

농업환경지표를 활용한 농업환경자원 관리시스템 구축 연구

김 창 길	선임연구위원
정 학 균	부 연구 위 원
김 윤 형	부 연구 위 원
김 태 훈	위 축 연구 원
문 동 현	위 축 연구 원

연구 담당

김창길	선임연구위원	연구 총괄, 시스템 구축방안
정학균	부 연구 위원	지표개발 실태 및 관리방안
김윤희	부 연구 위원	주요국의 자원관리 사례
김태훈	위 축 연구 원	농업환경지표 활용도 분석
문동현	위 축 연구 원	주요국의 지표개발 실태

제 출 문

농림수산식품부 장관 귀하

본 보고서를 『농업환경지표를 활용한 농업환경자원 관리시스템
구축 연구』 연구의 최종보고서로 제출합니다.

2011년 10월

연구기관명: 한국농촌경제연구원

연구책임자: 김 창 길

연 구 원: 정 학 균

김 윤 형

김 태 훈

문 동 현

머 리 말

우리나라는 친환경농업이 확산되고는 있지만 ‘고투입-고산출’의 집약적 농업이 지속됨에 따라 농업생산 활동의 환경부하 문제가 여전히 해결해야 할 과제로 남아 있다. 토양, 물, 생태계, 대기 등 농업환경자원이 부적절하게 관리될 경우 이는 지속가능한 농업을 저해하는 요소로 작용할 수 있다. 정부는 「제3차 친환경농업 육성 5개년계획」에서 환경친화적인 농업자원 관리를 통해 지속가능한 농업육성을 정책목표로 설정하였다. 농업환경자원을 적절하게 관리하는데 있어 우리의 농업여건 및 환경에 적합한 농업환경지표를 개발하고 정책과의 연계 방안을 마련하는 것은 매우 중요한 과제이다.

이 보고서는 「농업환경지표를 활용한 농업환경자원 관리시스템 구축 연구」에 관한 정책과제의 최종결과물이다. 이 연구는 기존에 개발된 농업환경지표를 이용하여 지역별 농업환경 상태를 진단할 수 있는 핵심지표를 선정하였다. 그리고 핵심 농업환경지표를 이용하여 농업환경자원 정보와 농업환경상태를 진단할 수 있는 프로그램으로 지역단위 양분총량제 시범사업 추진방안과 농업환경자원의 효과적인 관리방안 등을 제시하였다. 아무쪼록 이 연구의 결과가 우리나라의 농업환경자원 관리시스템 구축을 위한 기초자료로 활용되기를 기대한다.

농업환경자원 관리 실태 조사를 위해 전문가 및 정책담당자들을 대상으로 농업환경자원정보의 인지도, 활용도 등을 조사하였다. 이 지면을 빌어 조사에 협조해주신 분들과 연구자문으로 기여해 준 농촌진흥청 김진호 박사, 고려대학교 임송수 교수께 감사드린다.

2011. 10.

한국농촌경제연구원장 이 동 필

요 약

- 이 연구는 기존에 개발된 농업환경지표를 보완하고, 지역별 농업환경 상태를 진단할 수 있는 핵심지표를 선정하여 제시하며, 농업환경자원정보와 농업환경상태 진단프로그램 등의 활용을 통해 토양과 물, 공기 등 농업환경자원별로 효과적인 관리방안을 제시하기 위해 수행되었음.
- 우리나라의 OECD 농업환경지표 개발 실태를 살펴본 결과, 토지, 토양, 물 이용 및 수질, 생물다양성, 양분수지 등의 핵심지표와 토지보전과 농업경관의 지역지표, 농업생산과 농경지 회복의 정황지표 등 대부분의 지표가 개발되어 있는 것으로 조사되었으나, 우리나라에서 실질적으로 적용가능한 지표의 선정 및 업데이트가 필요한 것으로 나타났음.
- 우리나라의 농업환경자원관리 현황을 살펴보면 토양환경정보시스템의 경우 농업환경지도, 토양 및 농업환경통계자료, 시비처방 등의 정보를 제공하고 있음. 특히 토양의 양분상태를 진단하여 시비처방 및 토양관리법을 추천함으로써 농업인의 합리적인 의사결정을 유도하고 있는 것으로 보임. 이 밖에도 가축분뇨종합정보시스템, 농업기상 및 병해충정보 연계시스템, 농촌지형정보시스템, 농촌용수종합정보시스템, 농촌 어메니티 정보시스템, 환경가치종합정보시스템, 환경공간정보서비스 등이 운용되고 있는 것으로 조사됨.
- 농업환경지표의 개발과 활용에 대한 조사를 실시한 결과, 전문가들의 경우 지표의 필요성, 신뢰성 순서로, 정책담당자인 정책담당자들의 경우 필요성, 신뢰성, 기여도 등의 순서로 높게 평가하였음. 또, 분석결과를 바탕으로 나타난 핵심지표의 경우 전문가들에서 양분수지, 농약사용 등으로 정책담당자들에서 토양, 농약사용 등으로 나타남.

- 농업환경정보 및 지표의 도움을 받는 분야로는 전문가들과 정책담당자들 모두 ‘농업환경의 현황파악’을 가장 우선으로, ‘대농민 교육 및 홍보’를 다음으로 선택했음. 농업환경정보 및 지표의 활용도 증진방안에 대해 전문가와 정책담당자들 모두 ‘교육 및 연수프로그램 확대’, ‘환경지표 매뉴얼 보급’, ‘분야별 전문가 간담회 및 세미나 확대’가 시급하다고 판단함.
- 농업환경정보 및 지표를 활용한 농업환경 진단과 정책 연계방안으로는 전문가들과 정책담당자들 모두 ‘농업환경자원 D/B 구축’ 및 ‘농업환경 교육, 홍보 콘텐츠 및 프로그램 개발, 보급’을 가장 우선과제로 선택했음. 지역단위 양분총량제 시행과 관련된 질문에서는 두 그룹 모두 ‘시범지역 시행을 통한 단계적 시행’에 대한 선택이 압도적으로 높았음.
- 우리나라의 농업환경상태를 2000년대 초반 기준으로 OECD 및 우리와 농업여건이 비슷한 일본과 비교한 결과, 토양유실등급, 질산염 음용수 권고기준 초과비율, 질소수지, 암모니아 배출량, 에너지사용량, 유기농인증면적 등의 경우 OECD나 일본보다 환경상태가 좋지 않았고, 농업용수소비량, 서식지로 사용하는 조류 비중, 인산수지, 농약사용량, 온실가스 배출량, 양분관리계획 실천 농장수 비중의 경우 OECD보다는 좋지 않으나 일본보다는 좋은 것으로 나타났음.
- 농업환경변동정보 가운데 흙토람의 토양정보를 활용하여 토양환경상태를 분석하고, 농업환경정책에 연계시킨 사례들이 있었으며, 충남 당진군과 강원 정선군 임계농협 사례를 분석한 결과, 해당시군의 토양정보를 활용한 토양검정, 맞춤형 비료지원을 통해 화학비료 사용량을 감축시키고 농업의 환경질을 개선시키는 효과가 있었던 것으로 보임.
- 지역단위 양분총량제 시범사업 추진을 위해 임의로 양분 과부하 지역으로 예상되는 지역 및 그 인근지역 6개를 선정하여 양분수지분석을 실시한 결

과, 5개 지역이 특별관리 대상지역인 것으로 나타났다. 지역단위 양분총량제 시행을 위해서는 양분수지 산정을 위한 관련통계 D/B구축, 가축분뇨 발생원단위의 정확한 산정을 위한 가축단위 설정, 양분수지 지표 산출 및 지역단위 농업환경 개선 상태 파악 등이 선결적으로 요구됨.

- 농업환경자원 종합관리 시스템 구축을 위해서는 우선 핵심지표를 중심으로 농업환경지표가 주기적으로 갱신되고 지속적으로 관리될 필요가 있음. 또, 농업환경자원 인벤토리 구축, 분야별, 지역별 농업환경관리 계획 수립 및 이행에 관한 가이드라인 마련, 농업환경 분야 전문인력 양성 등 농업환경자원 관리 인프라가 구축될 필요가 있음. 더 나아가 정부, 지자체, 생산자, 소비자 등 관련기관의 적절한 역할분담 네트워크 시스템 구축, 교육·홍보 강화, 국제협력 강화 등이 요구됨.
- 농업환경지표를 이용한 환경친화적 농업자원관리를 위한 정책수립과 정책성과 모니터링 및 정책평가가 효과적으로 이루어지기 위해서는 캐나다의 지역농업모형과 네덜란드의 STONE 모형을 벤치마킹하여 농업환경통합모형 개발을 위한 학제간 공동연구가 이루어져야 함. 농업환경통합모형 개발이 지속적으로 이루어질 수 있도록 기획연구과제의 발굴과 적극적인 연구비 지원이 필요함.

ABSTRACT

Establishment of System for Managing Agri-Environmental Resources Using Agri-Environmental Indicators

This study was carried out to supplement previously developed agri-environmental indicators, select and present key indicators for diagnosing the state of agri-environment in each region, and present an effective management scheme for each agri-environmental resources, e.g., soil, water, air, etc, by using information of agri-environmental resources and agri-environmental state diagnosis programs.

In this report, Chapter 1 describes the background, purpose, methods and scope of this study. Chapter 2 describes agri-environmental indicators and the system for managing agri-environmental resources. Chapter 3 describes actual development of agri-environmental indicators and the current situation of managing agri-environmental resources. Chapter 4 describes cases of management of agri-environmental resources in major countries including Canada, the US, the UK, Japan, Australia, EU, the Netherlands, etc. Chapter 5 describes schemes of establishing a system for managing agri-environmental resources. Chapter 6 describes the summary and conclusion.

The current situation of managing agri-environmental resources in Korea is provision of information, e.g., agri-environmental maps, soil and agri-environment statistics data and fertilizer recommendations with the soil environment information system. In particular, the system is used to diagnose the state of soil nutrients for fertilizer recommendations and to recommend the soil management act to guide farmer's rational decision making. In addition, the investigation showed current operation of the comprehensive livestock excretion information system, the agricultural weather, disease and harmful insect information connection system, the rural topography information system, the comprehensive information system for rural agricultural water resources, the rural amenity information system, the generalized environmental value system, the environmental space information service, etc.

The result of investigating development and use of agri-environmental indicators showed that the expert group laid high emphasis on the necessity followed by reliability of indicators, and the administrator group in charge of

policies on the necessity followed by reliability and contribution thereof. For the key indicators shown on the basis of analysis result, the expert group presented the nutrient balance and application of agricultural chemicals, and the policy administrator group did soil, application of agricultural chemicals, etc.

Both of the expert group and the policy administrator group firstly selected 'identification of the current agricultural environment' followed by 'training farmers and PR' for the field aided by agri-environment information and indicators. Both of the expert group and the policy administrator group said that urgently required is to 'expand training and study programs', to 'disseminate environmental indicator guides', and to 'expand social meetings and seminars for experts in each field' as a scheme for encouraging to use agri-environmental information and indicators.

For connection of agri-environment diagnosis and policies, using agri-environmental information and indicators, both of the expert group and the policy administrator group presented 'establishment of agri-environmental resources D/B' and 'development and dissemination of contents and programs for agri-environmental training and PR' as the first required project. With respect to the question related to applying the region-based total nutrient system, both groups laid significantly high emphasis on 'step-by-step application of the system through first application to the model regions'.

Comparison of the state of agri-environment in Korea with OECD, and Japan in similar agricultural conditions to Korea on the basis of early 2000 showed the environment in Korea was worse than in OECD or Japan, in terms of the level of soil loss, the ratio of excessive nitrate in drinking water over the recommended level, the nitrogen balance, emission of ammonia, energy consumption, authorized area for organic farming, etc. The result shown was worse than the level of OECD but better than in Japan in terms of the amount of consumed water for farming, the number of habitats for birds, the phosphate balance, the amount of applied agricultural chemicals, emission of greenhouse gases, the number of farms practicing the nutrient management plans, etc.

There were some cases of using soil information of the Korean Soil Information System to analyze the state of soil environment and thus to connect the result with the agri-environmental policies, using the agri-environment variation information. The result of analyzing the case of Dangjin-gun, Chungnam, and the Imgye Nonghyup, Jeongseon-gun,

Gangwon-do, showed that they reduced the amount of applied chemical fertilizers by means of soil examination with the soil information in the relevant regions and support of customized fertilizers, and improved the agri-environmental quality.

For promoting the region-based total nutrient model project, 6 regions including the regions predicted to be excessive nutrient regions and surrounding regions were selected to analyze the nutrient balance. The result showed 5 regions require special management. For enforcing the region-based total nutrient system, prerequisite requirements include establishing related statistics D/B for calculating the nutrient balance, establishing livestock units for exact calculation of livestock excrement source units, calculating the nutrient balance indicators, and identifying the state of region-based agri-environment improvement, etc.

For establishing a system for comprehensively managing agri-environmental resources, it is necessary to update the agri-environmental indicators focused on the key indicators periodically, and to continue management thereof. Also, it is required to construct an infrastructure for managing agri-environmental resources, including establishing an inventory of agri-environmental resources, preparing guidelines for establishing and executing region-based agri-environment management plans, and training manpower specialized in agri-environment. In addition, for smoothly establishing and using the agri-environmental resources management system, required is proper role sharing among related subjects including the central government, municipal bodies, farmers and consumers, construction of a network system, enhancement of training and PR, enhancement of global cooperation, etc.

Researchers: Chang-Gil Kim, Hak-Kyun Jeong, Yoon-Hyung Kim, Tae-Hoon Kim and Dong-Hyun Moon
Research period: 2011. 4. ~ 2011. 10.
E-mail address: changgil@krei.re.kr

차 례

제1장 서론

1. 연구추진 배경 및 목적 1
2. 선행연구 검토 3
3. 연구방법과 범위 7

제2장 농업환경지표와 농업환경자원관리 시스템의 의미

1. 농업환경지표의 의미 10
2. 농업환경자원관리 시스템의 의미 18

제3장 농업환경지표 개발 실태와 농업환경자원관리 현황

1. OECD 농업환경지표의 개발 과정 19
2. 우리나라의 농업환경지표 개발 실태 22
3. 우리나라의 농업환경자원관리 현황 30

제4장 주요국의 농업환경자원관리 사례

1. 주요국의 농업환경자원 관리 현황 48
2. 유럽연합의 IRENA 프로젝트 59
3. 네덜란드의 STONE 모형 65
4. 주요국의 농업환경자원관리 사례 시사점 68

제5장 농업환경자원관리 시스템 구축 방안

1. 핵심지표의 선정과 관리 방안 69
2. 농업환경자원관리 운용 사례 - 지역단위 양분총량제 101
3. 농업환경자원 종합관리 시스템 구축 방안 113

제6장 요약 및 결론	117
부록 1: 농업환경 각 지표별 세부항목	120
부록 2: 농업환경자원관리를 위한 정책담당자 설문조사표	123
참고문헌	127

표 차 례

제2장

표 2- 1. 농업환경지표의 선정 기준	11
표 2- 2. OECD의 농업환경지표 개발 목록	15
표 2- 3. OECD 국가의 농업환경지표 비교(2002~2004)	17

제3장

표 3- 1. OECD 농업환경지표의 구성 체계	21
표 3- 2. 농업환경지표의 개발현황	28
표 3- 3. 농업환경지표의 개발현황(지역 및 정황지표)	29
표 3- 4. 농업환경정보시스템 구축 현황	30
표 3- 5. 농촌어메니티 정보시스템 100선 개요	42

제4장

표 4- 1. IRENA 농업환경지표 목록 및 평가	60
표 4- 2. 유럽위원회의 28개 농업환경지표 목록	63
표 4- 3. 지역단위 수준 활용 가능한 농업환경지표 목록	64
표 4- 4. IRENA의 주요 농업환경지표 목록	64
표 4- 5. STONE 모델링 시스템의 주요 구성	66

제5장

표 5- 1. 핵심지표의 종류와 구성요소	70
표 5- 2. 진단모델-3점 리커트 스케일에 의한 점수환산	81
표 5- 3. 진단모델에 활용된 지표	86
표 5- 4. A지역의 환경상태 진단결과	89

표 5- 5.	토양조사 진행경과	91
표 5- 6.	영농형태별 농경지 토양 화학성 변동	92
표 5- 7.	당진군 토양검정 결과	94
표 5- 8.	맞춤형비료 추천내역	94
표 5- 9.	맞춤형비료 보급사업 내역	95
표 5-10.	정선군 품목별 토양검정 결과	97
표 5-11.	정선군 임계농협 맞춤형 비료 취급현황	98
표 5-12.	우리나라의 양분수지 구조(2009)	101
표 5-13.	시범사업 후보지역의 가축사육두수 및 분뇨발생량	109
표 5-14.	시범사업 후보지역의 가축분뇨 비료성분 활용량 및 화학비료 소비량 ..	109
표 5-15.	시범사업 후보지역의 작물 재배면적 및 작물양분요구량	110
표 5-16.	시범사업 후보지역의 양분수지 분석 결과	111
표 5-17.	시범사업 후보지역의 가축사육밀도 산정	112

그림 차례

제1장

그림 1- 1. 연구의 흐름도 9

제2장

그림 2- 1. 정보 총량과 집약도에 따른 AEI의 유형화 12
 그림 2- 2. 농업생태계의 환경이슈와 상호 관련성 13
 그림 2- 3. 농업환경지표를 활용한 농업자원관리시스템 18

제3장

그림 3- 1. 흙토람의 주요 카테고리 31
 그림 3- 2. 토양환경지도 이용 32
 그림 3- 3. 토양지도 이용 32
 그림 3- 4. 토양 GPS 주제도 예시 33
 그림 3- 5. 토양통계자료 구성 35
 그림 3- 6. 토양환경정보시스템의 토양관리처방서 36
 그림 3- 7. 가축분뇨 종합정보시스템의 퇴비화(분뇨혼합) 38
 그림 3- 8. 경기도 농업기상과 병해충 발생 예보 39
 그림 3- 9. 농촌지형정보 시스템 서비스 40
 그림 3-10. 농촌용수종합정보 시스템 이용 41
 그림 3-11. 농촌어메니티 정보시스템 개념도 43
 그림 3-12. 환경가치 종합정보시스템 DB 검색방법 44
 그림 3-13. 환경공간정보서비스의 활용사례 46
 그림 3-14. 농업환경자원 관리시스템 구축의 세부사항 47

제4장

그림 4- 1.	생태계와 인간 웰빙의 연계	50
그림 4- 2.	통합 경제환경 모형의 구조	51
그림 4- 3.	STONE 모델링 시스템의 투입 및 산출 자료	65
그림 4- 4.	네덜란드 수문 모형의 구조	67

제5장

그림 5- 1.	척도별 평균값	71
그림 5- 2.	핵심지표별 평균값	72
그림 5- 3.	현장 업무에서 농업환경정보 및 지표의 도움 분야	73
그림 5- 4.	농업환경정보 및 지표의 활용 경로	74
그림 5- 5.	농업환경정보 및 지표 활용의 애로사항	75
그림 5- 6.	농업환경정보 및 지표 이해도 증진 방안	76
그림 5- 7.	농업환경정보 및 지표 활용도 증진 방안	77
그림 5- 8.	농업환경 진단 및 정책 연계방안	77
그림 5- 9.	농업환경자원 관리를 위한 총괄기관	78
그림 5-10.	지역단위 양분총량제 시행	78
그림 5-11.	충남 당진군 비료 지원사업 프로세스	93
그림 5-12.	강원 정선군 임계농협 비료지원사업 프로세스	96
그림 5-13.	농업환경자원관리 시스템 구축을 위한 통합적 접근	99
그림 5-14.	농경지의 양분수지 구조(2009년 기준)	100
그림 5-15.	양분수지 지표 산출관련 통계와 산정방식	104
그림 5-16.	질소성분 양분초과율 기준 관리지역 구분	106
그림 5-17.	지역단위 양분총량제 추진을 위한 유관기관별 역할 분담	107

제 1 장

서 론

1. 연구추진 배경 및 목적

1.1. 연구배경

- 우리나라는 친환경농업이 확산되고는 있지만 ‘고투입-고산출’의 집약적 농업이 지속됨에 따라 농업생산 활동의 환경부하 문제가 여전히 해결해야 할 과제로 남아 있음. 토양, 물, 생태계, 대기 등 농업환경자원이 부적절하게 관리될 경우 이는 지속가능한 농업을 저해하는 요소로 작용하게 될 것임.
- 정부는 「제3차 친환경농업 육성 5개년 계획(2011~2015)」에서 환경친화적인 농업자원 관리를 통해 지속가능한 농업육성을 정책목표로 설정하였음. 우리의 농업여건 및 환경과의 관계를 체계적으로 관리할 수 있는 농업환경지표(Agri-Environmental Indicators, AEIs)를 개발하고 정책과의 연계 방안을 마련할 필요가 있음.
- OECD의 농업환경정책위원회는 1993년부터 공동작업반(Joint Working Party, JWP)을 설치하여 농업환경지표 개발을 위해 노력해왔음. OECD는

수차례의 본회의와 전문가 회의 및 워크숍 등을 거쳐 2003년에 지표산정 방법론을 확정하고, 2007년에 그동안의 지표개발 논의를 종합·요약하는 종합보고서를 발간하였음.

- OECD의 농업환경지표 개발 움직임에 대응하여 우리나라도 OECD의 공동 작업반 회의에 적극적으로 참여하여 의견을 개진하였고, 여러 기관들의 협력 하에 우리나라의 농업환경지표를 개발하였음.
- 특히 2007년에 발간한 ‘OECD 농업환경지표개발 종합보고서’ 제4권에서 2002~2004년 평균의 한국의 질소수지지표는 OECD 회원국 가운데 과잉양분이 가장 많은 국가로 발표되어 농경지의 양분관리를 위한 특단의 정책프로그램 마련이 필요함을 제시함.
- 농업환경정책을 통해 농업환경자원의 가치를 보존하고 지속가능농업을 실현하기 위해서는 이미 개발된 농업환경지표를 적극적으로 활용하는 것이 요구됨. 즉, 농업환경자원 관리를 위한 신뢰할 만한 지표를 토대로 농업환경상태를 진단하고 농업환경정책을 수립하여 추진할 필요가 있음. 이를 위해 우선 기존의 농업환경 변동조사 항목과 OECD 등 선진국의 농업환경지표 등 해외사례 조사를 통해 우리나라의 농업환경지표를 검토하고, 농업환경자원을 관리할 체계적인 시스템을 구축할 필요가 있음. 해외 선진국은 대부분 농업환경 정보의 정책적 활용도 제고를 위해 다양한 관리시스템을 개발하여 운영하고 있으며 농업과 환경 조화에 기여하도록 하고 있음.
- 우리나라의 농업여건 및 환경과의 관계를 체계적으로 관리할 수 있는 농업환경지표를 개발하고 정책과의 적절한 연계 방안을 도출하게 된다면 농업환경의 관리는 물론 과학적인 분석정보를 기초로 친환경농업정책의 합리적인 의사결정에 도움을 줄 수 있을 것임.

1.2. 연구목적

- 이 연구의 목적은 농업환경자원을 적절하게 관리하기 위해 농업환경지표를 활용하여 체계적인 관리시스템을 구축하는 방안을 제시하는데 있음.
 - 우리나라 농업환경자원관리를 위해 기존에 개발된 농업환경지표를 보완하고, 지역별 농업환경 상태를 진단할 수 있는 핵심지표를 선정하여 제시함.
 - 농업환경자원정보와 농업환경상태 진단프로그램 등의 활용을 통해 토양과 물, 공기 등 농업환경자원별 효과적인 관리방안을 제시함.
- 농업환경자원 관리시스템 활용 사례로 지역단위 양분총량제 시범사업 추진 방안을 제시함.

2. 선행연구 검토

2.1. 국내연구 동향

- 박승우 등(2000)은 농업생태계의 구성요소로 기상·수문인자, 지형·지세·토양·용배수 등 물리적 인자, 환경오염원으로 점원·비점원 인자, 동식물 생태계 인자, 경운·파종·시비·농약살포 등 영농관리 인자 등을 종합적이고 체계적으로 파악하여 환경인자들의 상호 관련성 등을 계량적으로 규명하기 위한 현장 모니터링 기술과 수학적 모델 등을 제시함.
- 임송수 등(2002)은 OECD 농업환경지표 개발과 관련 농장관리지표, 농장재정지표, 사회문화지표를 개발하여 제시하였고 농업환경지표와 농업환경정책 연계 방안을 제시함. 농업환경지표를 이용하여 토질, 수질(지표수와 지하수), 수자원 보호, 종과 서식지 다양성, 농촌경관 등의 분야에서 농업환경

정책평가를 시도함. 또한 외국의 농업환경지표 개발 사례로 영국과 캐나다의 사례를 검토하여 시사점을 제시하였음.

- 조인상 등(2002)은 OECD 농업환경지표 개발과 관련 농약사용지표, 농업온실가스지표, 야생동물서식지 지표, 농업생물다양성 지표, 농촌경관지표, 농업용수사용 지표, 농업수질지표 및 농장관리·농장재정·사회문화 지표 개발에 관한 총괄적인 내용을 제시함. 그러나 대부분의 지표가 기준시점(2000년 또는 2001년)에서 지표를 개발하여 제시함.
- 곽한강 등(2005)은 범용토양유실방정식(Universal Soil Loss Equation, USLE)을 이용하여 우리나라의 토양침식 위험성을 평가하였고, 경사도에 따른 지역별 토양침식 분포도와 침식도를 지도로 나타냄으로써 침식 등급별 정책적 접근이 쉽게 이루어질 수 있도록 하였음. 이는 토양침식 위험성 지표를 기초로 한 정책적 활용 방안의 대표적인 사례로 평가됨.
- 김창길, 김태영(2005)은 OECD 농업환경지표의 활용방안으로 추진력-상태-반응(DSR)¹의 정책분석 틀을 제시하였고, 환경지표의 정책분석 활용사례로 OECD 사무국과 회원국, 실제 양분수지지표를 이용하여 네덜란드와 우리나라의 농업환경정책평가 사례를 제시함. OECD 농업환경지표 개발에 관한 일련의 연구로 김창길 등(2006)은 농업환경지표를 이용한 환경상태 비교, 농업환경지표의 정책적 활용 방안 및 지속적인 지표개발을 위한 과제 등을 제시함.
- 김태완 등(2006)은 OECD 지표의 농업적 활용시스템 구축과 DSR모델에 근거한 OECD 지표의 농업환경적 가치평가에 관한 연구를 수행함. 농업환경지

1 OECD에서 정한 농업환경상태 평가모형으로 추진력(Driving force) - 압박(Pressure, P) - 상태(State, S) - 영향(Impact, I) - 반응(Response, R) 등의 DPSIR 구조에서 압박(Pressure, P)과 영향(Impact, I)을 제외함.

표의 활용과 관련하여 농경지의 종 다양성에 대한 조사와 농약사용과 종 다양성의 상관분석, 마을단위 농업환경지표의 유사성 분석, 농업환경지표 등급 자료의 Kendall검정, 조건불리지역 등급화를 위한 지역비교 등을 다루었음.

- 김창길 등(2007)은 토지, 토양, 물, 대기 등 농업생태계의 농업환경자원정보에 대한 정책적 활용방안을 제시하기 위해 농업인, 정책담당자, 전문가 등 수요자를 대상으로 부문별 이해도·활용도·기여도·신뢰도 등을 분석하였음. 또 국내외 농업환경정보의 활용사례를 조사·분석하고, 정책연계를 위해 모델적 접근방법, 농업환경상태의 비교분석, 농업환경정책 평가 방식 등을 검토하였음.
- 농업과학원(2009)의 연구는 OECD 농업환경지표를 이용하여 농업에너지, 생물서식지 다양성, 곤충 종 다양성, 토양유기탄소, 농업용수 수질, 농업용수 사용, 온실가스 배출량추정의 정밀화 등의 분야에서 농업정책 환류 평가를 시도하였음. 더 나아가 정책의 연계성 분석 및 평가를 위해 미국 카네기 멜론대의 비순환그래프 모형, OECD의 정형화된 농업환경정책영향 모형, 네덜란드의 STONE 모형, 유럽연합의 IRENA 프로젝트 등의 정책평가 모형을 검토하였으며, 농업환경정책에의 연계 사례로 양분총량제 도입과 친환경농업육성계획 수립 방안을 제시함.
- 김수석 등(2009)은 농어촌 자연자원의 지속가능한 관리 및 이용 방안 모색을 위해 흙자원, 물자원, 산림자원, 생물자원, 어메니티자원 등으로 나누어 이용 실태를 진단하고 자원별 관리 및 이용 개선 방안을 제시함. 농어촌 자연자원의 체계적인 관리를 위해 자연자원의 관리 및 이용정책, 자연자원의 보존성지표, 이용성 지표, 외국의 자연자원 관리제도, 차년도 추진계획 및 과제 등을 담은 ‘농어촌 자연자원 백서’ 발간의 추진방안을 제시함.

2.2. 국외연구 동향

- Wascher(2000)는 EU 지속가능한 농업을 위한 환경지표(Environmental Indicators for Sustainable Agriculture in EU, ELISA) 프로젝트로 유럽국가들의 농업환경 상태를 비교 분석하기 위한 핵심적인 농업환경지표를 개발하여 제시하였음.
- 영국 농수산식품부(MAFF, 2000)는 농촌사회경제, 농장관리체계, 투입재 사용, 자원사용 및 농지보전 가치 등 5개 분야 총 35개에 달하는 농업환경지표에 대한 산정방식 및 개발내용을 제시하고 있음. 농업환경지표를 활용하여 환경민감지역(Environmental Sensitive Area, ESA)과 농촌마을조성사업의 대상지를 선정하고 목표농지 선정을 위한 점수제도를 운영하고 있음.
- 캐나다 농식품부(AAFC, 2000)는 농장관리, 토질, 수질, 온실가스 부분, 생물다양성 및 생산집약도 등 6개 분야 14개 지표의 개발방식과 산정 결과를 제시하고 있음. 이러한 농업환경지표를 활용하여 사전적인 환경성과 평가에 활용하고 있음.
- Wolf et al.(2003)은 STONE 모형을 적용하여 네덜란드의 농업활동에 따른 양분배출량 추정과 질소배출 및 인산 침출을 줄이기 위한 다양한 정책수단 평가를 위해 시나리오별 향후 30년간의 양분배출량을 분석함.
- 미국 농무부 경제연구소(USDA ERS, 1994, 1997, 2003)는 1990년대 초반부터 토지·물·생물자원 등과 연계된 농업환경지표를 체계화하였고, 4~5년마다 관련 자료를 갱신하여 발표함으로써 농업환경자원의 실태 진단과 농업환경정책의 성과평가와 정책수립의 기초 자료로 활용해오고 있음. 특히 농업자원 및 환경지표는 OECD 농업환경지표 작성의 기초 자료로 활용함.

- MacGregor(2005)는 농업정책의 환경효과 분석을 위해 경제-환경통합모형을 설정하여 캐나다의 양분수지, 질산염 침출, 온실가스 변화 등 다양한 분석과 분석결과를 기초로 입지적 여건에 따른 최적관리기법(Best Management Practices, BMPs)을 제시함.
 - OECD(2001) 사무국은 농업환경지표개발에 관한 종합보고서 제3권에서는 1996년부터 논의된 지표별 개발동향 및 산식 등을 간단하게 제시하고 있음. OECD(2006a, 2006b, 2006c, 2006d)에서는 그동안 논의된 지표개발에 관한 핵심사항, 이미 개발된 지표에 대한 분석, 향후 개발될 지표에 대한 논의 등 농업환경지표의 개발과 과제를 제시하고 있음. 또한 OECD 공동작업반 회의에서는 농업환경지표 개발 이후의 후속과제에 대한 심층적인 논의가 이루어지고 있음.
- ⇒ 이 연구는 그동안 개발된 농업환경지표 가운데 핵심지표를 선정하여 농업환경자원관리 실태를 분석하고, 이를 기초로 환경친화적인 농업환경자원관리 시스템 구축방안을 제시하는데 초점을 맞춤.

3. 연구방법과 범위

3.1. 연구방법

- 기존 국내외 농업환경자원 관리시스템 관련 문헌검토
 - 국립농업과학기술원, 국립축산과학원, 한국농촌경제연구원, 한국농어촌공사, 도농업기술원, 환경부, 한국환경정책평가연구원 등 유관기관의 농업환경자원 관리시스템 관련자료 검토
 - 농업과학기술원이 발간한 보고서 및 환경부의 환경정보 관련 자료의 활용
 - 미국, 네덜란드, 캐나다, 일본 등 주요국의 농업환경자원 관리시스템에

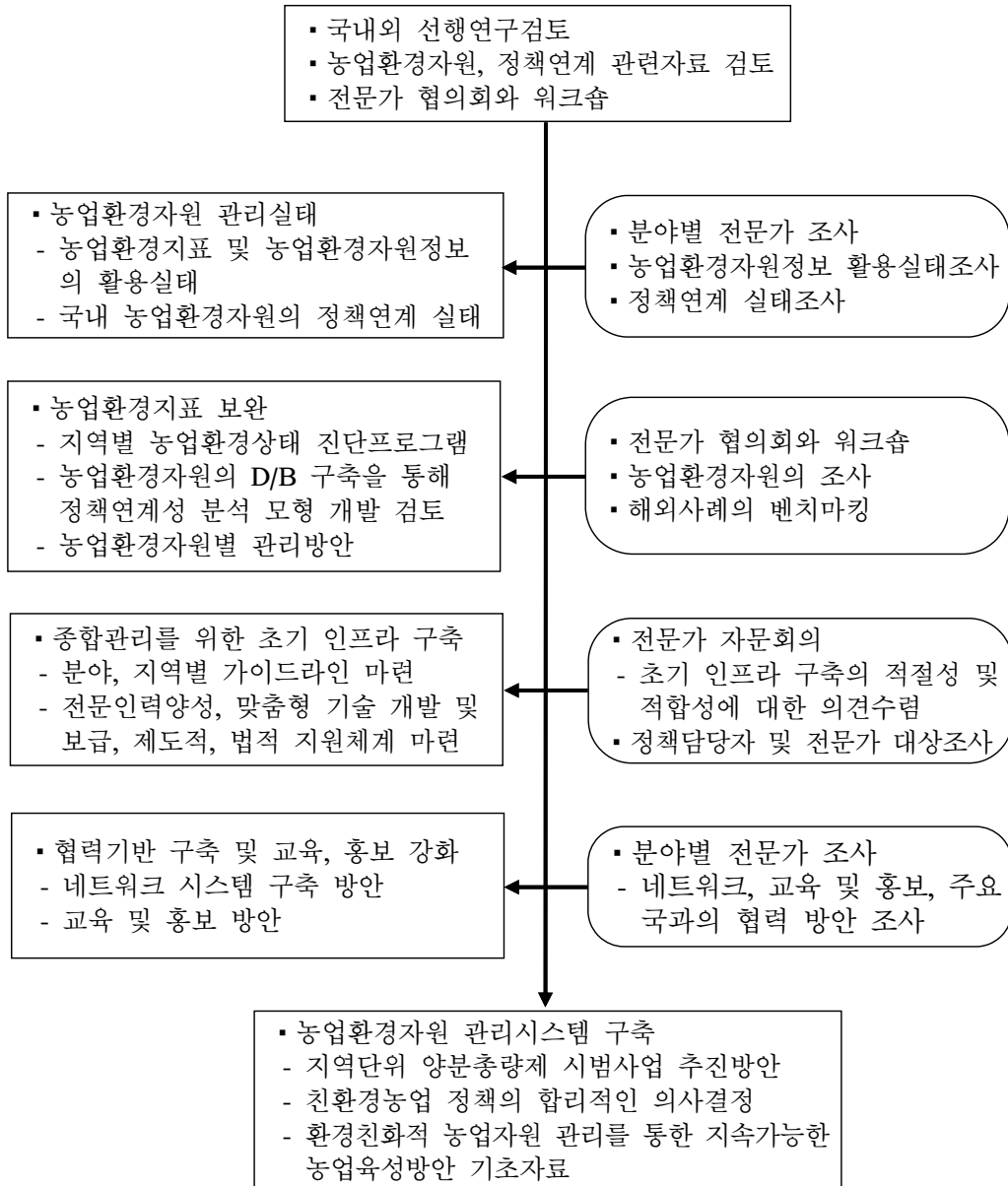
관한 연구문헌 검토

- 농업환경지표 개발에 관한 국내외 선행연구 검토 및 관련자료 수집
 - 농업환경지표 및 지속가능지표 개발에 관한 국내외 관련문헌 검토 및 통계자료 수집
 - 농업과학기술원 연구진의 토양, 물, 양분 등 부문별 연구결과를 기초자료로 활용
- 중앙정부 및 지방정부의 농업환경분야 정책담당자 및 전문가를 대상으로 한 농업환경자원정보의 활용도에 대한 설문조사
- 농업환경지표 전문가 협의회와 워크숍을 통해 농업환경자원 관리를 위한 농업환경지표개발에 대한 의견수렴
 - 농업환경지표의 개발과 보완을 위해서는 지표별 국립농업과학원 전문가의 지원이 필요하므로 ‘농업환경 자원관리 시스템 구축 자문단(가칭)’을 구성하여 핵심지표에 대한 지속적인 보완 및 자문회의 등을 통한 의견수렴
- 농업환경자원 최적관리 시스템 구축을 위하여 정책담당자와 국내외 전문가를 초청하여 세미나를 개최, 농업환경자원 관리시스템의 적절성 및 적합성에 대한 의견수렴

3.2. 연구범위

- 농업환경자원의 범위는 물, 토양 등의 환경요소와 외부적 농업 투입재에 따른 양분수지 등을 연구대상으로 함.
- 농업환경자원의 공간적 영역은 지표별 특성에 따라 시군 등 지역별 영역은 물론 전국적인 지역을 영역으로 설정함.

