

최종보고서

**농업기계화의 장기전망과 기계화기술  
개발전략에 관한 연구**

Prospects and Strategies for Agricultural  
Mechanization and Research & Development

연구기관

경상대학교

농림수산부



# 제 출 문

농림수산부 장관 귀하

본 보고서를 “농업기계화의 장기전망과 기계화기술 개발전략에 관한 연구”  
과제의 최종 보고서로 제출합니다.

1995. 12. 20.

주관연구기관명 : 경상대학교  
총괄연구책임자 : 이 승 규  
연 구 원 : 조 기 현  
연 구 원 : 문 성 동  
협동연구기관명 : 서울대학교  
협동연구개발자 : 고 학 균  
연 구 원 : 송 대 빈  
연 구 원 : 조 대 훈  
협동연구기관명 : 서울대학교  
협동연구개발자 : 류 관 회  
연 구 원 : 이 재 환  
협동연구기관명 : 서울대학교  
협동연구개발자 : 노 상 하  
연 구 원 : 황 인 근  
협동연구기관명 : 경북대학교  
협동연구개발자 : 이 기 명  
연 구 원 : 박 규 식  
협동연구기관명 : 진 주 시  
농촌지도소  
협동연구개발자 : 박 기 상  
협동연구기관명 : 농 민  
협동연구개발자 : 김 능 식

1995-11

농림부 자료실
등록번호: 5888
등록일: 2001년 5월 24일
기증:



# 요 약 문

## I. 제 목

농업기계화의 장기전망과 기계화기술 개발전략에 관한 연구

## II. 연구개발의 목적 및 중요성

우리나라 농업은 WTO 체제의 출범 등 주변 여건의 변화에 대처하기 위하여 농업구조개선사업을 추진하는 등 적극적인 정책을 추진하고 있다. 농업구조개선사업의 추진에는 농업의 기계화 및 시설 자동화를 전제로 하고 있다.

본 연구는 농업기계화 및 시설자동화 등 사업의 추진과정에서 발생하는 문제점을 최소화하고 경쟁력 있는 농업으로 발전시키기 위한 증장기적 기계화 기술의 개발전략을 수립하기 위하여 수행되었으며 그 구체적인 목적은 다음과 같다.

1. 농업기계화 발전과정 및 현황 분석
2. 농업기계 산업 및 기술개발 동향 분석
3. 농업기계화의 전망 및 발전방향 제시
4. 농업기계화 체계 및 모형 개발
5. 농업기계 기술개발 전략 및 과제 제시

### Ⅲ. 연구개발의 내용 및 범위

본 연구에서는 지금까지 발표된 국내의 자료조사와 농업선진국인 미국, 일본, 네덜란드, 독일, 덴마크 등의 대학, 연구소, 관련 단체, 농기계 제작회사, 농가 등을 직접 방문조사하여 입수한 자료를 분석하였다.

분석 내용은 다음과 같다.

1. 우리나라의 농업기계화 발전과정, 보급현황 등을 농업선진국과 비교 분석하여 농업기계화 발전 방향의 제시에 필요한 기초자료로 이용하였으며, 현재의 농작업 및 수확작업 체계를 분석하여 농업기계화의 장기 전망과 발전 방향 제시의 자료에 이용하였다.
2. 농업선진국의 농업용차량 자율주행 기술, 생물생산 로봇기술, 생체계측 기술, 농산물 품질의 비파괴 계측기술에 대한 연구개발 사례를 조사 분석하여 우리나라의 기계화 기술 개발과 미래지향적 첨단기술 개발과제 발굴의 자료로 이용하였다.
3. 이상의 분석에서 얻어진 자료를 이용하여 새로운 농업기계 개발보급을 전제로 작목별 농업기계화 체계 및 모형을 개발하였으며, 또한 작목별로 필요한 중점기술 개발 방향을 설정하여 이를 토대로 미래 지향적 첨단 기술 개발과제를 도출하였다.

### Ⅳ. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

#### 1. 주요 연구개발 결과

- 가. 농가인구, 호당 경지면적, 주요 작물의 재배면적 등 우리나라 농업여건 변화를 조사하여 중점적으로 기계화할 작목을 선정하였다.

- 나. 우리나라와 선진국의 농업기계화 발전과정을 조사하고 각 작목별 기계화 요구도, 농업기계 보급 및 이용 실태, 농업기계 생산 및 수출 실적을 분석하였으며, 작목별 기계화 작업체계를 수확전과 수확후 처리의 두 단계로 나누어 선진국과 비교하여 제시함으로써 농업기계화 모형 개발의 기초를 마련하였다.
- 다. 농업기계 제조업체의 생산 및 국산화 개발 기종, 한·일 간 농업기계 가격, 제조업체의 기술수준을 분석하고, 농업기계의 연구개발 동향과 미래지향적 첨단기술개발 동향을 조사하여 제시함으로써 기술개발의 방향을 설정하는 기초를 마련하였다.
- 라. 식량의 안정적인 공급과 고품질 농산물을 값싼 비용으로 그리고 환경오염을 최소화하여 지속 가능한 방법으로 생산하기 위한 중·장기 기계화 목표를 설정하고, 발전 방향을 제시하였다.
- 마. 주요 작목에 대하여 생산 및 수확후의 기계화 작업체계 및 단계별, 경영규모별 기계화 모형을 제시하였다.
- 바. 농업기계화를 효율적으로 추진하기 위한 기술개발 목표 및 방향, 우선순위를 설정하고, 단계별, 작목별 연구개발 대상 기종을 선정하여 제시하였다. 또한 미래지향적 농업기계의 개발에 필요한 첨단 기술개발 과제를 선정하여 제시하였다.
- 사. 연구개발을 효율적으로 추진하기 위한 연구개발의 역할 분담 및 협동연구, 기술개발 투자, 신기종의 공동 연구개발에 관한 방안을 제시하였다.

## 2.. 정책 건의 사항

- 가. 농림수산부는 기계화 파급효과, 기술난이도, 경제성 등을 고려하여 미 기계화 작업에 필요한 신규 보급기종의 장기적인 공급 및 자금지원 계획을 수립하여 제시함으로써 생산업체 및 연구기관의 연구개발을 촉진하여야 한다.
- 나. 농림수산부의 현장애로기술 및 첨단기술 개발비는 농업기계화 분야에 중점적으로 투자되어야 하며, 연구기관의 성격에 따라 기계의 개발은 물론 기계 개발에 필요한 기초 기술 개발이 균형 있게 이루어질 수 있도록 연구비가 투자되어야 한다.
- 다. 농촌진흥청 농업기계화연구소는 외국에서 보급되고 있는 농업기계를 도입하여 실용화 연구를 수행하고, 국산 모델 개발을 위한 응용연구를 수행할 수 있도록 연구비가 크게 확대되어야 한다.
- 라. 대학은 실용화연구보다는 기계 개발에 필요한 요소기술 개발이나 응용 연구 그리고 미래지향적 첨단기술 개발에 중점을 둘 수 있도록 연구과제 선정 및 연구비 투자가 이루어져야 한다.
- 마. 외국의 보급 기종이나 미래지향적 첨단기계의 개발은 대학, 정부 연구기관, 제조업체가 공동으로 참여하는 공동연구개발기구를 신설하여 추진함으로써 개발기간을 단축하고 중복 투자를 방지하여야 한다.
- 바. 새로이 개발되는 기종의 도입 효과를 제고하기 위한 적정규모, 조작자 확보와 지도, 포장조건, 재배관리 조건 등 실정에 맞는 도입방식을 수립하여 체계적인 도입을 추진하여야 한다.

## SUMMARY

With the onset of the World Trade Organization, Korean agriculture faces a challenge. It is not possible to protect our domestic producers anymore with high price support and restrictive import barriers. Agricultural crops, fruits and vegetables will be grown in the world where they best fit and where they can be most economically grown. In this world of "survival of the fittest", only those who have the most advanced technology and highest productivity at a minimum cost will prevail.

Mechanization for mechanization alone is a thing of the past. Agricultural production has already shifted from a mechanical age to a chemical age. When mechanical means couldn't improve productivity any more, better chemicals for fertilizers, weed control, insect and pest control, etc., came to the forefront to push productivity even higher. But with increasing environmental concerns, use of chemicals will be restricted more and more, and runoff and infiltration of chemicals into ground will be carefully monitored and regulated.

Environmental concerns and technological advancement in control and automation are pushing us to the verge of an "information age" for agriculture. That is, new technology is changing the nature of production agriculture. For example, rather than spraying herbicides all over a field, new sensors and control technology can destroy individual weeds while minimizing other effects on crops or the environment. Fertilizer applications will be based on soil composition and precise yield

measurement of a specific site, rather than the whole field. Farmers will need more information and immediate access to data on their machines, crops, and the outside world to operate their business profitably. They will also need systems with advanced technology to accomplish their work and maximize their productivity.

The objectives of this study were to view changes and the prospects of Korean agriculture for the future under the new WTO environment, to suggest the appropriate mechanization strategies, the machines and systems to be developed, and the state-of-the art technologies in biological production and processing which may help us move into the "information age" of agriculture.

The major results of the study are summarized as follows:

1. The mechaization models for the major crops and livestock, which are competitive with imported products, were developed for the coming three five-year stages, based on farm-sizes and difficulties of mechanization.

2. The appropriate machines and systems for the major crops and livestock to be developed domestically, were selected out for the three five-year stages.

3. The research topics of new technologies, which are needed to develop the machines and systems necessary for the mechanization targets were clarified.

4. The effective research and development strategies for the development of the agricultural machines and the new technologies required were suggested.

# CONTENTS

CHAPTER 1. INTRODUCTION .....	19
1-1. Research Backgrounds and Needs .....	19
1-2. Objectives of Study .....	20
1-3. Scopes and Contents of Research .....	20
1. Scopes of Research .....	20
2. Contents of Research .....	21
1-4. Methodologies of Research .....	21
CHAPTER 2 CHANGES IN AGRICULTURAL MECHANIZATION CIRCUMSTANCES .....	23
2-1 Trends in Rural Population and Rural Labor .....	23
2-2. Land Area per Farm .....	25
2-3 Cultivation Area and Production of Major Crops .....	27
2-4 Rural Wages .....	30
2-5 Trends in Food Consumption .....	30
2-6 Land Reconsolidation for Agricultural Mechanization .....	32
2-7 Trends in Farm Income .....	33
CHAPTER 3 STATUS OF AGRICULTURAL MECHANIZATION .....	37
3-1 Progresses in Agricultural Mechanization .....	37
1. Progresses in agricultural mechanization in Korea .....	37
2. Progresses in agricultural mechanization in developed countries .....	39

3-2	Status of Dissemination and Utilization of Agricultural Machinery	41
1.	Dissemination of agricultural machinery .....	41
2.	Utilization of agricultural machinery .....	45
3.	Joint-utilization of agricultural machines .....	46
3-3	Production and Export and Import of Agricultural Machinery .....	49
1.	Manufacturers and production of agricultural machinery .....	49
2.	Export and import of agricultural .....	51
3-4	Field Operation Systems for Production Agriculture .....	54
1.	Paddy .....	54
2.	Upland crop .....	54
3.	Protected horculture .....	61
4.	Fruits .....	67
5.	Needs for mechanization .....	67
3-5	Postharvest Mechaniztion Systems .....	70
1.	Paddy .....	70
2.	Horticultural crops .....	72
3-6	Livestock Operation Systems .....	81
1.	General status .....	81
2.	Production of Feed crops .....	85
3.	Livestock management .....	85
CHAPTER 4 TRENDS IN RESEARCH & DEVELOPMENT OF AGRICULTURAL MACHINERY .....		91
4-1	Fundamental Research & Development of Agricultural machinery ..	91
1.	Research personnels .....	91

2. Research trends .....	95
4-2 Research & Development of Products .....	99
1. Research personnels .....	99
2. Status of technology level .....	99
3. Product development .....	101
4-3 Research & Development of Products in Foreign Contries .....	103
1. Agricultural machines disseminated in foreign countries .....	103
2. Newly-developed agricultural machines .....	122
4-4 Status of Development of the State-of-the-Art Technologies .....	150
1. Necessity of the State-of-the art technologies in the field of agricultural machinery .....	150
2. State-of-the art technologies in the field of agricultural machinery .....	153
 CHAPTER 5 PROSPECTS AND PROGRESS DIRECTIONS FOR AGRICULTURAL MECHANIZATION .....	
5-1 Prospects of Agricultural Mechaniztion .....	187
1. Production agriculture in field .....	188
2. Protected agriculture and livestock .....	188
3. Postharvest agriculture .....	189
5-2 Aims and Directions for Agricultural Mechanization .....	189
1. Aims of agricultural mechanization .....	189
2. Directions for agricultural mechanization .....	190

CHAPTER 6 DEVELOPMENT OF MECHANIZATION MODELS ...	193
6-1 Models for Production Agriculture .....	193
1. Paddy .....	195
2. Upland crops .....	198
6-2 Models for Protective Agriculture .....	207
1. Factory-like production of seedlings .....	207
2. Leaf vegetables .....	208
6-3 Models for Orchards .....	211
6-4 Models in Postharvest Agriculture .....	214
1. Paddy .....	215
2. Fruits .....	219
3. Chinese cabbages .....	222
4. Radishes .....	223
5. Garlics and Onions .....	224
6. Fruit vegetables in greenhouse .....	225
6-5 Models in Live-stock .....	227
1. Dairy .....	227
2. Pig .....	230

CHAPTER 7 STRATEGIES AND TOPICS FOR TECHNOLOGICAL  
DEVELOPMENT ON AGRICULTURAL MACHINERY

.....	131
7-1 Aims of Technological Development for Agricultural Mechanization .....	131
1. Mid-term technological development .....	131

2. Long-term technological development .....	131
7-2 Directions for Technological Development for Agricultural	
Mechanization of Major Crops .....	132
1. Paddy .....	132
2. Upland crops .....	132
3. Greenhouse crops .....	133
4. Fruits .....	133
5. Livestocks .....	133
7-3 Priorities in Technological Development .....	133
7-4 Machines and Systems for Research & Development for the three	
Stages and major Crops .....	135
1. Machines for research & development .....	135
2. Machines for intensive research & development .....	137
7-5 Future-Oriented Topics of the State-of-the-Art Technologies .....	142
7-6 Organization and Strategies for Research and Development of	
Agricultural Machinery .....	145
1. Roles of research & development .....	145
2. Strategies for research & development promotion .....	145
 CHAPTER 8 SUMMARY AND CONCLUSIONS .....	 255
REFERENCES .....	260
APPENDICES .....	285



# 목 차

제1장 서론 .....	19
제1절 연구의 필요성 .....	19
제2절 연구의 목적 .....	20
제3절 연구의 범위와 내용 .....	20
1. 연구의 범위 .....	20
2. 연구내용 .....	21
제4절 연구방법 .....	21
제 2 장 농업기계화의 여건 변화 .....	23
제1절 농가 인구와 농촌 노동력 .....	23
제2절 경지면적 .....	25
제3절 주요 작물의 재배면적 및 생산량 .....	27
제4절 농촌 노임 .....	30
제5절 식품 소비 형태의 변화 .....	30
제6절 농업기계화 기반 조성 .....	32
제7절 농가소득의 변화 .....	33
제3장 농업기계화 현황 .....	37
제1절 농업기계화의 발전과정 .....	37
1. 우리나라 농업기계화의 발전과정 .....	37
2. 선진국의 농업기계화 발전과정 .....	39
제2절 농업기계 보급 및 이용 현황 .....	41
1. 농업기계 보급현황 .....	41
2. 농업기계 이용 현황 .....	45
3. 농업기계 이용 조직 .....	46
제3절 농업기계 생산 및 수출입 .....	49
1. 농업기계 제조업 및 생산 현황 .....	49
2. 농업기계 수출입 .....	51
제4절 농작물의 수확전 작업체계 .....	54
1. 수도작 .....	54
2. 전작 .....	54
3. 시설원예 .....	61
4. 과수 .....	67
5. 기계화 요구도 .....	67
제5절 농작물의 수확후 작업체계 .....	70

1. 벼 .....	70
2. 원예작물 .....	72
제6절 축산의 기계화 현황 .....	81
1. 일반 현황 .....	81
2. 조사료 생산 .....	85
3. 사양관리 .....	85
제4장 농업기계 연구 및 기술개발 동향 .....	91
제1절 기초 및 응용연구 .....	91
1. 연구 인력 .....	91
2. 연구 동향 .....	95
제2절 제품개발 연구 .....	99
1. 연구 인력 .....	99
2. 기술 수준 .....	99
3. 제품개발 실적 .....	101
제3절 외국의 농업기계 개발 동향 .....	103
1. 외국의 보급 기종 .....	103
2. 외국의 신기종 개발 동향 .....	122
제4절 미래지향적 첨단기술 개발 동향 .....	150
1. 첨단 기술 개발의 필요성 .....	150
2. 농업기계 분야의 신기술 .....	153
제5장 농업기계화의 전망 및 발전 방향 .....	187
제1절 농업기계화의 전망 .....	187
1. 토지 이용형 농업 .....	188
2. 시설 농업 .....	188
3. 수확후 처리 .....	189
제2절 농업기계화의 목표와 발전 방향 .....	189
1. 농업기계화의 목표 .....	189
2. 농업기계화의 발전 방향 .....	190
제6장 농업기계화 모형 개발 .....	193
제1절 농작물의 수확전 기계화 모형 .....	193
1. 수도작 .....	195
2. 전작 .....	198
제2절 시설원예의 기계화 모형 .....	207
1. 공정육묘 .....	207
2. 엽채류의 시설재배 기계화 모형 .....	208
제3절 과수원예의 기계화 모형 .....	211

제4절 농작물의 수확후 기계화 모형 .....	214
1. 벼 .....	215
2. 과실류 .....	219
3. 노지배추 .....	222
4. 무 .....	223
5. 마늘, 양파 .....	224
6. 시설채소(오이, 토마토, 상추) .....	225
제5절 축산의 기계화 모형 .....	227
1. 낙농 .....	227
2. 양돈 .....	230
제7장 농업기계 기술개발 전략 및 과제 .....	235
제1절 농업기계화 기술 개발 목표 .....	235
1. 중단기 기술 개발 목표 .....	235
2. 장기 기술 개발 목표 .....	235
제2절 작목별 기계화 기술 개발 방향 .....	236
1. 수도작 .....	236
2. 전작 .....	236
3. 시설 원예 .....	237
4. 과수 .....	237
5. 축산 .....	237
제3절 기술 개발의 우선 순위 .....	237
제4절 단계별, 작목별 연구개발 대상 기종 .....	239
1. 연구개발 대상 기종 .....	239
2. 중점개발 대상 기종 .....	241
제5절 미래 지향적 첨단 기술 개발 과제 .....	248
제6절 농업기계 연구 개발 체제 .....	251
1. 연구개발의 역할 분담 .....	251
2. 연구 개발 촉진 전략 .....	251
제 8장 결과 및 요약 .....	255
참고문헌 .....	260
부록 .....	285



# 제 1 장 서 론

## 제 1 절 연구의 필요성

근래 WTO 체제의 출범에 따른 농산물 수입개방으로 말미암아 국내의 농업 여건이 급속히 변화하고 있으며, 이러한 변화는 앞으로 더욱 가속될 것으로 전망되고 있다. 우리나라는 그 동안 단기간의 급속한 경제성장으로 인하여 농촌인구의 급격한 도시유출을 유발하였고 그 결과 총인구대 농촌인구의 비율이 1950년대의 50%에서 현재 12%로 급격히 감소하여 농촌의 노동력의 고령화 및 감소를 초래하게 되었다.

우리나라 농업의 기계화는 이와 같은 노동력 부족에 대처하기 위하여 추진되어 왔으나 주곡생산에만 주력한 나머지 수도작의 기계화가 90% 이상 달성되었으나 수확이전의 포장작업에만 국한되었다. 다시 말하면 지금까지 우리나라 농업의 기계화는 인력 또는 축력이 동력으로 대체된 데 불과하고 진정한 의미의 생력화 내지 자동화는 아직 실현되지 않고 있으며 수도작 이외의 전작, 과수, 채소, 시설농업, 축산 등에서의 기계화는 여전히 초기 단계에 머물고 있는 실정이다. 예를 들면 수도작의 경우 1 ha당 노동투하량은 미국의 1.5 시간에 비하여 우리나라는 45 시간으로 노동생산성과 토지생산성이 매우 낮은 실정이다. 또한 토마토의 경우 1 m<sup>2</sup>당 연간 생산량은 네덜란드의 42 kg인데 반해 우리나라는 4 kg에 불과하다.

이와 같은 국내의 농업여건의 급속한 변화에 부응하기 위하여 정부에서 추진중인 농어촌 구조개선대책 사업에 농업기계화 및 시설자동화 계획이 포함되어 있지만 그 가능성에 많은 의문이 제기되고 있다. 또한 다가오는 21세기에 대비하여 농촌 및 농업의 발전을 주도할 기계화 방안이 심도 있게 마련되어야 한다. 그 동안 농업기계화에 관하여 다양한 연구가 수행된 바 있지만 거의 모든 연구가 단기적인 안목에서 이루어졌으며 또한 정책적인 방향 제시만이 그 목적이었을 뿐 기술적이

고 전략적인 해결방안은 제시된 바가 거의 없다.

따라서 농작업의 기계화와 관련된 국내 농업여건이 장기적으로 어떻게 변화할 것이며 또한 이 변화에 대응하여 농업과 농촌을 발전시키기 위한 농업기계화 기술을 어떻게 추진할 것인가는 매우 중요한 과제이다. 특히 농촌인구의 급격한 감소(5% 정도)와 농민의 의식수준 변화에 대처한 장기적인 계획이 체계적으로 수립되어 이 계획을 바탕으로 농업기계화 사업이 추진되어야 할 것으로 사료된다.

## 제 2 절 연구의 목적

농업기계화와 연관된 국내 농업여건의 변화를 장기적으로 예측하고 우리나라와 일본의 농업기계화 현황을 살펴본 다음 이를 토대로 장기적인 안목에서 우리나라 농촌과 농업에 적합한 농작업의 기계화 방향을 제시한다.

이와 같이 제시된 기계화 방향을 고려하여 농축산 분야에서의 기계화 체계와 모델을 작목별, 규모별, 단계별로 개발하고 최종적으로 목표달성을 위한 농업기계 기술개발 전략과 과제를 제시한다.

따라서 본 연구의 궁극적인 목표는 정부의 농업기계화 사업을 효율적으로 추진할 수 있는 정책지표를 제공하는데 기여할 뿐만 아니라 농기계 생산업체로 하여금 농기계 개발 및 생산계획을 합리적으로 수립할 수 있는 기본자료를 마련하는데 있다.

## 제 3 절 연구의 범위와 내용

상기 연구목표를 달성하기 위한 본 연구의 범위와 내용은 다음과 같다.

## 1. 연구의 범위

본 연구를 수행하는 과정에서 고려한 대상 작목은 다음과 같으며 수확이전과 이후 작업을 별도로 분리하여 분석하였다.

- 대상작목 : 수도작, 전작(보리, 무, 배추, 양파, 고추, 마늘, 감자, 고구마), 시설원예(상추, 오이, 토마토, 수박, 화훼), 과수(사과, 감귤, 배), 축산(양돈, 양계, 젖소), 버섯

## 2. 연구내용

본 연구에서 수행한 내용을 요약하면 다음과 같다.

- (1) 우리나라 농업의 여건변화를 농업기계화와 연관시켜 고찰하고 참고지표의 최종 년도는 2010년으로 하였다.
- (2) 우리나라와 일본의 농업기계화 발전과정과 현황을 보급, 작업체계, 이용, 생산, 연구개발의 측면에서 분석하였다.
- (3) 상기 여건변화와 기계화 발전과정을 토대로 우리나라의 농업기계화를 장기적인 측면에서 전망하고 적절한 발전방향을 제시한다.
- (4) 위에서 제시하는 발전방향에 대응한 기계화 체계 및 모델을 작목별, 규모별, 단계별로 개발한다.
- (5) 본 연구의 최종 목표를 달성하기 위한 농업기계화 기술개발전략을 수립하고 필요한 기술개발 과제를 도출한다.

## 제 4 절 연구방법

본 연구를 수행하기 위하여 광범위한 문헌조사와 국내외 현지방문 조사를 실시하였으며 방문 국가별 자료수집기관은 다음과 같다.

- 국내 : 관련 연구기관, 농업기계 및 기자재 생산회사, 작목별 농가 등

- 일본 : 북해도 대학, 오비히로 축산대학, 일본 농업기계화협회, 일본 시설원예협회, 신농림사, 일본 농업기계공업회, 북해도 농업기계공업회, 일본 농협의 각종 농산물 선과가공시설, 농기계 제작회사, 축산 및 전작농가
- 미국 : 사과선과장, 캘리포니아주립대학, 위나치대학, 대규모 포도농장, 포도주 가공공장, 사과농가, 채소종합처리장, 수도작 복합농가, 농무성 연구센터, 도정공장, Comet Rice Inc., 켄사스주립대학
- 덴마크 : 축산 복합농가, Bygholm 농업연구센터, 낙농시설, 양돈농가, Danish Bacon and Meat Council, 농수산부, 왕실수의농과대학, 열대농업환경센터
- 네덜란드 : 농공연구소(IMAG-DLO), 유리온실 농가 및 시공회사, 채소 및 화훼 농가, 육묘공장
- 독일 : 유리온실 농가, 화훼기자재시설 전시회 및 세미나

## 제 2 장 농업기계화의 여건 변화

1970년대부터 이룩한 경제성장에 힘입어 우리나라 농업 여건은 크게 변화하였으며 특히 농촌 노동력의 감소는 농업의 기계화를 촉진시키는 결과를 가져왔다. 근래에는 WTO 체제 출범에 따른 농산물 수입 개방으로 말미암아 휴경지와 농가인구의 감소는 가속화되고 있으며 이에 따라 정부에서는 농산물의 경쟁력을 높이기 위한 품질향상, 생산비 절감대책 수립에 온힘을 기울이고 있다. 이 외에도 생활 수준 향상에 따른 농작업 기피현상 및 국민들의 식생활 변화등이 근래에 나타난 커다란 변화이다.

이와 같이 국내의 여건 변화는 농업부문에 커다란 영향을 미치고 있으며 특히 농업의 기계화와 깊은 연관을 맺고 있다. 따라서 농작업의 기계화 내지 자동화와 관련된 제반 여건의 변화를 분석하는 것은 농업의 기계화를 전망하고 합리적인 기계화 방향과 기술개발 전략을 수립하는데 매우 중요하다.

### 제 1 절 농가 인구나 농촌 노동력

우리나라는 지난 30년간의 공업화 정책으로 인하여 농가인구가 꾸준히 도시로 유출되었으며 그 결과 <표 2-1>에서 보는 바와 같이 농가인구는 1967년의 16,098천명 (총인구의 53.5%)를 정점으로 꾸준히 감소하여 '94년에는 총인구의 11.6%인 5,167천명으로 감소하였다. 농가인구의 감소는 '80년 이후 두드러지게 나타났으며, 특히 근래의 UR 타결로 인한 농업에 대한 농민의 불안심리, 3D 기피현상 등은 농가인구의 탈농현상을 더욱 심화시킬 것으로 전망되고 있다.

특히, 한국농촌경제연구원이 UR 타결 이후 농가인구의 변화를 추정한 자료에 의하면 2001년 농가인구는 총 인구의 5.1%, 농림수산업 취업자는 총 취업자의 7.8%로 크게 감소할 것으로 전망하고 있다.

<표 2-1> 농가인구 및 농가가구수의 변화

연도	총인구 (천명)	농가인구		농가가구수 (천호)
		(천명)	(%)	
1967	30,131	16,078	53.4	2,587
1980	39,326	10,827	28.4	2,167
1985	40,806	8,521	20.9	1,926
1990	42,869	6,661	15.5	1,767
1991	43,268	6,068	14.0	1,702
1992	43,668	5,707	13.1	1,641
1993	44,056	5,407	12.3	1,592
1994	44,453	5,167	11.6	1,558

자료 : 농림수산주요통계, 1995. (농림수산부)

연령별 농가인구의 구성비를 살펴보면 <표2-2>에서 알 수 있는 바와 같이 20~49세의 연령층은 감소한 반면 60세 이상은 크게 증가하였으며 남녀 비율 역시 '80년을 전환점으로 남자가 여자보다 줄어들고 있다. 특히 한국농촌경제연구원의 추정에 의하면 농촌인구의 고령화가 급격히 진행되어 2001년에는 전체 농촌 노동력의 과반수 이상이 60세 이상의 노령층으로 구성될 것으로 전망하고 있다. 이상의 결과를 고찰해 보면 농촌노동력의 양적 감소와 더불어 질적 저하, 즉 부녀화, 고령화 현상이 앞으로 더욱 두드러지게 나타날 것으로 예상된다.

<표 2-2> 성별·연령별 농가인구 분포

(단위 : %)

연도	성 별 분 포		연 령 별 분 포				
	남	여	15세 미만	15~19세	20~49세	50~59세	60세 이상
1968	50.3	49.7	40.0	12.8	31.8	8.4	7.0
1980	50.0	50.0	29.8	15.6	34.2	9.9	10.5
1985	49.8	50.2	24.8	15.0	33.2	13.2	13.8
1990	49.2	50.8	20.6	11.0	33.9	16.7	17.8
1991	48.3	51.7	19.4	10.7	30.8	18.4	20.7
1992	48.4	51.6	18.2	10.1	31.4	18.6	21.7
1993	48.3	51.7	17.2	9.7	31.1	18.6	23.4
1994	48.1	51.9	16.2	9.2	31.0	18.3	25.2

자료 : 농림수산주요통계, 1995. (농림수산부)

## 제 2 절 경지면적

농가인구의 감소와 더불어 농경지 면적도 지속적으로 감소되고 있다. <표 2-3>에서 보는 바와 같이 그간의 간척사업으로 국토면적은 꾸준히 증가한 반면 경지면적은 '65년도에 비해 123천 ha가 감소한 것으로 나타났으며, 특히 '90년대에 들어와서는 쌀의 수입개방 분위기가 조성됨에 따라 밭면적은 증가한 반면 논면적의 감소가 두드러지게 나타났다.

또한 전체 농경지의 감소에도 불구하고 농가호수의 감소로 인하여 농가호당 경지면적은 오히려 증가하였으나 그 규모는 1.3 ha로서 아직도 영세성을 면치 못하고 있다.

<표 2-3> 경지면적 추이

(단위 : 천ha)

연도 구분	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1993	1994	
국토면적	9,843	9,848	9,881	9,899	9,914	9,926	9,931	9,939	
농경지	논	1,286	1,273	1,277	1,307	1,325	1,345	1,298	1,267
	밭	970	1,025	963	869	819	764	757	766
	계	2,256	2,298	2,240	2,196	2,144	2,109	2,055	2,033
농가호당 경지면적(ha)	0.90	0.93	0.94	1.02	1.11	1.19	1.29	1.30	

농작업의 기계화는 농가호당 경지면적이 클수록 촉진된다. <표2-4>는 경지규모 별 농가호수를 나타낸 것으로 1.0 ha 미만의 농가수는 감소하고 있는 반면 3.0 ha 이상의 농가는 꾸준히 증가하고 있음을 알 수 있다. 정부는 1991년도부터 농지관리 기금을 신설하여 농어촌진흥공사를 통하여 농가에 대한 농지 구입자금에 대하여 장기저리의 융자지원을 실시하고 있으며 1993년에는 농지관련 법령을 개정하여 농지소유 상한선을 3 ha에서 20 ha로 확대하여 영농규모의 확대를 추진하고 있어 농가의 경지규모는 계속해서 증가 할 것으로 전망되고 있다.

<표2-4> 경지규모별 농가호수

(단위 : 1000호)

연도	총농가	경종외 농가	1.0 ha 미만	1.0 - 2.0 ha	2.0 - 3.0 ha	3.0 ha 이상
1970	2,483	72	1,611	639	124	37
1975	2,397	94	1,519	618	112	36
1980	2,156	28	1,360	629	108	31
1985	1,926	46	1,220	550	97	23
1990	1,767	24	1,027	543	129	44
1992	1,641	23	965	477	124	52
1993	1,592	23	923	460	127	59
1994	1,558	25	902	442	124	65

부록 I의 [표 I-1] ~ [표 I-19]는 현재 재배면적이 넓거나, 앞으로 재배면적이 점차 증가할 것으로 전망되는 품목의 경영규모별 농가호수 분포를 나타내고 있는데 대체로 거의 모든 품목에서 경영규모가 영세함을 알 수 있다. 그러나 농촌진흥청에서 예상한 바와 같이 이들 품목에 대한 재배면적과 경영규모의 확대 가능성을 고려할 경우 앞으로 정부의 전업농 육성 및 농업기계화 확대 정책에 따라 개발 보급되어야 할 농업기계의 기종은 다양화될 뿐만 아니라 수요도 증가할 것으로 전망된다. 아울러 신기종의 개발 여부는 농업기계 제작회사와 연구기관에서 신중히 검토한 후에 결정하여야 할 것으로 판단된다.

### 제 3 절 주요 작물의 재배면적 및 생산량

<표 2-5>는 주요 농작물의 재배면적과 생산량의 추이를 보여주고 있다. 이 표에서 나타난 바와 같이 국민소득의 향상에 따른 식품 소비형태의 다양화와 함께 미곡, 맥류, 서류, 잡곡류 등 식량작물의 재배면적은 연차적으로 감소하고 있으나, 연중공급이 가능한 시금치, 상추, 오이 등 시설채소는 최근 재배면적이 급증하고 있고, 사과, 배, 포도 등 과실류의 재배면적도 또한 증가 추세에 있는 것으로 나타나고 있다. 이와같은 변화추세는 가격경쟁력, 수입의 용이성 등을 감안할 때 WTO 체제의 출범과 함께 점점 가속화될 것으로 전망된다. 그러나 지속적인 세계 식량 수요의 증가를 고려할 때 식량작물의 재배면적 및 생산량의 감소는 식량의 안정적 확보 차원에서 문제가 야기될 것으로 전망된다.

<표 2-5> 주요 농작물의 재배면적 및 생산량 변화 추이

작목 년도	미 곡		맥 류		서 류		잡 곡	
	재배면적 (천ha)	생산량 (천톤)	재배면적 (천ha)	생산량 (천톤)	재배면적 (천ha)	생산량 (천톤)	재배면적 (천ha)	생산량 (천톤)
1980	1,233	3,945	360	1,196	92	1,549	53	170
1985	1,237	5,625	242	805	65	1,362	40	147
1990	1,244	5,606	160	417	40	802	37	133
1994	1,103	5,060	85	234	36	736	32	96

자료 : 작물통계(1994, 농림수산부)

(표 2-5 계속)

작목 년도	마 늘		양 파		고 추		무 우	
	재배면적 (천ha)	생산량 (천톤)	재배면적 (천ha)	생산량 (천톤)	재배면적 (천ha)	생산량 (천톤)	재배면적 (천ha)	생산량 (천톤)
1980	37.1	253	7.7	275	132.7	125	48.5	1,973
1985	39.0	256	10.7	439	117.9	165	37.5	1,586
1990	43.6	417	7.6	407	64.9	177	37.1	1,761
1994	35.0	362	9.7	541	88.8	176	38.8	1,593

(표 2-5 계속)

작목 년도	당 근		배 추		시금치(노지)		시금치(시설)	
	재배면적 (천ha)	생산량 (천톤)	재배면적 (천ha)	생산량 (천톤)	재배면적 (천ha)	생산량 (천톤)	재배면적 (천ha)	생산량 (천톤)
1980	4.0	75	47.8	3,040	6.1	72	-	-
1985	4.6	81	41.3	2,790	6.0	76	-	-
1990	4.3	87	47.5	3,373	3.0	36	2.2	33
1994	5.8	138	42.5	2,689	4.7	60	3.8	61

(표 2-5 계속)

작목 년도	상추(시설)		오이(시설)		토마토(시설)		수박(노지)	
	재배면적 (천ha)	생산량 (천톤)	재배면적 (천ha)	생산량 (천톤)	재배면적 (천ha)	생산량 (천톤)	재배면적 (천ha)	생산량 (천톤)
1980	-	-	-	-	-	-	15.7	335
1985	-	-	-	-	-	-	21.2	473
1990	2.4	46	3.9	144	2.0	63	20.3	447
1994	5.1	109	5.7	231	3.0	129	19.5	433

(표 2-5 계속)

작목 년도	사과		배		복숭아		포도	
	재배면적 (천ha)	생산량 (천톤)	재배면적 (천ha)	생산량 (천톤)	재배면적 (천ha)	생산량 (천톤)	재배면적 (천ha)	생산량 (천톤)
1980	46.1	410	9.2	60	10.4	89	7.7	57
1985	37.7	533	9.0	128	13.1	132	16.2	150
1990	48.8	629	9.1	159	12.3	115	15.0	131
1994	52.1	617	12.6	164	10.2	115	19.8	212

(표 2-5 계속)

작목 년도	밀감		감		참깨		땅콩	
	재배면적 (천ha)	생산량 (천톤)	재배면적 (천ha)	생산량 (천톤)	재배면적 (천ha)	생산량 (천톤)	재배면적 (천ha)	생산량 (천톤)
1980	12.2	161	6.6	32	48.7	7.1	21.7	12.1
1985	15.7	370	9.8	97	73.3	41	28.1	20.7
1990	19.3	493	13.6	96	58.3	38	37.1	28.0
1994	22.2	549	22.4	167	40.8	28	32.6	23.9

## 제 4 절 농촌 노임

농촌 노임이 높을수록 기계화에 대한 욕구는 증대한다. <표 2-6>에서 보는바와 같이 지난 10년간 농촌노임은 3배이상 증가하였으며, 이러한 증가추세를 유지할 경우 2003년 남자의 노임은 10만원대에 육박할 것으로 판단된다.

<표 2-6> 연도별 농촌노임(급식물 포함)의 변화

(단위 : 원)

구 분 \ 년 도	1984	1986	1988	1990	1992	1994
남자 (상승률)	9,134 (100)	10,142 (111)	12,275 (134)	18,563 (203)	28,758 (315)	31,313 (343)
여자 (상승률)	6,643 (100)	7,254 (109)	8,855 (133)	13,224 (199)	19,920 (300)	22,041 (332)

자료 : 농협조사월보(1995)

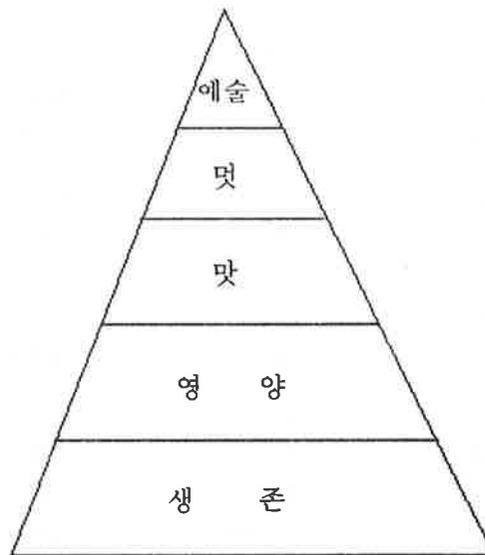
## 제 5 절 식품 소비 형태의 변화

소비자들의 식품 소비형태는 농업기계화 추진계획과 밀접한 관련이 있다. 몇 년 전 까지만 하더라도 우리나라의 식생활 구조는 쌀을 주식으로 하였기 때문에 농업의 기계화도 쌀농사의 기계화, 다시 말하면 쌀 생산작업의 기계화에 초점을 맞추고 추진되었다. 그 결과 수도작에 있어서 포장작업의 기계화는 거의 완료된 것으로 분석되고 있다.

그러나 국민소득의 향상과 더불어 우리나라 국민의 식생활 형태는 많은 변화를 보이고 있다. <표 2-7>에서 보는 바와 같이 식량작물의 경우 사료와 가공용으로 수요가 급증할 것으로 보이는 옥수수와 콩을 제외하면 총인구가 계속 증가함에도 불구하고 그 소비량은 감소할 것으로 보인다. 반면에 채소, 과일, 축산물 등의 소비량은 빠른 속도로 증가할 것으로 전망되며 특히 품질과 맛이 좋은 과일과 축산물

에 대한 수요는 급격히 증가할 것으로 판단된다.

<그림 2-1>은 인간의 식생활 단계를 나타낸 것으로서 가장 많은 비율의 인구가 생존을 위해서 음식물을 섭취하는 대신 극히 일부는 예술로 생각하고 있음을 알 수 있다. 우리나라의 경우는 영양과 맛을 모두 고려한 식생활 단계라고 할 수 있다.



<그림 2-1> 인간의 식생활 단계

이상의 결과로 미루어 볼 때 우리나라 농작물의 작부체계는 식량작물에서 축산물, 과수, 채소쪽으로의 변화로 촉진될 것이며 농산물의 생산과 아울러 품질향상과 맛을 중요시하는 수확 후 관리기술의 향상과 이에 대한 기계 및 장치의 개발이 필요할 것으로 예상된다.

<표 2-7> 주요 농산물 소비 전망

(단위 : 천M/T)

구 분		1989	1996	2001
식량작물	쌀	5,602	5,353	5,069
	보리	527.0	429.4	394.0
	콩	1,232.0	1,360.4	1,398.4
	옥수수	5,967.0	6,943.4	8,577.1
	감자	603.0	541.5	555.9
채 소	고추	171	173.1	183.3
	마늘	375	484.2	554.9
	양파	558	615.4	690.3
특용-작물	참깨	52.3	55.8	72.0
	땅콩	28.3(P)	36.4	45.9
	유채	3	7.49	7.89
과 실	사과	676	810.2	1,159.8
	배	199	242.5	356.2
	복숭아	133	151.1	153.8
	포도	157	197.3	266.2
	감귤	746	683.9	967.4
축 산 물	쇠고기	143.3	240	307
	돼지고기	471.7	754	931
	닭고기	154.9	240	303
	계란	6,927백만개	530	644
	우유	1,641.6	3,217	4,557

자료 : 제7차 경제사회발전 5개년 계획 농어촌 발 전부문계획(시안), (1991. 한국농촌경제연구원)  
농림수산 주요통계(농림수산부)

## 제 6 절 농업기계화 기반조성

경지정리, 농로정비, 관개 배수 시설의 현대화, 농지의 교환분합을 통한 경지의 집단화 등은 농업기계화의 필수조건이다. 우리나라의 경지정리 사업실적은 <표 2-8>과 같이 경지대상면적의 73.4%, 전체 논면적의 52%, 전체 경지면적의 33%정도에 불과한 실정이다. 정부는 농어촌구조개선사업의 일환으로 2001년까지 논 902,000 ha, 밭 100,000 ha에 대한 경지정리를 완료하고, 대규모 기계화 영농을 위해 구획을 확대할 계획이다.

<표 2-8> 경지정리 실적

(단위 : ha)

전체 논면적	경지정리 대상면적	연도별 경지정리 실적			
		1970	1980	1990	1994
1,267,112	902,000	144,446	368,694	577,177	661,989

자료 : 농업기계연감, 1995

농로의 조건은 농업기계화에 절대적인 영향은 미친다. 즉, 농로의 폭이 너무 좁거나 지반이 약하면 농기계를 효율적으로 이용할 수 없게 된다. 대형 농기계의 원활한 이동을 위해서는 농로의 폭이 6 m 정도는 되어야 하나 현재의 농로는 지역에 따라 약간씩은 다르나 4~6 m의 폭으로 조성되고 있어 앞으로 대형농기계에 의한 완전 기계화를 대비하여 농로의 폭, 경사, 포장문제 등이 합리적으로 추진되어야 한다.

## 제 7 절 농가소득의 변화

농가소득이 증가하면 농민의 농기계 구입 능력이 향상되어 농기계의 구입욕구를 증대시킨다.

농가소득의 변화는 <표 2-9>에서 보는 바와 같이 1970년대 중반까지는 농가소득이 도시근로자의 소득보다 높았으나 1970년대 후반부터는 뒤떨어지는 것으로 나타나고 있으며 특히 농가소득 가운데서 농외소득이 농업소득을 능가하고 있다. 일본의 경우 농외소득이 농가소득 가운데서 차지하는 비율이 약 80%임을 볼 때 우리나라 농가 가운데서 농외소득이 차지하는 비율이 증가하고 있음은 기계화의 전망을 밝게 해 주고 있다. 그러나 대부분의 농외소득이 겸업 소득이 아닌 사업외 소득이나, 이전 수입이므로 장기적으로 보면 매우 불안정한 소득이라는 문제점이 내포되어 있다.

<표 2-9> 농가소득의 변화

연 도	농가소득(A)	농업소득	농가소득(B)	구성비(B/A)
1970	356	294	62	24.2%
1975	873	715	158	18.1
1980	2,693	1,755	938	34.8
1985	5,736	3,699	2,037	35.5
1990	11,026	6,264	4,762	43.2
1992	14,505	7,356	7,149	49.3
1993	18,928	8,427	8,501	50.2
1994	20,316	10,325	9,991	49.2

자료 : 농림수산물주요통계 (농림수산부, 1995)

위에서 언급한 다양한 농업 여건의 변화 이외에도 농민들의 생활 수준이 향상되고 의식구조가 변화됨에 따라 힘들고 불편한 농작업을 기피하고 편리하고 쾌적한 작업을 요구하는 경향이 더욱 뚜렷이 나타날 것이 확실하다.

이상과 같이 국내외 농업 여건의 변화는 농업구조개선, 부족한 농촌 노동력 대체, 농산물의 고급화 및 상품성 제고, 농민복지 충족이라는 네 가지 측면에서 모두 농작업의 기계화 및 자동화, 시설화의 필요성을 증폭시키고 이들 분야를 발전시키는 데 긍정적인 영향을 미칠 것으로 예상된다. 그러나 농민들의 농기계 구매 능력이 여전히 낮고 농산물 수입개방으로 인한 농민들의 영농의욕 감퇴 및 농업에 대한 국민들의 인식부족 등은 하루 속히 극복되어야 할 과제이다.

이상의 내용을 고려하여 농업기계화와 관련된 국내외 농업 여건의 변화를 요약 정리해 보면 다음과 같다. 따라서 다음 내용은 향후 농업기계화의 방향을 정립하고 기술개발 전략을 수립하는 데 기초자료로 활용되어야 할 것으로 판단된다.

- WTO 체제 출범에 따른 농산물 수입개방에 대응하여 우리나라 농산물의 경쟁력

을 제고시키기 위해서는 농작업의 기계화 및 자동화를 통한 생산비 절감과 품질 향상이 필연적이다.

- 전체 국토면적의 증가에도 불구하고 농경지면적의 감소가 뚜렷하게 진행되고 있다. 그러나 논 면적의 감소는 심각하게 나타나는 반면에 밭면적은 오히려 증가하는 경향을 나타내고 있으며 농가호당 경지면적도 증가하고 있다. 또한 이러한 경향은 앞으로 더욱 심화될 것으로 예상된다.
- 경쟁력이 좋을 것으로 예상되는 품목은 다양한 반면에 그 경영규모는 아직도 영세성을 면치 못하고 있으므로 수요는 적으나 다양한 기종의 농업기계 개발이 필연적이다.
- 재배 면적이 감소하더라도 수도작에서의 기계화는 식량안보 차원에서 지속적으로 추진되어야 할 것이다.
- 농촌노임이 앞으로 급격하게 상승할 것으로 예상됨에 따라 농작업의 기계화 및 자동화에 대한 농민들의 욕구는 매우 심화될 것으로 예상된다.
- 연중 무공해의 신선한 농산물에 대한 요구가 증대될 것이므로 자본과 기술집약적인 시설 농업에 대한 기계화, 자동화가 촉진될 것이다.
- 품질과 맛의 고급화를 도모하고 농산물의 부가가치 및 상품성을 향상시키기 위한 기술 개발이 시급하다. 따라서 생산(수확) 이후의 작업기술의 향상을 위한 기계 및 설비의 개발이 필요하다.
- 농작업을 안전하고 편리하게 수행할 수 있기 위해서는 농업기계의 대형화, 승용

화가 촉진될 것이며 장기적으로는 자동화, 무인화를 목표로 기계화 연구가 진행  
되어야 할 것이다.

## 제 3 장 농업기계화 현황

### 제 1 절 농업기계화의 발전과정

#### 1. 우리나라 농업기계화의 발전과정

우리나라의 농업기계 발전과정을 살펴보면 1950년대까지는 삽, 괄이, 호미, 낫, 쟁기 등 인력이나 축력용 소농기구인 재래식 농기구가 주로 사용되다가 1960년대에 이르러 비로소 기계화를 위한 준비단계로서 소농기구의 개량 등이 이루어졌다.

1970년대초 공업화 계획이 본격화되면서 농업 노동력이 공업 생산 부분으로 서서히 이동하기 시작하였으며, 1970년대 후반부터는 이농현상의 정도가 심하여 농촌 임금이 급등하게 되었다. 이에 따라 정부에서는 1978년에 농업기계화촉진법을 제정하여 농업기계화 정책의 기반을 마련하였으며, 1980년대에 들어서면서 농업기계 보급을 확산시키기 위하여 농기계 구입 자금을 농가에 저리로 융자해 주었다.

1990년 4월에는 “농어촌 발전 특별조치법”이 제정되었으며, 이 법에 근거하여 1991년에 “위탁영농회사”, 1992년에 “기계화전업농”과 “영농조합법인”이 만들어지면서 농업기계화 정책은 조직적으로 체계화되었다.

이와 같이 정부의 농업기계화 정책 수립 및 지속적인 지원으로 인하여 비교적 빠른 속도로 농업기계화가 진행되어 왔으나 최근의 UR 농산물 협상타결과 WTO 체제 출범등과 같은 농업 생산의 여건 변화로 인하여 농업경쟁력 및 생산성 향상과 같은 어려운 문제에 직면해 있다. 또한 최근의 국민 식생활 양식의 변화로 인하여 쌀 소비량은 점차 감소하는 반면 신선한 채소류나 과일류, 육류 등의 소비량이 증가하고 있으며 특히 저가·고품질의 무공해 농산물에 대한 요구가 증대되고 있다. 따라서 이와 같은 요구에 부응하여 시설농업 면적이 급격히 증가하고 있으며, 특히 최근에는 유리온실 면적이 크게 증가하고 있다.

이러한 실정을 감안할 때 전작, 원예, 시설, 축산, 임업 등의 기계화를 위한 기술과 자본 집약적인 기술개발이 요구되고 있다. 또한 앞에서 언급한 바와 같은 여

건변화를 수용하기 위해 정부에서는 1994년에 농업기계화촉진법을 개정하여 시설 농업을 위한 환경제어, 자동화 장치, 기자재 등을 농업기계 범주에 포함하고, 국내에서 연구개발된 농업기계 신기종을 지원육성하며, 농업기계 검사제도의 개선을 통해 생산과 유통의 자율화를 촉진하는 기틀을 마련하였다.

이러한 농업기계화의 발전과정을 연대별로 요약하면 다음과 같다.

1961 ~ 1966 : 농업기계화 정책의 태동 단계

- 식량증산을 위해 재해대책용 동력농기계(양수기, 방제기) 공급
- 국고보조에 의한 농업기계 공급

1967 ~ 1971 : 농업기계화 정책의 구현단계

- 제1차 경제개발 5개년 계획의 수행과 함께 농촌노동력 부족현상 대두, 경운기와 탈곡기 중심의 농업기계 공급
- 전문 생산업체 등장, 국립농업자재검사소에 농기구검사과 설치
- 국고보조와 용자지원에 의한 농업기계 공급

1972 ~ 1976 : 농업기계화 사업 촉진 1단계

- 2차에 걸친 경제개발 5개년 계획의 성공적인 수행, 농촌노동력의 감소 및 노임의 급격한 상승
- 농업기계화 5개년 기본계획 수립, 1973년 농수산부 농업기계과 신설
- 경운기 중심의 수도작 기계화, 농업기계 공동이용을 위한 기계 설치
- 농업기계 조작훈련 및 사후봉사 강화(생산업체 수리센터, 농협서비스센터, 부품공급 센터의 설치)
- 정부 용자지원 중심의 농업기계공급

1973 ~ 1981 : 농업기계화 촉진 2단계

- 농촌노동력의 노령화와 부녀화

- 농번기 노동력 부족 해소를 위해 이앙기, 콤팩트, 트랙터 공급
- 농업기계화 촉진법 제정(1979. 12), 농업기계화연구소 설립

1981 ~ 1992 : 농업기계화 촉진 3단계

- 수도작 중심의 일관작업 체계화를 위한 농업기계 공급
- 트랙터 등 중·대형 고가 농기계 공급 증가
- 농업기계 공동이용 조직 육성(기계화 영농단)
- 전작, 과수, 원예, 축산 분야의 기계화 추진

1992년 ~ : 농업생산 자동화 촉진 1단계

- 농업생산의 국제경쟁력 강화를 위한 농업경영 개선, 농업구조 개선
- 수도작 영농규모의 대형화, 기술 및 자본집약형 시설농업 추진
- 농업기계화 촉진법 개정(1994)

## 2. 선진국의 농업기계화 발전과정

우리나라와 농업여건이 비슷한 일본의 농업기계화 발전과정을 살펴보면, 일본의 농업기계화는 1953년에 농업기계화촉진법을 제정한 것을 기점으로 하여, 경운기, 동력방제기 등의 수도작 관련 소형 농업기계를 중심으로 기계화가 진전되었다. 기계화촉진법 시행령이 공포된 1965년부터는 바인더, 이앙기, 자탈형 콤팩트, 트랙터 등의 개발, 보급과 더불어 수도작 기계화 일관작업체계가 확립되었다. 1993년 현재 수도 기계이앙 면적률은 99.1%, 기계수확 면적률은 99.0%이며, 10a당 노동시간도 39.6시간(1970년 117.8시간)으로 단축되었다. 최근에는 수도작에서 방제작업 등에 無人 헬리콥터의 이용, 無耕耘 이앙 등 새로운 기술도 도입되고 있다.

또한 농업기계의 계획적인 시험연구, 실용화 및 도입의 촉진을 목적으로 1993년에 농업기계화촉진법을 개정하였다. 이로서 생물계특정산업기술연구추진기구(이하 生研機構로 약칭함)를 중심으로 생산업체 등과 농업기계의 공동개발을 추진하고, 1995년 10월에 「新農業機械 實用化 促進 株式會社」를 설립하여 기계 부품의 공

동화·범용화의 추진과 기계의 개발 공급을 촉진하고 있다. 이러한 체계에 의하여 1993년에는 대형 범용 콤바인, 簡易草地更新機, 채소 접목 로봇 및 유도케이블식 무인방제기가 개발되어 시판 단계에 있다.

또한 채소작 등과 같이 수도작에 비하여 재배면적이 협소하고 지역에 따라 재배양식이 다른 작물에 대해서는, 재배방식의 차이에 따라 효율적인 기계이용이 불가능하거나 지역의 재배양식에 맞추면 기계가 비효율적이 되는 등, 기계화의 추진이 어려운 상황이므로, 일본 정부에서는 새로운 기계의 개발, 실용화를 가속화하여 보다 값싸고 안정적으로 농기계를 공급할 목적으로 재배양식을 통일할 필요가 있는 작물에 대해서는 표준적 재배양식의 설정과 보급을 위한 검토를 추진하고 있다.

수도작과 맥작의 경우에는 경운, 정지, 파종, 이식, 시비, 방제, 수확, 수확후 처리 등의 거의 모든 작업에서 기계화가 완료되었다. 이것은 농가의 수요에 대응하여 일관작업체계를 목표로 집중적인 연구개발을 추진한 결과이다.

그러나 최근에는 1993년 말에 결정된 쌀 시장의 부분 개방에 대응하는데 주력하고 있으며, 식량의 안정확보 및 국토보전 측면에서 곡물생산을 지속시키기 위하여 소비자가 원하는 품질의 쌀(안전하고 맛있는 쌀)을 가능한 한 낮은 비용으로 생산하여 수입 쌀과의 경쟁에서 이기기 위한 노력을 경주하고 있다.

채소재배의 경우 경운, 정지, 파종, 시비, 방제작업에는 대부분 수도작용 기계를 사용하고 있으나 육묘·이식 및 수확 등과 같은 노동부하가 큰 작업의 기계화는 일부 작물에 한해서 도입 단계에 있다.

최근 일본 정부는 긴급개발 실용화 촉진사업을 통하여 채소재배의 기계화를 추진하기 위한 고유의 요소기술 개발과 함께, 재배양식의 통일 및 육묘·이식작업의 기계화를 위해 모 형상을 통일하는 등 재배 소프트웨어 면에도 주력하고 있다.

사료작물의 생산은 트랙터와 각종 부속작업기로 기계화 체계가 거의 완료되어 있으며, 사육 및 착유에 있어서도 개개 작업의 기계화는 부분적으로 완료되어 있고, 경영규모의 확대도 순차적으로 추진되고 있다. 이들 중에서 특히 사육면에서

자동화·시스템화가 앞서 있는 양계 등에서는 규모확대가 급속히 추진되고 있다. 또 낙농 등에 있어서도 사육면에서 기계화된 개별 작업의 자동화와 시스템화를 추진하고 있다.

## 제 2 절 농업기계 보급 및 이용 현황

### 1. 농업기계 보급현황

#### 가. 우리나라의 농업기계 보급 현황

우리나라의 농업기계 보급은 1960년대에 들어서 동력 농업기계가 부분적으로 보급되기 시작하였다. 1963년에 보급되기 시작한 경운기는 <표 3-1>에서 보는 바와 같이 1970년에 1만 2천대 정도에 불과하였다. 1970년대에 들어와 농업기계화사업 5개년 계획이 추진되면서 경운기를 중심으로 양수기, 탈곡기, 절단기 등 중·소형 동력 농업기계가 확대 보급되었다.

1980년대부터 동력이앙기, 바인더, 콤파인이 보급되기 시작하였으며 농촌노동력의 절대량 부족과 질적 저하로 인하여 중·소형 농업기계에서 대형 농업기계로 수요가 바뀌게 되었다. 경운기의 경우 연간 보급 대수가 1983년의 89천대를 정점으로 계속 감소되는 경향을 보이고 있으나, 트랙터와 콤파인의 공급대수는 크게 증가하는 추세를 보이고 있다.

주요 농업기계의 94년도 보유현황을 살펴보면 동력경운기는 836천대, 트랙터는 89천대, 이앙기는 229천대, 콤파인은 70천대로 나타나 있다. 여기서, 바인더 보유대수가 1990년에는 콤파인의 보유대수보다 많았지만 1994년에는 콤파인 보유대수가 바인더 보유대수를 상회하고 있는 것은 주목할만하다.

<표 3-1> 주요 농업기계의 연도별 보유현황

(단위 : 대)

구분	보급연도	70	80	90	94
경운기	1963	11,884	289,779	751,236	836,810
관리기	1987	-	1,412	50,699	201,498
트랙터	1970	61	2,664	41,203	88,706
양수기	-	54,078	193,943	341,548	375,077
이앙기	1978	-	11,061	138,405	229,354
직파기	1989	-	-	150	9,071('95)
고성능방제기	1978	-	1,249	15,330	27,640
바인더	1977	-	13,651	55,575	66,404
탈곡기	1973	41,038	219,896	266,608	138,241
콤바인	1978	-	1,211	43,594	70,203
곡물건조기	1978	-	1,616	17,749	34,430
농산물건조기	1988	-	-	59,434	97,573
온풍난방기	1992	-	-	-	33,810
과일선별기	1992	-	-	-	9,325

자료 : 농업기계연감(1995)

### 나. 외국의 농업기계 보급현황

일본의 수도작 관련기계는 새로운 기계로 대체되는 과정에 있으며, 농가호수의 감소나 위탁작업의 진전에 따라 근년에는 보급 및 출하 대수의 증가가 둔화되는 경향이나 성능면에서는 고마력화, 광폭화, 승용화의 경향이 계속되고 있다. 1993년 말을 기준으로 농업기계의 기종별 보급 및 출하실태에 대해 몇가지 예를 들어 다음과 같다.

경운기의 보급대수는 1974년의 3,375천대를 정점으로 트랙터의 보급에 따라 감소하고 있으나, 전용 관리의기의 보급 등에 의하여 근년에는 감소가 정지한 상태이며, 1994년에는 1,669천대로서 100호당 보급대수는 60대이다. 경운기의 1993년 일본 내 출하대수는 170천대로서 전년도에 비하여 14.7% 감소하고 있다.

트랙터의 보급은 1979년에 100만대, 1989년에 200만대를 돌파하였으며, 1994년에는 2,060천대(前年比 0.9% 증가)로서, 100호당 보급대수는 74대이다. 트랙터의 1993년 출하대수는 82,472대(전년비 7% 감소)로서, 마력별 출하대수가 전년도에 비하여 30 마력 미만은 9.4% 감소, 30 마력 이상은 2.3% 증가하여 고마력화가 진행되고 있다.

이양기의 보급대수는 1,835천대로 전년도에 비해 0.2% 감소하였으며, 100호당 보급대수는 66대이다. 기종별로는 보행형이 1,443천대, 승용형이 460천대(전년 대비 보급 8.6% 증가, 출하 8.9% 증가)로서 승용화의 경향이 강한 편이다. 승용형 이양기의 출하대수는 식부방식별로 보면 로터리식이 약 80%(39,561대), 식부조수별로는 4~5조가 80%(36,775대)를 차지하고 있다.

자탈형 콤바인의 보급대수도 전체적으로 약간 감소하는 경향이며, 1993년의 보급대수는 1,150천대(전년 대비 0.6% 증가), 출하대수는 56,804대로 전년 대비 6.2%의 증가를 보이고 있으며, 100호당의 보급대수는 41대(전년도 40대)이다. 기종별로 보면 2조용 이하가 전년도 대비 1.8% 감소한 반면에 3조용 이상은 2.8% 증가하여 대형화의 경향을 보이고 있다. 투입식 콤바인의 출하대수는 1990년의 676대를 초과하여 1993년에는 298대(전년비 24.4% 감소)로 현저히 감소하고 있다.

<표 3-2> 일본의 주요 농업기계 보급대수

기종	보급대수 (천대)		경향
	최대 보급 (년도)	1994 현재	
보행용 트랙터	3,375 (1974)	1,669	감소
승용 트랙터	2,142 (1990)	2,060	약간 감소
이양기	2,205 (1989)	1,835	약간 감소
자탈형 콤바인	1,258 (1989)	1,150	약간 감소

자료 : 일본 농림수산성통계정보, 1995

### 다. 농업기계 보급률 비교

주요 농업기계의 보급률을 살펴보면, 우리나라의 경우 <표 3-3>에서 보는 바와 같이 일본의 1974년도의 보급률과 비슷한 수준을 보이고 있다. 이것은 일본이 70년대에 수도작 기계화가 완성된 단계였으며 그 이후 대형화가 추진되어 온 점으로 미루어 보아 우리나라의 트랙터, 이앙기, 콤바인의 보급률은 앞으로 더욱 높아질 것으로 분석된다.

<표 3-3> 주요 농업 기계의 보급률 비교

기종	한국('94)		일본('94)		대만('90)	
	대수(천대)	보급율(%)	대수(천대)	보급율(%)	대수(천대)	보급율(%)
트랙터	89	5.7	2060 (339)*	74 (6.7%)*	16	2.1
이앙기	229	14.7	1835 (435)	66 (8.6)	69	9.4
콤바인	70	4.5	1150 (217)	40 (4.3)	27	3.6
경운기	837	53.7	1669 (3375)	61 (67.1)	127	17.2

\* 일본의 ( )는 1974년도 보급대수 및 보급률임.

