

□2006-48 | 2006. 11 |

# OECD 농업환경지표개발 논의에 대응한 농업환경지표 개발과 과제

김 창 길	연구 위원
김 태 영	연구 원
정 은 미	부연구위원

한국농촌경제연구원

**연구 담당**

김 창 길	연구 위원	연구 총괄, 지표 활용과 과제
김 태 영	연구 원	농업환경지표 비교 분석
정 은 미	부연구위원	농업환경지표의 정책 연계

최종보고서

# OECD농업환경지표 개발논의에 대응한 농업환경지표 개발과 과제

연구기관  
한국농촌경제연구원

농 립 부

## 제 출 문

농림부장관 귀하

본 보고서를 “OECD 농업환경지표 개발논의에 대응한 농업  
환경지표 개발과 과제” 연구의 최종보고서로 제출합니다.

2006.11.

주관연구기관 : 한국농촌경제연구원

연구책임자 : 김창길

연구원 : 김태영

연구원 : 정은미

## 머 리 말

---

농업환경지표는 농업이 환경에 미치는 영향을 파악하기 위해 일정한 기준에 따라 산정된 대표적인 값을 말한다. OECD는 1993년부터 농업환경정책위원회에 합동작업반을 설치하여 정책담당자들이 농업활동과 농업정책이 환경에 미치는 영향의 인과관계를 더 잘 이해할 수 있도록 돕기 위해 농업환경지표 개발을 추진하여 왔다.

그동안 전문가들의 연구와 회원국에 대한 설문조사 및 합동작업반 회의를 농업환경지표 개발에 관한 종합보고서 제4권의 초안이 2006년 6월에 발표되었다. OECD 농업환경지표 개발에 관한 종합보고서 발간을 앞두고 농업환경지표를 이용한 회원국의 농업환경 상태의 비교와 지표개발에 대한 평가 및 향후 과제에 대한 검토가 체계적으로 이루어질 필요가 있다.

이 연구는 농림부 정책과제로 수행한 『OECD 농업환경지표 개발논의에 대응한 농업환경지표 개발과 과제』의 연구 결과물이다. OECD 농업환경지표개발에 관한 종합보고서에는 지표별로 다양한 분야를 포괄하고 있어 전문가 워크숍을 통해 초안을 검토하고 시사점을 도출하였다. 효과적인 연구수행을 위해 자문회의와 워크숍을 통해 농업환경지표 개발에 대한 평가와 과제 도출을 위한 의견을 수렴하였다.

전문가 워크숍에 참석하여 지표개발에 관해 발표하고 적극적으로 의견을 개진 해준 농업과학기술원의 지표개발 전문가들에게 감사를 드린다. 끝으로 이 연구의 결과가 우리나라의 농업환경에 대한 진단과 OECD 회원국의 농업환경 실태비교 및 향후 환경친화적 농업정책 개발에 유용한 기초 자료로 활용되기를 기대한다.

2006. 12.

한국농촌경제연구원장 최 정 섭

## 차 례

---

### 제1장 서론

- |                      |   |
|----------------------|---|
| 1. 연구의 필요성과 목적 ..... | 1 |
| 2. 선행연구 검토 .....     | 3 |
| 3. 연구방법 및 범위 .....   | 5 |

### 제2장 OECD 농업환경지표의 개발 과정

- |                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 1. 환경지표의 개발에 관한 이론 .....         | 7  |
| 2. 농업과 환경의 관계와 농업환경지표 .....      | 10 |
| 3. OECD 농업환경지표 개발을 위한 논의동향 ..... | 16 |
| 4. OECD 농업환경지표 종합보고서 .....       | 34 |

### 제3장 농업환경지표를 이용한 환경상태 비교

- |                         |    |
|-------------------------|----|
| 1. 농업정황 지표 .....        | 38 |
| 2. 양분수지 지표 .....        | 41 |
| 3. 농약 사용 및 위해성 지표 ..... | 47 |
| 4. 에너지 지표 .....         | 55 |
| 5. 토양 지표 .....          | 60 |
| 6. 물이용 지표 .....         | 63 |
| 7. 수질 지표 .....          | 67 |
| 8. 대기 및 기후변화 지표 .....   | 72 |
| 8. 생물다양성 지표 .....       | 79 |
| 9. 농장관리 지표 .....        | 87 |

## 제4장 농업환경지표의 정책적 활용 방안

1. 여건변화에 따른 환경성과 비교 ..... 95
2. 농업환경지표를 이용한 농업환경정책 평가 ..... 98
3. 농업환경지표를 활용한 정책평가모델 개발 ..... 100

## 제5장 농업환경지표 개발을 위한 과제

1. 지표별 기술적 미비점에 대한 지속적 보완 ..... 114
2. 국내 농업여건에 적합한 지표개발과 해석 ..... 118
3. 다원적 기능 관련 설득력 있는 지표개발 ..... 120
4. 농업환경지표에 관한 통합지표 개발 ..... 121
5. 수요자 요구에 부응한 지표개발 및 정보제공 ..... 122
6. 전문가·정책담당자간의 지표개발 네트워크 구축 ..... 123

## 제6장 요약 및 결론 ..... 124

- 부록: 농업인 및 정책 담당자의 농업환경지표 활용도 조사 결과 ..... 126
- 요약 ..... 132
- Abstract ..... 134
- 표차례 ..... 136
- 그림차례 ..... 137
- 참고문헌 ..... 140

# 제 1 장

---

## 서 론

### 1. 연구의 필요성과 목적

- 농업환경지표(Agri-Environmental Indicators, AEIs)는 농업이 환경에 미치는 영향과 환경이 농업에 미치는 영향을 파악할 수 있는 대표적인 값을 말함. 즉, 농업생태계를 구성하고 있는 환경요소(물, 토양, 공기 등) 가운데 현실을 가장 잘 설명해 줄 수 있는 대표치를 일정한 기준에 따라 산정함.
- OECD 농업환경지표의 개발 목적은 농업에서 나타나는 환경상태 및 변화에 대한 정보를 제공하여 정책 결정자로 하여금 농업활동과 농업정책이 환경에 미치는 영향의 인과관계를 더 잘 이해하도록 돕고 환경조건의 변화에 대한 적절한 대응책을 마련하기 위함임. 더 나아가 지속 가능한 농업발전을 위한 농업환경정책 추진 과정에서 정책목표의 달성 정도인 효과성을 모니터링하고 평가하는데 활용하고, 농업환경지표 개발과 관련한 국제적인 논의에 능동적으로 대응하기 위함.
- OECD는 1980년대 후반부터 농업개발 정책과 환경정책을 유기적으로 연계하기 위하여 농업환경지표 개발을 추진하여 왔으며, 이러한 논의는 1990년대 초에 농업환경정책위원회 합동작업반(Joint Working Party, JWP)이 구성되면서 더욱 가속화되었음. 이에 따라 여러 OECD회원국들은 농업환경지표 개발 및 활용을 통해 환경친화적인 영농방식과 정책을 도입하고 있으며, 회원국 사이



의 비교를 통해 농업환경 정책에서 비롯된 환경개선 또는 환경성과에 대한 평가를 시도하고 있음.

- 농업부문의 국내외 여건 변화 속에서 우리나라 여건에 적합한 농업환경지표를 개발하여 정책 평가에 적극 활용하고 OECD 등 관련 국제논의에 능동적으로 대응할 준비를 갖추어야 함. 특히 선진국과 비교할 때 우리나라의 친환경 농업이행 및 정책 수준은 아직 부족한 상태이기 때문에 이의 확충이 필요하고, 이러한 정책개발 과정에서 농업환경지표는 아주 중요한 정책수단으로 활용될 수 있을 것임.
- OECD 이사회는 경제활동과 환경과의 인과관계(causality)를 파악하기 위해 1990년대 초부터 환경지표개발을 추진해왔고, 1993년에 농업·환경정책위원회에 JWP를 설치하여 농업환경지표 개발을 위해 노력해 옴.
- OECD 농업환경지표는 토양, 물, 공기 등 환경요인에 따라 여러 가지 지표로 세분되고 지표별 회원국의 관심정도에 따라 핵심지표와 지역지표로 나누어 수차례의 회의와 전문가 회의, 워크숍 등을 거쳐 지속적으로 지표개발을 추진해 오고 있음.
  - 2003년 6월에 개최된 제17차 OECD JWP 회의에서 지표개발을 위한 방법론이 정립됨. OECD 지표작성 지침에 따라 회원국이 관련되는 지표를 작성토록 하였으며, 분야별로 세 차례에 걸친 설문조사를 실시하였고, 이를 기초로 지난 10년 동안의 지표개발 논의를 종합·요약하는 농업환경지표에 관한 종합보고서가 2007년에 발간될 예정임.
  - OECD 농업환경지표 개발의 기본적인 취지는 농업부문이 환경에 미치는 영향에 관한 실태파악과 농업과 환경간의 인과관계에 대한 이해를 높임으로써 환경친화적인 농업자원관리를 위한 기본정보를 제공하는 데 있음. 특히 농업환경지표는 향후 그린라운드의 본격적인 논의에 있어서 무역규범과 환경을 연계하는 기초 자료로 활용될 것임.
- 이 연구는 OECD JWP의 지표개발 논의동향 분석 및 농업환경지표개발 종합보고서(제4권) 발간에 따른 농업환경지표의 정책적 활용방안과 향후 지속적

인 지표개발에 대응한 과제를 제시하는데 연구목적이 있음.

## 2. 선행연구 검토

### ○ 국내 연구동향

- 임송수 외 4인(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 농업환경정책평가를 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.
- 정영근, 배연희(2003)는 OECD에서 논의되고 있는 농업부문, 해양수산부문, 산림부문, 국토관리부문, 교통부문, 산업부문 및 유해화학물질부문 등 부문별 지속가능발전지표의 개발현황과 지표별 통계 발전방향을 제시하였음. 농업부문의 경우 추진력-상태-압력(Driving force-State-Response, DSR) 모형을 기초로 농업환경지표를 유형화하고 지표개발의 방향을 제시함.
- 김창길, 김태영(2004)은 OECD회원국의 농업환경 실태를 파악하고 평가하기 위한 농업환경지표 종합보고서 발간을 위해 사무국에서 요청한 설문서 작성에서 그동안 우리나라에서 개발된 정황지표, 핵심지표 및 지역지표 등 관련지표를 제시하였음.
- 김창길, 김태영(2005)은 OECD 농업환경지표의 활용 측면에서 정책연

계와 관련된 기본적인 분석 틀을 정립하고 양분수지표를 이용하여 농업환경지표의 정책연계 활용사례를 제시하였음.

- 농업과학기술원(2006)의 연구는 OECD 농업환경지표의 보완 및 개발과 관련하여 양분지표, 토지이용 및 보전지표, 토질 지표, 농업용수사용 지표, 농업용수수질지표, 농약사용 및 위해성 지표, 농업경관지표, 농장관리지표, 온실가스지표 등 9개 지표를 대상으로 하였음. 이 연구에서는 기존에 개발된 OECD 지표에 대한 업데이트와 향후 보완과제를 제시하였음.
- 김태완 외 10인(2006)은 OECD 지표의 농업적 활용시스템 구축과 DSR 모델에 근거한 OECD 지표의 농업환경적 가치평가에 관한 연구를 수행함. 농업환경지표의 활용과 관련하여 농경지의 종 다양성에 대한 조사와 농약사용과 종 다양성의 상관분석, 마을단위 농업환경지표의 유사성 분석, 농업환경지표 등급자료의 Kendall검정, 조건불리지역 등급화를 위한 지역비교 등의 다루었음.

#### ○ 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.
- 미국 농무부 경제연구처(USDA ERS, 1994, 1997, 2003)는 1990년대 초반부터 농경지, 용수, 화학적 농자재와 에너지 이용 실태, 농작물 재배방식, 기술, 환경보전 프로그램 재정지출 전반과 생물다양성, 농업생산 관리 분야에서 토지·물·생물자원 등과 연계된 농업환경지표를 체계화하였고, 4~5년마다 관련 자료를 업데이트하여 발표함으로써 농업환경자원의 실태 진단과 농업환경정책의 성과평가와 정책수립의 기초자료로 활용해오고 있음. 특히 농업자원 및 환경지표는 OECD 농업환경지표 작성의 기초 자료는 물론 농업환경정책의 과급영향 분석의 기

- 초 자료로 활용하고 있음.
- 영국 농수산식품부(2002)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(ESA)과 농촌마을조성사업의 대상지를 선정하고 목표농지 선정을 위한 점수제도를 운용하고 있음.
  - 캐나다 농식품부(2000)는 농장관리, 토질, 수질, 온실가스 부분, 생물다양성 및 생산집약도 등 6개 분야 14개 지표의 개발방식과 산성 결과를 제시하고 있음. 이러한 농업환경지표를 활용하여 사전적인 환경성과 평가에 활용하고 있음.
  - OECD(2001) 사무국은 농업환경지표개발에 관한 종합보고서 제3권에서는 1996년부터 논의된 지표별 개발동향 및 산식 등을 간단하게 제시하고 있음. OECD(2005a, 2005b, 2005c, 2005d)에서는 그동안 논의된 지표개발에 관한 핵심사항, 이미 개발된 지표에 대한 분석, 향후 개발될 지표에 대한 논의 등 농업환경지표의 개발과 과제를 제시하고 있음. 또한 OECD JWP 회의에서는 농업환경지표 개발 이후의 후속과제에 대한 심층적인 논의가 이루어지고 있음.

### 3. 연구방법 및 범위

- 농업환경지표 개발에 관한 국내외 선행연구 검토 및 관련자료 수집
  - 농업환경지표 및 지속가능지표 개발에 관한 국내외 관련문헌 검토 및 통계자료 수집
  - 2006년 하반기에 발간될 예정인 OECD 농업환경지표 종합보고서 제4권의 초안을 입수하여 각국의 농업환경지표 개발 실태 및 농업환경실태 분석의 기초 자료로 활용

- OECD 농업환경정책위원회 JWP 회의에 참석(2000년 7월 제12차 JWP 회의부터 2006년 6월 제23차까지 12차례의 JWP 회의 참석)하여 최근의 농업환경지표 개발에 대한 논의동향 파악
- OECD JWP에 제시된 농업환경정책과 환경효과 분석모델 검토
  - JWP 제22차 회의시 논의된 구조방정식 모델을 이용한 인과관계 검정 방법과 TETRAD IV모델, 농업정책이 환경에 미치는 영향을 파악하기 위한 인과관계 분석모델로 SAPIM(Stylized Agri-environmental Policy Impact Model)에 대한 검토
- 농업환경지표 분야별(양분, 물이용, 수질, 온실가스, 경관 등) 전문가 협의회와 워크숍을 통해 OECD 지표개발 전반에 대한 심층적 검토와 시사점 도출
  - 농업과학기술원의 농업환경 분야 연구진으로 지표분야별로 전문가를 자문위원으로 위촉하여 기존의 지표개발 방식에 대한 문제점 검토 및 향후 보완과제 도출 등 농업환경지표개발 전반에 대한 의견을 수렴함.
  - OECD의 농업환경지표 개발에 관한 종합보고서 발간과 관련하여 지표별 전문가를 통한 세부검토 및 향후 우리나라의 여건에 적합한 지표개발 과제를 제시하기 위해 2006년 11월 10일, 한국농촌경제연구원에서 「OECD 농업환경지표의 개발과 과제」란 주제로 전문가 워크숍을 개최함. 전문가 워크숍에서의 발표 자료를 모아 연구자료집을 발간함(김창길, 김태영, 2006).
  - OECD농업환경지표의 지표별 전문가는 농장관리지표(한국농촌경제연구원, 김창길 박사·김태영 연구원), 농업생산 및 토지지표(농업과학기술원 강기경 박사), 양분지표(농업과학기술원 이연 박사·정필균 박사), 농약사용지표(농업과학기술원 임양빈 박사), 농업 에너지지표(농업과학기술원 강기경 박사), 토양지표(농업과학기술원 정원교 박사), 물이용지표(농업과학기술원 허승오 박사), 수질지표(농업과학기술원 김진호 연구사), 대기지표(농업과학기술원 신용광 박사), 생물다양성지표(농업과학기술원 이덕배 박사) 등으로 구성함.

## 제 2 장

# OECD 농업환경지표의 개발 과정

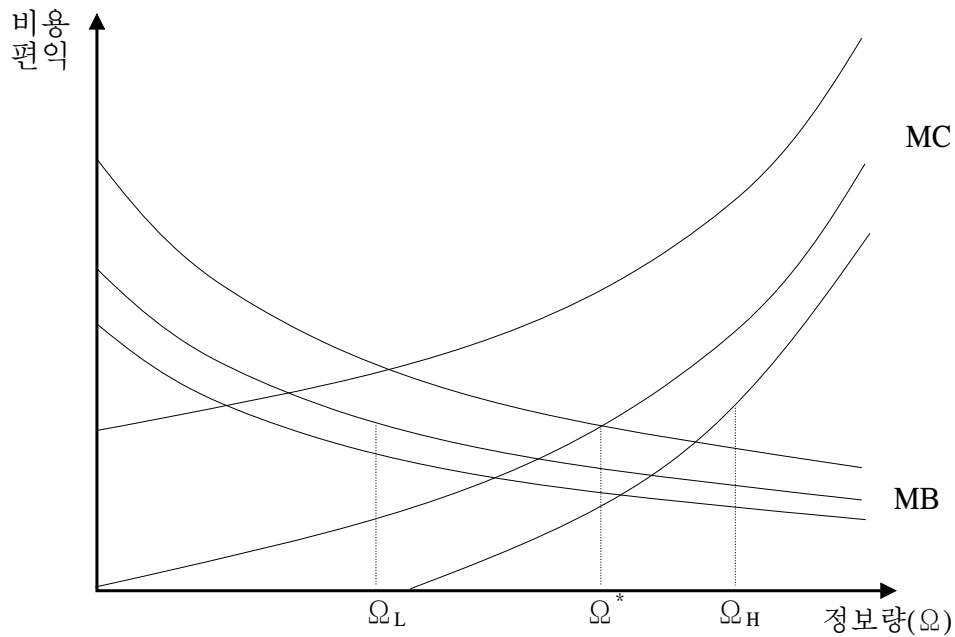
### 1. 환경지표의 개발에 관한 이론

- 지표는 정보가 불완전한 상태에서 의사결정에 도움이 되는 근거를 제공하기 위한 효과적인 기초 정보로 인식되고 있음. 현실적으로 지표가 특정문제에 대한 정확하고 완벽한 설명을 제공하는 것은 아니기 때문에 의사결정에 있어서 주도적인 역할을 하는 경우도 있지만 대체로 보조적인 역할을 담당함.
  - 환경지표는 환경을 구성하고 있는 환경요소(물, 토양, 공기 등)의 관측치 가운데 현상을 가장 잘 설명해 줄 수 있는 대표적인 값을 일정한 기준에 따라 산정된 값을 의미함. 지표는 사물이 시간에 따라 어떻게 변화하는지에 대한 설명을 돕는 계량화된 정보라 할 수 있음.
  - 지속가능한 발전에 관한 타당한 의사결정을 위해서는 환경상태에 관한 신뢰성 높은 정보와 환경상태에 영향을 주는 요소들인 환경지표에 관한 정확한 파악이 중요함.
- 지표는 현실을 적절히 반영할 수 있도록 대표성이 있어야 하며 또한 과학적이고 객관적인 타당성이 있어야 함. 또한 지표는 단순하고 해석하기 쉬워야 활용도를 높일 수 있음. 지표의 품질(quality)을 판단하는 기준은 크게 일관성(consistency), 신뢰성(reliability), 예측능력(predictive capacity) 등 세 가지를 들 수 있음(Romstad, 1998).

- 일관성: 지표는 시간에 따라 비교 가능한 방식으로 주요 상태 변수의 변화를 파악할 수 있어야 함. 예를 들어 생태계에서 생물학적 또는 화학적 요소를 지표로 사용한다면 이러한 변수는 확률적 과정에 영향을 받을 수 있다는 점에서 어려움을 유발할 수 있음.
  - 신뢰성: 시간이 지남에 따라 많은 환경문제가 발생하므로 적절한 해결 방안을 제시할 수 있는 중장기 시계열 자료는 신뢰성 있는 지표 산정의 가장 중요한 조건이며 이로부터 신뢰할 만한 함축성 도출도 가능함.
  - 예측능력: 환경문제가 더 커지기 전에 특이사항을 표시해주는 변수가 좋은 지표임. 위험을 인식하고 시간에 따른 변화를 간파할 수 있는 지표의 능력은 매우 중요함.
- 위험 및 불확실성하의 최적의 정보량
- 환경 상태에 관한 정보 수집을 위해서는 상당한 비용이 수반됨. 정보 수집에 있어서 중요한 요소의 하나가 비용 조건이나, 정확한 정보제공은 환경의 실태분석 및 예측 등에 있어서 상당한 편익을 제공케 함.
  - 정보경제학 문헌에서는 정보수집의 최적수준은 정보수집의 기대한계비용과 정보수집의 기대편익과 같아지는 점에서 최적 정보량( $\Omega^*$ )이 결정되는 것으로 제시하고 있음.
  - 특정의 지표를 활용하여 정책결정자가 의사결정을 하는 경우 정보( $\Omega$ ) 수집 비용과 편익을 고려하게 되는데 이때 두 가지 요소가 작용하게 됨. 신뢰수준의 넓이는 정보수집이 증가할수록 불확실성이 줄어들기 때문에 감소하는 경향이 있음.
  - 불확실성이 증가할수록(신뢰수준이 넓어질수록) 최적정보수준은 더 불확실해짐( $\Omega_L$ 과  $\Omega_H$ 의 거리가 증가). 한계비용과 편익의 실제 추정치를 한계비용의 상위 신뢰수준과 한계편익의 하위 신뢰수준으로 볼 경우 정보의 최적수준은  $\Omega_L$ 로 감소함. 반대로 한계편익이 높아지고 한계비용이 낮아질수록 정보의 최적수준은 증가하게 됨.
  - 정보의 양은 다양한 지표들이 연결되어 있어 연속적이 아니라 이산적

일 수 있음. 이러한 이산성(불연속성)은 한계편익-비용 곡선이 계단 모양으로 될 수도 있음을 의미함.

그림 2-1. 정보의 기대한계편익과 기대한계비용



자료: Romstad(1998).

#### ○ 지표의 산정방법

- 지표개발의 참여자는 지표의 기준을 적용하는 방법을 결정해야 하고, 지표의 산정은 특정지표에 가장 적합한 접근법을 선정하여 사용해야 함. 지표의 평가기준에 동일한 가중치를 부여함으로써 지표들이 각각의 기준을 만족시키는 정도에 따라 단순히 등급을 부여하는 방식과 다른 기준과 비교하여 상대적 중요도에 따라 가중치를 부여하는 방식 등을 들 수 있음(윤하연, 1999, pp.16-18).
- 지표를 평가하는 일반적인 방법은 여러 가지 지표들이 평가기준을 얼마나 달성하였는가를 기준으로 상대적 가중치를 부여하는 방식임. 그러나 현실적으로 적절한 가중치를 정하는데 상당한 어려움이 있음.



## 2. 농업과 환경의 관계와 농업환경지표

### 2.1. 농업과 환경과의 관계

- 환경은 생물의 생존에 관계하는 여러 외적 조건을 의미함. 환경은 크게 물리적 환경, 화학적 환경, 생물적 환경, 사회적 환경, 문화적 환경 등으로 분류되며, 크게는 자연적 환경과 사회적·문화적 환경으로 대별됨. 이들 환경은 상호 복잡하게 영향을 주고받음(김창길, 신용광, 김태영, 2005).
  - 농업과 환경(자연적 환경)과의 관계는 농업생산 활동의 환경부하에 미치는 정도에 따라 잠재적 환경오염원으로서의 부정적 역할과 환경보전을 담당하는 긍정적 역할을 공유함.
  - 화학비료와 농약 등 과도한 화학적 농자재 투입과 가축분뇨의 부적절한 처리 등이 지속되는 경우 생태계와 서식지에 부정적 영향을 미침.
  - 농업환경자원을 적절히 관리하는 경우 농산물생산은 물론 환경보전, 농촌경관과 문화적 기능, 쾌적성 증대 등 다양한 공익적 기능을 발휘하게 됨<표 2-1>.

표 2-1. 농업부분 활동이 환경에 미치는 영향

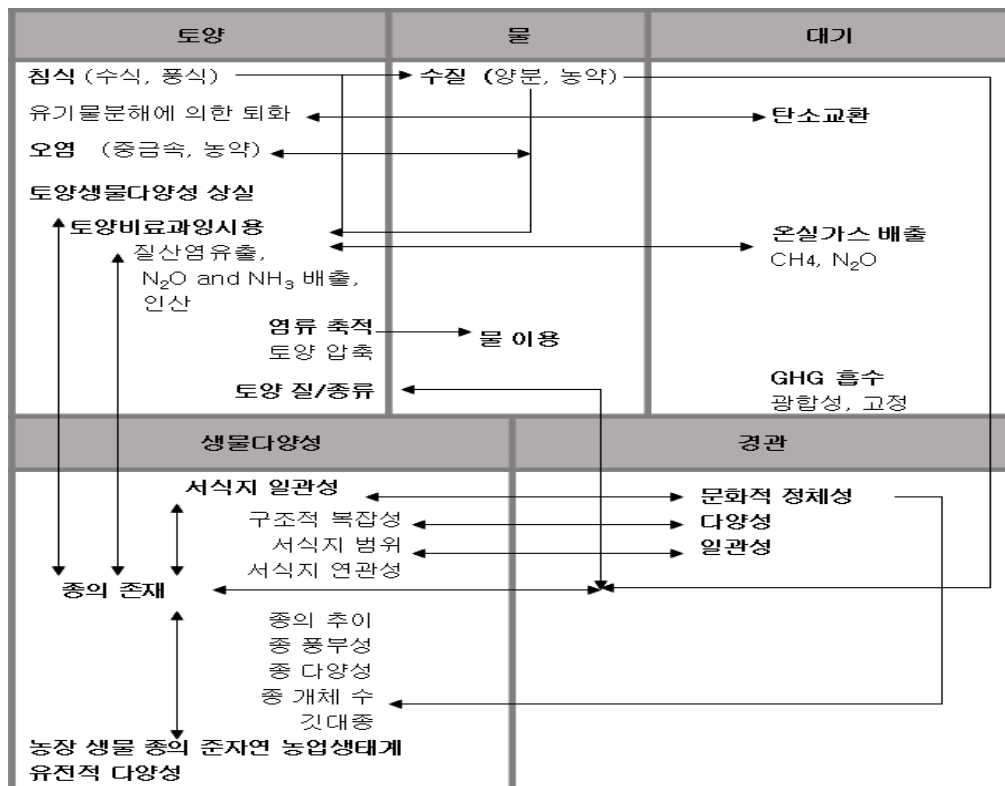
구 분	분 야 별 영 향
생태계	· 토질(침식, 영양분, 수분 밸런스, 염분) · 토지면적(생태학적으로 관리되는 농지면적) · 수질(영양분, 살충제, 침전물 유실, 용탈, 염분) · 수량(관개용 소비, 이용 효율성, 함수능력, 홍수예방) · 대기질(먼지·냄새·암모니아·온실가스 배출, 이산화탄소 흡수)
서식지	· 생물학적 다양성(농장 및 토종 동식물의 다양성 보존) · 야생생물과 준자연적 서식지(농업관련 동식물 서식지 보존)
쾌적성	· 농촌 경관(농업활동으로 형성된 경관 보존) · 문화적 기능(전통적인 문화와 유적지 등 보존)

자료: 김창길, 김정호(2002).

- 토양, 물, 대기 등 환경요소와 생물다양성과 경관 등의 범주에서 농업과 환경간의 복잡한 상호관계를 환경지표를 통해 파악할 수 있음<그림 2-2>.

- 비료과다 사용의 경우 수질에 영향을 미침은 물론 질산염 유출에 의한 지하수 오염, 아산화질소와 암모니아 등 온실가스 배출 등에 영향을 미치며 간접적으로는 생물다양성에까지 파급영향을 미치게 됨.
- 농업생태계(agricultural ecosystem)는 자연생태계를 농축산물 등 식량생산에 맞도록 인위적으로 개조한 불안정한 시스템으로 투입과 산출의 물질균형을 달성하기 위해서는 지속적이고 적절한 관리가 필요함. 농업환경자원의 적절한 관리를 위한 농업환경정책을 수립하고 진단·평가하기 위해서는 농업환경지표의 산정과 개발이 필요함.
- 농업 생산 활동은 자연의 환경용량 안에서 자연의 생태 시스템에 의존하여 농사를 지을 경우 환경오염 문제를 발생시키지 않으나, 생산성 증대를 위해 ‘고투입·고산출’ 농법에 의존하면서 농업환경자원을

그림 2-2. 농업과 환경의 상호 관계



자료: Wascher(2000), p.42.

적절하게 관리하지 않는 경우 자연생태계와의 부조화로 환경오염과 생태계 파괴 등 심각한 환경문제를 유발하게 됨.

- 농업부문의 환경문제 해결을 위해서는 현실에 대한 과학적인 분석과 진단이 필요함. 농업생태계의 환경실태 파악과 농업정책의 환경성과를 모니터링 하는데 있어서 농업환경지표가 핵심적인 요소로 활용됨.

## 2.2. 농업환경지표의 개념과 특성

- 농업환경지표는 농업이 환경에 미치는 영향과 환경이 농업에 미치는 영향을 파악할 수 있는 분야를 선정하여 일정한 기준에 따라 산정된 대표적인 값을 말함.
  - 농업환경지표의 범위는 크게 공간 및 시간적 영역으로 대별될 수 있으며, 계측과 관련된 공간적 범위는 농지, 농장, 수계(watershed), 환경지대(eco-zone) 등으로 다양함. OECD는 가능한 한 세분된 지역의 정보에서 시작해 국가 수준의 지표(평균치) 개발을 추구하고 있음.
  - 지표의 시간적 범위는 농업의 환경영향에 따라 단기(예: 농약사용에 의한 야생동식물의 영향), 중기(예: 지하수 고갈) 및 장기(예: 흙 침식과 기후변화)로 나눌 수 있음. OECD 작업은 주로 시계열 자료에 의해 현재의 추세를 나타내는 지표 개발에 한정하고 있음.
- 농업환경지표의 선정기준으로는 크게 정책의 관련성, 해석의 용이성, 분석의 적절성, 측정 가능성 등이 제시되고 있음<표 2-2>.
  - 정책관련성: 농업부문에서 정부와 관련 당사자들이 당면한 환경문제를 다루어야 함.
  - 해석의 용이성: 분명하고 쉬운 방법으로 정책결정자와 공공에 중요한 정보를 제공해야 함.
  - 분석의 적절성: 과학에 기초하되 단계적인 개발과정을 고려해야 함.
  - 측정 가능성: 자료를 확보할 수 있어야 하며, 자료를 이용하여 계량화할 수 있어야 함.

표 2-2. 농업환경지표의 선정 기준

기준	내 용
정책 관련성	· 환경조건, 압박, 사회반응을 잘 묘사하고, 국제비교의 기초를 제공해야 함. · 국가수준이거나 국가수준에서 중요한 지역문제에 적용가능 해야 함. · 참조값이 있어 사용자가 지표 가치의 중요도를 평가할 수 있어야 함.
해석의 용이성	· 간단하고 해석하기 쉬우며 추세를 나타내야 함.
분석의 적절성	· 이론 측면에서 기술 및 과학용어로 잘 정의되어야 함. · 지표 타당성에 대한 국제기준과 공감대에 기초해야 함. · 경제모형, 전망 및 정보체제와 연계되어야 함.
측정 가능성	· 적절한 비용-이익아래 얻을 수 있는 정보여야 함. · 정확히 문서화되고 자료의 질이 검증되어야 함. · 믿을만한 절차에 따라 정기적으로 정보가 갱신되어야 함.

자료: OECD(2001).

- 농업환경지표(Agri-Environmental Indicators, AEIs)는 주로 ① 환경이 농업에 대해서 어떠한 영향을 미치는가, ② 농업이 환경에 어떠한 영향을 미치는가와 관련 (i)농업생산의 형태에서 본 경우 (ii)물, 토지, 경관과 같은 농업생산의 대상에서 본 경우 등 세 가지 상이한 관점에서 분류되고 있음.
  - ① 농업에 대한 환경영향의 지표화 : 이 분류의 지표는 대기, 수질과 같은 환경의 상황이 농업생산에 대하여 영향을 미치는 정도를 파악하기 위해서 토양의 침식이나 천재의 발생 등의 발생비율, 오존층의 상태, 산성비에 의한 산성화, 사막화의 정도 등을 지표화
  - ② 농업의 환경에 대한 압력 : 농업생산을 통해서 환경에 어느 정도의 압력을 주고 있는가를 지표화
    - 토지이용에 관한 지표 : 토지이용의 용도별 이용상황(예를 들면 농업용인지 비농업용인지, 환경보전적 토지이용인지), 또는 농업용이면 작물별 토지이용비율의 지표화
    - 농업의 형태에 관한 지표 : 농지의 경우 지속가능한 농법을 채용하고 있는 농지의 비율, 농약 관리의 경우 경영비에서 점하는 농약의 비율이나 농약사용의 빈도, 농장폐기물의 관리에 관하여 폐기물이 재활용되는 경우, 유기질비료와 화학비료를 살포하는 토양의 비율

- 비료, 농약, 물, 에너지의 사용에 관한 지표 : 단위농지면적당 화학비료나 퇴비, 농약, 물의 사용에 대한 집약도의 지표화
- ③ 농업의 환경에 대한 영향 : 농업생산 활동의 결과, 환경에 어떠한 영향을 미치는가를 지표화 함. 농업생산에 관련된 지표로 토지, 물, 대기, 자연의 생태계, 경관과 같이 농업생산과 깊이 관계되는 자연의 대상을 특정해서 농업이 어느 정도 영향을 미치는가를 지표화 함.
- 토양: 농업생산에 의한 토양침식, 사막화, 염해, 농약·비료오염 정도
- 수질: 농업생산에 의한 지하수오염 발생정도
- 대기: 농업생산에 의한 온실효과, 가스의 밸런스, 농약살포의 대기에 미치는 영향 등
- 자연생태계: 농업생산이 자연의 동식물 생식지에 미치는 영향
- 경관: 농업생산의 경관에 대한 금액에 의한(경제적) 평가

### 2.3. 농업환경지표의 구성 체계

- 농업환경지표의 개발 체계는 전체 회원국을 대상으로 한 13개 지표로 출발하였으나 OECD 제14차 JWP 회의에서 11개 핵심지표와 2개 지역지표로 대별하여 지표개발을 추진하고 있음<표 2-3, 표 2-4>.

표 2-3. 농업환경지표의 구성 체계

구분	대분류 기준	해당 지표
핵심 지표	농업에 의해 영향을 받는 자연자원 스톡	1. 국토이용(Land Use)
		2. 토양자원(Soil Resource)
		3. 수자원(Water Resource)
		4. 생물다양성(Biodiversity)
핵심 지표	농업으로부터 환경오염 - 물오염	5. 양분균형(Nutrient Balance)
		6. 농약이용 및 위험(Pesticide Use and Risks)
		7. 수질(Water Quality)
	농업으로부터 환경오염 - 대기오염	8. 암모니아방출(Ammonia Emission)
		9. 그린하우스 가스 및 에너지 균형 (Greenhouse Gas Emissions and Energy Balance)
	환경성과 관련 농장관리 및 자원이용효율성	10. 자원이용 효율(Resource use Efficiency)
11. 농장관리(Farm Management)		
지역 지표	토지보전 및 농업경관	12. 토지보전(Land conservation)
		13. 농업경관(Agriculture landscape)

표 2-4. OECD가 작성중인 농업환경지표 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. 토양유기 탄소	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 임계치(threshold value)를 초과하는 지표수체 및 지하수 질산염 농도( $\text{NO}_3$ mg/l)
		7. 전형적인 농업지역에서 국가 수질의 임계치를 초과하는 지표수체 및 지하수 인 농도(total P mg/l)
		8. 전형적인 농업지역에서 국가 수질의 임계치를 초과하는 지표수체 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( $\text{NH}_3$ ) 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(semi-natural) 서식지(예: 임목지) 및 미개간(uncultivated) 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. 농장관리	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 2-3. 계속

주제	지표명	지표 정의
	xiv. 생물 다양성 관리	22. 생물다양성 관리 계획 하에 있는 총 농가수(또는 총 농경지 면적) 및 비중
	xv. 전체 농장관리	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, 가축 분뇨)과 산출(예: 작물, 목초) 수지
		25. 영농활동을 통한 농경지 ha당 인산 투입(예: 비료, 가축 분뇨)과 산출(예: 작물, 목초) 수지
	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 기타토지 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(2004).

### 3. OECD 농업환경지표 개발을 위한 논의동향

#### 3.1. OECD의 농업환경지표 개발 체제

- 농업환경지표의 개발은 OECD 농업환경정책위원회의 JWP가 주도하고 있음. JWP는 1년에 2회씩 정기적인 모임을 갖고 농업환경지표 개발을 위한 토론회와 공감대 형성을 이끌고 있으며, 농업위원회의 연차보고서(Monitoring and Evaluation Report of Agricultural Policies in OECD Countries) 등에 농업환경지표가 반영되도록 협조하고 있음.

- JWP 회의에서 지표개발에 관한 작업 진행에 관한 논의는 회원국의 대표자가 자유롭게 의견을 개진토록 하며, 회원국간 의견이 상충되는 경우 OECD사무국이 조정안을 제시하여 의견수렴 과정을 거친 후 만장일치로 작업절차를 단계별로 진행하고 있음.
- OECD는 1992년에 개명된 환경정책위원회(Environmental Policy Committee, EPOC) 산하에 농업위원회와 공동으로 구성된 농업환경정책위원회에 1993년 JWP를 설치하여 농업과 농업정책이 환경에 미치는 영향에 대한 분석을 위해 농업환경지표 개발에 관해 본격적으로 논의하기 시작함.
- OECD의 농업환경지표 개발에 관한 작업은 관련 국제기구와의 공조체제로 이루어지고 있음. 유럽연합의 경우 EU통계기구(EUROSTAT)와 공조해 농업양분균형과 경관에 관한 작업에 함께 참여하고 있으며, 이밖에도 OECD는 세계식량기구(FAO), 유럽환경국(EEA), 세계은행(WB), UN 환경계획(UNEP), UN 기후변화협약(UNFCCC) 등 국제기관과 협력하여 추진하고 있음.
- OECD JWP 회의는 1993년 9월 첫 회의를 시작한 이래 1999년 12월 제11차 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.

## 3.2. JWP 제12차~제23차 회의에서의 지표개발 논의 동향

### 3.2.1 2000년 7월 제12차 JWP 회의

- 농업환경지표 개발과 관련 회원국간(미국과 호주·뉴질랜드 등 수출국과 EU와 한국·일본 등 수입국의 입장으로 대별) 입장 차이로 OECD 사무국은 JWP의 임무가 종결되어 갱신되는 시점인 2000년 7월 제12차 JWP 회의에서 모든 회원국의 의견을 서면으로 수렴하여 지표개발 대상을 선정기로 결정함.



### 3.2.2. 2000년 12월 제13차 JWP 회의 결과

- 2000년 12월 제13차 JWP 회의에서 농업환경지표의 추가 개발 대상을 선정하는 과정에서 농산물 수출입국간에 심한 논란과정을 거쳐 향후 지표개발 작업이 결정됨.
  - 질소균형, 농약사용, 수질, 생물다양성 등 10개 분야가 우선 개발 대상으로 결정됨
  - 경관지표, 국토보전지표 등 정책연계성이 일부지역에 제한된 지표는 관심국가간 비공식 논의를 거친 후, 차기 JWP(2001. 7월 예정)에 공식 보고기로 함
  - OECD 사무국은 농업환경지표개발과 관련된 3가지 유형의 그룹을 없애고 당초 그룹1의 8개 지표는 그대로 포함시키고 그룹2는 지표영역으로 제시하여 2001년 동안 방법론을 개발할 것과 그룹3에서 문제가 된 경관지표, 국토보전지표 등 정책연계성이 일부지역에 제한된 지표는 관심국가간 비공식 논의를 거친 후, 차기 JWP(2001. 7월)에 공식보고하기로 한 조정안을 제시하여 회원국의 합의도출
- 농업환경지표 분류의 조정
  - 정황지표(contextual indicators): 농가소득, 농업지원액 등
  - 핵심지표(core indicators): 생물다양성, 양분균형, 암모니아 방출, 수질, 토양자원, 토지이용, 물이용, 농약이용, 농장관리, 자원이용효율성, 에너지균형 등 11개 지표
    - ※ 자원이용효율성 지표와 에너지 균형지표는 신규로 추가된 지표임.
  - 지역지표(regional indicators): 경관, 국토보전 등 2개 지표

### 3.2.3. 2001년 7월 제14차 JWP 회의 결과

- OECD 농업환경위원회는 지표의 연구작업에 우선권을 부여하여 지표개발에 박차를 가함. 이는 농업환경지표가 농업의 환경조건 변화에 대한 이해 증진

및 정보 제공과 지속가능한 농업을 촉진하는데 있어서의 정책효율성을 향상시키고, 농업 부문의 환경에 대한 정책효과를 분석하는데 도움을 주기 위해서 관련 정책과 가능한 지표제시가 가능하다는데 근거를 둬.

- OECD는 2000년 12월 JWP 회의 이후에 2001년 3월 「농업환경지표 3권: 방법 및 결과」라는 중간보고서(Stocktaking Report)를 출간

#### 3.2.4. 2002년 4월 제15차 JWP 회의 결과

- 사무국에서 농업환경지표개발과 관련한 향후작업계획을 발표하였는데 지표개발과 관련 여러 가지 의견이 개진되었음. 특히 지표측정에 필요한 각국의 자료 제공 능력과 관련하여 지표종류가 너무 많아지는데 대해 우려가 표명되었음.
  - 경관지표 등 지역지표개발과 관련하여 미국은 EU에 특정된 지표개발에 많은 OECD자원을 낭비한다고 비판하였고 EU 집행위원회는 이에 EU에 특정된 문제가 아니라고 응수
  - 지표개발과 관련한 여러 전문가그룹회의 결과물(권고사항 등)에 대하여 정부대표들이 참여한 것이 아니므로 OECD 차원에서 공식문서로 인정할 수 없다고 하면서 회의결과의 질을 평가절하 하려는 견해들이 표명(호주, 뉴질랜드, 미국)
  - 이에 대해 스위스는 작년 11월 개최된 생물다양성 지표 전문가회의 결과가 유익하였다고 주장(노르웨이, EU 집행위원회 동조)
- OECD 사무국측은 지표개발 범위를 좁히려는 시도를 반박하면서 현재 논의되는 지표는 EU 특정적인 것이 아니고, 지표측정과 관련한 데이터 제출과 관련해서는 국가별로 자발성에 기초해서 제출하면 된다고 설명
  - 전문가회의 결과로 나온 권고문 등에 대해서는 OECD 공식문서로 발표되지는 않으나 다른 OECD논의에 반영되고 Proceeding으로서 다루어진다고 설명
- 에너지 균형지표(Energy Balance Indicator)와 관련하여 캐나다는 의욕적으로 연구하고 있음을 밝혔지만, 대부분의 회원국은 다양한 농산물 품목을 감안할

때 측정단계에서의 현실성에 의문 표시(독일, 프랑스, EC, 영국, 스위스)

- 사무국은 동지표가 핵심지표로 회원국들에 의해 결정된 사항임을 강조하면서 12월 JWP에 동지표의 배제여부를 검토할 수 있도록 지표적용의 현실적 가능성에 대한 보고서를 제출하겠다고 답변

○ 기타 지표

- 토양유기탄소지표와 관련하여 영국은 측정방법, 정책과의 관련성에 대하여 의문을 제기하였고, 우리측은 지표측정 방법론에 있어서 인간의 노력에 의한 부분과 자연적으로 이루어진 효과를 구분할 수 있어야 한다고 주장
- 경관지표 워크숍에서 노르웨이는 준비상황을 소개하고 각국은 연구보고서를 발표 계획을 소개(독일, 프랑스, 한국)하였으나, 호주, 뉴질랜드는 동지표에 대한 논의자체에 회의적 시각(농업보조의 정당화논리로 이용우려)
- 국토보전지표 관련 워크숍에서 일본대표단은 동 워크숍이 민간연구소 주도로 이루어지고 있으며 의제 등 구체적인 준비상황에 대해서는 모르고 있다고 설명
- 생물다양성 지표 관련 논의의 경우 일부국가는 2001년 11월 스위스에서 개최된 워크숍 결과에 대한 문서화 절차에 대하여 제한하려는 입장을 표명(미국, 뉴질랜드, 호주)한 반면, 포르투갈, EU등은 개발된 지표이용에 적극적 입장을 개진함.