그림 1-1. 연구의 흐름도



제 2 장

농업환경지표와 농업환경자원관리 시스템의 의미

1. 농업환경지표의 의미

○ 농업환경지표의 개념

- 농업환경정보(Agri-environmental information)는 농업계를 구성하는 토양, 물, 공기 등 환경요소와 관련된 정보를 의미하며, 각 구성요인의 유기적인 연계와 종합적인 결합체가 농업환경정보시스템(Agri-Environmental Information System, AEIs)임.
- AEIs를 구성하는 핵심적인 요인으로 농업환경지표(Agri-Environmental Indicators, AEIs)는 농업생태계를 구성하고 있는 환경요소 가운데 현실을 가장 잘 설명해 줄 수 있는 대표치를 일정한 기준에 따라 산정된 값을 말함.

○ 농업환경지표의 선정기준

- 지표선정의 기준으로 정책의 관련성, 해석의 용이성, 분석의 적절성, 측정 가능성 등이 제시되고 있음<표 2-1>.
- 정책관련성: 농업부문에서 정부와 관련 당사자들이 당면한 환경문제를 다루어야 함.
- 해석의 용이성: 분명하고 쉬운 방법으로 정책결정자와 공공에 중요한 정

보를 제공해야 함.

- 분석의 적절성: 과학에 기초하되 단계적인 개발과정을 고려해야 함.
- 측정 가능성: 자료를 확보할 수 있어야 하며, 자료를 이용하여 계량화할 수 있어야 함.

표 2-1. 농업환경지표의 선정 기준

기준	내 용
정책 관련성	<ul style="list-style-type: none"> · 환경조건, 압박, 사회반응을 잘 묘사하고, 국제비교의 기초를 제공해야 함. · 국가수준이거나 국가수준에서 중요한 지역문제에 적용 가능 해야 함. · 참조 값이 있어 사용자가 지표 가치의 중요도를 평가할 수 있어야 함.
해석의 용이성	<ul style="list-style-type: none"> · 간단하고 해석하기 쉬우며 추세를 나타내야 함.
분석의 적절성	<ul style="list-style-type: none"> · 이론 측면에서 기술 및 과학용어로 잘 정의돼야 함. · 지표 타당성에 대한 국제기준과 공감대에 기초해야 함. · 경제모형, 전망 및 정보체제와 연계돼야 함.
측 정 가능성	<ul style="list-style-type: none"> · 적절한 비용-이익아래 얻을 수 있는 정보여야 함. · 정확히 문서화되고 자료의 질이 검증돼야 함. · 믿을만한 절차에 따라 정기적으로 정보가 갱신돼야 함.

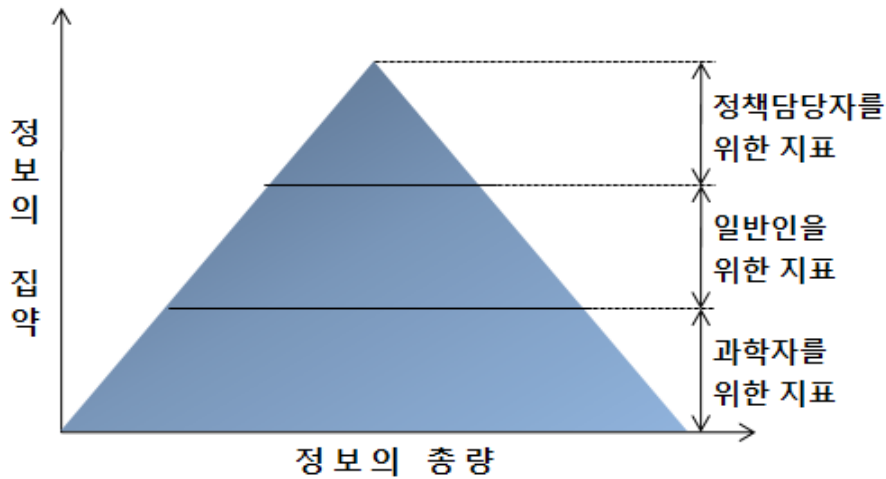
자료: OECD(2001).

○ 농업환경지표의 구분

- AEIs는 지역적 특성 및 시간에 따라 어떻게 변화하는지에 대한 설명을 돕는 계량화된 정보임. 농업환경지표의 범위는 크게 공간 및 시간적 영역으로 대별될 수 있으며, 계측과 관련된 공간적 범위는 농지, 농장, 수계(watershed), 환경지대(eco-zone), 지역, 국가 등으로 나눌 수 있음. 농업환경지표의 시간적 범위는 농업의 환경영향에 따라 단기 및 중장기 등으로 나눌 수 있음.
- 농업환경지표의 구성 체계를 보면 매우 세부적이고 기술적인 내용을 다루는 과학자를 위한 지표, 기술적인 내용을 이해하기 쉽게 나타낸 일반인(농업

인과 소비자 등)을 위한 지표, 여러 관련지표를 통합하거나 요약하여 종합적으로 나타낸 정책담당자를 위한 지표(농업환경 성과지수 등) 등으로 나눌 수 있음<그림 2-1>.

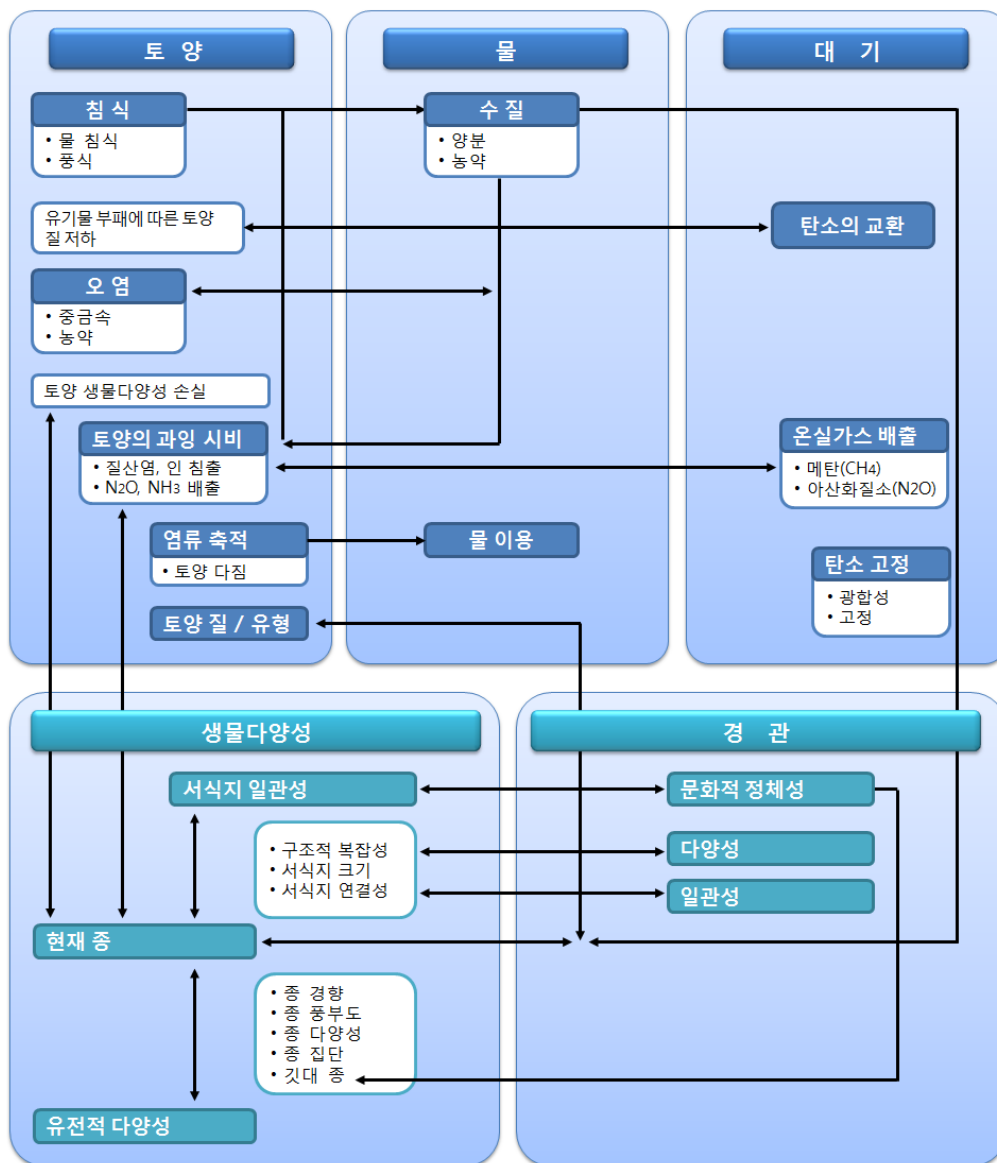
그림 2-1. 정보 총량과 집약도에 따른 AEIs의 유형화



○ 농업환경정보와 농업환경지표의 구성 체계

- 농업환경정보시스템은 도면정보와 속성정보로 구성되어 있는 농업환경 정보와 관련정보를 체계적으로 구축·분석할 수 있는 컴퓨터시스템 및 인적자원시스템이 포함된 개념임.
- 농업생태계를 구성하는 토양, 물, 대기 등 환경요소와 생물다양성과 경관 등 농업환경 실태를 파악할 수 있도록 각 분야별로 농업환경지표가 개발되어 활용되고 있음. 토양과 물, 대기 등 환경요소간의 관련성과 환경요소와 생물다양성 및 경관 등과의 상호연관성을 가짐. 특히 토양의 경우 토양침식, 토양오염, 토양의 과잉시비, 염류축적 등으로 파악될 수 있으며, 이들 요소는 물과 대기 및 생물다양성 뿐만 아니라 경관과도 상호 연관성을 가짐.

그림 2-2. 농업생태계의 환경이슈와 상호 관련성



자료: Wascher(2000), p.42.

○ OECD 농업환경지표의 개발 동향

- OECD는 환경정책위원회(Environmental Policy Committee, EPOC)와 농업위원회가 공동으로 구성된 농업환경정책위원회에 1993년 합동작업반(Joining Working Party, JWP)을 설치하여 농업과 농업정책이 환경에 미치는 영향에 대한 분석을 위해 농업환경지표 개발에 관해 본격적으로 논의하기 시작함.
- OECD JWP 회의는 1993년 9월 첫 회의를 시작한 이래 1999년 12월 제 11차 JWP 회의에 이르기까지 농업환경지표의 기본개념, 지표 선정을 위한 기본원칙과 지표분류 등 지표개발에 관한 기본적인 틀을 구축하여 종합보고서(OECD, 1999)를 발간하여 공표함. OECD 농업환경정책위원회 JWP는 매년 6월(또는 7월)과 12월 두 차례의 정기적인 회의를 개최하여 농업환경지표 개발 추진과 관련하여 지속적인 논의를 해옴.
- 2007년 7월 제24차 JWP 회의에서 회원국의 농업환경 실태를 수질, 용수 사용, 양분, 농약사용, 토양, 생물다양성 등의 지표를 바탕으로 분석한 농업환경지표개발에 관한 종합보고서 발간을 승인하여 2008년 5월 농업환경지표 종합보고서 제4권이 발간됨.
- OECD 농업환경지표는 토양, 물, 대기, 생물다양성 및 농장관리와 농업투입물 등 분야별 세부지표로 구성되어 총 34개의 지표가 개발됨.
- 환경요소인 토양지표는 토양침식과 토양유기탄소, 물지표는 물이용과 수질, 대기지표는 암모니아와 메틸브롬화물 및 온실가스지표, 생물다양성 지표는 유전자다양성과 생태계다양성으로 구성됨.
- 농업부문인 농장관리지표는 양분관리, 병해충관리, 토양관리, 물관리, 생물다양성관리, 전체농장관리 등으로 구성되며, 농업투입물지표는 양분, 농약, 에너지, 토지 등으로 구성됨.

표 2-2. OECD의 농업환경지표 개발 목록

주제	지표명	지표 정의
I. 토양	i. 토양침식	1. 침식도별(예: 매우 낮음, 낮음, 보통, 높음, 심각) 물 침식에 의해 영향을 받는 농경지 면적 및 비중
		2. 침식도별(예: 매우 낮음, 낮음, 보통, 높음, 심각) 풍식에 의해 영향을 받는 농경지 면적 및 비중
	ii. 토양유기탄소	3. 연간 ha당 탄소부존량 변화율별(예: 감소/증가) 농경지 내 토양 유기탄소
II. 물	iii. 물이용	4. 국가 물이용 총량 중 농업용수 이용량 및 비중
		5. 전체 농경지 중 관개지 면적 및 비중
	iv. 수질	6. 전형적인 농업지역에서 국가 수질의 임계치를 초과하는 지표 수체 및 지하수 질산염 농도(NO ₃ mg/l)
		7. 전형적인 농업지역에서 국가 수질의 임계치를 초과하는 지표 수체 및 지하수 인 농도(총 P mg/l)
		8. 전형적인 농업지역에서 국가 수질의 임계치를 초과하는 지표 수체 및 지하수 농약 농도
	9. 지표수, 지하수, 연안수에서 농업에 의한 질산염 및 인 오염 비중	
III. 대기 및 기후변화	v. 암모니아	10. 국내 총 암모니아 배출량 중 농업부문 암모니아(NH ₃) 배출량 및 비중
	vi. 메틸브롬화물	11. 메틸 브롬화물 사용량
	vii. 온실가스	12. 국내 총 온실가스 배출량 중 농업부문 온실가스 배출량 및 비중
IV. 생물 다양성	viii. 유전자 다양성	13. 멸종 위기(임계치 또는 위험상황)에 처한 국내 토종 가축(예: 육우, 돼지, 가금류, 양) 개체수 및 비중
	ix. 생태계(서식지) 다양성	14. 총농경지 중 농업 준자연 서식지(예: 임목지) 및 미개간 서식지(예: 습지) 면적 및 비중
		15. 작물 분포 유형별(경종부문 예: 밀, 콩, 영속작물 예: 사과, 포도) 비중, 그리고 총 수확 경종 및 영속 작물 면적 중 작물의 분포
V. 농장 관리	x. 양분관리	16. 양분관리 계획에서 토양검정과 양분 예산편성 농가 수 및 비중
	xi. 병해충관리	17. 화학적 농약을 사용하지 않는 총 농경지 면적 및 비중
		18. 농약 사용 및 위험을 줄이기 위해 사용되는 양적수단(예: scouting)을 갖춘 경지이용 유형별(예: 경작지, 영속작물 및 목초지) 면적 및 비중
	xii. 토양관리	19. 연중 농경지 토양이 적절한 피복식물로 덮혀있는 일수 및 비중
		20. 토양보전 농법 실천 총 농가수(또는 총 농경지 면적) 및 비중
xiii. 물관리	21. 관개방법별(예: 범람, 분무기, 낙수기) 관개수 이용량 및 비중	

표 2-2. OECD의 농업환경지표 개발 목록(계속)

주제	지표명	지표 정의
	xiv. 생물다양성 관리	22. 생물다양성 관리 계획 하에 있는 총 농가수(또는 총 농경지 면적) 및 비중
	xv. 전체 농장 관리	23. 환경적 농장관리계획 하에 있는 총 농가수(또는 총 농경지 면적) 및 비중
VI. 농업 투입물	xvi. 양분	24. 영농활동을 통한 농경지 ha당 질소 투입(예: 비료, 가축분뇨)과 산출(예: 작물, 목초) 수치
		25. 영농활동을 통한 농경지 ha당 인산 투입(예: 비료, 가축분뇨)과 산출(예: 작물, 목초) 수치
	xvii. 농약	26. 유효성분 기준 농약 사용(판매) 량
		27. 농약 독성 및 노출로부터 토양·수생 환경 및 인류건강의 피해 위험 지표
	xviii. 에너지	28. 전체 에너지 사용량에서 농업부문 에너지 사용량 및 비중
	xix. 토지	29. 기타토지와 농경지 간의 순 용도변경(net conversion); 기타토지의 농경지 용도변경과 농경지의 기타 토지 용도변경 간의 차이
		30. 총 국토면적 중 전체 농경지 면적 및 비중
		31. 전체 농경지 면적 중 주요 경지이용 유형별(경종 작물, 영속작물, 목초) 면적 및 비중
		32. 전체 농경지 면적 중 유기농법 면적 및 비중
33. 전체 농경지 면적 중 유전자 이식 작물 면적 및 비중		

자료: OECD(2008).

○ OECD 농업환경지표의 활용

- 농업환경지표개발 종합보고서 제4권에 제시된 주요 농업환경지표를 종합하여 국가별·지표별 농업환경실태를 일목요연하게 파악할 수 있음<표 2-3>.
- 양분수지표에 있어서 질소수지의 경우 농경지 ha당 기준으로 한국 240kg, 네덜란드 229kg, 룩셈부르크 199kg, 벨기에 193kg 순으로 나타났고, 인산수지의 경우 룩셈부르크 57kg, 일본 52kg, 한국 48kg 순으로 나타남.
- 농약사용량의 경우 농경지 ha당 기준으로 일본이 14.86kg으로 가장 높은 수준이고, 다음으로 한국이 9.32kg, 이탈리아 5.44kg 등의 순으로 일본과 한국의 농약사용량 수준이 매우 높은 것으로 나타남.

표 2-3. OECD 국가의 농업환경지표 비교(2002-2004)

구분	경지면적	질소수지	인산수지	농약 사용량	에너지 사용량	물이용량	암모니아 배출량	온실가스 배출량
단위	천ha	kg N/ha	kg P/ha	kg/ha	kg/ha	m3/ha	kg/ha	톤/ha
그리스	8,450	13	5	1.34	140	1,058	9	1,849
네덜란드	1,937	229	19	4.75	2,076	0	64	12,462
노르웨이	1,045	77	13	0.55	777	0	22	5,882
뉴질랜드	16,087	35	14	0.23	22	0	0	2,336
덴마크	2,659	127	11	1.10	354	78	39	4,788
독일	17,419	120	6	1.68	154	65	33	5,442
룩셈부르크	128	199	57	0.00	102	0	39	4,047
멕시코	107,300	24	1	0.36	25	538	0	519
미국	409,750	35	3	0.77	36	467	10	1,143
벨기에	1,392	193	20	4.54	571	0	53	10,311
스웨덴	3,119	55	2	0.55	170	47	15	3,215
스위스	1,525	76	5	1.02	177	0	29	4,064
스페인	29,372	27	9	1.36	84	869	14	1,674
슬로바키아	2,438	46	1	1.47	98	28	12	1,708
아이슬란드	2,281	3	1	0.00	131	2	0	320
아일랜드	4,384	81	7	0.49	62	0	27	4,566
영국	16,962	25	20	1.94	66	111	16	2,927
오스트리아	3,359	48	3	0.97	143	24	19	3,131
이탈리아	15,382	46	8	5.44	217	0	27	3,193
일본	4,796	166	52	14.86	1,406	11,935	60	11,139
체코	4,273	70	2	1.04	64	4	17	1,826
캐나다	67,502	29	2	0.00	54	61	8	925
터키	42,879	29	6	0.40	71	723	0	340
포르투갈	3,790	47	16	4.26	128	1,630	22	2,539
폴란드	17,339	46	3	0.54	259	62	18	1,500
프랑스	30,500	50	2	3.03	100	153	24	3,520
핀란드	2,234	55	11	0.63	369	0	14	3,476
한국	1,925	240	48	9.32	1,924	3,778	94	2,352
헝가리	5,866	43	-	1.14	108	118	11	1,619
호주	447,420	16	1	0.00	4	37	0	243
EU15	141,087	89	13	2.36	159	346	22	3,370
OECD	1,273,513	76	12	0.65	52	327	7	1,006

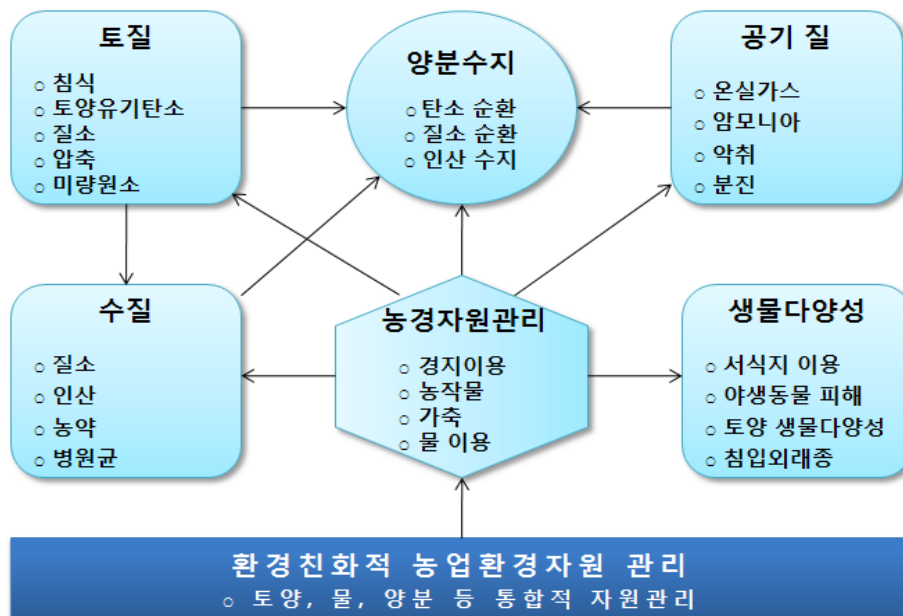
자료: OECD(2008).

2. 농업환경자원관리 시스템의 의미

○ 농업환경자원관리 시스템의 의미

- 농업환경자원관리 시스템은 토질, 양분, 대기, 수질, 생물다양성 등 농업 환경자원을 공공기관이 효과적으로 관리하는데 도움을 주는 시스템을 의미함. 농업환경자원관리 시스템의 목적은 과학적인 농업환경자원관리를 위한 기반구축과 환경친화적 농업자원관리를 위한 합리적인 의사결정 지원 및 농업환경지표와 관련정책간의 효과적인 연계가 이루어지도록 하는데 있음.
- 환경지표를 정책수립과 정책평가지 활용하기 위해서는 우선 과학자들이 농업환경을 분석하고 평가할 수 있는 세부적인 상세한 다양한 환경지표 개발과 지표개발을 위한 관련정보의 데이터베이스 구축이 필요함<그림 2-3>.

그림 2-3. 농업환경지표를 활용한 농업자원관리시스템



제 3 장

농업환경지표 개발 실태와 농업환경자원관리 현황

1. OECD 농업환경지표의 개발 과정

- 농업환경지표는 1994년 OECD 농업환경정책위원회 환경전문가 회의에서 20개 지표개발의 필요성이 제시된 이래 상당한 논의과정을 거쳐 1996년 공동작업반회의에서 13개 지표로 확정되어 지표개발을 추진해 왔음.² 농업환경지표는 각 부문별로 상당한 세부지표가 개발되어야 하므로 매우 방대한 정보를 필요로 하고, 각 지표는 회원국의 국가적인 상황과 매우 밀접하게 연계되어 있어 각 지표개발의 필요성 및 지속성 여부에 관해 상당한 논란과 협의가 계속되어 왔음.³

2 1994년 12월부터 1996년 12월에 걸쳐 OECD 농업환경정책위원회 공동작업반은 7차례의 회의를 거쳐 13개의 농업환경지표(① 농업양분균형지표, ② 농약사용지표, ③ 농업용수사용지표, ④ 농업용수수질지표, ⑤ 토지사용 및 국토보전지표, ⑥ 토양질지표, ⑦ 농업온실가스지표, ⑧ 농업경관지표, ⑨ 농장관리지표, ⑩ 농장제정지표, ⑪ 농업의 사회문화지표, ⑫ 생물다양성지표, ⑬ 야생동물 서식지지표)를 개발키로 결정하고 지표별 선도국가를 선정하여 지표개발이 추진되어 왔음.

3 농업환경지표의 개발과 관련한 회원국별 참여한 의견대립 및 협의과정에 관해서는 OECD 공동작업반의 회의 차수별 논의과정에 상세히 제시됨(김창길 외 3인, 2008).

- 2000년 7월 제12차 공동작업반 회의에서 지표개발과 관련하여 미국과 호주, 뉴질랜드 등 농산물 수출국과 한국, EU, 일본 등 농산물수입국의 입장차이로 지표개발 전반에 관한 회원국의 의견수렴이 이루어졌으며, 2000년 12월 제13차 공동작업반 회의에서 회원국의 관심정도에 따라 지표를 유형화하여 개발하기로 하고 크게 3개의 범주로 구분함.
 - ① 회원국 전체가 관심을 가지고 있으므로 OECD 사무국에서 전적으로 책임을 지고 지표개발을 중점적으로 추진해온 지표를 핵심지표(core indicator)라 함. 핵심지표에는 <표 3-1>에 제시된 바와 같이 토지, 토양, 물, 생물다양성, 양분균형, 농약이용 및 위험, 대기 및 기후변화, 농업 에너지사용, 농장관리 등 9개 지표군이 포함됨.
 - ② OECD 회원국 중 우리나라를 비롯하여 EU와 일본 등 주로 주요 농산물 수입국에서 관심을 갖고 있는 지표를 지역지표(regional indicator)로 분류하게 됨. 여기에는 토지보전 및 농업경관지표 등 2개의 지표가 포함됨.
 - ③ 농업생산과 관련 농업 GDP, 농업부문 고용, 농가경영수지, 농업예산 및 농경지 이용과 관련 토양피복 등을 설명하는 지표를 정황지표(contextual indicator)로 분류함.
- 정책적 활용 측면을 고려한 농업환경지표 조사 및 활용 범위 검토
- 농업에 의해 영향을 받는 스톡으로 토지, 토양, 물이용 및 수질, 생물다양성(작물과 축종의 유전성, 서식지·야생종) 등의 지표를 파악함.
 - 농업으로부터 환경오염으로 양분수지, 농약이용 및 위험, 대기 및 기후변화 등의 지표를 파악함.
 - 농업에너지 사용 및 농장관리로 농업에너지 사용, 농장관리 등의 지표를 파악함.
 - 위의 핵심지표 이외의 지역 및 정황지표로 토지보전 및 농업경관, 농업생산 및 경지이용 등의 측면으로 한정함.

표 3-1. OECD 농업환경지표의 구성 체계

	대분류 기준	해당 지표	세부지표 ¹⁾
핵심 지표	농업에 의해 영향을 받는 자연자원 스톡	토지	물 보유능력, 농업시설에 의한 물보유 능력, 토지사태관리 지수
		토양	토양침식(물, 바람), 토양유기탄소, 토양 생물다양성
		물 이용 및 수질	물 이용량, 관개용수 회폐가치, 물의 질산염, 인산염, 살충제, 염류, 병원균
		생물다양성(작물과 축종의 유전성, 서 식지·야생종)	작물종의 유전자 다양성, 축종의 유전자 다양성, 멸종위기에 처한 작물 품종 및 축종, 현지내/외 보전 유용한 종 서식처 앵스톡, 플로우, 구조), 농경지의 야생종, 서식지 행렬, 자연자본지수
	농업으로부터 환경오염	양분수지	질소수지(국가 및 지역단위 지수), 인산수지(국가 및 지역단위 지수)
		농약이용 및 위험	농약사용, 농약위해성
		대기 및 기후변화	농업부문 온실가스 배출수지
	농업에너지 사용 및 농장관리	농업 에너지사용	농업투입물에 포함된 에너지총량, 농업에너지효율성, 재생 가능한 에너지 생산 및 이용
		농장관리	양분관리, 농약관리, 토양관리, 물 관리, 생물다양성 및 경관관리, 환경 친화적 농장관리, 농장관리능력, 농장경영기법행렬
	지역 지표	토지보전 및 농업경관	토지보전
농업경관			문화적 요인, 농업경관의 수요, 농업경관의 가치
정황 지표	농업생산 및 경지이용	농업생산 경지이용	농업GDP, 농업생산량, 농업고용, 농민연령, 농민교육, 농장수, 농가경영수지, 농업예산, 토지이용,
		농경지 피복	농경지 피복일수

주: 세부지표는 농업환경지표 종합보고서 작성과 관련 2004년 OECD 사무국의 3차에 걸친 설문서에 제시된 내용과 관련문서를 기초로 정리한 것임.

2. 우리나라의 농업환경지표 개발 실태

2.1. 토양지표

○ 지표의 의의 및 산정방법

- 토양지표는 물에 의하여 유실되는 농경지의 구역이나 지역의 토양 유실 등급(양호, 낮음, 보통, 높음 또는 불량)과 바람에 의하여 유실되는 농경지의 구역이나 지역의 토양 유실 등급(양호, 낮음, 보통, 높음 또는 불량)을 의미함.

○ OECD 국가의 지표개발 현황

- 토양지표는 물, 바람에 의한 토양유실 등급이 보통-불량으로 분류된 농경지 비율(%)에 대해 2004년까지 개발되어 있음.

2.2. 물 이용 및 수질지표

○ 지표의 의의 및 산정방법

- 물이용 지표는 농업용수 이용 경향과 총 용수사용에서 농업분야가 차지하는 중요성에 대한 정보를 제공함.
- 물이용 지표의 산출은 전체 용수 사용량에서 농업이 차지하는 비율과 양, 전체 지하수 사용량에서 농업이 차지하는 비율과 양, 전체 농경지 면적 중 관개되는 면적의 비율과 면적 등 크게 세 가지 방식으로 이루어짐.
- 농업활동에 의한 강, 호수, 저수지, 지하수 등 수질에 대한 오염은 우선 음용수 수질과 수생생태계의 수생생물에 부정적 영향을 미침으로써 점오염원과 비점오염원으로 작용하게 됨.
- 수질지표의 산정은 지표수와 지하수내 질산염과 인산에 대한 음용수 수

질권고한계를 초과하는 농업지역내 조사지점의 비율(지하수는 질산염에 한함), 지표수, 지하수 및 연안해수의 질산염과 인산염 오염에 대한 농업이 차지하는 비율, 지표수와 지하수 중의 농약에 대한 음용수 수질권고한계를 초과하는 농업지역내 조사지점의 비율, 지표수 및 지하수 중 농약이 한 성분 또는 그 이상 존재하는 농업지역내 조사지점의 비율 등 크게 네 가지 방식으로 이루어지고 있음.

○ OECD 국가의 지표개발 현황

- 물 이용지표는 전체 농업용수 소비량(백만 m^3), 전체 용수 사용량 중 농업용이 차지하는 비중(%), 관개면적(ha), 관개면적 비중(%), 농업용수 중 관개수 이용 비중(%), 관개면적 1ha당 관개수량(ML), 전체 지하수 이용 중 농업용수 이용비중(%)에 대해 2003년까지 개발되어 있음. 한국의 경우 농업용수 중 관개수 이용 비중(%)은 개발되지 않음.

2.3. 생물다양성(작물과 축종의 유전성, 서식지·야생종)

○ 지표의 의의 및 산정방법

- 농업생태계 생물다양성의 구성은 크게 서식지 다양성, 종 다양성, 유전적 다양성 등 세 가지 범주로 나눌 수 있으며 상태 지표로 구분할 수 있음. 서식지(생태계)에는 길들여진 군집, 양생종 군집 및 비생물환경이 포함되며, 종은 농업활동에 의존하거나 영향을 받는 야생종(식물상, 동물상)의 집단과 개체수를 대상으로 하며, 유전적 다양성은 길들여진 식물체와 동물체를 지칭함.
- 생태계다양성지표는 잠식되는 농경지 면적 및 개간되는 농경지 면적, 삼림지, 도시지역, 습지, 기타 농촌의 토지면적, 전체 농경지 면적 중에서 반자연적 농업 서식지 면적과 비율(휴경지, 목재생산 농경지) 등으로 산정됨.

- 야생종다양성지표는 농경지를 주요 서식지로 활용하는 야생종의 비율, 농경지를 은신처, 번식처로 활용하는 조류종의 군집 개체수 등으로 산정됨.
 - 유전적다양성지표는 곡류, 유지작물, 두류, 구근류, 과일류, 채소류, 사료작물 등 주요 작물 중에서 판매를 위해 등록되었거나, 공인된 식물 품종수, 밀, 보리, 옥수수, 귀리, 유채, 완두콩 및 대두와 같이 시장판매용으로 생산된 선택된 작물 중에서 5대 주요 작물품종 비율, 총 농경지에서 형질전환 작물의 재배면적과 비율 등으로 산정됨.
- OECD 국가의 지표개발 현황
- 생물 다양성지표는 형질전환 작물재배면적(ha)에 대해 2005년까지, 총가축수 대비 4대 주요 가축의 변화와 비율(%)에 대해 2002년까지, 멸종위기의 소, 돼지, 가금류, 양 품종수의 변화에 대해 2002년까지, 농경지를 주 서식지로 사용하는 야생종 비율(%)은 2000년대 초기까지 개발되어 있음.

2.4. 양분수지

- 지표의 의의 및 산정방법
- 농경지에 투입되는 화학비료나 가축분뇨 등의 양분량(질소, 인산)에서 농작물 생산 등의 반출량을 제외하고, 남은 양분량을 나타낸 값을 의미함.
 - 양분수지지표의 값은 양분부족에 의한 토양비옥도 저하와 양분과잉에 의한 토양, 물 및 대기 오염을 초래하는 환경오염의 정도를 나타냄. 양분수지지표는 연도별 농경지의 ha당 킬로그램 단위의 양분과잉(혹은 양분부족)으로 나타냄.
- OECD 국가의 지표개발 현황
- 양분수지 지표는 질소수지(kg/ha)와 인산수지(kg/ha)에 대해 2004년까지 개발되어 있음.

2.5. 농약사용 및 위해성

○ 지표의 의의 및 산정방법

- 농약사용지표는 주성분으로의 농약사용량(또는 판매량)을 지칭하고, 농약위해성 지표는 농약 독성과 노출로부터 육상 및 수생환경과 인간건강에 대한 위해성의 지수를 의미함.
- 농약사용량지표는 농업용 농약(살충제, 살균제, 제초제 및 생장조절제와 살서제를 포함하는 기타농약의 주성분에 대한 데이터)의 전체량에 대하여 시간의 경과에 따른 추이를 나타냄. 여타 지표와 달리 농경지의 단위 면적당 사용된 농약량으로 표시되지 않음. 농약 살포량은 작물별, 국가 내 또는 국가 간에 따라 달라지며, 때로는 사료작물에 사용되기 때문임.

○ OECD 국가의 지표개발 현황

- 농약사용 지표는 농약사용량(톤)에 대해 2003년까지 개발되어 있음.
- 농약 위해성 지표는 덴마크, 네덜란드, 노르웨이는 육상생물에 대한 위해성, 벨기에와 영국은 수생생물에 대한 위해성, 그리고 독일은 육상과 수생생물에 대한 위해성 자료를 제시함. 스웨덴은 국가적으로 농약정책의 영향을 모니터링하고 개인 농가수준에서 경향을 추적할 목적으로 두 가지 농약위해성 지표를 개발함. 그러나 개발된 지표들은 그 지표들이 절대적이 아니라 상대적이므로 국가 간 비교를 할 수 없음.

2.6. 대기 및 기후변화

○ 지표의 의의 및 산정방법

- 농업은 다양한 온실가스 배출로 대기질에 영향을 미침. 즉 농업부문에서의 배출은 산업, 수송과 같은 다양한 오염원과 연계하며, 대기 중 아황산가스, 이산화탄소 등과 같은 다성분 오염물질과 산성화, 부영양화 등과

같은 다양한 효과와 상호작용을 통해 대기질에 영향을 미치게 됨.

- 대기질 지표는 국가 암모니아 총배출량에서 농업이 차지하는 비율로 산정될 수 있음.

○ OECD 국가의 지표개발 현황

- 대기 및 기후변화 지표는 농업부문 온실가스 배출 수지에 대해 2003년까지 개발되어 있음.

2.7. 농업에너지 사용

○ 지표의 의의 및 산정방법

- 농업부문의 에너지 지표는 국가의 총 에너지 소비량 중에서 농장에서 직접적으로 소비되는 에너지의 양 및 비율을 의미함.
- OECD 농업에너지 지표는 1차 농업에 의한 농장내 직접에너지 소비에 초점을 두며, 국제에너지기구(IEA, 2004)로부터 에너지 소비에 관한 자료와 정의를 이용함.

○ OECD 국가의 지표개발 현황

- 에너지 지표는 농장 에너지 소비량(ktoe²)⁴ 지표에 대해 2004년까지 개발되어 있음.