한편, 우리나라의 트랙터(경운기 포함) 보급 현황을 선진국과 비교 할때 <표 3-4>에서 보는 바와 같이 트랙터의 보급 실적이 매우 낮은 수준임을 알 수 있다. 호당 경지면적이 우리나라와 유사한 일본의 경우 경지면적 1 ha 당 트랙터 마력이 13.2 마력인데 비하여 우리나라는 0.9 마력에 불과하다. 그러나 <표 3-5>에서 보는 바와 같이 벼농사가 거의 완전 기계화에 이르고 있다는 사실은 공동이용이나 임작업 등에 의하여 트랙터의 이용실적이 높음을 말해주고 있다. 한편 경지 1 ha 당 트랙터 마력이 미국의 1.3 마력에 비하여 매우 낮은 수준인 데 이것은 아직 밭작물 등의 기계화가 아직도 미흡하기 때문인 것으로 판단된다.

또 벼농사와 같은 주요 농작업의 기계화율을 일본 및 대만과 비교해 보면 <표

3-5>와 같이 우리나라는 건조작업의 기계화율이 매우 낮은 것을 알 수 있다.

<표 3-4> 주요국의 트랙터 보급 현황

		일 본	미 국	영 국	프랑스	이태리	한 국
인구	1000인	124,150	254,910	57,963	57,266	57,807	44,056
총국토면적	1000ha	37,652	916,600	24,160	55,010	29,406	9,939
경지면적	"	4,092	185,742	6,552	18,028	9,025	2,055
트랙터보급대수	1000대	1,966	4,749	500	1,460	1,459	77
경운기보급대수	"	1,765	-	-	-	-	799
트랙터총마력수	100만PS	54.2	250.3	22.5	65.3	36.5	9.1
(트랙터)	"	47.0	250.3	22.5	65.3	36.5	2.7
(경운기)	"	7.2	-	-	-	-	6.4
1인당 트랙터 마력	PS	0.4	1.0	0.4	1.1	0.6	0.2
경지1ha당트랙터마력	"	13.2	1.3	3.4	3.6	4.0	0.9
트랙터1마력당인구	인	2.3	1.0	2.6	0.9	1.6	4.8

자료 : 일본농업기계연감 (1995)

<표 3-5> 벼농사 주요 농작업의 기계화율

(단위 : %)

국 명	경 운	이 양	수 확	방 제	건 조
한국('94)	96	93	91	94	26
일본('94)	100	99	99	100	89
대만('90)	100	99	99	99	69

## 2. 농업기계 이용 현황

최근 주요 농업기계의 이용 실적은 <표 3-6>에서 보는 바와 같이 경운기와 바인더를 제외한 다른 농업기계는 자가 이용 실적보다 타인 이용 실적이 더 크게 나

타나고 있는 데 이와같은 결과는 농업기계가 효율적으로 이용되고 있음을 말해주고 있다. 한편 연간 이용실적은 연차적으로 감소하는 추세를 나타내고 있는데 이는 농업기계의 보유대수가 점점 증가하기 때문인 것으로 판단된다.

또 연대별로 손익분기면적의 변화 추이는 <표 3-7>에서 보는 바와 같이 트랙터, 이앙기 및 콤바인의 손익분기면적은 노임의 급격한 상승으로 인하여 급격히 감소하고 있다.

<표 3-6> 농업기계 이용 실적

(단위 : ha)

연도 항목	작업명	1992			1993			1994		
		계	자가	타인	계	자가	타인	계	자가	타인
경운기	경운·정지	2.6	2.0	0.6	2.2	1.8	0.4	1.9	1.5	0.4
트랙터	"	18.5	4.9	13.6	15.6	4.8	10.4	17.4	5.3	12.1
이앙기	이앙	4.3	1.5	2.8	2.7	0.6	2.1	3.6	1.5	2.1
바인더	수확	1.6	1.0	0.6	1.6	1.0	0.6	1.5	0.9	0.6
콤바인	수확·탈곡	11.5	2.0	9.5	9.5	2.0	7.5	10.3	2.0	8.3

자료: 농업기계화 업무자료, 1995. 농림수산부

<표 3-7> 주요 기종의 손익분기면적의 변화

기종	1976	1984	1994
트랙터	83.7	24.1	8.3
이앙기	8.1	2.5	0.7
콤바인	24.3	8.0	2.6

자료: 2000년대 농업기계화의 전망 및 발전방향, 1995. 농업기계화연구소

### 3. 농업기계 이용 조직

영농규모의 영세성과 농가경제의 취약성을 극복하기 위해 새마을 기계화영농단의 이름으로 시작된 농업기계의 공동이용은 수도작의 기계화를 앞당기는데 견인차 역할을 수행하여 왔다. 현재 정부가 지원하고 있는 공동이용조직은 기계화영농단, 위탁영농회사, 기계화전업농 등 3가지 유형이 있다.

### 가. 기계화 영농단

영농규모의 영세성으로 인한 구조적인 취약성을 극복하고 농업기계화를 촉진하기 위하여 1981년부터 육성하기 시작한 기계화영농단은 참여농가수가 너무 많고, 상당수는 실질적으로 개인소유로 운영되는 등 문제점이 지적되고 있지만, 농촌노동력의 부족을 해소하는데 기여한 바가 크다.

1994년부터는 고성능 기계의 도입이 가능하도록 지원대상자의 자격을 회원농협에 등록된 작목반과 농어촌발전특별조치법에 따라 설립된 영농조합법인으로 자격을 제한하고 있다.

<표 3-8> 기계화 영농단 육성 실적

구 분	1981~1990	1991	1992	1993	1994
설치수	25,970	6,994	6,219	4,000	1,775
총사업비(백만원)	399,101	126,265	125,416	71,720	56,490
보조율(%)	58.8	34.0	31.6	50.0	50.0
음자율(%)	49.1	43.5	43.1	40.0	40.0
자부담률(%)	0.1	22.5	25.3	10.0	10.0

자료 : 농업기계연감 (1995)

### 나. 위탁영농회사

농촌 인구의 고령화로 인한 농촌노동력 부족을 해소하고 농산물 수입개방에 대비하여 대형기계화에 의한 농업구조개선을 도모하기 위하여 1991년부터 육성하기 시작한 위탁영농회사도 1992년부터 지원규모를 크게 확대하여 실시하고 있으며 연차적 육성실적은 <표 3-9>와 같다.

<표 3-9> 위탁영농회사 육성 실적

구분	1991	1992	1993	1994
설치수	16	121	272	309
총사업비(백만원)	1,526	11,639	4,666	28,566
보조율(%)	37.0	42.8	50.0	50.0
융자율(%)	46.4	38.4	40.0	40.0
자부담률(%)	16.6	18.8	10.0	10.0

자료 : 농업기계연감 (1995)

#### 다. 기계화 전업농

기계화 전업농은 일반 농가를 대상으로 하여 대외 경쟁력의 제고와 기업농으로의 육성을 목표로 1992년부터 실시되고 있으며, 1992년에는 600호를 시범적으로 선정하고 전체 사업비의 10%를 국고 및 지방비에서 각각 절반씩 보조하고 70%는 융자로 지원하였다.

1993년에는 농기계 반값 공급정책의 일환으로 보조율을 20%로 상향함은 물론 농가수도 5000호로 대폭 증가시켰으며, 앞으로 보조율을 매년 10%씩 상향조정하여 1996년에는 보조율을 50%로 인상하여 반값 공급을 실현할 계획이다.

또한 기계화전업농의 숫자를 수도작 50,000호, 과수 20,000호까지 육성하며, 시설농업, 양잠, 노지채소 및 특작, 축산, 전작에 대해서도 전업농으로 육성할 계획이다.

<표 3-10> 기계화 전업농 육성실적 및 계획

구분	1992	1993	1994
육성 전업농가수	577	5,068	10,343
총사업비(백만원)	9,877	106,550	223,800
보조율(%)	8.6(10.0)	20.0	30.0
융자율(%)	69.5(70.0)	70.0	60.0
자부담률(%)	21.9(20.0)	10.0	10.0

자료 : 농업기계연감 (1995)

### 제3절 농업기계 생산 및 수출입

#### 1. 농업기계 제조업 및 생산 현황

##### 가. 제조업체 수

우리나라 농업기계 제조업체 수는 <표 3-11>에서 보는 바와 같이 총 361개이며, 이 중 종업원수가 50인 이하의 중소기업 수가 전체의 92.8%를 차지하고 있는 반면, 종업원 500인 이상의 대규모 업체 수는 1.1%인 4개에 불과한 실정이다.

<표 3-11> 농업기계 제조업체의 수 (고용규모별)

20인 이하	20 ~ 49 인	50 ~ 99	100 ~ 499	500 이상	계
242	93	17	5	4	361

자료 : 광공업통계조사보고서, 1993, 경제기획원

##### 나. 농업기계 생산 현황

농업기계화 사업추진에 있어서 중요한 역할을 담당하고 있는 농업기계 제조업은 정부의 농업기계 구입자금 지원과 농업기계의 수입금지 또는 수입제한 등 국내 농기산업 육성시책에 힘입어 크게 발전하였으며, 수도작용 농업기계의 대부분은 1980년대 후반부터는 거의 완전한 국산화가 이루어졌다.

그러나, 50마력 이상의 트랙터와 3조 이상의 콤바인은 아직도 거의 완제품을 수입하는 것과 다름이 없다. 이것은 국내 농업기계 제조업체의 생산설비가 대형기계의 제조에 적합하지 않고 기술도 취약하기 때문이며, 또 다른 이유는 <표 3-12>에서 보는 바와 같이 대형 기계의 수요가 적는데 비하여 공급되는 모델의 수가 너무 많아 국산화할 경우에 오히려 가격이 비싸지게 된다는 점이다.

<표 3-12> 주요 농업기계의 생산 현황

기종	제조업체수	규격이 다른 모델수	연간 총 생산대수
경운기	5	11	50,000
트랙터(50마력 미만)	7	19	15,000
" (50마력 이상)	7	25	1,000
이 양 기	5	11	35,000
콤바인(3조 이하)	4	8	11,000
" (4조)	4	4	3,000

(주) 연간총생산대수는 1990-1992년간의 공급대수의 평균치이며, 트랙터와 콤바인의 규격별 생산대수는 전체 공급대수와 수입실적으로부터 추정된 수치임.

주요 기종별 생산 모델 수는 <표 3-13>에서 보는 바와 같이 1989년 62개 모델에서 1993년에는 83개 모델로 5년간 34%나 증가하였다. 모델 수가 가장 많이 증가한 기종은 트랙터와 콤바인으로 1993년 생산 모델 수는 각각 35개, 15개이다.

<표 3-13> 주요 기종별 생산 모델 수

구분	1989	1990	1991	1992	1993
경운기	17	23	23	13	18
트랙터	28	26	25	27	35
이양기	9	13	16	12	13
바인더	3	3	2	2	2
콤바인	5	8	13	16	15
계	62	73	79	72	83

자료 : 류관희, 강정일, 강창용 1994. 농기계 산업의 발전방향에 관한연구. 한국농업기계학회

한편, 농업기계의 공급가격은 <표 3-14>에서 보는 바와같이 일본에 비해 트랙터 50~80%, 콤바인 80~90%, 이양기 50~80%, 로터리 45%, 곡물건조기 34% 등으로 평균 60% 정도로 나타나고 있다. 생산 전문화가 이루어지고 있는 건조기의 경우 34%에 불과하다는 사실에 주목할 필요가 있다.

이와같은 결과는 최근 엔화의 급격한 평가절상에도 기인하겠지만 국내에서 개발할 경우 가격경쟁력이 있음을 의미하며, 생산회사의 기종 전문화를 구축할 경우 일본으로의 수출도 가능할 것으로 판단된다.

<표 3-14> 한·일간 농업기계 가격 비교

구 분	기 종	규 격	가격(천원)		A/B
			한국(A)	일본(B)	
공 통	농용 트랙터	16 PS	8,160	15,300	0.53
	"	35 PS	9,980	19,420	0.51
	"	43 PS	12,950	21,150	0.61
	"	55 PS	19,800	26,180	0.76
공 통	로터리(트랙터용)	작업폭 150cm	1,200	3,140	0.38
	"	" 160cm	1,360	3,250	0.42
	"	" 170cm	1,600	3,350	0.48
	"	" 180cm	1,990	4,120	0.48
수도작	콤바인	2 조	7,000	9,270	0.76
	"	3 조	20,150	22,500	0.89
	"	4 조	25,550	33,750	0.76
수도작	이앙기	4 조, 보행, 산파	1,840	3,980	0.46
	"	6 조, 승용, 산파	8,300	10,500	0.79
수도작	곡물 건조기	순환식 45석	4,450	13,200	0.34
전작, 원예	관리기	5 PS	1,200	1,500	0.80
	"	5.5 PS	1,310	1,520	0.86
	휴업 피복기	폭1.5m(관리기용)	290	720	0.40
	채소 이식기	1 조	2,460	5,250	0.47
	자동 파종 시스템	일관 시스템	40,000	66,000	0.61
	무인 상온 연무기	1000평용	4,000	7,420	0.54
과 수	스피드 스프레이어	자주식 500ℓ	10,800	17,850	0.61
	과일 선별기	전자식, 중량식 8단	3,900	6,820	0.57
기 타	동력 운반차	적재량 500kg	4,000	5,790	0.69
	농용 굴삭기	버킷용량 0.02m <sup>3</sup>	12,500	29,625	0.42

## 2. 농업기계 수출입

<표 3-15>에서 보는 바와 같이 최근 4년간의 농업기계 수출입 현황을 보면 수입이 급증하여 1992년의 수입총액이 약 122,505천불(약 1,000억원)로 3년전인 1989년에 비하여 3배 이상 증가하였다. 반면에 수출은 1992년에 28,212천불(약 226억원)로 같은 기간 동안 겨우 1.5배에 지나지 않아 무역수지가 크게 악화되고 있다.

이와 같이 농업기계의 무역수지가 악화되고 있는 원인은 <표 3-16>에서 보는 바와 같이 트랙터와 콤바인에 의하여 부품 및 완제품의 수입이 급증한 데 있다. 외

견상 1991년부터는 완제품의 수입이 크게 감소한 것으로 나타났으나 이것은 완제품 기계에 대해서는 정부의 자금지원을 받을 수 없기 때문에 부품의 형식으로 대형기계를 수입하였기 때문이다. 실제 50마력 이상의 트랙터, 3조 이상의 콤파인 및 그 부품은 수요가 한정되어 국산화가 사실상 불가능하기 때문에 무역역조의 개선을 기대하기 곤란하다.

현재 업체의 자율적인 조정을 거쳐 확정된 정부의 농업기계 공급지원 시책에 의하면 50 마력 이상의 트랙터와 4조 이상의 콤파인은 국산화율이 20 % 이상 되어야 정부의 지원혜택을 받을 수 있도록 규정되어 있다. 그러나, 예를 들어 국산화로 인정되어 공급되고 있는 100마력 이상의 트랙터의 경우 실제로 어떤 부품이 국산화 되어 있는지 전혀 나타나지 않아 국산화로 인정된 배경에 의문을 제기하지 않을 수 없다.

앞으로 국산화 품목에 대해서는 공장의 실제 생산과정을 실시하여 국산화율을 엄격히 규제하여 무분별한 대형농업기계의 국내 유통을 단속할 필요가 있다. 만일 수입이 꼭 필요하다면 일률적인 국산화율을 적용하는 대신 차등화하고 연차별로 국산화율을 상향조정하는 것이 타당하다고 생각된다.

이것은 수입 농업기계를 억제하여 국내 농업기계 산업기반을 강화함은 물론 농가의 입장에서 보더라도 국산화가 충실히 진행되는 기계를 구입해야만 원활한 사후봉사가 가능하다는 점에서 충분한 대책이 마련되어야 한다.

<표 3-15> 농업기계 및 부품의 수출입 현황

구 분	1990	1991	1992	1993	1994
수출(\$1000)	14,359	18,637	28,212	24,536	41,907
수입(\$1000)	60,727	115,985	122,505	102,051	198,199
무역수지(%)	-423	-622	-434	-416	-473

자료 : 농업기계연감 (1995)

<표 3-16> 농업기계 및 부품의 수입내역

기종	구분	1990	1991	1992	1993	1994
트랙터	부품	14,687(44)	31,568(99)	23,800(98)	37,079(98)	36,537(95)
	완제품	18,534(56)	302(1)	620(2)	885(2)	1,883(5)
	계	33,221(100)	31,870(100)	24,881(100)	37,964(100)	38,420(100)
	점유율(%)	54.7	27.5	20.3	37.2	32.7
콤바인	부품	9,917(44)	75,985(100)	95,027(100)	61,092(100)	53,351(100)
	완제품	12,409(56)	0(0)	0(0)	0(0)	0
	계	22,326(100)	75,985(100)	95,027(100)	61,092(100)	53,351(100)
	점유율(%)	36.8	65.6	77.6	59.9	51.6
이앙기	부품	0(0)	2,683(100)	1,161(100)	1,253(100)	4,377(100)
	완제품	347(100)	0(0)	0(0)	0(0)	0
	계	347(100)	2,683(100)	1,161(100)	1,253(100)	4,377(100)
	점유율(%)	1.1	2.3	0.9	1.2	4.2
기타 부품류	금액	4,833	5,447	2,517	1,742	7247
	점유율(%)	7.4	4.6	1.2	1.7	7.0
합계	부품	29,437	115,868	121,885	101,166	101,245
	완제품	31,290	302	620	885	2,150
	계	60,727	115,985	122,505	102,051	103,395
	점유율(%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

(주) 1. ( )안의 숫자는 기종별 수입총액의 부품 및 완제품의 구성비임.

2. 점유율은 전체 수입금액에 대한 기종별 수입액의 비율을 퍼센트로 나타낸 것임.

자료 : 농업기계연감 (1995)

## 제 4 절 농작물의 수확전 작업체계

### 1. 수도작

우리나라와 일본 및 미국의 현행 작업체계와 노동력 투하시간은 <표 3-17>에서 보는 바와 같다. 작업 수단중 운반작업에 이용되는 트레일러와 트럭 등은 표기하지 않았으나 노동 투하시간에는 운반시간을 포함하여 산출하였다.

미국의 경우 재배규모가 300 ha일 때 트랙터는 40 마력, 300 마력 및 165 마력 크롤러형의 3대이며 경운은 플라우, 정지는 디스크 해로우, 균평과 기비살포는 위탁회사의 동시작업기를 이용하고 있는데, 이때 진압롤러는 흙이 파여 있어 별씨를 뿌릴 곶이 진압과 동시에 형성된다. 수확운반작업에는 투입식 콤바인(세단기 부착) 2대와 콤바인과 동반 주행하는 자주형 곡물이송차 2대 및 픽업트럭 2대를 이용하고 있다. 파종 등 항공기 작업은 모두 위탁작업이며 후처리 및 기타의 작업은 논둑이나 비행장 정비, 쪼의 소각 및 그 후 처리 작업이다.

우리 나라의 경우 각 작업단계에서 전체 노동 투하시간에 대한 노동 투하 비율이 높은 작업은 이앙 17.1%, 수확 16.7%, 육묘 15.4% 순으로서 육묘와 이앙 노력을 줄이기 위한 직파재배등 재배법의 개선과 콤바인의 고능률화가 필요함을 알 수 있다.

### 2. 전작

<표 3-18>은 보리의 현행 작업체계와 표본조사 농가의 노동 투하시간을 나타낸 것인데 전체 노동 투하시간은 274 h/ha로서 일본의 89 h/ha(농림수산통계연보, '94, 일본농림수산성)에 비하여 약 3배정도 더 많은 노력이 투하되고 있다. 또 전체 노동 투하시간에 대한 작업단계별 노동 투하시간의 비가 높은 작업은 수확 15%, 퇴비살포 13.9%, 경운정지 13.1%, 답압 11.7% 순으로 나타났다. 따라서 노동 투하량을 줄이기 위해서는 수확기의 고성능화, 퇴비살포기와 진압기의 보급확대, 무경운 또는 부분경운 재배법 등에 관한 기술개발이 필요한 것으로 판단된다.

<표 3-17> 벼 현행 작업체계와 노동력 투하시간

작업명	작업수단		노동 투하시간 (h/ha)		
	한국·일본	미국	한국 ('93)	일본 ('92)	미국 ('92)
육묘	인력	-	63	72	-
경운 정지	로터리	플라우+ 해로우+ 롤러+ 비료살포기	47	27	2.8
기비살포	인력			6	0.8
이앙 또는 파종	이앙기*	항공기*	70	56	-
중경제초	인력	항공기*	28	19	-
추비살포	인력	항공기*	시비 27	2	-
물관리 등	양수기	인력	58	53	3.5
병충해 방제	동력분무기	항공기*+분무기*	31	10	0.4
수확·운반	콤바인*	콤바인*+반주차*+ 트럭*	68	64	9.1
후처리·기타	인력	해로우+인력	16	7	2.9
합계			408	309	19.5

주) \* : 전용기

자료 : 작목별 작업 단계별 노동력 투하시간 ('94, 농촌진흥청)

일본 농림수산 통계연보 ('94, 농림수산성)

Sample costs to produce rice, Butte County-1992 ('92, Univ. of California)

<표 3-18> 보리 재배의 현행 작업체계와 노동력 투하시간

작업명	작업수단			노동투하시간 <sup>1)</sup> (h/ha)
	한국		선진국 (트랙터 중심)	
	경운기소유농가	트랙터소유농가		
퇴비주기	인력	퇴비살포기	퇴비살포기	38
기비주기	인력	인력	비료살포기	8
경운	쟁기	쟁기	쟁기	18
정지	로터리	로터리	해로우	18
파종	파종기	파종기	파종기	25
답압	진압기	진압기	진압기	32
추비주기	인력	인력	비료살포기	14
병충해 방제	동력분무기	동력분무기	봄스프레이어+ *항공기	18
중경제초	동력분무기	동력분무기	봄스프레이어+ *항공기	20
수확	*예취기+탈곡기	*자탈형콤바인	*투입식콤바인	41
건조·조제	천일건조	*건조기	곡물종합처리장	15
운반·기타	트레일러	트레일러	*트럭	27
합계				274

주) \* : 전용기

1) : 경남 보리 주산단지 20농가 표본조사 평균

감자와 고구마의 현행 작업체계와 노동력 투하시간은 <표 3-19>에서 보는 바와 같다. 각 작업단계에서 운반작업은 작업수단에 트레일러가 이용되고 있으나 표에는 별도로 표시하지 않았다.

현행 자가육묘-이식작업 체계에서는 육묘 노력이 감자 249 h/ha, 고구마 161 h/ha로 총 노동력 투하시간에 대한 비율이 감자 20.0%, 고구마 15.1%이며 정식작업이 차지하는 노력은 감자 10.9%, 고구마 21.1%, 수확작업이 차지하는 노력은 감자 24.2%, 고구마 25.5%로서 공동육묘와 더불어 정식과 수확작업의 기계화가 시급함을 알 수 있다.

일본의 경우 감자의 현행 노동 투하시간은 252 h/ha('93 농림수산성 핸드북 작

물통계)로 우리나라의 1243 h/ha의 20% 정도에 불과하며 고구마의 경우 300 h/ha로서 우리나라의 1066 h/ha의 28% 정도에 불과하다. 따라서 감자류의 노동 투하량을 현행 일본 수준으로 절감하는 것이 매우 시급하다고 판단된다.

<표 3-19> 감자류의 현행 작업체계와 노동력 투하시간

작업명	작업수단	노동 투하시간 (h/ha)	
		감자	고구마
종자준비	인력	64	14
모판설치	인력	33	45
파종	인력	119	32
모판관리	인력	33	70
경운정지	쟁기+로터리	66	62
퇴비·기비살포	인력	48	46
정식	인력	136	225
추비주기	인력	13	8
병충해방제	동력분무기	67	35
제초	동력분무기	64	74
피복·복포	피복기	70	36
물관리	양수기	13	7
수확	쟁기	301	272
건조·선별 및 포장	인력	142	86
운반·저장·기타	트레일러	72	54
합계		1243	1066

자료 : 작목별 작업단계별 노동력 투하시간 ('94, 농촌진흥청)

가을배추와 가을무의 현행 작업체계와 노동 투하시간은 <표 3-20>과 같다. 각 작업단계에서 운반작업에는 경운기의 트레일러가 사용되고 있다. 배추와 무 재배에서 부분적으로 기계화된 이루어진 작업은 경운정지, 병충해 방제, 운반 작업 등 극히 일부이며 대부분의 작업은 여전히 인력에 의존하고 있다. 총 노동 투하시간에 대한 작업단계별 노동 투하시간의 비를 분석하면 육묘작업이 배추, 무가 각각 16.6%, 11.9%, 정식작업이 각각 16.5%, 17%, 제초작업이 각각 11.4%, 13.2%, 수확작업이 각각 18.7%, 21.1%로서 이들 작업의 기계화가 시급함을 알 수 있다.

또 일본의 현행 노동 투하량('93년산 야채 생산비, '94 농림수산성)과 비교해 보

면 배추는 일본의 171 h/ha에 비해 약 8.7배, 무는 일본의 115 h/ha에 비해 약 12.7배의 노동이 투하되고 있다.

따라서 감자류의 경우와 마찬가지로 노지채소 재배의 노동 투하량을 향후 5년 이내에 현행 일본 수준으로 감소시키기 위한 대책이 시급히 필요하며, 특히 육묘공장, 정식기, 수확기의 개발이 매우 긴급성을 요하는 과제로 판단된다.

<표 3-20> 가을배추와 가을무의 현행 작업체계와 노동력 투하시간

작업명	작업수단	노동 투하시간 (h/ha)	
		배추	무
종자준비	인력	4	5
모판설치	인력	55	5
파종	인력	115	159
모판관리	인력	74	4
경운정지	쟁기+로터리	80	87
퇴비·기비살포	인력	67	69
정식	인력	247	247
추비주기	인력	74	60
병충해방제	동력 분무기	106	88
제초	인력	170	191
피복·복포	인력	16	11
물관리	양수기	52	35
수확·운반	인력	279	306
선별·포장	인력	51	79
운반·저장	트레일러	73	75
기타	인력	28	29
합계		1493	1451

자료 : 작목별 작업단계별 노동력 투하시간 (94 농촌진흥청)

양파재배의 현행 작업체계와 표본조사 농가의 노동력 투하 시간을 나타낸 것은 <표 3-21>에서 보는 바와 같은데 현행 양파재배의 작업수단을 살펴 보면 경운정지와 병충해 방제 등과 같은 일부 작업을 제외하면 거의 기계화가 되어 있지 않음

며 기계화율은 13% (농업과학기술의 세계화를 위한 작목별 기술대응방안, '95 농촌진흥청)에 불과한 실정이다. 전체 노동 투하시간에 대한 작업별 투하시간의 비는 수확 33.3%, 육묘 20.8%, 이식 20.5% 순으로서, 정식기와 수확기의 개발 및 보급이 시급하여 작업의 공동육묘등 육묘에 소요되는 노동력 감소 대책이 필요한 것으로 분석된다.

<표 3-21> 양파재배의 현행 작업체계와 노동력 투하시간

작업명	작업수단		노동 투하시간 <sup>1)</sup> (h/ha)
	한국	선진국	
육묘	인력	육묘공장	3
퇴비·기비주기	인력	로더+퇴비살포기+석회살포기	19
경운	쟁기	플라우	21
정지	로터리	로터리	19
피복	피복기	-	56
이식	인력	이식기*	368
추비주기	인력	브로드캐스터	25
중경제초	인력	동력분무기	122
병충해 방제	동력분무기	동력분무기	11
물관리	양수기	양수기	25
수확	인력	양파수확기*	597
선별·포장	인력	선별포장기*	135
운반·기타	트레일러	트럭	23
합계			1795

\* : 전용기

1) : 경남 양파 주산지 20농가 표본조사 평균

마늘재배의 현행 작업체계와 노동투하 시간은 <표 3-22>에서 보는 바와 같은 데 우리나라는 현재 경운정지, 병충해 방제, 피복 등 일부 작업에 경운기가 이용되고 있는 실정이며 선진국의 경우와 비교해 볼때 기계화의 가능성이 높은 작업이

많은 것을 알 수 있다.

전체 노동 투하시간에 대한 작업별 노동시간의 비율 보면 수확운반 작업이 20.5%, 파종작업이 19.5%, 제초작업 15.1%, 선별포장작업이 14.1% 순으로 나타나고 있다. 따라서 기계화 요구도가 높은 수확기와 파종기의 개발보급이 시급하며, 제초제 살포기술의 개발 등 선별·포장작업의 생력화 일관작업체계가 요구되는 것으로 분석된다.

<표 3-22> 마늘 재배의 현행 작업체계와 노동력 투하시간

작업명	작업수단		노동 투하시간 <sup>1)</sup> (h/ha)
	한국	선진국	
종자준비	인력	인력	140
경운·정지	쟁기+로터리	쟁기+로터리	90
파종	인력	마늘파종기	401
시비	인력	비료살포기	140
물관리	양수기	살수기*	49
병충해 방제	동력분무기	봄스프레이어	101
중경제초	인력	중경제초기+ 분제입제살포기	310
피복·복토	피복기	동시 피복기	112
수확·운반	인력	수확기	422
선별·포장	인력	선별포장기	289
합계			2054

주) \* : 전용기

1) : 전작기계의 개발방향과 수요예측, '93 경북대

고추재배의 현행 작업체계와 노동력 투하시간은 <표 3-23>에 나타난 바와 같이 노동력 집중이 매우 심한 것을 알 수 있다. 즉 전체 노동 투하시간에 대한 작업 단계별 투하 노동시간의 비율을 보면 수확 26.3%, 육묘 14.5%, 정식 12.9% 등의 순으로 높게 나타났다. 따라서 앞으로 공동육묘시설, 수확기 및 정식기의 개발이

시급함을 알 수 있다.

<표 3-23> 고추재배의 현행 작업체계와 노동력 투하시간

작업명	작업수단	노동 투하시간 (h/ha)
육묘	인력	360
시비	인력	144
경운정지	쟁기+로터리	85
피복복토	피복기	149
정식	인력	322
지주세우기	인력	149
병충해 방제	동력분무기	212
제초	인력	101
수확	인력	654
선별포장	인력	135
운반저장	트레일러	93
관수, 기타	양수기+인력	83
합 계		2487

자료 : '92 농촌진흥청 경영분석관실

### 3. 시설원예

시설원예에서 육묘 작업체계, 엽채류, 과채류, 화훼류에 대하여 우리나라 관행 작업체계와 선진국의 작업체계를 각각 비교하여 <표 3-24> ~ <표 3-27>에 나타내었다. 여기서 우리나라의 관행 작업체계는 1992년부터 농업구조개선사업으로 보급된 파이프비닐온실과 PC·유리온실 등 현대된 시설을 대상으로 하였으며 선진국의 작업체계는 유리온실을 대상으로 하였다.

## 가. 육묘 기계화 작업체계

<표 3-24> 육묘 작업체계

작업명	작업수단			
	한국		선진국	
	자가육묘	공정육묘	자가육묘	공정육묘
상토조제	인력	자동파종 시스템	상토혼합기	자동파종 시스템
상토충전	인력		상토충전기	
진압	인력		진압장치	
파종	인력		진공파종장치	
복토	인력		복토장치	
관수	인력		관수장치	
운반	인력	인력 트레이 운반대차	인력 트레이 운반대차	컨베이어 시스템 및 포트이송장치
밭아	온실	밭아실	밭아실	밭아실
접목	인력	인력	인력	인력
활착	차광온실	활착온실	활착온실	활착양생실
육묘관리	육묘온실 ○ 광,온습도조절	육묘온실 ○ 자주살수장치 ○ 순환팬 ○ 복합환경제어장치	육묘온실 ○ 광,온습도조절	육묘온실 ○ 자주살수장치 ○ 순환팬 ○ 복합환경제어장치
출하	-	인력 상자포장	-	상자포장장치

우리나라의 경우 관행의 육묘 작업체계에서 자가육묘는 주로 인력에 의존하고 있으며, 1992년부터 정부보조사업으로 설치한 육묘공장에서는 자동파종시스템을 도입하여 파종작업만이 완전자동화된 반면 선진국의 경우는 자가육묘에서 각종 기계장치를 도입하여 기계화되어 있으며 육묘공장에서는 파종을 비롯한 전 공정이 자동화되어 있다.

## 나. 업체류 시설재배 작업체계

업체류 시설재배의 작업체계에서 육묘작업은 우리나라와 선진국 모두 자가 육묘한 모와 육묘공장에서 생산한 공정육묘 모를 구입하여 사용하고 있다. 선진국의

경우 자가육묘시 상토제조기, 상토충전기, 파종기 등 전용의 육묘 기기를 사용하고 있으나 우리나라는 대부분 인력에 의존하고 있다. 기타 다른 작업을 표에서 보는 바와 같이 대부분 기계화·자동화 되어 있다. 그러나 우리나라는 파이프 비닐온실의 경우 설비는 수동스위치에 의한 조작이 대부분이며, 유리온실의 경우 성능면에서는 다소 차이가 있지만 우리나라나 선진국 모두 컴퓨터를 이용한 자동화 시스템이 도입되어 있다. 우리나라의 엽채류 시설재배 작업체계에서 인력 의존도가 가장 높은 것은 이식과 수확작업으로서 이들의 기계화가 요구되고 있다.

<표 3-25> 엽채류 시설재배 작업체계

작업명		작업수단			
		한국		선진국	
		파이프비닐온실	PC·유리온실		
육묘		자가육묘(인력), 공정육묘	자가육묘(인력) 공정육묘	자가육묘(기계화) 공정육묘	
이식 (정식)		인력	인력	이식기 (자동, 반자동)	
환경관리	온도	난방	온풍기	온풍기+온수보일러	온풍기+온수보일러
		냉방	환기	환기	증발냉각
	광	보광	태양광	태양광	태양광 + 보광등
		차광	차광커튼	차광커튼, 알미늄스크린	알미늄스크린
	탄산가스		환기, 연소식발생기	연소식, 액화CO <sub>2</sub> 공급기	액화CO <sub>2</sub> 공급기
	제어시스템		개별제어	복합환경제어	복합환경제어
재배관리	관수	토양재배	점적(타이머)	점적+액비혼입기	자동관비시스템
		양액재배	간이배지경	간이배지경	NFT시스템
	방제	열연무기 무인상온연무기	무인상온연무기	무인상온연무기	
수확		인력	인력	자동수확시스템	
선별 포장		-	인력포장	집출하시설	

#### 다. 과채류 시설재배 작업체계

<표 3-26>의 과채류 시설재배의 작업체계를 보면 육묘작업은 우리나라와 선진국 모두 자가육묘한 모, 공정육묘 모를 같이 사용하고 있다. 그러나 과채류는 고추를 제외한 대부분의 작목에서 병해, 연작장해 등을 피하기 위하여 접목묘를 사용하고 있는데 접목묘위 생산은 인력 의존도가 높고 또한 육묘공장에서 생산하는데는 많은 어려움이 있기 때문에 자가육묘한 모를 사용하는 비율이 높아지고 있다.

과채류 시설재배에서는 온도, 광, 탄산가스 농도 등 환경관리가 농산물 품질 및 수량에 크게 영향을 미치기 때문에 PC·유리온실에서는 우리나라와 선진국 모두 컴퓨터를 이용한 복합환경제어 시스템을 도입하여 사용하고 있다. 파이프 비닐온실은 개별제어 시스템이 사용되고 있지만 대부분 수동스위치에 의하여 조작되고 있다.

과채류 시설재배 작업체계에서 이식작업, 적심 및 적과작업, 수확작업 등의 작업은 인력에 의존하고 있기 때문에 많은 노동력이 요구되어 이들 작업의 기계화가 중요하다. 그러나 이들 작업의 기계장치는 고도의 기술을 요하는 것으로 연구·개발에 정책적인 뒷받침이 요구된다.

<표 3-26> 과채류 시설재배 작업체계

작업명		작업수단			
		한국		선진국	
		파이프비닐온실	PC·유리온실		
육묘		자가육묘(인력), 공정육묘	자가육묘(인력), 공정육묘	자가육묘(기계화) 공정육묘	
이식 (정식)		인력	인력	이식기 (자동, 반자동)	
환경관리	온도	난방	온풍기	온풍기+온수보일러	온풍기+온수보일러
		냉방	환기	환기	증발냉각
	광	보광	태양광	태양광	태양광 + 보광등
		차광	차광 커튼	차광 커튼, 알미늄 스크린	알미늄 스크린
	탄산가스		환기,연소식발생기	연소식, 액화CO <sub>2</sub> 공급기	액화CO <sub>2</sub> 공급기
	제어시스템		개별제어	복합환경제어	복합환경제어
재배관리	관수	토양재배	점적(타이머)	점적+액비혼입기	자동관비시스템
		양액재배	간이 배지경	간이 배지경 압면 배지경	담액 순화식 수경, 압면 배지경
	적심 및 적과		인력	인력	인력
	방제		열 연무기 무인 상온연무기	무인 상온연무기	무인 상온연무기
수확		인력	인력	인력	
선별 포장		인력	인력	집하장	

라. 화훼류 시설재배 기계화 작업체계

<표 3-27>에서 보는 바와 같이 화훼류 시설재배의 작업체계를 보면 우리나라는 대부분 자가육묘한 모를 사용하고 있으며, 최근 장미 등에 공정육묘한 모를 사용하기 시작했다. 그러나 화훼재배 선진국인 화란에서는 육묘와 재배가 각각 분리되어 있어 대규모 육묘공장에서 생산된 모를 대부분 사용하고 있다.

현재 국내에 보급되고 있는 온실은 화훼전용 온실로 개발된 모델이 아니기 때

문에 선진국에 비하여 환경조절성능이 좋지 못하다. 특히 여름철 고온기 극복을 위한 구조와 설비가 미흡한 실정이다. 화훼류 시설재배에 있어서도 이식작업, 적심 및 수화작업이 인력에 의존하고 있기 때문에 관련 기계의 개발이 시급히 요구된다.

<표 3-27> 화훼류 시설재배 기계화 작업체계

작업명		작업수단			
		한국		선진국	
		파이프비닐온실	PC·유리온실		
육묘		자가육묘(인력)	자가육묘(인력) 공정육묘	공정육묘	
이식 (정식)		인력	인력	이식기 (자동, 반자동)	
환경관리	온도	난방	온풍기	온풍기+온수보일러	온풍기+온수보일러
		냉방	환기	환기	증발냉각
	광	보광	태양광	태양광	태양광 + 보광등
		차광	차광커튼	차광커튼, 알미늄스크린	알미늄스크린
	탄산가스		환기	환기	액화CO <sub>2</sub> 공급기
	제어시스템		개별제어	복합환경제어	복합환경제어
	재배관리	관수	토양재배	점적(타이머)	점적+액비혼입기
양액재배			간이배지경	암면배지경	저면관수수경 암면배지경
적심		인력	인력	인력	
방제		열연무기 무인상온연무기	무인상온연무기	무인상온연무기	
수확		인력	인력	인력, 컨베이어	
선별포장		인력	인력, 결속기	자동포장기	

#### 4. 과수

우리나라와 선진국의 과수 관행 작업체계는 <표 3-28>에서 보는 바와 같다. 과수의 작업체계는 사과, 배, 단감은 동일하며 감귤의 경우에는 신소유인작업이 없는 외에는 동일하다. <표 3-28>에서 노동 투하시간은 사과의 경우만을 대표적으로 예시하였다.

사과 재배의 총노동투하시간은 340 h/10a로서 259 h/10a('93 일본 농림수산성 과수통계)인 일본의 1.3배, 43 h/10a('91 미국 국무성 농업통계)인 미국의 7.9배로 더 많은 노동력이 투하되고 있다. 또 사과 재배의 현행 작업체계에서 총 노동투하시간에 대한 단계별 노동 투하시간의 비가 높은 작업은 수확 17.2%, 적과 14.6%, 전정 11.8%, 병충해 방제 11.5% 순으로 나타나 이들 작업의 기계화가 시급한 것으로 판단된다.

#### 5. 기계화 요구도

농작물의 수확전 작업체계에서 각 작목별 현행 작업체계와 노동력 투하시간(<표 3-28>참조)을 기준으로하여 총 노동력 투하시간에 대한 작업 단계별 노동투하시간의 비가 10% 이상이 되는 작업을 각 작목별로 선정하고 그 비율이 높은 순위별로 기계화 요구도를 결정한 결과는 <표 3-29>에 보는 바와 같다.

기계화 요구도 순위가 1위인 작업단계는 보리, 감자, 고구마, 배추, 무, 마늘, 고추, 시설채소, 화훼작물, 과수의 경우에는 수확작업이고, 벼와 양파의 경우에는 이식작업, 느타리버섯은 선별포장 작업으로 나타났다. 또 기계화 요구도 순위가 2위인 작업은 벼, 양파, 느타리버섯에서는 수확작업이고, 고구마와 무의 경우에는 이식작업, 감자, 배추, 고추의 경우에는 육묘작업, 마늘은 파종작업, 시설채소와 화훼는 선별포장 작업, 사과는 적과작업, 배는 봉지씌우기, 감귤은 병충해 방제작업 등으로 나타났다. 즉, 조사한 대부분의 작목에서 기계화 요구도가 높은 작업은 수확과 이식에 관련된 작업인 것으로 판단된다.

이와 같이 노동력 투하의 집중도가 높은 작업을 기준으로 선정한 기계화 요구도는 농가의 기계 수요의 측면에서도 유사한 순서로 나타날 것으로 추정되므로 앞으로의 농업기계의 연구와 개발 및 생산 보급의 우선순위도 이에 준하여 판단해야 할 것으로 사료된다.

<표 3-28> 과수(사과, 배, 귤, 단감) 재배의 기계화 작업체계

작업명	작업수단		선진국	사과 노동투하시간 (h/10a)
	한국			
	중소규모 농가	대규모 농가		
전정 및 전지	인력+전지가위	인력 + 전지가위	고소작업차 + 동력가위	401
준비 주기	인력	인력	트랙터 + 비료 살포기	71
퇴비 주기	경운기+인력 관리기+구굴기	트랙터 + 인력 트랙터 + 구굴기	트랙터 + 퇴비 살포기 트랙터 + 굴삭기	176
경운	경운기+로터리	트랙터 + 로터리	트랙터 + 로터리	74
적과	인력	인력	인력	496
추비 주기	인력	인력	트랙터 + 비료 살포기	57
적심,적아	인력	인력	고소작업차 + 인력	64
신소유인	인력	인력	인력	69
봉지 씌우기	인력	인력	-	215
병충해 방제	경운기+ 동력분무기	스피드 스프레이어	스피드 스프레이어	376
중경제초	관리기+중경제초기	관리기+중경제초기	트랙터 + 중경제초기	118
수확	인력	인력	인력	584
운반	경운기 + 트레일러	트랙터+트레일러	트랙터 + 트레일러	146
선별·포장	인력	중량선별기+인력	색채선별기+포장기	298
기타	인력	인력	인력	254
합계				3401

자료 : 작목별 작업단계별 노동력 투하시간. ('94, 농촌진흥청)

<표 3-29> 작목별 작업단계별 기계화 요구도 순위

작 목	총 노동력 투하 시간 (h/ha)	기계화 요구도 순위				
		1	2	3	4	5
장미	13,097	수확	선별포장	병충해방제	-	-
느타리버섯	10,264	선별포장	수확	벚짚뭍기	-	-
축성오이	7,962	수확	선별포장	-	-	-
시설토마토	7,323	수확	선별포장	-	-	-
시설상추	4,859	수확	선별포장	정식	-	-
배	3,798	수확	봉지씌우기	전정전지	적과	선별포장
시과	3,401	수확	적과	전정전지	병충해방제	-
노지고추	2,487	수확	육묘	정식	피복복토	-
감귤	2,117	수확	병충해방제	-	-	-
단감	2,067	수확	전정전지	-	-	-
마늘	2,054	수확	파종	중경제초	선별포장	피복복토
양파	1,777	정식	수확	중경제초	선별포장	피복복토
가을배추	1,493	수확	육묘	정식	중경제초	-
가을무	1,451	수확	정식	중경제초	육묘	-
봄감자	1,243	수확	육묘	선별포장	정식	-
고구마	1,066	수확	정식	육묘	-	-
벼	408	이앙	수확	육묘	물관리	경운정지
보리	274	수확	퇴비살포	경운정지	답압	중경제초

## 제 5 절 농작물의 수확후 작업체계

각종 농산물의 수확후 작업체계는 농산물의 종류, 최종 이용목적, 기후, 지역여건 등에 차이가 있으나, 대표적인 농산물의 국내의 수확후 작업체계 및 기술수준을 살펴보면 다음과 같다.

### 1. 벼

현재, 우리나라의 전통적인 미곡 수확후 작업(<그림 3-1>, <그림 3-2>)은 일본(<그림 3-4>)이나 미국(<그림 3-5>)에 비해 농가에서 수행되는 작업단계가 많을 뿐만 아니라, 건조, 도정, 수송 등의 작업을 제외하고는 대부분 인력에 의존하고 있음을 알 수 있다. 현재 정책적으로 추진하고 있는 미곡종합처리장을 중심으로 한 수확후 작업체계의 개선은 매우 바람직한 것으로 판단된다.

콤바인 수확 → 상차 → 이송(포대) → 하차(적재) → 건조

→ 포대담기 → 적재 → 정선 → 계량/포장 → 상차 → 운반 → 하차 → 공판

→ 창고적재 → 저장 → 상차 → 수송 → 하차 → 적재 → 도정/포장

→ 출하

<그림 3-1> 우리나라의 전통적인 벼 수확후 작업체계(정부수매용)

콤바인 수확 → 상차 → 운반(포대) → 하차(적재) → 건조 → 입고

→ 산물/포대 저장 → 출고(포대담기) → 상차 → 운반 → 하차 → 도정/포장

→ 출하

<그림 3-2> 우리나라의 전통적인 벼 수확후 작업체계(일반소비용)

콤바인 수확 → 상차 → 운반(포대) → 하차 → 미곡종합처리장  
(건조/저장/도정/포장)  
→ 위탁보관/출하

<그림 3-3> 우리나라의 미래지향적 벼 수확후 작업체계

콤바인 수확 → 상차 → 운반(포대) → 하차 → 컨트리 엘리베이터  
(품위판정/건조/제현/저장)  
→ 수송(산물) → 정미/포장 → 위탁보관/출하

<그림 3-4> 일본의 벼 수확후 작업체계

콤바인 수확 → 운반(산물) → 건조/저장 → 수송(산물) → 도정/포장 → 출하

<그림 3-5> 미국의 벼 수확후 작업체계

<표 3-30>은 우리나라와 농업여건이 유사하고, 최신 가공기술을 보유하고 있는 일본과 우리나라의 수확후 가공기술을 요약 비교한 것이다. 우리나라는 개인 농가 단위로 건조, 저장이 이루어지고 있는 반면 일본은 공동이용형 건조, 저장시설을 이용하고 있다. 또한, 건조, 저장, 도정 등에 이용되는 단위 기계 및 시설의 기술수준에도 현격한 차이가 있음을 알 수 있다.

<표 3-30> 벼 수확후 가공처리 기술 현황

구 분	한 국	일 본
○ 건 조	태양열건조(50.4%) 순환식 화력건조 개량곳간 건조 다목적 건조 저장시설	대규모 공동이용 건조/저장시설 - 순환식 자동건조 (원료의 자동수분측정, 품위판정) - 건조후 제현, 현미 저장
○ 저 장	간이창고저장(49%) 개량곳간저장 임도정공장 위탁저장	- 산물저장 - 위탁보관 및 판매 - 벼재배품종 : 2-3개로 제한 - 계획 수확 및 반입
○ 도 정	소규모임도정공장(83%) 습식연미가공(1.3%) 색채선별(0.4%) 40kg단위포장유통(유통량의 70%)	대규모 도정시설 - 자동화 - 습식연미, 색채선별, 쇄미분리 - 등급차별화 - 품질보증, 소포장 유통
○ 쌀가공	가공품목: 麵類, 餅類 가공용 소비량 : 3.0%(’90)	쌀가공식품 다양화
○ 왕겨이용	왕겨탄, 보온재, 폐기	팽화왕겨 -축사敷料, 버섯재배, 조사료, 유기규산
○ 쌀겨이용	미강유착유(4.1%) 가축사료(산폐미강)	대부분 고급 미강유 생산 탈지강은 가축사료

참조 : 농업과학기술 연구개발 중장기 계획(상), 농촌진흥청, 1991

한편, 1994년 현재 곡물건조기 보급대수는 34,400대, 건조작업의 기계화율은 26% 정도로서 타 농작업에 비해 기계화율이 매우 저조한 실정이다.

## 2. 원예작물

원예작물은 과실류, 과채류, 엽채류, 근경채류 및 화훼류로 대별된다. 이들 작물의 수확후 작업체계 및 처리기술을 살펴보면 다음과 같다.

### 가. 과실류

사과, 배, 복숭아, 감귤, 감 등 과실류의 수확후 작업체계는 과실의 종류에 따라 차이가 있다. 우리나라에서 가장 많이 생산되는 사과의 수확후 처리시스템은 <그림 3-6>에서와 같이 출하전까지 농가에서 수행되는 작업단계가 여러 단계일 뿐만 아니라 선과작업 이외에는 거의 대부분 인력에 의존하고 있다. 일본이나 미국의 경우<그림 3-7> 및 <그림 3-8> 공동선과시설을 이용하고 있으며, 거의 대부분 공동선과장을 통해 위탁 저장 및 판매를 하고 있음을 알 수 있다.

수확 → 포장내 적재 → 예비선별 → 상자담기 → 운반 → 입고

→ 상온 저장 → 출고 → 중량선별 → 포장 → 상차 → 상온 수송  
→ 공판

<그림 3-6> 사과의 수확후 작업체계(한국)

수확 → 포장내적재 → 예비선별 → 상자담기 → 운반 → 팩킹하우스

(이송/계량/일차선별/투입, 속도/크기/색채 선별/ 포장/ 팔레타이징/

저온/CA 저장) → 보냉 수송 → 공판

<그림 3-7> 사과의 수확후 작업체계(일본)

수확 → 컨테이너 적재 → 운반 → 팩킹하우스 (덤핑/세척/예비선별/

건조/와싱/건조/색채선별/무게선별/포장/팔레타이징/CA저장) → 출하

→ 보냉 수송 → 도소매

<그림 3-8> 사과의 수확후 작업체계(미국)

## 나. 엽채류

노지에서 재배되고 있는 엽채류의 일반적인 수확후 처리과정 및 작업수단은 작목에 따라 차이가 있으며, 배추의 경우 다음과 같이 2가지 처리과정이 있다. 각 작업단계별 작업은 <표 3-31>에서 보는 바와 같이 거의 대부분 인력에 의존하고 있다.

### 저온저장

↑ ↓

수확 → 다듬기 → 묶기 → 이송 → 상차 → 출하

수확 → 뿌리자르기 → 선별 → 단묶기 → 포장 → 상차 → 출하

<그림 3-9> 배추의 수확후 작업체계

<표 3-31> 배추의 수확후 처리과정별 작업내용

작업명	작업수단	작업방법
수확 뿌리자르기 / 다듬기	인력 낫, 칼	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 한 포기씩 수확</li> <li>○ 주로 여자들이 작업</li> </ul>
신문지싸기 포장	인력 인력	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수분증발 억제와 손상방지</li> <li>○ 3~5 포기를 한단으로 묶은 다음 20단씩을 1상자에 넣어서 포장</li> </ul>
선별	인력	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 묶음 작업시 모양과 크기를 기준으로 선별</li> <li>○ 선별 : 크기별로 4등급 선별 (특, 상, 중, 하)</li> </ul>
저장 이송/집적	저온 저장고 경운기, 리어카	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 3 - 4개월 정도 저장</li> <li>○ 리어카, 경운기 등을 이용하여 포장내에서 이송, 상차를 이송하기 위해 레일을 이용하는 경우도 있음</li> </ul>
상차	인력	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 경운기 또는 트럭에 적재, 단으로 묶어 적재할 경우는 작업이 힘들</li> </ul>

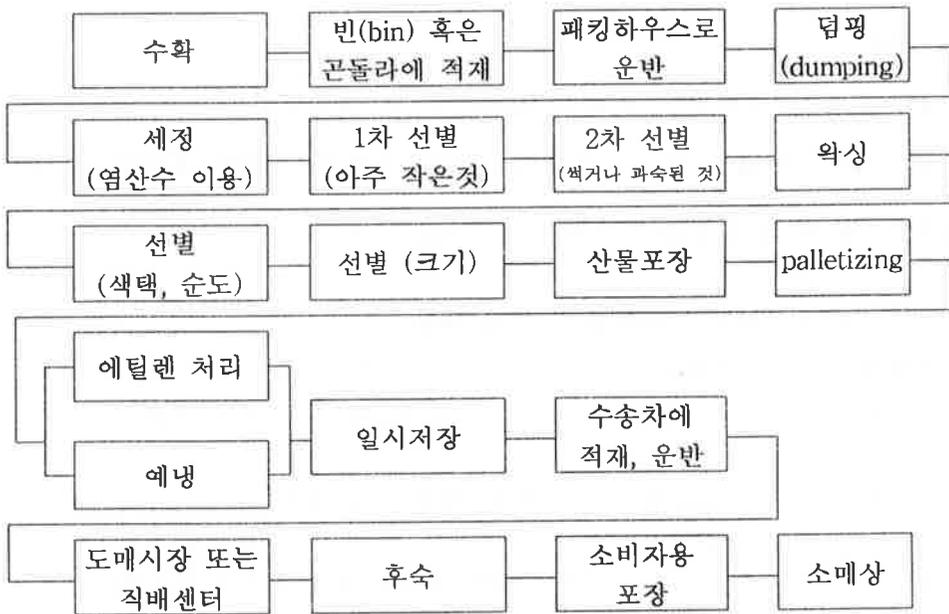
자료 : “채소류 수확후 기계화 모형 개발”, 농업기계화연구소, 1995. 11

선진국에서 이루어지고 있는 엽채류의 수확후 기계화 작업체계는 포장내에서 수확과 동시에 이동식 패키징시설을 이용하는 경우와 수확후 집하장(패키징하우스)으로

운반하여 처리하는 경우로 구분된다. 최근에는 작업단계를 줄이기 위하여 전자를 선호하는 추세이다.

#### 다. 과채류

과채류(호박, 오이, 딸기, 토마토 등)의 일반적인 처리과정 및 작업방법은 <표 3-32>에서 나타난 바와 같다. <그림 3-10>은 과채류 중에서 토마토에 대한 선진국의 기계화 체계를 나타낸 것인데 대부분의 처리 단계에서 인력보다는 기계에 의존하며, 선별과정이 다양함을 알 수 있다.



<그림 3-10> 과채류(토마토)의 수확후 기계화 체계

<표 3-32> 과채류의 수확후 처리과정별 작업방법

작업명	작업수단	작업내용
수확	인력	◦ 상품가치가 있는것만 수확
운반	인력	◦ 바구니나 일륜차를 이용하여 운반
선별/포장	인력	◦ 선별/포장 작업은 주로 여자가 담당
상차	트럭 / 인력	◦ 자가 출하 : 본인이 직접 트럭이용 ◦ 작목반 출하 : 공동으로 트럭이용 ◦ 중간상 출하 : 상인이 상차하여 출하

자료 : “채소류 수확후 기계화 모형 개발”, 농업기계화연구소, 1995. 11

### 라. 근채류

근채류중 무의 일반적인 수확후 처리과정 및 작업방법은 <표 3-33> 및 <표 3-34>와 같다. <그림 3-11>는 외국의 근채류 수확후 기계화 체계를 나타낸 것으로, 세정, 선별 및 포장작업이 기계화되어 있음을 알 수 있다.

<표 3-33> 무의 수확후 처리과정 및 작업 방법

작업명	작업수단	작업내용
수확	인력	◦ 손으로 뽑으면서 선별 작업 병행
이송	인력 경운기 리어카	◦ 포장밖으로 무를 이송
상차	인력	◦ 트럭에 상차후 포장을 치고 묶는다.

자료 : “채소류 수확후 기계화 모형 개발”, 농업기계화 연구소, 1995. 11



<그림 3-11> 선진국의 근채류 수확후 기계화 체계

## 마. 조미채소류

마늘, 양파 등 조미채소류의 수확후 처리과정은 작목에 따라 차이가 큰것으로 나타나고 있다. 마늘의 경우 판매형태에 따라 접마늘과 kg마늘로 구분되며, <그림 3-12>와 같이 작업공정이 나누어진다. 양파의 경우 <그림 3-13>에 나타난 바와 같이 묶음양파와 망양파에 따라 작업공정이 구분된다.

### <접마늘>

수확 → 천일건조 → 접단위 선별/집속 → 운반 → 상차

→ (저온저장) → 출하

### <kg마늘>

○ 수확 → 천일건조 → 큰단결속 → 운반 → 모으기 → 줄기절단 → 선별

→ 망작업 → 운반 → 상차 → (저온저장) → 출하

○ 수확 → 큰단결속 → 운반 → 모으기 → 야적/통풍건조 → 줄기절단

→ 선별 → 망작업 → 운반 → 상차 → (저온저장) → 출하

<그림 3-12> 마늘의 수확후 처리유형별 작업공정

<묶음양파>

수확 → 운반 → 상차 → 출하

<망양파>

○ 수확 → 결속 → 천일건조 → 운반 → 집적 → 유키 → 기둥말이/건조

→ 즐기절단 → 선별 → 망작업 → 운반 → 상차 → (저온저장) → 출하

○ 수확 → 즐기절단 → 선별 → 망작업 → 운반 → 상차 → (저온저장)

→ 출하

○ 수확 → 천일건조 → 즐기절단 → 선별 → 망작업 → 운반 → 상차

→ (저온저장) → 출하

<그림 3-13> 양파의 수확후 처리유형별 작업공정

<그림 3-14>는 조미채소류에 대한 선진국의 기계화 작업체계를 나타낸 것인데 포장이나 집하장에서 즐기절단 등의 다듬기 작업이 이루어지며, 작물별로 큐어링에 필요한 온도 및 상대습도를 유지하면서 인위적인 큐어링을 실시함을 알 수 있다.

<표 3-34> 마늘의 수확후 처리과정별 작업내용

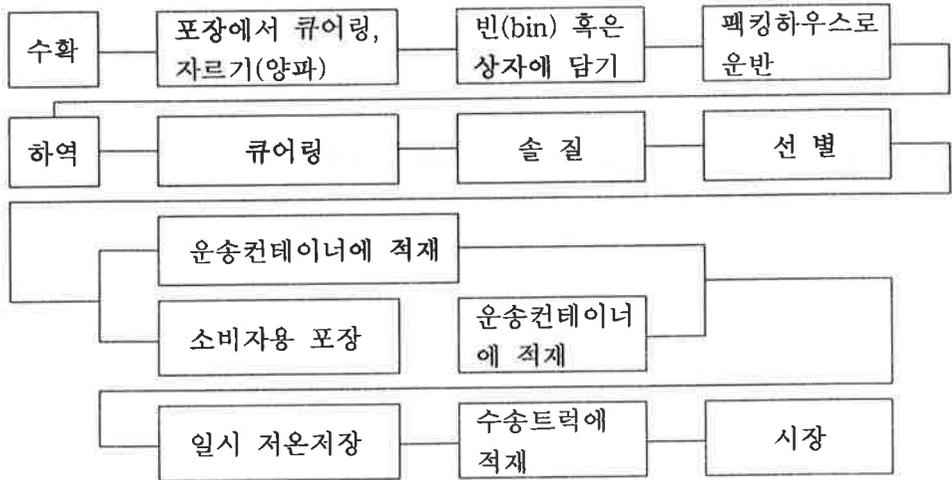
작업명	작업수단	작업내용
수확	인력	○ 필요에 따라 호미 또는 삽을 이용
천일건조		○ 노지건조 : 7~10일간 건조 ○ 하우스건조 : 출하시기를 지켜야 할 경우 ○ 야적통풍건조·건가건조 : 비가림 야적, 15~20일간 건조
선별/집속/결속	인력	○ 접마늘 - 선별 : 크기별(대·중·소) 육안선별 - 집속 : 50, 100개단위 - 앞절단 : 적과가위, 칼이용 - 결속 ○ kg마늘 - 예비선별 : 상품화가 곤란한 마늘 발취 - 결속
모으기/운반/집적	인력/경운기/트랙터	○ 모으기 : 경운기 이용 ○ 집적 : 상차를 위해 편리한 장소에 모음 ○ 운반 : 경운기/트랙터/트럭 이용
줄기절단	인력	○ 적과가위 또는 칼 이용
선별	인력	○ kg마늘 : 대, 중, 소로 선별
망작업	인력	○ 20 kg용 망사자루
저온저장		○ 컨테이너에 적재후 지게차로 입고
상차	인력	○ 상차 3인, 적재 전문가 1인

자료 : "채소류 수확후 기계화 모형 개발", 농업기계화연구소, 1995. 11

<표 3-35> 양파의 수확후 처리과정별 작업내용

작업명	작업수단	작업내용
수확	인력	○ 손, 호미 이용
예건조	천일건조	○ 노지건조 : 4kg단위로 묶어 건조 4~5일간 건조
결속	인력	○ 4.2kg 기준으로 결속
줄기절단	인력	○ 칼로 줄기를 절단
선별	인력	○ 육안선별 (대, 중, 소)
망작업	인력	○ 20 kg 용량의 망사자루
모으기	인력/경운기	○ 모으기 : 경운기 이용
운반		○ 운반 : 경운기, 트레일러 이용
집적		○ 집적 : 상차를 위해 편리한 장소에 집적
엮음/기둥말이/건조	인력	○ 양파를 새끼줄로 엮어 기둥에 감아 통풍 건조
저온저장		○ 컨테이너 적재후 지게차로 입고
상차	인력	○ 상차 3인, 적재 전문가 1인

자료 : “채소류 수확후 기계화 모형 개발”, 농업기계화연구소, 1995. 11



<그림 3-14> 조미채소류 수확후 기계화 체계

## 제 6 절 축산의 기계화 현황

### 1. 일반 현황

우리나라의 주요 가축의 사육두수는 <표 3-36>에서 보는바와 같이 사육호수는 감소한 반면 호당 사육두수는 지속적으로 증가하여 왔으며, 특히 80년대 중반이후 급격히 증가하는 경향을 보이고 있다. 최근 평균 사육규모는 한우 4.3두, 젓소 21.2두, 돼지 110.3두, 닭 426마리로 나타나고 있으나 젓소의 경우 일본 38두, 뉴질랜드 228두, 돼지의 경우 대만 330두, 일본 430두, 덴마크 530두에 비하면 규모가 영세함을 알 수 있다. 특히 한우의 경우 호당 4두미만의 농가가 78%를 차지하는 것으로 보고되고 있다.

