

환경 보전과 농업 발전을 위한 기초연구

오 세 익 부연구위원
강 창 용 책임연구원

빈 면

머 리 말

지난해 6월 리우데자네이루에서 열린 유엔환경회의(UNCED) 이후 세계 각국은 환경 보전에 열을 올리고 있다. 지구온난화 방지를 위한 기후변화방지협약, 열대림 보호를 위한 산림의정서, 해양자원 보존협약, 생물학적 다양성협약 등이 속속 타결되고 있으며 오존층 보호를 위한 몬트리올 의정서, 폐기물의 국제이동을 규제하는 바젤협약등은 이미 발효 중에 있다.

농업에 있어서도 예외는 아니다. 과거의 화학물질 의존적인 농업생산 방식을 지양하고 환경과 우호적이고 생태계와 조화를 이루는 환경보전형 농업을 발전시켜야 한다는 목소리가 커지고 있다. 환경보전형 농업을 발전시키기 위해서는 농업이 환경에 미치는 긍정적인 영향과 부정적인 영향이 모두 밝혀지고 긍정적인 영향에 대해서는 적절한 지원책을, 부정적인 영향에 대해서는 그 방지책이 모색되어야 한다. 또한 화학농자재의 투입을 감소시키고 유기질 비료의 증투, 환경과 우호적인 청정기술의 개발 등을 추진하여야 한다. 그러나 이러한 정책 또는 기술의 개발은 방대한 량의 연구를 필요로 하기 때문에 하루 아침에 이루어 질 수는 없다.

이 연구는 환경보전과 농업의 발전을 위한 초년도 연구로서 환경과 농업에 관련된 국내외 자료를 수집 분석하여 앞으로 필요한 연구과제를 도출하는데 중점을 두었다. 아무쪼록 이 연구가 우리 나라의 환경보전형 농업의 발전에 일익을 담당하기 바라며, 미진한 부분은 앞으로 각론적인 세부연구를 통하여 계속 보완해 나갈 예정이다.

끝으로 이 연구를 위하여 자료 제공, 상담 및 조언을 해주신 농촌진흥청, 환경처, 국립환경연구원 여러분께 감사를 드린다.

1993. 12

한국농촌경제연구원장 정 영 일

빈 면

목 차

제 1 장 서 론

1. 연구의 필요성과 목적	1
2. 연구방법	3
3. 주요 연구 내용	3

제 2 장 환경의 역할과 경제활동

1. 환경의 개념	4
2. 환경의 역할	5
3. 환경 보전과 경제 발전	7

제 3 장 농업의 발전과 환경 오염 실태

1. 농업의 발전과 환경문제	10
2. 우리 나라의 농업 발전 현황	14
3. 우리 나라의 환경 오염 실태	21
4. 향후 연구과제	33

제 4 장 농업과 환경의 상호 영향

1. 농업에 의한 환경 오염	35
2. 농업에 의한 환경보전(공익적 기능)	45
3. 환경 오염에 의한 농업의 피해	48
4. 환경영향의 경제적 평가	54
5. 향후 연구과제	63

제 5 장 농업환경 보전정책

1. 농업공해 감소정책	65
2. 환경보전 증진정책	72
3. 향후 연구과제	75

제 6 장 지속적 농업의 발전

1. 지속적 농업의 개념과 관련 용어의 정의	76
2. 외국의 지속적 농업 추진 방향	80
3. 우리 나라의 지속적 농업 추진 현황	83
4. 향후 연구과제	87

제 7 장 농업환경 관련 법적 규제

1. 환경관련 기본법률 개요	89
2. 농업환경 관련 법률체계	92
3. 농업환경 내용별 법률 분석	93
4. 향후 연구과제	106

제 8 장 환경 보전과 농업 발전을 위한 정책 및 연구과제

1. 기본방향	109
2. 세부 추진과제	110
3. 우선 추진과제	111

표 목 차

제 3 장

표 3- 1 경지면적	14
표 3- 2 농업생산성지표(1985년 불변가격)	15
표 3- 3 1인 1일당 영양 공급량	17
표 3- 4 식량 자급률	18
표 3- 5 농축산물 국제수지	19
표 3- 6 농림수산물분야 경제 성장률	20
표 3- 7 토양의 비옥도 변화 추이	22
표 3- 8 야산 개간지의 유기물 함량의 변화 추이	23
표 3- 9 경운농지와 무경운농지의 비옥도 차이	23
표 3-10 식생별 표토 유실량	24
표 3-11 주요 수계별 생물학적 산소 요구량(BOD)	25
표 3-12 전국 주요 하천의 수질 오염 실태	26
표 3-13 농촌 음용수(지하수)의 수질	28
표 3-14 벼 중금속 함량의 토양별 비교	29

제 4 장

표 4- 1 년도별 화학비료 소비량	38
표 4- 2 년도별 화학농약 소비량	41
표 4- 3 우리 나라에서 사용중인 주요 농약의 반감기	42
표 4- 4 가축분뇨 발생량과 환경부하량	43
표 4- 5 폐비닐 및 폐농약병 사용량과 환경부하량	44

표 4- 6 관개수중 기름 함량에 따른 수도 수량의 변화	53
표 4- 7 농림업의 공익적 기능에 대한 경제적 평가액	62

제 6 장

표 6- 1 우리 나라의 유기농산물의 종류	84
표 6- 2 작물별 시비 추천량 개선	86
표 6- 3 벼멸구의 경제적 방제 밀도	86

제 7 장

표 7- 1 우리 나라의 환경관련 기본법률체계	90
표 7- 2 일본의 환경관련 기본법률체계	91
표 7- 3 농업환경 관련 법률체계	93
표 7- 4 하천의 농업용수 수질 기준	94
표 7- 5 호소의 농업용수 수질 기준	94
표 7- 6 논·의 오염기준	96
표 7- 7 축산폐수시설 설치대상 축산시설	97
표 7- 8 허가대상 축산폐수 배출시설	97
표 7- 9 신고대상 축산폐수 배출시설	98
표 7-10 축산폐수 공동처리시설의 방류수 수질 기준	98
표 7-11 축산폐수 정화시설의 방류수 수질 기준	98
표 7-12 폐수의 유해물질 기준(일본)	99
표 7-13 배출수의 오염상태 허용기준(일본)	100
표 7-14 축산폐수의 화학적 산소 요구량(일본)	100
표 7-15 농약의 안전사용기준 고시현황(1993.4.3. 현재)	102
표 7-16 허용대상 식품별 흡수선량(60CO감마선기준)	103
표 7-17 잔류 및 오염성 농약 지정(일본)	103

표 7-18 동일배합사료내 2종 이상 사용 금지

항생 및 항균물질	106
부표 3- 1 농산물중 농약 잔류허용기준	113
부표 7- 1 위해성으로 사용 금지된 농약 (1993.4.3 현재)	115
부표 7- 2 독성농약의 공급 제한	117
부표 7- 3 농약잔류허용기준 추가 설정농약(총67종)	118
부표 7- 4 식품 첨가물 등의 규격기준(일본)	120
부표 7- 5 유해사료의 범위와 기준	121
부표 7- 6 사료유해물질 지도기준(일본)	122
부표 7- 7 축종별 항생 및 항균물질의 투입 허용량	124
부표 7- 8 대상사료가 함유할 수 있는 사료첨가물로서 항균성 물질제제의 양(일본)	127
부표 7- 9 동일 사료에 두개 이상 사용 금지 첨가물(일본)	129
부표 7-10 식품내 허용항생물질의 양(한국)	130

도 목 차

제 2 장

도 2-1 환경의 역할과 경제활동과의 관계	6
-------------------------------	---

제 3 장

도 3-1 농업 발전과 환경의 질과의 관계	11
도 3-2 1985년 농업생산성의 국제 비교 (1975년 불변가격)	16

제 4 장

도 4-1 화학비료의 환경 오염경로	36
도 4-2 농약의 환경 오염경로	40

제 6 장

도 6-1 지속적 농업의 개념, 목적 및 수단	78
---------------------------------	----

제 1 장

서 론

1. 연구의 필요성과 목적

한국의 농업은 지난 20여년 동안 급속도로 발전해 왔다. 1970년과 비교해 볼 때 1992년의 토지 생산성은 2.6배, 노동생산성은 4배나 증가하였으며 10a당 생산량도 쌀은 40%, 배추는 10배나 증가하였다. 이와 같은 농업생산성의 증가는 화학비료, 농약, 식물생장 조절제, 가축항생제 등의 투입에 힘입은 바 크다. 이와 같은 농업용 화학물질의 사용은 작물의 수량과 품질을 향상 시켰을 뿐 아니라 집약적인 토지이용을 가능하게 하였다. 또한 비닐과 같은 새로운 농용자재의 개발은 농산물의 단경기 생산을 통하여 동절기의 유향 농지 및 노동력을 생산화하였으며 농가소득을 제고시켰다.

이와 같은 현대 농업기술의 발달은 농업생산성을 증대시켜 식량의 안정적 공급에는 크게 기여하였으나 환경오염이라는 새로운 문제를 야기시키고 있다. 화학비료와 농약의 과다한 사용은 토양의 유기물 함량을 감소시키고 토양의 물리적 구조를 악화시켜 지속가능한 농업을 저

해할 뿐 아니라 토양과 수질을 오염시키고 생산된 농작물의 안전성까지 위협하고 있다. 뿐만 아니라 축산폐기물, 폐비닐, 폐농기계 및 농기구, 농약병, 폐비료포대 및 생활쓰레기 등으로 농촌의 오염은 심화되고 있다. 이와 같은 공해는 농민의 건강을 직·간접적으로 위협할 뿐 아니라 자연경관을 훼손하고 농작물의 생산력을 저하시키는 원인이 되고 있다. 농업은 이 밖에도 암모니아와 메탄가스를 발생시켜 산성비의 원인이 되는 동시에 지구온난화를 가속시킨다.

농업은 이와 반대로 환경을 보전하는 공익적 기능도 가지고 있다. 삼림과 농작물은 탄산가스를 흡수하고 산소를 방출함으로써 공기를 정화시키며 홍수 및 토양침식을 억제한다. 또한 자연과 접촉할 수 있는 장소의 제공, 지하수의 함양, 지역문화의 보전, 풍부한 녹색환경의 보전 등의 기능도 있다.

이와 같이 농업은 환경에 대하여 부정적인 기능과 긍정적인 기능을 동시에 가지고 있다. 이러한 기능들은 대부분 경제외부 효과로서 경제적 평가가 매우 어렵고 따라서 정부정책에서 제외되어 왔다. 그러나 최근 쾌적한 환경과 안전식품에 대한 수요가 증가하면서 환경보전형 농업을 발전시켜야 한다는 여론이 높아지고 있다.

환경보전형 농업을 발전시키기 위해서는 농업으로 인한 각종 환경오염의 종류와 양이 밝혀지고, 그 감소대책이 개발되어야 하며, 환경보전 기능에 대한 적절한 지원정책이 수립되어야 한다. 또한 화학 농자재의 투입을 감소시키고 유기질 비료의 증투, 환경과 우호적인 청정기술(clean technology)의 개발 등을 추진하여야 한다. 이와 같은 사업은 단시일 내에 실시하기 어렵고 또 현재의 기술수준으로서는 해결이 불가능한 부분도 있기 때문에 이에 관한 많은 연구가 선행되어야 한다.

이 연구는 환경보전과 농업발전을 위한 기초적인 연구로서, 농업의 환경보전 및 환경오염 기능에 대한 국내외 연구자료와 외국의 환경유지 기준, 공해 감소정책, 지속적 농업, 청정기술 및 관련법규 등을 수

집하여 환경보전과 농업발전을 위한 장기 정책 방향과 향후 연구과제를 도출함을 목적으로 한다.

2. 연구방법

국내외 각종 선행연구 자료 및 통계자료 수집, 분석

3. 주요 연구 내용

- 환경의 역할과 경제활동
- 농업의 발전과 환경오염실태
- 농업에 의한 환경오염
- 농업의 공익적 기능
- 환경보전 정책
- 지속적 농업
- 농업환경관련 법적규제
- 환경보전과 농업발전을 위한 정책 및 연구과제

제 2 장

환경의 역할과 경제활동

1. 환경의 개념

일반적으로 환경(Environment)이란 생활체를 둘러싸고 그것과 일정한 관계를 유지하고 있는 외계를 총칭한다. 환경이란 용어는 오늘날 학문의 영역을 벗어나 대중적으로 광범위하게 쓰이고 있는데 물, 공기, 토지, 각종 자원, 인간이 생활하는 공간, 생태계 등과 같은 자연적인 것 뿐만 아니라 주거, 교통, 교육 등과 같은 사회적인 것을 모두 포함한다.

그러나 경제적 측면에서의 환경이란 인간을 둘러 싸고, 인간에게 직·간접적으로 영향을 미치며, 동시에 인간의 활동과 기술수준에 의하여 영향을 받는 물리적, 자연적인 것 만을 지칭한다(Freeman et al.).

2. 환경의 역할

환경이 인간에게 주는 서비스는 (도 2-1)에 나타나 있듯이 대체로 네가지로 요약할 수 있다. 첫째, 환경은 인간의 생산활동에 필요한 원료, 즉 자연자원을 제공한다. 석유, 석탄, 각종 광물 등은 자연자원의 대표적인 예이고 해양자원, 수자원 및 토지 등도 이 범주에 속한다. 인간은 이러한 자원을 원료로 재화와 용역을 생산, 소비함으로써 효용을 증대한다.

둘째, 환경은 폐기물을 버리거나 쌓아둘 수 있는 공간을 제공한다. 생산자 또는 소비자는 경제활동의 과정에서 불가피하게 발생하는 부산물을 자연환경에 폐기하게 된다. 공장의 연기와 폐수, 가정의 생활쓰레기, 자동차 배기가스 등은 좋은 예이다. 만약 자연환경에 폐기물 수용능력이 없다면 경제활동은 불가능하게 된다. 따라서 환경은 폐기물 처리자원(disposable resource)으로서도 중요한 기능을 수행한다.

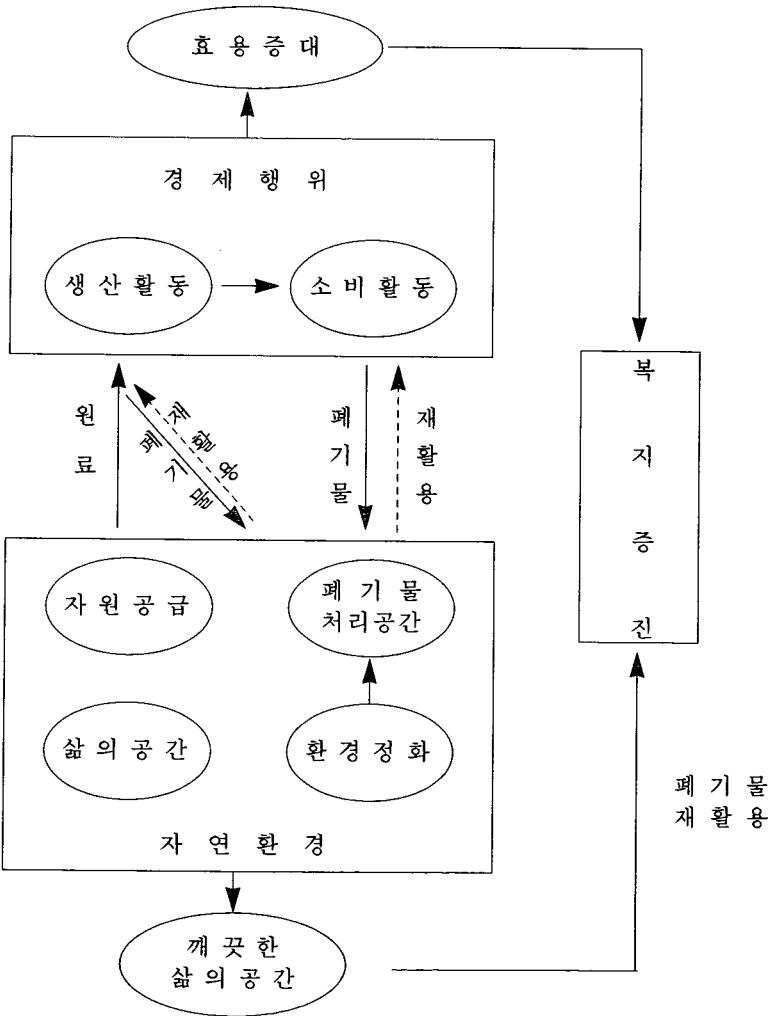
셋째, 환경은 버려진 폐기물을 생물학적, 화학적, 물리적으로 정화하는 능력이 있다. 각종 박테리아 및 미생물에 의한 유기물의 분해, 강우 또는 강설에 의한 대기정화, 토양의 독성물질 해독작용 등은 환경의 자정능력을 보여주는 좋은 예이다. 그러나 자연환경의 폐기물 정화능력은 한계가 있어 폐기물의 양이 일정한 수준을 초과하면 인간의 건강을 직간접으로 위협하게 되는데 이를 환경오염이라 한다.

마지막으로 환경은 인류가 생활할 수 있는 삶의 공간을 제공한다. 이 삶의 공간이 쾌적하면 쾌적할수록 인간의 복지는 증진되는데 이를 위하여 여러가지 환경정책이 추진되고 있다.

세계 각국에서 수행되고 있는 환경정책은 폐기물 배출감소, 폐기물 재활용 및 인위적인 정화의 세가지로 요약할 수 있다. 폐기물 배출량을 감소시키기 위해서는 청정기술(clean technology)의 개발, 경제적인 유인책, 배출량 규제 등의 방법이 동원되고 있다. 한편 폐기물

재활용을 위하여 폐휴지 재활용, 쓰레기 분리수거, 공병 또는 알류미늄 캔 수집 등의 사업을 수행하고 있으며, 환경의 자정기능을 돕기 위한 인위적인 정화 방법으로 하수 종말처리장, 쓰레기 소각장 등이 설치되고 있다.

도 2-1 환경의 역할과 경제활동과의 관계



3. 환경 보전과 경제 발전

환경보전과 경제발전의 관계에 있어서는 두가지 견해가 있다. 첫째, 환경의 질과 경제성장은 相反關係(trade off)에 있어 인간이 쾌적한 환경을 향유하려면 보다 낮은 경제성장을 감수해야 하며, 높은 수준의 경제성장을 추구하려면 보다 낮은 환경의 질을 누릴 수 밖에 없다는 이론으로 두가지를 동시에 추구하는 것은 불가능하다는 견해이다. 로마클럽(Rome Club)의 보고서인 성장의 한계(The Limit to Growth)를 보면, 만약 현재와 같은 속도로 경제가 성장한다면 급속한 인구증가, 도시화, 산업화의 영향으로 자원고갈과 환경오염이 가속화되고, 따라서 앞으로 100년 이내에 인류는 파멸하게 된다고 한다. 또한 영국의 올만은 국민총생산(GNP: Gross National Product)의 증가가 국민총공해(GNP: Gross National Pollution)의 증가를 초래하므로 환경보전을 위해서는 경제성장을 중지시켜야 한다고 한다.

둘째, 환경과 경제는 상호보완관계(Complimentarity)라는 견해이다. 영국 환경경제연구소의 피어스 등의 학자는 환경의 질 개선은 인간의 건강과 노동능율을 향상시키고, 환경보전산업은 관련분야의 고용을 창출하기 때문에 환경보전과 경제성장은 상호보완관계에 있다고 주장하였다(D. Pearce, A. Markandy, and E. B. Barbier). 또한 노드하우스(W. D. Nordhaus) 등의 학자는 1929~80년까지의 미국의 국민총생산(GNP)과 국민순후생(Net Economic Welfare)을 계측한 결과 산업발전의 초기단계부터 공해방지시설을 갖추어 산업생산활동을 전개하면 GNP 뿐만 아니라 국민순후생도 증가하기 때문에 실질적인 국민 복지수준을 높일 수 있다고 하였다.¹⁾

1) 국민순후생이란 GNP에서 공해, 인구집중, 교통혼잡, 농촌의 황폐 등과 같은 경제해악(Economic bads)을 공제하는 반면 여가, 가정주부의 가사활동 등을 추가한 개념이다.

이러한 두가지 견해는 모두 극단적인 이론이기 때문에 어느 것이 현대 산업사회에 적합한가를 판단하는 것은 쉽지 않다. 판단기준은 경제 및 사회의 발전정도, 환경오염 및 국민의 복지수준 등에 따라 달라지기 때문이다. 전자와 같은 경제성장중지론(Zero Economic Growth)의 경우 산업의 확대재생산이 불가능함은 물론 기존의 생산시설마저 폐기 또는 축소해야 하기 때문에 증가하는 雇傭引力과 상품수요를 충족하지 못한다. 따라서 실업문제가 발생하고 경제·사회가 불안해지는 등 많은 부작용이 발생하게 된다. 후자의 견해 역시 문제가 있다. 현재의 기술 수준하에서는 경제발전이 환경에 부정적인 영향을 미치는 것을 부인할 수 없다. 환경오염을 방지하기 위해서는 환경산업에 대한 투자를 확대하여야 하나 이것은 타 산업에 대한 투자를 위축시켜 상품생산을 저해할 우려가 있다. 또한 대부분의 국가 (특히 개발도상국)에서는 환경개선에 의한 복지증진 보다는 경제발전에 의한 복지증진이 크므로 경제발전에 우선적으로 투자하게 될 것이다.

국가적으로 볼 때 국민의 복지수준은 쾌적한 환경과 경제성장의 함수이기 때문에 이 두가지 요소를 적절히 조절함으로써 경제적 후생가치를 극대화하여야 한다. 경제가 발달하여 소비생활이 상대적으로 풍족한 선진국에서는 경제성장 보다는 환경보전에 좀더 치중해야 한다는 환경우선론이 증가하는 추세이다. 그러나 인구의 대부분이 빈곤하여 기본적인 욕구인 의·식·주 문제조차 해결하지 못하고 있는 후진국의 경우에는 성장우선론이 정책의 중추를 이루고 있다. 이 두가지 견해는 국제무대에서 첨예한 대립을 하게 되었고 한 나라 안에서도 환경론자와 개발론자의 논쟁과 갈등은 계속되었다.

환경우선론과 성장우선론을 접목시킨 것은 1972년 스톡홀름에서 개최된 UN 인구 환경회의이다. 이 회의에서는 환경보전과 경제개발은 합리적이고 종합적 계획을 통해 모순없이 동시에 추구해야 한다고 선언하였다. 이것은 선진국의 환경우선론과 후진국의 성장우선론을 모두 수용하는 획기적인 발상의 전환으로 평가되고 있으며 지속적 발전의

모체가 되었다.

지속적 발전의 개념과 추진전략을 좀더 구체화한 것은 1987년에 완성된 브룬트랜드(H. Brundtland) 보고서이다. 이 보고서는 지속적 발전이란 미래세대의 후생을 감소시키지 않는 선에서 현재세대의 후생을 극대화시키는 발전이라고 정의하고 있다. 이 보고서는 성장과 환경은 서로 영향을 주고 받는 쌍방적인 관계로 보고 있다. 즉, 환경문제는 주로 과도한 개발에 의해 발생하지만 성장부재로 인한 빈곤에 의해서도 발생하고, 파괴된 환경은 역으로 경제성장을 저해한다는 것이다. 따라서 인간의 기본욕구를 충족시키기 위해서는 당연히 경제개발을 추진해야 하나 이 개발은 환경용량의 한계를 초과해서는 안 된다는 것이다. 이 한계는 환경 스스로의 용량 뿐만 아니라 기술수준 및 사회제도에 의해서도 좌우된다.