2.8. 농장관리

○ 지표의 의의 및 산정방법

4. ktoe²는 에너지 사용단위로 석유단위 환산량 1,000톤을 나타냄.

- 농장관리지표는 양분관리, 병해충관리, 토양관리, 물관리, 유기농관리 등의 부문을 대상으로 한 지표임.
 - 양분관리지표는 양분관리 계획 실천 농가비중과 농가수(경지면적), 토양 양분검정 실천 농가 비중 등임.
 - 병해충 관리지표는 비화학적 병해충 방제 방법을 실천하는 농경지 비중과 종합병해충관리(IPM) 실천 농경지 비중이 해당됨.
 - 토양 관리지표는 토양보전 실천 농경지 비중과 연중 식생피복 실천 농경지 비중임.
 - 물 관리지표는 관개 방법별 농경지 비중으로 산정함.
 - 생물다양성 관리지표는 생물다양성 관리 계획을 현장에 적용하여 실천하는 농경지의 비중으로 산정함.
 - 환경친화적 농장관리지표는 전체 농경지 가운데 유기농 인증 농경지 비중으로 산정함.

○ OECD 국가의 지표개발 현황

- 양분관리 지표는 양분관리계획 실천 경지면적 비중(%)에 대해 2004년까지, 농가수 비중(%)은 2003년까지 개발
- 병해충관리 지표는 종합병해충관리 실천 농경지 비중(%)에 대해 2003년까지 개발
- 토양 관리 지표는 토양보전 실천 농경지 비중(%)과 1년 이상 식생 피복 실천 농경지 면적 비중(%)에 대해 2003년까지 개발
- 물관리 지표는 관개방법별 경지면적 비중(%)에 대해 2003년까지 개발. 한국은 아직 지표개발이 이루어지지 않고 있음.
- 생물다양성 지표는 생물다양성 관리 실천 농경지 면적 비중(%)에 대해 2003년까지 개발
- 환경친화적 농장관리지표의 경우는 유기농 인증 면적 비중 변화(%)에 대해 2004년까지 개발

표 3-2. 농업환경지표의 개발현황

해당지표	세부지표	OECD	한국		담당		
			개발	연도			
농업에 의해 영향을 받는 자연자원	토지	물 보유 능력	2004	○	2004	농진청	
		농업시설에 의한 물 보유 능력	2004	○	2004	농진청	
		토지 사태 관리 지수	-	×	-	농진청	
	토양	토양 침식(물, 바람)	2004	○	2004	농진청	
		토양 유기 탄소	-	×	-	농진청	
		토양 생물다양성	-	×	-	농진청	
	물이용 및 수질	물 이용량	2003	○	2003	농진청	
		관개용수 화폐 가치	-	×	-	농진청	
		물의 질산염	2000~04	○	2000~04	농진청	
		인산염	2000~04	×	-	농진청	
		살충제	2002	×	-	농진청	
		염류	-	×	-	농진청	
	생물다양성 (작물과 축종 의 유전성 서 식야생종)	작물종의 유전자 다양성	2005	×	-	농진청	
		축종의 유전자 다양성	2002	×	-	농진청	
		멸종위기에 처한 작물 품종 및 축종	2002	○	2002	농진청	
		현지내/외 보전 유용한 종 서식처 양	-	×	-	농진청	
		농경지의 야생종	2000s	○	2000s	농진청	
		서식지 행렬	-	×	-	농진청	
		자연자본지수 ¹⁾	-	×	-	농진청	
	농업 으로 부터 오염	양분수지	질소수지(국가·지역단위지수)	2004	○	2004	농진청
			인산수지(국가·지역단위지수)	2004	○	2004	농진청
농약이용 및 위험		농약사용	2003	○	2003	농진청	
		농약위해성	2004~06	×	-	농진청	
대기 등		농업부문 온실가스 배출 수지	2003	○	2003	농진청	

주: 1) 자연자본지수(Natural Capital Index: NCI)는 생물다양성에 대한 국제 협정 (the Convention on Biological Diversity: CBD)을 위한 측정 도구임.

표 3-3. 농업환경지표의 개발현황(지역 및 정황지표)

해당지표		세부지표	OECD	한국		담당
				개발	연도	
농업 에너지 사용 및 농장 관리	농업 에너지 사용	농업 투입물에 포함된 에너지 총량	2004	○	2004	KREI
		농업에너지 효율성	-	×	-	KREI
		재생 가능한 에너지 생산 및 이용	-	×	-	KREI
	농장관리	양분 관리	2004	○	2004	KREI
		농약 관리	2003	○	2003	KREI
		토양 관리	2003	○	2003	KREI
		물 관리	2003	×	-	KREI
		생물 다양성 및 경관 관리	2003	○	2003	KREI
		환경 친화적 농장 관리	2004	○	2004	KREI
		농장 관리 능력	-	×	-	KREI
농장 경영기법 행렬	-	×	-	KREI		
토지 보전 및 농업 경관	토지 보전	담수능력	2004	×	-	농진청
		토양지탱능력	2004	×	-	농진청
	농업 경관	문화적 요인	2004	×	-	농진청
		농업경관의 수요	2004	×	-	농진청
		농업경관의 가치	2004	×	-	농진청
농업 생산 및 경지 이용	농업 생산, 경지 이용	농업GDP	2004	○	2004	KREI
		농업생산량	2004	○	2004	KREI
		농업고용	2004	○	2004	KREI
		농민연령	2004	○	2004	KREI
		농민교육	2004	○	2004	KREI
		농장수	2004	○	2004	KREI
		농가경영수지	2004	○	2004	KREI
		농업예산	2004	○	2004	KREI
		토지이용	2004	○	2004	KREI
	농경지 피복	농경지 피복일수	1999	○	1999	농진청

3. 우리나라의 농업환경자원관리 현황

3.1. 농업환경자원관리시스템의 운용 사례

3.1.1. 토양환경정보시스템(SOIL)

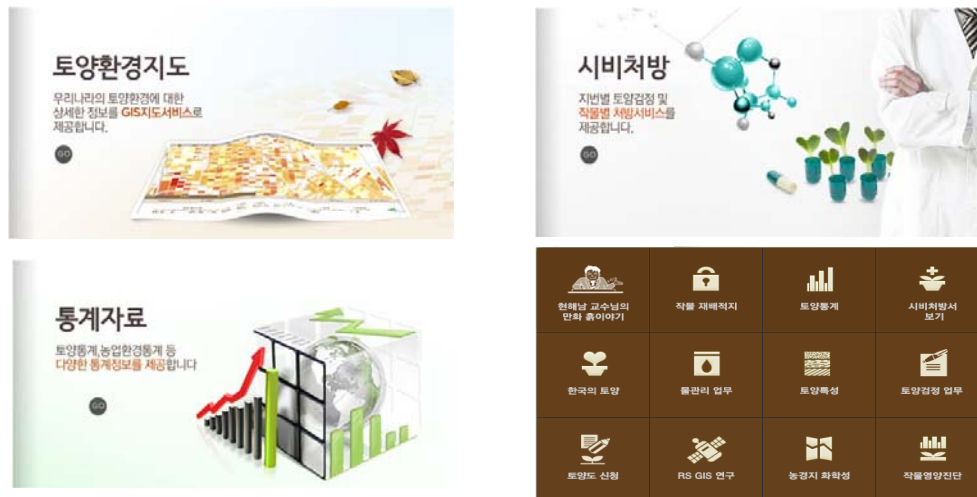
- 토양환경정보시스템은 농업과학원이 1998년부터 2006년까지 구축·운영된 토양정보시스템(ASIS)과 2007년부터 2009년까지 구축·운영된 농업환경정보시스템을 2010년부터 통합한 시스템임. 토양환경정보시스템은 토양정보와 농업환경정보를 함께 제공하는 우리나라의 토양환경정보 포털임<표 3-5>.
- 토양환경정보시스템은 작물재배적지, 농경지화학성, 토양특성, 정밀농업기후도, 생물상분포, 농업환경변동정보 등을 인터넷을 통하여 제공함으로써 영농인, 정책담당자, 내·외부 연구자, 일반 국민 등 다양한 수요자들이 쉽게 활용할 수 있도록 보급하고, 농업환경의 보전, 농산물 안전 생산의 전국적인 기반을 구축함을 목적으로 하고 있음.

표 3-4. 농업환경정보시스템 구축 현황

구분	주요내용	구축연도
토양정보시스템	<ul style="list-style-type: none"> • 토양 전자지도(농작물 재배적지 49작물, 토양 GIS 주제도 50종), 시비처방 104작물 등 • 토양도, 지적도, 농지원부 전국 연계 서비스 	2001~'06
농업환경정보시스템	<ul style="list-style-type: none"> • 농경지화학성, 토양미생물, 수질, 생물상 분포 등 농업 환경정보 • 농작물 재배적지, 정밀농업기후도 등 농업 환경지도 서비스 	2007~'09
토양환경정보시스템	<ul style="list-style-type: none"> • 토양정보시스템과 농업환경정보시스템을 통합한 작물 재배적지, 농경지화학성, 토양특성, 정밀농업기후도, 생물상분포도, 농업환경변동정보 등의 토양환경지도와 토양 및 농업환경 통계자료, 시비처방 등의 서비스 	2010~

자료: 흙토람(<http://soil.rda.go.kr>).

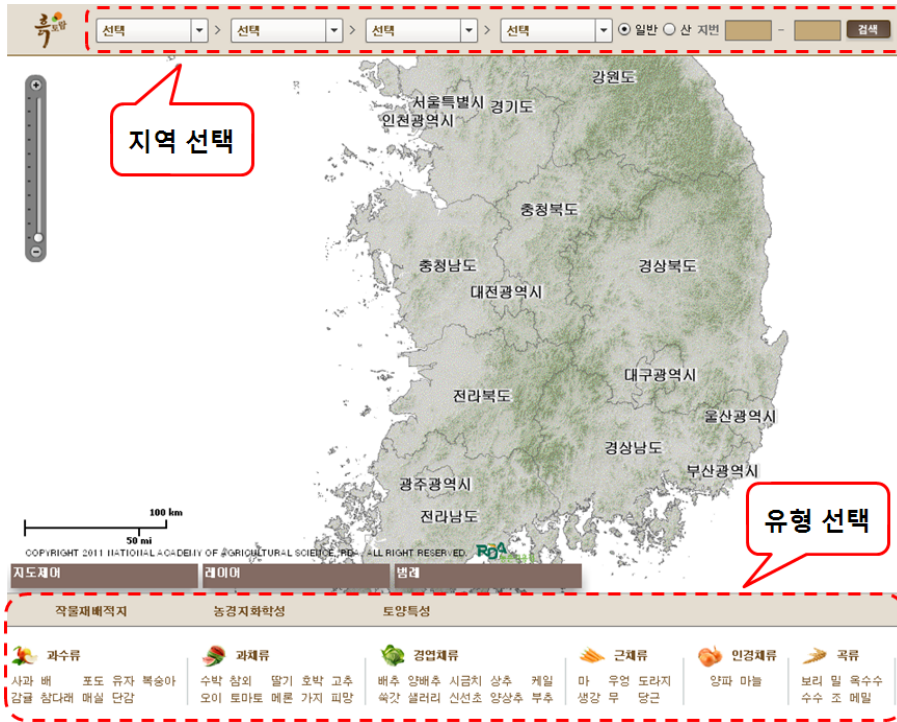
그림 3-1. 흙토람의 주요 카테고리



자료: 흙토람(<http://soil.rda.go.kr>).

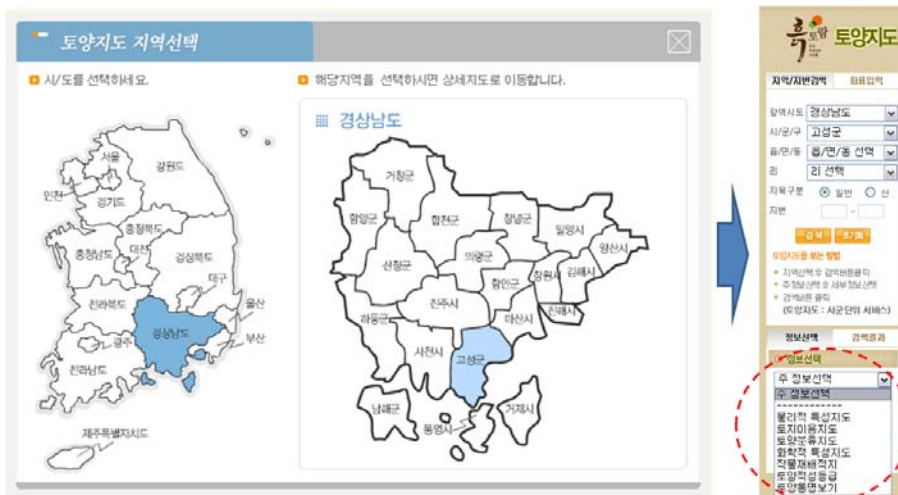
- 흙토람은 토양환경정보시스템 내에 있으며, 농촌진흥청 국립농업과학원에서 운영하는 농업토양정보시스템(ASIS)을 말함. 토양환경정보시스템에서 흙토람을 통해 제공하는 주요 정보는 농업환경지도와 토양 및 농업환경통계자료, 시비처방 등의 정보를 제공하고 있음. 토양환경지도는 작물재배적지, 농경지화학성, 토양특성, 정밀농업기후도, 생물상분포도, 농업환경변동정보 등을 제공하고 있음<그림 3-1>, <표 3-6>.
 - 작물재배적지는 사과, 배, 감귤 등 총 61개의 작목에 대한 작물재배적지 지도를 제공하고 있음.
 - 농경지화학성 지도는 산도, 유기물함량, 유효인산 등 총 25종의 화학성 지도를 제공하고 있음.
 - 토양특성지도는 형태적·물리적 특성, 토양지형, 토양분류 등 총 25종의 토양특성지도를 제공하고 있음.
 - 정밀농업기후도에서는 연평균기온, 최고기온, 최저기온 등을, 생물상분포도에서는 식생, 외래 잡초, 수서곤충 등의 지도를, 농업환경변동정보에서는 농경지화학성, 농경지 물리성, 토양미생물 등의 지도를 제공하고 있음.

그림 3-2. 토양환경지도 이용



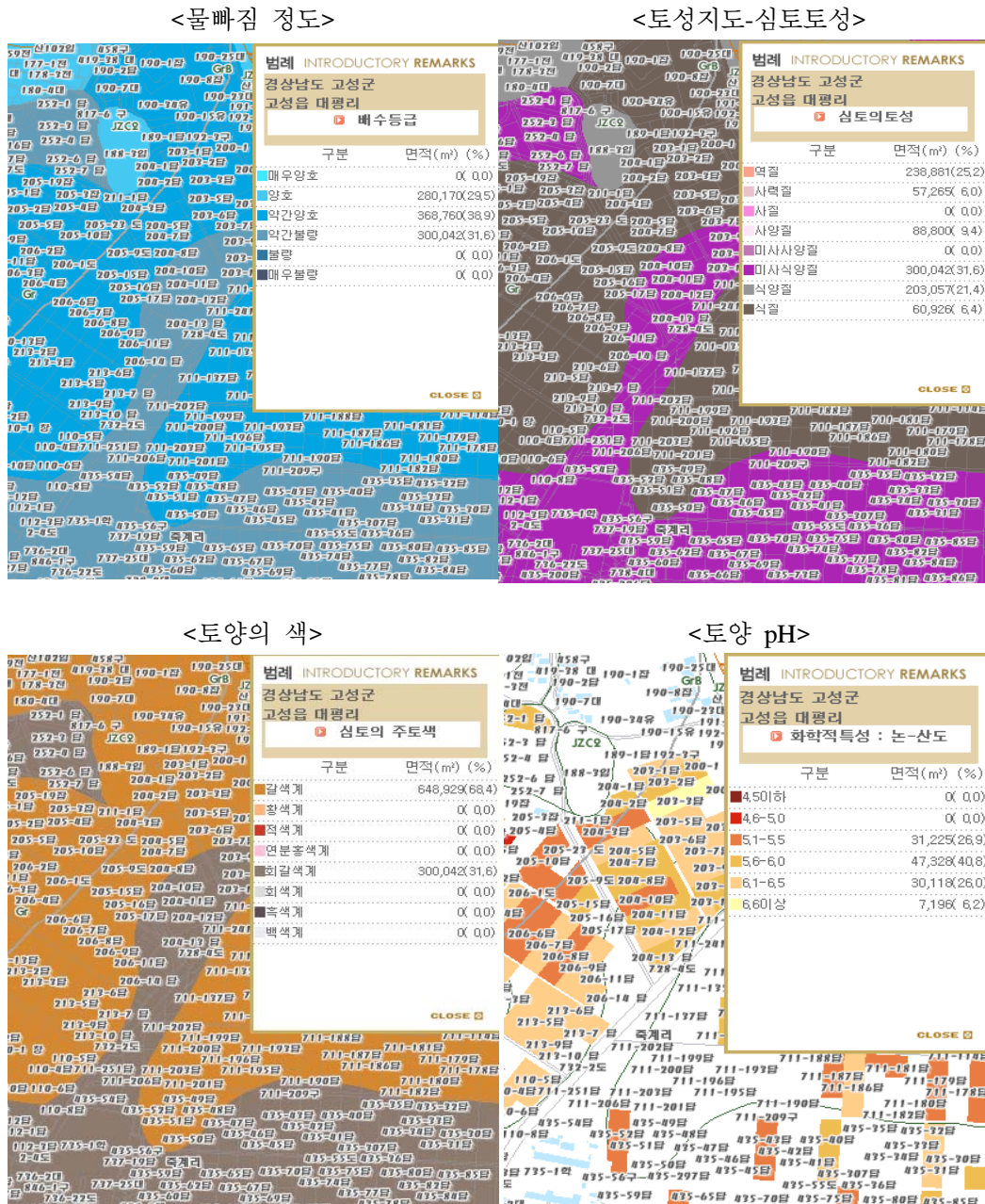
자료: 흙토람(<http://soil.rda.go.kr>).

그림 3-3. 토양지도 이용



자료: 흙토람(<http://soil.rda.go.kr>).

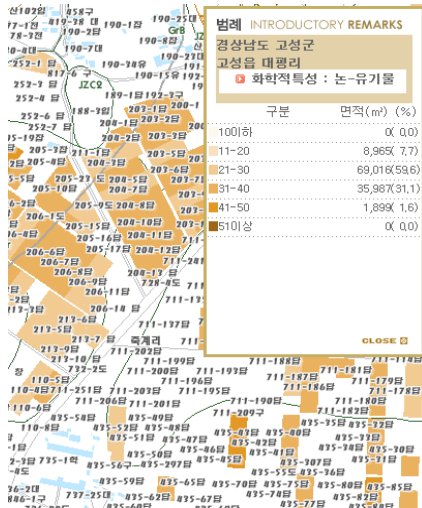
그림 3-4. 토양 GPS 주제도 예시



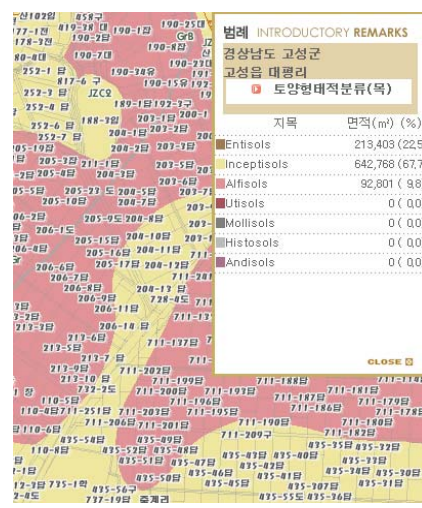
자료: 흙토람(<http://soil.rda.go.kr>).

그림 3-4. 토양 GPS 주제도 예시(계속)

<토양 유기물>



<토양분류-목>



<토양 유형>



<토지이용>



자료: 흙토람(<http://soil.rda.go.kr>).

- 토양통계자료는 작물재배적지, 농경지화학성, 토양특성, 토양통·부호⁵ 등의 자료를 제공하고 있음<그림 3-5>.

5 토양통은 신토양 분류법의 최하위 분류단위로 동일한 토양모재로 부터 발달된 층위의 특성 및 배열이 유사한 토양을 묶은 것을 말하며, 토양부호는 토양도상에 토양 이름 대신 기입하는 문자나 숫자를 가리킴.

- 작물재배적지는 과수류, 과채류, 경엽채류 등 총 64개 품목에 대해 제공하고 있음.
- 농경지화학성은 산도, 유기물, 유효인산, 칼륨, 칼슘, 마그네슘, 유효규산 등의 자료를 제공하고 있음.
- 토양특성의 경우에는 형태적, 물리적 특성통계로 표토의 자갈함량/토성/침식정도, 경사, 심토의 석력함량/주토색/토성, 유효토심, 배수등급, 토양모재 등을 제공함.

그림 3-6. 토양환경정보시스템의 토양관리처방서

토양관리처방서

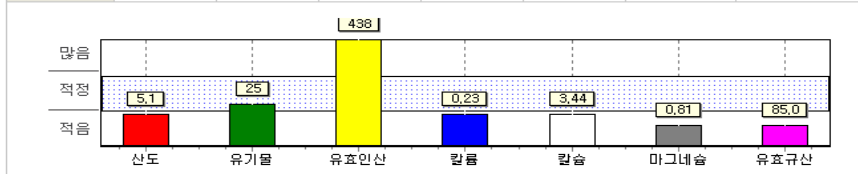
저장 저장 인쇄 도움말 닫기

경지현황

조사번호	2001-47	토양명	해곡	면적	1,793m ²
경작지	경상남도 고성군 고성읍 대평리 281-2			작물명	벼(일반답)
토양유형	미속단	토성	양토	배수	약간 양호

토양분석결과

구분	pH (1:5)	유기물 (g/kg)	유효인산 (mg/kg)	치환성 양이온(cmol+ /kg)			유효규산 (mg/kg)
				칼륨	칼슘	마그네슘	
적정범위	5.5~6.5	25~30	80~120	0.25~0.3	5.0~6.0	1.5~2.0	157~180
분석치	5.1	25.0	438.0	0.23	3.44	0.81	85.0



양분보존층 : 10.6(cmol+/kg)

비료추천량

실면적 추천량(kg)	요소	용성인비	영화칼리	퇴비 (1종류만 선택)				규산	황산 아연	석고
	(유안)	(용과린)	(황산칼리)	볏짚	우분	돈분	계분			
밀거름	18 (39)	27 (27)	9 (10)	2,148	2,148	473	365	537.0	0.0	0.0
웃거름	14 (30)	0 (0)	4 (4)							

10a 당 화학비료 성분량(밀거름/웃거름): 질소(4.5/3.6), 인산(3.0/0.0), 칼리(2.9/1.2) kg

담당자 의견

☞ 귀하의 농경지는 땅심이 적당하며 토양중 인산성분은 많고 규산성분은 적습니다. 벼(일반답) 재배시에 밀거름은 추천한 비료량을 사용하시고 웃거름은 생육상태에 따라 다소 조절해 주셔도 됩니다.

자갈이 많은 토양으로 작물 뿌리의 뻗음이 나쁘고 경중관리가 어렵기 때문에 토심을 높이기 위하여 자갈을 제거하거나 객토등의 토양관리가 필요합니다.

자료: 흙도람(<http://soil.rda.go.kr>).

- 시비처방은 농경지의 토양시료를 채취 및 분석하여 토양의 양분상태를 진단하고 결과에 따라 작물재배에 적합한 시비처방 및 토양관리법을 추천하여 농업인의 영농활용에 기여함.
 - 시비처방에서는 필지별 토양검정결과의 입출력, 토양검정 결과 및 시비 추천식을 이용한 토양관리처방서 출력, 토양검정자료의 검색, 변환, 집계 및 분석, 시비처방 체험, 객토량 구하기 등을 제공함.

3.1.2. 가축분뇨종합정보시스템

- 가축분뇨종합정보시스템(<http://envi.nias.go.kr/>)은 농촌진흥청 국립축산과학원이 개발한 시스템으로 가축분뇨 처리·이용과 관련한 기술 및 업체 정보를 산업현장에 원스톱으로 제공하는데 그 목적이 있음<그림 3-7>.
 - 가축분뇨 종합정보 시스템은 가축분뇨의 퇴비화와 액비화 등의 기술정보뿐만 아니라, 가축분뇨 자원화 시설 표준 설계도에 따른 적정 시설규모를 손쉽게 산출할 수 있는 의사결정 지원시스템과 퇴비와 환경개선제 생산업체 정보 등 폭 넓은 정보를 제공함.
 - 퇴비사는 분뇨혼합과 분뇨분리로 구분할 수 있는데, 분뇨혼합의 경우 처리유형, 두수, 조절목표 수분에 따라 퇴비사의 필요용적과 면적을 산출할 수 있음.
 - 분뇨분리의 경우 처리유형, 축사면적(한우, 젃소, 돼지), 사육규모(닭)에 따라 퇴비사의 필요용적과 면적을 산출할 수 있음.
 - 또한 저농도액비(SCB) 시설은 사육두수에 따라 SCB 시설규모, 부자재 소요량, 상시 퇴비 생산량, 12개월 가동 시 퇴비 생산량을 산출할 수 있음.

그림 3-7. 가축분뇨 종합정보시스템의 퇴비화(분뇨혼합)



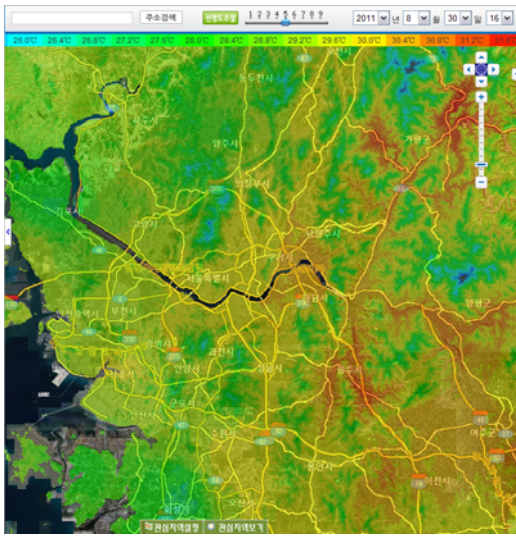
자료: 가축분뇨종합정보시스템(<http://envi.nias.go.kr/>)

3.1.3. 농업기상 및 병해충정보 연계시스템

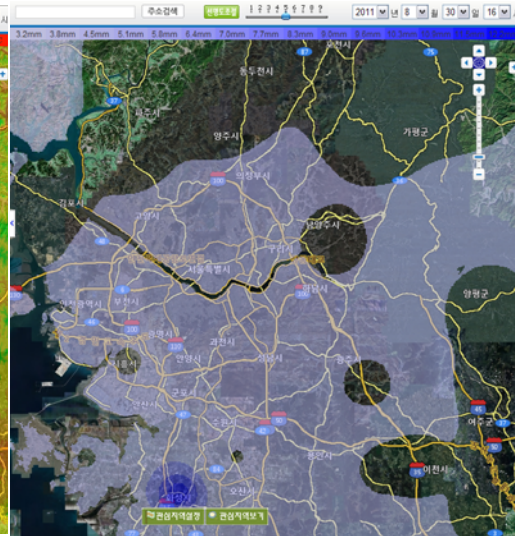
- 경기도 농업기술원은 농업기상정보와 병해충발생 예보를 실시간으로 제공하는 농업환경정보시스템을 운영하고 있음<그림 3-8>.
 - 여기서는 기상청에서 제공하는 동네 예보자료를 활용하여 평균기온, 최고기온, 최저기온, 강수량 등을 예보하고 있음. 주요 카테고리는 일별기상, 벼 병해 예측, 과수 병해 예측, 채소 병해 예측임.
 - 특히 벼와 과수 및 채소 등의 병해충예보도 실시간으로 제공하여 농업인들의 가상대응 및 영농실천에 실질적인 도움을 제공함.

그림 3-8. 경기도 농업기상과 병해충 발생 예보

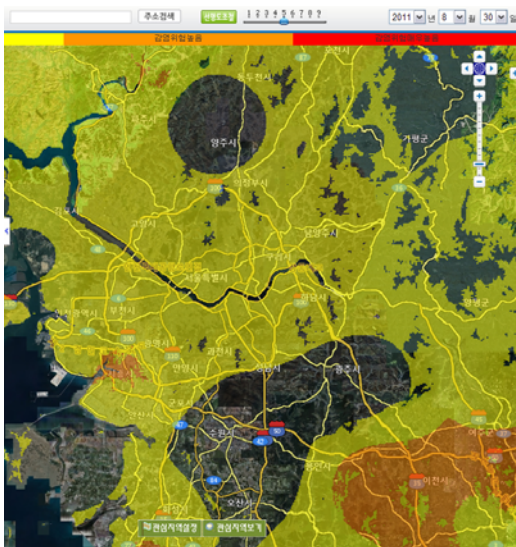
시간별 기상(기온)



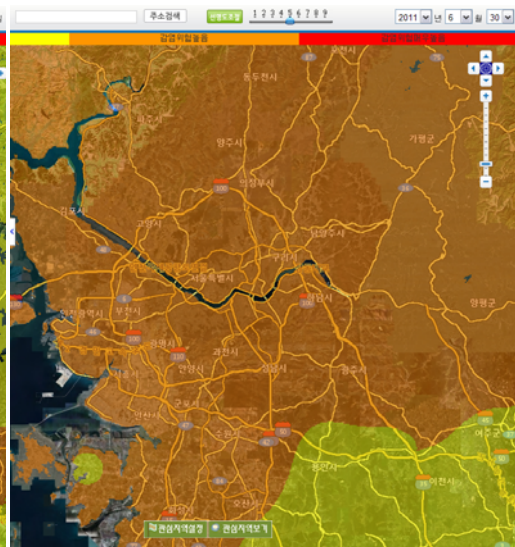
시간별 기상(강수)



벼 병해 예측



과수 병해 예측

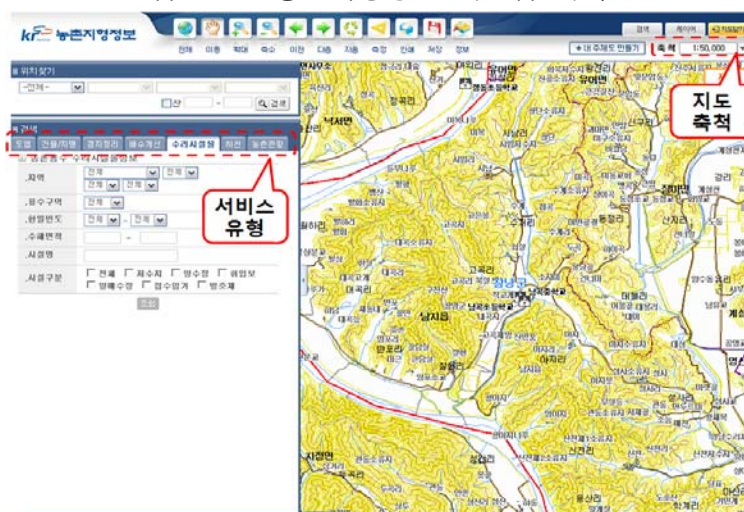


자료: 농업환경정보시스템(<http://www.epilove.com>).

3.1.4. 농촌지형정보시스템

- 농촌지형정보는 한국농어촌공사에서 개발한 물과 토지 등 인프라 구축과 관련된 농촌지형정보와 농업용수 종합정보, 농촌지하수 관련 정보를 제공함<그림 3-10>.
 - 농촌지형정보는 농지의 효율적 보전 및 관리를 위한 인프라를 구축하는 농지정보화사업의 일환으로 구축된 농지관리시스템으로 가장 기본이 되는 농지조사 및 농지원부를 정보화하고, 농지이용과 농촌이용 및 농촌개발과 관련된 각종 도면을 정보화하여 체계적으로 관리·활용하며, 필지별 농지관리체계(농업진흥지역, 농지전용현황 등) 등을 담고 있음.
 - 이 시스템 구축의 목적은 농지의 효율적 보전 및 관리와 경쟁력 강화를 위한 인프라 구축과 농지의 관리 및 개발과 관련된 각종 공간정보의 체계적 관리와 정책수립에 필요한 자료 등을 제공함.
 - 검색 탭에서 건물/지명을 통한 지명검색, 경지정리 시행지 혹은 예정지 검색, 배수개선 예정지역 검색, 수리시설물 정보, 농촌용수 하천정보, 농촌관광마을, 휴양지 등 농촌관광 위치 정보를 제공하고 있음.

그림 3-9. 농촌지형정보 시스템 서비스



자료: 농촌지형정보시스템(<http://gis.ekr.or.kr/map/map.jsf>)

3.1.5. 농촌용수종합정보시스템

- 농촌용수종합정보시스템(Rural Agricultural Water Resource Information System, RAWRIS)은 국토해양부, 환경부, 농림수산식품부 등 정부부처가 공동으로 참여하는 국무총리실 수질개선기획단의 국가 물관리정보화 기본계획(1999. 12. 30)에 따른 농림부 소관 「농촌용수 물관리정보화」사업의 주 시스템임. 한국농어촌공사에서 생성되는 농촌용수 및 자원정보 등을 온라인으로 제공하기 위한 국가차원의 물관리정보 활용시스템으로 구축함<그림 3-10>.
 - 이 시스템은 농촌지역에 산재되어 있는 농촌용수 관련정보(수량, 수질, 지하수, 시설물 자료)를 생성, 가공, 분석, 제공하는 인터넷 포털 시스템임. 서비스 카테고리로는 수리시설물, 농촌용수관리, 가뭄 및 홍수와 같은 재해관리, 농촌용수계획 등이 있음. 킷 메뉴로써 행정용수, 수리시설물, 수위정보, 수질현황, 저수지 100선, 국가어도정보, 하천검색 등이 있고 세부 서비스로는 농어촌용수구역, 수리시설물, 수질관리 등에 대한 정보가 있음.

그림 3-10. 농촌용수종합정보 시스템 이용



자료: 농촌용수종합정보시스템(<https://rawris.ekr.or.kr/RawrisMIS/Default.aspx>)

3.1.6. 농촌어메니티 정보시스템

- 농촌어메니티 정보시스템(Rural Amenity System)은 체계적 관리기반 부재로 방치되고 있던 고 부가가치 농촌어메니티 자원의 적극적 발굴 및 체계적 개발과 관리를 목적으로 농촌진흥청 국립농업과학원에서 운영하고 있음. 농촌어메니티 자원에 대하여 정보기술을 이용한 효과적인 관리 및 활용시스템 구현을 통하여 농촌의 휴양 및 관광 가치에 대한 수요를 증대시키며, 미래 농촌 어메니티 파생 산업 등장, 새로운 농촌경쟁력의 원동력으로써 활용, 농촌어메니티의 부가가치 창출 기반조성 등을 기대할 수 있음.
- 주요 서비스는 농촌어메니티 100선을 선정하여 제공하고 있음. 농촌어메니티 100선은 2005년부터 농촌진흥청 국립농업과학원 농촌환경자원과에 1만 2천여 개 마을을 대상으로 어메니티자원의 현장조사를 실시한 결과 중에 농촌의 고유한 전통문화, 자연경관, 공동체 등 농촌다움과 쾌적한 환경을 제공하는 농촌 자원을 선정한 것임.