### 3.2.5. 2002년 12월 제16차 JWP 회의 결과

- 농업 경관지표 전문가회의 결과와 관련하여 유럽연합은 전문가 미팅에 미국의 참여가 대단히 중요했고 현재 경관이 지표로 점점 구체화되어 가고 있는데 대해 노르웨이의 적극적인 노력에 찬사를 보냈고 노르웨이의 역할에 지지를 보였음. 한편 호주는 경관지표는 지역지표이기 때문에 OECD 공식 보고서로 공개되는 것을 반대하였으나, 의장은 경관지표보고서와 관련하여 보고

서는 공개하되 호주의 입장은 회의 기록에는 남기겠다고 결론을 내렸음

- 농업에너지지표에 관한 제안 보고서에서는 농경지에 투입되는 비료, 농약, 농기계 등에 의한 에너지 투입과 식량생산 등에 의한 에너지 산출과의 차액을 계산하여 에너지의 효율성을 측정하는 기준으로 삼기 위한 논의 보고서를 발표함.
  - 에너지지표개발과 관련 세 가지 안이 소개되었는데 i) 1안은 전체 농업 에너지 투입만을 기준으로 하고, ii) 2안은 농업 생산에 소요되는 에너지의 효율성을 기준으로 하며, iii) 3안은 농업에 있어서의 재사용 가능한 에너지를 기준으로 하고 있음. 많은 나라에서 제1안을 중심으로 긍정적인 견해를 피력하였으나, 유럽연합은 현재 유럽연합이 개발 중인 35개 지표 중 2개 지표가 이와 비슷하여 근본적인 취지는 찬성하나 더 진전되는 것은 곤란함을 표명. 의장은 많은 나라에서 긍정적이나 이 안에 대해서는 연기하여 다시 재검토 후 2003년 6월 JWP에서 다시 언급할 것임을 밝힘.
- 토양유기탄소 지표 전문가회의가 2002년 10월 캐나다 오타와에서 개최되었는 바, 오스트리아는 유기탄소 문제는 토양 질 지표에도 중요하기 때문에 추후 진행 방향도 중요함을 지적하였고, 캐나다는 일반적으로 토양유기탄소 증가가 토양의 질 증가로 알려졌으나 토양에 질소가 많은 경우 문제가 될 수도 있음을 지적
- 토양침식/토양 생물다양성 전문가 회의가 2003년 3월 이탈리아 로마에서 개최될 예정인데, 캐나다와 독일, 영국이 적극적인 지지의사 표명
- 국토보존지표 전문가 회의가 2003년 5월 일본 도쿄에서 개최될 예정인바, 우리 대표단은 전문가를 파견하여 발표하겠다고 일본입장을 강하게 지지의사 표명. 전문가 회의와 관련 헝가리는 농업의 입장에서 홍수문제는 중요한데 숲이 가지는 홍수방지 기능도 언급해야함을 지적했고, 유럽연합도 홍수 억제 기능에 대하여 관심을 가지고 있음을 표명하며 홍수 방지에 관심이 있음을 표명

- 국토보존지표는 현재 OECD 농업환경지표개발과 관련 지역지표로 일본, 한국, 노르웨이를 비롯한 유럽의 일부국가만이 관심을 가지고 있으며, 미국과 호주 등은 다원적 기능의 정당성을 제시하려는 지표로 간주하고 지표개발에 강력한 반대 입장을 제시해오고 있음.
- 농약위해성 지표에 대한 진행보고서 발표에서 현재의 정보가 인터넷을 통하여 열람이 가능하며 3가지 모델에 대하여 개발이 끝나고 현재 시범 국가에 적용하여 검토 중에 있음을 보고했고 각 국가의 코멘트는 없었음
- 농장관리 전문가 회의가 2004년 2월 중에 뉴질랜드에서 개최될 예정인바, 상세한 사항은 2003년 6월 제17차 농업환경정책위원회 JWP에서 논의 예정
  - ※ 지표에 관한 종합보고서 작성시 핵심지표 및 지역지표와 관련하여 호주는 핵심지표와 지역지표가 함께 보고서 본문에 언급되는 것에 대해 강하게 반발하였고, 미국은 호주와 비슷한 입장이나 지역지표를 지표보고서의 국가별 강조부문의 별도 내용으로 삽입할 수 있음을 제안. 한국은 지역지표가 보고서에서 제외되거나 별도 내용으로 처리되어서는 안 된다는 강한 반대 의사를 표명하였고, 유럽연합도 호주와 미국이 반대한다고 해서 많은 나라가 주장하는 지역지표 문제를 별도로 처리하거나 제외할 필요가 없음을 주장
  - ※ 이번 JWP보고서의 i)양돈보고서에 관한 언급은 1월17일까지 제출하고 2월 중순에 수정된 보고서가 나올 것이고 ii)경종작물 보고서에서는 농업환경정책과 효과에 관한 정보를 4월 중순까지 제출해야 하며 iii)낙농 보고서에서는 정책과 효과에 관한 정보와 연구 내용 등을 1월31일까지 제출하고 iv)목록과 관련해서는 1월17일까지 검토하고 국가별 자료를 2월 하순까지 제출해야함.
- 2003년 JWP 제17차 회의는 6월 16~18일까지 개최될 계획이며 i)JWP mandate의 연장 문제 ii)낙농과 경종작물 연구의 첫번째 의제 iii)지표관련 보고서 검토, iv)농업환경정책조치 평가 v)농장관리 워크샵 계획, vi)Biomass 워크샵 내용 등을 다루게 될 것임.

- 2001년부터 논의해온 JWP의 3년 Mandate가 2004년 1월에 종료됨에 따라 JWP Mandate 연장과 관련한 내용을 2003년 6월 JWP 회의에서 논의할 예정임

### 3.2.6. 2003년 6월 제17차 JWP 회의 결과

- 농업환경지표 종합보고서 전문 초안 및 세부계획에 대한 회원국 의견 제시
  - 종합보고서의 전문(preamble) 초안(Box 1)과 관련 종합보고서 제3권과 같이 핵심지표와 지역지표로 구분하지 않았으며, 최근 개최된 5개 지표 전문가회의와 향후 개최 예정인 2개 지표전문가회의 결과, 제안된 권고사안을 포함하여 발간할 예정임.
  - 종합보고서의 발간목적은 회원국의 농업환경 여건 및 최신 관련정책의 동향에 관한 정보를 제공하고, 현재 개발 중인 지표에 대한 검토와 평가 및 회원국과 국제기구의 정책개발에 활용하며, 미래에 있어서 적용한계와 핵심 쟁점을 개략적으로 기술하는 데 있음.
- 종합보고서 4권의 작성에 대한 세부 추진계획
  - 농업환경지표 종합보고서 4권의 구성은 2002년에 발간된 농업환경지표 보고서 3권과 비교하여 정책부분을 포함하여 주로 지표방법론, 배경자료 등의 상세한 설명 자료는 웹사이트에 올리고, 본문은 전문과 각국별 보고부분으로 분리하여 수록하는 것으로 제시함.
  - 또한 종합보고서에는 농업환경정책의 모니터링 및 평가와 지표활용부분을 제시하며, 각 지표별 최근 전문가회의 제시된 자료와 분석결과 및 제안사항을 보완한 상세한 보고서에 수록될 내용의 초안을 제시함.
  - 농업환경지표 종합보고서는 2000년부터 회원국의 농업환경변화 실태 파악을 목적으로 지표개발과 논의된 내용을 총괄하는 보고서로 전문 초안의 주요내용과 관련 핵심지표와 지역지표로 유형화하여 제시하는 등의 쟁점사항에 대해 회원국의 상당한 논란과 사무국의 절충안이 제

시되었음.

- 사무국은 농업의 환경성과와 관련 농업에 영향을 받는 자연자원스톡을 제시하는 지표 가운데 토지지표를 분리하여 별도의 항목으로 제시하고 핵심지표인 토지이용과 지역지표와 관련된 토지생태시스템 기능 및 경관을 분리하여 제시하는 방안을 제시하였고 대부분의 회원국이 수락의사를 밝힘.
- 향후 지표개발을 위한 설문조사 방식과 관련 설문문항에 대한 심층적인 토의가 필요하다는 안이 제시되었으나 사무국은 설문조사 방식과 관련 7월중에 회원국에 관련 자료를 보내고, 7~8월중에 OECD 웹사이트를 통해 의견을 수렴한 후, 최종적인 설문자료는 9월말이나 10월초까지 초안 자료를 완결하는 일정을 제시함.
  - 설문조사 문항 및 양식에 대한 검토의견은 인터넷을 통한 전자토론(EDG)을 이용하기로 하였으며, 회원국의 적극적인 검토의견 제시를 요청함.

### 3.2.7. 2003년 11월 제18차 JWP 회의 결과

- 농업환경지표 개발과 관련하여 JWP 제18차 회의에서는 주로 종합보고서 발간과 관련하여 핵심 쟁점사항으로서 전문에 포함되어야 할 사항 중 “모든 OECD회원국들이 동의한 지표에 대한 노력을 집중할 것이다”라는 문구 삽입에 관한 각국의 팽팽한 이견이 노출됨
  - 미국, 뉴질랜드, 호주: 지역지표를 배제하고 핵심지표만을 포함할 것을 주장
  - 우리나라, EU, 노르웨이, 일본 등은 핵심지표만을 포함하자는 위 문구 자체를 철회할 것을 요구함. 특히 EU는 「농업환경지표종합보고서 제4권」은 정보축적보고서(stocktaking report)의 성격이므로 지역지표를 배제해서는 안 된다는 강력한 입장을 견지
  - OECD 사무국은 중재안으로서 각 나라별 모든 지표자료를 일단 수집하

여 종합한 후 2004년 6월 JWP 회의에서 다시 지역지표와 핵심지표와의 관계를 논의하자고 제안하여 회원국들 수락

- 사무국은 2004년 12월 회의에서의 종합보고서 초안 공개를 목표로 각 회원국별 1~2명의 간사를 정할 것을 요청하였고, 2005년 중반 보고서발간과 농업환경지표에 관한 데이터베이스 구축을 위해 지표개발 작업에 박차를 가한다는 향후 작업방향에 대해서 언급함.

### 3.2.8. 2004년 6월 제19차 JWP 회의 결과

- 「농업환경지표 종합보고서 제4권」 발간에 대한 논의
  - OECD JWP의 핵심과제로 추진해온 농업환경지표 개발에 관한 종합보고서(제4권)의 구성은 요약보고와 각 장에 포함되는 지표의 구성(제3장-지역 대표성 지표, 제4장-전문가회의에서 논의된 모든 세부지표, 제5장-국가보고서, 제6장-정책수단으로서의 농업환경지표 활용) 등으로 이루어져 있음.
  - 종합보고서 제4권의 구성, 지표의 구성체계, 요약분야에 대해서는 대체로 지지 의견을 표명하였으나 지역지표로 논의되어온 지표의 처리방식에 대해서 여러 가지 의견이 제시됨
    - i) 우리나라를 비롯한 일본, 노르웨이, EU 등은 지표선정에 관한 명확한 기준을 요구하였으나, 사무국측은 이미 지난 2003년 JWP 회의에서 타협안으로서 제4장에서 제3장에서 제외된 지표를 포함하여 그동안 전문가회의 등을 통하여 논의된 모든 지표를 포괄하여 기술하기로 했음을 상기시킴.
    - ii) EU대표는 종합보고서 제4권 발간에 대해서는 향후 작업계획과 분리하는 방식이 합리적임을 제안하였고, 노르웨이는 농업경관지표는 농업의 긍정적 외부효과를 나타내는 중요한 지표이며 또한 지표 산정방식이 설정되어 있으므로 향후 지표개발 및 수집이 어렵지 않으므로 지속적인 지표개발 필요성을 언급하였고, 네덜란드는 지표의



비교가능성(comparability)에 대한 기준이 분명치 않음을 언급함.

iii) 미국은 종합보고서 제3장의 지표 기술체계에는 문제가 없으나 수질지표의 선택 및 에너지 사용 지표에 대한 산정방식의 일반성에 문제를 제기함.

- 사무국은 농업환경지표 종합보고서 발간과 관련하여 회원국들로부터 제시된 의견을 충분히 반영하여 보고서 초안이 이루어지는 기본원칙이 잘 지켜질 것임을 표명함. 또한 종합보고서에 제시된 핵심지표는 매 2년마다 갱신되고, 국가별 지표동향에 관한 내용은 웹 사이트에 올려진 자료를 참고하여 7월말까지 검토의견을 사무국에 제출해 줄 것을 요망함.
- 종합보고서 작성을 위한 농업환경지표에 대한 설문조사 진행과정
  - 1차와 2차를 설문조사서 및 양분균형지표 관련 조사에 대한 답변을 제출하지 않은 회원국은 7월말까지 사무국에 제출해줄 것을 강력 요청함.
  - 지표작성과 관련하여 농장관리지표 분야가 포함된 마지막 3차 질문서를 8월중 회원국에 송부하여 9월말까지 답변과정을 거쳐 12월 JWP 회의시 보고서 초안을 제출기로 함.
  - 사무국에서 작성한 국가별 보고서는 해당국에 송부하여 7월~11월에 걸쳐 검토를 완료하고, 요약부분과 각 장의 세부내용, 국가별 보고서 작성 등 전반적인 보고서 내용검토는 12월 JWP 회의에서 추가적인 심층 논의를 거쳐 2005년 중반에 종합보고서를 최종 발간기로 함.
- 농업환경지표의 향후 작업방향 계획
  - 2005~2006년 동안 농업환경지표를 개발함에 있어서의 작업내용을 3가지 항목으로 나누어 접근함.
    - ① 정책과 환경적 산출사이의 인과관계에 대한 이해를 향상시키고자 사무국 자원을 2005~2006년에 걸쳐 JWP 활동에 사용될 수 있는 세부지표(11개)에 초점을 맞추는 문제
    - ② 농업에 의해 영향을 받는 환경조건에 대한 기준이 되는 기초정보

제공을 위해 농업환경지표(22개 세부지표)를 갱신하는 문제

③ 농업환경지표에 관한 정보 축적 및 활용을 중심으로 2006년에 워크숍을 개최하는 문제

- 사무국은 11개 핵심지표의 지속적인 개발과 2006년 워크숍 개최계획에 관해서는 회원국의 지지의사 표명으로 안을 확정하였으나, 22개 세부지표의 작업방향과 관련해서는 종합보고서의 초안이 완성되는 12월 JWP 회의에서 다시 논의하여 결정기로 함.
- 사무국은 2005~2006년 농업위원회 예산이 감축되는 상황에서 지표개발과 관련하여 회원국이 요구하는 내용을 전반적으로 수용하기가 어려움은 있으나 향후 정책조치와 환경성과의 인과성 분석이 효과적으로 이루어지기 위해서는 핵심지표에 대한 개발·보완은 지속적으로 이루어져야 한다는 입장을 표명함.

### 3.2.9. 2004년 12월 제20차 JWP 회의 결과

- 농업환경지표 종합보고서(제4권)의 마무리 작업에 관한 논의
  - OECD 사무국은 농업환경지표 개발실태에 관한 설문조사 진행과정, 지표개발 진행과정의 정보공개 정도, 농업환경지표별 관련분야 전문가회의의 후속 작업 등 농업환경지표 개발 종합보고서 제4권의 전체적 내용 구성 등에 관해 논의해줄 것을 요청함. 또한 농업환경지표개발과 관련 2003년을 기준으로 데이터를 갱신하고, 특히 제3장과 제5장의 내용에 대해 일관성을 유지하는 문제에 대해 논의의 필요성을 제시함.
  - OECD 사무국에서는 회원국들이 동의하는 농업환경지표 관련 정보만을 웹사이트에 공개할 것이라고 설명하였으며, 각 지표들은 논의를 거쳐 필요하다고 인정된 것이므로 현재의 설문서 분량이 타당하다는 의견을 제시함.
  - 종합보고서 제4권에 대한 이해도와 활용도를 높이기 위하여 요약 및 핵

심부분 등을 추가할 것이며 향후 DPSIR(Driving force-Pressure-State-Impact-Response)의 분석을 바탕으로 보고서의 내용이 일관성을 유지할 수 있도록 작성키로 함.

○ 종합보고서 제3장의 내용에 관한 논의

- 제3장의 “OECD 추세” 부분의 목적, 구조 등에 대하여 사무국에서 설명하였으며, 향후 데이터 업데이트 일정 및 양분지표, 농장관리지표, 농약 위험 지표 관련 개발 문제에 대해 논의함.
- EU대표부는 DPSIR 분석은 현실의 상황과는 매우 다른 분석도구이며 특히 투입요소 사용, 에너지 사용 부분에서는 EU의 상황과 매우 다르다고 주장함. 프랑스를 비롯하여 대부분의 회원국들은 DPSIR 모델이 제3장과 제4장에 제시된 지표를 일관되게 분석하지 못하고 있어 동 모델의 유용성에 대하여 의문을 제기하였음.
- 우리나라를 비롯하여 많은 회원국들이 에너지 사용 지표의 정확성 및 산출근거에 대하여 의문을 제기하였으며 에너지사용 지표에 대하여 농업분야만을 고려한 데이터 수집을 주장하였음.
- OECD사무국에서는 DPSIR 분석은 정책과 환경 성과간의 관계를 파악할 수 있는 유용한 도구로 농업환경지표를 체계적으로 분석하는 수단으로 활용될 수 있음을 강조함.

○ 종합보고서 제4장의 내용에 관한 논의

- 제4장 “OECD Progress”는 지표 개발에 대한 전문가회의 결과를 담게 되고, 지표개발 작업의 틀, 자료문제, 향후 과제 등을 담고 있음.
- EU는 긍정적 외부효과를 가진 지표개발이 필요하며 다양한 농업정책은 다양한 지표 개발을 필요로 하며, 각국의 고유한 상황을 반영한 지표가 필요함을 주장.
- 우리나라는 향후 지표 개발과 관련하여 각국의 고유한 농업환경을 반영하는 지표와 국가간 비교 가능한 지표의 두 가지를 분리하여 개발하는 방안을 제시하였음.

- 사무국에서는 제4장은 단순한 전문가회의 결과 보고서이므로 새로운 지표 개발 또는 특정 지표의 포함 여부를 논의하는 것은 아니라고 설명함.
- 종합보고서 제5장의 내용에 관한 논의
  - 제5장은 각 회원국의 농업환경정책 및 성과를 비교하기 위하여 3개 부문으로 나누어 국가별 보고서를 작성하였으며, 농업환경지표 작성 설문서, 정책목록, 연구결과 등을 이용하여 적성기로 함.
  - OECD사무국은 표준화된 기본적인 틀을 기초로 보고서를 작성하며 국가간 비교가 용이하므로 더 많은 회원국에 대한 국가 보고서가 보다 중요하게 될 것임을 강조함. 그러나 우리나라를 비롯하여 EU국가는 국가별 보고서의 표준화도 중요하나, 각국의 고유한 상황을 반영할 수 있는 유연성도 중요한 요소임을 강조함.
  - OECD사무국은 표준화된 장별 구성과 관련 초안을 작성하여 회원국에게 회람하고 의견을 수렴하여 최종 확정기로 함.

### 3.2.10. 2005년 7월 제21차 JWP 회의 결과

- 농업환경지표개발 종합보고서 제4권에 관한 논의
  - OECD사무국은 지난 12월 JWP 제20차 회의 이후 각 장별 수정사항에 대하여 설명하였고, 3장과 4장의 공개승인에 대해 회원국의 의견을 요청하였음.
- 종합보고서 제3장의 내용에 관한 논의
  - 캐나다는 양분균형 지표의 변화를 설명하기 위하여 사용된 “비율변화” 개념이 오히려 오해를 일으킬 소지가 있음을 지적하였으며 영국은 에너지 관련 통계자료가 정확하지 않음을 지적함.
  - 일본은 물 관련 지표 중 “물 가격 부과(water charges)”의 세부지표는 환경영향을 나타내기에 부적합한 지표임을 지적하고 삭제를 요구함.
  - 우리나라는 “물 가격 부과” 세부지표와 수자원의 효율적 사용과의 연

관성이 명확하지 않음을 지적하였고, 미국은 GMO 작물이 생물다양성에 미치는 영향에 대한 기술이 정확하지 않음을 지적하고 수정을 요구함.

- OECD 사무국은 농업에서 직접적으로 사용하는 에너지 사용량만 포함하였음을 설명하고 물 가격 부과 세부지표는 이미 합의되었던 사항이며 생물다양성 지표 관련 부분에 대하여 다시 검토할 것임을 약속함. 또한 “비율변화” 대신 수치로 표현하는 방법을 검토할 것이며 물 가격 부과 관련 표현을 균형 있게 작성하도록 노력할 것임을 밝힘.
- 종합보고서 제4장의 내용에 관한 논의
  - 미국, 덴마크는 4장에 포함된 지표들의 정책과의 연관성, 개발 방향, 전문가 회의 시 논의되었던 권고사항이 명확하게 기술되어야 함을 강조함.

### 3.2.11. 2005년 12월 제22차 JWP 회의 결과

- 종합보고서 제4권 3장과 4장에 관한 논의
  - OECD 사무국은 농업환경지표가 회원국의 농업정책 및 농업생산이 환경에 미치는 영향을 측정하기 위한 도구로써 개발되었음을 설명하고 각 지표에 대한 비교가능하고 신뢰할만한 데이터 수집이 필요함을 강조함. 특히 농업환경지표 종합보고서 제4권 중 3장과 4장은 2005년 7월 JWP 21차 회의에서 원칙적으로 공개 승인에 동의하였으며 회원국 의견을 바탕으로 오류(데이터 오류 등)를 수정하였음을 설명함.
  - 일본은 제3장에 포함되어 있는 물 가격 지표가 완전비용회수가격(full cost recovery pricing)을 의미하며 일반산업분야와 농업부분의 물 가격 비교는 농업환경지표 보고서의 목적을 벗어나는 것이므로 삭제할 것을 주장함.
    - ※ 완전비용회수가격은 농업분야 관개에 소요되는 모든 비용(하부구조 건설비용, 관리비용 등)을 산정하여 물 가격을 책정하는 방법이며 일본과 우리나라의 경우 관개를 위한 기초 설비 투자가 큰 경우에 이

러한 가격 정책을 도입하는 것이 불가능함.

- 우리나라는 완전비용회수가격은 환경적 편익을 나타내지 못하며 물 사용 효율성과도 관련이 없음을 강조하고 농업환경지표는 농업생산과 환경과의 관계 측정을 위한 도구이므로 다른 산업분야와의 비교가 필요하지 않음을 지적하였음.
  - 뉴질랜드, 미국 등은 이미 3장의 여러 가지 지표에 대하여는 지난 7월 회의에서 오류수정을 전제로 공개승인에 합의했으므로 삭제가 불가하며 물 가격 지표가 각 국가의 환경성적을 나타낼 수 있는 유용한 지표라고 강조함.
  - 회의 2일째 사무국은 물 지표는 지난 6월 이후 회원국의 의견을 수렴하여 새로운 내용을 추가하고 동 지표의 한계에 대하여 충분히 기술하였음을 강조함. 산업별, 국가별 물 가격 비교를 위한 새로운 도표를 삽입하고 설명 부분을 보완하는 방법을 회원국에게 제안함.
  - 우리나라는 사무국의 제안에 대하여 농업환경지표는 농업생산과 환경과의 관계를 나타내는 것이므로 산업별 비교는 타당하지 않음을 지적하였음. 3장에는 동 지표 관련 산업별, 국가별 물 가격에 대한 그래프가 포함되어 있음을 지적하고 OECD 사무국의 새로운 제안과 3장 <그림 5>와의 차이점을 명확히 설명하여 줄 것을 요구함.
  - 일본은 동 지표가 아직 개발 중이며 회원국간 합의되지 않았으므로 동 지표를 4장으로 옮길 것을 제안하였으며 포르투갈은 새로운 물 처리 비용 지표(water treatment charge)의 개발이 필요함을 강조함.
- ※ 종합보고서의 3장은 이미 농업환경지표로 개발된 내용을 다루고 있고, 4장은 현재 개발 중이거나 논의 중에 있는 지표를 다루고 있음.
- 호주, 뉴질랜드, 미국 등은 3장의 지표는 이미 합의된 사항이므로 현재 상황에서 특정 지표의 삭제 또는 이동을 요구하는 것은 타당하지 않음을 강조하였음.
  - 회원국의 의견 대립이 계속되자 사무국은 중재안으로 동 지표 관련 기술은 3장에 남기되 관련 그래프(<그림 5>, 산업별, 국가별 물 가격

비교 그림)는 4장으로 옮기는 방안을 제안하였음. 사무국의 수정안에 대해 일본과 우리나라, 스위스, 포르투갈은 동 제안을 받아들였음.

○ 종합보고서 5장과 6장에 관한 논의

- 사무국은 5장은 회원국의 농업의 환경영향에 대한 보고서이며 지난 7 월회의 이후 EU 15개 국가가 추가되었음을 설명하고 국가별 비교를 위한 표준화된 도표 및 구성에 대한 회원국의 의견을 요청함. 또한 6 장은 정책 분석도구로써 농업환경지표의 사용 가능성에 대한 보고서 임을 설명하고 동 보고서의 구성에 대하여 회원국의 의견을 요청함.
- 대다수의 회원국들은 5장의 표준화된 표가 회원국의 농업정책이 변화에 따른 환경변화를 잘 나타낼 수 있도록 보완이 필요함을 강조함.
- 6장과 관련하여 대다수 회원국들은 일부 국가의 사례만을 기술하기보 다는 종합보고서 제4권의 종합적인 내용을 포함하여 농업환경지표의 정책 도구로써의 유용성을 기술할 필요가 있음을 지적하였음.
- OECD 사무국은 회원국의 지적에 대하여 동의하였으며 회원국의 의견 을 2006년 2월 24일까지 제출하여 줄 것을 요청함.

○ 종합보고서 장별 구성에 관한 논의

- 일본과 우리나라는 토양침식지표가 논을 제외한 토지를 대상으로 조사되 고 있음을 지적하고 논을 포함하여 동 지표를 산정하여 줄 것을 요청함.
- 미국은 농장관리지표가 현재의 회원국의 정책 변화를 잘 반영하지 못 하고 있음을 지적하였고 이탈리아는 에너지 지표 산출 방식에 대하여 명확한 설명을 요청함.
- 호주 등은 4장에 새로 포함된 ‘농업환경지표 평가 부분’ 관련하여 평 가 기준 및 데이터 유용성에 대한 보완이 필요함을 지적함.
- 사무국은 회원국의 지적에 대하여 동의하였으며 회원국의 의견을 2006년 2월 24일까지 제출하여 줄 것을 요청함.

○ 종합보고서 총괄요약에 관한 논의

- 사무국은 총괄요약이 종합보고서 제4권의 전체 내용을 요약하는 것임

을 설명하고 2003년에 발간된 종합보고서 제3권의 요약을 기준으로 작성할 것임을 설명함.

- 노르웨이, 영국 등 대다수 회원국들은 총괄요약이 정책결정자에게 유용한 정보를 제공할 것임을 기대하며 종합보고서의 내용을 균형있게 반영하기 위해 그래프와 박스 등을 이용한 서술 방식을 제시함.
- 사무국은 2006년 2월에 수정 보고서를 회원국에게 송부할 것이며 3월 17일까지 회원국의 의견을 받고 내년 6월 JWP 회의 이전에 최종 보고서를 회원국에게 송부할 것을 약속하였음.

### 3.2.12. 2006년 6월 제23차 JWP 회의 결과

- 종합보고서 제4권의 구성 재편에 관한 논의
  - OECD 사무국은 농업환경지표 개발 종합보고서 제4권의 장별 구성과 관련 우선 회원국들의 농업환경 조건(제1장), 농업환경 지표 개발 진행 사항(제2장), OECD회원국의 농업환경 조건 분석(제3장), 정책분석을 위한 농업환경지표 사용(제4장)으로 이루어져 있음을 제시함.
  - 2005년 12월 제22차 JWP 회의에서 회원국은 공개승인에 동의하였으며 2006년 2월 공개승인 여부를 논의하기 위한 각 장별 오류수정이 이루어졌음.
  - 사무국은 현재까지 종합보고서 제4권 작성 진행상황에 대하여 설명하고, 각 장별 논의를 통하여 이번 회의에서 전체 보고서에 대한 공개승인 여부를 결정할 것을 요청함.
- 종합보고서 내용에 관한 논의
  - 일본은 질소수지(nitrogen balance) 계산 방식의 변경을 요청하였으며 관개시설 현대화로 인한 수자원 사용 효율성 증가와 같은 긍정적 효과를 본문에 추가하여 줄 것을 요청하였음.
  - 우리나라와 일본은 요약 보고서 중점 강조부분에 물 사용과 관련하여 “관개에 대한 정부 지원은 수자원의 남용을 유도하며 효율적 수자원



사용에 방해요소가 된다”는 표현은 모든 OECD 국가에 적용되지 않음을 지적하고 수정을 요구함. OECD 사무국은 지적을 받아들여 ‘수자원 남용을 유도 한다’는 구절을 삭제하고 ‘효율적 물 사용에 방해가 될 수도 있다(can act)’는 표현으로 수정키로 함.

#### 4. OECD 농업환경지표 종합보고서

- 농업환경지표의 종합보고서는 1994년부터 지표개발에 관한 내용을 총괄하는 보고서로 2002년 12월 제16차 JWP 회의시 보고서에 담은 전문 및 내용 등 세부사항에 관해 이번회의에서 논의 합의함.
- 종합보고서의 전문(preamble) 초안
  - 종합보고서의 발간목적은 회원국의 농업환경 여건 및 최신 관련정책의 동향에 관한 정보를 제공하고, 현재 개발 중인 지표에 대한 검토와 평가 및 회원국과 국제기구의 정책개발에 활용하며, 미래에 있어서 적용한계와 핵심 쟁점을 개략적으로 기술하는 데 있음.
  - 농업환경지표(AEIs)의 적절한 선정과 개발을 위한 준거의 틀로 정책의 관련성(policy-relevant), 분석의 적절성(analytically sound), 해석의 용이성(easy to interpret), 지표의 측정가능성(measurable) 등을 제시하고 있음.
  - OECD의 농업환경지표 개발에 있어서 핵심 역할은 정책목적 달성을 위한 도구로 활용하고자 네 가지 사항을 강조함.
    - ① 정책적 대응이 요구되는 농업에서 환경여건의 실태 및 동향을 강조
    - ② 농업의 환경여건에 있어서 변화(기술과 소비자의 선호도의 변화)의 원인과 결과를 설명하기 위한 수단제공
    - ③ 정책의 입안, 모니터링, 평가와 정부 또는 국제적 합의가 이루어진 환경목표, 착수수준과 기준을 다루는데 있어서 정책결정권자를 보조하고 국가간 비교검토를 통한 경향의 도출

- ④ 정책각본의 모형화(예: 다른 정책기구 및 혼재시 환경효과)와 추진 방향과 가능한 정책개발을 추진하는데 변수로서 지표로 활용
- 종합보고서 4권의 작성에 대한 세부 추진계획
    - 농업환경지표 종합보고서 4권의 구성은 2002년에 발간된 농업환경지표 보고서 3권과 비교하여 정책부분을 포함하여 주로 지표방법론, 배경자료 등의 상세한 설명 자료는 웹사이트에 올리고, 본문은 전문과 각국별 보고부분으로 분리하여 수록하는 것으로 제시함.
  - 종합보고서 발간의 세부 추진계획에 대한 검토
    - 종합보고서 작성의 설문조사 대상기간은 1985~2002(가능한 경우 2003년치 포함)으로 하며, 향후 2003년과 2004년의 구체적인 추진일정
    - 2003년 주요일정을 보면 6월하순~7월초 : 회원국에 설문서 회람(17차 회의결과에 따름), 7월/8월에는 OECD 웹사이트 운영, 정보 공유 및 자료 수집, 9월하순~10월초에 회원국은 사무국 발신의 질의서에 대한 최종 답신, 11월 24~26에 개최될 제18차 JWP 회의시 종합보고서 준비과정 보고 및 4권의 각국 주요성과 부분을 작성
    - 2004년 일정은 3월초에 각국별 주요성과 작성 관련 2차 설문서 발송하고, 4월초 2차 설문서 작성 및 사무국 회신이 있고, 6월에 종합보고서의 초안을 완성하며, 2004년 하반기에 종합보고서를 발간하고 웹사이트에 게재하는 것으로 되어 있음
  - 종합보고서 발간과 관련 회원국별 농업환경지표 산정결과를 효과적으로 수집하고 종합하기 위해 OECD사무국은 지표작성 설문지를 작성한 후 회원국의 의견을 수렴한 후 국별 설문서를 작성하여 제출토록 함.

표 2-5. 「농업환경지표 종합보고서」 제4권의 목차 구성

1. 요약
요점 및 요약
2. 배경
※ 배경 설명: 보고서의 의도; 보고서 출처(전문가 회의, 설문서, 국가별 정보입력 등); Vol. 3 이후 보고서에서 달성한 것과 가치부여가 된 것; 지표의 해석방법과 지표의 한계; 회원국에서 달성한 것과 기타 지표개발에 대한 국제적 노력(예: Eurostat, FAO, IPCC, CBD 등의 제휴)
3. OECD의 농업 관련 환경 조건의 추이
3.1. 정황: 농업생산 및 토지이용- 최근 추세 및 미래 전망
a. 농업생산, 경지이용 및 환경 간의 관계 개관
b. 농업생산: 최근 추세 및 미래 전망
c. 농경지 이용 및 피복: 최근 추세 및 미래 전망
※ 농업환경지표의 요소인 3.2-3.9는 다음과 같이 구성됨
1. 지표 정의, 개념, 해석 및 한계
2. 최근 추세
3.2. 양분 수지
a. 질소
b. 인산
3.3. 농약 사용 및 위험
a. 농약 사용
b. 농약 위험
3.4. 농업 에너지 사용
3.5. 토양
a. 토양침식- 물과 바람에 의한 침식
b. 토양 유기탄소
3.6. 물
a. 물이용- 관개지에서의 물이용 변화
b. 수질- 수체의 질산염, 인산, 농약 농도
3.7. 대기 및 기후 변화
a. 암모니아 배출
b. 메틸 브롬화물 배출 및 오존 고갈
c. 온실가스 배출 및 기후 변화
3.8. 생물다양성
a. 농업 유전자 다양성- 작물 및 가축
b. 생태계(서식지) 다양

- 3.9. 농장 관리
  - a. 양분 관리
  - b. 병해충 관리
  - c. 토양 관리
  - d. 물 관리
  - e. 생물다양성 관리
  - f. 전체 농장 관리
- 4. OECD 농업환경지표 개발 진행상황
  - 4.1. 양분수지
    - Eurostat와의 제휴 프로젝트
  - 4.2. 농약 사용 및 위험
    - 농약 사용 자료에 관한 Eurostat와의 제휴 프로젝트와 농약 위험 지표에 관한 OECD 연구
  - 4.3. 농업 에너지 사용
    - 에너지 지표에 관한 IEA의 연구
  - 4.4. 토양
    - 토양 침식 및 토양 생물다양성(Rome, Italy, 2003)
    - 토양 유기탄소(Ottawa, Canada, 2002)
  - 4.5. 물
    - 물이용 및 수질(Gyeongju, Korea, 2003)
  - 4.6. 대기 및 기후변화
    - 암모니아(EMEP), 메틸 브롬화물(UNEP), 온실가스(IPCC)에 대한 국제기구 조성
  - 4.7. 생물다양성
    - 농업 생물다양성(Zurich, Switzerland, 2001) 및 CBD 사무국에서 연구
  - 4.8. 토지
    - 농업 경관(Oslo, Norway, 2002)
    - 토지 생태계 기능(Kyoto, Japan, 2003)
  - 4.9. 농장 관리
    - 농장 관리(Palmerston North, New Zealand, 2004)
- 5. 농업관련 환경 조건의 국가별 추세
- 6. 정책수단으로 농업환경지표 이용
  - 6.1. 서언(introduction)
  - 6.2. 농업활동과 관련한 환경조건에 대한 상태, 추세, 개관을 강조
  - 6.3. 시기별 및 국가별 성과 비교
  - 6.4. 정책, 농업 및 환경조건 변화 간의 원인-효과 관계 이해
  - 6.5. 정책을 위한 지표 이용의 한계, 지식격차 및 미래도전 요약

## 제 3 장

# 농업환경지표를 이용한 환경상태 비교

### 1. 농업정황지표

- OECD회원국의 농업생산 및 경지 등 농업자원에 대한 비교는 정황지표를 이용하여 이루어짐. 이들 지표에 따르면 OECD 국가는 세계 식량 공급의 주 생산국이며, 교역되는 주요 농산물(열대 농산물을 제외한 곡류, 육류 및 낙농제품)의 세계적인 주요 생산국(벼를 제외)이자 수출국임<표 3-1, 표 3-2>.
  - FAO의 2030년 농업전망에 따르면, 작물과 축산물의 생산 증가는 개발도상국에 비하여 낮을 것이라고 예상하고 있으나, 주요 세계 식량 수출국으로서의 OECD의 역할은 계속될 것으로 전망하고 있으며(작물생산에 대해서는 각각 연간 0.9%, 1.6%, 축산물 생산에 있어서는 각각 연간 0.6%, 2.4%), 심지어 그 역할은 보다 중요할 것으로 예상하고 있음(FAO, 2003).
- OECD 국가의 곡류, 육류 및 우유 생산에서의 증가 추세는 주로 호주, 캐나다, 멕시코, 뉴질랜드, 터키 및 미국에 의해 주도되며, EU15개국에서의 생산은 1990년대보다 낮은 비율로 성장할 것으로 전망됨. 그리고 일본의 농업부문은 더욱 감소할 것임.

표 3-1. OECD 국가와 세계의 농업생산(2002-2004)

구분	OECD 국가 (백만 톤)	전 세계 (백만 톤)	OECD 비중(%)
곡물	765	2132	36
- 쌀	31	589	5
- 밀	242	588	41
우유	285	517	55
육류	102	254	40

자료: FAOSTAT, 2006.

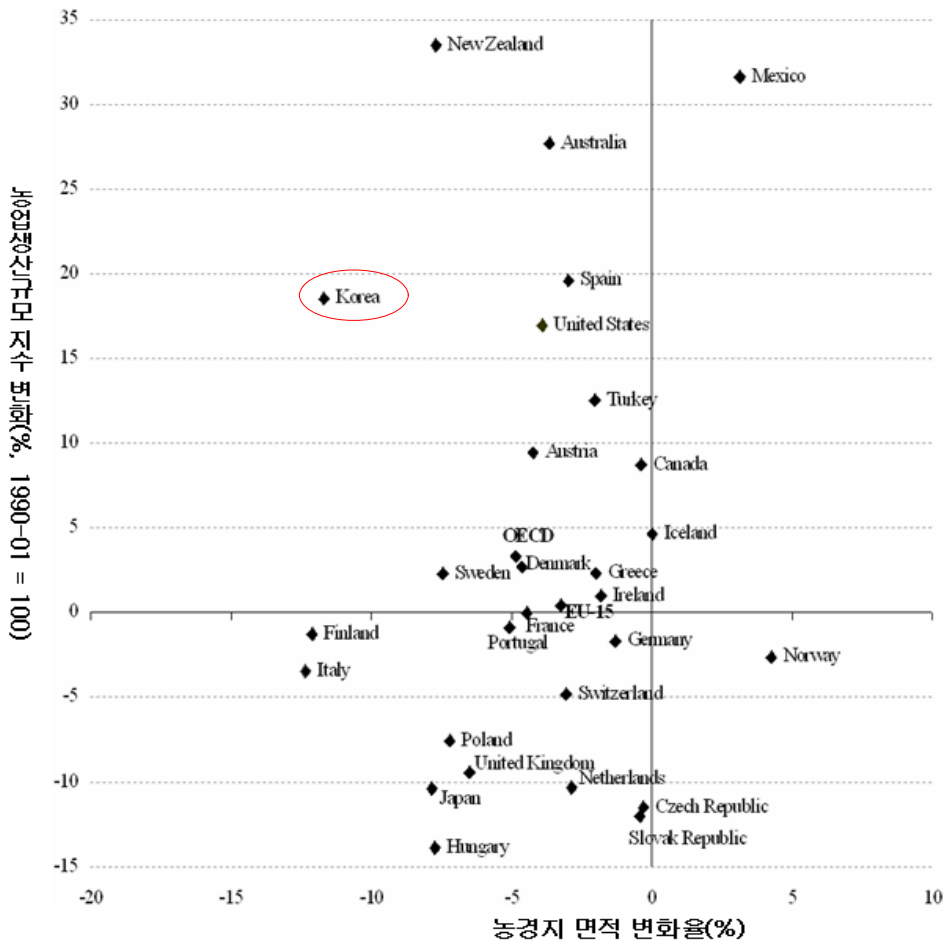
표 3-2. OECD 국가와 세계의 농업 수출(2002-2004)

구분	OECD 국가 (백만 톤)	전 세계 (백만 톤)	OECD 비중(%)
곡물	179	277	65
- 쌀	2	2	89
- 밀	83	116	72
우유	69	78	88
육류	20	28	73

자료: FAOSTAT, 2006.

- OECD 국가의 농가생산에서 예상되는 증가는 재배면적의 확대 혹은 가축사육두수의 증가보다는 생산성 증가에서 올 것으로 전망됨.
- 과거 20년 동안에 걸쳐, 모든 작물수량 증가의 반 정도는 유전적 향상에 기인한다고 볼 수 있고, 나머지는 투입재 사용의 개선 특히 비료, 농약 및 관개수의 사용 및 관리기술의 향상에 기인하는 것으로 보임.
- OECD 국가의 농경지 면적은 총 경지면적의 거의 40%를 차지하고 있으며, OECD회원국의 거의 3분의 2는 국토면적의 50% 이상을 농경지로 사용하는 것으로 나타남.
- OECD 국가는 농업생산, 경지면적, 투입재(양분, 농약, 에너지, 물)의 사용 및 환경 압력(1990-2003년)에서의 각각의 추이로 볼 때, 4개의 그룹으로 분류될 수 있음<그림 3-1>.

그림 3-1. OECD 국가의 농업생산 규모지수 및 농경지 면적 변화



주: 농업생산 지수는 작물 및 가축의 총생산규모지수이며, 1990-01년(=100) 대비 2001-03년 평균치임. 체코와 슬로바키아는 1990-92년 평균 = 1993-95년 평균이며, 벨기에와 룩셈부르크는 제외됨.

자료: OECD(2006).

- 농업생산 및 경지면적이 증가되는 국가(멕시코): 멕시코의 경우 많은 다른 OECD 국가에 비교하여 상대적으로 생산집약도가 낮지만, 농업생산과 경지면적의 증가에 의해 잠재적인 환경압력이 증가하고 있음.
- 농업생산이 증가하나 경지면적이 감소하거나 거의 안정적으로 유지되

- 는 국가(대부분의 OECD 국가; 호주, 오스트리아, 캐나다, 한국, 뉴질랜드, 스페인, 터키, 미국): 줄어든 경지면적에서 환경에 대한 잠재적인 압력의 전반적인 증가와 함께 최고의 생산 증가를 기록함.
- 농업생산 및 경지면적이 감소하는 국가(체코, 슬로바키아, 헝가리, 일본, 네덜란드, 폴란드, 영국): 전반적으로 환경에 대한 잠재적인 압력이 감소하고 있음.
  - 농업생산이 감소하나, 경지면적이 증가하는 국가(노르웨이): 투입재 사용의 전반적인 감소와 더불어 환경에 대한 잠재적인 압력이 감소하고 있음. 그러나 노르웨이의 경우 경작되는 면적이 뚜렷하게 상승하였는데, 그 일부는 조사기록의 향상에 기인함.

