보자료의 구축과 이용 1153 자원정보시스템을 이용한 생산기반기술 개발 1159 기타
	1160 농업재해 방지	1161 가뭄 방재 1162 홍수 방재 1163 시설 방재 1169 기타
	1170 농촌에너지 및 생물재료 자원	1171 대체에너지의 개발과 이용 1172 자연에너지의 이용 1173 생물재료의 개발과 이용 1179 기타
	1180 농업시스템공학	1181 구조적 농업시스템공학 1182 비구조적 농업시스템공학 1189 기타
	1190 기타	
1200 환경분야	1210 환경조화형 농업기술	1211 환경조화형 농업자재개발(생물 및 미생물농약, 비료, 농자재) 1212 병충해 방제시스템 1213 적성시비 및 토양관리 1214 오염규제 기준설정(농약, 중금속 등) 1215 권역별 환경농업 모형 개발 1219 기타
	1220 생태계 보호 및 오염경감	1221 생태계 종합관리 및 모니터링 기법 개발 1222 생태계 종합평가 및 보건기술 1223 환경오염 경감 기술 1229 기타
	1230 폐기물의 자원화	1231 가축분뇨의 이용의 처리 기술 (비료화, 사료화, 연료화 및 사료처리) 1232 농산부산물의 재활용 및 처리기술 1239 기타
	1290 기타	

제2장 미래 농림분야 기술예측

제1절 예측조사의 개요

1. 델파이법(Delphi법)

델파이법은 미래에 실현될 중요과제의 실현시기, 중요도 등에 대하여 다수 전문가의 직관을 수렴하는 기술예측의 한 방법으로 주요 선진국은 물론 개발도상국가에서도 과학기술예측조사를 위해 널리 유용하게 활용되고 있는 방법이다. 이 방법은 조사결과를 응답자에게 제시하여 수정 응답할 기회를 줌으로써 다수 전문가의 의견을 수렴할 수 있고, 또한 익명성의 보장으로 자신의 의견 및 주장을 자유롭게 개진할 수 있도록 유도하여 다양한 정보를 교환할 수 있는 장점이 있다. 이번 '미래 농림분야 기술예측'에서는 설문조사를 2회 시행하는 미니 델파이법을 이용하여 예측조사를 실시하였다.

2. 예측과제의 발굴·선정

Delphi 설문조사를 위한 대안으로서 연구과제를 설정하기 위해 문헌조사와 수요조사를 실시하였다. 기존에 발표된 농림기술개발사업 5년의 성과와 발전방향(농림기술관리센터, 2000), 21C 농업과학기술의 좌표와 정책방향(한국농촌경제연구원, 2000), 한국의 미래기술(STEPI, KISTEP) 등을 검토하여 총 9,462개 과제를 수집하였다(제 I 편, 제3장, 제2절 참조). 그리고 이와 동시에 농업관련기술분야 전체를 대상으로 미래유망연구과제에 대한 수요조사를 실시하였다. 기술개발 수요 조사는 이 분야의 산·학·연 전문가 약 7000여명을 대상으로 한 이메일 조사와 연구기관, 대학, 관공서 등 900여 기관을 대상으로 하는 우편조사를 통하여 조사되었다(조사방법은 제 I 편, 제3장, 제2절 참조). 조사결과 수집된 과제 수는 모두 447개였다(분야별 기술 수는 제 I 편, 제3장, 제2절 참조).

이와는 별도로 산·학·연 전문가 23명으로 기술분류위원회를 구성하여 농림분야 기술분류를 기존의 분류체계에 따라 분류하였다. 단, 기존에는 축산분야 내에 중분류로 수의분야가 속하였으나 통합하여 축산·수의분야로 정하였으며, 임업분야와 임산분야는 임업·임산분야로 정하였다(기술분류위원회는 부록 참조).

이어서 11개 분야별로 각 분야 10여 명 내외의 산·학·연 전문가 144명으로 미래 기술예측을 위한 전문위원회를 구성하여, 그들로 하여금 수집 분류된 연구과제를 검

토하도록 하였다. 이때, 먼저 분야별로 회의를 통해 분야 내 중분류를 설정하여 수집된 연구과제를 해당 중분류에 fitting시키고, 중분류별로 연구과제간 가능한 한 상호독립성을 유지하면서 조정하도록 하되, 중복 및 유사과제를 통합 또는 삭제하도록 하였다. 나아가, 중분야별로 제안되지 않았지만 중요하다고 판단되는 연구과제를 첨가시키도록 하였다. 이 전문위원회는 분야별 4회의 회의를 거쳤으며, 이러한 과정을 통하여 델파이 조사를 위한 대안으로서 최종 연구과제(master list) 682과제를 확정하였다(미래기술예측을 위한 전문위원회 그리고 분야별 도출 미래유망기술은 제 I 편, 제3장, 제 2절 참조).

3. 조사방법

가. 조사대상자의 선정

조사대상자의 선정은 “제 I 편, 제3장, 제2절”의 ‘Delphi 전문가 그룹’과 같다.

다. 조사항목

1차 설문 조사항목은 과제에 대한 전문도, 중요도, 실현시기(국내 및 세계), 실현시기의 확신도, 기술적으로 가장 앞선 국가, 국내 연구개발수준의 국제비교, 연구개발추진주체, 유효한 정책수단 등 8개 항목을 선정하였다.

2차 설문 조사항목은 1차 설문 조사결과를 바탕으로 그 결과를 제시하여 실현연도를 수정하고, 과제실현의 제약조건인 연구개발총비용, 총 소요기간, 연간 평균소요인력 등을 기입하도록 하였다.

라. 예측조사표

1) 1차 설문지 형식

- 「전문도」 항목의 ‘대’는 질문에 응답한 사람의 주 전공분야로서 연구경험이 있거나 기술개발 동향에 대하여 잘 파악하고 있는 경우, ‘중’은 전공분야는 아니나 관련분야로서 기술개발동향을 파악하고 있는 경우, ‘소’는 관심이 있는 경우임.
- 「중요도」 항목의 ‘대’는 기술 및 사회, 경제적으로 매우 중요한 경우, ‘중’은 중요한 경우, ‘소’는 그리 중요하지 않은 경우임.
- 「실현시기」에 있어 국내항목은 해당 실현시기 번호를 선택하고, 세계항목은 국내항목의 해당시기 번호를 기입함.

- 「확신도」 항목은 예측시기의 주관적인 확신정도를 나타내며, ‘대’는 예측 연도에 대한 확신도가 80%이상~100% 수준이고, ‘중’은 확신도가 50%~80%미만 수준이고, ‘소’는 확신도가 50%미만인 수준임
- 「현재 기술수준 국제비교」 항목은 최고 선진국(100%, 선진국은 해당 기술과제가 가장 앞선 나라를 의미함)대비 국내수준을 다음의 척도를 기준으로 하여 선택함.
 - 0%~20% : 개발능력이 없거나 매우 취약함
 - 21%~40% : 연구인력이 극소수일 뿐만 아니라 전체적으로 취약함
 - 41%~60% : 어느 정도 개발능력이 있음.
 - 61%~80% : 자체적으로 개발능력이 있음.
 - 81%~100% : 개발능력이 있어 선진국과 대등한 수준임.
- 「연구개발 추진주체」 항목은 해당과제를 가장 잘 수행할 수 있는 연구개발주체를 의미하고, 「정부의 유효한 정책수단」 항목은 해당과제 실현을 위한 정부의 효과적 정책수단을 의미함.
 - 인력양성 : 해당과제분야의 인력이 절실히 부족하여 인력양성의 정책지원이 필요한 경우
 - 협력연구 : 과제의 성격상 여러 학문분야와 학제적인 연구를 통해 기술개발을 할 수 있는 경우 또는 다른 기관과의 협력이 필요한 경우
 - 인프라구축 : 기술과제의 실현을 위한 설비투자 등의 인프라구축이 정책적으로 필요한 경우
 - 연구비확충 : 기술개발을 위해 많은 연구개발비 투입이 필요한 경우 또는 연구비 부족으로 연구개발활동이 저해되는 경우
 - 제도개선 : 연구개발 활동을 촉진하기 위한 제도의 수립 또는 연구개발활동을 저해하는 제도의 개선이 필요한 경우

<표 3-2-1> 1차 설문지 형식

구 분	번 호	과 제 명	①전문도 (v)		②중요도 (v)		③실현시기								⑥확신도 (v)	⑤국내 연구개발 현수준의 국제비교 (v)				⑦연구개발 추진주체(v)				⑧정책수단(v)											
			대	중	소	대	중	소	④국내(v)								대	중	소	20%	21~40%	41~60%	61~80%	81%~	민간주 주도	정유주 주도	산학연 공동 개발	국립· 공립	지방· 양성	지방· 고급	인프라 구축	연구· 비확충	제도 개선	기 타	
									1	2	3	4	5	6	7	8																			④ 세계
									기 실 현 년	03	04	06	08	11	16	21																			

2) 2차 설문지 형식

- 「수정응답」 항목은 현재의 기술발전의 추세에서 본 실현 가능한 시기를 1차 설문 결과를 참조하여 직접 연도 기입
- 「연구개발총비용」 항목은 응답자가 수행하는 과제라고 가정할 때, 본 과제의 목표를 달성하기 위해 필요한 총 소요비용(정부 연구개발지원금 기준)
- 「총 소요기간」 항목은 정해진 총 연구개발비로 본 과제의 목표를 달성하기 위해 필요한 총 소요기간(년)
- 「연간 평균소요전문인력」 항목은 정해진 총 연구개발비와 연구기간 내에 본 과제의 목표를 달성하기 위해 필요한 석사이상의 연간 평균 소요전문인력 수

<표 3-2-2> 2차 설문지 형식

영역	번 호	과 제 명	중요도 (응답자수)		실 현 시 기																연구개발 총비용 (단위: 천만원)	총소요 기간 (단위:년)	연간 평균 소요 전문인력 (단위:명)					
					1차설문결과-국내 (응답자수)								수정 응답 기간 (실현 연도 기입)	1차설문결과-세계 (응답자수)										혁신도				
					대	중	소	불 필 요	개 발 현	03	04 ~ 05	06 ~ 07		08 ~ 10	11 ~ 15	16 ~ 20	21 ~ 25	가 발 현	03	04 ~ 05				06 ~ 07	08 ~ 10	11 ~ 15	16 ~ 20	21 ~ 25
식품 가공	1	다양한 첨가공 제물이 개발되고 법 류 가공기술이 개발된다.	22	16	4	0	4	5	17	9	4	1	1	0	8	4	11	7	5	2	0	0	19	22	1			
식품 가공	2	고체식품용 연속식 무균가공 시스템 의 개발 및 응용이 실현된다.	8	25	8	0	1	3	5	13	12	5	1	0	2	3	11	7	11	3	0	0	3	31	7			

4. 예측조사 결과표

- 「중요도지수」 항목은 각 항목(「대」, 「중」, 「소」, 「불필요」)에 대한 가중치 100, 50, 25, 0을 부여했다. 이러한 이유는 전체 응답자의 의견을 모두 수용하기 위한 것으로 그 중 중요도 「대」에 가중치를 더 준 것이다. 예를 들어 응답자 모두가 중요도에 대해 「대」라고 응답했으면 그 중요도지수는 '100'이 되며, 모두 「불필요」라고 응답했으면 중요도지수는 '0'이 된다. 과제의 중요도 지수를 구하는 식은 다음과 같다.

$$- \text{중요도 지수} \quad I_{index} = \frac{N_{대} \times 100 + N_{중} \times 50 + N_{소} \times 25 + N_{불필요} \times 0}{N_{전체}}$$

I_{index} : 중요도지수(0 ≤ I_{index} ≤ 100)

$N_{\text{대}}$: 중요도 「대」인 응답자의 수

$N_{\text{중}}$: 중요도 「중」인 응답자의 수

$N_{\text{소}}$: 중요도 「소」인 응답자의 수

$N_{\text{불필요}}$: 중요도 「불필요」인 응답자의 수

$N_{\text{전체}}$: 중요도 「전체」인 응답자의 수

- 「국내수준」 항목은 세계 최고수준대비 국내 연구개발의 현 수준을 나타내며, 각 범위의 의미는 다음과 같다.

- 연구개발수준비율 $R_j = \frac{\sum_{i=1}^5 (O_i \times N_{ji})}{O_5 \times N_{j\text{전체}}}$

R_j : j 과제의 선진국 대비 국내 연구개발 수준

O_i : 국내 연구개발수준을 나타내는 각 범위(i)에 대한 순위통계량 ; 범위가 0%~20%, 21%~40%, 41%~60%, 61%~80%, 81%~100% 일 때 O는 각각 1, 2, 3, 4, 5를 나타냄.

N_{ji} : j과제의 각 범위에 해당하는 응답자의 수 ($N_i = i, I = 1, 2, 3, 4, 5$)

$N_{j\text{전체}}$: j과제의 전체 응답자 수 ($N_{j1} + N_{j2} + N_{j3} + N_{j4} + N_{j5}$)

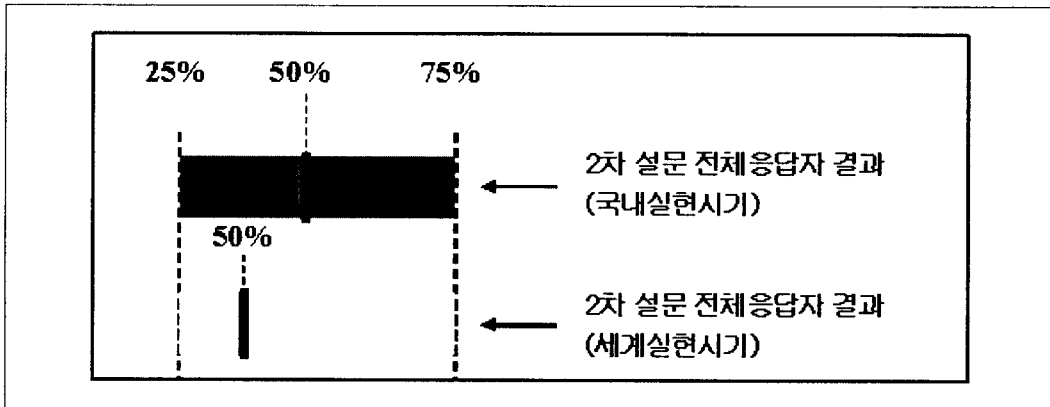
<표 3-2-3> 예측결과표 형식

영역	번호	과제명	설문구분	응답자수	전문도			중요도지수	국내수준 (%)	
					대	중	소			
기 미 성 숙 품 개 발	56	생물전환(Bioconversion)에 의한 천연물 2차 대사물질의 구조 변환 기술개발이 실현된다.	1차	전체	43	7	15	21	56.4	51.6
				傳大	7				78.6	57.1
			2차	국내						
				세계						
	57	인삼의 생리활성물질의 구조-생물활성 연구 및 대량 생산 기술개발이 실현된다.	1차	전체	43	7	20	16	64.5	68.8
				傳大	7				85.7	48.6
2차			국내							
			세계							

실현 시기(년)					연구개발추진주체				정책수단					
2005	2010	2015	2020	2025	민간주도	정부주도	산학연협동	국제공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
					20	10	29	7	9	15	9	26	1	1
					0	1	4	2	2	2	3	4	0	0
					5	13	29	0	8	11	17	23	1	2
					0	0	7	0	2	1	2	5	0	0

- 「연구개발추진방법」 과 「정책수단」 항목은 1차 설문응답자의 빈도수를 종합 정리한 결과임.
- 「실현시기(년)」 항목은 2차 설문결과를 순서대로 배열하여, 전체 응답자료 순서 통계량의 1/4(25%)에 해당하는 연도가 하사분위수가 되고, 중간(50%)에 위치한 값이 중위수(median), 그리고 3/4에 해당하는 연도가 상사분위수가 됨.
- 일반적으로 예측실현년도는 응답분포의 중앙에 위치하는 중위수로 산출하지만, 예측의 실현시기는 분포로 이해하는 것이 바람직함. 즉, 실현시기 예측에 있어서 응답한 전문가의 절반은 중위수 연도 이전에 나머지 절반은 중위수 연도 이후에 기술이 실현될 것으로 예측하였다는 점을 참고할 필요가 있음.
- 응답자가 5명 이하인 과제는 예측의 신뢰성 제고를 위해 분석대상에서 제외하였음.

<표 3-2-4> 사분위수 표기방법



제2절 가공분야 기술예측

1. 설문응답자의 특성

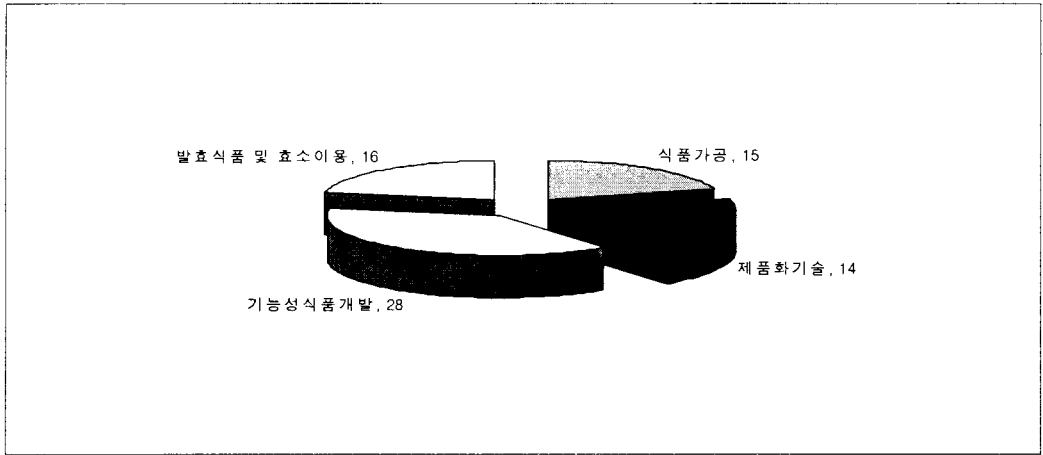
가공분야의 응답자들은 40~49세 연령계층이 31명으로 전체 응답자의 72%를 차지했고, 이어서 50~59세 연령계층이 9명으로 21%를 차지했다. 연구경력 기간은 20~29년이 전체의 49%를 차지했으며, 이어서 10~19년이 40%를 차지했다. 응답자 전원이 박사학위를 소지하고 있으며, 연구원 8명, 기업 4명, 대학이 31명으로 대학교수가 전체의 72%를 차지했다.

<표 3-2-5> 가공분야 미래기술예측 설문응답자의 분포

응답자		계	연령코드				경력코드				
			30~39	40~49	50~59	60~	0~9	10~19	20~29	30~39	40~
연구원	박사	8		8				3	5		
	소계	8		8				3	5		
기업	박사	4		3	1			2	2		
	석사										
	소계	4		3	1			2	2		
대학	박사	31	1	20	8	2		12	14	4	1
	석사										
	소계	31	1	20	8	2		12	14	4	1
총합계		43	1	31	9	2		17	21	4	1

2. 영역별 도출 과제수

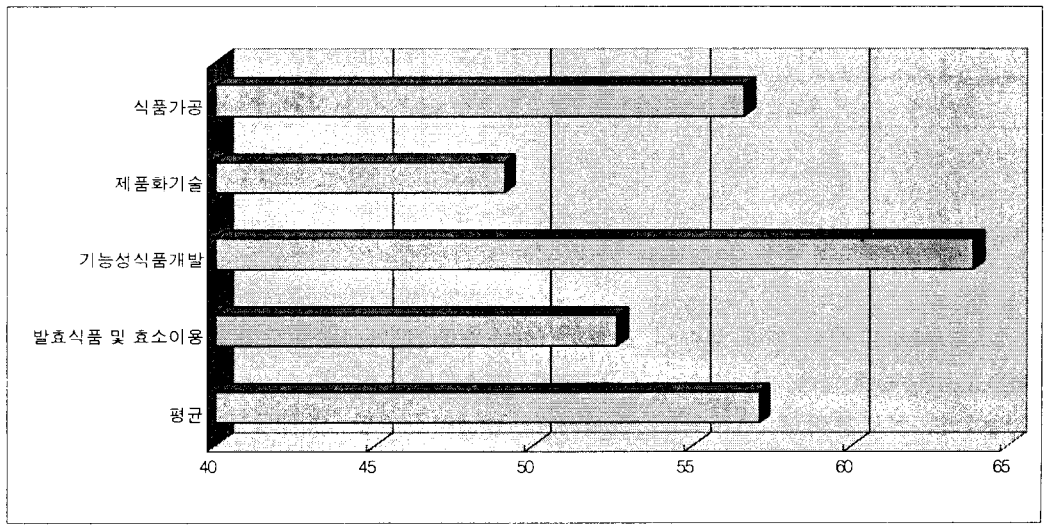
가공분야의 영역별 과제수의 분포는 식품가공 15개, 제품화기술 14개, 기능성식품 개발 28개, 발효식품 및 효소이용 16개로 분류되었으며 총 과제수는 73개로 최종 확정되었다. 가공분야의 연구과제 중에서 기능성식품개발 영역의 과제가 28개로 가장 많은 것으로 나타났다.



<그림 3-2-1> 가공분야의 중분류의 분포도

3. 과제 의 중요도

과제의 중요도지수를 적용하여 가공분야의 4개의 중분류를 비교하여 보았을 때, 기능성식품개발이 63.89로 가장 높았고, 식품가공, 발효식품 및 효소이용, 제품화기술이 각각 56.65, 52.68, 49.11 순으로 나타났다. 그러나 이들 영역은 교차비교에 의한 상대평가를 한 것이 아니고, 해당분야의 전문가들만 참여한 절대평가수치이므로 타 영역과의 단순비교는 불가능하다. 가공분야의 전체평균은 57.11로 나타났다.



<그림 3-2-2> 가공분야의 중요도지수

<표 3-2-6> 가공분야의 중요도지수 상위 20개 과제

순위	과 제 명	중요도지수
1	암 제어 기능성 식품소재가 개발된다.	79.07
2	면역 활성 기능성 식품소재가 개발된다.	79.07
3	고혈압 제어 기능성 식품이 개발된다.	77.91
4	상품김치의 품질 균질화 및 품질 유지기술이 개발된다.	77.33
5	천연 식품보존료 및 항균제가 개발된다.	74.42
6	항당뇨용 인슐린 유사체(insulin mimetics)가 개발된다.	73.84
7	다양한 쌀가공 제품이 개발되고 밥류 가공기술이 개발된다.	73.81
8	생물자원 유래 치매제어 기능성 식품소재가 개발된다.	73.26
9	생물자원 유래 노화 제어 기능성 식품소재가 개발된다.	72.67
10	캡슐화를 이용한 기능성물질 안정화 조절 기술이 실현된다.	70.93
11	천연 항산화제 및 활성산소 조절소재의 개발이 실현된다.	69.77
12	유해성분의 나노그랩 센싱기술 개발 및 식품 안전성 평가기술이 개발된다.	68.90
13	만성질환 생체지표(biomarker) 발굴기술 및 대응 생리활성 소재개발이 실현된다.	67.86
14	천연 식품색소 및 안정화 기술개발이 실현된다.	66.86
15	미세캡슐화 기술을 이용한 기능성 소재 안정화 및 체내 방출조절 기술개발이 실현된다.	65.70
16	나노기술을 이용한 신기능 식품소재의 개발이 실현된다.	64.53
17	인삼의 생리활성물질의 구조-생물활성 연구 및 대량 생산 기술개발이 실현된다.	64.53
18	비가열 살균기술(전기장, 자기장, 광펄스, PEF, ocillating magnetic field 등)이 개발된다.	63.95
19	골관절 질환 제어 기능성 식품소재의 개발이 실현된다.	63.95
20	생분해성 및 레저적합형 식용성 식품포장재가 개발된다.	63.95

가. 식품가공

식품가공영역에서는 ‘다양한 쌀가공 제품이 개발되고 밥류 가공기술이 개발된다’의 연구과제가 중요도지수 73.81로 나타났으며, 선진국 대비 기술수준은 71.43%로 높게 나타났다. 이 외의 과제를 보면 비교적 중요도지수는 평균 이상이지만 기술수준은 상당히 낮은 것으로 나타났다.

<표 3-2-7> 식품가공 영역의 중요도지수 상위 5개 과제

순위	과 제 명	중요도지수	국내수준(%)
1	다양한 쌀가공 제품이 개발되고 밥류 가공기술이 개발된다.	73.81	71.43
2	캡슐화를 이용한 기능성물질 안정화 조절 기술이 실현된다.	70.93	58.60
3	유해성분의 나노그램 센싱기술 개발 및 식품 안전성 평가기술이 개발된다.	68.90	44.65
4	비가열 살균기술(전기장, 자기장, 광펄스, PEF, oscillating magnetic field 등)이 개발된다.	63.95	44.19
5	곡류전분류의 노화방지 기술이 개발된다.	63.37	60.47

나. 제품화기술

제품화기술영역에서는 ‘상품김치의 품질 균질화 및 품질 유지기술이 개발된다’의 연구과제가 중요도지수 77.33으로 나타났으며, 선진국 대비 기술수준은 73.33%로 높게 나타났다. 이 영역에서는 1위 과제를 제외하고는 중요도지수가 대체로 낮게 나타났다. 또한 5위 과제의 경우에는 중요도지수는 52.44로 매우 낮지만 기술수준은 73.49%로 상당히 높게 나타났다.

<표 3-2-8> 제품화기술 영역의 중요도지수 상위 5개 과제

순위	과 제 명	중요도지수	국내수준(%)
1	상품김치의 품질 균질화 및 품질 유지기술이 개발된다.	77.33	73.33
2	생물공학기술을 이용한 기능성 음료가 개발된다.	60.12	58.10
3	한과 떡류 등의 전통 단기 유통식품의 장기유통 상품화 기술이 개발된다.	58.14	69.30
4	국내산 과일, 약용채소류를 이용한 음료 및 주류제품이 개발된다.	56.40	70.95
5	수삼, 홍삼 및 인삼을 이용한 시리얼제품 및 건강제품이 개발된다.	52.44	73.49

다. 기능성식품개발

기능성식품개발 영역에서는 ‘암 제어 기능성 식품소재가 개발된다’와 ‘면역 활성 기능성 식품소재가 개발된다’의 연구과제가 동등한 중요도지수 79.07로 가장 높게 나타났다. 기능성식품개발영역에서의 특징은 중요도는 상당히 높으나, 선진국 대비 기술 수준이 상당히 낮은 특징을 나타냈다.

<표 3-2-9> 기능성식품개발 영역의 중요도지수 상위 5개 과제

순위	과 제 명	중요도지수	국내수준(%)
1	암 제어 기능성 식품소재가 개발된다.	79.07	48.37
1	면역 활성 기능성 식품소재가 개발된다.	79.07	52.56
3	고혈압 제어 기능성 식품이 개발된다.	77.91	52.56
4	천연 식품보존료 및 항균제가 개발된다.	74.42	60.00
5	항당뇨용 인슐린 유사체(insulin mimetics)가 개발된다.	73.84	48.37

라. 발효식품 및 효소이용

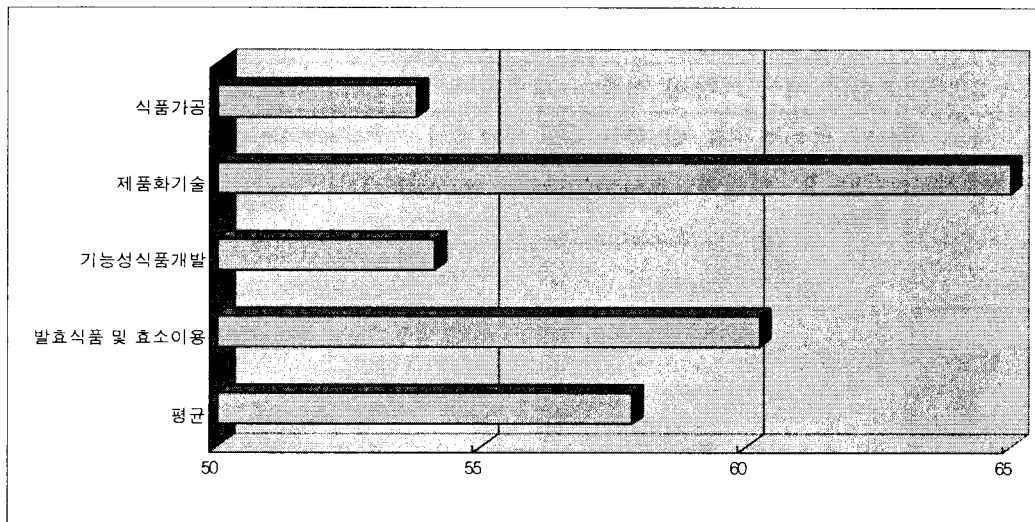
발효식품 및 효소이용 영역에서는 ‘전통발효식품 유래 미생물로부터 생리활성 소재탐색 및 산업화가 실현된다’의 연구과제가 중요도지수 60.71로 1순위로 나타났으나 전체적으로 타 영역과 비교하여 중요도지수가 낮게 나타났다.

<표 3-2-10> 발효식품 및 효소이용 영역의 중요도지수 상위 5개 과제

순위	과 제 명	중요도지수	국내수준(%)
1	전통발효식품 유래 미생물로부터 생리활성 소재탐색 및 산업화가 실현된다.	60.71	61.90
2	발효식품의 가스제어기술 및 포장기술이 개발된다.	60.12	59.53
3	김치발효균(젖산균)의 장내 거동 및 기능이 규명된다.	59.88	65.85
4	전통장류의 품질개선이 이루어진다.	58.14	72.38
5	극한환경 미생물 유래의 신기능 생물축매 및 대사산물 생산 기술개발이 실현된다.	56.40	46.19

4. 과제의 연구개발수준

연구개발수준은 선진국과 비교하여 평균 57.87% 수준으로 평가되었다. 선진국대비 기술수준이 다소 양호하게 나타난 영역은 제품화기술과 발효식품 및 효소이용 분야로 각각 66.96%, 60.29% 수준으로 예측되었다. 연구개발수준이 가장 낮게 평가된 분야는 식품가공 분야로 선진국 대비 53.79% 수준에 지나지 않아 이 분야의 기술수준 제고가 필요한 것으로 나타났다.



<그림 3-2-3> 가공분야의 연구개발 수준

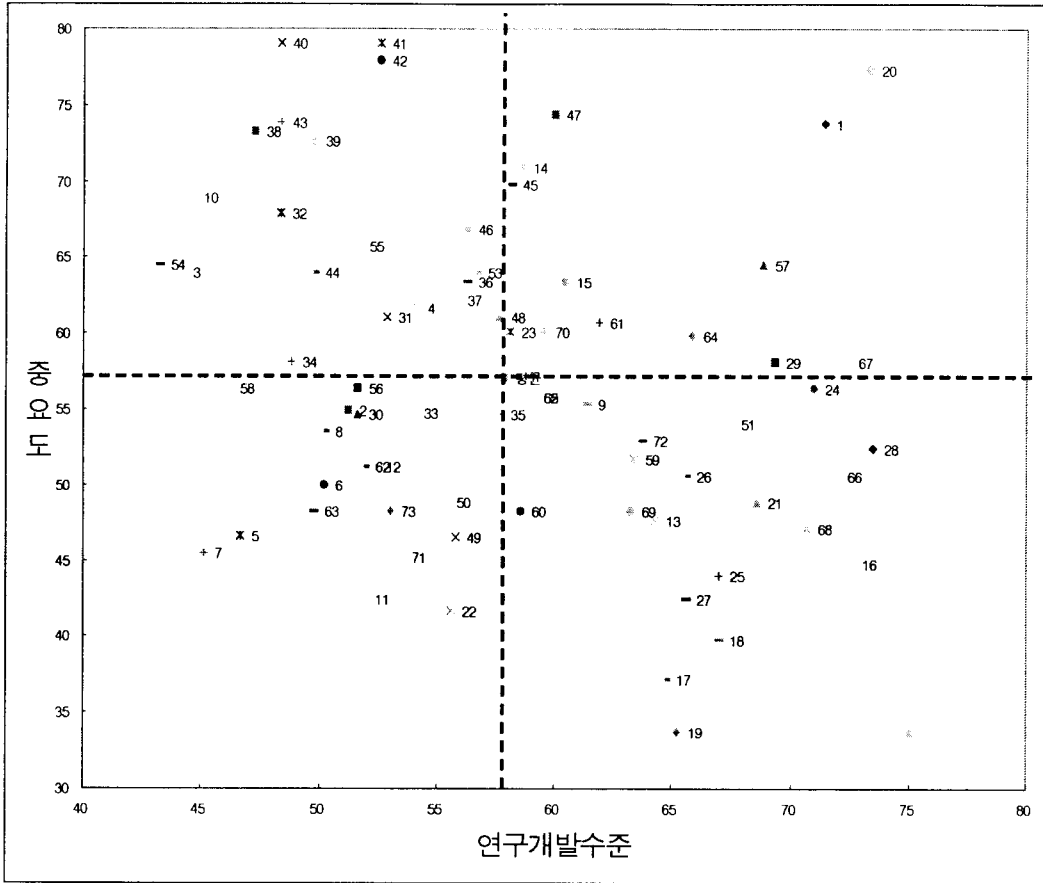
<표 3-2-11> 연구개발수준이 높은 상위 20개 과제

번호	과 제 명	연구개발수준
28	수삼, 홍삼 및 인삼을 이용한 시리얼제품 및 건강제품이 개발된다.	73.49
20	상품김치의 품질 균질화 및 품질 유지기술이 개발된다.	73.33
16	미역, 김 등 해조류를 이용한 편이식품이 개발된다.	72.56
67	전통장류의 품질개선이 이루어진다.	72.38
66	전통 약탁주의 품질개선이 이루어진다.	71.90
1	다양한 쌀가공 제품이 개발되고 밥류 가공기술이 개발된다.	71.43
24	국내산 과일, 약용채소류를 이용한 음료 및 주류제품이 개발된다.	70.95
68	젓갈의 발효숙성제어기술이 개발된다.	70.70
29	한과 떡류 등의 전통 단기 유통식품의 장기유통 상품화 기술이 개발된다.	69.30
57	인삼의 생리활성물질의 구조-생물활성 연구 및 대량 생산 기술개발이 실현된다.	68.84
21	전통 향신료를 이용한 천연조미제품이 개발된다.	68.57
51	탄수화물 효소공학기술을 이용한 신규 감미료 및 올리고당이 개발된다.	67.44
18	비인기 정육 부위를 이용한 한국형 육가공제품이 개발된다.	66.98
25	국내산 녹즙 원재료를 이용한 분말제품가공기술이 개발된다.	66.98
64	김치발효균(젓산균)의 장내 거동 및 기능이 규명된다.	65.85
26	마늘 및 양파의 무취 소재화 가공기술 및 추출농축 제품이 개발된다.	65.58
27	보리 및 보리싹을 이용한 다양한 건강식품이 개발된다.	65.58
19	국내산 견과류의 활용증진을 위한 고부가가치 제품이 개발된다.	65.24
17	국내 유지자원을 이용한 식용유지 제품이 개발된다.	64.76
13	다변량 분석 기법을 이용한 전통식품의 품질향상 연구	64.29

5. 중요도와 연구개발수준의 비교

과제의 중요도와 연구개발수준을 분석함으로써 핵심전략기술을 발굴하기 위하여 포트폴리오를 아래 그림과 같이 구성하였다.

가공분야의 평균 연구개발수준은 57.87%이며, 평균 중요도지수는 57.11로 나타났다. I사분면에 해당하는 과제는 13개로 가장 성장 잠재력이 높은 영역으로 나타났고, II사분면에 위치한 과제는 20개로 중요도는 높으나 연구개발 수준이 낮아 지속적인 투자가 요구되는 영역으로 평가되었다.

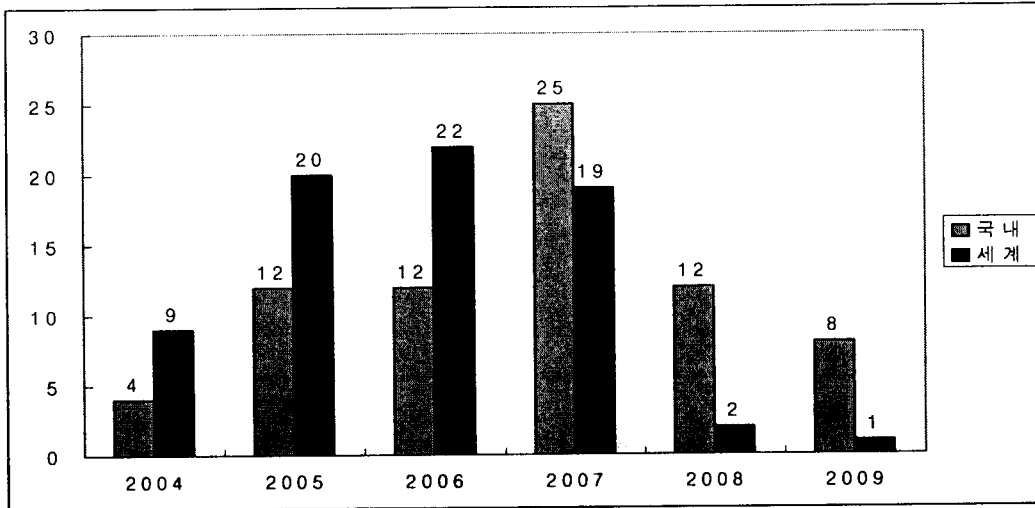


<그림 3-2-4> 가공분야 연구과제의 중요도지수-연구개발수준 포트폴리오

6. 실현시기 예측결과

국내 실현시기와 세계실현시기의 분포는 아래 그림과 같이 나타났다. 먼저 국내 실현시기를 비교하면, 총 73개 과제 중 72.6%가 앞으로 2007년까지 실현될 것으로 예측되었다. 세계실현시기는 95.8%의 과제가 2007년까지 실현될 것으로 예측되었다.

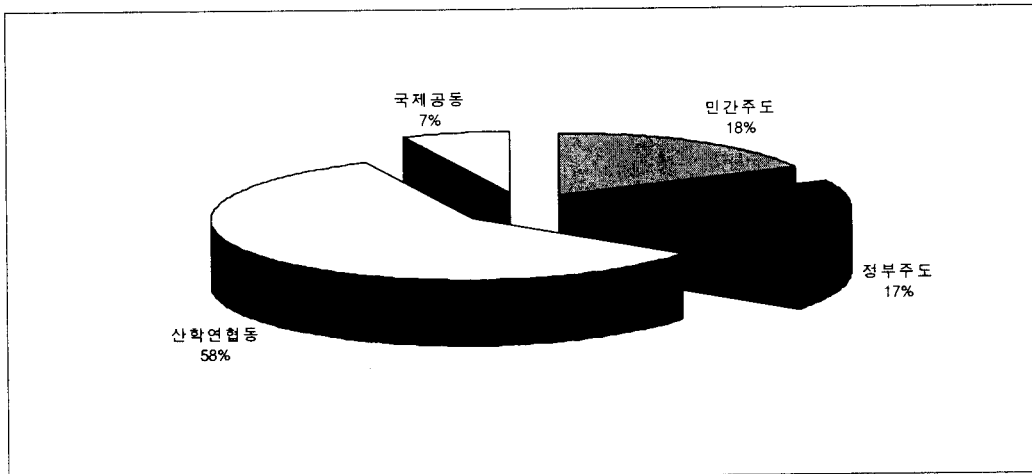
선진국과 실현시기의 격차가 전혀 없는 과제는 26%, 1년이 늦은 과제는 59%, 2년이 늦은 과제는 15%로 나타났다. 가공분야의 연구개발수준은 선진국 수준과 비슷한 것으로 예측되었다.



<그림 3-2-5> 가공분야 실현시기 예측결과 분포도

7. 연구개발 추진주체

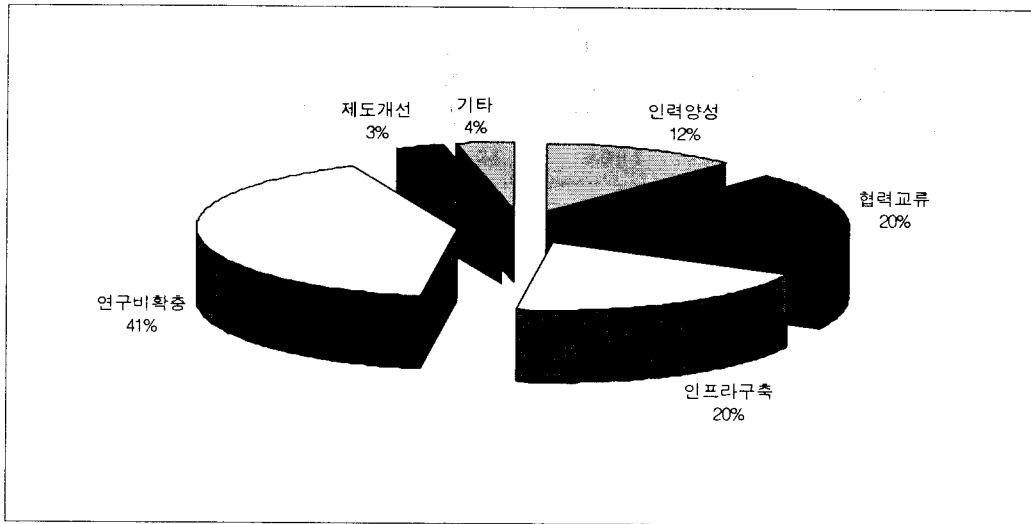
연구개발 추진 방법에 대한 의견은 다음 그림과 같이 나타났다. 산학연협동이 58%, 민간주도가 18%, 정부주도가 17%, 국제공동이 7% 순으로 나타나, 산학연의 유기적 협동에 의한 연구가 가장 요구되는 추진방법으로 나타났다



<그림 3-2-6> 가공분야의 연구개발 추진방법의 분포

8. 연구개발 정책수단

정부의 정책수단에 대한 응답결과는 '연구비확충'이 41%, '인프라구축'과 '협력교류'가 20%로 세 정책수단의 합이 80%를 차지하고 있었다. 이는 가공분야의 연구과제개발에 대한 연구비 확충이 절실하며 인프라구축 및 산학연 협력연구에 대한 장려책이 필요함을 의미하고 있다. 그 외 '인력양성', '제도개선'이 각각 12%, 3%로 나타났다.



<그림 3-2-7> 가공분야 연구과제개발 추진을 위한 정책수단 분포

9. 미래기술연표

국내실 현시기	번 호	과 제 명	세계실 현시기	격 차
2004	16	미역, 김 등 해조류를 이용한 편이식품이 개발된다.	2004	0
	18	비인기 정육 부위를 이용한 한국형 육가공제품이 개발된다.	2004	0
	19	국내산 견과류의 활용증진을 위한 고부가가치 제품이 개발된다.	2004	0
	27	보리 및 보리싹을 이용한 다양한 건강식품이 개발된다.	2004	0
2005	1	다양한 쌀가공 제품이 개발되고 밥류 가공기술이 개발된다.	2005	0
	4	막분리기술을 활용한 고효율 분리, 농축기술이 개발된다.	2004	1
	9	산업용 마이크로웨이브 가열 및 건조기술이 개발된다.	2004	1
	13	다변량 분석 기법을 이용한 전통식품의 품질향상 연구	2005	0
	17	국내 유지자원을 이용한 식용유지 제품이 개발된다.	2004	1
	21	전통 향신료를 이용한 천연조미제품이 개발된다.	2005	0
	24	국내산 과일, 약용채소류를 이용한 음료 및 주류제품이 개발된다.	2005	0
	25	국내산 녹즙 원재료를 이용한 분말제품가공기술이 개발된다.	2004	1
	26	마늘 및 양파의 무취 소재화 가공기술 및 추출농축 제품이 개발된다.	2005	0
	28	수삼, 홍삼 및 인삼을 이용한 시리얼제품 및 건강제품이 개발된다.	2004	1
29	한과 떡류 등의 전통 단기 유통식품의 장기유통 상품화 기술이 개발된다.	2005	0	
66	전통 약탁주의 품질개선이 이루어진다.	2005	0	
2006	11	동식물 단백질 hydrocolloids의 물리화학적 변화 연구	2005	1
	14	캡슐화를 이용한 기능성물질 안정화 조절 기술이 실현된다.	2005	1
	15	곡류전분류의 노화방지 기술이 개발된다.	2005	1
	20	상품김치의 품질 균질화 및 품질 유지기술이 개발된다.	2006	0
	22	초임계추출을 이용한 천연주스 및 조미제품이 개발된다.	2005	1
	23	생물공학기술을 이용한 기능성 음료가 개발된다.	2005	1
	31	식품가공 부산물 및 폐자원에서부터 유용성 물질의 탐색 및 식품개발이 실현된다.	2005	1
	51	탄수화물 효소공학기술을 이용한 신규 감미료 및 올리고당이 개발된다.	2005	1
	67	전통장류의 품질개선이 이루어진다.	2005	1
	68	젓갈의 발효숙성제어기술이 개발된다.	2006	0
	69	콩을 원료로 한 풍미물질의 발효생산기술이 개발된다.	2005	1
70	발효식품의 가스제어기술 및 포장기술이 개발된다.	2006	0	
2007	2	고체식품용 연속식 무균가공 시스템의 개발 및 응용이 실현된다.	2005	2
	6	전기/물리적 처리에 의한 건조식품의 살균기술이 개발된다.	2006	1
	7	식품용 급속온도 변환 기술이 개발된다.	2006	1
	8	초미세분쇄 및 표면개질 기술이 개발된다.	2006	1

국내실 현시기	번 호	과 제 명	세계실 현시기	격 차
2007	12	불용성 탄수화물의 수용성화 기술의 개발 및 응용이 실현된다.	2006	1
	33	국내 자생식물로부터 구강질환 예방을 위한 기능성 탐색 및 활용기술이 개발된다.	2006	1
	35	특용작물로부터 성기능 향상 식의약품 개발이 실현된다.	2006	1
	36	스트레스 개선 및 정신 피로회복을 위한 식품소재 개발이 실현된다.	2006	1
	42	고혈압 제어 기능성 식품이 개발된다.	2006	1
	45	천연 항산화제 및 활성산소 조절소재의 개발이 실현된다.	2006	1
	46	천연 식품색소 및 안정화 기술개발이 실현된다.	2005	2
	47	천연 식품보존료 및 항균제가 개발된다.	2005	2
	48	천연 갈변화 억제소재가 개발된다.	2006	1
	49	젤라틴 대체제가 개발된다.	2006	1
	50	생물고분자 복합체를 이용한 신규 물성개량제가 개발된다.	2006	1
	52	전분의 노화억제 및 물성개량 기술개발이 실현된다.	2006	1
	53	생분해성 및 레저적합형 식용성 식품포장재가 개발된다.	2006	1
	55	미세캡슐화 기술을 이용한 기능성 소재 안정화 및 체내 방출조절 기술개발이 실현된다.	2006	1
	57	인삼의 생리활성물질의 구조-생물활성 연구 및 대량 생산 기술개발이 실현된다.	2007	0
	59	전통 발효식품의 미생물 천이현상 및 균집이 규명된다.	2007	0
	64	김치발효균(젖산균)의 장내 거동 및 기능이 규명된다.	2007	0
	65	전통발효(자연발효) 식품중 유해균(대장균군)의 생물학적 제어기술개발이 실현된다.	2006	1
	71	인공효소를 이용한 발효식품의 발효시간 단축기술이 개발된다.	2006	1
	72	기능성 올리고당 생산효소 개발이 개발된다.	2005	2
73	기능성 지방 생산을 위한 효소가 개발된다.	2006	1	
2008	3	비가열 살균기술(전기장, 자기장, 광펄스, PEF, oscillating magnetic field 등)이 개발된다.	2007	1
	5	막반응기를 이용한 식품소재 연속생산기술이 개발된다.	2007	1
	30	식용 피자식물로부터 퇴행성 질환 예방용 소재가 개발된다.	2007	1
	34	DNA microarray를 이용한 천연 생리활성물질의 탐색기술이 개발된다.	2007	1
	37	식품자원을 활용한 피부 노화방지 소재 개발이 실현된다.	2006	2
	38	생물자원 유래 치매제어 기능성 식품소재가 개발된다.	2007	1
	41	면역 활성 기능성 식품소재가 개발된다.	2007	1
	43	항당뇨용 인슐린 유사체(insulin mimetics)가 개발된다.	2007	1
	44	골관절 질환 제어 기능성 식품소재의 개발이 실현된다.	2007	1
60	전통 발효식품 접종균의 유전체 분석이 완료된다.	2007	1	

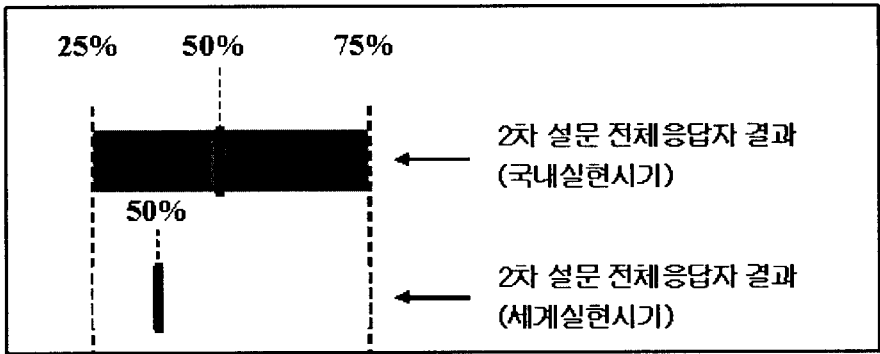
국내실 현시기	번호	과 제 명	세계실 현시기	격 차
2008	61	전통발효식품 유래 미생물로부터 생리활성 소재탐색 및 산업화가 실현된다.	2007	1
	62	극한 미생물이 생산하는 유용 식품가공용 효소가 개발된다.	2008	0
2009	10	유해성분의 나노그랩 센싱기술 개발 및 식품 안전성 평가기술이 개발된다.	2007	2
	32	만성질환 생체지표(biomarker) 발굴기술 및 대응 생리활성 소재개발이 실현된다.	2007	2
	39	생물자원 유래 노화 제어 기능성 식품소재가 개발된다.	2007	2
	40	암 제어 기능성 식품소재가 개발된다.	2009	0
	54	나노기술을 이용한 신기능 식품소재의 개발이 실현된다.	2007	2
	56	생물전환(Bioconversion)에 의한 천연물 2차 대사물질의 구조 변환 기술개발이 실현된다.	2007	2
	58	극한환경 미생물 유래의 신기능 생물축매 및 대사산물 생산 기술개발이 실현된다.	2007	2
63	유용 효소생산 극한 미생물의 유전체 분석이 완료된다.	2008	1	



10. 기술예측 결과표

영역	번호	과제명	설문구분		응답자수	전문도			중요도지수	국내수준
			1	전체		대	중	소		
				傳大	명	빈도	빈도	빈도	Index	%
			2							

실현시기 (년)	연구개발추진주체	정책수단
	빈도	빈도
	빈도	빈도



※자세한 내용은 「제1절 예측조사의 개요」의 「4. 예측조사 결과표」 참고

번호	번 호	과제명	설문구분	응답자 수	전문도			중요도 지수	국내 수준 (%)	
					대	중	소			
										전체
식품가공	1	다양한 쌀가공 제품이 개발되고 밥류 가공기술이 개발된다.	1차	전체	42	8	22	12	73.8	71.4
				傳大	8				84.4	80.0
	2차		국내							
			세계							
	2	고체식품용 연속식 무균가공 시스템의 개발 및 응용이 실현된다.	1차	전체	41	8	12	21	54.9	51.2
				傳大	8				75.0	45.0
	2차		국내							
			세계							
	3	"비가열 살균기술(전기장, 자기장, 광펄스, PEF, oscillating magnetic field 등)이 개발된다."	1차	전체	44	5	17	22	64.0	44.2
				傳大	5				90.0	48.0
	2차		국내							
			세계							
	4	"막분리기술을 활용한 고효율 분리, 농축기술이 개발된다."	1차	전체	43	8	16	19	61.6	54.1
				傳大	8				75.0	55.0
	2차		국내							
			세계							
	5	막반응기를 이용한 식품소재 연속생산기술이 개발된다.	1차	전체	43	4	18	21	46.6	46.7
				傳大	4				37.5	65.0
	2차		국내							
			세계							
	6	전기/물리적 처리에 의한 건조식품의 살균기술이 개발된다.	1차	전체	42	7	15	20	50.0	50.2
				傳大	7				71.4	57.1
2차	국내									
	세계									
7	식품용 급속온도 변환 기술이 개발된다.	1차	전체	43	3	12	28	45.5	45.1	
			傳大	3				66.7	60.0	
2차		국내								
		세계								
8	초미세분쇄 및 표면개질 기술이 개발된다.	1차	전체	43	5	13	25	53.6	50.2	
			傳大	5				80.0	60.0	
2차		국내								
		세계								
9	산업용 마이크로웨이브 가열 및 건조기술이 개발된다.	1차	전체	43	8	16	19	55.4	61.4	
			傳大	8				85.7	62.5	
2차		국내								
		세계								
10	유해성분의 나노그램 센싱기술 개발 및 식품 안전성 평가기술이 개발된다.	1차	전체	43	8	15	20	68.9	44.7	
			傳大	8				92.9	50.0	
2차		국내								
		세계								
11	동식물 단백질 hydrocolloids의 물리화학적 변화 연구	1차	전체	43	3	14	26	42.4	51.9	
			傳大	3				58.3	60.0	
2차		국내								
		세계								

실현 시기(년)					연구개발추진주체				정책수단					
2005	2010	2015	2020	2025	민간주도	정부주도	산학연합동	국제공동	인력양성	합동연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
					11	14	30	1	5	10	14	25	6	1
					4	2	4	0	0	3	2	5	2	0
					5	5	30	2	7	11	16	17	3	2
					0	0	7	2	1	1	6	3	0	0
					5	8	28	10	10	18	18	22	2	1
					1	1	3	3	1	2	3	5	0	0
					10	5	32	5	9	15	18	20	1	1
					1	0	7	0	1	2	2	7	0	0
					8	4	30	6	9	13	18	16	1	3
					1	0	3	0	0	1	2	1	0	0
					9	6	30	5	7	12	25	17	4	0
					0	0	6	1	0	1	3	6	0	0
					11	6	29	3	7	11	19	21	1	3
					1	0	2	0	0	0	2	1	0	0
					8	5	25	10	10	12	15	24	0	2
					0	0	3	2	0	0	3	3	0	0
					13	5	29	2	8	10	19	17	2	2
					3	0	6	0	1	1	4	4	0	1
					2	20	25	5	12	10	19	26	2	1
					0	2	5	1	2	3	3	5	0	1
					4	10	31	3	8	12	13	22	0	2
					0	0	3	0	1	0	1	2	0	0

순서	번호	과제명	설문구분	응답자수	전문도			중요도지수	국내수준(%)	
					대	중	소			
식품가공	12	불용성 탄수화물의 수용성화 기술의 개발 및 응용이 실현된다.	1차	전체	43	14	9	20	51.2	52.4
				傳大	14				60.7	57.1
	2차	국내								
		세계								
	13	다변량 분석 기법을 이용한 전통식품의 품질향상 연구	1차	전체	43	11	16	16	47.7	64.3
				傳大	11				61.4	63.6
	2차	국내								
		세계								
	14	캡슐화를 이용한 기능성물질 안정화 조절 기술이 실현된다.	1차	전체	43	12	22	9	70.9	58.6
				傳大	12				87.5	65.0
	2차	국내								
		세계								
15	곡류전분류의 노화방지 기술이 개발된다.	1차	전체	43	12	19	12	63.4	60.5	
			傳大	12				86.4	72.7	
2차	국내									
	세계									
제품화기술	16	"미역, 김 등 해조류를 이용한 편이식품이 개발된다."	1차	전체	43	6	23	14	44.8	72.6
				傳大	6				65.0	68.0
	2차	국내								
		세계								
	17	국내 유지자원을 이용한 식용유지 제품이 개발된다.	1차	전체	43	9	16	18	37.2	64.8
				傳大	9				38.9	70.0
	2차	국내								
		세계								
	18	비인기 정육 부위를 이용한 한국형 육가공제품이 개발된다.	1차	전체	42	1	18	23	39.8	67.0
				傳大	1				50.0	80.0
	2차	국내								
		세계								
19	국내산 견과류의 활용증진을 위한 고부가가치 제품이 개발된다.	1차	전체	43	2	14	27	33.7	65.2	
			傳大	2				50.0	90.0	
2차	국내									
	세계									
20	상품김치의 품질 균질화 및 품질 유지기술이 개발된다.	1차	전체	43	11	22	10	77.3	73.3	
			傳大	11				88.9	80.0	
2차	국내									
	세계									
21	전통 향신료를 이용한 천연조미제품이 개발된다.	1차	전체	43	9	21	13	48.8	68.6	
			傳大	9				72.2	60.0	
2차	국내									
	세계									
22	초임계추출을 이용한 천연쥬스 및 조미제품이 개발된다.	1차	전체	42	5	19	18	41.7	55.6	
			傳大	5				55.0	56.0	
2차	국내									
	세계									

실현 시기(년)						연구개발추진주체				정책수단					
2005	2010	2015	2020	2025		민간주도	정부주도	산학연협동	국제공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
						4	9	30	4	5	12	12	24	0	1
						2	4	8	2	2	4	4	9	0	0
						8	7	30	0	9	7	15	21	5	2
						0	3	8	0	3	1	6	7	0	0
						7	4	37	2	5	13	15	23	0	2
						2	1	10	1	2	1	4	11	0	0
						6	6	31	5	7	14	6	25	2	1
						0	3	6	2	1	3	0	8	0	0
						18	3	27	1	5	9	8	25	3	5
						2	1	2	1	0	2	0	5	0	0
						19	1	24	2	7	12	10	16	3	3
						4	1	3	0	0	1	1	4	1	1
						19	4	25	2	9	8	9	18	6	4
						0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
						18	1	26	1	6	10	9	22	6	3
						1	0	2	0	0	0	0	2	0	0
						14	9	28	0	9	13	13	25	4	2
						4	3	4	0	2	3	3	7	2	1
						22	1	25	0	6	12	9	23	4	2
						2	1	6	0	1	1	1	7	1	0
						11	2	31	4	6	11	13	21	1	3
						1	1	3	0	1	1	2	2	0	1

영역	번호	과제명	설문구분	응답자수	전문도			중요도지수	국내수준(%)	
					대	중	소			
제품화기술	23	생물공학기술을 이용한 기능성 음료가 개발된다.	1차	전체	42	14	19	9	60.1	58.1
				국내	14				84.6	63.1
	2차		국내							
			세계							
	24	"국내산 과실, 약용채소류를 이용한 음료 및 주류제품이 개발된다."	1차	전체	43	16	15	12	56.4	71.0
				국내	16				82.8	67.5
	2차		국내							
			세계							
	25	국내산 녹즙 원재료를 이용한 분말제품가공기술이 개발된다.	1차	전체	42	11	15	16	44.0	67.0
				국내	11				72.7	78.2
	2차		국내							
			세계							
	26	마늘 및 양파의 무취 소재화 가공기술 및 추출농축 제품이 개발된다.	1차	전체	43	10	20	13	50.6	65.6
				국내	10				80.0	74.0
2차	국내									
	세계									
27	보리 및 보리싹을 이용한 다양한 건강식품이 개발된다.	1차	전체	43	7	20	16	42.4	65.6	
			국내	7				67.9	65.7	
2차		국내								
		세계								
28	"수삼, 홍삼 및 인삼을 이용한 시리얼제품 및 건강제품이 개발된다."	1차	전체	43	10	16	17	52.4	73.5	
			국내	10				75.0	86.0	
2차		국내								
		세계								
29	한과 떡류 등의 전통 단기 유통식품의 장기유통 상품화 기술이 개발된다.	1차	전체	43	7	21	15	58.1	69.3	
			국내	7				85.7	71.4	
2차		국내								
		세계								
기능성소재개발	30	식용 피자식물로부터 퇴행성 질환 예방용 소재가 개발된다.	1차	전체	43	8	9	26	54.7	51.6
				국내	8				75.0	70.0
	2차		국내							
			세계							
	31	식품가공 부산물 및 폐자원으로 부터 유용성 물질의 탐색 및 식품개발이 실현된다.	1차	전체	43	11	23	9	61.0	52.9
				국내	11				86.4	60.0
	2차		국내							
			세계							
	32	만성질환 생체지표(biomarker) 발굴기술 및 대응 생리활성 소재개발이 실현된다.	1차	전체	43	10	7	26	67.9	48.4
				국내	10				85.0	52.0
	2차		국내							
			세계							
33	국내 자생식물로부터 구강질환 예방을 위한 기능성 탐색 및 활용기술이 개발된다.	1차	전체	43	6	16	21	54.8	54.0	
			국내	6				75.0	70.0	
2차		국내								
		세계								

실현 시기(년)						연구개발추진주체				정책수단					
						민간주도	정부주도	산학연협동	국재공등	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
2005	2010	2015	2020	2025											
						9	4	34	2	8	13	10	28	2	2
						3	1	11	0	1	4	3	11	1	0
						21	4	21	0	7	10	14	24	5	2
						4	2	12	0	1	4	4	15	2	0
						24	1	24	0	7	16	13	19	1	3
						5	1	8	0	0	2	3	8	0	1
						17	5	27	0	7	9	13	24	1	2
						2	1	8	0	1	0	0	7	0	2
						16	3	27	1	5	12	10	20	3	4
						2	1	4	1	0	0	1	4	1	1
						14	9	25	0	4	12	16	23	4	1
						4	0	8	0	1	2	2	7	0	0
						17	4	26	1	4	10	9	26	3	3
						1	2	5	0	0	1	0	6	1	0
						9	9	28	5	10	12	11	29	1	2
						2	0	6	1	2	2	2	6	1	2
						6	13	31	1	6	10	14	26	3	1
						3	2	9	0	2	4	1	6	0	1
						5	17	20	11	9	15	14	24	1	2
						0	3	7	1	1	3	2	8	0	1
						10	13	26	1	7	13	10	26	0	3
						0	2	5	0	0	1	1	6	0	0

영역	번호	과제명	실용구분	유망자수	전문도			중요도지수	국내수준(%)
					대	중	소		
기초식품개발	34	DNA microarray를 이용한 천연 생리활성물질의 탐색기술이 개발된다.	1차	전체 43 국내 6	6	10	27	58.1 70.8	48.8 56.7
			2차	세계					
	35	특용작물로부터 성기능 향상 식의약품 개발이 실현된다.	1차	전체 43 국내 7	7	15	21	54.7 85.7	57.7 54.3
			2차	국내 세계					
	36	스트레스 개선 및 정신 피로회복을 위한 식품소재 개발이 실현된다.	1차	전체 43 국내 10	10	15	18	63.4 95.0	56.3 56.0
			2차	국내 세계					
	37	식품자원을 활용한 피부 노화방지 소재 개발이 실현된다.	1차	전체 43 국내 7	7	18	18	62.2 78.6	55.8 54.3
			2차	국내 세계					
	38	생물자원 유래 치매제어 기능성 식품소재가 개발된다.	1차	전체 43 국내 11	11	12	20	73.3 90.9	47.3 53.3
			2차	국내 세계					
	39	생물자원 유래 노화 제어 기능성 식품소재가 개발된다.	1차	전체 43 국내 12	12	13	18	72.7 91.7	49.8 53.3
			2차	국내 세계					
	40	암 제어 기능성 식품소재가 개발된다.	1차	전체 43 국내 9	9	19	15	79.1 100.0	48.4 48.9
			2차	국내 세계					
	41	면역 활성 기능성 식품소재가 개발된다.	1차	전체 43 국내 11	11	17	15	79.1 95.5	52.6 49.1
			2차	국내 세계					
	42	고혈압 제어 기능성 식품이 개발된다.	1차	전체 43 국내 11	11	18	14	77.9 95.5	52.6 61.8
			2차	국내 세계					
	43	항당뇨용 인슐린 유사체(insulin mimetics)가 개발된다.	1차	전체 43 국내 8	8	16	19	73.8 100.0	48.4 47.5
			2차	국내 세계					
44	콜관질 질환 제어 기능성 식품소재의 개발이 실현된다.	1차	전체 43 국내 5	5	15	23	64.0 90.0	49.8 40.0	
		2차	국내 세계						

실현 시기(년)						연구개발추진주체				정책수단									
2005		2010		2015		2020		2025		민간주도	정부주도	산학연협동	국제공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
										30	141	265	80	120	151	112	246	10	10
										130	82	246	30	50	122	80	276	20	40
										81	82	298	40	60	122	90	297	10	30
										100	91	297	10	90	142	100	254	00	10
										60	184	227	61	123	134	142	308	21	22
										40	155	267	72	103	103	113	319	31	22
										20	161	287	82	111	131	122	337	10	10
										51	90	3210	51	91	172	91	288	00	10
										40	114	338	40	84	133	102	309	11	10
										60	133	265	62	91	113	123	307	20	20
										70	112	263	40	91	122	101	294	00	30

종류	번호	과제명	설문구분	응답자수	전문도			중요도지수	국내수준(%)
					대	중	소		
기능성식품개발	45	천연 항산화제 및 활성산소 조절소재의 개발이 실현된다.	1차	전체 43 국내 14	14	17	12	69.8 89.3	58.1 61.4
			2차	국내 세계					
	46	천연 식품색소 및 안정화 기술개발이 실현된다.	1차	전체 43 국내 10	10	25	8	66.9 85.0	56.3 68.0
			2차	국내 세계					
	47	천연 식품보존료 및 항균제가 개발된다.	1차	전체 43 국내 14	14	22	7	74.4 92.9	60.0 64.3
			2차	국내 세계					
	48	천연 갈변화 억제소재가 개발된다.	1차	전체 43 국내 9	9	26	8	61.0 94.4	57.7 60.0
			2차	국내 세계					
	49	젤라틴 대체제가 개발된다.	1차	전체 43 국내 8	8	13	22	46.5 68.8	55.8 55.0
			2차	국내 세계					
	50	생물고분자 복합체를 이용한 신규 물성개량제가 개발된다.	1차	전체 43 국내 9	9	13	21	48.8 69.4	55.3 55.6
			2차	국내 세계					
	51	탄수화물 호소공학기술을 이용한 신규 감미료 및 올리고당이 개발된다.	1차	전체 43 국내 6	6	24	13	54.1 62.5	67.4 86.7
			2차	국내 세계					
	52	전문의 노화억제 및 물성개량 기술개발이 실현된다.	1차	전체 43 국내 13	13	12	18	55.8 87.5	59.1 65.0
			2차	국내 세계					
	53	생분해성 및 레저적합형 식용성 식품포장재가 개발된다.	1차	전체 43 국내 6	6	18	19	64.0 83.3	56.7 73.3
			2차	국내 세계					
	54	나노기술을 이용한 신기능 식품소재의 개발이 실현된다.	1차	전체 43 국내 6	6	17	20	64.5 100.0	43.3 56.7
			2차	국내 세계					
55	미세캡슐화 기술을 이용한 기능성 소재 안정화 및 체내 방출조절 기술개발이 실현된다.	1차	전체 43 국내 11	11	15	17	65.7 86.4	51.6 52.7	
		2차	국내 세계						

실현 시기(년)						연구개발추진주체				정책수단					
2005	2010	2015	2020	2025		민간주도	정부주도	산학연협동	국제공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
						50	74	3511	33	52	136	52	319	30	21
						71	61	318	22	61	132	61	278	00	30
						82	51	3514	00	62	121	92	2710	00	31
						62	62	337	11	40	173	51	287	00	10
						153	40	275	21	50	123	82	265	00	40
						100	70	278	72	72	142	72	288	00	30
						100	30	336	20	50	164	81	231	11	30
						91	73	319	20	40	132	61	289	10	40
						101	131	254	21	61	132	122	263	00	20
						20	151	275	61	112	132	112	274	10	11
						40	82	307	83	82	120	122	269	00	30

영역	번호	과제명	설문구분	응답자수	전문도			중요도지수	국내수준(%)
					대	중	소		
기능성식품개발	56	생물전환(Bioconversion)에 의한 천연물 2차 대사물질의 구조 변환 기술개발이 실현된다.	1차	전체 43 傳大 7	7	15	21	56.4 78.6	51.6 57.1
			2차	국내 세계					
	57	인삼의 생리활성물질의 구조-생물활성 연구 및 대량 생산 기술개발이 실현된다.	1차	전체 43 傳大 7	7	20	16	64.5 85.7	68.8 48.6
			2차	국내 세계					
발효식품및효소이용	58	극한환경 미생물 유래의 신기능 생물촉매 및 대사산물 생산 기술개발이 실현된다.	1차	전체 43 傳大 9	9	13	21	56.4 66.7	46.2 50.0
			2차	국내 세계					
	59	전통 발효식품의 미생물 천이현상 및 군집이 규명된다.	1차	전체 43 傳大 8	8	15	20	51.7 78.6	63.4 65.7
			2차	국내 세계					
	60	전통 발효식품 접종균의 유전체 분석이 완료된다.	1차	전체 43 傳大 5	5	17	21	48.3 75.0	58.6 48.0
			2차	국내 세계					
	61	전통 발효식품 유래 미생물로부터 생리활성 소재 탐색 및 산업화가 실현된다.	1차	전체 43 傳大 12	12	18	13	60.7 75.0	61.9 56.0
			2차	국내 세계					
	62	극한 미생물이 생산하는 유용 식품가공용 효소가 개발된다.	1차	전체 42 傳大 9	9	15	18	51.2 72.2	51.9 48.9
			2차	국내 세계					
	63	유용 효소생산 극한 미생물의 유전체 분석이 완료된다.	1차	전체 43 傳大 5	5	14	24	48.3 85.0	49.8 40.0
			2차	국내 세계					
	64	김치발효균(젖산균)의 장내 거동 및 기능이 규명된다.	1차	전체 43 傳大 7	7	18	18	59.9 75.0	65.9 46.7
			2차	국내 세계					
	65	전통발효(자연발효) 식품중 유해균(대장균군)의 생물학적 제거기술개발이 실현된다.	1차	전체 43 傳大 11	11	13	19	55.8 80.6	59.0 46.7
			2차	국내 세계					
66	전통 약탁주의 품질개선이 이루어진다.	1차	전체 43 傳大 8	8	15	20	50.6 75.0	71.9 60.0	
		2차	국내 세계						

실현 시기(년)						연구개발추진주체				정책수단					
2005	2010	2015	2020	2025		민간주도	정부주도	산학연협동	국제공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
						2	10	29	7	9	15	9	26	1	1
						0	1	4	2	2	2	3	4	0	0
						5	13	29	0	8	11	17	23	1	2
						0	0	7	0	2	1	2	5	0	0
						2	13	26	9	11	13	13	25	0	1
						0	3	4	3	2	4	5	4	0	0
						6	11	31	0	7	11	11	23	2	3
						2	2	5	0	2	2	2	6	0	0
						4	20	24	1	6	8	18	26	3	2
						1	1	4	0	0	1	1	5	0	0
						6	11	32	0	5	11	12	24	2	2
						3	4	7	0	1	1	3	10	0	0
						4	13	24	6	6	12	13	21	2	2
						1	3	5	2	0	3	3	5	0	0
						2	17	22	7	6	11	16	24	1	2
						1	1	4	0	0	1	2	5	0	0
						5	15	29	1	4	10	12	25	2	2
						2	2	5	0	0	1	1	6	0	0
						7	12	28	2	4	10	12	26	2	2
						3	1	6	2	1	2	3	7	0	0
						16	5	27	1	8	12	10	21	4	3
						4	2	3	0	0	2	2	4	2	0

1809	번	과제명	설문구분	응답자수	전문도			중요도지수	국내수준(%)	
					대	중	소			
발효식품및효소이용	67	전통장류의 품질개선이 이루어진다.	1차	전체	43	13	15	15	58.1	72.4
				傳大	13				81.8	70.9
	2차	국내								
		세계								
	68	젓갈의 발효속성제어기술이 개발된다.	1차	전체	43	9	18	16	47.1	70.7
				傳大	9				60.7	62.9
	2차	국내								
		세계								
	69	콩을 원료로 한 풍미물질의 발효생산기술이 개발된다.	1차	전체	43	6	21	16	48.3	63.3
				傳大	6				80.0	76.0
	2차	국내								
		세계								
	70	발효식품의 가스제어기술 및 포장기술이 개발된다.	1차	전체	43	9	16	18	60.1	59.5
				傳大	9				93.8	57.5
	2차	국내								
		세계								
	71	인공효소를 이용한 발효식품의 발효시간 단축기술이 개발된다.	1차	전체	43	6	18	19	45.2	53.5
				傳大	6				66.7	56.7
2차	국내									
	세계									
72	기능성 올리고당 생산효소 개발이 개발된다.	1차	전체	43	8	22	13	52.9	63.7	
			傳大	8				65.6	65.0	
2차	국내									
	세계									
73	기능성 지방 생산을 위한 효소가 개발된다.	1차	전체	43	4	22	17	48.3	53.0	
			傳大	4				37.5	65.0	
2차	국내									
	세계									

실현 시기(년)						연구개발추진주체				정책수단					
2005	2010	2015	2020	2025		민간주도	정부주도	산학연협동	국제공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
						12	5	30	1	6	13	11	25	3	2
						3	2	7	0	2	4	2	7	1	0
						10	2	35	1	7	11	11	22	2	2
						3	0	6	1	2	0	1	6	0	0
						11	5	33	1	5	13	11	24	1	2
						1	1	5	0	1	3	1	3	0	0
						6	6	36	0	5	14	11	26	4	2
						1	0	8	0	0	3	1	6	0	0
						6	9	27	5	7	14	11	31	1	3
						0	2	3	2	2	4	2	5	0	0
						6	6	31	3	7	12	10	25	0	4
						1	2	4	1	0	2	2	4	0	0
						4	10	28	7	4	16	7	28	0	4
						0	1	3	1	1	3	1	2	0	0

제3절 경영정보분야 기술예측

1. 설문응답자의 특성

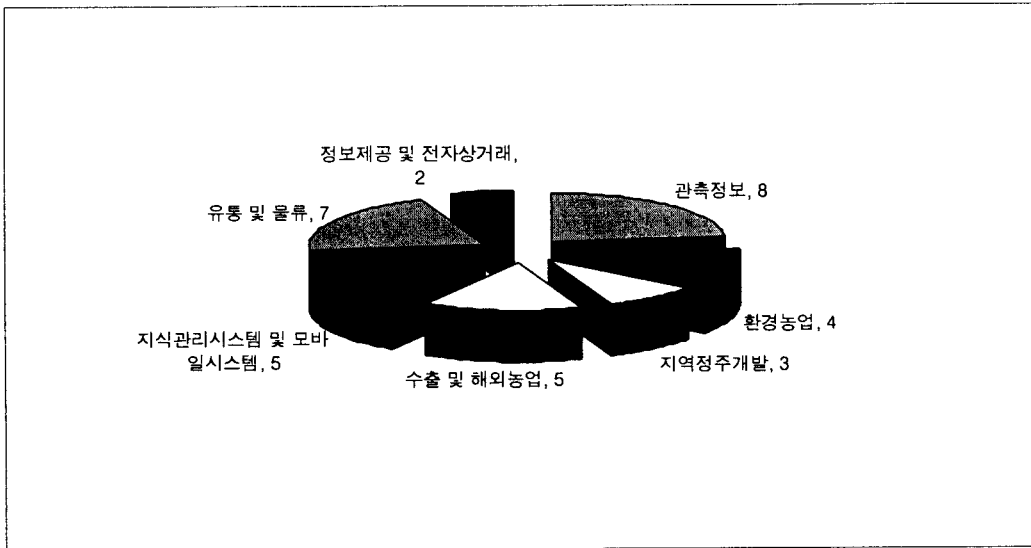
경영정보분야의 응답자들은 40~49세 연령계층이 18명으로 전체 응답자의 58%를 차지했고, 이어서 50~59세 연령계층이 10명으로 32%를 차지했다. 연구경력 기간은 10~19년이 전체의 58%를 차지했으며, 이어서 20~29년이 19%를 차지했다. 응답자 전원이 박사학위를 소지하고 있으며, 연구원 9명, 기업 0명, 대학이 22명으로 대학교수가 전체의 71%를 차지했다.

<표 3-2-12> 경영정보분야 미래기술예측 설문응답자의 분포

응답자		계	연령코드				경력코드				
			30~39	40~49	50~59	60~	0~9	10~19	20~29	30~39	40~
연구원	박사	9		5	4			6	3		
	소계	9	0	5	4	0	0	6	3	0	0
기업	박사	0									
	석사	0									
	소계	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
대학	박사	22	3	13	6		4	12	3	3	
	석사	0									
	소계	22	3	13	6	0	4	12	3	3	0
총합계		31	3	18	10	0	4	18	6	3	0

2. 영역별 도출 과제수

경영정보분야의 영역별 과제수의 분포는 관측정보 8개, 환경농업 4개, 지역정주개발 3개, 수출 및 해외농업 5개, 지식관리시스템 및 모바일시스템 5개, 유통 및 물류 7개, 정보제공 및 전자상거래 2개로 분류되었으며 총 과제수는 34개로 최종 확정되었다. 경영정보분야의 연구과제 중에서 관측정보 영역의 과제가 8개로 가장 많은 것으로 나타났다.

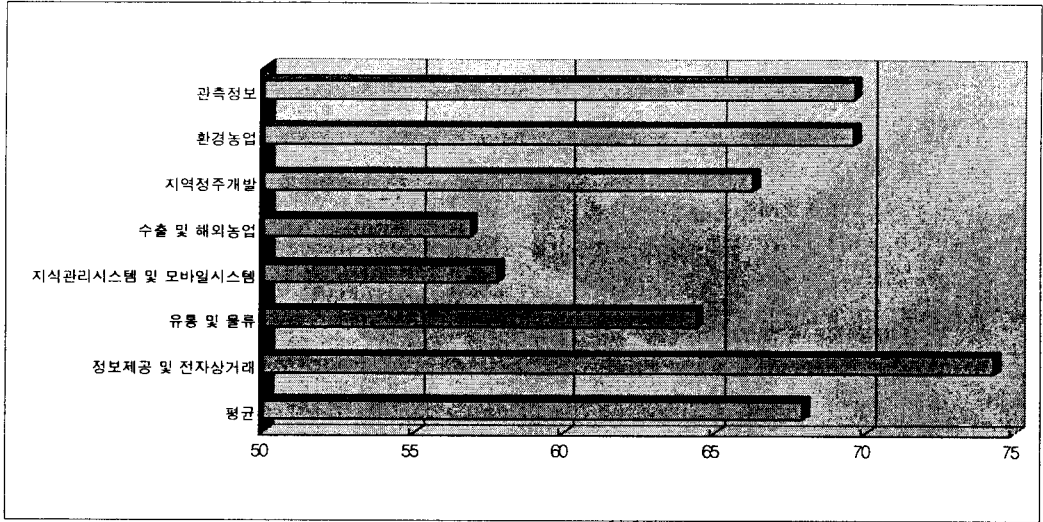


<그림 3-2-8> 경영정보분야의 중분류의 분포도

3. 과제의 중요도

과제의 중요도지수를 적용하여 경영정보분야의 7개의 중분류를 비교하여 보았을 때, 정보제공 및 전자상거래가 74.3으로 가장 높았고, 관측정보가 69.61, 환경농업 69.58, 지역정주개발 66.27, 유통 및 물류가 64.4, 지식관리시스템 및 모바일시스템이 57.76, 수출 및 해외농업 56.86 순으로 나타났다. 그러나 이들 영역은 교차비교에 의한 상대평가를 한 것이 아니고, 해당분야의 전문가들만 참여한 절대평가수치이므로 타 영역과의 단순비교는 불가능하다. 경영정보분야의 전체 평균은 67.93으로 나타났다.

기술과제에 대한 중요도지수가 높은 상위 20개 과제는 표에서 보는 바와 같으며, 구체적으로 중요도지수가 가장 높은 것은 관측정보 영역의 '중국 주요 농산물에 대한 생산, 유통의 조기경보체계가 구축된다'가 79.29로 나타났으며, 다음으로 '산지정보 수집 체계의 디지털화(PDA 및 위성방송 활용)가 확립된다', '국내외 유통정보의 실시간 자동변환 데이터베이스화가 확립된다' 등으로 나타났다.



<그림 3-2-9> 경영정보분야의 중요도지수

<표 3-2-13> 경영정보분야의 중요도지수 상위 20개 과제

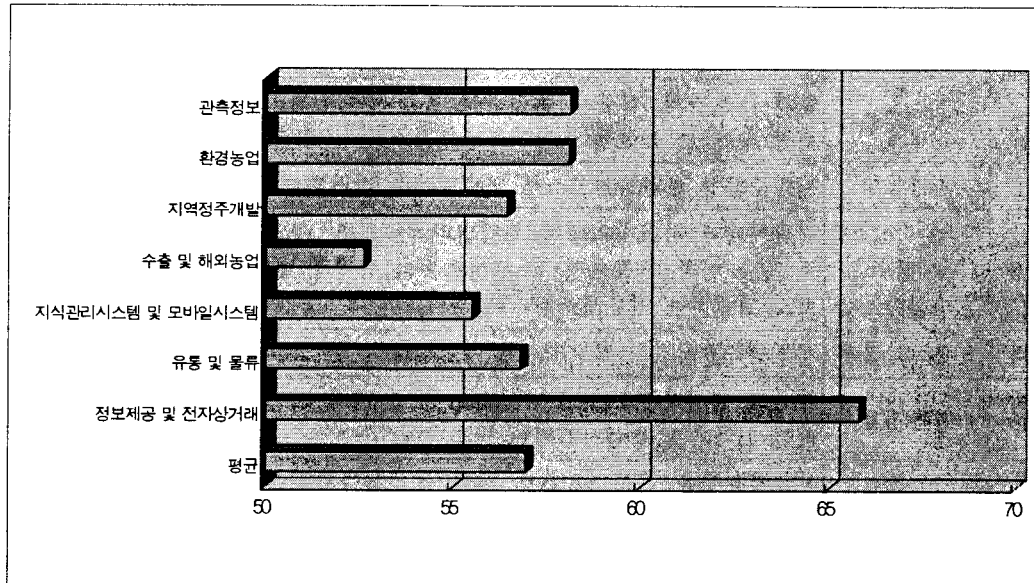
순위	영역	과 제 명	중요도 지수	국내수준 (%)
1	관측정보	중국 주요 농산물에 대한 생산, 유통의 조기경보체계가 구축된다.	79.29	55.56
2	관측정보	산지정보 수집 체계의 디지털화(PDA 및 위성방송 활용)가 확립된다.	78.57	60.57
3	관측정보	국내의 유통정보의 실시간 자동변환 데이터베이스화가 확립된다.	78.03	61.71
4	유통 및 물류	농산물 표준화 코드체계가 구축된다.	77.94	58.33
5	환경농업	친환경농산물의 효율적 품질인증시스템 구축방안이 마련된다.	77.27	63.43
6	관측정보	품목별 관측정보 분석의 표준화가 이루어진다.	76.47	58.86
7	정보제공 및 전자상거래	농산물 소매가격(유통업태별 조사) 및 소비자 동향에 대한 정보시스템이 구축된다.	75.74	65.29
8	수출 및 해외농업	국내산 농수산물 및 가공식품 수출활성화를 위한 해외 시장조사가 이루어진다.	75.71	61.67
9	지역정주개발	군단위 농수산물 생산, 가공 및 유통 종합연계시스템 구축방안이 마련된다.	73.57	56.11
10	정보제공 및 전자상거래	식품가공업체 정보제공 및 B2B 전자상거래 시스템이 개발된다. - 식품산업과 농업과의 연계성 강화 목적	72.86	66.29

순위	영역	과 제 명	중요도 지수	국내수준 (%)
11	유통 및 물류	출하 정보관리, 화물차 운송관리 등을 종합적으로 수행할 수 있는 농산물 종합물류정보시스템이 개발된다.	71.43	56.67
12	환경농업	지역순환형 환경농업시스템 구축방안이 마련된다.	70.00	55.00
13	지식관리시스템 및 모바일시스템	생산이력제 관리시스템이 개발된다. - 품종, 농약 비료 사용 이력, 유통과정 등 생산유통의 이력을 체계적으로 관리하는 정보시스템 개발된다.	68.57	51.67
14	유통 및 물류	정부양곡관리 전산화시스템이 개발된다.	68.57	66.29
15	관측정보	데이터 웨어하우스(data warehouse: d/w)에 의한 온라인 관측자료 분석시스템이 구축된다.	66.43	57.78
16	환경농업	친환경농산물 유통효율화를 위한 종합물류시스템 구축방안이 마련된다.	66.43	57.22
17	지역정주개발	지역균형발전을 위한 도농간 연계 강화방안이 마련된다 : 그린 투어리즘 체계화 등	66.43	58.89
18	환경농업	청소년 건강증진과 친환경농산물 소비확대를 위한 학교급식용 식재료 공급시스템 구축방안이 마련된다.	65.71	56.67
19	유통 및 물류	농산물 SCM(Supply Chain Management)을 위한 중장기 전략방안이 마련된다.	65.00	54.44
20	유통 및 물류	품목별 품종별 수확 후 관리매뉴얼이 개발된다.	61.43	57.71

4. 과제의 연구개발수준

연구개발수준은 선진국과 비교하여 전체 34개 과제 평균이 56.95% 수준으로 평가되었다. 선진국대비 기술수준이 타 영역에 비교하여 가장 높게 나타난 영역은 '정보제공 및 전자상거래' 영역으로 65.79% 수준으로 예측되었다. 연구개발수준이 가장 낮게 평가된 영역은 '수출 및 해외농업'으로 선진국 대비 52.62% 수준에 지나지 않아 이 분야의 기술수준 제고가 필요한 것으로 나타났다.

구체적으로 연구개발수준이 비교적 높은 상위 10대 과제는 아래의 표와 같다.



<그림 3-2-10> 경영정보분야의 연구개발 수준

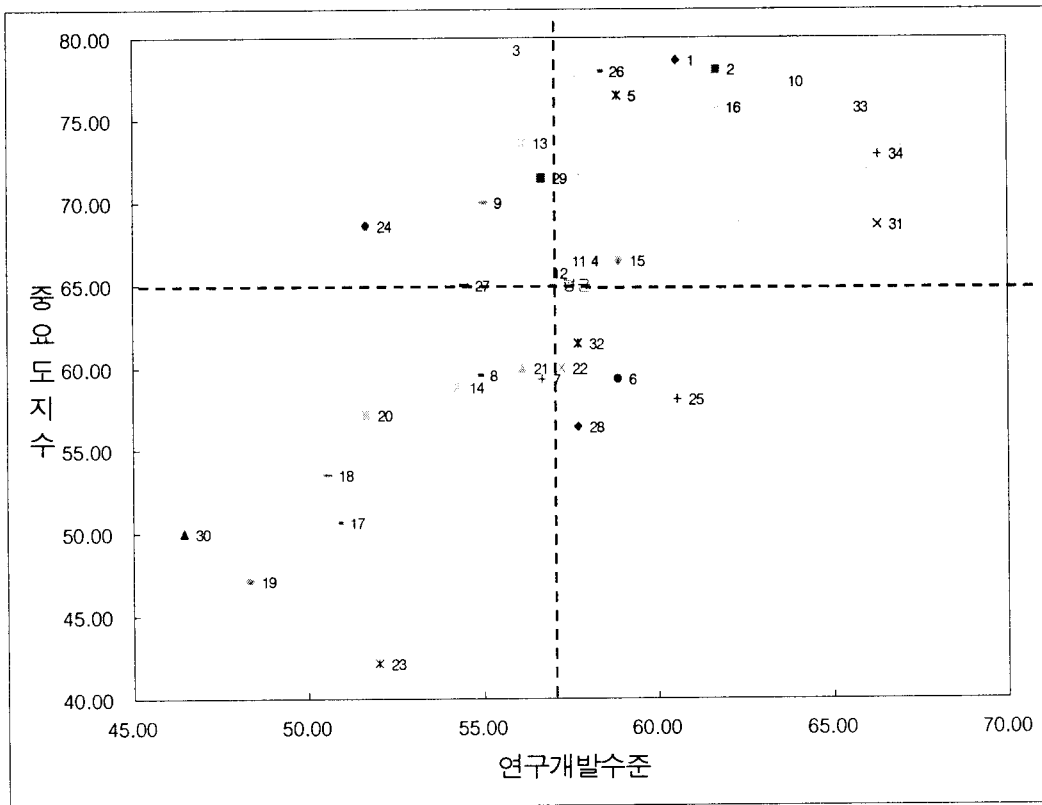
<표 3-2-14> 연구개발수준이 높은 상위 10개 과제

번호	과제명	연구개발수준 (%)
31	정부양곡관리 전산화시스템이 개발된다.	66.29
34	식품가공업체 정보제공 및 B2B 전자상거래 시스템이 개발된다. - 식품산업과 농업과의 연계성 강화 목적	66.29
33	농산물 소매가격(유통업체별 조사) 및 소비자 동향에 대한 정보 시스템이 구축된다.	65.29
10	친환경농산물의 효율적 품질인증시스템 구축방안이 마련된다.	63.43
2	국내외 유통정보의 실시간 자동변환 데이터베이스화가 확립된다.	61.71
16	국내산 농수산물 및 가공식품 수출활성화를 위한 해외시장조사가 이루어진다.	61.67
1	산지정보 수집 체계의 디지털화(PDA 및 위성방송 활용)가 확립된다.	60.57
25	품목별 경영 및 회계관리 프로그램이 개발된다.	60.56
15	지역균형발전을 위한 도농간 연계 강화방안이 마련된다 : 그린 투어리즘 체계화 등	58.89
5	품목별 관측정보 분석의 표준화가 이루어진다.	58.86

5. 중요도와 연구개발수준의 비교

과제의 중요도와 연구개발수준을 분석함으로써 핵심전략기술을 발굴하기 위하여 포트폴리오를 아래 그림과 같이 구성하였다.

경영정보분야의 평균 연구개발수준은 56.95%이며, 평균 중요도지수는 67.93으로 나타났다. I사분면에 해당하는 과제는 12개로 가장 성장 잠재력이 높은 영역으로 나타났다. II사분면에 위치한 과제는 7개로 중요도는 높으나 연구개발 수준이 낮아 지속적인 투자가 요구되는 영역으로 평가되었다.

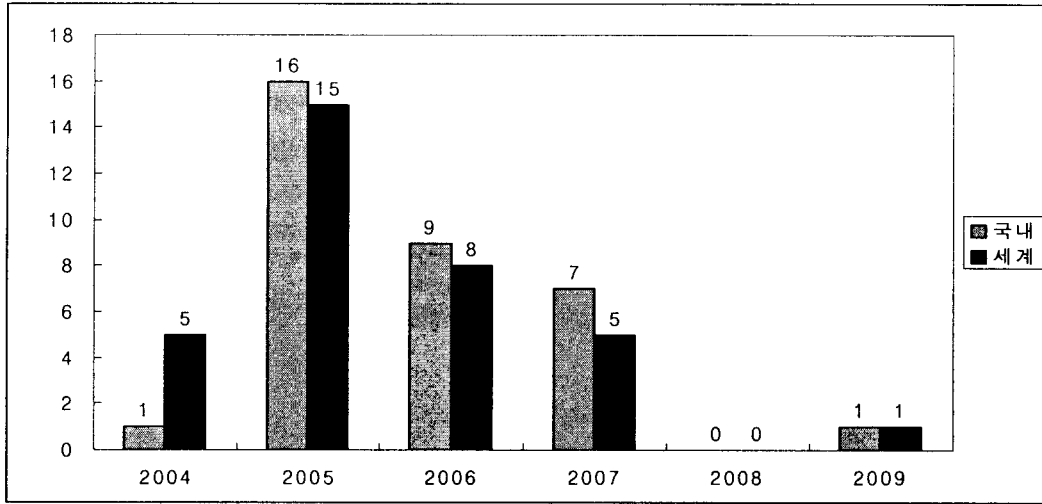


<그림 3-2-11> 경영정보분야 연구과제의 중요도지수-연구개발수준 포트폴리오

6. 실현시기 예측결과

국내 실현시기와 세계실현시기의 분포는 아래 그림과 같이 나타났다. 먼저 국내실현시기를 비교하면, 총 34개 과제 중 50%가 2005년 이내에 실현될 것으로 예측되었

고, 2009년 이내에 실현될 것으로 예측되는 과제가 1개로 나타났다. 세계실현시기는 59%의 과제가 2005년 이내에 실현될 것으로 예측되었다.

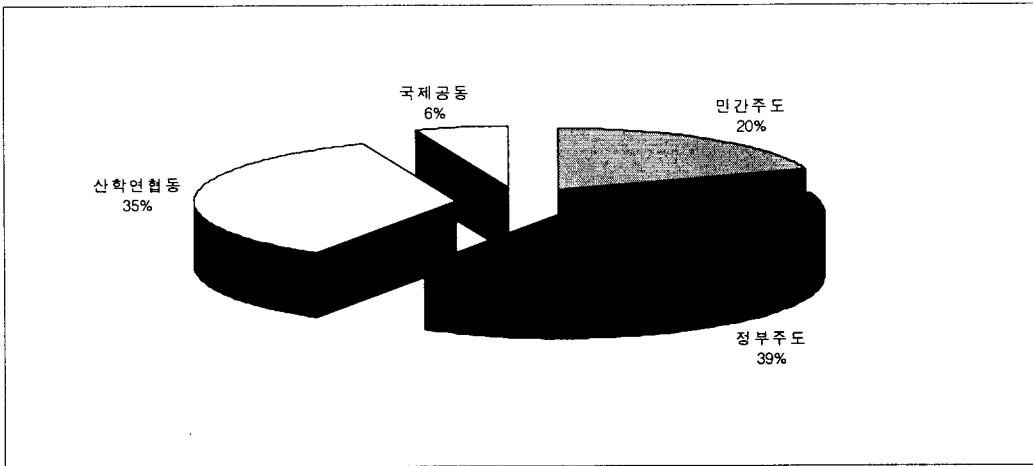


<그림 3-2-12> 경영정보분야 실현시기 예측결과 분포도

선진국과 비교하여 국내 실현시기가 앞선 과제가 2개로 나타났으며, 선진국과 실현시기의 격차가 전혀 없는 과제는 62%, 1년이 늦은 과제는 29%, 2년이 늦은 과제는 1개로 나타났다. 경영정보분야의 연구개발수준은 선진국 수준과 비슷한 것으로 예측되었다.

7. 연구개발 추진주체

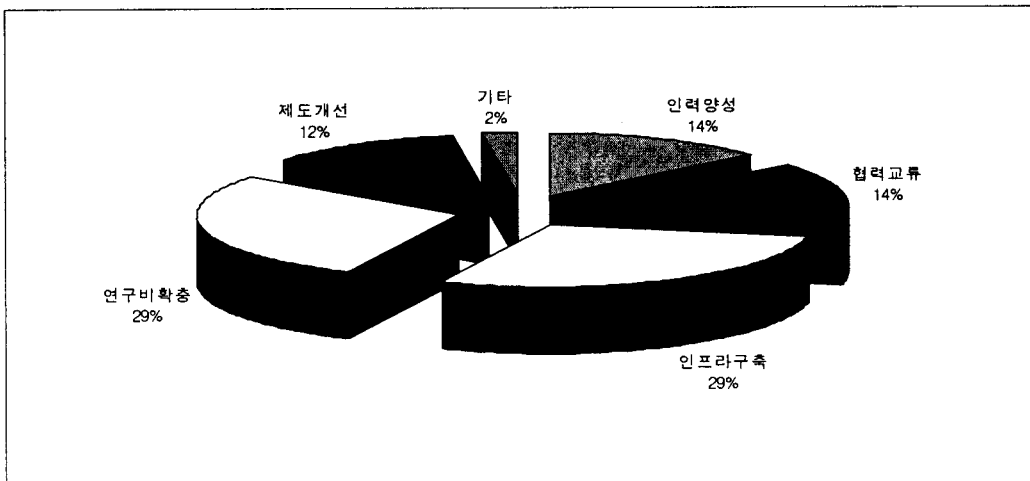
연구개발 추진 방법에 대한 의견은 다음 그림과 같이 나타났다. 정부주도가 39%, 산학연협동이 35%, 민간주도가 20%, 국제공동이 6% 순으로 나타나, 정부주도에 의한 연구가 가장 요구되는 추진방법으로 나타났다



<그림 3-2-13> 경영정보의 연구개발 추진방법의 분포

8. 연구개발 정책수단

정부의 정책수단에 대한 응답결과는 '연구비확충'과 '인프라구축'이 각각 29%, '협력교류'와 '인력양성'이 각각 14%를 차지하고 있었다. 이는 경영정보분야의 연구과제 개발에 대한 연구비 확충과 인프라구축이 절실하며 산학연 협력연구와 인력양성에 대한 장려책이 필요함을 의미하고 있다. 그 외 '제도개선'과 '기타'가 각각 12%, 2%로 나타났다.



<그림 3-2-14> 경영정보분야 연구과제개발 추진을 위한 정책수단 분포

9. 미래기술연표

국내실현시기(A)	번호	과 제 명	세계실현시기(B)	격차(A-B)
2004	25	품목별 경영 및 회계관리 프로그램이 개발된다.	2004	0
2005	1	산지정보 수집 체계의 디지털화(PDA 및 위성방송 활용)가 확립된다.	2005	0
	2	국내외 유통정보의 실시간 자동변환 데이터베이스화가 확립된다.	2005	0
	5	품목별 관측정보 분석의 표준화가 이루어진다.	2006	-1
	6	PDA와 휴대전화를 통한 관측정보 실시간 제공 시스템이 개발된다.	2007	-2
	10	친환경농산물의 효율적 품질인증시스템 구축방안이 마련된다.	2005	0
	11	친환경농산물 유통효율화를 위한 종합물류시스템 구축방안이 마련된다.	2005	0
	12	청소년 건강증진과 친환경농산물 소비확대를 위한 학교급식용 식재료 공급시스템 구축방안이 마련된다.	2005	0
	15	지역균형발전을 위한 도농간 연계 강화방안이 마련된다 : 그린 투어리즘 체계화 등	2004	1
	16	국내산 농수산물 및 가공식품 수출활성화를 위한 해외시장조사가 이루어진다.	2004	1
	18	우리식문화의 세계화를 위한 전통외식사업 해외 진출 활성화 방안이 마련된다.	2005	0
	26	농산물 표준화 코드체계가 구축된다.	2004	1
	27	농산물 SCM(Supply Chain Management)을 위한 중장기 전략방안이 마련된다.	2005	0
	31	정부양곡관리 전산화시스템이 개발된다.	2004	1
	32	품목별 품종별 수확 후 관리메뉴얼이 개발된다.	2005	0
33	농산물 소매가격(유통업태별 조사) 및 소비자 동향에 대한 정보시스템이 구축된다.	2005	0	
34	식품가공업체 정보제공 및 B2B 전자상거래 시스템이 개발된다. - 식품산업과 농업과의 연계성 강화 목적	2005	0	
2006	3	중국 주요 농산물에 대한 생산, 유통의 조기정보 체계가 구축된다.	2006	0
	7	맞춤형 관측정보 제공체계 개발된다.	2006	0
	9	지역순환형 환경농업시스템 구축방안이 마련된다.	2006	0
	13	군단위 농수산물 생산, 가공 및 유통 종합연계시스템 구축방안이 마련된다.	2005	1

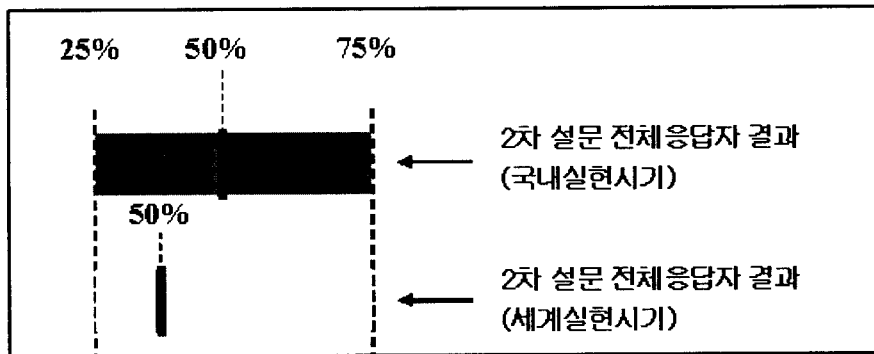
국내실현 시기(A)	번호	과 제 명	세계실현 시기(B)	격차 (A-B)
2006	14	군단위 정주권 확립을 위한 교육, 문화 및 복지 시스템 종합연계 구축방안이 마련된다.	2006	0
	19	세계 각국의 식문화 비교 및 식품소비특성 조사가 이루어진다.	2005	1
	21	농림관련 지식의 체계화와 효율적 활용을 위한 지식관리시스템이 구축된다.	2005	1
	24	생산이력제 관리시스템이 개발된다. - 품종, 농약 비료 사용 이력, 유통과정 등 생산유통의 이력을 체계적으로 관리하는 정보시스템 개발된다.	2006	0
	28	국내농산물의 수요확대를 위한 신유통채널 확대방안이 마련된다 : SSM 및 프랜차이즈사업의 확대 등	2005	1
2007	4	데이터 웨어하우스(data warehouse: d/w)에 의한 온라인 관측자료 분석시스템이 구축된다.	2006	1
	8	관측정보 활용 실태를 실시간 조사하여 관측사업에 반영하는 피드백시스템이 개발된다.	2007	0
	17	식량안보 확립을 위한 해외농업생산기지 구축방안이 마련된다.	2005	2
	22	관측,유통,물류체계와 연계된 모바일 시스템이 구축된다.	2007	0
	23	농업인 전용 무선인터넷이 활용된다.	2007	0
	29	출하 정보관리, 화물차 운송관리 등을 종합적으로 수행할 수 있는 농산물 종합물류정보시스템이 개발된다.	2006	1
	30	동북아 허브형 농수산물 도매시장 건설 방안이 마련된다.	2007	0
2009	20	통일에 대비한 북한지역의 군단위 GIS가 구축된다.	2009	0



10. 기술예측 결과표

영역	번호	과제명	설문구분		응답자수	전문도			중요도지수	국내수준
			1	전체	명	대	중	소		
				傳大		명	빈도	빈도	빈도	
			2							

실현시기 (년)	연구개발추진주체	정책수단
	빈도	빈도
	빈도	빈도



※자세한 내용은 「제1절 예측조사의 개요」의 「4. 예측조사 결과표」 참고

요약	번호	과제명	실현구분	응답자수	전문도			중요도지수	국내수준(%)	
					대	중	소			
관 령 과	1	산지정보 수집 체계의 디지털화(PDA 및 위성방송 활용)가 확립된다.	1차	전체	32	8	13	11	78.6	60.6
				傳大	8				94.4	57.8
		2차	국내							
			세계							
	2	국내외 유통정보의 실시간 자동변환 데이터베이스화가 확립된다.	1차	전체	32	11	11	10	78.0	61.7
				傳大	11				90.9	58.2
		2차	국내							
			세계							
	3	"중국 주요 농산물에 대한 생산, 유통의 조기경보 체계가 구축된다."	1차	전체	34	10	15	9	79.3	55.6
				傳大	10				88.9	51.1
		2차	국내							
			세계							
	4	데이터 웨어하우스(data warehouse: d/w)에 의한 온라인 관측자료 분석시스템이 구축된다.	1차	전체	34	11	10	13	66.4	57.8
				傳大	11				87.5	62.0
		2차	국내							
			세계							
5	품목별 관측정보 분석의 표준화가 이루어진다.	1차	전체	33	10	17	6	76.5	58.9	
			傳大	10				100.0	64.4	
	2차	국내								
		세계								
6	PDA와 휴대전화를 통한 관측정보 실시간 제공시스템이 개발된다.	1차	전체	34	8	13	13	59.3	58.9	
			傳大	8				85.7	65.7	
	2차	국내								
		세계								
7	맞춤형 관측정보 제공체계 개발된다.	1차	전체	34	9	15	10	59.3	56.7	
			傳大	9				81.3	67.5	
	2차	국내								
		세계								
8	관측정보 활용 실태를 실시간 조사하여 관측사업에 반영하는 피드백시스템이 개발된다.	1차	전체	33	8	15	10	59.6	54.9	
			傳大	8				85.7	57.1	
	2차	국내								
		세계								
관 령 과	9	지역순환형 환경농업시스템 구축방안이 마련된다.	1차	전체	34	13	13	8	70.0	55.0
				傳大	13				100.0	58.3
		2차	국내							
			세계							
	10	친환경농산물의 효율적 품질인증시스템 구축방안이 마련된다.	1차	전체	33	14	14	5	77.3	63.4
				傳大	14				100.0	69.2
		2차	국내							
			세계							
	11	친환경농산물 유통효율화를 위한 종합물류시스템 구축방안이 마련된다.	1차	전체	34	16	12	6	66.4	57.2
			傳大	16				90.0	61.3	
	2차	국내								
		세계								

실현 시기(년)					연구개발추진주체				정책수단					
2005	2010	2015	2020	2025	민간주도	정부주도	산학연협업	국제공동연구	인프라양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
					3	16	18	0	9	1	28	9	4	1
					2	4	4	0	2	0	6	3	0	0
					5	15	17	2	5	2	24	14	4	1
					2	3	7	0	3	0	5	6	1	0
					2	15	14	11	9	16	12	12	2	1
					0	3	5	3	2	3	3	4	0	0
					4	14	18	1	11	3	21	18	3	1
					1	5	5	0	4	0	5	7	1	0
					3	21	16	2	8	4	12	15	9	1
					0	4	6	0	2	0	1	5	2	0
					9	13	17	1	7	4	19	16	2	1
					2	1	5	0	2	0	3	5	0	0
					12	11	15	1	7	7	14	14	3	1
					2	3	3	0	3	0	3	3	0	0
					2	17	19	1	9	4	17	15	3	1
					0	4	5	0	2	0	2	4	1	0
					5	22	12	1	7	5	9	17	11	1
					1	11	1	0	1	1	0	8	6	0
					4	22	14	2	10	3	8	12	14	1
					1	12	4	1	4	2	4	4	4	0
					13	14	13	1	6	7	21	9	8	1
					6	9	4	0	3	2	10	3	4	0

영역	번호	과제명	설문구분		응답자수	전문도			중요도지수	국내수준 (%)
						대	중	소		
환경영양	12	청소년 건강증진과 친환경농산물 소비확대를 위한 학교급식용 식재료 공급시스템 구축방안이 마련된다.	1차	전체	34	10	15	9	65.7	56.7
				傳大	10				91.7	55.6
			2차	국내						
				세계						
지역경제개발	13	"군단위 농수산물 생산, 가공 및 유통 종합연계시스템 구축방안이 마련된다."	1차	전체	34	12	16	6	73.6	56.1
				傳大	12				81.8	58.2
				2차	국내					
					세계					
	14	"군단위 정주권 확립을 위한 교육, 문화 및 복지 시스템 종합연계 구축방안이 마련된다."	1차	전체	33	6	18	9	58.8	54.3
				傳大	6				70.0	60.0
			2차	국내						
				세계						
15	지역균형발전을 위한 도농간 연계 강화방안이 마련된다 : 그린 투어리즘 체계화 등	1차	전체	34	12	13	9	66.4	58.9	
			傳大	12				86.4	60.0	
			2차	국내						
				세계						
수출및해외농업	16	국내산 농수산물 및 가공식품 수출활성화를 위한 해외시장조사가 이루어진다.	1차	전체	34	13	15	6	75.7	61.7
				傳大	13				91.7	58.3
				2차	국내					
					세계					
	17	식량안보 확립을 위한 해외농업생산기지 구축방안이 마련된다.	1차	전체	34	6	19	9	50.7	50.9
				傳大	6				45.0	65.0
			2차	국내						
				세계						
18	우리식문화의 세계화를 위한 전통외식사업 해외 진출 활성화 방안이 마련된다.	1차	전체	34	4	17	13	53.6	50.6	
			傳大	4				100.0	66.7	
			2차	국내						
				세계						
19	세계 각국의 식문화 비교 및 식품소비특성 조사가 이루어진다.	1차	전체	34	6	15	13	47.1	48.3	
			傳大	6				85.0	48.0	
			2차	국내						
				세계						
20	통일에 대비한 북한지역의 군단위 GIS가 구축된다.	1차	전체	33	6	14	13	57.1	51.7	
			傳大	6				85.0	76.0	
			2차	국내						
				세계						
기각관리시스템 및 모바일시스템	21	농림관련 지식의 체계화와 효율적 활용을 위한 지식관리시스템이 구축된다.	1차	전체	34	8	15	11	60.0	56.1
				傳大	8				85.7	68.6
				2차	국내					
					세계					
22	"관측, 유통, 물류체계와 연계된 모바일 시스템이 구축된다."	1차	전체	34	12	9	13	60.0	57.2	
			傳大	12				77.3	60.0	
			2차	국내						
				세계						

실현 시기(년)						연구개발추진주체				정책수단					
2005	2010	2015	2020	2025		민간주도	정부주도	산학연협동	국제공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
						10	17	9	1	4	8	11	9	13	1
						1	6	2	0	0	3	2	3	6	0
						5	20	11	1	7	7	19	13	6	1
						1	6	4	0	1	2	5	5	2	0
						2	27	5	1	4	5	18	11	10	1
						0	4	0	0	1	0	2	3	1	0
						10	16	15	1	9	10	16	12	8	1
						3	7	4	0	2	4	3	6	2	0
						6	15	15	7	11	15	10	14	3	1
						4	4	5	1	3	6	2	6	0	0
						8	17	8	6	5	18	6	10	8	1
						0	2	2	1	1	3	0	1	0	0
						19	4	14	2	10	17	6	14	3	1
						0	0	3	0	0	1	1	2	0	0
						12	8	14	5	8	16	4	18	2	1
						0	1	4	0	0	1	2	2	0	0
						1	22	11	4	6	11	8	20	7	1
						0	2	3	1	1	2	1	2	1	0
						3	15	17	1	9	5	13	19	4	1
						1	4	4	0	2	0	3	5	2	0
						11	10	15	1	10	4	21	12	4	1
						3	5	4	0	3	0	5	5	2	0

영역	번호	과제명	실문구분		응답자수	전문도			중요도지수	국내수준(%)
						대	중	소		
기타 "농업인 전문 기술개발 사업"	23	농업인 전용 무선인터넷이 활용된다.	1차	전체	34	7	17	10	42.1	52.0
				傳大	7				62.5	66.7
	2차	국내								
		세계								
	24	"생산이력제 관리시스템이 개발된다. - 품종, 농약 비료 사용 이력, 유통과정 등 생산유통의 이력을 체계적으로 관리하는 정보시스템 개발된다."	1차	전체	34	10	15	9	68.6	51.7
				傳大	10				100.0	51.1
2차	국내									
	세계									
25	품목별 경영 및 회계관리 프로그램이 개발된다.	1차	전체	35	13	15	7	58.1	60.6	
			傳大	13				78.8	64.6	
2차	국내									
	세계									
농업 "농업인 전문 기술개발 사업"	26	농산물 표준화 코드체계가 구축된다.	1차	전체	34	14	13	7	77.9	58.3
				傳大	14				100.0	64.6
	2차	국내								
		세계								
	27	농산물 SCM(Supply Chain Management)을 위한 중장기 전략방안이 마련된다.	1차	전체	34	10	15	9	65.0	54.4
				傳大	10				88.9	53.3
	2차	국내								
		세계								
	28	국내농산물의 수요확대를 위한 신유통채널 확대 방안이 마련된다 : SSM 및 프랜차이즈사업의 확대 등	1차	전체	34	8	15	11	56.4	57.7
				傳大	8				71.4	57.1
	2차	국내								
		세계								
	29	"유통 정보관리, 화물차 운송관리 등을 종합적으로 수행할 수 있는 농산물 종합물류정보시스템이 개발된다."	1차	전체	34	14	13	7	71.4	56.7
				傳大	14				92.3	61.5
	2차	국내								
		세계								
	30	동북아 허브형 농수산물 도매시장 건설 방안이 마련된다.	1차	전체	34	8	14	12	50.0	46.5
				傳大	8				64.3	40.0
2차	국내									
	세계									
31	정부양곡관리 전산화시스템이 개발된다.	1차	전체	34	9	17	8	68.6	66.3	
			傳大	9				84.4	68.6	
2차	국내									
	세계									
32	품목별 품종별 수확 후 관리메뉴얼이 개발된다.	1차	전체	34	9	13	12	61.4	57.7	
			傳大	9				100.0	60.0	
2차	국내									
	세계									
경북 "농업인 전문 기술개발 사업"	33	농산물 소매가격(유통업태별 조사) 및 소비자 동향에 대한 정보시스템이 구축된다.	1차	전체	33	14	11	8	75.7	65.3
				傳大	14				92.3	64.6
			2차	국내						

실현 시기(년)					연구개발추진주체				정책수단					
2005	2010	2015	2020	2025	민간주도	정부주도	산학연협업	국제공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
					11	13	12	1	8	3	25	10	3	1
					1	3	3	0	0	0	4	4	2	0
					6	19	11	2	6	5	15	15	10	1
					0	5	4	1	1	0	6	4	1	0
					8	9	20	1	5	5	9	22	5	1
					2	4	10	0	2	1	3	10	1	0
					5	19	14	2	3	6	12	17	10	1
					3	8	6	0	0	1	4	9	2	0
					8	18	14	1	5	5	11	17	10	1
					3	4	5	0	0	1	5	4	1	0
					17	7	11	2	6	7	10	12	9	3
					5	0	3	0	0	2	2	2	1	0
					15	9	15	1	6	7	19	13	5	1
					3	5	7	0	1	2	6	5	2	0
					8	16	9	9	6	12	13	14	7	2
					2	2	3	1	0	2	2	2	3	0
					3	26	7	1	3	3	17	15	7	1
					1	6	1	0	1	1	1	4	3	0
					6	14	18	1	6	3	9	21	5	1
					1	5	3	0	0	0	2	5	2	0
					10	16	13	1	4	6	18	14	2	2
					2	9	4	0	0	4	6	6	0	0

연도	번	과제명	실문구분	응답자수	전문도			중요도지수	국내수준(%)	
					대	중	소			
정보 1공 보 3기 강제	34	식품가공업체 정보제공 및 B2B 전자상거래 시스템이 개발된다. - 식품산업과 농업과의 연계성 강화 목적	1차	전체	34	16	11	7	72.9	66.3
				博大	18				85.0	68.0
			2차	국내						
				세계						

실현 시기(년)					연구개발추진주체				정책수단					
2005	2010	2015	2020	2025	민간주도	정부주도	산학연협동	국제공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
					16	7	20	1	8	12	17	16	3	1
					7	3	9	0	2	6	5	9	1	0

제4절 경종작물분야 기술예측

1. 설문응답자의 특성

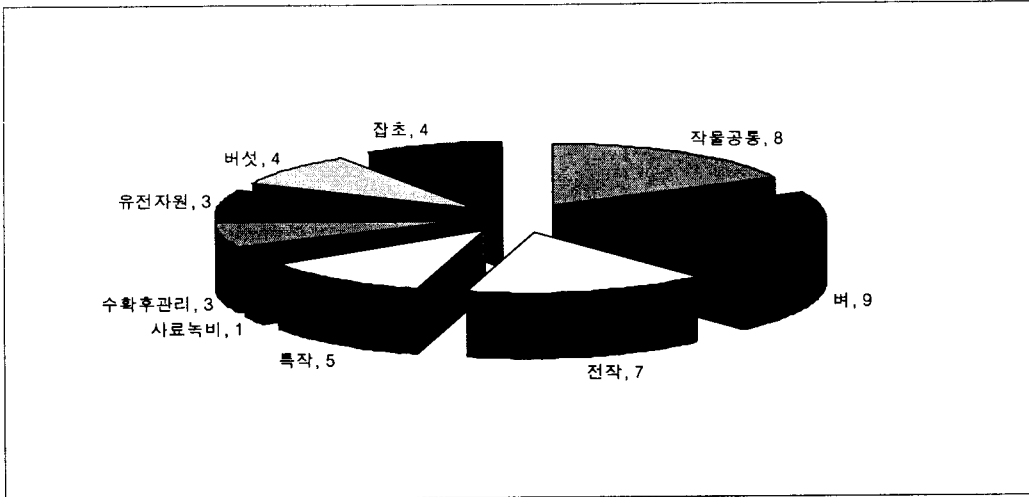
경종작물분야의 응답자들은 40~49세 연령계층이 24명으로 전체 응답자의 62%를 차지했고, 이어서 50~59세 연령계층이 12명으로 31%를 차지했다. 연구경력 기간은 20~29년이 전체의 49%를 차지했으며, 이어서 10~19년이 38%를 차지했다. 응답자 전원이 박사학위를 소지하고 있으며, 연구원 9명, 기업 1명, 대학이 29명으로 대학교수가 전체의 74%를 차지했다.

<표 3-2-15> 경종작물분야 미래기술예측 설문응답자의 분포

응답자	계	연령코드				경력코드					
		30~39	40~49	50~59	60~	0~9	10~19	20~29	30~39	40~	
연구원	박사	9	5	4			3	5	1		
	소계	9	0	5	4	0	0	3	5	1	0
기업	박사	1	1				1				
	석사	0									
	소계	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0
대학	박사	29	18	8	3		11	14	4		
	석사	0									
	소계	29	0	18	8	3	0	11	14	4	0
총합계		39	0	24	12	3	0	15	19	5	0

2. 영역별 도출 과제수

경종작물분야의 영역별 과제수의 분포는 작물공통 8개, 벼 9개, 전작 7개, 특작 5개, 사료녹비 1개, 수확후관리 3개, 유전자원 3개, 벚꽃 4개, 잡초 4개로 분류되었으며 총 과제수는 44개로 최종 확정되었다. 경종작물분야의 연구과제 중에서 벼 영역의 과제가 9개로 가장 많은 것으로 나타났다.

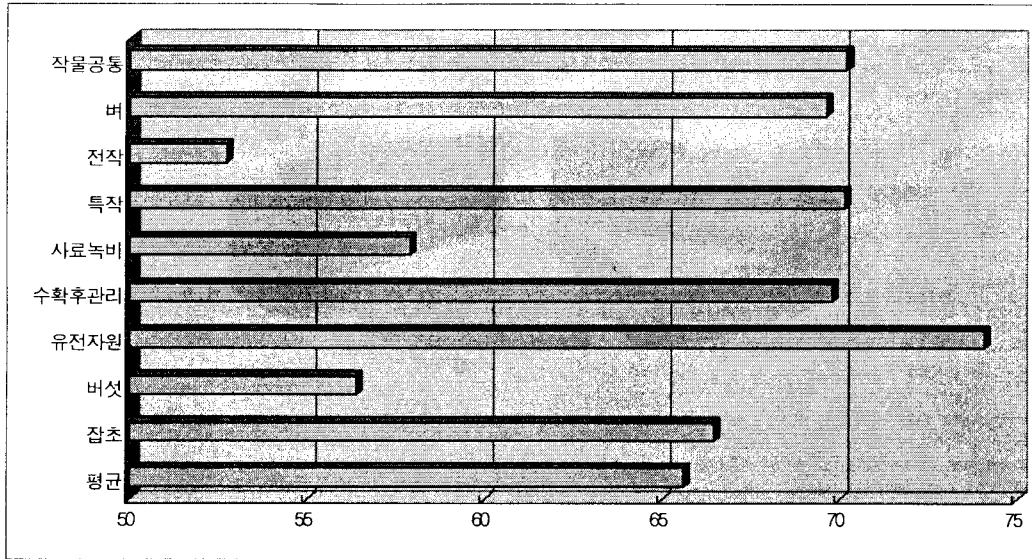


<그림 3-2-15> 경종작물분야의 중분류의 분포도

3. 과제 의 중요도

과제의 중요도지수를 적용하여 경종작물분야 9개의 중분류를 비교하여 보았을 때, 유전자원이 74.08로 중요도지수가 가장 높은 영역으로 나타났으며, 다음으로 작물공동이 70.22, 특작이 70.16, 수확후관리가 69.82, 벼가 69.65로 나타났으며, 비교적 중요도지수가 낮은 영역은 잡초 66.49, 사료녹비 57.93, 버섯 56.41, 전작 52.74 순으로 나타났다. 경종작물분야의 전체평균은 65.64로 나타났다.

경종작물분야의 중요도지수가 높은 상위 20개 과제는 다음의 표와 같다. 구체적으로 ‘친환경 저투입, 생산비절감 작물 재배기술이 개발된다’, ‘생명공학기술을 이용한 작물의 유전자 탐색’, ‘형질전환 및 상업화기술이 개발된다’, ‘신기능성 생물소재 개발 및 산업화 연구가 이루어진다’, ‘식물 유전자원 수집, 보존 및 평가가 이루어진다’, ‘생력, 저비용, 친환경 생산 적응 신품종이 개발된다’, ‘특용작물로부터 기능성 물질 탐색, 분리, 대량생산기술이 개발된다’의 과제들은 모두 중요도지수 80이 넘는 것으로 나타났다.



<그림 3-2-16> 경종작물분야의 중요도지수

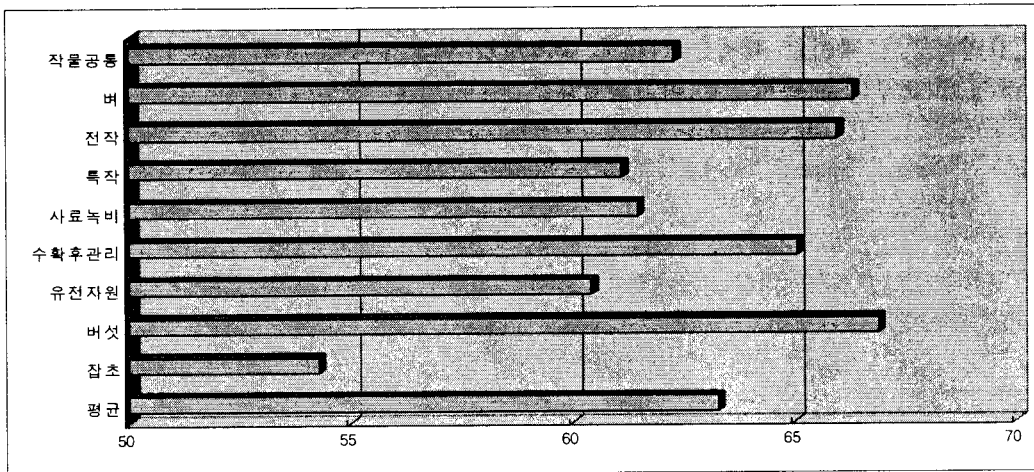
<표 3-2-16> 경종작물분야의 중요도지수 상위 20개 과제

순위	영역	과제명	중요도지수	국내수준 (%)
1	작물공통	친환경 저투입, 생산비절감 작물 재배기술이 개발된다.	89.38	64.88
2	작물공통	생명공학기술을 이용한 작물의 유전자 탐색, 형질전환 및 상업화기술이 개발된다.	88.69	53.81
3	유전자원	신기능성 생물소재 개발 및 산업화 연구가 이루어진다.	84.15	52.68
4	유전자원	식물 유전자원 수집, 보존 및 평가가 이루어진다.	83.93	63.33
5	벼	생력, 저비용, 친환경 생산 적용 신품종이 개발된다.	82.93	64.88
6	특작	특용작물로부터 기능성 물질 탐색, 분리, 대량생산기술이 개발된다.	82.93	52.20
7	벼	벼 고밀도 유전자지도 이용 유용유전자 기능 해명 및 이용기술이 개발된다.	78.13	57.56
8	수확후관리	작물 수확후 관리(건조, 저장, 유통) 및 상품성 향상기술이 개발된다.	77.98	63.90
9	잡초	환경친화적 제초활성물질이 개발된다.	77.56	50.24
10	벼	소비자 수요에 부응하는 고품질, 안전, 기능성 쌀 생산기술이 개발된다.	75.63	72.20

순위	영역	과 제 명	중요도 지수	국내수준 (%)
11	벼	쌀의 영양, 기호성 및 기능성 증진을 위한 신소재가 개발되고, 부가가치 증진기술이 개발된다.	75.00	66.83
12	수확후관리	작물별 품질 평가, 측정기술이 개발된다.	74.39	63.50
13	벼	야생벼 유래 내병충성 및 내재해성 유용유전자 분리 동정과 이용기술이 개발된다.	71.95	60.98
14	작물공통	기후환경 변화에 대응한 신작물 개발 및 생산기술이 연구된다.	71.88	52.68
15	특작	약용작물의 표준규격품 안전 생산기술이 개발된다.	70.73	60.49
16	작물공통	비파괴적 작물생육, 영양진단 및 시비처방 기술이 개발된다.	70.12	60.00
17	벼	벼 source 및 sink 능력 증대를 위한 신 유전자 및 분자유종기술이 개발된다.	68.13	59.02
18	특작	특용작물의 고품질 생력생산기술이 개발된다.	67.68	62.44
19	특작	환경친화형 고품질 고년근인삼 생력생산기술 및 품종이 육성된다.	66.03	68.50
20	작물공통	영양번식작물의 건전묘 대량생산 기술이 개발된다.	65.48	77.62

4. 과제의 연구개발수준

연구개발수준은 선진국과 비교하여 평균 63.28% 수준으로 평가되었다. 9개 영역 중에서 선진국 대비 연구개발수준이 가장 높은 분야는 벼분야로 나타났으며, 잡초가 가장 낮은 영역으로 나타났다.



<그림 3-2-17> 경종작물분야의 연구개발 수준

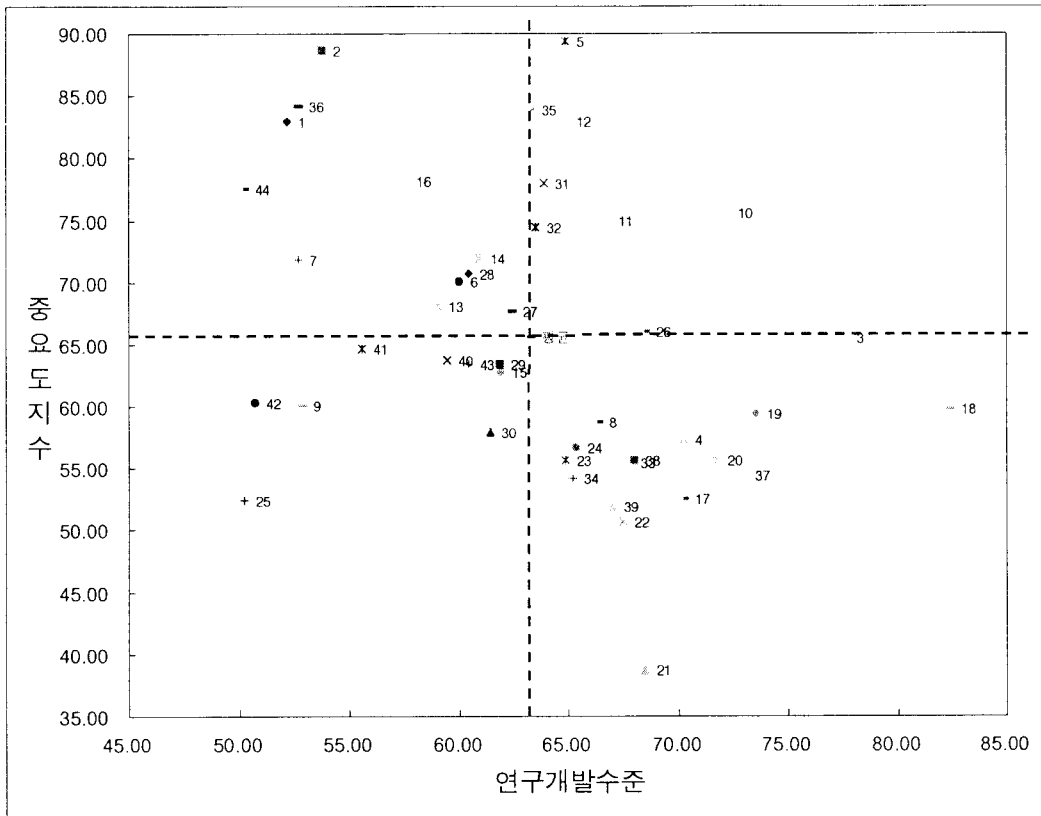
<표 3-2-17> 연구개발수준이 높은 상위 10개 과제

번호	과제명	연구개발수준
18	벼 직파재배기술이 개발된다.	82.44
3	영양번식작물의 건전묘 대량생산 기술이 개발된다.	77.62
19	답리작 작부체계용 맥류 극조숙 품종이 개발된다.	73.50
37	벼섯 인공재배기술이 개발된다.	73.00
10	소비자 수요에 부응하는 고품질, 안전, 기능성 쌀 생산기술이 개발된다.	72.20
20	맥류의 총체사료화를 위한 적응 품종 및 생산기술이 개발된다.	71.71
4	복방 적응성 작물 품종 및 재배기술이 개발된다.	70.24
17	논 물관리 자동화 및 벼 절수재배기술이 개발된다.	70.24
21	식용옥수수 주년생산기술이 개발된다.	68.50
26	환경친화형 고품질 고년근인삼 생력생산기술 및 품종이 육성된다.	68.50

5. 중요도와 연구개발수준의 비교

과제의 중요도와 연구개발수준을 분석함으로써 핵심전략기술을 발굴하기 위하여 포트폴리오를 아래 그림과 같이 구성하였다.

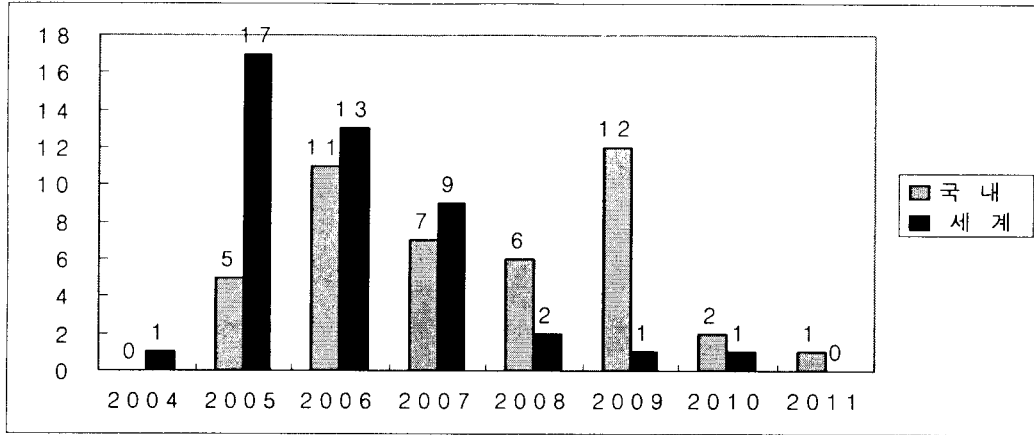
경종작물분야의 평균 연구개발수준은 63.28%이며, 평균 중요도지수는 65.64로 나타났다. I사분면에 해당하는 과제는 8개로 가장 성장 잠재력이 높은 영역으로 나타났고, II사분면에 위치한 과제는 11개로 중요도는 높으나 연구개발 수준이 낮아 지속적인 투자가 요구되는 영역으로 평가되었다.



<그림 3-2-18> 경종작물분야 연구과제의 중요도지수-연구개발수준 포트폴리오

6. 실현시기 예측결과

국내 실현시기와 세계실현시기의 분포는 아래 그림과 같이 나타났다. 먼저 국내 실현시기를 비교하면, 총 44개 과제 중 50%가 2007년 이내에 실현될 것으로 예측되었으며, 전체 과제 중 93%가 2009년 이내에 실현될 것으로 나타났다. 세계실현시기는 90%의 과제가 앞으로 5년 이내에 실현될 것으로 예측되었다.

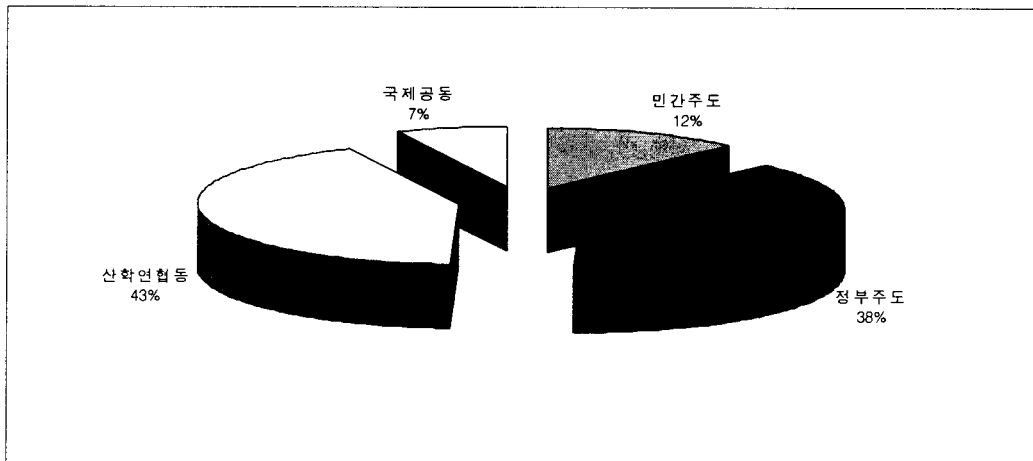


<그림 3-2-19> 경종작물분야 실현시기 예측결과 분포도

선진국과 실현시기의 격차가 전혀 없는 과제는 11%, 1년이 늦은 과제는 50%, 2년이 늦은 과제는 29%, 2년 이상의 격차가 있는 과제는 9%로 나타났다.

7. 연구개발 추진주체

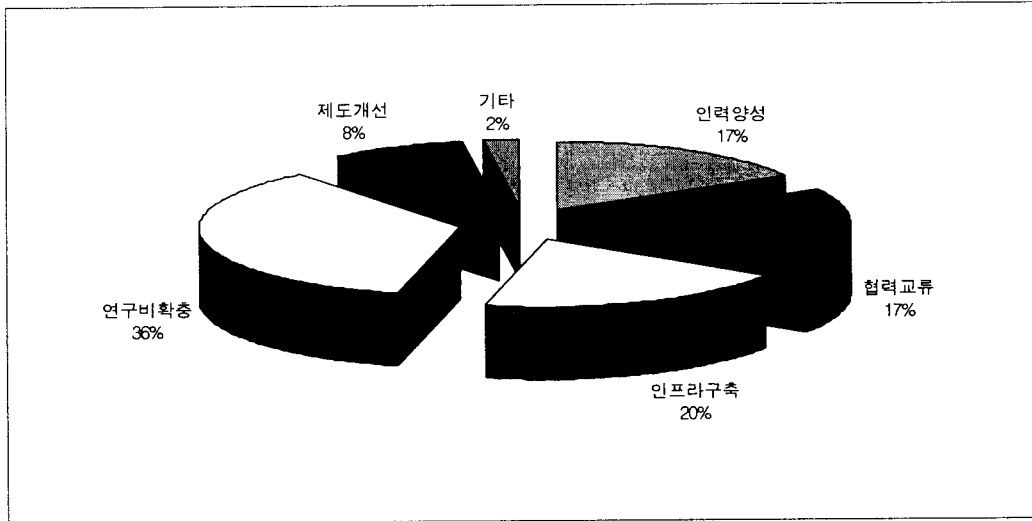
연구개발 추진 방법에 대한 의견은 다음 그림과 같이 나타났다. 산학연협동이 43%, 정부주도가 38%, 민간주도가 12%, 국제공동이 7% 순으로 나타나, 산학연의 유기적 협동에 의한 연구가 가장 요구되는 추진방법으로 나타났다



<그림 3-2-20> 경종작물분야의 연구개발 추진방법의 분포

8. 연구개발 정책수단

정부의 정책수단에 대한 응답결과는 '연구비확충'이 36%, '인프라구축'이 20%, '협력교류'와 '인력양성'이 각각 17%를 차지하고 있었다. 이는 경종작물분야의 연구과제 개발에 대한 연구비 확충이 절실하며 인프라구축 및 산학연 협력연구에 대한 장려책이 필요함을 의미하고 있다.

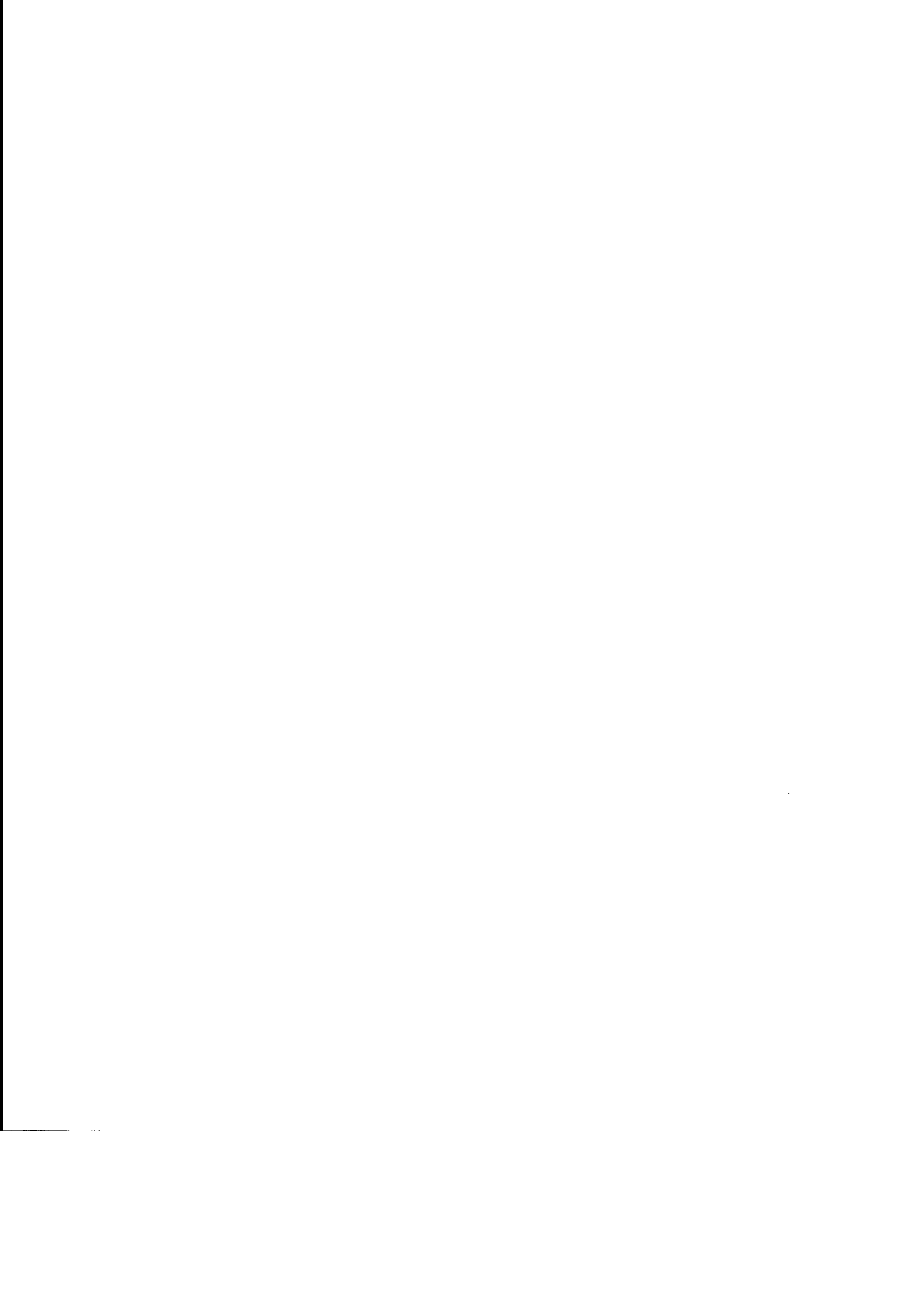


<그림 3-2-21> 경종작물분야 연구과제개발 추진을 위한 정책수단 분포

9. 미래기술연표

국내실현 시기(A)	번호	과 제 명	세계실현 시기(B)	격차 (A-B)
2005	3	영양변식작물의 건전묘 대량생산 기술이 개발된다.	2004	1
	4	북방 적응성 작물 품종 및 재배기술이 개발된다.	2005	0
	18	벼 직파재배기술이 개발된다.	2005	0
	33	양곡 종합처리장 표준 모델 선정 연구	2005	0
	37	벼섯 인공재배기술이 개발된다.	2005	0
2006	5	친환경 저투입, 생산비절감 작물 재배기술이 개발된다.	2005	1
	6	비파괴적 작물생육, 영양진단 및 시비처방 기술이 개발된다.	2005	1
	8	농경지 작부체계가 개선된다.	2005	1
	17	논 물관리 자동화 및 벼 절수재배기술이 개발된다.	2005	1
	21	식용옥수수 주년생산기술이 개발된다.	2005	1
	23	논재배 콩 수량성 및 품질 향상을 위한 재배법이 확립된다.	2005	1
	30	녹비작물 재배에 의한 친환경농업기술이 개발된다.	2005	1
	32	작물별 품질 평가, 측정기술이 개발된다.	2005	1
	34	작물 생산성 향상을 위한 종자처리기술이 개발된다.	2005	1
	38	벼섯 균사체의 생산, 이용기술이 개발된다.	2005	1
39	벼섯 에너지 절약 재배기술이 개발된다.	2006	0	
2007	2	생명공학기술을 이용한 작물의 유전자 탐색, 형질 전환 및 상업화기술이 개발된다.	2006	1
	10	소비자 수요에 부응하는 고품질, 안전, 기능성 쌀 생산기술이 개발된다.	2006	1
	20	맥류의 총체사료화를 위한 적응 품종 및 생산기술이 개발된다.	2006	1
	24	콩 용도별(장류, 나물, 혼반, 풋콩, 논재배, 작부체계) 품종이 개발된다.	2006	1
	27	특용작물의 고품질 생력생산기술이 개발된다.	2006	1
	28	약용작물의 표준규격품 안전 생산기술이 개발된다.	2006	1
	31	작물 수확후 관리(건조, 저장, 유통) 및 상품성 향상기술이 개발된다.	2005	2
2008	1	특용작물로부터 기능성 물질 탐색, 분리, 대량생산기술이 개발된다.	2006	2

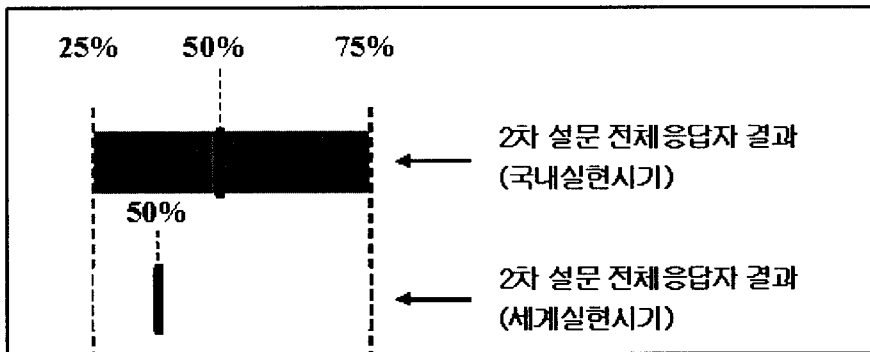
국내실현 시기(A)	번호	과 제 명	세계실현 시기(B)	격차 (A-B)
2008	11	쌀의 영양, 기호성 및 기능성 증진을 위한 신소재가 개발되고, 부가가치 증진기술이 개발된다.	2006	2
	19	답리작 작부체계용 맥류 극조숙 품종이 개발된다.	2006	2
	40	벼섯 내병, 내재해, 기능성 우량 품종이 육성된다.	2007	1
	41	제초제 저항성이 규명된다.	2005	3
	43	주요 잡초종 생리, 생태 및 지속적 방제기술이 개발된다.	2006	2
2009	7	기후환경 변화에 대응한 신작물 개발 및 생산기술이 연구된다.	2007	2
	12	생력, 저비용, 친환경 생산 적응 신품종이 개발된다.	2007	2
	13	벼 source 및 sink 능력 증대를 위한 신 유전자 및 분자유종기술이 개발된다.	2007	2
	14	야생벼 유래 내병충성 및 내재해성 유용유전자 분리 동정과 이용기술이 개발된다.	2007	2
	15	벼 잡종강세 강화 및 고정화를 위한 신소재가 개발되고, 종자생산 기술체계가 확립된다.	2007	2
	16	벼 고밀도 유전자지도 이용 유용유전자 기능 해명 및 이용기술이 개발된다.	2007	2
	22	옥수수 용도별(식용, 사료용) 내재해 다수성 품종이 개발된다.	2006	3
	25	콩의 탄소 전이 요인 규명 및 유전공학에 의한 수량 장벽 타파 기술이 개발된다.	2008	1
	29	특용작물의 고수량 품종이 육성된다.	2008	1
	35	식물 유전자원 수집, 보존 및 평가가 이루어진다.	2005	4
2010	9	작물의 정밀 관리기술(precision agriculture)이 개발된다.	2006	4
	44	환경친화적 제초활성물질이 개발된다.	2009	1
	26	환경친화형 고품질 고년근인삼 생력생산기술 및 품종이 육성된다.	2010	1



10. 기술예측 결과표

영역	번호	과제명	설문구분		응답자수	전문도			중요도지수	국내수준
			1	전체	명	대	중	소		
				傳大	명	빈도	빈도	빈도	Index	%
			2							

실현시기 (년)	연구개발추진주체	정책수단
	빈도	빈도
	빈도	빈도



※자세한 내용은 「제1절 예측조사의 개요」의 「4. 예측조사 결과표」 참고

요약	번호	과제명	실문구분	응답자수	전문도			중요도지수	국내수준(%)
					대	중	소		
특 작	1	"특용작물로부터 기능성 물질 탐색, 분리, 대량생산기술이 개발된다."	1차	전체 40	11	20	9	82.9	52.2
				傳大 11				95.5	45.5
			2차	국내					
			세계						
작 업 배 경	2	"생명공학기술을 이용한 작물의 유전자 탐색, 형질전환 및 상업화기술이 개발된다."	1차	전체 41	16	17	8	88.7	53.8
				傳大 16				93.8	55.0
		2차	국내						
			세계						
	3	영양번식작물의 건전모 대량생산 기술이 개발된다.	1차	전체 41	7	16	18	65.5	77.6
				傳大 7				91.7	83.3
		2차	국내						
			세계						
	4	복방 적응성 작물 품종 및 재배기술이 개발된다.	1차	전체 40	11	13	16	57.3	70.2
				傳大 11				82.5	84.0
		2차	국내						
			세계						
	5	"친환경 저투입, 생산비절감 작물 재배기술이 개발된다."	1차	전체 41	20	18	3	89.4	64.9
				傳大 20				97.4	65.0
		2차	국내						
			세계						
	6	"비파괴적 작물생육, 영양진단 및 시비처방 기술이 개발된다."	1차	전체 42	11	19	12	70.1	60.0
				傳大 11				90.0	56.4
	2차	국내							
		세계							
7	기후환경 변화에 대응한 신작물 개발 및 생산기술이 연구된다.	1차	전체 40	17	13	10	71.9	52.7	
			傳大 17				93.8	53.8	
	2차	국내							
		세계							
8	농경지 작부체계가 개선된다.	1차	전체 41	14	17	10	58.8	66.3	
			傳大 14				89.6	51.7	
	2차	국내							
		세계							
9	작물의 정밀 관리기술(precision agriculture)이 개발된다.	1차	전체 42	15	13	14	60.1	52.9	
			傳大 15				83.9	50.0	
	2차	국내							
		세계							
버	10	"소비자 수요에 부응하는 고품질, 안전, 기능성 쌀 생산기술이 개발된다."	1차	전체 41	20	17	4	75.6	72.2
				傳大 20				91.2	76.7
		2차	국내						
			세계						
11	"쌀의 영양, 기호성 및 기능성 증진을 위한 신소재가 개발되고, 부가가치 증진기술이 개발된다."	1차	전체 41	17	17	7	75.0	66.8	
			傳大 17				91.1	69.3	
	2차	국내							
		세계							

실현 시기(년)						연구개발추진주체				정책수단					
2005	2010	2015	2020	2025		민간주도	정부주도	산학연협동	국제공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
						12	7	30	4	19	6	15	20	6	0
						4	1	9	0	6	1	4	6	3	0
						4	15	28	13	19	11	15	24	3	1
						1	6	12	6	7	6	6	10	2	0
						18	9	23	3	10	7	15	16	2	3
						3	1	4	1	0	1	0	4	0	1
						2	33	9	6	7	18	10	16	4	1
						0	10	1	2	0	5	0	5	1	1
						2	21	27	3	9	10	15	22	6	2
						0	14	10	2	5	4	7	12	3	1
						1	18	29	3	9	12	12	25	2	0
						0	5	8	1	2	2	1	8	1	0
						0	25	19	8	13	18	12	21	3	0
						0	11	7	4	7	7	3	11	2	0
						6	24	18	1	6	6	15	13	16	1
						1	9	4	0	2	0	4	5	3	1
						4	22	26	3	11	11	17	18	5	1
						0	7	11	1	4	3	6	8	0	1
						7	20	26	1	8	11	9	24	7	2
						2	11	8	1	4	4	3	12	2	2
						5	20	29	1	9	10	9	27	7	2
						2	7	12	0	4	5	3	10	2	1

요양	번	과제명	설문구분	응답자수	전문도			중요도지수	국내수준 (%)	
					대	중	소			
버	12	"생력, 저비용, 친환경 생산 적응 신품종이 개발된다."	1차	전체	41	19	15	7	82.9	64.9
				傳大	19				94.4	67.8
	2차	국내								
		세계								
	13	버 source 및 sink 능력 증대를 위한 신 유전자 및 분자유종기술이 개발된다.	1차	전체	41	17	14	10	68.1	59.0
				傳大	17				70.3	57.6
	2차	국내								
		세계								
	14	야생버 유래 내병충성 및 내재해성 유용유전자 분리 동정과 이용기술이 개발된다.	1차	전체	41	17	12	12	72.0	61.0
				傳大	17				75.0	57.6
	2차	국내								
		세계								
	15	"버 잡종강세 강화 및 고정화를 위한 신소재가 개발되고, 종자생산 기술체계가 확립된다."	1차	전체	41	11	20	10	62.8	62.0
				傳大	11				72.5	56.0
	2차	국내								
		세계								
	16	버 고밀도 유전자지도 이용 유용유전자 기능 해명 및 이용기술이 개발된다.	1차	전체	41	17	12	12	78.1	57.6
				傳大	17				87.5	54.1
2차	국내									
	세계									
17	논 물관리 자동화 및 버 절수배기기술이 개발된다.	1차	전체	41	11	17	13	52.5	70.2	
			傳大	11				75.0	66.0	
2차	국내									
	세계									
18	버 직파재배기술이 개발된다.	1차	전체	41	19	14	8	59.8	82.4	
			傳大	19				75.0	78.8	
2차	국내									
	세계									
전작 - 맥류	19	답리작 작부체계용 맥류 극조숙 품종이 개발된다.	1차	전체	41	10	18	13	59.4	73.5
				傳大	10				81.3	71.1
	2차	국내								
		세계								
20	맥류의 총체사료화를 위한 적응 품종 및 생산기술이 개발된다.	1차	전체	41	7	21	13	55.6	71.7	
			傳大	7				75.0	74.3	
2차	국내									
	세계									
전작 - 수수	21	식용옥수수 주원생산기술이 개발된다.	1차	전체	40	3	23	14	38.8	68.5
				傳大	3				75.0	100.0
	2차	국내								
		세계								
22	"옥수수 용도별(식용, 사료용) 내재해 다수성 품종이 개발된다."	1차	전체	40	5	20	15	50.6	67.5	
			傳大	5				75.0	75.0	
2차	국내									
	세계									

실현 시기(년)						연구개발추진주체				정책수단									
2005		2010		2015		2020		2025		민간주도	정부주도	산학연협동	국제공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
										21	2914	228	21	135	92	94	2414	62	11
										00	228	2411	126	168	148	92	2912	32	00
										00	239	239	96	127	147	73	3213	22	00
										00	226	266	52	114	133	132	266	41	00
										22	2222	1111	145	167	168	134	2610	32	00
										83	226	184	00	42	71	103	225	123	21
										63	2712	154	21	51	93	169	144	93	43
										10	315	175	10	83	60	123	257	51	21
										71	264	142	41	82	101	122	214	41	21
										60	242	180	20	70	131	110	160	40	21
										30	244	191	20	71	160	111	152	40	31

영역	번호	과제명	설문구분	응답자 수	전문도			중요도 지수	국내 수준 (%)
					대	중	소		
전작-영	23	논재배 콩 수량성 및 품질 향상을 위한 재배법이 확립된다.	1차	전체 41 傳大 9	9	19	13	55.6 78.6	64.9 65.0
			2차	국내 세계					
	24	"콩 용도별(장류, 나물, 혼반, 풋콩, 논재배, 작부 체계) 품종이 개발된다."	1차	전체 41 傳大 8	8	19	14	56.7 78.6	65.4 62.9
			2차	국내 세계					
	25	콩의 탄소 전이 요인 규명 및 유전공학에 의한 수량 장벽 타파 기술이 개발된다.	1차	전체 41 傳大 11	11	16	14	52.4 55.0	50.2 52.0
			2차	국내 세계					
특작	26	환경친화형 고품질 고년근인삼 생력생산기술 및 품종이 육성된다.	1차	전체 41 傳大 10	10	8	23	66.0 88.9	68.5 52.0
			2차	국내 세계					
	27	특용작물의 고품질 생력생산기술이 개발된다.	1차	전체 41 傳大 9	9	18	14	67.7 93.8	62.4 45.0
			2차	국내 세계					
	28	약용작물의 표준규격품 안전 생산기술이 개발된다.	1차	전체 41 傳大 8	8	16	17	70.7 100.0	60.5 47.5
			2차	국내 세계					
	29	특용작물의 고수량 품종이 육성된다.	1차	전체 41 傳大 11	11	16	14	63.4 85.0	61.9 56.4
			2차	국내 세계					
사료 녹비	30	녹비작물 재배에 의한 친환경농업기술이 개발된다.	1차	전체 41 傳大 9	9	19	13	57.9 87.5	61.5 62.5
			2차	국내 세계					
수확 후 관리	31	"작물 수확후 관리(건조, 저장, 유통) 및 상품성 향상기술이 개발된다."	1차	전체 41 傳大 13	13	15	13	78.0 90.9	63.9 69.1
			2차	국내 세계					
	32	"작물별 품질 평가, 측정기술이 개발된다."	1차	전체 41 傳大 10	10	14	17	74.4 95.0	63.5 56.0
			2차	국내 세계					
	33	양곡 종합처리장 표준 모델 선정 연구	1차	전체 40 傳大 7	7	10	23	55.5 85.7	67.8 62.9
			2차	국내 세계					

실현 시기(년)						연구개발추진주체				정책수단					
2005	2010	2015	2020	2025		민간주도	정부주도	산업연접예	국제공동	인력양성	협업연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
						4	27	21	1	5	9	15	22	8	4
						1	7	3	0	1	2	2	4	2	1
						5	27	19	1	7	11	10	24	5	4
						1	6	3	0	2	2	1	5	1	1
						6	18	23	11	16	16	12	24	3	0
						1	5	5	4	3	4	3	6	0	0
						8	19	24	1	13	8	13	23	8	1
						1	4	9	1	4	1	3	10	2	0
						9	22	22	1	14	10	10	20	6	1
						2	5	3	1	4	2	2	4	1	0
						7	23	25	1	10	9	15	19	12	2
						2	4	6	0	3	1	2	4	4	0
						5	22	26	1	11	11	11	25	6	2
						2	5	7	1	5	4	3	5	1	0
						7	25	24	0	10	8	14	19	9	2
						1	7	4	0	1	1	2	4	1	2
						11	21	25	1	9	8	13	20	9	1
						2	4	7	0	3	2	3	6	0	1
						5	22	23	4	13	7	13	21	7	2
						1	6	6	2	6	0	1	6	2	1
						12	21	20	1	4	8	15	13	14	2
						3	2	4	0	1	0	3	2	2	1

연도	번호	과제명	실문구분	응답자수	전문도			중요도지수	국내수준(%)	
					대	중	소			
유전자원	34	작물 생산성 향상을 위한 종자처리기술이 개발된다.	1차	전체	42	8	21	13	54.2	65.2
				傳大	8				59.4	50.0
	2차	국내								
		세계								
	35	"식물 유전자원 수집, 보존 및 평가가 이루어진다."	1차	전체	42	10	23	9	83.9	63.3
				傳大	10				94.4	64.0
2차	국내									
	세계									
36	신기능성 생물소재 개발 및 산업화 연구가 이루어진다.	1차	전체	41	10	24	7	84.1	52.7	
			傳大	10				95.0	50.0	
2차	국내									
	세계									
버섯	37	버섯 인공재배기술이 개발된다.	1차	전체	39	6	11	22	54.4	73.0
				傳大	6				83.3	73.3
	2차	국내								
		세계								
	38	"버섯 균사체의 생산, 이용기술이 개발된다."	1차	전체	39	8	8	23	55.6	68.0
				傳大	8				71.9	65.0
	2차	국내								
		세계								
	39	버섯 에너지 절약재배기술이 개발된다.	1차	전체	40	7	8	25	51.9	67.0
				傳大	7				78.6	65.7
	2차	국내								
		세계								
40	"버섯 내병, 내재해, 기능성 우량 품종이 육성된다."	1차	전체	40	10	7	23	63.8	59.5	
			傳大	10				77.5	54.0	
2차	국내									
	세계									
잡초	41	제초제 저항성이 규명된다.	1차	전체	41	14	14	13	64.6	55.6
				傳大	14				76.8	48.6
	2차	국내								
		세계								
	42	"잡초의 Allelopathy, 천적생물 및 경합"	1차	전체	41	15	12	14	60.4	50.7
				傳大	15				73.3	41.3
	2차	국내								
		세계								
	43	"주요 잡초종 생리, 생태 및 지속적 방제기술이 개발된다."	1차	전체	41	13	15	13	63.4	60.5
				傳大	13				65.4	50.8
	2차	국내								
		세계								
44	환경친화적 제초활성물질이 개발된다.	1차	전체	42	13	13	16	77.6	50.2	
			傳大	13				92.3	40.0	
2차	국내									
	세계									

실현 시기(년)						연구개발추진주체				정책수단					
						민간주도	정부주도	산학연협동	국제공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
2005	2010	2015	2020	2025											
						6	16	27	3	11	8	9	21	5	3
						2	3	5	1	2	2	1	3	0	2
						2	31	14	7	10	14	16	24	4	1
						1	9	2	3	6	5	2	5	1	0
						8	16	28	6	15	11	16	28	0	0
						2	4	7	2	4	1	4	7	0	0
						22	7	24	1	12	9	12	21	2	2
						3	2	3	0	2	0	3	3	0	1
						18	7	26	0	10	12	9	24	2	1
						3	1	8	0	3	3	3	5	1	0
						18	10	22	0	8	10	13	21	2	3
						3	2	4	0	2	1	3	5	0	1
						10	18	23	1	10	11	11	27	0	1
						2	3	7	0	3	3	3	8	0	0
						8	17	25	8	13	12	10	29	2	0
						2	6	10	4	3	6	3	11	1	0
						7	17	24	9	14	12	10	24	1	0
						3	5	11	5	2	4	6	10	1	0
						4	19	27	4	11	12	10	24	1	1
						0	7	8	3	4	5	6	8	0	0
						9	14	26	9	15	11	12	25	1	0
						2	4	9	5	2	7	6	7	0	0

제5절 기계화분야 기술예측

1. 설문응답자의 특성

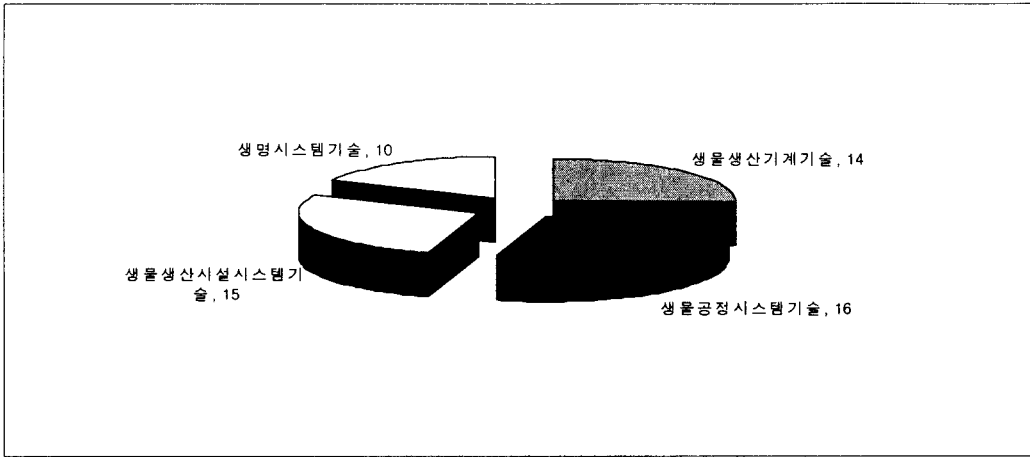
기계화분야의 응답자들은 40~49세 연령계층이 20명으로 전체 응답자의 65%를 차지했고, 이어서 50~59세 연령계층이 10명으로 32%를 차지했다. 연구경력 기간은 20~29년이 전체의 48%를 차지했으며, 이어서 10~19년이 42%를 차지했다. 응답자 전원이 박사학위를 소지하고 있으며, 연구원 9명, 기업 1명, 대학이 21명으로 대학교수가 전체의 72%를 차지했다.

<표 3-2-18> 기계화분야 미래기술예측 설문응답자의 분포

응답자	계	연령코드				경력코드				
		30~39	40~49	50~59	60~	0~9	10~19	20~29	30~39	40~
연구원	박사	9	1	5	3		5	4		
	소계	9	1	5	3	0	0	5	4	0
기업	박사	1	1				1			
	석사	0								
	소계	1	0	1	0	0	0	1	0	0
대학	박사	21		14	7		7	11	3	
	석사	0								
	소계	21	0	14	7	0	0	7	11	3
총합계	31	1	20	10	0	0	13	15	3	0

2. 영역별 도출 과제수

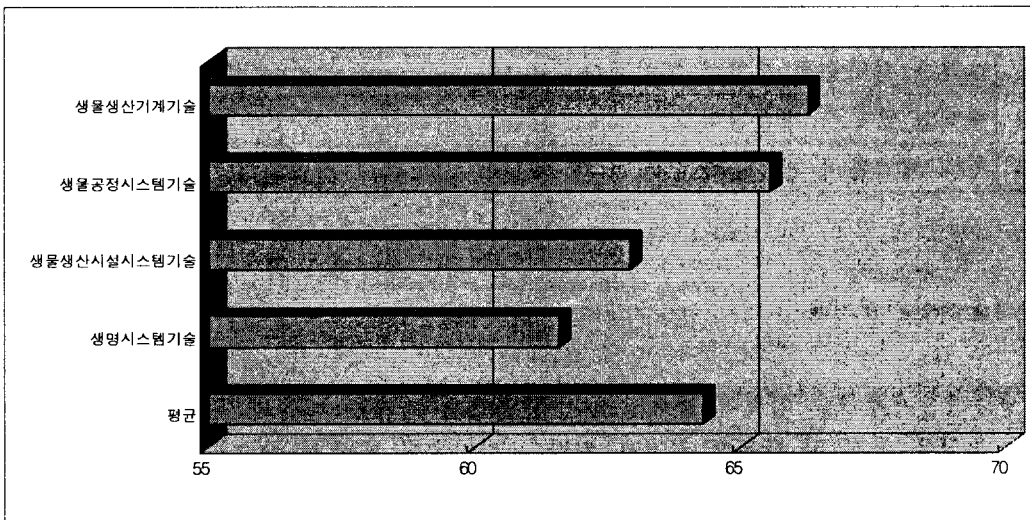
기계화분야의 영역별 과제수의 분포는 생물생산기계기술 14개, 생물공정시스템기술 16개, 생물생산시설시스템기술 15개, 생명시스템기술 10개로 분류되었으며 총 과제수는 55개로 최종 확정되었다. 기계화분야의 연구과제 중에서 생물공정시스템기술 영역의 과제가 16개로 가장 많은 것으로 나타났다.



<그림 3-2-22> 기계화분야의 중분류의 분포도

3. 과제 의 중요도

과제의 중요도지수를 적용하여 기계화분야 4개의 중분류를 비교하여 보았을 때, 생물생산기계기술이 66.27로 가장 높았고, 다음으로 생물공정시스템기술, 생물생산시설시스템기술, 생명시스템기술이 각각 65.55, 62.95, 61.61 순으로 나타났다. 기계화분야의 전체 평균은 64.3로 나타났다.



<그림 3-2-23> 기계화분야의 중요도지수

<표 3-2-19> 기계화분야 중요도지수 상위 20개 과제

순위	과 제 명	중요도지수
1	농산물 품질 및 안전성 평가를 위한 센서기술이 개발된다.	83.87
2	친환경 정밀농업 기계기술이 개발된다.	81.90
3	농산 부산물 및 폐기물 처리기술이 개발된다.	81.45
4	농산물의 선도유지 기술 및 시스템이 개발된다.	75.00
5	농산물의 자동품질관정 시스템이 개발된다.	75.00
6	과채류 선도유지 시설이 개발된다.	74.19
7	농작업 무인화 기술이 개발된다.	74.14
8	동식물 생체진단용 비파괴 측정기술이 개발된다.	72.50
9	축사 최적 환경 관리기술이 개발된다.	71.67
10	저비용 온실 생력 기계설비 시스템이 개발된다.	71.67
11	농업기계의 모듈화 및 표준화 기술이 개발된다.	70.83
12	친환경 토양관리 기계기술이 개발된다.	70.69
13	농업기계의 고속화 및 고효율화 기술이 개발된다.	70.00
14	고부가가치 생물소재의 추출 및 분리정제 시스템이 개발된다.	69.35
15	과실류 및 채소류의 수확후 관리기술 및 위생처리기술이 개발된다.	69.35
16	쌀의 고품질화를 위한 수확후 처리기술 및 시스템이 개발된다.	67.74
17	축산 분뇨의 고효율 처리기술이 개발된다.	67.74
18	화훼류 선도유지 시설이 개발된다.	67.50
19	농작업 로봇이 개발된다.	67.24
20	축산 폐기물의 생물공학적 처리 및 재활용 시스템이 개발된다.	67.24

가. 생물생산기계기술

생물생산기계기술 영역의 중요도지수 상위 5개 과제는 다음의 표와 같다. 구체적으로 '농산물 품질 및 안전성 평가를 위한 센서기술이 개발'이 중요도지수 83.87로 가장 중요한 과제로 나타났지만, 상대적으로 국내 기술수준은 낮은 것으로 나타났다. 이어서 '친환경 정밀농업 기계기술이 개발', '농작업 무인화 기술이 개발' 등이 중요한 것으로 나타났다.

<표 3-2-20> 생물생산기계기술 영역의 중요도지수 상위 5개 과제

순위	과제명	중요도지수	국내수준 (%)
1	농산물 품질 및 안전성 평가를 위한 센서기술이 개발된다.	83.87	56.77
2	친환경 정밀농업 기계기술이 개발된다.	81.90	54.00
3	농작업 무인화 기술이 개발된다.	74.14	50.67
4	농업기계의 모듈화 및 표준화 기술이 개발된다.	70.83	62.00
5	친환경 토양관리 기계기술이 개발된다.	70.69	54.00

나. 생물공정시스템기술

생물공정시스템기술 영역의 중요도지수 상위 5개 과제는 다음의 표와 같다. 구체적으로 ‘농산 부산물 및 폐기물 처리기술이 개발’의 과제가 중요도지수 81.45로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 ‘농산물의 선도유지 기술 및 시스템이 개발’과 ‘농산물의 자동품질판정 시스템이 개발’의 과제가 동등하게 중요도지수 75였다.

<표 3-2-21> 생물공정시스템기술 영역의 중요도지수 상위 5개 과제

순위	과제명	중요도지수	국내수준 (%)
1	농산 부산물 및 폐기물 처리기술이 개발된다.	81.45	61.29
2	농산물의 선도유지 기술 및 시스템이 개발된다.	75.00	67.74
2	농산물의 자동품질판정 시스템이 개발된다.	75.00	67.50
4	고부가가치 생물소재의 추출 및 분리정제 시스템이 개발된다.	69.35	52.90
5	과실류 및 채소류의 수확후 관리기술 및 위생처리기술이 개발된다.	69.35	68.39

다. 생물생산시설시스템기술

생물생산시설시스템기술 영역의 중요도지수 상위 5개 과제는 다음의 표와 같다. 구체적으로 ‘과채류 선도유지 시설이 개발’의 과제가 중요도지수 74.19로 가장 높게 나타났으며, 이어서 ‘축사 최적 환경 관리기술이 개발’, ‘저비용 온실 생력 기계설비 시스템이 개발’, ‘축산 분뇨의 고효율 처리기술이 개발’, ‘화훼류 선도유지 시설이 개발’의 과제 순으로 나타났다.

<표 3-2-22> 생물생산시설시스템기술 영역의 중요도지수 상위 5개 과제

순위	과제명	중요도지수	국내수준 (%)
1	과채류 선도유지 시설이 개발된다.	74.19	68.00
2	축사 최적 환경 관리기술이 개발된다.	71.67	61.33
3	저비용 온실 생력 기계설비 시스템이 개발된다.	71.67	72.00
4	축산 분뇨의 고효율 처리기술이 개발된다.	67.74	64.52
5	화훼류 선도유지 시설이 개발된다.	67.50	68.00

라. 생명시스템기술

생명시스템기술 영역의 중요도지수 상위 5개 과제는 다음의 표와 같다. 구체적으로 ‘동식물 생체진단용 비파괴 측정기술이 개발’의 과제가 중요도지수 72.50로 가장 높게 나타났으며, 이어서 ‘축산 폐기물의 생물공학적 처리 및 재활용 시스템이 개발’, ‘생물정보학을 이용한 식물자원 관리시스템이 개발’, ‘가축 진단용 마이크로칩센서가 개발’, ‘바이오리액터를 이용한 기능성 물질 대량생산 시스템이 개발’의 과제가 각각 67.24, 66.96, 64.17, 63.89 순으로 나타났다.

<표 3-2-23> 생명시스템기술 영역의 중요도지수 상위 5개 과제

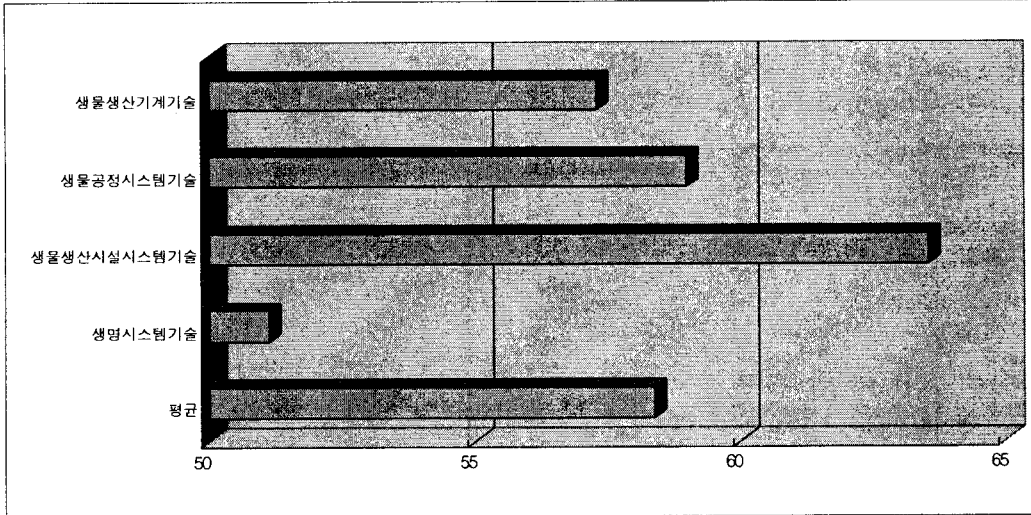
순위	과제명	중요도지수	국내수준 (%)
1	동식물 생체진단용 비파괴 측정기술이 개발된다.	72.50	52.00
2	축산 폐기물의 생물공학적 처리 및 재활용 시스템이 개발된다.	67.24	59.33
3	생물정보학을 이용한 식물자원 관리시스템이 개발된다.	66.96	52.14
4	가축 진단용 마이크로칩센서가 개발된다.	64.17	47.33
5	바이오리액터를 이용한 기능성 물질 대량생산 시스템이 개발된다.	63.89	53.57

4. 과제의 연구개발수준

연구개발수준은 선진국과 비교하여 평균 58.38% 수준으로 평가되었다. 생물생산시설시스템기술 영역의 연구개발수준이 63.56%로 타 영역에 비하여 크게 높은 것으로

나타났다. 연구개발수준이 가장 낮게 평가된 영역은 생명시스템기술로 선진국대비 51.13% 수준에 지나지 않아 이 분야의 기술수준 제고가 필요한 것으로 나타났다.

연구개발수준 상위 10개 과제는 다음의 표와 같다.



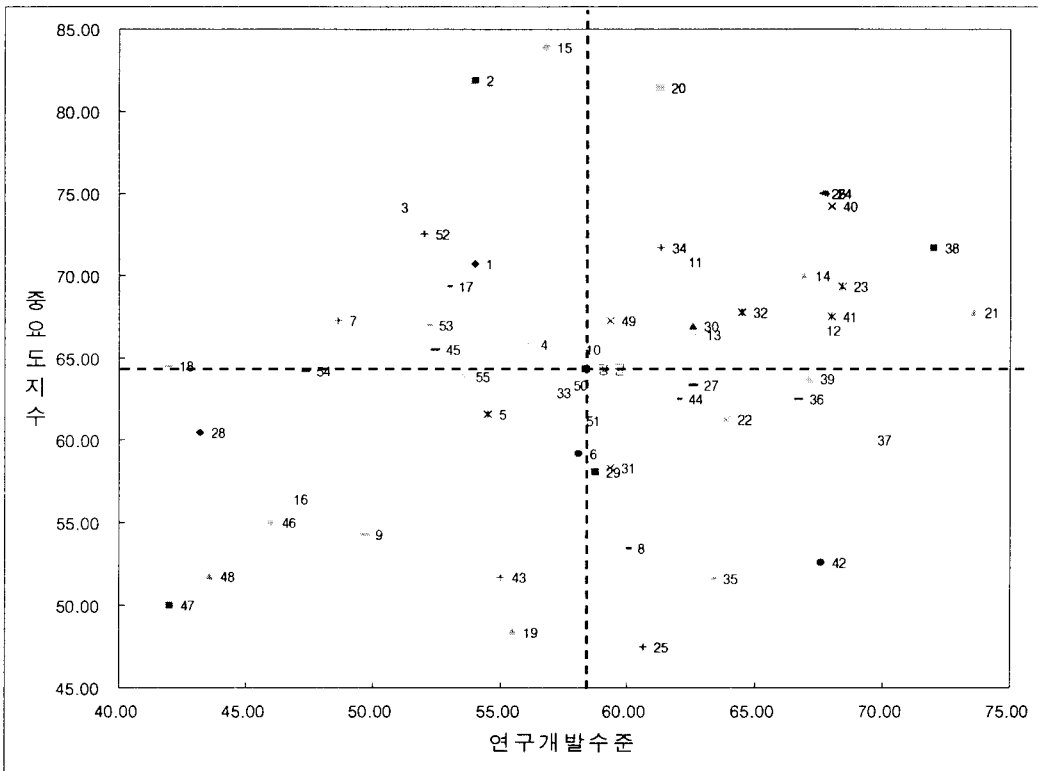
<그림 3-2-24> 기계화분야의 연구개발 수준

<표 3-2-24> 연구개발수준이 높은 상위 10개 과제

번호	과제명	연구개발수준
21	쌀의 고품질화를 위한 수확후 처리기술 및 시스템이 개발된다.	73.55
38	저비용 온실 생력 기계설비 시스템이 개발된다.	72.00
37	온실작업환경 쾌적화 기술이 개발된다.	69.33
23	과실류 및 채소류의 수확후 관리기술 및 위생처리기술이 개발된다.	68.39
40	과채류 선도유지 시설이 개발된다.	68.00
41	화훼류 선도유지 시설이 개발된다.	68.00
24	농산물의 선도유지 기술 및 시스템이 개발된다.	67.74
42	버섯 생산 기계화 시스템이 개발된다.	67.59
26	농산물의 자동품질판정 시스템이 개발된다.	67.50
12	농업기계의 안전성 및 조작의 편의성 향상 기술이 개발된다.	67.33

5. 중요도와 연구개발수준의 비교

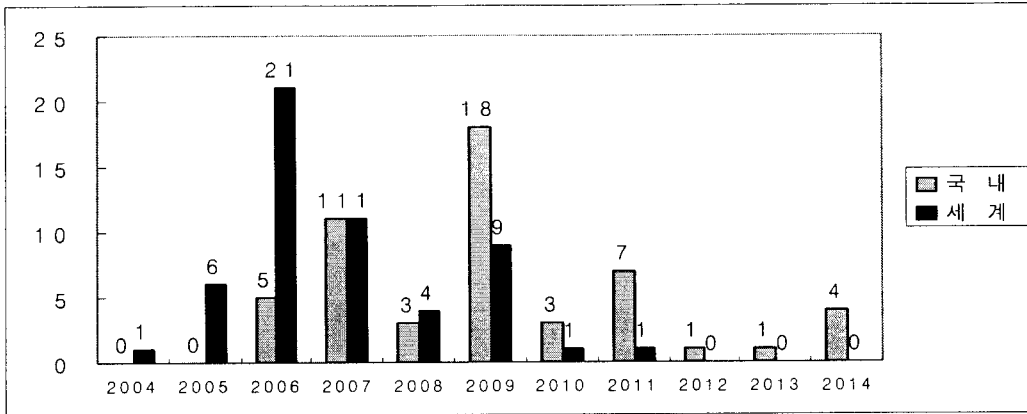
기계화분야의 평균 연구개발수준은 58.38%이며, 평균 중요도지수는 64.3로 나타났다. I사분면에 해당하는 과제는 17개로 가장 성장 잠재력이 높은 영역으로 나타났고, II사분면에 위치한 과제는 12개로 중요도는 높으나 연구개발 수준이 낮아 지속적인 투자가 요구되는 영역으로 평가되었다.



<그림 3-2-25> 기계화분야 연구과제의 중요도지수-연구개발수준 포트폴리오

6. 실현시기 예측결과

국내 실현시기와 세계실현시기의 분포는 아래 그림과 같이 나타났다. 먼저 국내실현시기를 비교하면, 총 55개 과제 중 62%가 앞으로 2009년 이내에 실현될 것으로 예측되었다. 세계실현시기는 71%의 과제가 2007년 이내에 실현될 것으로 예측되었다.

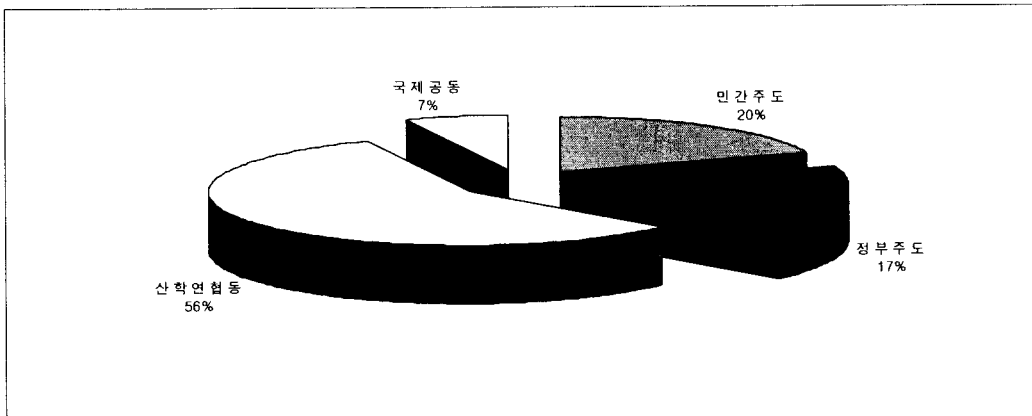


<그림 3-2-26> 기계화분야 실현시기 예측결과 분포도

선진국과 실현시기의 격차가 전혀 없는 과제는 없었으며, 1년이 늦은 과제는 31%, 2년이 늦은 과제는 29%, 3년이 늦은 과제는 31%, 4년과 5년이 늦은 과제는 각각 5%, 4%로 나타났다.

7. 연구개발 추진주체

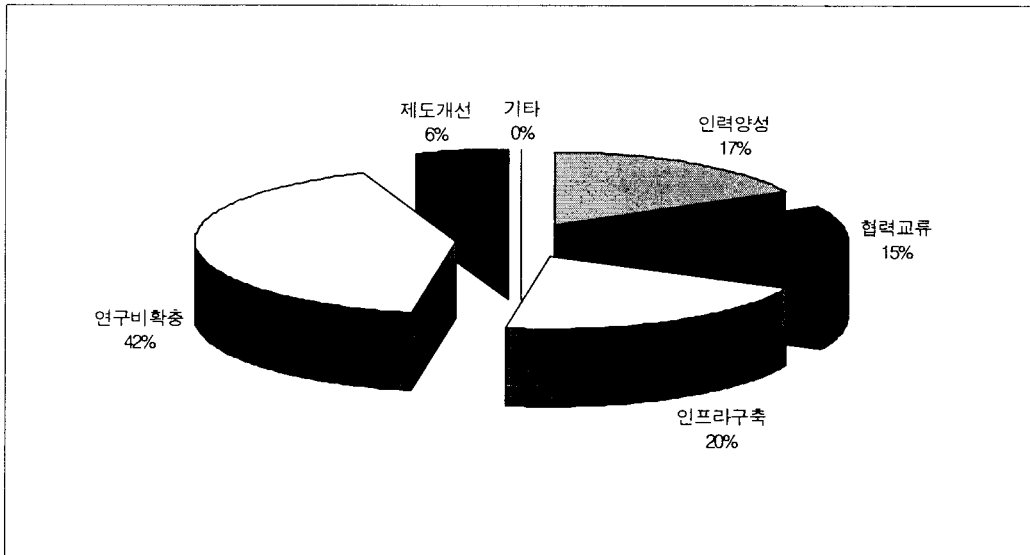
연구개발 추진 방법에 대한 의견은 다음 그림과 같이 나타났다. 산학연협동이 56%, 민간주도가 20%, 정부주도가 17%, 국제공동이 7% 순으로 나타나, 산학연의 유기적 협동에 의한 연구가 가장 요구되는 추진방법으로 나타났다



<그림 3-2-27> 기계화분야의 연구개발 추진방법의 분포

8. 연구개발 정책수단

정부의 정책수단에 대한 응답결과는 '연구비확충'이 42%, '인프라구축'이 20%, '인력양성'이 17%, '협력교류'가 15%를 차지하고 있었다. 이는 기계화분야의 연구과제개발에 대한 연구비 확충이 절실하며 인프라구축 및 인력양성에 대한 장려책이 필요함을 의미하고 있다.



<그림 3-2-28> 기계화분야 연구과제개발 추진을 위한 정책수단 분포

9. 미래기술연표

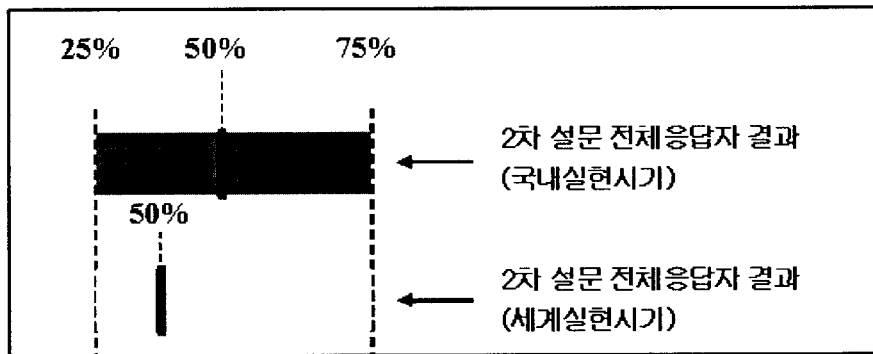
국내실현 시기(A)	번호	과 제 명	세계실현 시기(B)	격차 (A-B)
2006	19	전자기파 에너지를 이용한 살균장치가 개발된다.	2005	1
	21	쌀의 고품질화를 위한 수확후 처리기술 및 시스템이 개발된다.	2005	1
	23	과실류 및 채소류의 수확후 관리기술 및 위생처리기술이 개발된다.	2005	1
	40	과채류 선도유지 시설이 개발된다.	2005	1
	41	화훼류 선도유지 시설이 개발된다.	2004	2
	42	버섯 생산 기계화 시스템이 개발된다.	2005	1
2007	8	농용기관의 배기가스 저감기술이 개발된다.	2006	1
	10	가축의 개체관리 기술이 개발된다.	2006	1
	12	농업기계의 안전성 및 조작의 편의성 향상 기술이 개발된다.	2005	2
	14	농업기계의 고속화 및 고효율화 기술이 개발된다.	2006	1
	20	농산 부산물 및 폐기물 처리기술이 개발된다.	2006	1
	22	농산물 유통을 위한 지능형 물류시스템이 개발된다.	2005	2
	24	농산물의 선도유지 기술 및 시스템이 개발된다.	2006	1
	26	농산물의 자동품질판정 시스템이 개발된다.	2006	1
	34	축사 최적 환경 관리기술이 개발된다.	2006	1
	39	고효율 시설 냉방기술이 개발된다.	2006	1
49	축산 폐기물의 생물공학적 처리 및 재활용 시스템이 개발된다.	2006	1	
2008	11	농업기계의 모듈화 및 표준화 기술이 개발된다.	2006	2
	25	생물소재의 저온/저압 분쇄장치가 개발된다.	2007	1
	35	과수시설 재배 시스템이 개발된다.	2007	1
2009	1	친환경 토양관리 기계기술이 개발된다.	2007	2
	5	연약엽채류의 수확기계기술이 개발된다.	2006	3
	9	산림 관리 임업기계가 개발된다.	2006	3
	13	농작업기계의 인간공학적 설계기술이 개발된다.	2006	3
	15	농산물 품질 및 안전성 평가를 위한 센서기술이 개발된다.	2006	3
	27	고부가가치 건조제품 생산용 비가열 건조기술 및 시스템이 개발된다.	2006	3
	29	미생물 배양 모니터링 시스템이 개발된다.	2007	2
	30	생물재료의 비파괴 물성측정 시스템이 개발된다.	2006	3
	31	착유로봇 및 사양관리 시스템이 개발된다.	2006	3
	32	축산 분뇨의 고효율 처리기술이 개발된다.	2006	3

국내실현 시기(A)	번호	과 제 명	세계실현 시기(B)	격차 (A-B)
2009	33	가축 무인관리 실용화 기술이 개발된다.	2007	2
	36	시설재배 시스템 표준화가 이루어진다.	2006	3
	37	온실작업환경 쾌적화 기술이 개발된다.	2006	3
	38	저비용 온실 생력 기계설비 시스템이 개발된다.	2006	3
	43	자원곤충 사육시설이 개발된다.	2007	2
	44	바이오매스 연료화 기술이 개발된다.	2007	2
	50	가축의 생육관리를 위한 생체정보 측정 및 관리 시스템이 개발된다.	2007	2
	51	조직배양 자동화를 위한 시스템 통합기술이 개발된다.	2007	2
2010	18	기능성 물질의 나노캡슐 제조기술이 개발된다.	2008	2
	54	가축 진단용 마이크로칩센서가 개발된다.	2007	3
	55	바이오리액터를 이용한 기능성 물질 대량생산 시스템이 개발된다.	2009	1
2011	2	친환경 정밀농업 기계기술이 개발된다.	2008	3
	4	과일의 효율적 수확시스템이 개발된다.	2007	4
	7	농작업 로봇이 개발된다.	2009	2
	16	생물소재의 나노분쇄기술이 개발된다.	2009	2
	17	고부가가치 생물소재의 추출 및 분리정제 시스템이 개발된다.	2009	2
	48	농산물의 기능성성분 강화를 위한 생체대사 조절 장치가 개발된다.	2009	2
	52	동식물 생체진단용 비파괴 측정기술이 개발된다.	2008	3
	53	생물정보학을 이용한 식물자원 관리시스템이 개발된다.	2008	3
2012	47	생물분자 특성제어를 이용한 생물재료의 물성 변환기술이 개발된다.	2009	3
2013	45	농업용 대체에너지 기술이 개발된다.	2009	4
2014	3	농작업 무인화 기술이 개발된다.	2011	3
	6	농업용 차량의 무인 자율주행시스템이 개발된다.	2009	5
	28	유해성분의 나노그램 센싱기술이 개발된다.	2009	5
	46	생물분자 신속측정을 위한 생물광학기술이 개발된다.	2010	4

10. 기술예측 결과표

영역	번호	과제명	설문구분		응답자수	전문도			중요도지수	국내수준
			1	전체		대	중	소		
						傳大	명	빈도	빈도	빈도
			2					Index	%	

실현시기 (년)	연구개발추진주체	정책수단
	빈도	빈도
	빈도	빈도



※자세한 내용은 「제1절 예측조사의 개요」의 「4. 예측조사 결과표」 참고

과목명	번호	과제명	실문구분	00 첨가 자 수	전문도			중 요 도 지 수	국 내 수 준 (%)
					대	중	소		
					1차	2차	3차		
생물 생산 기 계 기 술	1	친환경 토양관리 기계기술이 개발된다.	1차	전체 30	9	15	6	70.7	54.0
			2차	국내 9				94.4	64.4
	2	친환경 정밀농업 기계기술이 개발된다.	1차	전체 30	14	13	3	81.9	54.0
			2차	국내 14				89.3	60.0
	3	농작업 무인화 기술이 개발된다.	1차	전체 30	17	10	3	74.1	50.7
			2차	국내 17				83.8	51.8
	4	과일의 효율적 수확시스템이 개발된다.	1차	전체 30	9	15	6	65.8	56.1
			2차	국내 9				88.9	60.0
	5	면역엽채류의 수확기계기술이 개발된다.	1차	전체 31	6	16	9	61.6	54.5
			2차	국내 6				83.3	80.0
	6	농업용 차량의 무인 자율주행시스템이 개발된다.	1차	전체 31	13	14	4	59.2	58.1
			2차	국내 13				75.0	67.7
	7	농작업 로봇이 개발된다.	1차	전체 30	14	11	5	67.2	48.7
			2차	국내 14				82.1	48.6
	8	농용기관의 배기가스 저감기술이 개발된다.	1차	전체 30	6	17	7	53.4	60.0
			2차	국내 6				66.7	63.3
	9	산림 관리 임업기계기 개발된다.	1차	전체 30	3	17	10	54.3	49.7
			2차	국내 3				83.3	46.7
	10	가축의 개체관리 기술이 개발된다.	1차	전체 30	5	13	12	65.5	57.9
			2차	국내 5				70.0	56.0
	11	농업기계 모듈화 및 표준화 기술이 개발된다.	1차	전체 30	12	13	5	70.8	62.0
			2차	국내 12				83.3	58.3

실현 시기(년)						연구개발추진주체				정책수단					
2005	2010	2015	2020	2025		민간주도	정부주도	산학연협동	국제공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
						20	154	188	31	73	103	103	157	50	00
						32	94	228	86	77	88	146	1711	31	00
						53	53	2716	43	105	54	148	1815	21	00
						60	53	269	31	64	125	102	168	20	00
						30	52	275	10	52	72	92	184	10	00
						53	74	2611	53	96	95	133	2012	21	00
						31	73	2412	65	105	106	104	1812	31	00
						80	114	194	10	80	42	101	174	52	00
						50	133	192	20	92	80	90	173	30	00
						92	30	254	21	61	111	123	153	10	00
						95	114	219	21	43	125	136	138	83	00

영역	번호	과제명	실문구분		응답자 수	전문도			중요도 지수	국내 수준 (%)
						대	중	소		
농업기계	12	농업기계의 안전성 및 조작성 편의성 향상 기술이 개발된다.	1차	전체	30	13	14	3	66.7	67.3
				傳大	13				78.8	64.6
		2차	국내							
			세계							
	13	농작업기계의 인간공학적 설계기술이 개발된다.	1차	전체	29	11	14	4	66.4	62.7
				傳大	11				85.0	56.4
	2차	국내								
		세계								
14	농업기계의 고속화 및 고효율화 기술이 개발된다.	1차	전체	30	12	13	5	70.0	66.9	
			傳大	12				87.5	60.0	
	2차	국내								
		세계								
생물공학	15	농산물 품질 및 안전성 평가를 위한 센서기술이 개발된다.	1차	전체	31	12	15	4	83.9	56.8
				傳大	12				95.8	60.0
		2차	국내							
			세계							
	16	생물소재의 나노분해기술이 개발된다.	1차	전체	31	6	11	14	56.5	46.5
				傳大	6				79.2	40.0
		2차	국내							
			세계							
	17	고부가가치 생물소재의 추출 및 분리정제 시스템이 개발된다.	1차	전체	31	4	11	16	69.4	52.9
				傳大	4				87.5	50.0
		2차	국내							
			세계							
	18	기능성 물질의 나노캡슐 제조기술이 개발된다.	1차	전체	30	4	6	20	64.5	41.9
				傳大	4				81.3	50.0
		2차	국내							
			세계							
	19	전자기파 에너지를 이용한 살균장치가 개발된다.	1차	전체	31	6	12	13	48.4	55.5
				傳大	6				75.0	50.0
		2차	국내							
			세계							
	20	농산 부산물 및 폐기물 처리기술이 개발된다.	1차	전체	31	7	16	8	81.5	61.3
				傳大	7				89.3	68.6
		2차	국내							
			세계							
21	쌀의 고품질화를 위한 수확후 처리기술 및 시스템이 개발된다.	1차	전체	31	9	15	7	67.7	73.5	
			傳大	9				88.9	80.0	
	2차	국내								
		세계								
22	농산물 유통을 위한 지능형 물류시스템이 개발된다.	1차	전체	31	8	13	10	61.3	63.9	
			傳大	8				75.0	62.5	
	2차	국내								
		세계								

실현 시기(년)						연구개발추진주체				정책수단					
2005	2010	2015	2020	2025		민간주도	정부주도	산업연접예	국제공동	인력양성	협업연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
						12	4	23	3	8	8	4	17	9	0
						6	3	11	2	5	3	1	11	3	0
						11	2	23	4	9	5	5	19	5	0
						3	1	10	2	3	3	2	9	2	0
						13	1	22	2	6	4	4	21	2	1
						5	1	11	2	3	3	2	11	2	0
						2	11	22	3	11	5	8	19	3	0
						1	5	8	2	4	0	3	9	1	0
						5	8	19	9	10	10	6	19	2	0
						0	3	3	3	1	2	0	4	0	0
						9	2	25	4	10	7	7	20	1	0
						1	0	4	0	1	0	0	3	0	0
						7	7	18	9	9	9	5	21	1	0
						1	2	1	1	0	0	0	3	0	0
						13	2	21	1	8	7	8	16	1	0
						0	1	5	0	0	0	2	3	0	0
						5	16	21	0	7	2	11	16	10	0
						0	4	5	0	1	0	2	3	2	0
						9	9	20	0	6	5	9	18	3	0
						0	4	8	0	3	2	1	6	1	0
						7	16	17	1	5	4	17	11	6	0
						0	3	7	0	1	0	4	2	2	0

요양	번호	과제명	설문구분	응답자수	전문도			중요도지수	국내수준(%)	
					대	중	소			
생물제품정시스템기술	23	과실류 및 채소류의 수확후 관리기술 및 위생처리기술이 개발된다.	1차	전체	31	8	15	8	69.4	68.4
				博大	8				93.8	82.5
	24	농산물의 선도유지 기술 및 시스템이 개발된다.	1차	전체	31	8	16	7	75.0	67.7
				博大	8				81.3	80.0
	25	생물소재의 저온/저압 분쇄장치가 개발된다.	1차	전체	30	4	13	13	47.5	60.6
				博大	4				62.5	60.0
	26	농산물의 자동품질관정 시스템이 개발된다.	1차	전체	32	13	11	8	75.0	67.5
				博大	13				84.6	76.9
	27	고부가가치 건조제품 생산용 비가열 건조기술 및 시스템이 개발된다.	1차	전체	31	8	17	6	63.3	62.6
				博大	8				75.0	62.5
	28	유해성분의 나노그램 센싱기술이 개발된다.	1차	전체	31	5	10	16	60.5	43.2
				博大	5				90.0	44.0
	29	미생물 배양 모니터링 시스템이 개발된다.	1차	전체	31	6	11	14	58.1	58.7
				博大	6				75.0	56.7
30	생물재료의 비파괴 물성측정 시스템이 개발된다.	1차	전체	31	11	15	5	66.9	62.6	
			博大	11				79.5	74.5	
생물생산시설시스템기술	31	착유로봇 및 사양관리 시스템이 개발된다.	1차	전체	30	6	19	5	58.3	59.3
				博大	6				70.8	66.7
	32	축산 분뇨의 고효율 처리기술이 개발된다.	1차	전체	31	4	15	12	67.7	64.5
				博大	4				75.0	80.0
	33	가축 무인관리 실용화 기술이 개발된다.	1차	전체	31	6	14	11	62.9	56.8
				博大	6				91.7	66.7
				2차	국내					
					세계					

실현 시기(년)					연구개발추진주체				정책수단					
2005	2010	2015	2020	2025	민간주도	정부주도	산학연협업	국제공동	인력양성	협업연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
					10	4	22	0	7	6	12	17	2	0
					0	2	8	0	2	0	2	6	1	0
					7	3	27	0	8	6	10	17	3	0
					0	2	8	0	2	0	2	6	1	0
					13	5	20	0	8	3	8	17	2	0
					0	2	8	0	2	0	2	6	1	0
					7	10	23	1	11	5	11	14	5	0
					0	2	8	0	2	0	2	6	1	0
					10	6	23	0	5	7	5	21	1	0
					0	2	8	0	2	0	2	6	1	0
					5	11	20	10	10	6	10	17	3	0
					0	2	8	0	2	0	2	6	1	0
					9	3	26	4	9	7	5	20	1	0
					0	2	8	0	2	0	2	6	1	0
					6	7	25	1	9	6	7	17	2	0
					0	2	8	0	2	0	2	6	1	0
					9	6	22	3	9	6	8	18	1	0
					0	2	8	0	2	0	2	6	1	0
					8	14	17	1	6	6	12	16	7	0
					0	2	8	0	2	0	2	6	1	0
					12	5	21	0	8	8	10	19	2	0
					0	2	8	0	2	0	2	6	1	0

영역	순번	과제명	설문구분	응답자수	전문도			중요도지수	국내수준 (%)	
					대	중	소			
					전체	국내	세계			
생물생산시설시스템기술	34	축사 최적 환경 관리기술이 개발된다.	1차	전체	30	10	12	8	71.7	61.3
				博大	10				80.0	68.0
	2차	국내								
		세계								
	35	과수시설 재배 시스템이 개발된다.	1차	전체	30	4	19	7	51.7	63.3
				博大	4				75.0	85.0
	2차	국내								
		세계								
	36	시설재배 시스템 표준화가 이루어진다.	1차	전체	30	6	17	7	62.5	66.7
				博大	6				75.0	73.3
	2차	국내								
		세계								
	37	온실작업환경 쾌적화 기술이 개발된다.	1차	전체	30	9	14	7	60.0	69.3
				博大	9				75.0	75.6
	2차	국내								
		세계								
	38	저비용 온실 생력 기계설비 시스템이 개발된다.	1차	전체	30	8	17	5	71.7	72.0
				博大	8				78.1	80.0
	2차	국내								
		세계								
39	고효율 시설 냉방기술이 개발된다.	1차	전체	31	7	16	8	63.7	67.1	
			博大	7				78.6	71.4	
2차	국내									
	세계									
40	과채류 선도유지 시설이 개발된다.	1차	전체	31	7	14	10	74.2	68.0	
			博大	7				92.9	74.3	
2차	국내									
	세계									
41	화훼류 선도유지 시설이 개발된다.	1차	전체	31	5	12	14	67.5	68.0	
			博大	5				85.0	80.0	
2차	국내									
	세계									
42	버섯 생산 기계화 시스템이 개발된다.	1차	전체	30	7	14	9	52.6	67.6	
			博大	7				75.0	74.3	
2차	국내									
	세계									
43	자원곤충 사육시설이 개발된다.	1차	전체	30	2	10	18	51.7	55.0	
			博大	2				100.0	40.0	
2차	국내									
	세계									
44	바이오매스 연료화 기술이 개발된다.	1차	전체	30	6	14	10	62.5	62.0	
			博大	6				83.3	63.3	
2차	국내									
	세계									

실현 시기(년)						연구개발추진주체				정책수단					
2005	2010	2015	2020	2025		민간주도	정부주도	산학연협업	국제공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
						6	5	23	0	8	5	11	18	1	0
						2	1	7	0	3	1	3	6	0	0
						10	4	21	0	4	8	11	17	0	1
						0	1	3	0	1	1	2	2	0	0
						3	19	15	0	5	5	13	13	8	0
						0	4	3	0	1	1	1	3	2	0
						11	2	21	0	7	5	7	21	2	0
						4	0	6	0	3	2	1	7	0	0
						17	0	19	0	7	9	6	20	0	0
						4	0	6	0	2	3	0	6	0	0
						17	3	20	0	7	6	6	22	0	0
						2	1	6	0	2	0	2	6	0	0
						12	3	23	0	4	6	10	20	1	0
						2	1	6	0	1	1	2	5	0	0
						12	4	20	1	3	6	10	21	0	0
						2	0	4	0	1	1	1	3	0	0
						13	2	22	0	6	5	6	20	0	0
						3	1	6	0	1	1	2	7	0	0
						8	9	19	1	5	5	7	19	0	0
						1	1	0	0	0	0	0	2	0	0
						4	10	23	1	9	5	11	18	2	0
						1	2	4	1	3	2	3	2	1	0

구분	영역	번호	과제명	설문구분		응답자 수	전문도			중요도 지수	국내 수준 (%)
							대	중	소		
기술개발사업	농업	45	농업용 대체에너지 기술이 개발된다.	1차	전체	30	10	15	5	65.5	52.4
					국내	10				80.6	55.6
				2차	국제						
생명시스템기술	46	생물분자 신속측정을 위한 생물광학기술이 개발된다.	1차	전체	31	6	8	17	55.0	46.0	
				국내	6				91.7	56.7	
					2차	국제					
	47	생물분자 특성제어를 이용한 생물재료의 물성 변환기술이 개발된다.	1차	전체	31	3	9	19	50.0	42.0	
				국내	3				100.0	60.0	
					2차	국제					
	48	농산물의 기능성성분 강화를 위한 생체대사 조절장치가 개발된다.	1차	전체	29	3	5	21	51.8	43.6	
				국내	3				83.3	60.0	
					2차	국제					
	49	축산 폐기물의 생물공학적인 처리 및 재활용 시스템이 개발된다.	1차	전체	31	8	13	10	67.2	59.3	
				국내	8				87.5	75.0	
					2차	국제					
	50	가축의 생육관리를 위한 생체정보 측정 및 관리 시스템이 개발된다.	1차	전체	31	8	9	14	63.3	57.4	
				국내	8				87.5	70.0	
					2차	국제					
	51	조식배양 자동화를 위한 시스템 통합기술이 개발된다.	1차	전체	29	8	9	12	61.2	57.9	
				국내	8				68.8	60.0	
					2차	국제					
	52	동식을 생체 진단용 비파괴 측정기술이 개발된다.	1차	전체	31	9	10	12	72.5	52.0	
				국내	9				94.4	52.5	
				2차	국제						
53	생물정보학을 이용한 식물자원 관리시스템이 개발된다.	1차	전체	29	7	6	16	67.0	52.1		
			국내	7				92.9	51.4		
				2차	국제						
54	가축 진단용 마이크로칩센서가 개발된다.	1차	전체	30	6	10	14	64.2	47.3		
			국내	6				83.3	53.3		
				2차	국제						
55	바이오리액터를 이용한 기능성 물질 대량생산 시스템이 개발된다.	1차	전체	29	5	9	15	63.9	53.6		
			국내	5				100.0	52.0		
				2차	국제						

실현 시기(년)					연구개발추진주체				정책수단					
2005	2010	2015	2020	2025	민간주도	정부주도	산학연협동	국제공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
					3	17	19	0	8	5	11	18	4	0
					2	4	7	0	2	1	5	6	2	0
					5	4	21	9	8	8	5	20	0	0
					0	0	5	3	1	1	2	3	0	0
					3	5	23	8	7	6	5	22	0	0
					0	0	3	0	0	0	1	2	0	0
					4	3	24	5	7	6	6	18	0	0
					0	0	3	0	0	0	1	2	0	0
					6	11	22	1	5	6	13	19	5	0
					1	3	6	0	1	3	4	6	2	0
					7	6	24	2	7	7	9	22	1	0
					2	0	7	0	3	1	3	5	0	0
					9	3	23	1	9	6	6	20	0	0
					3	0	6	0	2	2	2	5	0	0
					4	6	27	4	10	8	7	22	0	0
					1	1	9	0	4	2	2	6	0	0
					3	7	20	4	8	10	7	15	2	1
					0	2	4	1	3	1	3	2	1	0
					6	2	27	7	10	4	9	20	2	0
					2	0	5	2	2	1	2	3	0	0
					9	2	22	2	7	7	6	20	0	0
					0	0	4	1	2	1	1	3	0	0

제6절 생명공학분야 기술예측

1. 설문응답자의 특성

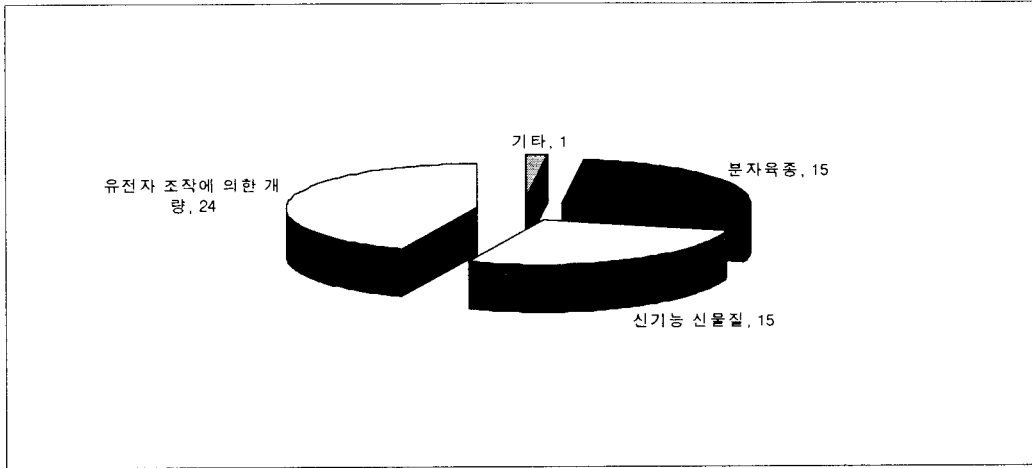
생명공학분야의 응답자들은 40~49세 연령계층이 35명으로 전체 응답자의 81%를 차지했고, 이어서 50~59세 연령계층이 7명으로 16%를 차지했다. 연구경력 기간은 10~19년이 전체의 58%를 차지했으며, 이어서 20~29년이 37%를 차지했다. 응답자 분포는 연구원 9명, 기업 3명, 대학이 31명으로 대학교수가 전체의 72%를 차지했다.

<표 3-2-25> 생명공학분야 미래기술예측 설문응답자의 분포

응답자	계	연령코드				경력코드					
		30~39	40~49	50~59	60~	0~9	10~19	20~29	30~39	40~	
연구원	박사	9	1	8			6	3			
	소계	9	1	8	0	0	0	6	3	0	0
기업	박사	3		3			1	2			
	석사	0									
	소계	3	0	3	0	0	1	2	0	0	0
대학	박사	31		24	7			17	13	1	
	석사	0									
	소계	31	0	24	7	0	0	17	13	1	0
총합계	43	1	35	7	0	1	25	16	1	0	

2. 영역별 도출 과제수

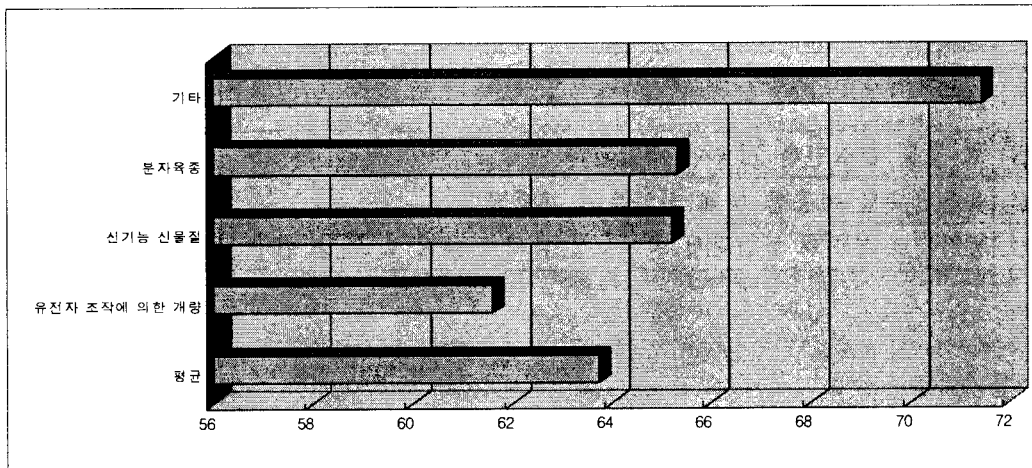
생명공학분야의 영역별 과제수의 분포는 분자유종 15개, 신기능 신물질이 15개, 유전자 조작에 의한 개량 24개, 그 외 기타가 1개로 분류되었으며 총 과제수는 55개로 최종 확정되었다. 생명공학분야의 연구과제 중에서 유전자 조작에 의한 개량 영역의 과제가 24개로 가장 많은 것으로 나타났다.



<그림 3-2-29> 생명공학분야의 중분류의 분포도

3. 과제 의 중요도

과제의 중요도지수를 적용하여 생명공학분야의 5개의 중분류를 비교하여 보았을 때, 그림에서 보는 바와 같이 기타가 가장 높은 중요도지수를 나타내고 있지만 기타 영역의 과제가 1개로 이 영역을 제외하고 비교하면, 분자유종이 65.33으로 가장 높았으며, 이어서 신기능 신물질, 유전자 조작에 의한 개량의 순으로 나타났다. 구체적으로 중요도지수 높은 상위 20개 과제는 다음의 표와 같다.



<그림 3-2-30> 생명공학분야의 중요도지수

<표 3-2-26> 생명공학분야의 중요도지수 상위 20개 과제

순위	과제명	중요도 지수	국내수준 (%)
1	천연물로 부터의 바이오소재가 개발된다.	85.56	67.56
2	유전자 변형 생물체와 생산물의 안전성 평가 기술이 개발된다.	81.40	56.59
3	병충해 저항성 농작물이 개발된다.	76.67	57.62
4	천연자원을 이용한 혈당조절 및 당뇨병 치료 바이오소재가 개발된다.	75.58	62.33
5	인공 장기 생산용 형질전환 동물 개발 기술이 개발된다.	75.57	48.84
6	친환경 천연 생물농약 개발 기술이 개발된다.	75.00	65.12
7	2차 대사산물 관련 유전자 발굴 및 기능성 강화 농작물이 개발된다.	75.00	53.49
8	작물의 염기서열 및 유전자지도를 이용한 고부가 가치 유전자가 확보된다.	73.89	57.62
9	식물에서의 고기능성 유용 백신 생산 기술이 개발된다.	73.86	50.70
10	잔류용 농약의 분해 및 환경정화용 작물이 개발된다.	72.67	51.50
11	내재해성 농작물이 개발된다.	71.59	52.68
12	친환경 생분해성 농업자재가 개발된다.	71.43	56.41
13	유용 단백질 생산 형질전환 동물 개발 기술이 개발된다.	71.11	62.38
14	주요 농작물 유전자원의 장기저장, 평가, 증식, 관리 기술이 개발된다.	69.89	58.05
15	미생물 자원으로부터 유용 천연물질의 개발이 이루어진다.	69.19	66.34
16	형질전환 실험동물 모델이 개발된다.	68.75	57.62
17	수입농축산물 차별화 와 검역을 위한 간편 진단 기술이 개발된다.	68.60	65.50
18	고 효율 형질전환 기술이 개발된다.	68.18	67.14
19	유용균류를 이용한 대체 의약품이 개발된다.	68.02	62.38
20	농작물로 부터의 항진균성 신기능성 단백질 분리 및 기능 연구	66.28	61.00

가. 분자유종

분자유종영역에서는 ‘유전자 변형 생물체와 생산물의 안전성 평가 기술이 개발된다’의 연구과제가 중요도지수 81.40으로 나타났으며, 선진국 대비 기술수준은 56.59로 비교적 낮게 나타났다.

<표 3-2-27> 분자유종 영역의 중요도지수 상위 5개 과제

순위	과제명	중요도 지수	국내수준 (%)
1	유전자 변형 생물체와 생산물의 안전성 평가 기술이 개발된다.	81.40	56.59
2	병충해 저항성 농작물이 개발된다.	76.67	57.62
3	2차 대사산물 관련 유전자 발굴 및 기능성 강화 농작물이 개발된다.	75.00	53.49
4	작물의 염기서열 및 유전자지도를 이용한 고부가 가치 유전자가 확보된다.	73.89	57.62
5	내재해성 농작물이 개발된다.	71.59	52.68

나. 신기능 신물질

신기능 신물질 영역에서는 '천연물로 부터의 바이오소재가 개발된다'의 연구과제가 중요도지수 85.56으로 높게 나타났으며, 선진국 대비 기술수준도 67.56으로 상대적으로 높게 나타났다.

<표 3-2-28> 신기능 신물질 영역의 중요도지수 상위 5개 과제

순위	과제명	중요도 지수	국내수준 (%)
1	천연물로 부터의 바이오소재가 개발된다.	85.56	67.56
2	천연자원을 이용한 혈당조절 및 당뇨병 치료 바이오소재가 개발된다.	75.58	62.33
3	친환경 천연 생물농약 개발 기술이 개발된다.	75.00	65.12
4	유용균류를 이용한 대체 의약품이 개발된다.	68.02	62.38
5	농작물로 부터의 항진균성 신기능성 단백질 분리 및 기능 연구	66.28	61.00

다. 유전자 조작에 의한 개량

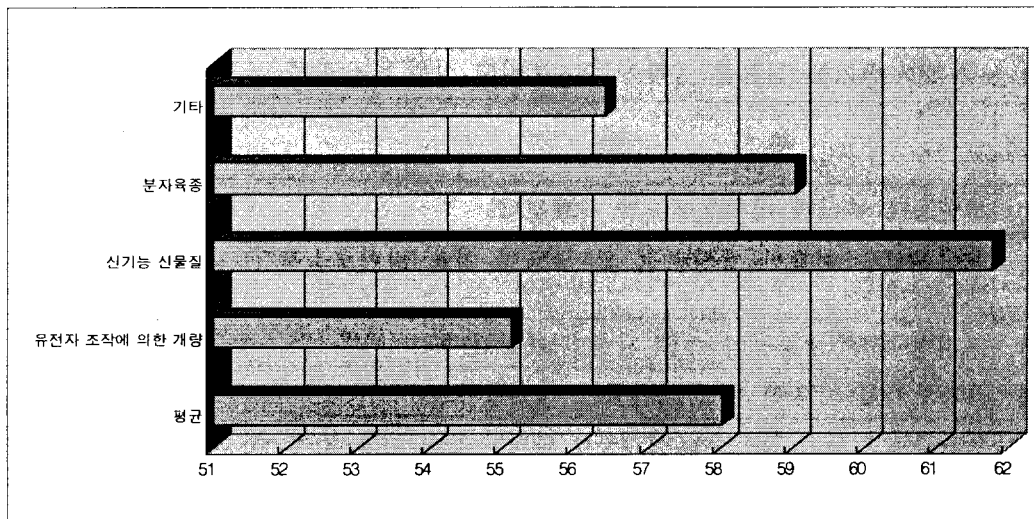
유전자 조작에 의한 개량 영역에서는 '인공 장기 생산용 형질전환 동물 개발 기술이 개발된다'의 연구과제가 중요도 지수 75.57로 타 영역에 비해 낮게 나타났으며, 선진국 대비 기술수준 또한 48.84로 가장 낮게 나타났다.

<표 3-2-29> 유전자 조작에 의한 개량 영역의 중요도지수 상위 5개 과제

순위	과제명	중요도 지수	국내수준 (%)
1	인공 장기 생산용 형질전환 동물 개발 기술이 개발된다.	75.57	48.84
2	식물에서의 고기능성 유용 백신 생산 기술이 개발된다.	73.86	50.70
3	잔류용 농약의 분해 및 환경정화용 작물이 개발된다.	72.67	51.50
4	유용 단백질 생산 형질전환 동물 개발 기술이 개발된다.	71.11	62.38
5	미생물 자원으로부터 유용 천연물질의 개발이 이루어진다.	69.19	66.34

4. 과제의 연구개발수준

연구개발수준은 선진국과 비교하여 평균 58.03% 수준으로 평가되었다. 선진국 대비 기술수준이 다소 양호하게 나타난 영역은 신기능 신물질이 61.77%로 가장 높게 나타났다으며, 이어서 분자유종, 유전자 조작에 의한 개량의 순으로 나타났다.



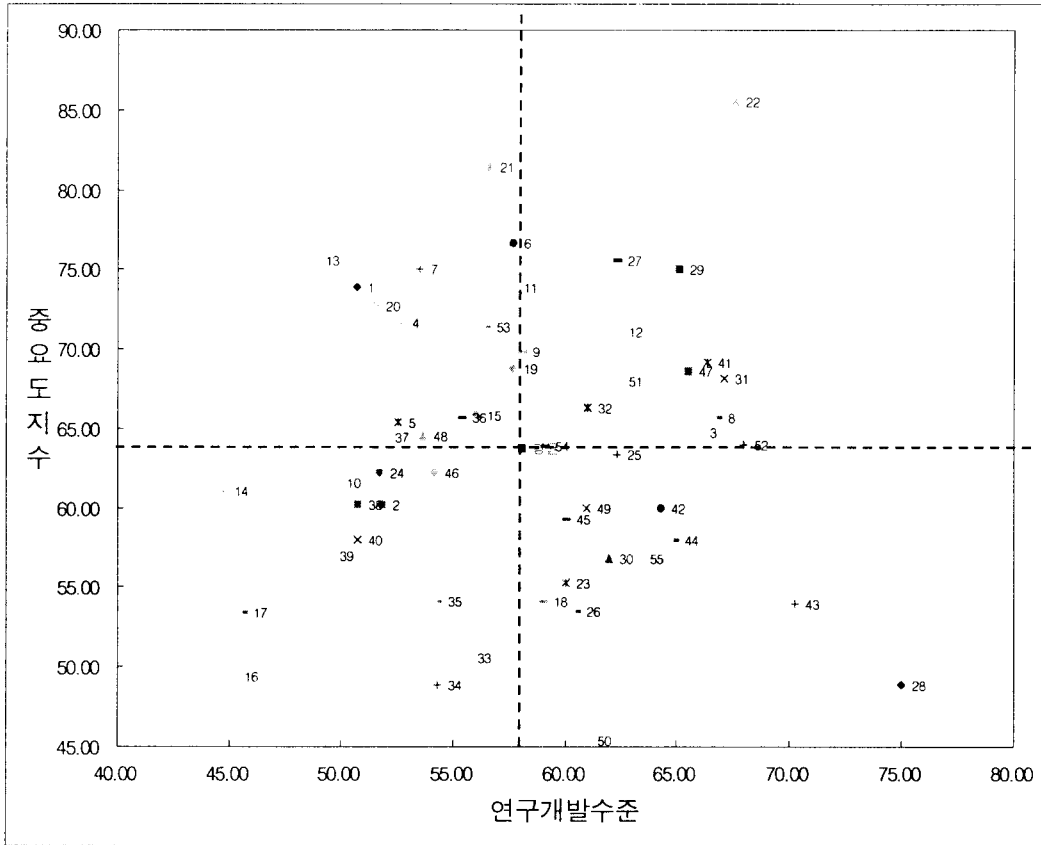
<그림 3-2-31> 생명공학분야의 연구개발 수준

<표 3-2-30> 연구개발수준이 높은 상위 10대 과제

번호	과 제 명	연구개발수준
28	농작물의 1 대 집중 생산 기술이 개발된다.	75.00
43	세포공학 기술을 이용한 영양번식 작물의 대량번식기술이 개발된다.	70.24
52	미생물 효소공학을 활용한 기능성 물질 생산 기술이 개발된다.	68.00
22	천연물로 부터의 바이오소재가 개발된다.	67.56
31	고 효율 형질전환 기술이 개발된다.	67.14
8	생물반응기를 이용한 유용물질 및 식물체 대량 생산기술이 개발된다.	66.83
41	미생물 자원으로부터 유용 천연물질의 개발이 이루어진다.	66.34
3	고효율 식물 조직배양 기술이 개발된다.	66.00
47	수입농축산물 차별화와 검역을 위한 간편 진단 기술이 개발된다.	65.50
29	친환경 천연 생물농약 개발 기술이 개발된다.	65.12

5. 중요도와 연구개발수준의 비교

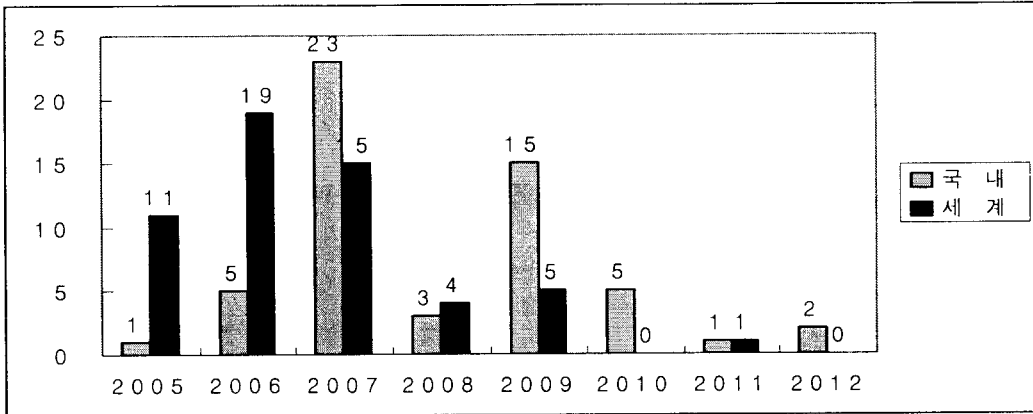
생명공학분야의 평균 연구개발수준은 58.03%이며, 평균 중요도지수는 63.75로 나타났다. I사분면에 해당하는 과제는 14개로 가장 성장 잠재력이 높은 영역으로 나타났고, II사분면에 위치한 과제는 15개로 중요도는 높으나 연구개발 수준이 낮아 지속적인 투자가 요구되는 영역으로 평가되었다.



<그림 3-2-32> 생명공학분야 연구과제의 중요도지수-연구개발수준 포트폴리오

6. 실현시기 예측결과

국내 실현시기와 세계실현시기의 분포는 아래 그림과 같이 나타났다. 먼저 국내 실현시기를 비교하면, 총 55개 과제 중 53%가 2007년까지 실현될 것으로 예측되었다. 세계실현시기는 64%의 과제가 2007년까지 실현될 것으로 예측되었다.

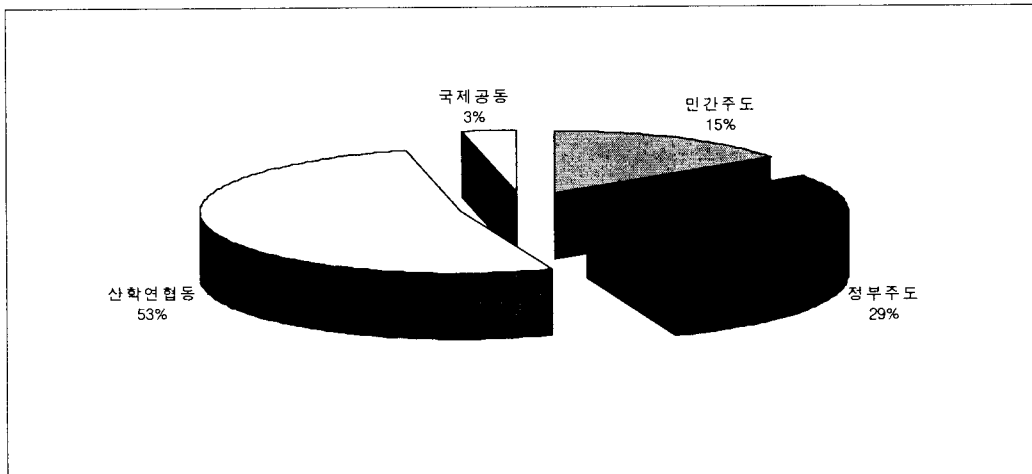


<그림 3-2-33> 생명공학분야 실현시기 예측결과 분포도

선진국과 실현시기의 격차가 전혀 없는 과제는 5%, 1년이 늦은 과제는 53%, 2년이 늦은 과제는 38%, 3년과 4년이 늦은 과제는 각각 1개 과제로 나타났다.

7. 연구개발 추진주체

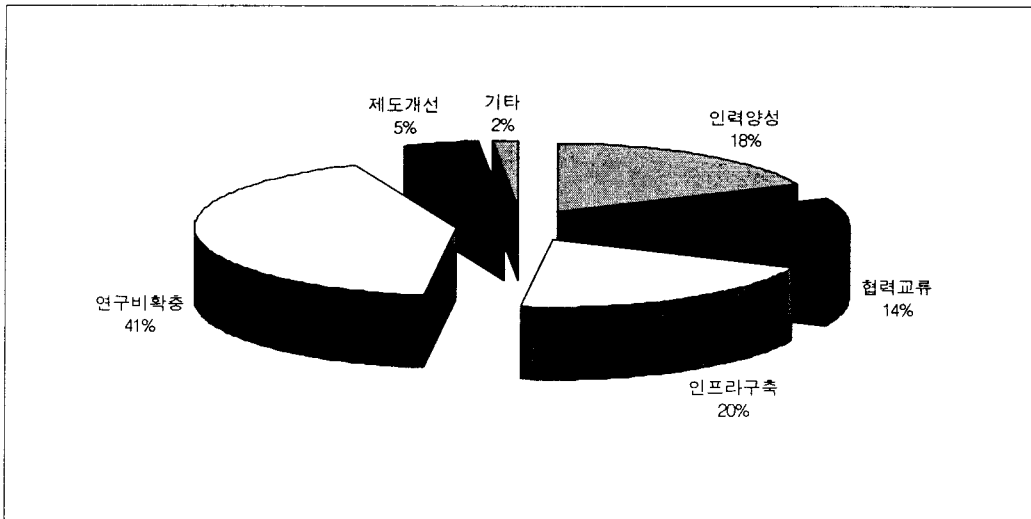
연구개발 추진 방법에 대한 의견은 다음 그림과 같이 나타났다. 산학연협동이 53%, 정부주도가 29%, 민간주도가 15%, 국제공동이 3% 순으로 나타나, 산학연의 유기적 협동에 의한 연구가 가장 요구되는 추진방법으로 나타났다



<그림 3-2-34> 생명공학분야의 연구개발 추진방법의 분포

8. 연구개발 정책수단

정부의 정책수단에 대한 응답결과는 '연구비확충'이 41%, '인프라구축'이 20%, '인력양성'이 18%, '협력교류'가 14%를 차지하고 있었다. 이는 생명공학분야의 연구과제 개발에 대한 연구비 확충이 절실하며 인프라구축 및 인력양성 대한 장려책이 필요함을 의미하고 있다.



<그림 3-2-35> 생명공학분야 연구과제개발 추진을 위한 정책수단 분포

9. 미래기술연표

국내실현 시기(A)	번호	과 제 명	세계실현 시기(B)	격차 (A-B)
2005	3	고효율 식물 조직배양 기술이 개발된다.	2005	0
2006	23	helicobacter pylori 원인구명 및 제어기술이 개발된다.	2005	1
	28	농작물의 1 대 잡종 생산 기술이 개발된다.	2005	1
	44	종묘분쟁 해결을 위한 F1 잡종종자의 신속 간별법 및 순도 검정기술이 개발된다.	2005	1
	52	미생물 효소공학을 활용한 기능성 물질 생산 기술이 개발된다.	2005	1
	55	고부가 가치 식용 천연색소 기술이 개발된다.	2005	1
2007	2	환경친화형 선발마커 및 유전자 발현시스템이 개발된다.	2006	1
	8	생물반응기를 이용한 유용물질 및 식물체 대량 생산기술이 개발된다.	2006	1
	9	주요 농작물 유전자원의 장기저장, 평가, 증식, 관리 기술이 개발된다.	2005	2
	12	유용 단백질 생산 형질전환 동물 개발 기술이 개발된다.	2006	1
	19	형질전환 실험동물 모델이 개발된다.	2005	2
	21	유전자 변형 생물체와 생산물의 안전성 평가 기술이 개발된다.	2006	1
	22	천연물로 부터의 바이오소재가 개발된다.	2006	1
	25	천연자원을 이용한 피부노화 방지 및 피부질환 치료 신기능성 물질이 개발된다.	2006	1
	26	국산 방향성 식물을 활용한 신기능성 물질이 개발된다.	2006	1
	27	천연자원을 이용한 혈당조절 및 당뇨병 치료 바이오소재가 개발된다.	2006	1
	29	친환경 천연 생물농약 개발 기술이 개발된다.	2005	2
	30	작물 기관특이 유용 프로모터가 개발된다.	2006	1
	31	고 효율 형질전환 기술이 개발된다.	2005	2
	32	농작물로 부터의 항진균성 신기능성 단백질 분리 및 기능 연구	2006	1
	33	농업용 기능성 펩티드 개발된다. 및 이용 기술이 개발된다.	2006	1
34	농업용 기능성 펩티드 대량 생산을 위한 인공 유전자의 제조 및 발현시스템이 개발된다.	2006	1	
41	미생물 자원으로부터 유용 천연물질의 개발이 이루어진다.	2006	1	

국내실현 시기(A)	번호	과 제 명	세계실현 시기(B)	격차 (A-B)
2007	42	생물자원을 이용한 신기능성 농업용 효소 탐색 및 대량생산기술이 개발된다.	2006	1
	43	세포공학 기술을 이용한 영양변식 작물의 대량변식기술이 개발된다.	2006	1
	46	동식물 질병 및 생리장해 진단용 DNA chip이 개발된다.	2006	1
	47	수입농축산물 차별화와 검역을 위한 간편 진단 기술이 개발된다.	2006	1
	49	친환경 제초제 저항성 작물이 개발된다.	2007	0
	53	친환경 생분해성 농업자재가 개발된다.	2006	1
2008	15	유전자 재조합 미생물의 환경 안전성 확보기술이 개발된다.	2006	2
	48	친환경 유기 축산물 생산을 위한 항생제 대체 면역증강물질이 개발된다.	2007	1
	51	유용균류를 이용한 대체 의약품이 개발된다.	2007	1
2009	1	식물에서의 고기능성 유용 백신 생산 기술이 개발된다.	2007	2
	4	내재해성 농작물이 개발된다.	2008	1
	6	병충해 저항성 농작물이 개발된다.	2007	2
	7	2 차 대사산물 관련 유전자 발굴 및 기능성 강화 농작물이 개발된다.	2007	2
	10	분자 표지 및 DNA chip을 이용한 분자유종기술이 개발된다.	2007	2
	11	작물의 염기서열 및 유전자지도를 이용한 고부가 가치 유전자가 확보된다.	2007	2
	16	고부가 가치 유용소재생산 곤충이 개발된다.	2009	0
	18	고능력 가축의 대량변식 기술이 개발된다.	2007	2
	24	천연자원을 이용한 신기능성 신경보호활성제가 개발된다.	2007	2
	35	항체를 이용한 동식물의 다양한 적용 기술이 개발된다.	2007	2
	36	농작물로부터 면역억제 활성물질이 개발된다.	2007	2
	37	프로테옴 분석을 통한 주요 원예작물의 유용 형질이 개발된다.	2007	2
	45	세포공학 기술을 이용한 유용 농작물이 개발된다.	2007	2
50	거대삼입체(BAC) 유전자를 이용한 우수 농작물이 개발된다.	2007	2	

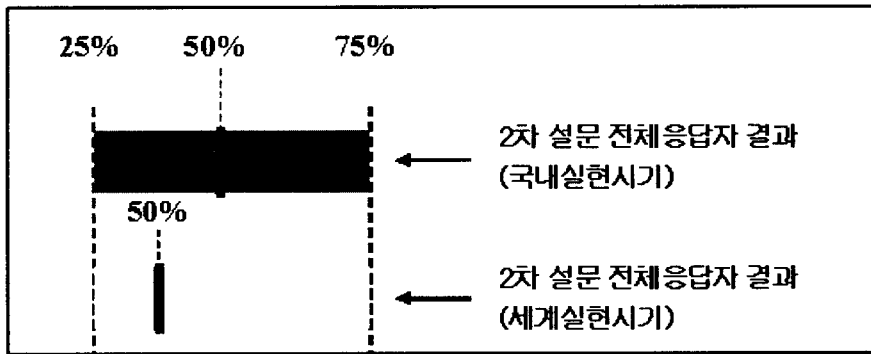
국내실현 시기(A)	번호	과 제 명	세계실현 시기(B)	격차 (A-B)
2009	54	작물의 저장성 향상을 위한 생명공학 기술이 개발된다.	2005	4
2010	5	대사조절 유전자를 이용한 생산성 향상 농작물이 개발된다.	2009	1
	17	환경 친화용 농업용 곤충이 개발된다.	2009	1
	20	잔류용 농약의 분해 및 환경정화용 작물이 개발된다.	2008	2
	39	프로테옴 분석을 통한 동물의 우수형질 관련 단백질이 개발된다.	2008	2
	40	프로테옴 분석을 통한 식물-미생물 상호작용 관련 단백질이 개발된다.	2008	2
2011	38	프로테옴 분석을 통한 주요 작물의 단백질이 대량 개발된다.	2009	2
2012	13	인공장기 생산용 형질전환동물 개발 기술이 개발된다.	2009	3
	14	질병 저항성 동물 개발 기술이 개발된다.	2011	1



10. 기술예측 결과표

영역	번호	과제명	설문구분		응답자수	전문도			중요도지수	국내수준
			1	전체		대	중	소		
				명						
				傳大	명				빈도	빈도
2										

실현시기 (년)	연구개발추진주체	정책수단
	빈도	빈도
	빈도	빈도



※자세한 내용은 「제1절 예측조사의 개요」의 「4. 예측조사 결과표」 참고

요양	번호	과제명	실문구분	응답자수	전문도			중요도지수	국내수준(%)
					대	중	소		
					전체	국내	세계		
유전자조작에 의한 개량, 분자육종	3	고효율 식물 조직배양 기술이 개발된다.	1차	전체 45 傳大 9	9	17	19	64.8 72.2	66.0 62.2
			2차	국내 세계					
	4	내재해성 농작물이 개발된다.	1차	전체 45 傳大 12	12	13	20	71.6 87.5	52.7 63.3
			2차	국내 세계					
	5	대사조절 유전자를 이용한 생산성 향상 농작물이 개발된다.	1차	전체 45 傳大 13	13	18	14	65.3 86.5	52.5 55.4
			2차	국내 세계					
	6	병충해 저항성 농작물이 개발된다.	1차	전체 45 傳大 11	11	18	16	76.7 84.1	57.6 58.2
			2차	국내 세계					
	7	2차 대사산물 관련 유전자 발굴 및 기능성 강화 농작물이 개발된다.	1차	전체 45 傳大 20	20	16	9	75.0 87.5	53.5 60.0
			2차	국내 세계					
	31	고 효율 형질전환 기술이 개발된다.	1차	전체 45 傳大 18	18	14	13	68.2 86.8	67.1 70.0
			2차	국내 세계					
	50	거대삼입체 (BAC) 유전자를 이용한 우수 농작물이 개발된다.	1차	전체 43 傳大 10	10	13	20	45.3 55.0	61.0 72.0
			2차	국내 세계					
54	작물의 저장성 향상을 위한 생명공학 기술이 개발된다.	1차	전체 45 傳大 5	5	21	19	63.9 80.0	59.0 60.0	
		2차	국내 세계						
유전자조작에 의한 개량	1	식물에서의 고기능성 유용 백신 생산 기술이 개발된다.	1차	전체 45 傳大 9	9	20	16	73.9 88.9	50.7 66.7
			2차	국내 세계					
	2	환경친화형 선발마커 및 유전자 발현시스템이 개발된다.	1차	전체 45 傳大 6	6	23	16	60.2 75.0	51.8 70.0
			2차	국내 세계					
	12	유용 단백질 생산 형질전환 동물 개발 기술이 개발된다.	1차	전체 45 傳大 9	9	16	20	71.1 80.6	62.4 55.6
			2차	국내 세계					

실현 시기(년)					연구개발추진주체				정책수단					
2005	2010	2015	2020	2025	민간주도	정부주도	산학연협동	국제공동	인력양성	협업연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
					8	4	33	2	11	11	9	21	0	0
					2	1	7	0	5	2	2	5	0	0
					1	29	16	3	13	10	18	20	3	1
					0	5	9	1	6	3	5	8	1	0
					2	20	23	5	11	11	12	24	3	0
					0	6	10	0	4	3	4	9	1	0
					2	18	29	3	9	8	16	23	5	0
					0	4	9	1	3	1	3	8	2	0
					8	11	32	2	9	11	10	30	4	0
					2	8	16	0	3	6	4	15	2	0
					8	11	30	1	11	9	8	22	2	1
					6	4	13	0	5	5	1	11	1	1
					6	15	26	2	10	10	8	19	2	2
					2	3	6	0	1	2	2	5	0	1
					5	13	30	1	7	10	8	25	3	2
					0	1	5	0	0	2	0	4	0	0
					4	10	31	8	11	14	11	26	4	0
					1	1	7	1	1	1	1	7	1	0
					3	18	21	3	13	9	10	23	3	2
					2	1	3	0	2	3	0	4	1	0
					7	10	30	3	15	6	13	27	4	1
					2	1	7	2	2	0	4	6	1	1

영역	번호	과제명	설문구분	응답자수	전문도			중요도지수	국내수준(%)	
					대	중	소			
유전자조작에의한개발	13	인공 장기 생산용 형질전환 동물 개발 기술이 개발된다.	1차	전체	45	10	11	24	75.6	48.8
				傳大	10				80.0	38.0
			2차	국내						
				세계						
	14	질병 저항성 동물 개발 기술이 개발된다.	1차	전체	45	8	8	29	61.0	44.8
				傳大	8				85.7	40.0
			2차	국내						
				세계						
	15	유전자 재조합 미생물의 환경 안전성 확보기술이 개발된다.	1차	전체	43	12	14	17	65.9	56.0
				傳大	12				79.2	58.3
			2차	국내						
				세계						
	16	고부가 가치 유용소재생산 곤충이 개발된다.	1차	전체	45	4	15	26	49.4	45.2
				傳大	4				68.8	45.0
			2차	국내						
				세계						
	17	환경 친화용 농업용 곤충이 개발된다.	1차	전체	45	3	15	27	53.4	45.6
				傳大	3				75.0	26.7
			2차	국내						
				세계						
18	고능력 가축의 대량번식 기술이 개발된다.	1차	전체	45	9	5	31	54.1	59.0	
			傳大	9				72.2	68.9	
		2차	국내							
			세계							
19	형질전환 실험동물 모델이 개발된다.	1차	전체	45	11	9	25	68.8	57.6	
			傳大	11				84.1	61.8	
		2차	국내							
			세계							
20	잔류용 농약의 분해 및 환경정화용 작물이 개발된다.	1차	전체	43	7	19	17	72.7	51.5	
			傳大	7				92.9	51.4	
		2차	국내							
			세계							
30	작물 기관특이 유용 프로모터가 개발된다.	1차	전체	44	11	16	17	56.8	62.0	
			傳大	11				63.6	70.0	
		2차	국내							
			세계							
33	농업용 기능성 펩티드 개발된다. 및 이용 기술이 개발된다.	1차	전체	44	8	16	20	50.6	55.6	
			傳大	8				53.1	52.5	
		2차	국내							
			세계							
34	농업용 기능성 펩티드 대량 생산을 위한 인공 유전자의 제조 및 발현시스템이 개발된다.	1차	전체	46	12	13	21	48.9	54.3	
			傳大	12				52.1	55.0	
		2차	국내							
			세계							

실현 시기(년)					연구개발추진주체				정책수단					
2005	2010	2015	2020	2025	민간주도	정부주도	산학연협동	국제공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
					5	17	27	4	15	8	21	22	3	0
					1	4	6	0	2	0	6	4	1	0
					4	15	30	3	18	9	17	20	2	0
					1	3	6	0	3	2	3	4	1	0
					1	19	24	1	9	5	14	21	10	1
					0	7	7	0	3	2	3	6	4	1
					8	14	26	3	16	11	8	24	2	0
					0	1	3	0	1	2	1	3	0	0
					2	19	24	4	14	7	11	19	1	0
					1	0	3	0	3	0	1	2	0	0
					6	11	27	2	10	8	16	18	2	2
					1	1	6	2	1	2	4	3	0	2
					7	15	27	2	14	7	14	25	1	0
					2	3	7	1	3	0	3	8	0	0
					4	21	20	0	10	6	11	24	1	0
					0	5	2	0	1	2	1	4	0	0
					3	13	26	4	8	8	11	23	2	2
					2	1	9	0	2	2	2	7	1	1
					8	8	31	1	10	5	6	29	1	0
					2	2	6	0	1	1	2	6	0	0
					6	15	28	0	8	7	8	28	1	1
					2	4	8	0	2	2	3	7	0	1

영역	번호	과제명	설문구분	응답자수	전문도			중요도지수	국내수준(%)	
					대	중	소			
유전자조작에 의한 개량	36	농작물로부터 면역억제 활성물질이 개발된다.	1차	전체	45	16	14	15	65.7	55.3
				傳大	16				78.1	60.0
	2차	국내								
		세계								
	37	프로테옴 분석을 통한 주요 원예작물의 유용 형질이 개발된다.	1차	전체	45	11	14	20	64.4	51.9
				傳大	11				72.7	50.9
	2차	국내								
		세계								
	38	프로테옴 분석을 통한 주요 작물의 단백질이 대량 개발된다.	1차	전체	44	11	14	19	60.2	50.7
				傳大	11				63.6	49.1
	2차	국내								
		세계								
	39	프로테옴 분석을 통한 동물의 우수형질 관련 단백질이 개발된다.	1차	전체	44	7	12	25	57.0	49.5
				傳大	7				60.7	54.3
2차	국내									
	세계									
40	프로테옴 분석을 통한 식물-미생물 상호작용 관련 단백질이 개발된다.	1차	전체	44	12	15	17	58.0	50.7	
			傳大	12				54.2	53.3	
2차	국내									
	세계									
41	미생물 자원으로부터 유용 천연물질의 개발이 이루어진다.	1차	전체	44	15	17	12	69.2	66.3	
			傳大	15				71.7	72.0	
2차	국내									
	세계									
43	세포공학 기술을 이용한 영양변식 작물의 대량변식기술이 개발된다.	1차	전체	44	8	15	21	54.0	70.2	
			傳大	8				75.0	85.0	
2차	국내									
	세계									
46	동식물 질병 및 생리장애 진단용 DNA chip이 개발된다.	1차	전체	43	11	11	21	62.2	54.1	
			傳大	11				70.5	58.2	
2차	국내									
	세계									
47	수입농축산물 차별화 와 검역을 위한 간편 진단 기술이 개발된다.	1차	전체	44	8	10	26	68.6	65.5	
			傳大	8				81.3	77.5	
2차	국내									
	세계									
55	고부가 가치 식용 천연색소 기술이 개발된다.	1차	전체	44	8	20	16	56.8	63.3	
			傳大	8				62.5	65.0	
2차	국내									
	세계									
29	친환경 천연 생물농약 개발 기술이 개발된다.	1차	전체	45	12	19	14	75.0	65.1	
			傳大	12				79.2	63.3	
2차	국내									
	세계									

실현 시기(년)					연구개발추진주체				정책수단					
2005	2010	2015	2020	2025	민간주도	정부주도	산학연협동	국제공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
					10	9	31	0	9	7	5	30	1	1
					5	3	10	0	3	1	3	14	0	0
					2	19	26	1	8	8	13	22	1	2
					1	4	9	0	3	1	2	7	0	1
					3	21	24	2	8	8	13	22	1	2
					1	7	6	0	3	2	3	5	0	1
					4	16	24	1	10	9	11	18	1	1
					1	3	3	0	1	1	2	4	0	0
					4	20	21	2	9	8	12	19	2	1
					1	8	5	0	2	2	5	6	0	0
					9	11	27	0	8	4	9	29	2	2
					4	4	10	0	3	2	5	11	0	0
					10	10	27	1	9	11	10	21	3	2
					4	1	7	0	4	4	2	5	1	0
					12	11	25	1	14	7	9	21	1	0
					7	2	4	0	3	3	2	5	0	0
					5	24	17	3	11	6	14	16	4	2
					2	5	3	1	3	2	2	2	0	1
					16	7	28	1	9	10	7	23	4	2
					3	1	6	0	2	2	2	3	0	0
					9	13	30	0	11	8	10	29	6	0
					2	6	8	0	4	3	5	6	3	0

영역	번호	과제명	설문구분	응답자수	전문도			중요도지수	국내수준 (%)	
					대	중	소			
신기능성식품개발	32	농작물로부터의 항진균성 신기능성 단백질 분리 및 기능 연구	1차	전체	44	11	17	16	66.3	61.0
				傳大	11				75.0	60.0
	2차	국내								
		세계								
	8	생물반응기를 이용한 유용물질 및 식물체 대량 생산기술이 개발된다.	1차	전체	45	14	15	16	65.7	66.8
				傳大	14				80.8	75.7
	2차	국내								
		세계								
	22	천연물로부터의 바이오소재가 개발된다.	1차	전체	44	27	10	7	85.6	67.6
				傳大	27				92.6	71.9
	2차	국내								
		세계								
	23	helicobacter pylori 원인구명 및 제어기술이 개발된다.	1차	전체	44	7	22	15	55.2	60.0
				傳大	7				60.7	57.1
	2차	국내								
		세계								
	24	천연자원을 이용한 신기능성 신경보호활성제가 개발된다.	1차	전체	44	14	12	18	62.2	51.7
				傳大	14				82.1	61.4
	2차	국내								
		세계								
25	천연자원을 이용한 피부노화 방지 및 피부질환 치료 신기능성 물질이 개발된다.	1차	전체	44	19	10	15	63.4	62.3	
			傳大	19				69.7	73.7	
2차	국내									
	세계									
26	국산 방향성 식물을 활용한 신기능성 물질이 개발된다.	1차	전체	44	13	15	16	53.5	60.5	
			傳大	13				67.3	67.7	
2차	국내									
	세계									
27	천연자원을 이용한 혈당조절 및 당뇨병 치료 바이오소재가 개발된다.	1차	전체	44	19	10	15	75.6	62.3	
			傳大	19				85.5	65.3	
2차	국내									
	세계									
42	생물자원을 이용한 신기능성 농업용 효소 탐색 및 대량생산기술이 개발된다.	1차	전체	45	15	14	16	60.0	64.3	
			傳大	15				63.3	70.7	
2차	국내									
	세계									
45	세포공학 기술을 이용한 유용 농작물이 개발된다.	1차	전체	44	8	17	19	59.3	60.0	
			傳大	8				93.8	72.5	
2차	국내									
	세계									
48	친환경 유기 축산물 생산을 위한 항생제 대체 면역증강물질이 개발된다.	1차	전체	44	10	10	24	64.5	53.7	
			傳大	10				95.0	53.3	
2차	국내									
	세계									

실현 시기(년)						연구개발추진주체				정책수단									
2005		2010		2015		2020		2025		민간주도	정부주도	산학연협동	국재공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
										10	10	28	0	10	4	5	29	2	0
										4	3	8	0	2	2	4	8	0	0
										11	7	28	2	12	10	15	22	1	0
										4	5	10	0	6	3	4	6	1	0
										14	11	30	0	10	8	11	35	4	0
										10	6	16	0	4	6	8	22	3	0
										11	10	24	4	9	11	11	22	1	2
										1	2	4	1	1	4	0	4	0	1
										12	12	22	1	8	6	6	31	1	2
										3	7	7	0	3	2	2	12	0	1
										22	7	23	0	7	7	5	35	3	1
										8	4	11	0	4	5	3	15	1	0
										18	7	23	0	11	7	6	31	2	1
										4	3	7	0	2	2	3	10	0	0
										15	6	28	0	9	8	7	31	3	2
										9	2	11	0	4	5	4	12	2	1
										10	11	27	1	9	7	10	27	3	1
										5	3	8	0	4	2	5	9	1	0
										8	14	26	2	7	10	9	25	2	0
										3	3	5	1	1	2	2	5	1	0
										10	12	25	0	9	7	9	24	4	1
										4	0	6	0	3	1	3	5	1	0

영역	번호	과제명	설문구분	응답자수	전문도			중요도지수	국내수준(%)
					대	중	소		
신기능성신물질	49	친환경 체초제 저항성 작물이 개발된다.	1차	전체 45 傳大 10	10	18	17	60.0 70.0	61.0 56.0
			2차	국내 세계					
	51	유용균류를 이용한 대체 의약품이 개발된다.	1차	전체 44 傳大 18	18	11	15	68.0 76.4	62.4 66.7
			2차	국내 세계					
	52	미생물 효소공학을 활용한 기능성 물질 생산 기술이 개발된다.	1차	전체 44 傳大 14	14	14	16	64.0 78.6	68.0 71.4
			2차	국내 세계					
분자유종기술	10	분자 표지 및 DNA chip 을 이용한 분자유종기술이 개발된다.	1차	전체 44 傳大 13	13	13	18	61.6 76.9	49.8 52.3
			2차	국내 세계					
	11	작물의 염기서열 및 유전자지도를 이용한 고부가가치 유전자가 확보된다.	1차	전체 45 傳大 14	14	14	17	73.9 92.9	57.6 62.9
			2차	국내 세계					
	21	유전자 변형 생물체와 생산물의 안전성 평가 기술이 개발된다.	1차	전체 44 傳大 9	9	20	15	81.4 88.9	56.6 68.9
			2차	국내 세계					
	28	농작물의 1대 잡종 생산 기술이 개발된다.	1차	전체 44 傳大 4	4	14	26	48.9 87.5	75.0 80.0
			2차	국내 세계					
	35	항체를 이용한 동식물의 다양한 적용 기술이 개발된다.	1차	전체 44 傳大 10	10	12	22	54.1 77.5	54.3 60.0
			2차	국내 세계					
	44	종묘분쟁 해결을 위한 F1 잡종종자의 신속 간별법 및 순도 검정기술이 개발된다.	1차	전체 44 傳大 4	4	12	28	58.0 62.5	64.9 80.0
			2차	국내 세계					
	9	주요 농작물 유전자원의 장기저장, 평가, 증식, 관리 기술이 개발된다.	1차	전체 45 傳大 5	5	16	24	69.9 90.0	58.0 60.0
			2차	국내 세계					
기타	53	친환경 생분해성 농업자재가 개발된다.	1차	전체 42 傳大 4	4	12	26	71.4 100.0	56.4 60.0
			2차	국내 세계					

실현 시기(년)						연구개발추진주체				정책수단					
2005	2010	2015	2020	2025		민간주도	정부주도	산학연협동	국제공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
						11	12	27	2	9	8	10	20	6	2
						5	1	7	0	2	1	2	5	3	0
						13	9	27	0	9	5	9	27	4	1
						7	4	11	0	4	2	6	11	3	0
						11	8	30	0	7	7	7	24	4	1
						2	1	13	0	1	3	3	7	2	0
						6	18	24	3	15	7	15	21	3	0
						4	5	7	0	4	2	6	5	0	0
						3	28	19	2	12	6	17	22	1	0
						1	8	9	0	5	2	5	7	0	0
						3	26	18	2	12	6	22	13	7	1
						0	5	4	0	3	1	6	2	3	0
						8	15	19	0	12	5	10	19	1	2
						1	0	3	0	1	0	1	3	0	0
						9	8	31	0	9	6	11	20	1	2
						3	1	7	0	2	0	2	7	0	2
						8	22	17	1	9	7	17	15	3	2
						2	1	1	0	0	1	0	1	2	1
						1	31	12	2	8	4	24	16	1	0
						0	5	1	0	1	0	4	1	1	0
						10	13	23	1	7	5	11	22	3	1
						0	2	3	0	0	1	1	3	0	0

제7절 원예분야 기술예측

1. 설문응답자의 특성

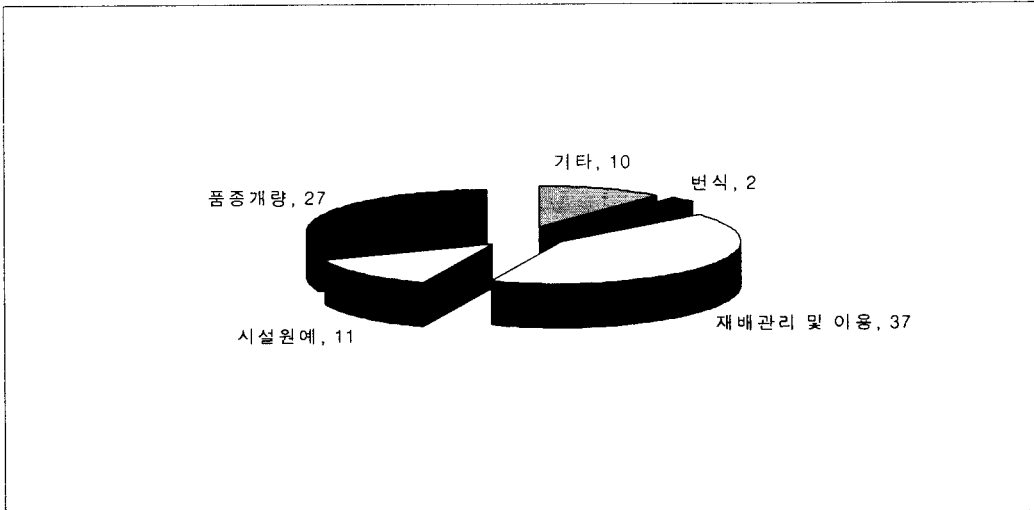
원예분야의 응답자들은 40~49세 연령계층이 29명으로 전체 응답자의 69%를 차지했고, 이어서 50~59세 연령계층이 12명으로 28%를 차지했다. 연구경력 기간은 10~19년이 전체의 43%를 차지했으며, 이어서 20~29년이 36%를 차지했다. 응답자 분포는 연구원 19명, 기업 1명, 대학이 22명으로 대학교수가 전체의 52%를 차지했다.

<표 3-2-31> 원예분야 미래기술예측 설문응답자의 분포

응답자		계	연령코드				경력코드				
			30~39	40~49	50~59	60~	0~9	10~19	20~29	30~39	40~
연구원	박사	19	1	15	3		1	12	5	1	
	소계	19	1	15	3	0	1	12	5	1	0
기업	박사	1		1					1		
	석사	0									
	소계	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0
대학	박사	22		13	9		1	6	9	6	
	석사	0									
	소계	22	0	13	9	0	1	6	9	6	0
총합계		42	1	29	12	0	2	18	15	7	0

2. 영역별 도출 과제수

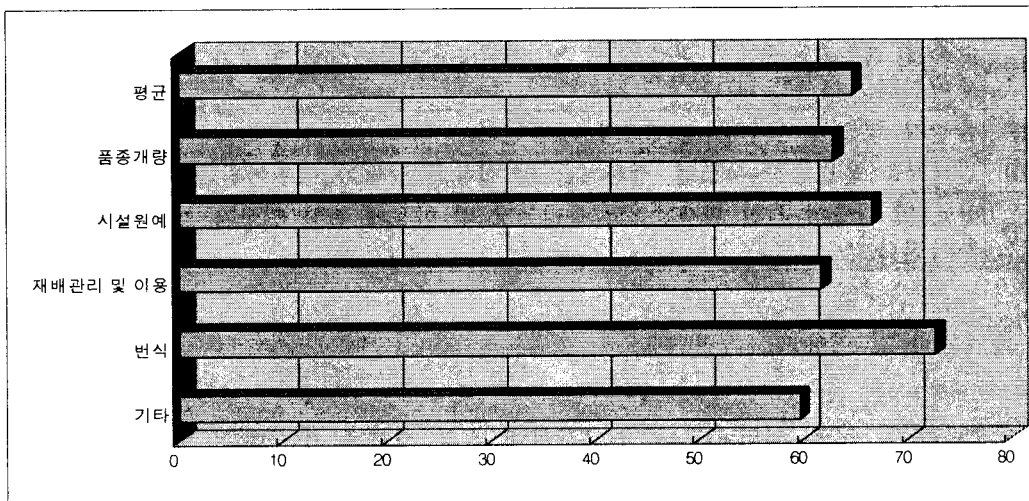
원예분야의 영역별 과제수의 분포는 재배관리 및 이용 37개, 품종개량 27개, 시설 원예 11개, 번식 2개, 그 외 기타가 10개로 분류되었으며, 총 과제수는 87개로 최종 확정되었다. 원예분야의 연구과제 중에서 재배관리 및 이용 영역의 과제가 37개로 가장 많은 것으로 나타났다.



<그림 3-2-36> 원예분야의 중분류의 분포도

3. 과제의 중요도

과제의 중요도지수를 적용하여 원예분야의 5개의 중분류를 비교하여 보면, 번식 영역이 가장 높은 중요도지수를 나타내고 있지만 번식 영역의 과제가 2개로 이 영역을 제외하고 비교하면, '시설원예' 영역이 66.57로 가장 높았으며, 이어서 '품종개량', '재배관리 및 이용', '기타' 영역의 순으로 나타났다.



<그림 3-2-37> 원예분야의 중요도지수

구체적으로 중요도지수 높은 상위 20개 과제는 다음과 같다.

<표 3-2-32> 원예분야의 중요도지수 상위 20개 과제

순위	과 제 명	중요도지수
1	자생 식물의 화훼화를 위한 자원수집, 육종 및 대량 번식 기술이 개발된다.	78.57
2	에너지 절감형 고효율 원예작물 생산시스템 연구가 이루어진다.	76.83
3	내환경성 채소류 품종이 개발된다.	75.00
4	원예시설내 식물 병해충 발생예측, 억제 및 방제기술이 개발된다.	74.39
5	기능성 제품 개발을 위한 자생식물의 대량 생산 체계가 확립된다.	73.81
6	주요 채소작물의 신품종 육성과 재배 기술이 개발된다.	73.17
7	주요 화훼작물의 생산성 및 품질향상을 위한 재배 환경의 최적화 모델이 개발된다.	73.08
8	기능성 및 환경내성 화훼 유전자 탐색과 형질전환 기술체계가 확립된다.	72.09
9	신화훼작물 선발과 육종기술이 이루어진다.	72.02
10	고효율 한국형 온실구조 및 환경조절 연구가 이루어진다.	71.95
11	과실 수확 후 관리 종합 시스템이 개발된다.	71.88
12	원예 산물의 비파괴적 품질평가 및 관정 자동화 기술이 개발된다.	71.62
13	응성 불임 및 자가불화합성을 이용한 채소류 품종이 개발된다.	71.43
14	원예작물의 무병묘 대량생산 체계가 확립된다.	71.43
15	수출용 원예 산물의 품질 향상을 위한 재배 및 수확 후 관리 종합 시스템이 개발된다.	71.34
16	화훼 작물의 노화 생리 구명과 품질 보전에 관한 연구가 이루어진다.	70.93
17	고품질 원예작물생산을 위한 환경 및 생체정보제어시스템 연구가 이루어진다.	70.83
18	품질과 성능이 우수한 농자재가 개발된다.	70.00
19	원예작물 육묘공장 시스템, 생산기술 및 실용화 연구가 이루어진다.	69.51
20	살균 및 살충성 천연 항생물질의 분리동정 및 이용에 관한 연구가 이루어진다.	68.90

가. 재배관리 및 이용

재배관리 및 이용 영역에서는 ‘원예시설내 식물 병해충 발생예측, 억제 및 방제기술이 개발된다’의 연구과제가 중요도 지수 74.39로 가장 중요한 것으로 나타났으며, 선진국 대비 기술수준은 53.17로 상대적으로 낮은 수준으로 나타났다.

<표 3-2-33> 재배관리 및 이용 영역의 중요도지수 상위 5개 과제

순위	과제명	중요도지수	국내수준 (%)
1	원예시설내 식물 병해충 발생예측, 억제 및 방제기술이 개발된다.	74.39	53.17
2	주요 화훼작물의 생산성 및 품질향상을 위한 재배 환경의 최적화 모델이 개발된다.	73.08	61.03
3	과실 수확 후 관리 종합 시스템이 개발된다.	71.88	57.56
4	수출용 원예 산물의 품질 향상을 위한 재배 및 수확 후 관리 종합 시스템이 개발된다.	71.34	59.51
5	화훼 작물의 노화 생리 구명과 품질 보전에 관한 연구가 이루어진다.	70.93	55.91

나. 품종개량

품종개량 영역에서는 ‘자생 식물의 화훼화를 위한 자원수집, 육종 및 대량 번식 기술이 개발된다’의 연구과제가 중요도 지수 78.57로 가장 높게 나타났으나, 선진국 대비 기술수준은 52.20으로 평균 이하인 것으로 나타났다.

<표 3-2-34> 품종개량 영역의 중요도지수 상위 5개 과제

순위	과제명	중요도지수	국내수준 (%)
1	자생식물의 화훼화를 위한 자원수집, 육종 및 대량번식 기술이 개발된다.	78.57	52.20
2	내환경성 채소류 품종이 개발된다.	75.00	56.19
3	주요 채소작물의 신품종 육성과 재배 기술이 개발된다.	73.17	70.73
4	기능성 및 환경내성 화훼 유전자 탐색과 형질전환 기술체계가 확립된다.	72.09	42.27
5	신화훼작물 선발과 육종기술이 이루어진다.	72.02	46.51

다. 시설원예

시설원예 영역에서는 ‘에너지 절감형 고효율 원예작물 생산시스템 연구가 이루어진다’의 연구과제가 중요도 지수 76.83으로 가장 중요한 것으로 나타났고, 선진국 대비 기술수준은 62.86으로 비교적 높은 수준으로 나타났다.

<표 3-2-35> 시설원예 영역의 중요도지수 상위 5개 과제

순위	과 제 명	중요도 지수	국내수준 (%)
1	에너지 절감형 고효율 원예작물 생산시스템 연구가 이루어진다.	76.83	62.86
2	고효율 한국형 온실구조 및 환경조절 연구가 이루어진다.	71.95	61.90
3	고품질 원예작물생산을 위한 환경 및 생체정보제어시스템 연구가 이루어진다.	70.83	51.90
4	품질과 성능이 우수한 농자재가 개발된다.	70.00	62.00
5	원예작물 육묘공장 시스템, 생산기술 및 실용화 연구가 이루어진다.	69.51	66.51

라. 번식

번식 영역은 전체 2개 과제 중에서 '기능성제품 개발을 위한 자생식물의 대량 생산 체계가 확립된다'의 연구과제가 중요도 지수 73.81로 중요한 것으로 나타났으나, 선진국 대비 기술수준은 49.09로 낮은 수준을 나타내고 있다.