환경보전과 경제성장을 동시에 추구하는 지속적 발전은 오늘날 환경문제를 해결하는 기본적 개념으로 국제사회에서 받아들이고 있다. 우리나라는 1980년대만 하더라도 경제성장 위주의 정책을 운용해 왔다. 이러한 정책은 대부분 단기적인 눈앞의 이익만을 대상으로 하였기 때문에 자원남용, 환경오염 및 생태계 파괴를 일으켜 왔으며 결국은 파괴된 환경이 지속적인 경제성장을 가로막는 현상이 발생하게 되었다.

환경은 한번 파괴되면 회복하기 어려운 不可逆性 (Irreversibility)을 가지고 있다. 또한 경제발전의 궁극적인 목적은 인간의 복지증진에 있기 때문에 개발에 의한 환경오염이 오히려 국민의 복지를 감소시키는 일이 없도록 하여야 한다. 따라서 경제발전은 환경과 우호적으로, 환경의 파괴를 최소화하는 지속적 발전의 개념을 도입하여야 하며 이를 위해 무공해기술과 대체에너지 개발, 에너지 효율성 제고 및 재활용 확대 등에도 박차를 가해야 할 것이다.

제 3 장

농업의 발전과 환경 오염실태

1. 농업의 발전과 환경문제

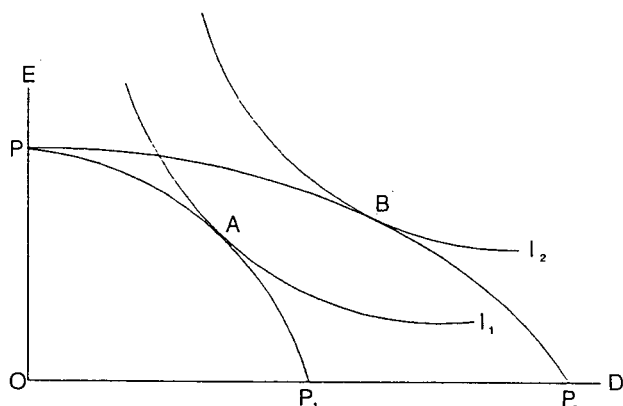
농업은 자연생태계를 인간의 필요에 부응하도록 개조한 인위적인 시스템이다. 즉, 농업은 인간의 의·식·주 생활을 충족시키기 위하여 자연상태의 동식물을 순화, 개량하고 특정부위를 이상비대시킨 것이다. 따라서 농업은 자연상태에서 불안정하여 인간의 끊임없는 보호를 필요로 한다. 농업은 원래 자연생태계에서 발전한 시스템이기 때문에 자연환경의 용량안에서 농사를 짓는 전통농업의 경우 환경문제를 일으키지 않는다. 그러나 현대농업은 생산성 향상을 위하여 인위적인 기술과 자본을 투입하게 되었고 그 결과 환경을 오염시키고 있다. 농업으로 인한 환경오염과 생태계 파괴에 대한 예를 보면 첫째, 화학비료 및 농약의 남용과 대규모 가축사육으로 인한 토양의 이화학적 성질 악화와 수질오염, 둘째 농약의 오용과 과다사용으로 인한 식품안전도 저하, 농약중독 및 생태계 파괴, 셋째 경사지 및 산림개발과 기계화 등으로 인한 토양침식의 가속화, 넷째 산림 및 습지 개발로 인한 야생 동식물

감소 등이 있다.

농업발전 (D)과 환경의 질 (E)은 모두 국민 후생 (W)을 결정하는 요소가 되며 W는 D와 E가 클수록 증가한다 ($\partial W/\partial D > 0$, $\partial W/\partial E > 0$). 따라서 후생극대화를 위해서는 상반관계 (trade-off)에 있는 ($\partial E/\partial D < 0$) D와 E의 수준을 적절히 조절해야 하며 이것이 농업 및 환경정책의 중요한 쟁점으로 떠오르고 있다. 농업발전이 환경에 미치는 영향은 기술수준에 따라 다르기 때문에 후생극대화를 위한 농업발전 및 환경보전의 정도는 국가에 따라 차이가 있다. 이것을 분석한 것이 (도 3-1)이다.

생산가능곡선(production possibility frontier)들은 D와 E간의 상반관계를 나타내고 있으며 따라서 원점에 대하여 오목하다(concavity). 이 그림에서 PP_1 은 후진국 PP_2 는 선진국의 생산가능곡선을 표시한

도 3-1 농업 발전과 환경의 질과의 관계



다. 선진국은 후진국에 비하여 기술이 발전되어 있기 때문에 똑같은 농업생산(D)하에서 환경오염이 적으며 따라서 PP_2 은 PP_1 에 비하여 기울기가 완만하다. PP_1 과 PP_2 의 세로축 절편은 똑같은데 이는 농업발전이 없었을때의 환경의 질은 동일하다고 가정했기 때문이다. I_1 과 I_2 는 각각 후진국과 선진국의 사회적 무차별곡선(community indifference curve)들을 나타낸다. 각국의 최적 농업발전 및 환경오염 정도는 생산가능곡선과 사회적 무차별곡선의 접점인 A 및 B점에서 결정되며 선진국은 후진국에 비하여 상대적으로 높은 수준의 환경을 요구하게 된다.

이 분석에서는 선진국과 후진국의 두 요소에 대한 선호도(taste)가 동일하다고 가정하였기 때문에 I_1 과 I_2 는 평행한 것으로 나타내었다. 그러나 경제가 발전하여 1인당 GNP가 \$3,200을 넘으면 국민들은 농업발전보다 환경문제에 더 많은 관심을 나타내어(Antle, 1991), 사회적 무차별곡선은 세로축 쪽으로 기울게 되고 따라서 환경에 대한 선호도가 더욱 뚜렷해 진다.

이 분석에서 또 한가지 알 수 있는 사실은 환경의 질과 농업발전에 대한 상대적 가치의 차이이다. B점에서의 접선의 기울기, 즉 한계변환율(MRT, marginal rate of transformation)은 A점에서의 MRT 보다 작다. 다시 말하면, 선진국에서의 농업발전의 가치에 대한 환경가치의 비율(P_D/P_E)은 후진국보다 작고 따라서 선진국은 후진국에 비하여 환경가치를 상대적으로 높게 평가한다.

이와 같은 분석을 종합해 볼 때 선진국과 후진국은 농업발전과 환경보전 정책의 방향이 다를 수 밖에 없다. 선진국에서는 농업발전보다는 환경개선에 더 치중하는 경향이 짙다. 예를 들면 미국에서는 화학비료 및 농약의 사용량을 감소시키기 위하여 저투입 지속적농법(LISA, low input sustainable agriculture), 대체농법(alternative agriculture) 등을 도입하고 있다. 네덜란드에서는 자연환경을 주요 농업생산요소로 규정하고 지속적 농업을 농업구조개선 차원에서 추진하고 있으며 1995년까지

질소 배출량을 50%, 2000년까지 농약사용량을 50% 감소시킬 계획으로 있다. 한편 대만은 경제개발 6개년계획(1991~96) 기간중 농업성장 목표를 0%로 정하고 농촌환경개선에 주력하고 있다. 이와 같은 정책은 농업발전에서 오는 후생증대 보다 그로 인한 환경오염이 주는 후생감소가 더 크기 때문이다.

그러나 후진국에서는 농업발전으로 인한 후생증대가 환경파괴로 인한 후생감소보다 크기 때문에 농업발전에 주력하고 있다. 인도, 인도네시아, 스리랑카, 방글라데시 등과 같은 저개발국에서는 농업발전을 위하여 화학비료 및 농약의 증투를 정책적으로 지원하고 있으며 경사지, 습지 및 산림을 농경지로 바꾸는 개간사업을 추진하고 있다. 이러한 국가들은 일반적으로 인구증가율이 높아 농업성장 요구도가 높으며 또한 기술수준이 낮기 때문에 환경오염이 가속화되고 있다.

(도 3-1)에서 고찰한 바와 같이 한 나라의 복지는 농업생산과 환경보전이 조화를 이룰 때 극대화될 수 있다. 우리나라는 지난 30여년간 절대적 빈곤을 극복하기 위하여 증산정책을 꾸준히 추진하여 온 결과 농업생산은 괄목할 만한 성장을 보였으나 환경보전은 상대적으로 소홀히 해 왔다. 이를 놓고 우리나라에서는 성장론자와 환경론자 간의 논쟁이 심화되고 있다. 즉, 성장우선론자들은 우리나라의 농업이 아직도 환경보전을 위해 농업발전을 유보할 만큼 성장하지 못했다고 주장하고 있다. 이에 반하여 환경론자들은 더 이상 농업발전만을 추구하면 환경은 되돌릴 수 없을 만큼 파괴될 것이라고 걱정하고 있다. 이에 대한 해답을 구하려면 우리나라의 농업발전 및 환경오염 실태를 정확히 파악할 필요가 있다.

2. 우리 나라의 농업 발전 현황

우리나라의 경지면적과 경지이용상황은 (표 3-1)에 나타나 있다. 총 경지면적은 1970년의 2,298천ha에서 1992년에는 2,070천ha로 연평균 10천ha의 속도로 감소하고 있다. 이와 같은 경지면적의 감소는 비농업분야의 발전으로 인한 산업부지, 택지 및 하부구조 건설에 농경지가 잠식되었기 때문이다. 또한 노동력 감소와 농업수익성의 저하로 이모작율이 줄어들었으며 이에 따라 경지이용면적이 1970년 3,478천ha에서 1992년에는 2,260천ha로 22년 동안 무려 1,218천ha (35%)나 감소하였다. 이와 같은 경지면적의 외연적 내연적 감소와 인구의 증가로 인하여 국민 1인을 부양할 수 있는 경지면적은 급격히 감소하고 있다. (표 3-1)을 보면 국민 1인당 경지면적은 1970년 7.3a에서 1992년에는 4.7a로 35%나 감소하였다. 이와 같은 국민 1인당 부양면적의 감소를 보충하기 위해서는 농업생산성의 향상이 절대적으로 필요하다.

표 3-1 경 지 면 적

년도	총 경지면적 (천 ha)	경지이용률 (%)	농가호당경지 면적(a)	국민1인당경지 면적(a)
1970	2,298	151.3	92.5	7.31
1975	2,240	140.4	94.1	6.46
1980	2,196	125.3	101.8	5.76
1985	2,144	120.4	111.3	5.29
1990	2,109	113.3	119.4	4.92
1992	2,070	108.1	126.1	4.74

자료: 농림수산부, 「농림수산주요통계」, 1993.

표 3-2 농업생산성지표(1985년 불변가격)

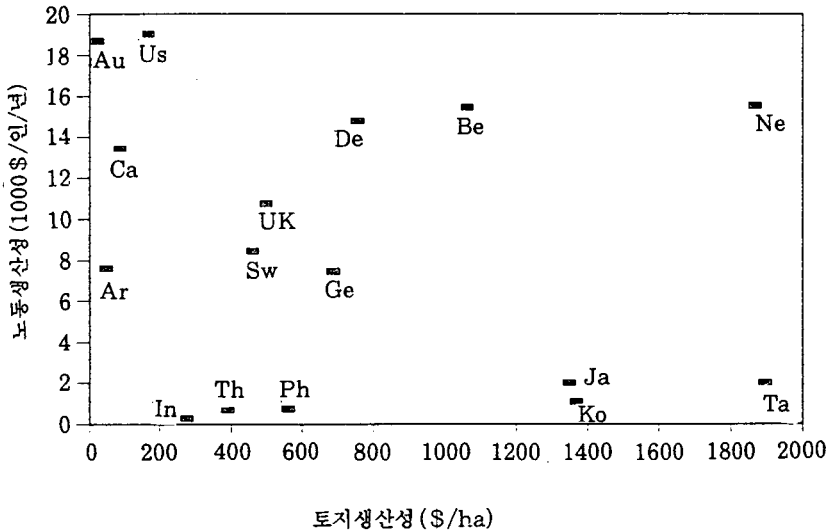
구 분	노동생산성 (원/hr)	토지생산성 (원/10a)	작물수량(kg/10a)	
			수 도	배 추
1970	960	176,325	330	1,117
1975	1,726	278,980	386	7,807
1980	1,719	276,864	289	8,490
1985	2,318	391,360	456	9,180
1990	3,238	410,141	451	11,105
1992	3,909	451,295	461	11,266
1992/70	4.1	2.6	1.4	10.1

자료: 농림수산부, 「농림수산 주요통계」, 1993.

우리 나라의 농업생산성은 (표 3-2)에 나타나 있다. 노동생산성은 1970년 시간당 960원에서 1992년에는 3,909원으로 4배 이상 증가하였다. 이러한 현상은 비료, 농약, 농기계 등과 같은 자본이 노동을 대체하여 노동절약적이고 자본집약적인 농업으로 전환되고 있음을 나타낸다. 한편, 노동생산성의 증가와 함께 품종개량, 재배기술 향상 등에 힘입어 토지생산성도 증가하여 1970년 176천원/10a이 1992년에는 451천원/10a으로 2.6배 향상되었다. 또한 작물수량도 증가하여 수도의 경우, 1970년 330kg/10a에서 1992년에는 461kg/10a로 약 40% 증가하였으며 배추의 경우에는 무려 10배나 증가하였다. 이와 같은 토지생산성의 증가는 1980년대까지의 주곡증산정책에 힘입은 바 크다.

이와 같은 토지 및 노동생산성의 증가에도 불구하고 우리나라의 농업은 아직 낙후된 상태를 벗어나지 못하고 있다. 1975년 불변가격으로 환산한 1985년도 농업생산성을 다른 나라와 비교해 보면 (도 3-2)와 같다. 우리나라 토지생산성은 ha당 1,354달러로 대만 및 네덜란드의

도 3-2 1985년 농업생산성의 국제 비교(1975년 불변가격)



주: Au : 오스트렐리아 Ar : 아르헨티나 Be : 벨기에 Ca : 캐나다
 De : 덴마크 Ge : 독일 In : 인도 Ja : 일본
 Ko : 한국 Ne : 네덜란드 Ph : 필리핀 Sw : 스웨덴
 Ta : 대만 Th : 타일랜드 UK : 영국 US : 미국

자료: Van der Meer, and Yamada, 「Japanese Agriculture」,
 Routledge, New York, 1990.

70% 수준에 불과하며 노동생산성은 1인당 연간 915 달러로 선진농업국의 10%에도 못미치는 수준이다. 물론 우리나라의 농업생산성은 1985년 이후 크게 향상되었으나 이직도 유럽의 농업선진국이나 가까운 일본 또는 대만에 비해서 훨씬 뒤져 있는 실정이다.

우리나라의 1인 1일당 영양공급량은 (표 3-3)에 나타나 있다. 총 열량 섭취량은 1970년 2,370kcal에서 1991년에는 2,883kcal로 22% 증가하였다. 또한 식품고급화의 경향이 뚜렷하여 저급식품인 전분류의 섭취는 감소하는 대신 고급식품인 단백질과 지방질의 공급이

표 3-3 1인 1일당 영양 공급량

구	분	열 량 (Kcal)	실 섭 취 량(g)		
			전 분 류	단 백 질	지 방 질
한 국	1970	2,370	687.4	65.2	19.7
	1975	2,390	626.2	71.1	27.4
	1980	2,485	564.3	73.6	36.6
	1985	2,687	540.4	86.6	51.8
	1990	2,853	510.9	89.3	72.2
	1991	2,883	512.2	89.7	71.9
	1991/70	1.22	0.75	1.38	3.65
일 본	1986~88	2,822	NA	89.8	80.2
대 만	1989	2,930	NA	89.8	128.4
미 국	1986~88	3,644	NA	109.0	163.5
덴마크	1986~88	3,605	NA	100.5	176.0

주: 1) 전분류는 곡류 + 서류임.

2) NA: 자료없음.

자료: 한국농촌경제연구원, 「'91 식품수급표」, 1992.

증가하는 추세이다. 특히 지방질의 소비는 1970년에는 20g/인/일이던 것이 1991년에는 72g/인/일로 무려 3.7배나 상승하였다. 국제적으로 비교해 볼 때 우리나라의 영양공급량은 일본, 대만과는 비슷하나 미국, 덴마크 등과 같은 서방국가보다는 적다. 특히 고급식품의 섭취가 적어 단백질은 미국의 82%, 지방질은 44%에 불과하다.

우리나라의 식량자급율은 (표 3-4)에서 보는 바와 같이 점점 감소하는 추세에 있다. 총 열량으로 볼 때 자급율은 1970년의 85%에서 1991년에는 68.4%로 떨어졌으며 동기간 중 단백질은 84.4%에서

72.8%로, 지방질은 88.7%에서 40.4%로 반 이하로 감소하였다. 이와 같은 현상은 국민소득 증가로 인한 식품소비의 양적 질적 증가속도보다 농업성장 속도가 느리기 때문인 것으로 판단된다. 식품별로 보면, 채소, 과일 및 육류는 자급율이 84~100%로 비교적 높은데 반하여 곡류의 자급율은 1970년에 78.2%에서 1991년에는 38%로 급격히 감소하고 있으며, 유지류의 자급율은 겨우 7~8%에 머무르고 있다. 설상가상으로 1993년 12월 15일에 타결된 UR 협상의 결과로 식량자급율은 더 낮아질 것으로 전망된다. 예측된 바에 의하면 1992년 자급율이 66~96%에 달하던 맥주맥, 감자, 고구마 등과 같은 전분작물의 자급율은 41~70% 수준으로 떨어질 것으로 예상되며, 쇠고기, 돼지고기, 닭고기 같은 육류와 감귤, 참깨, 보리 등의 자급율도 훨씬 더 저하될 것으로 전망된다(이재옥, 1993).

우리 나라 농축산물의 국제수지 현황은 (표 3-5)에서 볼 수 있다. 농축산물의 수입은 1970년 3~4억 달러 수준에서 1992년에는 48억 달러로 무려 14배나 증가하였으며 연평균 12.7%의 속도로 상승하고 있다. 우리나라 전체 수입액에 대한 농축산물의 비중은 1985년까지는

표 3-4 식량 자급률

단위: %

구 분	공 급 성 분 별			식 품 별				
	열량	단백질	지방질	곡류	채소류	과실류	육류	유지류
1970	85.0	84.4	88.7	78.2	100.2	100.2	100.0	NA
1975	84.0	87.3	68.6	74.1	100.6	100.0	100.6	NA
1980	73.6	74.5	70.4	53.3	100.2	98.6	97.4	19.0
1985	71.4	74.6	46.9	49.2	98.2	93.6	97.6	15.5
1990	67.2	70.6	39.5	43.8	98.9	102.5	92.9	8.0
1991	68.4	72.8	40.4	38.0	99.8	84.2	88.8	7.5

자료: 한국농촌경제연구원, 「'91 식품수급표」, 1992.

표 3-5 농축산물 국제수지

단위: 백만 \$

구 분	수 입		수 출		수 지 적 자	
	금 액	비 중	금 액	비 중	금 액	비 중
1970	341	17.2	25	3.0	316	27.5
1975	1,020	14.1	255	5.0	765	35.5
1980	2,215	9.9	541	3.1	1,674	35.0
1985	1,791	5.8	388	1.3	1,403	164.5
1990	3,754	5.4	795	1.2	2,959	61.3
1992	4,767	5.8	800	1.0	3,967	77.1

주: 비중은 국가전체에 대한 농축산물의 백분율임.
 자료: 농림수산부, 「농림수산물 주요통계」, 1993.

감소하다가 최근에는 증가하는 추세로 반전하였다. 한편 농축산물의 수출은 상승하고 있으나 그 상승폭은 미미하고 우리나라 전체 수출액에 대한 비중도 매우 낮다. 이에 따라 농축산물의 국제수지는 매년 악화되어 1992년의 수지적자는 40억 달러로 1970년에 비해 13배나 상승하였으며 우리나라 전체 국제수지 적자의 77%를 차지하고 있다. 앞으로 우리나라 농산물 시장의 개방이 본격화되는 1995년 이후에는 수입이 큰폭으로 올라 국제수지 적자폭이 훨씬 더 커질 것으로 예상된다.

국가경제에서 농림수산물 분야가 차지하는 비중은 매년 저하되고 있다. (표 3-6)을 보면 국민총생산 중 농림어업의 비중은 1970년의 26.0%에서 1991년에는 7.2%로 급격히 감소되고 있다. 농림수산물분야의 성장률도 최근으로 올수록 점점 악화되고 있다. 즉, 1986년 이전까지의 농림어업 성장률은 냉해로 작황이 극히 부진했던 1980년을 제외하고는 대체로 4~14%의 성장을 보였으나 1987년 이후부터는 負의 성장을 나타내고 있다. 이에 따라 농림어업의 국가경제성장률에 대한 기여도가 떨어져 1989년부터 계속 負의 기여도를 보이고 있다.

표 3-6 농림수산분야 경제 성장률

구 분	산업구조('85불변가격)		경제성장률('85불변)		농림어업의 경 제 성 장 기 여 도 (%)
	국민총생산 (10억원)	농림어업 비중(%)	국민총생산	농림어업	
1975	37,143	23.4	6.4	3.9	14.4
1980	52,261	14.7	-3.7	-19.1	-11.1
1985	78,088	13.3	7.0	3.8	7.4
1990	130,685	7.8	9.3	-5.1	-4.9
1991	141,623	7.2	8.4	-1.0	-0.9

주: 1975년 성장률은 1970~75년 사이의 년평균 성장률임.

자료: 농림수산부, 「농림수산 주요통계」, 1993.

이상에서 열거한 우리나라의 농업발전 현황을 요약 정리하면 다음과 같다. 우리나라의 농업생산성은 과거 20여년간의 주곡 증산정책에 힘입어 괄목할 만한 성장을 보여왔다. 그 결과 국민의 영양공급은 질적 양적으로 많이 향상되었고 국가경제 성장에도 기여한 바 크다. 그러나 경지면적의 지속적인 감소와 인구증가로 단위면적당 부양 인구수는 계속 증가하고 있으며 식량자급율은 하락 추세에 있다. 또한 농림축산 분야의 국제수지 적자가 계속 증가하여 국가 전체의 수지적자의 70% 이상을 차지하고 있으며 앞으로 농산물 시장 개방이 본격화되면 식량 자급율과 국제수지 적자는 더욱 악화될 것이 예상된다. 뿐만 아니라 농림어업 분야의 성장율도 최근 마이너스로 돌아섰으며 국가경제 성장을 저하시키는 요인으로 작용하고 있다. 이와 같은 점을 종합적으로 고찰하면 우리나라의 농업은 앞으로도 계속 성장 발전시켜야 할 것으로 사료된다.

3. 우리 나라의 환경 오염 실태

과거 20여년간의 농업 발전은 화학비료, 농약, 가축항생제 등과 같은 화학물질 투입에 힘입은 바 크다. 이와 같은 화학물질은 농산물 생산을 양적 질적으로 증가시켜 국민들의 식량을 원활히 공급하는데는 기여하였으나 환경오염을 가중시켰다는 비난을 받고 있다. 따라서 본 절에서는 토질, 수질, 식품안전도 등을 중심으로 환경오염 실태를 살펴 보고자 한다.