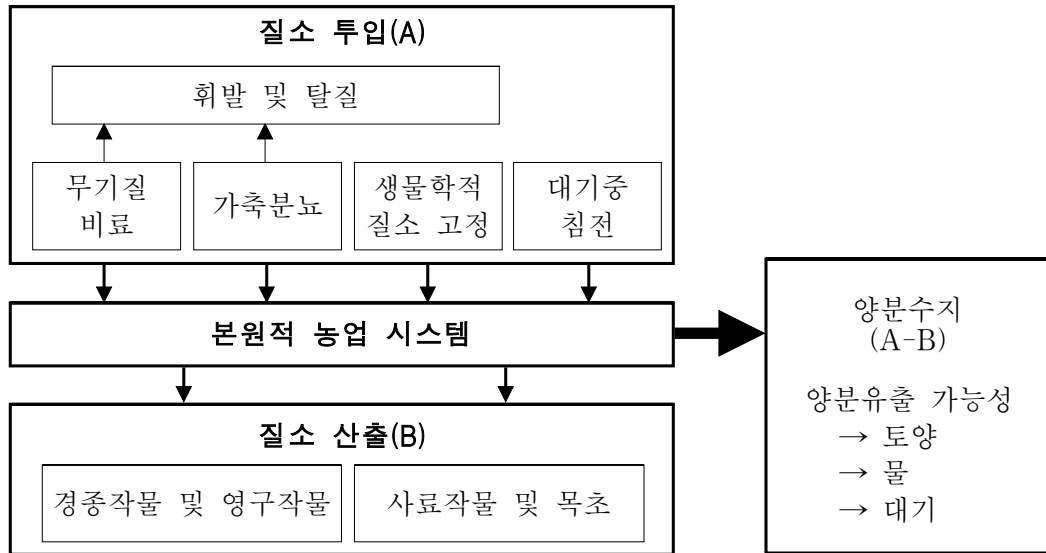
## 2. 양분수지지표

### 2.1. 양분수지지표 개요

- 양분수지지표는 농경지에 투입되는 화학비료나 가축분뇨 등의 양분량 (질소, 인산)에서 농작물 생산 등의 반출량을 제외하고 남은 양분량을 나타낸 값을 의미함. 즉, 단위면적당 양분 투입량(input)에서 산출(output)되는 양을 뺀 값을 말함<그림 3-2>.
  - 투입 양분으로는 화학비료, 가축분뇨, 유기질 비료, 생물학적으로 고정된 질소 및 대기 중 빗물에 의해 투입된 것 등이 있음. 반출 양분으로는 수확된 곡물, 식물체 중 질소, 인산 등의 양분임.
- 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.

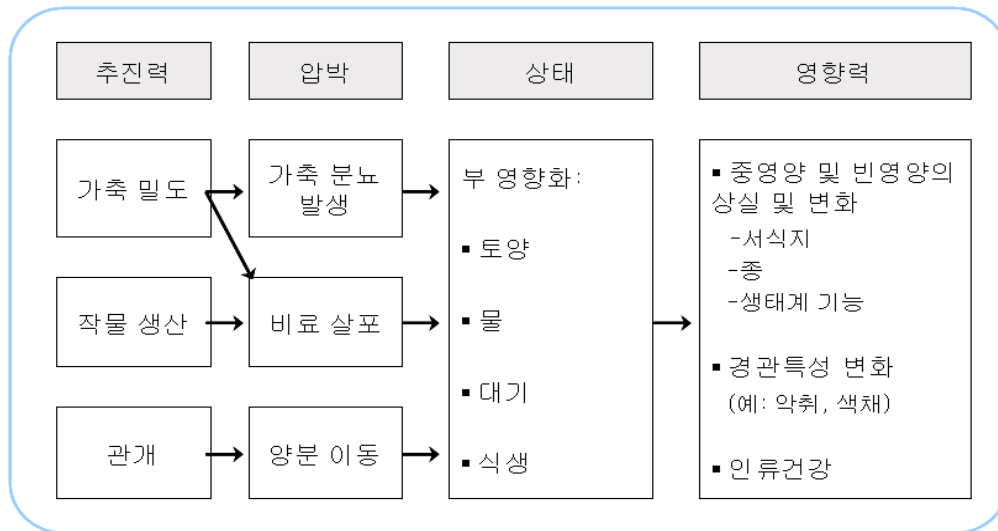


그림 3-2. 양분수지 지표 산정의 주요 요소(질소수지 기준)



- 질소는 토양, 물 및 대기환경으로 유실 또는 휘산되며, 환경이나 국민 건강에 무관한 질소가스의 방출과 온실가스에 영향을 미치는 일산화 질소의 방출은 질소 순환에 포함됨. 인산 수지의 각 요소는 질소 수지와 비슷하게 산정할 수 있으나 탈질, 휘산 및 생물학적 고정 등의 과정은 없음.
- 양분수지 지표를 DSPIR 측면에서 보면 가축밀도, 작물생산, 관개 등은 추진력 지표임. 또한 가축분뇨 발생, 비료살포, 양분이동 등의 경우 압박 지표이기도 하고, 토양오염과 수질의 부영양화 등을 발생하는 경우 상태 지표이고, 양분 유출에 따른 생태계, 경관, 건강 등에 영향을 미치는 경우 영향력 지표의 특성을 가지고 있음<그림 3-3>.
- 양분수지 지표는 대상 영역에 따라 국가수준·지역수준·마을수준·농가수준 별로 지표가 산출될 수 있음. 국가단위의 일정 농경지의 평균 양분지표 값은 국가별 공간 변이를 나타내는 중요한 지표임. 그러나 지역별 농업환경정책 수립과 같은 정책 개발에는 해당 지역단위의 양분 수지 지표를 활용하게 됨.

그림 3-3. 양분수지의 개념적 체계도



자료: Wascher(2000), p.184.

- 양분수지 지표는 환경오염 정도를 나타내는 잠재적인 요소이며 실질적인 수질오염이나 농업환경자원의 고갈 등 환경에 직접적인 악화 정도를 나타내는 지표는 아니나, 농업 및 농업환경 정책이 환경에 미치는 영향을 평가하기 위한 모델 개발 등 환경평가에 유용한 정보를 제공해 줌.

## 2.2. 양분수지 지표의 비교

- 1990년부터 2004년 사이 OECD회원국의 질소수지(톤 단위로 표시할 때)는 3% 감소하였고, 인산수지는 18% 감소함. 이로 인하여 토양, 물 및 대기의 환경오염을 줄일 수 있었음.
  - OECD회원국의 양분이용효율(투입양분 중 얼마만큼을 생산물로 회수하였는가를 나타냄)은 많이 개선되었으며, 특히 질소보다 인산이 현저하게 개선됨. 이에 따라 지난 15년 전에 비하여 OECD회원국의 질소질 비료 사용량은 2% 증가하였고, 인산질 비료 사용량은 9% 감소함. 대

부분의 OECD회원국에서 축산분뇨는 양분과잉의 중요한 요인임.

- 질소수지지표를 이용한 회원국의 농업환경 상태를 비교해본 결과, 1990~1992년 3개년 평균치 기준으로 농경지 ha당 네덜란드 345kg, 벨기에 255kg, 룩셈부르크 238kg, 한국 213kg, 일본 180kg 순으로 우리나라가 4위를 차지함. 이후 10년간의 농업환경여건 변화를 반영하는 2000~2002년 3개년 평균치 기준으로는 농경지 ha당 한국 240kg, 네덜란드 229kg, 룩셈부르크 199kg, 벨기에 193kg, 일본 166kg 순으로 우리나라가 1위로 기록됨<그림 3-4>. 이는 네덜란드나 룩셈부르크, 일본 등 타국가의 질소수지는 지속적으로 개선되고 있으나, 우리나라의 경우는 질소수지가 지속적으로 악화되고 있음을 나타냄.
- 인산수지지표를 통한 회원국의 농업환경 상태 비교 결과는 2000~2002년 3개년 평균 기준 농경지 ha당 룩셈부르크가 57kg으로 가장 높았고, 일본 52kg, 한국 48kg, 벨기에 20kg 등의 순으로 나타남<그림 3-4>.
- OECD회원국에서 지난 15년 전에 비하여 농경지 면적당 잉여질소의 강도 즉 질소수지는 약 15% 감소하였고, 인산수지는 약 30% 감소함. 질소수지에 비하여 인산수지가 현저하게 감소하였지만 농경지 토양에서의 인산 축적은 장래에 수질오염의 잠재적인 원인이 됨.
- OECD회원국 중 유럽 국가들을 제외한 호주, 캐나다, 뉴질랜드 및 미국의 양분수지는 증가하였으며, 유럽 국가 중에서도 헝가리, 스페인, 아일랜드 및 포르투갈은 양분수지가 약간 증가하는 추세임.
  - 양분수지가 증가하는 대부분의 국가들의 양분수지 지표값은 OECD 평균치보다 낮음. OECD회원국 중 벨기에와 네덜란드의 양분수지는 매우 높지만 지난 15년 사이 많은 양이 감소하였음.
  - 지난 15년 동안 질소수지의 증가는 농산물 생산량 및 비료 사용량의 증가와 가축 사육두수의 증가에 기인됨. 그러나 호주, 뉴질랜드, 헝가리에서는 가축 사육두수는 감소하였지만 질소비료 소비량은 크게 증가함. 그러나 캐나다의 경우 가축 사육두수는 감소하였지만 질소비료 소비량은 크게 증가함.

그림 3-4. 주요 OECD 국가의 인산 수지 비교

인산수지 (2000-02)	구 분	인산발생량 평균(톤)		인산수지(kg/ha)		인산수지 변화율(%)
		1990-92	2000-02	1990-92	2000-02	
57	룩셈부르크	8	7	63	57	-10
52	일본	339	251	65	52	-20
48	한국	103	92	47	48	2
20	벨기에	55	28	41	20	-51
20	영국	262	215	14	20	38
19	네델란드	75	37	38	19	-49
16	포르투갈	62	62	16	16	3
14	뉴질랜드	131	197	8	14	86
13	노르웨이	15	14	15	13	-13
13	EU-15	1,724	1,030	12	13	12
12	OECD	4,575	3,745	3	12	245
11	덴마크	47	30	17	11	-35
11	핀란드	59	24	23	11	-53
9	스페인	217	273	7	9	26
8	이탈리아	201	117	11	8	-30
7	아일랜드	45	29	10	7	-31
6	독일	253	99	14	6	-58
6	터키	354	228	8	6	-26
5	그리스	69	32	8	5	-38
5	스위스	18	8	11	5	-56
3	미국	1,139	1,303	3	3	12
3	오스트리아	26	10	7	3	-60
3	폴란드	98	53	5	3	-43
2	스웨덴	18	7	5	2	-63
2	체코	43	9	10	2	-80
2	캐나다	87	166	1	2	56
2	프랑스	328	60	10	2	-81
1	멕시코	175	5	2	1	-41
1	슬로바키아	36	2	15	1	-93
1	아이슬란드	3	2	1	1	-24
1	호주	31	384	0	1	1,398

단위: kg P/ha

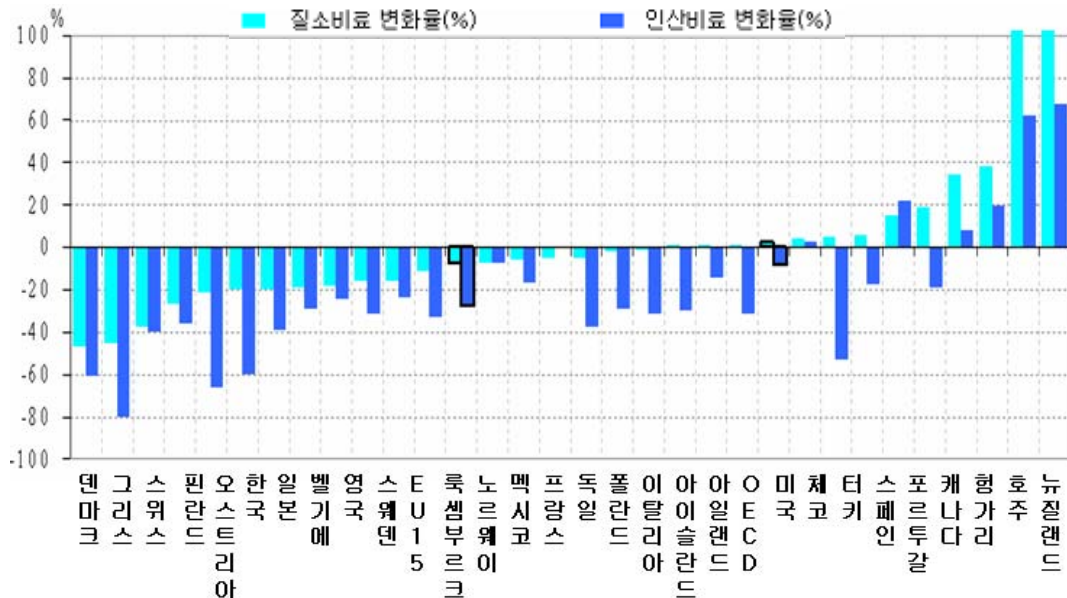
자료: OECD(2006).

- 전반적으로 OECD회원국은 체계적인 양분관리와 친환경농업을 하는 농가가 증가하면서 질소수지를 줄일 수 있었음. 또한 이들 국가에서는 환경오염에 영향을 미치지 않는 수준으로 질소수지를 유지할 수 있는 잠재력이 있음. 일본, 한국, 룩셈부르크 등에서 양분이용효율은

OECD 평균보다 낮은 편이며, 이들 국가에서 질소수지는 OECD 평균보다 높은 것으로 나타남.

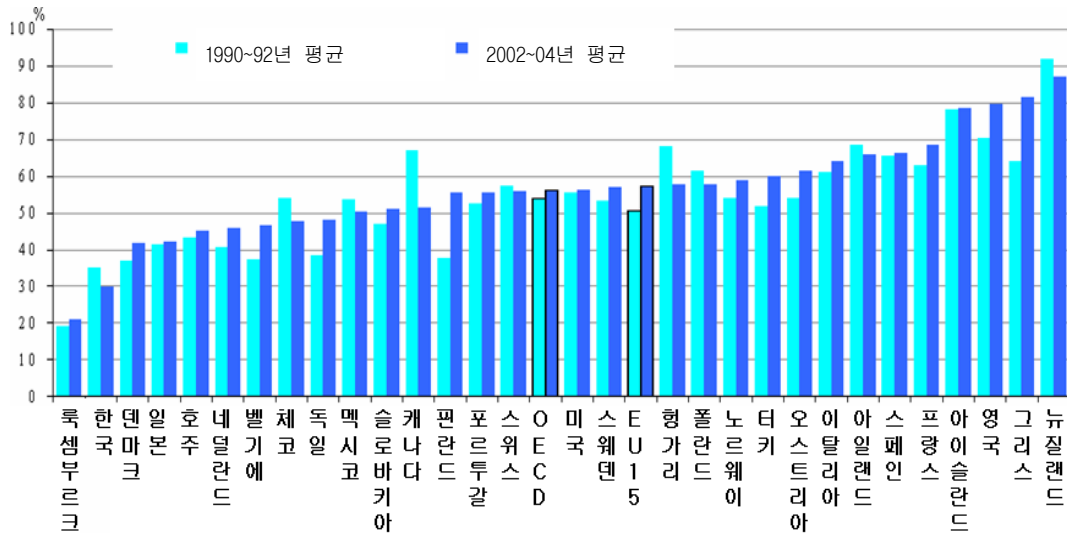
- OECD회원국의 투입양분의 주요 자원은 대부분 무기질 비료와 축산분뇨임. 투입양분 중 무기질 비료는 약 65%이고 축산분뇨는 90%이상을 차지함.
  - 일부 국가에서는 두과작물 재배에 의한 생물학적 질소고정 등이 질소 공급의 상당 부분을 차지하고 있음. 양분을 흡수하는 작물 종류는 농업생태계 차이에 따라 국가간에 큰 차이가 있음. 국가별로 작물종류별 양분 흡수를 보면 뉴질랜드에서는 목초이고 헝가리와 일본은 주로 주곡작물에 의한 양분흡수가 많은 편임.
- 대부분의 OECD회원국에서 지역단위 양분수지는 지역별로 상당한 차이가 있음. 국가 내 지역별 양분수지의 차이는 집약화된 축산업 및 옥수수과 같은 다비작물 재배와 콩 등의 소비작물 재배와 같은 작부체계의 차이에 기인함.

그림 3-5. 질소·인산 비료 사용 변화(1990-92년 대비 2002-04년)



자료: OECD(2006).

그림 3-6. 총질소수지에 근거한 질소 효율성(1990-92년 대비 2002-04년)



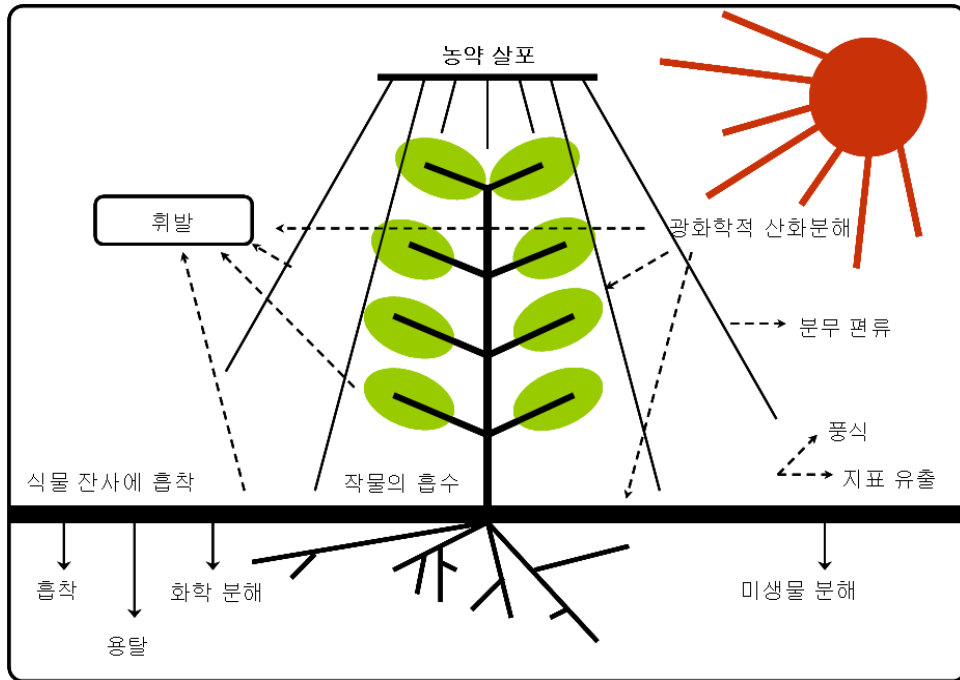
자료: OECD(2006).

### 3. 농약 사용 및 위해성 지표

#### 3.1. 농약 사용 및 위해성지표 개요

- 농약은 농작물 재배에 있어서 병해충 문제를 해결하는 유력한 농자재로 유익성을 인정받고는 있으나 부적절하게 사용하는 경우 환경과 인체에 위해요인으로 작용함.
  - 과도한 농약 살포시 식물잔사에 흡착 또는 용탈되거나 지표로 유출되는 경우 농업생태계에 부정적 영향을 미쳐 상당한 위해성을 가지는 것으로 나타나고 있음<그림 3-7>. 아울러 농약은 대체로 독성을 가지고 있어 살포시 주의하여 다루지 않으면 인체에 잠재적 위해요인으로도 작용함.

그림 3-7. 농업생태계 내의 농약 이동경로



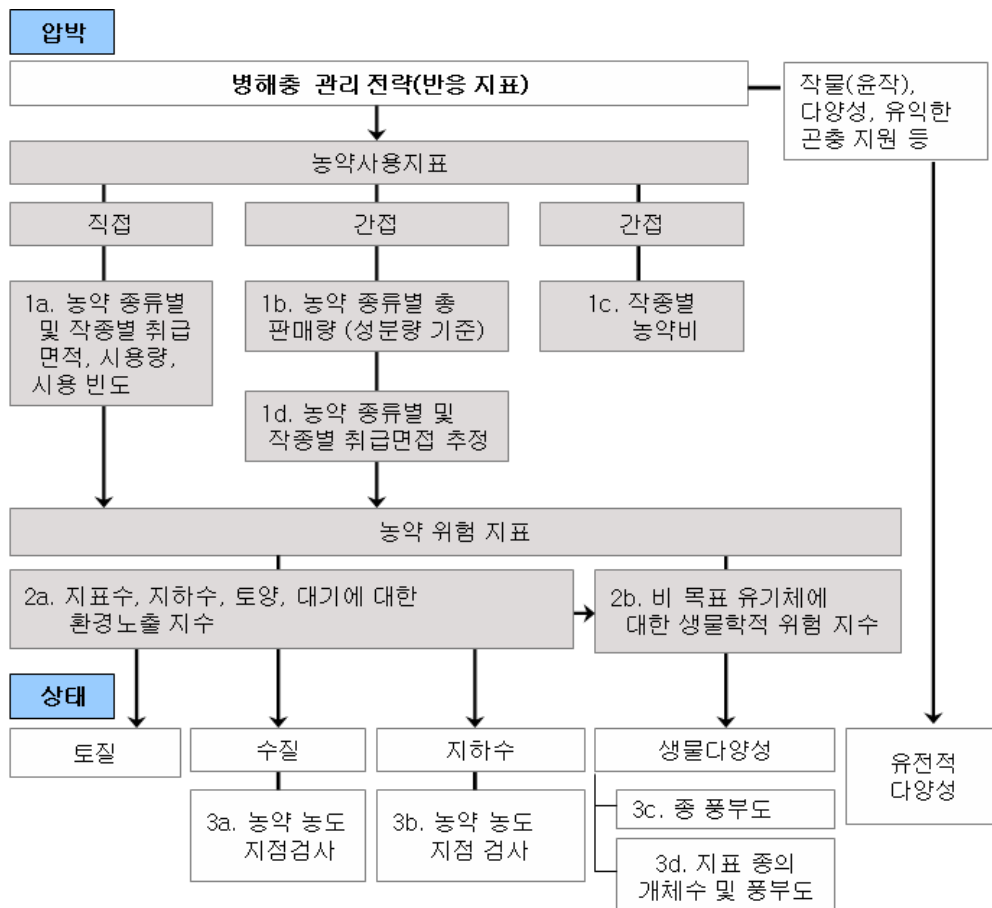
자료: Wascher(2000), p.193.

- 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 성장조절제와 살서제를 포함하는 기타농약의 주성분에 대한 데이터)의 전체량에 대하여 시간의 경과에 따른 추이를 나타냄. 여타 지표와 달리 농경지의 단위면적당 사용된 농약량으로 표시되지 않음. 농약 살포량은 작물별, 국가내 또는 국가간에 따라 달라지며, 때로는 사료작물에 사용되기 때문임.)

1) 농약사용은 사용량자료 중 이상적으로는 대표적인 샘플에 의하여 뒷받침되어야 하며, 농약사용에 대한 대체자료로 사용할 수 있는 자료로 극히 일부 국가에서 실제농

- 농약사용 변화와 위해성은 비례관계 등 특정한 관계로 설정하는데 어려움이 있음. OECD는 1997년에 농약위해성 지표를 도출할 수 있는 여러 가지 분석모형을 비교 검토하는 과제를 수행하여 기초식을 설정함. 그러나 현실적으로 관련 자료의 부족으로 농약위해성 지표를 산정하는데 상당한 어려움이 있음.
- 농업환경지표 분석의 DSPIR 측면에서 보면 농약사용량은 압박지표로, 농약위해성지표는 상태지표로 설정할 수 있음<그림 3-8>.

그림 3-8. 압박 및 상태 지표로서의 농약 사용 및 위해성 지표



약사용 자료를 가지고 있으나 대부분의 모든 OECD 국가들은 농약판매량에 대한 데이터로 보고하고 있음(임양빈, 2006).

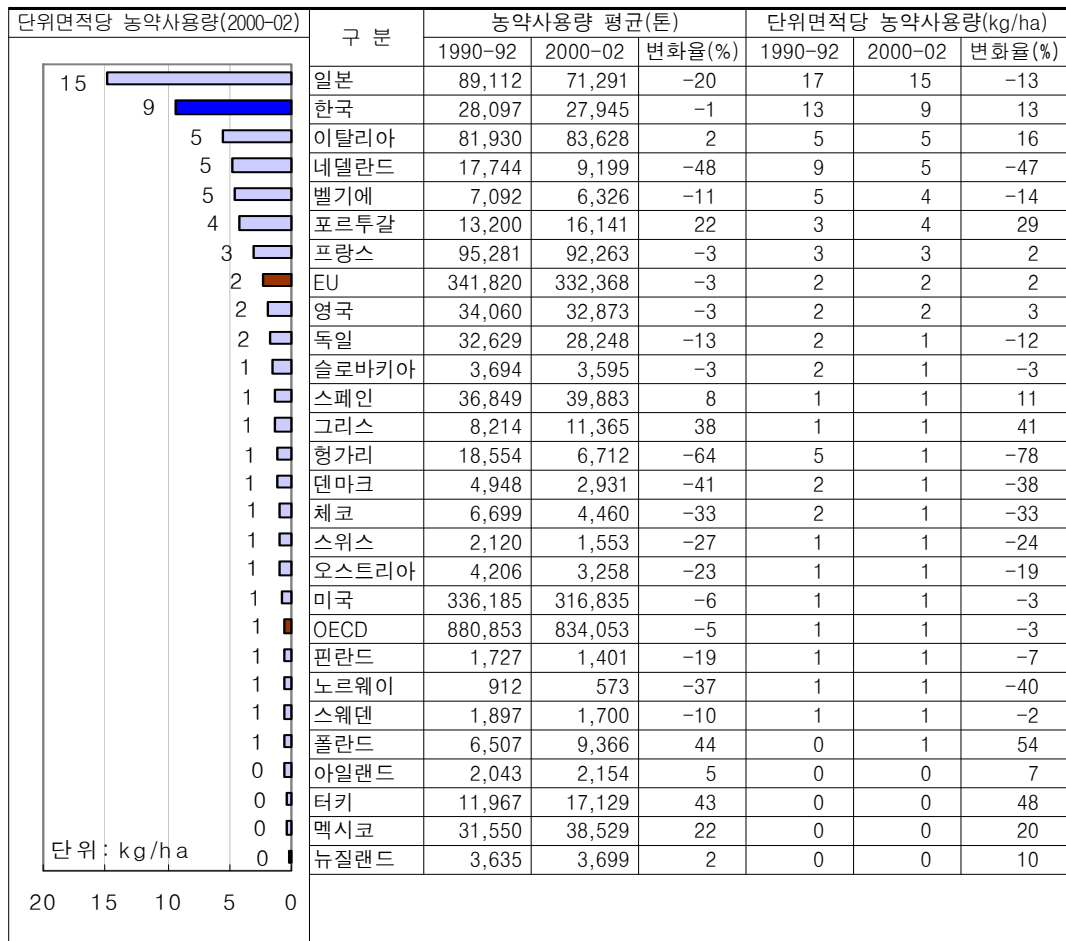


- 압박지표로 농약사용지표는 병해충관리 전략이라는 측면에서는 반응 지표이기도 함. 농약사용지표 산출을 위해서는 농약종류별·작물 종류별로 직접적 또는 간접적인 방식으로 농약사용량을 파악해야 함.
- 농약위해성지표는 농약사용에 따라 지표수와 지하수 및 토양 등에서의 환경노출지수의 경우 토질, 수질, 지하수질의 상태지표에 의해 파악될 수 있음. 또한 비목표 유기체(non target organisms)에 대한 생물학적 위험지수의 경우 생물적 다양성을 통해 파악될 수 있음.

### 3.2 농약 사용 및 위험지표의 비교

- 전체 농약사용량은 1990년에서 2002년 사이에 5% 감소함. 그러나 농약 주성분량으로 계산한 국가 간의 추이는 커다란 편차를 나타냄. 일부 국가에서는 농약사용이 증가하였으나, 대부분의 농약들은 시간이 경과함에 따라 환경 위해성이 약한 농약으로 대체되었음. 그러나 일부 오래된 농약들(예를 들면, DDT, Atrazine과 그 유도체들)이 환경 중에 잔류되므로 비록 이들 농약들의 사용이 현재는 금지되었지만 일부 국가에서는 여전히 관심의 대상임.
- OECD 국가 중에서 농약사용량이 많은 국가 중 하나인 이탈리아는 농약사용량이 증가하였으나 프랑스, 일본, 미국에서는 감소함. 이들 국가들은 2000년부터 2002년까지 전체 OECD 농약사용량의 2/3를 차지함<그림 3-9>.
  - OECD 국가의 단위면적당 농약 사용량을 비교해보면 2000~2002년 농약성분량을 기준으로 일본이 약 15kg/ha로 가장 많고, 우리나라가 9kg/ha, 이탈리아가 5kg/ha의 순으로 나타남.
  - 농약사용량이 20% 이상 증가한 나라들(그리스, 멕시코, 폴란드, 터키)은 농산물 생산량 확대(특히 멕시코, 터키)를 위해 노동력을 농약으로 대체한 결과임.
  - 농약사용량이 20% 이상 감소한 국가들은 오스트리아, 체코, 덴마크, 헝가리, 일본, 네덜란드, 노르웨이, 스위스이며, 이러한 감소는 국가간 중요성에 변화를 일으킨 여러 요인들이 복합적으로 관련된 것으로 파

그림 3-9. 주요 OECD 국가의 농약사용량 비교



자료: OECD(2006).

약되고 있음(OECD, 2006). 즉 작물생산의 감소, 장려금과 세금의 사용, 병해충 관리 기술 채택, 저독성 농약 및 적용범위가 넓은 새로운 농약제품의 사용, 유기농의 확대, 시장경제로 전환한 국가(체코, 헝가리)에서 농업보조의 급감 등이 요인임. 그러나 2000년경부터 이들 국가들의 농약사용은 EU국가가 되는 시점에서 증가하기 시작함.

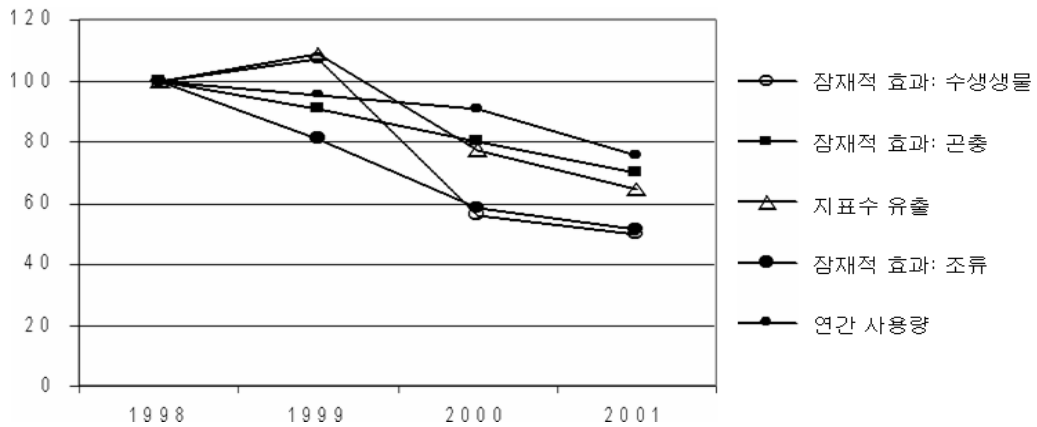
- 한국은 OECD 국가간 농약사용량 비교에서 1990년 대비 2000년에 약 1% 감소

된 것으로 나타남.

- 1992년 이후 농약사용량은 수도용 농약사용량은 감소하고 있으나 원예용이 증가함으로 인하여 전체 농약판매량은 크게 줄어들지 않고 있음. 단위면적당 농약 투하량이 많은 오래된 약제들이 최근에 개발된 저투입 고효성 농약으로 대체되고, 농약사용량이 적은 친환경농업이 확대되면 농약사용량은 지속적으로 감소할 것으로 전망됨.
- 지난 10년간 일부 제한된 OECD 국가의 농약사용지표들은 대부분의 경우 농약사용으로부터 인간 건강과 환경 위해성이 감소하고 있다는 것을 보여주고 있음. 이들 지표들은 농약사용 감소(증가)와 위해성 감소(증가) 사이에 연관이 있다고 제시하고 있으나, 일부 연구에서는 위해성은 농약이 살포된 대부분의 농가 토양에서 수치화할 수 없다는 견해도 있음.
  - 덴마크, 네덜란드, 노르웨이는 육상생물에 대한 위해성, 벨기에와 영국은 수생생물에 대한 위해성, 그리고 독일은 육상과 수생생물에 대한 위해성 자료가 제시됨. 스웨덴은 국가적으로 농약정책의 영향을 모니터링하고 개인 농가수준에서 경향을 추적할 목적으로 두 가지 농약위해성 지표를 개발함. 그러나 이들 국가들의 예는 지수들이 절대적이 아니라 상대적이므로 국가간 비교를 할 수 없음.
- 주요 국가별 농약사용지표 사례로 네덜란드는 1998부터 2001년까지의 농약의 연간 판매량을 기준으로 본 지하수와 생물에 대한 농약 위해성 지표의 추세는 서서히 감소하였고, 조류와 지렁이에 대한 잠재 급성독성에 대한 지표값도 서서히 감소함. 또한 1999년에 증가한 후 용탈과 수생생물에 대한 잠재적인 급성 독성효과는 다른 지표값과 같이 서서히 감소한 것으로 나타남<그림 3-10>.
- 스웨덴은 농약 위해성 감소 정책의 영향을 모니터링하기 위하여 두개의 농약 위해성 지표체계-국가수준(PRI-Nation)과 개인 농가수준(PRI-Farm)-를 개발함.
  - 국가수준과 농가수준의 두 모델은 동일한 접근법에 근거하며 위험성과 노출에 대한 자료는 사용강도에 관한 자료와 결합된 이용 가능한 실제자료, 전문가판단 또는 정책 평가에 근거하여 점수를 부여함.

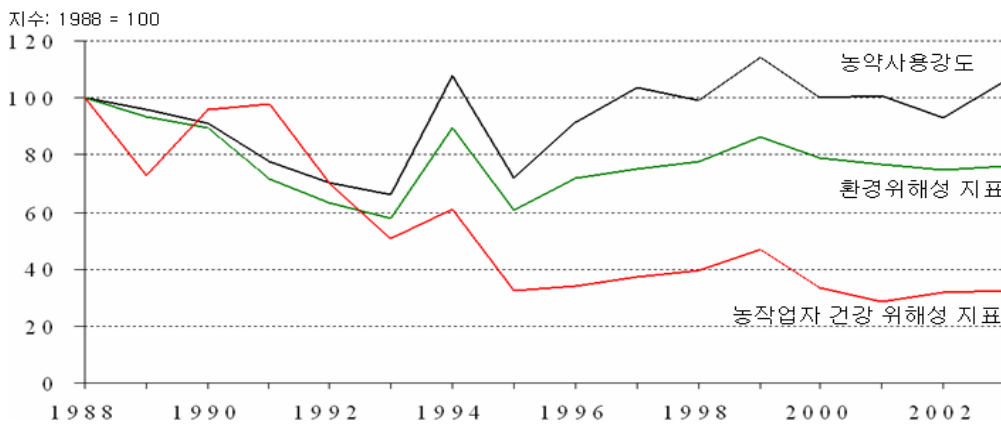
- PRI-Nation과 PRI-Farm은 환경 위해성과 농작업자 건강 위해성을 각각 포함하는 두 가지 지표임. PRI-Nation의 경우 환경과 작업자 건강 위해성에서 분명한 감소경향을 보여주지만 농약사용강도(예를 들면, ha 당 전체 사용수)는 1993년 이후 서서히 증가하고 있음.
- 농약 위해성에서 이러한 개선은 작물보호에 기초한 종합적이고, 필요성에 초점을 둔 농가 조언제도, 성공적인 규제활동 및 농약제품 개발 때문인 것으로 분석되고 있음<그림 3-11>.

그림 3-10. 네덜란드의 수생 및 육상생물과 지하수로의 용탈에 의한 잠재적인 급성독성효과점수



자료: OECD(2006).

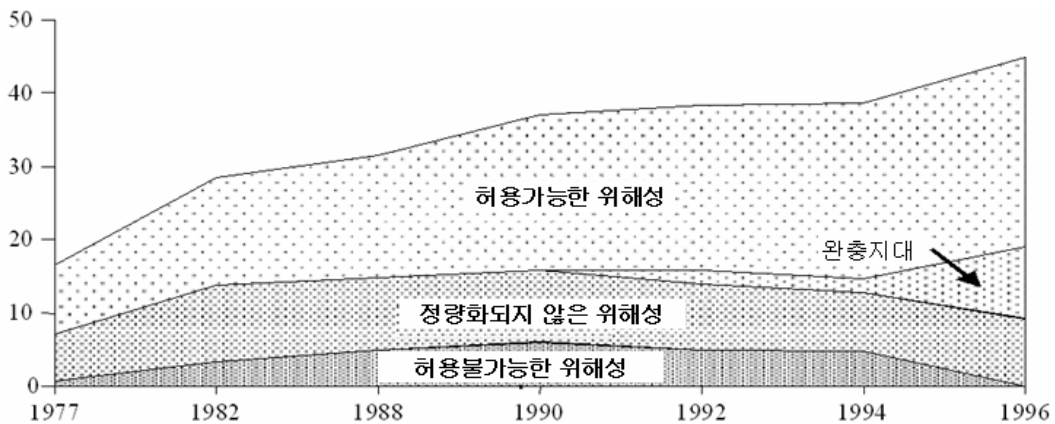
그림 3-11. 스웨덴의 국가수준 위해성 지표와 ha당 살포량(1988-2003)



자료: OECD(2006).

- 영국은 “임계치의 위해성 평가방법”을 개발하여 농약의 규제적인 평가를 위한 수생생물 임계치에 대한 위해성에 사용함. 이러한 평가법은 전체 농약살포지역을 다른 위해성 범주로 나누고 이것들이 시간에 따라 어떻게 변화하는지를 보여줌<그림 3-12>.
  - 여기서 나타난 결과들은 농약살포 전체면적이 1977년부터 1996년까지 계속해서 증가하고 있다는 것을 보여줌. 농약이 살포된 면적의 절반이 유럽 평가기준에 따라 위해성이 우려되지 않는 수준인 ‘수용 가능한 위험(Acceptable risk)’로 평가되었음. 1990년부터 완충지대가 위해성을 감소시키는데 기여하고 있으나 대규모 면적에 농약이 살포되고 있으며 이들에 대하여 위해성이 정량화되지 않아 더 많은 평가가 요구됨.

그림 3-12. 영국의 총 농약살포 면적



자료: OECD(2006).

- OECD 농약위해성지표는 농약독성과 노출로부터 육상 및 수생환경과 인간건강에 대한 위해성의 지수로 나타내고 있음. OECD 국가수준에서 사용되고 있는 농약위해성 평가모델의 기초는 농약독성, 노출, 총사용량 또는 농약살포면적으로 설정하고 있음.
  - 농약위해성지표를 사용하는데 가장 중요한 장애요인은 장·단기 독성, 농약사용자료, 작물중 농약사용량 등에 대한 자료부족임. OECD

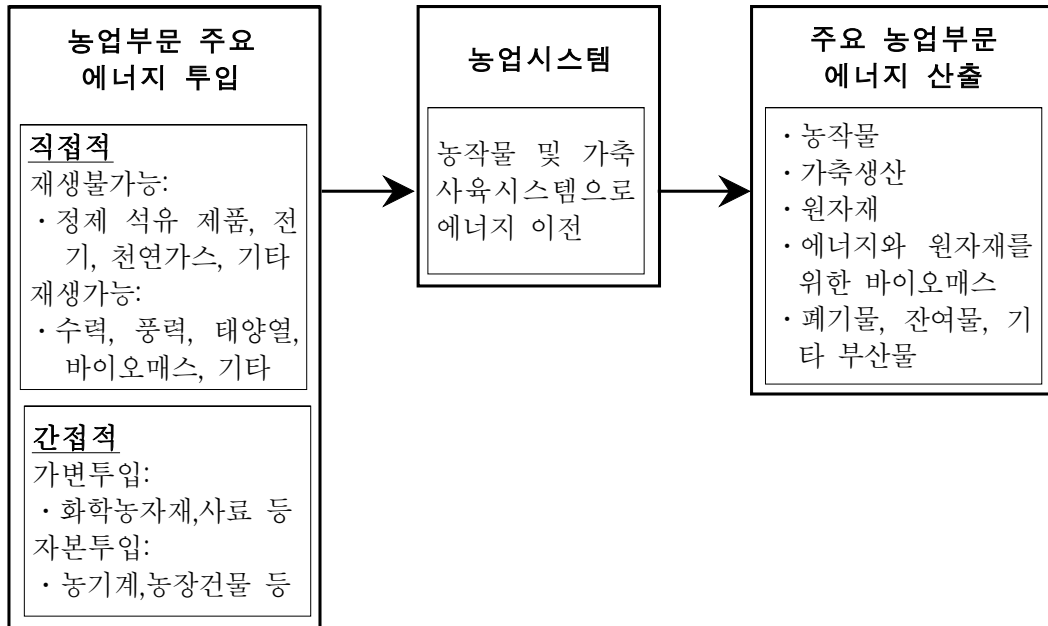
- 국가에서 농약위해성은 감소하였으나 농약사용과 위해성 사이에 연관성이 명확하게 밝혀져 있지 않음.
- OECD 국가의 농약위해성지표의 경향을 살펴보면 육상생물에 대한 위해성 평가는 덴마크, 네덜란드, 노르웨이, 수생생물에 대한 위해성 평가는 벨기에, 영국, 육상 및 수생생물에 대한 위해성 평가는 독일에서 이루어지고 있음.
  - 한국은 농약등록을 위해 신청된 농약을 대상으로 인간·가축·환경에 미치는 독성 성적을 토대로 위해성 평가가 이루어지고 있음. 등록후 농약의 위해성 평가를 위해 국내 실정에 적합한 위해성 지표 개발이 필요하고, 이를 토대로 사용농약에 대한 위해성 평가가 이루어져야 함.

## 4. 에너지 지표

### 4.1. 에너지 지표 개요

- 작물과 가축을 생산하는 농업시스템에서의 에너지의 투입과 산출 구조<그림 3-13>
  - 투입측면에서 크게 직접적 투입으로 재생불가능자원과 재생가능자원의 투입으로 대별될 수 있음. 간접적 투입으로는 화학적 농자재와 사료 등 가변 투입재와 농기계와 농장건물 등의 자본 투입재 등을 들 수 있음.
  - 산출측면에서는 농작물, 고기와 우유 및 계란 등 축산물 생산, 원자재, 바이오매스, 폐기물 등의 부산물 등을 들 수 있음.
- 농업은 에너지와 관련하여 에너지의 소비자인 동시에 생산자임. 영농활동은 작물과 가축 생산에 대한 직접적인 에너지 소비자이고, 또한 비료, 농약, 기계와 다른 투입재를 생산하는데 필요한 에너지의 소비 측면에서 간접적으로 에너지를 사용함.

그림 3-13. 농업부문 에너지의 투입과 산출 구조



- 농업은 역시 에너지를 생산할 수 있고, 공급원료(feedstock)로서 바이오매스 생산을 통하여 원료를 생산함으로써 바이오에너지와 생물원료를 공급함.
- 바이오에너지의 경우에 바이오에탄올과 같은 바이오연료와 열과 전기의 형태로 생물동력(biopower)을 포함함.
- 농업생산시스템에 있어서 구입 연료는 동력 제공에 필요하나 오존 고갈을 야기하는 전구물질뿐만 아니라 이산화탄소, 질소산화물, 이산화황, 분진 등의 방출을 통하여 대기오염을 가져올 수 있음.
- 농업부문의 에너지 지표는 국가 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.

- 대부분의 국가의 경우 지표산정의 임계치로 농업에너지 소비 자료를 임업과 임업 등 타 관련부문에서 소비되는 에너지와 분리하여 공표되는 자료를 찾기가 어려운 점을 들 수 있음.
- 농장내 직접적인 에너지 소비는 화석연료를 연소시킴으로써 발생하는 분진과 오존 고갈과 같은 대기오염에 관련된 2차적인 환경적 우려가 있다할지라도 일차적으로 온실가스 방출을 통한 기후변화의 상태에 대한 추진력으로서 작용함.
- 에너지 소비를 줄이기 위한 농업의 반응은 크게 에너지 이용 효율을 개선하는 것이고 또한 재생 불가능한 에너지를 재생 가능한 에너지 원으로 대체함으로써 이루어 질 수 있음.