<표 3-2-36> 번식 영역의 중요도지수 상위 2개 과제

순위	과 제 명	중요도 지수	국내수준 (%)
1	기능성제품 개발을 위한 자생식물의 대량 생산 체계가 확립된다.	73.81	49.09
2	원예작물의 무병묘 대량생산 체계가 확립된다.	71.43	70.45

마. 기타

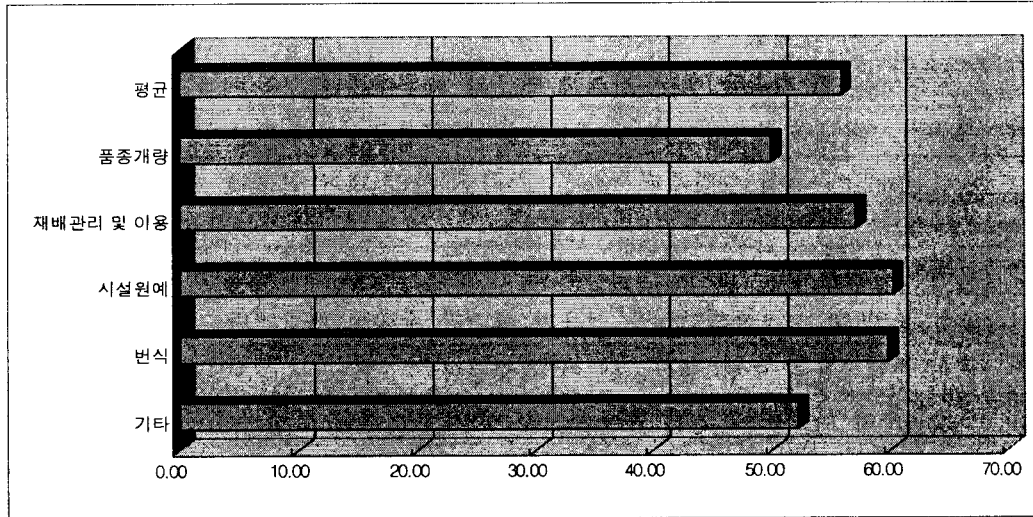
원예분야 기타 영역에서는 '원예 산물의 비파괴적 품질평가 및 판정 자동화 기술이 개발된다'의 연구과제가 중요도 지수 71.62로 가장 중요한 것으로 나타났으나, 전체적으로 타 영역과 비교하여 중요도 지수 측면에서 낮은 점수를 나타내고 있다.

<표 3-2-37> 기타 영역의 중요도지수 상위 5개 과제

순위	과 제 명	중요도 지수	국내수준 (%)
1	원예 산물의 비파괴적 품질평가 및 판정 자동화 기술이 개발된다.	71.62	57.30
2	기능성 과수 성분 구명 및 인체 건강 증진 효과가 구명된다.	68.29	45.85
3	원예 산물로부터 유용물질의 탐색 및 추출 가공 기술이 개발된다.	66.25	51.00
4	CA 기술을 이용한 수출용 원예작물의 검역기술이 개발된다.	65.54	51.35
5	과수 기능성 유전자원 평가 및 선발기술이 개발된다.	63.95	44.65

4. 과제 연구개발수준

연구개발수준은 선진국과 비교하여 평균 55.83% 수준으로 평가되었다. 선진국대비 기술수준이 다소 양호하게 나타난 영역은 시설원예가 60.20%로 가장 높게 나타났으며, 이어서 번식, 재배관리 및 이용, 기타, 품종개량 순으로 나타났다.



<그림 3-2-38> 원예분야의 연구개발 수준

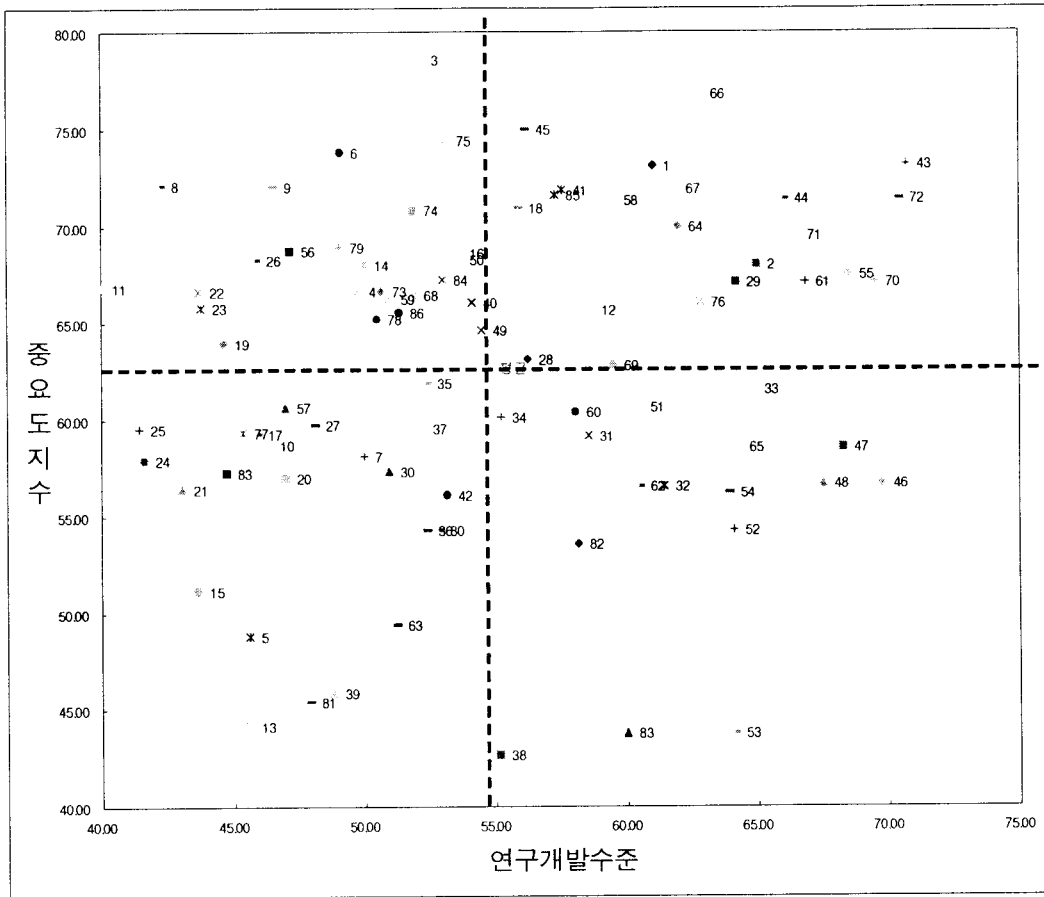
구체적으로 연구개발수준이 비교적 높은 상위 20대 과제는 다음과 같다.

<표 3-2-38> 연구개발수준이 높은 상위 20개 과제

번호	과 제 명	연구개발수준
43	주요 채소작물의 신품종 육성과 재배 기술이 개발된다.	70.73
72	원예작물의 무병묘 대량생산 체계가 확립된다.	70.45
46	건고추 일관 생산 기술 체계화 연구가 이루어진다.	69.76
70	원예작물의 고품질 생산을 위한 양액(수경)재배 시스템이 개발된다.	69.52
55	수출용 종자의 채종 및 종자 처리 기술이 개발된다.	68.50
47	마늘의 생산비 절감을 위한 기계화 연구가 이루어진다.	68.29
48	채소류 생산구조 특성과 효율적 생산기술 개발 연구가 이루어진다.	67.50
61	환경친화형 순환식 수경재배시스템 및 근권 환경 제어 연구가 이루어진다.	66.83
71	원예작물 육묘공장 시스템, 생산기술 및 실용화 연구가 이루어진다.	66.51
44	응성 불임 및 자가불화합성을 이용한 채소류 품종이 개발된다.	66.05
2	주요 화훼작물의 주년 생산 기술이 개발된다.	65.00
33	주요과수의 다수확 고품질 과실생산을 영양진단 기술 설정	64.88
65	용도별 배지(상토) 분석 기술의 표준화 연구가 이루어진다.	64.29
29	과실 품질 구성 요소 구명 및 품질 평가 기술이 개발된다.	64.21
53	노지 건고추의 직파 재배 기술이 확립된다.	64.10
52	우리나라 자생식물의 채소화 방안에 관한 연구가 이루어진다.	64.10
54	노지 고추의 일시 수확을 위한 품종 및 재배기술 개발된다.	63.90
66	에너지 절감형 고효율 원예작물 생산시스템 연구가 이루어진다.	62.86
76	환경친화형 배지(상토) 개발 및 실용화 연구가 이루어진다.	62.86
64	품질과 성능이 우수한 농자재가 개발된다.	62.00

5. 중요도와 연구개발수준의 비교

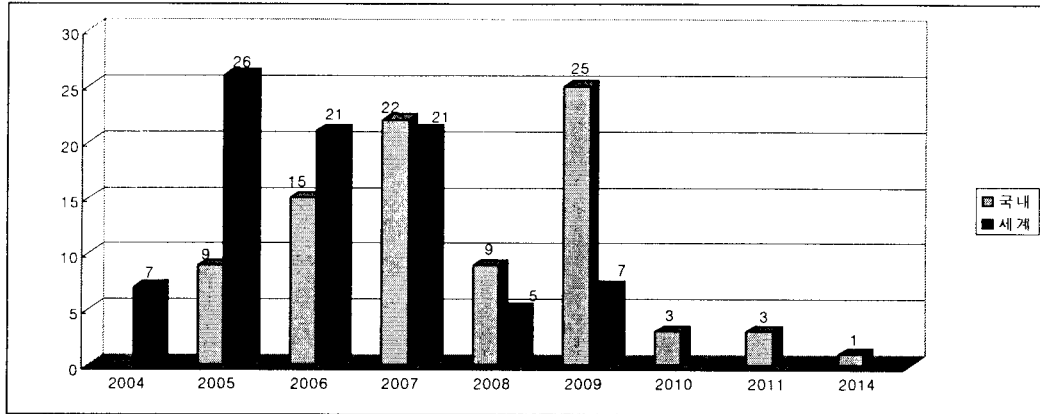
원예분야의 평균 연구개발수준은 55.83%이며, 평균 중요도지수는 64.68로 나타났다. I사분면에 해당하는 과제는 22개로 가장 성장 잠재력이 높은 영역으로 나타났고, II사분면에 위치한 과제는 25개로 중요도는 높으나 연구개발 수준이 낮아 지속적인 투자가 요구되는 영역으로 평가되었다.



<그림 3-2-39> 원예분야 기술과제의 중요도지수-연구개발수준 포트폴리오

6. 실현시기 예측결과

국내 실현시기와 세계실현시기의 분포는 아래 그림과 같이 나타났다. 먼저 국내 실현시기를 비교하면, 총 87개 과제 중 63%가 2007년까지 실현될 것으로 예측되었다. 세계실현시기는 92%의 과제가 2007년까지 실현될 것으로 예측되었다.

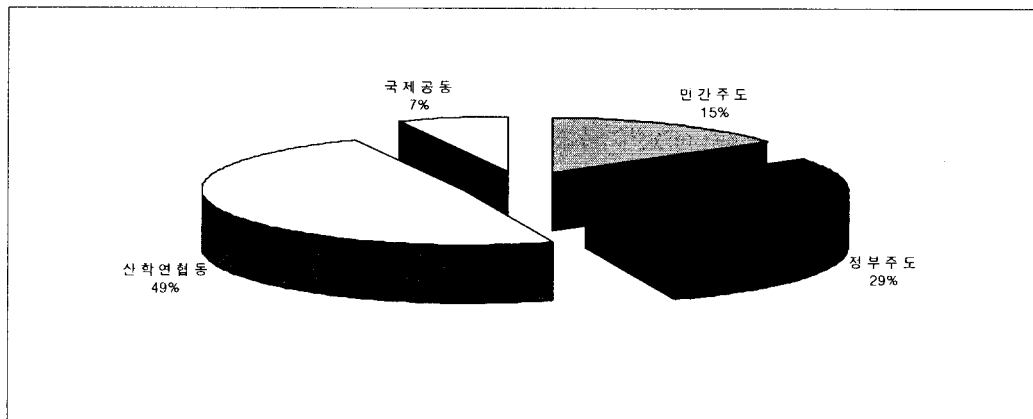


<그림 3-2-40> 원예분야 실현시기 예측결과 분포도

선진국과 실현시기의 격차가 전혀 없는 과제는 13%, 1년이 늦은 과제는 40%, 2년이 늦은 과제는 39%, 3년과 4년이 늦은 과제는 각각 3개, 5년이 늦은 과제가 1개로 나타났다.

7. 연구개발 추진주체

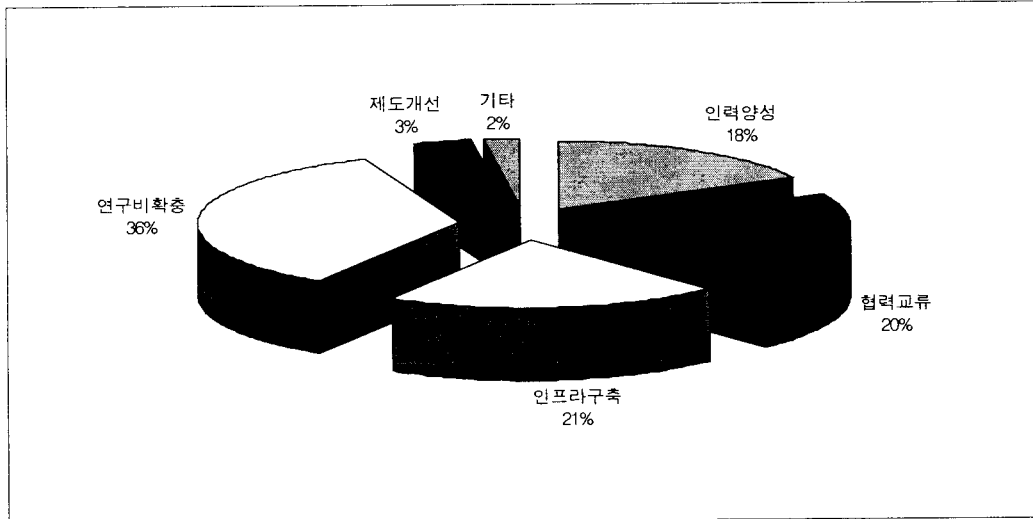
연구개발 추진 방법에 대한 의견은 다음 그림과 같이 나타났다. 산학연협동이 49%, 정부주도가 29%, 민간주도가 15%, 국제공동이 7% 순으로 나타나, 산학연의 유기적 협동에 의한 연구가 가장 요구되는 추진방법으로 나타났다.



<그림 3-2-41> 원예분야의 연구개발 추진방법의 분포

8. 연구개발 정책수단

정부의 정책수단에 대한 응답결과는 '연구비확충'이 36%, '인프라구축'이 21%, '협력교류'가 20%, '인력양성'이 18%를 차지하고 있었다. 이는 원예분야의 연구과제개발에 대한 연구비 확충이 절실하며 인프라구축 및 협력교류에 대한 장려책이 필요함을 의미하고 있다.



<그림 3-2-42> 원예분야 연구과제개발 추진을 위한 정책수단 분포

9. 미래기술연표

국내실현 시기(A)	번호	과 제 명	세계실현 시기(B)	격차 (A-B)
2005	46	건고추 일관 생산 기술 체계화 연구가 이루어진다.	2005	0
	29	과실 품질 구성 요소 구명 및 품질 평가 기술이 개발된다.	2005	0
	53	노지 건고추의 직과 재배 기술이 확립된다.	2005	0
	47	마늘의 생산비 절감을 위한 기계화 연구가 이루어진다.	2005	0
	85	원예 산물의 비파괴적 품질평가 및 판정 자동화 기술이 개발된다.	2005	0
	31	주요 과수 적과제 탐색 및 적과 생리 연구가 이루어진다.	2004	1
	2	주요 화훼작물의 주년 생산 기술이 개발된다.	2004	1
	48	채소류 생산구조 특성과 효율적 생산기술 개발 연구가 이루어진다.	2005	0
	76	환경친화형 배지(상토) 개발 및 실용화 연구가 이루어진다.	2005	0
2006	38	과수 기관별 건물 축적 및 소비 패턴 연구가 이루어진다.	2005	1
	32	과수원 토양물리화학성과 수체 생장 및 품질과의 관계 구명	2005	1
	41	과실 수확 후 관리 종합 시스템이 개발된다.	2005	1
	55	수출용 종자의 채종 및 종자 처리 기술이 개발된다.	2004	2
	65	용도별 배지(상토) 분석 기술의 표준화 연구가 이루어진다.	2005	1
	71	원예작물 육묘공장 시스템, 생산기술 및 실용화 연구가 이루어진다.	2005	1
	70	원예작물의 고품질 생산을 위한 양액(수경)재배 시스템이 개발된다.	2004	2
	69	인터넷을 이용한 온실 종합관리 시스템 연구가 이루어진다.	2006	0
	1	주요 화훼작물의 생산성 및 품질향상을 위한 재배 환경의 최적화 모델이 개발된다.	2004	2
	33	주요과수의 다수확 고품질 과실생산을 영양진단 기술이 설정된다.	2004	2
	82	프라이밍된 원예작물 종자의 장기안전저장기술 개발된다.	2005	1
	62	한국형 분화생산시스템의 개발 및 분화공장생산체계화 연구가 이루어진다.	2005	1
	4	환경복원을 위한 자생지피식물의 개발된다.과 대량 생산 방법이 개발된다.	2004	2
	61	환경친화형 순환식 수경재배시스템 및 근권 환경 제어 연구가 이루어진다.	2005	1
86	CA 기술을 이용한 수출용 원예작물의 검역기술이 개발된다.	2005	1	
2007	67	고효율 한국형 온실구조 및 환경조절 연구가 이루어진다.	2006	1
	81	고흡습성 중합체를 이용한 토양개선이 이루어진다.	2006	1
	36	과수 내한성 기구와 자발 휴면 생리 기구가 구명된다.	2005	2
	40	과수 바이러스 및 바이로이드 분리, 진단 및 방제 연구가 이루어진다.	2005	2
	30	과수 왜화기구가 구명된다.	2006	1
	27	과수 유전자원 특성 조기 간이 검정법 및 기내 장기 보존법이 개발된다.	2006	1
	39	과수 저장 단백질 축적 및 이동 패턴 연구가 이루어진다.	2006	1
	42	과수세포벽 관련 유전자 발현기구 구명과 과실 연화 기작 연구가 이루어진다.	2005	2
	6	기능성 제품 개발을 위한 자생식물의 대량 생산 체계가 확립된다.	2006	1
	63	밀폐생태계 식물생산시스템 및 생산기술 연구가 이루어진다.	2006	1
	58	수출용 원예 산물의 품질 향상을 위한 재배 및 수확 후 관리 종합 시스템이 개발된다.	2006	1

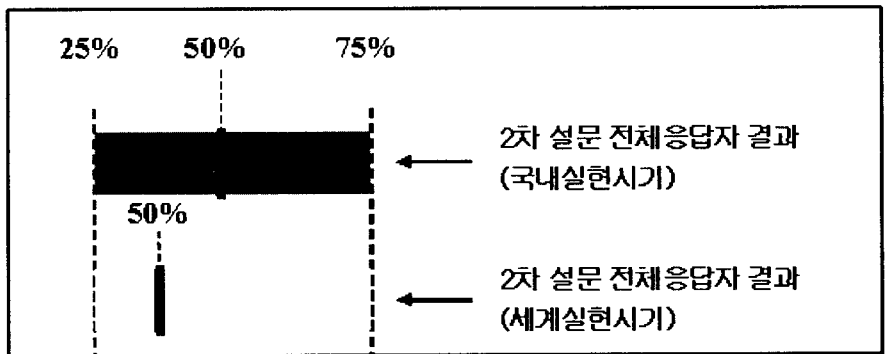
국내실현 시기(A)	번호	과 제 명	세계실현 시기(B)	격차 (A-B)
2007	12	양란(Cymbidium, 호접란, 덴파레)의 신품종 육성과 영양번식묘의 대량생산 체계가 확립된다.	2005	2
	66	에너지 절감형 고효율 원예작물 생산시스템 연구가 이루어진다.	2005	2
	52	우리나라 자생식물의 채소화 방안에 관한 연구가 이루어진다.	2007	0
	5	우리나라의 수생 및 습지 식물의 원예화 연구가 이루어진다.	2006	1
	44	응성 불임 및 자가불화합성을 이용한 채소류 품종이 개발된다.	2006	1
	72	원예작물의 무병묘 대량생산 체계가 확립된다.	2005	2
	80	중자 발아 촉진을 위한 고분자 화합물이 개발된다.	2006	1
	60	주요 채소류 및 화훼류 식물공장의 실용화 연구가 이루어진다.	2006	1
	51	채소류의 최적 생육 모델화를 위한 생육 진단 방법에 관한 연구가 이루어진다.	2006	1
	49	친환경 미생물을 이용한 연작 장애 경감 및 시비의 효율화에 관한 연구가 이루어진다.	2006	1
	64	품질과 성능이 우수한 농자재가 개발된다.	2005	2
	2008	19	과수 기능성 유전자원 평가 및 선발기술이 개발된다.	2007
37		과실 착색 생리 구명과 안토시아닌 생합성 관련 유전자 발현 연구가 이루어진다.	2005	3
26		기능성 과수 성분 구명 및 인체 건강 증진 효과가 구명된다.	2006	2
54		노지 고추의 일시 수확을 위한 품종 및 재배기술 개발된다.	2006	2
75		원예시설내 식물 병해충 발생예측, 억제 및 방제기술이 개발된다.	2006	2
7		자생 식물을 이용한 허브 및 가공상품이 개발된다.	2006	2
16		주요 절화 및 분화 식물의 품종개발과 재배작형 연구가 이루어진다.	2005	3
68		체계적 생산을 위한 식물생산시스템의 모델링 및 시뮬레이션 연구가 이루어진다.	2006	2
18		화훼 작물의 노화 생리 구명과 품질 보전에 관한 연구가 이루어진다.	2007	1
2009	74	고품질 원예작물생산을 위한 환경 및 생체정보제어시스템 연구가 이루어진다.	2008	1
	22	과수 광합성 유전자 발현 해석과 광합성 물질대사 및 분배에 관한 연구가 이루어진다.	2007	2
	23	과수 당 관련 유전자 발현 기구 구명과 과실내 당축적 기구가 구명된다.	2007	2
	21	과수 화아형성 유전자 구명 및 착화기구가 구명된다.	2007	2
	34	과수 환경 적응성, 스트레스 내성의 생태적 특성이 구명된다.	2007	2
	24	과실 성숙생리구명과 관련 효소, 유전자 발현 및 제어 연구가 이루어진다.	2008	1
	35	과실 품질 관련 기상 환경요인 해석 및 기상 재배 회피 모델링 연구가 이루어진다.	2007	2
	14	구근 화훼류의 신품종이 개발된다.	2005	4
	45	내환경성 채소류 품종이 개발된다.	2007	2
	56	병저항성 유도 신호물질을 이용한 채소작물의 병해충 방제기술이 개발된다.	2007	2

국내실현 시기(A)	번호	과 제 명	세계실현 시기(B)	격차 (A-B)
2009	79	살균 및 살충성 천연 항생물질의 분리동정 및 이용에 관한 연구가 이루어진다.	2007	2
	17	생력 재배형 화훼품종이 육성된다.	2008	1
	10	수입대체용 초화류의 품종이 개발된다.	2007	2
	9	신화훼작물 선발과 육종기술이 개발된다.	2007	2
	59	원예 산물로부터 유용물질의 탐색 및 추출 가공 기술이 개발된다.	2007	2
	84	원예작물에 있어서 곤충 및 천적의 이용에 관한 연구가 이루어진다.	2007	2
	78	유용 미생물을 이용한 원예작물 병해 방제에 관한 연구가 이루어진다.	2007	2
	50	이상기후에 대비한 기상 재해 경감 대책 기술 개발 연구가 이루어진다.	2007	2
	3	자생 식물의 화훼화를 위한 자원수집, 육종 및 대량 번식 기술이 개발된다.	2007	2
	83	자연 자원에서 추출된 식물성장조절제의 개발 및 이용된다.	2009	0
	83	자연 자원에서 추출된 식물성장조절제의 개발 및 이용된다.	2008	1
	43	주요 채소작물의 신품종 육성과 재배 기술이 개발된다.	2006	3
	28	통일 대비 북한 지역 적응 과수 품종이 개발된다.	2009	0
	25	GA 등 식물 호르몬 유전자 발현 해석 및 내성 유전자 탐색 기술이 개발된다.	2007	2
	13	Grass류의 개발과 신품종이 육성된다.	2008	1
2010	73	원예작물 유용형질연관 분자표지 개발 및 유전자 분석 연구가 이루어진다.	2009	1
	77	원예작물의 병해충 방제기술을 위한 식물의 유도 저항성 발현 기작에 관한 연구가 이루어진다.	2009	1
	11	Biotic, abiotic stress 저항성 품종이 육성된다.	2009	1
2011	57	생산성 향상 기술 개발을 위한 스트레스 내성 기구가 구명된다.	2009	2
	15	조경용 화목류의 품종 육성에 관한 연구가 이루어진다.	2007	4
	20	주요 과수 재분화 및 형질전환 체계 확립 연구가 이루어진다.	2007	4
2014	8	가능성 및 환경내성 화훼 유전자 탐색과 형질전환 기술체계가 확립된다.	2009	5

10. 기술예측 결과표

영역	번호	과제명	설문구분		응답자수	전문도			중요도지수	국내수준
			1	전체	명	대	중	소		
				傳大	명	빈도	빈도	빈도	Index	%
			2					Index	%	

실현시기 (년)	연구개발추진주체	정책수단
	빈도	빈도
	빈도	빈도



※자세한 내용은 「제1절 예측조사의 개요」의 「4. 예측조사 결과표」 참고

순번	번	과제명	실문구분	응답자수	전문도			중요도지수	국내수준(%)	
					대	중	소			
					전체	국내	세계			
품종개발	3	자생 식물의 화훼화를 위한 자원수집, 육종 및 대량 번식 기술이 개발된다.	1차	전체	41	14	12	15	78.6	52.2
				傳大	14				90.4	46.2
		2차	국내							
			세계							
	5	우리나라의 수생 및 습지 식물의 원예화 연구	1차	전체	41	8	10	23	48.8	45.6
				傳大	8				71.4	42.9
		2차	국내							
			세계							
	8	기능성 및 환경내성 화훼 유전자 탐색과 형질전환 기술체계가 확립된다.	1차	전체	42	8	16	18	72.1	42.3
				傳大	8				100.0	34.3
		2차	국내							
			세계							
	9	신화훼작물 선발과 육종	1차	전체	41	10	12	19	72.0	46.5
				傳大	10				100.0	28.9
		2차	국내							
			세계							
10	수입대체용 초화류의 품종이 개발된다.	1차	전체	42	7	16	19	58.7	46.4	
			傳大	7				87.5	33.3	
	2차	국내								
		세계								
11	Biotic, abiotic stress 저항성 품종이 육성된다.	1차	전체	42	6	16	20	66.9	40.0	
			傳大	6				100.0	46.7	
	2차	국내								
		세계								
12	양란(Cymbidium, 호접란, 덴파레)의 신품종 육성과 영양번식묘의 대량생산 체계가 확립된다.	1차	전체	42	10	17	15	65.7	58.7	
			傳大	10				94.4	48.0	
	2차	국내								
		세계								
13	Grass류의 개발과 신품종이 육성된다.	1차	전체	42	5	13	24	44.2	45.6	
			傳大	5				75.0	50.0	
	2차	국내								
		세계								
14	구근 화훼류의 신품종이 개발된다.	1차	전체	42	7	14	21	68.0	50.0	
			傳大	7				91.7	46.7	
	2차	국내								
		세계								
15	조경용 화목류의 품종 육성에 관한 연구	1차	전체	42	6	12	24	51.2	43.6	
			傳大	6				90.0	28.0	
	2차	국내								
		세계								
16	주요 절화 및 분화 식물의 품종개발과 재배작형 연구	1차	전체	42	9	14	19	68.6	53.6	
			傳大	9				87.5	42.5	
	2차	국내								
		세계								

실현 시기(년)						연구개발추진주체				정책수단					
2005	2010	2015	2020	2025		민간주도	정부주도	산학연합동	국제공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
						8	15	24	5	15	12	19	21	2	1
						2	5	7	1	4	2	7	7	0	0
						10	15	24	2	17	12	12	22	3	1
						1	4	2	1	1	3	2	3	0	0
						5	16	23	7	20	14	13	25	2	1
						1	3	5	2	3	5	2	5	0	0
						8	19	24	4	17	14	11	27	3	1
						2	6	7	1	6	2	4	9	1	0
						12	16	25	1	15	14	11	29	3	2
						2	4	5	0	5	3	3	5	1	0
						7	21	21	4	20	10	11	28	2	1
						0	4	3	1	3	1	1	3	0	0
						18	7	27	2	16	13	16	23	2	1
						3	3	7	0	7	1	6	6	1	0
						12	9	21	5	13	15	9	22	1	2
						0	1	3	0	1	2	1	3	0	0
						11	17	18	7	14	16	10	29	1	1
						0	3	5	0	3	2	2	6	0	0
						9	16	22	4	12	14	9	27	3	2
						0	2	4	0	1	2	2	5	0	0
						11	15	24	3	13	17	14	25	3	2
						2	3	6	1	5	3	5	6	1	0

영역	번호	과제명	설문구분	응답자수	전문도				중요도지수	국내수준 (%)
					대	중	소			
품종개발	17	생력 재배형 화훼품종이 육성된다.	1차	전체	43	8	15	20	59.3	45.9
				傳大	8				75.0	31.4
	2차	국내								
		세계								
	20	주요 과수 재분화 및 형질전환 체계 확립 연구	1차	전체	42	5	20	17	57.0	47.0
				傳大	5				83.3	66.7
	2차	국내								
		세계								
	21	과수 화아형성 유전자 구명 및 착화기구 구명	1차	전체	39	9	13	17	56.4	43.1
				傳大	9				81.3	60.0
	2차	국내								
		세계								
	22	과수 광합성 유전자 발현 해석과 광합성 물질대사 및 분배에 관한 연구	1차	전체	39	9	11	19	66.7	43.7
				傳大	9				68.8	50.0
	2차	국내								
		세계								
	23	과수 당 관련 유전자 발현 기구 구명과 과실내 당 축적 기구 구명	1차	전체	36	8	13	17	65.8	43.8
				傳大	8				85.7	54.3
	2차	국내								
		세계								
24	과실 성숙생리구명과 관련 효소, 유전자 발현 및 제어 연구	1차	전체	36	7	12	19	57.9	41.6	
			傳大	7				75.0	60.0	
2차	국내									
	세계									
25	GA 등 식물 호르몬 유전자 발현 해석 및 내성 유전자 탐색	1차	전체	41	9	17	15	59.5	41.4	
			傳大	9				78.6	48.6	
2차	국내									
	세계									
27	과수 유전자원 특성 조기 간이 검정법 및 기내 장기 보존법이 개발된다.	1차	전체	41	10	10	21	59.8	48.1	
			傳大	10				68.8	57.5	
2차	국내									
	세계									
28	통일 대비 북한 지역 적응 과수 품종 개발 연구	1차	전체	41	11	11	19	63.1	56.3	
			傳大	11				77.8	77.8	
2차	국내									
	세계									
37	과실 착색 생리 구명과 안토시아닌 생합성 관련 유전자 발현 연구	1차	전체	41	9	12	20	59.5	52.2	
			傳大	9				71.4	62.9	
2차	국내									
	세계									
42	과수세포벽 관련 유전자 발현기구 구명과 과실 연화 기작 연구	1차	전체	41	10	11	20	56.1	53.2	
			傳大	10				75.0	65.0	
2차	국내									
	세계									

실현 시기(년)					연구개발추진주체				정책수단					
2005	2010	2015	2020	2025	민간주도	정부주도	산학연협동	국재공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
					12	16	22	2	11	12	13	25	2	4
					2	4	4	0	2	3	3	4	0	0
					3	20	23	3	16	13	16	21	1	1
					0	0	3	0	1	0	3	2	0	0
					4	16	19	4	12	11	13	22	0	0
					1	2	4	3	3	1	5	3	0	0
					3	13	21	7	13	11	10	24	0	0
					0	1	6	3	4	2	4	3	0	0
					3	13	22	5	12	9	12	22	0	0
					0	2	5	3	3	1	4	3	0	0
					2	12	23	6	13	11	11	22	0	0
					0	1	5	3	4	1	4	2	0	0
					3	15	26	4	16	9	13	22	2	1
					0	2	5	2	3	1	3	3	1	0
					3	19	20	5	9	10	16	23	2	1
					0	3	7	1	2	4	5	3	0	0
					2	30	10	5	11	18	14	22	6	2
					0	8	2	1	2	4	2	6	0	0
					3	13	24	3	10	11	8	24	1	1
					0	1	6	2	3	4	2	3	0	0
					5	15	24	4	11	13	7	23	1	1
					0	2	7	2	3	5	2	3	0	0

영역	차	과제명	설 리 구 분	응 답 자 수	전문도			중 요 도 지 수	국 내 수 준 (%)	
					대	중	소			
					전체	국내	세계			
품 영 개 량	43	주요 채소작물의 신품종 육성과 재배 기술이 개발된다.	1차	전체	40	9	19	12	73.2	70.7
				傳大	9				92.9	74.3
	2차	국내								
		세계								
	44	응성 불임 및 자가불화합성을 이용한 채소류 품종이 개발된다.	1차	전체	41	8	19	14	71.4	66.0
				傳大	8				100.0	67.5
	2차	국내								
		세계								
	45	내환경성 채소류 품종이 개발된다.	1차	전체	41	7	21	13	75.0	56.2
				傳大	7				92.9	51.4
2차	국내									
	세계									
54	노지 고추의 일시 수확을 위한 품종 및 재배기술 개발된다.	1차	전체	39	5	17	17	56.3	63.9	
			傳大	5				65.0	76.0	
2차	국내									
	세계									
73	원예작물 유용형질연관 분자표지 개발 및 유전자 분석 연구	1차	전체	41	7	19	15	66.7	50.7	
			傳大	7				83.3	56.7	
2차	국내									
	세계									
재 배 관 리 및 기 타	1	주요 화훼작물의 생산성 및 품질향상을 위한 재배 환경의 최적화 모델이 개발된다.	1차	전체	39	13	11	15	73.1	61.0
				傳大	13				96.2	53.8
	2차	국내								
		세계								
	2	주요 화훼작물의 주년 생산 기술이 개발된다.	1차	전체	42	13	13	16	68.0	65.0
				傳大	13				95.8	65.0
	2차	국내								
		세계								
	4	환경복원을 위한 자생지피식물의 개발된다.과 대량 생산 방법이 개발된다.	1차	전체	41	8	14	19	66.7	49.8
				傳大	8				85.7	51.4
2차	국내									
	세계									
18	화훼 작물의 노화 생리 구명과 품질 보전에 관한 연구	1차	전체	42	10	13	19	70.9	55.9	
			傳大	10				88.9	55.6	
2차	국내									
	세계									
29	과실 품질 구성 요소 구명 및 품질 평가 기술이 개발된다.	1차	전체	38	9	9	20	67.1	64.2	
			傳大	9				75.0	82.5	
2차	국내									
	세계									
30	과수 왜화기구 구명	1차	전체	41	10	11	20	57.3	51.0	
			傳大	10				87.5	52.5	
2차	국내									
	세계									

실현 시기(년)					연구개발추진주체					정책수단				
2005	2010	2015	2020	2025	민간주도	정부주도	산학연협동	국제공동	민력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
					13	14	20	2	11	12	14	22	3	1
					2	2	4	1	1	4	2	4	1	0
					16	11	23	2	14	13	12	21	2	1
					2	2	5	1	4	3	3	3	0	0
					14	11	25	3	10	13	12	22	1	1
					1	2	5	1	2	3	1	4	0	0
					9	17	18	2	10	12	10	20	1	2
					1	2	2	0	1	3	2	2	0	0
					6	19	20	6	16	13	16	25	2	1
					0	3	1	1	1	1	1	3	0	0
					5	9	28	1	12	14	16	17	1	1
					0	5	9	1	5	5	6	9	0	0
					9	8	30	1	10	13	18	16	6	1
					0	4	10	0	3	5	8	7	2	0
					7	17	22	4	14	12	15	24	3	2
					2	3	2	1	1	2	4	2	1	0
					5	10	30	5	10	13	12	26	2	2
					0	4	7	1	3	3	4	4	1	0
					3	12	24	4	8	10	13	19	3	1
					0	2	7	1	1	3	4	3	1	0
					4	14	23	4	10	11	9	22	1	1
					1	3	4	1	3	4	2	3	0	0

영역	연도	과제명	실무구분	응답자수	전문도			중요도지수	국내수준(%)	
					대	중	소			
재배관리및이영	31	주요 과수 적과제 탐색 및 적과 생리 연구	1차	전체	41	10	12	19	59.1	58.5
				傳大	10				84.4	60.0
	2차	국내								
		세계								
	32	과수원 토양물리화학과 수체 성장 및 품질과의 관계 구명	1차	전체	41	10	13	18	56.5	61.4
				傳大	10				75.0	77.5
	2차	국내								
		세계								
	33	주요 과수의 다수확 고품질 과실생산을 영양진단 기술 설정	1차	전체	40	11	12	17	61.6	64.9
				傳大	11				83.3	75.6
	2차	국내								
		세계								
	34	과수 환경 적응성, 스트레스 내성의 생태적 특성 구명	1차	전체	41	11	12	18	60.1	55.2
				傳大	11				88.9	60.0
	2차	국내								
		세계								
	35	과실 품질 관련 기상 환경요인 해석 및 기상 재배 회피 모델링 연구	1차	전체	41	11	16	14	61.9	52.4
				傳大	11				94.4	48.9
	2차	국내								
		세계								
36	과수 내한성 기구와 자발 휴면 생리 기구 구명	1차	전체	41	9	16	16	54.3	52.4	
			傳大	9				67.9	57.1	
2차	국내									
	세계									
39	과수 저장 단백질 축적 및 이동 패턴 연구	1차	전체	41	9	10	22	45.8	48.8	
			傳大	9				64.3	48.6	
2차	국내									
	세계									
40	과수 바이러스 및 바이로이드 분리, 진단 및 방제 연구	1차	전체	41	7	14	20	66.1	54.1	
			傳大	7				80.0	48.0	
2차	국내									
	세계									
41	과실 수확 후 관리 종합 시스템이 개발된다.	1차	전체	40	10	14	16	71.9	57.6	
			傳大	10				93.8	72.5	
2차	국내									
	세계									
46	건고추 일관 생산 기술 체계화 연구	1차	전체	40	6	16	18	56.7	63.8	
			傳大	6				80.0	72.0	
2차	국내									
	세계									
48	채소류 생산구조 특성과 효율적 생산기술 개발 연구	1차	전체	40	8	15	17	56.7	67.5	
			傳大	8				75.0	76.7	
2차	국내									
	세계									

실현 시기(년)						연구개발추진주체				정책수단									
2005		2010		2015		2020		2025		민간주도	정부주도	산학연협동	국제공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
										7	11	22	4	10	11	8	22	3	1
										1	3	4	0	2	6	2	2	1	0
										3	14	23	4	12	10	9	22	2	2
										0	2	6	0	4	3	2	3	1	0
										2	17	24	2	9	10	11	23	1	2
										0	5	6	0	3	4	3	5	0	0
										3	18	21	5	10	13	11	23	1	2
										0	4	6	3	3	5	2	6	0	0
										2	17	24	5	12	16	11	23	1	2
										0	4	7	3	3	5	4	5	0	0
										4	15	23	3	10	12	9	22	1	2
										0	0	7	1	2	3	2	2	0	0
										4	15	23	2	10	14	8	21	1	2
										0	2	5	0	1	4	1	3	0	0
										4	18	22	3	13	11	12	23	2	1
										0	3	3	0	1	1	2	3	1	0
										6	17	22	2	11	12	16	20	3	1
										0	4	6	1	2	2	5	4	1	0
										9	17	18	1	9	12	14	20	2	1
										1	3	1	0	1	2	2	1	0	0
										2	17	23	1	6	13	10	23	1	1
										0	2	4	0	1	3	2	4	0	0

요영	번호	과제명	설문구분	응답자수	전문도			중요도지수	국내수준 (%)
					대	중	소		
재배관리및이영	49	친환경 미생물을 이용한 연작 장애 경감 및 시비의 효율화에 관한 연구	1차	전체 40 傳大 9	9	15	16	64.6 81.3	54.5 60.0
			2차	국내 세계					
	50	이상기후에 대비한 기상 재해 경감 대책 기술 개발 연구	1차	전체 40 傳大 10	10	18	12	68.3 88.9	53.7 57.8
			2차	국내 세계					
	51	채소류의 최적 생육 모델화를 위한 생육 진단 방법에 관한 연구	1차	전체 39 傳大 11	11	14	14	60.6 81.8	60.5 67.3
			2차	국내 세계					
	52	우리나라 자생식물의 채소화 방안에 관한 연구	1차	전체 40 傳大 7	7	21	12	54.3 78.6	64.1 62.9
			2차	국내 세계					
	53	노지 건고추의 직파 재배 기술이 확립된다.	1차	전체 39 傳大 7	7	13	19	43.8 46.4	64.1 77.1
			2차	국내 세계					
	55	수출용 종자의 채종 및 종자 처리 기술이 개발된다.	1차	전체 39 傳大 5	5	20	14	67.5 100.0	68.5 64.0
			2차	국내 세계					
	56	병저항성 유도 신호물질을 이용한 채소작물의 병해충 방제기술이 개발된다.	1차	전체 39 傳大 6	6	16	17	68.8 100.0	47.2 43.3
			2차	국내 세계					
	57	생산성 향상 기술 개발을 위한 스트레스 내성 기구의 구명	1차	전체 39 傳大 8	8	14	17	60.6 93.8	47.0 45.0
			2차	국내 세계					
	58	수출용 원예 산물의 품질 향상을 위한 재배 및 수확 후 관리 종합 시스템이 개발된다.	1차	전체 40 傳大 8	8	18	14	71.3 85.7	59.5 57.1
			2차	국내 세계					
	62	한국형 분화생산시스템의 개발 및 분화공장생산 체계화 연구	1차	전체 41 傳大 10	10	12	19	56.5 95.0	60.5 58.0
			2차	국내 세계					
65	용도별 배지(상토) 분석 기술의 표준화 연구	1차	전체 40 傳大 7	7	17	16	58.5 78.6	64.3 74.3	
		2차	국내 세계						

실현 시기(년)						연구개발추진주체				정책수단										
						민간주도	정부주도	산학연협동	국제공동	인력양성		협력연구		인프라구축		연구비확충		제도개선		기타
2005	2010	2015	2020	2025	인력양성					협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선							
						7 1	12 5	27 5	3 1	7 1	15 4	10 2	22 5	2 0	2 0					
						4 1	17 4	23 5	4 2	8 1	16 4	14 4	23 4	2 1	2 0					
						4 1	19 4	21 7	3 1	9 3	15 2	12 3	21 6	1 0	2 0					
						7 0	14 3	20 4	4 0	11 4	13 3	13 2	17 4	1 0	3 0					
						9 1	17 3	17 3	1 0	8 2	11 3	12 2	17 4	2 1	2 0					
						18 1	8 1	19 4	2 0	8 1	13 3	12 3	20 3	4 1	1 0					
						6 1	16 1	23 5	2 0	12 2	11 2	8 2	22 4	1 0	1 0					
						7 1	16 5	20 4	3 1	8 3	12 3	11 0	22 6	1 0	2 0					
						8 1	17 5	23 4	1 0	8 2	10 2	18 3	19 5	4 0	2 0					
						7 1	9 1	31 10	3 2	10 3	12 5	15 5	19 5	2 1	1 0					
						9 1	18 4	21 4	2 1	11 1	14 5	16 3	15 2	2 0	1 0					

연도	번 호	과제명	실 시 구 분	응 답 자 수	전문도			중 요 도 지 수	국 내 수 준 (%)	
					대	중	소			
										전 체
재 배 관 리 및 이 용	75	원예시설내 식물 병해충 발생예측, 억제 및 방제 기술이 개발된다.	1차	전체	40	7	15	18	74.4	53.2
				傳大	7				92.9	45.7
	76	환경친화형 배지(상토) 개발 및 실용화 연구	2차	국내						
				세계						
	77	원예작물의 병해충 방제기술을 위한 식물의 유도 저항성 발현 기작에 관한 연구	1차	전체	41	10	19	12	66.1	62.9
				傳大	10				80.0	66.0
	78	유용 미생물을 이용한 원예작물 병해 방제에 관한 연구	2차	국내						
				세계						
	79	살균 및 살충성 천연 항생물질의 분리동정 및 이용에 관한 연구	1차	전체	39	6	12	21	59.4	45.4
				傳大	6				75.0	43.3
	80	종자 발아 촉진을 위한 고분자 화합물이 개발된다.	2차	국내						
				세계						
	81	고흡습성 중합제를 이용한 토양개선	1차	전체	40	7	13	20	65.2	50.5
				傳大	7				85.7	51.4
82	프라이밍된 원예작물 종자의 장기안전저장기술 개발된다.	2차	국내							
			세계							
83	원예작물에 있어서 곤충 및 천적의 이용에 관한 연구	1차	전체	40	6	10	24	68.9	49.0	
			傳大	6				100.0	44.0	
84	종자 발아 촉진을 위한 고분자 화합물이 개발된다.	2차	국내							
			세계							
85	고흡습성 중합제를 이용한 토양개선	1차	전체	41	6	15	20	54.3	52.9	
			傳大	6				70.0	56.0	
86	프라이밍된 원예작물 종자의 장기안전저장기술 개발된다.	2차	국내							
			세계							
87	원예작물에 있어서 곤충 및 천적의 이용에 관한 연구	1차	전체	38	2	14	22	45.4	47.9	
			傳大	2				58.3	60.0	
88	원예작물에 있어서 곤충 및 천적의 이용에 관한 연구	2차	국내							
			세계							
89	원예작물에 있어서 곤충 및 천적의 이용에 관한 연구	1차	전체	41	8	17	16	53.6	58.1	
			傳大	8				57.1	65.7	
90	원예작물에 있어서 곤충 및 천적의 이용에 관한 연구	2차	국내							
			세계							
91	원예작물에 있어서 곤충 및 천적의 이용에 관한 연구	1차	전체	41	8	10	23	67.3	53.0	
			傳大	8				85.7	51.4	
92	원예작물에 있어서 곤충 및 천적의 이용에 관한 연구	2차	국내							
			세계							
시 설 원 예	60	주요 채소류 및 화훼류 식물공장의 실용화 연구	1차	전체	40	12	16	12	60.4	58.0
				傳大	12				83.3	51.7
	61	환경친화형 순환식 수경재배시스템 및 근권 환경 제어 연구	2차	국내						
				세계						
62	환경친화형 순환식 수경재배시스템 및 근권 환경 제어 연구	1차	전체	40	12	13	15	67.1	66.8	
			傳大	12				91.7	68.3	
63	환경친화형 순환식 수경재배시스템 및 근권 환경 제어 연구	2차	국내							
			세계							

실현 시기(년)						연구개발추진주체				정책수단									
2005		2010		2015		2020		2025		민간주도	정부주도	산학연협동	국재공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
										80	113	254	40	103	143	152	215	30	10
										144	82	266	10	61	145	142	227	30	20
										51	163	243	60	164	132	101	254	20	10
										80	121	276	30	112	144	122	255	30	20
										71	132	244	40	141	133	101	242	30	20
										100	91	254	20	91	92	121	222	20	30
										101	90	252	20	91	130	80	233	20	20
										131	141	215	31	100	134	143	192	30	20
										92	132	263	31	111	133	134	274	20	30
										80	145	249	52	92	113	219	205	32	10
										60	113	3110	21	103	154	155	217	21	10

종류	번호	과제명	실시구분	응답자수	전문도			중요도지수	국내수준(%)	
					대	중	소			
시 골 원 예	63	밀폐생태계 식물생산시스템 및 생산기술 연구	1차	전체	40	10	8	22	49.4	51.2
				傳大	10				90.0	52.0
			2차	국내						
	세계									
	64	품질과 성능이 우수한 농자재가 개발된다.	1차	전체	39	8	16	15	70.0	62.0
				傳大	8				100.0	70.0
	2차	국내								
		세계								
	66	에너지 절감형 고효율 원예작물 생산시스템 연구	1차	전체	40	15	12	13	76.8	62.9
				傳大	15				93.3	65.3
			2차	국내						
	세계									
	67	고효율 한국형 온실구조 및 환경조절 연구	1차	전체	40	11	14	15	72.0	61.9
				傳大	11				95.5	70.9
2차			국내							
	세계									
68	체계적 생산을 위한 식물생산시스템의 모델링 및 시뮬레이션 연구	1차	전체	40	13	15	12	66.5	51.9	
			傳大	13				88.5	56.9	
		2차	국내							
세계										
69	인터넷을 이용한 온실 종합관리 시스템 연구	1차	전체	40	11	14	15	62.8	59.5	
			傳大	11				90.9	54.5	
		2차	국내							
세계										
70	원예작물의 고품질 생산을 위한 양액(수경)재배 시스템이 개발된다.	1차	전체	40	11	15	14	67.1	69.5	
			傳大	11				90.9	72.7	
		2차	국내							
세계										
71	원예작물 육묘공장 시스템, 생산기술 및 실용화 연구	1차	전체	40	15	13	12	69.5	66.5	
			傳大	15				90.0	71.3	
		2차	국내							
세계										
74	고품질 원예작물생산을 위한 환경 및 생체정보제어시스템 연구	1차	전체	41	10	18	13	70.8	51.9	
			傳大	10				95.0	48.0	
		2차	국내							
세계										
변 식	6	기능성 제품 개발을 위한 자생식물의 대량 생산 체계가 확립된다.	1차	전체	42	10	17	15	73.8	49.1
				傳大	10				75.0	53.3
	2차	국내								
		세계								
72	원예작물의 무병묘 대량생산 체계가 확립된다.	1차	전체	40	16	15	9	71.4	70.5	
			傳大	16				84.4	80.0	
2차	국내									
	세계									

실현 시기(년)					연구개발추진주체				정책수단					
2005	2010	2015	2020	2025	민간주도	정부주도	산학연협동	국제공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
					7	12	25	5	9	12	15	20	2	2
					1	4	7	3	3	3	5	7	1	0
					14	9	19	2	9	15	17	15	6	2
					0	2	6	0	1	4	3	4	2	0
					9	18	22	2	7	14	19	20	4	2
					2	7	9	1	4	5	8	9	2	0
					6	14	30	2	7	14	17	22	4	1
					0	3	9	1	4	5	5	9	2	0
					5	15	27	5	11	14	19	23	1	1
					2	7	6	2	5	4	6	9	0	0
					10	10	27	3	12	12	19	20	2	1
					1	3	9	1	6	5	6	7	1	0
					6	9	29	2	12	13	13	21	1	2
					0	2	10	1	4	4	3	6	0	0
					6	12	28	3	10	12	17	21	4	2
					2	5	10	2	4	5	8	6	3	1
					5	11	30	8	12	13	12	25	4	1
					0	4	7	1	4	4	1	5	2	0
					11	10	29	3	9	14	21	25	2	1
					1	2	6	1	1	2	5	4	0	0
					9	10	30	2	12	14	17	20	3	1
					5	2	12	1	6	5	7	5	2	0

요약	번호	과제명	설문구분	응답자수	전문도			중요도지수	국내수준(%)	
					대	중	소			
기 타	7	자생 식물을 이용한 허브 및 가공상품이 개발된다.	1차	전체	42	5	18	19	58.1	50.0
				傳大	5				75.0	50.0
		2차			국내					
					세계					
	19	과수 기능성 유전자원 평가 및 선발	1차	전체	42	10	12	20	64.0	44.7
				傳大	10				93.8	47.5
		2차			국내					
					세계					
	26	기능성 과수 성분 구명 및 인체 건강 증진 효과 구명	1차	전체	41	8	16	17	68.3	45.9
				傳大	8				91.7	46.7
		2차			국내					
					세계					
	38	과수 기관별 건물 축적 및 소비 패턴 연구	1차	전체	41	10	10	21	42.7	55.1
				傳大	10				53.6	60.0
		2차			국내					
					세계					
	47	마늘의 생산비 절감을 위한 기계화 연구	1차	전체	40	6	15	19	58.5	68.3
				傳大	6				90.0	72.0
	2차			국내						
				세계						
59	원예 산물로부터 유용물질의 탐색 및 추출 가공 기술이 개발된다.	1차	전체	39	8	18	13	66.3	51.0	
			傳大	8				81.3	52.5	
	2차			국내						
				세계						
83	자연 자원에서 추출된 식물생장조절제의 개발 및 이용된다.	1차	전체	38	5	15	18	57.2	44.7	
			傳大	5				65.0	48.0	
	2차			국내						
				세계						
85	원예 산물의 비파괴적 품질평가 및 판정 자동화 기술이 개발된다.	1차	전체	37	6	17	14	71.6	57.3	
			傳大	6				91.7	63.3	
	2차			국내						
				세계						
86	CA 기술을 이용한 수출용 원예작물의 검역기술이 개발된다.	1차	전체	37	4	18	15	65.5	51.4	
			傳大	4				87.5	55.0	
	2차			국내						
				세계						

실현 시기(년)						연구개발추진주체				정책수단					
2005	2010	2015	2020	2025		민간주도	정부주도	산학연협동	국제공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
						180	51	283	20	101	111	172	192	20	40
						30	214	225	72	133	132	114	284	30	10
						60	141	256	31	93	143	103	234	10	20
						61	132	215	41	82	133	92	203	21	20
						90	174	201	10	91	142	132	201	10	20
						71	112	256	31	72	122	132	225	20	10
						131	101	233	51	121	121	111	201	30	10
						30	162	275	11	81	102	134	242	21	0
						40	181	202	41	101	112	131	221	42	0

제8절 유통분야 기술예측

1. 설문응답자의 특성

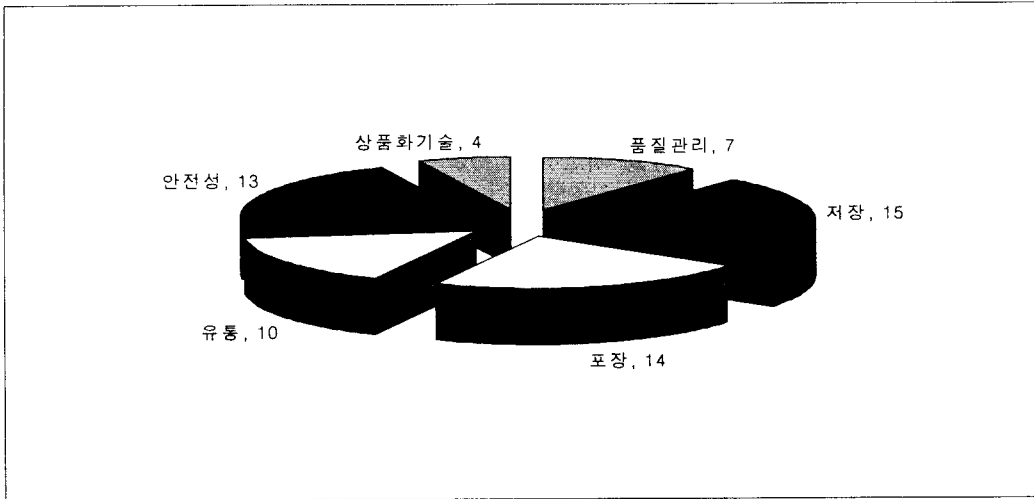
유통분야의 응답자들은 40~49세 연령계층이 15명으로 전체 응답자의 65%를 차지했고, 이어서 50~59세 연령계층이 6명으로 26%를 차지했다. 연구경력 기간은 20~29년과 10~19년이 35%를 차지했다. 응답자 전원이 박사학위를 소지하고 있으며, 연구원 9명, 기업 1명, 대학이 13명으로 대학교수가 전체의 57%를 차지했다.

<표 3-2-39> 유통분야 미래기술예측 설문응답자의 분포

응답자		계	연령코드				경력코드				
			30~39	40~49	50~59	60~	0~9	10~19	20~29	30~39	40~
연구원	박사	9		7	2		3	6			
	소계	9	0	7	2	0	3	6	0	0	0
기업	박사	1		1					1		
	석사	0									
	소계	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0
대학	박사	13		7	4	2		2	7	4	
	석사	0									
	소계	13	0	7	4	2	0	2	7	4	0
총합계		23	0	15	6	2	3	8	8	4	0

2. 영역별 도출 과제수

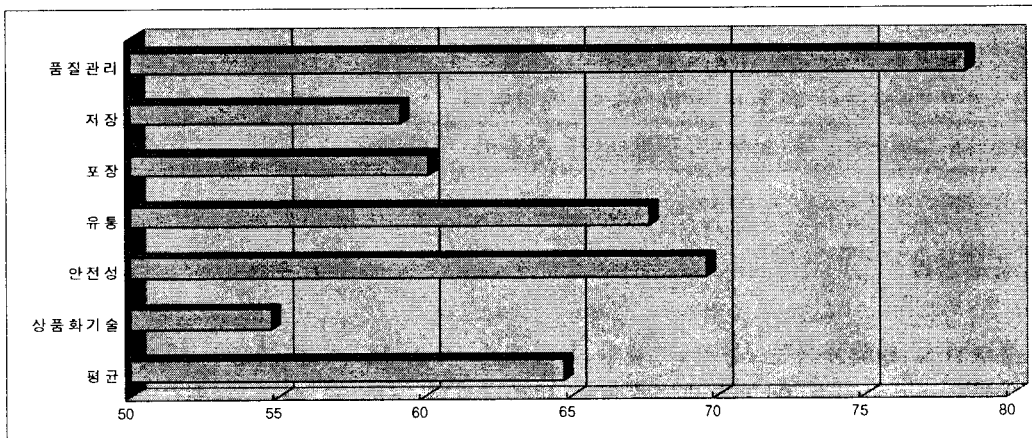
유통분야의 영역별 과제수의 분포는 품질관리 7개, 저장 15개, 포장 14개, 유통 10개, 안전성 13개 상품화기술 4개로 분류되었으며 총 과제수는 63개로 최종 확정되었다. 유통분야의 연구과제 중에서 저장 영역의 과제가 14개로 가장 많은 것으로 나타났다.



<그림 3-2-43> 유통분야의 중분류의 분포도

3. 과제의 중요도

과제의 중요도지수를 적용하여 유통분야의 6개의 중분류를 비교하여 보았을 때, 품질관리가 78.4로 가장 높았고, 이어서 안전성, 유통, 포장, 저장, 상품화기술이 각각 69.57, 67.64, 60.15, 59.2, 54.76의 순으로 나타났다. 그러나 이들 영역은 교차비교에 의한 상대평가를 한 것이 아니고, 해당분야의 전문가들만 참여한 절대평가수치이므로 타 영역과의 단순비교는 불가능하다. 유통분야의 전체평균은 64.74로 나타났다.



<그림 3-2-44> 유통분야의 중요도지수

<표 3-2-40> 유통분야 중요도지수 상위 20개 과제

순위	과 제 명	중요도지수
1	농산물 품질 등급표준 적용 및 개선 기술이 개발된다.	86.36
2	농산물 품질 신속평가 및 선별 자동화 시스템이 개발된다.	85.87
3	수입 및 국내산 농축산물의 안전성 신속진단기술이 개발된다.	84.78
4	농산물 품질 계측방법의 표준화가 이루어진다.	80.43
5	농산물 품질과 관련된 수확전 요인 관리기술이 개발된다.	80.43
6	Cold chain system 정립을 위한 농산물 저온유통기술의 표준화가 이루어진다.	79.35
7	농축산 식품의 안전성 확보를 위한 HACCP 및 식중독 방지 시스템이 개발된다.	79.35
8	신선 농산물의 잔류 중금속 및 농약 간이 검사법이 개발된다.	77.27
9	수확후 관리기술이 개발되고, 평가항목 개발 및 활용기술이 개발된다.	77.17
10	수출 농산물의 환경친화형 병충해 방제 기술이 개발된다.	77.17
11	농축산물의 가공, 저장 및 유통 중 발생하는 유해성분 평가 및 제어 기술이 개발된다.	77.17
12	수출입 농산물의 병·해충 검역 기술이 개발된다.	76.09
13	농산물 품질 정보화 및 관리기술이 개발된다.	73.91
14	신선 편이식품의 선도유지 기술이 개발된다.	72.83
15	소비자 안전을 위한 유통 농축산물의 생산지 추적 기술 및 시스템이 개발된다.	72.83
16	신선 농축산물 살균기술이 개발된다.	72.83
17	유전자 변형 식품 함유 여부 판정 기술이 개발된다.	72.83
18	농산물의 예건 및 예냉처리 기술이 개발된다.	71.74
19	저장 농산물의 유통전 처리기술이 개발된다.	71.59
20	나노 기술개발에 의한 저장성 연장 기술이 개발된다.	70.83

가. 품질관리

품질관리 영역에서는 ‘농산물 품질 등급표준 적용 및 개선 기술이 개발된다’의 연구과제가 중요도지수 86.36으로 1순위로 나타났으며, 선진국 대비 기술수준은 64.55로 평균 이상인 것으로 나타났다.

<표 3-2-41> 품질관리 영역의 중요도지수 상위 5개 과제

순위	과제명	중요도 지수	국내수준 (%)
1	농산물 품질 등급표준 적용 및 개선 기술이 개발된다.	86.36	64.55
2	농산물 품질 신속평가 및 선별 자동화 시스템이 개발된다.	85.87	60.91
3	농산물 품질 계측방법의 표준화가 이루어진다.	80.43	58.18
4	농산물 품질과 관련된 수확전 요인 관리기술이 개발된다.	80.43	59.09
5	수확후 관리기술이 개발되고, 평가항목 개발 및 활용기술이 개발된다.	77.17	60.91

나. 저장

저장 영역에서는 ‘수출 농산물의 환경친화형 병충해 방제 기술이 개발된다’의 연구 과제가 중요도지수 77.17로 1순위로 나타났으나, 선진국 대비 기술수준은 49.57로 저조한 것으로 나타났다.

<표 3-2-42> 저장 영역의 중요도지수 상위 5개 과제

순위	과제명	중요도 지수	국내수준 (%)
1	수출 농산물의 환경친화형 병충해 방제 기술이 개발된다.	77.17	49.57
2	농산물의 예건 및 예냉처리 기술이 개발된다.	71.74	76.52
3	저장 농산물의 유통전 처리기술이 개발된다.	71.59	73.64
4	나노 기술개발에 의한 저장성 연장 기술이 개발된다.	70.83	40.00
5	주요 농산물의 저장기술 체계도가 개발된다.	63.64	68.18

다. 포장

포장 영역에서는 ‘저온유통용 반가공 편의 과채류의 포장기술이 개발된다’의 연구 과제가 중요도지수 68.48로 가장 높았으나, 타 영역과 비교하여 중요도 지수가 전체적으로 낮은 것으로 나타났다.

<표 3-2-43> 포장 영역의 중요도지수 상위 5개 과제

순위	과 제 명	중요도 지수	국내수준 (%)
1	저온유통용 반가공 편의 과채류의 포장기술이 개발된다.	68.48	63.48
2	고기능성 생분해 플라스틱 포장소재 제조기술이 개발된다.	67.39	59.13
3	식품 선도보존용 고기능성 포장소재가 개발된다.	65.22	63.48
4	농축산물의 선도보존을 위한 가식성 피막코팅제 및 처리제가 개발된다.	64.77	59.09
5	포장 신선 농산물의 유통기한 설정 기술이 개발된다.	63.64	72.73

라. 유통

유통 영역에서는 'Cold chain system 정립을 위한 농산물 저온유통기술의 표준화가 이루어진다'의 연구과제가 중요도지수 79.35로 1순위로 나타났으며, 선진국 대비 기술수준은 66.09로 평균 이상의 수준을 나타냈다.

<표 3-2-44> 유통 영역의 중요도지수 상위 5개 과제

순위	과 제 명	중요도 지수	국내수준 (%)
1	Cold chain system 정립을 위한 농산물 저온유통기술의 표준화가 이루어진다.	79.35	66.09
2	신선 편이식품의 선도유지 기술이 개발된다.	72.83	65.22
3	주요농산물의 선도유지를 위한 품목별 물류 최적화 모델이 구축된다.	70.83	66.67
4	농산물 수출증대를 해외 관련규격 및 제도 대응기술이 개발된다.	70.45	67.27
5	농산물 품목별 산지 유통 전처리 기술이 개발된다.	69.32	67.27

마. 안전성

안전성 영역에서는 '수입 및 국내산 농축산물의 안전성 신속진단기술이 개발된다'의 연구과제가 중요도지수 84.78로 1순위로 나타났으나, 선진국 대비 기술수준은 53.91로 평균 이하인 것으로 나타났다. 그러나 이 영역의 전체적인 중요도지수는 상대적으로 높은 것으로 나타났다.

<표 3-2-45> 안전성 영역의 중요도지수 상위 5개 과제

순위	과제명	중요도지수	국내수준 (%)
1	수입 및 국내산 농축산물의 안전성 신속진단기술이 개발된다.	84.78	53.91
2	농축산 식품의 안전성 확보를 위한 HACCP 및 식중독 방지 시스템이 개발된다.	79.35	60.00
3	신선 농산물의 잔류 중금속 및 농약 잔이 검사법이 개발된다.	77.27	63.64
4	농축산물의 가공, 저장 및 유통 중 발생하는 유해성분 평가 및 제어 기술이 개발된다.	77.17	55.65
5	수출입 농산물의 병·해충 검역 기술이 개발된다.	76.09	61.74

바. 상품화기술

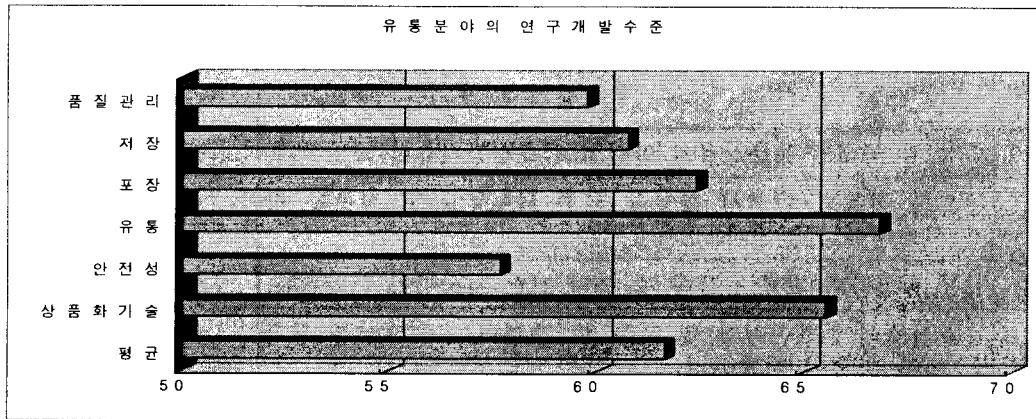
상품화기술 영역에서는 ‘유기농산물 품질차별화 기술이 개발된다’의 연구과제가 중요도지수 58.70으로 1순위를 나타냈지만, 이 영역의 전체적인 중요도지수는 타 영역과 비교하여 가장 저조한 것으로 나타났다.

<표 3-2-46> 상품화기술영역의 중요도지수 상위 4개 과제

순위	과제명	중요도지수	국내수준 (%)
1	유기농산물 품질차별화 기술이 개발된다.	58.70	58.26
2	기능성 강화 채소식품 개발과 상품화 기술이 개발된다.	56.82	61.82
3	고유 과실 상품화 기술이 개발된다.	55.68	70.00
4	신선식품의 소비행태 변화가 조사된다.	47.83	72.17

4. 과제의 연구개발수준

연구개발수준은 선진국과 비교하여 평균 61.67% 수준으로 평가되었다. 선진국대비 기술수준이 다소 양호하게 나타난 영역은 유통 분야로 66.84% 수준으로 예측되었다. 연구개발수준이 가장 낮게 평가된 분야는 안전성 분야로 선진국대비 57.71% 수준에 지나지 않아 이 분야의 기술수준 제고가 필요한 것으로 나타났다.



<그림 3-2-45> 유통분야의 연구개발 수준

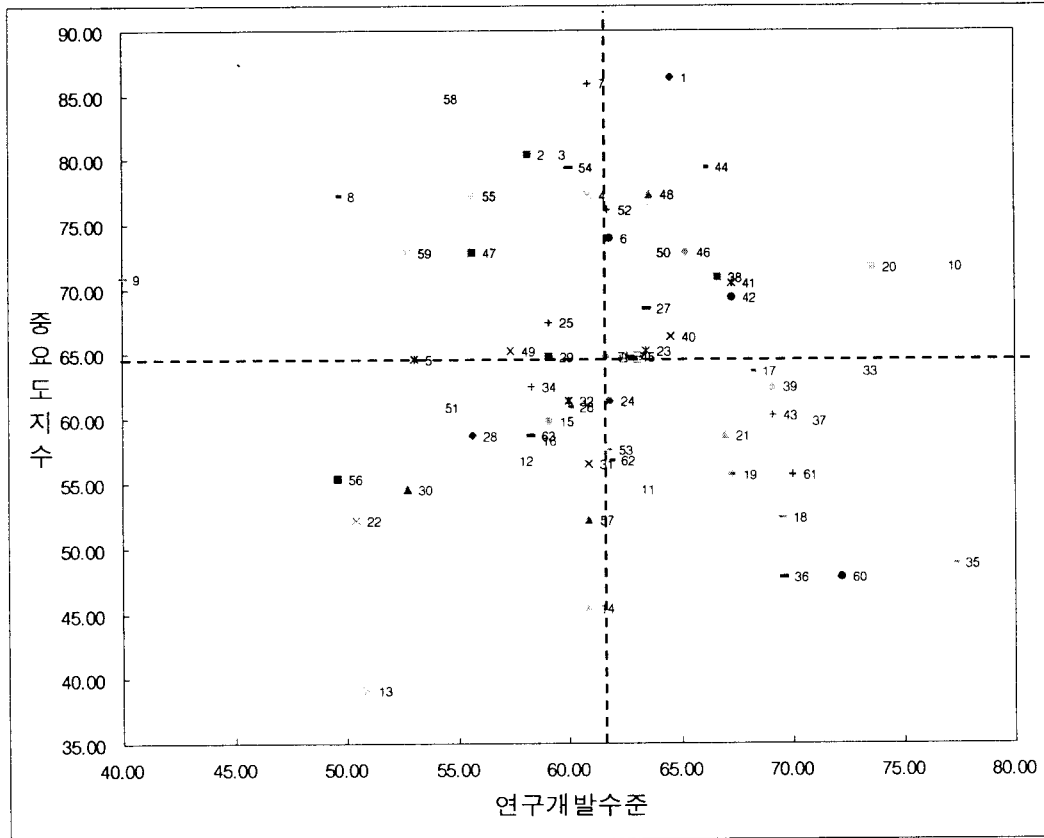
<표 3-2-47> 연구개발수준이 높은 상위 20개 과제

번호	과제명	연구개발수준
35	과일 날개 포장기술이 개발된다.	77.27
10	농산물의 예건 및 예냉처리 기술이 개발된다.	76.52
20	저장 농산물의 유통 전 처리기술이 개발된다.	73.64
33	포장 신선 농산물의 유통기한 설정 기술이 개발된다.	72.73
60	신선식품의 소비행태 변화가 조사된다.	72.17
37	신선 농산물의 물류효율 향상을 위한 파렛트 및 적정수송 시스템이 개발된다.	70.43
61	고유 과실 상품화 기술이 개발된다.	70.00
36	저온유통용 지류(紙類) 포장기술이 개발된다.	69.57
18	농산물의 저장방식별 한계 저장기간의 설정기술이 개발된다.	69.52
39	주요 농산물의 수확 후 유통감모율 저감기술이 개발된다.	69.09
43	전자상거래 활성화에 따른 농산물 택배시스템이 표준화된다.	69.09
17	주요 농산물의 저장기술 체계도가 개발된다.	68.18
19	농산물의 저온장해 특성 구명 및 방지기술이 개발된다.	67.27
41	농산물 수출증대를 해외 관련규격 및 제도 대응기술이 개발된다.	67.27
42	농산물 품목별 산지 유통 전처리 기술이 개발된다.	67.27
21	절화류의 vase-life 연장을 위한 active MA/CA 기술이 개발된다.	66.96
38	주요농산물의 선도유지를 위한 품목별 물류 최적화 모델이 구축된다.	66.67
44	Cold chain system 정립을 위한 농산물 저온유통기술의 표준화가 이루어진다.	66.09
46	신선 편이식품의 선도유지 기술이 개발된다.	65.22
1	농산물 품질 등급표준 적용 및 개선 기술이 개발된다.	64.55

5. 중요도와 연구개발수준의 비교

과제의 중요도와 연구개발수준을 분석함으로써 핵심전략기술을 발굴하기 위하여 포트폴리오를 아래 그림과 같이 구성하였다.

I 사분면에 해당하는 과제는 16개로 가장 성장 잠재력이 높은 영역으로 나타났고, II 사분면에 위치한 과제는 14개로 중요도는 높으나 연구개발 수준이 낮아 지속적인 투자가 요구되는 영역으로 평가되었다.

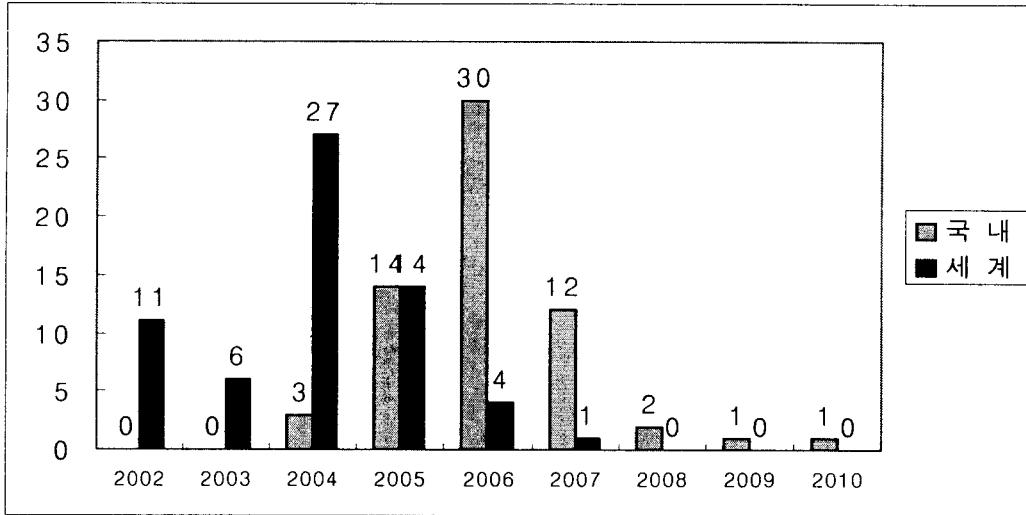


<그림 3-2-46> 유통분야 연구과제의 중요도지수-연구개발수준 포트폴리오

6. 실현시기 예측결과

국내 실현시기와 세계실현시기의 분포는 아래 그림과 같이 나타났다. 먼저 국내실현시기를 비교하면, 총 63개 과제 중 75%가 2007년까지 실현될 것으로 예측되었고, 1

개의 과제는 2010년 이내에 실현될 것으로 예측되었다. 세계실현시기에서는 이미 2002년에 11개의 과제가 기 실현된 것으로 예측되었으며, 97%의 과제가 2007년까지 실현될 것으로 예측되었다.

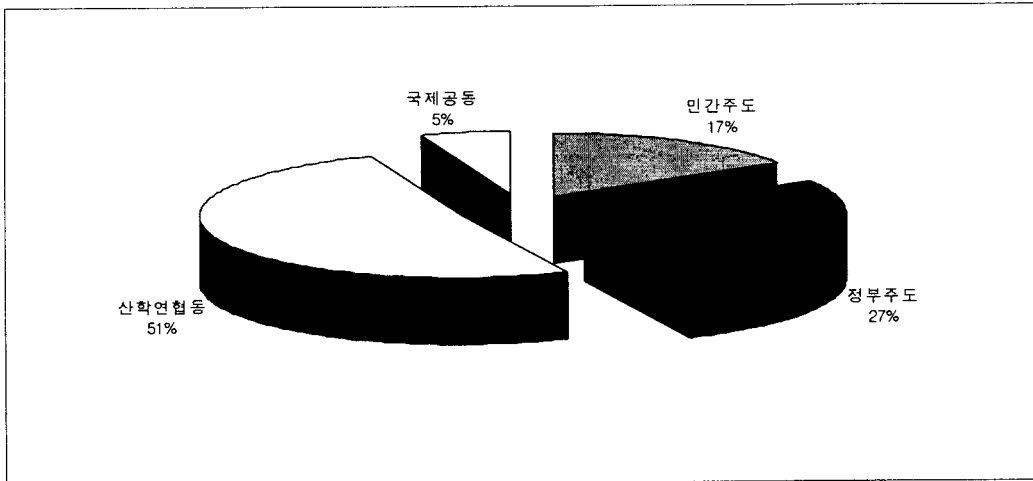


<그림 3-2-47> 유통분야 실현시기 예측결과 분포도

선진국과 실현시기의 격차가 전혀 없는 과제는 5%, 1년이 늦은 과제는 22%, 2년이 늦은 과제는 44%, 3년이 늦은 과제는 23%, 4년이 늦은 과제는 5%, 5년이 늦은 과제가 1개로 나타났다.

7. 연구개발 추진주체

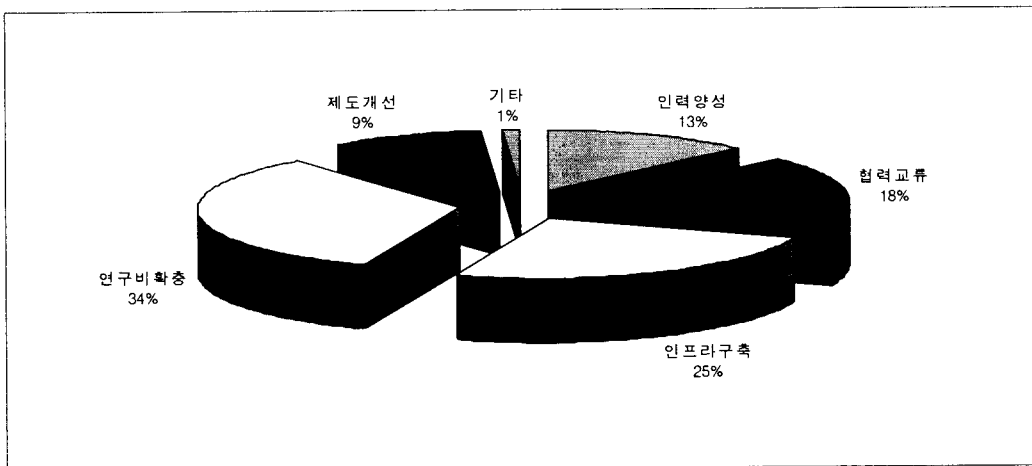
연구개발 추진 방법에 대한 의견은 다음 그림과 같이 나타났다. 산학연협동이 51%, 정부주도가 27%, 민간주도가 17%, 국제공동이 5% 순으로 나타나, 산학연의 유기적 협동에 의한 연구가 가장 요구되는 추진방법으로 나타났다



<그림 3-2-48> 유통분야의 연구개발 추진방법의 분포

8. 연구개발 정책수단

정부의 정책수단에 대한 응답결과는 ‘연구비확충’이 34%, ‘인프라구축’이 25%, ‘협력교류’가 18%, ‘인력양성’이 13%를 차지하고 있었다. 이는 유통분야의 연구과제개발에 대한 연구비 확충이 절실하며 인프라구축 및 산학연 협력연구에 대한 장려책이 필요함을 의미하고 있다. 그 외 ‘제도개선’, ‘기타’가 각각 9%, 1%로 나타났다.



<그림 3-2-49> 유통분야 연구과제개발 추진을 위한 정책수단 분포

9. 미래기술연표

국내실현 시기(A)	번호	과 제 명	세계실현 시기(B)	격차 (A-B)
2004	35	과일 날개 포장기술이 개발된다.	2002	2
	37	신선 농산물의 물류효율 향상을 위한 파렛트 및 적정수송 시스템이 개발된다.	2002	2
	60	신선식품의 소비행태 변화가 조사된다.	2003	1
2005	1	농산물 품질 등급표준 적용 및 개선 기술이 개발된다.	2002	3
	10	농산물의 예건 및 예냉처리 기술이 개발된다.	2002	3
	11	수출용 CA 컨테이너 적용기술이 개발된다.	2002	3
	17	주요 농산물의 저장기술 체계도가 개발된다.	2002	3
	19	농산물의 저온장해 특성 구명 및 방지기술이 개발된다.	2004	1
	20	저장 농산물의 유통 전 처리기술이 개발된다.	2002	3
	33	포장 신선 농산물의 유통기한 설정 기술이 개발된다.	2004	1
	36	저온유통용 지류(紙類) 포장기술이 개발된다.	2004	1
	40	농산물의 산지 재배 및 저장현황 파악 on-line 시스템이 구축된다.	2004	1
	41	농산물 수출증대를 해외 관련규격 및 제도 대응기술이 개발된다.	2002	3
	43	전자상거래 활성화에 따른 농산물 택배시스템이 표준화된다.	2002	3
	52	수출입 농산물의 병·해충 검역 기술이 개발된다.	2004	1
	61	고유 과일 상품화 기술이 개발된다.	2003	2
63	유기농산물 품질차별화 기술이 개발된다.	2004	1	
2006	2	농산물 품질 계측방법의 표준화가 이루어진다.	2004	2
	3	농산물 품질과 관련된 수확전 요인 관리기술이 개발된다.	2004	2
	4	수확 후 관리기술이 개발되고, 평가항목 개발 및 활용기술이 개발된다.	2003	3
	6	농산물 품질 정보화 및 관리기술이 개발된다.	2003	3
	7	농산물 품질 신속평가 및 선별 자동화 시스템이 개발된다.	2004	2
	12	Mobile CA의 현장 적용에 의한 농산물의 상품성 제고 기술이 개발된다.	2004	2
	18	농산물의 저장방식별 한계 저장기간의 설정기술이 개발된다.	2004	2
	21	절화류의 vase-life 연장을 위한 active MA/CA 기술이 개발된다.	2004	2

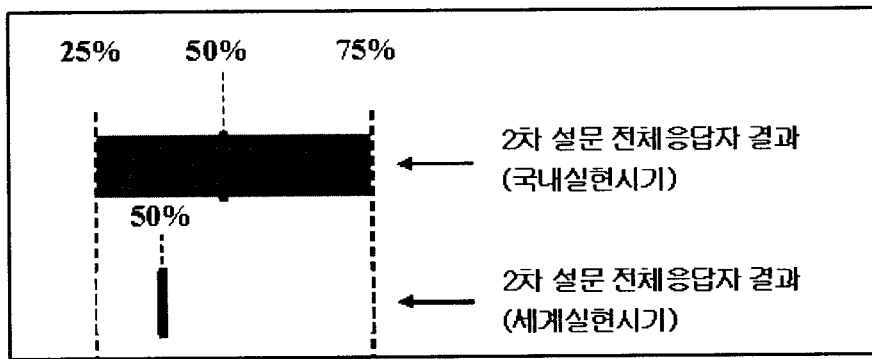
국내실현 시기(A)	번호	과 제 명	세계실현 시기(B)	격차 (A-B)
2006	23	식품 선도보존용 고기능성 포장소재가 개발된다.	2005	1
	25	고기능성 생분해 플라스틱 포장소재 제조기술이 개발된다.	2004	2
	26	품질보존효과와 유통편의성을 가진 고유발효식품 포장용기가 개발된다.	2005	1
	27	저온유통용 반가공 편의 과채류의 포장기술이 개발된다.	2004	2
	30	농산물 선도 감지용 포장소재가 개발된다.	2005	1
	31	곡류의 품질유지를 위한 기능성 소비자포장 (consumer unit packaging) 기술이 개발된다.	2004	2
	32	Hurdle technology 적용에 의한 반가공 농산물의 포장 및 유통기술이 개발된다.	2005	1
	38	주요농산물의 선도유지를 위한 품목별 물류 최적화 모델이 구축된다.	2004	2
	39	주요 농산물의 수확 후 유통감모율 저감기술이 개발된다.	2004	2
	42	농산물 품목별 산지 유통 전처리 기술이 개발된다.	2002	4
	44	Cold chain system 정립을 위한 농산물 저온유통 기술의 표준화가 이루어진다.	2002	4
	45	신선편이 식품의 품질규격화가 이루어진다.	2003	3
	46	신선 편이식품의 선도유지 기술이 개발된다.	2003	3
	47	소비자 안전을 위한 유통 농축산물의 생산지 추적 기술 및 시스템이 개발된다.	2004	2
	48	신선 농산물의 잔류 중금속 및 농약 간이 검사법이 개발된다.	2004	2
	50	신선 농축산물 살균기술이 개발된다.	2004	2
	53	방사선 조사 농축산식품의 선량 검증기술이 개발된다.	2004	2
	54	농축산 식품의 안전성 확보를 위한 HACCP 및 식중독 방지 시스템이 개발된다.	2004	2
	57	전통식생활의 안전 위해 인자 점검 기술이 개발된다.	2006	0
58	수입 및 국내산 농축산물의 안전성 신속진단기술이 개발된다.	2004	2	
59	유전자 변형 식품 함유 여부 판정 기술이 개발된다.	2005	1	

국내실현 시기(A)	번호	과 제 명	세계실현 시기(B)	격차 (A-B)
2006	62	기능성 강화 채소식품 개발과 상품화 기술이 개발된다.	2004	2
2007	5	농산물 내부품질인자 탐색 및 평가기술이 개발된다.	2004	3
	13	고농도 산소에 의한 농산물 저장성 증대 기술이 개발된다.	2005	2
	14	고이산화탄소와 저산소 장해 현상이 규명된다.	2005	2
	15	저온저장고 미세환경 조절기술이 개발된다.	2006	1
	16	농산물 선도유지를 위한 신물질 응용기술이 개발된다(광촉매, 오존).	2005	2
	24	친환경성 분리용이한 다층식품포장필름 제조기술이 개발된다.	2006	1
	28	복합포장소재와 부식성 식품과의 상호작용 평가기술이 개발된다.	2005	2
	29	농축산물의 선도보존을 위한 가식성 피막코팅제 및 처리제가 개발된다.	2004	3
	34	변패 및 위해 미생물 억제를 위한 포장 시스템 개발 및 평가 기술이 개발된다.	2004	3
	49	축산물에서의 합성성장촉진제 및 항생제 잔류 신속 검증기술이 개발된다.	2005	2
51	Biopreservation을 이용한 농축산물의 안전성 향상 기술이 개발된다.	2007	0	
55	농축산물의 가공, 저장 및 유통 중 발생하는 유해 성분 평가 및 제어 기술이 개발된다.	2005	2	
2008	22	Bio-sensing 기법을 응용한 저장력 검정기술이 개발된다.	2005	3
	56	농축산물의 알러지 야기 성분 검증 기술이 개발된다.	2006	2
2009	8	수출 농산물의 환경친화형 병충해 방제 기술이 개발된다.	2005	4
2010	9	나노 기술개발에 의한 저장성 연장 기술이 개발된다.	2005	5

10. 기술예측 결과표

영역	번호	과제명	설문구분		응답자수	전문도			중요도지수	국내수준
			1	전체		대	중	소		
						傳大 <td>명</td> <td>빈도</td> <td>빈도</td> <td>빈도</td> <td>Index</td> <td>%</td>	명	빈도	빈도	빈도
			2					Index	%	

실현시기 (년)	연구개발추진주체	정책수단
	빈도	빈도
	빈도	빈도



※자세한 내용은 「제1절 예측조사의 개요」의 「4. 예측조사 결과표」 참고

영역	번호	과제명	실문구분		응답자 수	전문도			중요도 지수	국내 수준 (%)
						대	중	소		
품질관리	1	농산물 품질 등급표준 적용 및 개선 기술이 개발된다.	1차	전체	23	7	12	4	86.4	64.5
				傳大	7				100.0	62.9
	2	농산물 품질 계측방법의 표준화가 이루어진다.	1차	전체	23	8	12	3	80.4	58.2
				傳大	8				87.5	55.0
	3	농산물 품질과 관련된 수확전 요인 관리기술이 개발된다.	1차	전체	23	9	9	5	80.4	59.1
				傳大	9				86.1	51.1
	4	수확후 관리기술이 개발되고, 평가항목 개발 및 활용기술이 개발된다.	1차	전체	23	9	10	4	77.2	60.9
				傳大	9				86.1	62.2
	5	농산물 내부품질인자 탐색 및 평가기술이 개발된다.	1차	전체	24	7	8	9	64.6	53.0
				傳大	7				85.7	54.3
	6	농산물 품질 정보화 및 관리기술이 개발된다.	1차	전체	23	6	13	4	73.9	61.8
				傳大	6				91.7	56.7
	7	농산물 품질 신속평가 및 선별 자동화 시스템이 개발된다.	1차	전체	23	8	11	4	85.9	60.9
				傳大	8				100.0	62.5
8	수출 농산물의 환경친화형 병충해 방제 기술이 개발된다.	1차	전체	23	6	9	8	77.2	49.6	
			傳大	6				100.0	46.7	
9	나노 기술개발에 의한 저장성 연장 기술이 개발된다.	1차	전체	24	6	10	8	70.8	40.0	
			傳大	6				100.0	33.3	
10	농산물의 예건 및 예냉처리 기술이 개발된다.	1차	전체	23	9	12	2	71.7	76.5	
			傳大	9				83.3	75.6	
11	수출용 CA 컨테이너 적용기술이 개발된다.	1차	전체	23	9	8	6	54.5	62.7	
			傳大	9				52.8	60.0	
			2차	국내						
				세계						

실현 시기(년)					연구개발추진주체				정책수단					
2005	2010	2015	2020	2025	민간주도	정부주도	산학연협동	국체공영	인력양성	협동연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
					1	15	10	2	5	3	13	5	10	0
					0	4	4	2	3	1	5	2	2	0
					2	11	11	3	4	2	14	9	3	0
					0	4	4	1	3	1	4	5	1	0
					3	7	13	1	5	6	11	9	2	0
					1	4	5	0	4	2	3	6	2	0
					2	10	12	0	4	5	12	7	3	0
					0	5	5	0	1	2	7	4	0	0
					3	6	16	3	6	6	6	13	1	0
					0	3	4	1	2	1	3	4	0	0
					1	11	13	0	5	7	14	4	5	0
					0	3	5	0	2	2	4	2	1	0
					4	5	15	0	7	4	12	9	0	0
					0	4	7	0	3	2	6	2	0	0
					5	10	11	4	9	5	6	14	1	0
					0	2	6	0	2	1	4	5	0	0
					3	6	11	7	8	6	1	16	0	0
					0	1	4	1	0	0	0	6	0	0
					4	4	16	0	4	5	14	6	2	0
					2	2	6	0	1	1	7	3	1	0
					7	3	13	2	2	4	12	9	1	0
					2	0	8	0	0	0	5	6	1	0

영역	번호	과제명	설문구분		응답자 수	전문도			중요도 지수	국내 수준 (%)
						대	중	소		
저장	12	Mobile CA의 현장 적용에 의한 농산물의 상품성 제고 기술이 개발된다.	1차	전체	23	8	10	5	56.8	57.3
				傳大	8				65.6	45.0
		2차		국내						
				세계						
	13	고농도 산소에 의한 농산물 저장성 증대 기술이 개발된다.	1차	전체	24	7	8	9	39.1	50.9
				傳大	7				39.3	42.9
		2차		국내						
				세계						
	14	고이산화탄소와 저산소 장해 현상이 규명된다.	1차	전체	23	8	7	8	45.5	60.9
				傳大	8				62.5	70.0
		2차		국내						
				세계						
	15	저온저장고 미세환경 조절기술이 개발된다.	1차	전체	23	10	8	5	53.8	59.1
				傳大	10				80.0	60.0
		2차		국내						
				세계						
	16	농산물 선도유지를 위한 신물질 응용기술이 개발된다.(광촉매, 오존)	1차	전체	24	9	10	5	58.3	58.3
				傳大	9				63.9	51.1
		2차		국내						
				세계						
	17	주요 농산물의 저장기술 체계도가 개발된다.	1차	전체	23	6	9	8	63.6	68.2
				傳大	6				91.7	70.0
	2차		국내							
			세계							
18	농산물의 저장방식별 한계 저장기간의 설정기술이 개발된다.	1차	전체	22	7	7	8	52.4	69.5	
			傳大	7				67.9	71.4	
	2차		국내							
			세계							
19	농산물의 저온장해 특성 구명 및 방지기술이 개발된다.	1차	전체	23	9	7	7	55.7	67.3	
			傳大	9				72.2	71.1	
	2차		국내							
			세계							
20	저장 농산물의 유통전 처리기술이 개발된다.	1차	전체	23	7	11	5	71.6	73.6	
			傳大	7				85.7	77.1	
	2차		국내							
			세계							
21	절하류의 vase-life 연장을 위한 active MA/CA 기술이 개발된다.	1차	전체	23	6	9	8	58.7	67.0	
			傳大	6				91.7	63.3	
	2차		국내							
			세계							
22	Bio-sensing 기법을 응용한 저장력 검정기술이 개발된다.	1차	전체	24	6	12	6	52.2	50.4	
			傳大	6				75.0	43.3	
	2차		국내							
			세계							

실현 시기(년)						연구개발추진주체				정책수단					
2005	2010	2015	2020	2025		민간주도	정부주도	산학연협동	국재공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
						6	3	14	1	2	5	12	9	1	0
						1	1	7	0	0	0	6	5	0	0
						5	2	15	3	3	6	5	14	0	1
						0	0	7	0	1	1	0	6	0	0
						4	4	13	3	3	5	4	15	1	0
						0	2	6	0	2	0	1	7	1	0
						5	5	13	2	5	5	9	9	1	0
						0	3	8	0	2	0	6	5	0	0
						2	3	18	2	4	3	8	16	0	1
						0	1	7	2	1	0	3	7	0	0
						1	9	13	1	3	5	11	6	4	0
						0	2	6	0	1	0	4	3	0	0
						2	4	14	0	2	6	7	10	2	0
						0	3	5	0	1	1	2	5	1	0
						3	3	17	2	4	5	4	14	0	0
						0	1	8	1	2	0	2	7	0	0
						5	3	15	1	6	4	9	10	2	1
						0	0	7	1	3	0	2	5	1	0
						5	3	16	1	3	6	6	13	1	1
						0	0	6	0	2	0	1	5	0	0
						2	5	17	1	7	6	3	15	0	0
						0	1	5	0	1	0	0	6	0	0

요인	번호	과제명	설문구분	응답자수	전문도			중요도지수	국내수준(%)	
					대	중	소			
포장	23	식품 선도보존용 고기능성 포장소재가 개발된다.	1차	전체	23	7	11	5	65.2	63.5
				傳大	7				78.6	51.4
	2차	국내								
		세계								
	24	친환경성 분리용이한 다층식품포장필름 제조기술이 개발된다.	1차	전체	23	5	10	8	61.4	61.8
				傳大	5				80.0	52.0
	2차	국내								
		세계								
	25	고기능성 생분해 플라스틱 포장소재 제조기술이 개발된다.	1차	전체	24	7	9	8	67.4	59.1
				傳大	7				85.7	48.6
	2차	국내								
		세계								
	26	품질보존효과와 유통편의성을 가진 고유발효식품 포장용기가 개발된다.	1차	전체	23	3	13	7	60.9	60.0
				傳大	3				83.3	73.3
	2차	국내								
		세계								
	27	저온유통용 반가공 편의 과채류의 포장기술이 개발된다.	1차	전체	23	9	8	6	68.5	63.5
				傳大	9				88.9	66.7
	2차	국내								
		세계								
28	복합포장소재와 부식성 식품과의 상호작용 평가기술이 개발된다.	1차	전체	23	4	9	10	58.7	55.7	
			傳大	4				100.0	45.0	
2차	국내									
	세계									
29	농축산물의 선도보존을 위한 가식성 피막코팅제 및 처리제가 개발된다.	1차	전체	23	8	7	8	64.8	59.1	
			傳大	8				87.5	52.5	
2차	국내									
	세계									
30	농산물 선도 감지용 포장소재가 개발된다.	1차	전체	23	5	8	10	54.5	52.7	
			傳大	5				70.0	48.0	
2차	국내									
	세계									
31	곡류의 품질유지를 위한 기능성 소비자포장 (consumer unit packaging) 기술이 개발된다.	1차	전체	23	5	10	8	56.5	60.9	
			傳大	5				75.0	80.0	
2차	국내									
	세계									
32	Hurdle technology 적용에 의한 반가공 농산물의 포장 및 유통기술이 개발된다.	1차	전체	23	9	9	5	61.4	60.0	
			傳大	9				75.0	57.8	
2차	국내									
	세계									
33	포장 신선 농산물의 유통기한 설정 기술이 개발된다.	1차	전체	23	8	9	6	63.6	72.7	
			傳大	8				81.3	77.5	
2차	국내									
	세계									

실현 시기(년)					연구개발추진주체				정책수단					
2005	2010	2015	2020	2025	민간주도	정부주도	산학연협업	국제공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
					40	20	177	21	42	40	51	167	00	10
					73	20	142	11	50	82	41	134	21	10
					61	21	145	31	41	81	32	125	42	00
					111	21	121	00	30	80	50	122	00	11
					72	21	167	00	42	61	72	149	10	00
					30	51	152	32	20	111	30	114	10	10
					40	51	146	10	40	61	40	137	00	11
					72	20	144	00	10	80	51	124	11	00
					82	41	123	00	10	80	74	102	00	10
					41	32	155	11	20	50	84	127	00	00
					52	73	104	00	21	62	70	86	62	00

영역	번호	과제명	설문구분	응답자수	전문도			중요도지수	국내수준(%)
					대	중	소		
포장	34	변패 및 위해 미생물 억제를 위한 포장 시스템 개발 및 평가 기술이 개발된다.	1차	전체 24 傳大 7	7	10	7	62.5 82.1	58.3 54.3
			2차	국내 세계					
	35	과일 날개 포장기술이 개발된다.	1차	전체 23 傳大 9	9	6	8	48.9 75.0	77.3 80.0
			2차	국내 세계					
	36	저온유통용 지류(紙類) 포장기술이 개발된다.	1차	전체 23 傳大 3	3	13	7	47.8 83.3	69.6 60.0
			2차	국내 세계					
유통	37	신선 농산물의 물류효율 향상을 위한 파렛트 및 적정수송 시스템이 개발된다.	1차	전체 23 傳大 7	7	10	6	59.8 85.7	70.4 77.1
			2차	국내 세계					
	38	주요농산물의 선도유지를 위한 품목별 물류 최적화 모델이 구축된다.	1차	전체 24 傳大 7	7	11	6	70.8 92.9	66.7 71.4
			2차	국내 세계					
	39	주요 농산물의 수확후 유통감모를 저감기술이 개발된다.	1차	전체 23 傳大 8	8	9	6	62.5 78.1	69.1 75.0
			2차	국내 세계					
	40	농산물의 산지 재배 및 저장현황 파악 on-line 시스템이 구축된다.	1차	전체 24 傳大 8	8	9	7	66.3 87.5	64.5 72.5
			2차	국내 세계					
	41	농산물 수출증대를 해외 관련규격 및 제도 대응 기술이 개발된다.	1차	전체 23 傳大 4	4	12	7	70.5 100.0	67.3 70.0
			2차	국내 세계					
	42	농산물 품목별 산지 유통 전처리 기술이 개발된다.	1차	전체 23 傳大 10	10	9	4	69.3 90.0	67.3 72.0
			2차	국내 세계					
	43	전자상거래 활성화에 따른 농산물 택배시스템이 표준화된다.	1차	전체 23 傳大 5	5	9	9	60.2 80.0	69.1 84.0
			2차	국내 세계					
	44	Cold chain system 정립을 위한 농산물 저온유통 기술의 표준화가 이루어진다.	1차	전체 24 傳大 11	11	8	5	79.3 90.9	66.1 70.9
			2차	국내 세계					

실현 시기(년)						연구개발추진주체				정책수단					
2005	2010	2015	2020	2025		민간주도	정부주도	산학연협동	국제공동연구	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
						3	8	13	1	3	6	10	11	2	1
						1	1	3	1	1	0	0	4	1	1
						9	5	9	0	2	4	8	9	2	3
						3	2	4	0	0	0	6	5	1	1
						10	3	10	0	2	6	8	10	2	2
						1	1	0	0	0	0	0	3	0	0
						6	9	8	0	3	6	15	4	7	0
						1	4	3	0	2	1	6	4	3	0
						3	10	13	0	3	8	11	10	4	0
						0	4	5	0	2	2	3	6	1	0
						4	9	10	0	4	5	7	12	2	1
						1	4	4	0	2	0	3	6	2	0
						2	14	8	1	5	5	17	5	4	0
						0	6	4	0	3	1	7	3	1	0
						3	14	3	4	7	7	9	7	9	0
						0	2	0	2	2	1	1	3	3	0
						4	6	12	0	3	5	10	11	3	0
						2	3	5	0	2	1	6	5	2	0
						8	4	10	1	2	7	13	5	9	0
						3	0	2	0	0	1	4	2	2	0
						4	8	13	0	4	4	13	8	8	1
						2	5	6	0	1	0	8	5	4	0

과제명	설문구분	응답자 수	전문도			중요도 지수	국내 수준 (%)		
			대	중	소				
45 신선편이 식품의 품질규격화가 이루어진다.	1차	전체	23	9	10	4	64.8	62.7	
		국내	9				77.8	71.1	
	2차	전체							
		국내							
46 신선 편이식품의 선도유지 기술이 개발된다.	1차	전체	23	11	8	4	72.8	65.2	
		국내	11				86.4	72.7	
	2차	전체							
		국내							
47 소비자 안전을 위한 유통 농축산물의 생산지 추적 기술 및 시스템이 개발된다.	1차	전체	24	9	9	6	72.8	55.7	
		국내	9				94.4	53.3	
	2차	전체							
		국내							
	48 신선 농산물의 잔류 중금속 및 농약 잔여 검사법이 개발된다.	1차	전체	23	4	11	8	77.3	63.6
			국내	4				100.0	60.0
		2차	전체						
			국내						
	49 축산물에서의 합성성장촉진제 및 항생제 잔류 신속 검증기술이 개발된다.	1차	전체	24	4	9	11	65.2	57.4
			국내	4				87.5	50.0
		2차	전체						
			국내						
50 신선 농축산물 살균기술이 개발된다.	1차	전체	24	6	10	8	72.8	63.5	
		국내	6				100.0	60.0	
	2차	전체							
		국내							
51 Biopreservation을 이용한 농축산물의 안전성 향상 기술이 개발된다.	1차	전체	23	7	9	7	60.9	53.9	
		국내	7				71.4	54.3	
	2차	전체							
		국내							
52 수출입 농산물의 병해충 검역 기술이 개발된다.	1차	전체	24	3	13	8	76.1	61.7	
		국내	3				100.0	80.0	
	2차	전체							
		국내							
53 방사선 조사 농축산식품의 선량 검증기술이 개발된다.	1차	전체	24	3	11	10	57.6	61.7	
		국내	3				83.3	53.3	
	2차	전체							
		국내							
54 농축산 식품의 안전성 확보를 위한 HACCP 및 식중독 방지 시스템이 개발된다.	1차	전체	24	7	10	7	79.3	60.0	
		국내	7				100.0	57.1	
	2차	전체							
		국내							
55 농축산물의 가공, 저장 및 유통 중 발생하는 유해 성분 평가 및 제어 기술이 개발된다.	1차	전체	24	6	11	7	77.2	55.7	
		국내	6				100.0	46.7	
	2차	전체							
		국내							

실현 시기(년)						연구개발추진주체				정책수단				
2005	2010	2015	2020	2025	민간주도	정부주도	산학연협동	국제공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
					5	7	11	0	5	5	6	9	8	1
					2	2	5	0	3	1	2	6	4	1
					6	3	14	1	3	5	8	13	4	0
					2	0	8	1	1	1	5	9	2	0
					4	11	8	0	3	8	11	9	8	0
					1	5	4	0	2	2	5	5	4	0
					1	12	7	3	6	3	6	11	8	0
					0	2	2	0	2	0	1	4	1	0
					1	12	7	5	4	5	7	11	5	1
					0	2	1	1	1	1	0	2	0	0
					2	5	16	2	3	5	7	15	3	0
					0	1	6	1	2	1	1	6	1	0
					1	6	15	1	5	5	4	16	1	0
					0	1	6	0	2	0	1	7	0	0
					1	16	5	3	8	6	10	7	7	0
					0	3	0	0	1	0	1	2	0	0
					2	10	9	3	6	7	7	9	3	0
					0	2	1	0	2	0	0	2	0	0
					3	9	10	2	5	6	12	7	6	0
					1	4	1	0	2	1	3	3	4	0
					1	7	16	1	6	5	7	16	2	0
					0	1	5	0	3	0	2	4	1	0

과목	연번	과제명	실문구분	응답자수	전문도			중요도지수	국내수준(%)	
					대	중	소			
안전	56	농축산물의 알러지 야기 성분 검증 기술이 개발된다.	1차	전체 傳大	24 4	4	6	14	55.4 87.5	49.6 40.0
			2차	국내 세계						
	57	전통식생활의 안전 위해 인자 점검 기술이 개발된다.	1차	전체 傳大	24 4	4	8	12	52.2 100.0	60.9 45.0
			2차	국내 세계						
	58	수입 및 국내산 농축산물의 안전성 신속진단기술이 개발된다.	1차	전체 傳大	24 5	5	9	10	84.8 100.0	53.9 32.0
			2차	국내 세계						
	59	유전자 변형 식품 함유 여부 판정 기술이 개발된다.	1차	전체 傳大	24 4	4	6	14	72.8 100.0	52.7 50.0
			2차	국내 세계						
상품화기술	60	신선식품의 소비행태 변화가 조사된다.	1차	전체 傳大	24 6	6	9	9	47.8 75.0	72.2 93.3
			2차	국내 세계						
	61	고유 과실 상품화 기술이 개발된다.	1차	전체 傳大	23 7	7	10	6	55.7 75.0	70.0 74.3
			2차	국내 세계						
	62	기능성 강화 채소식품 개발과 상품화 기술이 개발된다.	1차	전체 傳大	23 7	7	8	8	56.8 78.6	61.8 65.7
			2차	국내 세계						
	63	유기농산물 품질차별화 기술이 개발된다.	1차	전체 傳大	24 8	8	8	8	58.7 78.1	58.3 60.0
			2차	국내 세계						

실현 시기(년)						연구개발추진주체				정책수단				
2005	2010	2015	2020	2025	민간주도	정부주도	산학연협동	국제공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
					30	72	142	10	63	50	50	133	10	10
					31	72	131	00	50	72	30	112	31	10
					10	145	80	20	63	41	112	113	51	00
					10	112	112	30	51	60	71	133	71	00
					61	60	125	00	52	72	93	63	41	10
					62	31	154	00	32	71	40	136	00	10
					52	31	144	00	63	51	30	187	11	00
					51	73	124	00	52	40	71	146	74	10

제9절 임업·임산분야 기술예측

1. 설문응답자의 특성

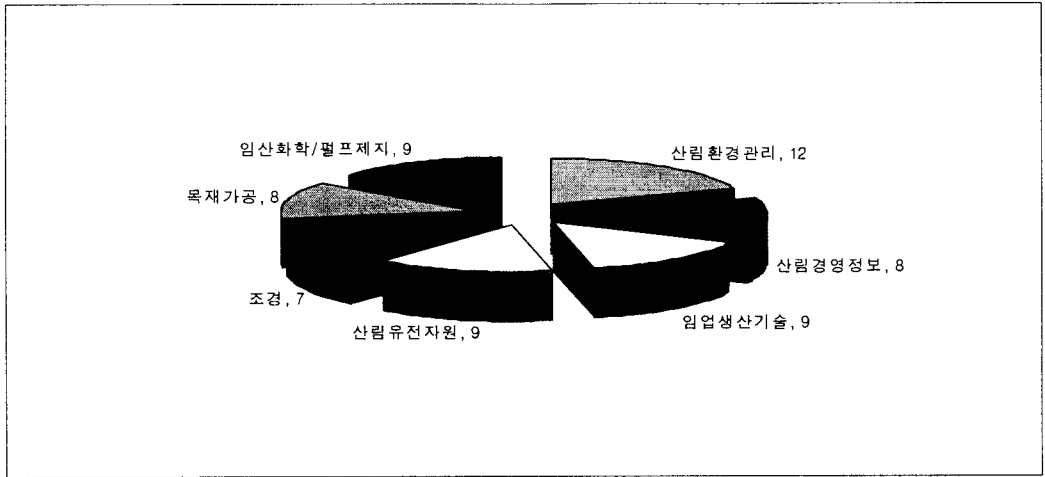
임업·임산분야의 응답자들은 40~49세 연령계층이 39명으로 전체 응답자의 71%를 차지했고, 이어서 50~59세 연령계층이 11명으로 20%를 차지했다. 연구경력 기간은 10~19년이 전체의 51%를 차지했으며, 이어서 20~29년이 33%를 차지했다. 연구원 19명, 기업 2명, 대학이 34명으로 대학교수가 전체의 62%를 차지했다.

<표 3-2-48> 임업·임산분야 미래기술예측 설문응답자의 분포

응답자	계	연령코드				경력코드					
		30~39	40~49	50~59	60~	0~9	10~19	20~29	30~39	40~	
연구원	박사	19	2	16	1		2	11	6		
	소계	19	2	16	1	0	2	11	6	0	0
기업	박사	1			1					1	
	석사	1			1					1	
	소계	2	0	0	2	0	0	0	0	2	0
대학	박사	34	1	23	8	2	1	17	12	4	
	석사	0									
	소계	34	1	23	8	2	1	17	12	4	0
총합계	55	3	39	11	2	3	28	18	6	0	

2. 영역별 도출 과제수

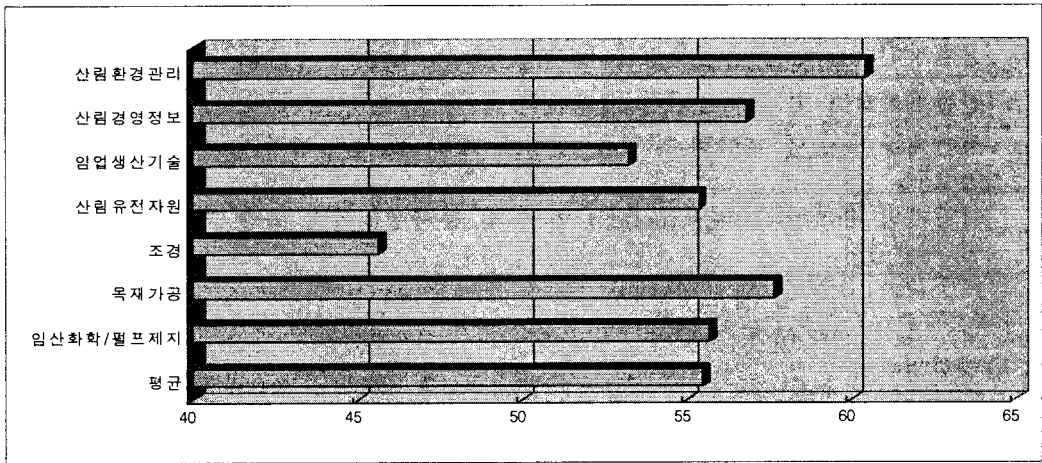
임업·임산분야의 영역별 과제수의 분포는 산림환경관리 12개, 산림경영정보 8개, 임업생산기술 9개, 산림유전자원 9개, 조경 7개, 목재가공 8개, 임산화학/펄프제지 9개로 분류되었으며 총 과제수는 62개로 최종 확정되었다. 임업·임산분야의 연구과제 중에서 산림환경관리 영역의 과제가 12개로 가장 많은 것으로 나타났다.



<그림 3-2-50> 임업·임산분야의 중분류의 분포도

3. 과제 의 중요도

과제의 중요도지수를 적용하여 임업·임산분야의 7개의 중분류를 비교하여 보았을 때, 산림환경관리가 60.44로 가장 높았고, 목재가공, 산림경영정보, 임산화학/펄프제지, 산림유전자원, 임업생산기술, 조경이 각각 57.66, 56.84, 55.67, 55.37, 53.25, 45.63 순으로 나타났다. 임업·임산분야의 전체 평균은 55.47로 나타났다.



<그림 3-2-51> 임업·임산분야의 중요도지수

<표 3-2-49> 임업·임산분야 중요도지수 상위 20개 과제

순위	과제명	중요도지수
1	지구환경변화에 대한 장기생태연구 및 대응기술이 개발된다.	78.02
2	GIS를 이용한 통합 산림자원정보 활용체계가 구축된다.	73.66
3	환경변화에 따른 산림식물의 성장반응 및 훼손생태계 복원기술이 개발된다.	73.28
4	폐목질 자원의 최적 순환이용 기술이 개발된다.	70.34
5	도시림의 생태적 조성 및 환경형성기능 평가가 이루어진다.	69.49
6	산지재해 방지를 위한 위험지 관리시스템이 개발된다.	68.75
7	목질 바이오매스의 석유대체 자원화 기술이 개발된다.	68.64
8	지속가능한 산림경영체계가 구축이 되어 이행이 된다.	65.63
9	산림유전자원 수집, 현지내·현지외·시설내 보전 및 지속가능한 이용 체계가 구축된다.	64.29
10	산림병해충 종합관리 시스템이 개발된다.	64.22
11	환경친화형 산림병해충 방제제가 개발된다.	64.22
12	환경친화적인 임도 시공기술이 개발된다.	63.79
13	단기 임산물 소득원이 개발된다.	63.16
14	목질분해균을 이용한 유기폐기물 및 난분해성 유기오염물질 분해 기술이 개발된다.	62.93
15	고부가가치 특용수·유실수·조경수 신품종 육성 기술이 개발된다.	62.50
16	목재 및 목질재료의 신기능 부여기술이 개발된다.	62.29
17	산림자원 신기능성 유용유전자 탐색 및 Gene Bank가 구축된다.	62.27
18	산불소화약제 및 진화장비가 개발된다.	61.82
19	국산재를 이용한 대단면 구조용 집성재 개발 및 성능평가가 이루어진다.	61.02
20	산림자원 유전체(Bioinformatics) 연구 및 분자생물학적 육종 기술이 개발된다.	59.09

가. 산림환경관리

산림환경관리 영역에서는 '지구환경변화에 대한 장기생태연구 및 대응기술이 개발된다'의 연구과제가 중요도지수 78.02로 1 순위로 나타났으나, 선진국 대비 기술수준은 45.96으로 낮아 기술개발이 시급히 요구되는 과제로 나타났다.

<표 3-2-50> 산림환경관리 영역의 중요도지수 상위 5개 과제

번호	과 제 명	중요도 지수	국내수준 (%)
1	지구환경변화에 대한 장기생태연구 및 대응기술이 개발된다.	78.02	45.96
2	환경변화에 따른 산림식물의 성장반응 및 훼손생태계 복원 기술이 개발된다.	73.28	50.53
3	도시림의 생태적 조성 및 환경형성기능 평가	69.49	47.59
4	산지재해 방지를 위한 위험지 관리시스템이 개발된다.	68.75	56.79
5	산림병해충 종합관리 시스템이 개발된다.	64.22	55.17

나. 산림경영정보

산림경영정보 영역에서는 ‘GIS를 이용한 통합 산림자원정보 활용체계가 구축된다’의 연구과제가 중요도지수 73.66으로 나타났으며, 선진국 대비 기술수준은 55.36으로 나타났다. 그러나 이 과제를 제외하고 나머지 과제들의 중요도지수는 상대적으로 낮은 것으로 나타났다.

<표 3-2-51> 산림경영정보 영역의 중요도지수 상위 5개 과제

순위	과 제 명	중요도 지수	국내수준 (%)
1	GIS를 이용한 통합 산림자원정보 활용체계가 구축된다.	73.66	55.36
2	지속가능한 산림경영체계가 구축이 되어 이행이 된다.	65.63	49.29
3	임산물 유통정보 시스템이 구축된다.	58.93	56.36
4	원격탐사에 의한 산림자원 평가 및 모니터링이 체계화된다.	58.33	52.86
5	산림자원이용/수급분석 통합모델이 개발되고 활용화된다.	53.64	51.64

다. 임업생산기술

임업생산기술 영역에서는 ‘환경친화적인 임도 시공기술이 개발된다’의 연구과제가 중요도 지수 63.79로 1순위로 나타났으며, 선진국 대비 기술수준은 58.57로 상대적으로 높은 것으로 나타났다.

<표 3-2-52> 임업생산기술 영역의 중요도지수 상위 5개 과제

순위	과제명	중요도지수	국내수준 (%)
1	환경친화적인 임도 시공기술이 개발된다.	63.79	58.57
2	단기 임산물 소득원이 개발된다.	63.16	58.60
3	산림작업 시스템 및 표준공정이 개발된다.	51.79	50.18
4	육림 부산물 수집 및 소규모 임업경영을 위한 임업기계가 개발된다.	50.89	43.64
5	임업용 집재차량 부착 조재기 및 기능성 원치가 개발된다.	50.89	46.18

라. 조경

조경 영역에서는 ‘도시 인근 자연림을 중심으로 한 시가지내 자연선형 녹지조성’의 연구과제가 중요도지수 57.46으로 1순위로 나타났다. 그러나 타 영역과 비교하여 전체적으로 중요도지수가 평균 이하로 낮은 것으로 나타났다. 반면에 이 영역의 선진국 대비 기술수준은 상대적으로 높은 것으로 나타났다.

<표 3-2-53> 조경 영역의 중요도지수 상위 5개 과제

순위	과제명	중요도지수	국내수준 (%)
1	도시 인근 자연림을 중심으로 한 시가지내 자연선형 녹지가 조성된다.	57.46	59.29
2	RS/GIS를 이용한 도시환경 변화 모니터링된다.	49.11	54.55
3	가로수 및 인근공간의 3차원적 Structure에 의한 녹지공간이 확대된다.	46.88	57.82
4	인공지반을 기반으로 한 자연생태형 산림이 조성된다.	44.64	50.55
5	디지털 정보를 이용한 3차원 조경설계 기법이 개발된다.	42.41	62.55

마. 산림유전자원

산림유전자원 영역은 전체적으로 중요도지수는 높으나, 국내 연구개발 수준이 저조하여 시급히 개발해야할 과제들로 나타났다.

<표 3-2-54> 산림유전자원 영역의 중요도지수 상위 5개 과제

순위	과 제 명	중요도 지수	국내수준 (%)
1	산림유전자원 수집, 현지내·현지의·시설내 보전 및 지속 가능한 이용 체계기 구축된다.	64.29	46.30
2	고부가가치 특용수·유실수·조경수 신품종 육성 기술이 개발된다.	62.50	59.27
3	산림자원 신기능성 유용유전자 탐색 및 Gene Bank가 구축된다.	62.27	48.00
4	산림자원 유전체(Bioinformatics) 연구 및 분자생물학적 육종 기술이 개발된다.	59.09	49.63
5	산림협약 제정에 대비한 환경정화용, 사막화방지용 수종이 개발된다.	57.73	44.81

바. 목재가공

목재가공 영역에서는 '폐목질 자원의 최적 순환이용 기술이 개발된다'의 연구과제가 중요도지수 70.34로 나타났으며, 선진국 대비 기술수준은 51.53으로 나타났다.

<표 3-2-55> 목재가공 영역의 중요도지수 상위 5개 과제

순위	과 제 명	중요도 지수	국내수준 (%)
1	폐목질 자원의 최적 순환이용 기술이 개발된다.	70.34	51.53
2	목재 및 목질재료의 신기능 부여기술이 개발된다.	62.29	48.81
3	국산재를 이용한 대단면 구조용 집성재 개발 및 성능평가가 이루어진다.	61.02	58.31
4	전통 목조건축의 구조 및 주거성능 현대화가 이루어진다.	57.76	57.24
5	환경 친화형 목재보존 가공 기술 및 열화 탐색 기술이 개발된다.	55.60	54.58

사. 임산화학/펄프제지

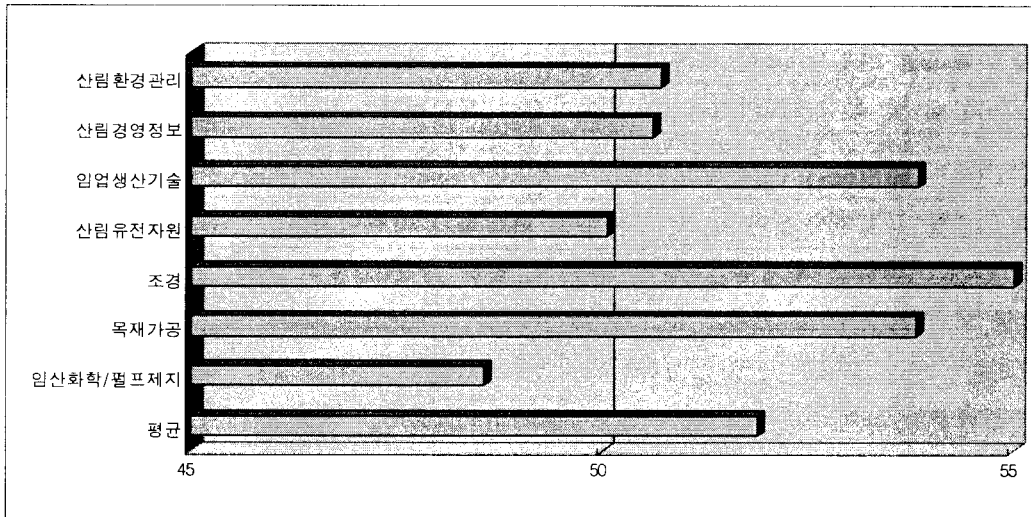
임산화학 및 펄프제지 영역에서는 '목질 바이오매스의 석유대체 자원화 기술이 개발된다'의 연구과제가 중요도지수 68.64로 1위를 차지했으나, 선진국 대비 기술수준이 39.65로 저조한 것으로 나타났다.

<표 3-2-56> 임산화학/펄프제지 영역의 중요도지수 상위 5개 과제

순위	과제명	중요도지수	국내수준 (%)
1	목질 바이오매스의 석유대체 자원화 기술이 개발된다.	68.64	39.65
2	목질분해균을 이용한 유기폐기물 및 난분해성 유기오염물질 분해 기술이 개발된다.	62.93	45.52
3	환경친화형·고성능 목재접착제 개발·이용이 이루어진다.	57.33	53.10
4	저에너지성·저공해성 펄프제조기술이 개발된다.	57.33	51.38
5	목재 주성분의 화학적 변환에 의한 기능성 소재화가 이루어진다.	54.39	51.03

4. 과제의 연구개발수준

연구개발수준은 선진국과 비교하여 평균 51.88% 수준으로 평가되었다. 선진국대비 기술수준이 다소 양호하게 나타난 영역은 조경분야로 57.21% 수준으로 예측되었다. 이어서 임업생산기술과 목재가공 영역이 53.8% 수준으로 나타났다. 연구개발수준이 가장 낮게 평가된 분야는 임산화학/펄프제지 분야로 선진국 대비 48.56% 수준에 지나지 않아 이 분야의 기술수준 제고가 필요한 것으로 나타났다.



<그림 3-2-52> 임업·임산분야의 연구개발 수준

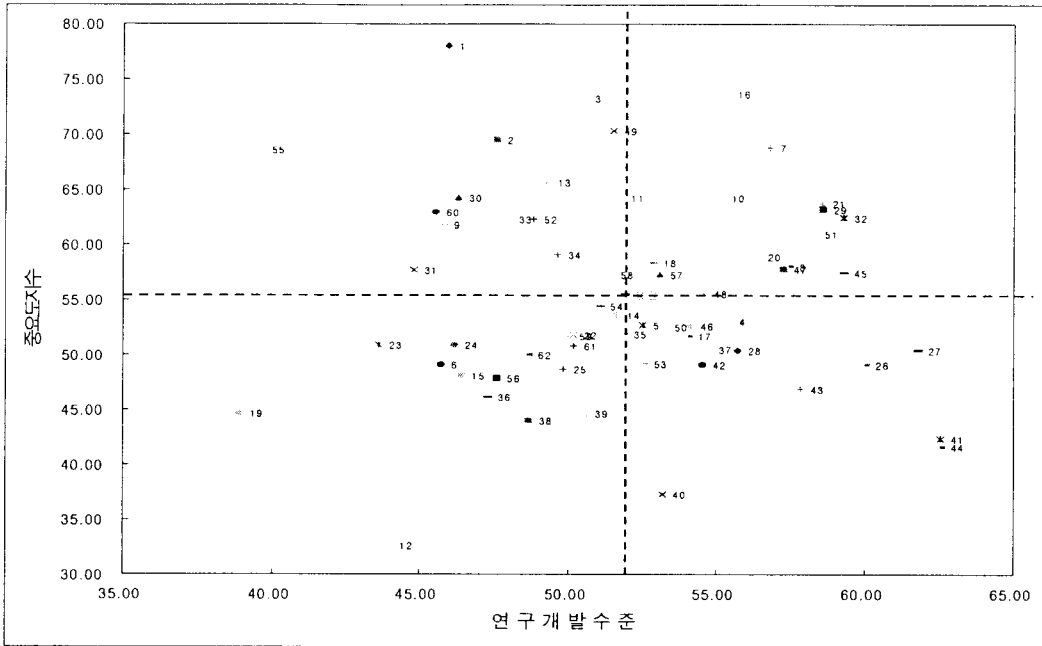
<표 3-2-57> 연구개발수준이 높은 상위 20개 과제

번호	과 제 명	연구개발수준
41	디지털 정보를 이용한 3차원 조정설계 기법이 개발된다.	62.55
44	자연림 형태의 숲 조성을 이용한 옥상녹화 모델이 개발된다.	62.55
27	양묘 시업기술이 체계화된다.	61.79
26	소나무림의 천연갱신법 개선 방안이 마련된다.	60.00
45	도시 인근 자연림을 중심으로 한 시가지내 자연선형 녹지가 조성된다.	59.29
32	고부가가치 특용수·유실수·조경수 신품종 육성 기술이 개발된다.	59.27
29	단기 임산물 소득원이 개발된다.	58.60
21	환경친화적인 임도 시공기술이 개발된다.	58.57
51	국산재를 이용한 대단면 구조용 집성재 개발 및 성능평가가 이루어진다.	58.31
43	가로수 및 인근공간의 3차원적 Structure에 의한 녹지공간이 확대된다.	57.82
8	산림수자원 및 토양보전을 위한 유역사방 복구모델이 개발된다.	57.45
47	전통 목조건축의 구조 및 주거성능 현대화가 이루어진다.	57.24
7	산지재해 방지를 위한 위험지 관리시스템이 개발된다.	56.79
20	임산물 유통정보 시스템이 구축된다.	56.36
28	천연활엽수 임분 시업법이 개발된다.	55.71
4	산성강하물의 특성 및 데이터 베이스화에 의한 영향평가가 이루어진다.	55.44
16	GIS를 이용한 통합 산림자원정보 활용체계가 구축된다.	55.36
10	산림병해충 종합관리 시스템이 개발된다.	55.17
37	산림자원을 이용한 배양공학기법 개발을 통한 유용물질이 생산된다.	54.72
48	환경 친화형 목재보존 가공 기술 및 열화 탐색 기술이 개발된다.	54.58

5. 중요도와 연구개발수준의 비교

과제의 중요도와 연구개발수준을 분석함으로써 핵심전략기술을 발굴하기 위하여 포트폴리오를 아래 그림과 같이 구성하였다.

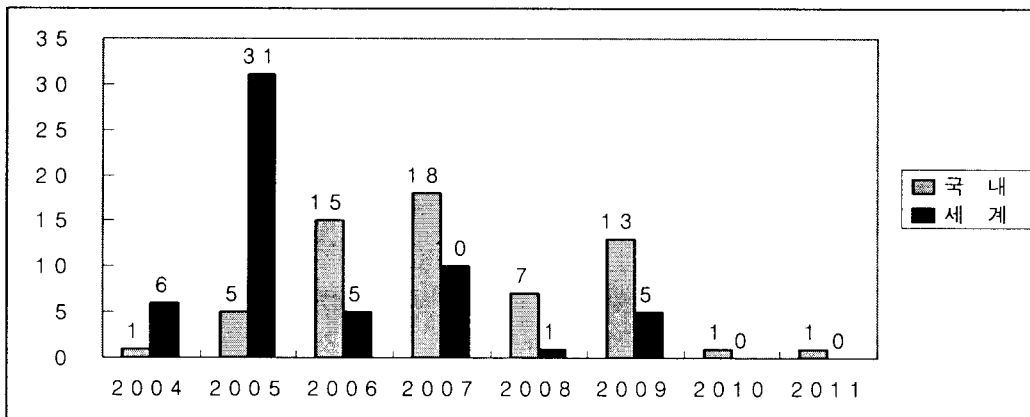
I 사분면에 해당하는 과제는 14개로 가장 성장 잠재력이 높은 영역으로 나타났고, II 사분면에 위치한 과제는 15개로 중요도는 높으나 연구개발 수준이 낮아 지속적인 투자가 요구되는 영역으로 평가되었다.



<그림 3-2-53> 임업·임산분야 연구과제의 중요도지수-연구개발수준 포트폴리오

6. 실현시기 예측결과

국내 실현시기와 세계실현시기의 분포는 아래 그림과 같이 나타났다. 먼저 국내 실현시기를 비교하면, 총 62개 과제 중 63%가 2007년까지 실현될 것으로 예측되었다. 세계실현시기는 84%의 과제가 2007년까지 실현될 것으로 예측되었다.

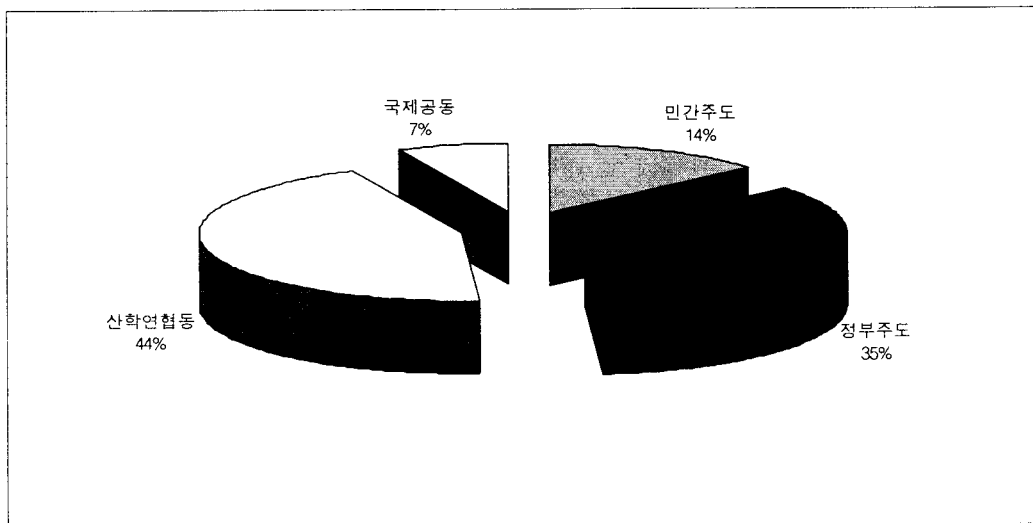


<그림 3-2-54> 임업·임산분야 실현시기 예측결과 분포도

선진국과 실현시기의 격차가 전혀 없는 과제는 8%, 1년이 늦은 과제는 34%, 2년이 늦은 과제는 47%, 3년이 늦은 과제는 8%, 4년이 늦은 과제는 1개로 나타났다.

7. 연구개발 추진주체

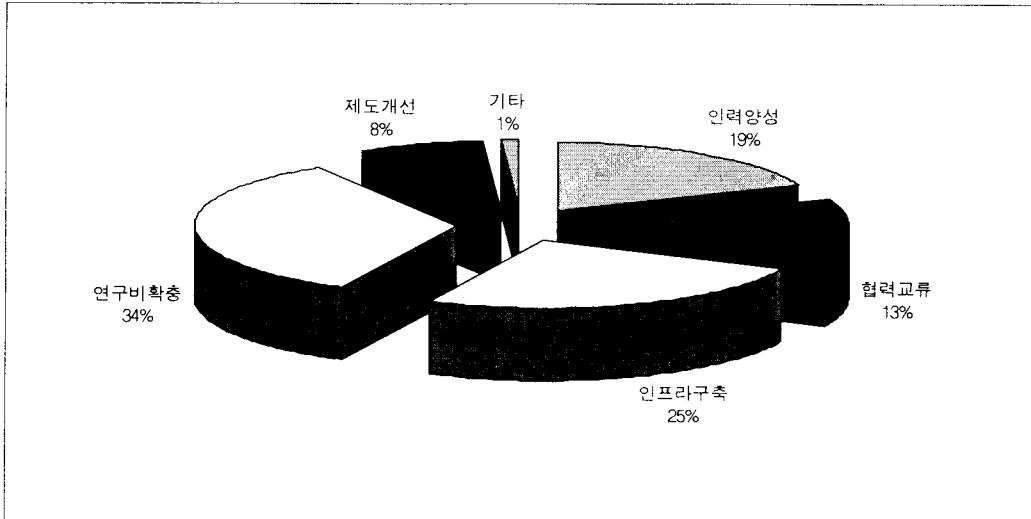
연구개발 추진 방법에 대한 의견은 다음 그림과 같이 나타났다. 산학연협동이 44%, 정부주도가 35%, 민간주도가 14%, 국제공동이 7% 순으로 나타나, 산학연의 유기적 협동에 의한 연구가 가장 요구되는 추진방법으로 나타났다



<그림 3-2-55> 임업·임산분야의 연구개발 추진방법의 분포

8. 연구개발 정책수단

정부의 정책수단에 대한 응답결과는 '연구비확충'이 34%, '인프라구축'이 25%, '협력교류'가 13%, '인력양성'이 19%를 차지하고 있었다. 이는 유통분야의 연구과제개발에 대한 연구비 확충이 절실하며 인프라구축 및 산학연 협력연구에 대한 장려책이 필요함을 의미하고 있다. 그 외 '제도개선', '기타'이 각각 8%, 1%로 나타났다.



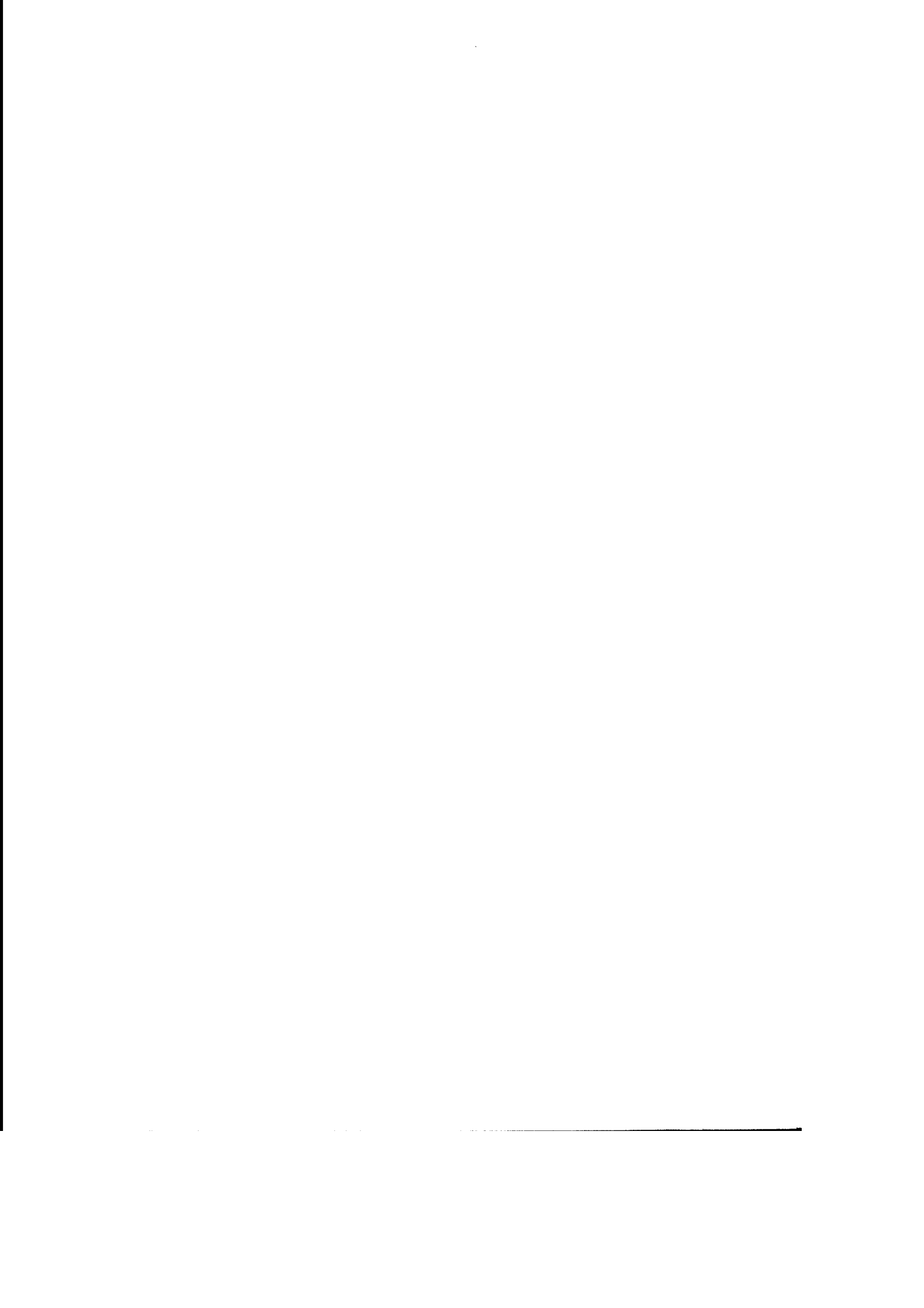
<그림 3-2-56> 임업·임산분야 연구과제개발 추진을 위한 정책수단 분포

9. 미래기술연표

국내실현 시기(A)	번호	과 제 명	세계실현 시기(B)	격차 (A-B)
2004	53	임업 및 임산업에 대한 후원인 양성을 위한 목공 체험 프로그램이 개발된다.	2004	0
2005	17	산림정책 평가 및 분석기술이 개발된다.	2004	1
	20	임산물 유통정보 시스템이 구축된다.	2004	1
	29	단기 임산물 소득원이 개발된다.	2005	0
	41	디지털 정보를 이용한 3차원 조경설계 기법이 개발된다.	2004	1
	51	국산재를 이용한 대단면 구조용 집성재 개발 및 성능평가가 이루어진다.	2004	1
2006	2	도시림의 생태적 조성 및 환경형성기능 평가가 이루어진다.	2005	1
	4	산성강하물의 특성 및 데이터 베이스화에 의한 영향평가가 이루어진다.	2005	1
	5	산림유역의 수문환경 예측을 위한 분포형 유역수문모델이 개발된다.	2005	1
	8	산림수자원 및 토양보전을 위한 유역사방 복구모델이 개발된다.	2005	1
	9	산불소화약제 및 진화장비가 개발된다.	2004	2
	14	산림자원이용/수급분석 통합모델이 개발되고 활용화된다.	2005	1
	15	도시화 기능 증진을 위한 계획·평가·제도개선이 이루어진다.	2005	1
	16	GIS를 이용한 통합 산림자원정보 활용체계가 구축된다.	2005	1
	24	임업용 집재차량 부착 조재기 및 기능성 원치가 개발된다.	2004	2
	27	양묘 시업기술 체계화가 이루어진다.	2004	2
	42	RS/GIS를 이용한 도시환경 변화가 모니터링된다.	2005	1
	44	자연림 형태의 숲 조성을 이용한 옥상녹화 모델이 개발된다.	2004	2
	50	목재 및 목질재료의 비파괴 재질평가 기법이 개발된다.	2005	1
	56	부후성 버섯의 신기능 부여 연구가 이루어진다.	2005	1
	62	목재산업의 환경영향(LCA)평가 기법이 개발된다.	2005	1
2007	7	산지재해 방지를 위한 위험지 관리시스템이 개발된다.	2005	2
	12	야생동물이 산림의 갱신 및 생장에 미치는 영향이 평가된다.	2005	2
	18	원격탐사에 의한 산림자원 평가 및 모니터링 체계화가 이루어진다.	2005	2
	21	환경친화적인 임도 시공기술이 개발된다.	2005	2
	22	산림작업 시스템 및 표준공정이 개발된다.	2005	2
	23	육림 부산물 수집 및 소규모 임업경영을 위한 임업기계가 개발된다.	2005	2
	26	소나무림의 천연갱신법 개선 방안이 마련된다.	2006	1

국내실현 시기(A)	번호	과 제 명	세계실현 시기(B)	격차 (A-B)
2007	40	자연림 구조의 도식화를 통한 생태적 조성 모델이 개발된다.	2005	2
	43	가로수 및 인근공간의 3차원적 Structure에 의한 녹지공간이 확대된다.	2004	3
	45	도시 인근 자연림을 중심으로 한 시가지내 자연선형 녹지가 조성된다.	2005	2
	46	대단면 목재의 건축부재로서의 가공 및 성능 평가기술이 개발된다.	2005	2
	47	전통 목조건축의 구조 및 주거성능 현대화가 이루어진다.	2005	2
	26	소나무림의 천연갱신법 개선 방안이 마련된다.	2006	1
	40	자연림 구조의 도식화를 통한 생태적 조성 모델이 개발된다.	2005	2
	43	가로수 및 인근공간의 3차원적 Structure에 의한 녹지공간이 확대된다.	2004	3
	45	도시 인근 자연림을 중심으로 한 시가지내 자연선형 녹지조성이 이루어진다.	2005	2
	46	대단면 목재의 건축부재로서의 가공 및 성능 평가기술이 개발된다.	2005	2
	47	전통 목조건축의 구조 및 주거성능 현대화가 이루어진다.	2005	2
	48	환경 친화형 목재보존 가공 기술 및 열화 탐색 기술이 개발된다.	2005	2
	49	폐목질 자원의 최적 순환이용 기술이 개발된다.	2005	2
	54	목재 주성분의 화학적 변환에 의한 기능성 소재화가 이루어진다.	2005	2
	57	환경친화형·고성능 목재접착제가 개발·이용된다.	2005	2
	59	인체 및 환경친화형 목재도장 기술이 개발된다.	2005	2
61	탄화생산물의 고도이용기술이 개발된다.	2006	1	
2008	3	환경변화에 따른 산림식물의 성장반응 및 훼손생태계 복원기술이 개발된다.	2007	1
	6	지구온실가스를 감소시키기 위한 산림토양관리기술이 개발된다.	2007	1
	10	산림병해충 종합관리 시스템이 개발된다.	2005	3
	19	산림기상 예측 기술이 개발된다.	2007	1
	25	난대림의 자원화 및 생산력 증진기술이 개발된다.	2005	3
	28	천연활엽수 임분 시업법이 개발된다.	2006	2
	39	인공지반을 기반으로 한 자연생태형 산림이 조성된다.	2005	3
52	목재 및 목질재료의 신기능 부여기술이 개발된다.	2006	2	
2009	11	환경친화형 산림병해충 방제제가 개발된다.	2007	2
	13	지속가능한 산림경영체계가 구축되어 이행된다.	2005	4
	30	산림유전자원 수집, 현지내·현지외·시설내 보전 및 지속가능한 이용 체계가 구축된다.	2007	2

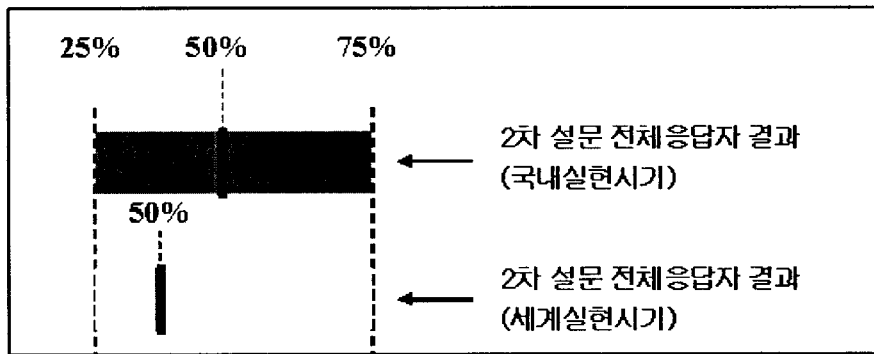
국내실현 시기(A)	번호	과 제 명	세계실현 시기(B)	격차 (A-B)
2009	31	산림협약 제정에 대비한 환경정화용, 사막화방지용 수종이 개발된다.	2009	0
	32	고부가가치 특용수·유실수·조정수 신품종 육성 기술이 개발된다.	2006	3
	33	산림자원 신기능성 유용유전자 탐색 및 Gene Bank가 구축된다.	2007	2
	34	산림자원 유전체(Bioinformatics) 연구 및 분자생물학적 육종 기술이 개발된다.	2008	1
	35	생명공학을 적용한 특산 식물자원 대량증식 및 인공종자가 개발된다.	2009	0
	37	산림자원을 이용한 배양공학기법 개발을 통한 유용물질이 생산된다.	2007	2
	38	대사제어 기법을 이용한 산림자원 유래 유용물질이 생산된다.	2007	2
	55	목질 바이오매스의 석유대체 자원화 기술이 개발된다.	2009	0
	58	저에너지성·저공해성 펄프제조기술이 개발된다.	2007	2
	60	목질분해균을 이용한 유기폐기물 및 난분해성 유기오염물질 분해 기술이 개발된다.	2007	2
2010	1	지구환경변화에 대한 장기생태연구 및 대응기술이 개발된다.	2009	1
2011	36	유전자 형질전환에 의한 신기능성 산림자원이 개발된다.	2009	2



10. 기술예측 결과표

영역	번호	과제명	설문구분		응답자수	전문도			중요도지수	국내수준
			1	전체		대	중	소		
				傳大	명				빈도	빈도
			2							

실현시기 (년)	연구개발추진주체	정책수단
	빈도	빈도
	빈도	빈도



※자세한 내용은 「제1절 예측조사의 개요」의 「4. 예측조사 결과표」 참고

항목	번 호	과제명	설문구분	응답자 수	전문도			중요도 지수	국내수준 (%)	
					대	중	소			
산림환경관리	1	지구환경변화에 대한 장기생태연구 및 대응기술이 개발된다.	1차	전체	58	7	24	27	78.0	46.0
				博大	7				100.0	40.0
			2차	국내						
				세계						
	2	도시림의 생태적 조성 및 환경형성기능 평가	1차	전체	59	11	21	27	69.5	47.6
				博大	11				90.9	43.6
			2차	국내						
				세계						
	3	환경변화에 따른 산림식물의 성장반응 및 훼손생태계 복원기술이 개발된다.	1차	전체	58	13	21	24	73.3	50.5
				博大	13				96.2	49.2
			2차	국내						
				세계						
	4	산성강하물의 특성 및 데이터 베이스화에 의한 영향평가	1차	전체	58	9	12	37	53.1	55.4
				博大	9				72.2	60.0
			2차	국내						
				세계						
	5	산림유역의 수문환경 예측을 위한 분포형 유역수문모델이 개발된다.	1차	전체	57	7	17	33	52.7	52.5
				博大	7				83.3	57.1
			2차	국내						
				세계						
	6	지구온실가스를 감소시키기 위한 산림토양관리 기술이 개발된다.	1차	전체	57	10	13	34	49.1	45.7
				博大	10				67.5	38.0
2차			국내							
			세계							
7	산지재해 방지를 위한 위험지 관리시스템이 개발된다.	1차	전체	57	12	17	28	68.8	56.8	
			博大	12				90.9	65.0	
		2차	국내							
			세계							
8	산림수자원 및 토양보전을 위한 유역사방 복구모델이 개발된다.	1차	전체	57	12	17	28	58.0	57.5	
			博大	12				81.8	65.5	
		2차	국내							
			세계							
9	산불소화약제 및 진화장비가 개발된다.	1차	전체	56	4	15	37	61.8	45.8	
			博大	4				87.5	35.0	
		2차	국내							
			세계							
10	산림병해충 종합관리 시스템이 개발된다.	1차	전체	59	9	19	31	64.2	55.2	
			博大	9				88.9	62.2	
		2차	국내							
			세계							
11	환경친화형 산림병해충 방제제가 개발된다.	1차	전체	59	7	16	36	64.2	51.7	
			博大	7				92.9	48.6	
		2차	국내							
			세계							

실현 시기(년)					연구개발추진주체				정책수단					
2005	2010	2015	2020	2025	민간주도	정부주도	산학연협동	국제공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
					0	33	18	30	15	27	30	27	5	0
					0	4	3	4	2	4	3	6	1	0
					0	37	27	2	14	12	24	28	20	0
					0	5	7	1	1	4	4	7	3	0
					2	32	24	12	22	10	29	28	8	2
					0	6	7	4	4	2	5	9	0	0
					1	34	22	13	14	17	27	29	4	0
					0	4	4	3	2	4	5	6	1	0
					2	35	23	2	11	7	27	32	6	0
					0	5	3	0	2	1	3	5	2	0
					1	35	21	12	13	20	20	28	7	1
					0	7	4	1	3	5	3	7	1	0
					2	41	22	3	15	8	30	27	11	0
					1	9	3	0	1	0	7	6	3	0
					2	36	25	2	10	13	28	25	8	0
					0	8	3	0	0	3	4	7	2	0
					8	26	31	7	16	12	23	29	7	1
					0	3	1	1	0	0	3	2	0	0
					1	44	20	7	16	13	30	21	11	0
					0	8	2	3	3	3	4	3	1	0
					11	20	40	6	16	16	15	36	5	1
					1	3	5	1	4	3	0	5	1	0

영역	번호	과제명	실문 구분		응답자 수	전문도			중요도 지수	국내 수준 (%)
						대	중	소		
전통임산물 기술	23	육림 부산물 수집 및 소규모 임업경영을 위한 임업기계가 개발된다.	1차	전체	56	9	17	30	50.9	43.6
				傳大	9				75.0	35.6
	24	임업용 집재차량 부착 조재기 및 기능성 원치가 개발된다.	1차	전체	56	7	15	34	50.9	46.2
				傳大	7				71.4	54.3
	25	난대림의 자원화 및 생산력 증진기술이 개발된다.	1차	전체	57	6	27	24	48.7	49.8
				傳大	6				83.3	53.3
	26	소나무림의 천연경신법 개선 방안	1차	전체	57	11	20	26	49.1	60.0
				傳大	11				63.6	70.9
	27	양묘 시업기술 체계화	1차	전체	57	9	20	28	50.4	61.8
				傳大	9				77.8	53.3
	28	천연활엽수 임분 시업법이 개발된다.	1차	전체	57	9	22	26	50.4	55.7
				傳大	9				83.3	57.8
	29	단기 임산물 소득원이 개발된다.	1차	전체	58	13	25	20	63.2	58.6
				傳大	13				88.5	69.2
산림유전자원	30	산림유전자원 수집, 현지내·현지외·시설내 보전 및 지속가능한 이용 체계 구축	1차	전체	56	9	21	26	64.3	46.3
				傳大	9				66.7	55.6
	31	산림협약 제정에 대비한 환경정화용, 사막화방지용 수종이 개발된다.	1차	전체	55	11	16	28	57.7	44.8
				傳大	11				81.8	49.1
	32	고부가가치 특용수·유실수·조경수 신품종 육성 기술이 개발된다.	1차	전체	56	12	17	27	62.5	59.3
				傳大	12				87.5	65.0
	33	산림자원 신기능성 유용유전자 탐색 및 Gene Bank 구축	1차	전체	55	9	13	33	62.3	48.0
				傳大	9				77.8	55.6
				2차	국내					
					세계					

실현 시기(년)					연구개발추진주체				정책수단					
2005	2010	2015	2020	2025	민간주도	정부주도	산학연협동	국제공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
					4	27	23	6	18	13	19	22	5	2
					1	4	2	2	2	3	1	4	1	0
					2	43	21	6	14	14	33	24	16	1
					1	15	7	3	4	6	12	8	4	0
					6	31	26	3	14	10	28	19	11	1
					0	4	4	1	3	2	6	4	1	0
					6	33	21	1	12	11	24	16	19	0
					0	5	2	0	2	1	4	3	3	0
					3	30	34	5	22	8	33	24	5	0
					0	8	9	2	2	3	11	7	1	0
					7	35	25	3	16	8	19	20	19	0
					2	5	6	1	4	1	3	5	3	0
					4	30	30	4	18	10	35	24	3	0
					0	4	5	1	1	2	5	3	0	0
					3	35	19	12	22	13	30	22	3	0
					2	2	1	2	3	1	2	3	0	0
					11	30	26	2	9	10	39	13	13	1
					2	5	6	1	2	2	9	5	1	0
					7	32	30	1	14	10	28	23	12	2
					0	5	8	0	3	0	3	9	4	0
					8	31	23	2	16	6	25	23	10	1
					0	5	3	0	4	1	0	5	3	0

종류	번호	과제명	설문구분		응답자 수	전문도			중요도 지수	국내 수준 (%)	
						대	중	소			
산림환경관리	12	야생동물이 산림의 갱신 및 성장에 미치는 영향	1차	전체	57	6	12	39	32.6	44.0	
			2차	전체	6				62.5	50.0	
산림경영정보	13	지속가능한 산림경영체계 구축 및 이행	1차	전체	57	18	18	21	65.6	49.3	
			2차	전체	18				94.1	51.1	
	14	산림자원이용/수급분석 통합모델 개발 및 활용	1차	전체	56	8	19	29	53.6	51.6	
			2차	전체	8				87.5	55.0	
	15	도시화 기능 증진을 위한 계획·평가제도개선	1차	전체	55	7	14	34	48.1	46.4	
			2차	전체	7				85.7	48.6	
	16	GIS를 이용한 통합 산림자원정보 활용체계 구축	1차	전체	57	15	17	25	73.7	55.4	
			2차	전체	15				96.4	64.0	
	17	산림정책 평가 및 분석기술이 개발된다.	1차	전체	58	11	19	28	51.7	54.0	
			2차	전체	11				81.8	58.2	
	18	원격탐사에 의한 산림자원 평가 및 모니터링 체계화	1차	전체	57	7	22	28	58.3	52.9	
			2차	전체	7				82.1	62.9	
	19	산림기상 예측 기술이 개발된다.	1차	전체	56	4	13	39	44.6	38.9	
			2차	전체	4				62.5	50.0	
	20	임산물 유통정보 시스템 구축	1차	전체	56	10	22	24	58.9	56.4	
			2차	전체	10				67.5	58.0	
	임업생산기술	21	환경친화적인 임도 시공기술이 개발된다.	1차	전체	58	13	15	30	63.8	58.6
				2차	전체	13				84.6	56.7
		22	산림작업 시스템 및 표준공정이 개발된다.	1차	전체	56	7	19	30	51.8	50.2
				2차	전체	7				78.6	54.3

실현 시기(년)						연구개발추진주체				정책수단					
2005	2010	2015	2020	2025		민간주도	정부주도	산학연협업	국채공여	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
						14	18	32	2	19	6	23	28	7	1
						3	1	7	2	4	2	3	8	1	0
						15	17	32	3	15	8	21	29	4	1
						3	1	4	0	3	0	2	6	0	0
						3	27	30	7	17	14	19	27	6	1
						0	6	2	0	0	1	3	3	2	0
						3	34	23	1	11	12	15	28	10	2
						0	6	3	0	0	2	3	5	5	0
						17	20	31	0	21	12	24	20	11	2
						2	5	4	0	5	1	3	4	5	0
						7	28	30	1	17	10	19	28	11	1
						0	5	4	0	2	2	2	6	3	1
						21	20	35	0	14	11	17	37	9	1
						6	5	8	0	4	3	2	10	5	0
						2	37	23	7	13	14	25	31	6	1
						0	8	2	1	1	2	4	8	1	0
						2	30	21	24	12	26	17	30	2	2
						0	9	5	3	3	4	4	9	2	0
						18	17	34	2	11	15	18	35	4	0
						2	4	8	1	4	4	4	11	3	0
						2	29	31	7	14	14	23	37	1	0
						0	5	4	1	3	3	4	5	0	0

영역	번호	과제명	설문구분	응답자수	전문도			중요도지수	국내수준 (%)	
					대	중	소			
산림유전자원	34	산림자원 유전체 (Bioinformatics) 연구 및 분자생물학적 육종 기술이 개발된다.	1차	전체	55	5	16	34	59.1	49.6
				傳大	5				80.0	48.0
	2차	국내								
		세계								
	35	생명공학을 적용한 특산 식물자원 대량증식 및 인공종자가 개발된다.	1차	전체	55	5	17	33	51.9	51.9
				傳大	5				65.0	68.0
	2차	국내								
		세계								
	36	유전자 형질전환에 의한 신기능성 산림자원이 개발된다.	1차	전체	53	5	15	33	46.2	47.3
				傳大	5				75.0	52.0
2차	국내									
	세계									
37	산림자원을 이용한 배양공학기법 개발을 통한 유용물질 생산	1차	전체	54	4	17	33	50.5	54.7	
			傳大	4				100.0	70.0	
2차	국내									
	세계									
38	대사제어 기법을 이용한 산림자원 유래 유용물질의 생산	1차	전체	54	6	14	34	44.0	48.7	
			傳大	6				75.0	73.3	
2차	국내									
	세계									
조경	39	인공지반을 기반으로 한 자연생태형 산림 조성	1차	전체	56	6	20	30	44.6	50.5
				傳大	6				66.7	46.7
	2차	국내								
		세계								
	40	자연림 구조의 도식화를 통한 생태적 조성 모델	1차	전체	57	3	24	30	37.3	53.2
				傳大	3				41.7	80.0
	2차	국내								
		세계								
	41	디지털 정보를 이용한 3차원 조경설계 기법이 개발된다.	1차	전체	56	2	16	38	42.4	62.5
				傳大	2				100.0	80.0
	2차	국내								
		세계								
	42	RS/GIS를 이용한 도시환경 변화 모니터링	1차	전체	56	3	20	33	49.1	54.5
				傳大	3				83.3	66.7
2차	국내									
	세계									
43	가로수 및 인근공간의 3차원적 Structure에 의한 녹지공간 확대	1차	전체	56	5	16	35	46.9	57.8	
			傳大	5				65.0	60.0	
2차	국내									
	세계									
44	자연림 형태의 숲 조성을 이용한 옥상녹화 모델	1차	전체	57	4	18	35	41.7	62.5	
			傳大	4				75.0	53.3	
2차	국내									
	세계									

실현 시기(년)						연구개발추진주체				정책수단				
2005	2010	2015	2020	2025	민간주도	정부주도	산학연협동	국제공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
					50	211	324	90	191	141	141	384	10	20
					70	151	364	90	181	132	151	375	10	20
					50	150	344	81	192	131	141	355	10	10
					90	130	364	61	191	111	151	314	21	30
					71	122	384	92	212	143	194	284	10	10
					141	191	296	20	161	101	262	254	61	10
					110	220	283	10	131	91	232	272	60	10
					250	81	312	20	212	90	210	221	10	00
					120	221	302	20	171	100	260	273	30	00
					142	151	334	00	131	101	262	243	72	00
					230	131	273	10	110	101	241	171	142	00

영역	연번	과제명	실문구분	응답자수	전문도			중요도지수	국내수준(%)	
					대	중	소			
조경	45	도시 인근 자연림을 중심으로 한 시가지내 자연선형 녹지조성	1차	전체 57 傳大 6	6	17	34	57.5 79.2	59.3 66.7	
			2차	국내 세계						
목재가공	46	대단면 목재의 건축부재로서의 가공 및 성능 평가기술이 개발된다.	1차	전체 59 傳大 13	13	15	31	52.6 79.2	54.1 53.8	
			2차	국내 세계						
	47	전통 목조건축의 구조 및 주거성능 현대화	1차	전체 59 傳大 11	11	19	29	57.8 77.3	57.2 45.5	
			2차	국내 세계						
	48	환경 친화형 목재보존 가공 기술 및 열화 탐색 기술이 개발된다.	1차	전체 59 傳大 10	10	22	27	55.6 83.3	54.6 60.0	
			2차	국내 세계						
	49	폐목질 자원의 최적 순환이용 기술이 개발된다.	1차	전체 59 傳大 20	20	12	27	70.3 86.3	51.5 46.0	
			2차	국내 세계						
	50	목재 및 목질재료의 비파괴 재질평가 기법이 개발된다.	1차	전체 58 傳大 13	13	16	29	52.5 73.1	53.2 52.3	
			2차	국내 세계						
	51	국산재를 이용한 대단면 구조용 집성재 개발 및 성능평가	1차	전체 59 傳大 13	13	14	32	61.0 65.4	58.3 64.6	
			2차	국내 세계						
	52	목재 및 목질재료의 신기능 부여기술이 개발된다.	1차	전체 59 傳大 13	13	15	31	62.3 88.5	48.8 50.8	
			2차	국내 세계						
	53	임업 및 임산업에 대한 후원인 양성을 위한 목공체험 프로그램 개발	1차	전체 59 傳大 11	11	22	26	49.2 79.5	52.5 40.0	
			2차	국내 세계						
	임산화학 / 펄프제지	54	목재 주성분의 화학적 변환에 의한 기능성 소재화	1차	전체 58 傳大 8	8	18	32	54.4 81.3	51.0 45.0
				2차	국내 세계					
		55	목질 바이오매스의 석유대체 자원화 기술	1차	전체 57 傳大 11	11	15	31	68.6 85.0	39.6 40.0
				2차	국내 세계					

실현 시기(년)						연구개발추진주체				정책수단					
2005	2010	2015	2020	2025		민간주도	정부주도	산학연협동	국제공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
						17	23	27	0	12	12	22	20	13	0
						1	4	2	0	1	0	1	3	2	0
						18	15	40	1	17	13	17	31	3	1
						2	5	10	0	7	2	2	10	0	0
						21	18	31	0	19	10	22	26	5	3
						2	5	7	0	7	1	2	7	0	0
						14	17	39	1	13	10	20	35	4	1
						3	4	7	0	5	3	3	6	1	0
						11	25	33	4	11	11	24	32	13	0
						1	13	8	4	5	6	5	13	4	0
						13	13	41	7	18	9	18	32	3	1
						2	4	8	4	7	2	0	9	0	0
						19	12	40	0	13	8	21	33	3	2
						3	4	8	0	5	2	2	8	0	1
						13	14	43	3	15	11	14	42	2	1
						2	5	11	1	4	4	1	12	0	0
						19	28	21	0	26	11	18	23	9	3
						2	7	4	0	7	3	2	7	1	0
						13	17	40	2	18	5	15	44	1	1
						0	4	6	0	3	0	3	7	0	0
						3	36	32	9	26	8	15	41	4	1
						0	9	5	1	3	0	4	9	0	0

영역	번호	과제명	실문구분	응답자수	전문도			중요도지수	국내수준(%)	
					대	중	소			
임산화학 / 펄프제지	56	부후성 버섯의 신기능 부여 연구	1차	전체	58	6	17	35	47.8	47.6
				傳大	6				62.5	50.0
		2차	국내							
			세계							
	57	환경친화형 고성능 목재접착제 개발·이용	1차	전체	58	8	18	32	57.3	53.1
				傳大	8				87.5	40.0
		2차	국내							
			세계							
	58	저에너지성·저공해성 펄프제조기술이 개발된다.	1차	전체	58	9	15	34	57.3	51.4
				傳大	9				86.1	46.7
		2차	국내							
			세계							
	59	인체 및 환경친화형 목재도장 기술이 개발된다.	1차	전체	58	5	22	31	51.7	50.0
				傳大	5				75.0	44.0
		2차	국내							
			세계							
	60	목질분해균을 이용한 유기폐기물 및 난분해성 유기오염물질 분해 기술이 개발된다.	1차	전체	58	11	12	35	62.9	45.5
				傳大	11				79.5	40.0
		2차	국내							
			세계							
	61	탄화생산물의 고도이용기술이 개발된다.	1차	전체	59	7	17	35	50.8	50.2
				傳大	7				78.6	48.6
		2차	국내							
			세계							
62	목재산업의 환경영향(LCA)평가 기법이 개발된다.	1차	전체	58	7	18	33	50.0	48.6	
			傳大	7				64.3	45.7	
	2차	국내								
		세계								

실현 시기(년)					연구개발추진주체				정책수단					
2005	2010	2015	2020	2025	민간주도	정부주도	산학연협동	국제공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
■	■				18	12	40	4	19	10	12	41	1	1
					2	2	5	1	5	3	0	3	0	0
■	■				17	10	41	5	15	9	10	44	3	1
					1	2	7	1	4	2	0	7	0	0
■	■				18	10	40	3	16	12	16	37	4	1
					1	2	6	1	1	5	1	5	1	0
■	■				17	9	42	3	16	6	15	43	3	1
					1	1	4	0	2	1	0	5	0	0
■	■				8	21	41	5	20	10	13	43	1	1
					0	4	8	1	4	3	3	7	0	0
■	■				11	14	43	5	15	10	13	42	4	1
					1	2	5	1	2	1	0	7	2	0
■	■				6	29	30	6	20	13	19	27	14	0
					0	5	3	2	5	3	2	3	1	0

제10절 자원분야 기술예측

1. 설문응답자의 특성

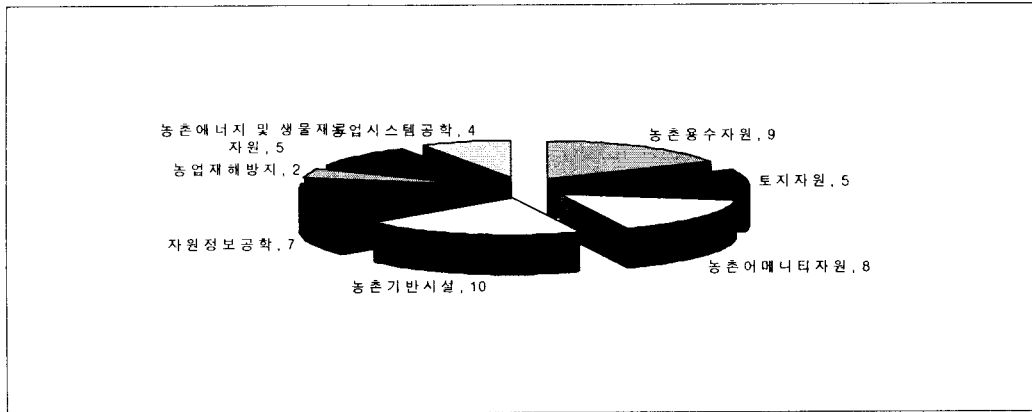
자원분야의 응답자들은 40~49세 연령계층이 15명으로 전체 응답자의 60%를 차지했고, 이어서 50~59세 연령계층이 8명으로 32%를 차지했다. 연구경력 기간은 10~19년이 전체의 56%를 차지했으며, 이어서 20~29년이 40%를 차지했다. 응답자 전원이 박사학위를 소지하고 있으며, 연구원 6명, 기업 0명, 대학이 19명으로 대학교수가 전체의 76%를 차지했다.

<표 3-2-58> 자원분야 미래기술예측 설문응답자의 분포

응답자	계	연령코드				경력코드				
		30~39	40~49	50~59	60~	0~9	10~19	20~29	30~39	40~
연구원	박사	6	5	1			6			
	소계	6	0	5	1	0	0	6	0	0
기업	박사	0								
	석사	0								
	소계	0	0	0	0	0	0	0	0	0
대학	박사	19	10	7	2		8	10	1	
	석사	0								
	소계	19	0	10	7	2	0	8	10	1
총합계	25	0	15	8	2	0	14	10	1	0

2. 영역별 도출 과제수

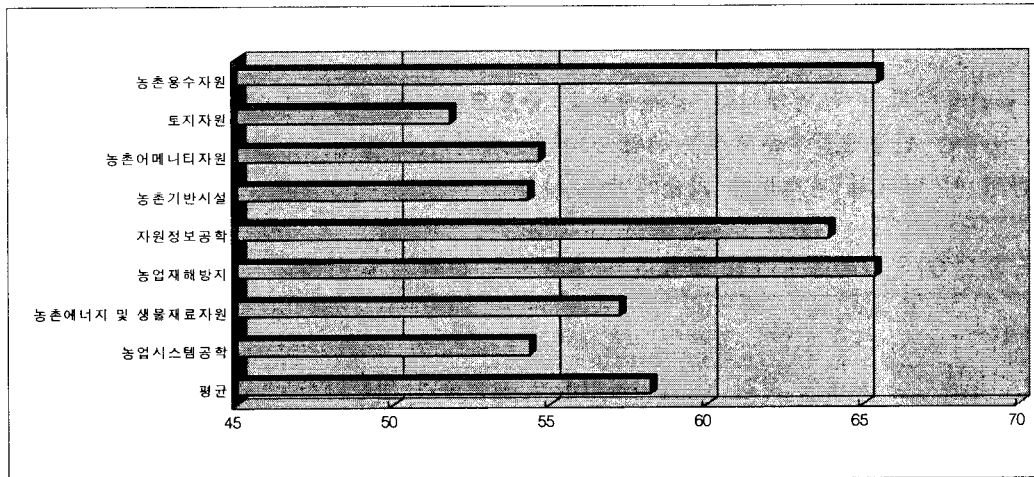
자원분야의 영역별 과제수의 분포는 농촌용수자원 9개, 토지자원 5개, 농촌어메니티자원 8개, 농촌기반시설 10개, 자원정보공학 7개, 농업재해방지 2개, 농촌에너지 및 생물재료자원 5개, 농업시스템공학 4개로 분류되었으며 총 과제수는 50개로 최종 확정되었다. 자원분야의 연구과제 중에서 농촌기반시설 영역의 과제가 10개로 가장 많은 것으로 나타났다.



<그림 3-2-57> 자원분야의 중분류의 분포도

3. 과제의 중요도

과제의 중요도지수를 적용하여 자원분야의 8개의 중분류를 비교하여 보았을 때, 농촌용수자원과 농업재해방지가 각각 65.46, 65.38으로 중요도지수가 높게 나타났으며, 자원정보공학, 농촌에너지 및 생물재료자원 등의 순으로 나타났다. 그러나 이들 영역은 교차비교에 의한 상대평가를 한 것이 아니고, 해당분야의 전문가들만 참여한 절대평가수치이므로 타 영역과의 단순비교는 불가능하다. 가공분야의 전체평균은 58.21로 나타났다. 구체적으로 중요도지수가 높은 상위 30개 과제는 다음의 표와 같다.



<그림 3-2-58> 자원분야의 중요도지수

<표 3-2-59> 자원분야의 중요도지수 상위 20개 과제

번호	과 제 명	중요도지수
1	농촌마을 오폐수 처리 및 재이용기술의 표준화가 이루어진다.	79.63
2	GIS, RS를 이용한 농촌 홍수재해 관리시스템이 개발된다.	76.85
3	축산분뇨 처리 및 농지환원 기술이 개발된다.	75.89
4	GIS, RS를 이용한 농촌수자원/수질 정보시스템이 개발된다.	75.00
5	농업용수 수질관리 기술이 개발된다.	69.64
6	농업시설의 유지관리를 위한 정보시스템이 개발된다.	68.52
7	가뭄시 농업용수 수요 조절 방안이 마련된다.	67.31
8	관개용수 절약 기법이 개발된다.	66.96
9	정보통신기술에 의한 관개시스템의 원격감시제어 시스템이 개발된다.	66.96
10	농촌하천의 목표 수질 설정 및 관리기법이 개발된다.	66.67
11	농촌용수 수요량의 추정기술이 개발된다.	66.07
12	GIS, RS를 이용한 농촌유역 생태환경 정보시스템이 개발된다.	63.89
13	집중호우에 대비한 산간계곡의 사방 저수지가 개발된다.	63.46
14	고효율, 저비용의 농업생산 및 저장유통 시스템 기술이 개발된다.	63.39
15	저수지 주변 공간 활용에 따른 수질 및 생태 보존 방안이 마련된다.	62.96
16	농업수리시설물의 장수명화 기술이 개발된다.	62.50
17	효율적 농촌 토지 이용을 위한 토지적성 평가기법이 구축된다.	62.04
18	농업부산물 에너지화 기술이 개발된다.	62.04
19	농촌의 자연에너지 및 대체에너지의 최적이용기술이 개발된다.	62.04
20	생물-광물계를 이용한 농촌폐자원의 재활용 시스템이 개발된다.	61.11

가. 농촌용수자원

농촌용수자원 영역에서는 전체적으로 중요도지수는 평균 이상의 중요도를 나타내고 있지만 연구개발수준에서는 4위 과제를 제외하고 평균 이하인 것으로 나타났다. 따라서 이 영역의 과제들은 기술개발이 시급한 것으로 나타났다.

<표 3-2-60> 농촌용수자원 영역의 중요도지수 상위 5개 과제

순위	과 제 명	중요도지수	국내수준 (%)
1	농촌마을 오폐수 처리 및 재이용기술의 표준화가 이루어진다.	79.63	52.59
2	축산분뇨 처리 및 농지환원 기술이 개발된다.	75.89	54.29
3	농업용수 수질관리 기술이 개발된다.	69.64	58.57
4	관개용수 절약 기법이 개발된다.	66.96	63.57
5	농촌하천의 목표 수질 설정 및 관리기법이 개발된다.	66.67	56.30

나. 토지자원

토지자원 영역에서는 ‘효율적 농촌 토지 이용을 위한 토지적성 평가기법이 구축된다’의 연구과제가 중요도지수 62.04로 1순위로 나타났으며, 선진국 대비 기술수준은 55.56으로 평균 수준인 것으로 나타났다. 그러나, 전체적으로 이 영역의 중요도지수는 상대적으로 낮은 것으로 나타났다.

<표 3-2-61> 토지자원 영역의 중요도지수 상위 5개 과제

순위	과 제 명	중요도 지수	국내수준 (%)
1	효율적 농촌 토지 이용을 위한 토지적성 평가기법이 구축된다.	62.04	55.56
2	토양침식량의 추정 기술이 개발된다.	58.33	58.52
3	농업용 저수지 준설토를 활용한 농지 개량공법이 개발된다.	52.78	54.81
4	농지의 작부체계 선정을 위한 최적화 모델이 개발된다.	46.30	57.78
5	저습답의 개량 기술이 개발된다.	39.81	59.26

다. 농촌어메니티자원

농촌어메니티자원 영역은 중요도지수는 평균 이상인 것으로 나타났으나, 선진국 대비 기술수준은 1위 과제를 제외하고는 평균 이하로 저조한 것으로 나타났다. 따라서 기술개발이 시급한 것으로 나타났다.

<표 3-2-62> 농촌어메니티자원 영역의 중요도지수 상위 5개 과제

순위	과 제 명	중요도 지수	국내수준 (%)
1	저수지 주변 공간 활용에 따른 수질 및 생태 보존 방안이 마련된다.	62.96	51.11
2	주민참여에 의한 효율적 농촌환경정비 방안이 마련된다.	60.58	53.08
3	농업생산기반시설의 어메니티 자원화를 위한 리모델링 기술이 개발된다.	59.26	46.15
4	항공촬영기술을 활용한 농촌마을의 경관 정보 관리시스템 기술이 개발된다.	57.41	48.15
5	국지성 호우 피해를 고려한 산촌마을 재정비 기술이 개발된다.	52.78	48.89

라. 농촌기반시설

농촌기반시설 영역에서는 ‘고효율, 저비용의 농업생산 및 저장유통 시스템 기술이 개발된다’의 연구과제가 중요도지수 63.39로 나타났으며, 연구개발수준은 54.29로 나타났다. 이 영역의 특징은 중요도지수는 상대적으로 낮으나, 기술수준은 평균 이상인 것으로 나타났다.

<표 3-2-63> 농촌기반시설 영역의 중요도지수 상위 5개 과제

순위	과 제 명	중요도 지수	국내수준 (%)
1	고효율, 저비용의 농업생산 및 저장유통 시스템 기술이 개발된다.	63.39	54.29
2	농업수리시설물의 장수명화 기술이 개발된다.	62.50	58.57
3	콘크리트 수리구조물의 리모델링 기술이 개발된다.	59.82	56.43
4	고기능 저비용 농업수리구조물용 건설재료가 개발된다.	58.93	56.43
5	한국형 개량 농촌주택 모형이 개발된다.	54.46	68.15

마. 자원정보공학

자원정보공학 영역은 전체적으로 타 영역과 비교하여 중요도지수가 높은 것으로 나타났으나, 선진국 대비 기술수준은 평균정도로 기술개발이 중요함을 나타내고 있다.

<표 3-2-64> 자원정보공학 영역의 중요도지수 상위 5개 과제

순위	과 제 명	중요도 지수	국내수준 (%)
1	GIS, RS를 이용한 농촌 홍수재해 관리시스템이 개발된다.	76.85	54.81
2	GIS, RS를 이용한 농촌수자원/수질 정보시스템이 개발된다.	75.00	55.56
3	농업시설의 유지관리를 위한 정보시스템이 개발된다.	68.52	55.56
4	정보통신기술에 의한 관개시스템의 원격감시제어 시스템이 개발된다.	66.96	54.29
5	GIS, RS를 이용한 농촌유역 생태환경 정보시스템이 개발된다.	63.89	51.11

바. 농업재해방지

<표 3-2-65> 농업재해방지 영역의 중요도지수 상위 2개 과제

순위	과 제 명	중요도 지수	국내수준 (%)
1	가뭄시 농업용수 수요 조절 방안이 마련된다.	67.31	53.85
2	집중호우에 대비한 산간계곡의 사방 저수지가 개발된다.	63.46	56.15

사. 농촌에너지 및 생물재료자원

농촌에너지 및 생물재료자원 영역은 중요도지수는 평균 이상이나, 선진국 대비 기술수준이 평균 이하인 것으로 나타났다.

<표 3-2-66> 농촌에너지 및 생물재료자원 영역의 중요도지수 상위 5개 과제

순위	과 제 명	중요도 지수	국내수준 (%)
1	농업부산물 에너지화 기술이 개발된다.	62.04	45.19
2	농촌의 자연에너지 및 대체에너지의 최적이용기술이 개발된다.	62.04	43.70
3	생물-광물계를 이용한 농촌폐자원의 재활용 시스템이 개발된다.	61.11	45.93
4	천연생물 부산물과 박테리아를 이용한 폐기물 재처리 기술이 개발된다.	52.78	49.63
5	마을/농업시설단지 단위 열병합시설이 구축 및 운영된다.	48.15	47.41

아. 농업시스템공학

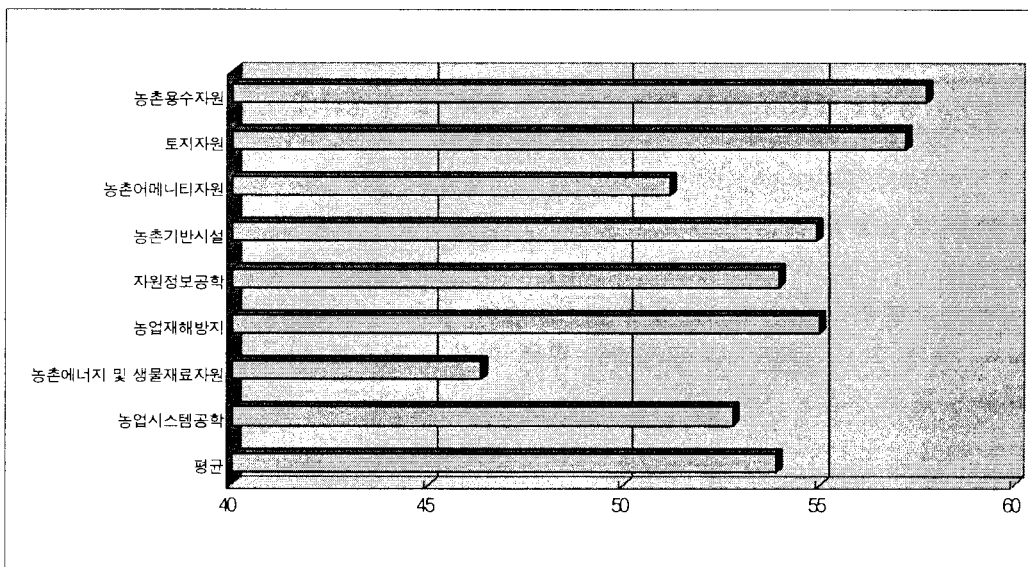
농업시스템공학 영역은 타 영역과 비교하여 중요도지수가 상당히 낮은 것으로 나타났다. 특히 모든 과제가 중요도지수 평균 이하인 것으로 나타나 이 영역의 과제는 시급하지 않은 것으로 나타났다.

<표 3-2-67> 농업시스템공학 영역의 중요도지수 상위 4개 과제

순위	과제명	중요도지수	국내수준 (%)
1	유역단위 수자원 및 농지에 대한 지속가능성 지표가 개발된다.	55.56	51.11
2	농촌지역 개발계획의 최적수립 평가 시스템이 개발된다.	55.56	46.67
3	농업수리구조물의 수명기간 동안의 최적 신뢰성 설계 시스템이 개발된다.	55.36	57.86
4	농산물 저장유통 시설물 규모설계 및 배치의 최적화 모델이 개발된다.	50.93	55.56

4. 과제의 연구개발수준

연구개발수준은 선진국과 비교하여 평균 53.9% 수준으로 평가되었다. 선진국 대비 기술수준이 다소 양호하게 나타난 영역은 농촌용수자원 및 토지자원 분야로 각각 57.73%, 57.13% 수준으로 예측되었다. 연구개발수준이 가장 낮게 평가된 분야는 농촌에너지 및 생물재료자원 분야로 선진국 대비 46.37% 수준에 지나지 않아 이 분야의 기술수준 제고가 필요한 것으로 나타났다.



<그림 3-2-59> 자원분야의 연구개발 수준

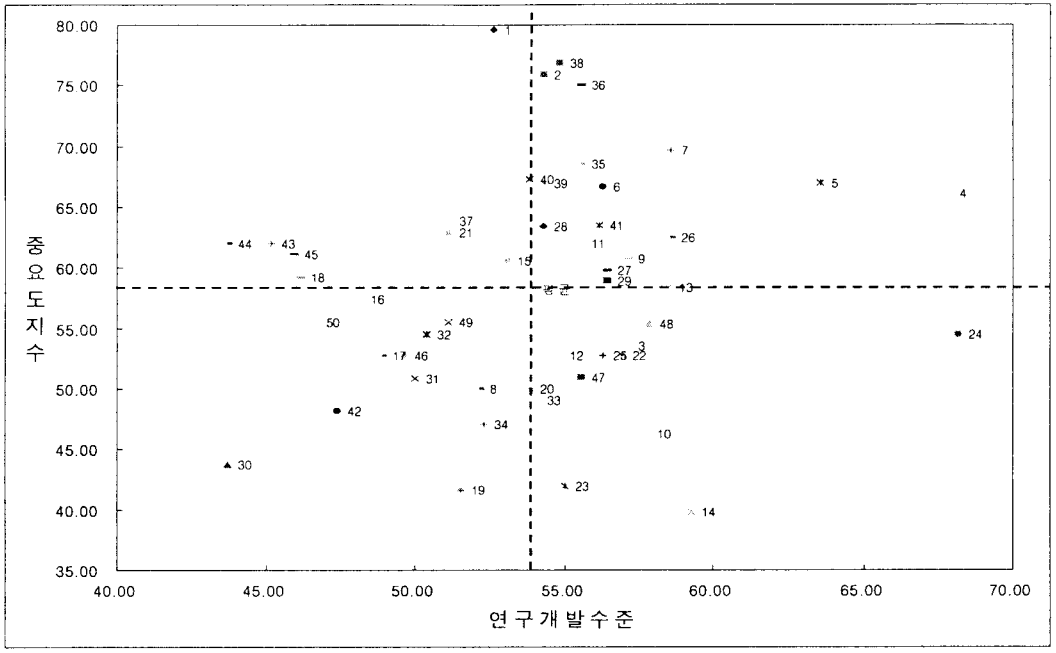
<표 3-2-68> 연구개발수준이 높은 상위 20개 과제

번호	과 제 명	연구개발수준
24	한국형 개량 농촌주택 모형이 개발된다.	68.15
4	농촌용수 수요량의 추정기술이 개발된다.	67.86
5	관개용수 절약 기법이 개발된다.	63.57
14	저습답의 개량 기술이 개발된다.	59.26
7	농업용수 수질관리 기술이 개발된다.	58.57
26	농업수리시설물의 장수명화 기술이 개발된다.	58.57
13	토양침식량의 추정 기술이 개발된다.	58.52
48	농업수리구조물의 수명기간 동안의 최적 신뢰성 설계 시스템이 개발된다.	57.86
10	농지의 작부체계 선정을 위한 최적화 모델이 개발된다.	57.78
3	지하수 안전채수량 추정모델이 개발된다.	57.14
9	농업용수의 수리권 관리 기술이 개발된다.	57.14
22	기존 방조제 연안의 친수공간 조성 방안이 마련된다.	56.92
27	콘크리트 수리구조물의 리모델링 기술이 개발된다.	56.43
29	고기능 저비용 농업수리구조물용 건설재료가 개발된다.	56.43
6	농촌하천의 목표 수질 설정 및 관리기법이 개발된다.	56.30
25	내식성 소재를 이용한 가축분뇨 저장 및 처리용 탱크가 개발된다.	56.30
41	집중호우에 대비한 산간계곡의 사방 저수지가 개발된다.	56.15
11	효율적 농촌 토지 이용을 위한 토지적성 평가기법이 구축된다.	55.56
35	농업시설의 유지관리를 위한 정보시스템이 개발된다.	55.56
36	GIS, RS를 이용한 농촌수자원/수질 정보시스템이 개발된다.	55.56

5. 중요도와 연구개발수준의 비교

과제의 중요도와 연구개발수준을 분석함으로써 핵심전략기술을 발굴하기 위하여 포트폴리오를 아래 그림과 같이 구성하였다.

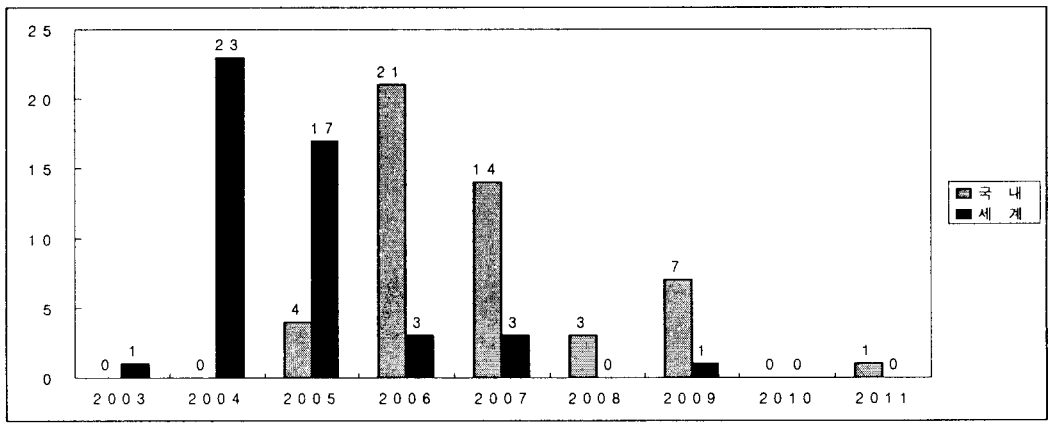
I 사분면에 해당하는 과제는 18개로 가장 성장 잠재력이 높은 영역으로 나타났고, II 사분면에 위치한 과제는 8개로 중요도는 높으나 연구개발 수준이 낮아 지속적인 투자가 요구되는 영역으로 평가되었다.



<그림 3-2-60> 자원분야 연구과제의 중요도지수-연구개발수준 포트폴리오

6. 실현시기 예측결과

국내 실현시기와 세계실현시기의 분포는 아래 그림과 같이 나타났다. 먼저 국내 실현시기를 비교하면, 총 50개 과제 중 78%가 앞으로 2007년까지 실현될 것으로 예측되었다. 세계실현시기는 94%의 과제가 2007년까지 실현될 것으로 예측되었다.

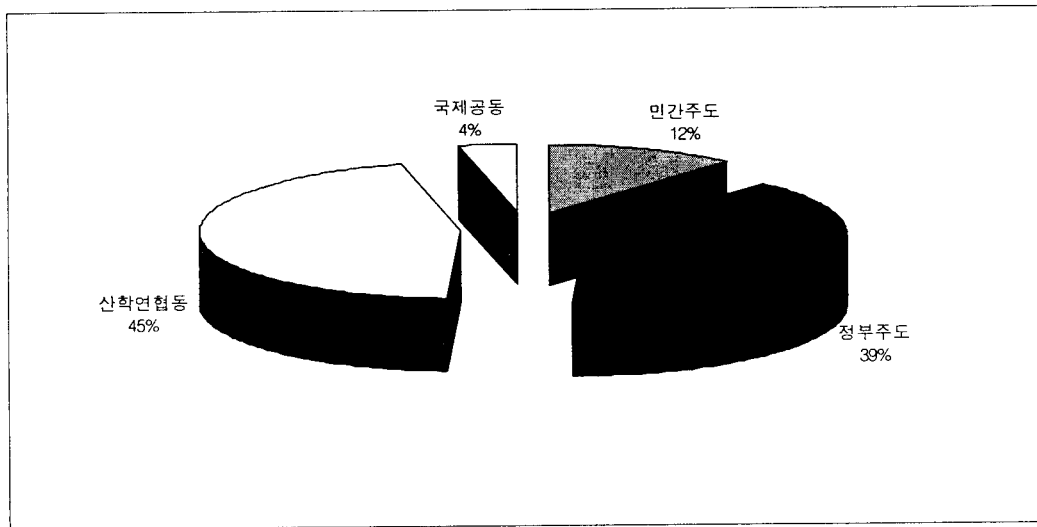


<그림 3-2-61> 자원분야 실현시기 예측결과 분포도

선진국과 실현시기의 격차가 전혀 없는 과제는 없었으며, 1년이 늦은 과제는 22%, 2년이 늦은 과제는 56%, 3년이 늦은 과제는 18%로 나타났다.

7. 연구개발 추진주체

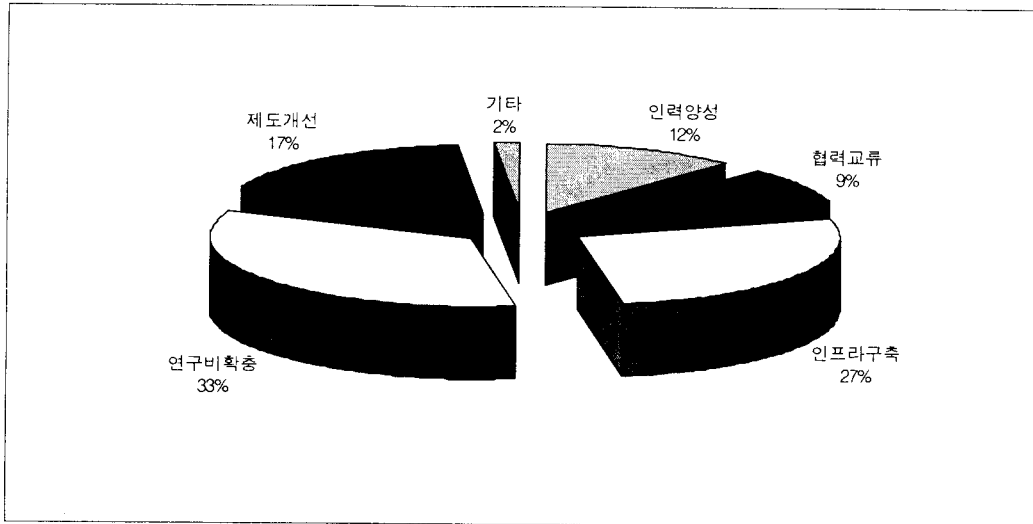
연구개발 추진 방법에 대한 의견은 다음 그림과 같이 나타났다. 산학연협동이 45%, 정부주도가 39%, 민간주도가 12%, 국제공동이 4% 순으로 나타나, 산학연의 유기적 협동에 의한 연구가 가장 요구되는 추진방법으로 나타났다



<그림 3-2-62> 자원분야의 연구개발 추진방법의 분포

8. 연구개발 정책수단

정부의 정책수단에 대한 응답결과는 '연구비확충'이 33%, '인프라구축'이 27%, '제도개선'이 17%를 차지하고 있었다. 이는 자원분야의 연구과제개발에 대한 연구비 확충이 절실하며 인프라구축 및 제도개선에 대한 장려책이 필요함을 의미하고 있다.



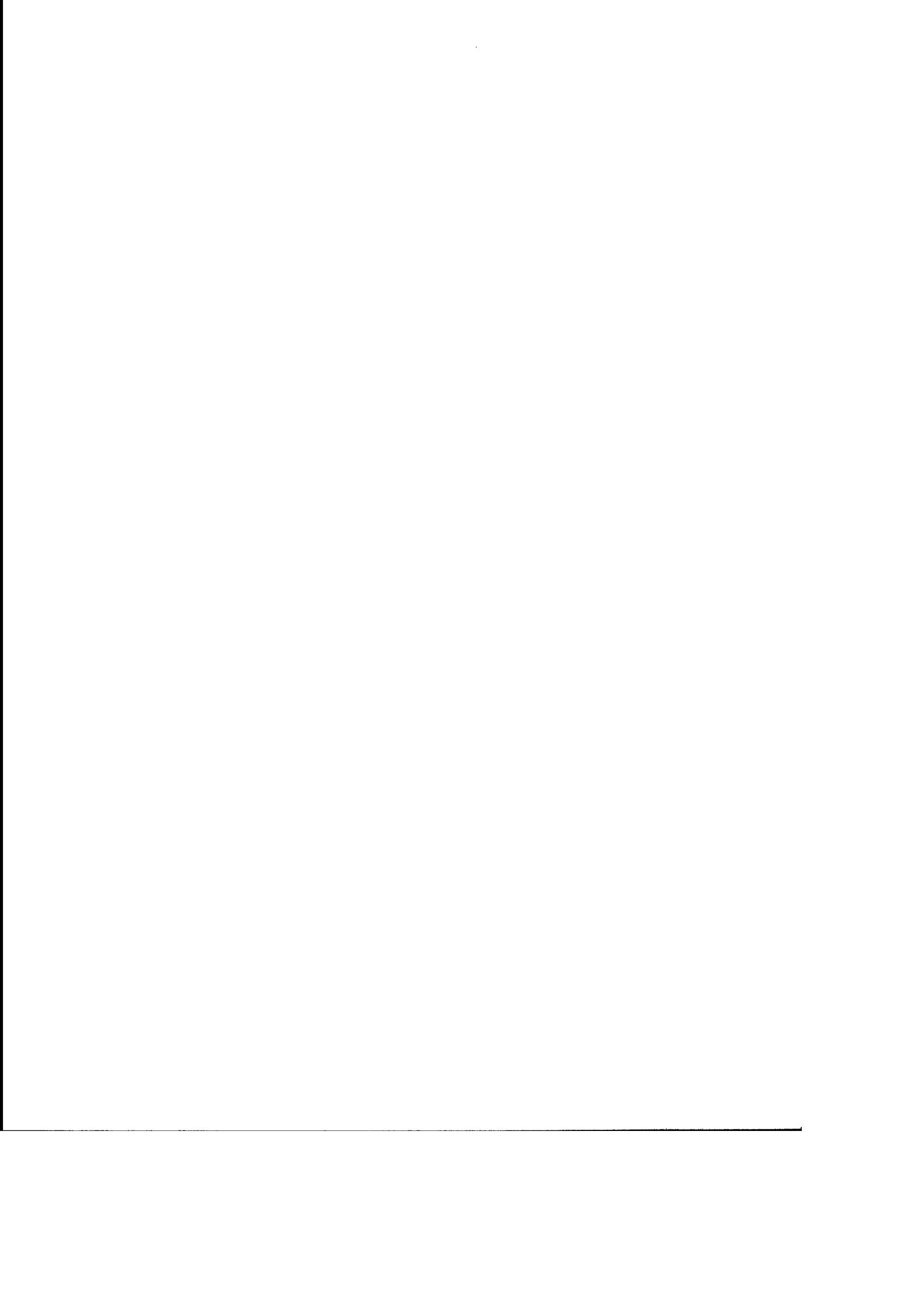
<그림 3-2-63> 자원분야 연구과제개발 추진을 위한 정책수단 분포

9. 미래기술연표

국내실현 시기(A)	번호	과 제 명	세계실현 시기(B)	격차 (A-B)
2005	3	지하수 안전채수량 추정모델이 개발된다.	2004	1
	4	농촌용수 수요량의 추정기술이 개발된다.	2004	1
	14	저습답의 개량 기술이 개발된다.	2004	1
	24	한국형 개량 농촌주택 모형이 개발된다.	2004	1
2006	5	관개용수 절약 기법이 개발된다.	2004	2
	6	농촌하천의 목표 수질 설정 및 관리기법이 개발된다.	2004	2
	8	관수로시스템 진단 및 처방을 위한 평가기법이 개발된다.	2004	2
	12	농업용 저수지 준설토를 활용한 농지 개량공법이 개발된다.	2005	1
	13	토양침식량의 추정 기술이 개발된다.	2004	2
	15	주민참여에 의한 효율적 농촌환경정비 방안이 마련된다.	2004	2
	17	국지성 호우 피해를 고려한 산촌마을 재정비 기술이 개발된다.	2004	2
	19	저수지 준설토를 활용한 사면복원 기술이 개발된다.	2005	1
	20	전통주택형 문화마을 단지의 표준화가 이루어진다.	2004	2
	23	농촌경관 조화형 장지간 소형교량이 개발된다.	2005	1
	25	내식성 소재를 이용한 가축분뇨 저장 및 처리용 탱크가 개발된다.	2004	2
	26	농업수리시설물의 장수명화 기술이 개발된다.	2004	2
	27	콘크리트 수리구조물의 리모델링 기술이 개발된다.	2005	1
	32	대형수리구조물의 내진성능 향상기술이 개발된다.	2004	2
	34	농업관련 자원정보의 표준화 기법이 개발된다.	2004	2
	35	농업시설의 유지관리를 위한 정보시스템이 개발된다.	2005	1
	36	GIS, RS를 이용한 농촌수자원/수질 정보시스템이 개발된다.	2004	2
	38	GIS, RS를 이용한 농촌 홍수재해 관리시스템이 개발된다.	2004	2
	40	가뭄시 농업용수 수요 조절 방안이 마련된다.	2004	2
	41	집중호우에 대비한 산간계곡의 사방 저수지가 개발된다.	2004	2
48	농업수리구조물의 수명기간 동안의 최적 신뢰성 설계 시스템이 개발된다.	2005	1	

국내실현 시기(A)	번호	과 제 명	세계실현 시기(B)	격차 (A-B)
2007	1	농촌마을 오폐수 처리 및 재이용기술의 표준화가 이루어진다.	2004	3
	2	축산분뇨 처리 및 농지환원 기술이 개발된다.	2005	2
	7	농업용수 수질관리 기술이 개발된다.	2005	2
	9	농업용수의 수리권 관리 기술이 개발된다.	2006	1
	10	농지의 작부체계 선정에 위한 최적화 모델이 개발된다.	2004	3
	11	효율적 농촌 토지 이용을 위한 토지적성 평가방법이 구축된다.	2005	2
	18	농업생산기반시설의 어메니티 자원화를 위한 리모델링 기술이 개발된다.	2005	2
	21	저수지 주변 공간 활용에 따른 수질 및 생태 보존 방안이 마련된다.	2004	3
	22	기존 방조제 연안의 친수공간 조성 방안이 마련된다.	2003	4
	33	효율적인 농지관리를 위한 관리표준시스템이 개발된다.	2005	2
	37	GIS, RS를 이용한 농촌유역 생태환경 정보시스템이 개발된다.	2005	2
	39	정보통신기술에 의한 관개시스템의 원격감시제어 시스템이 개발된다.	2004	3
	47	농산물 저장유통 시설물 규모설계 및 배치의 최적화 모델이 개발된다.	2005	2
49	유역단위 수자원 및 농지에 대한 지속가능성 지표가 개발된다.	2005	2	
2008	28	고효율, 저비용의 농업생산 및 저장유통 시스템 기술이 개발된다.	2006	2
	31	농촌지역 지하오염 방지를 위한 하수관거시스템이 개발된다.	2005	3
	50	농촌지역 개발계획의 최적수립 평가 시스템이 개발된다.	2005	3
2009	16	항공촬영기술을 활용한 농촌마을의 경관 정보 관리시스템 기술이 개발된다.	2006	3
	29	고기능 저비용 농업수리구조물용 건설재료가 개발된다.	2005	4
	42	마을/농업시설단지 단위 열병합시설이 구축 및 운영된다.	2007	2

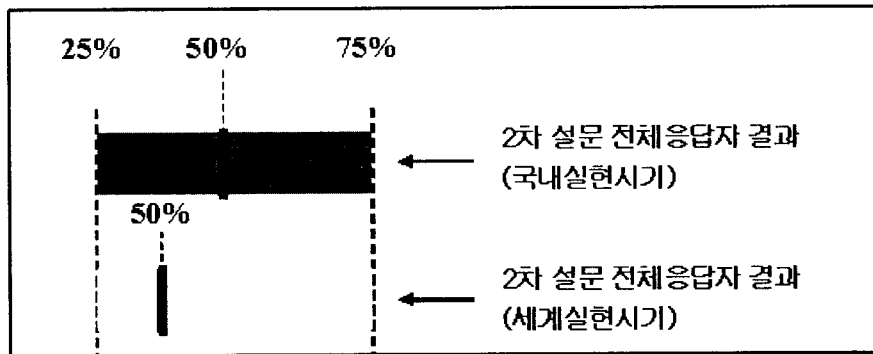
국내실현 시기(A)	번호	과 제 명	세계실현 시기(B)	격차 (A-B)
2009	43	농업부산물 에너지화 기술이 개발된다.	2006	3
	44	농촌의 자연에너지 및 대체에너지의 최적이용기술이 개발된다.	2006	3
	45	생물-광물계를 이용한 농촌폐자원의 재활용 시스템이 개발된다.	2007	2
	46	천연생물 부산물과 박테리아를 이용한 폐기물 재처리 기술이 개발된다.	2007	2
2011	30	나노복합신소재를 이용한 수리구조물이 개발된다.	2009	2



10. 기술예측 결과표

연 번	회 명	과 제 명	설문구분		응답자수	전문도			중요도지수	국내수준
			1	전체		빈도	빈도	빈도		
				傳大	명					
				명						
2										

실현시기 (년)	연구개발추진주체	정책수단
	빈도	빈도
	빈도	빈도



※자세한 내용은 「제1절 예측조사의 개요」의 「4. 예측조사 결과표」 참고

영역	번호	과제명	설문구분	응답자수	전문도			중요도지수	국내수준(%)	
					대	중	소			
농업용수자원	1	농촌마을 오폐수 처리 및 재이용기술의 표준화가 이루어진다.	1차	전체	27	7	14	6	79.6	52.6
			1차	국내	7				85.7	37.1
	2	축산분뇨 처리 및 농지환원 기술이 개발된다.	2차	전체						
			2차	국내						
	3	지하수 안전채수량 추정모델이 개발된다.	1차	전체	28	3	11	14	75.9	54.3
			1차	국내	3				83.3	33.3
	4	농촌용수 수요량의 추정기술이 개발된다.	2차	전체						
			2차	국내						
	5	관개용수 절약 기법이 개발된다.	1차	전체	28	6	9	13	53.6	57.1
			1차	국내	6				66.7	43.3
	6	농촌하천의 목표 수질 설정 및 관리기법이 개발된다.	2차	전체						
			2차	국내						
	7	농촌용수 수요량의 추정기술이 개발된다.	1차	전체	28	9	15	4	66.1	67.9
			1차	국내	9				88.9	68.9
	8	관개용수 절약 기법이 개발된다.	2차	전체						
			2차	국내						
	9	농촌하천의 목표 수질 설정 및 관리기법이 개발된다.	1차	전체	28	7	13	8	67.0	63.6
			1차	국내	7				100.0	57.1
10	농촌하천의 목표 수질 설정 및 관리기법이 개발된다.	2차	전체							
		2차	국내							
11	농업용수 수질관리 기술이 개발된다.	1차	전체	27	7	9	11	66.7	56.3	
		1차	국내	7				75.0	54.3	
12	농업용수 수질관리 기술이 개발된다.	2차	전체							
		2차	국내							
13	관수로시스템 진단 및 처방을 위한 평가기법이 개발된다.	1차	전체	28	5	15	8	63.6	58.6	
		1차	국내	5				90.0	44.0	
14	관수로시스템 진단 및 처방을 위한 평가기법이 개발된다.	2차	전체							
		2차	국내							
15	농업용수의 수리권 관리 기술이 개발된다.	1차	전체	28	4	13	11	50.0	52.1	
		1차	국내	4				62.5	80.0	
16	농업용수의 수리권 관리 기술이 개발된다.	2차	전체							
		2차	국내							
17	농지의 작부체계 선정을 위한 최적화 모델이 개발된다.	1차	전체	28	4	14	10	60.7	57.1	
		1차	국내	4				87.5	50.0	
18	효율적 농촌 토지 이용을 위한 토지적성 평가기법이 구축된다.	2차	전체							
		2차	국내							
토지자원	10	농지의 작부체계 선정을 위한 최적화 모델이 개발된다.	1차	전체	26	4	9	13	46.3	57.8
			1차	국내	4				81.3	65.0
11	효율적 농촌 토지 이용을 위한 토지적성 평가기법이 구축된다.	2차	전체							
		2차	국내							
19	효율적 농촌 토지 이용을 위한 토지적성 평가기법이 구축된다.	1차	전체	27	8	7	12	62.0	55.6	
		1차	국내	8				87.5	45.0	
20	효율적 농촌 토지 이용을 위한 토지적성 평가기법이 구축된다.	2차	전체							
		2차	국내							

실현 시기(년)					연구개발추진주체				정책수단					
2005	2010	2015	2020	2025	민간주도	정부주도	산학연협동	국제공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
					2	7	22	2	4	3	16	9	7	0
					1	1	5	0	2	1	2	4	3	0
					5	9	16	2	3	3	15	8	11	0
					2	0	3	0	0	0	2	3	1	0
					2	11	13	2	4	6	10	12	5	0
					1	1	4	0	1	3	1	4	0	0
					1	15	13	0	4	1	11	14	7	2
					0	3	7	0	1	1	6	6	1	0
					4	12	15	3	4	4	13	15	7	1
					2	3	5	1	2	1	2	6	3	0
					0	19	10	1	5	4	12	15	8	0
					0	3	3	0	2	1	2	4	1	0
					3	12	17	1	4	4	14	14	9	0
					2	1	4	0	2	1	3	2	1	0
					2	11	16	2	2	5	11	12	7	1
					0	2	3	0	0	1	2	2	0	0
					2	20	8	0	4	4	9	10	14	0
					0	3	2	0	0	1	0	2	3	0
					3	14	13	1	2	6	7	10	10	0
					1	2	2	0	0	1	1	1	1	0
					1	18	10	0	6	3	9	11	7	0
					0	5	4	0	4	2	0	4	4	0

요양	번호	과제명	설문구분	응답자수	전문도			중요도지수	국내수준 (%)
					대	중	소		
토지자원	12	농업용 저수지 준설토를 활용한 농지 개량공법이 개발된다.	1차	전체 27	7	11	9	52.8	54.8
				傳大 7				57.1	48.6
	2차	국내							
		세계							
	13	토양침식량의 추정 기술이 개발된다.	1차	전체 27	9	10	8	58.3	58.5
				傳大 9				66.7	62.2
2차	국내								
	세계								
14	저습답의 개량 기술이 개발된다.	1차	전체 27	6	9	12	39.8	59.3	
			傳大 6				50.0	70.0	
2차	국내								
세계									
개관·어메니티자원	15	주민참여에 의한 효율적 농촌환경정비 방안이 마련된다.	1차	전체 27	9	9	9	60.6	53.1
				傳大 9				69.4	47.5
	2차	국내							
		세계							
	16	항공촬영기술을 활용한 농촌마을의 경관 정보 관리시스템 기술이 개발된다.	1차	전체 27	8	13	6	57.4	48.1
				傳大 8				59.4	40.0
	2차	국내							
		세계							
	17	국지성 호우 피해를 고려한 산촌마을 재정비 기술이 개발된다.	1차	전체 27	8	9	10	52.8	48.9
				傳大 8				75.0	57.5
	2차	국내							
		세계							
	18	농업생산기반시설의 어메니티 자원화를 위한 리모델링 기술이 개발된다.	1차	전체 27	4	14	9	59.3	46.2
				傳大 4				87.5	40.0
	2차	국내							
		세계							
	19	저수지 준설토를 활용한 사면복원 기술이 개발된다.	1차	전체 27	7	6	14	41.7	51.5
				傳大 7				71.4	42.9
	2차	국내							
		세계							
	20	전통주택형 문화마을 단지의 표준화가 이루어진다.	1차	전체 27	7	8	12	50.0	53.8
				傳大 7				75.0	51.4
	2차	국내							
		세계							
21	저수지 주변 공간 활용에 따른 수질 및 생태 보전 방안이 마련된다.	1차	전체 27	5	13	9	63.0	51.1	
			傳大 5				60.0	64.0	
2차	국내								
	세계								
22	기존 방조제 연안의 친수공간 조성 방안이 마련된다.	1차	전체 27	3	14	10	52.8	56.9	
			傳大 3				83.3	60.0	
2차	국내								
세계									

실현 시기(년)						연구개발추진주체				정책수단				
2005	2010	2015	2020	2025	민간주도	정부주도	산학연협업	국제공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
					30	103	164	00	42	40	90	124	71	22
					11	113	166	21	73	62	51	176	30	11
					20	102	155	10	30	72	81	113	31	21
					51	133	155	11	52	63	82	83	122	00
					10	123	186	10	52	40	124	135	31	00
					00	218	102	00	42	10	113	168	50	00
					20	111	153	20	53	30	101	152	41	00
					50	104	133	00	43	20	61	133	71	30
					73	154	81	00	52	52	71	93	82	31
					10	173	142	00	51	10	123	130	70	11
					31	131	121	10	41	10	151	90	70	11

영역	번호	과제명	설문구분	응답자수	전문도			중요도지수	국내수준 (%)	
					대	중	소			
농촌기반시설	23	농촌경관 조화형 장지간 소형교량이 개발된다.	1차	전체	28	8	7	13	42.0	55.0
				국내	8				43.8	62.5
	24	한국형 개량 농촌주택 모형이 개발된다.	1차	전체	28	7	10	11	54.5	68.1
				국내	7				67.9	68.6
	25	내식성 소재를 이용한 가축분뇨 저장 및 처리용 탱크가 개발된다.	1차	전체	27	7	7	13	52.8	56.3
				국내	7				67.9	57.1
	26	농업수리시설물의 장수명화 기술이 개발된다.	1차	전체	28	10	10	8	62.5	58.6
				국내	10				77.5	62.0
	27	콘크리트 수리구조물의 리모델링 기술이 개발된다.	1차	전체	28	9	9	10	59.8	56.4
				국내	9				69.4	57.8
	28	고효율, 저비용의 농업생산 및 저장유통 시스템 기술이 개발된다.	1차	전체	28	4	9	15	63.4	54.3
				국내	4				87.5	70.0
	29	고기능 저비용 농업수리구조물용 건설재료가 개발된다.	1차	전체	28	11	7	10	58.9	56.4
				국내	11				68.2	67.3
	30	나노복합신소재를 이용한 수리구조물이 개발된다.	1차	전체	28	9	7	12	43.8	43.7
				국내	9				44.4	48.9
	31	농촌지역 지하오염 방지를 위한 하수관거시스템이 개발된다.	1차	전체	28	6	14	8	50.9	50.0
				국내	6				45.8	50.0
	32	대형수리구조물의 내진성능 향상기술이 개발된다.	1차	전체	28	11	7	10	54.5	50.4
				국내	11				56.8	58.2
	33	효율적인 농지관리를 위한 관리표준시스템이 개발된다.	1차	전체	27	3	12	12	49.1	54.1
				국내	3				83.3	60.0

실현 시기(년)					연구개발추진주체				정책수단					
2005	2010	2015	2020	2025	민간주도	정부주도	산학연협동	국제공동	인력양성	협적연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
					11	8	9	2	3	4	13	10	4	1
					2	4	1	1	0	3	4	4	0	0
					8	13	10	0	5	4	12	9	8	2
					2	3	3	0	2	0	5	2	2	0
					13	4	16	1	4	5	6	14	5	0
					3	1	5	0	0	2	0	4	2	0
					7	9	16	1	5	3	12	16	7	0
					1	4	5	0	2	1	6	4	2	0
					6	11	15	2	4	3	13	13	5	2
					0	5	4	0	1	0	5	4	1	0
					8	9	15	0	5	4	10	14	6	1
					1	0	3	0	0	1	0	4	0	0
					8	8	18	0	6	3	8	13	6	0
					2	6	6	0	3	2	4	3	4	0
					7	5	18	2	5	3	7	16	3	0
					1	2	7	0	1	1	3	5	1	0
					5	12	14	1	4	3	12	14	7	1
					1	2	4	0	0	0	3	3	1	1
					2	11	16	2	4	4	8	15	5	0
					0	3	7	1	1	1	5	6	2	0
					2	21	9	0	3	3	8	9	13	1
					1	2	0	0	0	0	2	2	0	0

영역	호명	과제명	설문구분		응답자수	전문도			중요도지수	국내수준(%)
						대	중	소		
자원정보확충	34	농업관련 자원정보의 표준화 기법이 개발된다.	1차	전체	26	5	12	9	47.1	52.3
				傳大	5				75.0	52.0
			2차	국내						
	35	농업시설의 유지관리를 위한 정보시스템이 개발된다.	1차	전체	27	9	15	3	68.5	55.6
				傳大	9				86.1	62.2
			2차	국내						
	36	GIS, RS를 이용한 농촌수자원/수질 정보시스템이 개발된다.	1차	전체	27	14	8	5	75.0	55.6
				傳大	14				75.0	52.9
			2차	국내						
	37	GIS, RS를 이용한 농촌유역 생태환경 정보시스템이 개발된다.	1차	전체	27	9	9	9	63.9	51.1
				傳大	9				75.0	44.4
			2차	국내						
38	GIS, RS를 이용한 농촌 홍수재해 관리시스템이 개발된다.	1차	전체	27	10	11	6	76.9	54.8	
			傳大	10				77.5	50.0	
		2차	국내							
39	정보통신기술에 의한 관계시스템의 원격감시제어 시스템이 개발된다.	1차	전체	28	8	11	9	67.0	54.3	
			傳大	8				84.4	60.0	
		2차	국내							
농업재해방지	40	가뭄시 농업용수 수요 조절 방안이 마련된다.	1차	전체	27	8	9	10	67.3	53.8
				傳大	8				87.5	57.5
	2차	국내								
	41	집중호우에 대비한 산간계곡의 사방 저수지가 개발된다.	1차	전체	26	8	12	6	63.5	56.2
傳大				8				71.9	57.5	
농촌에너지의 보급 확대 계획	42	마을/농업시설단지 단위 열병합시설이 구축 및 운영된다.	1차	전체	27	8	6	13	48.1	47.4
				傳大	8				59.4	50.0
	43	농업부산물 에너지화 기술이 개발된다.	1차	전체	27	6	9	12	62.0	45.2
				傳大	6				100.0	46.7
	44	농촌의 자연에너지 및 대체에너지의 최적이용기술이 개발된다.	1차	전체	27	6	10	11	62.0	43.7
				傳大	6				83.3	46.7
2차	국내									
2차	세계									

실현 시기(년)						연구개발추진주체				정책수단					
2005	2010	2015	2020	2025		민간주도	정부주도	산학연협동	국제공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
						0	17	11	2	6	4	10	11	7	0
						0	3	1	1	2	0	3	3	0	0
						0	16	15	1	4	2	12	15	8	0
						0	5	4	1	0	0	4	7	3	0
						1	12	18	2	5	3	11	18	7	0
						0	4	12	0	3	0	5	11	2	0
						1	13	17	2	5	3	13	15	5	0
						0	3	8	0	2	0	5	7	1	0
						0	18	13	2	4	0	14	17	6	0
						0	7	6	1	1	0	8	8	2	0
						3	13	17	1	2	1	17	16	9	0
						1	4	6	0	0	1	6	4	3	0
						1	20	11	0	4	3	10	13	10	0
						0	6	5	0	2	1	4	5	4	0
						1	19	9	0	3	2	11	11	7	1
						1	5	4	0	1	0	2	6	3	0
						8	7	15	2	6	3	12	12	7	2
						2	2	5	1	1	0	5	2	0	2
						8	6	15	1	8	4	7	17	5	0
						0	0	6	0	2	0	2	4	2	0
						10	5	17	1	8	1	12	16	4	0
						1	0	5	0	2	0	2	4	0	0

요약	번호	과제명	설문구분	응답자수	전문도			중요도지수	국내수준(%)		
					대	중	소				
에너지 및 환경 기술	45	생물-광물계를 이용한 농촌폐자원의 재활용 시스템이 개발된다.	1차	전체	27	6	8	13	61.1	45.9	
				국내	6				83.3	43.3	
	2차	국내									
		세계									
46	천연생물 부산물과 박테리아를 이용한 폐기물 재처리 기술이 개발된다.	1차	전체	27	4	7	16	52.8	49.6		
			국내	4				87.5	55.0		
	2차	국내									
		세계									
제조 시스템 공학	47	농산물 저장유통 시설물 규모설계 및 배치의 최적화 모델이 개발된다.	1차	전체	27	4	12	11	50.9	55.6	
				국내	4				75.0	65.0	
			2차	국내							
				세계							
	48	농업수리구조물의 수명기간 동안의 최적 신뢰성 설계 시스템이 개발된다.	1차	전체	28	9	10	9	55.4	57.9	
				국내	9				63.9	55.6	
			2차	국내							
				세계							
	49	유역단위 수자원 및 농지에 대한 지속가능성 지표가 개발된다.	1차	전체	27	3	13	11	55.6	51.1	
				국내	3				75.0	73.3	
			2차	국내							
				세계							
50	농촌지역 개발계획의 최적수립 평가 시스템이 개발된다.	1차	전체	27	6	8	13	55.6	46.7		
			국내	6				79.2	53.3		
		2차	국내								
			세계								

실현 시기(년)					연구개발추진주체				정책수단					
2005	2010	2015	2020	2025	민간주도	정부주도	산학연협동	국제공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
					60	51	195	31	72	31	61	185	41	00
					70	31	213	20	61	50	70	164	40	00
					70	71	132	21	62	20	72	122	70	30
					20	113	196	11	61	41	104	134	32	00
					10	192	102	10	41	41	82	152	40	10
					00	183	122	11	53	31	93	143	71	10

제11절 축산·수의분야 기술예측

1. 설문응답자의 특성

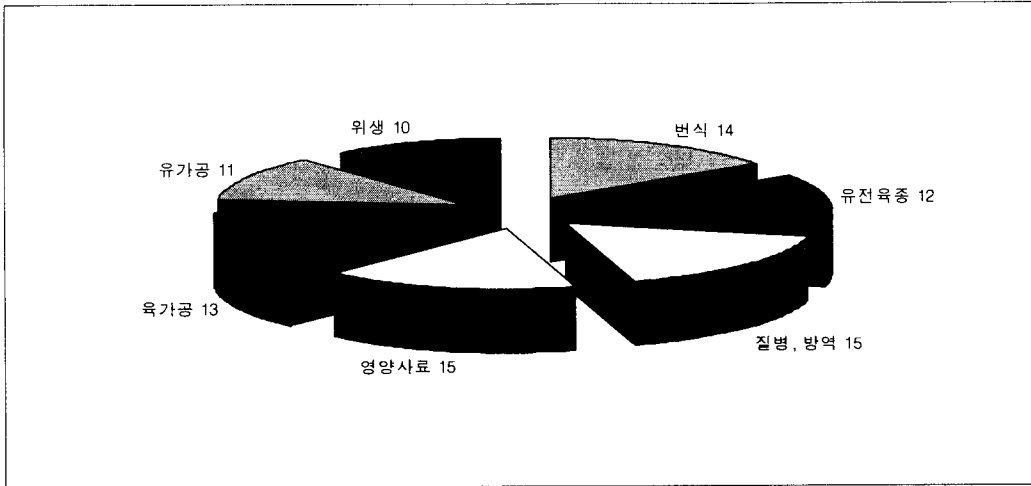
축산수의분야의 응답자들은 40~49세 연령계층이 37명으로 전체 응답자의 60%를 차지했고, 이어서 50~59세 연령계층이 20명으로 32%를 차지했다. 연구경력 기간은 20~29년이 전체의 45%를 차지했으며, 이어서 10~19년이 35%를 차지했다. 응답자 전원이 박사학위를 소지하고 있으며, 연구원 15명, 기업 4명, 대학이 43명으로 대학교수가 전체의 69%를 차지했다.

<표 3-2-69> 축산수의분야 미래기술예측 설문응답자의 분포

응답자	계	연령코드				경력코드				
		30~39	40~49	50~59	60~	0~9	10~19	20~29	30~39	40~
연구원	박사	15	12	3			5	9	1	
	소계	15	0	12	3	0	0	5	9	1
기업	박사	4	2	2			2	2		
	석사	0								
	소계	4	0	2	2	0	0	2	2	0
대학	박사	43	4	23	15	1	5	15	17	6
	석사	0								
	소계	43	4	23	15	1	5	15	17	6
총합계	62	4	37	20	1	5	22	28	7	0

2. 영역별 도출 과제수

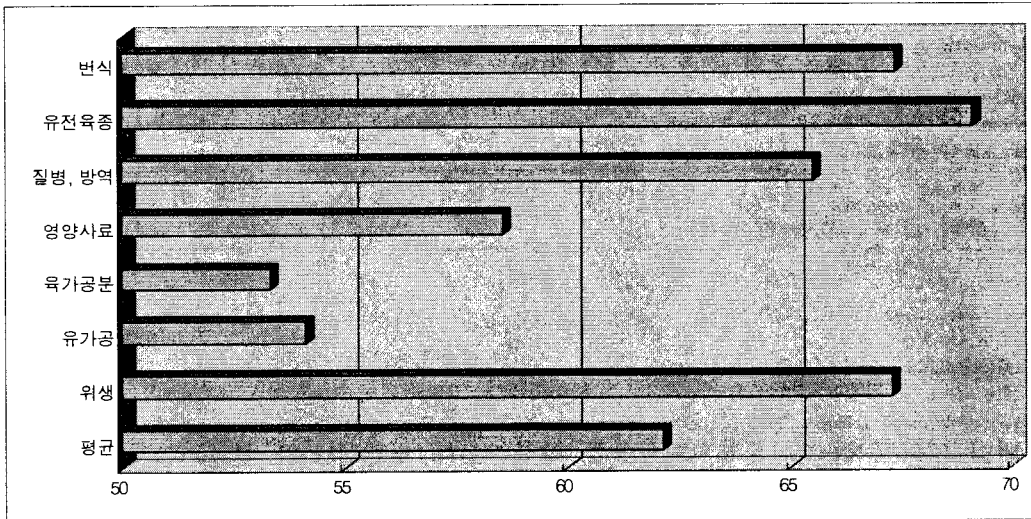
축산·수의분야의 영역별 과제수의 분포는 번식 14개, 유전육종 12개, 질병, 방역 15개, 영양사료 15개, 육가공 13개, 유가공 11개, 위생 10개로 분류되었으며 총 과제수는 90개로 최종 확정되었다.



<그림 3-2-64> 축산·수의분야의 중분류의 분포도

3. 과제의 중요도

과제의 중요도지수를 적용하여 축산·수의분야의 7개의 중분류를 비교하여 보았을 때, 유전육종이 69.07로 가장 높았고, 번식, 위생, 질병 및 방역, 영양사료, 유가공, 육가공 순으로 나타났다. 축산·수의분야의 전체 평균은 62.13로 나타났다.



<그림 3-2-65> 축산·수의분야의 중요도지수

<표 3-2-70> 축산수의분야 중요도지수 상위 20개 과제

순위	과 제 명	중요도 지수
1	이종장기제공동물 생산기술이 개발된다.	82.89
2	가축의 주요 경제형질 연관 DNA 표지인자 발굴 및 유전자 지도가 작성된다.	81.78
3	인수공통전염병 관리 기술이 개발된다.	81.45
4	산업 동물, 조류 및 어류의 질병 진단 기술이 개발되고, 백신이 개발된다.	78.75
5	의약품 분비 동물의 생산기술 실용화가 이루어진다.	78.07
6	동물 배아 줄기세포 수립 및 이용기술이 개발된다.	78.02
7	가축의 경제형질 관련 기능성 유전자 탐색 기술이 개발된다.	75.00
8	항생제 대체 생산성향상제가 개발된다.	75.00
9	형질전환 동물생산기술의 실용화가 이루어진다.	74.56
10	신선육 및 육제품에서의 잔유 화학물질 및 항생물질 감소 방안이 마련된다.	74.51
11	유용 유전자 탐색 기술을 이용한 가축 분자유종 기술이 개발된다.	74.15
12	동물용 의약품이 개발되고, 분석기술이 개발된다.	72.95
13	위해미생물 정량적 위험평가(Microbial Quantitative Risk Assessment) 기술이 국내적용에 활용된다.	72.95
14	동물 유전자 은행 설치운영 및 활용기술이 개발된다.	72.84
15	중소규모 작업장의 선형요건프로그램 및 HACCP 적용기술이 개선된다.	72.54
16	면역증강물질 기술이 개발된다.	72.18
17	생물정보학적 기술을 이용한 가축 유전능력 분석기법이 개발된다.	71.61
18	효율적인 동물 유전자 발현 근절 및 적중 기술이 개발된다.	71.05
19	환경친화적 영양사료기법이 개발된다.	70.56
20	축산물 생산(가축사양, 도축)단계의 위험분석(Risk Analysis)과 위생 관리 프로그램이 개발된다.	70.42

가. 번식

번식 영역에서는 ‘이종장기제공동물 생산기술이 개발된다’의 연구과제가 중요도지수 82.89로 높게 나타났으나, 선진국 대비 기술수준은 43.51로 낮게 나타났다. 이 영역의 과제들은 전체적으로 중요도지수는 높으나, 기술수준이 저조하여 시급히 개발해야 할 과제로 나타났다.

<표 3-2-71> 번식 영역의 중요도지수 상위 5개 과제

번호	과 제 명	중요도 지수	국내수준 (%)
1	이종장기제공동물 생산기술이 개발된다.	82.89	43.51
2	의약품 분비 동물의 생산기술 실용화가 이루어진다.	78.07	49.47
3	동물 배아 줄기세포 수립 및 이용기술이 개발된다.	78.02	52.73
4	형질전환 동물생산기술의 실용화가 이루어진다.	74.56	47.93
5	효율적인 동물 유전자 발현 근절 및 적중 기술이 개발된다.	71.05	46.90

나. 유전육종

유전육종영역에서는 '가축의 주요 경제형질 연관 DNA 표지인자 발굴 및 유전자 지도가 작성된다'의 연구과제가 중요도지수 81.78로 높게 나타났으나, 선진국 대비 기술수준은 42.71로 낮게 나타났다. 이 영역 또한 번식영역과 마찬가지로 시급히 개발해야 할 과제로 나타났다.

<표 3-2-72> 유전육종 영역의 중요도지수 상위 5개 과제

순위	과 제 명	중요도 지수	국내수준 (%)
1	가축의 주요 경제형질 연관 DNA 표지인자 발굴 및 유전자 지도가 작성된다.	81.78	42.71
2	가축의 경제형질 관련 기능성 유전자 탐색 기술이 개발된다.	75.00	45.08
3	유용 유전자 탐색 기술을 이용한 가축 분자유종 기술이 개발된다.	74.15	44.07
4	동물 유전자 은행 설치운영 및 활용기술이 개발된다.	72.84	41.72
5	생물정보학적 기술을 이용한 가축 유전능력 분석기법이 개발된다.	71.61	42.37

다. 질병, 방역

질병 및 방역 영역에서는 '인수공통전염병 관리 기술이 개발된다'의 연구과제가 중요도지수 81.45로 나타났으며, 선진국 대비 기술수준은 57.70으로 평균 이상으로 나타났다.

<표 3-2-73> 질병, 방역 영역의 중요도지수 상위 5개 과제

순위	과제명	중요도 지수	국내수준 (%)
1	인수공통전염병 관리 기술이 개발된다.	81.45	57.70
2	산업 동물, 조류 및 어류의 질병 진단 기술이 개발되고, 백신이 개발된다.	78.75	57.74
3	동물용 의약품이 개발되고, 분석기술이 개발된다.	72.95	56.07
4	면역증강물질 기술이 개발된다.	72.18	53.33
5	병원 미생물에 대한 Genomics 및 Proteomics가 개발된다.	66.10	47.54

라. 영양사료

영양사료 영역에서는 ‘항생제 대체 생산성향상제가 개발된다’의 연구과제가 중요도지수 75.00으로 나타났으며, 기술수준은 50.00으로 상대적으로 낮게 나타났다. 전체적으로 이 영역은 중요도지수는 높으나, 기술수준이 저조하여 시급히 개발해야 할 것으로 나타났다.

<표 3-2-74> 영양사료 영역의 중요도지수 상위 5개 과제

순위	과제명	중요도 지수	국내수준 (%)
1	항생제 대체 생산성향상제가 개발된다.	75.00	50.00
2	환경친화적 영양사료기법이 개발된다.	70.56	52.70
3	고품질 및 기능성 축산물이 개발된다.	70.08	58.73
4	GMO 사료의 판정 및 위해성조사가 이루어진다.	63.49	48.06
5	기능성 신소재 사료첨가제가 개발된다.	62.30	54.19

마. 육가공

육가공분 영역에서는 ‘신선육 및 육제품에서의 잔유 화학물질 및 항생물질 감소 방안이 마련된다’의 연구과제가 중요도지수 74.51로 나타나 1위를 차지하였다. 그러나 1위를 제외하고 나머지 과제들은 중요도가 상대적으로 낮은 것으로 나타났다.

<표 3-2-75> 육가공 영역의 중요도지수 상위 5개 과제

순위	과 제 명	중요도 지수	국내수준 (%)
1	신선육 및 육제품에서의 잔유 화학물질 및 항생물질 감소 방안이 마련된다.	74.51	54.23
2	도체 (소, 돼지, 닭고기) 품질평가 자동화시스템이 개발된다.	67.08	52.67
3	신선육의 품질 보존을 위한 소매 포장방법이 개발된다.	55.83	61.36
4	신선육/육제품의 품질평가 방법개선이 이루어진다.	55.42	61.03
5	유전자 표시와 식육의 품질과의 관계가 규명된다.	55.42	43.39

바. 육가공

육가공 영역은 전체적으로 중요도지수는 낮으나, 국내 기술수준은 타 영역과 비교하여 높은 것으로 나타난 것으로 보아 국내에 기술이 많이 개발되고 있는 것을 알 수 있다.

<표 3-2-76> 육가공 영역의 중요도지수 상위 5개 과제

순위	과 제 명	중요도 지수	국내수준 (%)
1	원유 신속 품질 판별 기술이 개발된다.	60.66	63.28
2	우유 이용확대를 위한 식품이 개발된다.	57.79	64.59
3	유성분에 의해 유발되는 알러지 감소 기술이 개발된다.	57.50	49.33
4	유산균의 기능성 및 안전성 검증 기술이 개발된다.	55.33	60.00
5	유산균의 선발, 대량 생산, 종균화 기술이 개발된다.	54.10	62.00

사. 위생

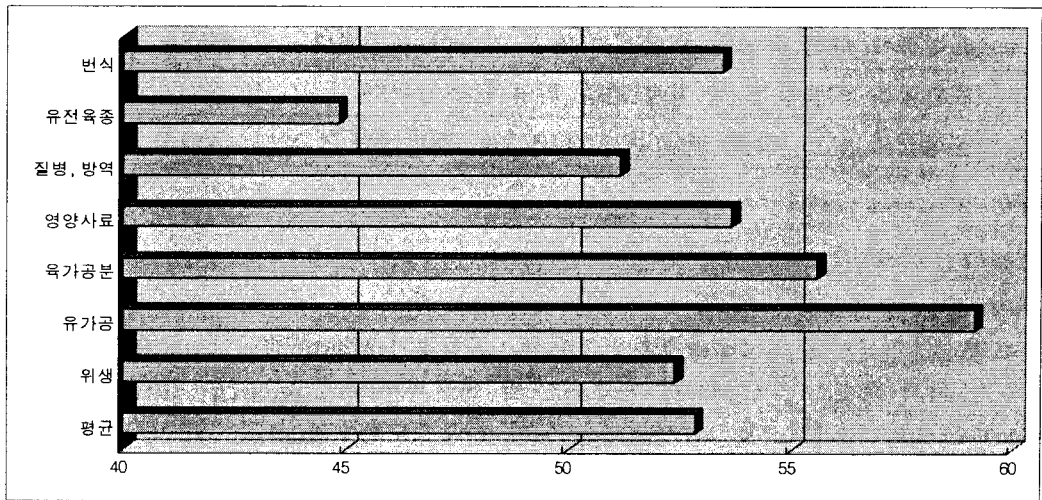
위생 영역에서는 '위해미생물 정량적 위험평가(Microbial Quantitative Risk Assessment) 기술이 국내적용에 활용된다'의 연구과제가 중요도지수 72.95로 1 순위로 나타났으며, 전체적으로 타 영역과 비교하여 중요도지수가 높은 것으로 나타났다.

<표 3-2-77> 위생 영역의 중요도지수 상위 5개 과제

순위	과제명	중요도지수	국내수준 (%)
1	위해미생물 정량적 위험평가(Microbial Quantitative Risk Assessment) 기술이 국내적용에 활용된다.	72.95	51.94
2	중소규모 작업장의 선행요건프로그램 및 HACCP 적용기술이 개선된다.	72.54	57.42
3	축산물 생산(가축사양, 도축)단계의 위험분석(Risk Analysis)과 위생관리 프로그램이 개발된다.	70.42	54.10
4	축산물 가공, 유통, 판매단계의 위험분석(Risk Analysis)과 위생관리 프로그램이 개발된다.	69.92	52.79
5	분자생물학적 기술을 이용한 위해미생물의 역학적 특성분석, 오염원 추적, 관리기술이 개발된다.	68.85	50.65

4. 과제의 연구개발수준

연구개발수준은 선진국과 비교하여 평균 52.85% 수준으로 평가되었다. 선진국대비 기술수준이 다소 양호하게 나타난 영역은 유가공 분야로 59.12% 수준으로 예측되었다. 연구개발수준이 가장 낮게 평가된 분야는 유전육종 분야로 선진국대비 44.84% 수준에 지나지 않아 이 분야의 기술수준 제고가 필요한 것으로 나타났다.



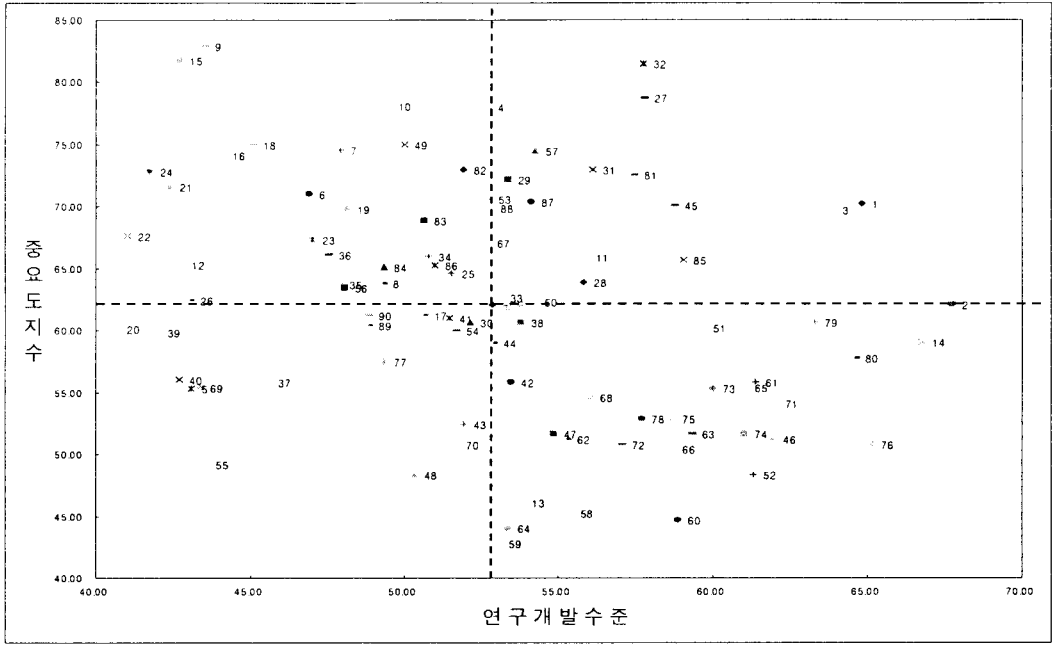
<그림 3-2-66> 축산·수의분야의 연구개발 수준

<표 3-2-78> 연구개발수준 상위 20개 과제

번호	과제명	연구개발수준
2	생식세포 동결 기술의 최적화가 이루어진다.	67.72
14	동물의 초기임신 진단기술이 개발된다.	66.78
76	유성분의 분석 확인 기술이 개발된다.	65.08
1	형질전환 복제기술의 기반이 구축된다.	64.83
80	우유 이용확대를 위한 식품이 개발된다.	64.59
3	동물의 번식효율 개선 기술이 개발된다.	63.86
79	원유 신속 품질 판별 기술이 개발된다.	63.28
71	유산균의 선발, 대량 생산, 종균화 기술이 개발된다.	62.00
46	전통적 사료자원의 이용성 증대기술이 개발된다.	61.94
61	신선육의 품질 보존을 위한 소매 포장방법이 개발된다.	61.36
52	사료가차평가법이 개선된다.	61.29
65	신선육/육제품의 품질평가 방법개선이 이루어진다.	61.03
74	유성분의 분리 정제 및 생산기술이 개발된다.	61.00
73	유산균의 기능성 및 안전성 검증 기술이 개발된다.	60.00
51	통합사료품질관리 시스템이 개발된다.	59.68
63	조리육의 품질 및 안전성 향상을 위한 포장방법이 개발된다.	59.32
85	사료(공장생산, 농장급여) 관리와 미생물 오염 감소화 기술이 개발된다.	59.02
60	건강 기능성물질 첨가에 의한 가공육제품의 품질 향상기술이 개발된다.	58.87
45	고품질 및 기능성 축산물이 개발된다.	58.73
75	유성분의 기능성 연구 기술이 개발된다.	58.69

5. 중요도와 연구개발수준의 비교

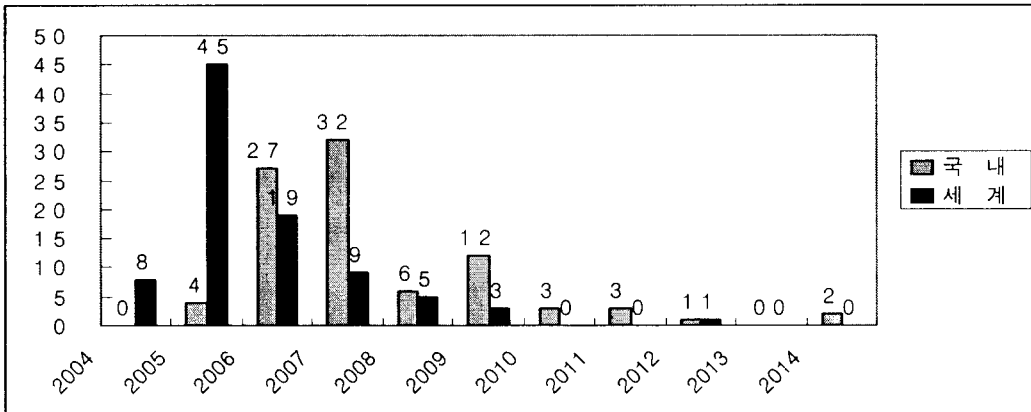
축산수의분야의 평균 연구개발수준은 52.85%이며, 평균 중요도지수는 62.13로 나타났다. I 사분면에 해당하는 과제는 15개로 가장 성장 잠재력이 높은 영역으로 나타났고, II 사분면에 위치한 과제는 29개로 중요도는 높으나 연구개발 수준이 낮아 지속적인 투자가 요구되는 영역으로 평가되었다.



<그림 3-2-67> 축산·수의분야 연구과제의 중요도지수-연구개발수준 포트폴리오

6. 실현시기 예측결과

국내 실현시기와 세계실현시기의 분포는 아래 그림과 같이 나타났다. 먼저 국내 실현시기를 비교하면, 총 90개 과제 중 70%가 2007년까지 실현될 것으로 예측되었다. 세계실현시기는 90%의 과제가 2007년까지 실현될 것으로 예측되었다.

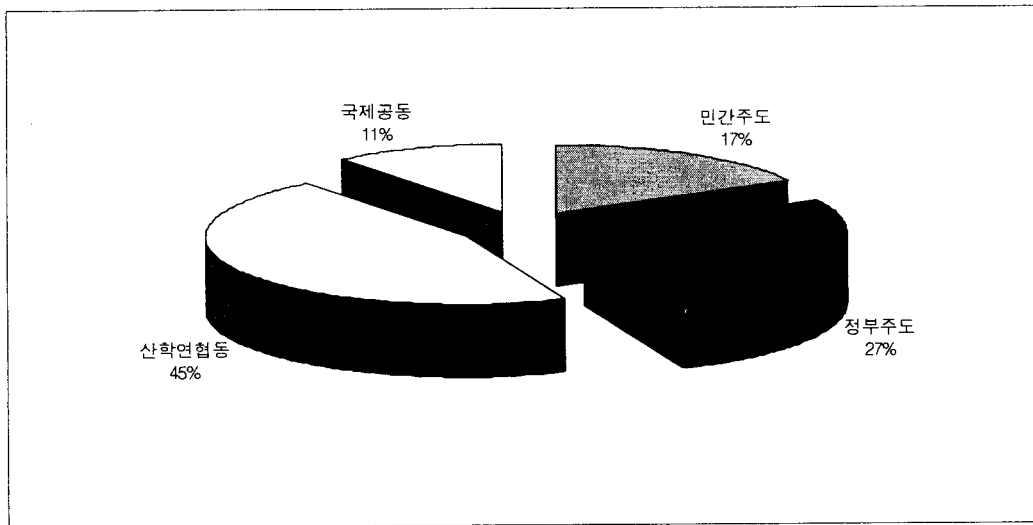


<그림 3-2-68> 축산·수의분야 실현시기 예측결과 분포도

선진국과 실현시기의 격차가 전혀 없는 과제는 26%, 1년이 늦은 과제는 59%, 2년이 늦은 과제는 15%로 나타났다. 가공분야의 연구개발수준은 선진국 수준과 비슷한 것으로 예측되었다.

7. 연구개발 추진주체

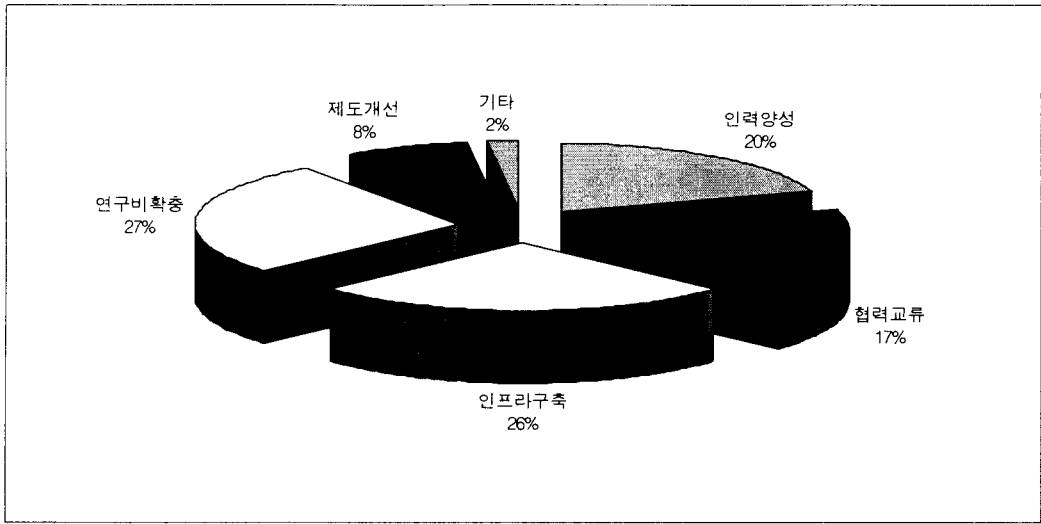
연구개발 추진 방법에 대한 의견은 다음 그림과 같이 나타났다. 산학연협동이 45%, 정부주도가 27%, 민간주도가 17%, 국제공동이 11% 순으로 나타나, 산학연의 유기적 협동에 의한 연구가 가장 요구되는 추진방법으로 나타났다



<그림 3-2-69> 축산·수의분야의 연구개발 추진방법의 분포

8. 연구개발 정책수단

정부의 정책수단에 대한 응답결과는 '연구비확충'이 27%, '인프라구축'이 26%, '인력양성'이 20%로 세 정책수단의 합이 70%를 차지하고 있었다. '협력교류'가 17%, '제도개선'과 기타가 각각 8%, 2%로 나타났다.