가. 토질 악화

토양의 비옥도는 토양산도(PH), 토양의 유기물 함량(OM), 치환성 염기 보유량(염기 치환용량) 등에 의하여 평가된다. (표 3-7)은 1920-1980년대까지의 토양의 화학적 성질의 변화 추세를 보여준다. 토양산도(PH)는 1970년대의 석회시용 효과로 논토양과 밭토양이 모두 개선되었으나 개량 목표인 6.5에는 훨씬 못미치며, 최근에는 다시 악화되는 추세를 보이고 있다. 토양유기물은 토양의 보수력과 보비력을 향상시키고 입단형성을 촉진함으로써 토양의 이화학적 성질을 좋게 하는 동시에 분해되어 영양분을 공급하기도 한다. 따라서 유기물 함량이 높을수록 토양은 비옥하게 된다. (표 3-7)을 보면 우리나라 논토양의 유기물 함량은 1920년대의 4.4%에서 1980년대에는 2.3%로 감소하고 있으며 밭토양에서도 같은 추세를 보이고 있다. 이것은 개량목표인 3.0%에 크게 미달하는 것으로 그 동안의 화학비료에 의존하는 농업에 기인한 것으로 판단된다. 한편 토양에 흡착되기 쉬운 인산은 계속 축적되어 가고 있다. 논토양의 인산함량은 107ppm으로 개량목표에 접근하였으나 밭토양은 개량목표의 2배, 온실토양은 무려 13배를 보여, 과다한 인산축적이 작물의 생육을 오히려 저해하고 있다. 이에 반하여 식물의 생육에 필요한 대량요소인 마그네슘(Mg), 칼리(K) 및

표 3-7 토양의 비옥도 변화 추이

구 분		PH	OM (%)	P ₂ O (ppm)	치 환 성 염 기(me/100g)		
					K	Ca	Mg
논	1921~22	-	4.4	-	-	-	-
	1936~46	5.3	3.3	-	-	-	-
	1958~63	5.5	-	69	-	-	-
	1964~68	5.5	2.6	60	0.23	4.5	1.8
	1969~79	5.9	2.4	88	0.31	4.4	1.7
	1980~88	5.7	2.3	107	0.27	3.8	1.4
밭	1964~68	5.7	2.0	114	0.32	4.2	1.2
	1976~80	5.9	2.0	195	0.47	5.0	1.9
	1981~88	5.8	1.9	231	0.59	4.6	1.4
온실	1989	5.9	2.4	1,351	1.87	8.1	2.7
개 량 목 표		6.5	3.0	100	0.4	6.0	2.0

자료: 농촌진흥청.

칼슘 (Ca)의 함량은 계속 감소 추세에 있으며 온실토양에서는 과도한 집적을 보이고 있다. 이와 같은 토양양분의 불균형 현상은 화학비료 일변도의 부적절한 비료관리에 기인하는 것으로, 비료투입에 소요되는 경제적 손실 뿐만 아니라 연작장해, 생육부진, 병충해 만연 등을 초래하여 장기적으로는 토양의 생산성을 저하시키는 원인이 된다.

농업생산에 의한 토양유기물 감소는 (표 3-8)을 보면 더욱 뚜렷하다. 이것은 대관령 야산개간지에서 1981~88년까지 8년간 감자-옥수수를 재배한 토양의 유기물 함량을 보여준다. 개간 직후인 1981년의 유기물 함량은 8.3%로 매우 높았으나 경작년수가 길어짐에 따라 유기물 함량은 점점 낮아져 1988년에는 4.5%로 반 가까이 감소하였다.

표 3-8 야산 개간지의 유기물 함량의 변화 추이

단위: %

1981	1984	1985	1988
8.3	5.4	4.7	4.5

자료: 농촌진흥청.

인근 미개간지의 유기물 함량이 7.5%인 점을 감안하면 농업생산은 토양의 비옥도를 저하시킴을 알수 있다.

토양의 비옥도는 경운에 의해서도 감소된다. 경남 농촌진흥원에서 1987~92년까지 경운한 농지와 무경운한 농지를 비교한 결과를 보면 전자의 경우는 후자의 경우보다 토양산도, 유기물함량, 유효인산, 칼리 및 양이온 치환용량이 모두 낮다(표 3-9).

표 3-9 경운농지와 무경운농지의 비옥도 차이

구 분	P ₂ O (ppm)	PH	CEC (me/100g)	K ₂ O (me/100g)	OM (%)
경 운	129	6.1	8.9	0.41	3.6
무 경 운	154	6.4	11.2	0.70	4.0

주: 1987~92년 자료임.

자료: 경남농촌진흥원.

농업생산은 표토유실을 조장하여 토양의 비옥도를 저하시킨다. 자연적인 식생상태에서의 토양유실은 연간 1MT/ha 이하로 토양의 생성속도와 비슷하다(Smith and Stamey, 1965). 그러나 농업생산을 위하여 자연생태계를 파괴하면 토양침식이 일어나 표토유실이 심화된다. 정영상 등(1976)이 우리나라 경사지 밭토양에서 실험한 바에 의하면 개간 초년도의 토양유실량은 작물에 따라 자연상태로 방치하는 것보다 적으나, 개간후 2~5년이 경과하여 자연식생이 정착되면 농업생산은

표 3-10 식생별 표토 유실량

구 분	년간 표토 유실량(MT/ha)	
	초 년 도	2~5 년째
나지	209	112
옥수수	108	43
옥도	64	43
보리-콩	53	27
보리-고구마	39	14
자연상태(산야초)	67	1

주: 경사 20%, 예산 사질토에서 1977~82 시험자료임.

자연식생보다 14~43배나 토양유실량이 많아진다 (표 3-10). 이와 같은 토양유실은 하부에 있는 농경지를 매몰하고 저수지 또는 하천을 오염시킬 뿐 아니라 토양의 비옥도를 저하시킨다. 1979~80년 옥수수 재배지에서 조사된 바에 의하면 연간 1ha의 면적에서 21.5MT의 토양입자가 유실되며 여기에 포함되어 있는 영양분을 화학비료로 환산하면 질소 59~102kg, 인산 10kg에 달한다 (농촌진흥청, 1989).

이 밖에도 농업생산은 토양구조의 단립화, 토양미생물의 감소, 중금속 또는 농약의 축적 등을 초래하여 토양의 이화학적 성질을 악화시킨다는 것이 정설이나 이에 관한 구체적인 조사연구는 아직까지 시행되지 않고 있다.

나. 수질 오염

수질오염을 판단하는 지표로 생물학적 산소요구량(BOD)을 많이 쓴다. BOD(biological oxygen demand)란 미생물이 물속에 있는 오염물질을 분해하여 안정화시키는데 요구되는 산소의 양을 말하는 것으로 산소요구량이 많을수록 오염이 심하다는 것을 말해준다. 우리나라의

표 3-11 주요 수계별 생물학적 산소 요구량(BOD)

단위: ppm

구 분	1980	1985	1990	1992
한강(팔당)	1.1	1.4	1.0	1.1
한강(노량진)	3.9	4.7	3.4	1.1
낙동강(삼량진)	1.8	3.2	3.1	3.8
금강(연기)	2.0	4.5	4.9	5.2
영산강(나주)	-	5.2	5.6	5.6

자료: 환경처.

주요 수계별 생물학적 산소요구량(BOD)은 (표 3-11)에 나타나 있는데, 수계별로 차이가 있으나 점차 오염정도가 심화되고 있는 실정이다. 특히 상중류에 농업지역이 많이 분포되어 있는 낙동강, 금강, 영산강은 오염 진행속도가 매우 빠르며 이미 상수원으로 쓸 수 없을 정도로 오염정도가 심각하다.¹⁾ 물론 하천의 수질오염이 모두 농업 때문에 발생한 것은 아니나 축산폐수, 농약, 비료 등도 하천을 오염시키는 하나의 원인이 되고 있다.

이와 같은 하천의 오염은 상수원의 수질을 악화시켜 음용수의 안전성을 위협하고 관개수로 쓸 경우 농작물에 피해를 유발할 수도 있다. 김복영 등(1989)이 제주도를 제외한 8개도 21개의 하천 (또는 지류) 98개 지점에서 채취한 800여개의 시료를 분석한 결과를 보면 (표 3-12)와 같다. 하천수의 산도(PH)는 2.8~9.3으로 강산성에서 강알칼리성까지 폭넓게 분포하고 있었다. 작물의 생육에 적합한 산도를 5.0~7.5로 보았을때 농업용으로 쓰기에 부적합한 곳이 많이 있음을 알 수 있다. 전기전도도(EC)는 물속에 염기가 많을 수록 높아진다. 조사된 시

1) 상수원의 BOD 기준은 1급수는 1이하, 2급수는 3이하임.

료는 24~4,520 μ mhos의 분포를 보였는데 농작물에 피해를 유발하는 EC의 농도가 1,000 μ mhos이란 점을 감안할 때 관개수로서 부적합한 곳이 많이 있었다. 총질소의량은 암모니아태 질소가 0~48.6mg/l, 질산태질소가 0~59.1mg/l로 농작물 피해유발농도인 5.0mg/l보다 높은 곳이 많이 발견되었다. 중금속도 카드뮴이 0~90 μ g/l, 구리 0~625 μ g/l, 납 0~470 μ g/l로 환경기준을 초과하는 곳이 발견되었다. 전체적으로 보았을 때 조사된 하천의 수질은 농업용으로 쓰기에도 부적합한 곳이 많이 있었다. 총 조사지점 98개중 농업용으로 적합한 곳은 54개(55%)에 불과하고 농작물 피해농도보다 1~2배 높은 곳이 24개(24%), 2~5배 높은 곳이 17개(17%), 5배 이상 높은 곳도 3개나 발견되었다.

오염물질은 또한 중력수를 따라 땅속으로 스며들어 대수층을 오염시키며 이러한 대수층을 음용수원으로 이용할 경우 인축의 건강을 해치게 된다. 지하수 오염정도는 지상부의 오염행위의 정도, 기후(특히 강수량), 토양의 특성(토질, 토성, 밀도, 유기물 함량, 공극량) 등에 따라 차이가 많으며 대수층의 깊이도 지하수 오염과 깊은 관계가 있다. 토양 중에서 오염물질의 침투속도 또한 지하수 오염정도를 좌우하는 중요한 인자가 되는데 일반적으로 사질토양은 점질토양보다 이동속도가 빠르다. 보고된 바에 의하면 식질양토(silt loam)에서 오염물질의 이동속도는

표 3-12 전국 주요 하천의 수질 오염 실태

구 분	PH	EC (μ mhos)	NH ₄ -N (mg/l)	NO ₃ -N (mg/l)	Cd (μ g/l)	Cu (μ g/l)	Pb (μ g/l)
최고치	2.8	24	0	0	0	0	0
최저치	9.3	4,520	48.6	59.1	90.0	625.2	470.0
작물생육 피해농도	5.0 이하 7.5 이상		5.0		10.0*	NA	100.0*

* 환경보전법에 규정된 수질기준임.

자료: 농업기술연구소.

년간 30~40cm이나 사질 또는 사질양토(sandy loam)에서는 이보다 훨씬 빨라 수주일 만에 지하수에 도달한다고 한다 (Keeney, 1986).

농촌음용수로 쓰이는 지하수의 수질을 조사한 자료는 극히 제한되어 있다. (표3-13)은 대도시 주변에 있는 농촌지역 26개소의 음용수질(지하수)을 분석한 자료이다. 농촌음용수의 금속함량은 대부분이 보건 사회부의 음용수 수질기준치 이하로 양호한 편이나 망간은 최고치가 0.737ppm으로 기준치 0.3ppm을 초과하고 있다. 또한 카드뮴, 납, 아연, 구리와 같은 중금속은 배설되지 않고 체내에 축적되기 때문에 적은 양이라도 장기간 흡수하면 중독증상이 나타날 수 있다(이창기, 1993). 이와 같은 지하수의 중금속 오염은 공장폐수 또는 광산폐수에 기인하는 경우가 많다.

양이온과 음이온은 대부분 체내에서 신진대사를 거쳐 배출되기 때문에 오염량이 기준치 이하일 경우 건강을 해치지 않는다. 조사된 바에 의하면 F, Cl, SO₄ 등은 기준치 이하의 오염도를 보이고 있으나 NH₄, NO₃ 등은 기준치를 초과하는 경우가 많이 발견되었으며 특히 NO₃는 평균치가 기준치에 육박하고 있어 문제점으로 지적되고 있다.

이와 같은 질소질 이온들은 도시하수, 산업폐수, 광산폐수 등으로부터 나오는 경우도 있으나 대부분의 경우는 화학비료, 가축분뇨 등 농업생산활동이 직접적인 원인으로 밝혀지고 있다 (OTA, 1984; Hallberg, 1986). 한편 Na, K, Mg, Ca, NO₂, Br, PO₄ 등도 많이 검출되고 있으나 우리나라 음용수 기준에는 허용치가 명시되지 않고 있다. 그러나 이러한 물질도 일정량 이상을 섭취할 때 건강을 해치게 되므로 하루 빨리 기준치를 정해서 관리하여야 할 것이다. 세균 및 대장균으로 오염된 지하수도 상당히 발견되었다. 세균은 4개소, 대장균은 8개소에서 검출되어 각각 15%, 31%의 오염율을 보여주고 있다.

농약도 농촌 지하수를 오염시키나 이것에 대한 조사자료는 전무한 실정이다.

표 3-13 농촌 음용수(지하수)의 수질

단위: ppm

1) 금속 함량

구 분	철	아연	망간	카드뮴	납	구리
최저치	0.003	0.001	0.010	0.001	0.018	0.000
최고치	0.089	0.118	0.737	0.002	0.072	0.017
평균치	0.015	0.032	0.145	0.001	0.037	0.004
기준치	0.3	1.0	0.3	0.01	0.1	1.0

2) 양이온 함량

구 분	Na	K	Mg	Ca	NH ₄	경도
최저치	7.3	1.00	3.22	10.65	0.00	10.32
최고치	17.28	28.05	21.63	94.09	0.78	318.8
평균치	11.60	5.78	11.61	48.61	0.07	165.80
기준치	-	-	-	-	0.5	300

3) 음이온 함량

구 분	F	Cl	NO ₂	NO ₃	Br	SO ₄	PO ₄
최저치	0	6.31	0	0	0	0	0
최고치	0.38	65.76	1.80	29.37	0.57	97.50	0.97
평균치	0.08	29.32	0.06	9.84	0.06	33.57	0.03
기준치	1.0	150	-	10	-	200	-

4) 세균 및 대장균

구 분	세 균	대 장 균
기준치	100/ml	0/50ml
기준치 초과 표본수 (%)	4/26 (15.4)	8/26 (30.8)

주: 대도시(서울, 부산, 대구, 인천, 광주) 주변의 농촌지역 26개소의
지하수 검사 결과임.

자료: 김형석외 2인.

다. 농산물 안전성 (잔류독성)

농산물의 안전성 문제는 주로 농산물에 함유되어 있는 잔류독성, 즉 중금속과 농약 때문에 발생한다. (표 3-14)는 농산물의 중금속 함량을 보여준다. 아연광산 및 제련소 폐수의 영향을 받은 벼는 정상적인 토양에서 자란 벼보다 중금속 함유량이 월등히 많은 것을 알 수 있다. 특히 아연광산의 영향을 받은 벼는 아연 함유량이 성인 1일 섭취허용량의 5배나 되며 제련소 폐수로 오염된 벼에는 납 성분이 섭취허용량보다 50% 이상 더 함유되어 있다. 이와 같이 중금속 오염은 농업보다는 광산 또는 제련소 등에서 나오는 산업폐기물에 기인하는 경우가 많다.

표 3-14 벼 중금속 함량의 토양별 비교

단위: mg/kg

구 분	카 드 몐	구 리	납	아 연
정산적인 토양의 벼	0.05	3.04	0.44	2.05
아연광산 영향 벼	0.22	4.10	0.60	24.90
제련소 영향 벼	0.21	4.83	0.79	NA
성인1일 섭취허용량	0.6	2~5	0.3~0.5	1~5

농산물의 농약잔류 현상은 농작물 재배기간중에 살포된 농약이 분해되지 않고 남아 있거나 수확후에 살포된 농약 때문에 발생한다. 다음은 국립환경연구원, 국립보건원, 소비자단체 등에서 보고한 농산물의 농약잔류현황 조사결과를 초록한 것이다.

- 채소 및 과일 18점을 대상으로 12종류의 농약 함유량을 분석한 결과 5점의 시료에서 4종류의 농약 검출(1990. 7)
- 934건의 농산물 시료중 50건 (5.4%)에서 농약검출(1990. 1~1991.6)
- 한약재 8종에서 EPN, BHC 등 농약 검출(1991. 7)
- 사과, 배, 감귤에서 파라치온, EPN 등 수종의 유기인계 농약 검

출(1992. 10)

- 자몽, 레몬, 바나나, 파인애플, 밀, 옥수수 등 6 종의 수입농산물에서 2·4-D, 치아벤다졸, 메틸부로마이드 등의 농약이 검출(1992. 4)
- 밀가루, 국수류, 빵, 과자류 등 총 36개 제품에 대해 농약잔류량 검사를 실시한 결과 33개 제품에서 마라치온 등 3종의 농약이 검출(1993. 3)
- 수입밀에서 치오파네이트메칠 검출(1993. 8)
- 인삼농축액 6개 제품에서 BHC가 허용치의 최고 16배 검출되었고 PCNB를 비롯한 3개 농약성분이 7개 제품에서 허용치 이상 검출(1993. 12)
- 수입 인삼(중국산)에서 BHC를 비롯한 6개 성분의 농약 검출(1993. 12)

이와 같은 잔류농약은 식품위생법에 고시된 허용기준을 초과하지 않는 경우가 대부분이다. 그러나 농약은 체내에서 대사작용에 의하여 발암물질로 변형되고 이러한 대사 산물은 적은 양으로도 암을 유발할 수 있다(송보경, 1992). 또한 2개 이상의 발암물질은 체내에서 상호작용하여 더욱 발암효과를 높이는 경우도 있다. 최근에는 농산물시장의 국제화·개방화 여파로 중국 등 개발도상국의 농산물이 대거 수입되고 있는데 이러한 농산물에는 우리나라에서는 사용이 금지된 고독성 농약이 검출되고 있어 국민의 건강을 위협하고 있다. 또한 우리나라의 농약잔류 허용기준은 일본, 미국, 유럽국가들보다 높거나 아예 허용기준을 정하지 않는 품목이 많아 문제가 되고 있다(부표 3-1 참조).

라. 기 타

이 밖에도 농업으로 인한 환경오염은 토사유출로 인한 하천 및 저수지 매물, 폐농기계 및 농기구, 농촌쓰레기, 폐비닐, 폐농약병 등으로 인한 자연경관 훼손, 농업생산력 감퇴, 부상 등이 있으나 이러한 요인에 의한 환경오염 상태를 측정하는 장치가 마련되어 있지 않으며 조사된 자료도 없어 객관적인 판단이 곤란하다.

마. 외국의 환경 오염 실태

미국은 전형적인 자본집약적 농업국으로 오래 전부터 농기계와 화학비료에 의존한 농업을 영위해 왔다. 질소비료 사용량은 ha당 감자 360~450kg, 옥수수 280~390kg, 밀 170~280kg에 달한다(Oh, 1991). 이에 따라 질산태 질소의 지하수 오염이 사회적인 문제로 대두되어 정부에서는 그 오염실태 파악과 대책마련에 부심하고 있다. 미국에서는 질산태질소($\text{NO}_3\text{-N}$)의 지하수 오염허용량을 10ppm(NO_3 로는 45ppm)으로 정하고 질산태질소 함유량이 5ppm을 초과하는 경우에는 계속 감시 대상으로 정하여 관리하고 있다.

미농무성에서 조사한 바에 의하면 질산태질소 오염도가 허용치를 넘는 지하수는 미국 전역의 농업지대에서 발견되고 있다. 그 중에서도 캔사스, 텍사스, 워싱턴, 아리조나, 아이오와주의 일부에서는 오염도가 더 심하여 조사된 지하수 중 25%가 허용치를 초과하고 있었다(Nielsen and Lee, 1987). 특히 아이오와주의 스프링밸리(Spring Valley)에서는 질산태질소로 오염된 우물이 21~40%, 농약이 검출된 우물이 16~27%에 달한다고 한다. 또한 중부 워싱턴주의 야키마밸리(Yakima Valley)에서는 조사 우물 중 41%에서 질산태질소가, 36%에서 농약성분이 검출되었으며 오염속도도 빨라지고 있다고 한다(Oh, 1991).

EC국가들은 농업의 역사가 깊고 田作위주의 집약적인 농업을 영위

하고 있으며 축산업 비중이 높기 때문에 질산태질소 오염도가 비교적 높다. 영국의 중부 및 남부 농업지대는 강우량이 적고 비료사용량이 많아 질산염(NO_3) 함량이 음용수 기준치인 50ppm을 초과하는 지하수가 많이 발견되고 있다. 프랑스는 북부 및 서부 농업지대의 지하수에서 고농도 질산염이 검출되고 있으며 전국적으로 100만명 이상이 40~50ppm 수준의 지하수를 음용수로 이용하고 있다. 독일은 330개의 자치체중 25ppm 이상의 질산염 오염도를 보이는 곳이 9%, 50ppm 이상의 고농도를 보이고 있는 곳이 5%나 된다. 덴마크는 음용 지하수중 18%가 25ppm 이상, 8%가 50ppm이상의 질산염 오염도를 보이고 있다. 벨기에는 주요 농업지대에서 20~50ppm 수준의 질산염 오염 지하수가 종종 발견된다.

일본은 강우량이 많고 경지의 약 절반이 밭이기 때문에 질산태질소의 지하수 오염 수준은 서구 제국보다 낮다.²⁾ 그러나 최근에는 지하수 오염정도가 점점 높아지는 추세에 있다. 1987~89년 전국 182개 지점의 지하수 수질조사 결과를 보면 기준치인 10ppm($\text{NO}_3\text{-N}$ 기준) 이상의 오염도를 보인 지하수가 14%나 된다(농림수산성, 1989).

이와 같은 환경오염에 효율적으로 대처하기 위하여 선진 외국들은 여러가지 정책을 시행하고 있다. 미국에서는 수질관리법(Federal Water Quality Act)을 정해 농업으로 인한 수질오염을 규제할 수 있는 법적근거를 마련하였으며 환경보호청(EPA)이 중심이 되어 수질보전을 위한 제반 규정 및 정책, 수질기준, 연구사업 등을 개발하고 있다. 한편 각州政府에서는 환경보호청이 제정한 각종계획을 실행하며 州政府 스스로 환경보전을 위한 정책을 입안하기도 한다. 즉, 아리조나주에서는 환경관리법을 만들어 농민들의 오염물질 감소를 의무화하고 있다. 캘리포니아주는 10인 이상을 고용하는 기업은 허용치 이상

2) 밭은 경작기간중 환원상태로 있는 경우가 많아 지하수오염의 원인이 되는 질산태질소의 발생량이 밭보다 적음.

으로 수질을 오염하는 행위를 금지시키는 법률을 통과시켰으며 코네티컷주는 지하수 오염자 책임법을 입안 시행하고 있다. 한편 아이오와주에서는 질소질비료에 세금을 부과하여 질산염 배출을 감소시키고 있다. 이와 동시에 미국에는 저투입농법을 추진하고 있는데 이에 대해서는 제6장에서 상세히 논하기로 한다.

EC제국은 환경보전형 농업을 실시하는 농민에게 보상금을 지급하는 동시에 저투입농업을 추진하고 있으며 일본에서도 최근에는 유기농업, 환경보전형 농업기술의 개발, 보급에 전력하고 있다.

4. 향후 연구과제

우리 나라는 좁은 면적에서 많은 인구를 부양하기 위하여 집약적인 농업을 영위하여 왔으며, 화학비료 및 농약 의존도가 높았기 때문에 환경이 많이 오염되어 있을 것으로 생각된다. 특히, 시설원예농업 밀집지역, 원예단지, 과수단지 등은 비료 사용량이 많고 사질토양의 비중이 높기 때문에 지하수 오염 가능성이 높으며, 토양의 산성화, 단립화, 특수성분의 집적 및 농약오염 등의 위험성이 매우 높다. 또한 축산단지는 가축분뇨로 인한 지하수 오염 가능성이 크며, 제주도와 같이 지하수가 고립된 지역 등도 위험하다. 그러나 이에 대한 조사연구가 부진하여 환경오염 실태를 판단할 수 없으며, 환경오염을 규제할 수 있는 법적 근거, 환경 보전 기준 설정, 환경보전형 농업을 위한 연구 및 기술 개발 등이 미흡한 실정이다.