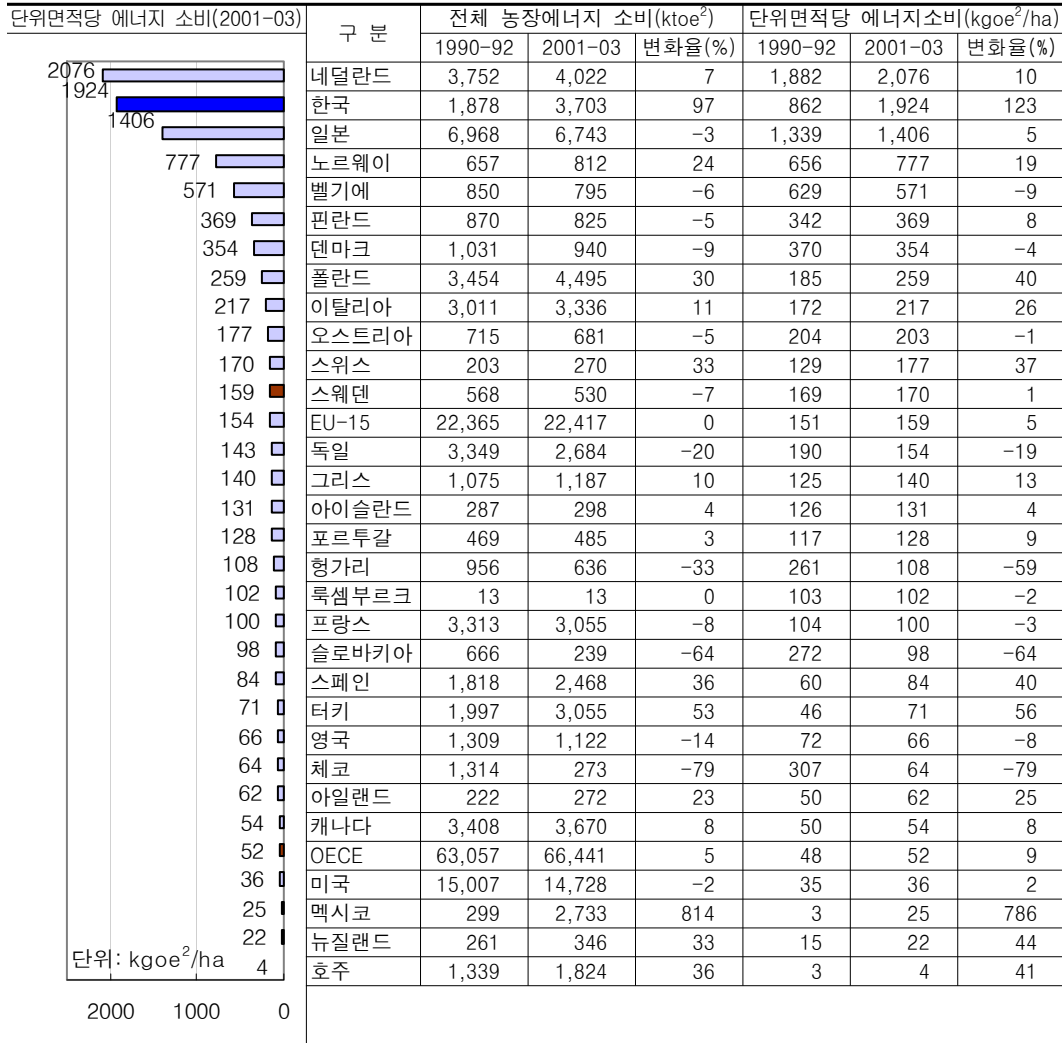
## 4.2. 에너지 지표의 비교

- OECD 국가의 농장 내 에너지 소비는 타 분야에서 17% 증가한데 비해 5% 정도 증가함. OECD 국가의 총 에너지 소비 중 농업의 비중은 약 2% 정도임 (2001~2003년). EU15와 미국이 OECD 국가의 농장 내 에너지 사용량의 거의 60%를 차지하였으며, 소비 증가율은 OECD 평균 이하임.
- 농장내 에너지 소비 증가의 대부분은 호주, 한국, 멕시코, 뉴질랜드, 폴란드, 스페인, 스위스, 터키에서 발생하였으며, 이는 2001~2003년까지 OECD 국가의 농장내 에너지 사용의 4분의 1이상을 차지함. 이들 국가에서 에너지 소비의 증가는 국가별로 원인의 상대적 중요성은 다르지만 크게 1990년대에 걸친 농업생산의 증가, 기계화의 지속적인 확대와 동력의 증가, 농기계에 의한 노동력의 대체에 의한 것으로 보임.
- 주요 국가의 2000~2003년 기준 단위면적당 에너지 소비량을 비교해보면, 네덜란드가 2,076kgoe<sup>2</sup>으로 가장 높았으며, 다음으로 한국 1,924kgoe<sup>2</sup>, 일본 1,406kgoe<sup>2</sup>, 노르웨이 777kgoe<sup>2</sup> 등의 순으로 나타남. 특히 우리나라의 경우 전체 에너지 소비량이 1990~1992년에 비해 97% 증가하였고, 단위면적당 에너지 소비도 같은 기간에 123%나 증가하여 에너지 소비량이 급격히 증가하였



음을 알 수 있음<그림 3-14>.

그림 3-14. 주요 OECD 국가의 농장에너지 소비량 비교



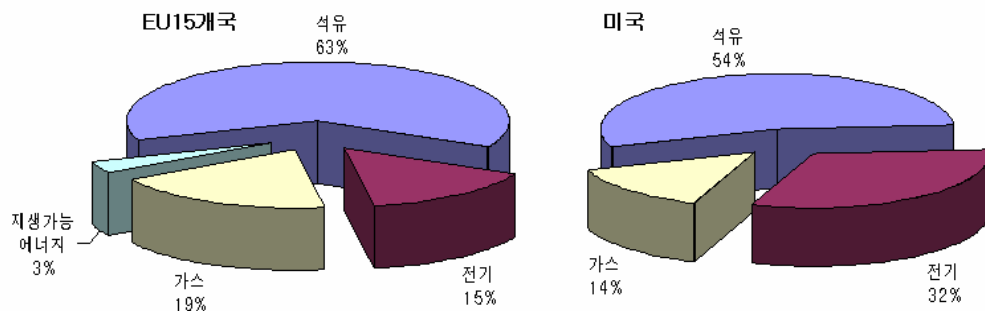
자료: OECD(2006).

- 체코와 슬로바키아, 헝가리는 중앙통제적 경제에서 시장중심적 경제로 전환되는 가운데 농가와 투입재에 대한 보조가 중단됨에 따라서 농업생산과 에너지 소비에서 커다란 감소를 경험함. 그러나 이들 국가의 경우 대략 2000년 이후 농장 에너지 소비는 EU회원국으로 가는 동안에 안정되거나 약간 증가

하기 시작함.

- 휘발유와 디젤은 대부분 OECD 국가의 주요 농장 에너지 소비원으로 EU15와 미국이 60% 이상을 차지함. 비록 적은 비중이지만 재생 가능한 에너지 생산이 증대되는 국가가 점차 늘어남에 따라 농장내 에너지 소비에서 재생가능 에너지가 차지하는 비중은 점차 증가하고 있으며, 특히 오스트리아, 덴마크, 핀란드에서 현저함. 또한 많은 국가에서 농장 내 에너지 소비 중 동력기계에 대한 전력이 차지하는 비중이 증가하는 추세임. 이는 부분적으로 기계에 의한 노동력 대체를 반영하고 있음.

그림 3-15. EU15개국(2001)과 미국(2002)의 농장 에너지 소비 구성



자료: EU: Eurostat와 New Cronos(2006), 미국:Miranowski(2004)

- 농장내 에너지 소비의 추이는 크게 에너지 가격, 농업 에너지 보조금, 에너지 소비효율에 대한 농민의 반응을 반영하고 있음. 실질적인 원유가격은 1997~1998년까지는 감소하는 추세를 보여주었고, 그 이후 가격이 상승하기 시작함. OECD 국가의 농장내 에너지 소비는 1990년대 중반까지 상승하였고, 그 이후 2003년까지 감소함.
  - 농업용 연료에 대한 에너지 보조금은 OECD 국가에서 광범위하게 지원되고 있음. 이러한 보조금은 농장내 에너지 소비를 줄이고 에너지를 보다 효율적으로 사용하는 데 저해요인으로 작용하며, 또한 보다 많은 에너지 사용을 자극하여 농업으로부터 온실가스 방출과 다른 대기오염물질의 증가를 가져옴으로써 환경에 대한 압력을 주고 있음.

- 농장내 에너지 소비 효율의 개선(농업생산에서의 증가보다 낮은 비율로 에너지 사용을 증가)은 많은 국가에서 뚜렷이 나타남. 예를 들어 덴마크, 스웨덴, 미국에서 농업생산은 증가하였음에도 불구하고 농장내 에너지 소비는 감소함. 캐나다에서 농장내 에너지 소비는 디젤 연료 소비의 증가 및 비료 사용의 증가에 기인하였는데 1990년대에 걸쳐 약간 감소함. 이에 상응하는 고 에너지 제품에 의한 작물생산은 감소함.

## 5. 토양지표

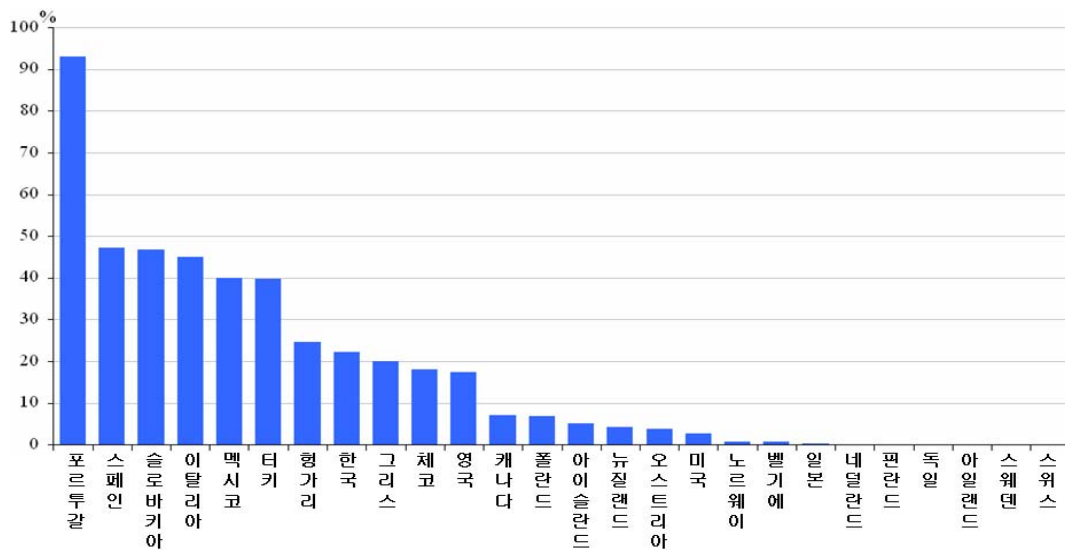
### 5.1. 토양지표 개요

- 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.
  - 물에 의한 토양 유실은 여러 OECD 국가들에서 토양 질에 있어 가장 중요한 이슈로 고려되고 있음. 한편 토양경화, 산성화, 독성물질의 오염, 염류화 등의 다른 토양 퇴화의 과정은 일부 국가의 특정지역에 국한된 문제이기 때문에 OECD 국가의 전체적인 동향을 파악하기는 불가능함.
- 토양은 적절한 생태계 관리와 농산물 생산성 증대에 있어 중요한 역할을 담당함. 토양의 건전성과 작물생산성을 관리하기 위하여 토양의 퇴화를 인지하는 것과 보존전략을 개발하는 것 사이에는 상당한 시차가 존재함.
  - 물에 의한 토양유실의 지표는 USLE(Universal Soil Loss Equation)모델에 의해서 개발됨. 토양상, 지형, 기후 및 작물 피복 등이 모델에 의해서 고려되지만 일반화된 입력 값을 이용하여 실행된 모델은 실제로 포장에서 조사된 값이 아닌 토양 유실 추정치를 제공함.<sup>2)</sup>

## 5.2. 토양지표의 비교

- 물에 의한 토양유실은 대부분의 OECD 국가들에서 양호한 등급을 나타내고 있고 심각하게 문제가 되는 지역은 없음. 단지 소수의 국가에서 20%이상의 농업용 토지가 보통에서 심한 등급을 나타내고 있음(그리스, 헝가리, 이탈리아, 한국, 멕시코, 폴란드, 포르투갈, 슬로바키아, 스페인, 터키). OECD 국가들의 정보가 제한적이긴 하지만 1990년 이후로 주로 경작지에서 이런 토양유실 등급의 토지가 감소되거나 안정화되고 있음<그림 3-16, 그림 3-17>.

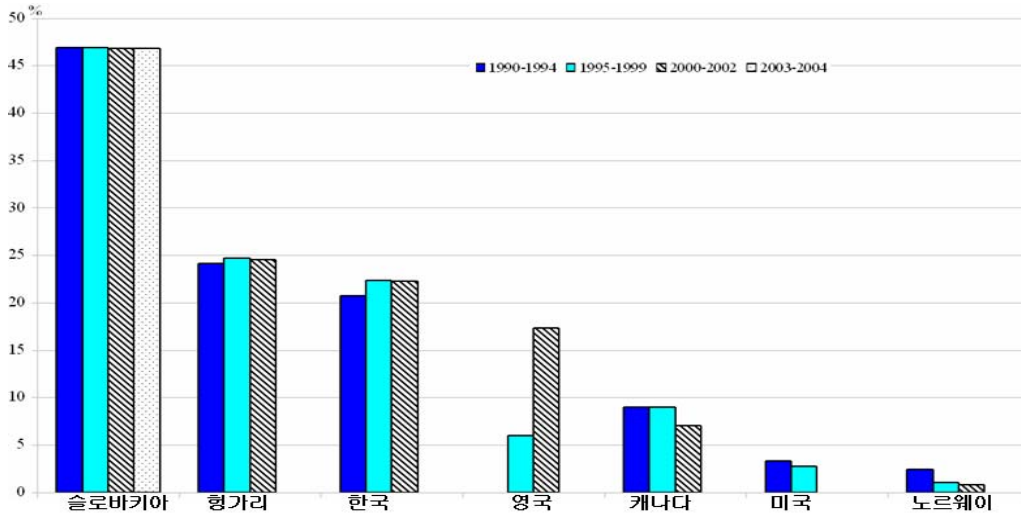
그림 3-16. 물에 의한 토양유실 등급이 보통-불량으로 분류된 농경지 비율(2000-2002)



자료: OECD(2006).

- 2) 대부분의 OECD 국가에서 USLE가 일반적으로 사용되고 있지만, 일부국가에서 양호에서 불량까지의 다양한 토양유실 등급으로 인한 한계가 보고되고 있음. 현재 OECD 국가에서는 표준화된 등급을 사용해 오고 있음. 농경지 토양은 지속적으로 새로운 토양의 생성으로 유실된 토양을 대체하기 때문에 일정 수준의 유실에 대해 장기간의 생산성에 부정적 영향을 주지 않을 수 있음. 이러한 완충력의 한계는 토양의 깊이, 토양형태, 기후 조건에 따라 매우 다양하지만, 일반적으로 얇은 사질 토양에서 1톤/ha/년부터 깊고 잘 발달된 토양에서 6톤/ha/년까지임. OECD의 토양유실 위험 범주는 양호, 낮음, 보통, 불량 (>33톤/ha/년)으로 구분됨(OECD, 2006).

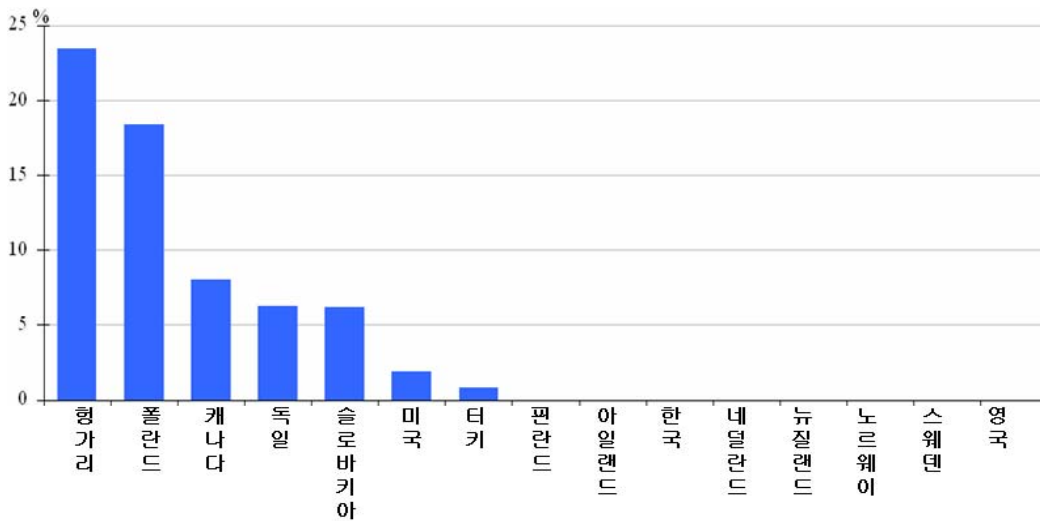
그림 3-17. 물에 의한 토양유실이 보통-불량으로 분류되는 농경지 비율(1990-2004)



자료: OECD(2006).

- 바람에 의한 토양의 유실도 감소하고 있음. 일부 소수의 국가에서 바람에 의한 토양유실이 문제가 되기도 하지만 물에 의한 유실보다는 훨씬 문제가 적음. 바람에 의한 토양유실은 일반적으로 반 건조지대나 토양이 매우 건조한

그림 3-18. 바람에 의한 토양유실 등급이 보통-불량으로 구분되는 농경지 비율(2000-02)<sup>1</sup>



자료: OECD(2006).

상태로 장기간 노출되어 있는 지역에서 일반적으로 일어남(호주, 캐나다, 헝가리, 폴란드).

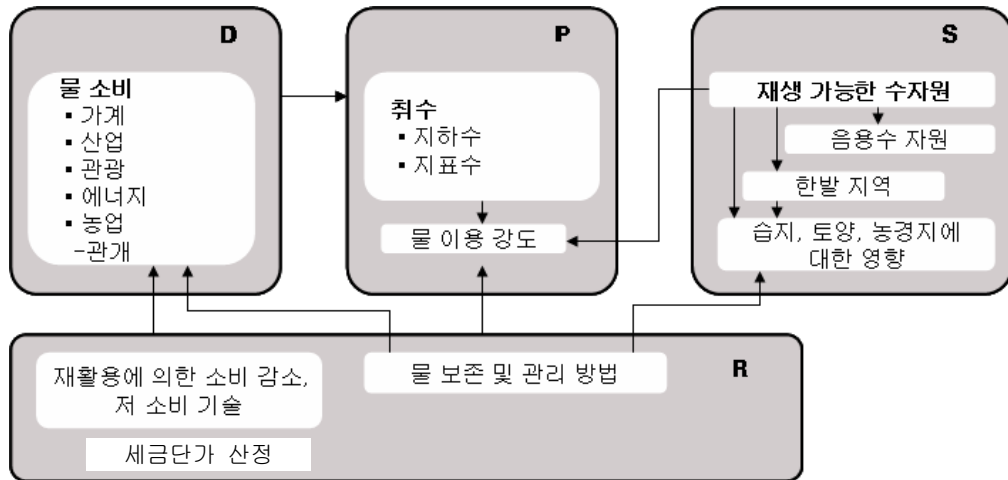
- 토양유실의 위험이 잔존하는 곳은 조건이 불리한 토양과 척박한 토양의 계속적인 경작, 특별히 경사진 지역에서 과도한 가축의 방목, 또한 보존농법의 미적용 등의 특징이 있음. 일부지역에서 가뭄과 폭우 또는 삼림의 벌채(멕시코, 터키)로 인한 토양의 유실이 심해지고 있음. 토양유실 등급이 보통에서 심함으로 변경된 농경지가 줄어들고 있는 것은 무경운, 최소경운, 또는 농경지의 삼림으로의 전환 등의 보존농업의 적용의 확대가 주요 원인으로 분석됨.
- 토양유실에 따른 피해 비용은 상당한 수준인 것으로 추정됨. 포장 내 비용은 토양의 퇴화로 인한 작물생산성의 저하의 결과가 농업생산성과 상당부분 일치하고 있음. 포장 외 퇴적물의 흐름, 추가적인 음용수 처리비용, 강바닥, 호수, 저수지 등의 준설, 도로와 건물의 피해 및 레크레이션 또는 낚시 등을 포함한 수생생태계의 유해한 영향 등은 포장외 비용으로 포함됨.

## 6. 물이용 지표

### 6.1. 물이용 지표의 개요

- 물이용은 가계, 산업, 관광, 에너지, 농업 등 수요처별 물소비와 지하수와 지표수를 통한 취수 등으로 나눌 수 있음<그림 3-19>.
  - 물 소비는 재활용과 저소비 기술 등에 조절할 수 있고, 취수와 재생 가능한 수자원 및 물 보전 관리방식에 따라 물이용 강도가 결정됨.
  - 물 소비는 가계부문의 생활용수, 산업·관광·에너지 부문의 산업용수, 농업부문의 농업용수 등으로 대별됨. 환경적 추진력으로서 농업용수 사용은 지하수 보전상태와 산업용수와 생활용수 등 타부분의 사용자들과 경쟁 관계에 있음.
  - 농업용수 사용에 영향을 주는 핵심적 요소는 관개농업이며, 관개용수

그림 3-19. 물이용의 개념도



자료: Wascher(2000), p.82..

가격은 물 사용에 크게 영향을 미쳐 대부분의 OECD 국가에서 물관리의 주요한 의사결정 변수로 활용되고 있음.

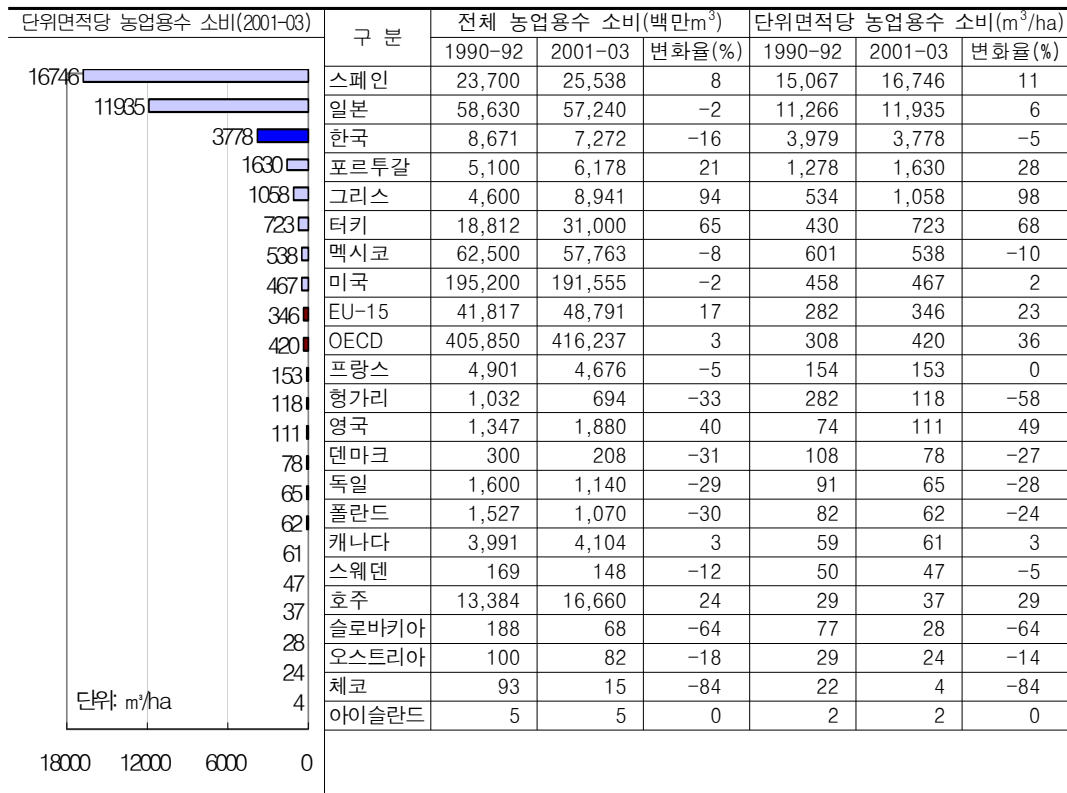
- 물이용 지표는 농업용수 이용 경향과 총 용수사용에서 농업분야가 차지하는 중요성에 대한 정보를 제공함. 물이용 지표의 산출은 크게 세 가지 방식으로 이루어짐.
  - 전체 용수 사용량에서 농업이 차지하는 비율과 양
  - 전체 지하수 사용량에서 농업이 차지하는 비율과 양
  - 전체 농경지 면적 중 관개되는 면적의 비율과 면적으로 나타냄.

## 6.2. 물 이용지표의 비교

- 농업용수 사용은 1990년에서 2003년 사이에 타부문에서의 용수 사용이 1% 감소를 보인 것에 반해 3% 증가한 것으로 나타남. 이는 현재 OECD 농업 분야의 농업용수 사용이 총 용수사용량의 40% 이상을 차지하고, 관개면적이 6% 증가했기 때문임.

- 관개농업은 농업생산과 수출에서 중요한 비중을 차지하고 있어 향후 10년의 농업생산 전망에서 농업용수 요구량은 다른 이용자와의 경쟁 증가와 함께 증가할 것임.
- 관개가 농업분야에서 핵심적 역할을 하고 영농이 경제적인 면에서 주요한 물 소비자로서 역할을 하는 몇몇 나라(호주, 그리스, 포르투갈, 스페인, 터키 등)에서는 지난 10여 년간의 농업용수 사용 증가가 다른 용수사용 증가를 실질적으로 초과한 것으로 나타남<그림 3-20>.
- 한국의 농업용수 사용은 지난 10년간 전체 농업용수 소비 기준으로 16%가 줄었고, 단위면적당 농업용수 소비 기준으로는 5% 감소한 것으로 나타남. 이는 농경지면적 감소에 따른 농업생산 활동 축소에 따른 것임.

그림 3-20. 주요 OECD 국가의 농업용수 사용 추이

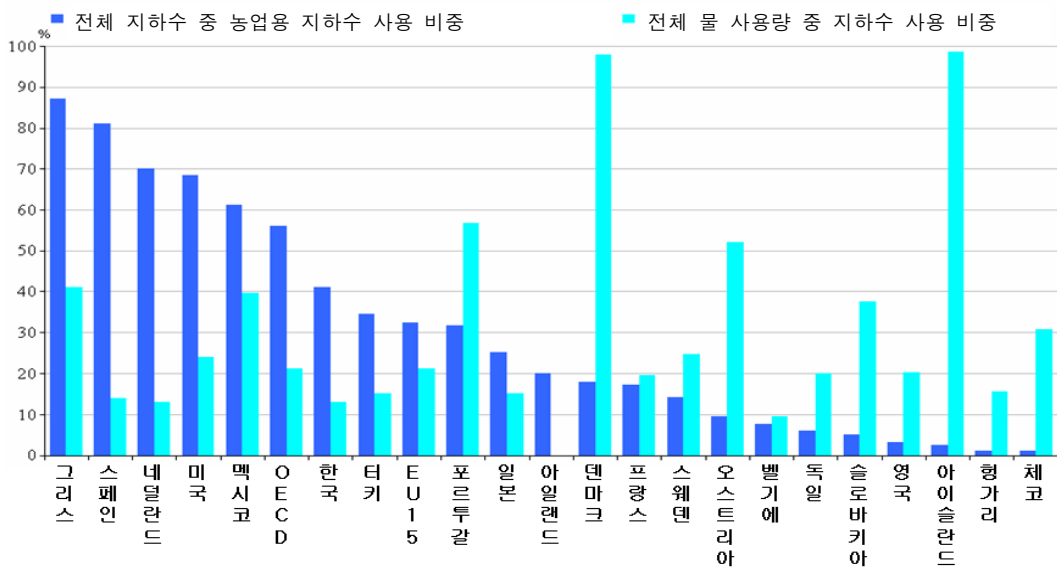


자료: OECD(2006).



- 농업용 수자원의 과잉개발은 여가생활과 상업적인 어로활동에 해가 될 뿐만 아니라 수생 생태계에 미치는 충격이 큼. 현재 많은 나라에서는 환경계획의 일부로서 강에서의 최소유량 흐름을 모니터링 하고 있음. 몇몇 지역에서 과거 10여 년간 심한 가뭄과 발생빈도의 증가로 인해 건조나 반건조지대의 관개 농업에 상당한 압력으로 작용하고 있음.
- 자료가 제한적이지만 영농에 의한 대수층으로부터의 수자원 이용이 증가하고 있음을 보여주고 있으며 OECD의 몇몇 나라에서는 농업의 총 지하수 이용량이 30%를 상회하는 것으로 나타남<그림 3-21>.
  - 호주, 그리스, 이태리, 멕시코, 미국에서는 농업용으로 지하수 이용량이 실질적으로 지하수로 보충되는 양을 넘어서 특정지역에서는 영농의 경제적 실행가능성을 손상시킴.
  - 현재 많은 나라(덴마크, 그리스, 멕시코, 포르투갈, 미국 등)에서 영농에 의한 지하수 오염이 증가하고 있으며, 또한 영농은 주요한 지하수 오염원이 되고 있는 것으로 나타나고 있음.

그림 3-21. 전체 용수사용량 중 농업용수와 지하수 사용량의 비중(2002)



자료: OECD(2006).

- OECD 국가에서 전체 또는 부분적 관개시설 건설비용과 물 공급가격과 관련한 비용을 망라하는 관개에 대해 정부가 광범위하게 지원하고 있음.
  - 다수의 국가에서 농업에 대한 에너지 보조가 수자원 이용, 특히 지하 수자원 이용에 대한 비용을 상당히 낮추고 있음. 그러나 일부 국가들은(오스트리아, 핀란드, 네덜란드) 농민에게 물 공급에 대한 투자비용 완전 회수(full cost recovery)를 적용하고 있으며 다른 몇몇 국가(호주, 멕시코, 스페인)에서는 수자원 정책 개선을 실행하고 있는 중임.
- 점적관개와 같은 관개기술에서 낮은 물이용 효율과 관개기반시설(예, 용수로)의 관리 부실은 물 사용 효율을 저하시키고, 누수에 의해 단위면적(ha)당 관개량을 증가시키고 있음. 그럼에도 불구하고 단위 관개면적당(ha) OECD 전체 평균 물 사용량은 4%까지 감소했음(1990년에서 2003년). 특히 멕시코, 스페인, 미국이 감소한 반면 그리스, 이태리, 포르투갈, 터키는 증가한 것으로 나타남.

## 7. 수질 지표

### 7.1. 수질지표의 개요

- 농업활동에 의한 강, 호수, 저수지, 지하수 등 수체에 대한 오염은 우선 음용수 수질과 수생생태계의 수생생물에 부정적 영향을 미침으로써 점오염원과 비점오염으로 작용하게 됨.
  - 대규모 집약 축산의 경우 점오염원으로 간주되기는 하지만 특히, 산업과 도시의 점오염원이 대부분의 경우 줄어들고 있으므로 수질에 대한 농업활동의 영향은 비점오염원으로서 중요하게 작용할 수 있음(예를 들면 화학비료 살포, 밭에 살포되는 가축분뇨, 소규모 양축농가 등)
  - 질소와 인의 양분, 농약, 토양 침전물, 염류, 병원균 등은 가축 생산 활동과 관개시스템으로부터 배출하게 되고 농업으로부터 토사 유출과

침투를 통해 수체로 이동되는 주요한 오염물질로 작용함.

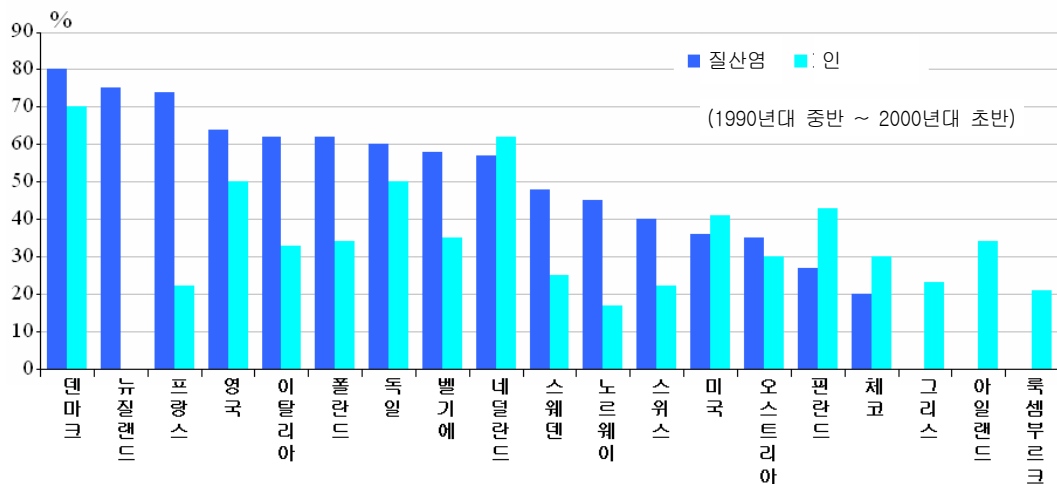
- 수질지표의 산정은 크게 네 가지 방식으로 이루어지고 있음.
  - 지표수와 지하수내 질산염과 인산에 대한 음용수 수질권고한계를 초과하는 농업지역내 조사지점의 비율(지하수는 질산염에 한함)
  - 지표수, 지하수 및 연안해수의 질산염과 인산염 오염에 대한 농업이 차지하는 비율
  - 지표수와 지하수중의 농약에 대한 음용수 수질권고한계를 초과하는 농업지역내 조사지점의 비율
  - 지표수 및 지하수중 농약이 한 성분 또는 그 이상 존재하는 농업지역내 조사지점의 비율
- 양분 수지와 농약 사용의 변화는 농업지역에서 수질의 상태를 설명하고 농업 활동에 의한 영양염류와 농약오염의 기여도를 설명하는 중요한 추진력임. 농약위해성지표는 수생생태계에서 농약의 위해성과 관련이 있기 때문에 중요함. 다양한 농장관리 활동의 적용은 농지로부터 수체로 오염물질이 유출되는 것을 줄이기 위한 농민들의 반응으로 볼 수 있음.
- 대부분의 OECD 국가들은 수체의 수질오염에 대한 실제 상태를 측정하기 위한 측정망을 가지고 있지만, 어떤 국가들은 위험지표를 사용하여 오염농도모델에 근거하여 추정하고 있음.

## 7.2. 수질지표의 비교

- 1990년에서 2003년까지 강, 호수, 지하수와 해안수 수질에 대한 농업의 부하는 대부분 OECD 국가에서 과다 투입되는 영양염류와 농약 사용의 감소로 완화됨. 이러한 개선에도 불구하고 양분과 농약오염의 절대적 수준은 많은 국가와 지역에서 여전히 유효함. 더구나 영양염류에 의한 수질 오염에서 산업과 도시 분야로부터의 오염이 아주 빠르게 감소하는데 반해 농업은 오히려 상승하고 있음.

- 일부 OECD 국가의 경우 음용수의 표준기준에 적합한 물을 공급하기 위해 영양염류와 농약을 제거하는 수(水) 처리비용이 상당함. 예를 들면, 영국에서는 농업에 의한 수질오염 처리비용이 2003/2004년에 해마다 대략 3억 4,500만 유로로 예측됨. 또한 몇몇 국가에서(예: 한국, 미국) 해수의 부영양화는 어업에 대한 높은 경제적 비용을 부담케 함.
- 질산염에 의한 수질오염 경향은 많은 국가들에서 질산염에 의한 지표수의 총 오염 중 농업이 차지하는 비율이 40%를 넘고 있음. 지하수의 경우 농업의 기여도에 대한 증거가 부족하지만, 어떤 자료에서는 강이나 호소보다 지하수에서 농업이 차지하는 비중이 낮을 수는 있지만 증가하고 있음을 보여주고 있음. 많은 국가들에서 연안이나 해수의 질소부하에 대한 농업의 기여도 역시 40% 이상이고, 부영양화의 주된 요인으로 보고되고 있음<그림 3-22>.

그림 3-22. 지표수의 질산염과 인의 배출량에서 농업이 차지하는 비율

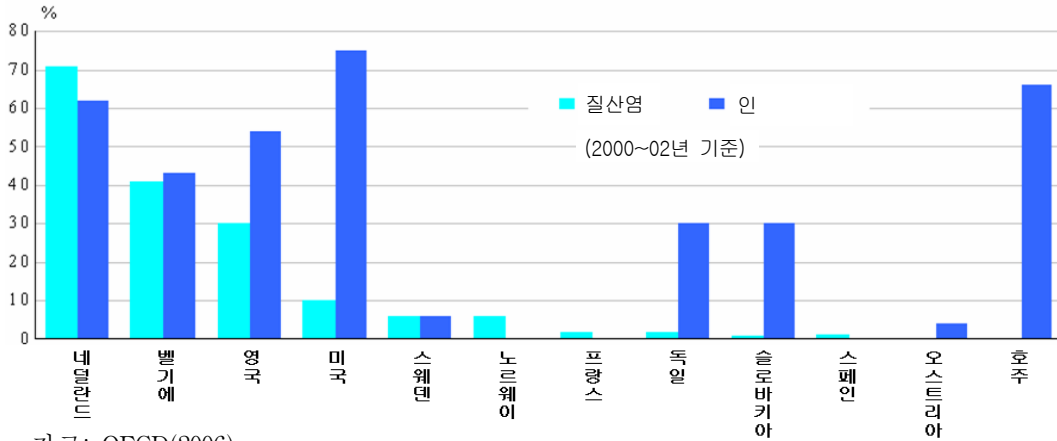


자료: OECD(2006).

- 국가 음용수 수질기준치를 초과한 질산염을 함유하는 지표수와 지하수의 농업지역내 조사지점 비율이 벨기에와 네덜란드와 같이 일부 국가에서는 25% 이상이나 대부분의 국가에서는 10% 이하로 나타남. 또한 오스트리아, 프랑스, 독일, 스페인과 미국에서는 질산염에 의한 국가 음용수 수질기준치를 초

과하는 비율이 지하수가 지표수보다 더 높은 경향을 보임<그림 3-23>.

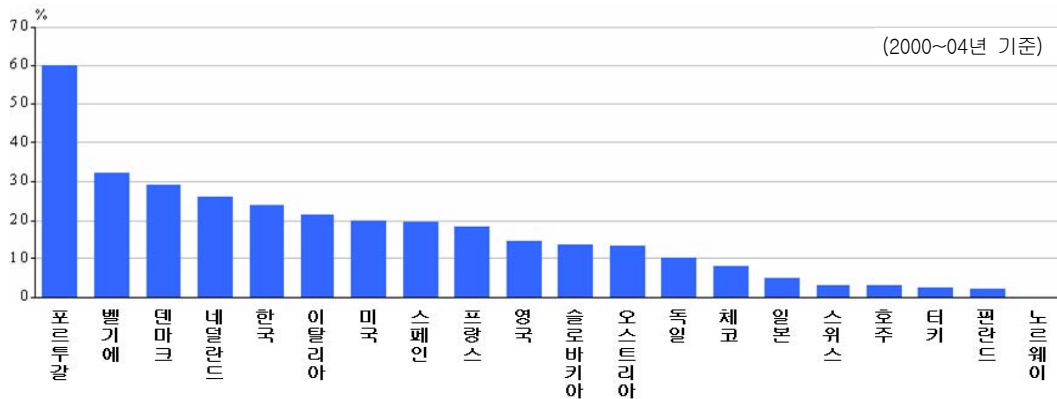
그림 3-23. 지표수에서 질산염과 인의 음용수로서의 권고기준 초과 비율



자료: OECD(2006).

- 농업에 의한 수질의 질산염 오염에 대한 OECD 국가의 경향은 1990년대에 걸쳐 국가 음용수 수질기준치를 초과하는 농업지역내의 조사지점의 수가 줄어들고 있다는 것을 보여주고 있으나(오스트리아, 벨기에, 독일, 노르웨이, 스웨덴, 스위스), 다른 일부 국가들(프랑스, 일본, 뉴질랜드, 스페인, 영국)은 그 경향이 비슷하거나 악화되는 것으로 나타나고 있음<그림 3-24>.

그림 3-24. 농업지역 지하수의 질산염에 대한 음용수 권고기준 초과 비율



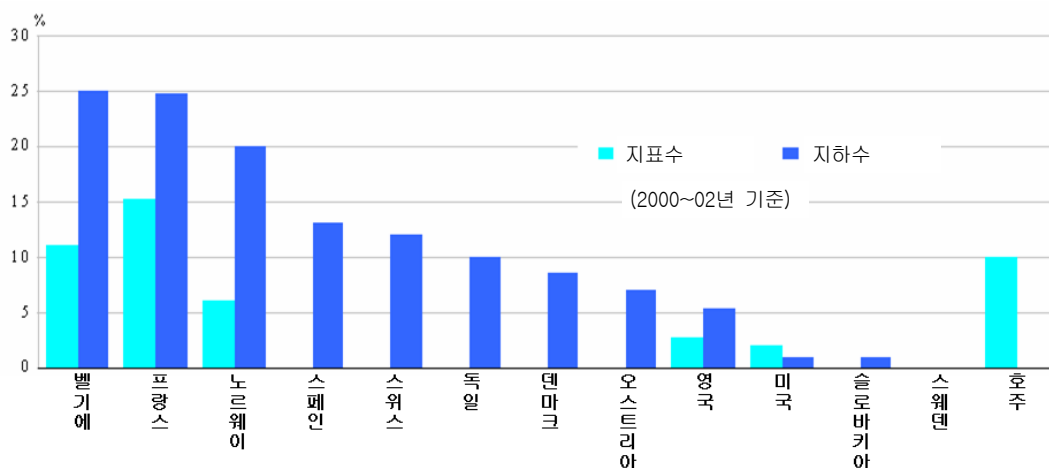
자료: OECD(2006).

- 1990년대에 걸친 농업에 의한 수체의 인산 오염에 대한 OECD 국가의 경향은 질산염의 경향과 유사함. 많은 국가들에서 농업은 지표수와 연안수의 주요한 인산 오염원으로서 그 비중은 40%를 넘고 있으나, 대부분의 경우 수체의 인산 오염에서 농업의 기여도는 질산염보다 적는데, 이는 벨기에, 프랑스, 이탈리아, 노르웨이, 폴란드와 스위스에서 두드러지게 나타남.

- 농업지역내 조사지점 중 인산의 음용수 수질기준을 초과하는 지점수를 보면, 독일, 슬로바키아, 영국과 미국에서 뚜렷하였는데, 이는 특히 OECD 농업 인산수지의 전반적인 경향이 인에 의한 수체 오염에 대한 압력이 감소하고 있음에도 불구하고, 인산염이 토양을 통해서 이동되는 것이 질소와 비교할 때 더 오랜 시간 지체된다는 것을 반영하고 있음.

- 농약에 의한 OECD 국가의 수질오염 경향을 보면, 대부분 경우 하나 또는 그 이상의 농약이 검출된 지점이 전체 조사지점의 60%에 달하고, 그리스, 노르웨이, 미국의 지표수의 경우 거의 100%에 도달할 정도로 OECD 국가 전체에 걸쳐 지표수와 지하수 중에 농약이 검출되고 있음<그림 3-25>.

그림 3-25. 농업지역 지표수와 지하수의 농약의 농도가 국가 음용수 권고기준 초과 비율(2000-2002)



자료: OECD(2006).

- 지표수와 지하수 공급을 위해 농약의 농도가 음용수 수질기준을 초과하는 조사지점의 비율은 영양염류보다 대체적으로 낮음. 그러나 지하수의 경우, 벨기에, 프랑스, 독일, 노르웨이, 스페인과 스위스 등 일부 국가에서는 조사지점의 10% 이상이 우려할만한 수준임. 반면 이탈리아는 농약 사용량의 증가와 함께 지하수내 농약농도가 증가하고 있음.
  - 프랑스, 멕시코와 같은 일부국가에서는 농약을 연안수의 보편적인 오염물질이라고 보고하였는데, 이는 이러한 물을 사용하는 물고기로부터 인류 건강에까지 위협이 되고 있음.
- 대부분의 OECD 국가들의 영양염류 과다와 농약 사용의 감소로 인해 1990년부터 2003년 기간에 걸쳐 강, 호수, 지하수와 연안해수의 수질에 대한 농업의 전체적인 압력은 줄어들었음. 이런 개선에도 불구하고 농업에 의한 영양염류 오염의 절대농도가 상당히 높은 곳이 많음.
- 1990년대에는 전반적으로 수질의 점오염원(산업과 도시오염원)은 농업에 비해 급속도로 줄어들고 있고 대부분 효과적으로 조절되고 있으며, 비록 오염의 절대적인 수치가 줄어들었다고 하더라도 영양염류에 의한 수질오염 중 농업(비점오염)이 차지하는 비율은 계속 증가하고 있음. 마찬가지로 유출에 의한 농약의 절대수치도 여전히 높게 나타나고 있음.