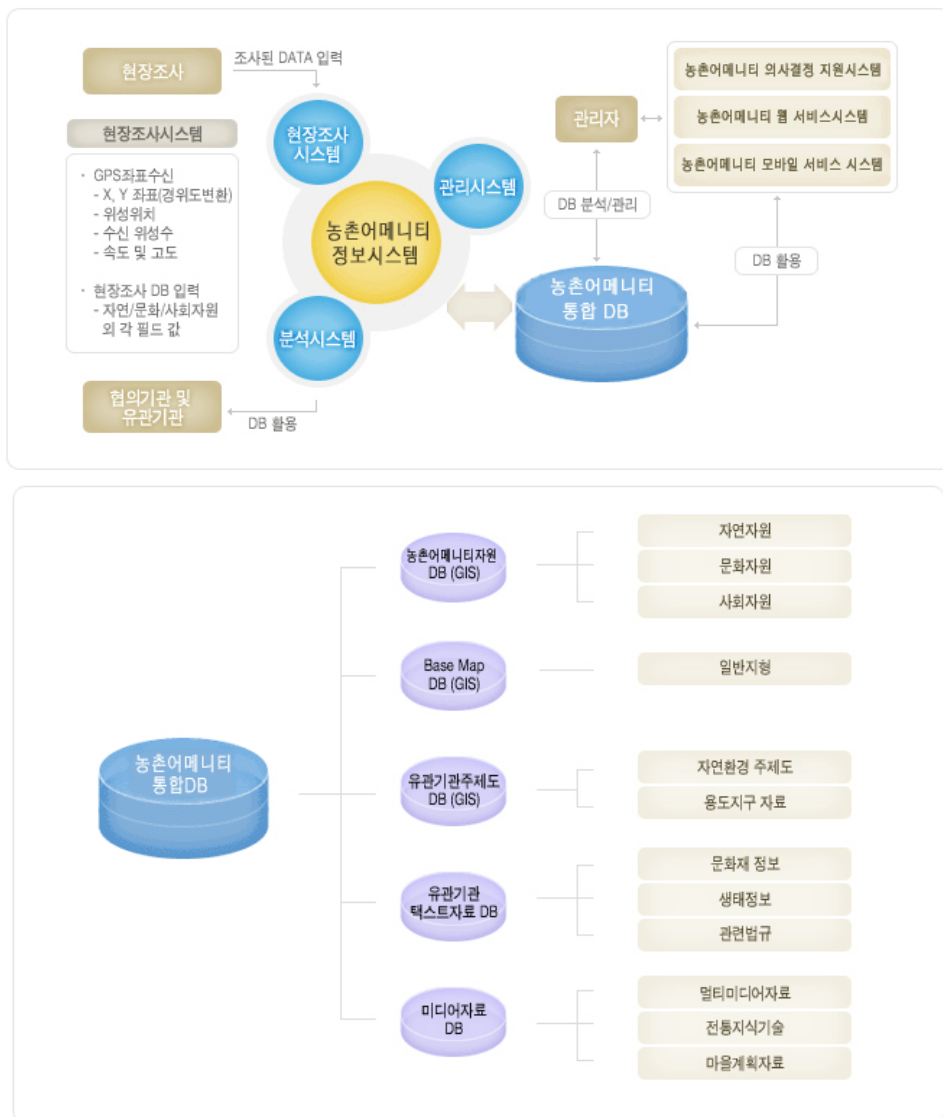
표 3-5. 농촌어메니티 정보시스템 100선 개요

100선 구분	100선 내용
농촌어메니티경관	농업생산경관, 농촌자원경관(하천, 해안), 농촌자연경관(산림경관), 주거지경관, 역사문화경관
전통자원	전통가옥, 마을상징물, 유명인물, 풍수지리나 전설, 기타전통건조물
농촌체험	농촌생활체험, 전통놀이체험, 자연생태체험, 전통음식체험

- 농촌어메니티 지도를 통하여 수자원, 지형자원, 경관자원, 시설물자원, 공동체자원, 특산자원, 전통자원에 대한 구체적인 지역별 위치를 제공하고 있음.
- 전문가를 위해 별도로 마련한 농촌어메니티 정보시스템은 어메니티자원 GIS DB 및 농촌어메니티 관련 DB를 관리하기 위해, 현장조사 시스템에서 조사된 자료를 관리시스템에서 연구업무에 활용할 수 있도록 주제도를 생

성하고 GIS DB를 관리하며 지도 등을 출력할 수 있는 기능으로 구성되어 있음. 또한 분석 시스템을 통해 각 마을별 자원분포현황, 공간분석기능 등을 제공하여 국립농업과학원 및 유관기관에서 활용할 수 있도록 함.

그림 3-11. 농촌어메니티 정보시스템 개념도



자료: 농촌어메니티 정보시스템(<http://rural.rda.go.kr/>).

3.1.7. 환경가치종합정보시스템

- 환경가치종합정보시스템(Environmental Valuation Information System, EVIS)은 한국환경정책평가연구원에서 환경가치평가에 관한 관련분야의 연구를 요약하여 제시하는 데이터베이스임(<http://evis.kei.re.kr/index.jsp>).
 - 환경질변화에 따른 환경가치 추정치에 대한 기초정보를 제공함으로써 환경편익분석, 환경영향평가, 사업타당성평가를 포함한 다양한 정책분석을 지원하는 시스템임.
 - 농업분야의 친환경농업단지조성의 환경개선 가치평가, 유기농업의 가치평가, 유기농업의 공익기능에 대한 가치평가, 농업의 다원적 기능에 따른 가치평가 등 다양한 분야의 가치평가에 대한 연구결과를 요약하여 제시함.

그림 3-12. 환경가치 종합정보시스템 DB 검색방법

<카테고리 선택>

A. 카테고리 선택을 통한 환경가치 DB 찾기

1. 메인화면 왼쪽상단(아래그림)에 있는 카테고리에서 찾고자 하는 분류기준을 클릭하십시오.

EVIS 분류기준

> 환경자원/서비스

- 대기
 - 대기질
 - 시정거리
 - 농업(생산성)영향
 - 제조업(생산성)영향
 - 악취
 - 생태계영향
 - 건강/보건
 - 기타
- 물
- 토지/토양/지질
- 소음/진동
- 폐기물
- 생태계기능/서비스/편익
- 개발생태계/자연지역
- 기타

> 추정기법

- 시장가격법
- 회피행동/비용법
- 여행비용법
- 헤도닉가격법
- 조건부가치추정법
- 컨조인트분석법
 - 조건부선택결정법
 - 조건부순위결정법
 - 조건부등급결정법
- 대체비용법
- 편익이전
- 기타

<원하는 검색어 입력>

B. 원하는 검색어로 환경가치 DB 찾기

1. 메인화면 우측중단(아래화면 참조)에 위치한 "환경가치DB검색"에서 찾고자 하는 단어를 입력하고 검색버튼을 누르십시오.

환경가치종합정보시스템(Environmental Valuation Information System : EVIS)
 환경가치종합정보시스템(EVIS)은 한국환경정책·평가연구원에서 개발 중인 온라인 환경가치 산정연구 요약 DB이다.
 EVIS는 정부부처 및 민간기업의 의사결정자를 비롯하여 학계, 환경전문가, 환경NGO 등에게 환경(환경의 질) 변화에 따른 환경가치 추정에 대한 기초정보를 제공함으로써, 비용편익분석, 환경영향평가, 사업타당성 평가를 포함한 다양한 정책분석을 지원한다.



신규등록	공시사항	계시판	
· 수도권 유권산단도 개선안 가치추정(조건부가...			2010-12-09
· 할양호 수질개선에 대한 소방차 지원의사결...			2010-12-08
· 새로운 분류체계를 이용한 수질영향의 결정...			2010-11-30
· 조건부가치추정법을 이용한 교통정책분석...			2010-11-24
· 일제강점기 대량학살에 대한 소방차 진출안...			2010-11-24

환경가치 DB 검색

검색

환경가치종합정보시스템(EVIS) 관련 의견 보내기
 EVIS 구축에 대한 의견 및 수록 관련 정보에 대한 문의가 있으시면 아래의 담당자에게 문의 바랍니다.

· 안소은 E-mail: soeun@kei.re.kr · 최유진 E-mail: choyjin@kei.re.kr

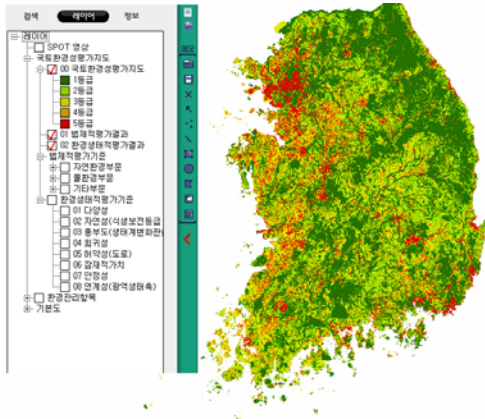
자료: 한국환경정책평가연구원(<http://evis.kei.re.kr/index.jsp>).

3.1.8. 환경공간정보서비스

- 환경부에서 관리하는 환경공간정보서비스(Environmental Geographic Information System, EGIS)는 각종 지리정보사업을 통해 구축된 지리정보 자료를 일반인을 대상으로 인터넷을 통해 시간적, 공간적 제약 없이 Web-GIS서비스와 검색과 자료를 제공하는 서비스임<그림 3-13>.
- 구체적인 제공 서비스로는 토지피복지도, 생태자연도, 국토환경성평가지도, 환경용도지역지구도, 도시생태현황도(비오뚝지도) 등을 제공하고 있음. 또한 고시지역, 측정망, 생태/경관, 환경주제도, 환경기초시설 등의 공간정보를 검색 및 조회할 수 있음.
- 생태자연도, 토지피복도, 인공위성사진 등은 원하는 사각형 지역을 클릭하면 확인할 수 있고, 국토환경성평가지도에서는 레이어 창을 활성화시켜 국토환경성평가지도, 법제적 평가기준, 환경생태적 평가기준 등을 확인할 수 있음.
- 복합적인 환경문제에 적극적으로 대응하기 위하여 기존의 단순한 정보처리와 차별화된 종합적인 관리기법과 신속 정확한 정보분석체제로의 변환의 필요성에 따라 구축된 서비스임.
- 환경공간정보서비스에서는 공무원, 대학교수, 연구기관 등의 공공기관 사용자와 그 외의 일반 사용자에게 맞춤형 서비스를 제공하고 있으며 필요에 따라 환경공간정보 신청을 할 수 있음.
- 홈페이지 이용은 누구나 쉽고 편리하게 사용할 수 있도록 카테고리별로 세부적인 설명과 함께 시각적인 가이드라인을 제공하고 있음.

그림 3-13. 환경공간정보서비스의 활용사례

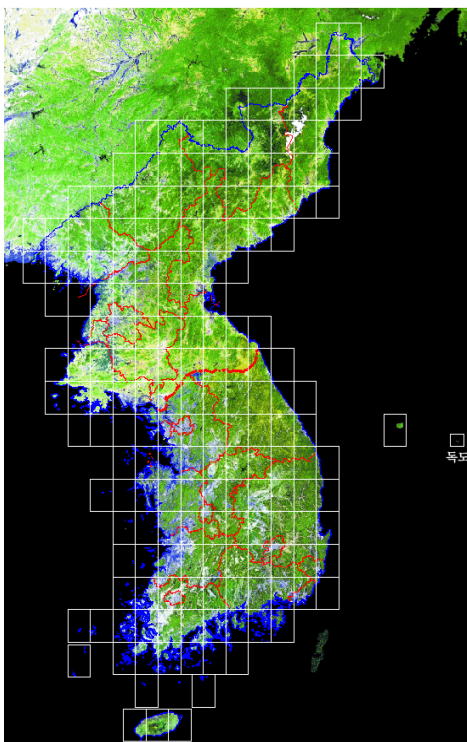
<국토환경성평가 지도>



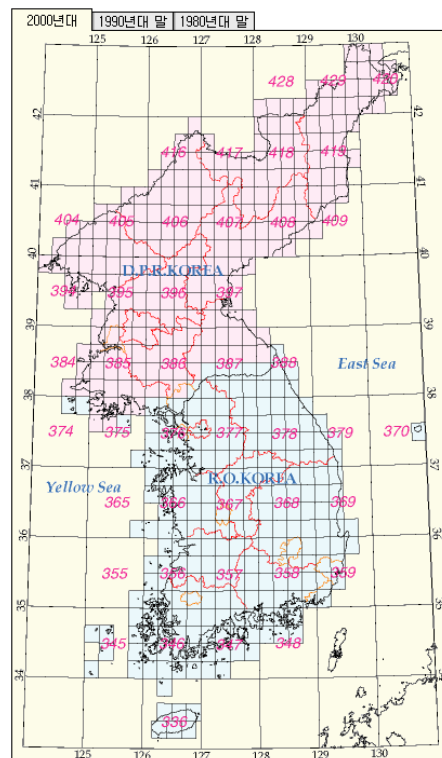
<생태자연도>



<인공위성사진>



<토지피복도>



자료: 환경부 공간정보서비스(<http://egis.me.go.kr/>)

3.2. 농업환경자원 관리를 위한 추진 계획

- 제3차 친환경농업육성 5개년 계획(2011~'15)은 농업환경자원 관리시스템 구축을 명시함<그림 3-14>.
 - 제3차 친환경농업육성 5개년 계획은 ‘국민과 자연이 함께 하는 친환경 녹색산업 육성’을 비전으로 3대 핵심가치를 선정하고 이를 위한 7대 핵심과제를 추진하고 있음.
 - 7대 핵심과제의 하나로 ‘농업환경자원 관리시스템 구축’으로 제시하고, 정책목표로 환경친화적 농업자원 관리를 통한 지속가능한 농업육성을 설정함. 농업환경자원 관리시스템 구축을 위한 5대 주요과제로 농업환경 지표의 개발 및 관리, 농업환경자원별 관리 및 이용 개선, 농업환경시스템 전환을 위한 인프라 구축, 국내외 협력기반 구축 및 교육·홍보, 지역 단위 양분총량제 시범사업 실시 등을 제시함.

그림 3-14. 농업환경자원 관리시스템 구축의 세부사항

정책목표	환경친화적 농업자원 관리를 통한 지속가능한 농업 육성: 농업과 환경의 조화(상생) 방안 모색				
주요과제	① 농업환경지표의 개발 및 관리	② 농업환경자원별 관리 및 이용 개선	③ 농업환경 시스템 전환을 위한 인프라 구축	④ 국내외 협력기반 구축 및 교육·홍보	⑤ 지역단위 양분총량제 시범사업 실시
추진방향	농업환경자원을 관리하기 위한 다양한 지표개발 및 이를 뒷받침하는 D/B 구축 -지역별 농업환경상태 진단 및 정책 연계방안 마련	농업환경자원의 통합적 관리를 위한 기반을 구축하고, 분산되어 있는 관리기능들을 상호 유기적으로 연계 -흙·물·대기자원의 체계적 관리 방안 수립	농업환경자원 종합관리를 위한 초기 인프라 구축 -인력육성, 맞춤형 기술의 개발, 법적 제도개선 등	농업환경 분야의 정책개발 및 확대를 위한 국제협력 강화 관련주체의 역할분담 네트워크 시스템 구축, 관련 정보공유 및 교육·홍보 실시	지역별 종합적 양분관리를 통해 환경부하 최소화 -지역별 농경지의 양분 투입·산출관계를 기초로 양분수지 파악
세부내용	○국내 농업여건에 맞는 농업환경지표 개발 및 관리 ○농업환경지표를 활용한 농업환경상태 진단 및 정책 연계 방안 마련 ○전문가·정책담당자간의 지표개발 네트워크 구축	○(흙)자원·수용·이용 뿐만 아니라 토양의 보전까지 종합적으로 관리하는 체계 수립 지속적인 토양개량 및 관리 ○(물)자원·이수·차수 뿐만 아니라 수질까지 동시에 고려하는 종합적인 물관리 방안 추진 ○(대기)자원은살기스 대응 농업부문의 종합 관리 방안 추진	○분야별/지역별 적응계획 수립 및 이행에 관한 가이드라인 마련 ○농업환경 분야 전문인력 육성 ○맞춤형 친환경농업 기술의 개발 및 보급 ○제도적·법적 지원체계 구축	○관련 주체의 역할분담 네트워크 시스템 구축 ○농업환경분야의 정책 개발 및 확대를 위한 국제협력 강화 ○농업환경지원 책서 발간 ○농업환경 교육·홍보 콘텐츠 및 프로그램 개발·보급	○양분수지지표 산출 및 지역단위 농업환경 개선 상태 진단 ○지역별 양분수지(질소/인산) 모니터링 시스템 구축 ○과잉양분수지가 매우 높은 축장지역을 선정 지역단위 양분총량제 시범사업 추진

자료: 농림수산식품부. 「제3차 친환경농업 육성 5개년 계획」, 2011.

제 4 장

주요국의 농업환경자원관리 사례

1. 주요국의 농업환경자원 관리 현황

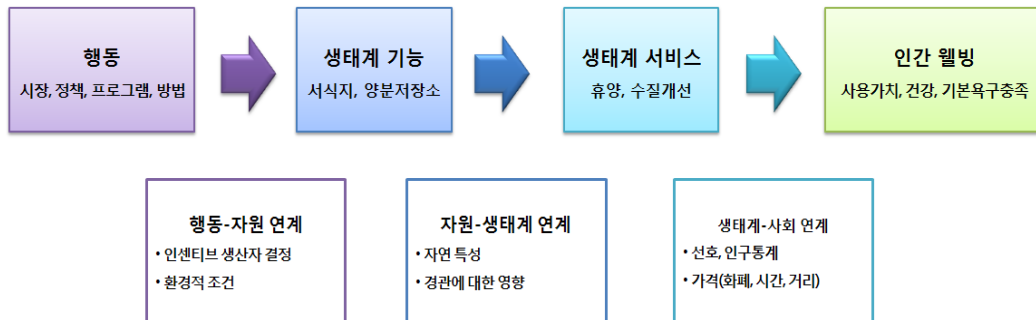
1.1 캐나다

- 캐나다의 농업환경자원관리를 담당하는 주무부처는 농식품부(Agriculture and Agri-Food Canada, AAFC)이고, 관리목표는 농업정책 담당자에게 과학적인 정보를 제공함으로써 지속 가능한 농업을 위한 올바른 의사결정에 도움을 주기 위함임.
- 캐나다 농식품부 산하의 국가농업환경건강분석·보고프로그램(National Agri-Environmental Health Analysis and Reporting Program, NAHARP)은 관련 과학자, 경제학자, 정책분석가 및 타부처, 지방정부, NGO, 학계 등과 연계하여 농업환경지표를 지속적으로 발전시키고, 모델링 및 경제분석 등을 통하여 농업환경지표와 정책 개발과의 연계성 등을 높이도록 역량을 강화하고 있음.
 - 캐나다 농식품부는 2000년부터 5년 주기로 농업환경지표 종합보고서를 발간하여 활용토록 하고 있음.

- 2010년 농업환경지표 보고서는 농경지, 토양건실성, 수질, 대기질, 식품과 음료 산업 등의 연계 등을 포함하여 ‘캐나다 농업의 환경적 지속가능성 (Environmental Sustainability of Canadian Agriculture)’ 제목으로 발간됨.
 - 기본적으로 OECD의 추진력-상태-반응(Driving Force-State-Response, DSR) 분석 틀을 바탕으로 하고 있으며, 농업의 환경영향은 양(+)과 음(-)으로 나타냄.
 - 농업생산에 영향을 미치는 요인들을 통제함으로써 관리할 수 있음. 실제로 나타나거나 인식된 상태와 추진력의 변화에 대한 사회반응은 생산자 행위, 소비자 반응, 기술발전, 정부 행위 등을 포함함.
- 캐나다 농업환경지표는 농식품부문의 토양 질, 수질, 대기 질, 농지관리, 자원이용효율성을 측정하고, 이를 반영하여 지표화하고 있음. 구체적으로 농업환경지표의 산출은 「생태구분체제(Ecological Classification System, ECS)」와 「토양경관지도(Soil Landscape of Canada, SLC)」, 「농업인구통계(Census of Agriculture)」 등에 근거함. 토양경관지도 이외의 공간적인 틀을 바탕으로 지표를 산출해야 할 경우에는 지리정보체제(Geographic Information System)를 활용하고, 자료제약으로 특정 지역에 대한 정보가 부족할 때에는 주(州) 수준에서 지표를 산출함.
- 농업환경은 식량, 섬유, 연료 등을 생산하는 동시에 홍수조절, 수질 및 대기정화기능, 야생동물 서식지 제공 등의 서비스기능도 함께 담당하고 있음. 최근 농업환경의 이와 같은 다양한 기능에 대한 중요성이 점점 인식되어 가고 있음. 이러한 기능들을 생태적 재화와 서비스(Ecological Goods and Services, EG&S)라고 부르며, 인간에게 직·간접적으로 혜택을 주고 있음. EG&S의 가치 추정에 농업환경지표를 활용하게 됨.
- EG&S는 인간 웰빙을 기준으로 생태계 변화의 생물학적 영향을 보여주기에도 유용하며, 환경정책에 따른 자원과 경관의 변화를 이해하고 평가하는데 매우 효과적인 도구임.

- 전체 생태계 시스템을 평가하여 EG&S의 가치를 결정하기 위해서는 행동-자연 연계와 자원-생태계 연계, 생태계-사회 연계에 대한 이해가 필요하다. 이러한 체계에 대한 이해를 바탕으로 농업환경지표의 정보를 사용하여 EG&S의 가치평가를 위한 시나리오를 작성하게 되고, 사회적 지불의 사액(Willingness To Pay, WTP)을 추정하게 됨.

그림 4-1. 생태계와 인간 웰빙의 연계

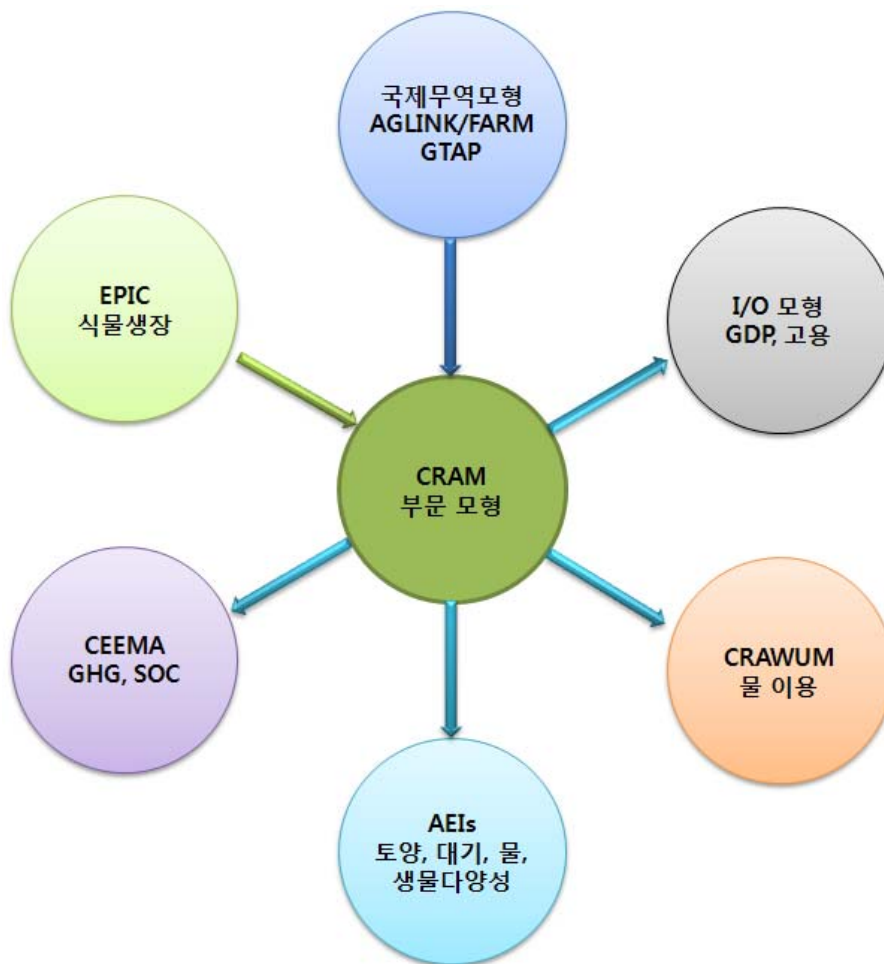


자료: Agriculture and Agri-Food Canada(2010)

- 캐나다 농식품부는 캐나다 지역농업모형(Canadian Regional Agriculture Model, CRAM)과 농업환경지표 등에 연계하는 통합모형을 개발하기 위하여 종합적인 접근법을 사용하여 왔으며 다수의 과학자와 경제학자들이 참여하여 왔음.
 - 환경적·사회적·경제적인 지속가능성을 위하여 농업정책과 프로그램의 변화로 인한 성과를 파악하는 것이 중요함. 최근 이와 관련하여 농업환경지표모형과 정책모형을 통합하려는 노력이 있었음.
 - 농업환경지표는 농업부문의 토지이용 및 관리방법의 변화에 따른 환경적 영향을 측정하기 위하여 사용되는데, 통합모형의 구축은 시장조건이나 정부정책의 변화로부터 환경적 변화를 측정할 경우 농업환경지표를 사용하기 때문에 농업환경지표의 가치를 높이는 역할을 함.
 - 캐나다 지역농업모형(CRAM)을 사용하는 경제모형은 기술, 정부프로그램, 정책, 시장조건 등의 다양한 변화가 경종 및 축산활용에 대한 자원분

배에 어떠한 영향을 미치는지를 추정할 수 있음. CRAM은 곡식, 오일시드, 육우, 양돈, 낙농, 가금에 미치는 영향까지 추정할 수 있으며, 최근에는 바이오연료까지 모형에 포함하였음.

그림 4-2. 통합 경제환경 모형의 구조



자료: Agriculture and Agri-Food Canada(2010)

- CRAM은 여러 생물학 모형과 연계되었고, 농업수확량을 예측하는 기후 통합환경정책 모형(Environmental Policy Integrated Climate Model, EPIC Model)은 CRAM에 통합되었음. 캐나다 농업부문 경제 및 배출량 모형(Canadian Economic and Emission Model for Agriculture, CEEMA)는 CRAM과 온실가스배출지표와의 연계성을 제공하게 되며, 캐나다 지역농업 물이용 모형(Canadian Regional Agriculture Water Use Model, CRAWUM)은 농업부문의 물 수요를 평가하는데 사용됨.

1.2. 미국

- 미국의 농업환경자원관리를 담당하는 주무부처는 농무부로 산하 경제연구소(USDA Economic Research Service, USDA ERS)와 함께 업무를 담당하고 있음. 농업환경자원관리는 자원에 대한 정확한 정보를 제공함으로써 의사결정자들이 공공정책, 경제상황, 영농방법, 환경간의 복잡한 상호작용을 이해토록 하는데 목적이 있음.
- 미국 농무부는 농업환경자원의 효과적인 관리를 위해 1994년부터 농업자원 환경지표 종합보고서를 발간하여 정보를 제공하고 있음. 토지, 물, 생물학적인 자원(비료, 농약, 종자, 기계 포함)에 대한 동향 보고서(trend report)를 발간하여 국가수준의 전체적인 자원의 상태를 발표함으로써 농업과 환경에 대한 정보를 함께 제시함.
 - ERS의 농업환경지표(AEI)와 농업환경정책 분석에 대한 정보는 국가자원목록(National Resources Inventory, NRI)과 미국지질조사(US Geological Survey, USGS), 국가수질평가(National Water Quality Assessment, NAWQA)를 수행하여 얻어짐.
 - 국가자원목록(NRI)은 자연자원보존회(Natural Resources Conservation Service)에서 수행하는 것으로 1930년대부터 지역별 시계열조사(longitudinal sur-

- vey)를 통해 토양, 물 등 관련 자원의 조건들과 추세를 5년마다 조사하고 있음.
- 국가수질평가(NAWQA)는 1991년부터 과학자들을 통해 미국전역의 50개의 주요 강유역(river basin)과 지하대수층(aquifer)에 대한 정보를 수집해오고 있는데, 이를 통해 하천, 지하수, 그리고 수생 생태계 (농업지역을 우선적으로 포함)의 장기적이고 일관성 있는 비교가 가능한 정보를 생성하여 정책결정에 도움을 주고자 함.
 - 국립학술원(National Research Council)은 위원회를 구성하여 수생 및 육지 환경을 모니터링하기 위한 지표들을 평가토록 하고 있음. 이는 지표개발을 검토하여 정책입안과의 연계성을 살피고 실효성 있는 정책이 되게 함. 이때 동태적인 환경 시스템의 본질을 잘 살펴볼 수 있는 자료들을 지표 계산에 사용함. 발간하는 보고서는 토양표면이나 토양사용과 같은 생태계의 상태, 생물종의 다양성, 토양유기물, 영양유출과 같은 생태자본(Ecological capital), 탄소수지(carbon balance), 양분수지(nutrient balance) 등을 포함하는 생태계 균형(Ecosystem balance)을 포함하고 있음.
- 미국 자연자원과 환경을 보호하기 위하여 다양한 농업환경보전 프로그램을 운영하고 있음. 2002년 농업법(Farm Security and Rural Investment Act of 2002)에 따라 보전프로그램에 상당한 예산이 투입되었음.
- 미국 농무부의 보전프로그램은 전통적으로 자발적인 방법으로 이용하여 왔음. 이는 비점오염원을 규제하기 어렵기 때문이고, 교육과 인센티브를 통해 경제적 피해를 최소화하기 위함임.
 - 휴경지 보전프로그램은 농지보전프로그램과 습지보전프로그램, 초지보전프로그램 등이 있으며, 경작지 보전프로그램은 환경개선장려프로그램, 보전의무프로그램, 지하·지표수지원프로그램, 야생동물서식지지원프로그램 등이 있음.
 - 이 밖에 긴급보전프로그램, 보전기술지원, 농지보호프로그램 등이 있음.

- 농지보전프로그램(Conservation Reserve Program, CRP)은 침식가능성이 높거나 환경적으로 민감한 경작지를 농가에서 자발적으로 10~15년 휴경할 경우(최대 3,200만 에이커), 정부가 지대에 상응하는 금액의 일부를 매년 휴경보상금 및 환경보전 시설비 등으로 보조해 주는 프로그램임. 농가조사처(Farm Service Agency, FSA)는 일반적으로 자연초지(native grasses), 야생수목을 재배하는 것을 장려하며, 이 밖에 습지를 복원하고, 강 유역에 비료 완충지대를 설치하는 것을 권고하고 있음.
- 습지보전프로그램(Wetlands Reserve Program, WRP)은 토지소유자들이 자신의 소유지에 있는 습지를 보호, 복원, 개선할 수 있는 기회를 제공하는 자발적인 프로그램임. 미국 자연자원보호청(Natural Resources Conservation Service, NRCS)은 습지복원과 관련한 기술적·재정적 지원을 하고 있으며, 이를 통하여 습지 기능과 가치를 높이고 최적의 야생서식지를 복원하는 것을 목표로 함.
- 초지보전프로그램(Grassland Reserve Program, GRP) 역시 자발적인 프로그램으로 방목지 작업과 동식물의 다양성 향상, 초지의 보호를 위한 지원을 강조한다. 초지보전프로그램 참여자들은 사료 및 종자의 생산과 관련된 방목과 작업에 대한 권리는 그대로 유지하면서, 토지의 미래 개발과 사용을 위해 자발적으로 제한을 설정함.
- 환경개선장려프로그램(Environmental Quality Incentives Program, EQIP)은 농장 및 목장의 보전농법에 대하여 재정적·기술적 지원을 제공하는 자발적인 프로그램으로, NRCS는 환경개선장려프로그램 랭킹 시스템 하에서 온실가스 저감에 대한 지침서를 제공하였음. 환경개선장려프로그램은 최대 10년 동안 참가가 가능하며 주요 내용으로는 부산물관리, 관개, 물 관리, 양분 관리, 윤작, 피복작물 사용, 습지복원, 목초지관리 등이 있음.
- 보전의무프로그램(Conservation Stewardship Program, CSP)은 보전보장프

- 로그램(Conservation Security Program)으로도 알려져 있으며, 토양과 물, 공기, 에너지, 동식물 생활 등의 보전과 개선을 목적으로 재정적·금융적 지원을 하는 연방 프로그램으로 경작지, 초지, 대초원지대에서의 작업과 산림지역 보호 등을 포함한다. 농가들은 최소 5년의 계약기간동안 환경개선을 위한 노력을 기울였을 때 지원을 받을 수 있다.
- 야생서식지지원프로그램(Wildlife Habitat Incentives Program, WHIP)은 국가의 야생서식지를 개선하는 자발적인 접근방법으로 NRCS에서 기술적 지원을 해주고 있으며, 서식지 개선비용의 75%까지 지원하고 있음.
 - 긴급보전프로그램(Emergency Conservation Program, ECP)은 자연재해로 피해를 입은 농가들이 복구할 수 있도록 지원하는 프로그램임. 특히 ① 토지의 심각한 훼손, ② 농지의 생산성 하락, ③ 농지 복구에 상당한 비용이 소요, ④ 동일지역에 반복적으로 피해가 발생한 경우를 우선적으로 지원함.
 - 보전기술지원(Conservation Technical Assistance, CTA)은 농장의 환경적 성과를 개선하려는 농민들에게 기술적으로 도움을 주는 프로그램으로 토양 및 물 보전, 수질관리 등에 대한 기술적인 지원을 해줌.
 - 농지보호프로그램(Farm and Ranch Land Protection Program, FRLP)은 농업 활동으로 이용하기 위하여 개발권을 구매하거나 농지의 생산성을 유지하기 위한 행위에 대하여 자금을 지원해주는 프로그램임. 주정부와 지방정부, 민간조직을 대상으로 지원이 이루어짐.

1.3. 영국

- 영국은 환경식품농촌부(Department of Environment, Food and Rural Affairs, DEFRA)에서 농업환경자원관리를 담당하고 있음. 영국은 농업환경 자원의 관리를 통하여 모든 사람의 수요를 인정하는 사회 발전, 효과적인 환경보호, 적절한 천연자원의 사용, 높고 안정된 수준의 경제성장과 고용유지를 위한 지속 가능한 개발을 하는 것을 추구함.
- 영국은 매년 농업환경자원관련 지표를 포함하는 환경지표를 발표하고 있으며, 농업환경자원의 개선을 위하여 다양한 프로그램을 실시하고 있음.
 - 전통적 농업·농촌경관, 야생동식물 서식지, 역사적 유산보전 등 환경보전 및 다원적 기능 유지를 위해 환경민감지역(Environmentally Sensitive Area, ESA) 지원정책을 실시하고 있음. 환경민감지역 지원정책에 따라 농가와 자율적인 계약을 체결하여 보조금을 지급함.
 - 환경민감지역(ESA) 외부와 농촌의 다양성 증진지역의 경관 복구를 위하여 농촌관리계획(Countryside Stewardship Scheme, CSS)을 실시하고 있음.
 - 상호준수(Cross Compliance) 하에서의 지원 프로그램으로는 일종의 휴경직불제(set-aside payments)인 휴경지(set-aside land) 관리, 과잉방목(overgrazing), 부적절한 보조적인 사양(supplementary feeding) 관리를 통하여 경작되는 농업경관에서 서식지 및 야생종(조류 등)을 보호하기 위한 경작면적 직불제(Arable Area Payments Scheme, AAPS)등을 실시하고 있음.
 - 환경관리조건으로는 휴경지와 인접한 전통적인 경지의 경계면 보전, 특정 영농기술(경운, 살포, 새로운 작물의 파종 등)에서 시기에 대한 제한, 야생조류를 위한 서식지 제공을 위한 목초파종 등의 자연적 재생에 의한 녹색 피복 구현, DEFRA의 사용 승인 없는 제초제와 농약 사용 회피, 유기질 혹은 무기질 비료 시용에 대한 제한 등임.
- 영국에서 사용하고 있는 농업환경지표는 35개이며, 농업 안에서의 농촌경

제와 사회, 농장관리체제, 투입재 사용, 자원사용, 농지의 보전가치로 나누어 OECD가 제시한 기준과 비슷한 지표를 선정하였음.

1.4. 일본

- 일본 농림수산성(MAFF)은 농업환경자원 관리를 환경 친화적인 농림수산업으로의 전환을 추구하고 있음.
- 농업환경자원관리와 관련된 주요 정책으로는 중산간지역 직접지불제, 전원정비사업, 친환경영농지원사업, 관개 및 배수시설, 경지정리 지원 프로그램 등이 있음.
 - ‘중산간지역 직접지불제’를 통해 구릉 및 산간지역의 농민들에게 직접지불금을 지급하여 지역 농민들이 농경지를 포기함으로써 환경적 편익이 손실되는 것을 방지하고 있음.
 - 지역의 특색을 살린 전통 농업시설과 아름다운 농촌경관 등의 보전 및 복원을 촉진하기 위해 ‘전원정비사업’을 실시하고 있음.
 - 비료 및 농약의 과도한 사용을 줄이기 위하여 친환경 영농기술을 도입하는 농민단체들에게 재정적 지원을 하는 ‘친환경 영농지원 사업’이 있음.
 - 재활용을 위한 농업시설을 건설하는 지방정부에 지원하는 ‘관개 및 배수 시설, 경지정리 지원 프로그램’을 실시하고 있음
 - 퇴비사용과 함께 토양의 질 향상을 도모하는 영농방법을 채택하도록 독려하는 지원정책도 운영하고 있음.
 - 환경적으로 지속가능한 농업을 촉진하기 위하여 자본지출을 한 농민들을 대상으로 양허융자(Concessionary Loans) 및 세금 완화(Tax Relief)를 실시하고, 지방정부에 의해 관리되는 지원 프로젝트로 퇴비 살포기 등의 농기계 구입, 가축분뇨 저장시설 등의 인프라 개선에 지원을 하고 있음.
 - 2002년 도입되어 2010년 완료된 유기성 폐기물의 80%를 재활용하기 위

한 프로그램으로 도입된 ‘바이오매스 전략(Biomass Nippon Strategy)’도 있었음.

- 이밖에 소규모 돼지 및 소 사육농가는 제외하고 지정된 가축사양 시설에 대해 오염물질의 방출에 대한 상한선을 설정하여 오염물질의 누출을 줄여, 주변 환경자원 오염을 방지하였음.