<그림 3-2-70> 축산·수의분야 연구과제개발 추진을 위한 정책수단 분포

9. 미래기술연표

국내실현 시기(A)	번호	과 제 명	세계실현 시기(B)	격차 (A-B)
2005	14	동물의 초기임신 진단기술이 개발된다.	2004	1
	41	동물 생명 윤리 규정의 법제화가 실현된다.	2004	1
	52	사료가치평가법이 개선된다.	2004	1
	81	중소규모 작업장의 선행요건프로그램 및 HACCP 적용기술이 개선된다.	2004	1
2006	1	형질전환 복제기술의 기반이 구축된다.	2005	1
	2	생식세포 동결 기술의 최적화가 이루어진다.	2005	1
	19	국가 보유 가축 능력 정보화 활용을 위한 개체 ID 체계 및 개체 추적 시스템이 개발된다.	2005	1
	25	농가 검정정보를 활용한 능력검정시스템 및 우수 가축 선발 기술이 개발된다.	2005	1
	27	산업 동물, 조류 및 어류의 질병 진단 기술이 개발되고, 백신이 개발된다.	2005	1
	28	면역 반응 측정 기술이 개발된다.	2005	1
	33	역학기법이 개발된다.	2005	1
	46	전통적 사료자원의 이용성 증대기술이 개발된다.	2005	1
	51	통합사료품질관리 시스템이 개발된다.	2005	1
	61	신선육의 품질 보존을 위한 소매 포장방법이 개발된다.	2005	1
	62	기능성 물질을 이용한 포장재의 항산화능력 부여	2005	1
	63	조리육의 품질 및 안전성 향상을 위한 포장방법이 개발된다.	2005	1
	65	신선육/육제품의 품질평가 방법개선이 이루어진다.	2004	2
	66	신선육/육제품의 맛 평가 방법이 개발된다.	2005	1
	68	계란의 품질평가 자동화시스템이 개발된다.	2005	1
	71	유산균의 선발, 대량 생산, 종균화 기술이 개발된다.	2005	1
	74	유성분의 분리 정제 및 생산기술이 개발된다.	2005	1
	76	유성분의 분석 확인 기술이 개발된다.	2005	1
	79	원유 신속 품질 판별 기술이 개발된다.	2005	1
	80	우유 이용확대를 위한 식품이 개발된다.	2005	1
82	위해미생물 정량적 위험평가 (Microbial Quantitative Risk Assessment) 기술이 국내적용에 활용된다.	2004	2	
84	위해미생물 오염의 예측모델(Predictive model)이 개발된다.	2005	1	
85	사료(공장생산, 농장급여) 관리와 미생물 오염 감소 기술이 개발된다.	2005	1	
86	축산식품(소 돼지 닭)의 위험평가(Risk Assessment) 모델이 개발된다.	2004	2	

국내실현 시기(A)	번호	과 제 명	세계실현 시기(B)	격차 (A-B)
2006	87	축산물 생산(가축사양, 도축)단계의 위험분석(Risk Analysis)과 위생관리 프로그램이 개발된다.	2005	1
	88	축산물 가공, 유통, 판매단계의 위험분석(Risk Analysis)과 위생관리 프로그램이 개발된다.	2004	2
	90	위험관리 및 소비자 홍보체계가 구축(Risk Management and Communication)된다.	2005	1
2007	13	동물성판별 기술이 개발된다.	2005	2
	23	재래가축 유전자원 보존 및 이용 기술이 개발된다.	2006	1
	29	면역증강물질 기술이 개발된다.	2006	1
	30	백신생산용 세포 및 백신에 대한 미입바이러스 오염여부 판별 기술이 개발된다.	2006	1
	31	동물용 의약품이 개발되고, 분석기술이 개발된다.	2005	2
	32	인수공통전염병 관리 기술이 개발된다.	2006	1
	34	실험동물 질병 진단 기술이 개발되고, 질환모델이 개발된다.	2006	1
	36	병원 미생물에 대한 Genomics 및 Proteomics가 개발된다.	2007	0
	38	반려동물의 질병진단, 치료기술 및 백신이 개발된다.	2006	1
	42	가축 영양소 이용경로 해명 및 응용기술이 개발된다.	2005	2
	43	특수동물을 포함한 축종별 영양소요구량의 제정 및 개정이 이루어진다.	2005	2
	44	영양소요구량 결정 및 생산성 극대화를 위한 modelling 기법이 개발된다.	2006	1
	45	고품질 및 기능성 축산물이 개발된다.	2005	2
	47	비전통적 사료자원이 개발 및 이용된다.	2005	2
	49	항생제 대체 생산성향상제가 개발된다.	2005	2
	50	기능성 신소재 사료첨가제가 개발된다.	2005	2
	53	환경친화적 영양사료기법이 개발된다.	2005	2
	54	유기축산을 위한 사육 모델이 정립된다.	2005	2
56	GMO 사료의 판정 및 위해성조사가 이루어진다.	2005	2	
57	신선육 및 육제품에서의 잔유 화학물질 및 항생물질 감소 방안이 마련된다.	2005	2	
58	방사선 조사에 의한 신선육의 품질변화 조사 및 저장성 증진 방안이 마련된다.	2005	2	

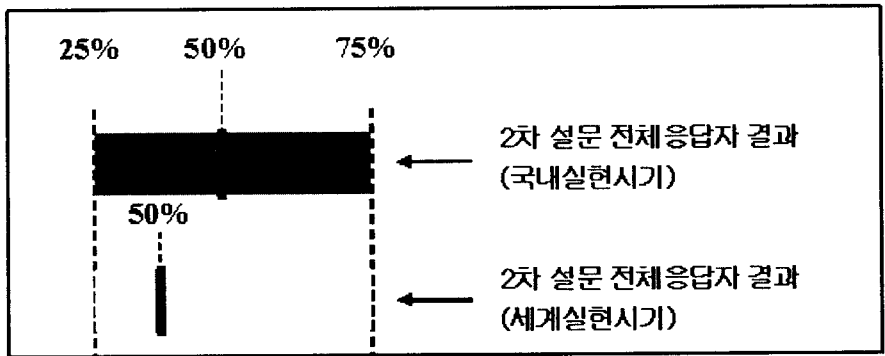
국내실현 시기(A)	번호	과 제 명	세계실현 시기(B)	격차 (A-B)
2007	59	기능성 육단백질제를 이용한 육제품 생산성 증진 기술이 개발된다.	2006	1
	60	건강 기능성물질 첨가에 의한 가공육제품의 품질 향상기술이 개발된다.	2005	2
	64	방사선 조사용 신선육/육제품 포장재가 개발된다.	2005	2
	67	도체 (소, 돼지, 닭고기) 품질평가 자동화시스템이 개발된다.	2005	2
	70	유산균과 숙주간의 공생 및 전달메카니즘이 규명된다.	2006	1
	72	유산균의 대사산물 이용과 형질 개량 기술이 개발된다.	2005	2
	73	유산균의 기능성 및 안전성 검증 기술이 개발된다.	2005	2
	75	유성분의 기능성 연구 기술이 개발된다.	2005	2
	78	육제품의 품질 특성 및 저장성 향상을 위한 신가공기술이 개발된다.	2006	1
	83	분자생물학적 기술을 이용한 위해미생물의 역학적 특성 분석, 오염원 추적, 관리기술이 개발된다.	2005	2
	89	원부재료 식품의 Hazards Identification과 Database가 구축된다.	2005	2
2008	3	동물의 번식효율 개선 기술이 개발된다.	2006	2
	24	동물 유전자 은행 설치운영 및 활용기술이 개발된다.	2006	2
	37	야생동물 질병 진단, 치료기술 및 백신이 개발된다.	2006	2
	48	해외 부존사료자원이 개발 및 이용된다.	2006	2
	55	가축복지형 사료 및 사양시스템이 개발된다.	2005	3
	77	유성분에 의해 유발되는 알러지 감소 기술이 개발된다.	2006	2
2009	4	동물 배아 줄기세포 수립 및 이용기술이 개발된다.	2006	3
	5	회귀동물 번식기술이 개량된다.	2007	2
	6	효율적인 동물 유전자 발현 근절 및 적중 기술이 개발된다.	2007	2
	15	가축의 주요 경제형질 연관 DNA 표지인자 발굴 및 유전자 지도가 작성된다.	2006	3
	17	비파괴 검사기법을 이용한 가축 생체 특성 및 우수가축 식별 기술이 개발된다.	2006	3

국내실현 시기(A)	번호	과 제 명	세계실현 시기(B)	격차 (A-B)
2009	18	가축의 경제형질 관련 기능성 유전자 탐색 기술이 개발된다.	2007	2
	20	동물 프로테오믹 해석을 통한 기능성 특이 단백질 동정 기술이 개발된다.	2007	2
	21	생물정보학적 기술을 이용한 가축 유전능력 분석 기법이 개발된다.	2007	2
	22	가축의 경제형질 관련 유전자 탐색을 위한 생물정보 분석 기술이 개발된다.	2007	2
	35	Knock-out 기술을 이용한 유용 유전자의 탐색이 이루어진다.	2007	2
	39	수의 의료 공학 기술이 개발된다.	2007	2
	69	유전자 표시와 식육의 품질과의 관계가 규명된다.	2006	3
2010	10	의약품 분비 동물의 생산기술 실용화가 이루어진다.	2008	2
	11	체세포 복제 기술의 실용화가 이루어진다.	2008	2
	40	Xenotransplantation의 응용기술이 개발된다.	2009	1
2011	7	형질전환 동물생산기술의 실용화가 이루어진다.	2008	3
	8	형질전환 동물의 유지 및 번식기술이 확립된다.	2008	3
	26	유전자 전이 기법을 이용한 특수 기능성 가축 육종 기술이 개발된다.	2009	2
2012	16	유용 유전자 탐색 기술을 이용한 가축 분자유종 기술이 개발된다.	2008	4
2014	9	이종장기제공동물 생산기술이 개발된다.	2009	5
	12	복제동물의 발생학적 기형 문제 해결 방안이 개발된다.	2011	3

10. 기술예측 결과표

영역	번호	과제명	설문구분		응답자수	전문도			중요도지수	국내수준
			1	전체	명	대	중	소		
				傳大		명	빈도	빈도	빈도	Index
			2							

실현시기 (년)	연구개발추진주체	정책수단
	빈도	빈도
	빈도	빈도



※자세한 내용은 「제1절 예측조사의 개요」의 「4. 예측조사 결과표」 참고

영역	번호	과제명	설문구분	응답자수	전문도			중요도지수	국내수준(%)	
					대	중	소			
보 상	1	형질전환 복제기술의 기반이 구축된다.	1차	전체	58	17	22	19	70.3	64.8
			傳大	17				81.3	70.0	
	2차	국내								
		세계								
	2	생식세포 동결 기술의 최적화가 이루어진다.	1차	전체	57	8	23	26	62.1	67.7
			傳大	8				85.7	82.9	
	2차	국내								
		세계								
	3	동물의 번식효율 개선 기술이 개발된다.	1차	전체	57	13	23	21	69.7	63.9
			傳大	13				81.8	78.3	
	2차	국내								
		세계								
	4	동물 배아 줄기세포 수립 및 이용기술이 개발된다.	1차	전체	57	14	22	21	78.0	52.7
			傳大	14				96.2	56.4	
	2차	국내								
		세계								
	5	회귀동물 번식기술이 개량된다.	1차	전체	56	6	25	25	55.4	43.1
			傳大	6				80.0	48.0	
	2차	국내								
		세계								
	6	효율적인 동물 유전자 발현 조절 및 적응 기술이 개발된다.	1차	전체	57	15	21	21	71.1	46.9
			傳大	15				92.9	54.3	
2차	국내									
	세계									
7	형질전환 동물생산기술의 실용화가 이루어진다.	1차	전체	57	16	21	20	74.6	47.9	
		傳大	16				91.7	53.3		
2차	국내									
	세계									
8	형질전환 동물의 유지 및 번식기술이 확립된다.	1차	전체	57	9	28	20	63.8	49.3	
		傳大	9				84.4	57.5		
2차	국내									
	세계									
9	미종장기제 공동물 생산기술이 개발된다.	1차	전체	56	12	21	23	82.9	43.5	
		傳大	12				95.5	45.5		
2차	국내									
	세계									
10	의약품 분비 동물의 생산기술 실용화가 이루어진다.	1차	전체	57	15	21	21	78.1	49.5	
		傳大	15				92.9	52.9		
2차	국내									
	세계									
11	체세포 복제 기술의 실용화가 이루어진다.	1차	전체	57	14	21	22	65.9	55.9	
		傳大	14				88.5	64.6		
2차	국내									
	세계									

실현 시기(년)					연구개발추진주체				정책수단					
2005	2010	2015	2020	2025	민간주도	정부주도	산학연합동	국제공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
					30	136	3610	142	216	102	2811	187	83	21
					111	101	405	40	234	122	204	165	61	10
					93	133	407	40	206	173	187	175	62	10
					61	156	256	223	227	174	185	208	52	10
					90	292	172	111	171	151	144	243	51	10
					30	207	286	204	163	173	196	2511	31	20
					60	208	317	155	213	145	188	2611	52	10
					30	171	325	142	264	111	185	194	21	10
					51	205	246	182	216	173	196	258	52	10
					121	144	3510	101	215	151	188	229	21	10
					80	184	299	132	194	123	208	217	82	10

영역	분야	과제명	설문구분	응답자수	전문도			중요도지수	국내수준(%)	
					대	중	소			
보건	12	복제동물의 발생학적 기형 문제 해결 방안이 개발된다.	1차	전체	57	10	20	27	65.4	42.8
				傳大	10				83.3	42.0
	2차	국내								
		세계								
	13	동물성판별 기술이 개발된다.	1차	전체	57	8	22	27	46.1	53.8
				傳大	8				71.4	62.9
2차	국내									
	세계									
14	동물의 초기임신 진단기술이 개발된다.	1차	전체	57	8	27	22	59.1	66.8	
			傳大	8				57.1	62.9	
2차	국내									
	세계									
안전·예방	15	가족의 주요 경제형질 연관 DNA 표지인자 발굴 및 유전자 지도가 작성된다.	1차	전체	58	15	23	20	81.8	42.7
				傳大	15				92.9	57.1
	2차	국내								
		세계								
	16	유용 유전자 탐색 기술을 이용한 가족 분자유종 기술이 개발된다.	1차	전체	58	15	22	21	74.2	44.1
				傳大	15				92.9	55.7
	2차	국내								
		세계								
	17	비파괴 검사기법을 이용한 가족 생체 특성 및 우수가족 식별 기술이 개발된다.	1차	전체	59	11	22	26	61.3	50.7
				傳大	11				80.0	64.0
	2차	국내								
		세계								
	18	가족의 경제형질 관련 기능성 유전자 탐색 기술이 개발된다.	1차	전체	58	15	23	20	75.0	45.1
				傳大	15				89.3	42.9
	2차	국내								
		세계								
	19	국가 보유 가족 능력 정보화 활용을 위한 개체 ID 체계 및 개체 추적 시스템이 개발된다.	1차	전체	57	10	22	25	69.8	48.1
				傳大	10				83.3	62.2
	2차	국내								
		세계								
	20	동물 프로테오믹 해석을 통한 기능성 특이 단백질 동정 기술이 개발된다.	1차	전체	58	10	21	27	60.2	40.7
				傳大	10				69.4	35.6
	2차	국내								
		세계								
21	생물정보학적 기술을 이용한 가족 유전능력 분석 기법이 개발된다.	1차	전체	58	11	24	23	71.6	42.4	
			傳大	11				87.5	30.0	
2차	국내									
	세계									
22	가족의 경제형질 관련 유전자 탐색을 위한 생물정보 분석 기술이 개발된다.	1차	전체	57	12	23	22	67.7	41.0	
			傳大	12				79.5	34.5	
2차	국내									
	세계									

실현 시기(년)					연구개발추진주체				정책수단					
2005	2010	2015	2020	2025	민간주도	정부주도	산학연협동	국제공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
					7	26	21	16	20	17	16	23	4	2
					2	4	4	1	5	3	5	7	1	0
					14	9	36	6	21	11	15	19	2	2
					2	2	3	1	3	1	2	4	1	0
					21	3	37	4	18	12	17	17	3	1
					3	1	3	0	2	2	3	3	1	0
					4	24	27	19	21	16	28	28	2	1
					0	8	8	4	5	3	7	9	0	0
					3	23	30	17	18	9	30	27	3	1
					0	9	5	6	4	0	10	9	0	0
					14	11	37	11	16	16	19	22	7	4
					3	2	8	2	4	1	6	5	1	0
					7	21	31	17	19	16	26	26	3	2
					2	3	9	5	4	4	7	11	1	0
					7	37	22	7	19	12	30	20	11	1
					2	4	4	1	1	3	5	4	2	0
					5	22	25	16	19	13	23	25	2	1
					0	5	5	1	3	0	6	6	0	0
					7	28	22	20	20	16	28	19	2	1
					1	5	3	6	5	4	6	6	0	0
					8	28	25	15	26	9	26	19	3	2
					1	5	5	4	6	2	5	6	1	0

요요	번호	과제명	실문구분		응답자 수	전문도			중요도 지수	국내 수준 (%)
						대	중	소		
요요	23	재래가축 유전자원 보존 및 이용 기술이 개발된다.	1차	전체	58	9	31	18	67.4	47.0
				傳大	9				75.0	57.5
		2차	국내							
				세계						
	24	동물 유전자 은행 설치운영 및 활용기술이 개발된다.	1차	전체	58	9	26	23	72.8	41.7
				傳大	9				78.1	45.7
		2차	국내							
				세계						
	25	농가 감정정보를 활용한 능력검정시스템 및 우수 가축 선발 기술이 개발된다.	1차	전체	58	12	22	24	64.7	51.5
				傳大	12				95.0	60.0
		2차	국내							
				세계						
26	유전자 전이 기법을 이용한 특수 기능성 가축 육종 기술이 개발된다.	1차	전체	58	17	19	22	62.5	43.1	
			傳大	17				78.1	47.5	
	2차	국내								
			세계							
요요	27	산업 동물, 조류 및 어류의 질병 진단 기술이 개발되고, 백신이 개발된다.	1차	전체	60	16	25	19	78.8	57.7
				傳大	16				93.8	66.3
		2차	국내							
				세계						
	28	면역 반응 측정 기술이 개발된다.	1차	전체	60	12	29	19	63.9	55.8
				傳大	12				86.4	67.3
		2차	국내							
				세계						
	29	면역증강물질 기술이 개발된다.	1차	전체	61	17	28	16	72.2	53.3
				傳大	17				89.7	54.1
		2차	국내							
				세계						
30	백신생산용 세포 및 백신에 대한 미입바이러스 오염여부 판별 기술이 개발된다.	1차	전체	60	12	20	28	60.7	52.1	
			傳大	12				72.7	47.3	
	2차	국내								
			세계							
31	동물용 의약품이 개발되고, 분석기술이 개발된다.	1차	전체	60	14	23	23	73.0	56.1	
			傳大	14				85.7	57.1	
	2차	국내								
			세계							
32	인수공통전염병 관리 기술이 개발된다.	1차	전체	60	19	18	23	81.5	57.7	
			傳大	19				93.1	62.2	
	2차	국내								
			세계							
33	역학기법이 개발된다.	1차	전체	60	13	23	24	62.7	53.1	
			傳大	13				92.3	47.7	
	2차	국내								
			세계							

실현 시기(년)						연구개발추진주체				정책수단									
2005		2010		2015		2020		2025		민간주도	정부주도	산학연협동	국재공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
										41	396	184	51	101	173	224	256	52	20
										31	387	184	111	81	151	296	244	73	10
										82	368	214	44	143	113	307	194	94	20
										30	218	3610	113	179	131	2710	2810	10	10
										103	173	4315	62	175	186	217	2711	51	10
										101	144	429	101	196	172	196	297	20	20
										81	123	4411	112	147	185	175	3412	20	10
										102	174	376	82	206	142	184	316	20	10
										211	134	358	61	177	174	206	267	41	20
										71	3911	219	93	146	166	299	238	102	10
										61	346	203	114	187	145	253	248	102	10

종류	번호	과제명	설문구분	응답자수	전문도			중요도지수	국내수준(%)	
					대	중	소			
표준 - 05분점	34	실험동물 질병 진단 기술이 개발되고, 질환모델이 개발된다.	1차	전체	61	17	20	24	66.0	50.8
				傳大	17				89.7	55.3
	2차	국내								
		세계								
	35	Knock-out 기술을 이용한 유용 유전자의 탐색이 이루어진다.	1차	전체	60	19	20	21	63.8	47.9
				傳大	19				79.2	46.7
	2차	국내								
		세계								
	36	병원 미생물에 대한 Genomics 및 Proteomics가 개발된다.	1차	전체	59	14	22	23	66.1	47.5
				傳大	14				82.7	52.3
	2차	국내								
		세계								
	37	야생동물 질병 진단, 치료기술 및 백신이 개발된다.	1차	전체	59	13	19	27	55.8	45.6
				傳大	13				79.2	53.3
2차	국내									
	세계									
38	반려동물의 질병진단, 치료기술 및 백신이 개발된다.	1차	전체	60	13	19	28	60.7	53.8	
			傳大	13				83.3	66.7	
2차	국내									
	세계									
39	수의 의료 공학 기술이 개발된다.	1차	전체	60	10	18	32	59.8	42.0	
			傳大	10				83.3	48.9	
2차	국내									
	세계									
40	Xenotransplantation의 응용기술이 개발된다.	1차	전체	59	14	13	32	56.0	42.7	
			傳大	14				92.3	46.2	
2차	국내									
	세계									
41	동물 생명 윤리 규정의 법제화가 실현된다.	1차	전체	59	13	29	17	61.0	51.5	
			傳大	13				90.9	50.9	
2차	국내									
	세계									
표양사 05분점	42	가축 영양소 이용경로 해명 및 응용기술이 개발된다.	1차	전체	60	17	18	25	55.8	53.4
				傳大	17				66.1	57.3
	2차	국내								
		세계								
	43	특수동물을 포함한 축종별 영양소요구량의 제정 및 개정이 이루어진다.	1차	전체	60	14	18	28	52.5	51.9
				傳大	14				54.2	50.0
2차	국내									
	세계									
44	영양소요구량 결정 및 생산성 극대화를 위한 modelling 기법이 개발된다.	1차	전체	60	16	14	30	59.0	52.9	
			傳大	16				80.4	45.7	
2차	국내									
	세계									

실현 시기(년)						연구개발추진주체				정책수단					
2005	2010	2015	2020	2025		민간주도	정부주도	산학연협동	국제공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
						140	223	3614	62	184	172	279	2810	10	10
						102	154	3611	114	218	142	228	3111	10	10
						70	267	307	92	195	164	195	339	20	20
						101	337	183	82	194	144	225	275	70	10
						214	152	3010	51	183	154	195	243	50	10
						141	194	293	72	233	102	223	244	30	10
						90	228	255	134	186	122	228	248	41	20
						62	468	125	61	83	122	2310	84	312	10
						61	135	429	72	167	104	232	269	50	21
						51	246	377	84	135	131	243	245	40	21
						111	155	369	104	156	176	233	237	51	20

연도	번호	과제명	설문구분	응답자수	전문도			중요도지수	국내수준(%)	
					대	중	소			
영양사료	45	고품질 및 기능성 축산물이 개발된다.	1차	전체	61	18	26	17	70.1	58.7
				傳大	18				83.3	66.3
	2차	국내								
		세계								
	46	전통적 사료자원의 이용성 증대기술이 개발된다.	1차	전체	60	15	21	24	51.2	61.9
				傳大	15				61.5	70.8
	2차	국내								
		세계								
	47	비전통적 사료자원이 개발 및 이용된다.	1차	전체	60	16	16	28	51.6	54.8
				傳大	16				75.0	61.4
	2차	국내								
		세계								
	48	해외부존사료자원이 개발 및 이용된다.	1차	전체	60	14	15	31	48.3	50.3
				傳大	14				68.2	61.7
	2차	국내								
		세계								
	49	항생제 대체 생산성항생제가 개발된다.	1차	전체	60	23	20	17	75.0	50.0
				傳大	23				85.2	49.1
	2차	국내								
		세계								
50	기능성 신소재 사료첨가제가 개발된다.	1차	전체	60	15	25	20	62.3	54.2	
			傳大	15				78.6	54.3	
2차	국내									
	세계									
51	통합사료품질관리 시스템이 개발된다.	1차	전체	60	15	14	31	60.2	59.7	
			傳大	15				88.5	53.8	
2차	국내									
	세계									
52	사료가치평가법이 개선된다.	1차	전체	60	15	12	33	48.3	61.3	
			傳大	15				75.0	66.2	
2차	국내									
	세계									
53	환경친화적 영양사료기법이 개발된다.	1차	전체	60	16	19	25	70.6	52.7	
			傳大	16				100.0	47.1	
2차	국내									
	세계									
54	유기축산을 위한 사육 모델이 정립된다.	1차	전체	60	16	19	25	60.0	51.7	
			傳大	16				67.9	41.4	
2차	국내									
	세계									
55	가축복지형 사료 및 사양시스템이 개발된다.	1차	전체	61	14	18	29	49.2	43.5	
			傳大	14				75.0	33.3	
2차	국내									
	세계									

실현 시기(년)						연구개발추진주체				정책수단					
2005	2010	2015	2020	2025		민간주도	정부주도	산학연협동	국제공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
						24	8	42	5	16	15	22	27	6	3
						7	1	12	3	4	6	6	10	2	1
						21	12	36	4	17	19	23	18	4	2
						6	1	9	2	5	7	3	5	0	1
						18	15	39	5	18	19	18	20	4	2
						7	1	10	3	5	6	3	6	1	1
						18	18	23	15	13	25	15	17	8	2
						3	2	5	7	4	5	2	4	1	0
						18	12	41	7	17	14	17	36	3	3
						7	5	14	4	10	7	7	13	0	1
						23	7	43	4	18	12	16	29	4	2
						6	0	11	2	5	3	3	10	1	0
						24	16	31	4	15	15	28	20	9	2
						6	5	7	2	7	4	6	4	2	1
						14	18	35	5	14	17	24	20	8	2
						3	6	10	2	4	5	5	7	1	1
						18	16	38	6	15	17	23	27	7	2
						2	6	11	3	3	4	2	9	2	1
						17	16	31	2	16	14	26	22	12	1
						4	2	9	0	5	1	5	8	2	0
						13	20	35	7	20	14	25	20	7	2
						3	6	9	1	5	3	6	7	1	0

영역	번호	과제명	설문구분	응답자수	전문도			중요도지수	국내수준(%)
					대	중	소		
영양사범	56	GMO 사료의 판정 및 위해성조사가 이루어진다.	1차	전체 62 傳大 18	18	21	23	63.5 71.9	48.1 49.3
			2차	국내 세계					
육가공	57	신선육 및 육제품에서의 잔류 화학물질 및 항생물질 감소 방안이 마련된다.	1차	전체 52 傳大 12	12	24	16	74.5 96.2	54.2 41.7
			2차	국내 세계					
	58	방사선 조사에 의한 신선육의 품질변화 조사 및 저장성 증진 방안이 마련된다.	1차	전체 52 傳大 6	6	21	25	45.3 50.0	55.4 45.7
			2차	국내 세계					
	59	기능성 육단백질제를 이용한 육제품 생산성 증진 기술이 개발된다.	1차	전체 52 傳大 7	7	18	27	42.8 50.0	53.1 37.5
			2차	국내 세계					
	60	건강 기능성물질 첨가에 의한 가공육제품의 품질 향상기술이 개발된다.	1차	전체 52 傳大 7	7	22	23	44.7 53.1	58.9 51.4
			2차	국내 세계					
	61	신선육의 품질 보존을 위한 소매 포장방법이 개발된다.	1차	전체 59 傳大 6	6	19	34	55.8 90.0	61.4 68.0
			2차	국내 세계					
	62	기능성 물질을 이용한 포장재의 항산화능력 부여	1차	전체 59 傳大 9	9	18	32	51.3 63.9	55.3 47.5
			2차	국내 세계					
	63	조리육의 품질 및 안전성 향상을 위한 포장방법이 개발된다.	1차	전체 59 傳大 5	5	20	34	51.7 87.5	59.3 70.0
			2차	국내 세계					
	64	방사선 조사용 신선육/육제품 포장재가 개발된다.	1차	전체 59 傳大 4	4	21	34	44.1 50.0	53.3 46.7
			2차	국내 세계					
	65	신선육/육제품의 품질평가 방법개선이 이루어진다.	1차	전체 58 傳大 9	9	19	30	55.4 81.3	61.0 62.5
			2차	국내 세계					
66	신선육/육제품의 맛 평가 방법이 개발된다.	1차	전체 59 傳大 9	9	20	30	50.4 78.1	58.7 57.5	
		2차	국내 세계						

실현 시기(년)					연구개발추진주체				정책수단					
2005	2010	2015	2020	2025	민간주도	정부주도	산학연협동	국재공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
					6	33	27	10	20	11	25	25	10	1
					1	8	8	3	5	1	5	11	2	0
					10	24	24	7	14	6	23	23	9	1
					2	5	9	1	4	0	7	8	1	0
					14	19	29	3	14	9	18	17	9	2
					2	1	6	0	2	0	3	4	0	1
					21	7	32	3	10	12	21	19	7	1
					4	0	7	1	4	1	6	3	0	1
					24	4	32	4	11	11	21	19	5	1
					5	0	5	0	1	4	3	2	0	1
					24	7	37	2	10	18	20	22	7	1
					3	1	3	0	1	1	1	3	2	0
					25	6	37	2	13	13	20	23	4	1
					2	1	8	0	4	2	2	6	0	0
					26	5	36	1	7	15	21	22	7	1
					2	0	3	0	1	1	1	3	0	0
					23	5	34	4	8	12	24	17	10	2
					1	1	3	0	1	1	1	2	0	0
					16	17	31	4	13	10	21	24	11	2
					0	6	4	2	2	2	2	8	2	1
					14	13	37	4	19	14	21	18	8	2
					1	4	4	3	1	2	3	6	3	1

영역	번호	과제명	설문구분		응답자수	전문도			중요도지수	국내수준(%)
						대	중	소		
과학기술	67	도체 (소, 돼지, 닭고기) 품질평가 자동화시스템이 개발된다.	1차	전체	59	8	26	25	67.1	52.7
				傳大	8				92.9	40.0
	2차	국내								
		세계								
	68	계란의 품질평가 자동화시스템이 개발된다.	1차	전체	59	9	23	27	54.6	56.0
				傳大	9				65.6	50.0
2차	국내									
	세계									
69	유전자 표시와 식육의 품질과의 관계가 규명된다.	1차	전체	59	16	20	23	55.4	43.4	
			傳大	16				75.0	44.3	
2차	국내									
	세계									
과학기술	70	유산균과 숙주간의 공생 및 전달에카니즘이 규명된다.	1차	전체	60	6	20	34	50.8	51.7
				傳大	6				70.0	36.0
	2차	국내								
		세계								
	71	유산균의 선발, 대량 생산, 종균화 기술이 개발된다.	1차	전체	60	5	29	26	54.1	62.0
				傳大	5				87.5	65.0
	2차	국내								
		세계								
	72	유산균의 대사산물 이용과 형질 개량 기술이 개발된다.	1차	전체	61	6	25	30	50.8	57.0
				傳大	6				80.0	44.0
	2차	국내								
		세계								
	73	유산균의 기능성 및 안전성 검증 기술이 개발된다.	1차	전체	59	3	26	30	55.3	60.0
				傳大	3				100.0	60.0
	2차	국내								
		세계								
	74	유성분의 분리 정제 및 생산기술이 개발된다.	1차	전체	60	6	23	31	51.7	61.0
				傳大	6				81.3	48.0
2차	국내									
	세계									
75	유성분의 기능성 연구 기술이 개발된다.	1차	전체	60	7	28	25	52.9	58.7	
			傳大	7				70.8	46.7	
2차	국내									
	세계									
76	유성분의 분석 확인 기술이 개발된다.	1차	전체	60	7	24	29	50.8	65.1	
			傳大	7				75.0	50.0	
2차	국내									
	세계									
77	유성분에 의해 유발되는 알러지 감소 기술이 개발된다.	1차	전체	60	9	22	29	57.5	49.3	
			傳大	9				84.4	42.5	
2차	국내									
	세계									

실현 시기(년)					연구개발추진주체				정책수단					
2005	2010	2015	2020	2025	민간주도	정부주도	산학연협동	국제공동	인공양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
					90	224	376	20	172	122	222	246	101	31
					131	154	407	20	163	153	244	185	112	21
					61	286	267	114	186	121	214	219	103	10
					140	131	375	30	183	151	171	283	200	20
					181	61	432	20	150	140	201	263	200	20
					151	71	414	40	160	141	192	304	300	30
					151	80	432	40	140	140	141	281	60	20
					161	71	414	30	142	151	192	233	310	10
					152	71	455	51	153	112	184	303	41	10
					192	110	365	30	162	152	182	223	42	10
					161	124	406	31	172	112	173	317	21	10

영역	번호	과제명	실문구분		응답자수	전문도			중요도지수	국내수준(%)
						대	중	소		
						전체	국내	세계		
유가공	78	유제품의 품질특성 및 저장성 향상을 위한 신가공기술이 개발된다.	1차	전체	60	4	23	33	52.9	57.7
				傳大	4				83.3	80.0
	2차	국내								
		세계								
	79	원유 신속 품질 판별 기술이 개발된다.	1차	전체	60	6	24	30	60.7	63.3
				傳大	6				100.0	52.0
2차	국내									
	세계									
80	우유를 이용확대를 위한 식품이 개발된다.	1차	전체	60	6	26	28	57.8	64.6	
			傳大	6				90.0	72.0	
2차	국내									
세계										
위생	81	중소규모 작업장의 선행요건프로그램 및 HACCP 적용기술이 개선된다.	1차	전체	60	14	27	19	72.5	57.4
				傳大	14				89.3	61.4
	2차	국내								
		세계								
	82	위해미생물 정량적 위험평가(Microbial Quantitative Risk Assessment) 기술의 국내적응에 활용된다.	1차	전체	60	16	20	24	73.0	51.9
				傳大	16				96.7	53.3
	2차	국내								
		세계								
	83	분자생물학적 기술을 이용한 위해미생물의 역학적 특성분석, 오염원 추적, 관리기술이 개발된다.	1차	전체	60	15	22	23	68.9	50.6
				傳大	15				85.7	48.6
	2차	국내								
		세계								
	84	위해미생물 오염의 예측모델(Predictive model)이 개발된다.	1차	전체	60	12	26	22	65.2	49.4
				傳大	12				89.6	50.0
	2차	국내								
		세계								
	85	사료(공장생산, 농장급여) 관리와 미생물 오염 감소 기술이 개발된다.	1차	전체	59	13	25	21	65.7	59.0
				傳大	13				88.5	58.5
2차	국내									
	세계									
86	축산식품(소 돼지 닭)의 위험평가(Risk Assessment) 모델이 개발된다.	1차	전체	58	14	26	18	65.3	51.0	
			傳大	14				89.3	48.6	
2차	국내									
	세계									
87	축산물 생산(가축사양, 도축)단계의 위험분석(Risk Analysis)과 위생관리 프로그램이 개발된다.	1차	전체	59	19	25	15	70.4	54.1	
			傳大	19				89.5	48.4	
2차	국내									
	세계									
88	축산물 가공, 유통, 판매단계의 위험분석(Risk Analysis)과 위생관리 프로그램이 개발된다.	1차	전체	59	13	26	20	69.9	52.8	
			傳大	13				100.0	45.0	
2차	국내									
세계										

실현 시기(년)					연구개발추진주체				정책수단					
2005	2010	2015	2020	2025	민간주도	정부주도	산학연협동	국제공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
					24	4	40	4	16	19	16	22	5	1
					1	0	2	0	1	1	1	2	2	0
					19	14	35	3	20	18	21	23	8	1
					0	2	5	0	1	2	2	5	2	0
					27	9	38	4	18	20	22	16	9	2
					3	1	5	0	3	1	2	3	2	0
					11	36	24	2	20	13	33	14	21	2
					1	11	6	0	6	3	6	6	7	1
					4	38	28	4	23	14	29	22	16	2
					1	10	6	2	9	3	5	7	6	0
					5	29	38	6	22	10	24	29	15	2
					1	9	7	3	8	4	2	8	3	0
					6	31	34	5	23	12	27	23	12	2
					1	7	7	2	7	4	4	6	2	0
					24	13	35	3	20	13	27	18	12	2
					3	4	12	0	6	3	8	6	4	0
					9	29	34	5	19	15	26	21	13	2
					1	8	10	1	6	6	5	8	4	1
					6	31	33	4	19	10	30	23	14	2
					2	10	11	1	11	3	6	13	5	1
					5	35	34	3	21	11	31	22	14	2
					1	7	8	1	5	3	6	7	4	1

항목	번호	과제명	설문 구분		응답 자수	전문도			중요 도지수	국내 수준 (%)
						대	중	소		
위생	89	원부재료 식품의 Hazards Identification과 Database가 구축된다.	1차	전체	59	11	20	28	60.4	48.9
				傳大	11				87.5	46.0
			2차	국내						
				세계						
	90	위험관리 및 소비자 홍보체계가 구축(Risk Management and Communication)된다.	1차	전체	59	10	22	27	61.2	48.9
				傳大	10				84.4	40.0
2차			국내							
			세계							

실현 시기(년)					연구개발추진주체				정책수단					
2005	2010	2015	2020	2025	민간주도	정부주도	산학연협동	국재공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
					7	35	29	6	18	17	28	13	14	2
					2	4	4	1	5	5	2	3	2	0
					13	37	24	3	17	16	28	15	17	2
					2	7	2	0	4	4	3	3	3	0

제12절 환경분야 기술예측

1. 설문응답자의 특성

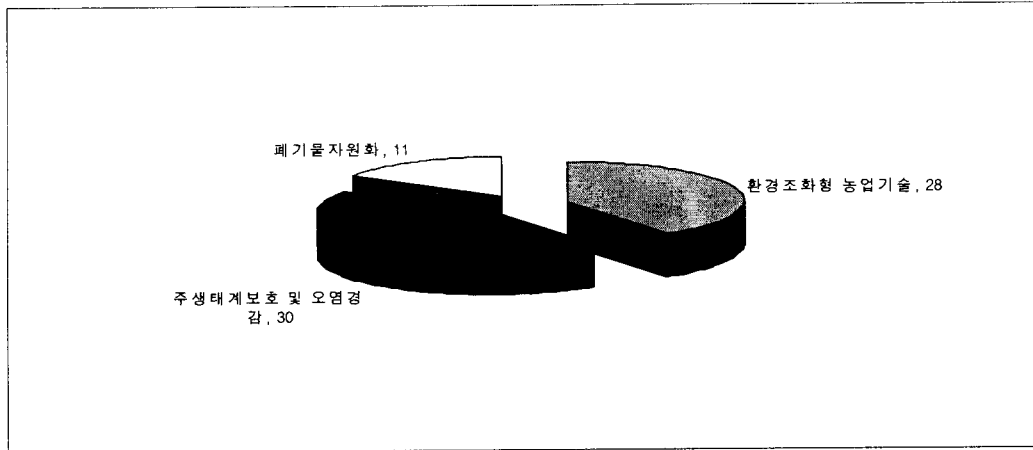
환경분야의 응답자들은 40~49세 연령계층이 21명으로 전체 응답자의 60%를 차지했고, 이어서 50~59세 연령계층이 12명으로 34%를 차지했다. 연구경력 기간은 10~19년이 전체의 49%를 차지했으며, 이어서 20~29년이 37%를 차지했다. 연구기관 분포별로는 연구원 8명, 기업 4명, 대학이 23명으로 대학교수가 전체의 66%를 차지했다.

<표 3-2-79> 환경분야 미래기술예측 설문응답자의 분포

응답자	계	연령코드				경력코드				
		30~39	40~49	50~59	60~	0~9	10~19	20~29	30~39	40~
연구원	박사	8	5	3			5	3		
	소계	8	0	5	3	0	0	5	3	0
기업	박사	3	3				2	1		
	석사	1	1			1				
	소계	4	1	3	0	0	1	2	1	0
대학	박사	23	1	13	9		1	10	9	3
	석사	0								
	소계	23	1	13	9	0	1	10	9	3
총합계	35	2	21	12	0	2	17	13	3	0

2. 영역별 도출 과제수

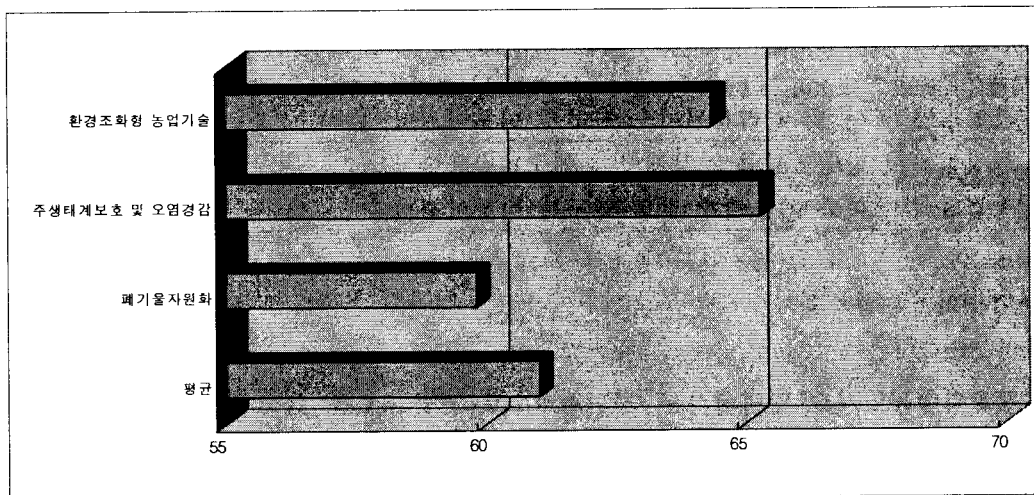
환경분야의 영역별 과제수의 분포는 환경조화형 농업기술 28개, 주생태계보호 및 오염경감 30개, 폐기물자원화 11개로 분류되었으며 총 과제수는 69개로 최종 확정되었다. 환경분야의 연구과제 중에서 주생태계보호 및 오염경감 영역의 과제가 30개로 가장 많은 것으로 나타났다.



<그림 3-2-71> 환경분야의 중분류의 분포도

3. 과제 의 중요도

과제의 중요도지수를 적용하여 환경분야의 3개의 중분류를 비교하여 보았을 때, 주생태계보호 및 오염경감이 65.27로 가장 높았고, 다음으로 환경조화형 농업기술이 64.34, 폐기물자원화가 59.82로 나타났다. 그러나 이들 영역은 교차비교에 의한 상대평가를 한 것이 아니고, 해당분야의 전문가들만 참여한 절대평가수치이므로 타 영역과의 단순비교는 불가능하다. 환경분야의 전체 평균은 61.02로 나타났다.



<그림 3-2-72> 환경분야의 중요도지수

<표 3-2-80> 환경분야 중요도지수 상위 20개 과제

순위	과제명	중요도지수
1	친환경적으로 작물보호를 할 수 있는 생물농약(생화학 농약등)이 개발된다.	95.59
2	국내 토착미생물을 이용한 농림 병해충 방제용 미생물농약이 개발된다.	86.72
3	건강한 상수원의 수질확보를 위한 농업용수 내 화학적 및 생물학적 오염원 관리체계 확립에 관한 연구	82.03
4	환경친화적 하천수질 개선 기술 연구	80.47
5	농약, 중금속, 질산성질소 오염 수질 및 토양의 정화처리 기술이 개발된다.	78.23
6	화학비료 절감 및 대체를 위한 미생물 비료가 개발된다.	78.13
7	시설작물 해충의 생물적 방제를 위한 천적 이용 기술이 개발된다.	77.34
8	최근 문제가 급부상하고 있는 식물 바이러스방제를 위한 종합적인 연구개발이 이루어진다.	76.61
9	GMO 작물의 환경안전성 평가기술이 개발된다.	76.52
10	유기성 폐기물의 비료화 및 재활용 연구가 이루어진다.	73.48
11	친환경농업에 사용가능한 식물생장 촉진 미생물제(근권균등)이 개발된다.	73.39
12	축분뇨의 자원화 기술이 개발된다.	72.73
13	잔류농약의 신속검색을 위한 면역학적 및 기기적 분석법이 개발된다.	71.88
14	환경 오염경감을 위한 작물 양분 종합관리 기술 및 체계 연구가 이루어진다.	71.88
15	체계적 유기농업 기술이 개발된다.	71.88
16	환경친화형 농촌 하수 정화처리 시스템이 개발된다.	70.97
17	농업환경기준 설정을 위한 오염물질 종류 및 범위 설정 연구가 이루어진다.	70.31
18	오염토양 조사 및 관리복원기술 연구가 이루어진다.	69.53
19	환경친화성 방출조절형 농약제형이 연구개발된다.	68.75
20	축분뇨의 액비화 기술체계 확립 연구가 이루어진다	68.18

가. 환경조화형농업기술

환경조화형농업기술 영역에서는 '친환경적으로 작물보호를 할 수 있는 생물농약(생화학 농약등)이 개발된다'의 연구과제가 중요도지수 95.59로 상당히 높게 나타났으나, 선진국 대비 기술수준은 53.14로 저조하여 시급히 개발해야할 과제로 나타났다. 이 영역은 전체적으로 타 영역과 비교하여 중요도지수 높게 나타났으나, 기술수준이 낮아 시급히 개발해야할 과제로 나타났다.

<표 3-2-81> 환경조화형농업기술 영역의 중요도지수 상위 5개 과제

순위	과제명	중요도지수	국내수준 (%)
1	친환경적으로 작물보호를 할 수 있는 생물농약(생화학 농약등)이 개발된다.	95.59	53.14
2	국내 토착미생물을 이용한 농립 병해충 방제용 미생물농약이 개발된다.	86.72	53.94
3	건강한 상수원의 수질확보를 위한 농업용수 내 화학적 및 생물학적 오염원 관리체계 확립에 관한 연구가 이루어진다.	82.03	49.09
4	농약, 중금속, 질산성질소 오염 수질 및 토양의 정화처리 기술이 개발된다.	78.23	54.38
5	시설작물 해충의 생물적방제를 위한 천적이용 기술이 개발된다.	77.34	48.82

나. 주생태계보호 및 오염경감

주생태계보호 및 오염경감 영역에서는 '환경친화적 하천수질 개선 기술 연구'의 연구과제가 중요도지수 80.47로 1순위로 나타났으며, 전체적으로 중요도지수가 평균 이상으로 나타났다.

<표 3-2-82> 주생태계보호 및 오염경감 영역의 중요도지수 상위 5개 과제

순위	과제명	중요도지수	국내수준 (%)
1	환경친화적 하천수질 개선 기술이 연구된다.	80.47	55.76
2	화학비료 절감 및 대체를 위한 미생물 비료가 개발된다.	78.13	55.15
3	축분뇨의 자원화 기술이 개발된다.	72.73	62.42
4	환경 오염경감을 위한 작물 양분 종합관리 기술 및 체계 연구가 이루어진다.	71.88	55.76
5	체계적 유기농업 기술이 개발된다.	71.88	60.00

다. 폐기물자원화

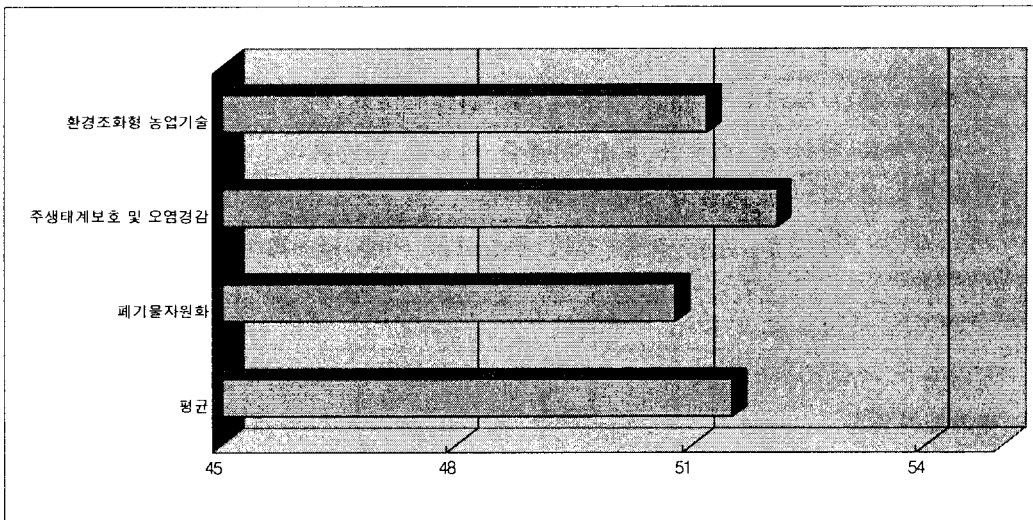
폐기물자원화 영역은 전체적으로 타 영역과 비교하여 중요도지수와 기술수준이 저조한 것으로 나타났다. 특히, 1위를 제외하고 나머지 과제들은 기술수준이 평균 이하로 연구개발이 시급한 것으로 나타났다.

<표 3-2-83> 폐기물자원화 영역의 중요도지수 상위 5개 과제

순위	과제명	중요도지수	국내수준 (%)
1	유기성 폐기물의 비료화 및 재활용 연구가 이루어진다.	73.48	60.57
2	해충의 장기 발생동태 및 작물피해분석 예측 기술이 개발된다.	66.43	49.14
3	농경지의 토착미생물 군집 카탈로그 작성 및 자원화 연구가 이루어진다.	65.44	47.43
4	주요해충의 광역관리 시스템이 개발된다.	65.44	49.14
5	농경지 정밀진단을 통한 정밀 농업체계가 구축된다.	61.76	48.57

4. 과제의 연구개발수준

연구개발수준은 선진국과 비교하여 평균 51.53% 수준으로 평가되었다. 선진국 대비 기술수준이 다소 양호하게 나타난 영역은 주생태계보호 및 오염경감이 52.11% 수준으로 예측되었다. 이어서 환경조화형 농업기술이 51.21%, 폐기물 자원화가 50.8% 수준으로 예측되었다. 환경분야는 세 영역의 수준이 비슷한 것으로 나타났다.



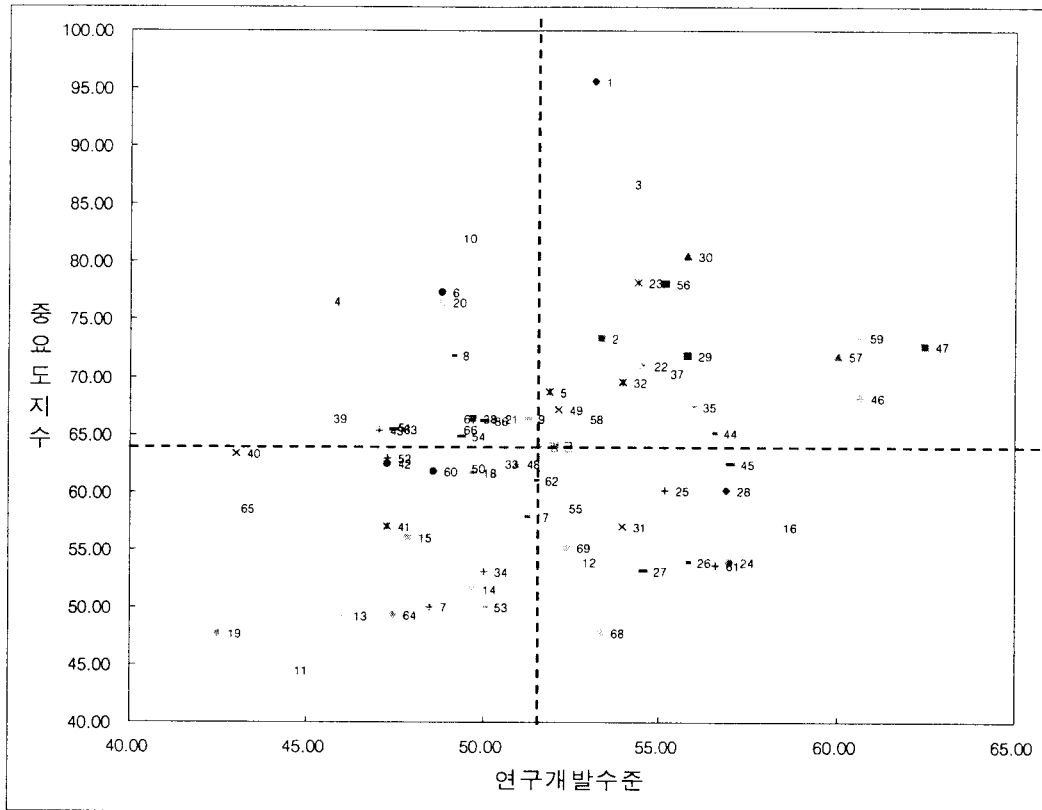
<그림 3-2-73> 환경분야의 연구개발 수준

<표 3-2-84> 연구개발수준 상위 20개 과제

번호	과 제 명	연구개발 수준
47	축분뇨의 자원화 기술이 개발된다.	62.42
46	축분뇨의 액비화 기술체계가 확립된다.	60.61
59	유기성 폐기물의 비료화 및 재활용 연구가 이루어진다.	60.57
57	체계적 유기농업 기술이 개발된다.	60.00
16	벼 도열병균의 침입기작 규명을 통한 방제 기술이 개발된다.	58.18
24	논농업의 생산환경 조건별 공익기능 및 역기능이 평가된다.	56.97
45	축분뇨의 고액분리 기술이 개발된다.	56.97
28	대규모 간척지에서 토지 이용에 따른 공익 기능이 평가된다.	56.88
61	양분과다 축적농경지의 효율적 관리기술이 개발된다.	56.57
44	축사 및 축분뇨관리시설의 악취제거 시스템이 개발된다.	56.47
35	다성분 잔류농약의 효율적 분석 및 관리 시스템이 개발된다.	55.88
26	밭 농업의 생산환경 조건에 따른 공익 기능이 평가된다.	55.76
29	환경 오염경감을 위한 작물 양분 종합관리 기술 및 체계 연구가 이루어진다.	55.76
30	환경친화적 하천수질 개선 기술 연구가 이루어진다.	55.76
25	농촌지역 국토이용계획 변경기준 및 지속가능한 토지이용계획 수립 지침이 정해진다.	55.15
56	화학비료 절감 및 대체를 위한 미생물 비료가 개발된다.	55.15
37	농업환경기준 설정을 위한 오염물질 종류 및 범위 설정 연구가 이루어진다.	55.00
22	환경친화형 농촌 하수 정화처리 시스템이 개발된다.	54.55
27	산지 농업의 생산환경 조건에 따른 공익 기능이 평가된다.	54.55
23	농약, 중금속, 질산성질소 오염 수질 및 토양의 정화처리 기술이 개발된다.	54.38

5. 중요도와 연구개발수준의 비교

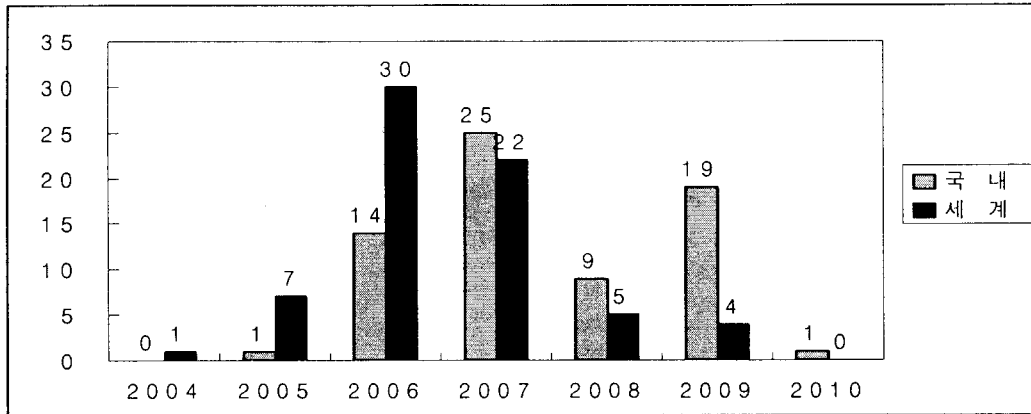
환경분야의 평균 연구개발수준은 51.53%이며, 평균 중요도지수는 64.02로 나타났다. I사분면에 해당하는 과제는 19개로 가장 성장 잠재력이 높은 영역으로 나타났고, II사분면에 위치한 과제는 16개로 중요도는 높으나 연구개발 수준이 낮아 지속적인 투자가 요구되는 영역으로 평가되었다.



<그림 3-2-74> 환경분야 연구과제의 중요도지수-연구개발수준 포트폴리오

6. 실현시기 예측결과

국내 실현시기와 세계실현시기의 분포는 아래 그림과 같이 나타났다. 먼저 국내 실현시기를 비교하면, 총 69개 과제 중 71%가 2007년까지 실현될 것으로 예측되었다. 세계실현시기는 94%의 과제가 2007년까지 실현될 것으로 예측되었다.

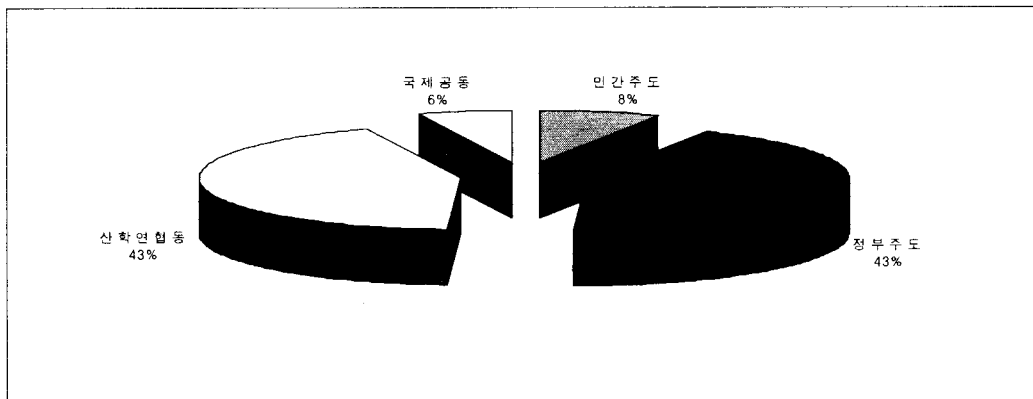


<그림 3-2-75> 환경분야 실현시기 예측결과 분포도

선진국과 실현시기의 격차가 전혀 없는 과제는 26%, 1년이 늦은 과제는 59%, 2년이 늦은 과제는 15%로 나타났다. 환경분야의 연구개발수준은 선진국 수준과 비슷한 것으로 예측되었다.

7. 연구개발 추진주체

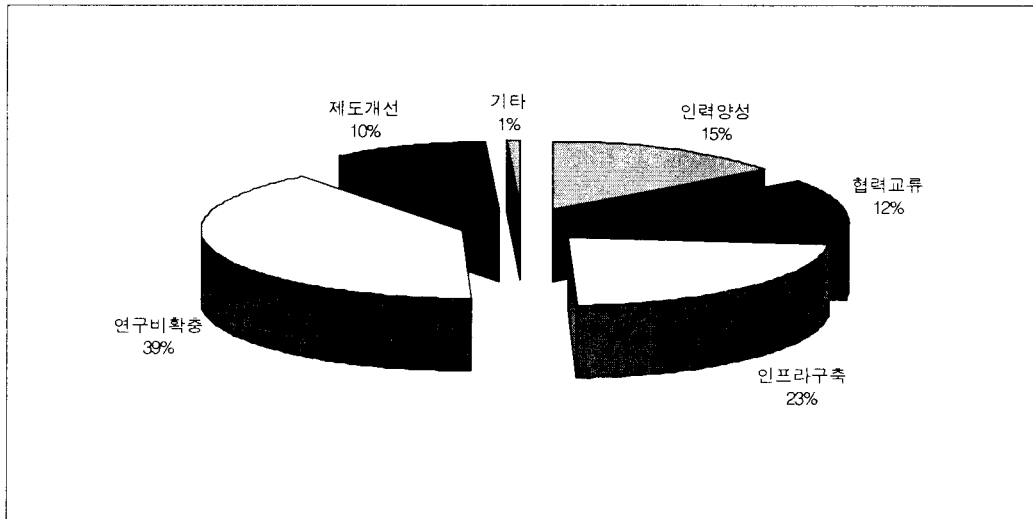
연구개발 추진 방법에 대한 의견은 다음 그림과 같이 나타났다. 산학연협동이 43%, 정부주도가 43%, 민간주도가 8%, 국제공동이 6% 순으로 나타나, 정부주도에 의한 산학연의 유기적 협동 연구가 가장 요구되는 추진방법으로 나타났다.



<그림 3-2-76> 환경분야의 연구개발 추진방법의 분포

8. 연구개발 정책수단

정부의 정책수단에 대한 응답결과는 '연구비확충'이 39%, '인프라구축'이 23%, '인력양성'이 15%로 세 정책수단의 합이 77%를 차지하고 있었다. 이는 환경분야의 연구과제개발에 대한 연구비 확충이 절실하며 인프라구축 및 인력양성에 대한 장려책이 필요함을 의미하고 있다. 그 외 '협력교류' 12%, '제도개선' 10%, '기타' 1%로 나타났다.



<그림 3-2-77> 환경분야 연구과제개발 추진을 위한 정책수단 분포

9. 미래기술연표

국내실현 시기(A)	번호	과 제 명	세계실현 시기(B)	격차 (A-B)
2005	10	건강한 상수원의 수질확보를 위한 농업용수 내 화학적 및 생물학적 오염원 관리체계 확립에 관한 연구가 이루어진다.	2005	0
2006	1	친환경적으로 작물보호를 할 수 있는 생물농약(생화학 농약등)이 개발된다.	2005	1
	3	국내 토착미생물을 이용한 농림 병해충 방제용 미생물농약이 개발된다.	2005	1
	5	환경친화성 방출조절형 농약제형이 연구개발된다.	2005	1
	6	시설작물 해충의 생물적방제를 위한 천적이용 기술이 개발된다.	2004	2
	7	질소동위원소비 분석을 이용한 유기농산물 판별 기술이 개발된다.	2006	0
	12	양액재배 환경에서 발생하는 식물병원균 전용 미생물농약이 개발된다.	2005	1
	22	환경친화형 농촌 하수 정화처리 시스템이 개발된다.	2005	1
	26	밭 농업의 생산환경 조건에 따른 공익 기능이 평가된다.	2006	0
	27	산지 농업의 생산환경 조건에 따른 공익 기능이 평가된다.	2006	0
	28	대규모 간척지에서 토지 이용에 따른 공익 기능이 평가된다.	2006	0
	37	농업환경기준 설정을 위한 오염물질 종류 및 범위가 설정된다.	2006	0
	45	축분뇨의 고액분리 기술이 개발된다.	2006	0
	46	축분뇨의 액비화 기술체계가 확립된다.	2006	0
47	축분뇨의 자원화 기술이 개발된다.	2006	0	
2007	4	최근 문제가 급부상하고 있는 식물 바이러스방제를 위한 종합적인 연구개발이 이루어진다.	2006	1
	8	잔류농약의 신속검색을 위한 면역학적 및 기기적 분석법이 개발된다.	2005	2
	9	농산물 및 육류중의 위해성 화학물질의 모니터링을 통한 위해성 평가가 이루어진다.	2006	1
	11	새로운 injector를 이용한 환경 중 농약의 screening법이 개발된다.	2006	1
	13	내용기반 이미지 검색방법을 이용한 농작물 피해 판별 기술이 개발된다.	2006	1
	16	벼 도열병균의 침입기작 규명을 통한 방제 기술이 개발된다.	2006	1

국내실현 시기(A)	번호	과 제 명	세계실현 시기(B)	격차 (A-B)
2007	24	논농업의 생산환경 조건별 공익기능 및 역기능이 평가된다.	2006	1
	25	농촌지역 국토이용계획 변경기준 및 지속가능한 토지이용계획 지침이 작성된다.	2007	0
	29	환경 오염경감을 위한 작물 양분 종합관리 기술 및 체계 연구가 이루어진다.	2006	1
	33	토양침식과 비점오염원 유실 절감 기술이 개발된다.	2006	1
	34	토양수분과 양분관리를 통한 작물병해발생 절감 기술이 개발된다.	2007	0
	35	다성분 잔류농약의 효율적 분석 및 관리 시스템이 개발된다.	2006	1
	36	안전 농산물 생산 및 수확 후 관리 시스템이 개발된다.	2006	1
	41	농업 환경오염의 발생유형별 사후 평가 연구가 이루어진다.	2007	0
	44	축사 및 축분뇨관리시설의 악취제거 시스템이 개발된다.	2006	1
	49	농촌 하수처리를 위한 경제적 환경친화형 처리시스템이 개발된다.	2006	1
	50	상수중의 잔류농약·미량유기오염물질 제거를 위한 농어촌 상수처리 시스템이 개발된다.	2007	0
	53	양돈장내의 공기정화 기술이 개발된다.	2006	1
	55	농어촌 지하수 중 질산성 질소 제거 및 탈질 공정 기술이 개발된다.	2007	0
	56	화학비료 절감 및 대체를 위한 미생물 비료가 개발된다.	2006	1
	58	토양의 생물학적질 평가를 위한 토양검정기술이 개발된다.	2006	1
	59	유기성 폐기물의 비료화 및 재활용 연구가 이루어진다.	2006	1
	61	양분과다 축적농경지의 효율적 관리기술이 개발된다.	2006	1
68	난 배양 농업용 미생물의 배양기술이 개발된다.	2007	0	
69	주요 식물 기생성 선충의 방제기술이 개발된다.	2006	1	
2008	2	친환경농업에 사용가능한 식물생장 촉진 미생물제(근권균등)이 개발된다.	2006	2
	14	식물병 및 약제 저항성 조기진단용 분자생물학적 marker가 개발된다.	2006	2
	23	농약, 중금속, 질산성질소 오염 수질 및 토양의 정화처리 기술이 개발된다.	2006	2

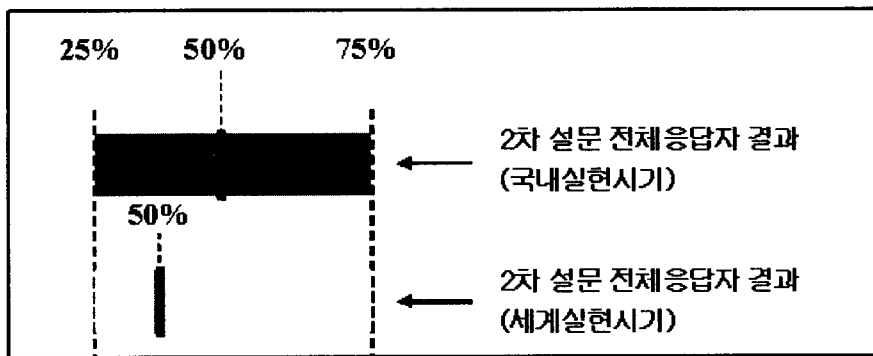
국내실현 시기(A)	번호	과 제 명	세계실현 시기(B)	격차 (A-B)
2008	38	위해성 화학물질의 환경 중 동태규명이 이루어진다.	2006	2
	43	위해성 화학물질로 오염된 환경의 생물화학적 복원 기법이 개발된다.	2007	1
	48	오염(중금속·미량유기오염물질·유류) 농업용수의 경제적 환경친화형 처리기술이 개발된다.	2008	0
	51	유해 물질(미량유기오염물질·농약) 분해 미생물 이용기술이 개발된다.	2007	1
	54	농약 및 비료로 오염된 농경지 주변 하천수 오염 방지용 생물 정화 시스템이 개발된다.	2007	1
	63	농경지의 토착미생물 군집 카탈로그 작성 및 자원화 연구가 이루어진다.	2007	1
2009	15	병해충 잡초의 약제저항성 지도 작성 및 관리 기술이 개발된다.	2007	2
	17	수치예보기상자료를 이용한 식물병해충 발생예측 기술이 개발된다.	2007	2
	18	주요식물병원균의 유전적 다양성 분석 및 발병기전 연구가 이루어진다.	2009	0
	19	Hypovirus를 이용한 주요 작물 병의 생물학적 방제가 이루어진다.	2008	1
	20	GMO 작물의 환경안전성 평가기술이 개발된다.	2008	1
	21	농약의 환경, 동식물 중 거동 및 위해성평가 시스템이 개발, 응용된다.	2007	2
	30	환경친화적 하천수질 개선 기술이 개발된다.	2007	2
	31	토양 중 주요 유효양분 기준 확립 및 이용효율 증대 기술이 개발된다.	2007	2
	32	오염토양 조사 및 관리복원기술이 개발된다.	2007	2
	39	오염환경의 복원을 위한 친환경적인 신소재 및 공정이 개발된다.	2009	0
	40	대기환경 변화가 농업생태계에 미치는 영향 평가 기술이 개발된다.	2007	2
	42	농업 환경변화에 따른 생물다양성 변동 연구가 이루어진다.	2009	0
	52	오염(중금속·영양염·유기오염물질) 농경지의 경제적 환경친화형 처리기술이 개발된다.	2008	1
	57	체계적 유기농업 기술이 개발된다.	2007	2
	60	농경지 정밀진단을 통한 정밀 농업체계가 구축된다.	2008	1
62	친환경 토양관리 및 시비체계 확립용 software가 개발된다.	2007	2	

국내실현 시기(A)	번호	과 제 명	세계실현 시기(B)	격차 (A-B)
2009	64	토양관리방법에 따른 토착지 미생물 군집거동 변화 평가방법이 개발된다.	2007	2
	66	주요해충의 광역관리 시스템이 개발된다.	2007	2
	67	해충의 장기 발생동태 및 작물피해분석 예측 기술이 개발된다.	2007	2
2010	65	작물과 해충의 상호작용 기작 분석 및 응용기술이 개발된다.	2009	1

10. 기술예측 결과표

영역	번호	과제명	설문구분		응답자수	전문도			중요도지수	국내수준
			1	전체		대	중	소		
				傳大	명	빈도	빈도	빈도	Index	%
			2							

실현시기 (년)	연구개발추진주체	정책수단
	빈도	빈도
	빈도	빈도



※자세한 내용은 「제1절 예측조사의 개요」의 「4. 예측조사 결과표」 참고

영역	호번	과제명	설문구분	응답자수	전문도			중요도지수	국내수준(%)
					대	중	소		
환경친화형농업기술	1	친환경적으로 작물보호를 할수 있는 생물농약(생화학 농약등)이 개발된다.	1차	전체 35	19	8	8	95.6	53.1
			2차	국내 19				97.4	54.7
	2	친환경농업에 사용가능한 식물성장 촉진 미생물제(근권균등)이 개발된다.	1차	전체 34	13	10	11	73.4	53.3
			2차	국내 13				92.3	66.2
	3	국내 토착미생물을 이용한 농림 병해충 방제용 미생물농약이 개발된다.	1차	전체 34	16	10	8	86.7	53.9
			2차	국내 16				93.3	60.0
	4	최근 문제가 급부상하고 있는 식물 바이러스방제를 위한 종합적인 연구개발	1차	전체 34	6	14	14	76.6	45.5
			2차	국내 6				80.0	46.7
	5	환경친화성 방출조절형 농약제형이 연구개발된다.	1차	전체 33	9	10	14	68.8	51.9
			2차	국내 9				80.6	62.2
	6	시설작물 해충의 생물적방제를 위한 천적이용 기술이 개발된다.	1차	전체 34	9	10	15	77.3	48.8
			2차	국내 9				83.3	62.0
	7	질소동위원소비 분석을 이용한 유기농산물 판별 기술이 개발된다.	1차	전체 34	4	8	22	50.0	48.5
			2차	국내 4				100.0	75.0
	8	잔류농약의 신속검색을 위한 면역학적 및 기기적 분석법이 개발된다.	1차	전체 34	8	12	14	71.9	49.1
			2차	국내 8				87.5	45.0
	9	농산물 및 육류종의 위해성 화학물질의 모니터링을 통한 위해성 평가	1차	전체 34	7	11	16	66.4	51.3
			2차	국내 7				71.4	54.3
	10	건강한 상수원의 수질확보를 위한 농업용수 내 화학적 및 생물학적 오염원 관리체계 확립에 관한 연구	1차	전체 34	10	12	12	82.0	49.1
			2차	국내 10				80.0	58.0
	11	새로운 injector를 이용한 환경 중 농약의 screening법이 개발된다.	1차	전체 33	6	5	22	44.5	44.4
			2차	국내 6				62.5	50.0
			2차	세계					

실현 시기(년)					연구개발추진주체				정책수단					
2005	2010	2015	2020	2025	민간주도	정부주도	산학연협동	국제공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
					50	73	3119	73	138	105	106	2211	97	00
					41	73	2712	61	82	93	118	229	54	00
					61	74	2915	40	83	85	87	219	74	00
					20	132	224	72	100	94	81	214	31	00
					93	92	215	31	60	61	125	196	31	00
					20	154	227	41	102	92	134	196	51	00
					30	142	173	30	40	70	132	163	21	10
					30	175	204	41	113	51	132	226	31	00
					10	226	112	10	71	31	194	153	52	00
					10	258	113	10	80	41	176	177	62	00
					30	93	213	30	80	112	103	163	30	00

영역	번호	과제명	설문구분	응답자수	전문도			중요도지수	국내수준(%)	
					대	중	소			
환경조화형농업기술	12	양액재배 환경에서 발생하는 식물병원균 전용 미생물농약이 개발된다.	1차	전체	34	7	13	14	53.9	52.5
				傳大	7				78.6	68.6
	2차	국내								
		세계								
	13	내용기반 이미지 검색방법을 이용한 농작물 피해 판별 기술이 개발된다.	1차	전체	33	5	4	24	49.2	46.1
				傳大	5				55.0	52.0
	2차	국내								
		세계								
	14	식물병 및 약제 저항성 조기진단용 분자생물학적 marker가 개발된다.	1차	전체	34	5	10	19	51.6	49.7
				傳大	5				70.0	52.0
	2차	국내								
		세계								
	15	병해충 잡초의 약제저항성 지도 작성 및 관리 기술이 개발된다.	1차	전체	34	8	9	17	56.1	47.9
				傳大	8				65.6	47.5
	2차	국내								
		세계								
	16	벼 도열병균의 침입기작 규명을 통한 방제 기술이 개발된다.	1차	전체	34	4	10	20	57.0	58.2
				傳大	4				75.0	70.0
	2차	국내								
		세계								
	17	수치예보기상자료를 이용한 식물병해충 발생예측 기술이 개발된다.	1차	전체	34	9	6	19	57.8	51.2
				傳大	9				87.5	51.1
2차	국내									
	세계									
18	주요식물병원균의 유전적 다양성 분석 및 발병기전 연구	1차	전체	34	5	6	23	61.7	49.7	
			傳大	5				90.0	56.0	
2차	국내									
	세계									
19	Hypovirus를 이용한 주요 작물 병의 생물학적 방제	1차	전체	34	3	5	26	47.7	42.5	
			傳大	3				41.7	46.7	
2차	국내									
	세계									
20	GMO 작물의 환경안전성 평가기술이 개발된다.	1차	전체	34	5	10	19	76.5	48.8	
			傳大	5				90.0	52.0	
2차	국내									
	세계									
21	농약의 환경, 동식물 중 거동 및 위해성평가 시스템이 개발, 응용된다.	1차	전체	34	8	12	14	66.4	50.3	
			傳大	8				93.8	55.0	
2차	국내									
	세계									
22	환경친화형 농촌 하수 정화처리 시스템이 개발된다.	1차	전체	34	8	8	18	71.0	54.5	
			傳大	8				81.3	80.0	
2차	국내									
	세계									

실현 시기(년)					연구개발추진주체				정책수단					
2005	2010	2015	2020	2025	민간주도	정부주도	산학연협동	국제공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
					4	6	25	0	4	8	7	24	3	0
					0	1	6	0	1	1	3	6	0	0
					1	17	16	4	12	7	10	17	3	0
					0	1	3	1	1	2	1	4	0	0
					4	12	20	4	9	8	7	26	2	0
					0	3	2	1	0	2	3	3	0	0
					1	20	15	1	7	6	13	21	2	0
					0	6	2	1	2	2	4	6	0	0
					0	17	18	1	5	6	10	23	2	0
					0	2	2	1	0	2	3	2	0	0
					0	24	14	1	10	8	16	18	4	0
					0	7	3	1	4	3	6	5	1	0
					1	16	17	6	7	8	6	24	1	0
					0	2	4	2	1	2	1	5	0	0
					2	9	23	6	6	7	8	22	2	0
					0	1	3	0	1	0	2	3	0	0
					1	21	11	11	13	10	10	20	6	1
					0	5	1	2	1	3	3	3	1	0
					2	21	14	5	6	6	10	22	4	1
					0	6	4	2	2	1	1	7	1	0
					4	12	22	1	6	3	16	21	6	0
					0	3	6	0	1	1	2	7	1	0

영역	번호	과제명	실용성 구분	응답 자수	전문도			중요 도지수	국내 수준 (%)	
					대	중	소			
환경 조화 환경 기술	23	농약, 중금속, 질산성질소 오염 수질 및 토양의 정화처리 기술이 개발된다.	1차	전체	34	12	14	8	78.2	54.4
				傳大	12				84.1	61.7
			2차	국내						
				세계						
	24	농업의 생산환경 조건별 공익기능 및 역기능 평가	1차	전체	34	3	15	16	53.9	57.0
				傳大	3				100.0	46.7
			2차	국내						
				세계						
	25	농촌지역 국토이용계획 변경기준 및 지속가능한 토지이용계획 수립 지침	1차	전체	34	5	8	21	60.2	55.2
				傳大	5				55.0	56.0
			2차	국내						
				세계						
26	밭 농업의 생산환경 조건에 따른 공익 기능 평가	1차	전체	34	2	10	22	53.9	55.8	
			傳大	2				100.0	50.0	
		2차	국내							
			세계							
27	산지 농업의 생산환경 조건에 따른 공익 기능 평 가	1차	전체	34	3	9	22	53.1	54.5	
			傳大	3				66.7	53.3	
		2차	국내							
			세계							
28	대규모 간척지에서 토지 이용에 따른 공익 기능 평가	1차	전체	33	5	8	20	60.2	56.9	
			傳大	5				80.0	52.0	
		2차	국내							
			세계							
주생 태계 보존 및 환경 개선	29	환경 오염경감을 위한 작물 양분 종합관리 기술 및 체계 연구	1차	전체	34	6	13	15	71.9	55.8
				傳大	6				100.0	70.0
			2차	국내						
				세계						
	30	환경친화적 하천수질 개선 기술 연구	1차	전체	35	9	8	18	80.5	55.8
				傳大	9				95.0	76.0
			2차	국내						
				세계						
	31	토양 중 주요 유효양분 기준 확립 및 이용효율 증 대 기술 연구	1차	전체	35	5	9	21	57.0	53.9
				傳大	5				65.0	60.0
			2차	국내						
				세계						
32	오염토양 조사 및 관리복원기술 연구	1차	전체	35	10	11	14	69.5	53.9	
			傳大	10				100.0	56.0	
		2차	국내							
			세계							
33	토양침식과 비점오염원 유실 절감 기술 연구	1차	전체	34	8	7	19	62.5	50.3	
			傳大	8				81.3	65.0	
		2차	국내							
			세계							

실현 시기(년)						연구개발추진주체				정책수단					
2005	2010	2015	2020	2025		민간주도	정부주도	산학연협동	국제공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
						30	125	229	21	83	20	135	2510	62	00
						0	25	9	3	4	7	16	21	3	2
						0	2	0	1	0	0	1	3	0	0
						0	31	4	0	3	8	16	14	7	2
						0	5	0	0	0	1	3	3	3	0
						0	31	4	1	4	7	15	16	8	2
						0	2	1	0	1	0	2	2	1	0
						0	30	5	2	4	6	15	15	7	2
						0	2	2	0	1	0	2	2	1	0
						2	29	4	3	4	6	18	13	7	2
						1	4	0	1	0	2	4	1	1	0
						0	18	19	1	4	6	16	20	6	0
						0	5	2	0	0	0	4	2	2	0
						2	25	13	2	8	6	15	20	5	0
						0	7	5	1	2	1	6	6	5	0
						0	23	14	0	7	3	13	21	2	1
						0	5	0	0	0	1	3	3	1	0
						3	21	14	0	10	3	14	24	7	0
						1	7	5	0	2	0	4	8	3	0
						0	24	12	2	8	3	10	21	6	1
						0	5	5	1	1	2	2	5	3	0

연도	번호	과제명	설문구분	응답자수	전문도			중요도지수	국내수준(%)	
					대	중	소			
주생태계보호및환경감	34	토양수분과 양분관리를 통한 작물병해발생 절감 기술 연구	1차	전체	35	5	13	17	53.0	50.0
				博大	5				60.0	72.0
	2차	국내								
		세계								
	35	다성분 잔류농약의 효율적 분석 및 관리 시스템이 개발된다.	1차	전체	35	6	11	18	67.4	55.9
				博大	6				79.2	63.3
	2차	국내								
		세계								
	36	안전 농산물 생산 및 수확 후 관리 시스템이 개발된다.	1차	전체	35	5	11	19	66.2	50.0
				博大	5				85.0	64.0
	2차	국내								
		세계								
	37	농업환경기준 설정을 위한 오염물질 종류 및 범위 설정 연구	1차	전체	34	14	7	13	70.3	55.0
				博大	14				82.1	62.9
	2차	국내								
		세계								
	38	위해성 화학물질의 환경 중 동태규명	1차	전체	35	9	11	15	66.4	49.7
				博大	9				83.3	55.6
2차	국내									
	세계									
39	오염환경의 복원을 위한 친환경적인 신소재 및 공정이 개발된다.	1차	전체	35	5	12	18	66.4	45.5	
			博大	5				100.0	52.0	
2차	국내									
	세계									
40	대기환경 변화가 농업생태계에 미치는 영향 평가 기술이 개발된다.	1차	전체	35	3	15	17	63.3	43.0	
			博大	3				83.3	46.7	
2차	국내									
	세계									
41	농업 환경오염의 발생유형별 사후 평가 연구	1차	전체	35	5	14	16	57.0	47.3	
			博大	5				90.0	56.0	
2차	국내									
	세계									
42	농업 환경변화에 따른 생물다양성 변동 연구	1차	전체	35	7	13	15	62.5	47.3	
			博大	7				78.1	60.0	
2차	국내									
	세계									
43	위해성 화학물질로 오염된 환경의 생물화학적 복원 기법이 개발된다.	1차	전체	35	10	10	15	65.3	47.1	
			博大	10				92.5	52.7	
2차	국내									
	세계									
44	축사 및 축분노관리시설의 악취제거 시스템이 개발된다.	1차	전체	36	5	7	24	65.2	56.5	
			博大	5				100.0	60.0	
2차	국내									
	세계									

실현 시기(년)					연구개발추진주체				정책수단					
2005	2010	2015	2020	2025	민간주도	정부주도	산학연협동	국제공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
					20	16	20	1	6	6	11	23	3	0
					0	3	2	0	0	1	2	4	1	0
					3	15	22	1	9	3	16	20	5	1
					1	2	4	1	3	0	3	3	1	0
					2	24	15	1	9	5	15	17	6	2
					0	2	4	1	2	0	2	4	1	0
					1	25	10	1	3	5	16	20	6	0
					0	10	4	1	0	2	6	12	4	0
					0	20	15	4	8	5	11	23	6	0
					0	5	3	2	1	2	2	7	1	0
					6	9	20	5	12	5	9	26	2	0
					0	3	3	1	3	0	2	5	1	0
					0	23	10	3	7	5	13	22	4	0
					0	3	0	1	1	2	2	2	1	0
					0	23	10	1	6	8	16	19	4	0
					0	3	1	1	0	2	1	3	3	0
					1	22	12	4	11	7	14	19	4	0
					0	5	1	3	5	0	5	3	3	0
					1	15	20	4	11	7	11	23	6	0
					0	5	6	1	5	1	5	8	4	0
					8	8	22	2	5	5	10	23	5	0
					1	0	2	2	1	1	1	4	1	0

요청 번호	과제명	설문 구분	응답 자수	전문도			중요 도지수	국내 수준 (%)	
				대	중	소			
주 생 태 계 보 호 및 오 염 정 감	45 축분뇨의 고액분리 기술이 개발된다.	1차	전체	36	5	3	28	62.5	57.0
			傳大	5				100.0	70.0
		2차	국내						
			세계						
	46 축분뇨의 액비화 기술체계 확립 연구	1차	전체	36	7	7	22	68.2	60.6
			傳大	7				92.9	76.7
		2차	국내						
			세계						
	47 축분뇨의 자원화 기술이 개발된다.	1차	전체	36	8	7	21	72.7	62.4
			傳大	8				100.0	82.9
		2차	국내						
			세계						
	48 오염(중금속 미량유기오염물질 유류) 농업용수의 경제적 환경친화형 처리기술이 개발된다.	1차	전체	35	10	8	17	62.5	50.9
			傳大	10				77.5	60.0
		2차	국내						
			세계						
	49 농촌 하수처리를 위한 경제적 환경친화형 처리시스템이 개발된다.	1차	전체	35	9	9	17	67.2	52.1
			傳大	9				77.8	62.2
2차		국내							
		세계							
50 상수중의 잔류농약 미량유기오염물질 제거를 위한 농어촌 상수처리 시스템이 개발된다.	1차	전체	34	7	3	24	62.1	49.4	
		傳大	7				75.0	54.3	
	2차	국내							
		세계							
51 유해 물질(미량유기오염물질 농약) 분해 미생물 이용기술이 개발된다.	1차	전체	35	9	17	9	65.6	47.3	
		傳大	9				83.3	44.4	
	2차	국내							
		세계							
52 오염(중금속 영양염 유기오염물질) 농경지의 경제적 환경친화형 처리기술이 개발된다.	1차	전체	35	11	7	17	62.9	47.3	
		傳大	11				72.7	50.9	
	2차	국내							
		세계							
53 양돈장내의 공기정화 기술이 개발된다.	1차	전체	37	4	3	30	50.0	50.0	
		傳大	4				87.5	50.0	
	2차	국내							
		세계							
54 농약 및 비료로 오염된 농경지 주변 하천수 오염 방지용 생물 정화 시스템이 개발된다.	1차	전체	35	9	10	16	64.8	49.4	
		傳大	9				77.8	66.7	
	2차	국내							
		세계							
55 농어촌 지하수 중 질산성 질소 제거 및 탈질 공정 기술이 개발된다.	1차	전체	35	7	8	20	58.6	52.1	
		傳大	7				85.7	65.7	
	2차	국내							
		세계							

실현 시기(년)						연구개발추진주체				정책수단					
2005	2010	2015	2020	2025		민간주도	정부주도	산학연협동	국제공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
						8	9	21	0	6	2	11	21	5	0
						1	2	1	0	1	0	2	2	1	0
						9	9	22	0	6	4	7	25	7	0
						0	3	4	0	1	1	2	5	3	0
						7	8	26	0	6	3	8	27	7	0
						1	1	7	0	0	1	1	8	3	0
						3	16	18	2	8	3	14	22	6	0
						0	4	7	1	1	1	4	8	4	0
						3	18	18	2	7	8	11	20	5	0
						0	5	6	1	3	1	5	6	4	0
						3	22	13	2	6	8	13	20	4	0
						0	4	4	2	3	2	3	5	2	0
						4	9	25	3	8	6	9	27	7	0
						1	4	6	2	3	1	4	7	4	0
						1	19	19	1	7	3	8	28	7	0
						0	7	5	1	2	1	4	9	3	0
						13	7	22	1	5	4	7	22	7	3
						1	0	4	1	0	0	1	4	1	0
						2	19	17	0	6	5	11	23	8	0
						0	7	4	0	2	1	4	8	2	0
						3	16	18	0	7	4	11	22	8	0
						1	3	5	0	1	0	3	6	4	0

순위	번	과제명	설문구분	응답자수	전문도			중요도지수	국내수준(%)	
					대	중	소			
주생태계보존및유전성감	56	화학비료 절감 및 대체를 위한 미생물 비료가 개발된다.	1차	전체	35	11	11	13	78.1	55.2
				傳大	11				90.9	67.3
	2차		국내							
			세계							
	57	체계적 유기농업 기술이 개발된다.	1차	전체	35	10	11	14	71.9	60.0
				傳大	10				94.4	62.0
	2차		국내							
			세계							
	58	토양의 생물학적질 평가를 위한 토양검정기술이 개발된다.	1차	전체	34	8	12	14	66.4	52.7
			傳大	8				93.8	52.5	
2차		국내								
		세계								
폐기물자원화	59	유기성 폐기물의 비료화 및 재활용 연구	1차	전체	37	7	13	17	73.5	60.6
				傳大	7				93.8	67.5
	2차		국내							
			세계							
	60	농경지 정밀진단을 통한 정밀 농업체계 구축 연구	1차	전체	36	6	8	22	61.8	48.6
				傳大	6				92.9	54.3
	2차		국내							
			세계							
	61	양분과다 축적농경지의 효율적 관리기술이 개발된다.	1차	전체	37	6	9	22	53.7	56.6
				傳大	6				91.7	53.3
	2차		국내							
			세계							
	62	친환경 토양관리 및 시비체계 확립용 software가 개발된다.	1차	전체	37	3	12	22	61.0	51.4
				傳大	3				83.3	60.0
	2차		국내							
			세계							
	63	농경지의 토착미생물 군집 카탈로그 작성 및 자원화 연구	1차	전체	36	5	17	14	65.4	47.4
				傳大	5				90.0	52.0
	2차		국내							
			세계							
	64	토양관리방법에 따른 토착지 미생물 군집거동 변화 평가방법이 개발된다.	1차	전체	36	4	15	17	49.3	47.4
				傳大	4				87.5	50.0
	2차		국내							
			세계							
65	작물과 해충의 상호작용 기작 분석 및 응용기술이 개발된다.	1차	전체	37	6	13	18	58.6	42.9	
			傳大	6				71.4	40.0	
2차		국내								
		세계								
66	주요해충의 광역관리 시스템이 개발된다.	1차	전체	36	8	6	22	65.4	49.1	
			傳大	8				65.6	37.8	
2차		국내								
		세계								

실현 시기(년)						연구개발추진주체				정책수단				
2005	2010	2015	2020	2025	민간주도	정부주도	산학연협동	국제공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
					6	4	29	2	7	3	11	27	6	0
					2	1	9	1	1	1	6	9	3	0
					10	10	20	0	11	8	15	19	11	0
					3	3	6	0	1	3	7	6	5	0
					1	24	13	5	8	5	12	22	5	0
					0	8	1	1	1	1	5	5	2	0
					12	12	22	1	5	3	8	25	13	0
					1	3	6	0	0	1	2	5	4	0
					0	28	10	1	11	6	16	18	7	0
					0	6	1	1	1	1	4	5	1	0
					1	27	11	1	9	6	17	18	5	0
					0	5	2	1	0	1	5	3	2	0
					2	22	16	1	8	7	13	20	6	0
					0	2	2	1	0	1	2	3	1	0
					1	24	16	1	11	8	11	19	5	0
					0	3	4	0	1	0	5	1	1	0
					0	25	15	1	12	6	10	20	3	2
					0	3	2	0	1	0	3	2	0	0
					4	16	19	3	11	10	7	24	3	1
					0	1	6	1	2	2	2	5	1	0
					2	23	14	1	10	12	11	22	5	1
					0	4	7	0	2	3	3	7	1	0

요양 분야	과제명	설문구분	응답자수	전문도			중요도지수	국내수준 (%)	
				대	중	소			
폐기배자원 회화	67 해충의 장기 발생동태 및 작물피해분석 예측 기술이 개발된다.	1차	전체	37	8	6	23	66.4	49.1
			傳大	8				78.6	42.5
		2차	국내						
			세계						
	68 난 배양 농업용 미생물의 배양기술이 개발된다.	1차	전체	37	3	9	25	47.8	53.3
			傳大	3				75.0	66.7
		2차	국내						
			세계						
	69 주요 식물 기생성 선충의 방제기술이 개발된다.	1차	전체	37	8	6	23	55.1	52.4
			傳大	8				64.3	62.5
		2차	국내						
			세계						

실현 시기(년)					연구개발추진주체				정책수단					
2005	2010	2015	2020	2025	민간주도	정부주도	산학연협동	국제공동	인력양성	협력연구	인프라구축	연구비확충	제도개선	기타
					30	243	147	20	114	114	152	217	61	10
					111	30	253	10	101	30	60	202	30	30
					62	91	226	21	144	40	91	215	31	0

제3장 기술우선순위설정

제1절 AHP의 개요

1. AHP 모형

T. Saaty에 의하여 개발된 「계층분석과정(Analytic Hierarchy Process : AHP)」이라고 하는 의사결정모형은 의사결정의 계층구조를 구성하고 있는 요소간의 '쌍대비교(pairwise comparison)'에 의한 판단을 통하여 평가자의 지식, 경험 및 직관을 포착하고자 하는 의사결정을 지원하는 하나의 새로운 방법론이다. AHP는 그 이론의 단순성 및 명확성, 적용의 간편성 및 범용성이라는 특징으로 말미암아 여러 의사결정분야에서 널리 응용되어왔으며, 이론구조 자체에 관해서도 활발한 연구가 진행되고 있다.

일반적으로 의사결정의 문제는 서로 상반된 기준과 불완전한 정보 및 제한된 자원 하에서 최적의 대안을 선택해야 하는 문제를 내포하고 있다. AHP는 이러한 다수 기준 하에서 평가되는 다수 대안들의 우선순위를 선정하는 문제를 다루며, 기존의 의사결정이론 체계에서 보자면 다속성의사결정분석(Multi-Attribute Decision Making)의 '선호보정이 있는 모형(compensatory preference model)'으로서 그 특성을 규정할 수 있다.

이 모형에 의하면, 상위계층에 있는 기준의 관점에서 하위계층에 있는 각 기준들의 가중치를 측정하는 방식을 통하여, 상위계층의 기준 하에서 각 하위기준이 다른 하위기준에 비하여 우수한 정도를 나타내 주는 수치로 구성되는 '쌍대비교행렬(pairwise comparison matrix)'을 작성한다. 여기서 작성되는 쌍대비교행렬은 전체 계층에 대한 하나의 복합 '가중치벡터(weight vector)'를 산출하기 위하여 각 계층 내에 정규화 한 단 하나의 가중치 벡터를 얻는 '고유치(eigenvalue)' 문제로 정리될 수 있다. 이렇게 구한 복합가중치벡터는 계층의 최상위에 위치한 목표를 달성할 수 있도록 해주는 최하위 단계에 있는 대안들의 상대적인 우선 순위를 나타내 주는 것이 된다.

AHP은 다음에 설명하는 공리(axioms)에 의하여 적용을 위한 이론적 배경이 마련된다.

<공리 1> 역수성(reciprocal) : 의사결정자는 동일한 계층 내에 있는 두 개의 요인을 짝지어 비교할 수 있어야만 하고, 그 선호의 강도를 표현할 수 있어야 한다. 이러한 선호의 강도는 역수조건을 만족시켜야만 한다. 예를 들어, A가 B보다 x배 중요하다고 하면 B는 A보다 $1/x$ 배 중요하다는 의미가 된다.

<공리 2> 동질성(homogeneity) : 중요도는 제한된 범위 내에서 정해진 척도

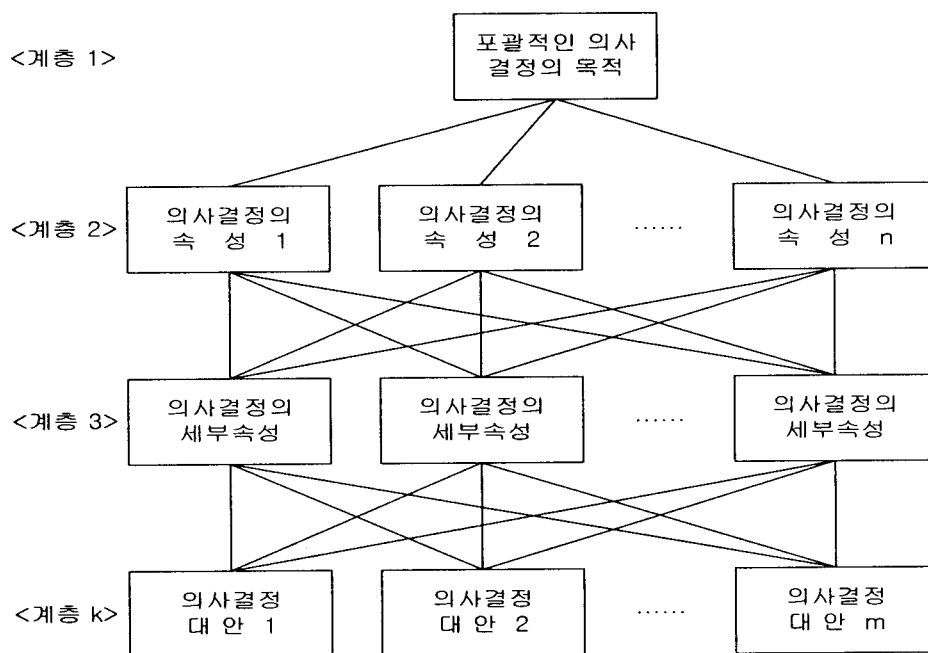
(bounded scale)에 의하여 표현한다.

<공리 3> 종속성(dependency) : 한 계층의 요인들은 인접한 상위계층의 요인에 대하여 종속적이어야 한다. 그러나, 상위계층의 모든 요인에 대하여 인접한 하위계층 내의 모든 요인들 간에 독립성이 확보되어야 하는 것은 아니다.

<공리 4> 기대성(expectations) : 의사결정의 목적에 관한 사항을 각 계층이 완전하게 포함하고 있다고 가정한다.

이상의 이론적 배경을 근거로 하여 실제로 의사결정과 관련된 문제를 해결하기 위하여 AHP를 사용하는 경우, 일반적으로 다음과 같은 네 단계의 작업이 수행된다.

<단계 1> 의사결정문제를 상호 관련된 의사결정 사항들의 계층으로 분류하여 의사결정계층(decision hierarchy)을 설정한다. AHP의 적용에서 가장 중요한 단계라 할 수 있는 첫 번째 단계에서 의사결정분석자는 상호 관련되어 있는 여러 의사결정 사항들을 계층화한다. 계층의 최상층에는 가장 포괄적인 의사결정의 목적이 놓여지며, 그 다음의 계층들은 의사결정의 목적에 영향을 미치는 다양한 속성들로 구성된다. 이들 속성들은 낮은 계층에 있는 것일수록 구체적인 것이 된다. 여기서 한 계층 내의 각 요소(항목)들은 서로 비교 가능한 것이어야 한다. 계층의 최하층은 선택의 대상이 되는 여러 의사결정 대안들로 구성된다. 이와 같은 의사결정체계는 <그림 3-3-1>과 같은 표준적인 형태로 도시화할 수 있다.



<그림 3-3-1> AHP의 표준 계층구성

<단계 2> 의사결정 요소들 간의 쌍대비교(pairwise comparison)로 판단자료를 수집한다. 이 단계에서는 상위계층에 있는 목표를 달성하는데 공헌하는 직계 하위계층에 있는 요인들을 쌍대비교하여 행렬을 작성한다. 쌍대비교를 통하여 상위항목에 기여하는 정도를 <표 3-3-1>과 같이 9점 척도로 중요도를 부여하는데, 직계 하위계층이 n개의 요인으로 구성되어 있다면 모두 n(n-1)/2회의 비교를 필요로 한다.

<표 3-3-1> 쌍대비교의 비교척도

상대적 중요도의 척도	
척도	정의
1	동등
3	약간 중요
5	중요
7	매우 중요
9	절대적으로 중요
2, 4, 6, 8	2개의 인접한 판단의 중간치
위 척도들의 역수	비교대상이 오히려 중요한 경우

작성된 쌍대비교행렬은 다음과 같이 행렬의 대각을 중심으로 역수의 형태를 취하게 된다.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & a_{13} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & a_{23} & \cdots & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & 1 & \cdots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

$$\text{여기서, } a_{ij} = 1/a_{ji}, \\ a_{ii} = 1, \forall i$$

<단계 3> 「고유치방법(eigenvalue method)」을 사용하여 의사결정요소들의 상대적인 가중치를 추정한다. 한 계층 내에서 비교 대상이 되는 n개 요인의 상대적인 중요도를 w_i ($i = 1, \dots, n$)라 하면, 전술한 쌍대비교행렬에서의 a_{ij} 는 w_i/w_j ($i, j = 1, \dots, n$)로 추정할 수 있으며, a_{ij} 와 w_i 사이에는 다음 식이 성립한다.

$$a_{ij} = w_i / w_j \quad (i, j = 1, \dots, n)$$

여기서, 행렬의 모든 요소를 나타내면 다음 식과 같다.

$$\sum_j^n a_{ij} \cdot w_j \cdot \frac{1}{w_i} = n \quad (i, j = 1, \dots, n)$$

이는 곧 다음 식과 같이 나타낼 수 있고,

$$\sum_j^n a_{ij} \cdot w_j = n \cdot w_i \quad (i, j = 1, \dots, n)$$

위 식은 선형대수이론에서의 고유치 문제와 같다. 즉, 요소 a_{ij} ($i, j = 1, \dots, n$) 로 구성되는 행렬 A 를 다음과 같이 나타낼 때 다음과 같이 표시된다.

$$A = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & w_1/w_3 & \cdots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & w_2/w_3 & \cdots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & w_n/w_3 & \cdots & w_n/w_n \end{bmatrix}$$

이를 고유치방법에 의하면 다음과 같다.

$$A \cdot w = n \cdot w$$

여기서, $w = [w_1, w_2, w_3, \dots, w_n]$: 행렬 A 의 우측 고유벡터

n : 행렬 A 의 고유치

위로부터 w 를 구할 수 있는 것이다.

그런데, AHP에서는 평가자가 정확한 w 를 모르며, 쌍대비교에 의하여 정확한 평가를 할 수 없는 것으로 가정하기 때문에 실제적으로는 다음과 같은 식에서 w 를 추정한다. 쌍대비교행렬 A 의 각 요소에 대한 가중치 w 를 모른다고 했을 때, 이 행렬을 A' 라하고 이 행렬의 가중치 추정치 w' 는 다음 식을 이용하여 근사적으로 구한다.

$$A' \cdot w' = \lambda_{\max} \cdot w'$$

여기서, λ_{\max} : 행렬 A' 의 가장 큰 고유치

그런데, λ_{\max} 는 항상 n 보다 크거나 같기 때문에 계산된 λ_{\max} 가 n 에 근접하는 값일수록 쌍대비교행렬 A 의 수치들이 일관성을 가진다고 말할 수 있다. 이러한 일관성의 정도는 다음과 같이 '일관성지수(consistency index : CI)'와 '일관성비율(consistency ratio: CR)'을 통하여 구할 수 있다.

$$\text{일관성 지수 (CI)} = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1)$$

$$\text{일관성 비율 (CR)} = (CI / RI) * 100$$

여기서, '난수지수(random index: RI)'는 1에서 9까지의 수치를 임의로 설정하여 역수행렬을 작성하고 이 행렬의 평균 일관성지수를 산출한 값으로 일관성의 허용한도를 나타내며, n 이 1에서 10까지 변화할 때의 난수지수는 <표 3-3-2>와 같다. 경험법칙에 의하여 위 식에서 구한 일관성비율이 10% 이내에 들 경우, 해당 쌍대비교행렬은 일관성이 있다고 규정한다.

<표 3-3-2> 난수지수(RI)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
평균 난수 지수	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

<단계 4> 평가대상이 되는 여러 대안들에 대한 종합순위를 얻기 위하여 의사결정 사항들의 상대적인 가중치를 종합(aggregation)한다. 이 단계에서는 계층의 최상위에 있는 목표를 달성하기 위하여 최하위에 있는 대안들의 우선순위를 결정하는 복합중요도벡터를 산출하는데, 이는 전단계에서 구한 각 계층에서의 가중치를 종합함으로써 가능하다. 구체적으로, 최상위 계층에 대하여 k 번째 하위계층에 있는 대안들의 복합중요도는 다음 식을 통하여 구할 수 있다.

$$C[1, k] = \prod_{i=2}^k B_i$$

여기서, $C[1, k]$: 첫번째 계층에 대한 k 번째 계층항목의 복합가중치

B_i : 추정된 w 벡터를 구성하는 행을 포함하는 $n_{i-1} \cdot n_i$ 행렬

n_i : i 번째 계층의 항목 수

만약, 전체 계층이 3계층으로 구성되었다면, 최상위 계층에 대하여 최하위 계층에 있는 대안들의 복합중요도는 $C[1, 3]$ 으로 표시되고, 이는 두 번째 계층을 기준으로 한 세 번째 계층의 항목간 가중치행렬 B_3 와 첫 번째 계층을 기준으로 한 두 번째 계층의 항목간 가중치행렬 B_2 를 곱하여 구한다. 이렇게 구한 복합중요도는 궁극적으로 평가대상이 되는 대안들의 점수를 나타내며, 이를 통하여 대안의 우선순위를 결정하게 된다.

2. AHP 평가항목의 설정

평가항목의 설정작업을 행함에 있어 가장 중요한 일은 「상호배타성(Exclusiveness)」, 「완전결합성(Completeness)」, 「처리성(Optimum size)」이라는 평가항목선정의 기본원리에 따라 충실히 이행되어야 한다는 점이다. 이는 첫째, 항목간에 독립성이 유지되고, 둘째, 상위항목에 대한 하위요인의 종속성이 확보되고, 셋째, 처리 가능한 항목의 수를 유지해야 하는 원리가 충족되어야 한다는 것을 의미하는 것이다.

따라서, 본 연구에서는 이러한 원리에 입각하여 농림분야의 미래유망기술의 우선순위 설정을 위한 평가대상항목은 기술성, 시장성, 공공성으로 설정하였다. 각 평가대상항목의 세부항목으로 기술성에는 기술독창성, 기술파급성, 기술실현성의 세 가지 항목으로, 시장성에는 시장규모성, 시장성장성, 투자수익성의 세 가지 항목으로, 마지막으로 공공성에는 산업적파급성, 사회적 편익성 또는 영향성, 국가전략과의 부합성의 세 가지 항목으로 잡았다.

이 항목은 미래기술예측을 위한 전문위원회의 각 분야 위원장, 간사, 또는 각 분야를 대표하는 위원이 참여하는 회의를 통하여 확정되었다. 각 평가소항목의 내용은 <표 3-3-3>과 같다.

<표 3-3-3> 평가항목

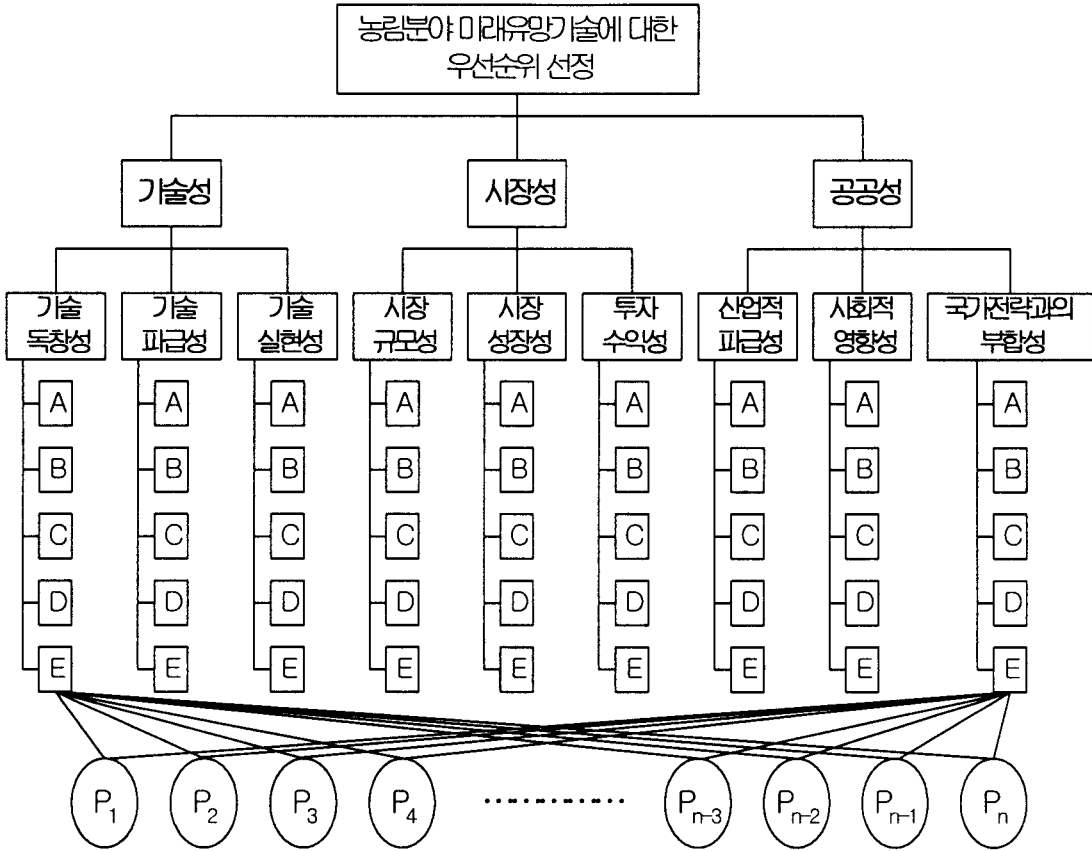
대항목	소항목	내 용
기술성	기술독창성 (uniqueness)	해당 과제의 기술적 독창성의 크기로서, 이후의 연구에 기여도가 높을 것으로 예상되는 기술을 의미한다.
	기술파급성 (impact to other technology)	해당 과제에 대한 연구결과가 다른 분야 또는 기술에 미치는 영향을 의미한다.
	기술실현성 (feasibility)	현재의 기술수준 등 기타 조건을 고려할 때 해당 기술이 실현될 가능성의 크기를 의미한다.
시장성	시장규모성 (market size)	해당 과제의 기술 또는 제품의 시장규모의 크기를 의미한다.
	시장성장성 (market growth)	해당 과제의 기술 또는 제품의 시장의 잠재적 성장가능성을 의미한다.
	투자수익성 (profitability)	해당 과제의 기술 또는 제품의 개발비에 대한 수익의 비율의 크기를 의미한다.
공공성	산업적 파급성 (impact to other industry)	해당 과제의 기술 또는 제품이 다른 산업에 미치는 영향을 의미한다.
	사회적 편익성/영향성 (impact to society)	해당 과제의 기술 또는 제품이 사회에 미치는 영향 또는 해당 과제의 기술 또는 제품에 대하여 국민이 갖는 관심의 정도와 경제적 편익성을 의미한다.
	국가전략과의 부합성 (relatedness to government policy)	해당 과제의 기술 또는 제품이 정부가 추진하고자 하는 정책과 어느 정도 일치(부합)하는가를 의미한다.

AHP에서는 평가대안의 수가 너무 많으면 쌍대비교의 횟수가 기하급수적으로 증가하기 때문에 상대측정이 불가능하여 실질적으로 AHP를 적용하기가 어렵다. 따라서, 쌍대비교평가가 곤란하다고 알려져 있는 10개 이상의 대안의 수인 경우에는 평가기준에 따라 절대비교를 통한 절대측정방법을 취하는 것이 바람직하다. 본 연구에서도 대안의 수가 10개 이상이므로 절대측정방법을 취한다. 이러한 방법을 적용하기 위해서 각 기준에 대해 등급척도(rating scale)를 5점 척도로 구성한다. 등급척도는 아래의 <표 3-3-4>와 같다.

<표 3-3-4> 절대측정을 위한 등급척도

등 급	내 용	상대적 가중치
A	매우높음	0.333
B	높음	0.267
C	보통	0.200
D	낮음	0.133
E	매우낮음	0.067

위와 같이 평가대안과 항목을 계층구조로 나타내면 <그림 3-3-2>와 같다.



<그림 3-3-2> 농림분야 미래유망기술의 우선 순위 선정을 위한 계층구조

3. 쌍대비교평가

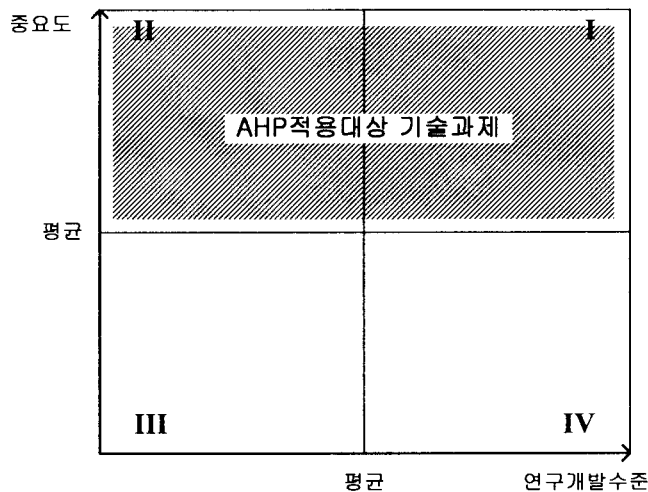
AHP에 의한 평가는 평가자들의 토의를 통하여 각 쌍대비교항목에 대한 합의를 도출한 후에 이를 이용하는 방법과 개별평가자들이 각자 평가를 실시한 후에 그 결과를 기하평균을 이용하여 종합하는 두 가지 방법이 있다. 본 연구에서는 설문지를 이용하여 평가를 한 후에 이를 다시 종합하는 후자의 방법을 택하였다.

각 평가항목 및 대안에 대한 상대적인 중요도의 판단은 기술과제선정에 절대적 영향을 미치므로, 대상기술과제의 전반적인 특성에 대한 지식을 갖고 있는 농림분야의 대표적인 전문가들로 구성하였다. 판단자료의 일관성 검증은 전문가 판단을 모형에 적용하기 위해서 점검해야 할 필수적인 사항이다. 대부분의 AHP모형에서 나타나는

단점은 쌍대비교행렬을 구성함에 있어서 불일치한 응답이 존재할 가능성이 있다는 것이다. Saaty는 의사결정자의 상대적 중요도를 측정함에 있어서 비일관성(inconsistency ratio)이 10% 이내이면 타당한 것으로 보았다. 본 연구에서는 전체전문가 중에서 일관성비율 10% 이상인 전문가는 평가대상에서 제외하였다. 수집된 설문자료는 AHP의 분석 소프트웨어인 EC2000으로 처리하였다.

4. 평가대안의 설정

AHP 조사를 위한 대상 기술군은 제2장에서 수행한 델파이 조사결과를 근거로 각 분야의 기술과제들을 중요도와 연구개발수준을 고려하여 <그림 3-3-3>과 같이 네 개의 그룹으로 분류하였다. 이들 그룹 중에서 I, II 그룹(군)을 AHP 적용대상으로 하였다. 즉, 본 연구에서는 중요도와 연구개발수준이 높은 기술과제(I군)와 중요도는 높지만 연구개발수준이 낮은 기술과제(II군) 중에서 향후 시급히 개발하여야 할 과제들의 우선 순위를 도출하고자 한다.



<그림 3-3-3> AHP 적용 대상 범위

5. AHP 설문조사

AHP 설문조사는 조사에 앞서 AHP 평가문항 조정을 위한 전문위원회를 개최한 후 이 평가문항을 기준으로 AHP 설문조사를 실시하였다(전문위원회는 '2. AHP 평가

항목의 설정' 참조). AHP 설문조사를 위한 전문가 구성은 '제1편, 제3장, 제3절의 1. 연구방법'과 같이 구성하였으며, 전문가 그룹 및 응답자는 다음과 같다.

<표 3-3-5> 각 분야별 AHP 전문가 그룹 및 응답자

분야	가공	경영·정보	경종작물	기계화
대상/응답	21/13	32/11	18/10	13/10
분야	생명공학	원예	유통	임업·임산
대상/응답	25/9	29/8	23/11	27/11
분야	자원	축산·수의	환경	합계
대상/응답	17/11	22/14	24/11	251/119

제2절 가공분야 우선순위

1. 평가대안의 설정

제2장에서 수행한 델파이 조사결과를 근거로 한 전체 73개의 과제 중 I군에 속하는 기술과제는 13개(표 3-3-6), II군에 속하는 기술과제는 20개(표 3-3-7)로 확정되었다.

<표 3-3-6> I군의 기술과제 리스트

번호	과제명
P11	다양한 쌀가공 제품이 개발되고 밥류 가공기술이 개발된다.
P12	캡슐화를 이용한 기능성물질 안정화 조절 기술이 실현된다.
P13	곡류전분류의 노화방지 기술이 개발된다.
P14	상품김치의 품질 균질화 및 품질 유지기술이 개발된다.
P15	생물공학기술을 이용한 기능성 음료가 개발된다.
P16	한과 떡류 등의 전통 단기 유통식품의 장기유통 상품화 기술이 개발된다.
P17	천연 항산화제 및 활성산소 조절소재의 개발이 실현된다.
P18	천연 식품보존료 및 향균제가 개발된다.
P19	인삼의 생리활성물질의 구조-생물활성 연구 및 대량 생산 기술개발이 실현된다.
P110	전통발효식품 유래 미생물로부터 생리활성 소재탐색 및 산업화가 실현된다.
P111	김치발효균(젓산균)의 장내 거동 및 기능이 규명된다.
P112	전통장류의 품질개선이 이루어진다.
P113	발효식품의 가스제어기술 및 포장기술이 개발된다.

<표 3-3-7> II군의 기술과제 리스트

번호	과제명
P _{II} 1	비가열 살균기술(전기장, 자기장, 광펄스, PEF, oscillating magnetic field 등)이 개발된다.
P _{II} 2	막분리기술을 활용한 고효율 분리, 농축기술이 개발된다.
P _{II} 3	유해성분의 나노그램 센싱기술 개발 및 식품 안전성 평가기술이 개발된다.
P _{II} 4	식품가공 부산물 및 폐자원으로부터 유용성 물질의 탐색 및 식품개발이 실현된다.
P _{II} 5	만성질환 생체지표(biomarker) 발굴기술 및 대응 생리활성 소재개발이 실현된다.
P _{II} 6	DNA microarray를 이용한 천연 생리활성물질의 탐색기술이 개발된다.
P _{II} 7	스트레스 개선 및 정신 피로회복을 위한 식품소재 개발이 실현된다.
P _{II} 8	식품자원을 활용한 피부 노화방지 소재 개발이 실현된다.
P _{II} 9	생물자원 유래 치매제어 기능성 식품소재가 개발된다.
P _{II} 10	생물자원 유래 노화 제어 기능성 식품소재가 개발된다.
P _{II} 11	암 제어 기능성 식품소재가 개발된다.
P _{II} 12	면역 활성화 기능성 식품소재가 개발된다.
P _{II} 13	고혈압 제어 기능성 식품이 개발된다.
P _{II} 14	항당뇨용 인슐린 유사체(insulin mimetics)가 개발된다.
P _{II} 15	골관절 질환 제어 기능성 식품소재의 개발이 실현된다.
P _{II} 16	천연 식품색소 및 안정화 기술개발이 실현된다.
P _{II} 17	천연 갈변화 억제소재가 개발된다.
P _{II} 18	생분해성 및 레지적합형 식용성 식품포장재가 개발된다.
P _{II} 19	나노기술을 이용한 신기능 식품소재의 개발이 실현된다.
P _{II} 20	미세캡슐화 기술을 이용한 기능성 소재 안정화 및 체내 방출조절 기술개발이 실현된다.

2. 평가항목의 중요도

전문가들의 설문을 통하여 평가항목들간의 중요도를 도출한 결과, <표 3-3-8>과 같이 평가대항목 중에서 시장성이 0.537로 가장 중요하게 나타났다. 그 다음으로는 기술성이 0.308이며, 공공성은 0.156으로 상대적으로 중요도가 낮은 것으로 나타났다. 각 평가소항목의 중요도를 세부적으로 살펴보면, 우선 기술성 측면에서는 기술실현성, 기술과급성, 기술독창성 순으로 나타났다. 또한 시장성 측면에서는 시장성장성, 투자수익성, 시장규모성 순으로 나타났으며, 공공성 측면에서는 산업과급성, 사회영향성, 국

가전략과의 부합성 순으로 중요하게 나타났다.

<표 3-3-8> 평가항목의 중요도 결과

평가대항목		평가소항목	
기준	가중치	기준	가중치
기술성	0.308	기술독창성	0.045
		기술파급성	0.102
		기술실현성	0.161
시장성	0.537	시장규모성	0.141
		시장성장성	0.204
		투자수익성	0.192
공공성	0.156	산업파급성	0.090
		사회영향성	0.042
		국가전략과의 부합성	0.024

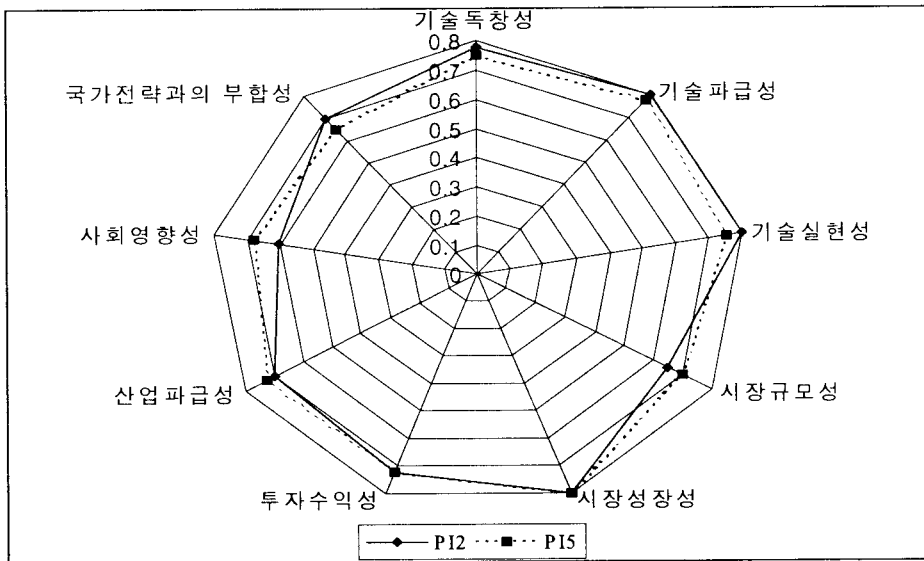
3. 평가대안의 우선순위

최종적으로 평가대안의 분석결과, 우선 <표 3-3-9>에서 보는 바와 같이 I군의 기술과제들 중에서는 ‘캡슐화를 이용한 기능성물질 안정화 조절 기술이 실현된다’와 ‘생물공학기술을 이용한 기능성 음료가 개발된다’가 가중치 0.744로 가장 시급하게 개발되어야 할 과제로 나타났다. 각 평가기준에서 이들 과제를 살펴보면, <그림 3-3-4>에서 보는 바와 같이 기술성 측면에서는 세 개의 기준 모두가 높은 점수를 받았으며, 시장성 측면에서 시장성장성 기준이 높은 점수를 받았다. 그러나 공공성 측면에서는 다른 기준과 비교하여 상대적으로 낮은 점수를 받은 것으로 나타났다. 반면에, 우선순위가 가장 낮은 과제는 ‘한과 떡류 등의 전통 단기 유통식품의 장기유통 상품화 기술이 개발된다’가 가중치 0.581로 나타났다.

다음으로 <표 3-3-10>에서 보는 바와 같이 II군의 기술과제들 중에서는 ‘면역 활성 기능성 식품소재가 개발된다’가 가중치 0.778로 가장 중요한 것으로 나타났다. 이어서 ‘항당뇨용 인슐린 유사체(insulin mimetics)가 개발된다’가 가중치 0.771로 나타났으며, 전체 20개 과제 중에서 7개 과제가 가중치 0.7 이상이 넘는 것으로 나타났다. PIII2의 각 기준에 대한 가중치는 <그림 3-3-5>와 같다.

<표 3-3-9> I군의 평가대안 우선순위결과

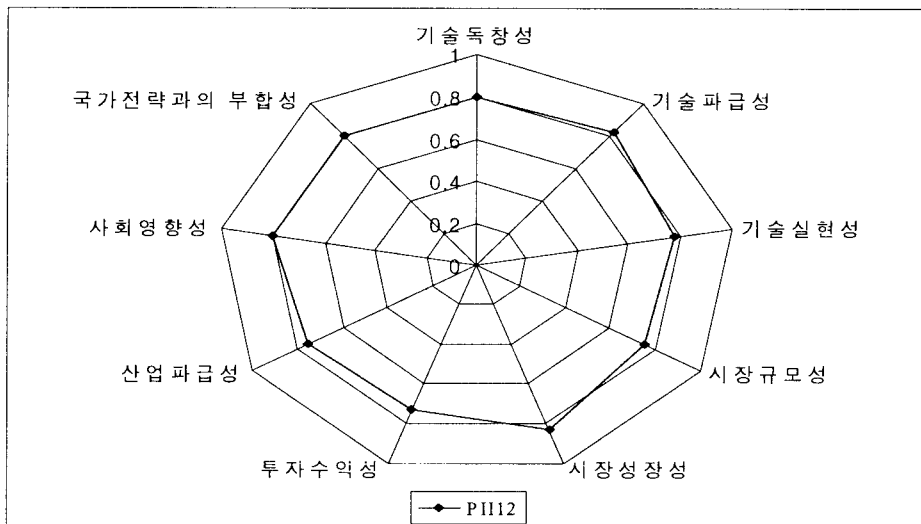
번호	과 계 명	중요도
P12	캡슐화를 이용한 기능성물질 안정화 조절 기술이 실현된다.	0.744
P15	생물공학기술을 이용한 기능성 음료가 개발된다.	0.744
P11	다양한 쌀가공 제품이 개발되고 밥류 가공기술이 개발된다.	0.710
P19	인삼의 생리활성물질의 구조-생물활성 연구 및 대량 생산 기술개발이 실현된다.	0.710
P13	곡류 전분류의 노화방지 기술이 개발된다.	0.697
P14	상품 김치의 품질 균질화 및 품질 유지기술이 개발된다.	0.693
P111	김치발효균(젖산균)의 장내 거동 및 기능이 규명된다.	0.692
P18	천연 식품보존료 및 향균제가 개발된다.	0.685
P17	천연 항산화제 및 활성산소 조절소재의 개발이 실현된다.	0.683
P113	발효식품의 가스제어기술 및 포장기술이 개발된다.	0.682
P110	전통발효식품 유래 미생물로부터 생리활성 소재탐색 및 산업화가 실현된다.	0.663
P112	전통장류의 품질개선이 이루어진다.	0.627
P16	한과 떡류 등의 전통 단기 유통식품의 장기유통 상품화 기술이 개발된다.	0.581



<그림 3-3-4> PI2와 PI5의 각 기준에 대한 가중치

<표 3-3-10> II군의 평가대안 우선순위결과

번호	과 제 명	중요도
P _{II} 12	면역 활성 기능성 식품소재가 개발된다.	0.778
P _{II} 14	항당뇨용 인슐린 유사체(insulin mimetics)가 개발된다.	0.771
P _{II} 20	미세캡슐화 기술을 이용한 기능성 소재 안정화 및 체내 방출조절 기술개발이 실현된다.	0.746
P _{II} 13	고혈압 제어 기능성 식품이 개발된다.	0.742
P _{II} 4	식품가공 부산물 및 폐자원으로부터 유용성 물질의 탐색 및 식품개발이 실현된다.	0.726
P _{II} 2	막분리기술을 활용한 고효율 분리, 농축기술이 개발된다.	0.721
P _{II} 9	생물자원 유래 치매제어 기능성 식품소재가 개발된다.	0.715
P _{II} 5	만성질환 생체지표(biomarker) 발굴기술 및 대응 생리활성 소재개발이 실현된다.	0.697
P _{II} 11	암 제어 기능성 식품소재가 개발된다.	0.695
P _{II} 8	식품자원을 활용한 피부 노화방지 소재 개발이 실현된다.	0.694
P _{II} 3	유해성분의 나노그램 센싱기술 개발 및 식품 안전성 평가기술이 개발된다.	0.692
P _{II} 10	생물자원 유래 노화 제어 기능성 식품소재가 개발된다.	0.688
P _{II} 19	나노기술을 이용한 신기능 식품소재의 개발이 실현된다.	0.680
P _{II} 7	스트레스 개선 및 정신 피로회복을 위한 식품소재 개발이 실현된다.	0.676
P _{II} 18	생분해성 및 레저적합형 식용성 식품포장재가 개발된다.	0.669
P _{II} 16	천연 식품색소 및 안정화 기술개발이 실현된다.	0.661
P _{II} 17	천연 갈변화 억제소재가 개발된다.	0.657
P _{II} 15	골관절 질환 제어 기능성 식품소재의 개발이 실현된다.	0.648
P _{II} 1	비가열 살균기술(전기장, 자기장, 광펄스, PEF, oscillating magnetic field 등)이 개발된다.	0.641
P _{II} 6	DNA microarray를 이용한 천연 생리활성물질의 탐색기술이 개발된다.	0.637



<그림 3-3-5> PII12의 각 기준에 대한 가중치

제3절 경영정보분야 우선순위

1. 평가대안의 설정

제2장에서 수행한 델파이 조사결과를 근거로 한 전체 34개의 기술과제 중 I군에 속하는 기술과제는 12개(표 3-3-11), II군에 속하는 기술과제는 7개(표 3-3-12)로 확정되었다.

<표 3-3-11> I군의 기술과제 리스트

번호	과 제 명
P _{I1}	산지정보 수집 체계의 디지털화(PDA 및 위성방송 활용)가 확립된다.
P _{I2}	국내외 유통정보의 실시간 자동변환 데이터베이스화가 확립된다.
P _{I3}	데이터 웨어하우스(data warehouse: d/w)에 의한 온라인 관측자료 분석시스템이 구축된다.
P _{I4}	품목별 관측정보 분석의 표준화가 이루어진다.
P _{I5}	친환경농산물의 효율적 품질인증시스템 구축방안이 마련된다.
P _{I6}	친환경농산물 유통효율화를 위한 종합물류시스템 구축방안이 마련된다.
P _{I7}	지역균형발전을 위한 도농간 연계 강화방안이 마련된다 : 그린 투어리즘 체계화 등
P _{I8}	국내산 농수산물 및 가공식품 수출활성화를 위한 해외시장조사가 이루어진다.
P _{I9}	농산물 표준화 코드체계가 구축된다.
P _{I10}	정부양곡관리 전산화시스템이 개발된다.
P _{I11}	농산물 소매가격(유통업태별 조사) 및 소비자 동향에 대한 정보시스템이 구축된다.
P _{I12}	식품가공업체 정보제공 및 B2B 전자상거래 시스템이 개발된다. - 식품산업과 농업과의 연계성 강화 목적

<표 3-3-12> II군의 기술과제 리스트

번호	과 제 명
P _{II1}	중국 주요 농산물에 대한 생산, 유통의 조기경보체계가 구축된다.
P _{II2}	지역순환형 환경농업시스템 구축방안이 마련된다.
P _{II3}	청소년 건강증진과 친환경농산물 소비확대를 위한 학교급식용 식재료 공급시스템 구축방안이 마련된다.
P _{II4}	군단위 농수산물 생산, 가공 및 유통 종합연계시스템 구축방안이 마련된다.
P _{II5}	생산이력제 관리시스템이 개발된다. - 품종, 농약 비료 사용 이력, 유통과정 등 생산 유통의 이력을 체계적으로 관리하는 정보시스템 개발된다.
P _{II6}	농산물 SCM(Supply Chain Management)을 위한 중장기 전략방안이 마련된다.
P _{II7}	출하 정보관리, 화물차 운송관리 등을 종합적으로 수행할 수 있는 농산물 종합물류정보시스템이 개발된다.

2. 평가항목의 중요도

전문가들의 설문을 통하여 평가항목들간의 중요도를 도출한 결과, <표 3-3-13>과 같이 평가대항목 중에서는 시장성이 0.552로 가장 중요하게 나타났다. 그 다음으로는 공공성이 0.232이며, 기술성은 0.216으로 상대적으로 중요도가 낮은 것으로 나타났다. 각 평가소항목의 중요도를 세부적으로 살펴보면, 우선 기술성 측면에서는 기술실현성, 기술과급성, 기술독창성 순으로 나타났다. 또한 시장성 측면에서는 투자수익성, 시장성장성, 시장규모성 순으로 나타났으며, 공공성 측면에서는 국가전략과의 부합성, 산업과급성, 사회영향성 순으로 중요하게 나타났다.

<표 3-3-13> 평가항목의 중요도 결과

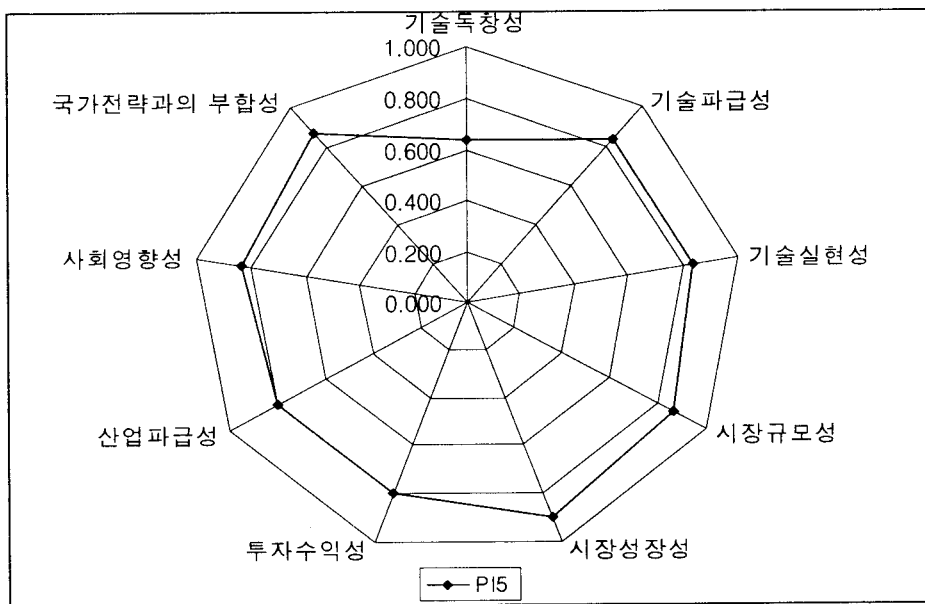
평가대항목		평가소항목	
기준	가중치	기준	가중치
기술성	0.216	기술독창성	0.054
		기술과급성	0.066
		기술실현성	0.096
시장성	0.552	시장규모성	0.159
		시장성장성	0.185
		투자수익성	0.207
공공성	0.232	산업과급성	0.084
		사회영향성	0.049
		국가전략과의 부합성	0.099

3. 평가대안의 우선순위

최종적으로 평가대안의 분석결과, 우선 <표 3-3-14>에서 보는 바와 같이 I군의 기술과제들 중에서는 ‘친환경농산물의 효율적 품질인증시스템 구축방안이 마련된다’와 ‘식품가공업체 정보제공 및 B2B 전자상거래 시스템이 개발된다’가 가중치 0.833, 0.828로 가장 시급하게 개발되어야 할 과제로 나타났다. 각 평가기준에서 이들 과제를 살펴보면, <그림 3-3-6>에서 보는 바와 같이 기술성 측면에서는 기술독창성 기준이 비교적 낮은 점수를 받았으나, 나머지 기준들은 높은 점수를 받았다. 시장성 측면에서 시장성장성 기준이 높은 점수를 받았다. 그리고 공공성 측면에서는 모든 기준에서 상대적으로 높은 점수를 받은 것으로 나타났다. 반면에, 우선순위가 가장 낮은 과제는 ‘정부양곡관리 전산화시스템이 개발된다’가 가중치 0.565로 나타났다.

<표 3-3-14> I군의 평가대안 우선순위결과

번호	과 제 명	중요도
P ₅	친환경농산물의 효율적 품질인증시스템 구축방안이 마련된다.	0.833
P ₁₂	식품가공업체 정보제공 및 B2B 전자상거래 시스템이 개발된다. - 식품산업과 농업과의 연계성 강화 목적	0.828
P ₇	지역균형발전을 위한 도농간 연계 강화방안이 마련된다: 그린 투어리즘 체계화 등	0.786
P ₆	친환경농산물 유통효율화를 위한 종합물류시스템 구축방안이 마련된다.	0.763
P ₁	산지정보 수집 체계의 디지털화(PDA 및 위성방송 활용)가 확립된다.	0.757
P ₉	농산물 표준화 코드체계가 구축된다.	0.721
P ₁₁	농산물 소매가격(유통업체별 조사) 및 소비자 동향에 대한 정보시스템이 구축된다.	0.702
P ₈	국내산 농수산물 및 가공식품 수출활성화를 위한 해외시장조사가 이루어진다.	0.685
P ₄	품목별 관측정보 분석의 표준화가 이루어진다.	0.660
P ₂	국내외 유통정보의 실시간 자동변환 데이터베이스화가 확립된다.	0.589
P ₃	데이터 웨어하우스(data warehouse: d/w)에 의한 온라인 관측자료 분석시스템이 구축된다.	0.581
P ₁₀	정부양곡관리 전산화시스템이 개발된다.	0.565

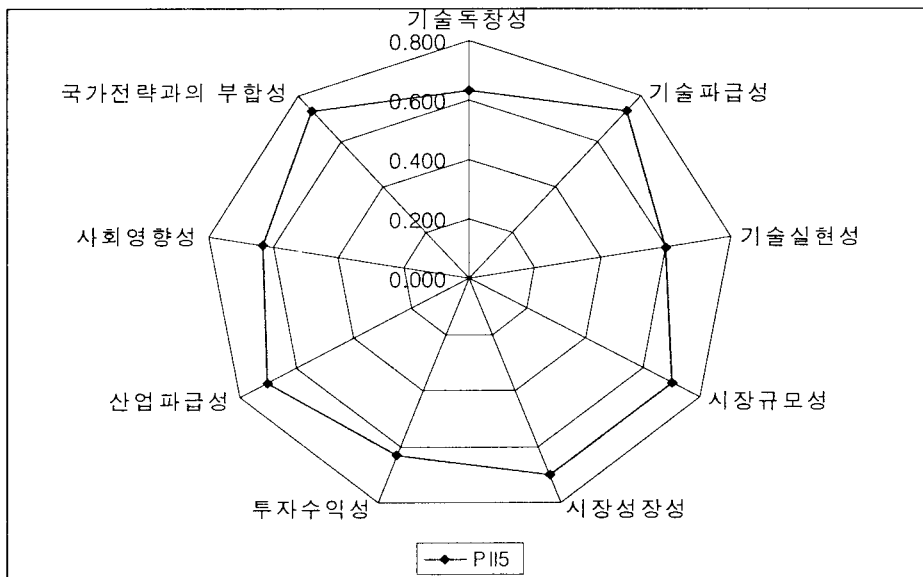


<그림 3-3-6> PI5의 각 기준에 대한 가중치

다음으로 <표 3-3-15>에서 보는 바와 같이 II군의 기술과제들 중에서는 '생산이력제 관리시스템이 개발된다. - 품종, 농약 비료 사용 이력, 유통과정 등 생산유통의 이력을 체계적으로 관리하는 정보시스템 개발된다'가 가중치 0.675로 가장 중요한 것으로 나타났으나, II군의 다른 과제들도 가중치 0.6이상으로 중요도가 비슷한 것으로 나타났다. PII5의 각 기준에 대한 가중치는 <그림 3-3-7>과 같다.

<표 3-3-15> II군의 평가대안 우선순위결과

번호	과제명	중요도
P _{II5}	생산이력제 관리시스템이 개발된다. - 품종, 농약 비료 사용 이력, 유통과정 등 생산유통의 이력을 체계적으로 관리하는 정보시스템 개발된다.	0.675
P _{II6}	농산물 SCM(Supply Chain Management)을 위한 중장기 전략방안이 마련된다.	0.661
P _{II2}	지역순환형 환경농업시스템 구축방안이 마련된다.	0.656
P _{II7}	출하 정보관리, 화물차 운송관리 등을 종합적으로 수행할 수 있는 농산물 종합물류정보시스템이 개발된다.	0.641
P _{II4}	군단위 농수산물 생산, 가공 및 유통 종합연계시스템 구축방안이 마련된다.	0.624
P _{II1}	중국 주요 농산물에 대한 생산, 유통의 조기경보체계가 구축된다.	0.618
P _{II3}	청소년 건강증진과 친환경농산물 소비확대를 위한 학교급식용 식재료 공급시스템 구축방안이 마련된다.	0.614



<그림 3-3-7> PII5의 각 기준에 대한 가중치

제4절 경종작물분야 우선순위

1. 평가대안의 설정

제2장에서 수행한 델파이 조사결과를 근거로 한 전체 44개의 기술과제 중 I군에 속하는 기술과제는 8개(표 3-3-16), II군에 속하는 기술과제는 11개(표 3-3-17)로 확정되었다.

<표 3-3-16> I군의 기술과제 리스트

번호	과 제 명
P _{I1}	친환경 저투입, 생산비절감 작물 재배기술이 개발된다.
P _{I2}	소비자 수요에 부응하는 고품질, 안전, 기능성 쌀 생산기술이 개발된다.
P _{I3}	쌀의 영양, 기호성 및 기능성 증진을 위한 신소재가 개발되고, 부가가치 증진기술이 개발된다.
P _{I4}	생력, 저비용, 친환경 생산 적응 신품종이 개발된다.
P _{I5}	환경친화형 고품질 고년근인삼 생력생산기술 및 품종이 육성된다.
P _{I6}	작물 수확후 관리(건조, 저장, 유통) 및 상품성 향상기술이 개발된다.
P _{I7}	작물별 품질 평가, 측정기술이 개발된다.
P _{I8}	식물 유전자원 수집, 보존 및 평가가 이루어진다.

<표 3-3-17> II군의 기술과제 리스트

번호	과 제 명
P _{II1}	특용작물로부터 기능성 물질 탐색, 분리, 대량생산기술이 개발된다.
P _{II2}	생명공학기술을 이용한 작물의 유전자 탐색, 형질전환 및 상업화기술이 개발된다.
P _{II3}	비파괴적 작물생육, 영양진단 및 시비처방 기술이 개발된다.
P _{II4}	기후환경 변화에 대응한 신작물 개발 및 생산기술이 연구된다.
P _{II5}	벼 source 및 sink 능력 증대를 위한 신 유전자 및 분자유종기술이 개발된다.
P _{II6}	야생벼 유래 내병충성 및 내재해성 유용유전자 분리 동정과 이용기술이 개발된다.
P _{II7}	벼 고밀도 유전자지도 이용 유용유전자 기능 해명 및 이용기술이 개발된다.
P _{II8}	특용작물의 고품질 생력생산기술이 개발된다.
P _{II9}	약용작물의 표준규격품 안전 생산기술이 개발된다.
P _{II10}	신기능성 생물소재 개발 및 산업화 연구가 이루어진다.
P _{II11}	환경친화적 제초활성물질이 개발된다.

2. 평가항목의 중요도

전문가들의 설문을 통하여 평가항목들간의 중요도를 도출한 결과, <표 3-3-18>과 같이 평가대항목 중에서 공공성이 0.390으로 가장 중요하게 나타났다. 그다음으로는 기술성이 0.388이며, 시장성은 0.223으로 상대적으로 중요도가 낮은 것으로 나타났다. 각 평가소항목의 중요도를 세부적으로 살펴보면, 우선 기술성 측면에서는 기술실현성, 기술과급성, 기술독창성 순으로 나타났다. 또한 시장성 측면에서는 시장성장성, 투자수익성, 시장규모성 순으로 나타났으며, 공공성 측면에서는 국가전략과의 부합성, 산업과급성, 사회영향성 순으로 중요하게 나타났다.

<표 3-3-18> 평가항목의 중요도 결과

평가대항목		평가소항목	
기준	가중치	기준	가중치
기술성	0.388	기술독창성	0.062
		기술과급성	0.116
		기술실현성	0.210
시장성	0.223	시장규모성	0.062
		시장성장성	0.097
		투자수익성	0.064
공공성	0.390	산업과급성	0.051
		사회영향성	0.018
		국가전략과의 부합성	0.221

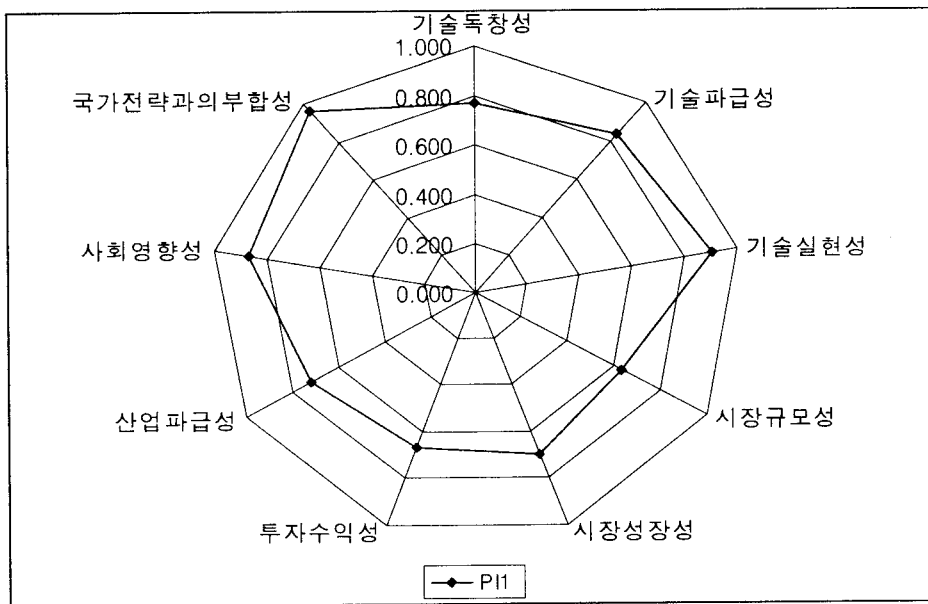
3. 평가대안의 우선순위

최종적으로 평가대안의 분석결과, 우선 <표 3-3-19>에서 보는 바와 같이 I군의 기술과제들 중에서는 '친환경 저투입, 생산비절감 작물 재배기술이 개발된다'가 가중치 0.836으로 가장 시급하게 개발해야 할 과제로 나타났다. 각 평가기준에서 이 과제를 살펴보면, <그림 3-3-8>에서 보는 바와 같이 기술성 측면에서는 세 개의 기준 모두가 높은 점수를 받았으며, 시장성 측면에서 시장성장성 기준이 높은 점수를 받았다. 그러나 공공성 측면에서는 다른 기준과 비교하여 상대적으로 낮은 점수를 받은 것으로 나타났다. 반면에, 우선순위가 가장 낮은 과제는 '작물별 품질 평가, 측정기술이 개발된다'가 가중치 0.690으로 나타났다.

다음으로 <표 3-3-20>에서 보는 바와 같이 II군의 기술과제들 중에서는 ‘생명공학 기술을 이용한 작물의 유전자 탐색, 형질전환 및 상업화기술이 개발된다’가 가중치 0.772로 가장 중요한 것으로 나타났다. 이어서 ‘환경친화적 제초활성물질이 개발된다’가 가중치 0.770으로 나타났으며, 전체 11개 과제 중에서 8개 과제가 가중치 0.7 이상이 넘는 것으로 나타났다. PII2의 각 기준에 대한 가중치는 <그림 3-3-9>와 같다.

<표 3-3-19> I군 평가대안의 우선순위

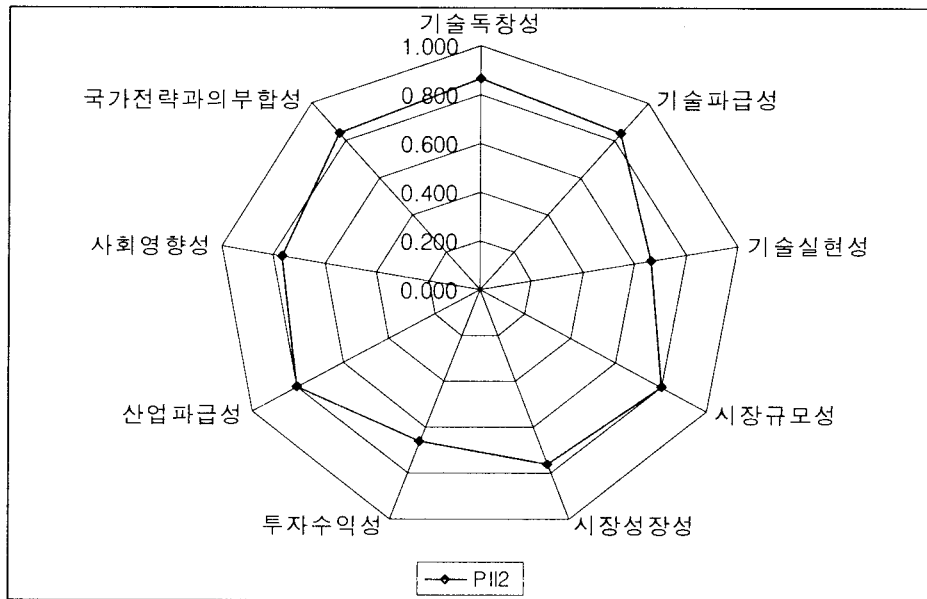
번호	과 제 명	중요도
P11	친환경 저투입, 생산비절감 작물 재배기술이 개발된다.	0.836
P18	식물 유전자원 수집, 보존 및 평가가 이루어진다.	0.790
P14	생력, 저비용, 친환경 생산 적응 신품종이 개발된다.	0.784
P16	작물 수확후 관리(건조, 저장, 유통) 및 상품성 향상기술이 개발된다.	0.760
P12	소비자 수요에 부응하는 고품질, 안전, 기능성 쌀 생산기술이 개발된다.	0.722
P13	쌀의 영양, 기호성 및 기능성 증진을 위한 신소재가 개발되고, 부가가치 증진기술이 개발된다.	0.708
P15	환경친화형 고품질 고년근인삼 생력생산기술 및 품종이 육성된다.	0.707
P17	작물별 품질 평가, 측정기술이 개발된다.	0.690



<그림 3-3-8> PII의 각 기준에 대한 가중치

<표 3-3-20> II군 평가대안의 우선순위

번호	과 재 명	중요도
P _{II2}	생명공학기술을 이용한 작물의 유전자 탐색, 형질전환 및 상업화기술이 개발된다.	0.772
P _{II11}	환경친화적 제조활성물질이 개발된다.	0.770
P _{II1}	특용작물로부터 기능성 물질 탐색, 분리, 대량생산기술이 개발된다.	0.757
P _{II10}	신기능성 생물소재 개발 및 산업화 연구가 이루어진다.	0.731
P _{II8}	특용작물의 고품질 생력생산기술이 개발된다.	0.729
P _{II6}	야생벼 유래 내병충성 및 내재해성 유용유전자 분리 동정과 이용기술이 개발된다.	0.727
P _{II9}	약용작물의 표준규격품 안전 생산기술이 개발된다.	0.707
P _{II3}	비파괴적 작물생육, 영양진단 및 시비처방 기술이 개발된다.	0.700
P _{II7}	벼 고밀도 유전자지도 이용 유용유전자 기능 해명 및 이용기술이 개발된다.	0.684
P _{II5}	벼 source 및 sink 능력 증대를 위한 신 유전자 및 분자유종기술이 개발된다.	0.682
P _{II4}	기후환경 변화에 대응한 신작물 개발 및 생산기술이 연구된다.	0.651



<그림 3-3-9> PII2의 각 기준에 대한 가중치

제5절 기계화분야 우선순위

1. 평가대안의 설정

제2장에서 수행한 델파이 조사결과를 근거로 한 전체 55개의 기술과제 중 I군에 속하는 기술과제는 17개(표 3-3-21), II군에 속하는 기술과제는 12개(표 3-3-22)로 확정되었다.

<표 3-3-21> I군의 기술과제 리스트

번호	과제명
P11	농업기계의 모듈화 및 표준화 기술이 개발된다.
P12	농업기계의 안전성 및 조작성 편의성 향상 기술이 개발된다.
P13	농작업기계의 인간공학적 설계기술이 개발된다.
P14	농업기계의 고속화 및 고효율화 기술이 개발된다.
P15	농산 부산물 및 폐기물 처리기술이 개발된다.
P16	쌀의 고품질화를 위한 수확 후 처리기술 및 시스템이 개발된다.
P17	농산물 유통을 위한 지능형 물류시스템이 개발된다.
P18	과실류 및 채소류의 수확후 관리기술 및 위생처리기술이 개발된다.
P19	농산물의 선도유지 기술 및 시스템이 개발된다.
P110	농산물의 자동품질판정 시스템이 개발된다.
P111	생물재료의 비파괴 물성측정 시스템이 개발된다.
P112	축산 분뇨의 고효율 처리기술이 개발된다.
P113	축사 최적 환경 관리기술이 개발된다.
P114	저비용 온실 생력 기계설비 시스템이 개발된다.
P115	과채류 선도유지 시설이 개발된다.
P116	화훼류 선도유지 시설이 개발된다.
P117	축산 폐기물의 생물공학적 처리 및 재활용 시스템이 개발된다.

<표 3-3-22> II군의 기술과제 리스트

번호	과제명
P _{II} 1	친환경 토양관리 기계기술이 개발된다.
P _{II} 2	친환경 정밀농업 기계기술이 개발된다.
P _{II} 3	농작업 무인화 기술이 개발된다.
P _{II} 4	과일의 효율적 수확시스템이 개발된다.
P _{II} 5	농작업 로봇이 개발된다.
P _{II} 6	가축의 개체관리 기술이 개발된다.
P _{II} 7	농산물 품질 및 안전성 평가를 위한 센서기술이 개발된다.
P _{II} 8	고부가가치 생물소재의 추출 및 분리정제 시스템이 개발된다.
P _{II} 9	기능성 물질의 나노캡슐 제조기술이 개발된다.
P _{II} 10	농업용 대체에너지 기술이 개발된다.
P _{II} 11	동식물 생체진단용 비파괴 측정기술이 개발된다.
P _{II} 12	생물정보학을 이용한 식물자원 관리시스템이 개발된다.

2. 평가항목의 중요도

전문가들의 설문을 통하여 평가항목들간의 중요도를 도출한 결과, <표 3-3-23>과 같이 평가대항목 중에서 시장성이 0.519로 가장 중요하게 나타났다. 그다음으로는 기술성이 0.314이며, 공공성은 0.167로 상대적으로 중요도가 낮은 것으로 나타났다. 각 평가소항목의 중요도를 세부적으로 살펴보면, 우선 기술성 측면에서는 기술실현성, 기술독창성, 기술과급성 순으로 나타났다. 또한 시장성 측면에서는 시장성장성, 투자수익성, 시장규모성 순으로 나타났으며, 공공성 측면에서는 산업과급성, 사회영향성, 국가전략과의 부합성 순으로 중요하게 나타났다.

<표 3-3-23> 평가항목의 중요도 결과

평가대항목		평가소항목	
기준	가중치	기준	가중치
기술성	0.314	기술독창성	0.087
		기술과급성	0.050
		기술실현성	0.177
시장성	0.519	시장규모성	0.146
		시장성장성	0.210
		투자수익성	0.163
공공성	0.167	산업과급성	0.073
		사회영향성	0.053
		국가전략과의 부합성	0.041

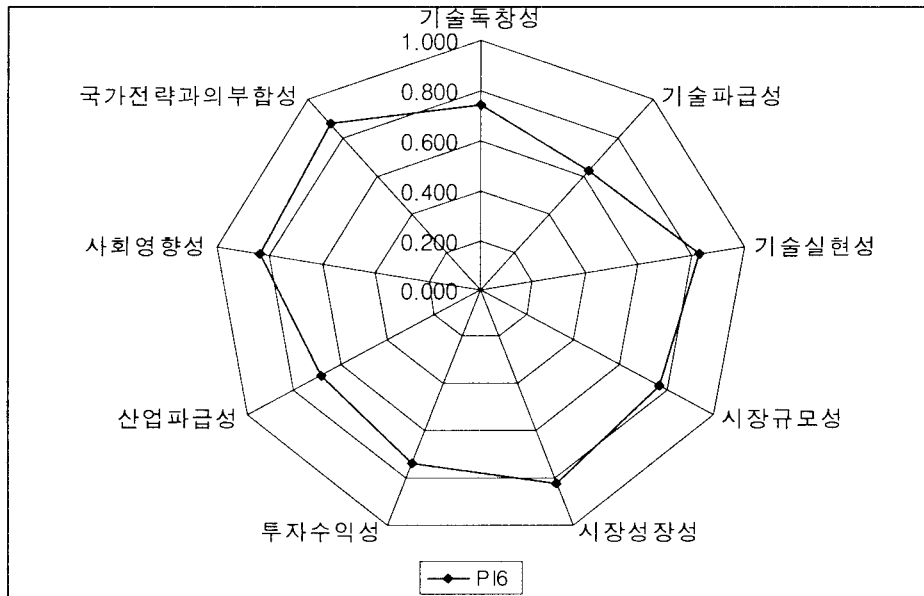
3. 평가대안의 우선순위

최종적으로 평가대안의 분석결과, 우선 <표 3-3-24>에서 보는 바와 같이 I군의 기술과제들 중에서는 ‘쌀의 고품질화를 위한 수확 후 처리기술 및 시스템이 개발된다’가 가중치 0.780으로 가장 시급하게 개발해야 할 과제로 나타났다. 각 평가기준에서 이 과제를 살펴보면, <그림 3-3-10>에서 보는 바와 같이 기술성 측면에서는 기술과급성 기준이 비교적 낮은 점수를 받았으나, 나머지 기준은 높은 점수를 받았다. 시장성 측면에서 가장 중요하게 평가된 시장성장성 기준에서 높은 점수를 받았다. 그리고 공공성 측면에서는 산업과급성을 제외하고 다른 기준과 비교하여 상대적으로 높은 점수를 받은 것으로 나타났다. 반면에, 우선순위가 가장 낮은 과제는 ‘농업기계의 고속화 및 고효율화 기술이 개발된다’가 가중치 0.600으로 나타났다.

다음으로 <표 3-3-25>에서 보는 바와 같이 II군의 기술과제들 중에서는 ‘농산물 품질 및 안전성 평가를 위한 센서기술이 개발된다’가 가중치 0.736으로 가장 중요한 것으로 나타났다. 이어서 ‘고부가가치 생물소재의 추출 및 분리정제 시스템이 개발된다’가 가중치 0.717로 나타났으며, 우선순위가 가장 낮은 과제는 ‘농작업 무인화 기술이 개발된다’가 가중치 0.575로 나타났다. PII7의 각 기준에 대한 가중치는 <그림 3-3-11>과 같다.

<표 3-3-24> I군 평가대안의 우선순위

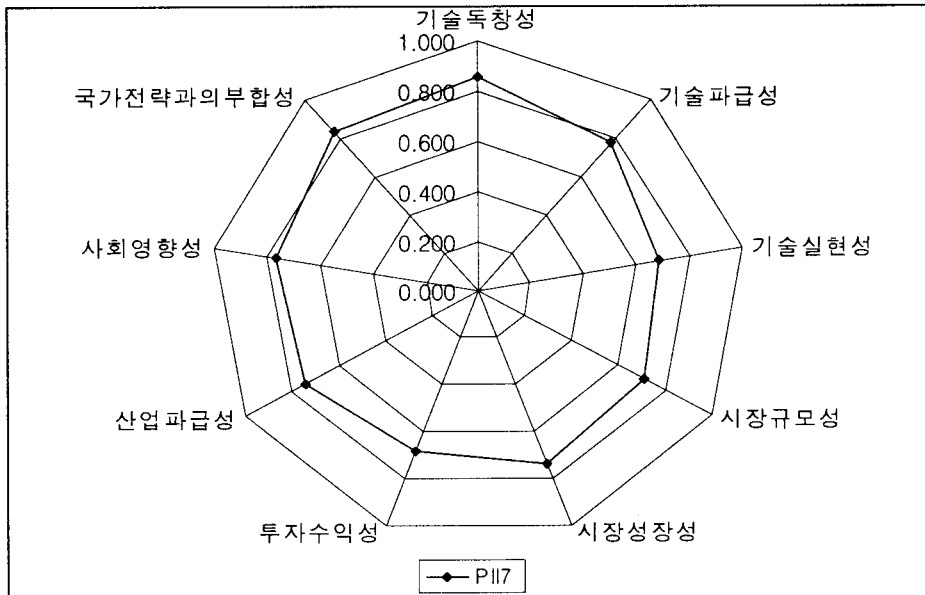
번호	과 제 명	중요도
P6	쌀의 고품질화를 위한 수확 후 처리기술 및 시스템이 개발된다.	0.780
P15	과채류 선도유지 시설이 개발된다.	0.767
P8	과실류 및 채소류의 수확 후 관리기술 및 위생처리기술이 개발된다.	0.740
P2	농업기계의 안전성 및 조작성 편의성 향상 기술이 개발된다.	0.740
P7	농산물 유통을 위한 지능형 물류시스템이 개발된다.	0.740
P9	농산물의 선도유지 기술 및 시스템이 개발된다.	0.738
P16	화훼류 선도유지 시설이 개발된다.	0.719
P3	농작업기계의 인간공학적 설계기술이 개발된다.	0.713
P12	축산 분뇨의 고효율 처리기술이 개발된다.	0.688
P10	농산물의 자동품질판정 시스템이 개발된다.	0.680
P1	농업기계의 모듈화 및 표준화 기술이 개발된다.	0.665
P5	농산 부산물 및 폐기물 처리기술이 개발된다.	0.665
P17	축산 폐기물의 생물공학적 처리 및 재활용 시스템이 개발된다.	0.656
P14	저비용 온실 생력 기계설비 시스템이 개발된다.	0.633
P13	축사 최적 환경 관리기술이 개발된다.	0.632
P11	생물재료의 비파괴 물성측정 시스템이 개발된다.	0.619
P4	농업기계의 고속화 및 고효율화 기술이 개발된다.	0.600



<그림 3-3-10> PI6의 각 기준에 대한 가중치

<표 3-3-25> II군 평가대안의 우선순위

번호	과 제 명	중요도
P _{II} 7	농산물 품질 및 안전성 평가를 위한 센서기술이 개발된다.	0.736
P _{II} 8	고부가가치 생물소재의 추출 및 분리정제 시스템이 개발된다.	0.717
P _{II} 2	친환경 정밀농업 기계기술이 개발된다.	0.685
P _{II} 9	기능성 물질의 나노캡슐 제조기술이 개발된다.	0.683
P _{II} 11	동식물 생체진단용 비파괴 측정기술이 개발된다.	0.678
P _{II} 4	과일의 효율적 수확시스템이 개발된다.	0.615
P _{II} 1	친환경 토양관리 기계기술이 개발된다.	0.611
P _{II} 12	생물정보학을 이용한 식물자원 관리시스템이 개발된다.	0.602
P _{II} 6	가축의 개체관리 기술이 개발된다.	0.588
P _{II} 10	농업용 대체에너지 기술이 개발된다.	0.587
P _{II} 5	농작업 로봇이 개발된다.	0.587
P _{II} 3	농작업 무인화 기술이 개발된다.	0.575



<그림 3-3-11> PII7의 각 기준에 대한 가중치

제6절 생명공학분야 우선순위

1. 평가대안의 설정

제2장에서 수행한 델파이 조사결과를 근거로 한 전체 55개의 기술과제 중 I군에 속하는 기술과제는 14개(표 3-3-26), II군에 속하는 기술과제는 15개(표 3-3-27)로 확정되었다.

<표 3-3-26> I군의 기술과제 리스트

번호	과 제 명
P11	고효율 식물 조직배양 기술이 개발된다.
P12	생물반응기를 이용한 유용물질 및 식물체 대량 생산기술이 개발된다.
P13	주요 농작물 유전자원의 장기저장, 평가, 증식, 관리 기술이 개발된다.
P14	유용 단백질 생산 형질전환 동물 개발 기술이 개발된다.
P15	천연물로부터의 바이오소재가 개발된다.
P16	천연자원을 이용한 혈당조절 및 당뇨병 치료 바이오소재가 개발된다.
P17	친환경 천연 생물농약 개발 기술이 개발된다.
P18	고 효율 형질전환 기술이 개발된다.
P19	농작물로부터의 항진균성 신기능성 단백질 분리 및 기능 연구가 이루어진다.
P110	미생물 자원으로부터 유용 천연물질의 개발이 이루어진다.
P111	수입농축산물 차별화와 검역을 위한 간편 진단 기술이 개발된다.
P112	유용균류를 이용한 대체 의약품이 개발된다.
P113	미생물 효소공학을 활용한 기능성 물질 생산 기술이 개발된다.
P114	작물의 저장성 향상을 위한 생명공학 기술이 개발된다.

<표 3-3-27> II군의 기술과제 리스트

번호	과제명
P _{II} 1	식물에서의 고기능성 유용 백신 생산 기술이 개발된다.
P _{II} 2	내재해성 농작물이 개발된다.
P _{II} 3	대사조절 유전자를 이용한 생산성 향상 농작물이 개발된다.
P _{II} 4	병충해 저항성 농작물이 개발된다.
P _{II} 5	2차 대사산물 관련 유전자 발굴 및 기능성 강화 농작물이 개발된다.
P _{II} 6	작물의 염기서열 및 유전자지도를 이용한 고부가 가치 유전자가 확보된다.
P _{II} 7	인공장기 생산용 형질전환 동물 개발 기술이 개발된다.
P _{II} 8	유전자 재조합 미생물의 환경 안전성 확보기술이 개발된다.
P _{II} 9	형질전환 실험동물 모델이 개발된다.
P _{II} 10	잔류용 농약의 분해 및 환경정화용 작물이 개발된다.
P _{II} 11	유전자변형 생물체와 생산물의 안전성 평가 기술이 개발된다.
P _{II} 12	농작물로부터 면역 억제 활성물질이 개발된다.
P _{II} 13	프로테옴 분석을 통한 주요 원예작물의 유용 형질이 개발된다.
P _{II} 14	친환경 유기 축산물 생산을 위한 항생제 대체 면역증강물질이 개발된다.
P _{II} 15	친환경 생분해성 농업자재가 개발된다.

2. 평가항목의 중요도

전문가들의 설문을 통하여 평가항목들간의 중요도를 도출한 결과, <표 3-3-28>과 같이 평가대항목 중에서 시장성이 0.479로 가장 중요하게 나타났다. 그다음으로는 기술성이 0.384이며, 공공성은 0.137로 상대적으로 중요도가 낮은 것으로 나타났다. 각 평가소항목의 중요도를 세부적으로 살펴보면, 우선 기술성 측면에서는 기술실현성, 기술독창성, 기술파급성 순으로 나타났다. 또한 시장성 측면에서는 투자수익성, 시장성장성, 시장규모성 순으로 나타났으며, 공공성 측면에서는 국가전략과의 부합성, 산업파급성, 사회영향성 순으로 중요하게 나타났다.

<표 3-3-28> 평가항목의 중요도 결과

평가대항목		평가소항목	
기준	가중치	기준	가중치
기술성	0.384	기술독창성	0.152
		기술과급성	0.081
		기술실현성	0.150
시장성	0.479	시장규모성	0.079
		시장성장성	0.124
		투자수익성	0.276
공공성	0.137	산업과급성	0.048
		사회영향성	0.038
		국가전략과의 부합성	0.051

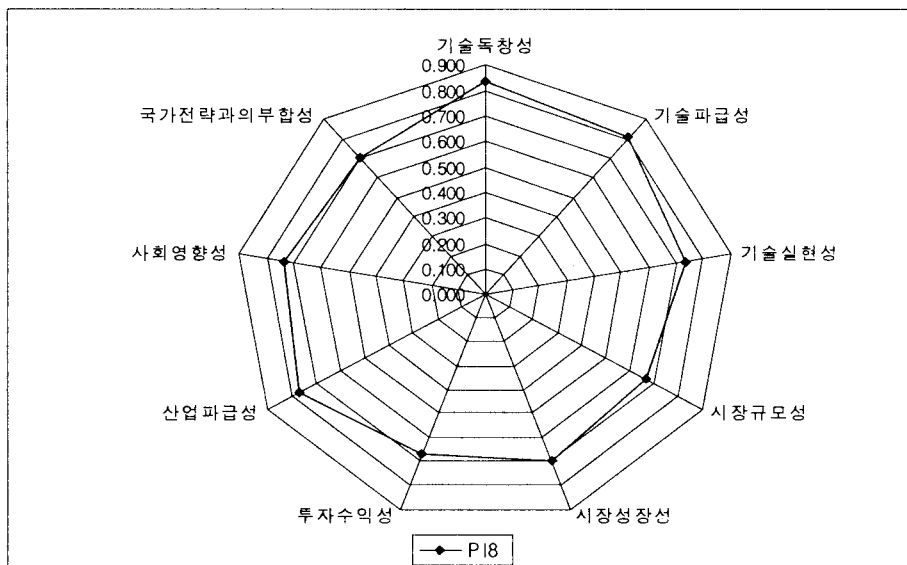
3. 평가대안의 우선순위

최종적으로 평가대안의 분석결과, 우선 <표 3-3-29>에서 보는 바와 같이 I군의 기술과제들 중에서는 ‘고효율 형질전환 기술이 개발된다’가 가중치 0.725로 가장 시급하게 개발해야 할 과제로 나타났다. 각 평가기준에서 이 과제를 살펴보면, <그림 3-3-12>에서 보는 바와 같이 기술성 측면에서는 모든 기준이 상대적으로 높은 점수를 받았다. 시장성 측면에서 가장 중요하게 평가된 시장성장성 기준에서 높은 점수를 받았으나 다른 측면과 비교하여 낮은 점수를 받았다. 그리고 공공성 측면에서는 모든 기준에서 높은 점수를 받은 것으로 나타났다. 반면에, 우선순위가 가장 낮은 과제는 ‘농작물로 부터의 항진균성 신기능성 단백질 분리 및 기능 연구’가 가중치 0.550으로 나타났다.

다음으로 <표 3-3-30>에서 보는 바와 같이 II군의 기술과제들 중에서는 ‘내재해성 농작물이 개발된다’가 가중치 0.755으로 가장 중요한 것으로 나타났다. 이어서 ‘식물에서 고기능성 유용 백신 생산 기술이 개발된다’가 가중치 0.745로 나타났으며, 우선순위가 가장 낮은 과제는 ‘프로테옴 분석을 통한 주요 원예작물의 유용 형질이 개발된다’가 가중치 0.481로 나타났다. <그림 3-3-13> II군의 기술과제 중 PII12의 각 기준에 대한 가중치는 <그림 3-3-13>과 같다.

<표 3-3-29> I군 평가대안의 우선순위

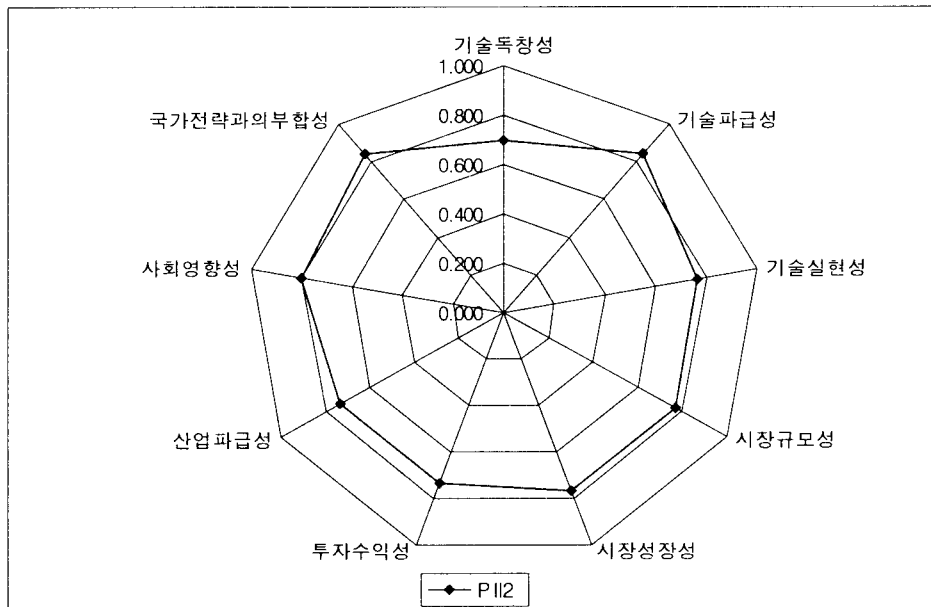
번호	과 제 명	중요도
P8	고효율 형질전환 기술이 개발된다.	0.725
P2	생물반응기를 이용한 유용물질 및 식물체 대량 생산기술이 개발된다.	0.720
P6	천연자원을 이용한 혈당조절 및 당뇨병 치료 바이오소재가 개발된다.	0.718
P1	고효율 식물 조직배양 기술이 개발된다.	0.717
P7	친환경 천연 생물농약 개발 기술이 개발된다.	0.703
P5	천연물로부터의 바이오소재가 개발된다.	0.700
P14	작물의 저장성 향상을 위한 생명공학 기술이 개발된다.	0.688
P11	수입농축산물 차별화와 검역을 위한 간편 진단 기술이 개발된다.	0.645
P13	미생물 효소공학을 활용한 기능성 물질 생산 기술이 개발된다.	0.644
P4	유용 단백질 생산 형질전환 동물 개발 기술이 개발된다.	0.641
P10	미생물 자원으로부터 유용 천연물질의 개발이 이루어진다.	0.633
P3	주요 농작물 유전자원의 장기저장, 평가·증식·관리 기술이 개발된다.	0.613
P12	유용균류를 이용한 대체 의약품이 개발된다.	0.551
P9	농작물로 부터의 항진균성 신기능성 단백질 분리 및 기능 연구가 이루어진다.	0.550



<그림 3-3-12> P18의 각 기준에 대한 가중치

<표 3-3-30> II군 평가대안의 우선순위

번호	과 제 명	중요도
P _{II2}	내재해성 농작물이 개발된다.	0.755
P _{II1}	식물에서의 고기능성 유용 백신 생산 기술이 개발된다.	0.745
P _{II5}	2차 대사산물 관련 유전자 발굴 및 기능성 강화 농작물이 개발된다.	0.714
P _{II4}	병충해 저항성 농작물이 개발된다.	0.710
P _{II15}	친환경 생분해성 농업자재가 개발된다.	0.668
P _{II3}	대사조절 유전자를 이용한 생산성 향상 농작물이 개발된다.	0.662
P _{II8}	유전자 재조합 미생물의 환경 안전성 확보기술이 개발된다.	0.655
P _{II7}	인공 장기 생산용 형질전환 동물 개발 기술이 개발된다.	0.634
P _{II6}	작물의 염기서열 및 유전자지도를 이용한 고부가 가치 유전자가 확보된다.	0.622
P _{II12}	농작물로부터 면역억제 활성물질이 개발된다.	0.609
P _{II9}	형질전환 실험동물 모델이 개발된다.	0.607
P _{II11}	유전자 변형 생물체와 생산물의 안전성 평가 기술이 개발된다.	0.605
P _{II14}	친환경 유기 축산물 생산을 위한 항생제 대체 면역증강물질이 개발된다.	0.582
P _{II10}	잔류용 농약의 분해 및 환경정화용 작물이 개발된다.	0.570
P _{II13}	프로테옴 분석을 통한 주요 원예작물의 유용 형질이 개발된다.	0.481



<그림 3-3-13> PII2의 각 기준에 대한 가중치

제7절 원예분야 우선순위

1. 평가대안의 설정

제2장에서 수행한 델파이 조사결과를 근거로 전체 한 87개의 기술과제 중 I군에 속하는 기술과제는 22개(표 3-3-31), II군에 속하는 기술과제는 25개(표 3-3-32)로 확정되었다.

<표 3-3-31> I군의 기술과제 리스트

번호	과 제 명
P11	주요 화훼작물의 생산성 및 품질향상을 위한 재배 환경의 최적화 모델이 개발된다.
P12	주요 화훼작물의 주년 생산 기술이 개발된다.
P13	양란(Cymbidium, 호접란, 덴파레)의 신품종 육성과 영양번식묘의 대량생산 체계가 확립된다.
P14	화훼 작물의 노화 생리 구명과 품질 보전에 관한 연구가 이루어진다.
P15	통일 대비 북한 지역 적응 과수 품종이 개발된다.
P16	과실 품질 구성 요소 구명 및 품질 평가 기술이 개발된다.
P17	과실 수확 후 관리 종합 시스템이 개발된다.
P18	주요 채소작물의 신품종 육성과 재배 기술이 개발된다.
P19	응성 불임 및 자가불화합성을 이용한 채소류 품종이 개발된다.
P110	내환경성 채소류 품종이 개발된다.
P111	마늘의 생산비 절감을 위한 기계가 개발된다.
P112	수출용 종자의 채종 및 종자 처리 기술이 개발된다.
P113	수출용 원예 산물의 품질 향상을 위한 재배 및 수확 후 관리 종합 시스템이 개발된다.
P114	환경친화형 순환식 수경재배시스템 및 근권 환경 제어 연구가 이루어진다.
P115	품질과 성능이 우수한 농자재가 개발된다.
P116	에너지 절감형 고효율 원예작물 생산시스템 연구가 이루어진다.
P117	고효율 한국형 온실구조 및 환경조절 연구가 이루어진다.
P118	인터넷을 이용한 온실 종합관리 시스템이 개발된다.
P119	원예작물의 고품질 생산을 위한 양액(수경)재배 시스템이 개발된다.
P120	원예작물 육묘공장 시스템, 생산기술 및 실용화 연구가 이루어진다.
P121	환경친화형 배지(상토) 개발 및 실용화 연구가 이루어진다.
P122	원예 산물의 비파괴적 품질평가 및 판정 자동화 기술이 개발된다.

<표 3-3-32> II군의 기술과제 리스트

번호	과 제 명
P _{II} 1	자생 식물의 화훼화를 위한 자원수집, 육종 및 대량 번식 기술이 개발된다.
P _{II} 2	친환경 미생물을 이용한 연작 장애 경감 및 시비의 효율화에 관한 연구가 이루어진다.
P _{II} 3	원예 산물로부터 유용물질의 탐색 및 추출 가공 기술이 개발된다.
P _{II} 4	원예시설내 식물 병해충 발생예측, 억제 및 방제기술이 개발된다.
P _{II} 5	체계적 생산을 위한 식물생산시스템의 모델링 및 시뮬레이션 연구가 이루어진다.
P _{II} 6	CA 기술을 이용한 수출용 원예작물의 검역기술이 개발된다.
P _{II} 7	이상기후에 대비한 기상 재해 경감 대책 기술이 개발된다.
P _{II} 8	기능성 및 환경내성 화훼 유전자 탐색과 형질전환 기술체계가 확립된다.
P _{II} 9	원예작물에 있어서 곤충 및 천적의 이용에 관한 연구가 이루어진다.
P _{II} 10	유용 미생물을 이용한 원예작물 병해 방제에 관한 연구가 이루어진다.
P _{II} 11	살균 및 살충성 천연 항생물질의 분리동정 및 이용에 관한 연구가 이루어진다.
P _{II} 12	고품질 원예작물생산을 위한 환경 및 생체정보제어시스템이 개발된다.
P _{II} 13	구근 화훼류의 신품종이 개발된다.
P _{II} 14	주요 절화 및 분화 식물의 품종개발과 재배작형 연구가 이루어진다.
P _{II} 15	신화훼작물 선발과 육종기술이 개발된다.
P _{II} 16	원예작물 유용형질연관 분자표지 개발 및 유전자 분석 연구가 이루어진다.
P _{II} 17	과수 광합성 유전자 발현 해석과 광합성 물질대사 및 분배에 관한 연구가 이루어진다.
P _{II} 18	과수 기능성 유전자원 평가 및 선발기법이 개발된다.
P _{II} 19	기능성 과수 성분 구명 및 인체 건강 증진 효과가 구명된다.
P _{II} 20	기능성 제품 개발을 위한 자생식물의 대량 생산 체계가 확립된다.
P _{II} 21	환경복원을 위한 자생지피식물의 개발과 대량 생산 방법이 개발된다.
P _{II} 22	과수 바이러스 및 바이로이드 분리, 진단 및 방제 연구가 이루어진다.
P _{II} 23	병저항성 유도 신호물질을 이용한 채소작물의 병해충 방제기술이 개발된다.
P _{II} 24	Biotic, abiotic stress 저항성 품종이 육성된다.
P _{II} 25	과수 당 관련 유전자 발현 기구 구명과 과실내 당축적 기구가 구명된다.

2. 평가항목의 중요도

전문가들의 설문을 통하여 평가항목들간의 중요도를 도출한 결과, <표 3-3-33>과 같이 평가대항목 중에서 시장성이 0.443로 가장 중요하게 나타났다. 그다음으로는 기술성이 0.392이며, 공공성은 0.165로 상대적으로 중요도가 낮은 것으로 나타났다. 각 평가소항목의 중요도를 세부적으로 살펴보면, 우선 기술성 측면에서는 기술실현성, 기술과급성, 기술독창성 순으로 나타났다. 또한 시장성 측면에서는 투자수익성, 시장성장성, 시장규모성 순으로 나타났으며, 공공성 측면에서는 산업과급성, 사회영향성, 국가전략과의 부합성 순으로 중요하게 나타났다.

<표 3-3-33> 평가항목의 중요도 결과

평가대항목		평가소항목	
기준	가중치	기준	가중치
기술성	0.392	기술독창성	0.064
		기술과급성	0.066
		기술실현성	0.261
시장성	0.443	시장규모성	0.063
		시장성장성	0.110
		투자수익성	0.270
공공성	0.165	산업과급성	0.061
		사회영향성	0.058
		국가전략과의 부합성	0.046

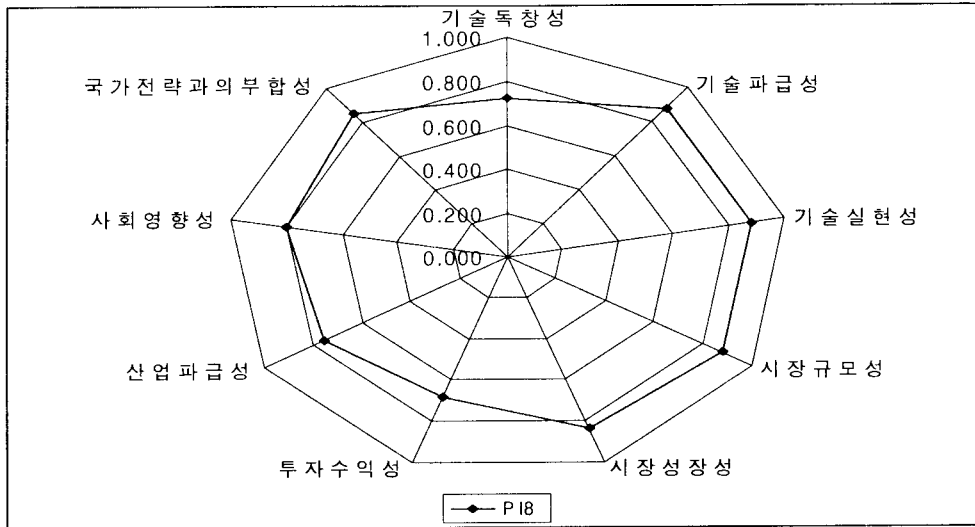
3. 평가대안의 우선순위

최종적으로 평가대안의 분석결과, 우선 <표 3-3-34>에서 보는 바와 같이 I군의 기술과제들 중에서는 '주요 채소작물의 신품종 육성과 재배 기술이 개발된다'가 가중치 0.797로 가장 시급하게 개발해야 할 과제로 나타났다. 각 평가기준에서 이 과제를 살펴보면, <그림 3-3-14>에서 보는 바와 같이 기술성 측면에서는 기술독창성 기준이 상대적으로 낮은 점수를 받았으나, 다른 기준들은 높은 점수를 받았다. 시장성 측면에서 투자수익성 기준은 낮은 점수를 받았으나, 다른 기준들은 높은 점수를 받았다. 그리고 공공성 측면에서는 모든 기준에서 높은 점수를 받은 것으로 나타났다. 반면에,

우선순위가 가장 낮은 과제는 '마늘의 생산비 절감을 위한 기계화 연구'가 가중치 0.682으로 나타났다.

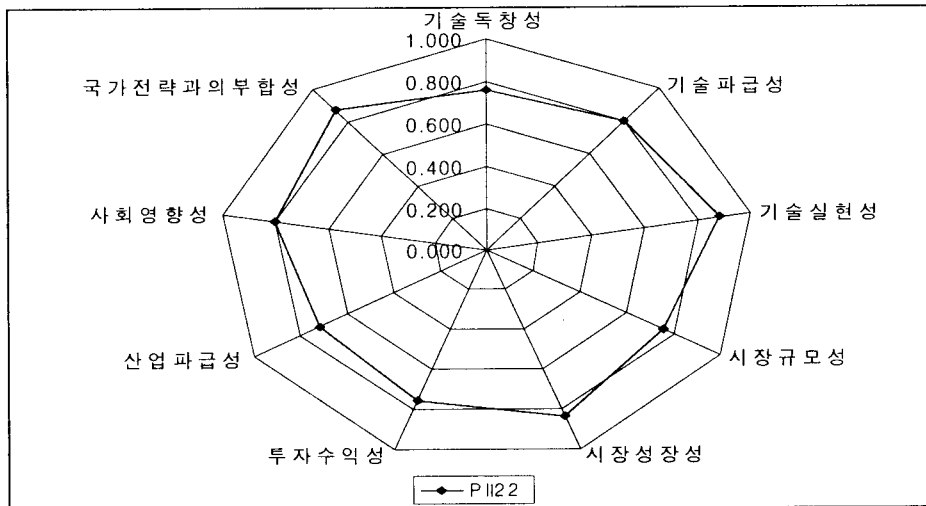
<표 3-3-34> I군 평가대안의 우선순위

번호	과 제 명	중요도
Pi8	주요 채소작물의 신품종 육성과 재배 기술이 개발된다.	0.797
Pi13	수출용 원예 산물의 품질 향상을 위한 재배 및 수확 후 관리 종합 시스템이 개발된다.	0.796
Pi1	주요 화훼작물의 생산성 및 품질향상을 위한 재배 환경의 최적화 모델이 개발된다.	0.779
Pi9	응성 불임 및 자가불화합성을 이용한 채소류 품종이 개발된다.	0.777
Pi7	과실 수확 후 관리 종합 시스템이 개발된다.	0.776
Pi2	주요 화훼작물의 주년 생산 기술이 개발된다.	0.776
Pi12	수출용 종자의 채종 및 종자 처리 기술이 개발된다.	0.774
Pi4	화훼 작물의 노화 생리 구명과 품질 보전에 관한 연구가 이루어진다.	0.751
Pi14	환경친화형 순환식 수경재배시스템 및 근권 환경 제어 연구가 이루어진다.	0.741
Pi16	에너지 절감형 고효율 원예작물 생산시스템이 개발된다.	0.735
Pi10	내환경성 채소류 품종이 개발된다.	0.731
Pi18	인터넷을 이용한 온실 종합관리 시스템이 개발된다.	0.727
Pi3	양란(Cymbidium, 호접란, 덴파레)의 신품종 육성과 영양번식묘의 대량 생산 체계가 확립된다.	0.727
Pi22	원예 산물의 비파괴적 품질평가 및 판정 자동화 기술이 개발된다.	0.719
Pi17	고효율 한국형 온실구조 및 환경조절 연구가 이루어진다.	0.717
Pi19	원예작물의 고품질 생산을 위한 양액(수경)재배 시스템이 개발된다.	0.714
Pi15	품질과 성능이 우수한 농자재가 개발된다.	0.714
Pi21	환경친화형 배지(상토) 개발 및 실용화 연구가 이루어진다.	0.713
Pi6	과실 품질 구성 요소 구명 및 품질 평가 기술이 개발된다.	0.713
Pi20	원예작물 육묘공장 시스템, 생산기술 및 실용화 연구가 이루어진다.	0.700
Pi5	통일 대비 북한 지역 적용 과수 품종이 개발된다.	0.693
Pi11	마늘의 생산비 절감을 위한 기계화가 개발된다.	0.682



<그림 3-3-14> PI8의 각 기준에 대한 가중치

다음으로 <표 3-3-35>에서 보는 바와 같이 II군의 기술과제들 중에서는 '과수 바이러스 및 바이로이드 분리, 진단 및 방제 연구'가 가중치 0.807로 가장 중요한 것으로 나타났다. 이어서 '친환경 미생물을 이용한 연작 장애 경감 및 시비의 효율화에 관한 연구'가 가중치 0.785로 나타났으며, 우선순위가 가장 낮은 과제는 '원에 산물로부터 유용물질의 탐색 및 추출 가공 기술이 개발된다'가 가중치 0.585로 나타났다. II군 중 PII22의 각 기준에 대한 가중치는 <그림 3-3-15>와 같다.



<그림 3-3-15> PII22의 각 기준에 대한 가중치

<표 3-3-35> II군 평가대안의 우선순위

번호	과 제 명	중요도
P _{II} 22	과수 바이러스 및 바이로이드 분리, 진단 및 방제 연구가 이루어진다.	0.807
P _{II} 2	친환경 미생물을 이용한 연작 장애 경감 및 시비의 효율화에 관한 연구가 이루어진다.	0.785
P _{II} 12	고품질 원예작물생산을 위한 환경 및 생체정보제어시스템이 개발된다.	0.780
P _{II} 7	이상기후에 대비한 기상 재해 경감 대책 기술이 개발된다.	0.777
P _{II} 21	환경복원을 위한 자생지피식물의 개발과 대량 생산 방법이 개발된다.	0.757
P _{II} 18	과수 기능성 유전자원 평가 및 선발기법이 개발된다.	0.744
P _{II} 1	자생 식물의 화훼화를 위한 자원수집, 육종 및 대량 번식 기술이 개발된다.	0.744
P _{II} 8	기능성 및 환경내성 화훼 유전자 탐색과 형질전환 기술체계가 확립된다.	0.736
P _{II} 4	원예시설내 식물 병해충 발생예측, 억제 및 방제기술이 개발된다.	0.732
P _{II} 13	구근 화훼류의 신품종이 개발된다.	0.727
P _{II} 19	기능성 과수 성분 구명 및 인체 건강 증진 효과가 구명된다.	0.726
P _{II} 11	살균 및 살충성 천연 항생물질의 분리동정 및 이용에 관한 연구가 이루어진다.	0.719
P _{II} 17	과수 광합성 유전자 발현 해석과 광합성 물질대사 및 분배에 관한 연구가 이루어진다.	0.719
P _{II} 24	Biotic, abiotic stress 저항성 품종이 육성된다.	0.711
P _{II} 10	유용 미생물을 이용한 원예작물 병해 방제에 관한 연구가 이루어진다.	0.701
P _{II} 9	원예작물에 있어서 곤충 및 천적의 이용에 관한 연구가 이루어진다.	0.700
P _{II} 5	체계적 생산을 위한 식물생산시스템의 모델링 및 시뮬레이션 연구가 이루어진다.	0.699
P _{II} 23	병저항성 유도 신호물질을 이용한 채소작물의 병해충 방제기술이 개발된다.	0.697
P _{II} 16	원예작물 유용형질연관 분자표지 개발 및 유전자 분석 연구가 이루어진다.	0.690
P _{II} 20	기능성 제품 개발을 위한 자생식물의 대량 생산 체계가 확립된다.	0.686
P _{II} 15	신화훼작물 선발과 육종기술이 개발된다.	0.685
P _{II} 25	과수 당 관련 유전자 발현 기구 구명과 과실내 당축적 기구가 구명된다.	0.683
P _{II} 14	주요 절화 및 분화 식물의 품종개발과 재배작형 연구가 이루어진다.	0.642
P _{II} 6	CA 기술을 이용한 수출용 원예작물의 검역기술이 개발된다.	0.629
P _{II} 3	원예 산물로부터 유용물질의 탐색 및 추출 가공 기술이 개발된다.	0.585

제8절 유통분야 우선순위

1. 평가대안의 설정

제2장에서 수행한 델파이 조사결과를 근거로 한 전체 63개의 기술과제 중 I군에 속하는 기술과제는 16개(표 3-3-36), II군에 속하는 기술과제는 14개(표 3-3-37)로 확정되었다.

<표 3-3-36> I군의 기술과제 리스트

번호	과제명
P11	농산물 품질 등급표준 적용 및 개선 기술이 개발된다.
P12	농산물 품질 정보화 및 관리기술이 개발된다.
P13	농산물의 예건 및 예냉처리 기술이 개발된다.
P14	저온저장고 미세환경 조절기술이 개발된다.
P15	저장 농산물의 유통전 처리기술이 개발된다.
P16	식품 선도보존용 고기능성 포장소재가 개발된다.
P17	저온유통용 반가공 편의 과채류의 포장기술이 개발된다.
P18	주요농산물의 선도유지를 위한 품목별 물류 최적화 모델이 구축된다.
P19	농산물의 산지 재배 및 저장현황 파악 on-line 시스템이 구축된다.
P110	농산물 수출증대를 해외 관련규격 및 제도 대응기술이 개발된다.
P111	농산물 품목별 산지 유통 전처리 기술이 개발된다.
P112	Cold chain system 정립을 위한 농산물 저온유통기술의 표준화가 이루어진다.
P113	신선 편이식품의 선도유지 기술이 개발된다.
P114	신선 농산물의 잔류 중금속 및 농약 간이 검사법이 개발된다.
P115	신선 농축산물 살균기술이 개발된다.
P116	수출입 농산물의 병·해충 검역 기술이 개발된다.

<표 3-3-37> II군의 기술과제 리스트

번호	과제명
P _{II} 1	농산물 품질 계측방법의 표준화가 이루어진다.
P _{II} 2	농산물 품질과 관련된 수확전 요인 관리기술이 개발된다.
P _{II} 3	수확후 관리기술이 개발되고, 평가항목 개발 및 활용기술이 개발된다.
P _{II} 4	농산물 품질 신속평가 및 선별 자동화 시스템이 개발된다.
P _{II} 5	수출 농산물의 환경친화형 병충해 방제 기술이 개발된다.
P _{II} 6	나노 기술개발에 의한 저장성 연장 기술이 개발된다.
P _{II} 7	고기능성 생분해 플라스틱 포장소재 제조기술이 개발된다.
P _{II} 8	농축산물의 선도보존을 위한 가식성 피막코팅제 및 처리제가 개발된다.
P _{II} 9	소비자 안전을 위한 유통 농축산물의 생산지 추적 기술 및 시스템이 개발된다.
P _{II} 10	축산물에서의 합성성장촉진제 및 항생제 잔류 신속 검증기술이 개발된다.
P _{II} 11	농축산 식품의 안전성 확보를 위한 HACCP 및 식중독 방지 시스템이 개발된다.
P _{II} 12	농축산물의 가공, 저장 및 유통 중 발생하는 유해성분 평가 및 제어 기술이 개발된다.
P _{II} 13	수입 및 국내산 농축산물의 안전성 신속진단기술이 개발된다.
P _{II} 14	유전자 변형 식품 함유 여부 판정 기술이 개발된다.

2. 평가항목의 중요도

전문가들의 설문을 통하여 평가항목들간의 중요도를 도출한 결과, <표 3-3-38>와 같이 평가대항목 중에서 시장성이 0.495로 가장 중요하게 나타났다. 그다음으로는 기술성이 0.261이며, 공공성은 0.244로 상대적으로 중요도가 낮은 것으로 나타났다. 각 평가소항목의 중요도를 세부적으로 살펴보면, 우선 기술성 측면에서는 기술과급성, 기술실현성, 기술독창성 순으로 나타났다. 또한 시장성 측면에서는 투자수익성, 시장성장성, 시장규모성 순으로 나타났으며, 공공성 측면에서는 산업과급성, 국가전략과의 부합성, 사회영향성 순으로 중요하게 나타났다.

<표 3-3-38> 평가항목의 중요도 결과

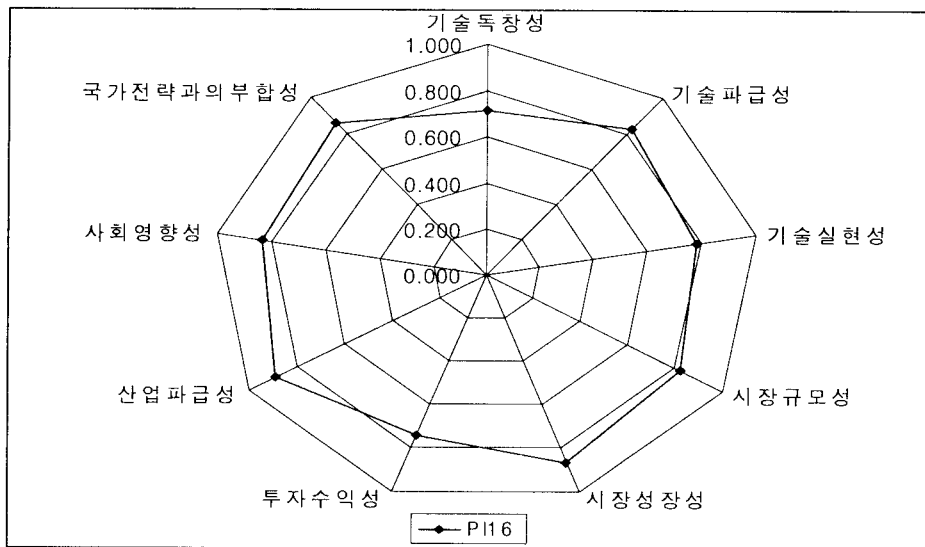
평가대항목		평가소항목	
기준	가중치	기준	가중치
기술성	0.261	기술독창성	0.035
		기술파급성	0.126
		기술실현성	0.100
시장성	0.495	시장규모성	0.137
		시장성장성	0.161
		투자수익성	0.198
공공성	0.244	산업파급성	0.122
		사회영향성	0.059
		국가전략과의 부합성	0.063

3. 평가대안의 우선순위

최종적으로 평가대안의 분석결과, 우선 <표 3-3-39>에서 보는 바와 같이 I군의 기술과제들 중에서는 '수출입 농산물의 병·해충 검역 기술이 개발된다'가 가중치 0.817로 가장 시급하게 개발해야 할 과제로 나타났다. 각 평가기준에서 이 과제를 살펴보면, <그림 3-3-16>에서 보는 바와 같이 기술성 측면에서는 기술독창성 기준을 제외하고 모든 기준이 상대적으로 높은 점수를 받았다. 시장성 측면에서 시장규모성과 시장성장성 기준은 높은 점수를 받았으나, 투자수익성 기준에서 비교적 낮은 점수를 받았다. 그리고 공공성 측면에서는 모든 기준에서 높은 점수를 받은 것으로 나타났다. 반면에, 우선순위가 가장 낮은 과제는 '저온저장고 미세환경 조절기술이 개발된다'가 가중치 0.689로 나타났다.

<표 3-3-39> I군 평가대안의 우선순위

번호	과 제 명	중요도
P16	수출입 농산물의 병·해충 검역 기술이 개발된다.	0.817
P13	신선 편이식품의 선도유지 기술이 개발된다.	0.809
P13	농산물의 예건 및 예냉처리 기술이 개발된다.	0.808
P18	주요농산물의 선도유지를 위한 품목별 물류 최적화 모델이 구축된다.	0.801
P15	저장 농산물의 유통전 처리기술이 개발된다.	0.794
P12	Cold chain system 정립을 위한 농산물 저온유통기술의 표준화가 이루어진다.	0.789
P12	농산물 품질 정보화 및 관리기술이 개발된다.	0.769
P17	저온유통용 반가공 편의 과채류의 포장기술이 개발된다.	0.763
P14	신선 농산물의 잔류 중금속 및 농약 잔이 검사법이 개발된다.	0.761
P16	식품 선도보존용 고기능성 포장소재가 개발된다.	0.753
P11	농산물 품목별 산지 유통 전처리 기술이 개발된다.	0.751
P11	농산물 품질 등급표준 적용 및 개선 기술이 개발된다.	0.743
P15	신선 농축산물 살균기술이 개발된다.	0.741
P10	농산물 수출증대를 해외 관련규격 및 제도 대응기술이 개발된다.	0.737
P19	농산물의 산지 재배 및 저장현황 파악 on-line 시스템이 구축된다.	0.699
P14	저온저장고 미세환경 조절기술이 개발된다.	0.689

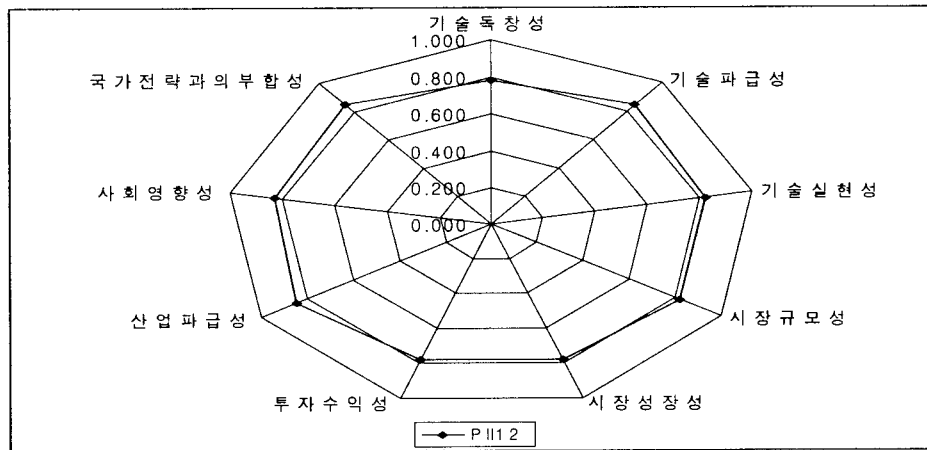


<그림 3-3-16> PI16의 각 기준에 대한 가중치

다음으로 <표 3-3-40>에서 보는 바와 같이 II군의 기술과제들 중에서는 '농축산물의 가공, 저장 및 유통 중 발생하는 유해성분 평가 및 제어 기술이 개발된다'가 가중치 0.813으로 가장 중요한 것으로 나타났다. 이어서 '농축산 식품의 안전성 확보를 위한 HACCP 및 식중독 방지 시스템이 개발된다'가 가중치 0.793으로 나타났으며, 우선 순위가 가장 낮은 과제는 '농산물 품질과 관련된 수확전 요인 관리기술이 개발된다'가 가중치 0.662로 나타났다. II군의 기술과제 중 PII2의 각 기준에 대한 가중치는 <그림 3-3-17>과 같다.

<표 3-3-40> II군 평가대안의 우선순위

번호	과 제 명	중요도
PII12	농축산물의 가공, 저장 및 유통 중 발생하는 유해성분 평가 및 제어 기술이 개발된다.	0.813
PII11	농축산 식품의 안전성 확보를 위한 HACCP 및 식중독 방지 시스템이 개발된다.	0.793
PII4	농산물 품질 신속평가 및 선별 자동화 시스템이 개발된다.	0.786
PII6	나노 기술개발에 의한 저장성 연장 기술이 개발된다.	0.773
PII9	소비자 안전을 위한 유통 농축산물의 생산지 추적 기술 및 시스템이 개발된다.	0.770
PII5	수출 농산물의 환경친화형 병충해 방제 기술이 개발된다.	0.769
PII13	수입 및 국내산 농축산물의 안전성 신속진단기술이 개발된다.	0.752
PII14	유전자 변형 식품 함유 여부 판정 기술이 개발된다.	0.748
PII10	축산물에서의 합성성장촉진제 및 항생제 잔류 신속 검증기술이 개발된다.	0.744
PII3	수확후 관리기술이 개발되고, 평가항목 개발 및 활용기술이 개발된다.	0.742
PII1	농산물 품질 계측방법의 표준화가 이루어진다.	0.737
PII7	고기능성 생분해 플라스틱 포장소재 제조기술이 개발된다.	0.733
PII8	농축산물의 선도보존을 위한 가식성 피막코팅제 및 처리제가 개발된다.	0.730
PII2	농산물 품질과 관련된 수확전 요인 관리기술이 개발된다.	0.662



<그림 3-3-17> PII2의 각 기준에 대한 가중치

제9절 임업·임산분야 우선순위

1. 평가대안의 설정

제2장에서 수행한 델파이 조사결과를 근거로 한 전체 62개의 기술과제 중 I군에 속하는 기술과제는 14개(표 3-3-41), II군에 속하는 기술과제는 15개(표 3-3-42)로 확정되었다.

<표 3-3-41> I군의 기술과제 리스트

번호	과제명
P11	산지재해 방지를 위한 위험지 관리시스템이 개발된다.
P12	산림수자원 및 토양보전을 위한 유역사방 복구모델이 개발된다.
P13	산림병해충 종합관리 시스템이 개발된다.
P14	GIS를 이용한 통합 산림자원정보 활용체계가 구축된다.
P15	원격탐사에 의한 산림자원 평가 및 모니터링이 체계화된다.
P16	임산물 유통정보 시스템이 구축된다.
P17	환경친화적인 임도 시공기술이 개발된다.
P18	단기 임산물 소득원이 개발된다.
P19	고부가가치 특용수·유실수·조경수 신품종 육성 기술이 개발된다.
P110	도시 인근 자연림을 중심으로 한 시가지내 자연선형 녹지가 조성된다.
P111	전통 목조건축의 구조 및 주거성능의 현대화가 이루어진다.
P112	환경 친화형 목재보존 가공 기술 및 열화 탐색 기술이 개발된다.
P113	국산재를 이용한 대단면 구조용 집성재 개발 및 성능평가가 이루어진다.
P114	환경친화형·고성능 목재접착제가 개발·이용된다.

<표 3-3-42> II군의 기술과제 리스트

번호	과제명
P _{II} 1	지구환경변화에 대한 장기생태연구 및 대응기술이 개발된다.
P _{II} 2	도시림의 생태적 조성 및 환경형성기능 평가가 이루어진다.
P _{II} 3	환경변화에 따른 산림식물의 성장반응 및 훼손생태계 복원기술이 개발된다.
P _{II} 4	산불소화약제 및 진화장비가 개발된다.
P _{II} 5	환경친화형 산림병해충 방제제가 개발된다.
P _{II} 6	지속가능한 산림경영체계가 구축되고 이행된다.
P _{II} 7	산림유전자원 수집, 현지내·현지외·시설내 보전 및 지속가능한 이용 체계가 구축된다.
P _{II} 8	산림협약 제정에 대비한 환경정화용, 사막화방지용 수종이 개발된다.
P _{II} 9	산림자원 신기능성 유용유전자 탐색 및 Gene Bank가 구축된다.
P _{II} 10	산림자원 유전체(Bioinformatics) 연구 및 분자생물학적 육종 기술이 개발된다.
P _{II} 11	폐목질 자원의 최적 순환이용 기술이 개발된다.
P _{II} 12	목재 및 목질재료의 신기능 부여기술이 개발된다.
P _{II} 13	목질 바이오매스의 석유대체 자원화 기술이 개발된다.
P _{II} 14	저에너지성·저공해성 펄프제조기술이 개발된다.
P _{II} 15	목질분해균을 이용한 유기폐기물 및 난분해성 유기오염물질 분해 기술이 개발된다.

2. 평가항목의 중요도

전문가들의 설문을 통하여 평가항목들간의 중요도를 도출한 결과, <표 3-3-43>와 같이 평가대항목 중에서 기술성이 0.474로 가장 중요하게 나타났다. 그다음으로는 시장성이 0.301이며, 공공성은 0.225로 상대적으로 중요도가 낮은 것으로 나타났다. 각 평가소항목의 중요도를 세부적으로 살펴보면, 우선 기술성 측면에서는 기술실현성, 기술독창성, 기술과급성 순으로 나타났다. 또한 시장성 측면에서는 시장성장성, 투자수익성, 시장규모성 순으로 나타났으며, 공공성 측면에서는 사회영향성, 국가전략과의 부합성, 산업과급성 순으로 중요하게 나타났다.

<표 3-3-43> 평가항목의 중요도 결과

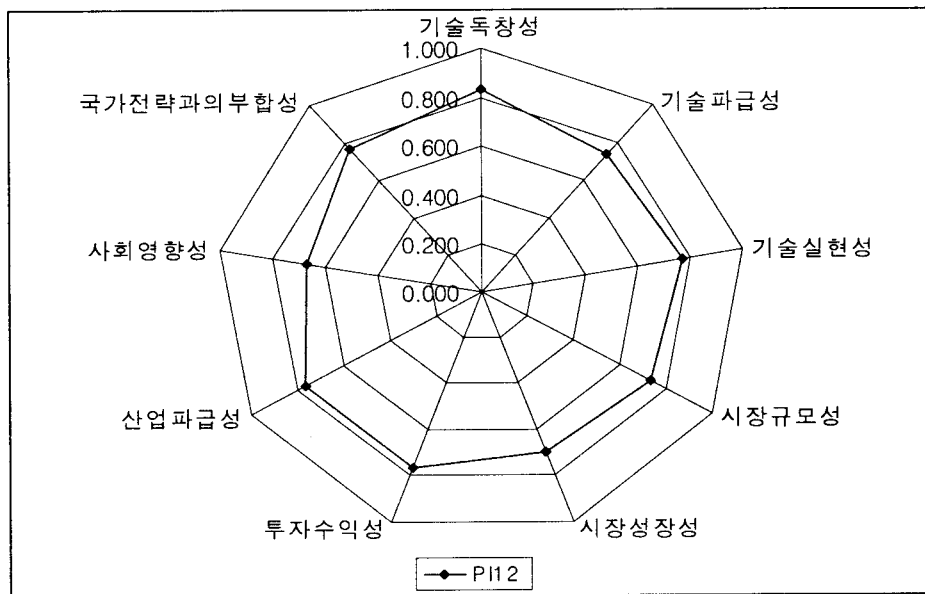
평가대항목		평가소항목	
기준	가중치	기준	가중치
기술성	0.474	기술독창성	0.189
		기술과급성	0.084
		기술실현성	0.201
시장성	0.301	시장규모성	0.066
		시장성장성	0.126
		투자수익성	0.109
공공성	0.225	산업과급성	0.072
		사회영향성	0.079
		국가전략과의 부합성	0.074

3. 평가대안의 우선순위

최종적으로 평가대안의 분석결과, 우선 <표 3-3-44>에서 보는 바와 같이 I군의 기술과제들 중에서는 '환경 친화형 목재보존 가공 기술 및 열화 탐색 기술이 개발된다'가 가중치 0.758로 가장 시급하게 개발해야 할 과제로 나타났다. 각 평가기준에서 이 과제를 살펴보면, <그림 3-3-18>에서 보는 바와 같이 기술성 측면에서는 모든 기준이 상대적으로 높은 점수를 받았다. 시장성 측면에서 시장규모성과 시장성장성 기준이 투자수익성 기준보다 상대적으로 낮은 점수를 받았다. 그리고 공공성 측면에서는 사회영향성 기준을 제외하고 모든 기준에서 비교적 높은 점수를 받은 것으로 나타났다. 반면에, 우선순위가 가장 낮은 과제는 '도시 인근 자연림을 중심으로 한 시가지 내 자연선형 녹지가 조성된다'이 가중치 0.567로 나타났다.

<표 3-3-44> I군 평가대안의 우선순위

번호	과	제	명	중요도
P12	환경 친화형	목재보존	가공 기술 및 열화 탐색 기술이 개발된다.	0.758
P11	전통 목조건축의	구조 및 주거성능의	현대화가 이루어진다.	0.699
P8	단기	임산물	소득원이 개발된다.	0.699
P13	국산재를 이용한	대단면 구조용	집성재 개발 및 성능평가가 이루어진다.	0.698
P14	환경친화형 · 고성능	목재접착제가	개발 · 이용된다.	0.697
P9	고부가가치	특용수 · 유실수 · 조경수	신품종 육성 기술이 개발된다.	0.687
P7	환경친화적인	임도	시공기술이 개발된다.	0.671
P2	산림수자원 및 토양보전을	위한	유역사방 복구모델이 개발된다.	0.670
P6	임산물	유통정보	시스템이 구축된다.	0.658
P1	산지재해	방지를 위한	위험지 관리시스템이 개발된다.	0.646
P4	GIS를 이용한	통합 산림자원정보	활용체계가 구축된다.	0.645
P3	산림병해충	종합관리	시스템이 개발된다.	0.611
P5	원격탐사에 의한	산림자원	평가 및 모니터링이 체계화된다.	0.577
P10	도시 인근	자연림을 중심으로 한	시가지내 자연선형 녹지가 조성된다.	0.567

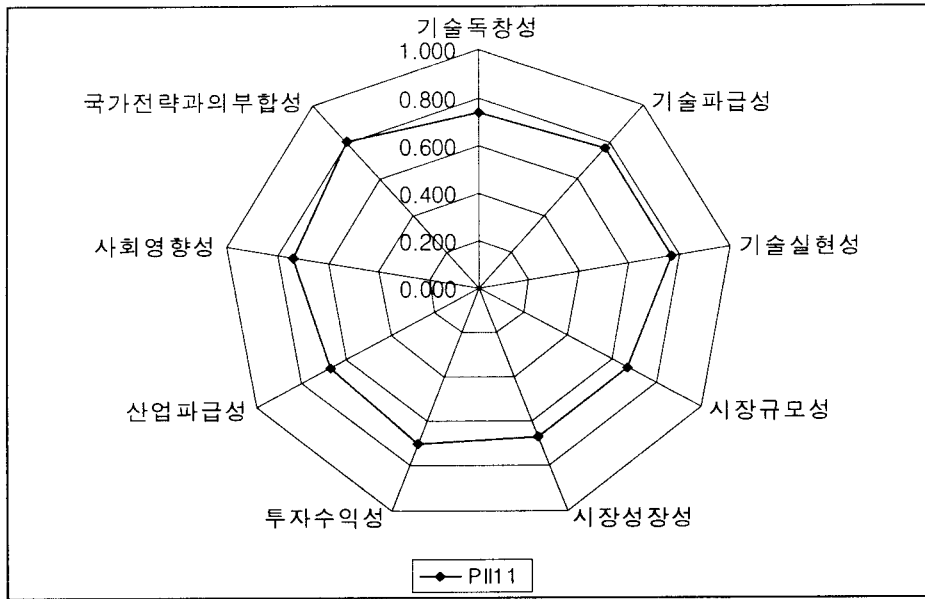


<그림 3-3-18> P12의 각 기준에 대한 가중치

다음으로 <표 3-3-45>에서 보는 바와 같이 II군의 기술과제들 중에서는 '폐목질 자원의 최적 순환이용 기술이 개발된다'가 가중치 0.727로 가장 중요한 것으로 나타났다. 이어서 '목질분해균을 이용한 유기폐기물 및 난분해성 유기오염물질 분해 기술이 개발된다'가 가중치 0.716으로 나타났으며, 우선순위가 가장 낮은 과제는 '지속가능한 산림경영체계가 구축되고 이행된다'가 가중치 0.572로 나타났다. II군 중 PIII1의 각 기준에 대한 가중치는 <그림 3-3-19>와 같다.

<표 3-3-45> II군 평가대안의 우선순위

번호	과 제 명	중요도
P _{II} 11	폐목질 자원의 최적 순환이용 기술이 개발된다.	0.727
P _{II} 15	목질분해균을 이용한 유기폐기물 및 난분해성 유기오염물질 분해 기술이 개발된다.	0.716
P _{II} 12	목재 및 목질재료의 신기능 부여기술이 개발된다.	0.697
P _{II} 14	저에너지성·저공해성 펄프제조기술이 개발된다.	0.681
P _{II} 13	목질 바이오매스의 석유대체 자원화 기술이 개발된다.	0.681
P _{II} 9	산림자원 신기능성 유용유전자 탐색 및 Gene Bank가 구축된다.	0.676
P _{II} 5	환경친화형 산림병해충 방제제가 개발된다.	0.676
P _{II} 4	산불소화약제 및 진화장비가 개발된다.	0.666
P _{II} 3	환경변화에 따른 산림식물의 성장반응 및 훼손생태계 복원기술이 개발된다.	0.631
P _{II} 7	산림유전자원 수집, 현지내·현지외·시설내 보전 및 지속가능한 이용 체계가 구축된다.	0.625
P _{II} 8	산림협약 제정에 대비한 환경정화용, 사막화방지용 수종이 개발된다.	0.625
P _{II} 10	산림자원 유전체(Bioinformatics) 연구 및 분자생물학적 육종 기술이 개발된다.	0.623
P _{II} 1	지구환경변화에 대한 장기생태연구 및 대응기술이 개발된다.	0.620
P _{II} 2	도시림의 생태적 조성 및 환경형성기능 평가가 이루어진다.	0.600
P _{II} 6	지속가능한 산림경영체계가 구축되고 이행된다.	0.572



<그림 3-3-19> P111의 각 기준에 대한 가중치

제10절 자원분야 우선순위

1. 평가대안의 설정

제2장에서 수행한 델파이 조사결과를 근거로 한 전체 50개의 기술과제 중 I군에 속하는 기술과제는 18개(표 3-3-46), II군에 속하는 기술과제는 8개(표 3-3-47)로 확정되었다.

<표 3-3-46> I군의 기술과제 리스트

번호	과제명
P11	축산분뇨 처리 및 농지환원 기술이 개발된다.
P12	농촌용수 수요량의 추정기술이 개발된다.
P13	관개용수 절약 기법이 개발된다.
P14	농촌하천의 목표 수질 설정 및 관리기법이 개발된다.
P15	농업용수 수질관리 기술이 개발된다.
P16	농업용수의 수리권 관리 기술이 개발된다.
P17	효율적 농촌 토지 이용을 위한 토지적성 평가기법이 구축된다.
P18	토양침식량의 추정 기술이 개발된다.
P19	농업수리시설물의 장수명화 기술이 개발된다.
P110	콘크리트 수리구조물의 리모델링 기술이 개발된다.
P111	고효율, 저비용의 농업생산 및 저장유통 시스템 기술이 개발된다.
P112	고기능 저비용 농업수리구조물용 건설재료가 개발된다.
P113	농업시설의 유지관리를 위한 정보시스템이 개발된다.
P114	GIS, RS를 이용한 농촌수자원/수질 정보시스템이 개발된다.
P115	GIS, RS를 이용한 농촌 홍수재해 관리시스템이 개발된다.
P116	정보통신기술에 의한 관개시스템의 원격감시제어 시스템이 개발된다.
P117	가뭄시 농업용수 수요 조절 방안이 마련된다.
P118	집중호우에 대비한 산간계곡의 사방 저수지가 개발된다.

<표 3-3-47> II군의 기술과제 리스트

번호	과제명
P _{II} 1	농촌마을 오폐수 처리 및 재이용기술의 표준화가 이루어진다.
P _{II} 2	주민참여에 의한 효율적 농촌환경정비 방안이 마련된다.
P _{II} 3	농업생산기반시설의 어메니티 자원화를 위한 리모델링 기술이 개발된다.
P _{II} 4	저수지 주변 공간 활용에 따른 수질 및 생태 보존 방안이 마련된다.
P _{II} 5	GIS, RS를 이용한 농촌유역 생태환경 정보시스템이 개발된다.
P _{II} 6	농업부산물 에너지화 기술이 개발된다.
P _{II} 7	농촌의 자연에너지 및 대체에너지의 최적이용기술이 개발된다.
P _{II} 8	생물-광물계를 이용한 농촌폐자원의 재활용 시스템이 개발된다.

2. 평가항목의 중요도

전문가들의 설문을 통하여 평가항목들간의 중요도를 도출한 결과, <표 3-3-48>과 같이 평가대항목 중에서 공공성이 0.517로 가장 중요하게 나타났다. 그다음으로는 기술성이 0.369이며, 시장성은 0.114로 상대적으로 중요도가 낮은 것으로 나타났다.

각 평가소항목의 중요도를 세부적으로 살펴보면, 우선 기술성 측면에서는 기술실현성, 기술과급성, 기술독창성 순으로 나타났다. 또한 시장성 측면에서는 시장성장성, 시장규모성, 투자수익성 순으로 나타났으며, 공공성 측면에서는 국가전략과의 부합성, 사회영향성, 산업과급성 순으로 중요하게 나타났다.

<표 3-3-48> 평가항목의 중요도 결과

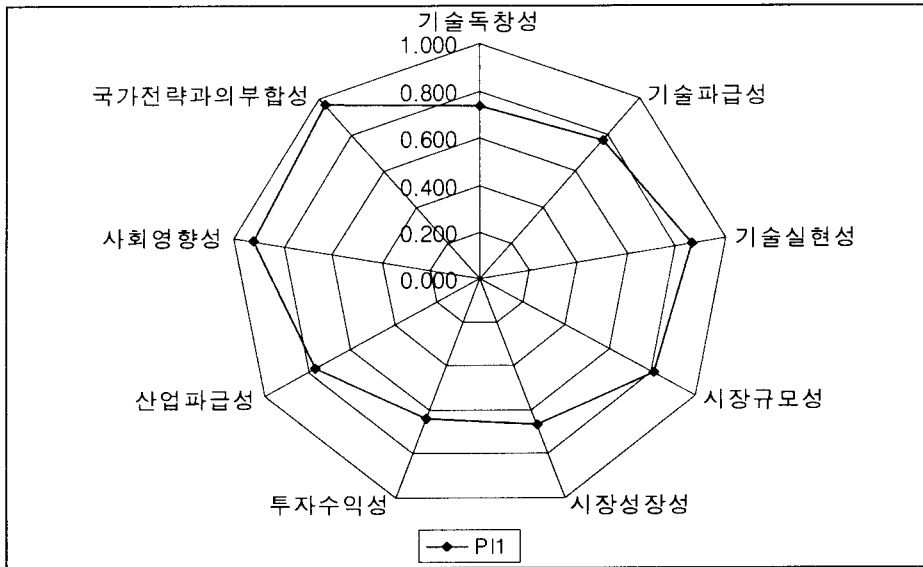
평가대항목		평가소항목	
기준	가중치	기준	가중치
기술성	0.369	기술독창성	0.065
		기술과급성	0.090
		기술실현성	0.214
시장성	0.114	시장규모성	0.042
		시장성장성	0.043
		투자수익성	0.030
공공성	0.517	산업과급성	0.065
		사회영향성	0.155
		국가전략과의 부합성	0.297

3. 평가대안의 우선순위

최종적으로 평가대안의 분석결과, 우선 <표 3-3-49>에서 보는 바와 같이 I군의 기술과제들 중에서는 ‘축산분뇨 처리 및 농지환원 기술이 개발된다’가 가중치 0.861로 가장 시급하게 개발해야 할 과제로 나타났다. 각 평가기준에서 이 과제를 살펴보면, <그림 3-3-20>에서 보는 바와 같이 기술성 측면에서는 모든 기준이 상대적으로 높은 점수를 받았다. 시장성 측면에서 투자수익성과 시장성장성 기준이 시장규모성 기준보다 상대적으로 낮은 점수를 받았다. 그리고 공공성 측면에서는 산업파급성 기준을 제외하고 모든 기준에서 비교적 높은 점수를 받은 것으로 나타났다. 반면에, 우선순위가 가장 낮은 과제는 ‘농업용수의 수리권 관리 기술이 개발된다’가 가중치 0.725로 나타났다.

<표 3-3-49> I군 평가대안의 우선순위

번호	과 제 명	중요도
P ₁	축산분뇨 처리 및 농지환원 기술이 개발된다.	0.861
P ₁₈	집중호우에 대비한 산간계곡의 사방 저수지가 개발된다.	0.839
P ₁₁	고효율, 저비용의 농업생산 및 저장유통 시스템 기술이 개발된다.	0.831
P ₅	농업용수 수질관리 기술이 개발된다.	0.819
P ₁₀	콘크리트 수리구조물의 리모델링 기술이 개발된다.	0.817
P ₁₅	GIS, RS를 이용한 농촌 홍수재해 관리시스템이 개발된다.	0.814
P ₁₄	GIS, RS를 이용한 농촌수자원/수질 정보시스템이 개발된다.	0.811
P ₉	농업수리시설물의 장수명화 기술이 개발된다.	0.806
P ₁₃	농업시설의 유지관리를 위한 정보시스템이 개발된다.	0.798
P ₁₇	가뭄시 농업용수 수요 조절 방안이 마련된다.	0.793
P ₁₆	정보통신기술에 의한 관개시스템의 원격감시제어 시스템이 개발된다.	0.778
P ₄	농촌하천의 목표 수질 설정 및 관리기법이 개발된다.	0.775
P ₇	효율적 농촌 토지 이용을 위한 토지적성 평가기법이 구축된다.	0.774
P ₁₂	고기능 저비용 농업수리구조물용 건설재료가 개발된다.	0.751
P ₂	농촌용수 수요량의 추정기술이 개발된다.	0.749
P ₃	관개용수 절약 기법이 개발된다.	0.746
P ₈	토양침식량의 추정 기술이 개발된다.	0.743
P ₆	농업용수의 수리권 관리 기술이 개발된다.	0.725

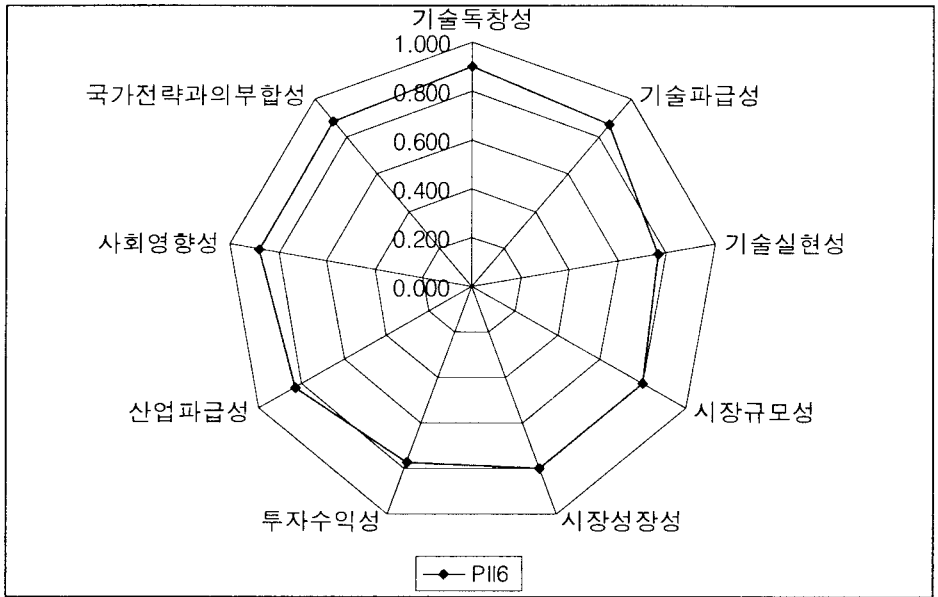


<그림 3-3-20> P11의 각 기준에 대한 가중치

다음으로 <표 3-3-50>에서 보는 바와 같이 II군의 기술과제들 중에서는 '농업부산물 에너지화 기술이 개발된다'가 가중치 0.843으로 가장 중요한 것으로 나타났다. 우선순위가 가장 낮은 과제는 '농업생산기반시설의 어메니티 자원화를 위한 리모델링 기술이 개발된다'와 '생물-광물계를 이용한 농촌폐자원의 재활용 시스템이 개발된다'가 가중치 0.757로 나타났다. II군 중 P116의 각 기준에 대한 가중치는 <그림 3-3-21>과 같다.

<표 3-3-50> II군 평가대안의 우선순위

번호	과제명	중요도
P116	농업부산물 에너지화 기술이 개발된다.	0.843
P111	농촌마을 오폐수 처리 및 재이용기술의 표준화가 이루어진다.	0.822
P117	농촌의 자연에너지 및 대체에너지의 최적이용기술이 개발된다.	0.808
P112	주민참여에 의한 효율적 농촌환경정비 방안이 마련된다.	0.801
P114	저수지 주변 공간 활용에 따른 수질 및 생태 보존 방안이 마련된다.	0.787
P115	GIS, RS를 이용한 농촌유역 생태환경 정보시스템이 개발된다.	0.768
P113	농업생산기반시설의 어메니티 자원화를 위한 리모델링 기술이 개발된다.	0.757
P118	생물-광물계를 이용한 농촌폐자원의 재활용 시스템이 개발된다.	0.757



<그림 3-3-21> PII16의 각 기준에 대한 가중치

제11절 축산·수의분야 우선순위

1. 평가대안의 설정

제2장에서 수행한 델파이 조사결과를 근거로 한 전체 90개의 기술과제 중 I군에 속하는 기술과제는 29개(표 3-3-51), II군에 속하는 기술과제는 15개(표 3-3-52)로 확정되었다.

<표 3-3-51> I군의 기술과제 리스트

번호	과 제 명
P11	동물 배아 줄기세포 수립 및 이용기술이 개발된다.
P12	효율적인 동물 유전자 발현 근절 및 적중 기술이 개발된다.
P13	형질전환 동물생산기술의 실용화가 이루어진다.
P14	형질전환 동물의 유지 및 번식기술이 확립된다.
P15	이종장기제공동물 생산기술이 개발된다.
P16	의약품 분비 동물의 생산기술 실용화가 이루어진다.
P17	복제동물의 발생학적 기형 문제 해결 방안이 개발된다.
P18	가축의 주요 경제형질 연관 DNA 표지인자 발굴 및 유전자 지도가 작성된다.
P19	유용 유전자 탐색 기술을 이용한 가축 분자유종 기술이 개발된다.
P110	가축의 경제형질 관련 기능성 유전자 탐색 기술이 개발된다.
P111	국가 보유 가축 능력 정보화 활용을 위한 개체 ID 체계 및 개체 추적 시스템이 개발된다.
P112	생물정보학적 기술을 이용한 가축 유전능력 분석기법이 개발된다.
P113	가축의 경제형질 관련 유전자 탐색을 위한 생물정보 분석 기술이 개발된다.
P114	재래가축 유전자원 보존 및 이용 기술이 개발된다.
P115	동물 유전자 은행 설치운영 및 활용기술이 개발된다.
P116	농가 검정정보를 활용한 능력검정시스템 및 우수가축 선발 기술이 개발된다.
P117	유전자 전이 기법을 이용한 특수 기능성 가축 육종 기술이 개발된다.
P118	실험동물 질병 진단 기술이 개발되고, 질환모델이 개발된다.
P119	Knock-out 기술을 이용한 유용 유전자의 탐색이 이루어진다.
P120	병원 미생물에 대한 Genomics 및 Proteomics가 개발된다.
P121	항생제 대체 생산성향상제가 개발된다.
P122	환경친화적 영양사료기법이 개발된다.
P123	GMO 사료의 판정 및 위해성조사가 이루어진다.
P124	도체 (소, 돼지, 닭고기) 품질평가 자동화시스템이 개발된다.
P125	위해미생물 정량적 위험평가(Microbial Quantitative Risk Assessment) 기술의 국내적용에 활용된다.
P126	분자생물학적 기술을 이용한 위해미생물의 역학적 특성분석, 오염원 추적, 관리기술이 개발된다.
P127	위해미생물 오염의 예측모델(Predictive model)이 개발된다.
P128	축산식품(소 돼지 닭)의 위험평가(Risk Assessment) 모델이 개발된다.
P129	축산물 가공, 유통, 판매단계의 위험분석(Risk Analysis)과 위생관리 프로그램이 개발된다.

<표 3-3-52> II군의 기술과제 리스트

번호	과제명
P _{II} 1	형질전환 복제기술의 기반이 구축된다.
P _{II} 2	동물의 번식효율 개선 기술이 개발된다.
P _{II} 3	체세포 복제 기술의 실용화가 이루어진다.
P _{II} 4	산업 동물, 조류 및 어류의 질병 진단 기술이 개발되고, 백신이 개발된다.
P _{II} 5	면역 반응 측정 기술이 개발된다.
P _{II} 6	면역증강물질 기술이 개발된다.
P _{II} 7	동물용 의약품이 개발되고, 분석기술이 개발된다.
P _{II} 8	인수공통전염병 관리 기술이 개발된다.
P _{II} 9	역학기법이 개발된다.
P _{II} 10	고품질 및 기능성 축산물이 개발된다.
P _{II} 11	기능성 신소재 사료첨가제가 개발된다.
P _{II} 12	신선육 및 육제품에서의 잔유 화학물질 및 항생물질 감소 방안이 마련된다.
P _{II} 13	중소규모 작업장의 선행요건프로그램 및 HACCP 적용기술이 개선된다.
P _{II} 14	사료(공장생산, 농장급여) 관리와 미생물 오염 감소화 기술이 개발된다.
P _{II} 15	축산물 생산(가축사양, 도축)단계의 위험분석(Risk Analysis)과 위생관리 프로그램이 개발된다.

2. 평가항목의 중요도

전문가들의 설문을 통하여 평가항목들간의 중요도를 도출한 결과, <표 3-3-53>와 같이 평가대항목 중에서 시장성이 0.384로 가장 중요하게 나타났다. 그다음으로는 기술성이 0.330이며, 시장성은 0.286으로 상대적으로 중요도가 낮은 것으로 나타났다.

각 평가소항목의 중요도를 세부적으로 살펴보면, 우선 기술성 측면에서는 기술실현성, 기술독창성, 기술과급성 순으로 나타났다. 또한 시장성 측면에서는 시장성장성, 투자수익성, 시장규모성 순으로 나타났으며, 공공성 측면에서는 산업과급성, 국가전략과의 부합성, 사회영향성 순으로 중요하게 나타났다.

<표 3-3-53> 평가항목의 중요도 결과

평가대항목		평가소항목	
기준	가중치	기준	가중치
기술성	0.330	기술독창성	0.120
		기술과급성	0.086
		기술실현성	0.124
시장성	0.384	시장규모성	0.092
		시장성장성	0.180
		투자수익성	0.112
공공성	0.286	산업과급성	0.103
		사회영향성	0.087
		국가전략과의 부합성	0.097

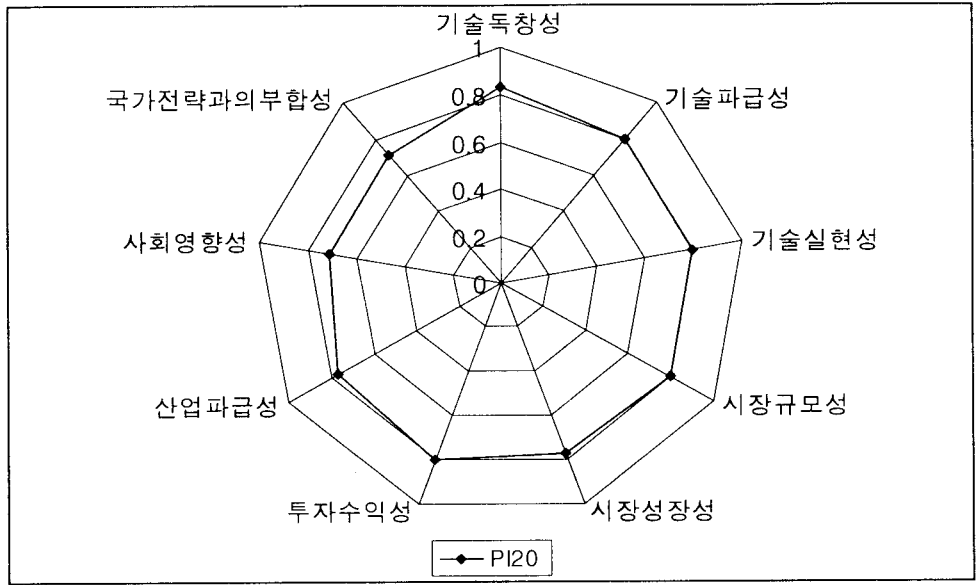
3. 평가대안의 우선순위

최종적으로 평가대안의 분석결과, 우선 <표 3-3-54>에서 보는 바와 같이 I군의 기술과제들 중에서는 '병원 미생물에 대한 Genomics 및 Proteomics가 개발된다'가 가중치 0.780으로 가장 시급하게 개발해야 할 과제로 나타났다. 각 평가기준에서 이 과제를 살펴보면, <그림 3-3-22>에서 보는 바와 같이 기술성 측면에서는 모든 기준이 상대적으로 높은 점수를 받았다. 시장성 측면에서 모든 기준이 상대적으로 높은 점수를 받았다. 그리고 공공성 측면에서는 산업과급성 기준을 제외하고 모든 기준에서 비교적 낮은 점수를 받은 것으로 나타났다. 반면에, 우선순위가 가장 낮은 과제는 'Knock-out 기술을 이용한 유용 유전자의 탐색이 이루어진다'가 가중치 0.617로 나타났다.

다음으로 <표 3-3-55>에서 보는 바와 같이 II군의 기술과제들 중에서는 '고품질 및 기능성 축산물이 개발된다'가 가중치 0.762로 가장 중요한 것으로 나타났다. 다음으로는 '산업 동물, 조류 및 어류의 질병 진단 기술이 개발되고, 백신이 개발된다'가 가중치 0.737로 나타났다. 우선순위가 가장 낮은 과제는 '면역 반응 측정 기술이 개발된다'가 가중치 0.612로 나타났다. II군 중 <그림 3-3-23> PH10의 각 기준에 대한 가중치는 <그림 3-3-23>과 같다.

<표 3-3-54> I군 평가대안의 우선순위

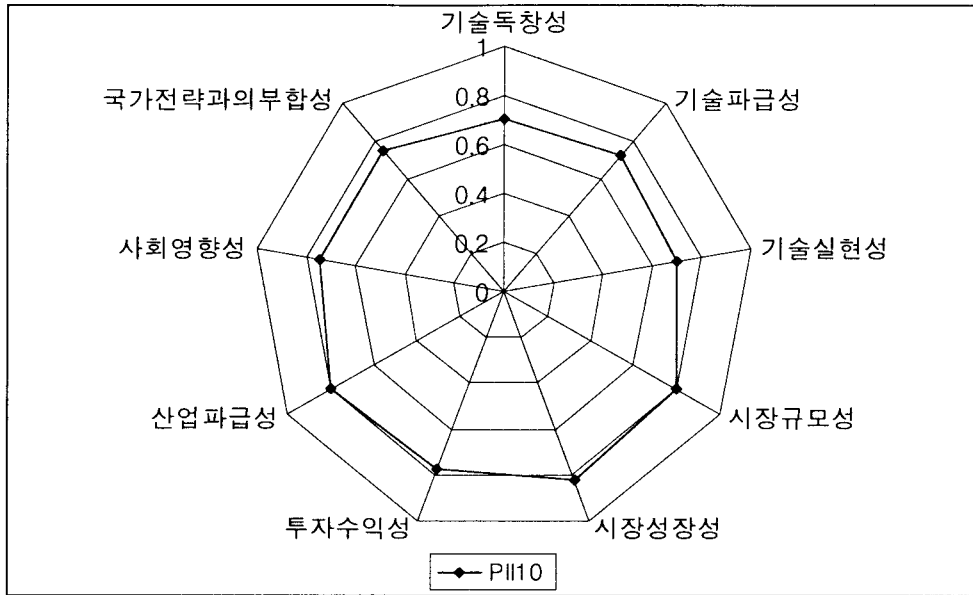
번호	과 제 명	중요도
Pi20	병원 미생물에 대한 Genomics 및 Proteomics가 개발된다.	0.780
Pi1	동물 배아 줄기세포 수립 및 이용기술이 개발된다.	0.769
Pi2	효율적인 동물 유전자 발현 근절 및 적중 기술이 개발된다.	0.757
Pi22	환경친화적 영양사료기법이 개발된다.	0.755
Pi8	가축의 주요 경제형질 연관 DNA 표지인자 발굴 및 유전자 지도가 작성된다.	0.746
Pi21	항생제 대체 생산성향상제가 개발된다.	0.743
Pi6	의약품 분비 동물의 생산기술 실용화가 이루어진다.	0.738
Pi9	유용 유전자 탐색 기술을 이용한 가축 분자유종 기술이 개발된다.	0.733
Pi26	분자생물학적 기술을 이용한 위해미생물의 역학적 특성분석, 오염원 추적, 관리기술이 개발된다.	0.724
Pi25	위해미생물 정량적 위험평가(Microbial Quantitative Risk Assessment) 기술의 국내적용에 활용된다.	0.721
Pi5	이종장기제공동물 생산기술이 개발된다.	0.719
Pi28	축산식품(소 돼지 닭)의 위험평가(Risk Assessment) 모델이 개발된다.	0.713
Pi11	국가 보유 가축 능력 정보화 활용을 위한 개체 ID 체계 및 개체 추적 시스템이 개발된다.	0.709
Pi24	도체 (소, 돼지, 닭고기) 품질평가 자동화시스템이 개발된다.	0.704
Pi27	위해미생물 오염의 예측모델(Predictive model)이 개발된다.	0.692
Pi29	축산물 가공, 유통, 판매단계의 위험분석(Risk Analysis)과 위생관리 프로그램이 개발된다.	0.685
Pi10	가축의 경제형질 관련 기능성 유전자 탐색 기술이 개발된다.	0.678
Pi15	동물 유전자 은행 설치운영 및 활용기술이 개발된다.	0.675
Pi14	재래가축 유전자원 보존 및 이용 기술이 개발된다.	0.665
Pi23	GMO 사료의 관정 및 위해성조사가 이루어진다.	0.656
Pi16	농가 검정정보를 활용한 능력검정시스템 및 우수가축 선발 기술이 개발된다.	0.655
Pi13	가축의 경제형질 관련 유전자 탐색을 위한 생물정보 분석 기술이 개발된다.	0.650
Pi18	실험동물 질병 진단 기술이 개발되고, 질환모델이 개발된다.	0.645
Pi3	형질전환 동물생산기술의 실용화가 이루어진다.	0.644
Pi7	복제동물의 발생학적 기형 문제 해결 방안이 개발된다.	0.640
Pi12	생물정보학적 기술을 이용한 가축 유전능력 분석기법이 개발된다.	0.629
Pi17	유전자 전이 기법을 이용한 특수 기능성 가축 육종 기술이 개발된다.	0.627
Pi4	형질전환 동물의 유지 및 번식기술이 확립된다.	0.618
Pi19	Knock-out 기술을 이용한 유용 유전자의 탐색이 이루어진다.	0.617



<그림 3-3-22> PI20의 각 기준에 대한 가중치

<표 3-3-55> II군 평가대안의 우선순위

번호	과	명	중요도
P _{II} 10	고품질 및 기능성 축산물이 개발된다.		0.762
P _{II} 4	산업 동물, 조류 및 어류의 질병 진단 기술이 개발되고, 백신이 개발된다.		0.737
P _{II} 11	기능성 신소재 사료첨가제가 개발된다.		0.716
P _{II} 6	면역증강물질 기술이 개발된다.		0.708
P _{II} 12	신선육 및 육제품에서의 잔유 화학물질 및 항생물질 감소 방안이 마련된다.		0.702
P _{II} 2	동물의 번식효율 개선 기술이 개발된다.		0.672
P _{II} 8	인수공통전염병 관리 기술이 개발된다.		0.668
P _{II} 9	역학기법이 개발된다.		0.667
P _{II} 7	동물용 의약품이 개발되고, 분석기술이 개발된다.		0.665
P _{II} 13	중소규모 작업장의 선행요건프로그램 및 HACCP 적용기술이 개선된다.		0.661
P _{II} 15	축산물 생산(가축사양, 도축)단계의 위험분석(Risk Analysis)과 위생관리 프로그램이 개발된다.		0.660
P _{II} 1	형질전환 복제기술의 기반이 구축된다.		0.645
P _{II} 14	사료(공장생산, 농장급여) 관리와 미생물 오염 감소화 기술이 개발된다.		0.629
P _{II} 3	체세포 복제 기술의 실용화가 이루어진다.		0.613
P _{II} 5	면역 반응 측정 기술이 개발된다.		0.612



<그림 3-3-23> PII10의 각 기준에 대한 가중치

제12절 환경분야 우선순위

1. 평가대안의 설정

제2장에서 수행한 델파이 조사결과를 근거로 한 전체 69개의 기술과제 중 I군에 속하는 기술과제는 19개(표 3-3-56), II군에 속하는 기술과제는 16개(표 3-3-57)로 확정되었다.

<표 3-3-56> I군의 기술과제 리스트

번호	과제명
P11	친환경적으로 작물보호를 할수 있는 생물농약(생화학 농약등)이 개발된다.
P12	친환경농업에 사용가능한 식물생장 촉진 미생물체(근권균등)이 개발된다.
P13	국내 토착미생물을 이용한 농림 병해충 방제용 미생물농약이 개발된다.
P14	환경친화성 방출조절형 농약제형이 연구개발된다.
P15	환경친화형 농촌 하수 정화처리 시스템이 개발된다.
P16	농약, 중금속, 질산성질소 오염 수질 및 토양의 정화처리 기술이 개발된다.
P17	환경 오염경감을 위한 작물 양분 종합관리 기술 및 체계가 구축된다.
P18	환경친화적 하천수질 개선 기술이 개발된다.
P19	오염토양 조사 및 관리복원기술이 개발된다.
P110	다성분 잔류농약의 효율적 분석 및 관리 시스템이 개발된다.
P111	농업환경기준 설정을 위한 오염물질 종류 및 범위 설정 연구가 이루어진다.
P112	축사 및 축분뇨관리시설의 악취제거 시스템이 개발된다.
P113	축분뇨의 액비화 기술체계가 확립된다.
P114	축분뇨의 자원화 기술이 개발된다.
P115	농촌 하수처리를 위한 경제적 환경친화형 처리시스템이 개발된다.
P116	화학비료 절감 및 대체를 위한 미생물 비료가 개발된다.
P117	체계적 유기농업 기술이 개발된다.
P118	토양의 생물학적질 평가를 위한 토양검정기술이 개발된다.
P119	유기성 폐기물의 비료화 및 재활용이 이루어진다.

<표 3-3-57> II군의 기술과제 리스트

번호	과 제 명
P _{II} 1	최근 문제가 급부상하고 있는 식물 바이러스방제를 위한 종합적인 연구개발이 이루어진다.
P _{II} 2	시설작물 해충의 생물적방제를 위한 천적이용 기술이 개발된다.
P _{II} 3	잔류농약의 신속검색을 위한 면역학적 및 기기적 분석법이 개발된다.
P _{II} 4	농산물 및 육류중의 위해성 화학물질의 모니터링을 통한 위해성 평가가 이루어진다.
P _{II} 5	건강한 상수원의 수질확보를 위한 농업용수 내 화학적 및 생물학적 오염원 관리체계 확립에 관한 연구가 이루어진다.
P _{II} 6	GMO 작물의 환경안전성 평가기술이 개발된다.
P _{II} 7	농약의 환경, 동식물 중 거동 및 위해성평가 시스템이 개발, 응용된다.
P _{II} 8	안전 농산물 생산 및 수확 후 관리 시스템이 개발된다.
P _{II} 9	위해성 화학물질의 환경 중 동태규명이 이루어진다.
P _{II} 10	오염환경의 복원을 위한 친환경적인 신소재 및 공정이 개발된다.
P _{II} 11	농촌 하수처리를 위한 경제적 환경친화형 처리시스템이 개발된다.
P _{II} 12	유해 물질(미량유기오염물질·농약) 분해 미생물 이용기술이 개발된다.
P _{II} 13	농약 및 비료로 오염된 농경지 주변 하천수 오염 방지용 생물 정화 시스템이 개발된다.
P _{II} 14	농경지의 토착미생물 군집 카탈로그 작성 및 자원화 연구가 이루어진다.
P _{II} 15	주요해충의 광역관리 시스템이 개발된다.
P _{II} 16	해충의 장기 발생동태 및 작물피해분석 예측 기술이 개발된다.

2. 평가항목의 중요도

전문가들의 설문을 통하여 평가항목들간의 중요도를 도출한 결과, <표 3-3-58>과 같이 평가대항목 중에서 시장성이 0.434로 가장 중요하게 나타났다. 그다음으로는 기술성이 0.349이며, 시장성은 0.217로 상대적으로 중요도가 낮은 것으로 나타났다.

각 평가소항목의 중요도를 세부적으로 살펴보면, 우선 기술성 측면에서는 기술실현성, 기술독창성, 기술과급성 순으로 나타났다. 또한 시장성 측면에서는 투자수익성, 시장성장성, 시장규모성 순으로 나타났으며, 공공성 측면에서는 사회영향성, 국가전략과의 부합성, 산업과급성 순으로 중요하게 나타났다.

<표 3-3-58> 평가항목의 중요도 결과

평가대항목		평가소항목	
기준	가중치	기준	가중치
기술성	0.349	기술독창성	0.090
		기술과급성	0.079
		기술실현성	0.180
시장성	0.434	시장규모성	0.082
		시장성장성	0.167
		투자수익성	0.185
공공성	0.217	산업과급성	0.043
		사회영향성	0.103
		국가전략과의 부합성	0.071

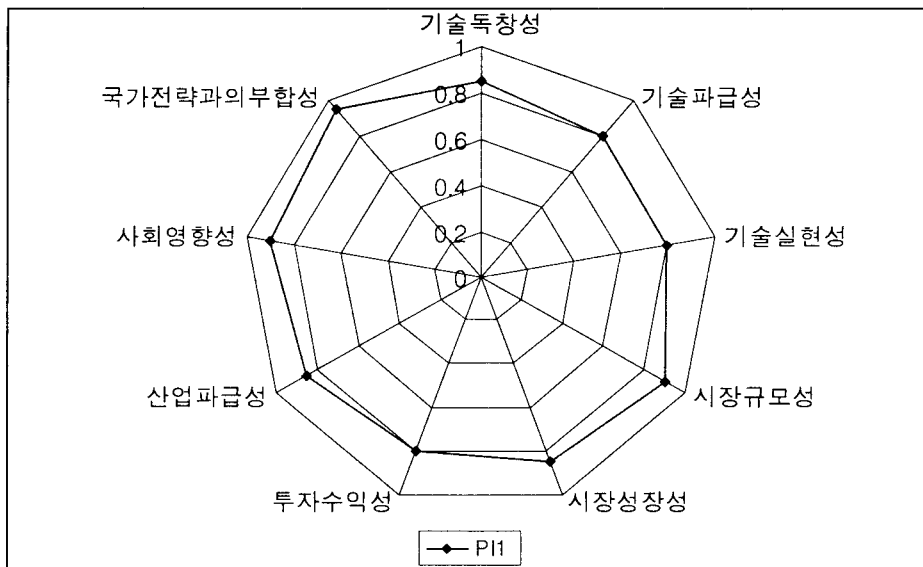
3. 평가대안의 우선순위

최종적으로 평가대안의 분석결과, 우선 <표 3-3-59>에서 보는 바와 같이 I군의 기술과제들 중에서는 ‘친환경적으로 작물보호를 할 수 있는 생물농약(생화학 농약 등)이 개발된다’가 가중치 0.844로 가장 시급하게 개발해야 할 과제로 나타났다. 각 평가기준에서 이 과제를 살펴보면, <그림 3-3-24>에서 보는 바와 같이 기술성 측면에서는 모든 기준이 상대적으로 높은 점수를 받았다. 시장성 측면에서 시장규모성 기준이 나머지 기준보다 상대적으로 높은 점수를 받았다. 그리고 공공성 측면에서는 모든 기준에서 비교적 높은 점수를 받은 것으로 나타났다. 반면에, 우선순위가 가장 낮은 과제는 ‘다성분 잔류농약의 효율적 분석 및 관리 시스템이 개발된다’가 가중치 0.600으로 나타났다.

다음으로 <표 3-3-60>에서 보는 바와 같이 II군의 기술과제들 중에서는 ‘안전 농산물 생산 및 수확 후 관리 시스템이 개발된다’가 가중치 0.796으로 가장 중요한 것으로 나타났다. 다음으로는 ‘GMO 작물의 환경안전성 평가기술이 개발된다’가 가중치 0.786으로 나타났다. 우선순위가 가장 낮은 과제는 ‘잔류농약의 신속검색을 위한 면역학적 및 기기적 분석법이 개발된다’가 가중치 0.574로 나타났다. II군의 기술과제 중 PII8의 각 기준에 대한 가중치는 <그림 3-3-25>와 같다.

<표 3-3-59> I군 평가대안의 우선순위

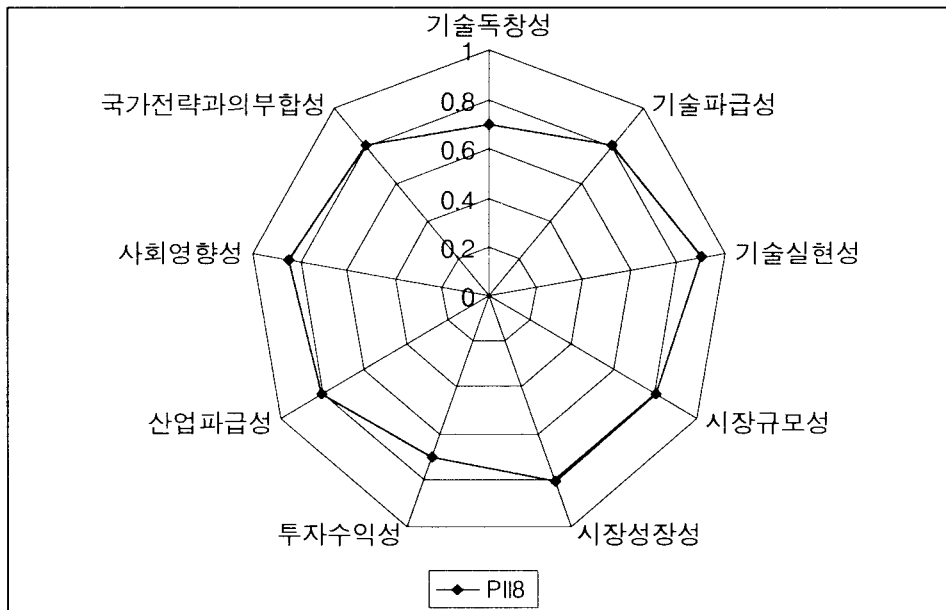
번호	과 제 명	중요도
P11	친환경적으로 작물보호를 할수 있는 생물농약(생화학 농약등)이 개발된다.	0.844
P16	농약, 중금속, 질산성질소 오염 수질 및 토양의 정화처리 기술이 개발된다.	0.824
P116	화학비료 절감 및 대체를 위한 미생물 비료가 개발된다.	0.823
P13	국내 토착미생물을 이용한 농림 병해충 방제용 미생물농약이 개발된다.	0.817
P12	친환경농업에 사용가능한 식물생장 촉진 미생물제(근권균등)이 개발된다.	0.807
P17	환경 오염경감을 위한 작물 양분 종합관리 기술 및 체계가 구축된다.	0.806
P117	체계적 유기농업 기술이 개발된다.	0.806
P19	오염토양 조사 및 관리복원기술이 개발된다.	0.778
P18	환경친화적 하천수질 개선 기술이 개발된다.	0.756
P14	환경친화성 방출조절형 농약제형이 연구개발된다.	0.707
P118	토양의 생물학적질 평가를 위한 토양검정기술이 개발된다.	0.705
P111	농업환경기준 설정을 위한 오염물질 종류 및 범위 설정 연구가 이루어진다.	0.699
P119	유기성 폐기물의 비료화 및 재활용이 이루어진다.	0.689
P112	축사 및 축분뇨관리시설의 악취제거 시스템이 개발된다.	0.674
P113	축분뇨의 액비화 기술체계가 확립된다.	0.672
P115	농촌 하수처리를 위한 경제적 환경친화형 처리시스템이 개발된다.	0.664
P114	축분뇨의 자원화 기술이 개발된다.	0.657
P15	환경친화형 농촌 하수 정화처리 시스템이 개발된다.	0.649
P110	다성분 잔류농약의 효율적 분석 및 관리 시스템이 개발된다.	0.600



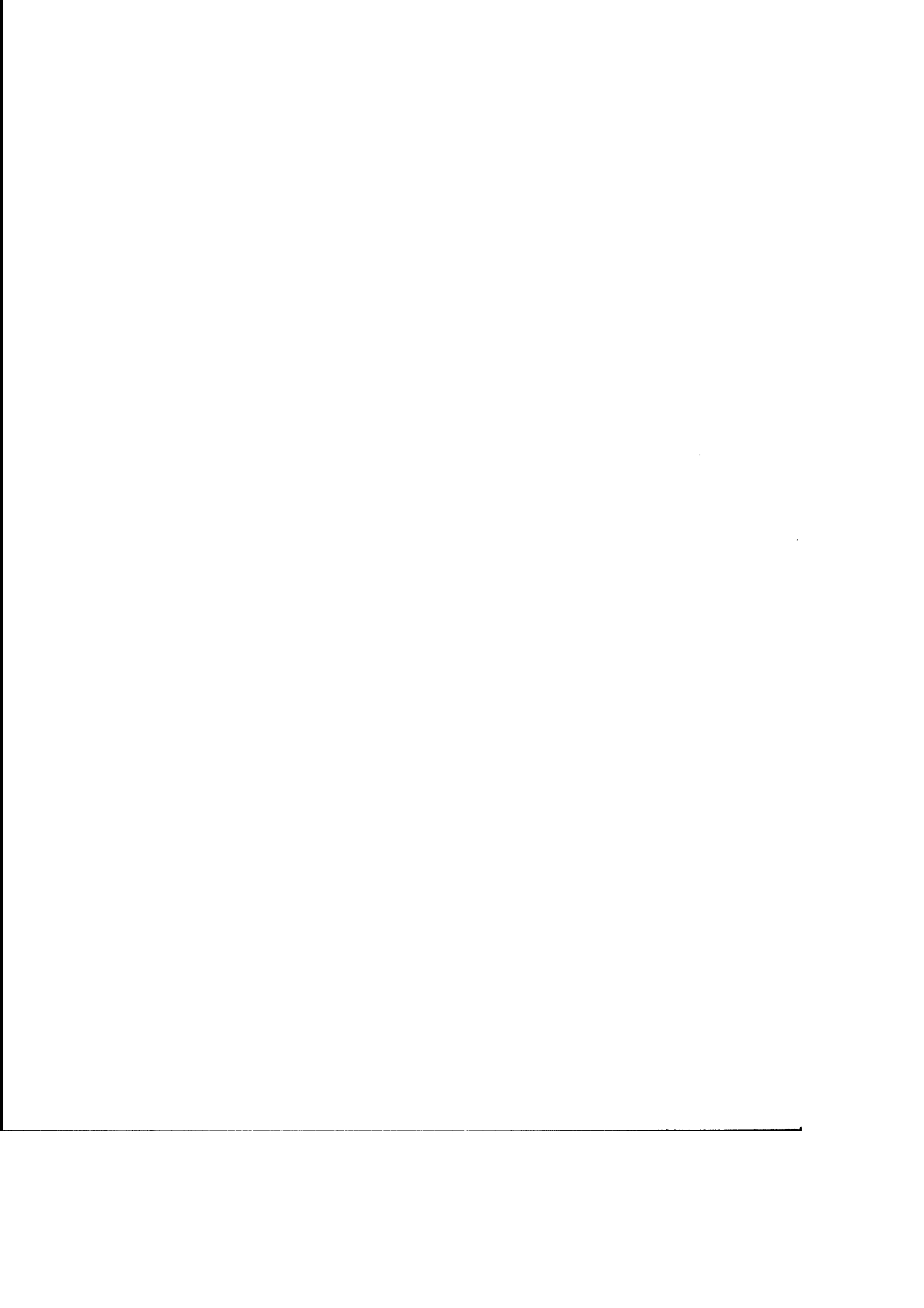
<그림 3-3-24> PI1의 각 기준에 대한 가중치

<표 3-3-60> II군 평가대안의 우선순위

번호	과 제 명	중요도
P _{II} 8	안전 농산물 생산 및 수확 후 관리 시스템이 개발된다.	0.796
P _{II} 6	GMO 작물의 환경안전성 평가기술이 개발된다.	0.786
P _{II} 10	오염환경의 복원을 위한 친환경적인 신소재 및 공정이 개발된다.	0.761
P _{II} 9	위해성 화학물질의 환경 중 동태규명이 이루어진다.	0.760
P _{II} 7	농약의 환경, 동식물 중 거동 및 위해성평가 시스템이 개발, 응용된다.	0.750
P _{II} 2	시설작물 해충의 생물적방제를 위한 천적이용 기술이 개발된다.	0.742
P _{II} 1	최근 문제가 급부상하고 있는 식물 바이러스방제를 위한 종합적인 연구개발이 이루어진다.	0.741
P _{II} 13	농경지의 토착미생물 군집 카탈로그 작성 및 자원화 연구가 이루어진다.	0.738
P _{II} 15	해충의 장기 발생동태 및 작물피해분석 예측 기술이 개발된다.	0.737
P _{II} 11	유해 물질(미량유기오염물질·농약) 분해 미생물 이용기술이 개발된다.	0.726
P _{II} 4	농산물 및 육류중의 위해성 화학물질의 모니터링을 통한 위해성 평가가 이루어진다.	0.716
P _{II} 5	건강한 상수원의 수질확보를 위한 농업용수 내 화학적 및 생물학적 오염원 관리체계 확립에 관한 연구가 이루어진다.	0.703
P _{II} 14	주요해충의 광역관리 시스템이 개발된다.	0.691
P _{II} 12	농약 및 비료로 오염된 농경지 주변 하천수 오염 방지용 생물 정화 시스템이 개발된다.	0.662
P _{II} 1	농촌 하수처리를 위한 경제적 환경친화형 처리시스템이 개발된다.	0.614
P _{II} 3	잔류농약의 신속검색을 위한 면역학적 및 기기적 분석법이 개발된다.	0.574



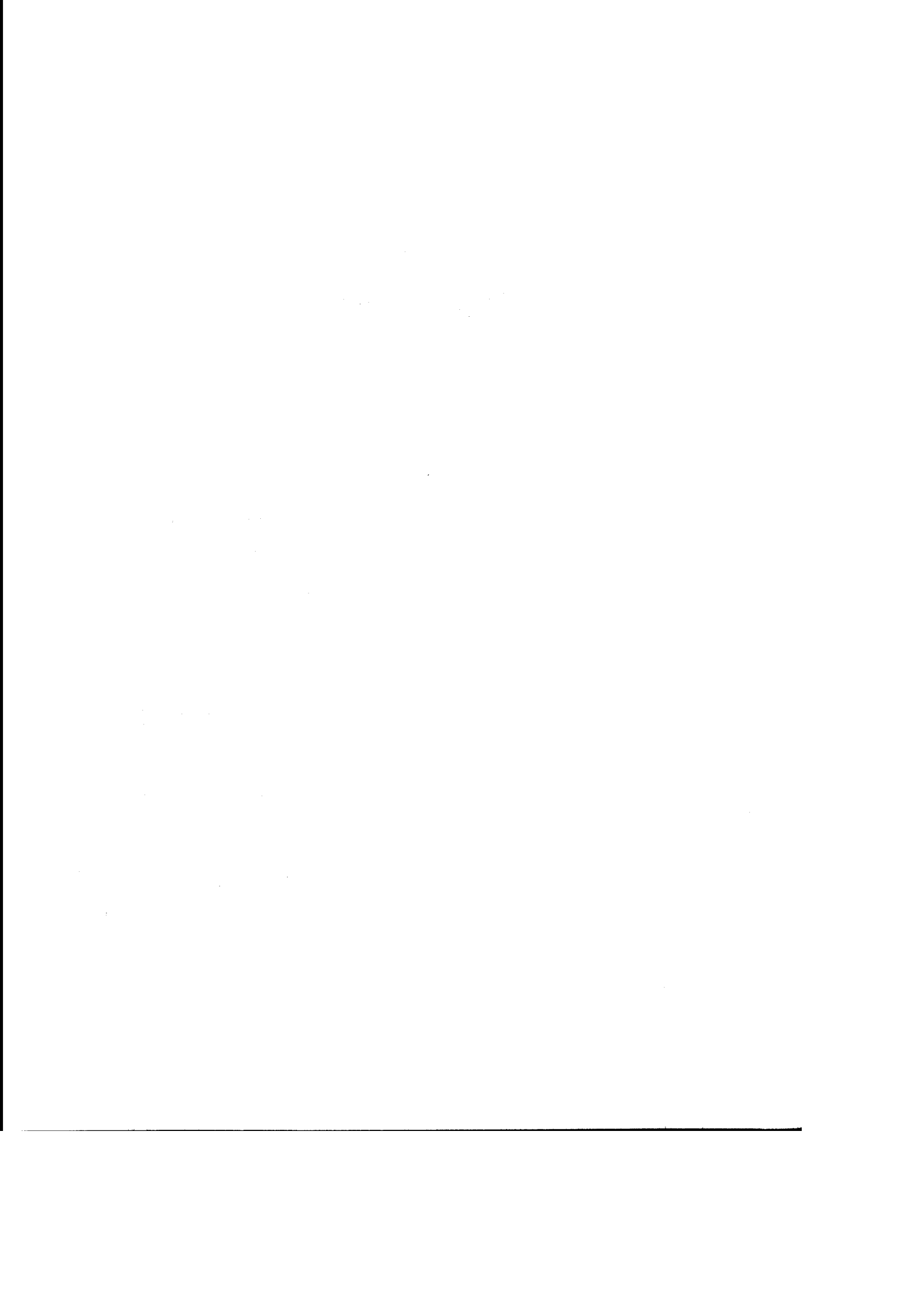
<그림 3-3-25> PII8의 각 기준에 대한 가중치



제 IV 편

ROAD MAP

- 제1장 가공분야
- 제2장 경영·정보분야
- 제3장 경종작물분야
- 제4장 기계화분야
- 제5장 생명공학분야
- 제6장 원예분야
- 제7장 유통분야
- 제8장 임업·임산분야
- 제9장 자원분야
- 제10장 축산·수의분야
- 제11장 환경분야



제1장 가공분야

제1절 비 전

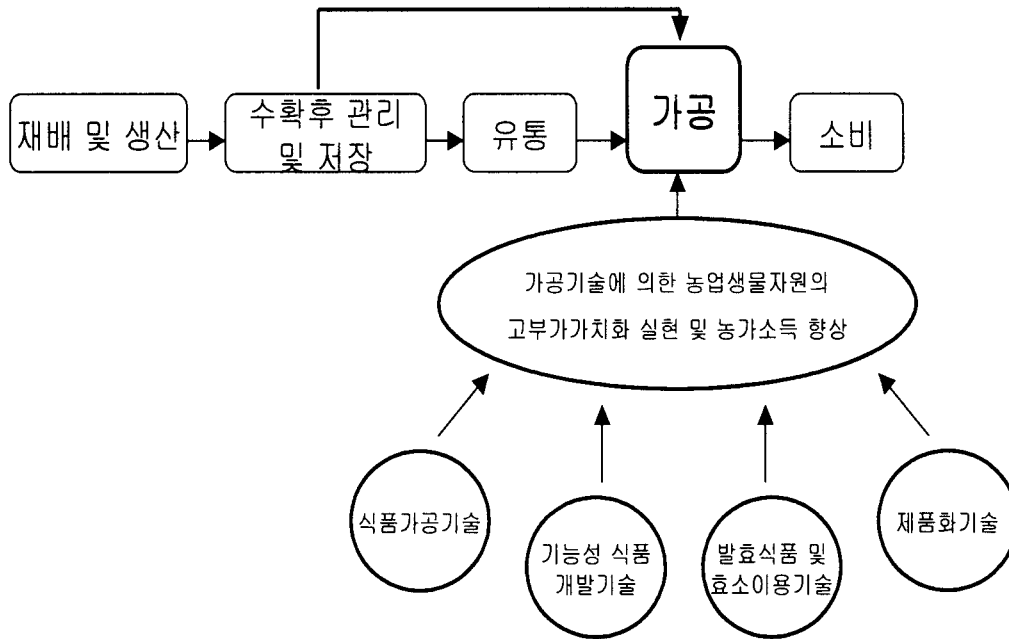
1. 가공분야 기술의 개요

가. 가공분야 기술의 정의 및 범위, 필요성

1) 정의

생물자원을 식품이나 기타 제품으로 유통될 수 있도록 소재화 또는 제품화하는데 요구되는 기술이다.

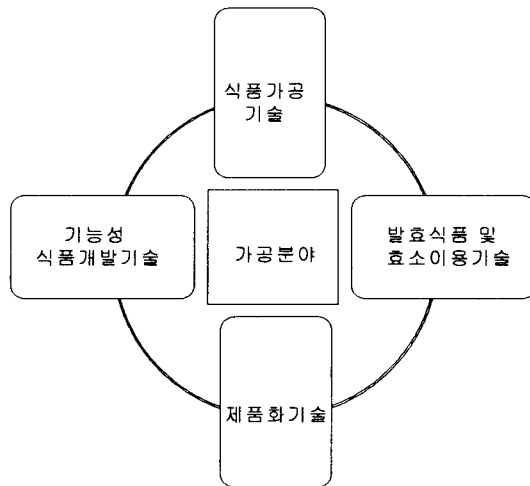
가) 역할 : 농업기술 전반에서 차지하는 “가공기술”의 위치는 아래의 그림과 같다.



<그림 4-1-1> 가공분야 기술의 위치

2) 범위

생물자원의 생산 후(post-harvest) 소비에 이르기까지 이용성 확대와 안전성 확보를 위해 활용되는 기술로 식품가공 기술, 기능성 식품개발 기술, 발효식품 및 효소이용 기술, 제품화 기술 분야로 구성되며, 이에 따른 세부기술로는 원료처리기술, 원료 성분평가기술, 단위조작기술, 안전성확보기술, 고품질화기술, 공정합리화 및 자동화기술, 환경성 에너지기술, 포장 및 유통기술 등이 포함된다.



<그림 4-1-2> 가공분야 기술의 범위

- 가) “식품가공기술”은 식품개발능력, 즉, 단위조작, 공정, 저장, 포장가공기술 등의 개발로 식품의 안전성과 품질을 제고하고,
- 나) “기능성식품 개발기술”은 현대인들이 많이 직면하는 stress, 각종 질병 등의 치유 기능을 가진 식품의 개발에 관련되며
- 다) “발효식품 및 효소이용 기술”은 발효식품에 들어있는 유용 미생물의 유전체를 규명 또는 제어하는 기술을 개발하는 것이고
- 라) “제품화 기술”은 위의 기술과 소재를 이용한 식품개발 기술과 식품제품 생산 공정능력을 개발하기 위한 기술을 말한다.

3) 필요성

식품산업은 2000년도에 28조 7500억원의 매출을 기록하였으며 연 평균 10.6%의 성장세를 유지하고 있다. 통계에 따르면 2000년 국내 총 생산액(GDP)에서 식품산업은 약 4.9%를 차지하고 있으며 제조업 총 생산액에는 15.7%를 차지하고 있어 국내 제조

업의 견인차로 평가받기에 손색이 없다. 특히 외식산업 시장도 급성장하여 2000년 연간 매출액이 약 30조원으로 추정되고 있다.

이외에도 수출입식품과 연관된 기구, 용기 등의 시장규모를 합하면 90조원에 달하는 거대한 시장을 형성하고 있다. 그리고 소비자들의 건강에 관한 관심이 커져 생식(선식 포함) 분야도 크게 성장하고 있는 것으로 보이며 이를 대변하듯 건강기능식품법이 제정·공포됨으로써 식품분야에서의 기능성식품 개발이 한층 활성화될 것으로 전망된다. 건강기능식품의 국내시장 규모는 약 3조 4000억 원으로 추정된다.

가) 식품제조업

우리나라의 식품제조업소는 6월 현재 8만 7,851개 소(즉석 제조, 식품 첨가물 제조업 포함)이나 대부분의 업체가 영세성을 면치 못하고 있다. 식품 제조업소도 HACCP 지정 업소를 중심으로 중점 육성하여 안전성이 일정 수준에 도달할 수 있도록 노력하여야 할 것이다. 9월 현재 인증된 HACCP 업소는 82개 업소(식품 제조가공업소 25개소, 집단 급식소 28개소, 축산물·유제품업소 29개소)이다. HACCP 업소의 제품에 대하여는 표시·광고 등을 할 수 있도록 하여야 한다. HACCP 업소 인증을 받지 못한 식품 제조업소도 일정 규모 이상의 업소를 중심으로 위생 수준을 한 단계 향상시키도록 노력하여야 한다.

그리고 제조업에 대한 위생등급제를 실시하여 점검 지도 차원에서 효율화를 기하여야 할 것이며 또한 건강 보조식품을 중심으로 기능성식품에 대한 기능성의 표시 광고의 범위를 일정수준 완화하되 과대·허위광고에 대하여는 단속을 강화해 나가야 할 것이다.

나) 외식산업

우리나라의 6월말 현재 식품 접객업소는 전국에 약 116만개 업소(일반 음식점)가 있으나 대다수가 영세한 업소로 연중 휴·폐업 업소가 약 30%에 달하고 있다. 특히 외국 유명 브랜드의 패스트푸드 및 패밀리 레스토랑 업체가 우리 외식업계의 상당 부분을 차지하였다. 우리나라 외식산업도 경영기법 및 창업에 대한 지속적이고도 구체적인 교육을 실시할 수 있는 기관이나 시스템적 접근이 가능하도록 할 필요가 있다.

다) 식품 수출입 분야

우리나라의 식품 수출입 업계가 관련 협회 등을 통하여 서로 정보를 공유하는 시스템이 필요하다. 미국의 경우에는 업계의 수출입과 관련, 각 국의 부당 사례 등을 정

리하여 해마다 의회에까지 보고를 하고 그 보고 자료를 토대로 정부가 무역장벽 해소 또는 통상 회담의 자료로 활용하기도 한다.

우리나라는 국내 농민의 어려운 현실을 감안하여 수입 식품의 경우 원료 농산물이 완제품보다 더 높은 관세를 부과할 뿐만 아니라 대두 등 일부 원료를 농수산물유통공사가 독점함으로써 국제 가격보다 훨씬 비싼 가격에 원료를 구입해서 사용하는 어려움을 안고 있다. 이에 따라 국내 식품 제조업체는 식품의 생산보다는 완제품 수입을 하게 되고 원가 부담 압박으로 R&D 투자도 할 수 없을 뿐만 아니라 신제품 개발을 하지 못하고 있다. 따라서 이와 같은 역관세 제도는 식품산업의 발전을 저해하고 있으므로 조속히 개선되어야 할 과제라고 하겠다.

(1) 식품산업 발전을 위한 추진과제

첫째, 식품 산업의 발전을 위한 목표가 명확하게 제시되어 있지 않다. 식품 제조업의 경우 집중 육성 분야가 어느 분야인지, 위생 등급제와 HACCP 제도 정착을 위한 연도별, 분야별, 규모별 사업 계획을 구체적으로 제시하고 이와 같은 사항을 이행하는 업소에는 어떠한 인센티브를 제공하고 이행하지 못하는 업소에 대하여는 어떠한 페널티를 줄 것인지 구체적으로 제시할 필요가 있다. 둘째, 식품 산업도 이제는 유통 분야에 신경을 써야 한다. 콜드체인 시스템, 물류센터 설치, 물류 정도 기반 구축 등이 필요하다.

셋째, 기능성식품법의 제정으로 건강 기능식품에 관심이 고조되고 외국의 경우에도 기능성식품 시장이 필요하다. 넷째, 외식 산업의 발전을 위한 프랜차이즈 형태의 사업도 중소기업의 범주에 포함시켜 정부 지원 및 세제 지원을 받을 수 있도록 하여야 할 것이다. 다섯째, 식품 수출을 위한 각종 정보 교류의 여건 마련이 필요하다. 정부는 식품 업체가 식품을 수출하고자 할 경우 수출국에 대한 정보를 충분히 제공할 수 있어야 하고 수출된 식품이 문제가 발생한 경우 주재 대사관이 직접 그 일을 챙겨 업체가 부당하게 피해를 보는 일이 없도록 하여야 할 것이다. 여섯째, 식품의 개발, 생산, 수출, 마케팅 등에 대한 정부의 규제 부분이 개선되어야 한다. 식품 원료의 역관세로 인한 식품 생산비용의 상승은 국가가 보전하거나 관세를 낮추어 주어야 한다.

생물자원이 갖는 특성 즉, 1차 산업적, 상품적 취약성을 해결할 수 있는 유일한 기술이며, 천연 생물자원으로부터 안전성이 확보된 기능성 신소재 또는 신약 물질의 개발이 용이한 기술이다.

우리나라는 전통 민간요법 및 한의학과 식약용생물자원 및 발효식품 분야에서는 선진국보다 비교 우위에 있어 국제경쟁력을 확보하기 위해 중점 육성되어야 할 기술로 WTO 등 생물자원의 시장개방으로부터 국내 생산기반을 유지 육성시킴은 물론 이들의 국제경쟁력을 제고시킬 수 있는 유일한 대안이다.