<표 3-36> 가축사육 동향

구 분	단 위	'65	'70	'75	'80	'85	'90	'95
○ 한우								
사육두수	천두	1,315	1,286	1,556	1,361	2,553	1,622	2393
사육호수	천호	1,157	1,120	1,277	948	1,048	620	540
호당 평균두수	두	1.1	1.1	1.2	1.4	2.4	2.6	4.3
○ 젓소								
사육두수	천두	7	24	86	180	390	504	552
사육호수	천호	1	3	9	18	44	33	26
호당 평균두수	두	7	8	9.6	10	8.9	15.3	21.2
○ 돼지								
사육두수	천두	1,382	1,126	1,247	1,784	2,853	4,528	5,955
사육호수	천호	1,083	884	654	503	251	133	54
호당 평균두수	두	1.3	1.3	1.9	3.5	11.4	34.0	110.3
○ 닭								
사육두수	천두	11.9	23.6	29.9	40.1	51.1	74.5	80.6
사육호수	천호	1,320	1,338	1,094	692	303	161	189
호당 평균두수	두	9	18	27	58	169	463	426

국민 1인당 육류 소비량은 <표 3-37>에서 보는바와 같이 지속적으로 증가하고 있으나, 일본, 대만 등과 비교해 볼때(표 3-38) 우리나라와 주식생활이 유사한 일본의 70%, 대만의 40%에 불과하다. 앞으로 우리나라의 경제성장을 감안하고 식생활 양상의 변화를 감안할 때 육류소비량은 계속 증가할 것으로 전망된다.

<표 3-37> 연도별 축산물 소비동향

구 분	'65	'70	'75	'80	'85	'90	'93	연평균증가율 ( '65~93)
								%
○ 육류전체(천톤)	98	165	225	433	593	859	1,098	9.0
○ 1인당(kg)	3.4	5.2	6.4	11.3	14.4	19.9	24.7	7.3
쇠고기	1.0	1.2	2.0	2.6	2.9	4.1	5.3	6.1
돼지고기	1.9	2.6	2.8	6.3	8.4	11.8	13.9	7.4
닭고기	0.5	1.4	1.6	2.4	3.1	4.0	5.5	8.9
달걀(개)	30	77	83	119	131	167	184	6.7
우유(kg)	0.3	1.6	4.6	10.8	23.8	42.8	45.0	19.6

<표 3-38> 주요 국별 육류 1인당 소비량('91)

(단위 : kg)

구 분	한 국	일 본	대 만	미 국	영 국	호 주
쇠 고 기	5.2	6.4	2.1	30.7	13.5	26.0
돼지고기	11.8	11.8	27.2	20.6	16.5	12.5
가 금 육	4.8	14.0	23.0	42.0	22.0	24.0
계	21.8	32.2	52.3	93.3	52.0	62.5

<표 3-39> 주요 가축의 생산비 비교

항 목	한 우			젖 소		
	한국(A)	미국(B)	A/B	한국(A)	미국(B)	A/B
가 축 비	29,712 <sup>1)</sup>	9,523	3.1배			
사 료 비	11,427	2,970	3.8	174 <sup>2)</sup>	122	1.4배
노 력 비	7,800	252	31.0	156	47	3.3
자본이자	5,301	484	11.0	84	46	1.8
기 타	842	1,212	0.7	14	17	0.8
계	55,082	14,441	3.8	428	232	1.8

주 : 단위 1) 원/생체 10kg, 2) 원/원유 1kg

<표 3-39> (계속)

항 목	비 육 돈			닭 고 기		
	한국(A)	대만 (B)	A/B	한국(A)	미국(B)	A/B
가 축 비	35,700 <sup>3)</sup>	36,000	1.0배	170 <sup>4)</sup>	55	3.1배
사 료 비	57,000	57,000	1.0	564	285	2.0
인 건 비	17,400	7,000	2.5	140	70	2.0
기 타	14,000	7,000	2.0	109	130	0.8
계	124,100	107,000	1.2	983	530	1.8

주 : 단위 3) 원/생체 90kg, 4) 원/생체 1kg

자료 : 축산시험장, 축산물 경쟁력제고를 위한 생산비 절감방안, 1994. 1

한편 육류 생산비는 한우의 경우 미국의 3.8배, 우유는 미국의 1.8배, 돼지고기는 대만의 1.2배, 닭고기는 미국의 1.8배로서 경쟁대상국에 비해 돼지고기를 제외하고는 월등하게 높게 나타나고 있다(표 3-39). 생산비가 높은 원인을 항목별로 살펴보면 한우, 젖소, 비육돈은 노력비가 경쟁대상국의 2.5 내지 3.1배로 타 항목에 비

해 가장 높은 비중을 차지하며 닭고기의 경우 가축비가 3.1배로 가장 높은 비중을 차지하고 있다.

<표 3-40>은 경쟁 대상국 대비 축종별 노동투하시간을 나타내고 있는데 조사료를 필요로 하는 비육우, 번식우 및 낙농의 경우 경쟁대상국에 비해 4~15배, 육계 5.5배, 양돈 및 산란계가 약 2배이며, 특히 조사료 생산 노동투하 시간이 15 ~ 19배로 높게 나타나는 것은 주목할 만한 사실이다. 노동 투하시간이 높게 나타나는 것은 경영규모의 영세성으로 인한 조사료 생산 및 사양관리시설의 기계화가 낙후되어 있음을 의미한다.

<표 3-40> 가축의 축종별 노동투하량 비교

축종	노동투하량		비율(%)
	한국	경쟁대상국	
0 육우			
- 번식우	221(시간/두)	51(시간/두) (EC)	433
- 비육우	212	14 (EC)	1,514
0 낙농	285	78 (EC)	422
0 양돈	7	3 (EC)	233
0 양계			
- 산란계	58(시간/100수)	27(시간/100수)(EC)	215
- 육계	60	11 (EC)	545
0 조사료			
- 초지	640(시간/ha)	34(시간/ha) (EC)	1,882
- 사료작물 (옥수수)	494	32 (EC)	1,544

자료 : 농업과학기술 연구개발 중장기 계획(상), 농촌진흥청, 1991. 4.

## 2. 조사료 생산

우리나라의 한우 사육농가는 규모가 영세할 뿐만아니라 대부분 짚과 농후사료에 의존하고 있는 것은 주지의 사실이다. <표 3-41>과 <표 3-42>는 우리나라 경산우 10두 규모(중 소규모)의 낙농가와 경산우 30두정도의 낙농가(중 대규모)를 대상으로 조사료 생산에 사용되는 작업단계별 작업수단을 건초생산과 사일리지(조사료) 생산으로 구분하여 조사한 결과인 데 이때 선진국은 경산우 50두 규모의 농가로 화란, 덴마크 등지의 전형적인 낙농가를 대상으로 한 것이다.

우리나라에서 평균수준에 해당하는 낙농가의 경우 경운기 또는 트랙터를 이용한 경운 쇄토 및 운반작업과 목초예취 및 절단 작업 이외에는 거의 모든 작업을 인력에 의존하고 있음을 알 수 있다. 초지확보는 수백평 정도에 불과하며 조사료 생산을 기피하고 오히려 짚과 TMR사료에 의존하는 실정이다.

## 3. 사양관리

사료급여, 급수, 건강관리, 착유, 축사청소 및 분뇨처리 등 각종 사양관리작업에 투하되는 노동력은 <표 3-43>에서 보는 바와 같다. 각 축종별로 작업별 노동투하 시간을 살펴보면 젖소의 경우 상대적으로 노동투하 비율이 가장 높은 작업은 사료조제 급여로서 전체 시간의 30.1%를 차지하며, 착유와 축사청소는 25.9%, 16.7%로 나타나고 있다. 이들 3가지 작업이 전체의 약 73%에 달하고 있다. 다른 축종의 경우도 사료 조제 및 급여와 축사청소가 높은 비중을 차지하며, 산란계의 경우 체란이 27%로 가장 높다.

최근에 양계와 양돈의 경우 규모화와 더불어 자동급이장치가 보급되면서 사료급이 노력은 감소되고 있으나 그 외의 작업은 여전히 인력에 의존하고 있다. <표 3-44>는 우리나라와 선진국에서 사용되고 있는 사양관리 방법을 비교한 것으로 선진국에 비해 매우 낙후되어 있음을 알 수 있다.

<표 3-41> 조사료(건조) 생산 기계화 작업체계

작업명	작업수단		
	한국		선진국
	중소규모 농가 <sup>1)</sup>	대규모 농가	
퇴비 살포	경운기 + 인력	트랙터 + 퇴비 살포기	트랙터 + 퇴비살포기
경운	경운기 + 쟁기	트랙터 + 쟁기	트랙터 + 쟁기
쇄토	경운기 + 로터리	트랙터 + 로터베이터	트랙터 + 헤로우
비료살포	인력	트랙터 + 브로더 케스터	트랙터 + 브로더 케스터
파종	인력	트랙터 + 파종기	트랙터 + 파종기
진압	인력	트랙터 + 진압기	트랙터 + 진압기
수확	배부식 동력 예취기	트랙터 + 예취기	트랙터 + 예취기
건조/집초	인력	트랙터 + 레이커	트랙터 + 레이커
곤포	인력-	트랙터 + 베일러	트랙터 + 베일러
운반	경운기 + 트레일러	트랙터 + 트레일러	트럭 혹은 웨곤

주) 1) 대부분 짚에 의존함

<표 3-42> 조사료(사일리지) 생산 기계화 작업체계

작업명	작업수단		
	한 국		선진국
	중·소규모 농가 <sup>1)</sup>	중·대규모 농가	
퇴비 살포	경운기 + 인력	트랙터 + 퇴비 살포기	트랙터 + 퇴비살포기
경운	경운기 + 쟁기	트랙터 + 쟁기	트랙터 + 쟁기
쇄토	경운기 + 로터리	트랙터 + 로터베이터	트랙터 + 헤로우
비료살포	인력	트랙터 + 브로더 케스터	트랙터 + 브로더 케스터
파종(옥수수)	인력	트랙터 + 파종기	트랙터 + 파종기
진압	인력	트랙터 + 진압기	트랙터 + 진압기
수확(옥수수)	인력	트랙터 + 옥수수 수확기 (절단 포함)	목초 수확기 (자주식, 절단 포함)
운반	경운기 + 트레일러	트랙터 + 트레일러	트럭 혹은 웨곤
세절	목초절단기	-	-
사일로 적재	리어카	트랙터 + 블로우어	트랙트 + 블로우어
사일리지 취출/운반	인력 + 니어카	트랙터 + 로더	로더(자주식)

주) 1) 대부분 짚과 TMR에 의존하고 있는 실정임.

<표 3-43> 축종별 작업단계별 노동 투하량

작업단계	젖 소 (시간/0.9회/두)	한우비육우	번식돈 (시간/2.1회/두)	비육돈 (시간/2.1회/두)	산란계 (시간/100수)	육 계 (시간/4.7회 /100수)
사료 조제 급여	87.9(30.1)	87.0(42.6)	47.4(38.0)	17.2(39.1)	29.1(23.2)	41.6(36.8)
건강관리	38.4(13.2)	37.6(18.4)	21.7(17.4)	10.0(22.7)	15.6(12.5)	17.3(15.3)
착유/우유 처리	75.7(25.9)	-	-	-	-	-
채란	-	-	-	-	33.8(27.0)	-
분만관리	11.1( 3.8)	-	20.0(16.0)	-	-	-
축사청소	48.8(16.7)	62.2(30.5)	26.6(21.3)	11.1(25.6)	22.6(18.0)	29.1(25.8)
방목	7.7( 2.6)	2.1( 1.0)	-	-	-	-
구입/판매	5.7( 2.0)	7.1( 3.5)	4.7( 3.8)	3.1( 7.1)	10.7(8.5)	12.1(10.7)
기타	16.5( 5.7)	8.3( 4.0)	4.3( 3.5)	2.4( 5.5)	13.5(10.8)	12.9(11.4)
계	291.8(100%)	204.1(100%)	124.8(100%)	44.0(100%)	125.3(100%)	112.9(100%)

자료 : 작목별 단계별 노동투하시간, 농촌진흥청, 1994.11

<표 3-44> 주요 가축의 사양관리 현황

작업명	낙 농		양 계 (산란)		양 돈(비육)	
	한 국	선진국	한 국	선진국	한 국	선진국
사육방법	무리사육	자동기계관리	케이지사육	컴퓨터관리	케이지사육	다단케이지사육
사료급여						
-농후사료	부분기계화	자동화	부분기계화	자동화	기계화	자동화
-조사료	인력	기계화	-	-	-	-
급 수	펌프/수도	자동화	펌프/수도	자동화	인력	자동화
착 유						
-유방세척	인력	자동화	-	-	-	-
-착유기	버킷/파이프라인	파이프라인 등				
-착탈방법	인력	자동화				
-유량계량	무	자동화				
-품질판정	무	자동화				
-냉각	일부냉각기이용	자동급속냉각				
환경조절	자연상태	자동화	자연상태	자동화	인력	자동화
건강관리	인력	컴퓨터관리(발정, 임신, 유방염 등)	인력	전문가 시스템	인력	전문가 시스템
집 란	-	-		자동화	-	-
선 란	-	-	인력	자동화	-	-
분뇨처리	인력	기계화	인력	기계화	부분기계화	자동화
조사료생산	트랙터 중심작업	일관작업기계화	-	-	-	-

<표 3-44>에는 축사청소 시간으로 표시되어 있지만 앞으로 환경오염 방지 차원에서 분뇨처리가 심각한 문제로 대두되고 있다. 화란이나 덴마크 등 유럽에서는 저비용 분뇨처리방법으로 <표 3-45>와 같이 가축사육 마리당 경작면적을 법적으로 확보하게 하여 각 농가에서 생산되는 분뇨를 분뇨탱크에서 장기간 저장한 후에 경작지에 환원하도록 하고 있다. 덴마크의 경우 자기 소유와 타인 소유의 경작지를 계약에 의해 확보하고 있다. 앞으로 그린라운드를 대비해서 우리나라에서도 이와같은 제도를 적극적으로 검토할 필요가 있을 것으로 판단된다.

<표 3-45> 유럽의 경작면적당 최대 가축사육 허용 두수

가 축	두수/ha
젖 소	2
비 육 우	4
비 육 돈	16
모돈 + 새끼	5
닭(채란)	133
육계(0 - 16주)	285

# 제 4 장 농업기계 연구 및 기술개발 동향

## 제 1 절 기초 및 응용연구

농업기계의 연구개발은 기초연구와 응용연구로 구분할 수 있다. 이 중 기초연구는 기초 원리, 기구 및 시스템 개발, 설계 방법, 성능 시험방법 등의 연구를, 응용연구는 시작기의 설계·제작 및 성능시험, 도입 농기계의 실용성 및 적응성 연구 등을 포함한다. 연구기관별로 연구내용을 명확히 구분하기는 어려우나 대학은 기초연구를 중심으로 수행하는 반면, 정부 연구기관은 응용연구를 중심으로 하는 것으로 볼 수 있다.

### 1. 연구 인력

#### 가. 대학

농업기계 분야의 교육 및 기초연구가 이루어지고 있는 대학의 학과수와 교수 인원은 <표 4-1>과 같이 14개 대학의 15학과에 총 67명에 이르고 있다. 이를 우리나라와 여건이 비슷한 일본과 비교해 보면 농업기계 교육과정이 있는 대학이 30개, 농업기계 강좌가 있는 대학이 10개이며, 조교수(우리나라의 부교수급) 이상의 교수가 108명, 연구능력 및 경력면에서 우리나라의 조교수에 해당하는 조수를 포함하면 180명에 이른다. 이는 인구비를 기준으로 비교하여 우리나라의 연구인력과 비슷하다고 할 수 있으나 대학의 연구시설과 연구실적면에서는 현격한 차이가 있다

#### 나. 정부 연구기관

우리나라에서 농업기계 응용연구를 담당하고 있는 정부 연구기관으로서는 농촌진흥청 농업기계화연구소가 유일하다고 할 수 있다. 이밖에 농촌진흥청 원예연구소 시설재배과(시설관리시스템연구실, 시설구조자재연구실)에 4명의 농공연구사가 시

설원예의 기계화 및 자동화 연구에 종사하고 있다.

<표 4-2>는 농촌진흥청 농업기계화연구소의 조직과 연구원수를 나타낸 것으로 68명의 연구원(연구관 및 연구사)이 농업기계 연구업무에 종사하고 있다.

한편, 일본의 농업기계 정부 연구기관을 살펴보면 <표 4-3>에서 보는 바와 같이 농업연구센터를 비롯한 각 지역의 농업시험장에 농업기계 연구부서가 설치되어 54명의 연구원이 농업기계 연구에 종사하고 있으며, 우리나라 농촌진흥청 농업기계화연구소와 유사한 기능을 가지고 있는 재단법인 生物系特定産業技術研究推進機構(구 농업기계화연구소)에 55명의 연구원이 종사하고 있다. 일본의 농업기계 연구조직이 우리나라와 다른 점은 정부 연구기관과 재단법인의 연구기관으로 이원화되

<표 4-1> 대학의 연구 인력(전임교수급)

설립 형태	대 학 명	학 과 명	교수인원
국 립	서울대학교	농공학과(농업기계전공)	6
	강원대학교	농업기계공학과	4
	경북대학교	농업기계공학과	5
	경상대학교	농업기계공학과	5
	공주대학교	농공학과	2
	순천대학교	농업기계공학과	7
	전남대학교	농공학과(농업기계전공)	3
	전북대학교	농업기계공학과	5
	충남대학교	농업기계공학과	6
	충북대학교	농업기계공학과	6
	밀양산업대학교	농업기계과	4
	안성산업대학교	농업기계과	4
사 립	건국대학교(서울)	농공학과	1
	건국대학교(충주)	농업기계학과	4
	성균관대학교	생물기전공학과	5
합 계			67

어 있다는 사실이다.

농가호수와 농가인구를 고려할 때, 우리나라 농촌진흥청 농업기계화연구소의 연구원수는 일본의 농업기계 연구기관의 연구원수(표<4-3> 참조) 총 109명에 비하여 결코 작은 숫자가 아니다. 그러나, 급속한 기계화가 요구되고 많은 농업기계의 연구개발이 시급한 국내 사정을 고려하면 연구인력은 절대적으로 부족한 실정이다.

<표 4-2> 농촌진흥청 농업기계화연구소의 조직과 연구원 현황

부서명	연구실명	연구원				
		연구관	연구사	기능직	기타	계
소장실		1				1
재배기계과	이용기술연구실	2	4	1		7
	기초기술연구실	2	5			7
	경운정지기계연구실	1	4	1		6
	파종관리기계연구실	1	5	1		7
	수확기계연구실		5	3		8
	소 계	6	23	6		35
가공기계과	조제가공기계연구실	2	5	3		10
	건조저장기계연구실	1	5	2		8
	선별포장기계연구실	1	5	2		8
	소 계	4	15	7		26
시설기계과	시설구조자재연구실	2	5	2		9
	시설환경제어연구실	1	5	1		7
	시설기계장치연구실	1	5	1		7
	소 계	4	15	4		23
농기계품질과	시험평가 1실			3	8	11
	시험평가 2실				6	6
	소 계			3	14	17
계		15	53	20	14	102

<표 4-3> 일본의 정부 연구기관 및 농업기계 연구인력

연구기관 명칭	연구부서 명칭	농업기계 연구실 명칭	연구원수	소 속
농업연구센터	기계작업부	수도작기계화연구실 전작기계화연구실 수도작농작업연구실 전작농작업연구실	12	농림수산성
野菜·茶葉시험장	시설생산부 차이용가공부	기계이용연구실 제차기계연구실	2	농림수산성
北海道 농업시험장	농촌계획부 전작관리부	농업기계연구실 대규모기계화연구실 기계화경영연구실	10	농림수산성
東北 농업시험장	수리이용부	기계이용연구실 작업시스템연구실	5	농림수산성
北陸 농업시험장	지역기반연구부	기계시설연구실	3	농림수산성
中國 농업시험장	지역기반연구부	기계화연구실	4	농림수산성
四國 농업시험장	지역기반연구부	기계화연구실	3	농림수산성
九洲 농업시험장	답이용부 전이용부	기계화연구실 작업시스템연구실	6	농림수산성
축산시험장	사양기술부	사양시스템연구실 생체정보이용연구실	3	농림수산성
초지시험장	사료생산이용부	재배공학연구실 조제공학연구실	6	농림수산성
생물계특정산업기술 연구추진기구	기초기술연구부  생산시스템연구부  원예공학연구부  축산공학연구부  시험평가부	메카트로닉스연구실 생물공학연구실 안전인간공학연구실 자원환경공학연구실  토양관리시스템연구실 재식시스템연구실 생산관리시스템연구실 수확시스템연구실 진조조제시스템연구실  과수생산공학연구실 채소생산공학연구실 원예조제저장공학연구실  사료생산공학연구실 사료조제이용공학연구실 사양관리공학연구실  원동기계1시험실 원동기계2시험실 작업기계1시험실 작업기계2시험실 안전시험실	55	농림수산성 과 기업이 공동출연한 재단법인
합 계			109	

자료 : 류관희, 강정일, 강창용. 1994, 농기계 산업의 발전방향에 관한 연구. 한국농업기계학회

## 2. 연구 동향

### 가. 대학

농업기계의 실용화 및 제품개발에 필요한 기초연구는 대학에서 수행하는 것이 바람직하다. 왜냐하면 실용화 또는 제품개발에 관한 기초연구는 많은 비용이 소요될 뿐만 아니라 대학 구성원은 새로운 것에 도전하려는 성향이 크기 때문이다.

대학의 기초연구는 연구의 성격상 이론해석적인 것, 기구 및 장치의 개발에 관한 것, 그리고 계측, 특성 및 성능 시험에 관한 것 등으로 구분할 수 있다. <표 4-4>는 지난 5년간 대학에서 수행한 기초연구를 농업동력, 농작업기계, 농산가공기계, 농업시설, 시스템 분석 및 생산기술 등 5개 분야로 나누어 정리한 것이다. 이 표에서 보는 바와 같이 연구내용면에서 보면 기구 및 장치의 개발에 관한 연구보다는 이론해석적인 연구와 계측, 특성 및 성능시험에 관한 연구가 대부분이어서 대학의 특성을 잘 반영해 주고 있다.

또한 대학의 기초연구를 농업동력, 농작업기계, 농산가공기계, 농업시설, 시스템 분석 및 생산기술 등의 각 분야별로 구분하여 살펴보면, 앞의 3가지 분야에서는 다양한 내용의 연구가 이루어졌으나 농업시설 분야에서는 시설원예를 제외하면 가축 사양이나 환경개선에 관한 연구는 거의 전무한 실정이다. 또한 시스템 분석 및 생산기술 분야는 다른 산업분야에서 정보처리와 인공지능 등과 같은 신기술의 급속한 발전에 따라 활발한 연구가 이루어지고 있음에도 불구하고 아직 초보 단계에 머물고 있음을 보여주고 있다.

### 나. 농촌진흥청 농업기계화연구소

지난 5년간 농촌진흥청 농업기계화연구소에서 수행한 농업기계의 응용연구 또는 실용화 연구의 성격은 다음과 같다.

#### (1) 농업기계의 이용 및 기계화에 관한 연구

농작업의 기계화 작업체계, 농업기계의 효율적인 이용 및 농업기계의 유지관리,

농업기계의 안전성 향상에 관한 연구를 말하는 것으로 재배기계과에서 이루어지고 있는 연구(이전에는 이용조사과에서 이루어짐)가 이에 속한다.

<표 4-4> 대학의 농업기계 기초연구 실적(1989~1993)

분 야	연구 건수	연구 방법별 건수		
		이론해석, 분석	기구, 장치 개발	계측특성, 성능시험
농업동력	39	동력경운기 3건 트랙터 및 농용 차량 11건 (14건)	엔진 4건 트랙터 및 농용 차량 6건 (10건)	엔진 10건 트랙터 및 농용 차량 5건 (15건)
농작업기계	51	경운, 정지 2건 시비, 파종 1건 관수, 방제 1건 수확 4건 (8건)	경운, 정지 1건 시비, 파종 2건 이앙, 이식 2건 관수, 방제 10건 수확 10건 (25건)	경운, 정지 6건 이앙, 이식 4건 관수, 방제 1건 수확 7건 (18건)
농산가공기계	46	건조, 저장 7건 선별, 포장 1건 가공 1건, 기타 1건 (10건)	건조, 저장 2건 선별, 포장 3건 기타 1건 (6건)	건조, 저장 8건 선별, 포장 12건 가공 6건 기타 4건 (30건)
농업생산시설	29	시설원에 5건 (5건)	시설원에 13건 환경개선 2건 (15건)	시설원에 7건 가축사양 1건 환경개선 1건 (9건)
기계화시스템 및 생산기술	10	시스템 분석 5건 인공지능 1건 생산기술 4건 (10건)		
합계	175 (100)	47 (27)	56 (32)	72 (41)

자료 : 류관희, 강정일, 강창용. 1994, 농기계 산업의 발전방향에 관한 연구. 한국농업기계학회

농업기계의 이용 및 기계화에 관한 연구는 <표 4-5>에서 보는 바와 같이 주로 기계화 작업체계와 농업기계의 효율적인 이용에 관한 연구가 집중적으로 이루어졌음을 보여주고 있다. 이것은 아직도 기계화가 정착단계에 들어가지 못하였음을 입증하는 것으로서, 특히 기계화가 미흡한 전작 및 채소 재배의 기계화에 관한 연구가 많이 이루어졌다.

최근에 이르러서는 작업자의 안전성과 편의성에 관한 관심이 증대되면서 이에 관한 연구가 착수되고 있는 경향을 보여주고 있다.

(2) 농업기계 및 장치 개발에 관한 연구

농업기계 및 장치 또는 소재 개발에 관한 연구를 말하는 것으로 재배기계과, 시설기계과 및 가공기계과에서 이루어지고 있는 연구가 이에 속한다. <표 4-5>에서 보는 바와 같이 전작 및 채소의 기계화에 필요한 농작업기계, 시설원예에 필요한 기계 및 장치의 연구개발이 많이 이루어지고 있음을 알 수 있다. 그러나, 축산의

<표 4-5> 농업기계화연구소의 응용연구 실적(1989~1993)

연구 분류		연구대상 및 연구건수
연구성격	연구 분야	
이용 및 기계화 (46건)	작업체계 13건	수도작 또는 전체 농기계 7건, 전작 1건 과수 2건, 채소 2건, 양잠 1건
	이용 25건	수도작 또는 전체 농기계 10건, 육묘시설 1건, 전작 1건, 시설원예 7건, 과수 2건, 축산시설 1건
	유지관리 8건	주요 또는 전체 농기계 7건, 시설원예 1건
	안전성 4건	주요 농기계 3건, 운전자 1건
기계 및 장치 개발 (78건)	농업동력 6건	엔진 2건, 경운기 1건, 트랙터 2건, 기타 1건
	농작업기계 41건	경운, 정지 3건, 시비, 파종, 육묘 11건, 이앙, 이식 5건, 수확 14건, 기타 8건
	농산가공기계 19건	건조, 저장 3건, 선별, 세척, 결속, 포장 8건, 가공 6건, 기타 2건
	농업시설 18건	시설원예 15건, 환경개선 1건, 기타 2건

자료 : 류관희, 강정일, 강창용. 1994, 농기계 산업의 발전방향에 관한 연구. 한국농업기계학회

기계화 및 자동화에 관한 연구는 대단히 여전한 실정이다.

<표 4-6> 농업기계화연구소 개발 주요 기종

연도	기종명	성능	보급 대수	비고
'80	석회살포기	9분/10a(84%)	2,044	중앙, 범아기업
'81	벼질절단기	2,171kg/hr(89%)	55,000	북성, 아세아, 해륙, 백천
'82	예도형 예취기	236분/10a(74%)	9,806	국제
	육묘상자 세척기	618상자/hr(92%)	477	중앙, 백천
	콩파종기	46분/10a(88%)	417	북성
	상토 조제기	30m <sup>2</sup> /hr	2,071	중앙, 북성, 백천, 해륙
'83	논두렁 노즐	9.6ha/일(60%)	228	중앙
	소형 경운기	-	1,795	동양
	맥류 파종기	51분/10a(87%)	1,150	일동, 아세아
	목조 예취기	44분/10a(92%)	1,515	북성
	감박피기	295개/시간(51%)	520	세원기계
'84	옥수수 탈립기	2,591kg/hr(99%)	364	대륙
	기부 방제기	-	240	아세아
'85	참깨 파종기	7.4hr/10a(81%)	16,740	원진
	벼상자 육묘 파종기	-	416	신농공, 마그네틱
	누에고치 채취기	2.73상자/시간(89%)	2,957	한잠
	비닐피복기	-	375	중앙
'86	채잠기	3.16상자/시간(72%)	120	한잠
	땅콩굴취기	-	-	신농공
'87	분노살포기	-	200	중앙
	논두렁잡초예취기	235m <sup>2</sup> /hr(57%)	3,200	중앙
	과일선별기	5,120개/시간(62%)	4,100	한성
'88	줄뿌림파종기	33분/10a(78%)	4,711	금성, 중앙
	이앙기용촉조시비기	6분/10a(97%)	198	동양, 대동
	잠실온풍기	-	141	홍일공업
'89	뽕나무예취기	198분/10a(78%)	5,200	중앙, 범양
	투입식콩탈곡기	384kg/10a(94%)	60	부흥
	토마토선별기	40분/10a	103	
'90	이앙기식부장치	25상자/10a	2,267	국제
	비닐피복기	54분/10a(94%)	2,200	중앙, 대동, 국제, 동양
	경운기용 줄뿌림파종기	40분/10a	974	중앙
'91	태양열집열기	45-55℃	300	극동솔라
	톱밥제조기	2.0-2.3m <sup>2</sup> /hr	128	녹산
	기계모일관파종기	396상자/시간(83%)	2,050	한국마그네틱
	콩 정선 선별기	496kg/시간(89%)	60	부흥
'92	담수직파기	3.0시간/ha(97%)	3,386	금성, 중앙, 대동
	달망기	180kg/시간(86%)	1,720	한국마그네틱
	벨트컨베이어운반장치	36톤/시간(94%)	60	
	육묘관수장치	-	18	한국마그네틱
	형상선별기	432kg/시간(86%)	620	평화기공
	계			125,200

자료 : 주경노, "새로운 농업기계 개발 개량 및 보급촉진 방안", 2000년대 농업기계화 전망 및 발전방향 심포지엄 발표문, 1995. 12. 8, 농촌진흥청 농업기계화연구소

<표 4-6>은 1980년이래 농촌진흥청 농업기계화연구소에서 연구개발하여 실용화된 주요 농업기계를 정리하여 나타낸 것이다.

## 제 2 절 제품개발 연구

농업기계의 제품개발 연구는 기업의 자체 기술연구소에서 수행되고 있는 연구로서 제품생산에 필요한 제반 연구를 말한다. 우리나라의 종합형 농업기계 제조업체는 모두 자체 기술연구소를 보유하고 있으며, 중소기업체로서는 신흥기업사가 유일하게 자체 기술연구소를 보유하고 있다(<표 4-7> 참조).

### 1. 연구 인력

농업기계 제조업체의 기술연구소 보유현황과 연구소 조직은 <표 4-7>에서 보는 바와 같다. 기술연구소에 종사하는 연구원수는 24~72명으로 총 234명에 이르고 있다. 이는 농업기계 제조업체의 매출 규모나 선진국의 연구인력과 비교할 때 매우 낮은 수준이다.

### 2. 기술 수준

우리나라 농업기계 제조업체의 기술은 수도작용으로 널리 보급되고 있는 동력경운기, 소형 트랙터(50 PS 미만), 이앙기(보행형), 바인더, 동력분무기, 소형 콤바인(2조), 곡물건조기 등을 자체적으로 생산할 수 있는 수준에 도달하였다. 그러나, 공동이용 조직에 필요한 대형 트랙터(50 PS 이상), 대형 콤바인, 승용 이앙기 등의 대형 농업기계는 완제품 수입 또는 조립·판매하는 수준을 벗어나지 못하고 있는 실정이다.

이와 같이 대형 농업기계의 국산화가 부진한 이유는 이들 기종의 국내 수요가 낮고 개발 및 생산에 소요되는 비용이 높을뿐만 아니라 특히 국내 제조업체의 기술

수준이 선진국에 비해 매우 낮다는 것이다.

<표 4-7> 농업기계 제조업체의 기술연구소 현황

업 체 명	연구소 명칭	연구소 조직	연구원수
대동공업주식회사	대동기술연구소	개발부 : 연구1팀-연구7팀 개발관리부 : 제품기술팀, 제품관리팀	72 (66)
국제종합기계주식회사	국제종합기계(주) 부설기술연구소	1 그룹 : 1팀 - 3팀 2 그룹 : 5팀 3 그룹 : 6팀,7팀	44 (34)
동양물산기업주식회사	동양물산기업(주) 중앙기술연구소	기계연구실, 시스템공학연구실, 재료연구실, 생물공학실연구기획실	24 (24)
금성전선주식회사	금성전선(주) 시스템연구소	기획팀 : 기획담당, 신사업담당 개발실 : MBR담당, 생산기술담당, CAD 담당, 산기담당, 공조담당, 플렌트담당, 작업차량담당	30 (22)
아세아종합기계 주식회사	아세아중업기계 기술연구소	연구 1팀 - 연구 3팀, 시험관리팀, 시작품제작팀	33 (12)
신흥기업사	신흥기술연구소	연구개발부 : RPC팀, D & I 팀, C & I 팀	31 (24)
합 계			234

주 : ( )안의 숫자는 대학졸업자 이상의 연구원수를 나타낸 것임.

자료 : 류관희, 강정일, 강창용. 1994. 농기계 산업의 발전방향에 관한 연구. 한국농업기계학회

<표 4-8>은 국내 종합형 농업기계 제조업체를 대상으로 농업기계 생산에 필요한 요소기술을 조사한 결과를 나타낸 것으로, 일부 요소기술은 선진국 수준에 접근하고 있으나 대부분의 요소기술은 아직도 선진국과 큰 격차를 나타내고 있다. 주목할 것은 3년전의 조사 결과와 비교할 때 대체로 기술수준이 낮아진 것으로 응답하고 있어 제조업체 스스로 선진국과의 기술격차가 더 커지고 있음을 인정하고 있다는 점이다.

<표 4-8> 우리나라 농업기계 제조업의 기술수준

요 소 기 술	기 술 수 준 평 가		
	한국(1991)	한국(1994)	최고기술타유국
설계 기술	60 ~ 80	60 ~ 90	100(미국)
금형 기술	65 ~ 85	70 ~ 85	100(일본)
주·단조 기술	80 ~ 90	80 ~ 85	100(미국)
용접 기술	80 ~ 90	50 ~ 90	100(일본)
표면처리 및 열처리 기술	70 ~ 85	50 ~ 80	100(미국)
가공·조립 기술	80 ~ 90	70 ~ 85	100(일본)
판금 기술	70 ~ 90	70 ~ 80	100(일본)
성능평가 및 측정 기술	60 ~ 90	60 ~ 80	100(미국)
자동제어 기술	50 ~ 70	40 ~ 90	100(미국)
품질관리 기술	70 ~ 80	70 ~ 85	100(일본)

자료 : 류관희, 강정일, 강창용, 1994, 농기계 산업의 발전방향에 관한 연구, 한국농업기계학회

### 3. 제품개발 실적

그동안 우리나라에서의 농업기계 제품개발연구라 함은 독자적인 제품개발보다는 외국에서 도입한 농업기계의 국산화 개발연구를 의미한다고 말할 수 있다.

<표 4-9>는 연대별 농업기계 국산화 개발의 목표와 주요 대상 농업기계를 나타낸 것인데 1960년대에는 동력경운기, 엔진, 동력분무기의 조립 및 부품 국산화에 목표를 두었으며 1970년대에는 이들 기계의 국산화와 소형 트랙터의 조립 및 부품의 국산화, 동력경운기의 국산모델 개발, 1980년대에는 소형 트랙터, 보행 이앙기, 바인더의 국산화, 중형 트랙터, 대형 콤바인(3, 4조), 승용 이앙기의 조립 및 부품의 국산화에 목표를 두었다.

1990년대에는 중형 트랙터, 콤바인, 보행 이앙기의 국산모델 개발에, 그리고 중형 트랙터, 대형 콤바인(3, 4조), 승용 이앙기의 국산화 개발에 목표를 두고 있다.

한편, 정부의 주요 보급기종인 트랙터, 동력경운기, 이앙기, 바인더, 콤바인 이외에 최근 10년간 국내에서 개발되어 보급되고 있는 농업기계를 작목별로 정리하면 <표 4-10>과 같다. 이들 대부분은 중소기업체에서 개발된 것이다.

<표 4-9> 연대별 농업기계 국산화 개발의 목표와 주요 대상 농업기계

연 대	국산화 목표	대상 기계
1960년대	소형 기계의 조립 및 부품 국산화	동력경운기, 엔진, 동력분무기
1970년대	소형 기계의 국산화	동력경운기, 엔진, 동력분무기
	중형 기계의 조립 및 부품 국산화	소형 트랙터(20~30 PS), 이앙기, 바인더
1980년대	소형 기계의 국산모델 개발	동력경운기, 엔진, 동력분무기
	중형 기계의 국산화	소형 트랙터(20~30 PS), 보행 이앙기, 바인더
	대형 기계의 조립 및 부품 국산화	중형 트랙터(40~50 PS), 콤바인(3~4조), 승용 이앙기
1990년대	중형 기계의 국산모델 개발	중형 트랙터(20~30 PS), 콤바인(2조), 보행 이앙기
	대형 기계의 국산화	중형 트랙터(40~50 PS), 콤바인(3~4조), 승용 이앙기

<표 4-10> 최근 10년간의 국산화 보급 기종(1985~1995)

작 목	국 산 화 보 급 기 종*
수도작	중경로터리(보행형), 무논쟁지기, 건담 벼직파기, 답수 벼직파기, 색체선별기
전 작	비료살포기(브로드캐스터), 관리기 및 부속 작업기, 중경 다목적 관리기, 감자 굴취기, 농산물 건조기, 엽연초 건조기, 고추 세척기
과 수	소형 굴삭기, 관리기 및 부속 작업기, 중량식 과일 선별기, 전자식 중량 과일 선별기, 형상식 선별기
시설원예	무인 상온 연무기, 휴대형 동력 연무기, 상토 조제기, 탄산가스 발생기, 온풍난방기, 자동파종시스템
축 산	사료절단기, 목초 예취기, 옥수수 수확기, 원형베일러, 사각베일러, 액비 살포기
공 통	농용 로더(다목적), 농용 운반차, 퇴비 살포기, 분뇨 살포기

주 : \* : 국산화 보급 기종은 조립생산 또는 일부 부품의 국산화가 아닌 실질적인 국산제품으로서 현재 국내에 보급이 일반화된 것을 대상으로 하였음.

### 제3절 외국의 농업기계 개발 동향

#### 1. 외국의 보급 기종

외국에서는 널리 보급되고 있으나 국내에서는 아직 보급되지 않는 기종을 작목별로 살펴보면 다음과 같다.

##### 가. 수도작 기계

수도작용 기계 중에서 우리나라에서 아직 보급되고 있지 않은 대표적인 농업기계는 <표 4-11>과 같은 범용 콤바인을 들 수 있다. <사진 4-1>은 정밀 무논쟁지기에 의한 균평작업을, <사진 4-2>는 범용 콤바인에 의한 벼 수확작업 광경을 보여주고 있다.

<표 4-11> 대규모 수도작용 외국 보급 기종

기종명	대상작물	주요규격	작업능력	가격 (천원)	생산회사 (모델명)
범용 콤비인	벼, 보리류, 대두, 메밀, 귀리	투입식, 120 PS, HST, 고무 크롤러형, 예취폭 3.4 m, 스 크류형 탈곡기구, 곡립탱크 2,400 ℓ	50-70	146,250	일본 안미농기(주) CA1200

#### 나. 전작 기계

##### (1) 서류의 파종, 수확

서류의 파종 및 수확용 외국 보급 기종은 <표 4-12>와 같이 감자 파종기, 감자 굴취기, 줄기 절단기, 감자 수확기, 고구마 세척기 등이 있다. <사진 4-3>은 트랙터 부착형 감자 굴취기에 의한 감자의 굴취를, <사진 4-4>는 자주식 감자 수집기에 의한 건어올림 및 선별 작업을, 그리고 <사진 4-7>은 감자수확기에 의한 굴취 및 선별 동시 작업을 각각 보여주고 있다.

##### (2) 채소류(배추, 무) 이식, 수확

채소류(배추, 무)의 이식 및 수확용 외국 보급 기종은 <표 4-13>과 같이 채소 이식기, 배추 수확기, 무 굴취기, 무 세척기, 수확 운반차 등이 있다. <사진 4-5>는 모 공급을 수작업에 의존하는 반자동 채소 이식기에 의한 채소의 이식 작업을, <사진 4-6>은 보행형 채소 이식기에 의한 채소의 이식 작업을 보여주고 있다. <사진 4-8>은 포장 채소작업차에 의한 채소의 수확, 선별, 포장 작업을 보여주고 있다.

##### (3) 양파의 이식, 수확

양파의 이식 및 수확용 외국 보급 기종은 <표 4-14>와 같이 양파 이식기, 양파 뿌리 절단기, 양파 수집기, 양파 수확기 등이 있다. <사진 4-9>는 자주식 자동 양파 이식기에 의한 이식작업을, <사진 4-10>은 반자동 양파 이식기에 의한 이식작업을 보여주고 있다.

<표 4-12> 서류 파종 및 수확용 외국 보급 기종

기종명	대상작물	주요규격	작업능력	가격 (천원)	생산회사 (모델명)
감자 파종기	감자	관리기 부착형 5-8 PS		1,050	일본 上田농기(주) USA-1N
줄기 절단기	감자, 고구마	관리기용 5 PS~	-	1,200	일본 上田농기(주) UPD-58RC
줄기 절단기	감자, 고구마	트랙터 부착용 16 PS~25 PS	-	3,435	일본 上田농기(주) UPD-68TECR
감자 줄기 처리기	감자	보행 자주식 3 PS	8-10	3,300	일본 久保田(주) KH-T1
감자 수확기	감자	트랙터(60 PS 이상) 부착형	8.6-17.7	42,750	일본 東洋農機(주) TPH7U
감자 수확기	감자 고구마	2조 자주식 8 PS 작업속도 : 0.5-3.6 km/h 작업폭 : 9.8 m 작업인원 2인	1.8-3.6	17,250	일본 안미농기(주) YIH60P
고구마 세척기	고구마	100V/200W	1000- 1200kg/h	2,910	일본 西澤農機(주)

(4) 전작관리(중경제초, 방제)

밭작물 관리를 위한 외국 보급 기종은 <표 4-15>에 보는 바와 같이 로터리 중경 제초기, 채소 관리기, 붐 스프레이어 등이 있다. <사진 4-11>과 <사진 4-12>는 중경 제초기에 의한 채소밭의 약제살포를 보여주고 있다. <사진 4-13>은 붐 방제기에 의한 약제살포를, <사진 4-14>는 트랙터 및 분무기를 두둑에 둔 채로 고랑주행식 방제기를 이용하여 약제를 살포하는 모습을 보여주고 있다.

<표 4-13> 채소류(배추, 무) 이식 및 수확용 외국 보급 기종

기종명	대상작물	주요규격	작업능력	가격 (천원)	생산회사 (모델명)
반자동 채소 이식기	배추 상추	보행 자주식 1조 4 PS 모 종류 : 포트모, 플러그모, 흙 블록 작업인원 1인	180-360 주/h	3,640	일본 ㈜久保田
반자동 채소 이식기	엽채류	보행 자주식 1조 모 종류 : 포트모, 플러그모 작업인원 1인	-	3,540	일본 마에도리農機(株) TP-3
전자동 채소 이식기	엽채류	2조 승용 자주식 13.5 PS	10	11,325	일본 안마농기(株) ACP-1MWA
전자동 채소 이식기	채소류	보행용 모 종류 : 셀성형모	-	20,330	일본 ㈜久保田 P-114M
배추 수확기	배추	트랙터(70 PS 이상) 부착형	3.7-4.6	5,450	일본 MSK東急 機械(株) SC-50K
무 굴취기	무	1조식 승용트랙터(25-53 PS)부착형 작업속도 : 1.5-2.5 m/s 작업인원 1인	8-12	990	일본 (株)久保田 KODH-100
무 수확기	무	자주식 잎절단, 굴취	2	9,870	일본 (株)久保田 KDH-100
무 세척기	무	전동기 250 W	-	2,100	㈜指波製作所 GUP65-8S
수확 운반차	채소류	트랙터(28 PS) 부착형	-	4,300	일본 ㈜이름農機 MST-250
수확 운반차	채소류	자주식 3 PS 최대적재량 500 kg	-	4,350	일본 안마농기(株) NCG175

<표 4-14> 양파 이식 및 수확용 외국 보급 기종

기종명	대상작물	주요규격	작업능력	가격(천원)	생산회사(모델명)
양파 이식기	양파	3-4조 트랙터 부착형 모종류: 띠모	10-30 a/일	4,875	일본 久保田(株) KOP200D
양파 이식기	양파	4조 트랙터(18 PS) 부착형 모종류: 나묘(裸苗) 작업속도: 0.03-0.05 m/s	15-30 a/일	4,440	일본 미쓰비시 農機(株)
양파 이식기	양파	4조 자주식 11 PS 모종류: 띠모 작업속도: 2-6 km/h	20-60	26,250	일본 久保田(株) AP-8
양파 수확기	양파	4조 자주식 13 PS 작업속도: 0.7-1.3 km/h	8-15	10,000	일본 (株)久保田 603WD
양파 수집기	양파	1조식, 작업인원 1인 트랙터(30 PS이상) 부착형 작업폭: 128 cm 작업속도: 0.14-0.19 m/s	13	10,000	일본 松山(株) 니프로 TH-127
양파 굴취기	양파	4조식, 작업폭: 1.2 m 트랙터(13 PS) 부착형 작업속도: 2-4 km/h	20-60	600	일본 안마농기(株)
양파 뿌리 절단기	양파	작업폭: 1.2 m 트랙터(13 PS) 부착형 작업속도: 2-6 km/h	24-60	-	일본 안마농기(株)

<표 4-15> 전작(서류, 채소)의 관리작업용 외국 보급 기종

기종명	대상작물	주요규격	작업능력	가격(천원)	생산회사(모델명)
로터리 중경 제초기	채소류	3조식 승용-트랙터(26 PS이상)부착형 작업속도 : 0.56-1.67 m/s 작업인원 1인	29-86	4,800	일본 松山(주) 니프로 RK-310
채소관리기	채소류	승용 자주식 9.4 PS 작업종류 : 휴렵, 멀칭, 중경, 방제	-	12,530	일본 井關(주) JK11
봄 스프레이어	채소류	소형 자주식 6.6 PS 작업폭 : 8 m 탱크용량 : 400 리터	-	16,200	일본 (주)丸山제작소 BSA410
봄 스프레이어	채소류	작업폭 7.2 m 승용트랙터(18 PS)부착형 작업속도 : 0.7 m/s 작업인원 1인	-	6,000	일본 共立 에코물산(주) BSM310BE
봄 스프레이어	채소류	작업폭 : 16 m 트랙터(60 PS이상)부착형 탱크용량 : 820 리터	-	22,000	일본 (주)丸山제작소 BSM-820S



<사진 4-1> 무논 정지기에 의한 무논 균평



<사진 4-2> 범용 콤바인에 의한 벼 수확



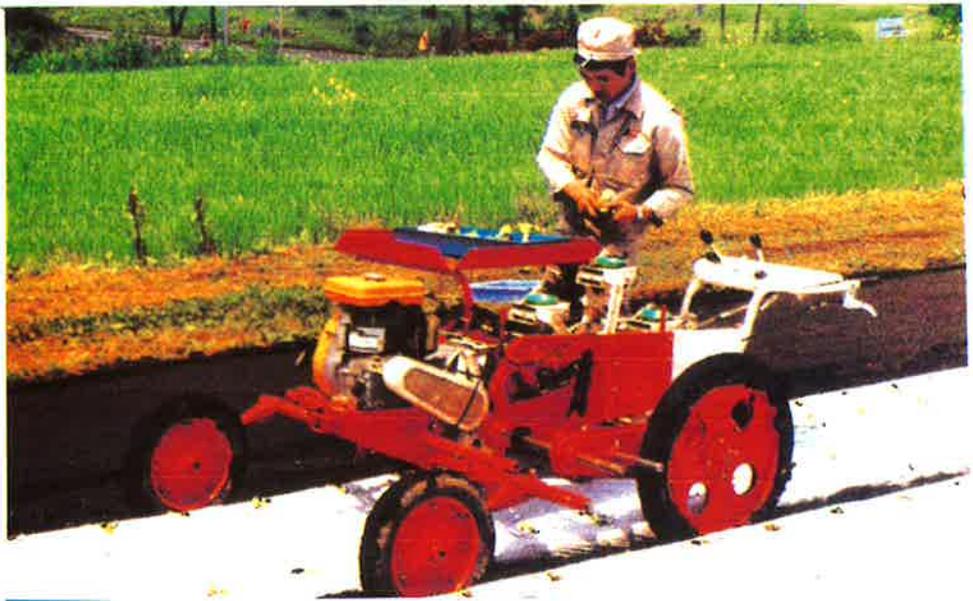
<사진 4-3> 트랙터 부착용 감자 굴취기에 의한 감자 수확



<그림 4-4> 자주식 감자 수집기(수집, 분리선별)에 의한 감자 수확



<사진 4-5> 반자동(모 공급은 수작업)채소 이식기에 의한 채소 이식



<사진 4-6> 보행형 채소 이식기에 의한 채소 이식



<사진 4-7> 감자 수확기(굴취, 분리선별)에 의한 감자수확



<사진 4-8> 포장 채소 수확직업차(수확, 선별, 포장)에 의한 채소 수확



<사진 4-9> 자주식 자동 양파 이식기에 의한 양파 이식



<사진 4-10> 반자동 양파 이식기에 의한 양파 이식



<사진 4-11> 중경제초기(채소 관리기)에 의한 채소 밭 중경제초



<사진 4-12> 트랙터 부착 중경제초기에 의한 채소 밭의 중경제초

#### 다. 과수 기계

과수용 외국 보급 기종은 <표 4-16>과 같이 무인 스피드 스프레이어, 무인 방제기, 예취기, 작업차, 공기 주입기 등이 있다. <사진 4-15>는 프랑스와 미국에 보급되고 있는 포도의 1차 전정기계를, <사진 4-16>은 포도의 결가지 절단 및 줄기 유인(유인후 클립으로 붙들어 맴)용 기계를 보여주고 있다. 그리고 <사진 4-17>은 포도밭의 좌우와 위에 있는 가지를 절단하는 기계를, <사진 4-18>은 포도주 가공용 포도를 훑어 수확하는 포도 수확기를 보여주고 있다.

#### 라. 시설원예용 기자재

시설원예용 기자재의 외국 보급 기종은 <표 4-17>과 같이 일본의 집목 로봇 및 활착 장치, 절화선별기, 절화결속기, 포장기, 네덜란드의 풋트 상토충전기, 로봇 이식기, 풋트 로봇(상토 충전), 자동 양액조제장치 등이 있다. <사진 4-19>는 선진국에 널리 보급되고 있는 시설 육묘용 자동 파종시스템으로서, 국내의 중소기업체인 (주)대동기전에서 최근에 개발하여 보급하기 시작한 것이다. <사진 4-20>은 시설재배에 사용되는 정밀 파종기를 보여주고 있다.

#### 마. 축산용 기자재

축산용 기자재의 외국 보급 기종은 <표 4-18>과 같이 자동 급이장치, 사료 혼합배합기, 급이차 등이 있다.

<표 4-16> 과수용 외국 보급 기종

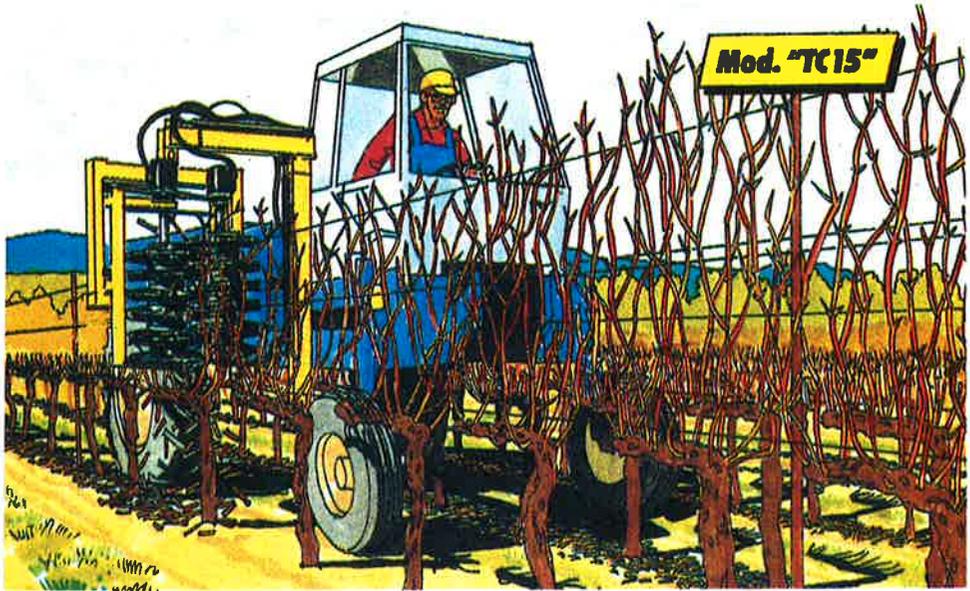
기종명	대상작물	주요규격	작업능력	가격	생산회사(모델명)
무인 스피드 스프레이어	과수	유도케이블식 탱크용량 1000 l 분무량 112 l/min	-	59,620	일본 (주)共立 KR51000
무인 방제기	과수	43 PS, 4륜구동, 4륜조타, 탱크용량 1,000 l, 3런 플 런저 펌프 송출량 108 l/min, 노즐 31개, 무인주 행 가능 케이블 길이 1,000 m, 보조 원격조작 무선제 어거리 150 m	-	59,600	일본 인미농기(주) YAS1000DX
예취기	과수	승용 4륜 9 PS 경사 15도 이하	-	4,485	일본 (주)오렉크 RM82A
예취기	경사면	무선원격조작식 크롤러형 24 PS 예취폭 120 cm 최대제초사면경사 35°	-	45,300	일본 (주)久保田 AMX-5
범용 작업차	과수	작업기능높이 4.5-5 m 작업가능 경사 15도 최대적재량 130 kg	-	7,650	일본 산와차량(주) GTZ-2
범용 작업차	포도, 배, 키위	무단변속 5.5 PS 작업정원 1인 최대적재량 150 kg	-	3,700	일본 野澤製作所 TN3H
공기 토양 주입기	과수	토출 깊이 40cm 자주식 5 PS	-	4,800	일본 타이거(주) TAI-GR2-A



<사진 4-13> 자주식 붐 스프레이어에 의한 약제 살포



<사진 4-14> 고랑 주행식 방제기에 의한 약제 살포



<사진 4-15> 포도 전정기계에 의한 포도나무 1차 전정



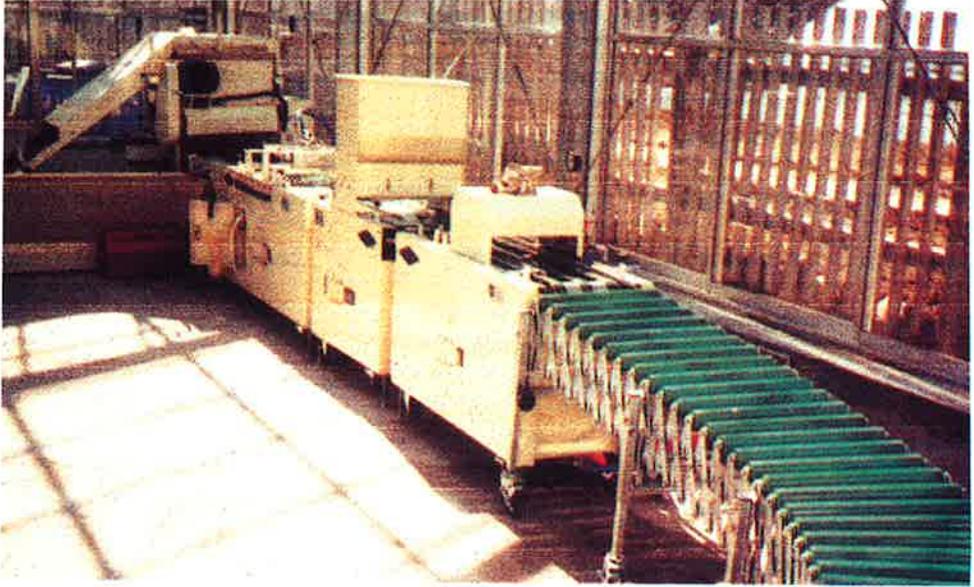
<사진 4-16> 포도의 결가지 절단 및 줄기 유인 기계



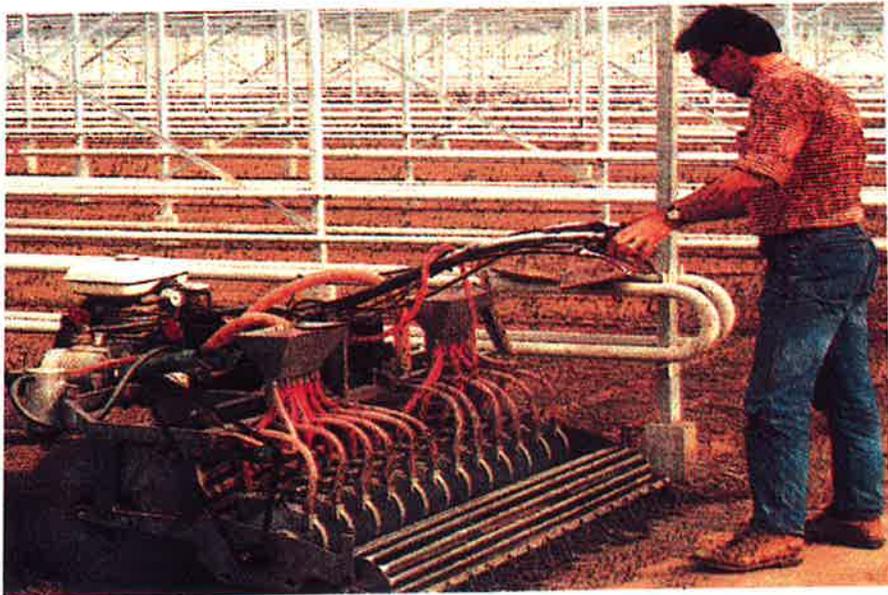
<사진 4-17> 포도 결가지 치는 기계



<사진 4-18> 포도 수확기에 의한 수확(알 포도)



<사진 4-19> 육묘용 자동파종시스템(대동기전(주))



<사진 4-20> 시설원예용 정밀 파종기

<표 4-17> 시설원예용 외국 보급 기종

기종명	대상작물	주요규격	작업능력	가격 (천원)	생산회사 (모델명)
자동양액 조제시스템	채소 화훼	제어 : EC, pH, 온도 제어용량 : 250m <sup>3</sup> /h	500-5000 평	18,000 - 23,000	네덜란드 VOLMATIC
주행식 무인방제기	시설재배 전작물	주행속도 : 0.25-0.50m/s 전자동 자율 주행	8-10a/h	8,100	일본 井關農機(주) S-AUTO100
절화 선별기	화훼 (국화)	중량 선별, 전자동 2,300W	-	123,750	일본, (有)武藤 選果機製作所 MZ-7DX-3
절화 선별기	화훼 (국화)	중량 선별, 전자동 310W	-	11,250	일본, (有)武藤 選果機製作所 MH-357F
절화 결속기	화훼	회전식, 980W	-	21,000	일본 (주)佐藤製作所 FS-18
포장기	채소 (상추)	전자동	-	10,350	일본 大紅産業(주) LTR-30
예냉장치	채소	이동식, 350kg	-	4,875	일본 保田(주) NRV2300M

<표 4-18> 축산용 기자재의 외국 보급 기종

기종명	대상작물	주요규격	작업능력	가격 (천원)	생산회사 (모델명)
자동 급이 장치	가축	농후사료 자동 공급 정밀도 : 98% 이상 1~3종류 이상의 사료 급이	-	-	상동
사료 혼합 배합기	젖소, 비육우	트랙터 견인 구동식, 45 PS~, 탱크용량 5.0m <sup>3</sup>	-	29,250	(주)호쿠사츠 HMK-2750
급이차	젖소, 비육우	트랙터, 30 PS이상	-	15,750	(주)호쿠사츠 TC-500E

## 2. 외국의 신기종 개발 동향

### 가. 신기종 개발 정책

농업기계의 선진국인 일본에서는 최근 농업기계화촉진법의 일부를 개정하여 정부자금으로 민간기업에서 농업기계개발을 추진하도록 하는 제도를 강구하였다. 1993년부터 시작한 「농업기계등 긴급개발·실용화 촉진사업」이 그 하나이다. 「긴급프로젝트」라 호칭하는 이 사업을 「위탁연구」, 「공동연구」의 형태로 농업기계개발을 촉진하는 등 고성능 농업기계의 실용화촉진 사업을 추진하여 많은 개발 성과를 거두고 있다.

<사진 4-21>은 1994년 일본에서 실용화된 농업기계인 범용 콤팩트인, 채소 접목 로봇, 유도케이블식 무인 방제기, 간이 초지 갱신기를 보여주고 있다.

<사진 4-22>는 1995년도에 일본에서 실용화된 농업기계인 수도 재배관리 차량, 전자동 채소 이식기, 양배추 수확기, 중량채소 운반작업차, 파이프 유도식 무인 방제기, 채소 잔류물 처리기를 보여주고 있다.

한편, 앞으로 1996년도부터 실용화를 위해 일본에서 개발 예정인 농업기계는 <표 4-19>와 같다.

<표 4-19> 1996년 이후 일본에서 개발 예정인 농업기계

작 목	기 종
수도작, 전작 (곡류)	재배관리 차량, 밀식 이앙기, 고정도 담수 벼 직파기, 곡물 원격외선 건조기, 쌀 품질측정 평가장치
전 작 (서류, 채소)	경운 로봇, 전자동 오이과 채소 접목로봇, 고속 경운 로터리, 채소 재배관리 차량, 고구마 삼묘기, 파 수확기, 범용 서류 수확기, 배추 수확기, 비결구성 채소 수확기,
과 수	과수용 중경제초기, 과수 수확작업기
시설원예	채소 접목 로봇, 셀 트레이 묘 보식장치, 딸기 수확기
축 산	착유 로봇, 영구초지용 제초 로봇, 경사지용 베일러, 포리지 하베스터, 포리지 압축 웨곤, 개체 사료급여장치, 가축분뇨 탈취장치, 축사배수 정화처리장치



범용 콤바인 (벼 헤더)



범용 콤바인 (쌀 헤더)



채소 접목 로봇



접목 작업 광경



유도 케이블식 무인 방제기



채소 잔류물 처리기

<사진 4-21> 1994년 일본에서 실용화된 농업기계



무논용 붐 스프레이어



전자동 채소 이식기



과수원용 파이프 유도식 무인 방제기



자주식 양배추 수확기



채소 잔류물 처리기



중량 채소 운반차

<사진 4-22> 1995년 일본에서 실용화된 농업기계

## 나. 신기종 개발 동향

### (1) 수도작

일본에서는 수도작용 농업기계의 고성능화, 조작의 편이, 무인화를 도모하기 위해 많은 연구개발이 진행되어 왔는데 <표 4-20>은 일본에서의 수도작용 농업기계의 개발 동향을 정리하여 나타내었다.

(가) 트랙터 : 일본의 수도작용 신기종 개발은 트랙터의 고출력화와 작업기의 자동제어 기능의 향상에 중점을 두어왔다. 최근의 트랙터는 동력조향(power steering), 선회 제어 기구, 작업기 승강 장치의 전자식 제어에 의한 경심·수평제어 등 자동화가 일반화되어 이들의 표준 장착은 보편화되어 있다.