1.5. 호주

- 농업환경자원관리는 농림수산부(Department of Agriculture, Fisheries, and Forestry, DAFF)와 환경·물·유적·예술부(Department of the Environment, Water, Heritage, and the Arts, DEWHA)가 수행하고 있음. 농업환경자원의 관리를 통하여 환경에 대한 현황, 영향 요인 및 향후 변화 전망 등을 파악하고, 자연자원의 지속가능한 관리를 위한 정책결정에 도움을 주는 것을 목표로 함.
- 호주 농림수산부가 수행하고 있는 농업환경자원관리 활동은 다음과 같음.
 - 물의 접근성과 배분성의 개선 추구
 - 농업생산의 지속가능성을 위해 지속가능한 자원의 접근과 사용을 장려함
 - 자연자원 관리에 대한 정확하고 신뢰할만한 정보 수집 및 제공하기 위하여 관련 타부처의 정보 프로그램들을 활용함. 예를 들면, 국가 토지 및 수자원 검사, 호주 농업 프로젝트를 위한 푯대(Signposts), 자연자원 위탁 환경관리시스템 프로그램 등이 있음.
 - 유역이나 지역별 우수한 자연자원관리 이행을 지원 및 장려
- 호주 환경·물·유적·예술부가 수행하고 있는 농업환경자원관리 활동으로 다음과 같은 내용이 있음.
 - 5년마다(1996, 2001, 2006, 2011) 환경·물·유적·예술부는 국가 전체, 주별, 지역별로 환경백서(State of Environment reporting, SoE)를 작성하여

의회에 제출하고 있음. 이 백서는 환경관련 문제나 위기에 대하여 설명하고 있으며, 국가차원에서 현 세대와 다음 세대에 중요한 문제들을 발굴하여 제시하고 있음.

- 지표개발 추진력, 관련된 환경적 조건 및 상태, 자연과 인간 시스템에 미치는 영향 등을 잘 설명할 수 있는 지표를 개발하고 발전시키고자 함.
 - 지표들을 강화하기 위해 연관성(relevance), 실용성(practicality), 신뢰성(credibility)의 측면에서 균형을 이룬 자료, 정보, 연구결과들을 찾고 획득함.
- 호주는 주로 토지, 토양, 물, 생물다양성, 양분수지, 농약이용 및 위험, 대기 및 기후변화, 농업 에너지 사용, 농장관리 등 9개 지표군이 포함된 핵심지표에 많은 관심을 가지고 있음.

2. 유럽연합의 IRENA 프로젝트

- EU의 환경·농업정책통합지표보고(Indicator Reporting of the Integration of Environmental Concerns into Agricultural Policy, IRENA)는 유럽환경청(European Environment Agency, EEA)가 중심이 되어 유럽 15개국을 중심으로 농업환경정보시스템 구축을 추진하고 있음.
 - IRENA 프로젝트는 EU 집행위원회의 여러 관련기관(농업·농촌개발국(Director-General for Agriculture and Rural Development), 통계사무국(European Statistical Office), 연합연구센터(Joint Research Center), 유럽환경청(European Environmental Agency) 등)이 공동농업정책에서 환경문제를 통합하여 다루고 정책성과에 대한 모니터링 및 정책수립을 위한 지표를 공동으로 개발하는 과제임.
 - 유럽연합의 농업환경지표(Agri-Environmental Indicators, AEIs)는 1998년 유럽위원회에서 농업과 환경과의 관계를 체계적으로 다루고자 종합

적인 농업환경정보시스템 구축의 필요성을 제기함. 1999년 유럽위원회는 농업환경지표를 체계적으로 다루기 위해 환경·농업정책통합 지표보고(IRENA) 방식의 운영이 시작됨.

- IRENA는 35개 농업환경지표로 구성되어 있고, 각 지표는 추진력(Driving force) - 압박(Pressure, P) - 상태(State, S) - 영향(Impact, I) - 반응(Response, R) 등의 DPSIR 구조로 이루어져 있음<표 4-1>.

표 4-1. IRENA 농업환경지표 목록 및 평가

구분	번호	농업환경지표	평가점수	평가
반응 (Responses)	1	• 농업환경프로그램 지원면적	13-15	잠재적유용
	2	• 우수영농방식의 지역수준	9-10	잠재적유용
	3	• 환경목표의 지역수준	11	잠재적유용
	4	• 자연보호 면적	17	유용
	5.1	• 유기농산물 생산자가격	13	잠재적유용
	5.2	• 유기농의 농업소득	13	잠재적유용
	6	• 농민의 교육수준	13	잠재적유용
	7	• 유기농업 실천면적	18	유용
추진력 (Driving Forces)	8	• 비료소비량	14-15	유용
	9	• 농약소비량	12-14	잠재적유용
	10	• 물사용(집약도)	16	잠재적유용
	11	• 에너지 이용	13	잠재적유용
	12	• 토지이용변화	15-17	유용
	13	• 작물/축산 패턴	17-19	유용
	14.1	• 농장관리방식 - 경운	8	잠재적유용
	14.2	• 농장관리 기법 - 토양피복	14	잠재적유용
	14.3	• 농장관리 기법 - 가축분뇨	16	유용
	15	• 조방화/집약화	15	유용
	16	• 전문화/다양화	15	유용
17	• 한계화	13	잠재적유용	

표 4-1. IRENA 농업환경지표 목록 및 평가(계속)

구분	번호	농업환경지표	평가점수	평가
압박 (Pressures)	18	• 총질소수지	14	잠재적유용
	18	• 암모니아 배출량	18	유용
	19	• 메탄 및 일산화탄소 배출량	18	유용
	20	• 농약토양오염	10	잠재적유용
	21	• 하수슬러지사용	12	잠재적유용
	22	• 물추출(water abstraction)	11	잠재적유용
	23	• 토양침식	13	잠재적유용
	24	• 토지피복변화	15-16	유용
	25	• 유전적 종다양성	12	잠재적유용
	26	• 농경지 자연가치	12	잠재적유용
	27	• 재생에너지 생산량	14	잠재적유용
상태 (State)	28	• 농경지의 조류수	11-15	유용
	29	• 토질	13	잠재적유용
	30.1	• 물의 질산염	13	잠재적유용
	30.2	• 물의 농약	13	잠재적유용
	31	• 지하수 수준	6	유용성낮음
	32	• 경관상태	12	잠재적유용
영향 (Impact)	33	• 서식지 및 생물다양성에 대한 영향	13	잠재적유용
	34.1	• 농업부문의 온실가스 배출 비중	19	유용
	34.2	• 농업부문의 질산염 오염 비중	12	잠재적유용
	34.3	• 농업부문의 물사용 비중	9	잠재적유용
	35	• 경관다양성에 대한 영향	12	잠재적유용

자료: IRENA Operation Evaluation Report (2005).

- IRENA 프로젝트는 농업환경지표를 기초로 EU 차원에서 환경상태와 정책 목표 및 제도적 구조, 사회경제적 요인과 태도 등을 고려하여 환경정책을 통합하고 이를 위한 정책수단, 행정, 모니터링 및 평가가 이루어짐. 다음으로 각 국가별 차원에서 정책수단, 행정 및 예산, 감시 및 평가 등이 이루어지고 하부단계로 농가차원의 환경관리가 이루어짐(EEA, 2006).

- 유럽 공동농업정책(Common Agricultural Policy, CAP)에서 핵심적으로 다루는 농업환경정책의 정책목표 설정 및 정책평가의 기초 자료로 농업환경 지표를 활용하고 있음.
- 2005년 IRENA 평가보고서는 35개 세부 지표를 정책 타당성, 대응성, 분석적 건전성, 데이터 가용성, 측정 가능성, 해석의 용이성, 비용효과에 따라 평가 및 점수화를 하였으며, 각 지표를 ‘유용’, ‘잠재적 유용’, ‘유용성이 낮음’ 등으로 구분하였음.
- 유럽 위원회(Commission of the European Communities, 2006)는 28개의 농업환경지표를 채택하였으며, 이중 26개는 IRENA 지표에 바탕을 두었으며 새롭게 두 개의 지표를 추가하였음(인산 오염 위험, 농약 오염). 28개의 지표 중 2개의 지표(농경지 조류수, 유전적 종 다양성)는 직접적으로 생물 다양성과 관련됨<표 4-2>.
- EU 통계사무국의 총괄하에 EU 집행위원회의 5개 기관들(농업 및 농촌개발 총국, 환경 총국, 통계사무국, 연합연구센터, 유럽 환경청)은 28개 환경지표에 대해서 2006년부터 자료를 수집하고 있으며 주로 3년마다 실시되는 농장 구조 조사(Farm Structure Survey)에 기초함.
- 현재 28개 지표 중 6개의 지표가 지역 단위 수준에서 사용 가능함. 총질소 수지, 에너지 사용, 토양 침식, 수질 등 지표의 지역 단위 자료 확보가 관건이며 앞으로 발전시켜야 할 사항임. 유럽연합이 오염에 대한 관심지역을 설정하고 정책의 효율성을 판단하기 위해서는 세밀한 수준에서의 지역 단위의 자료가 필요함<표 4-3>.

표 4-2. 유럽위원회의 28개 농업환경지표 목록

분류	하위분류	번호	농업환경지표
반응 (Responses)	공공 정책	1	• 농업환경프로그램
		2	• 자연보호(Natura 2000) 면적
	기술	3	• 농민의 교육수준
	시장 신호 및 태도	4	• 유기농업 실천면적
추진력 (Driving Forces)	투입재 이용	5	• 광물 비료소비량
		6	• 농약소비량
		7	• 관개
		8	• 에너지 이용
	토지 이용	9	• 토지이용변화
		10.1 10.2	• 작물 패턴 • 축산 패턴
	농장 경영	11.1	• 토양피복
		11.2	• 경운
		11.3	• 가축분뇨
	추세	12	• 조방화/집약화
		13	• 진문화
		14	• 경작 포기 위험
압박 (Pressures)	오염	15	• 총질소수지
		16	• 인산 오염 위험
		17	• 농약 위험
		18	• 암모니아 배출량
		19	• 온실가스 배출량
	자원고갈	20	• 물추출(water abstraction)
		21	• 토양침식
		22	• 유전적 종다양성
	혜택	23	• 농경지 자연가치
24		• 재생에너지 생산량	
상태(State)/ 영향(Impact)	생물다양성	25	• 농경지의 조류수
	자연 자원	26	• 토질
		27.1	• 물의 질산염
		27.2	• 물의 농약
	경관	28	• 경관상태

자료: Commission Communication COM, (2006)

표 4-3. 지역단위 수준 활용 가능한 농업환경지표 목록

IRENA No.	목록
IRENA 4	• 자연보호(Natura 2000) 면적
IRENA 7	• 유기농업 실천면적
IRENA 10	• 관개(면적)
IRENA 15	• 조방화/집약화(저투입 또는 고투입 농경지 면적 비중 추세)
IRENA 16	• 전문화(전문경영농가 비중)
IRENA 19	• 농업 부문 온실가스 배출 비중

- EU 통계사무국의 총괄하에 여러 다양한 환경 지표 간의 연계화 작업(Streaming of Environmental Indicators)을 2007년부터 진행하고 있음. 연계화(Streaming)는 다양한 환경 지표들 안에서 동일한 성격의 지표는 동일한 명칭을 갖도록 하며 중복되는 지표를 통합하거나 제외시키는 것을 의미함. 최근 작업은 환경 통계 개발 프레임워크(Framework for the Development of Environment Statistics)에서 진행되고 있으며 2011년 12월에 결과를 발표할 예정이다<표 4-4>.

표 4-4. IRENA의 주요 농업환경지표 목록

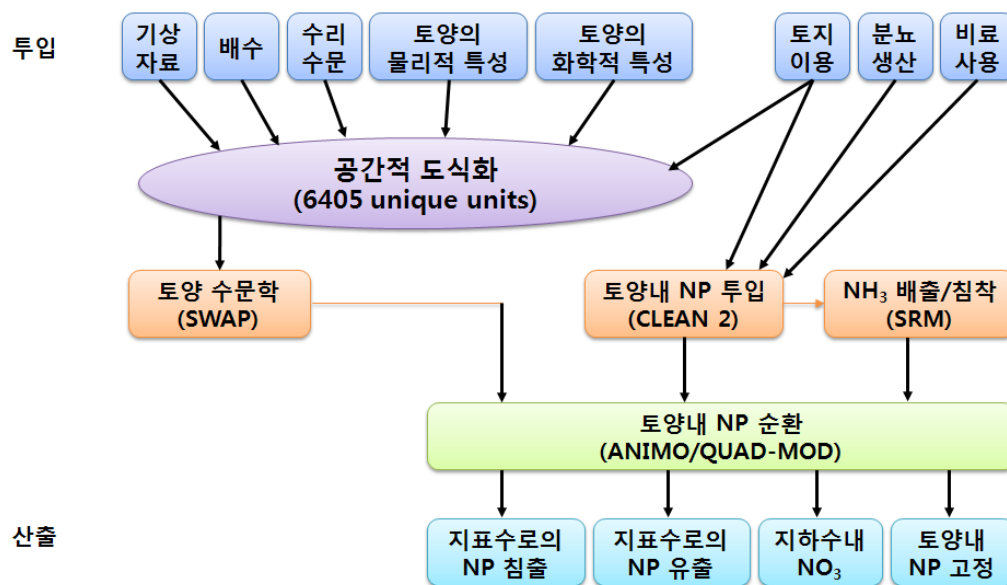
명칭	지표	기관
AEI	• 28 Agri-Environmental Indicators	EEA, Eurostat
KEI	• 10 Key Environmental Indicators	OECD
CEI	• 19 Core Environmental Indicators	OECD
CSI	• 37 Core Set Indicators	EEA
EERM EN	• 25 Indicators (Energy Sector)	EEA
EPI	• 54-60 Environmental Pressure Indicators	Eurostat, DG Env.
SDI	• 67 Sustainable Development Indicators	Eurostat
SEBI 2010	• 26 Streaming European Biodiversity Indicators	EEA
SI	• 18 Structural Indicators	Eurostat
ISD	• 56 Indicators of Sustainable Development	UNCSD
TERM	• 40 Transport and Env. reporting System	Eurostat/DG TREN

자료: Eurostat (2010).

3. 네덜란드의 STONE 모형

- 네덜란드는 초과양분문제 해결을 위한 효과적인 정책프로그램 도입과 모니터링을 위해 농업환경지표를 이용한 농업환경정책평가 모델인 STONE을 개발하여 운영하고 있음.
- 양분분석을 위해 특별히 고안된 STONE 모형은 농작물 생산, 경지이용, 환경, 지표수, 농업경제학 분야의 연구기관(Alterra, RIVM, RIZA, Plant Research International, LEI)에서 수행하고 있는 연구과제의 통합된 결과물임.

그림 4-3. STONE 모델링 시스템의 투입 및 산출 자료



자료: Wolf et al. (2003).

- STONE 모형의 계산은 모델 연쇄의 다른 구성요소를 이용하여 연속적으로 수행됨. 지표·지하수 양분 배출량을 줄이기 위한 다양한 정책수단들이 설정되고, 이는 농장의 가축사육두수 및 가축분뇨 발생량에 관한 자료로 변환될 수 있을 것임<그림 4-3>. STONE은 네덜란드의 생물학적 조건을 대변하는 공간적 단위에 적용되는 여러 모형이 연결되어 구성되어 있음<표 4-5>.

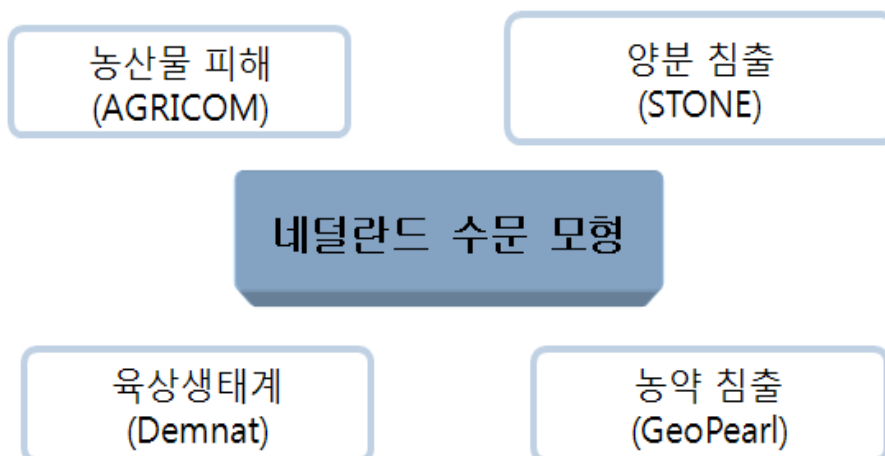
표 4-5. STONE 모델링 시스템의 주요 구성

구성요소	주요 기능	기술	투입자료	산출자료
투입자료 생성	· CLEAN2에 입력하기 위해 정책수단을 data로 변환	· Spreadsheet/ 선형계획모형	· 정책수단	· CLEAN2 입력 data 참조
CLEAN2	· 농업부문 암모니아 배출량 계산 · 비료에 의한 연간 토양 내 NP 투입량 계산	· 분뇨 생산 및 분배 모델링 · 분뇨 최적분배를 위한 선형계획 모형	· 가축두수 및 가축당 배출량 · 암모니아 휘발산량 · 축사 유형에 따른 가축 분할 · 시비추천 · 작물/토양 구성에 따른 면적	· 지역별 분뇨 시용량 · 지역별 무기질 비료 시용량 · 분뇨의 타지역 이동 · 분뇨 잉여 및 시용 용량 · 암모니아 배출량
OPS/ SRM	· 암모니아 침착량 계산	· 통계적 대기이동 모형 결과 근거한 배출량과 침착량 간 관계 행렬	· 암모니아 배출량	· 암모니아 침착량
STONE 평면도 설계	· 동차 지리참조적 계산 단위 생성	· GIS · 공간분석	· 토양 물리·화학·수리수문학적 특성 · 배수, 지하수, 토지 이용, 기후	· 6,045개 고유 STONE 평면도 설계
SWAP	· 불포화·포화 층에서 물의 수직 이송 계산	· 결정론적 복잡 농업-수문 모형	· 기상 자료, 관개 자료 · 작물 특성 · 토양 수분 및 수력 특성 · 배수 특성 · 침투 또는 침출량	· 층(layer)별 물 유량 · 토양 수분·온도 추이 · 지하수·지표수로의 /로부터 물의 유량 · 지하수심
GONAT /ANIMO	· 지표수로의 양분유량 계산 · 지하수로의 양분유량 계산 · 토양 내 인산 고정 계산 · 토양내 NP 처리량 계산(예: 무기화, 고착화, 탈질화)	· 결정론적 복잡 NP 순환 및 침출 모형	· 총별 유량 · 무기질 및 유기질 비료 시용 · 양분 침착 · 토양 화학적, 수작, 침전, 변환 특성 · 분해, NP 무기화 특성 · 작물의 NP 흡수량	· 다양한 배수시스템에서의 NP 흐름 (예: 운하, 개천 등) · 삼층 지하수로의 NP 흐름 · 인산 흡착 및 침전 · N 수지 + 구성요소 · P 수지 + 구성요소 · 유기질 NP 변화
QUADM OD	· 양분 흡수 및 산출량 계산	· 실전 모형	· 토양 양분 공급 · 비료 시용 · 현장 실험을 근거로 한 실제 파라메타	· 작물의 NP 흡수량 · 작물 생산량 · 작물 부산물

자료: Wolf et al. (2003).

- STONE 모형은 현재 네덜란드 수문분석모형(Netherlands Hydrological Modeling Instrument: NHI)과 연계하여 지표수와 지하수 등 수질관리에도 사용되고 있음. NHI 분석 모형은 크게 네 가지 모형으로 이루어져 있음<그림 4-4>.
 - AGRICOM(Prinsen and Verschuur, 2002) 모형은 NHI 모형 결과를 이용해 가뭄으로 인한 농작물 피해를 계측함.
 - GeoPearl(Tiktak et al., 2005) 모형은 농약 침출을 계산하며 새로운 농약의 허용 기준을 설정하는데 이용됨.
 - STONE(Wolf et al., 2003) 모형은 양분수지지표를 이용하여 농업생태계로 배출되는 화학비료성분량과 가축분뇨의 양분량에 대한 계산과 가축분뇨관리 정책을 평가하는데 이용됨.
 - Demnat(Van Ek et al., 2000) 모형은 수문 상태의 변화에 따른 육상생태계의 파급효과를 계측함.
 - STONE 모형은 토양, 양분, 물, 육상생태계, 기상이변, 농약사용 등 농업부문의 환경부하를 평가하고 대책을 마련하는데 유력한 분석도구로 활용되고 있음.

그림 4-4. 네덜란드 수문 모형의 구조



자료: Delsman et al. (2007).

4. 주요국의 농업환경자원관리 사례 시사점

- 캐나다의 경우 5년 주기로 농업환경지표 종합보고서를 발간하고 토양경관지표와 생태계지표 등을 지리정보체제와 연계하여 환경친화적 농업자원관리 정책수립과 평가의 기초자료로 활용하고 있음. 미국과 국가자원목록에서 토양, 생물다양성, 양분수지, 탄소수지지표 관련 자료와 정보가 관리되고, 이들 지표와 농업환경보전 프로그램이 연계되어 농업자원이 관리되고 있음. 영국은 농업환경지표를 기초로 환경직불제 등 농업환경자원을 관리하는 다양한 프로그램을 실시하고 있음. 일본은 용자와 세제혜택 등을 통하여 환경친화적인 농업자원관리를 위한 다양한 정책프로그램이 개발되어 활용되고 있음.
- STONE 시스템은 네덜란드 지표·지하수에 대한 질소 및 인산 침출과 관련하여 농업부문의 변화와 정책수단의 변화 효과를 평가하기 위해 개발됨. 이 시스템은 특히 국가 차원의 평가를 위해 개발되었으며, 지역 단위에서도 적용이 가능함.
- STONE의 장점은 크게 3가지인데 토양 형성과정의 기계학적 설명 (mechanistic description of soil process)이 가능하고, 네덜란드의 농촌지역에 대한 상세한 공간적 도식화가 가능하며, 토양에 대한 질소 및 인산 투입량과 가축분뇨 및 비료 시용에 대한 상세한 정보제공이 가능함. 농업환경정책 수단에 대한 평가와 관련하여 STONE을 이용하면 어느 정도의 세금이 부과되는 경우 농업부문 질소·인산 배출량이 얼마나 줄어드는지를 추정할 수 있음.
- IRENA 프로젝트는 농업정책과 환경정책을 통합하기 위해 농업환경지표를 활용한 목표분석 접근 방식을 채택하고 있음. 여러 가지 대안별 정책프로그램 가운데에서 어떤 수단이 보다 환경문제에 적합한지를 판단하게 되고, 실제로 정책수단이 이행된 경우를 상정하여 환경문제 해결에 적합했는지를 평가하게 되는 것임. 이를 통해 프로그램의 지속, 보완 및 폐지 등이 이루어지게 됨.

제 5 장

농업환경자원관리시스템 구축 방안

1. 핵심지표의 선정과 관리 방안

1.1. 정책담당자 활용도 조사

- 농업환경지표의 개발과 활용에 관해 정책담당자(전문가 포함)를 대상으로 조사함.
 - 조사대상: 분야별 전문가 그룹(정책 담당자, 국공립연구소, 학계 등)
 - 주제별 지표 목록: 토지이용, 토양, 물관리 및 수질, 생물다양성, 양분, 농장관리 등 핵심 분야 선정
 - 평가기준: 핵심 분야에 대한 정책담당자의 농업환경지표 이해도, 필요성, 활용도, 기여도, 신뢰도(매우 높음, 높음, 보통, 조금 낮음, 낮음 등 5점 척도 조사)<표 5-1>
- 농업환경지표의 활용도를 평가하고 높이기 위해 구체적으로 설문함.
 - 농업환경정보 및 지표가 구체적으로 도움이 되는 분야
 - 농업환경정보 및 지표를 정책 의사결정에 실제 활용하는데 애로사항
 - 농업환경정보 및 지표를 활용하는 경로

- 정책 담당자의 지표 이해도를 증대시키기 위한 방안
- 정책 실행 담당자들의 농업환경지표 활용도를 높이기 위한 방안
- 환경지표를 활용한 농업환경진단 및 정책연계를 위한 과제
- 농업환경 자원관리를 위한 총괄기관(Control tower) 선정
- 지역단위 양분총량제 시행에 대한 의견
- 농업환경지표 활용사례

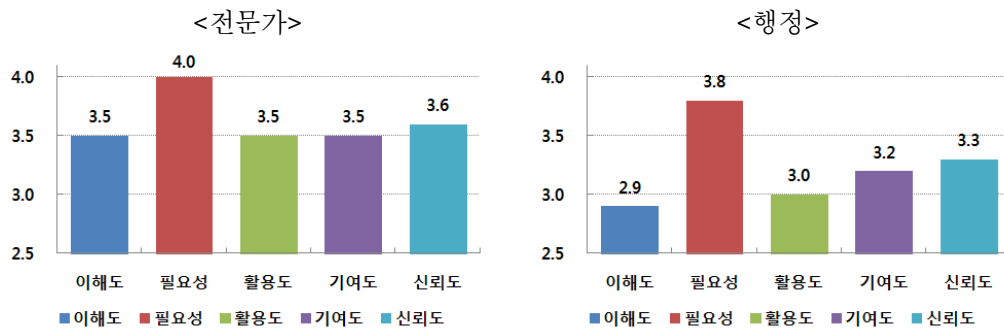
표 5-1. 핵심지표의 종류와 구성요소

지표종류	지표별 구성요소
토지	물 보유능력, 토지이용면적, 토지피복정도, 작물재배면적, 작물재배적지, 농지관리
토양	토양물리성, 적성등급, 토양비옥도, 유기탄소, 토양생물다양성, 중금속함량, 농약잔류량, 양분함량, 토양침식
물	물수지, 수자원부존량, 농업용수 수요량, 수리시설, 농업용수 화폐가치, 농업용수 수질, 수생 생물다양성, 농약성분함량, 병원균
생물다양성	유전자원 보존현황, 종다양성, 서식지다양성, 멸종위기종, 서식지 행렬, 자연자본지표
농장	양분관리, 농약관리, 토양관리, 물관리, 경관 관리, 환경친화적 농장관리
양분	양분수지, 가축밀도, 가축분뇨 발생 및 처리실태, 화학비료 사용량, 양분흡수량
기후변화	농업부문 온실가스 배출량 및 흡수량, 산성화물질 배출량, 오존고갈 잠재력, 기상변화정보
경관	농업경관 구조 및 기능, 금전적 가치, 물 보유능력, 토지사태 경감정도
농약	농약 품목수, 출하량, 사용량, 농약잔류량, 농약 위해성 평가
에너지	농업 에너지 소비량, 재생가능 에너지 생산량, 총에너지 투입량, 에너지효율

○ 농업환경정보 및 지표를 활용한 농업환경자원 관리시스템 구축과 관련하여 주요 수요자인 정책담당자의 의견을 조사함. 농식품부 공문을 통하여 2011. 9.6~10.5까지 설문조사함.

- 정책담당자는 크게 정책담당자들에는 농림수산식품부와 전국의 시·군 농업기술센터와 지방자치단체, 전문가들에는 농촌진흥청과 시군 농업기술센터 담당자로 포함시켰음. 전체 답변자 107명 가운데 전문가그룹 29명, 행정그룹 78명에 대해 분석함.

그림 5-1. 척도별 평균값



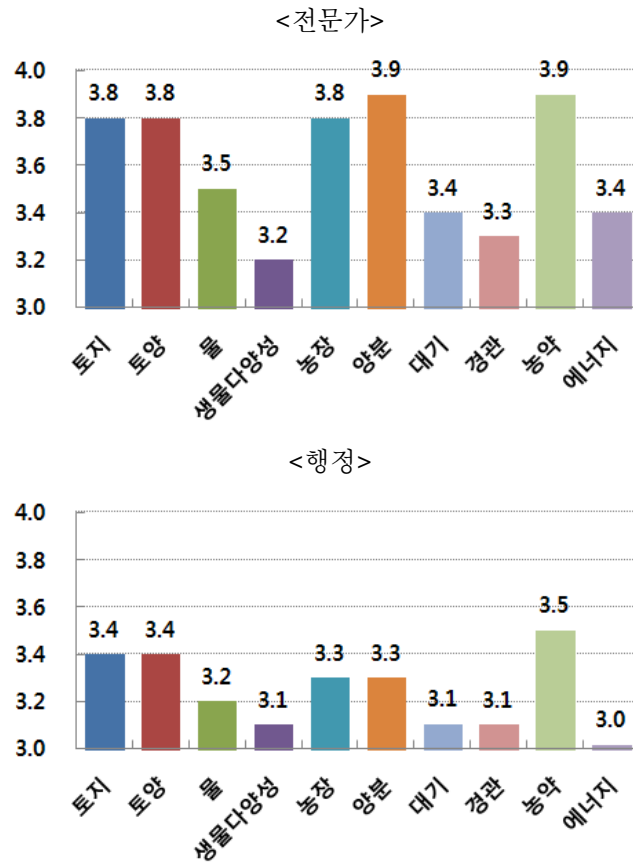
- 전문가들은 농업환경지표에 대한 이해도, 필요성, 활용도, 기여도, 신뢰도를 묻는 질문에서 지표의 필요성을 4.0점으로 높게 평가하였음. 그러나 신뢰도가 3.6점으로 두 번째 특징으로 제시되었지만, 나머지 척도인 이해도, 활용도, 기여도는 3.5점으로 동일하게 평가함<그림 5-1>.

- 전문가들은 농업환경지표와 관련된 데이터 개발, 지표 관리 등의 역할과 직·간접적으로 연관되어 있기 때문에 필요성과 신뢰성이 높게 조사된 것으로 판단됨. 그러나 이해도, 활용도, 기여도 부분에서 차이가 없다는 것은 전문가들 또한 농업환경지표에 대한 이해도와 활용도가 낮음을 나타내는 것임.

- 정책담당자인 행정 집단들의 경우 환경지표에 대하여 필요성 3.8점, 신뢰도 3.3점, 기여도 3.2점, 활용도 3.0점, 이해도 2.9점 순서로 평가하였음.

- 전반적으로 전문가집단에 비해 척도의 점수가 낮고, 기여도가 활용도보다 우선하고 있으며 심지어 이해도가 가장 낮은 점수를 나타냄. 이와 같은 응답결과는 결국 정책담당자들은 각 지표들 간의 차이점이나 중요성을 구분하지 못함에도 불구하고 응답은 평균(3점) 이상으로 응답하는 편 의가 발생한 것으로 판단됨. 따라서 정책담당자들의 농업환경지표에 대한 전반적인 이해도는 매우 낮다고 볼 수 있음.

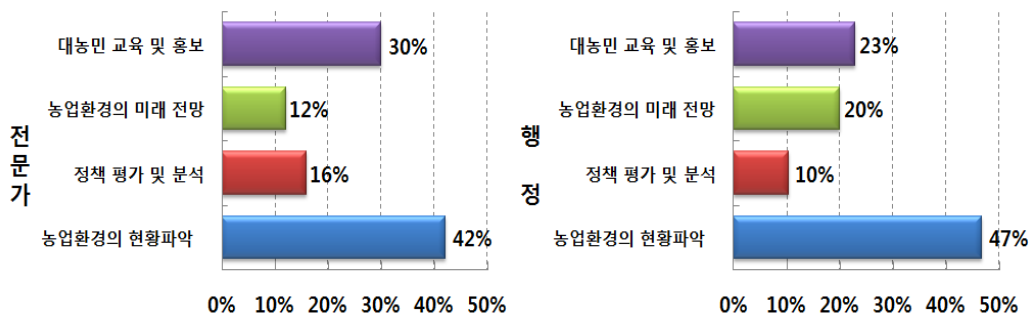
그림 5-2. 핵심지표별 평균값



- 전문가들은 모든 농업환경지표에 대하여 3.2점 이상은 높은 평가를 하는 경향을 나타내었지만, 그 중에서도 농약사용지표, 양분수지표가 3.9점, 토지이용지표, 토양관리지표, 농장관리지표가 3.8점으로 높은 평가를 받았음.
- 정책 담당자인 행정 집단은 농업환경지표에 대하여 전문가 집단에 비해 낮은 평가를 하였지만, 전문가 집단과 동일하게 농약사용지표 3.5점, 토지이용지표, 토양관리지표 3.4점, 농장관리지표, 양분수지표 3.3점으로 높은 평가하였음.

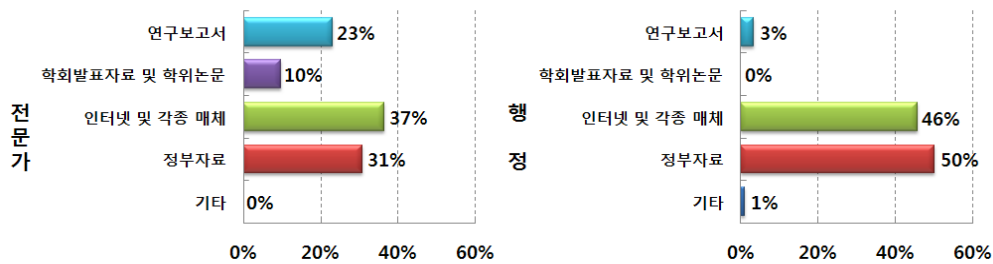
- 다른 지표들에 비해 양분, 농약, 토지, 토양, 농장관리 지표가 비교적 높은 점수를 받은 이유는 하드웨어적으로 연구 및 행정 조직 구성이 잘 구축되어 중앙 및 지역단위까지 담당자들이 잘 분포되어 있는 점과 소프트웨어 적으로 다른 지표들에 비해 연구 D/B 및 보급이 잘 이뤄진 점이라 판단됨.
 - 실제로 현재 농업기술센터의 경우 농업환경지표와 관련이 있는 부서는 주로 토양, 양분, 농약 담당이며, 이들 분야를 제외한 분야는 지표개발이 미미한 실정임. 따라서 대기, 물 등 해당분야 이외의 환경지표에 대한 이해도 및 활용도 등은 낮게 나타난 것으로 해석됨.
- 따라서 농업환경지표에 대한 선택과 집중을 위해서는 양분, 농약, 토지, 토양, 농장관리 지표에 대한 지속적인 연구를 통한 D/B 구축, 농업환경지표의 중요성에 대한 공감대 형성과 각 지자체 정책 담당자에게 확대하는 방안 등을 구축할 필요가 있음.

그림 5-3. 현장 업무에서 농업환경정보 및 지표의 도움 분야



- 전문가들과 정책담당자들 모두 실제 업무에서 농업환경정보 및 지표의 도움을 받는 분야로는 ‘농업환경의 현황파악’을 가장 우선으로, ‘대농민 교육 및 홍보’를 다음으로 선택했음<그림 5-3>.

그림 5-4. 농업환경정보 및 지표의 활용 경로



- 농업환경정보 및 지표의 활용 경로에서는 전문가들과 정책담당자들에서 차이를 나타냄<그림 5-4>.

- 전문가들은 연구보고서, 학회발표자료 및 학위논문, 인터넷 매체, 정부자료 등 정도의 차이는 있지만 여러 분야에서 농업환경정보 및 지표의 정보를 얻음.
- 반면, 정책담당자들은 정부자료의 의존도가 가장 높으며, 다음으로 인터넷 및 각종 매체를 통하여 농업환경정보 및 지표의 정보를 얻고 있음.
- 따라서 정책담당자들의 농업환경정보 및 지표에 대한 이해를 높이고, 업무에 실용적으로 적용하기 위해서는 ‘농업환경백서’나 ‘농업환경 정보 및 지표 매뉴얼(가이드라인)’을 제작하여 배포하여 실제 업무와의 연관성을 높여줄 필요가 있음.

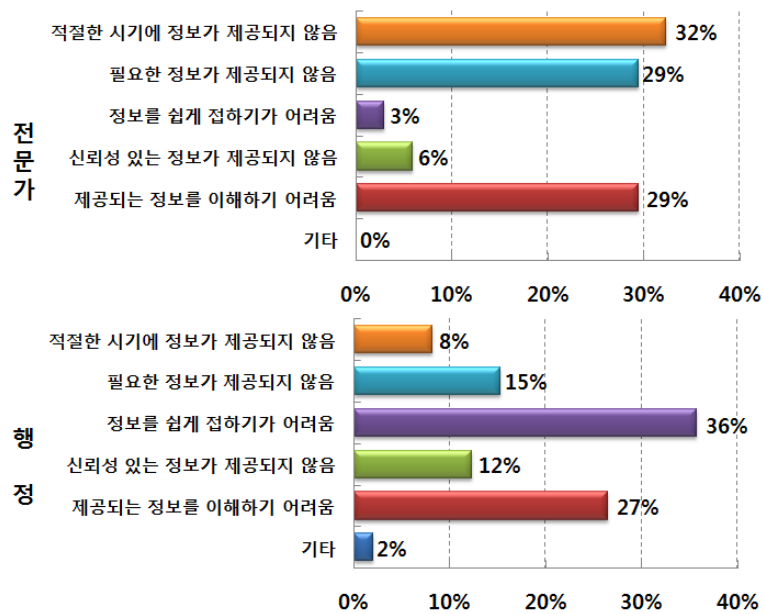
- 농업환경정보 및 지표 활용의 애로사항에서 전문가들과 정책담당자들이 큰 차이를 보이므로 지표 활용도를 높이기 위해서는 차별화된 접근이 필요함<그림 5-5>.