나. 비전

1) 시나리오 구성

가) 외부환경분석

<표 4-1-1> 영향요소의 파급효과와 불확실성 분석

<p>파 급 효 과</p>	<p>High</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 고령화에 따른 건강 장수 욕망 증가 · WTO에 의한 농산물시장 개방 · BT, ET, NT, IT 등 차세대 신기술과 FT와의 기술융합 · 국내 건강기능식품제도 정착 	<ul style="list-style-type: none"> · 천연물신약의 창출확대 · 건강기능식품에 대한 소비자의 선호도 증가 · 식품, 의약, 화장품의 공유영역 확대 	<ul style="list-style-type: none"> · 구미 기능성식품제도의 도입가능성 · 기능성 식품의 의료보험수가 포함 · 건강장수요인 역학적해명 · 맞춤형식품 등장 가능성 · 우주식품 보급화 가능성
	<p>Medium</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 여성인구의 사회진출 확대 · 국민의료보험재정의 악화 · 기술선진국 수입원료규격 강화 · 천연식품소재의 선호 	<ul style="list-style-type: none"> · 국내 바이오벤처의 활성화 · 식품의 질병예방 및 치료기능 규명 · 대형연구집단의 육성 	<ul style="list-style-type: none"> · GMO 안전성 확보 · 노화와 식품 관련성 규명 · 학제적 연구개발인력 양성제도도입 여부
	<p>Low</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 주 5일제 근무 확대 · 소득수준의 증가 · 고도지식 경쟁정보 사회진입 · 생물자원 생산환경 악화 	<ul style="list-style-type: none"> · 비만인구의 증가 · 지역혁신시스템성공여부 · 농·수·축·수산물의 신선화 및 고급화 	<ul style="list-style-type: none"> · 기후 변화 및 악화 · 식량의 무기화 · 제품의 가격

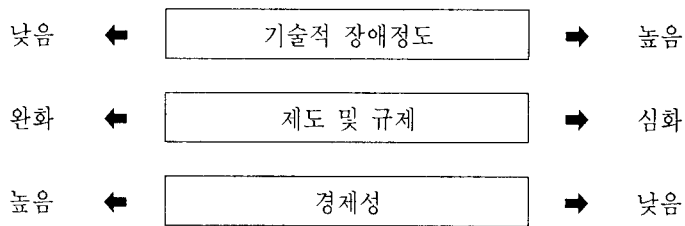
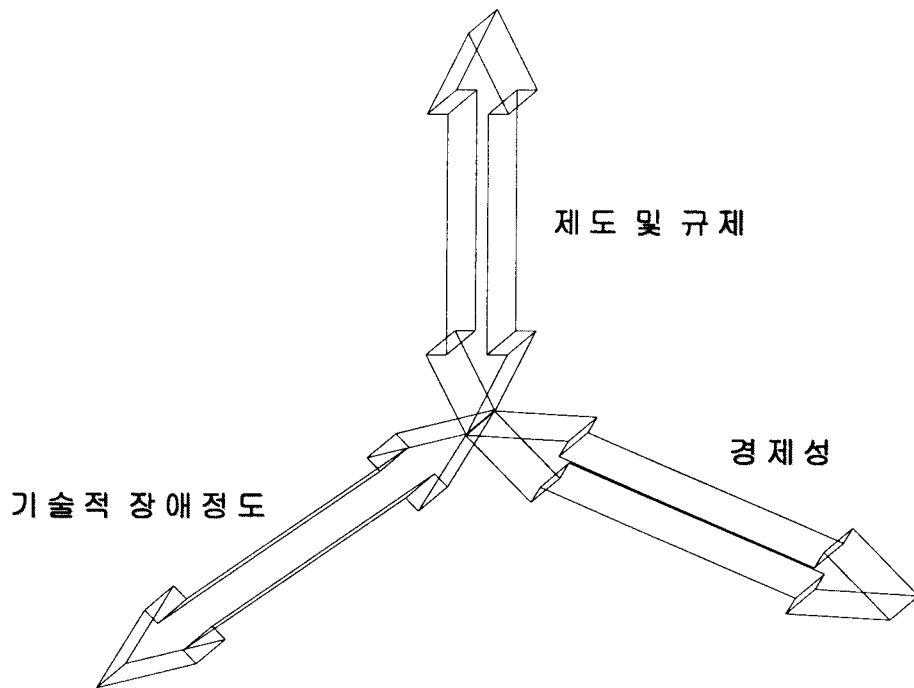
Low

Medium

High

불확실성

나) 외부영향요소들로부터 불확실성 축 선택



<그림 4-1-3> 불확실성 축 결정

다) 불확실성 축에 따라 구성될 수 있는 시나리오 중에서 가장 가능성 있는 시나리오 선정

<표 4-1-2> 유망 시나리오 선정

	경제성	제도 및 규제	기술적 장애장도	명칭
시나리오 A	높음	완화	낮음	Optimist
시나리오 B	높음	완화	높음	Challenger
시나리오 C	높음	심화	낮음	
시나리오 D	높음	심화	높음	The pit
시나리오 E	낮음	완화	낮음	
시나리오 F	낮음	완화	높음	
시나리오 G	낮음	심화	낮음	
시나리오 H	낮음	심화	높음	

라) 불확실성 축에 관련된 외부환경요소들을 구체화

<표 4-1-3> 외부환경요소 구체화

	Optimist(낙관적)	The Pit(비관적)
경제성	<ul style="list-style-type: none"> 고령화에 따른 건강장수사회의 추구 여성인구의 사회 진출 확대 천연식품의 선호도 증가 현대병, 성인병, 고령화병에 대한 예방인식 확대 건강수명의 연장 식품, 의약품, 화장품의 공유영역 확대로 신산업의 등장 건강기능식품의 국내시장활성화 	<ul style="list-style-type: none"> 기능성신소재의 국제적 무한경쟁 식량의 무기화 기후변화 및 악화 노년부양비의 급증 기능성 건강보조식품 시장규모 위축
제도 및 규제	<ul style="list-style-type: none"> 건강기능식품제도의 정착 국내 바이오벤처의 활성화 주5일 근무제의 확산 구미각국의 기능성식품제도의 도입 학제적 연구개발인력양성제도의 도입 임상시험 진입 용이 WTO 등에 의한 시장 개방가속화 및 비관세 장벽 철폐 	<ul style="list-style-type: none"> 규제의 강화 추세 (HACCP, Recall, PL 등) 기술선진국의 수입원료 규격강화 WTO에 의한 농산물 시장개방 낮은 기능성식품의 의료보험수가 포함가능성 국민의료보험재정의 악화 임상시험 진입 난해 국가별 인허가 등 비관세 장벽강화
기술적 장애장도	<ul style="list-style-type: none"> IT, BT, NT, ET 등 차세대신기술과 FT의 기술융합 타 기술에 비해 선진국 대비 기술우위 효능평가기술수준의 향상 	<ul style="list-style-type: none"> 기능식품법 시행에 따른 GMP시설 요구 GMO의 안전성 확보여부 노화와 식품의 관련성 규명가능성 의약품 수준 고효능식품의 개발여부 맞춤식품/우주식품의 출현 및 보급화 가능성

마) 유망 시나리오별로 구체화된 외부환경요소들을 중심으로 시나리오 작성

시나리오 A : Optimist

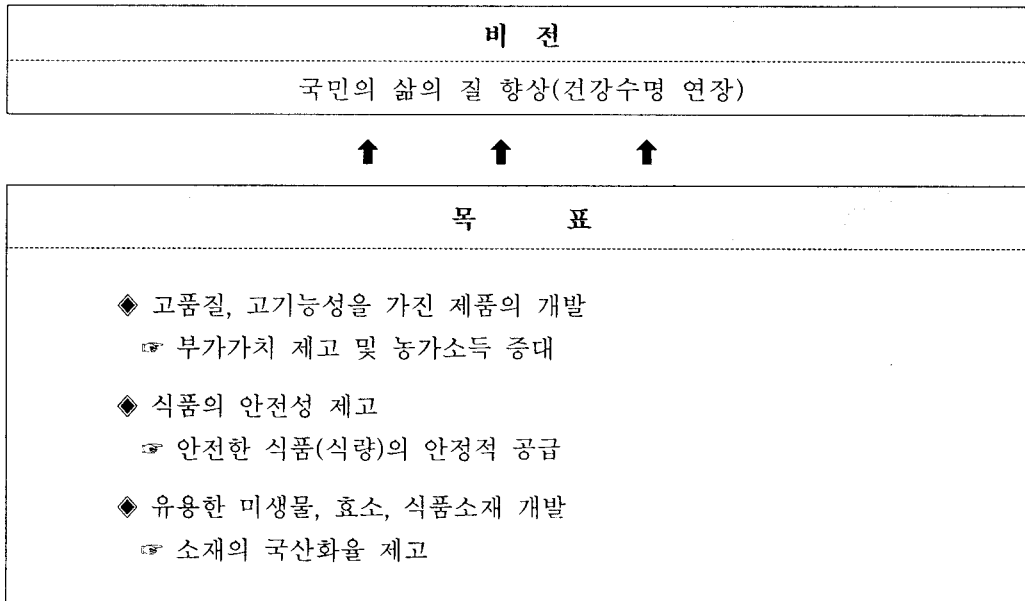
- 패러다임의 변화에 따른 개발전략의 수립과 실현의 필요성 대두, 제품에 대한 소비자들의 기호 변화로 생산자 위주, 가격경쟁력만으로 완전한 우위를 차지하기 어렵게 되었다. 이러한 상황에서 우리나라의 농업가공수준을 분석하고 BT기술의 접목에 의한 농림과학기술의 발전을 조망함은 향후 농업과학화를 앞당길 수 있는 계기가 될 수 있으며, 농업시장의 개방은 발전된 생명공학을 이용, 생산한 제품을 판매할 수 있는 농업시장을 맞게 될 수도 있다.

시나리오 D : The pit

- 아직은 우리나라에서 식품가공 전반적 기술의 국제경쟁력은 미약하고, 기술 선진국의 수입원료 규격은 강화되고 있으며, WTO에 의해서 농업시장은 더욱 개방의 압력 하에 놓여 있다. 더구나 우리나라의 산업은 기술발전의 토대가 되는 기초연구단계에 있어서 그 경쟁력이 열악하여 혁신적이거나 장기적인 발전을 위한 가능성이 적다.

2) 비전 및 목표 설정

<표 4-1-4> 가공기술의 비전과 목표



3) 기본 전략

고품질 제품화를 통한 부가가치의 제고, stress, 각종 질병 등의 예방 및 치유기능을 가진 기능성 식품의 개발, 발효식품에 들어있는 유용 미생물의 유전체를 규명 또는 제어하는 기술의 개발로 안전하고 고기능인 식품을 공급하는 방향으로 기술발전이 이루어질 것으로 예상된다. 이에 따라 가공산업의 발전을 위해서는 학제적 연구인력의 양성과 기술의 융합화를 통한 upstream 가공기술의 중점개발이 요구되며, 식품산업과 제약산업의 공유영역 확대 및 투자, 기능성 신소재 바이오 벤처의 육성, 가공산업의 국내 기반 확보 나아가서는 수출산업화 하는 것이 요구된다.

앞으로는 식품과 의약품의 중간적 성격을 띤 기능성식품시장이 발전할 것으로 보이는 바, 향후 기능성식품산업의 거대화로 각 국은 자국의 이익을 위해 수입원료의 규격을 강화시킬 것이다. 특히 현 미국 FDA가 의약품에 대하여 적용하고 있는 GMP 수준의 높은 품질관리 규격을 적용함으로써 소재 또는 제품의 국제적 시장 경쟁성을 독점하는 무역마찰 현상이 예상된다. 이에 따라 기능성식품 및 기능성식품신소재에 대한 대외정책은 의약품에 포함하여 정책을 수립 운영할 필요가 있으며 현재 건강기능식품법의 탄력적 운영과 필요 발생시 해당법 개정의 신속대응이 요구된다.

2. 관련 산업동향

가. 산업동향

우리나라 가공식품산업은 2001년 현재 약 30조원 정도의 매출액 수준이며, 이 중 건강보조식품, 영양식품 등을 포함한 기능성식품은 약 4조원의 시장을 형성하고 있는 것으로 추산된다. 최근에는 소비자의 소비취향이 고급화되면서 건강, 안전성 등의 기능을 강조한 식품으로 급속히 바뀌고 있고 식품산업도 이러한 식품의 개발로 패턴을 바꾸고 있다. 식품전문가들은 기능화, 차별화된 제품의 적극적인 개발을 통해 고부가가치가 창출된다면 식품산업은 물론 국가경제에도 크게 기여할 것으로 전망하고 있다. 그러나 식품산업의 이러한 발전을 위한 연구개발비는 국내전체의 연구개발비에 비해 극히 저조한데, 과학기술부의 '2001년 과학기술연구개발활동' 조사결과에 따르면 국내 전체 제조업 연구개발투자비 10조 4,669억 원에 대해 식료품의 연구개발투자비는 1,404억 원으로 1.34%에 불과한 것으로 나타났다. 매출액과 대비해서는 1995년 0.59%이었으나 2000년에는 0.42%에 그쳐 외환위기로 어려웠던 때보다 투자에 소극적인 것으로 나타났다. 기업체 규모별 연구개발비 부담은 대기업이 0.35%, 중소기업이 1.2%로 대기업보다 중소기업이 약 4배 정도 높게 나타나 중소기업의 연구비 부담이 큰 것으로 조사됐다. 기업체 부설 연구소도 다른 제조업에 비해 적다. 국내 제조업체

의 부설 연구소는 총 4,030개이며 이 중 식품산업체의 연구소는 81개에 불과하다.

이 같은 열악한 상황에도 불구하고 식품관련 특허는 계속 증가하고 있다. 한국보건산업진흥원(2002)에 따르면 식품관련 특허는 1990년대 초반까지만 해도 200건 내외에 머물다 1995년경에는 500건대로 올라섰고, 2000년에는 4257건으로 증가추세에 있다.

<표 4-1-5> 식품관련 특허추이

연도	1990년 초반	1995년 경	2000년
식품관련특허건수	200건 내외	500여건	4,257건

식품분야 특허출원이 이처럼 급격히 증가하고 있는 것은 기능성식품개발이 늘고 있기 때문으로 사료된다. 1980년대 초부터 한 두건씩 출원되기 시작하던 건강기능성 식품 관련한 특허는 1996년에는 107건, 1998년 208건, 1999년에는 320건 등으로 증가하여 최근까지 1,000건이 넘는 특허가 출원된 것으로 나타났다.

<표 4-1-6> 기능성식품관련 특허추이

연도	1996년	1998년	1999년
식품관련특허건수	107건	208건	320건

기능성식품과 관련한 특허는 벤처업체를 중심으로 출원되고 있는데 식품벤처업체들은 식품 대기업들과의 경쟁을 위해 고급기술을 기반으로 한 기능성 소재 개발 및 기능성 식품제조에 심혈을 기울이고 있다. 중소기업청에 등록된 벤처기업 중 식품을 특성화분야로 하고 있는 벤처기업 수는 약 50여 개, 이 중 25% 정도가 바이오벤처기업이다. 식품을 특성화하고 있지는 않지만 식품시장이 단기적인 매출확보 가능성이 높아 실제 기능성 식품을 생산하고 있는 업체도 상당수다.

1) 식품가공기술

미국의 경우 농산물은 자국내 소비뿐만 아니라 수출 지향적 산업으로 자리잡고 있으며, 국제적으로 식량무기화하고 있다. 원료 농산물 및 식품분야에는 1930년대부터 콜드체인기술 및 packing-house 등 유통 관련 시설이 보급되어 현재는 농수산물 수출의 핵심기지 및 know-how 보고로 자리매김하였다. 농수산물식품의 저장이 MAP 및 CA 등 인위적인 환경조절기술에 의해 이루어지고 있어 연중 고품질 공급체계를 갖추고 있다. 신선편의식품(minimally processed product)은 원료 농식품 중 약

30%(2000년 기준)를 점유하고 있으며, 수확 후 관리기술의 적용으로 수출이 매년 증가하는 추세이다. 농식품의 생산 및 수확 후 관리에 수반되는 모든 작업단계 및 시설장비를 대상으로 친환경 및 안전성 확립기준을 제시 준수하도록 의무화하는 추세에 있다.

일본의 경우도 마찬가지로 고품질 안전농산물에 대한 국민적 수요가 증가하고 이에 따른 관련 산업이 급성장하고 있다. 수입 농산물에 대한 우려와 자국산업 보호를 위한 경쟁력 제고 차원에서 농산식품에 대한 품종, 재배기술, 비료 및 농약사용 등 재배기술 관리를 강화하고, 수입 농산식품에 대해서도 생산이력서를 첨부할 것을 요구하고 있다. 우리나라의 경우 수확 후 관리기술의 미개발로 인한 손실규모는 농산물 총 출하금액(약 26조원)의 25-30%에 달하며, 여기에 관련된 시설 및 장비산업 규모가 매우 영세하여 기술향상의 걸림돌이 되고 있다. 유통시장의 개방으로 대형유통업체가 유통의 한 축을 형성하면서 매년 16% 정도 급성장하고 있으며, 소비자의 품질에 대한 인식도 선진화되어 가고 있어 고품질, 차별화 등 수확 후 관리기술에 의한 상품관리가 절실히 요청되고 있다. 그러나 산지유통시설의 낙후, 다양한 원료 농수산물 식품의 특성에 대한 이해 부족 등 유통현장의 고질적인 문제점들은 이에 부응하지 못하고 있다. 식자재 산업, 외식업체의 증가(2001년 기준 12~13조원)에 비해 이를 지원하는 식품관리기술이 미비하여 대부분 가공식품만 주로 취급하며, 신선식품이나 농림산물의 신선편의식품 공급은 노동집약적인 수작업에 의존하는 비효율적인 구조이다.

2) 기능성식품개발기술

과학의 진보가 인류의 수명연장을 가져옴에 따라 인간은 건강한 삶을 추구하였다. 이러한 인간들의 요구에 의해 건강식품의 개발이 이어지면서 건강기능식품은 미래 식품산업의 돌파구로 부상하게 되었다. 건강기능식품의 발전은 정체기에 들어선 식품산업의 새로운 발전의 계기가 되어 세계 식품산업 전반에 걸쳐 커다란 지각변동을 일으키고 있는데 이러한 시장변화는 기업에게 새로운 기회로 인식되어 식품산업체 뿐만 아니라 식품 관련 분야에 참여하고 있던 대기업, 다국적 유통업체 및 제약산업체의 적극 참여를 유도하여 건강기능식품으로 촉발된 식품과 의약품의 산업간, 학문간 부분적 통합 움직임이 활발히 이루어지게 하고 있다. 해외시장은 통계기관별로 다소 차이가 있으나 '97년 650억불 규모였던 세계 기능성식품시장은 2000년 1,380억불로의 높은 성장률을 나타내었으며, 2005년도에는 현재 시장의 10배 이상 규모로 증가할 것으로 예상되고 있다. NBJ(Nutrition Business Journal, 2000)의 보고에 따르면 세계 최고의 기능성식품 시장을 형성하고 있는 나라는 미국으로 '99년 445억불의 매출로 해외시장의 35%를 차지하였으며, 유럽은 422억불로 33%, 일본은 232억불로 18%를 차지하였다. 미국, 유럽, 일본이 세계 시장의 85%를 차지함으로써 해외 기능성식품시장은

산업화된 선진국가 중심으로 발달되었음을 알 수 있다.

국내 시장의 식품공전의 분류상 기능성식품으로 분류될 수 있는 식품군은 건강보조식품, 특수영양식품, 인삼제품류로 인정되었다. 그러나 최근 기능성식품 시장이 급속히 확대되고 있으나, 현행 기준·규격상 신소재를 제품화하기가 어려워 유사 품목군으로 제조허가를 받아 건강식품으로 판매하는 경우가 급증하고 있다. 이와 같은 품목에는 다류, 기타식품류(과·채가공품, 벌꿀, 추출가공식품), 일반가공식품 등이 해당된다. 또한, 일반식품에 기능성 성분을 첨가하여 기능성을 표방하는 자일리톨(껌류), DHA첨가(주스, 우유, 라면, 과자 등) 등의 식품이 2001년도에 급증하였다. 국내 건강보조식품 시장은 선진국보다 뒤지긴 하였지만 '96년까지 꾸준한 성장을 하였다. IMF 때 급격한 감소세를 나타내었으나 '99년부터 빠른 회복세를 보여 2001년 1조2,000억원으로 10% 이상의 지속적인 상승세를 보이고 있다. 국내 건강보조식품 시장은 기존의 남양알로에, 세모, 알로에마임, 풀무원테크 등을 비롯한 식품업체는 물론 일양약품, 종근당건강, 대웅제약, 광동제약, 한미약품, 현대약품, 한국유나이티드제약 등 20개 이상의 제약사가 식품사업부를 신설하거나 강화하고 있으며, 지난 '99년 (주)대상의 건강전문매장 운영을 비롯하여 CJ, 태평양, 동원 F&B, 롯데제과 등 대기업에서도 기능성식품 시장에 진입하고 있는 추세이다. 국내 기업뿐만 아니라 한국암웨이, 엘트웰, SMK, 허벌라이프, 파마넥스 등 다국적기업의 성장세도 두드러지게 나타나고 있으며, 위탁 생산의 전면적인 허용으로 업체들의 제품 제조 시설 가동률이 크게 증가하고 있는 추세이다.

국내 건강보조식품시장은 키토산(351억원), 알로에(685억원), 효소(111억원), 스쿠알렌(142억원) 등의 제품류가 높은 실적을 나타내며, 국내 바이오벤처 중심의 약리적, 과학적 근거에 의한 고급 기술을 기반으로 노화억제, 생리활성증진, 면역기능 향상, 비만 및 당뇨 등 만성질환개선 등의 분야 연구가 활발히 이루어지고 있다. 건강기능식품의 수입은 2000년 1,733억원으로 미국 1,118억원, 일본 257억원, 중국 63억원 정도가 수입되었고, 수입업체는 한국암웨이 룡제비티인터내셔널, 씨라이더코리아, 남양알로에, 허벌라이프 순으로 나타났다. 구입 적합으로 통관된 기능성식품의 세부 품목군별로 실적을 집계한 결과, 건강보조식품은 768억원으로 집계되었고, 건강보조식품목군 중 정제어유(147억원)와 알로에(146억원), 화분가공식품(139억원), 효모식품(60억원)이 높은 실적을 보였다. 특수영양식품은 2000년 12월 기준 129개 업체에서 197종의 제품을 생산, 판매하고 있으며, 이유식과 영양보충용식품이 가장 큰 시장을 형성하고 있다. 특수영양식품의 수입실적은 919억원으로 영양보충용 식품이 대부분을 차지하였는데(892억원), 이는 수입제품 중 국내 건강보조식품의 품목에 속하지 않는 대부분 외국의 건강식품이 영양보충용식품군으로 수입되고 있는 결과로 보인다. 국내 인삼산업은 IMF로 인한 소비 위축과 주 수출 시장인 동남아의 경제여건악화로 인해 수출 감소와 값싼 중국산의 수입증가에 의해 어려움을 겪고 있으나 홍삼을 중심으로 홍콩, 일본,

대만을 비롯한 아시아 지역에 전체 83%를 수출하고 있으며, 최근 인삼 효능에 대한 활발한 연구로 국제적 인지도도 또한 높아져 해외 시장에서의 관심이 증가하고 있다.

3) 발효식품 및 효소이용기술

발효식품은 '70년대 김치를 시작으로 발전하여 1988년 무렵부터 대일 수출이 본격화되면서 현대화된 김치공장이 설립되기 시작하였고, 1990년대 말부터 김치의 수출이 활발해지고 국내의 일반 소비자들도 상품김치를 구매하기 시작하여 김치산업이 본격적으로 발전하기 시작하였다. 김치는 자연발효에 의하기 때문에 손쉽게 만들 수 있어서 가정에서부터 대규모 공장에 이르기까지 수많은 김치생산자가 있다.

등록된 김치생산업체만 400여 개에 이르지만, 이러한 업체들도 하루 평균 3.9톤, 종업원 12명 정도로 영세성을 면치 못하고 있다. 김치의 산업화에 가장 큰 문제점은 원료의 안정적인 확보와 보존성의 증대, 시설의 자동화를 통한 생산비 절감 문제 등이다. 2002년도 기준으로 공장에서 공급하고 있는 장류 시장의 규모는 5,500억원 정도로 추정하고 있으며 이 중 간장이 약 1,500억원, 된장 750억원, 혼합장(쌈장,춘장) 800억원, 고추장 2,500억원 내외로 분석하고 있다. 생산량 기준으로 보면, 장류 전체가 약 45만톤 규모로 간장 약 17만 kl, 된장(혼합장 포함) 16만톤, 고추장 12만 톤이다. 간장 시장에서 혼합간장은 2000년까지만 해도 전체 소비량의 80.3%를 차지하고 있었으나 2001년에는 77.9%로, 지난해에는 69.1%로 급격히 줄어들고 있으며 올 1월에는 64.5%로 급감하고 있다.

반면에 양조간장은 2000년 17.0%에서 2001년 19.1%로 늘었고 2002년에는 27.7%로 대폭 늘어났다. 2003년 1월에는 31.9%로 급성장하며 혼합간장 시장을 대체하고 있다. 일본은 97%, 대만은 80% 이상을 양조간장이 차지하고 있다. 우리나라도 5년 이내에 전체 간장 시장의 60% 이상을 양조간장이 차지해 양조간장과 혼합간장의 위치가 조만간 역전될 것으로 예상되고, 이 같은 경향은 간장 소비패턴이 고급지향, 건강지향으로 바뀌고 있는 데다 해당업체들의 마케팅 전략도 한 몫하고 있다. 고추장 시장은 전체 장류 중 매출액 기준으로 가장 큰 규모를 형성하고 있으나, 2002년 기준으로 판매액 기준 2%대의 증가율에 그쳐 성숙기에 접어든 것으로 분석되고 있다. 이에 따라 업계는 기능성 부여, 고급화를 강조한 고추장 출시가 활발하다. 판매 물량 성장세는 둔화되고 있으나, 매년 판매 단가의 상승으로 2002년에는 판매금액 기준 2%의 소폭 상승세를 보이고 있으며 성장말기 정도의 현상을 보이고 있다. 이러한 장류는 근래에 와서 다양화되었는데, 간장제품으로 불고기 양념간장, 초간장, 회간장, 무침간장 등이, 된장제품에서는 쌈장, 막장 등이, 고추장제품으로 볶음고추장, 초고추장, 회고추장 등과 같이 기능별로 가공된 장류가 개발되어 시판되고 있다.

식초와 젓갈류는 다른 식품의 조미용으로 쓰이기 때문에 그 생산과 소비량은 많지

않다. 그러나 젓갈의 경우는 소비량이 해마다 증가하여 1999년도에는 60,000톤에 1,400억의 매출을 기록하였다. 그 중에서 멸치젓이 50%, 새우젓이 20%를 차지하고 있다. 액젓의 경우 김치나 절임용으로 쓰이며, 원료로는 멸치, 까나리, 밴댕이, 실치 등이 쓰인다. 액젓류 중 염장어류는 1~2년 간 장기 숙성 후 상품화되기 때문에 숙성발효법에 대한 연구가 진행중이다. 식초의 경우 약 3만 톤이 생산되어 300억원의 매출을 올리고 있는데 양조식초가 주종을 이루고 있지만 현미식초나 감식초 등 건강지향성 제품도 출시되고 있다. 김치의 경우 국민 식생활의 서구화 진행으로 소비량이 감소하는 추세를 보이고 있으며 여성의 맛벌이 가정이 증가하고 국민 식생활의 편의화 진행으로 시간절약 및 김치 담그는 번거러움을 회피하기 위해 공장에서 제조한 김치를 구입하는 가정이 증가하고 있어 공장김치 생산량은 계속 증가 추세를 보이고 있다.

1998년 1인당 1일 수요량은 90.0g 수준을 소비하는 것으로 나타났으며 2001년에는 91.11%로 추계되며 1인당 소비량은 감소 추세이나 여성의 사회 참여 증가와 인구증가로 인해 김치수요는 다소 증가할 것으로 전망되고 있다. 연간 총수요량도 1992년에는 1,526천톤이었으나 1996년에는 1,520천톤, 1997년은 1,504천톤으로 다소 감소하고 있는 2001년에는 1,543천톤으로 현재 국내 전체 김치 수요량 중 공장김치가 차지하는 비율은 32.4%이며 앞으로 성장이 기대되고 생산량이 증가할 추세로 보여진다. 김치가공업체의 수는 1992년에는 207개소이던 것이 1997년 4월 집계로는 337개소로 증가되었다.

4) 제품화기술

한국산업은행에 따르면 가공식품의 2001년 생산량은 생산지수 기준으로 전년대비 0.9% 감소했고, 내수지수 기준 전년대비 7.0%의 증가율을 보였다. 2001년 생산지수가 소폭 감소한 것은 전반적인 경제침체의 영향으로 기존 생산설비내의 가동량 조절에 따른 것으로 볼 때 가공 식품 산업 전반적으로 내수 경기는 좋았던 것으로 분석된다.

통계청이 조사한 도시 근로자 가계수지 동향을 보면 2001년 도시근로자가구의 평균 소득은 2,625,000원으로 전년 대비 10.0% 증가하여 IMF이후 처음으로 두 자리 수 증가율을 보였다. 소비자물가 상승분을 감안한 실질 소득은 2,521,000원으로 전년 대비 5.6%, 증가율은 0.7% 포인트 더 증가한 반면 실질소비지출은 경기불황에 대한 소비위축으로 전년도 증가율보다 3.0% 포인트 낮은 4.2% 증가인 1,682,000원에 그쳤다. 2001년 도시근로자가구의 식료품비 월 평균 소비지출금액은 463,400원으로 전년 대비 4.4% 증가했으며, 가구 당 전체 가계지출의 26.5%를 구성하고 있었다.

곡류와 어개류에 대한 지출은 각각 0.5%, 3.9%씩 증가한 반면 육류와 채소, 해조류에 대한 지출은 오히려 3.5%, 2.0%씩 감소하였다. 외식비는 전년(2000년) 대비 8.2% 증가한 200,900원으로 가구당 월평균 외식비가 처음으로 20만원대를 넘어섰다.

식료품비를 주식, 부식, 기호식품, 외식으로 구분해보면, 주식과 부식의 비중은 각

각 11.9%, 29.8%로 0.4% 포인트와 1.3% 포인트씩 감소했으며, 기호식품의 비중은 2000년 대비 15.0%로 0.3% 포인트 증가했다. 외식비의 비중은 전년 대비 43.3%로 1.5%포인트 증가하였다. 2001년 제품군별 생산·내수 추이를 보면 식품소재보다 상대적으로 소비자의 수요변화에 영향을 받는 식표 및 음료의 증가세가 두드러졌다. 음료의 경우 2001년 예년보다 빨리 찾아온 무더위와 새로운 차음료의 매출 증가 등에 힘입어 내수에서 전년 대비 9.6%의 증가세를 보이며 가공식품 중에서 가장 높은 성장률을 기록했다.

음료 중에서는 알코올류가 전년 대비 12.1%, 비알코올류가 7.2% 증가, 알코올류가 비알코올류에 비해 상대적으로 높은 증가율을 보였다. 2001년 주류 업체간에 신상품 출시를 비롯한 판촉활동 경쟁이 뜨거웠던 것이 알코올류 시장 성장에 큰 요인으로 작용한 것으로 보인다. 비알코올류의 경우 2000년에 이은 미과즙음료, 커피음료 등의 꾸준한 성장세와 새로이 음료시장에 진출한 차음료의 매출증가 등에 힘입어 꾸준히 성장세를 보이고 있다. 식품소재는 내수에 전년 대비 3.6% 증가했으며, 식료의 경우 식생활의 고급화 영향으로 유가공시장 및 육가공 시장이 성장한데 힘입어 전년 대비 7.0%의 높은 증가세를 보였다. 내수지수는 2002년 상반기 중 전년 동기 대비 4.0% 증가한 121.3을 나타냈다. 경기 회복과 월드컵 특수, 식생활문화의 고급화 및 외식산업의 성장, 젊은 층 위주의 새로운 제품군 출현 등으로 내수 증가를 유발하였다. 특히, 건강선호 및 식생활문화의 다양화 영향으로 기능성 껌, 우유·발효유 등의 성장세가 두드러졌다.

2001년 제품별 내수 추이를 보면 실질소득 증가로 고급 대용식품류 및 건강지향식품의 성장세가 두드러졌으며, 비교적 저가 생필품인 라면, 소시지, 조미료 등의 내수 실적은 전년에 비해 크게 증가하지 못했다. 알코올 부문에서는 경기회복에 따른 위스키, 맥주 등에 대한 소비 증가로 3.6% 증가할 것으로 나타났으며, 비알코올 부문에서는 두유 및 먹는 샘물의 소비 증가, 다양한 기능성 과즙음료 출시 영향으로 5.8% 증가할 것으로 나타났다. 제품별 내수 동향을 보면 식품소재부문에서 소맥분은 주 수요처인 제빵업계의 생산 감소로 인하여 상반기에 전년 동기 대비 1.7%의 소폭 증가를 나타내 식품소재산업의 내수 둔화세의 요인으로 작용하였다. 또한, 전분 및 정당은 재고량이 2002년 1/4분기에 각각 전년 동기 대비 48.2%, 27.6% 증가하는 등 식품소재의 생산 둔화로 나타났다. 식료부문에서는 전년 동기 대비 레토르트식품이 8.6% 증가하여 편의식품에 대한 소비자 선호도 증가 추세, 기능성 제품에 대한 수요 증가 등으로 내수 증가세를 주도할 것으로 나타났다. 라면은 해당 업체들의 신제품 출시에도 불구하고 여타 대용 식품류에 대한 선호도 증가 영향으로 2001년 수준을 유지할 것으로 나타났다. 음료부문에서는 예년보다 일찍 찾아온 무더위, 경기 회복 및 월드컵 특수 등으로 맥주는 상반기에 4.1% 성장을 보였다. 소주의 경우 2001년에는 전년 대비 14.9%의 높은 증가를 나타냈으나 경기 회복에 따른 술 소비 문화 변화로 2002년 상반기

기 중 2.7% 증가하는데 그쳤다. 위스키의 경우 슈퍼프리미엄급 위스키의 판매 증가로 상반기 중 12.3%의 증가세를 보였다. 건강음료를 선호하는 소비자들의 수요가 두유 및 먹는 샘물 등으로 옮겨가 2002년 1/4분기에 탄산음료는 전년 동기 대비 21.4% 감소한 반면 두유는 27.7%, 먹는 샘물 11.3%의 증가세를 나타냈다. 또한, 적극적인 마케팅을 벌인 커피음료 및 차별화된 신제품을 개발한 혼합음료 등의 증가세가 두드러졌다.

2002년 가공식품업의 설비투자액은 전년 대비 12.5% 증가한 8,798억원으로 제조업의 평균 증가율을 상회하였다. 부문별로는 식료의 경우 기존 시설의 생산능력 과잉으로 설비능력 증대를 위한 투자보다 합리화를 위한 투자 부분에 치중할 것으로 나타나 전년 대비 5.3% 증가할 것으로 전망된다. 반면에 음료는 전년 대비 27.6% 증가할 것으로 전망되며, 알코올성 음료의 경우 51.3%의 높은 증가세를 나타냈다. 이는 경기 회복에 따른 술 소비 증가로 신제품 생산이 활발해 질 것으로 전망되기 때문이다.

투자 내용에 있어서는 설비능력 증대를 위한 투자가 전년 대비 1.8% 증가될 것으로 나타났는데 이는 식료부문의 감소에도 불구하고 음료부문에서 신제품개발에 따른 설비 확장이 활발하기 때문이다. 설비투자액 중 설비능력 증대를 위한 투자 비중이 전년의 33.2%에서 29.9%로 다소 낮아졌으며, 유지보수 및 자동화 등에 연관된 합리화 투자도 전년의 12.7%에서 10.5%로 그 비중이 낮아질 것으로 예상된다. 연구개발분야는 지속적인 증가세를 보이고는 있으나 설비투자총액에서 차지하는 비중은 2002년에도 2.5%에 그쳐 제조업 평균 7.6%에는 크게 미달하는 실정이다.

나. 시장예측 및 산업발전 전망

1) 식품가공기술

대형유통업체의 매출이 최근 연 16% 정도로 신장하면서 2005년에는 매출액 26조로 예상되고 있으며, 이 중에서 신선편의식품이 57~58%를 차지하고 있다. 전처리 농림산물의 증가는 식문화와 소비자 편의성 증가에 따라 10년내 2배 이상 증가할 것으로 예상되며, 관련산업 기술의 수요도 급증할 것이다. 소비자의 수요에 부응하고 신뢰를 구축하기 위해서는 다양한 농림축수산식품의 유통현장에서 품질관리가 더욱 정밀하고 엄격히 적용되어야 할 것이다.

농림축수산물 신선식품의 경우 자국내 소비뿐만 아니라 수출 지향적 산업으로 자리잡고 있으며, 국제적으로는 식량 무기화도 전제되고 있다. 농림식품분야에는 1930년대부터 쿨드체인기술이 보급되어 현재는 안정기에 접어들었다. 미국, 일본 등 선진국들은 이 분야 선진화에 더욱 박차를 가하기 때문에 우리로서는 주기적으로 미국과 일본의 동향을 살펴서 기술도입을 신속히 수행함과 동시에 자체 기술력 확보를 위한 노

력을 경주해야 할 것이다. 본 분야의 국내외 시장의 연평균 성장률은 10% 선으로 예상되고 있다.

2) 기능성식품개발기술

전 세계적으로 과학의 발달과 함께 고령화 사회에 진입함에 따라 대체의학의 관심과 중요성을 인식하게 되면서 식용생물자원 및 herb가 함유하는 성분과 이를 소재로 한 건강증진 및 질병예방을 위한 기능성식품의 발달을 가져왔다. 1999년 전 세계적으로 판매된 비처방(OTC) 약품은 825억불에 달했으며 이 가운데 3분의 1 이상을 기능성식품이 차지했다.

국가별 판매액은 일본이 1인당 153불로 가장 많았고 미국이 93불로 2위, 캐나다·영국·독일이 50불 내외로 각각 3, 4, 5위를 차지했으며, 이탈리아가 46불로 6위, 프랑스가 45불로 7위, 한국이 27불로 8위를 차지했다. 기능성식품은 처방의약품이나 OTC 의약품과 비교해 천연의 재료를 사용하고 위험율이 낮은 식품이나 음료를 개발할 수 있는 무한한 기회를 갖고 있어 전 세계적으로 식품업체는 물론 제약기업과 대기업이 참여하는 거대산업으로의 지속적 성장이 예견되고 있다. 이러한 현실 속에 우리나라는 2003년 12월부터의 “건강기능식품법”의 본격 실시에 따라 건강기능식품의 안전성 확보, 품질향상과 건전한 유통 판매가 기대되며, 국민건강증진과 소비자 보호 기틀이 마련될 것으로 보인다.

3) 발효식품 및 효소이용기술

발효식품에는 대표적인 장류와 김치를 들 수 있다. 우리나라는 간장, 된장, 고추장이 장류의 대부분을 차지하고 있는데, 시장규모는 1조원 대에 이르며 약 50%가 공장에서 생산되고 있다. 장류는 제조방법에 있어서 전통식과 개량식으로 구분되어 시장이 형성되는데, 개량식은 일본식 장류와 비슷하여 국내외에서 차별성을 부각시키기 어렵고, 많은 소비자들이 전통적인 장류를 선호하는 경향이 있어 이 분야에 대한 과학적인 연구와 대량생산체계 구축이 필요하다. 구체적인 방법에 있어서 전통식 장류는 대부분 자연발효에 의존하고 있어 미생물관리가 거의 이루어지지 않고 대량 생산시 공정관리가 어려운 실정이다. 2002년 기준으로 장류업계는 많은 제품 개발과 치열한 판촉활동으로 상당한 성장을 가져왔다. 그럼에도 불구하고 현재 공장 제조 장류의 가정 내 사용률은 간장이 83.1%, 고추장이 49.8%, 된장이 28.3%, 쌈장이 39.4%에 불과하여 앞으로 많은 성장 잠재력을 가지고 있다. Research 전문회사인 TN Sofres에 의하면 최근 2년 간 전국 3,000여 가구에 대한 정기 조사 결과 공장에서 생산한 장류 제품의 각 품목별 가정 내 사용률은 아직도 50%에도 못 미치는 것으로 나타났으며,

단지 증감률에 있어서 간장만 0.1%가 감소하고 다른 장류는 낮게 0.5%에서 높게 2.3%까지 사용률이 높아지는 경향이였다. 이는 각 업체들의 치열한 판매 촉진과 더불어 업체들의 프리미엄급 제품 출시가 큰 영향을 미쳤다고 볼 수 있다.

4) 제품화기술

2002년 가공식품 내수시장은 월드컵 특수와 미국의 경기 회복 예상에 따른 수출회복 기대로 호조세를 보일 것으로 전망된다. 6개월 후의 소비동향을 나타내는 소비자 기대지수 역시 증가세를 보이고 있다. 부문별로 생산지수는 전년대비 8.4% 증가한 130.8이며, 내수는 8.0% 증가한 128.4를 기록할 것으로 예상된다. 2002년 가공식품산업의 설비투자액은 전년에 비해 4.7% 증가할 것으로 보이는데, 이는 2000년 경기위축으로 미루었던 설비투자를 2002년 집행할 것으로 보이기 때문이다.

부문별로는 식료가 전년대비 5.0% 증가할 것으로 예상되며, 음료는 설비투자 증가율이 전년보다 44.9% 포인트 낮아진 4.1%로 예상된다. 2002년 음료부문에 대한 설비투자 증가율이 전년보다 대폭 낮아진 것은 알코올성 음료가 지난해 신제품 출시에 따른 설비투자 집중으로 2002년에는 설비유지 보수에 치중할 것으로 예상되기 때문이다.

한편 비알코올성 음료는 미과즙음료, 차음료 등의 성장에 따라 신제품 생산에 대한 설비투자가 지속적으로 이루어질 전망이다. 제품군별로는 가공식품 모두 지난해에 비해 소폭씩 증가할 것으로 보이며, 특히 음료 내수가 전년 대비 10% 이상 성장, 그 중 비알코올이 13.0%로 큰 폭 성장할 것으로 보인다.

식품소재는 소비심리 회복으로 외식사업 및 제과, 제빵 등의 가정용 제품 출하가 증가하여 소폭 성장할 것으로 보인다. 식료는 소비자들의 선호도 차별화로 고품질, 고가품인 햄류가 대폭 증가하는 한편 저가품인 소시지의 수요는 감소하는 양극화 현상이 계속될 것으로 보인다. 건강에 대한 관심증가로 조미료 및 커피에 대한 수요가 지속적으로 감소할 것으로 보이며, 제빵 시장은 유통구조 변화로 인한 업체간 과다 경쟁이 예상됨에 따라 경영난에 직면하는 업체가 증가할 것으로 전망된다.

한편 제품의 다양화와 꾸준한 마케팅 노력으로 꾸준한 성장세가 예상되는 음료는 비알코올성 음료가 전년 대비 13.0%의 높은 증가율을 보여 전체적으로는 10.2%의 증가율을 기록할 것으로 보인다. 알코올성 음료는 주류생산시설 법개정 및 저도주의 선호도증가 지속으로 맥주 및 약주시장을 중심으로 성장세를 이어갈 것으로 보여 전년 대비 7.2% 정도 성장할 것으로 전망된다. 또한 저도수 소주에 대한 수요는 꾸준한 증가세를 유지할 것으로 보이며 주류문화의 고급화 영향으로 위스키수요도 증가할 것으로 전망된다. 맥주 역시 새로운 제품 출시로 10% 이상의 소비증가가 있을 것으로 보여진다.

3. 기술개발 동향 및 기술수준

가. 기술발전추세

1) 식품가공기술

세계적인 식량 부족시대가 도래될 전망으로 이에 대처하기 위하여 바이오 테크놀러지를 이용한 품종개량, 수경재배, 그리고 식물공장 등이 등장한다. 즉, 첨단기술을 활용하여 국내 1차 생산품이 획기적으로 향상되며 유전자 조합기술을 통한 다수확작물, 무비료 작물, 혹은 성장호르몬에 의한 가축의 증산이 가능해진다. 현재 폐기물로 처리되는 왕겨, 벚짳, 잡초, 잡목 등을 효소분해하여 사료나 식량자원으로 전환하는 기술이 발전된다. 현재의 편의지향, 맛지향, 건강지향성을 유지하는 식품가공기술이 발달할 것이며 따라서 기존의 가열살균을 대체할 수 있는 기술, 즉 가열에 의한 영양 성분 파괴, 기호성 저하, 가열취 생성 및 조직감 상실 방지를 위한 가공기술이 각광을 받을 것이다.

Hurdle technology를 활용한 최소 가공기술 및 초고압 전기장, 자기장, 초음파 등을 활용한 비열처리 가공기술 및 박테리오신 등 항균성 펩타이드를 이용한 보존기술의 보편화가 이루어질 것으로 전망된다. 신선식품에 대한 욕구가 증가하므로 천연의 신선함을 보존하는 기술인 첨단 CA 저장 기술, 냉각저장기술, 전기장 및 자기장을 이용한 보존 기술이 발전한다.

특히 활어의 보존 기술, 청과물 보존으로 인한 고부가가치화, 맛·색·향의 개선, 신선 야채의 저장, 가공식품의 숙성, 빙결점 저하 기술에 의한 초빙온저장 및 빙온 유통 시스템이 개발된다. 식품 성분 분석기술로는 식품의 물리 화학적 특성을 비파괴적으로 검사할 수 있는 센서기술, 근적외선 분광기술, 핵자기 공명이용기술, 화상 분석 및 형태인식 기술 등이 이용되며 Fuzzy logic, neural networks를 이용한 통합시스템이 구축된다. 과다한 칼로리 섭취를 줄이기 위하여 대체감미료와 지질 대체 물질이 개발되며 항암, 항혈전, 혈압강하, 지질감소, 알레르기예방, 스트레스 해소, 면역증진, 강장, 활성산소 제거 등 생리기능을 조절할 수 있는 다양한 기능성 물질이 식품소재로 개발될 전망이다.

2) 기능성식품개발기술

기능성식품은 1984~1986년 일본 문부성 특정연구사업의 하나인 「식품기능의 계통적 해석과 전개」에서 처음 거론되어, 1차 영양 기능과 식품의 기호성에 관여하는 2차적 감각기능에 식품의 다양한 생리활성조절의 3차 기능을 강조하는 식품으로 용어

가 정의되었다. 우리나라에서의 기능성식품이라는 용어는 법규나 규정상의 용어가 아니며, 기능성과 관련된 식품의 분류는 식품공전 제 4 식품별 기준 및 규격 중 특수영양식품에 영아용 조제식 등 8종이 있으며, 건강보조식품에는 정제어유가공식품 등 24종의 식품이 있고, 인삼제품류와 다류, 기타 식품류의 추출가공식품 등의 일부를 기능성식품으로 분류하고 있다. 일본이나 유럽 등 기능성 식품이 발달된 나라에 비해 우리나라의 기능성식품은 미량의 영양성분을 강화한 영양강화식품이 대부분을 차지하고 있으나, 유용성분을 강조한 가공식품의 등장이 두드러짐에 따라 다양한 소비자의 욕구를 만족시키기 위한 특수성분 첨가로 효능을 얻고자 하는 기능성제품의 증가가 예상된다.

3) 발효식품 및 효소이용기술

가) 발효식품관련기술

생산성을 높이기 위해서는 전통장류의 맛과 향을 그대로 유지하면서 미생물의 선발 및 관리를 통한 제조공정의 개선이나 유통 중 문제점의 해결방향으로 발전이 이루어질 것으로 기대된다. 고품질의 장류 생산에 중요한 것은 주원료인 전분질과 단백질 원료의 처리 및 배합비율이며, 발효에 관여하는 탄수화물 분해효소와 단백질분해효소를 분해하는 미생물이라 할 수 있다. 장류발효에 관여하는 미생물 기술개발 현황을 살펴보면, 개량식 발효방법에 의해 제조되는 장류 전반에 걸친 미생물학적 연구는 일본을 중심으로 체계적으로 이루어지고 있다. 그러나, 우리나라 전통재래식 발효방법 분야는 관련 연구가 미진하여 유용한 미생물의 분리와 효소활성 향상을 위한 연구분야에서 일부 진행되고 있는 형편이다.

장류와 관련한 특허출원에 있어서도 공정개선이나 미생물에 관련된 것은 대부분이 일본 특허이며, 우리나라는 일부 업체 및 연구소에서 출원한 기술 이외는 대부분이 단순한 원료의 선택 내지 치환위주의 특허출원으로 그 기술수준이 낮은 편이다. 따라서 우리나라의 장류가 국내의 소비수준을 확고히 유지하고 세계적 조미식품으로 도약하기 위해서는 관련 발효미생물을 분리·선발하여 개량하고, 공정을 표준화하는 등 장류의 산업화를 위한 기술개발을 체계적으로 이행해야 할 것으로 보인다.

김치는 처음에 제조방법에 대한 특허가 대부분이었으나, 제조장치 및 보존에 대한 특허가 늘어나고 있다. 특히 김치냉장고와 관련한 저장용기 및 장치와 관련한 특허출원이 최근 급격히 증가하고 있는 추세다. 원료분야에서는 소비자 입맛을 고려함도 중요하고, 특정 생리활성 물질을 함유한 재료를 사용하여 김치의 기능성을 제고하는 것도 중요하다. 또한 김치의 발효에 관여하고 있는 미생물 활동에 따라 김치의 품질이 달라지므로 발효에 관여하는 미생물의 규명 외에도 이들의 활동, 기능 등에 대한 연

구가 진행될 것으로 보인다. 김치의 보존에 관해서는 김치의 품질을 손상치 않으면서 살균을 하는 가열처리의 개발, 천연 항균물질의 탐색, 숙성속도조절 처리기술 등에 대한 기술의 개발이 요구될 것으로 전망된다.

전통발효주는 *Aspergillus* 등의 미생물을 곡류에 자연 착생시킨 누룩의 형태가 대부분이나, 사용되는 미생물이 표준화되어 있지 않다. 또한 저장성의 열악, 상온에서의 주질, 숙취문제 등이 있다. 따라서 향후 발효주의 시장의 발달을 위해서는 이러한 문제들을 개선하는 방향으로 연구가 이루어질 것으로 예측된다.

식초 및 젓갈분야에서 식초는 인체에 기능성은 알려져 있으나, 특유의 신맛 때문에 자체만으로 판매되기에는 어려움이 있다. 또한 젓갈의 경우는 대부분 가내수공업의 형태이기 때문에 젓갈에 대한 명확한 정의와 품질등급, 규격안 등이 마련되어 있지 않다. 따라서 식초와 젓갈분야의 향후 발전을 위해서는 품질등급화와 규격이 필요하며, 소비를 저해하는 제품의 특성을 완화하는 것이 필요하다. 식초의 경우는 저산도의 식초개발, 젓갈의 경우는 저염식품을 선호하는 소비자의 기호를 고려해서 저염성의 제품개발의 방향으로 연구가 이루어 질 것으로 보이며 언급했듯이, 제조공정의 표준화를 통한 제품의 신뢰도 향상, 대량생산 체계의 구축에 대한 방향으로 이루어 질 것으로 보인다. 김치는 발효식품의 특성상 보존성을 증진하기 위해 김치의 포장재질의 개발이 절실한데 소비자에게 공급할 수 있는 보존기간의 연장을 위한 포장재질은 주로 필름, 유리병, 캔 포장을 사용하고 있으나 이산화탄소의 발생으로 포장용기의 팽창 현상은 막지 못하고 있는 실정이다. 이산화탄소의 발생을 저하 및 억제시킬 수 있는 저장방법과 병행해야만 유통기간을 연장할 수 있을 것이다. 이러한 것을 구체적 품목으로 살펴보면, 아래의 표와 같다.

<표 4-1-7> 발효식품분야의 품목별 향후 기술개발 방향

	분야	향후 기술개발방향
메주	단백질원료	최적품종선발, 원료의 전처리방법, 특정성분 강화 내지 제거
	전분질 원료	적정전분질 함량, 전분질재료 처리방법, 전분질 재료 다양화
	종균	균주개발, 발효 중 증가하는 영양성분 분리 이용
간장, 된장, 고추장	제국관리	품온조절, 습도조절, 효소역가향상, 수분조절, 오염도조절
	발효숙성	살균조건 개발(온도 시간 조절분야)
	보존	ph 조절, 보존료 처리
	포장	용기개발 및 포장재 유통
김치	제조, 발효숙성, 보존, 포장	생리활성 물질을 제공 가능한 재료의 배합, 발효에 관여하는 미생물의 활동 규명, 김치의 보존기술, 살균처리기술 등
전통발효주	제조, 발효숙성, 보존, 포장	제조에 있어서의 표준화, 당화력 높은 균주 선발, 저장성 향상, 숙취 해소
식초 및 젓갈	제조, 발효숙성, 보존, 포장	제품 특성(단점적 측면)완화, 유통상 위생확보, 표준화

이상의 것을 종합해 보면, 발효식품의 발효와 관련한 기술들의 개발이 필요하며, 특히 발효에 관여하는 미생물의 활동과 관련한 기술의 개발이 중요할 것으로 보인다. 이러한 것은 유용한 미생물들의 활동, 특성, 그리고 기능에 대한 규명이 이루어져야 한다. 이러한 기술이 바탕이 될 때 발효식품 제국 시에 품온과 습도조절을 하여 향후 발효에 있어서 순기능을 극대화하고 유해균을 살균하며, 제품이 오래도록 유지될 수 있게 된다. 또한 제품의 표준화와 규격화를 가능하게 하여 양질의 발효식품의 대량생산체계가 가능하게 되어진다. 따라서 우리나라에 있어서의 발효식품에 대한 발전은 식품에 작용을 하는 미생물들의 활동 규명, 미생물 활동제어물질의 개발 그리고 장기 품질보존 등을 중심내용으로 이루어질 것으로 예측된다.

나) 효소관련기술

현재 세계 식품효소시장은 평균 4% 성장세를 기록하고 있으며 국내 식품용 효소 시장은 22%의 비중을 보이고 있는데, 효소의 산업적 응용은 대부분이 식품용 효소의 응용에서 시작되었고 주로 식품용 효소에 관한 연구가 활발하기 때문에 앞으로도 이 분야에 대한 연구와 용도는 기존 추세를 유지하는 범위 내에서 많이 이루어질 것으로 판단된다.

4) 제품화기술

인간 수명연장으로 인한 노령인구증가로 노인식의 수요가 증대된다. 따라서 비타민 미네랄 등 미량 성분의 강화, 유동식,식이섬유 강화, 젤리상 식품 등의 개발이 예상된다. 바이오리액터 공정의 보편화로 인한 효소의 고정화기술, 단백질 공학을 이용한 효소 성능의 개선, 인공효소화, 유전공학을 이용한 효소의 품질개선 및 증산이 활성화되어 전통 장류 및 주류 등 발효식품의 품질이 개량될 것이다. 바이오센서의 개발로 인해 맛과 향의 인위적인 조절이 자유로워짐에 따라 식품가공공정 전체를 효율적으로 제어 할 수 있는 식품제조 가공 시스템 구축이 예상된다.

나. 국외동향

1) 식품가공기술

주요 선진국은 선진 식품가공 및 개발능력을 바탕으로 세계 식품산업을 좌지우지 하고 있다. 특히, 냉동, 농축, 분리, 극한 조작 등 식품단위조작 및 저장 능력과 대량생산기술, 포장기술을 바탕으로 중하위 국가들과의 격차를 벌려 나가고 있다.

2) 기능성식품개발기술

미국의 기능성식품 관련 연구 개발자들의 주요 관심 분야는 다음과 같다.

가) 영양소 강화식품: 미국 소비자들의 기능성식품 구입이 증가하고 있는데, 이들은 건강유지나 증진에 도움이 되는 식품을 81%, 영양소가 강화되는 식품을 75% 구입하고 있다.

(1) 기능성 식용식물 및 phytochemicals의 소재화: 식품으로 사용되고 있는 식용식물의 추출물 또는 해당 식물의 주 생리활성 phytochemicals의 소재화에 대한 연구개발이 활발히 이루어지고 있다. 이러한 소재로 가장 주목받고 있는 신소재에는 해초에서 얻는 효소 소재, 마카, 노팔선인장, 톱야자, 산사나무 열매, 콩소재, 버섯 추출물 소재, 콜린 소재, 로즈메린산과 같은 항산화 물질, 누룩 효모나 전립 곡물, 브로콜리, 프룬, 버섯 등에 들어 있는 크롬 소재, 감자 소재 등이 있다.

나) 허브: 대체의약요법과 함께 허브들의 생리, 약리 활성화에 관한 연구개발이 국가연구사업으로 자리잡고 있다.

다) 의약품 대체 기능성식품의 개발 : 미국인의 약 50%가 기능성식품이 의약품을 대체할 수 있다고 믿고 있으며, 이들은 천연재료를 사용함으로써 부작용 및 위험을 완화시킬 수 있고 친숙한 식품형태를 취하고 있는 점에서 선호도가 높다. 특히 의약품 중 OTC 제품은 상당 부분 기능성식품으로 대체할 수 있을 것으로 기능성식품 연구개발자들은 예상하고 있다.

(1) 젊은층 대상의 제품개발 : 10대들에 대한 부모들의 관심은 미네랄의 부족과 건강, 고콜레스테롤증(미국 19세 미만 인구의 25%), 비만 등이며 10대들 또한 스포츠음료, 다이어트탄산음료, 섬유소 함유 시리얼 등에 관심이 높으며 실제 미국 고등학생의 37%가 다이어트 탄산음료나 에너지 드링크를 음용하고 있다.

라) 소비자 맞춤 제품 : 남성과 여성으로 분리한 제품들 특히 갱년기 여성을 위한 phytoestrogen이 함유된 케익, 에너지바, 음료 등은 다이어트 중 부족되기 쉬운 영양소를 공급해주고 있다. 또한 이러한 부류의 제품으로 야외활동이나 운동 시 온도변화를 완화시키는 에너지바 등의 개발에도 중점을 두고 있다.

마) 생활활력 증진 소재 : 인구의 고령화, 운동부족, 과로, 스트레스 등으로부터 기인하는 운동력 저하 및 정신적 고통을 완화시켜 주는 활력 증진소재 또는 삶의 질 향상소재의 연구개발에 대한 관심이 높다.

유럽에서는 기능성식품의 연구발전을 위한 국제 기구와 기능성식품의 실천 전개를 위한 활동체제가 조직되었다. 이러한 조직을 기반으로 하여 Functional food science 영역이 체계화되어 양적으로나 질적인 연구측면의 발전을 거듭했다. British Journal of Nutrition의 발표를 통한 「유럽의 기능성식품과학 현상」 회의의 연구보고서에 따르면 유럽의 기능성식품은 다음의 6가지 항목이 중심이 되고 있다.

가) 성장, 발달, 분화에 관한 기능성식품과학 : 영양소와 유전자의 상호작용 및 유전자 제어, Apoptosis, 임신 전·임신 중의 식품성분의 제공, 성장 조절, 위·장관의 성숙면역계의 발달, 골 성장과 석회화, 신경기능 및 행동의 발달에 미치는 영양소의 영향, 생물활성인자의 생산과 식품으로의 도입, 바이오마커(Biomarker) 등이 있다.

나) 물질대사에 관한 기능성식품과학 : 에너지평형 및 기질제어에 관련된 만성질환과 그 질환에 관련된 대사조건, 영양상태, 기질대사, 신체활동 등이 있다.

다) 반응성 산화물질로부터 방어에 관한 기능성식품과학 : 산화상해, 항산화물질에 의

한 방어, 산화촉진물질의 질환관여, 산화촉진물질에 의한 DNA, 지질, 단백질의 in vivo 상해를 ex vivo로 평가·정량화하는 방법론, 산화상해·항산화방어시스템 조절을 위한 영양학적 선택, 항산화영양소의 강화가 본질적으로 안전한가의 평가, 항산화물질의 영양과 안전을 고려한 식품공학, 과학기반에 철저한 사전평가, 이후의 연구에의 권장사항 등이 있다.

라) 심장혈관계에 관한 기능성식품과학 : 관상동맥심장질환의 병인론, 식사성분과 혈청리포단백질, 동맥 혈전형성에 미치는 식사의 영향, 관상동맥심장질환의 기반이 되는 면역체계과정, 식사와 고혈압과 심장기능, 인슐린저항성, 비만, 비인슐린 의존성당뇨병, 고콜레스테롤혈증과 심장혈관 위해, 과학기반의 철저한 사전평가 등이 포함된다.

마) 소화관생리와 기능에 관한 기능성식품과학 : 장내균총의 생리학과 기능, 장관면역계, 점막세포의 증식 및 분화, 장관기능과 질환, 식품과 그 성분에 관한 임상실험, 안전성, 현행지식의 철저한 재검토 등이 해당된다.

바) 행동 및 심리에 관한 기능성식품과학 : 방법론에 관한 일반적 고찰, 식욕과 관계하는 주요영양소의 기능, 음식과 인식행동, 각성·진정에 관여하는 식품 기능의 효과, 음식 및 각개의 영양소가 정서에 미치는 영향, 영양과 엔도르핀(내성마취물질), 안전성, 떨림(진정 안됨), 지표의 특징에 따라서 과학기반의 철저한 재검토 등이 있다.

일본은 최초로 기능성식품이라는 용어를 사용하였으며 1991년 식품의 생체조절기능을 표시할 수 있는 특정 보건용 식품의 허가제가 처음 실시된 이래 1996년과 2001년 4월 법개정에 따른 기능성식품 관련 제도를 완성하였다. 이에 따라 기능성식품에 대한 기초연구와 산업연구가 활발히 이루어졌다. 해외 기능성식품 시장은 일본, 미국, 유럽을 중심으로 형성되고 있으며, 이들 국가의 전체 특허 건수는 각 국의 제도도입 및 발전방향과 연관성을 갖고 다르게 나타난다. 일본의 경우 1987년 기능성식품의 시장도입 구상을 후생성이 발표한 이후 '90년대 초반 높은 건수를 나타내고 있으며, 미국은 1991년 영양표시교육법(NLEA, Nutrition Labeling & Education Act), 1994년 건강보조식품 및 교육법(DSHEA, The Dietary Supplement Health & Education Act) 법령이 공포된 후 '90년대 중반에 높은 건수를 보이고 있다.

분야별 특징으로 일본은 제품 유형별 특허가 높게 나타나고 있는데 이는 특정 보건용 식품제도의 소재별 기능성을 강조한 일본 정부 정책의 영향에 의해 원료소재 개발에 역점을 두고 제품으로의 실용화 가능성에 역점을 둔 결과로 볼 수 있다.

미국은 생리기능별 기능성식품 분야에 높은 건수를 보이고 있으며 유럽은 분야별 편중 없이 연도별로 꾸준한 것으로 나타났다. 각 국 공히 생리기능별 특허 현황 중

질환회복에 대한 건수가 미미한데 이는 기능성식품의 표시사항에 질환, 효능 등의 표기를 할 수 없기 때문으로 해석된다. 질환 예방 분야에서는 미국이 NLEA 법령의 Health Claim 표시 허가 영향에 의해 급격한 증가를 보이고 있으며, 생체조절에 대한 특허 출원은 각 국이 모두 높은 출원 건수를 보이고 있다.

질환예방/회복분야의 각 국의 특이한 상황은 나타나지 않으나 미국의 경우 유해물질제거와 발암방지 분야에서 다소 높은 특허 건수를 나타냈다. 이는 NCI의 항암성 phytochemical에 관한 연구의 영향으로 보여진다.

생체조절분야에서 미국은 영양소 흡수촉진, 식욕억제 및 정장효과 분야에서 꾸준한 증가세를 보이고 있고 유럽의 경우에도 식욕억제가 주요 분야로 타 분야 대비 특허건수가 높음으로써 서구인들에게 비만과 관련된 기능성식품에 대한 연구개발이 핵심분야임을 알 수 있다. 그러나 노화억제 분야의 경우, 일본이 증가세를 보이고는 있으나 한국과 같이 장수식품, 고령자 식품을 제외한 다른 세부분야에서 낮은 특허건수를 보임으로써 선진국의 노화억제에 관한 연구 개발 실적이 아직은 낮은 것으로 보인다.

3) 발효식품 및 효소이용기술

국제적으로 전통식품가공기술에 첨단 신기술을 도입하는 추세이다. 미국의 경우 민족음식(ethnic food)의 관심과 소비가 증가하고 있다. 1994년 이후 기름진 중국식 요리에 싫증을 느낀 미국인들에 의해 일본, 베트남, 타이, 한국, 중동의 전통식품이 급성장하였다. 전통적으로 식품으로 사용되어 온 식품소재들은 미 FDA에서 GRAS로 인정받아 사용되고 있다.

4) 제품화기술

미국은 식품제품으로 전 세계를 정복하고 있으며, 일본의 경우 '90년부터 연구지원이 추진되어 소재 및 식품설계 기술이 높은 수준에 도달하였으며, Post-genome 시대에 대비한 유전공학기술을 활용한 식품생물공정기술의 활용도가 급격히 증가하고 있는 추세에 있다.

다. 국내동향

1) 식품가공기술

종래의 식품가공 및 생산기술을 바탕으로 식품가공기술분야에서는 식품가공공정의

자동화, 환경친화적 포장재의 개발, 센서를 이용한 자동식품품질 측정기술, 또는 식품의 신선도를 장기 유지할 수 있는 기술 등에 대한 수요가 나타나고 있다. 최근 들어 전통적 가열방법을 벗어나 소비자에게 신선한 식품을 공급하기 위한 방법으로 최소가공(minimal processing)이 주목을 끌어왔으며 더불어 비가열처리기술(non-thermal processing)이 활발히 연구되고 있다. 현재 식품산업에서 개발되고 있는 비열처리기술은 초고압, 초전압 펄스 전기장, 진동 자기장, 조사법, 광펄스 초음파 등 다양한 물리적 방법과 박테리오신이나 화학물질 처리 등을 조합하여 다단계로 처리하는 hurdle technology 등이 활발히 진행되고 있고 산, 염기, 아미노산, 색채물질, 효소 등을 microencapsulation하는 기술이 개발되고 있다.

2) 기능성식품개발기술

기능성식품 관련 국내 특허건수는 '90년 이후 꾸준한 증가 추세로 '90년대 후반 기능성 식품에 대한 관심이 고조됨에 따라 급격히 증가하여 2001년 기능성·신소재 분야 식품관련 출원건수는 총 375건으로 전체 식품분야의 30%라는 높은 출원건수를 기록하였다. 기술 내용면에서 혈액, 관절염, 동맥경화 등과 같은 질환을 예방할 수 있는 각종 천연물질을 함유한 건강식품과 대장균, 누에고치와 같은 천연재료로부터 분리한 식품소재에 대한 내용이 대부분을 차지하는 것으로 조사되었다. 한국식품개발연구원의 자료에 따른 분야별 특허 현황을 살펴보면 대사개선, 비만방지, 흡수조절 등과 면역기능, 순환기조절, 치과구강, 혈당조절 등을 대상으로 한 생체조절 및 질환예방 분야에 대한 출원건수가 높게 나타났다.

반면 질환회복 및 노화억제 분야는 낮은 특허 출원건수를 나타냈으며, 유해물질제거, 발암방지, 면역부활 및 동맥경화방지 등을 주 대상으로 하였으며, 생리기능 분야 특허 중 낮은 출원건수를 나타냈다. 이는 이들 분야가 생리활성보다는 약리활성에 가까운 특성을 갖고 있기 때문이며 생체조절 및 질환예방 분야의 연구개발이 용이하다는 점이 원인으로 보인다.

각 분야별 특허 현황은 특정 연구개발로의 편중을 나타내고 있다. 생체조절분야는 영양소흡수촉진, 비만방지, 흡수조절에 편중되어 해외에서 활발하게 연구하는 간기능 및 뇌기능 개선에 대한 특허 건수가 미흡하며, 대사 관련 연구개발 건수는 전무하였다. 질병예방 및 회복분야의 연구가 유해물질제거, 발암방지, 면역부활 및 동맥경화방지 등의 분야에 편중된 특허건수를 보이고 있다.

이는 국내 연구개발이 실용화 중심의 연구 경향으로의 편중으로 볼 수 있다. 또한 제3세대 기능성식품신소재로 분류되고 있는 노화억제분야의 특허건수가 낮은 점과 장수식품·고령자식품 이외 타 분야의 특허 건수가 미미한 점은 노화억제기작에 대한 연구개발보다는 추출물 형태의 제품에 대한 특허가 주류를 형성하고 있기 때문으로

보여 진다.

기능성 식품산업에 있어 향후 요구되는 핵심기술 및 기술개발방향은 기능성식품소재의 탐색 및 유효성·위해성 평가기술, 기능성식품용 물질의 소재화 기술, 기능성식품의 제품화 기술 3가지로 요약된다. 기능성식품소재의 탐색 및 유효성·위해성 평가 기술에는 Novel assay계 개발, HTS 수준의 in vitro, in vivo assay계의 확립, Matrix assay계, Total assay계, Multi assay계 등 효율적 탐색시스템의 구축, 형질전환, Knockout mouse 등 질환모델동물의 개발, 인체내 생리·약리활성 발현기작의 규명, 구조와 활성간의 상관성 해석 및 위해성 평가 방법의 확립에 대한 기술 개발이 기대된다.

기능성식품용 물질의 소재화 기술은 계절, 산지, 품종, 연령 등에 따라 유효 성분 변화가 없는 식용생물자원의 생산 및 확보 기술, 유효성 미량성분의 대량생산을 위한 분자유종기술, 생물전환기술 및 성분의 안정화 기술, 유효물질의 화학적, 효소적 수식에 의한 고기능화, 고활성화 기술, 저분자 유효물질의 효소적, 유기합성적 합성 기술, 고분자 유효물질의 활성영역의 규명 및 생산기술, 고분자 물질의 중·저분자화, 고분자물질의 추출을 및 정제수율 향상, 고분자 물질의 용해도 및 흡수율 증가 등 고분자 유효물질의 소재화 기술, 고효율 생물전환을 위한 분자생물공정기술, 초임계 추출기술, 초정밀 청정분리·정제기술 등의 high separation 기술에 대한 개발이 기대된다. 기능성식품의 제품화 기술에 대해 소재의 안정성 향상과 물질의 체내 전달을 위한 나노입자화 기술, Multifunctional 제품의 설계 및 고기능화 기술, 소비자층별 특성화 및 소비자 요구에 따른 맞춤형 제품 개발, 의약품, 화장품, 기타 정밀화학제품으로의 소재 다용도화 기술, 최종제품의 유효성·안전성 확보를 위한 전임상, 임상 평가기술 개발에 대한 연구가 활발해질 것으로 전망된다.

3) 발효식품 및 효소이용기술

전통장류의 산업적 제조 기술 확보, 생물 공정 기술의 적극적 활용과 기능성식품으로의 확장 등은 향후 장류 산업을 고부가가치 산업으로 도약하게 만들 것으로 기대된다. 산업적 제조 기술 확보를 위해서는 발효공정 분야, 기계장치 분야, 품질 유지분야에서 깊이 있는 연구가 필요하며, 생물공학 기법을 활용한 산업경쟁력 확보를 위해서는 미생물 육종을 통한 장류 품질의 고급화와 수율 증대를 실현하여야 하며, bioreactor에 의한 장류를 제조함으로써 발효기간의 단축, 장기 연속운전의 안전성과 발효조 투자액의 절감으로 인한 제조 원가의 절감을 이루어야 한다. 또한 저염 장류의 개발을 통하여 장류 수요량의 증대를 이루어야 하며, 기능성 연구 활동을 강화하여야 한다. 이를 통해 사용량의 증대 및 판매 가격의 인상, 장류의 부가가치를 높일 수 있다.

쓰레기 및 폐수의 처리문제 그리고 원료 및 제조과정의 관리능력의 부족으로 인한 식품위생상 문제와 생산 및 유통방식의 과학화가 필요하다. 숙성기간의 단축, 저염화 기술 개발, 발효 미생물에 관한 연구, 발효 과정 중의 성분 변화에 관한 연구와 제조공정의 표준화와 제품에 대한 표준 검사법의 확립이 필요하며, 유용미생물의 탐색, 젓갈 발효의 기작 규명 및 숙성 제어 기법 확립, 영양 및 기능성 규명, 다양한 제품 개발 등의 품질 과학화와 biotechnology 기술을 활용한 우수 균주의 개량과 유통안전성의 확보가 필요하다.

4) 제품화기술

국내 식품 제품화 기술은 다양화, 고품질, 고기능성, 안전성, 편의성 추구, 표준화 등을 지향하는 추세에 있으나, 전반적인 기술수준이 낮아 아직 국제 경쟁력은 미흡한 실정에 있어 향후 발전 가능성은 매우 크다고 볼 수 있다.

라. 국내역량

1) 식품가공기술

선진국과 5~10년의 격차가 존재하고 있는데, 국내에는 창의력을 지닌 잠재 인적 자원이 풍부하고, 국민적 교육에의 관심을 고려할 때 기술수준 잠재력은 매우 크다고 볼 수 있다. 수확 전 관리기술의 국내 기술수준은 선진국 대비 60% 수준이며, 전문인력 보유 정도는 50%, 인프라 구축 정도는 50%에 머무르고 있다. 안전성 관리기술의 국내 기술수준은 선진국 대비 40% 수준이며, 전문인력 보유 정도는 30%, 인프라 구축 정도는 40%에 머무르고 있다. 포장 및 운송기술의 국내 기술수준은 선진국 대비 40% 수준이며, 전문인력 보유 정도는 35%, 인프라 구축 정도는 30%에 머무르고 있다. 저장기술의 국내 기술수준은 선진국 대비 50% 수준이며, 전문인력 보유 정도는 40%, 인프라 구축 정도는 60%에 머무르고 있다.

2) 기능성식품개발기술

2001년도 과학기술 연구개발 활동조사에 따르면 국내 식품산업 연구개발기관수는 총 117곳으로, 국내 식품제조 및 가공업체 수가 약 16,000곳인 점을 감안한다면, 국내 식품산업의 연구기관수준은 약 1%의 낮은 수준으로 대기업이 27.5%, 중소기업이 53.8%, 벤처기업이 18.7%를 차지하고 있는 것으로 조사되었다. 이들 171개 연구개발기관의 평균 연구 인력 수는 12.1명으로 이중 연구지원 기능 인력은 평균 3.3명으로

나타났다. 또한 연구소 인력의 평균 연령 대는 30~40세 사이의 남성인력이 전체의 50% 선에 미치는 등 가장 많은 인력을 차지하였다. 여성인력의 비중은 낮게 나타났으며, 연구인력의 학위 분석은 절반 가량이 학사학위를 소지하였으며, 40% 가량이 석사 학위, 10% 미만이 박사학위 분포를 나타냈다. 이들 연구원의 주요 전공은 생명공학이 45% 선으로 가장 많으며 그 다음으로 농림학, 화학공학 전공자들이 식품산업체 연구 개발에 종사하고 있는 것으로 조사되었다. 국내 식품과학 관련 기술들의 최고 선진국 대비 기술수준은 약 65% 선에 위치하고 있지만 핵심기술의 기술 격차는 5년 이상을 보이고 있을 뿐만 아니라 대부분의 기술들이 도입기에 있어 기능성식품의 기반인 식품과학 관련 기술의 선진화가 요구되고 있다.

한편, 한국보건산업진흥원의 「미래식품과학기술예측」(2001)에 따르면, 기능성식품 신소재기술은 최고 선진국과 2년의 기술격차를 보이고 있다. 더욱이 선진국 대비 한국 기술수준의 특징은 downstream 기술에서는 60% 이상의 수준을 보이고 있는 반면 upstream 기술, 핵심기술에서는 20~30% 수준에 머무르고 있어 기능성식품 소재산업의 국제경쟁력이 매우 취약함을 의미하고 있다. 정부 부처 연구개발사업 중 기능성식품 과제가 가장 많이 지원되고 있는 사업은 농림기술개발사업으로 총 과제수 대비 6.4%, 가공과제수 대비 43.2%를 나타내고 있다. 이는 WTO체제 하에서 국내 농·임·수산업의 생존과 국제 경쟁력을 강화시키기 위해 기존의 1차 산업을 육성할 수 있는 하나의 대안으로 기능성 식품이나 소재 개발에 초점을 맞춘 결과이다.

농림기술개발사업 다음으로 식품분야 및 기능성 식품분야의 연구과제를 많이 지원하고 있는 보건의료기술연구개발사업은 총 사업과제 건수 대비 2.3%의 매우 낮은 비율을 보이고 있으나, 전체 식품분야 대비 기능성식품분야의 과제는 2001년 현재 전체 142개 식품분야 연구과제 중 38건으로 26.8%를 차지하고 있다. 과학기술부의 사업에는 식품과학기술만을 대상으로 한 사업은 없으나, 일부 식품과학개발을 포함하고 있는 사업으로는 신기능성소재기술개발사업, 생명공학기술개발사업, 우수연구센터, 지방협력연구센터지원사업 등이 있으며, 기능성식품소재 개발, 농산물의 가공기술 개발 등의 내용을 수행하고 있다.

3) 발효식품 및 효소이용기술

우리나라는 '90년대 이후에서야 전통 장류의 산업화 기반 기술 개발이 활발해지기 시작하여 최근 몇 년 동안 일부 제품이 산업적으로 양산되기 시작하였지만 아직도 대부분은 장독대를 이용하는 방법으로 제조되고 있는 실정이다. 공업적 장류의 생산을 위한 효모, 세균 및 곰팡이의 개발, 한국형 장류의 복원, 어간장의 제조, 재래장류와 숙성 미생물, 장류의 향기 및 맛 성분 분석, 균주 개량, 기능성 물질의 탐색 및 효능에 대한 연구, 혼합배양 등으로 연구 범위가 확대되었다.

일본의 경우, 압착기의 발명, 대두의 증자 처리 기술 개발, 중국의 개발, 식염용해법의 개량, 방미제의 사용, 콘크리트제 탱크와 국개(koji tray), 아미노산 간장의 발명 등의 기술이 매우 앞서 있다. 최근에는 bioreactor system에 의한 간장의 연속 생산에 대한 관심과 기술개발이 활발히 이루어지고 있는데, ceramic beads, Ca-alginate, glass beads, membrane, fibers 등 여러 가지 고정화 담체에 glutaminase, 젓산균, 효모의 균체를 고정화시켜서 충전층 반응기(plug flow reactor), 연속교반조반응기(continuous stirred tank reactor)같은 bioreactor를 사용하여 간장 발효의 연속화에 대한 연구보고가 있으며, 현재 이를 실용화하고 있는 단계에 있다. 또한 다관상 막 module과 회전형 원판막 module 등 한외여과법에 의한 간장의 앙금제거연구가 실용화단계까지 진행되어 있다.

화학적 분해의 부산물인 3-MCPD의 최소화 기술은 유럽이나 일본에서는 이미 보유하고 있는 기술이지만, 우리나라도 몇 개 업체는 동등한 수준까지 제조 기술을 확보하여 동남아시아나 중국보다는 기술 우위를 확보하게 되었다. 기타 생균제, 효소제, 효모제 등 다양한 제품이 개발되고 있다. 특히 '농장에서 식탁까지' 깨끗하고 안전해야 한다는 개념에서 미생물 또한 사람, 동물, 식물은 물론 환경에까지 해가 없는 제품이 되어야 한다. 현재 이 같은 차원에서 연구와 개발이 이뤄지고 있고, 앞으로 항생제 사용 제한에 따라 미생물 제제분야 산업전망은 매우 밝다.

4) 제품화기술

제품화기술의 국내 기술수준은 선진국 대비 30% 수준이며, 전문인력 보유정도는 40%, 인프라 구축 정도는 50%에 머무르고 있다.

5) 기능성식품분야의 SWOT 분석

<표 4-1-8> 기능성식품분야의 SWOT 분석

강점요인(S)	약점요인(W)
<ul style="list-style-type: none"> - 다양한 식·약용식물 자원 - 높은 한의학 수준 및 구전 전통민간요법의 다양성 - 국민의 식·약용식물에 대한 높은 선호도 - 바이오 벤처의 활성화 - 제약, 식품 관련 대기업의 상호 접목 산업분야 참여 확대 - 현 국내의 높은 기반기술 수준 - 국내 해당산업의 높은 산업 점유율 - 기능성 식품의 시장 확대 발전 	<ul style="list-style-type: none"> - 가공분야의 범위가 광범위함 - 해당기술의 동향파악이 어려움 - 기능성식품, 식품신소재 이외 분야의 기술은 downstream 기술에 속함 (원천 기술 미약) - 대부분 가공산업의 부가가치가 낮음 - 국내관련 대형전문 연구과제 수행실적 미흡 - 해당 기술 및 산업의 국제 경쟁력이 약함 - 소량다품종 산업으로의 개편이 어려움 - 학제적 연구인력의 부족 - 선진국과의 기술격차 큼 - 관련 산업체의 영세성
기회요인(O)	위협요인(T)
<ul style="list-style-type: none"> - 고령화 사회 진입 - 성인병, 고령화병의 식품을 통한 국민 예방 의식 확대 - WTO의 시장 개방에 대한 강력한 대처방안의 하나임 - 국내 건강기능식품제도의 도입 	<ul style="list-style-type: none"> - 기술 선진국의 수입원료 규격강화 - 기술 선진국 대비 핵심가공기술의 수준차 - 건강기능식품에 대한 소비자의 부정적 인식

제2절 기술로드맵 작성

1. 핵심시스템 구성요소 및 성능목표 설정

가공분야는 천연 및 미생물 소재로부터 개발된 식품 및 소재 개발 후 대량생산 과정을 거쳐 포장 후 소비자에게 매력적인 완제품으로 인식되고, 장기간 저장될 수 있으며, 최종 소비 단계에서 안전하게 섭취될 수 있는 수준의 성능이 요구된다. 개발 최종목표는 국내 연구개발능력 및 기간을 고려하여 2012년까지 설정하였다.

<표 4-1-9> 핵심시스템 구성요소와 성능목표

중분류	구분	현재	단기(2004-2006)	중기(2007-2009)	장기(2009-2012)
	성능목표 핵심시스템 구성요소	식품의 1차(영양), 2차(감각)을 충족시킨 단계	다양한 신소재에 의한 기능성 식품의 개발	안전한 식품의 공급	안전한 고기능성식품의 안정적 공급
식품가공기술	식품가공/개발 능력	선진국의 70%	선진국의 80%	선진국의 90%	선진국 수준
	식품 단위조작 능력	선진국의 30%	선진국의 50%	선진국의 70%	선진국의 80%
	식품공정·생산 능력	선진국의 60%	선진국의 80%	선진국의 90%	선진국 수준
	식품저장 능력	선진국의 40%	선진국의 60%	선진국의 80%	선진국의 90%
	식품포장 능력	선진국의 30%	선진국의 50%	선진국의 70%	선진국의 80%
기능성식품 개발기술	기능성 및 식품 신소재 탐색 능력	선진국의 50%	선진국의 70%	선진국의 90%	선진국 수준
	식품 기능성 규명 및 평가 능력	선진국의 20%	선진국의 40%	선진국의 60%	선진국의 80%
	기능성 식품소재 개발 능력	선진국의 60%	선진국의 80%	선진국의 90%	선진국 수준
발효식품 및 효소이용기술	식품관련 균주 개발 능력	선진국의 50%	선진국의 70%	선진국의 80%	선진국의 90%
	식품발효 능력	선진국 수준	최고선진국 유지	최고선진국 유지	최고선진국 유지
	미생물 유래물질 이용 능력	선진국의 60%	선진국의 80%	선진국의 90%	선진국 수준
	식품효소공학 능력	선진국의 30%	선진국의 60%	선진국의 80%	선진국의 90%
식품가공기술	식품 개발 기술	선진국의 60%	선진국의 80%	선진국의 80%	선진국 수준
	식품 제품생산 공정 능력	선진국의 60%	선진국의 80%	선진국의 80%	선진국 수준

2. 기술영역 및 핵심기술

가. 기술영역 및 핵심기술도출

1) 핵심시스템 구성요소별 관련기술

<표 4-1-10> 핵심시스템 구성요소와 관련기술

핵심시스템 구성요소	핵심시스템 구성요소	관 련 기 술
식품가공기술	식품가공/개발 능력	농산식품 가공·개발기술, 축산식품 가공·개발기술, 수산식품 가공·개발 기술, 임산식품 가공·개발기술, 식품원료 처리기술, 식품원료성분평가기술, 식품 풍미 개발기술, 식품 색소 개발기술, 식품 물성 개발기술
	식품 단위조작 능력	식품 원료 처리기술, 가열 및 냉각 처리기술, 농축 및 건조기술, 추출 및 정제기술, 성형 및 조립기술, 막분리 공정 응용기술, 생물반응기 이용기술, 극한조작 및 혁신기술
	식품공정·생산 능력	식품공정 설계기술, 계측·제어기술, 식품 생산공정 자동화기술, 발효공정 관리 및 발효식품 생산기술, 식품 산업 폐자원 이용기술, 식품 및 급식산업 설비 관련기술
	식품저장 능력	냉장 및 냉동기술, 가열 살균기술, 비가열 살균기술, 수분활성도 변환기술, 발효 및 식품첨가물 이용기술, 기체 조절(CA) 저장기술, 신선/생체 식품품질유지기술
	식품포장 능력	식품포장소재 개발기술, 환경친화형 포장재 개발기술, MA 포장 관련기술, 기능성 포장기술, 무균 포장기술, 포장용기 관련기술, 포장재 성능 시험기술, 포장식품 품질수명 예측기술
기능성식품 개발기술	기능성 및 식품 신소재 탐색 능력	미생물 소재 탐색기술, 동물소재 탐색기술, 식물소재 탐색기술
	식품 기능성 규명 및 평가 능력	기능성 소재 동정 및 정량기술, <i>In vitro</i> 기능성 평가기술, <i>In vivo</i> 기능성 평가기술, 식품 기능성 규명 임상평가 관련기술
	기능성 식품소재 개발 능력	전통식품 유래 기능성 소재 개발기술, 기능성 탄수화물소재 개발기술, 기능성 단백질 및 펩타이드 소재 개발기술, 기능성 지질소재 개발기술, 식물성분소재 개발이용기술
발효식품 및 효소이용기술	식품관련균주 개발 능력	식품미생물 동정 및 보존기술, 식품유용종균 배양기술, 식품유용균주 개량기술
	식품발효 능력	발효기작 해석 및 제어 기술, 전통발효식품의 공업화/규격화/국제화 기술, 식품 신소재 발효기술, 식품 발효균 제어기술, 유산균 장내 전달기술
	미생물 유래물질 이용 능력	식품 발효정밀 물질 생산기술, 발효 대체식량자원 개발기술, 박테리옌 등 천연식품보존제 분리 및 대량생산기술
	식품효소공학 능력	식품효소탐색 생물공학기술, 식품효소 대량생산 및 제제화 기술, 식품효소의 산업적 이용 기술, 식품효소 반응공학 기술
제품화기술	식품개발 기술	식품원료 처리기술, 식품원료성분 평가기술, 식품 풍미 개발기술, 식품 색소 개발기술, 식품 물성 개발기술
	식품제품생산 공정 능력	식품/소재 분리 및 정제기술, 식품/소재 대량생산기술, 식품/소재 제품화기술

2) 핵심기술별 요소기술

<표 4-1-11> 핵심기술별 요소기술

대분류	중분류	소분류	세분류
가공분야	식품가공 기술	식품가공·개발 기술	농산 식품 가공·개발기술
			축산 식품 가공·개발기술
			수산 식품 가공·개발기술
			임산 식품 가공·개발기술
		식품 단위조작 기술	식품 원료 처리기술
			가열 및 냉각 처리기술
			농축 및 건조기술
			추출 및 정제기술
			성형 및 조립기술
			막분리 공정 응용기술
			생물반응기 이용기술
			극한조작 및 혁신기술
		식품공정·생산 기술	식품공정 설계기술
			계측·제어기술
			식품 생산공정 자동화기술
			발효공정 관리 및 발효식품 생산기술
			식품 산업 폐자원 이용기술
			식품 및 급식산업 설비 관련기술
		식품저장기술	냉장 및 냉동기술
			가열 살균기술
			비가열 살균기술
			수분활성도 변환기술
			발효 및 식품첨가물 이용기술
			기체 조절(CA) 저장기술
			신선/생체 식품 품질유지기술
		식품포장기술	식품포장소재 개발기술
			환경친화형 포장재 개발기술
			MA 포장 관련기술
			기능성 포장기술
			무균 포장기술
			포장용기 관련기술
			포장재 성능 시험기술
			포장식품 품질수명 예측기술

대분류	중분류	소분류	세분류
가공분야	기능성 식품 개발 기술	기능성 및 식품 신소재 탐색기술	미생물 소재 탐색기술
			동물소재 탐색기술
			식물소재 탐색기술
		식품 기능성 규명 및 평가기술	기능성 소재 동정 및 정량기술
			<i>In vitro</i> 기능성 평가기술
			<i>In vivo</i> 기능성 평가기술
			식품 기능성 규명 임상평가 관련기술
		기능성 식품소재 개발기술	전통식품 유래 기능성 소재 개발기술
			기능성 탄수화물소재 개발기술
			기능성 단백질 및 펩타이드소재 개발기술
			기능성 지질소재 개발기술
			식물성분소재 개발이용기술
		가공분야	발효공학및 효소이용 기술
식품유용종균 배양기술			
식품유용균주 개량기술			
식품발효기술	발효기작 해석 및 제어 기술		
	전통발효식품의 공업화, 규격화, 국제화 기술		
	식품 신소재 발효기술		
	식품 발효균 제어기술		
미생물 유래물질 이용기술	유산균 장내 전달기술		
	식품 발효정밀 물질 생산기술		
	발효 대체식량자원 개발기술		
식품효소공학 기술	박테리오파지 등 천연식품보존제 분리 및 대량생산기술		
	식품효소탐색 생물공학기술		
	식품효소 대량생산 및 제제화 기술		
	식품효소의 산업적 이용 기술		
가공분야	제품화 기술	식품 개발 기술	식품효소 반응공학 기술
			식품원료 처리기술
			식품원료성분 평가기술
			식품 풍미 개발기술
			식품 색소 개발기술
		식품 제품생산 공정 기술	식품 물성 개발기술
			식품/소재 분리 및 정제기술
			식품/소재 대량생산기술
			식품/소재 제품화기술

나. 핵심기술 분석

1) 각 핵심기술에 대한 최첨단(State of the art) 분석

가) 식품가공/개발 능력

농산식품 가공·개발기술, 축산식품 가공·개발기술, 수산식품 가공·개발 기술, 임산 식품 가공·개발기술, 식품원료 처리기술, 식품원료성분평가기술, 식품 풍미 개발기술, 식품 색소 개발기술, 식품 물성 개발기술

나) 식품 단위조작 능력

식품 원료 처리기술, 가열 및 냉각 처리기술, 농축 및 건조기술, 추출 및 정제기술, 성형 및 조립기술, 막분리 공정 응용기술, 생물반응기 이용기술, 극한조작 및 혁신기술

다) 식품공정·생산 능력

식품공정 설계기술, 계측·제어기술, 식품 생산공정 자동화기술, 발효공정 관리 및 발효식품 생산기술, 식품 산업 폐자원 이용기술, 식품 및 급식산업 설비 관련기술

라) 식품저장 능력

냉장 및 냉동기술, 가열 살균기술, 비가열 살균기술, 수분활성도 변환기술, 발효 및 식품첨가물 이용기술, 기체 조절(CA) 저장기술, 신선/생체 식품품질유지기술

마) 식품포장 능력

식품포장소재 개발기술, 환경친화형 포장재 개발기술, MA 포장 관련기술, 기능성 포장기술, 무균 포장기술, 포장용기 관련기술, 포장재 성능 시험기술, 포장식품 품질수명 예측기술

바) 기능성 및 식품 신소재 탐색 능력

미생물 소재 탐색기술, 동물소재 탐색기술, 식물소재 탐색기술

사) 식품 기능성 규명 및 평가 능력

기능성 소재 동정 및 정량기술, *In vitro* 기능성 평가기술, *In vivo* 기능성 평가기술, 식품 기능성 규명 임상평가 관련기술

아) 기능성 식품소재 개발 능력

전통식품 유래 기능성 소재 개발기술, 기능성 탄수화물소재 개발기술, 기능성 단백질 및 펩타이드 소재 개발기술, 기능성 지질소재 개발기술, 식물성분소재 개발이용기술

자) 식품관련균주 개발능력

식품미생물 동정 및 보존기술, 식품유용종균 배양기술, 식품유용균주 개량기술

차) 식품발효 능력

발효기작 해석 및 제어 기술, 전통발효식품의 공업화/규격화/국제화 기술, 식품 신소재 발효기술, 식품 발효균 제어기술, 유산균 장내 전달기술

카) 미생물 유래물질 이용 능력

식품 발효정밀 물질 생산기술, 발효 대체식량자원 개발기술, 박테리오신 등 천연식품보존제 분리 및 대량생산기술

타) 식품효소공학 능력

식품효소탐색 생물공학기술, 식품효소 대량생산 및 제제화 기술, 식품효소의 산업적 이용 기술, 식품효소 반응공학 기술

파) 식품개발기술

식품원료 처리기술, 식품원료성분 평가기술, 식품 풍미 개발기술, 식품 색소 개발기술, 식품 물성 개발기술

하) 식품제품생산 공정능력

식품/소재 분리 및 정제기술, 식품/소재 대량생산기술, 식품/소재 제품화기술

2) 각 핵심기술의 수준과 연구개발전략

핵심기술별로 우리의 현 기술수준, 기술의 priority, 국내기술 개발역량, 기술성숙도, 기술도입곤란성을 종합적으로 분석하여 연구개발전략을 설정한다.

<표 4-1-12> 가공 핵심기술수준 및 연구개발전략

중분류	핵심 기술 내용	우리의 현 기술수준	기술의 priority	국내기술 개발역량	기술성숙도	기술도입 곤란성	연구개발 전략
식품가공 기술	• 식품가공/개발 능력	□	◎	□	◎	□	실용화연구
	• 식품 단위조작 능력	△	○	△	○	□	기초/ 실용화연구
	• 식품공정·생산 능력	□	○	□	○	○	실용화연구
	• 식품저장 능력	△	◎	○	○	○	기초/ 실용화연구
	• 식품포장 능력	△	◎	△	△	□	기초/ 실용화연구
기능성 식품 개발기술	• 기능성 및 식품 신소재 탐색 능력	△	◎	○	□	□	실용화연구
	• 식품 기능성 규명 및 평가 능력	×	◎	△	△	○	기초/ 실용화연구
	• 기능성 식품소재 개발 능력	□	◎	□	□	○	실용화연구
발효공학 및 효소 이용기술	• 식품관련 균주 개발 능력	△	○	△	○	◎	기초/ 실용화연구
	• 식품발효 능력	◎	○	◎	◎	◎	실용화연구
	• 미생물 유래물질 이용 능력	□	◎	□	○	□	기초/ 실용화연구
	• 식품효소공학 능력	△	◎	□	□	□	기초/ 실용화연구
제품화 기술	• 식품 개발 기술	□	○	□	○	◎	실용화연구
	• 식품 제품생산 공정 능력	□	○	□	○	◎	실용화연구

* 우수성 : ◎ > ○ > □ > △ > ×

3) 핵심기술별 추진전략

가) 식품가공기술

學·研 위주로 원천기술을 개발, 핵심기술을 기업의 산업화에 적용하는 전략이 중요하다.

<표 4-1-13> 식품가공기술 추진전략

구 분	추진전략	연구개발전략
식품가공/개발 능력	• 학연에서 개발한 핵심기술을 이용 산업화에 집중	실용화연구
식품 단위조작 능력	• 학연에서 원천기술개발 후 핵심기술은 산업화	기초/실용화연구
식품공정·생산 능력	• 학연에서 개발한 핵심기술을 이용 산업화에 집중	실용화연구
식품저장 능력	• 학연에서 원천기술개발 후 핵심기술은 산업화	기초/실용화연구
식품포장 능력	• 학연에서 원천기술개발 후 핵심기술은 산업화	기초/실용화연구

(미래 유망 기술·과제)

- 고체식품용 연속식 무균가공 시스템 개발 및 응용 기술개발
- 비가열 살균기술(전기장, 자기장, 광펄스, PEF, oscillating magnetic field 등) 개발
- 막분리기술을 활용한 고효율 분리, 농축기술 개발
- 막반응기를 이용한 식품소재 연속생산기술 개발
- 전기/물리적 처리에 의한 건조식품의 살균기술 개발
- 식품용 급속 온도 변환 기술 개발
- 초미세분쇄 및 표면개질 기술개발
- 산업용 마이크로웨이브 가열 및 건조기술개발
- 유해성분의 나노그랩 센싱기술 개발 및 식품 안전성 평가기술 개발
- 동식물 단백질 hydrocolloids의 물리화학적 변화 기술개발
- 불용성 탄수화물의 수용성화 기술 개발연구 및 식품학적 특성 기술개발
- 다변량 분석 기법을 이용한 전통식품의 품질향상 기술개발
- 캡슐화를 이용한 기능성물질 안정화 조절 기술개발
- 곡류전분의 노화방지 기술개발

나) 기능성식품개발기술

학·연 위주로 원천기술을 개발, 핵심기술을 기업의 산업화에 적용하는 전략이 중요하다.

<표 4-1-14> 기능성식품개발기술 추진전략

구 분	추진전략	연구개발전략
기능성 및 식품 신소재 탐색 능력	• 학연에서 개발한 핵심기술을 이용 산업화에 집중	실용화연구
식품 기능성 규명 및 평가 능력	• 학연에서 원천기술개발 후 핵심기술은 산업화	기초/실용화연구
기능성 식품소재 개발 능력	• 학연에서 개발한 핵심기술을 이용 산업화에 집중	실용화연구

(미래 유망 기술·과제)

- 식물로부터 퇴행성 질환 예방용 소재 탐색 기술 개발
- 식품가공 부산물 및 폐자원으로부터 유용성 물질의 탐색 및 식품개발
- 만성질환 생체지표(biomarker) 발굴기술 및 대응 생리활성 소재개발
- 국내 자생식물로부터 구강질환 예방을 위한 기능성 탐색 및 활용기술 개발
- DNA microarray를 이용한 천연 생리활성물질 탐색기술 개발
- 특용작물로부터 성기능 향상 식의약품 개발
- 스트레스 개선 및 정신 피로회복을 위한 식품소재 개발
- 식품자원을 활용한 피부 노화방지 소재 개발
- 생물자원 유래 치매 제어 기능성식품소재의 개발
- 생물자원 유래 노화 제어 기능성 식품소재의 개발
- 암 제어 기능성 식품소재의 개발
- 면역 활성 기능성 식품소재의 개발
- 고혈압 제어 기능성 식품의 개발
- 항당뇨용 인슐린 유사제(Insulin mimetics) 개발
- 골관절 질환 제어 기능성 식품소재의 개발
- 천연 항산화제 및 활성산소 조절소재의 개발
- 천연 식품 보존료 및 항균제 개발
- 천연 갈변화 억제소재 개발
- 젤라틴 대체제 개발
- 생물 고분자 복합체를 이용한 신규 물성개량제 개발
- 탄수화물 효소공학기술을 이용한 신규 감미료 및 올리고당 개발

- 전분의 노화억제 및 물성개량 기술개발
- 나노기술을 이용한 신기능 식품소재 개발
- 미세캡슐화 기술을 이용한 기능성 소재 안정화 및 체내 방출조정 기술 개발
- 생물전환(bioconversion)에 의한 천연물 2차 대사물질의 구조변환 기술 개발
- 인삼의 생리활성물질의 구조/생물활성 연구 및 대량생산기술 개발

다) 발효식품 및 효소이용기술

학연위주로 원천기술을 개발, 핵심기술을 기업의 산업화에 적용하는 전략이 중요하다.

<표 4-1-15> 발효식품 및 효소이용기술 추진전략

구 분	추진전략	연구개발전략
식품관련 균주 개발 능력	• 학연에서 원천기술개발 후 핵심기술은 산업화	기초/실용화연구
식품발효 능력	• 학연에서 개발한 핵심기술을 이용 산업화에 집중	실용화연구
미생물 유래물질 이용 능력	• 학연에서 원천기술개발 후 핵심기술은 산업화	기초/실용화연구
식품효소공학 능력	• 학연에서 원천기술개발 후 핵심기술은 산업화	기초/실용화연구

(미래 유망 기술 · 과제)

- 전통 발효식품의 미생물 천이현상 및 군집 규명 기술
- 전통 발효식품 접종균의 유전체 분석 기술
- 전통발효식품 유래 미생물로부터 생리활성 소재탐색 및 산업화 기술
- 극한 미생물이 생산하는 유용 식품가공용 효소 개발 기술
- 유용효소 생산 극한 미생물의 유전체 분석 기술
- 김치발효균(젖산균)의 장내 거동 및 기능 연구개발 기술
- 전통발효(자연발효) 식품 중 유해균(대장균군)의 생물학적 제어기술개발
- 전통 약탁주의 품질개선 기술개발
- 전통장류의 품질개선 기술개발
- 젓갈의 발효숙성제어기술 개발
- 콩을 원료로 한 풍미물질의 발효생산기술개발
- 발효식품의 가스제어기술 및 포장기술 개발
- 인공효소를 이용한 발효식품의 발효시간 단축기술 개발
- 기능성 올리고당 생산효소 개발
- 기능성 지방 생산을 위한 효소 개발

라) 제품화기술

학연위주로 원천기술을 개발, 핵심기술을 기업의 산업화에 적용하는 전략이 중요하다.

<표 4-1-16> 제품화기술추진전략

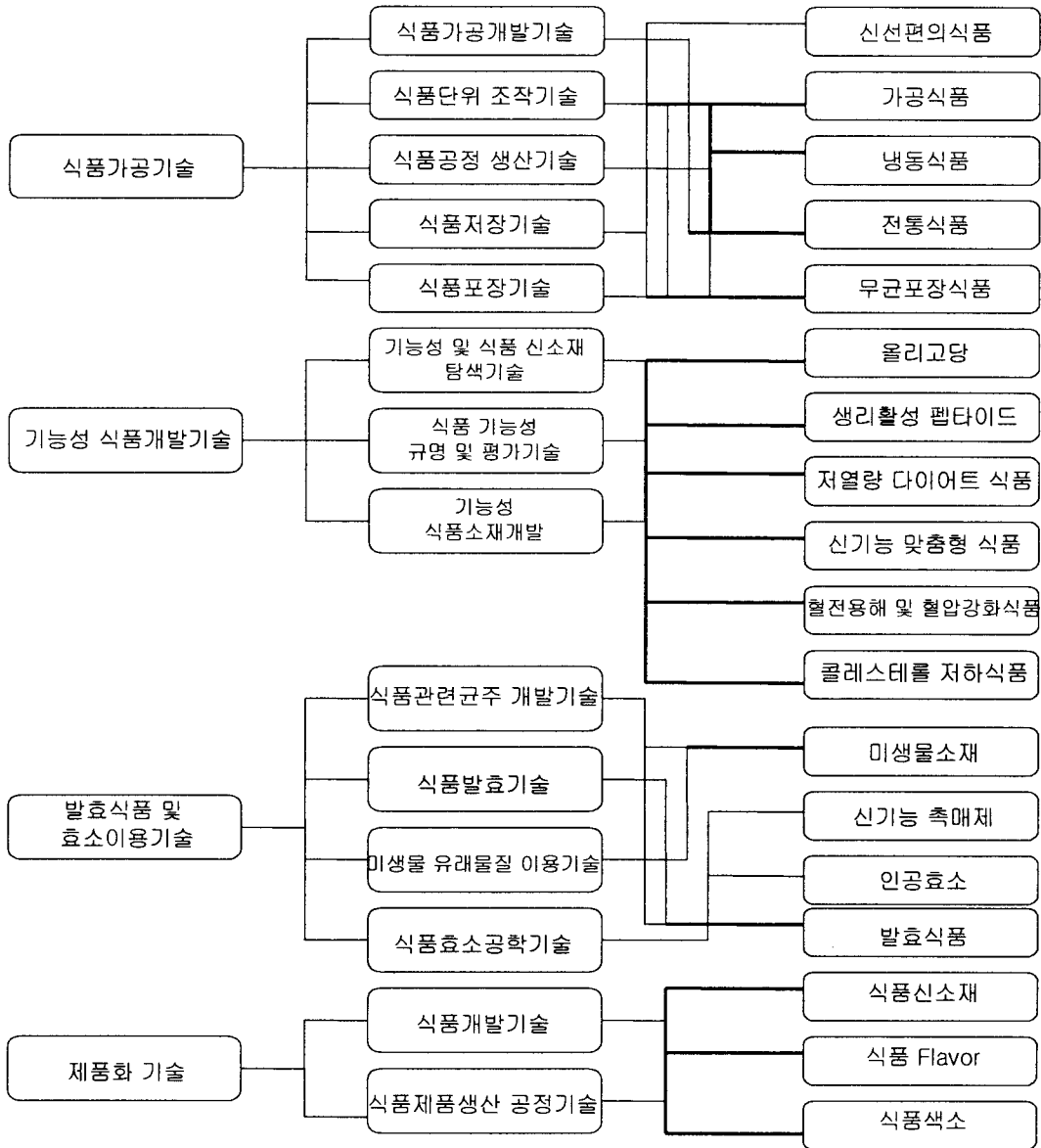
구 분	추진전략	연구개발전략
식품 개발 기술	• 학연에서 개발한 핵심기술을 이용 산업화에 집중	실용화연구
식품 제품생산 공정 능력	• 학연에서 개발한 핵심기술을 이용 산업화에 집중	실용화연구

(미래 유망 기술·과제)

- 미역, 김 등 해조류를 이용한 편이식품 개발 기술
- 국내 유지자원을 이용한 식용유지 제품 개발 기술
- 비인기 정육 부위를 이용한 한국형 육가공제품 개발 기술
- 국내산 견과류의 활용증진을 위한 고부가가치 제품 개발 기술
- 상품김치의 품질 균질화 및 품질 유지기술
- 전통 향신료를 이용한 천연조미제품 개발 기술
- 초임계추출을 이용한 천연주스 및 조미제품 개발 기술
- 생물공학기술을 이용한 기능성 음료 개발 기술
- 국내산 과실, 약용채소류를 이용한 음료 및 주류제품 개발 기술
- 국내산 녹즙 원재료를 이용한 분말제품가공기술 개발 기술
- 마늘 및 양파의 무취 소재화 가공기술 및 추출농축 제품 개발 기술
- 밥류 가공기술 및 다양한 쌀가공제품 개발 기술
- 보리 및 보리싹을 이용한 다양한 건강식품 개발 기술
- 수삼, 홍삼 및 인삼을 이용한 시리얼제품, 건강제품 개발 기술
- 한과 떡류 등의 전통 단기 유통식품의 장기유통 상품화 기술

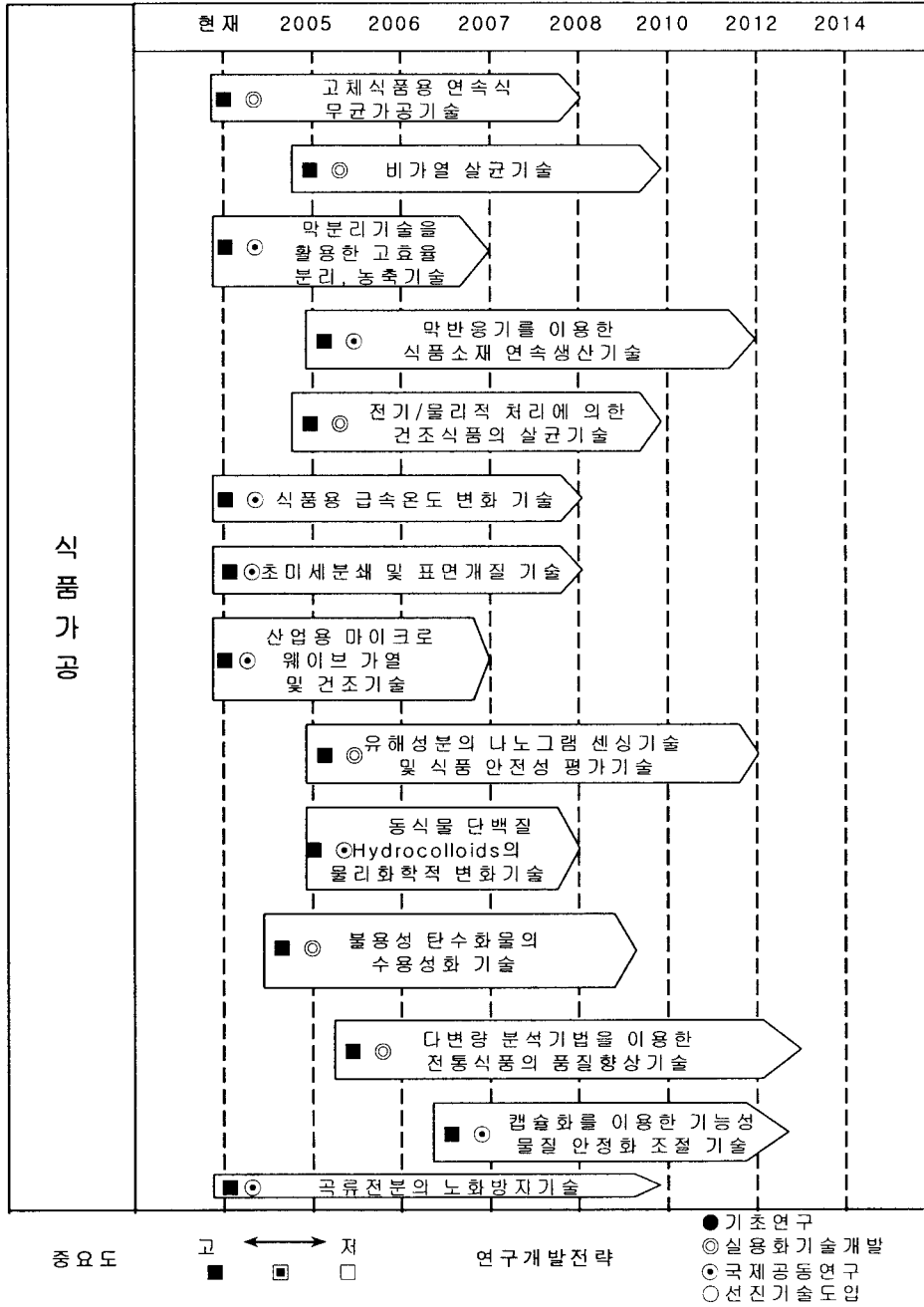
3. 기술로드맵 전개

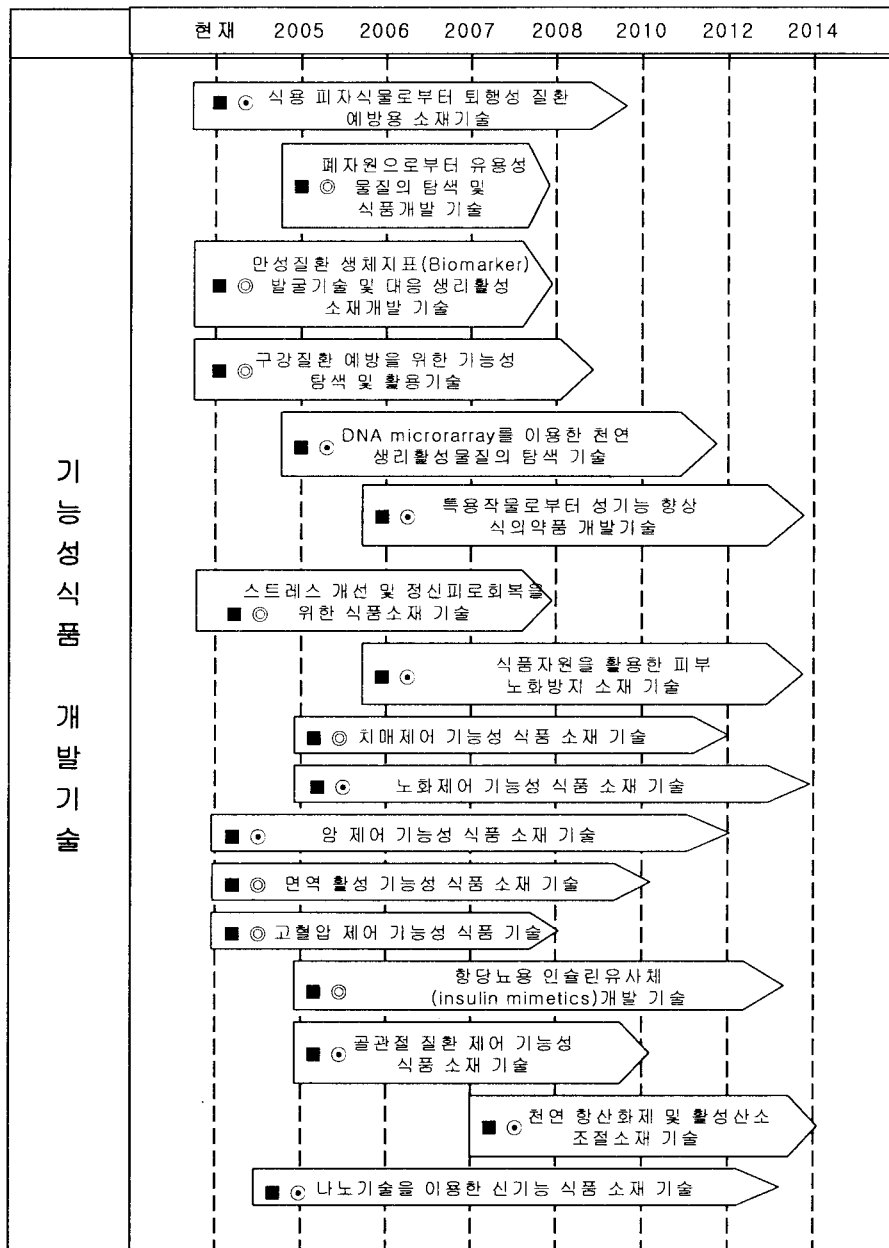
가. 기술-제품 연관관계



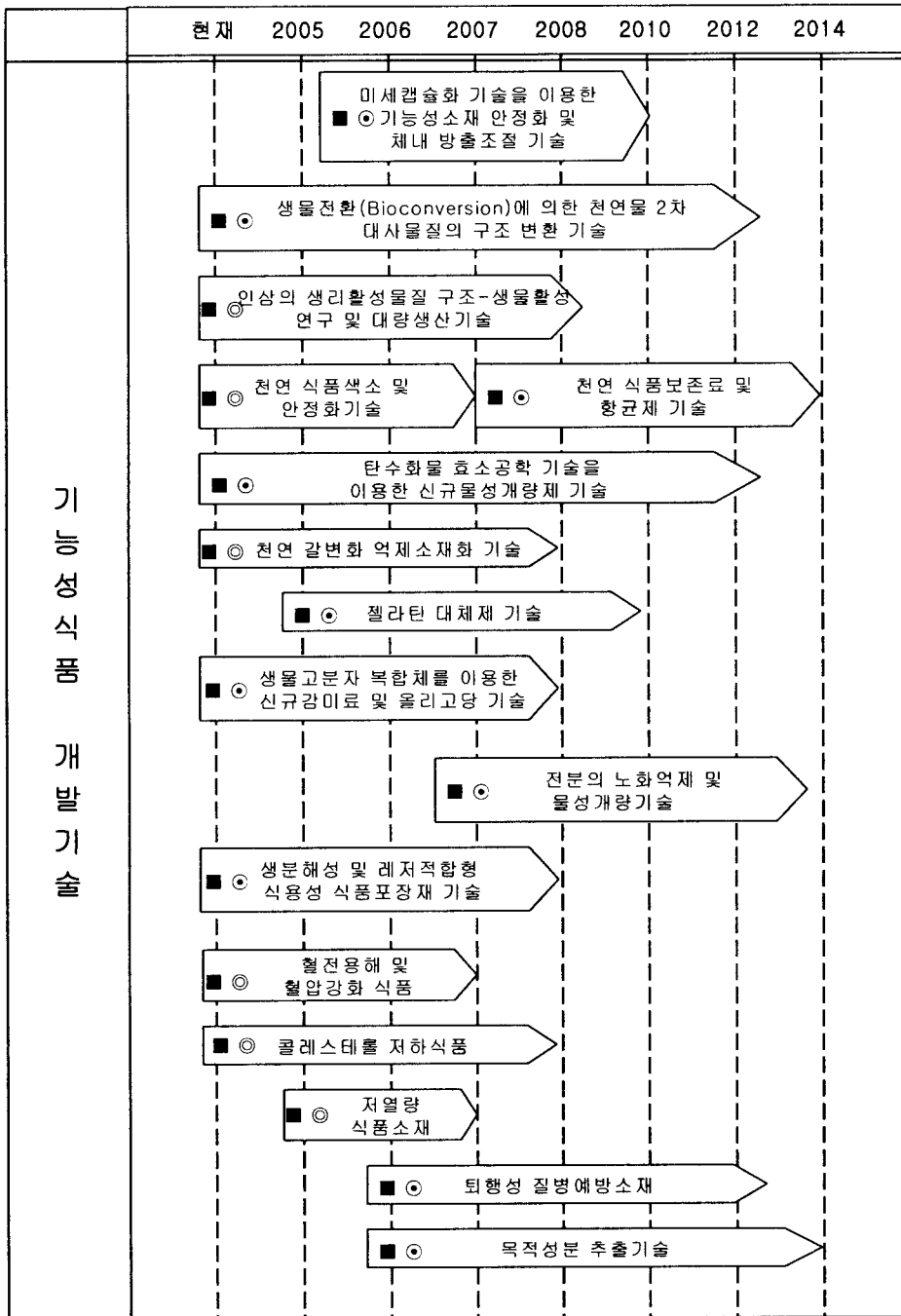
<그림 4-1-4> 기술·제품 연관도

나. 매크로 기술로드맵

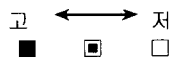




중요도 고 ← → 저 연구개발전략 ● 기초연구
 ■ □ ◎ 실용화기술개발
 ◎ 국제공동연구
 ○ 선진기술도입

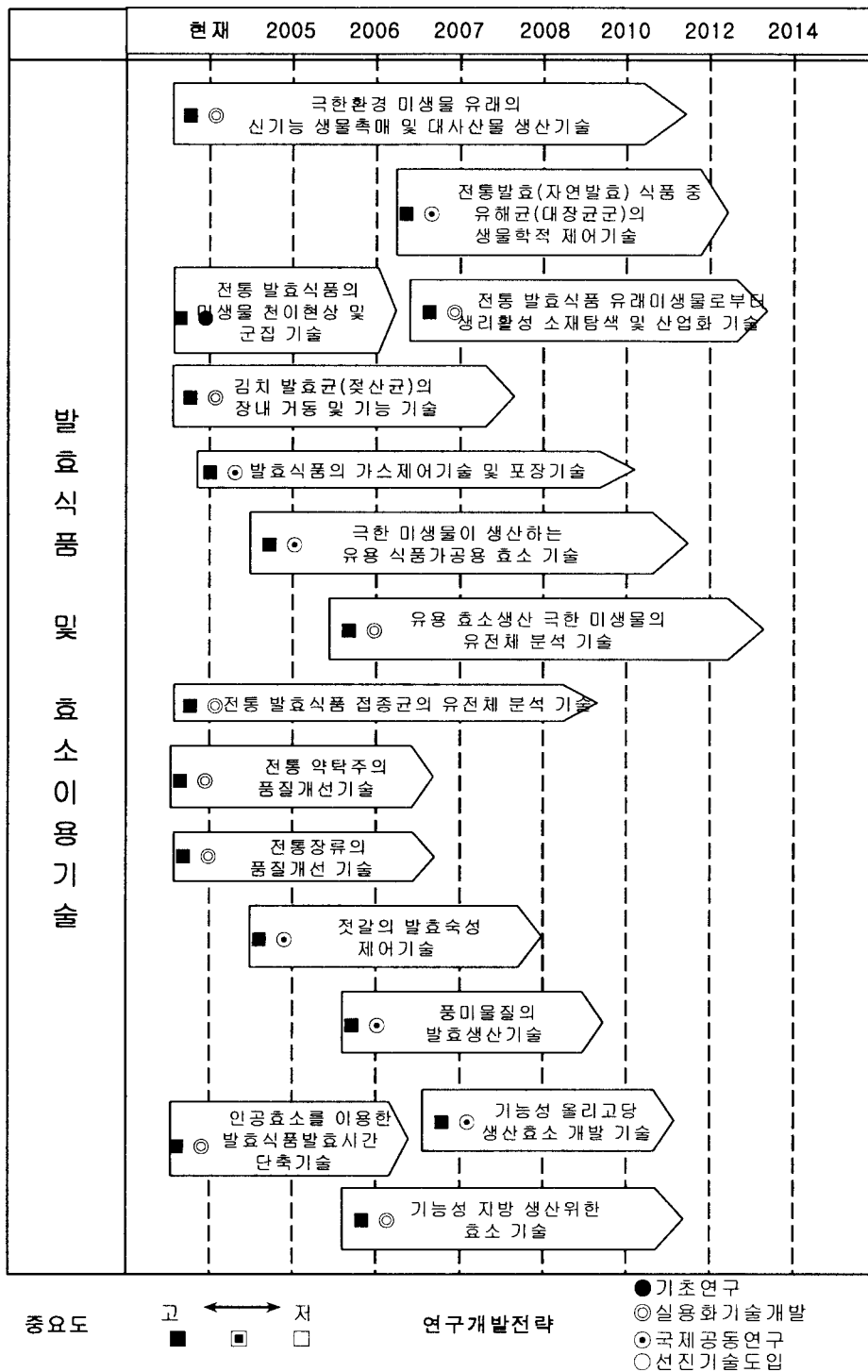


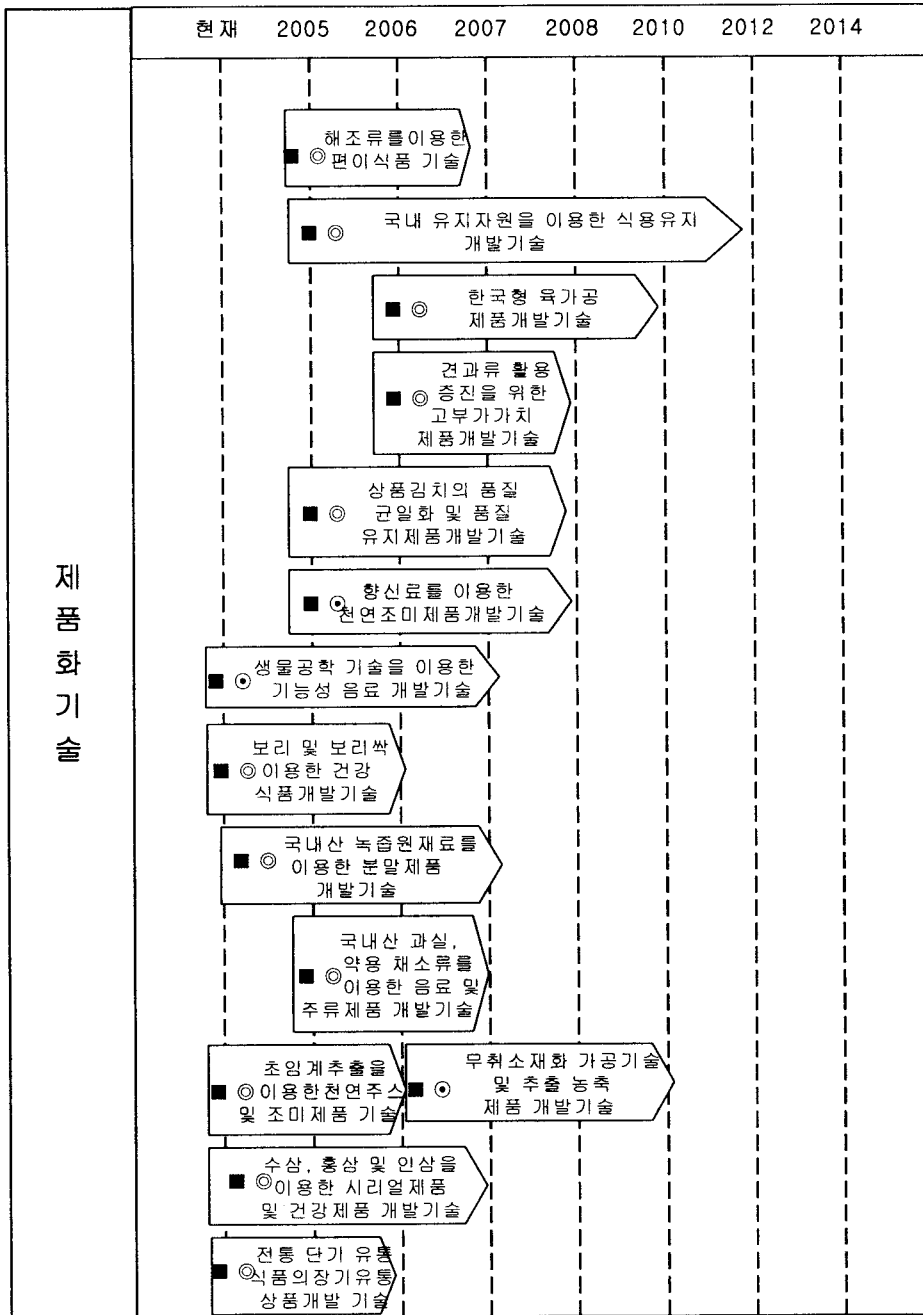
중요도



연구개발전략

- 기초연구
- ◎ 실용화기술개발
- 국제공동연구
- 선진기술도입





중요도



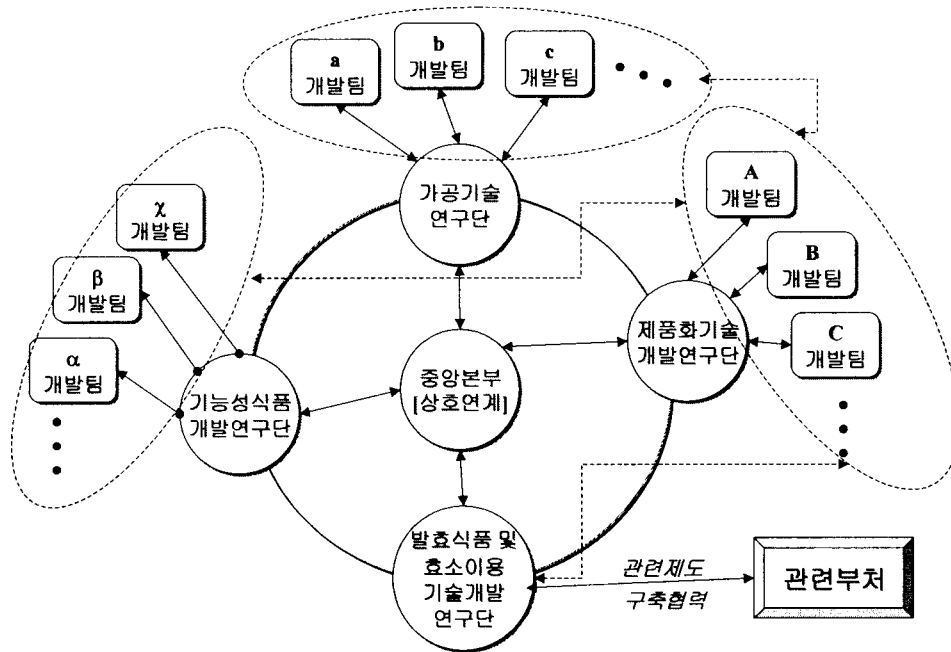
연구개발전략

- 기초연구
- ◎ 실용화기술개발
- 국제공동연구
- 선진기술도입

4. 실행계획을 위한 제안(recommendation)

가공식품 개발은 정부차원의 체계적·장기적 지원이 필요한 기술이다. 가공식품 개발은 단기에 이루어질 수 있어 자금 회수 가능성이 매우 높아 장기간의 연구와 함께 대규모의 자본투자 시 매우 투자효율성이 높은 분야이기 때문에 산업체나 민간과 협력체계 유지가 타당한 분야이다.

정부주도로 가시적인 성과를 창출하기 위해서는 “각 기술분야별 네트워크”가 형성된 추진체계 모델이 바람직하다. 산업화 적용을 위해서 관련부처 지원 및 협조구조 구축이 필요하다. 식품의 산업화 적용을 위해서는 실용화를 위한 법과 제도적 문제에 대해 정부지원과 협조를 얻을 수 있는 농림부-산자부-식약청 등과의 내부구조를 구축해야 한다.



<그림 4-1-5> 식품가공 R&D 네트워크 모형도

제3절 맺음말

산업으로 고기능, 안전, 고부가가치 식품의 개발은 사회적, 경제적, 기술적 측면에서 대규모 파급효과가 기대된다. 국민 질병예방의 필요성, 전략적 중요도, 국내인프라 등을 고려해 볼 때, 성공 가능성이 매우 높은 기술로 바이오인공장기 관련 핵심기술의 조기 선점을 위한 체계적 지원이 시급한 기술이다. 가공분야의 기술은 단기적인 투자비 회수가 가능하므로 정부차원의 체계적이고 단중장기적 유연한 지원이 필요하다.

제2장 경영·정보분야

제1절 비전

1. 경영·정보기술의 개요

가. 경영·정보기술의 정의 및 범위, 필요성

1) 정의

농업경영과 정보를 합한 개념으로 농업경영기술은 농업생산에 활용되는 여러 농업 자원(농지·농업노동·농업자본)을 농가소득(農家所得)을 높일 수 있도록 활용하기 위한 기술로 농업의 산업화에 따라 농업 생산뿐 아니라 유통, 판매, 나아가서는 생활정주권(생산기반)까지 고려한 기술분야이며, 정보화시대의 대두로 경영 각 과정의 효율적 이행을 위해 정보의 효율적 이용에 관한 방법까지 다루는 기술분야라고 볼 수 있다.

이러한 정의를 가지는 농업경영·정보분야의 핵심기술은 농산물의 동향에 대한 관측정보를 제공하거나, 농업정보를 체계화하여 새로운 농수산물 물류의 효율화를 도모하고, 친환경 농산물의 인증과 유통의 활성화를 통해서 생산소비자간의 신뢰구축 및 농산물의 세계화를 도모하며, 지역간과 생산소비자간의 연계를 강화하는 기술로 분류할 수 있다.

2) 범위

가) 농업정보화 및 첨단기술개발적용 분야

(1) 농업정보화

(가) 관측정보 : 농산물 정보의 디지털화 및 실시간 제공

(나) 지식관리시스템 및 모바일시스템 : 농업정보의 체계화

(다) 정보제공 및 전자상거래 : 농업과 각 산업간, 생산자와 소비자간의 연계

(2) 환경농업 : 친환경 농산물의 인증·유통체계의 활성화

(3) 지역정주개발 : 지역단위간 발전을 위한 연계강화

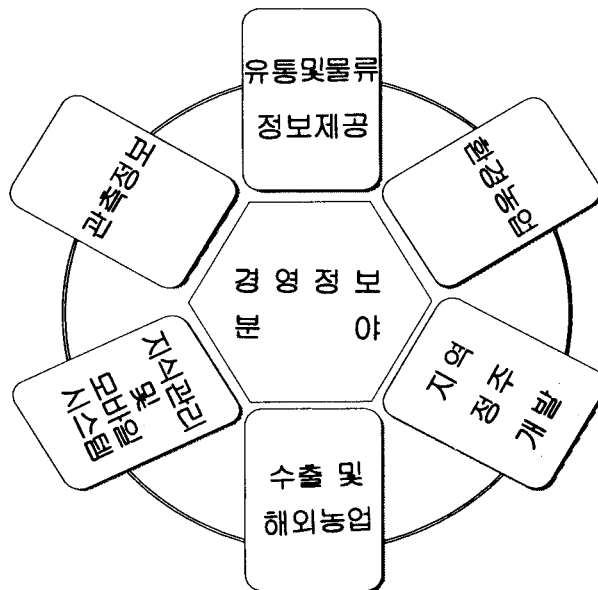
- (4) 수출 및 해외농업 : 농산물의 세계화를 위한 조사 및 진출의 활성화
- (5) 유통 및 물류 : 물류효율 증진방안 마련

나) 농업 및 식품에 관한 사회경제적 연구 분야

- (1) 농업정책분야 : 농업경영안정프로그램, 농가소득보전프로그램 등(예 : 직불제, 재해보험, 쌀문제 등)
- (2) 농촌복지분야 : 농촌의료, 농촌교육, 농촌복지문제 등
- (3) 농촌지역개발정책분야 : 농업에서 농촌으로, 한국식 리더프로그램 등(예 : 유기농업, 관광농업, 농촌어메니티 등과 지역농업개발 및 활성화 등)
- (4) 식품정책분야 : 식품안전시스템, 소비자 니즈, 농업과 식품과의 관련성 연구(예 : 외식산업과 농산물 수급 문제, 식자재산업과 농산물수급문제, 학교급식문제 등)
- (5) 유통 및 마케팅 분야 : 기술을 응용할 수 있는 부분과 적용할 수 없는 부분이 혼재된 분야로서 농업문제의 대안 중 가장 단기적인 대안의 도출이 시급한 분야임
- (6) 농산물무역 및 통상분야

다) 기초연구분야

- (1) 2차 연구결과 도출을 위한 1차 기초자료연구 및 축적의 필요성과 시급성
- (2) D/B화와 같은 기초연구자료의 축적 및 정리작업의 필요성



<그림 4-2-1> 경영·정보기술의 범위

3) 필요성

농산물은 생물이기 때문에 공산품과 같이 규격화가 어려우며, 생산과 소비도 비탄력적이다. 이러한 농산물 생산과 소비의 특성으로 인해서 농산물 거래에 있어서의 작은 물량 변화는 많은 가격차를 야기한다. 이러한 이유로 농가들은 농가경영의 불안을 겪게 되고, 이러한 불안의 지속화는 농업생산 의욕을 감퇴시켜 생산력의 감소, 소득의 감소, 부채의 증가 및 탈농의 지속으로 이어지게 된다. 따라서 이러한 문제점을 극복하기 위해서는 농산물의 비탄력성을 완화 내지 극복하는 방법과 비탄력성으로 인한 가격의 변동의 피해를 최소한으로 줄이는 방법이 있다. 농산물의 비탄력성을 극복하는 방법은 농산물의 특성상 불가능하다.

그러나 다른 농산물과의 차별화는 그 농산물의 소비와 생산의 변화에 따른 피해를 최소한으로 줄여줄 뿐만 아니라, 타 농산물에 대해서 가격에 있어서도 우위를 보장한다. 이러한 방법으로는 소비자의 취향에 맞는 생산품의 생산, 친환경농산물의 생산으로 안전성확보를 대표적으로 들 수 있다. 물론 이러한 것에는 품질등급화나 품질인증제 등의 제도가 바탕이 되어야 한다. 다른 방법으로 가격변동의 피해를 줄이는 방법은 생산자와 소비자들에게 농산물의 공급과 유통에 관한 정보를 정확하고 적시성 있게 제공해주는 것이 필요하다.

농업은 아직 생산자에게 많은 유인을 제공해 주지 못한다. 농업소득의 저위와 생활환경의 열악이 그 이유라고 볼 수 있다. 이러한 문제점에 대한 해결방안을 모색하는 분야가 농업경영·정보분야의 기술이다. 그러나 이러한 문제들을 단기간에 해결하기에는 농업기반이 현재 너무 열악하다. 따라서 장기적인 계획을 통해서 체계적인 방법으로 문제를 해결해나가는 것이 필요하다. 농업생산의 극대화라는 관행농업의 상업주의적 관점을 넘어서서 소비자를 생각하고 농업 환경보전과 자연생태계 보전을 위해 친환경농업 육성이 필요하며, 흙과 물과 공기를 살리고 농업인에게는 머무르고 싶은 농촌, 도시민에게는 다시 찾고 싶은 농촌건설을 위해 친환경농업 실천이 필요하다.

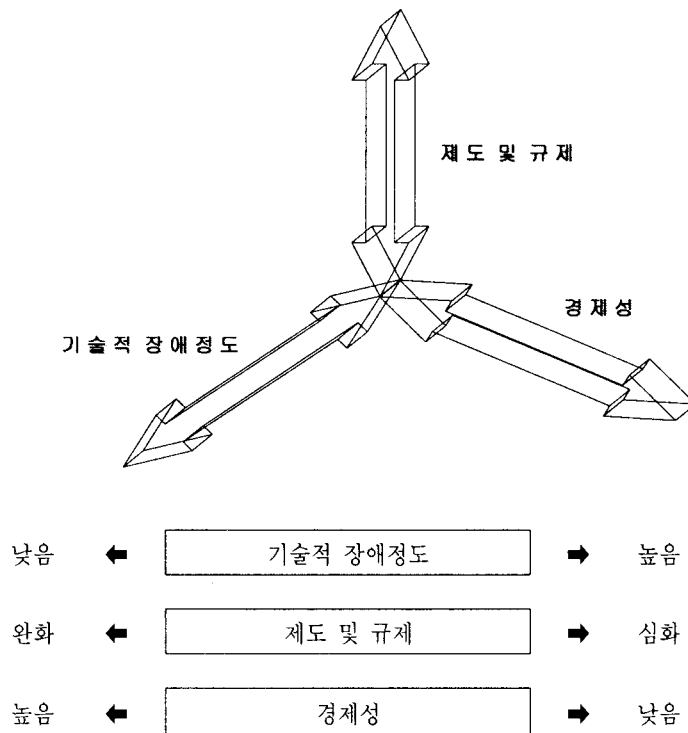
나. 비전

1) 시나리오 구성

가) 외부환경분석

<표 4-2-1> 영향요소의 파급효과와 불확실성 분석

파 급 효 과	High Impact	<ul style="list-style-type: none"> - 안전한 식품에 대한 소비자 욕구 증대 - IT기술의 발달 - 농산물 시장의 개방 	<ul style="list-style-type: none"> - IT기술의 발달 - 신물질개발 및 환경영향평가 	<ul style="list-style-type: none"> - 유기농산물에 대한 유통구조 확립 - 가격지지정책 금지
	Medium Impact	<ul style="list-style-type: none"> - 환경에 대한 관심증대 - 탄력성 있는 정보요구 	<ul style="list-style-type: none"> - 유통구조의 다원화 - 유기농산물에 대한 정부보조 	<ul style="list-style-type: none"> - 병충해 우수천적의 탐색 및 대량생산
	Low Impact	<ul style="list-style-type: none"> - 미래 세대를 위한 환경보전 관심증대 	<ul style="list-style-type: none"> - 다품목 생산 및 판로 확보 	<ul style="list-style-type: none"> - 정부의 개입제한
		Low Degree of Uncertainty	Medium Degree of Uncertainty	High Degree of Uncertainty
불 확 실 성				



<그림 4-2-2> 불확실성 축 결정

나) 불확실성 축에 따라 구성될 수 있는 시나리오 중에서 가장 가능성 있는 시나리오 선정

<표 4-2-2> 유망 시나리오 선정

	경제성	제도 및 규제	기술적 장애장도	명칭
시나리오 A	높음	완화	낮음	Optimist
시나리오 B	높음	완화	높음	Challenger
시나리오 C	높음	심화	낮음	
시나리오 D	높음	심화	높음	The pit
시나리오 E	낮음	완화	낮음	
시나리오 F	낮음	완화	높음	
시나리오 G	낮음	심화	낮음	
시나리오 H	낮음	심화	높음	

다) 불확실성 축에 관련된 외부환경요소들을 구체화

<표 4-2-3> 외부환경요소 구체화

	Optimist	Challenger	The pit
경제성	<ul style="list-style-type: none"> 인구의 고령화 건강에의 지속적 관심 친환경 농산물에 대한 인식 제고 	<ul style="list-style-type: none"> 인구의 고령화 	<ul style="list-style-type: none"> 인구의 고령화
제도 및 규제	<ul style="list-style-type: none"> 시장 개방가속화 및 비관세 장벽 철폐 품질관리체계 필요성 증가 	<ul style="list-style-type: none"> 시장 개방가속화 및 비관세 장벽 철폐 	<ul style="list-style-type: none"> 품질관리체계의 미비
기술적 장애 정도	<ul style="list-style-type: none"> 주요 선진국 및 주변 경쟁국의 관련 기술수준 비교 시 국내 기술 경쟁력이 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 주요기술을 대체하는 innovative 기술 발생 	<ul style="list-style-type: none"> 주요기술을 대체하는 innovative 기술 발생

라) 유망 시나리오별로 구체화된 외부환경요소들을 중심으로 시나리오 작성

시나리오 A : Optimist

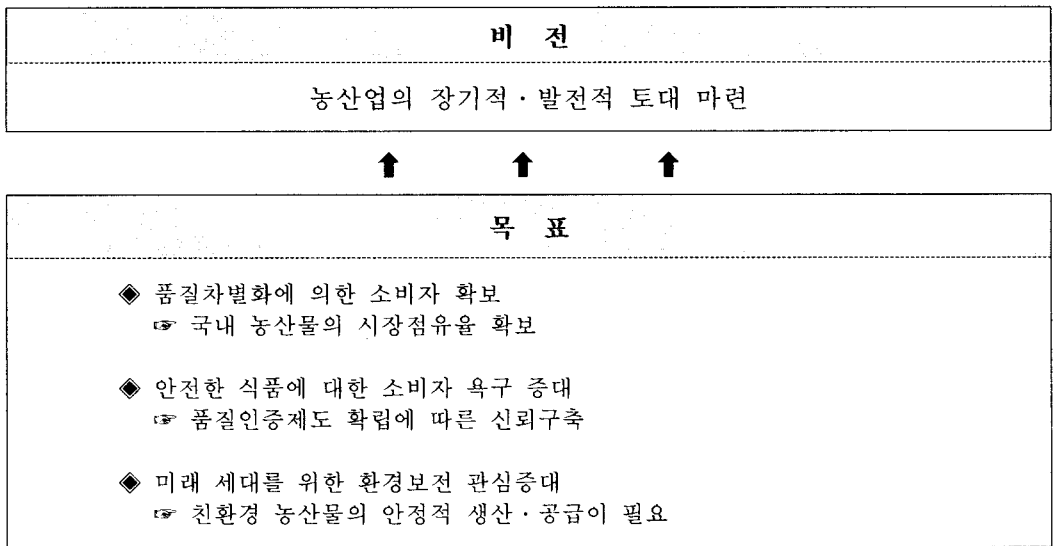
- 농산물의 수입개방화의 흐름을 맞고 있으나, 이를 잘 이용하면 국내 시장에서의 점유율을 제고할 수 있다. 소득수준의 향상과 환경오염으로 인한 건강에 대한 관심의 결과로 친환경, 유기농산물 등 품질차별화된 농산물에 대한 기호가 증가하고 있다는 것이다. 외국농산물은 가격에 있어서 우위에 있는 것은 틀림없으나, 품질측면에서는 국내 농산물보다 나은 측면이 없을 수 있다. 이러한 측면을 이용해서 차별화된 농산물의 인종과 유통체계의 구축으로 소비자들에게 다가갈 수 있다면 농업인의 소득제고와 소비자의 욕구충족을 만족시킬 수 있을 것이다.

시나리오 D : The pit

- WTO 등에 의한 시장 개방가속화 및 비관세 장벽 철폐·중국의 WTO 체제 가입은 대외 가격경쟁력에 있어서 교역조건을 악화시켜 오고 있다. 더구나 DDA협상의 진행으로 아직 경쟁력이 없는 농업부문에 관세 상한의 설정은 급속한 농업의 붕괴를 가져올 수 있는 가능성을 낳고 있다. 또한 쌀가격 지지정책의 감축은 시장 왜곡이라는 명분 하에서 금지되고 있어 농가들의 소득을 더욱 악화시킬 것으로 전망된다.

2) 비전 및 목표 설정

<표 4-2-4> 경영정보기술의 비전과 목표



3) 기본 전략

적절성 있는 정보의 제공으로 유통의 효율화와 친환경 농산물의 발전으로 제품의 신뢰도 제고와 각 생활권간의 연계 강화

가) 관측정보 : PDA, 휴대폰 등을 이용한 농산물 정보의 실시간 제공 및 정보의 데이터 베이스구축

나) 지식관리시스템 및 모바일 시스템 : 농업정보의 체계화

다) 정보제공 및 전자상거래 : 농업과 각 산업간, 생산자와 소비자간의 연계

라) 환경농업 : 친환경 농산물의 인증과 물류체계의 활성화

마) 농촌지역개발 : 지역단위간 발전을 위한 연계강화

바) 수출 및 해외농업 : 농산물의 세계화를 위한 조사 및 진출의 활성화

사) 유통 및 물류 : 물류효율증진방안 마련

아) 식품산업정책 : 농업과 식품의 연계 강화 방안

자) 식품안전성 : 생산이력제, 추적관리시스템의 도입 및 활성화 방안 추구

4) 관련 전략제품/needs

<표 4-2-5> 관련 제품과 Needs

관련기술, 제품	Needs
농업정보관리체계	농업지식의 체계화 및 효율적인 농업경영
동식물 검역정보화	생산자 표시제, EDI 제도 정착, 표준서식의 개발, 표준코드의 정착, 소비자, 생산자간의 유통정보 교류 Network 형성
유통거래의 간편화	EDI 제도의 정착, 표준서식의 개발, 표준코드의 정착, 소비자, 생산자간의 유통정보 교류 Network 형성이 필요
식품산업과 농업과의 연계 강화	식자재산업, 외식산업과 농업과의 연계, 식품안전성문제, 학교급식문제 등에 관한 연구의 필요성 증가
유통 및 물류의 효율화	산지공동마케팅시스템 수립, 도매시장 거래제도, 관련법 및 운영제도, 물류개선문제, 소비지시장 유통루트 확대를 위한 산지유통의 개선방향
유통정보 실시간 자동변화 데이터 베이스	비탄력적인 농산물 생산과 소비는 농산물 가격변동을 크게 하는 요인임. 약간의 물량의 차이는 많은 가격차이를 낼 수 있기 때문에 적절한 내용의 정보가 실시간으로 제공되면, 생산과 소비에 있어서 유통비용을 줄일 수 있을 것으로 기대됨
온라인 관측자료 분석시스템	적시성 있는 자료의 수집 및 제공을 통한 물류의 효율제고
친환경농산물 품질인증시스템	환경오염과 건강에 대한 관심의 증대, 소득수준의 향상은 소비자에게 차별화된 제품을 찾도록 하는 유인을 제공. 따라서 이러한 상황에서의 차별화된 제품임을 알려주는 시스템의 정착은 농가소득의 증대, 농업 경쟁력의 제고를 가져옴
그린투어리즘	농업은 상품을 생산하는 산업의 기능만 가지는 것이 아니라, 자연환경의 보호, 휴양기능 등을 가짐. 그린투어리즘은 생산하는 산업으로서의 농업이 아니라 휴양기능을 가지는 농업의 측면에서 접근함. 산업화의 지속으로 많은 환경오염과 질병 등을 가져다 주는 도시에서 농업으로 체험을 하고, 마음의 여유를 가지게 하는 기능을 가지고 있음
소비자 동향정보 시스템	소비자 우위의 시대에 생산자들로 하여금 소비자들이 어떠한 것을 원하는지에 대한 정보를 제공해 주므로 효율적인 농업경영이 가능하게 함
종합물류 정보시스템	물류 관련 종합정보망을 구축하여 일괄처리체계를 구현하고 실시간 정보를 활용하여 물류체계 개선, 비용 절감 등을 도모. GPS를 통한 실시간 위치정보의 파악. 통합 Data Base Service, 물류표준화가 필요.
전자상거래 활성화	농산물 유통마진의 절감, 유통에 있어서의 낭비적 요소 제거(감모, 시간 등) 농산물 품질 표준화, 생산자 표시제정착이 필요

2. 관련 산업동향

가. 산업동향

1) 국내 산업동향

위의 분야별 농업경영정보의 기술은 크게 농업정보화와 친환경 농산물 등을 통한 품질차별화 전략, 시장개척, 농업어메니티의 개발, 물류체계의 개편을 들 수 있다.

농업정보화와 관련해 보면 농업은 토양과 기후, 수자원 등이 지배하는 환경에서 생물을 생산하는 종합생물 산업인 동시에 생산과 소비 전 과정이 경제, 사회적인 요인에 의해 크게 좌우되는 매우 복잡한 국가 생존산업이다. 농업은 인류생존의 필수품인 식량을 생산하는 생물산업이고 우리의 생존환경을 보전하고 관리해 주는 환경보전 산업으로서 농업 및 관련산업의 정보수요와 수요범위는 그만큼 광범위하다고 할 수 있다. 농업을 성공적으로 운영하는 데에는 복잡하고 다양한 정보를 쉽게 이용할 수 있는 효율적인 수요자 중심적 정보체계가 구축되어야 된다.

그러나 산지 작황에 관한 정보를 보면 조사가 작목별로 연 1회 시행됨으로써 조사 이후 변동사항에 대해서는 정보화가 불가능하며, 조사된 정보도 발표되지 않거나 신속한 분석체계가 이루어지지 않고 있어 정보의 활용에 문제가 있다. 또한 재배면적과 생산량의 시기별 변화추이와 지역별 비교 및 분석자료 등이 적어서 시기별 지역간 가공된 자료의 활용은 불가능한 상태이다.

산지부문에서 품목별 생산자 조직화가 되지 않아 산지수집상이 출하를 주도하고 있고 생산자 조직의 출하는 10~20% 정도에 불과하다. 또한 유통과정에서의 정보화는 아직 미흡하여 생산자나 소비자, 유통업체에게 전달되지 않고 있다. 유통분야의 정보화 추진 현황을 보면 1998년 7월 「농산물유통개혁대책」 및 1998년 11월 세부실천계획을 수립하여 유통개선에 정보화를 활용하기 위한 유통정보화 기반조성을 과제로 선정하였다. 그리고 1998년 12월에 농산물 유통분야 정보화 기본계획을 수립하였고, 1999년 1월에 농산물 전자상거래 활성화방안을 제시하였으며, 농산물 출하지원정보시스템 구축계획과 농축산물 통합 쇼핑 Mall¹⁾을 구축, 계획, 수립하여 추진해 오고 있다.

농산물 판매와 직거래 확대를 위해 통합 Mall의 구축, 농업인 홈페이지 개설 등으로 농산물 Cyber Market 조성을 꾀하고 있으며, 회원농협, 도매시장 등 산지유통과 관련된 사업장에서 공동 활용할 수 있는 EDI 표준서식 개발 등 정보화 기반조성과 체계적인 유통정보 제공을 추진하고 있다.

1) 농축산물 통합Mall 구축 사업은 생산자단체와 개별농가 홈페이지, 민간업체 등 농산물을 취급하는 Cyber Shopping Mall들을 연계한 통합 상품정보 체계를 구축하는 것으로 농산물 전자상거래를 위한 관문역할을 수행해서 소비자에게 편리한 쇼핑환경을 제공하는 것을 목적으로 한다.

농축산물 통합 Mall 구축 사업은 농축산물 전자상거래 관련 종합 장터로 구축하여 농축산물의 비교 구매가 가능한 상품정보제공 기능을 가지고 있다. 이러한 사업은 '99년 3월에 구축계획을 수립하고 향후 농산물 관련 정부기관과 민간업체의 공동 활용이 가능하도록 상품정보 표준화를 추가하여 시스템 개발업체 선정을 하였다. 또한 이를 통한 업무분석과 개발을 추진 중에 있다.

농산물 출하지원정보시스템 구축사업²⁾은 「농산물 유통개혁대책」 수립과 세부실천 계획 수립을 하여 수요자 위주의 유통정보제공을 과제로 선정하였다. 농산물 가격결정에 영향을 미치는 가격, 물량, 기상 등 관련정보를 체계적으로 정리하여 생산자, 정책담당부서 등에 의사결정을 위한 기초 자료로 제공하는 것을 목적으로 한다.

또한 소비자가 고품질의 농산물을 값싸게 구매할 수 있도록 소비지 대형 소매점 등의 농산물 판매가격을 비교, 조사해서 제공해주는 대형유통업체 판매가격정보제공 사업을 추진하고 있다. 그리고 농수산물 표준코드체제로 유통될 수 있도록 관련시스템을 정비해서 유통정보 신뢰도 제고와 표준화 촉진을 위한 공영도매시장 표준코드 보급사업을 실시하고 있다. 그리고 농산물 유통주체들이 공동으로 사용할 수 있는 통일된 표준서식과 표준코드를 개발하는 산지유통 EDI³⁾ 표준서식 개발사업을 추진하고 있다. 유통의 효율성을 높이기 위해선 유통정보화가 이루어져야하나 산지유통 거래문서가 유통주체별, 용도별로 각기 달라서 산지, 도매시장법인, 물류센터 등 유통사업장의 전산·정보화가 어려운 실정이다. 따라서 간편한 업무처리와 거래의 투명성의 제고를 위해 EDI 체계 구축이 필요하다. EDI가 활성화되기 위해서는 전자문서 유통을 위한 서식표준화 작업이 선행되어야 한다.

또한 선별 규격포장, 예냉 저온수송 등 산지유통시설 장비에 대한 투자미흡 및 기존 유통시설에 대한 경영능력 부족으로 무, 배추, 대파, 마늘 등은 대부분 산지수집상에 의해 산물로 출하되고, 과실의 포장화율은 80% 이상이나 품질 규격화는 되어 있지 않다. 또한 흉풍에 의한 과잉, 과소생산으로 인한 가격불안 해소 장치가 없어 생산자 조직은 유통참여가 소극적이다. 농산물 해외시장 개척은 농축산물 판매촉진사업을 들 수 있다. WTO 체제 내에서 농산물 교역이 활성화됨에 따라 소극적 대응에서 벗어나 적극적으로 유망한 제품의 시장을 개척하자는 취지에서 출발한 사업으로 김치·신선채소·인삼·과실, 화훼·축산물 등에 대해 WTO 규정이 허용하는 범위 내에서 선별비, 포장비, 운송비 등의 수출 물류비를 지원하여 수출확대를 도모한다.

현재 수출이 되고 있거나 앞으로 수출확대가 필요한 품목을 선정하여 품목별, 국가별로 물류비를 차등 지원하는 것을 내용으로 하고 있다. 지원하는 현황을 보면 다음⁴⁾의 <표 4-2-6>와 같다.

2) 농산물 출하시, 농업인 들에게 다양한 정보를 제공, 충족시킬 수 있는 정보시스템 개발하는 사업을 의미한다.

3) Electronic Data Interchange의 줄임말로 표준화된 거래서식을 컴퓨터 통신으로 교환하는 방식으로 전자상거래 범주안의 기술요소이다.

4) 농림부. 농축산물판매촉진사업.

<표 4-2-6> 품목별 물류비 지원 현황

(단위 : 백만원)

구분	'98	'99	'00	'01
합계	10,166	15,355	19,081	21,194
김치	1,381	2,094	2,010	3,281
전통장류	-	-	-	820
채소	3,061	4,627	5,608	4,700
인삼	-	-	-	2,520
과실	3,379	3,492	5,719	4,230
화훼	2,345	4,373	5,360	4,680
축산물	-	769	384	963

축산물에 대해서는 포장상자 제작비의 40% 범위내 지원을 하고 있으며, 생산이력제와 관련해서는 일본의 수입농산물에 대한 생산이력제 실시에 대응하여 수출농산물의 생산이력제 논의가 시작되었으나 아직 구체적인 방안에 대한 연구가 부족하다. 현재 일본 등 해외의 생산이력제 실시 현황을 조사하고, 국내의 생산 여건 등을 감안하여 우리 실정에 맞는 생산이력제 추진 계획을 수립하며 이를 근거로 상추, 깻잎 등 안전성에 민감한 품목을 중심으로 생산이력제 관리 시스템을 개발하였다.

농림수산물정보센터, 한국농촌경제연구원, 농업정보관측센터, 농협중앙회, 농수산물유통공사 등에서 농산물 가격, 생산동향, 관측 등의 정보를 제공하고 있으나 농산물의 수송, 저장 등 물류를 효율적으로 수행하기 위한 정보시스템은 부재한 실정이다. 일반 공산품의 경우 한국통신(KT) 등에서 공차정보, 저장고정보, 화물차 위치추적, 전자문서교환, 지능형교통체계 등 종합물류정보망을 구축하고 있어 농산물의 경우도 물류비 절감을 위한 정보시스템의 도입이 필요하다. 식품가공업체들이 주로 해외 원료에 의존함으로써 국내산 농산물의 수요 기반이 위축되는 바, 식품가공업체들로 하여금 국내산 농산물 조달을 촉진시킬 필요가 있으나 현재 식품가공산업과 농업간의 연계가 취약한 실정이다.

농촌관광의 경우는 사례로 들면(농림부) 첫 번째 사례로 경기도 포천군 교동마을을 들 수 있는데, 이 곳은 30세대로 100여 명이 거주하며, 농촌관광에 참여한 농가는 6호였다. 2000년에 시작하여 1차 연도인 2000년도는 외국인을 포함하여 851명을 기록하였는 바, 1,400백만원의 수입을 올려, 180만원의 호당 소득을 올렸다. 이곳의 주요 체험프로그램은 농사체험, 인근지장사, 궁예성터 한탄강 래프팅 안내 등이었으며, 사심없이 일하는 리더가 있어야 사업성공이 가능하며, 잔디밭, 가로수, 식재, 공동 취사장 등 하드웨어적 시설 필요한 것으로 나타났다.

두 번째의 사례는 경기도 여주 상호마을로 30세대의 주민 100여 명이 거주하며, 5농가가 참여하였다. 1999년에 실시하여 2차 연도인 2000년도 추진성과는 4,800여 명이 방문하였고, 4,500백만원의 수입을 올려, 630만원의 소득을 올리는 성과를 거두었다. 주요프로그램은 고구마캐기, 버섯수확, 메주만들기, 팥이치기 등과 같은 농사체험과 팥이치기, 도예 등의 민속놀이 즐기기 및 지역명소안내이다. 프로그램 및 시설은 수요자의 니즈(needs)를 충족시켜 경영하는 것이 주요했으며, 어린이 놀이터 공동화장실, 우수처리 시설 등 지원이 필요한 것으로 나타났다.

2) 국외 산업동향

친환경농업에 있어서 독일의 경우는 유기농업 면적은 35만 1,062ha로 전체 경지면적 중 2.02%를 차지하여 유럽국가 가운데 8번째의 유기농업 경지면적을 가지고 있다. 독일의 유기농업 영농업체는 6,793곳으로 전체 농가 중 1.12%를 차지하며, 유럽에서는 9 번째로 유기농업 영농업체 가지고 있다. 국가별로 보면 독일은 '98년 35만 1,062ha에서 '99년 35만 7,715ha로, 이탈리아는 55만ha에서 78만 8,070ha로, 영국은 5만 4,270ha에서 29만 1,538ha로, 스페인은 15만 2,105ha에서 26만 9,465ha로, 덴마크는 6만 4,329ha에서 16만 369ha로, 프랑스는 12만 241ha에서 23만 4,800ha로 급격히 증가했다. 반면 유기농업 역사가 가장 오래된 오스트리아는 34만 5,375ha로 정체수준을 보이고 있다.

독일 내에는 9개 유기농업 단체가 있다. 1924년 독일 최초의 유기농업단체로 출범한 Demeter를 비롯해 Bioland(1971년), BioKRIES(1979년), Natureland(1982년), ANOG(1962년), biopark(1991년), Gäa(1989년), Eco 등이 있다. 이 가운데 '98년 기준으로 Demeter는 유기농업 재배면적이 4만 8,065ha, 참여 회원 수는 1,333호이며 Bioland는 11만 6,739ha에 3,385호이다. 특히 구동독의 북부지역의 대부분을 차지하는 Biopark는 대규모 농장을 인수해 재배면적이 10만 7,734ha, 참여 회원수는 587호이며 남부지역의 대부분을 차지하는 Gäa는 3만 5,254ha에 참여 회원수는 330호이다. 이 가운데 Bioland가 회원수 41%, 면적 31%를 차지해 가장 규모가 크며, Biopark는 회원수는 8%로 적지만 면적은 29%로 그 뒤를 이었다.

2000년 1월 현재 Demeter가 4만 9,927ha(재배면적), 1,341호(참여회원수)를 비롯하여 Bioland 12만 998ha, 3,451호, BioKries는 5,243ha, 262호, Natureland는 5만 1,548ha, 1,264호, ANOG는 2,745ha, 71호, Gäa는 3만 5,218ha, 327호, Eco는 981ha, 195호가 참여하는 등 9개 유기농단체의 전체 재배면적은 38만 3,572ha에 7,464호가 참여하고 있다. 대부분 유기농단체는 참여회원수와 면적이 비례해 발전해 가고 있으며 특히 작센지역 유기농에 참여하는 농민이 '95년에서 '96년 급격히 증가했는데 이것은 주정부가 통일 이후 생태영농지원프로그램을 실시한 것이 주요 요인이다. 또 '90년에

서 '95년 정부지원이 만료되면서 화학비료를 사용하는 기존영농법과 생태학적 영농법 가운데 하나를 선택하도록 농민들에게 요구하면서 생태학적 영농법을 결정한 농민들이 늘어난 것도 원인이 되었다.

작센주는 가난한 주이지만 유기농에 대해 정부 보조금을 지급하고 있는데 유기농으로의 전환을 시도하는 과도기에는 1ha당 경작지 550마르크, 초지 400마르크, 채소 등 야채경작 800마르크, 과일 등 다년생 식물재배지에 1,500마르크를 지원한다. 이후 유기농 전환이 끝나 안정적인 영농이 되면 경작지 450마르크, 초지 400마르크, 야채경작 700마르크, 다년생식물 1,300마르크로 지원규모를 약간 줄이고 있다. 독일의 유기농산물 유통량(식료품점 및 소매상에서 팔리는 양을 모두 포함)은 '98년 매출액이 40억 마르크로 시장점유율이 2%에 그쳤지만 2003년에는 100억 마르크에 시장점유율 5%, 2008년에는 200억 마르크의 시장점유율 10%로 늘려 나간다는 계획을 세워놓고 있다.

한편, 유기농업으로 전환했을 때 생산량이 떨어지는 문제가 보편적으로 나타나고 있다. 작센주의 경우 품목별로 1ha당 생산량을 보면 관행방법을 사용했던 1990년과 그 이후 생산량이 차이를 보였다. 밀은 6,720kg('90년)에서 4,570kg('91년)과 4,340kg('92년)으로 35.4%가 줄었고, 보리는 5,400kg('90년)에서 3,640kg('91년)과 3,480kg('92년)으로 35.6%, 콩은 6,190kg('90년)에서 3,790kg('91년)과 4,100kg('92년)으로, 감자는 6,330kg에서 4,160kg을 거쳐 3,950kg으로 37.6%가 줄었다. 그러나 유기농 전환 이후 생산량이 계속 떨어지지 않고 어느 정도 수준을 유지하고 있는 실정이다.

현재 유기농산물 유통과 관련된 가장 큰 문제점은 수요는 분명하게 있는데 중간에 생산자와 소비자를 연계하는 마케팅을 어떻게 할 것인가 하는 문제이다. 특히 곡류는 별 다른 문제가 없지만 소, 돼지 등 축산물의 경우 생산농가가 소비자인 대도시와 멀리 떨어져 있어 운송비 문제가 크며 우유도 시장은 데일리 식품의 경우도 어떻게 연계시킬 것인가에 대해 고민을 하고 있다.

작센주의 경우 유기농산물 마케팅이 어려운 이유는 환경농산물에 대한 수요가 구서독지역에 비해 높지 않기 때문이다. 그 이유는 가격이 비싼데 비해 이곳 주민들이 소득이 낮기 때문이다. 또 하나는 유기농 단체별로 품질인증마크를 가지고 있다보니 사람들에게 혼란을 불러일으키는 경우가 있다는데 있다. 이에 따라 작센주는 최근 유기농단체의 인증마크를 별도로 자체적인 심벌마크 OKO Sachsen을 사용하고 있으며 이를 독일 16개 주 전체로 확대하려는 논의가 시도되고 있다(기본 모형에 각주와 단체 이름을 사용할 수 있도록 활용하는 방안). 특히도 취득해 법적 보호를 받고 있다.

일본의 경우 전농 및 민간대형유통업체 주도로 주요 농산물에 대한 생산이력제를 실시 중이며, 이력표시 내용은 농가 일반개황, 작형, 품종, 시비, 농약살포 등 생산과정 이력뿐 아니라 유통과정을 이력으로 관리하고 있다. 이와 함께 수송정보, 저장고정보, 출하 정보 등을 종합적으로 관리할 수 있는 정보시스템이 발달되어 있다. 또한 지역

단위로 식품가공업체와 농업생산자간의 협의체가 구성되어 상호 정보를 교류하여 국산 농산물의 공급을 확대하고자 노력하고 있다.

농사체험이나 자연체험 등과 각종 이벤트에 직접 참여하는 형식의 관광으로서 도시와 농촌간의 격차를 줄이고 상호이해를 돕는 방법으로는 1) 주말농장 형태로의 전환을 통해 체류기간을 증가시키면서 주민과의 접촉기회를 확대, 2) 민박을 통한 고유의 프로그램개발, 3) 비일상적이고 오락적인 관광이 아닌 버섯이나 산채, 과일과 같은 음식물이나 공예품을 활용한 각종 체험행사와 이벤트 참여를 통한 지역주민과의 공동 체험 환경문제 인식 고취하는 방법이 있다. 이를 위해서는 농장민박, 체험민박 등 다양한 형태의 숙박형태가 필요하며, 녹색관광 활성화를 위한 일본문화에 적합한 프로그램 개발 및 편의시설과 추진조기에 대한 정비진행, 일본에 맞는 농촌 숙박시설의 개발과 이용객을 위한 화장실, 욕실 등의 편의시설에 대한 정비사업의 추진, 그리고 농촌전경 및 농사체험이 뒷받침되어야 한다.

그리고 농촌어메니티 및 농사체험에 대한 정부의 녹색관광사업 지원은 농업소득만으로 취락을 유지하기 어려운 산촌이나 과소지역에 대해서는 농가의 녹색관광사업을 지원하고, 농가가 팜인(farm inn) 혹은 농가 레스토랑을 개업하거나 시설 개조에 필요한 농업근대화 자금과 중산간 지역활성화 자금, 진흥신촌·과소 지역 경영개선 자금 등을 저리로 융자하는 것이 필요하다.

영국의 녹색관광은 농가일손의 편의를 위해 숙박(Bed)과 아침식사(Breakfast)만을 제공하는 소규모의 B&B형 민박을 중심으로 숙박형과 식사형이 발달되어 있다. 대부분의 민박농가가 건물을 신축하지 않고 있는 그대로 시골생활이나 문화, 역사적 유산, 풍경, 마을 주민의 환대와 같은 무형의 자산까지도 관광상품화하고 있다. 영국의 숙박시설 등급구분은 정부 관광국에 의해 최저 등급(listed)에서 최고 5관(Five Crown)까지의 6등급으로 구분되는데 대부분의 민박 농가는 최저등급인 등록에서 3관까지 등급에 포함되어 있다. 등급판정은 침실, 화장실, 욕실의 서비스와 난방, 청결상태 관광정보, TV, 전화 등의 부가 서비스시설을 기준으로 결정한다.

영국의 그린투어리즘 활성화를 위한 정부지원정책을 살펴보면, 관광국과 전원지역 위원회는 녹색관광의 6개 원칙을 제정하여 바람직한 녹색관광을 실천하도록 지도하고 있으며, 1994년에 도입된 보상제도의 일종으로 농촌휴양지계획(Country Access Scheme)은 자발적으로 휴경지에 산책로 등을 조성하는 경우 국가가 농가에 보상하는 제도이고, 1991년부터 시행된 전원지역관리인제도(Countryside Stewardship Scheme)는 전통적인 농촌 경관인 역사적 경관, 석회암 지대의 초지경관, 저지대의 평화로운 경관, 수변의 경관, 해안선의 경관, 구릉지경관의 6개 지역을 복원 또는 보전하여 휴양시설로 이용하고자 농가와 계약을 맺고 보조금을 지급하려는 취지에서 만들어졌다. EU의 보조금을 합하여 1994년 이후 3년 동안 4,550만 파운드를 보조금으로 지급하였다. 농촌관광 활성화를 위한 농촌개발위원회(Rural Development Commission)가 있는

데, 주로 농촌지역의 고용창출과 사회활성화를 담당하는 부서로서 “균형있는 관광개발 원칙”을 세워 기준에 맞는 사업을 선택하여 보조금이나 용자를 제공하고 있으며 주로 불필요한 농장건물을 이용하여 숙박시설, 레스토랑, 토산물센터, 방문객센터 등의 여가시설을 조성하는 것을 주 업무로 하고 있다.

나. 시장예측 및 산업 발전전망

미래는 생명과학과 전자공학 등 첨단과학과 농업의 접목이 가시화되는 시대가 될 것이다. 기호에 따른 맞춤형 생산도 가능해지고 계절을 뛰어넘는 연중 생산체제가 구축 될 것이다. 그리고 독창성과 지식, 기술과 경영능력에 따라 경쟁력이 판가름되는 지식 산업으로 변화되어 나갈 것이다. 시장질서라는 측면에서는 개방이 진전되어 상품뿐만 아니라 자본, 노동, 기술, 서비스 등이 자유롭게 이동하는 하나의 세계시장을 형성하게 될 것이다. 이 과정에서 전 세계에서 수렴되어지고 지켜질 수 있는 새로운 규칙이 형성되어 나갈 것이다.

개별국가의 경제는 WTO, OECD, APEC 등 세계의 표준규범(Global Standard) 속에서 움직여야 하는 지구촌 경제의 일원으로 상호 협력하고 국익보호차원에서 협상하는 체제가 될 것이다. 즉, 기존사고의 틀을 깨고 국경과 이념의 구별이 없는 시대로 접어들게 되며, 폐쇄적·자급 자족적·통제형의 경제구조로는 더 이상 새로운 질서에 버틸 수 없게 될 것이다.

우리나라에도 유기농업이란 새로운 철학과 농법이 최초로 인구에 회자되기 시작한 것은 지난 1970년부터로 자연생태계의 무차별적인 파괴현상을 막아내고 국민의 건강 증진을 도모하기 위하여 무작정 화학비료와 농약을 전혀 사용하지 않는 유기농업을 몸소 실천하면서 그 생산물을 친지들과 나누어 먹게 되면서부터였다. 이후 유기농업은 증산정책에 위배됨을 이유로 많은 냉대와 억압을 받았으나 '91년에 농림부내에 『유기농업발전기획단』이 설치된 이후 세계적인 친환경 유기농업보급 추세에 발맞추어 정부, 학계, 소비자, 농민들의 폭넓은 의식 변화 속에 크고 작은 친환경농업생산, 소비자단체들이 설립되어 <표 4-2-7>에서 보는 바와 같이 35개 단체에 이르게 되었다.⁵⁾

한편 녹색관광의 기본적인 목적은 농림업과 농산촌의 다면적 기능을 상품화하여 농외소득을 올리고 농·산촌지역을 활성화시키는 것으로 개발대상 지역선정에 있어 농업경제 활동이 활발히 이루어지는 곳은 영농에 장애 요인이 되므로, 조건 불리 지역에서 개발하는 것을 원칙으로 한다. 농촌관광은 농촌지역의 대규모 개발투자가 아닌 다음 세대를 고려한 지속가능한 관광개발을 목적으로 한다.

5) 사)한국유기농업협회 부회장 정진영. 한국유기농업 현장의 당면과제와 유기농가의 애로사항

<표 4-2-7> 국내의 친환경농업 생산, 소비자 단체 현황

(단위 : 명)

단체명	회원수	단체명	회원수	단체명	회원수
(사)한국유기농업협회	27,300	(사)한국여성민우회 생협	3,000	21세기영농조합법인	78
(사)한국자연농업협회	11,500	생협전국연합회	10만세 대	남농영농조합법인	70
(사)한살림	29,000	원주생협	140	둔포농협	2,089
(사)정농회	660	풀무생협	460	북한강유기농운동연합	80
(사)흙살림	3,700	한밭살림생협	2,000	상주환경농업협회	250
(사)한국가톨릭농민회	생산 1,500 소비 20,000	야마기시증실현지	2,000	예장생협	1,600
(사)한국지속농업 산학연구회	192	팔당유기농 운동본부	110	우리밀살리기운동본부	160,000
(사)한국퇴비농업 기술인협회	800	고삼유기농 운동본부	620	주민생협	1,500
(사)한국불교선농회	4,300	전국귀농운동본부	600	(사)한국농화학회	190
한국생협연대	4,000	환경보전자연농업 연구회	360	(사)더불어살기생명농업	190
(사)두레친환경농업 연구소	110	강화도 환경농업 농민회	50	(사)돌나라한농복구회	7,000
(사)한국농어촌사회 연구소	450	홍성환경농업 시범마을	50	총계:35단체	385,949

주 : 2002년 2월 28일 현재

자료 : (사)환경농업단체연합회 제공

다만, 농촌에는 관광객을 수용할 수 있는 생활시설과 여가시설 등과 여가·체험프로그래밍 등 도시민이 참여하여 체험할 수 있는 프로그램이 미흡하고 훈련된 경영주체도 부족하여 도시민을 수용할 수 있는 체제가 취약하다는 문제를 안고 있다.

3. 기술개발 동향 및 기술수준

가. 기술발전추세

환경농업의 경우⁶⁾ 경영 경지면적은 한 호당 평균 264a(논 110, 전 123, 과수원지 31)이며, 일반농가와 비교해 그 규모는 크다. 유기재배포장전환율(경영경지면적에 차

6) 원예마을. 유기농업의 경영구조와 전개조건 (<http://www.wonye.co.kr/technical/material/etc/etc151.htm>)

지하는 유기농업실시면적의 비율)은 55%에 이르고 있고, 지목별 전환율은 논 41%, 전 62%, 과수원지 84%로 논에 비해 밭이나 과수원지의 전환율이 높은 경향이 있다. 유기농업 개시시기를 연대별로 보면, 1975년대 전반에 두드러지게 집중하고 있는 점이 주목된다. 이것은 1965년대 후반의 반공해운동, 식품 첨가물 추방운동 등의 영향으로 농업외적 측면에서 나타나는 고도경제성장안에서의 대규모화, 생산성지상주의에 의한 농약, 화학비료의존과 이에 동반하는 지력저하, 연작장해의 발생 등에 대한 반성 등에 크게 영향을 받았기 때문으로 사료된다.

또, 후계자 난이 있는 농가가 적어, 일반농가의 후계자 부족과는 두드러진 차이를 보이고 있다. 유기농업의 5할 이상이 채소재배를 주체로 한 경영이며, 가축을 사육하고 있는 유축복합의 농가도 3할이나 된다. 이들 농가의 유기재배품목의 수는 재배경험 연수나 노동력에 의해 차이가 있고, 재배품목은 호당 평균 14품목이 되고, 그 중에서는 50품목 이상을 재배하고 있는 농가도 있어 유기농업은 일반농업에 비해 다품목재배로 하지 않으면 안 된다는 것을 나타내고 있다. 또, 이러한 다품목화는 소비자단체와의 제휴에 의해 촉진되는 경향이 있다. 종류별로는 채소가 전체의 50%에 가깝게 차지하고 있으며, 그 가운데에서도 근채류(당근, 무, 우엉)가 많고, 그 다음에 엽채류(양배추, 시금치, 배추, 소송채)이며, 상대적으로 과채류는 적은 편이다.

어느 농가에서도 유기농업기술의 기본은 토양의 조성에 있다. 토양을 가꾸기 위해서는 퇴비를 중심으로 유기질비료나 가축분뇨의 시용 및 낙엽, 야생초나 녹비 등을 사용하며, 또한 미생물자재나 패화석 등을 토양개량제로 이용한다. 퇴비의 재료는 지역에서 이용되지 않는 자원이 주체이지만, 어느 농가나 확보에 어려움을 겪고 있고, 안정적인 확보가 과제로 남아 있다. 화학비료의 사용이나 화학비료에 대한 인식에는 일부 사용하거나 사용을 멈추지 않는 사용공정파가 과반수를 차지하고 있고, 무화학비료를 실천하고 있는 농가는 3할 뿐이다. 병해충대책에서도 먼저 그 예방대책으로서 토양 가꾸기에 중점을 두고, 건묘육성, 적기재배, 저항성품종의 채용, 넓게 심기 등 경종적 방제나 태양열, 방충·방조망, 비가림 시설의 이용 등 물리적 방제를 병용하고 있다. 또, 목초, 식초, 소주, 흑설탕액 등을 체질강화를 목적으로 살포하고 있는 예도 보인다. 실천자의 대부분은 살포회수를 줄이거나, 석회류황합제 등 천연자재를 이용하고 있어 감농약파로 보여지지만, 무농약파도 3할 정도 있어 주목된다. 또, 잡초대책은 벗짚을 깔거나, 멀칭피복을 중심으로 해서 조기제초, 중경제초에 유의하는 것과 동시에 겨울에 경운하거나, 논에서는 심수관리를 해서 잡초를 억제하고 있다.

양케이트에서는 제초제를 사용하고 있는 농가는 2~3할로 적고, 제초제에 대해서는 엄한 자세로 대응하고 있다. 유기농산물의 유통형태는 다종다양해서 호당 복수의 유통루트를 가지고 있는 경우도 많다. 시장 외 유통이 주류를 이루지만, 그 중에서도 소비자나 소비자그룹과 제휴하는 방식이 많다. 외관에 구애받지 않고 규격을 설정해 선별을 간략화해서, 시장유통에서는 형상면에서 등외품 취급되는 물건을 포함해서, 전체

적으로 시장가격과 비슷하거나 그 이상의 가격으로 판매하고 있다. 그리고 이것이 유기농업 성립의 하나의 포인트가 되고 있다.

유기농업의 유지·발전을 꾀할 경우, 재배 기술적인 문제를 포함한 중요한 사안은 유통경로의 확립이다. 현행의 대규모, 대량생산·유통의 시장체계는 유기농산물을 정당하게 평가할 수 있는 구조로는 부적합하다. 이 때문에 현장에서는 독자적으로 유통루트를 개발해서, 대응하는 실정이다. 이 점에 착안해 채소들을 중심으로 재배하고 있는 농가를 대상으로 유통루트별로 특징을 요약하면 다음과 같다.

1) 특정의 소비자와 제휴하고 있는 유형(I型) : 생산자 혹은 생산자집단이 소비자그룹과 직접 제휴하고 있는 방식으로, 이 방식이 가장 많다. 이 유형의 경영은 다품목생산으로 유축복합경영을 하는 경향이 높다. 또, 무화학비료, 무농약재배가 많고, 화학합성물의 사용에 엄격한 자세를 나타내고 있다. 품목이나 가격결정에 생산자의 의향이 반영되어서, 선별도 간단하며 쉽고, 생산물은 전량 거래하는 것이 많다. 노력부담이 크기 때문에 택배이용이 증가하고, 배송은 생산자가 담당해서, 신뢰관계를 구축하는 원천이 되고 있다.

2) 생활협동조합과 제휴하고 있는 유형(II型) : 생산자집단이 생활협동조합과 제휴하고 있는 방식으로 제휴가 앞의 I형보다 수매의 규모가 된다. 일호 당 생산품목은 I형보다 적고, 유축률도 낮다. 유기재배포장전환률은 높지만, 감화학비료, 감농약재배가 많아지고 있다. 앞의 제휴보다 영업규모가 커지면서, 생산자·소비자사이의 관계가 사무적이 되기 쉬워지는 성격이 있다.

3) 전문유통기관등과 제휴하고 있는 유형(III型) : 유기농산물 등을 전문적으로 취급하는 기관이나 자연식품업자와 제휴하고 있는 방식이다. 이 유형의 경영은 다품목생산으로, 화학비료나 농약사용의 정도는 II형과 유사하지만, 무화학비료로 해도 농약사용을 멈추지 않는 것이 조금 많다. 배송은 업자경유로 합리적으로 하고 생산자·소비자사이의 신뢰관계가 얇다.

4) 백화점등과 제휴하고 있는 유형(IV型) : 백화점이나 슈퍼와 제휴하고 있는 방식으로, 이 방식은 생산물의 외관에 관한 제약이 많아져, 이 때문에 무화학비료, 무농약재배는 적은 경향이 있다. 또, 상대가 이익추구의 기업이기 때문에 제휴관계가 불안정하다. 이 때문에 다른 판매루트를 가지고 있는 경우가 많다.

5) 농협을 통해서 출하하고 있는 유형(V型) : 농협을 통해 시장 등에 출하하는 방식으로, 이 유형의 경영은 유기재배포장전환률이 낮고, 소품목생산이고, 화학비료나 농

약은 8~9할의 농가가 사용해서, 제초제도 5할의 농가가 사용하고 있다. 매 시장을 중심으로 한 현행의 대량생산. 유통체계에서는 유기농업은 정당하게 평가되기 어려운 면이 있어서, 이 때문에 유기농업기술은 철저히 않은 경향이 있다. 따라서, 시장대응 이외에 다른 루트를 개발해서, 소비자와 가까운 제휴를 할 수 있는가가 과제이다.

6) 노천시장에 출하하고 있는 유형(VI) : 근교의 노천시장, 새벽장 등에 출하하는 방식이다. 거래의 주체는 부인이나 고령자가 중심이 되어, 감화학비료. 감농약재배가 되고 있지만, 유기농업에 대해서 특별한 규정을 마련하고 있는 것이 아니다. 이 방식은 불특정 다수가 상대여서, 유기농업의 초기적 계몽활동으로서는 효과적이지만 수급관계가 불안정하다.

이상의 사례 중, I형, II형의 루트를 주로 하고 있는 경영이 많지만, 이들의 방식은 생산자·소비자 쌍방의 노력부담이 큰 문제가 되고 있어 신뢰관계를 손실주지 않게 생력화를 꾀할 필요가 있다.

농촌에메니티, 그린투어리즘 개발추세 및 원칙은 다음과 같다. 1) 마을의 지역주민과 농가들이 함께 참여하여 마을을 가꾸고 소득을 올릴 수 있는 사업이 되어야 한다. 2) 민박과 농업·농촌 문화체험을 바탕으로 하는 그린투어리즘은 노령화된 농촌지역 주민들의 소득을 증대시킬 수 있는 중요한 대안이 되어야 한다. 3) 도시와 농촌 주민들이 서로 만날 수 있는 장을 마련하여 상호 이해를 증진시키고 이를 통해 농촌지역 사회를 활성화시킬 수 있어야 한다. 4) 아름다운 자연경관과 깨끗한 환경 쾌적한 생활 환경, 풍요로운 생활문화를 가꾸는 아름답고 푸른 “녹색마을 가꾸기 운동”과 병행되어야 한다.

<표 4-2-8> 그린투어리즘 개발단계별 전략

구분	도입기(초기)	형성기(중기)	완성기(중기)
목표	여건조성, 주민참여	사업착수, 기반조성	녹색관광마을 완성
기간	2년	3년	5년
Contents	·주민관심유도 ·마을비전제시 ·추진위원회 구성 ·기본계획수립 ·단기소득 사업추진	·마케팅 전략수립 ·마을 홈페이지구축	·지속적인 인재육성 ·도·농간 문화교류 ·종합 소득증대
S/W	·사업주체확정 ·독창적인 지역 ·이미지 설정	·마을에 적합한 상품개발	·이벤트행사를 통한 지명도 향상
H/W	·마을 접근로 보수	·마을환경조성 ·공공시설 개보수	·마을공원 조성 ·관광인프라 구축

나. 국외동향

유기농업의 경우, 경지면적에 여유가 있는 외국의 경우 제초제 사용 이외의 방법으로 잡초를 관리하는 기술선택의 폭도 우리나라에 비해 넓다. 예컨대 윤작, 녹비작물 재배, 휴경, 유기성 부산물(예; 나무 껍질)을 이용한 멀칭(비닐 멀칭은 환경에 부담이 되는 것으로 간주됨), 대형 기계에 의한 제초 등이 그것이다. 또 경지가 상대적으로 풍부한 나라들에서는 유기농업에 따르는 어느 정도의 농산물 생산량 감소는 전국적으로 볼 때 큰 부담이 되지 않는다는(왜냐하면 이들 나라는 대개 농산물 과잉 기조를 가지고 있기 때문임) 측면도 유기농업을 큰 부담 없이 도입할 수 있게 한다. 또 미국의 경우는 유기농업을 하는 경우에도 화학적으로 합성된 농약이 아닌 석회유황합제, 볼도액, 유황분말, 유산동과 같은 것의 사용이 허용되고 있어 유기농업을 하면서도 흔히 발생하는 병해충 방제는 비교적 편한 방법으로 하고 있다.

농촌지역개발정책의 경우를 보면, 최근 유럽에서는 농촌지역이 더 이상 농업생산공간만은 아니라는 인식이 확산되고 있다. 1999년에 EU 회원국의 정상들은 베를린협정을 영국의 ERDP(England Rural Development Programme), 프랑스의 NRDP(National Rural Development Programme)와 CTE(국토경영계약)등과 같은 농촌개발정책이 현재 유럽 농업정책의 주류를 형성하고 있다.

다. 국내동향

유기농업에 있어서 토양비옥도를 높이는 일에 각종 유기질비료를 쓰는 점은 공통이나 병해충을 방제하는 방법은 특히 다양하다. 병해충 방제를 위해서는 여러 가지 미생물제, 미생물을 이용한 발효산물, 목초액, 초목회 등이 사용되며, 이 경우 미생물제 및 그 생산물의 종류가 매우 다양하다.

이밖에 맥반석과 같은 천연 광물질이 쓰이기도 한다. 유기농업을 하는 농가 중에는 제초제를 사용하지 않고 잡초를 관리하기 위해 논에 오리를 사육하는 이들도 있고 아주 드문 예이지만 논에 우렁이를 길러 잡초를 방제하려는 시도를 하는 농가도 있다. 밭에서의 잡초발생 억제를 위해서는 쌀겨 등과 같은 유기물로 멀칭을 하는 농가도 있다.

우리나라의 경우 병해충 방제를 위해서도 효과가 아직 확실하게 밝혀지지 않은 미생물제나 효소제 같은 것이 주로 쓰이지만 다른 나라들에서는 효과가 확실한 윤작을 통한 병해충 방제기술이 실용화되고 있다. 그러나 우리나라의 경우는 윤작의 효과를 알지 못해서라기보다 농가 당 경지규모가 작기 때문에 윤작기술을 실제로 활용하기 어렵기 때문이다.

라. 국내역량

1) SWOT 분석

<표 4-2-9> 경영정보분야의 SWOT분석

기회(O)	위협(T)
<ul style="list-style-type: none"> - 일본과의 FTA 협상 진전 - 농업생산 해외진진기지 확대 - 한국식품(김치 등)의 인지도 상승 	<ul style="list-style-type: none"> - 중국의 공격적 농산물 수출전략 - WTO 농업협상 - 한칠레간 FTA 협상 타결
강점(S)	약점(W)
<ul style="list-style-type: none"> - 국내농산물에 대한 소비자의 높은 신뢰 - 고품질 농산물에 대한 수요 확대 - 정보화 마인드의 확산 	<ul style="list-style-type: none"> - 상대적으로 높은 농산물 생산비 및 물류비 - 농촌 인구의 고령화 가속

2) 연구개발능력 분석

현장애로 및 첨단기술연구분야의 경우 인적, 물적 인프라는 충분히 구비되었다고 볼 수 있다. 그러나 중요한 문제는 이러한 기술개발의 결과를 경제 사회적으로 제대로 활용하고 있지 못하다는 점이다. 특히 산지의 현실은 개발된 기술을 적절하게 이용 또는 수용할 수 있는 조건 및 환경이 부족하다는 점이 가장 큰 문제가 될 것으로 생각된다. 또한 이러한 개발된 기술을 지역차원에서, 해당 분야에서 적절하게 효율적으로 활용하고, 기여할 수 있도록 조정, 시스템화할 필요성과 노력이 매우 시급하게 나타나고 있다.

제2절 기술로드맵 작성

1. 핵심시스템 구성요소 및 성능목표 설정

- 농산물 정보의 실시간 변환 System 구축
- 친환경 농산물 생산, 물류기술
- 지역간 물류연계 System

- 신유통채널기술
- 농산물 표준화코드
- 그린투어리즘

<표 4-2-10> 핵심시스템 구성요소와 성능 목표

구 분	현재	단기 (2004~2006)	중기 (2007~2009)	장기 (2010~2015)
성능목표 핵심시스템 구성요소	관련기술 시작단계 및 현 상태	관련기술 구축단계	관련기술 발전단계	관련기술 완성단계
농산물 정보 실시간 변환 시스템 구축	· 수기 입력 · 전자경매를 통한 경 락가격 실시간 전송	· PDA 활용을 통한 입력 및 실시간 분산 · 문자인식기술의 활 용(문서표준화선행) · IVR 기술의 도입	· 산지정보화 시스 템 구축 · 도매시장 실시간 반입량 정보시스 템 구축(문자인식 기술 접목) · 지역기상 실시간 제공 시스템 구축 (AWS 표준화 및 확대)	· 산지종합정보시스 템 구축(물류연계) · 도매시장 실시간 가격 및 반입량 서비스체계 구축 · 농장단위의 기상 정보 제공서비스
친환경 농산물 생산, 물류기술	· 농관원 품질인증 · 자생단체의 개별물류	· 품질인증시스템구축 · 병충해종합관리(IP M) 시스템 구축 · 작물양분종합관리(I NM) 시스템 구축	· 전용물류센터 건립 · 생산이력정보시스 템 구축(산지->소 비)	· 친환경농산물 물류 정보 시스템 구축 · 생산이력정보시스 템 정착
지역간 물류연계 시스템	· 공차, 창고 등 물류 부문을 민간에서 활 용하고 있으나 지역 간 물류연계는 미미	· 지역간 물동량, 의 존도 등 상관관계 분석 · SCM을 통한 물류 체계 구축	· GIS를 통한 지역 자원관리	· GPS를 통한 물류 추적 · 물류자동화 관리 시스템 구축
신유통채널 기술	· B2C는 증가하고 있 으나 B2B는 부진	· 전자카달로그 활성화 · CRM 도입	· B2B 활성화	· 농산물 종합 e-Marketplace구축
농산물 표준화코드	· 농수산물표준코드, AG코드, HSK코드 등 혼재	· 기존 코드간 매핑 · EDI 정착	· 코드 통합으로 단 일 품목코드체계 구축	· 산지, 유통, 소비, 수출까지 아우르 는 농산물 코드시 스템 구축
그린투어리즘	· 농촌관광포탈운영	· 그린투어리즘 활성 화 방안 연구 · 지역자원디지털화	· 관광, 환경 등 자 원의 개발 · CRM 통한 테마개 발 및 만족도제고	· 도농 교류강화 · 그린투어리즘의 상품화 가속(체험 관광, 특산품 등)

2. 기술영역 및 핵심기술

가. 기술영역 및 핵심기술도출

1) 핵심시스템 구성요소별 관련기술

<표 4-2-11> 핵심시스템 구성요소와 관련기술

핵심시스템 구성요소	관련기술
농산물 정보의 실시간 변환 시스템 구축	문자인식기술(스캔을 통한 데이터 실시간 입력) IVR 기술(음성 ↔ 문자) DW 및 OLAP(실시간 정보분석)
친환경 농산물 생산, 물류기술	생산이력시스템(RFID 등) 전자문서교환(EDI) 시스템 공급망 관리(SCM)
지역간 물류연계 시스템	공동보관, 공동배송, Unit Load System 전자문서교환(EDI) 공급망 관리(SCM) 지리정보시스템(GIS) 위치추적시스템(GPS)
신유통채널기술	전자문서교환(EDI) 시스템 전자카달로그 고객관계관리(CRM)
농산물표준화코드	국제표준코드 관리체계
그린투어리즘	환경정보전관리시스템 지리정보시스템(GIS) 고객관계관리(CRM)

2) 핵심기술별 요소기술

<표 4-2-12> 핵심기술별 요소기술

대분류	중분류	소분류
경영정보 분야	관측정보	산지정보 수집 체계의 디지털화(PDA 및 위성방송 활용) 확립
		국내외 유통정보의 실시간 자동변환 데이터베이스화 확립
		중국 주요 농산물에 대한 생산, 유통의 조기경보체계 구축
		데이터 웨어하우스(data warehouse: d/w)에 의한 온라인 관측자료 분석시스템이 구축
		품목별 관측정보 분석의 표준화
		PDA와 휴대전화를 통한 관측정보 실시간 제공시스템 개발
		맞춤형 관측정보 제공체계 개발
		관측정보 활용 실태를 실시간 조사하여 관측사업에 반영하는 피드백시스템 개발
	환경농업	지역순환형 환경농업시스템 구축방안 마련
		친환경농산물의 효율적 품질인증시스템 구축방안 마련
		친환경농산물 유통효율화를 위한 종합물류시스템 구축
		청소년 건강증진과 친환경농산물 소비확대를 위한 학교급식용 식재료 공급시스템 구축
	지역정주개발	군단위 농수산물 생산, 가공 및 유통 종합연계시스템 구축
		군단위 정주권 확립을 위한 교육, 문화 및 복지시스템 종합연계 구축
		지역균형발전을 위한 도농간 연계 강화방안 마련

대분류	중분류	소분류
경영정보 분야	수출 및 해외농업	국내산 농수산물 및 가공식품 수출활성화를 위한 해외시장조사가 이루어짐
		식량안보 확립을 위한 해외농업생산기지 구축
		우리식문화의 세계화를 위한 전통외식사업 해외진출 활성화 방안 마련
		세계 각국의 식문화 비교 및 식품소비특성 조사 이루어짐
		통일에 대비한 북한지역의 군 단위 GIS 구축
	지식관 리시스템 및 모바일 시스템	농림관련 지식의 체계화와 효율적 활용을 위한 지식관리 시스템이 구축
		관측, 유통, 물류체계와 연계된 모바일 시스템이 구축
		농업인 전용 무선인터넷 활용
		생산이력제 관리시스템이 개발 - 품종, 농약 비료 사용 이력, 유통과정 등 생산유통의 이력을 체계적으로 관리하는 정보시스템 개발
		품목별 경영 및 회계관리 프로그램 개발
	유통 및 물류	농산물 표준화 코드체계 구축
		농산물 SCM(Supply Chain Management)을 위한 중장기 전략방안 마련
		국내농산물의 수요확대를 위한 신유통채널 확대방안 마련 : SSM 및 프랜차이즈사업의 확대 등
		출하 정보관리, 화물차 운송관리 등을 종합적으로 수행할 수 있는 농산물 종합물류정보시스템 개발
		동북아 허브형 농수산물 도매시장 건설 방안 마련
		정부양곡관리 전산화시스템 개발
		품목별 품종별 수확 후 관리매뉴얼 개발
	정보제공 및 전자상거래	농산물 소매가격(유통업태별 조사) 및 소비자 동향에 대한 정보시스템 구축
		식품가공업체 정보제공 및 B2B 전자상거래 시스템 개발 - 식품산업과 농업과의 연계성 강화 목적

나. 핵심기술 분석

1) 각 핵심기술에 대한 최첨단(State of the art) 분석

가) 관측정보

(1) 정의 : 농산물 정보의 실시간 제공에 관련된 기술을 의미한다.

(2) 범위 : 품목별 코드화를 통해 산지간 수집체계의 디지털화를 구축하고, 문자인식 기술시스템의 개발로 유통정보의 자동변환시스템체계를 구축하여 실시간 모니터링이 가능하게 하며, 맞춤형 관측정보까지 구축한다.

(3) 필요성 : 농산물의 안정적 수급조절을 위해 산지의 생산 및 출하정보를 실시간으로 제공하고 농산물가격의 폭등과 폭락을 예방하여 생산자와 소비자의 잉여를 보호하며, 각 물류센터의 기능을 활성화하여 원활한 농산물 수집을 이루기 위한 것이다.

(4) 국내외 동향

(가) 국외동향 : 대부분의 농업선진국의 경우 미국을 제외하고는 정보화체계가 미숙하다는 특징을 갖고 있으며, 일본의 경우 농산물수급정보체계 및 지역정보제공체계가 정착단계에 있다. 미국은 넓은 국토의 효율적인 이용 차원에서 발달된 GIS가 농업부문에 순기능적으로 이용되고 있다. 미국의 GIS는 농업, 환경, 자원 및 기타 사회경제적인 정보체계를 정리하여 실수요자에게 제공하고 있으며, 분산된 지역정보를 일목요연하게 제공한다는 특징이 있다. 그리고 미국 정보체계중 하나인 IRMS(Integrated Resource Management System)는 자원을 종합적으로 관리하는 정보시스템으로서 토양이용 및 관리의 변화상을 제공하며, 산림보존기능을 정보화하여 관리한다는 특징이 있다. 특히 최근에는 선진국을 중심으로 기상관측의 경우 민간업체가 다수 참여하여 정보를 제공하고 있다는 점이 특징이다.

(나) 국내동향 : 한국농촌경제연구원 농업정보 관측센터에서 표본전화조사를 통해 농산물 및 축산물 관측정보를 제공하고 있으며, 서울시농수산물관리공사의 경우 경락가격에 대한 정보를 제공하고 있다. 또한 농협중앙회는 산지농산물가격 및 농산물수급동향 등의 유통정보를 제공하고 있다. 현재의 관측정보화의 수준은 PDA 등 모바일시스템을 통한 산지출하 관측정보시스템에 대한 초기단계라고 할 수 있다.

나) 환경농업

(1) 정의 : 친환경 농산물의 인증과 물류체계의 활성화와 관련된 기술을 의미한다.

(2) 범위 : 외국의 유기농산물인증제를 포함한 친환경농산물인증제와 유기농산물 물류체계의 개선 및 활성화 등의 기술을 포함한다.

(3) 필요성 : 소비자들에게 보다 안전한 농산물을 공급하기 위해서는 근본적으로 생산 단계에서부터 친환경농업을 하지 않으면 안 된다. 친환경농업은 21세기 인간과 자연과의 조화라는 새로운 시대사적인 요청에 대한 대답이다. 과거 인간의 편의를 위하여 자연을 무분별하게 개발해 온 결과가 오늘날 각종 환경오염에 의한 재앙으로 나타나고 있다. 개발로 인해 일정 수준 이상 파괴된 환경이 이제 역으로 개발 자체를 불가능하게 만드는 사례를 우리는 종종 목격하고 있다. 이제는 개발이냐 환경이냐라는 대립의 문제가 아니라 양자가 공존할 수 있는 상생(相生)의 제3의 길을 찾아 나서야 하는 때이다.

농업분야에서는 화학비료와 농약을 덜 쓰고 환경오염을 막으면서 지속적으로 안전한 농사를 짓는 친환경농업이 새로운 대안으로 제시되고 있다. 친환경농업은 단순히 화학비료 농약 등의 화학합성물질의 사용만을 최소화하는 것이 아니라 자원의 순환·재활용을 강조하고 생산단계뿐 아니라 저장·수송 등의 전 과정에서 에너지의 사용을 줄이고 환경친화적으로 나가는 것을 의미한다.

이러한 친환경농업은 완전 개방체제 하에서 우리 농업이 살아남을 수 있는 길이기도 하다. 우리나라의 농산물은 비싼 땅값으로 인해 외국농산물과 비교하여 가격경쟁력을 가지기에는 근본적인 한계가 있다. 그러나 국민소득이 증가하고 안전성에 대한 관심이 높아지면서, 품질로도 충분히 경쟁할 수 있는 여건이 조성되고 있다. 사실 외국으로부터 수입되는 농산물이 40일간 벌레먹지 않고, 썩지 않고, 싹이 나지 않기 위해서는 약물 또는 방사선으로 처리하여야 하기 때문에 안전성이 문제가 된다. 친환경농산물의 경우도 수입에 따른 장기간 수송으로 post-harvest의 문제를 해결해야 한다. 친환경농업으로 안전한 농산물을 생산하여 소비자들을 감동시킬 때, 소비자들도 자신과 가족의 건강을 생각해서 우리 농산물이 고가인 경우도 구입하게 하는 유인을 제공할 수 있는 것이다. 이러한 친환경농업은 우리의 가족농이 경지면적규모를 늘리지 않고도 소득을 향상시킬 수 있는 대안이 될 수도 있다.

(4) 국내외 동향

(가) 국외동향 : 환경농업과 관련된 국외의 동향을 간략히 제시하면 다음과 같다.

① 미국연방유기식품법(OFPA)

OFPA는 유기농법으로 생산된 농산물의 시장판매를 통제할 전국 표준의 제정, 소비자들에게 규정된 기준에 따라 생산한 유기농산물임을 보장, 신선한 또는 가공한 유기식품에 대하여 주(州)간 무역을 원활히 하는 것을 목적으로 한다. 유기인증에 대한 규정은 강제성이 없는 임의규정 생산자 단체에서 정한 기준에 의하여 자체적으로 인증 체계를 발전시키고 있다. 이 중 민간인증단체가 33개, 주립인증단체가 11개(농업유통부의 자료)로 대략 4,000여명의 농업인과 600여명의 취급자가 인증을 받고 있다.

이와 함께 국가유기기준위원회(NOSB)는 OFPA 제2119조(7 U.S.C. 6518)에 의거 농무부장관이 NOSB를 설치하고 있는데, NOSB는 유기제품 및 취급에 있어 사용되는 물질에 대한 국정목록 작성하고 있다. 법에 따라 1992년 1월 14명의 위원을 지명하고, 1992년이래 12 차례의 전체회의와 5회의 합동위원회를 개최하였다. 이 NOSB는 청문회를 1994. 1. 27.~96. 12. 8. 간 워싱턴DC 비롯하여 미국의 전역에서 수 차례에 걸쳐 실시하였다. 이 청문회에는 70여 명이 구두 또는 서면으로 의견을 제출하였고, 이 청문회에서 제안된 규정의 주요 내용은 용어 정의 및 유기농산물(작물) 생산관리에 대한 규정, 유기축산물 생산관리에 대한 규정, 유기제품에 대한 취급, 가공 등에 대한 규정, 그리고 금지물질 및 허용물질에 대한 규정 등이다.

인증비용은 농가 및 야생작물 취급자의 최초인증비용 \$878, 취급자에 대한 최초 인증비용 \$ 1,910, 그리고 인증대리인 인가비용은 \$ 30,131이다.

이 규정의 이점은 유기 정의를 국가적으로 명확히 하여 제품 공급을 다양하게 하고, 특히 정육, 가공 등 소비자들이 용이하게 구할 수 있게 양을 증가시키며, 인증대리인에 대한 인가제도를 통하여 유기제품이 국가의 통일된 기준에 따라 생산된 것임을 확인하여 국가유기기준과 미농무부 인가에 따른 인증자에 대한 보증으로 생산자와 취급자에게 유기제품에 접근을 용이하게 하는 것이다.

② 일본

농림수산성 청과물표시 가이드라인에 의하여 품질인증제도를 설정 운영하고 있으나 법적인 강제규정은 아니며 권장기준인 가이드라인으로 시행하고 있다. 1996. 12. 말에 청과물표시 가이드라인 개정하였다. 개정 내용은 개정 전의 “유기재배, 무농약재배, 무농약 + 저 화학비료, 저 농약 + 무화학비료재배, 무화학비료재배, 저 농약 + 저 화학비료”를 “유기농산물과 특수재배농산물로 크게 2단계로 구분, 그리고 특수재배농산물을 무농약, 무화학비료, 감농약 등으로 구분”하는 것으로 개정을 하였다.

이 가이드라인에 의한 관리기준은 생산자가 쌀, 야채, 과실류 등에 대하여 농약, 제초제, 화학비료의 사용기준 및 삭감비율 기준을 설정, 심사원이 심사하여 인증 승인하

고, 입간판 공시, 심사원의 확인, 인증마크·쌀의 사용관리는 현에 따라 현에서 관리 책임자를 정하여 직접관리, 생산자 단체관리, 생산자 각자 관리 등으로 구분하여 시행, 생산자는 재배기록서를 도도부현, 생산·소비자단체, 출하처 등에 제출 등으로 정하였다.

인증제도를 시행하고 있는 지방자치단체는 오카야마, 효고현 등 6개 지방자치단체이며, 효고현은 유기, 무농약 재배에 한하여 인증을 하고 있다.

(나) 국내동향

정부는 친환경농업 조기확산을 위하여 친환경농업 직접지불제를 상수원보호구역 등의 규제지역부터 시작하고 있다. 또한 안전 농산물의 기반을 구축해나가기 위하여 생산·출하단계에서부터 잔류농약검사를 강화하여 부적합품에 대해서는 출하연기·폐기 등의 조치를 해 나가고 있다. 우리나라는 비료투입량이 406kg/ha로 OECD국가 중 네덜란드 다음으로 가장 많으며, 농약 투입량도 12kg/ha로서 일본 다음으로 높은 수준이다. 따라서 토양·수질 오염이 최소화되도록 2004년까지 농약·화학비료 사용을 30% 수준 이상 절감할 계획이다.

친환경농업의 핵심기술인 병충해종합관리(IPM)와 작물양분종합관리(INM) 체제를 정착시키고 미생물농약 개발·보급 및 천적을 활용한 병충해 방제의 확대를 통하여 생산량의 감소 없이 친환경농업을 확산하는 방안에 역점을 두고 있다. 또한 들녘별·필지별 토양의 특성을 조사하여 DB화 해두고 체계적인 토지이용·토양개량·시비관리 등을 지원하고 있다. 우리의 친환경농업이 이제 뿌리를 내리는 시점에서 미국 등 선진국의 대규모생산 유기농산물(식품)이 CODEX 기준 설정 인증 이후 대거 들어오게 되면 한국의 친환경농산물의 수요기반이 크게 위협받을 것이다.

다) 지역정주개발

(1) 정의 : 지역단위간 발전을 위한 연계강화에 관련된 기술을 의미한다.

(2) 범위 : 지역정주 개념에는 농촌간뿐만 아니라 도농간의 연계도 포함한다. 이러한 지역정주개발 분야에 부각되고 있는 것이 농촌관광, 그린투어리즘이다. 그린투어리즘은 농촌의 자연경관과 전통문화, 생활과 산업을 매개로 한 도시민과 농촌주민간의 체류형 교류활동으로 도시민에게는 휴식·휴양과 새로운 체험 공간을 제공한다. 농촌에는 농산물판매(1차), 가공사업(2차), 숙박·음식물 서비스(3차) 등 소득원을 제공하여 지역활성화에 기여한다.

(3) 필요성 : 향후 주 5일 근무제, 주 5일 수업제가 실시되고 2008년부터 완전노령연금 지급됨에 따라 향후 5~10년에 걸쳐 관광 수요는 크게 늘어날 전망이다. 관광수요는 유흥과 위락 중심의 관광보다는 체험관광·생태관광을 중심으로 한 숙박형 교류형태 관광이 증가할 것으로 기대된다.

(4) 국내외 동향

(가) 국외동향

선진국 사례에서 영국과 일본에서 나타나고 있는 공통점을 살펴보면, 양 국가 모두 도농통합적 생활권전략을 채택하고 있다는 점이다. 일본의 「다자연거주지역의 창조를 위한 지침」에서는, 우선 구분을 마을 등 소규모공동체, 시정촌, 권역으로 하고, 다자연거주지역의 창조를 위한 추진체제 구축, 여유로운 거주환경과 권역의 수요에 부응한 도시적 서비스의 확보, 아름답고 쾌적한 지역의 관리와 보전, 지역특성을 살린 산업 및 일자리 창출 등을 적용 대상으로 하여, 중소도시와 배후 농촌지역이 상호 연계하여 권역을 설정하는 것을 나타내고 있다.

종래의 정주생활권 등은 국가의 권역을 설정하였지만 다자연거주지역에서는 권역의 형성 자체를 지방자치단체의 자율에 맡기고 있는 점이 특징이다. 영국에서는 특히 서비스공급 차원에서 중심도시와 배후도시간 기능분담을 강조하고 있다. 또한 일본의 경우 지역별 특화를 활성화 하고, 관련된 농촌기반을 정비하여 유, 무형의 농촌자원을 매개로 지역 경제 활성화를 도모하고 있어 농업기반정비 기술을 녹색관광기반정비로 승화시킨 대표적인 사례를 보여주고 있다.

독일은 농촌기반정비와 녹색관광정책을 연계하여 추진하고 있다. 농촌측 정비를 위해 조건불리지역 정책 및 농지정비사업, 도시측 지원을 위해 도시농촌교류정책을 활발히 추진 중이며, 관련법령을 정비하여 체계적으로 농촌공간을 정비해오고 있다. 독일은 농촌지역을 지키지 않으면 독일 전 국토가 황폐화된다는 논리로 마을 단위의 아름다운 마을 가꾸기에 착수하여 전체 농촌공간을 관광기반으로 조성해 오고 있다.

프랑스는 민박을 중심으로 한 농촌관광을 활성화하여 농촌에 민박중심의 농촌기반을 정비하고 정부의 대대적인 지원으로 도농교류의 농촌관광기반을 구축해 오고 있다.

(나) 국내동향

그린투어리즘은 국내에서 농촌과 농업인이 도시와 도시민에게 일방적인 도움을 받는다는 인식보다는 상호보완적인 상생(相生)의 협력관계로 발전시키기 위한 방향으로 전개되고 있다. 이러한 이해 관계를 확립하기 위해서 금년부터 농업인·소비자·정부

가 함께 우리농업·농촌에 대한 공감대를 만들어가고, 나아가 지역농업을 활성화하고 농촌소득을 높여 나가는 농·소·정 협력사업을 전개하고 있다.

도시 소비자에게는 농업 농촌이 식량공급이라는 본연의 기능 외에 공익기능에 대한 이해와 공감대가 형성될 수 있도록 도·농 교류 촉진에 적극 참여를 유도하고 농촌 농민이 건강해야 소비자도 건강하고 나라도 발전한다는 인식을 갖도록 하기 위해 소비자들이 농촌현장을 견학하고 우리 농산물이 최고라는 것을 스스로 느끼게 할 수 있는 계기를 마련하기 위해 도시소비자에 대한 농업 농촌생산 현장연수를 추진하고 있다. 또한 생산자를 도시소비지역에 초청하여 소비자들의 소비경향을 파악토록 하여 향후 생산작목 선택이나 생산방법에 반영하도록 하는 의견이 제시되고 있다(Discovery Agriculture 운동, 농촌메신저 지정 등).

한편, 도시 어린이가 농업의 중요성과 농업인의 어려움을 이해하고 환경의 중요성을 이해할 수 있도록 농촌현장체험을 활성화하고, 농촌 어린이는 도시지역의 문화와 역사 등에 대한 이해를 높여나감으로써 자연스럽게 상호 이해를 넓혀가도록 하고 있다(<http://www.maf.go.kr>; 어린이 농업교실 등).

올바른 소비문화를 정착시키고 우리농산물애용운동 전개와 소비자를 대상으로 한 안전농산물 구입 등에 대한 교육 홍보를 위하여 소비자단체와의 교류사업도 확대해 나가고 있다. 농림부는 내년부터 농외소득증대와 지역경제 활성화를 위해 선진국에서 널리 확산되어 있는 그린투어리즘(녹색여가·체험활동)을 적극 추진하기로 하였다. 최근 들어 관광수요가 늘고 있는 데다 주 5일 근무제, 주 5일 수업제, 2008년 국민연금 시대 도래 등으로 늘어날 농촌여가생활에 대한 수요를 농가소득으로 연결시킨다는 구상이다. 농촌의 자연경관이나 인정과 친절, 전통문화, 체험테마 등 도시민을 유치할 수 있는 자원은 풍부하지만 현실적으로 쾌적한 여가를 위해 필요한 숙박시설이나 제반 편의시설, 공동이용시설, 마을경관의 정비가 충분치 않고 농촌주민들의 경영능력도 부족하며 여가활동에 적합한 농촌마을 정보가 수요자에게 제대로 알려지지 않고 있으므로 그린투어리즘 추진을 위해 필요한 하드웨어와 소프트웨어 분야를 종합적으로 정비하기 위해 올해 중 필요한 예산을 확보하고 관련 제도도 정비해나갈 계획이다.

구체적으로는, 2002년부터 그린투어리즘 시범마을로서 「녹색여가·체험마을」을 조성하고 생활·여가기반시설과 마을 경관을 정비하여 도시민을 유치하는 한편, 어린이, 학생, 노인, 기업이나 단체 등 도시민의 취향에 맞는 여가·체험 프로그램과 그린투어리즘을 추진하려는 농촌주민에 대한 경영교육프로그램을 개발하여 보급하고 그린투어리즘과 관련된 농촌지역정보를 도시민에게 제공하고 도시민의 요구를 농촌주민에게 신속하게 전달할 수 있는 쌍방향 종합정보시스템도 갖추어 나갈 예정이다. 또한 농가 소득을 늘일 수 있도록 지역 농산물을 이용한 소규모 농·특산물 가공·판매사업도 추진해나갈 계획이다. 이러한 기능을 하는 그린투어리즘을 활성화시키기 위해서는 세 가지 측면을 조화시킬 필요가 있다.

- 1) 농촌주민과 도시민간 도농교류활동,
- 2) 농촌주민의 소득증대를 위한 사업(business),
- 3) 주민협력을 바탕으로 한 지역활성화 운동의 조화가 필요하며 이를 위해서는 마을과 지역사회를 조직화하고 이끄는 리더 역할이 대단히 중요하다.

가. 그린투어리즘의 상품(서비스) 컨셉은

- 1) 심신의 안락감으로 농촌경관의 치유기능, 인정과 친절,
- 2) 농촌에만 있는 것 즉, 아름다운 경관, 깨끗한 환경, 신선하고 풍부한 농축산물,
- 3) 5감을 통한 체험,
- 4) 풍부한 체험테마와 관련된 것으로 농업체험, 지역심층탐방, 도농교류, 문화체험,
- 5) 여행의 효율성 즉, 접근용이, 장기여행 베이스캠프, 농촌패키지투어를 들 수 있다.

나. 중점 확보할 수요층으로는

- 1) 학생, 학부모, 교사층 등의 체험관광수요 적극 확보,
- 2) 고령도시노인의 장기체재형 여가활동수요 개발
- 3) 기타 기업과 단체의 연수 등 행사형 여가수요 유치

다. 시책 추진의 기본 전략 : 마을 또는 마을연합을 기본단위로 추진하되 마을이나 일선 시·군의 재량을 대폭 부여하여 마을 내, 지역 내 합의를 기초로 사업계획을 만들고 이를 심사하여 지원대상 마을 선정, 마을 단위 사업을 기반으로 권역별로 확대 발전시키는 것이 중요하다.

라. 일반 관광상품과 차별화

일반 관광과는 구별되는 농산촌과 농림업 여가·체험 프로그램, 심층적인 지역탐방 프로그램에 중점을 두어 농촌이 경쟁력을 가질 수 있는 틈새시장을 공략하는 것이 효율적이다.

리) 수출 및 해외농업

- (1) 정의 : 농산물의 세계화를 위한 조사 및 진출의 활성화 기술을 의미한다.
- (2) 범위 : WTO농산물 협상의 진전과 우리 농산물의 해외 진출을 위한 애로사항, 문

제점 및 개선방안 등에 대한 고찰을 중심으로 하되, 특히 중점을 두고 있는 한·중·일 농산물 교역의 추세와 동향 및 전망 등에 대해 중점적으로 고찰한다.

(3) 필요성 : WTO농산물 협상의 진행과정을 고찰해 보면 농산물 수입개방이라는 국제적 추세에 우리나라가 비켜갈 수 있는 여지나 협상력은 매우 작아 보인다. 그렇다면 결국 농산물을 상품으로서 해외에 수출할 수 있는 방안을 고찰하는 등 국제적 농업환경에 적극적으로, 공세적으로 대응해야 할 것인가에 대한 논의와 연구의 필요성이 시급하게 제기되고 있는 현실이다. 따라서 수입개방의 저지 또는 수입개방폭의 감소라는 소극적 자세에서 탈피하여 우리나라 농산물이 국제경쟁력을 가지고, 또는 상품성의 우위성 확보로 인한 수출우위의 농산물 시장구조를 개척해 나가기 위한 국내외 산지 및 소비자 동향 또는 우리 농산물의 수출경쟁력 확보를 위한 대응방안은 무엇인가에 대해 심도 깊은 연구와 조사가 필요한 실정이다.

(4) 국내외 동향

(가) 국외동향

동북아 농산물 시장에서는 국경이 사라지고 있다. 특히 채소부문의 급속한 무역확대가 두드러지게 나타나고 있다. 동북아 시장에서의 중국 농산물의 약진은 1990년대 중반에 이미 시작되었다. 역내에서 가장 수입량이 많은 일본의 예를 들어보면 1991~2001년 신선채소 수입량은 31만 톤에서 97만 톤으로 3.1배 증가하였다. 또 채소가공품은 79만 톤에서 138만 톤으로 수입이 1.7배 늘어났다. 수입절대물량이 크게 증가하고 있는 가운데, 신선품의 비중이 28.2%에서 41.3%로 높아진 것이다. 신선 채소만을 볼 때 1996년에는 63만 톤 수입 중 중국산이 11.8만 톤, 한국산이 0.49만 톤이었는데, 2001년에는 수입 채소 97만 톤 중 중국산이 43.8만 톤, 한국산이 4.2만 톤으로 늘어났다. 중국산 채소는 2001년에 일본의 수입량의 45.1%를 차지하게 되었다.

(나) 국내동향

대상품목은 김치·신선채소·인삼·신선과실(사과, 배, 단감 등)·화훼류(백합, 선인장 등) 및 축산물(쇠고기, 돼지고기, 닭고기, 오리고기, 계란, 생축)로 수출에 필요한 포장, 선별, 운송비 등 물류 비용과 수출농가 교육, 현장 검역 등 해당품목의 수출확대를 위한 수출조성사업 지원을 하고 있다. 수출조성사업은 예산액의 4% 범위 내에서 지원 가능하며, 지원대상은 대상품목의 수출업체, 수출품가공업체, 수출품 생산농가이고 사업시행 주체는 농수산물유통공사다. 지원기준에 관한 사항은 다음과 같다.

<표 4-2-13> 부류별 수출지원기준

부류	지원기준
원예부류	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수출가격의 20% 범위 이내에서 수출대상 국가별 표준물류비의 30% 지원 - 수출가격의 20%가 표준물류비의 30%보다 적을 경우 수출가격의 20%를 한도로 지원 - 신 시장 또는 신상품개척, 수출단지육성, 품목특성고려 등 장기적 수출확대를 위하여 표준물류비의 5% 범위 내에서 항목별로 인센티브 추가지원 - 품목별로 수출물류비 지원액이 급격히 변동되는 것을 막기 위해 2001년도에 마련한 새로운 기준에 의한 단가(농림부 유정51160-135 2001.3.9 참조)가 기존 지원단가보다 적을 경우 2004년까지 매년도 차액의 70%를 가산 지원하고 많을 경우 2개년 간 차액의 50%를 감액 지원
축산부류	<ul style="list-style-type: none"> ○ 포장상자 제작비의 40% 범위내 지원(단, 신규 수출시장 개척의 경우 일정기간 동안 포장재비 및 운송비 등 별도 지원방안 검토) ※ 주요품목 판매촉진비 기본지원액 산정방법, 지역별·품목별 판매촉진비 지원 단가, 지원한도 등은 별도의 세부계획을 수립하여 시행

마) 지식관리시스템 및 모바일시스템

(1) 정의 : 농업정보의 응용시스템 구축과 관련된 기술이다.

(2) 범위 : 농업관련지식의 D/B화 및 물류유통과 연계된 모바일시스템 등 농업정보의 응용시스템 구축에 관련된 기술을 포함한다.

(3) 필요성 : 농업관련정보의 체계적 D/B화를 통해 보다 효율적인 모바일 유통관련시스템을 개발하여 생산 및 유통에 있어 효율적인 체계를 구축한다.

(4) 국내외 동향

(가) 국외 동향

선진국의 경우, 모바일시스템 등을 이용한 첨단유통시스템은 의외로 많이 존재하지 못하고 있다. 오히려 농민의 조직화, 규모화, 마케팅화를 기반으로 수의거래시스템으로 움직이는 것이 일반적이기 때문에 우리와 같이 첨단 정보시스템을 이용한 거래관계의 형성은 크게 눈에 띄지 않고 있는 것으로 보인다.

(나) 국내동향

농업지식의 부분적 D/B화 및 D/W시스템 구축과 인터넷 조건불리지역을 위한 위성인터넷 및 인프라 구축단계에 있다.

바) 유통 및 물류

(1) 정의 : 물류효율증진방안 마련에 관련된 기술을 의미한다.

(2) 범위 : 물류효율화를 추구하기 위한 규모화, 조직화, 표준화 사업의 일환으로서 파렛트풀 수송시스템의 구축과 관련된 기술을 포함한다.

(3) 필요성 : 농산물 상류의 발전에 비해 물류의 발전은 매우 후진적인 양상을 그대로 가지고 있다. 물류효율화의 낙후 현상은 우선 산지의 경우 규격화, 표준화, 조직화되지 못하고 있는 산지의 열악한 조건에 의해 산지단계에서부터 규모화, 기계화된 출하를 하지 못하고 있기 때문이다. 이러한 현상은 도매시장의 물류단계의 낙후로까지 영향을 미치고 있고, 소비지와와의 직거래에서도 물류의 낙후성으로 인해 물류비용이 과다 발생하는 등 농산물 유통개선의 걸림돌이 되고 있다. 따라서 상류는 상류의 흐름대로, 물류는 산지에서 소비지로 직접 이동시키고 있는 선진국의 물류유통현황과 비교하면 고비용구조의 유통 및 물류시스템이 되풀이되고 있다는 문제점이 나타나고 있으며, 이에 대한 시급한 해결방안이 필요한 실정이다.

(4) 국내외동향

(가) 국외동향

물류효율 증진을 위한 새로운 수송시스템 개발을 추진 중에 있으며, 신선도, 위생, 안전성을 위주로 한 물류기술 및 시스템이 구축되어 있다. 유럽, 미주, 일본 등 선진국은 대부분의 신선농산물 수송에 있어서 파렛트화가 되어 있다. 단, 유럽(1,200x800mm), 미주(1,200x1,000mm), 일본(1,100x1,100mm)은 각각의 표준파렛트 치수규격을 사용하고 있다.

(나) 국내동향

신선농산물 파렛트화율은 30% 미만으로 물류 효율 향상을 위한 품목별 최적화모

델 개발 미흡, 신선 농산물 유통기술개발에 대한 관심고조, 부분적으로 현장 애로기술 개발 및 현장실용화 시도, 개발기술의 현장 실용화 부진, 품목의 특성을 고려한 일관 물류시스템 구축미흡, 위생, 안전성 확보를 위한 기술 개발 초기단계이다.

사) 정보제공 및 전자상거래

(1) 정의 : 농업과 각 산업간, 생산자와 소비자간의 e-유통 연결을 위한 시스템 구축 기술을 의미한다.

(2) 범위 : 소비자위주의 정보시스템구축 및 기업간거래 e-commerce 시스템 구축관련 기술이다.

(3) 필요성 : 다변화되는 유통경로에 대한 분석을 실시하고, 신유통채널에 대한 소비자동향을 조사하여 소비자위주 시장의 특징을 분석하고, 기업 간 전자상거래를 통해 시간과 비용을 절약하는 신마케팅시스템 구축을 통한 대외경쟁력의 확보에 필요한 기술분야이다.

(4) 국내외동향

(가) 국외동향

① 일본의 「新青果시스템」

인터넷의 高速常時接續回線을 이용하며 도매법인으로부터의 정보를 실시간(리얼타임)으로 전달하는 시스템으로 산지·출하자는 거래가 끝난 상품부터 順次的으로 정보를 입수하며 오후부터 모든 精算情報를 얻을 수 있다. 또한 예약상대거래도 가능하여 도매법인은 다음 주 일주일분의 품목, 수량, 가격 등 예약상대정보를 주말에 送信하면 산지·출하자는 도매법인과 온라인 상에서 교섭을 진행, 금요일 저녁까지는 거래를 확정짓게 된다. 이와 같이 하여 물량을 확보한 도매법인들은 인터넷상에서 경매를 실시. 중도매인 또는 매매참가인들은 인터넷상에서 거래에 참가하게 되며 낙찰된 농산물은 시장을 거치지 않고 직접 소비지로 배송된다.

(나) 국내동향

B2B 전자상거래 시스템 운영 및 B2C 운영하고 있으며 배문열 홍화씨(칠곡토종

회), 흥쌍리 매실가공(광양매실농원) 등 아직은 소수이지만 규격화되고 우수한 농산물 공급이라는 생산자와 소비자간의 신뢰형성을 바탕으로 한 전자상거래가 성장추세를 보이고 있다.

2) 각 핵심기술별의 수준과 연구개발전략

핵심기술별로 우리의 현 기술수준, 기술의 priority, 국내기술 개발역량, 기술성숙도, 기술도입곤란성을 종합적으로 분석하여 연구개발전략을 설정하면 다음과 같다.

<표 4-2-14> 핵심기술의 수준과 연구개발전략

핵심기술 내용	우리의 현기술수준	기술의 우선순위	국내기술 개발역량	기술 성숙도	기술 곤란도	연구개발 전략
농산물 정보의 실시간 변환 시스템	○	◎	○	△	○	실용
친환경 농산물 생산, 물류기술	○	◎	○	○	△	실용
지역 간 물류 연계 시스템	△	○	○	○	△	실용
신유통채널 기술	○	○	○	○	△	실용
농산물 표준화코드	△	◎	△	△	○	기초
그린투어리즘	○	○	○	○	△	실용

3) 핵심기술별 추진전략

가) 관측정보

<표 4-2-15> 관측정보 추진전략

구 분	추진전략	연구개발전략
산지정보 수집 체계의 디지털화(PDA 및 위성방송 활용) 확립	산지정보의 범위를 확정된 후 PDA를 활용하여 정보를 실시간으로 전송토록 하며 이를 가공 및 분산한다	실용
국내의 유통정보의 실시간 자동변환 데이터베이스화 확립	도매시장 중심의 가격, 물량정보의 실시간 수집 및 분산 시스템 구축	실용
중국 주요 농산물에 대한 생산, 유통의 조기경보체계 구축	현지 모니터링 인력을 통한 조기경보체계 구축	실용
데이터 웨어하우스(data warehouse:dw)에 의한 온라인 관측자료 분석 시스템 구축	다차원분석도구(OLAP)를 통한 온라인 관측정보 분석 시스템 구축	실용
품목별 관측정보 분석의 표준화가 이루어짐	관측정보의 품목간 차별성을 강화하고 품목별 분석 범위를 확정한다	실용
PDA와 휴대전화를 통한 관측정보 실시간 제공 시스템 개발	PDA, SMS, 무선인터넷, 키오스크 등 정보이용 기기를 다변화한다	실용
맞춤형 관측정보 제공체계 개발	CRM을 통해 관측정보 이용자에게 맞춤 정보를 제공한다	실용
관측정보 활용 실태를 실시간 조사하여 관측사업에 반영하는 피드백 시스템 개발	관측정보의 만족도 및 의견에 대한 실시간 수집체계를 마련한다.	실용

나) 환경농업

<표 4-2-16> 환경농업 추진전략

구 분	추진전략	연구개발전략
지역순환형 환경농업 시스템 구축방안 마련	지역순환형 환경농업 시스템 구축	실용
친환경농산물의 효율적 품질인증 시스템 구축방안 마련	품질인증 시스템 구축	실용
친환경농산물 유통효율화를 위한 종합물류시스템 구축방안 마련	친환경농산물 전용물류센터 건립 및 종합물류 시스템 구축	실용
청소년 건강증진과 친환경농산물 확대를 위한 학교급식용 식재료 공급 시스템 구축방안 마련	친환경농산물 종합물류 시스템 내 학교급식용 식자재 공급 시스템 구축	실용

다) 지역정주개발

<표 4-2-17> 지역정주개발 추진전략

구 분	추진전략	연구개발전략
군 단위 농수산물 생산, 가공 및 유통 종합연계 시스템 구축	지역간 공급망관리(SCM)를 통한 물류 연계 및 GPS를 통한 위치추적 시스템 구축	실용
군 단위 정주권 확립을 위한 교육, 문화 및 복지 시스템 종합연계 구축방안 마련	교육, 문화, 복지 콘텐츠 구축 및 연계 시스템 구축	실용
지역균형발전을 위한 도농 간 연계 강화방안 마련: 그린투어리즘체계화	지역자원의 개발 및 디지털화를 통해 그린투어리즘 활성화	실용

라) 수출 및 해외농업

<표 4-2-18> 수출 및 해외농업 추진전략

구 분	추진전략	연구개발전략
국내산 농수산물 및 가공식품 수출활성화를 위한 해외시장 조사가 이루어짐	관련 기관을 통한 자료 수집 및 이를 데이터베이스화	실용
식량안보 확립을 위한 해외농업생산기지 구축방안 마련	해외농업생산기지에 대한 재배품목, 입지, 노하우 등을 데이터베이스화	실용
우리 식문화의 세계화를 위한 전통외식사업 해외진출 활성화 방안 마련	해외진출가능 전통외식사업 발굴육성 해외 소재 전통외식식당의 네트워크화(관광가이드 및 국내농산물 공급체계 구축)	실용
세계 각국의 식문화 비교 및 식품소비 특성 조사 이루어짐	관련 기관을 통한 자료 수집 및 이를 데이터베이스화	실용
통일에 대비한 북한 지역의 군 단위 GIS 구축	농업자원 중심의 북한지역 GIS 구축	실용

마) 지식관리 시스템 및 모바일 시스템

<표 4-2-19> 지식관리 시스템 및 모바일 시스템 추진전략

구 분	추진전략	연구개발전략
농림 관련 지식의 체계화와 효율적 활용을 위한 지식관리 시스템 구축	농림관련 종합 지식관리시스템(KMS) 구축	실용
관측, 유통, 물류체계와 연계된 모바일 시스템 구축	관측, 유통, 물류 정보를 모바일 시스템과 연계(LBS, SMS, PDA 등)	실용
농업인 전용 무선인터넷 활용	농업분야 무선인터넷 활용 및 활성화 방안 연구	실용
생산이력제 관리 시스템 개발	산지에서 소비지까지 포괄한 생산이력정보 시스템 구축	실용
품목별 경영 및 회계관리 프로그램 개발	품목별 특화된 경영 및 회계 프로그램(S/W) 보급과 이를 통한 컨설팅 프로그램 개발	실용

바) 유통 및 물류

<표 4-2-20> 유통 및 물류 추진전략

구 분	추진전략	연구개발전략
농산물 표준화 코드체계 구축	다양한 코드체계를 단일화하고 이를 산지에서 소비까지 포괄하는 코드체계로 확대발전	실용
농산물 SCM(Supply Chain Management)을 위한 중장기 전략방안 마련	지역 단위 농산물 SCM 구축을 통해 전국 단위로 확대	실용
국내 농산물의 수요확대를 위한 신유통채널 확대 방안 마련	농산물 수요확대 방안 연구	실용
출하 정보관리, 화물차 운송관리 등을 종합적으로 수행할 수 있는 농산물 종합물류정보 시스템 개발	SCM, GPS 기술을 결합한 종합물류정보 시스템을 구축	실용
동북아 허브형 농수산물 도매시장 건설 방안 마련	동북아 허브형 도매시장 건설의 타당성 조사(농산물 선물시장 연계)	실용
정부양곡관리 전산화 시스템 개발	양곡관리 전산화 시스템 구축	실용
품목별, 품종별 수확 후 관리 메뉴얼 개발	수확 후 관리기술 및 사례의 데이터 베이스화	실용

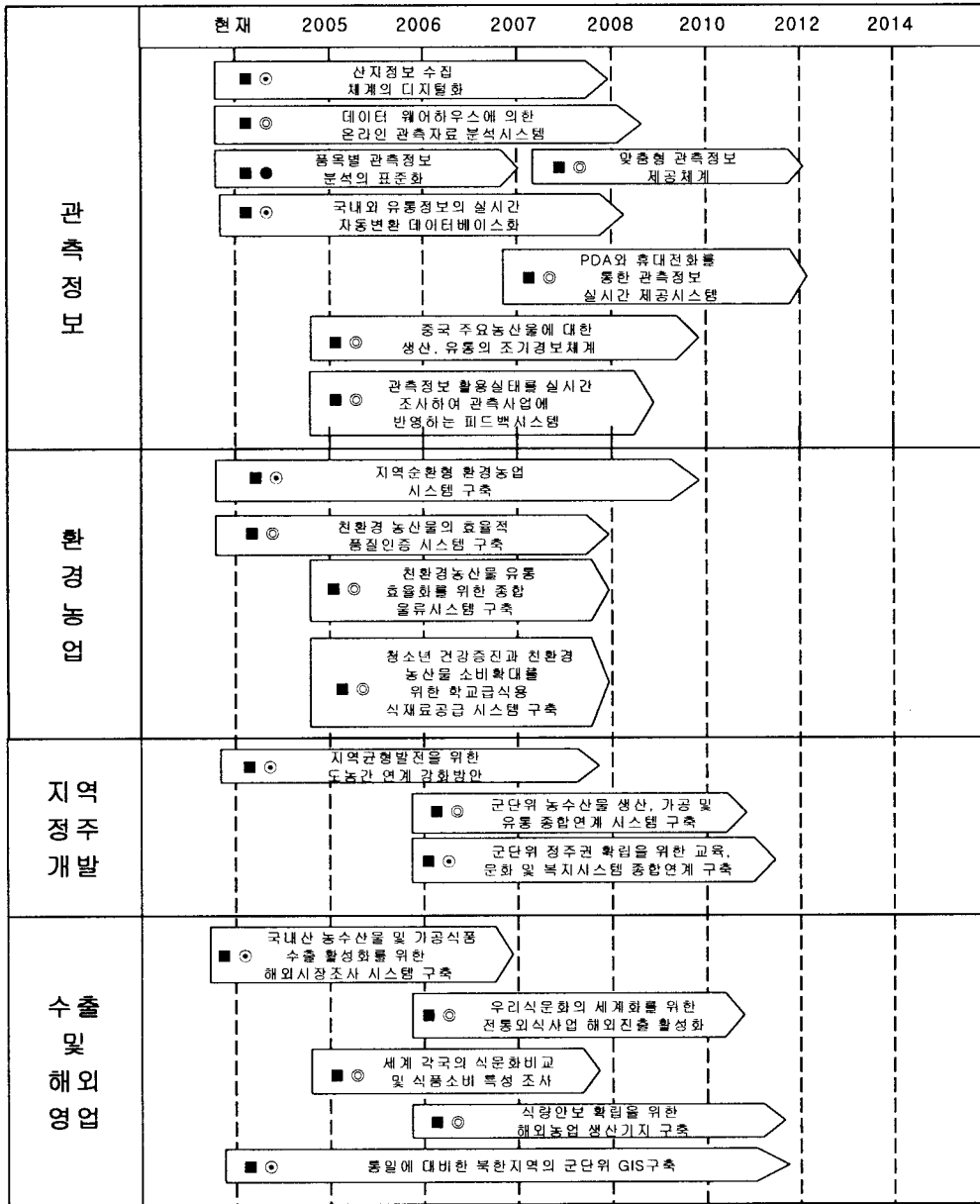
사) 정보 제공 및 전자상거래

<표 4-2-21> 정보 제공 및 전자상거래 추진전략

구 분	추진전략	연구개발전략
농산물 소매가격(유통업태별 조사) 및 소비자 동향에 대한 정보 시스템 구축	소매가격 수집 시스템 구축 및 소비자동향 정기적 조사	실용
식품가공업체 정보 제공 및 B2B 전자상거래 시스템 개발 - 식품산업과 농업과의 연계성 강화 목적	공급망관리(SCM)를 통한 식품산업과의 연계 강화	실용

3. 기술로드맵 전개

가. 매크로 기술로드맵



중요도 고 ← → 저 연구개발전략

■ □ □ ● 기초연구
 ◎ 실용화기술개발
 ⊙ 국제공동연구
 ○ 선진기술도입

4. 실행계획을 위한 제안(recommendation)

경영정보기술 연구개발분야는 현재까지 개발된 농업 관련 기술을 바탕으로 경제사회적인 분야에 응용 및 적용하는 시스템을 개발하는 것으로서 현장의 애로사항 해결에 기여하고, 첨단기술의 현장 접목을 통해 농업에 있어서의 국제경쟁력을 배가하는데 그 목적이 있다. 그러나 경영정보분야는 그 분야의 특성과 성격상 첨단 개발 기술을 응용 및 적용해야 할 부분과 첨단기술개발의 직접적인 적용보다는 이를 응용 및 적용할 수 있도록 사회경제적인 기반과 여건을 조성하는 부분의 두 가지 부분으로 크게 나뉘어 질 수 있다.

그러나 현재까지 경영정보분야연구의 문제점은 주로 첨단기술을 응용한 현장의 애로사항을 해결하는데 비중을 두어 왔다. 그럼에도 불구하고 일부 선진농가를 제외하고는 사회경제적인 환경과 조건의 미비로 첨단 기술의 연구개발기술을 받아들이는데 있어서 한계를 보이고 있을 뿐만 아니라, 이러한 한계를 감안하지 않고 첨단의 현장으로 기술만을 적용한 나머지 귀중한 많은 연구 성과에도 불구하고 현실에의 적용은 여전히 어려움을 면치 못하고 있다. 또한 기존 연구과정에서 나타나고 있는 문제점이 해결되지 못하고 여전히 동일한 문제점으로 남게 되는 모순도 되풀이되고 있다.

특히 첨단기술의 적용을 통한 현장으로 사항의 해결이라는 목적과 실제 연구작업이 수행되고 있는 사회경제분야의 과제 및 연구결과 사이에는 어쩔 수 없는 괴리가 나타나고 있어, 경영정보분야의 이러한 본래적 목적과 연구 및 과제수행과정이 일치하지 않는 모순이 되풀이되고 있다. 더구나 경영정보분야가 농업문제의 사회경제적인 문제의 해결을 위한 과제 수행이라는 원래의 목적을 성실하게 수행해 나가기 위해서는 첨단기술의 현장 적용을 통한 현장애로사항이라는 측면뿐만 아니라, 농업문제를 사회경제적으로 풀어나가기 위한 기초연구와 정책방향을 고려한 사항에 대한 연구에 보다 큰 비중을 두어야 할 것으로 생각된다. 그러한 의미에서 경영정보분야의 연구 방향은 다음과 같은 목적 하에 수행되어야 할 것으로 생각된다. 경영정보분야는 농업 문제에 있어서 자연과학을 제외한 사회과학분야 전반을 총칭하는 개념으로 이해하고 정리되어야 할 것이다.

농업생산성 또는 농업경쟁력이라는 측면에서만 접근이 아니라, 다원적 기능(지역사회의 유지, 국토·환경 및 자원의 보전, 자연경관의 유지, 인간교육, 전통 및 문화의 계승 등 비시장적 가치에서 발생하는 사회적 편익 등)을 농정의 핵심으로 두고 이를 달성해 나가기 위한 측면에서 농업문제를 해결해 나가려는 자세를 견지해 나가야 될 것으로 생각된다. 농업경영분야의 로드맵 작성은 기술분야의 연구 개발과 같이 연도별로 순차적으로 계획을 세워나가는 것보다는 학문 및 연구의 범위 및 특성상, 단기, 중기, 장기로 구분하여 구체적인 계획을 실행해 나가려는 자세가 필요하다. 농업경영정보분야의 주된 연구과제의 구체적인 분야는 다음과 같이 설정, 분류되어야 할 것으

로 사료된다.

가. 농업정보화 및 첨단기술개발 적용분야

기술개발결과 적용연구분야(예: 유통분야의 저장기술개발과 현장에 응용 및 적용)으로써 기술분야개발결과를 조합 또는 시스템화 해나가는 분야의 연구로서 선도농가, 벤처농가 등을 그 적용 대상으로 하여 연구 성과를 축적해 나가도록 한다. 이 분야는 기존의 경영정보분야의 과제 수행 목적에 일치하는 부분으로 자연과학연구분야의 연구자와 사회과학분야의 연구자가 연구진으로 구성되어 공동으로 연구를 해야 하지만 기술개발의 결과를 조합 또는 시스템화해 나갈 수 있을 것으로 생각되며, 그 효과 또한 제대로 나타날 수 있을 것이다.

1) 농업정보화

- 가) 관측정보 : 농산물 정보의 디지털화 및 실시간 제공
- 나) 지식관리시스템 및 모바일시스템 : 농업정보의 체계화
- 다) 정보제공 및 전자상거래 : 농업과 각 산업간, 생산자와 소비자간의 연계

- 2) 환경농업 : 친환경 농산물의 인증·유통체계의 활성화
- 3) 지역정주개발 : 지역단위간 발전을 위한 연계강화
- 4) 수출 및 해외농업 : 농산물의 세계화를 위한 조사 및 진출의 활성화
- 5) 유통 및 물류 : 물류효율증진방안 마련

나. 농업 및 식품에 관한 사회경제적 연구분야

첨단기술의 현장 적용 및 응용이라는 원래의 목적과는 거리가 있지만 농업문제의 해결을 위한 사회경제적 접근이라는 측면에서 경영정보분야의 핵심 과제 수행부분이 되어야 할 것으로 사료된다. 특히 경영정보분야 과제 수행의 원래의 목적에 비해 실질적으로 경영정보분야의 대부분의 연구는 이 부분이 중심이 되어 수행되어 왔다. 기술개발과 현실의 부조화 부분: 연구결과의 도출이 현실적으로 어려운 점이 많다.(예 : 직불제 등의 연구)

1) 농업정책분야

농업정책은 기본적으로 산업정책 차원에서 접근함으로써 농민복지정책과 구분되어

야 한다. 이를 위해서는 농가의 의사와 능력에 따라 전업농·겸업농·고령농 등으로 농가유형을 구분하고, 대상농가의 특성에 알맞은 정책수단을 선별적으로 도입할 필요가 있다(농업경영안정프로그램, 농가소득보전프로그램 등, 예 : 직불제, 재해보험, 농가부채문제 해결 대책 등).

쌀 정책의 획기적 전환과 시장원리를 존중하는 새로운 양정제도 정립을 위한 주요 과제분야로 쌀산업정책은 산업정책으로 다루어야 하며, 쌀 정책만으로 한국의 농업·농민문제가 모두 해결될 수 있다는 그릇된 인식은 버려야 한다. 또한 수급 및 가격정책에 있어 정부주도를 탈피하고 시장기능을 살리며, 정부는 비상시 수급안정을 위한 공공비축제도의 도입과 투명한 가격기구의 설립에 착수해야 한다. 그리고 정부수매계획의 국회동의제를 포함한 실효성 없는 가격정책에 대한 집착을 버리고, 직접지불제를 통한 소득·경영안정정책으로 전환함으로써 국내외 쌀값 차이를 축소하는 것이 급선무이다. 쌀 산업에 대한 정책지원은 전업적 대규모 농가 육성에 집중하고, 영농규모화사업을 내실 있게 추진해야 한다.

2) 농어촌복지분야

농촌의료, 농촌교육, 농촌복지문제 등에 관련된 분야로 1) 안정된 정주공간과 농어촌의 쾌적성 구축, 2) 보건 및 의료정책으로 공공보건의료기관의 기능 보장, 농어촌지역 응급의료체계의 확립, 농어촌 실정에 맞는 조건의료 서비스의 제공 등, 3) 교육정책 : 농어촌학교 통폐합문제, 농어촌학교의 교육여건 개선 및 학력 향상대책, 농어촌학교에 우수교원 확보를 위한 특별대책, 농어촌학교 급식 문제 등 4)사회보장정책 : 노후대책으로서의 국민연금 문제, 국민건강보험료 부과체계, 국민기초생활보장제도의 적용, 농업노동재해보험의 적용, 농촌여성복지를 위한 농가도우미제도의 도입, 농촌노인 복지문제, 농촌의 장애인 복지문제 등 5) 정보화 및 문화복지정책 등이 있다.

3) 농촌지역개발정책 분야

농촌지역사회의 유지·발전을 위해서는 종래와 같은 농업발전=농촌발전이라는 좁은 인식 틀을 벗어나 농촌이 지닌 잠재력을 극대화하기 위한 종합적 농촌정책이 정립되어야 한다. 따라서 농촌개발은 도시와 긴밀히 연계되어야 농촌지역 회생의 기반이 구축될 것이다. 도시에서 얻기 힘든 농촌어메니티자원을 바탕으로 도시로부터 인구와 자금이 유입되고 농촌과 도시가 밀접하게 교류하는 새로운 삶의 터전으로 농촌이 재창조되어야 한다. EU의 리더프로그램, 일본의 지역가꾸기 등과 같은 한국형 상향식(내생적) 농촌프로그램의 개발, 보급이 시급한 실정이다. 유기농업, 관광농업, 농촌어

메니티 등과 지역농업개발 및 활성화 등의 복합적 추진이 필요할 것으로 사료된다.

4) 식료정책(식료는 Food의 개념으로서 농산물과 식품을 합친 개념을 의미함)

식품안전시스템, 소비자 니즈, 농업과 식품과의 관련성 연구(예 : 외식산업과 농산물 수급 문제, 식자재산업과 농산물수급문제, 학교급식문제 등) 등을 포함한다.

가) 소비자 지향의 식료정책 수립으로 식품산업의 동향 및 소비자들이 식품수요패턴에 대한 지속적 모니터링체제 구축, 모니터링을 통해 수집된 최종 수요측의 양적·질적 정보가 유통단계 및 생산단계에 효과적으로 전달될 수 있는 효율적 정보전달체제 구축 그리고 전달된 정보의 활용을 통해 생산자들이 수요패턴변화에 적응해 나갈 수 있도록 뒷받침해주는 각종 지원 기능 강화가 필요하다.

나) 식품산업대책으로 식품산업과 국내농업과의 연계 강화, 식품안전성 확보대책의 강화, 생산이력제(농산물), traceability(축산물), 동식물 검역제도 및 체계의 개선 등이 필요하며, 식료정책의 정책 추진 체계 개선으로 정부조직의 문제점 및 개선방향(유럽 각국의 사례)과 정부조직간 업무 분담 및 통합의 문제의 해결이 필요하다.

5) 유통 및 마케팅 분야

농업문제의 대안 중 가장 단기적인 대안의 도출이 시급한 분야라고 할 수 있다.

가) 산지 : 산지공동마케팅시스템(공동선별, 공동수송, 공동정산시스템의 기반 하에 산지의 주체적인 마케팅활동의 활성화를 통한 산지 생산자조직의 시장교섭력 배가)

나) 도매시장 : 물류개선문제, 거래제도 개선문제, 도매시장 관리·운영의 합리화문제, 도매시장 규제완화 문제, 지방도매시장 활성화 방안 등

다) 소비지 : 산지와 대형유통업체간 거래과정에서의 유통 및 물류문제, 시장교섭력 증가를 통한 평등 거래의 유도, 정보의 비대칭성의 문제 해결을 위한 산지의 개선방향

6) 농산물무역 및 통상분야

가) WTO 협상 추이와 한국농업의 대응방안(예 : 동식물검역제도 등)

나) 농산물 무역 : 한·중·일 농산물 무역 관련 동향 및 무역의 활성화문제, 기타 지역의 무역 관련 동향 및 애로사항 해결

다. 기초연구분야

구체적인 결과가 나오지 않는 2차 연구결과 도출을 위한 1차 기초자료연구의 필요성이 제기되고 있다. 지금까지는 1차 조사자료연구결과에 대한 지원이 너무 부족했기 때문에 2차 연구를 위한 기초자료의 부족으로 연구결과를 도출하는데 있어서 매우 큰 어려움을 겪거나 연구결과 도출에 애로가 많았다. 따라서 D/B화와 같은 기초연구자료의 축적 및 자료정리가 필요하다. 이는 2차 연구를 위한 필수적인 사업임에도 불구하고 그 동안 현장애로나 첨단연구라는 대세에 밀려 연구사업으로서 주목받지 못하거나 소외되었기 때문이다.

예를 들면, 야생화식물도감의 작성, 전통음식의 발굴 및 정리 등의 연구가 필요하나, 현실적으로는 전통음식의 외식산업화를 위한 표준화연구작업등의 연구과제가 수행되는 경우가 있다. 그러나 이러한 연구는 그 의욕적인 출발에도 불구하고 결국에는 전통산업을 발굴 또는 몇 가지를 나열식으로 소개하는데 그치고 있다. 이는 기초연구자료의 부족 및 불인정으로 연구 결과의 원활한 도출을 오히려 방해하고 부실연구를 강요하는 결과에 지나지 않는다. 기초연구자료의 축적은 단순히 이를 이용한 2차 연구 결과를 효율적으로 도출하기 위한 측면뿐만 아니라, 장기적으로 농업문제해결을 위한 미래의 연구를 위한 기초자료로서 중요한 의미를 지니고 있다.

농촌어메니티, 식품산업 및 식품안전성의 문제 등과 같이 향후 농업문제에 있어서도 중요한 핵심사항으로 등장할 문제에 대해서는 보다 세심한 접근이 필요하다고 사료된다. 예를들면 소비자 중심을 강조하고 있지만 소비자의 니즈 또는 그 추세에 대한 기초적인 연구결과는 거의 존재하지 않는다고 할 수 있다. 단지 일부의 연구자가 단편적 또는 산발적인 사례연구에 그치고 있어 종합적인 기초자료로서의 의미와 활용이 제대로 되지 않고 있기 때문에, 이에 대한 체계화된 연구가 필요하다.

선진국의 사례에 관한 연구의 축적이 필요하다. 현재까지 농업분야 연구의 경우 선진국사례 연구를 위한 현지 방문은 매우 제약된 범위 안에서만 연구가 수행되어 왔다. 그러나 선진국의 사례를 그대로 적용하는 것은 많은 한계가 있다고 하더라도 적어도 선진국 사례의 선별적 벤치마킹을 통해 선진국이 이미 경험한 시행착오를 최소화하면서 농업문제에 접근 또는 적용하는 것은 매우 바람직하다고 볼 수 있다. 오히려 국내의 사례만으로 적당히 나열식으로 분석하는 것이야말로 연구결과의 효율성 및 올바른 결과 도출의 가능성을 더욱 떨어뜨리는 것이라고 할 수 있다.

제3절 맺 음 말

농업분야에 있어서의 과제수행은 향후 장단기적으로 농업이 나아가야 할 기본적인 정책방향을 제시하고 이를 구체화해 나가기 위한 작업으로서 기술개발적인 측면과 이를 응용 및 적용하기 위한 사회경제적인 측면에서의 조합, 조정 및 시스템 개발 등에 집중되어야 할 것이다. 또한 이를 원활히 수행해 나가기 위해서는 기술개발적인 측면과 사회과학적인 측면에서의 공동연구진에 의한 공동연구과제로서 수행해 나가는 것이 합리적일 것으로 판단된다는 측면에서 상호보완적 연구작업의 수행이 필수적이라고 사료된다.

제3장 경종작물분야

제1절 비 전

1. 경종작물기술의 개요

가. 경종작물기술의 정의 및 범위, 필요성

1) 정의

경종작물기술은 국민의 생존과 직결된 식량을 안정적으로 공급하며, 국민의 식품에 대한 다양한 욕구를 충족시키고 건강증진에 기여하며, 경지 생태계의 지속성을 확보하기 위한 농작물의 생산 체계, 재배 관리, 수확 후 관리, 유전자원 수집 평가 및 품종 개량에 관한 제반 기술로 정의할 수 있다.

2) 범위

경종작물분야가 다루는 범위는 작물공통기술, 벼, 밭작물, 특용작물, 사료 녹비작물 등의 생산, 이용 및 육종기술, 특용작물의 생산과 이용기술, 수확 후 관리기술, 유전자원 수집이용 기술, 벼섯 생산기술, 잡초 방제기술 등으로 한다. 경종작물의 범위 중 핵심기술로는 작물에 공통적으로 적용되는 기술의 개발, 재배기술 및 상품화 기술, 벼·전작·특작의 신품종 육성 및 고품질화, 친환경농법에 의한 녹비작물 재배, 유전자원의 효율적 이용, 잡초억제 기술 등이 이에 해당된다.

각 분야별 기술영역은 다음과 같다.

가) 작물공통 : 농작물의 품종개발, 번식, 재배관리, 상품화 등에 공통적으로 필요한 기반 기술

나) 벼 : 안정 다수확 품종 및 재배기술, 생력·저비용·친환경 재배기술 및 품종, 고기능성 쌀 생산기술 및 품종 등의 개발

다) 전작 : 맥류, 콩, 옥수수 등의 용도 다양화와 이에 적합한 품종 및 재배기술, 생력·저비용·친환경 재배기술 및 품종 등의 개발

라) 특작 : 고수량 · 고품질 특용 작물 품종 및 생력생산기술, 기능성 물질 탐색 및 대량 생산기술, 약용작물의 표준 규격품 안전생산 기술 등의 개발

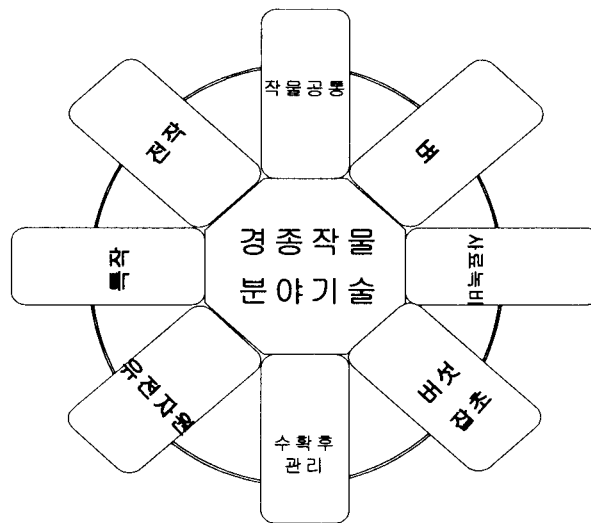
마) 사료녹비 : 논 작부 체계에 맞는 사료 및 녹비 작물, 녹비 작물을 이용한 친환경 농업기술 등의 개발

바) 수확 후 관리 : 건조, 저장, 유통 등 수확후 처리, 상품성 향상 기술 등의 개발

사) 유전자원 : 유전자원 수집, 보존 및 평가 기술, 신기능성 생물소재 등의 개발,

아) 잡초 : 잡초 종별 생리·생태 연구와 지속적 방제기술, 환경 친화적 제초활성 물질, 천적, allelopathy 등에 의한 생물적 방제기술, 제초제 저항성 잡초의 저항성 기작과 방제기술 등의 개발

자) 버섯 : 버섯류의 분류동정, 유전자원의 수집 보존방법, 우량품종의 육성, 기능성 물질의 탐색 및 이용기술, 자실체 및 균사체의 대량 안전생산 기술, 버섯의 저장, 유통, 가공기술 등의 개발



<그림 4-3-1> 경종작물 분야기술의 범위

3) 필요성

세계적으로는 인구증가, 농지 및 농업용수 부족, 환경악화, 토지 생산성의 한계, 기후변동에 따른 작물 생산의 불안정성 증대 등 식량자원의 안정적 공급기반 취약으로 인한 식량 부족현상이 대두 될 것으로 예상되고 있으며, 국내적으로는 통일 한국의 식량문제를 포함하는 식량안보 확보가 중요한 과제로 대두되고 있다.

WTO 체제의 출범으로 공산품뿐만 아니라, 농산물도 국제적인 무한경쟁 시장 속에 놓이게 되었다. 우리나라 농산물은 가격면에서 외국 농산물에 비하여 아주 열악한 위치에 있고, 외국 농산물에 대한 대비책이 많지 않은 작금의 상황에서 농산물 시장개방이 확대되면 우리 농업은 와해의 길을 걷기 쉽다. 그러나 농업의 식량안보, 지역문화유지, 공익적 기능 등 경제외적 기능을 유지하기 위해서는 농작물의 국내 생산기반이 유지되어야 하며, 이를 위해서는 경쟁력의 제고가 필수적이다. 경쟁력을 제고하기 위해서는 생산비 절감과 생산성 향상을 통한 가격 경쟁력 향상이 중요하나 경영규모가 협소하고 토지 임차비의 비중이 큰 우리나라의 현실에서 국제 시장에서 가격 경쟁력의 우위를 점하기는 어려운 실정이다.

그러나 국민의 건강에 대한 관심 증대, 소비자와 생산자의 요구 다양화 등 사회 분위기의 변화로 안전·고품질·기능성 농산물에 대한 요구가 증대되고 있어 안전성, 품질, 영양, 기능성 등이 강화된 작물 품종 및 생산기술의 개발 등을 통한 국내 농산물의 경쟁력 강화가 현실적인 방안이 될 수 있을 것이다.

지금까지의 농작물 생산성 향상은 에너지 물질의 고투입과 이에 적응하는 품종의 개량에 의하여 달성되었다. 이에 따라 경지 생태계의 생산성 및 안정성의 저하, 자연환경 오염 부하 증대, 농산물의 안전성 저하 등을 초래하여 왔다. 이에 대한 반성으로 농업 및 자연 생태계의 지속성 유지 증진과 안전한 먹거리의 안정적 생산을 동시에 추구하는 지속농업의 개념이 농업 생산에 도입되었으며 앞으로 농업 생산기술 개발의 패러다임으로 자리를 잡을 것이다. 따라서, 농작물 생산성을 유지, 증진시키면서 물질과 에너지투입을 절감하며, 자연 및 농업생태계의 지속성을 확보할 수 있는 통합적이며 친환경적인 농업관리기술의 개발과 지구 환경변화를 완화시키고 이에 적응할 수 있는 농업 생산기술의 개발이 필요하다.

따라서, 경종작물 분야의 기술 개발 목표는 국민의 식량 주권을 확보하고, 국민의 맛있고 안전한 식품에 대한 욕구를 충족시키며, 건강과 복리 증진에 기여하고, 국제시장에서 경쟁력을 확보하며, 농경지의 지속성을 확보하고 자연 환경을 보전하는 것이 되어야 할 것이다.

나. 비전

1) 시나리오 구성

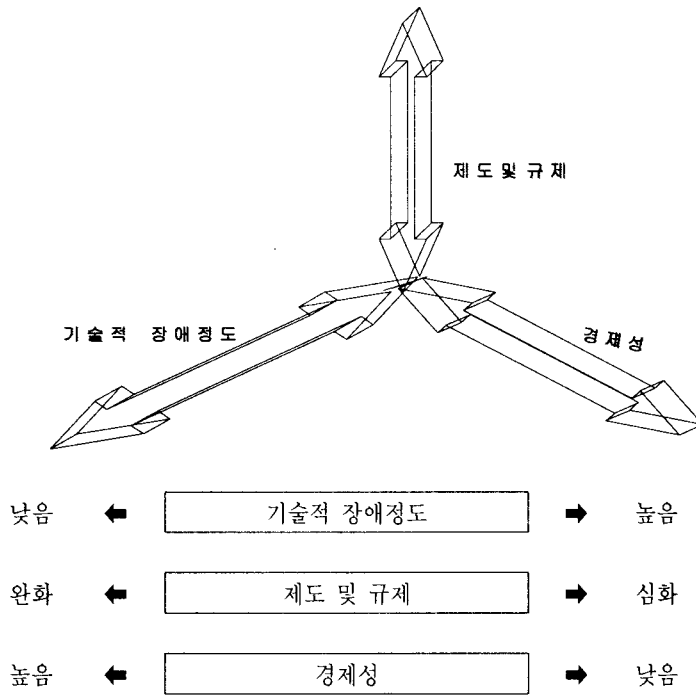
가) 외부영향요인분석

<표 4-3-1> 영향요소의 파급효과와 불확실성 분석

<p>파 급 효 과</p>	<p>High Impact</p>	<ul style="list-style-type: none"> WTO 등에 의한 시장개방 확대 IT, BT, NT 등 기술융합 차별화된 제품수요 환경관리 기초지식 확보 및 활용 기술 생약 개발 작물범위확대 정부 지원/투자 대학기술인력 활용도 Molecular farming (plants as plant) 생산기 반확보 	<ul style="list-style-type: none"> 주요선진국의 관련 기술 확보 가능성 정부의 지원/투자 국내연구역량 농산물의 안전성에 대한 인식 활용기술 도출 국외의 기술 이전 진화원의 작물 활용 gene silencing 관련 기초기술 연구 국내연구 역량 	<ul style="list-style-type: none"> 주변경쟁국의 관련 기술 확보 가능성 GMO농산물의 대중화 농업의 국제경쟁력 산업체 투자 확대 대상자원 이용의 국제화 제조제 사용 억제(국제·국내 동향) GMO에 대한 소비자 인식 (부정성) 농산물시장 개방
	<p>Medium Impact</p>	<ul style="list-style-type: none"> 소득수준의 변화 BT시대의 진입 도농간 소득격차 심화 경지면적의 제한성 기능성자원확보 및 산업화 건강식품 개발 유전자원 탐색 저항성 반응기작연구 고전육종기술 위축 	<ul style="list-style-type: none"> 건강 관심도 증가 우량품종, 특수농법의 특허증가 진화원리 구명 국제 협력 대학의 연구 기능 거점화 특허(지재권) 처리(특허권 및 관리체제) 	<ul style="list-style-type: none"> Nationalism 국제적 경쟁/협력 식품원료의 기능성화 첨단인력 양성 기술 축적 국제 경쟁력 환경영향 평가 Nationalism 저하(국제화 의식 고조)
	<p>Low Impact</p>	<ul style="list-style-type: none"> 건강에 대한 관심도 GNP중 농업비중감소 농업인구의 노령화 기초 정보·지식 학문화 	<ul style="list-style-type: none"> Life style의 변화 식생활 습관의 변화 안전성 및 유효성에 대한 의문 활용기술 부가가치 저하 안전성 평가 기술 	<ul style="list-style-type: none"> 생활수준의 향상 생산단가 전쟁시 식량의 무기화 GMO 식물 개발 생산물의 가치 평가
		<p>Low Degree of Uncertainty</p>	<p>Medium Degree of Uncertainty</p>	<p>High Degree of Uncertainty</p>
<p>불 확 실 성</p>				

나) 외부영향요소들로부터 불확실성 축 선택

경종작물분야에 영향을 미치는 중요한 요소를 기술적 장애정도, 제도 및 규제, 경제성 등 3 가지로 설정하고 각 요소의 극한상황을 높고·낮음, 완화·심화 등으로 구분하여 외부영향요소를 분석하였다.



<그림 4-3-2> 불확실성 축 결정

다) 불확실성 축에 따라 구성될 수 있는 시나리오 중에서 가장 가능성 있는 시나리오 선정

위의 외부영향요소별 상황에 따라 경종작물분야가 당면할 미래상황에 대한 시나리오를 작성한다.