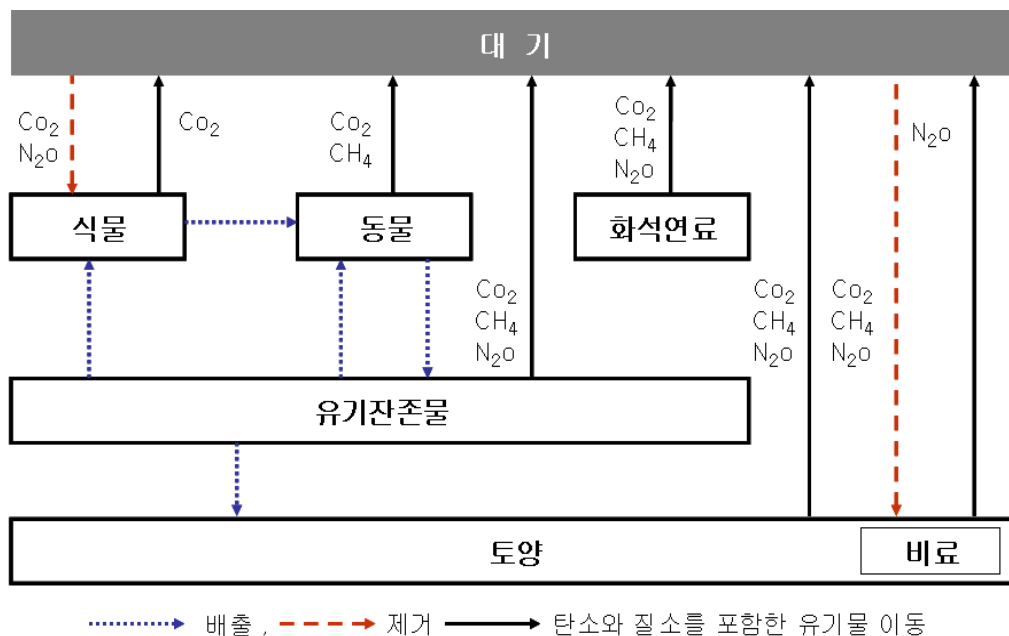
## 8. 대기 및 기후변화 지표

### 8.1. 대기 및 기후변화 지표의 개요

- 농업부문의 생산 활동과정에서 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)와 아산화질소(N<sub>2</sub>O), 메탄(CH<sub>4</sub>) 등 온실가스를 배출함은 물론 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)와 아산화질소(N<sub>2</sub>O)의 흡수도 이루어짐<그림 3-26>.

- 작물생산 과정으로부터 이산화탄소를 배출하고 화학비료 사용으로부터 아산화질소를 배출함. 또한 식물의 광합성 과정과 토양유기탄소에 의해 이산화탄소와 아산화질소를 흡수하기도 함.
- 가축 생산 과정으로부터 이산화탄소( $\text{CO}_2$ )와 메탄( $\text{CH}_4$ )이 배출됨.
- 농축산 생산 활동의 부산물인 유기잔존물로부터 이산화탄소, 아산화질소, 메탄이 배출됨.

그림 3-26. 농업생태계 내의 온실가스 발생 경로

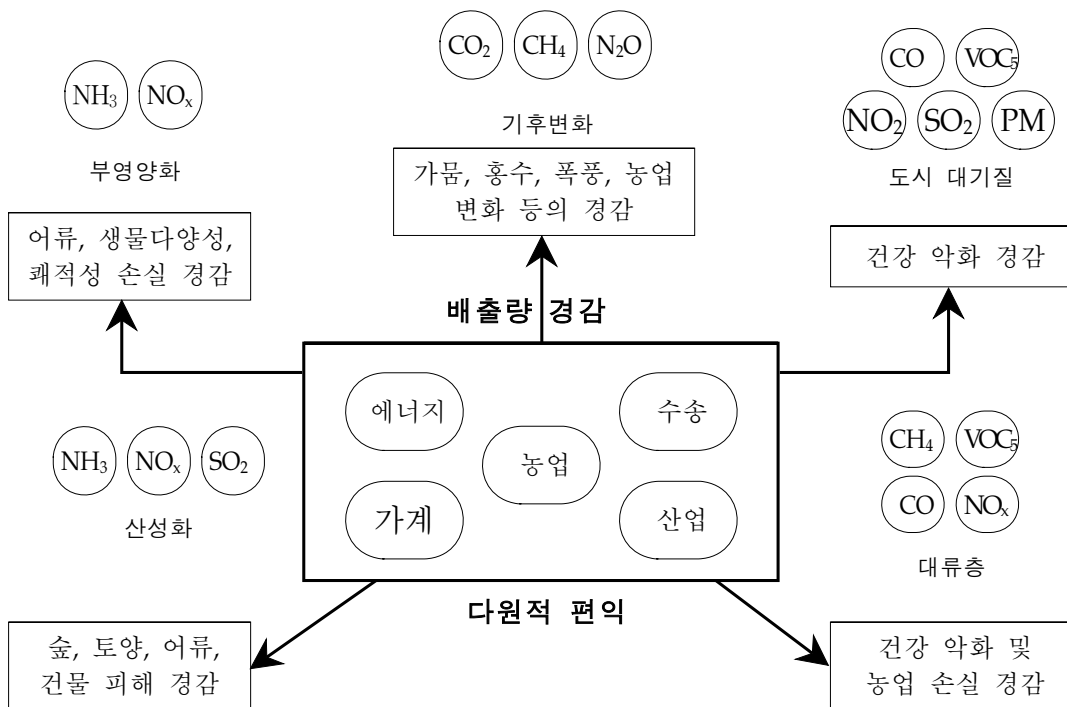


- 농업은 다양한 온실가스 배출로 대기질에 영향을 미침. 즉 농업부문에서의 배출은 산업, 수송과 같은 다양한 오염원과 연계하며, 대기 중 아황산가스, 이산화탄소 등과 같은 다성분 오염물질과 산성화, 부영양화 등과 같은 다양한 효과와의 상호작용을 통해 대기질에 영향을 미치게 됨<그림 3-27>.
- 대기질 지표는 국가 암모니아 총배출량에서 농업이 차지하는 비율로 산정될 수 있음.



- 암모니아 배출은 산성화와 부영양화라는 두 주요 환경문제와 관련된 추진력으로 볼 수 있음. 암모니아는 아황산가스와 질소산화물과 더불어서 대기 중에서 수분과 결합하거나 침적된 후 토양과 물의 산성화에 기여함.
- 과도한 토양산도는 육상생태계와 수계생태계에 어떤 형태로 피해를 입힐 수 있음. 질소의 공급원으로서 암모니아의 침적은 토양과 수계의 질소 수준을 높여서 그를 수용하는 수계생태계에서 부영양화를 일으킬 수 있음.
- 산성화·부영양화와 더불어 농업 암모니아 배출은 인간의 건강(예: 호흡기관계 악화), 가시도, 기후를 악화시키는 대기 중 에어로졸의 생성에 상당히 기여함. 고농도이거나 발생원 근처에서 암모니아는 인간과 동물의 건강에 영향을 미치는 불쾌한 냄새를 발생하기도 함.

그림 3-27. 대기질과 농업 활동의 상호 관계

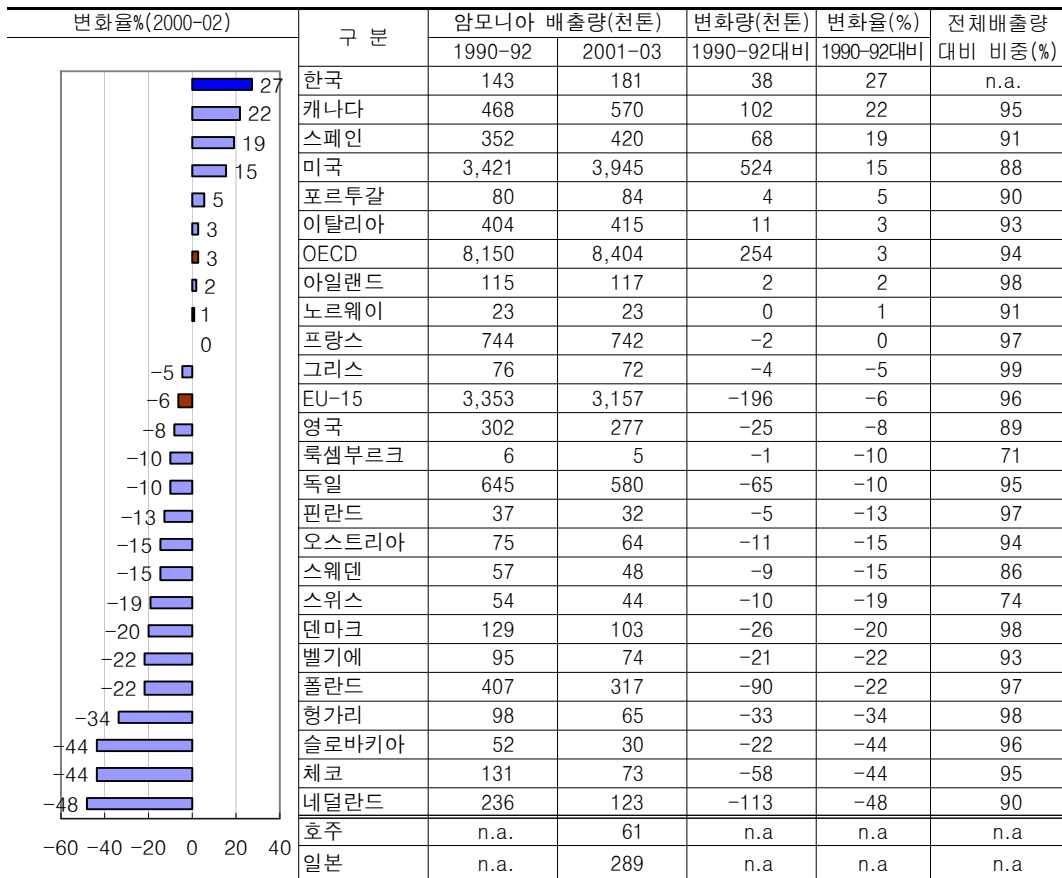


자료: OECD(1996).

## 8.2. 대기 및 기후변화 지표의 비교

- 농업은 OECD 국가의 산성화 물질 배출량의 약 1/4을 차지하고 있으며, 오존 고갈물질 사용량의 5%, 온실가스배출량의 9%를 차지함. 그러나 특정 대기오염물질 발생량 중에서 농업에서 차지하는 몫이 아주 커서 타 부문의 암모니아 배출의 90%, 메틸브로마이드 사용의 75%, 아산화질소는 70%, 메탄은 40% 이상을 차지하고 있음. 농업 대기 오염물질은 산성화, 부영양화, 오존층 고갈, 기후변화 및 인간 건강에 대한 영향을 통해서 환경적 재해를 주고 있음.

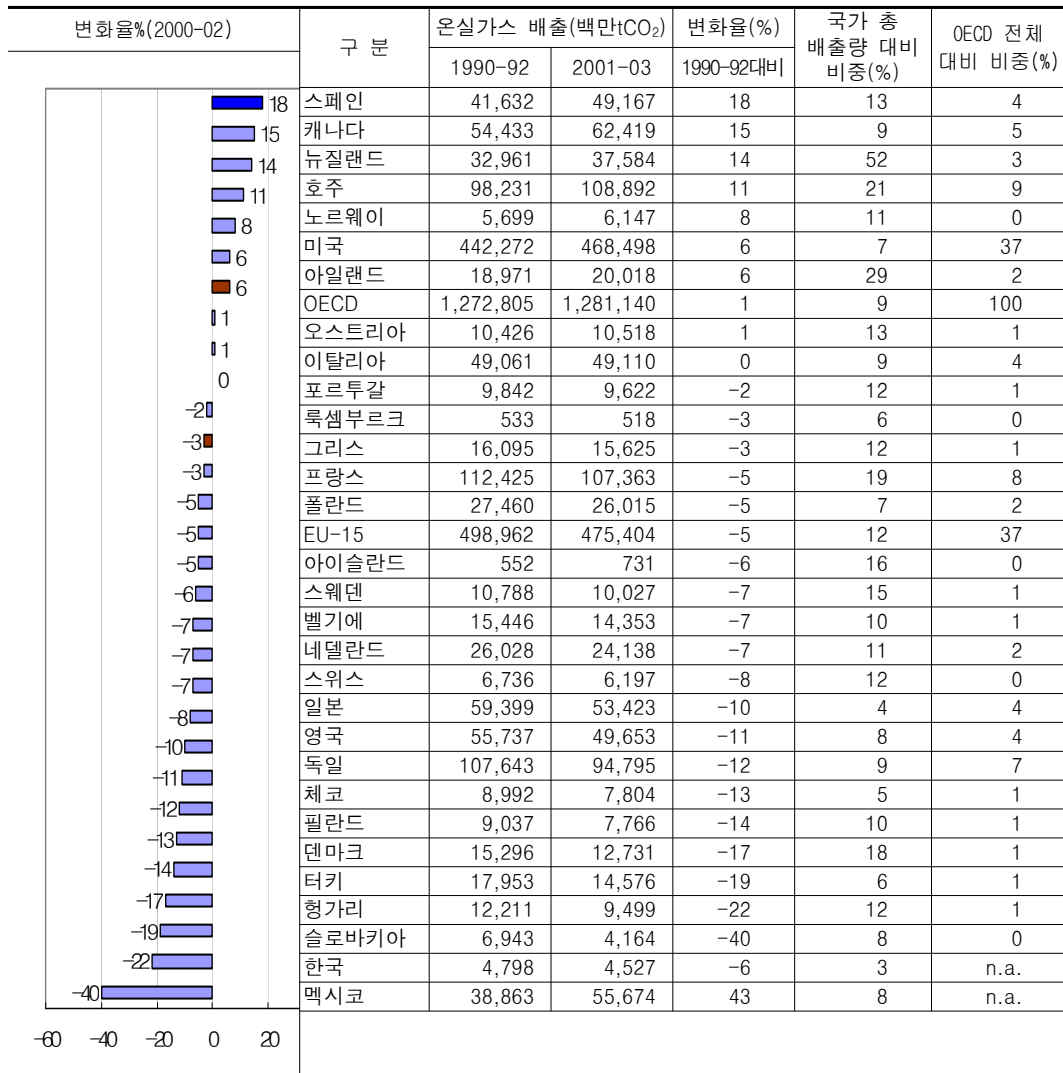
그림 3-28. 주요 OECD회원국의 농업부문 암모니아 배출 경향



자료: OECD(2006).

- 농업 암모니아 배출은 1990년에서 2003년까지 3% 정도 증가함. 이는 산업과 에너지 부문에서 암모니아 배출 증가량보다 높은 것임. 덴마크와 독일은 고텐부르크 협정(Gothenburg Protocol)에서 합의한 2010년 목표를 충족시키기 위해서 암모니아 배출 저감 목표량을 충족시켜야 함.
- OECD 암모니아 배출에서 증가는 주로 가축수 증가와 관련이 있고, 캐나다, 한국, 스페인과 미국에서는 비료 사용량 증가와 관련이 깊음. 암모니아 배출에서 감축을 달성한 국가에서 암모니아배출의 감소는 질소세 부과 혹은 가축분 저장에 대한 비용 지불 등 정책과 혼용, 양분관리계획의 높은 채택률 및 가축수와 비료 사용량의 감소와 관련이 있음.
- OECD 국가에서 메틸브로마이드 사용은 몬트리올협약에서 2003년에 설정한 1991년 수준 대비 70% 감축 목표를 충족시킴. 그러나 주로 미국에서 사용이 증가하였고 호주와 일본에서 사용이 약간 증가하여서 2003년 대비 2004년도의 OECD 메틸브로마이드 사용이 상당히 증가함. 이들 국가가 몬트리올협약에서 합의한 대로 2005년도에 메틸브로마이드의 완전한 사용금지목표를 달성하려면 실질적인 노력을 기울여야 할 것임.
- 메틸브로마이드 사용의 경우 OECD 국가는 몬트리올 협약에서 감축 목표에 도달하기 위해서 상당한 발전을 이루었지만 농민과 다른 사용자들이 대체방안을 개발할 수 있는 시간을 주기 위해서 2005년에 대해 임계사용 면제(Critical Use Exemption)에 합의함.
- 온실가스 배출과 관련하여 교토의정서에서 농업부문에 정해진 특정한 목표는 없음. OECD 농업의 온실가스 총 배출량(2000~2002)의 75%가 EU15와 미국에서 배출됨. EU15의 배출은 5%(2,400만톤 이산화탄소 상당량) 감소하였으나 미국에서는 6%(2,600만톤 이산화탄소 상당량)이 증가함. 10% 이상의 증가에 해당하는 농업 온실가스 배출을 보인 국가는 호주, 캐나다, 뉴질랜드, 스페인이었고, 이는 총 3,100백만톤 이산화탄소 상당량의 증가로 OECD 농업의 총 온실가스 배출량의 20% 이상에 해당함. 호주와 멕시코에서는 농업용으로

그림 3-29. 주요 OECD 국가의 농업부문 온실가스 배출량 추이



자료: OECD(2006).

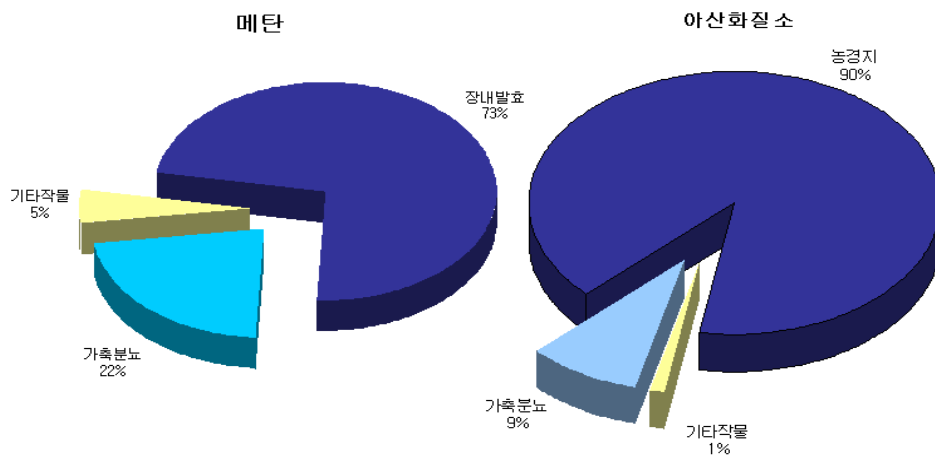
산림벌채가 국가의 총 온실가스 배출량에 중요한 기여를 하지만 온실가스 배출의 변화는 가축 생산(축산분뇨에서 메탄)과 작물생산(비료사용에서 아산화질소)의 증가(감소)에서 유발되었음.

- 농업부문이 OECD 국가의 온실가스 배출량에서 차지하는 몫은 약 3% 정도 수준으로 적은 편이지만 호주, 덴마크, 프랑스, 아이슬란드, 아일랜드와 스웨

덴에서는 15% 이상으로 높은 수준이며, 특히 뉴질랜드는 50% 이상임. 많은 국가는 단위 산출 체적 당 온실가스 배출을 줄이고 암모니아 배출을 줄이면서 토양 탄소축적을 증가시킬 수 있도록 축산분뇨 처리방법과 토양 경운법을 바꾸는 등 농민이 영농방법을 개선하도록 독려하고 있음.

- 메탄 배출의 경우 일본과 한국과 같이 수도작 중심 국가의 경우 벼 재배에 의한 메탄배출량이 상당한 비중을 차지하나 대부분의 국가에서 농업부문 메탄의 주요 발생원은 가축 장내발효와 가축 분뇨임. OECD 국가의 가축사육에 의한 메탄발생량 비중은 95% 정도로 압도적인 비중을 차지하고 있음<그림 3-30>. 농업 온실가스 총배출 중 메탄 배출의 비율은 주로 축산에서 온실가스 배출의 감소에 기인하여 1990년대에 약간 감소함. 그렇다 하더라도 축산은 일부 OECD 국가에서 농업 온실가스 총 배출 중 50% 이상 차지하고 있음.
- 아산화질소의 농업부문 주요 배출원은 농경지 내 비료 시용에 의한 것이며 전체 농업부문 아산화질소 배출량의 90% 이상을 차지함. 그 밖에 가축분뇨의 질소성분에 의한 아산화질소 배출이 9%, 작물잔사와 기타 작물재배에 의한 배출이 1% 정도를 차지함.

그림 3-30. OECD 국가의 농업부문 메탄 및 아산화질소 주요 배출원(2000-2002)



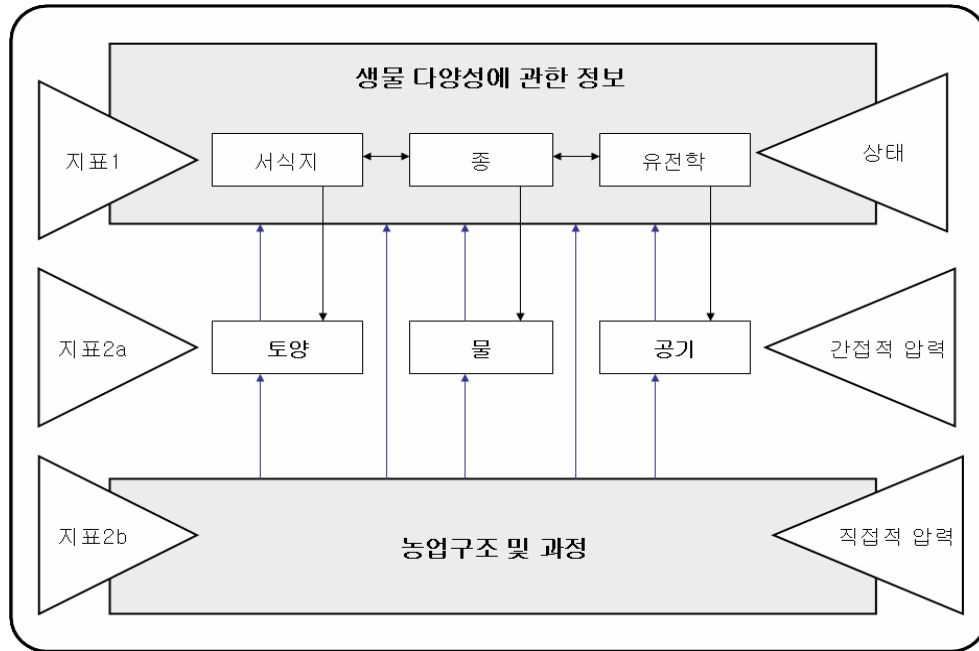
자료: OECD(2006).

## 8. 생물다양성 지표

### 8.1. 생물다양성 지표의 개요

- 농업계 다양성은 인간에 의한 생활수단으로부터 광범위한 생명공학과 인위적으로 관리되는 육상생태계에 이르기까지 영농시스템을 통해서 광범위하게 조성되고 유지·관리됨. 따라서 농업계 생물다양성은 자연 진화는 물론 사회 경제적 진화의 산물로 볼 수 있고 원래의 위치에서 대부분 평가되는 야생생물의 다양성과는 대조됨.
- 농업생태계는 숲, 수생계, 대초원, 도시와 같은 다른 생태계와 접하고 있으며, 생태적 구성요소가 넓은 초지, 과수원 또는 농경지내의 습지처럼 극도로 동질적이고 제한된 지역 내에서 서식지다양성을 구성함. 농업생태계의 생물다양성 시스템은 농업과 생물다양성 간의 세 가지 관계로 요약될 수 있음.
  - 농장에서 지구까지 다양한 공간적 규모에서 식품과 비식용 상품 및 환경서비스를 제공함.
  - 식물과 동물 군집으로 구성되어 있으며, 농업이 갖고 있는 경제적 사회적 목표와 상호작용함.
  - 육상생태계(숲)와 수생생태계(습지) 등 다른 생태계와 관계됨.
- 농업생태계 생물다양성의 구성은 크게 서식지 다양성, 종 다양성, 유전적 다양성 등 세 가지 범주로 나눌 수 있으며 상태 지표로 구분할 수 있음<그림 3-32>.
  - 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.
- OECD 농업환경지표의 농업생태계의 생물다양성지표는 생태계다양성지표, 종 다양성지표, 유전적 다양성지표로 구성됨(OECD, 2001).

그림 3-31. 생물다양성 구성의 개념도



자료: Wascher(2000), p. 137.

- 생태계다양성지표는 다양한 방식으로 정의될 수 있음.
  - 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)
  - 지역의 생태기능을 심각하게 위협하거나 영향이 큰 집약농업의 비중
  - 농업지대에서 중요한 조류의 서식지 비율
- 야생종다양성지표는 두 가지 방식으로 정의됨.
  - 농경지를 주요 서식지로 활용하는 야생종의 비율
  - 농경지를 은신처, 번식처로 활용하는 조류종의 군집 개체수
- 유전적다양성지표의 산정은 네 가지 방식으로 접근될 수 있음.
  - 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
- 소, 양, 돼지, 닭, 염소와 같이 주요 가축 중에서 총 가축숫자에 대한 3대 우점 가축종의 비율

## 8.2. 생물다양성 지표의 비교

- OECD 국가 전반에 걸쳐 1990년에서 2002년 동안 생산에 사용되는 작물품종과 가축종의 다양성이 증가하고 있음. 그러나 농업생산시스템에서 어느 정도 환경 복원성이 증진되고 병원균과 질병으로부터 위협을 낮추는 것인지는 아직 명확히 밝혀지지 않음.
- 몇몇 OECD 국가에서는 유전자 변형된 작물을 상업적으로 생산하고 있으며, 이들 작물의 세계 재배면적은 2/3에 달하고 있는 것으로 알려져 있음. 이들 작물의 파종면적은 제초제 저항성 작물과 특정 해충에 대한 저항성을 중심으로 1990년대 중반부터 미국과 캐나다에서 뚜렷이 증가하고 있음. 유전자 변형 작물의 개발은 멕시코에서 옥수수와 같은 야생 근연종의 유전적 오염 가능성에 대한 우려를 야기시켜 옴<표 3-3>.

표 3-3. 주요 OECD 국가들의 형질전환 작물 재배면적

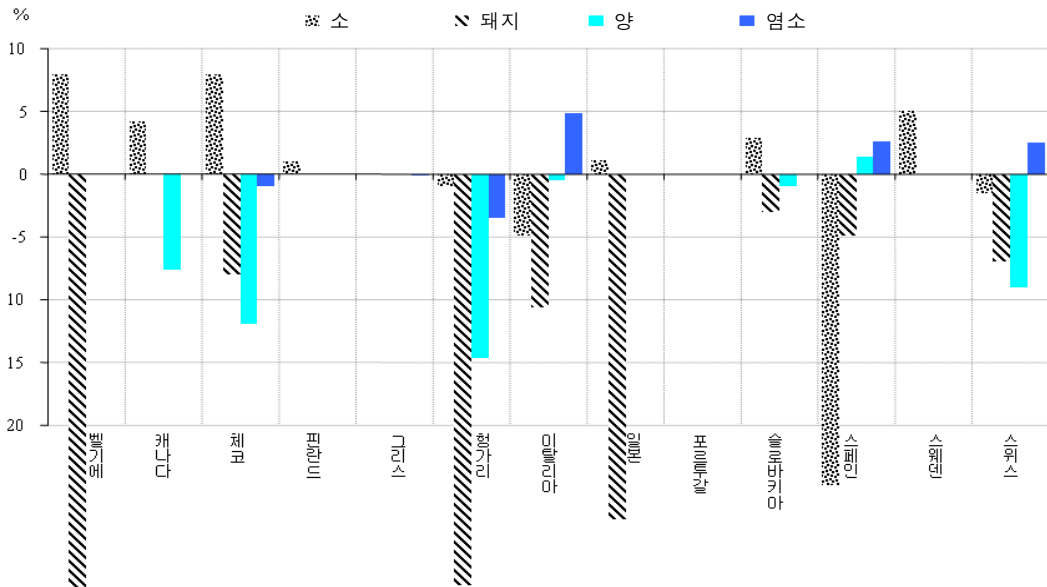
단위: 백만 ha

연도	오스트리아	캐나다	프랑스	스페인	멕시코	포르투갈	미국	OECD 합계	세계 합계
1996	<0.1	0.1	-	-	<0.1	-	1.5	1.6	1.7
1997	0.1	1.3	-	-	<0.1	-	8.1	9.5	10.9
1998	0.1	2.8	<0.1	<0.1	0.1	-	20.5	23.5	27.8
1999	0.1	4.0	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	28.7	32.8	39.9
2000	0.2	3.0	<0.1	<0.1	<0.1	-	30.3	33.5	44.2
2001	0.2	3.2	-	<0.1	<0.1	-	35.7	39.1	52.6
2002	0.1	3.5	-	<0.1	<0.1	-	39	42.6	58.5
2003	0.1	4.4	-	<0.1	<0.1	-	42.8	47.3	67.5
2004	0.2	5.4	-	0.1	0.1	-	47.6	53.4	80.9
2005	0.3	5.8	-	0.1	0.1	-	49.8	56.1	90.0
비율(%)	<0.1	8.6	-	0.3	0.1	-	12.2	4.4	-



- OECD 국가에서 작물과 같이 생산에 사용된 가축의 유전적 다양성은 증가하고 있으나, 가축생산시스템의 환경적 복원과 병원균과 질병에 대한 위험성을 낮추는 것은 불명확함. 시장 판매용으로 등록된 가축 종수와 전체적인 가축 숫자 비율은 이탈리아를 제외하고는 증가함<그림 3-32>.

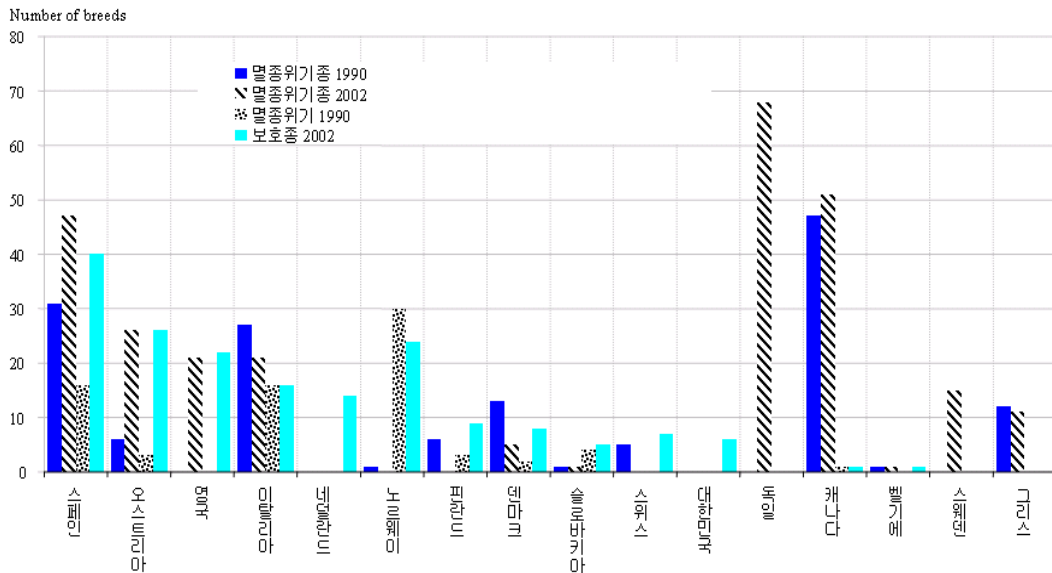
그림 3-32. 총 가축수 대비 4대 주요 가축의 변화와 비율(1990-2002)



자료: OECD(2006).

- OECD 국가의 1990~2002년 사이 멸종위기 가축(소, 돼지, 가금, 양) 품종의 추이를 보면, 오스트리아, 캐나다, 스페인에서는 증가하고 있고, 덴마크, 그리스, 이탈리아에서는 감소하고 있음<그림 3-33>. 멸종위기 종 내에서 동물 개체수의 변화도 중요한 문제이나, 이 분야의 자료는 충분하지 않은 상황임.
- 멸종위기 가축종수 추이를 보면 오스트리아에서는 증가하고, 핀란드, 스위스에서는 감소하고 있음. 가축 중 멸종위기종과 한계위험종을 살펴보면, 2002년 현재 모든 나라에서 돼지와 가금의 종다양성은 상대적으로 위험상황인데 비하여 소와 양은 가장 많은 종수를 보유하고 있음.

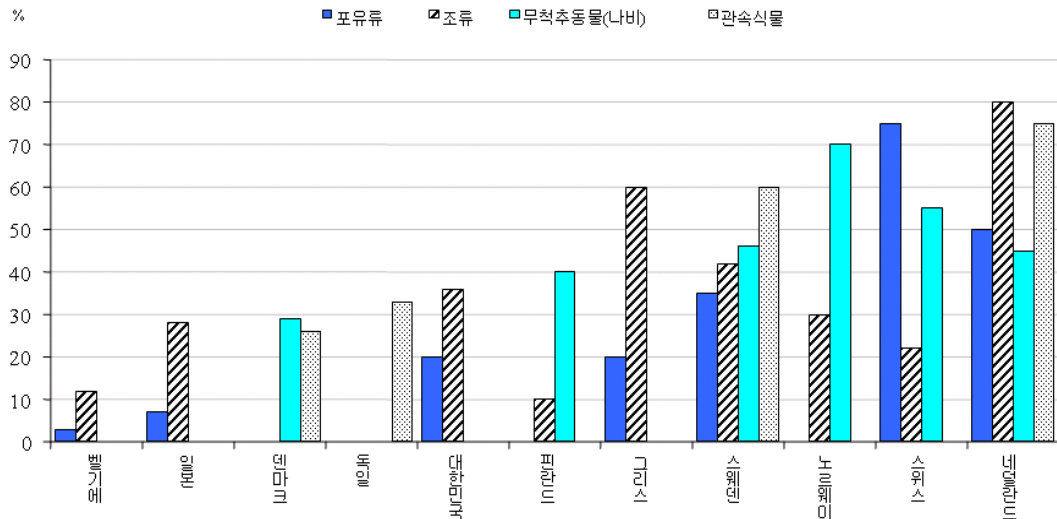
그림 3-33. 멸종위기의 소, 돼지, 가금류, 양 품종수의 변화(1990-2002)



자료: OECD(2006).

- 대부분의 국가는 멸종위기 가축종의 개체수를 늘리고, 보호하기 위해서 보호 프로그램을 시행하고 있으며, 그 성과도 인정되고 있음. 또한 작물 개량을 위한 유용한 식물 유전자원 보호도 진행 중임.
- 농경지는 조류와 곤충 특히 나비의 특정 종 등 야생종의 특정군집에 대해서 주요한 서식지 역할을 수행하고 있음. 식물상의 경우에는 지역과 토지이용에 따라 다양하며, 설치류와 산토끼 등은 본질적으로 연계되어 있기는 하지만, 포유류의 경우 농경지에서 서식하는 포유류는 적은 편임.
- 농경지에서 조류 개체수는 1990년대에 감소하였으나 1980년대의 감소폭 보다는 적었으며, 덴마크에서는 1990년대 후반부터 농경지에서 조류 개체수가 증가함. 농업에 의한 육생 야생종, 수생 야생종과 조류 개체수 감소의 주요 원인은 농경지에서 서식지 질이 변화하였거나, 농경지 전용에 따른 농경지 감소, 살충제와 비료의 사용, 지하수위의 저하와 강으로 흐름, 삼림과 같은 자연 서식지 제거에 기인하고 있음<그림 3-34>.

그림 3-34. 농경지를 주 서식지로 사용하는 야생종 비율



- 벨기에, 룩셈부르크, 멕시코, 노르웨이를 제외한 거의 모든 OECD 국가는 1990년대를 지나면서 농경지 면적이 감소됨. 농경지는 주로 숲, 도시개발을 목적으로 전용되었으며, 일부 소규모 농경지들은 습지나 다른 토지로 전용됨. 한편 호주나 멕시코에서 농경지가 삼림지대로 전용되었음에도 생물다양성의 질적인 변화 정보는 거의 없었으나, 농경지로 전용을 목적으로 자연숲의 제거 비율이 높아지면 생물다양성이 손실됨.
- 이탈리아, 일본, 한국, 노르웨이에서 습지로부터 농지전용면적은 감소되었고, 1990년대 농경지로 전용되는 습지의 총면적은 전체 농경지 면적에 비해 미미하였으나, 지속적으로 진행되고 있음. 습지는 다양한 생물에게 매우 소중한 서식지이기 때문에 다양한 환경협약을 통해 국제적으로 관심을 끌고 있음. 몇몇 국가에서는 농업용 습지를 이용한 생물 서식지의 보전과 감소는 중요한 문제이나, 이들 농업용 습지에 대한 정보는 빈약한 실정임<그림 3-35>.
- 반자연적 농업 서식지의 대표적인 곳은 영년초지이나, 주로 삼림으로 전용되고, 일부 국가 (호주, 멕시코)에서는 경작작물이나 영년생 작물로 전용되기도

하였으나, 대부분 OECD 국가에서 1990년에서 2002년 사이 반자연적 농업서식지 면적은 줄어들었음. 한편 목재생산용 농장이나 휴한지와 같은 반자연농경 서식지의 면적이 증가하여 왔거나 안정하게 유지되어 오고 있음.

그림 3-35. 농경지의 다른 용도로 전용 유형(1985-2003)

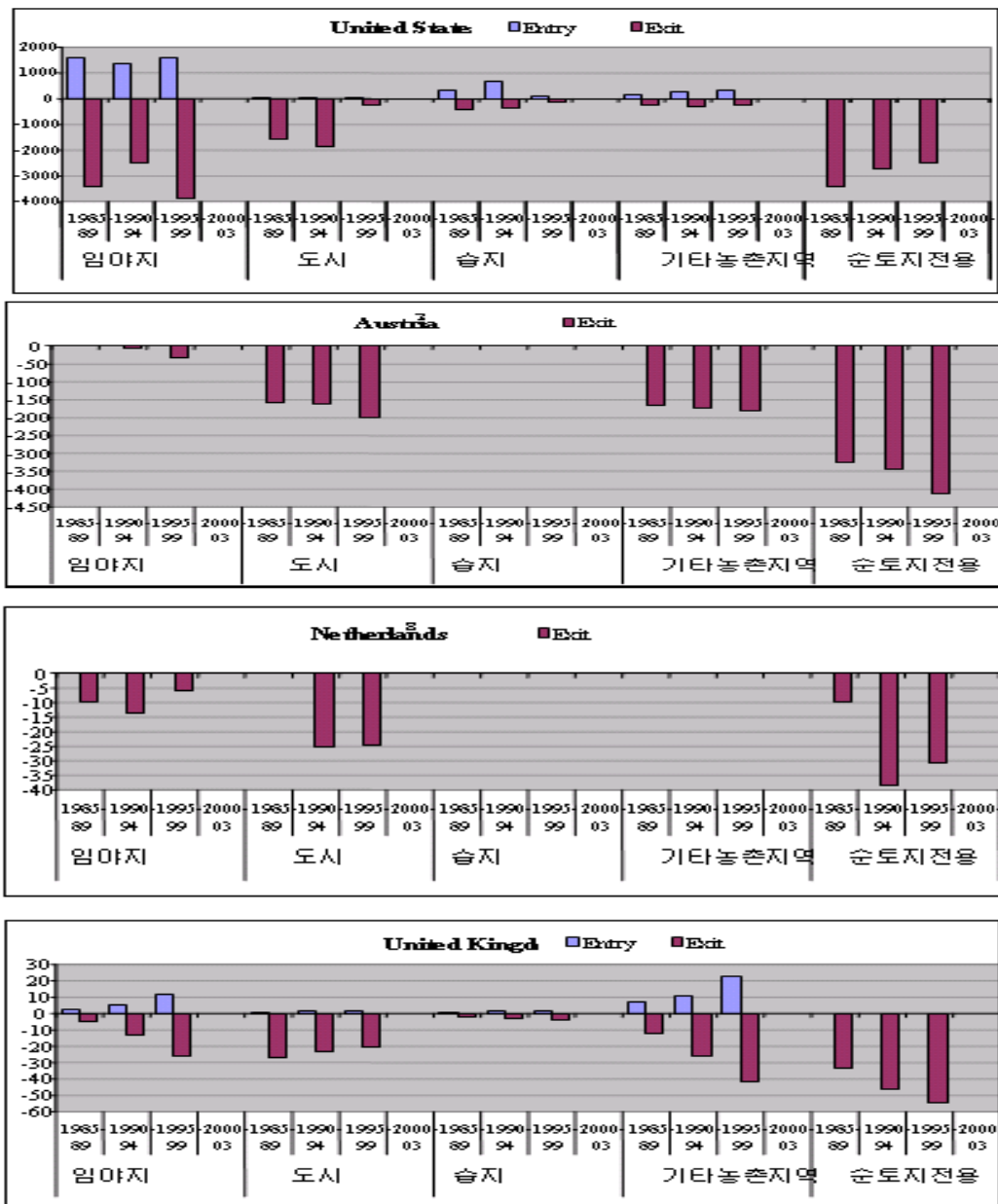
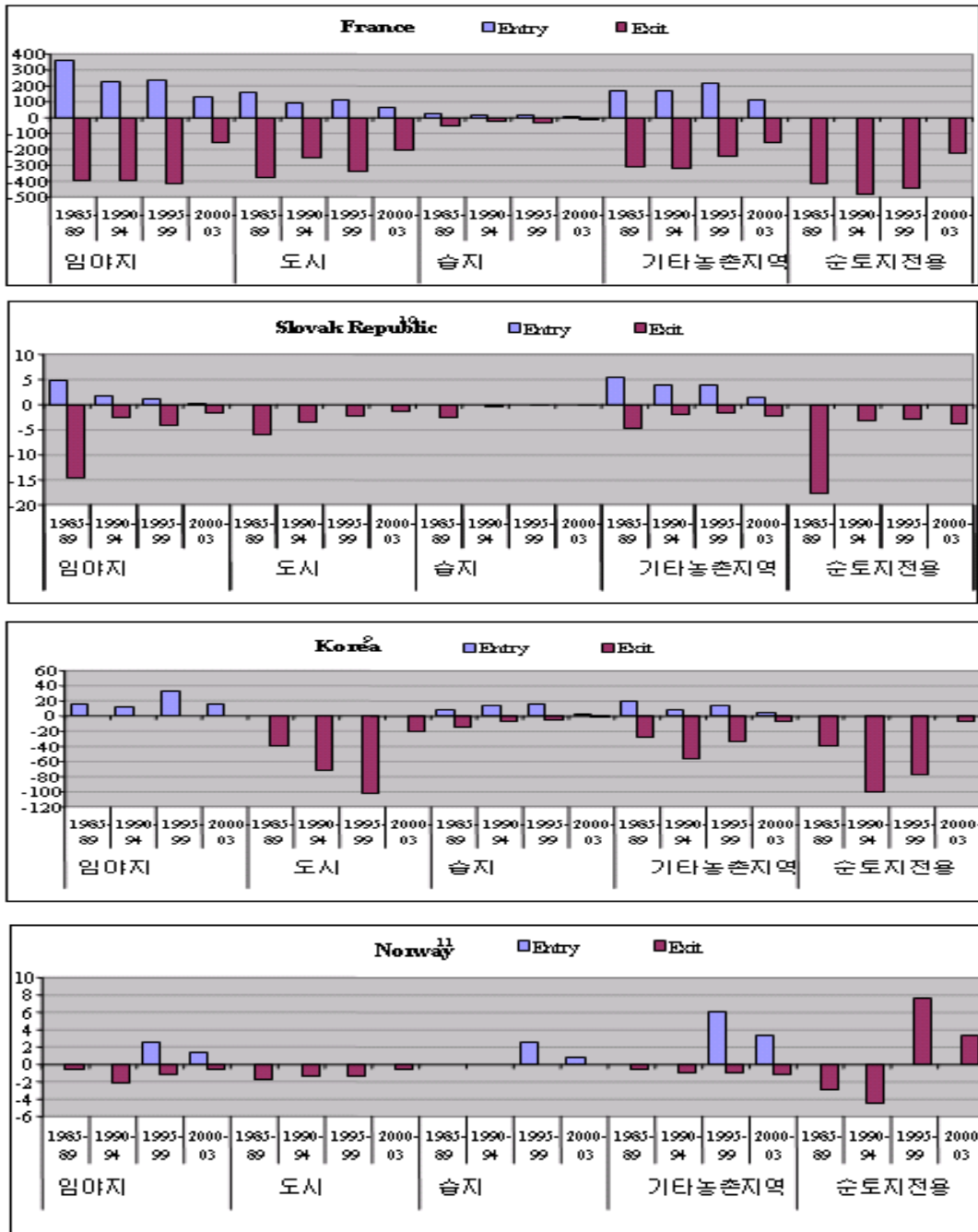
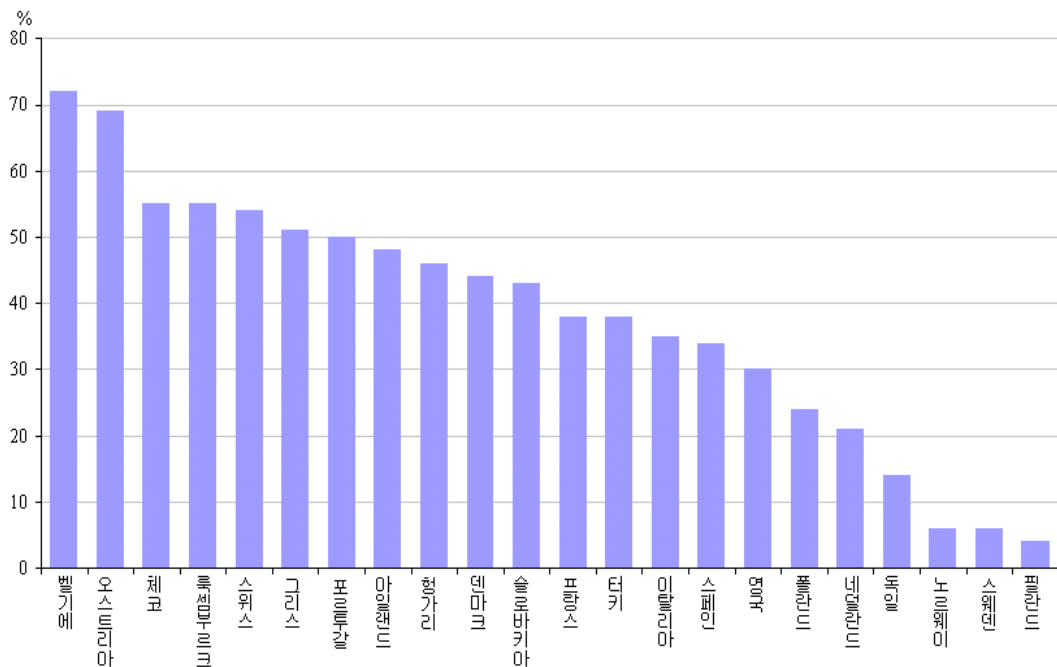


그림 3-35. 계속



- 많은 OECD 국가들에 있어서 농업은 보다 집약된 농업으로 인해 1990년 후반 중요한 조류지역(IBAs)의 서식지질에 해로운 영향을 크게 미치는 것으로 보고 있음. 그러나 몇가지 경우에서 농경지를 비농경지로 전용하는 것은 중요한 조류지역의 서식지 질을 더 한층 감소시키기도 함<그림 3-36>.