이러한 많은 자동화 장치를 장착하여 생산비 절감과 내구성을 만족시키면서 부품수를 줄이는 등 부재 경량화를 도모하여 마력당 중량을 줄여 구미의 61kg/kW보다 3kg/kW 정도 작은 58kg/kW를 실현하고 있다.

<표 4-20> 일본의 수도작 기계의 개발 동향

기종	개발 동향	내용
트랙터	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 중량변화 없이 고출력화</li> <li>○ 중소형의 고기능화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 일본 58kg/1kW</li> <li>구미 61kg/1kW</li> <li>- 자동 경심, 수평제어(피지제어)</li> <li>선회시 자동제어기구</li> </ul>
이앙기	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 조작성, 취급성 향상</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 조작레버의 일체화, 집중화</li> <li>식부부 자동수평제어</li> <li>식부깊이 자동조절</li> </ul>
방제기	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 논 관리작업 승용화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 논 관리작업(제초) 승용차량 개발</li> </ul>
곡물수확기 - 자탈형콤바인 - 보통형콤바인	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 고정도, 고속화</li> <li>○ 대형 범용화로 직업능을 향상</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 예취부 상승 투입탈곡</li> <li>- 보통형 고성능 범용 콤바인 개발</li> </ul>

특히, 선회시 핸들이 설정각 이상 꺾이면 자동적으로 전륜이 1.7~2.0배의 속도로 증속 회전하는 前輪增速機構가 소형은 물론 대형 트랙터까지 표준 장착하게 되었으며, 최근에는 선회시 내측 후륜에 자동적으로 브레이크가 걸려 보다 원활한 선회가 되도록 제어하고 있으며, 이 때 고속으로 급선회하는 것을 방지하기 위하여 변속장치와 연동되도록 하고 있다. 이앙기는 취급성을 향상시키기 위하여 자동제어의 기능 향상, 방제 작업의 무인화와 승용화 등에 개선이 이루어져 왔다.

(나) 이앙기 : 일본의 이앙기는 트랙터나 콤팩트와 함께 완성도가 아주 높은 농업기계로서 수도작 기계화체계에서 없어서는 안되는 작업기계이다.

승용 이앙기의 최근 동향을 살펴보면, 회전식 식부기구를 장착한 고속 이앙기가 1993년에는 전체 승용 이앙기의 80%에 이르게 되었다. 또 고속 식부시 작업 정도를 향상시키기 위하여 승용 이앙기에 식부부 자동수평제어장치 및 식부깊이 자동조절장치 등과 같은 자동화장치가 부착된 것이 많다. 또한 고속작업시 직진성을 확보하기 위하여 동력조향의 감도를 조절하는 기구를 장착하거나 10a정도의 작은 면적에서는 논스톱(nonstop)으로 작업이 가능하도록 자동 표공급장치를 부착한 것도 시판되게 되었다.

최근, 이앙기는 조작성, 취급성을 향상시키기 위하여 여러가지 개선이 이루어졌다. 예를 들면, 운전석 전면에 모니터를 설치하고 클러치와 부변속레버를 일체화하여 운전 조작이 쉽도록 하였다. 또한 HST(hydro-static transmission)에 의한 무단 변속 채용이나 식부 클러치를 끊으면 자동적으로 주행속도가 감소되는 기구를 채용하고 있다.

(다) 방제기 : 방제작업은 농작업 중에서 대표적인 3D 작업으로서 부담의 경감 및 안전성의 향상 등이 강하게 요구되고 있다.

근래에는 수도작에 있어서 경영규모의 확대, 포장의 대구획화 등이 추진되고 있으며, 이에 수반되는 방제 작업에 대한 고능률과 생력화가 이루어졌다. 최근에 이루어진 농업기계 개발연구에서는 생력화, 노동부담의 경감, 고능률·고정도화 등을 목표로 논에서 주행하며 이앙, 병충해 방제, 제초제 살포, 추비 등과 같은 관리작업을 수행하는 승용관리기의 개발에 성공하였다.

방제작업에는 미래지향적이며, 가장 고능률이고 생력적인 有人 헬리콥터를 이용한 약제살포작업이 이루어지고 있다. 그러나 농지와 택지의 혼재화 및 답리작을 하는 작부체계에서는 실시 지역의 확대가 곤란하다. 따라서 유인 헬리콥터의 보조적 역할 또는 유인 헬리콥터로는 작업이 어려운 조건에서 살포작업을 가능하게 할 목적으로 개발한 무인 헬리콥터가 점차 보급될 것으로 전망된다. 하지만 무인 헬리콥터의 보급을 위해서는 이에 적합한 약제의 개발과 헬리콥터의 확보 등 문제가 남아 있다.

(라) 수확기 : 지금까지 수확의 기계화는 벼, 맥류를 중심으로 바인더, 자탈형 콤바인이 주로 보급되었으며, 1993년 일본 농림수산성 통계에 의하면 보급대수는 자탈형 콤바인 81%, 바인더 17%, 보통형 콤바인(범용콤바인 포함) 2%로 최근 10년간 바인더에서 자탈형 콤바인으로 급격히 전환되었다.

자탈형 콤바인에 대한 최근 신기술로는 포장 전체를 기계만으로 수확하고자 하는 요구에 부응하여, 수확시 새머리 부근에서 최초의 선회시 예취부를 들어올려 예취를 하게 되는데, 이 때 일시적으로 작물이 짧게 잘리는 현상이 발생하게 되며 이것이 그대로 탈곡부에 반송되면 탈곡이 잘 되지 않는다. 이 때 공급 체인과 함께 작물을 잡고 있는 유도판(挾持板)이 자동적으로 들어올려져 작물이 공급 체인으로부터 이탈하여 탈곡실 안으로 투입되어 탈곡되도록 하는 장치가 부착된 콤바인이 개발되어 있다.

보통형 콤바인은 범용 콤바인이라는 이름으로 일본 고유모델이 개발되었다. 이

것은 生研機構에서 개발한 스크류식 탈곡부를 장착하여 벼 수확에서 자탈형 콤바인에 육박하는 정밀도로 수확이 가능하게 되었으며, 50a/h의 높은 작업능률을 가져 보리, 콩, 등 여러 종류의 곡물 수확에서의 이용이 가능하게 되었다.

(2) 채소 및 시설원에

채소 및 화훼는 공정 육묘를 통한 <표 4-21>과 같이 육묘 노력 절감, 전자동 이식기에 의한 이식 노력 절감, 수확 작업의 기계화를 통한 생산의 일관 기계화를 위한 방향으로 기술개발이 이루어져 왔다. 또한 청과물 및 절화의 선별 및 포장의 기계화를 통한 노력 절감과 품질 향상을 위한 기술 개발이 이루어져 왔다.

<표 4-21> 일본의 채소 기계화 최근 기술개발 동향

기 종	개 발 동 향	내 용
청과물 처리· 선별용 기계	○ 시스템화 및 시설화 ○ 형상선별 고정도화	- 공동선별포장시설 - 절화용 조제·선별기
채소 재배용 기계	○ 육묘의 공장화 ○ 일관작업기계화	- 접목로봇 - 채소 전자동이식기 양배추수확기, 중량채소수확기

<사진 4-23>은 육묘공장의 트레이 이송 시스템을, <사진 4-24>는 접목묘의 활착실을 보여주고 있다. 또한 <사진 4-25> 및 <사진 4-26>은 최근에 일본에서 개발된 자동 접목기와 접목장치의 구조를 나타낸 것으로 현재 시판 중에 있다.

한편, 네덜란드에서는 여러 종류의 분재 화훼 재배관리의 자동화 시스템이 많이 개발되어 판매 단계에 있다. <사진 4-27>은 화분에 모종을 자동으로 이식하는 시스템을, <사진 4-28>은 화분 이송 로봇에 의한 화분의 이송 및 배열 광경을 보여주고 있다. <사진 4-29>는 이식 로봇이 화분에 모종을 자동으로 이식하는 광경을 보여주고 있다. <사진 4-30>은 화초를 자동으로 전정하는 기계를, <사진 4-31>은 화분에 자동으로 상토를 충전하는 기계를 보여주고 있다.

<사진 4-32>와 <사진 4-33>은 프랑스에서 최근에 개발되어 시판되고 있는 화훼 모종 자동 이식기의 작업 광경을 보여주고 있다.

<사진 4-34>는 일본 가와사키 라이프(주)에서 미국의 Agrisystem사로부터 도입한 태양광형 식물공장의 내부 모습을, <사진 4-35>는 일본 구주전력(주)이 미스비시전기(주)로부터 도입한 인공광형 식물공장의 내부 모습을 각각 보여주고 있다. <사진 4-36>은 가와사키 라이프(주)의 식물공장의 파종으로부터 수확까지의 공정을 보여주고 있다.

### (3) 과수

최근 수년간에 걸쳐 고품질 과실의 안정 생산과 생산성이 높은 작업체계의 확립을 과제로 하는 농업기계의 기술개발이 추진되어 왔다. <표 4-22>에서 보는 바와 같이 범용 작업차, 무인 방제기 등과 같은, 관리작업 중에서도 아주 많은 시간을 요하는 작업을 위한 기계 개발에 치중하여 최근 판매에 들어갔다. 한편, 최근 유도 케이블식(<사진 4-21>)과 파이프 유도식(<사진 4-22>)의 과수원용 무인 방제기를 개발하여 판매 단계에 들어 갔다.

<사진 4-37>과 <사진 4-38>은 일본 생연기구에서 개발한 과수원용 중경제초기이다. 이것은 초음파 센서를 이용하여 나무그루를 인식하는 트랙터 부착형 유압 구동 작업기로서 나무 밑까지 경운·제초할 수 있는 기능을 가지고 있다.

<표 4-22> 일본의 과수 기계화 기술개발 동향

기 종	개 발 동 향	내 용
과수 재배용 기계	○ 관리, 수확작업 기계화	- 범용작업차 - 과수원용 무인 SS 실용화
축산용 기계	○ 착유무인화 ○ 사료생산용 기계개발	- 착유로봇 - 간이 초지갱신기

<사진 4-39>와 <사진 4-40>은 일본 생연기구에서 개발한 과수원용 고가 작업차와 사과수확 모습을 각각 보여주고 있다.

#### (4) 수확후 가공기계 및 설비

수확후 가공기계는 우리나라에서는 주로 벼를 대상으로 하는 각종 건조 및 도정 기계가 개발 보급되어 오다가 최근 과실류를 대상으로 하는 개별 농가용 선별기가 보급되기 시작하였다. 청과물의 경우 외국에서는 개인농가 중심의 단기능 기계 이용으로부터 선별에서 저장에 이르기까지 일련의 작업을 연속적으로 수행할 뿐만 아니라 노동력 절감 및 고품질을 꾀할 수 있는 공동이용형시설 형태로 전환하고 있다.

또한 고품질의 농산물을 출하하기 위해 정밀 기술이 개발되고 있다. 곡류의 경우 과거 기계식선별에서 광학기술을 이용한 개체선별로, 청과물의 경우 기존의 무게, 형상 뿐만아니라 색깔 등의 외관과 속도, 당도 등 내부품질에 의한 선별시설이 보급되고 있다. 최근 외국에서 개발 보급되고 있는 몇가지 예를 살펴보면 다음과 같다.

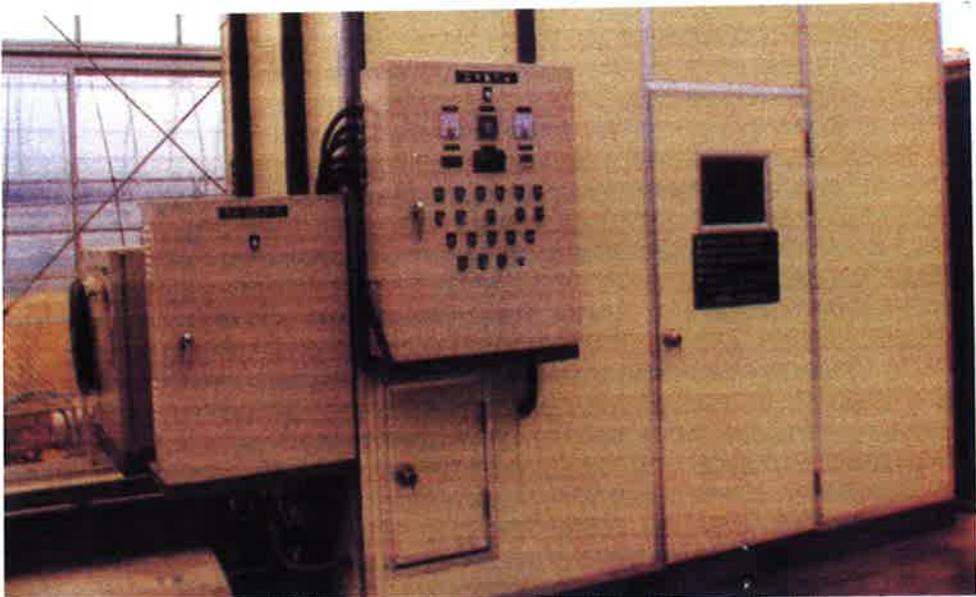
<사진 4-41>은 쌀의 품질향상 및 건조에너지 감소를 위해 일본에서 개발된 태양열을 이용하는 하우스 건조, 저장, 조제 시설이며, <사진 4-42>는 현미의 착색립, 복백립, 동할립, 미숙립 등을 판정하는 현미 품질 판정장치이다.

<사진 4-43>은 최근 화란에서 개발 이용되고 있는 과실용 색채/중량 선별 시스템의 모습이며, <사진 4-44>는 감귤의 형상 뿐만아니라 표면상처 선별이 가능한 광전식 형상 선별장치이다. <사진 4-45>는 오이 선별시스템이며, <사진 4-46>과 <사진 4-47>은 길이, 굵기, 곡률 등의 판정이 가능한 오이와 가지의 선별부이다.

<사진 4-48>은 과실류의 품질보증을 통한 유통질서확립 및 상품가치향상을 위해 사용되는 자동 과실 상표 부착기이다. <사진 4-49>는 과실 선별시스템에서 노동력이 많이 요구되는 공정 중의 하나인 상자에 과실을 담는 작업을 수행하는 자동 과실 函入 장치이다.



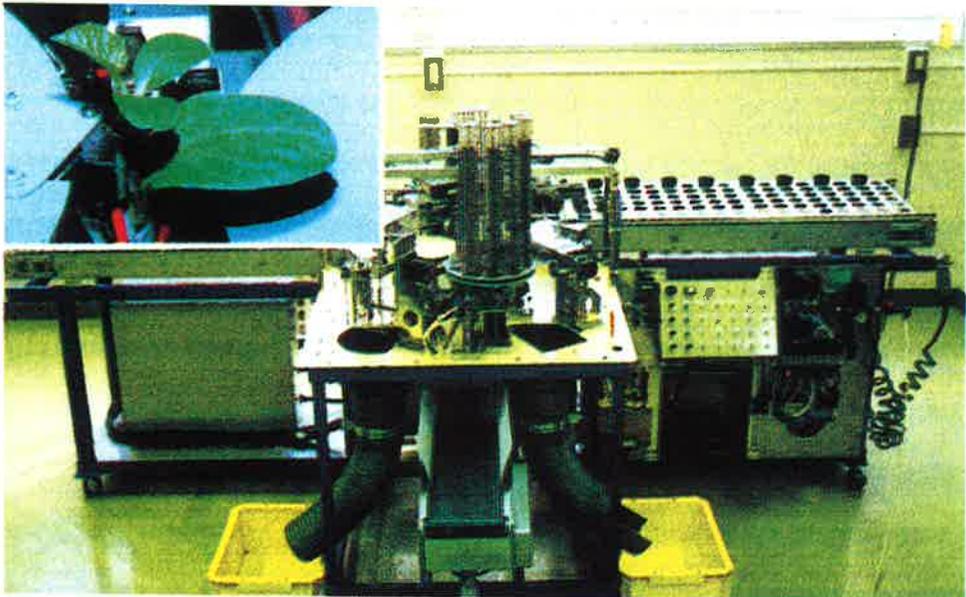
<사진 4-23> 육묘 공장의 트레이 이송 시스템



<사진 4-24> 채소 접목 표의 활착실



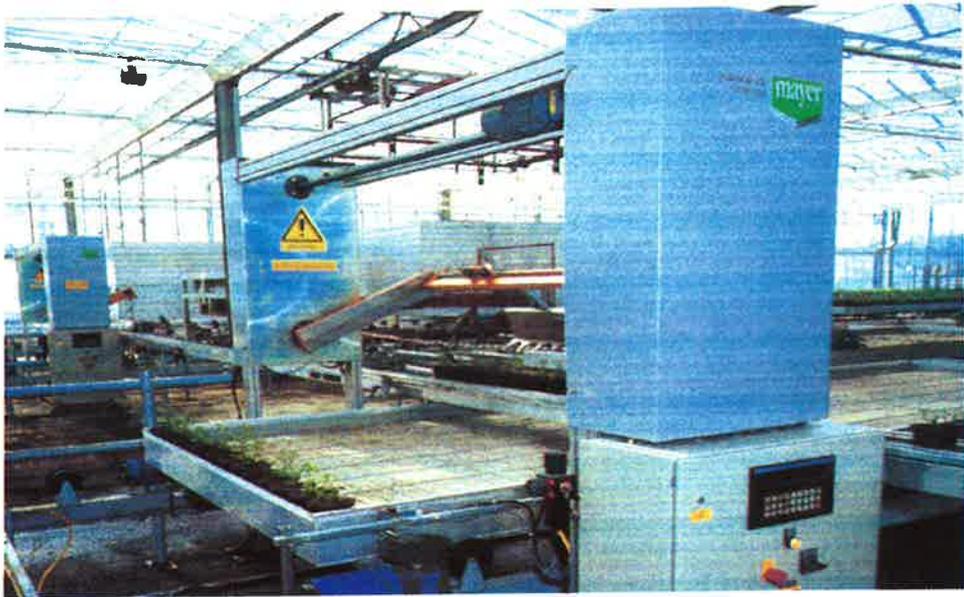
<사진 4-25> 자동 접목기



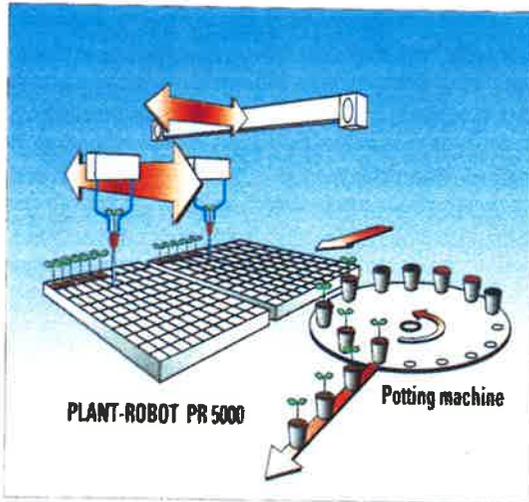
<사진 4-26> 접목장치의 구조



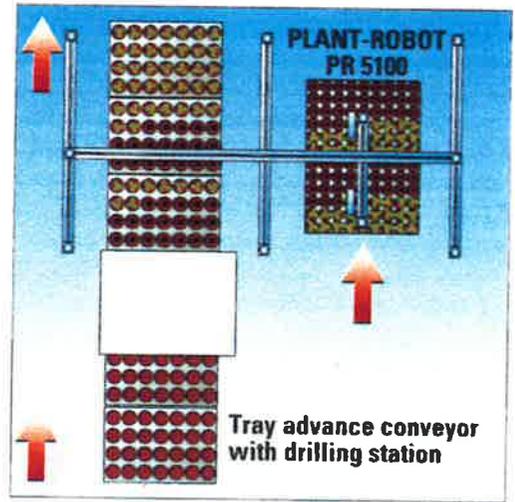
<사진 27> 이식 로봇에 의한 모 이식작업



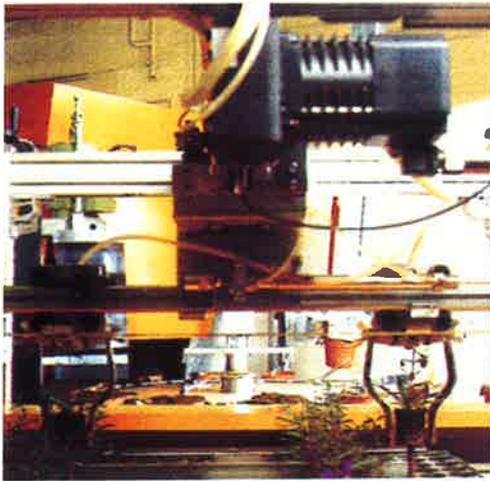
<사진 28> 화분 이송 로봇에 의한 화분 이송 및 배열



(가) 이식 로봇의 작동 원리



(나) 자동 이식 시스템의 구성



(다) 이식 로봇의 작업 광경  
(트레이에서 모 추출)



(라) 이식 로봇의 작업 광경  
(이송-이식)

<사진 4-29> 화분의 모 이식 자동 시스템(네덜란드 Mayer Co.)



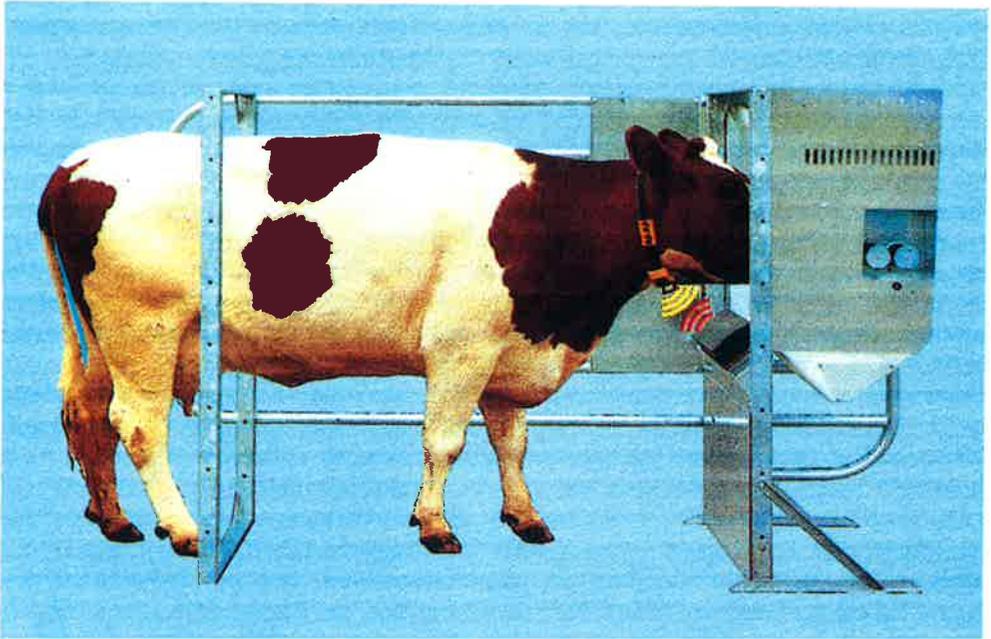
<사진 4-30> 화초 자동 전정기



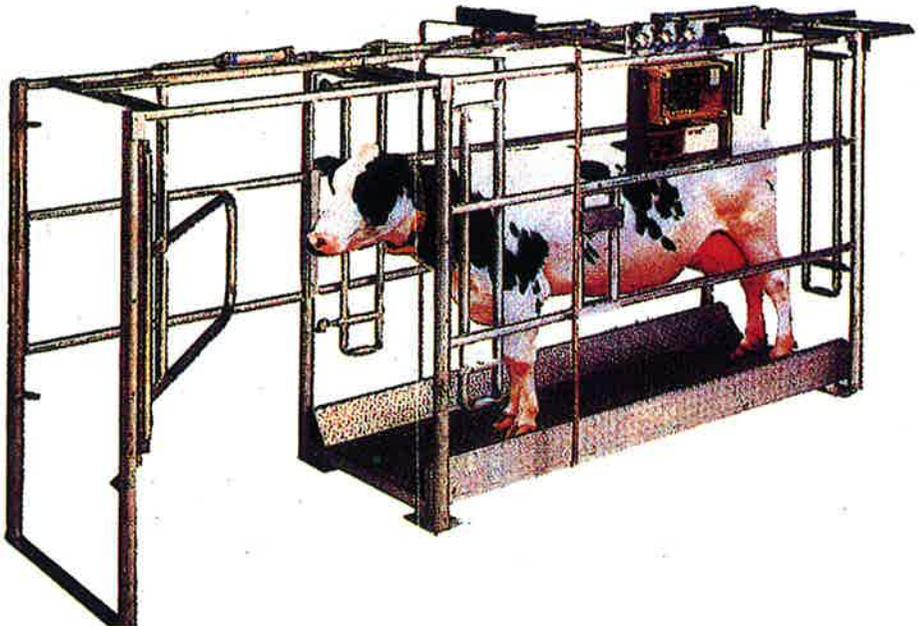
<사진 4-31> 화분의 자동 상토 충전기



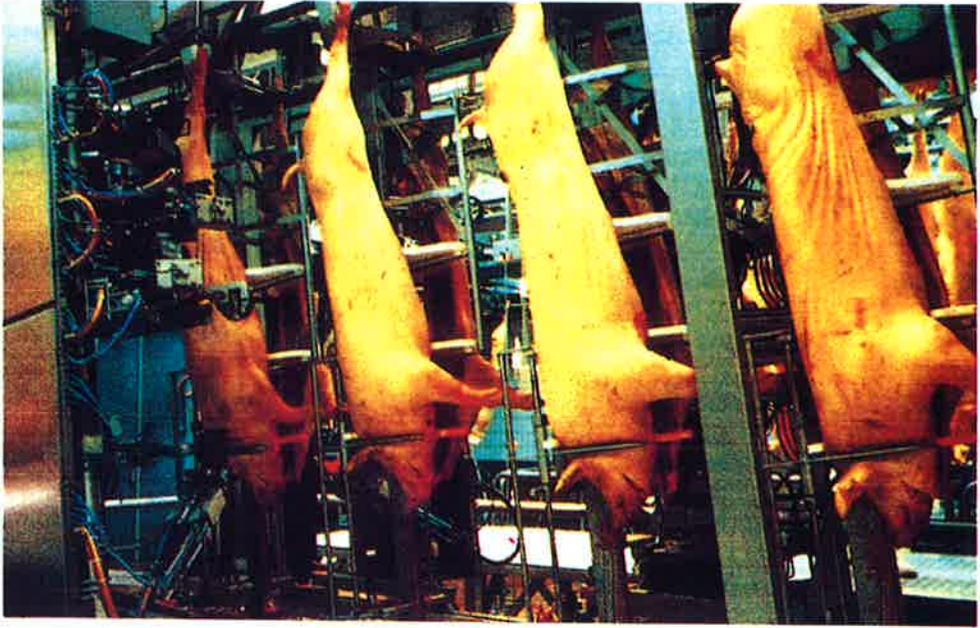
<사진 4-54> 절화 결속 시스템



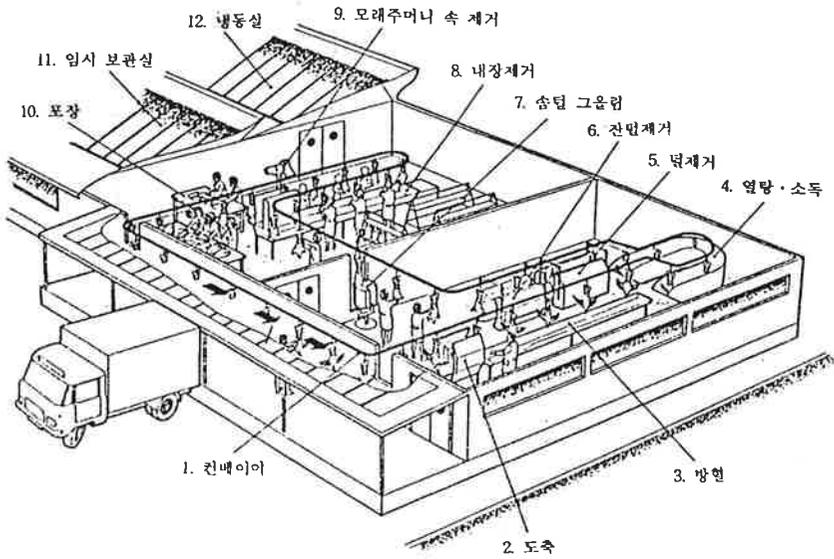
<사진 4-55> 자동 개체식별 및 사료급이기



<사진 4-56> 자동 체중계량 및 분리장치



<사진 4-57> 돼지 도축설비



<사진 4-58> 양계 도축 공정도

<사진 4-50>은 타음에 의해 수박의 空洞果를 판별하는 내부품질 판정장치이며, <사진 4-51>은 자동 수박 函入 장치이다.

<사진 4-52>는 무의 세척, 잎절단, 선별, 포장공정으로 이루어지는 무 선별 시스템과 선별공정에서 제외된 상품가치가 없는 무를 이용하여 무 말랭이를 생산하는 무 가공공장내의 원료 투입 및 선별부이다.

<사진 4-53>은 절화류의 선별, 결속 장치이다.

#### (5) 축산용 기자재

최근 일본의 축산은 육류가격의 하락과 우유소비량의 감소 등으로 인하여 낙농 및 비육우 농가가 큰 어려움을 겪고 있으며, 또한 후계자 부족, 환경오염 등 많은 문제가 야기되고 있다. 이와같은 문제를 해결하기 위해 저비용, 생력화, 고품질화를 목표로 사양관리의 자동화를 구축하고 있다. 이를 위해 영농규모 확대와 더불어 최근 화란에서 젖소의 개체 관리를 목적으로 개발된 컴퓨터 개체 식별 관리시스템, 착유 로봇, 자동 체중 계량장치, 자동 유방염 진단장치, 착유기 자동 탈착장치, 자동 발정 진단장치, 자동 산유량 계측장치 등의 도입 또는 개발을 추진하고 있다.

<사진 4-54>는 개체 식별 및 자동 사료공급 장치로서 젖소가 농후사료를 먹기 위해 먹이통에 접근하면 사료통에 설치된 무선송수신기가 젖소의 목에 걸린 식별 센서를 통해 젖소의 고유번호를 인식하여 컴퓨터로 전송하면 해당 젖소에 알맞는 량의 사료가 공급된다. <사진 4-55>는 자동 개체 식별, 체중 계량 및 분리 장치로서 개체를 인식하고, 무게를 측정후 무게가 예상치와 비교해서 이상이 있을 경우 출구를 변경하여 격리소로 들어가도록 하는 기능을 한다.

<사진 4-56>은 돼지 자동화 도축공장의 한 장면이며, <사진 4-57>은 소규모 육계 가공 공정도이다.

## 제 4 절 미래지향적 첨단기술 개발 동향

### 1. 첨단 기술 개발의 필요성

WTO 체제의 출범에 따라 농산물의 수입제한이 사실상 철폐됨에 따라 가장 발달된 과학기술에 의해 가장 적은 비용으로 고품질의 농산물을 생산할 수 있는 생산자만이 생존할 수 있는 환경이 되었다.

단지 기계화만을 위한 기계화는 과거의 일이 되고, 농업생산이 기계적 시대로부터 화학적 시대로 변모하여 왔다. 기계적 수단으로 생산성을 향상시킬 수 없을 때 비료, 농약, 제초제 등의 화학재료는 생산성을 더 향상시키는 첨병 역할을 했었다. 그러나 환경에 대한 관심이 고조되면서 화학 비료와 제초제의 사용은 제한되고 있으며, 화학 비료의 유출과 지하수로의 침투는 더욱 주의 깊게 감시되고 규제되고 있다.

#### 가. 기계의 지능화 및 무인 자동화

환경오염에 대한 관심과 제어기술의 발달 및 자동화는 농업을 정보화 시대로 유도하고 있다. 즉, 새로운 기술은 생산 농업의 성격을 변화시키고 있다. 예를 들면, 전체 포장에 제초제를 살포하는 대신 새로운 센서와 자동제어 기술은 개개의 잡초에만 살포하여 죽임으로써 농산물과 환경에 주는 영향을 최소화할 수 있다. 비료의 경우에도 전체 포장에 균등하게 살포하는 것보다 작물의 밀도, 토양 유기물의 양과 다른 영양소의 양을 센서와 인공지능에 의해 살포량을 자동조절함으로써 비료에 의한 수질오염을 최소화할 수 있다.

또한 농촌 노동력의 부족과 어렵고, 힘들고, 더러운 작업을 기피하는, 즉 3D기피현상으로 인한 농업기계의 무선조종 또는 무인화 운전의 필요성이 중요한 과제로 대두되고 있다.

#### 나. 처방 농업 또는 정밀농업

처방농업(Prescription farming)은 정밀농업(Precision farming) 또는 특정위치

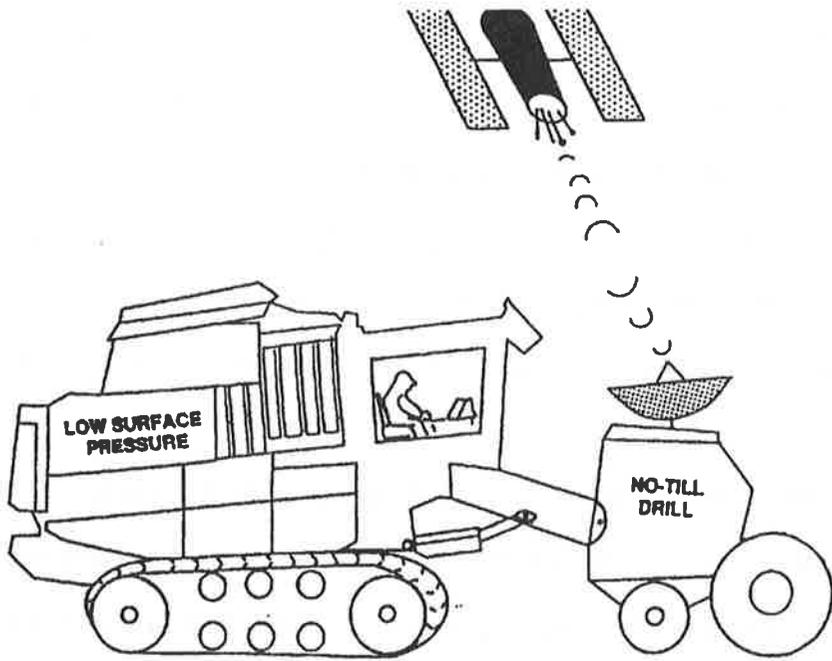
적용(Site-specific application)으로 불리는데, 이 방법은 현재 포장의 토양 또는 작물의 상태 데이터를 위치에 대한 정보로 사용함으로써 특정 위치에 비료 또는 살충제의 살포량을 정확하게 조절할 수 있다.

처방농업의 장점을 살리기 위해서는 토양의 유형 및 비옥도, 수량목표 등과 같은 데이터가 포장의 위치와 함께 저장되어야 한다. 포장기계는 포장 내에서 자신의 위치를 인식하지 않으면 안되고, 필요할 때 적용량을 변화시킬 수 있는 자동제어 시스템을 갖추지 않으면 안된다. 지리정보시스템(GIS, geographical information system)은 이러한 공간정보를 저장하는데 이상적인 방법이며, 지구위치시스템(GPS, global positioning system)은 포장 내의 현재 위치를 인식하는데 이상적인 방법이다.

GIS는 여러 종류의 자료에서 나온 공간 데이터와 통계데이터를 종합하여 분석할 수 있으며, 사용자가 쉽게 효율적으로 사용할 수 있는 환경을 제공하는 메뉴 방식의 사용자 인터페이스를 가지고 있다. GIS는 "지도 속성"이라고 불리는 데이터 베이스와 여러 지도에서 가져오는 지도 정보를 결합시키는 형태로 작동한다. 공간적으로 변하는 정보를 지도 형태로 출력함으로써 많은 양의 데이터를 쉽게 이해할 수 있게 해준다.

처방농업에서 GIS를 이용하면 데이터를 공간적으로 저장할 수 있다. GIS에서 나온 출력은 농민의 기준에 의해 정해진 특정 양을 요구하는 포장 내의 지역을 찾아내는데 도움을 줄 수 있다. 기준 설정에 필요한 데이터는 토양의 유형, 부족한 영양소, 해충의 수와 같은 것이다. 이 데이터와 다른 데이터로부터 특정 지역의 곡물 생산을 예측할 수 있고, 비료의 사용과 병충해 방제 계획을 최적화하는데 사용될 수 있다. GPS(global positioning system)는 미국의 방위산업으로부터 직접 이전된 신기술로서 여러 개의 위성과의 통신망을 이용하여 지구상의 어디에서든 하루 24시간 동안 자신의 위치를 찾아낼 수 있다. <그림 4-1>은 처방농업을 위해 장

차 사용될 GPS를 이용한 다목적 농용차량의 농작업(무경운 파종) 모습을 보여주고 있다.



<그림 4-1> 처방농업을 위한 다목적 농용차량

GPS로부터의 위치 정보와 GIS에 기록된 정보를 결합하여 비료와 농약의 양이 작업 중에 자동 조정될 수 있다. 또한 GPS와 함께 포장에 대한 정확한 수량 측정 장치를 가진 콤바인은 각 지점의 현재 수량을 기초로 다음 해의 수량목표를 설정할 수 있을 것이다. 과수원에서 GPS와 영상 시스템을 가진 트랙터는 전체 과수의 부피를 측정하여 수량을 예측하거나 농약 살포량을 예측할 수 있을 것이다.

#### 다. 통합기술과 의사결정

앞에서 언급한 지능기계는 어디에 얼마만한 농약 또는 비료를 살포할 것인가에

는 도움을 줄 수 있으나 작물 생장기간 동안 언제 약제를 살포하고 시비할 것인가라는 의사결정의 문제가 남는다. 자신과 다른 농민의 조언을 바탕으로 주관적인 결정을 내리기보다는 작물생육과 날씨에 대한 정보와 전문가들의 판단에 근거하여 합리적인 결정을 내리는 것이 더 좋을 것이다.

한편 시설원예 또는 식물공장에서 작물의 생육환경 및 생육 상태를 계측하여 어떻게 환경 조건을 설정하여 제어하고, 양액을 조제하여 공급하며, 또 병충해를 진단하여 약제를 살포할 것인가 하는 의사결정을 내리는 것이 문제가 되고 있다.

이러한 문제를 해결하기 위해서는 작물생장모델과 전문가시스템을 통합하는 기술이 필요하다.

## 2. 농업기계 분야의 신기술

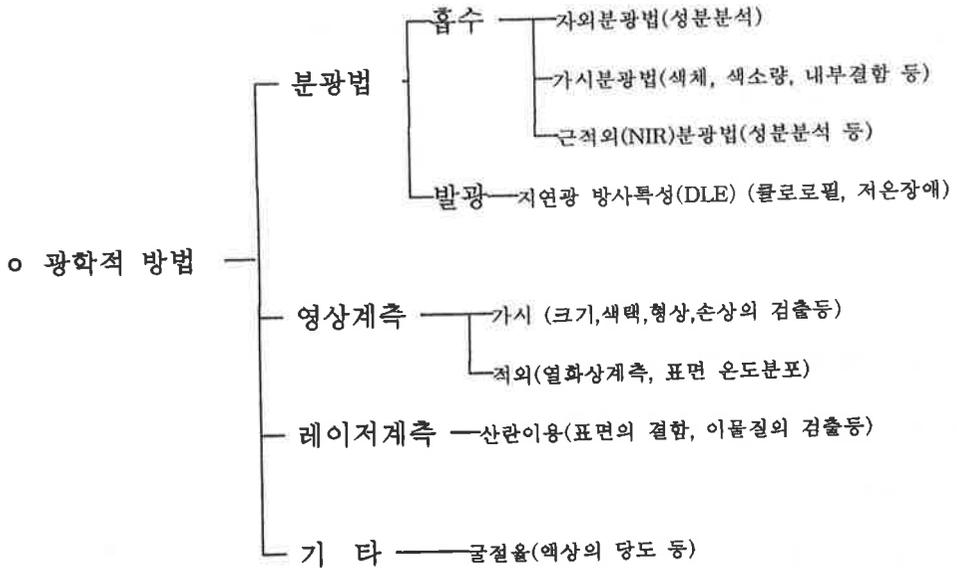
### 가. 농산물의 비파괴 품질 계측

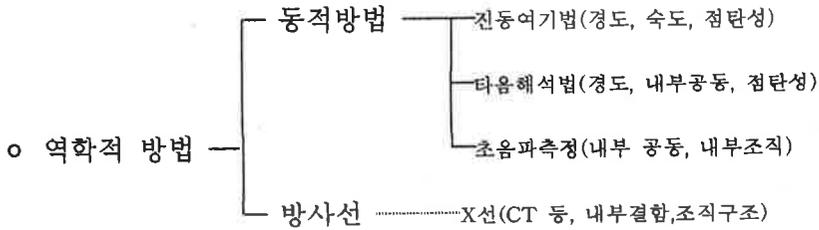
#### (1) 정의

농산물의 품질은 상품가치의 척도로서 외관적 품위(외관적 품질이라고도 함)와 내부 품질로 구분된다. 외관적 품위를 나타내는 인자에는 크기, 무게, 모양, 색, 표면상태 등이 있으며, 내부품질을 나타내는 인자에는 화학적 성분, 숙도, 경도, 당도, 내부구조 등 여러가지가 있다. 이와 같은 품질인자를 계측하는 방법은 대상물체의 특성이나 형태를 변화시키지 않고 측정하는 비파괴인 방법과 특성이나 형태를 변화시켜 측정하는 파괴적인 방법이 있다. 또한 비파괴적인 방법은 대상물의 표면에 접촉하지 않고 계측하는 비파괴 비접촉 계측법과 표면의 접촉을 통하여 측정하는 비파괴 접촉 계측법으로 구분하기도 한다. 화학분석에서는 대상체를 파괴하더라도 용매나 용액을 사용하지 않고 즉 대상물의 화학적성인 성분변화를 유발시키지 않고 분말 또는 액상상태로 성분을 계측하는 것을 비파괴 계측이라고도 한다.

(2) 요소 기술

비파괴적으로 농산물의 품질인자를 계측하는 방법은 크게 구분하면 광학적 방법, 전자기적 방법 및 역학적 방법이 있다. 이들 방법을 보다 세분하면 다음과 같다.





(3) 품질 인자별 비파괴 계측 요소 기술

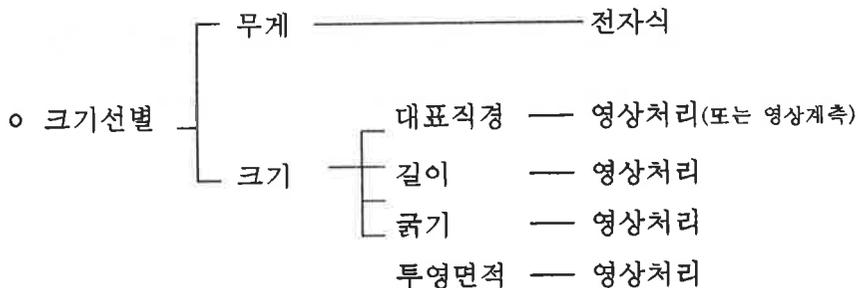
농산물의 품위 및 내부 품질 인자는 농산물의 종류에 따라 차이가 있으며 등급규격은 나라마다 차이가 있다. 사과와의 경우 등급 결정에 채택하고 있는 품위 및 품질인자는 다음과 같다.

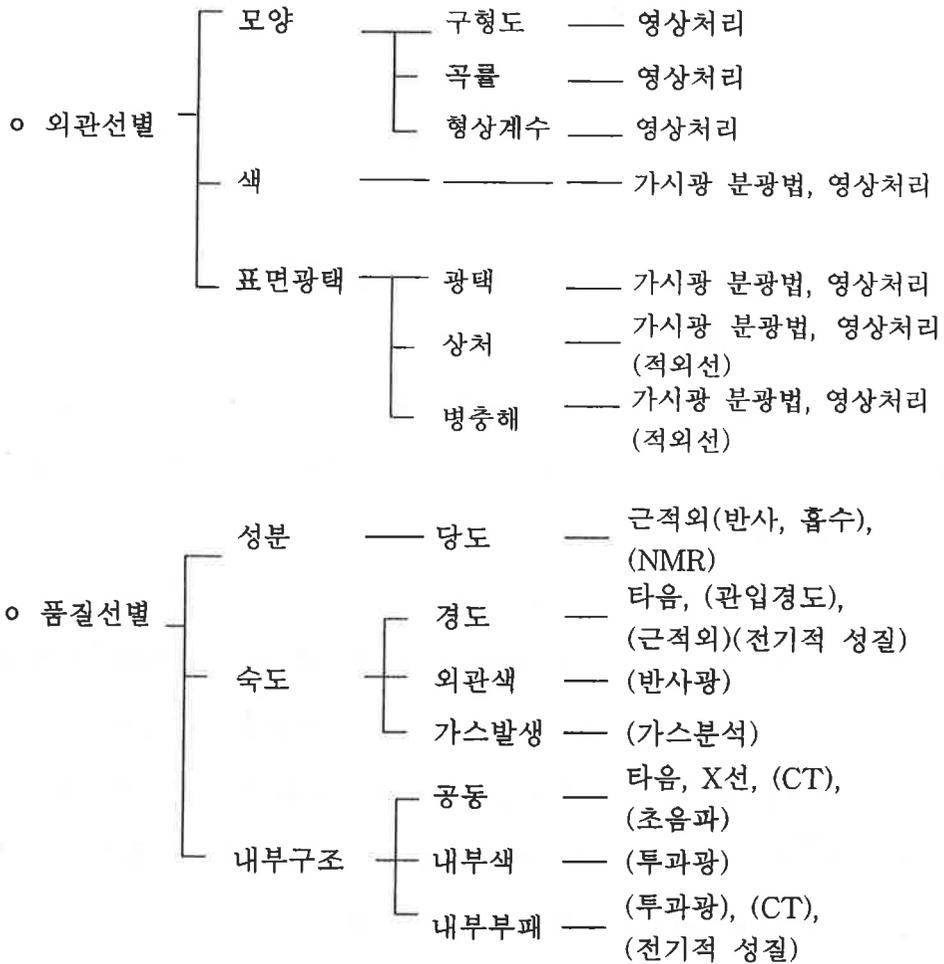
한국 : 무게, 크기의 균일도, 색깔, 결점 등

일본 : 우리나라와 유사하지만 품위기준이 수치화 내지 세분화되어 있음

미국 : 무게, 모양, 색깔, 결점, 성숙도, 경도, 내부부패, 내부갈변 등

이와 같은 인자를 실시간 비파괴적으로 측정하기 위해 상기에서 제시된 여러가지 요소기술들이 이용되고 있다. 농산물과 관련되는 각종 품위 및 품질 인자의 측정에 활용되고 있는 요소기술을 요약하면 다음과 같다.





위에서 ( )가 표시되어 있지 않은 것은 이미 실용화 내지 보급단계에 있는 기술이며, ( )내에 표시된 것은 실용화를 위해 연구중인 것을 의미한다.

#### (4) 기술개발 동향 및 연구사례

전자산업의 발달과 함께 농산물의 비파괴 품질평가 기술은 급속도로 발전하고 있다. 예를 들면, 과실선별의 경우 몇년 전까지만 해도 전자식 선별기에 의한 중량 선별 및 육안에 의한 색깔 선별이 보편적인 방법이였으나, 최근에는 영상처리에 의



<표 4-23> 생체정보와 측정원리

측 정 항 목	측 정 원 리
잎의 온도	미소 열전쌍, 원적외선 센서
잎의 온도분포	열선 카메라
잎의 활성도	빛의 반사 스펙트럼
줄기 직경	차동변압기(LVDT)
生體 轉流	전극 및 증폭기
氣孔 開度	촬상소자(CCD) 카메라에 의한 화상처리
수목의 연륜	X선 단층화상 계측
가축 육질(지방질)	초음파 단층화상 계측
수분, 당도 등	核磁氣 共鳴 단층화상 계측

(2) 필요성 및 응용 분야

농촌인구의 감소와 3D작업의 기피 현상에 따른 농촌노동력의 부족 현상, 그리고 WTO체제의 출범에 따른 전면적인 농산물 수입개방에 대처하기 위해서는 고품질의 농산물을 저비용으로 생산하는 일이 무엇보다 시급하다. 이를 위한 한가지 방안은 농산물 및 축산물의 생산에서 작업을 기계화 및 자동화하여 생산성을 증대하고 노동력을 절감하는 것이다. 동식물의 생체정보 계측은 영양 진단, 생물생산 시설의 환경제어, 농업용 로봇의 개발 등 기계설비의 무인화와 무인 생산관리 등 농업자동화에 필수적인 기술이다.

더우기 최근에는 시설원에 재배 기술이 더욱 발전되어 光을 비롯한 모든 작물의 생육환경을 인공적으로 제어하고 공장적인 생산 방식에 의하여 작물을 재배하는 植物工場이 미국, 일본 등 선진국에서 이미 실용화되고 있다. <표 4-24>는 세계의 대표적인 식물공장을 나타낸 것이다.

<표 4-24> 세계의 주요 식물공장의 현황

개발 기업	형식	규모(m <sup>2</sup> )	생산물	실용 단계	특징
크리텐센농장 (덴마크)	태양광, 인공광 병용	1,000	크레손	실용화	-씩 채소의 단기 생산 -체인 컨베이어에 의한 작물 이동 방식
Luthner社 (오스트리아)	인공광형 (완전제어)	216	상추, 토마토	연구개발	-입체 이동 재배식
Agrisystem社 (미국)	태양광 이용	3,000	상추	실용화	-이동식 양액 재배 -자동 파종기, 자동 수확기 등 채용
Archer Daniel Midland社 (미국)	태양광 이용	18,000	상추	실용화	-파종, 육묘, 재배, 수확, 선 별, 포장의 각 작업을 컨베 이어 위에서 일괄 실시
Phytofarm of America社 (미국)	태양광 이용	4,500	상추, 시금치	실용화	-컨베이어식 이동 재배 -조간 자동조절(밀식재배) -고속 파종기
Agronautics社 (미국)	태양광, 인공광 병용	-	상추	실용화	-육묘 완전 자동화 (이식 로봇 이용) -육묘기는 인공광 이용
Avesse社 (스웨덴)	태양광, 인공광 병용	7,000	상추	실용화	-주간 자동조절 -겨울철 보광
Okamoto農園 (캐나다)	인공광형 (완전제어)	300	상추	실용화	-정치식 재배
하타치제작소 (일본)	인공광형	66	상추	실용화단계	-양액 재배 방식 -평면 베드 방식
三園農園 (일본)	인공광형	408	상추	실용화단계	-양액 재배 -이동식 재배
동양엔지니어링 (일본)	인공광형	330	상추	실용화단계	-양액 재배 -트레이의 평면 이동 재배방식
M式 水耕研究所	인공광형	72	상추, 시금 치, 토마토, 오이 등	연구 단계	-벨트식 이동재배 베드 -GFM식 인텔리전트 시스템
농업기계화연구소 (일본)	태양광형	80	토마토	연구 종료	-토양재배 -엔드리스 롤러컨베이어 방식으로 작물 이동
전력중앙연구소 (일본)	태양광, 인공광 병용	1,000	상추, 시금치	실증 연구 단계	-양액 재배 -풋트 설치대 수평이동방식 -심야 전력 이용

앞으로 우리나라의 시설원예가 산업으로서 발전하고 저비용 고품질 농산물을 생산하기 위해서는 농업의 공업화, 즉 자연조건을 떠나 작물생산의 노하우(knowhow)를 정량적으로 파악하여 제어된 환경에서 규격품의 농산물을 공장생산 방식에 의해 연속 연속적으로 생산하는 식물공장으로 발전하게 되리라 전망된다.

현재 선진국에서 이용되고 있는 인공조명을 사용하는 식물공장에서는 환경제어용 하드웨어는 이미 개발되어 있어 거의 모든 환경을 인공적으로 설정할 수 있다. 이들 시설에서는 상당히 자유로운 환경제어가 가능하므로 새로운 재배 소프트웨어를 개발하여 작물생육을 제어하면 고품질의 농산물을 생산하고 투자 효율을 개선할 수 있다. 그러나, 현재로서는 고도로 발달한 생육환경 제어장치의 하드웨어를 효율적으로 사용하기 위한 고기능의 소프트웨어가 없기 때문에 현대식 유리온실이나 식물공장에서는 생산자의 경험과 지식을 바탕으로 작물의 종류와 생육단계별로 생육조건을 입력하여 설정하는 방식을 이용하여 생육환경 제어장치를 운영하고 있다.

작물의 최적 생육환경은 생육단계나 작물의 환경요인에 따라 달라 그 조합이 수없이 많기 때문에 종래의 방법으로는 작물의 생육환경을 구명하는 것이 매우 곤란한 일이다. 즉, 환경정보에 비하여 살아있는 작물의 성장반응 및 성장량에 대한 정보(이를 生體情報라 함)의 측정이 곤란하기 때문에 작물의 생육조사는 수작업에 의존하고 있는데, 이와 같은 파괴적인 측정조사 방법으로는 생육단계마다 여러 개의 작물이 필요하게 되어 측정오차를 줄이기 위해서는 더 많은 측정개체의 수가 요구된다. 따라서 재배 및 조사의 장소, 노력의 제약을 받게 되어 실제 측정조사 간격은 수일에서 수주일씩 되어 환경요인의 수많은 조합을 처리한다는 것은 현실적으로 불가능하였다. 더욱이 전기전자 측정기술의 발달에 따라 필요한 환경정보를 수초 단위로 수집할 수 있게 됨으로써 환경정보와 생체정보의 수집 속도에는 큰 격차가 벌어지고 있다.

### (3) 기술개발 동향 및 사례

최근에 이르러 네덜란드, 이스라엘, 일본 등 선진국에서는 급속히 발달되고 있는 고기능 센서와 컴퓨터 기술을 활용하여 생체정보를 비파괴적으로 신속히 측정할 수 있는 방법이 개발되어 생육상대나 성장량을 신속, 정확하게 판단하기 위한 연구가 활발히 이루어지고 있고, 일부는 이미 생육환경 제어장치에 결합되어 실용화되고 있다.

한편, 우리나라에서는 시설원예의 기계화에 관한 역사가 짧아 복합환경제어장치에 관한 연구가 초보적인 수준에 머물러 있고, 일부 중소기업에서 외국에서 수입한 환경제어장치의 일부를 국산화하고 입출력을 한글로 바꾸어 놓는 수준에 머물러 있다. 따라서 작물의 생육환경제어에 관한 연구나 환경요인과 성장반응 또는 성장량과의 관계 구명을 위한 연구는 몇 년전까지도 전혀 수행되지 않았다. 최근에 이르러 서울대학교 농공학과 류관희 교수팀이 식물생육장치를 제작하여 온도, 습도, 탄산가스, 양액성분 등의 환경요인을 자동제어하고, 탄산가스 농도, 줄기직경, 엽면적 및 생체중과 같은 성장반응을 비파괴적으로 측정하여 실시간 제어하는 시스템 개발에 관한 연구를 수행한 것이 이 분야 연구의 계기가 되었다. 최근에는 농특세 재원에 의해 지원되는 현장애로 기술과제로서 1994년부터 서울대학교 농학과 이변우 교수팀이 생육환경과 성장반응을 측정하여 생육환경을 자동제어하는 알고리즘을 개발하는 연구를 수행하고 있다.

부록 II의 [표 II-2]는 대표적인 생체계측 기술 응용 연구 사례를 정리하여 나타낸 것이다.

### (4) 기술개발의 문제점

동식물의 생체계측은 환경변화에 따른 미소한 성장반응 및 성장량을 측정하여야 하므로 높은 정확도의 센서가 필요한데, 대부분의 경우 성장반응의 미세한 변화를 검출할 수 있는 센서가 거의 없으며, 있는 경우라 하더라도 파괴적인 방법이

나 실시간 계측이 불가능한 경우가 많다. 그리고 실시간 계측이 가능한 계측기의 경우에는 가격이 너무 비싸서 이를 자동제어장치에 이용하는 것이 경제적으로 타당성이 없는 경우가 많다. 따라서 기존의 원리가 아닌 새로운 원리 및 기술에 의해 동식물의 성장반응 또는 성장량을 측정하는 센서를 개발하여야 하는 어려움이 있다.

## 다. 농업기계의 자동화 기술

### (1) 정의

농업기계의 자동화 기술이란 농업용 기계 및 장치의 조작 또는 운전에서 일부 기능을 자동화하거나 무선 조종 또는 자율주행에 의해 무인화 운전이 가능하게 하는 기술, 그리고 시각, 촉각 등의 인식 기능을 부가하여 머니플레이터와 엔드 이펙터에 의해 인간과 같이 스스로 판단하면서 작업을 하는 로봇 개발 기술을 말한다.

농업기계 자동화의 요소기술에는 제어기술, 센서 및 계측기술을 비롯하여 신경망(neural network)과 퍼지(fuzzy)이론, 혼돈(chaos)이론, 영상처리 및 패턴 인식 등의 지능화 기술이 포함된다.

### (2) 필요성

농산물의 생산비를 절감시키고 환경오염을 방지하기 위해서는 작업성과 작업 정도를 향상시킬 필요가 있는데 이는 포장기계의 작업기 및 장치를 정확히 제어함으로써 가능해질 수 있다.

### (3) 응용 대상

농업자동화 기술의 응용 대상에는 기존 농업기계 및 장치의 부분적 자동화, 기존 농업기계의 무선 원격조종 또는 무인 운전, 그리고 농업용 로봇이 있다.

① 농업기계 및 장치의 부분적 자동화

트랙터, 콤파인, 건조기 등의 작업능률 및 작업정도를 향상시키고, 기계의 조작성 및 안전성을 향상시키기 위하여 기계 및 장치의 일부 기능을 자동화한 것으로서 실용화된 사례가 많다. <표 4-25>은 농업기계 및 장치의 부분적 자동화 사례를 나타낸 것이다.

② 농업기계 및 장치의 원격 조종 또는 무인 자동화

생력화를 목적으로 또는 위험한 작업환경하에서 운전자를 보호하거나 반복적이고 지루한 작업 또는 피로가 심한 중작업으로부터 탈피할 목적으로 운전자가 탑승하지 않고 무선으로 원격 조종하거나 인간의 도움 없이 자율적으로 운전조작되는 자동화 방법이다.

농업기계 및 장치의 원격 조종 및 무인 자동화 실용화 연구개발 사례는 <표 4-26>과 같다.

라. 농용 기계의 자율주행 기술

(1) 정의

농용 기계의 자율주행이란 리모콘에 의한 단순한 무인운전의 단계를 뛰어 넘는

<표 4-25> 농업기계 및 장치의 부분적 자동화 사례

대상 기종	부 분 자 동 화 기 능
트랙터	건인력 제어 및 혼합제어, 로터리 수평제어 및 경심제어
시비 파종기	비료 및 종자 배출량 제어, 종자의 缺粒 검출 및 補播
채소 이식기	모의 자동 공급 및 자동 이식
이앙기	수평제어, 선회시 자동감속, 모의 자동 공급
약제 살포기	살포고 및 살포량 제어, 잡초 검출 및 제초제 살포량 제어
콤파인	탈곡통 공급깊이 제어, 예취고 제어, 공급률 제어, 주행방향 제어
건조기	열풍온도 제어, 송풍량 제어, 정전시 연료 공급 자동 차단

즉 운전자가 전연 필요 없이 스스로 판단하여 주행하는 것을 말한다.

### (2) 필요성

포장이나 시설에서 사용되는 대부분의 농업기계 또는 장치는 이동하면서 작업하는 것이 일반적이다. 만일 기계가 스스로 주행할 수 있다면 작업자는 이식, 수확 등 작업에 전념할 수 있어 작업능률을 높일 수 있다. 또 온실에서 살수기를 사용하여 관수 또는 방제를 하는 경우 살수기를 자동 주행시키면 무인운전이 가능하게 된다. 또 밀폐된 온실 내에서 약제를 살포하는 경우 방제기를 자율주행시키면 약제살포의 위험성으로부터 탈피할 수 있다.

### (3) 자율주행 방법의 종류

자율주행의 실현 방법은 작업의 성격이나 기술발전 단계에 따라 다음 3가지로 구분된다.

㉠ 직진의 자율화 : 새머리의 선회를 제외한 직진 주행 부분에서만 자율주행을 할 수 있다면 운전자는 아직 자동화되지 않은 작업부분의 조작, 예를 들면 이앙기의 모 보급 등과 같은 작업에 전념할 수 있어 작업보조자가 불필요하게 된다. 자탈형 콤바인의 자동조향 기능은 이 경우에 해당하며 운전자의 부담 경감 효과가 있다.

㉡ 동반 주행차량의 자율화 : 목초 수확 등 복수의 기계가 병진하는 작업에 있어서 동반주행차의 운전을 무인화하면 운전자 1명을 줄일 수 있다. 이렇게 함으로써 정지와 파종 등 별도의 작업을 동시에 수행할 수 있다.

<표 4-26> 농업기계 및 장치의 원격 조종 및 무인 자동화 개발 사례

분 류	기 계 및 장 치
무선 조종	무인 잔디 깎는 기계, 무인 헬리콥터
무인 자동화(이동식)	무인 콤바인, 무인방제기, 관수 및 관비 장치, field gantry
무인 자동화(정치식)	전자동 곡물건조기, 전자동 선별기

㉔ 완전 자율주행 : 한 구획의 포장작업을 운전자 없이 스스로 수행할 수 있도록 완전 무인화하는 것으로, 이 경우에는 한 사람이 다수의 기계를 동시에 조작하는 것도 가능하다.

#### (4) 자율주행의 요소기술

농업기계의 자율주행을 실현하기 위해 요구되는 기술은 다음과 같다.

- 자율주행에 적합한 주행장치 및 조향법
- 차량의 자기위치나 차량방위의 검출 기술
- 자율주행에 적합한 작업범위나 숙련된 운전자의 운전기술을 입력한 소프트웨어 개발 기술
- 장애물 회피기구, 고장경보기구 등 위험방지 기술

이상의 여러 가지 요소 기술 가운데 가장 핵심기술은 자기위치 검출이다.

#### (5) 자기위치 검출 방식

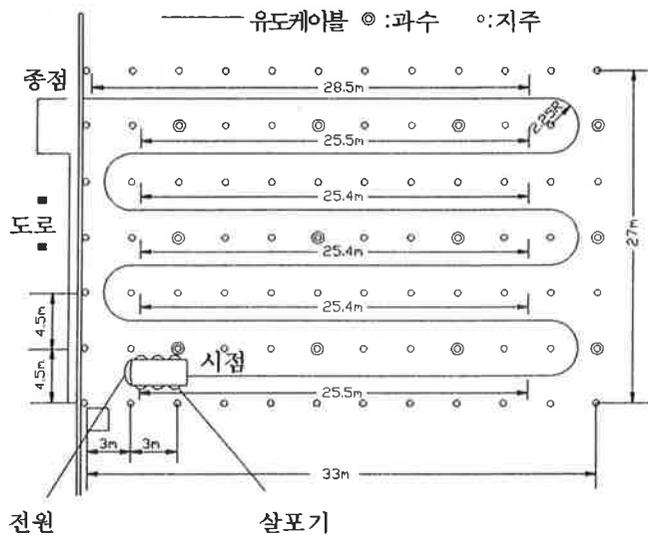
농업기계의 자기위치 검출 방식은 <표 4-27>과 같이 여러 가지가 있다.