<표 4-3-2> 유망 시나리오 선정

	경제성	제도 및 규제	기술적 장애정도	명칭
시나리오 A	높음	완화	낮음	Optimist
시나리오 B	높음	완화	높음	Challenger
시나리오 C	높음	심화	낮음	
시나리오 D	높음	심화	높음	The pit
시나리오 E	낮음	완화	낮음	
시나리오 F	낮음	완화	높음	
시나리오 G	낮음	심화	낮음	
시나리오 H	낮음	심화	높음	

라) 불확실성 축에 관련된 외부환경요소들을 구체화

<표 4-3-3> 외부환경요소 구체화

	Optimist	Challenger	The pit
경제성	<ul style="list-style-type: none"> • 세계 인구 증가, 농업용수 부족, 경지의 질적 저하 • 국민들의 건강/안전 식품 수요증대 • 국민들의 환경 및 자연 보전에 대한 관심 증대 • 기능성 작물 수요 증가 • 식품의 고급화, 특성화 • 의약품신물질의 개발요구 증대 • 사회수요의 새로운 창출과 기술의 부가가치 증진 	<ul style="list-style-type: none"> • 고품질에 대한 선호도 증가 	<ul style="list-style-type: none"> • 세계 인구 증가, 농업용수 부족, 경지의 질적 저하 • 농산물시장개방 확대 • 농촌노동력의 고령화 • 곡물 직접소비량 급감 • 영세한 경영규모 • 중국의 버섯산업 급성장 • 농산품의 국제경쟁력 약화 • 산업체의 투자 의욕 감퇴 • 외국 기술의 수입으로 국가적 손실 초래 • 사회적 안정성 기초 파괴
제도 및 규제	<ul style="list-style-type: none"> • 친환경 기능성작물개발 여건변화 • 농특세 징수기간연장 및 투자 확대 • GAP 도입 및 농산품의 안전성 검사확대 • 직접지불제 확대 • 법제도 장치화(지재권, 지원체제, 정보관리, 인력 양성 및 확보) • 장기적인 개발 시책 	<ul style="list-style-type: none"> • 친환경 기능성 작물개발 여건 변화 	<ul style="list-style-type: none"> • 수입개방 확대 • GMO 작물재배에 대한 생태계 적응 검정체계 강화 • WTO 등에 의해 농산물 수입 개방 속도가 빨라짐 • 국민적 합의 도출이 어려워 직접지불제 확대 곤란 • 농업에 대한 투자감소 • 법제도 미비로, 단편적 중복 투자가 야기되면 혼란과 효율 감퇴 • 단기적이면 정상적인 결과유도 불가능
기술적 장애 정도	<ul style="list-style-type: none"> • 전통 육종기술 세계 최고 수준 • BT 기술의 급속한 발전 • IT, BT, NT 등 기술융합 가속화 • 기능성물질의 탐색기술 급진전 • 기초조사·전문인력 양성·확보 • 이질 단계의 기술 체계화: 차별화된 국립연구소 설립 • 활용을 위한 벤처식 산업구조장려 	<ul style="list-style-type: none"> • 주요기술을 대체하는 innovative 기술 발생 	<ul style="list-style-type: none"> • 국내 주요 생산기반 기술 매우 취약 • 주요 선진국 및 주변경쟁국의 관련 기술수준 비교시 국내 기술 경쟁력이 적음 • 생산비 절감기술에 한계성 존재 • BT기술의 농업적 이용미흡 • 전문분야별 연구원간 협조체제 미흡 • 성급한 결과요구(단기적 정책 시안) • 단편적 연구의 중복 피해 급증 • 공통된 기초기술의 부재, 정보 부재 • 산업투자 소극적

마) 유망 시나리오별 외부환경요소들을 중심으로 시나리오 작성

시나리오 A : Optimist

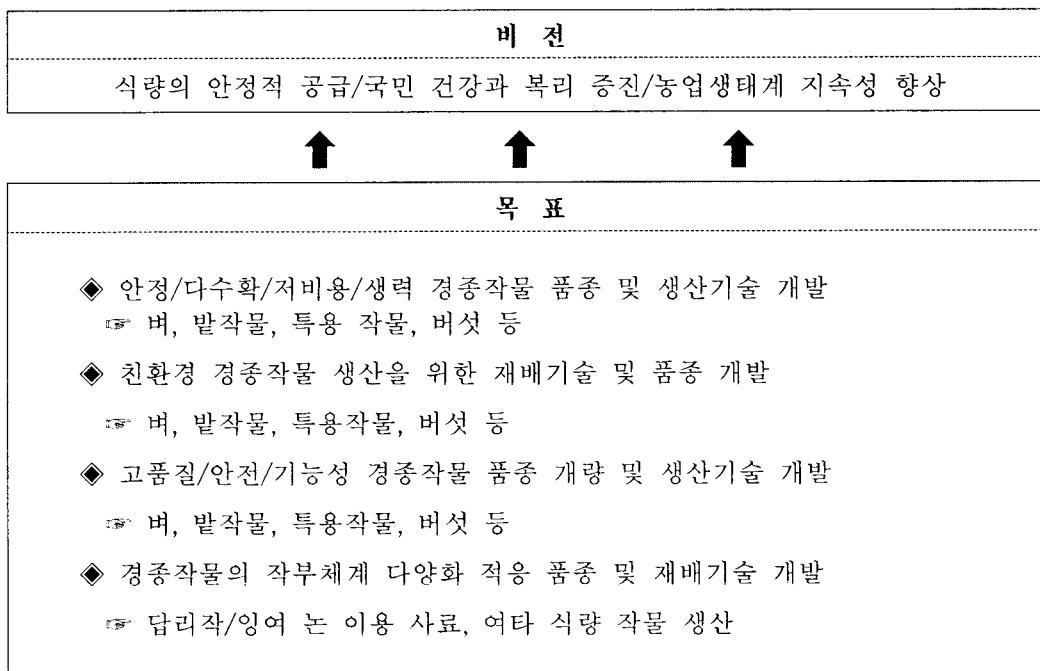
- 세계적으로는 인구증가, 농지 및 농업용수 부족, 환경악화, 토지 생산성의 한계, 기후변동에 따른 작물 생산의 불안정성 증대 등 식량자원의 안정적 공급기반 취약으로 인한 식량 부족현상이 대두 될 것으로 예상되고 있으며, 국내적으로는 통일 한국의 식량문제를 포함하는 식량안보 확보가 중요한 과제다. 이에 따라 다수성 식량작물 개발, 안정 다수확 생산 기술, 경지의 고도이용 기술의 중요성이 점증될 것이다.
- 국민의 건강에 대한 관심 증대, 소비자와 생산자의 요구 다양화 등 사회 분위기의 변화로 안전·고품질·기능성 농산물에 대한 요구가 증대되고 있다. 이에 따라 종전의 생산비 절감을 통한 경쟁력 강화 위주의 기술 개발에서 점차 안전성, 품질, 영양, 기능성 등이 강화된 작물 품종 및 생산기술의 개발 등을 통한 국내 농산물의 경쟁력 강화에 기술 개발이 집중될 것이며 또한 의약품질 및 유용 2차 대사산물 생산, 신기능성 확보를 위한 기술 개발에 연구가 집중될 것이다.
- 지금까지의 농작물 생산성 향상은 에너지 물질의 고투입과 이에 적응하는 품종의 개량에 의하여 달성되었다. 이에 따라 경지 생태계의 생산성 및 안정성의 저하, 자연환경 오염 부하 증대, 농산물의 안전성 저하 등을 초래하여 왔다. 이에 대한 반성으로 농업 및 자연 생태계의 지속성 유지 증진과 안전한 먹거리의 안정적 생산을 동시에 추구하는 지속농업의 개념이 농업 생산에 도입되었으며 앞으로 농업 생산기술 개발의 패러다임으로 자리 잡을 것이다. 따라서 농작물 생산성을 유지, 증진시키면서 물질과 에너지투입을 절감하며, 자연 및 농업생태계의 지속성을 확보할 수 있는 통합적이며 친환경적인 농업관리기술의 개발이 중요시될 것으로 전망되며, 또한 지구 환경변화를 완화시키고 이에 적응할 수 있는 농업 생산기술의 개발이 중요시될 것이다.
- 식량 주권 확보, 국민의 청정환경, 안전/고품질 농산물 등에 대한 수요 증대에 부응하기 위하여 정부는 경종작물의 적정 생산체계 유지 정책을 견지하고, 친환경안전 농산물 생산을 위하여 GAP(good agricultural practice)를 도입하고, 직접지불제를 강화하는 등 제도적 정비에 박차를 가할 것이다.
- 관련 주요 기술을 대체하는 innovative 기술이 조기에 개발될 가능성은 희박하고, 품종의 전통 육종기술과 재배기술은 세계 최고 수준에 달해 있으며, 급부상하고 있는 생명공학/분자유종기술의 경종작물로의 도입은 경쟁 상대국들도 초기단계로 그 기술 격차가 크지 않다.

시나리오 D : The pit

- 세계인구 증가, 물부족, 경지의 질 저하 등으로 미래 식량수급 불균형 심화로 식량의 안정적 확보기술 개발 중요성이 증대될 것이며, 국민의 고품질/안전/건강/기능식품에 대한 수요와 청정 환경에 대한 관심 증대로 친환경 작물 생산기술, 건강/기능성 농산물 생산 기술 등에 대한 관심이 더욱 증대될 것이다.
- DDA 협상/WTO 차기 농업협상 전개에 따른 농산물 시장 개방이 가속화될 전망이나 높은 생산비로 가격면에서 국제 경쟁력이 취약하고, 농촌노동력의 고령화, 경영규모의 영세성, 높은 토지 용역비 등으로 생산비 절감을 통한 획기적 가격 경쟁력을 확보하기 어려우며, 국민소득 향상의 지체로 품질차별화에 의한 국제경쟁력 강화에도 한계가 있을 것이며, 또한 농업 보조에 대한 국민적 합의 유도가 어려와 획기적인 직접지불제 확대에 의한 농업 경쟁력 유지도 어려울 것이다. 이 경우 농업기반 붕괴가 우려된다.
- 국내 주요 경종작물 생산기반이 매우 취약하여 생산비 절감기술 개발에 경쟁력 강화에 한계성이 존재한다.

2) 비전 및 목표 설정

<표 4-3-4> 경종작물기술의 비전과 목표



3) 기본전략

경종작물 분야는 식량안보/국토환경유지에 근간이 되며 경종작물가격의 국제 경쟁력 확보가 현실적으로 어려워 민간 섹터에서의 기술개발은 매우 제한적일 수밖에 없다. 따라서, 중장기 계획을 수립하여 정부주도로 기술개발을 하여야 한다. 경종작물 분야는 선택과 집중을 통하여 다음의 기술 분야를 최우선적으로 개발한다.

- 식량의 안정적 공급 및 식량 안보를 위하여 품종의 잠재 수량성 극대화 품종 및 재배기술 개발
- 농경지 고도이용을 통한 식량 자급률 향상, 재해경감, 생력저비용 작물재배기술 개발
- 소비자와 생산자의 다양한 수요에 부응한 식량작물의 품질 고급화, 다양화를 위한 품종 및 생산기술 개발
- 건강식품과 산업화 소재로서 작물이 보유하는 생리활성 물질의 동정 및 안정 생산 및 대량생산기술 개발
- 농업 생태계의 지속성과 생산성의 유지·증진과 자연환경 오염부하를 줄이기 위한 에너지 저투입형 농작물 품종 육성 및 최적 재배관리 기술, 정밀 농업기술 등 친환경 작물생산기술, 기후변화 대응기술 개발

4) 관련 전략제품/needs

세계적인 농업의 특징은 인구증가, 농지 감소, 농업용수 부족, 환경 악화 등으로 식량 수급 불균형이 심화되어 식량안보의 중요성이 부각되고 있다. 이와 더불어 기후 변화로 인한 이상 기후의 빈발 등으로 식량 생산의 안정성이 저하되고 있다. 한편, WTO를 근간으로 하는 농산물협상 등으로 농산물 시장 개방이 가속화될 전망이다. 이에 따라, 생산비 절감을 통한 가격 경쟁력 향상과 고품질/안전성 있는 농산품의 요구가 증가되고 있다. 경종작물의 다수확 안정 생산을 위한 품종과 재배기술, 저비용·생력 재배기술 등의 개발이 지속적으로 이루어져야 한다. 소득수준이 향상되면서 국민의 건강과 삶의 질에 대한 관심이 크게 높아짐에 따라서 우리의 주식인 쌀의 기능성 강화를 통한 질적 개량 개념의 도입이 시도되고 있다. 국내 쌀 소비형태가 고급화/특성화되고, 또한 가공원료로 사용됨으로써 그 부가가치의 극대화를 추구하는 방향으로 전개될 것이 예상된다. 현재까지 각종 기능성 건강식품의 원료가 되는 쌀은 그 공업적 특성을 거의 고려하지 않았으나 앞으로는 용도별로 가장 알맞은 기능성을 가진 원료 쌀을 이용한 고급 가공식품의 소비가 예상되며, 이와 더불어 특수한 건강 기능성 물질을 다량 함유하고 있는 벼 신소재를 이용한 각종 건강식품 또는 건강 증진제품의

소비증가가 예상된다. 이에 따라, 식미성, 방향성이 개선되고 완전미 비율이 증가된 고품질의 쌀과 여기에 기능성 성분이 강화된 쌀의 시장 점유율이 증가될 것이 예상되며, 호화집도 및 식이섬유함량에 따른 쌀의 다양한 가공적성을 유도하여 가공밥, 떡볶이용 가래떡, 특수목적용 밥(병원공급용)의 생산에 이용될 쌀의 소비가 촉진될 것이 예상된다.

소득수준이 향상되고 음식문화 및 식생활패턴이 도시화, 서구화, 간편화되면서 지방의 섭취가 급속히 증가되어 고혈압, 당뇨병, 고지혈증 등 에너지의 과다한 섭취에 의한 질병이 빠르게 증가하는 추세에 있다. 특히, 30~40대의 성인병, 뇌질환, 심장마비와 소아비만의 경우 발병율이 증가추세에 있어 사회적으로 심각한 문제를 야기하고 있다. 이에 대비하여 과다한 에너지의 섭취를 예방하는 차원에서 기존의 탄수화물과 같이 섭취를 하여도 잘 소화되지 않아 전량이 에너지화되지 않는 고식이섬유성 및 난소화성쌀 등 새로운 개념의 쌀 소비가 유도될 수 있는 가능성이 높게 예측되어, 이러한 기능을 갖춘 쌀품종의 개발이 요구된다. 소비자들의 친환경농업에 대한 관심의 증가로 친환경농산물의 수요증가와 친환경농산물의 생산기술개발 역시 요구되고 있다.

2. 관련 산업동향

가. 산업동향

1) 국외 동향

세계적인 식량수급 불균형의 심화로 식량안보의 중요성이 부각되고 있다. 이는 인구증가, 농지감소, 농업용수부족, 환경악화, 기후변화 등으로 식량생산의 안정성이 저하되고 있기 때문이다. 현재 전 세계의 7억 9천만 명(개발도상국 인구의 18%)이 영양부족상태에 놓여 있으며, 2010년에는 전 세계적으로 162백만톤(FAO)에서 210백만톤(세계은행)의 식량이 부족할 것으로 예측되고 있다. 이에 따라, 국가안보차원의 안정적인 식량공급 문제가 중요한 이슈로 등장하고 있다.

WTO 차기협상 재개로 세계농업은 무한경쟁시대에 돌입하고 있다. 시장지향적 기술개발과 정밀농업에 의한 세계일류의 품질과 가격경쟁력이 있는 농산물 생산 및 수출이 요구되고 있다. 선진국은 GAP(good agricultural practice) 제도를 도입하여 수입농산물에 대하여 자국의 GAP 기준에 맞도록 요구하고 있다.

지구환경협상의 진전, 친환경 농업이 작물생산기술의 패러다임으로 정착되고 있으며, 온실가스 감축, 농산물의 대한 안전성에 관한 국제기준 강화, 각종 농업관련 국제협약 등으로 국가별 관리에서 범 지구적 관리체제로 전환이 되고 있다. 이에 따라 INM, IPM, BMP 기술 개발 강화, 친환경 농업을 위한 작물 품종, 비료, 농약 등 농자

개 개발 강화 등 정밀농업을 위한 기반기술 구축 및 확대단계에 이르고 있다.

2) 국내 동향

농업인력의 빠른 고령화 추세, 젊은 영농후계자의 부족현상 심화, 농지감소, 농지이용률 저하, 기상재해 등으로 농업구조와 식량의 안정적 공급기반이 취약해지고 있다. 국민 1인당 경지면적은 1980년 5.8a에서 1990년에는 4.9a로 다시 2002년에는 4.0a로 감소하고 있으며, 식량자급률은 1980년 56.0%에서 1990년에는 43.1%로 2002년에는 30.4%로 감소하고 있다. 남북 교류협력 증대는 한반도 식량문제 해결을 위한 기술개발의 필요성을 증대시키고 있다. 북한은 재배면적 및 생산성 저하로 식량 공급이 저하되고 있으며 옥수수 위주의 곡물 구성으로 통일시 안정적인 식량 수급을 위한 철저한 준비가 요구된다.

농산물 시장 개방 확대에 대비한 국제 경쟁력 강화 역시 중요한 문제로 떠오르고 있다. WTO 출범 이후 생산비 절감을 통한 국제 경쟁력 강화에 치중하여 왔으나 한계성이 나타나고 있다. 다양한 국민의 욕구에 부응하여 농산물의 고급화, 고기능화, 다양화를 추구하여 수입 농산물과의 차별에 의한 국제 경쟁력 증대 필요성이 커지고 있다. 안전 농산물과 청정 환경에 대한 요구가 증대되고 있다. 지금까지의 농업생산은 화학비료, 농약 등 다투입에 의한 생산성 증대에 주력하여 왔으나 국민소득의 향상에 따라 농산물의 안전성, 고품질, 기능성 등을 추구하는 경향이 나타나고 있다. 이와 더불어 환경에 대한 관심이 크게 증대되고 있다. 이에 따라 농산물 품질의 고급화, 다양화, 친환경 작물 생산을 위한 품종, 재배기술, 수확 후 관리기술, 농자재 등의 개발과 상업화가 활성화되고 있다.

나. 시장예측 및 산업발전 전망

1) 국내 농산물 시장의 경쟁심화

시장 지향적인 상업적 영농체제가 기반을 잡아가고 규모화·전문화된 경영체가 농업생산의 핵심세력으로 나타나기 시작하였다. 농산물 개방에 따른 고품질 및 가격 경쟁력 확보가 필연적이다. 반면 기초품목은 경쟁력이 낮아 생산기반의 위축이 우려된다.

2) 농산물의 소비 변화와 소비자 중심사회의 도래

소득증가, 핵가족화, 여성의 사회진출 등으로 식생활 패턴 변화되어 안전성이 뛰어난 고품질 식품과 건강에 관한 소비자 관심 증대할 것이며 소비자 기호 변화에 따라

농업기술 수요도 변화될 것으로 예상된다.

3) 친환경 농산물과 기능성 농산물 수요 증대

경종작물의 시장은 친환경 농산물 소비의 확대와 기능성 농산물 및 식품의 소비확대로 이어질 전망이다. 최근 우리나라 국민의 주식인 쌀의 소비가 현저하게 감소하면서 쌀 산업도 커다란 타격을 받고 있다. 종전의 품질과 마케팅 전략만으로는 살아남기가 힘들어 졌으며, 이러한 경영난을 타개하기 위하여 최근 몇몇 쌀 벤처기업을 중심으로 쌀 제품의 고급화, 다양화 및 편의화 전략으로 새로운 제품의 개발에 주력하고 있다. 기능성 쌀도 이런 다양한 시도 중 하나의 경향으로 보아야 할 것이다.

따라서, 기능성쌀 시장을 놓고 각각의 업체들이 경쟁을 벌이지만 마냥 낙관하기에는 무리라는 조심스런 지적도 일부에서 나오고 있다. 유통과정이나 생산과정의 열악함 때문이다. 쌀 자체가 일정 기간 후 유통되고 연중 한번 생산되는 품목인 만큼 대규모 자동화 라인을 갖추거나 자체적으로 전국적 유통망을 갖추기가 어렵다는 것이다. 그렇기 때문에 기능성쌀 시장에 진출했다가 고진하는 경우도 있다 특히 이들 제품의 소비자 선호도는 아직까지 미미하고, 그 시장도 연간 150억원 수준에 머물고 있다. 연간 11조원에 이르는 우리나라 전체 양곡시장에서 기능성 쌀이 차지하는 비중은 극히 미미한 것이다. 그러나 향후 기능성 쌀시장은 급속하게 증가할 전망이다. 2005년 쌀이 완전 개방되어 저가의 고품질쌀이 대량으로 수입될 경우 유일하게 대응할 수 있는 것이 기능성 쌀이라 생각되며, 노령인구의 증가와 건강 지향적이고 식품안전에 민감한 소비자의 요구가 있기 때문이다. 기능성쌀 시장은 이제 태동기에 불과하다. 따라서 기능성 쌀이 전체 쌀 시장에서 어느 정도 역할을 담당하기 위해서는 관련업체간 시장형성을 위해 노력하는 것 이외에도 제품에 대한 효능부분에 대한 검증과 연구에 노력이 집중되어야 할 것으로 보인다.

4) 벼싯의 소비증가

국내 벼싯의 농업생산액은 약 7천억원으로 전체 농작물의 3%정도를 차지하고 고품질의 생 벼싯이 연중 소비되고 있다. 또한 건강과 관련이 있는 약용벼싯 및 식품의 수요가 계속 늘어나고 있다. 국외에서는 미국 및 유럽지역에서 양송이 이외의 표고, 느타리, 팽이버섯 등의 소비가 증가되고 있다.

5) 잡초분야

기능성물질 추적을 위한 단편적 연구와 산업적 투자가 있으나 소극적이며 제한적

이다. 副食이나 생약 등 먹거리의 일부로 활용이 되고 있는 정도이다. 농경지나 조경지의 방제 목적으로 연구가 되고 있을 뿐이다. 제초제 저항성 작물개발분야는 아직은 투자가 적은 편으로 기술 결정을 위하여 탐색하는 단계로 전망도 불투명하다.

3. 기술개발 동향 및 기술수준

가. 기술발전추세

현재 정채되어 있는 작물의 수량성 한계 극복을 위하여 잡종강세 육종기술, C3작물에 C4 작물 광합성 관련 유전자 도입, 수량관련 QTL 집적 등 생명공학 기술, 광이용효율 극대화를 위한 초형 개량 등의 기술이 활발하게 진행되고 있다. 벼에 있어서는 기존의 10톤/ha의 수량성을 넘어서는 품종이 개발되어 실용화 단계에 이르고 있다. 전통 육종기술 뿐만 아니라 생명공학 기술을 접목하여 작물의 vitamin 및 미량요소 등 영양 강화, 항산화 성분 등 생리활성 기능 강화 작물의 개발에 많은 투자를 하고 있다.

환경에 위해를 가하지 않으면서도 작물의 생산성을 유지 증진할 수 있는 친환경 농업 기술의 개발이 활발하다. IT를 결합한 정밀농업기술의 개발이 빠른 속도로 진행되고 있으며, 미국 등 선진국에서는 많은 부문에서 실용화되고 있다.

나. 국외동향

농지가 넓은 농업선진국의 식량작물 연구는 저생산비, 친환경 안전농산물 생산기술이 보편화되어 있다. 반면, 농지가 협소한 농업선진국의 식량작물연구는 고품질 안전농산물 생산, 수확 후 관리기술 등의 기술에 집중이 되고 있다. 인건비가 매우 싼 중국이나 아시아, 아프리카는 특용 및 약용작물의 저가 생산에 매우 유리한 반면 선진국은 식량안보 차원에서 연구비의 투자를 확대하고 있으며 특정 품목의 기능성 제품에 경쟁력을 가지고 있다.

식량작물분야의 연구동향은 무엇보다도 작물생산성 증가율의 정체 또는 감소 추세를 극복하고, 지속적 생산성 향상을 위한 품종의 수량성 한계 돌파 연구에 집중이 되고 있다. IRRI에서는 초다수성 벼 초형을 개발하여 수량성을 극대화하였으며, 잡종강세(중국, 미국, 일본, 인도 등) 및 Apomixis(IRRI)를 이용한 1대잡종 품종개발이 이루어지고 있다. 벼의 경우 13t/ha이상의 초다수 벼 품종(1 대잡종 및 고정품종)이 개발되어 실용화될 전망이다. 선진국에서의 연구는 소비자들의 기호에 부합하는 품질 향상과 다양화, 종속간 교잡연구를 통한 재해저항성, 내병성 및 광지역 적응성 품종개발이 주를 이루고 있다.

환경부하를 경감하기 위하여 비료, 농약 등 생산 농자재의 투입을 줄이면서 생산비를 절감할 수 있는 생력 안전 다수 품종 및 재배기술 연구가 지속적으로 추진되고 있다. 병충해 및 기상재해를 극복하고, 예상되는 지구환경 변화에 대비한 작물의 안전생산기술에 관한 연구가 진행되고 있다. 고품질 및 부가가치 증대를 위하여 기능성을 부여한 신소재 개발연구가 추진되어 일본에서는 최근 쌀 배아에 많은 생리활성물질(GABA, γ -oryzanol 등)이 구명되었으며, 미국에서는 형질전환기술을 이용한 저피틴산, 경구백신 등의 생리 기능성 벼 품종 개발에 박차를 가하고 있다.

콩의 경우 항암효과가 있는 것으로 알려진 아이소플라본과 사포닌, 콩 펩타이드, 피틴산, 올리고당, 레시틴 등 주요 기능성 물질에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 일본에서는 참깨의 항산화 물질 구조와 생리활성 연구가 활발히 진행되고 있으며, 기능성 성분의 형질전환 기술이 개발되고 있다.

약용작물은 동북아시아 전통의학 및 민간요법에 이용되고 있으며, 최근 선진국에서는 천연물 과학에 대한 관심과 수요가 급증하는 추세에 있다. 미국, 유럽 등은 식물자원으로부터 기능성 성분을 이용하는 천연물 과학에 집중 투자하고 있으나 재배 및 생산에 관한 연구는 부진하다. 일본은 자급률 5% 미만으로 생산 관련 연구는 부진하나 의약품으로서의 규격기준 설정 등 특정식물의 시설 내 생산 등의 연구가 주류를 이루고 있다. 분자생물학 기술의 실용화를 위한 전통 육종기술과의 접목연구는 각 작물별 유전자 지도 작성, 유용유전자 탐색 및 기능분석, 주요 형질 표지인자 탐색 및 육종효율 증진 기술, 꽃가루 배양 및 조직배양기술, 유용 유전자 형질전환 작물개발 및 안전성 연구 등이 추진되고 있다.

다. 국내동향

기존에 이루어진 연구는 주곡자급 달성이라는 다수확 중심적 사고에서 수행되었기 때문에 전반적으로 품질의 저하, 환경문제 야기, 높은 생산비 등 해결해야 할 난제가 산적하여 있다. 수확 후 관리기술은 매우 취약하고, 특용·약용작물은 대부분 값싼 외국 농산물에 밀려 국내생산이 위축 일로에 있다.

벼 육종은 재배안전성 및 미질 등 전반적인 형질 개선면이나 육종 기반기술면에서 세계 선진 수준을 유지하고 있다. 쌀은 세계 수준의 미질을 보유하고 있으나, 자포니카 품종의 잠재 수량성 향상 연구는 다소 미흡한 상태에 있다. 품종의 수량한계 극복, 품질 및 가공 이용성의 증진과 재배 안전성 강화, 경지 고도 이용을 위한 작부 체계 연구 개발에 집중될 전망이다.

쌀의 이화학적 특성, 밥맛과 물리성간의 상관, 식미와 여러 가지 미질 특성간 관련성에 관한 기초연구가 수행되어 왔다. 고품질 쌀 생산 및 유통을 위한 품질 자동판정 시스템 개발을 위한 쌀의 식미 관련 이화학적 및 구조적 특성의 계량화 연구 등의 기

초연구가 진행되고 있다. 수확 후 관리기술은 고품질·상품성 향상과 관련된 건조, 저장 및 도정기술 개발이 강화될 것이며, 소비자의 다양한 요구에 부응하기 위한 용도별 지역 특산품화 기술 개발이 활발해 질 것이다. 보리는 혼반용과 가공식품용을 중심으로 한 식용보리 수요의 지속적인 증가에 따라 용도별 고품질 품종개발에 주력하여 왔다. 식품소재 및 자원화를 위한 특수용도 품종 개발, 가축의 기호성과 영양성을 고려한 총체보리 품종 개발, 환경재해와 병해 저항성에 대한 효율적 선발기술 확립 및 관련 유전자 복합집적 품종개발에 집중될 전망이다. 콩 육종기술은 수량성 위주에서 고품질 품종 육성으로 전환 중이다. 육종효율 증진을 위한 생명공학 실용화 연구가 강화되고, 생리활성물질의 탐색 및 활용 등 신기능성에 대한 연구가 활발해지고 있다.

작물의 수량한계 극복과 친환경 생산을 위하여 물질 생산성 및 영양물질의 이용효율향상과 관련된 생리적 기작, 병해충 및 재해저항성 향상을 위한 작물의 stress 반응 기작 등에 대한 연구가 강화되고 있다. 작물재배연구는 기상재해 경감 재배기술과 친환경 생력 저비용 생산을 위한 중·대단위 영농 정밀농업기술 체계 개발에 주력하고 있다. 잡초방제 생력화 등 생력기계화 일관작업 기술 체계가 확립될 것으로 보인다. 또한 환경친화형 고품질 생산기술 개발에 중점을 두고, 콩과 맥류 등을 이용한 작물의 환경보전적 기능에 관한 연구도 추진될 것이다. 작부체계 등을 이용한 친환경 저투입 재배기술 모델 및 병해충 종합방제, 지구온난화 적응 재배기술, 논에서 메탄가스 발생 저감 재배기술, 정밀 농업기술 등의 개발이 활발하게 이루어질 전망이다.

특용작물 기능성 물질 탐색 및 성분연구에서는 참깨박 항산화성분 분리기술을 특허등록 하였다. 들깨에서는 식용유용으로 유망한 저리놀렌산계통을 선발하였으며, 향기유효성분 및 식물성 정유 분석기술, 식물성 색소 추출 분리기술 등을 개발하였다. 국제경쟁력을 높이기 위하여 외국산과의 품질 차별화 기술개발 연구에 주력하고 있다. 약용식물의 기능성 성분 개발과 이용에 대규모 연구투자를 하고 있다.

수확 후 관리기술은 국외와 마찬가지로 건조, 저장, 도정과 품질연구 및 유통에서 연구가 이루어지고 있다. 건조에 있어서는 노천에서 고온급속건조가 이루어지고 있으며, 저장의 경우 쌀은 정조 상온저장이 이루어지고 있다. 품질연구에 있어서는 전분, 지방, 단백질 등 품질평가 기준이 미흡한 실정이며, 유통에 있어서도 가격과 품질의 차별화가 안된 상태에서 유통되는 등 수확 후 관리에 있어서 국내의 기술과 연구는 아직 미흡한 실정에 있다.

라. 국내역량

1) SWOT 분석

<표 4-3-5> 경종작물 분야의 SWOT분석

강점요인(S)	약점요인(W)
<ul style="list-style-type: none"> - 전통 육종기술은 세계 최고 수준임 - 고품질 농산물에 대한 인지도 상승 - 기능성 식품에 대한 인지도 높음 - 안전 농산물에 대한 가격은 수요자에게 크게 문제화되지 않는 추세 - 중앙은 물론 각 도의 농기원에서 버섯을 분담하여 연구하고, 대학에서도 버섯에 대한 연구가 늘어남 - 버섯생산을 자동 기계화함으로써 재료의 생산효율이 높고 생산비가 낮아지고 있음 - 느타리버섯, 새송이, 팽이버섯 등의 재배기술은 한국이 가장 앞서 있음 - 국토의 지리적 특성이 다양하여 식물종 분화의 다양화 가능 - 잡초 문제는 나라마다 독자적 - 잡초 및 야생식물의 먹거리 및 다용도 활용 전통이 발달 - 최근의 건강 및 친환경 인식에 따른 기술수요의 급증(생약 포함) - 부분적인 기왕의 연구실적 확보 	<ul style="list-style-type: none"> - 기술의 성숙도가 낮음 - 연구인력의 부족 - 농업 이외의 다른 분야와 연계된 종합적 연구개발이 되지 못하고 있음 - 인체에 유용한 기능성물질의 탐색기술이 미흡함 - 버섯류에 대한 연구원 및 연구비가 많지 않음 - 세계의 다양한 유전자원 확보가 미흡함
기회요인(O)	위협요인(T)
<ul style="list-style-type: none"> - 국내 기반기술의 확보 - 연구인력의 조기양성 - 건강에 관심이 높아지면서 고부가가치 농산물에 대한 선호도 증가 - 버섯류 소비와 수입이 많은 일본과 인접 - 버섯에는 여러 가지 기능성물질이 다양하게 들어 있으나 아직 연구초기단계임 - 분야 단계별 연구 거점화 및 종합화 - 정부 투자의 지속성 - 산학연 체제 - 첨단 기술(분자 수준) 집목 - 국가 연구기관 설립(정보관리포함) - 해외자원의 정보관리 및 공동활용 체계화 	<ul style="list-style-type: none"> - 저가 외국농산물의 수입개방 확대 - 경쟁이 치열함 - 농산물의 수입개방 압력이 가중되고 농가의 보조금 지급이 금지됨 - 신상품에 대한 외국의 권리주장이 강화됨 - 연구 기술 및 인력 부족 - 중국과의 경쟁 - 단편적 연구 및 산업 투자

제2절 기술로드맵 작성

1. 핵심시스템 구성요소 및 성능목표 설정

모든 경종작물의 개량과 효율적 생산 기술 개발에 공통적으로 필요한 기초 기술과 각 작물의 개량과 생산 이용에 있어서 특이적으로 요구되는 기술들로 구성되어 있다. 즉, 기초 공통기술에는 유전자 탐색, 형질전환, MAS 기술 등과 같이 품종개량에 필요한 공통기술, 비파괴 작물 생육, 영양 진단 및 시비처방 기술, 친환경 저투입 생산기술, 기후변화 대응 기술, 정밀관리기술 등 작물 생산기술 개발 관련 공통기술, 벼, 전작물, 특용작물, 사료녹비작물 생산 이용과 관련된 작물 특이적 기술, 수확 후 관리기술, 유전자원 확보 및 평가 기술 등으로 구성되어 있다.

<표 4-3-6> 핵심시스템 구성요소와 성능목표

구분	현재	단기(2004-2006)	중기(2007-2009)	장기(2009-2012)
성능목표 핵심시스템 구성요소	현상태	관련기술 구축 단계	관련기술 발전 단계	관련기술 완성단계
작물 공통기술	o 분자표지이용기술			
	주요작물 분자표지 개발 초기단계	고밀도 분자표지 유전자지도 작성	MAS 체계 확립	분자표지 및 분자표지 이용기술 D/B 구축
	o 작물관리기술			
	친환경, 정밀농업기술 도입단계	친환경 정밀 농업을 위한 기초 기술, 비료, 기계 등 개발	친환경 정밀 농업을 위한 종합 재배관리 지원 시스템 개발	친환경 정밀 벼 재배기술 실용화
	o작물 영양진단,처방			
	토양 및 식물체분석	비파괴분석	비파괴진단	비파괴진단

구분	현재	단기(2004-2006)	중기(2007-2009)	장기(2009-2012)
성능목표 핵심시스템 구성요소	현상태	관련기술 구축 단계	관련기술 발전 단계	관련기술 완성단계
벼 생산기술	o 품종개발: -수량 : 550kg/10a -밥맛 : 일품벼 -초다수: 740kg/10a -내병충성:복합내병 -내재해성:내도복	570kg/10a 일품벼 이상 850kg/10a 복합내병충성 내도복내냉성	600kg/10a 일품이상 830kg/10a 복합내병충성 복합내재해성	630kg/10a 고영양우량식미 1,000kg/10a 복합내병충성 복합내재해성
	o 재배기술 -노력(h/10a):30시간 -재배양식:이앙중심	25 이앙,직파혼재	20 이앙,직파혼재	18 이앙,직파혼재
전작물생산기술	o 수량성(kg/10a) -보리 : 380 -총채보리 : 1,100 -밀 : 540 -장류콩 : 250 -옥수수 : 850	430 1,200 570 270 900	450 1,350 600 300 950	500 1,500 650 320 1,000
	o 노력시간(h/10a) -맥류 : 8 -콩 : 540	6 510	5 480	3.5 350
특용작물생산기술	o 수량(kg/10a) -참깨 : 90 -들깨 : 120 -땅콩 : 348	100 130 370	110 140 390	130 150 410

2. 기술영역 및 핵심기술

가. 기술영역 및 핵심기술도출

1) 경종작물분야의 세부기술

<표 4-3-7> 핵심기술별 요소기술

대분류	중분류	소분류
경종작물 분야	작물공통	생명공학기술을 이용한 작물의 유전자 탐색, 형질전환 및 상업화기술 개발
		영양번식작물의 건전묘 대량생산 기술 개발
		북방 적응성 작물 품종 및 재배기술 개발
		친환경 저투입, 생산비절감 작물 재배기술 개발
		비파괴적 작물생육, 영양진단 및 시비처방 기술 개발
		기후환경 변화에 대응한 신작물 개발 및 생산기술 개발
		농경지 작부체계가 개선 기술 개발
		작물의 정밀 관리기술(precision agriculture) 개발
	벼	소비자 수요에 부응하는 고품질, 안전, 기능성 쌀 생산기술 개발
		쌀의 영양, 기호성 및 기능성 증진을 위한 신소재와 부가가치 증진기술 개발
		생력, 저비용, 친환경 생산 적응 신품종 및 재배기술 개발
		벼 source 및 sink 능력 증대를 위한 신 유전자 및 분자유종기술 개발
		야생벼 유래 내병충성 및 내재해성 유용유전자 분리 동정과 이용기술 개발
		벼 잡종강세 강화 및 고정화를 위한 신소재와 종자생산 기술체계 개발
		벼 고밀도 유전자지도 이용 유용유전자 기능 해명 및 이용기술 개발
		논 물관리 자동화 및 벼 절수재배기술 개발
	전작	벼 직파재배기술 개발
		답리작 작부체계용 맥류 극조숙 품종 개발
		맥류의 총채사료화를 위한 적응 품종 및 생산기술 개발
		식용옥수수 주년생산기술 개발
		옥수수 용도별(식용, 사료용) 내재해 다수성 품종 개발
		논재배 콩 수량성 및 품질 향상을 위한 재배법이 확립
		콩 용도별(장류, 나물, 혼반, 풋콩, 논재배, 작부체계) 품종 개발
	콩의 탄소 전이 요인 규명 및 유전공학에 의한 수량 장벽 타파 기술 개발	
	특작	특용작물로부터 기능성 물질 탐색, 분리, 대량생산기술 개발
		환경친화형 고품질 고년근인삼 생력생산기술 및 품종 육성
		특용작물의 고품질 생력생산기술 개발
		약용작물의 표준규격품 안전 생산기술 개발
특용작물의 고수량 품종 육성		

대분류	중분류	소분류
경종작물 분야	사료녹비	녹비작물 재배를 통한 양분재순환 친환경농업기술 개발
	수확후관리	작물 수확후 관리(건조, 저장, 유통) 및 상품성 향상기술 개발
		작물별 품질 평가, 측정기술이 개발
		양곡 종합처리장 표준 모델 선정 연구
	유전자원	작물 생산성 향상을 위한 종자처리기술이 개발
		식물 유전자원 수집, 보존 및 평가
		신기능성 생물소재 개발 및 산업화 연구
	버섯	버섯 인공재배기술 개발
		버섯 균사체의 생산, 이용기술 개발
		버섯 에너지 절약 재배기술 개발
		버섯 내병, 내재해, 기능성 우량 품종 육성
	잡초	제조제 저항성 규명
		잡초의 Allelopathy, 천적생물 및 경합 이용 잡초방제 기술 개발
		주요 잡초종 생리, 생태 및 지속적 방제기술 개발
환경친화적 제조활성물질 개발		

나. 핵심기술 분석

1) 각 핵심기술에 대한 최첨단(State of the art) 분석

가) 작물공통

- (1) 정의 : 모든 경종 작물에 공통적으로 적용되는 기초기술을 의미한다.
- (2) 범위 : 작물의 개량기술, 작물 번식기술, 재배기술, 상품화 기술 등을 포함한다.
- (3) 필요성

최근 유전생리 및 분자생물학에 기반을 둔 생명공학기술을 응용한 작물품종 및 재배기술 개발의 뚜렷한 방향성은 세 가지로 분석된다. 첫째는 작물체 이용의 인식의 변화로서 과거 식량생산이라는 양적 개념으로부터 고부가가치를 지닌 특정물질의 생산이라는 질적 개념으로의 변화이며, 두 번째는 기존의 품종육성에 작물생산자의 편의성이 고려된 품종육성이며 세 번째는 친환경적 요소의 도입이다.

(4) 고부가가치 물질의 생산

작물의 개념 및 작물재배의 주목적이 양질의 식량을 안정적으로 생산하는 것으로부터 작물체를 하나의 생산공장으로 인식하여 특정물질을 재배, 생산해내는 개념이 도입되었다. 구체적으로 재조합 유전자로부터 만들어진 고가의 재조합 단백질생산기술을 Molecular farming이라는 명칭으로 부르기 시작하였으며 이러한 신개념의 등장은 기존의 농업연구의 전형(paradigm)에 대한 구조적이고 발전적인 변화(developmental shift)로 확대되는 추세이다. 이러한 변화의 내용은 고부가가치를 지닌 특정물질을 생산하기 위한 기내(in vitro) 배양, 실내(in house) 재배기술, 인공위성정보분석(remote sensing, global positioning system의 이용 등), 그리고 정밀토양분석정보를 기반으로 하는 정밀재배농법(precision farming)으로 요약된다. 핵심기술로서는 유전자기능분석, 식물체형질전환기술, 목적물질별 최적 식물 또는 식물세포검정, 대규모 생산기술, 그리고 정제기술 등이 고려되고 있다.

(가) Molecular farming 생산기반 확보를 위한 재배기술 개발

- 기내배양(in vitro culture) 기술 : 재조합단백질(항체), 특수성분(바이오폴리머등), 특수약품
- 실내재배(in house culture) 기술 : 재조합단백질(항체), 특수성분(바이오폴리머등), 특수약품
- 정밀재배기술(precision farming) : 특수약품, 특수성분, 2차대사산물(Nutraceuticals)

(나) 특수성분 중심의 생산

성분별 물질생산 최적 작물군으로서 단백질, 지질, 2차 대사산물의 경우 콩, 전분의 경우 감자, 옥수수, 쌀, 난소화성 탄수화물(고식이섬유성 등)의 경우 보리, 밀, 녹두, 특정미량원소의 경우 벼, 호밀 그리고 재조합항체의 경우 콩, 감자, 담배 등이 고려되고 있는 실정이다.

① 국외동향

2000년 비영리 단체인 International Molecular Farming Association 이 결성되었으며 최근 2003년 3월 Canada Quebec에서 Conference on plant-made pharmaceuticals 라는 제하의 국제심포지엄이 열린바 있다. Dow Agrosience, Monsanto, Syngenta 등 작물육종에 기반을 둔 여러 생명공학회사들이 참석하였다. 재조합단백질은 물론 식물

기능유전체 연구의 성과를 산업화하는 바이오벤처로 알려진 Paradigm Genetics의 경우 human genome sequencing을 단기간에 완수하여 세계적 주목을 받은 인간유전체 연구회사인 Cerela와 연구협력을 체결하여 식물체내 biopolymer와 의약품생산을 주 연구대상으로 하고 있다. 다른 식물기능유전체회사인 Mendel biotechnology 또한 항암제원료인 Paclitaxel (Taxol) 과 천연고무의 식물체내 인공합성을 주 연구대상으로 하고 있다.

② 국내동향

몇몇 바이오벤처회사의 경우 molecular farming이라는 개념을 도입하고자 하였으나 연구 및 사업실적은 매우 미미한 실정이다.

나) 벼

(1) 정의 : 벼의 품종 개발, 쌀 생산 및 가공 이용 기술개발을 의미한다.

(2) 범위 : 신품종 육성기술, 기능성 쌀 생산기술, 분자유종기술, 유용유전자 해명 및 이용기술 등을 포함한다.

(3) 필요성

최근 쌀 산업에 닥쳐온 위기는 이미 수년 전부터 예견된 것이다. '90년 이후 쌀 농사의 지속적인 풍년으로 공급량은 안정된 반면 쌀을 주식으로 한 우리의 전통 식문화는 피자, 햄버거, 켄터키 후라이드치킨 등 다양한 서구식·간편식의 확대로 막대한 피해를 보고 있다. 이미 1인당 연간 쌀 소비량은 100kg 이하로 곤두박질하였으며, 그 감소율은 해를 거듭하면서 높은 폭으로 감소하여 2003년에는 83.2kg으로 감소하였다. 공급 과잉에 따른 재고미 양도 1천만 석을 웃돌았으며 산지 쌀값은 작년 대비 80kg 한 가마에 최소 1만원에서 2만원까지 하락하여 바로 농민의 소득감소를 초래하였다. 종전 쌀이 부족한 시기의 쌀 산업은 단순히 공급자적인 입장에서 주도되었으나 지금은 쌀 공급 과잉시대에는 쌀도 소비자가 원하는 상품이란 경제적인 개념을 도입하지 않으면 경쟁력을 잃게 되고, 특히 2004년 쌀 수입자유화에 아무런 대책도 마련할 수 없을 것이다.

이러한 어려운 시기의 쌀 산업에 보다 적극적으로 대응하기 위한 수단이 바로 소비자가 요구하는 양질의 쌀, 안전한 쌀, 그리고 다양한 쌀의 생산 공급이 필수적인 것이다. 이러한 소비자 개념에서 쌀을 바라보고 제품의 경쟁력을 확보하기 위한 다양한

시도 중 음료나 기타 건강식품의 개념이 쌀에 도입되면서 소위 기능성 쌀이라는 개념으로 기존의 쌀 시장과 구분되는 새로운 시장형성이 태동되었다고 볼 수 있다.

(4) 기술동향

벼 育種研究는 쌀 수량성 증대와 품질의 고급화 및 다양화를 위한 신품종 육성에 역점을 두고 진행이 되고 있다. 주요한 연구는 양질의 신품종개발, 벼 고도양질 도열병 저항성 다계 품종개발, 초다수성 쌀 품종 개발 및 조기 보급, 가공적성 특수미 신품종개발, 생명공학기술 실용화에 의한 신품종 개발, 생력재배적성 신초형 품종개발, 단기생육 다수성 신품종개발, 북한지역적용 벼 신품종 육성 등에 목표를 두고 진행이 되고 있다.

벼 栽培研究는 생산비 절감에 의한 농가 소득 증대와 주곡의 안정적 공급에 역점을 두고 진행 중이다. 이와 더불어 환경의 유지·보전을 목적으로 여러 가지 재배기술을 개발하고, 보급상의 문제점 보완과 아울러 각종 재해경감 기술 개발을 위한 기초 및 응용연구를 중심으로 진행중이다.

다) 사료녹비

(1) 정의 : 녹비작물 재배에 의한 친환경 농업기술개발을 의미한다.

(2) 필요성

벼의 연작은 벼 생산성 및 토양 생산성에 나쁜 영향을 줄 수 있는 문제가 존재한다. 이 문제를 위하여 토양개량제 시용, 화학비료, 그리고 농약사용량 확대 등을 실시하고 있다. 이러한 문제의 해결방법으로 논에서 벼가 생육하지 않는 기간에 녹비작물을 재배한다면 물의 효과뿐만 아니라 벼 연작장해 현상까지 많은 부분을 유기적으로 해결할 수 있다. 우선 중금속에 오염되지 않은 깨끗한 유기물과 질소를 공급함으로써 토양병해를 억제하고, 화학비료와 농약을 절감할 수 있으며, 토양 및 벼의 중금속 오염을 방지할 수 있을 뿐만 아니라 토양의 물리성도 개선할 수 있다. 겨울철 논에 재배 가능한 녹비작물로는 보리, 호밀 등 맥류와 헤어리베치 등의 두과 녹비작물이 있다.

라) 수확 후 관리

(1) 정의 : 농산물의 수확 후 양·질적 손실방지 및 품질평가 기술을 의미한다.

(2) 범위 : 수확, 건조, 저장, 가공, 유통(농산물의 생산, 가공, 유통 과정에 관한 정보의 일괄처리) 관련 기술을 포함한다.

(3) 국외동향

수확 후 관리기술은 고품질 가공, 건조, 저장, 품질에 관한 관리, 그리고 유통에 관한 기술개발이 진행 중이다. 가공, 건조기술에서는 자동제어 대형시스템을 이용한 고품질 가공, 적온기계건조, 저온저장기술, 그리고 조질기를 이용한 도정연구가 미국과 일본에서 이루어지고 있다. 품질연구에서는 역시 미국과 일본에서 농작물의 맛과 관련된 물질의 정보와 미네랄, 당류, 펙티드, 그리고 점성 다당류 등에 관한 연구가 이루어지고 있다. 유통에서는 품질과 가격이 등급화 되어 있으며, 브랜드화 된 쌀은 품종 및 산지별 유통이 이루어지고 있다. 구체적인 기술개발 내용은 다음과 같다.

- 대형 연속식, 순환식 건조시설 이용 벼, 밀, 옥수수, 콩의 고효율 건조 및 저장(일본, 미국)
- 자동제어 대형시스템이용 고품질 가공(일본, 미국)
- 건조 : 적온 기계건조
- 저장(쌀) : 현미 저온저장
- 도정 : 조질기 사용(수분, 온도 등)
- 품질연구
 - 맛 관련물질 정보해석(일본, 미국)
 - 미네랄, 당류, 펙티드 점성 다당류 등(일본, 미국)
- 유통
 - 등급 및 가격 : 등급화 됨
 - 브랜드쌀 : 품종 및 산지별 브랜드유통
 - 등급 및 가격 : 차별화 안됨
 - 브랜드쌀 : 혼합미유통

마) 버섯

(1) 정의 : 버섯의 생산 및 이용기술로 정의된다.

(2) 필요성

모든 투자가 그러하듯이 투자우선순위에 따른 집중투자가 필요한데, 고부가가치이

며 기간 내 기술개발이 가능한 분야에 집중투자가 이루어져야 한다. 농업이외의 BT, IT, 화학, 식품 등 첨단기술 분야와 접목을 함으로써 연구효율을 증대시켜 국제경쟁력을 높이는 것이 필요하다. 또한 생산자 우위에서 품질과 기호를 중시하는 수요자 우위의 시대에 맞는 상품개발 전략이 필요한 바, 이러한 것은 생산물의 수요를 단시간 내에 최대한으로 창출하기 위한 시장조사 및 다양한 제품개발이 필요하다고 할 것이다. 건강 및 기능성식품에 대한 소비자들의 관심의 고조로 버섯에 관한 기술개발 역시 필요하다.

바) 잡초

(1) 정의

잡초종별 생리·생태·진화에 관한 연구와 이들 차별화된 기술을 응용하는 작물재배관리, 환경영향 평가, 유전자원 탐색, 기능성물질 탐색, 조경가치 개발 및 기타 유용 분야 활용기술 개발로 정의된다.

(2) 범위

잡초의 생리 규명 및 효율적인 관리를 위해서는 잡초종의 생리·생태·진화에 관련되는 인간·농경의 이해 관계의 연구와 인간환경이나 농경·자연관리 특성에 적응하는 잡초의 탁월한 능력 탐색 및 제반 특성을 농경·환경·기타 인간생활에 활용할 수 있는 제반 기술을 포함한다.

(3) 필요성

식물중 가운데 잡초종은 인간의 이해관계(제약성)에 가장 효과적으로 적응토록 진화하고, 가장 쉽게 진화하는 특성을 가지며, 이런 특성은 작물에 필요한 것이다. 또한 이들 진화의 내면 원인으로 생화학적인 상호진화물이 생성이 되는데, 이러한 진화물은 기능성 및 기타 활용성의 방향으로 개발할 필요가 있다.

(4) 기술동향

우리 기술은 잡초에 대한 기본 조사부터 부족하고, 생태·진화적 연구나 기술 기반의 접목이 없는 반면 해외 기술은 상당한 기초 조사·생태 연구가 확보되어 있다.

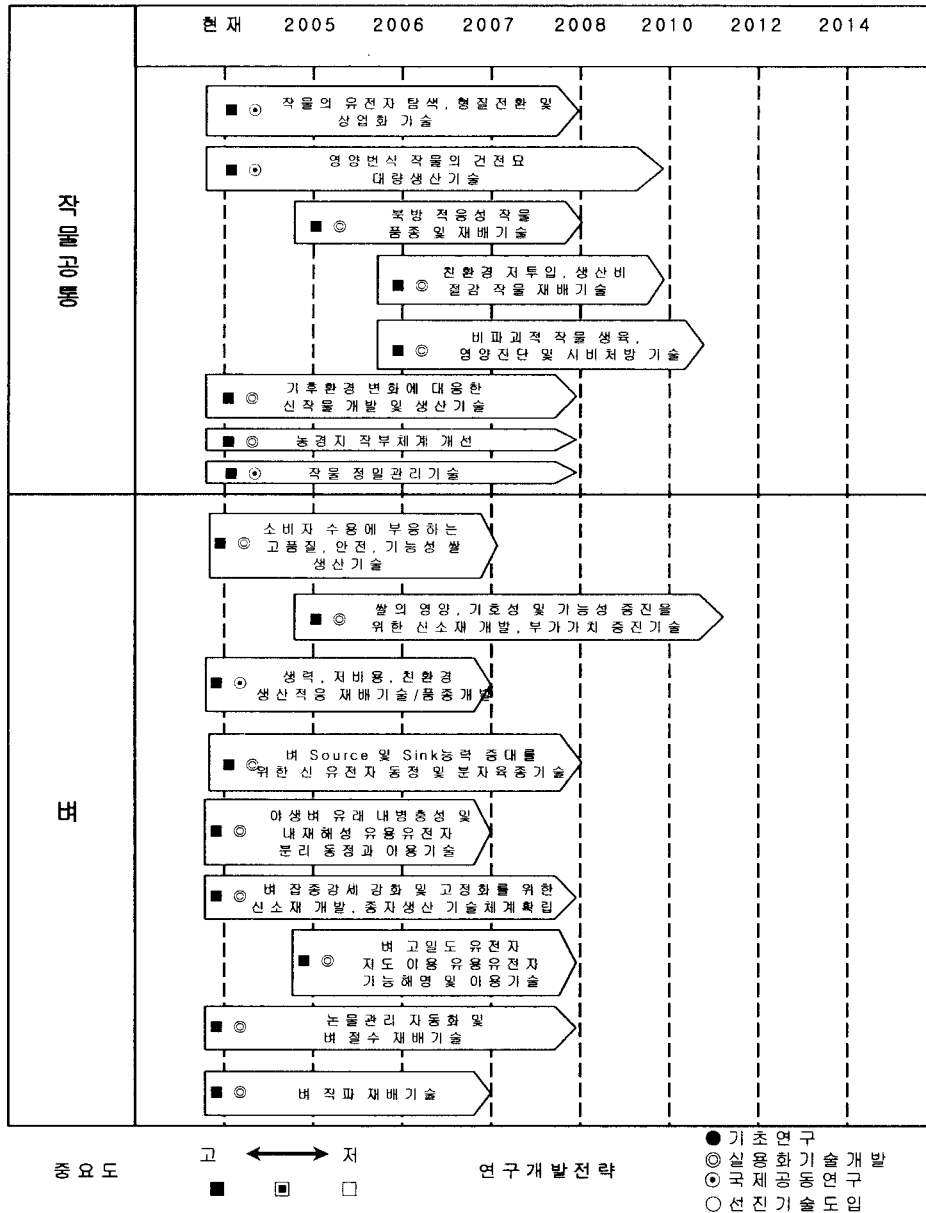
2) 핵심기술별 추진전략

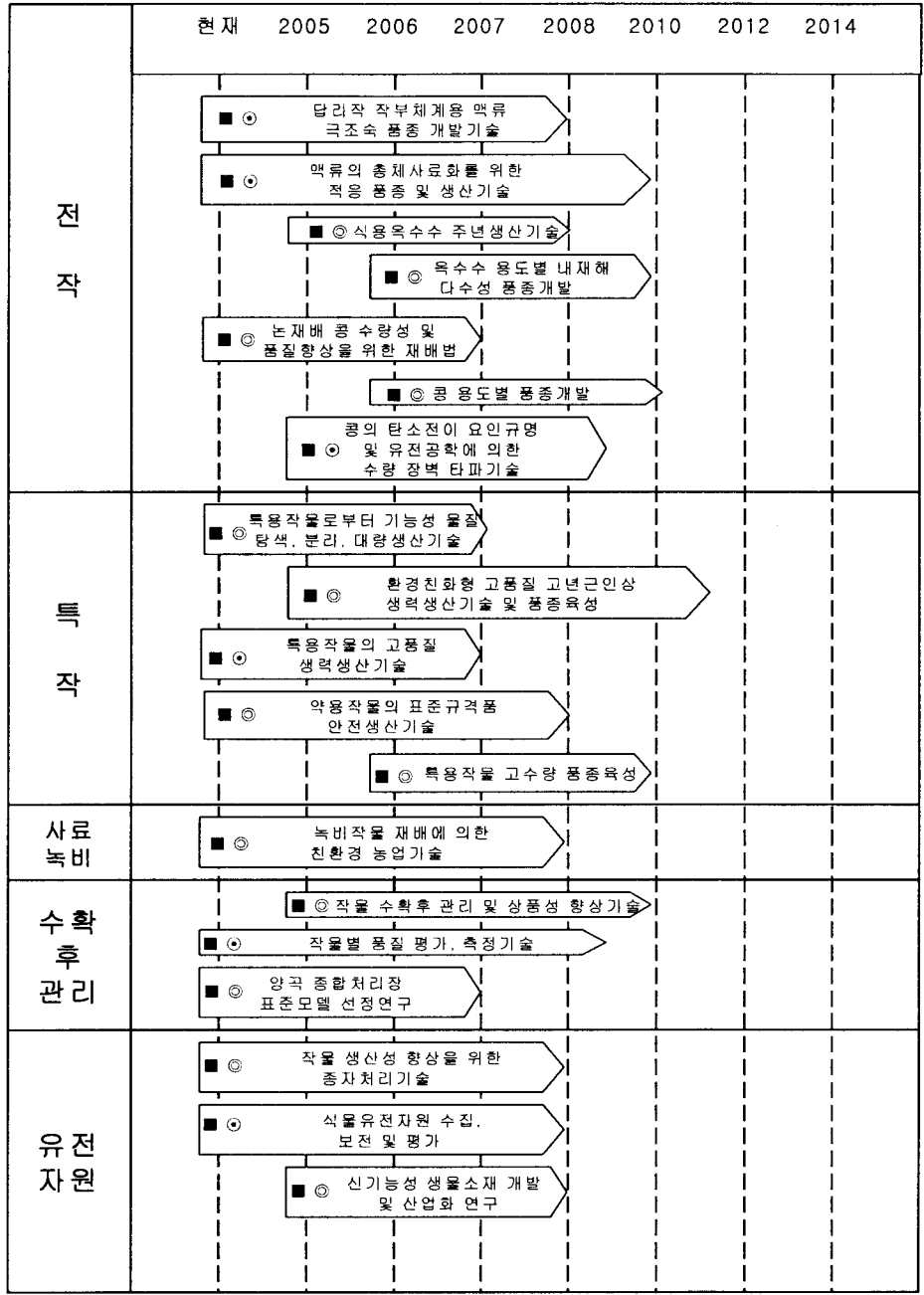
<표 4-3-8> 경종작물 핵심기술과 추진전략

구 분	추진전략	연구개발전략
유전자 탐색기술		실용화연구
특수성분 기내배양 및 실내재배기술	특수성분별 최적기내배양조건 및 실내 재배조건 구명 및 분리기술개발	실용화연구
특수성분 생산 정밀재배 기술	특수성분 생산을 위한 기내배양 및 실내재배가 불가능하거나 시장성이 없는 경우 특수성분별 최적 재배조건을 구명하여 인공 위성정보 분석에 의한 기상, 재배토양환경 자료 및 정밀 토성분석 데이터베이스를 이용 지역별, 특수성분별 최적재배조건에 의한 정밀재배시스템 개발	실용화연구
유용유전자 분리동정기술	DNA 염기서열분석에 의한 목표유전자집단 최소화 및 DNA microarray, in vitro functional screening, promoter assay 등 여러 reverse genetics의 기법을 응용한 유전자기능구명을 통한 유용유전자 발굴	기초기술연구

3. 기술로드맵 전개

가. 매크로 기술로드맵



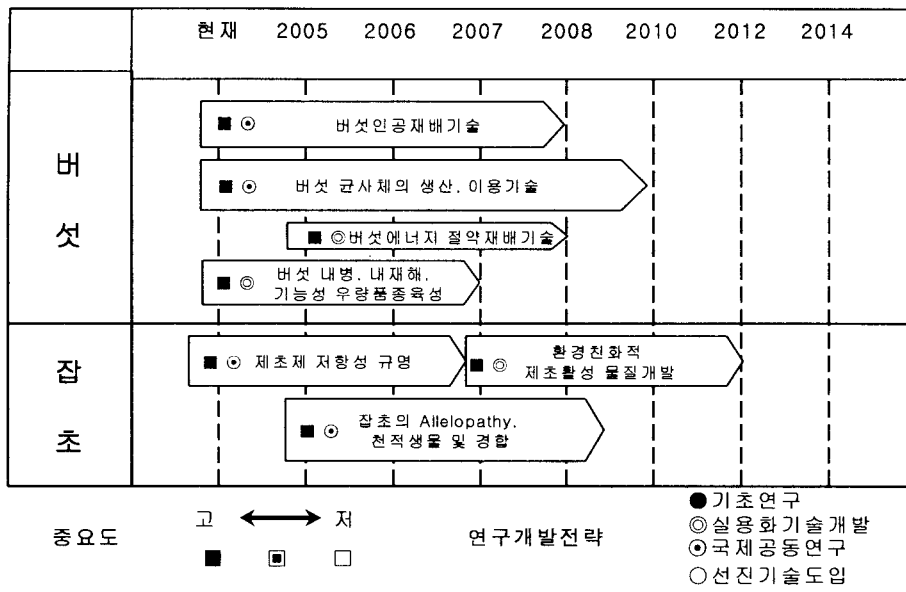


중요도



연구개발전략

- 기초연구
- ◎ 실용화기술개발
- 국제공동연구
- 선진기술도입



4. 실행계획을 위한 제안

기술의 상업적 적용을 위한 구체적인 방안이 연구개발계획의 초기단계에 충분히 고려되어야 한다. 이미 유사기술이 개발되어 있는 경우 해당 연구계획은 기존의 특허 또는 특허권 청구중인 특허신청의 내용을 면밀히 살펴 기존의 유사기술과의 차이점, 특허권 신청가능성, 기술개발의 실현성, 상업적 이용가능성 등을 고려하여야 한다.

제4장 기계화분야

제1절 비 전

1. 기계화 기술의 개요

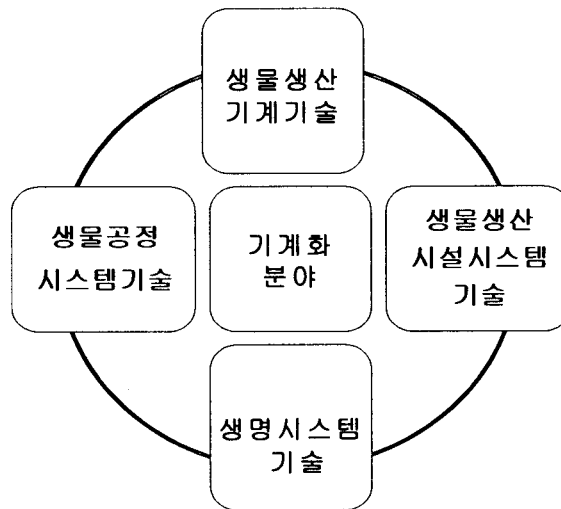
가. 기계화기술의 정의 및 범위, 필요성

1) 정의

생물의 생산과 수확, 관리에 이르기까지의 생산기계기술과 공정시스템기술, 생산시설시스템기술 그리고 생명시스템 기술을 이용하여 작업의 기계화, 생력화, 자동화, 무인화 생육관리 시스템의 구축 및 수확 후 관리의 효율성을 제고하며, 사용이 편리한 각종 기계, 장비나 설비를 개발, 실용화, 이용하는 기술분야다.

2) 범위

생물생산기계기술, 생물공정시스템 기술, 생물생산시설시스템기술, 생명시스템기술



<그림 4-4-1> 기계화 분야 기술의 범위

가) 생물생산기계기술 : 생물자원의 생산과 관리에 있어서의 기계화, 자동화, 무인화, 친환경화를 이루는 시스템을 개발, 실용화, 이용하는 기술 분야이다.

나) 생물공정시스템기술 : 생물자원의 생산 후 처리공정을 고도화, 첨단화를 이루는 시스템을 개발, 실용화, 이용하는 기술 분야이다.

다) 생물생산시설시스템기술 : 생물자원 생산시설의 고도화, 첨단화를 이루는 시스템을 개발, 실용화, 이용하는 기술 분야이다.

라) 생명시스템 기술 : 동·식물 생체의 생육진단 및 관리를 위한 시스템을 개발, 실용화, 이용하는 기술 분야이다.

3) 필요성

지구는 환경 악화로 기후가 불안정해지면서 기상이변이 자주 발생하게 될 것이고, 기상이변은 생물생산을 불안정하게 하여 세계 식량수급의 불균형으로 식량부족이 지속될 것이다. 수출국이 주도하는 세계무역기구(World Trade Organization)와 지역간의 자유무역협정(Free Trade Agreement)에 의해 농산물시장이 완전히 개방되고, 지구환경협상(Green round) 추진과 식품규격(Codex)의 적용확대 등으로 환경보존과 농산물의 안전성에 대한 기준이 한층 강화될 것이다. 고품질, 신기능성 GMO 농산물과 친환경농업을 위한 농자재가 개발되어 널리 보급될 것이고, 에너지 최소투입으로 환경오염을 경감하면서 최대생산을 꾀하는 정밀농업이 활발히 추진될 것이다.

우리나라는 대내적으로 남북이 경제적으로 먼저 통일되어 식량확보의 양적인 확보가 요구되고, 대외적으로는 생산비절감의 한계를 극복하기 위해 안전성과 영양 및 기능성이 강화된 고품질농산물 생산으로 농산물시장개방에 대한 경쟁력을 확보하게 될 것이다.

악화되고 있는 지구환경을 개선하기 위해 부분적인 에너지 저투입농업과 생물생산의 전 과정을 첨단과학기술로 체계화한 친환경농업을 실현하고 지구환경이 회복될 때까지 지속될 우려가 있는 풍수와 가뭄 및 집단폐사의 질병에 대응한 기술이 개발되어 안정생산이 이루어질 것이다.

국가 안전 기반 확충을 위한 생물자원의 보전 및 활용 시스템 확립과 지속가능한 발전 기반을 구축하여 국제 경쟁력 제고를 위한 선진국형 생물자원 산업기반 확보가 요구된다. 생물자원의 지식 정보 수요의 폭발적 증가가 예상되며, 생물자원에 대한 정보 및 활용에 관한 기술 축적과 효율적 이용을 위한 지식경영 기반 확립이 시급하다.

농업시장의 개방은 시장경쟁력이 없는 우리 농산물의 시장점유율을 낮추어 농업의

와해로 이어지기 쉬우며, 농업은 국민들에게 식량을 단순히 공급해 주는 것뿐만 아니라 식량안보의 기능과 공동체 문화 유지기능, 자연보호기능 등 경제외적인 기능이 타 산업에 비해 많이 있다.

지금도 전개되고 있고 앞으로도 전망되는 식량난은 향후 농업의 위치가 어떻게 될 것인가에 대해서 말해주는 것이라고 할 수 있다. 이러한 현상과 기능을 볼 때, 국민경제 전체의 발전을 위해서는 농업은 반드시 유지되어야 하며, 그러기 위해서는 경쟁체제하에서 경쟁력을 가지도록 하는 것이 바람직하다.

이러한 농업의 필요성에도 불구하고 우리 농업과 농촌의 현실은 결코 밝지 않으며, 지속된 산업화로 인해서 농촌의 인력은 도시로 향하고 농촌기반 시설과 장비들은 낙후되어 있다. 이러한 문제점들은 다시 농업에 있어서 인력난을 부추기고 있으며, 생산과정과 생산 후 관리에 있어서 많은 문제점을 가져오고 있다. 기계화는 인력부족, 생산의 비능률이란 농업현실을 바로 잡기 위해서 필요한데, 다른 산업과 마찬가지로 일차적으로 생산성을 높이기 위해 기계화가 필요하다. 농업을 기계화하면 농업노동의 생력화와 능률화를 꾀할 수 있어 농촌에서의 인력난을 많이 극복할 수 있다. 기계화는 소비자들의 소비행태의 변화에 따라 노동력의 생력화 뿐 아니라, 생산된 생산물의 품질 유지 및 향상에 필요한 기계의 개발, 차별화된 제품의 생산 시스템의 구축에 관련된 부분까지 다루고 있다.

농산물을 고품질화하고 수확 후에 상품성을 유지할 수 있도록 능률적으로 관리하는 수확 후 관리기술의 수준은 농업의 경쟁력을 규정하는 새로운 변수로 등장하고 있다. 즉, 수확 후 관리기술의 수준, 효율성 및 비용이 농산물의 경쟁력에 절대적인 영향을 미치고 있다. 수확 후 관리기계 및 장치와 관련된 국내 산업기술과 연구개발 수준은 선진국 수준에 접근한 기술도 있으나 대부분 선진기술의 단순모방기계화 및 모방단계에 머물고 있는 실정으로 수확 후 처리공정 및 시스템 개발 분야의 연구는 농산물의 생리적, 물리적 특성, 기계 및 전자 공학적 지식 정보, 마케팅 등 다양한 지식의 융합이 필요하다. 수확 후 관리기술의 미개발로 인한 손실규모는 농산물 총 출하 금액의 25~30%에 달하며, 여기에 관련된 시설 및 장비 산업규모가 매우 영세하여 기술향상에 걸림돌이 되고 있다. 소비자의 고품질 선호와 유통구조의 변화에 대응하고 국제경쟁력 향상을 위해서는 수확 후 처리공정 및 시스템의 개발, 보급이 시급하다.

현재의 농업은 단순한 작물 및 축산물을 생산하는 단계를 이미 지나 생명산업을 주도하는 산업으로 부상하고 있어 이 분야가 산업적 경쟁력을 가지기 위해서 생명시스템의 필요성이 절실히 요구되고 있다. 생명공학은 이학, 의학, 약학, 공학, 농학 등 광범위한 학제적인 분야로서, 생명공학이 산업적 형태로 발전한 바이오산업은 생물체 또는 생물체의 기능을 활용하여 유용한 물자를 생산하는 산업을 말한다. 생명공학이 원활하게 산업화되기 위해서는 생명시스템이 뒷받침되어야 한다. 생명시스템은 기계, 전자, 전기, 컴퓨터 등의 공학적 기술과 생명공학의 성공적 접목을 요구하는 분야로서

농업 분야에서 새로이 부상하는 유망 분야이다.

나. 비전

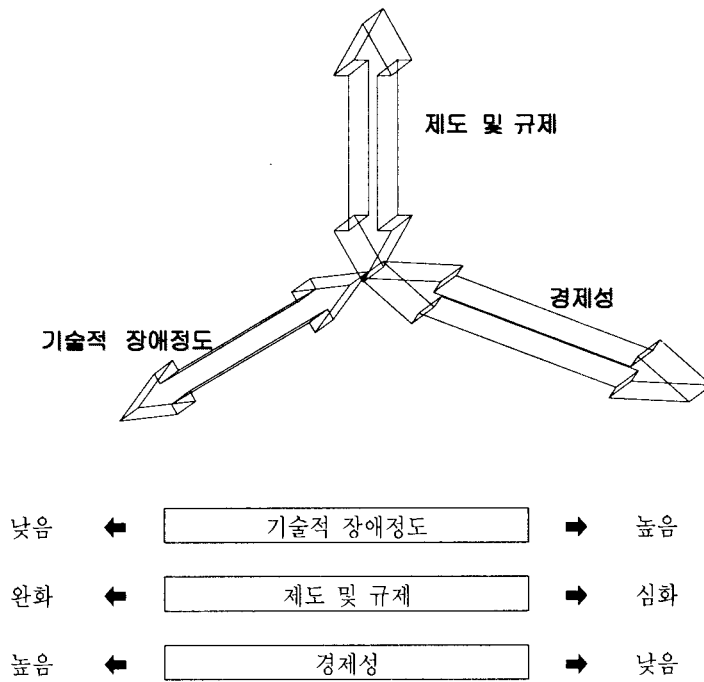
1) 시나리오 구성

가) 외부환경분석

<표 4-4-1> 영향요소의 파급효과와 불확실성 분석

파 급 효 과	High Impact	<ul style="list-style-type: none"> • 인구의 고령화 • 식량의 자급률 부족 • IT, BT, NT 등 기술융합 • 농업기반의 붕괴 • WTO 등에 의한 시장개방확대 	<ul style="list-style-type: none"> • 정부의 지원/투자 • 주요선진국의 관련 기술 확보 가능성 • 국내 연구 역량 	<ul style="list-style-type: none"> • 주변경쟁국의 관련 기술 확보 가능성 • 국가의 연구지원 의지 미약
	Medium Impact	<ul style="list-style-type: none"> • 소득수준의 변화 • BT, NT, IT시대의 진입 	<ul style="list-style-type: none"> • 관련연구인력의 해외 유출/유입 • 주요국의 지재권 관련정책 	<ul style="list-style-type: none"> • 국제적 경쟁/협력 • 선진 기술의 도입
	Low Impact	<ul style="list-style-type: none"> • 건강에 대한 관심도 • 환경에 대한 관심 	<ul style="list-style-type: none"> • Life style의 변화 • 생물산업의 전망 	
		Low Degree of Uncertainty	Medium Degree of Uncertainty	High Degree of Uncertainty
			불 확 실 성	

나) 외부 영향요소들로부터 불확실성 축 선택



<그림 4-4-2> 불확실성 축 결정

다) 불확실성 축에 따라 구성될 수 있는 시나리오 중에서 가장 가능성 있는 시나리오 선정

<표 4-4-2> 유망 시나리오 선정

	경제성	제도 및 규제	기술적 장애정도	명칭
시나리오 A	높음	완화	낮음	Optimist
시나리오 B	높음	완화	높음	Challenger
시나리오 C	높음	심화	낮음	
시나리오 D	높음	심화	높음	The pit
시나리오 E	낮음	완화	낮음	
시나리오 F	낮음	완화	높음	
시나리오 G	낮음	심화	낮음	
시나리오 H	낮음	심화	높음	

라) 불확실성 축에 관련된 외부환경요소들을 구체화

<표 4-4-3> 외부환경요소 구체화

	Optimist	Challenger	The pit
경제성	<ul style="list-style-type: none"> • 인구의 고령화 • 생물자원의 안전성, 고품질에 대한 관심 증대 • 친환경적 생물자원의 활용 수요 증대 • 기능성제품에 대한 수요증대 	<ul style="list-style-type: none"> • 인구의 고령화 	<ul style="list-style-type: none"> • 인구의 고령화 • 경지규모의 협소 • 해당 산업종사자 인구 감소 • 재정적 지원 축소 • 해외 기술 유입
제도 및 규제	<ul style="list-style-type: none"> • 친환경적 생물자원 생산 및 활용에 대한 관심 증대 	<ul style="list-style-type: none"> • WTO 등에 의한 시장 개방 가속화 및 비관세장벽 철폐 	<ul style="list-style-type: none"> • 각국의 시장 개방 압력 및 비관세 장벽 철폐 • 타 산업과의 경제성 평가 비교 열위
기술적 장애정도	<ul style="list-style-type: none"> • IT, BT, NT 등 기술융합 가속화 • 각국의 기술현황이 시작단계로 추월 가능 • 주요 선진국 및 주변경쟁국의 관련 기술수준 비교시 국내 기술 경쟁력 있음 	<ul style="list-style-type: none"> • 주요 선진국 및 주변경쟁국의 관련 기술수준 비교시 국내 기술 경쟁력이 있다. • IT, BT, NT 등 기술융합 가속화 • 주요 기술을 대체하는 혁신 기술 발생 	<ul style="list-style-type: none"> • 경지규모의 협소 • 고급 연구인력 유치 및 고가 장비 부족 • 기술 도입 비용 과다 • 첨단화 곤란 • 고급 연구인력 유출

마) 유망 시나리오별로 구체화된 외부환경요소들을 중심으로 시나리오 작성

시나리오 A : Optimist

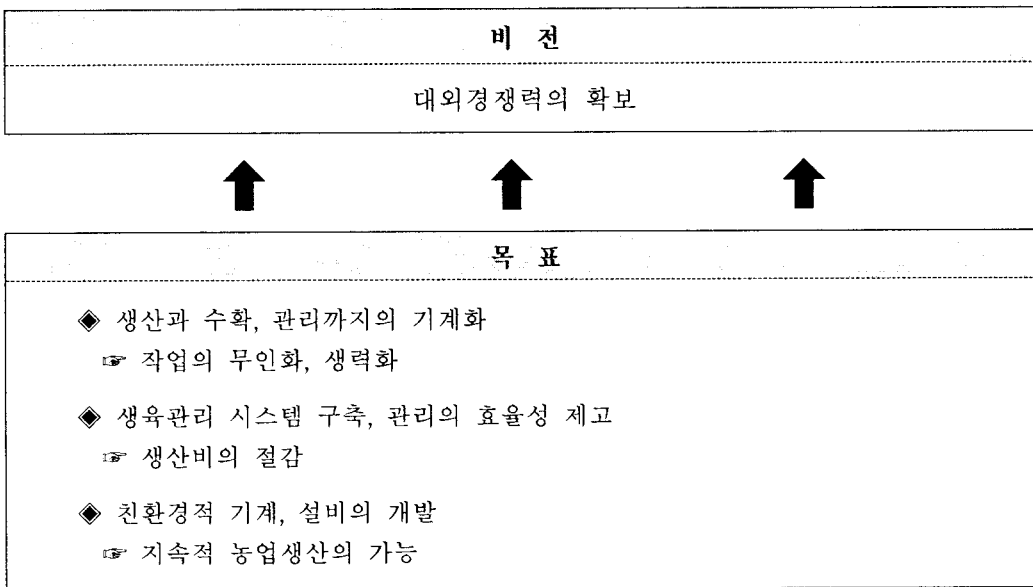
○ 인구의 증가와 소비자의 수요성향의 변화는 농업생산성에 있어서의 증대 뿐 아니라, 친환경적 정밀농업 기계기술의 개발, 농산물 선도유지, 자동등급판정기기 등 각종 기기의 개발을 요구한다. 우리 농업은 산업화 이후 농업인력의 도시로의 탈출로 인해 농업일손의 부족, 노령화가 지속되고 있다. 따라서, 농업기계분야의 발달은 농업에서 부족한 인력의 감축과 생산과정의 생력화를 가져와 농업생산에서 문제점을 상쇄시킬 것으로 기대되며, 생산 후 등급판정 등에 관한 정밀기기의 도입은 우리농산물에 대한 대외 인지도를 높여 줄 것으로 기대된다.

시나리오 D : The pit

- 산업화의 지속은 젊은 인력의 도시로의 진출, 농촌인구의 감소, 연령의 양극화 현상을 가져왔다. 인구의 증가와 소비성향의 변화는 많은 농산물과 차별화된 농산물을 필요로 하게 되었지만, 우리농업에 적용하기는 아직 미흡한 점이 없지 않다. 아직 농업에 사용되는 농지는 협소하여 기계화에 어려움이 많으며, 노령인구가 대다수이기 때문에 기계의 작동과 상시 사용하게 하는 데에는 많은 문제가 있다. 더구나 농업의 경제적 상황도 좋지 않은 현 시점에서 무분별적인 기계화는 농업부채의 증가를 가져와 농업문제를 가중시킬 수도 있다.

2) 비전 및 목표 설정

<표 4-4-4> 기계화기술의 비전과 목표



3) 관련 발전방향

- 가) 농작업의 생력화 및 농산물 생산비 절감
- 나) 소비자 중심의 농산물 고품질화 및 안전성 확보 기술 개발
- 다) 노동환경의 쾌적화 및 안정성 향상을 위한 기계화 기술개발
- 라) 친환경 생물생산기계 및 정밀 농업기술 발전
- 마) 농업 경영 및 유통 정보화 기술 확립
- 바) 생물 공학 기법을 이용한 차세대 농업생산 기술개발

4) 기본 전략

가) 생물생산기계기술 : 농산물 생산과 관리에 있어서의 기계화, 무인화를 통한 농업 생산의 능률화

나) 생물공정시스템기술 : 수확 후 관리기술의 첨단화에 관련되는 바, 품질평가, 유지 및 향상

다) 생물생산시설시스템기술 : 작물 생산 및 관리에 필요한 시설의 첨단화

라) 생명시스템 기술 : 생물의 생육진단 및 관리시스템. 생물 생산, 공정, 수확 및 활용의 발전을 위한 입체적 전략 수립과 장기투자가 필요한데, 생명생산 및 생명시스템은 국가의 기본산업이어야 하는 특성을 고려하여 최적의 기술을 통하여 다면·입체적 전략을 수립하고, 타 산업대비 파격적이고도 꾸준한 투자가 필요하다.

마) 관련기술의 융합화 : 생물 시스템 공학 분야는 농업, 공학, 과학 등의 종합 분야로, BT, NT, IT 등 신기술의 융합으로 최적의 기술이 개발된다.

바) 소비자 중심의 기술 개발 시스템 마련 : 소득증가, 핵가족화, 여성의 사회 진출 등으로 식생활 패턴 변화로 인해 안전성이 뛰어난 고품질 식품과 건강에 관한 소비자 관심이 증대되고 있어 소비자 기호 변화에 따라 기계화 수요도 변화 예상된다.

사) 통일시대 대비 국내 기술과 전문가 육성 : 통일시대 또는 평화적 교류 시대를 대비하여 국내 기술의 체계적 정리와 각 분야별 전문가를 대거 확보할 필요가 있다. 더 많은 우수 인력양성 및 확보가 시급하고 안정적으로 연구 활동할 수 있도록 지원하여 해외로 고급 두뇌의 유출을 방지해야 한다.

아) 개발도상국가에 대한 기계화 기술의 전파를 대비하여 체계적 시스템 구축 : 개발도상국에 대한 자문 및 기술 수출, 기계화 사업의 수주 등에 대비하여 국내용을 비롯하여 국제적인 기술축척과 체계화가 필요하다.

2. 관련 산업동향

가. 산업동향

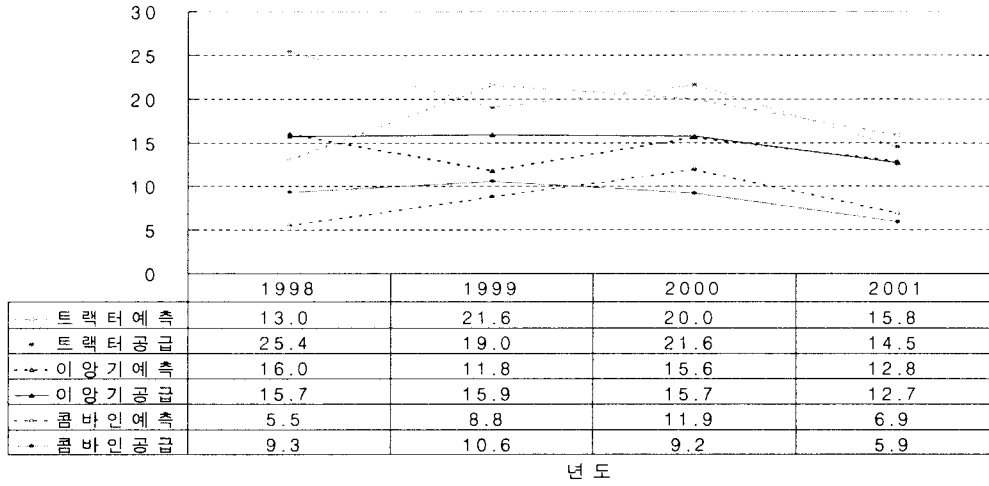
1) 국내

가) 생물생산기계기술, 생물생산시스템기술

생물생산기계기술의 관점에서 볼 때, 1980년 이후는 농가 호수와 농촌 인구의 급속한 감소, 농촌노임의 대폭적 증가, 농업의 국제화 등 농업여건이 크게 변화된 시기였다. 이와 같은 생물생산기계기술의 여건 변화는 앞으로도 상당한 기간 동안 지속될 것으로 전망된다. 유휴 농지의 증가와 농지 전용에 따른 농경지의 감소가 예견되며, 농지 이용도 고소득 작목에 집중될 것으로 보인다. 아울러, 농가의 편농에 대한 선호가 더욱 커지며, 식품의 소비 패턴이 고급화, 다양화되고 식품의 안전성에 대한 사회적 요구도 높아질 것이다.

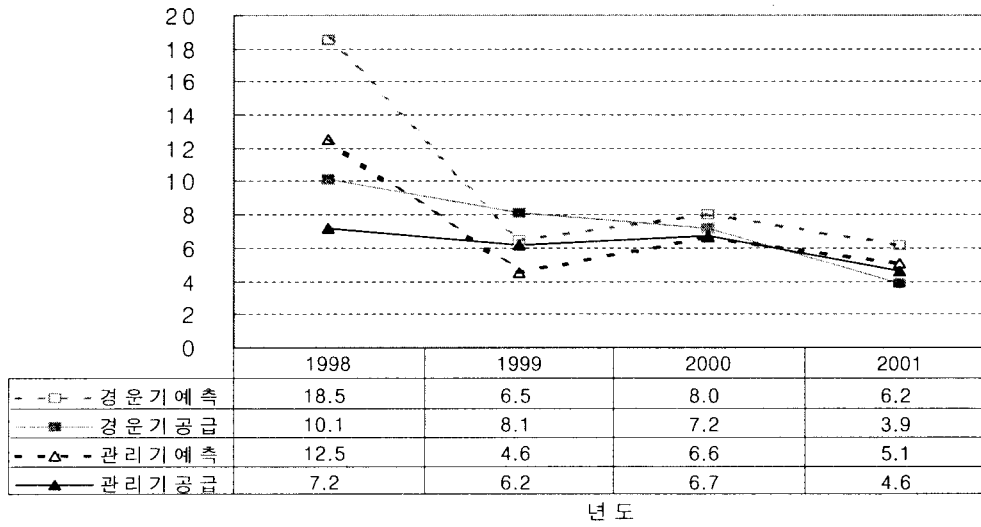
환경 문제에 대한 사회적 인식이 높아짐에 따라 농약, 비료 등의 과다 사용이 억제될 것이다. 한국 농업의 국제화·세계화가 더욱 빠르게 진전될 것으로 전망되며 농산물 수입 개방에 따라 가격 경쟁력과 품질 경쟁력 제고가 농정의 핵심 과제가 될 것이다. 또한, 다양한 소비자 기호에 부응하고 국내의 부존 자원을 활용하면서 지속적이고 환경 친화적인 농업으로 발전하기 위해 자본·기술집약적인 농업이 강조될 것이다. 이와 병행하여 생물생산기계기술은 대형화, 정밀화, 첨단화, 자동화, 시설화 쪽으로 진행될 전망이다.

공급 및 예측수요(천대)

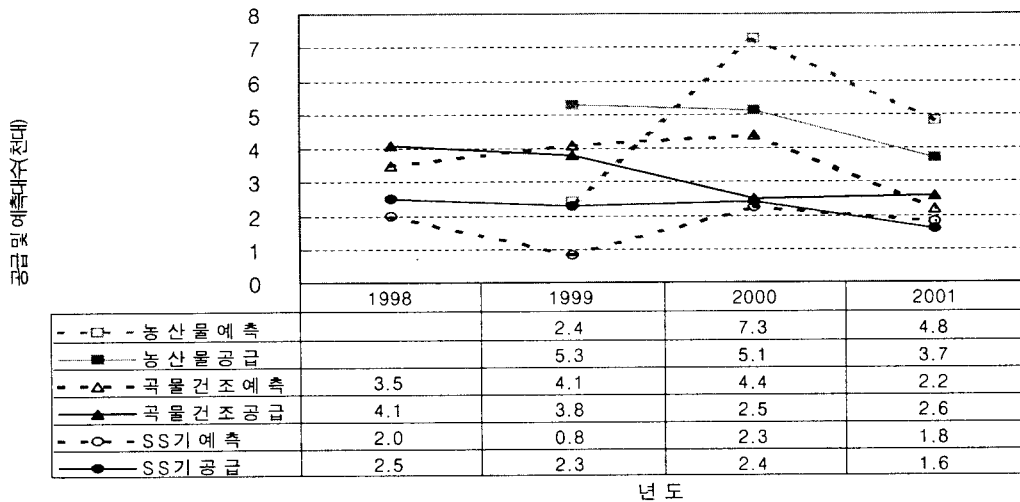


<그림 4-4-3> 트랙터, 콤바인, 이앙기의 연도별 예측수요 및 공급대수

공급 및 예측수요(천대)



<그림 4-4-4> 경운기, 관리기의 연도별 예측수요 및 공급대수



<그림 4-4-5> 건조기, SS기의 예측수요 및 공급대수

나) 생물공정시스템

고품질 농산물의 수요증대에 따라 농산물 수확후 처리 기계화 및 저온 유통 시스템에 대한 요구가 증대되며, 부가가치 증대를 위하여 실시간 내부품질 판정에 의한 품질 차별화가 이뤄질 것이다. 국내의 신선도 유지를 위한 예냉 및 저장 기술은 일부 작물에 한정되어 연구가 진행되고 있고, 세척기술의 경우 고추와 당근세척기가 상용화 되어있고, 감자 및 고구마 세척기가 개발 중이다. 선별 기술 및 포장기술은 최근에 상당히 상용화된 상태이지만 일부 작물에 국한되어 있다. 장기 저장을 위한 선도유지 및 살균 기술, 소비자까지 신선도 유지 운송 기술에 관한 연구 및 상품화는 선진국에 비해 매우 미진한 상태이다. 수확 이후의 처리 공정 중에서 건조공정은 생산자의 노동력이 많이 소요되고, 품질관리에 큰 영향을 미친다. 또한 저장고의 시설 미비 및 부적합한 저장 방법에 의해 품질이 저하되므로 안전하고, 친환경적이며 효율적인 시스템 개발이 필요하다. 국내에서 농산 부산물 및 폐기물의 처리는 주로 퇴적에 의한 자연발효법, 매몰 또는 소각하는 방법이 일반적이다. 그러나 매몰 및 퇴적 방법은 지하수나 하천의 오염, 악취와 해충으로 인한 피해를 초래하고, 소각은 다이옥신의 발생 등으로 인해 사회적인 문제로 제기되고 있다.

다) 생명시스템기술

국내 보건의료생물산업은 전체 생물시스템산업 시장의 약 70%로 '98년 시장규모는

4,550억원, 2010년에는 6조 3,504억원에 이를 것으로 전망된다.

<표 4-4-5> 생명시스템 관련산업 동향

(단위 : 억원, %)

	1992	1995	1998	2000	2002	2005	2010
전체 생물시스템산업	965	2,516	6,500	12,050	22,360	36,000	90,720
보건의료생물산업	816	1,993	4,550	8,435	15,652	25,200	63,504
바이오의약품	654	1,878	4,036	7,482	13,884	22,354	56,332
바이오식품	132	108	456	845	1,568	2,524	6,362
바이오화장품	30	7	53	99	184	296	746

자료 : 한국생물산업협회, 「국내 생물산업실태조사」, 각년호 산업자원부, 21세기 한국산업의 비전과 발전 전략, 1999

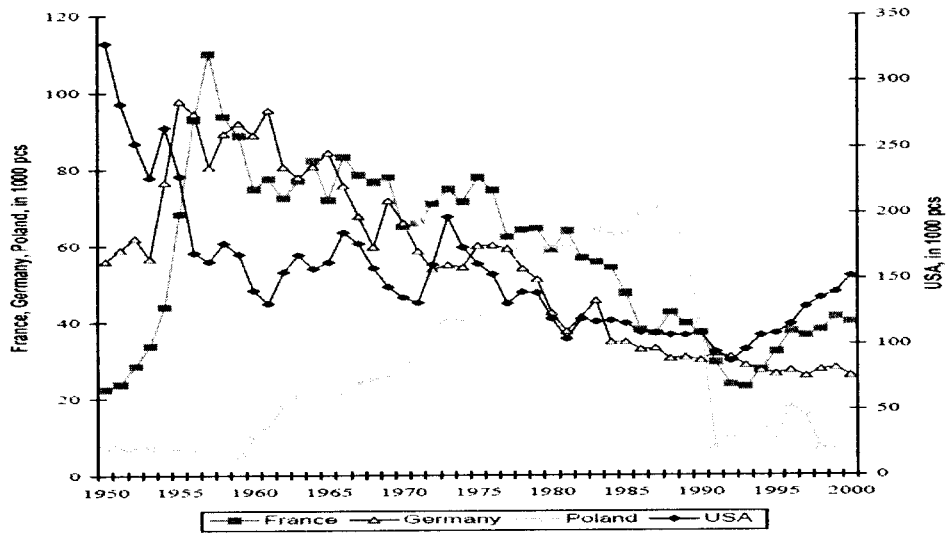
<표 4-4-6> 생물관련 제품 및 판매규모

구분	제품	판매규모	
		개발제품	수입제품
생물 의약	항생제	36,039	6,811
	백신류	30,843	8,622
	항암제	22,499	4,796
	인슐린	5,947	3,226
	소염제	5,728	-
	빈혈치료제	5,902	4,467
	호르몬제	13,426	1,947
	혈액·면역제제	6,800	2,031
	기타치료제	6,468	363
	진단제	14,839	45,349
	(소계)	(148,491)	(77,612)
바이오식품	기능성 식품	21,313	5
	감미제	18,700	-
	(소계)	(40,013)	(5)
생물환경	미생물처리제	11,975	940
	폐수처리시스템	4,200	1,200
	(소계)	(16,175)	(2,140)
생물화학	바이오화장품·폴리머	4,660	-
	효소·시약류	4,945	16,256
	아미노산	39,230	-
	(소계)	(48,835)	(16,256)
생물농업	사료·동물제제	15,749	1,781
	농약비료	3,790	8,600
	(소계)	(19,539)	(10,381)
생물공정	기기류	13,075	32,049
	(소계)	(13,075)	(32,049)
합계		286,128	138,443
		424,571	

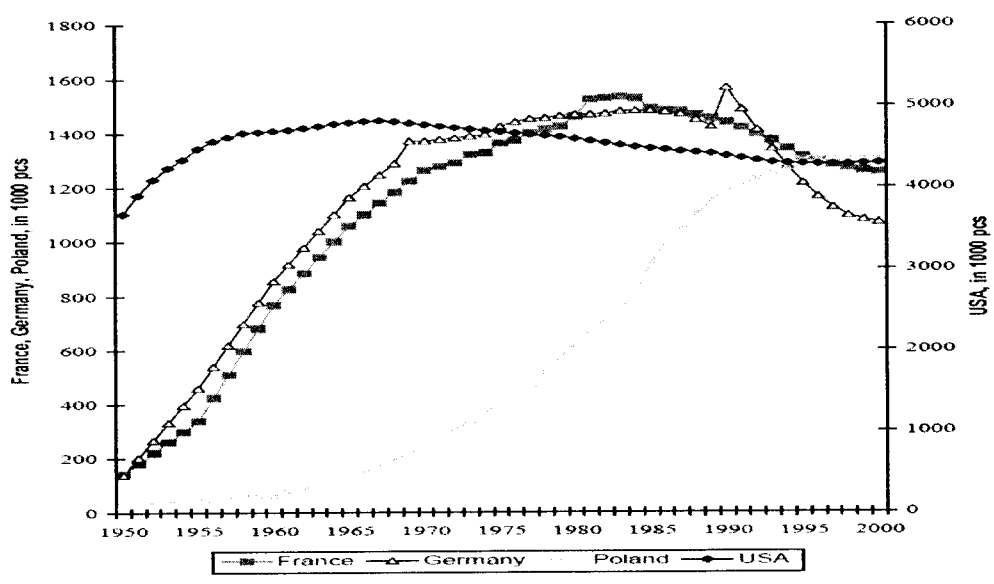
자료 : 한국생물산업협회, 1997년도 국내 생물산업 실태조사, 1998년. 1997년의 경우, 총 286,128백만원 중 193,164백만원으로 67% 차지

2) 국외 기술동향

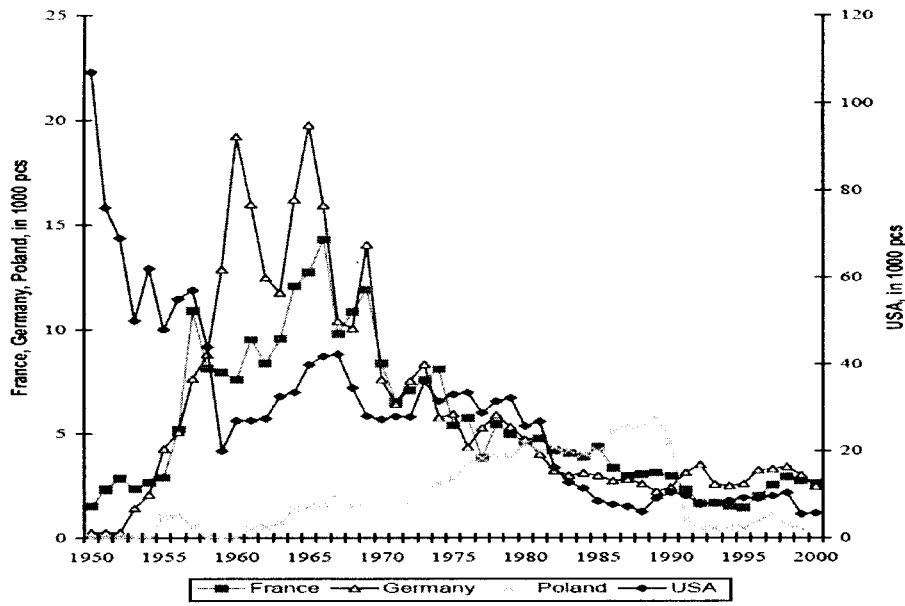
전체 세계 생물생산기계의 수요는 2006년까지 연간 약 4.2% 비율로 증가를 계속하여 660억 달러에 달할 것이라 예측된다.



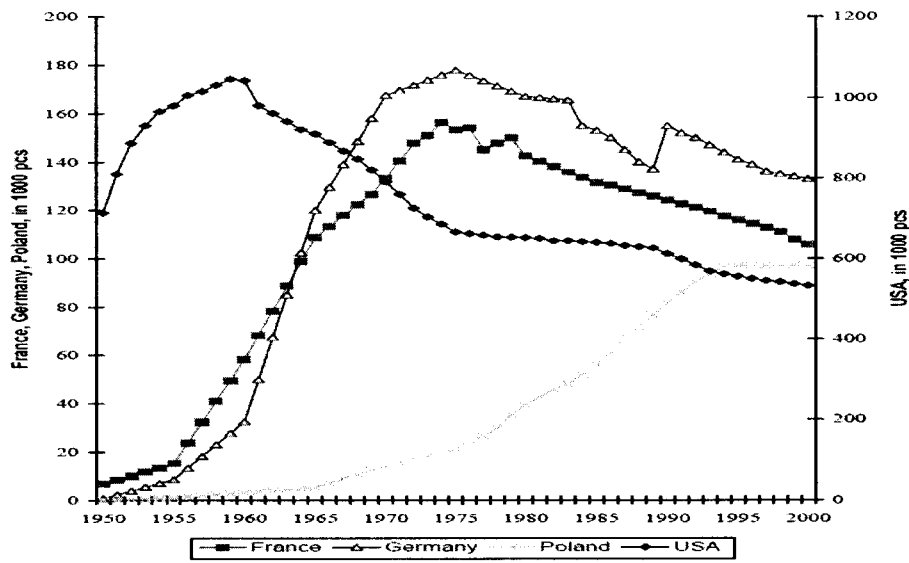
<그림 4-4-6> 트랙터 판매량



<그림 4-4-7> 사용중인 트랙터 대수



<그림 4-4-8> 수확기 판매대수



<그림 4-4-9> 수확기 보유 수

가) 생물공정시스템

선진국의 경우 신선유지를 위해 진공 예냉 장치를 이용한 급속 예냉 방법이 20여 년 전에 도입되었고, 저온 저장시설도 다각도로 상용화 되어 있는 상태이다. 세척·선별 및 포장도 상당히 일반화되어 있다. 일본의 경우 기능수(자석수, 이온수, 오존수 등)를 이용한 청정 친환경 재배기술과 선도유지 및 위생 처리기술에 대한 연구 및 상용화가 상당히 진전되어 있는 상태이다. 수확 가공이후부터 소비자에게 전달되기까지 완벽한 저온 수송 방법이 확립되어 있어, 신선하고 안전한 농산물 및 제품을 소비자에게 공급할 수 있는 시스템이 구축되어 있다.

일본의 경우 원적외선을 이용한 공업용 제품별 건조기가 개발되어 보급되고 있지만, 농산물 및 식품관련 건조기에 응용은 매우 미진한 상태이다. 독일과 덴마크를 비롯해 유럽국가들은 수년 전부터 농산 부산물 및 폐기물의 처리방법으로 혐기성발효법을 적용한 처리시설을 정부주도로 건설하여 운영하고 있다. 이러한 처리시설에서는 농산 부산물 및 폐기물을 발효시켜 화학비료보다 고품질의 무공해 유기비료를 생산함과 동시에 발효과정에서 발생하는 바이오가스(메탄 60%)를 대체에너지로 이용하여 전력을 생산하고 있다. 또한 생산된 전력은 친환경에너지로 규정하여 소비자판매가격보다 고가에 매입하여 농가에 이익을 환원하는 정책을 실시하고 있다.

<표 4-4-7> 일본 생물생산기계 출하와 시장규모 추이

(단위 : 억엔)

구 분	1975	1980	1985	1990	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	
생 산	4,935	6,265	6,683	5,885	5,760	5,763	5,946	6,357	6,237	6,024	4,806	5,225	
출하	국내	4,538	4,783	4,749	4,619	4,828	4,783	5,280	5,905	5,721	4,867	4,260	4,562
	수출	293	1,159	1,903	1,328	993	856	835	1,046	1,136	1,304	1,438	1,491
	계	4,831	5,942	6,652	5,947	5,821	5,639	6,115	6,951	6,857	6,771	5,698	6,053
국내시장	-	6,073	5,799	5,860	5,419	5,426	5,984	6,175	6,056	5,798	4,535	4,795	

자료 : 1) 1994년까지의 자료는, 전국농업협동조합중앙회, 「구매사업(JA교과서)」, 1996. 에서 발췌했으며, 1995년 이후의 자료는, JA全農總合企劃部, 「JAグループ經濟事業基礎統計」, 2000.과 일본 농림수산성 생산국 생산자재과 제공자료를 이용하여 정리하다.

2) 국내시장자료는 일본 통산성 「생산동태통계」에 의한 것이며, 총출하액+수입액-수출액에 의해 산정된 것이다.

일본 생물 생산기계시장 규모는 5,500억엔~6,000억엔 사이에서 연도별로 변화하면서 유지되어오고 있으나, 최근에는 경기부진으로 인해 5,000억엔 이하의 수준으로 감소하고 있다. 생물생산기계산업 관련자들에 의할 경우 수년 후에 국내경기가 회복되면, 아직도 생물생산기계가 필요한 부분이 많기 때문에 급속한 생물생산기계시장의 축소는 없을 것으로 보고 있다. 일본 국내시장의 85%이상은 국내생산 생물생산기계에 의해서, 나머지는 수입에 의해 충당되고 있으며, 1990년대 후반 해외시장에 대한 생물생산기계의 수출은 과거 '80년대 수준으로 회복되고 있다.

전체적으로 일본의 생물생산기계 시장을 전망해 볼 때, 국내 생물생산기계 시장규모는 5,000억엔 수준에서, 생물생산기계 수출은 1,500억엔 수준에서 안정세를 유지할 것으로 예상된다. 왜냐하면 최근 주력 생물생산기계의 공급대수가 줄고 있어 포화상태가 아닌가 여겨지며, 수출 대상국들의 경제발전에 따라 자체 생물생산기계생산을 강화하고 있기 때문이다.

<표 4-4-8> 일본의 주요 생물생산기계 연도별 출하(국내공급) 추이

(단위 : 대)

구분	1975	1980	1985	1990	1995	1996	1997	1998	1999
트랙터	186,298	126,017	98,813	91,495	90,623	93,660	87,416	71,840	72,533
경운기	206,362	200,576	194,317	220,731	163,323	173,894	174,004	173,397	180,511
이앙기	234,707	177,725	134,462	92,346	81,729	73,204	64,859	52,337	59,529
콤바인	123,444	97,567	94,906	64,748	64,267	59,825	52,602	40,274	40,183
바인더	165,126	82,581	54,309	41,564	23,293	18,476	16,770	11,757	12,010
수확기	109,002	57,013	42,223	22,205	11,897	9,689	7,797	5,957	5,965
건조기	78,532	83,643	72,823	57,518	59,418	58,389	51,471	37,896	38,494
예취기	-	-	-	-	40,316	40,861	35,961	26,340	29,810
동력산포기	208,581	244,879	215,151	162,363	96,412	99,281	90,068	59,828	54,673
동력분무기	176,686	199,163	163,129	216,101	159,550	163,208	175,164	157,335	164,656

자료: JA全農總合企劃部, 「JAグループ經濟事業基礎統計」, 2000.

全國農業協同組合中央會, 「購買事業-JA教科書-」, 1996. 3.

주: 바인더, 수확기, 건조기는 출하대수이다.

주요 기종별 일본 생물생산기계 출하대수를 <표 4-4-5>에서 보면, 승용 트랙터의 경우 1970년대 연간 18~20만대 수준에서 '80년대에는 10만대 이하로, 최근에는 7만대

수준으로 감소하고 있다. 이는 트랙터의 고성능화에 기인한다. 이앙기는 1970년대 연간 24만 여대까지 수요 증가를 나타낸 이후, '80년대 초반에는 20만대 이하로, '80년대 후반 10만대 이하로 감소하였으며, 최근에는 6만대 이하로 떨어졌다. 이와 같이 공급대수가 줄어드는 것은 이앙기가 보행형에서, 승용형으로, 4조식에서 다조식으로 기능과 규격이 향상된 결과가 아닌가 여겨진다. 콤바인의 경우에도 트랙터나 이앙기와 비슷한 공급추이를 보이고 있는 데, 1970~'80년대 연간 10만대를 상회하던 출하대수는 점차 줄어들어 '99년에는 4만대 수준에 머물고 있다.

전체적인 추이를 볼 때, 비록 산업관련자들의 낙관적인 전망에도 불구하고, 일본 생물생산기계시장의 뚜렷한 확대를 기대하기는 당분간 힘들 것으로 보인다. 특히 생산의 절대적인 지지기반인 일본농업의 성장정체와 생물생산기계 수출확대 애로는 이러한 판단을 가능하게 한다. 일본내 주요 생물생산기계의 보유대수는 승용형 트랙터와 동력 방제기가 약 200만대 수준을 보이고 있고, 경운기, 바인더와 콤바인, 미맥용 건조기 등이 100~120만대 수준, 동력이앙기는 150만대 수준을 나타내고 있다. 기종별 생물생산기계보유 대수의 변화 추이를 보면, 거의 모든 기종이 지속적인 감소추세를 보이고 있다. 다만 용도가 다양하고 경운기를 대체하는 트랙터와 바인더를 대체하는 콤바인의 보유대수 감소추세는 그리 빠르지 않다. 생물생산기계보유대수가 줄고 있는 것은 농가호수의 감소⁷⁾, 농가경제의 악화에 따른 신규 생물생산기계 구입 애로, 생물생산기계 성능의 향상과 규격의 대형화 등에 기인한 것으로 보고 있다.

생물생산기계의 보급율을 보면, 경운기와 동력 방제기, 콤바인은 농가 2호당 1대 정도, 이앙기는 3농가 가운데 2농가가, 승용형 트랙터는 5농가 중 4농가가 보유하고 있다. 일본 농가에서 보유하고 있는 생물생산기계 한 대당 경지면적을 구해 보면 모두가 5ha 미만으로 나타나고 있으며, 이것을 단순히 생물생산기계 성능상 부담면적과 비교하여 판단할 경우, 일본 농가의 생물생산기계 보유는 과잉상태로 볼 수도 있다.

중국의 생물생산기계화는 지속적인 발전추세를 보여주고 있으며, 생물생산기계 서비스의 시장화와 사회화의 진전도 가속되고 있다. 생물생산기계의 총 동력면에서 보면, 1998년 당시 45,208 만 kW로 1978년의 11,750만 kW에 비해 약 4배 가까이 증가하였으며, 특히 소형트랙터와 농용 트럭의 보유대수는 큰 폭으로 증가하였다. 1990년 이래로 생물생산기계화 서비스 체계의 조직 구조와 조직형식은 농업서비스의 전문화, 체계화, 조직화의 정도가 개선되었으며 그 실력이 향상되었다.

7) 일본농가수는 과거 20여년 동안 140만호 정도(약 30%정도)가 감소하여 현재는 약 324만 호에 이르고 있다.

<표 4-4-9> 1978년 이후 생물생산기계동력의 증가 상황

(단위 : 만대)

년도	생물생산기계 총동력	대중형 트랙터	소형 트랙터	경운기	농용차	어업동력선
1952	18	NA	NA	NA	NA	NA
1957	121	1.5	NA	NA	0.40	NA
1962	NA	5.5	0.1	19.2	0.82	0.15
1965	1,099	7.3	0.4	25.8	1.11	0.57
1970	2,165	12.5	7.8	34.6	1.56	0.78
1975	7,479	34.5	59.0	90.8	3.96	1.42
1978	11,750	55.7	137.3	119.2	7.38	4.72
1980	14,746	74.5	187.4	136.9	12.47	6.10
1984	19,497	85.4	329.8	123.5	34.62	14.30
1988	26,575	87.0	595.8	97.1	59.14	26.50
1990	28,708	81.4	698.1	97.4	62.44	32.10
1995	36,060	67.0	863.3	99.0	79.40	37.68
1997	42,016	69.7	1,047.8	112.9	87.60	39.88
1999	44,900	72.1	1,136.0	129.4	90.11	40.11

나) 생명시스템 기술

생명시스템의 세계시장규모는 2000년 540억불에서 2003년 740억불로 성장하였고 2008년에는 1,250억불이 될 전망이다.

<표 4-4-10> 세계 바이오산업 시장규모

(억불, %)

분야별	2000	2003	2008	2013	연평균증가율 (‘00~’13년)
생물 의약	324	444	688	1,155	19.7
생물 화학	38	52	100	168	26.3
생물 환경	32	44	87	147	27.6
바이오식품	27	37	75	126	28.2
바이오에너지·자원	11	15	37	63	36.4
생물농업·해양	27	37	75	126	28.2
생물공정·측정시스템	81	111	188	315	22.2
계	540	740	1,250	2,100	26.9

자료 : OECD, Biotechnology & Trade, 1997 등

세계의 생명시스템 기술은 미국이 주도하고 있는데, 미국의 경우 99년을 기준으로 할 경우 생명시스템 산업부분 고용창출효과 총 43만 명이며 수익 유발 효과는 \$470억 수준으로 성장하였다.

<표 4-4-11> 생명시스템 관련기업 및 수지운영현황

	세계	미국	유럽	캐나다	아시아/태평양
기업수(개)					
상장기업	622 (100%)	342 (55%)	104 (17%)	85 (13%)	91 (15%)
비상장기업	3,662 (100%)	1,115 (30%)	1,775 (49%)	331 (9%)	441 (12%)
소계	4,284 (100%)	1,457 (34%)	1,879 (44%)	416 (9%)	532 (13%)
상장기업					
수익(억불)	348 (100%)	253 (73%)	75 (21%)	10 (3%)	10 (3%)
R&D지출(억불)	164 (100%)	115 (70%)	42 (26%)	5 (3%)	2 (1%)
고용인력(명)	188,703 (100%)	141,000 (75%)	34,180 (18%)	7,005 (4%)	6,518 (3%)

자료 : Ernst & Young, Beyond Borders The Global Biotechnology Report 2002, 2002.

나. 시장예측 및 산업 발전전망

생물산업 분야의 발전과 같이 산업화, 자동화, 시스템 기술이 발전될 것으로 예상된다. 생물 산업의 중심 축이 향후 의약 분야에서 생물, 농업, 환경 분야에서의 생물 생산, 공정, 시설 시스템 그리고 생명 시스템 기술 분야로 이동할 것이다. 이러한 것은 사회, 제도, 경제적 여건의 변화에 기인된 것이며, 기계화 분야에서는 아래와 같은 현상이 나타날 것으로 보인다.

1) 농산물의 소비 변화와 소비자 중심사회의 도래

소득증가, 핵가족화, 여성의 사회진출 등으로 식생활 패턴의 변화로 인해 안전성이 뛰어난 고품질 식품과 건강에 관한 소비자 관심 증대될 것으로 보이며, 이러한 소비자 기호 변화에 따라 농업 기술 수요도 변화될 것으로 예상된다.

2) 기계화 기술 연구 개발 및 시장확보에 있어서 선진국과의 경쟁심화

선진국의 국익과 경제적 이익을 추구하기 위해 고급 기술을 확보하고 제공치 않을 것이기에 독자적으로 기술 확보 필요성이 증대된다. 이러한 것을 뒷받침할 사회적 제

도나 경제적 지원이 미흡하면 기술 경쟁에서 낙후되는 상황에 처해질 것이다.

3) 국내 농산물 시장의 경쟁 심화

시장 지향적인 상업적 영농체제가 기반을 잡아가고 규모화, 전문화된 경영체가 생물 생산의 핵심세력으로 나타나기 시작되며, 농산물 개방에 따라 국내 농산물 시장은 외국 농산물과의 경쟁을 피할 수 없게 된다. 이러한 상황에서 국내 농산물의 경쟁력 제고를 위해서 고품질로의 경쟁력 확보가 필수적이다.

4) 정밀화된 시스템 수요증가

생물생산 시스템은 시설화, 장치화, 자동화 등에 의한 고제어성 생산 시스템 및 환경 보전형 생산시스템으로 발전될 것으로 전망되며 이와 연관된 기계 장치 및 기술 수요가 증대될 것이다. 또한 고품질 농산물의 수요증대에 따라 농산물 수확후 처리 기계화 및 저온 유통 시스템에 대한 요구가 증대되며 부가가치 증대를 위하여 실시간 내부품질 관정에 의한 품질 차별화가 이뤄질 것이다. 작물 이외에도 생물의 생육을 진단하고 관리하는 시스템에 대한 기술 수요가 증대될 것이다.

<표 4-4-12> 기계화 기술 전망

분 야	구 분	2002년	2012년
생물생산기계기술	한국시장규모	1조 5000억	2조 5000억
생물공정시스템 기술	한국시장규모	1조 이상	10조 이상
생물생산시설시스템 기술	한국시장규모	1조 이상	10조 이상
생명시스템 기술	한국시장규모	1조 이상	10조 이상

3. 기술개발 동향 및 기술수준

가. 기술발전추세

1) 우리나라의 기계화

가) 현 황

그동안 농가인구의 급격한 감소에도 불구하고 효율적인 기계화 추진으로 생산성을

높여가면서 농사를 잘 지을 수 있었다. 벼농사 기계화율은 경운, 이앙, 수확의 경우 97~99%, 건조 36%이며, 벼농사 노동투하시간은 '81년 92.8시간/10a에서 '96년 32.8시간/10a로 65%감소하였다. 이와 같이 벼농사는 어느 정도 기계화되었으나 원예, 축산 등은 기계화 시작 단계로 많은 노동력이 소요된다. 인구의 증가와 기계화로 인한 노동력 절감 및 이로 인한 효과를 시기별로 살펴보면 <표 4-4-13>와 같다.

<표 4-4-13> 농업기계화로 인한 효과

	1990	1995	2000
농가인구 추이	666	485	403
10a당 벼농사 노동력투하시간	62.4	34.7	29.6
농업부가가치액	167	200	219
- 노동생산성(원/시간)	4,939	9,387	11,778
- 토지생산성(천원/10a)	848	954	1,051
농가소득(천원)	2,849	6,931	7,433
농외소득(천원)	11,026	21,803	23,072
노동투하시간(호당)	1,535	1,376	1,253
규모화통한 구조개선촉진			
- 3ha이상농가(천호)	44	70	63
(벼농사 농가)	18	34	32

이외에 시설·장비 현대화를 통한 자본·기술집약형 농업기반 구축에도 기여하여 고품질 신선채소 및 화훼 연중 공급 등 농업기술 발전과 수출 촉진에 많은 기여를 하였다. 일례로 원예작물 생산액은 '90년에 48,710억원이던 것이 '95년에 100,500억원, 2000년 98,440억원으로 성장하였으며 특히, 채소·화훼 수출액은 '90년에 37.4백만\$에서 '95년에 66.4백만\$, 2000년에 135.9백만\$로 급속한 발전을 이루었다.

나) 기계화 배경

산업화 이후 농가인구는 1980년 10,827천명이던 것이 1997년 4,468천명으로 59%의 감소를 보였다. 이에 반해 60세 이상의 고령인구는 증가하여 1980년에 농가인구의 10.5%이던 것이 1997년에는 29.9%가 되었다. 그리고 힘든 농사일을 기피하는 경향이 강해서 농촌노임이 크게 상승하여 일일 농촌노임이 1980년에 5,675원이던 것이 1997년에 33,245원으로 5.9배나 증가하였다. 이러한 요구로 인해 농촌노동력을 대체하는 기계화가 많이 진행되어 오고 있으며, 최근에는 수요의 변화에 따라 고품질 안전농산

물 요구가 증대되어 환경보전형 농업이 추진되고 있다. 최소한의 농약과 비료를 살포하는 기계 기술과 환경부담을 적게 하는 에너지절감형 기계화 기술의 중요성이 부각되고 있다.

다) 기계화연구의 성과

농업환경의 변화와 농산물 시장의 변화로 전개된 기계화 연구의 성과를 시기별로 살펴보면 다음과 같다.

'60년대에는 식량증산을 위한 재해대책 기계화기술 개발이 주를 이루었는 바, 한밭시 양수작업, 병충해 방제를 위한 기계화가 촉진되었고, 축력이나 인력용 기계·기구 개발 및 개량과 동력경운기의 도입적응성 시험도 검토된 시기였다.

'70년대는 축력을 대체할 수 있는 기계화 기술개발이 주축을 이루었다. 부착작업기 개발 등 동력경운기의 이용도 증진 기술, 벼농사, 맥류재배 기계화 기술개발과 이앙기 및 바인더, 콤팩트 등 수확기 도입적응성 시험 검토가 그 내용이었다.

'80년대는 부족노동력 대체·보완 기계화 기술개발의 시기로 벼농사의 일관기계화 작업체계 확립과 노동피크 시기인 이앙, 수확기계화 기술, 건조, 선별 등 수확 후 처리 기계화 기술이 주된 내용을 이루었다.

'90년대는 경영개선 및 생산비절감 기계화 기술개발의 시기로 생산비 절감을 위한 대단위 농업기계화 기술개발과 주년생산을 위한 시설농업 기계화 기술개발 그리고 농작업의 자동화 기술개발이 주축을 이루었다.

라) 각 분야별 추이

(1) 생물공정시스템

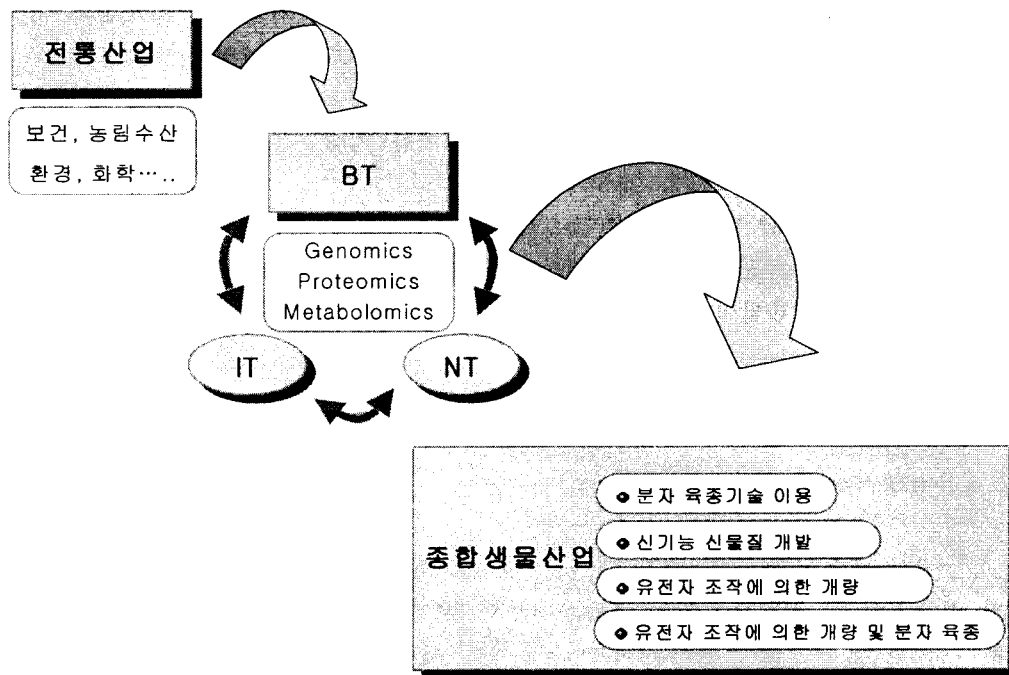
유럽에서 적용하고 있는 농산 부산물 및 폐기물의 발효 방법은 혐기성으로 투입원료의 함수율이 약 95%전후인 습식발효법으로 약 4주 이상의 발효기간이 필요하고, 발효후 처리물의 함수율이 높아 액비상태로서만 이용이 가능하다. 그러나 이러한 처리 방법은 농산 부산물 및 폐기물의 성분이 다르고, 액비를 살포할 농지면적이 상대적으로 작은 국내에서는 적용하기 어려운 단점이 있다.

농산 부산물 및 폐기물을 재활용이 가능한 자원으로서 인식하려는 움직임과 함께 호기성발효법을 적용한 액비화 처리시설이 일부에서 연구 개발하고 있다. 또한 폐기물을 밀폐공간에서 발효시키는 혐기성 발효법을 적용한 처리시설을 일부 연구기관에서 건설하여 시험 운전 중에 있다. 그러나 현재까지는 농가들의 개별적인 처리방법이 대부분이다.

(2) 생명시스템 기술

(가) 기술혁신의 가속화

- 기초연구성과가 바로 산업화로 연계
- 생명 시스템 분야의 제2의 물결 구체화
- 보건의료(제1의 물결) → 농업, 에너지, 환경, 전자 등 (제2물결)
- 타 기술과의 융합화 현상 확대 : 생명공학(BT)과 IT, NT, 화학, 기계 등 융합, BT 기술과 타 신기술간 융합에 의한 시너지 창출, 혁신의 가속화
- ※ 기술과급효과 : 1개의 특허가 타 기술개발에 파급되는 효과



<그림 4-4-10> BT산업이 타 산업에 미치는 영향

<표 4-4-14> 기술 융합화에 관한 사례

융합기술 제품·기술	유전자 해석기술	단백질 해석기술	분석기술	정보기술 (IT)	Nano-Bio	장치
DNA Chip	●		●	●	●	●
Protein Chip		●	●	●	●	●
Systems Biology	●	●		●		●
Affinity Beads (인공 receptor)		●	●		●	●
주사형 probe 현미경 (STM, AFM)		●	●	●	●	●

자료 : Post-Genome 신기술(단백질 Level에서의 해석과 IT활용)에 관한 특허출원기술동향조사, 일본특허청(총무부기술조사과), 2002.4.26.

2) 국외동향

환경보전하면서 수확량을 확보하고 고품질의 농산물을 생산하는 생물생산 기계기술 실용화 연구가 활발히 이루어지고 있다. 또한 GPS, RS, GIS 등 우주항공 기술의 농업생산 접목도 진행되고 있다. 구체적인 내용은 다음과 같다.

가) 생물 생산 기계의 자동화, 로봇화, 무인화 기술개발 및 인간공학적 성능향상 연구

- (1) 생물 생산 기계의 안전성, 쾌적성, 취급성 향상
- (2) 과실 수확 로봇, 착유로봇 등 농업용 로봇 개발

나) 최적 환경 및 생물 생산 시스템에서 고품질의 농산물을 연중 생산할 수 있는 생산 시스템 연구 강화

- (1) 식물 공장, 모 대량 증식시스템, 자동화 농장, 가축개체관리 자동화 등

다) 생물 생산성을 증대시켜 대외 경쟁력을 확보할 수 있는 생에너지, 생자원 생력화 기술 개발 활발

- (1) 고능력, 고정밀도, 환경적응성 향상 등

라) 농산물 부가가치 증대를 위한 농 축산물의 내외부 품질판정 기술 및 저온 유통기계기술 개발

- (1) 근적외선, 초음파, MRI 등을 이용한 농축산물 품질 판정
- (2) CA 저장, 저온유통시스템 등 수확후 처리 기계기술

마) 무창축사 보급 및 환경 관리 시스템 상용화

바) 동물복지법 강화로 고밀도 사육에서 친환경 사육환경 개선

기계화 기술 중 생명시스템 기술은 시장규모에 있어서 2000년 540억불에서 2008년 1,250억불, 2013년 2,100억불로 성장할 전망이다. 현재까지 생물의약품분야에 집중(60%), 기타 농·식품, 화학, 환경 순이다.

<표 4-4-15> 세계 각 국가별 생명시스템 기술 시장 성장률

	미 국	일 본	유 럽	한 국
시장규모 ('98 기준, 억불)	134 ('00, 223)	72	50-60	3.6(5100억원) ('00 7900억원)
연평균 성장 (2000초 기준)	22%	20%	20%	30%

자료 : 일본 통산성, 「일경바이오연감」 및 한국생명공학연구원

생명시스템 기술 시장은 미국이 주도하고 있으며, 전체에서 차지하는 비율은 <표 4-4-16>와 같으며, 기술관련 산업 동향은 <표 4-4-17>과 같다.

<표 4-4-16> 첨단기술제품의 세계무역 점유율('99년)

	미 국	일 본	유 럽
전 첨단기술분야	25%	17%	12%
생명공학 관련	37%	4%	20%

자료 : 일본 통산성

<표 4-4-17> 미국 생명시스템 기술 관련 산업 동향

연 도	2000	1999	1998	1997	1996	1995	1994	1993
매출*	18.1	13.4	13	10.8	9.3	7.7	7	5.9
수입*	25.0	18.6	17.4	14.6	12.7	11.2	10	8.1
R&D 지출*	13.8	9.9	9	7.9	7.7	7	5.7	4.9
순 손실*	5.8	5.1	4.1	4.5	4.6	4.1	3.6	3.4
시장 자본형성*	NA	97	93	83	52	41	45	NA
상장기업 수	339	327	317	294	260	265	235	225
전업기업 수	1,379	1,283	1,274	1,287	1,308	1,311	1,272	1,231
고용인력	174,000	153,000	141,000	118,000	108,000	103,000	97,000	79,000

자료: Ernst & Young LLP, Annual Biotechnology Industry Reports, '93-2001

주: *의 단위는 US 10억불

다. 국내동향

기계화의 관점에서 볼 때, 1980년 이후는 농가 호수와 농촌 인구의 급속한 감소, 농촌노임의 대폭적 증가, 농업의 국제화 등 농업 여건이 크게 변화된 시기였다. 이와 같은 기계화의 여건 변화는 앞으로도 상당한 기간 동안 지속될 것으로 전망된다.

유휴 농지의 증가와 농지 전용에 따른 농경지의 감소가 예견되며, 농지 이용도 고소득 작목에 집중될 것으로 보인다. 아울러, 농가의 편농에 대한 선호가 더욱 커지며, 식품의 소비 패턴이 고급화, 다양화되고 식품의 안전성에 대한 사회적 요구도 높아질 것이다. 환경 문제에 대한 사회적 인식이 높아짐에 따라 농약, 비료 등의 과다 사용이 억제될 것이다.

한국 농업의 국제화·세계화가 더욱 빠르게 진전될 것으로 전망되며 농산물 수입 개방에 따라 가격 경쟁력과 품질 경쟁력 제고가 농정의 핵심 과제가 될 것이다. 또한, 다양한 소비자 기호에 부응하고 국내의 부존 자원을 활용하면서 지속적이고 환경 친화적인 농업으로 발전하기 위해 자본·기술 집약적인 농업이 강조될 것이다. 이와 병행하여 기계화는 대형화, 정밀화, 첨단화, 자동화, 시설화 쪽으로 진행될 전망이다.

- 환경친화형 정밀생물 생산 기계화 기초기술개발 착수
 - GPS 등을 이용한 인공지능트랙터, 수확량 모니터링 시스템 등
- 원예작물, 축산 등의 작물별 일관기계화 시스템 개발
 - 배추, 마늘의 파종부터 수확까지 일관기계화

- 농작업의 자동화, 로봇화 기초기술 연구 착수
 - 접목로봇, 육묘 보식 이식 로봇, 수확 로봇 등
- 농산물 내부품질을 실시간으로 판정할 수 있는 비파괴 품질판정 실용화 기술개발
 - 근적외선에 의한 사과, 배, 복숭아, 귤의 당도 등
- 한국형 환기시스템 구멍 및 환기 자동제어 프로그램 개발 착수
- 액상 사료급여기, 이동식 돈사, 개체 자동 급여 장치 등 일관 기계화
- 영상 처리 개체 이식 및 로봇 착유기 개발 착수
- 최적사육환경 설정 및 행동생리 연구 착수
 - 열환경, 소음, 진동 환경 영향 평가
 - 환경 변화에 따른 가축행동 생리 연구

1) 기계화의 과제

기계화가 지속적으로 진행되기 위해서는 노동력을 기계로 대체함에 따른 경제적 이득, 농가 소득 향상에 의한 기계 구입 능력 향상, 기계의 이용률 제고를 위한 영농 규모의 확대, 경지기반의 정비 등이 지속적으로 이루어져야 한다. 그리고 기계 산업의 발전과 사후 봉사체제의 정비 등도 기계화를 위한 필수 요건이 되고 있다. 한국의 생물 생산 기계화는 생물생산 기계 이용의 경제성과 정부의 지속적인 지원정책의 결과로, 선진국에 비하여 짧은 기간에 이루어졌다. 그러나 생물 생산 기계산업의 만성적인 경영 악화, 기술 수준의 저위, 국제 경쟁력 약화 등이 문제점으로 제기되고 있으며, 생물 생산 기계의 효율적 사후관리, 봉사체계 구축, 농가의 생물 생산 기계 운전, 관리, 수리 능력 향상 등이 중요한 과제로 남아 있다.

밭작물의 기계화 촉진을 위한 전작용 생물 생산 기계의 개발과 기계화에 적합한 작물 재배방식의 개선도 시급한 당면 과제이다. 논농사의 경우 기계화가 빠른 속도로 진행되었으나 중대형 기계의 보편화를 위해서는 포장의 대구획, 농로 확장, 관·배수 시설의 개선 등 경지기반 정비에 대한 투자가 지속적으로 이루어져야 한다. 밭작물과 시설 원예의 기계화와 자동화는 아직 초보 단계에 있다. 밭작물 및 원예작물은 작물의 종류가 많고 작업 단계가 복잡하여 다양한 종류의 생물 생산 기계가 필요하므로 생물 생산 기계의 공급은 다 기종 소량 생산 체제에 의존할 수밖에 없다. 따라서 밭작물 기계화를 위해서는 재배 표준화를 촉진하고 생물 생산 기계의 개발, 이용, 보급을 지원할 수 있는 효율적인 지원 체계가 수립되어야 한다. 그리고 밭작물 기계화를 촉진하기 위하여 신기종 개발에 대한 연구비 지원과 정책 자금의 지원도 지속적으로 이루어져야 한다.

생물 생산 기계 산업은 정부의 적극적인 농업 기계화 정책에 의하여 1980년대 중반까지 3,000억원 수준이던 시장 규모가 매년 10% 이상 성장하여 1990년대 중반 이후

에는 1조원을 상회하고 있다. 그러나 생물 생산 기계 산업은 기업 규모의 영세성, 수요의 계절성으로 인한 가동률 저위, 제조업체간의 과다 경쟁, 만성적 경영부진, 국제 경쟁력 저위 등의 문제점을 안고 있다. 또한, 필수 부품의 해외 의존도가 높기 때문에 외환 부족으로 야기된 IMF 관리 체제 하에서는 환율 상승, 고금리 등으로 많은 어려움이 예상된다. 따라서, 생물 생산 기계 산업의 국제 경쟁력을 강화하고 수출 확대를 위한 생물 생산 기계 산업의 구조 조정 등 경영 혁신 대책이 강구되어야 할 것이다. 이와 같은 것을 기반으로 하여 아래와 같은 기술을 개발하여야 할 것으로 전망된다.

- IT, BT, NT, ET 등 주변첨단기술을 접목시켜 안전고품질의 농산물을 연중 내내 자동(계획) 생산할 수 있는 초생력 기계화 기술 개발
 - 생물생산기계의 자동화 및 원격제어 기술개발
 - 원예작물 수확, 착유 등 생물생산시설시스템용 로봇 개발
 - 전천후 식물공장의 일관자동시스템 개발
- 농축산물의 부가가치 및 신뢰성 향상으로 농가소득을 높여 줄 수 있는 생물공정시스템 기술 및 생명 시스템 기술 개발
 - 원예작물의 산지처리, 선도유지 및 저온유통기계화 기술개발
 - 농산물 원산지 판별 등 생산이력 기술개발
 - 전자파, 음파, 바이오 센서 등에 의한 농축산물의 비파괴 품질 및 안전성 판정 기계화 기술개발
- 환경보전 및 농작업 환경개선을 위한 생물생산시설시스템 기술 개발
 - 포장정보획득에 의한 정밀시비·방제 등 정밀농업기계화 기술개발
 - 가축분뇨 및 농산부산물처리 기계화기술 개발
 - 소음·진동·분진 등 작업환경 개선 연구
- 에너지를 절감하고 환경을 보전 할 수 있는 에너지절약 기술개발
 - 자연에너지를 이용한 시설 냉·난방 기술개발
 - 값싸고 깨끗한 대체에너지 개발
 - 에너지절약형 기계 개발개량
- 지역별·작목별로 파종에서 수확후 관리까지 일관기계화 할 수 있는 생물생산기계 기술 개발
 - 파종·이식에서 수확까지 기계화작업을 고려한 재배양식 표준화
 - 부분경운 등 에너지절약 기계화 작업기술 개발

- 작목별·지대별·영농규모별 적정기계화모델 개발

- 생물생산기계, 공정시스템 및 시설시스템의 효율적 이용을 위한 기계화 기술개발
 - 기계부품, 시설원예·축산기자재의 규격표준화 및 공용화 기술개발
 - 기계 이용실태 등 기계화 정책지원 연구
 - 기계 취급성 및 안전성향상 연구
 - 기계 공동이용 등 이용조직 및 체계연구

- 소비자를 보호하고, 국제경쟁력 확보 및 수출촉진을 위한 기계 시험평가기술 확보
 - OECD 시험코드 운영
 - 생물생산기계, 생물공정 시스템, 생물시설 시스템, 그리고 생명 시스템의 시험평가 기술개발
 - 기계 안전관리 및 품질향상 기술개발

<표 4-4-18> 국내 기계화 기술 관련 정부 지원 현황

기술분야	지원개시 연도	연구개발 사업명	과 제 명
생물생산 기계기술			<ul style="list-style-type: none"> -박과채소 편접식 접목장치 개발 -감자 유식물체 배양기계화 연구 -벼 생력재배 기계기술 개발 -농업용 소형헬기 개발 -생물 생산 기계 자율주행 시스템 개발 -채소 정식작업 기계기술 개발 -인삼생산 기계기술 개발 -전작용 승용관리기 개발 -일시수확형 고추수확 및 수확후 고품질 가공기술 개발 -주아씨마늘 수확기 개발 -수집형 감자수확기 개발 -콩 수확 및 건조 기계기술 개발 -복분자 수확기계 기술개발 -포장내 잡초 검출장치 및 토양 유기물실시간 측정센서 개발 -변량처방 기계기술 개발 -친환경 수도작 정밀농업 변량형 농작업시스템 개발 -지속농업을 위한 정밀농업 기초기술 개발 -친환경 이앙·직파 기계기술 개발
생물공정시 스템 기술			<ul style="list-style-type: none"> -완전미 생산 기계화시스템 개발 -고품질 쌀생산·유통을 위한 품질 자동측정 시스템 개발 -감굴비파괴 자동선별시스템 개발 -비파괴 사과선별기를 이용한 고품질 사과생산시스템 개발 -청과물 내부품질판정용 투과식 근적외선시스템 개발 -감자 비파괴 품질판정시스템 개발 -나주배의 품질제고를 위한 소재·센서 개발연구 -감자세척 및 포장기계화 기술개발 -홍고추 건조전처리 기계화 기술개발 -도라지 산지처리 기계기술 개발 -농산물 선별·포장 기계화기술 개발 -양파 수확후처리 기계화기술 개발 -과실류의 농약제거 가공시스템 개발 -저온저장고 성능향상을 위한 기계기술 개발 -사과의 브랜드화를 위한 산지유통기계화 기술개발 -CA저장고의 환경조절장치 개량연구 -신선채소의 품질 계량화 연구 -청과물 수확후의 산물처리 작업체계 확립연구 -채소류의 미국선박수출 과정에서 신선도 유지를 위한 수확후 관리기술 개발 -착색단고추의 저장성 향상을 위한 세척·살균 기계기술 개발 -농산물 저장적정 판정 기계기술 연구

기술분야	지원개시 연도	연구개발 사업명	과 제 명
생물생산 시설시스 템 기술			<ul style="list-style-type: none"> -식물조직배양용 배지의 농도계측 및 분주시스템 개발 -한국형 순환식 수경재배 기술 및 시스템 개발 -효율적인 물 관리를 위한 수로의 수문개량에 관한 연구 -육계사의 환경개선 기술 개발 -자연환기식 다연동온실의 환기효율성 정량화 연구 -다연동 플라스틱필름하우스의 천장구조개선 연구 -무가온 단동온실의 보온덮개 자동개폐장치 개발 -지열, 바이오가스, 풍력을 이용한 냉난방 시스템 개발 -시설화훼용 제습기 개발 연구 -온실 및 버섯재배사용 통합환경 측정시스템 개발 -돈사의 악취제거 기술개발
생명시스 템 기술			<ul style="list-style-type: none"> -전자코를 이용한 농축산물 품질 및 안전성 평가기술 개발 -소 생식세포 분리 기계화 연구 -슬러리가축분뇨 처리 기계기술 개발 -젓소의 유방염 검출기술 개발 -비육돈 수송차량 적재함 최적설정 연구

라. 국내역량

1) SWOT 분석

<표 4-4-19> 기계화분야의 SWOT분석

강점(S)	약점(W)
<ul style="list-style-type: none"> - 농업인구의 감소 및 노령화 - 아시아권 수출시장의 높은 성장 잠재력 - 세계/국내 기능성 식품의 시장확대 발전 - 국내기반 기술 및 기간산업의 확보 - 국내 연구 인력 확보 - 산업화를 위한 산업체 활성화 단계 - 시스템 개발 기술의 확보 - 산학기반 구축 	<ul style="list-style-type: none"> - 생산규모의 영세성 - 대형 국책 전문연구 수행실적 미흡 - 농업인구의 노령화 - 산업화 기술 수준이 낮음 - 시장 점유율 낮음 - 대부분 연구 단계의 기술 수준 - 산업체 열세성 - 지속연구 투자조건 미흡 - 기초연구는 부족, 실용화요구는 높은인식구조
기회요인(O)	위협요인(T)
<ul style="list-style-type: none"> - 중국의 WTO가입 - 고품질 기능성에 대한 소비자 인식 확산 - 21세기 국가지식기반 산업으로서 육성시 킬 수 있는 국내·외 여건성숙 	<ul style="list-style-type: none"> - 타산업과의 비교우위 평가에서 열세 - 기계화에 대한 낮은 인지도로 인한 투자 우선 순위 낮음 - 조기 산업화의 어려움이 존재 - 국내 시장 미성숙

2) 연구개발능력 분석

국내에서는 기계화 개발을 위한 인적·기술적 인프라는 확보되어 있으나 체계적 연구의 부족으로 핵심기술 및 실용화 단계로 발전하지 못하고 있는 반면 선진국의 경우 기초기술과 인력양성 등이 충분히 확립된 가운데 인프라 구축 및 실용화를 위한 연구에 본격적으로 진입하고 있다.

대학에 설치되어 있는 관련분야(생물생산기계, 생물생산시설 시스템, 생물공정시스템, 생명시스템)의 학과 수가 빈약하여 기초기술개발 및 인력양성에 매우 취약하다.

<표 4-4-20> 선진국과의 연구개발능력 비교

구 분	국 내	선 진 국
생물생산기계기술	- 중소형 기계 297 시간/ha - 경운, 방제 등 밭농사의 일부 기계화 - 정밀농업의 기초기술 개발 단계	- 대형 초생력기계화 15시간/ha - 밭농사의 일관기계화 - 정밀농업의 실용화
생물공정시스템기술	- 과실의 외관 및 당도 - 저온저장 활용 - CA, MA 연구 개발 - 상온 유통	- 농축산물의 내외부 품질 판정 - 저온저장 정착 - CA, MA 실용화 - 저온 유통
생물생산시설기술	- 시설농업의 비닐하우스 활용 - 부분 자동화 - 사양 관리 시설의 자동화	- 식물공장 시스템, 자동화 - 농업용 로봇 실용화 - 사양 관리 종합관리 시스템 운영
생명시스템기술	- 축종별 사육환경 실태 조사 - 축사시설 표준설계도 보급 - 가축의 개체 사양관리 조사 - 가축의 환경관리 자동화 개발 단계	- 사육환경 요인분석과 저감기술 개발 - 사육환경 조절형 시설 모델 개선 - 가축의 개체 사양관리 - 가축의 환경관리 자동화 실현

<표 4-4-21> 기술분야별 연구개발능력

기술분야	연구예산	시설 및 장비	연구인력	기술수준
생물생산기계기술	30%	50%	40%	66.7%
생물공정시스템기술	40%	40%	40%	66.7%
생물생산시설기술	10%	50%	40%	66.7%
생명시스템기술	10%	20%	20%	41.7%

제2절 기술로드맵 작성

1. 핵심시스템 구성요소 및 성능목표 설정

동·식물 생명체와 환경의 상호작용에 기인한 생명현상의 규명과 해석을 토대로 농수축산물의 생산부터 가공 및 유통까지 생산성, 효율성 및 환경 보전을 극대화하는 시스템 개발을 통하여 농업 및 생명산업의 원천기반기술을 확보한다. 또한 우리나라의 농업 및 생명산업의 특성에 기초하여 독창적 기술 및 관련 제품 개발을 통하여 고품질, 환경친화적 농수축산물 생산체계의 구축, 깨끗하고 쾌적한 삶의 환경조성 및 관련산업 육성의 방향으로 진행되어야 한다.

<표 4-4-22> 기계화기술 핵심시스템 구성요소와 성능목표

구 분	현재	단기(2004-2006)	중기(2007-2009)	장기(2009-2012)
성능목표 구성요소	제한적인 방법으로 연구	새로운 기술 개발	새로운 기술에 의한 신 시스템 개발	농업 및 생명산업 고도화에 토대가 되는 시스템 보급
고효율 생산 및 가공 시스템개발	생산성 위주의 시스템	생산성 및 효율성이 최적화된 시스템	산업부양효과가 큰 시스템	농업 및 생명산업 고도화 시스템
환경친화적 생산 및 가공시스템 개발	환경영향에 대 한 평가 미흡	환경의 계량적 평가 에 의한 환경친화적 시스템 개발 모델	고효율 시스템과 연 계	생산성, 효율성, 환 경의 윈-윈 시스템
생물생산시설시 스템 도입확대	제한된 품목에 적용	신경영전략이 고려 된 시설시스템	농업 및 생명산업의 고수익 시설시스템	농업 및 생명산업의 기반기술로서 기능
생명공학적 생산 및 가공시스템 개발	초보단계	BT, IT, NT의 접목 기술	생명산업의 조기정 착 실현을 위한 시 스템	생명산업의 활성화 시스템

<표 4-4-23> 기술영역 및 핵심기술내용

기술영역	핵심기술내용
생물생산기계기술	친환경, 무인화, 자동화, 모듈화, 표준화, 고속화, 고효율화
생물공정시스템기술	고품질, 위생안전성, 고부가가치
생물생산시설시스템기술	고효율, 표준화, 저에너지
생명시스템기술	동식물 생체인식, 기능성물질 대량생산, 생체분자계측

가. 기술영역 및 핵심기술

1) 핵심시스템 구성요소별 관련기술

<표 4-4-24> 핵심시스템 구성요소와 관련기술

핵심시스템	관련기술
생물생산기계기술	토양관리 기계기술, 정밀농업기술, 무인화 기술, 과일의 수확시스템, 연약엽채류의 수확기계기술, 농업용 차량의 무인 자율주행시스템, 농작업 로봇, 농용기관의 배기가스 저감기술, 산림 관리 임업기계, 가축의 개체관리 기술, 생물생산기계의 모듈화 및 표준화 기술, 생물생산기계의 안전성 및 조작성 편의성 향상 기술, 생물생산 기계의 인간공학적 설계기술, 농업기계의 고속화 및 고효율화 기술
생물공정시스템기술	품질 및 안전성 평가를 위한 센서기술, 나노분쇄기술, 고부가가치 생물소재의 추출 및 분리정제 시스템, 기능성 물질의 나노캡슐 제조기술, 전자기파 에너지를 이용한 살균장치, 농산 부산물 및 폐기물 처리기술, 쌀의 고품질화를 위한 수확후 처리기술 및 시스템, 농산물 유통 지능형 물류시스템, 과실류 및 채소류의 수확후 관리기술 및 위생처리기술, 농산물의 선도유지 기술 및 시스템, 생물소재의 저온/저압 분쇄장치, 농산물의 자동품질판정 시스템, 비가열 건조기술 및 시스템, 유해성분의 나노그램 센싱기술, 미생물 배양 모니터링 시스템, 생물재료의 비파괴 물성측정 시스템

핵심시스템	관련기술
생물생산시설시스템 기술	착유로봇 및 사양관리 시스템, 축산 분뇨의 고효율 처리기술, 가축 무인관리 실용화 기술, 축사 최적 환경 관리기술, 과수시설 재배 시스템, 시설재배 시스템 표준화, 온실작업환경 쾌적화 기술, 저비용 온실 생력 기계설비 시스템, 고효율 시설 냉방기술, 과채류 선도유지 시설, 화훼류 선도유지 시설, 버섯 생산 기계화 시스템, 자원곤충 사육시설, 바이오매스 연료화 기술, 농업용 대체에너지 기술
생명시스템기술	생물공학기술, 생물재료의 물성 변환기술, 생체대사 조절장치, 축산 폐기물의 생물공학적 처리 및 재활용 시스템, 생체정보 측정 및 관리 시스템, 조직배양 자동화 시스템 통합기술, 동식물 생체진단용 비파괴 측정기술, 생물정보학 응용기술, 가축 진단용 마이크로칩센서, 기능성 물질 대량생산 시스템

2) 핵심기술별 요소기술

<표 4-4-25> 핵심기술별 요소기술

대분류	중분류	소분류
기계화분야	생물생산기계기술	토양관리기계기술
		작물관리기계기술
		수확기계기술
		농업동력기계기술
		입업 및 축산기계기술
		이용관리기술
	생물공정시스템기술	생물재료물성공학기술
		수확후 관리기술
		가공공학기술
		모델링 및 자동화기술
	생물생산시설시스템기술	축산시설시스템기술
		원예시설시스템기술
		저장시설시스템기술
		균이 및 자원곤충시설 시스템기술
		대체에너지기술
	생명시스템기술	동식물생체인식기술
		생물반응시스템기술
		생물정보학응용기술

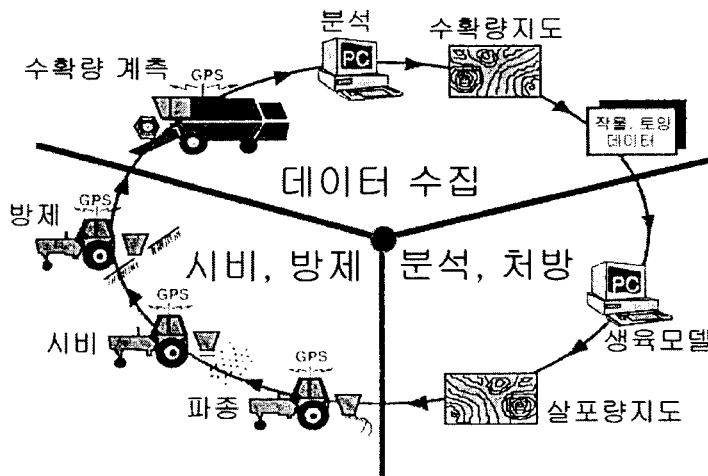
나. 핵심기술 분석

1) 각 핵심기술에 대한 최첨단(State of the art) 분석

가) 생물생산기계기술

(1) 정의 : 생물자원의 생산과 관리에 있어서의 기계화, 자동화, 무인화, 친환경화를 이루는 시스템을 개발, 실용화, 이용하는 기술 분야이다.

(2) 국외(기술동향 및 연구동향)



<그림 4-4-11> 정밀농업의 개념

농업 직파재배는 정밀농업기법에 개발에 힘입어 농업경영 및 환경 개선이 가능한 생산기술로 인식되고 있다. 직파농가의 벼 재배면적이 늘어나고 있고 생물 생산 기계화가 진행되었지만 농작업 효율은 낮은 편이다. 특히 논 전 면적에 대하여 농업지도 기관에서 추천하는 일정 시비량을 일률적으로 사용하여 일부 지역은 과도한 시비 때문에 도복하지만 다른 지역은 타 비료 성분이 부족하여 최대수량을 올릴 수 없게 된다. 필지별 토질, 지력 변이에 따른 적량시비는 비료량을 절감하고 벼의 생육과 수량을 최대화하며 수질환경을 보호함으로써 친환경농업 기술로서 인정된다. 이러한 정밀 관리는 생물 생산 기계에 전산화와 원격자동화 장치를 도입한 정밀농업의 신기술 도입으로서 가능하여지며 앞으로 식량작물 재배관리에는 이러한 기술의 적용이 절실하

게 필요하다.

21세기 모든 산업에 정보화 물결이 밀려들 듯이 농업에도 지식화 정보화가 추진되고 있는데 그 대표적 변화가 바로 농기 자재에 컴퓨터와 GPS, GIS를 활용한 Hi-tech이 도입되고 농작업에서 자동화와 정밀화가 진행되기 시작하였다.

세계환경회의는 각종 생물종의 다양성이 파괴되고 대기환경 지표가 악화되고 있음을 경고하였고, 대기중 탄산가스농도가 산업혁명 이전에는 265 ppm에서 1958년 314 ppm, 최근 350 ppm으로 높아졌으며 앞으로 21세기에는 두 배까지 상승할 수 있다고 보고하였다(USDA, 1990). 이에 따른 지구온난화현상은 세계 각지에서 현실화되고 있으며, 특히 남미 태평양해역의 난류수온 상승으로 인한 엘니뇨현상은 여러 지역에서 기상이변현상을 초래하고 있다. WTO의 농업 협정은 비료, 농약 등 농용자재투입을 줄일 것을 촉구하고 있으며 농업도 환경보전형으로 전환하도록 영향력을 행사하고 있다. 친환경농업기술과 관련하여, 작물 품종 개발 측면에서는 다수성을 유지하면서 저투입조건에서도 경쟁력을 갖춘 품종개발에 초점을 맞추고, 생명공학기법을 활용하여 내병, 내충성 인자 도입을 시도하고 있다. 실례로 BT gene을 곡물 품종에 도입하거나, 제초제 저항성 옥수수, 콩 품종을 시판하고 있다.

저비, 적정시비 재배기술의 경우, 토양분석 데이터와 식물체 진단을 통한 질소, 인산 시비량을 감축하고 시비효율을 높이고 있다. 유기물환원을 원칙으로 한 적정시비 체계(Integrated Nutrient Management)가 시도되고 있는데 기존데이터를 입력하고 분석, 명령을 수행하는데 컴퓨터와 트랙터가 활용되고 있다. 저농약성 생물제제 및 종합방제 체계 측면에서는 일정 지역에 사전 병충 발생 예보체계를 확립하고 발생초기에 소량의 농약살포로서 효과적 방제를 실시하고, 잔효성이 적고, 이분해성 분자구조를 갖춘 농약제를 개발하도록 정책적 유도가 이루어지고 있다. 생물적 방제 시스템 개발에 노력하고 있으며 곤충 성페르몬을 이용한 유도 방제와 미생물, 천적활용이 시도되고 있다. 국내에서는 벼농사에 오리, 우렁이를 방사하여 제충, 제초효과도 얻고 '무공해 쌀'로서 고가 판매되고 있으며, 미생물제제와 효소제제 등 과학적 확인이 미흡한 제품들이 환경제품이란 이름으로 거래되고 있다.

대기, 수질, 작토 보존과 관련하여, 농토에 남겨진 작물 잔존물들의 방화를 금지하고 메탄가스 발생을 억제하고, 대기중 탄산가스 방출량을 국가별로 규제하려 하고 있다. 축산 폐기물에 의한 수질오염, 비료로 인한 지하지표수 질산태와 인산 농도를 제한하고 있다. 미국 캘리포니아 벼농사 지대에서는 논물의 방출을 최대한 억제하며, 논물강제순환시설을 갖추도록 하고 있다. 작토의 침식을 억제하기 위하여 무경운, 최소경운을 확대하고 퇴비, 구비를 효과적으로 투입하여 생태계 물질순환구조가 원활하도록 노력하고 있다. 친환경농업은 정밀농업 기술 및 시스템의 도입에 의해 가능해졌으며, 생물 생산 기계, 농자재회사가 중심이 되어 기존의 인공위성 적외선 감지기, 전산 시스템, 각종 센스를 활용하여 Precision Agriculture를 추진하고 있다. 그 주요 내용

에는 Soil sampling, Field mapping을 통한 Site-specific application, GIS, GPS와 새로 개발되는 Software 등 신제품이 줄을 잇고 있는데 이것은 고가의 비용 투자를 필요로 하고 있다.

(3) 국내(기술동향 및 연구동향)

기계화가 지속적으로 진행되기 위해서는 노동력을 기계로 대체함에 따른 경제적 이득, 농가 소득 향상에 의한 생물 생산 기계 구입 능력 향상, 생물 생산 기계의 이용률 제고를 위한 영농 규모의 확대, 경지기반의 정비 등이 지속적으로 이루어져야 한다. 그리고 생물 생산 기계 산업의 발전과 사후 봉사체제의 정비 등도 기계화를 위한 필수 요건이 되고 있다.

한국의 기계화는 생물 생산 기계 이용의 경제성과 정부의 지속적인 지원 정책의 결과로, 선진국에 비하여 짧은 기간에 이루어졌다. 그러나 생물 생산 기계 산업의 만성적인 경영 악화, 기술 수준의 저위, 국제 경쟁력 약화 등이 문제점으로 제기되고 있으며, 생물 생산 기계의 효율적 사후관리, 봉사체계 구축, 농가의 생물 생산 기계 운전, 관리, 수리 능력 향상 등이 중요한 과제로 남아 있다. 발작물의 기계화 촉진을 위한 전작용 생물 생산 기계의 개발과 기계화에 적합한 작물 재배방식의 개선도 시급한 당면 과제이다. 논농사의 경우 기계화가 빠른 속도로 진행되었으나 중대형 기계의 보편화를 위해서는 포장의 대구획, 농로 확장, 관·배수 시설의 개선 등 경지기반 정비에 대한 투자가 지속적으로 이루어져야 한다. 국내 쌀 생산이 1960년초 300만톤에서 1988년에 605만톤으로 2배의 증산을 이루었는데, 이것은 재배면적당 쌀 생산량이 급증하였기 때문이었다. 이와 더불어 당시 비료의 사용량도 직선적인 증가세를 보였고, 특히 질소비료의 사용량은 2배 이상의 증가를 나타내었다. 농약과 제초제 살포량도 비료와 비슷한 증가추세를 보여주고 있어 우리나라의 농용 화학제 의존은 심각한 수준에 이르고 있다.

나) 생물공정시스템기술

(1) 정의 : 생물자원의 생산 후 처리공정을 고도화, 첨단화를 이루는 시스템을 개발, 실용화, 이용하는 기술 분야이다.

(2) 국외(기술동향 및 연구동향)

유럽에서 적용하고 있는 농산 부산물 및 폐기물의 발효 방법은 혐기성으로 투입원료의 함수율이 약 95% 전후인 습식발효법으로 약 4주 이상의 발효기간이 필요하고,

발효후 처리물의 함수율이 높아 액비상태로서만 이용이 가능하다. 그러나 이러한 처리방법은 농산 부산물 및 폐기물의 성분이 다르고, 액비를 살포할 농지면적이 상대적으로 작은 국내에서는 적용하기 어려운 단점이 있다. 농산 부산물 및 폐기물을 재활용이 가능한 자원으로 인식하려는 움직임과 함께 호기성발효법을 적용한 액비화 처리시설이 일부에서 연구 개발하고 있다. 또한 폐기물을 밀폐공간에서 발효시키는 혐기성 발효법을 적용한 처리시설을 일부 연구기관에서 건설하여 시험 운전 중에 있다. 그러나 현재까지는 농가들의 개별적인 처리방법이 대부분이다.

선진국의 경우 신선유지를 위해 진공 예냉 장치를 이용한 급속 예냉 방법이 20여 전 전에 도입되었고, 저온 저장시설도 다각도로 상용화 되어있는 상태이다. 세척·선별 및 포장도 상당히 일반화되어 있다. 일본의 경우 기능수(자석수, 이온수, 오존수 등)를 이용한 청정 친환경 재배기술과 선도유지 및 위생 처리기술에 대한 연구 및 상용화가 상당히 진전되어 있는 상태이다.

수확 가공이후부터 소비자에게 전달되기까지 완벽한 저온 수송 방법이 확립되어 있어, 신선하고 안전한 농산물 및 제품을 소비자에게 공급할 수 있는 시스템이 구축되어 있다. 일본의 경우 원적외선을 이용한 공업용 제품별 건조기가 개발되어 보급되고 있지만, 농산물 및 식품관련 건조기에 응용은 매우 미진한 상태이다. 독일과 덴마크를 비롯한 유럽국가들은 수년 전부터 농산 부산물 및 폐기물의 처리방법으로 혐기성발효법을 적용한 처리시설을 정부주도로 건설하여 운영하고 있다. 이러한 처리시설에서는 농산 부산물 및 폐기물을 발효시켜 화학비료보다 고품질의 무공해 유기비료를 생산함과 동시에 발효과정에서 발생하는 바이오가스(메탄 60%)를 대체에너지로 이용하여 전력을 생산하고 있다. 또한 생산된 전력은 친환경에너지로 규정하여 소비자 판매가격 보다 고가에 매입하여 농가에 이익을 환원하는 정책을 실시하고 있다.

(3) 국내(기술동향 및 연구동향)

(가) 국내의 신선도 유지를 위한 예냉 및 저장 기술은 일부 작물에 한정되어 연구가 진행되고 있고, 세척기술의 경우 고추와 당근세척기가 상용화되어 있으며 감자 및 고구마 세척기는 개발 중이다. 선별기술 및 포장기술은 최근에 상당히 상용화된 상태이지만 일부 작물에 국한되어 있다.

(나) 장기 저장을 위한 선도유지 및 살균 기술, 소비지까지 신선도 유지 운송기술에 관한 연구 및 상품화는 선진국에 비해 매우 미진한 상태이다. 수확 이후의 처리 공정 중에서 건조공정은 생산자의 노동력이 많이 소요되고, 품질관리에 큰 영향을 미친다. 또한 저장고의 시설 미비 및 부적합한 저장방법에 의해 품질이 저하되므로 안전하고, 친환경적이며 효율적인 시스템 개발이 필요하다.

(다) 국내에서 농산 부산물 및 폐기물의 처리는 주로 퇴적에 의한 자연발효법, 매몰 또는 소각하는 방법이 일반적이다. 그러나 매몰 및 퇴적 방법은 지하수나 하천의 오염, 악취와 해충으로 인한 피해를 초래하고, 소각은 다이옥신의 발생 등으로 인해 사회적인 문제로 제기되고 있다.

(라) 수확 후 관리기계 및 장치와 관련된 국내 산업기술과 연구개발 수준은 선진기술의 단순모방기계화 및 모방단계에 머물고 있거나 일부 선진국 수준에 접근한 기술도 있다. 그러나 전반적으로 이제 시작단계를 막 벗어난 정도이며, 우리 농산물의 수확 후 관리 기술개발에 필요한 우리 농산물의 생리적, 물리적 특성 등에 관한 기초 자료마저 아직 완전히 확립되어 있지 못하다.

(마) 수확 후 처리공정 및 시스템 개발 분야의 연구는 농산물의 생리적, 물리적 특성, 기계 및 전자 공학적 지식 정보, 마케팅 등 다양한 지식의 융합이 필요하다.

(바) 미곡의 저장기술의 경우, 미곡의 조제형태에 따라 벼, 현미, 백미로 나누는데 벼는 생명력을 가지고 있고 단단한 왕겨층으로 덮여 있어 저장 중 물리화학적인 변화를 적게 받고 곰팡이나 해충의 피해로부터 현미나 백미보다 비교적 안전한 편이다. 현미는 벼보다 부피가 1/2정도 적어 창고 면적도 적게 필요하며 포장이나 유통과정에서 여러 비용이 절감될 수 있어 일본에서는 주로 현미로 저장하고 유통되고 있으며 저온 저장 또는 준 저온 저장시설을 45%이상 이용하고 있다. 백미는 외부온도와 습도의 변화에 민감하게 반응하여 변질이 잘 되고, 해충의 침해를 받기 쉽고, 밥맛도 떨어지기 쉬우므로 정부양곡에서는 2개월 이상 유통하지 않는 분량만큼만 도정 출하하고 있다.

다) 생물생산시설시스템기술

(1) 정의 : 생물자원 생산시설의 고도화, 첨단화를 이루는 시스템을 개발, 실용화, 이용하는 기술 분야이다.

(2) 국외(기술동향 및 연구동향)

21세기의 식물공장 구축을 위한 “말하는 식물 접근법(the speaking plant approach)”이란 개념에 입각한 최적 환경제어 시스템의 개발 방법 및 연구동향이 소개되고 있다. 최적 제어 및 의사결정을 위한 leaf cellular automata 알고리즘, 접목 로봇의 핸들링 메커니즘, 미세 중력(microgravity) 하에서 묘목과 줄기 세포의 성장과 발달, 폐회로 식물공장에서 종이 펄프 물질을 이용한 이식 생산 시스템의 개발, 장기

간 우주선 내의 생활을 지원하기 위해 필요한 고급생활지원 시스템(advanced life support system)의 연구 및 모델링 기술 등이 선보이고 있다. 우주선 내에서의 작물 생육 및 생활 환경과 관련되는 기술이 개발되고 있다.

(3) 국내(기술동향 및 연구동향)

기계화의 관점에서 볼 때, 1980년 이후는 농가 호수와 농촌 인구의 급속한 감소, 농촌노임의 대폭적 증가, 농업의 국제화 등 농업 여건이 크게 변화된 시기였다. 이와 같은 기계화의 여건 변화는 앞으로도 상당한 기간 동안 지속될 것으로 전망된다. 유희 농지의 증가와 농지 전용에 따른 농경지의 감소가 예견되며, 농지 이용도 고소득 작목에 집중될 것으로 보인다. 아울러, 농가의 편농에 대한 선호가 더욱 커지며, 식품의 소비 패턴이 고급화, 다양화되고 식품의 안전성에 대한 사회적 요구도 높아질 것이다.

환경 문제에 대한 사회적 인식이 높아짐에 따라 농약, 비료 등의 과다 사용이 억제될 것이다. 한국 농업의 국제화·세계화가 더욱 빠르게 진전될 것으로 전망되며 농산물 수입 개방에 따라 가격 경쟁력과 품질 경쟁력 제고가 농정의 핵심 과제가 될 것이다. 또한, 다양한 소비자 기호에 부응하고 국내의 부존 자원을 활용하면서 지속적이고 환경 친화적인 농업으로 발전하기 위해 자본·기술 집약적인 농업이 강조될 것이다. 이와 병행하여 농업 기계화는 대형화, 정밀화, 첨단화, 자동화, 시설화 쪽으로 진행될 전망이다.

발작물과 시설 원예의 기계화와 자동화는 아직 초보 단계에 있다. 발작물 및 원예 작물은 작물의 종류가 많고 작업 단계가 복잡하여 다양한 종류의 생물 생산 기계가 필요하므로 생물 생산 기계의 공급은 다기종 소량 생산 체제에 의존할 수 밖에 없다. 따라서 발작물 기계화를 위해서는 재배 표준화를 촉진하고 생물 생산 기계의 개발, 이용, 보급을 지원할 수 있는 효율적인 지원 체계가 수립되어야 한다. 그리고, 발작물 기계화를 촉진하기 위하여 신기종 개발에 대한 연구비 지원과 정책 자금의 지원도 지속적으로 이루어져야 한다.

생물 생산 기계 산업은 정부의 적극적인 농업 기계화 정책에 의하여 1980년대 중반까지 3,000억원 수준이던 시장 규모가 매년 10% 이상 성장하여 1990년대 중반 이후에는 1조원을 상회하고 있다. 그러나 생물 생산 기계 산업은 기업 규모의 영세성, 수요의 계절성으로 인한 가동률 저위, 제조업체간의 과다 경쟁, 만성적 경영부진, 국제 경쟁력 저위 등의 문제점을 안고 있다. 또한, 필수 부품의 해외 의존도가 높기 때문에 외환 부족으로 야기된 IMF 관리 체제 하에서는 환율 상승, 고금리 등으로 많은 어려움이 예상된다. 따라서, 생물 생산 기계 산업의 국제 경쟁력을 강화하고 수출 확대를 위한 생물 생산 기계 산업의 구조 조정 등 경영 혁신 대책이 강구되어야 할 것이다.

시설용 난방기로 무연탄을 연료로 하여 연료공급시간, 급수온도를 설정하면 연료 공급이 자동으로 조절되고 폐열 회수장치와 재 집진 장치가 부착된 시스템이 소개되었다.

라) 생명시스템기술

(1) 정의 : 동·식물 생체의 생육진단 및 관리를 위한 시스템을 개발, 실용화, 이용하는 기술 분야이다.

(2) 국외(기술동향 및 연구동향)

(가) 축산 폐기물의 생물공학적 처리 및 재활용 시스템 개발 동향을 살펴보면, 일반 폐기물의 생물공학적 처리가 가능함을 보여주는 연구결과가 제시되고 있고, 작물, 토양의 특성을 고려한 생물공학적 비료 등을 개발하고 있으며, 폐기물의 특성에 따라 다양한 생물공학적 처리 방법을 개발 중이며, 축산 폐기물 및 농업 부산물의 에너지화, 자원화에 관한 가능성을 검토 연구하고 있다.

(나) 가축의 생육관리를 위한 생체정보 측정 및 관리 시스템 개발 동향의 경우, 생육정보 측정을 위한 다양한 센서의 개발에 많은 연구비를 투자하고 있고, 가축의 생육관리를 위한 개체별 DB의 구축을 시도하고 있으며, 일부 수집된 생육정보를 이용하여 체계적인 관리방법을 부분적으로 활용하고 있으며, 체계적인 사양 관리를 위한 관련 시설 및 시스템이 소개되고 있다.

(다) 동식물의 생체진단용 비파괴 측정기술 개발 현황은 유통업체가 필요한 품질 수준을 생산자가 만족할 수 있도록 관련 정보를 공유하는 시스템 구축, 도축 또는 수확 전에 생산물의 품질을 예측할 수 있는 방법 개발, 실험실 수준에서 일부 시스템이 소개되어 있으며 실용화를 위한 기술 연구 등이 있으며, 그리고 초음파, 근적외선, 영상신호 등을 이용한 시스템의 시작품을 활용하고 있다.

(라) 생물정보학을 이용한 식물자원 관리시스템 개발 동향을 살펴보면, 바이오인포메틱스 분야의 많은 연구비를 투자하여 DB를 구축하고 있고, 식량작물 유전자원의 DB를 구축하고 분석 기능을 추가하고 있으며, DNA profile을 이용한 식물 유전자원의 분류 시스템 개발하고 있고, 또한, 식물자원 유전체 정보 DB 통합 연계시스템의 개발을 연구하고 있다.

(마) 가축 진단용 마이크로칩센서 개발 분야에서는 고밀도 DNA 칩을 개발하여 가축 등에 적용하는 연구가 있고, 연구 수준에서 필요한 고밀도 DNA 칩을 개발하여 이용하고 있으며, 특정 기능을 가진 DNA 칩의 제작 장비, 스캐너, 분석 프로그램 등이 계속 개발되고 있으며, 지속적인 연구비 투자로 인체에도 활용 가능한 시스템의 개발이 예상되고 있다.

(바) 생물 분자 신속측정을 위한 생물광학기술을 확보하기 위해 식품, 농산물 등의 품질, 안전성 평가를 하기 위한 생물분자 신속측정 기술은 바이오센서 개발을 중심으로 활발히 이루어지고 있으며, 특히 생물광학기술을 이용한 생물분자 측정기술은 발전기에 해당한다.

(사) 농산물의 기능성 성분강화를 위한 생체대사 조절장치 개발의 경우, 국내동향과 비슷한 면을 보이고 있으나, 고등동물에 대한 적용사례는 국내에 비해 매우 앞서 있다.

(아) 조직배양 자동화를 위한 시스템 통합기술 개발 및 확보 측면에서는 조직배양에 의한 생물소재 및 농업산물을 대량으로 생산하기 위해 시스템 통합 및 자동화 기술 연구에 집중하고 있다.

(자) 바이오 리액터를 이용한 기능성 물질 대량생산 시스템의 경우, 생물반응을 이용한 기능성 물질의 대량생산기술의 선진국 수준은 대체로 발전기에 해당하나 부분적으로 성숙기에 진입한 경우도 있다.

(차) 생물분자 특성제어를 이용한 생물재료의 물성 변환기술 확보 및 활용 분야에서는 생물분자의 주골격은 유지하면서 작용기의 변환 또는 치환을 통해 물성을 조절하는 기술은 발전기에 해당한다.

(3) 국내(기술동향 및 연구동향)

(가) 축산 폐기물의 생물광학적 처리 및 재활용 시스템 개발 분야에서는 실험실 규모로 일반 유해물질의 생물공학적 처리 방법에 관한 연구를 시도하고 있고, 수질 오염의 방지를 위한 방법을 중심으로 많은 연구가 수행되고 있으며, 폐기물의 재활용에 관한 연구는 아직 시도되지 못하고 있는 실정이다.

(나) 가축의 생육관리를 위한 생체정보 측정 및 관리 시스템 분야에서는 개체별 체계

적인 생육정보를 수집하여 활용하는 방법을 도입하지 못하고 있고, 가축 개체의 생육 정보 관리를 위한 전자인식장치에 관한 연구를 시도하였고, 가축의 효과적인 관리 방법에 관한 연구를 수행하고 있으며, 가축의 생육정보 측정을 위하여 필요한 센서가 개발되지 않아 생육정보의 측정이 어려운 실정이다.

(다) 동식물의 생체진단용 비파괴 측정기술 분야에서는 생산자와 유통업체가 분리되어 체계적인 정보 교환이 미흡하고, 가축은 도축 후에, 작물은 수확 후에 파괴적 방법으로 품질의 측정 및 분류하고 있으며, 많은 장비를 외국에서 수입하여 국내 환경에 적합하게 변환하여 이용하고 있으며, 일부 시스템의 관련 기술은 선진국 수준에 접근하였으나 상용화는 미흡하다.

(라) 생물정보학을 이용한 식물자원 관리시스템 개발 동향에서는 바이오인포매틱스 분야의 중요성을 인식하고 매우 초보적 단계에서 시작하고 있고, 식량작물 유전자원의 확보 및 정보 수집을 위한 DB 구축에 연구 투자 중에 있으며, 관련 자료의 표준화, DB 개발 등에는 상당한 시간 및 인력이 요구되고 있고, 많은 부분을 외국의 자료에 의존하고 있다.

(마) 가축 진단용 마이크로칩센서 개발 현황은 반도체 기술의 발달로 고밀도 DNA 칩 개발에 필요한 기초 기술을 확보하고 있고, 고밀도 DNA 칩 스캐너 등의 개발에 필요한 핵심 기술, 실용화 기술이 필요하며, 연구 또는 실용용으로도 관련 기술이 적용된 연구가 전혀 없다.

(바) 생물 분자 신속측정을 위한 생물광학기술 분야에서는 생물재료의 물성 및 품질을 평가하기 위한 기술개발은 매우 활발히 이루어지고 있으며, 특히 비파괴기술을 이용한 측정기술은 발전기 수준에 이르고 있으나, 분자 수준의 측정기술은 아직 태동기에 머물고 있다.

(사) 농산물의 기능성 성분 강화를 위한 생체대사 조절장치 개발 현황은 고등동물에 대해서 약물 또는 식이요법으로 기능성 성분을 강화하는 기술개발은 활발히 이루어지고 있으나 고등식물을 대상으로 기능성 성분을 강화는 생체대사 조절 시스템 연구는 태동기이다.

(아) 조직배양 자동화를 위한 시스템 통합기술의 경우, 조직배양에 관한 기초기술은 매우 높으나 대량생산을 위한 시스템 통합기술은 매우 미흡한 형편이고, 생물반응을 이용한 기능성 물질의 대량생산기술의 국내 수준은 발전기에 해당한다.

(자) 생물분자 특성제어를 이용한 생물재료의 물성 변환기술의 경우, 건강기능성 물질의 제조, 생체물질전달 성질을 특이적으로 갖도록 하는 물성 변환기술, 환경친화적 생물재료의 연구에 대한 관심은 지대하나 제조기술 등은 태동기에 해당한다.

나) 각 핵심기술의 수준과 연구개발전략

핵심기술별로 우리의 현 기술수준, 기술의 priority, 국내기술 개발역량, 기술성숙도, 기술도입곤란성을 종합적으로 분석하여 연구개발전략을 설정

<표 4-4-26> 기계화 핵심기술수준 및 연구개발전략

핵심기술내용	우리의 현기술수준	기술의 우선순위	국내기술 개발역량	기술 성숙도	기술 곤란도	연구개발 전략
농산물 품질 및 안전성 평가를 위한 센서 기술	○	◎	○	◎	△	실용화
친환경 정밀농업 기계기술	△	◎	△	○	○	실용화
농작업 무인화 기술	△	◎	△	△	◎	실용화
기계의 모듈화 및 표준화 기술	○	◎	○	◎	△	실용화
친환경 토양관리 기계기술	△	◎	△	○	○	실용화
농산 부산물 및 폐기물 처리 기술	○	◎	○	◎	△	실용화
농산물의 선도유지 기술 및 시스템	◎	◎	◎	◎	△	실용화
농산물의 자동품질관정 시스템	◎	◎	◎	◎	△	실용화
고부가가치 생물소재의 추출 및 분리정제 시스템	△	○	△	○	○	실용화
과실류 및 채소류의 수확후 관리기술 및 위생처리기술	◎	○	◎	◎	△	실용화
과채류 선도유지 시설	◎	◎	◎	◎	△	실용화
축사 최적 환경 관리 기술	○	◎	○	◎	△	실용화
저비용 온실 생력 기계설비 시스템	◎	◎	◎	◎	△	실용화
축산 분뇨의 고효율 처리기술	◎	○	◎	◎	△	실용화
화훼류 선도유지 시설	◎	○	◎	◎	△	실용화
동식물 생체진단용 비파괴 측정기술	△	◎	△	○	○	실용화
축산 폐기물의 생물 공학적 처리 및 재활용 시스템	○	○	○	◎	△	실용화
생물정보학을 이용한 식물자원 관리시스템	△	○	△	○	○	실용화
가축 진단용 마이크로칩센서	△	○	△	○	○	실용화
바이오리액터를 이용한 기능성 물질 대량생산 시스템	△	○	△	○	○	실용화

◎:높음, ○:보통, △:낮음

다) 각 핵심기술별 추진전략

(1) 생물생산기계기술

<표 4-4-27> 생물생산기계기술 추진전략

구 분	추진전략	연구개발전략
친환경 정밀농업 기계기술	기초연구, 현장기술개발, 제도개선	실용화
작업 무인화 기술	기초연구, 현장기술개발	실용화
기계 모듈화 및 표준화 기술	현장기술, 제도개선	실용화
친환경 토양관리 기계기술	기초연구, 현장기술개발, 제도개선	실용화

(2) 생물공정시스템기술

<표 4-4-28> 생물공정시스템기술 추진전략

구 분	추진전략	연구개발전략
농산물 품질 및 안전성 평가 센서 기술	기초연구, 현장기술개발	실용화
농산 부산물 및 폐기물 처리기술	기초연구, 현장기술개발, 제도개선	실용화
농산물의 선도유지 기술 및 시스템	기초연구, 현장기술개발	실용화
농산물의 자동품질판정 시스템	기초연구, 현장기술개발, 제도개선	실용화
고부가가치 생물소재의 추출 및 분리정제 시스템	기초연구, 현장기술개발	실용화
과실류 및 채소류의 수확후 관리기술 및 위생처리 기술	기초연구, 현장기술개발, 제도개선	실용화

(3) 생물생산시설시스템기술

<표 4-4-29> 생물생산시설시스템기술 추진전략

구 분	추진전략	연구개발전략
과채류 선도유지 시설	기초연구, 현장기술개발	실용화
축사 최적 환경관리 기술	기초연구, 현장기술개발, 제도개선	실용화
저비용 온실 생력 기계설비 시스템	기초연구, 현장기술개발, 제도개선	실용화
축산 분뇨의 고효율 처리 기술	기초연구, 현장기술개발, 제도개선	실용화
화훼류 선도유지 시설	기초연구, 현장기술개발	실용화

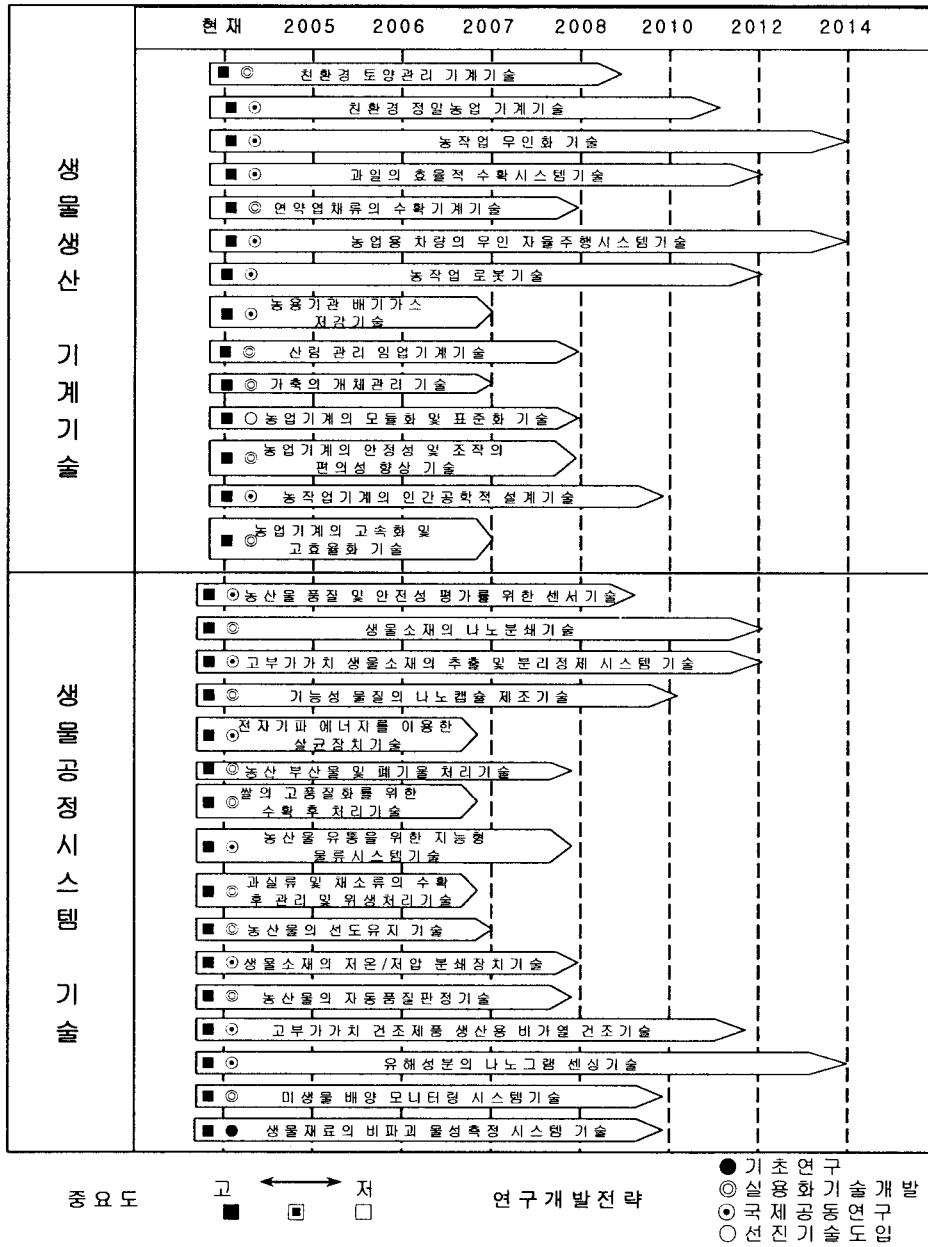
(4) 생명시스템기술

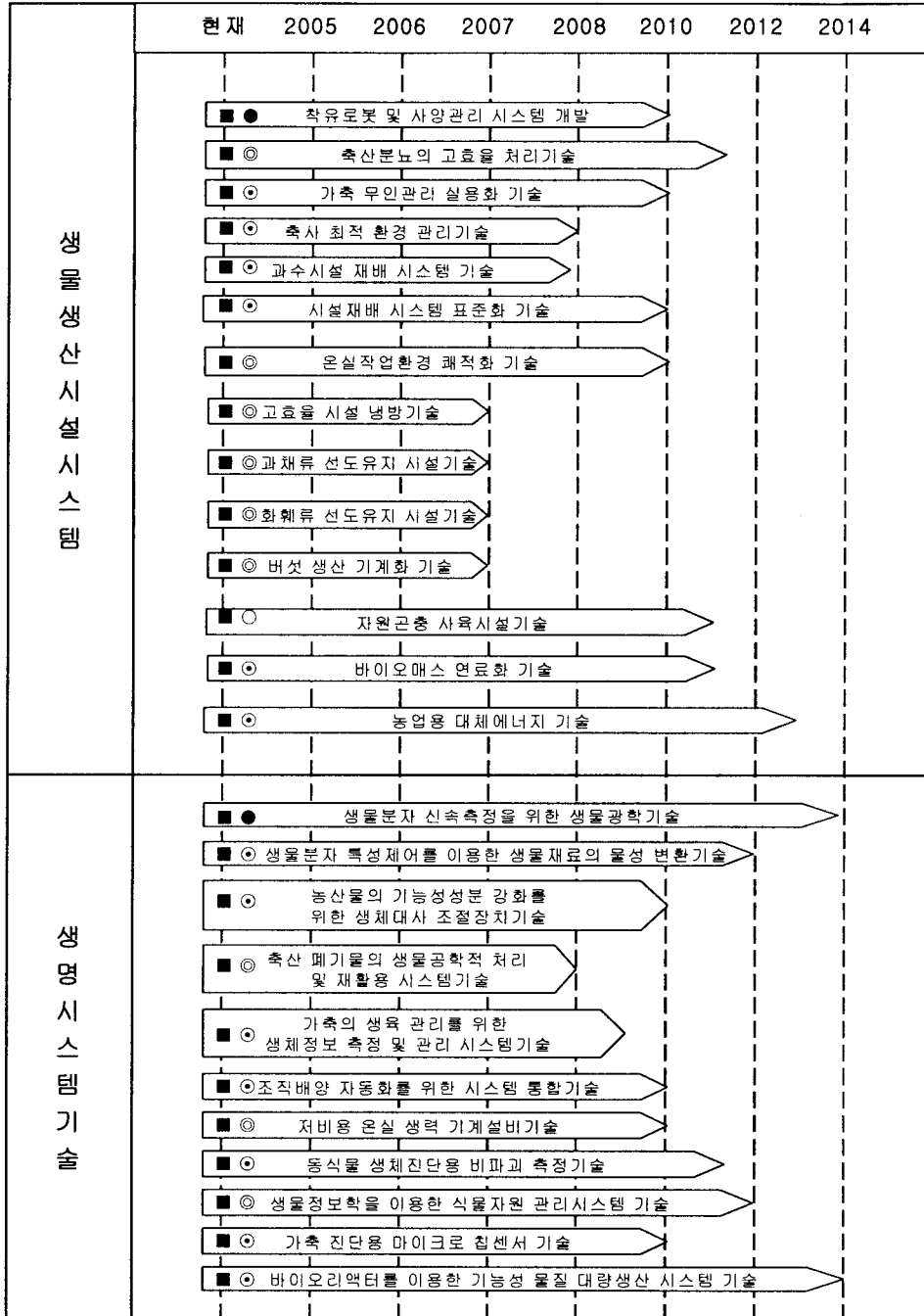
<표 4-4-30> 생명시스템기술 추진전략

구 분	추진전략	연구개발전략
동식물 생체진단용 비파괴 측정기술	기초연구, 현장기술개발	실용화
축산 폐기물의 생물공학적 처리 및 재활용 시스템	기초연구, 현장기술개발, 제도개선	실용화
생물정보학을 이용한 식물자원 관리시스템	기초연구, 현장기술개발, 제도개선	실용화
가축 진단용 마이크로칩센서	기초연구, 현장기술개발	실용화
바이오리액터를 이용한 기능성 물질 대량생산 시스템	기초연구, 현장기술개발	실용화

3. 기술로드맵 전개

가. 매크로 기술로드맵





중요도 고 ← → 저 연구개발전략

■● 기초연구
 ◎ 실용화 기술 개발
 ○ 국제 공동연구
 ○ 선진 기술 도입

4. 실행계획을 위한 제안(recommendation)

본 기술지도는 생물생산기계기술, 생물공정시스템기술, 생물생산시설시스템기술, 생명시스템기술의 4개 영역의 핵심기술(macro TRM)에 대해 작성된 것이다. 다음 단계는 각 기술대안들을 개발하기 위한 세부기술지도(micro TRM)를 작성하고 연구개발 계획을 구체적으로 수립하는 절차가 뒤따라야 한다.

기계화 분야는 농업생명산업을 구체적으로 실현하는 데 있어 기반 및 요소기술을 제공하는 down-stream technology 분야로서 농업 및 생명공학 분야의 up-stream technology와 연계 및 협동 연구체계를 구축하여 실행계획을 수립하는 것이 필수적으로 요구된다. 또한 기계화 분야는 농업생명산업을 경쟁력을 강화시키는 데 있어 산업적 성격은 물론이고 공공적 성격을 가지는 특징이 있어 산·학·연·관 및 정부 부처간의 전략적 유기적 협력체계 구축에 의한 실행계획 수립이 필수적으로 요구된다.

이와 같은 기계화 분야의 특징을 고려해 볼 때, 기술지도에 근거하여 개발된 기술의 산업적 활용을 극대화하기 위해서는 선행기술에 대한 분석과 함께 기술개발 기획 단계부터 경제성 분석 및 마케팅 전략 수립이 동반되어야 한다.

기술지도의 성공적 실행을 위해 단기적 및 장기적 계획을 구분하여 수립하여야 하며, 관련기술의 DB 구축 및 활용, 제도 정비, 융합 인프라 구축, 연구인력의 확대 및 양성, 기술개발비의 지속적 지원 등이 이루어져야 한다.

현재 우리의 기계화 연구인력의 질적인 수준은 상당한 정도에 이르고 있으나 선진국에 비하여 그 수가 부족하거나, 그 대우가 미흡하여 해외로 유출되고 있어, 대학, 연구소 등의 인력양성 프로그램을 활성화하고 배출된 전문가를 적극적으로 흡수할 수 있는 여건을 조성할 필요가 있다.

선택과 집중의 원칙에 의해 국제 경쟁력확보가 조기에 가능한 우선 과제 중심의 집중적인 투자가 필요하며 국내외의 연구동향과 수준을 비교하여 국제공동연구, outsourcing 등 다양한 추진전략을 위해 투자예산확보 등의 정책적 지원이 확대될 필요가 있다.

제3절 맺 음 말

본 기술지도 작성을 통해 얻은 결론은 다음과 같다.

경제 성장에 따른 삶의 질 향상에 대한 욕구가 심화되면서 농업에 대한 인식이 생산자 및 소비자 모두에게서 크게 달라지고 있어 미래기술의 수요가 과거의 기술 유형과 크게 달라진 것으로 파악되었다. 이에 따라 기계화 분야는 전문가 회의를 통해 생물생산기계기술, 생물공정시스템기술, 생물생산시설시스템기술, 생명시스템기술의 4개

핵심기술 영역으로 조정되었다.

기존의 농업 산업을 더욱 고도화하기 위해서 생물의 생산, 수확 그리고 관리에 이르기까지 필요로 하는 기술들을 생물생산기계기술, 생물공정시스템기술, 생물생산시설시스템기술의 영역에서 추가적인 세부기술 영역이 도입되었으며, 농업생명산업에서의 신규산업 진입을 활성화하기 위하여 핵심기술인 생명시스템기술을 도입하였다.

본 기술지도에서 제시한 네 가지 기술은 기계화 분야에 있어서의 각 기술의 특성이나 연계를 확실히 하고 앞으로 발전시켜 나아갈 길의 큰 틀을 잡아 기술 영역 분석과 세부 요소기술을 제시하여 앞으로의 관련 연구개발계획 기획시 가이드 라인 또는 참고자료로 활용될 수 있을 것이다. 본 기술지도는 기계화 분야의 매크로 기술지도에 해당하는 것으로서 곧이어 구체적인 실행을 위한 마이크로 기술지도가 작성되어야 한다. 마이크로 기술지도의 상당부분은 앞으로 산업수요와 국내외 기술환경의 변화에 맞추어 탄력적으로 수정·보완되어야 할 것이다. 또 새로 나타나는 돌출기술도 그 중요성이 충분하다고 판단되면 추가되어야 할 것이다.

제5장 생명공학분야

제1절 비 전

1. 생명공학기술의 개요

가. 생명공학기술의 정의 및 범위, 필요성

1) 정의

고부가가치성과 형질이 개량된 농작물과 바이오제품 개발을 위한 다방면의 과학기술이 융합된 첨단기술집약 분야로 생물체의 유전정보와 자원을 이용하여 고부가가치 생물체, 신기능성 물질 및 생물체, 고기능성 생물체, 환경적응형 생물체를 개발하고 대량생산하는 기술이다.

2) 범위

가) 형질전환에 의한 개량

- (1) 고효율 동식물 형질전환기술 개발
- (2) 유용유전자 활용에 의한 고품질작물 개발
- (3) 유용유전자 활용에 의한 다수성작물 개발
- (4) 유용유전자 활용에 의한 친환경성작물 개발
- (5) 유용유전자 활용에 의한 고부가가치 형질전환동물 개발
- (6) GMO 안전성 검증기술 개발

나) 유용유전자 및 발현조절

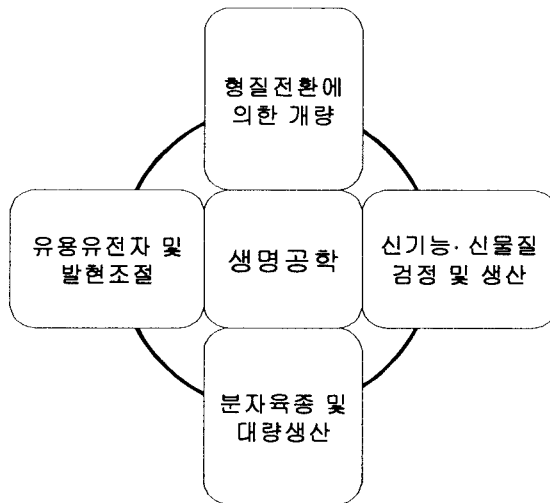
- (1) 기내 돌연변이 유기체를 활용한 유전자 기능 분석
- (2) 기관특이 유전자 발현조절기술 개발
- (3) 염기서열 및 유전자지도를 이용한 유용유전자 개발
- (4) 프로테옴 분석을 통한 유용유전자 개발

다) 분자유종 및 대량생산

- (1) 농작물의 1대 잡종 생산기술 개발 및 순도검정기술 개발
- (2) 분자탐침을 이용한 육종 및 검정기술 개발
- (3) 세포공학기술을 이용한 유용 농작물 개발
- (4) 고능력 가축의 대량번식기술 개발
- (5) 농산물 유전자원의 장기저장, 평가 및 증식관리기술 개발
- (6) 유전자변형 생물체 및 생산물의 환경안정성 평가기술 개발

라) 신기능 검정 및 생산

- (1) 2차 대사산물 관련 유전자 발굴 및 기능성 강화 농작물 개발
- (2) 농작물로부터 의료활성물질 개발 및 생산
- (3) 농작물로부터 유용 천연물질 개발 및 생산
- (4) 미생물로부터 유용 천연물질 개발 및 생산
- (5) 유용물질 대량생산을 위한 인공유전자의 제조 및 발현시스템 개발
- (6) 형질전환동물에 의한 유용 단백질 생산
- (7) 친환경 생물소재 개발



<그림 4-5-1> 생명공학 기술의 범위

3) 필요성

생명공학은 이학·의학·약학·공학·농학 등 광범위한 학제적인 분야로서 의료·건강·식품·에너지·환경 등의 생물산업분야에 커다란 변화를 가져오고 있다. 생물산업은 생물체 또는 생물체의 기능을 활용하여 유용한 물질을 생산하는 산업(공업, 농업, 광업 등)을 총칭한다. 한편 IT와 NT 등 타 분야의 기술진보의 성과를 활용하여 분자공학, 세포공학 등의 보다 첨단적인 생물산업기술이 나타나고 있다. 이것들은 21세기의 생물산업기술 또는 제 3세대의 생물산업기술이라고 불리기도 한다. 이에 대해서 전통적 산업인 양조업, 발효공업 분야의 생물이용기술을 제 1세대의 생물산업기술이라고 한다.

이와 같이 근년 생물산업기술을 둘러싼 상황은 크게 변동하고 있고 이와 같은 상황 하에서 21세기의 생물산업의 비전도 새롭게 검토할 필요가 있다. 우리나라에서도 다양한 분야에서 생물산업기술의 공업화가 진전되고 있다. 이러한 시점에 생물산업기술이 화학공업(아미노산, 공업용 알코올, 공업용 효소 등), 전기전자산업(바이오센서 등), 자원에너지산업, 환경정화, 의약품공업, 농림축수산업, 식품공업 등의 주요 산업분야에 어떠한 영향을 주는가에 관한 검토는 긴급하다고 판단되며, 이에 기초하여 새로운 생물산업의 비전을 제시할 필요성이 높아지고 있다.

생물산업기술은 기초연구의 성과가 실용화 및 산업화에 즉시 반영되기 쉬운 특징을 가지고 있는 점에서 급후 기초연구의 충실을 도모하는 것이 중요하고, 그러기 위해서는 모든 산업기술과 제휴하여 생물산업기술의 기초연구를 촉진하는 것이 중요하다. 이것을 구체적으로 실현하기 위해서 산학연의 연구교류를 활성화하여 생물산업기술의 기초연구를 추진하여 가는 것이 필요하다. 또한 산업기반을 정비하는 과정에서 세계 각 국에서 진행되고 있는 생물산업기술의 개발과 공업화의 현황을 신속하게 국내의 관련분야 연구자에게 제공될 수 있도록 data base를 포함한 정보시스템의 정비가 필요하다. 국제협력과 교류는 연구개발효율의 극대화를 위해서 필요하다. 인재교류와 정보교류의 추진은 가장 기본적이면서도 효과적인 국제협력 및 교류의 수단이다.

나. 비전

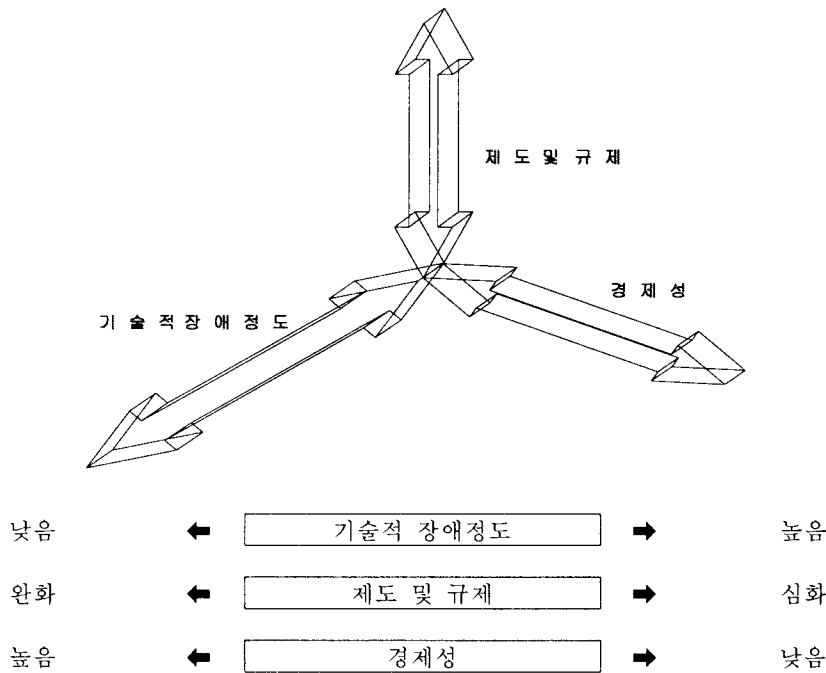
1) 시나리오 구성

가) 외부환경분석

<표 4-5-1> 영향요소의 파급효과와 불확실성 분석

과 급 효 과	High Impact	<ul style="list-style-type: none"> 인구의 고령화 WTO 등에 의한 시장개방 확대 IT, BT, NT 등 기술융합 차별화된 제품 수요 	<ul style="list-style-type: none"> 주요 선진국의 관련 기술 확보 가능성 정부의 지원/투자 국내연구역량 	<ul style="list-style-type: none"> 주변 경쟁국의 관련 기술 확보 가능성
	Medium Impact	<ul style="list-style-type: none"> 소득수준의 변화 BT 시대의 진입 	<ul style="list-style-type: none"> 관련연구인력의 해외 유출/유입 주요국의 지적권관련 정책 	<ul style="list-style-type: none"> Nationalism 국제적 경쟁/협력
	Low Impact	<ul style="list-style-type: none"> 건강에 대한 관심도 	<ul style="list-style-type: none"> Life style의 변화 식생활 습관의 변화 안전성 및 유효성에 대한 의문 제기 	
		Low Degree of Uncertainty	Medium Degree of Uncertainty	High Degree of Uncertainty
		불 확 실 성		

나) 외부영향요소들로부터 불확실성 축 선택



<그림 4-5-2> 불확실성 축 결정

다) 불확실성 축에 따라 구성될 수 있는 시나리오 중에서 가장 가능성 있는 시나리오 선정

<표 4-5-2> 유망 시나리오 선정

	경제성	제도 및 규제	기술적 장애장도	명칭
시나리오 A	높음	완화	낮음	Optimist
시나리오 B	높음	완화	높음	Challenger
시나리오 C	높음	심화	낮음	
시나리오 D	높음	심화	높음	The pit
시나리오 E	낮음	완화	낮음	
시나리오 F	낮음	완화	높음	
시나리오 G	낮음	심화	낮음	
시나리오 H	낮음	심화	높음	

라) 불확실성 축에 관련된 외부환경요소들을 구체화

<표 4-5-3> 외부환경요소 구체화

	Optimist	Challenger	The pit
경제성	<ul style="list-style-type: none"> • 인구의 고령화 • 인구의 증가 • 기계적 증산의 한계 • 차별화된 제품수요 	<ul style="list-style-type: none"> • 인구의 고령화 	<ul style="list-style-type: none"> • 인구의 고령화
제도 및 규제	<ul style="list-style-type: none"> • GMO에 대한 각국의 지지 • 생명공학에 대한 제도적 지원 	<ul style="list-style-type: none"> • GMO에 대한 각국의 의식 	<ul style="list-style-type: none"> • GMO에 대한 각국의 거부 동향
기술적 장애장도	<ul style="list-style-type: none"> • IT, NT 등과의 기술 융합 가속화 	<ul style="list-style-type: none"> • 주요기술을 대체하는 innovative기술발생 	<ul style="list-style-type: none"> • 주요 선진국 및 주변 경쟁국의 관련 기술수준 비교 시 국내 기술 경쟁력이 적음

마) 유망 시나리오별로 구체화된 외부환경요소들을 중심으로 시나리오 작성

시나리오 A : Optimist

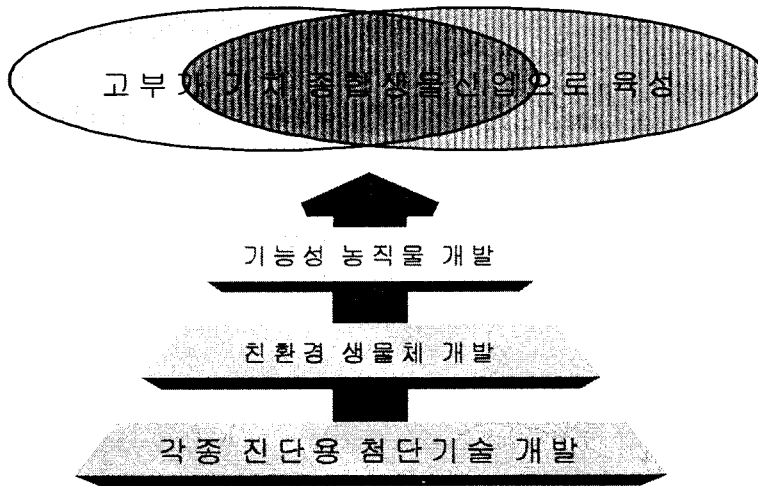
- 생명공학기술의 발달은 가격경쟁력이 없는 우리 농업에 많은 변화를 가져다 줄 수 있을 것으로 기대된다. 인구의 증가에 따른 수요 증가와 차별화된 제품의 수요에 부응할 수도 있으며, 원예·경종·축산·임업 등 농림업의 전반에 혁신적인 변화를 가져다 줄 수도 있다. 유전자조작을 통한 품종 개량은 단순한 생산량의 증가를 넘어서 수요자 우위의 시대에 걸맞는 경쟁력을 가져다 줄 것으로 보이며, 더 나아가 질병에 대한 기능성 제품의 개발 등 인류의 건강증진에도 직접적인 공헌을 할 수 있을 것으로 기대된다.

시나리오 D : The pit

- 생명공학기술은 환경오염 등 환경에 부하를 주지 않고도 농업부문에서 차별화된 제품의 생산과 생산량의 개선을 달성할 수 있는 분야이기는 하나, 아직 우리나라의 생명공학기술은 선진국의 기술수준에 비해 열악한 수준을 벗어나지 못하고 있다. 생명공학분야의 기술은 단기간 내에 비약적인 발전을 기대할 수 없는 분야이기 때문에 개방화와 세계화의 추세는 국내의 생명공학분야의 상황을 더욱 어렵게 할 수 있다.

2) 비전 및 목표 설정

생명공학기술 Vision과 목표



<그림 4-5-3> 생명공학 기술의 비전과 목표

<표 4-5-4> 생명공학 기술의 비전과 목표

비 전
고부가가치 종합생물산업으로 육성
↑ ↑ ↑
목 표
<ul style="list-style-type: none"> ◆ 기능성 농작물 개발 ◆ 내재해성 신품종 개발 ◆ 친환경 생물체 개발 ◆ 기능성 식품개발 ◆ 신소재 화장품 개발 ◆ 기능성 농약 개발 ◆ 인공장기 생산 기술 개발 ◆ 유용단백질과 생산기술 ◆ 고부가가치 가축 생산 ◆ 각종 질병진단용 첨단 기술 개발 ◆ 유용물질 대량생산 기술 개발 ◆ 친환경 생분해성 바이오소재 개발 ◆ 친환경 축산물 생산을 위한 신물질 개발 ◆ 질병 진단용 DNA Chip ◆ 유용 유전자 개발 및 활용화

3) 기본 전략

- 가) 형질전환에 의한 개량
- 나) 유용유전자 및 발현조절
- 다) 분자유종 및 대량생산
- 라) 신기능·신물질 검정 및 생산

4) 관련 전략제품/needs

- 가) 친환경 생분해성 농업자재

생분해성 플라스틱을 이용한 농업자재로 사용 시 일반 플라스틱과 같으며 사용하

고 폐기 시에는 자연계에 통상 존재하는 미생물에 의해 생물학적으로 분해되어 최종적으로는 이산화탄소 또는 바이오매스(biomass)만이 생성된다. 우수한 성질을 갖는 플라스틱의 유일한 약점인 폐기 후 환경 오염물질화라는 난제를 해결하기 위해 생분해성 플라스틱의 개발은 각 국에서 활발하게 진행되고 있다.

나) 유전자 조작에 의한 고부가가치 동식물

지난 20년 간의 연구 개발로 국내 유전공학 인력만 해도 100 배 이상 늘어날 정도로 질적 양적 팽창이 이루어졌다. 하지만 아직까지 미국이나 유럽 등과 비교하면 결코 우리가 보조를 맞추고 있는 수준이라고 할 수 없고 더욱이 이에 대한 재정적 제도적 뒷받침이 필요하다.

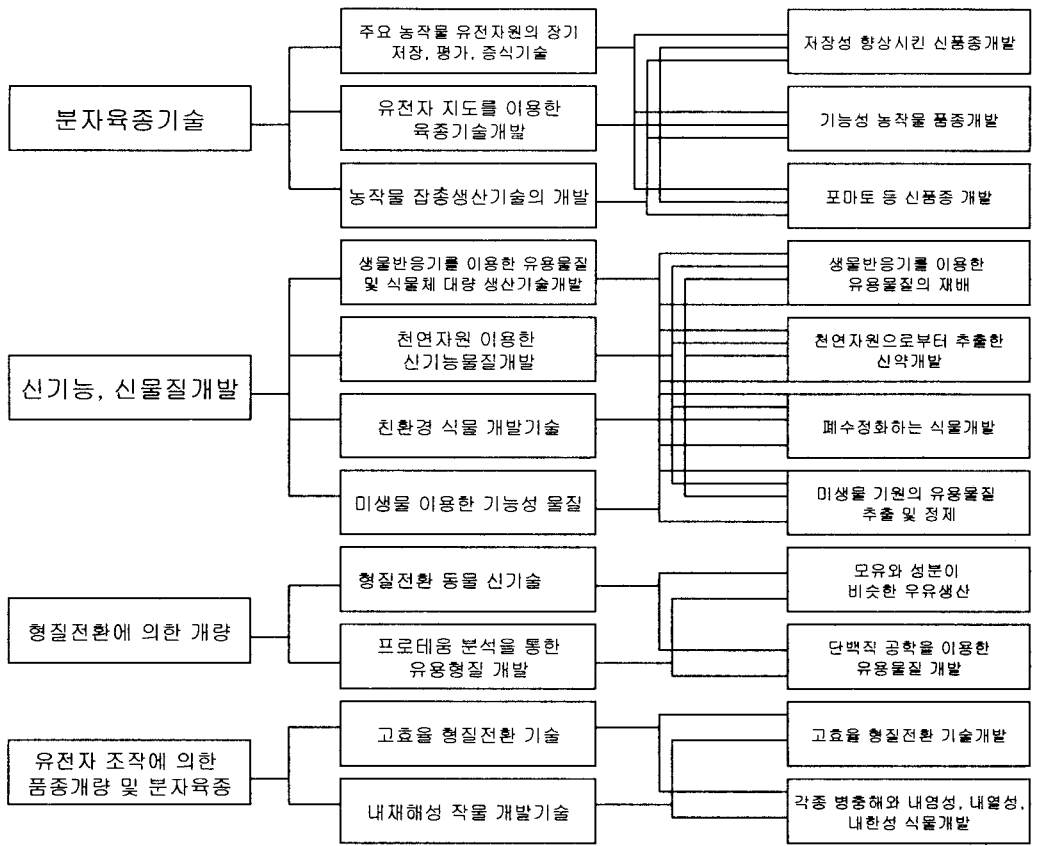
다) 유전자조작에 의한 고기능성 축산 신제품

인간의 모유와 성분이 비슷한 젖소의 생산이나 면역성분 강화, 성장인자를 강화한 우유 등 인간에게 유익한 성분이 함유된 축산 신제품의 개발이 가속화되고 있다.

라) 내재해성 물질개발

제조제 저항성, 내염성, 내한성, 내열성, 내병성 등 유전자 조작 기술을 통해 개발하여 유전자 발현이 후대에도 안정적으로 발현되는가를 지속적으로 관찰하고, 기술의 data base구축이 필요하다.

5) 기술/제품 연관성



<그림 4-5-4> 기술/제품 연관도

2. 관련 산업동향

가. 산업동향

현재 상품화 단계에 있는 것은 인공씨감자와 형질전환벼, 그리고 모유성분을 함유한 우유를 만드는 젖소 등이다. 일부 유전자 조작식품은 개발을 완료하고도 유전자 조작식품의 안전성에 대한 논란 때문에 상품화가 유보된 상태다. 유전자조작에 의한 동물식품은 세계적으로 아직까지 상품화되지 않고 있으나 현재 여러 국가에서 임상실험을 수행 중에 있다. 예를 들면, 인체락토페린 유전자조작은 인체락토페린 유전자를 젖소 수정란의 핵 내에 도입하고 동결시킨 뒤 젖소 대리모에서 수정하는 방식으로 이루어졌다. 이렇게 해서 태어난 송아지는 인체락토페린 유전자가 정상적으로 발현되었으며 이 송아지의 정자를 받아 임신한 34마리의 젖소 중 절반에서도 인체락토페린 유전자가 확인되었다. 인체락토페린 생산용 형질전환젖소는 네덜란드 파밍연구소에 이어 두 번째로 성공한 것이며 수정란 동결방법으로는 세계 최초이다. 인체락토페린이 함유된 우유는 비록 곧바로 상용화되지 않는다 하더라도 락토페린만 추출하여 의약품이나 분유강화제로 사용할 수 있다. 인체락토페린 유전자 형질전환젖소 한 마리가 가지는 경제성은 31억여원으로 추정된다.

벼에 대한 유전자조작은 10년 전 미국에서 처음으로 이루어진 이래로 일본과 한국에서도 적극적으로 수행되고 있다. 실제적인 예를 들자면, 제초제 저항성 벼는 제초제를 뿌릴 경우 '피' 등 잡초만 제거되고 벼는 아무런 피해를 입지 않아 원하는 시기에 뿌릴 수 있고 노동력도 절감할 수 있는 벼를 말한다. 반면, 내병·항균성 벼는 연구의 진척은 보고되고 있으나 산업화에는 도달하지 못하고 있다.

대량생산이 가능한 인공씨감자는 체세포로도 번식하는 감자의 영양번식 기능을 응용하여 세포복제기술로 만든 것이다. 인공씨감자 복제는 첨단 조직배양기술을 이용해 체세포를 기하급수적으로 증식시켜 동일한 씨감자를 만들어내는 획기적인 세포공학산물이다. 작물에 피해를 주요 바이러스는 RNA와 외피단백질로 구성되어 있는 데, 외피단백질의 유전자를 유전자조작으로 작물 유전자에 삽입시켜 생성시킴으로써 바이러스에 저항성을 갖도록 한 것이다.

이 밖에 다른 식물 유래 유전자를 재 조합해 내병성을 갖도록 만든 형질전환 고추와 물질대사과정에 영향을 주는 유전자의 조작으로 훨씬 당도가 높아진 토마토가 개발단계에 있다. 의약품 30여 종이 국내기술로 만들어지고 있다. 80년대 초 국내에 유전공학에 도입되어 20여 년 동안 생명공학을 이끌어온 것은 의약분야이었다. 현재 국내에서 유전자조작을 통해 만들어지고 있는 의약품은 40~50종이며, 이 가운데 국내 자체기술로 만들어지고 있는 의약품은 30종에 달한다. 국내 자체 생물산업기술로 생산된 최초의 화학제품은 87년 대상(구 미원)이 만든 페닐알라닌이다. 감미료인 아스파

탐의 원료가 되는 페닐알라닌은 유전자조작을 통해 만들어진 제품이기도 하다. 생물 공업의 원천기술인 유전자조작기술은 미국의 75% 수준에 이를 만큼 상당한 발전을 이루어왔으나, 실용기술에서 있어서는 60% 수준, 신물질 개발에서는 20% 수준에 머물러 있는 실정이다.

나. 시장예측 및 산업발전 전망

1) 국외 시장동향

바이오 산업의 시장규모는 2000년 540억불에서 2003년 740억불, 2008년 1,250억불로 증가할 것으로 전망된다(<표 4-5-5>참고).

<표 4-5-5> 세계 바이오산업 시장규모(억불, %)

분야별	2000	2003	2008	2013	연평균증가율 ('00~'13년)
생물의약	324	444	688	1,155	19.7
생물화학	38	52	100	168	26.3
생물환경	32	44	87	147	27.6
바이오식품	27	37	75	126	28.2
바이오에너지·자원	11	15	37	63	36.4
생물농업·해양	27	37	75	126	28.2
생물공정·측정시스템	81	111	188	315	22.2
계	540	740	1,250	2,100	26.9

자료 : OECD, Biotechnology & Trade, 1997 등

2) 국내 시장동향

국내 보건의료생물산업은 전체 생물산업 시장의 약70%로 '98년 시장규모는 4,550 억원, 2010년에는 6조3,504억원에 이를 것으로 전망된다.

<표 4-5-6> 생물산업 시장동향

(단위 : 억원, %)

	1992	1995	1998	2000	2002	2005	2010
전체 생물산업	965	2,516	6,500	12,050	22,360	36,000	90,720
보건의료생물산업	816	1,993	4,550	8,435	15,652	25,200	63,504
바이오의약품	654	1,878	4,036	7,482	13,884	22,354	56,332
바이오식품	132	108	456	845	1,568	2,524	6,362
바이오화장품	30	7	53	99	184	296	746

자료 : 한국생물산업협회, 국내 생물산업실태조사.

가) 기술 수준

선진국 대비 국내 생명·보건·의료분야 기술경쟁력은 '94년 37.3%에서 '99년 66.3%로 향상되었으나, 선진국과 5년의 격차를 보이고 있는 것으로 조사되었다. 특히, 보건의료 부문 중 안전성 및 평가기술이 가장 뒤떨어지며, 세계 최고기술의 30% 수준에 불과하여 기술격차는 6.9년으로 평가된다.

나) 분야별 기술경쟁력 현황

<표 4-5-7> 분야별 기술수준

(단위 : 미국=100%)

구분	기술명	기술수준
기초기술	유전자 재조합기술	85
	단백질공학기술	80
	세포융합기술	70
실용화기술	발효기술	90
	세포배양기술, 생물공정	65
	생물엔지니어링	35
신물질 창조기술	안전성평가기술	30
	신물질 탐색기술	25

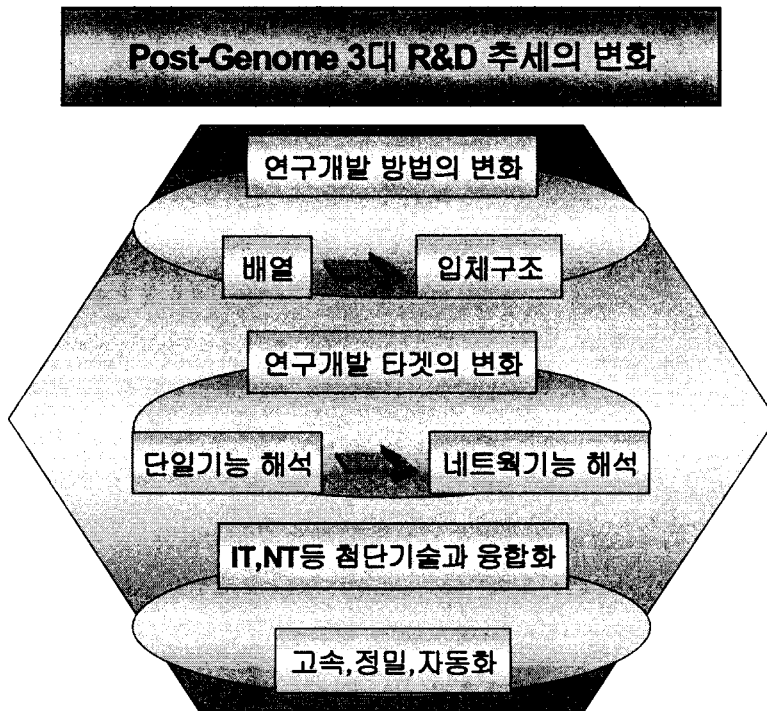
자료 : 산업자원부, 21세기 한국산업의 비전과 발전전략.

3. 기술개발 동향 및 기술수준

가. 기술발전추세

1) 세계 생명공학 Post-Genome 시대 전환, 新 연구 방법론 등장

인간유전체 연구(Human Genome Project) 결과의 발표 이후 기능유전체학, 단백질체학(Proteomics) 등 Post-Genome 기술이 첨단분야로 부각되고 있다.

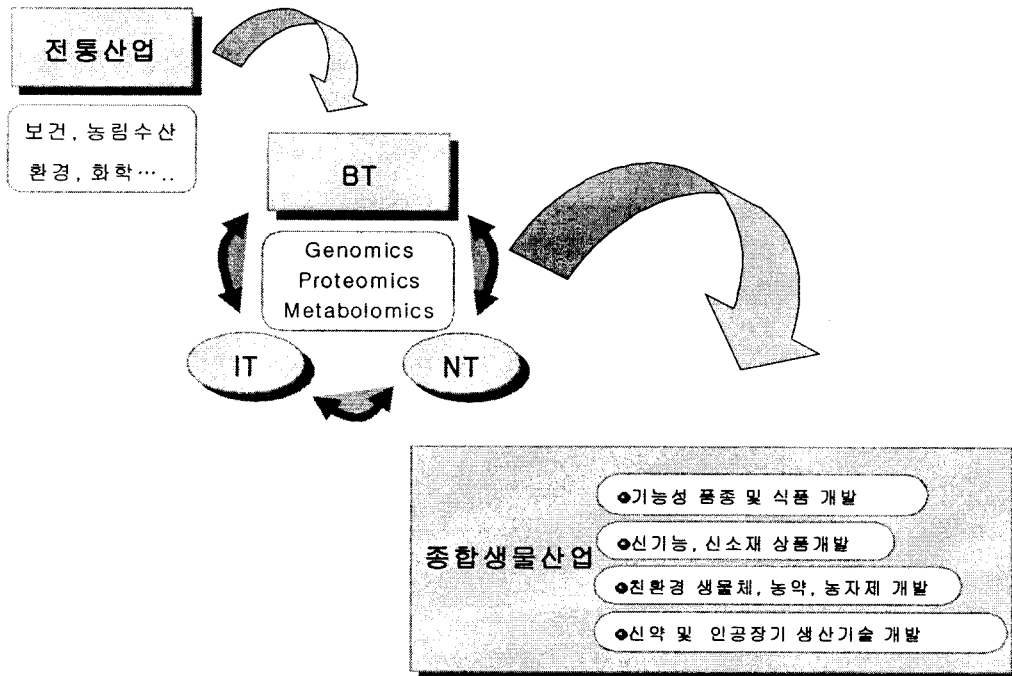


<그림 4-5-5> Post-Genome R&D 추세변화

2) 기술혁신의 가속화

기초연구성과가 바로 산업화로 연결되고 있으며, 생명공학분야의 제2의 물결이 구체화되고 있다. 즉, 보건의료(제1의 물결)에서 농업, 에너지, 환경, 전자 등(제2물결)로의 진행이 구체화되고 있다. 또한 타 기술과의 융합화 현상이 확대되고 있다. 생명공

학(BT)과 IT, NT, 화학, 기계공학 등 융합 BT기술과 타 신기술 간 융합에 의한 시너지 창출 및 혁신의 가속화가 이루어지고 있다. 이에 따라 Post-Genome 관련 신기술의 파급 상승효과는 Genome 기술의 약 3배에 달하고 있다. (기술 파급효과 : 1개의 특허가 타 기술 개발에 파급되는 효과를 말한다)



<그림 4-5-6> 산업발전에서의 BT역할

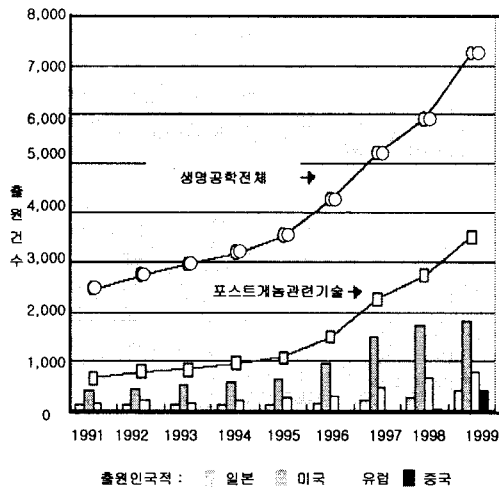
<표 4-5-8> 기술 융합화에 관한 사례

융합기술 제품·기술	유전자 해석기술	단백질 해석기술	분석기술	정보기술 (IT)	Nano-Bio	장치
DNA Chip	●		●	●	●	●
Protein Chip		●	●	●	●	●
Systems Biology	●	●		●		●
Affinity Beads (인공 receptor)		●	●		●	●
주사형 probe 현미경 (STM, AFM)		●	●	●	●	●

자료 : Post-Genome 신기술(단백질 수준에서의 해석과 IT활용)에 관한 특허출원기술동향조사, 일본특허청 (총무부 기술조사과), 2002.4.26.

3) Post-Genome시대 유전자 혁명을 주도하기 위한 국가간 경쟁치열

생명공학분야 특허 증가, 특히 포스트게놈 기술분야의 특허경쟁이 가속화되고 있는 바, '99년 세계 총 BT 특허출원(7,230건) 중, Post-Genome관련 특허 3,495건 (48.3%)에 달하고 있다. 이는 Post-Genome관련 특허 출원건수에 있어서 '91년 대비 '99년 5.4배 증가한 수치이다.



<그림 4-5-7> 국가간 포스트 게놈 특허 비교 경쟁 치열

자료 : Post-Genome 관련기술에 관한 특허 출원 조사, 2002, 일본특허청. 포스트게놈 관련기술 : 유전자기능해석기술, 단백질구조해석기술, 단백질기능해석기술, 당쇄공학, 유전자관련기술 : Genome신약기술, 유전자치료진단기술, Bioinformatics, NanoBiotechnology

나. 국외동향

1) 생명공학 시장규모

2000년 540억불에서 2008년 1,250억불, 2013년 2,100억불로 증가할 전망이다. 현재 까지 생물의약품분야에 집중(60%)되고 있으며, 그 다음으로 농·식품, 화학, 환경 순으로 차지하고 있다.

<표 4-5-9> 세계 국가별 생명공학 시장 성장

	미 국	일 본	유 럽	한 국
시장규모 ('98 기준, 억불)	134 ('00, 223)	72	50-60	3.6(5,100억원) ('00 7,900억원)
연평균 성장 (2000초 기준)	22%	20%	20%	30%

자료 : 일본 통산성, 「일경바이오연감」 및 한국생명공학연구원

<표 4-5-10> 미국 생명공학 관련 산업 동향

연 도	2000	1999	1998	1997	1996	1995	1994	1993
매출*	18.1	13.4	13	10.8	9.3	7.7	7	5.9
수입*	25.0	18.6	17.4	14.6	12.7	11.2	10	8.1
R&D 지출*	13.8	9.9	9	7.9	7.7	7	5.7	4.9
순 손실*	5.8	5.1	4.1	4.5	4.6	4.1	3.6	3.4
시장 자본형성*	NA	97	93	83	52	41	45	NA
상장기업 수	339	327	317	294	260	265	235	225
전업기업 수	1,379	1,283	1,274	1,287	1,308	1,311	1,272	1,231
고용인력	174,000	153,000	141,000	118,000	108,000	103,000	97,000	79,000

자료: Ernst & Young LLP, Annual Biotechnology Industry Reports, '93-2001

주: *의 단위는 US 10억불

2) 주요국의 육성 동향

가) 미국 : 최선두국가 유지를 위한 개발기술 산업화 가속

작은 정부 지향으로 과학기술 관련 예산 증가율이 감소되었으나, NIH의 예산은 2002년 13.4%로 최고 신장률을 기록하는 등 최근 5년간 생물산업관련 분야의 연구비는 2배 증가했다. 미국은 Post-Genome 분야 국가 전략 프로그램을 확대하고 있으며, 단백질의 3차원 입체구조의 결정을 대량·신속하게 하기 위한 기술개발 5개년 계획 추진하고 있다. 또한 세포내 생체분자의 네트워크·동적 거동 해석을 위한 프로젝트를 추진하고 있다.

나) 일본 : 정부주도로 미국·유럽 Catch-up 전략 추진

‘밀레니엄 프로젝트’(00)를 바탕으로 BT예산 증액 등 지원시책 강화하고 있다. BT 산업 활성화를 위한 ‘BT전략요강’ 마련(02.12)하여 “2010년내 암치료율 20% 향상, 맞춤형의료, 쓰레기연료 실용화” 목표하고 있다. 이를 위해 ’03년 바이오 예산요구 약 3,400억엔(30억\$) 전년 2,440억엔 대비 약40% 증액하여 단백질3000 프로젝트(문부과학성, 118억엔), 바이오·IT융합기구 개발 프로젝트(경제산업성, 40억엔)를 추진하고 있다.

다) EU : EU 중심의 공동개발과 국가별 산업화 연계 강화

영국은 ’99년 말 영국에 있어서 생명공학의 경제적 잠재력과 전략적 중요성에 관한 Genome Valley Report를 내고, 생명공학 중점 육성 2002년 BT분야 투자 £8.5억(전체 R&D 예산의 11%), 2001~’04년 생명공학 3대 분야 지원을 위한 신규사업 예산배정(£8.5억) 하였다. 프랑스는 ’99년 Post-Genome Project를 추진하여 세포치료, 약물유전학, 바이오칩 등의 분야에 집중적으로 투자하고 있으며, 독일은 “유전자산업 발전계획(01)”에 따라 생명과학기반의 산업경제적 연계 강화 및 BT 육성을 위해 향후 5년간 15억 마르크(약 9,000억원) 투자 계획에 있다.

라) 기타 : 유전체 연구 등 전략분야 선정 육성

캐나다는 생명공학의 패러다임 변화에 대응하여 「Genome Canada(’99)」 계획을 수립, 2005년까지 약 4억불(CAD) 투자 계획에 있으며, 호주는 범부처적으로 「국가생물산업전략(2000)」을 수립하였다. 또한 중국은 ’01년 HGP 완성을 계기로 BT산업 중점 육성 전략 마련하고 있다. 이에 따라 2000년 기준 200억위안(3조 2000억원) BT 매출액을 ’05년에 2~3,000억 위안으로 증대 목표 추진하고 있다.

나. 국내동향

1) 전반적인 기술수준

체세포 복제소, 에이즈 DNA 백신 개발 및 제초제 저항성 작물개발 등 일부 분야에서 선진국 수준에 도달하고 있다. 그러나 연구규모와 범위가 제한되어 전반적인 기술수준은 세계 최고의 60% 수준에 불과한 실정이다. 생명공학의 발전을 위해서는 효과적인 연구개발 투자를 통해 우리의 고유 생물자원에 대한 유전자 특허 확보와 기술

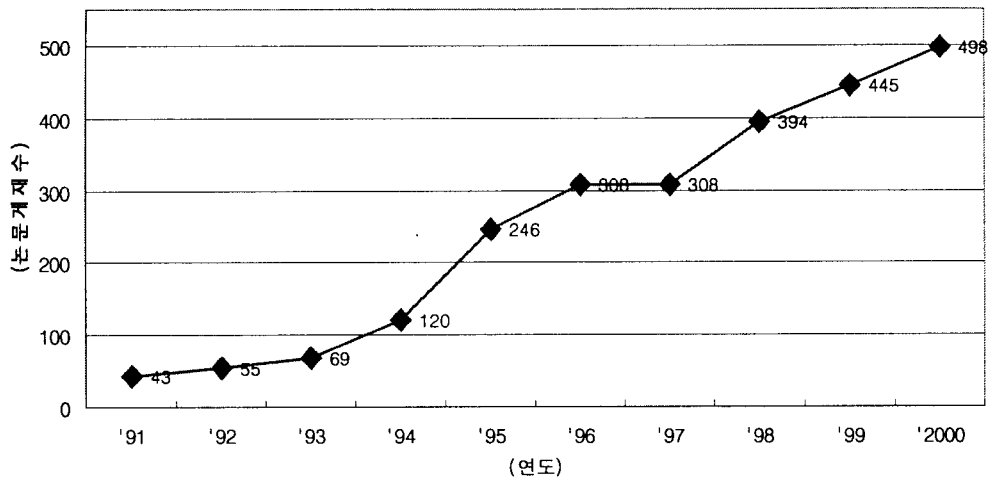
경쟁력 제고가 시급하다.

<표 4-5-11> 기술분류별 경쟁력

기술분류		기술경쟁력	
기초원천 기술	<ul style="list-style-type: none"> ○ 스크리닝기술 ○ 구조분석기술 ○ 활성측정/평가기술 ○ 균주/세포주보존기술 ○ 바이오안전성평가기술 	강점	- 균주/세포주 보존기술은 선진국 수준 능력 확보
		약점	- 스크리닝, 활성측정/평가기술의 전문인 력 부족 - 구조분석기술 관련 전문인력 보강 필요 - 바이오안전성 평가 관련 기술기반 취약
신물질 창출기술	<ul style="list-style-type: none"> ○ 유전공학기술 ○ 단백질공학기술 ○ 세포공학/면역학기술 ○ 탄수화물공학기술 ○ 동·식물형질전환기술 	강점	- 유전공학기술, 동·식물 형질전환기술은 국제경쟁력 확보
		약점	- 단백질 및 세포공학, 탄수화물공학기술 은 전문인력 부족
생산기술	<ul style="list-style-type: none"> ○ 발효공정기술 ○ 세포배양기술 ○ 바이오리액터기술 ○ 분리정제기술 	강점	- 발효공정, 바이오리액터기술, 분리정제 기술은 선진국 수준에 근접
		약점	- 세포배양기술 관련 전문인력 부족

2) 논문 및 특허성과 측면

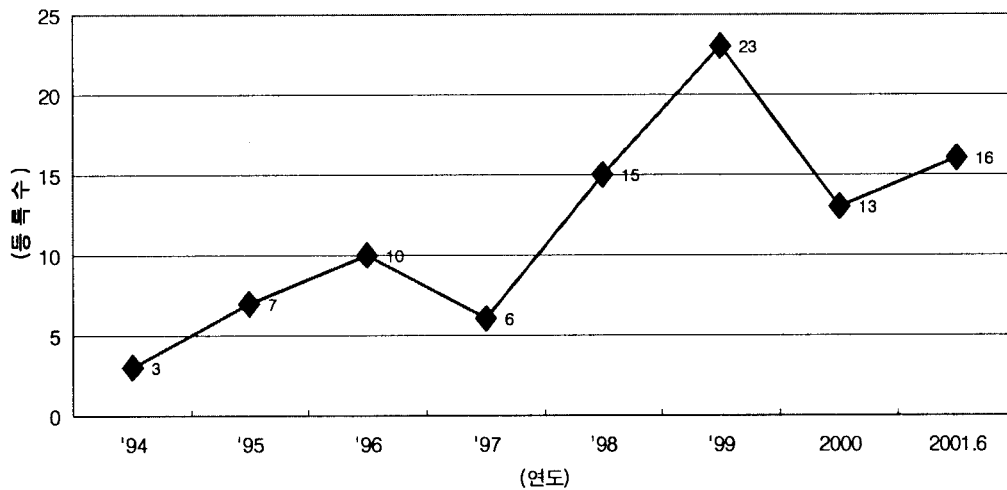
가) SCI(Biotechnology & Microbiology 기준) 등재 논문을 기준으로 볼 때, '91년 43건에 불과했으나, '94년 120건, 2000년 496건으로 10년 내에 10배 이상 수준으로 괄목할 만한 증가 추세다.



<그림 4-5-8> 한국의 SCI 논문 등재 현황

<표 4-5-12> 한국의 선진국대비 SCI 논문게재 수준

선진국대비 \ 연도별	'94년	'97년	2000년
미국	1/25	1/10	1/9
일본	1/18	1/5	1/4



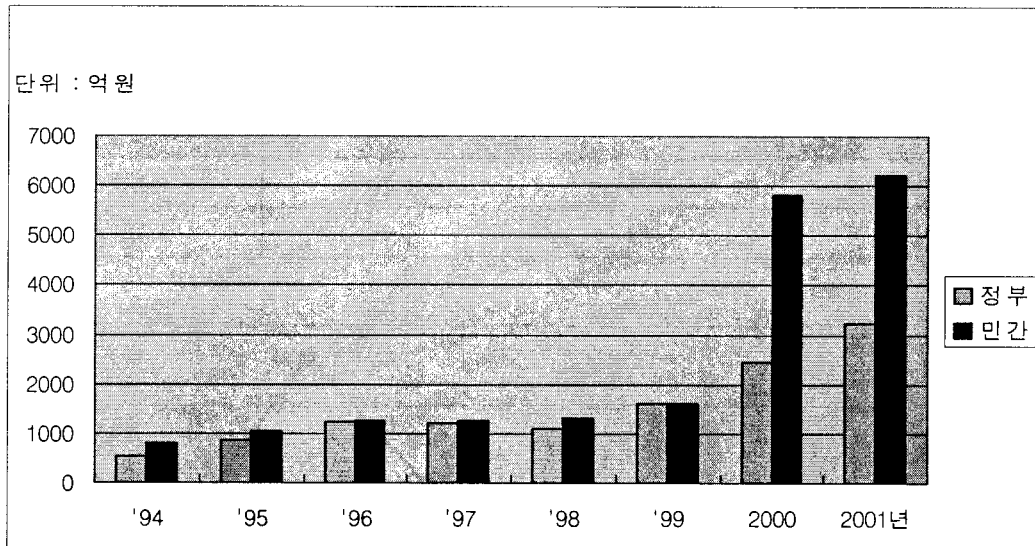
<그림 4-5-9> 한국의 연차별 생물산업분야 미국 특허등록 현황

<표 4-5-13> 한국의 선진국대비 특허등록 현황

선진국 대비 \ 기 간	'91~'95	'96~2001.6.
미 국	1/143	1/125
일 본	1/35	1/14

인간 유전체 분야 등에서 국내 특허출원 현황을 볼 때 우리의 경우 출원일 기준 외국에 4~14년 뒤져 있다. 질병예방·치료분야의 한타바이러스백신, 식품화학분야의 라이신과 IMP와 Cellulase 등에서는 한국이 외국에 앞서 출원하여 세계적 우위를 보이고 있다.

3) 연구개발자원 측면



<그림 4-5-10> 국내 생명공학 투자추이

그동안 높은 투자증가율에도 불구하고 총액규모에서는 아직 미국 대기업 1개 수준에도 못 미치고 있다(2001년 정부 BT 투자 약2.5억불).

라. 국내역량

1) SWOT 분석

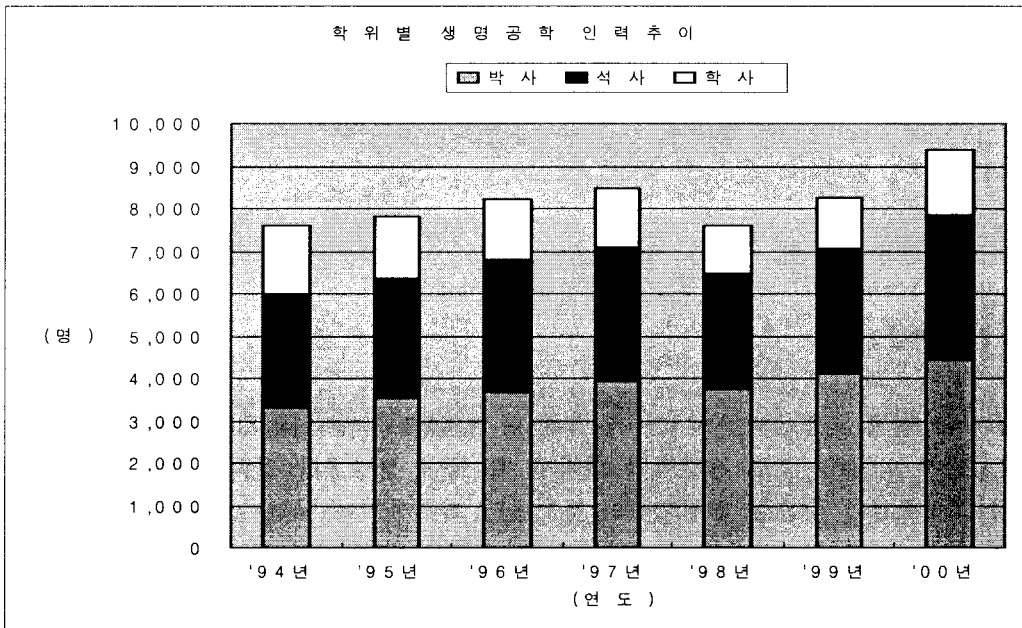
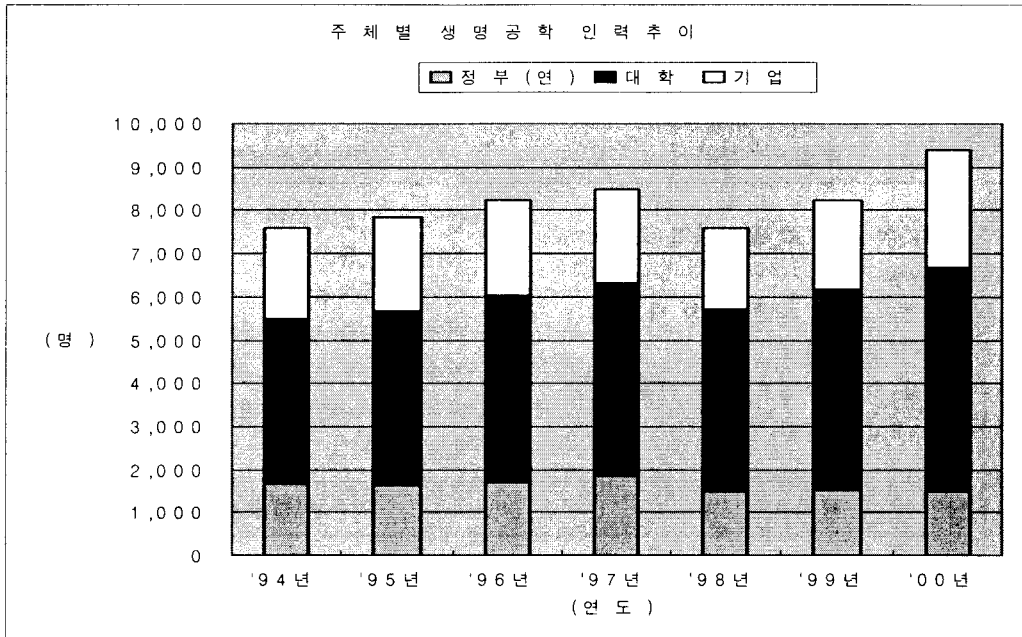
강점요인(S)	약점요인(W)
<ul style="list-style-type: none"> - 고부가가치사업으로 투자대비 효율이 매우 높음 - 국내기본기술 및 기반산업의 확보 - 국내 연구인력 확보 - 산업화를 위한 산업체 활성화 단계 - 시스템 개발 기술의 확보 	<ul style="list-style-type: none"> - 산업화 기술수준이 낮음 - 시장 점유율이 낮음 - 산업체 영세성 - 마케팅 기술 및 전략의 부재 - 지속연구 투자조건 미흡 - 다학제간의 연구가 필요하나 중심연구센터 등이 부족
기회요인(O)	위협요인(T)
<ul style="list-style-type: none"> - 새로운 기능성 물질의 필요 - 세계시장의 거대화 - 신기술을 이용한 새로운 유용물질 창출 - 공급의 부족 	<ul style="list-style-type: none"> - 새로운 무역 장벽인 국제인증제도 - 낮은 인지도로 인한 시장진입 장애 - 조기 산업화의 어려움이 존재 - 경쟁이 치열함

<그림 4-5-11> 생명공학분야의 SWOT 분석

2) 연구개발능력 분석

가) 연구개발인력

(1) '00년 현재 생명공학분야 연구인력은 총 9,392명 수준(산업계 2,701명, 학계 5,224명, 연구계 1,467명)으로 선진국과 대비할 때 국내 생명공학 인력규모는 열악한 실정이나 인력공급과 수요의 균형이라는 측면에서 최근까지는 공급이 수요를 초과하여 양적인 측면에서의 인력부족은 없었다. 하지만 인력 배분측면에서 보완의 필요가 있다.



<그림 4-5-12> 생명공학 분야 연구인력 추이

(2) 첨단기술개발 인력수요에 대응한 고급인력 공급 부족

전통적인 생물학, 농수산학 분야의 박사는 2001~2010년 중 7천 여명이 배출(수요 : 4천여명)될 예정이나, 첨단기술개발에 활용하기에는 전문성이 부족한 실정이다. 특히 유전체학, 단백질체학, 생물정보학 등 BT관련 첨단기술분야 연구인력은 공급부족 현상이 심각하여 2010년에는 3천 여명이 필요하나, 공급은 1천 여명 수준에 불과할 것으로 예측된다.

<표 4-5-14> 첨단분야 석박사급 산업기술인력 수급전망

(단위 : 명)

구 분	2000년		2005년		2010년	
	수요	공급	수요	공급	수요	공급
유전체학	650	410	950	520	1,150	660
단백질체학	700	80	1,000	150	1,200	270
생물정보학	190	15	320	70	500	190
총 계	1,800	505	2,270	740	3,150	1,120
부족율(%)	71.9		67.4		64.4	

최근에는 바이오벤처의 폭발적 증가에 따라 생산기술·기능 전문인력의 부족이 심화되고 있다. 바이오벤처는 '97년 27개에서 '98년 36개, '99년 71개, 2000년 233개, 2001년 200여개 이상의 바이오벤처 창업되어 2001년 말 현재 500개 이상 활동하고 있다.

(3) 인체분야 전문지식을 보유한 BT분야 연구인력 부족

국내에서 매년 3천명 규모의 의사가 배출되고 있으나, 기초의과학 부문은 의대별로 1~2명의 박사학위자만을 배출하고 있다.

(4) 세계 정상급 우수 과학자 및 우수 연구집단 부재

'96년 이후 국내과학자의 연구결과가 Nature, Cell지 등 세계 최고수준의 학술지에 게재되고 있으나, 아직까지는 전반적인 우수성은 부족한 수준이다.

나) 연구개발시설, 정보

연구개발시설과 연구정보시스템(수집, 관리, 유통)의 측면에서 체계적 활용이 이루

어지지 못하고 있다. 고가의 연구시설들에 대한 이용정보가 부족하고 공동 활용실적도 부진한 실정이다. 또한 가장 기본적인 연구정보 수집 창구인 온라인 저널 구독에 대한 이용 제약이 크므로 정부차원의 방안 마련이 필요하다.

제2절 기술로드맵 작성

1. 핵심시스템 구성요소 및 성능목표 설정

세포내·외 물질분자들의 상호작용에 기인한 생명현상의 규명과 해석 및 미래 신산업 창출이 가능한 원천기반기술을 확보한다. 그리고 우리 고유의 독창적 기술 및 관련 제품 개발은 기초 생명공학분야의 전반적인 발전에 그 근간을 두는 것이므로 기초역량의 지속적인 육성이 필요하다. 또한 난치성 질병 및 삶의 질 향상 관련 질환의 진단, 예방, 치료를 위한 신 의약품, 바이오 의약품, 의료 장비 개발 및 의료정보체계 구축과 생명공학 기술개발을 통한 고품질, 환경친화적 농림 축산물 생산체계의 구축 및 식품제조 기술의 확보 및 생물학적 방법으로 사전오염예방, 사후처리, 육상·해양 생태계 보전 및 복원을 통해 깨끗하고 쾌적한 삶의 환경조성 및 관련산업의 육성이 생명공학 분야의 미래발전을 위해 필요하다.

<표 4-5-15> 핵심시스템 구성요소와 성능목표

구분	현재	단기(2004-2006)	중기(2007-2009)	장기(2009-2012)
성능목표 구성요소	제한적인 방법으로 연구	새로운 기술 개발	새로운 기술에 의한 유용물질 개발	유용 물질의 효능 검증
분자유종 대량생산	잡종생산 기술개발 및 순도검정 기술 개발	신세포융합 기술 도입 및 개발	분자표지 및 DNA Chip을 이용한 분자유종기술 개발	세포공학기술을 이용한 영양변식기술 개발
신기능·신물질 검정 및 생산	기능성강화 농작물개발	고부가가치 식용 천연색소 개발	형질전환동물에 의한 유효단백질생산	생물반응기를 이용한 유효물질 대량생산
형질전환에 의한 개량	고효율식물 형질전환기술 개발	유용유전자 개량에 의한 다수성작물 개발	인공장기 생산용 형질전환 동물개발	질병저항성 동물 개발
유용유전자 및 발현조절	기내돌연변이 유기에 의한 유전자 기능 분석	작물의 염기서열 및 유전자 지도를 이용한 고부가가치 유전자 개발	프로테옴분석을 통한 주요작물의 유용유전자 개발	프로테옴분석을 통한 동물의 우수형질 관련 유전자 개발

2. 기술영역 및 핵심기술

가. 기술영역 및 핵심기술 도출

1) 핵심시스템 구성요소별 관련기술

<표 4-5-16> 핵심시스템 구성요소와 관련기술

핵심시스템 구성요소	관 련 기 술
분자유종 및 대량생산	고능력 가축의 대량번식 기술 개발, 농작물의 1 대 잡종 생산 기술 개발 및 순도검정기술 개발, 분자 표지 및 DNA chip 을 이용한 분자유종기술 개발, 세포공학 기술을 이용한 영양번식 작물의 대량번식기술 개발, 세포공학 기술을 이용한 유용 농작물 개발, 수입농축산물 차별화와 검역을 위한 간편 진단 기술 개발, 주요 농작물 유전자원의 장기저장, 평가, 증식, 관리 기술을 위한 생명공학기술, SNP 기술에 의한 DNA 마커 활용 기술, 동물 질병 진단용 DNA chip 개발
신기능·신물질 검정 및 생산	2차 대사산물 관련 유전자 발굴 및 기능성 강화 농작물 개발, 고기능성 유용 백신 생산 기술 개발, 고부가가치 식용 천연색소 개발, 고부가가치 유용소재생산 곤충 개발, 농업용 기능성 대량 생산을 위한 인공 유전자의 제조 및 발현시스템 개발, 농작물로부터의 항진균성 신기능성 단백질 개발, 농작물을 이용한 질병 치료제 신기능성 물질 개발, 미생물 자원으로부터 유용 천연물질 개발, 생물자원을 이용한 신기능성 농업용 효소 탐색 및 대량생산기술 개발, 생물반응기를 이용한 유용물질 대량 생산기술 개발, 식품유해성균 제어제 및 장내점화 신기능성물질 개발, 유용균류를 이용한 대체 의약품 개발, 친환경 생분해성 바이오소재 개발, 친환경 유기 축산물 생산을 위한 항생제 대체 면역증강물질 개발, 친환경 천연 생물농약 개발, 항체를 이용한 동식물의 다양한 적용 기술 개발, 형질전환 동물에 의한 유용단백질 생산
유용유전자 및 발현조절	기내 돌연변이 유기에 의한 유전자 기능분석, 식물 질병 및 생리장해 진단용 DNA chip 개발, 작물의 기관 특이 유용 프로모터 개발, 작물의 염기서열 및 유전자지도를 이용한 고부가가치 유전자 개발, 프로테옴 분석을 통한 동물의 우수형질 관련 유전자 개발, 프로테옴 분석을 통한 식물-미생물 상호작용 관련 유전자 개발, 프로테옴 분석을 통한 원예작물의 유용 유전자 개발, 프로테옴 분석을 통한 주요 작물의 유용 유전자 개발
형질전환에 의한 개량	고 효율 식물 형질전환 기술 개발, 내 유용유전자 개량에 의한 고품질 작물 개발, 병충성 유전자 이용 작물 개발, 내재해성 유전자 이용 작물 개발, 유용유전자 개량에 의한 다수성 작물 개발, 유용유전자 개량에 의한 저장가공성 우수 작물 개발, 유전자 변형 생물체 및 생산물의 환경 안전성 평가 기술 개발, 인공 장기 생산용 형질전환 동물 개발, 잔류농약의 분해 및 환경정화용 작물 개발, 질병 저항성 동물 개발, 친환경 제초제 저항성 작물 개발, 친환경 형질전환 선발마커 및 유전자발현 시스템 개발, 형질전환 실험용 모델 동물 개발

2) 핵심기술별 요소기술

<표 4-5-17> 핵심기술별 요소기술

대분류	중분류	소분류
생명공학	형질전환에 의한 개량	고효율 식물 형질전환기술 개발
		재 병충성 유전자 이용 작물 개발
		내재해성 유전자 이용 작물 개발
		유용 유전자 개량에 의한 고품질 작물 개발
		유전자 개량에 의한 친환경 생분해성 생물체 개발
		유전자 변형 생물체 및 생산물의 환경안정성 평가기술 개발
		인공장기 생산용 형질전환 동물 개발
		잔류용 농약의 분해 및 환경정화용 작물 개발
		질병저항성 동물 개발
		친환경 제초제 저항성 작물 개발
		현질전환 실험용 모델동물 개발
	유용 유전자 및 발현조절	기내 돌연변이 유기에 의한 유전자 기능 분석
		작물의 기관특이 유용 프로모터 개발
		작물의 염기서열 및 유전자 지도를 이용한 고부가가치 유전자 개발
		프로테옴 분석을 통한 동물의 우수형질 관련 유전자 개발
		프로테옴 분석을 통한 식물-미생물 상호작용 관련 유전자 개발
		프로테옴 분석을 통한 원예작물의 유용유전자 개발
		프로테옴 분석을 통한 주요작물의 유용유전자 개발
		환경 친화용 농업용 곤충 개발
	분자유종 및 대량생산	농작물의 1대 잡종 생산기술개발 및 순도검정기술 개발
		SNP 기술에 의한 DNA 마커 활용기술
		수입 농축산물 차별화와 검역을 위한 간편 진단기술 개발
		동물 질병 진단용 DNA Chip 개발
		주요 농산물 유전자원의 장기저장, 평가, 증식, 관리 기술
		세포공학기술을 이용한 유용 농작물 개발
		분자표지 및 DNA Chip을 이용한 분자유종기술 개발
		고능력 가축의 대량번식 기술 개발
	세포공학기술을 이용한 영양번식작물의 대량번식기술 개발	

대분류	중분류	소분류
생명공학	신기능·신물질 검정 및 생산	2차 대사산물 관련 유전자 발굴 및 기능성 강화 농작물 개발
		농업용 기능성 대량생산을 위한 인공유전자의 제조 및 발현 시스템 개발
		농작물을 이용한 질병치료제 신기능성 물질 개발
		농작물로부터 항 진균성 신기능성 물질 개발
		고기능성 유용 백신 생산기술 개발
		고부가가치 식용 천연색소 개발
		미생물 자원으로부터 유용천연 물질 개발
		생물반응기를 이용한 유용물질 대량생산기술
		생물자원을 이용한 신기능성 농업용 효소탐색 및 대량생산 기술 개발.
		식품유해성균 제어제 및 장내정화 신기능성 물질 개발
		유용균류를 이용한 신기능성 농업용 효소 탐색 및 대량생산 기술 개발
		친환경 생분해성 바이오소재 개발
		친환경 유기 축산물 생산을 위한 항생제 대체 면역증강 물질 개발
		친환경 천연 생물농약 개발
		항체를 이용한 동식물의 다양한 적용기술 개발
형질전환 동물에 의한 유용 단백질 생산		

나. 핵심기술 분석

1) 각 핵심기술에 대한 최첨단(State of the art) 분석

<표 4-5-18> 핵심기술별 기술수준 및 연구개발전략

핵심기술내용	국내기술수준	국외기술수준	연구개발전략
유용유전자 분리, 발현 기술	△	◎	기초·실용
고효율 형질 전환기술	□	△	실용
고효율 식물조직배양기술	△	△	실용
고기능성 유용 백신생산기술	□	△	실용
유용단백질 생산기술	□	△	실용
고능력 가축의 대량번식기술	△	○	실용
환경정화용 작물개발기술	□	△	실용
유용 프로모터 개발기술	□	○	기초·실용
유용 천연물질 개발기술	△	○	실용
작물의 대량 번식기술	△	○	실용
진단용 DNA chip 개발기술	△	○	실용
천연 생물농약개발 기술	□	△	실용
난치병 치료 바이오 소재 개발기술	□	△	실용
유용 농작물 개발기술	△	○	실용
고부가가치 유전자확보 기술	□	○	실용
생분해성 농업자재개발기술	□	△	실용

◎: 최상위, ○: 상위, △: 중간, □: 미흡

가) 유용유전자 및 발현조절

(1) 정의 : 생명공학 기술을 이용하여 유용 유전자의 발굴 및 새로운 프로모터 개발을 하여 인간 생활을 편리하게 영위하기 위한 기술을 의미한다.

(2) 범위 : 유용유전자 확보 및 유용프로모터 개발 기술을 포함한다.

(가) 기능성 유전자 및 promoter 분리 (cloning)

① Tagging된 유전자의 분리

Tagging된 fragment 분리: Insertion에 사용한 DNA를 probe로 비교적 간편히 분리할 수 있다.

㉔ insert된 DNA 내의 primer와 degenerate primer set를 사용하여 PCR로 cloning하는 TAIL PCR 방법

㉕ 제한효소로 total genomic DNA를 자른 후 adaptor를 붙이고 그 adaptor primer와 insert 내의 primer를 사용하여 PCR로 cloning하는 방법이 주로 쓰인다.

Tagging된 fragment 분석: Tagging된 PCR fragment는 ABI automatic DNA sequencer로 직접 sequencing한다.

Full length clone 분리: Tagging된 DNA는 유전자의 절편임으로 이의 full length clone은 cDNA library에서 꺼낸다.

(나) 기능성 유전자의 활용

① 형질전환에 의한 새로운 품종 개발

내병성 내중금속성 내한성 유전자의 활용: 환경저항성 유전자 기능은 특수 환경에 약한 품종에 발현시킴으로써 분석한다. 분리된 cDNA를 constitutive (ubiquitin 혹은 alpha tubulin) promoter에 연결시킨 후 Agrobacterium을 이용하여 형질전환 시킨다.

(3) 국외

(가) 일본

① 세포 융합 기술로 청채× 배추=산원 B1호 개발

야마가타현 농업 시험장은 청채의 매운맛과 배추의 단맛을 겸비한 새로운 채소 개발에 성공했다. 잎사귀 채소의 단경기에 해당하는 여름에 출하기를 맞아 하우스재배를 하면 주년 재배가 가능한 특성이 있다. 담금 김치에서 샐러드, 볶음 요리까지 용도가 다양한 것 때문에 새로운 특산물로서 기대하고 있다.

② 왜성유전자 조작으로 식물의 키를 자유롭게 조절

농립수산성 농업생물자원연구소는 식물을 왜화시킬 수 있는 유전자를 페튜니아에서 발견해 이것을 페튜니아에 재도입해 왜화시키는데 성공했다. 또한 이 유전자와 유

연한 유전자를 이용하여 암컷을 불임으로 하는 기법도 확립했다.

(나) 미국

① 형질전환 작물을 이용한 해충 방제

곤충의 장에 이상을 일으키도록 고안된 식물이 메틸 브로마이드(methyl bromide)의 역할을 대신하게 될 것으로 보인다. 오존층을 파괴하는 것으로 알려진 이 농약화합물은 현재 엄중히 규제되고 있으며 2005년까지 단계적으로 사용이 중단될 것이다. 이와 같은 사용금지로 인해 매년 약15억 달러에 이르는 농업 손실이 예상되고 있다. 농작물에 피해를 주는 곤충, 곰팡이, 선충을 효과적으로 방어하는 작물을 만들기 위하여 농업연구부(Agricultural Research Service)와 캔사스주립대의 연구자들은 곤충의 효소를 첨가한 해충저항성 형질전환 담배와 벼를 개발하였다. 키티나제(chitinase)라는 이 효소는 이것을 먹은 곤충이 소화에 문제를 일으키도록 한다.

② 멜론 같은 오이, 오이 같은 멜론

유전적으로 멜론과 비슷한 야생 중국오이를 연구한 농업연구부(ARS: Agricultural Research Service) 연구자들은 처음으로 외래 야생 중국 오이와 중국 상업형 간의 유전적 교배체를 얻어냈다.

(다) 중국

① 슈퍼 일대 잡종 벼의 개발

2000년까지 수량이 극히 많은 일대 잡종 벼를 생산할 계획이 중국의 과학자에 의해 발표되었다. 이 쌀은 품종교배의 기술혁신이 가져온 성과로서 1에이커 당 수량은 12,000kg, 생육기간은 120일이다. 이 일대 잡종 벼는 인구가 급증하는 중국에 있어서 21세기에는 식량공급 상에 중요한 역할을 담당하게 된다. 2003년에는 660만 에이커의 논에서 재배할 계획이 수립되어 있다. 이로 인해 중국의 쌀 재고가 1,500만M/T으로 증가하는데 이것은 연간 수확량의 8%에 상당한다.

(라) 기타

① 베타 카로틴과 철분을 함유한 쌀의 개발

스위스 취리히에 있는 Swiss Federal Institute of technology는 유전공학적인 방법에 의해 비타민 A의 전구체인 베타-카로틴과 사람이 흡수하기 쉬운 형태의 철분이 함유된 쌀을 개발하였다.

(4) 국내

2003년도에 세계 최고 집적도의 벡 유전체 DNA칩을 개발하였다. 이와 같이 기술 수준은 세계적이나 아직까지 체계적인 연구가 이루어지지 못하고 있으며 특히 산학협 동과제가 많이 필요한 실정이다. 우리나라에서는 1994년 바이오분야의 효율적인 연구 개발 촉진을 위해 정부의 주도 하에 범부처적 바이오산업육성계획인 생명공학육성기 본대책(Biotech 2000)을 수립·시행하기로 하고 사업기간은 1994년부터 2007년까지 3 단계로 총 14년 간 진행되며 미래생명공학기술 전반에 막대한 영향을 미칠 것으로 예 상되는 기술 분야 및 민간주도가 어려운 분야를 우선 지원하기로 했다.

2) 각 핵심기술 수준과 연구개발전략

핵심기술별로 우리의 현 기술수준, 기술의 Priority, 국내기술 개발역량, 기술성숙 도, 기술도입 곤란성 등을 종합적으로 분석하여 연구개발전략을 설정한다.