그림 3-36. 중요 조류서식지 생태기능을 위협하는 집약농업면적 비율



자료: Bird Life International(2004).

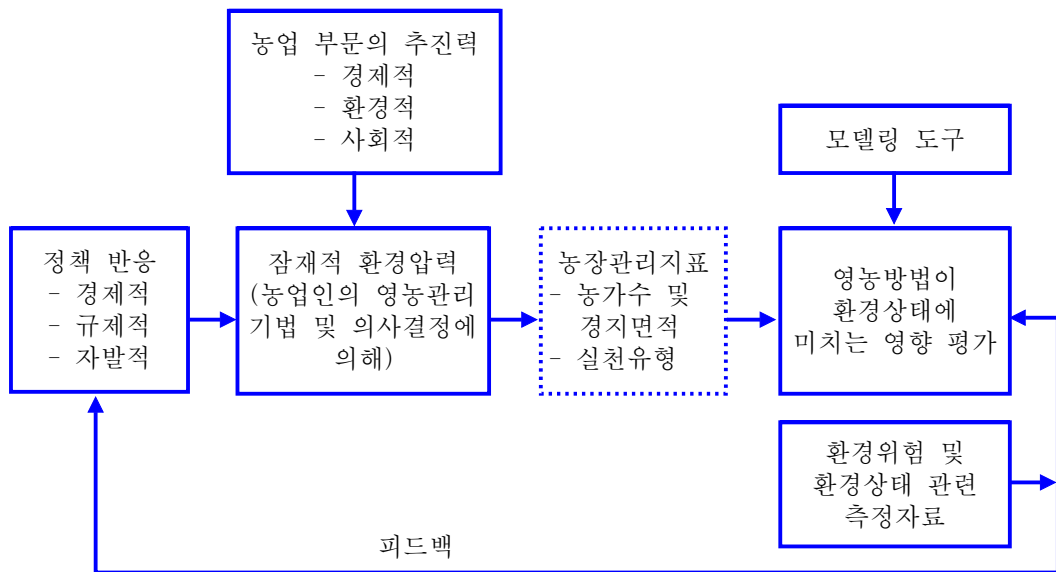
## 9. 농장관리지표

### 9.1. 농장관리지표의 개요

- 농장관리지표 부분은 농업환경의 추진력(양분 및 농약 사용, 에너지 소비, 물 이용), 환경 상태(토양·물·대기질, 생물다양성), 그리고 영농방법 및 작부체

계 변화에 따른 농업환경성과에 대한 반응 즉, D-S-R 간의 연계에 중점을 두고 있음<그림 3-37>.

그림 3-37. 농장관리지표의 구조



자료: OECD(2006)

- 농정관리지표는 양분관리, 병해충관리, 토양관리, 물관리, 유기농관리 등의 부문을 지표대상 분야로 정하여 지표를 산정하고 있음.
  - 양분관리지표는 양분관리 계획 실천 농가비중과 농가수(경지면적), 토양 양분검정 실천 농가 비중으로 지표를 산정함.
  - 병해충 관리지표는 비화학적 병해충 방제 방법을 실천하는 농경지 비중과 종합병해충관리(IPM) 실천 농경지 비중으로 지표를 산정함.
  - 토양 관리지표는 토양보전 실천 농경지 비중과 연중 식생피복 실천 농경지 비중으로 지표를 산정함.
  - 물 관리지표는 관개 방법별 농경지 비중으로 산정함.
  - 생물다양성 관리지표는 생물다양성 관리 계획을 현장에 적용하여 실천하는 농경지의 비중으로 지표를 산정함.

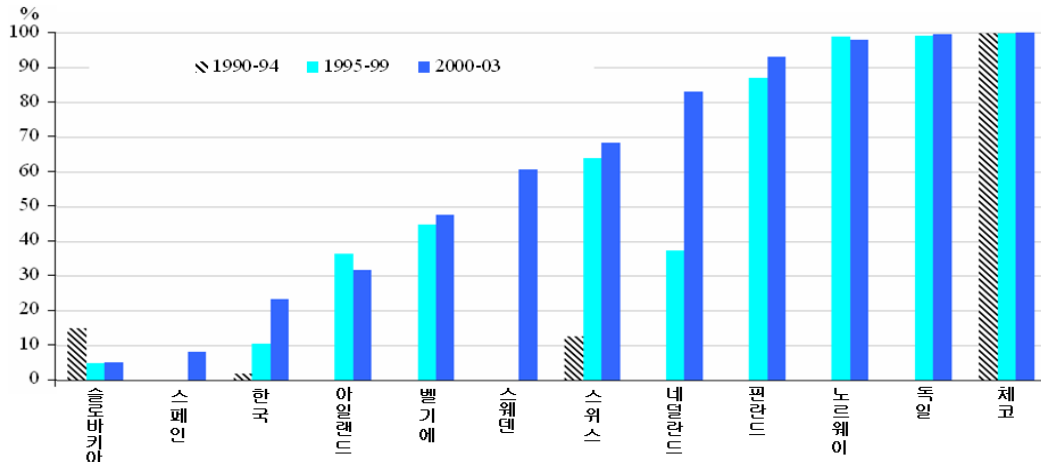
- 유기농관리지표는 전체 농경지 가운데 유기농 인증 농경지 비중으로 지표를 산정함.
- 농장관리지표는 3단계 접근방식으로 구성됨.
  - 농장관리방식(farm management practices)은 양분, 병해충, 토양, 물, 생물 다양성을 포함한 특정 환경 문제를 중점적으로 다룸.
  - 환경적 농장관리계획(environmental farm management plans)은 관행농법에서 유기농법까지, 특용작물과 축산 부문 등 모든 범위의 농장 시스템을 포함하고 있음.
  - 농장관리능력(farm management capacity)은 농업인 교육, 농가 수익, 연구, 농장 상황보고 지출(farm advisory expenditure), 그리고 농가지원 사회제도 등의 개선을 위한 농장관리능력에 대한 투자를 포함하여 농업의 지속 가능성을 향상시킬 수 있는 농법 채택에 영향을 미치는 장애 요소와 인센티브를 나타냄.

## 9.2. 농장관리지표의 비교

- 농장관리지표의 핵심추이를 살펴보면, 우선 식품가공업자나 소매업자를 포함한 소비자들의 관심(예: 농약 관리)에 부응한 농가의 자발적 참여와 지불금 및 규제를 통해 제공되는 정부의 인센티브 제공의 결과로 OECD 국가들의 환경적 농장관리 실천 농가 수가 점점 증가하고 있음.
- 양분관리 실천(nutrient management practices, NMPs)은 1990년대부터 꾸준히 증가하여 대부분의 OECD 국가에서 널리 행해지고 있음.
  - 특히 벨기에, 체코, 덴마크, 핀란드, 독일, 네덜란드, 노르웨이, 스웨덴, 스위스 등 양분잉여 감축을 이행해온 국가에서 실천비중이 높은 편임. 그러나 캐나다, 아일랜드, 한국, 스페인 등 양분잉여가 증가하거나 OECD 평균을 초과하는 국가의 양분관리 실천 비중은 대체로 낮은 편임<그림 3-38, 그림 3-39>.

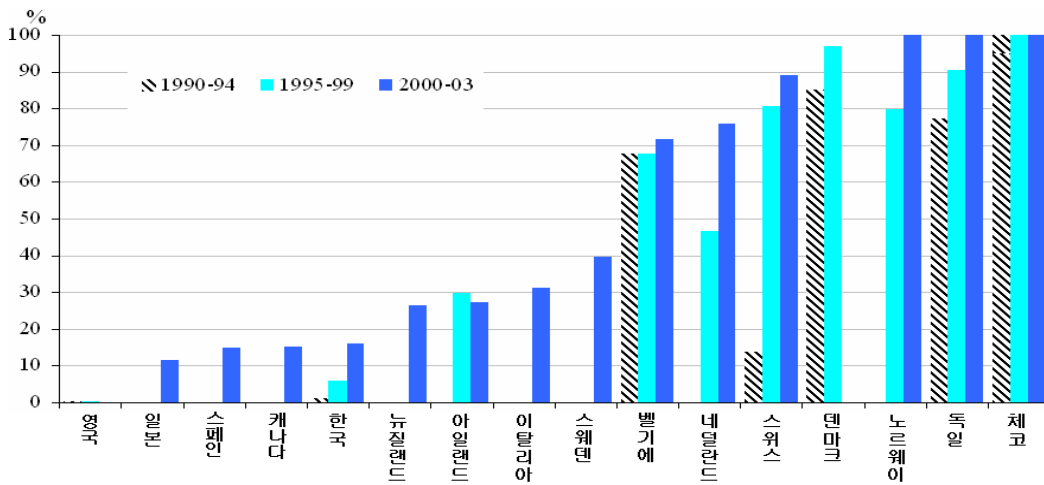


그림 3-38. 양분관리계획 실천 경지면적 비중



자료: OECD(2006).

그림 3-39. 양분관리계획 실천 농가수 비중

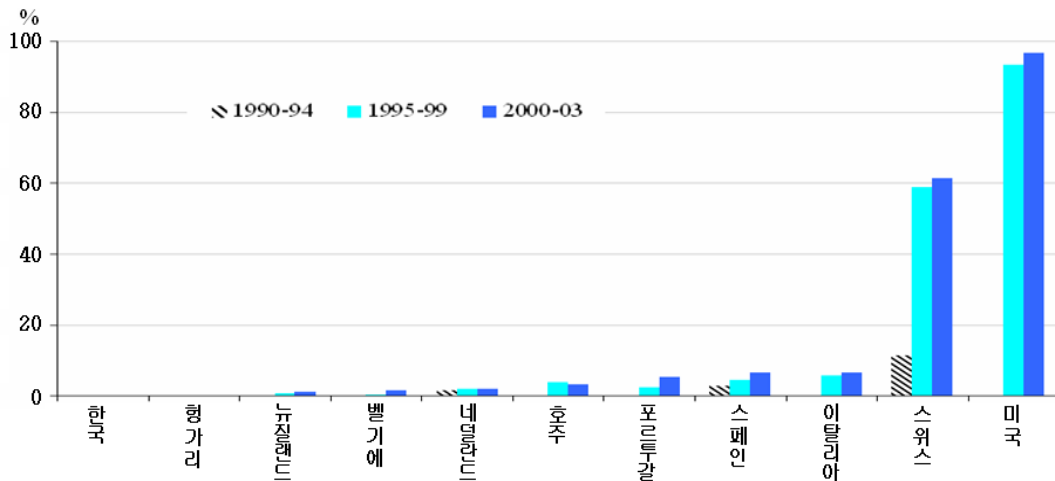


자료: OECD(2006).

- 환경적 종합병해충관리(integrated pest management, IPM)의 적용이 전반적으로 증가했음에도 불구하고 전체 농경지면적 대비 적용실적은 평이한 수준임.
  - 그러나 높은 수준의 종합병해충관리를 실천하는 국가나 유기농법 실천 면적이 증가하고 있는 국가(오스트리아, 체코, 덴마크, 핀란드, 독

일, 이탈리아, 노르웨이, 스웨덴, 스위스, 영국)들 또한 농약 사용이 감소하고 있음. 또한 미국의 경우 유전적으로 조작된 제초제 내성 작물의 파종 확대와 더불어 정보의 IPM 적용 장려로 1990년대에 농약사용량이 감소한 것으로 나타남. 캐나다는 2001년 농가의 환경영농에 관한 설문조사 결과 대부분의 농약은 면허를 받은 자에 의해 사용되고, 거의 반 이상의 농가는 살포시즌 시작 이전에 분무기를 조절하고 있음.

그림 3-40. 종합병해충관리 실천 농경지 비중

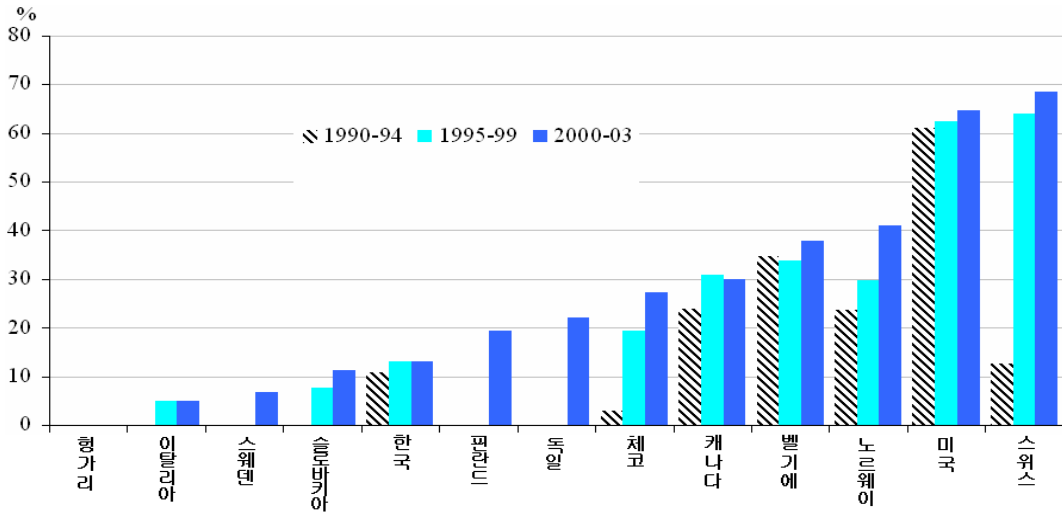


자료: OECD(2006).

- 토양관리 실천 농경지 면적은 지난 10년 동안 정체 상태에 있음. 캐나다와 미국과 같이 토양관리 실천 비중이 증가해온 국가에서는 토양침식 위험감소와 야생동물의 먹이공급 증대에 기여했으나, 헝가리, 이탈리아, 한국, 멕시코, 터키 등 토양관리 실천비중이 낮은 국가들의 경우 토양침식 문제가 상존하고 있는 상황임<그림 3-41, 그림 3-42>.

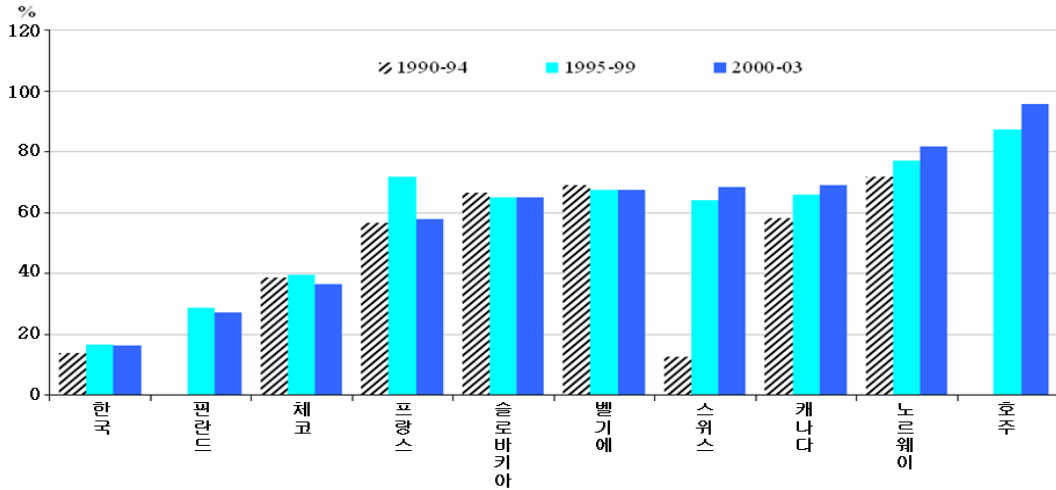
- 캐나다와 미국과 같이 토양침식 방지 개선 효과가 매우 높은 국가는 주로 토양피복, 저경운(low till)이나 보전경작 등의 토양 관리 프로그램을 실천하는 농경지 면적 및 비중의 증가했기 때문임. 그러나 상대적으로 토양관리 기법 실천 비중이 낮은 체코와 슬로바키아 등은 토양침식 위험이 심화되고 있음.

그림 3-41. 토양보전 실천 농경지 비중



자료: OECD(2006).

그림 3-42. 1년 이상 식생 피복 실천 농경지 면적 비중

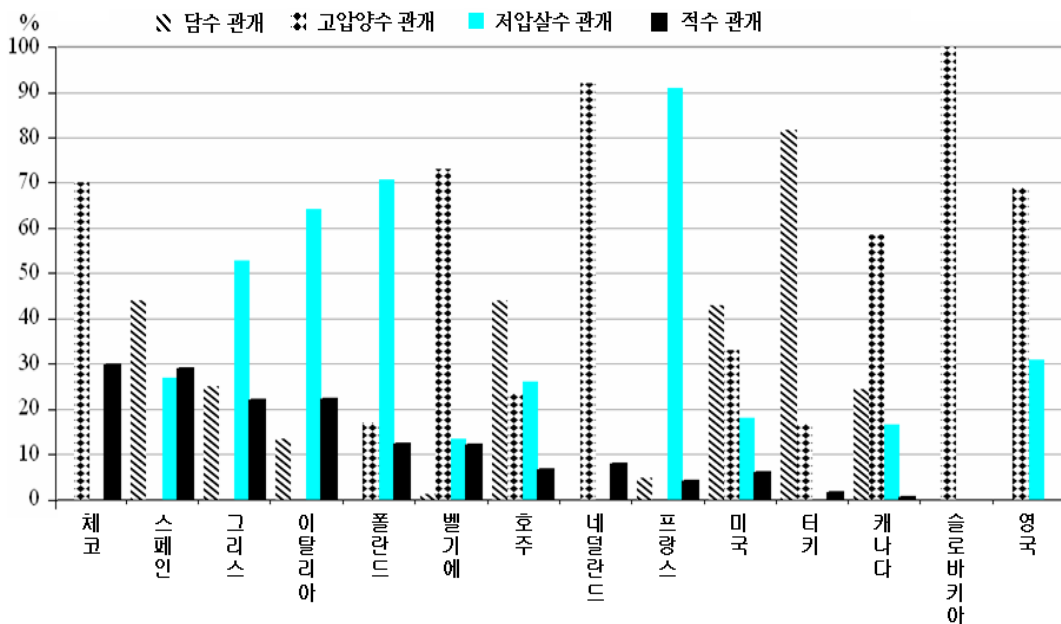


자료: OECD(2006).

- 관개를 위한 물관리가 중요한 OECD 국가들이 대체로 비효율적인 물 보전 기술을 적용하고 있는 것으로 나타남.
  - 대부분의 국가에서 저압살수 관개(low pressure sprinkler)나 적수관개(drip emitters)와 같은 물이용 효율이 높은 방법 대신 담수관개(flooding)

와 고압양수 관개(high pressure raingun)와 같이 물 이용량이 상당히 많은 관개기법을 적용하고 있으며, 가장 효율적인 물보전 기술인 적수 관개(drip emitter)의 적용이 20% 이상인 국가는 체코, 그리스, 이탈리아, 스페인 등 일부국가에 불과한 실정임. <그림 3-43>.

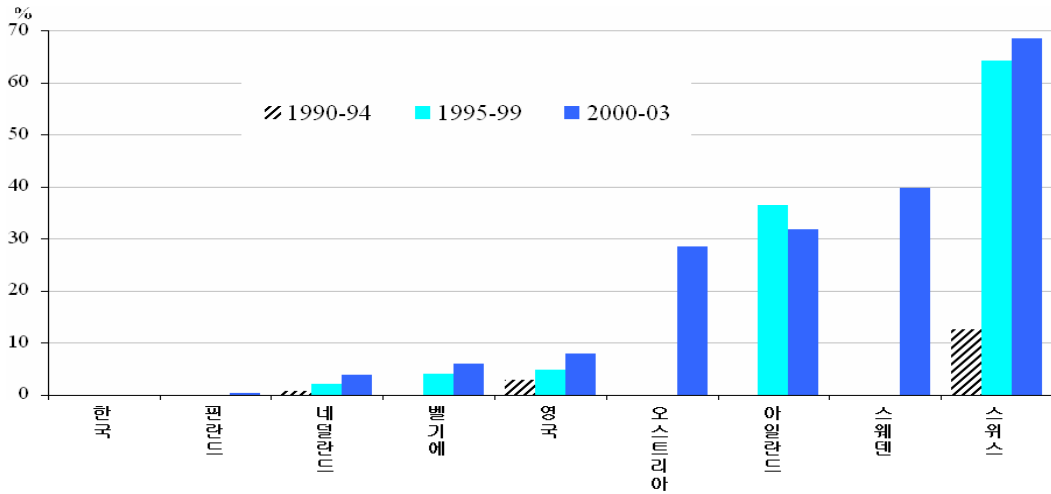
그림 3-43. 관개 방법별 경지면적 비중



자료: OECD(2006).

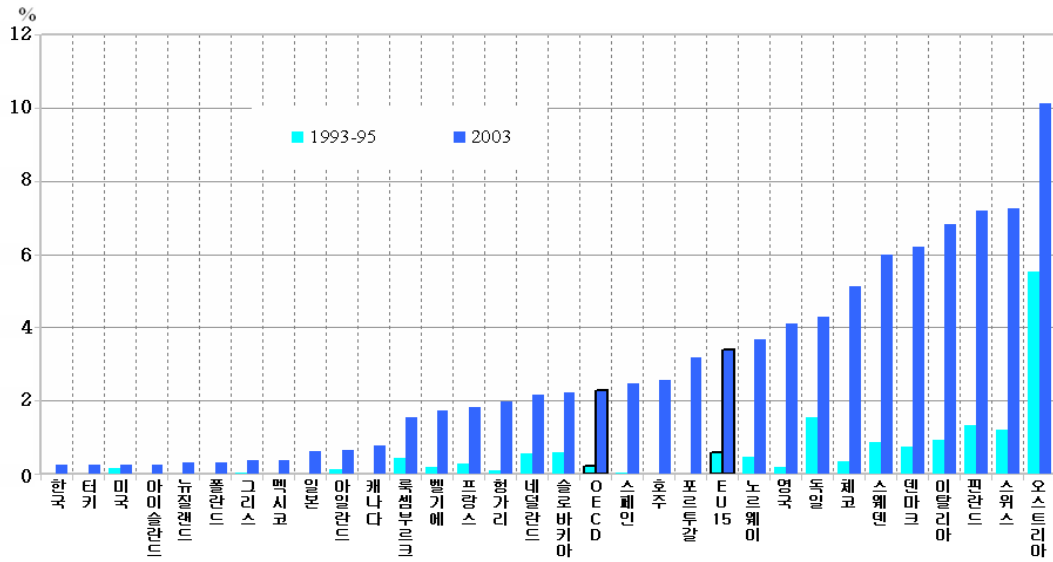
- OECD 국가의 생물다양성 관리 계획을 실천하는 농경지 비중은 오스트리아, 아일랜드, 스웨덴, 스위스 등을 제외한 대부분의 국가에서 10% 미만에 불과함. 그러나 국가적 차원의 생물다양성 보전 계획의 일환으로 많은 국가에서 농업생물다양성 관리 수행을 시작하고 있음.
- 유기농법을 인증하는 OECD 국가는 1990년대 중반 이후 상당히 증가하고 있는 추세이나, 2003년 기준 전체 OECD 농경지 면적의 2% 미만에 불과함. 오스트리아, 핀란드, 이탈리아, 스위스 등 유럽의 OECD 국가는 7% 이상으로 높은 편이며, 호주(2% 이상)를 제외한 캐나다, 일본, 한국, 멕시코, 뉴질랜드, 미국 등과 같은 비유럽 OECD 국가는 1% 미만으로 낮은 편임<그림 3-45>.

그림 3-44. 생물다양성 관리 실천 농경지 면적 비중



자료: OECD(2006).

그림 3-45. 유기농 인증 면적 비중 변화



자료: OECD(2006).

## 제 4 장

# 농업환경지표의 정책적 활용방안

### 1. 여건변화에 따른 환경성과 비교

- 농업환경지표개발 종합보고서 제4권에 제시된 주요 농업환경지표를 종합하여 국가별·지표별 농업환경실태를 일목요연하게 파악할 수 있음<표 4-1>.
  - 경지면적의 경우 미국 4억 975만ha로 가장 넓고, 다음이 멕시코 1억 730만 ha, 호주 4,474만ha 등으로 나타났고, 한국은 193만ha로 매우 작은 수준임.
  - 양분수지 지표에 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.
  - 에너지 사용량의 경우 농경지 ha당 기준으로 네덜란드 2,076kg으로 가장 높고 다음으로 한국이 1,924kg로 나타남. 물이용량은 농경지 ha당 기준으로 일본이 11,935m<sup>3</sup>로 가장 높았고, 다음으로 한국이 3,778m<sup>3</sup>로 나타남.
  - 암모니아 배출량은 농경지 ha당 기준으로 한국이 94kg으로 가장 높았고, 다음으로 네덜란드 64kg, 일본 60kg 순으로 나타남.

표 4-1. OECD 국가의 농업환경지표 비교(2002-2004)

구 분	경지면적	질소수지	인산수지	농약 사용량	에너지 사용량	물이용량	암모니아 배출량	온실가스 배출량
단위	천ha	kg N/ha	kg P/ha	kg/ha	kg/ha	m <sup>3</sup> /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(2006).

- OECD 농업환경지표를 이용하여 여건 변화에 따른 우리나라와 주요 회원국 간의 농업환경실태에 관한 비교 분석이 가능함.
  - 농업환경부문 주요지표인 농산물(주요 곡물) 생산량, 농경지 면적변화, 질소수지, 인산수지, 농약사용량, 농업에너지소비, 물이용, 관개지면적, 암모니아배출량, 온실가스배출량 등을 기준으로 OECD회원국의 농업 환경상태를 비교할 수 있음.
  - 곡물생산량의 경우 우리나라와 미국은 14~15% 증가한 반면, 일본과 네덜란드는 약 11% 감소함. OECD전체로는 약 3% 증가하였음.
  - 질소수지(2002-2004 3개년 평균치)는 한국 240kg/ha, 네덜란드 229kg/ha, 일본 166kg, 미국 35kg으로 한국이 가장 높은 수준인 것으로 나타남. 인산수지의 경우는 일본 52kg, 한국 48kg, 네덜란드 19kg, 미국 3kg 로 나타나 우리나라의 인산수지도 높은 수준인 것으로 나타남.

표 4-2. 한국과 주요 회원국의 농업-환경 실태 비교

변수	단위	년도	한국	일본	네덜란드	미국	OECD 전체
주요곡물생산량	지표 (1999-01=100)	1990-2003	115	89	89	114	103
경지면적	천ha	1990-2003	-254	-407	-57	-16,691	-42,574
질소수지 <sup>1)</sup>	kg N/ha	2002-2004	240	166	229	35	76
인산수지 <sup>1)</sup>	kg P/ha	2002-2004	48	52	19	3	12
농약사용량	톤	1990-2002	-152	-17,821	-8,545	-19,351	-46,800
에너지소비 <sup>2)</sup>	%	1990-2003	+88	+18	+14	+19	+17
물 이용 <sup>3)</sup>	%	1990-2003	+8	-2	n.a.	+2	-1
관개지면적 <sup>4)</sup>	%	1990-2002	+61	+63	+60	+13	+12
암모니아 배출	천톤	1990-2003	+38	n.a.	-113	+524	+254
온실가스 배출 <sup>5)</sup>	%	1990-2002	n.a.	+10	-1	+12	+6

주: 1) 질소와 인산수지는 3개년 평균치를 나타낸 것임.

2) 총에너지 사용량(석유 상당치 기준)의 변화율임.

3) 전체 물 이용량의 변화율임.

4) 전체 농경지에서 관개지 면적이 차지하는 비중임.

5) 총 온실가스 배출량(이산화탄소 상당치)의 변화율임.

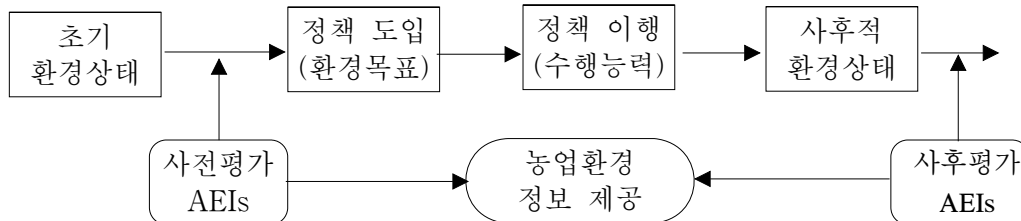
6) +는 증가량(증가율), -는 감소량(감소율)을 의미함.



## 2. 농업환경지표를 이용한 농업환경정책 평가

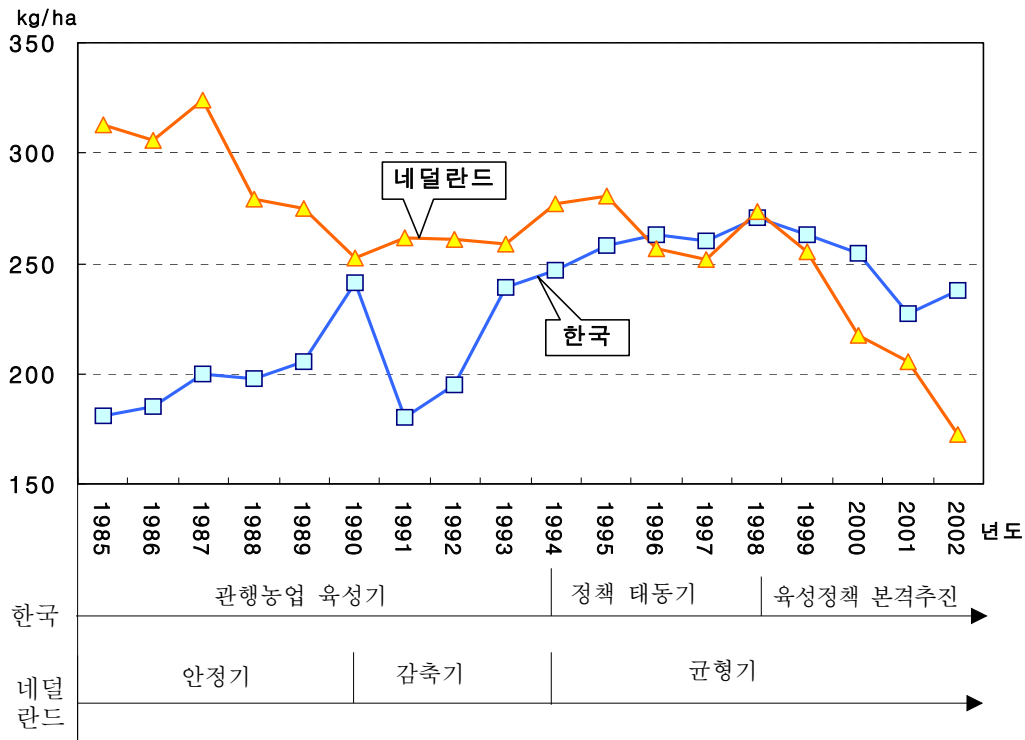
- 농업환경정책의 도입 이전에 환경상태를 평가할 수 있는 농업환경지표의 선정이 필요하고, 선정된 농업환경지표를 기초로 사전평가가 이루어질 수 있음. 사전평가를 통해 타당성이 확인되면 정책프로그램 시행이 가능하므로 정책실패를 최소화 할 수 있음<그림 4-1>.
  - 농업환경지표를 바탕으로 정책목표를 설정하게 되며, 이를 기초로 정책이행을 통해 나타난 성과평가(사후평가)가 가능하며, 정책조정 및 보완의 피드백이 이루어질 수 있음.
  - 양분수지 지표(질소수지)를 이용하여 우리나라 농업환경정책(친환경농업정책, 가축분뇨자원화정책 등)의 정책성과에 대한 평가가 가능함.

그림 4-1. 농업환경지표를 활용한 사적적·사후적 농업환경정책평가



- 핵심 농업환경지표를 통한 주요 관심 대상국의 농업환경실태 및 정책 비교
  - 농업환경지표 가운데 핵심지표의 하나인 양분수지 지표를 활용하면 농업환경부하의 진단과 전망, 농업환경정책의 총괄적 성과평가, 양분관리정책 프로그램의 개발 등 다양한 분야에서 유력한 수단으로 활용할 수 있음.
  - OECD 농업환경지표 자료에 따르면 질소수지 지표의 경우 1996년 이전까지 네덜란드가 가장 높은 국가이고 다음으로 한국이었으나, 1997년부터는 한국이 가장 높은 국가이고 다음으로 네덜란드인 것으로 나타남<그림 4-2>.

그림 4-2. 한국과 네덜란드의 질소수지 지표 변화 추이 비교



- 네덜란드의 경우 과잉 양분수지 문제를 해결하기 위해 단계적이고 실효성 있는 양분총량관리제도, 가축사육두수할당제도 등 양분관리 특별 정책프로그램이 도입되어 상당한 정책적 효과를 거두었음.<sup>3)</sup>
- 우리나라는 1990년대 중반 본격적인 친환경농업 육성정책에 힘입어 화학비료사용량이 줄어들고 있으나 가축사육두수의 증가 등으로 2000년대 들어서는 양분수지가 악화되는 것으로 나타남. 양분관리를 위한 특단의 조치로 2007년부터 지역단위 양분총량제 시행하는 것으로 발표되었으므로 구체적인 정책추진 지침을 수립하여 속히 추진해야 할 것으로 판단됨.<sup>4)</sup>

3) 네덜란드의 경우 질소수지 지표를 이용하여 양분관리정책을 수립하고 평가한 사례에 관해서는 김창길 외 7인(2004), pp.51-62에 상세하게 제시되어 있음.

4) 양분수지지표를 기초로 한 지역단위 양분총량제 시행방안에 관한 구체적인 내용은 김창길, 김태영, 신용광(2000)에 상세하게 제시되어 있음.

### 3. 농업환경지표를 활용한 정책평가모델 개발

#### 3.1. 방향성 비순환 그래프기법

- 2005년 6월 OECD 본부에서 개최된 「농업정책의 환경연계 모델링 전문가회의」에서 발표된 미국 텍사스 A&M대학교의 Bessler교수의 방향성 비순환그래프 방식을 이용한 농업환경성과 분석의 접근방법을 제시함.
  - 최근 인과관계에 관한 계량분석기법으로 활용되고 있는 방향성 비순환그래프(Directed Acyclic Graph, DAG) 방법을 세계적 빈곤문제의 인과관계 분석에 응용되고 있음.
  - DAG는 국가별 상황에 따라 빈곤에 영향을 미치는 인과관계를 설정하고 관련 자료를 수집하여 회기분석을 통해 정책효과를 분석하는 방식임. 사전적으로 인과관계가 식별되어야 한다는 점에서 베이지안 확률이론에 기초를 두고 있음.
  - 기본적으로 DAG는 인과관계의 충분성, 마코브 확률성, 신뢰성 및 정규분포를 가정하고 있어 현실적으로 응용하는 경우 가정조건의 타당성에 대한 신중한 검토가 이루어져야 함.
- OECD 사무국의 방향성 그래프 적용 사례
  - 방향성 그래프방법(Directed graph method)은 농업정책 프로그램의 국가간의 사후적 분석(cross-country ex-post analysis)에 유력한 도구로 활용가능성을 제시함. 이러한 분석이 효과적으로 이루어지기 위해서는 정책의 환경 효과를 평가할 수 있는 OECD 농업환경지표 데이터베이스가 구축되어야 할 것임.
  - 농업정책의 환경효과 분석과 관련 방향성 그래프기법을 적용하기 위해서는 생산물과 요소시장에서의 가격과 수량에 관한 자료, PSE, 작목별 경지면적, 가축사육두수, 비료사용량, 작목별 양분요구량 등의 방

대한 자료의 데이터베이스가 구축되어야 함.

- 정책변화에 따른 부분별 파급경로는 사전적인 지식에 의해 설정되어야 함. 인과관계가 설정되고 국가별 관련 자료가 확보되면 방향성 그래프방식의 소프트웨어(TETRAD IV)를 이용하면 국가사례 연구는 물론 국가간의 정책효과 비교에도 적용할 수 있음을 제시함. 인과관계 분석 패키지인 TETRAD IV는 미국 카네기-멜론대학교에서 개발되었으며 인터넷을 통해 무료로 다운로드 받아 활용할 수 있음.<sup>5)</sup>

### 3.2. 정형화된 농업환경정책영향모델

- 2006년 6월에 개최된 OECD 농업환경정책위원회 제23차 JWP 회의에서는 방향성 그래프를 이용한 정책연계분석의 활용과 관련하여 필요로 하는 자료의 데이터베이스 구축이 이루어진 회원국이 매우 제한적이어서 모델 응용의 지속적인 작업에 회의적인 의견이 제시됨. 따라서 농업환경지표를 이용한 정책분석의 새로운 접근방식으로 정형화된 농업환경정책영향모델(Stylized Agri-environmental Policy Impact Model, SAPIM)이 제시됨.
  - SAPIM은 일련의 가정을 통하여 농업정책이 토지이용, 경작 방식에 미치는 변화와 이러한 변화가 수질, 생물다양성, 온실가스 방출 등의 환경에 미치는 영향과 경제적 효과를 분석하는 시뮬레이션 분석 모형임.
  - SAPIM의 적용사례로 스위스 낙농부문의 환경규제와 인센티브 지불의 정책결합을 분석하는 도구로 활용함. 기본적으로 SAPIM은 낙농가의 순편익 극대화를 기초로 한 정형화된 정책분석 의사결정모델로 우유 생산함수(두당), 육류 생산, 부산물로 가축분뇨 발생량, 낙농 투입물 가격, 작물생산 등이 고려되는 통합모형임.

---

5) TETRAD 복잡한 자료로부터 인과관계를 규명하고 예측 및 검증 등의 체계적인 분석을 위해 미국 카네기멜론대학교 철학과에서 개발된 컴퓨터 패키지 프로그램임. TETRAD 프로그램에 대한 설명 및 다운로드 등에 관한 상세한 설명은 웹 사이트에 상세히 제시되어 있음([www.phil.cmu.edu/projects/tetrad\\_download/](http://www.phil.cmu.edu/projects/tetrad_download/)).

- SAPIM은 개별 낙농가가 직면하는 경제적 수익이 극대화될 수 있도록 사육두수 결정과 가장 높은 수익에 도달할 수 있도록 토지 배분을 제시하고 있음. 또한 사회적 후생의 관점에서 생산자와 소비자 잉여를 극대화하고 환경규제를 제약요건으로 반영함으로써 사회적 최적해도 도출될 수 있도록 하고 있음.
- SAPIM의 사회적 최적해 달성을 위한 수단으로 단위면적당 가축분뇨 살포량 제한, ha당 질소·인산 시용량 제한, 가축분뇨 살포 관련 보조금 지급, 무기질 비료에 대한 과세, 낙농가 사육두수에 대한 과세, 대기중 암모니아 배출 억제를 위한 저장 덮개 설치를 위한 보조금 등 다양한 수단을 검토하고 있음.
- OECD 제23차 JWP에서의 SAPIM 모델에 대한 논의 결과는 국가별 농업환경 정책분석에 있어서 국가적 특성이 반영될 수 있는 모델개발이 필요하고, 특히 환경효과는 장기간에 걸쳐 나타나므로 동태적 효과를 고려하는 것이 바람직하다는 의견이 제시됨. 특히 농업환경의 부정적 영향 외에도 경작 방식에 따른 생물다양성 변화가 반영될 수 있도록 모델 보완의 필요성이 제시됨.

### 3.3. 네덜란드의 STONE 모형

#### 3.3.1. STONE 모형의 개요

- 네덜란드의 잉여양분문제 해결을 위한 효과적인 정책프로그램 도입과 모니터링을 위해 농업환경지표를 이용한 농업환경정책평가 모델인 STONE이 개발되어 운용되고 있음.
  - 양분분석을 위해 특별히 고안된 모형인 STONE은 네덜란드에서 농작물 생산, 경지이용, 환경, 지표수, 농업경제학 분야의 연구기관(Alterra, RIVM, RIZA, Plant Research International, LEI)에서 수행하고 있는 연구과제의 통합된 결과물임.
  - STONE 모형을 개발한 주요 이유는 여러 연구단체에서 제공되는 양분

배출량 정보의 불일치하였고, 이에 따라 정책결정자들은 국가차원에 서의 지하수·지표수에 대한 질소·인산 배출량에 대한 일관된 정보가 필요했기 때문임. 결과적으로 ① 모든 관련 연구 분야에서 최적 모형과 자료 이용, ② 다양한 분야의 지식 통합, ③ 정책결정자들이 가장 효율적이고 적절한 환경정책수단을 설정하도록 일관되고 과학적이며 합리적으로 지원한다는 세 가지 목표 하에 1996년에 처음으로 합의된 모형이 개발됨.

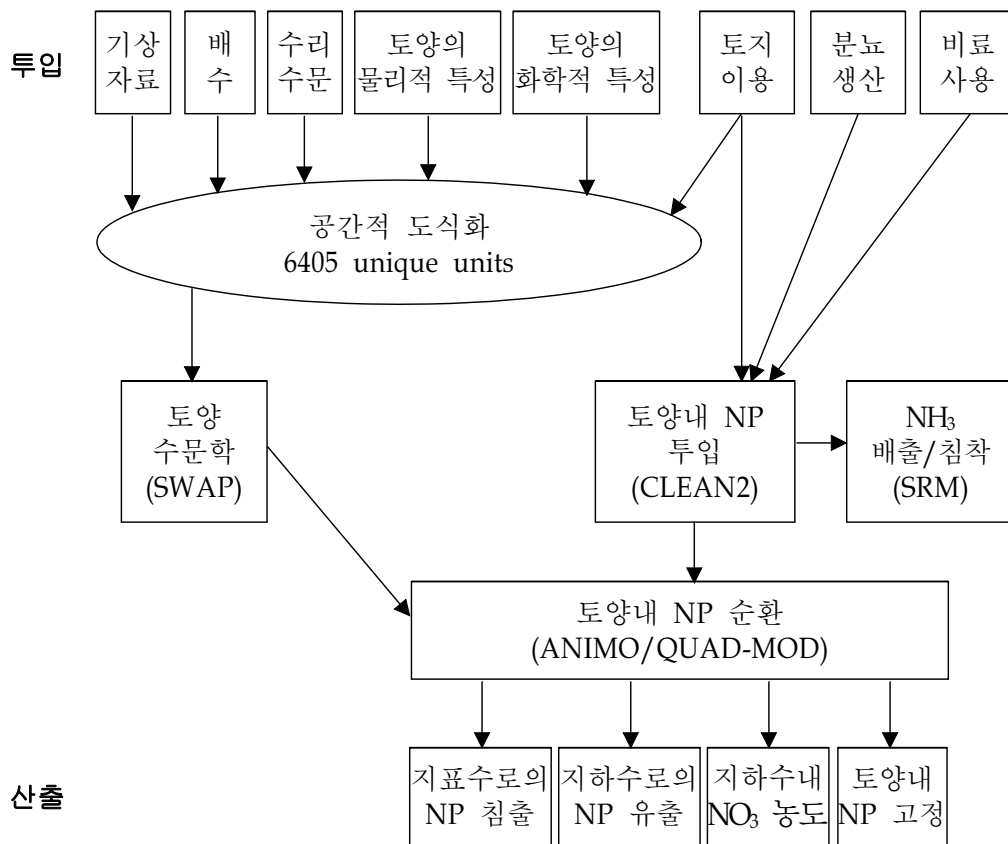
- STONE 모형은 네덜란드의 지표·지하수에 대한 질소 및 인산 배출량에 대한 농업시스템의 영향을 평가하고, 국내 및 유럽 농업·환경 정책의 영향을 평가하는데 이용되고 있음.
  - 네덜란드의 지표수에 대한 질소·인산 용탈의 시공간적 패턴
  - 네덜란드의 지하수(상층부)에 대한 질소·인산 농도의 시공간적 패턴
  - 네덜란드 전체 또는 소지역에 대한 질소·인산 수지 계산과 양분수지 진단 및 평가

### 3.3.2. STONE 모형의 특징과 구조

- STONE 모형은 환경정책수단을 투입자료로 모형에 반영할 수 있어 국가 및 지역 단위의 모형 적용, 공간적으로 구분된 토양 특성에 관한 투입자료를 필요로 함.
  - 모형의 기본적으로 여러 모형이 결합된 형태로 ① 가축분뇨와 무기질 비료 배분을 통한 토양 내 질소·인산 투입량 계산을 위한 최적화 모형, ② 공기 중 질소 침착을 계산하기 위한 메타모형(meta model), ③ 지하수·지표수에 대한 질소·인산 배출량과 토양내 질소·인산 순환을 계산하기 위한 처리기준 결정모형(process-based deterministic model)
  - STONE의 첫 번째 버전은 2000년에 출시되었으며, 제5차 환경전망에 적용되었음. 이후 네덜란드의 공간적 도식이 재설계되고, 탈질작용과 작물의 질소 흡수량 및 유기물의 무기화 등을 계산하는 새로운 모듈

이 시행되면서 2001년에 STONE 시스템 2.0버전이 출시되었고, 2007년 중반에 업데이트된 버전을 위해 연구 중에 있음.