따라서 환경 보전을 위한 장단기 대책을 수립하기 위해서는 다음과 같은 조사 및 연구가 시급히 추진되어야 할 것이다.

(1) 전국적으로 농촌 음용수의 오염실태가 조사되어야 하며, 오염의 진행속도를 파악하기 위하여 일정수의 지학수를 주기적으로 검사하여야 한다. 또한 조사 결과에 따라 식수 공급, 심층 지하수 개발, 정수

시설 설치, 공동급수시설 개발, 오염원 제거 등 효율적인 장단기 오염 방지대책을 연구 개발하여야 한다.

(2) 전국적인 토양조사를 통하여 토양의 오염 정도, 침식 가능성, 비옥도 등을 판단하여 토양 오염도를 작성하는 동시에 각 토양에 알맞는 토양 오염 방지방법을 개발하여야 한다. 또한 농민의 토양조사 수요를 충족시키기 위하여 시·군 및 면 단위에 토양조사 시설을 설치하는 방안도 강구해야 할 것이다.

(3) 식품의 안전도 제고를 위하여 농산물의 농약잔류량을 수시로 검사하여야 한다.

(4) 농약병, 페비닐, 폐농기계 등과 같은 폐농자재 및 생활쓰레기에 의한 환경오염 실태를 파악하고 적절한 환경오염 방지대책을 연구 개발하여야 한다.

(5) 농업의 발전과 환경오염 실태를 감안한 효율적인 환경보전형 농업정책을 수립하여야 하며, 이를 위하여(도 3-1)과 같은 적절한 연구 방법론을 개발하여야 한다.

제 4 장

농업과 환경의 상호 영향

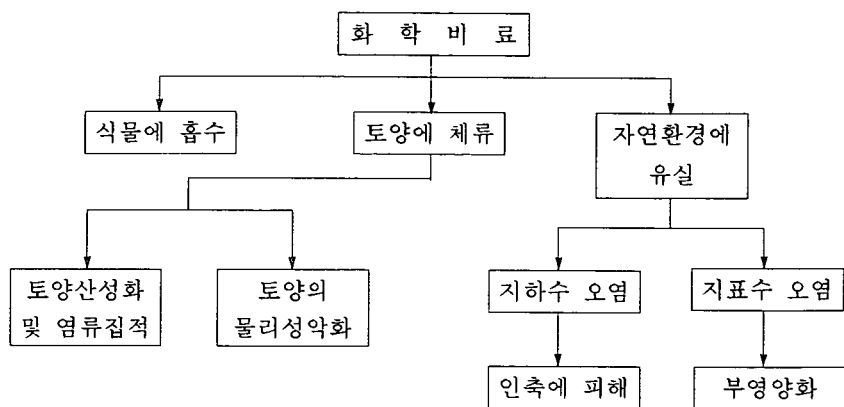
농업은 환경을 오염시키기도 하고 환경을 정화시키기도 하며 오염된 환경에 의하여 피해를 입기도 한다. 본 장에서는 농업과 환경과의 상호관계를 요인별로 상세히 살펴본다.

1. 농업에 의한 환경 오염

가. 화학비료

화학비료의 환경오염 경로는 (도 4-1)에 나타나 있다. 작토층에 살포된 비료의 일부는 작물에 흡수되어 농작물 생산에 이용되지만 나머지는 작토층에 체류하거나 자연환경에 유실된다. 이때 비료성분에 함께 포함되어 있던 산성물질이 황산 또는 질산 등으로 산화되어 토양산성화를 촉진한다. 작토층에 체류하는 비료성분은 농축되어 염류집적 현상을 유발하며 토양유기물의 C/N율(탄소/질소 비율)을 제고시킴으로써 유기물의 분해를 촉진, 소모시킨다. 이와 같은 염류집적 및 토양유기물의 감소는 토양의 물리적 성질을 악화시키며 토양산성화와 함께 작물의 생산성을 감소시킨다.

도 4-1 화학비료의 환경 오염경로



자연환경에 유실되는 비료는 세가지 경로를 경유한다. 첫째는 비료의 일실효현상으로 질소질 비료가 대표적인 경우이다. 즉, 질산태 또는 암모니아태 질소는 산화 및 환원 과정을 거치면서 질소원자(N), 또는 질소분자(N_2)의 형태로 공중으로 비산하는데 이러한 현상은 환경의 자정기능의 하나로 환경을 오염시키지 않는다. 둘째는 비료성분이 유거수에 녹아 지표수를 오염시키는 현상인데 이러한 비료성분은 하천, 호수 및 저수지의 부영양화를 촉진시켜 수질을 악화시킨다. 이러한 물은 일반적으로 검고, 악취가 나며, BOD가 높아 리크리에이션, 생활 및 공업용수로써 가치가 적으며 정화하는데 비용이 많이 소요된다. 세째는 비료성분이 중력수 또는 지하침투수에 용해되어 지하수를 오염시키는 현상이다. 일반적으로 암모니아태 질소 (NH_4-N)는 양전하를 띠기 때문에 음전하를 띠는 토양 교질표면 (soil colloid)에 잘 흡착되어 유실되지 않는다. 그러나 질산태 질소 (NO_3-N)는 화학적으로 안정되어 토양수 중에서 타 화학물질과 반응하지 않으며 음전하를 띠기 때문에 토양교질에 흡착되지도 않는다. 따라서 토양수를 따라 토양층을 자유로히 이동하여 지하수에 침투한다. 일단 지하수에 도달하면 영원히 소멸되지 않기 때문에 지하수 전체를 못쓰게 되는 경우가 많다.³⁾ 질산태 질소로

오염된 지하수를 인축이 마시면 여러가지 질병이 발생하게 된다.

질소질 비료가 인체에 미치는 영향은 많은 학자들이 연구, 보고하고 있으나 지금까지도 그 피해경로가 완벽하게 밝혀지지 않고 있다. 그중 가장 많이 밝혀진 병은 청색증(Blue baby disease, methemoglobinemia)으로 질산염(NO_3)에 의하여 발병한다.

질산염이 체내에 들어오면 입 또는 소화기내에 생활하는 박테리아의 영향으로 아질산염으로 변형되는데 이러한 변형의 비율과 속도는 개인의 나이, 건강상태 및 여러가지 요인에 따라 다르며, 일반적인 변형비율은 밝혀지지 않고 있다. 아질산염은 반응력이 강하기 때문에 피 속의 헤모글로빈과 결합하여 메세모글로빈을 만든다. 이 물질은 체내 조직에 산소를 운반하지 못하기 때문에 피속의 헤모글로빈의 약 20%가 메세모글로빈으로 바뀌면 두통, 현기증, 무기력증 등이 유발되며 60% 이상이 변형되면 사망하게 된다. 고농도의 질산염이 함유된 음용수는 어린아이들에게 위협적인데 특히 생후 6개월 미만의 영아에게는 치명적이다. 소화기 장애가 있는 어린아이는 발병율이 높으며 최근에는 임산부와 같은 성인에게도 발병한다는 보고가 있다. 의학계에 보고된 바에 의하면 치시율은 8%에 달한다고 한다(Fan et al., 1987).⁴⁾

질산태질소에 의한 또하나의 질병은 위암이다. 아직까지 동물을 대상으로 한 실내실험에서 질산태질소가 위암을 유발한다는 확실한 증거

3) 최근에는 산소가 거의 없는 심층지하수 내에서 질산태 질소를 섭취하며 생활하는 박테리아가 발견되었으며 이를 이용한 지하수 정화기술을 연구, 개발하고 있음.

4) 청색증 환자수는 정확히 밝혀진 것은 없으나 1945~71년 사이에 유럽과 북미에서만 약 2,000명이 희생된 것으로 보고되고 있음. 미국에서는 1939~50년 동안 약 320건이 보고되었으며 과거 30여년 동안 남 다코타주(South Dakota)에서만도 80건이 발생하였음. 그러나 청색증은 보고의무화된 병이 아니고 또 미확인된 경우도 있을 것으로 볼때 이러한 숫자는 과소평가되었을 가능성이 큼(National Research Council, 1981).

표 4-1 년도별 화학비료 소비량

단위: 성분량

구 분	총소비량(천M/T)				ha당 소비량(kg)		
	질소	인산	카리	계	한국	일본	미국
1970	356	124	83	563	162	373	81
1975	481	238	167	886	282	319	90
1980	448	196	184	828	285	372	111 ²⁾
1985	414	186	207	807	311	430	94
1990	562	256	286	1,104	458	415	85
1992	467	218	251	936	414	413 ¹⁾	NA

1) 1991년 자료임.

2) 1979년 자료임.

자료: 농림수산부, 「농림수산 통계연보」, 1993.

는 발견하지 못하였으나 일련의 학자들은 지하수의 질산염 함량과 위암 발병율과의 正의 상관관계가 있는 것을 발견하였다((National Research Council, 1981).

인산과 카리질의 인체에 대한 영향은 아직까지 규명된 바 없다. 그러나 질산염을 비롯한 모든 수질오염원들은 음용수에 섞여 장기간 섭취되기 때문에 적은 양이라도 주의하여야 하며 이러한 물질을 장기 섭취할 경우의 인체에 미치는 영향이 규명되어야 할 것이다.

우리나라의 화학비료 사용량은 (표 4-1)에 나타나 있다. 화학비료 사용량은 1990년까지 연평균 3.1%의 속도로 증가하다가 그 후부터 감소하는 추세이다. 1992년 현재의 사용량은 936천M/T으로 ha당 414kg이다. 이와 같은 단위면적당 비료사용량은 미국보다는 4~5배 많고 동남아 개도국 보다는 무려 7~10배나 높은 수준이며, 일본보다도 많다.. 성분별 사용량은 질소질비료가 50~63%를 차지하며 최근으로 올수록 인산 및 카리질비료의 비중이 높아지고 있다. 농민들이 많이

사용하는 비료의 종류는 요소, 유안(이상 질소질), 용성인비, 중과석(이상 인산질), 염화카리(카리질)이며 3요소가 일정비율로 배합된 복합비료도 많이 사용되고 있다. 이중 유안, 중과석, 염화카리 및 복합비료는 토양을 산성화시키는 산성비료이며, 요소는 중성, 용성인비는 석회를 많이 함유하고 있어 오히려 토양산도를 교정하는 효과가 있다.

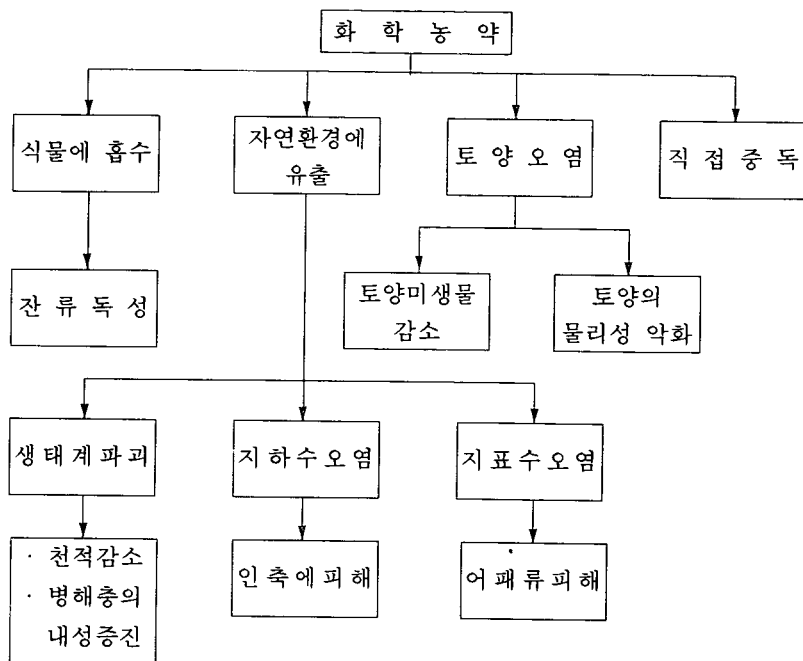
화학비료의 환경부하량은 단위면적당 시비량, 토양의 성질, 기후조건, 경영기술 등 여러가지 요인에 따라 변하기 때문에 일률적으로 말할 수 없으며 정확히 밝혀진 바도 없다. 그러나 최근에 미국에서 조사된 바에 의하면 시어진 화학비료의 33~50%는 유실된다고 한다(Libra et al., 1986). 이러한 비율을 우리나라에 적용한다면 연간 약 300~450천M/T의 비료가 지표수 또는 지하수로 유입되고 있으며 질소질만하더라도 연간 150~230천M/T에 달한다. 이중 상당량이 재이용, 분해, 흡수 등에 의하여 없어지겠지만 이와 같은 환경의 자정능력은 정확히 밝혀지지 않고 있다.

나. 화학농약

농약의 환경오염 경로는 (도 4-2)에 나타나 있다. 농작물에 농약을 살포하면 일부는 농작물 표면에 부착되어 약효를 발휘하나 나머지는 인체에 묻어 직접중독을 일으키거나 토양에 체류 또는 자연환경에 유출된다. 농약은 농작물에 흡수된 후 병해충에 작용한 뒤 분해되어 인체에 무해한 물질로 변형되는 것이 보통이나 半減期가 긴 농약을 살포하거나, 수확기에 임박한 살포로 분해되기 전에 수확될 경우 잔류독성의 위험이 있다. 토양에 체류하는 농약은 토양미생물의 감소와 토양의 물리성 악화를 통하여 농작물의 생산성을 저하시키는 것으로 알려져 있다.⁵⁾ 그러나 최근에 사용되는 농약은 대부분 반감기가 100일 이하로 토양잔류성이 많이 개선되었다(농약연구소, 1992).

자연환경에 유출된 농약은 미생물, 열, 광선 등의 작용으로 분해, 소멸되는 것이 보통이다. 그러나 분해되기 전의 농약은 생태계를 파괴

도 4-2 농약의 환경 오염경로



하여 천적을 감소시키고 병해충의 내성을 증진시킨다.⁶⁾ 또한 지표수를 오염시켜 어패류를 폐사시키며 지하수에 침투하여 인축의 건강을 위협하기도 한다.

농약은 주로 입, 피부, 호흡기, 눈 등을 통하여 인체에 침입한 후 소화기, 신경계에 작용하여 중독증상을 일으키며 암을 유발하기도 한

5) 이와 반대의 주장도 있다. 농업기술연구소의 보고에 의하면 농약은 토양산도를 교정하는 기능이 있으며 토양미생물중 유용미생물의 번식을 조장하여 질소고정량을 증대시킨다고 한다(농약연구소, 1992).

6) 논에서 해충을 구제하는 논거미의 수는 8년간 농약을 살포하지 않았을 경우 m^2 당 260마리인데 비하여 1년간 무살포구는 48마리, 8년 계속 살포구는 32마리로 농약살포는 병해충의 천적을 감소시킴(백운하 및 남궁준, 1979).

다. 유기인계 농약은 가벼운 두통, 현기증으로 시작하여 많은 땀을 흘리며 설사와 복통을 동반한다. 심한 경우에는 언어장애, 시력감퇴, 혈압상승, 경련을 일으키며 의식이 혼탁해져서 사망에 이르게 된다. 유기염소계 농약은 전신권태감, 구토, 知覺減退(입, 혀, 안면 등)를 유발하며 심한 경우에는 간 및 신장장애, 근육마비, 호흡장애 등을 일으켜 사망하게 된다. 카바메이트계 농약은 유기인계 농약에 의한 중독증상과 비슷하나 유기인계 농약보다 빠르게 증상이 나타나고 회복도 빠르다. 제초제는 일반적으로 腸器에 작용하여 구토, 설사 등을 유발하며 심한 경우에는 腸器손상과 溶血현상이 일어나 사망하게 된다. 이러한 직접중독 이외에도 농약들은 그 자체가 암을 유발하고 체내에서 다른 물질과 결합하여 발암물질이 되기도 하며 기형아 또는 유산의 원인이 되기도 한다.

우리나라의 연도별 농약사용량은 (표 4-2)에 나타나 있다. 화학농약 사용량은 과거 20여년간 년 평균 10.2%의 높은 속도로 증가해 왔으며 최근에는 증가속도가 감소되고 있다. 1992년 현재 농약 총사용량은 성분량으로 26,718M/T이며 ha당 평균 사용량은 12.9kg이다. 이러한 단위면적당 농약사용량은 일본(20.0kg) 및 이탈리아(13.8kg)보다는 적으나 미국(3.1kg) 및 독일(2.6kg)보다는 4~5배 많은 수준이다.

표 4-2 연도별 화학농약 소비량

단위: 성분량 M/T

구 분	살 균 제	살 충 제	제 초 제	기 타	계
1970	767	1,735	1,122	95	3,179
1975	1,232	5,171	2,139	77	8,619
1980	5,448	6,407	3,374	904	16,132
1985	5,955	7,052	3,994	1,246	18,247
1990	7,778	9,332	5,509	2,463	25,082
1992	8,445	9,878	5,369	3,026	26,718

자료: 농약공업협회, 「농약연보」, 1993.

표 4-3 우리 나라에서 사용중인 주요 농약의 반감기

최장반감기(일)	15이내	15 ~ 30	30~60	60~100	100~200	200이상	계
농약수(개) (%)	100 (40.3)	56 (22.6)	38 (15.3)	33 (13.3)	18 (7.3)	3 (1.2)	248 (100)

자료: 농약연구소(1992).

농작물에 살포되는 농약의 30~60%는 유실되는 것으로 추정된다. 따라서 우리나라의 경우 해마다 약 7,500~12,500M/T의 농약이 자연 환경에 유입되는 셈이다. 그러나 현재 사용되고 있는 농약은 대부분 유기농약이기 때문에 일정기간이 지나면 분해되어 무해한 물질로 바뀐다. (표 3-18)을 보면 우리나라에서 사용중인 248개의 농약성분중 227개 (91.5%)의 반감기가 100일 이내인 것으로 나타났다(농약연구소, 1992).

다. 가축분뇨

가축분뇨는 질소, 인산, 박테리아 및 유기물을 많이 함유하고 있어 지하수 및 지표수를 오염시키고 나아가 인축에 피해와 호수 및 하천의 부영양화를 초래한다. 또한 유기물이 분해될 때 발생하는 암모니아와 메탄가스는 지구온난화와 산성비의 원인이 되며 악취 및 해충 유인의 피해도 유발한다.

우리나라의 가축분뇨 발생량은 (표 4-4)에 나타나 있다. 일간 분뇨 발생량은 총 1,211M/T인데 돼지분뇨의 비중이 52%로 제일 많고 그 다음이 소(34.1%), 닭(14.2%)의 순으로 많았다. 그중 정화 및 재이용을 제외한 실제 환경부하량은 일간 575M/T으로 총 발생량의 47%를 차지하고 있으며 소가 48%로 제일 많고 그 다음이 돼지(37%), 닭(15%)의 순서로 많았다. 가축별 분뇨 재활용율은 닭이 49.3%로 가장 높고 소가 33%로 제일 낮았다. 연간 오염물질 부하량은 210천 M/T으로 4톤 트럭 52천대 분이다.

표 4-4 가축분뇨 발생량과 환경부하량

단위: M/T/일

구 분	소	돼 지	닭	계
가축분뇨 발생량 (%)	413.4 (34.1)	626.0 (51.7)	171.9 (14.2)	1,211.3 (100.0)
환경 부하량 (%)	277.0 (48.2)	211.0 (36.7)	87.2 (15.1)	575.2 (100.0)
분뇨 재활용율	33.0	66.3	49.3	52.6

자료: 한국농촌경제연구원(1990).

라. 페비닐 및 폐농약병

농업용 비닐과 농약병은 토양 속에서 몇십년이 지나도 부패되지 않는다. 따라서 이러한 물질이 작토층에 들어가면 인위적으로 제거해주지 않는 한 반영구적으로 존재하게 된다. 페비닐과 폐농약병은 토양의 물리성 및 통기성을 악화시키고 작물뿌리의 생육을 저해하여 농업생산성을 떨어뜨린다. 비닐 또는 농약병이 경운 또는 로타리 작업 등으로 잘게 부서질 경우 인위적인 제거가 곤란하여 토양의 생산력이 저하되며 농기계의 작업능율을 저하시킨다. 이러한 물질들은 자연경관을 저해하며 폐농약병은 농작업시 부상 및 잔여농약에 의한 수질오염의 위험도 있다.

우리나라의 농업용 비닐 및 농약병 사용량과 환경부하량은 (표 4-5)에서 볼 수 있다. 농업용 비닐 사용량은 연간 80~86천M/T, 수거량은 47~52천M/T으로 환경에 부하되는 양은 매년 28~37천M/T에 달한다. 이것은 60~80천ha의 농지를 덮을 수 있는 양이다. 한편 농약병은 연간 63~74천개가 사용되는 반면 수거율은 66~73%에 불과하여 매년 17~25천개의 농약병이 환경에 버려지고 있다. 페비닐과 폐농약병은 한국자원재생공사에서 수집하고 있으나 수집단가가 낮고 (페비닐 50~80원/kg, 폐농약병 150원/kg) 수집체제가 불완전하며 농민들의 호응도

표 4-5 폐비닐 및 폐농약병 사용량과 환경부하량

년 도	폐 비 닐 (M/T)			폐 농 약 병 (천개)		
	사용량	수거량(%)	부하량	사용량	수거량(%)	부하량
1990	86,060	47,381(55.1)	38,680	62,757	44,651(71.1)	18,106
1991	79,932	50,894(63.7)	29,038	64,354	47,117(73.2)	17,237
1992	80,424	52,191(64.9)	28,233	73,942	48,923(66.2)	25,019

자료: 한국자원재생공사.

가 낮아 수거율이 저조하다.

마. 기타 오염물질

농기계 사용 역사가 길어짐에 따라 농기계로 인한 환경오염도 가속화되고 있다. 폐농기계는 연간 약 10만대 정도 발생하고 있으며 앞으로 발생량이 계속 증가할 전망이다. 폐농기계는 부피가 크고 폐기장소 및 폐기 주관기관이 설치되지 않아 부락 또는 농가 주변에 방치되고 있어 자연경관을 크게 손상시키며 작업 및 통행에 불편을 주고 있다. 또한 농기계 공급량이 증가하면서 폐윤활유, 폐냉각수 및 폐부품의 환경부하량이 증가하고 있다. 이러한 물질도 환경오염에 한몫을 하고 있으나 정확한 부하량은 조사되어 있지 않다.

이 밖에도 농촌쓰레기가 연간 약 450만톤 발생하고 있으나 수거율은 30~50%에 불과하며 폐비료포대, 폐농약봉지 등의 환경부하량은 밝혀지지 않고 있다. 또한 토양침식에 의한 농경지, 하천 및 저수지 매몰, 잔여 농작물의 부패 또는 소각으로 인한 온실가스의 발생 등도 농업에 의한 환경파괴 현상 중의 하나이나 이에 대한 조사자료가 미비된 상태이다.

2. 농업에 의한 환경 보전(공익적 기능)

농업은 식량생산과 공산품의 원료공급 등과 같은 경제적 기능 이외에도 환경을 보전하는 외부경제효과 즉, 공익적 기능이 있다. 의식주 생활이 궁핍한 개발 초기 사회에서는 전자의 기능이 중요하지만 경제가 발전하여 소비생활이 상대적으로 풍족해질수록 후자의 기능이 부각되어 진다. 농업의 공익적 기능은 재해예방, 토양보전, 대기 및 오수정화, 자원함양, 휴양 및 문화적 기능 등이 있다.