<표 4-5-19> 생명공학 기술수준 및 연구개발전략

핵심기술내용	우리의 현 기술수준	기술의 priority	국내기술 개발역량	기술 성숙도	기술도입 곤란도	연구개발 전략
유용유전자 분리, 발현 기술	△	◎	△	□	◎	기초·실용
고효율 형질 전환기술	□	◎	△	△	◎	실용
고효율 식물조직배양기술	△	○	△	□	◎	실용
고기능성 유용 백신생산기술	□	◎	□	△	◎	실용
유용단백질 생산기술	□	○	□	□	◎	실용
고능력 가축의 대량번식기술	△	△	△	□	◎	실용
환경정화용 작물개발기술	□	○	□	△	◎	실용
유용 프로모터 개발기술	□	○	△	□	◎	기초·실용
유용 천연물질 개발기술	△	○	△	□	◎	실용
작물의 대량 번식기술	△	○	△	△	◎	실용
진단용 DNA chip 개발기술	△	◎	△	△	◎	실용
천연 생물농약개발 기술	□	◎	△	△	◎	실용
난치병치료 바이오 소재 개발기술	□	○	△	□	◎	실용
유용 농작물 개발기술	△	○	△	△	◎	실용
고부가가치 유전자확보 기술	□	◎	△	□	◎	실용
생분해성 농업자재 개발기술	□	○	△	□	◎	실용

◎: 최상위, ○: 상위, △: 중간, □: 미흡

3) 핵심기술별 추진전략

가) 유용유전자 및 발현 조절

<표 4-5-20> 유용유전자 및 발현조절 추진전략

구 분	추진전략	연구개발 전략
유용유전자 분리, 발현 기술	세계적인 유용 유전자분리기술 확립	기초·실용
유용 프로모터 개발기술	주변기술과 융합을 통한 프로모터 재해석 및 집중화	기초·실용
유전자 기능분석 기술	유전자의 기능분석을 위한 새로운 모델 제시	기초·실용
진단용 DNA chip개발 기술	진단 목적용 DNA chip개발 기술의 차별화	기초·실용

나) 형질전환에 의한 개량기술

<표 4-5-21> 형질전환에 의한 개량기술 추진전략

구 분	추진전략	연구개발 전략
고효율 형질전환기술	산학 협동 기술개발 및 이전	실용
고효율 식물조직배양기술	식물조직배양의 새로운 체계 확립	기초·실용
형질전환에 의한 고품질 생물체 개발 기술	동식물 형질전환체 개발	실용
친환경 생물체 개발기술	산학연 협동연구	기초·실용

다) 신기능·신물질 검정 및 생산

<표 4-5-22> 신기능·신물질 검정 및 생산 추진전략

구 분	추진전략	연구개발 전략
유용 농작물 개발기술	기초 연구수행 후 개발기술 추진	기초
난치병 치료 바이오 소재 개발기술	임상 실험을 병행하여 기술 개발	기초·실용
유용 천연물질 개발기술	산학연 협동 연구를 통한 기술 개발	기초·실용
천연 생물농약 개발기술	외국의 기술도입 후 체계적인 연구 수행	기초·실용

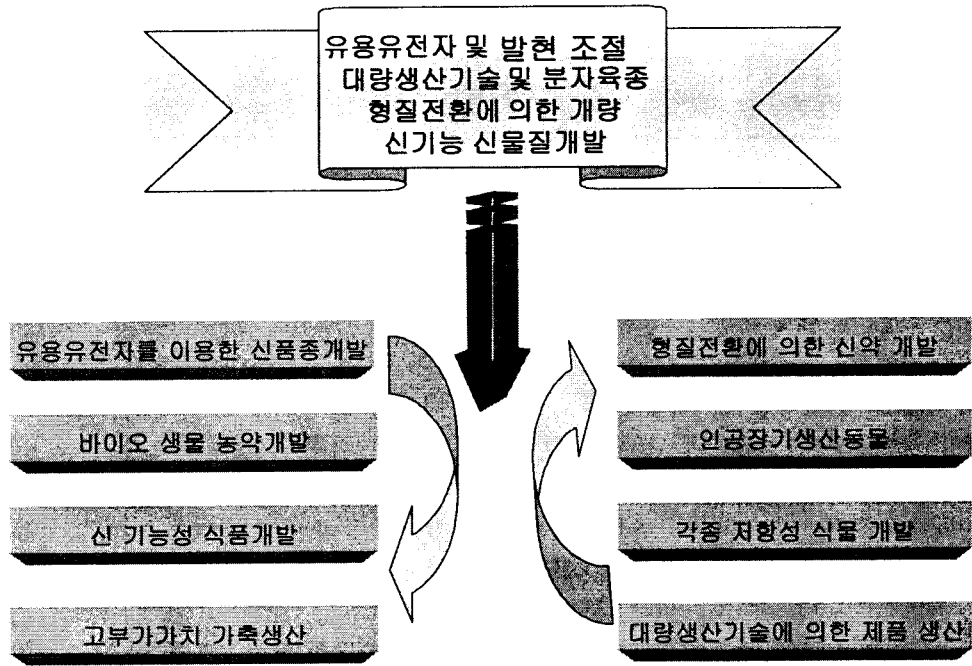
라) 분자육종 및 대량생산

<표 4-5-23> 분자육종 및 대량생산

구 분	추진전략	연구개발 전략
작물의 대량번식기술	식물조직 배양 기술 확립 후 점진적인 기술 개발	기초·실용
고부가가치 유전자확보기술	유전자확보 후 고부가가치 유전물질 탐색	기초·실용
생분해성 농업자재개발기술	외국의 사례를 평가하고 국내 실정에 맞게 추진	기초·실용
고능력 가축의 대량번식기술	체계적인 기술개발을 하여 새로운 이론 정립	기초·실용

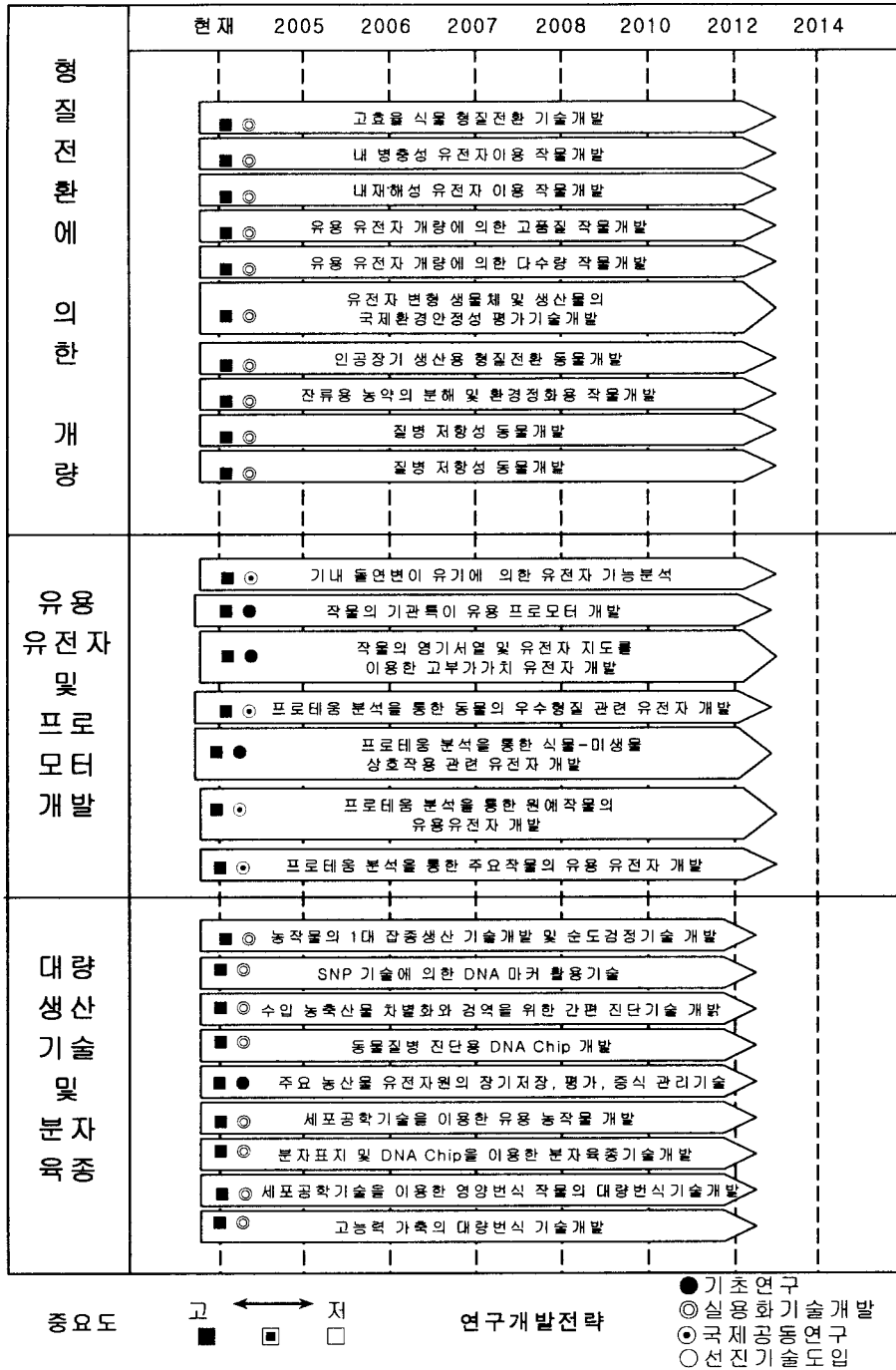
3. 기술로드맵 전개

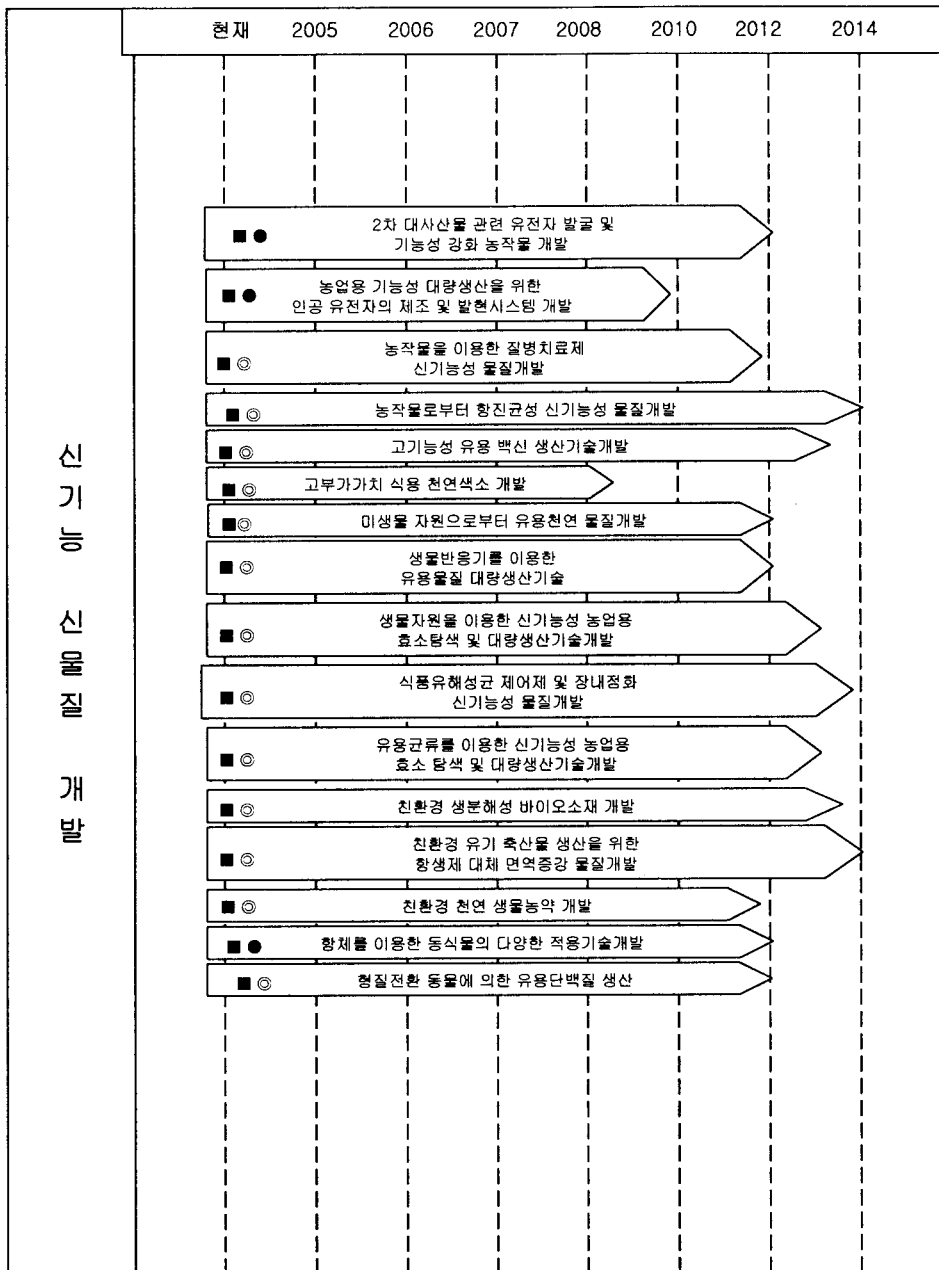
가. 매크로 기술로드맵



<그림 4-5-13> 기술·제품 연관도

1) 매크로 기술로드맵





신 기능
신 물질
개발

중요도 고 ← → 저 연구개발전략

■ ● ● 기초연구
 ■ ◎ ◎ 실용화기술개발
 ■ ◎ ◎ 국제공동연구
 ■ ○ ○ 선진기술도입

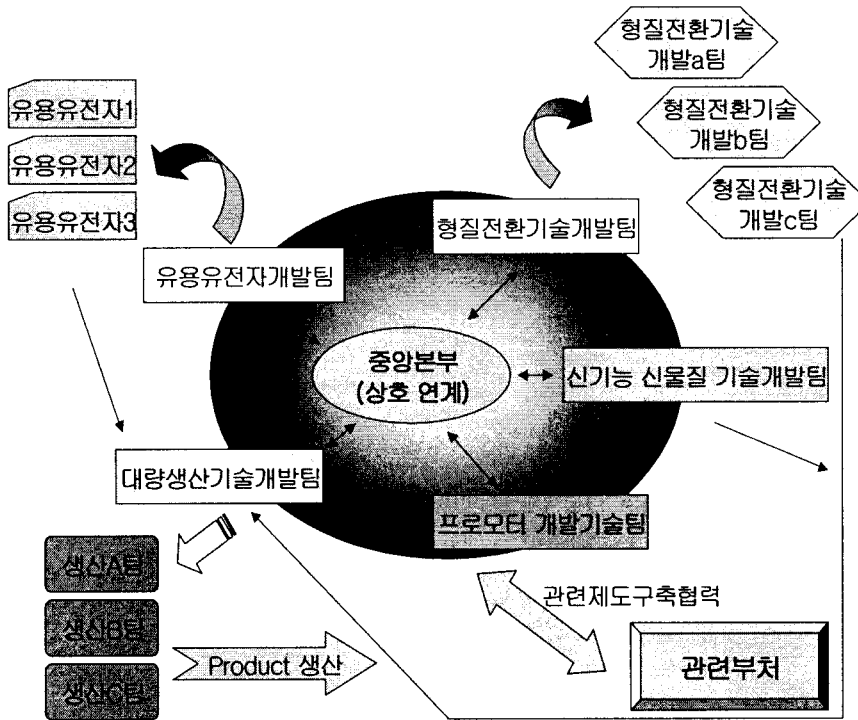
4. 실행계획을 위한 제안(recommendation)

가. 생명공학 기술의 개발은 정부차원의 체계적·장기적 지원이 필요한 기술

첫째, 생명공학기술 개발은 장기간의 시간 소요와 함께 대규모의 자본투자가 필요하기 때문에 산업체나 민간차원의 개별적 노력으로 접근하기에는 한계가 있어 보다 체계적이면서 장기적 차원에서 정부주도로 추진하는 것이 필요하다.

둘째, 정부주도로 가시적인 성과를 창출하기 위해서는 각 기술 분야별로 네트워크가 형성된 추진체계 모델이 바람직하다.

셋째, 임상적용을 위해서 관련부처 지원 및 협조구조 구축이 필요하다. 임상적용을 위해서는 윤리적 문제, 관리기준 및 법령정비 없이는 불가능한 연구이므로 실용화에 앞서 관련 부분에 대해 정부지원과 협조를 얻을 수 있는 내부구조를 구축하는 것이 필요하다.



<그림 4-5-14> 생명공학 기술발전 추진전략

제3절 맺음말

21세기 핵심 사업으로 생명공학은 필수적인 요소이다. 생명공학 기술개발은 사회적, 경제적, 기술적 측면에서 대규모 파급효과가 기대되며, 생명공학의 필요성, 전략적 중요도, 국내인프라 등을 고려해 볼 때, 성공가능성이 매우 높은 기술이다. 생명공학 핵심기술의 조기선점을 위한 체계적 지원이 시급한 기술이고 정부차원의 체계적·장기적 지원이 필요한 기술분야이다.

제6장 원예분야

제1절 비 전

1. 원예기술의 개요

가. 원예기술의 정의 및 범위, 필요성

1) 정의

농업의 한 부분으로 원지(園地)나 하우스, 유리온실과 같은 제한된 공간에서 생활에 필요한 농산물을 생산하여 이를 식용, 가공, 관상용 등으로 이용하는 분야로 원예분야의 핵심기술에는 과수·채소·화훼 등의 신품종 육성과 고품질 안정생산기술, 종자생산과 번식, 생산시스템의 첨단화, 원예복지기술 등이 해당된다.

2) 범위

안정생산관리기술, 종자생산과 대량증식기술, 신품종육성기술, 생산시스템의 첨단화, 원예자원의 고부가가치화 기술, 원예복지기술 등의 관련기술이다.

가) 고품질 안정생산기술 : 고품질 원예산물생산, 친환경원예산물, 저투입안정생산기술 확립

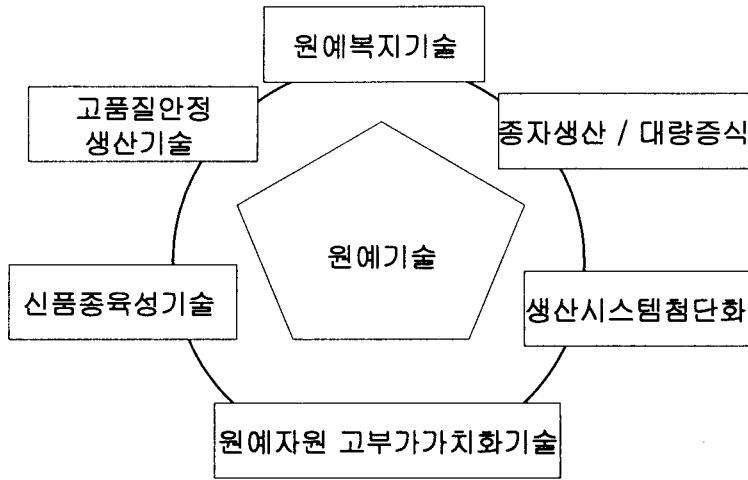
나) 종자생산과 대량증식기술 : F1 품종의 대량생산, 고부가가치 종자 생산, 종묘생산의 시스템화

다) 신품종 육성기술 : F1 품종 채종체계, 생명공학기술 응용 신품종 육성, 환경내성 신품종 육성, 고품질 고기능성 품종육성, 유전자원의 보존기술

라) 생산시스템 첨단화기술 : 정밀농업기술, 고효율·저투입생산시스템 고도환경제어 기술, 친환경 시스템화 기술, 식물공장

마) 원예자원의 고부가가치화기술 : 기능성 원예작물생산, 자생식물로부터의 우량유전자 탐색, 고기능성유전자원 탐색, 기능성 유전자원 발굴

바) 원예복지기술 : 원예산물의 안정성, 삶의 질을 개선하는데 필요한 원예기술



<그림 4-6-1> 원예기술의 범위

3) 필요성

GNP 2만불 시대에 부합하는 새로운 원예 산업의 패러다임이 필요하며, 국제경쟁력을 갖추기 위한 고품질화, 친환경 농산물 생산과 단순 식료로서의 평가차원을 뛰어넘는 발상의 전환을 통한 원예산물 고부가가치화의 필요성이 제기되고 있다.

원예산업은 크게 채소, 화훼, 과수원예로 구분할 수 있다. 현재 우리 사회는 산업화, 정보화와 더불어 급속한 사회변화로 인한 자연 및 인간 환경이 황폐화되어 가고 있다. 또한 자연과 인간의 괴리로 인해 정서적, 사회적인 많은 문제를 야기하고 있어 인간 삶의 정서적, 심리적 안정을 줄 수 있는 원예산업의 중요성은 날로 증대되어 가고 있다. 기간채소를 중심으로 농업시장의 개방화에 따라 경쟁력 열위에 있는 원예작목의 생산성향상과 차별화된 제품을 생산할 수 있는 기술 개발이 필요하게 되었다.

나. 비전

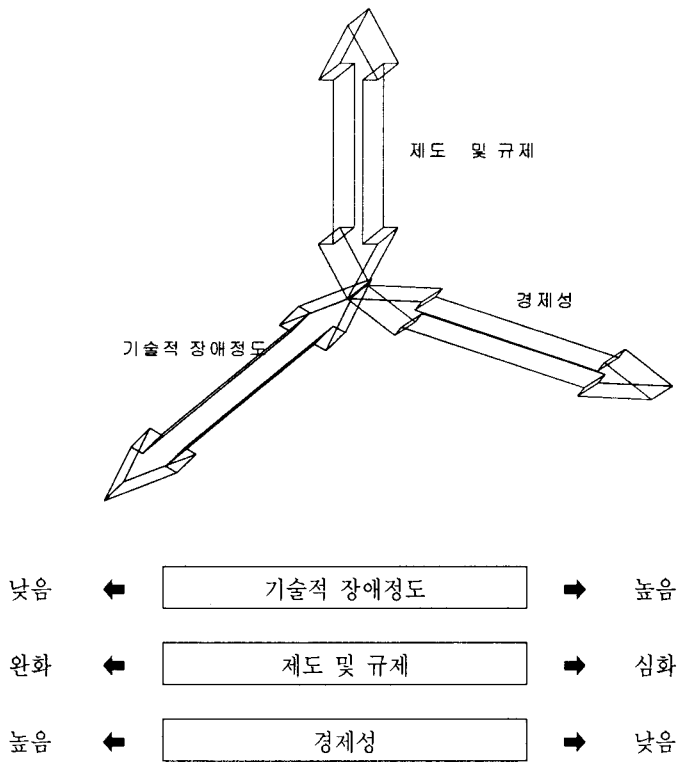
1) 시나리오 구성

가) 외부환경분석

<표 4-6-1> 영향요소의 과급효과와 불확실성 분석

과 급 효 과	High Impact	<ul style="list-style-type: none"> • 인구증가 • WTO 등에 의한 시장개방 확대 • 차별화된 제품수요증가 	<ul style="list-style-type: none"> • 주요선진국의 관련 기술확보 가능성 • 정부의 지원/투자 • 국내연구역량 	<ul style="list-style-type: none"> • 주변경쟁국의 관련 기술확보 가능성 • 남북한 분단과 통일여건
	Medium Impact	<ul style="list-style-type: none"> • 소득수준의 변화 • IT, BT시대의 진입 	<ul style="list-style-type: none"> • 관련연구인력 해외 유출/유입 • 주요국 지적재산소유권 관련 정책 	<ul style="list-style-type: none"> • Nationalism • 국제적 경쟁/협력
	Low Impact	<ul style="list-style-type: none"> • 건강에 대한 관심도 	<ul style="list-style-type: none"> • Life style의 변화 • 식생활 습관의 변화 • 안전성 및 유효성에 대한 의문 	<ul style="list-style-type: none"> • 정서적 가치의 고부가가치화
		Low Degree of Uncertainty	Medium Degree of Uncertainty	High Degree of Uncertainty
		불 확 실 성		

나) 외부영향요소들로부터 불확실성 축 선택



<그림 4-6-2> 불확실성 축 결정

다) 불확실성 축에 따라 구성될 수 있는 시나리오 중에서 가장 가능성 있는 시나리오 선정

<표 4-6-2> 유망시나리오 선정

	경제성	제도 및 규제	기술적 장애 정도	명칭
시나리오 A	높음	완화	낮음	Optimist
시나리오 B	높음	완화	높음	Challenger
시나리오 C	높음	심화	낮음	
시나리오 D	높음	심화	높음	The pit
시나리오 E	낮음	완화	낮음	
시나리오 F	낮음	완화	높음	
시나리오 G	낮음	심화	낮음	
시나리오 H	낮음	심화	높음	

라) 불확실성 축에 관련된 외부환경요소들을 구체화

<표 4-6-3> 외부환경요소 구체화

	Optimist	Challenger	The pit
경제성	<ul style="list-style-type: none"> 고품질, 기능성산물 수요증가 국민들의 건강식품수요 증가 차별화된 제품수요 유전공학의 발달 	<ul style="list-style-type: none"> 차별화된 제품수요 유전공학의 발달 고품질에 대한 선호도증가 	<ul style="list-style-type: none"> 인구의 고령화 중국 저가품 공세 농업인구 감소
제도 및 규제	<ul style="list-style-type: none"> 새로운 GMO에 대한 각국의 지지 원예에 대한 제도적 지원 친환경 농산물 보호책 	<ul style="list-style-type: none"> 국내환경기준강화 GMO에 대한 각국의 의식 	<ul style="list-style-type: none"> 농산물 시장 개방 농산물 수입 개방 속도 중복 투자 및 투자감소 국가간 경쟁 심화
기술적 장애 정도	<ul style="list-style-type: none"> IT, BT, NT 등의 기술접목 기능성 물질 탐색기술 전문인력양성 및 확보 	<ul style="list-style-type: none"> 주요기술을 대체하는 혁신 기술 발생 	<ul style="list-style-type: none"> 주요 생산 기반기술 취약 생산비 절감 한계성 분야별 연구협조체제 미흡

마) 유망 시나리오별로 구체화된 외부환경요소들을 중심으로 시나리오 작성

시나리오 A : Optimist

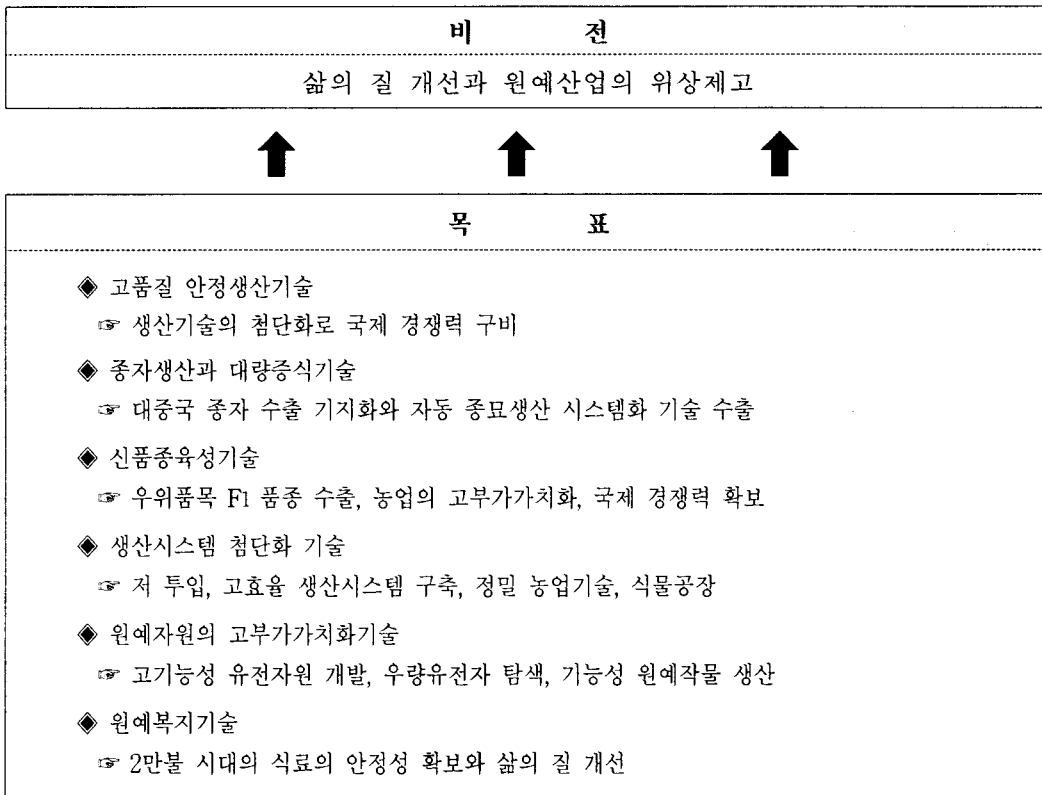
- 인구의 증가, 차별화된 제품의 수요에 부응해 줄 수도 있으며, 수요자 우위의 시대에 많은 경쟁력을 가져다 줄 것으로 생각됨
- 친환경 농산물에 대한 국민의 이해가 점차 증가하고 있으므로 이러한 수요에 대응하고 건전 농산물 생산 및 기술 연구 지원이 증가됨
- 국내외로 연구가 활발히 진행되고 있는 ET, BT 및 IT 기술의 집목으로 국제 경쟁력이 있는 system 및 기술의 성공적 개발 가능성이 높음
- 대중국 및 일본수출시장의 규모가 커지면서 수출산업화 가능성 증가

시나리오 D : The pit

- 농업계 대학 인력의 급감, 농업인력의 감소와 질적 저하
- 원예산물이 신선상태로 유통되지만 주변 국가로부터의 개방 공세가 날로 거세지면서, 개방의 폭과 양이 급증하고 있다.
- 식생활 구조 변화와 더불어, 고품질화 및 친환경농산물 생산 요구도가 증가
- 국민 소득의 증가로 지금까지 고려되지 않았던 원예산물 안전성에 대한 검증 요구
- 사회원예학적 측면에서의 정서적 가치의 평가에 한계
- 선진국의 새로운 무역 장벽인 GAP 및 Traceability 요구 강화

2) 비전 및 목표 설정

<표 4-6-4> 원예기술 비전과 목표설정



3) 기본 전략

가) 고품질 안정생산기술

- (1) 작물생산모델 및 생체 계측 기술 개발
- (2) 기간채소의 규모화 및 기계화 생산기술
- (3) 저 투입 고품질 생산기술
- (4) 잔류독성 절감방안
- (5) 친환경 정밀 생산기술

나) 종묘생산과 대량증식기술

- (1) 종자채종기술의 혁신

- (2) 자동 공정육묘 시스템화
- (3) 고부가가치 F1 품종의 채종기술 확립
- (4) 무병주 대량증식기술 확립

다) 신품종육성기술

- (1) 경쟁력 우수품목 F1 품종 육성
- (2) MS, SI 육종기술
- (3) 환경내성 신품종 육성
- (4) 고품질 고기능성 품종육성
- (5) 유전자원의 보존 및 교류 검정기술

라) 생산시스템 첨단화

- (1) 정밀농업기술-저 비용, 고효율 생산시스템 구축
- (2) 고도 환경제어기술
- (3) 시설내 방화곤충 제어기술
- (4) 무인 방제, 수확 기술개발
- (5) 시설환경 자동제어시스템개발
- (6) 네트워크에 의한 시설제어
- (7) 생체계측 자동화기술

마) 원예자원의 고부가가치화 기술:

- (1) 포장, 가공, 유통 관련 신소재 및 자동선별기술
- (2) 자생식물로부터의 우량유전자 탐색
- (3) 기능성유전자원 탐색
- (4) 기능성 원예작물 생산기술
- (5) 중복 기능성 부여

바) 원예복지기술

- (1) 원예산물의 안전성 검정기술
- (2) 원예치료기술, 정신건강 개선

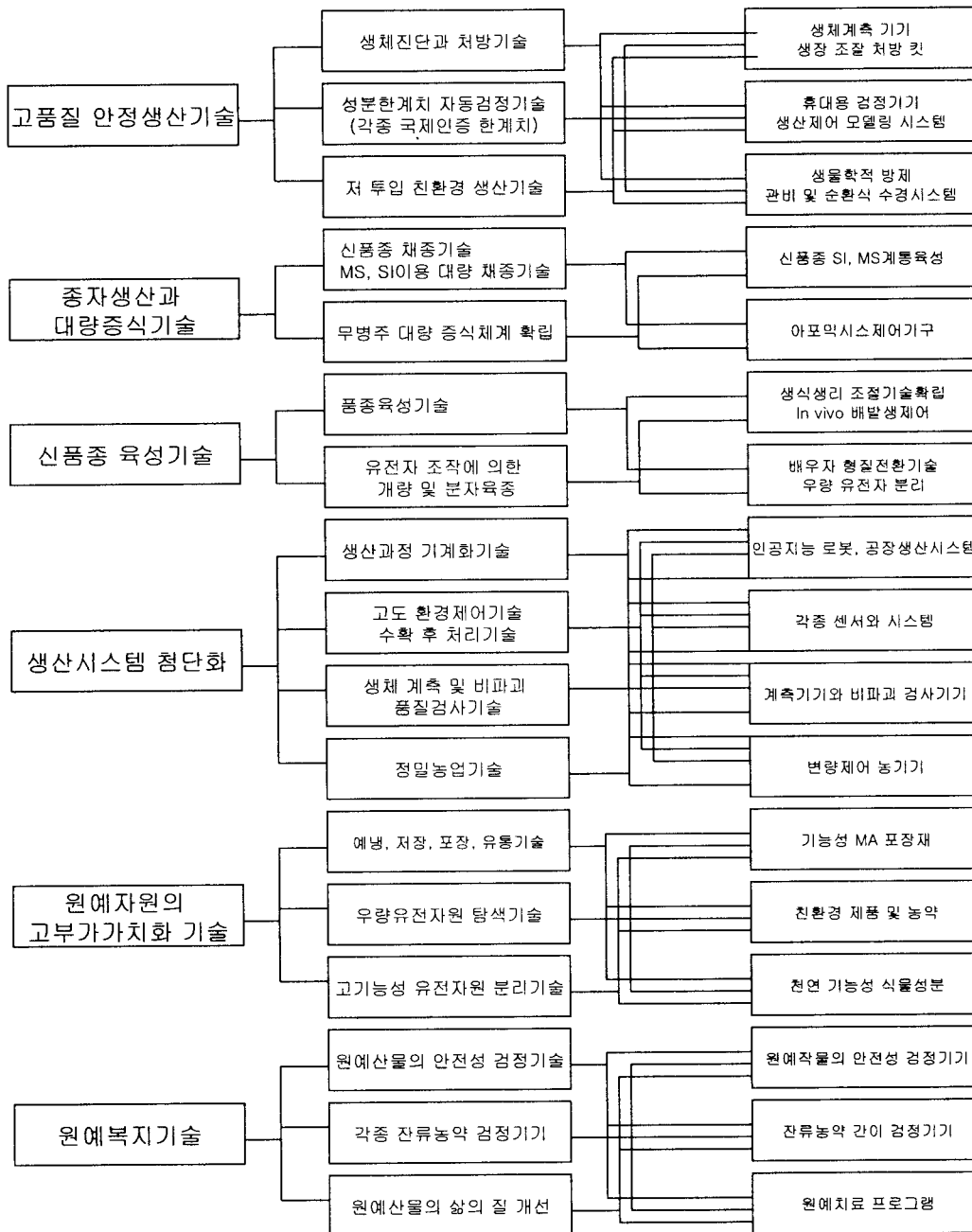
(3) 삶의 질 개선에 필요한 원예산물의 이용기술

(4) 관련 전략제품/needs

<표 4-6-5> 관련 전략제품 및 Needs

전략제품 및 기술	Needs
고품질안정생산기술	<ul style="list-style-type: none"> - 생육단계별 환경제어 모델 링과 실제 적용 키트 개발 - 생체내 N, P, K, Ca 등의 자동 계측 및 제어 장치 - 전류조절에 의한 휴면타파 및 해충 방제 기술 - 연작장해 절감기술 - 생물학적 방제 시스템
종묘생산과 대량증식기술	<ul style="list-style-type: none"> - MS, SI를 이용한 채종기술 - 배양 기술에 의한 무병주 생산기술 - 영양번식 작물의 대량증식 시스템 개발 - 무병 구근류 번식 및 조기 생산기술개발 - 자생 화훼류의 대량증식 기술개발
신품종육성기술	<ul style="list-style-type: none"> - 각종 환경 내성품종육성 - 고기능성 F1품종 육성 - 유전자원의 보존 및 활용 기술 개발 - 노화 지연 및 개화조절 유전자 탐색 - 수출 유망 원예작물 품종육성
생산시스템 고도화	<ul style="list-style-type: none"> - 저비용, 고효율 원예시설 - 정밀 생체 및 환경 계측 기기 - 자동화, 생력화, 무인화 메카트로닉스 - 원격제어 시스템 구축 모델 - 식물공장모델 및 시스템
원예자원의 고부가가치화기술	<ul style="list-style-type: none"> - 첨단 포장 자재 - 우량 유전자원 확보 - 고기능성 유전자 탐색기술
원예복지기술	<ul style="list-style-type: none"> - 원예산물의 안정성 및 기능성 검정기술 - 식물체내 잔류농약의 간이 검정기술 - 원예치료 프로그램 개발 및 이용

5) 기술/제품 연관성

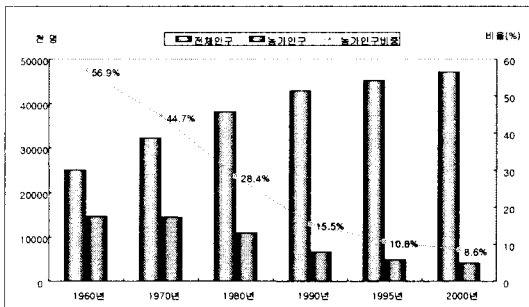


<그림 4-6-3> 기술/제품 연관도

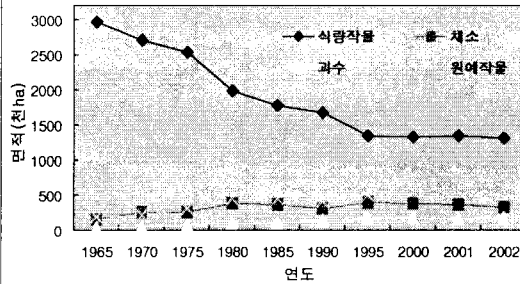
2. 관련 산업동향

가. 산업동향

국내 농업 환경은 여러 면에서 어려운 상황으로 진전되고 있다. 즉 농가 인구 감소, 고령화, 부녀화, 인건비 상승이 계속되면서 우리의 원예 산업은 주변국에 비해 국제 경쟁력을 상실해 가고 있다고 보아야 할 것이다. 우리 원예 산업의 경영 형태는 생산비 절감이 어려운 구조로 되어 있다. 즉, 영세한 경영 규모로는 생산성 향상을 위한 전업화가 어렵고 농가 단위에 적용할 수 있는 경쟁력 제고 수단의 선택 폭이 좁다. 또한 경영주의 노령화는 신기술을 수용하고자 하는 의지를 부족하게 하는 실정이라 할 수 있다. 따라서 노지 채소, 과수, 화훼 작물 재배는 단계별로 규모화, 전문화시키면서 생산과 수확 후 과정에서 기계화를 이루어 노동 생산성과 토지 생산성 향상을 도모해야 할 것이다.

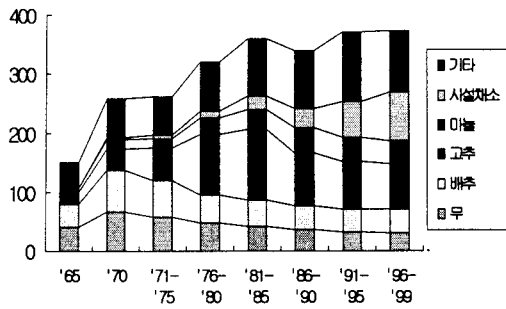


<그림 4-6-4> 연도별 농가인구 및 농가인구비중추이

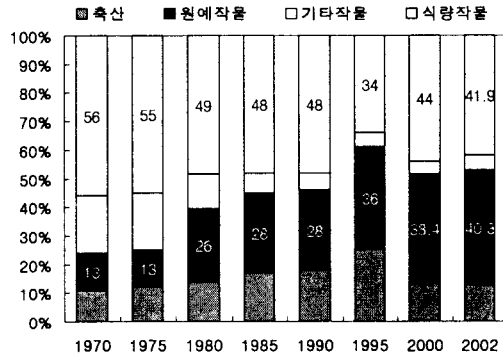


<그림 4-6-5> 원예작물 재배면적 증가추세

그러나 원예산업은 고소득 농업으로서 시설채소와 시설화훼작물이 일반적으로 다른 작물에 비해 높은 소득을 보였다. 원예작물 재배면적은 1995년에서 2000년에 걸쳐 크게 변화는 없고 노지채소와 과수작물에서 재배면적의 감소가 나타나고 있으나 시설채소와 시설화훼는 1990년 25,450ha에서 2000년 52,189ha로 10년간 2배 이상 급속히 증가하여 왔다.



<그림 4-6-6> 주요 채소의 생산면적



<그림 4-6-7> 농가 소득 중 원예작물 소득의 비중

우리나라 농업에서 원예산업이 차지하는 비중은 1980년 20%에서 1995년 38%, 2000년 30%로 증가되어 왔다. 원예산업 중에서는 채소가 농업전체 생산액에서 1980년 12%에서 2000년에 22%, 과수가 8%, 화훼가 2%를 차지하고 있다. 한편 채소 중 시설채소 비중은 농업전체에서 10%를 차지하고 있으며, 채소산업에서는 46%로서 그 중요성이 계속 증대되어 왔다. 우리나라 농가의 농업소득 중 원예작물은 1965년에 12%, 1995년 36%, 2002년에 40%로 증가하여 농가 소득 중 가장 중요한 위치를 점하게 되었다. 실제 우리나라 10대 경제작물 중 9개 작물이 원예작물이라는 데서도 잘 나타나고 있다.

<표 4-6-6> 우리나라 농업에서 원예산업의 비중

분류	1980		1990		1995		2000		2001	
	생산액	비율	생산액	비율	생산액	비율	생산액	비율	생산액	비율
농림업	67,708	100	163,966	100	267,361	100	330,007	100	336,327	100
식량작물	68,573	42	73,994	40	78,660	29	114,354	34	117,748	35
원예작물	16,693	25	48,712	27	100,518	38	98,436	29	99,406	30
시설채소	14,491	12	33,232	19	43,230	16	37,849	11	39,810	12
노지채소	-	-	-	-	21,929	9	29,395	9	32,926	10
과수	2,472	4	13,087	7	30,254	11	25,805	8	20,767	6
화훼	-	-	2,393	1	5,106	2	5,389	1	5,903	2

<표 4-6-7> 우리나라 채소 수출 추이와 일본수출 비중

(단위 : 백만 달러)

	1997	1998	1999(A)	2000(B)	증감률 B/A(%)
채소 전체	78.1	103.1	164.8	185.9	112.8
일본	58.2	88.0	147.0	165.4	112.5
미국	5.3	4.7	5.2	5.1	98.1
중국	2.1	1.2	1.8	3.8	211.1
인도	2.0	1.3	2.5	2.6	104.0
홍콩	1.6	1.1	1.5	2.5	166.7
대만	0.3	1.7	0.8	1.2	150.0
일본/전체(%)	74.5	85.4	89.2	89.0	-

국내 시장도 이제 고품질, 고기능성 농산물에 대한 수요가 증대됨에 따라 품종 육성이 뒤따라야 할 것이고 작물 생산, 수확 후 선별, 저장, 포장, 유통 체계가 초기단계 이기는 하나 현대화하고 상품에 대한 등급 차별화가 이루어져야 할 것이며 탄력적으로 시장에 대응하기 위해 원예작물 생산의 수급 조절과 수출 홍보, 경쟁력 제고 대책 추진에 더욱 노력해야 할 것이다. 이에 따라 시설 현대화는 원예작물의 생산성과 품질향상으로 대 일본 수출이 증대되는 계기가 되었다. 그러나 시설원예 분야의 시설 현대화가 지연되면서 국내 생산기반이 취약해질 경우 시설원예 후발국인 중국에게도 우리시장을 내놓아야 될 것이고 우리의 수출시장마저 상실될 수 있을 것이다.

나. 시장예측 및 산업발전과정

그동안 농업에서 원예 산업의 비중은 계속 증가되어 왔고, 농가 소득에서도 가장 중요한 위치를 점하고 있다. 이러한 원예 산업도 시대와 소비자 기호에 따라 소비자 중심의 원예 산업으로 변화되어 왔다. 앞으로 당분간 시설 채소와 시설 화훼 수요는 증가될 것이고 노지 채소 수요는 중국 등으로부터 기간 채소인 마늘, 고추, 배추 등의 수입이 증가되면서 점차 감소될 것으로 예상된다. 한편 열대 과일의 수입 증가에 따라 과수는 현 수준을 유지해 갈 것으로 보인다. 그러나 현재의 우리나라 원예 산업의 영세성과 가격 불안정 속에서는 중국, 칠레 등으로부터 수입이 급증되면 구조 조정이 불가피하며 경쟁력 있는 채소 종자, 신선 채소, 과수, 화훼 등이 앞으로 원예 산업을 주도할 것으로 보이므로 이들에 대한 경쟁력 강화로 수출 산업을 계속 키워나가야 할 것이다. IMF 이후 수출이 급증한 화훼작물과 과채류들은 그 품질을 인정받아 앞으로 도 수출확대가 계속 기대되고 있다.

<표 4-6-8> 일본의 주요 국별로부터 신선채소 수입량

(단위 : 천톤)

	1996	1997	1998	1999	2000
신선채소 합계	630	573	740	885	926(100)
중국	118	104	237	286	320(34.6)
미국	210	225	235	258	277(29.9)
뉴질랜드	125	114	115	144	161(17.4)
멕시코	61	51	51	61	47(5.1)
한국	5	4	27	28	30(3.2)

농촌의 노동력은 노령화, 부녀화 등으로 인하여 원예산업은 규모화, 전문화가 필요하며 이에 따라 소형 농기계보다는 고성능, 승용형 농기계의 수요가 계속 증가될 것으로 보인다. 특히 노지에서 채소, 과수, 화훼 작물 생산에서 그 수요가 계속 될 것이다. 앞으로 원예작물 생산 시스템은 고도화되면서 시설화, 장치화, 자동화 등의 생력화 방향으로 나아가고 있다. 동시에 환경 친화형 관비와 수경재배 시스템의 이용이 증가될 것으로 전망되며 이를 바탕으로 종묘공장과 식물공장으로의 급속한 변화가 이루어져야 할 것이다. 원예작물 생산과정에서 과다한 농약과 비료 사용은 점차 줄어들면서 환경 친화형 지속적 농업으로의 전환이 이루어질 것이다. 특히 온실 등에서는 저약량, 고효율, 고기능성 생물농약을 개발하여 사용을 늘려야 할 것이다.

대외적으로는 농산물 시장과 세계화 시대의 도래, 즉 시장의 완전 개방과 관세 및 보조금의 대폭적인 감축과 더불어 각종 원예작물들이 무제한으로 수입되는 국가 간의 첨예한 대립 양상이 계속되는 상태이다. 특히 우리와 가장 인접한 중국도 2002년 WTO에 가입함으로써, 그 경향은 기간 채소(배추, 무, 고추, 마늘)에서 더욱 심각하게 나타나고 있다. 반면 수출은 과채류(파프리카, 오이, 딸기, 가지 등)와 장미, 국화를 비롯한 화훼를 중심으로 일본으로만 수출해 오고 있으나 그 지속, 성장 가능성에 대해서는 중국의 영향이 클 것으로 보인다. 또한 우리나라 과실의 가격 경쟁력은 대부분의 경쟁국보다 열세이며 WTO 차기 협상에서는 좀더 큰 폭의 관세 감축이 불가피하고 주요 경쟁국의 식물 검역 완화 요구가 증대될 것으로 전망되는 등 무역 장벽 완화 추세에 따라 외국산 과실의 수입 압력이 가중될 것으로 예상된다.

과수의 재배 기술은 경쟁국에 비해 높거나 대등하여 토지 생산성은 높은 편이지만 과실의 경우 미국, 칠레 등에 비해 생산성이 낮아 개선할 여지가 많다. 과실 수확 후 선별, 저장, 포장과 유통 체계는 중국에 비해 우위지만 일본 등 선진국 수준에는 미치지 못하는 실정이다. 한편 1997년 IMF이후 우리나라의 화훼수출은 일본으로의 판로

모색을 통하여 급성장을 하여 1,000만\$ 달성을 이루었으며 이어 계속 3,000만\$에 가까운 수출을 기록하고 있다. 이로 인하여 일본에서는 한국의 화훼에 대하여 인식이 크게 높아지기 시작하여 앞으로도 수출전망은 매우 밝은 편이다.

<표 4-6-9> 연도별 농산물 수출 실적

(단위 : 백만\$, %)

구분	1996	1998	2000	2002	증가율
농산물	1,164	1,006	1,133	1,375	3
채소류	85	103	186	169	17
화훼류	4	12	29	32	117

선진국에서는 원예작물을 중심으로 고품질, 고기능성, 환경 친화형 품종 개발이 계속되고 있으며, 생물 공학 기술의 발전과 더불어 빠른 속도로 발전하고 있다. 한편 환경 친화형 지속적 농업으로 발전되면서 원예 산업에서도 빠른 속도로 성장하고 있다. 또한 환경 친화형 지속적 농업 발전과 더불어 유럽에서는 90여 종의 생물 농약 유효 성분이 개발되었고, 미국에서는 195개의 유효 성분이 개발되어 약 780여 개의 제품이 상용화되었다. 이제 우리 원예산업도 시장 지향적인 상업적 영농체제로 바뀌면서 규모화, 전문화가 요구되고 있다. 즉 국내외 시장에서 원예농산물에 대한 경쟁이 심화되면서 노동 생산성과 토지 생산성을 극대화시키고 고품질생산이 동시에 요구되고 있는 실정이다.

3. 기술개발 동향 및 기술수준

가. 기술발전추세

원예분야에서 분자 생물학 기술의 실용화를 위한 전통 육종 기술과의 접목 연구는 각 작물별 유전자 지도 작성, 유용 유전자 탐색 및 기능 분석, 주요 형질 표지 인자 탐색 및 육종 효율 증진 기술, 꽃가루 배양 및 조직 배양 기술, 유용 유전자 형질 전환 작물 개발 및 안전성 연구 등으로 추진되고 있다. 또한 소비자들의 기호에 부합하는 품질 향상, 다양화, 건전 농산물 생산 연구가 진행되고 있으며, 종속간 교잡 연구를 통한 재해 저항성, 내병성 및 광지역 적응성 품종 개발 연구가 이루어지고 있다. 환경 친화형 지속적 농업은 전 세계적으로 이목이 집중되면서 다양한 연구 개발이 이루어지고 있다. 환경부하 경감을 위한 비료, 농약 등 생산 농자재의 투입을 줄이면서 생산비를 절감할 수 있는 생력 안전 다수 품종 및 재배 기술 연구가 지속적으로 추진

되고 있으며, 병충해 및 기상재해를 극복하고, 예상되는 지구 환경 변화에 대비한 작물의 안전 생산 기술에 관한 연구가 진행되고 있다. 특히 온실 등에서 농약 사용을 줄이기 위한 생물 농약 개발과 연구가 활발히 진행되어 높은 성과를 얻고 있다.

나. 국외 동향

미국, 화란, 일본 등 선진국을 주요 대상으로 한 외국에서의 원예연구는 크기는 아래와 같은 5개 중분류로 구분될 수 있다(미국농무성, 일본농무성, 화란 PBS 최신 자료).

- 1) 기능성과 약리성을 포함한 원예 산물의 영양가 제고 및 이용 증대
- 2) 안전 원예 산물 생산을 위한 친환경적 재배관리기술 확립
- 3) 복합내성 및 다기능성 원예작물 품종 육성
- 4) 재배관리(종자처리, 육묘, 정식, 수확 등)의 효율화 및 생력화
- 5) 삶의 질 향상을 위한 원예 및 원예식물의 기능인식 및 이용확대

이들에 대하여 간단한 설명을 추가한다면, 첫째 원예 산물의 이용증대는 미국을 중심으로 하여 최근 10여 년 간 꾸준히 추진되어 온 “5-A-Day Promotion”이 그 대표적인 예이다. 즉, 건강하게 활기찬 삶을 유지하기 위해서는 신선한 채소나 과일을 하루 5회까지 섭취하고 육류나 알곡류(cereals)와 같은 비만성-고혈압성-산성 식품을 상대적으로 줄여 나가야 한다는 대국민 홍보자료로 정부에서 작성 배부하여 상당한 효과를 거두고 있다.

둘째로는 보건적 영양가가 높거나(nutraceutical), 대체의약성(pharmaceutical) 안정성 원예작물의 생산을 위한 재배관리기술의 확립으로 화학비료와 농약 투입량을 최소화하면서 생산하자는 운동으로 세계적으로 농약 및 화학비료 소비량이 가장 많은 한국의 입장에서 특히 주목할 필요가 있다. 즉, 일례로 methylbromide를 이용한 토양소독보다는 내병성대목에 접목된 묘를 이용함으로써 농약사용량은 물론 화학비료의 사용까지도 획기적으로 낮추는 방법 등이 화란을 중심으로 적극적으로 활용되고 있다. 아울러 유용미생물이나 천적 등을 이용하거나, 식물체 유래 해충유인제 및 기피제를 이용한 병해충 방제, 병해충 종합관리시스템(IPM)의 이용 등이 이에 포함된다.

셋째, 다기능성 및 불량환경에 대한 적응성이 강화된 원예작물의 육성이다. 이들이 육성된다면 생산 및 증산이 용이하고 안전도가 높은 원예작물의 생산이 그만큼 쉬워지게 된다. 일례로 바이러스 저항성과 같은 유전인자를 원하는 작물에 삽입-발현케 하여 안전생산에 기여하는 유전공학기술의 이용도 여기에 적용될 수 있다. 인체에 사용하는 의약품에서 합성화학약품의 사용을 줄이고 대체의약(alternative or natural or plant-originated medicines)을 개발하기 위하여 원예 산물의 특정기능성 및 약리적 성

분의 함량이 높은 품종의 선발 내지는 육성도 강조되고 있다.

넷째, 종자처리기술에서 공정육묘, 정식, 관리, 수확, 선별, 포장 등에 이르기까지의 총괄적인 재배관리를 생력화하여서 절대 부족한 양질의 노동력 문제에 적극적으로 대응하는 것인데 이 또한 한국에서도 시급한 분야이다. 즉, 100% 밭아하여 슈음작업이나 보식이 필요없는 종자의 개발과 보급, 소립종자 등의 직파재배, 접목을 포함한 육묘관리의 자동화 내지는 생력화, 정식작업의 기계화, 약제살포나 유인작업 같은 관리작업의 기계화 내지는 생력화, 그리고 수확, 선별, 포장에 이르는 다양한 단계에서의 생력화 분야이다.

다섯째는 인간의 삶의 질을 윤택하게 하는 원예의 새로운 기능 인식 및 이용확대로 크게는 여가시간의 선용에 의한 삶의 질 개선인데 이는 미국인의 40%가 원예를 제1의 취미라고 하면서 주말에 많은 시간을 원예활동에 투입하고 있는 것으로도 잘 대변되어 진다. 한국에서도 관광-서비스 원예산업(자연학습원, 식물원, 주말 및 관광농원)의 이용확대에 따른 과학화-효율화-인식 재정립의 문제가 중요시되고 있는 실정이다. 아울러 전 세계적으로 붐을 일으키고 있는 herb 농원이나 herb 가공산물의 이용확대도 이에 속하고 꽃예술(꽃장식, 꽃꽂이, 압화, dry flower 등)이나 실내-옥외 조경도 중요시된다. 원예치료(horticultural therapy)나 향치료(aromatherapy) 그리고 이에 따르는 원예가공품의 이용확대를 주목할 필요가 있다. 즉, 채소나 과일과 같은 식품으로서의 가치가 아니고 미적-정서적 효과로 인간의 삶을 풍요하고 활기 있게 바꿀 수 있는 원예의 가치 확립에 관한 관심과 연구가 증가하고 있는 실정이다.

일본은 농업 노동력의 노령화와 후계 인력 부족에 의한 생산성 저하와 외식 산업확대로 식품의 안정적 수급이 요구됨에 따라 수입 상사의 다국적화로 해외 수입이 증가되고 있다. 또한 일본에서는 농업 생산 체계 강화 대책 사업의 일환으로 시설비를 보조지원하여 식물 공장 생산 시스템을 시범 보급함으로써 식물 공장 생산 시스템의 기술 개발 및 실용화를 촉진하고 있으며, 엽채류 및 일부 과채류의 완전 제어형 식물공장이 실용화되고 있다. 이처럼 일본과 유럽의 농업 선진국에서는 공통적으로 겪고 있는 농촌 노동력의 노령화, 부녀화에 따른 농기계와 안전성, 쾌적성, 취급성 등 인간공학적 성능 향상과 과일 수확 로봇, 착유 로봇 등 농작업의 자동화, 로봇화, 무인화 기술 개발이 활발히 전개되고 있다.

중국은 WTO 가입으로 경쟁력이 약한 곡물의 재배가 감소하는 대신 채소 등 원예작물의 재배 면적이 급속히 증가되면서 값싼 인건비로 인한 원예작물의 수출 경쟁력이 높아질 것으로 예상되고 있다(농림부, 2001). 시설 채소의 경우는 가격 경쟁력은 있으나 품질의 차이가 있어 재배 기술의 획기적인 개선 없이는 우리나라 시장에 수출이 어려운 실정이나 마늘과 고추 등은 품질이 비슷하고 가격 경쟁력이 5배 이상 되어 한국으로의 수출이 급증할 것으로 예측된다. 그러나 중국에서도 성장 작목으로 부각되고 있는 시설 원예에 대한 투자가 계속되면서 앞으로 이들 농산물 부문에서 일본,

한국과 치열한 경쟁이 있을 것으로 예상된다.

농업 선진국이라 할 수 있는 네덜란드를 비롯한 EU 국가들의 원예작물 품종 육성과 생산 체계는 세계적인 수준에 있으며 국제 경쟁력 확보 차원에서 채소와 화훼 작물의 공업적 생산 시스템으로 전환이 이루어져 전 세계 시장을 석권하는 기술 중심 국가로 성장하여 왔다. 이들 국가들은 온실 내 병해충의 효율적 방제를 위한 병해충 모니터링을 강화하고 있으며, 작물별 생육 모델을 개발하여 종합 관리 시스템을 구축해 가고 있다. 또한 농산물 품질 차별화에 의한 부가가치 증대를 위하여 농, 축산물의 내, 외부 품질을 실시간, 비파괴적으로 판정하는 기술 및 저온 유통과 수확 후 기계화 기술 개발이 활발히 실용화되고 있다.

미국, 유럽, 일본 등 선진국은 중앙뿐만 아니라 지방 기관의 육종과 민간 육종이 활발하고 고품질, 병해충 저항성 및 환경 내성 품종 육성에 주력하고 있다. 이러한 신품종 육종 사업을 가속화시키기 위해 유전 형질을 조기에 검정할 수 있는 기술의 개발, 유전 양식을 설명하기 위한 연구, 유전자 지도 작성, 유용 형질에 대한 분자 표지 개발 등 생명 공학 연구에 집중하고 있다. 또한 미국과 유럽을 중심으로 세포 융합 및 유전자 전환과 육종 효율 증대를 위한 생식 제어 기술을 개발하기 위한 연구를 하고 있으며 유전자원을 효율적으로 관리하기 위한 유전자원 통합 관리 시스템을 구축하고 있다(원예연구소, 2002).

일본과 이태리 등의 국가에서는 사과와 감의 저수고 초밀식 재배 체계의 확립으로 조기 결실과 단위 면적 당 수량을 제고시키는 노력을 하고 있으며 고품질 친환경 과실 종합 생산 체계를 실용화하는 데 연구가 집중되고 있다. 또한 사과와 배를 비롯한 여러 과종을 대상으로 품종, 재식 방법, 지주 시설 등과 연계한 생력형 재식 양식을 기초로 저투입 지속 농법(LISA), 양분 종합 관리(INM), 병해충 종합 방제(IPM)체계를 확립시키기 위한 노력을 집중하고 있다.

다. 국내 동향

원예작물 중 채소 육종은 엽, 근채소류와 고추에서 세계적인 수준의 육종 기술과 수량성을 보유하고 있으며, 민간 회사를 중심으로 F1 품종이 개발되고 있고, 국가 기관에서는 모본의 복합 내병성 계통을 육성하거나 육종 기초 기술을 개발하고 있다. 앞으로는 고품질, 고기능성, 환경 친화형 품종 개발에 생명 공학 기술을 이용한 육종이 활발히 진행될 것으로 보인다. 반면에 고소득 작목에 속하는 과채류의 육종은 선진국 수준에 도달하지 못한 실정이다. 한편, 뒤늦게 시작한 화훼육종은 주로 원예연구소를 본부로 하여 급성장하여 선인장과 용담을 시작으로 하여 장미, 국화, 카네이션, 나리, 프리지아, 글라디올러스 등 잇따라 우수 품종이 육성되고 있다. 최근 UPOV 가입과 더불어 원예작물 유전자원 수집 보존 투자가 증가하고 있으며, 생명 공학 기초

기술과 전통 육종을 결합한 신품종 개발이 이루어지고 있다.

국내 기간 채소 작물은 중국의 생산비에 비하여 5~10배 높아 경쟁력이 낮은 실정에 있어 이를 극복하기 위한 연구로서 일시 수확형 고추 품종 육성, 마늘 주아재배 기계화 연구 등과 같은 생산비 절감을 위한 기술들이 연구되고 있다. 그러나 이러한 기술 개발과 더불어 재배 면적의 규모화 (20ha 이상)를 이루고 저비용, 고효율 원예작물 생산을 위한 기계화를 유도한다면 상대적인 경쟁력 확보가 될 수 있을 것으로 보인다. 정채적인 측면과 원예작물의 고성능 기계화 생산 기술의 개발이 뒤따라야 할 것으로 보인다. 한편 마늘, 배추 생산은 파종에서부터 수확 작업까지 일관 기계화 기술 개발이 이루어지고 있으나 아직 실용화되지는 못하고 있다. 화훼의 경우 무척지국화 품종이 교잡육종에 의하여 개발되어서 앞으로 생력화에 크게 기여할 것으로 기대되나 유전자조합에 의한 육종은 아직 담보상태이다. 분화생산에 있어서 최근 개발된 저면관수시스템은 생력화 및 고품질분화생산에 크게 기여하여 수출전선에 크게 도움을 줄 것으로 기대된다.

시설 원예, 수경 재배, 자동화 및 공장 생산 시스템 등으로 표현되는 첨단 원예작물 생산 기술과 관리 기술은 1990년 초부터 투입된 시설 현대화로 급속한 발전을 해 오고 있으며, 특히 육묘 공장은 경쟁력 있는 분야로 발전해가고 있다. 최근 신선 채소와 화훼의 일본 수출 증가에 힘입어 시설 원예의 급속한 발전이 이루어지면서 착색 단고추, 오이, 토마토, 딸기 등의 고품질, 다수확 생산 기술 개발에 대한 연구가 집중되고 있다. 엽채류와 화훼 작물을 대상으로 하는 공장 생산 시스템 개발이 대학과 연구소에서 진행되면서 환경 제어, 작업 공정의 자동화, 작물 생산 기술과 관련된 기초 기술 개발이 활발히 진행되고 있으나 아직 실용화까지는 시간이 필요할 것으로 보인다. 원예작물 수확 후 관리 기술은 생산물의 고품질, 상품성 향상과 관련된 선별, 저장, 포장 및 유통 기술 개발 과정에서 빠르게 진행되고 있다.

앞으로 채소 수요는 국민 소득 증가에 따라 늘어날 것으로 보이며, 원예 산물에 대한 소비 형태가 다양화, 고급화되는 추세로 변하는데 따른 안전한 고품질 채소 및 화훼의 생산과 유통에서 신선도 유지를 위한 연구 개발이 뒤따라야 할 것이다.

미래 화훼생산의 발전을 위해서는 품목의 다양화, 생산지역의 재편, 생산기반의 향상, 생산비의 절감 등 과제를 안고 있다. 절화는 미국에서의 예와 같이 값싼 외국산 수입품에 의해 국내시장이 잠식당할 가능성이 높기 때문에 자연조건이 주 요인인 절화보다는 기술이 필요하고 상대적으로 무역이 어렵고 사회적 입지조건이 중요한 종묘, 분화와 화단묘의 생산비중을 높일 필요가 있다. 생산비의 절감을 위해서는 신품종개발, 바이러스 무병묘의 종묘 생산체계의 확립, 원예용 자재의 국산화, 자동화, 기계화 등의 기술 개발이 필요하다. 즉, 국내외에서 인기를 얻을 수 있는 고품질, 생산비가 절감될 수 있는 생력형 품종을 개발하고, 이를 대량생산할 수 있는 육묘체계를 확립하여야 한다. 따라서 이에 대한 연구가 국내에서 많이 진행되고 있다. 신품종 육성을 위

해서는 기존의 국가연구기관 위주로부터 생산농가 및 민간기업이 다같이 참여하는 네트워크를 구성하여 효율을 높여야 한다. 이어서 친환경이면서도 고품질의 화훼를 주년 생산 가능한 생산시스템을 개발하여야 한다. 고품질 분화생산을 위해 현재 순환식 양액재배시스템이 개발 보급되고 있다. 다양한 방법을 통하여 내환경 및 내병충성 생산기술이 개발되어야 하고, 이로부터 생산된 화훼를 잘 관리하여서 신선도와 품질이 계속 유지되도록 기술을 개발하여야 한다.

라. 국내 역량

1) SWOT분석

<표 4-6-10> 원예분야의 SWOT분석

장점요인(S)	약점요인(W)
<ul style="list-style-type: none"> - 고부가가치 산업으로 투자효율 높음 - 고품질 원예산물에 대한 수요증가 - 안전 농산물에 대한 인식 높음 - 친환경 농업에 대한 인식 높음 - 경쟁력 있는 원예작물의 수출증가 추세 - 채소종자 수출 증가추세 - 저비용 고효율 시설에 대한 요구도증가 - 국내기반 기술 및 기간산업 확보 - 산업화를 위한 산업체 활성화단계 - 국내 연구인력확보 - 북한의 저렴한 생산 및 연구 인력 	<ul style="list-style-type: none"> - 기초연구가 미흡함 - 기간채소 등 경쟁력 저하 - 산업체 영세성 - 유전자원 확보가 미흡함 - 북한 원예산업 취약 - 원예산물 활용기술 미흡 - 유용 기능성 물질 탐색기술이 낮음 - 지속적인 투자여건 미흡 - 산업화 기술수준 낮음 - 마케팅 기술 및 전략 부재 - 학제간 연구 부족
기회요인(O)	위협요인(T)
<ul style="list-style-type: none"> - 일본 수입시장 확대 - 중국 농산물의 품질 낮음 - 국내 연구기반 시설 및 인력 확보 - 고부가가치 농산물 수요증가 - 산학연 연구 체제 - 전통육종 및 재배에서 첨단기술접목 	<ul style="list-style-type: none"> - 중국원예작물 재배면적 및 생산성 증가 - 일본 생산 이력서 요구 - 농산물 시장개방 가속화 - 수입개방 압력 증대 - 농가 보조금 지급 금지 - 신품종 개발 기업화 및 산업화가 늦음

2) 연구개발 능력 분석

가) 국내에서는 원예작물 육성 및 생산 기술개발을 위한 인적·기술적 인프라는 확보

되어 있으나 체계적 연구 및 투자의 부족으로 핵심기술 개발과 실용화 단계로 발전과정에 많은 문제점이 있으며, 선진국의 경우 기초기술과 인력양성 등이 충분히 확립된 가운데 인프라 구축 및 실용화를 위한 연구에 본격적으로 진입하고 있다.

나) 국내의 원예작물 생산기반 시설의 현대화가 계속 지연되고 국제 경쟁력 강화에 필요한 시설 투자가 정상적으로 이루어지지 않고 있으며 관련 분야 연구인력과 기술이 매우 미흡한 실정으로 이에 대한 전문인력 양성 및 이를 통한 체계적인 연구가 절실한 반면 선진국의 경우 인력양성 및 기술적 수준이 매우 높다.

제2절 기술로드맵 작성

1. 핵심시스템 구성요소 및 성능목표 설정

수입농산물과의 경쟁 격화, 고령화, 노동력 감소에 의한 생산력저하가 진행되는 속에서 고품질화, 고기능성, 안정성을 요구하는 소비패턴이 높아져가고 있다. 화학비료와 농약에 의한 환경부하를 경감시키고 소비자가 요구하는 안전한 농산물을 생산하는데 생력적, 고부가가치적 생산성을 높일 수 있는 원예경영전략이 필요하다. 이를 위해서 다음과 같은 기본방향을 설정하고 연구를 집중화해야한다.

- 1) 생력적, 저비용, 안정생산기술 개발
- 2) 소비자 요구에 대응한 고품질화를 위한 안정생산·유통기술개발
- 3) 환경부하 경감과 안정생산에 의한 삶의 질 증진 원예산물개발

이러한 기본방향을 효율적으로 추진하기 위해서 국가시험연구기관, 기술보급조직, 민간기업, 농업계대학 및 농민간의 연계를 강화시키고, 지역 입지와 환경에 기초를 둔 현장밀착형 시험연구를 추진하여 실용적 기술체계 확립을 추진함이 필요하다. 또한, 국가기관에서 개발한 BT, IT, NT분야의 기술을 농업기술개발에 응용할 수 있는 산학연 연구 시스템 구축이 필요하며, 새로운 의학, 약학 등의 분야와도 연계를 강화하여 원예산물의 기능성부가로 고부가가치산물로 거듭날 수 있는 연구 체계가 필요하다.

가. 고품질안정생산기술

<표 4-6-11> 고품질안정생산기술의 핵심시스템 구성요소와 성능목표

구 분	현재	단기(2004~2006)	중기(2007~2009)	장기(2010~2015)
성능목표 핵심시스템 구성요소	관련기술 시작단계 및 현 상태	관련기술구축단계	관련기술발전단계	관련기술완성단계
고품질 우량 품종육종	-고품질 품종육성 -내병성품종육성	-복합내재해성품종육성 -고품질품종육성 -생력화 품종육성	-복합 내재해성 품 종육성 -고품질품종육성 -생력화품종육성	-복합 내재해성 품종 육성 -고품질품종육성 -생력화 품종육성
고품질생산기술	-수경재배기술 -온도제어기술	-복합환경제어기술 -토양양수분제어기술 -생육단계별종합제어	-온습도 인공제어 -새로운 광원개발 -지하부환경복합조절	-전자기이용 제어 -새로운 광원개발 -양수분자동제어
안정생산기술	-지역별 작부체계 -병충해방제기술	-병해충예찰 모델작성 -저독성농약사용기술 -기상이변대응기술	-저항성품종육성 -생물적방제시스템 -도입병해충예방	-천적이용기술 -초음파방제기술 -초진도이용기술
저투입생산기술	-비료절감기술 -농약절감기술 -에너지절감형시설	-에너지효율화모델 -자연자원이용 방제 -친환경양분관리기술 -관비재배 기초기술	-에너지효율화모델 -자연자원이용 방제 -친환경양분관리기술 -관비재배 실용화기술	-에너지효율화모델 -자연자원이용 방제 -친환경양분관리기술 -관비재배실용화기술
친환경농산물 생산기술	-토양수분관리기술 -저독성농약사용	-미생물농약개발 -내생균류발현물질검색 -청정원예산물생산기술 -국제잔류농약규정대응	-미생물농약다양화 -내생균류물질이용 -청정 원예산물 생 산기술 -국제잔류농약 규정 대응	-미생물농약체계완성 -내생균류물질생산 -청정 원예산물 생산 기술 -국제 잔류농약 규정 대응

나. 종묘생산과 대량증식기술

<표 4-6-12> 종묘생산과 대량증식기술의 핵심시스템 구성요소와 성능목표

구 분	현재	단기(2004~2006)	중기(2007~2009)	장기(2010~2015)
성능목표 핵심시스템 구성요소	관련기술시작단계 및 현 상태	관련기술구축단계	관련기술발전단계	관련기술완성단계
F1종자생산	-고추, 배추, 무채종 -소량품목 내병성 채종	-수출유망작목육성 데이터베이스화 -필요채종기술 확립 -산학연연구체계	-MS, SI 이용 채종 작목 확대 -아포믹트채종기술	-MS, SI 이용 채종 작목 확대 -아포믹트 채종기술
종자가공 및 처리	-농약코팅 -발아촉진처리	-종자프라이밍기술 -고순도고발아세종 자가공 -파종편의기술	-종자태입, 종자매 트 개발 -젤링종자파종기술	-규격화종자생산완성 -수출규격완성
무병주생산	-조직배양묘생산	-무병주 생산작목 확대 -약독virus처리묘 생산	-내생균류집종묘생산 -특이성분발현묘	-내병해충묘생산체계 시스템화
영양계대량 증식	-종묘생산 -조직배양 나리생산	-우량종묘 데이터 베이스화 -영양번식 작물 대 량 급속증식	-무병종묘생산기술 -영양번식 작물 대 량 급속증식	-무병종묘생산기술 -아포믹트 작물생산 기술
공정육묘	-소규모육묘공장	-다품목자동화모델화 -접목묘생산 체계화	-규격묘 배양기술 -양수분공급시스템 -묘저장기술	-생육단계별제어시스템 -복합환경시스템 -묘생산 안정화기술

다. 신제품육성기술

<표 4-6-13> 신제품육성기술 핵심시스템 구성요소와 성능목표

구분	현재	단기(2004~2006)	중기(2007~2009)	장기(2010~2015)
성능목표 핵심시스템 구성요소	관련기술 시작단계 및 현상태	관련기술구축단계	관련기술발전단계	관련기술완성단계
MS, SI계 모본 육성	-원예작물 실용화	-다양한원예작목개발 -우량MS육성 -SI우량계통육성	-육종체계확립 -우량MS이용품종 -SI우량계통이용교잡	-육종종자생산 -MS이용채종체계 -SI이용채종
환경내성품종육성	-내저온성 품종선발 -내병성품종육성	-친환경품종육성 -환경내성유전자분리 -내서성유전자군분리	-친환경 품종육성 -배발생유전자분리 -복합내병성품종육성 -환경이변발현유전자 제어	-친환경 품종육성 -배발생유전자분리 -복합내병성품종육성 -환경이변발현유전 자제어
유전자검색기술	-유전자원수집 -유전자원분류	-특수형질검정기술 -유용유전자분리 -국제유전자검사체계	-특수형질검정기술 -유용유전자분리 -국제유전자검사체계	-특수형질검정기술 -유용유전자분리 -국제유전자검사체계
분자유종기술이용	-형질전환체계확립 -DNA마커개발	-기내조기검정기술 -형질전환기술이용	-유전자뱅크구성 -형질전환기술이용	-기내조기검정기술 -형질전환기술이용
유전자원수집보존 기술	-유전자원수집 -유전자인행구축	-유용유전자 도입 -유전자부양기술 -다기능유전자원평가	-기능성유전자원확보 -초저온유전자보존기술	-유전자원해동기술 -다기능유전자원도 입보존
교잡육종기술	-지역적응품종육성 -수출용품종육성	-종속간교잡육종 -종의합성기술 -생력화 품종육성	-분자유종소재이용 -복합내병성육종 -기능성육종 -생력화 품종육성	-잡종강세육종 -수출용품종다양화 -생력화 품종육성

라. 생산시스템 첨단화

<표 4-6-14> 생산시스템 첨단화 핵심시스템 구성요소와 성능목표

구 분	현재	단기(2004~2006)	중기(2007~2009)	장기(2010~2015)
성능목표 핵심시스템 구성요소	관련기술 시작단계 및 현 상태	관련기술구축단계	관련기술발전단계	관련기술완성단계
초생력생산기술	-급액자동화 -선별자동화 -개폐자동화	-자동정식·파종기 -환경제어모델링 -생체 계측기술 -저비용·고효율 생산시설	-복합환경지능센서 -로봇화기계접목 -수확자동화 -생체진단과 환경제어 기술	-수확선별자동화 -저비용·고효율생 산기술 -생체진단과 환경제어 기술
정밀농업기술	-기초인식단계	-정밀농업발전계획	-생체측정기술 -환경자동감지체계	-변량제어농기계
식물공장	-온도제어형 하우스 -환경제어형 온실	-순환식 수경재배 기술 -태양광형 식물공장	-무기이온제어기술 -병용형 식물공장	-수경재배용 최적 배지개발 -완전제어형 식물공장
비파괴품질검사	-외관과 당도검사	-비파괴형 첨단기술 접목	-내부품질판별기술 -외부형질 수치화	-자동품질판정기술
수확후 관리	-상온유통 -크기별선별	-규격화기준 -고품질수확후처리 기준	-수확후 예냉 처리 -장기유통처리기술 -친환경항미생물제	-MA 포장재다양화 -기능성유지 유통체계
원격제어시스템	-수동식제어	-원격제어 모델링	-원격제어IT기술접목 -기본환경원격제어	-정밀환경원격제어

마. 원예자원의 고부가가치화

<표 4-6-15> 원예자원의 고부가가치화관련 핵심시스템 구성요소와 성능목표

구분	현재	단기(2004~2006)	중기(2007~2009)	장기(2010~2015)
핵심시스템 구성요소	성능목표 관련기술 시작단계 및 현 상태	관련기술구축단계	관련기술발전단계	관련기술완성단계
부가가치 향상기술	-육안에 의한 선별 등급	-재배기술 고급화 -품종의 고급화	-고급화재배기술 -품종의 고급화	-고품질재배기술 -품종의 고급화
저장유통기술	-냉장유통 -포장의 규격화	-기능성포장 -신선유통소포장	-기능성포장재이용	-냉장유통 -기능성 유지기술
기능성 유전자원개발	-국내자생식물이용	-기능별 식물분리	-우량유전자분리 -내생균류생산유전자원	-항생식물개발 -복합기능성식물 -고부가유전자원화

바. 원예복지기술

<표 4-6-16> 원예복지기술 핵심시스템 구성요소와 성능목표

구분	현재	단기(2004~2006)	중기(2007~2009)	장기(2010~2015)
핵심시스템 구성요소	성능목표 관련기술 시작단계 및 현 상태	관련기술구축단계	관련기술발전단계	관련기술완성단계
안전성 검정 및 품질관리 기술	-미인식단계	-신선농산물의 독성 분류 -도입식물의 안전성 -유통원예산물의 품질관리	-유독성물질의 한계 기준 -무독화기술 -유통원예산물의 품질관리	-유독성산물의 배제지침 -유통원예산물의 품질관리
잔류독성간이 검정기술	-기준 미비	-유해성분기준(농약, 조절제, 성분)	-유해성분배제를 위한 재배지침 -간이판정기술	-무해농산물재배지침 -잔유독성 NT 검정기술
정신적 영향평가	-인식 없음	-색, 모양, 향기의 영향 기준	-새로운 육종고려목표제시 -신기능식물개발 -향기치료식물개발	-삶의 질 개선기술확립 -유효향기유전자도입
원예와건강생활	-인식 미비	-주말농장 -관광농원 -원예치료	-주말농장 -관광농원 -원예치료	-주말농장 -관광농원 -원예치료

2. 기술영역 및 핵심기술

가. 기술영역 및 핵심기술도출

1) 핵심시스템 구성요소별 관련기술

<표 4-6-17> 핵심시스템 구성요소와 관련기술

핵심시스템구성요소	관 련 기 술
고품질 우량품종육종	-고품질 품종육성 -생력재배용 품종개발 -기능성고품질 품종육성 -복합내재해성 품종 육성
고품질생산기술	-고품질 생산에 필요한 토양환경, 기상환경 등 조절기술 -품질관련 요인에 대한 상호작용기작 해명 -생육단계별 복합 환경 제어기술
안정생산기술	-격년결과 등을 방지할 수 있는 개화결실 제어기술 개발 -정밀농업기술에 의한 생육 균일화기술 -생육단계 예측기술 -종합적 병해충 방제기술
저투입생산기술	-비료, 농약을 절감하고 길항미생물, 천적 등을 이용한 환경부하 저감기술 -양수분 동태 파악에 근거한 환경부하 저감기술 -자연자원 이용의 극대화 와 에너지 저투입 농업기술 -관비재배기술의 실용화
친환경 생산기술	-토양, 작물, 환경을 고려한 BMP/INM/IPM 실천기술 -정정 원예산물의 최적 규격화 및 검정기술
F1 종자 생산	-환경내성 잡종강세 종자생산기술 -수출용 복제 불가능 종자 생산 체계확립 -국제경쟁력이 있는 작목의 확대에 필요한 채종기술개발
규격화 종자가공	-고순도 고발아세 규격화 기계화에 필요한 종자 가공기술 -기계화에 필요한 종자테입, 매트, 코팅종자생산기술
무병주생산기술	-영양번식성 원예작물의 무병묘 대량생산기술 -약독 바이러스, 묘 생산기술

핵심시스템구성요소	관련기술
영양계 대량 증식	<ul style="list-style-type: none"> -산업화 수출화가 가능한 품종의 탱크배양 등에 의한 대량증식기술 -아포미트를 이용한 영양계 증식기술 -체세포 배 발생을 이용한 인공종자 생산기술
공정육묘	<ul style="list-style-type: none"> -대량 묘 생산의 안정화 기술 -접목 묘 생산과 묘 저장기술 -친환경 최적배지 조성기술 -다품목 자동화 육묘를 위한 제어시스템 구축 -생육단계별 플러그 육묘 영양 및 환경제어 시스템 -물리 및 화학적 초장제어기술
MS, SI계 모본육성	<ul style="list-style-type: none"> -국제경쟁력이 있는 원예작물의 MS, SI계 모본육성 기술 -다양한 환경내성 및 내병성 MS, SI계 모본 육성
환경 내성품종육성	<ul style="list-style-type: none"> -고품질 생산에 필요한 토양환경, 기상환경 등 조절기술 -품질관련 요인에 대한 상호작용 기작 해명 -생육단계별 복합 환경제어기술
유전자검색기술	<ul style="list-style-type: none"> -유전자원 특성검정기술 및 유전자원 정보 데이터베이스화 -형질전환 작물유전자 검색 기술 -특이형질 조기검정 기술
분자유종	<ul style="list-style-type: none"> -유전자도입에 의한 변이창출 및 우량품종육성 -형질전환에 의한 신품종육성기술 -분자유종기술을 이용한 저항성 품종육성
유전자원수집보존기술	<ul style="list-style-type: none"> -기능성 식물의 유전자 수집 및 보존기술 -영양 번식 작물의 초저온 보존기술
교잡육종기술	<ul style="list-style-type: none"> -종속간 또는 품종간 교잡에 의한 변이창출 -잡종강세 육종을 위한 모본의 유지 및 조합능력검정 -분자유종소재의 실용화 -생력화 품종육성
초생력 생산기술	<ul style="list-style-type: none"> -파종, 정식, 수확, 선별의 생력화 기술 -생체진단에 의한 자동급액 및 환경제어기술
정밀농업기술	<ul style="list-style-type: none"> -지하 및 지상 미세 환경 센싱에 의한 자동 제어기술 -생체 자동 센싱모델에 의한 자동환경관리기술 -가변량 살포 및 제어기술

핵심시스템구성요소	관련기술
식물공장	<ul style="list-style-type: none"> -태양광형 또는 완전 제어형 식물공장 실용화기술 -순환식 수경재배 -무기이온제어기술 -최적배지개발 및 분석기술
비파괴품질검사	<ul style="list-style-type: none"> -영상, NIR, MRI 등 응용기술 -맛, 식미, 성분 등의 자동 품질 판정기술
수확후 관리	<ul style="list-style-type: none"> -기계선별 및 포장 자동화 기술 -MA 포장재 다양화 응용기술 -수확후 예냉, 장기유통안정화 처리기술
원격제어시스템	<ul style="list-style-type: none"> -장시간 원격제어 모델링을 위한 각종 센싱 프로그램 개발 -원격 정밀환경제어 시스템개발
고부가가치 기술	<ul style="list-style-type: none"> -자동선별 등급화, 농산물의 청정화, 산지가공화 -브랜드화, 품종의 고급화, 고품질재배기술
저장 유통기술	<ul style="list-style-type: none"> -산지 예냉 및 전처리 기술 -선도유지를 위한 기능성 포장재개발 -소비자 기호에 맞는 재배지 가공 및 유통체계개선
기능성유전자원 개발	<ul style="list-style-type: none"> -자생식물의 기능성 검정 -천연항생물질 생산 내생균류의 집종에 의한 기능성 작물생산기술 -부산물로부터의 특이 성분추출 작물 육종
안전성검정기술	<ul style="list-style-type: none"> -신선 원예작물의 안전성 검색과 규격화 -도입 원예작물의 안전성물질 검색기술
잔류량 간이검정기술	<ul style="list-style-type: none"> -유해성분(농약, 중금속, 기타성분)의 소비자를 위한 간이검정기술 -유해성분 제거를 위한 작물별 다양성 구명
정신적 영향 평가	<ul style="list-style-type: none"> -향기치료의 효과 향상기술 및 영향평가 -향기 품종육성, 유효향기 유전자 도입, 향의 인간에 대한 영향판단기술 -주말농장, 관광농원, 원예교육 및 치료

2) 핵심기술별 요소기술

<표 4-6-18> 핵심기술별 요소기술

대분류	중분류	소분류
원예분야	고품질 안정생산	주요 원예작물 생산성 및 품질향상을 위한 재배 환경 최적화 모델 개발
		주요 원예작물의 주년 생산 기술이 개발
		환경복원을 위한 자생지피식물의 개발과 대량 생산 방법의 개발
		작물의 노화 생리 구명과 품질 보전에 관한 연구
		품질 구성 요소 구명 및 품질 평가 기술이 개발
		과수 왜화기구 구명
		주요 과수 적과제 탐색 및 적과 생리 연구
		다수확 고품질 원예작물생산을 위한 영양진단 기술
		작물 품질 관련 기상 환경요인 해석 및 기상재해 경감기술
		과수 내한성 기구와 자발 휴면 생리 기구 구명
		저장 단백질 축적 및 이동 패턴 연구
		당 관련 유전자 발현 기구 구명과 과실내 당축적 기구 구명
		바이러스 및 바이로이드 분리, 진단 및 방제 연구
		수확 후 관리 종합 시스템이 개발
		건고추 일관 생산 기술 체계화 연구
		채소류 생산구조 특성과 효율적 생산기술 개발
		친환경 미생물을 이용한 연작 장애 경감 및 시비의 효율화
		최적 생육 모델화를 위한 생육 진단 기술
		주요 작물 관비재배 실용화기술
		우리나라 자생식물의 채소화 방안
		노지 건고추의 직파 재배 기술
		수출용 종자의 채종 및 종자 처리 기술이 개발
		병저항성 유도 신호물질을 이용한 채소작물의 병해충 방제기술
	생산성 향상 기술 개발을 위한 스트레스 내성 기구	
	수출용 원예 산물의 품질 향상을 위한 재배 및 수확 후 관리 종합 시스템이 개발	
	원예시설내 식물 병해충 발생예측, 억제 및 방제기술이 개발	
	원예작물에 있어서 곤충 및 천적의 이용기술	
	종묘생산과 대량증식	종자 발아 촉진을 위한 고분자 화합물이 개발
		고흡습성 중합체를 이용한 도양개선
		프라이밍된 원예작물 종자의 장기안전저장기술 개발
		기능성 제품 개발을 위한 자생식물의 대량 생산 체계화
		양란의 신품종 육성과 영양번식묘의 대량생산 체계화
		원예작물의 무병묘 대량생산 체계화
		원예작물 육묘공장 시스템, 생산기술 및 실용화 연구
		고순도 고발아세 규격화 기계화에 필요한 종자가공기술
		기계화에 필요한 종자태입, 매트, 코팅종자생산기술
		산업화 수출화가 가능한 품종의 탱크배양 등에 의한 대량증식기술
		아포미트를 이용한 영양계 증식기술
		체세포 배 발생을 이용한 인공종자 생산기술
		다품목 자동화 육묘를 위한 제어시스템 구축
		생육단계별 플러그 육묘 영양 및 환경제어 시스템
		육묘기 물리 및 화학적 초장제어기술
		육묘공정시스템 설계 및 실용화기술

대분류	중분류	소분류
원예분야	신품종육성	구근번식성 오리엔탈 나리를 대체하는 종자번식성 나리가 개발
		자생나리류의 식용 자원화연구
		기능성 및 환경내성 유전자 탐색과 형질전환 기술체계화
		구조변화 에틸렌수용체 유전자도입에 의한 절화수명연장
		수입대체용 초화류의 품종 개발
		Biotic, abiotic stress 저항성 품종이 육성
		구근 화훼류의 신품종 개발
		주요 절화 및 분화 식물의 품종개발과 재배작형 연구
		생력 재배형 화훼품종 육성
		주요 과수 재분화 및 형질전환 체계 확립
		과수 화아형성 유전자 구명 및 착화기구 구명
		광합성 유전자 발현 해석과 광합성 물질대사 및 분배
		성숙생리구명과 관련 효소, 유전자 발현 및 제어 연구
		GA 등 식물 호르몬 유전자 발현 해석 및 내성 유전자 탐색
		유전자원 특성 조기 간이 검정법 및 기내 장기 보존법이 개발
		통일 대비 북한 지역 적응 과수 품종 개발 연구
		과실 착색 생리 구명과 안토시아닌 생합성 관련 유전자 발현 연구
		과수세포벽 관련 유전자 발현기구 구명과 과실 연화 기작 연구
		주요 채소작물의 신품종 육성과 재배 기술이 개발
		응성 불임 및 자가불화합성을 이용한 채소류 품종이 개발
	내환경성 원예작물 품종 개발	
	일시 수확을 위한 품종 및 재배기술 개발	
	원예작물 유용형질연관 분자표지 개발 및 유전자 분석 연구	
	생산시스템 첨단화	주요 채소류 및 화훼류 식물공장의 실용화 연구
		환경친화형 순환식 수경재배시스템 및 근권 환경 제어 연구
		식물공장 시스템별 실용화 기술
		한국형 분화생산시스템의 개발 및 분화공장생산체계화 연구
		용도별 배지(상토) 분석 기술의 표준화 연구
		밀폐생태계 식물생산시스템 및 생산기술 연구
		품질과 성능이 우수한 농자재가 개발
		에너지 절감형 고효율 원예작물 생산시스템 연구
		저비용·고효율 생산시설 개발 및 실용화
		고효율 한국형 온실구조 및 환경조절 연구
		체계적 생산을 위한 식물생산시스템의 모델링 및 시뮬레이션 연구
		인터넷을 이용한 온실 종합관리 시스템 연구
		원예작물의 고품질 생산을 위한 수경재배 시스템이 개발
		고품질 원예작물생산을 위한 환경 및 생체정보제어시스템 연구
		공장 폐열과 온천수를 이용한 온실 난방기술
	장시간 원격제어 모델링을 위한 각종 센싱 프로그램 개발	
	원격 정밀환경제어 시스템개발	
	가변량 살포 및 제어기술	
	원예자원의 고부가가치화	원예 산물로부터 유용물질의 탐색 및 추출 가공 기술이 개발
		특산품목의 고부가가치화기술개발
		온천수를 이용한 온실난방기술
		자연 자원에서 추출된 식물생장조절제의 개발 및 이용
원예 산물의 비파괴적 품질평가 및 판정 자동화 기술 개발		
천연항생물질 생산 내생균류의 접종에 의한 기능성 작물생산기술		

대분류	중분류	소분류
원예분야	원예복지기술	기능성 유전자원 평가 및 선발
		기능성 과수 성분 구명 및 인체 건강 증진 효과 구명
		자생 식물을 이용한 허브 및 가공상품이 개발된다.
		과수 기관별 건물 축적 및 소비 패턴 연구
		신선 원예작물 안전성 검색과 규격화
		색과 모양만을 기준으로 하지 않고 향기치료적 측면의 향기 영향기준
		향기 품종육성, 유효향기 유전자 도입, 향의 인간에 대한 영향판단기술
		유해성분(농약, 중금속, 기타성분)의 소비자를 위한 간이검정기술
		향기치료식물 개발

나. 핵심기술 분석

1) 각 핵심기술에 대한 최첨단(State of the art) 분석

가) 고품질 안정생산기술

(1) 정의 : 원예작물의 고품질, 친환경 및 저투입에 의한 원예산물을 안정적으로 생산하기 위한 기술을 의미한다.

(2) 범위 : 고품질 생산기술, 저투입생산기술, 친환경 생산기술, 안정생산기술 수량성향상기술을 포함한다.

(3) 필요성 : 최근 기상 이변과 병해충으로 인한 원예작물의 생산 안정성이 저해되고 있으므로 다수확 생산 안정성 제고를 위해서 각종 환경관리가 필요하며 지역별, 토성별 및 작물별 생산관리 기준 설정이 미흡하므로 지속적인 연구가 필요하다.

(4) 국외동향 : 원예선진국에서는 고품질의 원예산물을 안정되게 생산하기 위해서 재배 작물환경에 대한 최적화 연구가 수행되어 왔으며 기상이변에 적극 대처할 수 있도록 생산환경조절, 생산관리 모델개발 및 기상재해 예측 프로그램이 개발되어 응용하고 있다. 특히 생산과정에서 생산성과 생산비를 낮추기 위해서 기계화, 자동화, 환경 및 생체계측, 토양 및 생체분석 등을 통해서 투입 에너지를 줄이면서 생산성을 높이기 위한 연구들이 진행되고 있다. 원예작물 생산과정에서 환경 오염원의 배출을 줄이고, 유해물질의 투입이 되지 않도록 관리하고 있다. 환경 친화형 농업에서는 토양과 수질의 장기적 보존 차원에서 환경부하가 큰 농자재의 사용을 적극 줄일 수 있도록 대학과 산업체를 중심으로 연구되고 있다. 특히 환경부하가 큰 작물양분종합관리와

병해충 종합관리에 대한 연구가 집중적으로 이루어져 실행 중에 있다.

(5) 국내동향 : 국내 원예작물의 고품질 안정생산을 위한 고품질 품종육성, 내병·내충성 품종육성, 일시 수확형 품종개발 등이 시도되고 있다. 재배적인 측면에서 안정생산을 위한 병해충 방제기술, 지역별 작부체계 등이 이루어지고 있으며, 투입 에너지 절감 차원에서 비료, 농약 사용을 줄일 수 있는 재배기술로 관비재배방법이 적용되고 있다. 작물별 시비기준 설정, 기상환경에 따른 자연 재해 경감기술, 노력절감을 위한 기계화 생산기술, 토양 및 수분공급제어 및 관리시스템 등에 대한 활발한 연구가 진행되고 있다. 앞으로 고품질의 원예 산물을 안정되게 생산하기 위해서는 작물재배 환경을 최적화 할 수 있는 기초기술 개발이 필요하고 기상이변에 적극 대처할 수 있는 재배 환경 조절과 생산관리기술 모델이 필요하고, 생산과정에서 노임 상승과 생산자재 투입을 줄일 수 있도록 기계화, 자동화, 토양분석 등을 통해서 투입에너지를 줄이면서 생산성은 높일 수 있는 기술개발이 절실히 요구된다.

나) 종묘생산과 대량증식기술

(1) 정의 : 종자산업법에 정의된 종자는 농업상의 종자에 추가하여 모종, 묘목, 구근, 뿌리, 그리고 버섯의 종균까지도 포함된다. 따라서 조직배양이나 접목, 삽목, 기타 무성번식방법으로 증식된 식물체는 모두 광의의 종자에 포함된다. 대량증식은 포장 또는 기내배양으로 유성 및 영양번식으로 증식되는 대상을 포함한다.

(2) 범위

(가) F_1 품종의 대량생산 : 인공교배, 자가불화합성(self-incompatibility: SI) 이용, 및 옹성불임성(male sterility: MS) 등의 채종기술을 이용하여 채종되고 있는 현 채종체계에서 인공교배나 유전자적 옹성불임(GMS)의 이용보다는 더 안정적인 방법으로 고순도 종자의 양산이 가능케 한다.

(나) 고부가가치 종자 생산 : 교배조합능력의 검정에 준해서 우수한 성능 및 기능성을 보유한 순도 높은 F_1 종자를 양산하여 수출에도 기여한다. 아울러 세계적으로 친환경 농산물의 이용확대추세에 따라 다양한 가공종자를 생산하고 저농약, 저비료 투입으로 재배가능한 채소류의 접목재배 확대 실시 및 대목류까지도 F_1 으로 개발할 필요성이 있다.

(다) 종묘생산의 시스템화 : 순도 높은 F_1 을 생산하기 위해서 가장 중요한 요인의 하

나는 양친 계통내의 순수성으로 개체간의 차이가 없어야 하는데 실제적으로 이는 불가능한 실정이다. 일례로 일본이 양배추 시장에서 세계 시장을 석권하는 것도 우수교배조합능력이 검증된 양친계를 삼목으로 대량 증식하여 이용하므로 대단히 순도 높은 F₁을 생산하였다는 것을 주목할 필요가 있다.

(3) 필요성 : 영양적(nutraceutical) 및 대체의약적(pharmaceutical), 그리고 고기능성(functional) 산물을 위한 품종육성에 역점을 두고 특히 종자 및 생산품의 수출을 목표로 한 고성능-고순도-고품질(3고)의 종자 내지는 수출산물의 육성에 주력할 필요가 있다.

(4) 국외동향 : 선진국에서의 연구는 우수한 종자의 채종과 종자처리신기술의 적용으로 요약된다. 우수 품종의 육성은 최근에는 수량보다는 병해충 저항성 및 불량환경저항성으로 전환되고 있음을 주목할 필요가 있다. 색깔있는 근채류(당근, 무, 양파 등)나 기능성이 강화된 엽채류 등의 육성에 많은 연구비가 투입되고 고순도 우량종자의 양산에 주력하고 있다. 종자처리신기술분야에서는 친환경산물의 생산에는 약제 처리된 종자를 이용할 수 없으므로 종자처리 농약을 이용하기보다는 건열처리(dry heat treatment)와 같은 물리적 처리로 종자전염 바이러스 및 병균을 불활성화하는 기술이 폭 넓게 적용되고 있다. 이에 추가하여 종자처리 및 가공기술을 적용한 새로운 종자의 보급이 확대되고 있다.

(5) 국내 동향 : 국내의 원예작물의 품종육성은 아직까지는 종묘회사가 비밀리에 실시하고 있는데 차후 정부기관이나 학계에서 새롭고 다양한 품종육성에 더 적극적으로 관여하는 것이 필요하다. 종자처리기술에서도 이미 국내에 들어와 있는 외국기업(Seminis, Syngenta)을 중심으로 일부 적용되고는 있으나 대부분의 종자회사에서는 건열처리조차 효율적으로 실시하지 못하고 있는 실정이다.

다) 신품종육성기술

(1) 정의 : 신품종 육성은 고부가가치 산업으로 채소, 과수 및 화훼 작물에 있어서 고품질, 고기능성, 환경내성 및 생력화 등의 특성을 가진 국제 경쟁력 있는 새로운 품종을 개발하는 것을 말한다.

(2) 범위 : 계통 선발 및 교잡에 의한 생력화된 신품종 개발(웅성불임, 자가불화합성, 우량조생종, 일시 수확형, 무측지성 등의 특성 포함), 환경내성 신품종 육성(내병성, 내한성, 내서성 등 포함), 고품질 고기능성 품종육성, 유전자원의 보존기술 및 생명공

학기술 응용 신품종 육성을 포함한다.

(3) 필요성 : 품종 개량은 한 국가 농업발전의 원동력이면서, 국가의 기간산업이 된다. 원예 품종 육성은 특히 부가가치가 높아서 농가 소득 증대의 원천이 된다. 그러나 일부 채소작물을 제외한 원예작물의 품종은 거의 수입에 의존하고 있는 실정에 있어 미래 지향적인 고품질, 고기능성, 환경내성 및 생력화 등의 특성을 가진 품종을 개발하여 국제 경쟁력의 우위를 갖출 필요가 있다.

(4) 국외동향 : 원예작물의 육종산업이 발전된 외국(일본, 네덜란드, 미국 등)에서는 원예 품종을 자급하거나, 세계 시장에 수출하고 있다. 국내외에서 현재 주로 유통되고 있는 채소 및 화훼 품종들은 F1 교잡종이다. 이러한 교잡육종 외에도 돌연변이 및 형질전환 등의 육종 기술로 신품종 육성에 노력하고 있다. 이러한 원예작물 육종은 농민 또는 종묘 회사가 주도적으로 하고 있다.

(5) 국내동향 : 국내에서는 원예작물 중에서 일부 채소 종자만큼은 자급하였으나, 그나마 국내 채소종자 회사가 외국 기업에 넘어간 현실이다. 현재 일부 원예작물의 육종산업이 한국은 관 주도로 진행되고 있는 형편이다.

라) 생산시스템의 첨단화

(1) 정의 : 유리온실, 플라스틱하우스, 대형터널 등과 같은 시설 내에서 채소, 화훼 및 과수를 집약적으로 생산하는 것을 말한다.

(2) 범위 : 작업자가 자유롭게 각종 원예작물의 재배관리를 할 수 있는 온실 공간 내 온도·광·수분·무기영양·가스 등의 환경조건을 작물생육에 최적조건으로 조절하고 각종 장치 및 기계화 적합하게 조절할 수 있는 장치들과 병충해 방제 장치들을 포함한다.

(3) 필요성 : 시설원예는 비교적 좁은 공간에 자동화된 가온 및 보온, 환기, 관수, 탄산가스 시비 등에 값비싼 장치들을 최대한으로 도입·시설하여 생력적이면서 자본집약적으로 경영되는 것이므로 대면적에서 노동집약적으로 경영되는 노지원예와는 크게 다르다. 최근에는 마이크로컴퓨터에 의한 주요 환경요인은 정밀하고도 정확하게 제어할 수 있는 시스템이 시설원예 현장에 보급되고 있다.

이와 같은 시설원예의 경영에 있어서는 시설에 막대한 자본이 투하되지만 제철 밖의 생산이기 때문에 생산물이 높은 값으로 출하되므로 수익성은 노지원예에 비하여

오히려 높다. 시설재배 작물에 대한 수요는 어느 특정한 계절에만 국한되는 것이 아니고 주년적인 성격을 띠고 있으며, 이 주년적인 수요현상은 경제가 발전하여 생활수준이 높아질수록 더욱 두드러지게 나타난다. 이와 같은 주년적인 수요를 충족시키려면 주년공급체계를 확립하여야 하며, 장기 저장이 어려운 각종 원예작물을 주년공급하려면 이들의 주년적인 생산체계를 세워야 한다. 따라서 저온기에도 유리온실, 플라스틱하우스, 대형터널 등을 이용하여 작물을 집약적으로 생산할 수 있는 시설원예가 필수적으로 요구되는 것이다

(4) 국외동향 : 농업 선진국이라 할 수 있는 네덜란드를 비롯한 EU 국가들의 원예작물 품종 육성과 생산 체계는 세계적인 수준에 있으며 국제 경쟁력 확보차원에서 채소와 화훼 작물의 공업적 생산 시스템으로의 전환이 이루어져 전 세계 시장을 석권하는 기술중심 국가로 성장하여 왔다. 이들 국가들은 온실 내 병해충의 효율적 방제를 위한 병해충 모니터링을 강화하고 있으며, 작물별 생육 모델을 개발하여 종합 관리 시스템을 구축해 가고 있다. 또한 농산물 품질 차별화에 의한 부가가치 증대를 위하여 농, 축산물의 내, 외부 품질을 실시간, 비파괴적으로 판정하는 기술 및 저온 유통과 수확 후 기계화 기술 개발이 활발히 실용화되고 있다.

(5) 국내동향 : 현재 시설 면적의 대부분을 차지하고 있는 비닐 온실은 재배 관리의 생력화 정도가 낮고 노동집약적 생산 체계이며, 광, 온도, 습도 환경이 불리하여 품질 및 생산성이 떨어지는 실정이라서 관계 시설 생산 시장의 크기가 협소하고 관련 연구도 아직은 많이 미흡하다. 기존의 시설 원예를 위한 제어 시스템은 전체 시스템을 구성하는 기능 회로 위주의 부품과 전체 시스템 제어를 위한 수동식 제어반 등을 이용하여 온실의 자동화를 수행하였다. 현재는 컴퓨터의 보급이 범용화 됨에 따라 개인용 컴퓨터를 통한 온실 자동화 시스템이 점진적으로 증가하고 있다.

국내에 보급된 기존 컴퓨터에 의한 1차 산업 분야에서의 시스템 개발은 기본적인 환경 제어에 국한되어 있다. 국내의 여러 회사에서는 시설 원예 제어 시스템을 개발하고 있으며, 양액 재배 시스템과 각종 컨트롤러 등을 개발하고 있다. 동류의 제어 시스템들은 대부분 하드웨어 제어 및 간단한 데이터 보관용이므로 각종 정보, 재배 방법 등을 통합적으로 제공하지 못하고 있다. 또한, 시설 및 제어 장치는 노동 집약적인 시설에 타이머나 간단한 온도 조절기에 스위칭 회로를 채용하여 제어반을 구성함으로써 제어 공학적인 측면이 부족한 실정이다.

마) 고부가가치화 기술

(1) 정의 : 원예작물로부터 기능성 우량 유전자원 발굴, 탐색 및 개량으로 품질과 기능을 개선하고, 재배기술 고급화, 품질의 고급화 및 유통과정 개선에 의한 부가가치를 높이는 것을 말한다.

(2) 범위 : 기능성 원예작물 발굴 및 생산(항암 등의 면역 기능성, 향기, 색 등), 원예산물로부터의 우량 기능성 유전자 탐색 및 이용, 재배기술 고급화, 품질의 고급화 및 저장 유통과정 개선 등을 포함한다.

(3) 필요성 : 원예산물의 고품질화 및 친환경 농산물 생산 등의 평가차원을 뛰어 넘은 고부가가치화의 필요성이 제기되고 있는 현실에서 기능성 원예작물 발굴 및 생산, 재배기술 고급화, 품질의 고급화 및 저장 유통과정 개선 등으로 차별화된 제품을 생산, 유통할 수 있는 기술 개발이 필요하다.

(4) 국외동향 : 원예산업이 발달된 외국에서는 생산을 산지에서 예냉 및 전처리를 하고 선도유지를 위한 기능성 포장재를 활용하며, 소비자 기호에 맞게 가공하여 유통한다. 또한 생산물은 자동 선별하여 등급화하고, 브랜드화 함으로써 품질의 고급화를 하고 있다. 최근에는 식물의 기능을 검정하여 천연항생물질 생산, 특히 성분추출 및 내생균류의 접종에 의한 기능성 작물생산 등을 시도하고 있다.

5) 국내동향 : 국내에서는 일부 원예산물에 한정되어 제한적으로 예냉 및 전처리를 하고 선도유지를 위한 포장재를 활용하는 실정이다. 그러나 원예작물의 기능을 검정하여 천연항생물질 생산 등은 거의 시도하지 못하고 있는 실정이다.

바) 원예복지기술

(1) 정의 : 독성 또는 잔유독성이 없는 원예산물을 섭취하면서 삶의 질을 개선하는데 필요한 원예기술을 의미한다.

(2) 범위 : 도시민의 삶의 질과 농가 소득과 직결될 수 있는 원예작물 생산과정에서 안전성 확보를 위한 잔류농약 및 독성 물질의 간이 검정기기 개발, 주말농장, 관광농원 및 Green tourism 의 활성화 방안에 대한 기술개발, 원예 치료 프로그램과 이용기술 개발 등을 포함한다.

(3) 필요성 : 최근 소비자들은 원예산물의 안정성에 대한 관심과 인식이 높아지고 있다. 특히 농약, 중금속 및 기타 독성물질로 인한 식물의 안전성 확보를 강력하게 요구하는 수준이 되었다. 또한 소비자의 삶의 질뿐만 아니라 농가 또는 농촌 소득 향상에 크게 기여할 수 있는 Green tourism의 활성화가 필요하다. 근래 급속히 증가하고 있는 새로운 기능성 식물의 개발·이용으로서 herb 농원과 아로마테라피와 같은 분야의 급신장은 원예분야 확대하는 측면에서도 주의 깊게 평가를 하고 연구개발로 그 기능성을 향상시켜 줄 필요가 있다.

(4) 국외동향 : 보건적 기능성이 높은 작물개발과 재배과정에서 농약과 화학비료 사용량을 줄이고자 하는 노력이 계속되고 있으며, 도시 및 산업 폐기물의 재배 토양 내 유입을 적극적으로 차단하여 안전한 식물을 얻고자 획기적인 투자가 이루어지고 있다. 선진국에서 원예생활은 인간의 삶의 질을 높일 수 있게 할 수 있는 프로그램 개발과 원예식물에 대한 새로운 인식과 이용확대로 나타나고 있다.

(5) 국내동향 : 국내에서 소비자들의 기능성 식물이용에 대한 관심이 높아지고 있으며, 농약과 기타 독성 물질, 오염식품에 대한 인식이 높아지면서 안전한 농산물 재배 및 생산을 요구하는 수준에 이르렀다. 특히 근래 들어 생활의 여유와 여가시간이 늘어남에 따라 주말농장, 관광농업 활용과 같은 다양한 그린투어리즘이 개발되기 시작하고 있다. 아울러 전 세계적으로 붐을 일으키고 있는 herb 농원이나 herb 가공산물의 이용확대도 이에 속하고 꽃예술이나 향치료(aromatherapy) 그리고 이에 따르는 원예가공품의 이용이 확대되고 있다. 즉, 채소나 과일과 같은 식품으로서의 가치가 아니고 미적-정서적 효과로 인간의 삶을 풍요하고 활기 있게 바꿀 수 있는 원예의 가치확립에 관한 관심과 연구가 증가하고 있는 실정이다.

2) 각 핵심기술별 연구개발전략

핵심기술별로 우리의 현 기술수준, 기술의 priority, 국내기술 개발역량, 기술성숙도, 기술도입곤란성을 종합적으로 분석하여 연구개발전략을 설정

<표 4-6-19> 핵심기술별 연구개발전략

핵심 기술 내용	우리의 현 기술수준	기술의 priority	국내기술 개발역량	기술성숙도	기술도입 곤란성	연구개발 전략
고품질품종육성기술	△	◎	○	◎	◎	기반/실용연구
고품질생산기술	△	◎	△	○	◎	실용화연구
안정생산기술	△	◎	△	○	◎	실용화연구
저투입생산기술	△	◎	△	○	◎	실용화연구
친환경농산물생산기술	△	◎	△	○	◎	실용화연구
잡종강세종자생산	△	◎	△	○	◎	기반/실용화연구
규격화종자가공	△	◎	○	○	◎	실용화연구
무병주생산기술	△	◎	○	○	◎	실용화연구
영양계대량증식기술	△	◎	○	○	◎	실용화연구
공정육묘기술	△	◎	○	○	◎	실용화연구
MS, SI계 육성	△	◎	○	○	◎	기초/실용화연구
환경내성품종육성	△	◎	○	○	◎	실용화연구
유전자검색기술	△	◎	○	△	◎	기초/실용화연구
분자유종	○	◎	△	△	◎	실용화연구
유전자보존수집	○	◎	○	○	◎	기반조성/ 실용화연구
교잡육종기술	△	◎	○	△	◎	실용화연구
초생력 재배기술	△	○	○	△	◎	기반/실용화연구
정밀농업기술	△	◎	○	△	◎	기초기반연구
식물공장	△	◎	△	△	○	기술개발연구
수확후관리	○	○	○	△	○	실용화연구
원격제어시스템	○	○	○	△	○	기초기반연구
고부가가치화	○	○	○	△	○	기초연구
저장유통 기술	○	○	○	△	○	실용화연구
유전자원재확화	○	○	○	△	○	기반연구
안전성 검정기술	○	○	○	△	○	기초연구
잔류량 간이검정기술	○	○	○	△	○	기초연구
고부가가치화	○	○	○	△	○	기초연구

최상위 ◎, 상위 ○, 중간 △, 미흡 ●

3) 각 핵심기술별 추진전략

가) 고품질안정생산기술

<표 4-6-20> 고품질안정생산기술 추진전략

구 분	추진 전략	연구개발전략
고품질우량품종육성	단면적 우량유전자 집적을 위한 장기간 연구	기반/실용화기술
고품질생산기술	환경제어기술 + 생육단계별 적정모델개발	실용화기술
안정생산기술	무농약/무재해 농업의 실현	실용화기술
저투입생산기술	무공해 자재개발과 친환경농법실용화	기반/실용화기술
친환경농산물생산기술	새로운 개념의 환경친화형 농업기술 접근	기초/실용화기술

나) 종자생산 및 대량증식기술

<표 4-6-21> 종자생산 및 대량증식기술 추진전략

구 분	추진 전략	연구개발전략
F1종자 생산	중국이 복제할 수 없는 1대잡종종자 생산 및 수출 전략화	실용화기술
규격화 종자가공	기계화 생력화를 위한 고순도 규격종자 생산	실용화기술
무병주생산기술	영양번식성 작물의 체계적 관리화	실용화기술
영양계대량증식기술	아포믹시스, 인공종자등의 영양번식기술	기초/실용화기술
공정육묘	작목별 생육단계별 최적 환경·양분공급체계	실용화기술

다) 신품종육성기술

<표 4-6-22> 신품종육성기술 추진전략

구 분	추진 전략	연구개발전략
MS, SI계 모본육성	십자화과 이외의 가지과 등의 육종모본육성	기초기술
환경내성품종육성	복합환경내성 품종육성	기초/실용화기술
유전자검색기술	GMO판별, 특수형질 검색 기술개발	실용화기술
분자유종	발생공학, 유전공학, 염색체공학을 접목	기반/실용화기술
유전자수집보존기술	육종 자원의 확보와 보존기술 개발	기반/실용화기술
교잡육종기술	분자유종소재의 실용화, 고품질 품종개발	실용화기술

라) 생산시스템 첨단화

<표 4-6-23> 생산시스템 첨단화 추진전략

구 분	추진 전략	연구개발전략
초생력 재배기술	과중, 수확, 시설자동화와 메카트로닉스 접목	기초/실용화기술
정밀농업기술	생체측정기술, NT등의 접목	기초기술
식물공장	순환식 수경재배 기술, 태양광형에서 완전제어형으로 발전	실용화기술
비파괴품질검사	내부 성분까지 식별되는 기술	기초기술
수확후관리	포장재나 상품화에 의한 고부가가치화 연계	실용화기술
원격제어시스템	원격제어 모델로부터 정밀환경제어로 발전시킴	기초/실용화기술

마) 고부가가치화 기술

<표 4-6-24> 고부가가치화 기술 추진전략

구 분	추진 전략	연구개발전략
고부가가치화	품질과 기능을 개선, 고품질품종육성	기반조성단계
저장·유통기술	선도유지 종합기술개발, 예냉 등 유통체계개선	실용화기술
유전자원의 고부가가치화	기능성 유전자원개발, 자생식물로부터의 유전자분리	기초기반기술
기능성품종육성	향, 색채개선, 향암 또는 면역기능성품종개발	기초기술

바) 원예복지기술

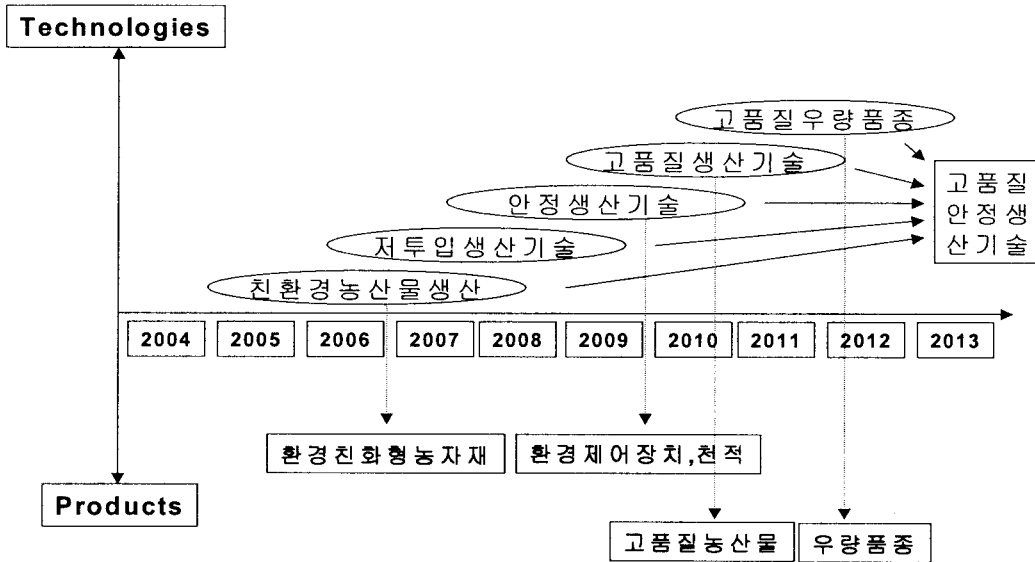
<표 4-6-25> 원예복지기술 추진전략

구 분	추진 전략	연구개발전략
안전성검정기술	독성허용한계기준 설정과 유통지침개발	기초기술
유해잔류 독성물질 간이검정	생장조절제, 농약, 유해성분 등의 검정기술	기초기술
비영양 형질 평가기술	향기치료효과와 같은 신기능성 가치 부양기술	기초기반기술

3. 기술로드맵 전개

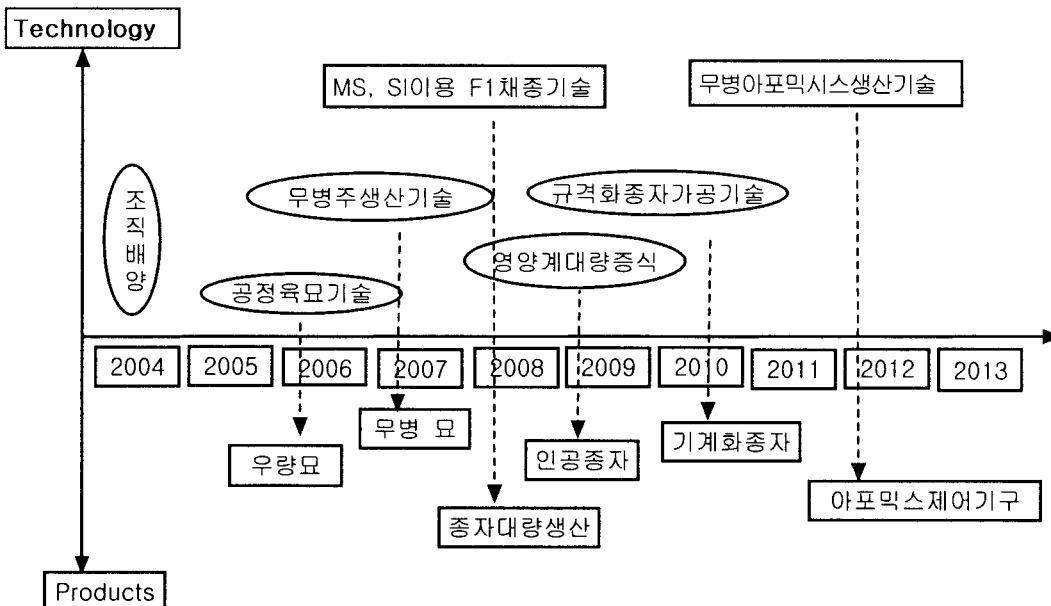
가. 기술-제품 연관관계

1) 고품질안정생산기술



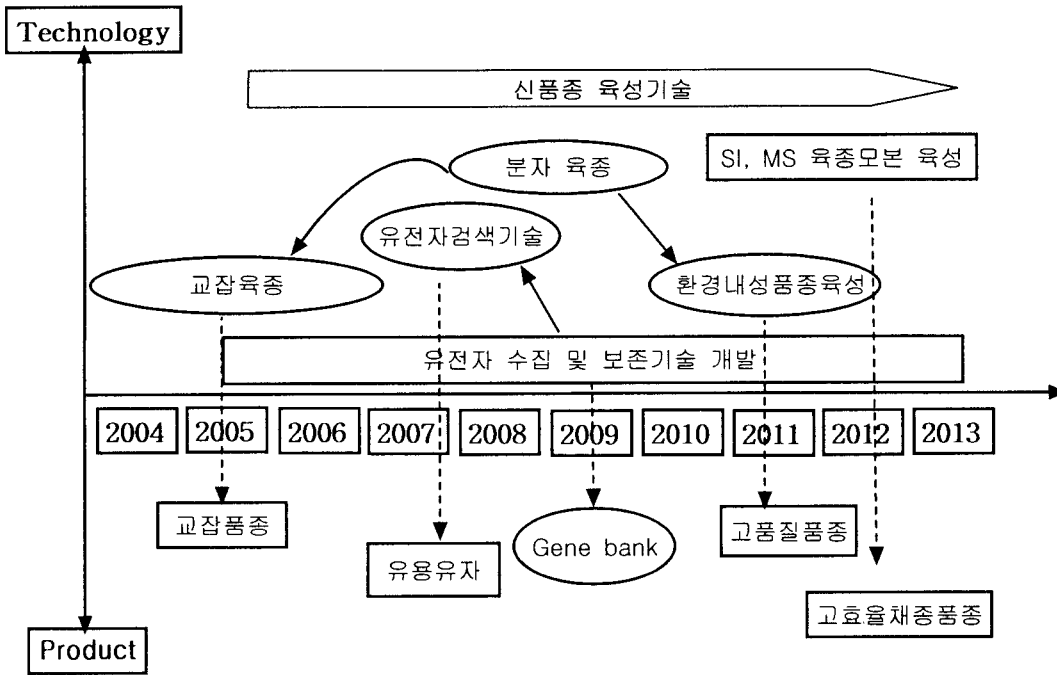
<그림 4-6-8> 고품질안정생산기술의 기술/제품 연관도

2) 종묘생산과 대량증식



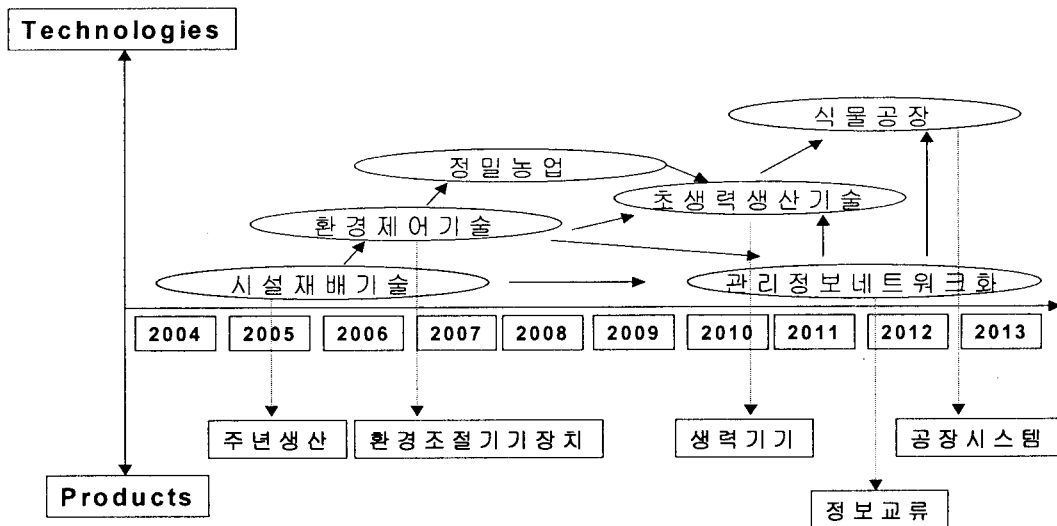
<그림 4-6-9> 종묘생산과 대량증식의 기술/제품 연관도

3) 신품종육성기술



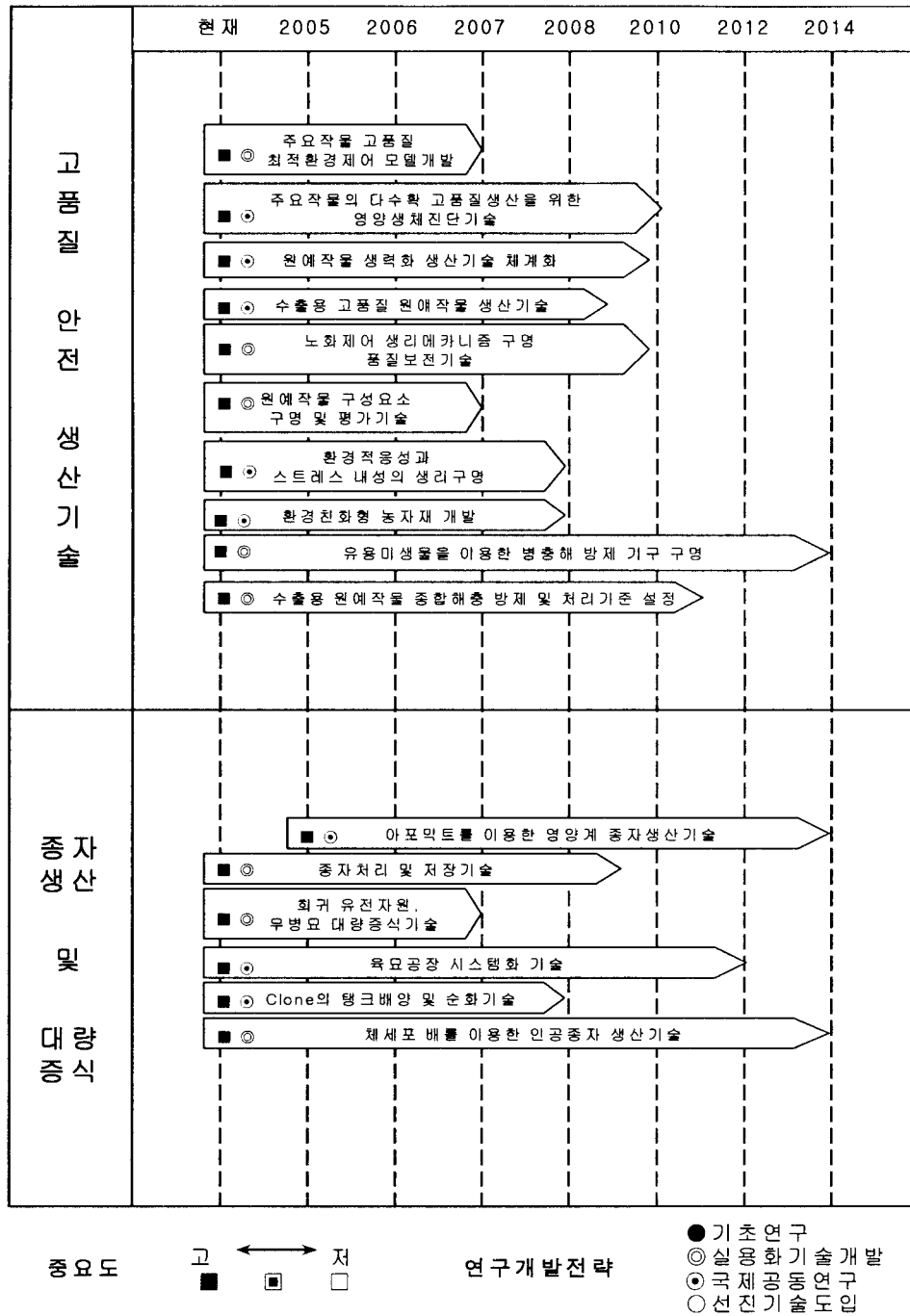
<그림 4-6-10> 신품종육성기술의 기술/제품 연관도

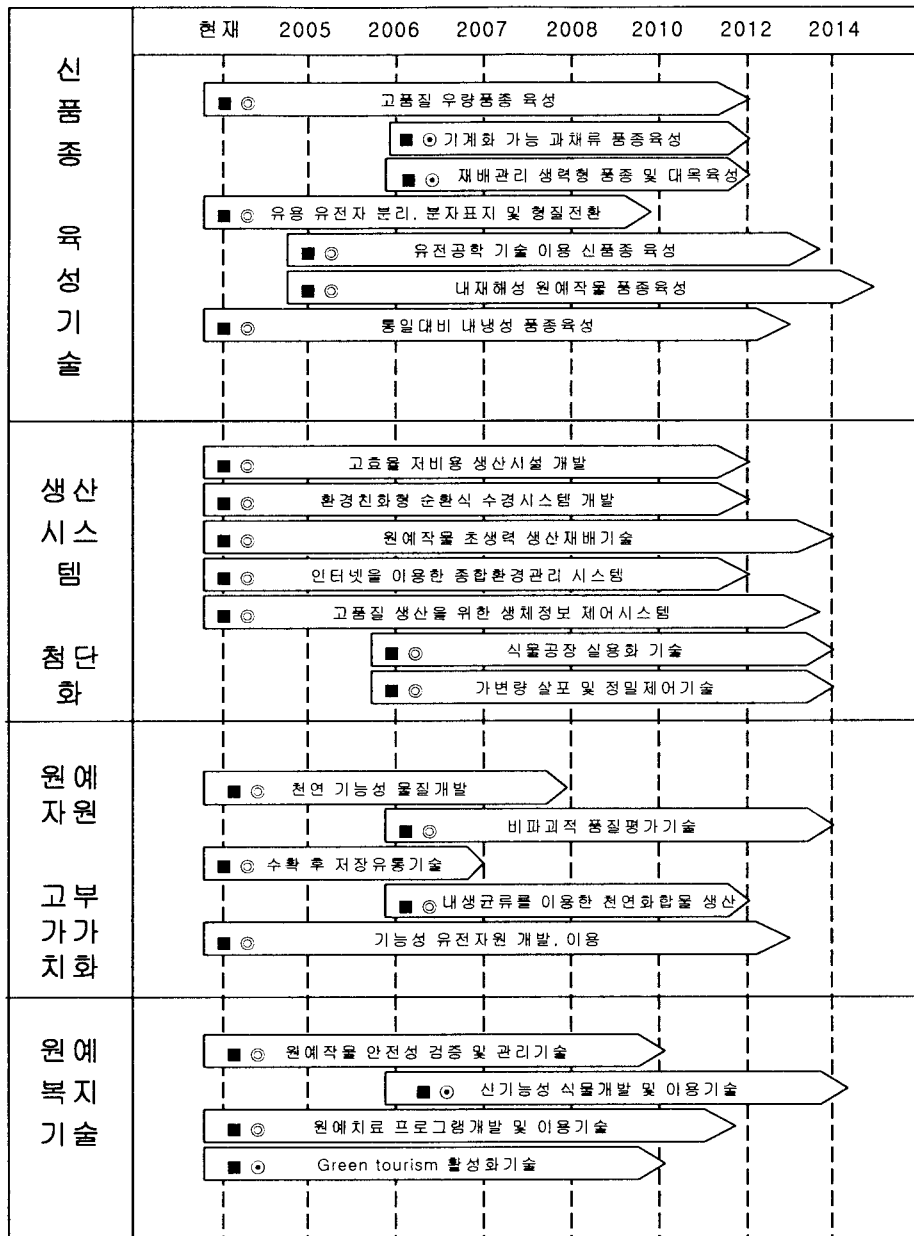
4) 생산시스템 첨단화



<그림 4-6-11> 고품질안정생산기술의 기술/제품 연관도

나. 매크로 기술로드맵





중요도 고 ← → 저 연구개발전략 ● 기초연구 ◎ 실용화기술개발
 ■ □ ◎ 국제공동연구 ○ 선진기술도입

4. 실행계획을 위한 제안(recommendation)

원예기술분야는 대부분이 생체를 식용 또는 관상으로 하는 식물을 대상으로 하는 분야로 대상작물의 폭이 매우 크다. 뿐만 아니라 그 품종이 이루 해야될 수 없을 정도로 많고 끊임없이 개발되고 있다. 따라서 중장기의 개발계획이 빨라지거나 늦어질 수 있는 특성을 갖는다. 또한, 종류가 다양하여 품종육성과 번식관련 기술이 지속적으로 요구되고 개선되어야 한다.

시설내 재배가 많아 자동화 생력화를 위한 주변기술과의 연계가 매우 중요하므로 BT, IT, ET, NT, 메카트로닉스 등과의 연계연구가 지속적으로 요구된다. 따라서 주변 기술의 발전이 필수적이라 할 수 있다.

품종육성과 관련된 기술은 민간 기업체가 담당해야 할 부분이 많으나 국내 유수 업체는 거의 외국계 회사로 매각되어 국내의 인적, 기술적 유출 방지를 위한 대책이 중요한 시점이다. 화훼 분야는 정신적 사회적 가치가 중요시되므로 다른 농업분야의 기술과는 상이한 접근방식이 필요할 것이다.

중점추진 방향은 대중국 수출을 겨냥한 국가적 차원의 대책이 필요할 것이다. 농업분야의 풍부한 두뇌가 제자리를 찾지 못하고 있는 반면, 유종과 종자생산기술은 세계 제1위를 자랑할 정도이다. 따라서 이러한 기술과 인적자원을 이용한 수출 종자산업의 육성은 중국농산물의 수입을 능가하고도 남을 만큼의 고부가가치 산업의 하나일 것으로 생각된다.

제3절 맺 음 말

국민소득 2만불 시대에도 지금의 원예산업이 그대로 이어지지는 않을 것으로 생각된다. 생산적인 면으로는 보다 단순화되고 고급화될 것이면 소비자 기호에 맞는 생산이 이루어질 것이다. 소비자 측면에서는 건강에 보다 많은 관심을 갖게되어 기능성 원예산물의 소비가 증대될 것이며 지금까지 별로 관심없었던 특성인 향기, 모양, 색채 등이 주는 심리적 정신적 위안도 함께 추구할 가능성이 많다. 분야별로는 과수에서는 기능성과수, 채소에서는 기능성과 안전성, 화훼에서는 다양한 기호성이 요구될 것으로 생각된다. 따라서 이러한 소비형태를 예측하여 필요한 원예기술을 개발하여야 할 것이다.

한편 국가 전략적인 측면에서는 대중국 원예산물의 공세에 어떻게 대처할 것인가이다. 우리나라 농업의 가장 큰 경쟁력 중의 하나는 농업과 관련된 고급 인적자원일 것이다 이들을 활용하여 고부가가치 산업을 육성할 수 있는 것은 고품질 생산, 생산시스템의 첨단화, 품종육성 및 종자산업 육성일 것이다. 그러나 오래 전부터 유전자

원, 육종, 종자산업은 기업이 담당하게 되었고 그 기업은 거의 외국 회사에 팔려간 실정이다. 왜 오래 전부터 기업이 이 분야에 투자하였겠는가? 이는 종자산업이 말 그대로 고부가가치 산업이기 때문이다. 원예분야가 중국을 대항하여 이길 수 있는 분야는 아마도 이러한 분야가 될 것이다.

그동안 국내외에서 원예의 다양한 연구업적 및 결과를 참고로 하고 급변하는 세계 시장이나 학문의 흐름, 그리고 이용에서의 변화 추세를 다각적으로 분석하고 파악하여 차후 10년 또는 그 이상을 목표로 한 로드맵이 완성되었다. 이 로드맵은 과거와 현재에 기반을 두고 미래를 가능한 발전적, 선도적, 그리고 경쟁우위적 견지에서 작성하였기 때문에 원예전반을 고르게 다루기보다는 일부는 강조되고 일부는 간략히 기술되기도 하였지만 전반적인 구심점과 목표는 확실히 구축되었다고 본다. 로드맵 작성을 위해서 많은 전문인력의 노력이 투입되었고 해를 넘기면서 수정을 거듭하여 완성되었다. 이러한 노력의 결과물이 차후 우리나라의 원예연구와 원예산업발전에 직접적으로, 그리고 유용하게 활용이 될 수 있기를 바라는 마음이 간절하다. 시간의 흐름과 국제 정세의 변화 등에 따라 이 로드맵의 수정도 불가피할 수도 있으므로 이를 참고로 하는 전문가들의 추후 지도 편달도 감수하여 반영할 수 있도록 최선을 다하고자 한다.

제7장 유통분야

제1절 비 전

1. 유통기술의 개요

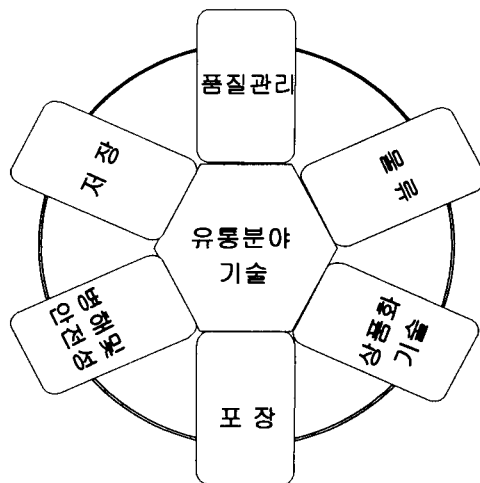
가. 유통기술의 정의, 범위 및 필요성

1) 정의

생산된 농산물의 저장, 포장, 물적 유통, 품질관리를 비롯하여 식품의 안전성과 위해성을 검증하는 기술, 농산물 상품화 기술이며 이를 응용한 실용화 기술을 포함한다.

2) 범위

품질관리, 저장, 포장, 물적 유통, 안전성, 상품화와 관련된 기술이 속한다.



<그림 4-7-1> 유통분야 기술의 범위

- 가) 품질관리 : 생산된 농산물의 품질, 등급관리기술
- 나) 저장 : 품질유지에 관련된 기술
- 다) 포장 : 품질보존 및 유통의 편의성

- 라) 물류 : 수송 및 판매과정의 물적 효율성 향상 기술
- 마) 병해 및 안전성 : 농산물의 안전성, 위해성 검증기술
- 바) 상품화기술 : 농산물 부가가치 증진 기술

3) 필요성

WTO체제 출범으로 인해 농산물 시장개방이 가속화됨에 따라 앞으로는 더욱 많은 농산물의 국내 유입이 예상된다. 값싼 외국 농산물의 대량유입은 우리 농산물에 대해 많은 영향을 줄 것으로 판단되는 바, 국내 시장점유율의 감소, 이로 인한 농민들의 탈농가속화, 농업기반 붕괴 등이 예상된다. 우리 농산물이 이러한 영향을 받는 이유는 농산물 시장의 제품은 비교적 완전경쟁시장에 가깝기 때문이다. 우리나라의 유통은 많은 저 효율성을 보이고 있다. 많은(약 20~50%) 유통상의 감모, 등급관리의 미흡, 위해성 검증기술의 미정착 등으로 우리 농산물의 신뢰성이 높지 않다. 따라서 유통과정에서 기술수준의 제고를 통해 우리나라 농산물의 신뢰도를 높임으로써 고급화, 안전성을 선호하는 소비자의 취향에 맞추어 시장점유율을 제고할 수 있을 것이다.

나. 비 전

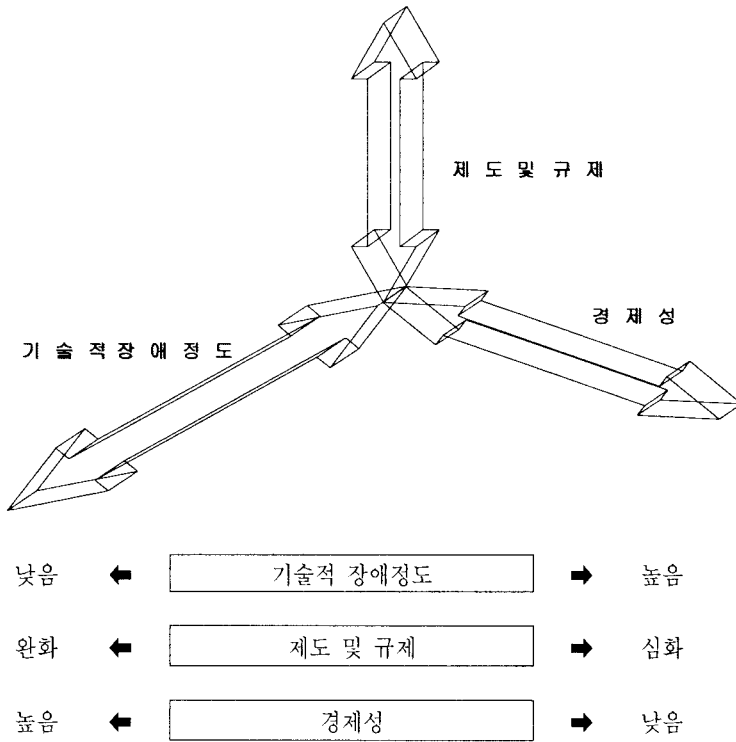
1) 시나리오 구성

가) 외부환경분석

<표 4-7-1> 영향요소의 파급효과와 불확실성 분석

파 급 효 과	High Impact	<ul style="list-style-type: none"> • 인구의 고령화 • WTO 등에 의한 시장개방 확대 • 차별화된 제품수요 • 업체 및 경로간 경쟁심화 • 대기업의 유통업참여 	<ul style="list-style-type: none"> • 주요선진국의 관련 기술 확보 가능성 • 정부의 지원/투자 • 국내연구역량 	<ul style="list-style-type: none"> • 주변경쟁국의 관련 기술 확보 가능성 • 국내상품 물류비 과다
	Medium Impact	<ul style="list-style-type: none"> • 소득수준의 변화 • BT시대의 진입 • 외국 유통업체 국내진입 	<ul style="list-style-type: none"> • 관련연구인력의 해외 유출/유입 • 주요국 지재권 관련정책 	<ul style="list-style-type: none"> • Nationalism • 국제적 경쟁/협력
	Low Impact	<ul style="list-style-type: none"> • 건강에 대한 관심도 	<ul style="list-style-type: none"> • Life style의 변화 • 식생활 습관의 변화 • 안전성및 유효성에 의문 	
		Low Degree of Uncertainty	Medium Degree of Uncertainty	High Degree of Uncertainty
		불 확 실 성		

나) 외부영향요소들로부터 불확실성 축 선택



<그림 4-7-2> 불확실성 축 결정

다) 불확실성 축에 따라 구성될 수 있는 시나리오 중에서 가장 가능성 있는 시나리오 선정

<표 4-7-2> 유망 시나리오 선정

	경제성	제도 및 규제	기술적 장애정도	명칭
시나리오 A	높음	완화	낮음	Optimist
시나리오 B	높음	완화	높음	Challenger
시나리오 C	높음	심화	낮음	
시나리오 D	높음	심화	높음	The pit
시나리오 E	낮음	완화	낮음	
시나리오 F	낮음	완화	높음	
시나리오 G	낮음	심화	낮음	
시나리오 H	낮음	심화	높음	

라) 불확실성 축에 관련된 외부환경요소들을 구체화

<표 4-7-3> 외부환경요소 구체화

	Optimist	Challenger	The pit
경제성	<ul style="list-style-type: none"> • 소득의 증가 • 차별화된 제품수요 • 유통서비스시장개방 	<ul style="list-style-type: none"> • 저가격 지향 소비패턴 • 차별화된 제품수요 	<ul style="list-style-type: none"> • 높은 생산비와 낮은 생산성이 장애요인 • 고품질 농산물에의 가치인식, 가격보장의 결여 • 저급 농산물을 이용한 가공제품시장의 제한적
제도 및 규제	<ul style="list-style-type: none"> • 시장 개방 가속화 • 안전성 강화로 고품질 농산물의 시장다변화 	<ul style="list-style-type: none"> • 시장 개방 가속화 • 주변아시아 국가의 빠른 선진국화로 고급 농산물 소비 촉진 • 농산물 보호장벽 완화 	<ul style="list-style-type: none"> • 유통시장 전면개방 • 수출시장 확보 위한 안전성 확보의 제도적 규제 미흡
기술적 장애정도	<ul style="list-style-type: none"> • IT, BT, NT 등 기술융합 가속화 • Cold chain system 체제로의 지향 • 소비자지향 포장, 유통체계 국가적지원가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 주요기술을 대체하는 innovative기술 발생 • Cold chain system체제로 지향 • 소비자지향 포장, 유통체계 국가적 지원가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 주요 선진국 및 주변경쟁국과 관련 기술수준 비교시 국내기술경쟁력 • 개발 가능한 선진 기술을 적용할 시장확보 어려움

마) 유망 시나리오별로 구체화된 외부환경요소들을 중심으로 시나리오 작성

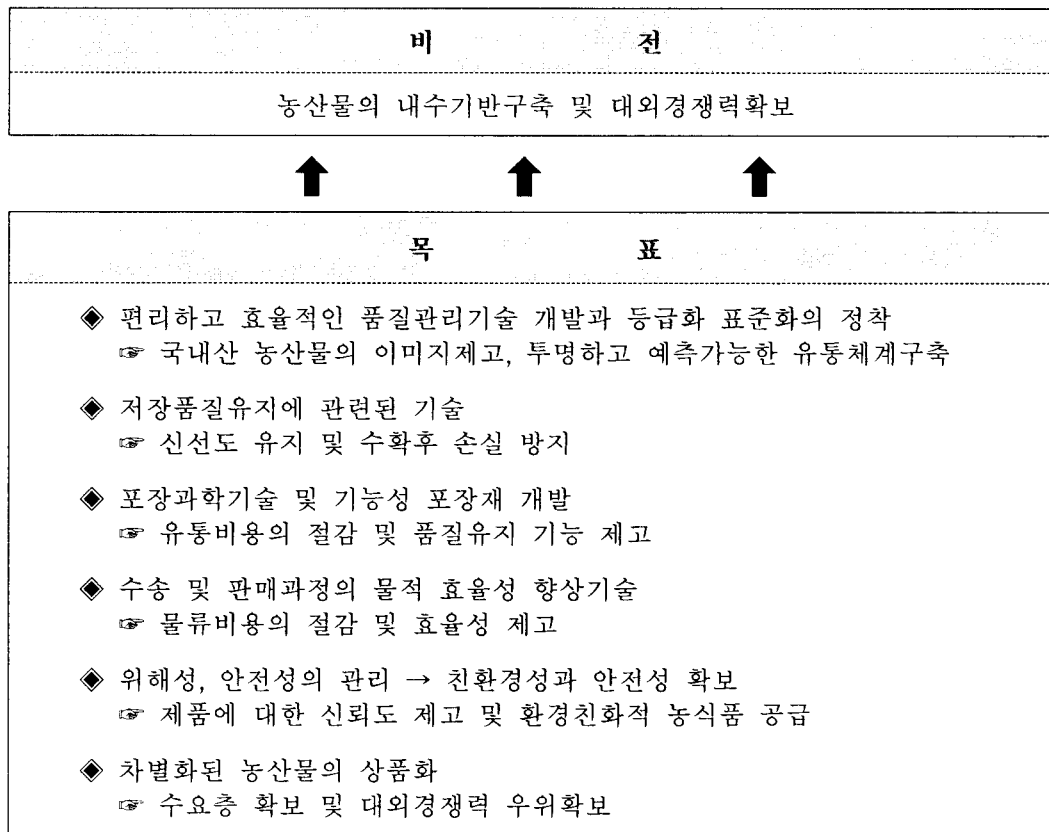
시나리오 A : Optimist
<ul style="list-style-type: none"> ○ 우리나라의 유통구조는 많은 부분 왜곡되어 있다. 생산자의 수취가격은 낮은 반면, 소비자 지불가격은 높게 되어있다. 이러한 상황에서 농산물 시장개방은 낮은 수취가격을 받는 농업인들에게 어려움을 가중시킬 것으로 예상된다. 농업의 유통분야의 개선은 가격뿐만 아니라 품질에서도 개선을 가져올 수 있기 때문에 가격경쟁력이 낮더라도 품질을 중요시해가는 현 상황에서 생산될 때의 품질을 유지하는 기술이나 위해성 검증 등의 기술이 개발된다면 농업에 있어서의 문제점은 많은 부분 개선될 수 있을 것으로 기대된다. ○ 21세기 국민소득의 증가에 대비하여 많은 농산물의 차별화된 제품수요를 기대하고 있으며 이러한 경향은 WTO에 의한 유통서비스 시장의 개방으로 가속화될 것이다. 또한 국가간 교역시 안전성에 관한 규제 강화로 저급 농산물과 대조적으로 고품질 농산물의 시장다변화가 용이하다. ○ 국내의 수요를 대비하여 앞으로는 Cold chain system으로 구축되어야 할 것이며 이 과정에서 IT, BT, NT 등 기술융합의 가속화될 것이다.

시나리오 D : The pit

- 우리나라 농산물은 가격 경쟁력 면에서 열악하다. 이러한 상황에서 농산물 시장개방, 중국의 WTO 가입은 우리 농산물의 입지를 더욱 좁게 만든다. 중국에서 친환경 경적으로 재배된 농산물은 가격과 품질에서도 경쟁력을 가지기 때문에 유통기술의 개선을 통하더라도 우리나라 농산물의 경쟁력은 열악할 수 밖에 없다.
- 높은 생산비와 낮은 생산성이 장애요인으로 작용하고 고품질 농산물에 대한 가치 인식과 가격으로 보상되는 시장환경이 조성되어 있지 상황이다. 또한 저급 농산물을 이용한 가공제품시장이 매우 제한적이다.
- 수출시장 확보를 위한 안전성 확보의 제도적 규제가 미흡하여 개발 가능한 선진 기술의 시장성확보가 어렵다.

2) 비전 및 목표설정

<표 4-7-4> 유통기술의 비전과 목표



3) 기본 전략

유통은 생산된 농산물의 관리로 품질의 유지, 고품질화를 통해서 농산물의 신뢰도 제고, 경쟁력 확보를 달성할 수 있는 분야의 기술이다. 따라서 유통분야를 통한 국제 경쟁력 향상을 위해서는 생산지단계와 유통단계, 소비지단계에서 많은 변화가 필요하다. 생산지 단계에서는 감모율을 줄이기 위한 저장 품질관리, 예냉, 큐어링, 병해충방제 등이 필요하다. 또한 유통단계에서는 상품의 철저한 선별을 통한 상품의 등급화, 표준화제도의 정착, 콜드체인 시스템에 부합된 포장과 물류시스템의 개발이 필요하다. 또한 소비지에 있어서는 등급화, 표준화된 제품의 홍보, 품질관리와 안전성 기술 등이 필요하다. 기술면으로 살펴보면, 예냉이나 미세환경, 화학물질의 이용으로 품질의 유지, 유통의 편의성을 제공해주는 포장기술의 발전 그리고 유통감모의 억제, 식품의 안전성제고 및 농산물의 상품화를 통한 안전하고 고품질화된 농산물을 안정적으로 공급하는 방안의 도출이 향후 우리 농산물의 대외경쟁력 제고에 기여할 것으로 보여진다.

4) 관련 전략제품/needs

<표 4-7-5> 관련 전략제품 및 Needs

전략제품/기술	Needs(필요성)
농산물의 품질 계측방법 표준화	-제품의 신뢰성제고에 등급화, 표준화가 필수적이며, 등급화 표준화에 필수적인 것이 계측방법의 표준화
저장품질 관리기술의 개발 및 주요 농산물의 저장기술 체계도 확립	-수확 후 전처리기술 및 저장 등을 개발하여 내수 및 수출 농산물 경쟁력제고 -농산물의 저장관리체계를 표준화하여 고품질 유통이 가능해지고 국내외간 교역의 기반 구축.
친환경, 기능성 포장소재 개발	-지속적인 환경과피, 오염으로 친환경적인 포장용기의 개발이 필요하며, 소비자 니즈를 충족시키는 소포장 용기의 개발이 요구됨. -포장산업 규모가 GNP의 2%로 급성장하였으나, 물류비 과다로 선진상품과의 가격경쟁 위협요인으로 대두
품목별 물류최적화 모델의 개발	-체계적인 물류모델의 개발은 고비용, 저효율의 유통구조에 많은 변화를 가져다 줄 것으로 예상되며, 유통 중 감모율도 현저히 줄일 수 있을 것으로 기대됨.
안전성 관리 시스템 개발(GAP, HACCP)	-생산과정, 유통과정에서 일어나는 위해요소들의 관리를 통해 발생할 수 있는 문제들의 관리가 가능함.
차별화된 농산물의 상품화 기술 개발	-식생활 패턴의 변화, 기호를 중시하는 사회현상으로 미루어 보아 평범한 상품의 개발보다는 소비자의 기호에 변화하며 기능성을 제공해 줄 수 있는 농산물의 개발, 상품화가 필요할 것으로 기대됨.

2. 관련 산업동향

가. 산업동향

우리나라의 도·소매업은 2003년 도매업 220조원, 소매업 188조원 총 408조원의 시장규모가 예상되며, 총 GDP의 약 12%를 차지할 전망이다. 기간 중 도매업은 연평균 11.5%, 소매업은 9.9% 성장함으로써 전체적으로 10.7% 성장할 전망이며, 유통시장 개방과 함께 국내 유통업이 대형화, 고도화되면서 소규모 점포수와 고용인구는 다소 감소할 전망이다. 유통단계에서는 고비용의 유통구조, 단일화된 기존의 유통단계에서 벗어나 많은 변화를 겪고 있다. 이러한 변화는 소비행태의 변화, 유통단체의 변화, 유통경로의 변화 등에서 찾을 수 있다.

먼저 소비행태의 변화는 과거의 양 위주의 소비가 아니라 고급화 다양화되고 있다. 이러한 경향은 소비자 우위시대의 도래에 따라 소비자 만족지향이 중시되고 있기 때문인데, 이러한 것은 다시 소득증가와 핵가족화, 여성의 사회활동 증가 등으로 인한 생활패턴의 변화로 이어져 식품소비 행태의 변화를 가져왔다. 소비는 이제 다양화, 고급화 및 소량화 등의 형태로 진행되고 있다. 구체적으로 가공식품과 외식소비는 증대되고 있으며, 안전식품에 대한 소비자욕구는 증대하고 있다. 따라서 품질검사강화와 환경농산물에 대한 관심도 증가되고 있다. 이러한 환경변화에 따라 생산자는 생산 및 출하규모의 지속적인 확대, 공동출하확대 등으로 시장 교섭력을 증가시키고, 특정 품목에 있어서 품질유지기술의 발전을 꾀하고 있다. 유통구조에 있어서의 단일화 경로를 탈피하는 경향을 보이고 있다. 기존의 복잡한 구조와 대형유통업체를 통한 유통, 우편판매 및 택배의 확대, 홈쇼핑 등의 확대가 그 예이다.

또한 유통구조에 있어서 활동도 점차 차별화 되는 움직임을 보이고 있다. 저장, 예냉기술의 개선, 육류에 있어서 부분육 유통의 확대, 농수산물 전반에 있어서의 프리패키지화 등이 진행되고 있으며, 소비지에 있어서의 대형유통업체나 슈퍼마켓의 증가는 기존의 높은 유통비용 절감에 기여하고 있다. 이러한 대형유통업체들은 POS, VAN 등의 고급화된 정보네트워크 기술을 도입하고 있기 때문에 기존의 도매시장보다 정보수집 및 이용에 있어서 우위에 있어 유통구조에 커다란 영향을 주고 있다.

고품질 농산물 수요가 지속적으로 증가하고 있고 고기능성 포장소재 및 포장재의 수요는 매년 급증하고 있다. 이러한 경향에 따라 포장산업은 국내의 경우 연간 10~15%씩 성장하고 있고, 국외는 매년 30~50%씩 성장하고 있다. 포장산업의 생산규모가 국내 생산액의 대략 2%에 육박하고 있으며, 선진국에서는 그 비율이 더 높은 실정이다. 포장산업의 경우 미국은 미시간 주립대에 school of packaging이 설립되어 국가의 기저인 물류혁신에 대폭적인 기여를 하고 있다. 또한 미국을 비롯한 일본, 유럽 등의 선진국은 포장재, 포장소재 개발분야를 국가전략산업으로 추진 중에 있다. 농업에

있어서의 교역이 활성화됨이 예상됨에 따라 장거리 수송에 따른 저장문제가 본격적으로 대두되고 있다. 저장문제는 선도유지와 안전성의 문제를 중심으로 연구가 되고 있다. 선도유지 문제는 새로운 장, 단기 저장기술과 저장방식의 산업화 모델 개발 박차에 초점을 맞추어 논의되고 있는 바, 농산물의 무역 경로와 규모가 앞으로 매우 확대되고 다양해지면서 항공수송은 요금상승과 적체기간의 지연 등으로 어려움이 증가할 것으로 예상된다. 이에 따라 앞으로 해상을 통한 선박수송이 필수적으로 증가하게 됨이 예상되는데 신선도 유지기간이 매우 짧은 농산물의 선박을 통한 장거리 수송을 위해서는 새로운 선도유지 기술 개발이 선행되어야 하기 때문에 중요성이 부각되고 있다.

선진국에서 선도유지와 관련된 산업된 저장기술로 CA⁸⁾ container와 Mobile CA 등이 있으며 또한 연구, 개발되고 있는 신물질 응용기술, 나노기술, Bio-sensing 기법에 막대한 연구비가 투자되고 있다. 반면 국내에서는 CA 기술에 대한 성공 불확실성과 영세한 시장성 때문에 CA 산업화가 매우 지연되고 있는 실정이다.

또한 운송중의 화학물질 처리에 의한 안전성의 문제가 대두되고 있는바 선진국은 환경친화형 병충해 방제기술에 막대한 연구비 투자를 하고 있다. 미국, 유럽 등 주요 농산물 소비국가들은 점차 병충해 방제를 위하여 살균제와 살충제 사용을 금지하고 있고 이를 통관 시 엄격히 적용하고 있는 실정이다. 따라서 농산물의 수출확대를 위해서는 잔류농약 성분이 없어야 하는데 이를 대체할 수 있는 새로운 환경친화적인 병충해 방제기술 개발에 집중적으로 연구, 투자되고 있다. 선진국에서 개발되고 있는 기술은 주로 고온 열처리, 고이산화탄소처리, 천연 향균물질 개발 등으로 이미 산업화되고 있는 반면 국내에서는 아직 연구조차 미진한 실정이다.

<표 4-7-6> 세계 주요 CA container 생산회사

CA 생산회사	비 고
TransFRESH(美)	biggest provider of CA / Tectrol CA Freshtainer / 현대무역에 350동 판매(1996)
Sabroe(佛)	
Carrier(美)	Everfresh
Transicold	
Isocell(伊)	
Mitsubishi(日)	한국에 CA 창고 설비
ConairPlus(美)	한국에 CA 창고 설비
Frigotec(獨)	
Fruit Control(伊)	

8) 공기 중의 이산화탄소·산소 농도를 과실종류 및 품종에 맞게 조절하여 장기 저장할 수 있는 과실저장법

나. 시장예측 및 산업발전 전망⁹⁾

1) 물류(유통) 관련 시장 및 산업발전 전망

유통분야의 발전은 생산지와 시장, 소비지로 나누어 볼 수 있다. 먼저 식품소매에 있어서 식품판매업체의 규모화, 체인화가 급속히 진전될 것으로 전망된다. 식품소비의 고급화, 쾌적한 쇼핑공간 및 원스톱 쇼핑에 대한 수요확대, 여성취업의 증가 등의 요인에 따라 슈퍼마켓이 식품소매유통의 중추적인 역할을 담당할 것으로 예측되고 있다.

가) 소매단계의 변화

우리나라의 경우 현재 식품소매업 총매출액 중 슈퍼마켓의 비중이 13%에 지나지 않고 있다. 하지만 식품소매 매출액 중 슈퍼마켓의 비중이 미국의 경우 70%를 상회하고 일본도 40~50%를 점하고 있음을 볼 때, 우리나라에서도 슈퍼마켓이 식품소매 매출액에서 차지하는 비중은 앞으로도 지속적으로 증가할 것으로 예상되고 있다.

현재 최근 3~4년간 슈퍼체인 업체들은 고율의 성장을 보이고 있는 데, 대형슈퍼체인은 18~20%, 지방의 중소 슈퍼체인업체들은 9~14%를 보이고 있다. 또한 규모의 경제성을 살리기 위해 매장규모확대 및 체인화에 힘쓰고 있으며, 외국의 대형 유통업체의 국내진출에 대한 방어책으로도 규모화, 조직화를 추구하고 있다.

이 같은 소매단계에서의 슈퍼마켓 규모화, 체인화와 더불어 할인점, 회원제 창고형 도매클럽, 하이퍼마켓, 슈퍼센터 등의 가격파괴형 신업태도 진행되고 있는바 이러한 소매단계에서의 변화는 식품소매에서 점하는 비중이 증가할 것이고, 식품소매업체의 대형화에 일조하게 될 것이다. 아울러 유통 서비스 시장 개방으로 외국업체들이 할인점형태로 국내에 진출하고 있어, 가격파괴형 할인점의 발전이 더욱 촉진될 것으로 보인다.

반면, 규모가 작고 경영능력이 떨어지는 재래시장 및 구멍가게 등은 경영난이 가중되어 상당수가 탈락할 것으로 예상되고 있으며, 결국 식품소매업은 급격한 구조변화를 겪을 것으로 예상되고 있다. 슈퍼마켓 및 가격파괴형 할인점이 식품소매유통의 핵심적인 역할을 담당할 것이며, 이에 따라 식품소매업체의 대형화, 체인화 추세가 계속될 것이다. 식품소매업체의 대형화, 체인화와 더불어 식품소비의 다양화, 개성화 및 고급 농산물에 대한 수요확대 추세에 대응하여 식품소매업도 다양화될 것으로 전망된다. 특히 고품질을 지향하는 고급 전문판매점의 수가 증가할 것이고, 슈퍼마켓의 형태도 다양화될 것이다. 현재도 풀무원 등이 고급농산물 (저농약, 저비료 투입) 전문판매점을 고소득층이 밀집한 지역에서 운영중이며, 해태유통은 고급화시킨 슈퍼마켓을 출

9) 농산물 유통체계 변화의 전망과 대응. 한국농촌경제연구원

점하여 기존의 슈퍼마켓과 차별화 전략을 펼치고 있다. 앞으로도 이러한 차별적인 식품소매업체의 출현이 가속화될 것으로 전망되고 있다. 따라서 앞으로의 식품소매업은 대형업체가 주도를 하면서 품질 위주의 전략을 갖는 전문점이 공존하는 구조를 형성할 것으로 예상되고 있다.

나) 도매단계의 변화

이에 반해 도매시장은 유통시장에서 차지하는 비중이 감소할 것으로 예상된다. 이러한 것은 생산지에서 생산자들의 규모확대, 농업생산의 주산지화, 공동출하의 확대 등과 출하에 있어서 물류수급조절 능력의 향상으로 유통변화를 꾀하고 있기 때문이며, 소비지에서는 소매업체들의 대형화, 체인화로 인해서 대형유통업체와 산지간의 직거래가 더욱 활성화될 것으로 전망되기 때문이다. 특히 대형 슈퍼마켓 체인은 신선농산물에 전략적으로 특화하고 있고 구매인력의 전문화 및 산지에 대한 정보축적으로 산지 직구입의 거래비용이 현재보다 낮아질 것으로 예상된다. 산지직거래는 일반적으로 유통 효율성이 높지만 생산자 및 소매업체가 영세한 구조 하에서는 거래비용이 높은 단점이 있는 것으로 지적되고 있으나, 소비지 유통업체의 대형화는 이러한 거래비용을 절감시키는 방향으로 영향을 미칠 것이다.

따라서 슈퍼마켓체인들은 도매시장구입, 산지직구입 중 어느 하나를 배타적으로 선택하는 것이 아니라 경제성에 기초하여 두 가지 구입경로를 적절히 배합하여 농수산물을 구입할 것이며, 산지직구입의 경제성이 높아짐에 따라 산지직구입의 비중이 점차 커질 것으로 예상된다. 또한, 농산물 수입개방 추세에 따른 수입농산물의 증가도 농산물의 도매시장 경유물량을 감소시킬 것이며, 우편판매 및 택배의 확대, 홈쇼핑 등의 확대도 유통경로의 다원화를 촉진시킬 것이다. 현재 할인점 및 창고형 도매클럽 등은 도입 초기단계로 농수산물의 산지구입 시스템이 제대로 형성되어 있지 못하고 도매시장에의 의존비율이 높은 실정이나 구입체계를 개선하지 않고는 농수산물의 가격을 대폭 하락시키지 못할 것이기 때문에 농산물의 구매체계 개선에 관심을 기울일 것으로 예상할 수 있다. 또한 이들 대형소매업체들은 POS, VAN 등의 고급화된 정보 네트워크 기술도입을 하고 있기 때문에 정보수집에 있어서 도매시장보다 우위에 있다. 이들은 시장에서의 소비자 기호변화를 유통정보 기술을 이용하여 파악함으로써 경쟁적 우위성을 발휘하게 될 것이다.

식품소매업체의 도매 기능 강화와 더불어 경제 여건의 변화는 현재 도입단계에 있는 종합도매물류회사의 영업기반을 공고히 하고 이를 더욱 확산시킬 전망이다. 유통서비스 시장의 개방에 따라 소규모 식품소매상들의 경영난이 예상되며, 종합도매물류회사들은 상품공급뿐 아니라 소매점에 대한 경영지원으로 그들의 경쟁력 제고에 기여하고 있기 때문에 더욱 많은 소매상들이 도매회사들과 협력관계를 맺을 것으로 보인다.

다. 따라서 도매회사들이 농산물 유통에서 갖는 비중이 현저히 증가할 것으로 보이고, 이들의 영업규모가 증가하면 종합도매물류회사에 의한 농산물 도매 기능이 현재보다 활성화될 것으로 예상할 수 있다. 유통 서비스 시장 개방에 따른 소비자 유통업체의 대형화는 생산자와 유통업자간의 연결구조에도 영향을 미칠 것이다. 현재의 소규모 소매업체들은 수입농산물에 대한 접근성이 낮아 국내생산자와의 연계를 중요시하고 있으나, 대형업체의 성장은 이러한 연결구조를 변화시키고 있다. 대형 소매업체 및 종합도매회사들은 농산물 구매범위가 국내에만 한정되지 않고 해외농산물의 구매에도 적극적인 관심을 가지게 될 것이다. 이들 근대화된 유통업체는 전문적인 구매인력을 보유하고 상품의 머천다이징 능력이 우수하며, 구매단가의 절감, 다양한 상품구색, 계절별 가격진폭의 완화 차원에서 외국농산물의 수입을 확대시킬 것으로 예상된다. 앞으로 가속화되는 농산물의 수입개방추세는 수입농산물에 대한 접근을 현재보다 더욱 용이하게 할 것이다.

다) 산지유통의 변화

생산의 규모화, 주산지화와 더불어 산지유통시설에 대한 투자확대는 산지에서의 공동출하를 촉진시킬 것이다. 정부에서도 공동출하를 장려하고 있으며, 생산자들도 농산물 유통에 대한 인식이 높아져, 협동조합 및 영농조합법인을 통한 유통사업에 힘을 쏟고 있다. 이러한 경향은 농산물의 개별출하를 억제하고 공동출하를 촉진하는 방향으로 산지유통체계를 변화시키게 될 것이다. 소비자 대형유통업체와 출하자간의 직거래 확대는 농산물의 산지거래 형태도 변화시킬 것으로 예상되고 있다. 대형 소매업체는 단순거래에 따른 거래비용(transaction cost)을 절감하기 위해 산지농가와 장기적인 거래관계를 유지하는 방향으로의 변화를 추구할 것이다. 이에 따라 장기적인 구매계약 혹은 계약재배 방식으로 농산물을 확보할 것이고, 심지어는 유통업체 스스로 농장을 보유하는 인테그레이션의 형태도 일부업체에서 취할 것으로 예상할 수 있다. 따라서 기존의 수집상 및 시장을 통한 수직적 조정방식이 직거래, 계약생산, 수직적 통합 등으로 다양화될 것이다. 머천다이징(merchandising)은 매장에서 판매되는 상품의 구매계획에서부터 판매에 이르기까지 전 과정을 의미하며, 신규상품의 개발, 상품구매, 발주, 재고관리, 대금지급 등의 구체적 업무를 포함한다.

2) 포장관련 시장 및 산업발전전망

포장관련 대상시장은 신선 농수산물 시장, 기능성 건강식품시장, 식품시장 및 제약 등 생명과학소재시장이 될 것으로 예상되며, 세계 포장산업은 1990년에 1천억 달러에서 2010년에는 1조 달러로 예측되고 있다. 포장산업은 현재 매년 50%씩 증가하고 있

다. 앞으로 세계 농산물 교역은 고품질과 안정성 위주의 시장으로 형성되고 있으나, 향후 빈부의 격차가 심화되면서 농산물 소비의 패턴은 최상 등급과 그 이하 등급으로 구분하여 유통될 것이고 그 가격 차이도 무려 10배 이상 확대될 것으로 예상된다.

수출을 위한 농산물 품질 향상 기술은 크게 증가할 것이고 수입은 중국과 남미, 호주와 뉴질랜드로부터 고품질 농산물 유입이 급증하는 반면 국내 농산물은 저가의 농산물로 취급받을 수 있는 위기감이 고조되고 있다. 중국에서의 CA 산업은 급팽창하고 있어 머지 않아 중국으로부터의 CA 농산물의 유입될 것으로 예측된다.

3. 기술개발 동향 및 기술수준

가. 기술발전추세

미국, 일본, 유럽 등 선진국은 기능성 포장소재 및 포장관련 분야에 발전가능성이 매우 높은 분야로 설정하여 국가 연구개발사업 및 산업체 자체개발사업으로 연구를 활발히 수행하고 있다. 선진국은 첨단포장재 개발을 위해 나노기술을 융합한 융합기술제품개발에도 전력하고 있으며, 국내의 경우는 고품위 유지를 위한 포장소재 및 포장에 대한 연구가 이제 시작단계에 있으며, 인프라 또한 일천한 실정이다.

저장분야의 세계적인 기술발전 추세는 기존 개발된 기술 이외에 또 다른 차세대 기술 개발로 집중되고 있는 바, 저장성 연장 기술과 저장성 예측 기술은 이미 세계적인 연구흐름이고 산업화 기술로 발전하는 단계이다. 일부 저장기술과 산업화정도는 중국과의 비교에서도 이미 뒤쳐져 있어 이와 관련된 기술의 국가적인 지원이 시급하다.

나. 국외동향

1) 품질관리

재배생산 및 유통경로에서 품질기준이 엄격하게 적용되고 있는데, 정부기준을 준수하면서 유통주체들이 자체 품질기준을 설정하여 적용하고 있다. 구체적으로 품질이 생산과 소비간의 유통경로 상에서 객관적 척도로서 자리 매김하고 있으며, 신선농산물을 포함한 다양한 농식품의 품질평가기술이 연구 개발되었다. 그리고 농산물 국제거래가 증가함에 따라 안전성이 중요시됨에 따라 안전성을 확립할 수 있는 품질관리 체계가 연구중이다.

2) 저장기술

미국, 유럽 등 선진국에서는 농산물의 환경친화형 병충해 방제기술에 막대한 연구

비 투자하고 있다. 기술종류에 따라 5년에서부터 20~30년 정도 선진국의 기술이 앞서 있는 상황이며, 새로운 장, 단기 저장기술과 저장방식의 산업화 모델 개발에 적극적으로 정부연구소가 앞장서고 있다. 현재 산업화된 저장기술로 CA container와 Mobile CA이 있으며 연구 개발되고 있는 신물질 응용기술, 나노기술, Bio-sensing 기법에 막대한 연구비가 투자되고 있다.

3) 포장기술

일본에서는 1980년 초부터 신선식품의 품질유지를 위한 기능성 소재개발을 지속적으로 연구해온 결과 관련 특허만 현재 800여건에 달하고 있으며, 일부 내용은 국내에도 특허가 수십편 등록된 상태이다. 특히 일본식품종합연구소, 농업연구센터, 일본화학, 세기스이 플라스틱 등을 중심으로 산학연 연구개발 및 실용화를 추진중이다.

미국에서는 미시간 주립대 포장학부, 네브라스카대학, 크렘슨대학 등을 중심으로 친환경 포장소재 등을 개발 중에 있으며, 일부 품목은 햄버거 포장재 등으로 사용되고 있기도 하다. 영국에서는 와트포드대학을 중심으로 친환경 포장소재와 포장기법, 포장과 물류분야에 대해 1980년 중반부터 연구를 지속적으로 해오고 있다.

4) 물류기술

물류효율 증진을 위한 새로운 수송시스템 개발을 추진 중에 있으며, 신선도, 위생, 안전성을 위주로 한 물류기술 및 시스템이 구축되어 있다. 유럽, 미주, 일본 등 선진국은 대부분의 신선농산물 수송에 있어서 파렛트화가 되어있다. 단, 유럽(1,200×800mm), 미주(1,200×1,000mm), 일본(1,100×1,100mm)으로 일관수송용 표준파렛트 치수규격을 각각 사용하고 있다.

5) 병해 및 안전성

병해충 전파의 국제화와 광우병 등 축산물을 통한 인수공통 질병과 식중독 등의 문제 확산으로 소비자 안전확보를 위한 생산지 추적 및 각종 식중독 및 잔류물질 신속 검사 등 안전성 확보 기술에 대한 범국가적인 연구활동으로 소비자 안전 확보 시스템이 구축되어가고 있는 실정이다.

6) 상품화 기술

전통과실과 기능성 식품, 유기농산물은 정부차원에서 적극적으로 지원하고 있다.

다. 국내동향

1) 품질관리

농식품 시장이 개방되면서 소비자 유통환경이 급변하고 있다. 기존의 생산자 중심 품질관리에서 소비자의 요구에 부응하는 품질관리의 필요성 대두되고 있다. 이에 따라 고품질, 친환경, 기능성, 맞춤형 농식품에 대한 품질관리체제 확립이 시급하나, 생산규모의 영세화로 품질관리체제의 비효율성이 상존하고 있다.

2) 포장기술

포장재 소재인 플라스틱과 종이지류는 대기업의 석유화학 회사와 제지회사를 중심으로 다양한 그레이드의 소재가 개발되고 있으며, 식품에 신선도 유지관련 연구는 농촌진흥청, 한국식품개발연구원, 서울대, 고려대, 중앙대, 상명대, 충남대, 건국대 등을 중심으로 연구가 수행되고 있다. 특히, 정부출연기관 등에서는 기능성 포장재의 개발 및 포장표준화 등에 관한 연구를 1980년대 중반부터 수행해오고 있으며, 대학에서는 항균성 포장재, 가식성 포장재, 분해성 포장재 등을 개발 중에 있다.

3) 저장기술

국내에서의 환경친화형 병충해 방제기술은 일부 대학이나 연구기관에서 매우 제한적으로 진행되고 있다. CA 연구는 1990년대 초부터 대학 및 농촌진흥청에서 시작되었으며 12년여가 지난 지금까지 여러 농산물을 대상으로 한 많은 CA 연구결과가 발표되었다. 산업화는 1990년 이후 진도, 두산, 협성, 다선 등 여러 기업들이 CA 창고를 건축한 뒤 농산물 유통시장에 사업을 시작한 바 있으나, 국내농산물에 대한 CA 저장 기술 미확보, CA 농산물에 대한 시장인식의 불충분, CA 기술 인력의 부족, CA 창고의 미비점, 외국 설비업체와의 지속적인 연계성 미흡, 국내업체의 지원 부족 등의 이유로 대부분 사업을 중단한 실정이다.

2000년대 이르러 25여 개 업체 및 연구기관에서 CA 시설을 구축하였으나 본격적인 상업화 과정에는 미흡한 실정이나 국내 농산물을 대상으로 지난 10여 년 동안 연구는 꾸준히 진행되어 CA 설비가 구축되어 있는 상황에서 성공확실성이 매우 증가되었다. 반면 CA 장비의 국산화는 아직 매우 미흡한 실정이며, 국내 CA container, Mobile CA, 신물질 응용기술, 나노기술, Bio-sensing 기법에 연구나 산업화는 아직 연구적인 측면에서 매우 초보적인 단계를 벗어나지 못하고 있다.

4) 물류기술

신선농산물 파렛트화율은 30% 미만으로 물류 효율 향상을 위한 품목별 최적화모델 개발 미흡, 구축신선 농산물 유통기술개발에 대한 관심고조, 부분적으로 현장 애로기술 개발 및 현장실용화 시도, 개발기술의 현장 실용화 부진, 품목의 특성을 고려한 일관 물류시스템 구축미흡, 위생, 안전성 확보를 위한 기술 개발 초기단계이다.

5) 병해 및 안전성

무역자유화와 소비자 의식의 향상으로 식품 소비에 있어 소비자들의 주된 관심사가 최소가공과 안전성에 대한 관심이 증대되어 식품 안전성은 국가적으로 중요성을 갖게 되고, 국제적으로 GMO 식품을 비롯한 식품제조과정의 HACCP 도입 및 항생제 내성균 연구 등 식품 안전에 대한 연구가 일부 진행되는 단계이다.

6) 상품화 기술

전통적인 과실의 상품화, 기능성 강화 채소식품개발, 유기농산물 품질차별화 기술은 일부 산업적으로 접근 단계이다.

라. 국내역량

1) 유통분야 기술의 국내역량

<표 4-7-7> 유통분야 기술의 국내 역량

대분류	중분류	소분류	선진기술대비 국내수준(%)	기술격차(년)
유통	품질관리	농산물 품질 등급표준 적용, 개선기술	55	10
		농산물 품질계측방법 표준화	60	8
		수확후 관리기술, 평가항목 개발	65	5
		농산물 내부품질평가, 정보화, 선별	65	5
	저장	저장성 연장기술, 예건 및 예냉기술	65	5
		수출용 CA 컨테이너 적용기술	50	12
		미세환경 조절기술, 선도유지 신물질	55	10
		저장력 검증기술	65	5
	병해 및 안전성	소비자안전 위한 생산지 추적기술	50	12
		농산물 잔류물질 안전성 검증기술	55	10
		농산물 안전성 향상기술	60	8
		유해물질 제어기술	50	12
	포장	선도보존, 환경친화용 포장소재	60	8
		저온유통용 반가공편의 포장기술	60	8
		선도보존 가식성 피막코팅제	65	5
		소포장 및 저온유통용 종이포장재	50	12
	물류기술	물류효율 향상 파렛트, 적정수송시스템, 농산물 택배시스템	55	10
		유통감모율 저감기술	65	5
		수출증대위한 해외규격 및 제도대응기술	65	5
		신선편의 식품 품질규격화, 선도유지기술	60	8
상품화기술	고유과실 상품화 기술	65	5	
	기능성 강화 채소식품개발	55	10	
	유기농산물 품질차별화	65	5	

2) SWOT 분석

<표 4-7-8> 유통분야의 SWOT분석

강점(S)	약점(W)
<ul style="list-style-type: none"> - 국내산 농신물의 선호도 및 인지도 매우 높음 - 국내 가동 연구 인력 풍부 - 산업화를 위한 산업체 활성화 	<ul style="list-style-type: none"> - 국내 기반기술 및 기간산업의 취약 - 산업체 영세성 - 마케팅 기술 및 전략의 부재 - 지속연구 투자조건 미흡 - 다학제간의 연구가 필요하나 중심연구 센터 등이 부족함
기회요인(O)	위협요인(T)
<ul style="list-style-type: none"> - 고부가가치 산업으로 투자대비 효율이 매우 높음 - 유통산업의 국민 경제적 비중 증가 - 물류산업의 Global화 - 고품질에 대한 소비자 욕구 증가 	<ul style="list-style-type: none"> - 새로운 무역 장벽인 국제인증제도 - 낮은 인지도로 인한 수출시장 확보 어려움 - 주변국의 생산 및 유통 기술 향상

3) 연구개발능력 분석

<표 4-7-9> 연구개발능력 분석

구분	국 내	선진국
품질관리 기술	- 농산물 품질등급 설정, 품질계측방법의 표준화, 농산물 내부품질평가와 정보화 기술이 일부 연구되고 있다.	- 농산물 품질 등급 설정과 품질계측방법의 표준화, 농산물 내부품질평가와 정보화 기술 등 품질관리 기술은 이미 산업화된 단계이다.
저장기술	- 농산물의 환경친화형 병충해 방제 연구는 시작단계이고 CA 기술의 미확보, 고품질 농산물에 대한 시장 인식 불충분 - 또한 예건 및 예냉기술, 수출용 CA컨테이너 적용기술 미세환경 조절기술, 선도유지 신물질 저장력 검정기술 등 저장 신기술은 연구초보적 단계이다.	- 기술종류에 따라 5년에서부터 20~30년 정도 선진국의 기술이 앞서 있는 상황이며 - CA container, Mobile CA, 신물질응용기술, 나노기술, Bio-sensing 기술 등의 연구가 본격화되었고 일부 기술은 산업된 단계이다.
병해 및 안전성	- 소비자안전을 위한 생산지 추적기술, 농산물 잔류물질 안전성 검증기술, 농산물 안전성 향상기술, 유해물질 제어기술 개발이 매우 시급하나 아직 연구 초기단계이다.	- 병해충 전파의 국제화와 광우병 등 축산물을 통한 인수공통 질병과 식중독 등의 문제확산으로 소비자 안전확보를 위한 생산지추적 및 각종 식중독 및 잔류물질 신속 검사 등 안전성 확보 기술에 대한 범국가적인 연구활동으로 소비자 안전 확보 시스템이 구축되는 단계에 있다.
포장	- 포장재 소재인 플라스틱과 종이지류는 기업 중심으로 다양한 그레이드의 소재가 개발되고 있으며, 식품에 신선도 유지관련 연구는 정부연구기관, 정부출연기관, 여러 대학에서 연구가 수행되고 있다. - 기능성 포장재의 개발 및 포장표준화, 항균성 포장재, 가식성 포장재, 환경친화용 포장소재 등에 관한 초보적 연구가 진행되고 있으나 연구개발은 미비한 실정이다.	- 플라스틱과 지류 등 다양한 그레이드의 소재가 개발되었으며, 기능성 포장재, 가식성 포장재, 환경친화용 포장소재 등의 연구가 진행되고 있다.
물류기술	- 물류효율 향상 파렛트, 농산물 택배시스템, 수출증대를 위한 해외관련규격 및 제도대응기술, 신선편의 식품 품질규격화 등 인프라 구축이 초기 단계에 있다.	- 물류효율 향상을 위한 육상, 항공수송 시스템은 이미 정착되어 있고 선박수송 효율향상 위한 연구가 진행되고 있으며, 유럽, 미주, 일본 등 선진국은 대부분의 신선농산물 수송에 있어서 파렛트화가 되어 있다. 단, 유럽(1,200×800mm), 미주(1,200×1,000mm), 일본(1,100×1,100mm)으로 일관수송용 표준파렛트 치수규격을 각각 사용하고 있다.
상품화 기술	- 전통적인 과실의 상품화, 기능성 강화 채소식품개발, 유기농산물 품질차별화 기술은 일부 산업적으로 접근단계이다.	- 전통과실과 기능성 식품, 유기농산물은 정부차원에서 적극적으로 지원하고 있다.

제2절 기술로드맵 작성

1. 핵심시스템 구성요소 및 성능목표 설정

가. 핵심시스템 구성요소

- 품질 계측방법의 표준화 기술
- 농산물 내부 품질평가와 정보화기술
- 환경친화형 병충해 방제기술
- 저장품질관리 기술
- 수확 후 관리와 가공을 연계하는 복합 기술
- 나노기술과 bio-sensing 기술
- 농산물 잔류 중금속 및 농약 검증기술
- 농산물의 안전성 및 식중독 방지 시스템 개발
- 기능성, 환경친화형 포장기법 개발
- 물류효율 향상 시스템 기술
- 신선 편이식품의 규격화와 선도유지기술
- 기능성 강화 농산물 상품 개발
- 유기농산물 품질 차별화 기술

나. 성능목표 설정

<표 4-7-10> 핵심시스템 구성요소와 성능목표

구 분	현재	단기(2004~2006)	중기(2007~2009)	장기(2010~2015)
성능목표 핵심시스템 구성요소	시작단계 및 현상태	구축단계	발전단계	완성단계
품질계측방법 표준화기술	연구시작단계	계측방법의 표준화 기술 구축단계	계측방법의 표준화 기술 발전단계	계측방법의 표준화 기술 보급단계
농산물 내부 품질 평가와 정보화기술	초보단계	관련기술 구축단계	관련기술 발전단계	관련기술 보급단계

구 분	현재	단기(2004~2006)	중기(2007~2009)	장기(2010~2015)
성능목표 핵심시스템 구성요소	시작단계 및 현상태	구축단계	발전단계	완성단계
환경친화형 병충해 방제기술	연구개시단계	환경친화형 병충해 방제기술 개발단계	환경친화형 병충해 방제기술 개발단계	환경친화형 병충해 방제기술 완성단계
저장품질관리 기술	연구진행단계	40%	60%	90%
나노기술과 bio-sensing기술	초보적 단계	나노기술과 bio-sensing 기술 연구단계	나노기술과 bio-sensing 기술 발전단계	나노기술과 bio-sensing 적용단계
농산물 잔류중금속 및 농약검증기술	20~30%	30~50%	50~70%	90%
농산물의 안전성 관리 및 식중독 방지시스템 기술	8%	10~20%	30~50%	80~90%
기능성 포장재개발	10~20%	30~40%	50~60%	90%
환경친화형 포장소재 개발	20~30%	40%	60%	90%
물류효율 향상시스템 기술	10~20%	30~40%	70~80%	100%
신선 편이식품의 규격화와 선도유지기술	20~30%	30~40%	50~60%	90%
기능성 강화 농산물 개발	20~30%	40~50%	70~80%	90%
유기농산물 품질 차별화 기술	20~30%	40~50%	70~80%	90%

2. 기술영역 및 핵심기술

가. 기술영역 및 핵심기술도출

1) 핵심시스템 구성요소별 관련기술

<표 4-7-11> 핵심시스템 구성요소와 관련기술

핵심시스템	관련기술
품질 계측방법의 표준화 기술	품목별 재배시기, 지역 및 품종을 고려하고 각 품질인자들의 측정 방법을 체계화, 품목별 품질인자의 측정과 자료화, 품목별 내부 및 외부 품질인자 측정방법의 표준화 기술
농산물내부품질평가와 정보화기술	산지에서의 산물의 품질분포도 작성, 품질등급화 작업, 유통현장에서 시범 적용 및 결과 분석, 보관 및 확정을 위한 현장연구, 품질등급에 적용실태는 정성적, 서술적인 기준에서 정량적이며 디지털 방식으로 전환, 주요 품목의 출하시 지역별, 시기별 디지털 번호 부여, 품목, 품종, 품질, 출하규격에 관한 분류 및 수치화, 저장고 입출고 관리 분석
환경친화형 병충해 방제기술	사용 금지되는 농약이나 훈증 등의 대체 기술로 친환경적 병충해 방제기술 개발이 시급. 열처리, 이산화탄소처리, 천연항균물질 처리 등을 포장, 물류 센터에서 파레트 단위로 처리하는 기술
저장 관리기술	품목별 예냉, 예건기술, 산지 적용 기술 개발 및 표준화. Pallet CA, Mobile CA, 고이산화탄소와 저산소 장해, 그리고 두가지 가스의 복합적 원인에 의한 현상 연구. 고습도 조절 기술 개발, 유해가스 제거 기술 개발, 저장고의 종합 미세 환경 조절 기술 개발
나노기술과 bio-sensing 기술	인체에 무해하고 처리가 용이한 형태로 농산물의 신선도 유지에 효과적인 나노기술 개발이 연구됨. 물질속도 판정이나 저장력 측정이 경험에 의해 국내의 경우 이루어지고 있고 최근에 전분지수 등 속도나 저장력과 관련된 연구가 진행됨. 주요 품목별 저장력 관련 인자의 탐색, 각 인자별 측정 가능 센싱 기법 및 시스템 개발, 저장 및 유통단계별 현장 적용 연구
농산물 잔류 중금속 및 농약 검증기술	생산지에서 사용 가능한 휴대용 정색 반응기 혹은 특정 성분 반응 센서 개발, 검출 대상 중금속 및 농약 성분을 단시간 내에 검출할 수 있는 반응기작 규명

핵심시스템	구성요소기술
농산물의 안전성 및 식중독 방지시스템 기술	농축산 식품 생산, 유통 및 소비 단계를 총괄적으로 연결하는 식중독 방지 기술, 품목별 중점 관리를 통한 오염 최소화, 농축산물의 생산 단계에서 DNA를 분석하여 제품에 그 기록을 부착하는 다양한 기술, 신선 농축산물의 품질 손상이 없는 살균 기술, 천연물이나 미생물을 이용한 식중독 미생물 제어 및 저장성 향상 기술
기능성 포장재 개발	기존의 식품포장 필름 및 소재에 기능성성분 (항균, 항산화 등) 물질들의 혼합 및 코팅기술, 기능성물질의 미세캡슐화 및 기존필름의 표면처리기술
환경친화형 포장소재 개발	다층필름에서 분리가 용이한 필름소재 개발, 가스 차단성이 좋으면서 각종용매에 녹을 수 있는 필름형성물질 개발, 생물고분자를 원료로 한 플라스틱 포장소재 개발, 가식성 피막코팅제 소재 개발 및 가스 차단성 측정
물류효율 향상시스템 기술	주요 신선농산물에 대한 포장규격 표준화와 표준파렛트 적재효율 최적화 기술, 신선농산물에 대한 국가 표준파렛트 채택과 보급확산 방안 연구, 유통환경에 따른 수송효율 최적화 연구
신선 편이식품의 규격화와 선도유지기술	신선 편이식품의 품질, 위생, 안전성 평가, 유통방법에 따른 유통기간 guide line 설정, Cold chain system 구축, 신선 편이식품의 품질 저하 억제기술개발, 신선 편이식품의 위생, 안전성 제고 기술 개발, 저온유통용 신선 편이식품의 포장, 유통기술 개발
기능성강화 농산물 개발	채소들의 기능성 성분들을 조사 분석하여 각 성분들이 인체에 미치는 영향들을 파악하여 기능성 강화 식품으로 개발, 상품화
유기농산물 품질 차별화 기술	유기농산물들의 품질차별화 기술 및 고품질 유지 유통방법 개발 연구

2) 핵심기술별 요소기술

<표 4-7-12> 유통 핵심기술별 요소기술

대분류	중분류	소분류	세분류
유통	품질관리	품질 측정방법의 표준화 기술	품목별, 품종별 품질인자 측정
			품질측정방법의 체계화
			품목별 품질인자의 자료화
			내부 및 외부 품질인자 측정방법 표준화 기술
		농산물 내부 품질평가와 정보화기술	산지에서 산물 품질분포도 작성, 품질등급화작업
			유통현장에서의 시범 적용 및 결과 분석
			품질등급을 디지털 방식으로 전환
			주요 품목의 출하시 지역별, 시기별 디지털 번호를 부여, 품목, 품종, 품질, 출하규격에 관한 분류 및 수치화, 저장고 입출고 관리 분석
	저장	환경친화형 병충해 방제기술	Heat treatment
			고농도 이산화탄소처리
			천연항균물질 처리
			물류 센터에서 팔레트 단위로 처리하는 기술
		저장 관리기술	품목별 예냉, 예건기술
			Container, Mobile CA, 고이산화탄소와 저산소장해
			고습도 조절기술 개발, 유해가스 제거기 개발
			저장고의 종합 미세 환경 조절 기술 개발
		나노기술과 bio-sensing 기술	품목별 저장력 관련 인자의 탐색 시스템 개발
			각 인자별 측정 가능 센싱 기법
			생리활성 억제 물질로 작용하는 항산화제,기능성 물질의 나노기술
			저장 및 유통단계별 현장 적용 연구
	병해 및 안전성	농산물 잔류 중금속 및 농약 검증기술	생산지에서 사용 가능한 휴대용 정색 반응기
			특정 성분 반응 센서 개발
			검출 대상 중금속 및 농약 성분을 단시간 내에 검출할 수 있는 반응기작 규명
			안전 농산물 공급 및 무절제한 농약 사용 방지시스템 개발
농축산식품의 안전성 및 식중독 방지시스템 기술		농축산 식품 생산, 유통 및 소비 단계를 총괄적으로 연결하는 식중독 방지 기술	
		신선 농축산물의 품질 손상이 없는 살균 기술	
		천연물이나 미생물 이용한 식중독 미생물제어	
		농축산 식품의 안전성(GAP, HACCP) 확보 기술	

대분류	중분류	소분류	세분류
유통	포장	기능성 포장재 개발	기존필름의 표면처리기술
			식품포장 필름 및 소재에 기능성성분 (항균, 항산화 등) 물질들의 혼합
			식품포장 필름 및 소재 코팅기술
			기능성물질의 미세캡셀화
		환경친화형 포장소재 개발기술	다층필름에서 분리 용이한 필름소재 개발
			가스 차단성이 좋으면서 각종용매에 녹을 수 있는 필름형성물질 개발
			생물고분자를 원료로 한 플라스틱 포장소재 개발
			가식성 피막코팅제 소재 개발 및 가스 차단성 측정
	물류	물류효율 향상시스템 기술	주요 신선농산물에 대한 포장규격 표준화
			표준파렛트 적재효율 최적화 기술,
			신선농산물에 대한 국가 표준파렛트 채택과 보급 확산 방안 연구
			유통환경에 따른 수송효율 최적화 연구
		신선 편이식품의 규격화와 선도유지 기술	신선 편이식품의 품질, 위생, 안전성 평가, 유통방법에 따른 유통기간 guide line 설정
			Cold chain system 구축, 신선 편이식품의 품질 저하 억제기술개발
			신선 편이식품 위생, 안전성제고 기술개발
			신선 편이식품의 포장, 유통기술 개발
	상품화 기술	기능성강화 식품 개발	채소들의 기능성 성분들을 분석
			인체에 미치는 기능성 효능 분석
			기능성 강화 식품으로 개발
			기능성 식품의 분류 및 상품화
유기농산물 품질 차별화 기술		유기농산물들의 품질차별화 기술	
		유기농산물 고품질유지 유통방법 개발연구	

나. 핵심기술 분석

1) 각 핵심기술에 대한 최첨단(State of the art) 분석

가) 품질관리

(1) 정의 : 개방화 시대 농식품 품질관리체제 구축에 관련된 핵심기술이다.

(2) 범위 : 생산된 농산물의 품질, 등급관리기술이 품질관리 기술의 주요한 영역이다.

(3) 필요성 : 농식품 시장이 개방되면서 소비자 유통환경이 급변하고 있으며 생산자 중심에서 소비자중심으로 생산, 소비활동이 바뀌어짐에 따라 소비자의 요구에 부응하는 품질관리가 필요하다.

(4) 국내, 외 기술의 동향

(가) 국외

재배생산 및 유통경로에서 품질기준의 적용이 엄격하며, 정부기준을 준수하되 유통주체들이 자체 품질기준을 설정하여 적용하고 있다. 또한 유통에 있어 품질이 생산과 소비간의 유통경로 상에서 객관적 척도로서 자리 매김하고 있다. 또한 신선농산물을 포함한 다양한 농식품의 품질평가기술이 연구 개발되고 있으며, 안전성을 확립할 수 있는 품질관리체계가 연구 중에 있다.

(나) 국내

고품질, 친환경, 기능성, 맞춤형 농식품에 대한 품질관리체제 확립이 시급하며, 생산규모의 영세화로 품질관리체계의 비효율성이 상존하고 있다.

나) 저장

(1) 정의 : 신선도 유지기술 개발에 의한 유통기한 연장을 통한 농산물의 새로운 부가가치 창출에 관한 기술을 의미한다.

(2) 범위 : 농산물의 수확에서부터 소비 및 가공이전의 단계까지의 품질관리를 포함하는 기술이다.

(3) 필요성 : 향후 확대될 농산물의 교역의 확대에 대비한 농산물의 고부가가치 창출 및 이를 통한 수출 경쟁력 강화를 위해 필요하다.

(4) 국내, 외 기술의 동향

(가) 국외

저장기술은 선진국의 환경친화형 병충해 방제기술에 막대한 연구비 투자를 중심으

로 이루어지고 있다. 미국, 유럽 등 주요 농산물 소비국가들은 점차 병충해 방제를 위하여 살균제와 살충제 사용을 금지하고 있고 이를 통관 시 엄격히 적용하고 있는 실정이다. 따라서 농산물의 수출확대를 위해서는 잔류농약 성분이 없어야 하는데 이를 대체할 수 있는 새로운 환경친화적인 병충해 방제기술 개발에 집중으로 연구, 투자되고 있다. 선진국에서 개발되고 있는 기술은 주로 고온 열처리, 고 이산화탄소처리, 천연 항균물질 개발 등으로 이미 부분적으로 산업화되고 있는 반면 국내에서는 아직 연구조차 미진한 실정이다. 또한 선진국에서는 새로운 장, 단기 저장기술과 저장방식의 산업화 모델 개발에 연구가 활발히 이루어지고 있는데, 이러한 이유는 농산물의 무역 경로와 규모가 앞으로 매우 확대되고 다양해지면서 항공수송은 크게 요금상승과 적체기간의 지연 등으로 어려움이 증가할 것으로 예상되기 때문이다. 따라서 앞으로는 해상을 통한 선박수송이 필수적으로 증가하게 되는데 신선도 유지기간이 매우 짧은 농산물의 선박을 통한 장거리 수송을 위해서는 새로운 선도유지 기술 개발이 선행되어야 하기 때문이다.

현재 선진국에서 산업된 저장기술로 CA container와 Mobile CA이 있으며 연구 개발되고 있는 신물질 응용기술, 나노기술, Bio-sensing 기법에 막대한 연구비가 투자되고 있다. 반면 국내에서는 CA 기술에 대한 성공 불확실성과 영세한 시장성 때문에 CA 산업화가 매우 지연되고 있다. 이와 같이 저장분야의 세계적인 기술발전 추세는 기존 개발된 기술 이외에 또 다른 차세대 기술 개발로 집중되고 있다. 저장성 연장 기술과 저장성 예측 기술은 이미 세계적인 연구흐름이고 산업화 기술로 발전하는 단계다.

(나) 국내

국내에서의 환경친화형 병충해 방제기술은 일부 대학이나 연구기관에서 매우 제한적으로 진행되고 있다. CA 연구는 1990년대 초부터 대학 및 농촌진흥청에서 시작되었으며 12년여가 지난 지금까지 여러 농산물을 대상으로 한 많은 CA 연구결과가 발표되었다. 산업화는 1990년 이후 진도, 두산, 협성, 다선 등 여러 기업들이 CA 창고를 건축한 뒤 농산물 유통시장에 사업을 시작한 바 있다. 그러나 국내농산물에 대한 CA 저장기술이 미확보, CA 농산물에 대한 시장인식의 불충분, CA 기술 인력의 부족, CA 창고의 미비점, 외국 설비업체와의 지속적인 연계성 미흡, 국내업체의 지원 부족 등의 이유로 대부분 사업을 중단한 실정이었다가, 2000년대 이르러 25여 개 업체 및 연구기관에서 CA 시설을 구축하여 성공가능성이 매우 증가되었다. 그러나 아직 본격적인 상업화 과정에는 미흡한 실정이며 CA장비의 국산화는 아직 매우 미흡한 실정이다. CA장비 및 기술의 발전단계를 보면 국내 CA container, Mobile CA, 신물질 응용기술, 나노기술, Bio-sensing 기법에 연구나 산업화는 아직 연구적인 측면에서 매우 초

보적인 단계이며, 일부 저장기술과 산업화정도는 중국과의 비교에서도 이미 뒤쳐져 있어 이와 관련된 기술의 국가적인 지원이 시급하다.

다) 포장

(1) 정의 : 농수산물의 유통, 저장 관련 포장기술, 포장재 개발 및 실용화 기술을 의미한다.

(2) 범위 : 플라스틱 포장재를 사용한 각종 포장재 개발과 포장소재 개발, 저온 유통용 골판지 상자, 친환경 골판지 상자를 개발 및 친환경 포장소재와 포장재 개발에 관련한 기술을 포함한다.

(3) 필요성 : 소비자의 니즈의 증가에 따라 유통현대화를 위해 포장소재의 개발, 포장기술의 개발에 대한 필요성이 증가하고 있다. 포장 소재의 개발에 있어서는 신선도가 유지되는 포장재, 포장소재, 포장기술의 개발과 환경보호법의 강화 등으로 친환경 포장소재, 포장기법 개발의 필요성이 증대하고 있으며 소비자의 니즈에 부응한 소포장, active packaging 개발의 필요성이 증대하고 있다.

(4) 국내, 외 기술 동향

(가) 국외

일본에서는 1980년 초부터 신선식품의 품질유지를 위한 기능성 소재개발을 지속적으로 연구해온 결과 관련 특허만 현재 800여 건에 달하고 있는데, 특히 일본식품종합연구소, 농업연구센터, 일본화약, 세끼스이 플라스틱 등을 중심으로 산학연 연구개발 및 실용화를 추진 중에 있다.

미국에서는 미시간 주립대 포장학부, 네브라스카대학, 클렘슨대학 등을 중심으로 친환경 포장소재 등을 개발 중에 있으며, 일부 품목은 햄버거 포장재 등으로 사용되고 있는 실정이다. 한편, 영국에서는 와트포드대학을 중심으로 친환경 포장소재와 포장기법, 포장과 물류분야에 대해 1980년 중반부터 연구를 지속적으로 해오고 있다.

(나) 국내

국내의 경우는 포장재 소재인 플라스틱과 종이지류는 대기업의 석유화학 회사와 제지회사를 중심으로 다양한 그레이드의 소재가 개발되고 있다. 정부출연기관 등에서

는 기능성 포장재의 개발 및 포장표준화 등에 관한 연구를 1980년 중반부터 수행해오고 있으며, 대학에서는 항균성 포장재, 가식성 포장재, 분해성 포장재 등을 개발하고 있는 중이다.

라) 물류

(1) 정의 : 농산물의 물류효율 향상을 위한 품목별 물류 최적화 모델 구축에 관한 기술로 정의될 수 있다.

(2) 범위 : 주요 신선농산물 포장규격 표준화와 표준파렛트 적재효율 최적화와 신선농산물에 대한 국가 표준파렛트(1,100×1,100mm) 채택과 보급확산에 관한 기술, 그리고 유통환경에 따른 수송효율 최적화에 관한 기술이 물류부분에 속한다.

(3) 필요성 : 개방화의 추세 속에서 기존의 물류체계의 개선을 통한 고품질, 안전 농산물의 공급, 국내산 농산물의 국제경쟁력 제고를 위해 그 필요성이 증대되고 있다.

(4) 국내외 동향

(가) 국외

유럽, 미주, 일본 등 선진국은 대부분의 신선농산물 수송에 있어서 파렛트화가 되어 실용화가 되어 있다. 단, 유럽(1,200×800mm), 미주(1,200×1,000mm), 일본(1,100×1,100mm)으로 표준파렛트 치수규격을 각각 사용하고 있다.

(나) 국내

신선농산물 파렛트화율은 30% 미만, 적정수송시스템 기술수준은 시작단계에 있다.

마) 병해 및 안전성

(1) 정의 : 농산물의 안전성 확보에 관련된 기술이다.

(2) 범위 : 병해 및 안전성 기술은 농축산물의 안전성 검사를 위한 첨단기술 개발 및 생산 단계별 안전성 확보 시스템 구축 등에 관련한 기술들이다.

(3) 필요성 : 올바른 식품 안전의식을 산업계와 소비자 모두에게 제공하여 국내 농축산물의 안전성 제고 및 무분별한 수입을 억제하여 경쟁력 강화와 국민 건강 보호에

그 필요성이 증가하고 있다.

(4) 국내, 외 기술의 동향

(가) 국외

병해충 전파의 국제화와 광우병 등 축산물을 통한 인수공통 질병과 식중독 등의 문제 확산으로 소비자 안전확보를 위한 생산지 추적, 각종 식중독 및 잔류물질 신속 검사 등 안전성 확보 기술에 대한 범국가적인 연구활동으로 소비자 안전 확보 시스템이 구축되어가고 있는 실정이다.

(나) 국내

무역자유화와 소비자 의식의 향상으로 식품 소비시 소비자들의 주된 관심사가 최소가공과 안전성으로 전환되어 식품 안전성은 국가적으로 중요성을 갖게 되고, 국제적으로 GMO 식품을 비롯한 식품제조과정에의 안전성확보 시스템 도입 및 항생제 내성균 연구 등 식품 안전에 대한 연구가 일부 진행되고 있다.

바) 상품화기술

(1) 정의 : 국내산 농산물을 가공하여 고부가가치 상품으로 만드는 분야의 기술이다.

(2) 범위 : 상품화 기술은 기능성 성분을 이용한 가공식품 개발, 소포장화 및 상품적 가치 향상을 위한 시각디자인 효과를 살린 포장 및 상품 개발 등의 기술들과 연계되어 있다.

(3) 필요성 : 농산물 시장의 개방화, 소득향상으로 인해서 재래적인 식품이나 영양 제 공이라는 기능만 가진 제품, 대포장의 물품구입에서 다기능성제품, 소포장 제품으로 선호가 이전됨에 따라 기능성 성분을 이용한 가공식품 개발, 소포장화 및 상품적 가치 향상을 위한 시각디자인 효과를 살린 포장 및 상품 개발의 필요성이 증대되게 되었다.

(4) 국내외 동향

(가) 국외

미국 등 선진국에서는 과실들이 다양한 가공 및 포장단계를 거쳐서 식품으로서 보

다 기능적이고, 다양한 가치를 부각시켜서 상품화되어 판매되고 있다.

(나) 국내

과거에서 현재까지는 고유 과실들이 상품화단계 보다는 생산자에서 도매상으로서의 간단한 유통 단계만으로 판매되어지고 있다.

2) 각 핵심기술의 수준과 연구개발전략

<표 4-7-13> 유통기술수준 및 연구개발전략

핵심기술내용	우리의 현기술수준	기술의 우선순위	국내기술 개발역량	기술 성숙도	기술 곤란도	연구개발 전략
품질 계측방법표준화	△	◎	○	○	◎	실용화연구
농산물 내부 품질평가와 정보화 기술	○	◎	△	○	◎	실용화연구
환경친화형 병충해 방제기술	△	◎	△	△	◎	실용화연구
저장 관리기술	△	◎	△	○	◎	실용화연구
나노기술과 bio - sensing 기술	■	◎	△	△	◎	기초연구
농산물 잔류 중금속 및 농약 검증기술	△	◎	△	○	◎	실용화연구
농산물의 안전성 확보 및 식중독 방지시스템 기술	△	◎	△	△	◎	실용화연구
기능성 포장재 개발	○	◎	△	○	◎	실용화연구
환경친화형 포장소재 개발기술	△	◎	○	△	◎	실용화연구
물류효율 향상시스템 기술	△	◎	△	○	◎	실용화연구
신선편이식품의 규격화와 선도유지 기술	△	◎	△	○	◎	실용화연구
기능성강화 농산물 개발	△	◎	○	○	◎	실용화연구
유기농산물 품질 차별화 기술	○	◎	△	○	◎	실용화연구

3) 핵심기술별 추진전략

가) 품질관리기술

기존 R&D와 연계하여 핵심기술을 확보한 후 신속한 실용화가 필요하다.

<표 4-7-14> 품질관리기술 추진전략

구 분	추진전략	연구개발전략
품질 계측방법의 표준화 기술	농산물 품질인자들의 측정방법을 체계화, 품목별 품질인자 측정과 자료화, 측정방법의 표준화 기술	실용화 연구
농산물 내부 품질평가와 정보화 기술	농산물의 품질분포도 작성, 품질등급화 작업, 정량적이며 디지털 방식으로 전환, 주요 품목의 출하시 지역별, 시기별 디지털 번호를 부여, 출하규격에 관한 분류 및 수치화, 저장고 입출고 관리 분석 및 실용화	실용화 연구

나) 저장기술

<표 4-7-15> 저장기술 추진전략

구 분	추진전략	연구개발전략
환경친화형 병충해 방제기술	친환경적 병충해 방제기술 개발로 열처리, 이산화탄소 처리, 천연항균물질 처리 등을 포장, 물류 센터에서 파레트 단위로 처리 적용	실용화연구
저장 관리기술	예냉, 예건기술, 산지 적용 기술 개발 및 표준화, Mobile CA(Pallet CA), 고습도 조절 기술 개발, 유해가스 제거 기술 개발, 저장고의 종합 미세 환경 조절 기술 개발	실용화연구
나노기술과 bio-sensing 기술	인체에 무해하고 처리가 용이한 형태의 나노기술 개발, 품목별 저장력 관련 인자의 탐색, 인자별 측정 가능 센싱기법 및 시스템 개발	기초연구

다) 포장기술

기존 R&D와 연계하여 핵심기술을 확보한 후 신속한 실용화가 필요하다.

<표 4-7-16> 포장기술 추진전략

구 분	추진전략	연구개발전략
기능성포장재개발	기능성성분 (항균, 항산화 등) 물질들의 혼합 및 코팅 기술, 기능성물질의 미세캡셀화 및 기존필름의 표면처리기술개발	실용화연구
환경친화형 포장소재 개발	다층필름에서 분리가 용이한 필름소재 개발, 생물고분자를 원료로 한 플라스틱 포장소재 개발, 가식성 피막 코팅제 소재 개발 및 가스 차단성 측정	실용화연구

라) 물류기술

기존 R&D와 연계하여 핵심기술을 확보한 후 신속한 실용화가 필요하다.

<표 4-7-17> 물류기술 추진전략

구 분	추진전략	연구개발전략
물류효율 향상시스템 기술	포장규격 표준화와 표준파렛트 적재효율 최적화 기술, 신 유통환경에 따른 수송효율 최적화기술개발	실용화연구
신선 편이식품의 규격화와 선도유지기술	채소들의 기능성 성분들을 조사 분석하여 기능성 강화 식품으로 개발, 상품화	실용화연구

마) 병해 및 안전성

기존 R&D와 연계하여 핵심기술을 확보한 후 신속한 실용화가 필요하다.

<표 4-7-18> 병해 및 안전성 추진전략

구 분	추진전략	연구개발전략
농산물 잔류 중금속 및 농약 검출기술	휴대용 정색 반응기, 특정 성분 반응 센서 개발, 검출 대상 중금속 및 농약 성분을 단시간 내에 검출할 수 있는 기술개발	실용화연구
농산물의 안전성 확보 및 식중독방지 시스템기술	식중독 방지 기술을 위한 오염 최소화, 신선 농축산물의 품질 손상이 없는 살균 기술, 천연물이나 미생물을 이용한 식중독 미생물 제어 및 저장성 향상 기술개발	실용화연구

바) 상품화기술

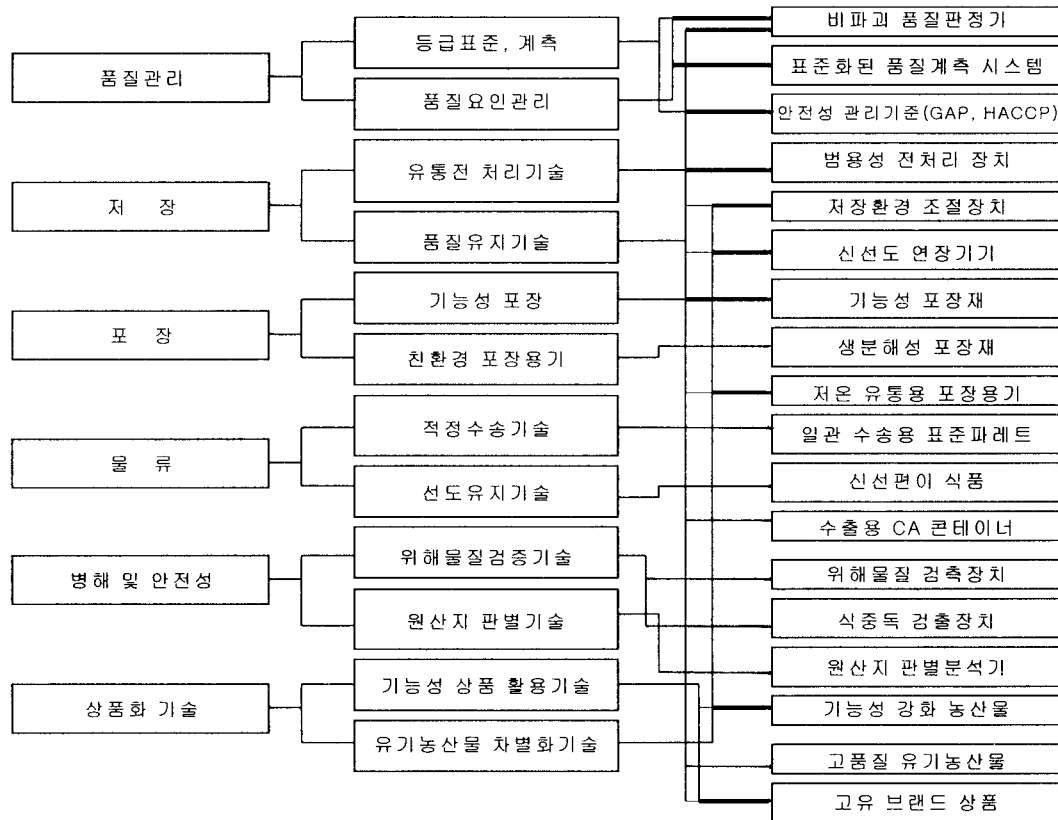
기존 R&D와 연계하여 핵심기술을 확보한 후 신속한 실용화가 필요하다.

<표 4-7-19> 상품화기술 추진전략

구분	추진전략	연구개발전략
기능성 강화 농산물 개발	우리나라 고유 농산물의 기능성 성분들을 분석하여 기능성 강화 식품으로 개발, 상품화	실용화연구
유기농산물 품질 차별화 기술	유기농산물들의 품질차별화 기술 및 고품질 유지 유통 방법 개발 연구	실용화연구

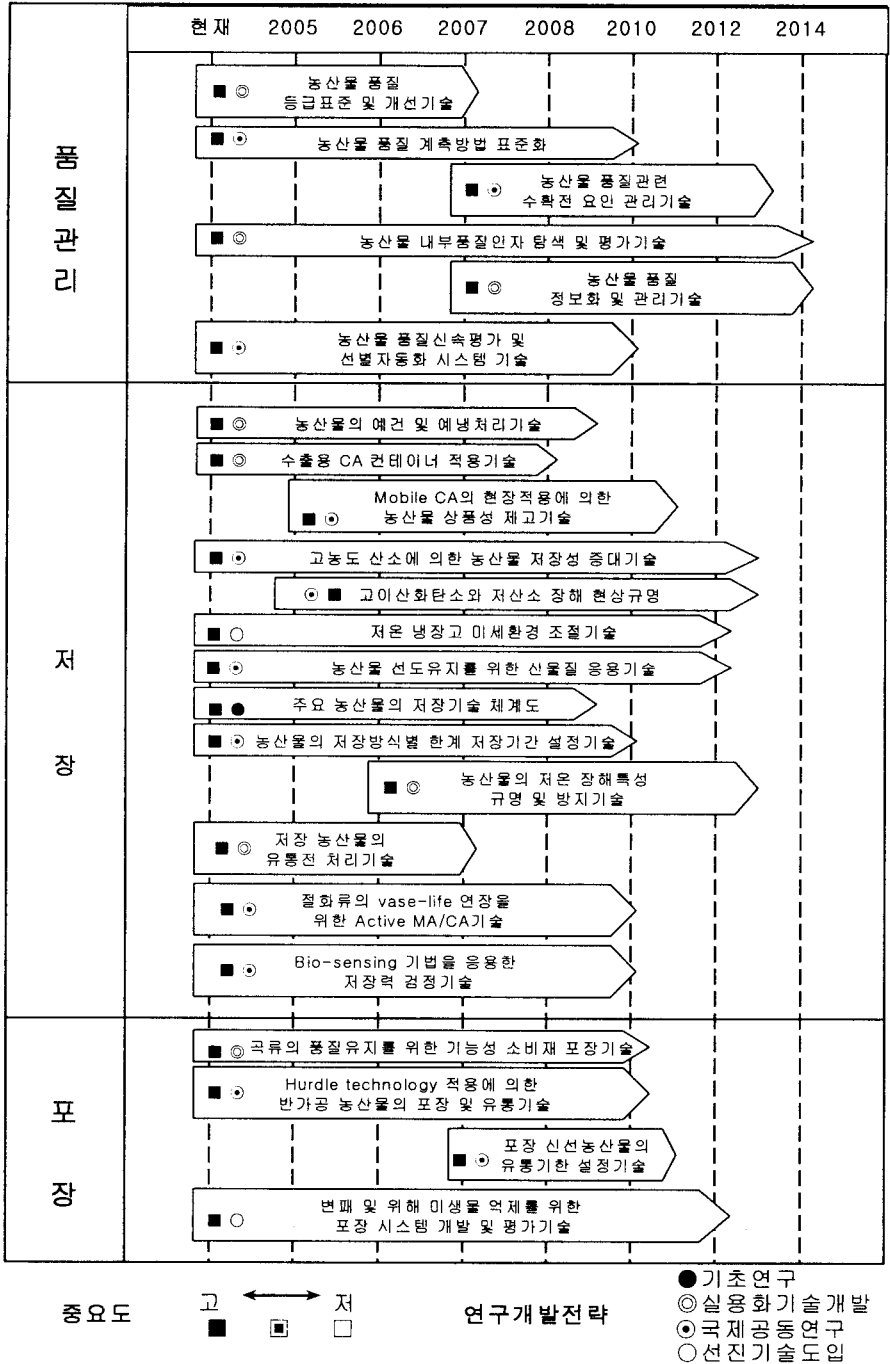
3. 기술로드맵 전개

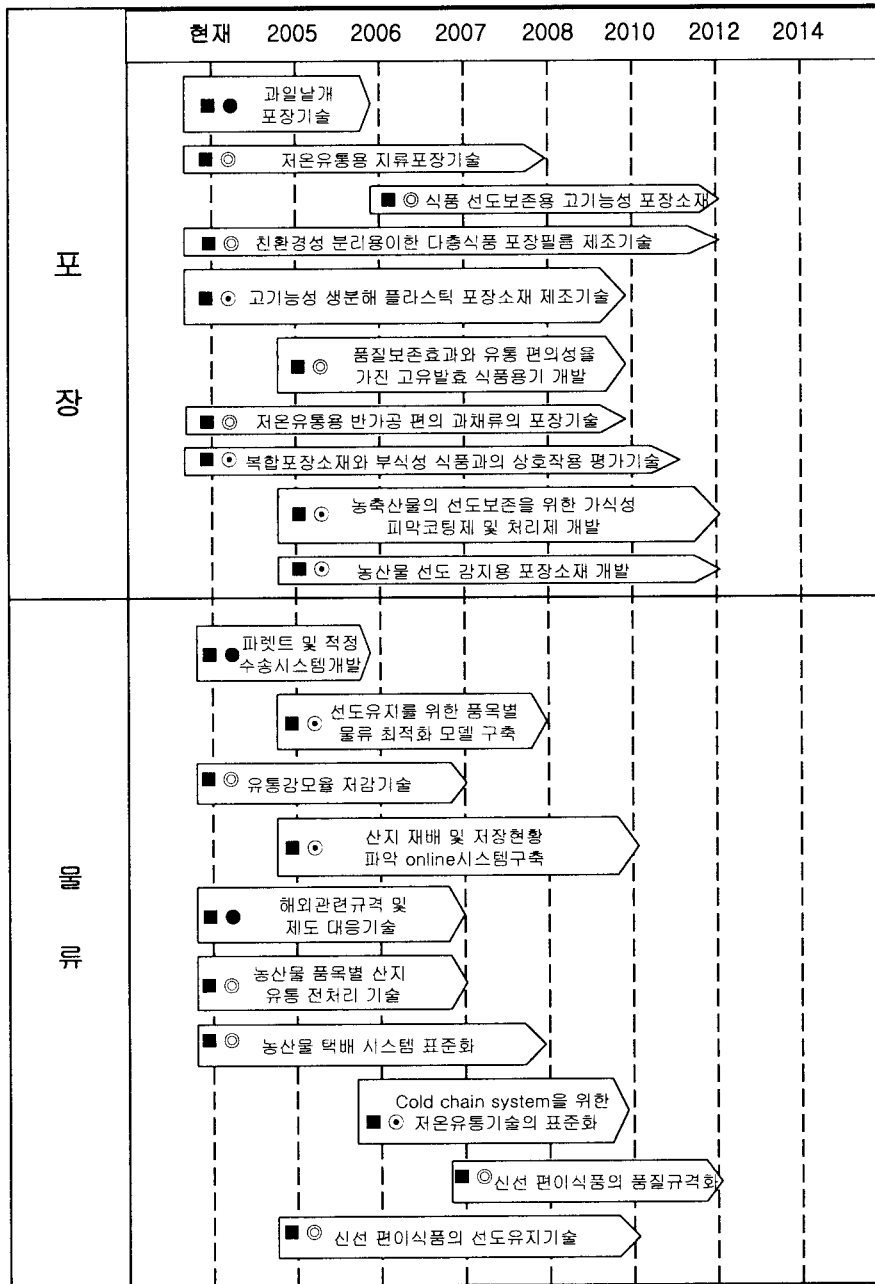
가. 기술-제품 연관관계



<그림 4-7-3> 기술·제품 연관도

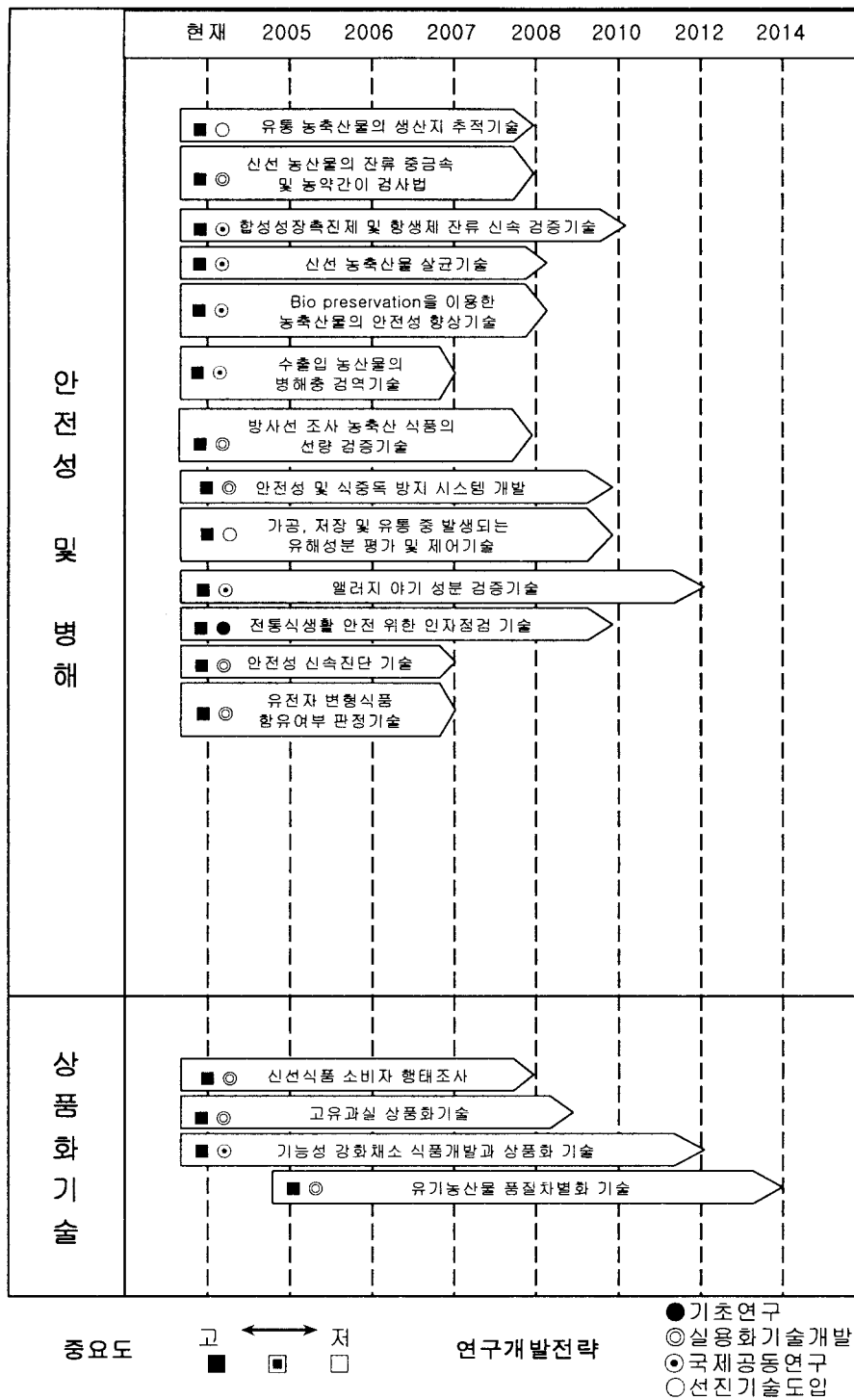
나. 매크로 기술로드맵





중요도 고 ← → 저 연구개발전략

■ ● 기초연구
 ◎ 실용화기술개발
 ○ 국제공동연구
 ○ 선진기술도입



4. 실행계획을 위한 제안

유통기술 개발은 농식품의 내수기반구축과 대외경쟁력제고를 위한 핵심기술로서 정부차원의 체계적·장기적 지원이 요구된다. 정부주도로 가시적인 성과를 창출하기 위해서는 국립연구소, 정부출연연구소, 대학간 연구추진체계 구성이 필요하며 개발된 기술의 보급 및 적용을 위해서 관련부처 지원 및 협조구조 구축이 필요하다. 유통관련 산업이 지속적으로 발전할 수 있는 기술 개발 뿐만 아니라 제도적인 지원방법이 모색되어야 한다.

제3절 맺음말

유통기술 개발은 21세기 유통중심의 국가로 지향하는 국가기본과제이기 때문에 정부차원의 체계적·장기적 지원이 필요한 기술이다. 국가간 교역 비중이 증가하고 그 중 농식품이 차지하는 비중이 높아지고 있다. 국가 고유의 유통기술의 확보는 농산물의 새로운 부가가치 창출에 크게 이바지 할 것이다.

제8장 임업 · 임산분야

제1절 비 전

1. 임업 · 임산 기술의 개요

가. 임업 · 임산기술의 정의 및 범위, 필요성

1) 정의

생태적으로 건전한 산림을 유지 · 조성 · 관리함으로써 지속적으로 목재생산과 산림의 다양한 기능을 발휘시키고 임산물의 산업적 이용촉진 및 순환이용 시스템을 구축하는 기술이다. 이러한 임업 · 임산분야에서 미래에 유망할 것으로 예측되는 기술범위는 아래와 같다.

2) 범위

임업 · 임산기술은 산림환경관리, 산림경영정보, 산림유전자원, 임업생산기술, 생활녹지, 목재가공, 임산화학/펄프 · 제지 분야를 포함한다(그림 4-8-1).

가) 산림환경관리 : 산림에 영향을 주는 환경, 요인 분석 및 관리기술, 시스템 개발, 산림생물 다양성 보전 · 증진, 경관생태적 산림관리, 생태계 복원기술 등

나) 산림경영정보 : 산림자원의 평가 및 이용 · 관리기법 개발, 지속가능한 산림경영기법, 디지털 기술 이용 산림정보 생산 등

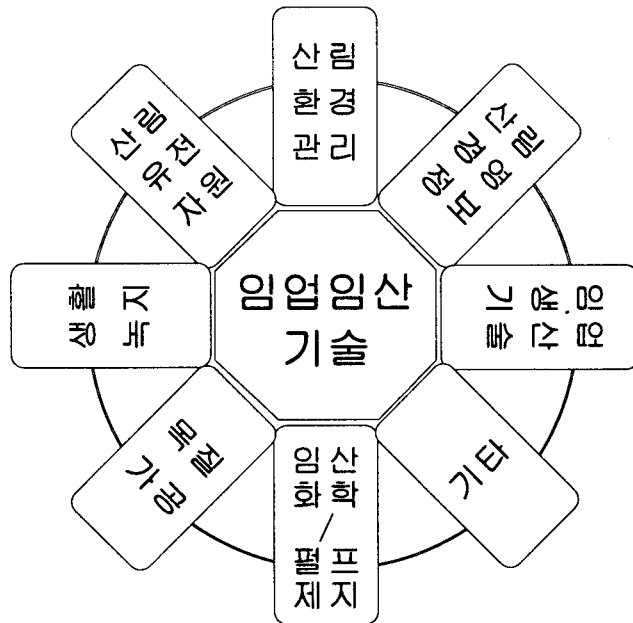
다) 산림유전자원 : 유전자 탐색, 유전자원 보존, 분자유종 기술로 신기능성 임목개발 및 생물공학적 유용물질 개발, 임목의 생리적 형태형성 기작 구명 등

라) 임업생산기술 : 묘목생산시스템, 산림자원조성 및 육성기술, 산림작업시스템, 임업기계, 임도 시공 · 관리 등 경영기반 조성 · 관리기술 등

마) 생활녹지조성 : 인공지반, 환경형성기능 평가, 인공녹지조성, 도시가로수 관리 등

바) 목질가공 이용 : 비파괴 기술이용 재질평가, 최적순환기술개발로써 재질에 맞는 가공, 환경 저부담형 가공기술, 목구조물 구조설계 및 안전성 평가 등

사) 임산화학/펄프·제지 : 목질재료의 화학적 변환이용, 환경친화적·고성능 목재/펄프 및 신물질 개발, 바이오에너지 이용, 임산 식용버섯 자원의 소득원화 등 산림 미생물이용 기술



<그림 4-8-1> 임업·임산 분야기술의 범위

3) 필요성

지구환경문제를 논의하기 위해 '92년 브라질 리우에서 열린 유엔환경개발회의 (UNCED)에서 세계 산림의 보전과 지속가능한 이용의 중요성이 제기되어 의제21, 산림원칙성명, 생물다양성협약, 기후변화협약, 사막화방지협약 등 지구적 산림 보전과 이용에 관련한 다자간 협약이 제정되었다. 따라서 각 국가는 국제적 합의에 따라 자국의 실정에 맞게 지속가능한 산림경영을 충실히 이행하기 위해 동참하고 노력해 나가야 한다. 따라서 각 국가는 지속가능한 산림경영을 실천하기 위해 심층적인 연구를 통해 자국에서 실현가능한 기술을 개발하는 것이 필요하다.

한편 우리나라는 일제시대의 산림수탈과 한국동란에 의한 산림훼손 등으로 산지가 전국적으로 황폐화되었기 때문에 산림을 시급하게 녹화하고 산림축적을 증진시키기 위한 기술개발에 치중한 결과, 국제적으로 단기간에 산림녹화를 이룩한 국가로 인정받게 되었다. 그러나 목재자원은 장기간에 걸친 육성기간이 지난 이후에나 이용가능하기 때문에 그동안 국가경제발전에 필요한 목재수요의 94%를 수입목재에 의존하는 수밖에 없었다. 이제 녹화 후 30여 년이 경과하여 산림자원의 질적 향상을 위한 합리적인 산림경영 기법개발과 아울러 고부가가치 이용기술을 개발하여 국산재 활용에 대비해야 할 시기에 도달하였다.

그러나 우리나라의 현실은 비록 녹화에 성공하여 국토를 푸르게는 만들었으나 이러한 산림에 대하여 적절한 시업이 이루어지지 못하고 있을 뿐만 아니라 시업관리체계조차 확립되어 있지 않고 있어 산림이 다양한 제 기능을 발휘하고 지속적으로 목재를 생산하여 자급률을 높일 수 있는 다양한 시업기술의 개발과 개발된 시업기술을 산림 기능과 경영목표에 따라 체계화하는 것은 대단히 시급하고 중요하다고 할 수 있다. 그러므로 국산재 활용뿐만 아니라 세계적인 환경중시 조류와 국민들이 원하는 산림의 공익적 기능발휘에 대한 요구에 부응하기 위해 건전한 산림생태계 보전과 다양한 공익적 기능의 지속적 발휘를 확보하기 위한 산림관리 기술개발도 병행하여 추진함으로써 보전과 개발이 조화롭게 달성될 수 있도록 해야 하며, 산촌 주민들의 생활기반 확립을 위한 새로운 소득원의 개발이 매우 시급히 요구된다.

우리나라의 임업·임산분야의 현주소는 상품화, 실용화 측면에서는 아직 초보단계라고 볼 수 있으며 국내 임업·임산의 자급률을 약 30% 수준으로 높이기 위해서는 혁신적인 기술의 개발이 필요하다.

나. 비전

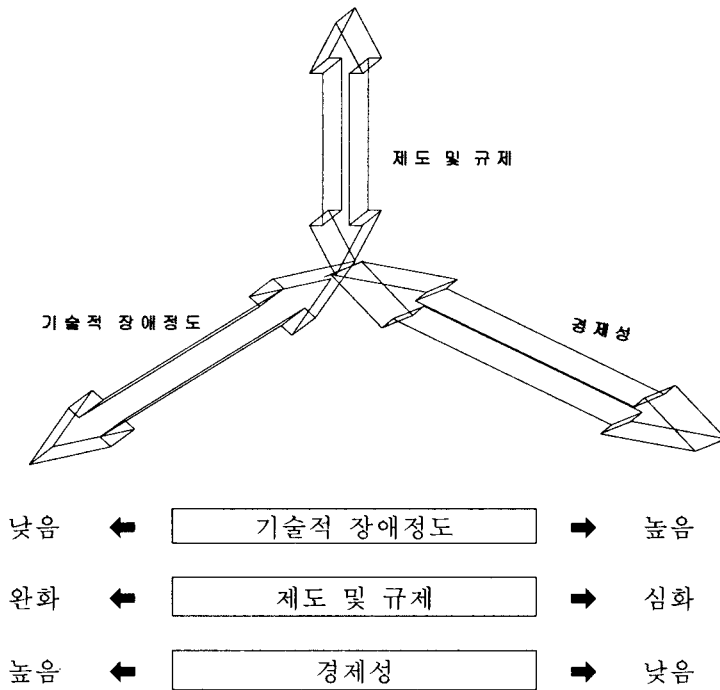
1) 시나리오 구성

가) 외부환경분석

<표 4-8-1> 영향요소의 파급효과와 불확실성 분석

과 급 효 과	High Impact	<ul style="list-style-type: none"> • 환경의 오염 • IT, BT, NT 등 기술융합 • 차별화된 제품수요 • 다자간 환경협약의 제정 • 환경친화적인 재료수요 증가 • 지속가능한 산림경영의 패러다임 대두 • 산림관리의 국제적 압력 증가 • WTO/DDA등 시장 개방 	<ul style="list-style-type: none"> • 주요선진국의 관련 기술 확보 가능성 • 정부의 지원/투자 • 국내연구역량 • 대체재 가격 및 목재가격 경쟁 • 지구환경변화 • 노령화 사회 진입 • 국민요구의 다양화 • 목재 가격 변화로 인한 국산재 가격 상승 	<ul style="list-style-type: none"> • 주변경쟁국의 관련 기술 확보 가능성 • 목재 대체재의 등장 • 대면적 조림(사막 조림) • 휴·폐경지 조림 • 벌채적지의 방치 • 값싼 외국목재 및 임산물 수입 • 심각한 이농현상
	Medium Impact	<ul style="list-style-type: none"> • 소득수준의 변화 • 환경의식의 증대 • 1차 산업의 낙후 • 임업정책 변화 	<ul style="list-style-type: none"> • 주5일제 도입에 의한 산림휴양 수요 증가 • 사막화 확대 • 화석에너지 고갈 • 임업생산기반 • 임업정책의 연속성 	<ul style="list-style-type: none"> • Nationalism • 국제적 경쟁/협력
	Low Impact	<ul style="list-style-type: none"> • 건강에 대한 관심도 증대 • 양호한 생활환경 요구 증가 • 자연식품의 선호 	<ul style="list-style-type: none"> • Life style의 변화 • 식생활 습관의 변화 • 안전성 및 유효성에 대한 의문 	<ul style="list-style-type: none"> • 인구변화 추세 • 산림자원의 가치
		Low Degree of Uncertainty	Medium Degree of Uncertainty	High Degree of Uncertainty
			불 확 실 성	

나) 외부영향요소들로부터 불확실성 축 선택



<그림 4-8-2> 불확실성 축 결정

다) 불확실성 축에 따라 구성될 수 있는 시나리오 중에서 가장 가능성 있는 시나리오 선정

<표 4-8-2> 외부환경요소 구체화

	경제성	제도 및 규제	기술적 장애정도	명칭
시나리오 A	높음	완화	낮음	Optimist
시나리오 B	높음	완화	높음	Challenger
시나리오 C	높음	심화	낮음	
시나리오 D	높음	심화	높음	The pit
시나리오 E	낮음	완화	낮음	
시나리오 F	낮음	완화	높음	
시나리오 G	낮음	심화	낮음	
시나리오 H	낮음	심화	높음	

라) 불확실성 축에 관련된 외부환경요소들을 구체화

<표 4-8-3> 외부환경요소 구체화

	Optimist	Challenger	The pit
경제성	<ul style="list-style-type: none"> 차별화된 제품수요 지구온난화 산지의 공익적 기능증가 고부가치화 이용기술 재활용기술 경제림 육성 산림식물자원의 산업화 	<ul style="list-style-type: none"> 산지보전에 대한 요구증가 온난화로 인한 재해증가 환경친화적·고성능·고품질목제품 수요증가 	<ul style="list-style-type: none"> 경제림 육성지원 부족 사유림 경영활성화부족 장기적 자본회입율 노동력 부족 및 인건비 부담 증가로 채산성 악화
제도 및 규제	<ul style="list-style-type: none"> 환경에 대한 제도적 지원 산림경영컨설팅 도입검토 임업분야 벤처기업육성 해외조림사업 활발 	<ul style="list-style-type: none"> 산림복합경영 활성화 해외조림사업 활발 	<ul style="list-style-type: none"> 환경보전법 NGO 국립공원법
기술적 장애정도	<ul style="list-style-type: none"> 산림생물 자원의 정보망 산림병해충 방제강화 생물공학기술 	<ul style="list-style-type: none"> 주요기술을 대체하는 innovative 기술 발생 	<ul style="list-style-type: none"> 주요 선진국 및 경쟁국의 관련 기술수준 산림생장속도 토지수요 요구도
사회적 용납성	<ul style="list-style-type: none"> 친환경, 산림관련협약 공익적 기능 재해완화 	<ul style="list-style-type: none"> 친환경 산림관리기술개발 	

마) 유망 시나리오별로 구체화된 외부환경요소들을 중심으로 시나리오 작성

시나리오 A : Optimist

<환경 경영 유전 공학>

- 오존층 파괴, 지구온난화 등으로 지구환경위기에 따른 산림보전에 대한 필요성이 대두되었다. 국제적으로 각종 유해성 배출물에 대한 규제가 강화되었으며, 오존층 파괴의 주범인 프레온가스의 사용감축을 비롯하여 이산화탄소, 메탄, 질소배출량 규제를 목적으로 하는 다양한 협약들이 채택되었다. 한편, 산림의 탄소저장능력과 열대림 파괴에 대한 심각성이 논의되었다. 또한 분자유종 등을 활용한 임업·임산 분야의 기술개발을 통한 산림의 지속적인 개발은 환경 변화와 개방화의 흐름에 긍정적인 영향을 줄 것으로 기대된다.

<생산>

- 국산재 시대가 도래하면 목재생산을 위한 경제림 육성과 다양한 산림사업기술 개발에 대한 요구도가 증가하며, 도시의 유휴 노동력이 농촌으로 유입되면 산림작업자에 선택 폭이 넓어진다.
- 산림작업의 효율성과 안정성에 대한 요구도가 증가할 것으로 예상되며, 안정적인 목재공급을 위한 자원육성 및 경영에 대한 정부의 꾸준한 관심과 투자가 예상된다.

시나리오 D : The pit

<환경 경영 유전>

- 산림자원의 보전에만 역점을 둘 경우, 경영행위 소홀로 인한 임업생산력 감소 및 산림의 방치로 인한 생물다양성 감소를 초래할 수 있다.

<공학>

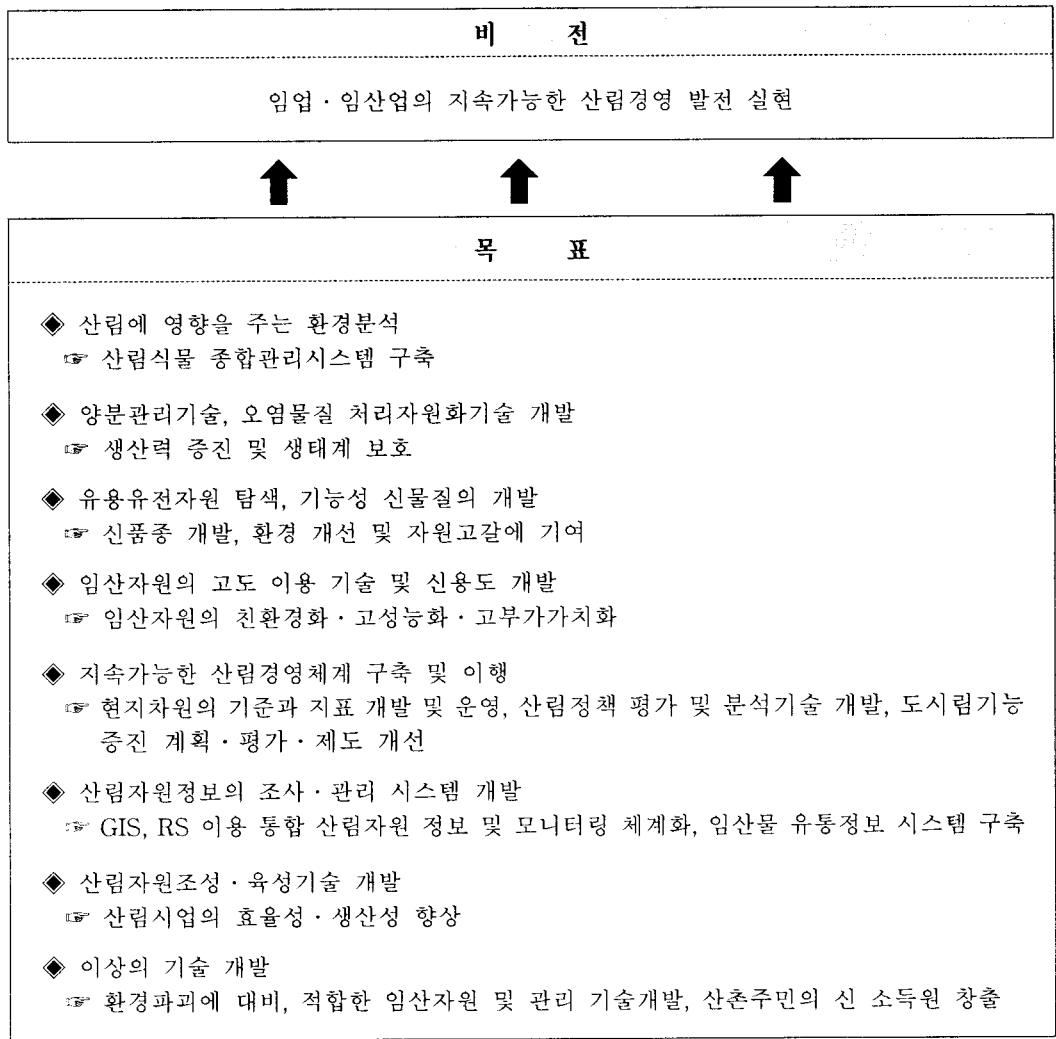
- 목재가공산업은 노동력 부족 및 인건비 부담 증가로 생산거점이 개발도상국으로 이전되어 가고 있는 추세이기 때문에 고부가가치 목제품 및 고도이용기술 개발에 적극 투자하지 않을 경우, 국내 목재산업의 위기가 우려된다.

<생산>

- 국내 목재생산을 위한 투자 소홀과 수입 목재에 대한 의존도가 증가함으로써 목재 자급률은 오히려 저하될 우려가 있다.
- 산림의 70%가 사유림이나 규모가 영세하기 때문에 산림소유자가 산림에 투자를 회피하여 재산성 악화와 급속한 이농현상에 따른 노동력 부족이 우려된다.
- 환경보전이 우선시 되고 산림사업에 대한 부정적인 인식 확산으로 산림경영기반이 위축될 우려가 있다.

2) 비전 및 목표설정

<표 4-8-4> 임업임산기술의 비전과 목표



3) 기본 전략

가) 산림에 영향을 주는 환경, 요인 분석 및 관리기술, 시스템 개발, 산림생물다양성 보전·증진, 경관생태적 산림관리, 생태계 복원기술 등 산림환경관리기술을 개발하고 생활주변의 녹지조성을 위하여 인공지반, 환경형성기능 평가, 인공녹지조성, 도시가로수 관리 등의 기술을 개발함으로써 산림과 인간이 상생할 수 있는 방안을 모색한다.

나) 유용 유전자 탐색 및 분자유종기술 도입으로 신기능성 임목을 개발, 이를 이용한 유용물질을 개발, 묘목생산의 과학화, 산림자원조성 및 육성기술, 산림작업시스템, 임업기계, 임도시공·관리 체계화로 산림을 재생산이 가능한 자원으로의 생산성을 극대화한다.

다) RS, GIS 등을 이용한 산림자원의 평가 및 이용·관리기법 개발, 지속가능한 산림경영기법, 디지털기술 이용 산림정보 생산 및 관리 등 산림경영정보를 첨단화함으로써 산림의 관리와 이용을 보다 용이하게 한다.

라) 환경 저부담형 가공기술, 목구조물 구조설계 및 안전성 평가 등 목질재료의 이용기술을 개발하고, 목질재료의 화학적 변환이용, 환경친화적·고성능 목재/펄프 및 신물질 개발, 바이오에너지 이용 등 목재의 순환이용과 환경보전 및 부족한 목질자원의 대체효과를 증대시키고 유용한 산림미생물의 농산촌 소득자원화 및 부가가치 향상을 위한 효율적 이용법을 확립한다.

4) 관련 전략제품/needs

가) 산림유역 물 및 토양자원 보전 관리지침

물 부족과 수질오염 그리고 임지생산성 저하를 막기 위해 국토의 65%인 산림을 유역단위로 물과 토양자원을 보전할 수 있는 산림관리지침을 개발해야 한다.

나) 산사태, 산불 및 병해충 등 산지재해 관리 프로그램 개발

집중호우에 의한 산사태나 토석류, 대규모 산불과 병해충 피해로 인명 및 재산에 막대한 피해를 가져와 국민의 삶의 질에 악영향을 미치므로 이들 재해발생을 줄이고 신속한 재해복구를 위해 기술적, 사회적으로 유기적인 시스템을 구축해야 한다.

다) 지속가능한 산림경영 기준과 지표 및 모니터링 평가기법

현지차원에서 지속가능한 산림경영을 실현할 수 있는 기준과 지표를 개발하여 다양한 산림기능을 발휘토록 함으로써 재생 가능한 자원 활용 및 환경보전과 공익기능을 지속적으로 발휘토록 함으로써 국민들의 삶의 질 향상에 기여한다. 한편 지속가능한 산림경영이 적절하게 이행되고 있는가를 모니터링하고 평가하는 기법을 개발하여 지속성을 확보하도록 한다.

라) 산림자원의 장기수급예측 통합모델 개발

합리적인 산림경영을 하기 위해서는 개별수급모델을 개발하고, 이를 통합하여 장기수급예측을 하는 기술개발이 필요하다. 이를 토대로 장기산림계획을 수립하여 안정적인 임업경영 활동을 통해 지속가능한 산림경영을 실현하도록 한다.

마) 디지털 기술이용 산림정보 생산 기술개발

광범위한 범위의 산림정보를 통합관리하기 위해 최신 디지털 기술과 원격탐사, GIS 기법을 접목·활용함으로써 효율적으로 자료를 이용하는 것이 중요하다. 또한 다양한 산림정보를 시간, 노력을 절약할 수 있어 수집·분석하고, 제공함으로써 과학적인 산림경영에 이바지할 수 있다.

바) BT를 이용한 신품종개발의 실용화

과피, 소멸되어가는 산림과 지구환경문제를 해결하기 위하여 산림유전자원의 탐색, 보존 및 자원조성이 필요하고 각종 오염원의 흡수, 제거, 무독화 하는 환경정화용 식물·미생물의 개발 및 각종 스트레스에 내성을 갖는 유전자를 확보하여 실용적인 환경식물을 개발해야 한다.

사) 환경친화적·고성능·고부가가치 목제품

목재 가공산업은 기술수준에 비해 인건비 부담의 급격한 증가로 개발도상국과의 가격경쟁력이 약화되고 있는 추세이다. 대외 경쟁력 확보를 통한 국내 임산업 활성화 및 국산재 이용도 증진을 위해서는 환경친화적이고 고성능·고부가가치의 목제품 및 제조기술 개발에 적극적인 투자가 필요하다.

아) 자원순환형 사회의 구축을 위한 목질자원 이용기술

환경에 대한 부하가 적고 지속적인 발전이 가능하면서 환경과 조화된 순환형 사회를 구축하고 목재산업의 활성화를 위하여 지속적으로 재생산이 가능한 목질자원의 다각적인 이용을 적극적으로 추진하고, 풍요로운 목재 문화를 활성화시켜 목질자원 수요 개발을 도모하여야 하며, 주거 및 생활환경에 대한 다양한 요구에도 대응해야 한다.

자) 국산재 이용 목재가공품

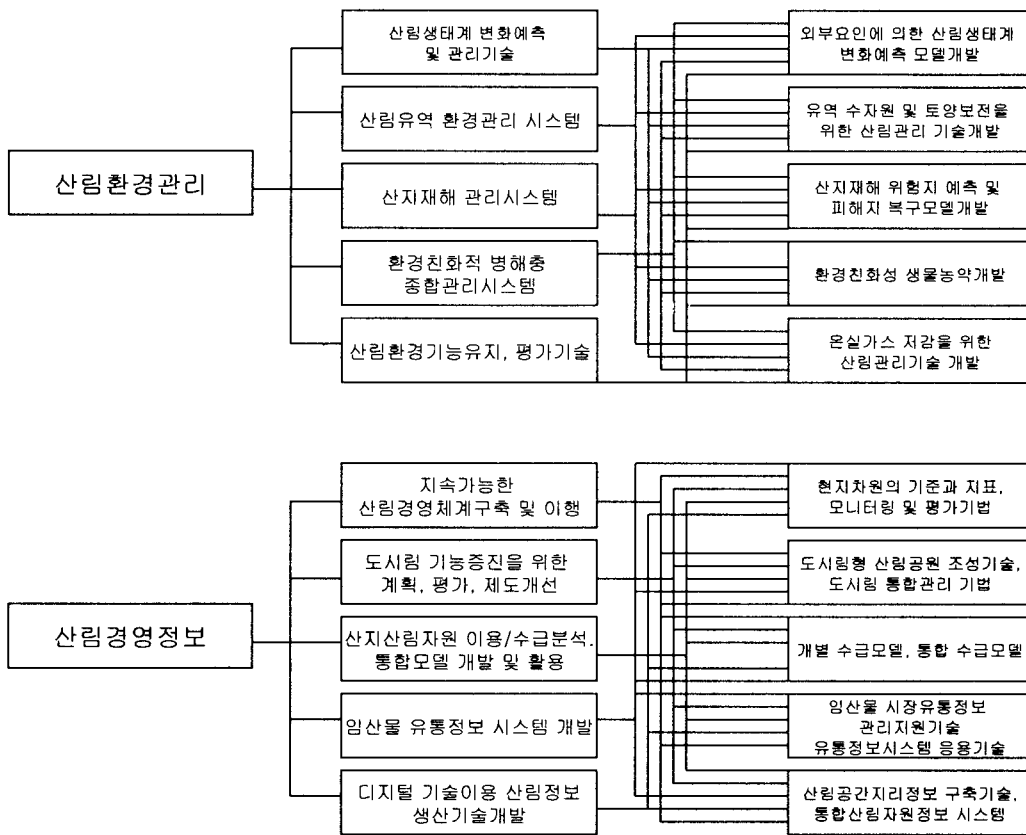
본격적인 국산재 시대 도래 및 국민소득 증대에 따른 국산재의 대량수요 창출과

고부가가치 이용 기술 개발 연구가 시급하며, 적극적인 품질관리 체제 구축으로 국산 목제품의 대외 경쟁력 강화가 당면한 과제로 부각되고 있다.

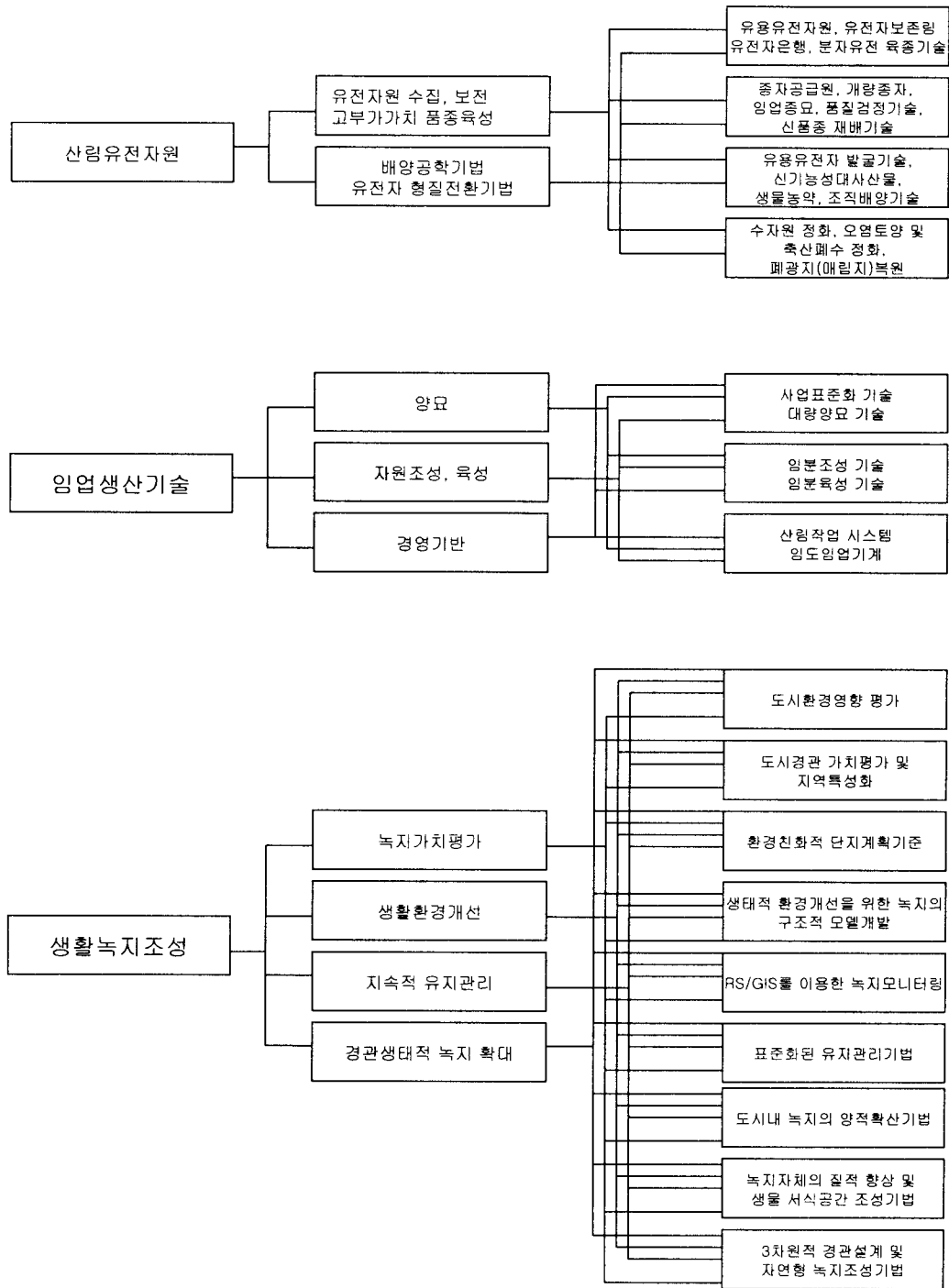
차) 산촌주민의 단기 소득원 개발

저가의 수입 임산물에 의한 국내 산촌 주민의 소득원 기반의 급속한 붕괴를 막고 산촌의 생활 여건 악화에 따른 산촌 주민의 이농현상 방지와 노동력 확보를 위한 고 수익성의 임산 소득작목의 개발 및 생산력 향상을 위한 기술 개발이 요구된다.

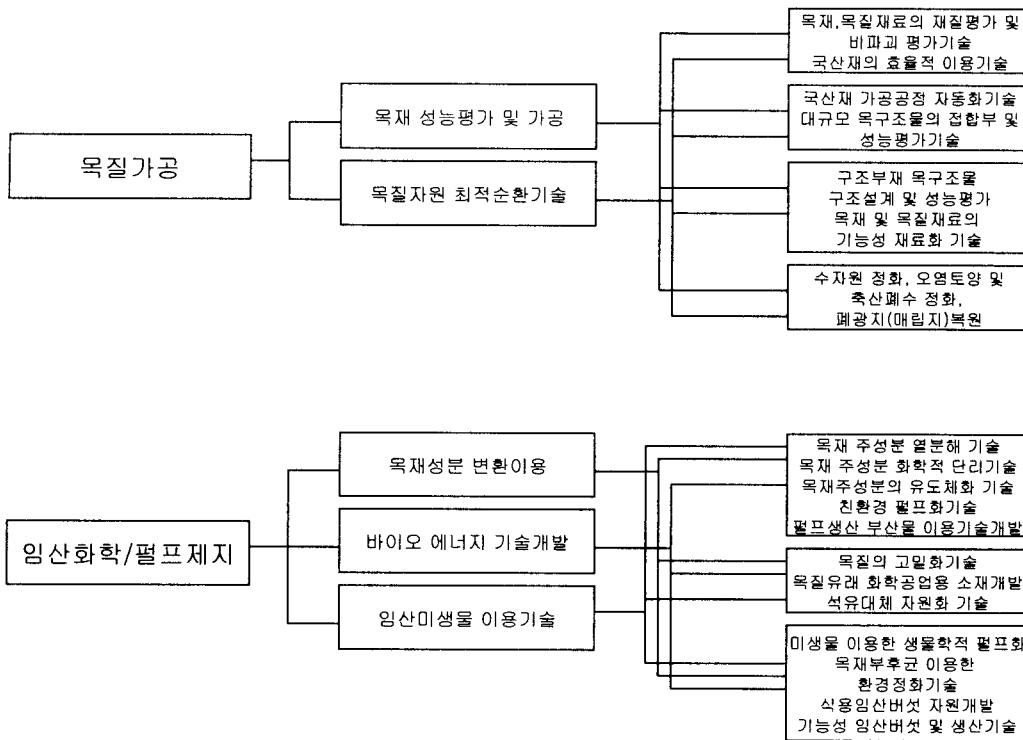
5) 기술/제품 연관성



<그림 4-8-3> 기술/제품 연관도



<그림 4-8-3> 기술/제품 연관도 - 계속



<그림 4-8-3> 기술/제품 연관도 - 계속

2. 관련 산업동향

가. 산업동향

1) 산림이 자연적 혹은 인위적으로 피해를 받게 되면 다시 산림으로 복원하여 건전한 생태계로 만들기 위해서는 초기에 많은 에너지와 복구비용이 소요된다. 따라서 최근 황폐 임지를 환경친화적으로 또한 생태적으로 복원하기 위한 복구관련 시장이 점차 확대되고 있다.

또한 산림의 관리에는 많은 인력이 소요되고 있는 바, 이를 IT, RS, GIS 등 새로이 개발되는 신기술을 이용한 산림관련 정보 분석과 관리방안, 예측에 활용되고 있고, 특히 BT 등을 이용한 생명공학분야에서는 환경친화적인 새로운 물질의 개발 등이 활발하게 개척되고 있다.

2) 목재가공제품의 수입증가로 국내 산업의 내수공급기반 약화 및 안정 공급체계가

위협받는 등 목재 및 가공제품 시장구조가 변화하고 있다. 또한 생산거점이 개발도상국으로 이전되고 있는 추세로 고부가가치 목제품 및 고도이용기술 개발에 적극 투자가 요구된다.

3) 인간생활의 질이 향상됨에 따라 천연물에 대한 선호도가 증가되고 있는 실정이다. 따라서 산림자원을 이용한 천연 의약품, 건강식품, 식품보존제 등의 개발 수요도 증대됨에 따라 다른 분야의 산업기술과의 접목된 형태의 새로운 기술 산업이 점차 확산되고 있다.

4) 국내에서는 국가차원의 이행을 위하여 국가차원의 기준과 지표의 자료수집 체계를 검토 중이고, 현지이행을 위하여 국내에 모델링 대상지를 선정하여 현지차원 기준과 지표, 지역협의체의 구성 등 기본체계를 정립하는 연구를 수행 중에 있다.

최근 발달되고 있는 IT분야의 디지털 정보기술(위성사진, GIS)을 활용하여 광범위한 산림정보를 효율적으로 수집·분석하여 지속가능한 산림경영을 위한 기초자료로 제공하는 추세가 확대되고 있는 추세이다.

5) 목재수출국의 목재 무기화에 대비한 안정적 목재공급기지 구축을 위한 경제림 조성 및 OECD /CFRM 가입에 따른 국제간 산림용 번식자원의 교류 시 필수 고려사항인 원산지 증명, 품질검사 등 종자인증제도 시행이 시급하다

6) 도시로의 인구집중으로 급격하게 도시화율이 증가함으로써 도시생활환경 악화가 문제화되자, 도시민의 삶의 질(Quality of life) 향상을 위한 도시림(도시녹지, 도시숲) 조성 및 효율적·통합적 관리체계 구축을 강화하고 있는 추세이다.

7) 국내의 목재수급상황을 살펴보면 건축, 건설, 가구조제 등 국민생활에 필요한 목재 수요는 2001년 기준으로 26백만m³로서 총수요의 94%인 24.7백만m³를 수입하고 있는 실정이다. 목재수요는 경제발전에 따라 매년 증가하는 추세를 보이고 있으나 국내 공급량은 약 6%에 지나지 않아 외부여건 변화에 따라 수급 및 가격불안이 발생할 우려가 상존하고 있다.

8) 목재를 수출하는 소수의 국가에 대한 목재수입의존도가 심화되고 온대림 자원이 풍부하고 가공산업 시설을 보유한 선진국이 수출을 주도하여 원목에서 고부가가치 가공제품으로 교역패턴이 지속적으로 변화하고 있다. 특히 제재·합판용 양질 대경재는 주요 환경보호 대상지역에서 생산되기 때문에 원목수출을 규제하고 고부가가치 임산물 수출정책은 지속될 것이다.

국내 산림자원을 지속적으로 육성하려는 이유 중에는 수입목재 가격에 대한 협상력을 제고하여 안정적인 해외 목재자원을 확보하려는 것도 포함되어 있다. 선진국에서는 체적조건과 작업조건에 따라 다양한 작업도구가 사용되고 있으며, 또한 효율적인 수확작업시스템을 위해 새로운 기계들이 개발되고 있다. 세계화의 추세에 따라 새로운 도구와 기계들이 한국에 수입되고 있으며 앞으로 이 도구와 기계에 대한 작업공정의 표준화와 작업시스템 확립에 대한 요구도가 증가할 것이다.

9) 인건비 상승 등으로 주요 조립수종의 내부수익률이 점차 감소하고 있어 투입 절감과 효과 증대, 경제성 있는 임지에 대한 집중적 투자 등 수익성을 높일 수 있는 대책이 시급하다. 국산재는 대부분 간벌 소경재로서 안정적인 대량 공급이 어려워 시장이 형성되지 않고 자급률도 점차 하락하는 실정이며, 품질이 낮아 펄프·보드 등 저급용도로 활용되고 수입재 가격의 1/2~1/3 수준이다.

10) 효율적인 산림경영을 위한 임도망 계획방법 및 시공기술 개발을 통한 환경친화적인 임도사면 녹화방법 개발은 국내종자산업의 육성 및 자생화훼사업과 약용식물사업 등에 파급효과가 있으며, 임도 유지관리 전산시스템 구축은 S/W개발과 GIS의 이용도를 활성화함으로써 첨단 산업분야 발전에 기여할 수 있다.

나. 시장예측 및 산업발전 전망

1) 산림자원의 장기전망¹⁰⁾

가) 현재의 급속한 산림자원 성장속도와 앞으로의 임지비옥도 증가·시업 기술향상 등을 고려할 때 생산잠재력의 향상으로 축적은 꾸준히 증가하여 2040년에는 총축적 8억 5천만m³, ha당 135m³으로 현재의 약 3배에 이를 전망이며, 연간성장률은 2.6%수준에서 안정될 것이다. 수종갱신조림의 꾸준한 추진과 환경을 고려한 벌채율 조정으로 2040년에는 보속생산이 가능한 임분구조로 산림자원이 조성될 전망이다.

나) 수원함양, 산소공급, 국토보전, 보건휴양 등 환경 자원으로서의 산림공익 기능이 경제적 가치는 임목축적의 증대와 더불어 1992년의 27조원에서 2040년에는 80조원에 달할 전망이다.

10) 산림청(<http://www.foa.go.kr>)에서 인용.

다) 지구온난화의 주원인인 이산화탄소의 흡수량은 현재 총배출량의 약1/4인 18백만 톤, 산소방출량은 13백만톤 내외를 유지할 전망이다.

<표 4-8-5> 산림면적

구 분	1994	2000	2010	2020	2030	2040
산림면적 (천ha)	6,456	6,410	6,363	6,335	6,327	6,327
총 축적 (백만m ³)	296	413	563	686	781	854
ha당 축적 (m ³)	46	64	89	108	123	135

주 : 외국의 ha당 축적: 미국 76m³, 일본 124m³, 독일 266m³

2) 목재수급 장기 전망

임목자원의 증가와 임분구조의 개선을 통해 지속가능한 생산체계를 이룩하여, 2040년에는 1,380만m³을 공급함으로써 자급율은 현재의 5.0%(원목 13%)에서 35.6%(원목 59%)로 향상될 전망이다. 목재의 장기 안정적 공급원 확보를 위하여 해외조림확대를 통한 육성 도입량을 지속적으로 늘려감으로써, 현재 구매도입에 전적으로 의존하고 있는 목재수입패턴이 2040년에는 개발도입 및 육성도입으로 전환되어 안정적인 해외 목재 공급기반이 확충될 것이다.

총 목재수요는 인구 증가 및 국민소득향상에 따라 꾸준히 증가하여 2040년에는 현재의 약 2배 가까운 3,880만m³에 이를 것으로 전망된다. 1인당 연간소비량 : 0.51m³→ 0.75m³(독일 : 0.74m³, 일본 : 0.96m³).

<표 4-8-6> 목재수급 전망

(단위 : 천 m³)

구 분	1994	2000	2010	2020	2030	2040	
총목재수요	24,178	26,421	30,735	34,563	37,394	38,799	
일 반 성	내 재	1,173	2,542	4,787	7,530	10,852	13,799
	외 재	23,005	23,879	25,948	27,033	26,542	25,000
자급율(%)	5.0	9.6	15.6	21.8	29.0	35.6	
(원목%)	(13)	(17)	(23)	(33)	(46)	(59)	

3) 임업 및 임산업 관련 현황 및 전망

현행 산지이용체계는 보전위주로 입목도와 경사도에 의하여 편성되어 있어서 경제 성장과 산업구조의 변화에 따른 다양한 토지 수요에 효과적으로 대처하기 어렵고 타 법령에 의하여 지정·관리되고 있는 공원, 그린벨트 등 법정제한림내의 산림은 수목 관리가 방치되어 있어 산림관리전문부서로 일원화가 요망된다.

그간 온 국민의 노력으로 국토녹화에는 성공하였으나 아직도 전체산림의 대부분이 유령림과 불량림으로 구성되어 있어 지속적인 수종 개량 조립과 임분 구조 개선이 요망된다. 산지 소유규모의 영세성, 노임의 급상승, 임산물생산 유통구조의 전근대성, 이농현상에 의한 임업노동력의 절대부족 등으로 인하여 임업경영여건이 총체적으로 악화되고 있는 실정이다.

국민소득과 여가의 증대에 따른 맑은 물, 깨끗한 공기 및 휴양 수요의 급증으로 산림의 환경적 가치에 대한 인식이 크게 높아지고 있으며, 리우회의 이후 산림원칙성명, 생물다양성협약, 기후변화 협약 등의 채택으로 산림보전에 대한 국제압력이 가중되고 있다. 국제 산림보전운동의 가속화와 더불어 목재자원국의 자원민족주의 및 자국 목재산업 육성정책에 따라 원목도입여건이 급속히 악화되어 있어 장기 안정적인 목재공급원의 확보가 절실히 요구되고 있다.

열대 목재자원은 아래와 같이 공급 감소로 양질의 원목확보가 어려워지고 목재도입 여건은 악화되고 있다. 목재자원 보유국 및 후발 개도국의 목재산업 발달로 수출 시장이 줄어들고 있으며 국내시장도 잠식되고 있다. 대외통상 압력으로 임산물의 관세가 대폭 인하되어 시장 경쟁력이 약화되고 있으며, 목재산업은 노동집약적 산업으로 경제성장에 따른 고임금 및 인력난으로 생산경쟁력이 저하되고 있다.

국산재가 수입재보다 소비자 가공공장 도착가격 기준으로 1/2~1/3 낮은 수준으로, 고부가가치의 건축, 제재, 무늬목에는 대부분 수입재가 사용되고 국산재는 갱목, 펄프, 보드류 등 저급용으로 사용되고 있으며, 국산재 이용비율은 갱목 7%, 펄프 37%, 보드류 26%, 기타 30% 이다. 수입재는 대경재이고 자연낙지 또는 가지치기로 용이가 적어 가공수율이 높으며, 직재가 많아 장재생산이 가능하여 생산성과 부가가치가 국산재보다 월등하게 높다. 수입재는 균질성이 높고 대량으로 안정적 공급이 가능하므로 업체에서 선호하나, 국산재는 균질성이 떨어지고 대량으로 안정적 공급이 어려우므로 업체에서 사용을 기피한다.

침엽수의 경우 현실적으로 저급용도 외에는 국산재 시장이 크지 않으며, 부분적 고급용도의 국산재 시장이 존재하기는 하나 체계적인 시장형성 단계로 보기는 어려움이 있고, 일부 업체에서 국산재를 이용한 집성재 등을 생산하고 있으나 극히 소량이며, 건축, 가구 등 고급 용도는 대부분 수입목에 의존하고 있다.