그림 4-3. STONE 모델링 시스템의 투입 및 산출 자료



- STONE 시스템은 네덜란드 지표·지하수에 대한 질소 및 인산 침출과 관련하여 농업부문의 변화(예: 추천 시비량, 작부체계 변화)와 정책수단의 변화(예: 네덜란드 MINAS, EU 질산염 지침) 효과를 평가하기 위해 개발됨. 이 시스템은 특히 국가 차원의 평가를 위해 개발되었으며, 지역 단위에서도 적용 가능함. STONE의 장점을 크게 세 가지로 요약될 수 있음.

- 토양 형성과정의 기계학적 설명(mechanistic description of soil process)
  - 네덜란드의 농촌지역에 대한 상세한 공간적 도식화
  - 토양에 대한 질소 및 인산 투입량과 가축분뇨 및 비료 사용에 대한 상세한 정보 제공
- STONE은 네덜란드의 생물학적 조건을 대변하는 공간적 단위에 적용되는 여러 모형이 연결되어 구성되어 있음<표 4-3>.
- 계산은 모델 연쇄의 다른 구성요소를 이용하여 연속적으로 수행됨. 첫째, 지표·지하수에 대한 양분 배출량을 줄이기 위한 다양한 정책수단들이 설정되고, 이는 농장의 가축사육두수 및 가축분뇨 발생량에 관한 자료로 변환될 수 있을 것임.
  - CLEAN2 모델은 가축분뇨 및 무기질 비료의 사용을 통해 토양으로 투입되는 질소 및 인산 투입량과 농업활동을 통한 암모니아 배출량을 계산함. 다음으로 OPS/SRM 모델은 대기로부터 질소 침착을 계산하는데 활용됨.
  - GONAT/ANIMO 시스템은 토양 내 탄소 및 양분 순환과 지표·지하수로의 질소·인산 유출을 계산함. 이 시스템 내에서 QUAD-MOD를 이용하여 작물에 의한 질소·인산 흡수량이 계산됨.
  - STONE을 구성하는 보조모형으로 SWAP은 포화 및 불포화 상태의 표토층에서 물과 열, 용질의 수직적 이동을 시뮬레이션하는 포괄적인 1차원의 물리적 모델임. 다음으로 QUAD-MOD는 비료 사용 실험을 통한 농작물과 수량에 의한 양분 흡수량을 계산하는 실제적인 모형으로 바이오매스의 생산과 양분 투입-산출간의 관계 규명에 활용함.
  - STONE은 농업부문의 지난 50년에 걸친 집약화의 영향을 연대기적으로 분석할 수 있음. 또한 각각의 정책 시나리오별 토양 내 질소·인산 고정, 지하수 내 질소·인산 농도, 지표수에 대한 질소·인산 침출 등을 네덜란드 지도에 적용·산출함.



표 4-3. 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 토양내 NP 투입량 계산	· 분뇨 생산 및 분배 모델링 · 분뇨 최적분배를 위한 선형계획모형	· 가축두수 · 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 시용량 · 암모니아 배출량
OPS/SRM	· 암모니아 침착량 계산	· 통계적 대기이동모형의 결과를 근거로 한 배출량과 침착량간의 관계 행렬	· 암모니아 배출량	· 암모니아 침착량
STONE 평면도 설계	· 동차 지리참조적 계산 단위 생성	· GIS · 공간분석	· 토양 물리·화학·수리수문학적 특성 · 배수, 지하수, 토지이용, 기후	· 6045개 고유 STONE 평면도 설계
SWAP	· 토양의 불포화·포화 층에서 물의 수직 이동 계산	· 결정론적 복잡 농업-수문 모형	· 기상 자료, 관개 자료 · 작물 특성 · 토양 수분 및 수력 특성 · 배수 특성 · 침투(seepage) 또는 침출(percolation)량	· 층(layer)별 물의 유량 · 토양 수분 추이 · 토양 온도 추이 · 지하수·지표수로의 /로부터 물의 유량 · 지하수심
GONAT / ANIMO	· 지표수로의 양분 유량 계산 · 지하수로의 양분 유량 계산 · 토양 내 인산 고정 계산 · 토양내 NP 처리량 계산(예: 무기화, 고착화, 탈질화)	· 결정론적 복잡 NP 순환 및 침출 모형	· 층별 유량 · 무기질 및 유기질 비료 시용 · 양분 침착 · 토양 화학적, 수착, 침전, 변환 특성 · 분해, NP 무기화 특성 · 작물의 NP 흡수량	· 다양한 배수시스템에서의 NP 흐름(예: 운하, 개천 등) · 심층 지하수로의 NP 흐름 · 인산 흡착 · 인산의 침전 · N 수지 + 구성요소 · P 수지 + 구성요소 · 유기질 NP 변화
QUADMOD	· 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

### 3.3.3. STONE 시스템 적용 결과

- 정책수단에 대한 평가를 위한 문제: 어떤 면세대상 잉여 수준에서 농업부  
문 질소·인산 배출량이 상당히 줄어드는가?
  - 이를 평가하기 위해 지하·지표수에 대한 양분 배출량을 줄이는데 있  
어 8가지 선택대안 시나리오(예를 들면, 여러 수준의 면세대상 잉여량  
수준)의 효율성을 STONE 시스템에서 계산함<표 4-4>.

표 4-4. 면세대상 질소·인산 잉여 수준별 시나리오

시나리오	건조 사양토 면적(ha)	(kg/ha)			
		N 초지	N 농경지	P 초지	P 농경지
A: 1998년 수준	-	300	175	40	40
B: 2002년 가축분뇨법	140,000	220/190	150/110/100	25	30
D1: 2003년 가축분뇨법	140,000	180/140	100/100/60	20	20
D2: 2003년 가축분뇨법	360,000	180/140	100/100/60	20	20
E: 시나리오 N-plus	140,000	140/100	60/60/40	20	20
	+220,000	-/120	-/-/60		
F: 시나리오 P-plus	140,000	180/140	100/100/60	10	10
G: E+F	140,000	140/100	60/60/40	10	10
	+220,000	-/120	-/-/60		
H: 가장 엄격한 시나리오	600,000	140/100	60/60/40	1	1

- STONE 시스템은 네덜란드의 지하수·지표수에 있어 질소·인산 침출에  
대한 농업-환경 정책수단의 효과와 농업부문의 변화 효과를 국가적 차원  
에서 평가하기 위해 개발된 것임. STONE에는 네덜란드의 최고 모형과 DB  
시스템이 적용되었고, 모든 연구 분야의 최고 지식이 통합되어 있음.

## 3.4. 유럽연합 - IRENA 프로젝트

### 3.4.1. IRENA 프로젝트 개요

- 유럽연합의 유럽환경처(European Environment Agency, EEC)가 중심이 되어 유  
럽 15개국을 중심으로 농업환경정보시스템을 구축을 추진하고 있음.

표 4-5. IRENA 농업환경지표 목록

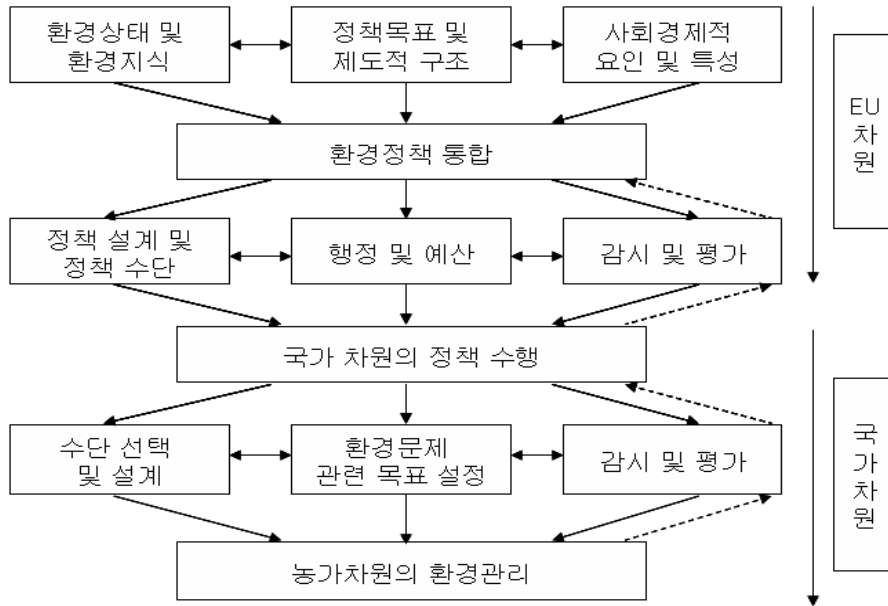
DPSIR 구조	번호	농업환경지표
반응 (Responses)	1	• 농업환경프로그램 지원면적
	2	• 우수영농방식의 지역수준
	3	• 환경목표의 지역수준
	4	• 자연보호 면적
	5.1	• 유기농산물 생산자가격
	5.2	• 유기농의 농업소득
	6	• 농민의 교육수준
	7	• 유기농업 실천면적
추진력 (Driving Forces)	8	• 비료소비량
	9	• 농약소비량
	10	• 물사용(집약도)
	11	• 에너지 이용
	12	• 토지이용변화
	13	• 작물/축산 패턴
	14.1	• 농장관리방식 - 경운
	14.2	• 농장관리기법- 토양피복
	14.3	• 농장관리기법- 가축분뇨
	15	• 조방화/집약화
16	• 전문화/다양화	
17	• 한계화	
압박 (Pressures)	18	• 총질소수지
	18sub	• 암모니아 배출량
	19	• 메탄 및 일산화탄소 배출량
	20	• 농약토양오염
	21	• 하수슬러지사용
	22	• 물추출(water abstraction)
	23	• 토양침식
	24	• 토지피복변화
	25	• 유전적 종다양성
	26	• 농경지 자연가치
27	• 재생에너지 생산량	
상태 (State)	28	• 농경지의 조류수
	29	• 토질
	30.1	• 물의 질산염
	30.2	• 물의 농약
	31	• 지하수 수준
32	• 경관상태	
영향 (Impact)	33	• 서식지 및 생물다양성에 대한 영향
	34.1	• 농업부문의 온실가스 배출 비중
	34.2	• 농업부문의 질산염 오염 비중
	34.3	• 농업부문의 물사용 비중
	35	• 경관다양성에 대한 영향

- 유럽연합의 AEIS는 1998년 유럽위원회에서 농업과 환경과의 관계를 체계적으로 다루고자 종합적인 농업환경정보시스템 구축의 필요성을 제기함. 1999년 유럽위원회는 농업환경지표를 체계적으로 다루기 위해 환경·농업정책통합 지표보고(Indicator Reporting on the Integration of Environmental Concerns into Agricultural Policy, 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.
- 15개 회원국의 농업환경정보를 이용하여 환경상태를 비교하고 또한 지표와 정책을 연계하여 평가하는 모델링 작업이 현재 진행 중이며, 2007년도 핵심 사업으로 추진할 예정임. IRENA 프로젝트의 진행과정은 OECD JWP 회의시 보고될 것임.

### 3.4.2. 농업환경지표를 활용한 정책평가

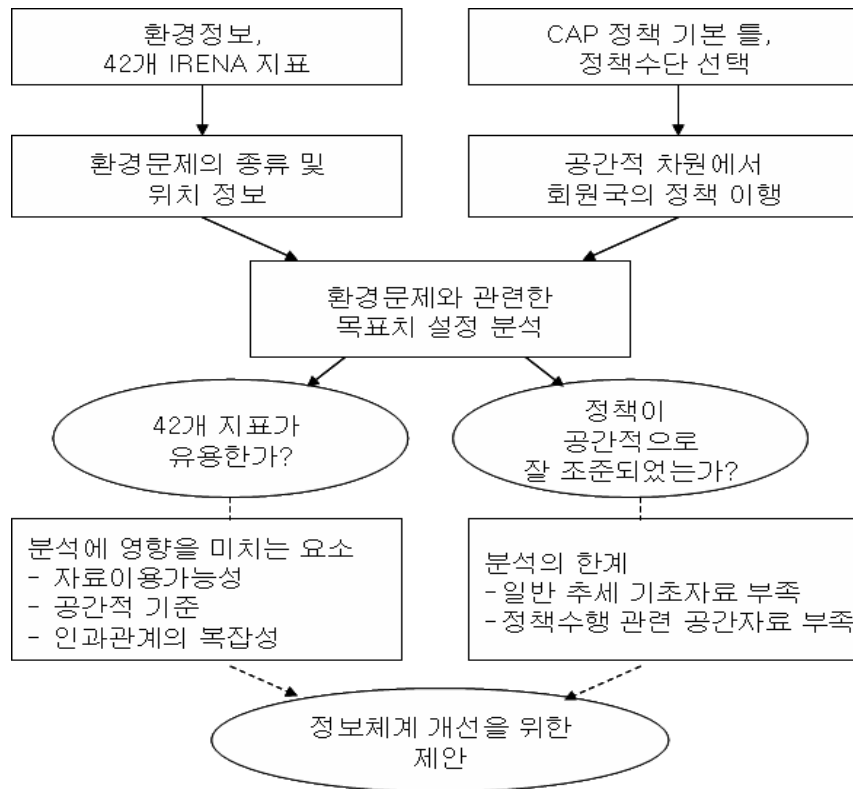
- IRENA 프로젝트는 농업환경지표를 기초로 EU 차원에서 환경상태와 정책목표 및 제도적 구조, 사회경제적 요인과 태도 등을 고려하여 환경정책 통합하고 이를 위한 정책수단, 행정, 모니터링 및 평가가 이루어짐. 다음으로 각 국가별 차원에서 정책수단, 행정 및 예산, 감시 및 평가 등이 이루어지고 하부 단계로 농가차원의 환경관리가 이루어짐(EEA, 2006)<그림 4-4>.
- 유럽 공동농업정책(Common Agricultural Policy, CAP)에서 핵심적으로 다루는 농업환경정책의 정책목표 설정 및 정책평가의 기초 자료로 농업환경지표를 활용하고 있음.
  - 다양한 분야의 CAP정책의 기본적인 틀과 정책수단이 선택되어 공간적인 차원에서 각 회원국이 정책프로그램을 이행하게 됨. 이 경우 42개의 IRENA 지표는 각 부문별로 환경정보를 제공함으로써 환경문제의 종류와 위치를 진단하여 환경문제 관련 정책목표를 설정토록 함.

그림 4-4. 정책통합에 영향을 미치는 요소의 체계도



- 환경정보의 전달자로 42개 IRENA지표가 유용한지는 자료의 이용가능성과 공간적 기준 및 인과관계의 복잡성 등을 고려하여 판단하게 됨. 이 경우 특히 환경문제의 입지적 특수성을 고려하여 정책프로그램이 공간적으로 잘 조준되었는지에 대한 검토가 이루어지는데 관련 자료의 부족으로 분석에 한계가 있음. 현실적으로 42개 농업환경지표를 제대로 산정하기 위해서는 상당한 데이터베이스 구축이 필요함<그림 4-5>
- 농업부문의 환경문제를 효과적으로 해결하기 위해서는 농업정책과 환경정책을 결합하는 정책통합이 관건임<그림 4-6>.
  - 정책통합은 기본적인 구조는 농업과 환경의 조화를 지향하는 상위 정책목표가 설정되면 각 부문별 정책에 대한 진단이 이루어지게 되며 환경정책의 경우 환경 질의 관리 지침과 주제별 전략 등 각 부문별로 농업환경지표가 핵심적인 의사결정의 변수로 활용됨.

그림 4-5. CAP에서의 환경적 통합과 정보체계 평가



- 농업발전과 농촌개발을 위한 공동농업정책은 시장 및 소득과 관련하여 보조금과 규제 수단을 활용하게 되고 환경친화적인 농촌개발을 위해 농업환경계획이 핵심을 이루게 됨. 농업전반을 친환경농업 체제로 전환하기 위해 모범영농실천(good farming practices)을 모든 농업의 기본으로 삼고 있음<그림 4-6>.
- 농업생산 및 소득 증대를 정책목표로 하는 농업정책과 환경 간에는 대체로 상충관계를 나타내게 되므로 농업환경지표를 통해 각 부문별 농업정책 프로그램이 환경에 미치는 영향을 고려해야 함(Kim, 2001).
  - 유럽 공동농업정책의 정책수단이 환경에 미치는 잠재적 영향 정도를 기초로 정책프로그램에 대한 환경성 평가가 이루어질 수 있음<표 4-6>.

그림 4-6. 정책 통합과 관련한 농업환경 정책 수단

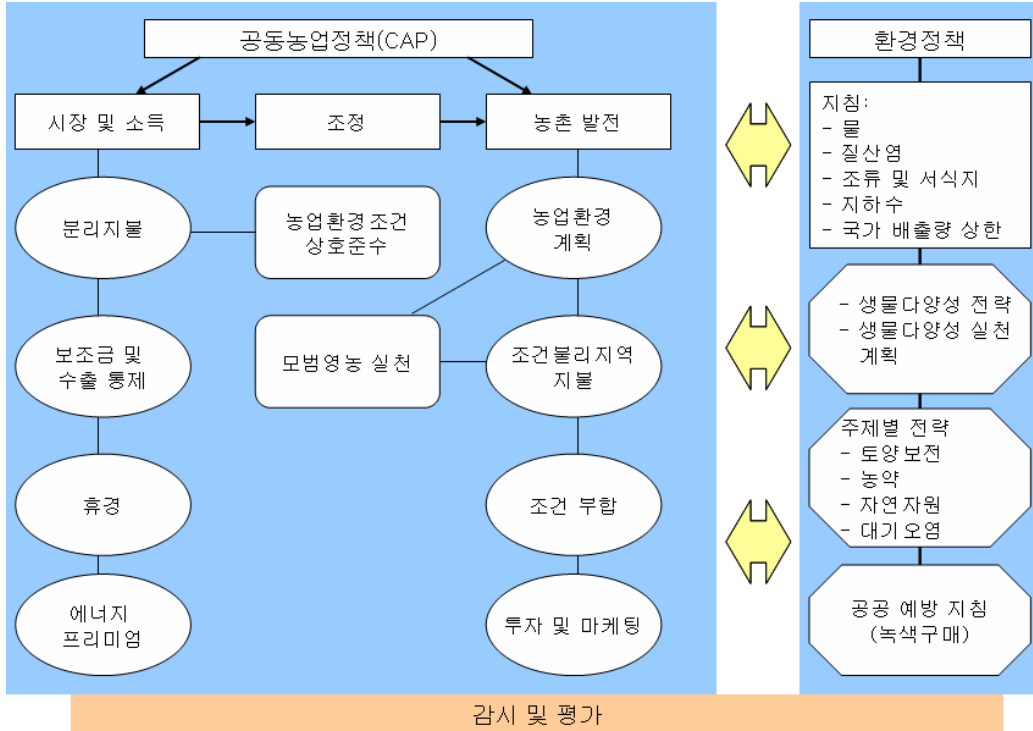


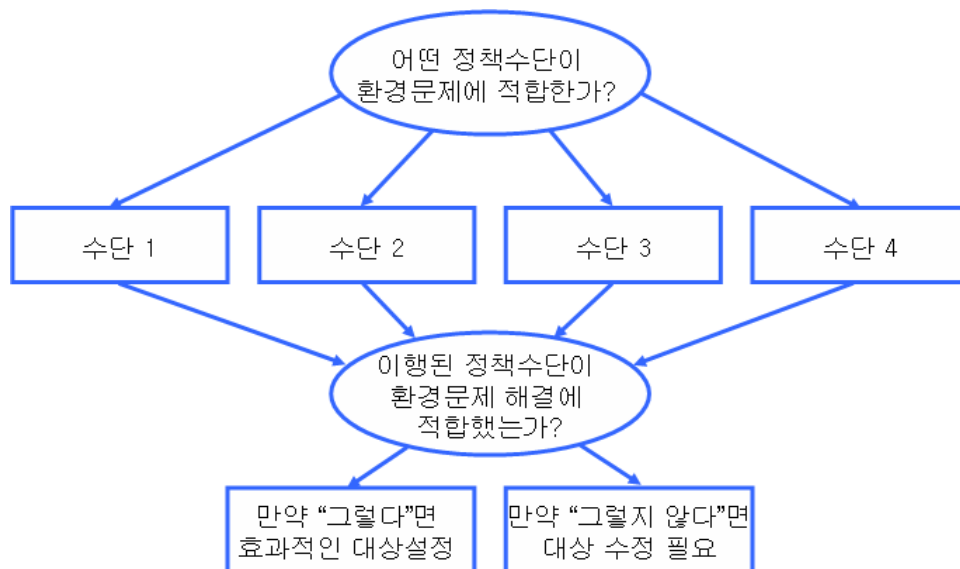
표 4-6. 선정된 농업환경정책 수단의 환경 잠재력

정책수단	토양	대기	기후변화	물	생물다양성	경관
상호준수	+++	+	+	+++	++/+++	+
모범영농준칙	+	++	+	++	+	++
농업환경조치	++	+/++	+	+++	+++	+++
조건불리지역	-	-	-	-	++	++
환경계약조건불리지역	-	-	-	+	++/+++	++
교육	+/++	+	+	+/++	+/++	+/++
투자지원	+/++	+/++	+/++	+/++	+/++	+/++
마케팅·가공지원	+/++	+	+	+/++	+/++	+/++
에너지 작물지불	-	+	+	-	-	-

주: “-/+/++/+++”는 “없음/낮음/중간/높음”을 의미함.  
 자료: European Environment Agency(2006).

- IRENA 프로젝트는 농업정책과 환경정책의 통합하기 위해 농업환경지표를 활용한 목표분석 접근 방식(approach to targeting analysis)을 채택하고 있음<그림 4-7>.
  - 여러 가지 대안별 정책프로그램 가운데 어떤 수단이 환경문제에 적합한지를 판단하게 되고, 실제로 정책수단이 이행된 경우를 상정하여 환경문제 해결에 적합했는지를 평가하게 됨. 정책평가 결과에 따라 정책수단에 대한 피드백이 이루어져 프로그램의 지속, 보완 및 폐지 등이 이루어지게 됨.
  - 환경성을 기준으로 한 정책수단의 적합성과 정책집행의 효과성에 대한 판단에 있어서 42개 IRENA 지표는 정책평가의 핵심적인 요소로 활용됨. 농업환경정책의 정책효과를 극대화하고 정책실패를 최소화하기 위해서는 과학적이고 객관적이며 신뢰할 수 있는 농업환경지표의 산정과 지속적인 보완 및 개발이 관건임.

그림 4-7. 농업환경 정책수단의 설정 방법





## 제 5 장

# 농업환경지표 개발을 위한 과제

### 1. 지표별 기술적 미비점에 대한 지속적 보완<sup>6)</sup>

- 양분수지 지표 산정을 위한 관련 자료의 데이터베이스 구축과 보다 설득력 있는 설명을 위한 새로운 방법론 도입 및 효과적인 자료 이용을 위한 정보공유시스템 구축
  - 국가단위 또는 지역단위 양분수지를 계산하는데 있어 관련 자료의 부족이 문제가 됨. 특히 가축분뇨의 정화처리량(양축농가의 정화처리 및 공공처리장의 정화처리량)과 작물별 부산물(crop residue)의 산출량과 처리량(환원, 제거), 볏짚을 사료로 이용하는 량, 화학비료 소비량 등에 관한 자료의 데이터베이스 구축이 이루어져야 함.
  - 양분수지 지표는 실제로 과잉양분이 발생하는 경우 환경에 미치는 구체적인 가시적인 영향을 나타내는데 한계가 있어 심각성을 일반국민들에게 인식하는데 한계가 있음. 따라서 향후에는 양분수지 지표 산

6) OECD 농업환경지표 개발과 관련한 기술적인 문제점과 향후 보완과제는 2006년 11월 10일 한국농촌경제연구원에서 개최된 「OECD 농업환경지표의 개발 및 평가」에 관한 전문가 워크숍에서 제시된 내용을 기초로 정리한 것임을 밝혀둠. 지표별로 보완과제는 워크숍자료집의 장별 결론 및 시사점에 상세하게 제시되어 있음(김창길, 김태영, 2006).

출과 관련하여 생산-가공-수확-소비 등 단계별 전과정평가(Life Cycle Assessment, LCA) 방식의 도입 등으로 전환시키는 방안에 대한 검토도 필요함.

- 양분수지 지표 산정에 있어서 수질영향평가 등과 연계하여 기초 자료로 활용할 수 있도록 자료의 공유체계 구축도 필요함.
- 농약사용지표의 산정을 위한 기초자료 확보 및 우리나라 여건에 적합한 위해성 평가지표 개발이 필요함.
  - 농약사용지표는 농약사용량의 시간에 따른 경향을 나타내지만 작물에 대한 살포량의 차이로 ha당 농약사용량으로 표시가 곤란하며 대부분의 농약사용 자료는 농약판매량 자료를 사용하고 있음. 또한 농약사용지표를 국가간 비교지수로 사용하는 데에는 국가간 기후조건과 영농방법 등이 상이하고, 국가의 농약사용 데이터의 정의와 범위가 OECD 국가간에 차이가 있어 주의가 요구됨.
  - 농약위해성지표 산정을 위해서는 OECD가 국가수준에서 사용되고 있는 농약위해성 평가모델을 활용해야 함. 이 모델을 활용하기 위해서는 우선 농약독성, 노출, 총사용량 또는 농약살포면적 등에 관한 기초자료가 필요하므로 관련자료 구축이 이루어져야 할 것임.
  - 우리나라는 OECD 국가와 달리 농약의 등록을 위하여 신청된 농약의 인축 및 환경 독성성적을 토대로 위해성 평가가 이루어지고 있음. 등록후 농약에 의한 위해성을 평가하기 위하여 국내 실정에 적합한 위해성지표 개발이 필요하고 이를 토대로 우리나라 사용농약에 대한 위해성 평가가 이루어져야 할 것임.
- 에너지지표와 관련 실제로 농업부문에 이용되는 에너지에 대한 식별과 에너지 효율성 지표개발을 위한 연구과제 추진 필요
  - 우리나라의 농업부분 에너지 사용이 OECD 국가 중에서 가장 높은 수준인 것으로 나타나고 있음. 농업부분 에너지 사용량 가운데 상당량이 농업이외의 타목적으로 사용될 것으로 추정되므로 면세유 가운데 실제 농업

부문에서 사용되는 양을 산출하는 방식을 개발하여 제시해야 할 것임.

- 재생 가능한 에너지의 사용이 더욱 중요한 이슈로 대두됨에 따라 농업의 핵심적인 기능으로서 작물생산에 의한 바이오매스 생산량에 관한 통계지표를 개발해야 할 것임.
  - 에너지의 이용 효율성 제고는 국내외적으로 상당한 관심이 집중되고 있고, 실제로 OECD에서도 에너지 효율성 지표개발이 논의되고 있으므로 농업부문의 에너지 이용과 관련하여 효율성 지표개발에 관한 연구 과제를 발굴하여 추진토록 해야 할 것임.
- 토양지표와 관련 토양유실에 대한 경제적 평가와 토양유기탄소에 관한 체계적인 연구 수행 필요
- 토양유실의 증가는 농장의 생산성의 저하뿐만 아니라 환경오염 및 처리비용의 증가 등에 따른 사회적 경제적으로 막대한 영향을 미치기 때문에 토양보존에 대한 사회적 중요성을 인식시키기 위해 토양유실의 경제적 평가에 관한 지표개발이 필요함.
  - 토양유기 탄소의 축적은 온실가스를 흡수하는 요인으로 작용하기 때문에 기후변화협약에 효과적으로 대처하기 위해서는 이 분야의 연구와 체계적인 지표개발이 이루어져야 함. 특히 토양유기탄소의 표준화된 분석 방법에 대한 연구와 함께 토양관리, 시비관리 및 경운 방법 등에 따른 토양내 유기탄소의 축적에 대한 계량화에 대한 연구가 이루어져야 함.
- 수질지표와 관련 수질상태지표 산출을 명확한 방법론 설정 및 관련 분야 지속적인 연구 수행 필요
- 수질상태지표지표의 방향은 각 국가별 수질기준을 초과하는 농업지역 내 지표수 및 지하수의 초과율을 산정토록 하고 있음. 그러나 OECD 종합보고서 제4권에서는 추가적으로 연안해수와 병원균에 대한 언급을 하고 있으나 우리나라의 경우 농업용수와 병원균이나 연안해수와 연계시킨 연구는 거의 이루어지지 않았으므로 이 분야에 대한 연구과제 수행이 필요함.

- 농업활동이 수계에 미치는 영향을 해석하기 위해서는 발생량 및 부하량 평가가 선행되어야 함. 이러한 평가를 위해서는 물 사용지표와 양분지표가 공동으로 이루어져야 하므로 지표개발에 관한 보다 명확한 방법이 설정되어야 할 것임.
- 농업활동으로부터 수계에 병원균 오염을 유발시켜 위생학적 위험성을 발생시킨다고 OECD는 보고하고 있고, 이에 따른 많은 연구결과들이 EU를 중심으로 제기되고 있음. 우리나라의 경우 이에 대한 연구가 미진한 상태이나, 최근 농업용 지하수에 대한 대장균 오염현황을 조사가 이루어지고 있으므로 수질지표개발과 연계하여 추진되도록 해야 할 것임.
- 생물다양성지표 산정을 위한 유관기관의 역할분담과 농경지에서의 생물다양성 조사에 관한 지속적인 연구 수행 필요
  - 생물다양성 지표는 크게 유전자 다양성, 종 다양성, 농업 생태계내 생물 다양성지표로 구분됨. 이중 유전자 다양성과 종 다양성 분야는 농촌진흥청 생명공학연구원과 환경부를 중심으로 이루어지고 있으나, 농업 생태계내 생물다양성 지표에 관한 연구는 미흡한 실정이므로 농업과학기술원이 중심이 되어 이 분야에 대한 지속적인 연구추진이 필요함.
  - 생물다양성지표 개발에 효과적으로 대응하기 위해서는 농경지에서 미생물, 곤충, 식물, 조류, 파충류 등의 다양한 생물이 서식하고 있는 정도를 평가하는 지속적인 연구가 이루어져야 함.
  - 2008년 제10차 람사총회가 우리나라에서 개최되는 만큼 아시아 문순지역의 논농업이 조류의 서식지를 제공한다는 공익성을 나타낼 수 있는 지표를 개발하는 한편, 이를 이용하여 효과적인 정책의 발굴과 지원이 필요함.
- 농장관리지표는 통합지표의 특성을 가지고 있어 환경친화적인 농법을 반영할 수 있는 방법론 개발과 지표산출을 위한 데이터베이스 구축 필요
  - 농장관리지표는 토양, 공기, 물, 생물다양성 등 세부적인 농업환경지표

를 환경친화적인 농업생산 방식과 연계하는 통합지표로 볼 수 있음. 현실적으로 환경친화적 농장관리기법에 관한 신뢰할 만한 통계자료 및 관련정보의 부족으로 정확한 지표산출에는 어려움이 있으므로 실제 적용 가능한 지표산출 방법이 개발되어야 함.

- 세부적인 농장관리지표의 작성과 관련하여 현재 발표된 자료는 물론 지표작성 체제에 적합한 새로운 통계자료가 작성되어야 함. 토양, 수질 및 용수, 생물다양성 등 농업환경 전반에 대한 과학적이고 체계적인 D/B구축이 지속적으로 이루어져야 함.
- 환경조건이나 영농방식이 OECD회원국간에 매우 상이하기 때문에 통합된 농장관리기법에 대한 기준을 적용하는 것이 어려운 실정임. 전체 농장관리나 환경친화적 농장관리계획과 같은 주요 개념들은 보다 명확하게 정의되어야 하며, 다양한 농장관리기법간의 연계성도 명확하게 식별되어야 할 것임.
- 환경친화적인 농장관리기법이 실제로 농민에 의해 어느 정도 이용되었는지를 측정하는 이행지수의 분석이 필요하며, 또한 농가소득별·연령별·교육수준별로 농민들에 의해서 이용된 관리기법의 유형이나 적용빈도간의 인과관계를 파악하는데 도움이 되기 위해서는 일부 구조적 지표들을 시간에 따라 갱신해 나갈 수 있는 방법론이 개발되어야 함.

## 2. 국내 농업여건에 적합한 지표개발과 해석

- 논농사 중심의 농업여건을 반영할 수 있도록 기존 농업환경지표에 대한 문제점 검토 및 새로운 농업환경지표 제시함. 특히 국가별 농업특성이 반영될 수 있도록 지표산정 방식의 개선방안을 제시
  - 계단식 논(경사도 7% 이상인 논)에 대한 농촌경관, 토양침식과 산사태 예방 등 다원적기능 역할에 대한 지표개발
  - 논두렁의 농업생태계 보전의 완충지역 및 경관가치에 대한 지표로서

의 역할에 대한 평가를 시도함. 특히 친환경농업 실천 논면적을 대상으로 논두렁 길이를 추정하여 지표로 활용

- 농업환경지표의 상대적 비교에 있어서 우리나라 농업여건이 충분히 반영한 설득력 있는 해석이 이루어지도록 해야 함.
  - OECD 양분수지 지표는 전국 농경지 평균인 관계로, 실제 논농사의 낮은 양분수지, 밭 및 하우스 농사의 높은 양분수지를 보여주지 못하는 문제점이 있어 한국의 대표 농업형태인 논농사의 친환경성이 부각되지 못함에 따라 영농형태별 양분수지 자료 보완에 힘써 수입개방에 의한 압력이 농민들을 논농사에서 하우스나 축산 등의 양분수지를 높이는 방향으로 유도할 수 있다는 점을 강조할 필요도 있음.
  - 양분수지지표의 국가간 비교에서 집약적 농업과 조방적 농업 여건을 고려해야 함. 우리나라는 농경지의 제약으로 매우 집약적인 농업생산 활동이 이루어지고 있어 농경지 면적이 넓은 북미국가 보다 상대적으로 과잉 양분수지가 높을 수밖에 없음. 좁은 농경지에서 높은 농업생산성을 제고 시키고 단백질공급을 위해 집약적 축산경영이 이루어지고 있는 현실에서 미국, 캐나다 등 조방농업을 하는 국가의 양분수지와 직접적인 비교는 문제가 있음을 지적해야 할 것임.
  - 농업환경지표의 실제적인 적용과 관련 토양, 농약, 물 사용에 있어서 국가별·지역적 특성을 고려하여 비교 가능한 회원국을 그룹화 하여 지표작성 결과를 비교하는 것이 바람직함. 특히 우리나라의 농약사용량이 많은 것은 고온다습의 기후에 의한 영향이 크다는 것과, 또한 화학비료의 투입량이 많은 것은 좁은 국토에서 많은 수확을 올리려는 경제적 행동의 결과라는 점을 강조할 필요가 있음. 특히 화학비료의 투입량이 많더라도 수도작의 경우 논에서는 탈질 효과에 의해서 생태에 대한 영향력이 적어진다는 사실도 강조할 필요가 있음.

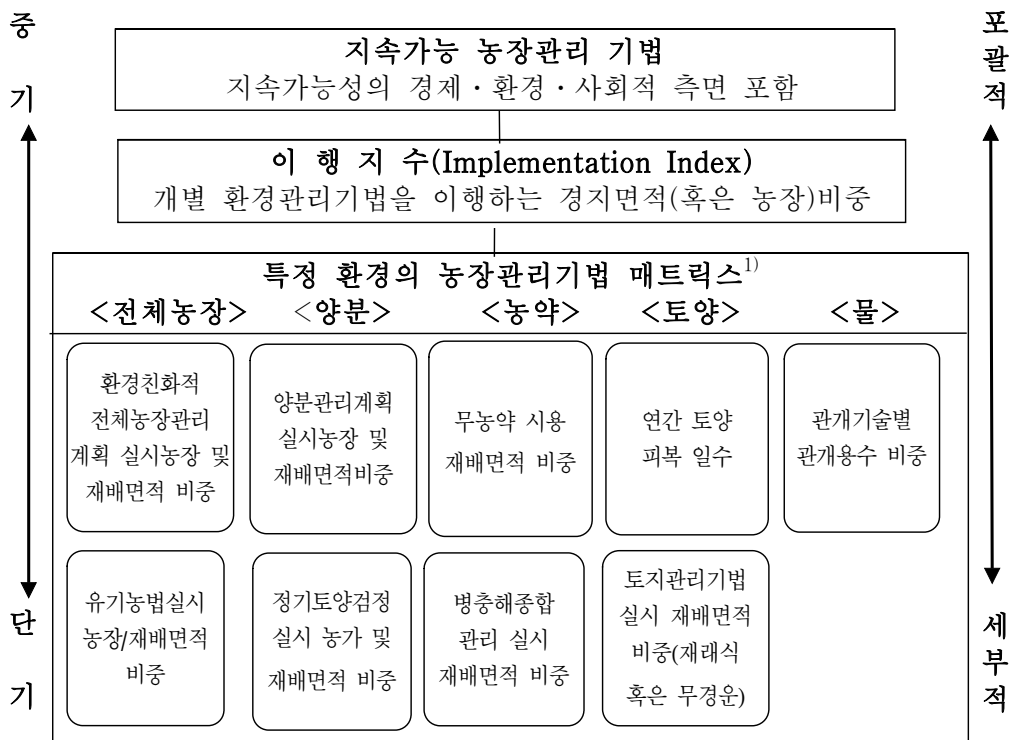
### 3. 다원적 기능 관련 설득력 있는 지표개발

- 국내농업의 특수성을 반영하는 다원적 기능 관련지표의 지속적인 개발이 필요함.
  - 제주도 지역의 과수원과 밭의 돌담은 동물로부터 농작물보호, 바람에 의한 토양침식 방지, 야생동물 서식지 제공 등의 기능과 토속문화 및 관광자원으로 환경적 및 사회문화적 가치를 지님. 제주도의 과수원과 밭 주변의 돌담 길이를 지표로 활용하는 모색되어야 함(Lim, 2002).
- 설득력 있는 생물다양성 분석을 위해 서식지행렬 방법에 대한 검토가 필요함.
  - 일본은 논농사를 중심으로 하는 자국농업이 가지는 생물다양성 등의 다원적 기능이 농업환경지표 개발에 충분히 반영되지 못하는 현실을 인식하고 캐나다에서 제시한 서식지행렬(habit matrix, HM) 접근방식을 채택하여 국가적인 차원에서 심층적인 연구가 이루어지고 있음.
  - 일본의 HM접근은 2005년 제22차 JWP 회의에서 공식적으로 발표되었고, 2006년 6월에 개최된 제23차 JWP 회의에서 그동안의 진행과정을 설명하였고, 2007년 3월 미국 워싱턴에서 개최되는 OECD 농업환경지표 관련 전문가회의에서 HM의 실제적 적용에 관한 사례를 발표할 예정임.
- 서식지행렬은 토지이용마다 각종 생물종별 농지사용상황(산란장, 사육장, 운동장 등)을 단위로 생물다양성을 평가하는 방법임. 일본의 논경작지가 감소한 경우에 얼마만큼 생물다양성이 감소했는가에 대해 나타낼 수 있음.
  - 일반적으로 생물다양성에 관계된 지표개발에는 농촌지역에 서식하는 생물종수, 개체수, 다양성 지수 등의 다양한 측면에서 생물다양성을 비교·평가할 수 있는 것이 바람직하나, 타 국가에서도 전국수준에서 각종 생물종의 개체수나 다양성지수 등을 계측한 사례는 거의 없음.
  - 논농지와 경작 휴경지 또는 포기지 등을 대상으로 한 토지이용별 생물서식종의 다양성평가를 기초로 서식지행렬 구축을 위한 방향 제시

#### 4. 농업환경지표에 관한 통합지표 개발

- 농업환경조건은 국가별·지역별로 상이하므로 OECD회원국에 동일하게 적용될 수 있는 표준적 농장관리지표 개발은 불가능함. 따라서 국가적으로 특수한 환경적 특성을 반영할 수 있는 농장관리 매트릭스의 접근방법이 제시되고 있음.
  - 매트릭스에는 양분, 토양, 농약, 물 등의 환경적 요인과 국가적·지역적 특수성과 관련하여 실제 적용되고 있는 환경친화적 농장관리기법을 통합하여 종합적 지표로 나타내는 이행지수(implementation index)의 개발이 제시되고 있음<그림 5-1>.

그림 5-1. 농업환경과 정책연계를 위한 통합적 접근





- 농장관리기법이 차지하는 비중은 특정 국가나 농업생태지역에서의 각 기법에 대한 비중으로 정의되며, 시간에 따른 변화를 보여주는 하위 지표로써 해당 국가에 대한 지표산정 결과를 포괄적인 방식으로 표현하는 수단으로 이용될 수 있음. 상이한 농장관리기법의 단순한 합계는 관리기법에 따라 환경 개선에 미치는 효과가 다르기 때문에 지나치게 단순화하는 것이므로, 상이한 관리기법에 환경개선에 미치는 영향을 고려하여 가중치를 부여하는 방안이 개발되어야 할 것임.

## 5. 수요자 요구에 부응한 지표개발 및 정보제공

- 농업환경지표의 수요자는 농업인, 정책담당자, 전문가 등으로 지표별로 관심도와 활용도가 다른 것으로 나타나 수요자 요구에 부응한 지표개발이 필요함.
  - 친환경농업 실천농가의 농업환경자원정보에 대한 활용도는 일반 농업인에 비해 매우 높았고, 농업인의 토양정보와 농약잔류량에 대한 활용도와 기여도가 높은 것으로 나타남. 또한 농업환경정보가 농업인의 영농실천에 실제적인 도움이 된다는 비중이 높은 것으로 나타남<부록 참조>. 따라서 토양정보와 농약잔류량에 관한 보다 신뢰성 있고 설득력 있는 지표개발이 지속적으로 이루어져야 할 것임.
  - 정책담당자의 경우 농업환경지표별 정책결정 기여도 조사결과에 따르면 토지이용, 토양, 물, 농장관리, 양분, 농약 관련 지표는 활용도가 비교적 높은 편이나, 생물다양성, 대기질, 경관, 에너지 관련 지표의 경우 그리 높지 않은 것으로 나타남. 특히 농업환경지표의 신뢰도에 대한 평가결과 양분관리 정보의 신뢰도가 가장 높았고, 다음으로 토지이용과 토양지표 등으로 나타남<부록 참조>.
- 농업인들의 농업환경지표 활용에 있어서 애로요인은 접근성 문제와 정보제공 시기의 부적절성 문제가 높은 비중을 차지하는 것으로 나타나, 정보 제공

처로 선호도가 높은 시·군 농업기술센터를 통한 접근성 제고와 관련정보가 적시에 제공되도록 하는 정책적 조치가 필요함.

- 정책담당자의 경우 농업환경지표가 농업환경 상태를 파악하고 정책수립에 도움이 되고 있으므로 담당 공무원 교육시 농업환경자원정보에 대한 이해와 활용에 대한 교육이 이루어질 수 있도록 해야 할 것으로 판단됨.
  - 정책 담당자의 농업환경정보 활용도 제고를 위해서는 관련분야의 교육연수 프로그램 확대와 전문가 간담회·세미나 확대가 대부분을 차지하여 이들 분야가 확대될 수 있는 조치가 마련되어야 할 것임.