- 전문가들은 지표 활용도를 높이기 위하여 시의적절한 정보제공을 가장 우선시 했으며, 다음으로 필요한 정보제공과 사용자 입장에서 이해하기 쉬운 정보제공을 가장 시급한 과제로 선택하였음.
- 정책담당자들은 정보에 대한 접근성이 가장 큰 애로사항이었음. 정책담당자들은 <그림 5-4>에서 확인한 바와 같이 정부 자료에 의존하는 경향이 크기 때문에 정책담당자들의 농업환경정보 및 지표의 활용도를 높이

기 위해서는 전문가들과 달리 우선 현장 사용자 입장에서 보다 쉽게 농업환경정보에 대한 정보 및 지표를 활용할 수 있는 자료들을 보급할 필요가 있음.

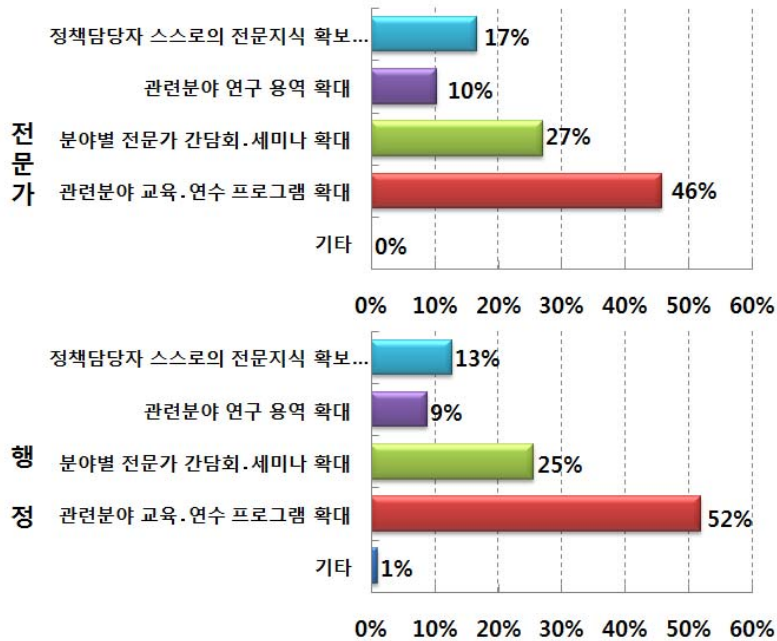
- 따라서 정책담당자들을 대상으로는 정보의 접근성을 높이는 방안이 필요하며, 전문가들을 대상으로는 정보의 정교성과 시의적절성, 현장의 정보 수요 파악 등의 과제가 요구됨.

그림 5-5. 농업환경정보 및 지표 활용의 애로사항



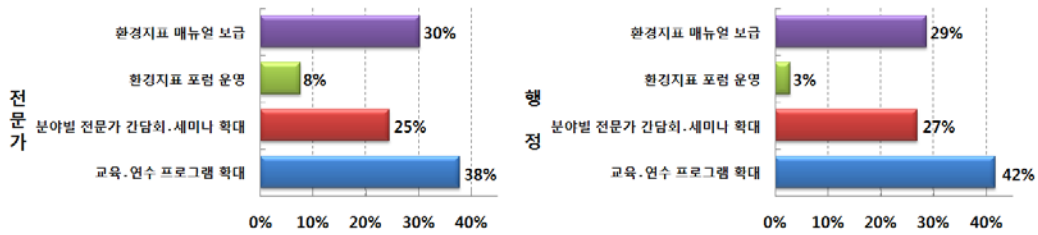
- 전문가들과 정책담당자들 모두 ‘농업환경정보 및 지표의 이해가 어렵다’는 응답을 나타내고 있기 때문에, 농업환경정보 및 지표의 활성화를 위한 두 그룹에 대한 공통의 과제는 지표의 이해도를 높이는 방안임<그림 5-6>.
- 전문가들과 정책담당자들 모두 비율에서 차이는 있지만 ‘관련분야 교육 및 연수 프로그램 확대’, ‘분야별 전문가 간담회 및 세미나 확대’, ‘정책담당자 스스로의 전문지식 확보 노력’, ‘관련분야 연구용역 확대’의 순으로 선택하였음.

그림 5-6. 농업환경정보 및 지표 이해도 증진 방안



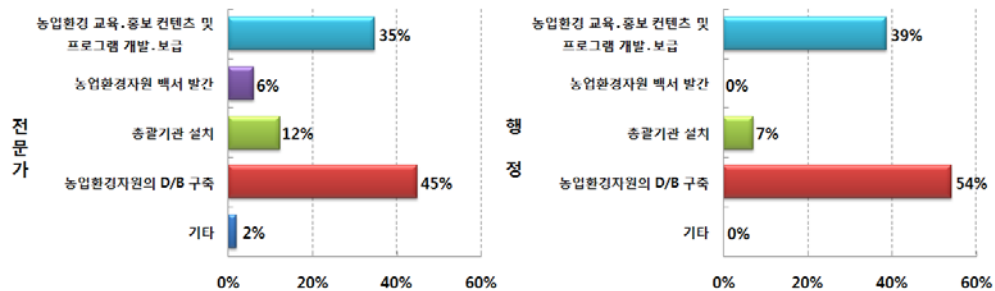
- 관련분야 교육 및 연수가 가장 우선시 되지만 전문가들과 정책담당자들의 교육 수요는 분명한 차이가 발생할 것이라고 판단되므로 교육 및 연수 시행 시 그룹을 구분하고, 교육 수요를 사전에 파악할 필요가 있음.
 - 전문가들은 관련 분야에서 오래 종사해왔기 때문에 해당 분야에 대한 기본적인 지식이 쌓여 있는 상황에서 농업환경정보 및 지표를 활용하고 관리하는 입장이 될 것임.
 - 정책담당자들은 각 지방자치단체 담당자들이 수시로 바뀌기 때문에 보다 쉽고 빠르게 업무에 적용할 수 있는 교육 수요가 발생할 것임. 또한 관련분야 교육은 장기적으로 볼 때 행정 조직의 짧은 업무순환 주기로 인해 큰 효과를 기대하기 어려움. 따라서 교육 및 연수와 함께 업무 매뉴얼 제작 및 배포를 동시에 진행하여 교육 비 참가자(업무 후임자)들에 대한 간접적인 교육효과를 노려야 함.

그림 5-7. 농업환경정보 및 지표 활용도 증진 방안



- 농업환경정보 및 지표의 활용도 증진방안 또한 이해도 증진방안과 궤를 같이함. 전문가들, 정책담당자들 모두 ‘교육 및 연수프로그램 확대’, ‘환경지표 매뉴얼 보급’, ‘분야별 전문가 간담회 및 세미나 확대’가 시급하다고 판단함 <그림 5-7>.

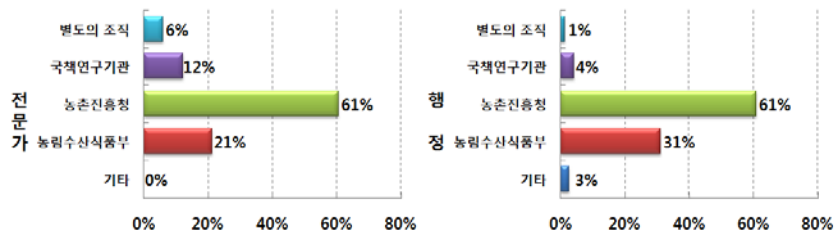
그림 5-8. 농업환경 진단 및 정책 연계방안



- 농업환경정보 및 지표를 활용한 농업환경 진단과 정책 연계방안으로는 전문가들과 정책담당자들 모두 ‘농업환경자원 D/B 구축’ 및 ‘농업환경 교육, 홍보 콘텐츠 및 프로그램 개발, 보급’을 가장 우선과제로 선택했음<그림 5-8>.
 - 특히 농업환경지표 중 많이 사용되고 있는 흙토람과 같이 시스템화하여 사용자들의 활용도와 편의를 높이기 위한 시스템 구축을 위해서는 농업환경자원 D/B 구축이 농업환경정보 및 지표의 중요한 인프라 사업임. 따

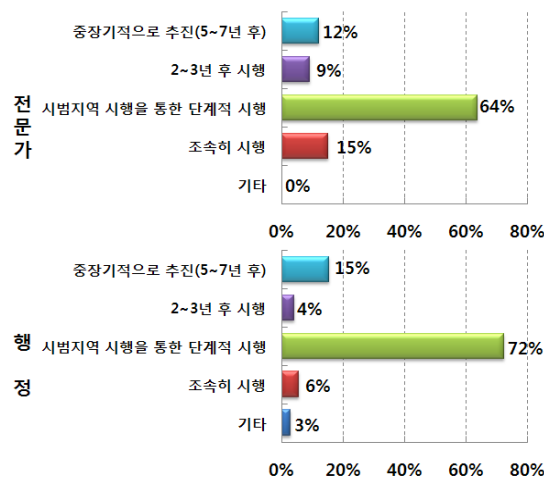
라서 지표와 관련된 다양한 분야의 D/B 구축과 지속적인 업데이트를 위하여 정부차원의 관심과 제도화가 요구됨.

그림 5-9. 농업환경자원 관리를 위한 총괄기관



- 농업환경자원 및 지표 관리를 위한 총괄기관(Control tower) 역할에 대해서는 전문가들과 정책담당자들 모두 농촌진흥청을 우선적으로 선택하였음. 따라서 농촌진흥청이 총괄기관을 하되 농림수산식품부와 의 긴밀한 협조를 통하여 지표 개발과 유지, 관리, 지표 이용 확대방안 등을 추진할 필요가 있음<그림 5-9>.

그림 5-10. 지역단위 양분총량제 시행



- 농업환경지표 활용의 대표적인 사례인 지역단위 양분총량제 시행관련 질문에서는 두 그룹 모두 ‘시범지역 시행을 통한 단계적 시행’에 대한 선택이 압도적으로 높았음. 따라서 양분총량제 시행은 단계적 추진을 통한 정책의 시행착오를 줄이는 방향으로 정책기조를 잡는 것이 바람직해 보이나 정책 수요를 파악하여 현장에서 요구하는 농업환경정보를 적시적소에 제공하는 것이 중요함<그림 5-10>.

1.2. 핵심지표 관리 방안

1.2.1. 진단 프로그램

- 정책담당자들이 농업환경정책을 추진할 때 실제로 현장에서 활용할 수 있는 프로그램을 만들어 제시함. 이 프로그램은 정책담당자가 환경지표를 통해 해당 시군의 농업환경상태를 평가하고 관련 정책을 추진하는데 도움을 주기 위한 것이며 환경지표를 이용한 농업환경상태 진단모델이라고 할 수 있음.
 - 어떤 지역의 활용 가능한 지표들을 가지고 농업환경상태를 진단하여 정책적으로 연계시킴으로써 가장 적절하고 효과적인 정책을 모색케 함.
- 이 모델은 농업환경상태의 상대적 평가 및 전문가 판단에 의한 가중치부여에 의한 점수 환산이 기초가 됨.

가. 진단방법

- 지역별 농업환경상태 진단 방법
 - 해당 시군의 농업환경상태를 지표를 이용하여 OECD대비, 일본 평균대비, 전국평균대비 ‘ 좋음’ 혹은 ‘나쁨’으로 진단함.
 - 일본을 비교대상으로 선정할 이유는 일본 농업이 좁은 경지의 집약적인 농업이라는 특성을 가져 우리와 비슷하면서도 OECD에 속해 있어 우리

나라의 농업환경상태를 진단하기에 가장 적합한 나라로 평가하였기 때문임. 여기에서 단순화를 위해 좋음 혹은 나쁨의 정도는 고려하여 않음. 좋음의 가중치는 OECD, 일본, 전국의 순으로 높게 부여함.

- 진단모델에서 가장 중요한 부분은 농업환경상태를 점수화하여 평가하는 것임. 여기에서는 3점 리커트 스케일에 의한 점수 환산을 아래의 <표 5-2>와 같이 제시함.
 - 해당 시군의 농업환경상태가 OECD, 일본, 전국 평균과 비교하여 좋은 경우 ○, 그렇지 않은 경우 ×로 표시함.
 - 점수 환산은 환경상태가 OECD 평균보다 좋은 경우 3점, 일본 평균보다 좋은 경우 2점, 전국 평균보다 좋은 경우 1점을 각각 부여하고 합산함. 직관적인 판단을 도입하여 산정점수가 6점인 경우 ‘매우양호’로 5점과 4점은 ‘양호’로 3점은 ‘보통’으로 2점과 1점은 ‘불량’으로, 0점은 ‘매우불량’으로 판정함.
 - 종합점수는 세부지표를 가중평균하고, 다시 핵심지표를 가중 평균하여 산정함.
- 핵심지표 및 세부지표의 환경에 미치는 영향의 중요도는 전문가 협의회를 통해 전문가들 의견을 반영

표 5-2. 진단모델-3점 리커트 스케일에 의한 점수환산

경우의 수	OECD대비	일본대비	전국대비	산정점수	판정
1	○	○	○	6	매우양호
2	○	○	×	5	양호
3	○	×	○	4	양호
4	○	×	×	3	보통
5	×	○	○	3	보통
6	×	○	×	2	불량
7	×	×	○	1	불량
8	×	×	×	0	매우불량

- 주: 1) 해당시군의 농업환경상태가 OECD, 일본, 전국과 비교하여 좋은 경우 ○, 그렇지 않은 경우 ×로 표시함.
 2) 본 진단모형은 OECD가 일본보다, 일본이 한국보다 전체적인 환경상태가 좋다는 것을 가정함.
 3) 점수산정은 환경상태가 OECD 평균보다 좋은 경우 3점, 일본평균보다 좋은 경우 2점, 한국평균보다 좋은 경우 1점을 각각 부여하고 합산함.

나. 진단모델을 위한 활용지표 설정

○ 핵심지표 및 활용지표의 설정

- OECD 국가들, 우리나라와 농업여건이 비슷한 일본, 그리고 타 시군이 공통으로 가지고 있는 지표를 선정함.
- 인지도와 활용도가 높은 지표를 설정하되, 비록 현재의 활용도는 낮을지라도 교육 및 홍보와 경제적 인센티브 등을 통해 정책적 의지를 가지고 추진해야 하는 지표도 포함시킴. 기후변화대응 관련지표, 에너지 관련 지표를 그 사례로 들 수 있음.

- 핵심지표의 설정기준에 의해 토양, 물이용 및 수질, 생물다양성, 양분수지, 농약이용 및 위험, 대기 및 기후변화, 농업에너지 사용, 농장관리 등 모두 8개를 설정하였음. 그리고 23개의 실제로 모형에 활용될 지표를 선정하였음. 이 지표들은 OECD 모든 회원국이 개발하였거나 일부국가는 개발하지 못한 지표로 구성되어 있음. 또 우리나라와 농업여건이 비슷한 일본은 대부분 지표가 개발되었으나 일부 지표는 개발되어 있지 않음.

- 토양지표에서는 물에 의하여 유실되는 농경지의 구역이나 지역의 토양유실 등급(양호, 낮음, 보통, 높음 또는 불량)에서 등급이 보통-불량으로 분류된 농경지 비율로 설정함. 2000-2002년 기준 OECD(28개국 평균) 16.2%, 일본 0.2% 인데 비해 한국은 22.3%로 높게 나타나고 있음.
- 물이용 및 수질 지표에서는 농업용수 소비량, 용수 중 농업용수 비중, 전체 농경지중 관계지 비중, 지하수의 농업용 사용비중, 질산염 음용수 권고기준 초과비율 등을 지표로 설정하였음.
 - 농업용수소비량은 1ha당 농업용수로 소비하는 양을 나타내며, 2001~2003년 기준 OECD 420m³, 일본 11,935m³ 인데 비해 우리나라는 3,778m³로 OECD보다 높고 일본보다는 낮게 나타남.
 - 용수 중 농업용수 비중은 총 용수 사용량에서 농업용수가 차지하는 비율을 나타내며, 2001~2003년 기준 OECD 44.0%, 일본 66.0% 인데 비해 우리나라는 48.0%로 OECD보다 높고 일본보다는 낮게 나타남.
 - 전체 농경지중 관계지 비중은 총 농경지에서 관개면적의 비율을 나타내며, 2001~2003년 기준 OECD 4.0%, 일본 55.0%인데 비해 우리나라는 46.0%로 OECD보다는 높고 일본보다는 낮게 나타남.
 - 지하수의 농업용 사용비중은 총 용수 사용량에서 지하수 사용의 비율을 나타내며, 2001~2003년 기준 OECD 56.0%, 일본 31.0%인데 비해 우리나라는 40.0%로 OECD보다는 낮고 일본보다는 높게 나타남.
 - 질산염 음용수 권고기준 초과비율은 농업지역에서 지하수 중에 질산염에 대한 음용수 권고기준을 초과하는 조사지점수의 비율을 나타내며, 비율이 낮을수록 환경상태는 좋음. 2000~2004년 기준 OECD(22개국 평균) 14.0%, 일본 5.0%인데 비해 우리나라는 23.8%로 높게 나타남.
- 생물다양성 지표에서는 서식지로 사용하는 조류 비중, 전체 농경지중 휴경지 비중, 집약농업면적 비율 등을 지표로 설정하였음.
 - 서식지로 사용하는 조류 비중은 농경지를 주 서식지로 사용하는 조류 비율

을 나타내며, 비율이 높을수록 환경상태는 좋음. 1990년대 후반에서 2000년대 초 기준 OECD(9개국 평균) 35.5%, 일본 28.0%인데 비해 우리나라는 36.0%로 OECD와 비슷하고 일본보다 높게 나타남.

- 전체 농경지중 휴경지 비중은 전체 농경지 가운데 휴경지의 비율을 나타내며, 비율이 높을수록 환경상태는 좋음. 2002년 기준 OECD(18개국 평균)는 6.8%로 나타났고 우리나라와 일본은 아직 지표가 개발되지 않음.
 - 집약농업면적 비율은 중요 조류서식지 생태기능을 위협하는 집약농업면적 비율을 나타내며, 비율이 낮을수록 환경상태는 좋음. 1990년대 후반 기준 OECD(22개국 평균)는 38.0%로 나타났고 우리나라와 일본은 아직 지표가 개발되지 않음.
- 양분수지 지표에서는 질소수지, 질소효율성, 인산수지, 인산효율성 등을 지표로 설정하였음.
- 질소수지는 농경지에 투입되는 화학비료나 가축분뇨 등의 질소에서 농작물 생산 등의 반출량을 제외하고, 남은 양분량을 나타낸 값으로 수지가 낮을수록 환경상태는 좋음. 2002~004년 기준으로 OECD는 1ha당 74.0kgN, 일본 171.0kgN 인데 비해 우리나라는 240.0kgN로 높게 나타남.
 - 질소효율성은 농경지에 투입된 총 질소량에 대한 작물이나 사료작물이 흡수한 질소량 비율을 나타낸 값으로 수치가 높을수록 환경상태는 좋음. 2002~2004년 기준으로 OECD 56.1%, 일본 40.3%인데 비해 우리나라는 29.5%로 낮게 나타남.
 - 인산수지는 농경지에 투입되는 화학비료나 가축분뇨 등의 인산에서 농작물 생산 등의 반출량을 제외하고, 남은 양분량을 나타낸 값으로 수지가 낮을수록 환경상태는 좋음. 2002-2004년 기준으로 OECD는 1ha당 10.1kgP, 일본 51.0kgP인데 비해 우리나라는 48.4kgP로 OECD보다는 높고 일본보다는 낮게 나타남.
 - 인산효율성은 농경지에 투입된 총 인산량에 대한 작물이나 사료작물이 흡수한 인산량 비율을 나타낸 값으로 수치가 높을수록 환경상태는 좋음.

2002~2004년 기준으로 OECD 64.2%, 일본 20.9%인데 비해 우리나라는 23.5%로 OECD보다 낮고 일본보다는 높게 나타남.

- 농약사용 지표에서는 농약사용량을 지표로 설정하였음. 농약사용량은 1ha당 사용한 농약량으로 값이 낮을수록 환경상태는 좋음. 2001~2003년 기준 OECD 0.7kg, 일본 14.9kg인데 비해 우리나라는 9.3kg으로 OECD보다는 높고, 일본보다는 낮은 것으로 나타남. 이렇게 일본과 우리나라가 OECD보다 크게 높은 이유는 좁은 경지면적에서 집약적인 농업을 하기 때문으로 보임.
- 대기 및 기후변화 지표에서는 암모니아배출량, 온실가스배출량 등을 지표로 설정하였음.
 - 암모니아 배출량은 1ha당 배출되는 암모니아의 양을 나타내며, 값이 낮을수록 환경상태는 좋음. 2001-2003년 기준으로 OECD는 1ha당 7.0kg, 일본 60.0kg인데 비해 우리나라는 94.0kg으로 매우 높게 나타남.
 - 온실가스 배출량은 1ha당 배출되는 온실가스의 양을 나타내며, 값이 낮을수록 환경상태는 좋음. 2002-2004년 기준으로 OECD는 1ha당 904톤, 일본 5,830톤인데 비해 우리나라는 2,389톤으로 OECD보다는 높고 일본보다는 낮게 나타남.
- 에너지 지표에서는 에너지사용량을 지표로 설정하였음. 에너지사용량은 1ha당 사용한 에너지의 양으로 값이 낮을수록 환경상태는 좋음. 2001-2003년 기준 OECD 52.1kg, 일본 1,396.5kg인데 비해 우리나라는 1,415.5kg으로 OECD보다는 높고 일본과는 비슷한 것으로 나타남.
- 농장관리 지표에서는 양분관리계획 실천 경지면적 비중, 종합병해충관리 실천 농경지 비중, 토양보전 실천 농경지 비중, 식생 피복 실천 농경지 면적 비중, 생물다양성관리 농경지면적 비중, 유기농인증면적 비중 등을 지표로 설정하였음.

- 양분관리계획 실천 농장수 비중은 전체 농장수에서 양분관리계획을 실천하는 농장수 비율을 나타내며, 값이 높을수록 환경상태는 좋음. 2000~2004년 기준으로 OECD(14개국 평균) 62.0%, 일본 11.3%인데 비해 우리나라는 24.0%로 OECD보다는 매우 낮고 일본보다는 높게 나타남.
- 종합병해충관리 실천 농경지 비중은 전체 농경지에서 종합병해충관리를 실천하는 경지면적 비율을 나타내며, 값이 높을수록 환경상태는 좋음. 2000~2003년 기준으로 OECD(12개국 평균)는 19.1%인데 비해 우리나라는 0.02%로 매우 낮게 나타남. 일본은 아직 지표가 개발되지 않음.
- 토양보전 실천 농경지 비중은 전체 농경지에서 토양보전을 실천하는 경지면적 비율을 나타내며, 값이 높을수록 환경상태는 좋음. 2000~2003년 기준으로 OECD(14개국 평균)는 25.5%인데 비해 우리나라는 13.2%로 낮게 나타남. 일본은 아직 지표가 개발되지 않음.
- 식생 피복 실천 농경지 면적 비중은 전체 농경지에서 식생 피복을 실천하는 경지면적 비율을 나타내며, 값이 높을수록 환경상태는 좋음. 2000~2003년 기준으로 OECD(10개국 평균)는 54.4%인데 비해 우리나라는 16.3%로 낮게 나타남. 일본은 아직 지표가 개발되지 않음.
- 생물다양성관리 농경지면적 비중은 전체 농경지에서 생물다양성관리를 실천하는 경지면적 비율을 나타내며, 값이 높을수록 환경상태는 좋음. 2000~2003년 기준으로 OECD(9개국 평균)는 20.0%인데 비해 우리나라는 0.02%로 매우 낮게 나타남. 일본은 아직 지표가 개발되지 않음. OECD가 우리나라보다 크게 높은 이유는 OECD 국가들의 경우 유럽을 중심으로 직불금을 포함하여 생물다양성관리 농경지에 대한 지원이 많기 때문으로 판단됨.
- 유기농인증면적 비중은 전체 농경지에서 유기농업을 실천하는 경지면적 비율을 나타내며, 값이 높을수록 환경상태는 좋음. 2002-2004년 기준으로 OECD 1.48%, 일본 0.61%인데 비해 우리나라는 0.25%로 OECD보다는 매우 낮고 일본과는 비슷한 것으로 나타남.

표 5-3. 진단모델에 활용된 지표

	모형 활용 지표	기간	단위	OECD	일본	한국
토양	물에 의한 토양유실 비율	2000~02	%	16.2	0.3	22.3
물이용 및 수질	농업용수소비량	2001~03	m ³ /ha	420.0	11,950.0	3,778.0
	용수 중 농업용수 비중	2001~03	%	44.0	66.0	48.0
	전체 농업지중 관계지 비중	2001~03	%	4.0	55.0	46.0
	지하수의 농업용 사용비중	2002	%	56.0	31.0	40.0
	질산염 음용수 권고기준 초과비율	2000~04	%	14.0	5.0	23.8
생물 다양성	서식지로 사용하는 조류 비중	'90후~'00초	%	35.5	28.0	36.0
	전체농경지 중 휴경지비중	2002	%	6.8	-	-
	집약농업면적 비율	'90년대 후	%	38.0	-	-
양분 수지	질소수지	2002~04	kgN/ha	74.0	171.0	240.0
	질소효율성	2002~04	%	56.1	40.3	29.5
	인산수지	2002~04	kgP/ha	10.1	51.0	48.4
	인산효율성	2002~04	%	64.2	20.9	23.5
농약	농약사용량	2001~03	kg/ha	0.7	14.9	9.3
대기 및 기후변화	암모니아배출량	2001~03	kg/ha	7.0	60.0	94.0
	온실가스 배출량	2002~04	톤/ha	904	5,830	2389
에너지	에너지사용량	2002~04	kg/ha	52.1	1,396.5	1,415.5
농장 관리	양분관리계획 실천 농장수 비중	2000~04	%	62.0	11.3	24.0
	종합병해충관리 실천 농경지 비중	2000~03	%	19.1	-	0.02
	토양보전 실천 농경지 비중	2000~03	%	25.5	-	13.2
	식생 피복 실천 농경지 면적비중	2000~03	%	54.4	-	16.3
	생물다양성관리 농경지면적비중	2000~03	%	20.0	-	0.02
	유기농인증면적비중	2002~04	%	1.48	0.61	0.25

주: OECD 수치에는 일본과 한국의 수치도 포함되어 있음.

자료: OECD(<http://stats.oecd.org>).

다. 진단결과 및 정책의 연계성

- 농업환경상태 진단결과 어떤 시군의 토양이 매우 양호, 토질은 보통, 수질은 불량이라는 평가를 받았다면 전문가들의 가중치를 고려하여 종합적으로도 평가할 수 있음.
- 상대적 평가를 통한 연계정책 추진 대상은 불량이나 매우 불량이라는 평가를 받은 경우로 한정함.
 - 각각의 세부항목 평가결과에 따라 불량이나 매우 불량이라는 평가를 받은 경우 전체적으로 양호라는 평가를 받았다 할지라도 농업환경을 더 개선시키기 위해 정책추진 대상이 됨.
 - 정책연계는 친환경농업 3차 5개년 계획의 정책을 우선적으로 하고, 새로운 정책도 포함시킬 수 있음.
 - 하나의 정책이 여러 지표와 연관이 된다는 점도 고려의 대상이 됨. 농업환경지표와 가장 크게 관계가 되는 정책을 정확히 연계시킬 수 있다면 이 문제는 적어질 것임.
 - 정책연계의 경우 정책담당자와 전문가들의 의견을 반영함.
- 모든 정책을 농업환경지표에 의한 진단과 연계시켜 추진한다는 것을 의미하는 것은 아님. 관련자료 구축의 제약이 따르기 때문임.
 - 시범적으로 주요지표-주요정책을 가지고 시도하며, 농업환경상태 진단결과를 바탕으로 적절한 정책을 추진할 경우 큰 효과를 나타낼 수 있을 것임.
 - 관련 자료가 구축되는 대로 지속적으로 지표와 대상을 확대함.
- 정책추진의 강도를 강, 중, 약 등으로 나누어서 접근할 수 있으나 단순화를 위해 추진여부만 결정함.

1.2.2. 진단 프로그램 적용사례(시산)

- OECD 환경지표의 경우 우리나라 시군단위별로 개발된 지표가 아직 없기 때문에 본 연구에서는 적용사례를 예시하기 위해 각 지표별로 임의의 값을 활용하였음. 임의의 지표 값은 OECD와 우리나라에서 개발한 지표들의 기간, 단위와 똑같은 것으로 적용사례 제시를 위해 지정한 것임.
 - 향후 시도 또는 시군단위별로 OECD환경지표를 이용하여 환경상태를 진단하고 정책에 연계시키기 위해서는 해당 시군의 환경지표가 개발되어야 할 것임.
 - 모든 지역을 대상으로 농업환경지표를 개발하여 적용하기는 어려운 과제이며, 환경적으로 우수한 지역 또는 문제가 될 수 있는 특정지역을 선정하여 진단프로그램을 적용해 볼 수 있음.

- 특정한 A지역의 환경상태 진단 결과
 - A지역의 핵심지표별 산정점수는 토양 3.0, 물이용 및 수질 3.7, 생물다양성 3.8, 양분수지 0.7, 농약 2.0, 대기 및 기후변화 3.0, 에너지 3.0, 농장관리 1.3으로 각각 나타났음. A지역의 농업환경상태를 전체적으로 산정한 점수는 2.8로 나타났음<표 5-4>.

- A지역의 환경상태 종합 진단과 정책연계 프로그램 권고
 - A지역의 환경상태 진단은 다음과 같은 평가결과를 제시할 수 있음. 즉, 「A군의 농업환경상태는 전체적으로 “보통”입니다. 하지만 핵심지표별로 살펴보면, 양분수지, 농장관리, 농약사용량은 “불량”입니다.」로 진단함.
 - A지역의 환경상태에 대한 종합진단 결과에 따른 농업환경관리를 위한 정책권고로 다음과 같이 제시할 수 있음. 즉, 「A군의 농업환경상태를 고려하여 비료와 농약을 감축할 수 있는 특단의 조치가 마련되어야 하며, 친환경농업육성정책, 맞춤형비료 보급정책 등을 보다 강도 높게 실행할 필요가 있습니다.」로 권고함.

표 5-4. A지역의 환경상태 진단결과

	모형활용지표	현재 A지역	산정 점수1	산정 점수2	산정 점수3
토양	물에 의한 토양유실 비율	0.2	3	3.0	2.8
물이용 및 수질	농업용수소비량	3,500.0	3	3.7	
	용수 중 농업용수 비중	50.0	6		
	전체 농업지중 관계지 비중	60.0	6		
	지하수의 농업용 사용비중	48.0	3		
	질산염 음용수 권고기준 초과비율	20.0	3		
생물 다양성	서식지로 사용하는 조류 비중	37.0	6	3.8	
	전체농경지 중 휴경지비중	1.5	3		
	집약농업면적 비율	40.0	3		
양분 수지	질소수지	250.0	1	0.7	
	질소효율성	25.0	1		
	인산수지	50.0	1		
	인산효율성	27.0	1		
농약	농약사용량	13.0	0	2.0	
대기 및 기후변화	암모니아배출량	55.0	3	3.0	
	온실가스 배출량	2,200.0	3		
에너지	에너지사용량	1,200.0	3	3.0	
농장 관리	양분관리계획 실천 경지면적 비중	22.0	1	1.3	
	종합병해충관리 실천 농경지 비중	0.0	1		
	토양보전 실천 농경지 비중	15.0	3		
	식생 피복 실천 농경지 면적비중	18.0	1		
	생물다양성관리 농경지면적비중	0.0	0		
	유기농인증면적비중	0.2	1		

주1) 산정점수 1은 위에서 설정한 진단모델에 의해 농업환경상태를 평가하여 점수를 산정함. 산정점수 2는 모형활용지표간의 가중치부여를 통해 점수를 산정하였으며 산정점수 3은 핵심지표간의 가중치 부여를 통해 점수를 산정하였음.

2) 점수 산정에 반영된 가중치는 중요도에 따라 부여하였으며, 물이용 및 수질지표의 경우 첫 번째 지표에 5, 두 번째 4 등으로 가중치를 부여함.

자료: 일본과 한국에서 아직 개발되지 않은 지표인 전체농경지 중 휴경지비중, 집약농업면적 비율 등의 값과 A지역의 지표 값은 환경지표 활용사례를 제시하기 위해 임의의 값을 지정한 것임.

1.3. 농업환경변동정보를 이용한 관리방안 사례

- 농업환경변동정보 가운데 흙토람의 토양정보를 활용하여 해당 시군의 토양 환경상태를 분석하고, 분석결과를 토대로 맞춤형비료 보급 사업을 실행한 사례들이 많이 있음.
 - 맞춤형 비료사용을 통해 시군단위 화학비료 사용량을 감축시키고 농업의 환경질을 개선시키는 효과가 있음.
- 우리나라의 경우 양분수지가 OECD 국가 중에서도 매우 높은 수준으로 양분수지를 낮추기 위한 특단의 조치가 필요하다고 할 수 있음. 수확량을 유지하면서도 화학비료의 투입량을 줄이기 위해 최근에 맞춤형비료 사업이 이루어지고 있는데, 이 사업이 바로 흙토람의 토양환경정보 분석자료를 토대로 하고 있음.

1.3.1. 토양검정 기준

- 우리나라의 토양조사는 1964년부터 시작되었으며, 구체적인 진행경과를 살펴보면 <표 5-5>와 같음.
 - 1964~1967년에 9개도 개략토양도를 발간한 개략토양조사를 실시하였으며, 1967~1979년에 137개 시·군 정밀토양도를 발간한 정밀토양조사를 실시하였음.
 - 1980~1989에는 논토양 세부 정밀 토양조사를 실시한 논농토 배양사업 10개년사업을 추진하였고, 1995~1999에는 밭토양 세부정밀 토양조사를 실시하였음.
 - 1998~2006에는 세부 정밀 토양조사 결과를 전산화한 농업토양정보망 구축웹서비스 등이 실시되어 왔음.

표 5-5. 토양조사 진행경과

구분	조사년도	토양조사내용	비고
개략토양조사	'64~'67	개략토양조사(UN주도) -9개도 개략토양도 발간 -조사면적: 9,847,748ha	1:50,000
정밀토양조사	'67~'79	정밀토양조사 -137개시·군 정밀토양도 발간 -조사면적: 9,577,367ha	1:25,000
논농토배양사업 10개년사업	'80~'89	논토양세부정밀토양조사 -조사면적: 1,328,529ha -토양검정: 617천점	1:5,000
밭토양세부정밀 토양조사	'95~'99	밭토양세부정밀토양조사 -조사면적: 704,641ha -토양검정: 1,166천점	1:5,000
농업토양정보망 구축웹서비스	'98~'06	세부정밀토양조사결과전산화 -전국 16,620도엽(1:5,000)	대국민 웹서비스

자료: 국립농업과학원 토양비료관리과 내부자료(2011)

○ 우리나라의 영농형태별 농경지 토양의 화학성 변동을 살펴보면 <표 5-6>과 같음.

- 산도의 적정범위는 논 5.5~6.5, 밭, 과수원, 시설재배 6.0~6.5로 나타났고, 유기물의 적정범위는 논 25~30, 밭 20-30, 과수원 25~35, 시설재배 20~30으로 나타남.
- 유효인산의 경우 논 80~120, 밭 300~500, 과수원 200-300, 시설재배 350~500으로 나타남.
- 치환성양이온 칼륨의 경우 논 0.25~0.30, 밭 0.50-0.60, 과수원 0.30~0.60, 시설재배 0.70~0.80으로 각각 나타남.

표 5-6. 영농형태별 농경지 토양 화학성 변동

	조사년도	산도 (1:5)	유기물 (g/kg)	유효인산 (mg/kg)	치환성양이온(cmol+/kg)			유효규산 ¹⁾ (mg/kg), EC ²⁾ (ds/m)
					칼륨	석회	고토	
논 토양	'90	5.7	27	101	0.32	43	1.5	80
	'95	5.6	25	128	0.32	4	1.2	72
	'99	5.7	22	136	0.32	4	1.4	86
	'03	5.8	23	141	0.3	46	1.3	118
	'07	5.8	24	132	0.29	47	1.3	126
	적정범위	5.5~6.5	25~30	80~120	0.25~0.30	5.0~6.0	1.5~2.0	130~180
밭 토양	'85~'88	5.8	19	231	0.59	46	1.4	-
	'92~'93	5.5	24	538	0.64	42	1.3	-
	'97	5.6	24	577	0.8	45	1.4	-
	'01	5.9	20	572	0.79	5.5	1.5	-
	'05	5.9	19	583	1.29	5.7	1.7	-
	'09	6.1	27	607	0.82	6.1	1.8	-
	적정범위	6.0~6.5	20~30	300~500	0.50~0.60	5.0~6.0	1.2~2.0	-
과 수 원	'94	5.5	29	762	0.83	5.1	1.4	-
	'98	5.7	29	780	0.82	5.8	1.5	-
	'02	5.9	23	589	0.96	5.8	1.7	-
	'06	5.9	27	696	0.94	6.7	1.8	-
	적정범위	6.0~6.5	25~35	200~300	0.30~0.60	5.0~6.0	1.2~2.0	-
시 설 재 배	'95	6.2	30	1,053	1.22	6.7	2.5	-
	'96	6	35	1,092	1.3	6	2.5	29
	'00	6.3	34	975	1.6	7.7	3.4	28
	'04	6.4	31	946	1.7	8.5	3.4	3.3
	'08	6.4	35	1,072	1.52	10.4	3.4	3.68
	적정범위	6.0~6.5	20~30	350~500	0.70~0.80	5.0~6.0	1.5~2.5	< 20

주1) 유효규산은 논토양에 관련됨.