가. 재해 예방

우리나라의 연간 강수량은 1,500~2,000mm인데 이중 약 65%가 6~9월에 집중되어 있으며 특히 7~8월에는 호우가 잦다. 농업은 강우기에 빗물을 가두어 유량과 유속을 저하시킴으로서 홍수를 조절하는 기능이 있다. 우리나라의 총 논면적을 135만ha, 논둑의 평균높이를 20cm, 평소의 담수깊이를 3cm로 가정했을 때 논의 총 저수량은 23억톤에 이르며 이것은 국내 홍수조절용 6개 댐의 총 홍수조절능력인 15억4천톤의 1.5배에 해당한다(성진근, 1992). 또한 농업기술연구소(1993)는 논의 홍수조절능력을 36억톤으로 추정하였고 임업연구원(1993)은 산림의 홍수조절능력이 연간 180억톤에 달한다고 하였다.

농업은 또한 방풍의 기능도 수행한다. 특히 산림의 방풍효과는 뛰어나서 태풍이나 폭풍우로부터 농작물 및 건물을 보호해 준다. 그러나 방풍기능의 크기는 계측하기 어려우며 이에 대한 연구자료를 찾을 수 없다.

나. 토양 보전

암석이 풍화되어 1cm 두께의 흙이 생성되기 까지에는 약 200년이 소요된다. 농업은 이와 같이 귀중한 토양이 경작지로부터 유실되는 것

을 억제한다. 즉, 경사지에 고구마, 목초 등 地被作物을 경작하므로써 표토가 유실되는 것을 감소시킬 수 있으며 帶狀耕作, 等高線耕作 등은 경사지의 토양유실을 최소화하기 위하여 개발된 경작기술이다. 또한 논은 밭에서 유실된 흙을 담아서 보존하므로 흙이 하천으로 떠 내려가는 것을 막아준다. 이와 같은 토양유실 방지량은 연간 2,600만톤에 이르며(농업기술연구소, 1993), 산림의 경우에는 무려 19억톤에 달한다(임업연구원, 1993). 표토에는 질소, 인산, 칼리 등과 같은 비료성분과 유기물이 많이 포함되어 있는데 이러한 물질의 유실을 막는 것도 토양보전에서 파생된 부수적인 기능이다.

산림의 경우에는 산사태 방지기능도 있다. 즉 임목은 뿌리로 토양입자를 견고하게 둘러싸고 樹冠, 낙엽, 落枝, 地被植生 등은 강우나 태양광선을 차단하여 토사붕괴를 방지한다. 이와 같은 토사붕괴 방지량은 연간 약 4.8억톤에 달한다(임업연구원, 1993).

다. 대기 및 오수 정화

농업은 탄소동화작용의 결과 탄산가스를 흡수하고 산소를 방출함으로써 대기를 정화한다. 농작물의 연간 탄산사스 제거량은 벼의 1,600만톤을 비롯한 총 2,146만톤에 달하며 산소 생산량은 총 1,230~1,560만톤으로 추정된다(농업기술연구소, 1993; 김복영, 1992). 그러나 농산물은 인축의 신진대사 또는 부패과정에서 분해되어 다시 탄산가스를 방출하는데 이와 같은 재 방출량은 아직까지 밝혀지지 않고 있다.

삼림은 용적이 크고 일단 탄수화물로 합성된 탄산가스는 수십년 동안 분해되지 않고 남아 있기 때문에 탄산가스 제거 및 산소생산 능력이 크다. 우리나라의 산림면적을 630만ha로 볼 때 삼림이 제거하는 탄산가스량은 4,005만톤, 생산하는 산소의 양은 3,568만톤에 달한다(임업연구원, 1993).

식물의 호흡 또는 광합성시 흡수하는 산소 또는 탄산가스와 함께 유해가스도 흡수, 제거된다. 임업연구원(1993)에 의하면 우리나라 산림에

서 흡수되는 유황화합물, 질산화합물, 오존 및 분진은 각각 77,453톤, 37,782톤, 13,853톤, 37,152톤이며 이것은 ha당 12.3kg, 6.0kg, 2.2kg, 5.9kg에 달한다.

농업은 또한 汚水 정화기능도 있다. 논·밭의 관개용수로 쓰이는 물은 연간 194억톤 인데 이 관개수에는 비료, 농약, 중금속, 합성세제, 유기물 등을 비롯한 각종 유해물질이 함유되어 있다. 이 물은 논에 머무르는 동안 비와 논토양에 의하여 정화된다.

논은 또한 질소질비료를 유실되기 어려운 암모니아태로 유지하여 지하수 오염을 감소시키는 기능도 있다. 산림도 오수정화기능을 수행한다. 즉, 산림은 강우시 빗물을 貯留하였다가 서서히 방류하는 과정에서 流水에 섞여 있는 토양립자, 산성물질, 분진 등을 정화한다. 그러나 이러한 산림의 정화기능을 구체적으로 추정한 자료는 찾아 볼 수 없다.

라. 자원의 함양

농업은 수자원을 함양한다. 논에 담수되어 있는 물은 서서히 지하로 침투하여 지하수를 충전한다. 논·밭의 지하침투량은 연간 약 350억톤으로 추정되는데 그중 45%인 157억톤은 지하수로 저장된다. 이 물량은 우리나라 최대규모인 소양강 다목적댐의 유효저수량의 8.3배에 해당하며 전 국민 1년간 수도물 사용량(58억톤)의 2.7배에 해당한다(농업기술연구소, 1993). 산림의 지하수 함양기능은 논보다 클 것으로 예상되나 이것에 대한 자료는 찾아볼 수 없다.

이러한 지하수함양기능은 지반침하 방지효과를 수반한다. 즉, 지하수가 충전되지 않은 상태에서 지하수를 과다 사용하면 땅이 가라앉는 지반침하 현상이 발생한다. 대만 타이중市의 해안가에서는 지하수 고갈로 인하여 매년 지반이 50~60cm 정도 침하하고 있으며 일본과 미국의 일부에서도 지반침하 현상이 감지되고 있다. 농업은 지하수를 충전하여 지반침하를 방지한다. 이와 같은 지하수 충전은 海水의 지하수 침투를 방지하여 해안도시 및 부락의 식수원을 보호하는 역할도 한다.

농업은 또한 생태계를 보호하며 야생동식물의 서식처를 제공한다. 농업은 논거미, 잠자리 등을 비롯한 각종 유용생물을 보호하고 산림은 야생 조수류의 서식처를 제공함으로써 해충구제, 수렵 및 리크리에이션 자원을 함양한다. 임업연구원(1993)에 의하면 산림의 야생조류 서식밀도는 ha당 7~9마리, 조류 1마리당 곤충 포식량은 연간 4~385천 마리로 전국적인 총 곤충포식량은 7~20조마리에 달한다. 농림업은 또한 미세 동식물의 서식지를 제공하여 유전자를 함양하는 기능도 수행한다.

농업은 부산물로 연료 및 퇴비원료를 제공하고 축산은 동물성 단백질을 공급함으로써 산림과 야생동식물을 보호하는 간접적인 기능도 있다.

마. 기 타

농업은 휴양 및 문화적 기능을 수행한다. 농업은 아름다운 경관과 푸르름을 유지하여 심신의 피로와 스트레스를 풀어주고 산림은 수렵, 야영, 야생조수류 관찰, 등산 등 각종 스포츠 및 리크리에이션의 장소를 제공한다. 또한 농업은 우리나라 전통문화의 맥을 잇는 중요한 산업으로 문화적인 가치도 대단하다.

이밖에도 논은 여러가지 부수적인 공익적기능을 가지고 있다. 논에 담수된 물은 여름철에 증발하면서 대기의 온도를 조절하는 기능을 한다. 이러한 증발산량은 하루 8,070만톤에 이르며 이 때 낮아지는 온도는 냉방용 원유 4,600만kl에 해당한다. 논은 또한 담수상태에서 재배되기 때문에 자연적인 제초효과가 있으며 염기의 용탈을 감소하여 토양 PH를 유지하며 자연적인 비료공급 역할도 담당한다.

3. 환경 오염에 의한 농업의 피해

농업은 자연생태계의 일부분이기 때문에 오염된 환경에 의하여 피해를 입는다. 농업생산에 주로 영향을 미치는 요인은 대기오염, 수질오염

및 토양오염인데 토양오염은 수질오염으로부터 비롯되는 경우가 많다. 이러한 오염은 대부분 제조업, 광업 등과 같은 비농업 분야에서 비롯되며 불특정 배출원 오염(nonpoint source pollution)이기 때문에 규제하기 어려운 문제가 있다.

가. 대기오염 피해

지구의 대기는 질소, 산소, 아르곤 및 탄산가스가 전체의 99%를 점하고 있다. 대기오염이란 대기중에 이러한 물질이외에 인위적으로 배출된 오염물질이 존재하여 해당지역 주민의 보건위생상 위해를 미치고 식물이나 동물의 생산성을 저하시켜 인간의 생활과 재산을 직간접적으로 위협하는 상태를 말한다. 대기중으로 배출되는 주요 오염물질을 열거하면 다음과 같다.

- 화석연료 연소시에 배출되는 탄산가스, 유황산화물(SO_x), 매연
- 제련소, 화학공업 및 기타 공장에서 배출되는 질소산화물(NO_x), 유황산화물, 암모니아, 할로젠화합물, 불화수소(HF) 및 금속산화물
- 화력발전소, 시멘트공장 및 쓰레기 소각장에서 배출되는 분진
- 냉매, 발포제 및 세정제로 쓰이는 프레온가스(염화불화탄소; CFC)
- 유기물질 분해시 배출되는 메탄가스, 암모니아

이와 같은 대기오염은 식물에 직접적으로 작용하여 생리적 장애를 유발하고 생장을 저해할 뿐만 아니라 식물군집의 변화를 일으켜 자연 생태계를 파괴한다. 또한 오염물질 또는 대기 정상성분과의 상호작용 및 태양에너지에 의한 광학적 반응 등에 의해 생성되는 2차 공해물질도 식물의 생장을 저해한다.

대기오염에 의한 식물의 피해는 可視害(visible injury)와 不可視害(invisible injury)로 나누고 可視害는 다시 급성해(acute injury)와 만성해(chronical injury)로 대별된다. 각종 대기 오염물질들은 화학적 특성이 다르기 때문에 식물에 미치는 영향도 다르다. 일반적으로 분진은 피해가 경미하고 느린 반면 가스상의 유해물질은 급속하고

격심한 피해를 유발한다. 이러한 유해가스는 아황산가스, 질소산화물, 유화수소, 불화수소, 오존 등이 있으며 아황산가스, 불화수소 및 질소산화물은 배출원이 많고 독성이 강하기 때문에 식물피해의 대부분을 차지하고 있다.

아황산가스가 식물체에 흡수되면 물과 반응하여 황산이 되거나 알데히드와 결합하여 알파옥시설펜(α -oxysulfon)산을 만드는데 이물질들은 세포를 파괴하여 담록색, 회록색 또는 백색의 반점을 형성한다. 피해발생농도는 작물별, 생육시기별, 영양상태별로 다르며 이에 대한 연구가 부족한 실정이다. 벼에서는 1ppm 처리구는 피해가 나타나지 않았으나 5~10ppm 처리구에서는 황백색 반점이 많이 나타났으며 농도가 증가함에 따라 피해정도가 심해졌다. 수량은 5ppm구에서 30%, 10ppm구에서는 50%가 감소되었으며 시기별로는 개화기가 제일 심했다(정영호 외, 1973). 아황산가스에 감수성이 큰 알팔파는 0.4ppm에서 연반이 나타났으며 보리와 밀은 0.6ppm에서 잎이 하얗게 표백되는 가시피해가 발생하였다(Zimmerman 외, 1934).

질소산화물(NO_x)은 주로 NO 또는 NO_2 가 식물에 피해를 주는데 이러한 물질에 의한 직접피해와 광화학작용을 통한 간접피해가 있다. 직접피해는 NO_x 가 식물체에 흡수된 후 질산 또는 독성물질로 변형되어 세포를 파괴하는 것이다. NO_x 농도가 낮을 때는 잎에 조그맣고 불규칙적인 검은 반점이 생기나 농도가 높을 때는 회색이나 백색의 반점이 많이 나타나고 결국 식물체가 말라 죽게 된다. 간접피해는 질소산화물이 태양광선에 의해 광화학작용을 일으켜 오존을 생성하는 것이다. 오존은 산화력이 강해 식물과 접촉할 경우 세포를 산화, 고사시킨다. 콩과 토마토는 0.4ppm, 담배와 백송은 0.06ppm의 오존 농도에서 피해증상이 목격되었다.

불화수소는 발생량은 유황산화물 또는 질소산화물보다 적으나 독성이 매우 강해 대기중에 수 ppb(10억분의 1)만 존재해도 식물조직을 괴사시킨다. 불화수소에 접촉되면 처음에는 잎이 시들고 반점이 많이

나타나다가 나중에는 식물체 전체가 고사한다. Zimmerman(1934)의 실험에 의하면 0.07ppm의 농도에서 피해증상이 나타났으며 1.5ppm에서는 모든 작물이 고사하였다.

이 밖에도 대기오염이 농작물에 미치는 직간접 피해가 많다. 염소가스(Cl_2)와 유화수소(H_2S)는 독성은 약하나 식물의 생육을 저해하고, 분진은 잎에 부착되어 호흡과 광합성을 방해한다. 대기중의 암모니아, 유황산화물, 질소산화물 등은 산성비를 만들어 농작물 뿐만 아니라 생태계까지 위협하고 있다. 또한 탄산가스와 메탄가스는 지구온난화의 원인이 되며 염화불화탄소는 지구의 오존층을 파괴하여 지구 전체의 운명을 좌우한다. 이와 같이 대기오염이 농업에 미치는 영향은 대단히 크고도 중요하나 이에 대한 연구의 부족으로 구체적인 피해상황이나 피해액이 산출되지 않고 있다.

나. 수질 및 토양오염 피해

수질오염물질 배출원은 생활하수, 공장의 유기폐수와 무기폐수, 광산폐수, 축산폐수 등이며 이들이 함유하고 있는 유해성분은 强酸 또는 알칼리성 물질, 염소, 유황화합물, 나트륨, 질소화합물, 기름, 알류미늄, 철, 구리, 아연, 납, 카드뮴 등과 같은 중금속이다.

수질오염에 의한 농업의 피해는 각종 폐수에 의한 관개수 오염과 이들이 유발하는 2차적인 토양오염으로 발생한다. 이들 오염물질은 종류가 다양하고 농작물에 미치는 영향도 상이하다. 농작물의 피해도 단일 물질 또는 2종 이상의 오염물질에 의한 복합피해가 많으며 피해정도도 농작물의 종류, 품종, 생육시기, 생육상태, 기상상태 등에 따라 상이하다. 오염물질의 농작물 피해를 종류별로 분석하면 다음과 같다.

① 토양의 산성화

관개수에 유황화합물이 다량 함유되어 있을 경우 유황화합물은 토양 중의 수소이온과 결합하여 황산을 만들고 따라서 토양이 산성화된다. 토양이 산성화되면 토양중의 알루미늄이 활성화되어 양분흡수를 저해하고 토양의 이화학적 성질을 악화시키며 결국 농작물의 생산력을 저하시킨다. 관개수에 유황산화물이 50ppm 함유되었을 경우 벼의 수량은 거의 감소되지 않았으나 100ppm, 500ppm의 경우에는 각각 13%, 64% 감소되었으며 1,000ppm 이상에서는 전혀 수량을 거둘 수 없었다(김정제 외, 1979).

② 질소 과잉

농작물이 질소를 과다흡수하면 호흡소모가 증대하여 양분축적이 적어지고, 경엽이 연약하여 쓰러지기 쉬우며 병충해에 대한 저항성이 적어진다. 또한 단백질질소 구성비가 감소하고 동화물질의 전류가 억제되며 따라서 농작물의 성숙이 지연된다. 관개수에 총 질소의 양이 3ppm이하일 때는 수량감소가 거의 없으나 3~10ppm에서 수량감소가 시작되었으며 10ppm이상일 경우에는 극심한 수량감소를 보였다(김복영, 1991).

③ 토양의 환원화

토양의 환원은 유기물이 많이 함유되어 있는 생활하수, 공장의 유기폐수, 축산폐수 등이 유입될 때 일어나는데 이러한 피해는 특히 담토양과 같은 산소의 공급이 제한된 상태에서 많이 발생한다. 토양이 환원화되면 산소가 부족하여 철, 유화수소, 유기산 등이 생성되는데 이러한 물질들은 수도의 생육을 저해하여 수량을 감소시킨다. 정영호 등(1970)의 연구를 보면 관개수의 COD농도가 50ppm 이상일 때 어린 모의 乾物重 감소가 초래되었으며 수량도 감소되었다.⁷⁾

표 4-6 관개수중 기름 함량에 따른 수도 수량의 변화

기름함량($\ell/10a$)		0	10	50	100	200
수 도 수 량 (g/pot)	진홍 (%)	78.78 (100)	63.72 (80.1)	36.28 (46.1)	16.02 (20.3)	13.46 (17.1)
	통일 (%)	50.24 (100)	47.36 (94.3)	26.36 (52.5)	19.85 (39.5)	8.61 (17.1)

자료: 정영호, 김복영, 이중길(1972).

④ 기름 (oil) 함량의 과다

기름을 과다 함유한 관개수가 농경지에 유입되는 경우 기름이 식물의 조직에 침투하여 작물의 생육을 억제하는 직접피해와 토양을 환원시켜 수량을 감소시키는 간접피해가 발생한다. (표 4-6)은 관개수 중 경유 함량과 수도 수량과의 관계를 나타내는데 10a당 10 ℓ 에서도 현저한 수량감소를 가져오며 100 ℓ 일 경우에는 60~80%의 감수를 초래하였다.

⑤ 중금속 과다

광산폐수, 제련소, 도금공장 등에서 배출되는 폐수는 구리, 카드뮴, 아연, 납 등의 중금속을 다량 함유하고 있다. 이러한 폐수가 농경지에 유입될 경우 대부분이 토양에 축적되어 농작물 수량감소, 식품오염 등과 같은 직간접 피해를 유발한다. 이러한 중금속들은 적당량을 함유할 경우에는 작물의 영양분으로 이용될 수 있으나 과잉 흡수되면 식물의 효소작용을 억제하여 생육을 저해한다. 토양이 산성화되면 중금속의 용해도가 높아져 이러한 해작용은 더욱 심해진다. 중금속이 작물수량을 감소시키는 한계농도는 구리 0.18ppm, 니켈 0.34ppm, 코발트

7) COD(chemical oxygen demand: 화학적 산소요구량)란 물속에 있는 유기성 오염물질을 화학적으로 분해하는데 필요한 산소의 양을 말하며 COD 수치가 클수록 토양의 환원정도가 심한 것을 의미한다.

0.4ppm, 크롬 0.67ppm, 수은 0.2ppm, 망간 0.93ppm, 카드뮴 0.9ppm, 아연 7.4ppm, 납 13.6ppm으로 조사되었다(김복영 외, 1978; 김규식 외, 1978).

4. 환경영향의 경제적 평가

앞에서 언급한 바와 같이 농업은 환경을 오염시키기도 하고 환경을 보전하기도 하며 오염된 환경에 의하여 피해를 입기도 한다. 농업의 환경오염 피해는 음용수 오염 같은 인간에 미치는 피해와 생산성 저하와 같은 농업에 미치는 영향으로 대별되며 후자는 크게 보아 오염된 환경에 의한 농업의 피해로 재분류할 수 있다. 이와 같은 농업의 피해는 대부분 시장재화로 일반적인 방법으로 경제적 평가가 가능하다. 즉, 공장 폐수가 농경지로 흘러 들어 토양이 오염되고 그 결과 농산물이 감수되었다고 하면 감수된 농산물의 시장가치와 앞으로 예상되는 감수액의 현재가치의 합이 그 피해액이 될 것이다. 그러나 농업의 환경오염 피해중 인간에 미치는 피해와 농업의 환경보전 기능은 이러한 방법으로 평가하기 어렵다. 즉, 음용수 오염과 아름다운 경관의 유지 기능은 인간의 건강 또는 감정을 팔고 사는 시장이 형성되지 않기 때문에 경제적인 평가가 곤란하다. 이와 같은 비시장재화의 경제적 평가를 위하여 여러가지 방법이 연구 개발되고 있으나 아직까지 완벽한 평가방법은 개발되지 않고 있다. 이 절에서는 농업의 비시장적 기능의 경제적 평가를 위한 몇가지 방법과 이를 이용한 기존 평가자료를 검토해 보고자 한다.

가. 비시장재화의 경제적 평가방법

비시장재화의 경제적 가치는 그 재화에 대한 소비자잉여를 산출하면 알 수 있다. 그러나 비시장재화는 시장이 형성되지 않기 때문에 수요

함수를 도출할 수 없고 따라서 계량적인 방법으로 소비자잉여를 구할 수 없다. 이러한 문제점을 극복하기 위하여 경제학자들은 비시장재화의 가치를 간접적으로 산출하는 몇가지 방법을 개발하였다. 그 방법들을 대별하면 소비자의 지불의사 (willingness to pay)를 직접 파악하는 방법, 시장재화의 소비행위를 분석하여 이에 부수적으로 소비되는 비시장재화의 가치를 판단하는 방법, 비시장재화를 시장재화로 대체할 경우의 소요비용을 산출하는 방법, 등이 있다. 이러한 방법들의 개요, 문제점 및 농업에의 적용가능성을 살펴보면 다음과 같다.

① 임의가치법 (Contingent valuation method: CVM)⁸⁾

환경의 질 변화에 따라 발생하는 소비자의 보상변화 (compensating variation)를 설문을 통하여 측정하는 방법이다. 즉, 어떤 정책의 시행으로 인하여 환경이 호전될 경우에는 소비자의 지불의사 (willingness to pay), 환경이 악화될 경우에는 수령의사(willingness to accept)를 조사하는 것이다. 이 방법은 Ciriacy-Wantrup (1952)이 고안하고 Davis (1963, 1964)가 처음으로 이용하기 시작하였는데 시장가격이 존재하지 않는 집단재 (collective goods)의 가치를 측정하기에 적합하며 따라서 농업의 환경보전 및 환경오염 기능을 평가하는데 이용할 수 있다.

임의가치법은 어떤 비시장재화에 대한 가상의 시장을 조성하고 그 재화에 대한 소비자의 선호를 묻는 방법이기 때문에 정확한 지불 (또는 수령) 의사를 측정하기 위해서는 조사방법이 대단히 중요하다. 임의가치법의 첫째 단계는 조사대상을 결정해야 한다. 농업의 환경보전 기능을 평가하려면 먼저 호전된 환경에 의하여 혜택을 받는 집단이 밝혀져야 하고 이러한 집단을 대상으로 설문조사를 실시해야 한다. 또한 직접적인 혜택을 받지 않는 집단에 대해서는 선택가치(option value)

8) 가상가치접근법이라고 번역하는 학자도 있음.