㉕ 고정경로 방식 : 고정경로 방식은 마치 캄캄한 밤중에 난간을 따라 걸어가는 것과 같이 미리 설정된 코스 위를 이동할 수 있도록 궤도나 경로 표지 등을 부설하여 두는 경우를 말한다. 이 방식은 위치 결정 精度, 기술의 완성도 면에서는 우수하지만 차량의 이동 범위나 경로가 한정되어 있고, 궤도 등 시설의 설치에 경비가 소요되는 문제점이 있다.

이 방식은 오래전부터 연구개발되어 왔으며, 포장내에 매설한 케이블에 전류를 흘려 만들어지는 磁界에 의하여 과수원용 방제기를 유도하는 유도케이블 방식(<그림 4-2>), 경사지에 계단상으로 조성한 감귤 밭의 경사면을 검출하면서 이동하는 작업차 등이 있다. 또 고정경로 방식의 결점을 보완한 것으로 이동경로에 자유도를 주어 투자를 경감하기 위하여 매설 케이블 대신에 레이저 빔을 사용하여 이앙기의 유도경로를 설정한 試圖(<그림 4-3>)도 있다.

<표 4-27> 자율주행을 위한 자기 위치 검출 방식의 분류

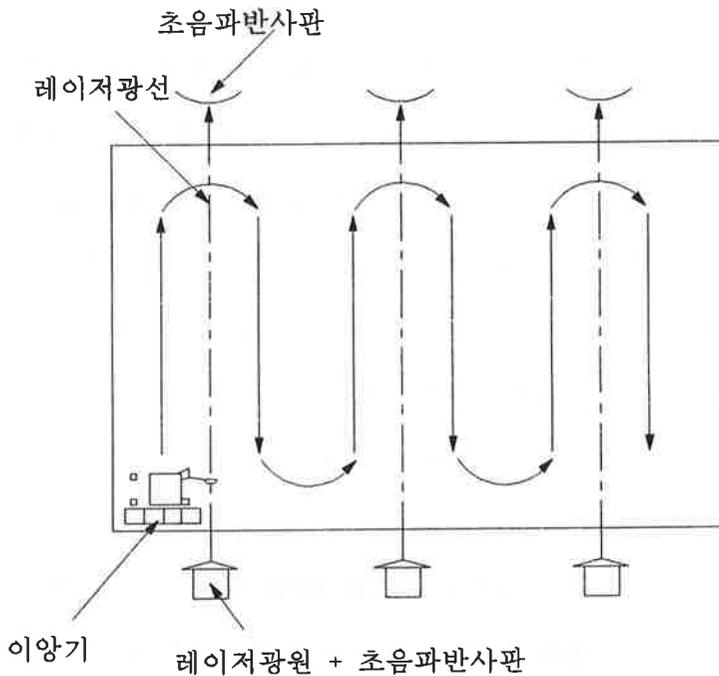
경로의 형식	경로 또는 센서 형식	정보 또는 수단	
固定 經路	軌道	광, 자기, 초음파	
	連續 標識	광, 자기, 전파, 초음파	
自由 經路	內界 情報	가속도(관성방법)	gyro, 자기, 전파, 초음파
		속도 + 방위	속도계(거리계), 방위계
		좌우 차륜의 속도	속도계(거리계), 방위계
		GPS	인공위성의 전파 수신
	外界 情報	화상	화상 인식 장치
		음	초음파
		촉각	접촉 센서
	外部 標識	각도	광, 전파, 자기, 초음파
		거리	광, 전파, 초음파



<그림 4-2> 케이블 유도 방식의 예

㉠ 内界情報 방식 : 기준점으로부터 거리와 방위가 주어지면 자기위치를 알 수 있는 원리를 이용한 방식이다. 内界만의 정보로부터 자기위치와 방향을 알 수 있다면 포장에 특별한 시설을 설치할 필요가 없다. 가장 간단한 방법은 차륜의 회전수로부터 이동거리를 좌우 차륜의 회전차로부터 방위의 변화를 산출하는 방법이며, 농업분야에서는 연구 사례도 많지만 차륜의 슬립이 있으면 오차가 발생하며 특히 방위에 영향을 많이 준다. 따라서 차륜의 슬립을 피할 수 없는 농업기계 분야에서는 다른 방법으로 거리와 방위를 측정하지 않는 한 실용화는 거의 불가능하다.

공업분야에서도 방위의 검출에는 별도의 방위센서를 사용하는 수가 많다. 방위 센서에는 자이로(gyro) 센서를 많이 사용하는 데 누적오차가 비교적 큰 것이 문제이며, 장시간 연속작업을 행하는 농업기계에는 특히 문제가 있다. 누적오차가 없는 방위 센서로는 자이로 컴퍼스나 地磁氣 방위센서가 있는데 전자는 아주 정밀한 기계이기 때문에 고가이다.



<그림 4-3> 레이저 빔 유도 경로

그외 內界정보에 의한 방법으로서 항공기에 사용하고 있는 관성항법이 있다. 이것은 3차원으로 배치한 가속도계의 출력을 두 번 적분하여 3축 방향의 이동거리를 구하여 위치점출을 하는 것인데, 센서의 출력에 표류(drift)가 생겨 오차가 누적되는 문제가 있으며 농업용으로는 精度면에서도 가격면에서도 모두 문제가 있다.

최신의 내계정보를 이용한 자기위치 검출 방식에는 지구위치시스템이라 불리는 GPS(global positioning system)가 있다. GPS는 미국 국방성에서 배치한 24개의 위성 (21개는 작동, 3개는 여분)과의 통신망을 이용하여 지구상의 어디에서든 하루 24시간동안 위치를 찾아낼 수 있다. 전형적인 GPS는 경도와 위도 정보만 뿐만 아니라 고도와 속도까지도 제공해 준다. 항공기와 선박에서는 이미 수년간 GPS를 운항에 이용하여 왔다. GPS는 자동운항장치와 결합되어 기지로 돌아오는 항로를 찾아낼 수 있고 미리 프로그램된 수백 개의 비행장 중 하나로 운항할 수 있게 해 준다. GPS 수신기와 도로망이 입력된 CD-ROM을 갖춘 자동차도 현재 시판되고 있다.

최근까지 GPS의 사용은 15 m 내외의 오차로 인하여 사용이 제한되어, 선박과 항공기에서는 충분히 유용하지만, 작은 포장에서 작업하는 농업기계에는 유용하지 못하였다. 그러나, 여러 개의 기준 위치를 가진 差分 GPS(differential GPS)의 개발로 샘플링 시간이 길다면 1 m의 정확도가 가능하다. 실시간 계측이 필요하지 않다면 현재의 차분 GPS는 1 cm내외의 정확도를 가지고 있다. 대부분의 GPS가 경로를 따라 수백 개의 점들을 저장함으로써 복수의 통로를 만들 수 있기 때문에 앞으로 머지않아 GPS에 의한 자동 유도 시스템이 트랙터와 방제기를 운전하게 될 것으로 예측하고 있다.

㊸ 外界情報 방식 : 인간에 비유하여 視覺, 聽覺, 觸覺 등의 외계 정보를 이용하는 것이다. 정보로서는 作物列, 作業跡 등을 이용하는 것이며, 고정경로 방식과 비슷하지만 고정적인 케이블 등의 설비를 하지 않는 점이 다르다.

실용화된 것으로는 예취전의 벼 그루열을 접촉 센서로 검출하는 콤바인의 자동 조향장치가 있으며, 연구는 초음파 센서에 의한 畦間 무인주행 관리기가 있다.

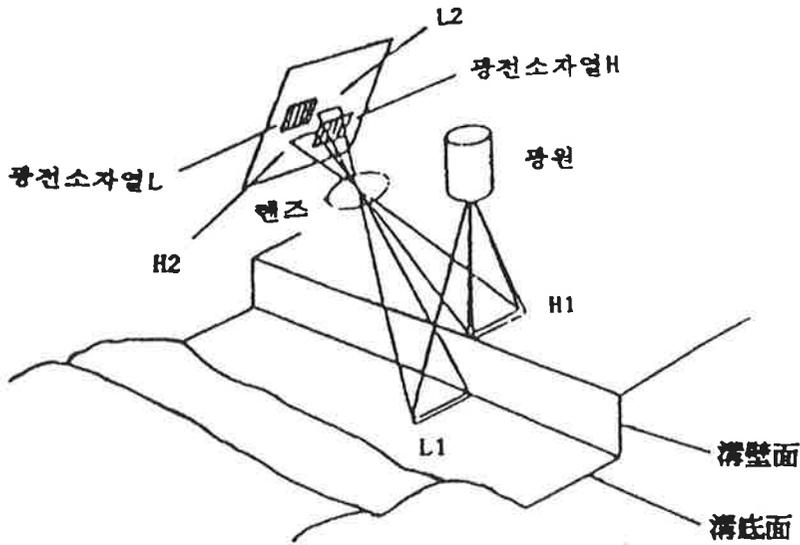
前作業跡을 추종하는 한 예로서는 플라우경에 의한 溝를 광전소자로 검출하여 추종하는 트랙터의 개발이 있으며, <그림 4-4>와 같이 텅스텐 램프를 광원으로 하여 포장면으로부터 반사광의 폭(H1, L1)의 비가 일정하게 되도록 차량의 조향을 행하는 것이다.

영상처리(시각)를 사용한 개발사례로서는 이미 예취한 부분과 아직 예취하지 않은 부분의 경계를 TV 카메라로 촬영하여 영상처리에 의하여 추종하는 잔디깎기 로봇이 있다.

이상의 방법은 직진은 별 문제가 없으나 回行에 어려움이 있어 완전 자율주행을 하기 위해서는 다른 방법으로 자기위치를 검출하는 방법을 채택하는 것이 바람직하다.

또한 외계정보로서 영상처리를 사용하는 방법은 장래 유망한 방법이라고 생각되지만 아직까지 식별능력, 식별시간 등이 인간에게는 미치지 못하며, 연구 사례도 刈取跡의 판별 등 한정적인 것에 머물러 있고, 인간의 시각을 대체하는 단계에는 접근하지 못하고 있다.

㉔ 외부표지 방식 : 차량의 위치를 검출하기 위해 포장 외곽에 설치한 標識에 光(레이저광 등), 전파, 음파(초음파 등)를 발사하여 반사되는 것을 계측하여 삼각측량의 원리를 이용하여 차량과 표지와의 거리나 각도를 계산하는 방식을 이용한 것이다(<그림 4-4>). 신호원의 위치로서 분류하면 포장의 고정 위치로부터 신호를 보내는 경우, 차량으로부터 보내는 경우, 고정국과 차량과의 사이에 신호의 교신을 행하는 경우가 있다.



<그림 4-4> 광소자에 의한 플라우 耕耘跡의 검출

이 방식에서 光은 안개, 음파는 바람, 전파는 반사 등이 영향을 주어 신호의 교신에 지장을 주는 경우가 있지만, 작업의 종류나 포장의 조건에 상관없이 범용적으로 위치검출이 가능한 방식으로서 농업분야에서도 많은 연구개발이 추진되고 있다.

예로서 음파를 매체로 하는 것이 있는데 엔진 소음을 그대로 음원으로로서 이용하는 데는 다른 차량의 노이즈나 음파의 도달성 면에 문제가 있다. 그 외 레이저빔을 사용한 와이드 프레임 차량(wide frame vehicle)의 유도, 마이크로파에 의한 리모콘을 사용한 자주식 경운 로봇 등이 있다.

#### (6) 자율주행의 제약요인

농업기계의 자율주행은 공업 등 타 분야에 있어서의 자율주행과는 다른 고유한 조건에 제약을 받기 때문에, 타 분야의 성과를 단순히 기술이전하는 것만으로 농업기계의 자율주행이 가능하리라고 생각하기 어렵다. 따라서 농업기계의 자율주행 연

구개발에 이러한 조건을 충분히 고려해야 한다.

다음 <표 4-28>은 농용차량의 자율주행의 특이성을 다른 산업용 차량과 비교하여 나타낸 것이다.

자율주행에 있어서의 제약요인은 다음과 같다.

㉠ 사용범위, 시간, 속도 : 우리나라는 포장이 큰 것이라도 사방 수 100 m이며, 대부분 사방 100 m 이하이다. 그러나 항공기나 선박 등이 어느 점에서 어느 점까지 이동하는 것만을 목적으로 하는데 비하여 농용차량은 출발점에서 종점까지 사이의 전면을 페인트칠 하듯이 작업하는 것을 목적으로 하고 있다. 따라서 구획은 좁아도 주행거리는 아주 길게 된다. 작업속도는 느린 것은 0.1 m/s, 빠른 것도 2 m/s 정도이며, 눈에서의 작업에서는 0.5 m/s 정도인 것이 많다.

<표 4-28> 분야별 자율주행, 자율항법 장치의 사용조건

	항공기	선박	자동차	공장내 운반차	건설차량	농용차량
사용범위	~10,000km	~10,000km	~1,000km	~0.5km	~0.5km	~0.5km
주행거리	"	"	"	~1.0km	~5.0km	~10km
주행방법	종점까지 거의 직선	종점까지 거의 직선	도로를 따라	주행로를 따라	구역내 전면	구역내 전면
노면	-	-	단단하고 평탄	단단하고 평탄	가끔 연약	연약
경사	-	-	경사도 有	수평	거의 수평	경사지 有
면적	-	-	多	少	多	多
속도	고속	중속	중속	저속	저속	저속
1회사용시간	10시간	20일	20시간	10분	1시간	5시간
사용장소	육외	육외	육외	육내	육내외	육외
장애물	少	少	多	多	多	少
운전자	프로	프로	일반인	세미프로	프로	일반인

를 들면, 100 × 100 m의 정사각형 포장의 구획(면적 100 ha)에 대하여 작업 폭을 2 m로 하면 구획의 대각선 거리는 141 m 이지만 주행거리는 5 km에 달하며, 작업속도를 0.5 m/s로 하면 작업시간은 약 3시간이 된다. 이와 같이 1회 사용 시간이 아주 길기 때문에 표류(drift)가 없는 센서가 바람직하다.

㉠ 위치 검출 精度 : 요구되는 위치 검출 精度는 작목, 작업 등에 따라 다르지만 관행의 이랑작업을 예로 들면 條間의 불균일은 포장내의 어느 점에서도 거의 5cm 이하이다. 100 × 100 m의 포장을 예로 절대적인 점을 기준으로 한 위치검출법을 전제로 하여 이탈량 5 cm를 분자로 하고 대각선 거리를 분모로 하면 5 cm/140 m, 즉 약 1/3,000의 위치검출 精度가 된다. 또 총 주행거리 5 km를 분모로 하면 1/100,000이라고 하는 高精度가 되어 <표 4-29>과 같이 타 분야와 비교할 수 없는 精度가 요구되는 것이 사실이다.

㉡ 사용환경 : 路面은 논과 같은 연약지로부터 草地, 砂地 등 다양하고 요철도 많고, 20도 가까운 경사지까지 존재하여 차량이 크게 기울어지거나 심한 진동을 받기도 한다. 시설원예를 제외하면 포장은 옥외에 있어서 먼지, 태양광, 비바람 때로는 농약, 비료 등 강한 화학적 성질을 가진 것에도 노출된다. 그러나 路上 주행과 같은 불특정 다수의 보행자나 차량, 건조물 등의 장애물은 거의 문제가 되지 않는다.

<표 4-29> 각종 항법에 따른 위치검출 精度의 예

사 례	발표 정도 및 조건	오 차
관성항법(항공기)	1시간(약 1,000km)마다 오차 3km	3/1,000
로란C(선박)	표지에서 1,500헤리의 점에서 오차 1/4헤리	1/6,000
자동차용 관성항법장치	주행거리에 대한 오차 1%	1/100
승용이앙기 손운전	100x100m 포장(대각선 거리 140m)에서 작업폭 2m, 5km 이동하여 5cm의 오차	5/14,000또는 1/100,000

㉔ 가격 : 자율주행 차량을 도입하는 경우 투자가 얼마나 수입 증대에 도움이 될 수 있는가가 중요한 문제이다. 사용자를 국내의 농가만으로 보면 대다수가 개인 영농이고 가족노동에 의존하고 있다. 따라서 대규모 투자가 어려울 뿐만 아니라 생산경비로서의 자가 노임의 실체가 불명확하기 때문에 기업과 같이 생력화에 의한 비용 절감효과를 단순히 계산할 수가 없다. 또 농업에서는 계절성이 강하며 대상이 생물이기 때문에 투자에 대한 생산의 속도를 높이는 데는 한계가 있으며, 생력효과를 경영규모의 확대에 반영시키는 것도 우리나라의 토지사정에서는 쉽지 않다. 따라서 자율주행은 저비용으로 달성하지 않는 한 보급 전망은 밝지 않다.

㉕ 운전자 : 대다수의 농가에서는 자율주행을 위한 專任 기술자를 두는 것이 어렵다. 농용 자율주행 차량은 자동차 운전과 같은 정도로 누구나 취급할 수 있도록 조작성이 간단한 것이어야 하며, 또 고장이 적고 높은 신뢰성을 필요로 한다.

#### (7) 자율주행의 연구개발 사례

농업기계 분야에서의 자율주행에 관한 대표적인 연구개발 사례는 부록 II의 [표 II-3]에서 보는 바와 같다.

#### 마. 농작업의 로봇화 기술

##### (1) 정의

농작업의 로봇화 기술이란 시각 기능과 핸드를 가진 농용 로봇을 개발하는 기술을 말한다. 여기서 농용 로봇이란 엔드 이펙터(end-effector)와 프로그램을 바꿈으로써 여러 가지 농작업을 할 수 있고, 또한 작물의 종류나 환경의 변화에 적용할 수 있도록 촉각, 시각 등의 센서와 컴퓨터 연산 방식에 의한 인공지능을 있는 새로운 방식의 무인화 기계를 말한다.

## (2) 필요성

과채류의 수확과 같이 아직도 많은 종류의 농작업은 수작업으로 이루어지고 있을 뿐만 아니라, 야외 포장 또는 밀폐된 온실 등과 같이 작업환경이 나쁜 조건에서 장시간 노동을 요구하므로 기피 대상이 되고 있어 기계화 및 자동화가 요구되고 있다. 그러나, 이들 농작업은 예민한 판단 능력과 정교한 동작을 요구하고 있어 인간과 유사한 기능을 가진 로봇이 필요하다.

## (3) 농용 로봇의 분류

농용 로봇은 응용대상에 따라 다시 다음과 같이 분류된다.

① 자율주행 로봇 : 고정경로 또는 자유경로를 따라 주행하면서 농작업을 수행하는 로봇을 말한다. 이 로봇이 기존의 자주식 기계와 다른 점은 인식기능과 판단 능력을 가지고 있고 머니플레이터에 의해 농작업을 한다는 점이라 말할 수 있다. 이 로봇은 자율적으로 이동하면서 토양, 작물, 과실 등을 인식하여 경운 파종, 제초, 수확 등의 작업을 수행하며, 개별적, 선택적인 작업이 가능하여 작업정도를 크게 향상시킬 수 있다.

고정경로를 주행하는 로봇은 자유경로를 주행하는 어려움을 극복할 수 있어 시도되고 있는 것으로써, 포장용으로는 기중기 형식의 갠트리 시스템(gantry system)과 광폭형 차량의 일종인 와이드 프레임 차량(wide-frame vehicle) 등 두 가지 방식이 있다.

갠트리 시스템은 폭이 넓은 작업대차를 포장에 설치한 레일 위로 주행시키면서 컴퓨터에 의하여 작업대차의 위치를 제어하고, 대차에 부착된 작업기 또는 머니플레이터로써 농작업을 수행하는 것이다. 원래 갠트리 시스템은 기계가 주행하는 포장에 레일을 설치하여 농작업을 하는 거대한 자동화 기계이며, 그 역사는 트랙터 이전으로 거슬러 올라간다. 물론 당시는 증기를 이용한 것으로 자동화 기계는 아니

었다. 이 갠트리 시스템의 착안이 농업용 로봇에는 특히 유효하다고 판단되어 많은 연구개발 대상이 되고 있다.

와이드 프레임 차량은 갠트리 시스템과 작업방식은 동일하나 레일 등의 시설이 필요 없이 항상 같은 경로만을 따라 주행하도록 두둑 또는 고랑으로 유도하거나 지하에 매설한 전기 케이블 등으로 유도하는 특수 포장작업차를 말한다.

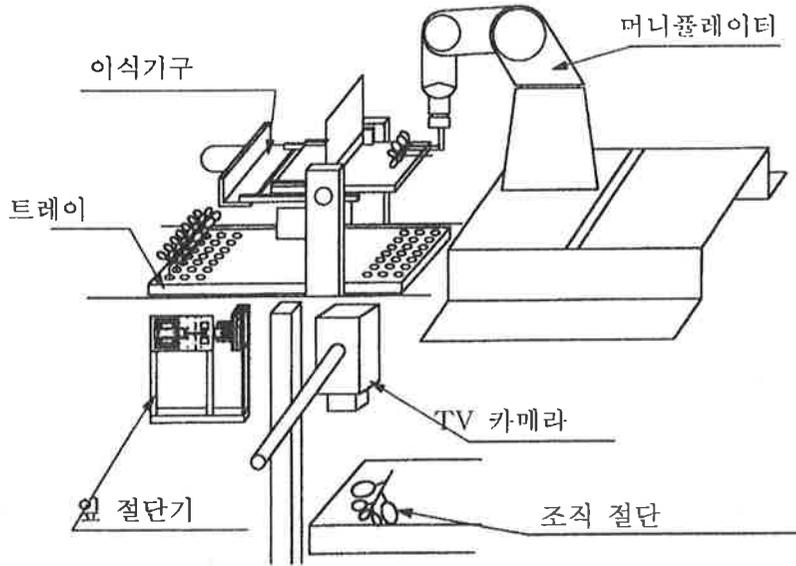
㉠ 정치식 로봇 : 정치된 상태에서 농작업을 수행하는 로봇으로써 시설원예나 식물공장에서의 파종, 이식, 솟기, 수확 등의 작업, 축산에서의 가축의 급이, 착유, 분뇨처리, 양털 깎기 등의 농작업, 농산가공공장에서의 선별, 조제가공, 포장, 착유, 양모깎기 등의 농작업을 수행하는 로봇을 말한다. 정치식이어서 농업용 로봇과 크게 다를 바 없으나, 작업대상이 작물, 농산물, 또는 가축 등이어서 높은 정도의 인식 기능이 필요하고 손상되기 쉬운 대상을 취급하는 점이 다르다.

조직배양에 의한 종묘 생산에서 대량 생산과 생력화를 위해 사용되는 로봇으로서 캘러스(callus)의 분할 및 취급, 배양, 이식 등의 정교한 작업을 수행하는 로봇도 정치식 로봇의 일종이다. 생물공학 분야에서의 작업의 특징은 미세하고 손상되기 쉬운 조직이나 幼植物을 無菌的으로 유연하게 취급하지 않으면 안된다. 캘러스, 원피체(PLB : protocorm like body) 혹은 苗條基原(shoot primordium) 등의 대량 증식을 위한 배양조직의 繼代培養(subculture) 단계에 있어서 접종 작업을 자동적으로 행하는 데는 식물조직 접종 로봇이 효율적이다.

<그림 4-5>는 연구개발 중인 로봇을 이용한 화훼류의 조직배양 공정 자동화 시스템의 구성을 나타낸 것이다.

#### (4) 농업용 로봇의 응용 분야

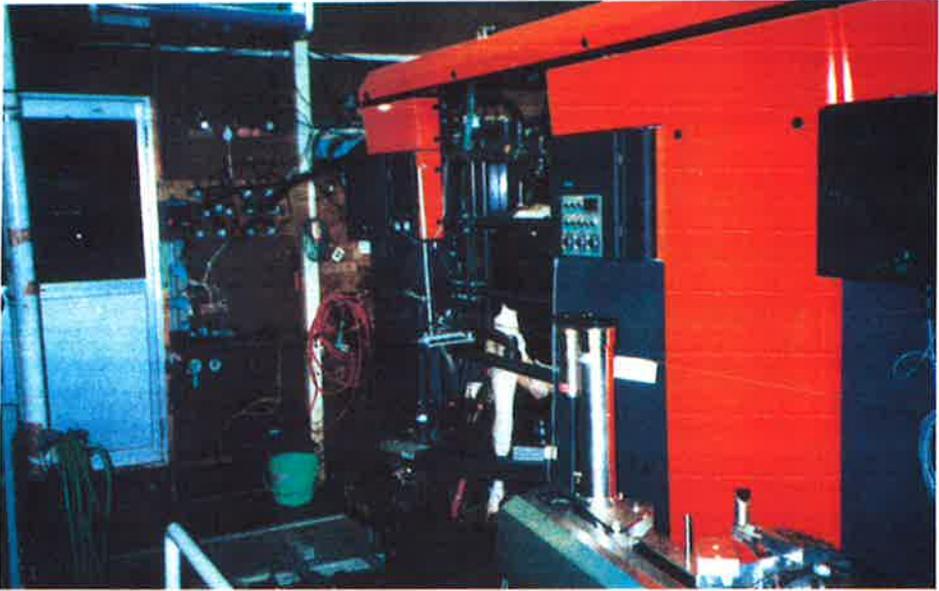
농업용 로봇의 응용 대상 및 작업명은 <표 4-30>과 같이 매우 광범위하며, 현재 이들을 대상으로 많은 연구개발이 이루어지고 있다. <사진 4-59>와 <사진 4-60>



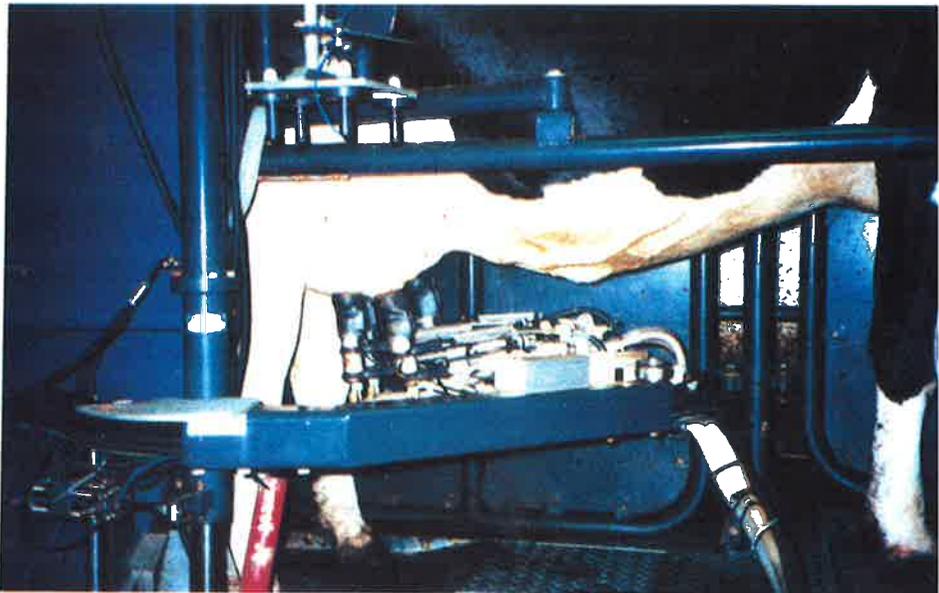
<그림 4-5> 로봇을 이용한 조직배양 공정의 자동화 시스템

<표 4-30> 농용 로봇의 응용 분야

로봇 형식	대상 농업 분야	대상 작업명
자율주행식	포장 작업	시비, 파종, 이식, 숙기, 제초, 방제, 수확
	시설원예; 식물공장	방제, 살수, 운반, 운반
	과수	전정, 과일 수확
	축산	분뇨처리, 급이
	농산물가공공장	운반
정치식	시설원예	접목, 보식, 채소 수확, 과일 수확
	축산	양털깎기, 착유
	조직배양	켈러스 분리, 취급, 배양모 이식



<사진 4-59> 착유로봇



<사진 4-60> 착유 로봇에 의한 착유 광경



<그림 4-61> 농용 로봇을 이용한 미래의 농작업 모습

은 네덜란드에서 개발한 착유 로봇으로 이미 일부 농가에 보급되고 있다. 이 착유 로봇은 초음파 센서로 젖꼭지를 물리고 착유할 수 있는 것으로 젖소가 스스로 착유 시스템에 들어와서 젖을 짠 후 나가도록 된 완전 무인 착유 시스템이다.

<사진 4-61>은 농용 로봇을 이용한 미래의 농작업 모습을 개념적으로 나타낸 것이다.

#### (5) 농용 로봇의 특성

농용 로봇은 대상이 복잡하고 다양한 식물체와 토양이기 때문에 많은 이론과 기술을 필요로 한다. 기계공학, 전기전자공학에 기초를 둔 계측, 제어 기술, 영상처리기술, 퍼지(fuzzy), 신경망(neural network)을 이용한 인공지능, 동식물 및 농산물의 물리화학적 특성 등에 대한 공학적 접근이 필요한 것은 말할 것도 없다. 그러나 이 복잡하고 다양한 식물체와 토양외에 또 한가지 빼놓을 수 없는 것은 유연성이다.

바꾸어 말하면, 식물체와 토양은 외계로부터의 입력에 대하여 완충적인 성질을 가진 「살아 있는 것」이라는 것이다. 즉 농용 로봇은 식물체와 토양에서 얻어진 정보 중에서 어느 정보를 어떻게 로봇에 이용할 것인가를 생각하지 않으면 안된다. 현재 사람이 재배관리하고 있는 대부분의 작물도 사람이 다루기 좋도록 또 작업기에 적합하도록 품종개량과 재배방법 등이 이루어져 있다. 여기에는 재배관리기술, 품종선택, 유전자공학, 생산물의 품질평가, 화학적 방법(시비, 방제, 제초) 등 작물학적 접근이 있었던 것이므로, 같은 원리로 농용 로봇에 있어서도 작물학적 접근이 반드시 필요하다. 다시 말하면, 앞으로 식물체의 생물적 측면을 고려한 로봇용 작물재배법, 로봇용 작물 품종 등이 필요하다.

#### (6) 농용 로봇의 국내외 연구개발 동향

농용 로봇은 농작업의 자동화에 관한 연구개발 분야에 포함시키면 아주 오랜 역사를 가지고 있다. 그러나 국제적으로 농업의 로봇화 시대의 인상을 명확히 한 것은 1983년 소개된 일본 京都大學의 川村 登 교수 팀이 연구개발한 토마토 수확 로봇이다. 이 로봇은 시각기능을 가진 지능 로봇으로서 일본에서 농용 로봇의 원조이다. 이것은 포장을 주행하며 토마토를 수확하는 로봇으로 온실이나 식물공장 시스템을 고려하여 설계한 것은 아니지만 식물공장에도 적용할 수 있는 조건을 일부 가지고 있다.

이 지능 로봇은 토마토의 과실을 인식하고 머니플레이터로 수확하는 것으로 이동은 배터리카에 의한다. 과실의 인식은 시각 센서로서 TV 카메라를 사용하고 토마토 과실과 잎과의 분광반사 특성과의 차이에 착안하여 赤色 신호와 輝度 신호를 비교하여 얻고, 머니플레이터와의 거리는 쌍안 입체경의 원리를 적용하여 스테레오 카메라 방식으로부터 계산하여 구한다. 머니플레이터는 5자유도이며, 과실은 잡아당겨 수확한다.

이밖에 지금까지의 대표적인 농용 로봇의 연구개발 사례는 미국 Auburn Univ.의 모종 이식 로봇, 프랑스 CEMAGREF의 사과 수확 로봇 및 포도 수확 로봇, 플로리다 대학교의 오렌지 수확 로봇, 미국 럿거스 대학교의 모종 이식 로봇, 미국 퍼듀 대학교의 멜론 수확 로봇, 호주 Univ. of Western Australia 시드니 대학교의 양털 깎기 로봇, 일본 오카야마 대학의 오이 수확 로봇 및 포도 수확 로봇, 일본 시마네 대학의 방울토마토 수확 로봇 등이 있다.

현재 실용화되고 있는 대표적인 농용 로봇의 사례로는 미국의 Agrisystems社에서 개발한 조직배양용 로봇, 네덜란드에서 개발한 젓소의 착유 로봇 등이 있다.

농용 로봇의 개발을 요소연구 단계, 개발 단계, 실용화 보급 단계로 나눌 때 현재 선진국은 실용화 개발 단계이며, 우리나라는 기초연구 단계에 있다고 볼 수

있다.

로봇의 구성 요소인 머니플레이터, 핸드 또는 엔드 이펙터, 센서, 구동장치 및 컴퓨터와 제어장치에 관한 것으로 나눌 수 있는데, 우리나라의 농용 로봇의 연구개발은 아직도 기초 연구단계에 머물고 있는 실정에 있다. 서울대학교 농공학과 류관희 교수팀이 과실 수확용 머니플레이터의 설계제작, TV카메라와 영상처리 시스템을 이용한 과실위치 검출에 관한 연구를 착수함으로써 농용 로봇의 연구가 시작되었다고 할 수 있다. 최근에는 경북대학교 농업기계공학과 장익주 교수팀의 사과 수확용 로봇 개발, 이기명 교수팀의 과채류 접목 로봇 개발, 성균관대학교 생물기전공학과 황현 교수팀의 표고버섯 선별 로봇 개발, 서울대학교 농공학과 류관희 교수의 육묘용 로봇 이식기 개발 등 농용 로봇의 개발연구가 진행되고 있다.

부록 II의 [표 II-4]는 외국의 대표적인 농용 로봇의 연구개발 사례를 정리하여 나타낸 것이다.

#### (7) 농용 로봇 개발의 과제

농용 로봇의 개발에 있어서 작물 특성에 대한 지식 부족으로 인하여 로봇 개발이 실용성이 결여된 방향으로 가고 있는 몇 가지 사례를 들면 다음과 같다..

많은 농업기계공학자들이 작물재배에 대한 지식이 부족하여 지금까지의 재배기술을 고수하려는 고정관념 때문에 로봇의 실용화 개발에 어려움을 겪고 있다. 그 한 예로서 일본 京都大學에서 개발 중인 수박 수확 로봇에 있어서는 수박이 앞에 가려 보이지 않기 때문에 특수한 시각 센서 개발을 시도하였다. 수박이 앞에 가려져 있어 보통의 카메라로는 과실의 식별이 불가능하지만 800nm의 파장에서 잎과 과실의 반사율의 차이를 이용하여 수박을 인식하는데 성공하였다. 이것은 공학적 면에서는 우수한 결과를 얻었다고 평가되지만 한편으로는 로봇 핸드 개발면에서는 더 많은 어려움이 따르게 되어 있다. 즉, 시각센서로 수박의 위치를 인식한 후에

잎을 제치고 꼭지를 찾아 가위로 꼭지를 잘라 집어 올리는 엔드 이펙터의 개발이 어렵다는 문제점이 있다. 만일 이것을 재배적인 측면에서 접근한다면 간단히 해결할 수 있는 것이다. 즉, 1포기에 1개만 결실시키는 수박의 경우는 머스크 멜론처럼 과실은 지면에 안치고 지주식으로 재배하면 수박 과실을 어렵게 찾을 필요도 없고 잎을 제치고 꼭지를 찾을 필요도 없기 때문에 작업이 아주 간단해짐으로서 핸드와 머니플레이터가 단순해진다.

이와 같은 접근방법을 시도한 다른 사례로 일본 오카야마 대학에서 오이 수확 로봇을 개발하기 위해 지주를 경사지게 설치하여 오이 넝쿨을 유인하고 오이는 수직으로 매달리게 하는 방법을 이용한 것을 들 수 있다. 이렇게 함으로써 잎과 열매가 색깔이 같아 식별이 어려운 오이를 쉽게 찾아내고 또 핸드에 의한 수확도 용이하게 할 수 있었다.

## 바. 농업정보처리 기술

### (1) 정의

농업정보처리 기술이란 여러 가지 정보로부터 농업기계에 이용 가능한 형태의 정보로 처리하는 것으로서, 기계의 지능화와 농업생산의 자동화에 필수적인 인공지능(artificial intelligence)의 요체이다.

### (2) 필요성

농업기계의 지능화와 농용 로봇을 개발하기 위해서는 많은 양의 정보를 필요로 한다. 특히 온실의 생육환경관리와 같이 온실 내외의 기후 환경에 대한 정보는 물론 작물의 재배 및 생육에 대한 정보 등 수 많은 정보를 이용하여 어떤 결정을 내리기가 아주 곤란하게 된다. 개체의 변이가 많고 환경의 변화에 영향을 많이 받는 농업기계의 경우에는 확실한 정보를 유용한 정보로 처리하지 않으면 아무런 쓸모가 없게 된다.

### (3) 요소 기술

농업정보처리의 핵심적인 첨단 요소 기술은 신경망(neural network), 퍼지(fuzzy), 유전적 알고리즘(genetic algorithm) 등의 기술이 있다.

#### (가) 신경망 기술

신경망 또는 신경회로망(neural network)이란 생명체의 신경조직인 신경세포(neuron)에서 착안하여 모델화한 정보처리 시스템으로 단순한 소자들의 병렬, 분산 연결구조를 가지고 있으며, 외부로부터 받아들이는 입력에 의해 동적반응을 일으킴으로써 필요한 출력을 생성시키는 것이다. <그림 4-6>은 센서로부터 얻은 정보로부터 신경망을 이용하여 동물을 판별하는 경우의 신경망을 이용한 방법을 나타낸 것이다.

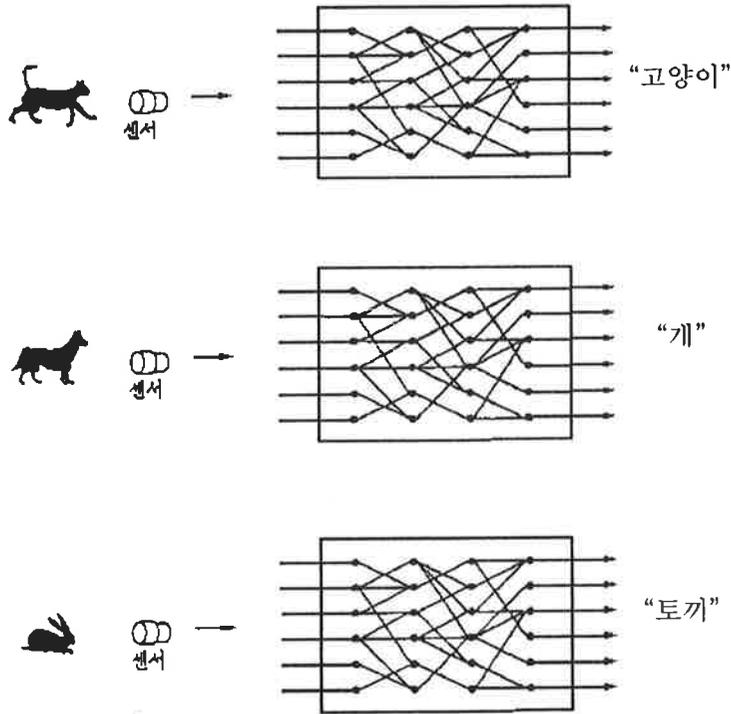
이와 같은 방법을 이용하여 영상처리로부터 얻은 데이터로부터 과채류의 종류 및 형태를 판별할 수 있어, 수확 로봇이나 영상 선별기의 개발에 이용하면 좋은 결과를 얻을 수 있다.

신경망 기술은 지능 기계의 제어기, 농산물 선별 시스템의 형태 인식 및 판정, 전문가 시스템 등에 널리 이용되고 있다.

#### (나) 퍼지 기술

퍼지(fuzzy)는 사전적 의미로서 “애매모호한”이란 뜻을 가지고 있다. 퍼지 제어에서는 “크다”, “빠르다” 처럼 주관적인 판단이 결합된 모호한 정보를 다룬다.

퍼지 기술의 응용분야로서 가장 먼저 성공을 거둔 분야는 퍼지 제어로서, 이를 퍼지논리제어(fuzzy logic control)라고도 하는데, 이는 조작자의 지식과 경험에 기초한 애매성을 포함하는 제어 지식을 언어적 제어 규칙인 if A - then B 형식의 제어 규칙으로 표현하여 퍼지 추론을 이용하여 컴퓨터가 실행하도록 한 것이다.



<그림 4-6> 사물의 분류에서의 신경망 접근 방법

퍼지 제어기는

첫째, 퍼지화(fuzzification) 단계

둘째, 지식 베이스(knowledge base) 구성단계

셋째, 퍼지추론(fuzzy inference) 단계

넷째, 비퍼지화(defuzzification)로 구성되어 있다.

즉, 관측된 값을 퍼지 집합으로 만들어 주는 퍼지화를 하고, 지식 베이스를 이용하여 추론한 후 퍼지 집합으로 얻은 결과를 하나의 값으로 계산하는 비퍼지화 과정을 거친다.

농업기계가 대상으로 하는 토양이나 작물에 관한 정보는 대부분 명확하지 못한 경우가 많기 때문에 퍼지 제어를 이용하는 것이 유리한 경우가 많다. 따라서,

다른 가전제품에서와 마찬가지로 농업기계의 제어에도 많은 연구개발이 이루어지고 있다.

퍼지 기술은 전문가시스템에도 이용되고 있다. 인간 전문가는 상황이 불확실하고 애매한 경우에도 감각적으로 적절히 판단하는 능력이 있는 것과는 달리, 일반적인 전문가시스템은 애매한 상황을 처리하는 능력이 취약하다. 이러한 문제점은 전문가시스템의 사실과 규칙내에 애매함을 퍼지 집합으로 처리하여 추론하면 인간 전문가의 결론에 접근하도록 만들 수 있다.

(다) 유전적 알고리즘

조합 최적화 문제 해결방법의 신기술로서 생물의 진화과정을 모방한 것이다. 공장의 생산 계획이나 인쇄기판(PCB) 위의 부품의 최적 배치와 같이 너무 많은 조합 수가 생길 우려가 있는 문제에 있어서 최적해를 구하는 경우에 위력을 발휘한다.

(4) 응용 대상

농업정보처리 기술의 농업적 이용 분야는 <표 4-31>과 같이 매우 다양하다.

불명확한 많은 정보를 가지고 지능 농업기계 또는 농용 로봇이 목표한대로 기능을 발휘하기 위해서는 신경망이나 퍼지를 이용한 제어가 필요하다,

<표 4-31> 농업정보처리 기술의 농업적 이용

구 분	대 상	비 고
농업기계	지능 기계, 농용 로봇	측정 데이터를 유용한 정보로 처리
전문가 시스템	작물재배관리, 가축사양관리 농업기계 고장진단 및 수리, 농업기계 교육	측정 데이터 및 전문가의 지식을 데이터 베이스화함

또한 첨단 온실내의 작물 생육환경을 최적 상태로 유지하기 위해서는 인간 전문가를 대신한 전문가시스템(expert system)이 필요하다.

(5) 응용연구 사례

농업기계 분야에서의 농업정보처리 기술의 응용 연구개발 사례는 매우 많다. 우리나라에서도 최근에 이르러 농업기계의 지능화를 위한 제어기의 개발이나 전문가 시스템 개발 등 사례가 많다. 부록 II의 [표 II-5]는 농업정보처리 기술의 응용연구 사례를 나타낸 것이다.

## 제 5 장 농업기계화의 전망 및 발전 방향

### 제 1 절 농업기계화의 전망

1970년대 이래 20여년간 정부의 적극적인 농업기계화 사업의 추진에 의해 우리나라의 농업기계화는 눈부신 발전을 이루어 왔다.

1980년대 초기만 하더라도 지금과 같이 트랙터 경운, 기계 이앙, 콤바인 수확 등 벼농사가 완전 기계화되리라 예상하지 못하였다. 그러면 앞으로 농업의 기계화는 어떻게 진전될 것인가? 현재와 같은 공업화와 경제성장이 지속된다고 가정할 때 지난 20년 동안의 발전보다 더 큰 진전이 있으리라 예상하는 것은 어렵지 않다.

계속되는 이농으로 인한 농촌 노동력의 부족과 급격한 임금 상승, 소득 향상에 따른 고품질 농산물, 특히 채소류 및 과일류의 수요 증대, 안락한 삶을 추구하려는 인간의 욕구 등으로 미루어 볼 때 모든 농작업은 필연적으로 기계화 되고 자동화되어야 할 것이다. 특히 앞으로의 농업기계화는 단순한 기계사용의 개념을 벗어나 이앙(이식)작업에서 수확, 가공, 포장작업에 이르기까지 일관된 생산 시스템으로 이루어져야 할 것이다. 또한, 기계화의 내용은 단순한 생력화 차원을 벗어나 농작업의 안전성과 편의성, 농산물 부가가치와 상품성 향상, 생산과 출하시기의 조절이 가능한 시설농업의 도입 등이 포함될 것이다.

또한 농산물의 수입개방에 대응하여 우리나라 농업이 살아남을 수 있는 유일한 길은 농작업의 생력화, 생산비 절감, 그리고 고품질 농산물의 생산에 있는 바, 농업의 기계화도 이를 뒷받침할 수 있는 방향으로 발전될 것이다.

따라서 식량작물 생산과 같은 토지이용형 농업은 영농규모 확대를 통하여 대형 기계화 체제로 발전되고, 시설원예, 축산 등의 기술 자본 집약형 농

업은 영농규모 확대보다는 첨단시설을 이용한 자동화로 발전될 것이다. 앞으로의 농업 형태별 농업 기계화의 발전 전망은 다음과 같다.

## 1. 토지 이용형 농업

- (1) 단위기계(파종기, 이앙기, 수확기 등)에 의한 작업 단계별 부분 기계화에서 경운, 파종에서부터 가공, 포장에 이르는 전체 생산 시스템의 균형적인 일관 기계화가 보편화되고, 자동화·시스템화될 것이다.
- (2) 보행형의 소형기계화 체계는 경지정리에 의한 대구획화와 관개 배수 개선으로 승용형의 대형 기계화, 항공기 이용 및 무인화, 로봇화체제로 발전될 것이다.
- (3) 육묘작업과 수확후 작업은 개별농가 단위로부터 공동이용공장화로 진전될 것이다.
- (4) 농작업자의 안전과 쾌적한 작업환경을 위한 조정석의 캐빈화 및 공기 조화장치의 도입이 크게 증대될 것이다.
- (5) 수질과 토양 오염을 방지하기 위하여 선택적인 약제 살포와 정밀작업을 가능케 하는 센서와 자동제어 장치의 도입으로 농업기계의 지능화가 가속될 것이다.

## 2. 시설 농업

- (1) 단순히 인력작업을 기계로 대체하는 수준을 벗어나서, 온실의 환경관리, 양액관리, 축사의 사료 급여 및 분뇨처리 등이 자동화 설비로 대체될 것이다.
- (2) 자동화 설비의 도입의 의해 시설원예가 공장생산 체제로 발전되고,

농산물의 계획 생산과 연중 생산이 가능하게 될 것이다.

- (3) 쾌적한 환경에서 작업이 가능하도록 작물 또는 가축의 생육공간과 인간의 작업 공간을 분리하여 이를 연결하는 실내 수송 시스템의 도입이 확대될 것이다.
- (4) 고감도의 센서와 컴퓨터의 도입에 의해 동식물의 생육 진단과 품질 관리가 전문가 시스템에 의해 이루어질 것이다.
- (5) 상업적인 육묘공장이 보편화되고, 첨단 자동화 공장생산 시스템으로 발전할 것이다.

### 3. 수확후 처리

- (1) 고품질 농산물의 요구에 따라 산지 농산물 가공공장이 보편화되어 세척, 선별, 포장 등 수확후 처리 작업이 기계화, 자동화될 것이다.
- (2) 고품질 축산물의 요구에 따라 도축시설이 기계화, 자동화될 것이다.
- (3) 국민의 소득증대에 따른 가공식품의 소비가 증가함에 따라 식품가공 관련 기계 및 장치의 개발이 크게 진전될 것이다.

## 제 2 절 농업기계화의 목표와 발전 방향

### 1. 농업기계화의 목표

농산물 수입 개방에 대처하여 농업을 지속적으로 발전시키기 위한 농업기계화의 목표는 다음과 같다.

#### 가. 농작업의 생력화

농업기계의 능률향상과 대형화, 작업단계를 축소할 수 있는 다기능 농업기계의 개발, 무인 기계화 등.

#### 나. 농산물의 고품질화

최적 재배 조건 조성 및 생육환경 관리에 의한 품질 향상

#### 다. 농산물의 생산비 절감

정밀 작업에 의한 수량 증대, 노동력 절감에 의한 인건비 절감 등

#### 라. 노동 환경의 쾌적화

조종석의 인간 공학적 설계, 자동화장치의 도입, 실내 작업공간의 환경조절

#### 마. 안전성 향상

기계 운동부위의 보호, 전복보호장치(ROPS) 도입, 자동경보장치 도입

## 2. 농업기계화의 발전 방향

### 가. 기본방향

○ 생력화와 생산비 절감을 위한 기계화

- 관행 작업단계를 축소할 수 있는 다단계 동시 작업이 가능한 기계의 도입 (예: 휴립 멀칭기)

- 관행 작업 방식을 탈피하는 농업기계 도입(예: 수도작파기)

○ 농작업의 일관 기계화

- 경운에서 수확까지의 모든 농작업의 기계화

- 미 기계화 작업의 기계 도입

○ 지속적 농업을 위한 기계화

- 최소 경운 재배를 위한 기계 도입

- 수질 및 토양 오염 방지를 위한 기계화

(예: 화학적 방제 대신 기계적 중경제초 도입, 순환식 양액관리 시스템 도입 등)

○ 농업기계의 지능화와 무인 자동화

- 고감도 센서에 의한 일부 기능의 지능화

- 무인 운전이 가능한 자동화 기계 도입

## 나. 작목별 기계화 방향

### (1) 수도작

수도작은 이미 일관 기계화 작업이 가능하고, 이에 필요한 모든 농업기계가 국산화 되어 있으나, 앞으로 생산비를 절감하기 위해 생력화와 대형기계화가 이루어져야 한다.

- 대규모 전업농의 육성과 영농회사의 육성
- 어린모 이앙기와 수도 직파기의 보급
- 이앙기와 수확기의 고성능화 촉진
- 방제와 중경제초용 논 관리기 보급
- 승용 기계화 촉진과 항공기 이용 시비, 파종 방제
- 산물 수확과 미곡종합처리시설(RPC) 보급확대

### (2) 전작(감자류, 채소)

전작은 경운 작업을 제외하면 대부분의 작업이 기계화 되어 있지 못하므로, 일관 기계화와 공동이용에 의한 대형기계화가 이루어져야 한다.

- 육묘공장에 의한 모 공급체계 도입
- 파종, 이식 작업의 기계화 촉진
- 시비, 제초, 방제 등 관리기 개발 이용 촉진
- 수확(굴취, 수집, 수확) 작업의 기계화 촉진
- 공동 집하·출하 시설의 도입

### (3) 시설원예

고품질 채소 및 화훼의 수요가 급증하고 노동력이 많이 소요되는 시설원

에는 첨단 온실을 도입하여 재배관리를 자동화하여야 한다.

- 최적 생육환경의 구현을 위한 복합환경제어시스템 도입
- 토양 재배의 관수, 관비 자동화
- 무토양 재배의 양액관리 자동화
- 공장적 생산방식의 식물공장화
- 선별, 포장의 기계화

#### (4) 과수

과수원 관리 작업 중 기계화되지 않은 전정, 적과, 적과, 봉지 씌우기, 수확 등의 작업을 일관 기계화하여야 한다.

- 보조 작업 수단(作業化, 공압식 가위)의 도입에 의한 능률 향상
- 농용 로봇에 의한 전정, 적과, 수확의 기계화
- 품질 등급 선별의 자동화

#### (5) 축산

양계, 양돈 등 기업형 축산에서는 첨단시설의 축사를 도입하여 생육환경 관리와 사양관리를 자동화하여야 한다.

- 가축의 개체 인식 및 감시 시스템 도입
- 사육 환경 관리 자동화
- 사양관리 (급이, 계란 수집, 착유, 분뇨처리)의 자동화
- 축산물 처리(계란선별, 우유 저장)의 자동화
- 도축 시설의 자동화

## 제 6 장 농업기계화 모형 개발

### 제 1 절 농작물의 수확전 기계화 모형

조사 작목의 생산 및 영농실태와 현행 작업체계 및 기계화 실태를 기초로 하여 조사 작목의 기계화 모형을 작목별로 설정하였다. 기계화의 방향은 제5장에서 제시한 바를 기초로 하여 작업 소요 노동력 및 비용의 절감과 작업의 안전성에 중점을 두었는데 현재 미개발된 단위 기계는 향후 개발될 수 있을 것으로 추정되는 단계에서 도입하는 것으로 하여 모형에 포함시켰다. 따라서 여기서 제시하는 기계화 모형에 대한 경제적 타당성 검토는 앞으로의 과제로 유보하였는데 이것은 제3장에서 논한 바와 같이 급변하는 제반 여건 하에서 현실성 있는 기계화 모형의 정밀한 타당성 검토를 위해서는 장기적인 기초 자료의 축적과 이를 기초로 한 추정을 바탕으로 이루어져야 하며, 광범위한 관련 자료의 데이터 베이스 구축이 선행되어야 하기 때문이다.

또한 소요 노동력은 무제한 공급될 수 있다는 전제하에 산출된 <표 3-7>에서 나타난 바와 같이 주요 기종에 대한 연대별 손익분기 면적이 급격히 감소하고 있으며, 또한 <표 3-6>에서 알 수 있는 바와 같이 대부분의 주요 농업기계의 실 작업 면적은 부담면적보다 훨씬 낮은 수준에 머물고 있기 때문에, 무엇보다도 먼저 농업기계가 투입되지 않으면 앞으로 생산 자체의 존립이 어려운 현실을 고려하여 기계화 모형을 설정하였다.

단계별 기계화 모형은 농산물 시장이 완전 개방되고 우리나라 농업기술이 선진국 수준으로 진입하는 시점으로 생각되는 2010년을 목표로 하여 1996년부터 2010년까지 향후 15년을 3단계로 구분하여 설정하였으며, 모형 I 은 1996~2000년까지, 모형 II는 2001~2005년, 모형 III은 2006~2010년대를 대상으로 설정하였다.

규모별 기계화 모형은 각 조사 작목의 적정 재배 규모와 기계의 크기에 대응하

는 이용규모의 하한을 고려하여 3가지 유형으로 구분하였으며, 이를 단계별 기계화 모형과 별도로 구분하지 않고 제시함으로써 활용의 편의성을 도모하였다. 즉, 모형 I은 현행 평균 재배 규모에 해당하는 소규모 재배 농가, 모형 II는 중규모, 또는 전업농가, 모형 III은 대규모 개별 재배 농가 또는 공동이용조직 등 조직경영체를 대상으로 하는 기계화 모형으로 구분하였다. 따라서 모형 I은 작목별로 소규모 농가를 대상으로 한 경운기 중심 모형으로 향후 5년 이내에 대한 모형이며, 모형 II는 중규모 농가를 대상으로 한 소형 트랙터 중심 모형으로 2000-2005년에 대한 모형이다. 또 모형 III은 대규모 농가를 대상으로 한 중·대형 트랙터 중심 모형으로 2010년전후에 대한 모형이다.

이러한 단계별, 규모별 기계화 모형을 경영 유형별로 분류해 보면, 모형 I은 토지조건의 제약이 크고 경영개선을 통하여 지역 특성을 살릴 수 있는 산간지대 또는 관광·복지 농업 형태를 대상으로 한 것이고, 모형 II는 2000년대의 평균적인 전업농가를 대상으로 한 유형이다. 그리고 모형 III은 토지 조건의 제약이 비교적 작은 대규모 전업농, 공동이용조직 등 공동경영체를 대상으로 한 것이다.

그 외에 재배방식이 다양한 일부 작목에 대해서는 재배양식별로 별도의 대형 기계화 체계를 설정하여 향후 경쟁력 있는 생산체계가 되도록 시도하였다.

각 모형별 노동 투하시간은 사용 작업수단의 실작업능률과 작업인원, 자재운반 등 부수되는 작업시간 등을 고려하여 산정하였으며, 미개발 기종에 대해서는 요구되는 개발목표 작업능률을 추정하여 산출하였다.

본 장에서 제시한 작목별 기계화 모형의 표에서 \*표를 한 기종은 이앙기, 콤바인 등과 같은 전용기이며 \*표가 없는 것은 경운기나 트랙터의 부속작업기에 해당한다. 또 각 작업단계에서 부수되는 운반작업은 경운기 또는 트랙터의 트레일러나 트럭 등을 이용하는 것으로 구성하여 표에 별도로 표시하지 않았다. 예를 들면 퇴비살포 작업수단에 인력으로 표시되어 있더라도 퇴비운반작업에는 경운기 트레일

리를 이용하는 것이 된다.

또 작업단계별 작업수단이 향후 15년 이내에도 현행과 유사할 것으로 예상되는 작업단계는 표에서 생략하였으나 노동 투하시간에는 포함하였다. 또한 작업단계별 노동 투하시간은 기술진전에 따라 신축성이 매우 크므로 현행 기술 수준을 기준으로 산출하였고, 표에는 모형별로 예상되는 전체 노동 투하시간만을 나타내었다.

## 1. 수도작

수도작의 기계화 모형과 모형별 노동력 투하시간은 이양재배에 대해서는 <표 6-1>과 같이 3단계로 구분하여 설정하였으며, 직파재배에 대해서는 <표 6-2>와 같이 건답직파, 답수직파 및 항공기 직파 모형으로 구분하여 모형을 설정하였다.

며 이양재배의 기계화 모형에서는 <표 6-1>에서 보는 바와 같이 경운기 중심 모형과 소형 트랙터 중심 모형, 그리고 중형 트랙터 중심 모형의 3단계로 구분하였다. 모형 I은 재배규모 3 ha이하의 중묘 이양을 기준으로 한 경운기 중심 모형으로서 기계체계는 경운기, 이양기(크랭크식 4조), 자탈형 콤파인(3조) 등으로 구성하고 운반작업은 경운기 트레일러를 이용하는 것으로 하였다. 모형 II는 재배규모 5 ha 내외의 중묘 이양을 기준으로 한 30 마력 이하의 소형 트랙터 중심 모형으로서 기계체계는 이양기(로터리식 4조), 자탈형 콤파인(복동식 3조), 등짐식 분제·입제살포기, 농용트럭 등으로 구성하였다. 또 모형 III은 재배규모 30 ha, 포장구획 1 ha 정도의 대구획 대규모 포장에서 어린묘 이양을 하는 것을 기준으로 한 50 마력급 중형 트랙터 중심 모형으로서 기계체계는 승용 이양기(로터리식 6조, 2단 축조시비기 부속), 자탈형 콤파인(복동식 5조), 승용 수도작 관리기(분제·입제살포기 부속), 농용트럭 등으로 구성하였다. 여기서 승용 수도작 관리기는 일본에서 현재 개발, 시판단계에 있는 기종으로서 분제·입제살포기, 붐스프레이어, 구굴기 등의 부속작업기를 부착할 수 있어 작업수단에 부속작업기의 명칭대신 '수도작 승용 관리기'로

나타내었다.

모형 II와 모형 III에서의 건조·조제 작업은 미곡종합처리장을 이용하는 것으로 하였고, 특히 모형 III에서 육묘작업은 모를 육묘공장에서 구입하는 것으로 하여 개별농가 단위의 육묘작업과 건조·조제 작업에서의 노동 투하시간을 제외하였다.

여기서 각 모형별 노동 투하시간은 물관리, 논독제초 등 일반 관리작업 소요시간을 포함한 육묘에서 도정 이전의 건조·조제 작업까지의 소요 노동투하량(인·시/ha)으로 산출하였다.

벼 직파재배의 기계화 모형에서는 <표 6-2>에서 보는 바와 같이 모형 I은 대규모 건답직파 재배 모형이며, 모형 II는 대규모 담수산파 모형, 모형 III은 대규모 항공기 직파 모형의 3단계로 구분하였다. 3가지 모형 모두 재배면적 30 ha, 포장구

<표 6-1> 벼 이앙 재배의 기계화 모형

작업명	작업 수단		
	모형 I	모형 II	모형 III
육묘	인력	인력	육묘공장
퇴비·기비 살포	인력	퇴비살포기 + 분제·입제 살포기	퇴비살포기 + 분제·입제 살포기
경운 정지	로터리	로터리 + 헤로우	로터리 + 헤로우
이앙	이앙기*	이앙기*	이앙기*
추비주기	인력	분제·입제 살포기	승용 수도작 관리기*
중경제초	동력분무기	분제·입제살포기	승용 수도작 관리기*
병충해방제	동력분무기	분제·입제살포기	승용 수도작 관리기*
수확	콤바인*	콤바인*	콤바인*
건조 조제	건조기*	곡물종합처리장	곡물종합처리장
노동투하시간(h/ha)	370	210	120

(주) \* : 전용기

모형 I : 경운기 중심 모형

모형 II : 소형트랙터(30PS이하) 중심 모형

모형 III : 중형트랙터(50PS급) 중심 모형

획 1 ha 정도의 대구획 대규모 농가 또는 공동이용 조직을 대상으로 하였으며, 논둑은 콘크리트로 시공한 것으로 하여 논둑조성 작업과 논둑제초 작업을 생략하였다. 각 모형에 대한 주요 기계체계는 트랙터 50 PS, 승용 수도작 관리기(분제·입제살포기, 붐 스프레이어 등 부속), 자탈형 콤바인(5조 곡물탱크형) 또는 투입식 콤바인(작업폭 3.6 m) 등으로 구성하였다.

자재 운반이 수반되는 작업에서의 운반작업은 모두 농용트럭을 이용하는 것으로 하고, 포장에서 농가까지의 운반거리는 편도 1.5 km를 기준으로 하여 소요시간을 해당되는 작업의 노동 투하시간에 포함하여 산출하였다.

<표 6-2> 벼 직파 재배의 기계화 모형

작업명	작업수단		
	모형 I	모형 II	모형 III
종자준비	최아기*	최아기*	-
암거시공	트렌처	-	-
퇴비기비살포	퇴비살포기 + 석회살포기	퇴비살포기 + 석회살포기	퇴비살포기 + 석회살포기
경운정지	로터리+롤러	로터리+논 해로우	로터리+논 해로우
파종보식	해로+파종기+분무기	브로드캐스터	항공기*
추비주기	수도작 관리기*	분제·입제 살포기	항공기*
중경제초	수도작 관리기*	분제·입제 살포기	항공기*
병충해 방제	수도작 관리기*	분제·입제 살포기	항공기*
수확운반	콤바인*	콤바인*	투입식콤바인
건조조제	미곡종합처리장	미곡종합처리장	미곡종합처리장
노동투하시간 (h/ha)	116	120	60

(주) \* : 전용기

모형 I : 대규모 건담 직파 모형

모형 II : 대규모 답수 직파 모형

모형 III : 대규모 항공기 직파 모형

건조·조제 작업은 세 모형 모두 미곡종합처리장을 이용하는 것으로 하였으며, 항공기 직파체계에 있어서는 표에서 항공기로 표시한 파종 등 항공기를 이용하는 작업은 모두 항공 방제 회사에 작업을 위탁하는 것으로 설정하였다. 또 건답직파 모형(모형Ⅲ)에서는 중경제초, 방제 등 관리작업을 벼 이앙재배의 기계화 모형에서의 모형 Ⅲ과 같이 승용 수도작 관리기를 이용하는 것으로 하였다.