우리나라의 임목축적은 2030년도에는 243%, 2050년도에는 314%로 증가가 예상되

고 있으나, 현재는 벌기령(50년생 이상)에 도달한 임목이 4%에 불과한 실정으로 육림, 간벌 등 가꾸어 주어야 할 단계이며, 2050년경이 되어야 보속경영에 의한 대경재 생산이 가능하여 목재자급률은 30%로 전망된다. 국민소득 향상으로 목조주택, 목재가구 등 목재 선호도가 높아지는 추세에 있어 목재수요는 계속 증가할 것이며, 간벌재, 소경재 등의 저급목재도 보드류 산업, 펄프산업의 발달로 수요가 증가할 것으로 전망된다. 수종에 따라 차이가 있으나 가공기술의 발달로 새로운 수요 개발이 가능할 것이므로 목재산업, 시장이 원하는 균질성 있는 대경재의 지속적 안정적 공급이 이루어진다면 장기적으로 고품질 국산재 시장 형성은 가능할 것으로 전망된다.

시장이 원하는 방향으로 조림 및 육림관리가 이루어진다면 수입재를 점차 국산재로 대체할 수 있을 것으로 기대되며, 침엽수의 경우는 일반용으로 사용하므로 수입재와 경쟁이 치열할 것으로 전망되며, 활엽수의 경우는 특수용으로 사용하므로 수입재와 관계없이 별도의 시장 형성이 가능할 것으로 전망되어 침엽수는 조림수종을 단순화하고 활엽수는 특수용으로 사용되는 것을 감안하여 확대하는 방향으로 조림정책의 추진이 예상된다. 고품질 목재생산이 가능하도록 간벌과 가지치기를 대폭 확대하여야 하며, 입지조건이 좋은 입지에서는 집약적인 사업을 실시하여 부가가치가 높은 목재를 생산하고 입지조건이 불리한 입지에서는 생산재적을 극대화하는 조방적 사업법 적용이 타당할 것으로 예측된다.

3. 기술개발 동향 및 기술수준

가. 기술발전 추세

산림환경관리기술은 과거 공간적으로 임분 단위의 기술을 개발하였지만 앞으로 산림생태, 수자원, 산지재해 등을 유역단위 또는 경관 단위로 관리할 수 있는 기술을 개발하는 방향으로 진행하고 있다. 목재가공제품의 급속한 수입증가로 국내 산업의 내수공급기반 약화 및 안정 공급체계 위협받는 등 목재 및 가공제품 시장구조가 변화함에 따라 노동집약적이고 단순 가공형 목재 가공 산업에서 고성능·고품질의 고부가가치 목재 가공 산업으로 기술개발이 한창 진행 중이다.

생활수준의 향상 및 환경규제 강화에 따라 폐목질자원의 활용도 제고를 위한 목재의 완전이용 기술의 발전도 빠른 속도로 진행되고 있다. 국제적으로 지속가능한 산림경영의 기준과 지표가 개발되고, 모델링을 설정하여 다양한 기준과 지표의 측정·모니터링 및 평가에 의하여 국가별로 자국 실정에 맞는 기준과 지표 선정 및 각 지표별 측정과 모니터링 기법 개발이 이루어지고 있다.

목재 외에 다양한 산림자원을 통합하여 수급 분석하는 통합모델의 개발 연구가 활발히 진척되고 있는 상황으로 2001년 제정된 산림기본법에서 산림자원 및 임산물의

수요와 공급에 관한 장기전망을 하도록 규정하여 이에 필요한 통합모델 개발을 시도하고 있는 초기단계에 있다.

목재류는 부피가 크고, 단기소득임산물은 저장성이 약하기 때문에 생산·출하·소비의 불확실성이 매우 높아 유통정보 전달체계가 정착되지 못하고 있는 실정으로 민감하게 변하는 정보의 흐름을 생산자와 수요자 모두가 공유할 수 있는 임산물 물류·유통정보시스템 개발로 시장의 안정화를 추구하고 가기 위한 기술개발이 필요하다.

국가간 경제협력을 위한 경제협력개발기구(OECD)에서도 기존의 경제정책과 환경정책을 통합한 정책으로 유도하기 위해 앞으로 국가간 경제협력에서 그린 GDP 등의 지표로 협상을 추진하기 위해 환경가치를 포함하는 경제지표개발을 추진하고 있어 환경적으로 중요한 가치를 지니고 있는 산림자원에 대한 다양하면서도 정확한 통계자료의 확보는 중요한 과제가 되고 있다. 산림자원조사 방법과 체계도 다양한 산림자원 정보를 신속하고 정확하게 확보하기 위해 최신 통계적 기법과 신기술의 적용 및 연계가 필요하고, 한정된 시간과 예산, 그리고 인력을 활용하여 산림자원 정보의 정밀도와 신속성을 확보하기 위해 위성영상 및 GIS 기법을 활용한 산림 지리정보체계 구축을 위한 기술개발이 활발하게 진척되고 있다. 다양한 사업기술을 개발하고 개발된 사업기술을 체계화하며, 산림이 가진 다양한 기능 발휘와 생태적 안정성을 유지하면서 지속가능한 산림경영이 가능한 사업법을 개발하고 있는 추세이다.

메카트로닉스 기술을 임업기계에 응용한 기계화 기술의 확보가 중요한 시점에 도달하고 있는 추세이나, 우리나라에서 활용되고 있는 대표적인 임업기계가 굴삭기이므로 여기에 대처할 수 있는 유압, 전자, 전기 및 제어기술의 확대개발을 통하여 산림작업용 임업기계에 활용하는 것이 바람직하다. 한편 향후 임도에 대한 기술을 체계화하여 효율적인 임업생산 기반시설로 이용될 수 있도록 함과 동시에 환경적으로도 문제가 없고, 튼튼한 임도의 구축이 필요한 시기이다.

나. 국외동향

북미 국가들의 경우 산림수자원의 수량 및 수질보전을 위해 조림, 임도 및 채수확 등 산림작업 전반에 걸쳐 산림유역의 비점오염을 저감하기 위한 관리지침을 개발하고 있으며 이 지침은 지속가능한 개발의 기준과 지표에 부합하는 경향이 있다.

선진국의 산림생태계의 관리기술은 식생변화가 야생동물, 토양소동물, 물, 곤충 등에 어떤 연관관계를 가지고 있는가를 파악하여 전체 경관이나 유역단위의 생태계 안정을 유지하고 훼손된 생태계를 복원하는 기술을 개발하고 있다.

산사태나 산불 등 대규모 피해지는 지역별 안정성을 분석하여 등급을 구분한 후 가급적 인위적 내지 토목공학적 공법 대신에 자연친화적인 공법을 적용하고 있다. 미국과 유럽 등 목조건축 선진국의 경우, 대규모 목구조물의 접합부 개발 및 성능평가

기술 개발이 진행되고 있으며, 기존에 제정되어 있는 목구조설계기준을 합리적으로 개선하기 위해 노력하고 있다. 또한 대단면 목재의 열기건조와 특수건조법에 대한 건조 스케줄을 작성 중에 있다. 유럽, 미국, 일본 등의 선진국에서는 그동안 목재·목질 재료의 비파괴시험 방법 및 평가 기술 개발 연구가 많이 진행되어 왔으나 현재까지 실용화 단계에는 이르지 못하고 있는 실정이다. 그러나 최근에 이르러 비파괴검사 결과의 활용도가 높은 것으로 재인식되어 다시 이에 대한 연구가 활발해지고 있다.

일본과 뉴질랜드 등지에서는 시업형식과 산지 및 입지 등의 차이에 의하여 발현되는 목재의 재질을 비교·평가함으로써 양질의 원료목재 생산을 위한 지표를 제시하고 있다. 인건비 상승과 힘든 일 기피 현상으로 인력감축이 가장 커다란 현안으로 대두되고 있어 목재가공공정에서 자동화는 피할 수 없는 상황이다. 최근에는 말레이시아 등 신흥 목재산업 강국들에서도 집성재 제조공정의 자동화에 대한 관심이 크게 높아지고 있는 실정이다. 목재 보존 처리 기술 개발에 있어서, 목재 방부에 관한 연구는 많이 수행되었다. 그러나 열화된 목재의 보존에 관한 연구는 최근에 매우 활발히 진행되고 있다. 입업선진국은 산림경영의 궁극적인 목표로서 지속가능한 산림경영을 명시하고, 이를 위한 산림 정책과 제도, 법규 등을 제정, 시행하고 있고, 구체적인 현지 이행을 위한 기준과 지표를 개발, 적용하고 있으며, 현지차원 기준과 지표의 측정·모니터링체계에 관한 연구 및 이행과정의 평가와 피드백 체계에 관한 연구도 강화하고 있다.

미국에서는 1974년에 제정된 산림 및 목초지재생자원계획법(RPA)에 의거, 매 10년마다 국가재생가능자원을 평가하기 위해 야생동물 및 담수어, 목초지, 산림휴양, 물, 목재, 광물자원 및 토지자원에 대한 수급모델을 개발하였고, RPA 평가결과를 지속가능한 산림경영의 기준 및 지표에 대한 보고체제로 이용코자 하고 있다.

일본에서는 1966년 최초로 중요한 임산물의 수요와 공급에 관한 장기전망을 공표한 이래 현재까지 약 7년마다 5차례에 걸쳐 장기전망을 공표하여 왔으며, 2001년 삼림기본법이 삼림·입업기본법으로 개정되면서 1990년대 UNCED 이후 대두된 지속가능한 산림경영의 추진을 목적으로 산림의 공익적 기능의 발휘에 관한 목표를 설정하기 위해 기존의 목재류에 한정되었던 장기전망은 산림자원과 산림서비스의 장기 이용 및 수급전망으로 확대하고 있다.

선진국에서는 GIS를 활용하여 정보 인프라를 강화해 나가는 추세로서 일반 사용자가 GIS에 쉽게 접근할 수 있는 View 시장의 확대를 위해 분산 환경(네트워크), 컴포넌트, 상호 운용성(openness) 등의 기술개발을 추진하고 있다.

미국 등 선진국에서는 도시화에 따른 도시녹지의 자연성 회복을 위해 도시임업 활성화, 시민참여, 각종 환경적, 심리적 편익 연구, 녹지 총량제 등 다양한 관리체계 개발에 적극적으로 대처해 가고 있는 실정이다. UNFF, 몬트리올프로세스 등 지속가능한 산림관리의 국가적 실천체계 구축에 관한 국제적 압력이 증가와 기후변화협약에 따른

탄소 흡수원으로서 산림의 조성·경영·관리 필요성의 증대 및 WTO/DDA협상 등으로 인한 관세철폐, 또는 인하될 경우 수입재가 다량 수입될 수 있는 여건이 형성되어 가고 있는 실정으로 산림의 다양한 가치와 편익이 최대로 발휘될 수 있도록 기술적·생태적 숲 가꾸기를 추진하고 있다.

산림의 생태적 건강성 회복을 중시한 미국의 「Healthy Forests Initiative」 정책, 목재생산·방재의 관점에서 추진하는 일본의 「긴급간벌종합대책」 등 주요 산림 선진국들의 산림정책 전환을 통하여 산림생태계의 건전성 및 균형유지와 산림의 각종재화와 서비스의 지속적인 공급을 위한 산림경영의 지속가능한 산림관리를 시도하고 있다. 1992년 리우회의에서 '산림원칙'과 '의제21'이 채택되어 산림보전과 지속가능한 산림관리를 위한 국제적 논의가 본격화되고, IPF와 IFF에서 지속가능한 산림관리의 이행을 위한 모니터링 및 평가도구로서 기준과 지표의 개발 및 이행을 촉구하고 있어 우리나라도 이에 대한 대비가 시급한 실정이다.

산지특성별 적정 임도망 계획 방법으로 일본은 다양한 임도밀도의 발전, 미국은 경제적 관점에서 밀도이론의 발전을 통한 표준 임도설계의 지침서 마련과 생태계를 고려한 임도설계 및 임도 개설지 집약관리 방안을 제시하고 있으며, 기타 임업선진국의 경우 효율적 산림수확작업을 위한 작업로 배치를 위한 시설기준 정립과 목재 수확 후 작업로 복원에 철저를 기하고 있다. 환경친화적인 임도사면 녹화방법으로 미국에서는 각 주별로 BMP(Benefit Management Practices) 기법을 개발하여 적용하고 있으며 또한 환경친화적 녹화소재를 개발하여 활용하고 있다. 또한, GIS를 이용한 임도유지관리 전산시스템을 구축하고 임도관리기법을 개발하여 보급하고 있다. 독일, 핀란드, 스웨덴 등 유럽의 선진 임업국에서는 우리나라와는 조건이 다르지만 모든 산림작업을 일관된 기계화 작업으로 고임금, 저생산성을 벗어나고 있는 실정이다. 특히, 임목수확작업의 경우 하나의 기계로 전 공정을 수행할 수 있는 펠러반처, 하베스터, 프로세서 등 다기능 고성능 임업기계의 개발 보급이 확대일로에 있으며, 양묘, 조림, 육림작업에 있어서도 노동생산성 향상을 위한 다양한 임업기계의 개발이 궤도에 올라 실용화 단계에 있다.

다. 국내동향

숲가꾸기 등 산림관리를 통한 수자원 증진기술을 개발, 임상별 관리지침을 작성하여 현장에 적용하고 있는 단계이나 유역 단위의 특성을 고려한 관리지침이 필요한 실정이다. 산림생태계 관리기술은 전국의 생태적 특성을 고려한 생태계 권역구분이 마무리되었으며, 지역별 대표 장기생태모니터링 시험지에서 각종 자료를 수집 중에 있다. GIS기법을 이용한 산사태 위험지 예지기법을 개발하여 적용한바 높은 적중률을 나타냈으며 최근에는 도로절개지 등 인공사면의 안정성 판정기준을 개발한 바 있다.

지속가능한 산림경영을 이행하기 위한 정책적 기반은 산림기본법에서 규정하고 있어 기반이 마련되었다고 할 수 있겠으나, 현지이행을 위한 기준과 지표의 개발과 측정·모니터링 체계수립을 위한 기초연구가 진행되고 있는 수준으로, 추후 사례분석과 지속가능한 산림경영 이행체계를 정착시키기 위한 연구 및 기술개발이 필요한 상태다.

합리적인 산림자원의 이용과 배분을 위해 산림자원, 산림재화, 산림서비스에 대한 수급을 통합예측하기 위한 통합모델의 개발과 보완하는 시도가 필요하다. 임산물 유통정보는 데이터베이스 시스템을 구축하여 운영하고 있고, 일부 품목에서 관측정보자료를 수집·분석·제공하고 있으나 수요자가 효율적으로 접근하지 못하고 있는 실정이다. 우리나라의 산림자원조사는 10년을 주기로 하여 각 기본계획구별로 임목 중심의 조사가 실시되고 있어 최근 변화하고 있는 산림으로부터의 다양한 통계 요구에 대응하기에는 한계가 있는 실정으로 산림관리를 위한 GIS 응용 프로그램을 개발하여 부분적으로 활용하는 초기단계에 있다.

도시계획과 관련된 조경분야 즉 비오톱 조성, 생태공원 조성 등은 활발히 추진되고 있으나, 도시림을 체계적으로 보전, 이용할 수 있는 기술개발은 미흡한 실정이다. 임목종자 품질표, 묘목 규격표를 조제하고 양묘사업기준을 정립하여 우량 건묘 생산으로 조림활착률을 높이고, 시설양묘를 이용한 묘목 대량생산기술을 개발하기 위하여 용기양묘기술의 산업화 및 생력화를 시도하고 있다. 생태적인 갱신기술을 체계화하고, 가지치기방법 개선, 간벌사업 체계화 등을 통하여 임분 사업체계 구축을 시도하고 있다. 또한, 생태권역별로 천연림의 임분유형을 구분하고 적정 무육시스템 개발에 대한 연구를 수행하고 있다. 환경친화적인 녹색임도 계획기술을 개발하기 위하여 노선측량방법을 개발하였고, 녹색임도 시설기준과 안정기준을 정립하고 있으며, 생물·물리적 임도사면 안정·녹화방법을 개발하고 있다.

한국형 임업기계·장비의 국산화를 위하여 친환경적 간벌작업을 위한 다목적 집재차, 소형 리모콘 윈치, 원목운반용 미니포워더를 개발하였으며, 임목수확장비인 조재기를 개발하고 있으며, 국내에서는 단일기능을 가진 임목수확장비에 대한 적용성 시험을 통하여 운용에 따른 긍정적인 효과가 도출되어 임업연구원 및 관련분야에서 우리 지형에 적합한 임업기계의 Prototype이 개발되어 현지시험 중에 있다. BT 등을 이용한 기능성 신소재 및 신물질 등 산림자원의 고부가가치화 기술이 개발되어 임업이 첨단 생물산업으로 발전하고 있다. 건강과 휴양 등 삶의 질 향상에 대한 국민 욕구 증가로 산림서비스 요구 증가 및 산림관리 작업 기술이 발전하고 있다.

라. 국내역량

1) SWOT 분석

가) 산림환경관리

<표 4-8-7> 산림환경관리분야 SWOT 분석

강 점(S)	약 점(W)
<ul style="list-style-type: none"> - 재생산 기능이 강하다 - 친환경 원료 - 국토관리 - 자본의 소요가 적다 	<ul style="list-style-type: none"> - 투자 회임율이 길다 - 불확실성이 높다
기회요인(O)	위협요인(T)
<ul style="list-style-type: none"> - 지속가능한 개발의 국제적 추이 - 중국의 사막화 확대 - 기후온난화 증가 - 지구환경변화 - 남북통일대비 국토관리 	<ul style="list-style-type: none"> - 도시화, 산업화 - 해외자원 유입 - 재해발생 증가 - 산촌인구 고령화

나) 산림경영정보

<표 4-8-8> 산림경영정보분야 SWOT 분석

강 점(S)	약 점(W)
<ul style="list-style-type: none"> - 국내연구인력 확보 - 지속가능한 산림경영의 법제화 - 산림의 공익적 기능 발휘 요구 증대 - 국내산림의 생산기반 성숙 - 산림통계의 정비의지 확고 	<ul style="list-style-type: none"> - 기초통계자료 부족 - 관련 통계자료의 수집체계 미흡 - 개념 이해 및 인식 확산 미약 - 가시적인 이행결과 도출 난이 - 단기적인 성과 제시
기회요인(O)	위협요인(T)
<ul style="list-style-type: none"> - 사회과학적 연구수요 증대 - 국제적인 이행체계 확립 추진 - 국제산림협약의 제정 추구 - OECD 통계체제로의 정비 요구 - 현지이행에 관한 관심 증대 	<ul style="list-style-type: none"> - 환경 부서와의 중복성 문제 - WTO 체제하의 목재무역 자유화 - NGO와의 환경문제 마찰 - 1차산업의 사양화

다) 산림유전자원

<표 4-8-9> 산림유전자원분야 SWOT 분석

강 점(S)	약 점(W)
<ul style="list-style-type: none"> - 유용유전자원 확보에 의한 국제경쟁력 향상 - 기능성 유전자분리 등 시장성 확대 - 농산촌 소득증대 - 국내산림생산성 향상을 위한 기반구축 	<ul style="list-style-type: none"> - 유전자원 보존 네트워크 부족 - OECD, UPOV 등 관련규범 정비 미비 - 개념 이해 및 인식 확산 미약 - 이행결과 도출의 장기성
기회요인(O)	위협요인(T)
<ul style="list-style-type: none"> - 시대적, 사회적 연구수요 증대 - 생물다양성협약 등 국제적 공동대처 필요 - 국제규범에 준한 유전자원 관리체계 확립 - 신품종 개발 등 품종육종권익증대 	<ul style="list-style-type: none"> - 자국 이익추구를 위한 유전자원의 무기화 - 일부 관련 부서간 연구 유사성 문제 - 유전자보존과 품종육종연구간 시각차이 - 결과도출의 장기성으로 연구수요, 인력 감소

라) 임업생산기술

<표 4-8-10> 임업생산기술분야 SWOT 분석

강 점(S)	약 점(W)
<ul style="list-style-type: none"> - 국토관리 - 산림의 다양한 기능 - 재생산 가능 	<ul style="list-style-type: none"> - 기술개발 및 보급 장기간 소요 - 외재에 대한 경쟁력 저하
기회요인(O)	위협요인(T)
<ul style="list-style-type: none"> - 산림의 다양한 서비스에 대한 수요 증가 - 국산재 생산의 당위성 및 탄산가스 배출량 규제 - 지구온난화 	<ul style="list-style-type: none"> - 산림에 대한 개발 압력 - 산림에 대한 투자 기피 - 산촌인구 감소 및 고령화

마) 생활녹지조성

<표 4-8-11> 생활녹지조성분야 SWOT 분석

강 점(S)	약 점(W)
<ul style="list-style-type: none"> - 산림지식의 활용에 의한 실제적 대안 - 환경개선에 대한 실질적 체감 효과 - 대국민 관련 긍정적 지원기대 	<ul style="list-style-type: none"> - 도시녹지현황자료 부재 - 관련부서 및 법규와의 연계성 부족 - 기조성된 도시에 대한 재시도의 어려움
기회요인(O)	위협요인(T)
<ul style="list-style-type: none"> - 도시녹지의 적극적 활용에 의한 산림보호 - 도시열섬 완화 - 인공적 환경에 대한 생물서식공간 제공 	<ul style="list-style-type: none"> - 위성영상 해상도에 따른 활용성 제한 - 녹지의 절대적 부족에 따른 이용량 초과에 의한 생태적 변화 예측불투명

바) 목질가공 이용 및 임산화학/펄프 제지

<표 4-8-12> 목질가공 이용 및 임산화학/펄프 제지분야 SWOT 분석

강 점(S)	약 점(W)
<ul style="list-style-type: none"> - 목재의 친환경적 기능 - 목재 가공업체의 첨단 시설 - 업계의 지속적 생산성 향상을 통한 높은 기술력 	<ul style="list-style-type: none"> - 국산재의 낮은 자급율 - 국산재의 품질 저하 및 가격 고가 - 생산규모의 대형화로 시장변화 대응이 늦음
기회요인(O)	위협요인(T)
<ul style="list-style-type: none"> - 소득 증대에 따른 목재 수요 증가 - 기후변화협약에 의한 화석 자원의 사용 제한 - 목조주택에 대한 선호도 증가 - 목제품의 품질인정에 관한 제도 시행 	<ul style="list-style-type: none"> - 자원 국수주의에 의한 자원난 - 시장개방에 따른 저가의 목질재료 수입급증 - 대기 및 수질 등에 관한 환경규제 강화

2) 연구개발능력 분석

산림수자원 관리 분야는 학계뿐만 아니라 연구 인력이 매우 열악한 상태이며, 산림수질분야는 몇몇 연구자에 의해 시작되는 상황이다. 산림수자원의 수량과 수질개선을 위해 획기적인 인력확보 방안이 시급하다. 산림생태 분야는 기초생태 및 산림생태 조사측면에 인력이 집중되어 있어 응용 및 복원생태 등 현장기술 개발에 필요한 분야의 인력이 부족한 상황이다. 산사태와 산불 등 산림재해 분야는 사회적으로 시급히 해결되어야 할 분야이지만 학계나 연구원 조직이 빈약하여 기술개발에 많은 제약이 따르고 있다. 국내의 목재가공 및 임산화학/펄프제지 분야 연구 인력은 선진국에 비하여 매우 열악한 수준이나 인력의 수요공급 측면에서는 공급이 수요를 초과하고 있어 일부 고급 연구인력 배분측면에서 적극적인 개선방안 마련이 시급하다. 국내에서는 지속가능한 산림경영을 이행하기 위한 인적·기술적 인프라는 확보되어 있으나 아직 정책적 의지 및 이해부족으로 체계적인 연구가 추진되지 못하고 있다.

지속가능한 산림경영의 현지이행은 현재 현지차원의 기준과 지표를 설정하기 위한 기초연구와 모니터링과 평가를 모델링을 선정하여 추진하고 있으나, 현지차원의 이행을 위한 사례분석과 실현가능한 이행체계 구축을 위한 연구로 확대하는 것이 필요하다. 제5차 산림기본계획 수립 시 임산물 및 산림서비스의 수급전망 자료 제공 및 국내의 주요 산림정책의 효과 및 영향분석에 활용토록 추진하고 있는 중이나, 사회경제적 변화에 따른 모델 검증은 물론 보완연구는 지속적으로 추진되어야 한다. 산림정보 관련 기술은 이제 아날로그에서 벗어나 디지털로 진입하는 수준으로 도면정보의 수치화는 비록 일찍 시작하였지만 관련 기술의 발달과 환경변화를 수용하기 위해서는 데

이터베이스 구축에서부터 시스템 환경 구축까지 전반적인 재검토와 신뢰성 정보생산을 위한 장기적인 기술개발이 필요하다.

생명공학에 대한 수요가 날로 증가하고 있으나 산림분야에서는 전문가 부족으로 연구가 미흡한 실정으로, 향후 신기능성 임목개발을 위해 분자유전학적 기초연구의 활성화가 필요하다. 종자품질조사, 양묘시업기준 정립, 적정 묘목규격 조사 등을 통한 양묘시업 표준화와 시설양묘를 이용한 용기양묘기술 개발 등으로 양묘시업기술 개발에 대한 기반조성이 구축되어 있다. 인공조림, 천연갱신, 복층림 시업, 가지치기 시업, 간벌 시업, 임분 시업 체계화 등 다양한 연구가 수행되고 있어 연구개발체제는 구축되어 있으며, 임분 시업 기술 개발은 장기간에 걸친 시험과 현장의 실연을 통하여 검증되어야 하므로 지속적으로 연구가 수행될 수 있어야 한다. 농촌의 고령화와 산림작업의 질이 중요시되면서 산림작업에 중요성이 부각되고 있다. 최근 산림작업시스템 정립을 위해 자료수집과 연구가 수행되고 있지만 아직은 기초단계이다.

임도망의 재정비와 환경친화형 건설임도를 지속적으로 확충하여 임업경영기반을 구축함으로써 임도종합관리 전산화 시스템 개발·보급, 임목축적별 임도밀도 및 기능의 체계화, 환경친화적인 임도시설의 지속적인 확대, 실용 임도기술 개발·활용 등이 추진하여야 할 것이다. 임업기계 개발 능력은 기존의 기계공학 분야와 IT기술 분야가 접목되면 고성능 자동화 임업기계의 개발은 실현 가능하다.

제2절 기술로드맵 작성

1. 핵심시스템 구성요소 및 성능목표 설정

임업·임산분야 발전에서 반드시 필요한 핵심시스템(기술요소들)은 다음과 같은 것이 있다.

- 산림환경영향평가, 생리·생태적 요인 분석 및 관리기술, 산림환경관리시스템 개발
- 지속가능한 산림경영 기법 개발 : 지속가능한 산림경영체계 구축 및 이행, 도시림의 기능증진을 위한 계획·평가·제도개선
- 산림자원의 평가 및 이용·관리기법 개발 : 산림자원 이용/수급분석, 통합모델 개발 및 활용, 임산물 유통정보 시스템 개발
- 디지털 기술이용 산림정보 생산 기술개발 : 원격탐사에 의한 산림자원 평가 및 모니터링 기술, GIS를 이용한 통합 산림자원정보 활용체계 구축
- 관리 및 부산물 수집, 이용기술

- 유전자 탐색, 유전자원 보존 및 분자유종 기술
- 인공지반, 디지털 정보, GIS
- 주거지, 주택에 녹지 및 생태계 조성
- 목재 재질평가, 최적순환기술개발로써 재질에 맞는 가공
- 목질의 화학적 변환으로 자원화, 환경친화적·고성능 목재/펄프 개발

이러한 임업·임산분야 핵심시스템의 개발을 시기별 달성도 또는 중간 기술을 제시하면 다음과 같다.

<표 4-8-13> 핵심시스템 구성요소와 성능목표

구 분	현재	단기(2004~2006)	중기(2007~2009)	장기(2010~2015)
성능목표 핵심시스템 구성요소	핵심기술 현재수준	핵심기술 구축기	핵심기술 발전기	핵심기술 완성기
산림환경관리시스템	관리 시스템 구축을 위한 기본 자료DB화	기본 관리시스템 개발	기본 시스템을 연결하는 통합시스템구축	통합관리시스템의 현지적용 및 보정
지속가능한 산림경영 체계 구축 및 이행	현지이행체계 구축 및 실현단계	현지이행 측정, 평가체계 구축 단계	산림계획에의 반영 및 영향분석 단계	GAP 분석과 피드백체계 응용단계
도시림 기능증진을 위한 계획·평가·제도개선	급속한 도시화에 따른 도시림 이용과 개발의 실태분석	지속가능한 도시림의 이용과 보전계획 수립	쾌적한 도시환경을 위한 도시림 관리기술 확립	도시림 관리기술의 고도화 및 활용단계
산림자원 이용/수급 분석, 통합모델 개발 및 활용	이용/수급 관련자료 DB구축	통합수급모델 개발	통합수급모델 활용	통합수급모델 보완
임산물 유통정보 시스템 개발	임산물 유통정보 D/B 구축단계	임산물 유통정보화 구축단계	임산물 유통정보화 활용단계	임산물 유통정보화 정착단계
GIS를 이용한 통합 산림자원정보 활용체계 구축	산림 GIS 데이터 구축과 품질 유지 및 관리	산림 GIS 데이터 표준화 및 활용체제기반 구축	GIS를 이용한 통합산림자원정보 활용체계 구축	GIS를 이용한 통합산림자원정보 활용체제의 정착

구 분	현재	단기(2004~2006)	중기(2007~2009)	장기(2010~2015)
성능목표 핵심시스템 구성요소	핵심기술 현재수준	핵심기술 구축기	핵심기술 발전기	핵심기술 완성이
유전자 탐색	유전자원 탐색, 수집, 현지·현지의 유전자 보존, 유전자원 DB화	유전자원 탐색, 수집·보존기술 및 현지·현지의 유전자 보존 계속, 유전자원 DB화	유전자원 탐색, 수집·보존기술 및 현지 유전자 보존, 유전자원 DB화	유전자원 탐색, 수집·보존기술 및 현지 보존, 유전자원 DB화
분자유종기술	유용유전자 분리 및 신기능 형질 전환체 개발, 특산식물자원 대량 증식, 기능성 이차 대사물질탐색	유용유전자 분리 및 신기능 형질 전환체 개발, 특산식물 자원대량 증식, 기능성 이차대산물질 탐색	유용유전자 이용 기술 및 신기능 형질전환체 개발 계속, 특산식물자원 대량증식, 이차대산물질 대량생산 기술개발	유용유전자 이용 기술 및 신기능 형질전환체 개발 계속, 특산식물자원 대량증식, 기능성 이차대산물질 대량생산 기술개발
GIS이용기술	산림 GIS 데이터 구축과 유지 및 관리	산림 GIS 데이터 구축과 유지 및 관리	산림 GIS 데이터 구축과 유지 및 관리	산림 GIS 데이터 구축과 유지 및 관리
목재 재질평가	기본적인 물성 연구	양질 목재 생산 유도 및 고기능 부여를 위한 재질 평가	비파괴 방법을 이용한 재질평가	재질평가 시뮬레이션 기법개발로 공정자동화 지원
목질화학가공기술	용도위주의 가공	최적 순환을 위한 새로운 기술 개발	새로운 기술개발 심화 단계	고성능·고부가가치의 목제품 생산 단계

2. 기술영역 및 핵심기술

가. 기술영역 및 핵심기술도출

1) 핵심시스템 구성요소별 관련기술

가) 산림환경관리시스템

<표 4-8-14> 산림환경관리시스템 핵심시스템 구성요소와 관련기술

핵심시스템 구성요소	관 련 기 술
산림환경관리시스템	산림유역 비점오염원 저감기술, 수자원 증진 산림관리기술, GIS를 이용한 산사태발생 위험지 예측, 토석류 발생기작 및 피해범위 예측, 산림환경 인위적 훼손지 복원기법, 산지재해 피해지 복구 및 복원기술, 산림생태계 변화예측 기술, 산림유역환경 예측을 위한 생태-유역모델 개발, 친환경적 생물농약 개발, 생태적 병해충 관리기술, 환경 생리적 영향 구명

나) 산림경영정보

<표 4-8-15> 산림경영정보 핵심시스템구성요소와 관련기술

핵심시스템구성요소	관 련 기 술
지속가능한 산림 경영체계 구축 및 이행	현지차원 기준과 지표 설정 및 운영, 기준과 지표 측정 및 모니터링 체계 구축, 지역사회 의견수렴 방안 수립, 산림지속성 평가 및 산림경영계획간 연계성 구축
도시림 기능증진을 위한 계획·평가·제도개선	도시림의 환경적·심리적 편익, 도시림형 산림공원, 도시림 통합관리, 가로수관리 및 DB화, 도시녹지조성 및 관리, 관련법체계 정비, 도시경관, 주민참여방안, 도시생태계 복원, 도시림 건강도, 기능분류 및 관리
산림자원 이용/수급분석, 통합모델 개발 및 활용	임지이용의 변화추이와 현황, 산림수확 및 고사율, 산림생장 추이, 최종소비처별 목재품소비동향, 목재류무역동향, 임산업의 목재가공기술 변화추이, 단기소득임산물의 생산자원 실태, 단기소득임산물의 무역동향, 산림휴양 참여행태 및 특성, 임지이용 및 산림사업에 따른 수량변화
임산물 유통정보 시스템 개발	임산물 자원정보의 DB, 임산물시장 유통정보 관리지원 기술, 유통정보 시스템 응용기술
원격탐사에 의한 산림자원 평가 및 모니터링 기술	Landsat 등과 같은 중저해상도 위성영상 및 고해상도 영상분석 기술, 극다중분광영상의 분석 기술, Active 시스템에 의한 영상 분석 기술, Airborne 시스템에 의한 Video 영상, 수치항공사진, 적외선주사사진의 활용 기술
GIS를 이용한 통합 산림자원정보 활용 체계 구축	산림 GIS 데이터 품질관리 기술 개발, 산림주제도 수치화 기술, 산림 공간정보 데이터베이스 설계 및 구축 기술, 산림 GIS 데이터 클리어링하우스 구축 및 관리 기술, 산림지형분석, 수치임상도 제작 및 갱신 기술, 메타데이터 구축 및 활용 기술, 인터넷 GIS, 3차원 GIS, GPS 연계 및 통합기술, DEM 및 TIN 기반 매핑 및 분석기술, 위성영상정보 통합 활용 기술

다) 산림유전자원

<표 4-8-16> 산림유전자원 핵심시스템구성요소와 관련기술

핵심시스템구성요소	관 련 기 술
유전자원 평가, 보존	유전자원 탐색, 수집·보존기술, 현지 및 현지외 유전자 보존, 유전자원 DB화, 유전자은행 구축, 분자유전육종 기법 개발
경제림 육성기반 구축	채종원 조성·관리, 개량종자 생산·보급, 임업종묘 품질보증 및 인증, 경제림 육성기반 구축
단기소득원 개발	유실수 신품종 개발기술, 고부가가치 특수임산수종 육성 및 재배기술, 관상 및 조경수 육성과 신품종 등록 심사
생물공학 기술	유용유전자 분리·이용 및 신기능 형질전환체 개발, 특산식물자원 대량증식 및 인공종자 개발, 기능성 이차대사산물 탐색 및 대량생산 기술개발, 임목의 생리적 형태형성 Mechanism 구명
환경정화 기술	오염토양 및 축산폐수 정화기술, 환경정화수종 및 내성수종개발, 수목의 환경피해 생리적 기작 구명

라) 임업생산기술

<표 4-8-17> 임업생산기술 핵심시스템구성요소와 관련기술

핵심시스템구성요소	관 련 기 술
양묘사업표준화	건묘 생산기술 개발, 양묘사업기준 정립, 종자품질조사, 수종별·묘령별 묘목규격 정립
대량양묘 기술개발	용기묘 생산기술 개발, 수종별 생장특성에 용기개발, 수종별 적정 상토개발, 용기상토의 적정혼합비 구명, 대량생산을 위한 양묘법 개선연구, 용기대묘 육성연구
자원조성·육성	인공조립 기술개발, 수종별 식재밀도 구명, 천연하중 개별기술, 맹아갱신기술, 복층림 조성기술, 용도별 임분사업 체계화, 천연림 무육시스템 개발, 산림기능별 사업 모델개발, 육림작업 기술개발, 작업공정 확립
산림작업시스템 개발	산림작업의 노동환경 개선, 산림작업 노동재해 예방, 고성능 임업기계에 의한 최적 작업시스템 구축, GIS를 이용한 임목수확 작업체계 확립, 소형 다기능 기계를 이용한 벌채작업 체계 확립, 산림작업의 안전성 평가자료 확립, 작업안전 및 노동환경을 고려한 작업시스템 개발
임도	임도 노선계획·평가기법 개발, 임도 설계·시공기술 개발, 산지특성별 적정 임도망 계획 방법 개발, 효율적 산림수확작업을 위한 작업로 배치 기술 개발, 환경친화적인 사면녹화방법 개발, 환경친화적인 토목재료의 발굴 및 내구성 증진 방법 개발, GIS를 이용한 임도 유지관리 전산 시스템 구축, 임도 피해유형별 원인 및 복구기술 개발
임업기계	묘포시설용 기계화 기술개발, 조립작업용 기계화 기술개발, 임목수확작업 기계화 기술개발, 고성능 기계개발, 가지치기작업 기계화 기술개발, 간벌작업 기계화 기술개발

마) 생활녹지조성

<표 4-8-18> 생활녹지조성 핵심시스템구성요소와 관련기술

핵심시스템구성요소	관 련 기 술
도시환경에 대한 녹지의 영향과 가치평가	도시 녹지의 질적인 평가기준, 비오톱, 가로수와 녹지 및 옥상녹화 등의 3차원적 연계기법, 도시이미지 개선효과, 지역별 도시경관의 특성화 위한 녹지
생활환경의 개선에 효과적인 녹지구조	환경친화적인 단지계획을 위한 녹지의 분포와 구조, 녹지의 구조적 특성에 따른 도시열섬완화효과, 생물서식공간을 위한 숲의 3차원적 구조분석
생태적이며 지속적인 녹지의 관리 및 유지기법	RS/GIS 및 항공사진을 활용한 생활녹지의 실시간 모니터링 및 유지관리의 체계화, 지역별 특성을 가진 표준화된 녹지관리기준
생활환경의 경관 생태적 이해와 녹지의 확대	경관 생태적 개념을 바탕으로 한 3차원적 설계, LCIS(경관 생태적 특성에 따른 정보시스템), 생활녹지의 확산을 위한 인공지반활용법, 녹지의 목적별 건전도 향상에 의한 질적 개선

바) 목질가공 이용

<표 4-8-19> 목질가공 이용 핵심시스템 구성요소와 관련기술

핵심시스템구성요소	관 련 기 술
목재 재질평가	목재 특성 해명 및 평가기법 개발, 양질재 생산을 위한 재질지표 정립, 비파괴 방법에 의한 재질평가 기법 개발, 해외 조립수종의 재질특성 및 용도 구명, 목질주거성능(에너지, 인체친화성) 평가 및 개선, 목질제품 및 재료의 LCA 도입 평가, 목제품의 규격 정비 및 품질인증 기준 확립
최적 순환기술 개발로써 재질에 맞는 가공	고목재의 치수안정 처리방법 개발, 국산재를 이용한 목조건축 시스템 개발, 대규모 목구조물의 구조안정성향상에 관한 기술 개발, 대규모 목구조물의 안전성향상을 위한 재료, 접합 기술 개발 전통 목구조 접합부의 구조성능 평가 및 향상, 중목구조 트러스 개발, 대형 목조주택 건축기술 개발, 목재교량 구조설계 및 건축기술 개발, 국산재의 최적진조기술 개발, 목공예용 목재의 건조결함 예방기술 개발, 메카트로닉스를 이용한 자동 제재공정 개발, 전통 목재가공 기술의 복원 및 특산화 기술 개발, 국산재의 DIY 이용기술 및 시스템 개발, 이종재료 복합 구조용 집성재 개발, 집성 구조물의 설계 및 구조계산 기술 개발, 집성 구조물의 구조성능 평가, 자동화공정에 의한 목질재료 제조기술 개발, 목재조색 및 표면강화 기술 고도화, 목질계 생활폐기물을 이용한 건축자재 개발, 폐목질자원의 신용도 개발, 목질폐자원의 고효율 재활용공정 개발, 친환경적 목재방부제 및 보존처리기술 개발, 이산화탄소의 장기보존을 위한 목재가공이용 기술 체계화

사) 임산화학/펄프·제지

<표 4-8-20> 임산화학/펄프·제지

핵심시스템구성요소	관 련 기 술
목재주성분의 화학적 변환에 의한 기능성 소재화	친환경적 목질계 알칼제조 기술 개발, 목질계 사료화를 통한 산지 생산성 향상 기술, 목재 주성분의 유도체화 기술 개발 및 고품질 화학공업 소재 개발
목질 바이오매스의 석유대체 자원화 기술	목질바이오매스의 효율적 당화기술, 바이오매스로부터 에탄올 생산을 위한 동시 당화기법 개발, 초임계 기술을 이용한 DME 유도체 개발
부후성 버섯의 신기능 부여연구	버섯재배를 위한 새로운 배지 및 기계화시스템 개발, 약용버섯의 새로운 유용물질 탐색 및 분리, 균근성 버섯류의 기능성 부여기술 개발
환경친화형, 고성능 목재접착제 개발, 이용	목재접착제 합성 또는 개질방법 개발, 포름알데하이드 및 VOC 발생 저감기술 개발, 고성능·고함수율 및 속경화성 접착제 개발
저에너지성, 저공해성 펄프제조기술 개발	목재부후균 및 리그닌 분해효소 분리 및 이용기술 개발, 저공해성 펄프제조 적정조건 개발, 펄프공정의 환경영향 평가 기술 개발
목재부후균을 이용한 유기폐기물 및 난분해성 유기오염물질 분해기술 개발	우수한 목질 분해 미생물 선발, 분해성능 향상조건 및 분해 메카니즘 구명, 대상물질 및 분해화합물의 생물학적 검정
탄화생성물의 고도이용기술 개발	탄화물의 고부가가치화 기술 개발, 저이용 미이용 수종의 탄화 이용기술, 친환경 대체재 이용기술개발

2) 핵심기술별 요소기술

<표 4-8-21> 핵심기술별 요소기술

대분류	중분류	소분류	세분류
임업·임산	산림환경 관리	산림환경개선 및 생태계 관리기술 개발	환경변화에 따른 산림식물의 생리적 성장반 응 및 훼손생태계 복원기술 개발
			도시림의 생태적 조성 및 환경형성기능 평가
			산성강하물의 특성 및 데이터 베이스화에 의 한 영향평가
			지구온실가스를 감소시키기 위한 산림토양 관리기술 개발
		산림유역 수토 보전기술 개발	산림유역의 수문환경 예측을 위한 분포형 유 역수문모델 개발
			산림유역 비점오염 저감을 위한 산림관리기 술개발
			산림수자원 수량 및 수질개선을 위한 유역관 리 기술
			산림수자원 및 토양보전을 위한 유역사방복 구모델 개발
		산지재해 방지를 위한 위험지 관리시스템 개발	산림병해충 종합관리 시스템 개발
			산불소화약제 및 진화장비 개발
			산사태발생 예방을 위한 복원기술 개발
			산불피해지 생태계 변화 및 복원기술 개발
		환경친화적 산림피해지 복원기술 개발	환경친화형 산림병해충 방제제 개발
			산지유역의 환경친화적 생태복원 기술 개발
			생태복원공법을 이용한 산지계류 관리기술 개발
		지속가능한 산림경영체계 구축 및 이행	현지차원 기준과 지표 설정 및 운영
			기준과 지표 측정 및 모니터링체계 구축
			산림지속성 평가 및 산림경영계획간 연계성 구축

대분류	중분류	소분류	세분류
임업·임산	산림 경영 정보	산림자원 이용/ 수급분석, 통합모델 개발 및 활용	시계열자료의 DB구축
			개별수급모델 개발
			통합수급모델개발
			장기수급예측
		원격탐사에 의한 산림자원 평가 및 모니터링 기술	원격탐사를 이용한 산림자원조사
			원격탐사를 이용한 Biomass 및 탄소저장량 추정
			적외선 영상을 이용한 산림활력도 분석
			고해상도 영상을 이용한 산림병해충 피해탐지 및 모니터링
			원격탐사를 이용한 산불피해지 Mapping 및 모니터링
			위성영상을 이용한 산림관련 주제도의 제작 및 갱신
			LIDAR 영상을 이용한 산림구조 분석
			지속가능한 산림경영 평가를 위한 지수개발
			산불예측모델을 위한 연료량 추정
		임산물 유통정보 시스템 개발	임산물 자원정보의 DB화 기술
			임산물시장유통정보 관리지원 기술
			유통정보시스템 응용기술
		도시림 기능증진을 위한 계획·평가· 제도개선	도시림형 산림공원 조성기술
			도시녹지조성 및 가로수관리기술
			도시림 통합관리 및 관련 법제연구
		GIS를 이용한 통합 산림자원정보 활용 체계 구축	산림주제도 수치화 기술
			산림공간지리정보 DB 설계 및 구축 기술
			인터넷 GIS 기술
			3차원 모델링 및 산림지형분석 기술
			GPS, GIS, RS 연계 통합 기술

대분류	중분류	소분류	세분류
임업·임산	산림유전 자원	산림유전자원 평가 보존 및 이용기술	유전자원 탐색, 수집·보존기술 개발
			현지·현지의 유전자 보존
			유전자원 DB화 및 유전자 은행 구축
			분자유전육종 기법 개발
		경제림 육성 및 임업생산성 향상 기술	채종원 조성·관리
			개량종자 생산·보급
			임업종묘 품질보증 및 인증제도 확립
			경제림 육성기반 구축
		농산촌 소득증대를 위한 단기소득원 발굴	유실수 신품종 개발 기술
			고부가가치 특수임산 수종 육성·재배기술
			조경수 품종 육성 및 신품종 등록 심사
		생물공학을 이용한 산림자원의 고도이용 기술	유용유전자 분리·이용 및 신기능 형질전환 체 개발
			특산식물자원 대량증식 및 인공종자 개발
			기능성 이차대사 산물 탐색 및 대량생산 기 술 개발
			임목의 분자유전학적 형태형성 기작 구명
		환경기능 증진을 위한 식물정화 및 환경내성 기술	오염도양 및 축산폐수 정화기술
			환경정화수종 및 내성수종 개발
			수목의 환경피해 생리적 기작 구명
		임업생산 기술	환경친화적·경제적인 임도 시설 기술 개발
	환경친화적인 임도 설계·시공 기술 개발		
	합리적인 임도 유지관리 기술 개발		
	산림작업 시스템 및 표준공정 개발		최적 작업시스템 구축
			작업도구, 작업조건에 따른 표준공정 확립
			작업안전 및 노동환경개선

대분류	중분류	소분류	세분류
임업·임산	임업생산 기술	양묘·육림작업기계화 기술개발	인체공학에 부합되는 묘포작업용 소도구 개발
			묘포작업 기계화 저속 주행형 기본차량 개발
			자동화 상체장비의 국산화 개발
			트랙터용 단근굴취·결속·선별장치 개발
			묘포작업 종합관리 장비 및 시스템 개발
			시설양묘용 자동화 컨테이너 시스템 개발
			보행식 지존작업기 개발
			자동 식혈 및 조립장치 국산화 개발
			자율주행형 제초작업기 개발
			자동 가지치기 기계 개발
			간벌작업용 소형 체인톱 국산화 개발
			육림작업용 기본차량의 개발
		임목수확작업 기계화기술개발	벌목용 체인톱의 국산화 개발
			다기능 고성능 하워드·포베스터 개발
			임목수확작업을 위한 4라인 타워야더 개발
			리모콘 조종에 의한 캐리지 국산화 개발
			경사지 차륜형 기본차량개발
			로봇식 보행형 기본차량 개발
			메카트로닉스를 이용한 고성능 하베스터 개발
			무인자동화 기본차량 개발
			임목수확작업용 소도구의 국산화 개발
			수확임목의 산원가공용 시스템 개발
		난대림의 자원화 및 생산력 증진기술 개발	난대림 조성기법 개발
			난대림 천연갱신기술 개발
			난대림 임분시업법 개발
		산림자원 조성기술 개발	유용 활엽수림 조성기술 개발
			다양한 조림방법·밀도 개발
			입지에 따른 갱신기술 개발
		양묘 시업기술 체계화	유용 자생수종의 양묘시업기술체계 확립
			시설·노지양묘를 이용한 우량묘목 생산기술개발
			시설양묘를 이용한 다목적 대묘 생산기술 개발
		천연림 임분시업체계 구축	천연 소나무림 유지관리기술 개발
			천연 활엽수림 임분시업법 개발
			천연림의 산림기능 향상을 위한 상버기술 개발

대분류	중분류	소분류	세분류
임업·임산	생활녹지 조성	산림자원 육성기술 개발	주요 조림수종의 임분시업법 개발
			용도별 목재생산기술 개발
			생산목표에 따른 시업체계 확립
		녹지의 경관적 및 세부 공간 구조적 가치평가	특성별(도시형, 산림형) 생물서식공간평가도 및 비오톱지도 작성법
			도시이미지와 생활녹지의 역할
		인공지반녹지조성과 자연형 녹지조성을 통한 생활환경개선	대규모 주택단지의 용도별 옥상녹화 설계법
			옥상녹화의 생활화를 위한 제도적 지원
			조립식 인공지반에 의한 자연형 녹지의 조성
			생활환경에 적용 가능한 숲의 구조 모식화
			용도별 특성별 숲의 모델개발
			자연형 도시림 조성을 위한 설계기법
		RS/GIS를 이용한 모니터링 및 지속적 녹지공간의 유지관리	녹지통합 연계관리 모니터링기법 및 시스템
			도시열섬에 미치는 녹지의 온도영향
			녹지 네트워크 및 비오톱 연계
			녹지와 가로수 및 인공 지반과의 3차원적 연결방안 및 구조적 연계법
		경관생태적 녹지 확대를 위한 생물 서식공간 및 자연림 조성	야생동물서식을 위한 숲의 2차원적 구조
			동물이동통로를 위한 네트워크
			생물서식을 위한 주요녹지의 구조개선
			도시 자연림으로부터 연결된 녹지축 확산
			선형요소의 활용을 통한 녹지축
			비공식적 녹지(학교숲, 경계지역 등)의 확대를 통한 환경압의 감소방안

대분류	중분류	소분류	세분류
임업·임산	목재재질 평가	양질재 생산을 위한 재질지표 정립	목재 특성 해명 및 평가기법 비파괴 방법에 의한 재질평가 기법
		목재 관련 규격 정비	목질제품 및 재료의 LCA 평가 목제품의 규격 정비
	목질가공 이용	대단면 건축부재 및 집성재 가공 및 성능 평가	국산재를 이용한 목조건축 시스템 목구조물의 구조안정성향상에 관한 기술 대형 목조주택 건축기술 목재교량 구조설계 및 건축기술 이종재료 복합 구조용 집성재 개발 집성 구조물의 구조계산 및 성능 평가,
		전통 목조건축의 구조 및 주거성능 현대화	전통 목구조 접합부의 구조성능 평가 및 향상 전통 목재가공 기술의 복원 및 특산화 기술
		환경 친화형 목재보존 가공 기술 및 열화 탐색 기술	친환경적 목재방부제 개발 기술 환경 저부담형 보존처리 기술
		폐목질 자원의 최적 순환 이용 기술	목질계 생활폐기물을 이용한 건축자재 폐목질자원의 신용도 목질폐자원의 고효율 재활용공정
		목재 및 목질재료의 재질 평가 및 가공 기술 개발	국산재의 최적건조기술 국산재의 DIY 이용기술 및 시스템 목공예용 목재의 건조결함 예방기술 메카트로닉스를 이용한 자동 제재공정
		목재 및 목질재료의 신기능 부여기술 개발	목재조색 및 표면강화기술 고도화 이산화탄소 장기보존을 위한 목재가공이용 기술
		임업 및 임산업에 대한 후원인 양성을 위한 프로그램 개발	목공체험 프로그램
	임산화학 펄프제지	목재주성분의 화학적 변환에 의한 기능성 소재화	친환경적 목질계 알콜제조 기술 개발
			목질계 사료화를 통한 산지 생산성향상 기술
목재 주성분의 유도체화 기술 개발 및 고품질 화학공업 소재 개발			

대분류	중분류	소분류	세분류
임업·임산	임산화학 펄프제지	목질 바이오매스의 석유대체 자원화 기술	목질바이오매스의 효율적 당화기술
			바이오매스로부터 에탄올 생산을 위한 동 시 당화기법 개발
			초임계 기술을 이용한 DME 유도체개발
		부후성 버섯의 신기능 부여연구	버섯재배를 위한 새로운 배지 및 기계화시 스템 개발
			약용버섯의 새로운 유용물질 탐색 및 분리
			균근성 버섯류의 기능성 부여기술 개발
		환경친화형, 고성능목재접착제 개발, 이용	목재접착제 합성 또는 개질방법 개발
			포름알데하이드 및 VOC 발생 저감기술 개발
			고성능, 고함수율 및 속경화성 접착제개발
		저에너지성, 저공해성 펄프 제조기술 개발	목재부후균 및 리그닌 분해효소 분리 및 이용기술 개발
			저공해성 펄프제조 적정조건 개발
		목재부후균을 이용한 유기폐기물 및 난분해성 유기오염 물질 분해기술 개발	우수한 목질 분해 미생물 선발
			분해성능 향상조건 및 분해 메카니즘 구명
			대상물질 및 분해화합물의 생물학적 검정
		탄화생성물의 고도이용기술 개발	탄화물의 고부가가치화 기술 개발
			저이용 미이용 수종의 탄화 이용기술
			친환경 대체재 이용기술개발
		목재산업의 환경영향(LCA) 평가기법 개발	펄프공정의 환경영향 평가 기술 목제품 및 공정의 환경영향 평가기술

나. 핵심기술 분석

1) 각 핵심기술에 대한 최첨단(state of the art) 분석

가) 산림환경관리

산림환경관리기술은 수평적으로 여러 가지 기술을 포함하고 있다. 가장 기본적으로 산림생태계 복원기술이 있으며 그밖에 산림수자원 관리, 산지재해 복구 및 복원, 산림토양 오염피해지 복구, 병해충 피해지 관리기술 등을 들 수 있다. 각각의 기술은 해당국의 당면상황과 부합되어 개발되고 발전된다.

일본은 우리나라와 유사한 기후와 지형조건을 갖고 있기 때문에 산림환경관리기술을 벤치마킹하기에 가장 좋은 나라이다. 일본의 산림수자원관리기술은 수원함양보안림의 기능유지와 합리적인 관리라고 요약할 수 있다. 주요 관리기술은 침엽수 장령인 공림에 대한 관리지침으로 간벌과 가지치기의 영급별 시기와 방법을 상술하고 있다. 각 산림조건별 수자원함양기능은 현지조사를 통해 자료를 수집하고 통계분석을 하여 밝혔으며 수자원함양에 가장 적절한 환경조건을 여타 산림에 도입하여 기능증진을 유도하고 있다.

일본의 산지재해복구기술은 지질조건이 좋지 않기 때문에 주로 토목공학적 공법을 많이 채용하고 있다. 산사태 피해지는 주로 대규모 사방댐을 여러 개 조합하여 계통적으로 설치하며 지역에 따라 스크린댐, 슬리트댐 그리고 부벽댐 등 다양한 구조와 기능의 댐을 조합하여 설치한다. 산림생태계 관리기술은 일본이 주로 침엽수 조림을 통한 목재생산에 주력해 왔기 때문에 여타 선진국에 비해 발전하지 못하였으나 최근에는 생물다양성 보전과 생태계 관리기술의 개발에 박차를 가하고 있다. 병해충 방제는 소나무를 비롯한 주요 침엽수종을 침해하는 병과 해충에 대하여 장기적 대응책에 대한 연구를 중심으로 수행하고 있고, 기상인자 등 급격한 외부요인의 변화에 의한 수목피해에 대한 원인과 대응연구를 강화하고 있다.

미국은 넓은 국토면적과 낮은 인구밀도로 조방적이고 자연친화적인 산림환경관리 기술 개발에 주력하고 있다. 산림수자원이나 산림의 대기정화에 대한 연구는 집약적인 산림관리기술보다는 훼손된 계류나 수생생태계의 복원과 원시림이나 원생지에서 대기오염물질 모니터링에 초점을 맞추고 있다. 특히 산림작업이 계류수나 연안의 비점오염원이라는 인식 하에 토사나 영양물질의 유출을 줄일 수 있는 산림관리기술인 산림최적관리기법(Best Management Practices, BMPs)을 연방 및 각 주정부 차원에서 기술을 개발하고 있다. 산림생태관리기술은 미국 전역에 분포한 약 24개의 장기생태연구조사지를 중심으로 각각의 독특한 생태계에 대한 관리기술이 개발되고 있다.

최근에는 미국 산림청 산하 국유림관리소와 태평양북서부지역 산림연구소에서는

야생 동물 서식 환경을 개선하고, 산림구조를 다양화하며, 생물다양성을 증진시킬 수 있는 산림사업 기술을 개발하고자 다양한 형태의 산림사업을 산림에 적용하였다. 지포드 핀초트 국유림관리소에서는 야생 동물 서식처 관리를 위해 적절한 갱신벌채와 간벌 등 산림사업을 활용하는 기술을 개발하고 있다. 미국 Oregon주 서부지역과 Washington주 지역의 성숙림 또는 Old-growth림들의 벌채 후 인공조림된 식재림은 다양한 야생 동물의 서식지를 감소시키고 자연적인 교란을 야기하여 이에 대한 산림 관리기술로서 여러 가지 형태의 간벌과 산림사업방법을 적용하여 생물다양성과 생태적 과정을 유지할 수 있는 산림관리기술을 개발 중에 있다.

나) 산림경영정보

임업선진국에서는 산림경영의 궁극적인 목표로서 지속가능한 산림경영을 명시하고 이를 위한 산림 정책과 제도, 법규 등을 제정, 시행하고 있고, 구체적인 현지이행을 위한 기준과 지표를 개발하여 모델림과 적응산림 경영지구 등에서 활발하게 적용하고 있으며, 현지차원 기준과 지표의 측정·모니터링체계를 구축하는 한편, 이행과정의 평가와 피드백 체계에 관한 연구를 강화하여 지속가능한 산림경영의 실현을 도모하고 있다.

미국에서는 국가재생가능자원을 평가하기 위해 야생동물 및 담수어, 목초지, 산림 휴양, 물, 목재, 광물자원 및 토지자원 등 다양한 개별 수급모델을 개발하였고, 이를 종합하여 향후 수급예측을 함으로써 합리적이고 과학적인 산림관리에 적용하고 있다. 또한, 일본에서는 최근 다양한 산림기능을 지속적으로 발휘시키기 위해 주요 임산물에 대한 장기수요 및 공급전망 체계를 수정하여 공익기능 수요까지 감안한 수급예측 모델을 개발하고 있다. 선진국에서는 통합기능의 유통정보를 공유하여 개인의 추가적인 작업 없이 컴퓨터와 컴퓨터간의 전자적 결합시스템인 EDI(Electronic Data Interchange) 등을 모든 유통 기능에 결합하여 운용하고 있다.

미국에서는 20년 전부터 도시림의 중요성을 깊이 인식하여 도시 및 지역사회 임업법을 만들어 시행하고 있고, 이에 따라 도시림과 관련된 생태적 건강도 향상 등 각종 연구가 수행되고 있어 도시민 삶의 질 향상에 기여하고 있다. 미국, 캐나다, 일본 등은 다양한 위성체 및 고해상도 영상자료 활용기술을 개발해오고 있으며, 광역 산림에 대해 다목적 다원 산림자원정보 수집을 위한 원격탐사 기법을 개발해서 실용화하고 있다.

다) 산림유전자원

미국, 뉴질랜드 등 임업선진국에서는 유전자원 확보 및 첨단생명공학을 이용한 품종개발에 역점을 두고 있으며, 생물다양성협약(CBD)의 발효로 자국의 유전자원보호를

위한 노력을 강화하고 있다. 미국의 유전자보존 및 재종원 관리사업은 USDA가 아닌 USDI(미 내무성) 산하의 BLM(국토관리청)에서 관장하고 있으며, 주별 또는 권역별로 산림유전육종 협동연구기구를 설치운영하고 있다. 호주와 뉴질랜드는 경제림 육성을 위한 임목육종 연구 및 개량종자 생산보급 사업을 담당하는 전문연구소가 설치되어 있다. 독일의 경우 산림유전·육종연구소와 주정부 조직인 주임업시험장의 부 또는 과단위로 육종연구사업을 추진하고 있으며, 스웨덴은 육종권역별로 육종지장을 설치하여 지역별 품종을 개발보급하고 있다.

일본에서는 1947년부터 밤나무 흑별에 대한 내충성 품종육성을 위한 중간 및 품종간 인공교배가 실시되어 은택, 축과, 석추 등 신품종이 육성 보급되었으며, 미국은 농무성에 의해 밤나무 동고병에 대한 저항성 품종 육성을 위한 대규모 인공교배 사업이 진행 중이다. FAO 자료(2001년)에 의하면 전 세계적 연간 밤 총생산량이 970천 톤으로 매년 증가하는 추세이며 이중 중국이 전체 생산량의 63%를 차지하고 있다. 미국을 중심으로 한 식물정화연구는 중급속 과속적 식물의 동정, 식물학적 정화공정의 기본적인 구조를 밝혀내는 연구, 독성물질을 격리시켜서 식물을 보호하는 기능을 하는 수송체 유전자들이 발견되어 특허화되었다. 지역별 토양성질 및 기후조건 등을 종합하여 phytoremediation의 실현가능성, 최적 식물종 등을 평가 선정하고 실제로 토양을 정화시키는 기술을 판매하고 있다. Phytoextraction 의 경우 각 오염물질별 최적의 추출, 분해, 제거 식물탐색 단계이며 포플러, 버드나무류 등 biomass가 크면서 흡수력이 뛰어난 식물을 다양한 오염원 제거에 적용시키고 있다.

라) 임업생산기술

독일, 스위스 등의 임업선진국에서는 인공조림보다는 천연갱신에 의한 후계림을 조성하고 소면적 시업을 통하여 생태적 안정성을 확보하면서 산림을 관리하고 있다. 또한, 산림을 조성할 때부터 생산목표를 설정하고 생산목표에 따른 시업체계가 구축되어 있어서 조성된 산림의 생육단계에 적절한 시업을 시행하고 있다. 한편, 천연 혼효림을 적절히 무육하기 위한 시업방법에 대하여 활발한 연구가 진행되고 있다.

독일은 산림작업 및 임업기계연구소(KWF)에서 산림작업방법 및 시스템 연구분야를 전문적으로 연구하여 산림작업기계와 도구에 대해서 인체에 무리를 주지 않으면서 작업의 효율성을 높이는 연구를 담당하여 좋은 연구결과를 내고 있으며, 일본도 산림총합연구소의 산림작업연구영역에서 효율적인 생산시스템 구축을 위한 연구를 수행 중에 있다. 일본은 임도 시설 효과를 높이기 위하여 경제성 분석에 바탕을 둔 여러 가지의 임도밀도 이론을 발전시켜 왔으며, 최근에는 지형 및 산림작업을 고려한 노선 배치 기술 개발, 임도 사면 및 노면 안정화 기술 개발, 환경친화적인 시공 소재 개발 등에 관한 연구가 활발히 진행되고 있으며, GIS 및 GPS를 이용한 임도계획·설계 기

술 개발이 시도되고 있다. 미국의 경우에는 1970년대부터 연방 및 각 주정부 차원에서 산림유역관리를 위한 산림최적관리기법을 마련하여 지형에 맞는 임도 노선을 선정하고 기존임도의 구조를 개량하여 피해를 최소화하고 있다.

독일, 핀란드, 스웨덴 등 유럽의 임업선진국에서는 모든 산림작업을 일관된 기계화 작업으로 실시하고 있다. 특히, 임목수확작업의 경우 하나의 기계로 전 공정을 수행할 수 있는 다기능 고성능 임업기계의 개발 보급이 확대일로에 있으며, 양묘, 조림, 육림 작업에 있어서도 노동생산성 향상을 위한 다양한 임업기계의 개발이 궤도에 올라 실용화 단계에 있으며, 일본에서도 1990년대 이후 고성능 임업기계의 개발에 박차를 가하여 전국적으로 보급하여 임업현장에서 활용되고 있다.

마) 생활녹지 조성

생태적 기술을 기반으로 한 지속적인 유지관리가 가능하도록 옥상 등과 같은 인공 지반의 활용에 의한 녹지의 확산 및 기존녹지의 질적인 향상도모, RS/GIS를 이용한 실시간 개선노력이 외국에 비해 더 절실한 상황이다. 미국의 경우에는 NASA의 우주 탐사기술을 도시의 생활녹지개선에 적용하고, 네덜란드의 경우 옥상을 이끼와 야생초화, 관목 등으로 녹화시키며, 독일은 한발 더 나아가 자연형 옥상녹화 등을 이용 빗물을 집수하여 수자원 제공 등을 시도하고 있다.

바) 목질가공 이용

미국과 유럽 등 목조건축 선진국의 경우, 대규모 목구조물의 접합부 개발 및 성능 평가 기술 개발이 진행되고 있으며, 기존에 제정되어 있는 목구조설계기준을 합리적으로 개선하기 위해 노력하고 있다. 또한 대단면 목재의 열기건조와 특수건조법에 대한 건조 스케줄을 작성 중에 있다. 유럽, 미국 일본 등의 선진국에서는 그동안 목재·목질재료의 비파괴시험 방법 및 평가 기술 개발 연구가 많이 진행되어 왔으나 현재까지 실용화 단계에는 이르지 못하고 있는 실정이다.

그러나 최근에 이르러 비파괴검사 결과의 활용도가 높은 것으로 재인식되어 다시 이에 대한 연구가 활발해지고 있다. 일본과 뉴질랜드 등지에서는 시업형식과 산지 및 입지 등의 차이에 의하여 발현되는 목재의 재질을 비교 평가함으로써 양질의 원료목재 생산을 위한 지표를 제시하고 있다.

사) 임산화학/펠프제지

목질계 자원을 이용한 성분 분리·이용 연구는 세계적으로 추진되고 있다. 목질계

섬유 및 부산물을 이용하기 위한 응용방법 등이 제시되며, 촉매이용법, 기능성 소재화 등이 중점적으로 연구되고 있다. 한편 단리성분의 고순도화 및 에너지자원으로의 이용방안도 연구되고 있다. 1997년 채택된 교토의정서에 의거하여 온실가스감축 노력이 집중되고 있다. 이 제도의 실시를 앞두고 유럽연합 등에서는 바이오에너지 계획을 수립하여 추진 중이며, 미국 등에서도 대통령과학기술 자문회의에서 에너지 효율을 높이고 바이오에너지 연구와 실용화를 추진 중에 있다.

버섯산업은 중국과 일본을 중심으로 가장 많이 소비되고 있으며, 새로운 버섯 재배법이나 식용, 약용버섯 개발에 주력하여 국제경쟁력 유지를 위해 노력하고 있다. 환경친화형 고성능 목재접착제, 목재 도장기술 및 저공해형 펄프제조 기술은 유럽, 북미 및 일본 등을 중심으로 연구가 진행 중에 있다.

환경오염에 따른 내분비 장애물질에 대한 목질부후균 이용연구는 일본을 중심으로 전세계적인 관심을 불러일으키고 있으며, 일부 우수한 분해균주 개발이 완료된 것으로 보고되고 있다.

2) 각 핵심기술에 대한 기술발전 전망/Trend 분석

가) 산림환경관리

산림환경관리기술은 수자원과 토양자원을 저장하는 기능을 유지하고 증진하는 산림관리기술이 개발 중에 있다. 산림생태계 관리기술은 산림생물다양성 보전 및 생태계 변화 연구, 지구환경에 따른 생태계변화연구, 훼손된 생태계의 생태적 조성 및 관리기술의 체계화, 환경변화에 따른 수목의 피해 원인 규명과 관리대책 수립방안 연구 등을 통하여 개발되고 있다. 또한 생물다양성 보전과 건전한 산림생태계의 유지관리를 위한 기술은 장기적인 산림생태계 변화, 기후변화가 생태계에 미치는 영향 및 한반도 생태계체계 구분 등을 통해 개발하고 있다.

산불에 의한 산림피해 저감기술은 효과적인 산불발생위험도 평가, 산불정보 DB구축, 산불종합관리 및 예보시스템, 산불감시기술을 비롯하여 효과적인 산불진화기술, 산불진화 효과, 산불 연소특성, 산불확산 예측 및 시스템, 산불진화 약제, 장비성능 평가 연구를 통하여 종합적으로 개발하고 있다. 특히 산불 피해지의 조기복원을 위하여 피해지 생태변화, 피해지 조기 복원기술, 산림의 내화성 증진기술 및 피해지 종합관리 시스템을 구축 중에 있다.

각종 병해충에 대한 산림방제기술은 산림 생태계에 미치는 영향을 최소화할 수 있는 무공해 생물농약, 길항미생물 등을 이용한 환경친화적 방제법 및 밤, 버섯 등 특용작목의 병해충 방제기술을 개발하고 있고 매년 전국적인 산림병해충 발생예찰 조사를 실시하여 병해충 피해의 조기발견 및 초기에 피해를 예방하고 발생시기와 발생량을

예측하는 병해충의 종합관리시스템을 개발하고 있다. 수목병리연구는 우리나라 산림 자원 및 주요 유실수의 효율적인 방제체계의 확립을 목표로 수목에 피해를 일으키는 병원체의 생리, 생태 연구와 함께 수목병해의 발병기작 및 진단기술 연구, 수목병해 예찰정보 관리 및 해외 수목병해에 대한 연구를 수행하고 있다.

나) 산림경영정보

지속가능한 산림경영을 이행하기 위한 기반은 산림기본법이나 제4차 산림기본계획 등에서 규정하여 마련되었으나, 현지이행을 위한 모델링 대상지를 선정하여 현지차원의 기준과 지표를 개발하고, 측정·모니터링체계 수립에 관한 연구는 기초단계로 앞으로 실용화 연구가 추진되어야 한다. 분야별 산림자원에 대한 수급관련 연구가 부분적으로 이루어져 왔으나 산림서비스에 대한 수급연구는 거의 없는 실정이며, 또한 기존에 개발된 산림재화에 대한 수급모델도 상호연관성이 부족하여 합리적인 산림자원의 이용과 배분을 위한 기술개발을 시도하고 있는 단계로서, 각 개별수급 모델을 통합하여 임산물뿐만 아니라 산림서비스까지 포함하여 수급예측을 할 수 있는 통합모델 개발과 보완연구가 필요하다.

도시림의 합리적 이용관리방안 및 주요 도시의 도시생태계 연구와 도시림의 심리적 편익, 도시림형 산림공원 조성방안 연구 등이 진행되었으며, 도시림의 가장 중요한 산림자원 관리 및 도시림 조성에 관한 법적 제도적 방안을 포함하는 체계적인 연구는 계속적으로 추진될 필요가 있다. 산림자원실태 조사를 수행하고 있으나, 막대한 사업비와 장기간의 조사기간(10년)이 소요되어 디지털 정보를 활용한 산림정보 체계 구축이 필요한 실정이다. Landsat TM 인공위성 자료를 이용하여 북한 산림자원실태 및 산림황폐지 현황분석 연구가 수행되었으나 다양한 분야에 적용하기 위해 지속적이고 체계적인 연구가 필요하다.

다) 산림유전자원

임업선진국에서는 유전자원 확보 및 첨단생명공학을 이용한 품종개발에 역점을 두고 있으며, 생물다양성협약(CBD)의 발효로 자국의 유전자원보호를 위한 노력을 강화하고 있다. 이러한 경향은 유전자원보유국과 자원이용국 사이에 이해가 상충되는 현상을 가져왔다. Botanical garden을 중심으로 유용 유전자원의 수집, 보존 및 지속가능한 이용체계 구축으로 고부가가치를 창출하고 있다. 생태계 훼손으로 현지 또는 국내에서 유전자원을 장기 보존할 수 있는 다양한 연구가 진행되고 있다.

독일의 경우 산림유전·육종연구소와 주임업시험장의 부 또는 과단위로 육종연구 사업을 추진하고 있으며, 스웨덴은 육종권역별로 육종지장을 설치하여 지역별 품종을

개발보급하고 있다. 미국의 채종원 사업은 USDA가 아닌 USDI(미 내무성) 산하의 BLM(국토관리청)에서 관장하고 있으며, 주별 또는 권역별로 산림유전육종 협동연구 기구(협업체)를 설치운영하고 있다. 호주와 뉴질랜드는 경제림 육성을 위한 임목육종 연구 및 개량종자 생산보급 사업을 담당하는 전문연구소가 설치되어 있다. 또한 뉴질랜드에서는 개량종자를 형질별, 등급별로 그 개량 정도를 구분하여 산림용 종자 및 묘목을 생산하고 있으며, 가격 또한 차등화하고 있다.

식물자원 중 기능성 물질이 들어있는 식품은 생체방어, 리듬조절, 질병예방 효과가 있기 때문에 지속적으로 그 수요가 증가하여 세계 시장규모가 '97년도에 650억불이었는데 2005년에는 7,000억불로 예측되고 있다. 미국의 경우 조경수종으로 우리나라 라일락을 도입하여 미스키킬라일락으로 개량하여 시장 점유율 65% 차지하고 있으며, 또한 내한성 폐칸을 선발, 교잡하여 다양한 신품종을 육성 판매중이다. WTO/TRIPs 협정, UPOV 협약 등에서 식물 신품종 보호권을 비롯한 지적 재산권을 강화하고 있는 추세이다. 미국 에너지부 산하의 공동유전체연구소 주관으로 포플러 게놈프로젝트가 수행되어 향후 5년 내 포플러의 게놈지도 초안이 작성될 것으로 예상된다.

스웨덴 SLU와 Umea 대학 그룹에서 대규모의 포플러 EST 프로젝트가 수행되어, 이미 20만개 이상의 EST 클론이 분리되었고 현재 20,000개의 포플러 DNA칩이 개발 중에 있다. 임목의 경우 1980년대 중반에 포플러를 포함한 몇 가지 수종에서 유전자 조작 클론이 탄생한 이래로 제초제 저항성, 내충성, 개화조절 및 리그닌 대사관련 유전자 등이 도입된 GMO 임목이 개발되었으나 상업화에는 이르지 못하고 있다. 부작용이 적은 생리활성 물질의 개발을 위하여 유럽과 미국을 중심으로 식물 유래의 천연물을 수집하고 생리활성 검증을 실시하여, 신의약품, 신농약 등의 개발과 안정적인 생산을 위한 생물산업 프로그램을 진행 중에 있다. 최근에는 유전자 분리 및 발현 연구 등의 기초연구에서 실용화 연구인 유전자 변형생물체(GMO)를 이용한 오염토양 정화, 사막화 방지, 고부가치 목재생산 등으로 연구방향이 전향되고 있다.

미국을 중심으로 한 해외에서의 식물정화연구는 중금속 과축적 식물의 동정, 식물학적 정화공정의 기본적인 구조를 밝혀내는 연구, 독성물질을 격리시켜서 식물을 보호하는 기능을 하는 수송체 유전자들이 연구되어 특허화되었다. 지역별 토양성질 및 기후조건 등을 종합하여 phytoremediation의 실현가능성, 최적 식물종 등을 평가 선정하고 실제로 토양을 정화시키는 기술을 판매하고 있다.

국내에서는 유전자 조작에 의한 오염토양 정화, 대기오염 정화 등 환경정화용 품종개발 연구에 필요한 유전자가 분리되어 왔으며, 실용화를 위해서는 초본식물보다는 biomass 생산량이 큰 목본식물의 이용이 바람직하다. 앞으로 수입이 예상되는 GMO 임산물의 검정체계 확립, 환경에 대한 위해성 평가, 통제 및 관리체계의 확립이 필요하다. 또한 수은을 무독화시키는 유전자인 merA와 merB도 포플러에 형질전환을 시켜서 수은 저항성이 향상되었다.

라) 임업생산기술

임업선진국에서는 시설양묘방법이 산업화 단계에 있으며, 다양한 용기를 개발하여 활용하고 있다. 우리나라에서도 노동력 감소에 따른 양묘사업의 생력화와 농·산촌의 소득 증대를 위하여 체계화된 시설양묘의 도입이 필요한 실정이며, 유용 활엽수 양묘 및 입지조건에 적합한 우량 건묘를 생산할 수 있는 다양한 용기 개발 및 생력화된 양묘사업체계 확립이 시급히 요구되고 있다.

임업선진국에서는 산림의 생태적 기능을 고려하여 인공조림을 지양하고 천연갱신을 시도하고 있으며, 대면적 사업 대신에 점차 소면적 사업으로 전환하고 있다. 또한, 천연림의 중요성이 인식되어 천연림사업에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 우리나라는 이제 주요 조림수종에 대한 사업체계의 구축이 진행되고 있다. 천연림사업체계 구축을 위하여 연구가 시작되고 있으며, 활엽수의 중요성이 인식되어 유용 활엽수림 조성에 대한 연구도 시작단계이다.

독일과 스웨덴에서는 기계와 전자가 결합한 Mechatronics를 이용한 고성능 산림장비가 개발되어 친환경적이면서도 효율성을 높이는 산림작업을 수행하여 산림작업환경 개선에도 많은 진보가 이루어지고 있다. 우리나라의 산지지형 및 산림특성에 맞는 임도 노선계획·평가기법 개발, 효율적 산림작업을 위한 작업로 배치기술 개발, 임도 측량·설계 방법 개선 및 전산화, 환경친화적인 사면안정·녹화방법 개발, 환경친화적인 시공 소재 개발, GIS를 이용한 임도 유지관리 전산 시스템 구축, 임도 피해유형별 원인 및 복구기술 개발 등에 연구가 중점적으로 추진하여야 할 과제이다. 경제림육성에 따라 국내 원목의 생산이 궤도에 올라 임업기계 시장이 활성화 될 경우 임업기계개발 능력은 충분한 것으로 예측된다.

마) 생활녹지 조성

미국에서는 20년 전부터 도시림의 중요성을 깊이 인식하여 도시 및 지역사회 임업법을 만들어 시행하고 있고, 이에 따라 도시림과 관련된 생태적 건강도 향상 등 각종 연구가 수행되고 있어 도시민 삶의 질 향상에 기여하고 있다. 미국, 캐나다, 일본 등은 다양한 위성체 및 고해상도 영상자료 활용기술을 개발해오고 있으며, 광역 산림에 대해 다목적 다원 산림자원정보 수집을 위한 원격탐사 기법을 개발해서 실용화하고 있다.

바) 목질가공 이용

목재가공분야는 목재자원 보유국의 자국자원 보호정책 강화 등으로 국내외 목재자

원 수급상황이 변화하고 있고, WTO 체제하의 무한경쟁에 따른 목제품 시장구조가 변화하고 있다. 임산업의 국제경쟁력 제고와 목제품의 수입 개방에 대응한 국내 임산업 및 관련 산업의 효율적 목재자원 이용기술 개발 및 기술 지원체제 강화가 시급하다. 목재 보존 처리 기술 개발에 있어서, 목재 방부에 관한 연구는 많이 수행되었다. 그러나 열화된 목재의 보존에 관한 연구는 최근에 매우 활발히 진행되고 있다.

최근에는 환경에 대한 부하가 적고 지속적인 재생산이 가능한 목질자원의 다각적인 이용을 적극적으로 추진하고 있으며 주거 및 생활환경에 대한 다양한 요구에도 대응하는 연구를 추진하고 있다. 적층·복합에 의한 목질재료의 성능향상 기술개발과 고차가공에 의한 고성능 목질재료 개발 및 목질재료의 고기능화 및 고내구화 기술 개발, 목재 또는 목재표면의 화학개질 등에 의한 기능성 부여 기술 및 내구성향상 기술 개발 등의 연구가 추진되고 있다. 목재 특성 해명 및 평가기법 개발, 대규모 목구조물의 안전성 향상을 위한 재료, 접합 기술 개발 등의 연구가 추진되고 있으며, 거주환경 개선에 관한 기술 개발을 위하여 목조건축의 거주성 개선을 위한 생리응답, 심리반응 등의 측정 및 평가기법에 대한 연구가 시도되고 있다.

친환경재로서의 목재 수요 증가추세에 따라 재질정보 및 비파괴 기법 등을 이용한 재질평가 기술 개발, 환경친화·자원절약형 목재이용 기술개발 등이 진행 중에 있다. 목질계폐기물로부터 건축용 자재의 개발을 위하여 목질계폐기물로부터 고효율 엘리멘트화 기술 개발, 강도, 단열성, 내후성 등이 우수한 건축용 자재 개발, 목질계폐기물의 재이용 시스템 확립 등에 대한 연구, 지구환경 변화에 대응한 에너지 저감형 최적 순환기술 개발 등의 연구가 추진되고 있다. 한편 국산재 자급을 향상에 대비한 외재 대체기술 개발, 저급 국산재를 이용한 건축용재 등 고가의 소재 생산기술 개발, 국산재의 고도 가공기술 개발 등에 대한 연구도 추진되고 있다.

사) 임산화학/펄프제지

목재의 주성분인 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스 및 리그닌의 분리, 이용방법이 연구되고 있다. 특히 미이용, 저급자원의 성분분리를 통하여 경제적으로 이용 가능한 방법들이 시도되고 있다. 산가수분해, 균을 이용한 석유대체자원 개발, 셀룰로오스 유도체화를 통한 신기능 소재 개발 및 사료화 방안 연구 등이 강구되고 있다. 화석연료 사용에 따른 온실가스 및 황화가스 방출로 대기환경 오염이 극심하며, 대체에너지 개발을 위한 바이오매스 자원이용 연구가 절실히 요구되고 있다. 국내의 경우 숲가꾸기 산물의 효율적인 이용을 위해 발생하는 바이오매스의 자원화가 요구되고 있다.

식용버섯의 대부분은 목질 부후성 버섯으로, 임업, 농업부산물을 이용한 인공재배 산물이며, 재배기술의 자동화 및 의학적인 건강식품으로의 효능 등에 대한 연구가 요구되고 있다. 목질제품의 도료 및 접착제는 친환경적인 소비자들의 선호에 따라 포름

알데하이드 및 VOC 발생이 적은 제품개발이 시급한 실정이다. 또한 대표적인 공해산업으로 인식되고 있는 펄프산업에 있어서도 미생물을 이용한 펄프제조 방법 등 저공해, 친환경적인 제조방법이 연구 단계에 있으며, 조속한 현장적용이 필요하다.

환경호르몬에 관한 연구의 필요성은 정부, 학계 및 일반 국민들 사이에서도 확산되고 있으며, 내분비 장애물질에 대한 인체 위해도 평가를 실시하여 종합적인 규제지침이 마련될 예정으로, 이미 일부 선진국에서는 임산자원을 이용한 친환경적인 분해기술을 개발하고 있으며, 국가적인 차원의 연구가 시급한 실정이다. 목재의 열분해 산물인 탄화물은 수질정화, 토양개량, 조습, 탈취, 연료용 등 단순 사용이 주요 용도였으나, 고부가가치의 제품생산을 통한 용도개발이 필요하다. 친환경 자재로서 소취제 이용 및 건강식품으로의 개발 등이 진행되고 있다.

3) 각 핵심기술에 대한 수요 및 시장분석

산림수자원 관리기술은 물 부족시대에 대비하여 지속가능한 수자원 확보방안으로 매우 필요한 환경관리기술이며 최근 이상기후로 발생하는 집중호우에 의한 산사태와 토석류는 앞으로 발생빈도가 빈발할 것으로 예상되므로 국가재해방지 차원에서 심도 깊은 연구와 기술개발이 필요하다.

도시화와 산업화로 산림생태계가 위협받고 있는 상황에서 지역 및 경관단위의 산림생태계 관리기술이 필요하며 기술개발을 위해서는 장기적이고 체계적으로 산림생태계의 변화를 모니터링 하는 기술이 필요하다.

향후 국제화가 진전됨에 따라 외래 산림병해충이 돌발하여 산림에 막대한 피해를 입힐 우려가 있으므로 병해충 피해지의 변화예측과 외래 병해충 방제기술이 요구되고 있다. 산림이 울창해지고 낙엽 등 연소재료가 두껍게 쌓여 대형 산불이 발생할 가능성이 크므로 산불발생 예측과 진화를 위한 종합적인 시스템 구축이 필요하다. 국내 목재산업의 현장수요에 신속하게 대응할 수 있는 연구 분야의 적극적인 투자가 필요하며 과학기술이 급속히 발전하는 현실에 비추어 목재산업과 전방위 관련 산업과의 연계성 강화로 국가 전략적 연구개발이 필요하다.

또한 친환경재로서의 목재 수요 증가추세에 따라 재질정보 및 비파괴 기법 등을 이용한 재질평가의 요구도가 증대되고 있으며, 환경친화·자원절약형 목재이용 기술개발이 요구되고 있다. 지구환경 변화에 대응한 에너지 저감형 최적 순환기술 등 목재가공 신기술 개발을 위한 지속적인 연구가 필요하며, 국산재 수요 창출과 폐목질자원의 활용도 제고를 위한 목재의 완전이용 시스템 구축이 시급하다. 종합적인 산림지속성의 평가와 분석으로 다양한 산림가치에 대한 사회적 수요를 충족시키기 위해 산림자원의 경제적 이용과 환경적 보전을 추구하는 지속가능한 산림경영의 현지어행 관련 정보와 기술 축적이 필요하다. 도시화 확대, 주5일 근무제 도입 등에 따라 도시림

에서의 쾌적한 생활환경, 아름다운 경관 제공에 대한 요구증대와 더불어 건강증진에 대한 수요 충족을 위해 도시림 기능증진을 위한 연구개발이 필요하다.

사회·경제 환경의 변화에 따라 다양한 산림자원에 대한 국민수요를 충족시키기 위하여 재생 가능한 산림자원에 대한 계획적인 관리가 요구되며, 산림자원에 대한 계획적인 관리를 위해서는 산림자원의 현재와 미래의 이용 및 산림자원의 수급에 대한 연구가 필요하다. 지속가능한 산림경영을 실현하기 위해서는 유통단계의 다양한 정보를 수집·분석하여 제공하는 유통정보 시스템 구축 기술개발이 필요하다. 한정된 시간과 예산, 그리고 인력을 활용하여 산림자원 정보의 정밀도와 신속성을 확보하기 위해 위성영상 및 GIS 기법을 활용한 산림 지리정보체계 구축을 위한 기술개발이 필요하다.

지속가능한 산림경영을 이행하기 위한 법규적, 제도적, 정책적 기반은 산림기본법이나 제4차 산림기본계획 등에 의하여 기반이 구축되었으나, 현지이행을 위한 모델링 대상지를 선정하여 현지차원의 기준과 지표를 개발하고, 측정·모니터링체계가 수립되어야 한다. 도시림의 합리적 이용관리방안 및 주요 도시의 도시생태계 연구와 도시림의 심리적 편익, 도시림형 산림공원 조성방안 연구를 진행하고 있으나, 도시림의 가장 중요한 산림자원 관리 및 도시림 조성에 관한 체계적인 연구를 추진하여야 한다. 분야별 산림자원에 대한 수급관련 연구가 부분적으로 이루어져 왔으나 산림서비스에 대한 수급연구는 거의 없는 실정이며, 또한 기존에 개발된 산림재화에 대한 수급모델도 상호연관성이 부족하여 합리적인 산림자원의 이용과 배분을 위한 기술을 개발하여야 한다.

항공사진을 이용해서 우리나라 산림에 대해 산림자원실태 조사를 수행해오고 있으나, 막대한 사업비와 장기간의 조사기간(10년)이 소요되는 단점이 있어 디지털 정보를 활용한 산림정보 체계 구축이 필요한 실정에 있다. Landsat TM 인공위성 자료를 이용해서 북한 산림자원실태 및 산림황폐지 현황분석 연구가 수행되었으나 다양한 분야에 적용하기 위해 지속적이고 체계적인 연구가 추진되어야 한다. 지구환경 변화에 따라 급속하게 사라지고 있는 산림유전자원의 신속한 탐색 및 효율적 보존관리의 필요성이 대두되고 있으며, 통일을 대비한 북한지역 산림자원 조성을 위한 다양한 수종의 유전자원 확보 및 동위효소, RFLP, SSR 분석 등 분자유전학적 육종기법 연구가 필요하다.

우리나라는 온대지역 국가 중 약용 및 식용으로 잠재적 가치가 있는 식물자원을 가지고 있지만, 자생식물자원에 대한 산업화 연구는 극히 미진한 상태이다. 따라서 생명공학적인 첨단기술을 활용한 산림유전자원의 평가, 보존기술 및 지속가능한 이용체계의 구축이 시급하다. 안정적 목재공급 기지 구축을 위하여 신품종 육성기술 개발, 갱신조림 및 한계농지 조림에 필요한 개량종자의 안정적 공급체계 확립과 산림용 번식자원의 국가관리체계를 조기에 확립하여 임업생산성을 향상시키는 기술이 필요하다.

농산촌 소득증대를 위한 단기소득원으로서는 부가가치가 높은 유실수, 특용수 신품종을 조기개발 증식하여 산지자원화와 농가소득 증대를 도모하여야 하며, 조경수 신품종을 육성하여 가로수, 정원수, 공원수 등으로 보급할 필요성이 있다. 또한 신품종 보호를 위하여 WTO의 무역관련 지적재산권(TRIPs) 협정 및 국제식물신품종보호연맹(UPOV) 협약 기준에 적합한 신품종 등록 심사에 관련된 지침서 작성이 필요하다.

최근 포스트 게놈 기술이 첨단 분야로 부각되면서 유전자 특허 선점을 위한 경쟁이 가속화되고 있고 미국이 유전자 특허의 대부분을 점유하고 있어 이에 대한 자체 기술개발이 필요하다. 산림생산성 향상, 신기능성 고부가가치 임목 및 환경정화용 맞춤형 육종을 위한 유일한 대안으로 형질전환 임목의 개발 필요성이 대두되고 있으며, 아울러 고부가가치 기능성 자원개발이 요구되고 있다. 급격한 사회, 문명, 산업의 발달로 인하여 발생한 오염물질을 임목이 흡수하도록 하여 오염된 토양과 물에서 이들 물질을 제거하거나 무독화시켜 토양의 본래기능을 회복시키는 식물정화 기술 및 건조지역, 환경오염지역 등에 잘 적응하는 수종을 개발하여 생태계 파괴 예방과 생태계를 복원시키는 내성식물 개발이 필요하다.

4) 각 핵심기술의 수준과 연구개발전략

가) 산림환경관리

<표 4-8-22> 산림환경관리분야 연구개발전략

핵심기술내용	우리의 현기술수준	기술의 우선순위	국내기술 개발역량	기술 성숙도	기술도입 곤란도	연구개발 전략
지구환경변화에 대한 장기생태연구 및 대응기술	△	◎	◎	○	◎	기초 연구
환경변화에 따른 산림식물의 생리적 성장반응 및 훼손생태계 복원기술	△	○	△	△	◎	실용화 연구
지구온실가스를 감소시키기 위한 산림토양관리기술	△	△	△	△	◎	실용화 연구
산지재해 방지를 위한 위험지 관리시스템	◎	◎	○	○	◎	실용화 연구
산림수자원 및 토양보전을 위한 유역모델	△	◎	◎	○	◎	실용화 연구
산불소화약제 및 진화장비	◎	◎	◎	◎	◎	실용화 연구
산림병해충 종합관리시스템	○	○	◎	◎	◎	실용화 연구

◎: 높음, ○: 보통, △: 낮음

나) 산림경영정보

<표 4-8-23> 산림경영정보분야 연구개발전략

핵심기술내용	우리의 현기술수준	기술의 우선순위	국내기술 개발역량	기술 성숙도	기술 곤란도	연구개발 전략
지속가능한 산림경영 체계 구축 및 이행	△	◎	○	△	◎	실용화 연구
도시화 기능증진위한 계획·평가·제도개선	△	◎	△	△	◎	실용화 연구
산림자원이용/수급분석 통합모델개발 및 활용	○	◎	◎	○	○	실용화 연구
임산물 유통정보 시스템 개발	○	◎	◎	◎	△	실용화 연구
원격탐사에 의한 산림자원 평가 및 모니터링 체계화	○	◎	○	○	○	실용화 연구
GIS를 이용한 통합 산림 자원정보 활용체계 구축	○	◎	○	○	○	실용화 연구

◎: 높음, ○: 보통, △: 낮음

다) 산림유전자원

<표 4-8-24> 산림유전자원분야 연구개발전략

핵심기술내용	우리의 현기술수준	기술의 우선순위	국내기술 개발역량	기술 성숙도	기술 곤란도	연구개발 전략
유전자원 평가, 보존	○	◎	○	○	○	기초 연구
경제림 육성기반 구축	○	◎	◎	○	◎	기초 연구
단기소득원 개발	◎	◎	◎	○	◎	실용화 연구
생물공학 기술	○	◎	○	◎	○	실용화 연구
환경정화 기술	○	◎	○	○	○	실용화 연구

◎: 높음, ○: 보통, △: 낮음

라) 임업생산기술

<표 4-8-25> 임업생산기술분야 연구개발전략

핵심기술내용	우리의 현기술수준	기술의 우선순위	국내기술 개발역량	기술 성숙도	기술도입 곤란도	연구개발 전략
환경 친화적·경제적인 임도시설 기술개발	◎	△	○	△	◎	실용화 연구
산림작업 시스템 및 표준 공정개발	◎	△	△	◎	◎	기초 연구
양묘·육림작업 기계화 기술개발	○	○	○	○	○	실용화 연구
임목수확작업 기계화 기술개발	◎	△	◎	◎	◎	실용화 연구
난대림의 자원화 및 생산력 증진기술개발	○	○	△	△	△	실용화 연구
산림자원조성 기술개발	◎	△	△	◎	△	실용화 연구
양묘사업 기술 체계화	△	◎	△	△	△	실용화 연구
천연림 임분사업 체계구축	△	○	○	△	○	실용화 연구
산림자원 육성기술개발	○	△	△	○	○	실용화 연구

◎: 높음, ○: 보통, △: 낮음

마) 생활녹지 조성

<표 4-8-26> 생활녹지 조성분야 연구개발전략

핵심기술내용	우리의 현기술수준	기술의 우선순위	국내기술 개발역량	기술 성숙도	기술도입 곤란도	연구개발 전략
생물서식공간기능평가	△	◎	○	○	◎	기초 연구
인공지반의 자연형 녹지조성	△	○	◎	△	◎	실용화 연구
RS/GIS를 이용한 경관 생태적 해석 및 녹지의 도시열섬완화	△	△	△	△	◎	기초 연구
가로수 및 녹지의 표준화된 유지관리	△	◎	○	○	◎	실용화 연구
생태적 자연림 조성	△	◎	○	○	◎	실용화 연구

◎: 높음, ○: 보통, △: 낮음

바) 목질가공 이용

<표 4-8-27> 목질가공 이용분야 연구개발전략

핵심기술내용	우리의 현기술수준	기술의 우선순위	국내기술 개발역량	기술 성숙도	기술 곤란도	연구개발 전략
양질재 생산을 위한 재질지표 정립	△	◎	○	○	△	기초 연구
목재 관련 규격 정비	△	◎	○	○	△	기초 연구
대단면 건축부재 및 집성재 가공 및 성능 평가	○	◎	△	△	◎	실용화 연구
전통 목조건축의 구조 및 주거성능 현대화	○	△	○	○	○	기초 연구
환경 친화형 목재보존 가공 기술 및 열화 탐색	○	○	○	△	○	실용화 연구
폐목질 자원의 최적 순환이용 기술	△	◎	○	△	○	실용화 연구
목재 및 목질재료의 재질 평가 및 가공기술개발	△	◎	△	○	◎	실용화 연구
목재 및 목질재료의 신기능 부여기술	○	○	○	△	◎	실용화 연구
임산업에 대한 후원인 양성을 위한 프로그램	△	○	△	△	△	기초연구

◎: 높음, ○: 보통, △: 낮음

사) 임산화학/펄프·제지

<표 4-8-28> 임산화학/펄프·제지분야 연구개발전략

핵심기술내용	우리의 현기술수준	기술의 우선순위	국내기술 개발역량	기술 성숙도	기술 곤란도	연구개발 전략
목재주성분의 화학적 변환에 의한 기능성 소재화	○	○	○	○	△	기초연구
목질 바이오매스의 석유대체 자원화 기술	△	◎	△	△	△	실용화 연구
부후성 버섯의 신기능부여 연구	○	○	○	○	○	실용화 연구
환경친화형, 고성능 목재접착제 개발, 이용	△	○	○	○	△	실용화 연구
저에너지성, 저공해성 펄프제조기술 개발	○	◎	○	○	○	실용화 연구
목재부후균을 이용한 유기폐기물 및 난분해성 유기오염물질 분해기술 개발	△	◎	△	○	△	기초연구
탄화생성물 고도이용기술개발	○	○	○	○	○	실용화 연구
목재산업의 환경영향(LCA)평가기법 개발	△	○	△	○	△	실용화 연구
인체 및 환경친화형 목재도장기술 개발	△	○	○	○	○	실용화 연구

◎: 높음, ○: 보통, △: 낮음

5) 각 핵심기술별 추진전략

가) 산림환경관리

<표 4-8-29> 산림환경관리분야 추진전략

구 분	추진 전략	연구개발전략
지구환경변화에 대한 장기생태연구 및 대응기술	기초연구 수행 후 응용기술 개발 추진	기초 연구
환경변화에 따른 산림식물의 생리적 성장반응 및 훼손생태계 복원기술	외국사례를 충분히 검토한 후 국내 실정에 적합한 기술수준으로 추진	실용화 연구
지구온실가스를 감소시키기 위한 산림토양관리기술	과거 수행되었던 선행연구를 정밀 분석하여 앞으로의 추진방향 결정 후 실행	실용화 연구
산지재해 방지를 위한 위험지 관리시스템	산학협동 연구를 통해 기술 개발	실용화 연구
산림수자원 및 토양보전을 위한 유역모델	국내상황과 유사한 외국의 기존 유역모델을 검토한 후 기술 개발	실용화 연구
산불소화 억제 및 장비 등 진화시스템	산학연 협동으로 기술 개발	실용화 연구
산림병해충 종합관리 시스템	부분기술을 연결하여 종합시스템으로 개발	실용화 연구

나) 산림경영정보

<표 4-8-30> 산림경영정보분야 추진전략

구 분	추진 전략	연구개발전략
지속가능한 산림경영체계구축 및 이행	국내 산림경영에 적합한 현지이행 체계 수립 및 이행, 영향평가체계 연구 강화	실용화 연구
도시화 기능증진을 위한 계획·평가·제도개선	도시림 기능증진을 위한 도시림형 산림공원 조성, 도시녹지 조성 및 가로수관리, 도시림 통합관리 및 관련법제 등 실용화 기술을 집중 개발	실용화 연구
산림자원의 장기수급예측 통합모델개발	산림자원의 지속가능한 경영과 최적배분을 위한 의사결정의 기초자료 제공과 제5차산림기본계획 수립 시 산림자원의 장기수급예측 자료의 제공을 위해 산림재화 및 서비스의 수급추이와 현황을 분석하고 이에 기초한 장기수급예측 모델 개발	실용화 연구
임산물 유통정보 시스템 개발	유통정보의 데이터베이스를 활용하여 수요자가 효율적으로 접근하여 사용할 수 있는 시스템 개발에 노력	실용화 연구
원격탐사 및 GIS를 활용한 통합 산림정보 시스템 개발	효율적이고 체계적인 산림정보 관리 시스템 구축을 위한 기술개발을 위해 연구인력을 육성하는 한편 첨단 시설확보에 집중 투자	실용화 연구

다) 산림유전자원

<표 4-8-31> 산림유전자원분야 추진전략

구 분	추진 전략	연구개발전략
유전자원 평가, 보존	유용산림유전자원의 탐색·보존 기술 및 분자유종학 기술을 개발하고 현지 및 현지의 유전자 보존전략을 수립하며, 유전자원의 데이터베이스화로 유전자은행 설립	기초 연구
경제림 육성기반 구축	산지자원화 및 임업생산성 향상을 위하여 우량개체 선발과 채종원 조성에 의한 개량종자 대량생산, 유망 향토수종 및 도입수종 품종 개발 보급 및 경제림 조성	기초 연구
단기소득원 개발	농산촌 소득증대를 위한 유실수, 특용수, 조경수 등 단기소득원 개발 및 신품종 발굴 보급, 신품종 심사 및 육종가 권익보호를 위한 제도개선 추진	실용화 연구
생물공학 기술	최신 생명공학 기법을 이용하여 유용유전자 분리, 형질전환 기술 개발, 신기능성 형질전환체 개발, 조직배양법을 통한 대량증식 및 기능성 이차대사산물을 생산 개발	실용화 연구
환경정화 기술	21세기 우리 인류가 당면한 지구환경문제를 해결하기 위하여 환경정화 기능, 스트레스내성을 갖는 복합재해내성 식물개발에 필요한 핵심기술을 확립하여 실용화	실용화 연구

라) 임업생산기술

<표 4-8-32> 임업생산기술분야 추진전략

구 분	추진 전략	연구개발 전략
사업표준화	유용수종발굴 및 건묘공급 체계 확립, 사설 양묘산업화 연계(규모의 확대·경영체계 확립)	실용화 연구
대량 양묘기술	주요수종별 시설양묘사업 체계화, 우량 대묘생산기술 체계화	기초 연구
임분 조성기술	생산목표에 따른 사업체계 확립, 생태적 후계림 조성기술 개발	실용화 연구
임분 육성기술	경제림 육성기술 체계화, 표준산림작업 공정 확립	실용화 연구
산림작업 시스템	산림작업도구·방법 표준화, 작업종에 따른 적정작업시스템 개발, 산림작업안전·환경개선 연구 수행	기초 연구
임도	산림작업시스템·임업기계화 연계되어 추진, 환경친화적 녹색임도시설정책과 연계, GIS를 이용한 과학적 유지관리 시스템 개발	실용화 연구
임업기계	양묘사업의 생산성 향상과 연계, 산·학·연 협동연구를 통한 기술개발, 메카트로닉스기법을 통한 임업기계의 국산화 연계	실용화 연구

마) 생활녹지 조성

<표 4-8-33> 생활녹지 조성분야 추진전략

구 분	추진 전략	연구개발전략
생물서식공간기능 평가기법	산학협동 연구를 통해 기술 개발	기초 연구
인공지반의 자연형 녹지조성	과거 수행되었던 선행연구를 정밀 분석하여 앞으로의 추진방향 결정 후 실행	실용화 연구
RS/GIS를 이용한 경관생태적 해석 및 녹지의 도시열섬완화	외국사례를 충분히 검토한 후 국내 실정에 적합한 기술수준으로 추진	기초 연구
가로수 및 녹지의 표준화된 유지관리	국내 상황과 유사한 외국의 기존모델을 검토한 후 기술 개발	실용화 연구
생태적 자연림 조성	기초연구 수행 후 응용기술 개발 추진	실용화 연구

바) 목질가공 이용

<표 4-8-34> 목질가공분야 추진전략

구 분	추진 전략	연구개발전략
양질재 생산을 위한 재질지표 정립	비파괴 방법에 의한 재질평가 기법 개발 후 수종별 시업체계별 재질을 평가하여 양질 목재 생산	기초 연구
목재 관련 규격 정비	목제품의 규격을 정비하여 품질인증제 정착과 목질 제품 및 재료의 LCA 평가를 위한 기준 제시	기초 연구
대단면 건축부재 및 집성재 가공 및 성능 평가	국산재의 목조건축 부재화를 대단면 목질 재료 제조 및 목구조물 안정성을 향상시켜 대형 목조주택 및 목재교량 등을 개발하고 이를 위한 구조설계 및 성능 평가기술 개발	실용화 연구
전통 목조건축의 구조 및 주거성능 현대화	전통 목구조 접합부의 구조성능을 평가하고 전통 목재가공 기술을 복원하여 목재가공기술 특성화 추진	기초 연구
환경 친화형 목재보존 가공 기술 및 열화 탐색	맹독성 방부처리에 따른 환경오염 부담을 경감하고 친환경적 목재방부제 개발을 위한 기술개발	실용화 연구
폐목질 자원의 최적 순환이용 기술	목질폐자원의 재활용을 위한 공정의 효율성을 높이고 이들을 건축자재로 이용하는 등 폐목질 자원의 신용도를 창출	실용화 연구
목재 및 목질재료의 재질평가 및 가공기술개발	소경 국산재의 공예용 재료나 DIY 소재로 이용하기 위한 국산재의 최적 건조 및 가공기술을 개발하고 소경 국산재로부터 경제성이 있는 목재 생산을 위한 자동 제재 공정의 개발	실용화 연구
목재 및 목질재료의 신기능 부여기술	저급 목재의 귀중재화를 위한 목재 조색 및 표면강화 기술과 목재의 이산화탄소 장기보존을 위한 가공 기술 개발	실용화 연구
임산업에 대한 후원인 양성을 위한 프로그램	일반인의 목공예에 대한 이해도 증진과 전문 목공 기능인 양성을 위한 프로그램의 개발 및 보급	기초 연구

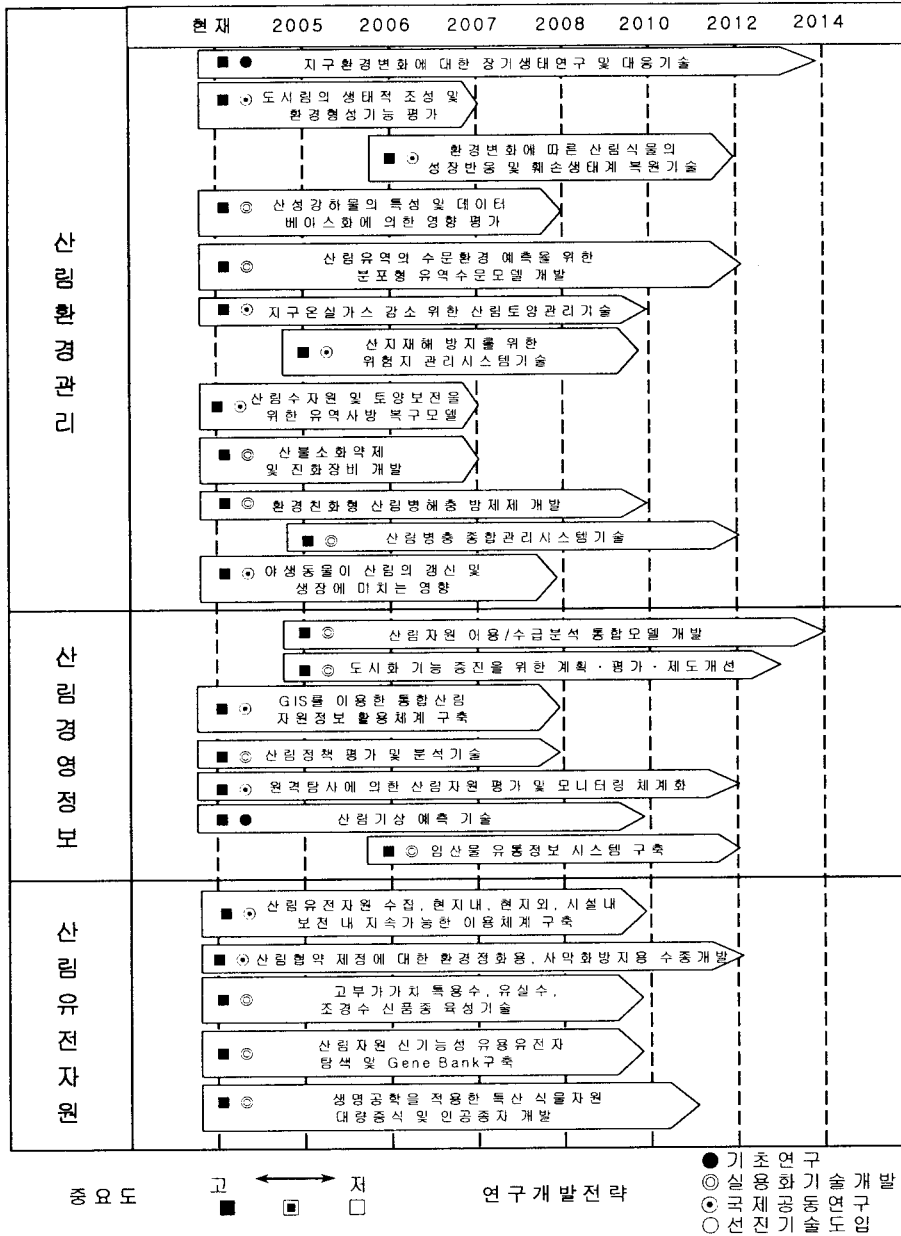
사) 임산화학/펠프·제지

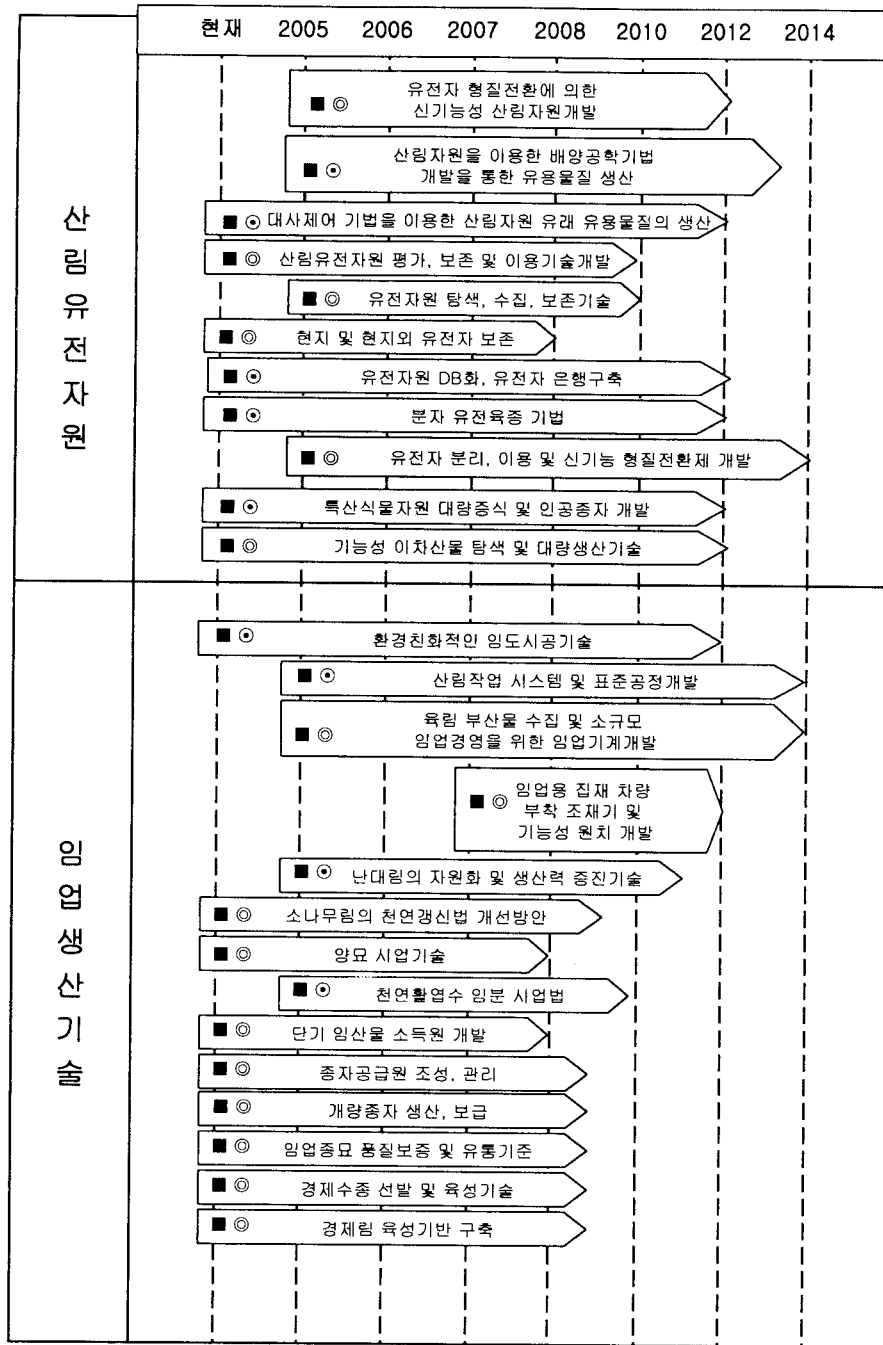
<표 4-8-35> 임산화학/펠프·제지분야 추진전략

구 분	추진 전략	연구개발전략
목재성분의 화학적 변환에 의한 기능성 소재화	기초연구 수행 후 응용기술 개발 추진	기초 연구
목질 바이오매스의 석유대체 자원화 기술	외국의 사례를 충분히 검토한 후 국내 실정에 적합한 기술 개발	실용화 연구
부후성 버섯의 신기능 부여연구	중국 등 수입개방에 따른 경제성 등을 고려하여 가능성을 갖는 고부가가치 제품 개발 및 생산	실용화 연구
환경친화형, 고성능 목재접착제 개발, 이용	산학연 협동 통한 기술개발 및 산업체적용	실용화 연구
저에너지성, 저공해성 펄프제조기술 개발	산학연 협동 통한 기술개발 및 산업체적용	실용화 연구
목재부후균을 이용한 유기폐기물 및 난분해성 오염물질 분해기술 개발	외국의 사례를 충분히 검토한 후 기초연구에 근거하여 산업적인 사용에 적합한 기술 개발	기초 연구
탄화생성물의 고도이용기술 개발	탄화물 생산시설의 현대화 및 고부가가치의 제품생산을 위한 기술개발	실용화 연구
목재산업의 환경영향(LCA)평가기법 개발	외국사례 및 국내 실정을 고려하여 적절한 모델 개발 및 적용	실용화 연구
인체 및 환경친화형 목재도장기술 개발	산학연 협동 통한 기술개발 및 산업체적용	실용화 연구

3. 기술로드맵 전개

가. 매크로 기술로드맵



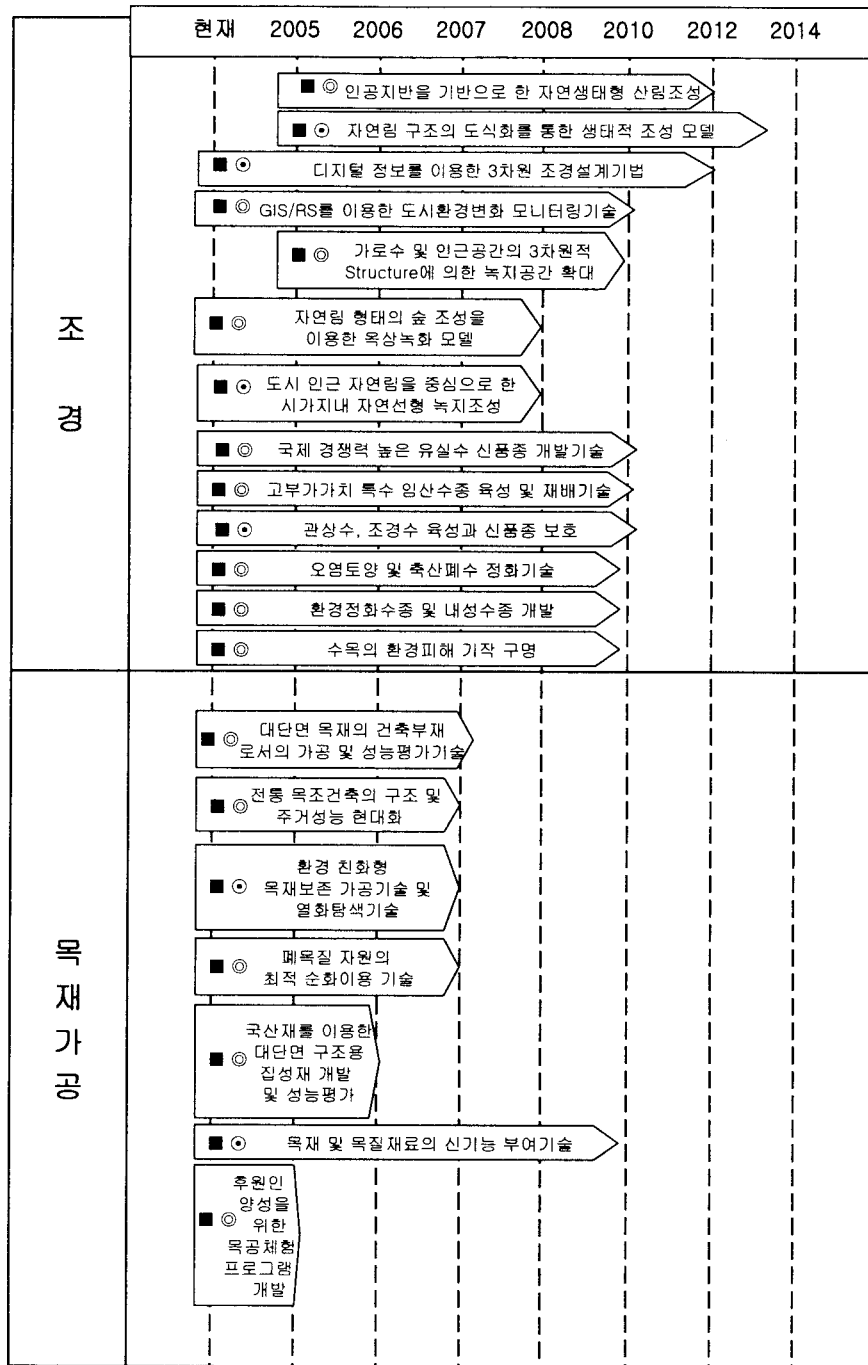


중요도

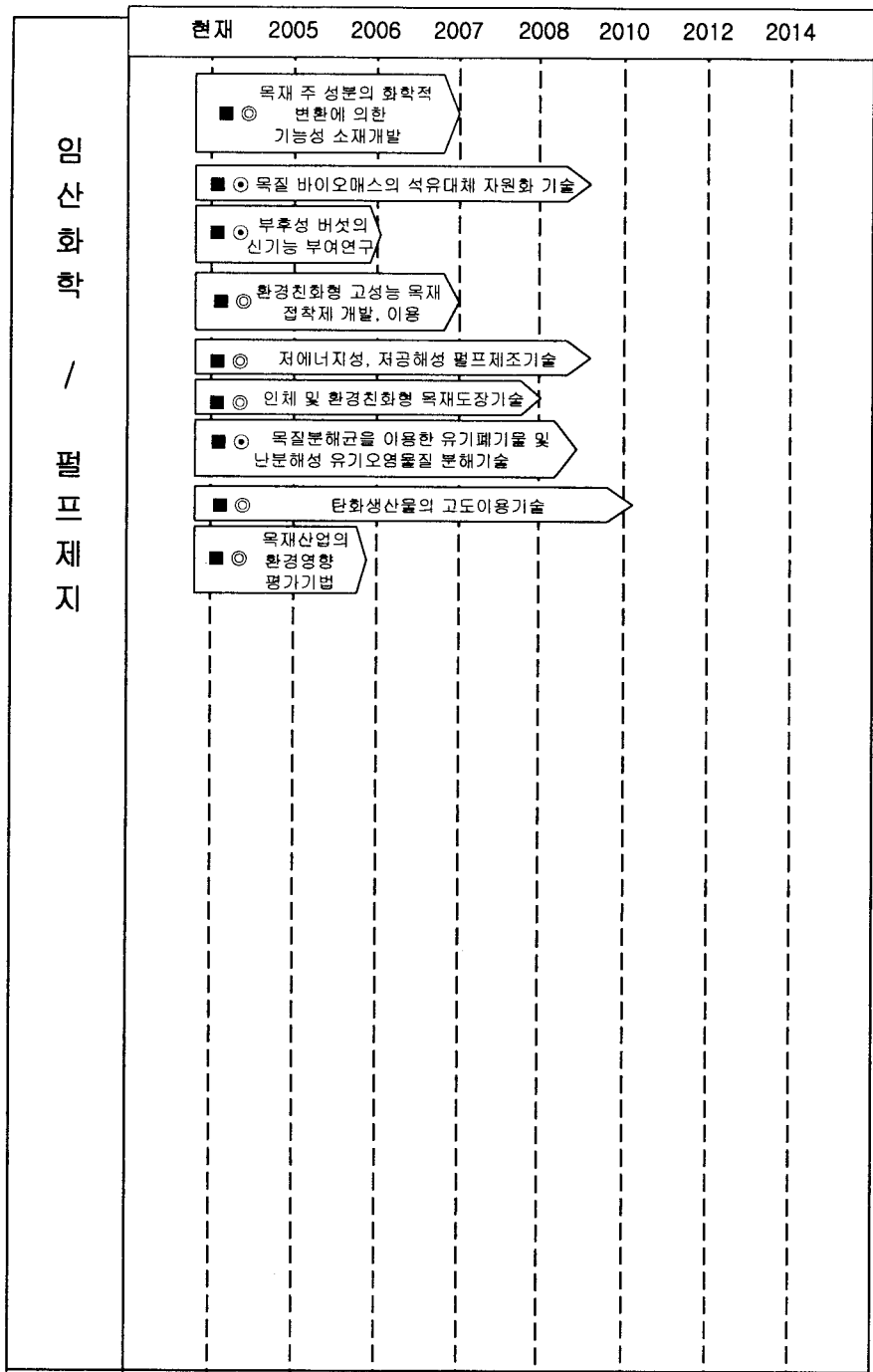


연구개발전략

- 기초연구
- ◎ 실용화기술개발
- 국제공동연구
- 선진기술도입



중요도 고 ← → 저 연구개발전략 ● 기초연구
 ◎ 실용화기술개발 ○ 국제공동연구 ○ 선진기술도입



중요도 고 ← → 저 연구개발전략

■ □ □ □ □
 ● 기초연구 ◎ 실용화기술개발 ◎ 국제공동연구 ○ 선진기술도입

4. 실행계획을 위한 제안(recommendation)

산림환경관리기술은 국토의 환경 인프라인 산림의 건강성과 지속가능성을 유지하고 향상시키는 중요한 기술이므로 경제성을 판단하기 전에 장기적으로 투자해야 할 기술 분야이다. 대부분의 산림환경관리기술은 장기간의 현장조사 결과를 이용하여 기술이 개발되므로 장기적인 투자가 요구되며, 따라서 정부 주도로 추진하는 것이 필요하다.

산림환경관리기술은 산림환경의 구성 기본요소인 생태계, 수자원, 토양, 산림생물들이 서로 유기적으로 연계되어 있으므로 각각의 연결고리를 찾아 유기적인 관계를 유지할 수 있도록 개발해야 한다.

산림경영정보의 생산은 국가차원에서 지속가능한 산림경영을 실현하기 위해 필요한 것이므로 사적인 임업경제활동을 지원하기 위해 국가차원에서 장기적이고 체계적인 기술개발 계획을 수립하여 추진해야 한다. 우리나라는 온대지역 국가 중 다양한 식·약용산림자원을 보유하고 있으나, 관리 부재로 국외로 다량 유출되고 있어 국가차원의 체계적 관리가 필요하며, 이를 위해서는 유용유전자원의 보존 및 지속가능한 이용에 관한 연구가 지속적으로 추진되어야 한다. 산림유전자원에 대한 연구는 최근 포스트 게놈 기술이 첨단 분야로 부각되면서 유전자 특히 경쟁이 가속화되고 있어, 미래 고부가가치 자원을 확보하기 위해서는 국가차원의 장기적 투자를 바탕으로 산·학·연 네트워크를 통한 장기적인 연구가 추진되어야 한다.

시설 양묘기술의 체계화에 대한 연구는 초기 단계이며, 우리 실정에 맞는 양묘사업기술 및 용기개발이 시급하나, 양묘업은 소규모이며 영세한 실정으로 산업화하기 위한 국가차원의 지원과 산·학·연의 유기적인 공동연구가 필요하다.

인공림 및 천연림의 임분 사업체계를 확립하여 현장에 보급하는 데에는 장기간의 시간과 인력이 소요되므로 연구 성과를 현장화할 수 있는 체제구축도 병행되어야 한다. 산림작업은 대단히 힘든 작업으로 기계화를 통하여 생력화와 효율적인 작업시스템 구축이 시급하나 연구 인력의 부족과 고가의 임업기계장비는 그 활용에 어려움 많으므로 국가차원의 지속적인 지원과 산·학·연이 유기적으로 연계하여 연구하여야 할 분야이다. 임도는 산림관리 및 경영을 위한 임업 기반시설이지만 임도를 시설하려면 부득이 산림훼손 및 경관피해가 수반되므로 환경친화적·경제적인 임도 노선에 대한 계획·설계·시공 및 유지관리 기술 개발은 국가 차원에서 장기적으로 추진해야 할 기술 분야이다.

제3절 맺 음 말

임업·임산기술은 현재 세대뿐만 아니라 미래 세대까지 산림혜택을 지속적으로 향유하도록 하기 위한 각종 산림관련 기초 자료를 생산하는 기술로서, 우리의 생활을 지켜주는 환경 인프라로서 각종 자연 및 인위적 피해로부터 산림의 건강성과 지속가능성을 유지하고 향상시키는 중요한 기술일 뿐만 아니라 지구적 환경보전을 위해서도 국제적으로 요구되고 있는 과제이다. 그러나 임업·임산기술은 우리나라의 고유한 풍토에 부응하는 산림관리 및 임산물 가공기술이기 때문에 외국기술을 성급히 도입하기 보다는 토착기술의 개발이 중요하다. 또한 민간부문에서 기술개발을 하는 것은 어렵기 때문에 정부차원의 체계적, 장기적 연구투자에 의해 개발하여 보급되어야 할 것이다.

우리나라는 국토의 65%에 해당하는 면적이 산림으로 이루어져 있으며, 국토의 관리 차원에서 적절하게 보전해야 할 귀중한 자산이다. 또한 산림은 재생산이 가능하여 잘 관리한다면 산림의 기능을 유지하면서 지속적으로 목재자원을 생산할 수 있는 장점이 있다. 그러나 개인이 산림을 관리하기에는 한계가 있으므로 국가에서 계획을 수립하여 체계적으로 관리하여야만 국토를 보전하고 지속가능한 산림경영이 실현 가능할 것이다.

제9장 자원분야

제1절 비 전

1. 자원기술의 개요

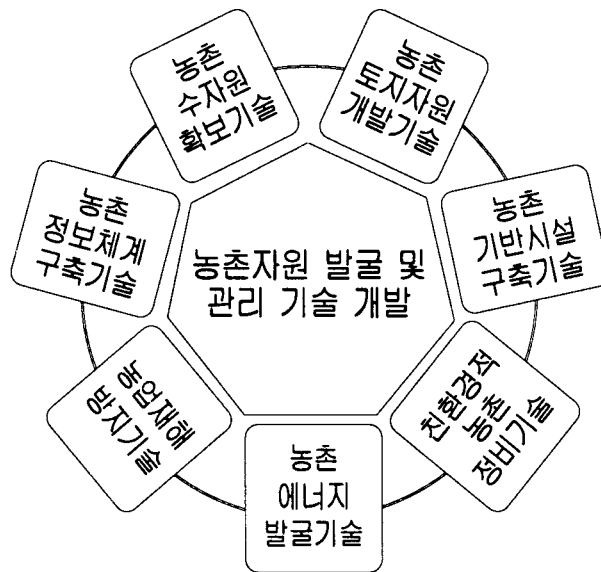
가. 자원기술의 정의 및 범위, 필요성

1) 정의

미래지향적 농촌정비, 농업기반시설의 구축, 농업인의 안정적 영농을 위한 공공기반구축, 유무형의 농촌자원을 발굴, 관리로 지속가능 농촌기반정비 기술이다.

2) 범위

농촌 수자원 확보기술, 농촌 토지자원 개발기술, 농촌기반시설 구축기술, 친환경적 농촌 정비기술, 농촌에너지 발굴기술, 농업재해 방지기술, 농촌 정보체계 구축기술 등에 관련된 기술을 포함한다.



<그림 4-9-1> 농촌자원 발굴 및 관리기술 개발기술의 범위

3) 필요성

가) 농촌 (토지, 수)자원 양적/질적 확보 절실

(1) 농촌마을 오폐수 처리 사업

농림부, 환경부, 행정자치부 등 3개 부서에서 별도로 실시하고 있기 때문에 표준화된 오폐수 처리기술은 정립되지 못한 실정이나, 농촌지역 오폐수처리에 대한 연구가 진행되고 있고, 오폐수 중의 영양염류를 이용하여 식물을 재배하기 위한 연구가 시도되고 있다. 하지만 아직 실용화 단계에까지는 이르지 못한 실정이므로 이에 대한 연구가 요구되는 실정이다.

(2) 농업용수 활용기술개발

(가) 절약을 위해서는 관개용수의 재이용을 고려하는 최적의 관리체계 연구가 필요하나, 선진외국과는 달리 관수로의 기초적인 연구에서는 많이 뒤떨어져 있어, 이에 대한 연구와 보급이 필요하다.

(나) 농업용수의 부족에 대비한 저수지의 준설이 필요한 실정이며, 저수지 준설토의 활용방안의 마련이 시급하다.

(3) 농촌 토지자원의 체계적 개발과 관리

(가) 토지자원의 체계적 개발 및 관리를 통한 농지의 효율적 이용, 활용의 극대화를 위한 방안이 필요하며 일부 준설토의 매립 등을 통하여 토양의 오염문제가 대두됨에 따라 매립토양 관리 및 복원이 필요하게 되었다.

(나) 또한 산업화·공업화에 따른 농지의 지속적인 감소 추세를 보이고 있어, 일부 저습답의 농지 개발로의 필요성이 대두되고 있다.

나) 농촌 기반시설에 대한 지속적인 투자 필요

농촌기반시설물에 대한 신설 및 보수·유지관리 기술이 활발하게 개발되고 있고 환경친화적이며 내구성능이 우수한 농촌기반시설물에 대한 개발이 필요하다. 고내구성의 재료들을 이용한 농촌기반시설물의 연구개발은 아직 초기단계에 있다. 따라서

농업수리시설물 특성에 맞는 신설 및 보수용 재료·공법에 대한 연구가 시급하다. 또한 기계화 경작로 포장의 장기수명을 증진시키는 동시에 친환경적 재료 및 공법의 개발이 필요하다.

다) 농촌의 친환경적 정비 절실

(1) 농촌 어메니티가 농촌개발에서 갖는 자원적 위상을 정립하기 위한 초기의 총론적 연구 수준을 벗어나 구체적으로 어메니티 자원을 도출하고 이를 분류하며 부존 자원량을 정량적으로 파악하기 위한 기술개발이 활발히 진행되고 있다. 특히 농촌마을의 물리적 환경개선이 주민생활의 편이성 제고라는 단일 목적 성격에서 방문자 또는 이용자의 요구도까지 아우르는 다목적 성격으로 확대하기 위해서 필요해 지고 있는 시스템 재정립기술에 대한 사회적 수요가 증대하고 있다.

(2) 상당수의 농업생산기반시설물들이 노후화되고 사회경제적 여건변화에 따라 기능의 재정립 또는 보완 및 보강이 필요해 지고 있는 시점에서 이들 시설물들의 정비시 어메니티 기능강화를 도모할 수 있는 대안적 기술개발이 절실한 실정이다. 농업수리구조물은 일반 구조물과는 용도나 사용방법에서 다르며 농업생산기반 시설물로서 매우 중요한 용도를 가지는 동시에 농촌환경을 훼손하지 않는 범위내에서 건설되어야 하므로 이와 같은 두 가지 조건을 동시에 만족할 수 있는 기술개발이 절실히 필요하다.

라) 농촌지역에서 대체에너지를 적극 개발할 필요성 대두

(1) 도시를 중심으로 지역난방을 위한 열병합 발전소가 구축, 운영되고 있으나 농촌지역에는 소규모 열병합 시설을 농촌 및 농업생산기반시설로 도입하는 것이 필요하다.

(가) 농촌지역의 대체에너지 자원을 이용하는 열병합 시설에 대한 연구개발이 활발하게 이루어지고 있으며, 일부 국가에서는 실용화에 이르고 있다.

(나) 농촌지역 내 각종 농업부산물은 적지 않은 양이 축산농가 또는 타 분야에 활용되고 있으나 아직까지 많은 양의 부산물이 단순히 농지에서 소각되고 있는 실정으로 환경문제와 재활용문제가 대두되고 있다.

(2) 농업부산물을 이용한 알코올생산, 연료가스생산 등과 같은 대체에너지 개발사업이 집중적으로 최근에 이루어지고 있으며 일부 국가에서는 실용화에 이르고 있다.

마) 가뭄과 홍수 등 이상기후에 따른 농업재해의 예방 및 대책수립 절실

(1) 지금까지 농촌용수 계획은 기후가 변하지 않는다는 가정 하에 물의 수요·공급에 따른 물수지에 의하여 수립되었기 때문에 치명적인 홍수나 가뭄을 극복할 수 없는 상황이였다.

(2) 빈번하게 일어나는 자연재해로부터 농업 및 농업기반시설의 보호를 위해서는 지속적인 모니터링을 통한 예방위주의 재해대책을 성실히 수행하고, 신속한 정보분석을 통하여 재해대응 능력을 제고할 필요가 있다.

(3) 이러한 재해방지를 위해 농림부 차원의 농업가뭄의 예보시스템 개발되고 있으며, 지역단위 가뭄예측 및 대책지원 시스템의 기초연구가 일부 진행되어 오고 있다. 이상기후로 인한 재해방지를 위해서는 홍수지도 개발, 국부지역 홍수예경보 시스템의 개발 및 관리, 가뭄과 홍수에 대비한 시설물 관리 및 정비 연구가 필요하다. 이에 기상청 등에서 농촌지역의 돌발홍수 예보시스템 개발이 진행되고 있다.

바) 농촌지역을 대상으로 한 정보체제 구축은 시대적 요구

(1) 농업수리구조물은 농업의 기간시설물로서 단순한 비용과 편익개념의 설계에서 유지관리/개·보수에 대한 개념을 수명기간동안 확보할 필요가 있으며 그 기간동안 상태의 신뢰도를 경제, 사회적 분야로 확대하여 재료별, 보수·보강 방법과 수명 등에 대한 연구가 요구된다. 설계의 최적화에 대한 많은 연구에도 불구하고 수명기간동안의 유지·보수에 대한 최적설계에 대한 적용이 미흡하다.

(2) 농림부의 농촌개발(Rural Development)정책이 생산기반정비를 비롯한 농촌지역종합개발, 즉 기초생활기반시설의 확보, 생활환경의 개선, 농촌복지증진을 포괄하는 정책으로 방향이 전환되고 있어 이의 효과적인 이행을 위해서는 농촌지역의 정보체제 구축은 필수적이라고 할 수 있다.

(3) 최근 H/W, N/W 전산장비의 급격한 발달과, GIS, RS, GPS 등 신기술의 등장 및 국토의 대부분을 차지하는 농촌지역내 미계측부분에 대한 수준 높은 정보 획득·분석 기술이 다양히 개발되고 있고, 정부차원의 접근이 시도되고 있다.

(4) GIS 기반의 농업정보시스템(기상, 수자원, 토지, 토양, 시설물, 가뭄, 홍수 등)이 정부차원에서 활발하게 개발되고 있다.

(5) 시스템내의 기술적인 모듈 개발이 필요하며 최근에는 인공위성을 이용한 다양한 농업정보(강우, 토지이용, 토양수분, 농작물 작황정보, GPS를 이용한 시설물 위치 등)에 대한 연구개발이 초기단계에 있다.

(6) 상기 정보시스템들을 인터넷기반의 시스템으로 개발하고자 하는 시도가 있다.

(7) 농촌 지역의 무분별한 개발과 생산에 대한 비판에 대하여 지속가능한 개발을 위한 농업 생산 관련 요소뿐만 아니라 농촌 생활과 관련된 요소들을 모두 고려한 체계적인 연구방법의 요구가 발생하여 농촌의 다양한 유·무형 자원에 대한 조사 및 평가, 관리 방안에 대한 연구의 필요성이 대두되고 있다. 과밀화·고령화되고 있는 도시와의 균형발전을 위해 공동화된 농촌의 역할을 다시 정의하고 이에 대한 개발계획 수립의지가 높아지고 있다.

(8) 농산물 유통문제 및 농가의 소득향상을 위한 농산물 물류센터 설치 및 물류 네트워크 최적화 모델이 필요하여 농산물 고부가가치화와 고품질 농산물 생산에 주력하고 있으나 고품질 농산물의 출하 및 수요평가를 통한 새로운 유통체계 및 H/W 개발 모델이 미흡한 실정이다.

(9) GIS 시스템은 농촌용수이용합리화계획, 유역개발의 효율화를 위한 수자원단위도 개발, 농촌지역의 대구획 경지정리 및 마을계획 수립에 이용된 바 있으나 지역개발을 위하여 여러 가지 요인에 따라 계획과 사업추진방향을 수립하고 있다. 그러나 각 나라마다 그 방법이 다르기 때문에 지역특성을 반영한 계획, 개발방법을 도입, 마을 계획 또는 분석 기법의 제시가 필요한데, 이를 위해서는 공공기관 GIS 시스템의 활용과 농촌정보 및 각종 행정정보의 통합 환경 구축이 요구된다.

나. 비전

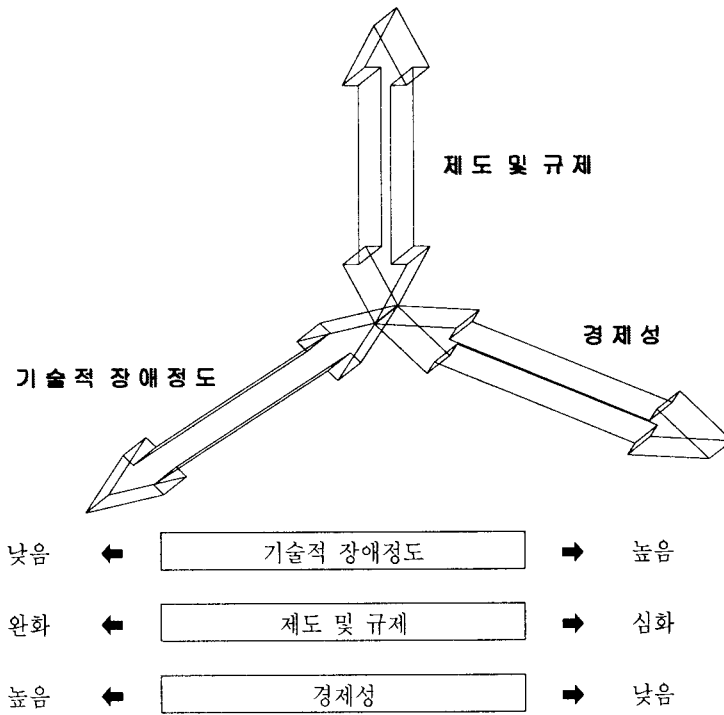
1) 시나리오 구성

가) 외부환경분석

<표 4-9-1> 영향요소의 파급효과와 불확실성 분석

불확실성	High Impact	<ul style="list-style-type: none"> 농업기반의 붕괴 농촌인구의 고령화 WTO 등에 의한 시장 개방확대 농촌관광 국민적 붐 재해경험에 따른 농촌 기반정비 중요도 인식 	<ul style="list-style-type: none"> 전원생활의 선호도 주요선진국 농촌 환경 정부의 지원/투자 농촌에너지 시장규모 국내연구역량 	<ul style="list-style-type: none"> 지자체 농촌투자 의지 선진국농촌자원 관련 기술 확보 국제농산물교역 환경 변화 환경운동 성격의 변화 통일대비기반정비기술
	Medium Impact	<ul style="list-style-type: none"> 농가소득수준의 저하 농촌기반시설의 낙후 ET시대의 진입 농업정보체제 구축 	<ul style="list-style-type: none"> 도시민의 농촌 유입 농촌자원상품 개발 필요성 농촌기반의 중요성 농촌투자 정책변화 	<ul style="list-style-type: none"> Nationalism 국제적 경쟁/협력 선진기술의 도입 기술수출 기회의 확대
	Low Impact	<ul style="list-style-type: none"> BT, ET, IT 등 기술 융합 농촌환경에 대한 관심 미래형 영농시스템 	<ul style="list-style-type: none"> 농촌관의 변화 농촌교육시설의 확보 농촌주민의 참여의지 생물산업의 전망 	<ul style="list-style-type: none"> 농촌자원의 가치 인구변화 추세 농외소득 수준의 변화
		Low Degree of Uncertainty	Medium Degree of Uncertainty	High Degree of Uncertainty
불 확 실 성				

나) 외부영향요소들로부터 불확실성 축 선택



<그림 4-9-2> 불확실성 축 결정

다) 불확실성 축에 따라 구성 가능한 시나리오 중 가장 가능성 있는 시나리오 선정

<표 4-9-2> 유망 시나리오 선정

	경제성	제도 및 규제	기술적 장애정도	명칭
시나리오 A	높음	완화	낮음	Optimist
시나리오 B	높음	완화	높음	
시나리오 C	높음	심화	낮음	Challenger
시나리오 D	높음	심화	높음	The pit
시나리오 E	낮음	완화	낮음	
시나리오 F	낮음	완화	높음	
시나리오 G	낮음	심화	낮음	
시나리오 H	낮음	심화	높음	

라) 불확실성 축에 관련된 외부환경요소들을 구체화

<표 4-9-3> 외부환경요소 구체화

	Optimist	Challenger	The pit
경제성	<ul style="list-style-type: none"> • 농업기반=국가기초인식 정착 • 국산농산물 수요 급증 • 전원생활/주5일제 주말 농촌생활 정착 	<ul style="list-style-type: none"> • 농업기반=국가기초인식 정착 • 국산농산물 수요 급증 • 전원생활/주5일제 주말 농촌생활 정착 	<ul style="list-style-type: none"> • 국산농산물 수요 급증 • 전원생활/주5일제 주말 농촌생활 정착
제도 및 규제	<ul style="list-style-type: none"> • WTO 등에 의한 시장개방 가속화 • NGO 농촌공감대 형성 	<ul style="list-style-type: none"> • 전원주택 난개발에 따른 법적규제 강화 • 타 산업과의 비교에 따른 경제성 평가 	<ul style="list-style-type: none"> • 전원주택 난개발에 따른 법적 규제 강화 • 타 산업과의 비교에 따른 경제성 평가
기술적 장애정도	<ul style="list-style-type: none"> • 주요 선진국 및 주변 경쟁국의 관련 기술 수준 비교시 국내기술 경쟁력 있음 • BT, ET, IT 기술의 농업분야 정립 진행 • 선진기술 도입용이 	<ul style="list-style-type: none"> • 주요 선진국 및 주변 경쟁국의 관련 기술 수준 비교시 국내기술 경쟁력 있음 • BT, ET, IT 기술의 농업분야 정립 진행 	<ul style="list-style-type: none"> • 농촌 외국인 정착확대 • 국내기술역량 부족 • 농업분야 첨단화 곤란 • 기술도입 비용 과다

마) 유망 시나리오별로 구체화된 외부환경요소들을 중심으로 시나리오 작성

시나리오 A : Optimist

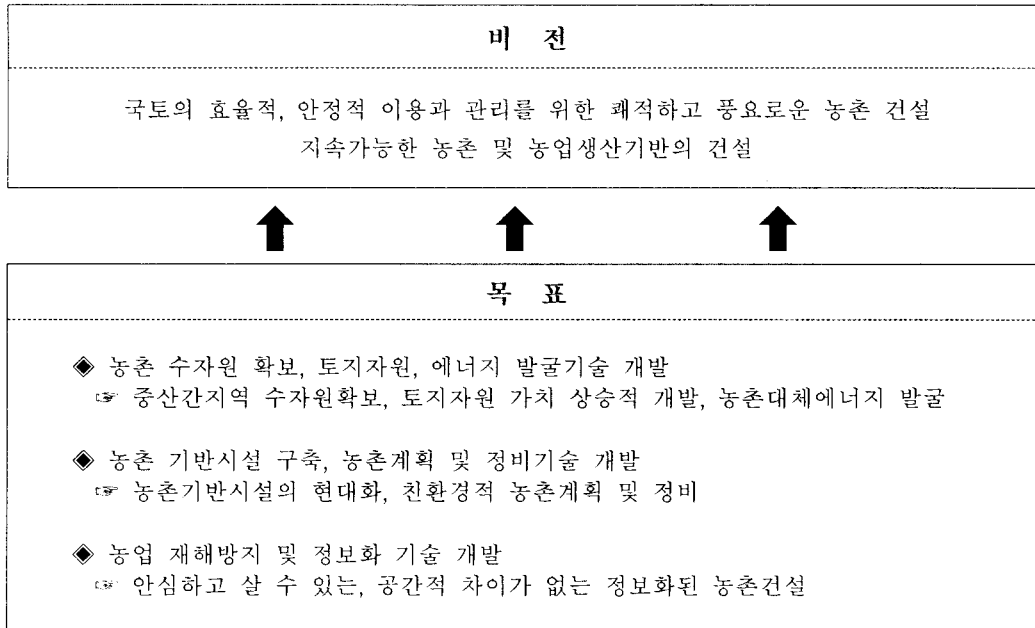
- 세계화된 시장에서 경쟁력 있는 농업만이 생존할 것이며, 이러한 상황에서 농업의 발전을 위해서는 농업과 관련된 생산기반의 육성이 요구될 것이다. 농촌기반에 대한 투자는 장기적인 미래 식량안보를 위하여 반드시 필요하고, 최근 주 5일제 근무 및 노후 전원주택의 선호 등으로 중요시되고 있는 농업의 휴양기능에도 기여할 것으로 보여진다.
- 또한 농업시설의 꾸준한 개발에 따른 생산기반 육성은 농업수호를 통한 우리 먹거리의 전통성 유지에 초석을 마련할 것으로 보이며, 농촌자원의 개발, 보존, 개발에 많은 기여를 할 것이다. 이러한 농업 및 농촌기반의 보존은 NGO에서도 희망하는 과제이며, 휴양기능이 부각되는 농업에 대한 기반시설의 정비는 필요하다는 공감대가 형성되어 있기 때문에, BT, ET, IT기술을 우리 실정에 맞게 흡수하여 우리 농촌 고유의 자원환경 구축이 바람직하다.

시나리오 D : The pit

- 국민의 노후 전원주택 선호 및 주 5일 근무제 정착시 주말농촌생활에 대한 기대, 정부의 농업기반 수호의지는 변함이 없으므로, 농촌의 자원을 개발, 보존, 관리하기 위한 투자는 더욱 높아질 것이다.
- 농촌 및 농업의 붕괴조짐에도 불구하고, 경제성 논리에 입각하여 타산업과의 비교우위에 따른 농촌의 방치는 궁극적으로 국가전체의 기반붕괴로 이어질 것이며 농촌의 붕괴에 따른 외국인의 토지매입, 정착 가능성은 농업의 회생을 불가능하게 만드는 불행한 시작이 될 것으로 예측된다. 또한 농촌기반에 대한 투자를 단지 식량생산으로만 보는 시각이 지배적이며, 값싼 외국농산물을 수입하는 것이 보다 경제적이라고 보는 시각이 지배적이기 때문에 수입개방에 따라 기존의 농업체계와는 다른 농업 생산활동으로 전개될 가능성이 높다.

2) 비전 및 목표설정

<표 4-9-4> 자원기술의 비전과 목표



3) 기본 전략

가) 국토의 균형적 발전을 위한 입체적 전략 수립과 장기투자

(1) 농촌은 모든 국민의 마음의 고향이고, 농업은 국가의 기본산업이어야 하는 특성을 고려하여 최적의 기술을 통하여 다면·입체적 전략을 수립하고, 타 산업대비 파격적이고도 꾸준한 투자가 필요하다.

나) 관련기술의 융합화

(1) 농업은 자원분야만 하더라도, BT, ET, IT 등 신기술의 융합으로 최적기술 개발이 가능하다.

다) 농촌주민 중심의 공공시스템 마련

(1) 농촌의 수자원, 토지, 에너지, 기반시설, 정보화는 국가차원의 장기적인 국토개발

및 보존차원에서 공공시스템 마련이 되어야 하는 바, 이를 위해서는 도시 중심적 체제를 농촌 중심체제로 분산시키는 기반 및 제도구축이 필요하다

(2) 노후 전원주택, 주5일 근무제에 따라 농촌관광 등 어메니티에 대한 수요증가로 도시민들의 농촌 방문이 잦아짐으로 인해 농촌기반 시설에 대한 투자증대가 필요하다.

(3) 농촌환경의 쾌적화 및 첨단화는 우리 국민들의 주거, 교육, 사회생활, 먹거리, 레저 등 다양한 문제의 해결책을 제시해 줄 것으로 기대된다.

라) 농촌공간을 도시민 및 외국인이 매력을 가지는 관광지로 개발

도시민, 외국인을 위한 농촌관광기반 조성과 마을단위 유무형의 자원발굴과 특화기술 개발로 농촌경제 활성화가 필요하며 도로, 수변, 및 자연경관의 보전과 복원체계 마련이 시급하다.

마) 통일시대 대비 국내 기술과 전문가 육성

통일시대 또는 평화적 교류 시대를 대비하여 국내 기술의 체계적 정리와 각 분야별 전문가를 대거 확보할 필요가 있다.

바) 개발도상국가에 대한 농촌기반 기술의 전파를 대비하여 체계적 시스템 구축

개발도상국에 대한 자문 및 기술 수출, 농촌기반 정비사업의 수주 등에 대비하여 국내용을 비롯하여 국제적인 기술축척과 체계화가 필요하다.

2. 관련 산업동향

가. 산업동향

1) 국외 동향

선진국은 국토공간의 효율적 이용과 농촌 보존의 중요성을 인식하고 대규모의 연구비를 투자하고 있다. 구체적으로 미국, 일본, 유럽 등에서는 연구의 공익적 가치를 예견하고 정부와 민간 공동으로 지속적인 연구비를 투자하고 있으며, 농촌환경의 문제는 농촌주민의 삶의 질(QOL; Quality of Life)과 국토 환경보존과 직결되는 문제라

고 인지하여 연구 개발에 집중투자하고 있다. 그리고 연구특성상 지역특성에 맞는 기술을 중점적으로 개발하고 있는 바, 이러한 개발에는 지속가능성(sustainability) 개념이 각종 개발사업에 있어서 중요한 평가기준으로 이용되고 있다.

<표 4-9-5> 국외 농촌자원 발굴 및 관리기술 동향

구 분	동 향
농촌 수자원 확보, 토지자원, 에너지 발굴기술	<ul style="list-style-type: none"> - 토지이용 효율제고를 위한 기술개발 - 토양오염 방지기술 - 지속가능형 수자원 및 농지이용 및 개발 - 바이오매스 자원의 에너지 전환기술 - 자연에너지를 이용한 수소생산기술 - 지력유지를 위한 자원 순환형 농지관리
농촌 기반시설 구축, 농촌계획 및 정비기술	<ul style="list-style-type: none"> - 미국, 일본, 유럽 정부주도의 농업기반시설물 구축 - 소규모 교량 및 도로망 구축 - 친환경적 농업수리구조물 구축 - 농업수리구조물 보수·보강 공법 개발 - 농업수리구조물의 수명예측 프로그램 개발 - 생태계 복원기술 활용중 - 수변공간의 자연형 정비 기술 활용중 - 농촌공원 및 마을의 경관정비 - 일본의 지역단위 특화와 관광기반 조성
농업 재해방지 및 정보화 기술	<ul style="list-style-type: none"> - 미국, 일본, 유럽 정부주도의 농업가뭄 완화계획 프로젝트 - GIS기반의 농촌 수자원, 환경, 생태 프로그램 - GPS, 인공위성영상을 이용한 농작물관리 활용 - 미국 FEMA, 일본의 홍수위험지도 제작 활용 - 미국, 일본의 재해시 피난대처계획 구축 및 활용 - 미국, 일본의 태풍진로 예측 및 대책지원 시스템 활용

2) 국내동향

국내에서는 농업기반공사, 농촌진흥청, 기상청 등 정부기관을 중심으로 주로 공공 목적의 사업이 활발하게 이루어지고 있다. 수리시설을 포함한 농업생산기반시설의 노후화로 인해 보수 및 보강기술의 수요가 늘어나고 있으며, 농림부 예산 가운데 지속적으로 증가하고 있는 분야이다.

가) 수자원

수자원 이용이 타 분야와 경합하여, 제한된 수자원의 효율적 이용이 중요한 문제로 부각되고 있고 이를 위해서 관수로의 보급과 관련된 사업이 점진적으로 늘어나고 있는 추세이다.

(1) 농촌지역의 생활하수 처리문제는 하천 수질관리를 위해선 각종 처리시설의 도입, 자연정화공법 등을 통해서 해결하고자 하였으나, 아직까지 기술적, 제도적 문제로 인하여 큰 성과를 얻지 못하고 있는 실정이다.

(2) TC/TM 등 물관리의 효율성 제고를 위한 사업이 꾸준히 진행되어오고 있다.

(3) 하천개보수사업 등이 친환경성을 강조하여 과거의 치수, 재해방지, 용수공급의 차원에서 환경보전, 수질개선 등의 다양한 사업효과를 얻을 수 있는 방향이나 기술개발로 이어지고 있다.

나) 바이오 매스 재활용기술

바이오매스 자원을 이용한 에너지 개발기술은 과거 메탄생산, 알코올발효의 차원에서 벗어나 보다 가스화, 수소생산 등 다양하게 추진되고 있다. 바이오매스 이용은 지금까지 임업 또는 임학분야에서 산림자원의 효율적 이용을 위해서 주도되어 왔다.

다) 토지자원

(1) 토지자원으로서 농지는 작물생산을 위한 기반으로서 뿐만 아니라 유기성 폐기물의 재이용 등 농업/농촌자원 순환에 중요한 연결고리의 역할을 해왔다.

(2) 이러한 농지의 지속가능한 보전을 위해 퇴비사용, 토양유실방지 등의 기술개발이 꾸준히 이루어져오고 있다.

라) 자연재해예방

(1) 농업기반시설을 위한 홍수지도 및 홍수예경보 시스템에 대한 기초연구가 진행 중에 있다.

(2) 농촌 소하천 자연형 정비 및 마을 오폐수 처리 시스템 개발연구를 비롯, 문화마을 개발 등 미래형 전원마을 조성, 농촌 투자 활성화 사업이 진행 중에 있으며, 유무형의 자원을 유형화/계량화 기술의 일부가 연구 중에 있다.

(3) 또한 GIS, RS 기술의 농촌 정보화 시스템에 도입 및 실용화 연구 중에 있다.

<표 4-9-6> 국내 농촌자원 발굴 및 관리기술 동향

분 야	기관/회사	상품명
농촌 수자원 확보, 토지자원, 에너지 발굴기술	농업기반공사 농촌진흥청 산림청 농협	농촌수자원, 환지, 기반조성용지, 대체 에너지
농촌 기반시설 구축, 농촌 계획 및 정비기술	농림부 농업기반공사 현대건설 대우건설 대림산업	농촌관련 정보제공 농업기반시설물 건설 농업기반시설물 시공 농업기반시설물 시공 농업기반시설물 시공
농업 재해방지 및 정보화 기술	농업기반공사 농촌진흥청 기상청 농림부 중앙재해대책본부 농산물유통공사 농림수산정보센터 농촌경제연구원	농촌용수물관리 정보화 농업토양정보시스템 기상학적 가뭄정보 농촌재해관련 정보제공 재해예방, 피해복구지침 농산물 유통정보제공 농촌관련 종합정보제공 국내외/북한 농업정보

나. 시장예측 및 산업발전 전망

1) 농업재해관련 관리체계

농업재해 및 정보화는 농림부, 농업기반공사, 농촌진흥청, 지자체의 정보관리체제 정비와 더불어, 정보관련(GIS, RS, GPS)업계의 약 10조원 규모의 국내시장이 형성되고 있으며, 농업관련 정부기관의 복잡한 농업정보 관리체계가 효율적으로 정립될 것으로 예상된다.

2) 농업기반시설물

농업기반시설물(농업수리구조물 건설, 기계화 경작로 포장 등)은 신규 시공을 통한 농촌 생산기반시설물의 정비 및 확충뿐만 아니라 기존 구조물의 노후화로 인한 보수·보강 비용이 지속적으로 증가될 것으로 보여 신규 건설 및 유지관리 업계의 연간 1조 이상의 시장이 형성될 것으로 예상된다.

가) 농업기반시설물의 신규시공은 고내구성 재료를 통한 장기수명을 증가시키는 방향으로 재료 및 공법을 개발 적용할 것으로 예상되며, 농업기반시설물의 특성상 노후화된 구조물의 보수·보강은 겨울철 공사에 적합한 재료 및 공법이 개발될 것으로 예상된다.

나) 분야별 농림부예산의 증가추세에서도 볼 수 있듯이 각종 기반시설의 개보수, 특히 수리시설의 개보수는 수자원이용 효율의 제고뿐만 아니라 재해방지를 위해서도 중요하므로 이와 관련된 시장은 더욱더 커질 전망이다.

3) 수자원

제한된 수자원의 효율적 이용을 위하여 각종 첨단기기를 이용한 관리가 더욱 중요해지고 시장규모가 급성장할 것으로 전망된다. 또한 농촌지역에서 수질, 유기성폐기물 등의 관리는 오염방지 차원에서 보다 생활환경개선과 지속가능성과 연계하여 다양한 사업과 함께 추진될 것으로 예측된다.

4) 대체에너지 개발

국제적으로 지구온난화 방지를 위한 온실가스 감축은 국내의 산업전체에 영향을 미칠 것으로 예상되나 화석연료를 다량 소비하는 현실을 감안한다면, 대안으로서 농촌지역에 산재해 있는 바이오매스 에너지 이용과 기타 자연에너지 이용이 필연적일 것으로 예측된다.

가) 대체에너지 비율을 일정수준으로 올리기 위해서 가장 쉽게 접근할 수 있는 방법이 바이오매스 자원을 이용하는 것이고, 최근의 수소에너지생산 등 관련 연구동향을 감안한다면 중요한 기술분야로 도래할 것으로 예측된다.

나) 바이오매스 자원은 어느 국가에서나 일정량이 생산되는 자연자원으로 국내에서의 기술개발을 통해서 동남아국가 등으로 진출도 가능할 것이며,

다) 바이오매스를 포함한 자연에너지를 이용한 농업 및 농촌지역의 에너지보급은 멀지 않은 시기에 보조급 지급 등의 사업으로 추진될 가능성도 있으므로, 농촌에서의 자원개발사업으로 선점할 필요가 있다.

5) 농지보전

농지개발 및 보전은 전통적으로 농업생산기반분야에서 큰 비중을 차지하던 분야로서, 앞으로는 지속가능한 개발차원에서 자원의 순환 pool로써 이용되어야 하며, 이를 위한 다양한 기술 및 산업이 발달될 것으로 전망된다.

<표 4-9-7> 농촌자원 발굴 및 관리 기술 전망

분 야	구 분	2002년	2012년
농촌 수자원 확보, 토지자원, 에너지 발굴기술	한국시장규모	1조 5000억 (농림부 경지정리 등 생산기반 예산)	10조 이상
농촌 기반시설 구축, 농촌계획 및 정비기술	한국시장규모	1조 이상	10조 이상
농업 재해방지 및 정보화 기술	한국시장규모	1조 이상	10조 이상

3. 기술개발 동향 및 기술수준

가. 기술발전 추세

1) 농업재해관리시스템

GIS 기반의 농업정보시스템(기상, 수자원, 토지, 토양, 시설물, 가뭄, 홍수 등)이 정부차원에서 활발하게 개발되고 있다. 특히, 최근에는 인공위성을 이용한 다양한 농업 정보(강우, 토지이용, 토양수분, 농작물 작황정보, GPS를 이용한 시설물 위치 등)의 연구개발이 초기단계에 있다. 가뭄 및 홍수에 대한 재해가 빈번하게 이루어지고 있는 최근의 상황에서 재해를 예측하고 대책을 수립할 수 있는 여러 가지 연구의 필요성이 대두되고 있으며, RS·GIS 및 정보시스템을 도입한 부분적인 연구가 다양하게 진행

되어 왔다. 홍수지도, 가뭄지도 그리고 비상대처계획 등에 대하여 향후 실용화를 위해서는 체계적인 정립이 필요하며 기초연구에서 실용화 단계까지 체계적 접근이 요구되고 있다.

2) 농업기반시설물

농업기반시설물의 장기수명 증가를 위한 고내구성 재료(폴리머 콘크리트, FRP 재료 등) 및 이를 이용한 공법이 정부의 주도아래 각 건설 회사를 중심으로 개발되고 있다. 또한 기존 노후화된 콘크리트 농업기반시설물의 보수·보강 재료 및 공법이 건설교통부, 농림부 및 농업기반공사 등 정부 주도아래 각 보수·보강업체들에 의해 개발되어 현재 실제 구조물에 적용되고 있다.

3) 농촌재정비

농촌공간의 재정비는 농업, 농민 그리고 도시민의 관광을 위한 기반조성으로 이루어지고 있으며, 이러한 것을 이루기 위하여 공간정비 가상현실기술, 경관모의 기술 등 리모델링 기술이 기초단계에서 연구가 부분적으로 진행되어 왔으나 실용화를 위해서는 대폭적인 투자와 장기적인 연구가 필요한 실정이다.

4) 수자원

제한된 자원의 효율적 이용과 친환경성 또는 지속가능성과 연계되어 수자원, 농지 및 농촌에너지에 관한 연구개발이 추진되고 있으며, 관련기술의 실용화가 지속되고 있다. 이러한 추세를 볼 때 전통적으로 추진해왔던 단순한 수자원개발, 경지정리 등의 사업은 최소화되고 친환경적, 지속 가능형 개발사업으로서 관련 기술개발이 이루어질 것으로 보인다.

나. 국외동향

연구팀별 특화된 심화연구가 진행되는 동시에 민관협력체계 구축 등 중장기적 종합화된 연구형태가 기 수립되어 실용화목표를 위한 다면적 접근이 활발히 이루어지고 있다.

1) 농업정보 관리시스템

미국, 일본은 이미 농촌정보화에 정부 주도의 집중적인 연구를 지원하고 있을 뿐만 아니라 민간의 연구투자도 매우 적극적이다. 외국의 선진국에서는 이미 GIS, RS기술을 이용하여 가뭄, 홍수, 농작물관리, 토지이용 등 체계적인 농촌 정보화를 구축한 상태이다.

2) 농업기반시설물

미국, 일본 및 유럽 등 선진국의 경우 농업생산성 증진 및 친환경적 농업기반 시설물의 개발을 위해 정부차원의 집중적인 연구와 투자로 현재 고내구성의 친환경적 재료 및 공법이 상당한 수준까지 개발되어 있다.

3) 농촌재정비

서구 및 일본 등 선진국에서는 농촌경관을 수변, 마을 및 자연경관을 쾌적하게 조성하여 국내외 관광객을 맞이할 수 있는 기반으로 조성하였다.

4) 재해관리시스템

RS, GIS 기술을 이용한 홍수, 가뭄 정보시스템을 구축, 홍수지도 등 피난, 복구 시스템의 실용화단계에 이르고 있다.

5) 수자원

수자원 및 농지에 대한 보전 및 효율적 이용은 이미 오래 전부터 선진 외국에서 내세워왔던 명제로서, 관련기술의 지속적인 개발과 투자, 그리고 산업화가 진행되어오고 있다.

6) 대체자원개발

농촌지역 및 농업생산과 관련된 환경문제는 체계적으로 관리되고 개발된 기술에 의해서 적정한 수준으로 더욱 더 개선되고 있는 실정이며, 특히 관련 민간부문산업이 꾸준하게 육성되는 효과를 가져왔다. 바이오매스자원 이용기술은 보다 적극적으로 에너지작물의 재배와 연계하여 추진되고 있는 등 자연 자원의 효율적이고 친환경적 이용에 역점을 두어 다양하게 기술개발이 이루어지고 있다. 일부에너지 전환기술은 오래 전부터 정립되기 시작하여 현재는 보다 효율적인 상품 및 기술개발에 집중되고 있다.

다. 국내동향

농촌자원발굴 및 관리기술 개발은 농공학(농업토목) 분야에서 수자원, 환경, 계획, 시설, 재료, 토질, 정보분야를 통합하여 접근해야 하는 대단히 분야가 넓은 복합과학 분야이나 국내에서는 도시중심의 토목사업 및 연구에 치중하여 상대적 지원이 미미한 실정이다

1) 농업정보 관리시스템

농촌정보화 분야의 국내 연구투자는 농업기반공사, 농촌진흥청의 GIS 기본도구축에 미미한 투자를 하고 있으며, GIS, RS기술을 이용하여 가뭄, 홍수, 농작물관리, 토지이용 등 체계적인 농촌 정보화 활용기술은 초기단계에 머물러 있다.

2) 농업기반시설물

농업기반시설물의 사용수명 증가를 위한 재료 및 공법 개발은 농림부, 농업기반공사, 각 건설회사 등에서 집중적으로 연구하여 적용하고 있으나 농업기반시설물의 특성을 살려 적용할 수 있는 재료 및 공법의 개발은 매우 미흡하다. 또한, 노후화된 농업기반시설물의 보수·보강을 위한 재료 및 공법개발은 농업기반공사 및 각 보수·보강업체를 중심으로 개발되고 있으나 농업기반시설물의 특성에 맞는 공법은 아니며 일반 토목 및 건축 구조물에 적용하는 공법을 그대로 적용하고 있는 실정이다. 농업기반 시설물의 재해에 대한 홍수지도 작성, 관리 등에 관한 기초연구가 진행되고 있다.

3) 농촌정비

GIS, RS를 이용한 농촌계획, 정비, 관리 기술의 연구가 다양한 방면에서 초기단계의 연구를 수행해 왔으나, 실용화를 위한 대폭적이고 체계적인 연구가 필요하다. 관련 기술의 중요성과 필요성에도 불구하고 전통적으로 진행되어왔던 사업의 비중이 아직까지 크다. 향후의 새로운 기술의 도입이나 개발은 장기적인 안목과 추진이 요구되는데 이와 관련된 제도적인 뒷받침이 선행되어야 한다.

4) 재해관리시스템

가뭄 및 홍수 등의 재해가 지속적으로 발생함에도 불구하고 체계적으로 대응할 수 있는 방안이 아직까지 정립되지 못한 상황으로 수리시설의 개보수나 효율적 물 이용 등과 관련된 기술개발 및 적용이 지금까지 적지 않게 추진되어오고 있으나 보다 체계적인 기술개발 및 보급이 절실하다.

5) 수자원

농촌지역의 생활오폐수 처리는 환경공학적 접근방법으로는 비경제적이고 비현실적인 바, 자연환경을 이용하고, 생태공학적 원리를 이용한 방법이 권장되고 있으며 이와 관련된 자연정화 등의 관련기술이 개발되고 제한적으로 실용화되고 있다. 농업용수의 적정 수질을 유지하기 위해 오염원관리, 정화처리, 유역관리 등의 다양한 노력이 경주되고 있으며 이와 관련된 기술개발이 꾸준히 추진되고 있으나 아직 해결해야 할 문제들이 많이 남아있다.

7) 대체에너지의 개발

농업 및 농촌지역에서 활용이 가능한 자연 에너지자원의 평가는 거의 이루어지지 않은 상태이고, 소수력 등의 경우 평가 및 실용화된 사례가 있으나 앞으로 해결해야 할 과제가 많다.

8) 농지

농지의 보전 및 지속가능한 개발을 위해서는 유기질비료의 사용이나 체계적인 농지이용체계가 갖추어지지 않고 있다.

<표 4-9-8> 국내 농촌자원 발굴 및 관리 기술관련 정부지원현황

기술분야	지원개시연도	연구개발사업명	과 제 명
농업 재해방지 및 정보화 기술	1990 1993 1998 2002	농업기반공사 정보화사업 농촌진흥청 정보화사업 농업기반공사 정보화사업	- 농업·농촌용수종합이용계획 시스템 구축 - RGIS시스템 구축 - 농업토양정보시스템 구축 - 농촌용수 물관리 정보화 시스템 구축
농촌 수자원 확보, 토지자원, 에너지 발굴기술	1990년대	농업기반공사 연구지원 사업	- 저수지와 담수호의 수질개선방안 - 간척지 조성후 토양특성변화 및 활용방안 연구 - 지하수개발 및 보전관리 - TM/TC를 이용한 수리시설물의 효율적 운용관리방안 연구 - 간이 가축 분뇨수자원화시스템개발
농촌 기반시설 구축, 농촌계획 및 정비기술	1990년대	농업기반공사 연구지원 사업	- 환경친화형 기계화 경작로의 개발 - 농업수리 구조물의 보수보강 기술 개발 - 산촌지역 정주권 개발 연구 - 친환경 소하천 정비 기술 - 새만금 간척지 토지이용 방안 연구

라. 국내역량

1) SWOT 분석

<표 4-9-9> 농촌자원 발굴 및 관리 기술의 SWOT 분석

강 점(S)	약 점(W)
<ul style="list-style-type: none"> - 도시개발의 한계 - 국토의 효율적인 활용 - 국내기반 기술 및 기간산업의 확보 - 국내 연구 인력 확보 - 산업화를 위한 산업체 활성화 단계 - 시스템 개발 기술의 확보 - 산학기반 구축 	<ul style="list-style-type: none"> - 산업화 기술 수준 및 시장점유율 낮음 - 대부분 연구 단계의 기술 수준 - 산업체 열세성 및 지속연구 투자조건미흡 - 학제간 중심연구센터 등이 부족함 - 분야간 예산 및 사업분야 협력미약 - 기초연구는 부족, 실용화 요구는 높음 - 유무형 자원에 대한 경제성 분석 어려움
기회요인(O)	위협요인(T)
<ul style="list-style-type: none"> - 주 5일 근무제로 농촌관광객 증가 - 전원생활 선호에 따른 농촌 이주 - 농촌을 포함한 환경문제 인식 확산 - 외국관광 기피요인의 증가 - 재해발생으로 농촌기반정비 필요증가 	<ul style="list-style-type: none"> - 타 산업과의 비교우위 평가에서 열세 - 낮은 인지도로 투자우선순위 낮음 - 조기 산업화의 어려움이 존재 - 국내 시장 미성숙 - 국민들의 농촌기반에 대한 인식 미성숙

2) 연구개발능력 분석

가) 국내에서는 농촌자원 발굴 및 확보기술 개발을 위한 인적·기술적 인프라는 확보되어 있으나 체계적 연구의 부족으로 핵심기술 및 실용화 단계로 발전하지 못하고 있는 반면 선진국의 경우 기초기술과 인력양성 등이 충분히 확립된 가운데 인프라 구축 및 실용화를 위한 연구에 본격적으로 진입하고 있다.

나) 국내의 농업기반시설물의 장기수명 증진을 위한 재료 및 기술개발은 인적·기술적으로 매우 미흡한 실정으로 이에 대한 전문인력 양성 및 이를 통한 체계적인 연구가 절실한 반면 선진국의 경우 인력양성 및 기술적 수준이 매우 높다.

다) 농촌공간에 대한 관광자원화는 추진되어오고 있으나, 체계적인 기초연구와 무형의 자원을 유형화하는 기술은 선진국에 비해 열악한 상태에 있다.

라) 최근 가뭄 수해 등으로 농촌기반이 엄청난 피해를 입고 있으나 재해를 예측하고 대책을 세울 수 있는 포괄적 연구 분야에 대한 연구투자가 적은 상태다.

마) 대학에 설치되어 있는 관련분야(농업토목)의 학과 수가 빈약하고, 전문 연구기관이 농업기반공사 농어촌연구원 하나만 존재하여 기초기술개발 및 인력양성에 매우 취약한 실정이다.

바) 농촌자원 발굴 및 관리기술의 개발은 농공학(농업토목) 분야에서 수자원, 환경, 계획, 시설, 재료, 토질, 정보 분야를 통합하여 접근해야 하는 대단히 분야가 넓은 복합 과학 분야이나 국내에서는 도시중심의 토목사업 및 연구에 치중하여 상대적 지원이 미미한 실정인 반면, 선진국에서는 연구팀별 특화된 심화연구가 진행되는 동시에 민관협력체계 구축 등 중장기적 종합화된 연구형태가 기 수립되어 실용화목표를 위한 다면적 접근이 활발히 이루어지고 있다.

사) 포괄적 연구의 성격상, 기술단계연구, 실용화 단계연구로 구분하여 각 분야별 체계적 연구를 수행할 수 있는 대학, 연구기관, 정부조직, 기업체 등의 연계가 필요하며, 이를 위해 연구기관의 대폭적인 확대가 필요하다.

<표 4-9-10> 국내외 연구개발 능력 분석

구분	국내	선진국
농촌수자원, 토지자원 확보 기술	<ul style="list-style-type: none"> - 댐건설, 간척사업 등 과거부터 추진되어온 사업에 집중되어 있음 - 경지정리 등은 그 필요성이 낮아져 예산감축 등으로 나타남 - 친환경적인 수자원개발 및 하수처리장 방류수의 농업용수로 이용 등과 관련된 연구가 추진 중 	<ul style="list-style-type: none"> - 수자원의 효율적 이용을 위해 다양한 첨단과학기술이 접목되어 실용화에 이룸 - GPS를 이용한 정밀농업 등으로 농지의 효율적 이용이 실현되어 가고 있는 상태임
농촌기반시설 구축기술	<ul style="list-style-type: none"> - 농업기반시설물의 장기수명 증진을 위한 독자적인 고내성 재료 및 공법을 개발이 시급함 - 노후화된 농업기반시설물의 보수 및 보강을 위한 독자적인 재료 및 공법의 개발이 시급함 	<ul style="list-style-type: none"> - 외국의 경우 농업기반시설물이 농산물의 수확 후 시공하는 특성을 이용하여 겨울철 공사에 맞는 재료 및 시공공법의 개발이 활발하게 진행되고 있음 - 외국의 경우 겨울철에 보수보강이 이루어져야 하므로 이에 맞는 재료 및 공법의 개발에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있음
농촌계획 및 정비기술	<ul style="list-style-type: none"> - 농촌관광기반으로서 도시민을 맞이할 공간의 재정비가 시급함 - 소규모 지역(마을)별 관광자원화, 특화개념을 도입하고 쾌적한 공간을 조성하는 전략이 필요함 	<ul style="list-style-type: none"> - 도시보다 깨끗한 전원이 인상적이며 외국관광객을 끌어들이 수 있도록 정비해 왔음 - 지역별 관광 특화와 기반조성으로 다른 나라에까지 널리 홍보가 되는 무형자원의 유형화 기술이 개발, 실용화 되고 있음
농촌에너지 발굴기술	<ul style="list-style-type: none"> - 농촌지역에서 개발 또는 활용 가능한 에너지에 대한 연구는 시작 또는 시작이전단계이며 관련 연구 인력도 극히 취약한 상태임 - 일부관련 연구인력 또한 분야별로 분산되어 있으며 공동연구가 이루어져야 함 	<ul style="list-style-type: none"> - 온실가스 감축과 관련하여 다양한 농업부산물, 자연에너지 이용기술이 개발되고 부분적으로 실용화단계에 이룸 - 에너지작물의 재배 등으로 보다 적극적인 개발 및 이용에 이룸
농업재해방지 및 정보화기술	<ul style="list-style-type: none"> - 농업정보화는 기본 자료를 구축하고 있는 단계임. 농업정보 활용은 시급히 연구하여야 하는 단계 - 농업재해예측, 예방기술에 대한 연구는 기초단계이며 광범위한 연구투자가 필요함 - 실용화를 위한 조직, 연구기관의 개선이 요구됨 	<ul style="list-style-type: none"> - 외국에서는 수확량 예측, 농작물 재배관리, 각종 농업재해(수해, 한해, 냉해 등)에 대비하는 시스템 개발 활발함 - 재해대비 시스템이 실용화되고 있으며 광범위한 투자와 국민적 공감대가 형성되어 있음

<표 4-9-11> 기술분야별 연구개발능력

기술분야	연구예산	시설 및 장비	연구인력	기술수준
농촌수자원, 토지자원 확보 기술	30%	50%	40%	66.7%
농촌기반시설 구축기술	40%	40%	40%	33.3%
농촌계획 및 정비기술	10%	50%	40%	66.7%
농촌에너지 발굴기술	10%	20%	20%	41.7%
농업재해방지 및 정보화 기술	10%	60%	50%	75%

제2절 기술로드맵 작성

1. 핵심시스템 구성요소 및 성능목표 설정

농촌자원 발굴 및 관리기술은 농촌의 수자원과 토지를 가치 상승적 개발, 농촌이 가지고 있는 막대한 생물에너지 발굴, 각종 농업관련 재해에 안전한 농촌 공간 구축을 통하여 개발의 최종목표는 장기적으로 안정된 식량생산기반, 도시민의 휴양지 및 녹색관광지로서 농촌공간을 창조하는 것이며, 궁극적으로 도시민의 소비를 유도하여 농촌소득을 증대시켜 농촌민의 삶의 질을 한 단계 높이고, 전 국토를 효율적이고 안정적으로 활용하는 단계까지 설정하였다. 지속가능한 농업생산 및 농촌지역의 건설에 필요한 기반건설을 목표로 농촌주민 뿐만 아니라 국민 전체를 대상으로 한 공간제공에 주안점을 두었다.

<표 4-9-12> 핵심시스템 구성요소와 성능목표

구분	현재	단기 (2004~2006)	중기 (2007~2009)	장기 (2009~2012)
성능목표 구성요소	농촌기반구축 준비단계	농촌자원 발굴단계	농촌자원 확보단계	농촌기반 구축단계
농촌 정보화	기본정보구축	기본정보활용	정보화 구축단계	정보화 정착단계
농업재해 방지	농업재해기술 빈 약단계	농업재해기술 준비단계	농업재해기술 개발단계	농업재해기술 활용단계
농촌수자원확보	친환경적 개발로 방향 전환기	친환경 수자원개 발 및 이용 계획	수자원 효율적 이 용과 복합적 활용 기술개발	해당기술정착 및 보급확대 단계
농촌 토지자원 발굴	생산량 증대에서 지속가능한 토지 이용과 개발중심 으로 전환기	지속가능한 농지 이용과 보전계획 수립단계	농지/토지 자원의 지속가능성을 위 한 순환형 생산/ 소비기술 확립	지역단위 순환형 모델의 정착 및 보급단계
농촌기반시설 구축	농업기반시설 구 축 개발 단계	농업기반시설 구 축 적용단계	농업기반시설 활 용단계	농업기반시설 확 충단계
농촌계획 및 정비	농촌종합정비기술 준비단계	농촌종합정비기술 구축단계	농촌종합정비기술 개발단계	농촌종합정비기술 활용단계
농촌 에너지 발굴	지역에 적합한 농 촌 및 자연 에너 지자원의 발굴 및 계획단계	부존자원의 평가 및 이용계획 수립 단계	중점 에너지 이용 및 활용기술개발	우선순위에 따른 농촌지역 자연 및 대체에너지 보급 단계

2. 기술영역 및 핵심기술

가. 기술영역 및 핵심기술도출

1) 핵심시스템 구성요소별 관련기술

<표 4-9-13> 핵심시스템 구성요소와 관련기술

핵심시스템 구성요소	관 련 기 술
농촌정보화	고해상도 영상을 이용한 농업관련 자원정보의 발굴 기술, 고해상도 영상을 이용한 농작물관리기술, 저해상도 위성을 이용한 광역적 농업관련정보 파악 기술, 농촌 환경 탐측·관리 기술, 항공사진 활용 공간정보 기술, 농업용 담수호 감시 및 관리기술, 농촌 수자원관리 및 확보기술, 농촌 수질관리 및 예측기술, 농촌 생태환경 파악 및 보존 기술, 자동 물 관리 및 제어기술 (TM/TC), 농촌용수 수요 및 공급량 산정기술, 저수지 퇴사량 산정 기술, 농업용 저수지 자동계측 기술, 농촌공간정보 가상현실 기술, 농촌 유무형 자원 평가 기술, 농촌 종합계획 지원 기술, 농촌자원 DB화 기술, 농촌 종합정보시스템 기술, 농산물 재배유통 관리지원기술, 재해대처·피난 지원시스템 기술, 농촌관광자원 원격관리 기술, 농업시설 원격감시제어 기술
농업재해방지	농업가뭄 대응조직 구축 및 관리기술, 농업가뭄 감시기술, 가뭄대책 종합시스템 기술, 농업가뭄 예측기술, 가뭄시 저수지 물 관리 및 농업용수 절수 기술, 악기상에 대비한 중산간 농업홍수 관리기술, 홍수시 농업용 저수지유역 관리기술, 홍수시 농경지 관리기술, 실시간 재해 상황관리 및 유관기관 연계 기술, 댐, 하천, 양배수장 홍수예경보 시스템 기술, 가뭄재해 대처기술, 홍수재해 대처기술, 태풍, 폭설 대처 기술, 재해 피난 복구시스템 기술
농촌수자원 확보	용수로 용수손실저감기술, 관개용 관수로 보급기술, 친환경 소류지 및 댐축조 기술, 농업용수 이용효율제고기술, 농업에 의한 비점오염원관리기술, 관개에 의한 수질정화기술, 농촌오폐수의 자연정화기술, 환경 및 재해와 관련된 수자원관리기술
농촌토지자원 발굴	농지의 지속가능성평가 기술, 농지오염방지기술, 토양유실방지기술, 자원순환형 농지이용기술, 표층토양관리기술 및 법제화, 조건불리 농지의 이용기술, 농지의 복합적 이용기술
농촌기반시설 구축	고내구성 재료개발기술, 고내구성 시공공법기술, 환경친화형 재료 및 시공기술, 고내구성 보수보강 재료개발기술, 고내구성 보수보강 공법개발기술, 환경친화형 보수보강 재료개발기술, 환경친화형 보수보강 공법개발기술, 농업시설 수명 장기화 기술, 나노복합신소재 수리구조물 재료, 경관조화형 교량설계 기술, 농촌오폐수 저장/처리 기술, 고효율 농산물 저장유통시스템, 지하오염방지 하수관거시스템기술

핵심시스템 구성요소	관 련 기 술
농촌계획 및 정비	농업시설 관광자원화 기술, 어메니티 발굴·유형화 기술, 농촌폐기시설 리모델링 기술, 생태관광농원·여가시설 개발기술, 친환경 농촌주택·마을 정비기술, 주민참여 환경정비 관리기술, 유무형의 문화재 발굴·보존기술, 미래형 농촌종합개발 기술, 친생태계 복원기술, 소하천·용배수로 수변공간 리모델링 기술, 농촌시설경관 리모델링 기술, 농촌의 유·무형 자원 다원적 평가 기술
농촌에너지 발굴	부존자원평가, 농업부산물 이용을 위한 수거 및 관리기술, 발효에 의한 에너지생산기술, 열화학적 에너지생산기술, 기존 대체에너지기술의 농업 및 농촌지역 적용기술, 소규모 열병합시설 적용기술, 기타 자연에너지이용기술

2) 핵심기술별 요소기술

<표 4-9-14> 핵심기술별 요소기술

대분류	중분류	소분류	세 분 류
농업재해방지 및 정보화기술	농촌 정보화기술	원격탐사 응용기술	고해상도 위성영상을 이용한 농업관련 자원정보의 발굴 기술
			고해상도 영상을 이용한 농작물관리기술
			저해상도 위성영상을 이용한 광역적 농업관련정보 파악 기술
			농촌환경 탐측·관리 기술
			항공사진 활용 공간정보 기술
		GIS 응용기술	농업용 담수호 감시 및 관리기술
			농촌 수자원관리 및 확보기술
			농촌 수질관리 및 예측기술
			농촌 생태환경 파악 및 보존 기술
			농촌공간정비 가상현실 기술
			농촌 유무형 자원 평가 기술
			농촌 종합계획 지원 기술

대분류	중분류	소분류	세분류
농업재해방지 및 정보화 기술	농촌정보화 기술	분석기술	농촌용수 수자원 분석 기술
			농촌지역 종합개발 지표분석 기술
			농업관련 통계분석 기술
			자동계측기술
			자동 물 관리 및 제어 기술
		정보시스템 및 유무선망 응용기술	농촌자원 DB화 기술
			농촌 종합정보시스템 기술
			농산물 재배유통 관리지원기술
			재해대처·피난 지원시스템 기술
			농촌관광자원 원격관리 기술
			농업시설 원격감시제어 기술
		농업재해 방지기술	가뭄재해 예방기술
	농업가뭄 예측기술		
	가뭄시 농업용수 절수 기술		
	가뭄대책 종합시스템 기술		
	홍수재해 예방기술		악기상에 대비한 중산간 농업홍수관리기술
			홍수시 농업용 저수지유역 관리기술
			홍수시 농경지 관리기술
			실시간 홍수상황관리 및 대비 기술
			댐, 하천, 양배수장 홍수예정보 시스템 기술
	재해비상 대처기술		가뭄재해 대처기술
			홍수재해 대처기술
			태풍, 폭설 대처 기술
			재해 피난 복구시스템 기술

대분류	중분류	소분류	세분류
농촌 수자원 확보, 토지자원, 에너지 발굴기술	농촌 수자원 확보	농업용수 수질개선	축산분뇨처리기술의 표준화
			비점오염원 관리기술의 정립
			농지 등을 이용한 자연정화
			목표수질설정 및 관리기술
		농업용수 개발	지하수관개
			친환경 댐, 보, 소류지개발 기술
			수요량 추정
		농업용수의 효율적 이용 및 관리	관개용 관수로보급
			관개용수량 절감기술
			수로 손실량 추정 및 저감기술
	농촌 토지자원발굴	농지보전	경작방법 및 지형조건별 토양유실방지기술
			표토보존 및 관리기술(법제화)
		농지 생산성향상	농지 양분의 순환이용기술
			규모화 관련기반 조성기술
		복합적 농지 및 토지이용	토지의 복합적 이용기술
			농지이용 효율의 극대화
	농촌 에너지발굴	부존자원 평가	농업부산물 및 간벌목자원
			자연에너지 자원평가
		에너지 전환기술	연료생산기술
			농업용 열 및 전력생산기술
		에너지 활용기술	농업 및 농촌가정용 열병합기술
			농업시설용 냉난방 기술

대분류	중분류	소분류	세분류	
농촌기반시설 구축, 농촌계획 및 정비기술	농촌기반시설 구축기술	농업기반 시설물 건설기술	고내구성 재료개발기술	
			고내구성 시공공법기술	
			환경친화형 재료 및 시공기술	
		농업기반 시설물 보수·보강기술	고내구성 보수보강 재료개발기술	
			고내구성 보수보강 공법개발기술	
			환경친화형 보수보강 재료개발기술	
			환경친화형 보수보강 공법개발기술	
		고성능 신소재 및 공법 기술	농업시설 수명 장기화 기술	
			나노복합신소재 수리구조물 재료	
			경관조화형 교량설계 기술	
			농촌오폐수 저장/처리 기술	
			고효율 농산물 저장유통시스템	
			지하오염방지 하수관거시스템기술	
		농촌계획 및 정비기술	녹색관광기반 조성기술	농업시설 관광자원화 기술
				어메니티 발굴·유형화 기술
	농촌폐기시설 리모델링 기술			
	생태관광농원·여가시설 개발기술			
	농촌생활환경 정비기술		친환경 농촌주택·마을 정비기술	
			주민참여 환경정비 관리기술	
			유무형의 문화재 발굴·보존기술	
			미래형 농촌종합개발 기술	
	자연환경 관리·복원기술		친생태계 복원기술	
			소하천·용배수로 수변공간 리모델링 기술	
			농촌시설경관 리모델링 기술	
			농촌의 유·무형 자원 다원적 평가 기술	

나. 핵심기술 분석

1) 각 핵심기술에 대한 최첨단(State of the art)분석

가) 농업 재해방지 및 정보화 기술

(1) 정의 : 농촌의 수자원, 환경, 생태자원의 파악 및 보존과 더불어, 가뭄과 홍수 등 농업재해를 사전에 완화시키기 위한 목적의 재해감시 및 예측기술을 의미한다.

(2) 범위 : 농촌정보화 및 농업재해방지 관련 기술들을 포괄적으로 포함한다.

(3) 국내외 동향

(가) 국외 동향

국외의 농촌정보화 및 재해방지는 정부차원에서 대대적으로 투자하여, 그 관리조직 및 인터넷기반의 정보시스템이 구축 및 활용되고 있는 단계다.

- ① 다양한 수자원 문제를 해결하기 위하여 수자원 평가, 관개, 토양침식, 지표수/지하수 오염, 하천유량/지하수량 및 수질 실시간 예측, 토지이용 및 기후변화의 영향 등 다양한 분야에서 정보 및 분석시스템의 개발이 진행되고 있다.
- ② 미국의 본토안정부(US Department of Homeland Security)에서는 홍수재해에 대하여 연방비상관리국(FEMA, Federal Emergency Management Agency)을 두고 홍수지도, 태풍 및 호우 예측 등을 비롯하여 재해발생시 대처할 수 있는 지침과 포괄적 정보시스템을 운영하고 있다.(<http://www.fema.gov>)
- ③ 일본의 경우, 주요하천별로 홍수시 침수실적도, 침수예상구역도를 작성 공표하여 홍수예보의 전달 및 주민 피난 정보 등을 제공하는 비상대처시스템이 실용화 단계에 있다.
- ④ 미국은 1996년 겪은 가뭄으로 일련의 정치적인 조치를 취하여, 서부지역 연합체의 창조하에 서부 가뭄협의회가 발족되었으며, 1998년 7월 16일 미국의회가 통과시키고, 클린턴 대통령이 재가한 국가가뭄정책조례(Public Law 105-199)가 탄생하였다. 미국 Texas, Montana, Pennsylvania, Oklahoma, New Mexico, South Carolina, Nebraska 주는 가뭄관련 웹페이지를 보유하고 있는 바 이들의 웹사이트는 <http://enso.unl.edu/ndmc/go/go.htm> 이다

⑤ 국외 정보시스템의 개발 및 적용 현황

<표 4-9-15> 국외 정보시스템의 개발 및 적용 현황

문제의 유형	시스템 적용 현황				
	과학적기반의 적합성	과학적 검증 정도	시범유역에서의 검증	실질적 운영	실질적 운영상의 주요 문제점
수자원 평가 - 지하수 - 지표수	양호 매우 양호	양호 매우 양호	적합 적합	일부지역 일부지역	행정/경제적 지원 행정/경제적 지원
관개(농촌용수)	양호	양호	일부 적합	매우 제한적	기술 및 행정/경제적 지원 필요
토양침식	보통	보통	매우 제한적	없음	과학적 발전 필요
지표수 오염	양호	양호	적합	특정지역	행정/경제적 지원
지하수 오염 - 점원(매립) - 비점원(농업)	양호 보통	양호 보통	일부 적합 매우 제한적	일부지역운영 매우 제한적	기술 및 행정/경제적 지원 필요
실시간 예측 - 유량/수위 - 지표수 수질 - 지하수위 - 지하수 수질	매우 양호 양호 매우 양호 보통	매우 양호 양호 매우 양호 보통	적합 적합 일부 적합 없음	여러 지역 일부지역 매우제한적 없음	없음 자료부재, 행정/경제적 지원 필요 과학적 발전 필요
토지 이용 변화의 영향 - 수량 - 수질	양호 보통	보통 보통	보통 보통	매우제한적 없음	과학적 발전 필요 과학적 발전 필요
수생태계	보통	보통	매우 제한적	매우제한적	과학적/기술적 발전 필요
기후변화 영향 - 수량 - 수질	양호 보통	양호 보통	보통 없음	매우제한적 없음	과학적 발전 필요 과학적 발전 필요

⑥ 미국 여러 주의 가뭄관련 웹사이트

State	Web Site Address
Montana	http://nris.state.mt.us/Drought/
Nebraska	http://carc.nrc.state.ne.us/carcunl
New Mexico	http://weather.nmsu.edu/drought
Oklahoma	http://www.state.ok.us/~owrb/features/drought.html
Pennsylvania	http://www.dep.state.pa.us/dep/subject/hotopics/drought/
South Carolina	http://water.dnr.state.sc.us/climate/sco/drought.html
Texas	http://rio.twdb.state.tx.us/rio/hydro/drought.html

(나) 국내

국내에서는 농업기반공사가 농촌용수 물관리정보화, 농촌진흥청이 농업토양 환경정보와 관련하여 자료구축단계이며, 실질적인 정보 콘텐츠의 구축 및 활용에 대한 연구개발은 미비하다. 물부족 국가로 분류되고 수자원이용이 경합됨에 따라서 양적 확보와 질적 유지 및 개선이 절실한 상태이며, 농지면적의 감소로 기존농지의 생산성유지 및 보전이 중요하다.

(1) 농촌재해관리 및 정보시스템

① 농업기반공사가 “종합적인 농어촌정보 체계”를 구축하기 위한 목적으로 농촌지형 정보시스템(RGIS)이라는 이름으로 1994년부터 정보화 사업에 착수하여 현재 인터넷 상으로 기본적인 대국민 서비스를 시행하고 있다.

② 농촌진흥청은 산하 농업과학기술원이 2001년 6월부터 전국 농지의 성질 및 성분 등을 분석한 정밀토양도를 GIS로 제작하였다. 이를 기반으로 해서 분석된 각 토양별 적합한 생물과 생물의 성장환경에 맞는 토양연구 등의 자료를 관련 행정기관 및 농민들에게 인터넷으로 서비스할 목적으로 농업토양환경정보시스템을 구축하고 있다.

③ 21세기 우주경쟁 시대를 맞이하여 우리나라도 1999년 12월 한국항공우주연구소에서 다목적실용위성 아리랑 1호(KOMPSAT-1)를 발사하여 현재 한반도 주변의 위성영상을 저가로 공급하고 있으며, 2004년에는 1m의 공간해상도를 가지는 KOMPSAT-2를 발사할 계획에 있어, 이를 이용하는 응용분야에서의 활발한 연구가 기대된다.

④ 농업분야는 RS (Remote Sensing; 원격탐사) 기법을 활용하면 무한한 잠재력을 발

회할 수 있는 응용분야이다. 위성영상을 활용한 구름 및 강우분포, 홍수와 가뭄 피해 지역, 작물의 생육상태와 수확량, 토양수분과 증발산량의 파악, 자연 생태계의 변화, 수질오염 감시 등 그 활용의 영역이 매우 넓다.

나) 농촌 기반시설 구축, 농촌계획 및 정비기술

(1) 정의 : 농촌 생산량 증진을 위한 농촌 기반시설물 구축, 농촌계획 및 정비를 위한 기술을 의미한다.

(2) 범위 : 농촌 기반시설 구축 및 농촌계획 및 정비기술 등을 포함한다.

(3) 국내외 동향

① 국외

국외의 농촌 기반시설 구축, 농촌계획 및 정비기술은 정부차원의 대대적인 투자와 정비로 기계화 경작이 완벽하게 가능한 단계이며, 농촌공간은 쾌적하게 정비하여 국내외관광객으로 하여금 재차 방문을 유도하고 있으며, 이로부터 농촌경제를 활성화하는 실용화 단계에 있다.

농업생산량 증대와 이에 필요한 각종 농촌기반시설물의 고내성화 및 환경친화 재료 및 공법이 개발되어 적용되고 있다. 대다수 선진국은 후진국에 비하여 농촌지역을 상대적으로 풍요롭게 정비한 것이 공통점이라 할 수 있으며, 인간정주환경, 생태환경, 생산기반환경 등이 복합적으로 관광객을 유도할 수 있을 정도로 많은 투자와 정비실적을 갖고 있다. 일본의 경우 지역별 특화를 활성화하고, 관련된 농촌기반을 정비하여 유, 무형의 농촌자원을 매개로 지역 경제를 활성화를 도모하고 있어 농업기반정비 기술을 녹색관광기반정비로 승화시킨 대표적인 사례를 보여주고 있다.

독일은 농촌기반정비와 녹색관광정책을 연계하여 추진하고 있다. 농촌측 정비를 위해 조건불리지역 정책 및 농지정비사업을, 도시측 지원을 위해 도시농촌교류정책을 활발히 추진 중이며, 관련법령을 정비하여 체계적으로 농촌공간을 정비해오고 있다. 독일 농촌지역을 지키지 않으면 독일 전국토가 황폐화된다는 논리로 마을 단위의 아름다운 마을 가꾸기에 착수하여 전체 농촌공간을 관광기반으로 조성해 오고 있다.

프랑스는 민박을 중심으로 한 농촌관광을 활성화하여 농촌에 민박중심의 농촌기반을 정비하고 정부의 대대적인 지원으로 도농교류 농촌관광기반을 구축해 오고 있다.

② 국내

국내에서는 농업기반공사, 각 건설회사 및 보수·보강 회사에 농업기반 시설물의 신규건설 기술 및 보수보강 기술이 개발되고 있으나 농업기반시설물의 특성을 고려한 공법의 개발은 미비한 실정이다.

많은 기관을 중심으로 지역특성, 주민의사를 살린 특성있는 농업을 통하여 도농교류의 활성화 꾀하고 있으나 관련 기초연구가 체계적으로 진행되고 있지 못하며 연구인력과 연구투자의 확보가 필요한 상태다. 농업기반공사는 농업기반시설물의 장기수명 증진을 위한 고내구성 재료의 개발 및 품질, 시공관리를 위한 지침서를 개발하고 있다. 행정 각 부처는 각 부처의 목표에 맞게 그 사업을 시행하고 있는 바, 농림부는 농촌 어메니티 정책 및 그린투어리즘 사업을 진행하고 있으며, 마을 단위의 문화마을 사업, 행정자치부는 아름마을 가꾸기 사업, 산림청의 생태산촌사업, 환경부의 생태마을 조성사업 등이 진행되어 오고 있으며, 관련된 기초연구도 일부 병행되고 있다. 또한 각 건설회사(현대건설, 대우건설, 대림건설, 삼성건설 등)가 농업기반시설물의 신규건설을 위한 재료 및 공법을 개발하고 있어 농촌기반 정비 및 구축에 도움이 될 것으로 보인다. 또한 각 보수·보강회사가 농업기반 시설물의 보수·보강을 위한 재료 및 기술을 개발하고 있다.

(3) 농촌 수자원확보, 토지이용, 에너지발굴기술

(가) 정의 : 농촌지역 수자원의 양적 확보와 질적 개선, 농지를 포함한 농촌지역 토지의 지속가능한 개발 및 관리, 그리고 농업과 농촌지역에서 활용이 가능한 농업부산물 및 자연에너지를 발굴하고 활용하는 기술을 의미한다.

(나) 범위 : 농촌지역 수자원의 친환경적 신규개발, 수자원의 효율적 이용, 농촌지역 수질개선, 농업 및 농촌지역의 오염부하량 저감, 농지의 효율적 이용, 지속가능한 농업생산을 위한 농지의 보전과 관리, 농업부산물 및 자연에너지 자원의 개발과 이용 등에 관련한 기술이 포함된다.

(다) 국내외 동향

① 국외 동향

제한된 수자원과 토지자원의 보전과 지속가능한 개발을 위하여 다양한 노력을 경주하고 있으며, 지구온난화 방지위한 온실가스 감축방안의 하나로 다양한 자연에너지자원을 발굴, 기술개발, 실용화에 박차를 가하고 있다.

㉓ 수자원 관련기술

친환경적인 수자원의 신규개발 뿐만 아니라, 효율적인 이용을 위해 다양한 기술을 개발하고 실용화하고 있으며, 첨단 과학기술을 접목하고 있다. 수자원의 적절한 이용을 위해서는 수질관리가 병행되어야 함을 인식하여, 생활오폐수와 같은 점오염원의 관리는 이미 철저하게 이루어지고 있으며, 다양한 비점오염원의 관리를 통해서 수질 개선 노력을 하고 있는 상태다.

㉔ 환경오염 관련기술

일반 수질오염에 의한 농업피해를 막는 것을 비롯, 농업생산 활동에 의한 수질오염문제를 해결하기 위해 다양한 기술을 개발, 실용화를 추진하고 있으며, 오염물질 배출량을 줄이기 위한 생물계를 이용한 생태공학적 접근방법이 다각도로 추진되고 있다.

㉕ 대체에너지 개발기술

온실가스 감축에 대한 노력의 일환으로서 농업부문에서 조달이 가능한 부산물 바이오매스와 소수력, 풍력 등과 같은 자연에너지를 이용하는 기술개발이 이미 상당한 수준에 이르렀으며, 에너지 전환 및 활용 효율을 개선하기 위한 연구개발이 추진되고 있다.

② 국내동향

물부족 국가로 분류되고 수자원이용이 경합됨에 따라서 양적 확보와 질적 유지 및 개선이 절실한 상태이며, 농지면적의 감소로 기존농지의 생산성유지 및 보전이 중요하다. 또한 에너지의 해외의존도 및 화석연료의존도가 높아 농업부문과 관련하여 가채량이 상대적으로 높은 부산물 바이오매스의 활용이 절실하다.

㉠ 수자원 관련기술

“수자원의 지속적 확보기술개발” 사업단의 발족 등 국가차원에서 수자원의 확보와 개발, 효율적 이용에 대한 관심이 커져 왔으며, 전체 수자원 이용량의 50% 수준에 이르는 농업용수의 관리는 대단히 중요하다고 할 수 있다. 이러한 이유로 국가차원의 수자원확보는 농업용수의 신규개발 및 효율적 이용에 의해 크게 영향을 받기 때문에 이에 대한 기술개발 및 관련기술의 실용화가 전제되어야 한다.

㉡ 오염관련 기술

수질관리를 위해서 오염총량제 등의 제도가 일부 지역에서 시행되고 점차 확대되어 가는 시점에서 농업부문에서의 오염원 관리는 대단히 중요한 문제로 부각되고 있으며, 관련 기술개발이 절실한 상태다. 또한 축산분뇨에 의한 수질오염문제는 일부 지역에서는 집중 관리되어야 하는 가장 큰 문제로 남아 있기 때문에 이를 수질, 토양, 자원의 효과적 이용 등 종합적으로 다루고자 하는 기술개발이 많은 분야에서 시도되고 일부 적용되고 있다.

㉢ 대체에너지의 개발기술

농업부산물을 이용한 에너지전환 및 이용기술은 국내에서 극히 초보적인 단계로, 관련시설은 농업 및 농촌의 기반시설로서 제공되어야 하기 때문에 제공 및 지속적으로 관리할 수 있는 기술이 최근에 이르러 시도되고 있다. 농촌지역에서는 에너지이용 시설이 분산되어 있기 때문에 지역에 적합한 에너지생산시설을 현지에서 보급하여 활용하는 방향으로 기술이 개발되어야 한다. 그러나 관련 연구 인력과 분야에 대한 인식이 아직까지 저조한 상태다.

2) 핵심기술별 연구개발전략

가) 핵심기술별로 우리의 현 기술수준, 기술의 priority, 국내기술 개발역량, 기술성숙도, 기술도입곤란성을 종합적으로 분석하여 연구개발전략을 설정한다.

<표 4-9-16> 자원핵심기술수준 및 연구개발전략

핵심 기술 내용	우리의 현기술수준	기술의 priority	국내기술 개발역량	기술 성숙도	기술도입 곤란성	연구 개발전략
인공위성 응용기술	■	◎	○	◎	◎	실용화연구
GIS 응용기술	△	◎	△	○	◎	실용화연구
정보시스템·유무선망응용	△	◎	△	○	◎	실용화연구
가뭄재해	△	◎	△	○	◎	실용화연구
홍수재해	△	◎	△	○	◎	실용화연구
재해비상대처기술	△	◎	△	○	◎	실용화연구
농업기반시설물 건설기술	△	◎	○	○	◎	실용화연구
농업기반시설물 보수보강기술	△	◎	○	○	◎	실용화연구
고성능 신소재 및 공법 기술	△	◎	○	○	◎	실용화연구
녹생관광기반 조성기술	△	◎	○	○	◎	실용화연구
농촌생활환경정비기술	△	◎	○	○	◎	실용화연구
자연환경 관리·복원기술	△	◎	○	○	◎	실용화연구
농업용수수질개선	△	◎	○	△	◎	실용화연구
용수의 효율적 이용 및 관리	○	◎	△	△	◎	실용화연구
농지보전	○	◎	○	○	◎	제도화/ 실용화연구
농지의 생산성향상	△	◎	○	△	◎	제도화/ 실용화연구
농지의 복합적 이용	△	○	○	△	◎	제도화/ 실용화연구
농촌에너지 부존자원평가	△	◎	○	△	◎	기초기반 연구
에너지 전환기술	△	◎	△	△	○	기술개발/ 실용화연구
에너지활용 기술	○	○	○	△	○	실용화연구

나) 핵심기술별 추진전략

(1) 농업재해방지 및 정보화 기술

기존 R&D와 연계하여 핵심기술을 확보한 후 신속한 실용화

<표 4-9-17> 농업재해방지 및 정보화 기술 추진전략

구 분	추진 전략	연구 개발전략
인공위성 응용기술	우리나라 인공위성 자료의 활용과 응용가능성에 입각한 선택적 집중 개발	실용화연구
GIS 응용기술	NGIS 및 기 구축자료의 활용을 극대화하고, 신규 GIS 자료의 우선순위에 따른 구축을 통한 GIS 응용 및 활용기술 집중개발	실용화연구
정보시스템 및 유무선망 응용기술	유무선망의 네트워크 기술과 각종 정보시스템 기술을 농촌자원분야에 도입하고, 농업 및 수리시설 등의 원격 감시제어기술 개발	실용화연구
가뭄재해	농업가뭄에 실질적으로 도움을 줄 수 있는 현실적, 가시적 가뭄감시, 대응/예측기술 개발	실용화연구
홍수재해	농업홍수에 실질적으로 도움을 줄 수 있는 현실적, 가시적 홍수감시, 대응/예측기술 개발	실용화연구
재해비상대처기술	댐, 하천, 양배수장 등의 홍수예경보시스템을 바탕으로 재해발생을 예측하고, 발생시 대처계획을 단계별로 수립하여 피난, 복구 등의 시스템 집중개발	실용화연구

2) 농촌 수자원 확보, 토지이용, 에너지 발굴 기술

기존 R&D와 연계하여 핵심기술을 확보한 후 신속한 실용화

<표 4-9-18> 농촌 수자원 확보, 토지이용, 에너지 발굴 기술 추진전략

구 분	추진 전략	연구개발전략
농업용수개발	친환경적 용수원 신규개발, 용수재이용(처리장 방류수) 기술개발	실용화연구
농업용수수질개선	축산분뇨의 자원화 비점오염원 관리기술개발 자연생태를 이용한 정화공법개발	실용화연구
용수의 효율적 이용 및 관리	용수로 누수방지기술 관수로화 기술개발 용수관리의 자동화	실용화연구
농지보전	토양유실방지공법의 개발 및 적용 표토관리법의 제정 및 관련기술의 정립 유출수 저감 및 관리기술개발	제도화/실용화 연구
농지 생산성향상	농지의 양분수지 관리 미래 영농조건을 고려한 규모화 및 지역화	제도화/실용화 연구
농지 복합적 이용	관광농업과의 연계 생태학적 고려	제도화/실용화 연구
농촌에너지 부존자원평가	부산물자원 부존량 조사 및 발생특성조사 농촌지역 가용 자연에너지 부존량 및 분포조사 지역단위 적용 모형 개발	기초기반연구
에너지 전환기술	생물 화학적 전환공법, 열화학적 전환방법 건조 및 탄화 등의 전처리공정 정제기술개발	기술개발/실용화연구
에너지활용 기술	생산된 연료의 특성에 따른 활용기술개발 생산시설 및 농가에서의 활용기술 : 냉난방/전력생산 농촌지역 소규모 열병합방식 활용기술	실용화연구

3) 농촌 기반시설 구축, 농촌계획 및 정비기술

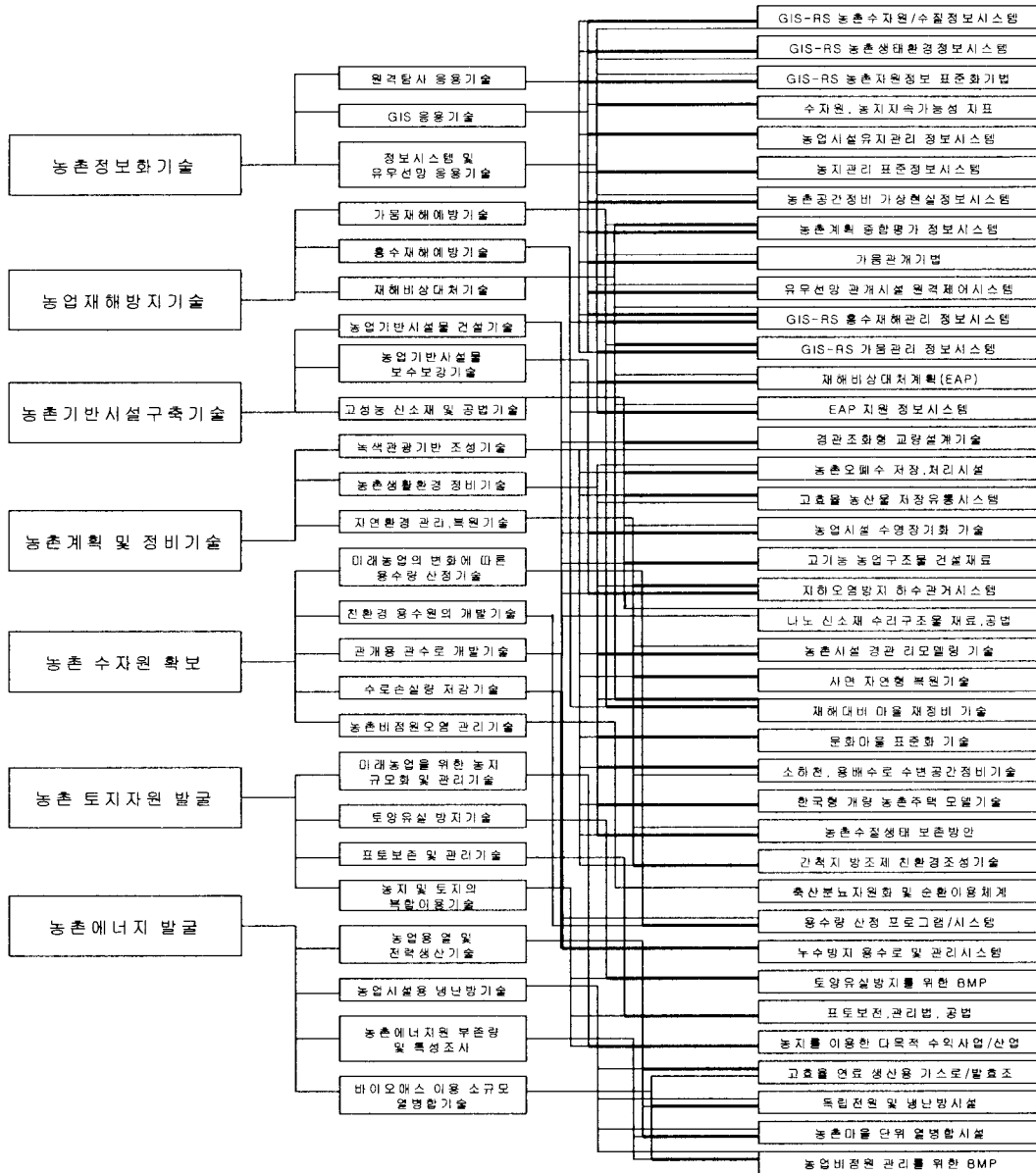
기존 R&D와 연계하여 핵심기술을 확보한 후 신속한 실용화

<표 4-9-19> 농촌 기반시설 구축, 농촌계획 및 정비기술 추진전략

구 분	추진 전략	연구개발전략
농업기반시설물 건설기술	우리나라 계절, 기후학적, 시공조건, 농업기반시설물 적합한 친환경적이며 농업생산성 증진을 위한 고내구성재료 및 신공법 집중 개발	실용화연구
농업기반시설물 보수보강 기술	겨울철에 적용하여 고내구성 및 장기수명을 증진시킬 수 있는 보수보강재료 및 공법 기술 개발	실용화연구
고성능 신소재 및 공법 기술	수명이 장기화 될 수 있는 친환경적, 고내구성 신소재 및 신공법 개발	실용화연구
녹생관광기반 조성기술	기존의 농업생산기반위주의 각종 시설정비 개념을 도시민을 위한 관광개념을 도입한 정비개념을 전개하는 재정비 기술을 집중개발	실용화연구
농촌생활환경 정비기술	농촌주택, 마을, 기타 기반시설들을 농촌주민이 쾌적하게 살 수 있고 관광객을 위한 깨끗한 환경을 정비할 수 있는 기술개발	실용화연구
자연환경 관리·복원기술	농촌공간에 생태환경을 보전, 복원하여 친환경 생태공간으로 조성할 수 있는 기반 정비기술을 집중개발	실용화연구

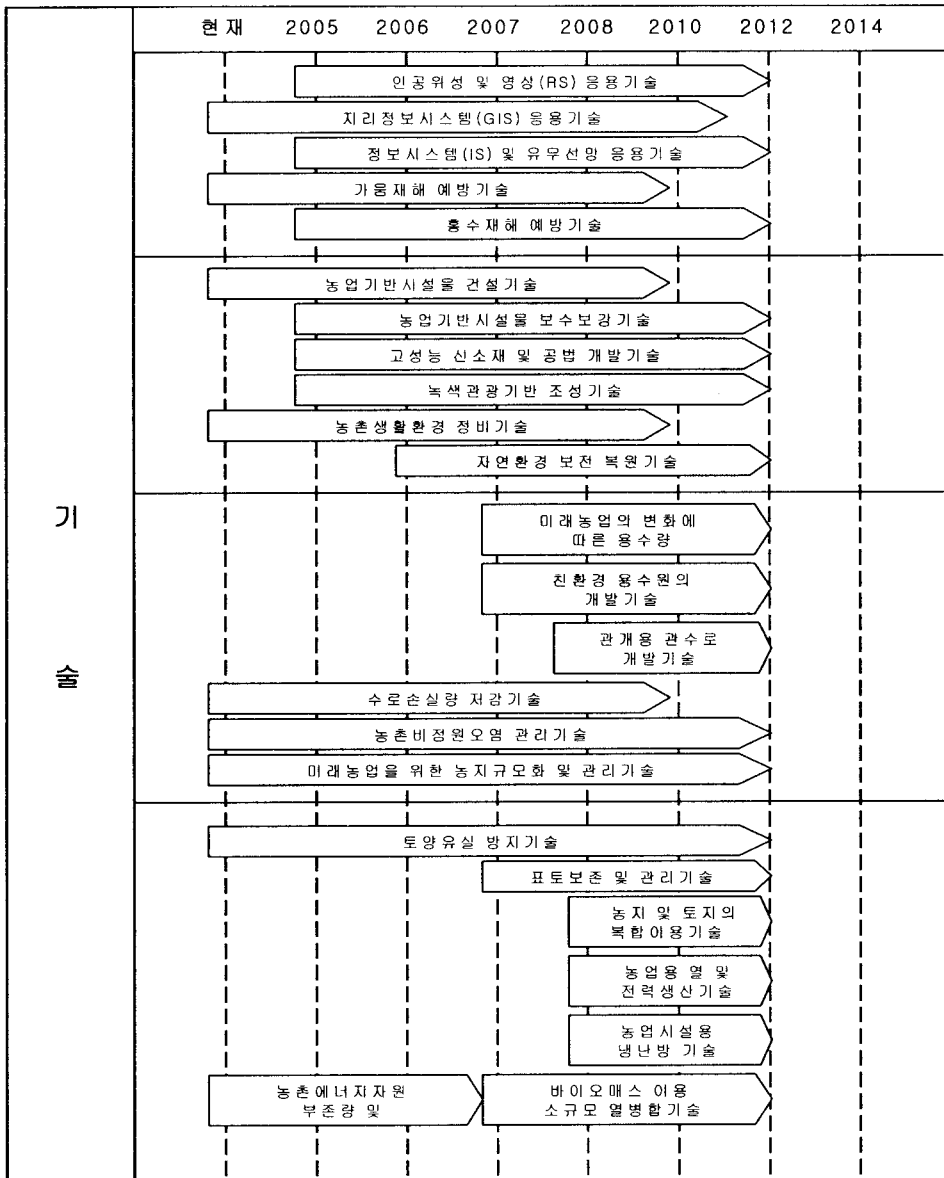
3. 기술로드맵 전개

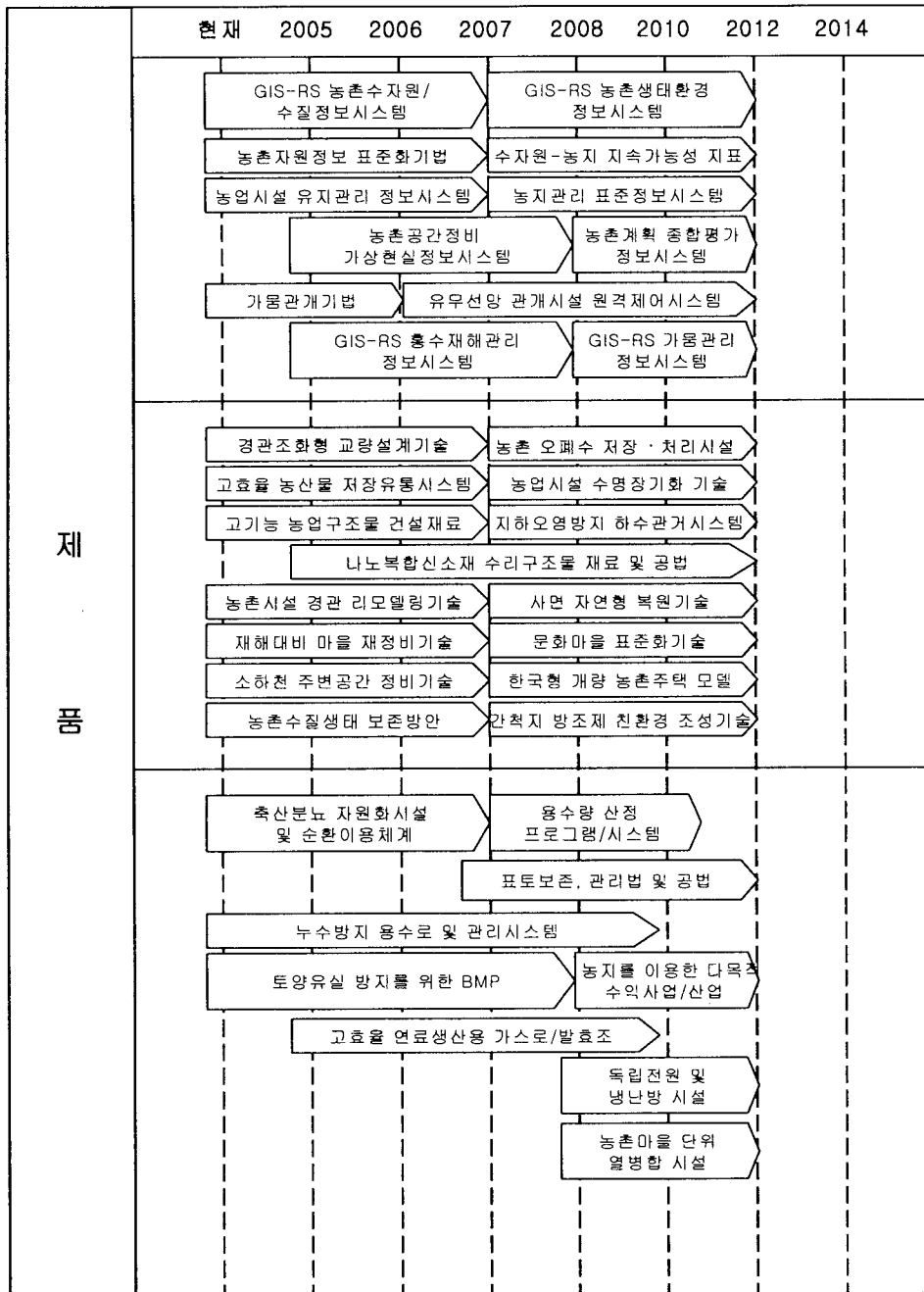
가. 기술-제품 연관관계



<그림 4-9-3> 기술·제품 연관도

나. 매크로 기술로드맵





4. 실행계획을 위한 제안(recommendation)

도시화, 산업화의 결과로 농촌기반의 급속한 쇠퇴를 가져온 지금 농산물 시장개방 시대에서 농업의 경쟁력을 확보하기 위해선 농업기반의 재구축이 필요하며, 이에 필요한 농촌자원 발굴 및 관리기술 개발은 정부차원의 체계적·장기적 지원이 필요한 기술이다.

가. 농촌자원 발굴 및 관리기술 개발

농촌자원 발굴 및 관리기술은 장기간의 시간 소요와 함께 대규모의 자본투자가 필요하기 때문에 산업체나 민간차원의 개별적 노력으로 접근하기에는 한계가 있어 보다 체계적이면서 장기적 차원에서 정부주도로 추진하는 것이 필요하다.

나. 기술 분야의 네트워크 형성

정부주도로 가시적인 성과를 창출하기 위해서는 각 기술 분야별로 네트워크가 형성된 추진체계 모델이 바람직하다.

다. 기술적용을 위한 관련부처 지원 및 협조구조 구축

1) 기술적용을 위해서는 농촌사랑, 국민적 협조, 상위 국토계획 등 법령정비 없이는 불가능한 연구이기 때문에 실용화에 앞서 관련 부분에 대해 정부지원과 협조를 얻을 수 있는 내부구조를 구축하는 것이 필요하다.

2) 민간부문 산업이 생겨나고 지속적으로 발전할 수 있는 기술개발뿐만 아니라 제도적인 방법을 같이 모색되어야 하며, 민간부문산업이 육성되도록 제도적, 기술적 노력이 절실히 요구된다.

제3절 맺 음 말

지속가능한 농촌사회 및 농업생산을 위한 기반건설 기술개발은 시대적 요구이며 농촌자원 발굴 및 관리는 우리나라 국토의 활용기반을 견고히 하는 국가기본과제다.

본 자원 분야에서는 기술의 명칭을 “농촌자원 발굴 및 관리기술”로 설정하였으며, 이 기술은 미래지향적 농촌정비, 농업기반시설의 구축, 농업인의 안정적 영농을 위한

공공기반구축, 유무형의 농촌자원을 발굴하고 관리하여 지속가능한 농촌기반을 정비하는 기술을 말한다. 이 기술의 범위로는 농촌수자원 확보기술, 농촌 토지자원 개발기술, 농촌기반시설 구축기술, 친환경적 농촌 정비기술, 농촌에너지 발굴기술, 농업재해 방지기술, 농촌 정보체계 구축기술 등이 포함된다. 이러한 농촌자원 발굴 및 관리 기술은 정부차원의 체계적·장기적 지원이 필요한 기술이기 때문에 적극적인 정부의 참여가 필요하다.

농촌자원 발굴 및 관리기술은 농촌의 수자원과 토지를 가치 상승적 개발, 농촌이 가지고 있는 막대한 생물에너지 발굴, 각종 농업관련 재해에 안전한 농촌 공간 구축을 통하여 개발의 최종목표는 장기적으로 안정된 식량생산기반, 도시민의 휴양지 및 녹색관광지로서 농촌공간을 창조하는 것이며, 궁극적으로 도시민의 소비를 유도하여 농촌소득을 증대시켜 농촌민의 삶의 질을 한 단계 높이고, 전 국토를 효율적이고 안정적으로 활용하는 단계까지 설정하였다. 지속가능한 농업생산 및 농촌지역의 건설에 필요한 기반건설을 목표로 농촌주민 뿐만 아니라 국민 전체를 대상으로 한 공간제공에 주안점을 두었다.

농촌공간의 효과적 관리 및 개발은 사회적, 환경적 측면에서 큰 파급효과가 기대되며, 노인인구 증가, 전원생활 호감, 주 5일 근무제 등 도시 관련 환경요인을 감안하더라도, 국가적 필요성, 전략적 중요도 등을 고려해 볼 때, 높은 관심을 가지고 선투자하여야 하는 기술이다.

제 10장 축산 · 수의분야

제1절 비 전

1. 축산 · 수의기술의 개요

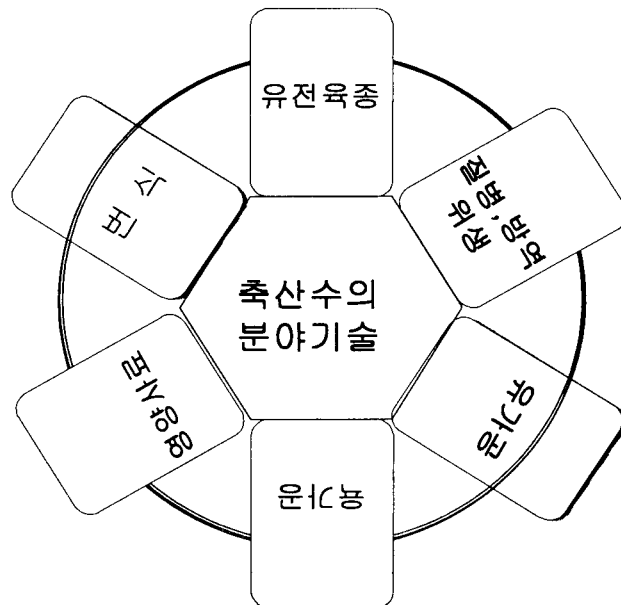
가. 축산 · 수의기술의 정의, 범위, 필요성

1) 정의

축산 · 수의기술은 축산물 생산, 유용동물의 이용 및 인간의 반려동물에 관련된 기술을 다루는 분야로 정의된다.

2) 범위

축산 · 수의기술이 다루고 있는 범위는 축산물의 생산에 관련된 기술들로 번식, 유전육종, 가축질병 방역 및 위생, 유 · 육가공, 영양사료 등의 분야를 포함하며(그림 4-10-1), 각 분야가 포함하는 영역은 다음과 같다.



<그림 4-10-1> 축산 · 수의 기술의 범위

가) 번식 : 체세포복제 및 번식기술 실용화, 각 동물별 체세포복제기술, 형질전환기술, 복제수정란이식

나) 유전육종 : 유전능력 분석 및 활용기술 실용화, 유전자원 보존, 우수종축 선발 및 개량, 유전능력 조기판별 및 평가 기술, 생체 비파괴 형질 측정 기술

다) 질병·방역 : 질병진단 및 분석기술개발

라) 영양사료 : 기능적, 친환경적 영양사료개발

마) 육가공 : 신선육/육제품의 품질관리 및 품질평가기술

바) 육가공 : 유산균 및 유제품 분석을 통한 가공식품개발

사) 위생 : 축산물의 위험분석 및 위생관리 프로그램개발

아) 기타 : 동물복지, 동물생태 및 행동, 축산시설, 특수동물(반려동물)

3) 축산·수의기술의 필요성

축산·수의기술의 개발은 우리나라 농업부문이 당면하고 있는 시장논리, 그리고 자유무역주의에 의한 시장개방 등에 따라 그 필요성이 더욱 증대되고 있다. 한편, 소비자들의 축산물의 고품질화, 안전한 축산물에 대한 관심의 증가 등은 우리나라 축산물이 가격경쟁력에서의 불리한 조건을 극복할 수 있게 해 주는 큰 요인이 되고 있다. 구체적인 방안으로서 유전육종의 경우 소비자의 요구가 수용될 수 있는 육종소재 개발에 따른 차별적 종축개량이 필요하다. 고품질 한우·종모우 선발, 균일한 부분육 수율을 가지는 종돈의 개발, 국내 재래유전자원을 확보, 개량을 통한 브랜드 소재 활용으로 인한 차별적 상품전략확보 및 저비용 가축, 우수 유전인자 검색기술을 통한 경제적인 능력 정보활용 시스템 확보 등이 특히 필요하다고 할 수 있다.

이러한 것을 달성하기 위한 세부적인 기술부문에서 번식의 경우 가축번식 생리기술을 이용한 동물생물공학분야의 급진적인 발전을 통한 고부가가치 생물산업으로의 육성이 시급하다. 영양사료분야에서는 과거 축산물 생산위주의 기술개발과 축산물 품질기준에서 環境親和的, 동물 복지를 고려한 축산, 안전성, 기능성을 중시하는 방향으로 전환되고 있는데, 이러한 관심사들을 영양·사료적으로 해결하는 기술의 개발이 필요하다. 더불어 우리의 여건에 적합한 한국형 영양 및 사양관리 프로그램의 개발 역시 중요시될 것으로 판단된다. 육가공분야에서는 수입자유화의 시대에 국내에서 생산되는 축산식품의 품질향상, 품질관리, 위생, 안전성 등이 소비자에게 보장될 때만이 국내 축산물이 수입 축산물에 대해 경쟁력을 가질 수 있으므로 이에 대한 기술개발 및 보급이 필요하다. 또한 질병 위생분야에서는 질병의 초기진단과 예방을 위한 대책이 필요하고 축산물 위생관리 체제의 확립이 절실히 요구된다.

나. 비전

1) 시나리오 구성

축산·수의분야의 미래기술을 예측하기 위하여 축산·수의 분야에 영향을 미치는 요인들을 살펴보고, 이 요인들을 축산·수의분야의 로드맵에 영향을 미치는 기본요소로 설정하고자 한다.

가) 외부환경분석

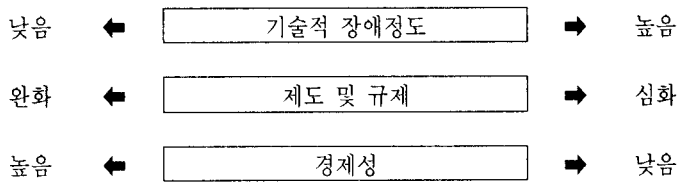
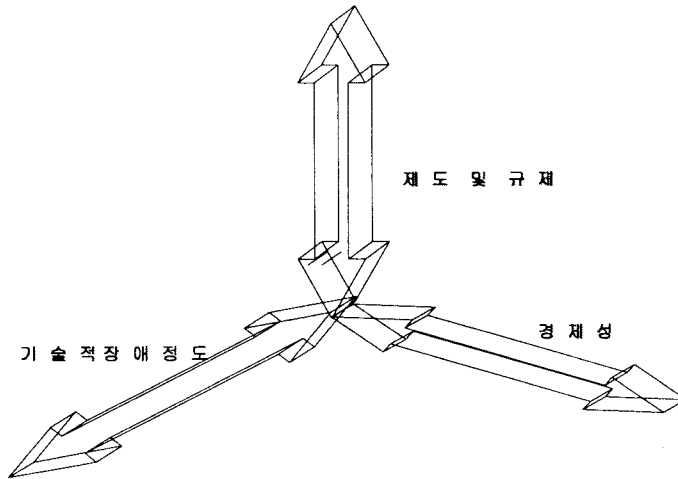
축산수의분야에 영향을 미치는 외부요인을 충격의 정도와 불확실성의 정도에 따라 살펴보았다(표 4-10-1). 축산수의분야에 불확실성은 적지만 충격이 큰 요인으로는 'WTO 등에 의한 시장개방확대', 'IT, BT, NT 등 기술융합' 등을 들 수 있으며, 불확실성의 정도가 크며 충격 또한 큰 요인으로는 '주변경쟁국의 관련 기술 확보 가능성 및 특허출원', '생명윤리 문제' 등을 들 수 있다.

<표 4-10-1> 영향요소의 파급효과와 불확실성 분석

파 급 효 과	High Impact	<ul style="list-style-type: none"> • WTO 등에 의한 시장개방 확대 • IT, BT, NT 등 기술융합 • 차별화된 제품수요 • 축산물의 생산성향상 • 이식용 장기생산 • 동물생물공학 기술확보 • 동물생물공학분야 선진화 • 희귀 의약품 대량생산 	<ul style="list-style-type: none"> • 주요선진국의 관련 기술 확보 가능성 • 정부의 지원/투자 • 국내연구역량 • 새로운 바이오 산업창출 • 필요한 지적 재산권 확보 • 축산관련 산업의 발전 • 필요한 지적 재산권 확보 	<ul style="list-style-type: none"> • 주변경쟁국의 관련 기술 확보 가능성 및 특허출원 • 실용화까지의 시간 및 투자액 • 생명윤리 문제(법 제정 및 규제) • 바이오산업의 수익성
	Medium Impact	<ul style="list-style-type: none"> • 소득수준의 변화 • BT시대의 진입 • 첨단축산기술의 실용화 • 동물생물공학 인력양성 및 교육 • 관련 산업의 발전 및 투자 확대 	<ul style="list-style-type: none"> • 관련연구인력 해외유출/유입 • 주요국의 지재권 관련 정책 	<ul style="list-style-type: none"> • Nationalism • 국제적 경쟁/협력 • 기초학문분야 발달정도
	Low Impact	<ul style="list-style-type: none"> • 건강에 대한 관심도 • 동물생명공학 분야 홍보 	<ul style="list-style-type: none"> • Life style의 변화 • 식생활 습관의 변화 • 안전성 및 유효성에 대한 의문 	<ul style="list-style-type: none"> • 동물에서 개발된 기술의 인간에의 적용 • 동물에서 생산된 제품의 안전성 문제
		Low Degree of Uncertainty	Medium Degree of Uncertainty	High Degree of Uncertainty
			불 확 실 성	

나) 외부영향요소들로부터 불확실성 축 선택

축산·수의분야의 미래기술에 영향을 미치는 요인 중 불확실성이 큰 요인을 '제도 및 규제', '기술적장애정도', '경제성'으로 설정을 하였다. 이 요인들은 다시 각 요인의 정도의 크기에 따라 '높음, 낮음', '심화, 완화' 등으로 구분을 하였다.



<그림 4-10-2> 불확실성 축 결정

다) 유망시나리오선정

불확실성 축에 의한 극한상황의 조합을 이용하여 유망시나리오를 <표 4-10-2>과 같이 작성하였다.

<표 4-10-2> 유망 시나리오 선정

	경제성	제도 및 규제	기술적 장애장도	명칭
시나리오 A	높음	완화	낮음	Optimist
시나리오 B	높음	완화	높음	Challenger
시나리오 C	높음	심화	낮음	
시나리오 D	높음	심화	높음	The pit
시나리오 E	낮음	완화	낮음	
시나리오 F	낮음	완화	높음	
시나리오 G	낮음	심화	낮음	
시나리오 H	낮음	심화	높음	

라) 불확실성 축에 관련된 외부환경요소들을 구체화

위의 불확실성 축에 영향을 미치는 외부요인들을 보다 구체화하면 <표 4-10-3>과 같다.

<표 4-10-3> 외부환경요소 구체화

	Optimist	Challenger	The pit
경제성	<ul style="list-style-type: none"> 인구의 증가 동물을 이용한 고부가가치 산물의 생산 및 이용 차별화된 제품수요 	<ul style="list-style-type: none"> 차별화된 제품 수요 우수 제품의 대량 생산 	<ul style="list-style-type: none"> 농산물시장개방 실용화까지의 기간 및 투자효과에 대한 우려 시장성 확보
제도 및 규제	<ul style="list-style-type: none"> 축산·수의에 대한 제도적 지원 기존의 산학연 체제의 효율적인 활용 	<ul style="list-style-type: none"> 생명윤리법 제정 및 규제 환경단체와의 대화 	<ul style="list-style-type: none"> 연구비의 비합리적인 분배 및 활용 관료 집단의 제한 투자 확보
기술적 장애장도	<ul style="list-style-type: none"> IT, BT, NT 등 기술융합 가속화 우리나라 동물생물공학기술의 국제경쟁력 농업첨단화의 필요성 	<ul style="list-style-type: none"> 주요기술을 대체하는 innovative 기술 발생 유전자원 활용 	<ul style="list-style-type: none"> 주요 선진국 및 주변경쟁국의 관련 기술수준 비교시 국내 기술 경쟁력 적음 국내 BT기술 취약 전문연구인력의 부족 학문적 다양성 결여

마) 유망 시나리오별로 구체화된 외부환경요소들을 중심으로 시나리오 작성

위의 시나리오 중 축산·수의분야에 긍정적으로 영향을 미치는 시나리오 A와 부정적으로 영향을 미치는 시나리오 D에 의한 시나리오를 다음과 같이 설정하였다.

시나리오 A : Optimist

- 시장개방을 앞둔 우리농업에서 생명공학기술과 집목한 축산·수의기술의 발달은 우리 농업에 많은 변화를 가져다 줄 수 있을 것으로 기대된다. 인구의 증가, 차별화된 제품의 수요에 부응해 줄 수도 있으며, 질병의 진단과 분석기술 및 방역 시스템의 개발은 축산물에서 일어나는 대규모 폐사를 억제시켜주어 국내외 축산물의 수급을 안정화하는 기능을 할 것으로 기대된다. 또한 생식세포와 체세포를 이용한 복제, 번식기술의 실용화, 육가공과 유가공 기술을 활용한 가공식품의 개발과 생산단계 정보가 소비자 단계까지 연결되는 추적 시스템을 확보함으로써 대외경쟁력을 가질 수 있을 것이며, 획기적으로 축산물 생산성을 증대시키는데 기여할 것으로 전망된다.

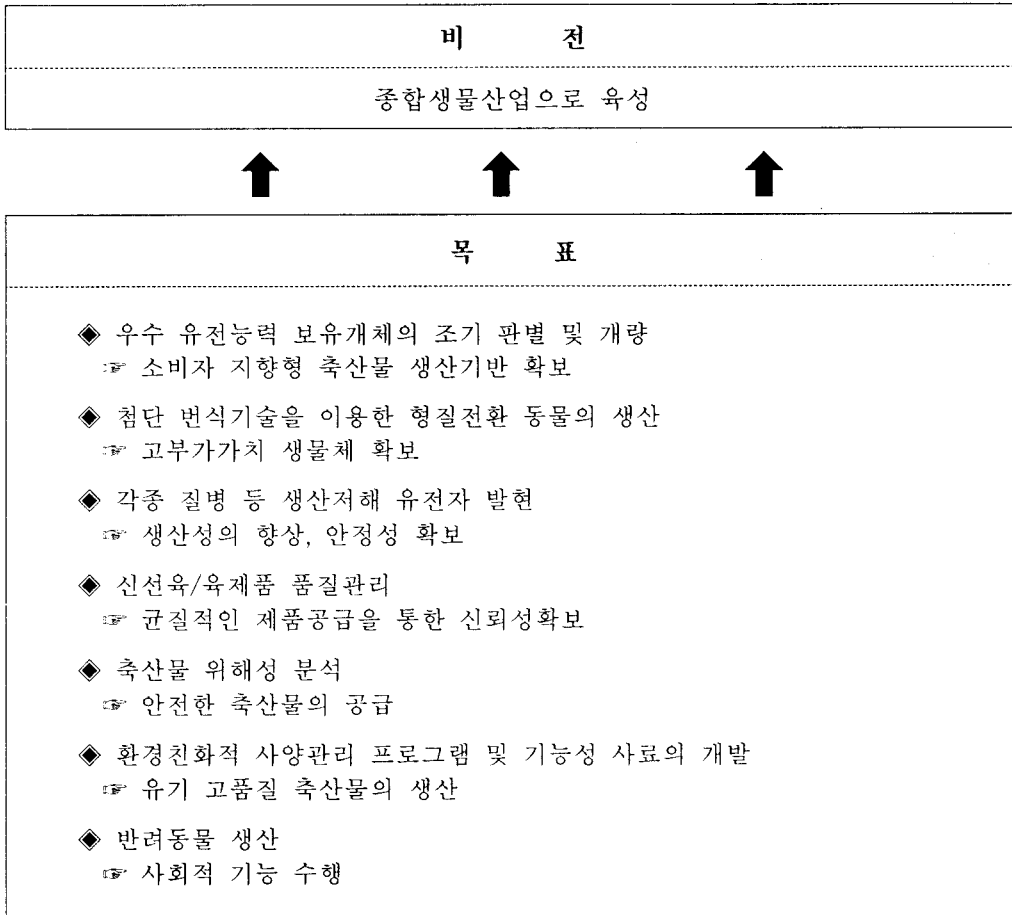
시나리오 D : The pit

- 축산·수의기술은 농산물 시장개방은 국내 축산부문에서 번식과 위생기술의 발전, 육제품의 가공과 유가공 등의 기술 개발과 실용화에 있어서 큰 자극과 기회로 이용할 수 있다. 그러나 이러한 것은 생명공학기술이나 유전공학분야의 기술이 뒷받침이 되어질 경우 가능하다. 우리나라의 경우는 뒷받침이 되는 기술이 선진국과 비교해서 아직 열악함을 면하지 못하고 있다. 이러한 상황에서 농산물시장 개방은 축산분야의 쇠퇴를 가져올 수 있다.

2) 비전 및 목표 설정

위의 시나리오를 기본으로 우리나라 축산수의분야가 추구하여야 할 궁극적인 목표를 다음과 같이 설정하였다.

<표 4-10-4> 축산·수의 기술의 비전과 목표



3) 기본 전략

이 분야의 로드맵 작성의 기본전략은 다음과 같다. 가축들의 세포복제 및 번식기술 실용화, 유전능력 분석 및 유전능력 조기 판별 기법의 실용화로 우량품종 육성, 개체식별 및 정보 추적 시스템 개발, 질병진단 및 분석기술개발과 축산물의 위험분석 및 위생관리 프로그램개발, 기능적·친환경적 영양 사료 개발로 수급 및 안전성 제고,

신선육/육제품의 품질관리 및 품질평가기술 개발, 유산균 및 육제품 분석을 통한 가공식품개발, 반려동물 산업의 육성에 필요한 기술 개발 등으로 축산·수의분야를 국제경쟁력을 갖춘 산업으로 육성한다. 한편, 이러한 기술개발의 달성을 위해서는 체계적인 전략수립 및 추진 조직도 구성, 중심 연구센터 구축 및 책임자 확보와 필요시설에 대한 집중적인 지원 및 활용의 극대화가 필요하다.

2. 관련 산업동향

가. 산업동향

우리나라 주요 축종별 사육두수 및 사육호수는 <표 4-10-5>과 같다. 이 표에서 보면 한우, 돼지, 닭의 경우 1970년과 비교하여 사육호수는 현저하게 감소하였으나 사육두수는 현저하게 증가하고 있음을 알 수 있다. 그러나 젓소의 경우에는 1970년을 기준으로 하여 사육두수와 사육호수에서 모두 증가를 보이고 있다. 그러나 사육호수는 1990년대를 지나면서 점차 감소하고 있다.

<표 4-10-5> 주요 축종별 사육두수 및 사육호수

(단위 : 천두, 천호)

연도	한우(육우)		젓소		돼지		닭	
	두수	호수	두수	호수	두수	호수	두수	호수
1970	1,286	1,120	24	3	1,126	884	23,633	1,338
1980	1,361	948	180	18	1,784	503	40,130	692
1990	1,622	620	504	33	4,528	133	74,463	161
2000	1,590	290	544	13	8,214	24	102,547	218
2001	1,406	235	548	13	8,720	20	102,393	201

자료 : 농림부, 농림업 주요통계, 각 연도.

한편, 국민 1인당 육류소비량은 1970년 이후 급격히 증가하고 있다(표 4-10-6).

<표 4-10-6> 국민 1인당 육류소비량

(단위 : kg)

연도	소고기	돼지고기	닭고기	계
1970	1.2	2.6	1.4	5.2
1980	2.6	6.3	2.4	11.3
1990	4.1	11.8	4.0	19.9
2000	8.5	16.5	6.9	31.9
2001	8.1	16.9	7.3	32.3

자료 : 농림부, 농림업 주요통계, 각 연도.

주요부문별 동향을 살펴보면 다음과 같다. 양돈산업의 경우 돈육수출 등으로 인한 1990년대의 호황에 이어 2000년대에 들어오면서 구제역으로 인한 유럽산 돈육의 수입 금지 그리고 돈 콜레라로 인한 수출중단 등으로 인한 일시적 수급불균형을 겪은바 있다. 우리나라 양돈산업은 다른 축종에 비하여 국제경쟁력을 갖춘 산업으로 볼 수 있으나, 여전히 돈육생산비가 선진국에 비하여 높다. 한국의 경우 비육돈 생산비는 1,572원/kg인 반면 덴마크나 미국 등은 1,274원/kg으로 나타나 있다. 우리나라 소고기 수입량과 돼지고기 수입량을 나라별로 나누어보면 <표 4-10-7>와 <표 4-10-8>과 같다. 상대적으로 경쟁력이 약한 국내 비육우 산업의 사정상 WTO 체제 하에서 소고기의 수입량은 계속 증가할 것으로 예측된다.

<표 4-10-7> 소고기 수입현황

(단위 : 천톤)

연도	미국	호주	캐나다	뉴질랜드	아일랜드	일본	우루과이	기타	합계
1998	48,955	30,166	3,995	3,939	22	1	-	-	87,078
1999	97,703	79,625	11,616	8,535	-	6	-	4	197,489
2000	131,505	70,271	18,615	11,170	-	0.1	6,280	-	237,841
2001	95,671	54,410	5,665	10,171	-	2	354	-	166,273
2002	186,631	76,767	11,593	17,248	-	-	-	15	292,254

자료 : (사)한국육류유통수출입협회, <http://www.kmta.or.kr>를 (주)아이델리 웹사이트(<http://www.ideli.co.kr>)에서 재인용.

<표 4-10-8> 돼지고기 수입현황

(단위 : 천톤)

구 분	1999	2000	2001	2002
캐나다	17,441	8,830	2,531	6,284
네덜란드	10,585	16,329	3,886	3,906
핀란드	1,868	2,113	1,937	2,376
스웨덴	1,978	1,657	752	514
아일랜드	2,455	331	-	-
미 국	19,838	7,230	1,854	4,697
덴마크	56,255	17,687	10,776	11,775
영국	414	1,015	88	-
벨기에	5,888	1,497	10,582	19,570
멕시코	-	99	58	89
호 주	659	704	1,466	1,630
프랑스	12,624	17,595	5,016	154
헝가리	1,1839	18,071	8,366	12,720
오스트리아	110	2,655	3,061	3,662
스페인	-	24	-	-
폴란드	-	-	55	1,212
브라질	-	-	76	-
칠레	-	-	-	2,456
총 계	141,954	95,892	51,516	71,045

자료 : (사)한국육류유통수출입협회, <http://www.kmta.or.kr> (주)아이델리 웹사이트(<http://www.ideli.co.kr>)에서 재인용.

국내 사료산업은 연간 1,500만 톤 규모까지 성장한 이후 더 이상 발전하지 못하고 있다(표 4-10-9). 그 이유로는 WTO 체제 하에서 수입 축산물이 축산물 소비증가분을 대체하기 때문인 것으로 보여 더 이상 기존의 축산물 생산방식으로는 축산업의 성장이 한계에 도달하지는 않았는지 의문을 주고 있다. 이를 위하여 국내 축산물의 국제시장 경쟁력을 높이는 방안이 필요하다. 장기적으로 기술적, 제도적 개선이 이루어져야 함을 의미한다. 사료산업의 경우 현재 다수의 사료업체가 동남아시아(중국, 인도네시아, 필리핀, 베트남)에 진출하여 기술력과 자본력을 기반으로 생산을 증가하고 있다.

<표 4-10-9> 배합사료 생산실적

(단위 : 천톤)

연도	양계	양돈	낙농	비육	기타	계
1970	460	10	19		19	508
1975	569	135	151	33	13	901
1980	1,872	769	514	306	1	3,462
1985	2,310	1,924	994	1,209	20	6,457
1990	3,274	3,551	1,790	1,667	236	10,518
1995	3,766	4,725	2,095	3,680	589	14,855
2000	3,867	5,215	1,892	3,340	792	15,106
2001	3,874	5,549	1,771	2,760	1,021	14,975

자료 : 농림부, 농림업 주요통계, 각 연도.

우리나라가 핵가족시대, 고소득 시대로 접어들면서 애완동물에 대한 관심이 증가하고 있다. 2001년 애완동물 수입은 6천754달러로 전년 대비 44.5% 증가했고, 2002년에는 1만4천419달러로 전년 대비 113.5%나 증가했다. 애완동물용품 수입은 2001년 1만9천749달러로 전년 대비 40% 증가했던 사료용품 수입이 2002년에는 3만5천559달러로 무려 80.1% 증가했고, 미용용품도 지난해부터 40~70%의 증가세를 타고 있다.

HACCP system은 전 세계적으로 확대 적용되고 있어 업체의 국제경쟁력 확보에 반드시 요구되는 제도이다. 그러나 국내 식품업계의 영세성과 특히 중소기업 작업장은 국내 관련법상의 시설기준을 충족시키는데 어려움이 있어 HACCP 적용에 어려움을 겪고 있다. 이 외 축산부문 주요 산업동향은, 엠젠바이오(주)의 출범으로 돼지 복제 및 형질전환 돼지를 생산하고 있어 고부가 의약품 생산산업화, 이종 장기이식 산업화가 진행되어가고 있다. 가축 개체 ID System을 통한 원산지 추적 및 이력관리 시스템 구축사례가 증가되고 있고, 고품질 한우고기 생산을 위한 우수 유전능력 보유 정액요구 급증하고 있다. 이와 더불어 지역특화 축산물 브랜드에 필요한 종자가축 활용이 다양해지고 있다.

나. 시장 예측 및 산업 발전전망

축산수의분야 산업의 발전전망은 바이오산업과 관련된 부문을 중심으로 발전할 것으로 보인다. 정부는 국가 차세대 10대 성장동력산업의 하나로 바이오 장기생산기술을 선정하였다. 이를 위하여 돼지를 이용한 바이오장기기술의 원활한 추진을 위해 산학연 관계전문가로 구성된 업무추진 전담팀이 구성되고 세부적인 계획마련에 들어갔

다. 장기생산기술 과제에서는 장기생산을 위한 무균돼지의 생산시스템 구축, 바이오 장기 돼지의 생산관리, 형질전환복제돼지의 생산효율 증진 등에 대해 집중적으로 연구를 추진할 계획이어서 이 분야의 산업이 집중적으로 발전될 것으로 전망된다.

한우 및 돼지의 경우 종자의 선별 활용을 통한 브랜드육 생산이 증가될 것으로 예측이 된다. 특히, 한우의 경우 우리나라 전체 사육두수의 30% 정도가 브랜드화에 동참할 것으로 예상된다. 이러한 브랜드화에 따른 육종, 번식, 사양관리, 사료급여, 유통, 촉진 등 관련 산업이 발전될 것으로 전망이 된다. 동물성 식품공급측면에서는 내국산과 수입품의 경쟁이 치열하게 전개될 것이다. 경쟁력 향상을 목적으로 차별화된 제품을 생산하기 위한 안전성, 기능성을 강화한 육류가 생산될 것이며, 이를 위한 사료제품들이 또한 개발·이용될 것이다. 식품외적 측면에서는 특수동물 특히 개나 고양이, 말과 같은 반려동물 산업의 성장이 두드러질 것이며, 이와 연관된 제품(사료 등)의 개발이 활발해질 것으로 전망된다.

다. 국외 산업동향

세계의 쇠고기 생산동향은 <표 4-10-10>와 같다. 국가별 쇠고기 생산량은 미국이 단연 가장 많으며, 미국, 호주, 캐나다, 뉴질랜드 등이 우리나라의 쇠고기 시장에 크게 영향을 미치고 있다. <표 4-10-11>는 세계의 주요 돼지고기 생산국을 나타내주고 있는데, 돼지고기 생산량은 중국이 가장 많은 것으로 나타났다. 이와는 별도로, 유럽을 중심으로 한 광우병 파동으로 나라마다 육류 소비량이 격감하고 쇠고기 수입금지 조치가 잇따라 내려지면서 유럽 축산업계에는 도산 및 실업 공포가 퍼져가고 있다.

<표 4-10-10> 세계 쇠고기 생산현황

(단위 : 톤)

구분	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
미 국	11,585	11,749	11,714	11,804	12,050	11,432	11,698
EU 계	7,767	7,722	7,696	7,439	7,388	7,414	11,363
브라질	6,080	6,150	6,050	6,140	6,324	6,535	6,645
중 국	4,154	3,557	4,150	4,288	4,360	4,560	5,700
아르헨티나	2,600	2,580	2,975	2,600	2,800	2,760	2,970
호 주	1,717	1,736	1,942	1,987	1,880	1,860	1,910
러시아	2,734	2,570	2,326	2,090	1,910	1,800	1,750
캐나다	928	998	1,075	1,199	1,210	1,178	1,250
N Z	630	631	664	620	558	580	1,959
일 본	601	555	530	530	525	515	530
세계 계	47,958	47,157	48,603	48,145	48,279	47,848	49,578

자료 : (사)한국육류유통수출입협회, <http://www.kmta.or.kr>를 (주)아이델리 웹사이트(<http://www.ideli.co.kr>)에서 재인용.

<표 4-10-11> 세계 돼지고기 생산현황

(단위 : 톤)

구분	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
중 국	36,484	31,580	34,643	36,180	36,788	37,890	43,300
미 국	8,096	7,764	7,835	8,623	8,716	8,463	8,790
독 일	3,604	3,635	3,562	3,811	3,888	3,885	4,100
스페인	2,175	2,315	2,401	2,672	2,824	2,909	3,005
불란서	2,145	2,135	2,220	2,300	2,350	2,335	2,270
브라질	1,450	1,600	1,540	1,663	1,742	1,836	2,060
덴마크	1,457	1,457	1,534	1,632	1,701	1,720	1,680
캐나다	1,276	1,228	1,257	1,330	1,525	1,620	1,800
네덜란드	1,623	1,625	1,375	1,717	1,700	1,602	1,570
폴란드	1,580	1,684	1,540	1,700	1,700	1,580	1,500

자료 : (사)한국육류유통수출입협회, <http://www.kmta.or.kr>를 (주)아이델리 웹사이트(<http://www.ideli.co.kr>)에서 재인용.

축산물 생산부문에서는 인공수정과 수정란이식기술의 산업화 등 형질전환 가축생산기술이 발달하여 증체, 산유량, 산란수 등 가축의 생산성이 꾸준히 개선되고 있으며, 소비자의 기호에 맞는 사양관리기술의 개선으로 축산물의 질적 향상을 초래하고 있다. 형질전환가축을 이용하여 치료용 고가의약품(혈전증치료제, 조혈촉진제, 암치료제 등)이나 호르몬을 생산하는 기술이 개발되고 있는데, 특수 약품생산의 시장규모는 연간 수백억 달러에 이를 것으로 전문가들은 분석하고 있다(표 4-10-12).

<표 4-10-12> 형질전환가축이용 주요의약품의 시장성

구분	F - VII	F - IX	Protein C	AT III	Fibrinogen	Erythropoietin
단가(불/kg)	2,900,000	40,000	10,000	7,000	1,000	860,000
년간시장성 (백만불)	882	160	100	150	150	2,600

자료 : 장원경, 형질전환가축의 생산과 산업화 전망, 월간양돈진흥 2000년 5월. <http://www.cyberpig.co.kr/megazine/>에서 인용.

전 세계적으로 HACCP system 확대적용을 추진하고 있으나, 개발도상국과 영세업체에 대한 선행요건프로그램 적용에서 어려움을 겪고 있다.

3. 기술개발 동향 및 기술수준

가. 국내기술동향

우수종자 가축 선발을 위한 경제형질 연관 유전자 군락 위치를 확인 중(QTL 지도 작성)에 있다. 그 구체적인 기술로는 근내 지방도, 육색, 연도 등에 연관되는 유전자 추적에 이루어져 5년 이내 실용화가 될 것으로 예측이 된다. 축종별 분자유종 전략을 위한 유전자 지도 작성 및 활용기술 개발로 동물자원의 부가가치 극대화 시도하고 있는데, 소 유전체 해석, 돼지 분자유종기술 프로젝트, 닭 유전체 해석 및 응용기술 프로젝트가 시도되고 있으며 개체 ID를 통해 전국적 보유 가축 이력정보화 추진되고 있다. 체세포복제기술은 우리나라가 세계에서 5번째의 개가를 이루었고, 현재는 이것을 통한 산업적응용에 접목되고 있는 중이며, 이미 이종간 장기 생산을 위한 복제 실험 단계에 들어가 있다. 유전능력 및 검정정보를 이용한 가축개량정보시스템, 젖소개체관리서비스, 초음파를 이용한 한우의 도체 판정기술, 가축품종에 대한 연구, 유전자 감식법을 이용한 한우고기 판별 기술, 한우개체식별 및 정보화, 가축분뇨를 이용한 비료화 기술 등이 이루어지고 있다.

그러나 우리나라의 형질전환가축생산기술은 선진국에 아직은 뒤떨어져 있는 실정이다. 발정동기화 및 수정란이식기술 등은 산업화를 위한 기반기술이 확보된 상태이지만 유용유전자의 재조합, 유전자도입방법, 유전자의 안전성 검정, 생식세포의 복제 등에 대한 연구가 지속적으로 추진되어야 한다. 국내에서는 생명공학연구소 등 일부 연구소에서 형질전환 가축을 개발하였지만 산업화를 위하여 앞으로도 많은 연구가 이 분야에서 추진하여야 할 것이다. 그 외 국내 주요 기술 동향은 한우, 돼지, 닭에 대한 EST 염기서열 분석 및 관련 D/B 구축, 유전자 발현 특성 분석을 위한 기법 설정, 한우, 젖소, 돼지, 등 종축별 ID 설정 및 관련 D/B 구축, 원산지 추적과 종합관리를 위한 관련된 RF-chip 활용 시스템 설계, 돼지에 대한 발현 단백질 분리를 위한 프로테오믹스 연구, 가축 계능분석 결과의 단백질 수준에서 검증을 위한 연구, 재래가축 유전자원 보존 및 이용 기술개발, 초음파기술 등을 위한 한우농가단위에서의 개량정보 수집 등의, 연구가 진행 중이다.

나. 국외기술동향

축산·수의부문에서의 주요 기술은 생명공학기법을 이용한 기술이 주를 이루고 있다. 이 중 주요한 기술이 형질전환가축 생산을 위한 기초기술에 대한 개발이다. 이 결과 1985년에 최초의 형질전환가축을 개발하였고 1987년에는 의약품을 생산하는 형질전환가축개발, 1989년에는 증체량이 높은 형질전환돼지 개발 등이 이루어졌다. 1991년

최초로 형질전환가축을 이용한 생리활성물질의 생산체계를 개발하였고 일부 연구산출물은 현재 임상시험단계에 있다. 그 이후 형질전환 가축을 이용하여 사람의 각종 고가치료제를 생산하는 형질전환가축이 개발되었다. 형질전환 가축을 이용한 산업화연구가 많은 회사에서 이루어지고 있는데, 이러한 연구의 결과로 1998년까지 385종의 고가의약품이 개발되어 사람의 치료용으로 이용되고 있다.

가축개량효율을 증대시키기 위한 가축복제기술 인공장기 및 고가의 의약품생산을 위한 형질전환 가축생산 기술에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있는데, 장래에 형질전환기술은 다양한 분야에서 산업화를 위한 방향으로 추진될 것이다. 호주에서 역시 유전공학을 이용한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 동물의 조기 질병진단기술 개발, 유전자 mapping과 계통 연구, 우유에서 lactose를 제거하는 기술, 축산물의 항생제 치료를 줄이기 위한 자연면역 증진 기술, 가금류의 infectious bursal disease 진단 키트 개발, 외국으로부터 유입되는 질병과 새로 발현되는 질병의 조기 진단기술 개발, 가축 질병을 위한 백신개발 등이 있다. 이 외에 연구 중인 기술로는 가축의 복지 증진, 황금양모(golden fleece) 탐구, 양의 생산성 향상, 육우 보호 기술, 초지를 근간으로 하는 수익성 높은 낙농기술 개발, 유전형질 개량을 통한 소고기 생산기술, 양돈과 가금류의 위생·복지·생산 기술개발, 사료곡물평가프로그램 개발 등이 연구되고 있다.

세부기술개발은 축종별 경제형질 관련 주유전자 탐색 및 일부 유전자에 대한 산업재산권 확보기술, 비교유전체지도 작성을 통한 경제형질 발현 특성 분석 및 특이유전자 분석, 비과과 검사기법을 이용한 가축 생체 특성 및 우수가축 식별 기술 개발, 축종별 EST 염기서열 대량 분석을 통해 유전자 발현 양상 분석, 경제형질에 대한 SNP 지도 작성, DNA Chip 및 SAGE 등 유전자 기능 대량 발현 기법의 실용화, 축종별 RF-ID를 이용한 원산지 추적 및 도축자동화 라인 연계 시스템 확보, 바-코드 및 RF-ID를 이용한 가축 자원 관리 규약 설정 등에 대한 기술이 개발 중에 있다.

다. 국내역량

1) SWOT 분석

축산수의분야에 영향을 미치는 요인을 살펴보면 다음과 같다.

<표 4-10-13> 축산·수의분야의 SWOT분석

강점요인(S)	약점요인(W)
<ul style="list-style-type: none"> • 고품질 축산물에 대한 인지도 상승 • 안전 축산물에 대한 가격은 수요자에게 크게 문제화되지 않는 추세 • 축산물의 시장차별화 가능성 • 고부가가치사업으로 투자대비 효율이 매우 높음 • 국내기반 기술 및 기간산업의 확보 • 산업화를 위한 산업체 활성화 단계 	<ul style="list-style-type: none"> • 연구인력의 부족 • 미국, 호주 등 축산 선진국과의 경쟁 • 산업화 기술 수준이 낮음 • 시장 점유율 낮음 • 산업체 영세성 • 마케팅 기술 및 전략의 부재 • 지속연구 투자조건 미흡 • 다학제간 연구가 필요하나 중심연구센터 등이 부족함
기회요인(O)	위협요인(T)
<ul style="list-style-type: none"> • 국내 기반기술의 확보 • 연구인력의 조기양성 • 분야 단계별 연구 거점화 및 종합화 • 정부 투자의 지속성 • 산학연 체제 강화 • 첨단 기술(분자 수준) 접목 • 국가 연구기관 설립(정보관리포함) 	<ul style="list-style-type: none"> • 축산물의 수입개방 확대 • 환경문제 등으로 타 부문과의 갈등 • 생명공학 연구 규제

2) 연구개발능력 분석

세계적으로 인공장기생산기술을 이용한 고부가가치 의료품 생산, 유전육종기술을 이용한 고 생산성의 축종 개발, 안전한 축산물 공급 등의 기술을 이용한 연구가 주를 이루고 있다. 우리나라의 연구능력은 선진국 수준에 비하여 크게 뒤떨어지지 않은 것으로 나타나고 있다.