를 별도로 조사하여 가산하여야 한다. 둘째, 평가 대상물을 선정하여야 한다. 응답자들이 자신의 지불의사를 정확히 밝히기 위해서는 평가할 대상물이 명확히 마음속에 자리잡고 있어야 한다. 따라서 자연환경이나 환경의 질 변화가 설문서에 구체적이고도 현실적으로 묘사되어야 하며 이를 위하여 사진, 도표, 그림 등을 이용하는 방법이 널리 쓰이고 있다. 또한 응답자가 이해하기 어려운 전문적이거나 기술적인 용어는 가급적 피해야 하며 구체적인 대상물을 알 수 없는 추상적인 질문은 삼가해야 한다. 셋째, 적절한 지불수단을 선택하여야 한다. 응답자들이 가상 환경에 대한 진실한 지불액을 제시하도록 유도하기 위해서는 현실적인 지불수단(예: 세금, 사용료 등)을 이용하는 것이 바람직하다. 예를 들면 농업에 의하여 개선된 환경을 누리기 위해서 환경세를 징수한다거나 오염된 환경에 대하여 보상금을 지급한다거나 하는 것이다. 지불수단을 적절히 선택하지 못할 경우 개인적인 거부감 또는 지불액 결정의 부정확 등으로 환경의 가치가 왜곡될 우려가 있다. 넷째, 적절한 설문방법을 선택하여야 한다. 임의가치법에 많이 이용되는 설문방법은 입찰게임법(bidding games), 개방형질문법(open-ended formats), 지불카드법(payment card formats), 2선선택법(dichotomous-choice formats), 가상순번법(contingent ranking) 등이 있다.⁹⁾

임의가치법은 어떠한 종류의 비시장재화에도 적용할 수 있고 소비자의 지불(수령)의사를 직접 측정할 수 있으며 선택가치(option value)와 존재가치(existence value)를 모두 포함하여 한꺼번에 조사할 수 있는 등 장점이 많다. 그러나 이 방법은 실제로 존재하지 않는 가상적 시장을 대상으로 하기 때문에 문제점도 적지 않다. 우선 재

9) 각 설문방법에 대한 구체적이고 기술적인 내용과 각 방법별 분석기법은 Freeman(1979), Johansson(1987) 및 Mitchell and Carson(1989)을 참고하기 바람.

화의 가치가 이중계산 될 우려가 있다. 즉, 농업에 의한 환경개선 효과를 측정할 때 응답자들은 농업의 시장적 가치 (예: 소득증진, 식량 생산 등)를 무의식 중에 포함시켜 환경의 가치를 과대평가할 가능성이 있다. 또한 조사자의 질문기술 및 응답자의 심리상태에 따라 선호표현이 달라질 수 있어 조사결과에 일관성(consistency)이 결여될 가능성이 있다. 이 밖에도 가설적편기(hypothetical bias), 전략적편기(strategic bias), 정보편기(information bias), 시발점편기(starting point bias), 지불수단편기(vehicle bias) 등이 있어 비시장재화의 가치가 왜곡될 가능성이 크다(Schulze, D'Arge, and Brookshire, 1981).¹⁰⁾

② 여행비용법(Travel cost method)

비시장재화의 가치평가 방법 중 가장 널리 쓰이는 방법으로 주로 자연 휴양지(outdoor recreational site: 예, 속리산, 청평댐 등)의 가치를 평가하는데 이용된다. 이 방법은 어떤 휴양지까지의 여행거리, 여행비용, 입장료, 방문회수 등을 기초로 해당 휴양지의 수요곡선을 추정한 뒤 이를 근거로 그 재화(site)에 대한 소비자의 총 지불의사(total willingness to pay) 즉, 소비자 잉여를 산출하는 방법이다.

여행비용법은 1947년 Hotelling에 의하여 제시되었고 Clawson-Knetsch(1966)에 의하여 체계화되었는데 그 구체적인 방법은 다음과 같다. 우선 해당 휴양지까지의 거리를 기준으로 주변을 몇개의 등거리 지역으로 나눈다. 이 때 한 지역내로부터 휴양지까지의 여행비용은 동일하다고 가정한다. 해당 휴양지를 찾아온 방문객을 면담하여 지역별 방문객수, 방문회수 등을 조사하고 각 지역의 인구수를 감안하여 지역별 1인당 방문율(visitation rate: V_i)을 계산한다. 각 지역으로부터

10) 각 편기에 대한 자세한 내용은 Schulze 외(1981), Freeman (1979) 및 Johansson(1987)을 참고하기 바람.

휴양지까지의 여행비용(TC_j)을 산출한 뒤 $V_j = \alpha + \beta TC_j + \sum \gamma_i X_i + \mu$ 의 회귀방정식을 추정한다. 여기서 X_i 는 여러가지 사회경제적 변수(지역의 평균소득, 교육수준 등)를, j 는 특정지역을 나타낸다. V_j 에 해당지역의 인구를 곱하여 지역전체의 방문율(AV_j)을 계산하고 TC_j 에 1달러씩 추가하여 AV_j 의 변화를 구한다.¹¹⁾ 세로축에 TC , 가로축에 AV_j 를 놓고 그래프를 그리면 해당 휴양지에 대한 수요곡선을 얻을 수 있다. 이 곡선의 하부면적은 Marshall의 소비자잉여(Marshallian consumer surplus)를 나타내는 것으로 해당 휴양지의 경제적 가치라고 말할 수 있다.

여행비용법에서는 휴양지까지의 여행비용(입장료 포함)의 증가가 휴양지의 수요를 감소시킨다는 전제 아래 수요곡선을 도출하였다. 이것은 비시장재화의 소비행위를 市場財貨化하여 추정하는 것으로 이론적으로 매우 강한 설득력을 지닌다. 그러나 여행비용법에도 문제점은 많이 있다. 첫째, 이 방법은 특정 휴양지의 경제적 가치를 평가하는데는 적합하나 불특정 비시장재화(예: 농업의 환경보전 효과)를 다루는데는 부적합하다. 둘째, 우리나라와 같이 전체인구의 1/4이 서울에 집중되어 있고 기타 지역도 대도시 편중되어 있는 특수한 경우에는 여러 개의 등거리 지역의 확보가 어렵다. 셋째, 현대사회는 여행방법, 교통수단, 여행비용 등이 다양하기 때문에 거리와 여행비용은 정비례한다는 기본가정이 성립하기 어렵다. 넷째, 여행비용에 대한 기회비용이 감안되지 않아 비시장재화의 가치가 과소평가될 우려가 있다. 다섯째, 해당 휴양지에 대한 관심이 있는 층과 없는 층이 섞여 있는 경우에는 휴양지의 가치가 과대평가될 가능성이 있다. 여섯째, 여행목적이 복수이거나 몇 개의 휴양지를 한꺼번에 방문할 경우 그 휴양지의 가치가 왜

11) 1달러씩 여행비용을 추가하는 것은 해당 휴양지의 입장료를 1달러씩 올릴 때 소비자의 행위를 판단하기 위한 것임(Clawson and Knetsch, 1966).

곡될 가능성이 있다.

③ 잠재가격법 (Hedonic pricing method)¹²⁾

시장재화와 비시장재화가 합쳐져 있는 복합재화 (composite commodity)의 경우에는 그 재화의 시장가격을 이용하여 비시장재화의 가치를 분리해 낼 수 있다. 예를 들면 경관이 좋은 집과 나쁜 집 (그 외의 조건은 동일하다고 가정함)의 가격이 다를 경우 그 가격차이를 이용하여 경관의 잠재가치를 추정하는 방법이다.

잠재가치법은 Griliches(1961)가 고안하였으며 Ridker(1967)는 이 방법을 이용하여 공기오염비용을 처음으로 측정하였다. 이 방법은 다음과 같은 몇가지 과정을 거쳐 추정할 수 있다. 우선 주택가격 (P_h)은 주택의 구조적 특성(면적, 침실수, 구조 등: S), 교통조건 (N) 및 환경 (예: 공기오염 정도: Q)에 의하여 결정된다고 가정하면 $P_h = P_h(S, N, Q)$ 함수식이 성립하고 이 함수식은 실제 조사자료에 의하여 계측될 수 있다. 이 함수식은 잠재가격함수(hedonic price function)라 부르며 환경이 향상됨에 따라 주택가격이 체감적으로 상승하는 (위로 볼록한) 곡선형태가 될 것이다. 이 함수를 Q 로 편미분하면 한계잠재가치함수(marginal implicit price function)를 얻을 수 있다. 이 함수는 한단위 향상된 환경을 향유하기 위하여 가계들이 추가적으로 지불하고자 하는 금액(marginal willingness to pay)의 궤적을 나타내는데 이 곡선과 각 가계의 실측자료에 의하여 환경(Q)의 역수요 함수를 구할 수 있다(Freeman, 1979). 이 경우 변화된 환경의 편익은 변화 전후의 Q 의 수준으로 둘러싸인 수요곡선의 하부면적(Marshallian consumer surplus)으로 역수요함수를 적분하여 구할 수 있다.

이 방법은 실제로 발생하는 현상을 분석하여 비시장재화의 가치를

12) 만족가격접근법이라고 번역하는 학자도 있음.

판단하기 때문에 현실성이 있으나 다음과 같은 문제점을 가지고 있다. 첫째, 잠재가격법을 적용할 수 있는 시장이 존재하지 않을 수가 있으며, 한계 잠재가치함수가 우상향하는 경우가 있을 수 있다. 즉, 농촌의 주택은 도시의 주택보다 경관이 아름답기 때문에(다른 조건은 모두 동일하다면) 가격이 높아야 하나 실질적으로는 가격이 낮은 경우가 있을 수 있다. 둘째, 표본수가 통계처리에 충분하지 않거나 두개 이상의 비시장재화가 중복되어 상호 연관관계에 있는 경우(not separable)에는 적용하기 어렵으며 셋째, 통계적으로 독립변수 사이에 다중공선성(multicollinearity)이 발생되어 추정치가 편기될 가능성이 있다. 또한 농업의 환경보전효과 평가에 이용하기 어려운 것도 잠재가격법이 가지고 있는 문제점 중의 하나이다.

④ 대체법

대체법은 어떤 비시장재화의 기능을 시장재화로 대체할 경우 소요되는 비용을 계산하여 비시장재화의 가치를 판단하는 방법이다. 예를 들면 농업의 홍수조절기능은 강우시 농경지에 저류되는 물의 양을 계산하고 이와 똑같은 水量을 저류할 수 있는 댐을 건설, 운영할 때 소요되는 비용으로 판단한다.

이 방법은 농업의 공익적 기능을 평가하는데 많이 이용되는데 이론적으로 단순하고 계산이 용이하며 설득력이 강한 장점이 있다. 반면에 몇가지 단점도 있는데 첫째, 여러가지 비시장기능이 상호 연관되어 있는 경우 이를 분리하여 평가하기 어렵고 둘째, 비시장재화의 기능을 대체할 수 있는 시장기능이 없을 때 대체법을 이용할 수 없으며 셋째, 비시장재화의 기능을 정확히 계량화하기 어렵다.

⑤ 수요함수추정법

주로 음용수 오염의 피해를 측정하기 위하여 고안된 방법으로 음용수의 오염전후의 수요 및 공급함수를 추정하여 사회적잉여의 변화를

산출한다. 예를 들면 오염된 음용수의 수요곡선은 오염전보다 아래쪽에 위치할 것이고 따라서 사회적잉여가 감소할 것이다. 또한 오염된 음용수를 정화하여 사용한다고 하면 수요함수는 변화가 없으나 공급곡선이 상향이동하여 역시 사회적잉여가 감소할 것이다. 이 때 감소하는 사회적 잉여는 오염으로 인한 사회적 피해액이 될 것이다.

이 방법도 잠재가격법과 마찬가지로 시장재화의 소비행위를 근거로 비시장재화의 가치를 평가하기 때문에 현실성과 설득력이 있다. 그러나 이 방법은 수요 및 공급 곡선 추정에 많은 시간과 노력이 소요되며 다른 비시장재화의 가치평가에는 사용하기 어려운 단점이 있다.

나. 비시장재화의 경제적 평가액

이와 같은 기법을 이용하여 측정한 농업의 공익적 기능, 농업의 사회적 비용 및 기타 환경재화의 비시장적 가치 (또는 비용)는 다음과 같다.

① 농업의 공익적 기능

농업의 공익적 기능은 주로 대체법과 임의가치법을 이용하여 평가하는데 (표 3-22)는 국내외 학자들에 의하여 측정된 농업의 비시장적 가치를 보여준다. 김복영은 농업의 공익적 기능 중 홍수조절, 토양보전, 산소공급 및 탄산가스 제거기능을 대체법을 이용하여 측정하고 그 평가액을 약 8조원이라 발표하였다. 농업기술연구소는 수도작의 토양보전, 산소생산, 오수정화 및 비료성분 공급기능의 가치를 평가하고 그 합계를 약 11조 5천억원이라 하였고 성진근은 홍수조절 및 산소공급기능의 경제적 가치가 1조 4천억원에 달한다고 하였다. 산림의 환경보전 효과는 임업연구원에서 1991~93년까지 3년에 걸쳐 측정되었는데 그 평가액은 무려 28조 6천억원으로 임업총생산(시장재화의 총계)의 34 배에 달한다. 또한 김성일 등 (1991)은 산림의 휴양기능을 임의가치법으로 평가하고 그 가치를 20~32조원으로 산출하였으며 윤여창(1992)

표 4-7 농림업의 공익적 기능에 대한 경제적 평가액

구 분	한 국 (억원)				일본(억엔)
	농업 ¹⁾	수도작 ²⁾	수도작 ³⁾	산림 ⁴⁾	수도작 ⁵⁾
평가기준년도	1989	1993	1990	1992	1990
홍수조절	9,383	NA	9,400	79,318	12,000
토양보전	2,312	2,173	NA	72,294	400
수자원함양	NA	NA	NA	NA	6,000
산소공급	67,130	52,800	4,200	69,444	NA
유해가스 제거	1,561	NA	NA	14,353	NA
보전휴양	NA	NA	NA	35,480	28,000
폐기물 처리	NA	59,700	NA	NA	43
비료성분공급	NA	617	NA	NA	NA
야생동물보호	NA	NA	NA	5,211	NA
평가액 계	80,386	115,290	13,600	276,100	46,000

자료: 1) 김복영(1992).
 2) 농업기술연구소(1993).
 3) 성진근(1992).
 4) 임업연구원(1993).
 5) 株式會社 三菱綜合研究所(1991).

은 지리산, 속리산 및 설악산의 휴양 및 관광가치를 1인당 연간 4,607원(여행비용법)~292,417원(임의가치법)으로 평가하였다. 한편 일본의 경우에는 수도작의 보전 휴양 기능을 비롯한 4개 기능을 평가하고 그 경제적 가치를 약 4조 6천억엔(한화 약 35조 4천억원)이라 발표하였다.

이와 같이 농업의 공익적 기능에 대한 평가액이 연구에 따라 큰 차이를 보이는 것은 연구마다 평가대상 기능이 같지 않으며 평가기준, 대체물량 산출 및 가격적용에 많은 격차가 있기 때문이다. 또한 비시

장적 재화의 경제적 가치는 소비자의 지불의사를 반영하기 때문에 경제 사회적 여건에 따라 변하며 따라서 년도별 국가별로 차이가 있다. 이러한 평가액은 5장에서 설명하는 환경보전 보조금을 산출하는 근거가 된다.

② 농업공해의 사회적 비용

농업공해의 사회적 비용을 평가한 국내의 자료는 찾아 볼 수 없으며 외국의 연구도 극히 제한되어 있다. 미국의 경우 화학비료에 의한 음용수 오염으로 가구당 연간 40~330달러의 사회적잉여가 감소된다고 하며(Walker and Hoehn, 1989), 정수기를 설치할 경우에는 유지관리비를 제외하더라도 300~800달러/가구/년의 추가비용이 발생한다고 한다. 또한 오염상태를 조사 관리하는데 소요되는 정부예산은 연간 9-22억달러(미국 전체)에 달하며 대수층(aquifer) 정화 비용은 계산조차 할 수 없는 어마어마한 금액이라 한다(Nielsen and Lee, 1987).

이러한 연구들은 모두 음용수(지하수) 오염을 조사 또는 정화하는데 소요되는 직접비용만 평가하였다. 그러나 농업은 지하수 오염 외에도 지표수, 토질 및 대기를 오염시키는 원인이 되며 식품의 안전성도 위협한다. 이와 같은 농업공해가 야기할 수 있는 모든 피해(예: 인축의 건강, 생태계 파괴, 농업생산성 감소 등)와 이것으로 인하여 발생하는 2~3차 피해를 모두 합친다면 농업공해의 사회적 비용은 이보다 훨씬 클 것으로 예상된다. 이러한 피해액은 다음 장에서 설명할 공해세의 산출근거로 사용할 수 있다

5. 향후 연구과제

이상에서 살펴본 바와 같이 농업과 환경은 서로 영향을 주고 받으며

이러한 영향은 긍정적인 것과 부정적인 것이 함께 존재한다. 이것에 대한 연구는 그동안 많이 진전되었으나 아직도 밝혀지지 않았거나 구체화되지 않은 부분이 많이 있다. 따라서 앞으로 농업의 발전과 환경보전을 동시에 추구하기 위해서는 다음과 같은 연구가 시급히 시행되어야 할 것이다.

(1) 농업생산과 오염발생과의 관계 규명

- 화학비료 및 합성농약, 동물약품, 식물생장조절제 등의 투입량, 투입시기, 투입방법 등이 농업생산성 및 오염발생량에 미치는 영향분석
- 농약의 종류별 살포시기, 살포량, 살포방법 등과 잔류독성과의 관계 규명
- 폐비닐, 폐농약병, 폐농기계, 생활쓰레기 등 기타 폐기물이 농업생산성 및 자연경관에 미치는 영향 분석

(2) 농업오염물질이 인축 및 자연생태계에 미치는 영향 분석

- 비료, 농약, 가축분뇨 등으로 오염된 지하수를 장기 음용할 경우 오염정도와 인축에 미치는 영향과의 관계
- 식품의 안전도와 인축의 건강 영향평가
- 비료, 농약 등이 자연생태계에 미치는 영향과 자연환경의 자정능력 평가

(3) 농업의 환경영향에 대한 경제적 평가연구

- 농업의 환경보전 기능 분석과 이에 대한 경제적 평가
- 농업공해의 사회적 비용 분석

(4) 환경오염에 의한 농업의 피해 분석과 이에 대한 경제적 손실 평가

(5) 농업생산과 공해발생을 감안한 효율적인 생산요소 투입수준 결정

(6) 농업공해에 의한 피해와 그 감소방안에 대한 효율적인 농민 홍보방안 개발

제 5 장

농업환경 보전정책

농업 또는 농촌의 환경을 보전하기 위해서는 농업의 환경오염을 최대한 억제하고 환경보전 기능을 증진시키는 정책을 수립하여야 한다. 경제학자와 환경론자들은 공해 감소방안으로 공해세 부과, 배출허용량 설정, 오염을 유발하는 생산요소에 대한 세금부과 또는 사용량 규제, 오염권 판매, 정부의 직접적인 환경정화활동, 오염방지 캠페인, 자발적인 교환(negotiation), 합병 등을 제시하고 있으며 환경보전 증진 대책으로 보조금 교부 및 청정기술(clean technology) 개발 등을 꼽고 있다. 그 중 오염방지 캠페인은 각국에서 실제로 많이 이용하고 있으나 경제이론을 토대로 하고 있지 않고 자발적인 교환, 합병 등은 농업의 특성상 활용하기 곤란하다. 본 장에서는 환경보전을 위하여 제시된 방안 중 농업에 활용할 수 있는 정책을 중심으로 정책개요, 장단점 및 활용방안 등을 살펴 본다.

1. 농업공해 감소정책

농업공해는 외부불경제효과(negative externality)로 시장의 실패

를 초래하여 자원의 효율적 배분을 저해한다. 외부불경제 문제가 발생하여 시장의 힘만으로는 그 비효율적 요인을 배제하기 어려울 때 정부의 개입은 절대적으로 필요하다(Dahlman, 1979). 적절한 공해방지 대책을 시행함으로써 시장실패를 개선할 수 있으며 공해발생자는 경제외적 비용(external cost)을 내부화(internalize)하여 공해발생량을 감소시키게 된다.

생산자(기업)의 입장에서 보면 공해는 일종의 생산자원과 같다. 현재의 기술로는 무공해 생산이 불가능하고 공해발생을 완전히 금지하는 생산활동을 할 수 없기 때문이다. 따라서 공해감소 정책은 이러한 생산자원을 어떻게 효율적으로 제한하느냐에 초점을 맞추고 있으며 크게 시장유인(가격구조)을 통한 간접규제, 오염물질 배출행위를 직접규제, 간접규제와 직접규제의 절충형, 공해를 유발하는 생산요소를 규제하는 방법 등이 있다.

부적절한 공해감소 정책은 오히려 자원의 효율적 배분을 저해하여 국민의 복지수준을 떨어뜨릴 수 있다. 즉, 규제가 너무 강하면 생산활동이 위축되어 소비자의 후생이 감소하고 너무 약하면 공해방지 효과가 나타나지 않아 복지수준이 저하된다. 따라서 공해감소 정책은 적절한 정책의 선정 못지 않게 적절한 수준결정이 중요하다.

가. 공해세(Pollution tax)

공해세는 Pigou(1932)에 의하여 처음 제시되었는데 흔히 오염세, 오염배출부과금(effluent charge), Pigouvian tax, 공해징수금(pollution fee) 등으로 불리운다.

이 제도는 시장원리에 입각한 간접적인 규제방법으로 생산자가 발생시키는 경제외적 비용을 세금으로 부과함으로써 농업생산의 사회적 한계비용(marginal social cost)과 개인적 한계비용(marginal private cost)을 일치시키는 것이다. 즉, 생산자가 생산과정에서 배출하는 공해에 그 공해가 발생시키는 사회적피해 만큼의 세금을 부과

함으로써 오염을 감소시키고 나아가 사회전체의 후생극대화를 꾀하는 것이다.¹³⁾

공해세는 이론상으로는 농업과 같이 대상지역이 넓고 오염자가 많은 불특정 배출원오염(non-point source pollution)에 적용하기 적합하다(Baumol and Oates, 1972). 또한 공해세 제도하에서 생산자는 생산량 감축, 생산요소의 탄력적인 증감을 통하여 공해감소 비용을 최소화할 수 있기 때문에 공해방지대책 중 가장 효율적인 방법이라 할 수 있다(Oh, 1991, 1992). 공해세는 오염배출량에 따라 세금액이 결정되기때문에 오염물질 감소를 위한 기술개발을 유도하며 시행에 소요되는 비용(transaction cost)도 최소화할 수 있는 장점이 있다(Griffin and Bromley, 1982).

그러나 이 정책을 현실 사회에 적용하는 데는 문제점이 많다. 첫째, 세금부과액, 즉 해당 공해물질의 사회적 피해액을 산출하기 어렵다. 前章에서 고찰해 본 바와 같이 농업공해의 사회적 비용은 평가연구 자체가 빈약하고 평가액도 부정확한 실정이다. 또한 최적 세금부과액은 공해물질이 배출된 직후의 사회적 피해액이 아니라 환경의 자정과정의 끝난 후의 피해액이 되어야 하기 때문에 적정 세금액의 산출이 더욱 어렵게 된다. 둘째, 농업공해는 대부분의 경우 불특정 배출원오염이기 때문에 농가별 공해물질 배출량을 정확히 파악하기 어려우며 비용도 많이 소요된다. 셋째, 설사 최적 세금부과액이 산출되었다 하더라도 그 금액은 사회적, 경제적, 기술적 조건에 따라 변화하기 때문에 정기적으로 재조정되어야 한다.

이와 같은 문제점 때문에 공해세는 비료, 농약, 사료첨가물 등에는 사용할 수 없고 가축폐기물, 폐농자재, 생활쓰레기 등과 같이 배출량

13) 공해세의 원리 및 최적 세금수준에 대한 이론적 분석은 Oh(1991, 1993), Turvey(1963), Boadway and Wildasin(1984), 오호성(1992), 유동운(1992) 등에 상세히 설명되어 있으므로 여기서는 생략함.

측정이 비교적 쉬운 물질에는 적용할 수 있다. 그러나 이 경우에도 공해세 제도가 경영주체에 미치는 영향, 식량의 수급상황 등이 사전에 세밀히 조사되어야 하며 세금액 산출에도 세심한 주의를 필요로 한다.