## 2. 전작

### 가. 보리

보리 재배의 기계화 모형은 <표 6-3>과 같이 현행 작업단계를 기준으로, 2000년대 이전 단계에서 소규모 농가를 대상으로 한 경운기 중심 모형(모형 I)과 향후 10년 정도 단계에 대한 소형 트랙터(20 PS급) 중심 모형(모형 II) 및 2010년대 전후 단계에 대한 소형 트랙터(30 PS급) 중심 모형(모형 III)으로 구분하여 설정하였다. 특히 모형 III의 기계화 체계에서는 수확작업에 투입식 콤바인을 도입하고, 건조·조제작업에 공동건조시설을 이용하는 것으로 설정하였다.

대규모 농가에 대한 기계화 모형으로서 윤작 작부체계를 상정하여 <표 6-4>와 같이 기계화 일관작업체계를 설정하였다. 이 체계에서는 <표 6-3>과는 다르게 각 모형에 대하여 중경제초 작업을 생략하고 병충해 방제작업의 회수를 감축하였으며, 특히 경운-정지-시비-파종 작업을 일부 또는 전부를 동시화 또는 생략하는 방식을 채택하였다.

모형 I은 재배규모 10 ha를 대상으로 하는 소형 트랙터(30 PS급) 중심 모형으로서 암거시공을 하는 대신에 경운작업을 생략하고, 조파기(드릴시더)로 파종하며, 수확은 자탈형 콤바인(4조용)으로 하고, 제초제 살포 2회, 답압 2회, 답압추비 2회, 흙넣기 3회, 병충해 방제 2회를 상정하여 노동 투하시간을 산출하였다. 모형 II는 재배규모 30 ha를 대상으로 하는 중형트랙터 (50 PS급) 중심 모형으로서 기계체계

<표 6-3> 보리 재배의 기계화 모형

작업명	작업수단		
	모형 I	모형 II	모형 III
퇴비 살포	인력	인력	퇴비살포기
기비주기	인력	비료살포기	비료살포기
경운	쟁기	쟁기	쟁기
정지	로터리	로터리	로터리
파종	파종기	파종기	파종기
답압	진압기	진압기	진압기
추비주기	인력	비료살포기	비료살포기
병충해 방제	동력분무기	동력분무기	봄스프레이어
제초제 살포	동력분무기	동력분무기	봄스프레이어
중경제초	중경제초기	중경제초기	중경제초기
수확	자탈형콤바인*	자탈형콤바인*	투입식콤바인*
운반	트레일러	트레일러	트레일러
건조	건조기*	건조기*	미곡종합처리장
노동투하시간 (h/ha)	250	140	80

(주) \* : 전용기

모형 I : 경운기 중심 모형

모형 II : 소형트랙터(20PS급) 중심 모형

모형 III : 소형트랙터(30PS급) 중심 모형

는 반전플라우(4련), 구동형 해로, 조파기(8조용), 진압롤러(7 PS), 보행형 관리기(4.5 PS, 구굴기 부속), 투입식 콤바인(예취폭 1.8m) 등으로 구성하였다. 또 노동투하시간은 관리작업에서 고랑파기, 제초제 살포 1회, 답압 4회, 병충해 방제 2회를 기준으로 하여 산출하였다. 모형 III은 재배규모 50 ha, 포장구획 크기 1 ha를 대상

으로 한 70 PS급 대형 트랙터 중심 모형으로서 경운-정지-시비-파종을 트랙터 부착형 시비파종기로 동시작업화 하고 고랑파기, 추비 2회, 병충해 방제 2회 등의 관리작업에 승용 관리기(분제·입제 살포기 부속)를 도입하였으며, 수확에는 투입식 콤바인(예취폭 3.6 m)을 이용하였다.

이상 3가지 모형에서 건조·조제 작업은 미곡종합처리장 등 공동건조시설을 이용하는 것으로 하여 노동 투입시간 산출에서 제외하였으며, 운반작업은 편도 1.5 km를 기준으로 농용트럭을 이용하는 것으로 하여 산출하였다.

이 외에도 벼수확 동시 보리파종 기술 또는 보리수확 동시 벼파종 기술을 이용한 기계화 체계를 도입하면 노동력을 더욱 절감할 수 있을 것으로 예상된다.

<표 6-4> 윤작체계에서의 보리 재배의 기계화 모형

작업명	작업수단		
	모형 I	모형 II	모형 III
암거시공	심토파쇄기	-	-
기비주기	브로드캐스터	-	-
경운	] 로터리	플라우	] 시비파종기
정지		해로	
시비·파종	조파기	조파기	
제초제살포	동력분무기	동력분무기	비료살포기
답압·추비·중경·배토	롤러+컬티베이터	롤러+승용 관리기*	승용 관리기*
병충해방제	동력살분기	동력살분기	승용 관리기*
수확	콤바인*	투입식콤바인*	투입식콤바인*
건조	미곡종합처리장	미곡종합처리장	미곡종합처리장
노동투입시간 (h/ha)	54	39	22

(주) \* : 전용기

모형 I : 소형트랙터 중심 모형

모형 II : 중형트랙터 중심 모형

모형 III : 대형트랙터 중심 모형

## 나. 감자류

감자와 고구마의 관행 작업체계는 모판에서 육묘하여 본포에 이식하는 방식이므로 전체 노동투하량이 일본의 현행 노동투하량에 비해 감자 3.7배, 고구마 5.3배가 된다. 이것은 우리나라의 관행작업에서 육묘노력이 감자 249 h/ha, 고구마 161 h/ha, 정식작업 노력이 감자 136 h/ha, 고구마 225 h/ha로 노동투하량이 과대한 것에 주로 기인하고 있다. 따라서 감자와 고구마 재배에 대한 기계화 모형은 <표 6-5>와 같이 본포에 씨감자 또는 씨고구마를 바로 파종하는 체계를 도입하여 경운기 중심 모형, 소형 트랙터(30 PS 이하) 중심 모형, 중형 트랙터(50 PS급) 중심 모형의 3가지로 구분하였다. 여기서, 감자와 고구마의 작업단계는 약간 다르나 작업내용은 유사하므로 편의상 감자와 고구마를 함께 나타내었다.

<표 6-5> 감자류 재배의 기계화 모형

작업명	작업수단		
	모형 I	모형 II	모형 III
경운·정지	로터리	로터리	플라우+해로우
비료살포	인력	비료살포기	브로드캐스터
파종	인력	인력	감자파종기
중경배토	배토기	컬티베이터	컬티베이터
방제	동력분무기	븀스프레이어	븀스프레이어
수확	인력	감자굴취기	감자수확기
운반·기타	트레일러	농용트럭*	농용트럭*
노동투하시간 (h/ha)	380	110	25

(주) \* : 전용기

모형 I : 경운기 중심 모형

모형 II : 소형트랙터 중심 모형

모형 III : 중형트랙터 중심 모형

병충해 방제작업은 세가지 모형 모두 4회로 하였으며, 모형 II와 모형 III의 트랙터 중심 모형에서는 피복작업을 생략하고 물관리 작업은 살수기를 설치하는 것으로 하였다. 또 건조-선별-포장 작업은 노동 투하시간에 포함시키지 않았다.

#### 다. 노지 채소

노지채소에 대해서는 배추, 무, 양파, 고추, 마늘을 선택하여 작목별 기계화 모형을 <표 6-6> ~ <표 6-10>과 같이 각각 3단계로 설정하였다. 여기서 모형 I은 경운기 중심 모형, 모형 II는 30 PS급 이하의 소형 트랙터 중심 모형, 모형 III은 50 PS급의 중형 트랙터 중심 모형을 나타낸다.

<표 6-6> 배추 재배의 기계화 모형

작업명	작업수단		
	모형 I	모형 II	모형 III
육묘	육묘공장	육묘공장	육묘공장
퇴비살포	인력	퇴비살포기	퇴비살포기
기비살포	인력	비료살포기	비료살포기
경운	쟁기	플라우	플라우
정지	로터리	로터리	로터리
정식	이식기*	이식기*	이식기*
추비	시비기	시비기	관리기*
중경제초	중경제초기	중경제초기	관리기*
병충해방제	동력분무기	봄스프레이어	관리기*
물관리	양수기	살수기*	살수기*
수확	인력	배추수확기	배추수확기
노동투하시간 (h/ha)	710	180	90

(주) \* : 전용기

모형 I: 경운기 중심 모형

모형 II: 소형 트랙터 중심 모형

모형 III: 중형 트랙터 중심 모형

(1) 배추와 무

배추와 무 재배의 기계화 체계에서는 <표 6-7>과 같이 관행의 육묘작업을 모두 육묘공장에서 모를 구입하는 것으로 하여 노력을 대폭 절감시키는 모형을 설정하였다. 정식작업은 이식기를 사용하는 것으로 하였고, 정지작업 소요시간에는 두둑조성과 피복 등에 소요되는 시간을 포함하여 산출하였다. 병충해 방제 회수는 세 모형 모두 3회로 하였으며, 선별포장은 산지의 공동출하 시설을 이용하는 것으로 하여 노동 투하시간에서 제외하였다. 배추와 무 모두 모형 II와 모형 III의 트랙터 중심 모형에서 물관리 작업은 살수기를 사용하는 것으로, 수확작업은 가까운 장래에 개발될 것으로 예상되는 배추 수확기 또는 무 수확기를 도입하는 것으로 모형을 설정하였다.

<표 6-7> 무 재배의 기계화 모형

작업명	작업수단		
	모형 I	모형 II	모형 III
육묘	육묘공장	육묘공장	육묘공장
퇴비살포	인력	퇴비살포기	퇴비살포기
기비살포	인력	비료살포기	석회살포기
경운	쟁기	플라우	플라우
정지	로터리	로터리	로터리
정식	이식기*	이식기*	이식기*
추비	시비기	시비기	브로드캐스터
중경제초	중경제초기	중경제초기	브로드캐스터
병충해방제	동력분무기	봄스프레이어	봄스프레이어
물관리	양수기	살수기*	살수기*
수확	인력	무 수확기	무 수확기
노동 투하시간 (h/ha)	633	133	84

(주) \* : 전용기

모형 I: 경운기 중심 모형

모형 II: 소형 트랙터 중심 모형

모형 III: 중형 트랙터 중심 모형

(2) 양파

양파재배의 기계화 모형은 <표 6-8>과 같다. 여기서 경운정지 작업에는 두둑조성, 피복작업 등이 포함되어 있다. 양파재배의 기계화 모형 II와 모형 III에서는 육묘공장에서 모를 구입하고, 이식기를 사용하여 이식하는 것으로 모형을 설정하였으며, 특히 모형 III에서는 관리작업에 미보급 기종인 승용 관리기를 도입하는 것으로 설정하였다.

<표 6-8> 양파 재배의 기계화 모형

작업명	작업수단		
	모형 I	모형 II	모형 III
육묘	인력	육묘공장	육묘공장
퇴비·기비 살포	인력	퇴비살포기+시비기	퇴비살포기+브로드캐스터
경운정지	쟁기+로터리	플라우+로터리	플라우+로터리
피복	피복기	동시피복기	관리기*
정식	인력	이식기*	이식기*
제초	동력분무기	동력분무기	관리기*
병충해 방제	동력분무기	동력분무기	관리기*
수확	인력	양파 수확기	양파 수확기
포장정리·기타	로터리+트레일러	로터리+트레일러	로터리+트럭
노동투하시간 (h/ha)	1500	122	70

(주) \* : 전용기

모형 I: 경운기 중심 모형

모형 II: 소형 트랙터 중심 모형

모형 III: 중대형 트랙터 중심 모형

(3) 마늘

<표 6-9>에서 보는 바와 같이 마늘재배의 기계화 모형에서는 경운기 중심 모형과 소형 트랙터 중심 모형의 피복·복토작업에 동시피복기를 도입하였으며, 트랙터 중심 모형인 모형 II와 모형 III에는 물관리 작업에 살수기를, 또 수확작업에는 마늘수확기를 도입하는 것으로 설정하였다. 특히 모형 III의 마늘 수확기는 굴취와 선별작업을 동시에 할 수 있는 기종을 개발하도록 상정하였으며, 중형 트랙터 중심 모형에서는 병충해 방제 등 관리작업에 승용 관리기를, 운반작업에는 트럭을 이용하는 것으로 설정하였다.

<표 6-9> 마늘재배의 기계화 모형

작업명	작업수단		
	모형 I	모형 II	모형 III
종자준비	인력	종자소독기*	종자소독기*
파종	인력	인력	파종기
경운정지	로터리	로터리	로터리
시비	인력	퇴비살포기+비료살포기	퇴비살포기+관리기*
병충해방제	동력분무기	봄스프레이어	관리기*
제초	인력	봄스프레이어	관리기*
피복·복토	동시피복기	동시피복기	관리기*
물관리	양수기	살수기*	살수기*
수확	인력	마늘 수확기	마늘 수확기*
후처리, 운반, 기타	로터리+트레일러	로터리+트레일러	로터리+*트럭
노동투하시간(h/ha)	1530	820	250

주) \* : 전용기

모형 I : 경운기 중심 모형

모형 II : 소형 트랙터 중심 모형

모형 III : 중형 트랙터 중심 모형

(4) 고추

노지 고추 재배의 기계화 모형과 모형별 노동 투하시간은 <표 6-10>과 같다. 모형 I 은 2000년 이전 단계의 소규모 농가를 대상으로 한 경운기 중심 모형으로서 피복·두둑짓기에 동시피복기를 도입하였다. 트랙터 중심 모형에서는 육묘공장에서 플러그 모를 구입하여 이식기로 정식하고, 물관리는 살수기를 설치하는 것으로 하였으며, 수확기는 미개발 기종인 고추 수확기를 도입하는 것으로 설정하였다. 또 수확은 동시에 익는 신품종이 개발될 것을 예상하여 2회 수확만으로 노동 투하시간을 산출하였다. 모형 II에서 이식기는 개발 중인 트랙터 부착용 부착작업기를 도입하였으며, 모형 III에서의 이식기는 미개발 기종인 전용기를 상정하였다. 또 모형 III에서 병충해 방제 등 관리작업에는 미보급 기종인 승용 관리기를 이용하는 것으로 설정하였다.

<표6-10> 노지고추 재배의 기계화 모형

작업명	작업수단		
	모형 I	모형 II	모형 III
육묘	인력	육묘공장	육묘공장
퇴비·기비주기	인력	퇴비살포기	퇴비살포기
경운정지	로터리	로터리	로터리
피복 두둑짓기	동시피복기	동시피복기	-
정식	인력	이식기	이식기*
추비	동력살분무기*	비료살포기	관리기*
병충해방제	동력분무기	봄스프레이어	관리기*
중경제초	인력	컬티베이터	관리기*
물관리	인력	살수기*	살수기*
수확	인력	고추 수확기	고추 수확기*
후처리, 기타	로터리+트레일러	로터리+트레일러	로터리+*트럭
노동투하시간 (h/ha)	2090	570	380

(주) \* : 전용기  
 모형 I : 경운기 중심 모형  
 모형 II : 소형 트랙터 중심 모형  
 모형 III : 중형 트랙터 중심 모형

## 제 2 절 시설원예의 기계화 모형

시설원예에 있어서 육묘, 엽채류, 과채류, 화훼 등 향우 우리나라 시설원예의 기계화 모형을 <표6-11, 6-12, 6-13, 6-14>와 같이 제시하였다.

### 1. 공정육묘

2000년대의 시설원예는 육묘와 재배가 분리되어 대부분의 시설원예 농가에서는 공정육묘한 모를 구입하여 재배한다는 가정하에서 공정육묘의 기계화 모형을 개발하였다. 공정육묘의 기계화 모형은 2000년 전후의 채소 전문 육묘공장(모형Ⅰ)과 2010년 전후의 채소 전문 육묘공장(모형Ⅱ) 및 2010년 전후의 화훼 전문 육묘공장(모형Ⅲ)으로 구분하였다.

<표6-11> 공정육묘의 기계화 모형

작업명	작업수단		
	모형Ⅰ	모형Ⅱ	모형Ⅲ
상토조제	인력	자동 파종 시스템	자동 파종 시스템
상토충전	자동 파종 시스템		
진압			
파종			
복토			
관수	인력		
운반	인력	인력	지게차
밭아	밭아실	온실내밭아실	온실내밭아실
접목	반자동접목장치	접목로봇	접목로봇
활착	활착양생실	활착양생실	활착양생실
육묘관리	육묘온실 ○ 자주살수장치 ○ 순환팬 ○ 복합환경제어장치	육묘온실 ○ 살수장치 ○ 순환팬 ○ 복합환경제어장치	육묘온실 ○ 자주살수장치 ○ 순환팬 ○ 복합환경제어장치
출하	상자포장장치	상자포장장치	상자포장장치

(주) 모형Ⅰ: 채소전문 육묘공장(2000년 전후)

모형Ⅱ: 채소전문 육묘공장(2010년 전후)

모형Ⅲ: 화훼전문 육묘공장(2010년 전후)

## 2. 업체류의 시설재배 기계화 모형

업체류의 시설재배 기계화 작업체제는 공정육묘한 모를 구입하여 재배하는 육묘와 재배가 완전분리된 모형으로 개발하였다. 환경관리는 <표 6-12>에서 보는 바와 같으며, 여기서 파이프 비닐온실은 전용의 환경제어시스템을 도입하고 PC·유리온실에는 컴퓨터를 이용하여 완전 자동화 하였으며, 재배관리에서 관수작업은 토양재배와 양액재배를 분리하였다.

<표6-12> 업체류의 시설재배 기계화 모형

작업명			작업수단		
			모형 I	모형 II	모형 III
육 묘			공정육묘	공정육묘	공정육묘
이 식 (정 식)			인력, 반자동이식기	반자동이식기, 전자 동이식기	전자동이식기
환경 관리	온 도	난방	온풍기, 온수보일러	온수보일러, 지하수열교환식	온수보일러, 지하수열교환식
		냉방	환기, 간이증발냉각	증발냉각+ 지하수열교환식	증발냉각, 히트펌프
	광	보광	태양광	태양광+보광등	태양광+보광등
		차광	차광커튼, 알루미늄스크린	알루미늄스크린	알루미늄스크린, 외부 차광망
	탄산가스		연소식CO <sub>2</sub> 공급기, 액화CO <sub>2</sub> 공급기	액화CO <sub>2</sub> 공급기	액화CO <sub>2</sub> 공급기
	제어시스템		전용환경제어장치	복합환경제어장치	복합환경제어장치
재배 관리	관 수	토양재배	점적(관비)	자동관비시스템	자동관비시스템
		양액재배	무토양재배 (시퀀스제어)	자동양액관리 NFT, 담액형 수경 리	생체계측자동양액관 리
	방 제		무인상온연무기	무인상온연무기 +길항미생물	길항미생물방제
수 확			인력+기계수확	인력+기계수확	자동수확시스템
선별포장			집하선별포장시설	집하선별포장시설	집하선별포장시설

(주) 모형 I: 파이프비닐온실 (2000년대 전후)

모형 II: PC·유리온실 (2000년대 전후)

모형 III: 식물공장 (2010년 전후)

### 3. 과채류

과채류의 시설재배 기계화 작업체계에서도 전 모형에 공정육묘 묘를 구입하여 재배하는 작업체계로 하였다. 환경관리 및 재배관리는 <표 6-13>에서 보는 바와 같이 엽채류와 같은 체계를 도입하였다. 2000년 전후의 기계화 작업체계에서 모형 I (파이프 비닐온실)과 모형 II(PC·유리온실)의 이식작업, 적과적심작업 및 수확작업을 인력으로 한 것은 이러한 작업이 2000년까지 기술적으로 실용화가 어렵다고 판단하였기 때문이다.

<표 6-13> 과채류의 시설재배 기계화 모형

작업명		작업수단		
		모형 I	모형 II	모형 III
육 묘		공정육묘	공정육묘	공정육묘
이 식 (정 식)		인력, 반자동이식기	반자동이식기, 전자동이식기	전자동이식기
환경 관리	온 도	난방	온풍기, 온수 보일러	온수 보일러, 지하수 열교환식
		냉방	환기, 간이증발냉각	증발냉각+ 지하수열교환식
	광	보광	태양광	태양광+보광등
		차광	차광커튼, 알미늄스크린	알미늄스크린
	탄산가스		연소식CO <sub>2</sub> 공급기, 액화CO <sub>2</sub> 공급기	액화CO <sub>2</sub> 공급기
	제어시스템		전용 환경제어장치	복합환경제어장치
재 배 관 리	관 수	토양재배	점적(관비)	자동관비시스템
		양액재배	무토양 재배 (시퀀스제어)	자동양액관리 고정배지 및 담액형 수경
	적과및 적심		인력	인력
	방 제		무인 상온연무기	무인상온연무기 +길항미생물
수 확		인력+기계 수확	인력+기계 수확	수확 로봇
선별포장		집하선별포장시설	집하선별포장시설	집하선별포장시설

(주) 모형 I : 파이프비닐온실 (2000년 전후)

모형 II : PC·유리온실 (2000년 전후)

모형 III : 식물공장 (2010년 전후)

#### 4. 화훼류

화훼류의 시설재배 기계화 작업체제에서는 화훼육묘공장의 보급 및 육묘의 노하우 등을 고려하여 모형에 자가육묘 모의 사용과 공정육묘 모를 같이 사용하는 작업체제로 하였다. 환경관리 및 재배관리 등은 <표 6-14>에서 보는 바와 같다. 모형 I, 모형 II에서 이식작업, 적심 및 수확작업을 인력으로 표시한 것은 2000년까지 이들 작업의 기계화가 어렵다고 판단되기 때문이다.

<표 6-14> 화훼류의 시설재배 기계화 모형

작업명		작업수단			
		모형 I	모형 II	모형 III	
육 묘		자가육묘, 공정육묘	자가육묘, 공정육묘	공정육묘	
이 식 (정 식)		인력, 이식기	인력, 이식기	포트이식 로봇, 포트배치 로봇	
환경 관 리	온 도	난방	온수보일러	온수 보일러, 지하수열교환식	
		냉방	환기, 증발 냉각	증발 냉각+ 지하수 열교환식	
	광	보광	태양광	태양광, 보광등	
		차광	차광 커튼	알미늄 스크린	
	탄산가스		연소식CO <sub>2</sub> 공급기, 액화CO <sub>2</sub> 공급기	액화CO <sub>2</sub> 공급기	액화CO <sub>2</sub> 공급기
	제어시스템		전용환경제어장치	복합환경제어장치	복합환경제어장치
재 배 관 리	관 수	토양재배	점적(관비)	자동관비시스템	
		양액재배	고형배지경	저면관수 (일사량자동)	
	적 심	인력	인력	적심 로봇	
	방 제	무인상온연무기	무인상온연무기 +길항미생물	길항 미생물 방제	
수 확		인력	인력+이송컨베이어	수확 로봇, 이송컨베이어	
선별포장		인력	자동선별포장	비파괴선별포장	

(주) 모형 I: 파이프비닐온실 (2000년 전후)

모형 II: PC·유리온실 (2000년 전후)

모형 III: 식물공장 (2010년 전후)

### 제 3 절 과수원예의 기계화 모형

#### 1. 과수원예(사과, 배, 귤, 단감)

과수중에서 사용하는 기계가 유사한 사과, 배, 귤, 단감 등의 과수 기계화 모형과 모형별 노동 투하시간은 <표 6-15>와 같다. 모형 I 은 2000년 이전 단계의 소규모 농가를 대상으로 하는 경운기 중심 모형으로서 퇴비 구덩이 파기 및 경운·제초에 관리기, 방제에 동력분무기, 선별에 중량 선별기를 도입하였다. 모형 II는 트

<표 6-15> 과수원예(사과, 배, 귤, 단감)의 기계화 모형

작업명	작업 수단			노동 투하 시간(ha/hr)		
	모형 I	모형 II	모형 III	모형 I	모형 II	모형 III
굴착	관리기 + 구굴기	트랙터 + 구굴기	트랙터 + 구굴기	5.0	3.0	3.0
경운제초	관리기 + 중경제초기	트랙터 + 중경제초기	트랙터 + 중경제초기	2.8	1.5	1.5
식재	인력	트랙터 + 혈공기	트랙터 + 식재기	10.0	5.0	2.0
전정	인력 + 인력 가위	고소작업차 + 인력 가위	고소작업차 + 동력 가위	27.2	20.0	10.0
병충해 방제	경운기 + 동력분무기	스피드 스프레이어	무인 방제기	41.0	6.6	1.0
관수	경운기 + 양수기	스프링클러	점적관수시설	3.0	0.5	0
적과	인력	인력	농용 로봇	53.8	53.8	4.0
봉지씌우기	인력	인력	농용 로봇	29.8	29.8	29.8
수확	인력	고소작업차 + 인력 수확	농용 로봇	61.9	40.0	10.0
운반	경운기 + 트레일러	트랙터 + 트레일러	트랙터 + 트레일러	10.3	1.5	0.5
선별	중량선별기	색채선별기	색채선별기	15.0	5.0	5.0
합계	-	-	-	259.8	166.7	66.8

(주) 노동 투하시간은 사과 재배를 기준으로 한 것임.

(주) 모형 I : 중소규모 농가의 기계화 모형(2000년 전후)

모형 II : 대규모 농가의 기계화 모형(2000년 전후)

모형 III : 대규모 농가 또는 공동이용조직의 선진 기계화 모형(2010년 전후)

랙터 중심의 중규모 농가 모형으로서 전정, 수확 등 기계화가 곤란한 작업에 고소작업차, 물관리 작업에 살수기를 도입하였다. 모형 Ⅲ은 트랙터 중심의 대규모 농가 모형으로서 묘목 식재에 묘목 식재기, 전정에 고소작업차, 방제 작업에는 무인방제기, 물관리 작업에 점적 관수 시설, 적과와 수확에 앞으로 실용화가 예상되는 농용 로봇을 도입하였다.

## 2. 과수(포도)

포도의 과수 기계화 모형과 모형별 노동 투하시간은 <표 6-16>와 같다. 모형 I은 2000년 이전 단계의 소규모 농가를 대상으로 하는 경운기 중심 모형이다. 모형 II는 트랙터 중심의 중규모 농가 모형으로서 트랙터 부착형 퇴비살포기와 스피드 스프레이어를 도입하였다. 모형 Ⅲ은 트랙터 중심의 대규모 농가 모형으로서 전정에 1차 전정기계, 적아·적심에 줄기치고 잎따는 기계, 적과와 수확에 앞으로 실용화가 예상되는 농용 로봇을 도입하였다.

<표 6-16> 과수(포도) 재배의 기계화 모형

작업명	기계화 모형			노동 투입 시간		
	모형 I	모형 II	모형 III	모형I	모형II	모형III
가을비료주기	경운기+인력	트랙터+시비기	트랙터+시비기	8.8	2.0	2.0
겨울과수관리	인력	인력	인력	13.4	13.4	13.4
경운	경운기+로터리	트랙터+로터리	트랙터+로터리	5.9	3.3	1.4
퇴비주기	경운기+인력	트랙터+퇴비살포기	트랙터+퇴비살포기	13.5	1.5	1.5
봄비료주기	경운기+인력	트랙터+시비기	트랙터+시비기	7.4	1.0	1.0
후비주기	경운기+인력	"	"	5.5	1.0	1.0
전정, 전지	인력	동력가위	1차전정기계+인력	32.3	18.0	10.0
적아, 적심	인력	"	줄기치는기계, 앞따는기계	16.4	8.0	2.0
적과	인력	인력	농용로봇	21.2	21.2	5.0
신소유인	인력	인력	인력	19.3	19.3	19.3
봉지씌우기	인력	인력	-	27.9	27.9	-
병충해 방제	경운기+동력분무기	트랙터+스피드스프레이어	트랙터+스피드스프레이어	29.8	9.0	9.0
제초	경운기+동력분무기	트랙터+중경제초기	트랙터+중경제초기	6.3	1.0	1.0
수확	인력	인력	농용로봇	62.0	62.0	15.0
운반, 저장	경운기+트레일러	트랙터+트레일러	운반차	10.6	4.0	2.0
선별, 포장	인력	인력, 포장기	선별기, 포장기	40.0	20.0	5.0

## 제 4 절 농작물의 수확후 기계화 모형

농작물은 제 3장에서 살펴본 바와 같이 그 종류가 다양할 뿐만 아니라 각 작목에 따른 수확후 처리시스템도 매우 다양하며, 대부분의 작업이 각 개인농가 단위로 인력에 의존하고 있다. 반면 선진국에서는 주요생산품에 대해서는 공동이용시설을 이용하는 작업체계가 확립되어 있다. 본 절에서는 재배면적, 생산량, 부가가치 및 수출가능성 측면에서 중요하다고 판단되는 주요 작목별로 미래지향형 수확 후 작업체계에 대한 모형을 제시하고자 한다.

수확후 처리시스템의 기계화를 위해서는 무엇보다도 단위 작업의 기계화에 필요한 기계장치가 개발되어야 한다. 그러나 현재 우리나라에서 개발되어 있는 대표적인 기계장치는 각종 벼 도정용 기계류, 과일류용 증량식 선별기 및 몇몇 채소류(배추, 무)용 세척기, 뿌리제거기 및 잎절단기, 저온저장 설비, 보냉차량 등에 불과하다. 따라서 경제성 분석을 수반하는 모형제시는 불가능 하기 때문에 노동력 절감 및 수확후 품질유지 차원에서 기존의 선진국에서 개발 이용되고 있는 기종 또는 시스템과 국내여건을 고려하여 모형을 제시하였으며, 모형 구성에 포함된 기본 가정은 다음과 같다.

- ① 농가에서 수행되는 작업단계의 간소화를 통해 노동력을 절감.
- ② 규격선별을 통한 상품가치의 향상과 수출증대를 위한 선별작업의 기계화를 우선적으로 도입.
- ③ 품질유지를 위해 콜드체인 시스템을 연차적으로 확립.
- ④ 수확후 처리 시스템의 현대화에 필요한 신기종은 개발 또는 도입이 가능한 것으로 가정.

## 1. 벼

쌀은 국민의 주식으로서 뿐만 아니라 농업소득과 국가안보차원에서 매우 중요한 위치를 차지하고 있다. 또한 쌀 소비량은 매년 약간씩 줄기는 하나 아직도 일본의 1인당 연간 소비량 70 kg('92년)에 비하여 우리나라는 105.7 kg ('94년)으로써 매우 높으며 앞으로도 급격한 감소는 없을 것으로 예상된다. 오히려 가격이 비싸더라도 좋은 품질의 쌀을 요구하는 경향이 확대될 전망이다. 또한 쌀이 수입된다 하더라도 '95년도 수입량은 국내 쌀 소비시장의 1%에 지나지 않으며 2004년까지도 5%를 넘지 않을 것이므로 쌀은 여전히 우리나라 농업에서 커다란 비중을 차지할 것이다.

따라서 쌀의 경쟁력을 높이기 위해서는 품질을 향상시키고 생산비를 절감시키는 것이 무엇보다 중요하며 이를 위해서는 수확 후 작업기술을 향상시키는 것이 급선무이다.

벼의 수확 후 작업체계는 기본적으로 수확 → 건조 → 저장 → 도정 → 출하의 공정으로 구성되며 특히 건조 → 저장 → 도정 등의 공정은 벼의 품질에 결정적인 영향을 미친다.

따라서, 이들 개별 공정을 기계화 및 자동화하여 전체 공정을 시스템화 함으로써 곡물의 손실과 소요 노동력을 최소화하여 생산비를 절감하고 또한 보다 우수한 기계 및 장치를 도입함으로써 고품질의 쌀을 얻을 수 있을 것이다.

이와 같은 관점에서 여기서는 벼의 수확 후 작업의 기계화 모형을 두 가지로 나누어 고려하였으며 각 모형의 특징은 다음과 같다.

### 모형 I : 건조·저장과 도정작업의 분리모형

- 특징 : 공동건조·저장시설을 마을 단위로 설치하여 이를 중심으로 수확후 처리작업을 수행
- 사업 주체 : 민간 도정업자 또는 기계화 영농단

- 이용대상 : 미곡종합처리장(모형Ⅱ)으로부터 먼 거리에 위치하는 소규모 농가, 전업농 또는 위탁영농회사
- 도정 : 임도정공장 또는 정부미 도정공장
- 건조·저장 시설 : 해당 지역의 수요를 예상하여 건조 및 저장 능력을 적절히 결정함.

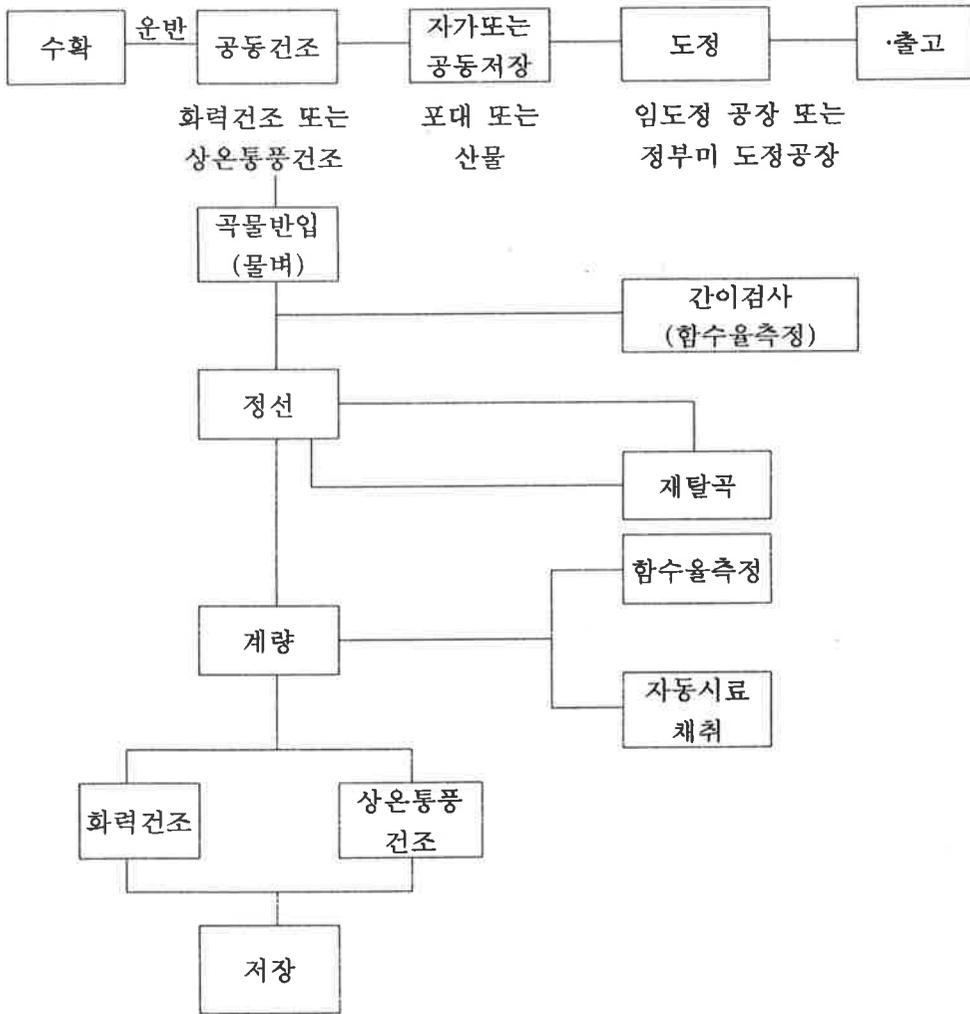
모형 Ⅱ : 미곡종합처리장 모형

- 특징 : 미곡종합처리장에서 수확후 건조·저장 → 도정 → 포장 → 출하를 수행하며 저장 및 판매를 대행
- 이용대상조직 : 모든 농가
- 사업 주체 : 농협
- 운영 : 농협자체물량, 정부수매물량, 농가수확물량
- 규모 : 설치지역의 영농규모와 형태에 따라 4가지형으로 분류 ( <표 6-17> 참조)

<표 6-17> 미곡종합처리장의 유형별 시설규모

규모 유형	건조능력 (톤/30일)	저장능력 (톤,산물)	가공능력 (톤,일)	건물규모 (평)
A 형	1,000	600	20	200 ~ 300
B 형	2,000	1,200	24	300 ~ 400
C 형	3,000	2,400	24	400 ~ 500
D 형	4,000	3,000	30	500

모형 I 건조와 도정작업의 분리 모형 (위탁영농회사용)



<표 6-18> 모형 I 의 공정별 단위기계 및 장치

공정	곡물반입	정선	계량	화력건조	상온통풍건조	공동저장
기계 또는 장치	경운기	조선기	호퍼스케일	순환식건조기	철제빈+송풍기+가열기	철제빈



## 2. 과실류

과실류의 수확후 주요 작업은 수확, 선별, 포장, 저장 등으로 구성되며, 세부적인 작업 단계 및 순서는 과실의 종류 및 출하시기에 따라 차이가 있다. <표 6-20>에 제시된 작업체계는 과실류중에서도 처리과정이 가장 복잡한 후지 사과를 중심으로 한 것으로 각 모형의 특징은 다음과 같다.

모형 I : 주산단지내 과수작목반 중심의 소규모 공동선과시설

- 선별대상 작목 : 사과, 배, 단감
- 선별 : 현재 국내에서 공급되고 있는 1조식 전자식 중량선과기를 설치하며, 필요에 따라 국내에서 개발중인 1조식 색채선별기를 설치.
- 저장 : 공동 저온저장시설 및 개인 농가소유의 저장시설을 동시에 이용함.
- 출하 : 작목반에서 공동으로 출하.

모형 II : 단위농협 및 주산단지 중심의 중규모 공동선과시설

- 선별대상 작목 : 사과, 배, 단감
- 선별 : 국내에서 개발가능한 2조식 색채선별시스템을 이용하여 무게 및 색채 선별을 함.
- 저장 : 저온저장 및 CA저장시설을 이용하며 보냉차량을 이용하여 출하함.
- 출하 : 단위농협을 중심으로 위탁저장 및 계통 출하.

<표 6-19> 미곡 종합 처리 시설의 공정별 단위 기계 및 장치

공정별	주요기계 및 장치	비고
원료 반입	트럭스케일	함수율 : 22 ~ 26% (wb) 산물밀도 : 570 kg/m <sup>3</sup>
정선(1차)	조선기	제탈곡기 부착
계량	호퍼스케일	정확도 : 1/1000 1회 측정량 : 100 ~ 200 kg 처리능력 : 20톤/시
함수율측정	함수율측정장치	유전율식 또는 전기저항식
품질검사	품질검사 시스템	시료 건조기 시험용 현미기 광학 물질 측정기
건조	순환식 건조기 연속식 건조기 상온통풍 건조장치	건조방식 : 열풍건조 또는 상온통 풍건조 + 열풍건조 상온통풍건조장치 : 사각빈 또는 원형빈
저장	철제빈 콘크리트 사일로	
정선(2차)	총합정선기 석발기 자력선별기	이물질 선별
제현	현미기 현미분리기	
정미	연삭식 정미기 마찰식 정미기 1-pass 정미기	
청결미	습식 연미기	
쇄미선별	쇄미선별기	
색채선별	색채선별기	
계량 포장	자동 또는 수동 포장기 계량기 자동계량 포장기	1 ~ 20kg
제품검사	검사장치	검사항목 : 제품의 백도, 함수율, 쇄미혼합율, 동할율

모형 III : 지역중심의 중·대규모 전자동 공동선과시설

- 선별대상 작목 : 사과
- 선별 : 현재 외국에서 개발중인 크기/색채/속도/당도/산도 선별이 가능한 사과 전용 선별시스템 설치.
- 최상의 선도유지를 위해 예냉, CA저장, 보냉 수송 등 콜드 체인 시스템 구축.
- 출하 : 선과장을 중심으로 위탁저장 및 계통 출하.

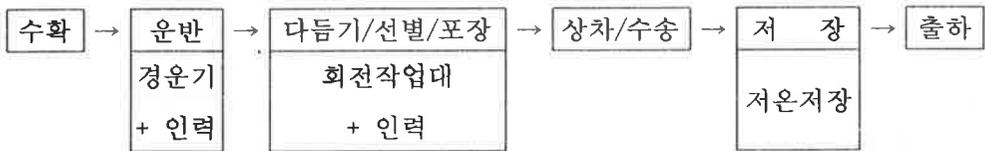
<표 6-20> 과실류의 수확후 작업체계

작업명		작업체계별 작업수단		
		모형 I	모형 II	모형 III
수확		인력	인력	인력
예비선별		인력	인력	인력
상자담기		인력	인력	인력
운반		경운기	운반차, 트럭	운반차, 트럭
하적		인력	지게차	지게차
예냉		-	-	예냉장치
선별	1차선별(흙집, 상처등)	인력	인력	자동선별기
	공급	인력	인력 또는 자동공급	자동공급
	계급선별	전자식 중량선별기	색채/중량 선별기 (2조)	크기/색채/속도/당도 선별장치 (2조)
	등급선별	색채선별기(1조)		
포장	계량	저울	자동계량	자동계량
	상자담기	인력	인력	자동
	봉합	봉합기	봉합기	봉합기
	등급/상표표시	인력	자동등급 표시기	자동상표/등급 표시기
	상자분류	인력	자동분류장치	자동분류장치
운반		지게차	지게차	지게차
저장		저온저장	저온/CA 저장	CA저장
출하	적재	지게차	지게차	지게차
	수송	트럭	보냉수송	보냉수송

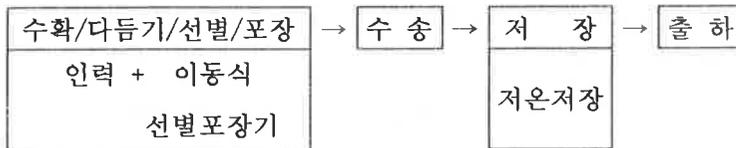
### 3. 노지배추

엽채류의 종류에는 배추, 상추, 시금치 등 여러가지가 있지만 여기서는 재배면적 및 생산량측면에서 우위를 차지하는 노지 배추에 대해서 살펴보고자 한다. 3장에서 언급한 바와 같이 현재 노지배추의 선별 포장은 산지 출하후에 공판장에서 이루어지거나, 산지에서 수확과 동시에 이루어지고 있다. 도시의 쓰레기 처리문제, 배추의 취급부피, 생산자의 부가가치 등을 고려할 때 노지배추의 선별 및 포장은 산지에서 수확과 동시에 이루어지는 것이 가장 바람직한 것으로 판단된다. 현재 우리나라의 실정 및 외국에서 개발 이용되고 있는 기종을 고려할 때 다음과 같은 모형이 적합할 것으로 판단된다.

모형 I : 회전작업대 이용 모형



모형 II : 이동식 선별/포장 작업기 이용 모형



모형 I 은 농촌진흥청 농업기계화연구소(채소 수확후 기계화 모형 개발, 1995. 7.)에서 보고한 연구결과에 의한 모형이다. 포장에 회전작업대를 설치하여 몇사람이 둘러 서서 다듬기, 선별 및 포장작업을 분업화할 경우 기존의 개인별 작업방법에 비해 작업시간을 32.1시간/10a(수확에서 상차)에서 18.4시간/10a로 절감할 수 있는 모형이다.

모형II는 현재 유럽 등에서 이용되고 있는 <사진 4-8 참조>에서 보는 바와

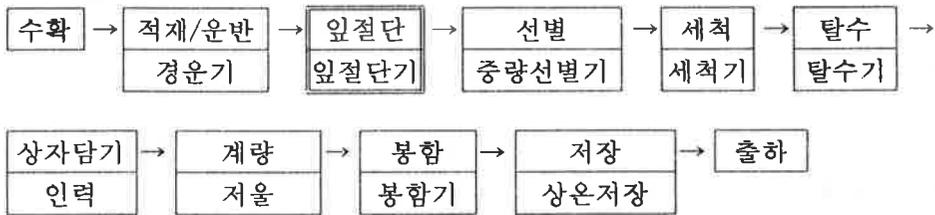
같은 이동식 선별포장 작업기를 국내실정에 알맞게 개발한다는 가정하에 제시된 모형이다. 이모형은 컨베이에 부착된 트랙터 견인형 포장작업기로 포장내를 이동하면서 작업을 수행하는 방법이다.

모형 I 과 모형 II 에서 수확된 배추는 필요에 따라 직접 출하하거나 산지 채소류 집하처리시설의 저온저장고에 보관한다.

#### 4. 무

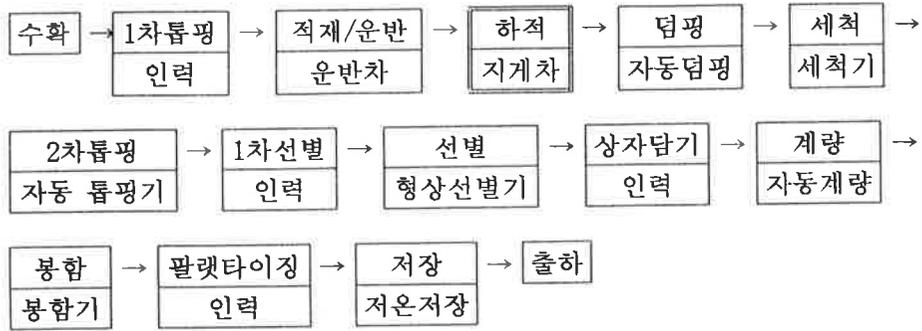
선진국의 경우 근채류 수확후 작업은 팩킹하우스내에서 이루어지고 있다. 현재 우리나라에서 근채류중에서 생산량 측면에서 우위를 차지하는 무의 경우 백화점이나 대형 슈퍼마켓에서 유통되는 일부 생산품을 제외하고는 전 근대적인 방법에 의존하고 있다. 앞으로 무의 부가가치를 향상시키기 위한 모형은 다음과 같다.

모형 I : 간이 집하 처리장 모형



(주) ㉠ 이후의 작업은 집하장에서 공동으로 수행

모형 II : 무우 전용 가공공장



(주) □ 이후의 작업은 집하장에서 공동으로 수행  
 - 2차튕핑된 잎은 건조하여 건체소로 이용  
 - 1차선별 결과 제거된 것은 무말랭이, 무채 등으로 가공

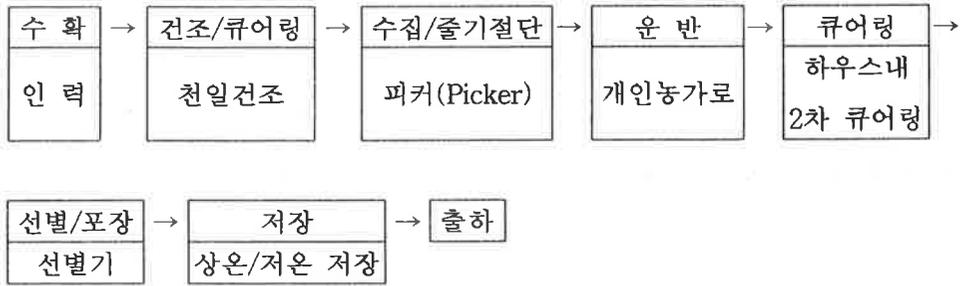
모형 I 은 현재 국내에서 생산되고 있는 기종을 중심으로 구성한 것으로 단위농협의 종합집하장에 시범 설치되어 있는 모형이다. 앞으로 무 재배단지에 설치가능한 모형이다.

모형 II는 일본 북해도에 설치되어 있는 모형으로 일종의 무 전용 가공공장 (사진 4-52, 4-53 참조)이다. 앞으로 무말랭이, 무채 등의 가공기계화를 고려한 미래지향적인 모형이다.

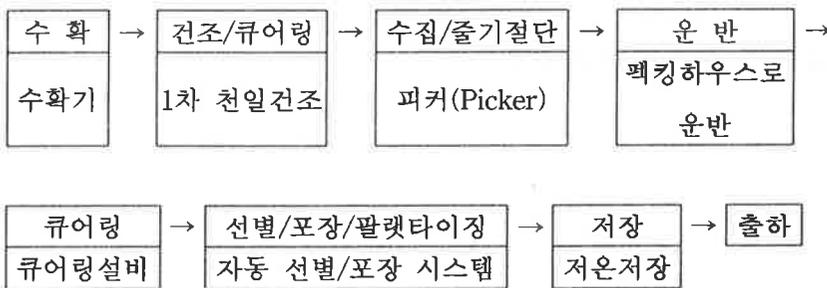
### 5. 마늘, 양파

마늘과 양파의 기존의 수확후 작업단계는 제3장에서 살펴본바와 같이 농가의 부가가치를 높힐 수 있는 kg 마늘 및 망양파의 경우 매우 복잡할 뿐만아니라 모든 작업이 인력에 의존하고 있다. 외국의 경우 수확후 큐어링, 다듬기, 선별, 포장 작업 및 저장이 팩킹하우스를 중심으로 이루어 지고 있음을 감안할 때 우리나라의 수확후 작업체계는 다음과 같이 농가중심 및 공동이용형 처리시설형태로 개선할 수 있을 것으로 판단된다.

**모형 I : 농가중심**



**모형 II : 공동이용형 처리시설**



각 모형의 특징은 다음과 같다.

**모형 I :**

- 현재 외국에서 이용되고 있는 피커(포장에서 건조된 양파를 수집 및 절단하는 기계 : 표 4-14 참조)와 선별기를 도입 이용.
- 기존의 천일건조에 의존하는 건조 및 큐어링을 일부는 하우스내에서 실시.

**모형 II :**

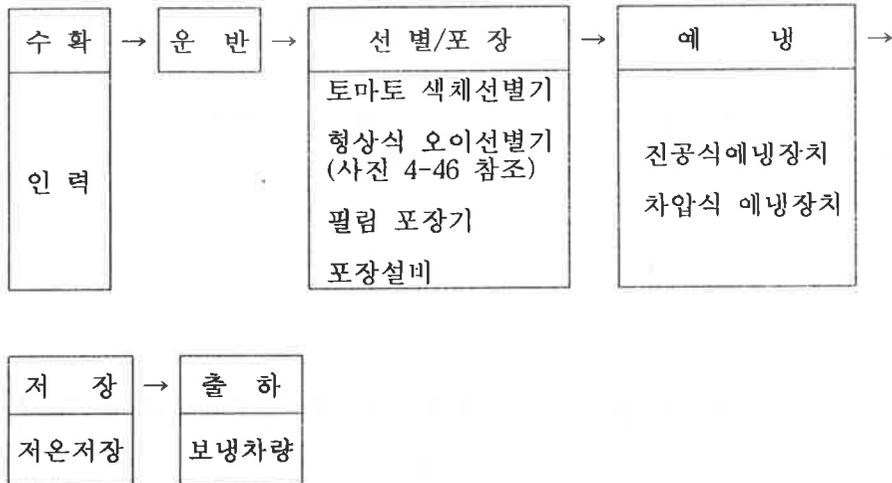
- 트랙터 부착용 굴취기(뿌리절단용 : 표 4-14 참조)를 이용하여 굴취.
- 공동처리시설(팩킹하우스)내에서 선별, 포장 및 저장.

**6. 시설채소(오이, 토마토, 상추)**

시설내에서 생산되는 대부분의 채소류는 인력에 의해 선별, 포장되고 있다. 이

들 채소류의 선별인자는 각각 다르기 때문에 동일한 선별기를 사용할 수 없으며, 현재 국내에는 중량식 토마토 선별기 및 간이 오이선별기가 외국으로 부터 일부 도입되어 사용되고 있는 실정이다. 시설채소의 경우 선별, 포장 뿐만아니라 신선도 유지를 위해 예냉시설이 요구되고 있으며, 판매망의 확보가 문제점으로 대두되고 있다. 이와같은 여건을 고려할 때 시설채소는 개인농가 중심의 수확후 처리에서 기존의 재배단지를 중심으로 종합처리시설을 설치 이용하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

시설채소 수확후 종합처리 시설 모형 :



## 제 5 절 축산의 기계화 모형

UR협상결과 축산물의 수입개방은 농업의 타 작목에 비해 비교적 조기에 자유화 됨에 따라 가격경쟁력을 제고하지 않을 경우 축산업이 전반적으로 크게 위축될 것으로 전망된다. 농업기계화 현황에서 살펴보았듯이 경쟁대상국에 비해 노동투하량이 2배 내지 15배로 높은 점을 감안할 때 일차적으로 노동투하량이 많은 작업부터 기계화 내지 자동화를 이룩해야 할 것이다.

### 1. 낙농

젖소의 노동투하시간(시간/두/년)은 가까운 일본에 비해 약 2배, 경쟁대상국의 하나인 독일에 비해 약 2.5배로서, 이와 같은 원인은 <표 3-43>에 제시된 바와같이 주로 조사료 확보, 착유, 축사청소에 기인하는 것으로 판단된다. 농업기계적인 측면에서 볼때 조사료생산에 필요한 각종 작업기는 외국의 경우 보편화되어 있으며, 국내에서도 조달이 가능하기 때문에 초지가 확보될 경우 조사료생산 노동력은 현재 약 500시간/ha에서 40시간/ha정도로 감소시킬 수 있을 것이다.

착유는 기존의 버킷식 착유에서 파이프라인 착유, 착유실 착유(헤링본 또는 텐덤식)로 전환하고 있으며 최근에는 로봇 착유로 발전되고 있다. 착유 로봇은 젖소의 유두위치 검출 센서, 유두컵(teat cup) 운반기구, 젖소의 자세검출장치 및 소프트웨어로 구성되며 화란에서는 이미 보급되기 시작하였다(사진 4-59와 4-60 참조).

착유작업을 자동화시킬 경우 젖소가 원할 때 수시로 착유가 가능하며, 젖소의 착유 횟수를 현재의 2회에서 4 ~ 5회로 증가시킬 수 있기 때문에 유방의 팽만감 감소로 인해 우유의 생산량이 15%정도 증가하는 것으로 보고되고 있다. 또한 착유 소요 노동력을 감소시킬 수 있을 뿐만아니라 착유시설 및 공간의 축소가 가능하며, 젖소가 보다 자유스럽게 활동할 수 있는 것으로 보고되고 있다.

화란에서 경산우 80두, 초지 30ha 규모를 대상으로 화란의 기존 표준 사육시설

과 착유 로봇을 이용할 경우 투자비 및 소요 노동력을 비교한 결과를 보면 <표 6-21>와 같다.

<표 6-22> 자동착유시설 도입에 따른 투자비 및 노동력 분석(화란)

구 분		표 준 시 설	자 동 착 유 시 설
투자비 (천원)	건 물 비	303,000	323,500
	설 비 비	83,000	138,000
	농기구비	87,000	80,000
계		473,000	542,000
소요 노동력 (시간/년)	포장작업	380	414
	젖소관리	3,287	2,363
	일반관리	754	675
계(시간/년)		4,421	3,452
두당 시간 (시간/두/년)		55.3	43.2

자료 : The Impact of Automation on Herd Management Efficiency in the 90's, Ipema, 1992, IMAG, The Netherland

선진국의 경우 젖소의 사양관리는 제3장 6절에서 언급하였듯이 컴퓨터 전자개체식별 시스템을 이용하여, 발정진단, 유방염진단, 산유량 측정, 체중측정, 농후사료 급여 등 개체관리가 채용되고 있다. 우리나라에서는 농후사료 반자동급이장치가 극히 일부 대규모 농가에서 이용되고 있는 실정으로 앞으로 2000년대에는 개체관리 시스템이 도입될 것으로 전망된다.

이와 같은 국내외 여건을 고려할 때 투하노동력 감소, 우유의 품질 향상 등의 측면에서 국제 경쟁력을 제고하기 위한 젖소의 사육관리 기계화 모형을 <표 6-22>와 같이 제시한다. 모형 I 은 착유우 30두(상시 사육두수 60두), 모형 II는 착유우 50두(상시 사육두수 90두)에 대한 모형이다.

한편, 최근에 농촌진흥청 농업경영연구관실(95년 11월)에서 전업농 목표소득을 1993년 38,000천원, 2004년 76,000천원으로 설정하고 분석 제시한 젖소의 경영규모

<표 6-22> 젓소의 사육관리 기계화 모형

작업명	작업수단	
	모형 I	모형 II
<조사료 생산> 경운 경운쇄토 액비살포 퇴비살포 비료살포 파종 + 진압 예취 건조/집초 곤포 운반 수확+세절 세절 사일로 적재 사일리지 취출 및 운반 (트렌치 사일로)	트랙터(55HP) +쟁기 " + 로터리 " + 액비살포기 " + 퇴비살포기 " + 브로저 케스터 " + 파종기 진압기 " + 회전식 예취기 " + 레이커 " + 베일러 " + 트레일러 " + 수확기(1조) 절단기 " + 블로우어 " + 프린트 로더	트랙터(105HP) + 쟁기 " + 헤로우 - " + 퇴비살포기 " + 브로더 케스터 " + 파종·진압기 " + 회전식 예취기 " + 레이커 " + 레인러 트릭 혹은 와곤 자주식 목초수확기 절단기 트랙터 + 블로우어 자주식 로더
<사양관리> 급수 건강관리 (발정, 유방염 등) 착유 냉각 분뇨처리 급여 : 조사료 사일리지 농후사료	보온자동급수기(3대) 인력 해링본(5×1) 냉각기(1,200l) 그레이더, 로더 자유급식 자주식 급여기 자동급여기(2기)	보온자동급수기(5대) 컴퓨터 자동 개체 관리 시스템 착유로봇 냉각기(1,500l) 중력식 자유급식 TMR 자동급여기(3기)
<시설> 우사 사일로 분뇨처리시설 착유시설 및 부대 시설 부지	톱밥우사 (220평) 트렌치 사일로 (120톤 규모, 3기) 고품분 저장시설(50평) 액비저장조 (500톤 용량) 1,000 평	후리스톨 우사(200평) 트렌치 사일로 (120톤 규모, 5기) 지하저장조 (300톤 규모) 1,200평

별 농업기계 및 시설 모형은 <표 6-23>과 같다. 이 분석 결과에 의하면 목표소득을 달성하기 위한 적정 사육규모는 1993년에 착유우 24두, 2004년에는 42두로 나타나고 있다.

<표 6-23> 젖소 전문경영농가의 적정 사육규모별 시설 및 농기구 (단위 : 천원)

구 분	착유우 30 두		착유우 40 두		착유우 50 두	
	규격·수량	평가액	규격·수량	평가액	규격·수량	평가액
축사시설		138,545		189,408		236,414
-우사	175 평	(127,225)	234 평	(170,118)	282 평	(205,014)
-기타	135 평	(11,320)	215 평	(19,290)	358 평	(31,400)
농기구		50,250		86,350		100,400
-트랙터	51 HP	(18,500)	55 PS	(22,000)	80 PS	(25,940)
-부착기		(12,750)		(13,550)		(23,370)
-농후사료		-		(16,000)		(16,000)
자동급이기						
-착유기구	파이프라인 (3조식)	(19,000)	헤링본 (4조식)	(34,800)	헤링본 (4조식)	(34,800)
계		188,795		275,758		336,524

주) - 38,000천원 소득 달성 규모 : 착유우 24두

- 76,000천원 소득 달성 규모 : 착유우 42두

자료 : 전업농 경영기술, 농촌진흥청(농업경영상담자료 제26호), 1995

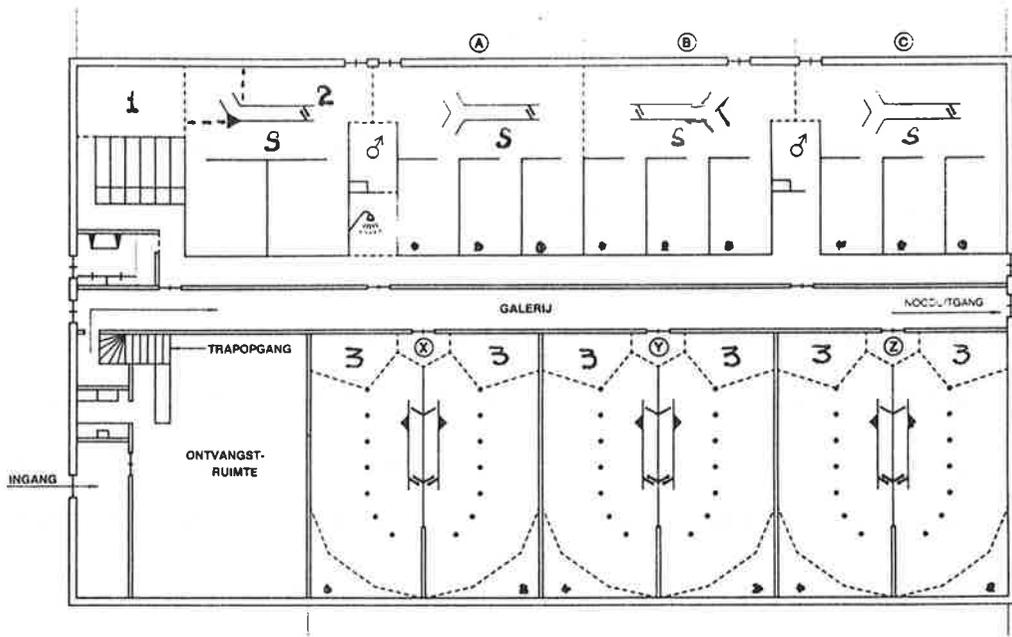
## 2. 양돈

현재 우리나라의 양돈은 번식돈과 비육돈을 일관사육하고 있으나 선진국의 경우 생산성 향상 및 노동력 절감을 위하여 전문화되고 있다. 양돈의 경우 주된 기계 설비는 사료공급장치, 건강관리 및 분뇨처리 장치로서 이미 이와같은 대부분의 설비는 국내에서 개발 또는 외국으로부터 도입 사용되고 있다. 비육돈의 경우 노동투자 시간이나 가격면에서는 경쟁력이 있는 것으로 분석되고 있으나 품질 및 규격출하 측면에서 문제가 있는 것으로 보고되고 있다. 번식돈의 경우 우리나라에서는 인력관리에 의존하고 있기 때문에 컴퓨터 자동 개체관리를 하고 있는 선진국에 비해 사료공급, 분만관리 및 건강관리작업에 2배이상의 노동력이 소요되는 것으로 추정

된다.

최근 화란의 NEDAP사가 개발하여 운영하고 있는 번식돈의 자동 사육관리 시설을 소개하면 다음과 같다.