<표 4-10-14> 축산·수의 연구개발능력

구분	국 내	선 진 국
번식	수정란 이식 및 복제 형질전환 기술에 관한 연구가 초보적인 단계에서 이루어지고 있으나 실용화할 수 있는 동물의 생산을 위한 체계적인 연구가 필요함	동물의 생체반응기로서의 기능, 이종간의 장기 이식 및 줄기세포에 대한 연구가 심도 있게 진행되고 있으며, 산업화에 의한 실용화가 추구하고 있음 연구층이 광범위하고 국가적인 투자가 계획적으로 이루어지고 있음
유전육종	첨단 유전육종 방법에 대한 연구가 개별적으로 이루어지고 있으나 실제 가축에서 체계적인 육종 및 첨단 기술의 실용화가 요구되고 있음	농가 및 산학의 체계적인 육종을 통해 국가적으로 운영되고 있고 첨단 유전육종 방법의 실용화를 모색하고 있음
가축질병, 방역	사후 질병 방역 분야에 대한 대책에 대한 연구는 이루어지고 있으나 진단 및 예방을 위한 기술과 첨단예측 기술의 확립이 요구되고 있음	국가적으로 진단 및 예방과 치료기술에 대한 실용화를 추구하고 있음
가축위생	축산물에 대한 위생분야의 규격화 법 제화가 요구되고 있음	축산물에 대한 체계적인 위생관리가 이루어져 있고 첨단 기술 및 오염 감지 system의 실용화를 추구하고 있음
유가공	유제품의 기호성, 보존성 및 유산균에 대한 연구가 진행되고 있으나 다양한 유제품 및 고품질 유제품의 개발에 대한 연구가 필요함	유제품에 대한 기초연구를 통해 기호성 및 고품질 유제품의 생산을 모색하고 있음
육가공	육제품의 기호성 및 보존성 향상에 대한 연구가 진행되고 있으나 육제품의 신선도 유지 방안 및 품질평가의 실용화가 필요함	품질평가 체계가 구축되어 있어 소비자로부터 신뢰성이 확보되어 있고 신선도 유지를 위한 저장 및 포장 system에 대한 연구와 다양한 육제품의 개발이 이루어지고 있음
영양사료	일반적인 영양생리에 대한 연구가 이루어지고 있으나 효율적인 사료의 개발과 유기축산을 위한 영양 및 사료에 대한 연구가 필요함	영양생리를 기반으로 효율적인 사료를 개발하고 유기축산에 대한 연구 및 이를 활용한 실용화를 추구하고 있음

제2절 기술로드맵 작성

1. 핵심시스템 구성요소 및 성능목표 설정

가. 핵심시스템 구성요소

축산·수의분야를 종합생물산업으로 육성하기 위하여 중분류상의 분류를 주요 핵심시스템으로 설정을 하고, 각 핵심시스템의 목표를 설정하여 궁극적으로 축산·수의 분야가 장기적으로 종합생물산업으로 육성될 수 있는 목표를 설정하였다.

2. 기술영역 및 핵심기술

가. 기술영역 및 핵심기술도출

1) 핵심시스템 구성요소별 관련기술

<표 4-10-15> 핵심시스템 구성요소와 관련기술

핵심시스템 구성요소	관 련 기 술
영양사료	가축 영양소 이용경로 해명 및 응용기술, 특수동물을 포함한 축종별 영양소요구량의 제정 및 개정, 영양소요구량 결정 및 생산성 극대화를 위한 modelling 기법, 고품질 및 기능성 축산물 개발, 전통적 사료자원 이용성 증대기술, 비전통적 사료자원 개발, 해외부존사료자원 개발, 항생제 대체 생산성향상제가 개발, 기능성 신소재 사료첨가제가 개발, 통합사료품질관리 시스템, 사료가치평가법이 개선, 환경친화적 영양사료기법이 개발, 유기축산을 위한 사육 모델, 가축복지형 사료 및 사양시스템이 개발, GMO 사료의 판정 및 위해성조사
번식	형질전환 복제기술, 생식세포 동결 기술, 동물의 번식효율 개선 기술, 동물 배아 줄기세포 수립 및 이용기술, 희귀동물 번식기술, 효율적인 동물 유전자 발현 근절 및 적응 기술, 형질전환 동물의 유지 및 번식기술, 이종장기제공동물 생산기술, 의약품 분비 동물의 생산기술 실용화, 복제동물의 발생학적 기형 문제 해결 방안 개발, 동물 성판별 기술, 동물의 초기임신 진단기술
유전육종	가축의 주요 경제형질 연관 DNA 표지인자 발굴 및 유전자 지도가 작성, 유용 유전자 탐색 기술을 이용한 가축 분자유종 기술, 비과파 검사기법을 이용한 가축 생체 특성 및 우수가축 식별 기술, 가축의 경제형질 관련 기능성 유전자 탐색 기술, 국가 보유 가축 능력 정보화 활용을 위한 개체 ID 체계 및 개체 추적 시스템이 개발, 동물 프로테옴 해석을 통한 기능성 특이 단백질 동정 기술, 생물 정보학적 기술을 이용한 가축 유전능력 분석기법, 가축의 경제형질 관련 유전자 탐색을 위한 생물정보 분석 기술, 재래가축 유전자원 보존 및 이용 기술, 동물 유전자 은행 설치운영 및 활용기술, 농가 검정정보를 활용한 능력검정시스템 및 우수가축 선발 기술, 유전자 전이 기법을 이용한 특수 기능성 가축 육종 기술

핵심시스템 구성요소	관 련 기 술
질병·방역	<p>산업 동물, 조류 및 어류의 질병 진단 기술, 면역 반응 측정 기술, 면역증강물질 기술, 백신생산용 세포 및 백신에 대한 미입바이러스 오염여부 판별 기술, 동물용 의약품 개발, 동물용 의약품 분석기술, 인수공통전염병 관리 기술, 역학기법이 개발, 실험동물 질병 진단 기술, 병원 미생물에 대한 Genomics 및 Proteomics가 개발, 야생동물 질병 진단·치료기술 및 백신이 개발, 반려동물의 질병진단·치료기술 및 백신이 개발, 수의 의료 공학 기술, Xenotransplantation의 응용기술이 개발, 동물 생명 윤리 규정의 법제화</p>
위생	<p>중소규모 작업장의 선행요건프로그램 및 HACCP 적용기술, 위해미생물 정량적 위험평가(Microbial Quantitative Risk Assessment) 기술, 분자생물학적 기술을 이용한 위해미생물의 역학적 특성분석, 오염원 추적, 관리기술, 위해미생물 오염의 예측모델(Predictive model), 사료(공장생산, 농장급여) 관리와 미생물 오염 감소화 기술, 축산식품(소 돼지 닭)의 위험평가(Risk Assessment) 모델, 축산물 생산(가축사양, 도축)단계의 위험분석(Risk Analysis)과 위생관리 프로그램, 축산물 가공, 유통, 판매단계의 위험분석(Risk Analysis)과 위생관리 프로그램, 원부재료 식품의 Hazards Identification과 Database 구축, 위험관리 및 소비자 홍보체계가 구축</p>
육가공	<p>신선육 및 육제품에서의 잔유 화학물질 및 항생물질 감소 기술, 방사선 조사에 의한 신선육의 품질변화 조사 및 저장성 증진 기술, 기능성 육단백질제를 이용한 육제품 생산성 증진기술, 건강 기능성물질 첨가에 의한 가공육제품의 품질 향상기술, 신선 육의 품질 보존을 위한 소매 포장방법, 기능성 물질을 이용한 포장재의 항산화능력 부여, 조리육의 품질 및 안전성 향상을 위한 포장방법이 개발, 방사선 조사용 신선육/육제품 포장재가 개발, 신선육/육제품의 품질평가 방법개선, 신선육/육제품의 맛 평가 방법이 개발, 도체 (소, 돼지, 닭고기) 품질 평가 자동화시스템이 개발, 계란의 품질평가 자동화시스템이 개발, 유전자 표시와 식육의 품질과의 관계가 규명</p>
유가공	<p>유산균과 숙주간의 공생 및 전달메카니즘 규명, 유산균의 선발, 대량 생산, 종균화 기술, 유산균의 대사산물 이용과 형질 개량 기술, 유산균의 기능성 및 안전성 검증 기술, 유성분의 분리 정제 및 생산기술, 유성분의 기능성 연구 기술, 유성분의 분석 확인 기술, 유성분에 의해 유발되는 알러지 감소 기술, 유제품의 품질특성 및 저장성 향상을 위한 신가공기술, 원유 신속 품질 판별 기술, 우유의 이용확대를 위한 식품이 개발</p>

2) 핵심기술별 요소기술

<표 4-10-16> 핵심기술별 요소기술

대분류	중분류	소분류
축산수의	번식	형질전환 복제기술의 기반구축
		생식세포 보존 및 번식효율 개선 기술
		이종장기 및 의약품 분비 동물 생산기술
		유전자 발현 조절, 조작기술 및 발생학적 문제 해결
	유전육종	가축 주요경제형질 DNA표지인자발굴
		가축생체특성탐색, 분자유종기술개발
		가축 유전자 보존, 관리이용기술
		동물유전능력분석
	질병, 방역	동물, 조류 질병 및 면역관련기술개발
		의약품 개발, 분석기술개발
		수의의료 공학기술
		미생물의 유전공학기술개발
	영양사료	동물품질 향상을 위한 신소재개발
		GMO 위해성 판정 및 조사
		체계적인(유기축산, 가축복지) 가축사양시스템
		고품질, 기능성 사료생산
	육가공	신선육 및 육제품의 품질관리기술개발
		가공육제품의 품질향상기술개발
		신선육/육제품 품질, 맛 평가기술
	유가공	유산균을 활용한 가공기술, 생산기술
		우유이용확대기술
		유제품 상태 판별기술
	위생	위해성 평가 및 HACCP 적용기술개발
		위해미생물 역학적 특성분석
		오염감소화기술
		축산물 생산단계 위해성분석, Program
		위해성 관리 및 홍보체계

나. 핵심기술 분석

1) 각 핵심기술에 대한 최첨단(State of the art)분석

가) 번식

(1) 범위

세포복제 및 번식기술 실용화, 각 동물별 체세포복제기술, 형질전환기술, 동물 유전자 조작, 수정란 이식 기술

(2) 필요성

가축번식생리기술을 이용한 동물생물공학 분야의 급진적인 발전으로 인해 고부가가치 생물산업으로 부상하고 있으며 동물생물공학 기술의 고부가가치 부상(농업, 의학 및 의약분야)하고 있다. 또한 우수동물의 효율적인 생산 및 보급, 고부가 의약품 생산을 위한 동물에서의 생합성 기술 확립, 효율적인 장기 이식용 동물생산의 필요성이 증대하고 있다. 또한, 효율적 복제를 위한 유전자 재프로그래밍 현상 및 유전자 발현 조절에 관한 연구의 필요성이 제기되고 있다.

(3) 국내동향

고부가 의약품 생산 연구 및 산업화가 진행 중에 있으며, 이종 장기이식 산업이 발전하고 있는 바, 우리나라의 경우 엠젠바이오(주)가 출범하여 돼지 복제 및 형질전환 돼지를 생산 중에 있다. 또한 차세대 동력산업 중 바이오 장기 사업이 출범되었다.

나) 영양사료

(1) 정의 : 기능적, 친환경적 영양사료개발로 정의될 수 있다.

(2) 필요성

과거 생산성 위주의 기술개발에서 환경친화적, 동물복지적 축산으로 전환되고 있다. 전통적인 축산물 품질기준에서 추가적으로 안전성, 기능성을 중시하는 방향으로 전환되고 있으며, 축산이 단순한 식량공급차원을 넘어 반려동물(가축)생산으로 영역을 넓히고 있다.

(3) 국내동향

국내사료산업은 연간 1,500만톤 규모까지 성장한 후 더 이상 발전하지 못하고 있다. 이는 WTO 체제 하에서 수입축산물이 국내 축산물 소비 증가분을 대체하므로 더 이상의 성장이 어렵다. 따라서 국내 축산물의 시장 경쟁력을 높이기 위해서는 장기적으로 기술적, 제도적 개선이 이루어져야 한다. 다수의 사료업체가 동남아 지역(중국, 인도네시아, 필리핀, 베트남)에 진출하여 기술력과 자본력으로 기반을 구축하고 세를 확장하고 있다.

(4) 국외동향

국외 선진국의 경우는 위의 경우에서 4, 5단계로 환경 친화적이며, 동물 애호적인 기능을 가진 배합 및 특수사료를 사용하는 추세에 있다.

(5) 발전전망

영양사료에 있어서의 발전은 과거와 현재의 추세를 비교해 보면, 다음의 5단계를 거쳐 발전할 것으로 예측된다.

<표 4-10-17> 영양사료의 발전전망

단계	영양사료 발전내용
1단계(초기)	복합영농적이며 부산물 위주의 사료를 사용하는 축산업의 주체가 가족농이 되는 단계
2단계(발달기)	생산성 위주이며, 배합사료를 사용하며, 전업농, 기업농이 주체가 되는 단계
3단계(성숙기)	생산성, 기능성 위주이며 배합사료를 사용하는 단계로 전업농, 기업농, 계열화 기업이 주가 되는 단계
4단계(선진)	브랜드제품 생산과 환경친화적 사료를 사용하는 단계로 전업농, 기업농, 계열화기업이 주가 되는 단계
5단계 (선진, 미래)	동물애호적인 기능을 가진 사양시스템과 사료를 사용하는 단계로 전업농, 기업농, 계열화기업 및 유기농이 주가 되는 단계

다) 유·육가공

(1) 정의 : 신선육/육제품의 품질관리 및 품질평가기술, 난가공 및 품질 평가 기술, 유산균 및 유제품 분석을 통한 가공제품 개발기술을 의미한다.

(2) 필요성

농산물 무역자유화의 흐름에 있는 현재에는 값싼 외국 축산식품의 대량유입이 예상되는 바, 이에 대비하기 위해서는 축산식품의 품질향상, 품질관리, 위생상의 안전성 등이 소비자에게 보장되고 인증이 될 때만이 국내 농산물이 수입농산물에 대해 경쟁력을 가질 수 있을 것으로 예상된다.

라) 질병·방역 및 위생

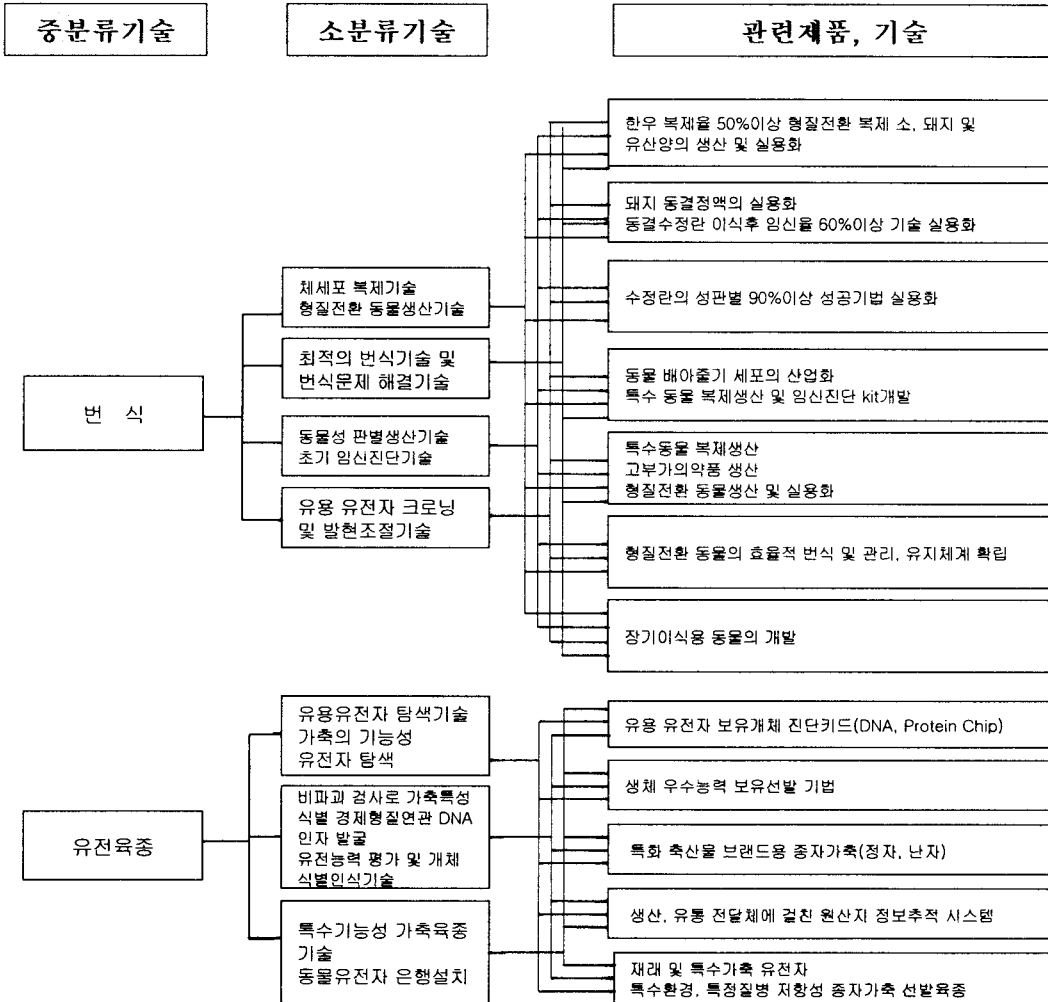
(1) 정의 : 질병진단 및 분석 기술, 백신 개발, 축산물의 위험분석 및 위생관리 프로그램 개발기술을 의미한다.

(2) 필요성

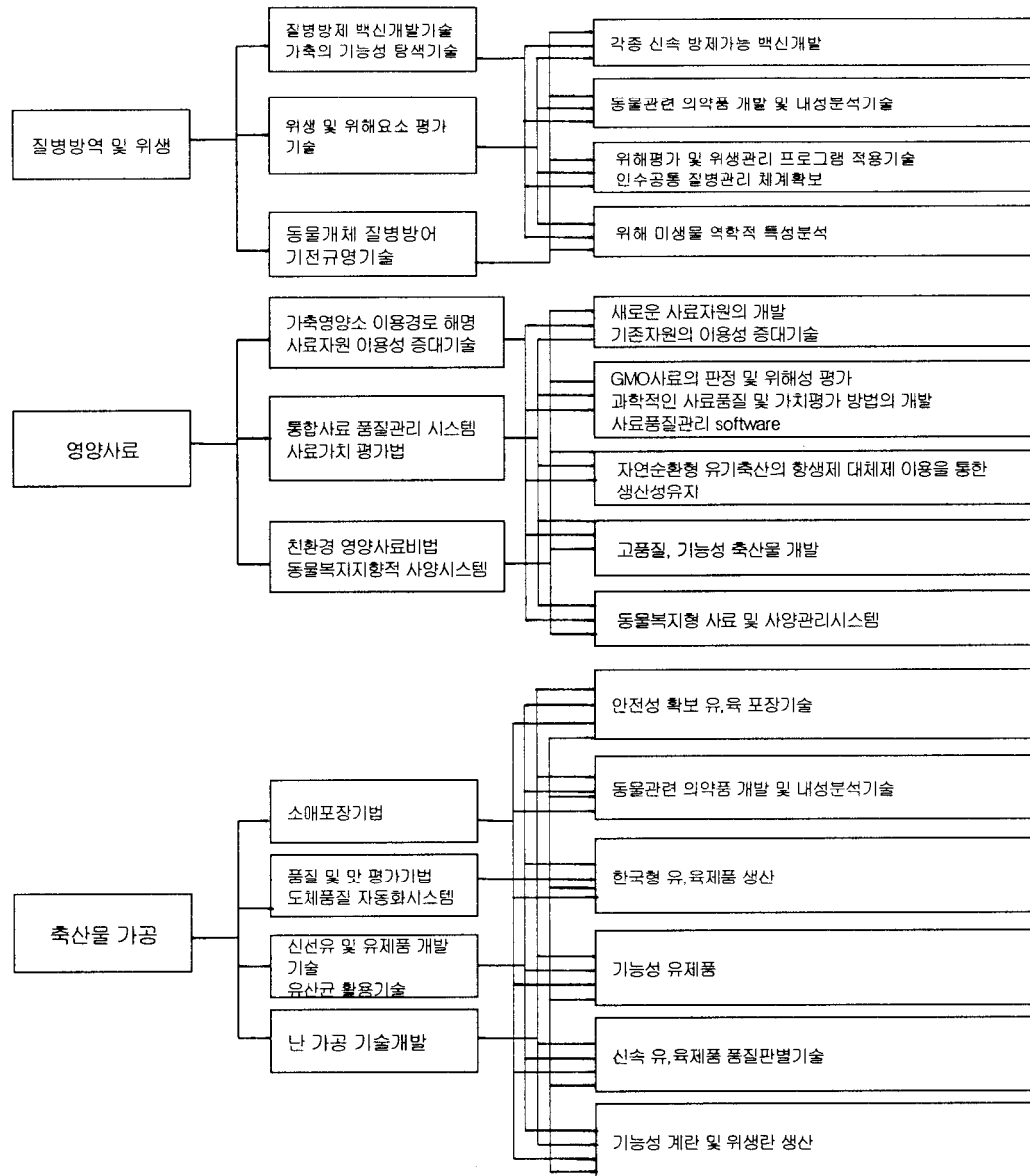
축산식품의 위생 및 안전성 확보를 통한 대국민 식품 신뢰 기반 구축으로 국내 축산물의 대외 경쟁력 확보가 매우 중요한 시점이며 축산물의 소비자 의식구조가 점차 양적 개념에서 질적 및 안전성 중심으로 전환됨에 따라 위해요소 분석 평가 및 관리 기술의 개발과 이들의 통합적 시스템의 개발 운영이 시급하다. 가축의 대규모 밀집 사육과 양적 형질의 개량 및 시설 등 사양환경의 개선으로 농가사육 가축이 질병원에 대한 면역력 약화초래로 질병관리 및 방역체계 운영기술의 조속한 개발이 필요하다.

3. 기술 로드맵 전개

가. 기술-제품 연관관계

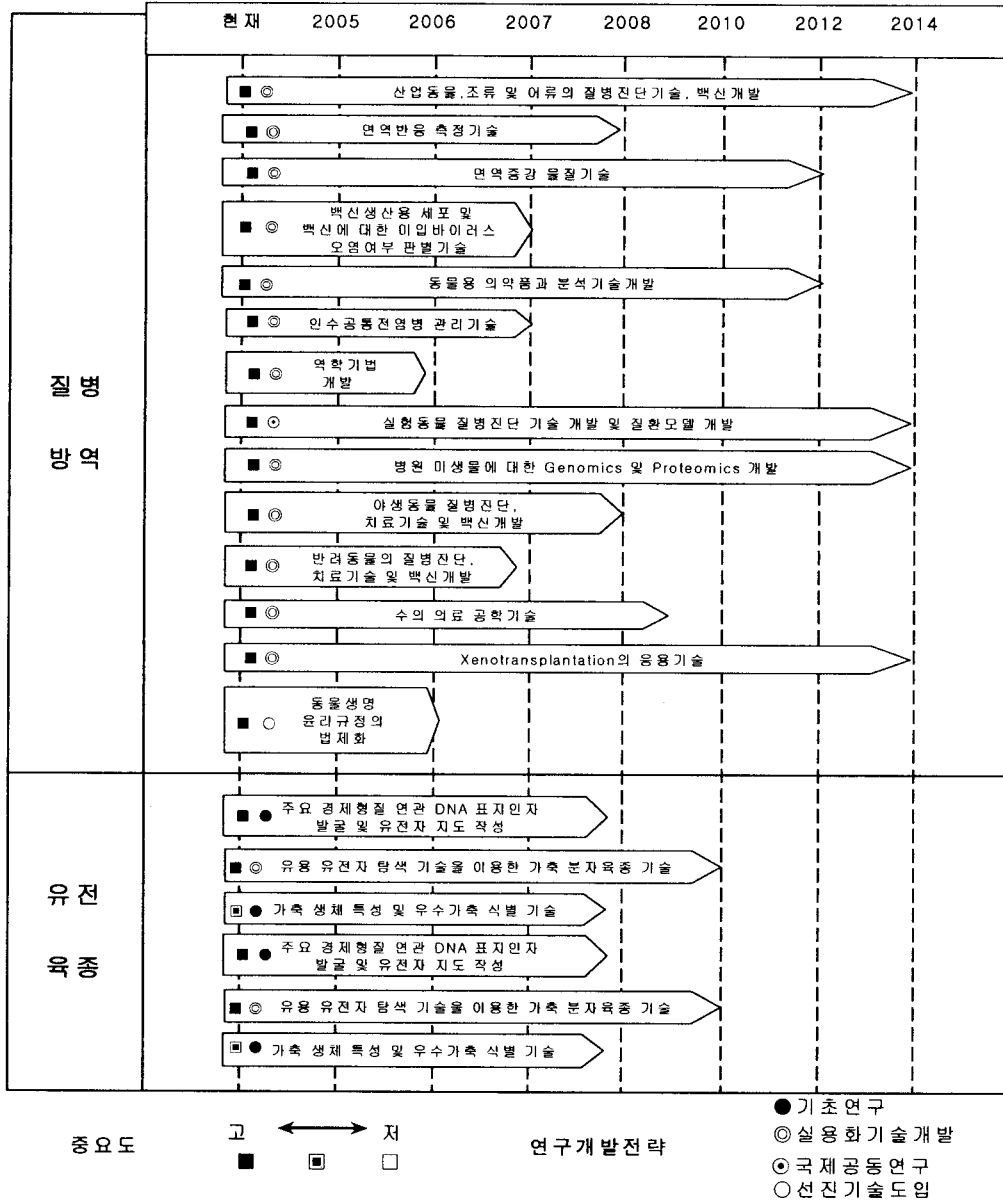


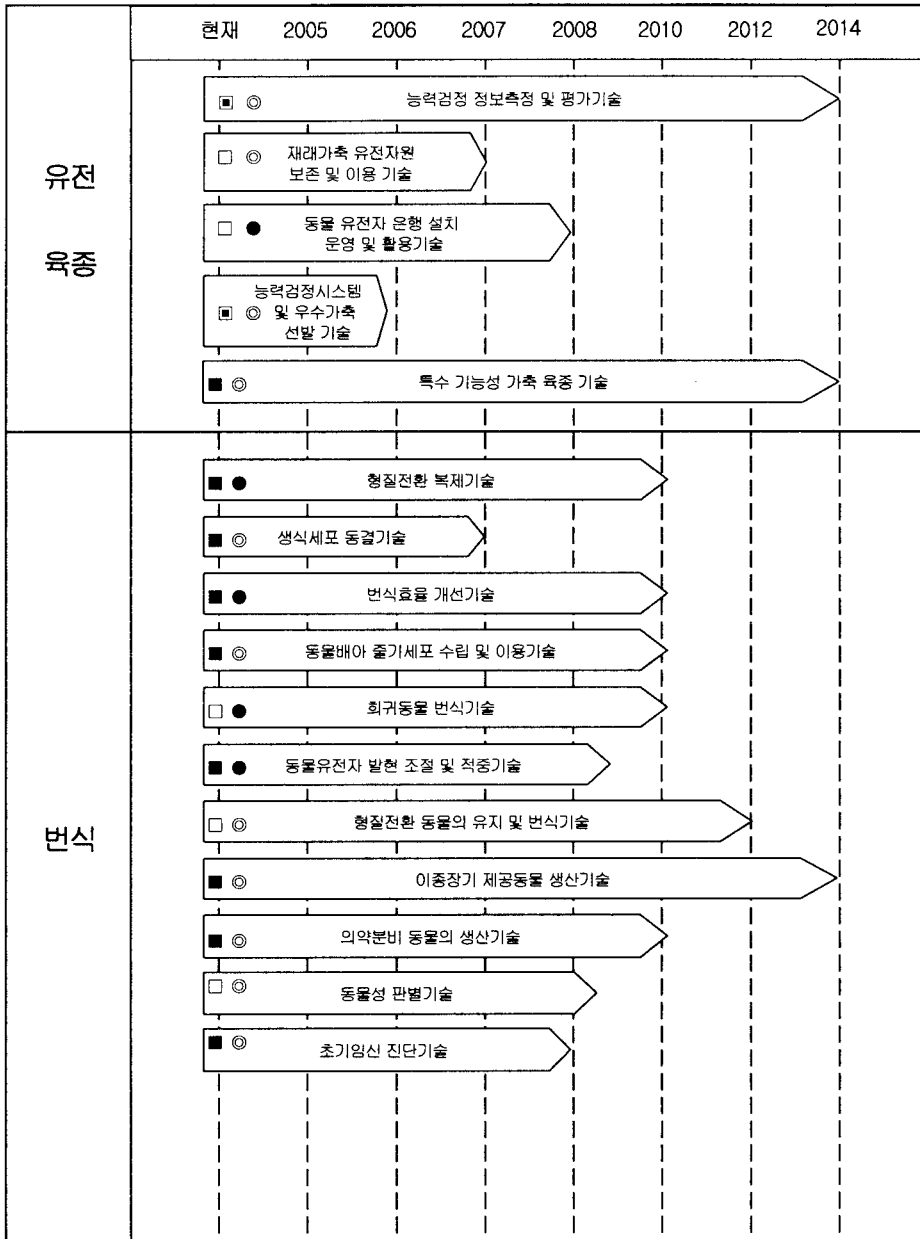
<그림 4-10-3> 기술/제품 연관도



<그림 4-10-3> 기술/제품 연관도 - 계속

나. 매크로 기술로드맵



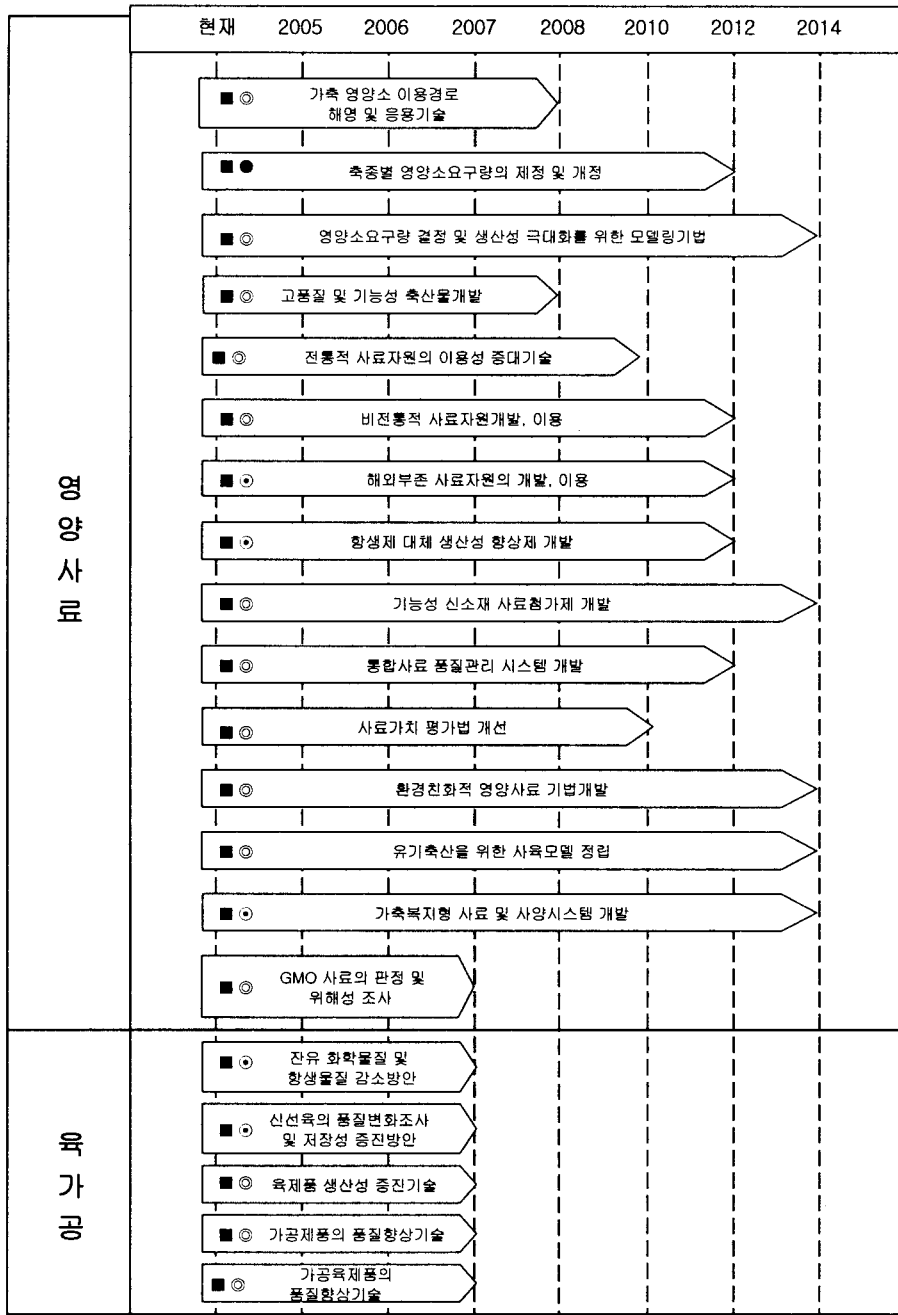


중요도



연구개발전략

- 기초연구
- ◎ 실용화기술개발
- ◎ 국제공동연구
- 선진기술도입

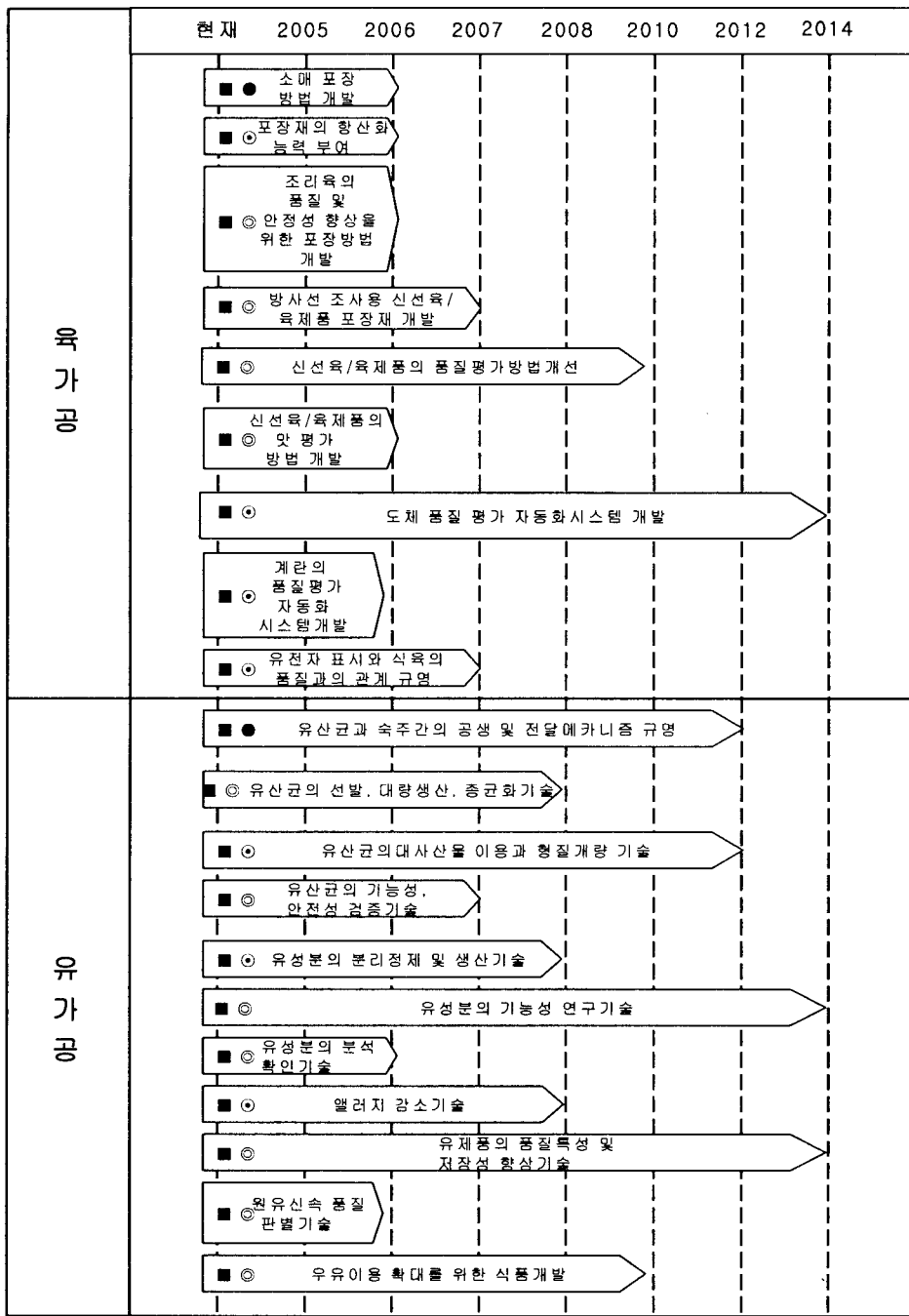


중요도



연구개발전략

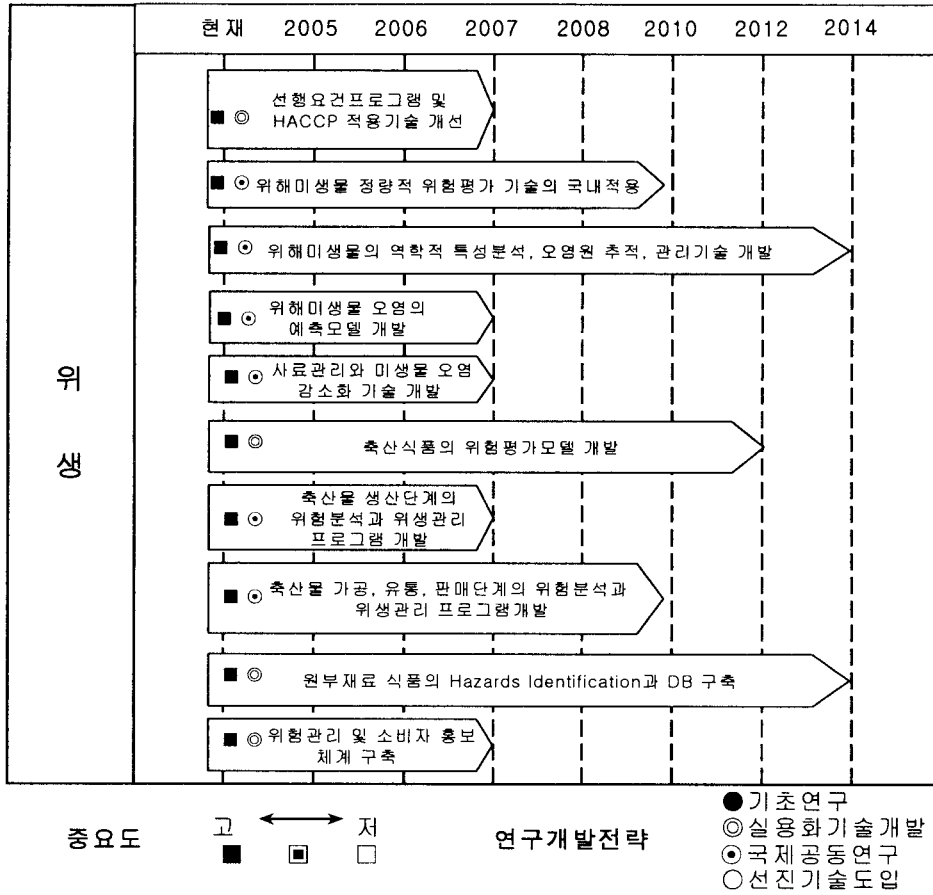
- 기초연구
- ◎ 실용화기술개발
- ◎ 국제공동연구
- 선진기술도입



중요도 고 ← → 저 연구개발전략

■ □ ◎ ○

● 기초연구
 ◎ 실용화기술개발
 ◎ 국제공동연구
 ○ 선진기술도입



4. 실행계획을 위한 제안(recommendation)

축산물 생산 기술 개발은 기초기술과 응용기술 부문의 체계적 배분 및 효율적이고 장기적인 지원과 추진체계가 필요하다.

구체적으로 생명산업 및 식품산업 전반에 걸친 기초기반 기술개발에 많은 재원의 투입이 요구되며, 단기간 개별적 접근에 한계를 가지고 있으므로 각 분야별 연구사업단의 구성을 통해 장기적이고 지속적인 계획과 모니터링을 통한 책임있고 효율적인 추진체계가 필요하다. 또한 생산현장과 소비자 만족을 위한 가시적 성과를 위해서는 각 요소기술 단위분야별 구체적인 세부추진계획의 수립이 필요하며 지역단위 특성화 요소가 고려된 추진이 필요하다. 내실 있는 연구개발 추진 및 성과검증, 산업단계로의 실용화 접근을 위해 기존 국가연구조직 및 기술지원 조직과 지역단위 교육연구 복합체(대학)간의 긴밀한 협조체제 구축이 필요하다. 전문연구인력 정보의 D/B화 및 연구진흥을 위한 인센티브 방안 강구해야 한다.

새로운 분야, 신기술 및 기초분야와의 과감한 연계 가능성을 항상 열어놓고 유연성 있게 운영 개발시키는 발상이 요구된다. 농림기술개발사업에 대한 대국민 홍보 및 교육을 통한 농업의 첨단산업으로써의 의식개혁으로 안정적인 우수인력과 재원의 확보 및 국민적 성원을 유도한다.

제3절 맺 음 말

우리나라에서 동물자원이 차지하는 비중은 점차 확대되고 있으며, 국민의 식생활과 건강에 미치는 과급효과로 인한 관심이 더욱 증대되고 있다. 아울러 동물자원을 근간으로 한 고부가가치 생명산업의 범위와 영역이 확장되어 식량생산 측면과 함께 향후 국민복지(건강)에 필요한 기능성 식품 및 의료소재 생산에 이르는 광범위한 영역을 차지할 것으로 예측되고 있다. 그러나 단위면적당 대규모 가축사육에 따른 집약생산, 지역별 편중생산, 사료자원의 해외의존도 심화 등 구조적 문제로 인하여 지속가능 농·축산업은 심각한 위기를 맞고 있다. 또한 위해성 악성 전염병에 대한 무대책과 생산비 절감에 따른 축산물의 안정성 미확보 등으로 동물자원 생산 분야는 큰 어려움에 직면해 있다. 이러한 상황을 극복하기 위해서는 몇 가지 전제를 설정할 필요가 있는데, 첫째 소비자 지향적 축산물 생산기술의 확립(안전성, 기능성, 차별성 및 원산지 추적 인증 시스템)이 우선 되어야 하며, 둘째로는 자연친화적이고 지속가능한 재투입 생산 시스템의 확보를 위한 육종소재 개발, 신기능 친환경적 사료자원 개발 및 분뇨의 자원화와 관련된 순환 시스템 개발 등이 요구되고 있다. 셋째로는 전통적인 기술체계와 인접 학계에서 개발된 기술(IT)을 접목한 생명공학 기술을 응용한 신물질

생산기술 요소의 집중화는 새로운 동물산업 영역을 확보하는 것이 요구된다.

이러한 세 가지 전제를 위해 기술요소 군락으로 크게 유전육종, 번식, 유·육가공, 질병방역 및 위생 그리고 영양 사양 분야로의 기술 구분을 통해 관련분야별 요소기술을 체계적으로 개발해 나간다면 우리나라 동물자원산업은 생산성 및 이용성을 극대화할 수 있는 선진국형으로 발전할 것으로 사료된다.

제11장 환경분야

제1절 비 전

1. 환경기술의 개요

가. 환경기술의 정의 및 범위, 필요성

1) 정의

농지와 농업용수의 친환경적 관리, 유기성 부산물의 자원화 및 활용 기술 개발, 농업의 공익적 기능 분석 등을 통하여 친환경 농업의 추진 체계를 확립하고, 미생물, 병해충, 잡초와 같은 생물학적 요소를 제어할 수 있는 실용적 기술을 개발하여 농업환경의 건전성과 지속성을 유지함과 동시에 안전한 식량자원의 안정적인 생산 체계를 확보하는데 필요한 제반 기술을 의미한다.

2) 범위

환경친화형 작물보호 기술, 종합적 병해충 및 잡초관리 기술, 농업환경 모니터링 기술, 농업환경 복원 기술, 농업생태계 보호 기술, 폐기물 자원화 기술, 환경친화적 토양관리 기술이 환경기술에 포함된다.

가) 환경친화형 작물보호기술 : 친환경적 농약 및 미생물제, 천적이용 작물보호기술

나) 종합적 병해충 및 잡초관리기술 : 식물병 조기진단 및 종합적 방제기술, 해충 발생예찰 및 광역관리 시스템, 종합적 잡초관리기술

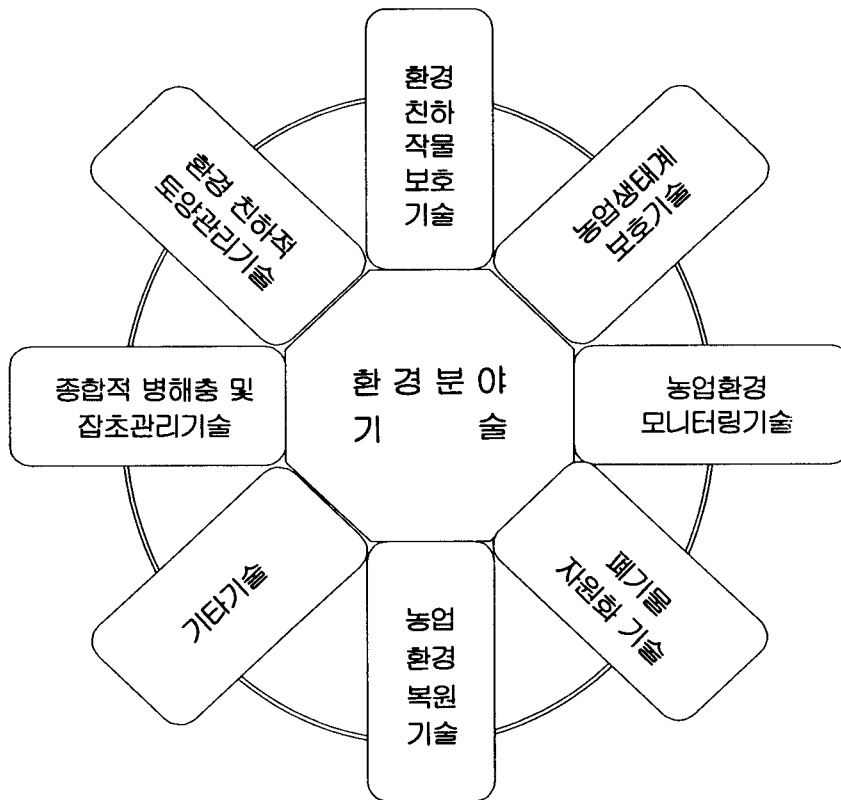
다) 농업환경 모니터링 기술 : 위해성 물질의 평가 및 관리시스템 개발, 환경오염원 모니터링 기술, 환경 변화에 따른 생물 다양성 변화 연구

라) 농업환경 복원기술 : 물, 토양 등의 농업환경 복원기술, 복원에 필요한 신소재 개발, 미생물 이용기술, 오염 농경지 생물 정화 기술

마) 농업생태계 보호기술 : 수질, 토양의 오염 예방 및 저감기술, 오염 농경지 정화처리기술 개발, 농업 생산에 따른 공익기능 평가기술, 토양 보전과 비점오염원 유실 저감 기술

바) 폐기물 자원화 기술 : 축분뇨 자원화 및 활용 기술, 유기성 폐자원의 자연친화적 처리 및 재활용기술

사) 환경친화적 토양관리기술 : 환경친화적 종합 양분관리, 생물학적 비료개발 및 시비기술, 정밀농업 및 유기농업의 과학적 체계화 연구



<그림 4-11-1> 환경기술의 범위

3) 필요성

급격한 인구의 증가와 지속적인 성장일변도의 산업정책은 각종 오염물질의 과다한 배출을 유발하였으며, 농업분야에서도 생산성 중심의 집약적인 농지의 이용과 화학비료와 농약 등 농자재의 과다 투입이 지속되어 왔다. 이러한 내외적인 요인들이 영향으로 농업환경의 지속성이 크게 위협받고 있는 실정이며 농산물의 안전성 또한 보장되지 못하고 있다. 농업의 지속적인 발전을 위해서는 이상기후와 환경파괴로부터 안전한 식량자원 생산을 가능하게 하기 위하여 일시적인 계획이 아닌 장기적이고 체계적인 계획과 이의 실천을 도모할 필요가 있다. 지속가능한 농업의 발전을 위한 방안에는 여러 가지가 있을 수 있으나, 작물생산의 기반이 되는 농업환경의 건전성을 지속적으로 확보할 수 있는 환경친화적 농업의 정착이 가장 중요하리라 사료된다.

농업은 지금까지의 생각처럼 단순히 식량을 생산하는 기능뿐 아니라 환경을 정화하는 공익기능을 갖추고 있기 때문에 다른 산업에 비하여 사회에 기여하는 부가가치가 막대한 산업이다. 이러한 농업의 순기능을 고려하지 않고 작물 재배 시(특히 논농사) 발생하는 메탄가스 문제, 농약과 비료의 과용 문제 등 환경을 오염시키고 식품안전성을 해치는 환경적 역기능만 부각시키는 사람도 있다. 그러나 작물 재배 시 토양관리, 수자원관리, 병충해관리, 양분관리 등을 적절히 하면 이와 같은 환경적 역기능은 크게 경감시킬 수 있다.

농업 환경은 생태계에서 물질 순환을 바탕으로 해야한다. 그러므로, 농업 체계는 농업 환경을 보전하면서 농업 활동을 유지할 수 있는 방향으로 나아가야 한다. 농업 환경 관리 체계로서 지속 가능한 농업의 틀에서 농업 환경 관리의 주안점을 찾아, 환경 농업을 위한 기술적 체계인 작물의 양분 종합 관리, 병해충의 종합 관리, 토양 보전을 위한 최적 관리 방안 등의 연구가 미래의 농업환경 기술 개발에 크게 요구된다.

현대농업에서 농업생산성의 향상을 위하여 병, 해충 및 잡초로부터 작물을 보호하여야 함은 필연적으로 요구되는 사항이며 이들을 효율적으로 방제하기 위하여 다양한 기술들이 시도되고 있다. 그 중에서 화학적 방제기술이 가장 보편적으로 사용되고 있는 방제기술이지만 불행하게도 화학약제에 대한 저항성의 발현, 식품잔류독성, 생태계 파괴 및 환경 오염 등 수많은 문제점들이 나타나고 있어 화학적 방제법의 단점을 극복할 수 있는 친환경적 접근방법이 요구된다.

그러나 화학적 방제기술의 단점에도 불구하고 당분간 농약의 사용은 불가피하기 때문에 농약 사용을 지양하고, 화학적 방제방법을 대체할 수 있는 생물적, 물리적, 유전적 방제기술의 개발 및 이러한 제반 기술들을 복합, 응용하는 종합방제체계(Integrated Pest Management : IPM) 개발이 시급하다.

토양은 외부로부터 투입되는 물질을 단계적으로 재순환시키는데, 이 과정에 토양 미생물이 작용한다. 때때로 토양의 자정능력이 초과된 경우에는 미분해 물질이 축적

되어 환경문제가 일어난다. 이와 같은 곳에서는 미생물이 분해하기 어려운 난분해성 물질이 집적되거나, 미생물 활성용량 이상의 물질이 투입된 것으로 토양의 건강이 극도로 악화되었다고 표현할 수 있다. 농업환경 이용이란 토양의 물질 순환기능을 활용하는 것이므로, 건전한 농업환경이란 생태계가 막힘 없이 순환되는 곳이라 할 수 있다. 이는 곧 토양이 환경을 치유하는 능력이 있다는 것이다. 그러므로 환경문제가 대두되고 있는 이 시점은 토양이 가지고 있는 고유의 생물적 복원(bioremediation)을 고려하여 농업환경을 관리하고 이용하는 지혜로운 접근이 절실히 요구된다.

농업활동에 있어서 정상적인 작물 생육을 돕기 위하여 생육기에 따라서 필요한 물을 적기에 공급하고 저수지 등 다양한 용수원과 용·배수 조직의 수리 시설을 잘 활용하고 관리하여 효율을 높여야 할 필요성이 있다. 그러나 농업용수는 공업용수에 비하여 효율성이나 생산성이 낮다는 이유와 쌀 증산 억제정책 등으로 인하여 개발비 예산 확보가 어려운 것이 사실이다. 이러한 어려움을 극복하고 식량 자급을 이룩하기 위해서는 기존의 수자원을 보존 관리하는 방안과 용배수 조직 등의 시설관리 개선에 관심을 가져야 하며 용수원 개발계획 수립시에는 환경을 고려한 계획을 수립하여 농어촌의 생활 환경을 개선하고 생태계 보존과 하천 자정 작용을 촉진시킬 수 있는 연구가 시급하다.

토양이 오염될 경우 인간, 동식물 및 물과 대기 환경 등 주변 생태계에 미치는 영향이 매우 크게 나타날 수 있다. 토양은 장기간의 생성발달과정을 거치면서 독특한 물리, 화학, 생물학적 특성을 지닌 생태계로 나타난다. 이러한 토양이 오염을 통하여 정상적인 기능을 다하지 못할 때, 영양물질의 순환 기능, 유해물질에 대한 여과·완충 기능, 그리고 주변 생태환경과의 균형 조정기능과 같은 토양 고유의 생태적 기능을 상실하게 된다. 이러한 토양의 생태적 기능의 파괴는 결국 먹이사슬을 통하여 사람을 포함한 생물들에게 유해한 영향을 초래할 뿐만 아니라 주변환경생태계에 대한 오염 부하량을 증대시키게 된다. 따라서, 토양오염에 대한 연구는 안정적인 농산물의 생산과 농업생태계 전반의 효율적인 관리 차원에서 그 필요성을 점차 증대하는 현실이다.

나. 비전

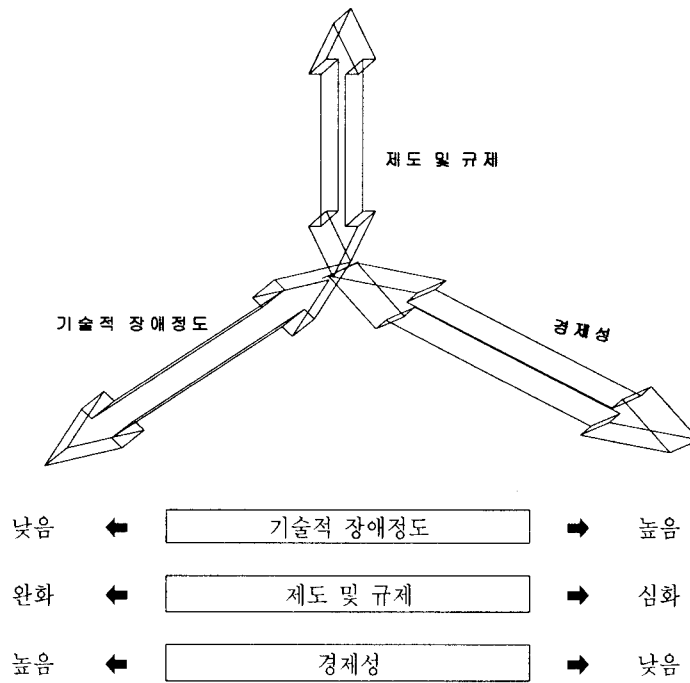
1) 시나리오 구성

가) 외부환경분석

<표 4-11-1> 영향요소의 파급효과와 불확실성 분석

과 급 효 과	High Impact	<ul style="list-style-type: none"> • 환경보전 필요성에 대한 공감대 형성 • 지속가능 농업개념 대두 • 친환경농산물 수요증대 • 친환경적 국토 관리 필요 	<ul style="list-style-type: none"> • 토양 수질보존의 필요성 • 주요 선진국의 관련 기술 독점 가능성 • 정부의 지원 및 투자 • 관련분야 국내연구 역량 	<ul style="list-style-type: none"> • 농촌지자체 투자 및 연구의 지 • 농촌 삶에 대한 국민 의식 • 친환경 농산물에 대한 국민 인식 • 농촌인구 감소
	Medium Impact	<ul style="list-style-type: none"> • 자원 재활용의 필요성 • 농업의 공익적 기능 증가 • 환경 운동의 성격 변화 • 선진국형 영농 시스템 	<ul style="list-style-type: none"> • 환경 산업에 대한 전망 • 농촌 투자의 정착 변화 • 선진 기술의 도입 • 생물산업의 발전 가능성 	<ul style="list-style-type: none"> • 농산물 개방 확대 • 국제적 경쟁 및 협력 • 국가이기주의 팽배
	Low Impact	<ul style="list-style-type: none"> • 타분야 기술과 접목가능성 • 농업환경에 대한 관심 • 미래형 영상 시스템 • 건강에 대한 관심도 	<ul style="list-style-type: none"> • 농업생산 인구의 유동 • 농촌주민의 참여의지 • 농촌환경 교육시설 확립 	<ul style="list-style-type: none"> • 안전성 및 유효성에 대한 국민 인식 • 국내 농산물 우수성에 대한 의식
		Low Degree of Uncertainty	Medium Degree of Uncertainty	High Degree of Uncertainty
			불 확 실 성	

나) 외부영향요소들로부터 불확실성 축 선택



<그림 4-11-2> 불확실성 축 결정

다) 불확실성 축에 따라 구성될 수 있는 시나리오 중에서 가장 가능성 있는 시나리오 선정

<표 4-11-2> 유망 시나리오 선정

	경제성	제도 및 규제	기술적 장애정도	명칭
시나리오 A	높음	완화	낮음	Optimist
시나리오 B	높음	완화	높음	Challenger
시나리오 C	높음	심화	낮음	
시나리오 D	높음	심화	높음	The pit
시나리오 E	낮음	완화	낮음	
시나리오 F	낮음	완화	높음	
시나리오 G	낮음	심화	낮음	
시나리오 H	낮음	심화	높음	

라) 불확실성 축에 관련된 외부환경요소들을 구체화

<표 4-11-3> 외부환경요소 구체화

	Optimist	Challenger	The pit
경제성	<ul style="list-style-type: none"> • 친환경 농산물 수요증가 • 자동화에 의한 농업환경 조절 • 농업 공익적 가치 증대 • 돌아오는 농촌주거환경에 기여 	<ul style="list-style-type: none"> • 국내 농산물 수요 급증 • 타산업과의 경제성 비교 • 폐자원의 재활용 	<ul style="list-style-type: none"> • 농산물 시장 개방 • 농촌 환경유지 비용 과다
제도 및 규제	<ul style="list-style-type: none"> • 친환경농업 제도적 지원 • NGO와 공감대 형성 • 농업환경 전문가 양성제도 필요 • 국제 협약 요구사항 	<ul style="list-style-type: none"> • 환경의 중요성에 대한 농민 교육 • 환경 평가 및 유지에 대한 규제 	<ul style="list-style-type: none"> • 산업 폐기물의 다량 유입 • 장기적 환경보호제도에 대한 불편 해소
기술적 장애정도	<ul style="list-style-type: none"> • 국내 연구개발의 활성화 • 국내에 적합한 고유기술 개발 • ET, BT, IT 의 통합적 정립 필요 	<ul style="list-style-type: none"> • 외국기술의 무분별한 도입 • 국내 기술의 국제 경쟁력 	<ul style="list-style-type: none"> • 농업분야 첨단화 유지 어려움

마) 유망 시나리오별로 구체화된 외부환경요소들을 중심으로 시나리오 작성

시나리오 A : Optimist

- 우리나라의 농업은 선진외국의 경향과 마찬가지로 소득 및 환경의 질 향상과 환경에 미치는 악영향을 최소화할 수 있는 paradigm으로 변화되고 있음.
- 환경기술의 발달은 가격 경쟁력이 없는 우리 농업에 많은 변화를 가져다 줄 수 있을 것으로 기대됨.
- 인구의 증가, 차별화된 제품의 수요에 부응해 줄 수도 있으며, 수요자 우위의 시대에 많은 경쟁력을 가져다 줄 것으로 기대됨.
- 농업환경의 기반인 토양 및 물은 일단 오염이 심화되면 복구가 매우 어려우므로 환경 보전형 농업에 대한 국민적 공감대 구축이 가능하리라 기대됨.
- 친환경 농산물에 대한 국민의 이해가 점차 증가하고 있으므로 이러한 수요에 대응하고 건전 농산물 생산 및 기술 연구에 대한 지원이 증가될 것임.
- 국내외로 연구가 활발히 진행되고 있는 ET, BT 및 IT 기술의 접목으로 국제 경쟁력이 있는 농업체계 및 기술의 성공적 개발 가능성이 높음.
- 맑고 깨끗한 농촌환경이 조성되어 도시민이 돌아올 수 있는 삶의 질이 향상된 농촌 건설을 통하여 농촌 삶에 대한 인식 변화를 유도할 수 있음.
- 환경친화적 지속적 농업에 따른 환경의 보호에 대한 국가적인 노력은 국제 협약에서 요구되는 사항임.
- 따라서 농업환경의 지속적 지표개발, 농자재의 사용 감축, 국가적 정책이행 등은 농업과 관련된 국제적 규제의 수단으로 활용될 가능성이 크므로, 이에 대한 기술개발과 대책 마련은 필수적임.
- 농업의 공익적 기능은 농업환경이 최대한 보전되었을 때 극대화될 수 있으므로, 이를 위한 기술개발이 절실하게 요구됨.

시나리오 D : The pit

- 환경기술은 농업부문에서 환경오염부하를 최소화하면서 차별화된 농산물의 생산과 생산량의 증대 등을 달성할 수 있는 분야이기는 하나, 개발된 첨단화 기술의 농민에 대한 홍보와 교육의 뒷받침 없이는 실용화되기 어려움.
- 농산물 시장 개방 요구 등 대외적 현실에 대응하기 위한 안전 농산물 생산이 투자효율에 밀려 지연되면 국내 농업생산기반의 분리가 우려됨.
- 삶의 질 향상과 관련하여 농업환경의 중요성이 강조되는 현실에 대응하는 신속한 환경기술 개발이 지연되면 농업 및 농촌 자체의 유지가 어려움.

2) 비전 및 목표설정

<표 4-11-4> 환경기술의 비전과 목표

비 전
지속 가능하고 안전한 식량자원 생산을 위한 친환경 농업생산 기반 구축 및 관리 기술 개발
↑ ↑ ↑
목 표
<ul style="list-style-type: none"> ◆ 안전농산물 생산을 위한 환경친화형 작물보호기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> ☞ 친환경 생물농약 및 미생물제를 이용한 작물보호 기술 ☞ 천적 및 Hyperparasite를 이용한 작물보호 기술 ◆ 지속적 작물보호를 위한 병, 해충 및 잡초 종합적 관리 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> ☞ 식물병 조기진단 및 종합적 방제 기술 ☞ 해충과 잡초 발생예찰 및 광역 관리기술 ◆ 지속적 안전농산물 생산기반 확보를 위한 환경친화적 토양 및 양분관리 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> ☞ 토양 비옥도의 정밀 진단과 작물 양분 종합 관리 기술 ☞ 토양 미생물의 관리와 활용 기술 ◆ 농업 생태계 보전과 공익성 제고 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> ☞ 지속가능한 토지와 용수 이용 기술 ☞ 농업비점오염원의 유실과 확산 저감 기술 ☞ 농업의 공익적 생태 보전 기능 평가 기술 ◆ 농업환경 건전성 관리 및 복원 관련 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> ☞ 잔류농약 및 위해성 물질분석과 환경 중 동태 및 위해성 평가 기술 ☞ 기후환경 변화에 따른 농업생태계의 적응 및 반응 평가 기술 ☞ 농업환경 오염조사 및 관리 기술 ☞ 친환경적 농업환경 복원소재 및 공정 개발 ◆ 폐기물 자원의 효율적인 활용 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> ☞ 축분뇨의 친환경적 관리와 자원화 및 활용 기술 ☞ 유기성 폐자원의 친환경적 처리 및 활용 기술

3) 기본 전략

친환경적 병, 해충, 잡초방제기술 및 작물생장촉진기술 개발 등의 환경친화형 농업 기술의 개발, 농업환경 모니터링, 농업환경 복원기술, 농업 생태계 보호 기술, 환경친화적 토양 관리 기술과 오염물질처리기술 및 폐기물자원화기술 개발을 통해 농업생산 환경의 지속성과 건전성을 확보하며 안전 농산물의 안정적인 생산을 도모하는 것이 기본 전략이 될 것이다.

안전농산물의 생산과 환경피해 경감을 환경친화형 작물보호기술 개발 분야에서는 우선적으로 합성농약에 의한 작물보호의 관행을 탈피해야하며 이를 위해서는 친환경 농약, 미생물제, 천적 및 생태계를 이용한 작물보호 기술 해충과 잡초 발생예찰 및 식물병 조기진단을 이용한 종합적 광역 관리기술을 개발해 나가야 할 것이다. 새로운 기능과 개념의 생물복합 농약의 개발이 요구되고 있다. 미생물의 Genomics를 이용한 생물농약의 개발방향으로 전환되는 전망이며, 국내외에서 시장성이 매우 클 것으로 예측되고 있다. 이러한 생물농약은 저약량, 고효율, 저독성의 특성을 지니게 되며, 목표물에의 접근성 향상, 약효의 조절, 복합형, 환경오염 저감형, 살포의 용이성, 제형의 개선에 관한 기술개발이 동시에 진행되어야 할 것이다. 또한 병해충분류체계, 발생조사 및 D/B 구축, 생리 및 유전학적 연구, 생물학적 방제, IPM의 체계화 등에 관한 집중적인 연구 개발이 진행되어야 할 것이다.

지속적 안전농산물 생산기반 확보와 농업비점오염원의 확산을 차단하기 위해서는 환경친화적 토양 및 양분관리 기술 개발이 필요하며, 토양 비옥도의 정밀 진단과 작물 양분 종합 관리 기술과 보다 적극적인 토양 미생물의 관리와 활용 기술이 개발되어야 할 것이다. 세부 정밀 토양조사, 토양보전, 비옥도의 종합 관리체계 및 전산화, 신소재를 이용한 토양개량제 개발, 비파괴검정기술의 실용화, 물 절약형 영농기술, 수질 monitoring 및 관리, 오염원 관리 등에 관한 집중적인 연구 개발이 진행되어야 할 것이며, 토양과 환경자원의 관리를 위해 구조적, 식물적, 관리적 BMP의 개발 및 제도화가 요구되고 있어서 지역 특이적인 최적영농관리방안에 관한 기술 개발이 우선적으로 진행되어야 한다. 비료는 토양과 작물에 대해 기능성을 지닌 생물복합형, 맞춤형, 이용효율 증대, 완효성, 제형기술의 증진 등에 관한 기술이 향상되어야 하며, 비료를 적기, 적소에 자동적으로 시비할 수 있는 편리한 기계의 개발에 관한 기술개발이 주도적으로 진행될 것이다. 비료의 이용효율의 증대, 유용 토양미생물 비료개발, 시비기술의 자동화 방안, 고객형 주문비료 등의 특성을 갖는 비료의 개발이 전개될 것이다.

농업 생태계 보전과 공익성 제고를 위해서는 지속가능한 토지와 용수 이용 기술, 농업비점오염원의 유실과 확산 저감 기술, 농업의 공익적 생태 보전 기능 평가 기술 등이 개발되어야 할 것이다. 이와 함께 농업환경 건전성을 확보해나가기 위해선 이들의 관리 및 복원과정이 절대적으로 필요하며 이를 위해서는 농업환경 오염조사 및

관리 기술, 잔류농약 및 위해성 물질분석과 이들의 환경중 동태 및 위해성 평가 기술, 기후환경 변화에 따른 농업생태계의 적응 및 반응 평가 기술, 친환경적 농업환경 복원소재 및 공정 개발 등이 적극적으로 추진되어야 할 것이다. 한편 유기성 오염원으로 간주되는 축산분뇨 및 농업부산물을 자원화 하여 순환시킬 수 있는 기술 개발을 통하여 biogas 생산, fuel 생산, 기능성 토양개량제 개발, 경종과 축산이 연계된 순환 농업기술개발로의 연구 방향이 진행될 것이다.

4) 관련 전략제품/Needs

<표 4-11-5> 전략제품과 Needs

제품 및 기술	Needs (필요성)
환경친화형 작물보호기술	· 화학비료 및 농약사용 과다로 농산물 품질 및 농업환경악화 · 안전 농산물 지속 생산 기술 요구
종합적 병해충 및 잡초 관리 기술	· 종합적· 장기적인 병, 해충, 잡초관리기술개발 요구성증대 · 병, 해충, 잡초의 광역적 제어 System 구축 시급
농업환경 모니터링기술	· 농업환경계의 주요 오염요인 및 오염실태 파악 필요 · 오염 현상 모니터링 기술 및 체계 개발 필요 · 기후환경 변화에 따른 농업생태계 변동 양상 추적 필요 · 장기적인 농업환경 관리를 위한 축적된 자료의 필요
농업환경 복원기술	· 생산성중심의 집약적 과다투입 농업은 농업환경 파괴 초래 · 오염 농경지 및 용수의 경제적 재활용 방법이 요구됨 · 안전농산물 생산의 기반에 대한 신뢰성 확보 필요
농업생태계 보호기술	· 농업의 공익적 기능의 중요성이 증대되고 계량화가 요구됨 · 친환경적 농지 및 농촌 하천수질의 관리가 요망됨 · 생태계의 건전성과 지속성 유지에 대한 요구도 증가
폐기물 자원화기술	· 축산폐기물의 급증과 처리방법 부재에 따른 재활용 요구됨 · 공업화의 심화로 유기성 폐기물 배출량 급증 · 친환경적 폐기물 관리 및 재활용 기술개발의 타당성 인정됨
환경친화적 토양관리기술	· 지속적인 작물생산을 위해 토양 비옥도의 관리가 필수적임 · 주변 환경에 대한 농업비점오염원의 유실과 확산 제어필요

2. 관련 산업동향

가. 산업동향

현대농업은 생산성향상과 환경의 질을 보전하는데 목표를 두고 있다. 최근 선진국에서는 이를 위해 저투입 지속적 농업, 환경친화적 농업이라는 명칭으로 농업의 형태가 전환되고 있으며, 우리나라의 경우는 친환경농업을 시행하고 있다. 그러나 우리나라의 농업이 안고 있는 기술적, 환경적, 경제적, 지형적 문제 등으로 인해 농업 환경의 질은 악화되고 있는 실정이다. 고품질 안전한 농산물의 생산성을 향상시키고 동시에 환경의 질을 보전·향상시키기 위해 선진국에서는 BT/IT/ET 분야에서 개발된 기술을 농업에 도입하여 각종 친환경농자재를 개발하고, 토양과 수자원관리 기술 및 정밀농업을 통하여 목표를 달성하려는 경향이다. 이를 위해 생물기능성 비료와 생물농약, INM, IPN, BMP 등의 관리기술과 정밀농업을 위한 자료의 정보화 및 기계화에 대한 산물이 민간부문 위주로 개발, 실용화되고 있는 실정이다. 이에 반해 국내에서는 주로 공공부문을 통해 기초 기술개발의 연구단계에 있으며, 일부 상품화를 위해 기업이 참여하고 있는 실정이다.

1) 국외 산업동향

생물공학을 이용한 다양한 작물보호기술이 개발되고 있는데, 작물, 병해충 및 미생물의 Genomics, Genetics의 활용과 저약량, 고효율, 고기능성 생물농약의 개발 및 실용화가 활발히 전개되고 있고 Crop-specific 생물농약의 개발 분야에서는 이미 EU에서는 약 90여종의 생물농약 유효성분을 개발하였고, 이 중에는 약 18개의 미생물농약이 포함되어 있으며, 미국의 경우 195개의 생물농약 유효성분이 개발되고 약 780여개의 제품이 상용화되고 있다. 토양과 작물에 특이성을 지닌 다양한 기능의 비료도 개발 및 실용화 단계에 와 있는데, 토양개량용, 작물의 성장단계별 기능성 비료의 상용화와 완효성비료의 개발과 실용화, 효율적인 피복제의 개발과 상용화, 그리고 농업용, 산림용, 정원용 등 다양화시킨 상품이 판매되고 있다.

가축분뇨 등 유기성 농업부산물의 자원화 기술 개발 및 실용화도 적극적으로 추진되고 있는데, 화학비료의 대체제 또는 토양개량제로 활용되며 Biogas 생산을 통한 대체에너지원으로도 활용되고 있다. 종합적인 토양관리 기술의 다양한 개발과 이들의 제도화 측면에서는 유기성 polymer를 이용한 토양개량제의 개발과 상용화, 물 관리를 위한 토양수분 sensor의 실용화, 관개의 자동화 등이 이루어지고 있으며, 정밀농업의 기반기술 구축 및 확대 실천 단계에서 필요한 요소기술과 software의 상용화가 추진되고 있고 정밀농업에 필수적인 제반 기술들이 이미 개발, 상용화되고 있다.

2) 국내 산업동향

우리나라는 아직도 생산성에 주된 목표를 두고, 화학비료와 농약 사용에 크게 의존하고 있다. 친환경농업을 위한 농자재의 개발과 시판이 활성화되는 초기 단계이며, 친환경농자재의 과학적 효과 검증이 부족한 실정이다. 일부 생물기능성 비료와 농약의 개발이 이뤄지고 있으나, 생산효율, 효과, 생산비, 전문지식 등에 있어서 미흡하며, 생물농약의 등록은 거의 없는 실정이다. 주된 기능성 비료가 NPK의 함량을 조절하거나 일부 생리활성물질을 활용하고 있는 수준이다. 정밀농업을 위한 기반기술과 software 등은 외국에서 개발된 제품을 수입하여 사용하고 있는 실정이며, 국내의 실정에 맞는 기술의 개발이 미진한 상태이다. 한국형 정밀농업을 위한 연구 개발은 아직 초기 단계에 있으며, 주로 관에서 주도하는 기초연구 및 개발 수준정도이다. 정밀농업 이행을 위한 각 중 sensor 및 개량제 등의 개발과 상품화가 매우 미진하여 국외에서 개발된 제품을 수입하여 사용하는 실정이며, 이들이 효율적인 활용 기술 또한 아직 미진한 단계이다.

나. 시장예측 및 산업 발전전망

1) 국외의 시장 예측

정밀농업은 단일기술이 아닌 다양한 기술들을 복합적으로 활용하는 체계이므로, GPS receiver, GIS D/B, 종자, 비료와 농약 사용을 위한 variable-rate application 장치, grid soil sampling, low-volume irrigation 장치, 수량 monitors, 토양비옥도와 잡초 밀도측정을 위한 다양한 sensors, remote sensing imagery, 각종 mapping softwares 등에 관한 제품이 개발되어 시판되고 있다. 농업에 접목된 IT 기술의 private sector로의 이전에 따라 다양한 상품이 개발되고 환경친화적 지속적 농업의 경향에 따라 시장이 급속도로 성장하고 있는 실정이다. 정밀농업을 위한 기술의 개발은 public sector의 지원을 통해 개발되었으나, 이에 관련된 기반기술과 관련 제품은 private sector 위주로 개발되고 있다.

정밀농업의 확산은 빠른 속도로 진행되고 있으므로, 이에 관련된 제품의 시장성 및 산업발전 방향은 매우 긍정적이며, 빠른 속도로 성장하고 있는 추세이다. VRT 관련 제품은 정밀농업기술에 있어서 가장 널리 사용되는 것에 해당되는데, 미국의 경우 약 1,600여 개의 flotation 비료 시용 system, map-driven VRT system, on-the-go sensor-tractor-based 시용 systems등이 판매된 실정이다. 농자재 판매자의 약 13%가 VRT를 사용해서 비료를 시용하고 있으며, 또한 grid soil sampler도 정밀농업을 위한 주요 기기이며 비료 판매자의 약 30%가 이를 활용하고 있는 실정이다.

환경친화형 지속적 농업을 위한 각종 농약과 비료의 개발과 시장의 영역이 지속적으로 확대되고 있는 추세이며, 전래적인 화학비료와 농약의 개념에서 벗어나 BT 및 ET에서 개발된 기술을 도입하여 고기능성 제품으로 전환되고 있는 실정이다. 생물공학을 이용한 작물 특이적이며, 저약량, 고효율, 고기능성 생물농약이 개발되고 실용화될 것이며, 이러한 친환경적 농업을 위한 농자재의 인증을 위한 비영리 기관의 설립과 이를 통한 확산을 꾀하고 있다. 영국의 CPL사에서 조사하여 보고한 세계 생물농약 시장은 2000년도에 약 1억5천불 정도로 예상되고 있고 그 중에서 BT가 1억천불로 대부분을 차지하고 있으며 미생물 농약이 4천만 불로 구성되어 있다. 이 시장은 전체 농약 시장의 약 0.5%로 미비하지만 현재 개발 중인 미생물 농약, 생화학 농약 및 천적 등과 환경친화형 농업으로 전환되는 추세에 있다는 것을 볼 때 조만간 시장이 확대될 것으로 예상된다.

<표 4-11-6> 세계 생물농약 시장

(단위 : 백만달러)

연도	계	BT제	미생물제
1996-1997	85-90	70	15-20
1998	120	90	30
1999	130-135	100	30-35
2000	150	10	40

자료 : Biopesticides, 5th Edition, CPL Sci., 1999.

일본 농약요람에서 조사한 생물농약 시장을 보면 2000년 현재 12억엔으로 살충성 생물농약이 약 10.9억엔으로 85%를 차지하며 그 중 BT제가 7.6억엔이며 살균성 생물농약은 13억엔에 불과하며, BT를 제외한 생물농약은 5.6억엔 규모로서 일본 전체 농약 시장의 0.34%로 세계 농약보다 미약한 실정이다. 일본에서 판매중인 생물농약은 총 22개 품목으로 살충제 17품목, 살균제 4품목, 제초제 1품목으로 전체 품목 구성도 아직 취약한 실정이다.

<표 4-11-7> 일본 생물농약 시장

(단위 : 백만엔)

연도	계	살충제			살균제	제초제
		BT제	기타제	소계		
1998	1,075(0.27)	799	221	1,020	5.2	49.8
1999	1,174(0.30)	844	252	1,096	5.4	72.6
2000	1,272(0.34)	756	332	1,088	118.0	65.7

자료 : 2000농약요람(일본식물방역협회).

2) 국내의 시장예측

우리나라도 친환경농업이 1997년부터 제도적으로 활성화되기 시작하였다. 이에 따라 각종 친환경 농자재 (예, 키토산비료, 미생물비료 등)가 개발되어 시판되고 있으나 이에 대한 과학적 검증에 대한 연구와 이를 통한 인증제도의 활성화가 필요하다. 이 분야의 시장 가치는 통계적으로 정확하게 산출된 자료가 없는 실정이나 매년 빠른 속도로 증가되고 있다. 국내 미생물농약 시장을 보면 세계 시장과 마찬가지로 BT 제가 주이며, 2000년에는 판매액이 33억원 정도였고 살충, 살균 효과가 있다고 주장하는 토양미생물제제의 판매액을 추정할 금액을 더하면 77억원 정도이며 그 중 BT를 제외한 살충제가 약 13억원, 살균제는 31억원으로 추정되며 전체농약 시장의 0.31%에 해당되는 극히 미약한 시장을 형성하고 있다. 이 구성은 현재의 세계 시장에서 생물 농약이 차지하는 비율보다도 낮은 수준이지만 국토가 좁고 다양한 작물이 재배되고 있어 다양한 병해충 및 잡초가 발생하는 우리나라에서 시장 잠재력은 크다고 하겠다.

<표 4-11-8> 국내 생물농약 시장 현황

(단위 : 백만원)

연도	계	BT제*	토양미생물제제(추정치)**			천적 등
			살충제	살균제	재초제	
1995	4,359	4,359	-	-	-	-
1998	3,723	2,423	300	1,000	-	-
1999	6,933	3,133	800	3,000	-	-
2000	7,682	3,282	1,300	3,100	-	-

주 : *BT제는 농약연보,

**토양미생물제제 : 등록된 토양미생물제제 중 살균, 살충 효과가 있다고 주장하는 제품의 판매액 추정량.

우리나라에서 정밀농업의 도입은 최근 추진되고 있는 실정이어서 이에 관련된 기반기술과 제품들의 상용화는 크게 이뤄지지 않고 있으나, 정밀농업이 도입되어 확산될 경우 이 분야의 시장은 매우 크게 성장할 것으로 예측된다. 현재 정밀농업을 위해 사용되는 GIS, GPS, RS, 각종 sensors, modeling softwares 들은 외국에서 도입한 것으로 우리나라 실정에 부적합한 경우가 많으며, 공공부문을 통해 R&D 단계의 시험연구 중에 있는 편이다. 이러한 IT 기술은 농업측면보다는 환경적인 측면에서 더 활용되고 있으나, 농업적인 활용이 빠른 시간 내에 활성화될 전망이므로 이에 대한 시장성장은 긍정적인 편이다.

3. 기술개발 동향 및 기술수준

가. 기술발전추세

1945년 이후 1960년대 초반까지도 우리 경제는 정치적, 사회, 경제적 어려움으로 최저 생활을 유지하는 절대 빈곤의 기간이었다. 정부는 이를 극복하기 위하여 농업 증산 계획을 1945년부터 지속적으로 추진하였다. 특히 1962년부터 추진된 6차에 걸친 경제 개발 5개년 계획과 병행하여 추진한 결과 우리 농업은 경제 발전과 더불어 주곡의 자급을 이룩하는 등 급격한 변화를 가져왔다. 1960년대까지 식량난에 어려움을 겪었던 우리 농업은 1970년대에 들어오면서 다수 계통인 통일벼 신품종을 개발 보급하여 1977년에는 전국 논 면적의 54%에 통일벼를 재배하는 등 3,000만석을 돌파 생산한 지 불과 3년 만에 4,000만석의 생산 기록을 세우게 되었다. 또한 단위 면적당 쌀 생산량도 494 kg/10a로 최고 생산 기록을 수립하면서 식량 자급자족의 기반을 구축하고 녹색혁명을 달성하게 되었다. 1980년도 이후에는 주식인 쌀의 안정자급을 이룩할 수 있었던 안정기로서 1960~1970년대와 같은 정부주도의 강력한 증산시책에서 다소 후퇴하는 양상을 띠고 있다.

과거의 농업은 자연 생태계의 순환원리에 따라 농업 생산 활동을 하여 왔으나 산업혁명이후 점점 늘어나는 인구부양과 영리산업으로서의 업으로 전환되어 감에 따라 식량증산 문제가 대두되었으며, 이를 위하여 외부 에너지(화학비료, 농약)의 개발 도입이 이루어졌다. 특히 우리의 농업은 해방 이후 6.25 사변을 거치면서 식량난 해결을 지상과제로 여겨 왔으며 자급자족을 위한 다수확 계통의 품종육성 보급과 더불어 화학비료와 농약사용은 필연적이었다. 반면에 가축분뇨 등의 축산 폐기물은 토양으로 되돌려져서 영양물질의 순환이 이루어지지 않거나 과잉 투여되었다. 또한, 산업화, 도시화 현상으로 대기환경 및 각종 산업 폐기물에 의한 수질오염 역시 농업 생산 활동에 직접적으로 영향을 미치고 있는 등 농업 환경오염은 사회문제로까지 대두되고 있다.

우리나라는 곡물 자급률이 1990년도에 43%이던 것이 2002년도에는 30% 미만으로 감소되었다. 곡물 도입량 중에서 사료용이 약70%를 차지하고 있으나 현재 돼지와 닭은 수출 경쟁력을 확보하고 있어, 정부에서도 이 두 가지 축종에 대해서는 수출주도형 산업으로 육성할 계획을 갖고 수출 단지화 사업을 추진하고 있다. 또한 축산 경영에서 생산력을 높이는 가장 중요한 요인은 사료효율 증대와 방역 문제이다. 이는 집단 사육에 따르는 방역과 농후 사료 급여를 뜻하며 그 과정에서 발생하는 약품과 배설물은 환경부담 요인이 될 수밖에 없다. 신선채소 공급의 확대와 안정적인 주년 생산을 위해서는 시설재배 면적 확대가 불가피하다. 시설 재배는 농가소득을 올릴 수 있는 영농 수단으로 높게 평가되고 있으며 시설재배에서 생산성을 높이는 수단은 병

충해 방제의 생력화와 토양비옥도 유지 증진이다. 이는 농약과 비료의 투입을 의미한다. 벼 재배에 있어서도 생산비 절감은 국제 쌀 가격을 낮출 수 있는 유일한 방안이며 이를 위해서는 경지 면적 확대와 농작업의 생력화를 위해 화석연료, 비료, 농약 사용량이 증가된다.

금후의 농업은 환경의 부담을 최소화하는 방향으로 발전되어야 한다는 견해에 대해서는 누구도 부정할 수 없는 시대적 상황으로 판단된다. 1970년대부터 추진했던 식량증산 정책의 후유증이 현재의 농업현실로 부각되는 것은 사실이나 무공해 농업, 유기농업, 자연농법 등 대체농업 기술도 앞에서 언급한 바와 같이 우리의 식량사정과 농업 경쟁력을 감안할 때 전체 농가를 대상으로 보급하기는 어려우며, 농업 활동에 의한 어느 정도의 환경부담은 배제할 수 없다. 그러나 이와 같은 영농활동에 의한 환경 부담을 최소화 할 수 있는 농업 기술을 개발하고 이를 지원할 수 있는 정책 대안은 반드시 필요하다. 즉 농업에 의한 환경 부담을 최소화하면서 농업 생산성은 최적화할 수 있는 농업기술의 개발이 필요하며 이것이 환경과 조화를 이루는 농업의 금후 발전방향이 될 수 있을 것으로 판단된다.

이러한 친환경 농업을 위한 영농체계와 관련하여 다양한 기술들이 개발되고 있는데, 합성농약을 대체할 수 있는 병충해 종합관리 등의 환경친화형 작물 보호와 관련된 기술, 농경지를 중심으로 한 농업환경의 지속성과 건전성을 유지해나가는데 필요한 작물양분종합관리 등의 토양비옥도를 중심으로 한 환경친화형 토양관리 기술, 농업생태계의 다원적 공익적 기능을 제고할 수 있는 기술, 축산분뇨와 기타 유기성 폐부산물의 자원화와 이의 효율적인 활용기술 등이 집중적으로 발전되고있는 추세이다.

농업에 있어서 생산성 향상을 위한 성장 위주의 농업 생산과 친환경 농업을 동시에 추구해야 하는 것이 현실이다. 국제적으로 이를 추구하기 위해 농업 환경을 오염시키는 물질들의 사용을 최대한 억제시키면서 생산성을 유지 또는 증가시키면서 경제적인 이익을 제공하는 기술 개발에 역점을 두고 왔다. 그 중에 하나로 부각되고 있는 기술이 병해충 및 잡초의 종합관리(integrated pest management, IPM) 기술이다. IPM은 앞에서 언급한 추구 목표를 지향하는 방향으로 연구 개발되어 왔는데 WHO나 FAO 그리고 OECD 같은 국제기구에서도 중요성을 인식하여 국제적인 워크숍이나 가이드라인 등을 설정하여 지구환경 보호를 위한 농업 분야에서 그 기틀을 확립하고자 노력하고 있다.

IPM을 수행하기 위해서 우선 병해충 및 잡초들의 발생 예측을 정확히 해야한다. 누구나도 인식하고 있는 문제이지만 예찰 정보에 대한 전파가 보수적인 농민을 대상으로 하고 있어 쉽지 않았고 전파 수단도 부족한 점이 많았다. 다행히도 정보화 시대를 맞이하여 인터넷이나 정부, 민간 기업들이 나름대로 노력을 기울여 전파하는데 노력을 하고 있다. 다음으로 예측이 되었는데 발생 정도를 보고 과연 방제를 해야 하는지 방제 의사 결정이 중요하다. 방제 의사 결정을 위해서 피해 정도가 경제적 피해

수준이 도달했는지를 판단하는 것이 중요하다. 경제적 피해 수준(Economic injury level, EIL)은 병해충 및 잡초에 의한 피해가 경제성에 미치는 영향 정도를 판단하는 지표로 되어 있고 일부 작물에 대하여 연구 개발되고 있으며 우리나라의 경우도 수도에 대한 IPM 연구, 과수에 대한 IPM 연구, 시설재배에 대한 IPM 연구들이 활발히 이뤄지고 있다.

나. 국외동향

농업분야에서 환경오염에 의한 농업생태계 악화 문제에 대응하여 추진하고 있는 기술 및 정책적 대안은 다양하나 핵심적인 내용은 다음과 같이 3가지로 요약할 수 있다. 첫째, 농촌지역에 거주하는 주민들의 삶의 질 향상, 둘째, 고품질 안전 농산물을 적정가격으로 지속적 공급, 셋째, 자연경관 및 생물 다양성 보존을 전제로 한 기술체계의 확립이다.

이와 같은 목적을 달성하기 위한 수단으로 최근 거론되고 있는 대체농업의 형태는 자연농업, 유기농업, 생태농업, 저투입 지속농업이 있다. 최근에는 주변 과학기술을 접목한 정밀농업도 환경생태계 보존을 위한 대체농업 수단으로 연구되고 있다. 자연농업은 우리나라 일부 농가에서도 시도되고 있으며, 토양이 갖고 있는 지력을 토대로 자연의 물질순환 원리에 따르는 농업형태이다. 유기농업은 화학비료와 농약을 사용하지 않고 퇴비나 자연 유기물을 이용하는 농업을 뜻한다. 생태농업은 지역폐쇄시스템에서 작물양분과 병해충 종합관리기술을 이용하여 생태계 균형유지에 중점을 두는 농업형태이다. 저투입 지속농업은 화학비료, 농약 등 농자재를 최소한으로 투입하여 작물의 수량성과 안전성을 다 함께 추구하는 농업을 의미한다. 최근에 논의되는 정밀농업(precision farming)은 토양정밀조사, 병해충정밀예찰, 시비 및 약제 살포 프로그램을 활용하는 새로운 형태의 농업기술로서 동일한 필지에서도 토양의 질과 작물 특성에 따라 재배방법이 달라지는 정밀진단을 전제로 하는 농업형태이다.

미국의 경우는 저 투입 지속농업을 지향하며, 일부 민간에서 시도하는 유기농업에 대하여는 정부가 아닌 생산자 단체에서 생산환경, 활용자재 및 농산물 품질에 대한 인증제도를 시행하고 있다. 독일은 넓은 토지를 기반으로 작물선택, 재식밀도, 가축사육두수도 제한하고, 활용하는 농자재의 품질은 엄격히 규제하는 생태농업을 주축으로 소극에 손실이 발생하는 경우는 손실분에 대해서 국가가 보상하는 제도를 시행하고 있다. 일본은 농촌의 환경보존 및 저투입 지속농업을 기본으로 농자재 이용형태에 따라 환경농업 유형을 구분하고 있다. 이와 같이 각 국가는 자국의 사회경제적 여건과 농업정책 방향에 따라 친환경농업기술을 각기 다르게 채택하고 있다.

화학약제에 의존하던 작물보호기술은 화학약제가 일으키는 갖가지 부작용과 청정 농산물을 선호하는 소비자의 요구에 따라 무농약 또는 저농약 작물재배방법을 도입하

거나 화학약제를 대체할 수 있는 생물농약 개발 연구에 박차를 가하는 추세이다. 실제 식물병, 해충 및 잡초 방제용 미생물농약이 다수 상품화되고 있으며 개발 품목과 대상 병, 해충 및 잡초도 점차 증가하고 있는 실정이다.

생물농약의 최초연구는 1927년 감자 더듬이병 방제용으로 방선균을 이용한 것으로부터 시작되었다. 그 후 1958년 일본에서 벼 도열병 방제약제로 향생물질인 Blasticidin이 최초로 실용화되었고 선진외국의 연구개발 수준과 국내의 연구개발 수준을 비교해 볼 때 실용화 부문에서 현저하게 뒤떨어져 있는 것으로 사료된다. 현재에는 전 세계적으로 200여종의 생물농약이 연구되고 있는 것으로 알려져 있으며 이미 60여종의 미생물농약이 등록되어 사용되고 있다.

외국에서 미생물농약의 개발 동향은 살충제가 54.8%로 반 이상을 차지하고 있으며 그 다음이 살균제로 35.5%(살세균제 포함)정도이다. 그 밖에 제초제와 살선충제가 각각 6.5%와 3.2%의 비율을 차지하고 있다. 한편 선진국에서는 생물농약의 보급확대를 위하여 미생물농약의 저독성 인정, 등록기간 단축 및 비용감면, 등록우선권 부여 등 국가차원의 지원정책을 수립하여 시행하고 있다. 미국은 생물농약의 개발 및 관리 면에서 단연 선진화가 이루어져 있다. 따라서 미국의 생물농약 관리 면에서 단연 선진화가 이루어져 있다. 따라서 미국의 생물농약 관리체계는 OECD 국가 및 타 국가의 모델이 되고 있으며 각국에서는 자국에 맞게 적용하고 있다. 일본은 미국의 생물농약 관리체계를 근간으로 하여 1997년에 「미생물농약 가이드라인(농산 제5090호)」을 제정하여 미생물농약을 화학농약과는 별도로 관리하고 있다. 일본에서 미생물농약 범주에는 바이러스, 세균, 진균, 원생동물 및 선충이 포함된다. 또한 천적은 농약으로 간주하여 농약취체법에 의해 관리되며 현재 4종 5약제가 등록되어 사용되고 있다.

식물병, 해충 및 잡초는 농업생태계의 일원으로 존재하기 때문에 이를 완전하게 제거시키는 것은 불가능하다. 따라서 경제적 피해수준을 고려하여 그 밀도를 관리하는 효율적인 병, 해충 및 잡초관리기술이 개발 적용되고 있다. 특히 분자생물학적 지표를 이용한 병, 해충의 조기 진단, 식물병해충 발생예찰, 병해충 집단의 모니터링 및 광역관리 시스템 개발, 병원균 및 해충의 동태 파악 및 관리 기술, 종합적 잡초관리기술 등이 활발하게 연구개발되고 있다.

농업과학의 영역 밖에서 개발된 BT, IT, ET, CT, NT 기술들이 농업기술에 접목되어 실용화되고 있다. public sector에서 개발된 기술들이 private sector로 이전되어 환경친화적 지속적 농업을 위한 제품의 상용화가 우선적으로 추구하고 있다. Ground-level technology의 개발과 user-specific 제품의 개발이 주된 기술발전의 추세이다. 고품질/다수확 작물생산을 위한 친환경적 영농관리는 농업 자체에서 개발된 기술과 농업의 외부에서 개발된 BT, IT, ET 기술들로부터 도입된 것이 많아서 이런 기술들이 이전될 경우 사용자인 농민의 이용 역량은 매우 낮은 편이다. 따라서 농업 전문가 뿐 아니라 교육기관에서도 이에 관한 교육의 중요성을 인식하고 이에 대한 준

비를 하고 있다.

농업환경 분야의 측정과 Monitoring 등에 관한 연구결과와 기술들이 현장에 접목 될 때 자동화, 간편화, 무인화 및 복합 기능을 가진 제품들이 개발되고 있는 추세이다. 또한 GPS, RS, GIS 등 우주항공기술을 농업생산에 접목시켜 환경을 보존하면서 수확량을 줄이지 않고 고품질의 농산물을 생산하는 정밀농업기계화 기술이 미국 등에서 실용화되고 있다. Extension specialists와 Consulting 회사를 주축으로 개발된 이러한 기술을 현장으로의 이전하는, 또는 다른 국가에도 이전하는 기술적 체계를 구축하고 있기도 하다.

다. 국내동향

우리나라에서는 1970년대부터 민간 주도로 안전농산물 생산, 자연환경 및 생태계 보존을 지향하는 생산자단체와 소비자가 연계되어 발전하여 왔다. 현재 국내의 환경농업 관련단체는 유기농업협회, 자연농업협회, 한국카톨릭농민회, 정농회 등 약 20여 개 단체가 활동하고 있다. 기타 우렁이 농법, 오리농법, 효소농법, 달팽이농법 등 다양한 특수농법과 친환경 농자재 보급도 활발히 추진되고 있다.

그러나 우리나라의 친환경농업은 1997년 12월 12일자로 환경농업육성법이 제정됨으로서 환경과 농업생산과의 조화를 위한 법적인 지원기반이 마련되었으며 그동안 여러 가지로 사용되어 오던 용어도 “친환경농업”으로 통일하게 되었다. 환경농업육성법에서 환경농업의 정의는 “농약의 안전사용기준 준수, 작물별 시비기준량 준수, 적절한 가축사료 첨가제 사용 등 화학자재의 사용은 적정수준으로 유지하고, 축산분뇨의 적절한 처리 및 재활용 등을 통하여 환경을 보존하고 안전한 농축임산물을 생산하는 농업을 말한다”라고 하고 있다.

이와 같이 친환경농업의 정의에 내포되어 있는 뜻은 우리나라 농업의 특수성을 고려하여 생산성은 떨어뜨리지 않으면서 안전농산물을 생산하고 영농활동에 따른 환경위해요소를 최소화하려는 의지를 포함하고 있는 점이다. 이 정의는 일부 농민단체에서 추진하는 주장하는 무농약, 무화학 비료를 전제로 한 유기농업과 같은 기술체계도 수용하면서 단계적으로 농업생태계의 안전을 위한 저투입 지속농업을 추진하려는 정부의 의지를 포함하고 있다고 생각된다. 우리나라는 농촌진흥청이 중심이 되어 농업생산에 투입되는 농업자재의 사용을 최소화하면서 생산성을 유지하기 위한 다양한 연구를 수행하고 있다.

농경지 토양에 대한 정밀조사를 실시하여 D/B화 하고 이를 바탕으로 비료사용량을 결정하도록 하고 있다. 병해충은 정확한 예찰을 통하여 적기에 방제를 하도록 하여 농약사용량을 최소화하고, 천적을 이용한 생물학적 방제기술을 개발하여 농가에 보급하고 있다. 최근에는 농업환경 문제와 농산물의 안정성을 연계시킴으로써 우리

농산물의 고품격화를 시도하고 있다. 1970년대 우리나라의 시비기술은 다수확을 전제로 설정된 기준이다. 벼의 경우 단위면적당 시비량은 질소, 인산, 칼리성분이 각각 169-80-90 kg/ha로 절감되었으며, 1990년대는 110-50-60 kg/ha로서 최저 투입수준으로 감소되었다.

이는 증산 위주의 농업기술이 농업생태계 안정을 염두에 둔 저투입 지속농업으로 기술체계가 전환됨을 의미한다. 이는 지속적인 품종개량, 토양 비옥도 개선, 시비처방 기술개선연구의 결과로서 수량에는 영향을 주지 않으면서 비료투입량은 경감시킬 수 있었다. 최근에는 토양정보 전산화 작업이 진행되고 있으며, 이는 금후 정밀농업을 추진할 수 있는 기반을 조성하는 중간단계라고 말할 수 있다. 정확한 비료사용량 추천을 위한 토양검정 시스템은 이미 실용화 단계로서 전국 시군 농업기술센터 토양검정실이 중심이 되어 운영되고 있다.

병해충 종합관리기술의 핵심은 정확한 사전 예찰을 통하여 농약사용은 최소화하고 유용천적이나 생물농약을 개발하여 화학농약을 대체하는 기술체계이다. 정확하고 신속한 예찰을 위하여 주요 병해충에 대한 예찰 프로그램을 개발 보급하여 농약사용량 절감에 기여한 바도 있다. 실제 농촌진흥청은 1993년도부터 벼와 사과에 대한 IPM사업단을 운영하고 있다. 해충에 대한 천적인 칠레이리응애, 온실가루이좀벌, 진디벌은 이미 농가에 활용이 되고 있으며, 현재는 포식성 곰팡이, 길항성세균, 해충기생균을 이용한 병해충 방제기술 개발단계에 있다.

최근에는 시설원에 재배면적이 증가되고 특수 병해충이 늘어나고 있는 점을 고려하여 특수 재배환경에 대한 IPM 기술개발을 서두르고 있다. 현재의 농업형태를 고려할 때 영농활동에 농약을 100% 사용하지 않는다는 것은 현실적으로 어려움이 크다. 그러나 농약으로부터 농산물의 안전성은 반드시 확보되어야 하는 부담을 안고 있다. 따라서 정부는 작물에 대한 살균제, 살충제 등 농약의 살포횟수와 최종 살포시기에 대한 안전사용기준을 설정 고시하고 있다. 이는 농작물 재배기간 중에 정부에서 고시한 농약 안전사용 기준을 준수하는 경우 잔류농약에 의한 환경 위해성을 최소화 할 수 있으며, 생산된 농산물은 인축에 안전하다는 데 근거하고 있다.

국내 미생물농약 연구는 소수 연구인력에 의한 산발적인 단편연구가 주류를 이루고 있어 국내 유용자원 조사 및 미생물자원 보존, 작용기작, 균주개량 등의 기초기술이 미흡한 것으로 지적되고 있다. 그리고 미생물농약은 화학농약에 비하여 효과가 낮고 약효의 발현이 늦으며 적용병해의 제한 및 환경에 대한 불안전 등 사용상에 제한이 많다. 미생물농약은 제한된 장소 또는 소규모 시험에서는 방제효과와 수량증수 효과가 인정되나 이를 대면적에 적용하기 위한 대량생산, 제제화 및 사용기술 등 실용화 기술이 부족한 실정이다. 무엇보다도 국내 농약 기업의 영세성으로 연구개발 투자가 낮았으나 최근에는 미생물농약 개발에 많은 투자를 하고 있는 것으로 나타나고 있다. 가축분뇨는 유기물 농도와 무기영양원 함량이 높아 정화처리를 하지 않고 자연환

경에 방류시킬 수 없다.

처리개념으로 가축분뇨를 관리한다는 것은 경제적 비용문제로 중소규모이하 축산 농가에는 현실적으로 적용하기 어렵다. 가축분뇨를 경제적으로 유익하고 환경에 문제가 없도록 관리하는 최선의 방안은 농경지 환원이다. 그러나 농경지에 과부하로 인한 환경문제와 농경지 살포에 따르는 주변 환경 오염문제는 재활용 기술에 장해요인이 되고 있다. 현재 퇴비제조 기술과 생산된 퇴비의 안정사용에 대한 실용기술은 확립이 되어 있다. 그러나 약비제조와 제도된 액비의 이용기술은 아직도 시범보급 단계에 있다.

최근 WTO, OECD 등 국제기구를 중심으로 논의되고 있는 추세를 감안할 때 앞으로는 환경문제를 도외시키고 생산되는 농산물은 국제경쟁력을 상실하게 될 것으로 예측되고 있다. 이미 OECD 회원국을 중심으로 논의되고 있는 농업환경 평가지표 개발 연구는 우리 농업현실에 시사하는 바가 크다. 이와 같이 개발된 평가지표에 의하여 우리나라의 농업환경을 평가할 때 겪게 될 어려움에 미리 대비해야 할 시점이다. 이와 같은 국내외 농업 환경문제에 대한 논의 동향에 적극적인 대처와 동시에 식량의 안정적인 생산을 위해서는 환경과 조화를 이루는 농업기술을 개발하고 개발된 기술을 바탕으로 정책적인 지원이 이루어져야 한다고 판단된다.

앞으로 지역특성에 맞는 친환경농업 기술체제가 정립되어야 할 것이다. 첫째, 토양 비옥도 최적 관리기술 체계 확립이다. 토양의 양분관리는 농경지가 위치한 지리적 특성, 토양생성 기원, 기상환경, 경사, 배수, 토성, 유기물함량 등 작목의 종류 및 품질 등 다양한 환경요소에 따라 차별화된다. 일반적으로 작물재배에 사용된 비료의 이용율은 40%미만이다. 따라서 약 60%의 잉여 비료성분은 환경에 잔류한다. 농경지에 사용되는 비료량과 환경잔류량은 비례한다. 현재 수행하고 있는 토양정보 전산화와 시비처방 기술은 지역적 및 지형적인 농업특성을 고려하여 세분화시킬 필요가 있다. 또한 우리나라 농업현실에 알맞은 농경지 필지별 정밀농업기술을 전제한 시비관리 기술 개발은 시급히 정착이 되어야 한다고 생각한다.

둘째, 농약사용 절감기술 개발이다. 농작물 재배에 농약사용은 불가피하다. 그러나 정확한 병충해 예찰을 통한 적기방제로 많은 량의 농약사용을 절감시킬 수 있는 점은 이미 입증되고 있다. 앞으로는 농약을 대체할 새로운 방제체계 개발을 서둘러야 할 것이다. 현재 친적은 시설 재배지에 부분적으로 활용하고 있으나 일반 노지까지 확대할 기술체계도 필요하다고 판단된다. 좀 더 적극적인 방법으로 내병, 내충성 작물의 육성도 서둘러야 할 시점측면에서 매우 바람직한 첨단기술이라고 판단된다. 최근 생명공학 기술의 발전 속도로 보아 GM 농산물 안전성에 대한 우려는 연구자들의 노력 여하에 따라 가까운 시일 내에서 해결이 가능할 것으로 기대된다.

셋째, 합리적인 농업용수 관리기술 개발이다. 발작물 재배에 있어서 물 관리는 대단히 중요하다. 농경지에 물이 부족하면 작물의 수량과 품질이 낮아지며, 사용된 비료

의 용해도가 떨어져 토양 중 염류 집적을 유발한다. 토양수분이 과도하게 높으면 작물이 연약해지고 병해충에 저항력이 떨어져 농약사용량이 증가된다. 따라서 물 이용 효율을 증대시켜 작물 수량증수, 품질향상, 비료와 농약사용량을 절감하는 것은 반드시 필요한 연구 과제라고 생각된다. 특히 최근 증가되고 있는 시설재배면적을 고려할 때 작물재배 형태별 물 관리기술은 농업생태계 안정화 차원에서 시급히 해결해야 할 사항이다.

넷째, 농업내부 또는 농업외부에서 생산되는 유기성 폐기물 재활용 기술개발이다. 가축분뇨는 전통적으로 화학비료를 사용하기 이전에는 대단히 유용한 작물 영양원이었다. 또한 가축분뇨는 부업형 축산형태에서는 축산농가에서 자체적으로 퇴비원으로 활용을 하여 환경문제가 제기되지 않았다. 그러나 최근 전업형 또는 기업형으로 사육 규모가 확대됨에 따라 처리대상 폐기물로 전락하게 되었다. 현재까지 다양한 형태의 가축분뇨 재활용 기술이 개발 이용되고 있으나 분야별로 보완이 필요한 부분이 많은 것이 현실이다. 앞으로, 가축분뇨의 관리는 IPM과 INM과 같이 IWM(integrated Wastes Management, 가축분뇨통합관리) 개념의 도입이 필요하다. IWM은 기본적으로 자원화가 가능한 부분은 최대한 자원화하고 자원화가 불가능한 부분에 제한적으로 처리개념을 도입하는 기술체계이다. 이를 위하여 부분적으로 세부기술 재정립이 필요한 부분은 가축분뇨 혐기발효 최적화 기술, 속성 호기성 액비 제조기술, 고급 퇴비 제조기술 보완연구이다. 또한 사양기술 개선을 통한 가축분뇨의 환경부하를 경감시키는 기술도 생명공학기술이다.

또한 사양기술 개선을 통한 가축분뇨의 환경부하를 경감시키는 기술도 생명공학기술과 연계하여 개발이 가능한 연구 분야라고 생각된다. 도시에서 발생하는 유기성 폐기물도 선택적으로 농업용 퇴비로 활용할 수 있다. 이를 위해서는 사용 전에 반드시 안전성을 입증할 수 있어야 한다. 농업용 퇴비의 안전성 평가는 다양한 지표로 이용될 수 있으나 농경지 오염과 인체 위해성을 바탕으로 화학적인 지표가 가장 현실적인 평가지표가 될 수 있다. 인간의 생활에 사용되고 있는 화학물질이 약 16,000여 종에 달하고 있는 점을 고려할 때 하수슬러지 등에 포함된 화학물질의 위해성 평가연구는 단순한 연구대상이 아니다. 따라서 장기적으로 안정적인 도시 폐기물의 농경지환원을 위해서는 환경 분야와 공동연구를 통한 유기성 폐기물 위해성 평가기술이 선행되어야 할 것이다.

다섯째, 환경 친화형 농업자재 개발이다. 농업환경을 보존하기 위하여 연구되고 있는 대체 농업자재는 염류집적 농경지 대상 저인산, 저칼리 복비개발, 발작물용 완효성 비료 개발, 발작물 피복용 분해성 플라스틱 개발, 길항 미생물을 이용한 생물농약 개발, 농약절감을 위한 종자 분의처리제 개발, 노력 절감형 농약, 비료 복합제제 등이 있다. 이와 같이 개발을 극대화 할 수 있는 안전사용기준이 제시될 수 있도록 여러 가지 보완연구가 필요하다고 판단된다. 최근 일부 유기농업 및 자연농업 실천농가에

서 사용되고 있는 농약 대체물질에 대한 과학적인 검증도 농업생태계 보존차원에서 다방면의 검토가 필요하다. 천연 살충 및 살균제제도 화학물질로 구성된 재료임을 간과하는 사이에 나타날 수 있는 부정적인 요인에 대해서도 과학적인 평가가 선행되어야 한다.

농업기술은 종합 과학기술이라는 표현을 종종 사용한다. 농업은 종자 파종단계부터 수확, 가공, 유통단계까지 다양한 환경의 영향을 받게 된다. 따라서 앞에서 논의된 단편적인 친환경농업 기술체계들이 복합될 때의 효과는 단일기술만을 도입하는 경우와 상이하게 나타날 수 있다. 또한 농업은 권역에 따라 평야지, 상수원지, 산촌지역, 시설재배지대 등으로 구분할 수 있다. 이와 같은 농업생산지대의 환경조건을 고려하여 해당지역의 농업특성을 정밀 조사한 후 작목 선정, INM, IPM 등 종합적인 친환경 농업기술을 대면적에 종합적으로 적용하여 환경영향을 평가할 수 있어야 한다.

농업 현장연구 권역 내에서 전반적인 수량성, 농산물의 품질 및 안전성, 환경영향 및 경제성을 분석하기 위해서는 현장연구 지역 내 모든 농가가 참여하는 국가연구 프로젝트가 반드시 필요하다. 이를 성공적으로 수행하기 위해서는 농정당국인 농림부와 지자체, 국가연구기관, 대학, 지도기관의 공동참여가 반드시 필요하다. 현재도 농림부를 중심으로 친환경농업지구 조성사업이 추진되고 있고, 연구·지도기관이 공동으로 참여하고 있다. 그러나 이 사업은 사업비가 기자재 구입에 집중되고 지구 내 참여 농가비율이 낮아 사업전후 사업지구 내 환경영향 평가는 현실적으로 불가능하다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위해서는 정책부서의 지원 하에 지역주민이 100% 참여할 수 있는 시범연구가 반드시 필요하다고 판단된다.

현재 농촌진흥청, 한국농촌경제연구원 및 한국환경정책평가연구원이 공동으로 추진을 계획하고 있는 대규모 친환경농업 현장연구는 매우 시의적절하다고 판단된다. 우리나라는 농업환경자원, 농업자재 및 농산물에 대한 환경기준이 설정되지 않았거나 미흡한 것이 현실이다. 농업의 환경기준은 농업정책 수립과 추진에 활용하는데 문제가 없어야 하며, 손쉽게 측정이 가능하여야 하고, 각계 각층에서 선정된 기준을 인정할 수 있어야 한다. 현재 국내에서 OECD 회원국과 공동으로 추진하고 있는 13개 농업환경지표 개발연구는 회원국간 공통적으로 적용이 가능한 평가지표를 개발하기 위하여 추진하고 있다.

이와 같이 농업환경에 대한 평가지표는 객관성과 형평성이 있어야 하기 때문에 오랜 기간과 많은 인력 그리고 반복연구가 수반되어야 한다. 따라서 농업환경에 대한 기준설정을 위한 연구는 국가연구기관을 통해서만 수행이 가능하다고 판단된다. 농업생태계보존을 위하여 개발된 기술체계가 농업현장에서 연구개발 목적에 맞게 환경개선 효과가 나타날 수 있는지를 평가하기 위해서는 적용 가능한 객관적인 환경기준이 반드시 제시되어야 한다.

농업생태계 안정을 위한 적용기술을 도입하기 전에 시급히 설정되어야 할 환경평

가기준은 토양, 용수의 질 및 입지조건 등 농업자원이다. 다음은 농업에 사용되는 농업자재의 품질규격, 사용량 및 사용방법 등에 대한 안전기준이다. 또한 생산되는 농산물의 품질과 안전성에 대한 기준도 시급히 고려해야 할 연구대상이라고 판단된다.

개방화의 물결로 인하여 농업 그 자체가 심각한 위협을 받고 있는 우리 농업은 고품질·청정·안전 농산물의 생산체계를 실천함으로써 새로운 활력과 도약의 전기를 마련할 수 있으리라 기대할 수 있다. 그러나 이러한 생산체계를 확립하는 데에는 환경농업의 실천이 우선되어야 하고 환경농업을 보편화하기 위해서는 생산과정의 복잡한 생물학적 상호관계를 감안한 첨단기술의 개발과 이의 체계화가 필수요건이라 할 수 있으며 생산물의 품질과 안전성의 확립이 충분요건이라 할 수 있다.

아울러 인간 삶의 터전 악화를 방지하고 우리농업이 지속적으로 활동할 수 있도록 인류 생존의 원천적 자원인 토양·물·공기의 유지보전기술의 개발과 실천은 우리세대에게 주어진 시대적 필연이라고 믿어진다. 따라서 농촌진흥청은 환경농업을 농업생태계 보존뿐만 아니라 국가 농업경쟁력을 높이는 수단으로 정착시키기 위하여 다양한 기술과 및 정책개발을 서두르고 있다. 기술적인 측면에서는 농업생태계에 위해요소를 최소화 할 수 있는 기술의 개발은 물론 개발된 각개 기술체계를 조합한 현장실증과 단계적으로는 적용전 기술의 환경영향을 평가할 수 있는 평가지표를 확립할 계획이며 아울러 환경농업을 실천하는 농가들을 경제적으로 지원할 수 있는 이론적 근거 마련과 친환경 대체 농자재 개발보급에 주어진 역량을 극대화하여 농업도약의 발판을 마련하고 환경에 대한 세대간의 격차와 부담을 최소화 해 나가야 할 것이다.

라. 국내역량

친환경농업을 위한 법과 제도, 지원체계는 수립되어 있으나 기술적 체계가 부족하여 효율적인 이행과 이에 관한 기술개발이 미진한 실정이다. 고품질/다수확 작물생산을 위한 환경농업은 제도적 뒷받침은 있으나 기술적 체계가 누락된 상태이며, 또한 환경농업의 성공적 이행에 관한 사후관리 방안이 없는 실정이다. 환경농업의 제도는 예산지원에 따른 부산물 비료와 토양개량제 등 농자재보급에 주된 역량이 실려 있는 편이며, 일부 친환경 농자재가 개발되어 시판되고 있으나 과학적 검증이 부족한 실정이고 고품질/다수확 작물생산을 위한 환경관리에 관한 국가정책과 예산의 뒷받침이 절대적으로 필요한 실정이다.

외국에서는 미생물, 병해충, 작물의 genomics, genetics 기술을 통합적으로 활용하는 생물공학 기법을 통해 다양한 생물농약을 개발, 시판하고 있다. 우리나라의 경우는 public sector와 private sector에서 생물농약을 개발하고 있으나 아직 상용화된 것은 거의 없는 실정이다. 생물농약은 활성물질 screening 등 개발 단계에 있으며, 생물농약에 관한 개념정립과 안전사용에 대한 기준 등을 설정하고 있는 단계이며, 가까운

미래에 상용화될 수 있을 것으로 기대된다. 환경친화적인 병해충 및 잡초관리와 관련된 기술과 활용 능력은 아직 부족한 실정이며 정책적인 지원이 없이는 이루어지기 힘든 부분이므로 국가정책과 예산의 뒷받침이 요구된다.

한국형 정밀농업의 이행에 관한 개념정립과 제도의 개발 수준에 있다. 정밀농업이 한국형 농경지에서 적합할 지에 대한 의문도 제기되고 있는 실정이나, 학문적, 사회적, 환경적, 경제적 요인을 고려할 때, 우리나라에서도 도입하여야 할 기술요소이다. 따라서 Public sector에서 정밀토양조사, 토양환경정보 system 구축, 간단한 sensor의 개발, GIS 및 RS 기술의 응용성 분석, 토양자원의 mapping 등 정밀농업을 위한 기초 기반 기술의 구축단계이다.

정밀농업의 정착을 위해서는 무엇보다도 정보 data acquisition, data analysis, data interpretation, management options 개발 등이 필요하나 이에 관한 D/B 구축이 안 된 실정이며, 우리나라에서도 우리 환경에 적합한 기계와 VRT applicator 등 hardware의 개발이 public sector에서 주로 연구되고 있으며, 전문적, 기술적, 경제적 측면에서 실용화되지 못하고 있다. 우리나라의 정밀농업은 연구초기 단계로 수확량 모니터링, GPS를 이용한 자율주행 기초기술에 관한 연구 등이 실시되고 있으나 토양, 작물정보 등을 실시간에서 측정하는 기술과 의사결정 및 변량 처리하는 기계기술 등은 매우 미흡하다. 정밀농업을 위해 필요한 일부의 제반 기술을 능숙하게 활용할 수 있는 전문 인력이 부족한 실정이다.

비료의 경우는 국내에서 생산되는 것은 다양한 화학비료와 가축분뇨를 이용한 부산물비료가 주를 이루고 있다. 그러나 현재로서 생산비용 및 환경의 질 보호측면에서 생산과 사용이 감소되고 있는 실정이다. 일부에서 bulk blending 비료를 생산, 공급하고 있으나 경지면적의 협소로 인해 생산과 보급의 경제성과 논리에 있어서 비현실적이며, 일부 회사를 통해 완효성비료 및 복합기능의 비료의 개발과 보급을 하고 있는 실정이나 이의 확산효과는 저조한 편이다.

외국에서 개발된 기술을 바탕으로 다양한 용도의 기능성 비료를 개발하려는 추세다. 이중 피복제를 이용하여 완효성 비료를 개발하여 실용화시키는 단계이다. 그러나 비료성분의 이용효율을 증대시킬 수 있는 기술이나 영농관리방법에 대한 기반 조성이 부족한 실정이다. 국내에서는 친환경농업 기술 개발을 위한 인적, 기술적 인프라는 일부 확보되어 있으나 지속적이고 체계적인 연구 및 투자의 부족으로 핵심기술 및 실용화 단계로 발전하는 데는 여전히 문제점을 가지고 있으며 선진국의 경우 기초 기술과 인력 양성 등이 충분히 확립된 가운데 인프라 구축 및 실용화를 위한 연구에 본격적으로 진입하고 있다. 대학에 설치되어 있는 관련분야(농생물학, 응용생물학, 식물의학, 농화학, 환경생명화학, 응용생명화학, 환경공학 등) 및 타 전공간의 긴밀한 학제간 연구가 절실히 요구된다.

<표 4-11-9>는 국내 기술 성숙도와 경쟁력에 따라 농업환경 보전을 위한 주요 핵

심 기술영역을 분석한 표이다. 정밀농업과 관련된 기술은 우리나라에서 도입되는 시
기이며 이에 관련된 기술이 개발될 경우 경쟁력은 매우 높은 편인 것으로 분석된다.
한편 농자재의 개발과 친환경적 자원관리는 기술의 성숙도 측면에서 진행되거나 핵심
역할을 할 수 있으나 이 분야의 기술과 산물의 경쟁력은 중간 또는 낮은 것으로 평가
된다.

1) SWOT 분석

<표 4-11-9> 환경분야의 SWOT분석

강 점 (S)	약 점 (W)
<ul style="list-style-type: none"> - 일반 생산물의 생산조건 열악 - IT, BT 기술의 융합화 - 친환경 농산물인증에 대한 인식변화 - 풍부한 연구 인력 확보 - 산학연 기반 구축 - 국민들의 환경 보존에 대한 인식 고조 	<ul style="list-style-type: none"> - 주요 선진국 및 주변경쟁국에 비해 경쟁력 저하 - 지속 연구 - 산업체 영세성 - 기초연구는 부족한 반면에 대부분이 실용화 연구 - 지속적인 연구투자여건 미흡
기회요인 (O)	위협요인 (T)
<ul style="list-style-type: none"> - 수요자 우위 - 차별화된 제품에 대한 수요 - 주변 동남아국가의 환경에 대한 인식증가 로 인한 환경시장 진출 	<ul style="list-style-type: none"> - 농산물 시장개방 - 국민들이 환경기술에 대한 인식 부족 - 조기 산업화의 어려움이 존재 - 국내시장 여전히 미성숙 - 국민들의 환경시장에 대한 인식 부족 - 타 산업과의 비교 우위 평가에서 열세

제2절 기술로드맵 작성

1. 핵심시스템 구성요소 및 성능목표 설정

안전한 농산물 생산을 위한 친환경 농업기술 개발에 관한 연구는 생산량 증대와
환경을 고려하기 위한 환경친화형 작물보호기술, 병, 해충 및 잡초의 종합적 방제 기
술, 환경 생태계 변동 예측을 위한 농업환경 모니터링 기술, 유해물질로 오염된 농업

환경 복원 기술 개발, 농촌 토양 및 수질 관리를 위한 농업 생태계 보호기술 개발, 유기성 폐자원 등의 재활용을 위한 폐기물 자원화 기술, 화학 물리 및 생물학적 기법을 이용한 환경 친화적 토양 관리 기술 등을 개발하는데 목표를 두어 궁극적으로 안전한 식량자원 생산 및 이를 위한 인프라 구축 단계까지 설정한다.

<표 4-11-10> 핵심시스템 구성요소와 성능목표

구 분	현재	단기 (2004~2006)	중기 (2007~2009)	장기 (2010~2015)
성능목표 핵심시스템 구성요소	현단계기술	기반구축	발전단계	완성단계
환경 친화형 작물보호기술	기술개발시도단계	기술선별단계	작물보호기술확보 단계	개발기술실용화 단계
종합적 병해충 및 잡초관리기술	기본정도구축단계	기본정도활용단계	선발기술구축단계	관리기술정착단계
농업 환경 모니터링 기술	기술개발빈약단계	기술개발준비단계	기술개발응용화 단계	기술개발실용화 단계
농업 환경 복원 기술	기초실험수행단계	단일기술성공화 단계	복합기술응용단계	종합복원기술실용 화단계
농업 생태계 복원 기술	단편적 기술개발	기술선별단계	종합기술개발단계	개발기술실용화 단계
폐기물 자원화 기술	자원화기술개발 단계	재활용방법, 경제적 방법선발단계	자원재활용효능 평가단계	종합적기술구현 단계
환경 친화적 토양 관리 기술	지역에 적합한 기술개발단계	선발기술이용계획 수립단계	지역적 우선순위 선발 및 응용단계	농촌지역광역화시 스템구축단계

2. 기술영역 및 핵심기술

가. 기술영역 및 핵심기술 도출

1) 핵심시스템 구성요소별 관련기술

<표 4-11-11> 핵심시스템 구성요소와 관련기술

핵심시스템 구성요소	관 련 기 술
환경친화형 작물보호기술	친환경적으로 작물을 보호할 수 있는 생물농약(생화학농약 등)
	국내 토착미생물을 이용한 식물병 방제전용 미생물농약
	농림해충 방제용 미생물농약
	식물기생성선충 방제용 미생물농약
	잡초 방제용 미생물농약
	식물생장 촉진 미생물제
	천적을 이용한 시설작물 해충의 생물적 방제기술
	Hyperparasite를 이용한 작물병의 생물적 방제기술
	난 배양 농업용 미생물 배양 및 작물보호 이용기술
종합적 병해충 및 잡초관리기술	분자생물학적 marker에 의한 식물병 조기진단기술
	병원균 및 해충의 유전적 특성 규명을 통한 피해경감기술
	병원균의 침입기작 규명을 통한 식물병 방제기술
	식물 바이러스 종합적 제어기술
	병원균 및 해충 약제저항성 지도작성 및 관리기술
	병원균 집단의 유전적 다양성 분석을 통한 식물병 발생경감기술
	수치예보기상자료를 이용한 식물병해충 발생예측기술
	해충의 장기 발생동태 및 작물피해분석 예측기술
	주요해충의 모니터링 및 광역관리 시스템
	토양수분과 양분관리를 통한 작물병해발생 절감기술
	농작물 피해 판별 및 안전 농산물 생산기술
	저장병해충 종합적 방제기술
	종합적 잡초관리기술
농업환경 모니터링 기술	위해성 화학물질의 환경 중 동태 및 위해성 평가 시스템
	농업환경기준 설정을 위한 오염물질 종류 및 범위 설정 기술
	농산물 중의 위해성 화학물질의 모니터링을 통한 위해성 평가 기술
	잔류농약 및 위해성 물질의 효율적 분석 및 관리 시스템
	대기환경 변화가 농업생태계에 미치는 영향 평가 기술
	농업 환경오염의 발생유형별 사후 평가 기술
	농업 환경변화에 따른 생물다양성 변동 기술
	유기농업환경생태의 변동과 유기농산물 품질관리 기술
	화학비료 연용과 연작에 따른 작물생리장해 및 병해충 유발현상 평가 기술

핵심시스템 구성요소	관 련 기 술
농업환경 복원기술	위해성 물질로 오염된 농업환경의 복원 기술
	환경친화적 농업용 하천수질 개선 및 유지 기술
	오염환경의 복원을 위한 친환경적인 신소재 및 공정
	위해성 물질 처리에 필요한 미생물 이용 기술
	상수층의 잔류농약 및 미량유기오염물질 제거를 위한 농어촌 상수처리 시스템
	농약 및 비료로 오염된 농경지 주변 하천수 오염 방지용 생물 정화 시스템
농업생태계 보호기술	농촌지역 국토이용계획 변경기준 및 지속가능한 토지이용계획 수립 기술
	생산환경 조건에 따른 농업형태별 공익기능 평가 기술
	상수원의 수질확보를 위한 농업용수 내 화학적 및 생물학적 오염원 관리 체계 확립 기술
	환경친화형 농촌 하수 정화처리 시스템
	농약, 중금속, 영양염류의 토양중 거동 구명 및 관리 기술
	토양침식과 비점오염원 유실 및 확산 저감 방지 기술
	시비 및 작부체계별 토양 환경중 작물생육 장애요인 발생 저감기술
	영양염류 유실 방지를 위한 농경지 관리 체계
폐기물 자원화 기술	축분뇨의 자원화 기술체계
	축분뇨의 자원의 농경지 투입 및 활용 기술
	유기성 폐기물의 자원화 및 재활용 기술
	처리용수의 농업용 재활용에 관한 기술
환경친화적 토양 관리 기술	환경 오염경감을 위한 작물 양분 종합관리 기술 및 체계
	토양비옥도 정밀진단을 통한 정밀 농업체계 구축 기술
	양분 과다축적 농경지의 효율적 관리 기술
	친환경 토양관리 및 시비체계 확립용 software
	유기농업의 체계화를 위한 기술
	불량한 토양물리화학성의 개량에 관련된 기술
	토양의 생물학적질 평가를 위한 토양검정 기술
	화학비료 절감 및 대체를 위한 미생물 활용 기술
	농경지의 토착미생물 군집 카탈로그 작성 및 자원화 기술
	토양관리방법에 따른 토착지 미생물 군집거동 변화 평가 및 자원화 기술

2) 핵심기술별 요소기술

<표 4-11-12> 환경핵심기술별 요소기술

대분류	중분류	소분류
환경분야	환경친화형 작물보호기술	친환경 생물농약 및 미생물제 개발
		친적이용 작물해충 방제기술
		Hyperparasite 이용 작물병 방제기술
		난 배양 농업용 미생물 배양 및 작물보호 이용기술
	종합적 병, 해충 및 잡초관리기술	식물병 조기진단 및 종합적 방제기술
		해충 발생예찰 및 광역관리 시스템
		농작물 피해판별 및 피해절감기술
		종합적 잡초관리기술
	농업환경 모니터링기술	잔류농약, 화학물질 위해성 평가기술
		대기변화의 생태계영향 평가기술
		환경변화에 따른 생물다양성평가기술
	농업환경 복원기술	농업용 하천수질개선기술
		오염토양, 환경 복원기술 및 신소재
		유해물질 분해 미생물 관련 기술
		농경지 오염경감을 위한 생물정화시스템
	농업생태계 보호기술	친환경 농촌하수정화처리시스템 확립기술
		농업생태계의 공익기능 평가 기술
		토양 건전성 유지 기술
	폐기물 자원화기술	축분뇨 관리, 자원화 및 활용 기술
		유기성 폐기물 비료화 및 재활용기술
	환경친화적 토양관리기술	작물양분 종합관리 기술 및 체계
		화학비료절감을 위한 미생물 이용 기술
		토양비옥도의 정밀 관리 기술
		농경지 미생물 군집거동변화 평가기술

나. 핵심기술 분석

1) 각 핵심기술에 대한 최첨단(State of the art) 분석

가) 환경친화형 작물보호 기술

전 세계적으로 작물을 재배하는 과정에서 피해를 주는 병, 해충 및 잡초를 방제하기 위하여 화학농약이 주로 사용되어 왔다. 화학농약은 작물을 재배하는 재배자들이 재배과정에서 발생하는 병, 해충 및 잡초의 종류에 따라 손쉽게 구입하여 사용할 수 있는 간편한 방제방법이기 때문에 가장 보편적으로 사용되고 있는 작물보호수단으로 자리잡아 왔다. 따라서 농약산업과 비료산업은 현대 집약적 농업에서 생산성을 증대시키는데 결정적인 역할을 수행하는 양대 산업으로 발전을 거듭해 왔다.

1992년 UN 환경개발회의 리우선언 이후 지구 환경 보호를 위한 노력이 진행되었고 WTO가 창립되면서 환경과 무역을 연계시킨 국제 무역 다자간 협상 즉 그린라운드 가 본격적으로 진행되면서 인류에게 먹거리를 제공하는 농업도 환경친화적 농업으로 전환이 시급하며 그 일환으로 작물보호 분야에서도 화학농약 사용량의 제한 및 잔류허용량 강화로 저독성, 저약량 제품 또는 생물농약의 개발과 보급이 시급하게 되었다. 따라서 1960년부터 사용되기 시작하여 꾸준히 사용량이 증가하던 농약은 1994년 이후부터는 감소하는 경향을 보이고 있다.

국내도 정부 차원에서 1997년도 12월에는 환경농업육성법이 공포하였고 그 이후 실천이 진행되고 있는데 최근에는 친환경 농업 육성 5개년 계획을 수립하여 화학농약 사용량을 2005년도까지 원제 기준으로 30%를 감소시키고 저농약 재배 이상의 친환경 농업 재배 면적을 현재 1만 헥타르에서 7만5천 헥타르로 확대시켜 친환경 농업을 구현한다는 야심에 찬 계획을 실행하고 있다. 이르기 위해서 생물 농약의 개발과 보급이 필수적으로, 산·학·관이 협력하여 생물 농약 개발에 힘을 기울여야 할 시점에 도달했다.

생물농약은 농작물의 해충, 병원미생물 및 잡초를 방제하기 위하여 자연환경에서 분리 채집된 병원균, 기주 저항성 미생물, 천연물 농약 및 천적을 제품화한 것으로 그 역사는 1888년도 California에서 감귤 이세리아깍지벌레를 호주산 베다리아 무당벌레 (Vedalia beetle)를 수입 방사하여 방제에 성공한 이후 영국에서는 1920년대 토마토 온실가루이를 온실가루이좀벌을 수입하여 방제하였고 1926에는 길항 미생물을 이용하여 병원균 생장억제 효과를 얻었으며 1960년대에는 European spruce sawfly(잎벌류)를 virus로, 나방류는 *Bacillus thuringiensis*를 이용하여 방제에 성공하였고 1991년도에는 식물저항성 유도미생물을 미생물 종자처리제로 개발하여 유도저항성을 유발시켜 식물 병의 발생을 억제하는 수준에 도달하였다.

현재 세계적으로 상품화되어 보고된 것을 보면 크게 미생물, 페로몬을 포함한 생화학농약, 식물농약, 천적 및 기타로 구분하여 145종의 생물농약이 보고되어 있다. 이 중에는 대부분이 살충성 생물농약으로 119개 품목이 다음으로 살균성 그리고 살선충성이며 세균, 곰팡이, 바이러스 등으로 구성된 미생물 농약이 주종을 이루고 있다. 그 외 페로몬과 천적이 40~45개 품목이 보고된 것으로 보아 이 분야의 발전도 기대되고 있다.

나) 종합적 병해충 및 잡초관리 기술

식물병, 해충 및 잡초는 농업생태계의 일원으로 존재하기 때문에 이를 완전하게 제거시키는 것은 불가능하다. 따라서 경제적 피해수준을 고려하여 그 밀도를 관리하는 효율적인 병, 해충 및 잡초의 종합적 관리기술(integrated pest management, IPM) 개발이 지속적인 작물보호수단으로 적용되고 있다. 특히 분자생물학적 지표를 이용한 식물병의 조기 진단, 식물병해충 발생 예측, 병해충 집단의 모니터링 및 광역관리 시스템, 병원균 집단 및 해충의 동태 파악 및 관리 기술, 종합적 잡초관리기술 등이 활발하게 연구 개발되고 있다.

다) 농업환경 모니터링 기술

pH, 유기물, CEC, 표토깊이, 수분, 질산이온, 유효태 인산과 칼륨, 토성 등 측정 Soil sensor 개발: weed 동정, 작물피복도, crop spectral reflectance 등 측정을 위한 Crop sensor의 개발, Mapping softwares 개발, GPS 개발, GIS 개발, Remote sensing 기술 개발, Yield mapping system 개발 등이 이루어지고 있다. 농업환경 분야의 측정과 Monitoring 등에 관한 연구결과와 기술들이 현장에 접목될 때 자동화, 간편화, 무인화 및 복합 기능을 가진 제품들이 개발되고 있는 추세이다. 또한 GPS, RS, GIS 등 우주항공기술을 농업생산에 접목시켜 환경을 보존하면서 수확량을 줄이지 않고 고품질의 농산물을 생산하는 정밀농업기계화 기술이 미국 등에서 실용화되고 있다. 또한 잔류 농약 및 환경유해물질을 제어하고 생물다양성을 유지하는데 필요한 다양한 분석 및 평가 기술들이 집중적으로 개발 활용되고 있으며, 이러한 기술의 발전에 대한 수요는 매우 크다.

라) 농업환경 복원 기술

농업용 하천수질 개선을 위해 유기물과 영양염류의 효율적인 제거를 위해 인공적인 처리기술과 함께 자연 생태계의 자정 작용을 활용한 기술 등이 다양하게 연구되고

있으며, 오염토양 조사 및 관리복원과 관련하여 물리, 화학, 생물학적인 방법 등이 연구되고 있다. 특히 유해 물질 분해 미생물 이용기술과 오염을 사전 방지할 수 있는 생물 정화 시스템의 확립을 위한 연구가 필요하며 그 수요는 크게 증가하고 있다.

마) 농업생태계 보호 기술

저 투입 농업, 농경지의 저 훼손이 농업생태계를 보호할 수 있는 가장 기본적인 방법이 될 수 있으며, 지속가능한 토지이용 토양 유실 저감과 관련된 최적영농관리 체계에 관련된 다양한 기술의 개발이 이미 상당부분 진행되었으며, 이러한 기술의 현장 적용과 관련된 연구들이 활발히 진행되고 있으며, 농촌 하수 정화처리 시스템, 토양의 정화처리 기술, 화학적 및 생물학적 오염원 관리체계의 확립을 위한 연구들이 첨단 연구로 진행되고 있다. 또한 농업의 다원적 공익기능 및 역기능의 평가를 통해 농업생태계 가치를 높여야 하며 이러한 농업의 공익적 기능을 적절히 평가할 수 있는 기술로서 농업의 환경오염 정화 기능, 기후 순화기능 등을 계량화 하기 위한 기술의 개발이 널리 진행되고 있고 이러한 기술의 발전에 대한 수요는 매우 크다.

바) 폐기물 자원화 및 활용 기술

산업 선진국의 경우 기존 각종 산업에서 활용되어온 고액분리 기술의 수준은 물론 제품의 완성도 측면에서도 국내보다 상당한 기술격차를 유지하고 있으며, 제품의 종류와 용도·기능·가격에 따른 다양한 제품 생산능력 및 기술·자본력을 갖추고 있는 실정에 있다. 또한 다양한 종류의 축분뇨의 고액분리기가 이미 폭넓은 보급 및 상용화가 이루어져 있다. 축산 선진국의 대부분이 광활한 초지를 바탕으로 방목의 형태를 유지하고 있으며, 분뇨 또한 대부분 장기 저장조를 이용한 혐기성 액비화 위주로 처리 후 초지에 살포처리 하고 있다. 기타 호기성, 혐기성 소화와 같은 방법이 각광을 받고 있으나, 초기 투자비 및 운영관리비가 비싸, 국내에 적용하기에는 경제성이 없는 것으로 평가되고 있는 것 또한 현실이다. 우리와 조건이 비슷한 일본의 경우 미생물을 이용한 액비화 방안이 80년대 이후 급격하게 발전되었으나, 현재 획기적인 기술진보는 없는 것으로 알려져 있다.

방목위주의 축산선진국의 경우 축산분뇨의 처리에 그다지 관심을 두고 있지 않으며, 기업형 양돈농가의 경우 대량배출 분뇨를 장기 저장조에 저장 후 초지에 살포하는 방식이 주종을 이루고 있으며, 집약도가 높은 유럽의 일부 선진국에서는 축산사육 환경 자체를 자연 방목형으로 바꾸고 있는 실정에 있다. 고온 호기성/혐기성 소화에 따른 부산물의 재활용 시설에 연구개발이 활발하나 초기 투자비가 고가이고 운전이 까다로운 단점이 있어 열악한 국내 축산농가에 확대보급이 사실상 어려운 방안으로

알려져 있다.

활용면에서 폐기물 자원은 우선적으로 비료 대체제 또는 토양 개량제가 될 수 있는데, 기존의 화학비료와 달리 작물이 요구하는 영양성분을 인위적으로 쉽게 조절할 수 없는 점이 문제가 되고 있다. 또한 질소나 인산을 기준으로 농경지에 시용할 수 있지만 어느 기준이나 질소 또는 인산의 과부족을 초래하며 특히 축산분뇨 중의 질소 또는 인산은 유실의 위험성이 높으므로 이러한 문제의 해결을 위한 친환경적 활용 기술에 대한 연구들이 매우 활발히 진행되고 있다. 이러한 분야의 기술 수요와 발전은 폐자원의 재활용을 원활히 하기 위한 전제조건으로 요구되고 있는 기술이다.

사) 환경친화적 토양관리 기술

토양/물 관리기술, 농경지의 조사, 분류, 이용체계, 토양 검정기술, 농지의 생태친화적 구조적 기반 관리, 자원확보 및 환경친화적 이용, 토양/수질오염 경감 관련 기술, 완효성 비료와 시비 효율 증대, 생물복합기능성비료와 방출조절형 비료, 토양과 비점오염원 침식방지를 위한 기술적 관리체계, 토양과 물 관리를 위한 각종 기능성 Sensor의 개발, 토양, 작물, 환경요인을 고려한 BMP/INM 실천 기술, 토양/작물/농자재의 정보화 구축, 토양/물/기후/생산성 monitoring sensor 및 software, Mapping/modelling software의 개발, GIS, GPS, RS를 위한 hardware/software 개발, 정보이용체계 등이 농업생산의 기반이 되는 토양과 토양의 생산성을 지속적으로 보전하고 관리를 위한 기술로서 집중적으로 연구되고 있으며, 친환경적인 농업환경 관리의 기초로서 발전할 전망이다. 특히 친환경적 토양관리와 관련한 요소기술로는 우회수로, 등고선식 경운, 작부체계, 승수로, 초생대, 관개시설, 배수로, 지표피복, 비료종류, 시용시기 및 시용량, buffer strip, terrace 설치, 저류지 설치, 농약의 종류, 사용량 및 시기, no-till, reduced till 등의 기술이 고려되고 있다.

2) 각 핵심기술에 대한 수요 및 시장분석

가) 환경친화형 작물보호 기술

생물농약은 생산비가 높고 수율이 낮고, 약효발현이 늦고, 효과발현기구가 명확하지 않으며 경엽처리에서는 생물요인(포자발아)과 비생물요인(UV, 살균제 등)에 의해 영향을 쉽게 받는 단점이 있으며 토양처리에는 토양물리성에 의해 영향을 크게 받으며, 효과에 비해 가격이 다소 고가이며 생물체이므로 저장기간이 짧고(냉장보관이 필요) 기주 특이적이라 대상 방제 범위가 좁은 단점이 있다. 그러나 생물농약 시장의 확대를 가능하게 하는 특징으로 천연 생물 또는 물질이므로 부수적 피해가 없어 환경친화

적이고, 먹이사슬에 축적되지 않으며 수확기까지도 사용될 수 있고, 강, 호수 등에 오염 없이 수생 병해충을 방제할 수 있으며 저항성 병해충 방제에 효과적으로 사용할 수 있으며 적용대상 외의 작물과 동물에는 해가 없고 drift에 의한 피해가 없다는 점이다.

이처럼 생물농약은 화학농약과는 다른 특성을 가지고 있으므로 이를 개발, 보급, 유통, 판매, 사용 등 전 분야에서 새로운 관점에서 접근해야 한다. 따라서 초기 시장 접근이 쉬운 제품을 개발해야 하는데 화학농약과 직접 경쟁되지 않는 분야에서 효과가 우수하고, 약효 발현기간이 빠르며, 사용하기 편리하고, 저장성이 우수한 제품의 개발이 필요하고 호기심으로 사용한 소비자들이 계속 사용하도록 유도해야 한다. 생물농약 시장은 Niche Market이므로 소면적 작물, 특이한 병해충, 토양병해충, 저항성 병해충, 농약 잔류문제로 생겨나는 시장에 적용될 수 있는 제품들을 개발해야 한다. 이렇게 개발되는 제품들이 시장에 정착되기 위해서 정밀한 사용 방법이 개발, 보급되어야 하는데 화학농약을 제외시킨 작물보호 활동이 아니라 화학농약을 합리적으로 적게 사용하면서 생물농약과 교호 살포하여 화학농약 수준의 방제효과를 보여주는 환경친화적이고 저농약 재배법의 개발과 보급이 생물농약 시장의 확대에 중요한 역할을 할 것으로 판단된다.

나) 종합적 병해충 및 잡초관리 기술

우리나라에서는 식물병, 해충 및 잡초를 경제적인 피해 수준 이하로 관리하려는 기술개발은 수도에 대한 IPM 연구, 과수에 대한 IPM 연구, 시설재배에 대한 IPM 연구 등으로 다각도로 활발히 이뤄지고 있다. 그러나 이러한 방제방법들이 지금까지는 제한된 범위에서 초기 연구 단계에 머무르고 있어서 국가적 차원에서 종합적이면서 장기적인 IPM 연구 개발과 실용화가 지속적이고 안전한 식량자원 생산 기반 구축을 위하여 절실히 요구된다.

다) 농업환경 모니터링 기술

농업환경 모니터링을 위한 분석에 대한 기술과 기후환경변화에 따른 농업생태환경의 변화에 대한 평가 기술에서는 신속성과 범용성의 확보가 이루어져야 하며 이를 위한 연구와 기술 개발은 기본적으로 요구되는 사항이다.

라) 농업환경 복원 기술

농업생태계의 보호와 오염 농경지 및 하천 수질의 개선을 위한 제반 기술은 안전

농산물의 생산을 위해서 또는 우량한 경작지 면적의 확보 차원에서 그 수요가 앞으로 크게 증가할 전망이다.

마) 농업생태계 보호 기술

생산성 향상과 농업환경의 보전을 위한 친환경적 기능성 비료의 개발과 이들의 적용에 대한 기술개발이 우선적으로 요구될 것이다. 비료는 농업생산과 토양의 생산 기능을 유지시키기 위해 가장 기본적으로 투여되어야 하는 자재이기 때문이다. 특히 기능성을 지닌 생물복합형, 맞춤형, 이용효율 증대, 완효성, 제형기술의 증진 등에 관한 기술과 제품에 대한 수요와 시장은 크게 확장될 전망이다. 비료의 이용효율을 증대시키고 토양개량 및 병해충방제 작용을 가질 수 있는 생물복합형, 유용 토양미생물 비료개발과 제품이 크게 요구될 것이다. 비료를 적기, 적소에 자동적으로 시비할 수 있는 편리한 기계의 개발에 관한 기술개발이 주도적으로 진행될 것이다.

바) 폐기물 자원화 및 활용 기술

인구 증가와 산업의 팽창에 따라서 불가피하게 발생하고 그 양이 크게 증가하고 있는 상황에서 축산분뇨를 비롯한 유기성 폐부산물의 자원화 및 활용 기술에 대한 수요는 폐부산물의 처리방법이 극히 제한되어 있으므로 농업용으로 재활용될 수밖에 없으며 따라서 이러한 분야의 기술 수요는 확대될 전망이다. 특히 효율적이고 친환경적인 활용면의 기술은 경종과 축산이 연계된 순환농업의 방향으로 매우 시급히 발전되어야 할 분야이다.

사) 환경친화적 토양관리 기술

세부 정밀 토양조사, 토양보전, 수자원이용, 비옥도의 종합 관리체계 및 전산화, 신소재를 이용한 토양개량제 개발, 비파괴검정기술의 실용화, 물 절약형 영농기술, 수질 monitoring 및 관리, 오염원 관리 등에 관한 집중적인 연구 개발이 진행될 전망이다. 토양과 환경자원의 관리를 위해 구조적, 식물적, 관리적 BMP의 개발 및 제도화가 요구되고 있어서 지역특이적인 최적영농관리방안에 관한 기술 개발이 우선적으로 요구되고 있다. 정밀농업을 위한 Hardware와 Software 기반구축과 제도 개발 및 관련 제품의 생산이 요구되고 있으며, 이를 위해 GIS, GPS, RS, VRT를 이용한 비료 및 농약의 시용기기 개발이 전개되어야 할 것이다. 농업의 다원적 기능에 대한 평가 기술은 앞으로 지속적으로 발전되어야 할 부분이며 특히 이러한 다원적 기능의 평가에 필요한 기초적인 자료의 확보에 필요한 연구는 크게 확대되어야 할 것이다.

3) 각 핵심기술의 수준과 연구개발 전략

<표 4-11-13> 환경 핵심기술수준과 연구개발 전략

핵심기술내용	우리의 현기술수준	기술의 우선순위	국내기술 개발역량	기술 성숙도	기술 곤란도	연구개발 전략
환경친화형 작물보호기술	++	+++++	++++	++	+	실용화연구
종합적 병해충 및 잡초관리기술	++	+++++	++++	+++	+	실용화연구
농업환경모니터링 기술	+	+++	+	++	+++	실용화 / 제도화연구
농업환경 복원기술	+	++++	++	++	++	실용화 / 제도화연구
농업생태계 보호기술	+	+++	++	++	++	실용화 / 제도화연구
폐기물 자원화기술	+++	+++++	+++	+++	++	실용화연구
환경친화적 토양관리기술	+++	+++++	++++	++	+	실용화 / 제도화연구

주 : +++++ : 높음, +++ : 보통, + : 낮음.

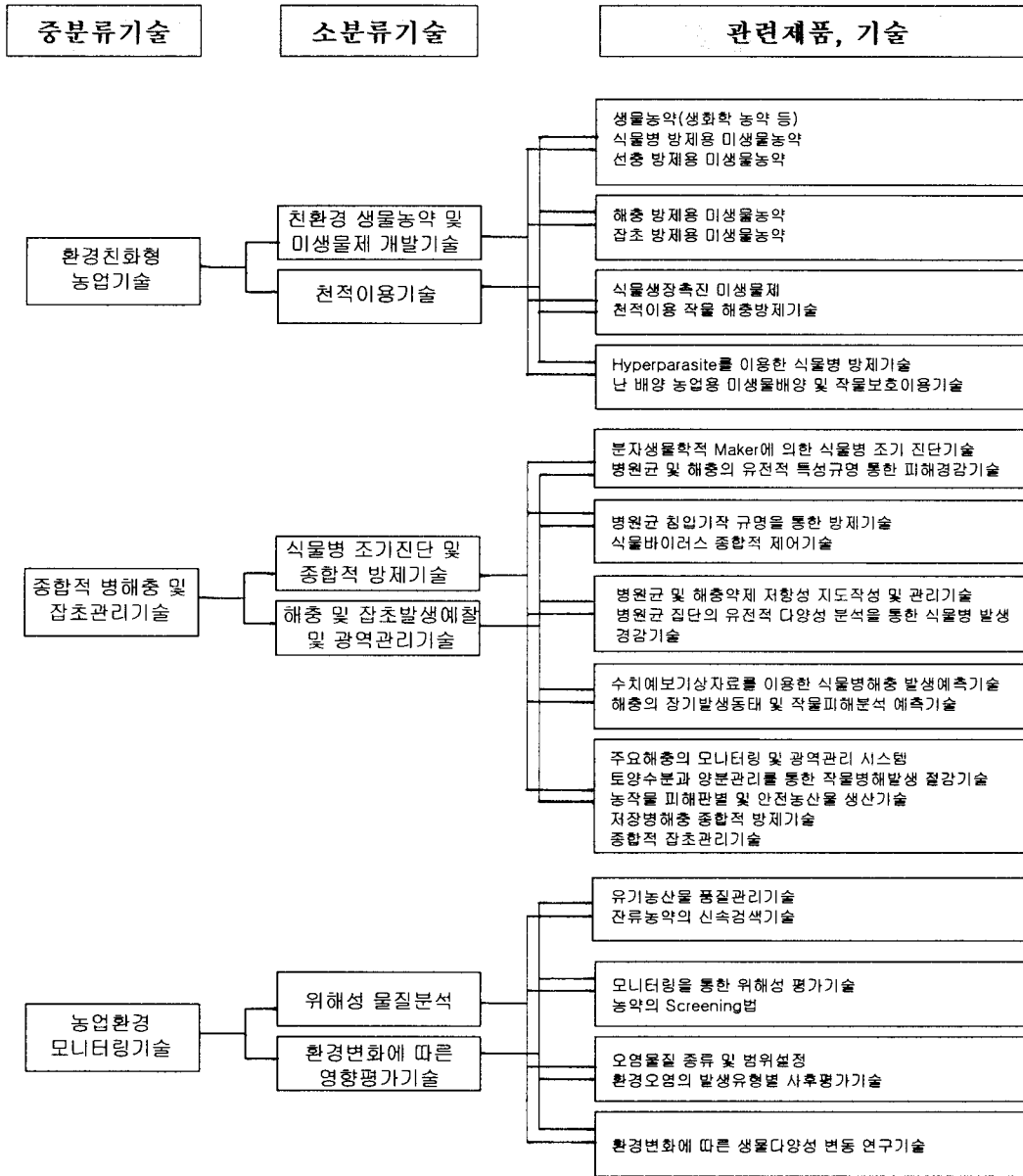
4) 각 핵심기술별 추진 전략

<표 4-11-14> 핵심기술별 추진전략

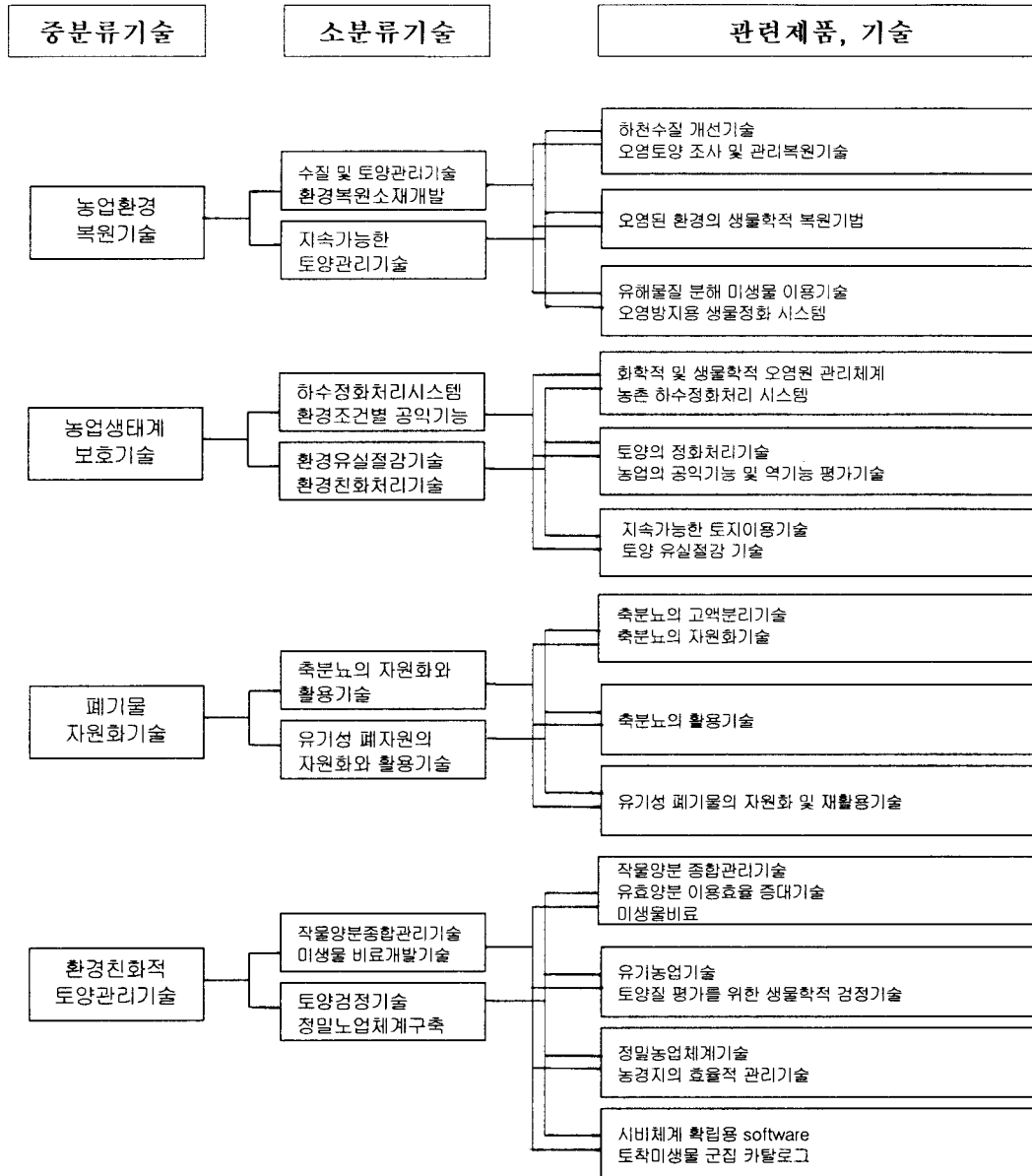
구 분	추진 전략	연구개발전략
환경친화형 작물보호기술	· 친환경적으로 생산할 수 있는 기술을 집중, 선택하여 생물공학적 방법과 연계하여 추진	실용화연구
종합적 병해충 및 잡초관리기술	· 분자생물학적 방법 및 병, 해충, 잡초의 종합관리 System 구축연구를 병행하여 수행	실용화연구
농업환경 모니터링기술	· 잔류 농약 및 환경유해물질을 제어하고 생물다양성을 유지하는 기술을 집중 지원	실용화/제도화연구
농업환경 복원기술	· 토양 및 수질 오염원을 규명하고 기오염된 지역을 생물학적, 물리적, 화학적 방법을 종합한 복합기술 개발	실용화/제도화연구
농업생태계 보호기술	· 종합적 국토 이용계획을 수립하고 농업이 농촌 환경에 미치는 공익적 타당성을 체계화하는 기술 지원	실용화/제도화연구
폐기물 자원화기술	· 유기성 농업폐기물의 유출 방지 및 경제성 있는 재활용 기술을 개발하고 사업화 연구에 지원	실용화연구
환경친화적 토양관리기술	· 국제규격에 맞는 친환경 농산물 생산을 위한 정밀농업, 친환경 농업 및 유기농업 구현을 위한 방법 도출	실용화/제도화연구

3. 기술로드맵 전개

가. 기술-제품 연관관계

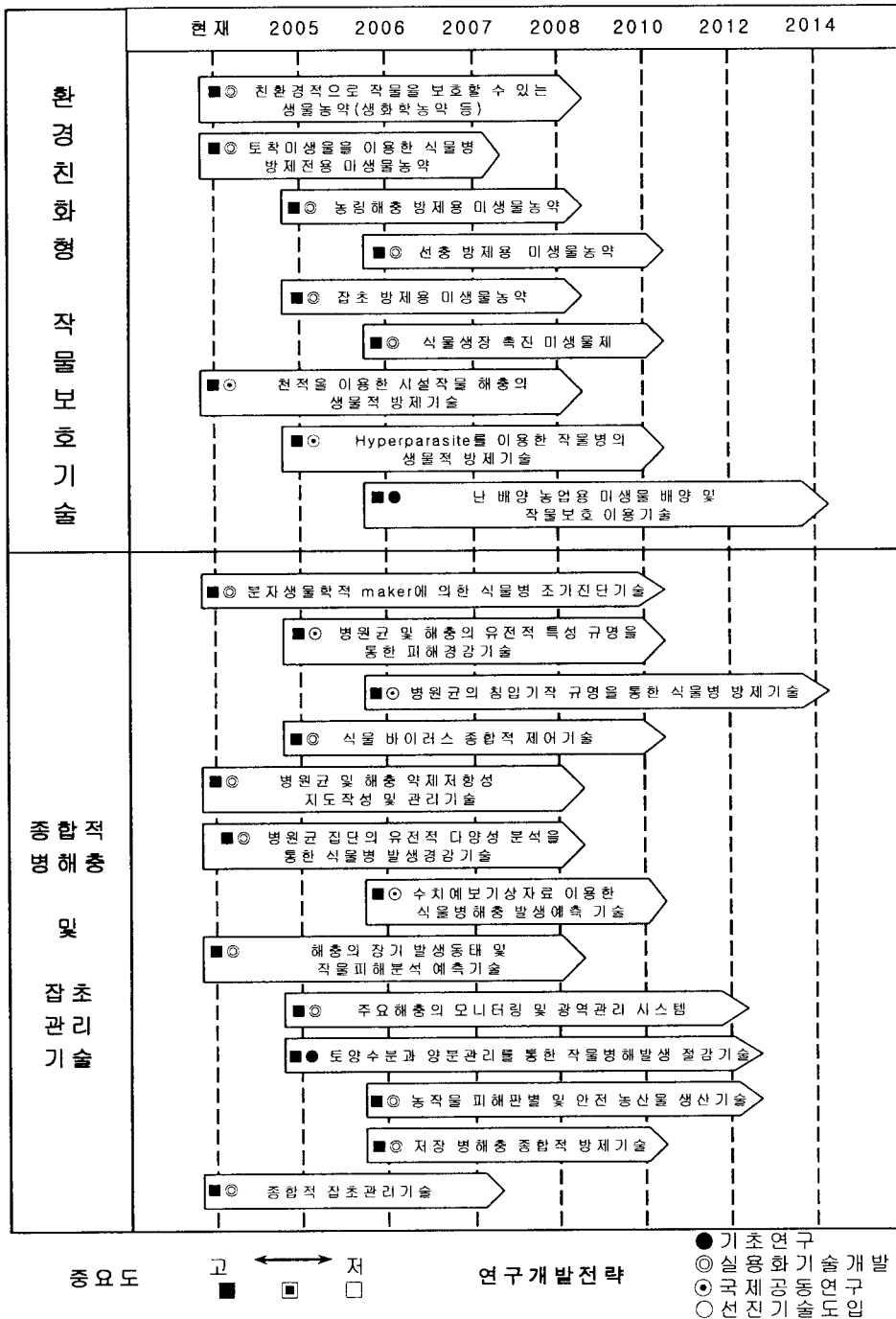


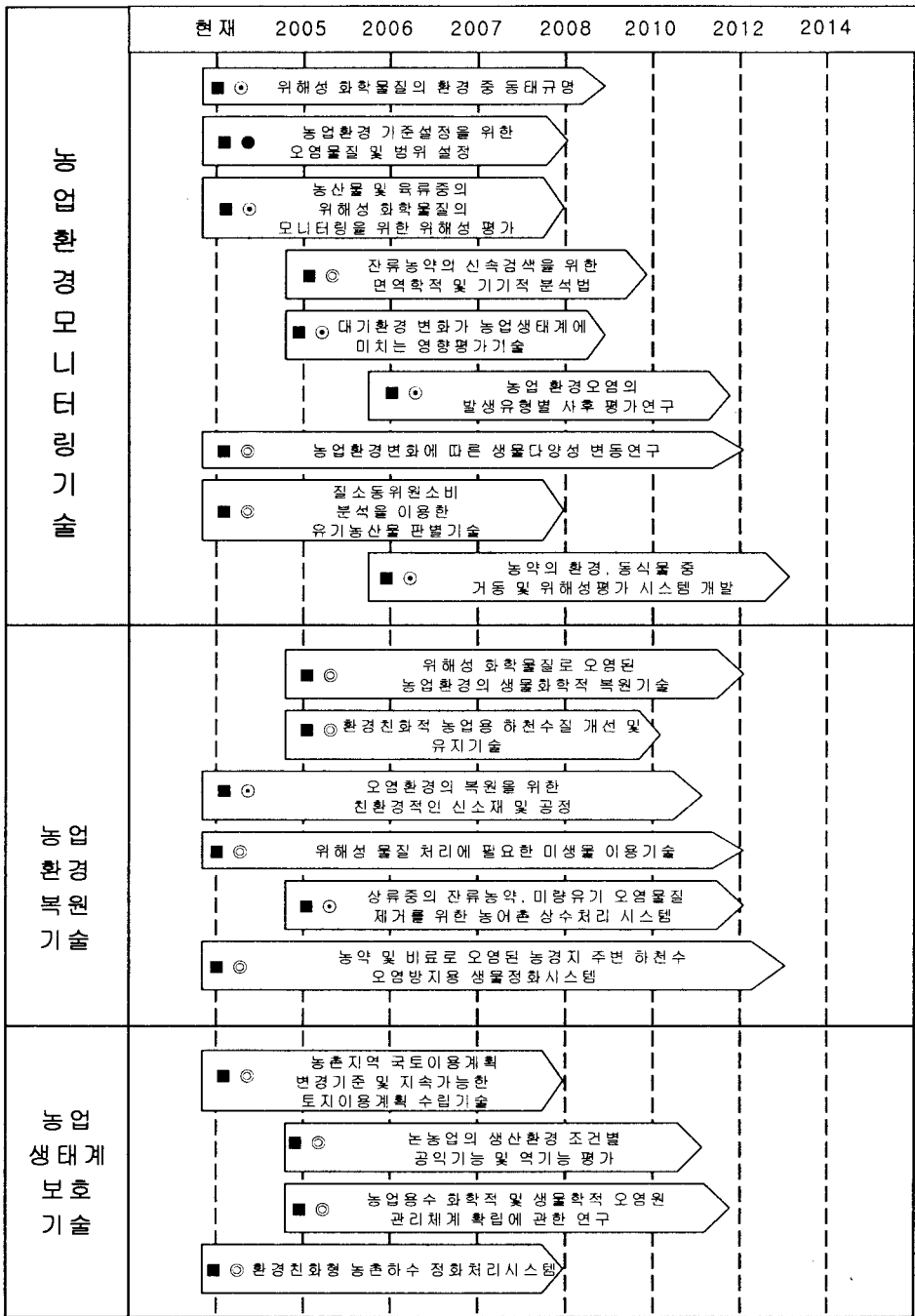
<그림 4-11-3> 기술/제품 연관도



<그림 4-11-3> 기술/제품 연관도 - 계속

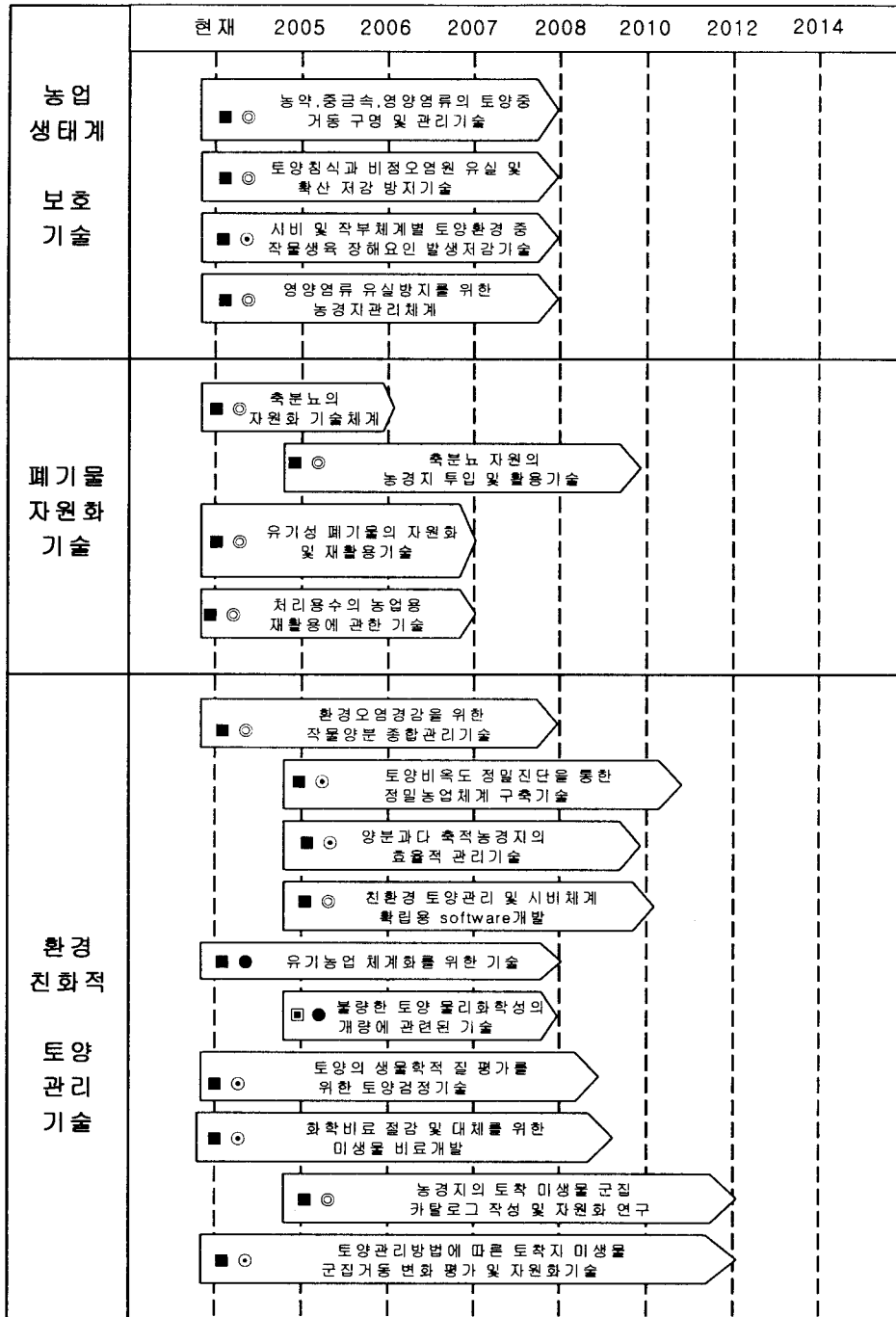
나. 매크로 기술로드맵





● 기초연구
 ◎ 실용화 기술 개발
 ○ 국제공동연구
 ○ 선진 기술 도입

연구개발전략: 고 ← → 저
 중요도: ■ (고) □ (저)



중요도



연구개발전략

- 기초연구
- ◎ 실용화 기술개발
- 국제공동연구
- 선진기술 도입

4. 실행계획을 위한 제안 (Recommendation)

농업환경 나아가 우리 국토환경의 건강성과 지속가능성을 유지하고 향상시키는 중요한 기술이므로 경제성을 판단하기 전에 정부차원에서 장기적으로 추진해야 할 기술 분야이다. 농업환경 관련 기술은 장기간의 실험적인 접근과 현장조사를 바탕으로 얻어진 결과를 이용하여 기술이 개발되고 현장 적용과정이 농가의 참여 하에서 이루어져야하므로 장기투자과 정부 주도의 추진이 병행되어야 한다.

농업환경관리 기술은 구성 기본요소인 생태계, 수자원, 토양, 생물들이 서로 유기적으로 연계되어 있으므로 각각의 연결고리를 찾아 유기적인 관계를 유지할 수 있도록 개발되어야 한다. 기술 적용을 위해서는 관련부처 지원 및 협조구조 구축이 필요하고 정부주도로 가시적인 성과를 창출하기 위해서는 각 기술 분야별로 네트워크가 형성된 추진체계모형을 근거로 추진하되 국내 연구 인력의 제한 때문에 산·학·연을 연계하는 네트워크를 구축하여 협동과제로서 추진하는 것이 바람직할 것이다.

친환경 농업체계는 궁극적으로 농가현장에 접목되어야 하므로 현장 보급까지는 장기간의 시간과 인력이 소요되므로 연구 성과를 현장화 할 수 있는 체제구축도 병행되어야 한다. 농민들의 친환경 농업체계 참여를 유도할 수 있는 보상체제의 도입이 적극 검토되어야 할 것이다.

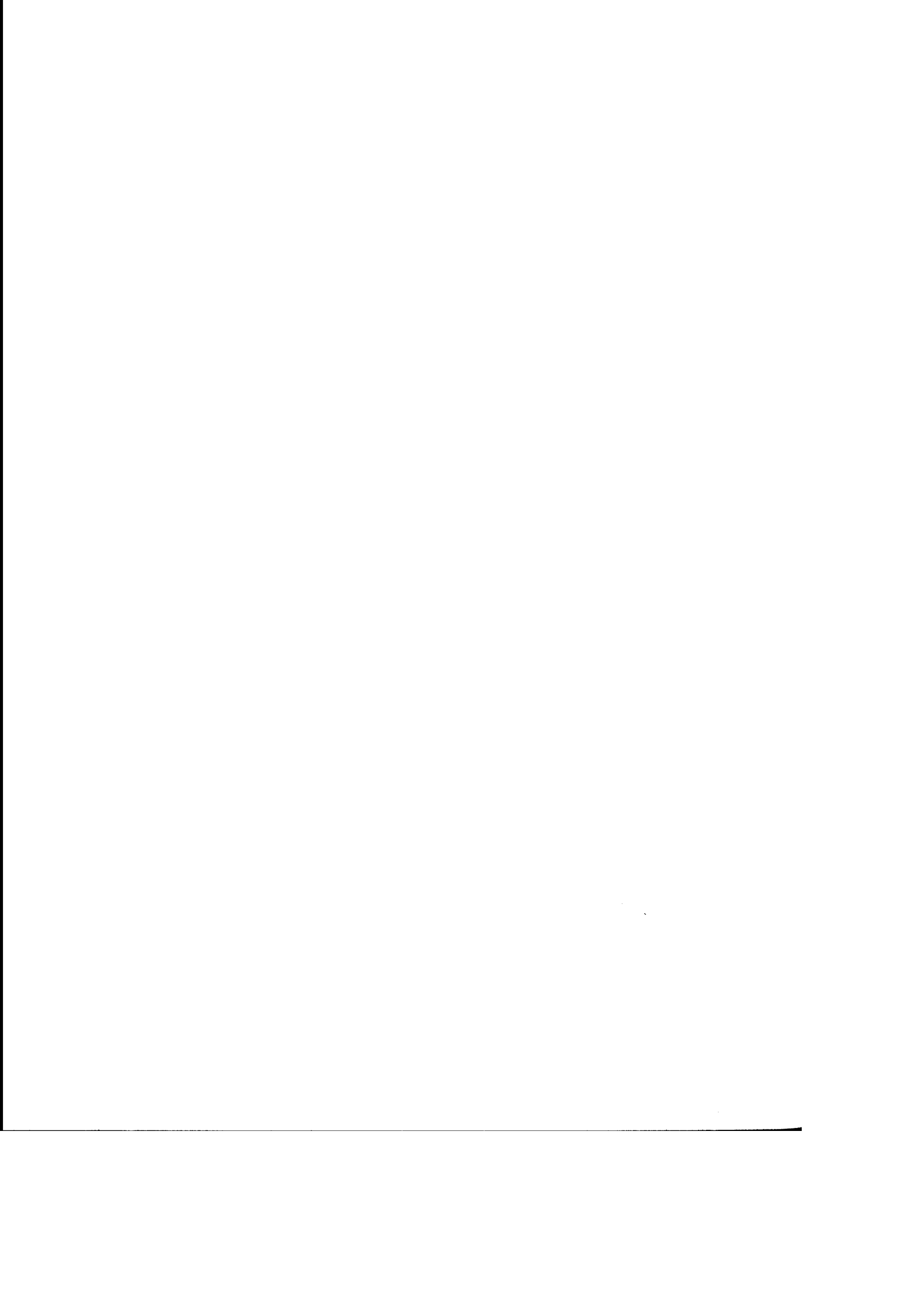
제3절 맺 음 말

현대농업은 생산성 향상과 환경의 질을 보호해야하는 두 가지 명제를 달성해야 한다. 이 목표를 달성하기 위해 국내외적으로 환경친화적 지속적 농업 system을 도입하고 있는 실정이다. 기술 로드맵은 농업이 지니고 있는 문제점, 쟁점, 요구사항, 비전 그리고 기술의 현 위치와 미래에 대한 그림을 제시할 수 있는 가장 중요한 도구 중의 하나이다.

본 논문의 목적은 연구 필요성, 기술 비전, 시나리오, 핵심요구사항 및 성능목표, 핵심 기술영역 등을 분석하여 농업환경 보전에 관한 연구 및 기술개발 로드맵을 제시하는 것이다. 농업환경보전 로드맵에서 포함하는 핵심기술 영역은 환경친화형 작물보호 기술, 종합적 병해충 및 잡초관리 기술, 농업환경 모니터링 기술, 농업환경 복원 기술, 농업생태계 보호 기술, 폐기물 자원화 기술, 환경친화적 토양관리 기술로 한정하고 있다. 현재 단계에서는 농업환경보전에 관한 Macro 로드맵을 제시하고 있고, 추후 Micro roadmap의 작성이 필요하다.

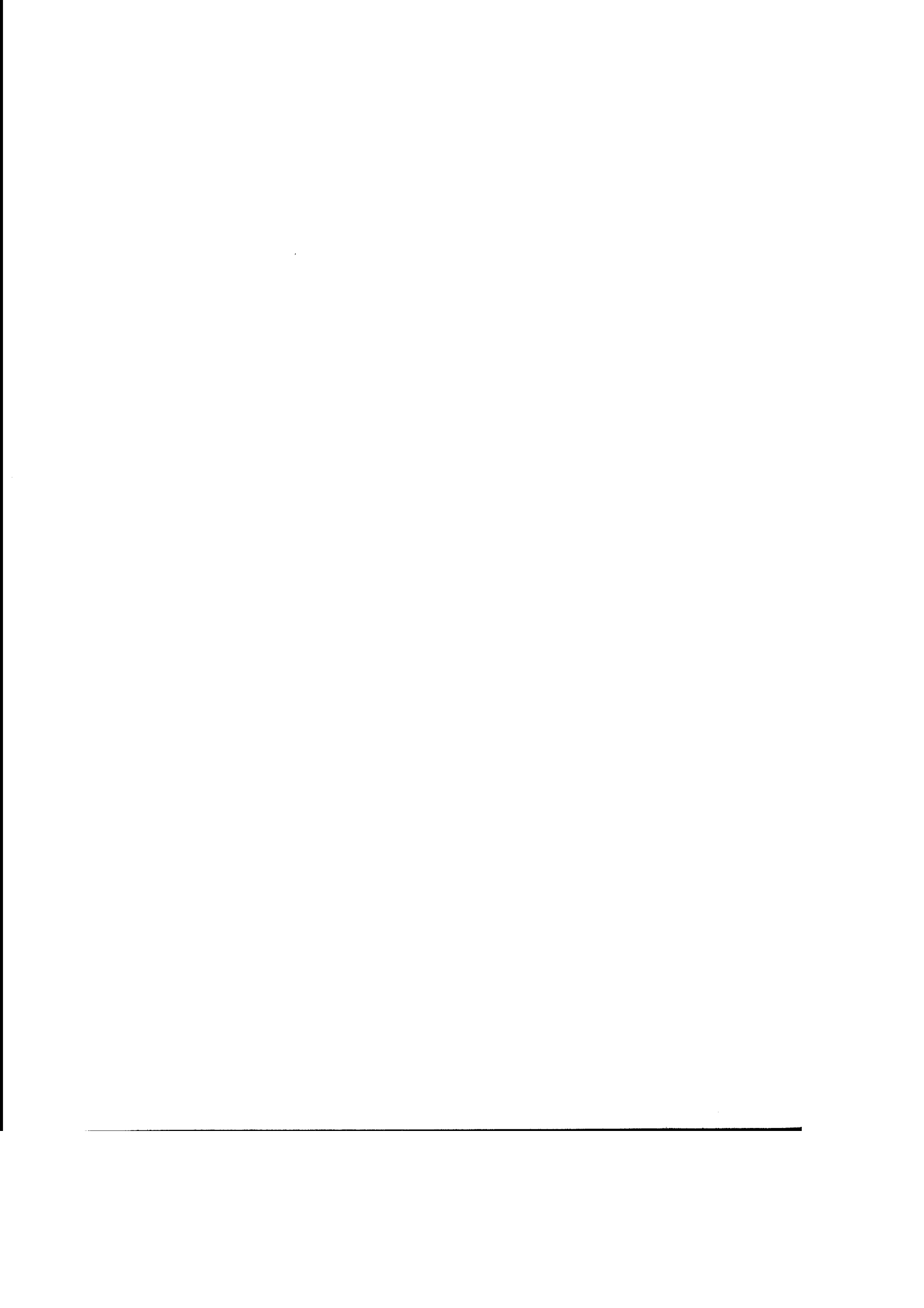
농업환경보전에 관한 로드맵은 과학자, 행정가, 농민으로부터의 요구를 충족시켜 줄 수 있는 과학적 가능성을 결정하는 긍정적인 단계이다. 그러나 여기서 제시하는

로드맵은 미래의 10여년 동안 농업환경 연구 분야에서 수행되어야 할 모든 요구를 총괄적으로 포함하지 못하며, 현재 진행되는 연구개발들도 미래에 지속적으로 수행되어야 할 것이다. 이러한 근거를 바탕으로 볼 때 로드맵은 다른 분야에서 개발된 부각되는 과학적 연구결과와 신기술을 농업에 접목시킬 수 있는 계기를 마련하고 농업환경 자원의 보전에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.



제 V 편
농림기술개발사업 효율적 투자방안 및
실행전략계획

제1장 실행전략의 기본방향 : 농정목표와 부합
제2장 실행전략계획



제1장 실행전략의 기본방향: 농정목표와 부합

농림기술개발사업의 효율적 추진을 위해서는 구체적인 실행전략이 필요하다. 이를 위해서는 미래기술예측이 필요하며, 이를 기초로 설정된 우선순위에 따른 기술개발이 추진되어야 한다. 농업관련기술들은 근본적으로 다른 분야의 필요기술들과 밀접하게 연결되어 있기 때문에 모든 분야가 균형적으로 발전되도록 기술개발을 추진하는 것이 이상적이다. 그러나, 이는 중장기 농정 목표에 부합하는 선택과 집중이 이루어져야 하므로 시간과 예산상의 제약을 받고 있다.

국제적 경쟁이 심화되고 있는 시점에서 농업의 발전 및 목표를 달성하기 위해서는 다양한 전략과 전술이 필요하며, 전략의 추진은 여러 정책적 전술들로 구체화되어야 한다. 이러한 농정목표를 달성하는 하나의 중요한 전술이 기술개발을 통한 농업의 고부가가치 종합생물산업화 및 선진화와 수출산업화이다(그림 5-1-2).

따라서, 기술개발을 추진함에 있어 농정목표를 달성하는데 반드시 필요한 기술(예시, 그림 5-1-1)에 우선적인 집중 투자가 되어야 한다. 미래 기술예측과 로드맵은 농림기술개발사업의 분야별 또는 기술별 경중과 시기적 완급을 조정하여 효율적으로 필요한 기술개발을 도모할 수 있게 하기 때문이다.

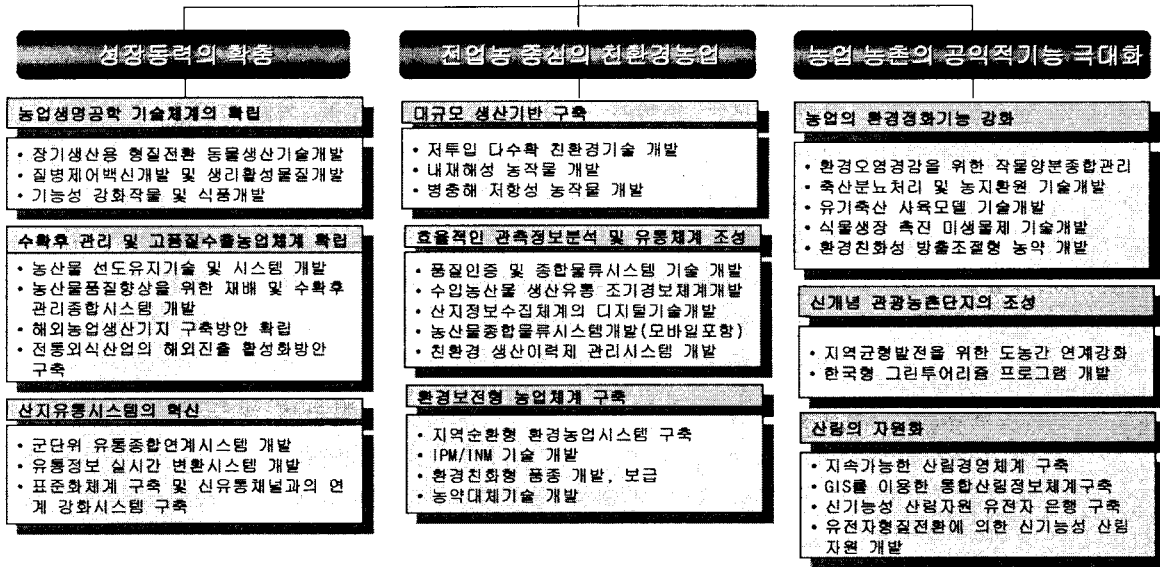
우리나라 농정의 방향은 농림업의 경쟁력 확보, 농가소득 향상, 농촌복지증진 및 지역개발이다. 이 중 기술개발과 밀접하게 관련되는 농정목표는 성장동력 확충, 전업농중심의 친환경농업, 농업농촌의 공익적 기능 극대화가 해당된다. 물론 다른 농정목표에도 기술이 직·간접적으로 연결된다.

본래 농림기술개발사업은 농업의 경쟁력을 제고시키는 목표로 시작된 사업으로써 농업의 발전에 기술개발이 적극 기여하고 있으며, 지속적인 농업의 발전과 농촌복지증진을 통한 풍요로운 농촌건설의 지식기반이 되고 있다.

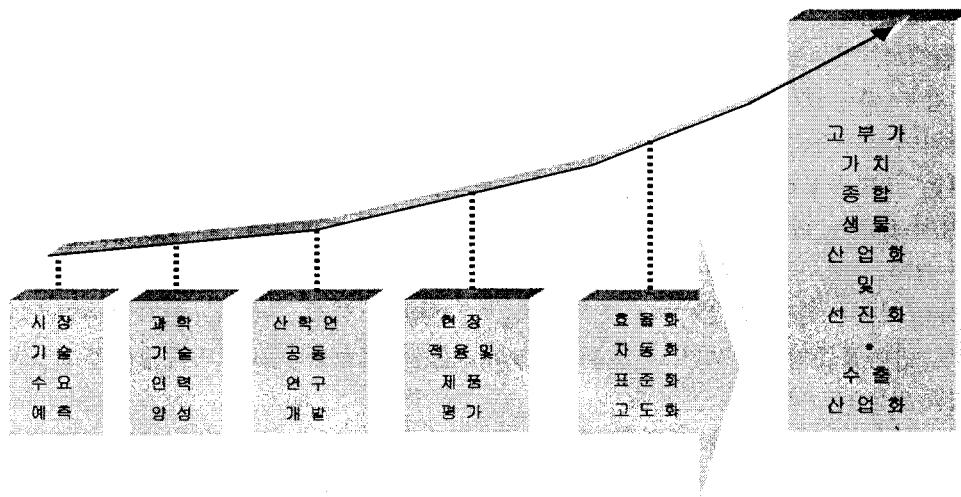
농업도 하나의 산업으로 국가 성장 동력의 한 축으로서 역할을 해야 한다. 우리나라 농업여건에 비추어 농업이 성장동력으로 성장하기 위해서는 고부가가치를 창출할 수 있는 생명공학기술 체계가 확립되고, 고품질 수출농업체계를 확립해야 하며, 산지유통시스템이 혁신되어야 한다. 미래농업의 활로는 소비자의 요구를 얼마나 충족시킬 수 있는가에 달려있다. 소비자는 안전한 농산물을 원하기 때문에 친환경농업으로 전환하는 것이 핵심일 것이다. 결국 농업이 전업농 중심 구조로 전환된다면 중소농 중심의 친환경농업으로부터 전업농 중심의 친환경농업을 통해 지속가능하고 경쟁력 있는 농산업으로 전환될 것이다.

이러한 상황 하의 친환경 농업에 대비하기 위해서는 저투입 친환경기술, 새로운 품종개발, 농약대체기술 등과 같은 기술개발이 우선되어야 대규모 친환경농업이 실현될 수 있다. 생활공간으로서의 농촌을 건설하기 위해서는 농업의 환경정화기능 강화, 관광농촌단지 조성, 산림의 자원화 등 이를 달성할 수 있는 관련기술이 개발되어야 한다.

농정목표에 따른 기술 도출



<그림 5-1-1> 농정목표에 따른 기술연계 예시



<그림 5-1-2> 실행전략의 과정과 비전

제2장 실행전략계획

실행전략계획 수립에는 두 가지 목적이 있다. 첫째, 미래 농업기술 예측 및 기술로드맵 작성을 통해 수립된 필요기술과 연계성에 따라 기술개발을 도모함으로써 연구개발의 한정된 물적·인적 자원의 효율적 배분과 연구개발 투자의 효율성을 기하기 위해 구체적인 실행전략계획을 수립하는 것이다. 둘째, 우리 농업의 여러 가지 여건에 비추어 21세기 농업기술강국의 조기 실현을 통해 우리 농업의 국제경쟁력을 향상시키고, 농업영역의 확대를 통하여 농업을 종합생물산업으로 재탄생시키기 위한 기술정책의 방향과 과정을 정립하는 것이다.

실행전략은 농림기술개발사업의 개편, 기술수준에 따른 투자배분 조정, 기술개발수행 주체간 역할 분담, 기술개발 인프라 구축과 법과 제도의 정비를 포함한다.

1. 연구개발 목표에 따른 R&D 프로그램 개발 및 핵심기술

- 연구개발 추진의 효율을 높이기 위하여 농림부문 연구개발 목표에 따라 R&D 프로그램을 개발하고 핵심기술을 집중 개발하는 전략 선택
- R&D 사업체계를 사업단 형태로 대형프로그램화 하는 제도 도입
 - 한 사업단에는 기술개발의 목표와 기술의 관련성을 고려한 2-3개 프로젝트화 하고, 이 프로젝트 수행의 결과가 사업단의 목적을 달성할 수 있게 함
 - 기술 간의 연계성을 강화하여 궁극적으로 실용화 증진하는 방향으로 추진
 - 대형프로그램에 속하여 개발되는 기술 이외의 기초기술과 틈새기술은 개별 자유공모를 병행하여 균형적 농산업 발전을 도모하는 기술개발 전략
- 이러한 전략에 따라 잠정적으로 다음과 같은 사업단 구성을 고려할 수 있으며 이에 따른 사업단별 해당 기술들을 예시함

① 생명공학연구사업(사업단)

- 동물형질전환 복제기술
- 생식세포 동결 기술
- 특수 기능성 가축 육종 기술
- 질병방역을 위한 미생물 유전공학기술
- 유용 유전자 개량에 의한 다수량 작물 개발

- 작물의 염기서열 및 유전자 지도를 이용한 고부가가치 유전자 개발
- 미생물자원으로부터 유용 천연 물질개발
- 유기축산물 생산을 위한 항생제 대체 면역증강 물질 개발
- clone의 탱크배양 및 순화기술
- 분자유전육종기술
- DNA표식인자 개발과 개체추적시스템 및 식육품질과의 관계
- 고품질, 고기능성 작물 품종 육성 및 채종기술
- 작물유전자 탐색, 형질전환 및 상업화 기술
- 콩의 탄소전이 요인규명 및 유전공학에 의한 수량장벽 타파 기술
- 작물 유용 유전자 도입 및 증식 기술
- 기내 돌연변이 유기에 의한 유전자 기능 분석
- 특산 식물자원 대량증식 및 인공종자 개발

② 농업인프라구축사업(사업단)

- 정보시스템 및 유·무선망 응용기술
- 가뭄재해 예방기술
- 농업기반 시설물 건설기술, 농업기반시설물 보수·보강기술
- 자연환경 관리·복원기술
- 농촌생활환경 정비기술
- 부존자원 평가기술
- 자연에너지 활용기술
- 원격탐사 응용기술, GIS응용기술
- 효율적인 질병 예방 및 방역체계구축
- GIS System 구축
- 그린투어리즘 체계화 구축
- 남북한 농업정보 D/B 구축 및 유전자원 교류
- 수출활성화를 위한 해외시장 조사시스템 구축

③ 무인화·자동화연구사업(사업단)

- 작물 수확기계 개발 기술
- 농업용 차량의 무인 자율주행시스템 기술
- 생물소재의 나노 분쇄 기술
- 우리농업경영에 맞는 영농기계 개발
- 농산물의 자동 판정 기술

- 미생물 배양 모니터링 시스템 기술
- 동식물 생체진단용 비파괴 측정기술
- 바이오리액터를 이용한 기능성 물질 대량 생산 시스템 기술
- 고효율 시설 냉방기술
- 전자기파 에너지를 이용한 살균장치 기술
- 가축 생산체계의 생력화 및 축산물 품질평가 자동화 System 개발
- D/W에 의한 On-line 관측자료 분석 System 구축
- 저비용, 고효율의 작물생산시설 및 재배 시스템 기술
- 고도 환경제어 및 생체계측 기술
- 묘생산 및 식물공장의 공정자동화 및 생산기술의 체계화
- 농업용 대체 에너지 개발 기술

④ 기능성연구사업(사업단)

- 비가열 살균기술
- 고체식품용 무균가공기술
- 전기/물리적 처리에 의한 건조식품 살균기술
- 동식물 단백질 Hydrocolloids의 물리화학적 변화기술
- 불용성 탄수화물의 수용성화 기술
- 캡슐화를 이용한 기능성 물질 안정화 조절 기술
- 식용 피자식품로부터 퇴행성 질환 예방용 소재 기술
- 만성질환 생체지표 발굴기술 및 대응 생리활성 소재개발 기술
- DNA microarray를 이용한 천연 생리활성물질의 탐색기술
- 치매, 노화, 암, 고혈압, 골관절 등 질병 제어 기능성 식품 소재 기술
- 혈전용해 및 혈압강화 식품
- 천연 항산화제 및 활성산소 조절 소재 기술
- 천연 식품보존료 및 항균제 기술
- 기능성 올리고당 생산효소 개발 기술
- 기능성 지방생산 효소기술
- 생물전환에 의한 천연물 2차 대사물질의 구조변환 기술

⑤ 친환경농업사업단

- 유기농업, 유기축산의 자연순환형 연계 System 개발
- 친환경 생물농약 개발 기술
- 천적이용 작물보호 기술

- 농경지의 토착 미생물 군집 카다로그 작성 및 자원화 연구
- 종합적 병, 해충, 잡초 관리 기술
- 농업비점오염원 확산방지를 위한 작물양분 종합관리 기술
- 토양비옥도 관리를 통한 정밀농업체계 구축 기술
- 지역순환형 환경농업 System 확립
- 원예작물 청정 생산 기술 체계화
- 친환경 작물생산 및 농자재 개발
- 사료 및 축산물 내 위해물질의 저감 및 제거기술 개발
- 위험평가 분석 및 위생관리 프로그램의 개발 및 적용
- 고품질, 기능성 축산물의 개발 및 가공제품 내 기능성 성분의 부가기술
- 천적, 생물농약 등 친환경 농산물 생산 기술
- 농업부문 위해성 화학물질의 동태 파악 기술
- 농산물중 위해성 잔류물질 신속분석 기술
- Codex 기준에 부합하는 한국형 유기농업 기술 확립
- 환경친화형 산림병해충 방제제 개발
- 목질 바이오매스의 석유대체 자원화 기술

2. 연구개발 수준 및 단계별 연구개발 자원 및 투자의 배분 조정

- 꾸준히 추진된 기술개발사업을 통해 많은 기술이 개발되었거나 개발 과정에 있음
 - AHP 분석을 통해 제시된 기술을 기술의 중요도가 높으면서도 개발수준이 낮은 기술과 높은 기술을 분류하여 다른 형태의 연구개발사업 추진전략을 수립할 필요성이 있음
- 이러한 분류는 대형프로그램화 전략이나 기초기술 혹은 틈새기술 개발에도 전략적으로 적용될 수 있음

① 기초·기반연구사업 영역

- 미래유망 기술로 도출된 중점개발대상기술 중 DELPHI조사 결과
 - 기술의 중요도는 높으나 연구개발 수준이 미흡한 기술은 보다 장기적이며 기초 과학적인 연구가 필요함으로 기초·기반 연구분야로 분류하고, 이를 기존의 연구개발 프로그램을 통하여 지원함
- 이 유형의 핵심기술수와 소요예산 및 인력을 추정한 결과는 <표 5-1-1>과 같음

<표 5-1-1> 분야별 핵심기술, 예산, 소요인력

분 야	기초·기반부문 핵심기술수(건)	소요예산(억원)	소요인력(명)
가 공	20	184	192
경영정보	7	51	234
경종작물	11	290	320
기 계 화	12	333	178
생명공학	15	372	308
원 예	25	301	248
유 통	14	140	198
임업·임산	15	183	182
자 원	8	62	90
축산·수의	15	185	242
환 경	16	232	444
계	158	2,333	2,633

② 실용화·산업화 기술개발사업 영역

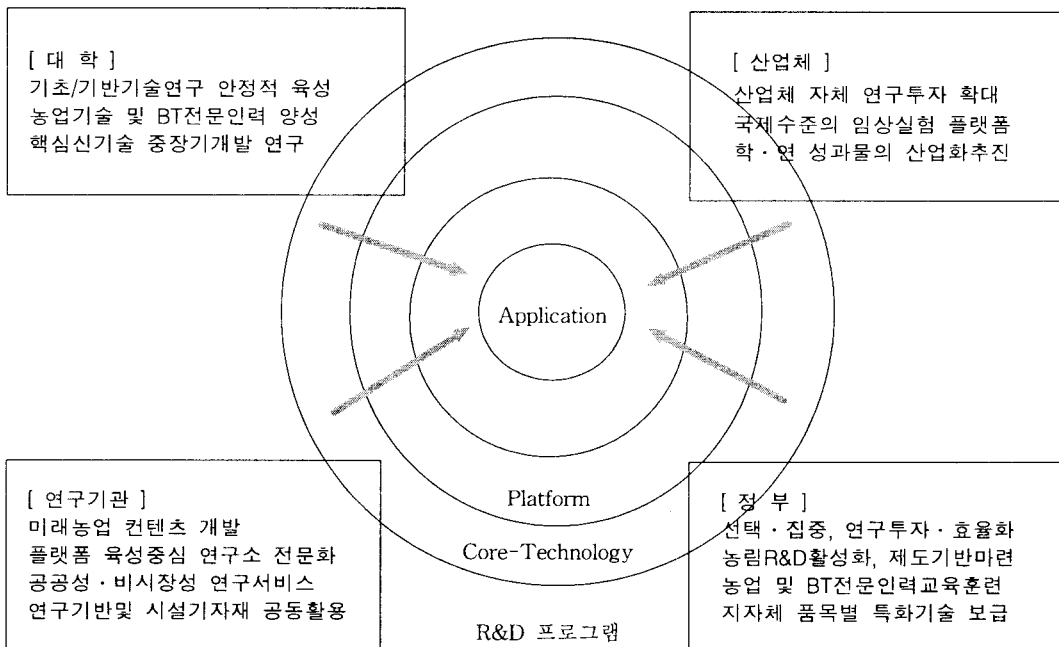
- 기술의 중요도가 높고 현재의 기술수준이 높은 기술은 가까운 시일 내에 실현 가능한 기술이므로 실용화·산업화 기술개발 분야로 분류하고, 이를 현행 농림기술 개발사업과 같은 연구개발 프로그램을 통하여 지원함
- 이 유형의 핵심기술수, 소요예산 및 인력을 추정한 결과는 <표 5-1-2>와 같음.

<표 5-1-2> 분야별 핵심기술, 소요예산, 소요인력

분 야	실용화·산업화부문 핵심기술수(건)	소요예산(억원)	소요인력(명)
가 공	13	72	110
경영정보	12	91	371
경종작물	8	154	174
기 계 화	17	284	210
생명공학	14	286	237
원 예	21	196	175
유 통	16	131	203
임업·임산	14	117	137
자 원	18	117	192
축산·수의	29	501	528
환 경	19	253	491
계	181	2,201	2,828

3. 연구개발 추진체계 확립 및 산·학·연·관 역할분담

- 미래 농업기술의 예측 및 기술로드맵에 의거하여 연구개발을 효율적으로 추진하기 위해서는 국가연구개발사업의 추진체계에 부합하는 연구개발추진체계의 확립이 필요함.
- 농림부문 연구개발 추진을 위한 농림부 본부의 농업기술정책 기능 및 역할강화가 요구되며, 농업·농촌기본법에 근거한 농림부문R&D 중장기 기본계획 수립 및 R&D총괄조정 심의기능을 보다 강화할 필요가 있음.
- 농림부문의 연구개발 주체는 산·학·관·연으로 더욱 다원화됨에 반해 기술의 영역은 오히려 점차 융합·복합화 되고 연계강화가 요구되므로 역할분담과 상호 협력체계 구축이 요구됨



<그림 5-1-2> 기술개발 주체간 역할 분담

4. 기술개발 인프라 구축 및 법·제도 정비

- 기술개발을 전략적으로 추진하기 위해서는 기술개발을 효율적으로 수행할 수 있는 기본 기술개발인프라 구축과 관련 법 및 제도 정비가 우선되어야 함.

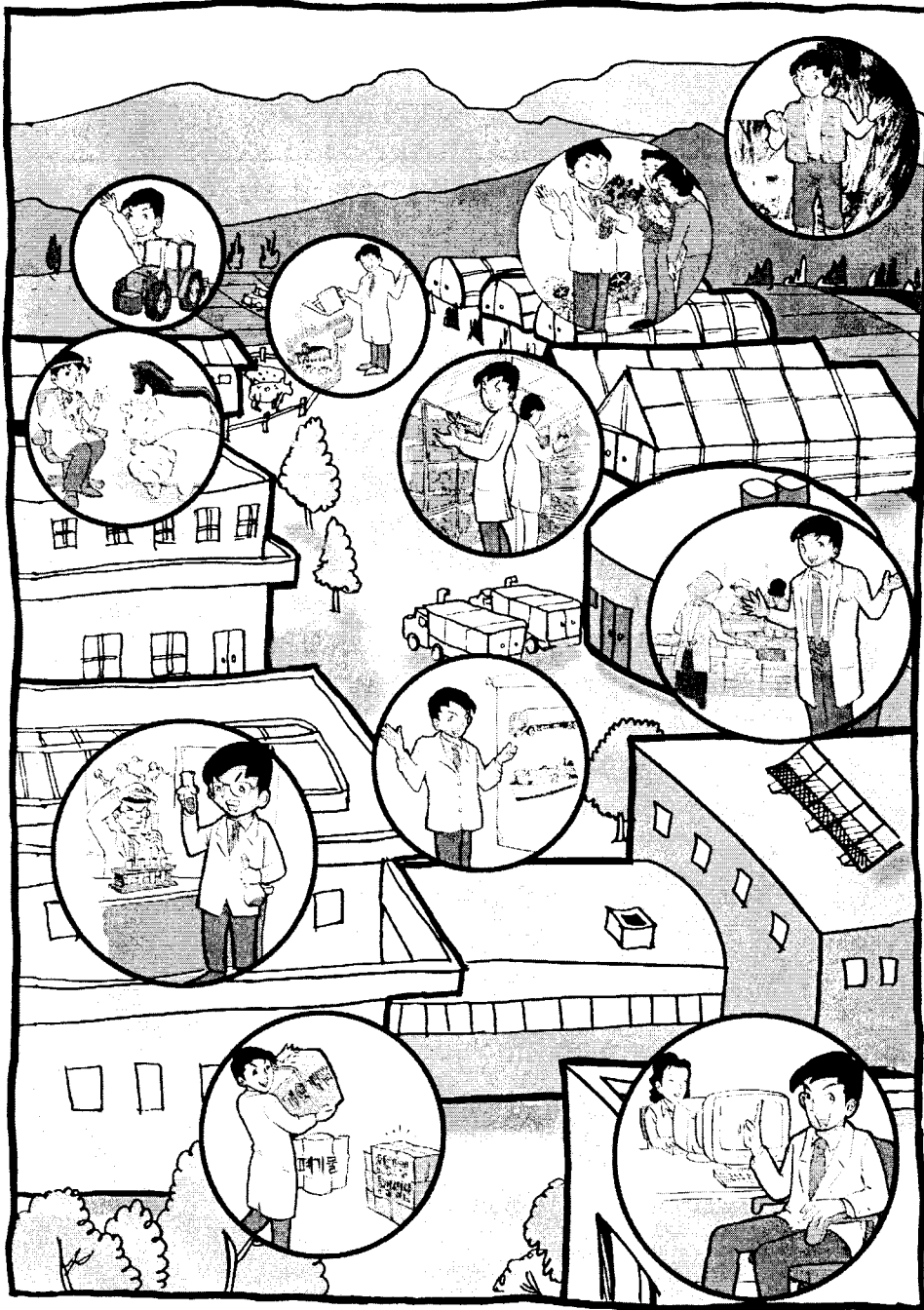
① 기술개발 인프라 구축

- 2-3년 주기로 기술수요 조사 및 미래기술 예측, 로드맵 수정 작성을 통해 미래 기술변화 반영
- 국가 및 농정방향에 맞는 목표 지향적 기술 분류 추진 및 주기적 갱신
- 농림부문 전문 인력의 대·중·소 분류별 데이터베이스 및 네트워크 구축·활용
- 연구개발체계 하에서 산·학·연·관의 연구개발 역할에 대한 목표관리와 점검
- 농업기술을 중심으로 한 지역농업 클러스터(Cluster) 육성 및 집중 지원
- 농업의 규모화·자동화를 위한 표준화 기틀 및 지침 정비

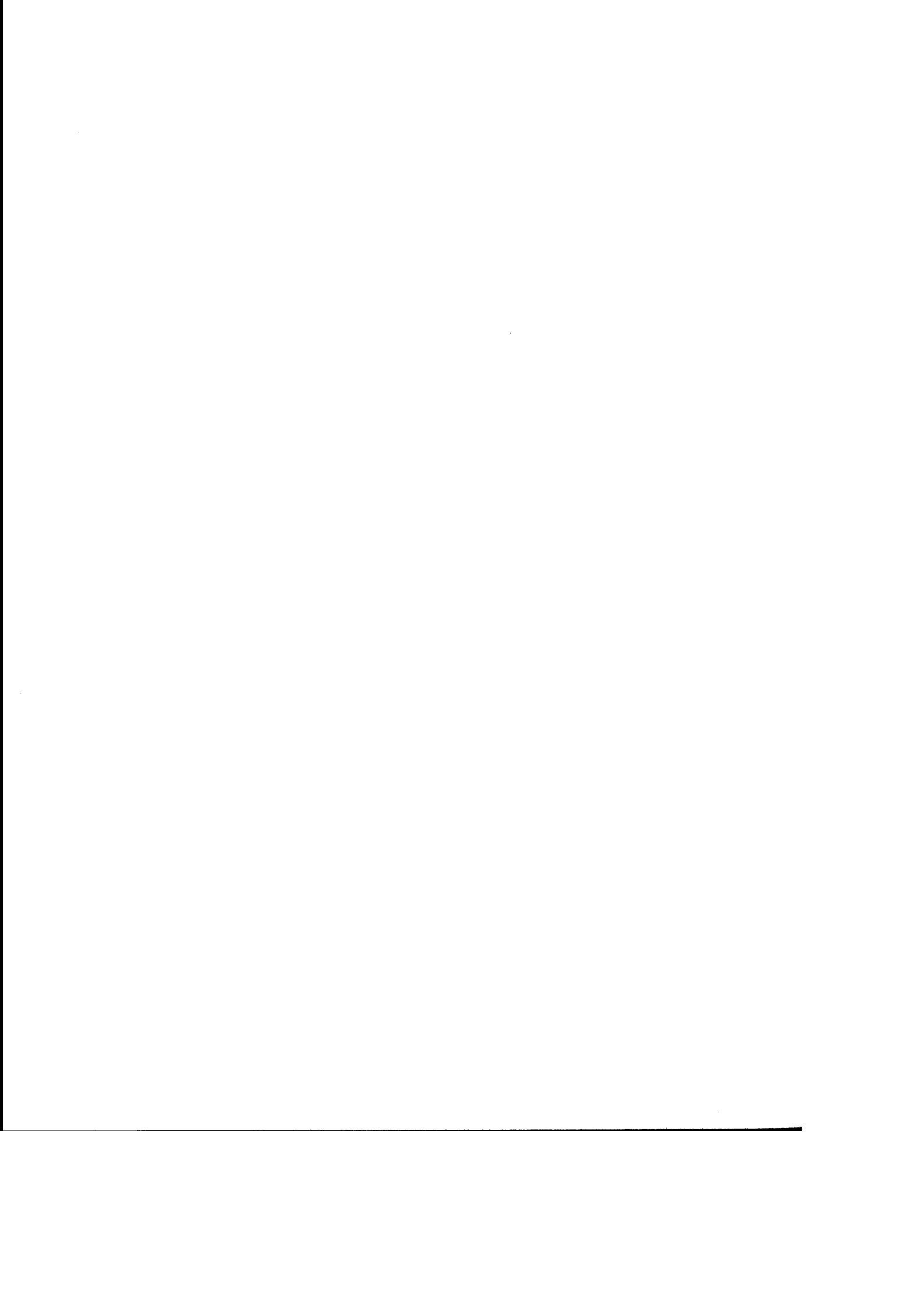
② 농림부문 R&D관련 법령 및 제도 정비

- 농림부문 기술개발 관련법령의 정비
 - 농업·농촌기본법 및 농촌진흥법 등 관련 법률의 기술개발 관련규정 통합
 - 농림과학기술정책심의회 설립근거 조항 삽입 및 조직·기능 규정
 - 농림부문 연구관리전문기관 설립 및 육성의 근거 조항 삽입 등
- 연구개발 목적 및 중점기술개발 영역에 따른 사업체계 개편
 - 기초·응용·개발 등 기술개발 단계별 R&D프로그램 정비
 - 공공성·복지성 기술개발과 시장성·실용화 기술개발을 위한 R&D프로그램 차별화
 - 단기형·시급성 연구개발과 중장기형·기초기반형 연구개발의 구별 추진

제3장 우리나라 농업의 미래상



참고문헌 및 관련사이트



경제기획원(1989), 국부통계조사보고 1987.
 경제기획원, 광공업통계조사보고서, 각년도.
 경제기획원, 주요경제지표, 각 년도.
 과학기술부, 2001년 과학기술연구개발활동.
 과학기술부, 국가과학기술표준분류표.
 과학기술정책연구소, 독일의 미래기술예측(1993-2020년), 1995.
 과학기술정책연구원, 한국과학기술평가원, 제2회 과학기술예측: 한국의 미래기술, 1999.
 과학기술처, 기술수출현황 '78-'93.6, 내부자료, 1993.
 과학기술처, 과학기술연감, 각 년도.
 과학기술처, 과학기술연구개발활동조사보고, 각 년도.
 과학기술평가원·과학기술정책연구원, 한국의 미래기술 2000-2025(생명과학, 농림·수산, 보건·의료, 1999.11.
 권철신, 조근태, Development of a New Cross Impact Model for Estimating the Impact of Time with Interdependency, ICC & IE (International Conference of Computers & Industrial Engineering) Proceedings, Kyoungju, Oct. 1996.
 권철신, 조근태, Forecasting Cross Effects among Interdependent R&D Events, ICC & IE (International Conference of Computers & Industrial Engineering) Proceedings, Kyoungju, Oct. 1996.
 권철신, 조근태, Forecasting the Impact of Time on the Completion Time of R&D Events, Asia-Pacific DSI (Decision Science Institute) Conference Proceedings, Hongkong, July, 1996.
 권철신·조근태, An Estimation Model for Completion Times Considering the Time Interval between Interdependent R&D Events, Computers & Industrial Engineering: An International Journal, 33[3-4], pp.613-616, 1997.
 김광석·홍성덕, 제조업의 총요소생산성 동향과 그 결정요인, 한국개발연구원, 1992.
 김동희외 2인, 농촌지도사업의 활성화 방안연구. 농촌진흥청. 수원, 1991.
 김은순. 이윤함수 접근법에 의한 농업연구 보급사업의 효과분석. 한국농촌경제연구원. 농촌경제 제9권 제3호, 1986.
 김인호 외, 우리나라의 주요 과학기술수준조사, 한국과학기술평가원, 1999.
 김적교, 조병택, 연구개발과 시장구조 및 생산성, 한국개발연구원, 1989.
 김정흠, 박주형, MAUT/AHP를 이용한 연구개발사업 우선순위 선정방법, 기술경영경제학회학술발표회 논문집, 1999.
 노동부, 노동통계연감, 각 년도.
 농림기술관리센터, 농림기술개발사업 5년의 성과와 발전방향, 2000.

농림부, 농림업 주요통계, 각 년도.

농림부·국립농산물품질관리원. 각 년도.

농림수산부, 농림수산통계연보, 각 년도.

농촌진흥청, 농업생산기술평가의 시스템구축에 관한 연구, 2000.

농촌진흥청, 농업과학기술 중장기 연구개발계획, 2001.

농촌진흥청, 농업기술분야 해외 첨단과학 최신 연구 동향, 2001.

농촌진흥청, 농촌지도사업보고서. 각 년도.

박기혁, 녹색혁명의 사회경제적 효과분석, 농촌진흥청, 1977.

박정근, 농업 R&D 인적자원의 현황과 조직화 방안, 2002년 농업과학심포지엄, 2002.

박정근, 한국농업과학 기술정책의 과제와 방향, 농업정책연구, 1987.

박정근, 농업생산기술평가의 시스템구축에 관한 연구. 농촌진흥청, 2000.

산업기술정책연구소, 2010년 산업기술예측과 장기발전전략, 1998.

산업자원부, 21세기 한국산업의 비전과 발전전략, 1999.

산업자원부·한국산업기술평가원, 산업기술로드맵(로봇, 무선통신기기, 단백질제품, 전자, 광섬유, 디지털가전), 2001.8.

서동균. 미곡생산에 대한 연구 지도사업효과의 시차분석, 전북대학교. 석사학위논문, 1987.

서동균, 농업연구 및 지도사업의 투자에 관한 효과분석, 전북대학교. 박사학위논문. 1992.

설성수, 기초과학연구의 분야분류체계 개발연구, 한국과학재단, 1999.

성진근, 국내농업이 수입개방 때문에 받게될 피해액 추정(이론모형과 실증적 계측). 농업경제연구(30), p33-49, 1989.

신태영 외 3인, 국가 연구개발 계획을 위한 기술 수요 조사 및 예측, 과학기술정책동향 Vol3, No 12, 통권 57호, 과학기술정책연구원, 1993.

양승춘. 1962년 이후 한국농촌지도사업의 특성 변화과정에 관한 연구. 서울대학교 대학원. 박사학위논문, 1994.

엄기철, 국가와 기업에서의 기술예측 결과 활용방안, 과학기술정책연구원 연구보고 2000-12, 2000.

오세익, 김수석, 21세기 첨단농업기술의 발전방향과 정책과제, 농업경제연구, 제40집 제2호, Dec. 1999.

이원영, 시장구조와 기술혁신, 기술경제연구논문집 1, 기술경제연구회, pp.85-97, 1987.

이정환, 권태진, 김은순, 농업부문의 투융자 동향과 효과, 한국농촌경제연구원. 연구보고 141, 1987.

이정환, 조덕래, 조재환, 미곡수입 장기전망과 미가정책의 선택, 농촌경제. 제13권 제2호, 1990.

- 이정환, 조덕래, 한국의 농수산물 수요분석: 모형개발과 정책 실험, 한국농촌경제연구원. 연구보고 92, 1984.
- 이종인, 농업기술발전의 비전과 미래 유망기술 예측, 세미나자료집 - 한국 농업 기술 발전의 비전과 정책방향, 농림기술관리센터, 2003.
- 장원경, 형질전환가축의 생산과 산업화 전망, 월간양돈진흥 2000년 5월.
- 장진규, 국내 제조업 연구개발투자의 파급(spillover)효과 분석, 기술경영경제학회 정기 학술대회 발표논문, 1992.
- 장진규, 기술개발투자 및 상업화 촉진제도의 효과 분석모형 개발에 관한 탐색적 연구, 한국과학기술연구원 정책.기획본부, 1992.
- 장진규, 김기국, 연구개발투자의 직.간접 생산성 증대효과 분석, 과학기술정책5권 1호, 과학기술정책관리연구소, pp.117-129, 1993.
- 장진규, 안두현, 국내 제조업의 연구개발투자자와 생산성, 과학기술정책4권 2호, 한국과학기술연구원 정책.기획본부, pp.34-43, 1992.
- 전국농업협동조합중앙회, 구매사업(JA교과서), 1996.
- 정성철, 장진규, 기술개발투자의 경제효과 분석, 정책연구 93-04, 한국과학기술연구원 정책.기획본부, 1993.
- 조근태, 「R&D의 예측과 결정」, 자유아카데미, 1999.
- 조근태, 권철신, 기술예측에의 적용을 위한 상호영향분석법의 이론적 고찰, 기술혁신 연구, 9[1], pp.95-120, 2001.
- 조근태, 권철신, "Development of a New Cross Effect Model Considering Influences of Effect on Interdependent R&D Events, 한국경영과학회 발표논문집, 1995.9.
- 조근태, 권철신, 기술대체안의 우선순위 설정을 위한 2분화계층분석방법의 개발, 기술경영경제학회 발표논문집, 2000.6.
- 조근태, 조용곤, 강현수, 계층분석적 의사결정, 동현출판사, 2003.
- 조근태, 홍순욱, An Applied Study of the Analytic Network Process to Assess Country Conditions for Korean Steel Exports, 「한국경영과학회지」, 제23권 제3호, pp. 209-233, 1998.
- 조근태, 홍순욱, 권철신 역, 리더를 위한 의사결정(원저 : Thomas L. Saaty, Decision Making for Leaders, RWS Publication, 1996), 동현출판사, 2000.
- 한국과학기술단체 총연합회. 대토론회: 과학기술경쟁력 세계 Top 10 진입의 의미와 과제 보고서, 2002.
- 한국농촌경제연구원, 「21C 농업과학기술의 좌표와 정책방향, 2000.
- 한국보건산업진흥원, 미래 보건산업 기술예측(2001~2025), 2001. 8.
- 한국보건산업진흥원, 미래식품과학기술예측(2001).
- 한국생물산업협회, 1997년도 국내 생물산업 실태조사, 1998.

- 한국생물산업협회, 국내 생물산업실태조사, 각 년도.
- 허신행., 농산물 가격정책. 농촌경제연구원 연구총서 10, 1982.
- 허주, 국방과학기술예측 방법론, 국방과학연구소, DTIC-615-960941, 1996.
- 홍기용, 교육과 농촌지도사업의 투자효과 분석, 한국농업교육학회지. 제7권 제1호, 1975.
- Abernathy, W. J. and Clark, K. B., Innovation: Mapping the Winds of Creative Destruction, Research Policy, 14, 1985.
- Abernathy, W. J. and Utterback J. M., A Dynamic Model of Process and Product Innovation, Omega, 1975, 3(6).
- Abramovitz, M., Resources and output trends in the United States since 1870, American Economic Review, Vol.46, No.2, Papers and Proceedings, 1956, pp.5-24
- Akino, Masakatsu and Yujiro Hayami, Efficiency and Equity in Public Research: Rice Breeding in Japan's Economic Development, American Journal of Agricultural Economics 57:1-10, 1975.
- Alston, J. M, Philip G. Pardey, and Vincent H. Smith, Making Science Pay: The Economics of Agricultural R&D Policy, The AEI Press, 1996.
- Alston, J. M, Philip G. Pardey, and Vincent H. Smith, Paying for Agricultural Productivity, IFPRI, 1999.
- Alston, J. M, Philip G. Pardey, and Vincent H. Smith, Science Under Scarcity: Principles and Practice for Agricultural Research Evaluation and Priority Setting, Cab International, 1998.
- Ament, D, The Past, Present and Future of Animal Feeding Operations. In Proceedings of Technical Meeting on Effects of Animal Feeding Operation on Water Resources and Environment, Fort Collins, Colorado, 2000..
- Avery, T. D, A Road Map for European Agriculture. Prepared by Center for Global Food Issues, 2002.
- Ayer, H. W. and G. Edward Schun., Social Rates of Return and Other Aspects of Agricultural Research: The Case of Cotton Research in Sao Paulo, Brazil, American journal of Agricultural Economics, November, 1972.
- B. Golden, E. Wasil and P. T. Haker, The Analytic Hierarchy process: Applications and Studies, Springer - Verlag, New York, 1989.
- Barletta, Ardito L., Costs and Social Benefits of Agricultural Research in Mexico. Ph.D. thesis, University of Chicago, 1970.
- Bernanke, Ben S., Alternative Explanations of the Money-Income Correlation,

- Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy. 25:49-100, 1986.
- Bernstein, J. I. and M. I. Nadiri, Interindustry R&D Spillovers, Rates of Return, and Production in High-tech Industries, *American Economic Review*, Papers and proceedings, pp.429-434, 1988.
- Bernstein, J. I. and M. I. Nadiri, Research and Development and Intra-industry Spillovers: an Empirical Application of Dynamic Duality, *Review of Economics and Statistics*, Vol.71, No.2, pp.249-269, 1989.
- Bernstein, J. I., The structure of Canadian Interindustry R&D Spillovers, and the Rates of Return to R&D *Journal of Industrial Economics*, Vol. 37, No. 3, pp.315-328, 1989.
- Bonnen, J. T., Historical Sources of U.S. Agricultural Productivity: Implications for R & D Policy and Social Science, *American Journal of Agricultural Economics*, 65:958-966, 1983.
- Boskin, M. J. and L. J. Lau, Capital, Technology, and Economic Growth in N. Rosenberg, R. Landau and D. C. Mowery(eds.), pp.17-55, 1992.
- Boskin, M. J. and L. J. Lau, Postwar Economic Growth of the Group-of-Five countries: A New Analysis, Technical Paper No. 217, Center for Economic Policy Research, Stanford University Press, 1990.
- Bredahl, M. and W. Peterson., The Productivity and Allocation of Research: U.S. Agricultural Experiment Stations, *American Journal of Agricultural Economics*, 58:684-692. 1976.
- Bright, J., R., Practical Technology Forecasting: Concepts and Exercise, Industrial Management Center, 1978
- Byerlee, D. & K. Fischer, Accessing Modern Science: Policy and Institutional Options for Agricultural Biotechnology in Developing Countries, *IP Strategy Today* No. 1, 2001.
- Byerlee. D. and G. E. Alex, Strengthening National Agricultural Research Systems, The World Bank, 1998.
- Chidley, J. et al., The Cusp Catastrophe As a Marketing Planning Aid, *Behav. Sci.*, 23:351-354, 1978.
- Cicarelli, J., The Future of Economics: A Delphi Study, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 25, 1984.
- Cuneo, P. and J. Mairesse, Productivity and R&D at the firm level in French manufacturing, Griliches(ed.)(1984), pp.375-392, 1984.
- Cyert, R. M. and Mowery, D. C., Technology and Employment - Innovation and

- Growth in the U.S. Economy, National Academy Press, 1987.
- Denison, E., Why Growth Rates Differ: Post War Experience in Nine Western Countries, Brookings Institution, Washington, D. C., 1967.
- Dijk Van, J.A.G.M., Delphi Method as a Learning Instrument, Technological Forecasting and Social Change, Vol. 37, 1990.
- Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R., Silverberg, G. and Soete, R. eds., Technical Change and Economic Theory, Pinter, 1988.
- Dosi, G., Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation, in Freeman, C. ed.(1990), The Economics of Innovation, Edward Elgar, pp. 107-158, 1988.
- Echeverria, R., Eduardo J. Trigo and Derek Byerlee, Institutional Change and Effective Financing of Agricultural Research in Latin America, World Bank Technical Paper No. 330, World Bank, Washington, DC., 1996.
- Ernst & Young LLP, Annual Biotechnology Industry Reports, 1993-2001.
- Ernst & Young, Beyond Borders The Global Biotechnology Report, 2002.
- ESCOPE, Minutes of ESCOP Science and Technology Committee, Prepared by Experimental Station Committee on Organization and Policy (ESCOPE), 1999.
- Evenson, R. E. & Flores. P., Economic Consequences of New Rice Technology in Asia, IRRI, 1978.
- Evenson, R. E., P. E. Waggoner and V. W. Ruttan., Economic Benefits from Research: An Example from Agriculture, Science. 205:1101-1107, 1979.
- Evenson, R. E., The Contribution of Agricultural Research and Extension to Agricultural Fuller, W. A. Introduction to Statistical Time Series, Wiley: New York, 1976.
- Freeman, C. and Perez, C., Structural Crises of Adjustment: Business Cycles and Investment Behaviour, in Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R., Silverberg, G. and Soete, R. eds., Technical Change and Economic Theory, Pinter:38-66, 1988.
- Freeman, C. and Soete, L., Factor Substitution and Technical Change, in Freeman, C. and Soete, L. eds., Technical Change and Full Employment, Basil Blackwell:36-48, 1987.
- Freeman, C. ed. The Economics of Innovation, Edward Elgar, 1990.
- Freeman, C., The Economics of Industrial Innovation, The MIT Press, 1982.
- Galeotti, M., Specification of the Technology for Neoclassical Investment Theory: testing the adjustment costs approach, Review of Economics and Statistics,

- Vol.72, No.3, pp.471-480, 1990.
- Goto, A. and K. Suzuki, R&D capital, Rate of Return on R&D Investment and Spillover of R&D in Japanese Manufacturing, *Review of Economics and Statistics*, Vol.71, No.4, pp.555-564, 1989.
- Griliches and Lichtenberg, Interindustry Technology Flows and Productivity Growth : a Reexamination, *Review of Economics and Statistics*, Vol.59, pp.324-329, 1984.
- Griliches, Z, Research and the Aggregate Agricultural Production Function, *American Economic Review*, 1964.
- Griliches, Z, Research Costs and Social Returns: Hybrid Corn and Related Innovations, *J. of Political Economy* 66:419-31, 1958.
- Griliches, Z. and J. Mairesse, Productivity and R&D at the Firm Level, in Z. Griliches(ed.), pp. 339-374, 1984.
- Griliches, Z.(ed.), *Research and Development, Patents and Productivity*, Chicago University Press, Chicago, 1984.
- Harold A. Linstone and Murray Turoff, *The Delphi Method, Addition - Wesley Publishing Company, Inc.*, 1975.
- Hayami, Yujiro, and Vernon, W. Ruttan., *Agricultural Development*, The John's Hopkins University Press, Baltimore and London, 1985.
- Hayami, Yujiro., *A Century of Agricultural Growth in Japan*, University of Tokyo Press, 1982.
- Hazell, P., M.Agcaoili, and M. Rosegrant, Some useful results about the world food situation in 2025 from IFPRI's World cereal model. Mimeograph, Washington DC: IFPRI, 1994.
- Hitch, P. H., Trends, Technology, and Challenges for Large-Scale Animal Agriculture, *In Proceedings of Technical Meeting on Effects of Animal Feeding Operation on Water Resources and Environment*, Fort Collins, Colorado, 2000.
- Huffman, Wallace E., Finance, Organization, and Impacts of U.S.A Agricultural Research Future Prospects, Iowa State University, Dept. Econ. Staff Paper No. 314, March, 1999.
- Huffman, Wallace E., *Science for Agriculture*, Iowa Stare University Press, 1996.
- Huffman, Wallace E., *The Organization of Agricultural Research in Western Developed Countries*, *Agricultural Economics*, 21, 1999.
- International Service for National Agricultural Research, *Monitoring and Evaluating*

- Agricultural Research, Cab International, 1993.
- ISNAR. Road map 2002-2006: Let knowledge make the difference. Consultative Group on Intl. Agr. Res., 2002.
- Jaffe, A., Technological Opportunity and Spillovers of R&D: Evidence from Firms' Patents, Profits and Market Value, *American Economic Review*, Vol. 76, No.5, pp.984-1001, 1986.
- James, C., Agricultural Research and Development; The Need for Public and Private Partnership, *Issues in Agriculture Paper No. 9*, CGIAR, Washington, DC. 1996.
- James, Clive, Agricultural Research and Development: The Need for Public-Private Sector Partnership, *Issues in Agriculture 9*, Consultative Group on International Agricultural Research, 1996.
- Judge, G., W. Griffith, R. Hill, H. Lutkepohl, and T. Lee, *The Theory and Practice of Econometrics*, 2ed, Wiley. N.Y. 1985.
- Kahlon, A. S., H. K., Bal, P.N. Saxena, and D., Jha, *Returns to Investment in Research in India, Resource Allocation and Productivity in National and International Agricultural Research*, University of Minnesota Press, 1977.
- Lichtenberg F. and Siegel, D., *The Impact of R&D Investment on Productivity: New Evidence using Linked R&D-LED Data*, NBER working paper, No. 2901, 1989.
- Linstone, H. A. and Turoff, M., *The Delphi Method: Techniques and Applications*, Addison-Wesley Publishing Company, 1975.
- Lu. Y., P. Cline and L. Quance, *Prospects for Productivity Growth in U.S. Agricultural*, Washington, D.C. Report No.435, 1979.
- Lucas, R. E. and Sargent, T. J., *After Keynesian Macroeconomics*, FRB of Minneapolis Quarterly Review 3:1-16, 1980.
- Mansfield, E., *A Basic Research and Productivity Increase in Manufacturing*, *American Economic Review*, Vol.70, No.5, pp.863-873, 1980.
- Mansfield, E., *Academic Research and Industrial Innovation*, *Research Policy*, Vol.20, No.1, pp.1-12, 1991.
- Mansfield, E., *Industrial Research of Techonological Change*, W. W. Norton & Company, 1968.
- Martino, J. P., *Technological Forecasting for Decision Marketing*, 3rd ed., McGraw Hill, 1993.
- Nadri, M.I., *Output and Labor Productivity, R&D Expenditure and Catch-up*

- Scenarios: a Comparison of the US, Japanese, and Korean Manufacturing Sectors, Mimeo, 1984.
- NASULGC and ESCOP, A Science Road Map for Agriculture. Prepared by the National Association of State Universities and Land-grant Colleges (NASULGC) and Experimental Station Committee on Organization and Policy (ESCOP), 2001.
- Nelson, R. R. and Winter, S. G., Neo-Classical vs. Evolutionary Theories of Economic Growth: Critique and Prospectus, in Freeman, C. ed., *The Economics of Innovation*, Edward Elgar:3-22, 1974.
- NES, *The Life Science Initiative: North Texas in the Bio-economy*. New Economy Strategy Com, USA, 2002.
- Norton George, W. and Jeffrey, S. Davis, *Review of Methods Used to Evaluate Returns to Agricultural Research*, *Evaluation of Agricultural Research*, Minnesota Agricultural Experiment Station, University of Minnesota, 1980.
- Norton, G. W., *The Productivity and Allocation of Research: U.S. Agricultural Experiment Stations, Revisited*, *North Central Journal of Agricultural Economics*. 3:1-12, 1981.
- Nutrition Business Journal, 2000.
- OECD, *Biotechnology & Trade*, 1997.
- Oehmke, J. F. and Choe, Y. C., *Dynamic Analysis of Returns to Research*, Application to Paper Presented at the Symposium on the Impact of Technology on Structural Transformation in Sub-Saharan Africa, 1991.
- Oehmke, J. F. and X. Yao, *A Policy Preference Function for Government Intervention in the U.S. Wheat Market*, *Amer. J. Agr. Econ.* 72:632-640, 1990.
- Oehmke, J. F., *Persistent Under Investment in Public Agricultural Research*, *Agricultural Econ.* 1:53-65, 1986.
- Office of Industrial Technologies (OIT), *Energy Use and Environmental Issue*, US Department of Energy, Washington, DC, 2002.
- Orden, D. and P. F. Fackler, *Identifying Monetary and Other Macroeconomic Impacts on Agricultural Prices in VAR Models*, Staff Paper 88-36. Dept. of Agr. Econ. Virginia Polytechnique Institute and State Univ. Blacksburg. Virginia, 1988.
- Orden, David, *Agriculture, Trade, and Macroeconomics: the U.S. Case*, *J. of Policy Modeling*. 8:27-51, 1986.
- Park, D. H., A. Seidi and W. M. Fraiser, *The Effect of Environmental Regulation*

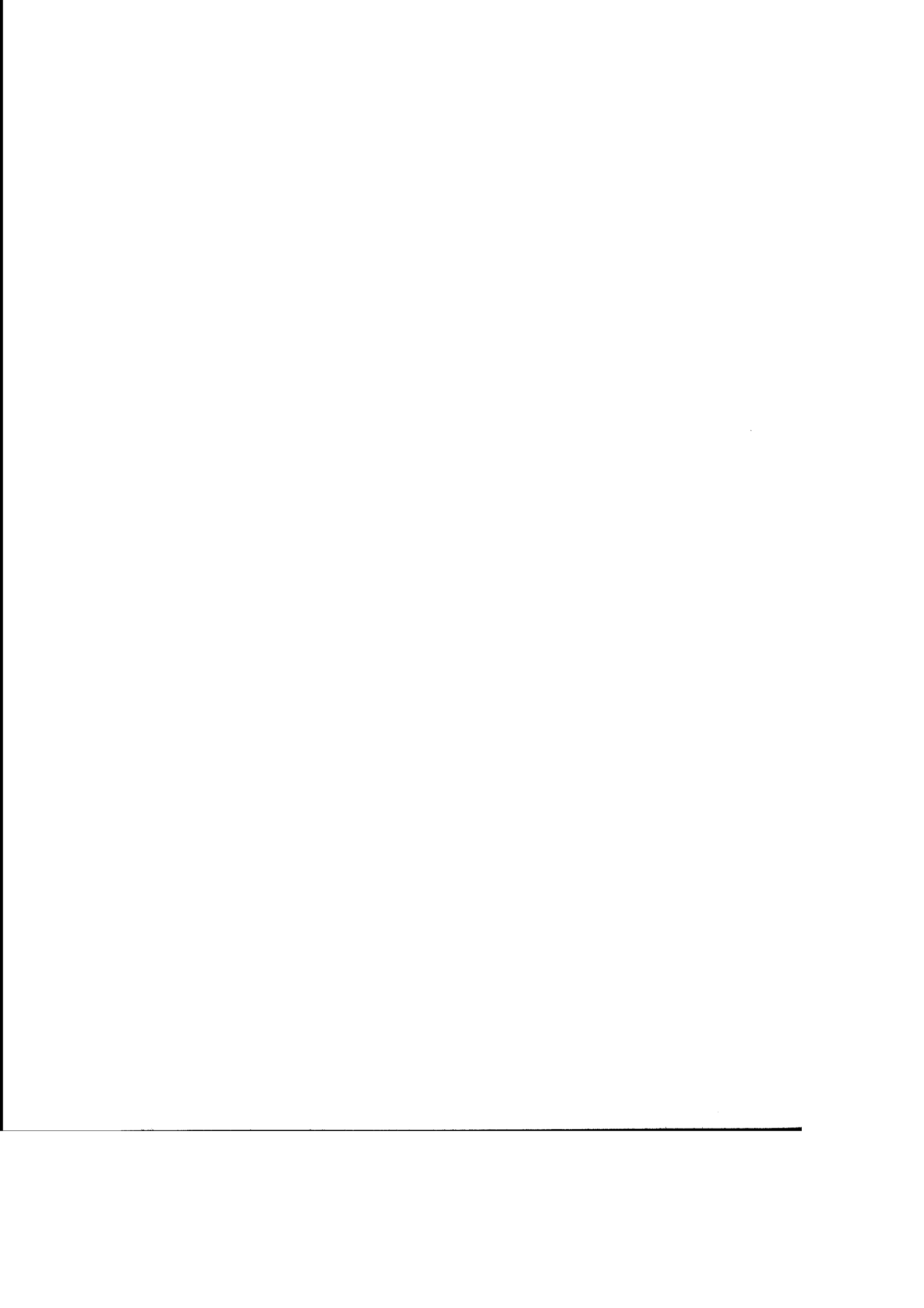
- on the U. S. Livestock Industry, *In* Proceedings of Technical Meeting on Effects of Animal Feeding Operation on Water Resources and Environment, Fort Collins, Colorado, 2000.
- Park, Jung Keun, Sources of Korean Agricultural Growth, International Seminar on Agriculture Value, Korean Agriculture History Association, Seoul, 2002
- Park, Jung Keun, The Sources of Productivity in Korean Rice, *Journal of Rural Development*, Vol. IX, No.2. pp.305-321, 1986
- Patel, P. and Pavitt, K., Patterns of Technological Activity: Their Measurement and Interpretation, in Stoneman, P. ed., *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Blackwell: 14-51, 1995.
- Peterson, Willis L., Return to Poultry Research in the United States, *J. of Farm Econ.*, 49: 656-69, 1967.
- Pray, Carl E. and Dina Umali-Deininger, The Private Sector in Agricultural Research Systems: Will it Fill the Gap, *World Development* Vol. 26, No.6, pp. 1127-1148, 1998.
- Pray, Carl E., The impact of privatizing agricultural research in Great Britain: an interim report on PBI and ADAS, *Food Policy*, Vol.21, No.3, pp.305-318, 1996.
- Rausser, G., Leo Simon and Holly Ameden, Public-private alliances in biotechnology Can they narrow the knowledge gaps between rich and poor, *Food Policy*(25): 499-513, 2000.
- Robertson, T. S., *Innovative Behaviour and Communication*, New York : Holt, Reinhart and Winston, 1971.
- Rosenberg, N., *Exploring the Black Box: Technology, Economics, and History*, Cambridge University Press, 1994.
- Rosenberg, N., *Inside the Black Box*, Cambridge University Press, 1982.
- Ruttan, V. W., *Technology, Growth and Development : An Induced Innovation Perspective*, Oxford University Press, 2001.
- Saaty, T., Priority Setting in Complex Problem, *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. 30, No. 3, pp. 140-155, 1983.
- Saaty, T., *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, New York, 1980.
- Scholz, L., From the Innovation Survey to the Innovation-Flow Matrix: A New Approach for Measuring Technical Progress and the Impact on Growth and Employment, in Matzner, E. and Wagner, M. eds., *The Employment Impact of New Technology - The Case of West Germany*, Avebury:203-214. 1990.
- Schultz, T. W., 1953, *The Economic Organization of Agriculture*, New York,

- McGraw-Hill Book Company, 1953.
- Schultz, T. W., *Forward Science for Agriculture*, edited by W.E. Huffman and R.E. Evenson, Dept. of Econ., Iowa State Univ., 1991.
- Sims, C. A., *Are Forecasting Models Usable for Policy Analysis?*, Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review. Winter:1-16, 1986.
- Sims, C. A., *Macroeconomics and Reality*, *Econometrica*. 48:1-48, 1980.
- Tang, A., *Research and Education in Japanese Agricultural Development*, *Economic Studies Quarterly* 13, 1963.
- Terleckyj, N.E., *Direct and indirect effects of industrial research and development on the productivity growth of industries*, in Kendrick, J.N. and Vaccara, B.N. (eds.), *New Development in Productivity Measurement and Analysis*, University of Chicago Press, Chicago, 1980.
- Thirtle, Colin, and Ruben G. Echeverria, *Privatization and the Roles of Public and Private Institutions in Agricultural Research in Sub-Saharan Africa*, *Food Policy* 19(1) 31-44, 1994.
- Tushman, M. L. and Anderson, P., *Technological Discontinuities and Organizational Environments*, *American Society for Quality Control*, 31, 1986.
- Umali, D. L. *Public and Private Sector Roles in Agricultural Research; Theory and Experience*, World Bank Discussion Paper No. 176, World Bank, Washington, DC. 1992.
- US Department of Energy, *The Technology Roadmap for Plant/Crop-based Plant/Crop-based Renewable Resources 2020, Research Priorities for Fulfilling a Vision to Enhance US Economic Security through Renewable Plant/Crop-based Resource Use. Renewable Vision 2020, Executive Steering Group*. US Department of Energy, Office of Industrial Technologies (OIT), Washington, DC, 1999.
- Utterback, J. M. and Suarez, F. F., *Innovation, Competition, and Industry Structure*, *Research Policy*, Vol. 22, No. 1:1-21, 1983.
- Utterback, J. M., *Innovation and Industrial Evolution in Manufacturing Industries* in Guile, B.R. and Brooks, H. eds., *Technology and Global Industry*, National Academy Press:16-48, 1987.
- Weiss, E. N. and V. R. Rao, *AHP Design issues for Large-Scale Systems*, *Decision Sciences*, Vol.18, 1987.
- White, Fred, C. and Joseph Havlicek, Jr., *Optimal Expenditures of Agricultural Research and Extension: Implications of Under Funding*, *American Journal of*

- Agricultural Economics, 1982.
- Zahedi, F., The Analytic Hierarchy Process-A Survey of the Method and its Applications, INTERFACES, Vol. 16, No. 4, 1986.
- Zellner, A., An efficient method of estimating seemingly unrelated regressions of aggregation bias, Journal of the American Statistical Association, Vol. 57, pp.500-509, 1962.
- Zetner, R. P. and W. L. Peterson., An Economic Evaluation of Public Wheat Research and Extension Expenditure in Canada. Canadian J. of Agr. Econ. 32:327-353, 1984.
- 일본식물방역협회, 농약요람, 2000.
- 일본통산성, 일경바이오연감.
- 일본특허청, Post-Genome 신기술에 관한 특허출원기술동향조사, 2002. 4.
- 全國農業協同組合中央會, 購買事業-JA教科書-, 1996. 3.
- JA全農總合企劃部, JAグループ經濟事業基礎統計, 2000.
- <http://carc.nrc.state.ne.us/carcunl>
- <http://enso.unl.edu/ndmc/go/go.htm>
- <http://nris.state.mt.us/Drought/>
- <http://rio.twdb.state.tx.us/rio/hydro/drought.html>
- <http://water.dnr.state.sc.us/climate/sco/drought.html>
- <http://weather.nmsu.edu/drought>
- <http://www.dep.state.pa.us/dep/subject/hotopics/drought/>
- <http://www.state.ok.us/~owrb/features/drought.html>
- (주)아이델리 웹사이트 <http://www.ideli.co.kr> :
- 농림기술관리센터 홈페이지 <http://www.arpc.re.kr/BizIntro/tech.asp>
- 농림부 <http://www.maf.go.kr>, 어린이 농업교실.
- 미 연방비상관리국 <http://www.fema.gov> : 미 연방비상관리국
- 산림청 홈페이지 <http://www.foa.go.kr>
- 야후! 사전 : <http://kr.alldic.yahoo.com/>
- 정진영, 한국유기농업 현장의 당면과제와 유기농가의 애로사항, 원예마을,
<http://www.wonye.co.kr/technical/material/etc/etc151.htm>.
- 한국과학기술기획평가원 홈페이지 : <http://www.kistep.re.kr/>
- 한국과학재단 홈페이지 : <http://www.kosef.re.kr/?cid=35895&tid=37019>
- 한국브리태니커회사 : <http://www.britannica.co.kr/>
- 한국학술진흥재단 홈페이지 : <http://www.krf.or.kr/>

부 록

1. 총괄위원회 명단
2. 농림부문의 R&D 투자방향과 효율적
관리방안 연구진
3. 기술분류위원회 명단
4. 미래기술예측을 위한 전문위원회 명단
5. 로드맵 작성을 위한 전문위원회 명단



1. 총괄위원회 명단

구 분	성 명	소 속	직 위
위 원	서종혁	농림기술관리센터	소장
위 원	정 승	농림부 식량생산국	국장
위 원	김한명	농촌진흥청 연구관리국	국장
위 원	오정수	임업연구원 산림환경부	부장
위 원	이선교	(주)넥스젠	대표
위 원	박효근	서울대학교 원예학과	교수
위 원	황우석	서울대학교 수의학과	교수
위 원	정진석	(사)흙살리기참여연대	대표
위 원	류관희	서울대학교 농공학과	교수
위 원	박권우	고려대학교 생명산업과학부	교수
위 원	변유량	연세대학교 생명공학과	교수
위 원	이돈구	서울대학교 산림자원학과	교수

2. 농림부문의 R&D 투자방향과 효율적 관리방안 연구진

성 명	소 속	직 위	분 야
장진규	과학기술정책연구원	연구위원	국내 연구개발투자 현황 및 경제효과 분석
최영찬	서울대학교	교수	농업부문 연구투자의 효율성 분석
박정근	전북대학교	교수	농림기술개발과 정부·민간의 역할
이정재	서울대학교	교수	농림부문 R&D 투자의 효율적 관리방안

3. 기술분류위원회 명단

분 야	성 명	소 속	직 위
원예	박권우	고려대학교 원예학과	교수
	이용범	서울시립대학교 환경원예학과	교수
경종작물	채제천	단국대학교 생명자원과학부	교수
	변종영	충남대학교 농학과	교수
임업	오정수	임업연구원 산림환경부	부장
	이중윤	경북대학교 임산공학과	교수
가공	변유량	연세대학교 생명공학과	교수
	정희중	전남대학교 생명과학부	교수
유통	김동만	한국식품개발연구원 저장유통팀	책임연구원
	김종기	중앙대학교 원예학과	교수
기계화	김만수	충남대학교 농업기계공학과	교수
	류관희	서울대학교 농업생명과학대	학장
자원	이정재	서울대학교 농공학과	교수
	김선주	건국대학교 지역건설환경공학과	교수
환경	김정환	서울대학교 농화학과	교수
	사동민	충북대학교 농화학과	교수
생명공학	홍주봉	서울대학교 유전공학연구소	교수
	임학태	강원대학교 생명공학부	교수
경영정보	김경량	강원대학교 농업경제학과	교수
	강창용	한국농촌경제연구원	연구위원
축산	최운재	서울대학교 동물자원학과	교수
	정의룡	상지대학교 응용동물과학부	교수
	안수환	수의과학검역원질병연구부	부장

4. 미래기술예측을 위한 전문위원회 명단

가공분야

구 분	성명	소 속	직 위
위원장	김철진	한국식품개발연구원 가공연구본부	책임연구원
간 사	이현유	한국식품개발연구원 쌀연구사업부	책임연구원
위 원	길복임	안양대학교 식품영양학과	전임강사
위 원	김현구	한국식품개발연구원 식품기능연구팀	책임연구원
위 원	목철균	경원대학교 식품생물공학과	교수
위 원	신동훈	고려대학교 생명공학원	교수
위 원	유명식	(주)다보연구소	대표이사
위 원	이정근	(주)농심 소비자조사팀	팀장
위 원	이현규	한양대학교 식품영양학과	교수
위 원	장판식	서울산업대학교	교수
위 원	정건섭	연세대학교 생물자원공학과	교수
위 원	조재선	경희대학교 식품공학과	교수
위 원	지영민	고려대학교 생명유전공학부	교수
위 원	황재관	연세대학교 생명공학과	교수

경영정보분야

구 분	성명	소 속	직 위
위원장	김완배	서울대학교 농업경제학과	교수
간 사	이정희	중앙대학교 산업경제학과	교수
위 원	김병택	경상대학교 농업경제학과	교수
위 원	강창용	농촌경제연구원	연구위원
위 원	김정주	건국대학교 농업경제학과	교수
위 원	박정근	전북대학교 농업경제학과	교수
위 원	박주석	경희대학교 경영학부	교수
위 원	김동환	안양대학교 무역유통학전공	교수
위 원	최영찬	서울대학교, ㈜이지팜	교수/대표이사
위 원	최정섭	농촌경제연구원 농업관측정보센터	센터장
위 원	최태동	한국식품개발연구원	책임연구원
위 원	한성일	건국대학교 축산경영학과	교수
위 원	한원식	농촌진흥청 농업경영정보실	농업경영정보관

경종작물분야

구 분	성 명	소 속	직 위
위원장	채영암	서울대학교	교수
간 사	채제천	단국대학교 식량자원학전공	교수
위 원	구자옥	전남대학교 응용식물학부	교수
위 원	손종록	작물시험장 벼수확후관리연구실 연구실	실장
위 원	유창연	강원대학교	교수
위 원	유창현	농업과학기술원 응용미생물학과	연구관
위 원	이석하	서울대학교 식물생산과학부	교수
위 원	정일민	건국대학교 식량자원학과	교수
위 원	최인수	밀양산업대 농학과 교수	교수
위 원	최해춘	작물시험장	연구관

기계분야

구 분	성 명	소 속	직 위
위원장	장동일	충남대 농업기계공학과	교수
간 사	조용진	한국식품개발연구원 식품자원이용연구본부	책임연구원
위 원	김경욱	서울대학교 농업기계학과	교수
위 원	김만수	충남대학교 농업기계공학과	교수
위 원	김종훈	한국식품개발연구원 공정개발팀	선임연구원
위 원	윤진하	농기계화연구소 기초기술기계과	과장
위 원	이규승	성균관대학교 바이오메카트로닉스전공	교수
위 원	이동현	농기계화연구소 식물생산공장 연구팀	연구관
위 원	이기명	경북대학교 생물산업기계공학과	교수
위 원	이대원	성균관대학교 바이오메카트로닉스학과	책임연구원
위 원	최창현	성균관대학교 바이오메카트로닉스전공	교수
위 원	한충수	충북대학교 농업기계공학과	교수

생명공학분야

구 분	성 명	소 속	직 위
위원장	이순희	연세대학교 생물학과	교수
간 사	임학태	강원대학교 식물생명공학전공	교수
위 원	곽상수	생명공학연구원 식물생화학 R.U	Unit 장
위 원	김영기	충북대학교 농화학과	교수
위 원	박호용	한국생명공학연구원 생물자원연구실	실장
위 원	백남인	경희대학교 생명과학부	교수
위 원	서석철	농업생명공학연구원 유전자발현연구실	연구실장
위 원	안상낙	충남대학교 농학과	교수
위 원	이희선	전북대학교 응용생물공학부	교수
위 원	조용구	충북대학교 식물자원학과	교수
위 원	한성구	KISTEP 사업기획팀	팀장
위 원	홍성렬	성균관대학교 유전공학과	교수
위 원	홍주봉	서울대학교 유전공학연구소	교수

원예분야

구 분	성 명	소 속	직 위
위원장	이정명	경희대학교 원예학과	교수
간 사	이종석	서울여자대학교 원예학과	교수
위 원	김광용	원예연구소	연구관
위 원	박권우	고려대학교 원예학과	교수
위 원	손정익	서울대학교 식물생산과학부	부교수
위 원	송천영	한국농업전문학교 화훼학과	교수
위 원	신용억	농업진흥청 원예연구소	연구관
위 원	양승균	농우바이오육종연구소	소장
위 원	이승우	경희대학교 원예학과	교수
위 원	이용범	서울시립대학교 환경원예학과	교수
위 원	임열재	건국대학교 원예학과	교수
위 원	정재동	경북대학교 원예학과	교수
위 원	최성진	대구카톨릭대학교	교수
위 원	형남인	상명대학교 원예학과	교수

유통분야

구 분	성 명	소 속	직 위
위원장	신동화	전북대학교 식품공학과	교수
간 사	박윤문	안동대학교 생명과학부	교수
위 원	김동만	한국식품개발연구원 저장유통팀	책임연구원
위 원	김병삼	한국식품개발연구원 식품유통연구본부	책임연구원
위 원	김종기	중앙대학교 원예학과	교수
위 원	박현진	고려대학교 생명공학연구소 식품공학	교수
위 원	양용준	상명대학교 환경원예조경학부	교수
위 원	이동선	경남대학교 생명과학부	교수
위 원	이명훈	한국포장시스템연구소	소장
위 원	이무하	서울대학교 동물자원학과	교수
위 원	장규섭	충남대학교 식품공학과	교수
위 원	정대성	원예연구소 품질보존연구팀	팀장

임업·임산분야

구 분	성 명	소 속	직 위
위원장	홍성천	경북대학교 임학과	교수
간 사	구창덕	충북대학교 산림과학부	교수
위 원	강호덕	동국대학교 산림자원학과	교수
위 원	강호양	충남대학교 농과대학	교수
위 원	공영토	임업연구원 임산공학부	부장
위 원	김외정	임업연구원 산림경영부	부장
위 원	김종갑	경상대학교 산림과학부	부교수
위 원	박동균	동북아산림포럼	사무처장
위 원	손요환	고려대학교 산림자원학과	교수
위 원	신만용	국민대학교 산림자원학과	교수
위 원	안기완	전남대학교 임학과	교수
위 원	오정수	임업연구원	부장
위 원	이남호	전북대학교 임산공학전공	조교수
위 원	이임영	산림기술인협회 사무국	국장
위 원	이전제	서울대학교 임산공학과	교수
위 원	장우환	한국농촌경제연구원 산림정책연구실	실장
위 원	차두송	강원대학교 산림과학대학	교수

자원분야

구 분	성 명	소 속	직 위
위원장	김선주	건국대학교 농공학과	교수
간 사	김성준	건국대학교 농공학과	교수
위 원	남상운	충남대학교 농공학과	교수
위 원	박병훈	환경관리공단 유역관리처 과장	과장
위 원	박상현	농업기반공사 농어촌연구원	
위 원	송창섭	충북대학교 농공학과	교수
위 원	연규석	강원대학교 농업공학부	교수
위 원	원종필	건국대학교	교수
위 원	이순혁	충북대학교 농공학과	교수
위 원	이정재	서울대학교 농공학과	교수
위 원	최수명	전남대학교 농공학과	교수
위 원	홍성구	한경대학교 농촌공학과	교수

축산·수의분야

구 분	성 명	소 속	직 위
위원장	백인기	중앙대학교 동물자원학과	교수
간 사	진동일	선문대학교 응용생물과학부	교수
위 원	고경철	축산물등급판정소 관리부	부장
위 원	박장희	한국사료협회 사료기술연구소	소장
위 원	심호섭	엠빅스 바이오테크놀러지	대표
위 원	이상철	축산기술연구소 한우고기품질고급화 연구팀	팀장
위 원	이중복	건국대학교 수의학부	교수
위 원	이학교	한경대학교 생명공학과	교수
위 원	정의룡	상지대학교 응용동물과학부	교수
위 원	진영화	국립수의과학검역원 병리진단과	과장
위 원	허철성	(주)한국야쿠르트유업 연구소 연구실	실장
위 원	홍중해	강원대학교 수의학과	교수
위 원	황광연	고려대학교 생명산업과학부	교수
위 원	황우석	서울대학교 수의학과	교수

환경분야

구 분	성 명	소 속	직 위
위원장	고영진	순천대학교 환경농업과학부	교수
간 사	사동민	충북대학교 농화학과	교수
위 원	김정규	고려대학교 환경생태공학부	교수
위 원	김정한	서울대학교 농생명공학부	부교수
위 원	김중수	선문대학교 환경공학과	교수
간 사	김장억	경북대학교 응용생물화학부	교수
위 원	심재한	전남대학교 생물환경화학전공	교수
위 원	양재의	강원대학교 자원생물환경학부	교수
위 원	유용만	(주)경농 중앙연구소	소장
위 원	이준호	서울대학교 농생물학과	교수
위 원	정영상	강원대학교 자원생물환경학부	교수
위 원	현해남	제주대학교 원예생명과학부	교수
위 원	황인규	서울대학교 응용생물화학부	교수

5. 로드맵 작성을 위한 전문위원회 명단

가공분야

구 분	성 명	소 속	직 위
위원장	김철진	한국식품개발연구원 가공연구본부	책임연구원
간 사	이현유	한국식품개발연구원 쌀연구사업부	책임연구원
위 원	김현구	한국식품개발연구원 식품기능연구팀	책임연구원
위 원	신동훈	고려대학교 생명공학원	교수
위 원	이정근	(주)농심 소비자조사팀	팀장
위 원	전향숙	한국식품개발연구원	선임연구원
위 원	조홍연	고려대학교 생명공학원	교수
위 원	하상도	중앙대학교 식품공학과	조교수
위 원	이상윤	(주)풀무원	이사
위 원	유명식	(주)다보연구소	대표이사
위 원	이현규	한양대학교 식품영양학과	부교수
위 원	장관식	서울산업대학교	교수
위 원	정건섭	연세대학교 생물자원공학과	교수
위 원	조재선	경희대학교 생명과학부 식품공학과	교수
위 원	지영민	고려대학교 생명유전공학부	교수

경영정보분야

구 분	성 명	소 속	직 위
위원장	김정주	건국대학교 농업경제학과	교수
간 사	윤선	한국농림수산정보센터 기획실	과장
위 원	강충관	농촌진흥청 농업경영정보간실	농업연구사
위 원	권오상	서울대학교 농업경제학전공	부교수
위 원	김창길	농촌경제연구원	부연구원
위 원	윤성이	동국대학교 생명자원산업유통학과	교수
위 원	최승철	건국대학교 축산대학 축산경영학과	교수
위 원	최태동	한국식품개발연구원	책임연구원
위 원	김동환	안양대학교 무역유통학전공	교수
위 원	김병택	경상대학교 농업경제학과	교수
위 원	권승구	동국대학교 생명자원산업유통학과	교수
위 원	박정근	전북대학교 농업경제학과	교수
위 원	박주석	경희대학교 경영학부	교수
위 원	양승룡	고려대학교 식품자원경제학과	교수
위 원	최영찬	(주) 이지팜	대표이사
위 원	최정섭	농촌경제연구원 농업관측정보센터	센터장
위 원	송정환	한국농림수산정보센터 정보사업팀	출하지원팀장
위 원	한원식	농촌진흥청 농업경영정보실	농업경영정보관

경종작물분야

구 분	성 명	소 속	직 위
위원장	채영암	서울대학교	교수
간 사	채제천	단국대학교 식량자원학전공	교수
위 원	구자옥	전남대학교 응용식물학부	교수
위 원	손종록	작물시험장 벼수확후관리연구실 연구실	실장
위 원	유창연	강원대학교	교수
위 원	이변우	서울대학교 식량생산과학부	교수
위 원	정일민	진국대학교 식량자원학과	교수
위 원	최해춘	작물시험장 벼 유전 육종과 미질 연구실	연구관
위 원	유창현	농업과학기술원 응용미생물학과	연구관
위 원	이석하	서울대학교 식물생산과학부	교수
위 원	최인수	밀양산업대학교 농학과	교수

기계분야

구 분	성 명	소 속	직 위
위원장	김상현	강원대학교 농업기계공학과	교수
간 사	조용진	한국식품개발연구원 식품자원이용연구본부	책임연구원
위 원	강석원	농업기계화 연구소	연구사
위 원	김성민	전북대학교	조교수
위 원	김종훈	한국식품개발연구원 공정개발팀	선임연구원
위 원	류동수	(주)생명과학기술	대표이사
위 원	송대빈	경상대학교	조교수
위 원	윤진하	농기계화연구소 기초기술기계과	과장
위 원	이규승	성균관대학교 바이오메카트로닉스전공	교수
위 원	한충수	충북대학교 농업기계공학과	교수
위 원	김만수	충남대학교 농업기계공학과	교수
위 원	이기명	경북대학교 생물산업기계공학과	교수
위 원	이대원	성균관대학교 바이오메카트로닉스학과	교수
위 원	이동현	농기계화연구소 식물생산공장 연구팀	연구관

생명공학분야

구 분	성 명	소 속	직 위
위원장	이순희	연세대학교 생물학과	교수
간 사	임학태	강원대학교 식물생명공학전공	교수
위 원	서석철	농업생명공학연구원 유전자발현연구실	연구실장
위 원	홍성렬	성균관대학교 유전공학과	교수
위 원	김동현	농업과학기술원 생물자원부	연구관
위 원	박호용	한국생명공학연구원 생물자원연구실	실장
위 원	백남인	경희대학교 생명과학부	교수
위 원	안상낙	충남대학교 농학과	교수
위 원	왕명현	강원대학교 분자생명공학전공	조교수
위 원	이희선	진북대학교 응용생물공학부	교수
위 원	전종성	경희대학교 유전공학전공	교수
위 원	조용구	충북대학교 식물자원학과	교수
위 원	홍주봉	서울대학교 유전공학연구소	교수

원예분야

구 분	성 명	소 속	직 위
위원장	이정명	경희대학교 원예학과	교수
간 사	이종석	서울여자대학교 원예학과	교수
위 원	서전규	경북대학교 원예학과	교수
위 원	김종화	강원대학교 식물응용과학부	교수님
위 원	손정익	서울대학교 농업생명과학대학 식물생산과학부	부교수
위 원	송천영	한국농업전문학교 화훼학과	교수
위 원	정재동	경북대학교 원예학과	교수
위 원	김광용	원예연구소	연구관
위 원	박권우	고려대학교 원예학과	교수
위 원	신용억	농업진흥청 원예연구소	연구관
위 원	양승균	농우바이오육종연구소	소장
위 원	이승우	경희대학교 원예학과	교수
위 원	이용범	서울시립대학교 환경원예학과	교수
위 원	임열재	건국대학교 원예학과	교수
위 원	최근원	경희대학교 생명과학부	교수
위 원	최성진	대구카톨릭대학교 식물유전공학전공	교수
위 원	형남인	상명대학교 원예학과	교수

유통분야

구 분	성 명	소 속	직 위
위원장	신동화	전북대학교 식품공학과	교수
간 사	양용준	상명대학교 환경원예조경학부	교수
위 원	류기형	공주대학교 식품공학과	부교수
위 원	이명훈	한국포장시스템연구소	소장
위 원	김동만	한국식품개발연구원 저장유통팀	책임연구원
위 원	김병삼	한국식품개발연구원 식품유통연구본부	책임연구원
위 원	김영수	전북대학교 응용생물공학부	조교수
위 원	김종기	중앙대학교 원예학과	교수
위 원	박현진	고려대학교 생명공학연구소 식품공학	교수
위 원	박형우	한국식품개발연구원 저장유통팀	선임연구원
위 원	장규섭	충남대학교 식품공학과	교수
위 원	정대성	원예예연구소 품질보존연구팀	팀장

임업·임산분야

구 분	성 명	소 속	직 위
위원장	홍성천	경북대학교 임학과	교수
간 사	구창덕	충북대학교 산림과학부	교수
위 원	공영토	임업연구원 임산공학부	부장
위 원	김외정	임업연구원 산림경영부	부장
위 원	손요환	고려대학교 산림자원학과	교수
위 원	오정수	임업연구원	부장
위 원	이전제	서울대학교 임산공학과	교수
위 원	정주상	서울대학교 산림자원학과	교수
위 원	강호덕	동국대학교 산림자원학과	교수
위 원	김재현	건국대학교 산림환경과학과	부교수
위 원	김종갑	경상대학교 산림과학부	부교수
위 원	노은운	임업연구원 산림유전자원부	과장
위 원	박동균	동북아산림포럼	사무처장
위 원	신만용	국민대학교 산림자원학과	교수
위 원	안기완	전남대학교 임학과	교수
위 원	이남호	전북대학교 임산공학전공	조교수
위 원	이임영	산림기술인협회 사무국	국장
위 원	이준우	충남대학교 산림자원학과	부교수
위 원	장우환	한국농촌경제연구원 산림정책연구실	실장
위 원	안병준	임업연구원 임산공학부	연구사
위 원	차두송	강원대학교 산림과학대학	교수

자원분야

구 분	성 명	소 속	직 위
위원장	김신주	건국대학교 농공학과	교수
간 사	김성준	건국대학교 농공학과	교수
위 원	고보성	농업기반공사 조사설계처	계장
위 원	김대식	충남대학교 농공학과	교수
위 원	박중화	충북대학교 농공학과	교수
위 원	연규석	강원대학교 농업공학부	교수
위 원	윤성수	충북대학교 농공학과	전임강사
위 원	원종필	건국대학교	교수
위 원	이용직	농업기반공사 농어촌연구원	부장
위 원	이을구	(주) 지노시스템	사장
위 원	남상운	충남대학교 농공학과	교수
위 원	박병훈	환경관리공단 유역관리처 과장	과장
위 원	박상현	농업기반공사 농어촌연구원	
위 원	송창섭	충북대학교 농공학과	교수
위 원	이정재	서울대학교 농공학과	교수
위 원	최수명	전남대학교 농공학과	교수
위 원	홍성구	한경대학교 농촌공학과	교수

축산·수의분야

구 분	성 명	소 속	직 위
위원장	백인기	중앙대학교 동물자원학과	교수
간 사	진동일	충남대학교 동물자원학부	교수
위 원	심호섭	엠빅스 바이오테크놀러지	대표
위 원	오성중	축산기술연구소 유전공학과	축산연구관
위 원	이중복	건국대학교 수의학부	교수
위 원	이창규	서울대학교 동물자원과학과	전임강사
위 원	이학교	한경대학교 생명공학과	교수
위 원	한용만	한국생명공학연구원 동물발생공학연구실	책임연구원
위 원	고경철	축산물등급판정소 관리부	부장
위 원	박장희	한국사료협회 사료기술연구소	소장
위 원	이상철	축산기술연구소 한우고기품질고급화 연구팀	팀장
위 원	진영화	국립수의과학검역원 병리진단과	과장
위 원	허철성	(주)한국야쿠르트유업 연구소 연구실	실장
위 원	황광연	고려대학교 생명산업과학부	교수
위 원	황우석	서울대학교 수의학과	교수
위 원	안병기	건국대학교	강사

환경분야

구 분	성 명	소 속	직 위
위원장	고영진	순천대학교 환경농업과학부	교수
간 사	사동민	충북대학교 농화학과	교수
위 원	김장억	경북대학교 응용생물화학부	교수
위 원	김중수	선문대학교 환경공학과	교수
위 원	김효근	케이티엔지(KT&G)	선임연구원
위 원	양재의	강원대학교 자원생물환경학부	교수
위 원	정근욱	충북대학교	교수
위 원	정영상	강원대학교 자원생물환경학부	교수
위 원	정종배	대구대학교 농화학전공	부교수
위 원	조주식	순천대학교 농업환경화학전공	조교수
위 원	김정규	고려대학교 환경생태공학부	교수
위 원	김정한	서울대학교 농생명공학부	부교수
위 원	심재한	전남대학교 생물환경화학전공	교수
위 원	유용만	(주)경농 중앙연구소	소장
위 원	이준호	서울대학교 농생물학과	교수
위 원	현해남	제주대학교 원예생명과학부	교수

일리스트레이션

구 분	성 명	소 속	직 위
위 원	현해남	제주대학교 원예생명과학부	교수