나. 배출허용량 설정(Pollution standards)

이 정책은 배출량통제 제도라고도 불리우는데 오염물질 배출허용량을 정해 놓고 그 범위내에서 배출행위를 통제하는 방법이다. 예를 들면 질산태질소의 지하수오염 허용량은 10ppm이며 음용수의 아연 농도는 1ppm 이하로 제한한다는 것 등이다. 공해세가 가격기구를 통하여 최적 공해수준을 유지하려는 데 반하여 배출량통제는 오염물질 배출량을 직접 통제하여 바람직한 오염상태를 달성하고자 하는 것이다. 이 제도는 공해세와 쌍대성관계(duality)에 있다(Oh, 1991). 즉, 공해세가 세금(비용)을 통하여 오염량을 통제하는데 반하여 이 제도는 공해물질 배출량을 통제함으로써 배출량에 기회비용이 발생한다. 따라서 만약 생산의 한계이윤, 오염의 사회적 피해, 오염물질 배출행위 및 공해감소 비용에 관한 완전한 정보가 마련되어 있다면 이 제도는 공해세와 동일한 효과를 발휘한다. 그러나 이들에 대한 정보가 충분치 않을 때는 두 제도의 실시결과는 완전히 달라질 수 있다.¹⁴⁾

이 방법은 오염배출 부과금을 산정할 필요가 없고 현실적으로 실시하기 쉬우며, 생태계 보호 또는 인축의 건강유지에 필요한 공해수준을 가장 확실하게 유지할 수 있기 때문에 세계 각국은 이 제도를 가장 많이 시행하고 있다. 또한 생산자(농민)의 입장에서는 세금을 납부할 필요가 없기 때문에 공해세 제도보다 그만큼 소득이 많아지는 장점도 있다.

그러나 배출량통제 제도는 단점도 많이 지니고 있다. 첫째, 총 배출허용량, 즉 사회적으로 최적인 공해수준을 파악하기 어렵다. 이러한

14) 공해세와 배출량통제 제도의 이론적 비교분석은 Oh(1991) 및 유동운(1992)을 참고하기 바람.

공해수준은 공해발생 및 제거와 관련된 모든 비용 및 편익 정보를 가지고 있어야 알 수 있다. 그러나 현실적으로 이러한 정보는 존재하지 않으며 특히 농업공해는 기후, 토양, 환경의 자정기능에 영향을 많이 받기 때문에 이상적인 배출통제를 할 수 없고 따라서 왜곡된 자원배분을 할 가능성이 크다. 둘째, 설사 총 배출허용량이 파악되었다 하더라도 그것을 생산자 개개인에게 분배하는 것이 어렵다. 이론적으로 최적의 자원배분이 이루어지려면 공해감소비용의 한계효율이 모든 오염자에게 동일하도록 배출량을 통제하여야 하나 이것은 거의 불가능하다. 만약 오염자에게 일정량 또는 일정비율로 허용량을 배정한다면 자원배분의 효율성 및 형평성이 저하하게 된다. 셋째, 이 제도가 제대로 시행되려면 모든 오염자가 자기에게 배정된 배출허용량을 정확히 지켜야 한다. 따라서 정부에서는 정기적으로 각 오염자에 대한 배출량검사를 실시하여야 하며 이에 막대한 예산이 소요된다. 네째, 이 제도는 정해진 허용량 이하로 배출량을 감소시킬 필요가 없기 때문에 오염물질 감소를 위한 기술개발의 유인을 주지 못하며 장기적으로 자원배분을 왜곡시킬 우려가 있다(Spulber, 1985).

이 제도는 음용수, 식품의 안전성, 사료의 유해물질 함량, 하천 및 호수의 수질기준을 유지하는데 이용되고 있으나 오염물질 배출자 개개인을 통제하지 못하고 총 배출량만 조사 관리하고 있는 실정이다. 이 제도는 또한 축산폐기물, 폐농자재 및 생활 쓰레기에도 적용할 수 있다.

다. 오염권 판매(Marketable emission permits, Marketable quotas)

이 제도는 Dales(1968)에 의하여 고안되었는데 공해세와 배출량통제제도의 절충 형태라고 말할 수 있다. 이 제도는 환경에 방출할 수 있는 총 배출허용량을 설정하고 그 만큼의 오염권을 정부가 발행하여 유통시키는 것이다. 이 오염권은 기업간의 매매가 가능하고 오염권을 소유한 기업은 그 량만큼 공해물질을 배출할 수 있는 권리를 가진다.

따라서 기술을 개발하여 소량의 공해물질을 배출하는 기업은 오염권을 판매할 것이며 공해감소비용이 높은 기업은 오염발생을 감소시키는 것보다 오염권을 구입하여 오염물질을 배출하는 것이 경제적으로 유리할 것이다. 또한 새로운 기업이 생산활동을 시작하려면 시장에서 오염권을 구입해야 하므로 사회 전체의 총 오염량을 일정하게 유지할 수 있다.¹⁵⁾

이 제도는 공해세의 장점을 살리면서 동시에 배출허용량 제도의 장점을 갖는다. 첫째, 사회 전체의 공해수준은 총 발행 오염권으로 통제할 수 있고 기업은 오염권의 잠재가치(shadow price)에 따라 자유롭게 오염권을 팔고 살 수 있기 때문에 자원의 효율적인 배분을 기대할 수 있다. 둘째, 공해세는 세금의 수준을 인위적으로 결정해야 하는 부담을 안고 있으나 이 제도는 오염권시장의 가격기구를 통하여 그 가격수준이 자동적으로 결정되는 이점이 있다. 셋째, 오염물질 감소를 위한 기술개발에 경제적 유인을 주며 넷째, 기업의 퇴거를 촉진시켜 장기적으로 공해물질의 배출을 감소시킨다.

그러나 오염권 판매제도에는 단점도 있다. 이 제도가 제대로 효력을 발휘하려면 오염권을 소유하고 있는 기업만이 오염물질을 배출하고 배출량도 오염권에 규정된 분량을 초과해서는 안된다. 따라서 정부는 모든 생산자를 계속 감시 감독해야 하고 이를 위한 비용이 많이 소요된다. 또한 배출량통제 제도의 경우와 같이 사회적 후생을 극대화하는 공해수준을 결정하기 어려운 단점도 있다.

이 방법은 가축폐기물, 폐농자재 및 쓰레기 등에 적용할 수 있으나 우리나라에는 아직 도입되지 않고 있다. 미국에서는 대기오염을 방지하기 위하여 1977~79년에 실시된 바 있다.

15) 오염권에 대한 이론적 설명은 Baumol and Oates(1988) 참조.

라. 생산요소에 대한 과세(Input tax)

위에서 설명한 3가지 제도는 모두 공해물질 자체를 정책의 대상으로 하기 때문에 공해배출량을 계측해야 하는 어려움이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위한 방법으로 고안된 것이 생산요소에 대한 과세 제도이다. 즉, 공해를 유발하는 생산요소(비료, 농약 등)에 그 생산요소로 인하여 발생하는 사회적 비용만큼의 세금을 부과함으로써 생산요소의 효율적인 사용을 유도하고 따라서 공해물질 배출을 억제하는 방법이다.

이 제도의 장점은 시행의 편리함에 있다. 즉, 정부는 해당 생산요소를 생산하는 기업에 직접 과세함으로써 손쉽게 이 제도를 시행할 수 있다. 그러나 이 제도는 다음과 같은 문제점이 있다. 첫째, 생산요소의 사용으로 인한 사회적피해를 계측하기 어려우며 비용이 많이 소요된다. 설상가상으로 생산요소 사용에 따른 공해발생량은 농가별, 작물별, 토양별로 상이하기 때문에 세금액도 제 조건에 따라 달라져야 한다. 이러한 요인을 감안하지 않고 세금액을 적당히 결정할 경우 자원배분이 왜곡되어 원래상태(*status quo*)보다도 못한 결과를 초래할 수도 있다. 둘째, 생산요소 수요가 비탄력적일 경우, 과세액이 비합리적으로 높지 않는 한, 세금부과로 인한 생산요소 사용량 감소는 미미할 것이다. 셋째, 복수의 생산요소가 대체관계(substitution)에 있고 또 이러한 생산요소들이 공해발생에 동시에 관여할 경우 한 두가지 요소에 대한 과세는 공해감소 효과를 거두기 어렵다. 합리적인 경영자라면 세금이 부과된 생산요소의 사용을 감소시키고 비과세 요소의 사용량을 증가시킬 것이기 때문이다. 따라서 모든 생산요소를 동시에 과세하여야 하나 이것은 현실적으로 어려운 일이다. 넷째, 공해발생량은 생산요소 사용량과 반드시 비례하는 것은 아니다. 특히 농업의 경우에는 경영기술이 생산요소 사용량보다 공해발생에 더 큰 영향을 미치기 때문에 생산요소에 대한 과세는 자원의 비효율적 배분을 초래할 수 있다. 마지막으로, 이 제도는 세금을 납부해야 하기 때문에 생산자(농민)의 소득을

감소시킨다.

이 제도는 비료, 농약, 사료첨가물 등 공해발생량을 실측하기 어려운 경우에 적용할 수 있으나 현재까지 우리나라에 도입한 적은 없다. 미국의 경우에는 아이오와주에서 질소질비료를 과세하고 있으며 워싱턴주에서도 비료에 대한 과세를 검토하고 있다.

마. 생산요소 사용량 규제(Input standards)

공해발생을 유발하는 생산요소의 사용을 규제하는 제도로 작물별, 단위면적당 또는 농가당 사용량을 제한할 수 있다. 이 제도는 생산요소 과세제도와 쌍대관계에 있기 때문에 완벽한 정보하에서 사용량을 결정하였을 경우 과세제도와 동일한 효과를 얻을 수 있다.

생산요소 사용량 규제 제도는 세금액을 결정할 필요가 없어 번거롭지 않고 시행하기 편리하며 농민의 입장에서 보면 소득이 과세제도의 경우보다 높은 장점이 있다. 반면 이 제도의 단점은 첫째, 규제량을 잘못 설정했을 경우 생산량 감소가 심하여 사회 전체의 복지수준을 크게 저하시킬 우려가 있고 둘째, 농민들 개개인에게 각 생산요소 사용량을 배정해 주어야 하며 또 그것이 지켜지는가를 감시 감독해야 하기 때문에 비용이 많이 소요된다. 셋째, 여러 생산요소의 사용량을 동시에 제한해야 할 경우가 있고 넷째, 공해감소 기술은 농가별로 상이하기 때문에 일률적인 사용량 배정은 자원의 비효율적 배분을 초래할 수 있다.

이 제도는 비료, 농약, 동물약품, 사료첨가제 등에 적용할 수 있으나 우리나라에서 시행한 적은 없다.

2. 환경보전 증진정책

가. 보조금 지급(Subsidy)

보조금 제도는 생산자(오염자)가 오염물질의 배출을 감소시킬 때 이

것이 사회에 미치는 편익만큼 보조금을 지급함으로써 공해발생을 감소시키는 정책이다. 이 제도는 또한 환경보전 활동을 하는 기업 또는 개인에게 그 활동으로 인한 사회적 편익만큼 보조금을 지급함으로써 환경보전 활동을 증진시키는 역할도 담당한다. 이것은 공해세와 반대의 개념으로 공해세가 환경오염비용을 내부화하는 정책임에 반하여 환경보전 편익을 내부화하려는 제도이다.

보조금 제도는 공해방지, 자원배분 및 농산물 생산에 있어서 공해세와 똑같은 효율성을 발휘하나 몇가지 면에서 차이가 있다.¹⁶⁾ 첫째, 소득분배에 있어서 보조금 제도는 공해세보다 비합리적이다. 공해세의 경우 오염자로부터 세금을 받아 공해방지 사업에 사용할 수 있으므로 합리적이나 보조금의 경우에는 피해자의 세금으로 오염자를 보조하는 논리적인 모순이 있다. 또한 보조금의 경우에는 오염자의 소득증가로 신규전입이 늘어나 장기적으로 오염발생을 증가시킬 우려가 있다. 둘째, 보조금 지급액은 공해감소 이전의 생산량을 기준으로 해야 되는데 이를 조사하는데 어려움이 있으며 생산자들은 이를 허위로 신고할 가능성이 크다. 셋째, 보조금 제도의 경우 오염감소 기술을 개발하는 경제적 유인을 주지 못한다.

농업은 농산물생산 외에 환경을 보전하는 공익적 기능이 있기 때문에 보조금 제도를 적용할 수 있다. 산간 오지의 영농자, 저투입 또는 유기농산물 생산자, 가축분뇨 퇴비화 공장, 쓰레기 또는 폐농자재 재활용 산업 등은 모두 그 자체가 갖고 있는 시장적 기능 이외에 환경보전 기능이 있으므로 보조금을 주어 그 활동을 장려할 필요가 있다. 외국의 예를 들면 스위스에서는 산악지방의 토양보전 및 경관유지를 위하여 산지초지 조성농가에게 ha당 1,250~1,460프랑 (한화 약 72~85만원)을 지급하며 미국에서는 토양보전적 경작기법을 도입하는 농가

16) 보조금 제도와 공해세의 이론적 비교는 Oh(1991), 유동운(1992), 오호성(1992)을 참고하기 바람.

에게 ha당 150~200달러를 지급하고 있다. 또한 영국에서도 경관, 역사적 풍토, 야생동식물 보전지역을 선정하고 이 지역내에서 영농하는 농가에게 일정액의 소득보상을 하고 있다.

나. 정부의 직접투자

최근에는 정부가 직접 환경오염을 정화하고 공해방지 서비스를 생산하는 경우가 많아지고 있다. 하수종말처리장의 건설과 운영, 쓰레기수거와 처리 등은 좋은 예이며 농림업 분야에서도 폐농자재 수거 및 재활용, 산림녹화와 사방사업, 국립공원의 보호 및 운영 등이 있다. 이와 같은 환경보전사업은 소비의 비경쟁성과 비배제성을 가지고 있는 公共財(public goods)이기 때문에 민간부문에서의 투자를 기대할 수 없고 따라서 정부에서 공급을 담당하여 왔다.

그러나 환경보전을 위한 정부의 직접투자가 항상 효율적인 것은 아니다. 방만한 예산운용, 비능률적인 업무처리, 타당성 분석의 미실시 등은 오히려 자원배분의 왜곡을 초래할 수 있다. 따라서 효율적인 환경보전사업을 추진하기 위해서는 사업시행전에 철저한 편익·비용분석과 환경영향 평가를 실시해야 하며 사업주체 선정(정부가 직접 시행할 것인가 또는 민간부문에 보조금 사업으로 실시할 것인가)에도 세밀한 검토가 필요하다.

환경보전형 농업(지속적 농업)체계를 구성하는 것도 농업환경보전을 위해 대단히 중요하다. 이 사업은 농업공해 방지를 위한 최선의 경영기술(best management practice) 및 무공해기술(clean technology)의 개발 보급과 이를 위한 제도개선이 중요한 과제이기 때문에 정부 주도로 추진되어야 할 것이다. 이에 관해서는 다음 장에서 구체적으로 다루기로 한다.

3. 향후 연구과제

환경보전과 농업발전을 동시에 추구하기 위해서는 농업의 환경오염을 최대한 억제하고 환경보전 기능을 증진시켜야 한다. 이론적으로는 여러가지 환경오염 방지대책과 환경보전 지원대책이 개발되어 있으나 현실적으로 이러한 방법들을 적용하는 데는 여러가지 문제점이 있으며, 농민의 소득감소도 예상된다. 따라서 정책실험 등을 통하여 이러한 방법들에 대한 철저한 사전 분석과 예상되는 문제점에 대한 대책을 마련해야 한다. 또한 환경친화적인 농법 개발과 정부의 환경정화활동의 효율화 방안도 강구해야 한다. 환경보전형 농업발전을 위한 구체적인 향후 연구과제는 다음과 같다.

- (1) 각종 농업공해 방지대책이 농업생산 및 농가소득에 미치는 영향을 분석하여 효율적인 농업공해 방지대책을 개발
- (2) 농업의 환경보전 기능에 대한 효율적인 지원방안 개발
- (3) 환경친화적인 영농방법 개발
- (4) 환경보전형 비료 및 농약 개발
- (5) 기축분뇨의 효율적인 처리 및 퇴비화 방안
- (6) 농업 폐기물 수거 및 재활용 산업에 대한 합리적인 지원대책 개발
- (7) 정부의 환경정화사업의 효율화 방안

제 6 장

지속적 농업의 발전

1. 지속적 농업의 개념과 관련 용어의 정의

미국, 유럽 등 선진 제국을 비롯한 많은 나라의 농업은 처음에는 경종농업과 축산이 복합된 형태로 시작되었다(Parr and Hornick, 1993). 경종농업은 축산에 필요한 사료를 공급하고 축산은 경종농업에 유기물을 제공함으로써 두 부문은 서로 보완적으로 조화를 이루어 나갔다. 축산 분뇨의 투입과 두과작물의 윤작으로 토양의 비옥도는 유지되었고 병해충 및 잡초는 윤작체계의 도입, 농업기계화, 천적을 이용한 생물학적 방제로 해결하였다. 이러한 농업체계에서는 화학물질의 사용이 최소화되었고 따라서 농업공해도 거의 발생하지 않았다.

그러나 2차 세계대전 이후 상업농의 출현과 규모의 경제화가 진전됨에 따라 복합 경영은 사라지고 단일작목 위주의 전업형태로 생산체제가 전환되었다. 이러한 새로운 농업형태는 대규모화, 단작화, 화학물질의 투입, 기계화 등으로 농업생산을 증대하는데는 성공하였으나 자연환경 오염과 생태계 파괴라는 새로운 문제를 야기시켰다. 즉, 토양

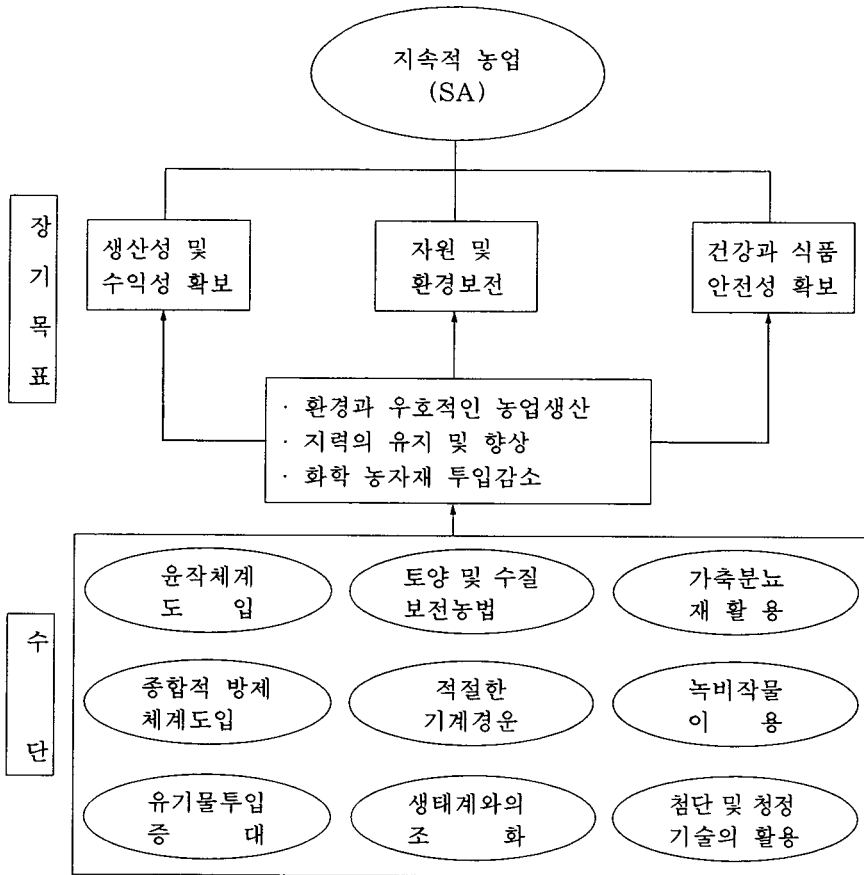
침식 증대, 토양비옥도 감퇴, 수질오염의 심화, 농약에 의한 생태계 파괴, 식품의 안전도 저하는 인간의 건강 뿐 아니라 장기적으로 농업의 지속성까지 위협하고 있다. 이에 따라 최근 미국, EC를 중심으로 고투입, 고산출을 지향하는 전통농업에서 탈피하여 환경과 우호적인 새로운 형태의 농업경영을 시도하였는데 이것이 지속적 농업(sustainable agriculture)이다.

지속적 농업의 개념, 목적 및 수단은 (도 6-1)에서 볼 수 있다. 지속적 농업이란 궁극적으로 농업발전과 환경보전을 동시에 달성하기 위한 농업형태이다. 미농무성의 정의를 보면 지속적 농업이란 장기적으로 ① 생산성, 수익성 및 경쟁성을 확보하고 ② 자연자원과 환경을 보전하며 ③ 인간의 건강과 식품의 질 및 안전성을 제고시키는 다목적의 농업경영 체계를 말한다. 또한 미국 회의는 1990년 Farm Bill에서 보다 구체적으로 지속적 농업을 정의하였는데 이정의에 따르면, 지속적 농업이란 장기적으로 ① 인간의 식량수요를 충족시키고, ② 환경의 질과 자연자원을 보전하고, ③ 재생불가능한 자원(nonrenewable resource)의 사용을 효율화하며, ④ 자연생태계를 최대한 이용하며, ⑤ 농업의 생산성 및 경제성을 유지하며, ⑥ 농민을 비롯한 사회전체의 삶의 질을 향상시키는 동식물 생산활동의 종합시스템을 말한다.

이와 같은 지속적 농업의 목적을 달성하기 위해서는 환경과 우호적인 농업생산 체계를 갖추어야 하며 지력을 유지 향상시키는 동시에 화학 농자재의 투입을 감소시켜야 한다. 지속적 농업의 수단을 좀더 구체적으로 말하면 ① 윤작체계의 도입, 유기물 투입증대, 가축분뇨의 재활용, 녹비작물의 이용 등으로 토양의 비옥도를 제고시키는 동시에 화학비료의 사용을 감소시키고, ② 종합 방제체계의 도입과 생태계와의 조화를 통하여 화학농약의 사용을 최대한 억제하며, ③ 적절한 기계경운 및 윤작체계로 토양침식을 방지하고, ④ 침단 및 청정기술을 이용한 무공해기술을 발전시켜야 한다.

윤작은 지속적 농업의 한가지 수단이 된다. 일반적으로 윤작은 토양

도 6-1 지속적 농업의 개념, 목적 및 수단



의 비옥도를 유지하고 잡초 및 병해충의 발생을 억제하며 토양침식 방지, 토양수분 유지 등을 통하여 수량 증대에 기여한다. 특히 곡물을 두과식물과 윤작할 경우 비료의 사용량을 줄이고 단작의 경우보다 수량을 10~20%까지 증대시킬 수 있다(한두봉외, 1992).

경운방법도 토양 및 수질 보전에 크게 영향을 미친다. 경사지에 있어 무경운(no tillage) 또는 최소경운(minimum tillage) 경작법은 토양침식을 감소시켜 수질오염을 방지하며 토양의 비옥도를 유지한다.

또한 등고선 경운 (contour tillage)과 테라스 경작법도 토양침식 방지에 크게 이바지한다.