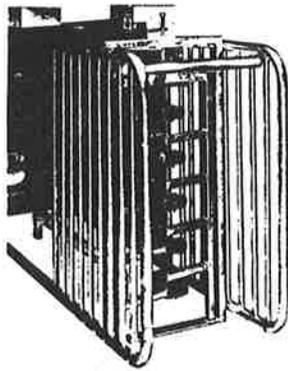
- 사육 두수 : 번식 돈 140두
- 시설투자비 : 2억 4천만원
- 관리인 : 1인
- 주요 시설 : 인공수정실, 발정진단실, 임신돈 사육실(3개), 분만실(3개) 및 관리실로 구성되는 돈사(그림 6-1), 자동공급장치 및 분리장치(그림 6-2), 자동급수장치, 자동 환기 및 냉난방시설, 새끼돼지 보온 및 급이장치, 각 돼지의 개체 인식을 위한 개체식별 센서(responder) 및 송수신장치(T/R), 관리용 컴퓨터 시스템, 7개월동안 140두의 분뇨를 저장할 수 있는 분뇨저장 탱크 등



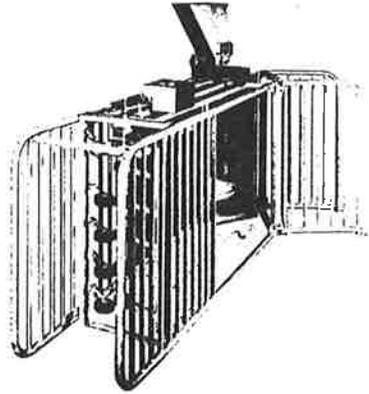
1. 인공수정실 2. 발정진단실 3. 새끼돼지 사료공급실

ABC : 임신돈 사육실 XYZ : 분만실 S : 사료공급 및 분리장치

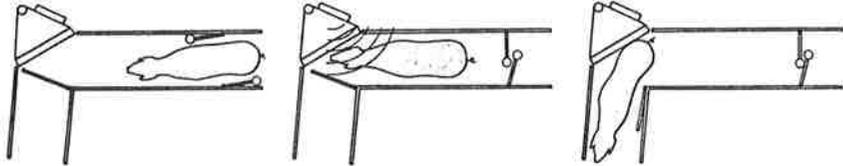
<그림 6-1> 번식돈 사육관리 자동화 시설의 배치도



Entrance of walk-through station with locking device



Walk-through feed station (one side-wall removed)



<그림 6-2> 사료 자동 공급장치 및 분리장치와 돈사내의 배치도

○ 사양관리 방법 : 번식돈 20두 정도를 발정진단실에 넣어 기르면서 서로간의 친화력을 도모하고, 발정기에 있는 돼지는 수컷을 자주 찾아가는 습성을 이용하컴퓨터에 의해 각 돼지의 방문 횟수를 측정(숫돼지 우리에 설치된 송수신기 이용)함으로써 발정유무를 판단한다. 각 돼지의 사료공급량 조절 및 발정한 돼지의 분리는 자동 사료공급 및 분리장치(그림 6-2)에 의해 이루어 진다. 발정한 돼지는 인공수정을 시킨 다음 임신돈 사육실로 옮기고, 임신돈 사육실에서 사육되는 동안 수정하지 않은 돼지는 수컷을 자주 방문하므로 이들만을 분리하여 인공수정을 다시 시킨다. 분만이 가까운 돼지는 분만실로 옮기고, 분만후 새끼돼지의 사육이 완료되면 다시 발정진단실로 옮긴다.

이와같은 외국의 선진사양관리기술 및 현재 국내의 실정을 고려할 때 <표 6-26>과 같은 모형이 적합할 것으로 판단된다.

모형 I 은 번식돈 80두 규모를 대상으로 현재 국내에서 조달 가능한 기계설비를

이용하는 모형이며, 모형 II는 상기에서 살펴본 화란의 자동화 사육관리 시설을 기준으로 구성된 것으로 2000년대를 겨냥한 모형이다.

한편 <표 6-26>은 농촌진흥청 농업경영연구관실에서 가족노동 중심의 번식 및 비육 일관 경영체계하에서 전업농을 대상으로한 규모별 적정시설 및 농기계를 제시한 것이다.

<표 6-25> 번식돈 사양관리 기계화 모형

작업명	양돈(번식)	
	모형 I (번식돈 80두)	모형 II (번식돈 130두)
사료 조제, 급이	반자동 개체 급이장치	컴퓨터 전자개체식별 및 관리 시스템, 자동 사료급이 및 분리장치
급수	자동급수기	자동 급수기
건강관리	인력	자동 발정 진단 및 체중계량
분만관리	분만틀, 보온상자, 보온갓	분만실, 보온상자
환경관리	입.배기 자동 환기 팬	자동 온도조절장치, 냉난방장치
축사 소독	분무소독기	자동 분무 소독장치
축사청소/분뇨처리	스키드로더, 트랙터 퇴비살포기	슬러리식, 스크레이퍼, 퇴비 살포기, 트랙터, 발효건조기, 분뇨수거 살포기

<표 6-26> 양돈 전문경영농가의 규모별 적정 시설 및 농기계 (단위 : 천원)

구 분	70 두		120 두	
	규격·수량	평가액	규격·수량	평가액
축사시설		182,500		325,000
- 돈사	350 평	157,500	640 평	288,000
- 창고	15 평	3,000	20 평	3,000
- 관정시설	1 개	2,000	2 개	4,000
- 정화시설	1 조	10,000	1 조	20,000
- 퇴비사	25 평	10,000	25 평	10,000
농기계		15,500		29,500
- 경운기	10 HP	2,000	-	-
- 트랙터	-	-	47 HP	16,000
- 돈형기	1,000 kg	1,000	1,000 kg	1,000
- 동력분무기	주행식	500	주행식	500
- 스킵로더	0.9 m <sup>2</sup>	12,000	0.9m <sup>2</sup>	12,000
계		198,000		354,500

(주) 가축노동력을 이용한 번식 및 비육 일관 경영체계하에서의 전업농 적정사육

규모 - 모돈 120두(비육돈 상시 사육두수 1,190두)

자료 : 전업농 경영기술, 농촌진흥청(농업경영상담자료 제26호), 1995

# 제 7 장 농업기계 기술개발 전략 및 과제

## 제 1 절 농업기계화 기술 개발 목표

앞에서 언급한 농업기계화의 장기적인 목표와 발전 방향에 대응하여 농업기계화 기술개발 목표를 중장기로 나누어 제시하면 다음과 같다.

중단기 기술개발의 목표는 농촌노동력의 부족과 농산물의 수입개방에 대처하여 국내 농업을 유지·발전시키는데 필요한 농업기계의 국산화 개발에 초점을 맞추고, 장기 기술개발의 목표는 작업자의 안전 및 편이, 환경보전, 그리고 식품의 안전성을 제고하는데 필요한 농업기계 및 기술의 개발에 초점을 맞추어 각각의 기술개발 목표를 설정하였다.

### 1. 중단기 기술 개발 목표

#### 가. 생력화와 생산비 절감을 위한 기계화

- 효율적인 기계화 모형 및 작업체계 개발
- 전작의 일관기계화를 위한 기계의 개발
- 시설 농업의 환경 관리 자동화 설비 개발
- 중대형 농업기계의 국산화 개발

#### 나. 농산물의 고품질 및 안전성 향상을 위한 기계화

- 시설 원예 및 시설 축산의 기계화, 자동화
- 농축산물 처리 및 가공 시설의 기계화, 자동화

### 2. 장기 기술 개발 목표

#### 가. 농업생산, 유통, 가공의 고도 기계화

- 초생력, 고성능 기계 개발

- 무인 지능화 기계 및 농업용 로봇 개발
- 첨단 유통 가공 기술 개발
- 품질 평가 및 등급 판정 기술 개발
- 안전성 계측 및 표준화 기술 개발
- 농업 생산 관리 전문가 시스템 개발

#### 나. 자원 절약 및 환경 보전형 농업을 위한 기계화

- 에너지 절약형 기계 개발
- 정밀 농업을 위한 지능기계 개발
- 환경 보전을 위한 기계화 기술 개발
- 생체 정보의 계측, 활용 기술 개발

## 제 2 절 작목별 기계화 기술 개발 방향

위에서 제시한 농업기계화 기술개발 목표를 달성하기 위한 기술개발 방향을 작목별로 나누어 살펴보면 다음과 같다.

### 1. 수도작

- 생력화와 생산비 절감을 위한 대형 기계화
- 직파 기계화 기술 개발 및 고성능 직파기 개발
- 산물 수송 및 미곡 종합 처리 기술 개발

### 2. 전작

- 파종 및 이식용 기계 개발
- 서류 굴취 및 채소류 수확용 기계 개발
- 선별, 유통, 가공 시설의 자동화

### 3. 시설 원예

- 생육환경의 최적제어
- 파종, 육묘 및 재배 관리의 기계화, 자동화
- 이식 작업의 기계화, 자동화
- 공장 생산 방식의 식물공장 개발
- 선별, 유통, 가공 시설의 자동화

### 4. 과수

- 과수원 관리용 기계 개발
- 점적 관수, 관비 시스템 개발
- 과수용 로봇 개발
- 과일 선별, 유통, 저장 시설의 자동화

### 5. 축산

- 목초 재배 및 수확용 기계 개발
- 축사 환경 관리의 자동화
- 가축 사양 관리의 자동화
- 분뇨 처리 시설의 자동화
- 도축 시설의 자동화

## 제 3 절 기술 개발의 우선 순위

농업기계의 대상분야 및 관련 기술은 매우 다양하고, 수요가 소량 다품목인 특성을 지니고 있기 때문에 단기간 내에 보다 효율적으로 목적을 달성하기 위해서는 다음 사항을 고려하여 신기종 개발을 위한 우선 순위 및 장단기 연구개발 계획

을 수립할 필요가 있다. 우선 순위를 결정하기 위해 고려한 사항은 다음과 같다.

① 작목별 비중

- 경작 면적 및 생산량(부록Ⅲ의 [표 Ⅲ-1] 참조)
- 농산물의 국제 경쟁력(부록Ⅲ의 [표 Ⅲ-2], [표 Ⅲ-3] 참조)
- 수출 가능성(부록Ⅲ의 [표 Ⅲ-4] 참조)

② 노동력 절감 효과

- 작업자
- 노동력

③ 범용성 또는 활용도

- 대상 작목 수
- 대상 작업 수
- 사용 회수 및 시간

④ 기계 수요

- 국내 수요
- 수출 가능성
- 부가가치

⑤ 개발 난이도

- 설계 기술
- 제작 기술
- 가격

⑥ 개발 시급성

- 일관 기계화 요구도
- 노동력 병목 해소

위의 6가지 우선 순위 결정 요인에 대한 선정 기준을 정하기 위해 <표 7-1>과 같이 각 요인에 대한 비중을 15점 또는 20점씩 총점을 100점으로 하고 각 요인의 배점을 3개 등급으로 구분하여 점수화 하도록 하였다.

<표 7-1> 연구개발 우선 순위 도출을 위한 선정기준과 배점

선 정 기 준	배 점	점 수 배 분 내 역		
		크 다	보 통	작 다
1. 작목의 비중 성장 가능성	20	15~20	10~15	5~10
2. 노동력 절감 효과	15	12~15	8~12	4~8
3. 기계의 범용성 또는 활용도	15	12~15	8~12	4~8
4. 수요	20	15~20	10~15	5~10
5. 기술난이도	15	12~15	8~12	4~8
6. 시급성	15	12~15	8~12	4~8

## 제 4 절 단계별, 작목별 연구개발 대상 기종

### 1. 연구개발 대상 기종

제 6 장의 기계화 모형에 제시된 기종 중에서 작목별로 아직 국산화되지 않은 것을 대상으로 하여 우선 순위를 도출하여 작목별, 단계별 연구개발 대상기종을 분류하였다. 작목별 우선순위 도출내역은 부록 Ⅲ의 [표 Ⅲ-5]와 같다.

### 가. 수확전 기계화

수도작, 전작(서류), 노지채소, 시설원예, 과수 및 축산 등의 작목에 대하여 농축산물의 생산 기계화에 필요한 단계별, 작목별 연구개발 대상 기계 및 장치는 <표 7-2>와 같다.

<표 7-2> 농축산물의 수확전 기계화를 위한 단계별, 작목별 연구 개발대상 기종

작 목	단기(1996~2000)	중기(2001~2005)	장기(2006~)
수도작	1.정밀 직파기 2.정밀 무논 정지기	1.승용 수도작 관리기 2.대형 콤바인	1.투입식 콤바인 2.대형 트랙터
전작(서류)	1.범용 감자 수확기	1.고구마 삼묘기	1.고성능 감자 수확기
노지채소	1.반자동 채소 이식기 2.반자동 접목기 3.마늘 수확기 4.채소 관리기	1.전자동 채소 이식기 2.접목 로봇 3.채소 수확작업차 4.고추 수확기	1.배추 수확기 2.무 수확기 3.양파 수확기 4.과채 수확 로봇
시설원예	1.복합환경조절용 제어기 2.배터리 작업차 3.상토 충전기(화분용)	1.양액관리용 제어기 2.자동 육묘 이식기 3.자동 이송 시스템 4.열병합 발전시스템	1.수확 로봇 2.식물공장 시스템 3.조직배양 시스템
과수	1.범용 고가 작업차 2.무인 방제기 (고정 경로식) 3.묘목 식재기	1.과수원 관리작업기 2.무인 방제기 (자유 경로식) 3.점적관수, 관비 시스템	1.수확용 로봇 2.전정, 적과용 로봇
축산	1.개체식별 시스템 2.자동급이장치 3.분뇨처리장치 4.환경제어장치	1.개체별 자동 사료 급이기 2.착유 로봇	1.무인 사양관리 시스템

### 나. 수확후 기계화

벼, 감자류, 채소류, 과실 및 축산물 등의 작목에 대하여 농축산물의 수확 후 세척, 선별, 포장, 수송 등에 필요한 단계별, 작목별 연구개발 대상 기계 및 장치는 <표 7-3>과 같다.

<표 7-3> 농축산물 수확후 기계화를 위한 작목별, 단계별 연구개발 대상 기종 및 가공기술

작 목	단기(1996~2000)	중기(2001~2005)	장기(2006~)
벼	1.자동수분 측정장치 2.곡류 품위판정장치 3.도정기계 자동 제어 장치 4.연속식 건조기	1.고정밀 건조기 제어 장치 2.식미판정장치 3.제습건조장치 4.세라믹 정미기 5.연미기 자동제어장치	1.마이크로파 살충기술 2.저온저장기술 3.고정밀 품질판정 시스템
감자류	1.기계식 선별기 2.박피기/세절기 3.세척기	1.비파괴 전분판정장치 2.내부공동 판정장치	1.전분가공 제어시스템 2.감자칩 가공시스템
노지채소	1.선별기 2.세척기 3.배추분할기	1.잎줄기 절단기 2.박피기 3.고추가루 가공기계	1.매운맛 측정장치 2.향미 측정기계
시설채소	1.형상선별기 2.이동식 예냉장치 3.자동 계량/포장장치 4.보냉차량	1.신선도 판정기술 2.수축포장기 3.화훼류선별장치	1.신선도 유지장치
과실류	1.색채선별기 2.형상선별기 3.속도 판정장치 4.저온저장 자동화 시스템	1.당도판정장치 2.CA저장 개스조절장치 3.표면상처 판정장치	1.내부갈변 판정장치 2.산도 측정장치 3.맛 판정장치
축산물	1.육류등급판정장치 2.계란선별기	1.무정란 선별기 2.우유 품질판정장치	1.도축 설비

## 2. 중점 개발 대상 기종

### 가. 수확전 기계화

연구개발 대상 기종 중에서 종합점수가 높은 기종을 중점개발 대상 기종으로 선정한 결과는 <표 7-4> ~ <표 7-8>과 같다. 또, 2000년대에 기계화 전업 농가

수를 부록 I의 [표 I-1] ~ [표 I-19]와 농가호수 감소에 따른 경영 규모 확대를 고려하여 부록Ⅲ의 [표 Ⅲ-7]과 같이 추정하고 이를 기준으로 작목별 중점개발 대상 기종의 총수요를 개략적으로 추정하였다.

<표 7-4> 수도작 기계화를 위한 중점 개발 대상 기종

기종명	대상작업 및 작물	주요규격	작업능력 (a/hr)	가격 (천원)	예상총수요 (대)	효과
투입식 콤파인	곡류 수확 (벼, 보리, 대두, 메밀, 귀리)	투입식, 80~120 PS, HST, 고무 크롤러형, 예취폭 2.0~3.6 m, 스크류형 탈곡기, 곡립탱크 2,000 ℓ	30 ~ 70	60,000 ~ 80,000	3,000	벼 이외의 다른 곡류의 수확에 이용
승용 수도작 관리기	파종, 방제, 중경제초 (벼)	기관 출력 : 20~30 PS	30 ~ 40	20,000	6,000	현행 방제의 문제점 해결과 함께 제초 및 방제에 이용
대형 트랙터	공통 작업	엔진 출력 : 60~100 PS 자동변속	-	30,000 ~ 60,000	3,000	수입 대체
정밀 직파기	파종	담수 직파용 수도 관리기 부착식 파종밀도 자동제어 파종 깊이 자동제어	30 ~ 40	4,000 ~ 6,000	15,000	수량 증대
정밀 무논 정지기	무논 정지	트랙터 부착형 자동 수평 및 깊이 제어	-	2,000 ~ 3,000	15,000	직파 제배 확대

\* 개발후 5년간의 총 수요를 기종의 보급성을 고려하여 추정한 것임

<표 7-5> 전작 기계화를 위한 중점 개발 대상 기종

기종명	대상작업 및 작물	주요규격	작업능률 (a/hr)	가 격 (천 원)	예상 총수요	효 과
반자동 채소 이식기	이식 (엽채류, 고추, 양파, 마늘)	2조식 플러그묘 사용, 관리기 부착식, 모 자동 공급식	-	6,000 ~ 8,000	5,000	이식 노동력 및 비용 절감
채소 관리기	파종, 이식, 시비, 방제, 중경제초 (채소류)	기관 출력 : 15 ~ 20 PS 승용	20~30	10,000 ~ 15,000	2,500	기계 비용 절감
채소 수확 작업차	수확, 선별, 포장 (채소류)	수확물의 선별, 포장, 적재, 하차 등이 용이한 구조 적재량 : 300 kg	-	6,000 ~ 8,000	2,500	신선채소의 수확, 운반, 포장 비용 절감
고추 수확기	일시 수확 (고추)	익은 고추를 일시에 수확이 가능한 자주식, 승용 기계	-	10,000 ~ 15,000	2,500	고추수확의 노력 절감
범용감자 수확기	수확(감자, 고구마)	잎줄기 처리, 굴취, 선별 가능한 자주식, 승용 기계	5~10	12,000 ~ 15,000	500	감자수확의 노력 절감

<표 7-6> 과수 기계화를 위한 중점 개발 대상 기종

기종명	대상작업 및 작물	주요규격	작업능률 (a/hr)	가 격 (천 원)	예상 총수요	효 과
범용 고가 작업차	전정, 적과, 봉지씌우기, 수확 (사과, 배, 단감, 귤)	승용 자주식, 크롤러 또는 4륜 구동 유압제어식 고속 승강 작업대 구비	-	10,000 ~ 12,000	5,000	사과 제배 및 수확의 노력 절감, 편이성 향상
무인 방제기	약제 살포 (사과, 배, 단감, 귤)	승용 자주식, 크롤러 또는 4륜 구동 고정경로 유도방식	-	15,000 ~ 20,000	5,000	농약 살포 무인화로 농약중독 기피
과수원 관리 작업기	경운, 제초, 예취 (사과, 배, 단감, 귤, 포도)	트랙터 부착형 또는 자주식, 작업기를 유압으로 구동하고 과수 그루 밑의 작업이 가능한 것	-	부착식 6,000 자주식 15,000	5,000	경운, 제초, 예취의 노력 절감

<표 7-7> 시설원예의 기계화 및 자동화를 위한 연구 개발 대상 기종

기종명	대상작업 및 작물	주요규격	작업 능률	가 격 (천 원)	예 상 총수요	효 과
양액 관리용 제어기	양액조제, 공급 (토양경, 배지경, 수경)	양액을 작물의 종류와 재배방법에 따라 적절히 조제하는 장치	-	6,000 ~ 8,000	5,000	양액장치의 수입 대체
복합환경 조절장치 용 제어기	온도,습도, 탄산가스 조절 (파이프 온실, 유리온실)	온실내의 온도, 습도, 탄산가스 농도 등을 외기 환경과 작물의 생육상태를 고려하여 자동으로 조절하는 컴퓨터 제어기	-	6,000 ~ 8,000	5,000	환경제어기 의 수입 대체, 수량 및 품질 향상
반자동 접목기	접목 (과채류)	토마토, 수박, 오이, 참외 등의 묘목을 자동으로 접목하는 기계	1,500 (개/시간)	20,000 ~ 25,000	500	접목 노력 및 경비 절감
자동 육묘 이식기	모종 이식 (채소, 화훼)	채소 또는 화훼의 육묘 공장에서 작은 셀의 모종을 큰 셀의 트레이 또는 화분에 자동으로 이식하는 기계	3,000 ~ 6,000 (개/시간)	6,000 ~ 8,000	500	이식 비용 절감, 육묘 면적 축소에 의한 수익 증대
자동 이송 시스템	트레이 운송 (유리 온실)	육묘공장 또는 식물공장에서 재배상을 자동으로 이송시키는 시스템	-	10,000 (원/평)	500	재배관리의 노력 및 비용 절감
상토 충전기	상토의 충전 (화훼)	화분에 상토를 자동으로 충전시키는 기계	500 ~ 3000 (개/시간)	7,000 ~ 10,000	500	화훼 재배의 노력 및 비용 절감

<표 7-8> 축산의 기계화, 자동화를 위한 연구개발 대상 기종

기종명	대상작업 및 작물	주요규격	작업능력	가격 (천원)	효과
개체 식별 시스템	인식, 감시 (젖소, 비육우, 돼지)	각각의 가축을 인식하여 관리하는 컴퓨터 시스템	-	8,000 ~ 10,000	개체관리에 의한 사료 절감 및 성장 촉진
착유 로봇	착유 (젖소)	인간의 도움이 없이 착유할 수 있는 무인 자동화 시스템	50~100 (두)	30,000 ~ 40,000	착유 노력 절감 및 낙농의 노동 해방
개체별 자동 사료급이기	사료 급이 (젖소, 비육우, 돼지)	체중 증가, 산유량 등의 가축 특성을 기준으로 정해진 양의 사료를 자동으로 공급하는 장치	-	3,000 ~ 5,000	사료 절약 및 노력 절감
축사환경 제어장치	환경관리 (낙농, 양돈, 양계)	축사의 환경을 가축 생육에 알맞게 조절해주는 환경조절용 제어기	-	6,000 ~ 8,000	노력 절감 및 가축 생육 증진 도모

#### 나. 수확후 기계화

수확후 작업의 소요 노동력 절감, 상품가치 향상 등을 위해 단기간 내에 중점적으로 개발해야 할 기종을 부록 (<표 III-7>)의 결과를 참고로 <표 7-9> 및 <표 7-10>과 같이 선정하였다.

<표 7-9> 곡류용 중점 개발대상 기종

기종명	대상 농산물 및 작업	주요 기능 및 용도	비고
건조기	벼, 보리	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 연속건조방식</li> <li>○ 전자동</li> <li>○ 자동 함수율 측정장치 부착</li> </ul>	
자동 함수율 측정장치	벼, 보리, 두류	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 측정정밀도 : <math>\pm 0.3\%</math></li> <li>○ 건조기용</li> <li>○ 품질판정용</li> </ul>	예상 수요 : 3,000
품위검사장치	현미, 백미	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 정립, 미숙립, 동할립, 복박립, 착색립, 쇄미 등의 선별</li> <li>○ 미곡종합처리 시설용</li> </ul>	예상 수요 : 1,000
도정기류의 자동화 장치	벼	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 현미기의 간격 조절 자동화</li> <li>○ 정미기의 출구 압력 조절 자동화</li> <li>○ 연미기의 작동 자동화</li> </ul>	

<표 7-10> 채소류 및 과실용 증점개발 대상 기종

기종명	대상 농산물 및 작업	주요 사양 및 용도	비고
형상선별기	○ 오이, 무, 당근	○ 카메라식 ○ 시설채소단지의 공동 이용형 집하시설용	
세척기	○ 무, 배추, 감자	○ 기계식 ○ 개인농가 집하처리장	
자동 계량 포장장치	○ 각종 채소류	○ 각종 채소류의 선별 포장시스템용	
박피기	○ 마늘	○ 공기식 ○ 공장형	
예냉장치	○ 엽채류	○ 이동식 ○ 시설채소 단지용	
색채선과기	○ 사과	○ 영상처리식 ○ 과수작목반 및 청과 물종합처리시설용	
저온저장시설 자동화 장치	○ 과실류	○ 온도제어 정밀도 : ±2℃ ○ 상대습도제어가능 ○ 공동이용 시설용	

## 제 5 절 미래 지향적 첨단 기술 개발 과제

처방 또는 정밀 농업에 필요한 농업기계의 지능화, 자동화, 무인화에 필요한 첨단기술 개발 과제는 <표 7-11>와 같다.

<표 7-11> 미래지향적 첨단기술 개발 과제

개발 대상	주요 기술	중점 기술 과제	기술 난이도		
			상	중	하
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 농용 자율주행 차량</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 주행장치 및 조향 기술</li> <li>○ 자기위치 및 방위 검출 기술</li> <li>○ 위험방지(장애물 회피) 기술</li> <li>○ 소프트웨어 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 자기위치 및 검출 기술                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 고정경로 이용기술                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 레일</li> <li>- 유도케이블</li> </ul> </li> <li>2. 내계정보 이용기술                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 자이로 콤파스</li> <li>- 지구위치시스템(GPS)</li> </ul> </li> <li>3. 외계정보 이용기술                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 작물열</li> <li>- 작업흔적</li> </ul> </li> <li>4. 외부표지 이용기술                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 레이저</li> <li>- 전파</li> <li>- 초음파</li> </ul> </li> </ol> </li> </ul>	○	○	○
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 지능포장기계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 센서 기술</li> <li>○ 자기 위치 및 방위 검출 기술</li> <li>○ 소프트웨어 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 센서 기술                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 작물 검출</li> <li>- 수량 계측</li> <li>- 토양 성분 계측</li> </ul> </li> <li>○ 소프트웨어 기술                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 지리정보시스템</li> <li>- 전문가시스템</li> <li>- 작물생장모델</li> </ul> </li> </ul>	○	○	○

<표 7-11> (계속)

개발 대상	주요 기술	중점 기술 과제	기술 난이도		
			상	중	하
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 생물 생산 로봇 (농작업 및 조직배양)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 작물특성 이용 기술</li> <li>○ 센서 기술</li> <li>○ 엔드이펙터 개발 기술</li> <li>○ 머니플레이터 개발 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 센서 기술                             <ul style="list-style-type: none"> <li>1. 시각 센서                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2차원 영상</li> <li>- 3차원 영상</li> </ul> </li> <li>2. 촉각 센서                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 접촉 검출</li> <li>- 잡는힘 검출</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>○ 엔드이펙터 개발기술                             <ul style="list-style-type: none"> <li>1. 소재 이용기술</li> <li>2. 기구 및 구동 기술</li> <li>3. 제어기술</li> </ul> </li> </ul>	○	○	○  ○ ○
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 작물 최적 생육 제어 시스템 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 작물 생체정보 계측 기술</li> <li>○ 작물 생육모델 개발기술</li> <li>○ 소프트웨어 개발 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 작물 생체정보 계측 기술                             <ul style="list-style-type: none"> <li>1. 작물 체외 생체정보 계측기술                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 엽온</li> <li>- 탄산가스 소비율</li> </ul> </li> <li>2. 작물체내 생체정보                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수분 스트레스</li> <li>- 광합성 속도</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	○	○	○ ○

<표 7-11> (계속)

개발 대상	주요 기술	중점 기술 과제	기술 난이도		
			상	중	하
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 가축 개체 사양 관리 자동화 시스템</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 동물 생체정보 계측 기술</li> <li>○ 동물 개체인식 기술</li> <li>○ 소프트웨어 개발 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 동물 생체정보 계측 기술                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 체온 계측</li> <li>- 맥박 계측</li> <li>- 발정진단</li> <li>- 임신진단</li> <li>- 유방염 진단</li> </ul> </li> <li>○ 동물 개체인식 기술                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 무선 송수신</li> <li>- 음성 인식</li> </ul> </li> </ul>	○	○	○
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 비파괴 품질 판정 자동화 시스템</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 농산물 외부품위 판정 기술</li> <li>○ 농축산물 내부품질 판정 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 외부품위 판정 기술                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 색깔</li> <li>- 형상</li> <li>- 표면 손상</li> </ul> </li> <li>○ 내부 품질 판정 기술                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 당도</li> <li>- 속도</li> <li>- 산도</li> <li>- 지방함량</li> <li>- 맛</li> </ul> </li> </ul>	○	○	○

## 제 6 절 농업기계 연구 개발 체제

### 1. 연구개발의 역할 분담

농업기계 연구개발은 대학, 농촌진흥청, 기업체 연구소가 <표 7-12>과 같이 역할을 분담하여 각 자의 특성에 적합한 연구를 수행하여야 한다.

<표 7-12> 농업기계 연구개발 기구의 역할 분담

기 구	기 능
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 대학</li> <li>◦ 농촌진흥청 농업기계화연구소</li> <li>◦ 기업체 연구소</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 기초 및 응용 연구</li> <li>◦ 응용 및 실용화 연구</li> <li>◦ 제품 개발 및 상품화 연구</li> </ul>

### 2. 연구 개발 촉진 전략

#### 가. 산·학·연 협동 연구 체제 강화

농업기계 개발에 관한 연구는 대학, 농업기계화연구소, 기업체 연구소가 공동으로 참여하는 방안이 강구되어야 한다. 이를 위해 농림수산기술개발비로 지원되는 현장애로기술과제와 첨단기술과제의 응모 요건을 강화하여야 한다.

#### 나. 기술개발 투자 확대

- (1) 농특세로 지원되는 농림수산기술개발비를 농업기계 부문에 중점 지원
- (2) 통상산업부의 공업기반기술개발 사업자금, 공업발전기금, 특정연구개발 사업자금을 의한 농업기계 분야의 기술 개발 지원을 지속적으로 확대
- (3) 정부의 농업기계화 사업 자금의 일정 비율을 농업기계 기술개발 자금으로 출연하도록 관계 법령 제정
- (4) 기업의 자체 기술 개발 투자를 매출액 대비 1.0%(1992년) 수준에서 3.0% 수준(2000년)으로 확대

- 농업기계화 사업에 의한 보급 대상 기종의 국산화율 상향 조정
- 기계화가 부진한 기종의 국산화 개발에 대한 지원 확대

#### 다. 학제적 연구 체제 강화

대학, 농업기계화연구소, 기업체 연구소의 효율적인 연구를 위해 여러 영역의 전문가가 참여할 수 있는 방향으로 학제적 연구를 강화하고, 연구소는 농업기계 관련 타 분야 전문 기술자를 연구원으로 확보할 수 있어야 함.

#### 라. 연구 개발 및 보급 촉진을 위한 조직 편성

농촌진흥청 산하 시험장, 연구소, 특화작목 진흥원에서도 생력화를 위한 기계화 작업체계, 지역 적합기종 개발 연구, 새로운 개발기종의 실증시험, 효율적인 기계이용을 위한 지도 등을 효과적으로 수행할 수 있도록 농업기계 전문인력 확보를 위한 조직이 편서오디어야 한다.

#### 마. 농기계 공동연구 개발 추진기구 설립

##### (1) 목적 및 필요성

- 국산화 개발 촉진
- 연구개발기간의 단축
- 연구개발비의 중복 투자 방지
- 연구인력의 효율적 활용

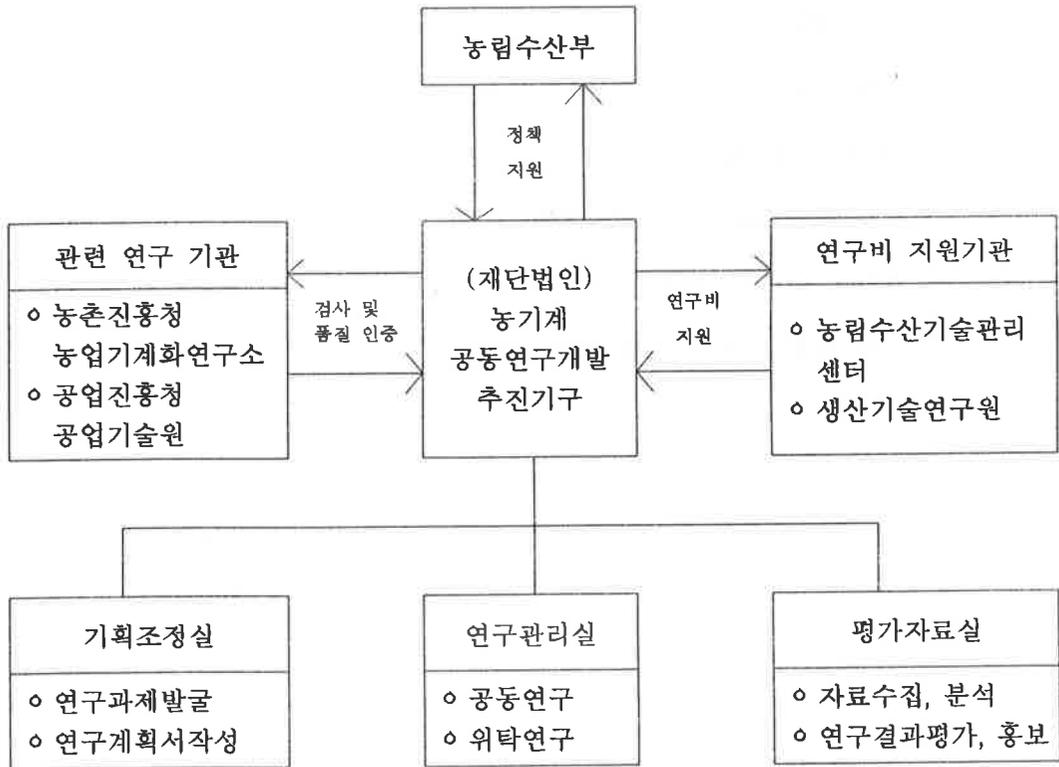
##### (2) 기능

- 공동연구 개발 방향 수립
- 공동연구 개발 대상 기종 및 과제 선정
- 기종별, 과제별 연구개발 컨소시엄 결성 지원

위탁연구 관리

(3) 조직 및 운영

- 재단법인으로 설립
- 정부와 기업체의 출연금으로 운영
- 이사장과 전임요원을 두고, 이사는 관련 정부기관, 대학, 출연기업체에서 선정



<그림 7-1> 농기계 공동연구개발 추진기구의 조직과 운영체계

(4) 공동연구개발과제 선정시 고려 사항

- 개발이 시급히 요구되나 수요가 적은 기종
  - 발작물 기계
  - 시설 원예용 자동화 설비
- 고도의 기술을 요구하는 기종
  - 업체 단독으로 개발이 어려운 기종
  - 트랜스미션, 유압장치 등의 핵심구성품
- 미래지향적 자동화기계
  - 무인 자동화 기계
  - 농용 로봇

(5) 공동연구 수행 방법

- 기종별 연구개발 컨소시엄 결성
  - 지역의 대학, 기업체 공동 참여
  - 지역 특화 작목의 기계, 장치 개발

## 제 8 장 요약 및 결론

우리나라 농업이 국제경쟁력을 갖추기 위해서는 농업의 기계화와 시설화 및 자동화가 필수적이며, 이를 위해서는 장기적이고 체계적인 계획과 개발전략이 필요하다. 본 연구는 정부의 농업기계화 정책 수립에 대한 기초자료의 제공과, 산업체의 기술향상과 생산계획에 기여함은 물론 농업기계 분야의 체계적인 연구개발과 자립 기반 구축을 위하여 농업기계화의 장기적인 방향제시와 함께 기계화 작업체제와 모형을 개발하고, 장래의 기술개발 과제를 도출하였는 바 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 국내외의 광범위한 농업기계화에 관한 조사분석을 통하여 먼저 농업여건의 변화와 농업기계화와 연관된 현상을 장기적으로 예측하고, 농업기계화 발전과정과 현황을 조사 분석하여, 농업기계화의 장기 전망과 중장기적인 기계화 방향을 제시하였다.

2. 생산비 절감에 관한 기계측의 대응은 기계가 가지고 있는 능력을 충분히 발휘할 수 있도록 즉, 가동면적, 가동시간을 확대할 수 있는 조건의 정비가 되어야 한다. 국가 정책으로서 대구획화, 대규모화가 진전되고 있으나, 종래의 기계화 체계로는 대응할 수 없는 문제 예를 들어 균평화와 물관리, 모 보급, 방제, 수확시의 반출 등에 대해서는 새로운 기술의 개발이 필요하다.

3. 농산물의 수확전 포장작업과 수확후 작업에 대하여 설정된 방향에 따라 단계별, 작목별, 규모별로 적정 일관기계화 작업체제와 모형을 개발하였다. 생산비 절감을 위해서는 종래의 작업수순, 작업방법을 재검토하여 기계의 범용 가능성이나 복수작업의 동시공정화 가능성도 재검토하여야 한다. 작업의 기계화 적응성이나 새로운 재배방식 등도 도출되어야 한다.

4. 농산물의 경쟁력은 임금이 아니라 연구개발력에 있음을 주목하고 농산물의 재배관리 및 수확후 작업에 대하여 기계화 기술과제를 도출하였으며, 농업기계분야

에 응용 가능한 첨단기술과 무인 자동화 기술과제를 제시하였다. 또 농업기계 기술 개발의 자립기반을 구축하기 위하여 이러한 기술과제들을 효과적으로 개발하기 위한 기술개발 전략을 제시하였다.

5. 앞으로 농업을 크게 변화시킬 요인은 에너지, 환경, 생산비를 거론하고 있으므로 자연에너지를 활용하기 위한 기계시설의 개발, 환경보전을 위한 기계시설의 개발, 생산비 절감과 품질 향상을 위한 기계시설의 개발개량 등이 긴급성을 가진 구체적인 과제이다.

6. 최근의 급속한 컴퓨터 기술의 진보와 보급, 각종 센싱과 정보처리 기술의 진보와 더불어 종래의 관념으로는 생각할 수 없었던 기계화, 자동화 기술이 가능해지고 있으므로 금후 이것을 최대한 활용한 농업기계화 기술에의 응용 연구가 중요하다. 또 정보처리와 컴퓨터 시뮬레이션 방법의 발달에 따라 종래의 작업체계 연구와는 동떨어진 고도의 작업기술 연구가 가능해졌지만, 금후 컴퓨터 기술의 급속한 발전이 예상되므로 농업기계 연구에 이들 기술을 적극 도입하는 것도 중요한 과제이다.

#### 4. 연구개발사업 결과로 예상되는 효과

##### (1) 연구수준 향상에의 기여도 및 관련산업에의 기술적 파급효과

농업기계화와 관련된 농업여건을 장기적으로 전망하고 여기에 대응한 작업체계가 수립되고 기계화 기술이 개발되면 각종 농업기계 및 자동화 설비계획이 단계적으로 수립됨으로써 다음의 효과가 기대됨.

##### 가. 기술적 측면

- 여러 가지 기본 기반기술, 예를 들면 제측제어 기술(리모트 센싱, 퍼지 제어,

신경 제어 등), 기계 기술(로봇, 메카트로닉스), 전자 기술(반도체, 컴퓨터 등), 신소재 기술, 에너지 기술 등의 개발과 응용이 촉진될 것임.

- 농업기계화 기술이 단계적으로 제시됨으로써 정부와 산업체의 농업기계화 사업의 추진에 기초 자료로 제공될 것이며, 생산업체에서는 산학연 협동연구를 통하여 새로운 농업기계 개발 기술이 계획적으로 향상될 것임.
- 새로운 농업기계 개발기술이 체계적으로 향상될 것이며, 자동화 기술이 발전되고 농업시설에 효율적으로 응용될 것임.

#### 나. 경제적 측면

- 농업기계의 개발 계획과 자동화 계획이 장기적으로 수립되면 계획생산이 가능하게 되며 소요물량에 따라 수입기종과 국내 개발기종이 분명하게 제시됨으로써 무분별한 수입은 억제될 것임.
- 기종별 전문화가 가능하게 될 것이며 이것은 기계의 성능 향상과 가격 인하에도 긍정적인 영향을 미칠 것으로 사료됨.
- 또한 국산화가 촉진되어 농업기계 수출이 활성화될 것임.

#### (2) 기타 예상되는 기대효과

- 농업기계화 및 시설현대화 사업을 계획적으로 수행하게 됨으로써 시행착오를 줄이고 보다 효율적인 농촌 근대화 사업을 추진시킬 수 있음.
- 특히 농민은 정부의 계획을 신뢰하고 생산업체에서는 계획생산을 할 수 있기 때문에 불필요한 자금과 시간의 낭비를 최대한 줄여 농민의 농가소득 증대 및 안락한 농촌 분위기 조성에 기여할 수 있을 것임.

## 5. 연구개발사업 결과의 활용방안

※예상되는 활용분야 및 활용방안을 상세히 기술하고 이에 따른 산업화, 추가 연구개발사업, 연구기술이전 등을 서술함

가. 정부의 농업기계화 및 시설자동화 사업 추진을 위한 중장기 정책 수립의 기초자료로 제공함.

나. 생산업체의 기술향상 및 계획생산에 필요한 자료로 활용함.

다. 관련 학회에 내용을 공표하여 농업기계 및 시설에 관한 연구개발 과제와 연구목표의 기준으로 활용함.

라. 긴급히 개발의 필요성이 있는 기술개발 과제의 선정과 연구개발의 추진 방법에 있어서 위탁연구 및 공동연구제의 도입에 활용함.

## 6. 연구개발성과에 대한 활용과 관련한 건의사항

가. 첨단연구 등의 기술개발 과제 선정시 개발과제의 내용과 연구개발 목표를 정하여 추진하는 것이 바람직함

나. 긴급 기술개발 과제의 추진에 있어서 위탁연구, 공동연구 체제의 도입과 활용이 필요함.

다. 제시된 연구개발 과제에 대한 광범위하고 심도있는 후속 연구가 체계적으로 추진될 수 있도록 연구조직의 구성과 그에 대한 적극적 지원이 필요함.

## 7. 산업화에 대한 검토의견

- 가. 산업체가 개발해야 할 실용화 기술의 우선 순위 등에 참고하여 새로운 농업기계 개발계획에 반영.
- 나. 정부로부터 위탁연구, 공동연구의 수행으로 개발비의 보조를 받아 생산비의 저렴화 도모.

## 참 고 문 헌

1. 加古敏之. 1984. 稲作の生産効率と規模の經濟性. 農業經濟研究 56(3)
2. 間谷敏邦. 1989. 農作業データ集(22) No.219, No.220. 農作業研究 24(3):308-311.
3. 岡本嗣男. 1988. バイオテクノロジー-裝置の自動化. 學術會議シンポジウム「農業機械の自動化」資料. p.41-50.
4. 岡本嗣男. 1990. 農業機械の自動化とコンピュータ. システム農學會.
5. 강봉순. 1991. 농업구조개선과 영농규모 확대방향. 농업정책연구 18(2)
6. 강정일. 1994. UR협상의 타결과 농기계 산업의 대응방안. UR타결과 농업기계화 토론회 자료.
7. 강정일 외. 1988. 농업기계화 사업의 장기 정책방향 연구. 한국농촌경제연구원.
8. 강정일 외. 1990. 기계화영농단의 효율적인 관리 및 육성 방향. 한국농촌경제연구원 연구보고 209.
9. 강정일 외. 1991. UR농업협상과 농업기계화. 농업구조조정과 농업기계화 추진방향. 한국농업기계학회. pp. 1-17.
10. 강정일 외. 1991. 2000년대 농업기계화의 전망과 과제. 한국농촌경제연구원.
11. 강정일 외. 1994. 농기계산업의 당면문제와 발전방향. 농촌경제연구 7(4)
12. 강정일 외. 1995. 농업기계 산업의 활성화 방안. 한국농업기계학회 연구보고서.
13. 경상대학교 시설원예연구소·대한시설원예기술연구회. 1994. 심포지움·워크샵 공정육묘온실의 자동화 시스템 개발.
14. 古谷 正. 1986. 野菜用機械の特徴と性能. 機械化農業 (1):51-54.
15. 古谷 正 외. 1986. 自脱型コンバインの利用狀況. 日本農業機械學會誌 48(1) : 115-117.
16. 古谷 正 외. 1988. 乗用田植機に関する調査研究(第1報)(第2報). 日本農業機械學

會誌 50(5) : 93-96, 50(6) : 121-125.

17. 고관달. 1990. 시설원예의 기계화 및 생력재배. 경남농업기술 II. 경상남도.
18. 高橋正光. 1990. 最近のスピードスプレーヤ. 落葉果樹 43(5) : 34-36. 福島縣經濟連.
19. 高梨文孝. 1988. 農政の方向と農業機械化. 日本農業機械學會誌 50(1) : 7-8.
20. 고헌균. 1989. 수확 후 농산물의 품질 및 상품성 향상. 농업기계화 현황과 발전방향 심포지움 발표문. 농업기계화연구소.
21. 고헌균. 1991. 농촌현실과 농업의 기계화 및 시설 자동화. 개방화에 대응한 21세기 농업기계화 방향. 한국농업기계학회. p.19-38.
22. 고헌균. 1992. 농산물 집하시설 및 곡물의 종합조제가공시설의 향상. 선진 해외 기술현황에 관한 공동연구. 서울대학교 농업생명과학대학, 수원.
23. 고헌균. 1994. 국제화시대 농업기계분야의 도전과 과제. 한국농업기계학회, 수원. p.1-14.
24. 고헌균. 1994. 농업기계화 사업의 성과와 전망. 농업과학 기계기술 심포지움. 농림수산부·한국농업기계학회. p.7-28.
25. 고헌균 외. 1987. 2000년대를 향한 농업기계화 방향 설정에 관한 연구.
26. 고헌균 등. 1988. 농산물건조기의 수요 추정에 관한 연구. 한농기지 13(2):51-62.
27. 고헌균 외. 1991. 농업용 난방기의 수요추정 및 이용확대 방안에 관한 조사연구. 서울대학교 농과대학 부설 농업개발연구소.
28. 谷脇 憲. 1986. 農用ロボットの開發の現状. 로봇트 51:47-51.
29. 과학기술처. 1991. UR 협상 대응 농업기술 개발대책 수립 조사연구.
30. 橋本 康. 1986. 農業における情報科學の話題(4). 農業及び園藝 61(11) : 31-34.
31. 橋本 康. 1985. 植物生體計測のその後の話題(2),(3). 農業及び園藝 60(12) :

1469-1475, 61(2) : 267-272.

32. 橋本 康. 1992. グリーンハウス・オートメーション. 養賢堂, 東京.
33. 橋本 康. 1994. ヨーロッパにおけるトータルプロダクションシステムの自動化. -グリーンハウス・オートメーションを中心に. 農業及び園藝 69(4)
34. 橋本 康 외. 1993. 植物種苗工場. 川島書店, 東京.
35. 국립농업자재검사소. 1965-1994. 농업기계검사년보.
36. 堀江 武. 1989. 國際化時代における日本の水田農業の課題. 國際化時代の農學と日本農業(Part 2). 日本農學會. p.1-12.
37. 권용웅. 1994. 벼(水稻)재배 생력화 기술 보급 방안. 경기지역 농업 생산비 절감 방안. 경기도 농촌진흥원. p.45-64.
38. 金谷 豊. 1986. 北陸地域轉換畑作業シミュレーションプログラムの開發. 農業技術 41(3) : 27-28.
39. 金子一也. 1991. 農作業データ集(26) No.257, No.258. 農作業研究 26(3):226-228.
40. 機械システム振興協會. 1984. 先端技術應用の選果システムに関する調査研究報告書.
41. 김경량. 1989. 농업기계의 공동이용 조직의 효율성 분석(1)(2). 한국농업기계학회지 14(1) : 49-57, 14(2) : 137-147.
42. 김경옥. 1987. 경사지농업의 기계화. 한국농업기계학회지 12(3) : 62-72.
43. 김경옥 외. 1994. 농업기계화 촉진법 개정에 관한 연구. 한국농업기계학회.
44. 김명환. 1993. 미국종합처리장의 경제성 분석. 농촌경제 16(1).
45. 김명환, 김진석. 1989. 농수산물 저장시설의 적정입지와 규모 분석. 농촌경제연구 구원 연구보고 206.
46. 김명환 외. 1992. 미국종합처리장의 경제성과 운영에 관한 연구. 연구보고 257, 한국농촌경제연구원.

47. 김병택, 김후근. 1986. 수도작 기계화 유형과 농기계 이용의 효율성 분석. 경상대 농업연구소보 20 : 129-147.
48. 김영명. 1993. 수산가공산업의 현황과 전망. 식품기술 6(4) : 3-23.
49. 김용석. 1989. 과수 시설재배의 현황과 발전방향. 시설원예연구 2(1) : 1-13.
50. 김용현. 1991. 일본의 곡물종합처리시설의 현황과 문제점. 농축산물의 생산·가공의 시설화와 자동화에 관한 심포지엄. 한국농업기계학회, 수원.
51. 김윤선. 1994. 식량작물의 국제경쟁력 제고 방안. 농업과학협회.
52. 김정호 외. 1990. 전업농 육성과 영농조직 활성화 방안. 한국농촌경제연구원.
53. 김종문. 1991. 채란농장의 시설 자동화 방안. 월간양계 23(11) : 47-50.
54. 김현욱. 1994. 한국농업 및 농산업 기술의 발전 구상. 국제화 시대의 농업구조 개선 전략에 관한 심포지엄. 서울대 농업생명과학대학 부속 농업개발연구소.
55. 酪農生産基盤強化促進對策事業中央協議會, 中央酪農會議. 1992. 酪農全國基礎調査.
56. 노상하. 1992. 축산분야 시설 자동화. 선진해외 기술현황에 관한 공동연구. 서울대학교 농업생명과학대학, 수원.
57. 노상하. 1992. 청과물 종합유통시설의 현대화를 위한 기술개발 및 보급방안. 농림수산부 연구결과보고서. 서울대학교 농업생명과학대학, 수원.
58. 노상하. 1994. 농업기계화 및 시설장비 현대화 촉진을 위한 제언. 국제화시대의 농업구조 개선전략에 관한 심포지엄. 서울대 농업개발연구소, 수원.
59. 노상하. 1994. 수확후 농산가공 기계 및 시설. 국제화시대 농업기계분야의 도전과 과제. 한국농업기계학회, 수원. p.63-94.
60. 노상하 외. 1992. 청과물 종합유통시설의 현대화를 위한 기술개발 및 보급방안. 농림수산부, 서울.
61. 노상하 외. 1995. 영상처리 및 NMR을 이용한 청과물 선별장치 및 수확후 중

- 합처리시설 설계에 관한 연구. 농촌진흥청 연구보고서.
62. 農機産業調査研究所. 1995. 農機價格ガイド 7年總合版.
63. 農林水産技術情報協會. 1987. 農業技術・研究情報問題研究會報告書.
64. 農林水産技術情報協會. 1992. 水田作(水稻·麥·大豆)低コスト生産技術體系モデルとその指標.
65. 農林水産技術會議事務局. 1985. 農業生産システムのシステム分析と資源・エネルギーの利用の實態解析. p.53-67.
66. 農林水産技術會議事務局. 1987. 21世紀へ農業はこう變わる-技術開發豫測から. 化學工業日報社.
67. 農林水産技術會議事務局. 1987. 農業技術開發豫測 - 21世紀を目指して.
68. 農林水産技術會議事務局. 1989. 水稻直播栽培を中心とした先進的技術の開發, 研究成果229.
69. 農林水産技術會議事務局. 1990. 農業水産研究開發の現状と目標.
70. 農林水産大臣官房技術調査室. 2000年の先進的技術を取り入れた經營の指標(試算例).
71. 農림수산부. 各년도. 농업기계 업무편람.
72. 農림수산부. 各년도. 농림통계년보.
73. 農림수산부. 各년도. 농가경제조사 결과 보고.
74. 農림수산부. 各년도. 농업기계 보유 상황.
75. 農림수산부. 各년도. 농정수첩.
76. 農림수산부. 各년도. 농업동향에 관한 연차보고서.
77. 農림수산부. 各년도 農림수산주요통계
78. 農림수산부. 1991. 농업기계화와 시설의 자동화 계획(안).
79. 農림수산부. 1991. 농업기계화와 시설장비 현대화 추진계획.

80. 농림수산부. 1993. 신농정의 주요 사업.
81. 농림수산부. 1994. 농어촌 발전 대책 및 농정개혁 추진 방안 세부실천계획.
82. 농림수산부. 1994. 미곡종합처리장 운영 활성화 대책.
83. 농림수산부. 1995. 1995년도 주요 농정시책.
84. 농림수산부·농업진흥공사. 각년도. 농업기반 조성사업 통계연보.
86. 농림수산부·농협중앙회. 1991. 농산물 표준출하 규격집.
87. 농림수산부·한국농기구공업협동조합. 1995. 1995년도 농림수산사업 시행요령  
-농업기계부문발췌-
88. 農林水産航空協會. 1992. 農林水産航空事業技術指針.
89. 農林水産航空協會. 1992. 平成3年度航空直播による水稻湛水土壌中直播栽培試驗  
成績書.
90. 농수산물유통공사. 1994. '93년 농림수산물 수출입 동향.
91. 농어촌발전위원회. 1994. 농정개혁의 기본방향과 분야별 대책.
92. 농어촌발전위원회. 1994. 농정개혁의 과제와 전망.
93. 농어촌발전위원회. 1994. 농정개혁의 방향과 과제. 농어촌발전위원회 최종보고  
서.
94. 농어촌진흥공사. 1994. 첨단 농업시설 발전방향.
95. 농업기계화연구소. 각년도. 시험연구사업.
96. 농업기계화연구소. 1991. 시설농업 기계화 현황과 발전방향.
97. 농업기계화연구소. 1995. 2000년대 농업기계화 전망 및 발전방향.
98. 農業技術協會. 1992. 平成3年度環境保全機能向上農業生産方式の確立に關する調  
査委託事業報告書.
99. 農業における情報・計測・制御調査研究委員會. 1989. 植物生産における計測・  
制御・情報. 計測自動制御學會.

100. 農業研究センター. 1989. 大區劃圃場における機械作業問題.
101. 農業研究センター. 1990. 平成元年度総合農業の新技術.
102. 農業研究センター. 1990. 平成元年度研究成果情報(総合農業).
103. 農業研究センター-機械作業部. 1990. 大規模野菜生産における機械化技術の問題點と今後の研究方向.
104. 농촌진흥청. 1990. 농축산물 수입개방에 따른 기술적 대응 방안.
105. 농촌진흥청. 1991. 양질미 생산 및 유통체계 합리화 방안.
106. 농촌진흥청. 1991. 농기계 임작업 및 공동이용 유형 분석.
107. 농촌진흥청. 1992. 첨단 시설원예.
108. 농촌진흥청. 1994. 농업과학기술 연구개발 중장기 계획.
109. 농촌진흥청. 1994. 쌀 생산비 절감방안.
110. 농촌진흥청. 1995. 농업과학기술의 세계화를 위한 중장기 연구개발계획(안).
111. 농촌진흥청 농업경영관실. 1992. 농기계 중심 수위탁 경영 연구 보고.
112. 농촌진흥청 원예시험장. 1991. 수입개방화에 대비한 절화류 생산과 유통의 개선방향. 수입개방대책 14.
113. 농촌진흥청 축산시험장, 축산업협동조합중앙회. 1993. 젖소관리 생력화에 관한 심포지움.
114. 농협중앙회. 각년도. 농협연감.
115. 농협중앙회. 1985. 농업기계화와 경제성 분석. 농협조사월보 1985. 9.
116. 농협중앙회. 1987. 대형 농기계의 도입 및 이용에 관한 경제성 분석. 농협조사월보 1987. 5.
117. 농협중앙회. 1994. 산지유통시설 설치 실무지침.
118. 농협중앙회 가공사업부. 1993. 농협 가공사업 추진현황.
119. 농협중앙회 조사부. 1991. 영농대행조직의 운영실태와 발전방향.

120. 茶珍和雄 외. 1992. 農産物の鮮度管理技術. 農業電化協會, 東京.
121. 大政, 他. 1988. 植物の計測と診断. 朝倉書店.
122. 徳能愷八. 1991. 乗用田植機利用の新しい防除法. 農村ニュース (7) : 86-89.
123. 鈴木大助. 1990. 農業用データベース. システム農學 6(2) : 61-71.
124. 鈴木春夫. 1991. 産地に見る高品質化低コスト生産技術の導入. 機械化農業 2月号 : 52-57.
125. 鈴木皓史, 柴田順一. 1990. 林業の機械化. 農業機械學會誌 52(5) : 106-116.
126. 瀬尾康久. 1994. 收穫後處理における米の品質向上のための最新技術. 농업과학기술기계기술 심포지엄. 농림수산부·한국농업기계학회. p.183-191.
127. 류관희. 1986. 농업기계 자동화의 발전과 전망. 첨단과학기술과 농업혁신. '86 농업과학 심포지엄 발표문. 한국농업과학협회. p.114-123.
128. 류관희. 1987. 농업용 로봇과 전망. 한국농업기계학회지 12(4) : 53-56.
129. 류관희. 1990. 농업생산시스템의 자동화와 발전방향. 농업생산시스템의 자동화와 첨단기술 심포지엄 발표문. 한국농업기계학회. p.2-22.
130. 류관희. 1991. 식물공장의 현황과 전망. 농축산물 생산·가공의 시설화 및 자동화 세미나 발표문. 한국농업기계학회.
131. 류관희. 1991. 농업기계와 자동화. UR대응 농업생산 기술 개발.
132. 류관희. 1993. 생력화와 경쟁력 제고를 위한 시설원예의 자동화 방향. 국내 시설원예산업 발전을 위한 심포지엄 발표문. 서울대 농업개발연구소. p.95-122.
133. 류관희. 1994. 첨단과학기술과 미래의 한국농업-자동화, 정보화 기술. 한국농업의 미래상과 대학교육의 혁신방안. 전국 농학계대학 학장협의회. p.37-52.
134. 류관희, 강정일, 강창용. 1994. 농기계 산업의 발전방향에 관한 연구. 한국농업기계학회.
135. 류관희, 노상하, 김만수. 1994. 작물의 생장정보 계측 및 생육 제어에 관한 연

- 구. 한국과학재단 연구보고서.
136. 木谷 收, 他. 1990. キャリア 駆動式ガントリーシステムの開発. 農機誌 52(6) : 27-34.
137. 木村 進, 他. 1990. 90年代の食品加工技術. シ-エムシ-, 東京.
138. 木野内和夫. 1992. 農作業データ集(29) No.261, No.262. 農作業研究 27(1):87-89.
139. 米田博次. 1987. 農政審報告における農業機械利用の位置づけ. 日本農業機械學會誌 49(4) : 319-328.
140. 박경규 외. 1993. 전작기계의 개발방향과 수요예측. 한국농업기계학회.
141. 박노현. 1991. 국내 식품제조업체의 가공기계 이용현황. 식품기술 9(4) : 5-20.
142. 박병원. 1994. 시설채소 원예 현대화 시책과 장기육성 계획. 시설원예연구 3 : 13-30.
143. 박상근. 1994. 공정육묘 시스템의 도입 필요성과 전망. 시설원예연구 1 : 1-12.
144. 박상근 외. 1991. 시설원예의 전망과 시설의 기계화 및 자동화 방안. 한일합동 심포지움 “전작, 시설원예의 기계화 현황 및 추진방향” 발표문.
145. 박우풍. 1991. 시설재배에 사용되는 농기계의 종류 및 특성. 시설원예연구 4(1)
146. 박원규. 1988. 농업기계에 의한 농작업 사고에 관한 조사연구. 한국농업기계학회지 13(1) : 45-51.
147. 朴圓奎. 1989. 韓國における農業機械による農作業事故に関する調査研究. 農作業研究 24(1) : 60-67.
148. 朴圓奎. 1989. 韓國における農業機械の利用實態について.
149. 朴圓奎. 1990. 韓國における農業機械の利用實態と農作業の機械化率に関する調査研究.

150. 박원규. 1991. 시설농업의 기계화와 자동화 추진 시책. 시설농업논문집. 한국농기구공업협동조합.
151. 박원규. 1994. 21세기의 농업기계화 전략. 국제화시대 농업기계분야의 도전과 과제. 한국농업기계학회, 수원. p.119-133.
152. 박원규. 1994. 국제화시대의 농업기계화 정책방향. 농업과학 기계기술 심포지엄. 농림수산부·한국농업기계학회. p.29-44.
153. 박재복. 1992. 선진국의 원예작물 수확후 관리기술 및 시설. 선진해외 기술현황에 관한 공동연구. 서울대학교 농업생명과학대학, 수원.
154. 박재복, 조용진. 1992. 고추 가공기술의 발전방안. 한국고추연구회지 창간호 : 63-72.
155. 박중춘. 1994. 공정묘 생산온실의 모델설정과 자동화 시스템. 시설원예연구 3 : 31-54.
156. 박중춘. 1994. 공정육묘 표준온실의 소득분석과 작부체계 경영분석. 시설원예연구 15 : 249-260.
157. 박호근. 1991. 농업과학기술의 중요성과 개발전략. UR농산물 협상 이후의 한국농업의 진로. pp. 83-93.
158. 北倉芳忠 他. 1992. 重粘土・大區劃水田における乾田直播のための作業體系の確立(5) 乾田直播におけるサブソイラの效果. 農作業研究 27(別1):45-46.
159. 北海道農業機械工業會. 1994. 農業機械カタログ集'94-96年版.
160. 山崎稔. 1988. 農産物輸入自由化と低コスト生産. 日本農業機械學會誌 50(3)
161. 山崎稔. 1991. 日本の農業機械 研究 動向. 한국농업기계학회 '91 동계 학술논문발표회 특별강연 요지.
162. 山名伸樹 ほか. 1994. (特集)飼料生産, 家畜飼養管理作業の新技術. 日本農業機械學會誌 56(2):143-184.

163. 山本 修. 1990. 日本農業の課題と展望. 家の光協會.
164. 山田芳昭. 1992. 新劑型の農薬・散布装置. 現代農業 (6) : 234-239.
165. 山田 進. 1989. 農産物コストと農業機械経費. 日本農業機械學會誌 51(4) : 83-88.
166. 山下律也. 1989. 農産物コストと農業機械経費 - 收穫處理法の提言. 日本農業機械學會誌 51(6) : 97-101.
167. 山下律也. 1989. 國際化時代におけるポストハーベストと機械化. 國際化時代の農學と日本農業(Part 2). 日本農學會. p.13-22.
168. 山下律也. 1989. 穀物のポストハーベスト研究の現状と方法. 日農機誌 51(2)
169. 山下律也. 1990. 米の低コスト化と今後の乾燥施設. 全農施設資材レポート No.1
170. 山下律也. 1991. SQC農業とアクティ21活動. 日本農業機械學會誌 53(4) : 1-2.
171. 山下律也. 1991. 米のポストハーベスト新技術. 日本農業機械學會.
172. 山下律也, S.J. オマール, 後藤清和. 1989. 米のポストハーベッストに関する新技術開發(1). 農機誌 51(4) : 71-75.
173. 山下律也, 他. 1989. 米のポストハーベストに関する新技術開發(1). 日農機誌 51(4):71-75.
174. 三輪敬之. 1991. ロボティクス種苗工場. 日本植物工場學會誌 1
175. 杉山隆夫. 1992. 脱ぶ處理機構を備えたコンバイン. 地球社. pp. 150-155.
176. 三宅康彦. 1986. 人間-機械システム開發としての農作業機械化. 農作業研究 21(2) : 62-71.
177. 三浦恭志郎. 1995. 일본 농업기계 技術의 최근 話題. 한국농업기계학회.
178. 相良泰行. 1993. 將來計劃委員會における新研究分野の検討狀況と基礎科學の提案. 日本學術會議農業機械學研究連絡委員會研究會資料.
179. 桑名隆. 1989. 平成時代の農業機械化研究の展開. 日本農業機械學會誌 51(4):3-4

180. 生物系特定産業技術研究推進機構農業機械化研究所. 1991. 農業機械化研究の推進方向(研究基本計劃).
181. 生研機構. 1988. 農業機械の自動化に関する調査結果概要.
182. 生研機構. 1991. 農業機械化に関する世界政勢 No.2.
183. 서상룡. 1993. 농업기계 교육 및 연구 현황과 활성화 방안. 농업기계분야 학문 발전을 위한 세미나. 한국농업기계학회. p.59-84.
184. 서울대학교 농업개발연구소. 1993. 국내 시설원예산업 발전을 위한 심포지엄.
185. 石束宣明. 1986. 作業體系シミュレータ. 日本農業機械學會誌 48(1) : 107-113.
186. 石束宣明. 1986. 農業機械利用におけるソフトテクノロジーの役割. 農業機械學の新しい將來像. 日本學術會議. p.22-31.
187. 石束宣明. 1990. 不耕起田植機のしくみと利用. 農業技術大系作物編追録13号. 農山漁村文化協會.
188. 石束宣明. 1991. 稻部分耕移植の效用と實際. 農業及び園藝 66(5) :
189. 石束宣明. 1992. 湛水部分耕移植栽培. 新稻作事情. 地球社.
190. 성균관대학교 생명자원과학연구소. 1995. 농업생명자원의 신기술 응용.
191. 星 岳彦, 他. 1990. 바이오エキスパートシステム. コロナ社.
192. 星川清親. 1990. 乳苗稻作. 農業技術大系作物編追録12号. 農山漁村文化協會.
193. 小餅昭二. 1987. 施設園藝における技術研究. 研究ジャーナル 10(1) : 24-27.
194. 小中俊雄. 1987. 高度機械化調査分析基本プログラム. 日本農業機械化協會.
195. 小中俊雄. 1988. 農業機械化計劃のためのデータベースの開発と利用. 農林工學情報データベースの開発と利用に関する研究.
196. 小川幹雄. 1990. 果樹栽培の機械化. 農業機械技術情報 10月號 : 22-26. 全國農業協同組合連合會.
197. 小川幹雄. 1990. 果樹園用作業機のいろいろ. 落葉果樹 43(5) : 28-32. 福島縣經

濟連.