2) EC는 염류농도를 가리키며, 시설재배에 관련됨.

자료: 국립농업과학원 토양비료관리과 내부자료(2011)

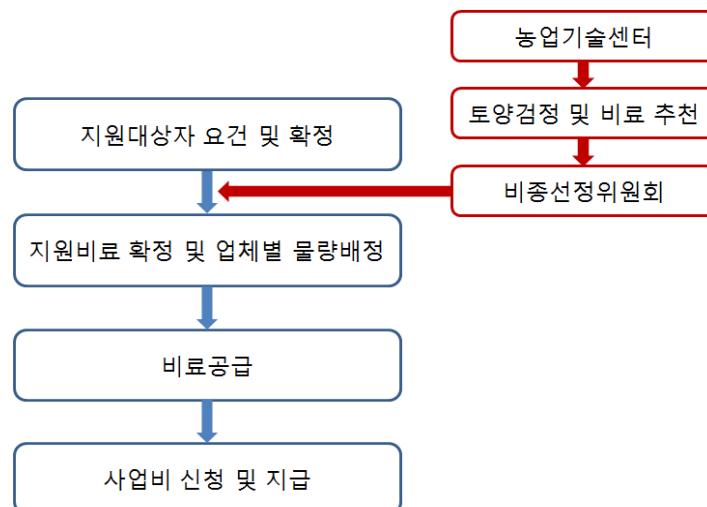
1.3.2. 충남 당진군 사례

- 충남 당진군은 농림수산식품부에서 실시한 2010년 맞춤형비료 우수자치단체 평가에서 대상을 수상함. 특히 맞춤형화학 비료 점유 비율이 91.3%로 전국 시군구에서 가장 높았음.

가. 맞춤형 비료 지원사업 프로세스

- 충남 당진군 비료 지원 사업은 아래 <그림 5-11>과 같은 프로세스를 가짐.
 - 지원대상자 요건 및 확정: 공모상 지목에 상관없이 실제 논 벼 재배농지, 2010년도 실제 경작자
 - 지원비료 확정 및 업체별 물량배정: 농가 신청 비종 적합여부 확인, 농협의 입찰에 의해 낙찰된 업체 공급
 - 농업기술센터에서 농촌진흥청의 흙토람 서비스를 활용하여 당진군의 토양을 검정하고, 맞춤형 비료를 추천함.
 - 비종선정위원회에서 해당 지역의 여건에 맞게 적용할 맞춤형 비료의 종류를 확정

그림 5-11. 충남 당진군 비료 지원사업 프로세스



나. 토양 검정

- 충남 당진군 농업기술센터에서 실시된 토양검정 결과를 보면 <표 5-7>과 같음.
 - 답(벼)의 경우 질소(분시) 9.8, 인산(분시) 6.8, 칼리(분시) 3.0 등으로 나타났음. 또, 전(고추)의 경우 질소(분시) 19.1, 인산(분시) 14.3, 칼리(분시) 21.3 등으로 나타났으며, 전(감자)의 경우 질소(분시) 14.6, 인산(분시) 8.1, 칼리(분시) 14.8 등으로 나타났음.

표 5-7. 당진군 토양검정 결과

토양(작목)	질소(분시)	인산(분시)	칼리(분시)
답(벼)	9.8 (5.5-2.1-2.2)	6.8 (0-6.8-0)	3 (2.1-0-0.9)
전(고추)	19.1 (10.5-8.6)	14.3	21.3 (12.8-8.5)
전(감자)	14.6	8.1	14.8

자료: 충남 당진군 농산과 내부자료.

다. 정책 연계

- 당진군의 토양검정 결과를 바탕으로 맞춤형비료 선정운영위원회를 구성하여 지목별 토질에 적합한 맞춤형 비료 9종을 선정하였으며, 그 내역은 <표 5-8>과 같음.

표 5-8. 맞춤형비료 추천내역

용도별		추천비종		주요작물	시용량 (kg/10a)
	비종명	성분량			
답	밀거름	인산맞춤4호	20-21-9	벼	30
답	밀거름	인산맞춤5호	19-17-9	벼	30
답	밀거름	맞춤17호	21-16-10	벼	30
답	밀거름	맞춤20호	19-10-8	벼	30
답	추비	맞춤26호	24-0-8	벼	15
답	추비	맞춤27호	20-0-9	벼	15
답	추비	맞춤28호	17-0-10	벼	15
전	밀거름	맞춤2호	17-19-15	고추	60
전	밀거름	맞춤8호	21-12-22	감자	60

자료: 충남 당진군 농산과 내부자료.

- 당진군의 맞춤형 비료 추천내역에 따라 맞춤형비료 보급 사업 내역을 보면 <표 5-9>와 같음.

- 일선 12개 농협 및 읍면 마을이장에 대한 교육과 함께 새해영농설계교육 및 농업인 현장 교육 등 농가 홍보에 가장 중점을 두고 공급함.

표 5-9. 맞춤형비료 보급사업 내역

	사 업 내 역			
	농가수(호)	면 적(m ²)	사업량(포)	합 계(원)
계	12,793	195,998,317	294,049	3,043,240,000

주: 위의 합계는 사업비 전체를 가리킴.

자료: 충남 당진군 농산과 내부자료.

라. 정책의 효과

- 충남 당진군의 맞춤형비료 보급 지원 사업에 따른 경제적 효과에 대해 군 자체에서 추산한 결과, 기존의 저농도 비료 사용액의 경우 10a당 46kg의 저농도 비료를 사용하므로 32,900원이었으나, 맞춤형비료 사용액의 경우 10a당 30kg의 맞춤형 비료를 사용하므로 17,300원으로 15,600원(-47.4%)이 감소함.
- 2010년 기준 맞춤형비료 보급면적이 19,798 ha이므로, 총 30억 9천만원의 경제적 효과가 있는 것으로 나타남. 여기에는 비료 살포시 적용하는 양의 차이(16kg)에 의해 나타나는 비용절감효과는 고려하지 않음.

1.3.3. 강원 정선군 임계농협 사례

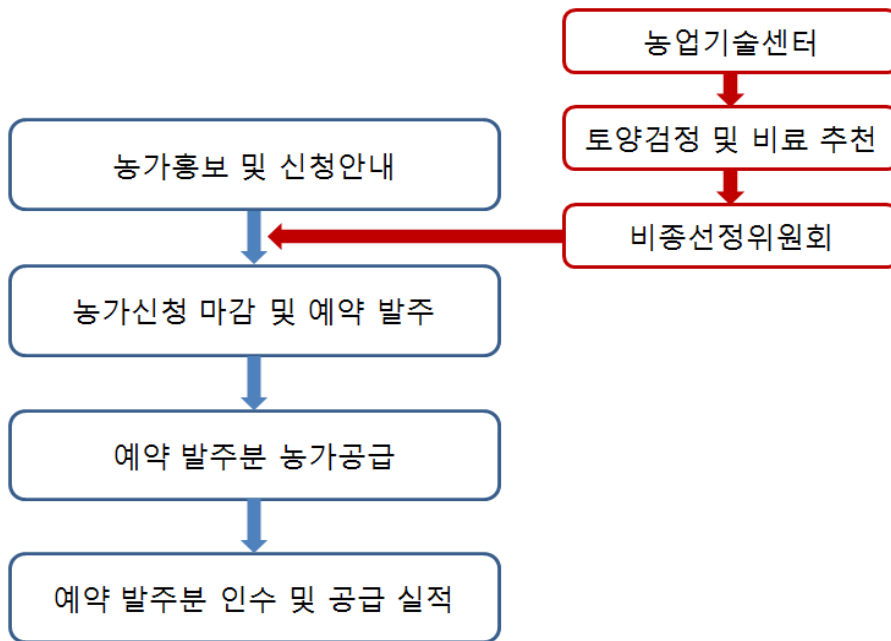
- 강원도 정선군 임계농협은 제 11회 ‘흙의 날’ 기념식에서 맞춤형 비료 현장 적용 우수사례를 발표함.

가. 맞춤형 비료지원사업의 과정

- 강원도 정선군 임계농협 비료 지원 사업은 아래 <그림 5-12>과 같은 프로세스를 가짐.

- 농가 홍보 및 신청안내: 맞춤형 화학비료 도입배경, 추진경과 등
- 농가신청 마감 및 예약 발주: 신청 집계표 작성, 예약발주 입력 등
- 농업기술센터에서 농촌진흥청의 흙토람 서비스를 활용하여 정선군의 토양을 검정하고, 맞춤형 비료를 추천함.
- 비종선정위원회에서 임계농협의 여건에 맞게 적용할 맞춤형 비료의 종류를 확정

그림 5-12. 강원 정선군 임계농협 비료지원사업 프로세스



나. 토양 검정

- 강원도 정선군 품목별 토양검정 결과는 <표 5-10>과 같음.
 - 벼 품목을 기준으로 우리나라의 토양 화학성의 적정범위와 비교하면, 산도, 칼륨, 유효규산은 적정범위에 있는 반면, 유기물 유효인산은 적정범위를 벗어나는 것으로 분석됨.

표 5-10. 정선군 품목별 토양검정 결과

작목	산도 (pH)	유기물 (g/kg)	유효인산 (mg/kg)	양이온(cmol+/kg)			CEC (cmol+ /kg)	유효규산 (cmol/ kg)	석회 (kg)	EC
				칼륨	칼슘	마그 네슘				
감자	6.4	28.1	606.8	0.5	4.9	0.9	0.0	0.0	184.6	0.6
콩	6.4	26.9	572.3	0.5	4.4	0.9	0.0	0.0	193.9	0.4
옥수수	6.3	29.5	556.9	0.5	4.9	1.2	0.0	0.0	180.0	0.6
벼	6.1	18.1	130.4	0.3	3.9	0.6	0.1	145.2	0.0	0.0
황기	6.2	28.1	404.0	0.4	4.7	1.0	0.0	0.0	210.3	0.5
더덕	6.1	30.6	408.0	0.5	4.7	1.1	0.0	0.0	205.1	0.5
마늘	6.1	33.5	849.8	0.7	4.4	1.1	0.0	0.0	161.4	0.8
무	5.8	29.1	620.3	0.8	6.1	1.3	0.0	0.0	264.4	1.3
배추	5.9	27.2	566.2	0.9	6.8	1.2	0.0	0.0	231.7	0.4
고추	5.9	28.8	628.8	0.9	6.2	1.1	0.1	0.0	244.8	0.4

주: EC는 염류농도를 가리킴.

자료: 강원 정선군 농업기술센터 내부자료.

다. 정책 연계

- 정선군에서 토양검정을 통해 5가지 맞춤형 비료를 추천하였는데 비종 선정 위원회에서 지역적 상황을 고려하여 총 9가지로 선정함<표 5-11>.
- 2010년 맞춤형 비료 취급현황을 살펴보면 전체적으로 20kg 110,443포를 공급하였으며 28호 수도용 추비가 32,635포로 가장 많고, 2호 고추, 마늘이 3,666포로 가장 적은 것으로 나타났음.

표 5-11. 정선군 임계농협 맞춤형 비료 취급현황

단위: 20kg포, 10a

비종	성분	추천작목	시비량	공급량
1호	21-15-8	무, 배추, 옥수수	90~100	13,098
2호	17-19-15	고추, 마늘	70~100	3,666
7호	20-10-15	무, 감자, 옥수수	120~150	10,458
8호	21-12-22	배추	100~120	8,528
14호	26-12-8	감자	120~150	6,262
21호	17-14-8	임계지역 밀비	90~100	11,478
25호	10-10-7	콩, 황기, 당귀	40~60	4,834
28호	17-0-10	수도용 추비	60~70	32,635
29호	13-0-10	원예용 추비	40~60	19,484
합계				110,443

자료: 강원 정선군 임계농협 내부자료.

라. 정책의 효과

- 수도작 기준 10a당 15,600원이 감소했다고 가정했을 때 수도작 2,176 ha에 적용된 맞춤형비료 약 3억 4천만 원의 경제적 효과가 있는 것으로 추정됨.

1.4. 농업환경자원 관리를 위한 통합적 접근

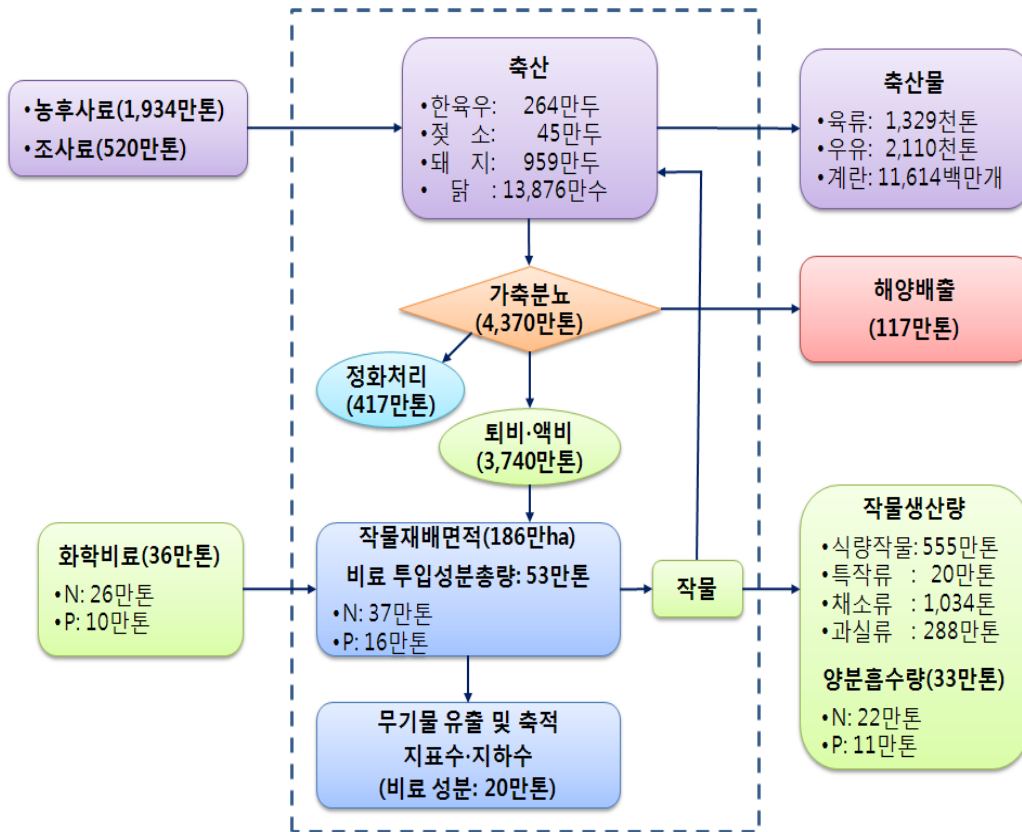
- 지역별 입지여건을 고려한 효과적인 농업환경자원관리 시스템 구축을 위해서는 농업부문의 생산활동에 대한 환경부하 평가, 수질영향 평가, 토양특성 평가, 생태계 영향 평가와 사회경제적 영향평가 등 통합적 접근이 필요함.
 - 농축산 생산활동의 환경부하 평가를 위해서는 우선 평가대상 영역을 설정한 후 물질의 투입과 산출의 흐름을 파악하고(농자재 투입량과 농축산물 생산량지표를 활용), 이를 기초로 양분수지를 산출함.
 - 농업생태계의 수질상태 파악을 위한 하천과 수계의 수질지표(pH, EC, COD, NH₄-N, NO₃-N, PO₄-P, TN, TP 등) 분석

- 해당지역의 토양관련 지표(pH, 유기물, 유효인산, 친환경이온 함량, 유효 규산 등)를 이용하여 토양특성을 평가함(흙토람을 이용하여 해당 필지의 토양특성을 파악함).
- 해당지역의 생태계 변화 정도를 파악하기 위해 수서무척추동물 개체수 등을 이용하여 생물다양성을 평가함.
- 해당지역의 환경친화적인 농업환경자원을 위해 지역단위 생산규모와 생산방법을 전환하며 모니터링을 통한 지속적인 피드백 시스템 구축(<그림 5-13> 참조).

그림 5-13. 농업환경자원관리 시스템 구축을 위한 통합적 접근



그림 5-14. 농경지의 양분수지 구조(2009년 기준)



○ 2009년 기준 농경지의 양분수지 분석 결과<표 5-12><그림5-14>.

- 농경지 186만ha에 투입되는 양분량(질소성분량 기준)은 화학비료로부터 26만톤이 투입되고, 가축분뇨로부터 11만톤이 투입됨. 이중 작물재배를 통해 흡수되는 양은 22만톤이고, 나머지 15만톤은 과잉양분으로 지하수나 지표수를 오염시키는 엔트로피로 볼 수 있음.
- 화학비료를 통해 투입되는 양이 이미 작물의 요구량 수준을 초과하고 있어, 농경지의 양분수지 측면에서 보면 화학비료 감축이 전제되지 않으면 가축분뇨의 자원화를 통한 양분투입에 어려움이 있다고 볼 수 있음.
- 농업생태계의 물질수지 측면에서 보면 축산부분에서 발생하는 가축분뇨

4,370만톤 가운데 퇴비화와 액비화를 통한 자원화량 3,740만톤이 농경지에 살포되나, 분뇨발생량의 대부분이 수입사료에 의존하는 농후사료를 기초로 하고 있기 때문에 가축분뇨의 배출량을 국외로 수출(또는 북한의 농경지로 이동)하는 것이 바람직한 방안임.

표 5-12. 우리나라의 양분수지 구조(2009)

단위: %

구분	질소	인산	계/평균
양분투입량(A) 화학비료 투입량(톤)	262,000	102,000	364,000
가축분뇨 양분실제이용량(톤)	111,321	61,964	173,285
소계	373,321	163,964	537,285
양분반출량(B), 톤	224,888	111,987	336,875
양분초과량(A-B), 톤	148,433	51,977	200,410
단위면적당 양분반출량(C), kg/ha	120.3	59.9	180.2
단위면적당 화학비료 투입량, kg/ha	140.2	54.6	194.7
양분투입량(D) 가축분뇨 양분실제이용량, kg/ha	59.6	33.2	92.7
소계	199.7	87.7	287.5
단위면적당 양분초과량(D-C), kg/ha	79.4	27.8	107.2
단위면적당 양분초과율(D-C)/C, %	66	46	59

주: 특별시, 광역시를 제외한 분석결과임.

2. 농업환경자원관리 운용 사례 - 지역단위 양분총량제

2.1. 지역단위 양분총량제의 의미

- 농경지의 양분수지는 농경지 내에 투입되는 양분량에서 농작물 생산을 위해 작물생육과정에서 흡수된 양분을 제외하고 토양에 남아있거나 공기중에

- 날아가거나 외부로 유출된 양분을 의미함.
- 일정면적의 양분수지를 투입과 산출과의 관계에서 보면 작물요구량 수준이상으로 투입되는 잉여양분지표를 나타내므로 양분수지가 높을 경우 환경부하도가 증가됨을 의미함.
- 지역단위 양분총량제는 과학적 토대위에서 지역별 농경지의 양분 투입과 처리를 종합적으로 파악하여 지역의 환경용량 범위에서 수용할 수 있는 총량 수준으로 관리하기 위한 제도임.
- 양분총량제는 농경지에 일정수준 이상으로 양분이 과다 투입되는 지역만을 대상으로 추진되는 정책프로그램으로 궁극적으로는 해당지역의 양분수지를 균형수준에 도달할 수 있도록 하는 양분관리 수단임.
- 농업환경자원의 환경친화적인 관리를 위한 핵심적 친환경농업정책 프로그램
- 농경지에 투입되는 양분이 모두 작물에 흡수되어 양분수지가 균형을 이루게 되면 농업생산 활동이 환경에 부정적인 영향을 미치지 않게 됨. 양분총량제는 지역별 농경지의 양분 투입-산출 관계를 기초로 양분수지의 균형달성을 위해 해당지역의 과잉양분을 체계적이고 종합적으로 관리한다는 점에서 농업정책과 환경정책을 통합하는 핵심적인 친환경농업정책 프로그램이라 할 수 있음.
 - 지역단위 양분총량제는 가축사육두수 감축과 직접적으로 연계된 정책프로그램이 아니며 지역단위(시·군 행정구역 기준)에서 양분을 종합적으로 관리하는 정책수단임.
 - 양분공급이 과다한 지역에서 더 이상 늘어나지 않도록 점차적으로 줄이며, 양분수용이 가능한 지역에서는 양분과잉 지역으로부터 양분을 수용하여 궁극적으로는 양분균형 수준이 유지됨으로써 지속가능한 농업시스템을 구축하는 것이 기본적인 취지임.

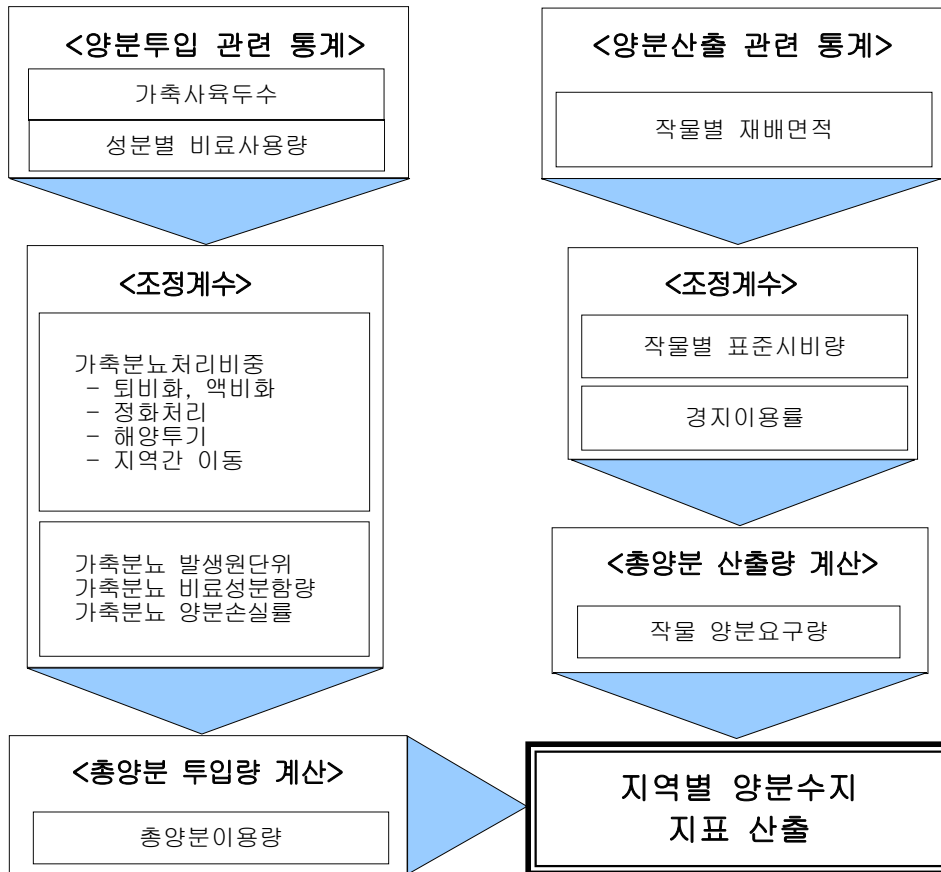
2.2. 지역단위 양분총량제 시행을 위한 선결요건

- 양분수지 산정을 위한 관련통계 D/B구축
 - 지역단위 양분수지 산출을 위한 작물재배 면적, 경지이용률, 화학비료 및 유기질 비료소비량, 성장단계별 가축사육두수, 가축분뇨의 처리실태(퇴비화, 액비화, 정화처리, 해양투기 등) 및 자원화 형태로 타지역 이동량 등에 관한 통계자료 및 실적자료의 D/B구축<그림 5-15>.

- 가축분뇨 발생원단위의 정확한 산정을 위한 가축단위 설정
 - 축산부분에는 다양한 축종과 축종별 특성을 가지고 있어 효과적인 양분 관리정책을 추진하기 위해서는 여러 상이한 축종을 통합적으로 관리할 수 있는 가축단위(Livestock Unit, LU) 도입이 필요하며, 성장단계별 가축분뇨 발생량 및 축종별 가축분뇨의 비료 성분량 등을 고려하여 설정함.

- 지역양분산정시스템(Regional Nutrients Accounting System, RNAS) 프로그램을 활용한 양분수지 지표 산출 및 지역단위 농업환경 개선 상태 파악
 - 지역단위 양분수지 지표 산출: 지역별 양분수지 지표 산출은 지역양분산정 프로그램(RNAS)을 통해 이루어지도록 함. 정책 시행 전에 해당 시군의 양분수지 산출 근거자료와 관련통계자료의 D/B 구축을 통해 기준시점의 지역별 양분수지 산정 결과를 공표함.

그림 5-15. 양분수지 지표 산출관련 통계와 산정방식



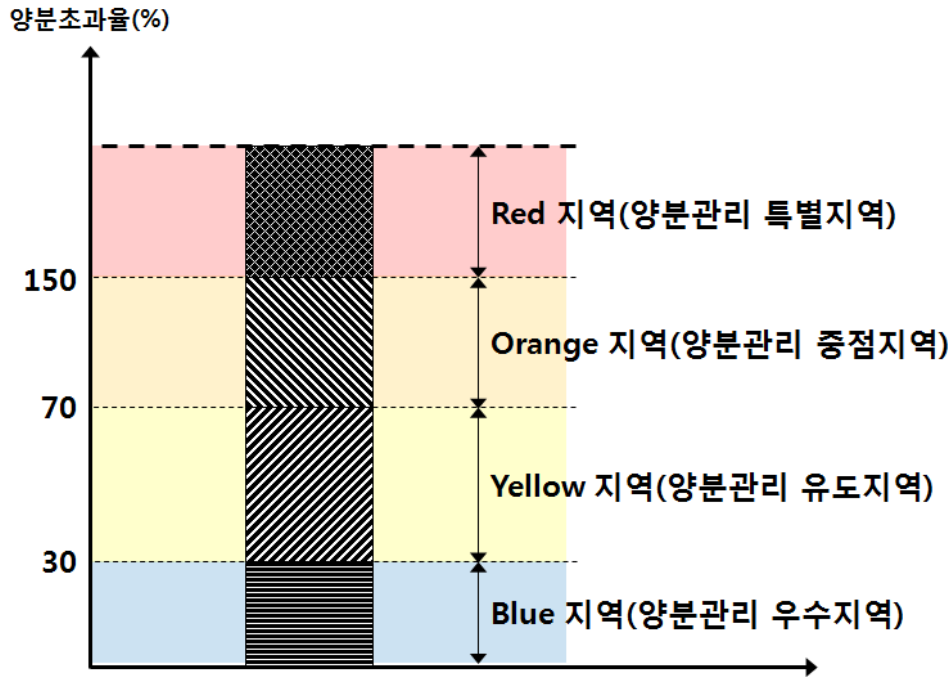
2.3. 지역단위 양분총량제 추진 방식

○ 지역단위 양분관리 추진 방식

- 지역단위 양분관리 방식: 지역단위 양분수지 관리대상 물질의 경우 실행 초기단계에서는 질소성분을 관리대상 물질로 정하여 양분수지를 관리하고, 정착단계에 도달하면 인산성분도 관리대상 물질에 포함시켜 관리하는 것이 바람직함.

- 지역별 양분수지 과잉 정도에 따라 과소지역과 과다지역으로 대별될 수 있음. 양분투입 과소지역의 경우 외부로부터 양분투입 허용이 가능한 지역이며, 허용 가능량은 양분수지 수준에서 결정되나 허용률은 지역의 환경용량과 입지적 여건 등을 종합적으로 고려하여 결정됨.
 - 양분투입 과다지역의 양분관리 체계를 보면 해당지역의 환경용량을 기초로 최대관리가능 양분수지율이 설정되면 유예량이 결정됨. 과잉양분 투입도가 높을 경우 해당지역의 여건에 따라 관리 가능한 총량관리 목표수준이 결정됨.
- 농경지 양분수지지표에 따른 관리대상지역의 구분
- 논·밭의 농경지에 투입되는 화학비료와 가축분뇨를 비료성분으로 환산하여 작물이 흡수하는 양과 외부로 배출하는 양의 비율인 양분수지지표(양분초과율) 수준에 따라 **Blue(관심)지역**, **Yellow(주의) 지역**, **Orange(경계) 지역**, **Red(심각) 지역** 등 네 단계로 구분함<그림 5-16>.
 - **Blue 지역(양분관리 우수지역):** 양분초과율 30% 미만 지역
 - **Yellow 지역(양분관리 유도지역):** 양분초과율 30~69% 지역
 - **Orange 지역(양분관리 중점지역):** 양분초과율 70~149% 지역
 - **Red 지역(양분관리 특별지역):** 양분초과율 150% 이상 지역
 - 양분초과율은 가축사육 밀도와 직접적인 관계가 있으므로 전국평균 사육 밀도를 기준으로 양분총량제 시범지역 선정의 참고자료로 활용함. 가축 사육밀도는 사육두수(한우번식우로 환산)를 실제로 이용하는 농경지면적으로 나눈 값임. 축종간의 환산을 위해 한우 번식우의 질소(101.1g/일/두)와 인산(35.4g/일/두) 성분 배출량을 기준으로 1가축단위(livestock unit, LU)로 해서, 한우 0.9LU, 젖소 2.4LU, 돼지 0.6LU, 닭 0.023LU로 설정함. 전국평균의 가축사육 과밀지수를 기준으로 관리대상 지역을 구분함.
 - **Red 지역:** 사육 과밀지수가 4.0 이상인 지역
 - **Orange 지역:** 사육 과밀지수가 3.0~3.9 사이의 지역
 - **Yellow 지역:** 사육 과밀지수가 2.0 ~2.9 사이의 지역
 - **Blue 지역:** 사육 과밀지수가 1.0~1.9 사이의 지역

그림 5-16. 질소성분 양분초과율 기준 관리지역 구분



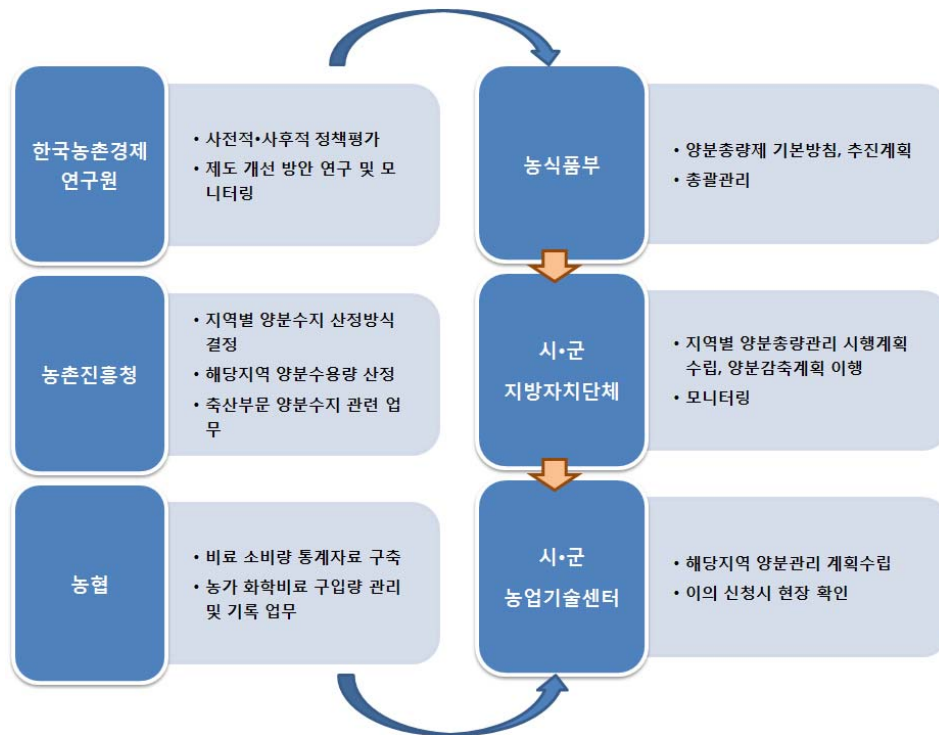
주: 양분초과율 기준은 전국 평균 양분요구량 대비 양분초과량을 의미함.

- 지역단위 양분총량제 시범사업 추진 방안(유관기관별 역할 분담)
 - 양분총량제가 과잉양분관리는 물론 친환경농축산업 시스템 구축을 위한 유력한 정책프로그램으로 정착할 수 있도록 하기 위해서는 중앙정부 및 지방자치단체가 양분수지를 적절하게 관리할 수 있는 여러 가지 방안이 제시되어야 함. 화학비료 사용량을 과감하게 줄이고 적절한 유기질비료(가축분뇨 퇴·액비 포함)가 투입될 수 있는 방안 모색이 필요함.

- 정책효과 극대화를 위한 정책연계 및 농식품부, 시·군 지방자치단체, 농촌진흥청, 국립농업과학원, 축산과학원, 시·군 농업기술센터, 한국농촌경제연구원(KREI), 농협 등 관련주체의 적절한 역할 분담이 필요<그림 5-17>.
 - 농식품부는 양분총량제의 기본방침, 추진계획 등을 총괄 관리하는 역할을 담당함.

- 시·군 지방자치단체는 지역별 양분총량관리 시행계획을 수립하고, 양분 감축계획의 이행, 지역별 양분관리 성과보고서 작성 등을 담당함. 또한 지역별 양분이동량과 가축분뇨의 처리실태 등을 모니터링하는 역할을 담당함.

그림 5-17. 지역단위 양분총량제 추진을 위한 유관기관별 역할 분담



- 농촌진흥청(국립농업과학원, 축산과학원)은 지역별 양분수지 산정방식의 결정과 해당지역의 토양 및 농업환경 여건을 고려한 양분수용량 산정과 축산부문의 양분수지 관련 업무를 담당함.
- 시·군농업기술센터는 해당지역의 양분총량관리 계획수립과 지역별 양분수지 산정에 대한 이의 신청시 현장 확인 등의 역할을 담당함.
- 한국농촌경제연구원은 양분총량제의 사전적·사후적 정책평가를 담당하고 지속적으로 제도가 발전할 수 있도록 모니터링하는 역할을 담당함.

- 농협은 지역별 화학비료 및 유기질비료의 소비량에 대한 정확한 통계자료 구축과 농가들의 화학비료 구입량에 대한 관리·기록 업무를 담당함.

2.4. 지역단위 양분총량제 시범사업 추진 사례

2.4.1. 시범사업 대상지역 선정기준

- 시범사업 후보지역은 양분초과율이 매우 높은 특별관리지역을 대상으로 선정
 - 시범대상 후보지역으로 특정 행정지역 C도의 C1, C2, C3 지역과 J도의 J1, J2, J3 지역을 예를 들어 선정함. 양분수지 분석대상 기준년도는 2009년임. 지역별로 양분수지 상태를 진단하기 위해 해당 시군 통계연보 및 농협의 화학비료 데이터를 이용하여 양분수지지표를 시산하여 결과치를 제시함.
 - 지역별로 산출된 양분수지지표에 대한 공개는 가축분뇨의 지역간 이동과 화학비료 사용량 및 유기질비료 사용량 등에 관한 정확한 통계가 구축되어 있지 않으므로 오차를 가지고 있음. 이러한 이유로 각 시군의 실명을 공개하지는 않았음. 다만 각 시도의 지역별 환경부하 실태를 개략적으로 파악할 수 있도록 지역 명칭은 문자를 사용하여 제시하였음을 밝혀둠.
- 축산부문의 양분투입량 산출을 위해 분석 대상 지역의 시군별 가축사육두수 현황을 보면, C지역에서 한우는 C1지역이 약 58천두, 젓소는 C3지역이 약 12천두, 돼지는 C1지역이 약 404천두, 닭은 C2지역이 약 3,281천수로 가장 많았음<표 5-13>. J지역에서는 J1지역이 한우 약 65천두, 젓소 약 8천두, 돼지 약 273천두, 닭 약 6,139천수로 가장 높았음.
 - 가축사육두수와 환경부의 가축분뇨발생원단위를 통해 계산된 분뇨발생량은 C 지역에서는 C1지역이 1,093천톤으로 가장 높았고, J지역에서는 J1지역이 1,140천톤으로 가장 높은 것으로 나타남.