## 6. 전문가·정책담당자간의 지표개발 네트워크 구축

- 농업환경지표의 개발은 향후 OECD 농업환경지표 관련 국제적인 논의에 능동적으로 대처함은 물론 우리나라 친환경농업정책의 과학적인 분석의 기초자료로 활용될 수 있으므로 지표별 전문가를 지정하여 지속적인 연구가 이루어질 수 있도록 해야 할 것임.
  - 개발된 농업환경지표의 실제적인 활용도를 높이기 위해 지표개발 전문가와 관련분야 정책담당자 등이 참여하는 ‘농업환경지표 포럼’(가칭)을 농업환경지표개발에 관한 정보를 공유하고 활용할 수 있도록 해야 할 것임.
  - 농업환경지표의 지속적인 보완과 개발을 위해서는 관련 연구과제의 수행과 함께 전문가와 정책담당자간의 네트워크를 구축이 필요함. OECD 지표개발을 위한 ‘전문가포럼’은 농촌진흥청 국책과제로 추진 중인 “OECD 농업환경지표를 이용한 정책환류 평가”(2006~2008) 연구과제에 참여하는 지표개발 전문가를 중심으로 구성하면 될 것으로 판단됨. 전문가 포럼에 농림부와 유관기관 관계자도 참여시킴으로써 지표개발을 위한 네트워크 구축이 확대될 수 있을 것임.

## 제 6 장

### 요약 및 결론

- 농업은 생산 활동의 관리정도에 따라 환경에 긍정적·부정적 영향을 미침. 농업이 환경에 미치는 영향과 환경이 농업에 대해서 미치는 영향을 파악할 수 있는 분야를 선정하여 일정한 기준에 따라 산정된 대표적인 값이 농업환경지표임.
- OECD 사무국은 1993년부터 농업환경지표개발을 위해 농업환경정책위원회에 JWP를 설치하여 전문가회의, 대표단회의 등을 통해 농업환경지표개발에 관한 종합보고서 제4권의 초안을 2006년 6월에 발표하였고, 2007년 중반에 최종 완성된 종합보고서를 공표할 예정임.
- 이 연구는 OECD JWP의 지표개발에 관한 논의동향 분석 및 농업환경지표개발 종합보고서 발간에 따른 농업환경지표의 정책적 활용방안과 향후 지속적인 지표개발에 대응한 과제를 제시하는데 목적이 있음.
- OECD 농업환경지표의 개발과 관련 우선 농업환경지표의 개념과 구성체계, OECD 농업환경정책위원회 JWP의 논의동향 및 농업환경지표 종합보고서의 내용을 개관하였음.
- 개발된 농업환경지표를 이용하여 OECD 회원국간의 농업환경실태를 비교하여 제시하였음. 비교 검토대상이 된 지표는 농업정황지표, 양분수지표, 농약사용 및 위험지표, 에너지지표, 토양지표, 물이용지표, 수질지표, 대기 및

- 기후변화지표, 생물다양성지표 등 8개의 핵심지표를 중심으로 살펴보았음.
- 농업환경지표의 정책적 활용방안과 관련하여 여건변화에 따른 환경성과 비교와 양분수지표표를 이용한 농업환경정책을 평가 사례를 제시하였음. 특히 농업환경지표를 활용한 정책평가모델로 OECD에서 논의되고 있는 방향성 그래프 방법과 정형화된 농업환경정책영향모델을 검토하였음. 이밖에도 네덜란드의 STONE모형 및 유럽연합의 환경·농업정책통합 지표보고서(IRENA)를 검토하였음.
  - 농업환경지표 개발을 위한 과제로 우리나라 농업여건에 적합한 지표개발, 다원적 기능 관련 설득력 있는 지표개발, 농업환경지표에 관한 통합지표 개발, 수요자 요구에 부응한 지표개발 및 정보제공, 전문가·정책담당자간의 지표개발 네트워크 구축 등 다섯 가지를 제시하였음.
  - 환경문제는 국가별·지역별 특성에 따라 크게 달라 질수 있으므로 각 지표를 총합하거나 평균적인 수치를 기초로 농업환경지표의 활용한 국가간의 비교분석에는 한계가 있을 것으로 판단됨. 그러나 질소와 인산 등의 양분지표, 전체농업에서 친환경농업 실천농가수와 대상면적, 양분관리를 적용하는 농가와 대상면적, 농업환경연구에 대한 투자액 등은 국가별 상대적 비교를 위해서 매우 유용성이 높은 지표로 평가됨.
  - 농업환경지표의 지속적인 개발과 업데이트를 통해 우리나라 농업환경변동 상황에 대한 파악과 잉여 양분관리 등 대응방안이 필요한 분야는 단계적인 전략을 수립하여 추진함으로써 농업부문의 환경부하 정도를 줄여야 할 것임.
  - 네덜란드는 1996까지 OECD회원국의 질소수지표가 가장 높아 제일의 과잉양분 투입국이었음. 이후 네덜란드 정부는 과잉 양분을 줄이기 위해 농업환경지표를 이용하여 실효성 있는 단계적 국가전략을 수립하여 추진함으로써 상당한 성과를 거두었으므로 우리나라 과잉양분 문제해결의 귀감으로 삼아야 할 것임.
  - 농업환경지표는 농업과 환경정책 사이의 연계를 나타내는 척도로 지속 가능

한 농업을 추진하는 과정에서 정책성과를 모니터링하고 평가하는데 활용됨. 환경친화적인 농업정책 개혁과 관련해 OECD 차원에서 뿐만 아니라 미국, 영국, 캐나다 등 선진국들은 농업환경지표를 통해 환경목표를 설정하고 환경성과를 평가하여 새로운 농업환경정책 프로그램을 도입하고 있음.

- 국가수준의 양분수지 평가는 국내 양분의 이용 및 효율을 모니터링하고, 시점간 비교를 통해 양분관리정책을 수립하는 근거자료를 마련하는데 중요하므로 농림부 및 농업연구기관에서는 양분수지에 대한 기초 자료와 양분수지 지표의 활용에 관심을 가져야 할 것임.
- 양분수지지표를 이용하여 우리나라 농업환경 수준과 친환경농업정책 평가를 시도함. 1990년대 중반 본격적인 친환경농업 육성정책에 힘입어 화학비료사용량이 줄어들고 있으나 가축사육두수의 증가 등으로 2000년대 들어서는 양분수지가 악화되는 것으로 나타남. 이러한 연유로 우리나라는 1997년 이후 OECD 국가중 질소수지지표가 가장 높은 국가로 과잉양분투입도가 매우 우려할만한 수준임. 과잉 양분관리를 위한 특단의 조치로 2007년부터 지역단위 양분총량제 시행하기로 정부방침이 정해졌으므로 구체적인 시행 수립하여 속히 추진해야 할 것으로 판단됨.
- 농업환경지표 개발을 위한 과제로는 지표별 기술적 미비점에 대한 지속적 보완이 이루어져야 하며, 국내 농업 여건에 적합한 지표개발과 해석이 이루어져야 함. 아울러 농업의 다원적 기능관련 설득력 있는 지표개발과 농업정책담당자들의 지표활용도를 높이기 위한 통합지표의 개발, 농업환경지표의 수요자(농업인, 정책담당자, 전문가 등)의 요구에 부응하는 지표개발이 수행되어야 함. 또한 향후 농업환경지표의 지속적 보완과 개발 및 국제적인 논의에 능동적으로 대처하기 위해 전문가·정책담당자간의 네트워크 구축이 필요함.

## 부 록

### 농업인 및 정책 담당자의 농업환경지표 활용도 조사 결과

#### 1. 농업인의 농업환경지표 활용에 대한 수요 조사 결과

- 농업인의 농업환경지표 활용도와 농업환경지표의 영농 활동 기여도를 알아보기 위하여 농업인 150명을 대상으로 설문조사를 실시하였으며, 이중 미응답자나 불성실 응답자 18명을 제외한 132명을 대상으로 분석함.
  - 조사대상 농가의 경영주 연령은 평균 51.7세, 학력은 중졸 이상이었음. 이중 지도자가 63명(47.7%), 비지도자가 69명(52.3%)으로 나타났다. 또한 친환경실천 농업인 95명(71.9%), 일반농업인 37명(28.1%)으로 구성되어 있고, 친환경농업인의 친환경농산물 생산 인증경력은 평균 5.8년으로 조사됨.
- 농업인의 농업환경자원정보에 대한 활용도 평가 결과 전체적으로 친환경농가와 영농지도자의 농업환경지표 활용도가 일반농가나 비지도자 농가보다 높은 것으로 나타남<부표 1>.
  - 농업환경지표 중에서는 토양정보의 활용도가 3.5점으로 가장 높았으나, 전체적인 농업환경지표 활용도는 평균 2.9~3.5점 정도로 ‘보통수준’으로 농업환경지표의 활용도는 미약한 수준인 것으로 조사됨.
  - 농업환경지표의 영농활동에 대한 기여도와 관련 토양정보(4.2점)와 농약잔류량 정보(3.9점), 수질정보(3.7점) 등의 수준으로 나타났고, 생물다양성 정보는 3.3점으로 ‘보통수준’으로 나타남.
  - 대체로 활용도가 낮은 정보일수록 영농 활동에 대한 기여도도 낮은 것으로 나타남. 활용도 점수에 비해 영농활동 기여도 점수가 더 높다는 것은 농업인의 농업환경지표 활용의 필요성이 더욱 증대될 것으로 해석할 수 있음.

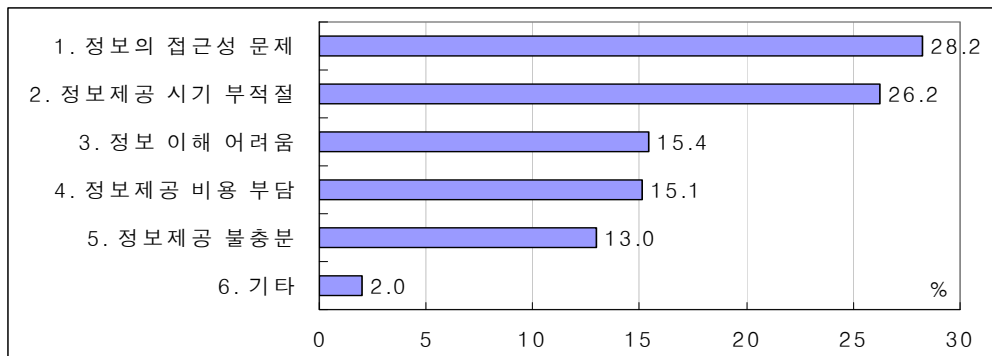
부표 1. 농업인의 농업환경지표 활용도 및 영농활동 기여도

구분	토양정보		수질정보		농약잔류량		생물다양성	
	활용도	기여도	활용도	기여도	활용도	기여도	활용도	기여도
친환경농가	3.6	4.2	3.0	3.6	3.1	4.0	2.8	3.4
일반농가	3.1	4.2	2.7	3.8	2.9	3.6	2.8	3.3
지도자	3.8	4.5	3.1	3.7	3.5	4.2	3.0	3.4
비지도자	3.1	3.9	2.8	3.6	2.7	3.7	2.5	3.3
전체 평균	3.5	4.2	2.9	3.7	3.0	3.9	2.9	3.3

주: 제시된 점수는 5점 척도 평균임.

- 농업환경지표를 영농활동에 활용함에 있어서 구체적으로 어느 측면에서 도움이 되는지 여부를 조사한 결과 영농실천 및 지도에 도움이 됨이 35.6%, 농업인의 환경문제 인식 고취에 도움이 됨이 29.2%, 지역 환경수준 평가에 도움이 됨이 23.5%, 소비자 홍보에 도움이 됨이 10.2%로 조사됨.
- 농업인이 농업환경지표를 활용함에 있어서 애로 사항은 정보의 접근성 문제가 28.2%, 정보제공 시기의 부적절성이 26.2%, 정보 이해의 어려움이 15.4%, 정보획득 비용 문제가 15.1% 등으로 조사됨. 따라서 농민이 쉽게 접할 수 있고, 적절한 시기에 이해하기 쉬운 정보를 제공하는 것이 중요함<부도 1>.

부도 1. 농업인의 농업환경지표 활용의 애로사항



- 농업인이 농업환경 관련 정보를 주로 제공받는 곳은 시군 기술센터 등 관련 기관에 의한 영농지도가 50.5%로 가장 많았고, 그 밖에 농민/친환경농업 단체

22.3%, 농업전문지 및 책자가 16.8%, 인터넷이 5.0%로 나타남. 농업인이 선호하는 정보제공처도 현재 주로 제공받고 있는 제공처와 비슷한 것으로 나타남<부표 2>.

부표 2. 농업인의 농업환경지표 제공처 평가

구 분	주요 정보제공처(%)	선호하는 정보제공처(%)
1. 관련기관의 영농지도	50.5	51.2
2. 농민/친환경농업단체	22.3	20.3
3. 농업전문지/책자	16.8	16.4
4. 인터넷	5.0	6.8
5. 방송매체	3.5	4.8
6. 이웃농가	2.0	0.5

- 농업인의 영농장부 작성은 농업인의 농업환경지표 활용도 평가에 있어 중요한 기초 자료임.
  - 농업인의 영농장부 작성여부와 활용여부를 조사한 결과, 영농지도자의 경우 영농장부를 꾸준히 작성해서 활용함이 67.3%, 영농장부를 작성하나 활용도가 적음이 25%, 영농장부 미 작성이 7.7%로 나타남.
  - 비지도자의 경우 영농장부를 작성하지 않는 농가 비중이 31.1%로 나타나 영농지도자보다 영농장부 활용도가 떨어지는 것으로 조사됨. 친환경농가와 일반농가의 영농장부 작성 및 활용여부 비교 결과, 친환경농가의 영농장부 작성 및 활용은 67.9%로 높은 반면 일반농가는 34.4%만이 영농장부를 작성하여 활용하고 영농장부를 작성하지 않는 농가가 43.8%에 달함<부표 3>.

부표 3. 농업인 특성별 영농장부 작성 및 활용여부

구분	단위: %			
	지도자	비지도자	친환경농가	일반농가
미작성	7.7	31.1	11.1	43.8
작성/미활용	25.0	18.0	21.0	21.9
작성/활용	67.3	50.8	67.9	34.4
계	100.0	100.0	100.0	100.0



## 2. 정책담당자의 농업환경지표 활용에 대한 수요 조사

- 정책 담당자의 농업환경지표 활용도 평가를 위해 중앙정부 정책담당자 11명, 지방자치단체 정책담당자 48명을 대상으로 설문조사를 실시함. 조사 대상 중앙정부 정책담당자의 해당업무 경력은 평균 1.2년이고, 지방자치단체 담당자의 해당업무 경력은 평균 5.1년으로 조사됨.
- 정책담당자의 평가기준별 농업환경지표 평가 결과<부표 4>
  - 정보의 이해도 측면에서는 농장관리 정보만이 4.1점으로 ‘높은 수준’이며, 그 외 대부분의 항목에서는 평균 3.0~3.4점 정도로 정책담당자의 정보 이해도는 높지 않은 것으로 나타남.
  - 정보의 필요성 측면에서는 대부분의 항목에서 3.8~4.3점으로 정책담당자의 농업환경지표의 필요성은 높은 수준임.
  - 제공되는 정보에 대한 실제 활용여부를 평가(활용도)한 결과 대부분의 농업환경지표의 활용도가 2.6~3.5점(보통수준)으로 정보의 활용도가 높지 않은 것으로 나타남.
  - 제공되는 정보가 정책결정에 얼마나 기여하는지를 평가한 정책결정 기여도는 생물다양성, 대기질, 경관, 에너지 관련 정보의 경우 3.0~3.3점으로 높지 않은 편이며, 토지이용, 토양, 물, 농장관리, 양분, 농약 관련 정보는 3.7~4.1점으로 비교적 높은 편으로 나타남.
  - 정책담당자가 제공받고 있는 농업환경지표의 신뢰도를 평가한 결과 양분관리 정보의 신뢰도가 4.1점으로 가장 높았고, 토지이용 3.8점, 토

부표 4. 정책담당자의 평가기준별 농업환경지표 평가

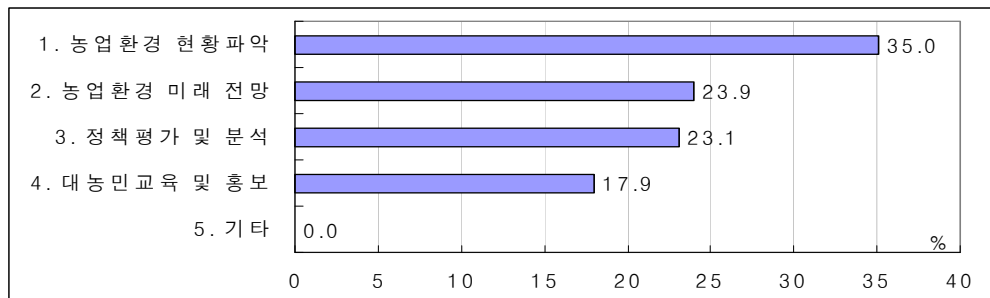
구분	토지	토양	물	생물	농장	양분	대기	경관	농약	에너지
이해도	3.4	3.4	3.2	3.1	4.1	3.2	3.0	3.3	3.4	3.0
필요성	4.2	4.1	4.2	3.9	4.3	4.1	3.9	3.9	4.2	3.8
활용도	3.4	3.3	3.1	2.7	3.5	3.5	3.0	3.0	3.4	2.6
기여도	3.7	3.7	4.1	3.0	3.7	3.7	3.2	3.3	3.7	3.1
신뢰도	3.8	3.7	3.6	3.5	3.5	4.1	3.3	3.3	3.6	3.3

주: 제시된 점수는 5점 척도 평균임.

양 3.7점 등의 순으로 조사됨. 대기, 경관, 에너지 관련 정보의 신뢰도는 보통 수준으로 나타남.

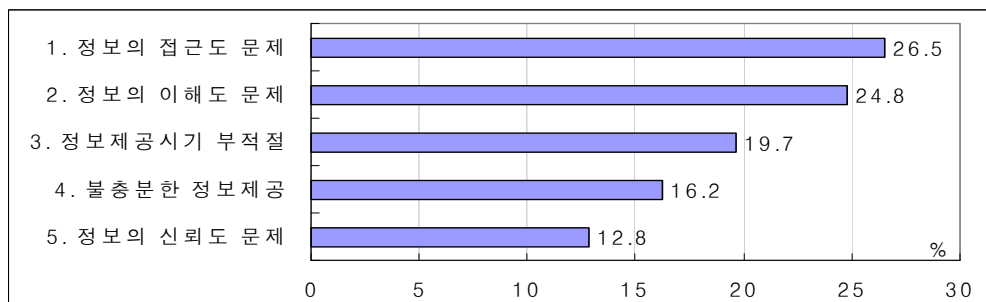
- 농업환경지표를 실제 업무에 활용할 경우 구체적으로 어떤 분야에서 도움이 되는지를 살펴본 결과, 농업환경 상태를 파악하는 데 도움이 됨이 35%로 가장 높았고, 그 밖에 농업환경 미래 전망 23.9%, 정책평가 및 분석 23.1%, 대농민 교육 및 홍보 17.9%의 순으로 나타남<부도 2>.

부도 2. 정책담당자의 농업환경지표 용도별 기여도 평가



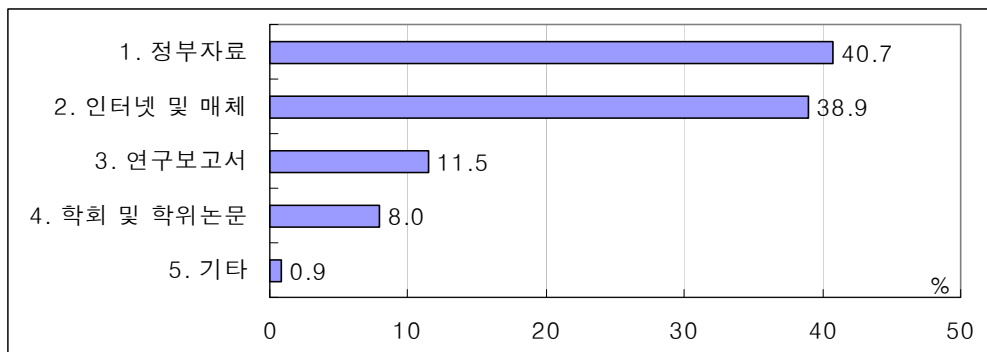
- 정책 담당자의 농업환경지표 활용도는 높지 않은 것으로 나타남. 정책담당자가 농업환경지표를 활용하는데 있어 주요 애로 사항은 농업인 조사 결과와 마찬가지로 정보의 접근도 문제가 26.5%로 가장 높았고, 정보의 이해도 문제가 24.8%, 정보제공 시기의 부적절성이 19.7%, 불충분한 정보제공 문제가 16.2%, 정보의 신뢰도 문제가 12.8%로 조사됨. 따라서 정책담당자의 농업환경지표 활용도를 높이기 위해서는 쉽게 접할 수 있고, 쉽게 이해할 수 있는 정보의 제공이 가장 중요함<부도 3>.

부도 3. 정책담당자의 농업환경지표 활용의 애로사항



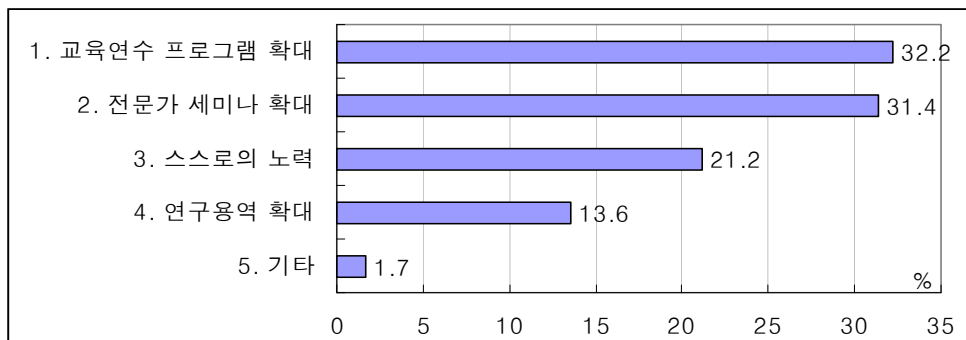
- 정책담당자가 농업환경지표를 획득하는 주요 경로는 정부자료가 40.7%, 인터넷 및 각종 매체가 38.9%로 대부분을 차지함. 반면 연구보고서나 학회 및 학위논문의 활용도는 상당히 낮은 것으로 나타남<부도 4>.

부도 4. 정책담당자의 농업환경지표 획득 경로



- 향후 정책 담당자의 농업환경지표 및 지표 활용도 증대를 위해 필요한 방안은 관련 분야의 교육연수 프로그램 확대(32.2%)와 분야별 전문가 간담회·세미나 확대(31.4%)가 대부분을 차지함. 또한 수동적인 정보획득보다는 정책담당자 스스로의 노력이 더 중요하다는 응답도 21.2%로 비교적 높은 비중을 차지하였으며, 반면 연구용역 확대는 13.6%로 가장 낮음<부도 5>.

부도 5. 정책담당자의 농업환경지표 활용 증대 방안



## 요 약

---

- 농업은 생산 활동의 관리정도에 따라 환경에 긍정적·부정적 영향을 미침. 농업이 환경에 미치는 영향과 환경이 농업에 대해서 미치는 영향을 파악할 수 있는 분야를 선정하여 일정한 기준에 따라 산정된 대표적인 값이 농업환경지표(Agri-Environmental Indicators, AEI)임.
- OECD 사무국은 1993년부터 농업환경지표개발을 위해 농업환경정책위원회에 합동작업반(Joint Working Party, JWP)을 설치하여 전문가회의, 대표단회의 등을 통해 농업환경지표개발에 관한 종합보고서 제4권의 초안을 2006년 6월에 발표하였고, 2007년 중반에 최종 완성된 종합보고서를 공표할 예정임.
- 이 연구는 OECD JWP의 지표개발에 관한 논의동향 분석 및 농업환경지표개발 종합보고서 발간에 따른 농업환경지표의 정책적 활용방안과 향후 지속적인 지표개발에 대응한 과제를 제시하는데 목적이 있음.
- OECD농업환경지표의 개발과 관련 우선 농업환경지표의 개념과 구성체계, OECD 농업환경정책위원회의 JWP의 논의동향 및 농업환경지표 종합보고서의 내용을 개관하였음.
- 개발된 농업환경지표를 이용하여 OECD회원국간의 농업환경실태 비교하여 제시하였음. 비교 검토대상이 된 지표는 농업정황지표, 양분수지표, 농약사용 및 위험지표, 에너지지표, 토양지표, 물이용지표, 수질지표, 대기 및 기후변화지표, 생물다양성지표 등 8개의 핵심지표를 중심으로 살펴보았음.
- 농업환경지표의 정책적 활용방안과 관련하여 여건변화에 따른 환경성과 비교와 양분수지표, 수질지표를 이용한 농업환경정책을 평가 사례를 제시하였음. 특히 농업환경지표를 활용한 정책평가모델로 OECD에서 논의되고 있는 방향성 그래프(Directed Acyclic Graph, DAG) 방법과 정형화된 농업환경정책영향모델(Stylized Agri-environmental Policy Impact Model, SAPIM)을 검토하였음. 이

밖에도 네덜란드의 STONE모형 및 유럽연합의 환경·농업정책통합 지표보고서(IRENA)를 검토하였음.

- 환경문제는 국가별·지역별 특성에 따라 크게 달라 질수 있으므로 각 지표를 총합하거나 평균적인 수치를 기초로 농업환경지표의 활용한 국가간의 비교분석에는 한계가 있을 것으로 판단됨. 그러나 질소와 인산 등의 양분지표, 전체농업에서 친환경농업 실천농가수와 대상면적, 양분관리를 적용하는 농가와 대상면적, 농업환경연구에 대한 투자액 등은 국가별 상대적 비교를 위해서 매우 유용성이 높은 지표로 평가됨.
- 농업환경지표의 지속적인 개발과 업데이트를 통해 우리나라 농업환경변동 상황에 대한 파악과 잉여 양분관리 등 대응방안이 필요한 분야는 단계적인 전략을 수립하여 추진함으로써 농업부문의 환경부하 정도를 줄여야 할 것임.
- 네덜란드는 1996까지 OECD회원국의 질소수지지표가 가장 높아 제일의 과잉 양분 투입국이었음. 이후 네덜란드 정부는 과잉 양분을 줄이기 위해 농업환경지표를 이용하여 실효성 있는 단계적 국가전략을 수립하여 추진함으로써 상당한 성과를 거두었으므로 벤치마킹하도록 해야 할 것임.
- 농업환경지표 개발을 위한 과제로는 지표별 기술적 미비점에 대한 지속적 보완, 국내 농업 여건에 적합한 지표개발과 해석, 농업의 다원적 기능관련 설득력 있는 지표개발, 정책적으로 지표 활용도를 높이기 위한 통합지표의 개발, 농업환경지표의 수요자(농업인, 정책담당자, 전문가 등)의 요구에 부응하는 지표개발, 전문가·정책담당자간의 농업환경지표 관련 네트워크 구축 등을 들 수 있음.

## ABSTRACT

## Development of Agri-Environmental Indicators to Meet Discussions on Development of OECD Environmental Indicators

Agriculture may positively or negatively affect environments depending on management of production activities. Agri-Environmental Indicators (AEIs) are the representative values calculated with the given criteria for those areas selected to determine the effects of agriculture on environment and vice versa. The OECD Secretariat has been promoting development of agri-environmental indicators by organizing a Joint Working Party in 1993 and will announce a comprehensive report in the middle of 2007.

This study is intended to analyze trends of AEI development by OECD JWP and to present policy linkage and subjects to meet future development of AEIs following announcement of the comprehensive report of AEI development.

The study is largely organized into 6 chapters. The introduction overviews the issues raised, objectives of study and review of previous studies. Chapter 2 covers the development process of OECD AEIs, concept and configuration of prior AEIs, trends of JWP discussion in the OECD Agri-Environmental Policy Committee, and contents of the AEI comprehensive report. Chapter 3 presents comparative analysis of agri-environmental status of OECD members. The target indicators include the 8 key indicators: contextual indicator, nutrient balance, agricultural pesticide use and risk, energy indicator, soil indicator, water use, water quality, atmosphere and weather change, and biological diversity. Chapter 4 presents comparison of environmental performance with changes in circumstances and examples of assessment on agri-environmental policy using nutrient balance indicator in regard to political utilization of AEIs. In addition, this chapter reviews Directed Acyclic Graph (DAG) and Stylized Agri-environmental Policy Impact Model (SAPIM) under discussion in OECD as a policy assessment model using AEIs. Besides, the STONE model of Netherlands and IRENA (Indicator Reporting on the Integration of Environmental Concerns into Agricultural Policy) of EU are covered in this chapter. Chapter 5 presents the 5 subjects for AEI development: development of indicators suitable for the domestic agricultural conditions; development of persuasive indicators appropriate for multi functions; development of composite indicators regarding AEIs; development of indicators to meet user's needs and

distribution of information; and establishment of indicator development network between experts and persons responsible for the policy. Finally, Chapter 6 briefs summary and conclusion.

As environmental problems may largely differ by countries and by regions, there might be a limitation in integration of the indicators and comparative analysis between countries using AEIs based on average values. However, nutrient indicators for nitrogen and phosphoric acid, number and area of ecological farms, number and area of farms applying nutrient management, and investment to agri-environmental research are regarded as very useful indicators for comparison between countries. Through continual development and update of AEIs, environmental load on the agriculture should be reduced by identifying changes in local agricultural environment and by promoting a step-by-step strategy for areas that require response such as nutrient management. In particular, a warning message to excessive nutrient input was given to Netherlands, an OECD member that marked the highest value of nitrogen balance indicator in 1997. Since then, the Dutch government has achieved a considerable performance by promoting a step-by-step national strategy to reduce surplus nutrient using the AEIs. This may be a good example of clearing the surplus nutrient problem in domestic agricultural environment.

Researchers: Chang-Gil Kim, Tae-Young Kim, Eun-Mi Jeong  
E-mail address:

## 표 차 례

---

### 제2장

표 2- 1. 농업부분 활동이 환경에 미치는 영향 .....	10
표 2- 2. 농업환경지표의 선정 기준 .....	13
표 2- 3. 농업환경지표의 구성 체계 .....	14
표 2- 4. OECD가 작성중인 농업환경지표 목록 .....	15
표 2- 5. 「농업환경지표 종합보고서」 제4권의 목차 구성 .....	36

### 제3장

표 3- 1. OECD와 세계의 농업생산(2002-2004) .....	39
표 3- 2. OECD 국가와 세계의 농업 수출(2002-2004) .....	39

### 제4장

표 4-1. OECD 국가의 농업환경지표 비교(2002-2004) .....	96
표 4-2. 한국과 주요 회원국의 농업-환경 실태 비교 .....	97
표 4-3. STONE 모델링 시스템의 주요 구성 .....	106
표 4-4. 면세대상 질소·인산 잉여 수준별 시나리오 .....	107
표 4-5. IRENA 농업환경지표 목록 .....	108
표 4-6. 선정된 농업환경정책 수단의 환경 잠재력 .....	112

### 부록

부표 1. 농업인의 농업환경지표 활용도 및 영농활동 기여도 .....	127
부표 2. 농업인의 농업환경지표 제공처 평가 .....	128
부표 3. 농업인 특성별 영농장부 작성 및 활용여부 .....	128
부표 4. 정책담당자의 평가기준별 농업환경지표 평가 .....	129



## 그림 차례

---

### 제2장

- 그림 2- 1. 정보의 기대한계편익과 기대한계비용 ..... 9  
 그림 2- 2. 농업과 환경의 상호관계 ..... 11

### 제3장

- 그림 3- 1. OECD 국가의 농업생산 규모지수 및 농경지 면적 변화 ..... 40  
 그림 3- 2. 양분수지 지표 산정의 주요 요소(질소수지 기준) ..... 42  
 그림 3- 3. 양분수지의 개념적 체계도 ..... 43  
 그림 3- 4. 주요 OECD 국가의 인산 수지 비교 ..... 45  
 그림 3- 5. 질소·인산 비료 사용 변화(1990-92년 대비 2002-04년) ..... 46  
 그림 3- 6. 총질소수지에 근거한 질소 효율성(1990-92년 대비 2002-04년) ... 47  
 그림 3- 7. 농업생태계 내의 농약 이동경로 ..... 48  
 그림 3- 8. 압박 및 상태 지표로서의 농약 사용 및 위해성 지표 ..... 49  
 그림 3- 9. 주요 OECD 국가의 농약사용량 비교 ..... 51  
 그림 3-10. 네덜란드의 수생 및 육상생물과 지하수로의 용탈에 의한  
         잠재적인 급성독성효과점수 ..... 53  
 그림 3-11. 스웨덴의 국가수준 위해성 지표와 ha당 살포량(1988-2003) .. 53  
 그림 3-12. 영국의 총 농약살포 면적 ..... 54  
 그림 3-13. 농업부문 에너지의 투입과 산출 구조 ..... 56  
 그림 3-14. 주요 OECD 국가의 농장에너지 소비량 비교 ..... 58  
 그림 3-15. EU15개국(2001)과 미국(2002)의 농장 에너지 소비 구성 ..... 59  
 그림 3-16. 물에 의한 토양유실 등급이 보통-불량으로 분류된  
         농경지 비율(2000-2002) ..... 61

그림 3-17.	물에 의한 토양유실이 보통-불량으로 분류되는 농경지 비율(1990-2004) .....	62
그림 3-18.	바람에 의한 토양유실 등급이 보통-불량으로 구분되는 농경지 비율(2000-2002) .....	62
그림 3-19.	물이용의 개념도 .....	64
그림 3-20.	주요 OECD 국가의 농업용수 사용 추이 .....	65
그림 3-21.	전체 용수사용량 중 농업용수와 지하수 사용량의 비중(2002) ...	66
그림 3-22.	지표수의 질산염과 인의 배출량에서 농업이 차지하는 비율 ..	69
그림 3-23.	지표수에서 질산염과 인의 음용수로서의 권고기준 초과 비율 ..	70
그림 3-24.	농업지역 지하수의 질산염에 대한 음용수 권고기준 초과 비율 ..	70
그림 3-25.	농업지역 지표수와 지하수의 농약의 농도가 국가 음용수 권고기준 초과 비율(2000-2002) .....	71
그림 3-26.	농업생태계 내의 온실가스 발생 경로 .....	73
그림 3-28.	주요 OECD 회원국의 농업부문 암모니아 배출 경향 .....	75
그림 3-29.	주요 OECD 국가의 농업부문 온실가스 배출량 추이 .....	77
그림 3-30.	OECD 국가의 농업부문 메탄 및 아산화질소 주요 배출원(2000-2002) .....	78
그림 3-31.	생물다양성 구성의 개념도 .....	80
그림 3-32.	총 가축수 대비 4대 주요 가축의 변화와 비율(1990-2002) .....	82
그림 3-33.	멸종위기의 소, 돼지, 가금류, 양 품종수의 변화(1990-2002) .....	83
그림 3-34.	농경지를 주 서식지로 사용하는 야생종 비율 .....	84
그림 3-35.	농경지의 다른 용도로 전용 유형(1985-2003) .....	85
그림 3-36.	중요 조류서식지 생태기능을 위협하는 집약농업면적 비율 ..	87
그림 3-37.	농장관리지표의 구조 .....	88
그림 3-38.	양분관리계획 실천 경지면적 비중 .....	90
그림 3-39.	양분관리계획 실천 농가수 비중 .....	90
그림 3-40.	종합병해충관리 실천 농경지 비중 .....	91
그림 3-41.	토양보전 실천 농경지 비중 .....	92

그림 3-42.	1년 이상 식생 피복 실천 농경지 면적 비중 .....	92
그림 3-43.	관개 방법별 경지면적 비중 .....	93
그림 3-44.	생물다양성 관리 실천 농경지 면적 비중 .....	94
그림 3-45.	유기농 인증 면적 비중 변화 .....	94

#### 제4장

그림 4- 1.	AEIs를 활용한 사적적·사후적 농업환경정책평가 .....	98
그림 4- 2.	한국과 네덜란드의 질소수지 지표 변화 추이 비교 .....	99
그림 4- 3.	STONE 모델링 시스템의 투입 및 산출 자료 .....	104
그림 4- 4.	정책통합에 영향을 미치는 요소의 체계도 .....	110
그림 4- 5.	CAP에서의 환경적 통합과 정보체계 평가 .....	111
그림 4- 6.	정책 통합과 관련한 농업환경 정책 수단 .....	112
그림 4- 7.	농업환경 정책수단의 설정 방법 .....	113

#### 제5장

그림 5- 1.	농업환경과 정책연계를 위한 통합적 접근 .....	121
----------	-----------------------------	-----

#### 부록

부도 1.	농업인의 농업환경지표 활용의 애로사항 .....	127
부도 2.	정책담당자의 농업환경지표 용도별 기여도 평가 .....	130
부도 3.	정책담당자의 농업환경지표 활용의 애로사항 .....	130
부도 4.	정책담당자의 농업환경지표 획득 경로 .....	131
부도 5.	정책담당자의 농업환경지표 활용 증대 방안 .....	131

## 참 고 문 헌

- 김태완 외 10인. 「OECD지표의 농업환경영향 평가에 관한 연구」. 제3차년도 완결보고서. 농촌진흥청. 2006.
- 김정인, 권오재. “계층분석법을 이용한 환경성과정보지표의 개발.” 「자원·환경경제연구」 제13권 제1호. 2004. pp.1-32.
- 김창길. “농장관리지표의 개발 동향과 발전 방향.” 「OECD농업환경지표 개발 현황과 정책과제」. 연구자료 D153. 한국농촌경제연구원. 2001. pp.47-107.
- 김창길. OECD 농업환경정책위원회 합동작업반(JWP) 회의 참석 출장보고서. KREI 포럼-지속가능농업포럼 자료실. [www.krei.re.kr](http://www.krei.re.kr).
- 김창길, 김정호. 「지속가능한 농업 발전전략」. C2003-12, 한국농촌경제연구원. 2002.
- 김창길, 김태영. 「OECD농업환경지표 제출을 위한 설문서 작성」. 연구보고서 C2004-25. 한국농촌경제연구원. 2004.
- 김창길 외 7인. 「친환경농업체제로의 전환을 위한 전략과 추진방안」. 연구보고R-469. 한국농촌경제연구원. 2004.
- 김창길, 김태영. “OECD농업환경지표와 정책연계 방안”. 「한국환경농학회지」. 제 24권 제3호. 2005. pp.303-313.
- 김창길, 신용광, 김태영. “친환경농업의 현실과 비전.” 「2005 농업전망」. C2005-12, 한국농촌경제연구원. 2005.
- 김창길, 김태영, 신용광. 「지역단위 양분총량제 도입 세부 시행방안 연구」. 연구보고 C2005-52. 한국농촌경제연구원. 2005.
- 김창길, 김태영. 「OECD농업환경지표의 개발 및 평가」. 한국농촌경제연구원·농업과학기술원 공동워크숍 발표자료집. 연구자료D215. 한국농촌경제연구원. 2006.
- 농림부 국제농업국. 「제22차 OECD 농업환경 합동작업반회의(JWP) 결과보고」. 2005.
- 농업과학기술원. 「WTO대응 OECD 농업환경지표 개발 연구」. 제3차년도 완결보고서. 농촌진흥청. 2006.
- 윤하연. 「인천광역시 환경지표의 개발과 적용」. 연구보고서 99-13. 인천발전연구원.

1999.

- 임송수 외 4인. 「OECD 농업환경지표 개발과 정책연계 방안」. 연구보고서 C2002-8, 한국농촌경제연구원, 2002.
- 정대연. 「사회통계학」. 제주대학교 출판부. 2004.
- 정대연 외 8인. 「지속가능발전지표의 현장 적용 가능성 연구」. 지속위 자료집 2005-32. 지속가능발전위원회. 2005.
- 정영근, 배연희. 「OECD 지속가능발전지표 개발에 따른 국내 통계 발전방향 연구」. 한국환경정책평가연구원. 2003.
- 정영근, 강상목, 여준호. “지속가능발전지표의 지수화 연구.” 「자원·환경경제연구」 제13권 제3호. 2004. pp.549-572.
- 조덕호, 배민기. “환경질에 영향을 미치는 환경지표의 인과관계.” 「지방정부연구」 제8권 제4호(2004 겨울): 187~203.
- 조인상 외. 농업환경의 계량화 평가를 위한 OECD 농업환경지표 개발 및 대책연구. ARPC최종보고서, 농림부, 2002.
- Agriculture and Agri-Food Canada (AAFC). *Environmental Sustainability of Canadian Agriculture: Report of the Agri-Environmental Indicator Project*. 2000.
- Brouwer, F. and B. Crabtree, *Environmental Indicators and Agricultural Policy*, UK, Wallingford, CABI Publishing, 1998.
- Campbell, Ian, *Guide to Environmental Analysis of Agricultural Policies and Programs*, Agricultural and Agri-Food Canada, Environmental Bureau, Canada: Ottawa, 1998.
- European Environment Agency (EEA). *Agriculture and Environment in EU-15 : The IRENA Indicator Report*. EEA Report. No. 6, 2005.
- European Environment Agency. *Integration of Environment into EU Agricultural Policy : The IRENA Indicator-Based Assessment Report*. EEA Report No. 2, 2006.
- Kim, Chang-Gil, “Policy Development for Integrating Agriculture and the Envelopment.” *Journal of Rural Development*, 24-2 (Winter, 2001): 247-271.
- Lim, Song-Soo. “Indicators for Agricultural Landscapes and Policy Implications: A Korean Perspective.” in *Agricultural Landscape Indicators: Proceedings of the NIJOS/OECD Expert Meeting*, Oslo, Norway, October 7-9. 2002.
- Heimlich, Ralph. *Agricultural Resources and Environmental Indicators*, 2003. Agricultural Handbook No. AH722. USDA ERS. February 2003.

- Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (MAFF). *Towards Sustainable Agriculture - A Pilot Set of Indicators*. Nondon: United Kingdom. 2000.
- OECD. *Environmental Indicators for Agriculture: Concepts and Framework, Volume 1*. Paris. 1999.
- OECD, *Environmental Indicators for Agriculture -Volume3: Methods and Results*, OECD, Paris, 2001.
- OECD. *Environmental Indicators for Agriculture - Chapter 3: OECD Trends of Environmental Conditions Related to Agriculture*. COM/AGR/CA/ENV/EPOC (2004)91. 2004.
- OECD. *Environmental Indicators for Agriculture Volume 4: Draft Report Chapter 3*. COM/AGR/CA/ENV/EPOC(2004)91/REV2. 2006a.
- OECD. *Environmental Indicators for Agriculture Volume 4: Draft Report Chapter 4*. COM/AGR/CA/ENV/EPOC(2004)92/REV2. 2006b.
- OECD. *Environmental Indicators for Agriculture Volume 4: Draft Report Chapter 5*. COM/AGR/CA/ENV/EPOC(2004)93/REV2. 2006c.
- OECD. *Environmental Indicators for Agriculture Volume 4: Draft Report Chapter 6*. COM/AGR/CA/ ENV/EPOC(2005)66 2006d.
- Oskam, A.J., R.A.N. Vijftigschild, and C. Graveland, *Additional EU Policy Instruments for Plant Protection Products*, The Netherlands: Wageningen Pers, 1998.
- Pearce, David. "Measuring Sustainable Development: Implications for Agri-Environmental Indicators". In *Environmental Indicators for Agriculture: Issues and Design Volume 2 - The York Workshop*. OECD, Paris.
- Romstad, Erik. "Theoretical Considerations in the Development of Environmental Indicators." in Brouwer, F. and B. Crabtree. eds. *Environmental Indicators and Agricultural Policy*, UK,Wallingford, CABI Publishing, 1998. pp.13-23.
- Steenblik, Ronald, *Agriculture and Sustainable Development*, OECD, SG/SD(2000)9, 2000.
- USDA ERS. *Agricultural Resources and Environmental Indicators*, 1994. Agricultural Handbook No. 704. USDA ERS. December 1994.
- USDA ERS. *Agricultural Resources and Environmental Indicators, 1996-97*. Agricultural Handbook No. 712. USDA ERS. July 1997.
- USDA ERS. *Agricultural Resources and Environmental Indicators, 2003*. Agricultural

Handbook No. 722. USDA ERS. February 2003.

Wascher, Dirk M. ed. *Agri-Environmental Indicators for Sustainable Agriculture in Europe*.

ECNC. 2000.

**C2006-48****OECD농업환경지표 개발논의에 대응한 농업환경지표 개발과 과제**


---

등 록 제6-0007호(1979. 5. 25)  
 인 쇄 2006. 12.  
 발 행 2006. 12.  
 발행인 최정섭  
 발행처 한국농촌경제연구원  
 130-710 서울특별시 동대문구 회기동 4-102  
 전 화 02-3299-4000 팩시밀리 02-965-6110 <http://www.krei.re.kr>  
 인 쇄 문원사 02-000-4000 <http://www.>

---

- 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.