198. 松浦龍雄. 1990. 白書にみる市場適應型農業. 食の科學 149:5-8.
199. 송현갑 외. 1993. 시설원에 자동화. 문운당.
200. システム農學會. 1989. 人工知能と新しい農業技術 I.
201. システム農學會. 1990. 人工知能と農業情報. 農林統計協會.
202. システム農學會. 1990. 人工知能と裝置化農業. 農林統計協會.
203. 市川友彦, 杉山隆夫. 1987. 簡易化・耐久化自脱型コンバインの開発. 生研機構  
受託研究成績 : 12-19.
204. 新農林社. 1994. '95農業機械年鑑.
205. 十勝農業フォーラム. 1995. 農業新技術95.
206. R & D プランニング. 1984. 新農業システム総合技術.
207. 양창욱. 1991. 한국 양계기계·기구의 변천과 발전방향. 월간양계 23(10):  
85-90.
208. 오마를, S.J., 山下律也, 後藤清和. 1989. 米のポストハーベストに関する新技  
術開發(2)(3). 日農機誌 51(5) : 68-72, 52(4) : 91-96.
209. 奥山憲昭. 1987. 農業用ロボットの展望. ロボット 51:52-61.
210. 旭リサーチセンター. 1986. 人工知能と農業.
211. 윤여두. 1994. 농업기계 생산기술 현황. 국제화시대 농업기계분야의 도전과 과  
제. 한국농업기계학회, 수원. p.95-118.
212. 이기명. 1991. 시설원예용 온실의 규격 및 자동화 방향. 농축산물 생산, 가공의  
시설화 및 자동화 세미나 발표문. 한국농업기계학회.
213. 이기명. 1994. 농업동력 및 시설자동화. 국제화시대 농업기계분야의 도전과 과  
제. 한국농업기계학회, 수원. p.15-37.
214. 伊藤信孝. 1987. 米の低コスト生産システム. ACTIVE 技術年報. 東海. pp.127.

215. 伊藤信孝. 1990. 農業用ロボットの行方. 農業および園藝 65(12):17-21.
216. 伊藤信孝. 1992. シンプル農業機械の普及推進事業とその問題点. 三重大生物生産システム研究センター報告 4:85-90.
217. 伊藤信孝, 他. 1990. 稲作機械化システムに関する研究. 三重大附属農場研究報告 8:35-43.
218. 이 승규. 1990. 생산비 절감을 위한 농업기계화. 경남 농업기술(I 총론 일반작물편), 경상남도, 창원. p.1-100~1-111.
219. 이 승규. 1994. 농작업기계. 국제화 시대 농업기계 분야의 도전과 과제. 한국농업기계학회, 수원. p.39~62.
220. 이종호, 윤진하, 이중용. 1992. 고추재배·수확의 생력화 방안. 한국고추연구회지 창간호 : 41-62.
221. 日本機械學會. 1993. ロボティクス・メカトロニクス講演會'93. -生物に學ぶ機械システム. ROVOMECH'93講演論文集.
222. 日本農林水産省. 1987. 高性能農業機械導入基本方針及び參考資料. 日本農業機械化協會.
223. 日本農林水産省. 1989. 農林水産試験研究におけるソフトウェア開發·利用研究會講演要旨集.
224. 日本農林水産省. 1989. 農業生産管理のための新情報處理技術に関する開發調査研究成果集.
225. 日本農林水産省. 1990. 高性能農業機械導入基本方針及び參考資料.
226. 日本農林水産省. 1993. 農業の動向に関する年次報告書.
227. 日本農林水産省農畜園藝局肥料機械課. 1994. 日本農業機械現況.
228. 日本農業機械工業會. 1986. 農業機械の新技術開發調査研究事業報告書.
229. 日本農業機械工業會. 1987. 昭和61年度農業機械の新技術開發調査研究事業報告

書.

230. 日本農業機械工業會. 1988. 農業機械のロボット化に関する調査研究事業報告書.
231. 日本農業機械學會. 1986. 新材料・機能性材料の農業機械への適應.
232. 日本農業機械學會. 1986. 農業機械の新技术開發調査研究-調査報告書-.
233. 日本農業機械學會. 1987. 新防除技術の課題と展望.
234. 日本農業機械學會. 1987. 農業機械の新技术開發調査研究(第2集).
235. 日本農業機械學會. 1987. 農業機械の自動化.
236. 日本農業機械學會. 1988. 農業に関する最新の物理計測技術について.
237. 日本農業機械學會. 1988. 農業機械化のソフトテクノロジー.
238. 日本農業機械學會. 1988. 農業における運搬システムの現状と將來.
239. 日本農業機械學會. 1988. 農業機械のロボット化に関する調査研究.
240. 日本農業機械學會. 1989. 農業機械分野の21世紀の課題.
241. 日本農業機械學會. 1989. 青果物の貯藏・流通の新技术.
242. 日本農業機械學會. 1990. ファイトテクノロジーの研究(第1集). 農業機械學分野におけるファイトテクノロジーのこころみ.
243. 日本農業機械學會. 1990. 画像處理と生物生産の情報化.
244. 日本農業機械學會. 1990. 米の品質向上のための新生産技術.
245. 日本農業機械學會. 1990. 農業機械におけるセンシング技術.
246. 日本農業機械學會. 1990. 農業機械の知能化をめざして.
247. 日本農業機械學會. 1991. 農園藝におけるスーパーテクノロジー.
248. 日本農業機械學會. 1991. 自動化から知能化へ.
249. 日本農業機械學會. 1991. 生物生産におけるニューテクノロジー.
250. 日本農業機械學會. 1991. 農業機械分野の革新技术に関する調査研究.
251. 日本農業機械學會. 1992. 農業機械研究開發・設計手法の技術革新を目指して.

252. 日本農業機械學會. 1992. 農産施設コストエンジニアリング.
253. 日本農業機械學會. 1992. ファイトテクノロジーの研究(第2集).
254. 日本農業機械學會. 1992. 農園藝におけるテクノフュージョン.
255. 日本農業機械學會. 1992. 農業機械による環境保全機能向上のための調査研究-調査報告書.
256. 日本農業機械學會. 1992. ロボット化への道(3回知能化シンポジウム).
257. 日本農業機械學會. 1992. 米の将来と新技術.
258. 日本農業機械學會. 1992. 農業機械分野の革新技術に関する調査研究(平成3年度).
259. 日本農業機械學會. 1992. 環境保全のための農業機械化技術.
260. 日本農業機械學會. 1993. 環境保全機能向上のための農業生産技術-調査報告書.
261. 日本農業機械學會. 1993. 農産機械施設の自動化と新技術.
262. 日本農業機械學會. 1993. 革新技術による農業機械化システム.
263. 日本農業機械學會. 1993. 露地野菜栽培の作業合理化への道.
264. 日本農業機械學會. 1993. 農作業の安全と機械化技術.
265. 日本農業機械學會. 1994. 第53回農業機械學會年次大會講演要旨.
266. 日本農業機械學會. 1994. 新農政實現のための技術戦略-機械化技術に求められる課題.
267. 日本農業機械學會. 1994. 環境保全機能向上のための作業作付體系.
268. 日本農業機械學會. 1994. 未來型農業機械開發研究戦略の策定に関する調査.
269. 日本農業機械學會. 1994. 農作業を請負うコントラクターの課題と發展方向.
270. 日本農業機械學會. 1994. 農作業の安全と機械化技術(Part 2)-PL法と農業機械.
271. 日本農業機械學會. 1994. 農業機械新技術の展開(第4回知能化シンポジウム)
272. 日本農業機械學會. 1995. 農産物の物性, 品質評價および流通に関する総合研究

(第5集)

273. 日本農業機械學會. 1995. 環境保全型農業技術の生産コスト
274. 日本農業機械化協會. 1985. 飼料作機械化生産技術.
275. 日本農業機械化協會. 1988. 21世紀に向けての農業環境動向豫測等調査結果概要.
276. 日本農業機械化協會. 1994. 中古農機必携.
277. 日本農業機械化協會. 1994. 最新・野菜用機械の仕様と特徴. 日本施設園藝協會.
278. 日本農業機械化協會. 1994. 大規模畑作野菜等機械化推進現地研究会講演會 生鮮作物大型機械化體系の構築-健康野菜の量産システムを探る.
279. 日本農業機械化協會. 1995. 高性能農業機械等の試験研究, 實用化の促進及び導入に関する基本方針参考資料.
280. 日本ロボット學會. 1992. インテリジェントテレロボティクス報告書.
281. 日本施設園藝協會. 1992. 施設園藝における高度集約生産システムの課題と今後の方向.
282. 日本施設園藝協會. 1989. 21世紀施設園藝に関するセミナー(1)資料.
283. 日本施設園藝協會. 1991. 施設園藝における高度集約生産システムの展開方向 - 野菜の工場的生産の可能性.
284. 日本施設園藝協會. 1994. '94施設園藝新技術シンポジウム.
285. 日本施設園藝協會, 日本農業氣象學會, 日本能率協會. 1992. '92施設園藝新技術シンポジウム.
286. 日本植物工場學會. 1991. 種苗工場.
287. 日本學術會議農業機械學研究連絡委員會. 1988. 農業機械の自動化.
288. 日本學術會議農業機械學研究連絡委員會. 1988. 農業機械化のソフトテクノロジー.
289. 장동일. 1989. 사양관리를 위한 자동화 기술. 한국영양사료학회지 13(2) : 117-124.

290. 장동일. 1991. 축산시설의 기계화 및 자동화 현황과 발전방향. 농축산물의 생산·가공의 시설화와 자동화에 관한 심포지엄. 한국농업기계학회. p.145-172.
291. 장동일. 1994. 축산기계화 현황과 발전방향. 농업과학 기계기술 심포지엄. 농림수산부·한국농업기계학회. p.103-129.
292. 赤木静. 1992. ハイテクハンドブック(植物工場學會編). 東海大學出版會.
293. 赤木静. 1994. SHITA REPORT NO 7 植物工場技術の新しい展開.
294. 田口義弘, 米山誠一, 山田孝次. 1989. 營農組織を對象とした效率的機械利用の作業體系シミュレータの適用. 日本農作業學會誌 24(3): 213-218.
295. 全農施設資材部. 1990. 家畜の尿汚水の處理利用のてびき.
296. 全農施設資材部. 1990. 米麥關係施設の動向について. 全農施設資材レポート No.1 :16-22.
297. 全農施設資材部. 1991. 共乾施設コスト低減のてびき.
298. 全農施設資材部. 1992. 穀物貯藏乾燥技術開發のための現地試験報告書.
299. 田中 孝. 1987. 先端技術による日本農業の展開(3)-開發應用の現状, 農業機械における新技術の利用. 農業および園藝 62(9):1048-1056.
300. 정만태. 1993. 90년대 농업기계 산업의 비전과 발전전략. 산업연구원.
301. 井上慶一 他. 1992. 施肥播種機のモニタリング・制御技術. 平成3年度研究成績情報(總合農業), 總合農業試験研究推進會議・農業研究センター. pp. 63-64.
302. 町田武美. 1990. コンピュータと通信. システム農學會.
303. 정창주. 1991. 경지의 대구획화와 농업기계화 체제 발전방향. 21세기의 경지 종합정비를 위한 세미나. 한국농지개발연구소. pp. 135-155.
304. 정창주 외8인. 1988. 전작, 원예, 축산분야의 기계화 방향에 관한 연구. 한국농업기계학회.
305. 정홍우. 1987. 전작물 적정 영농기계화 모형 설정에 관한 연구. 한국콩연구회

- 지 4(1) : 6-16.
306. 정홍우. 1989. 농업기계화의 현상과 대책, 현대농업정책론. 동춘 주종환박사 회갑기념논문집.
307. 鄭弘祐. 1993. 韓國稻作の構造改善政策に關する研究-大規模稻作專業農家と生産組織體を中心に. 北海道大學 博論.
308. 정홍우 외. 1990. 수도작용 농기계의 비용절감에 관한 연구. 농업경제연구 31.
309. 中西五十. 1992. 暖地における粗飼料生産の作付體系について I. 自給飼料 17:12-20. 日本草地學會.
310. 中村 宏, 渡部一郎. 1989. 生物と電子工學. 筑波書房.
311. 池田 弘, 高橋保夫. 作業技術體系研究の手法について(第6報) - 線形計画法による作業技術體系の評価について. 農作業研究 15:63-73.
312. 倉田和彦. 1990. コンピュータ利用と農業. システム農學會.
313. 淺川正彦. 1986. 農業生産のバイオテック化, 情報化と農業機械研究. 農業機械學の新しい將來像. 日本學術會議. p.1-11.
314. 川村 登. 1987. 農業におけるロボティクス. 計測と制御 26(3):3-8.
315. 최영모. 1991. 관수 시스템의 종류와 이용현황. 시설원예연구 4(1)
316. 최종필. 1991. 육계농장의 시설 자동화 방안. 월간양계 23(11) : 50-53.
317. 축산시험장. 1994. 축산물 경쟁력 제고를 위한 생산비 절감 방안.
318. 土井淳多. 1986. 農業のロボット化. 로봇트 51:37-46.
319. 통상산업부 기초공업국. 1995. 농기계산업의 현황과 발전전략.
320. 坂上 修. 1988. 施設内野菜育苗作業の自動化 - その可能性と問題點. 農業および園藝 63(4) : 65-71.
321. 坂上 修. 1989. 施設内育苗作業の自動化. 今月の農業 33(8):26-31.
322. 한국농기구공업협동조합. 1989. 일본의 농업기계화 과정과 과제.

323. 한국농기구공업협동조합. 1991. 일본 농업의 장래와 농업기계화 대책.
324. 한국농기구공업협동조합. 1994. 한국농기계카탈로그.
325. 한국농기구공업협동조합 · 한국농업기계학회. 각년도. 농업기계년감.
326. 한국농어민신문. 1993. 미국종합처리장 운영 및 기술개발방향 세미나.
327. 한국농업과학협회. 1990. 농산물의 수입개방에 대한 대응방안. 농업과학 심포지움 발표문.
328. 한국농업기계학회. 1986. 농업기계화의 현재와 미래(발표문).
329. 한국농업기계학회. 1987. 농업기계의 생산 및 유통의 효율화. 세미나 발표문.
330. 한국농업기계학회. 1989. 농업기계 사고와 안전대책.
331. 한국농업기계학회. 1990. 농업구조 조정과 농업기계화 추진방향. 토론회 자료.
332. 한국농업기계학회. 1990. 농업생산 시스템의 자동화와 첨단기술. 심포지움 발표문.
333. 한국농업기계학회. 1991. 개방화에 대응한 21세기 농업기계화 방향.
334. 한국농업기계학회. 1991. 전작·시설원예의 기계화 현황 및 추진방향.
335. 한국농업기계학회. 1991. 농축산물 생산·가공의 시설화 및 자동화.
336. 한국농업기계학회. 1992. 전환기 농업의 기계화 방향.
337. 한국농업기계학회. 1992. 농업기계화와 시설자동화의 방향.
338. 한국농업기계학회. 1994. 농업기계의 효율적인 이용을 위한 지원 방안.
339. 한국농업기계학회. 1994. UR 타결과 농업기계화.
340. 한국농업기계학회. 1994. 국제화시대 농업기계 분야의 도전과 과제.
341. 한국농업기계학회. 1995. 농업기계산업의 활성화 방안.
342. 한국농자재산업협회. 1995. '95농업생산자재 총람.
343. 한국농촌경제연구원. 1988. 농업기계화 사업의 장기정책 방향. 62-103 (?방안 연구 68-103)

344. 한국농촌경제연구원. 1990. 기계화영농단의 효율적인 관리 및 육성 방향.
345. 한국농촌경제연구원. 1991. 2000년대 농업기계화의 전망과 과제.
346. 한국농촌경제연구원. 1991. 제7차 경제사회 발전 5개년계획 농어촌 발전 부문 계획(시안).
347. 한국농촌경제연구원. 1992. 시설원예농업의 실태 및 육성에 관한 연구.
348. 한국농촌경제연구원. 1994. UR타결과 농정의 대응방향.
349. 한국시설원예연구회. 1995. 국내외 원예시설의 특성과 시스템에 관한 심포지엄.
350. 한국식품개발연구원. 1994. 식품산업통계.
351. 한국식품개발연구원. 1994. 산지 청과물 종합유통시설의 설치에 필요한 관련 기술의 개발.
352. 한영조. 1994. 첨단기술을 이용한 농업기계 연구개발. 농업과학 기계기술 심포지엄. 농림수산부·한국농업기계학회. p.51-72.
353. 行本 修. 1989. 農業機械の自動制御技術. 研究ジャーナル 12(12) : 14-15.
354. 行本 修. 1989. 農業機械におけるメカトロニクス, 日本の農畜産物の生産技術戦略と研究對應第3回シンポジウム要録, 260. 農研センタ.
355. 허신행 외. 1991. UR협상대응 농업기술 개발대책 수립조사연구. 과학기술처 연구보고서.
356. 後藤隆志 他. 1991. 汎用管理作業車の研究. 平成2年度事業報告 : 71-78. 生研機構.
357. Ahmad, T., et al. 1988. Modeling tractor selection for developing countries. ASAE Paper No. 88-5509.
358. ASAE. 1993. Application of advanced information technologies: Effective management of natural resources.

359. ASAE. 1994. Dairy systems for the 21st century. Proc. 3rd Int. Dairy Housing Conf.
360. ASAE. 1994. Computers in agriculture.
361. ASAE. 1994. XII world congress on agricultural engineering.
362. ASAE and SME. 1985. Agri-Mation 1. Proceedings of the Agri-Mation™ 1 Conference & Exposition.
363. Brooker, D.B., F.W. Bakker-Arkema and C.W. Hall. 1992. Drying and storage of grains and oilseeds. Van Nostrand Reinhold, New York.
364. Bye, P. and J.J. Chanaron. 1986. Economic prospects of agricultural robotics. Agri-Mation2. ASAE and SME. Michigan. p.91-98.
365. Capalbo, S. and M. Denny. 1986. Testing long-run productivity models for Canadian and U.S. agricultural models. American J. Agric. Economics 68 : 615-625.
366. Chang, S.F., et al. 1987. Analysis of rice mechanization in Taiwan using optimization theory. Trans. ASAE 30(5) : 1315-1322.
367. Chen, L.H. and W.L. Bateman. 1988. A comparison of machinery cost estimation methods. ASAE Paper No. 88-1506.
368. Elsevier. 1986. Computers and electronics in agriculture. Elsevier.
369. English, B.C., et al. 1984. Future agricultural technology and resource conservation. Iowa Univ. Press.
370. Eradus, W.J. 1986. Intelligent sensors in agriculture. Agri-Mation2. ASAE and SME. Michigan. p.45-52.
371. FAO. 1992. Selection, testing and evaluation of agricultural machinery in developing countries. Report of the 11th Session of the FAO Panel of

- Experts on Agricultural Engineering. FAO. Rome.
372. FAO. 1994. International Conference on Agricultural Engineering. Milano.
373. Fraser, H., et al. 1995. Engineering in agriculture, food production and bio-resource systems - A vision for the 21st century. Canadian Soc. Agric. Engng.
374. Garrett, R.E. 1985. Social impacts of automation on agriculture. AGRICULTURAL ENGINEERING 66 : 10-12.
375. Gifford, R.C. 1984. Agricultural mechanization in development : Guidelines for strategy formulation. FAO Bul. 45, Rome.
376. Guyer, D.E., et al. 1986. Machine vision and image processing for plant identification. Trans. ASAE 29(6) : 1500-1507.
377. Harrell, R. 1987. Economic analysis of robotic citrus harvesting in Florida. Trans. ASAE 30:298-304.
378. Hashimoto, Y., et al. 1993. The computerized greenhouse. Academic Press.
379. Hazell, P.B.R. and R.D. Norton. 1986. Mathematical programming for economic analysis of agriculture. Macmillan Pub. Co., New York.
380. Hoki, M. 1985. Mechanization sequence for small rice farms in developing countries. ASAE Paper No. 85-5037.
381. Inns, F.M. 1995. Selection, testing and evaluation of agricultural machines and equipment - Theory. FAO Agricultural Services Division. Rome.
382. Ito, N. 1987. Rice production strategy and highly mechanized farming - Japan's case. Proc. Int. Symp. Agr. Mech. and Int. Coop. in High Technology Era. JSAM. pp.501-507.
383. Ito, N. 1990. Rice production mechanization system. Proc. Int. Agr. Eng.

Conf. & Exhibition Vol. 3:355-362.

384. Ito, N. 1991. Current topics in agricultural robotics and food industry. Proc. 2nd IARP Workshop on Robotics in Agriculture and Food Industry. pp.19-29.
385. Johnson, C.E., R.L. Schafer and S.C. Young. 1983. Controlling agricultural machinery intelligently. Robotics and intelligent machines in agriculture. ASAE, Michigan. p.114-119.
386. JSAM. 1987. Proceedings of the international symposium on agricultural mechanization and international cooperation in high technology era.
387. JSAM. 1989. International Workshop on farm mechanization present situation in developing countries(Proceedings).
388. JSAM. 1991. 1991 International Workshop on Agricultural Mechanization -Present situation and aspirations in developing countries.
389. JSAM. 1992. 1992 Int. Workshop on Agr. Mechanization.
390. JSAM. 1993. 1993 International Workshop on Agric. Mechanization.
391. JSAM. 1993. Agricultural Engineering Towards 2000(International Symposium).
392. JSAM. 1994. 1994 International Workshop on Agricultural Mechanization.
393. JSAM. 1995. Technology for artificial intelligence bioinstrumentation machine vision in agriculture. Acty21 Integrated Research Report(ISAP, INTOP, MAVIA).
394. JSAM. 1995. Proceedings of International Symposium on Automation and Robotics in Bioproduction and processing. Kobe.
395. Kader, A.A., et al. 1992. Postharvest technology of horticultural crops.

Univ. of California.

396. Kawamura, N., et al. 1986. Study on agricultural robot. Memoirs of the College of Agriculture, Kyoto Univ.
397. Koh, H.K. 1994. The present status and prospect of agricultural mechanization in Korea. Proc. of JSAM Annual Meeting.
398. Konaka, T. 1987. Farm machinery utilization planning. AMA 18(3) : 75-80.
399. Konaka, T. and W.M. Zakludin. 1987. Model for farm machinery system planning. Proc. Kando Branch, JSAM 23:96-97.
400. Konaka, T. and W.M. Zakludin. 1989. Design of group mechanization system using 'CAFARMS' computer model for Kada area. AMA 20(2) : 59-65.
401. Kotzabassis, C., et al. 1990. Farm machinery selection and management expert system. ASAE Paper No. 90-7018.
402. Matthews, J. 1990. Interaction between engineering and biology. Proc. 1st Meeting of the Full Members, Edizioni UNACOMA.
403. Mrema, G.C. 1991. Agricultural mechanization policies and strategies in Africa : Case studies from Commonwealth African Countries. Commonwealth Secretariat. London.
404. Pellizzi, G., et al. 1992. Possibilities offered by new mechanization systems to reduce agricultural production costs. Commission of the European Communities.
405. Richey, J.H. 1986. Tractorbot restructures farming. Agri-Mation2. ASAE and SME. Michigan. p.111-118.

## 부 록

- I. 작목별 경영규모별 농가호수
- II. 농업기계 분야의 신기술 응용 연구사례
- III. 연구개발 우선 순위 도출 자료



부록 I. 작목별, 경영규모별 농가호수

[부록 I-1] 벼 경영규모별 농가분포

규모	1.5 ha 미만	1.5 ~ 3.0	3.1 ~ 4.5	4.6 ~ 6.1	6.2 ~ 7.6	7.7 ha 이상
농가호수 (%)	995,184 (85.9 %)	135,540 (11.7 %)	17,855 (1.5 %)	6,061 (0.5 %)	1,892 (0.2 %)	2,039 (0.2 %)

(자료) : 1995. 농촌진흥청 농업경영연구관실

[부록 I-2] 배추 경영규모별 농가분포

규모	1.1 ha 미만	1.1 ~ 2.2	2.3 ~ 3.3	3.4 ~ 4.5	4.6 ~ 5.6	5.7 ha 이상
농가호수 (%)	6,167 (75.5 %)	1,306 (15.9 %)	478 (5.8 %)	72 (0.9 %)	65 (0.8 %)	118 (1.4 %)

[부록 I-3] 양파 경영규모별 농가분포

규모	1.0 ha 미만	1.0 ~ 2.0	2.1 ~ 3.0	3.1 ~ 4.1	4.2 ~ 5.1	5.2 ha 이상
농가호수 (%)	19,852 (95.9 %)	781 (3.8 %)	44 (0.2 %)	13 (0.1 %)	6 (0.1 %)	8 (0.1 %)

[부록 I-4] 마늘 경영규모별 농가분포

규모	0.5 ha 미만	0.5 ~ 0.9	1.0 ~ 1.5	1.6 ~ 2.0	2.1 ~ 2.5	2.6 ha 이상
농가호수 (%)	122,415 (90.5 %)	10,635 (7.9 %)	1,839 (1.4 %)	239 (0.2 %)	33 (0.1 %)	111 (0.1 %)

[부록 I-5] 고추 경영규모별 농가분포

규모	0.7 ha 미만	0.7 ~ 1.3	1.4 ~ 2.0	2.1 ~ 2.7	2.8 ~ 3.4	3.5 ha 이상
농가호수 (%)	452,482 (97.1 %)	11,912 (2.6 %)	1,201 (0.3 %)	223 (0.1 %)	86 (0.1 %)	134 (0.1 %)

[부록 I-6] 감자 경영규모별 농가분포

규모	2.1 ha 미만	2.1 ~ 4.0	4.1 ~ 6.1	6.2 ~ 8.1	8.2 ~ 10.2	10.3ha 이상
농가호수 (%)	33,237 (96.1 %)	1,060 (3.1 %)	145 (0.4 %)	79 (0.2 %)	34 (0.1 %)	34 (0.1 %)

[부록 I-7] 수박 경영규모별 농가분포

규모	0.8 ha 미만	0.8 ~ 1.6	1.7 ~ 2.4	2.5 ~ 3.3	3.4 ~ 4.1	4.2 ha 이상
농가호수 (%)	16,829 (76.5 %)	3,756 (17.1 %)	595 (2.7 %)	497 (2.3 %)	84 (0.4 %)	238 (1.1 %)

[부록 I-8] 시설오이 경영규모별 농가분포

규모	310평 미만	310 ~ 609	610 ~ 919	920 ~ 1219	1220 ~ 1529	1530평 이상
농가호수 (%)	1,976 (17.2 %)	4,846 (42.2 %)	1,818 (15.8 %)	1,519 (13.2 %)	496 (4.3 %)	818 (7.1 %)

[부록 I-9] 시설토마토 경영규모별 농가분포

규모	280 평 미만	280 ~ 569	570 ~ 849	850 ~ 1139	1140 ~ 1419	1420평 이상
농가호수 (%)	313 (4.7 %)	1,548 (23.1 %)	1,695 (25.3 %)	1,338 (19.9 %)	711 (10.6 %)	1,103 (16.4 %)

[부록 I-10] 사과 경영규모별 농가분포

규모	0.5 ha 미만	0.5 ~ 0.9	1.0 ~ 1.5	1.6 ~ 2.0	2.1 ~ 2.5	2.6 ha 이상
농가호수 (%)	25,734 (43.5 %)	18,779 (31.7 %)	9,881 (16.7 %)	2,583 (4.4 %)	756 (1.3 %)	1,477 (2.5 %)

[부록 I -11] 배 경영규모별 농가분포

규모	0.4 ha 미만	0.4 ~ 0.7	0.8 ~ 1.2	1.3 ~ 1.6	1.7 ~ 2.0	2.1 ha 이상
농가호수 (%)	5,505 (40.2 %)	3,650 (26.6 %)	2,250 (16.4 %)	1,170 (8.5 %)	405 (3.0 %)	729 (5.3 %)

[부록 I -12] 감귤 경영규모별 농가분포

규모	0.5 ha 미만	0.5 ~ 0.9	1.0 ~ 1.3	1.4 ~ 1.8	1.9 ~ 2.3	2.4 ha 이상
농가호수 (%)	5,433 (26.8 %)	6,795 (33.5 %)	4,342 (21.4 %)	1,882 (9.3 %)	1,030 (5.1 %)	815 (4.0 %)

[부록 I -13] 단감 경영규모별 농가분포

규모	0.7 ha 미만	0.7 ~ 1.2	1.3 ~ 1.9	2.0 ~ 2.5	2.6 ~ 3.2	3.3 ha 이상
농가호수 (%)	20,560 (83.8 %)	2,249 (9.2 %)	823 (3.4 %)	441 (1.8 %)	174 (0.7 %)	294 (1.2 %)

[부록 I -14] 양돈 경영규모별 농가분포

규모	13두 미만	13 ~ 26	27 ~ 39	40 ~ 53	54 ~ 66	67두 이상
농가호수 (%)	4,732 (54.5 %)	1,028 (11.8 %)	575 (6.6 %)	678 (7.8 %)	152 (1.7 %)	1,521 (17.5 %)

[부록 I -15] 산란계 경영규모별 농가분포

규모	7640 수 미만	7640~ 15279	15280~ 22919	22920~ 30559	30560~ 38199	38200 수 이상
농가호수 (%)	2,098 (60.8 %)	862 (25.0 %)	231 (6.7 %)	160 (4.6 %)	15 (0.4 %)	86 (2.5 %)

[부록 I-16] 육계 경영규모별 농가분포

규모	3940 수 미만	3940~ 7879	7880~ 11819	11820~ 15759	15760~ 19699	19700 수 이상
농가호수 (%)	1,135 (35.1 %)	318 (9.8 %)	485 (15.0 %)	277 (8.6 %)	27 (0.8 %)	993 (30.7 %)

[부록 I-17] 젓소 경영규모별 농가분포

규모	6 두 미만	6 ~ 9	10 ~ 13	14 ~ 18	19 ~ 23	24 두 이상
농가호수 (%)	593 (2.75 %)	2,617 (12.1 %)	3,705 (17.4 %)	3,901 (18.1 %)	3,812 (17.7 %)	6,921 (32.1 %)

[부록 I-18] 비육우 경영규모별 농가분포

규모	16 두 미만	16 ~ 31	32 ~ 47	48 ~ 63	64 ~ 79	80 두 이상
농가호수 (%)	70,384 (85.1 %)	9,080 (11.0 %)	1,510 (1.8 %)	911 (1.1 %)	208 (0.3 %)	617 (0.7 %)

[부록 I-19] 느타리버섯 경영규모별 농가분포

규모	90 평 미만	90~179	180~259	260~349	350~439	440 평 이상
농가호수 (%)	1,900 (45.2 %)	1,450 (34.5 %)	447 (10.6 %)	154 (3.3 %)	73 (1.7 %)	182 (4.3 %)

부 록 II. 농업기계 분야의 신기술 응용 연구사례

[표 II-1] 농산물 품질의 비파괴 계측 연구사례

연구주제	요소기술	연구내용 및 결과	연구자/기관	발표년도
식물체내 수분의 계측제어	비파괴 계측	엽온, 줄기, 직경을 측정하여 수분스트레스를 판단하고 관수제어에 이용	鳥居 徹, 岡本嗣男	1992 ~ 1994
우유성분분석에 의한 유방염 진단	근적외선 투과 스펙트럼 분석	SCC방법과 비교시 95%의 정확도	R.N. Tsenkova 외 4인, Technical Univ., Bulgaria	1994
우유의 전기전도도에 의한 유방염 진단	전기 전도도	착유시 우유의 전기전도도가 0.56 S/m일 때, 유방염 진단	P. Tongel, S. Mihina, Research Inst. of Animal Production, Slovakia	1994
우유의 지방함량 예측	초음파 특성분석	초음파 비선형 파라미터와 지방함량사이의 직선적인 상관관계 구명	Nishizu T., Y.O Ikeda, Kyoto Univ., Japan	1994
돼지고기의 육질판정	초음파 및 영상처리 기술	10 및 11번째 갈비뼈 사이의 초음파 영상을 분석하여, backfat의 두께 및 loin-eye의 면적을 계산하는 알고리즘을 개발하고 육질을 평가	Bin Xu, D.Aneshansley, Cornell Univ.	1991
영상처리장치를 이용하여 깨진 계란을 선별	영상처리	영상 필터링과 영상 평활화를 수행하여 껍질이 깨진 계란을 선별한 결과 95%의 정확도를 보여줌	R.T. Elster, J.W. Goodrum Univ. of Georgia, USA	1991
부화란 상태 판정	신경 회로망, 영상처리	계란영상에 대한 히스토그램과 신경회로망을 사용하여 3일후의 계란에 대하여 무정란을 판정한 결과 약 93%의 정확도를 보여줌	K. Das, M.D. Evans	1992

[표 II-1] (계속)

연구주제	요소기술	연구내용 및 결과	연구자/기관	발표년도
비파괴 복숭아 경도 판정	음파, 진동 및 미세 변형 등 센서융합	세가지 센서의 출력을 이 용하여 heuristic rule에 의해 경도를 판정한 결과 14%의 에러가 발생	Steinmetz V. 외 2인, CEMAGREF, France	1994
건조된 사과 시편의 고형분 함량의 비파괴 측정	NIR 반사 스펙트럼 분석	950~1850nm 범위의 반 사스펙트럼을 측정하고 3 개의 유의 파장을 선정한 다음 구성당의 함량을 측 정한 결과 실제값과의 차 이가 1.48%, 1.39% 및 1.44% 정도임을 구명	R. Giangiacomo 등 3인, Russell Agric. Research Center, USDA	1981
청과물의 비파괴 내부품질 판정	고주파 임피던스	청과물의 내부품질을 고 주파 임피던스 변화로 측 정하여 크기와 형상에 무 관하게 각 청과물의 선도 등을 비파괴로 판정할 수 있는 기술을 개발	加藤廣郎, Kyoto Univ., Japan	1993
사과의 비파괴 밀병 (watercore) 판정	Machine vision 기술	과실의 화점부(calyx)에 서 조명을 하고, 꼭지부 (stem end)에서 투과된 광의 세기를 영상처리장 치로 측정하여 밀병판정 가능성 분석	B.L. Upchurch, J.A. Throop, USDA Agricultural Research Service	1994
멜론의 가용성 고형분 비파괴 측정	NIR 반사 스펙트럼 분석	멜론의 반사도를 측정하 여 고형분함량(soluble solid)을 측정하였으며, 검 증결과 표준오차(SEP)가 1.85%로 나타남	Dull G. 외 3인, Russell Research Center, USDA	1992
복숭아용 비파괴 당도 측정기 개발	NIR	접촉식 광파이버를 이용 하여 복숭아의 스펙트럼 을 측정하고, 검량선을 구 한 결과 상관계수가 0.97, 표준오차가 0.48 Brix	Kawano, S., H. Watanabe M. Iwamoto	1992

[표 II-1] (계속)

연구주제	요소기술	연구내용 및 결과	연구자/기관	발표년도
쌀의 아밀라제 함량측정	NIR 반사 스펙트럼 특성	NIR 반사스펙트럼을 이용하여 쌀의 아밀라제의 함량 측정시 함수율과 분쇄속도의 영향을 구명.	S.R. Delwishe 외 2인 Crown Center, KansasCity, MI	1994
밀 단백질 함량의 비파괴 측정	투과 스펙트럼	밀의 투과 스펙트럼 분석에 의한 단백질 함량의 측정 가능성 구명. 화학적 분석법과 비교하여 결정계수 0.9 이상임.	S.R. Delwiche 외 1인 Spokane Center, Spokane,Wash.	1993
옥수수 곡립분류	컴퓨터 비전, 신경 회로망	완전한 옥수수곡립과 불완전한 옥수수곡립을 각각 89~99%, 94~96%의 정확도로 분류하였음.	K. Liao 외 4인, Illinois Agr. Exp. Station, Univ. of Illinois	1993
옥수수 동할립의 판별	컴퓨터 비전, 통계적 판별법	옥수수 완전립과 동할립을 각각 98.3%, 100%의 정확도로 판별.	I. Zayas외 2인, U.S. Grain Marketing Research Lab. USDA	1990
곡류의 함수율 측정기술 개발	고주파 정전용량	1.0 및 1.45MHz의 두주파수에서 정전용량과 위상 등을 이용하여 곡물의 함수율을 측정 한 결과 결정계수가 0.98로 비교적 정확도가 높았음.	S.O. Nelson, C.V. Kandala, Russell Agricultural Research Center, ARS, USDA	1992
곡류의 함수율 측정 기술개발	마이크로 웨이브(초고주파) 감쇠 및 위상특성	마이크로웨이브 감쇠 및 위상변화를 이용하여 밀도의 영향을 감소시키고 정확도가 높은 수분측정 기술을 개발함.	A.Kraszewski, Russell Agricultural Research Center, ARS, USDA	1988

[표 II-1] (계속)

연구주제	요소기술	연구내용 및 결과	연구자/기관	발표년도
고속 자두선별기 개발	영상처리	3대의 카메라를 사용, 결점 자두를 검출할 수 있는 선별기를 개발, 선별실험을 한 결과 약 90%의 정확도를 보여줌.	M.J. Delwiche, S. Tang, J.F. Thompson, U.C. Davis	1993
피망의 형상과 크기 판정	신경 회로망 영상처리	피망을 6등급으로 분류하기 위한 알고리즘 개발. 등급판정 실험 결과 형상의 경우 63%, 크기의 경우 84%의 정확도를 보여주었음.	池田善郎, 齊勝義行 Kyoto Univ., Japan	1993
농산물의 부피 측정	음파 분석	Helmholtz resonator에 시료를 담고 용기에 타격을 가한 후, 발생하는 타음을 해석함으로써, 농산물의 정확한 부피 측정이 가능함을 구명.	Nishizu T., Y. Ikeda, Kyoto Univ.	1995
영상처리장치를 이용한 벼잎의 색채 측정	영상처리	TV카메라를 이용하여 획득한 벼 포장의 영상을 분석하여 벼 잎의 엽록소 함유량과 영상의 R, G, 그리고 Y와 상관관계가 있음을 구명	Masaharu, OKADO, Yosiaki NAKAMURA, Ishikawa Agricultural College	1995
영상처리장치를 이용한 제라늄의 기하학적 특징 인식	영상처리	방향 그래프를 생성하여 제라늄의 줄기, 잎꼭지, 성장점을 인식하는 알고리즘 개발. 제라늄 줄기의 길이를 측정한 결과 평균 8.5mm의 오차를 보임.	W. Simonton, J. Pease, Univ. of Georgia, USA	1990

[표 II-2] 생체계측 응용연구 사례

연구주제	요소기술	연구내용 및 결과	연구자/기관	발표 년도
음성에 의한 양의 개체판별	음성분석	초음파영역에서의 분석, 계산시간 단축 - 개체판 별정도 68.6~92.0%	Y. Ikeda 외 2인, 일본 교토대학	1995
식물 성장분석	영상처리	줄기 성장 측정, 분해능 0.025mm	Hiroshi Shimizu, 일본 교토대학	1995
작물의 성장 상태 계측	영상처리, 현미경 영상 처리	식물체 구조분석, 색채분 석, 엽록소함량 추정, 기 공개도 분석	노상하 등, 서울대학교	1994
작물의 성장 반응 계측	전기 전자적 비파괴 계측	초장측정, 줄기 직경측 정, 체내 수분 계측, 기 공저항계측	김만수 등, 충남대학교	1994
돼지의 스트레스 응답측정	생체계측	혈압, 체온, 활성도 계측, 수집 분석	J.J.R. Feddes 등	1993
집단사육돼지의 개체인식 및 감시	생체계측	체중, 체온, 급이량의 계 측 분석-개체 식별, 감시	V. Goedseels 등	1992
물냉이의 엽록소 함량측정	영상처리	영상처리에 의한 엽록소 함량 측정	S. Meir 등	1992
기계 시각을 이용 한 작물 건강진단	영상처리	작물의 영상 데이터로부 터 영양 스트레스, 영양 결핍, 병발생 등을 진단	A. Hetzroni & G. E. Miles 미국 퍼듀대학교	1992
돼지 울음소리와 행동관계 구명	음성계측 분석	돼지의 울음소리와 행동 과의 관계구명	H. Xin 등	1989
전자 영상을 이용 한 작물성장 계측	영상처리	영상 2데이터로부터 작 물의 잎 면적, 줄기 직 경, 잎 줄기 각도 등 측 정	G. E. Meyer & D. A. Davison 미국 네브라스카 대학교	1987
닭의 건강상태 판 별	음성계측 분석	닭의 음성을 분석하여 건강상태 판별	N.D. Stone 등	1983
작물의 생체 정보 계측	전기 전자적 비파괴 계측	줄기부의 정전용량변화 와 증산율 및 흡수량 관 계 구명	羽生廣島, 關山哲 雄, 일본전력 중 앙연구소	1984

[표 II-3] 농용 자율주행 차량의 연구사례

연구주제	요소기술	연구내용 및 결과	연구자/기관	발표 년도
이앙기 자동조향	화상처리, 무선통신	도달거리 50m의 무선통신방 식으로 준 카메라를 이용하 여 제이거리를 조절하여 제 이 정밀도를 향상	三竿善明, 鳥取大學, 日本	1995
농용 자율주행 차량	內界센서	각속도계와 레이더 속도계에 의한 위치 검출을 근거로 경 로 지도를 따라가는 자율주 행 제어 시스템 개발	千海業, 竝河清, 村主勝彦, 京都大學, 日本	1994
작물열 영상처리 에 의한 자율주행	영상처리	포장내에 인공적인 표시를 하지 않고 작물열의 영상처 리에 의한 주행로의 윤곽을 검출하여 주행 경로 결정	草野信之, 東京大學, 日本	1994
작물열 인식에 의한 자 율주행	초음파 센 서에 의한 작물열 인식	초음파 센서에 의한 거리 테 이티로부터 작물열 검출	戶田勝善, 木谷 收, 岡本嗣男, 鳥居徹, 東京大學, 日本	1995
승용 이앙기 자동 조향	苗列檢出 (광전식 반사형)	근적외선 발광다이오드와 포 토티렌지스터 사용하여 묘열 을 검출하여 조향제어 연산 시스템에 의한 핸들조작	山下光司, 三重大學, 日本	1994
이동체 (차량)의 인식	色度에 의 한 목표인 식, 확률 밀도함수 에 의한 목표 인식	2변수 확률밀도함수를 사용 하여 처리영상을 기준영상과 비교하는 방법으로 목표를 인식하여 자율주행	入交智彦, 久保田守, 寺尾日出男, 北海道大學, 日本	1994
무인작업 트랙터	地磁氣方 位센서 (TMS), 영상처리 (VSX)	무인 유도방식 중 차량 방 위를 검출하는 지자기방위센 서를 사용하는 방법과 TV 카메라와 영상처리장치에 의 한 작업경계선을 검출하는 방식의 비교 검토	行本 修, 松尾陽介, 生研機構, 日本	1993

[표 II-4] 생물생산 로봇 연구 사례

연구주제	요소기술	연구내용 및 결과	연구자/기관	발표 년도
토마토 수확	영상처리, 엔드이펙터	장애물을 회피하여 수확 가능한 핸드의 개발	近藤 直, 岡山大學, 日本	1995
과실 수확 로봇용 3차원 시각 센서	액티브 레 인지형 시 각센서, 영 상처리(분 광 특성)	액티브 레인지형 시각 센 서를 사용하여 비디오 카 메라를 사용하지 않고 적 색 토마토, 황색 감귤의 인식 가능	藤浦建史, 島根大學, 日本	1995
포도 수확 로봇	엔드 이펙 터, 시각센 서, 이동 기구	시각센서의 오차가 엔드이 펙터 측에서 흡수 가능한 精度를 실현	近藤 直, 岡山大學, 日本	1995
과실의 인식	영상처리, 시각센서	특별한 전처리를 필요로 하지않는 영상처리에 의한 인식 알고리즘을 개발	樋 敏, 日本 石川縣 農業短期大學	1995
묘 형상 인식 알고리즘	영상처리, 형상인식 알고리즘	접목 로봇의 시각 시스템 묘 형상인식 알고리즘을 개발	近藤 直, 日本 岡山大學	1995
오이 수확 로봇	이차원 영상법	오이로봇의 시각 센서로서 2차원 영상법을 사용하여 대상물의 3차원 위치 검출 을 시도	近藤 直 등 日本 岡山大學	1994
오이 접목장 치 실용화	片葉切斷接 木, 機械式 시퀀스 제어	3인의 보조자를 요하는 반 자동 오이접목 장치의 실 용기 제작 및 실증 시험, 실용성 확인	小野田明彦, 小林研 등 日本 生研機構, 井關農機(株)	1994
전자동 접목장치 개 발	片葉切斷接 木, 시퀀스 제어	반자동 오이 접목장치에 자동급묘기구 설치, 응용 작물의 확대와 완전 자동 화 시도(현재 개발 중)	小林 研, 小野田明彦, 日本 生研機構	1994

[표 II-4] (계속)

연구주제	요소기술	연구내용 및 결과	연구자/기관	발표 년도
방울 토마토 수확 로봇	흡인식 핸드, 3차원 시각 센서	粒數가 많은 방울 토마토를 수확하기 위해 흡인식 핸드 와 3차원 시각센서로 토마토 의 인식 및 수확	藤浦建史 外, 日本 島根大學, 안마農機(株)	1994
수박 과실 의 인식	영상처리, 가우스 합수	수박은 앞에 가려 보이지 않 는 과실이 많은데 800nm의 파장에서 수박과 잎의 반사 율 차이로서 앞에 가려진 수 박 인식	竝河 清, 徳田 勝 日本 京都大學	1994
조직 배양 용 로봇	영상처리, 형상기억 합금 핸드	조직 배양에서 callus 또는 PLB의 분할, 이송, 이식 등 의 작업을 하는 로봇 개발	岡本嗣男 등 일본 東京大學	1992
이식 로봇	관절형 머니플레 이더, 엔드 이펙터	시각센서 없이 모 트레이와 머니플레이터는 정해진 위치 에 배치되어 플러그 트레이 에서 육종묘 트레이에 모를 이식하는 로봇 개발	L.J.Kuts, G.E.Miles 등 Auburn Univ. & Purdue Univ.	1987
오렌지 수 확 로봇	영상처리, 엔드 이펙 터, 극좌표 머니플레 이더	칼라 카메라로 색깔과 방 향을 인식하고 머니플레이터가 직선적으로 과일에 접근하여 초음파 센서로 거리를 측정 하여 엔드이펙터로 수확	R.C.Harrell, P.D.Adsit 등 미국 Univ. of Florida	1990
사과 수확 로봇	극좌표 머니플레 이더, 플렉시블 핑거, 영상처리	흑백 카메라와 광학 필터로 황색 과실을 인식하고 머니 플레이터를 접근시킨 후 광 전센서로 과일까지의 거리를 검출하여 수확	D'Esnon A.G., 프랑스 CEMAGREF	1985
포도 수확 로봇	다관절 머니플레 이더, 영상 처리, 엔드 이펙터	이차원 영상방법으로 거리를 검출하여 머니플레이터를 이 동시켜 엔드이펙터로 수확	A.Sittichareon chai, et. al., 프랑스 CEMAGREF	1989

[표 II-5] 농업정보처리 기술(신경망, 퍼지, 전문가 시스템)의 응용연구 사례

연구주제	요소기술	연구내용 및 결과	연구자/기관	발표 년도
신경망에 의한 꽃의 평가	신경망, 영상처리	장미의 색깔을 영상 데이터로부터 신경망에 의해 개화도 평가	池田善郎 등 경도대학	1995
신경망에 의한 수도의 염색진단	신경망, 영상처리	논의 영상 데이터로부터 신경망을 이용하여 水稻만을 식별	大角雅晴 石川農業短期大學	1995
신경망과 유전적 알고리즘에 의한 농용차량의 최적 제어	신경망, 유전적 알고리즘	농용차량의 자율주행을 위한 최적 루트를 찾아냄	N. Noguchi 등 北海道大學	1995
딸기의 크기와 형상의 판정에서의 다중치 신경망 이용	신경망, 영상처리	다중치 신경망을 이용하여 딸기의 영상 데이터로부터 크기와 형상 판별	M. Nagata 등 일본 宮崎大學	1995
신경망과 유전적 알고리즘을 이용한 과실저장의 최적 제어	신경망, 유전적 알고리즘	신경망을 이용하여 상대습도에 의해 감소되는 과실중을 신경망을 이용하여 식별하고 상대습도의 설정점을 유전적 알고리즘을 이용한 모델 시뮬레이션으로 결정	T.Morimoto 등 일본 愛媛大學	1995
퍼지 제어를 이용한 스피드 스프레이어의 자율 주행	퍼지 제어	과수의 영상 데이터와 초음파 신호를 퍼지 제어기를 이용하여 스피드 스프레이어를 자율주행 시킴	기노훈, 조성인 서울대학교	1995
농기계 고장진단 및 수리 전문가 시스템	데이터 베이스, 지식 베이스	농업기계의 고장을 진단하여 수리 방법을 도와주는 전문가 시스템 개발	김경욱 등 서울대학교	1994
농기계 기종 선정을 위한 전문가 시스템	데이터 베이스, 지식 베이스	농가의 농기계 구입에 있어서 규모와 영농 형태에 따라 적정 기종을 선정해주는 전문가 시스템	이용범, 조성인 서울대학교	1995
다변수 공정제어용 신경망-퍼지제어기	신경망, 퍼지제어	스틱 튀김 공정에 신경망 추정기를 이용한 자기 학습 퍼지 제어기 응용	Y. S. Choi 등 미국 Texas A&M Univ.	1993
신경망을 이용한 멜론의 위치 식별	신경망, 영상처리	수박 발의 영상 데이터로부터 신경망을 이용하여 멜론 과실의 위치 식별	X. Zhuang 등 미국 Purdue Univ.	1992
작물의 생체정보 계측	전기 전자적 비파괴 계측	줄기부의 정전용량변화와 증산률 및 흡수량 관계 구명	羽生廣島, 關山 哲雄, 일본전력 중앙연구소	1984

부록 Ⅲ. 연구 개발 우선 순위 도출

[표 Ⅲ-1] 농산물의 경작면적(1994년)

농산물	작 목 (천 ha)	농산물	작 목 (천 ha)	농산물	작목 (천 ha)
곡 류	1. 벼 (1,100) 2. 쌀보리( 31) 3. 옥수수( 22) 4. 겉보리( 15)	과채류 (노지)	1. 수박 ( 19) 2. 오이 ( 3)	특용 작물	1. 참깨 ( 41) 2. 들깨 ( 33) 3. 땅콩 ( 9) 4. 인삼 5. 담배
조미 채소	1. 고추 ( 89) 2. 마늘 ( 35) 3. 양파 ( 6)	과채류 (시설)	1. 수박 ( 15) 2. 오이 ( 6) 3. 토마토( 3)		
엽채류 (노지)	1. 배추 ( 37) 2. 시금치( 5) 3. 상추 ( 2)	근채류	1. 무우 ( 39) 2. 당근 ( 6)	서 류	1. 고구마( 15) 2. 감자 ( 22)
엽채류 (시설)	1. 배추 ( 5) 2. 상추 ( 5) 3. 시금치( 4)	과 실	1. 사과 ( 52) 2. 감 ( 22) 3. 밀감 ( 22) 4. 포도 ( 19) 5. 배 ( 13) 6. 복숭아( 10) 7. 자두 ( 3)	가 축	1. 닭 (73백만) 2. 돼지 ( 6백만) 3. 한우 (2.3백만) 4. 오리 ( 1백만) 5. 젓소 ( 55만) 6. 산양 ( 55만)

[표 Ⅲ-2] 작목별 경쟁력 수준

구 분	작 목	작목수
우 위	사과, 배, 감귤, 단감, 양다래, 메실, 신선채소, 화훼, 비섯, 약용작물, 양계, 양돈, 양잠	13
대 등	복숭아, 포도, 유자, 딸기, 수박, 참외, 토마토, 양채, 산채, 채소종자, 오리, 특수가축, 들깨, 생료	14
열 위	쌀, 보리, 콩, 옥수수, 팥, 녹두, 참깨, 땅콩, 고구마, 감자, 메밀, 울무, 차, 멜론, 고추, 마늘, 양파, 생강, 연근, 대추, 육우, 낙농, 사슴, 산양, 양방, 사료작물	26
취 약	강낭콩, 완두콩, 조, 수수, 호밀, 귀리, 밀, 유채, 호프, 호두, 양앵두, 바나나, 파인에플, 양조용포도, 가공용복숭아	15

(자료) : 농업과학기술 연구개발 중장기 계획, 농촌진흥청, 1991.4

[표 III-3] 축산업의 국제경쟁력 비교

항 목	한 우			유 우		
	한국(A)	미국(B)	A/B	한국(A)	미국(B)	A/B
가 축 비	29,712 <sup>1)</sup>	9,523	3.1배	-	-	-
사 료 비	11,427	2,970	3.8	174 <sup>2)</sup>	122	1.4배
노 력 비	7,800	252	31.0	156	47	3.3
자본이자	5,301	484	11.0	84	46	1.8
기 타	842	1,212	0.7	14	17	0.8
계	55,082	14,441	3.8	428	232	1.8

(주) : 단위 1) 원/생체 10kg, 2) 원/원유 1kg

[표 III-3] (계속)

항 목	비 육 돈			닭 고 기		
	한국(A)	대만 (B)	A/B	한국(A)	미국(B)	A/B
가 축 비	35,700 <sup>3)</sup>	36,000	1.0배	170 <sup>4)</sup>	55	3.1배
사 료 비	57,000	57,000	1.0	564	285	2.0
인 건 비	17,400	7,000	2.5	140	70	2.0
기 타	14,000	7,000	2.0	109	130	0.8
계	124,100	107,000	1.2	983	530	1.8

(주) : 단위 3) 원/생체 90kg, 4) 원/생체 1kg

(자료) : 축산시험장, 축산물 경쟁력제고를 위한 생산비 절감방안, 1994. 1

[표 III-4] 농산물의 수출실적(1994)

수출실적	품 목
1,000만불이상	농산물 : 자당, 홍삼, 라면, 김치, 백삼정, 단일과실 조제품, 백삼 및 백삼 조제품, 사과, 채소종자 축산물 : 돼지고기, 벌꿀조제품, 면양고기 임산물 : 밤, 송이버섯, 표고버섯
1,000만불이하	농산물 : 양배추, 배, 딸기, 양파, 선인장, 고추, 오이, 감귤, 백합 임산물 : 영지버섯

[표 III-5] 수확전 기계화를 위한 개발 대상 기종의 우선 순위 도출 내역

작 목	기 종	작목 비중	노동력 절감 효과	범용성, 활용도	수요	기술 난이도	시급도	계
수 도 작	대형 트랙터	20	15	15	5	5	5	65
	승용 수도작 관리기	20	10	10	10	15	10	75
	정밀 무논 정지기	20	15	5	20	15	15	90
	정밀 직파기	20	15	5	15	15	15	85
	대형 콤바인	20	15	5	10	12	12	74
	범용 콤바인	20	10	15	5	5	5	60
전 작 (서 류)	고구마 삽묘기	10	10	10	10	15	12	67
	범용 감자류 수확기	12	15	12	15	15	12	81
	고성능 감자 수확기	12	15	12	7	7	5	58

[표 III-5] (계속)

작 목	기 종	작목 비중	노동력 절감 효과	범용성, 활용도	수요	기술 난이도	시급도	계
노 지 채 소	승용 채소 관리기	16	13	15	12	12	12	80
	반자동 채소 이식기	17	12	12	15	10	15	81
	전자동 채소 이식기	17	15	12	10	8	10	72
	반자동 접목기	15	10	15	15	10	15	80
	접목 로봇	12	12	15	5	15	12	71
	채소류 수확 작업차	15	12	12	12	13	10	74
	마늘 수확기	16	13	10	15	12	12	78
	양파 수확기	5	10	10	5	10	10	50
	고추 수확기	18	15	10	10	5	12	70
	배추 수확기	12	7	7	7	10	7	50
	무 수확기	13	10	7	7	7	8	52
시 설 원 예	과채류 수확 로봇	15	8	10	5	5	5	48
	복합환경 조절용 제어기	15	15	10	15	12	15	82
	양액 관리용 제어기	12	10	10	10	10	12	64
	자동 육묘 이식기	15	13	12	10	10	12	72

[표 III-5] (계속)

작 목	기 종	작목 비중	노동력 절감 효과	범용성, 활용도	수요	기술 난이도	시급도	계
시 설 원 예	배터리 작업차	15	13	12	16	12	12	80
	화분 상토 충전기	13	14	12	15	12	12	78
	자동 이송 시스템	12	13	12	12	12	10	71
	수확 로봇	15	15	10	5	5	5	55
	식물 공장	15	15	10	5	7	5	57
	조직 배양 시스템	10	12	10	5	5	10	52
	열병합 발전 시스템	15	10	13	10	10	8	66
과 수	과수원용 관리 작업기	15	12	12	10	12	10	71
	범용 고가 작업차	15	10	15	10	15	13	78
	묘목 식재기	15	12	13	10	15	12	77
	무인 방제기 (고정 경로식)	15	15	15	12	10	13	80
	무인 방제기 (자유 경로식)	15	15	10	7	8	8	63
	점적 관수, 관비 시스템	15	13	10	8	10	8	64
	수확 로봇	15	15	8	5	5	5	53
	전정, 적과 로봇	15	15	8	5	3	5	51

[표 III-5] (계속)

작 목	기 종	작목 비중	노동력 절감 효과	범용성, 활용도	수요	기술 난이도	시급도	계
축 산 (사양 관리)	개체 자동급이 장치	18	12	13	12	13	12	80
	사료 혼합기 (TMR)	18	14	11	15	12	11	81
	개체식별 장치	18	12	13	9	8	8	68
	유방염 진단 장치 (젖소)	16	10	10	16	8	13	73
	자동 발정 진단 장치 (젖소)	18	12	10	17	8	13	78
	산유량 계측장치 (젖소)	16	8	10	9	12	10	65
	착유기 자동 이탈 장치	16	12	10	9	10	9	66
	착유 로봇	16	14	8	8	5	8	59

[표 III-6] 수확후 기계화를 위한 개발 대상 기종의 우선 순위 도출 내역

작 목	기 종	작목 비중	노동력 절감 효과	범용성, 활용도	수요	기술 난이도	시급도	계
벼	건조기	20	12	8	20	12	8	80
	자동함수율 측정장치	20	12	12	20	12	15	81
	정미기 (자동제어)	20	12	5	18	10	10	75
	현미기 (자동제어)	20	10	6	15	12	8	71
	자동 계량/포장	20	12	15	15	8	9	78
	품위 검사장치	20	13	10	18	5	14	81
	식미 판정장치	20	5	6	15	8	8	62
	연미기 (자동제어)	20	8	8	15	10	10	71
	저온저장	20	5	15	8	10	8	66
	현미분리기 (자동제어)	20	8	6	15	8	9	66
채 소 류	형상선별기 (구근류-오이)	18	13	12	15	12	10	80
	세척기	18	10	14	14	14	12	82
	잎/줄기절단기 (무, 당근)	14	12	10	11	10	10	77
	진공예냉 (엽채류)	16	10	13	12	11	12	74
	계량포장장치	19	14	14	12	10	12	81

[표 III-6] (계속)

작 목	기 종	작목 비중	노동력 절감 효과	범용성, 활용도	수요	기술 난이도	시급도	계
체 소 류	고추꼭지 제거장치	18	13	8	14	9	11	73
	박피기 (마늘,양파)	17	13	8	17	12	11	78
	큐어링설비 (감자,양파)	14	8	10	10	12	8	62
	건조기	18	13	11	15	12	11	80
과 실 류	색채선별기	17	12	12	19	13	13	86
	자동함입장치	15	15	10	18	10	10	78
	예냉장치	18	8	12	14	13	8	73
	당도판정장치	18	10	13	18	5	7	71
	CA저장 (가스자동조절)	18	8	15	12	5	13	71
	저온수송차량	19	8	15	10	13	6	71
	상표부착기	15	7	12	12	10	8	64
	저온저장 (자동화)	20	10	15	15	10	11	81
	표면결합 판정장치	18	13	12	15	4	7	69
	산도 판정장치	18	10	12	10	5	8	63
맛 판정장치	20	11	12	12	4	6	65	

[표 III-6] (계속)

작 목	기 종	작목 비중	노동력 절감 효과	범용성, 활용도	수요	기술 난이도	시급도	계
축 산 물	도축 설비	18	10	9	9	5	13	64
	육류등급 판정장치	20	11	10	8	10	9	68
	계란선별기	15	10	9	15	12	12	73
	우유품질 판정장치	18	7	8	10	10	9	62
	무정란 선별기	16	12	8	17	8	9	70

[표 III-7] 작목별 기계화 대상 전입농가수\*

작 목		경영규모	농가호수
수도작		5.05 ha 이상	30,000
전작	감자	3.0 ha 이상	800
	고추	1.0 ha 이상	5,000
	마늘	1.0 ha 이상	3,000
	양파	1.0 ha 이상	1,000
	배추	3.0 ha 이상	500
시설원예	수박	1.0 ha 이상	3,000
	오이	0.5 ha 이상	1,000
	토마토	0.5 ha 이상	1,000
과수	사과	1.5 ha 이상	5,000
	배	1.0 ha 이상	3,000
	감귤	2.0 ha 이상	2,000
	단감	2.0 ha 이상	1,000
축산	양돈(번식돈)	70 두 이상	1,500
	산란계	20,000 수 이상	500
	육계	15,000 수 이상	1,000
	젖소	30 두 이상	5,000
	비육우	100 두 이상	500

(주) : 부록 I의 [표 I-1] ~ [표 I-19]의 경영규모별 농가 호수를 근거로 2000년대의 대상 경영규모의 농가호수를 추정한 것임.