표 5-13. 시범사업 후보지역의 가축사육두수 및 분뇨발생량

단위: 두, 수, 톤

시군	사육두수				분뇨발생량		
	한우	젖소	돼지	닭	분	노	총계
C1	58,551	4,783	404,048	2,273,231	594,326	498,815	1,093,142
C2	21,952	3,871	241,180	3,281,300	400,254	280,478	680,732
C3	47,882	11,692	227,952	2,681,690	532,081	341,916	873,997
J1	65,460	8,012	273,212	6,138,763	741,692	398,964	1,140,656
J2	23,426	2,075	189,664	4,664,934	420,079	226,799	646,879
J3	37,590	1,946	255,308	5,148,307	530,644	311,842	842,486

○ 가축분뇨발생량에서 비료성분함유량을 적용하여 가축분뇨 비료성분량을 계산한 후, 가축분뇨 자원화율과 양분손실율을 고려한 가축분뇨 비료성분 활용량을 계산함<표 5-14>.

- C지역에서는 C1지역과 C3지역의 가축분뇨의 비료성분 활용량이 각각 약 6,963톤, 6,563톤으로 높은 수준을 보임. J지역에서는 J1지역이 9,497톤으로 높게 나타남.

○ C지역과 J지역의 화학비료 소비량은 C3지역이 4,227톤으로 가장 높게 나타났으나 J지역에서는 전반적으로 C지역보다 높은 수준의 화학비료 소비량을 나타내었고, 특히 J3지역은 8,205톤의 높은 화학비료를 소비함.

표 5-14. 시범사업 후보지역의 가축분뇨 비료성분 활용량 및 화학비료 소비량

단위: 톤

시군	가축분뇨 비료성분 활용량 (자원화율, 손실율 고려)				화학비료 소비량			
	질소	인산	칼리	계	질소	인산	칼리	계
C1	3,249	1,823	1,891	6,963	1,638	587	903	3,128
C2	2,575	1,412	1,531	5,518	2,024	699	1,020	3,743
C3	2,947	1,697	1,919	6,563	2,171	831	1,225	4,227
J1	4,232	2,486	2,779	9,497	2,768	892	1,132	4,792
J2	2,877	1,624	1,797	6,298	3,443	1,041	1,488	5,972
J3	2,788	1,588	1,726	6,102	4,839	1,520	1,846	8,205

- 작물 재배면적을 통하여 투입된 양분의 흡수량을 계산할 수 있으며 이는 작물양분요구량으로 볼 수 있음<표 5-15>.
- C지역에서는 논 재배면적은 약 10천ha로 비슷한 수준이지만 밭 면적과 과수원 면적에서 차이를 보여 C3지역이 약 16천ha로 가장 넓음. 작물 양분 요구량 또한 C3지역이 2,659톤으로 가장 많고, C2지역이 1,749톤으로 가장 적음.
 - J지역에서는 J3지역이 논 재배면적 약 25천ha, 밭 재배 면적 약 4천ha로 총 약 30천ha로 가장 넓음. 따라서 작물양분요구량 또한 J3지역이 4,935톤으로 가장 많고, J1지역이 3,282톤으로 가장 적음.

표 5-15. 시범사업 후보지역의 작물 재배면적 및 작물양분요구량

단위: ha, 톤

시군	작물 재배면적				작물양분요구량		
	논	밭	과수원	계	질소	인산	계
C1	10,019	2,595	151	12,765	1,483	653	2,136
C2	10,070	688	204	10,962	1,225	524	1,749
C3	10,703	3,853	1,734	16,290	1,855	804	2,659
J1	16,356	2,905	765	20,026	2,263	1,019	3,282
J2	19,945	2,045	308	22,299	2,462	1,101	3,563
J3	25,178	4,224	618	30,020	3,306	1,629	4,935

표 5-16. 시범사업 후보지역의 양분수지 분석 결과

단위: kg/ha, %

지역	구분	N	P	계	
C1	양분흡수량	116	51	167	Red 지역
	화학비료 공급량	128	46	174	
	가축분뇨공급량	255	143	397	
	총양분공급량	383	189	572	
	양분수지	267	138	404	
	양분초과율(%)	229	269	242	
C2	양분흡수량	112	48	160	Red 지역
	화학비료 공급량	185	64	248	
	가축분뇨공급량	235	129	364	
	총양분공급량	420	193	612	
	양분수지	308	145	453	
	양분초과율(%)	275	303	284	
C3	양분흡수량	114	49	163	Red 지역
	화학비료 공급량	133	51	184	
	가축분뇨공급량	181	104	285	
	총양분공급량	314	155	469	
	양분수지	200	106	306	
	양분초과율(%)	176	214	188	
J1	양분흡수량	113	51	164	Red 지역
	화학비료 공급량	138	45	183	
	가축분뇨공급량	211	124	335	
	총양분공급량	350	169	518	
	양분수지	237	118	354	
	양분초과율(%)	209	231	216	
J2	양분흡수량	110	49	160	Red 지역
	화학비료 공급량	154	47	201	
	가축분뇨공급량	129	73	202	
	총양분공급량	283	120	403	
	양분수지	173	70	243	
	양분초과율(%)	157	142	152	
J3	양분흡수량	110	54	164	Orange 지역
	화학비료 공급량	161	51	212	
	가축분뇨공급량	93	53	146	
	총양분공급량	254	104	358	
	양분수지	144	49	193	
	양분초과율(%)	131	91	118	

○ 시범사업 후보지역의 양분수지 분석결과 C지역에서는 C2지역, C1지역, C3 지역 순서로 양분초과율이 높은 지역으로 분석되었고 이들 모든 지역은 Red지역에 속하는 특별관리 대상지역이므로 양분관리를 위한 특단의 조치가 필요함. 또한 J지역에서는 J1지역, J2지역, J3지역 순서로 양분초과율이 높은 지역으로 분석되었고, J1지역과 J2지역은 Red지역, J3지역은 Orange지역으로 구분될 수 있음.

- 양분총량제 시범사업 후보지역을 대상으로 가축 사육과밀 지수를 산정한 결과 C2지역은 RED지역으로, C1지역과 J2지역은 Yellow지역으로, C3지역은 Orange지역, J3지역은 Blue지역으로 산정됨. C2지역과 C1지역과 J2지역은 사육과밀지수가 높아 가축사육두수를 적절하게 감축할 필요가 있으며, C3지역과 J3지역은 단위면적당 화학비료 투입량이 높아 친환경농업 육성 등을 통한 양분감축이 필요한 것으로 판단됨.

표 5-17. 시범사업 후보지역의 가축사육밀도 산정

구분	전국평균	C1	C2	C3	J1	J2	J3
사육밀도(LU/ha)	6.4	22.7	28.1	16.6	11.1	19.1	10.3
사육과밀지수	1	3.6	4.4	2.6	1.7	3.0	1.6
평가결과	-	Orange	Red	Yellow	Blue	Orange	Blue

○ 과잉양분 감축정도에 따른 차별적인 인센티브 부여

- 양분총량제 시행에 따른 차별적 정책지원 프로그램에 대한 사전예고를 통해 양분관리 정책효과를 극대화함.
- 양분 잉여도가 일정수준 이상인 ‘Yellow지역’과 ‘Red지역’의 경우 양분수지 지표가 증가한 지역을 대상으로 가축분뇨관리 정책자금, 축분퇴비차손보전사업 등의 지원을 중단하거나 또는 적절한 벌칙을 부과하고, 이와 아울러 집중관리 대상지역으로 전환하여 지정 관리토록 함.
- 과잉양분 관리계획에 따라 양분감축이 이루어지는 지역에 대해서는 정책자금 우선 배정 등 적절한 인센티브를 부여하는 방안을 강구함.

- 지방자치단체는 지역경제의 발전과 지역 주민과의 유대관계 유지를 위해 지역 주민의 경제적 행위에 제한을 가하는 행위를 회피하는 경향이 있음. 양분 총량제가 실효성을 거두기 위해서는 양분관리 특별지역의 경우 구체적인 지침을 만들어 해당 지자체가 구체적인 양분 삭감계획을 세우도록 의무화하고, 중앙정부와 지자체의 역할 분담과 예산 지원 방안 등이 명시되어야 함.

3. 농업환경자원 종합관리 시스템 구축 방안

3.1. 농업환경지표의 개발과 지속적 보완

- 농업환경자원 종합관리 시스템이 구축되기 위해서는 우선 핵심지표를 중심으로 농업환경지표가 주기적으로 갱신되고 지속적으로 관리될 수 있도록 사업화 또는 연구과제로 수행될 수 있도록 해야 함.
 - 농업환경지표의 갱신과 이를 기초로 한 농업환경자원 종합관리시스템이 구축되기 위해서는 농식품부의 농업환경자원관리 정책사업으로 적절한 예산을 확보하여 추진하는 것이 바람직함.
 - 농업환경지표의 개발과 보완을 위한 연구과제를 추진하기 위해서는 농림수산식품부에서 농림수산식품기술기획평가원 또는 농촌진흥청 등을 통해 과제착수가 이루어지도록 적절한 조치가 이루어져야 함.
- 핵심지표로 제시되는 토양, 양분, 물 등 분야의 농업환경지표개발이 이루어지기 위해서는 국립농업과학원(기후변화생태과, 토양비료과, 농자재관리과, 유전자원센터), 농어촌연구원, 한국농촌경제연구원 등 유관기관 전문가들의 참여와 적절한 역할 분담이 필요함.
- 지속적인 농업환경지표의 업데이트가 필요하며, 지표개발 담당기관별 농업

환경지표개발 전문가로 구성

- 지표개발 담당기관은 토지와 농장관리는 한국농촌경제연구원(KREI), 토양, 물이용 및 수질, 생물다양성, 양분수지, 농약이용 및 위험, 대기 및 기후변화, 농업에너지 사용 등은 농진청 농과원에서 담당함(물이용은 농어촌공사에서 담당함).

표 5-18. 농업환경지표개발 담당자 선정

분야별 지표	담당기관	기타
토지	KREI	
토양	농진청 농과원	
물이용 및 수질	농진청 농과원	물이용: 농어촌공사
생물다양성	농진청 농과원	
양분수지	농진청 농과원	
농약이용 및 위험	농진청 농과원	
대기 및 기후변화	농진청 농과원	
농업에너지 사용	농진청 농과원	
농장관리	KREI	

3.2. 농업환경자원관리 인프라 구축

- 농업환경자원 인벤토리는 ‘농업환경자원의 관리를 위한 자료와 정보의 목록’을 의미함.
- 친환경농업육성법 제11조에 의거하여 1999년부터 ‘농업환경변동 실태조사’가 지속되어 오고 있음.
 - 일반 농경지 토양화학성 변동 조사(4년 1주기 정점 조사): 논, 밭, 시설재배지, 과수원

- 취약농경지 토양환경 변동 조사(4년 1주기 정점 조사): 생활하수 유입지, 금속광산 및 공업단지 인근, 고속도로 주변
 - 농업용수 수질 조사(2년 1주기, '07년 이후 매년 조사): 농업용 하천수 및 지하수
 - 농경지 토양 미생물 분포조사: 논, 시설재배지, 밭, 과수원
 - 농경지 잔류농약 조사('06년 완결): 농산물 중 잔류농약 조사로 변경, 별도과제로 추진
- 분산되어 있는 관리기능들을 상호 유기적으로 연계하여 분야별, 지역별 농업환경관리 계획 수립 및 이행에 관한 가이드라인 마련
- 농업환경지표를 이용한 지역별 농업환경관리 계획수립의 가이드라인을 제시함. 도별 친환경농업육성계획 5개년 수립시 농업환경자원관리 방안을 위한 지침을 제시함.
- 농업환경 분야 전문인력 양성, 맞춤형 기술의 개발 및 보급, 제도적·법적 지원체계 마련
- 농업환경지표가 지속적으로 보완되고 D/B 구축이 효과적으로 이루어질 수 있도록 전문인력 확보 및 인력양성, 관련분야의 지속적인 연구를 위한 제도적 지원방안 강구

3.3. 국내외 협력기반 구축 및 교육·홍보 강화방안

- 환경친화적인 농업발전을 위한 정부, 지자체, 생산자, 소비자 등 관련기관의 역할분담 네트워크 시스템 구축 방안
- 건실한 환경친화적 농업발전을 위해 농림수산식품부가 총괄담당기관이 되고, 지방정부, 농촌진흥청, 농협, 한국농촌경제연구원 등 유관 기관별 적절한 역할분담

- 농업환경자원의 보전과 이용수준 확대를 위한 교육·홍보 강화
 - 농업환경자원의 효과적인 관리를 위한 중앙정부(농수산식품연수원) 및 지방정부의 효과적인 교육

- 농업환경 분야의 정책 개발 및 확대를 위한 국제협력 강화
 - OECD 농업환경지표 개발 및 관리를 위한 국제협력을 강화함. 특히 OECD 농업환경지표를 이용하여 회원국의 농업환경 상황을 비교 분석하고, 농업환경지표 개선을 위한 선진국의 경험을 공유함.
 - OECD 농업환경정책위원회(1년에 2회 개최, 제32차 JWP회의: 2011. 10. 10~10. 12)에서 회의에서 한국의 농업환경자원관리 방안에 대해 발표하고, 회원국간의 정보를 교류토록 함.

- 농업환경자원백서 발간 추진
 - 전문가뿐만 아니라 일반 국민에게 농업환경정보 제공을 위한 서비스 및 교육·홍보를 위한 기반 구축을 위해 농업환경자원 실태에 대한 백서를 정기적으로 발간, 자원의 보존 및 이용 수준을 파악하고 환경자원별 지표를 관리토록 함.
 - 백서에서는 농업환경자원의 관리 및 이용정책을 소개하고, 자원별 관리 및 이용성과 등을 홍보함.

제 6 장

요약 및 결론

- 이 연구는 기존에 개발된 농업환경지표를 보완하고, 지역별 농업환경 상태를 진단할 수 있는 핵심지표를 선정하여 제시하며, 농업환경자원정보와 농업환경상태 진단프로그램 등의 활용을 통해 토양과 물, 공기 등 농업환경자원별로 효과적인 관리방안을 제시하기 위해 수행되었음.
- 우리나라의 OECD 농업환경지표 개발 실태를 살펴본 결과, 토지, 토양, 물 이용 및 수질, 생물다양성, 양분수지 등의 핵심지표와 토지보전과 농업경관의 지역지표, 농업생산과 농경지 회복의 정황지표 등 대부분의 지표가 개발되어 있는 것으로 조사되었으나, 우리나라에서 실질적으로 적용가능한 지표의 선정 및 업데이트가 필요한 것으로 나타났음.
- 우리나라의 농업환경자원관리 현황을 살펴보면 토양환경정보시스템의 경우 농업환경지도, 토양 및 농업환경통계자료, 시비처방 등의 정보를 제공하고 있음. 특히 토양의 양분상태를 진단하여 시비처방 및 토양관리법을 추천함으로써 농업인의 합리적인 의사결정을 유도하고 있는 것으로 보임. 이 밖에도 가축분뇨종합정보시스템, 농업기상 및 병해충정보 연계시스템, 농촌지형정보시스템, 농촌용수종합정보시스템, 농촌 어메니티 정보시스템, 환경가치종합정보시스템, 환경공간정보서비스 등이 운용되고 있는 것으로 조사됨.

- 농업환경지표의 개발과 활용에 대한 조사를 실시한 결과, 전문가들의 경우 지표의 필요성, 신뢰성 순서로, 정책담당자인 정책담당자들의 경우 필요성, 신뢰성, 기여도 등의 순서로 높게 평가하였음. 또, 분석결과를 바탕으로 나타난 핵심지표의 경우 전문가들에서 양분수지, 농약사용 등으로 정책담당자들에서 토양, 농약사용 등으로 나타남.
- 농업환경정보 및 지표의 도움을 받는 분야로는 전문가들과 정책담당자들 모두 ‘농업환경의 현황과악’을 가장 우선으로, ‘대농민 교육 및 홍보’를 다음으로 선택했음. 농업환경정보 및 지표의 활용도 증진방안에 대해 전문가와 정책담당자들 모두 ‘교육 및 연수프로그램 확대’, ‘환경지표 매뉴얼 보급’, ‘분야별 전문가 간담회 및 세미나 확대’가 시급하다고 판단함.
- 농업환경정보 및 지표를 활용한 농업환경 진단과 정책 연계방안으로는 전문가들과 정책담당자들 모두 ‘농업환경자원 D/B 구축’ 및 ‘농업환경 교육, 홍보 콘텐츠 및 프로그램 개발, 보급’을 가장 우선과제로 선택했음. 지역단위 양분총량제 시행과 관련된 질문에서는 두 그룹 모두 ‘시범지역 시행을 통한 단계적 시행’에 대한 선택이 압도적으로 높았음.
- 우리나라의 농업환경상태를 2000년대 초반 기준으로 OECD, 우리와 농업여건이 비슷한 일본과 비교한 결과, 토양유실등급, 질산염 음용수 권고기준 초과비율, 질소수지, 암모니아 배출량, 에너지사용량, 유기농인증면적 등의 경우 OECD나 일본보다 환경상태가 좋지 않았고, 농업용수소비량, 서식지로 사용하는 조류 비중, 인산수지, 농약사용량, 온실가스 배출량, 양분관리 계획 실천 농장수 비중의 경우 OECD보다는 좋지 않으나 일본보다는 좋은 것으로 나타났음.
- 농업환경변동정보 가운데 흙토람의 토양정보를 활용하여 토양환경상태를 분석하고, 농업환경정책에 연계시킨 사례들이 있었으며, 충남 당진군과 강

- 원 정선군 임계농협 사례를 분석한 결과, 해당시군의 토양정보를 활용한 토양검정, 맞춤형 비료지원을 통해 화학비료 사용량을 감축시키고 농업의 환경질을 개선시키는 효과가 있었던 것으로 보임.
- 지역단위 양분총량제 시범사업 추진을 위해 양분 과부하 지역으로 예상되는 지역 및 그 인근지역 6개를 선정하여 양분수지분석을 실시한 결과, 5개 지역이 특별관리 대상지역인 것으로 나타났음. 지역단위 양분총량제 시행을 위해서는 양분수지 산정을 위한 관련통계 D/B구축, 가축분뇨 발생원단위의 정확한 산정을 위한 가축단위 설정, 양분수지지표 산출 및 지역단위 농업환경 개선 상태 파악 등이 선결적으로 요구됨.
 - 농업환경자원 종합관리 시스템 구축을 위해서는 우선 핵심지표를 중심으로 농업환경지표가 주기적으로 갱신되고 지속적으로 관리될 필요가 있음. 또, 농업환경자원 인벤토리 구축, 분야별, 지역별 농업환경관리 계획 수립 및 이행에 관한 가이드라인 마련, 농업환경 분야 전문인력 양성 등 농업환경자원 관리 인프라가 구축될 필요가 있음. 더 나아가 정부, 지자체, 생산자, 소비자 등 관련기관의 적절한 역할분담 네트워크 시스템 구축, 교육·홍보 강화, 국제협력 강화 등이 요구됨.
 - 농업환경지표를 이용한 환경친화적 농업자원관리를 위한 정책수립과 정책성과 모니터링 및 정책평가가 효과적으로 이루어지기 위해서는 캐나다의 지역농업모형(CRAM)과 네덜란드의 STONE 모형을 벤치마킹하여 농업환경통합모형(Integrated Model of Agriculture and Environment) 개발을 위한 학제간 공동연구가 이루어져야 함. 농업환경통합모형 개발이 지속적으로 이루어질 수 있도록 기획연구과제의 발굴과 적극적인 연구비 지원이 필요함.

부록 1

농업환경 각 지표별 세부항목

	항목	세부항목
토지이용	물 보유 능력	지목별(논, 밭, 과수원, 시설하우스, 초지 등)
	토지이용면적	지목별(논, 밭, 과수원, 시설하우스, 초지 등)
	토지피복정도	지목별, 피복시기별
	작물재배면적	재배작물별
	작물재배적지	재배작물별 재배적지, 재배작물별 주산단지 추천
	농지관리	경지정리면적, 영농지구구분, 농지이용현황, 농지이용 계획, 농지적성구분, 생산기반정비계획
토지정보	물리적 성질	토성, 침식도, 경사도, 유효토심, 배수정도
	토양적성등급	지목별 5개 등급
	화학성분함량	pH, EC, 유효인산, 치환성 이온, 유기물 등 토양유기탄소
	토양생물다양성	생물종 개체수
	토양미생물분포	미생물상: 세균, 방선균 등, 미생물체량: Biomass C
	중금속함량	Cd, Cu, Pb, As, Ni, Cr, Zn 등
	농약잔류량	성분별
	양분함량	질소, 인산
	토양침식	경운방법별 농경지 면적 또는 비중, 침식에 의한 농업 침전물이 농업외 환경에 미치는 기여도, 물에 의한 침식, 바람에 의한 침식, 경운에 의한 침식, 토양침식의 사회적 비용
물관리 및 수질	물관리	농경지(논, 밭 등) 관개용수 및 배출수(유거수) 관리
	물수지	논물 수지, 밭물 수지
	수자원 부존량	
	농업용수 수요량	논, 밭, 시설재배지, 과수원 수요량, 축산 수요량
	농업용수 사용강도	논, 밭, 시설재배지, 과수원 용수, 축산용수
	농업용수 수리시설	저수지, 양·배수장, 보, 집수암거, 관정
	관개용수 화폐가치	
	농업용수의 상대적 가치	상수도, 하수도 요금과 비교
	유출량	양분유출량(논, 밭 등)
	농업용수 수질 (하천보, 호소, 지하수)	기초수질 항목, 유기물 지표, 영양염류, 양이온, 기타 음이온, 중금속류 등
	수생 생물다양성	
	농약성분함량	
	병원균	

	항목	세부항목
생물 다양성	유전적 다양성 (유전자원 보존현황)	작물별, 미생물별, 축종별
	생물종다양성	야생종, 비토착종
	생태계(서식지) 다양성	농경지, 산림, 도시, 공장지대 등
	멸종위기종	작물별, 미생물별, 축종별
	천적 개체수	
	서식지 행렬	토지용도별 생물개체수 다양도 지표
	자연자본지표	종풍족도와 서식구조
농장관리	양분관리	INM 실시 면적 및 비중
	농약관리	IPM 실시 면적 및 비중
	토양관리	토양보존 실천 면적 및 비중
	물관리	물 보존형 관개지 면적 및 비중
	경관 관리	자연적·문화적 경관 관리 계획하의 농가수(면적) 및 비중
	환경친화적 농장관리	친환경농업 인증농가수, 면적, 생산량 등
	농장관리 능력	친환경농업 교육 프로그램 참가 농가수 및 비중
	총농업 연구예산에서 친환경농업 관련 연구비가 차지하는 비중	
양분수지	양분수지	질소, 인산 수지
	양분잉여도	질소, 인산 잉여
	가축밀도	축종별
	가축사육두수	축종별
	성분별 가축분뇨 발생량	질소, 인산(축종별)
	가축분뇨 처리실태	처리방법별
	가축분뇨 처리시설 보유현황	처리방법별
	성분별 화학비료 사용량	질소, 인산
	작물 양분흡수량	질소, 인산
대기 및 기후변화	농경지 온실가스 배출량	CH ₄ , N ₂ O/작물별
	농경지 온실가스 흡수량	CO ₂ /작물별
	축산부문 온실가스 배출량	CH ₄ /축종별
	연료연소 온실가스 배출량	CO ₂ /배출원별
	암모니아 및 산성화물질 배출량	NH ₃ , SO ₂ , NO _x
	메틸 브롬화물 사용량	오존고갈 잠재력
	기상정보	
농업경관 및 농경지 생태계 기능	농업 경관	경관구조, 농업경관의 기능, 농업경관의 금전적 가치
	농경지 생태계 기능	농업토양 및 농경지 물 보유능력, 관개 및 배수시설의 물 보유능력, 토지사태 경감정도

	항목	세부항목
농약사용 및 위해성	농약 품목수	농약종류별/용도별
	농약 출하량	농약종류별/용도별
	농약사용량	농약종류별/용도별
	농약잔류량	작물별
	농약 위해성 평가	농작업자에 대한 위해성, 소비자에 대한 위해성, 생태계(환경)에 대한 위해성
농업 에너지	재생불가능 에너지 소비	종류별, 용도별
	재생가능 에너지 소비	종류별, 용도별
	재생가능 에너지 생산량	
	총에너지 투입량	
	에너지효율	

부록 2

농업환경자원정보 정책담당자 활용도 설문조사

안녕하십니까?

한국농촌경제연구원은 정부 출연 연구기관으로 농업분야의 연구사업을 수행하고 있습니다. 금번 저희 연구원에서는 농림수산식품부 정책과제로 농업환경지표를 활용한 농업환경자원 관리시스템 구축 연구를 수행하고 있습니다. 이 연구의 목적은 농업과학기술원, 한국농촌경제연구원, 환경부 등 여러 유관기관에서 개발되거나 구축된 농업환경자원정보 및 지표를 활용하여, 농업환경자원을 적절하게 관리하기 위한 체계적인 관리시스템을 구축하는 방안을 제시하는데 있습니다.

본 설문조사는 여러 가지 농업환경정보 및 지표를 활용한 농업환경자원 관리시스템 구축과 관련하여 주요 수요자인 정책담당자의 의견을 수렴하고자 실시하는 것입니다. 바쁘시더라도 설문 조사에 많은 협조를 부탁드립니다.

감사합니다.

조사기관: 한국농촌경제연구원 농식품정책연구본부

조 사 자: 김창길, 김태훈(thk@krei.re.kr)

주 소: (우)130-710, 서울시 동대문구 회기동 4-102

전화번호: 02-3299-4265 또는 4250

* 응답자 정보

응답자 성명		성별	① 남 ② 여
소속기관/부서		담당업무	
핸드폰 번호		사무실 전화번호	
담당분야 경력		email	
주 소			

* 다음은 핵심지표 선정을 위한 농업환경지표의 이해도·필요성·활용도·기여도·신뢰도에 관한 질문입니다.

지표종류	지표별 구성요소
토지이용지표	물 보유능력, 토지이용면적, 토지피복정도, 작물재배면적, 작물재배적지, 농지관리
토양지표	토양물리성, 적성등급, 토양비옥도, 유기탄소, 토양생물다양성, 중금속함량, 농약잔류량, 양분함량, 토양침식
물관리 및 수질지표	물수지, 수자원부존량, 농업용수 수요량, 수리시설, 농업용수 회폐가치, 농업용수 수질, 수생 생물다양성, 농약성분함량, 병원균
생물다양성 지표	유전자원 보존현황, 종다양성, 서식지다양성, 멸종위기종, 서식지 행렬, 자연자본지표
농장관리 지표	양분관리, 농약관리, 토양관리, 물관리, 경관 관리, 환경친화적 농장관리
양분 지표	양분수지, 가축밀도, 가축분뇨 발생 및 처리실태, 화학비료 사용량, 양분흡수량
온실가스 및 기후변화 지표	농업부문 온실가스 배출량 및 흡수량, 산성화물질 배출량, 오존고갈 잠재력, 기상변화정보
농업 경관 및 농경지생태계 기능 지표	농업경관 구조 및 기능, 금전적 가치, 물 보유능력, 토지사태 경감정도
농약 사용 및 위험 지표	농약 품목수, 출하량, 사용량, 농약잔류량, 농약 위해성 평가
농업에너지 지표	농업 에너지 소비량, 재생가능 에너지 생산량, 총에너지 투입량, 에너지효율

지표종류	이해도 (농업환경지표를 어느 정도 이해)				필요성 (농업환경지표가 어느 정도 필요)				활용도 (관련 업무에 어느 정도 활용)				기여도 (실제 업무에 어느 정도 기여)				신뢰도 (개발된 지표를 어느 정도 신뢰)			
	매우 높음	높음	보통	낮음	매우 낮음	매우 높음	높음	보통	낮음	매우 낮음	매우 높음	높음	보통	낮음	매우 낮음	매우 높음	높음	보통	낮음	매우 낮음
토지이용지표																				
토양지표																				
물관리 및 수질지표																				
생물다양성 지표																				
농장관리 지표																				
양분 지표																				
온실가스 및 기후변화 지표																				
농업 경관 및 농경지 생태계기능 지표																				
농약 사용 및 위험 지표																				
농업에너지 지표																				

참고 문헌

- 곽한강 외 3인. 2005. 「비점오염원 관리와 국토 보전을 위한 전국토양침식 위험성 평가」. 농업과학기술원.
- 김수석 외 6인. 2009. 「농어촌자연자원의 지속가능한 관리 및 이용 방안」. 농어업·농어촌 미래전략과제 정책화 방안 연구 시리즈 III. 연구보고서 C2009-44-3. 한국농촌경제연구원.
- 김창길, 주현정, 김태영, 이상건. 2008. 「농업환경지표를 이용한 정책의 연계성 분석 및 평가」. 연구보고 C2008-57. 한국농촌경제연구원.
- 김창길 외 4인. 2007. 「농업환경자원정보의 정책적 활용방안 연구」. 연구보고 C2007-30. 한국농촌경제연구원.
- 김창길, 김태영, 정은미. 2006. 「OECD 농업환경지표개발 논의에 대응한 농업환경지표 개발과 과제」. 연구보고서 C2006-48. 한국농촌경제연구원.
- 김창길, 김태영. 2005. “OECD농업환경지표와 정책연계 방안”. 『한국환경농학회지』. 제24권 제3호. pp.303-313.
- 김태완 외 10인. 2006. 「OECD지표의 농업환경영향 평가에 관한 연구」. 제3차년도 완결보고서. 농촌진흥청.
- 농림수산식품부. 2011. 「제3차 친환경농업육성 5개년 계획(2011~2015)」.
- 농업과학기술원. 2006. 「WTO대응 OECD 농업환경지표 개발 연구」. 제3차년도 완결보고서. 농촌진흥청.
- 농업과학기술원, 한국농촌경제연구원. 2008. 「농업환경지도의 작성과 농업환경자원정보 통합관리 방안 연구」. 제3차년도 완결보고서. 농촌진흥청.
- 농업과학원. 2009. 「OECD 농업환경지표 이용 농업정책 환류평가 연구」. 제3차년도 완결보고서. 농촌진흥청.
- 박승우 외 8인. 2000. 「농업생태환경 모니터링 및 종합적 환경관리시스템 개발 사업」. ARPC최종보고서. 농림부.
- 임송수 외 4인. 2002. 「OECD 농업환경지표 개발과 정책연계 방안」. 연구보고서 C2002-8. 한국농촌경제연구원.
- 조인상 외. 2002. 「농업환경의 계량화 평가를 위한 OECD 농업환경지표 개발 및 대책연구」. ARPC최종보고서. 농림부.
- 채미옥 외. 2002. 「지속가능한 국토이용관리를 위한 토지적성평가기법의 활용에 관한 연구

- 」. 건설교통부·국토연구원.
- 농림수산성. 지리정보시스템: <http://www.maff.go.jp/gis>
- 농업과학기술원. 농업토양정보시스템(AGIS): <http://asis.rda.go.kr/>
- 농촌어메니티 정보시스템: <http://rural.rda.go.kr>
- 농촌용수종합정보시스템: <https://rawris.ekr.or.kr/RawrisMIS/Default.aspx>
- 농촌진흥청-축산과학원. 가축분뇨종합정보시스템: <http://envi.nias.go.kr/>
- 농촌진흥청-농업과학원. 흙토람: <http://soil.rda.go.kr>
- 일본 농업환경기술연구소 편. 2003. 『농업환경 모니터링 매뉴얼』. 김원태 역. 농업과학기술원.
- 한국농어촌공사: 농촌지형정보시스템: <http://gis.ekr.or.kr/map/map.jsf>
- 한국환경정책평가연구원-환경가치종합정보시스템: <http://evis.kei.re.kr/index.jsp>
- 환경부-환경관리공단. 토양지하수정보시스템: <http://sgis.or.kr/>
- 환경부-공간정보서비스: <http://egis.me.go.kr>
- 환경정책평가연구원. 지리정보시스템: <http://kei.re.kr/gis/>
- Agriculture and Agri-Food Canada (AAFC). 2000. Environmental Sustainability of Canadian Agriculture: Report of the Agri-Environmental Indicator Project.
- Agriculture and Agri-Food Canada (AAFC). 2010. Environmental Sustainability of Canadian Agriculture. Agri-Environmental Indicator Report Series Report #3.
- Cattaneo, A. 2005. Testing Cause-Effect Relationships: Work in Progress. COM/AGR/CA/ENV/EPOC(2005)31, OECD. June
- Commission of the European Communities, 2006. Development of Agri-Environmental Indicators for Monitoring the Integration of Environmental Concerns into the Common Agricultural Policy. COM(2006) 508 Final.
- Delsman et al., 2007. Netherlands Hydrological Modeling Instrument.
- Dijk J., H. Leneman, and M. van der Veen. 1996. "The Nutrient Flow Model for Dutch Agriculture: A Tool for Environmental Policy Evaluation." Journal of Environmental Management, 46 (1996): 43-55.
- European Environment Agency. 2005. IRENA Operation Evaluation Report.
- European Environment Agency. 2006. Integration of Environment into EU Agricultural Policy : The IRENA Indicator-Based Assessment Report. EEA Report No. 2.
- Eurostat. 2010. Streamlining of Environmental Indicators-Indicator Clearing House.
- MacGregor, B. 2005. Integrated Economic/Environmental Modeling for Agriculture in Canada. Presentation Material on the OECD Expert Meeting on Modeling Linkages between Agricultural Policies and Environmental Effects. July.

- Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (MAFF). 2000. Towards Sustainable Agriculture - A Pilot Set of Indicators. London: United Kingdom.
- OECD. 1999. Environmental Indicators for Agriculture: Concepts and Framework, Volume 1. Paris.
- OECD. 2001. Environmental Indicators for Agriculture -Volume3: Methods and Results, OECD, Paris.
- OECD. 2004. Environmental Indicators for Agriculture - Chapter 3: OECD Trends of Environmental Conditions Related to Agriculture. COM/AGR/CA/ENV/EPOC (2004)91.
- OECD. 2006a. Environmental Indicators for Agriculture Volume 4: Draft Report Chapter 3. COM/AGR/CA/ENV/EPOC(2004)91/REV2.
- OECD. 2006b. Environmental Indicators for Agriculture Volume 4: Draft Report Chapter 4. COM/AGR/CA/ENV/EPOC(2004)92/REV2.
- OECD. 2006c. Environmental Indicators for Agriculture Volume 4: Draft Report Chapter 5. COM/AGR/CA/ENV/EPOC(2004)93/REV2.
- OECD. 2006d. Environmental Indicators for Agriculture Volume 4: Draft Report Chapter 6. COM/AGR/CA/ ENV/EPOC(2005)66.
- OECD. 2008. Environmental Performance of Agriculture in OECD Countries since 1990. OECD: <http://stats.oecd.org>
- Prinsen, G. and Verschuur, E., 2002. Agricom gebruikershandleiding (in Dutch), WL|Delft Hydraulics Report 1605, Delft.
- Tiktak, A., Van der Linden, T. & Uffink, G., 2005. Pesticide Transport in the Groundwater at the National Scale: Coupling an Unsaturated Zone Model with a Groundwater Flow Model. In: Thomson, N.R.(ed), Bringing groundwater quality research to the watershed scale. IAHS Publ., 297, 441-448.
- USDA ERS. 1994. Agricultural Resources and Environmental Indicators, 1994. Agricultural Handbook No. 704. USDA ERS. December.
- USDA ERS. 1997. Agricultural Resources and Environmental Indicators, 1996-97. Agricultural Handbook No. 712. USDA ERS. July
- USDA ERS. 2003. Agricultural Resources and Environmental Indicators, 2003. Agricultural Handbook No. 722. USDA ERS. February.
- USDA ERS. 2006. Agricultural Resources and Environmental Indicators, 2006 Edition. Economic Information Bulletin 16. July.

- Van Ek, R., Witte, J.P.M., Runhaar, J. & Klijn, F., 2000. Ecological effects of water management in the Netherlands: the model DEMNAT, *Ecol. Engineering*, 16, 127-141.
- Wascher, Dirk M. ed. *Agri-Environmental Indicators for Sustainable Agriculture in Europe*. ECNC.
- Wascher, Dirk, M. 2000. *Agri-Environmental Indicators for Sustainable Agriculture in Europe*. European Centre for Nature Conservation,
- Wolf, J. et al. 2003 "The Integrated Modeling System STONE for Calculating Nutrients Emissions from Agriculture in the Netherlands." *Environmental Modeling & Software*, 18 (2003): 597-617.

정책연구보고 C2011-28

농업환경지표를 활용한 농업환경자원 관리시스템 구축 연구

등 록 제6-0007호(1979. 5. 25)

인 쇄 2011. 10.

발 행 2011. 10.

발행인 이동필

발행처 한국농촌경제연구원

130-710 서울특별시 동대문구 회기동 4-102

02-3299-4000 <http://www.krei.re.kr>

인 쇄 문원사

02-739-3911~5 E-mail: munwonsa@chol.com

- 이 책에 실린 내용은 한국농촌경제연구원의 공식 견해와 반드시 일치하는 것은 아닙니다.
 - 이 책에 실린 내용은 출처를 명시하면 자유롭게 인용할 수 있습니다. 무단 전재하거나 복사하면 법에 저촉됩니다.
-