종합적 방제체계(integrated pest management)란 생태계와의 조화를 통하여 병충해를 감소시키는 방법이다. 즉, 이 방법은 화학농약의 사용을 억제하여 해충의 천적과 익충을 보호함으로써 해충의 수를 경제적 방제밀도(economic threshold) 이내로 유지하는 생물학적 및 생태학적인 방제 방법이다. 종합적 방제체계의 도입으로 화학농약의 사용을 획기적으로 줄일 수 있고 따라서 환경오염을 크게 감소시킬 수 있다.

이 밖에도 경종과 축산의 결합은 상호 보완적으로 지속적 농업을 촉진시키고 녹비작물의 도입은 토양의 유기물 함량을 제고시키며 첨단기술을 이용한 환경보전형 비료 및 무공해, 저독성 농약의 개발은 지속적 농업의 발전에 크게 기여할 것이다.

지속적농업과 비슷한 개념으로 여러가지 용어가 쓰이고 있다. 그中最 많이 쓰이는 것으로 저투입 지속적 농업(low input sustainable agriculture: LISA), 유기농업(organic agriculture), 대체농업(alternative agriculture), 자연농업(natural agriculture), 환경보전형 농업(environmentally sound agriculture), 유기자연농업, 생물학적 농업, 생태학적 농업 등이 있다. 이러한 용어들의 정의는 학자마다 조금씩 차이가 있으나 대체로 어느 특정 분야를 강조하고 있다. 예를 들면 저투입 지속적 농업은 화학물질의 감소를, 대체농업은 전통적 농업에 대한 새로운 농법을, 환경보전형 농업은 농업의 환경보전기능에 초점을 맞추고 있다. 또한 유기농업은 합성 화학물질을 사용하지 않고 자연 유기물만 이용하는 농법으로 자연농업(자연의 법칙에 따르는 농업), 생물학적 농업(생물의 생명력을 중시하는 농업), 생태학적 농업(자연생태계와 조화를 이루는 농업) 등이 이 범주에 속한다(서종혁 외, 1992). 따라서 지속적 농업을 환경보전과 농업발전을 동시에 추구하는 포괄적인 개념이라 한다면 상기 관련 용어들은 지속적

농업의 목적을 달성하기 위한 수단의 개념을 갖는다.

2. 외국의 지속적 농업 추진 방향¹⁷⁾

지속적 농업은 각국이 처해 있는 경제, 사회, 인구, 지역, 기후, 기술 수준 등 제조건에 따라 그 목표 및 추진방향이 다르다. 미국, 영국, 독일, 프랑스를 비롯한 선진국들은 농산물 생산을 감소시켜 농산물 가격과 농가소득을 안정시키고 미래의 생산성 유지를 위해 토양생태계를 보호하는 것이 지속적 농업의 주 목표가 되고 있다. 이에 반하여 인도, 인도네시아, 이디오피아 등 열대 및 아열대권 지역의 개발도상국들은 만성적 식량부족 문제를 해결하기 위하여 비료와 농약의 증투, 토양유실 방지, 습지 및 경사지 개발, 수리사업 등 보다 과학적이고 현대적인 농업기술을 통한 식량의 안정적 확보에 주력하고 있다.

미국의 지속적 농업은 1970년대 후반부터 시작되었다. 화학물질에 크게 의존하는 전통 농업은 심각한 토양유실과 환경오염 문제를 야기시켰고 이를 해결하려는 움직임이 미농무성과 미 의회에서 일어났다. 그 일환으로 1978년 미농무성은 유기물에 의한 토질개선 및 토양유실 방지효과에 관한 보고서를 의회에 제출하였다(USDA, 1978).

또한 1980년 유기농업에 대한 보고 및 추천(Report and Recommendations on Organic Farming)이라는 보고서에서는 전통농업(화학물질 의존형 농업)의 문제점을 조사하고 그 대책으로 저투입, 윤작도입, 경종-축산의 결합을 중심으로한 지속적농업이 장기적으로 에너지 절약, 생산성및 수익성 면에서 유리하다고 보고하였다 (USDA, 1980). 이 보고서의 영향으로 미농무성은 LISA에 대한 연구를 본격적으로 시작하였으며 여기에 투입된 연구비는 1988년 3.9백만 달러, 1989년 4.5백만 달

17) 이 절은 많은 부분을 한두봉 외(1992)를 재정리하였다.

리, 1990년 6.7백만 달러로 매년 증가하고 있다(Parr and Hornick, 1993).

1990년 미국농업법(Farm Bill)에서는 환경보전과 농산물의 안전성 확보를 위한 적극적인 시책을 강구하기에 이르렀는데 주요내용을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 환경보전을 위한 각종 계획을 보강하였다. 종래의 보전유보계획(Conservation Reserve Program: CRP)은 습지유보계획(Wetlands Reserve Program), 농업용수보호계획(Agricultural Water Quality Protection Program), 환경개선계획(Environmental Easement Program)을 포함한 환경보전을 위한 경작유보계획(Environmental Conservation Acreage Reserve Program)으로 발전하였다. 동 계획은 토양침식이 심한 토지와 습지 또는 환경보전 가치가 있는 경지를 보호하며 수질향상을 도모한다. 또한 1992년부터 시행된 수질보호계획은 농민들에게 토양유실방지 및 수질오염 감소기술을 습득할 수 있는 기회를 제공하고 있다.

둘째, 운작을 장려하기 위하여 종합농업경영계획(Integrated Farm Management Program)을 실시하고 있다. 이 프로그램에 참여하는 농민은 그들의 경지면적의 20%를 지정된 환경보전작물에 할애하여야 하는데 정부에서는 1995년까지 매년 120~200만ha를 참여시킬 계획이다.

셋째, 지속적 농업에 대한 연구개발 투자를 미농무성 뿐만 아니라 주립대학을 비롯한 각연구소까지 확대하였다. 미농무성 농업연구소(Agricultural Research Service)는 생물학적 병충해 방제, 종합농업경영계획, 토양유실 방지, 오염감소 기술개발에 연간 94백만 달러를 투자하고 있다(한두봉, 1992). 또한 각 州政府도 연방 정부의 연구투자에 자극을 받아 개별적으로 지속적 농업의 정착을 위한 연구에 많은 예산을 할애하고 있다.

넷째, 농약의 안전사용을 도모하기 위하여 농약기장규정(Pesticide

Recordkeeping)을 시행하고 있다. 이 규정에 의하면 사용이 제한된 농약을 사용하는 농민 또는 기타 사용자는 농약명, 사용량, 살포시기, 살포장소 등을 2년간 기록 보관하여야 한다. 이 기록은 농약, 건강 및 환경과 관련된 주 또는 연방정부 기관에 의하여 이용되며 이 규정을 어기는 경우에는 벌금을 부과하고 있다.

다섯째, 유기농산물 보증제도(Organic Certification)를 만들어 유기농산물의 생산, 생산방식, 생산요소, 검사 및 보증에 관한 각종 사항을 규제하고 있다. 이 제도는 유기농산물의 품질기준을 정하여 소비자를 보호하는 동시에 생산자에게는 가격차별화를 가능케 함으로서 유기농업의 정착에 크게 기여할 것으로 기대되고 있다.

이 밖에도 농무성에 새로운 부서를 신설하여 농업과 환경의 상호영향을 평가하고 농업 환경 정책을 수립, 수행하는데 부심하고 있다.

EC는 1970년대 중반부터 환경보전을 위하여 산간지 등 조건불리지역 및 경관유지 지역에 대한 장려금을 지급하였으며 1980년대 중반부터는 휴경보상금을, 1989년 CAP 1차 개혁에서는 조방농업을 통하여 농촌환경을 보호하고 농가소득을 보장하는 정책을 지향하여 왔다. 현재 실시되고 있는 환경관련 직접보상제도는 조건불리지역 장려금, 경관유지 장려금, 축산조방화 장려금, 전작장려금, 휴경장려금 등이 있으며 회원국들은 각국의 상황에 따라 구체적인 기준을 조정할 수 있도록 하였다. 한편 1992년 CAP 2차 개혁안에는 농촌환경보호와 전원관리를 위하여 농민의 역할을 강조하는 농업환경 실행계획이 포함되어 있다. 주요내용을 살펴보면 곡물생산에 있어 비료와 농약의 사용억제, 과밀화된 축산단지에 대한 사육두수 감축, 자연환경의 보전, 유휴농지와 폐경지에 대한 조치 등이다.

이 계획에 따라 덴마크는 1997년까지 농약사용량을 현 수준의 50%까지 감축하기로 결정하였으며 영국에서는 질산염 민감지역에 대한 오염 방지대책을 수립하였다. 한편 네덜란드는 1991년 경쟁력있고 안전하며 지속가능한 농업을 정착시키기 위하여 농업구조규약(Agricultural

Structure Memorandum)을 발표하였다. 이 규약의 기본방향은 소비자 기호에 부응하는 품질고급화, 저투입농업을 확립하기 위한 종합생산체계 수립, 청정기술의 개발로 오염물질 배출량 감축, 지속적 농업의 정착을 위한 조세, 보조금 등 경제적 유인과 사회적 지지를 유도하는 것이다. 이의 일환으로 2000년까지 농약사용량을 50% 감소시킬 예정이며 질산염의 환경부하량을 70~90% 감축할 계획이다. 또한 복해를 접하는 국가들과 공동으로 복해로 방출되는 농약, 질산염 등 오염물질을 1995년까지 현수준의 50%로 감축할 것이며 농업부문 에너지 사용도 2000년까지 1980년의 50% 수준으로 낮출 예정이다. 이를 위하여 농업환경부문에 매년 3.5~7.5억 길더(한화 약 1,470~3,150억원)의 예산을 투입할 계획이다.

일본은 지속적 농업에 큰 비중을 두지 않고 있다가 1992년 6월 신농정에 처음으로 환경보전형 농업과 식품안전에 대한 정책방향이 강조되었다. 환경보전형 농업을 확립하기 위한 신농정의 시책은 첫째, 환경오염을 고려한 시비 및 방제를 추진하기 위하여 기존의 시비기준 및 병충해 방제기준을 재검토하며 둘째, 産·學·官이 협력하여 환경보전형 농업에 대한 연구개발을 추진하며 셋째, 지력의 유지 증진을 위하여 가축분뇨 등 폐유기물의 활용방안을 적극 검토하고 있다. 이 밖에도 농업, 농촌이 갖는 국토 및 환경보전 기능이 유지되도록 토지개량사업과 경관보전사업을 추진하고 있다.

3. 우리 나라의 지속적 농업 추진 현황

우리나라는 1980년대까지의 식량증산 정책의 영향으로 정부 주도로 지속적 농업이 추진된 바 없으며 지속적 농업의 개념조차 정립되지 못했다. 그러나 최근 농업으로 인한 환경오염과 식품의 안전도에 대한 국민의 관심이 고조되면서 지속적 농업에 대한 정책수립의 필요성을

느끼게 되었다. 현재 우리나라에서 추진되고 있는 지속적 농업은 유기농업, 저투입농업을 위한 연구개발, 가축분뇨 재활용, 폐농자재 수거 및 재활용 등이 있다.

가. 유기농업

현재 우리나라에서 생산되고 있는 유기농산물 재배면적은 약 750ha로 추정되며 매년 약 30%씩 생산량이 증가하고 있다(서종혁외, 1992). 이러한 유기농업은 정부의 지원이 없이 민간 차원에서 추진되고 있다. 유기농산물의 종류는 총 50여종으로 곡물류, 채소류, 과일류, 축산물이 있으며(표 6-1), 생산량은 대략 쌀 700톤 내외, 상치 100톤, 포도 28톤, 계란 1,200만개 정도이다.

유기농업에 의한 생산량을 일반농업의 그것과 비교하면 쌀 0.68, 포도 0.73, 시설상치 1.63, 계란 0.9로 시설상치를 제외하면 일반농업보다 생산량이 낮다. 한편 소득비율(유기농업/일반농업)은 쌀 0.93,

표 6-1 우리나라의 유기농산물의 종류

구 분	품 목
곡 물 류	쌀, 보리, 콩, 조, 수수, 메밀, 팥, 율무, 옥수수, 밀, 땅콩
서 류	감자, 고구마
채 소 류	배추, 양배추, 시금치, 상치, 쪽갓, 케일, 깻잎, 부추, 파, 근대, 샐러리, 아스파라가스(엽채류) 무우, 당근, 마늘, 양파(근채류) 오이, 참외, 수박, 멜론, 토마토, 고추, 가지, 호박, 딸기, 피망(과채류) 취나물, 고사리, 도라지, 느타리버섯, 두릅, 더덕(산채류)
과 실 류	사과, 포도, 복숭아, 자두, 살구, 감, 배
축 산 물	계란, 육계, 토종닭, 돼지, 우유, 소, 평, 멧돼지

자료: 서종혁외, 강원도지역 유기-자연농산물 개발계획. KREI, 1991.

포도 2.58, 시설상치 1.63, 계란 2.01로 쌀을 제외하면 유기농업의 소득은 높은 편이다. 이와 같이 유기농업은 소득이 높은 장점이 있는 반면 문제점도 많다. 첫째, 유기농업은 화학농약을 살포하지 않기 때문에 잡초와 병해충의 발생이 많고 따라서 제초 및 방제를 위한 노동력 수요가 높아 진다. 또한 토양의 비옥도를 유지, 증진시키고 작물의 내병충성을 증진시키기 위해서는 다량의 퇴비를 투입해야 하는데 퇴비 제조에 많은 시간, 노력 및 비용이 소요된다. 둘째, 유기농산물과 일반 농산물의 구분이 곤란하여 가격차별화를 기하기 어렵다. 이것은 소비자에게는 식품안전도에 대한 불신을, 생산자에게는 가격에 대한 불이익을 초래하게 된다. 셋째, 유통 구조가 취약하고 가격변동이 심하다. 넷째, 기술과 자본이 부족하여 시설현대화가 어려워지며 증수 및 품질관리에 애로점이 많다.

나. 저투입 농업을 위한 연구개발

종전에는 식량증산을 위주로 농업정책이 추진되었기 때문에 시비량도 수량을 극대화하는 수준까지 증투할 것을 추천하였다. 그러나 이윤극대화 수준을 초과하는 시비량은 한계비용이 한계수익보다 크기 때문에 농민의 소득을 증진시키지 못하고 오히려 환경오염만을 가중시킨다. 이러한 문제점을 해소하기 위하여 농촌진흥청에서는 시비추천량을 개선하였다. 작물 및 肥種에 따라 차이가 많으나 개선된 추천량은 종전추천량보다 20-60% 낮은 수준이다(표 6-2). 그러나 이러한 추천량이 모든 토양이나 지역에 공통적으로 적용될 수 없고 또 작물에 따라서는 아직도 새로운 추천량이 밝혀지지 않은 것이 있기 때문에 이에 대한 더 많은 연구가 뒤따라야 할 것이다. 이 밖에도 환경보전형 완효성 비료와 인산 과다 지역을 겨냥한 저인산비료 등을 개발하고 있으나 아직 실용화 단계에는 이르지 못한 실정이다.

병충해 방제도 과거에는 병해충의 밀도에 관계없이 농약을 살포하였으나 최근에는 경제적 방제의 개념이 도입되고 있다. 즉, 한계비용이

표 6-2 작물별 시비 추천량 개선

단위: 성분량 kg/10a

구 분	종전추천량(1992이전)			개선추천량(1993)		
	N	P	K	N	P	K
고추	24	20	23	19.0	11.2	14.9
토마토, 오이	30	20	20	24.0	16.4	23.8
무	28	15	24	28.0	5.9	15.4
배추	32	20	27	32.0	7.8	19.8
고구마	7	7	18	5.5	6.3	15.6
감자	10	10	15	10.0	8.8	13.0

자료: 농촌진흥청.

한계수익을 넘는 경우에는 병해충이 발견되더라도 방제를 하지 않는 것이다. 이 수준을 경제적 방제밀도(economic threshold)라 하는데 벼 멸구의 경우는 (표 6-3)에 나타나 있다. 앞으로 이와 같은 연구가 작물별, 지역별, 병해충별로 이루어져야 하며 그 결과가 농민에게 시급히 보급되어야 할 것이다. 이 밖에도 무공해, 저독성, 선택성, 생물농약 등이 연구 개발되고 있으나 실용화 되지는 못하고 있는 실정이다.

다. 기 타

이외에도 지속적 농업의 일환으로 추진되고 있는 사업은 가축분뇨

표 6-3 벼멸구의 경제적 방제 밀도

단위: 마리/평

구 분	7월하~8월 상순	8월 중순	8월 하순	9월 상순	9월 중순
조생종	20	150	900	-	-
중생종	10	30	150	900	-
만생종	10	115	300	300	900

자료: 농촌진흥청.

재활용과 폐농자재 수거사업이 있다. 축산폐수의 정화 및 가축분뇨의 퇴비화 사업은 정부의 지원으로 추진되고 있는데 1991~93년까지 1,322억원이 소요되었다. 그러나 아직도 전체분뇨발생량의 50% 정도(약21만M/T)는 환경에 부하되고 있어 사업의 효율화와 철저한 감시·감독이 요구된다.

폐비닐과 폐농약병은 한국자원재생공사에서 有償收去하고 있으나 수거율이 저조하다(표 4-5 참조). 이것은 수거비가 낮아 농민의 호응도가 저조하기 때문이다. 수거율 제고를 위해서는 효율적인 수거체계와 적절한 수거비가 산출되어야 할 것이다. 또한 폐농기계, 폐농기구, 생활쓰레기 등의 효율적인 수거방안도 수립해야 할 것이다.

4. 향후 연구과제

지속적 농업의 발전을 위해서는 다음과 같은 연구가 선행되어야 한다.

○ 지속적 농업의 추진체계 연구

- 지속적 농업의 추진목표 설정: 농업발전과 환경보전을 감안한
적정목표 설정
- 지속적 농업을 농업구조개선 차원에서 종합적으로 추진할 수 있는
방안 강구
- 작목(commodity)별 세부 추진방안 마련

○ 화학비료 투입 감소 방안 연구

- 적정시비량 결정
현재와 같은 수량극대화를 지양하고 수익극대화를 위한 시비수
준 결정
- 합리적인 시비방법 개발

작물이 필요로 하는 시기에 필요로 하는 양만큼 시비함으로써
비료의 효율제고

- 환경보전형 비료개발: 피막비료, 화학적 완효성비료, 산화방지제 비료 등
- 토양검정(soil test)의 대중화와 토양검정시설의 공급 확대 방안

○ 유기질비료 증투 방안 연구

- 퇴비를 저가로 생산, 공급 및 살포할 수 있는 방안 강구
퇴비제조기 개발, 퇴비발효효소제 개발, 퇴비살포기 공급 등
- 지역내에서 경종농업과 축산을 합리적으로 결합할 수 있는 방안 강구
- 가축분뇨 퇴비화 촉진 방안

○ 병충해방제의 효율화 방안 연구

- 병해충 종합방제체계의 확립과 실천방안 강구
- 농약사용의 효율화 방안 : 방제시기, 경제적 방제 밀도 등
- 저독성, 무독성, 생물농약의 개발과 실용화 방안

○ 합리적인 윤작체계의 개발

- 병충해 및 잡초 발생을 억제하기 위한 답전윤환체계 개발
- 토양의 물리성 및 비옥도 증진을 위한 off-season 녹비작물 재배체계 개발

○ 유기 및 저투입 농산물 유통체계 개선연구

- 유기 및 저투입 농산물의 기준과 품질인증제도
- 유기 및 저투입 농산물의 유통구조개선과 가격안정화 방안
- 유기 및 저투입 농산물의 판매전략

제 7 장

농업환경 관련 법적 규제

1. 환경관련 기본법률 개요

우리나라의 환경관련법률은 1970년대까지는 공해방지법만 있었으나 1978년 7월 1일 환경보전법이 제정되면서 두법을 절충하여 시행하여 왔다. 그후 국제적인 환경보전 강화 움직임과 국내 환경오염의 심각성 증대로 1991년 2월에는 환경보전법 대신 환경정책의 기본적인 법률로서 환경정책기본법을 제정하였을 뿐만아니라, 공해원인별로 구체적인 법률을 제정, 보완하는 복수주의를 택하고 있다. 그러나 이러한 환경관련 법률들은 전체적으로 구체화 및 세분화 되지 못한 부분이 많아 매년 개정되고 있는 실정이다.

환경정책기본법에 규정된 환경보전의 기본이념을 보면, 환경의 질적인 향상 및 보전을 통한 쾌적한 환경의 조성은 국민의 건강과 문화적 생활의 향유, 국토의 보전과 항구적인 국가발전에 필수 불가결한 요소이기 때문에 이를 위해 국가, 지방자치단체, 사업자, 국민 모두는 보다 양호한 환경유지조성에 노력해야 할 것으로 되어 있다(환경정책 기

본법 제2조). 환경정책의 기본목적은 환경으로 인한 위해를 예방하고 자연환경 및 생활환경을 적정하게 관리, 보전하는데 있다(동법 제1조). 여기에서 환경이라 함은 자연 및 생활환경을 포괄하며, 자연환경이란 지하, 지표(해양포함) 및 지하의 모든 생물과 이들을 둘러싸고 있는 미생물적인 것을 포함하는 자연상태를 가르킨다. 생활환경은 대기, 물, 폐기물, 소음, 진동, 악취 등 사람의 일상생활과 관계된 일체의 환경을 포함한다(동법 제3조).

환경규제 및 보전에 관련된 법률을 중요 내용별로 구분해 보면 (표 7-1)과 같다. 그러나 여기에 열거된 법률만이 환경에 관련된 전부는 아니다. 왜냐하면 과거부터 각 부처별로 부분적으로 소관하여 온 법률들이 보완적으로 적용되고 있을 뿐만 아니라, 법 상호간에 보완적, 대

표 7-1 우리나라의 환경관련 기본법률체계

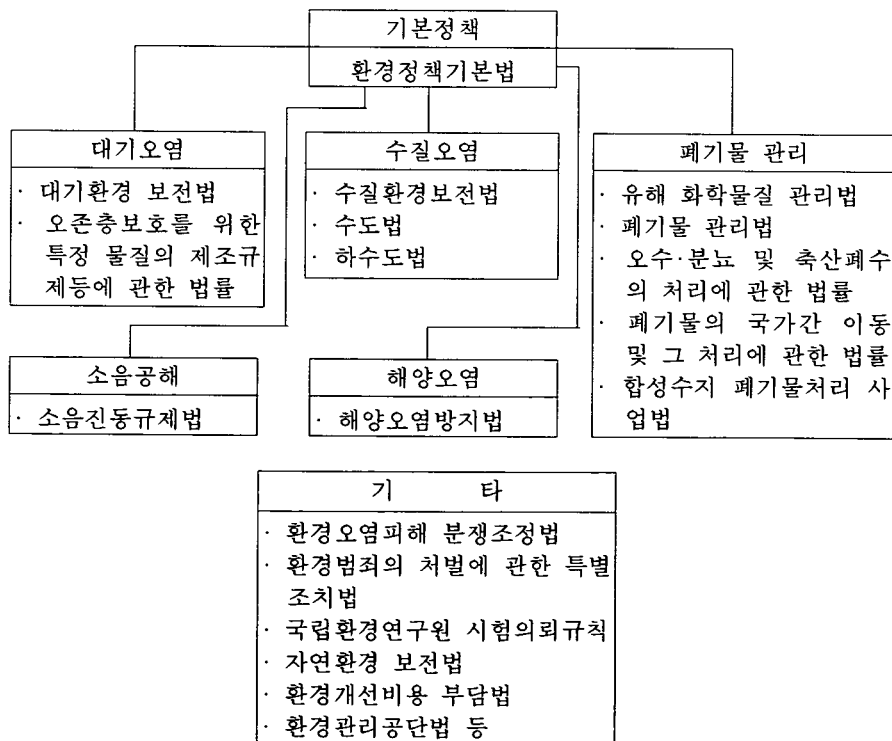
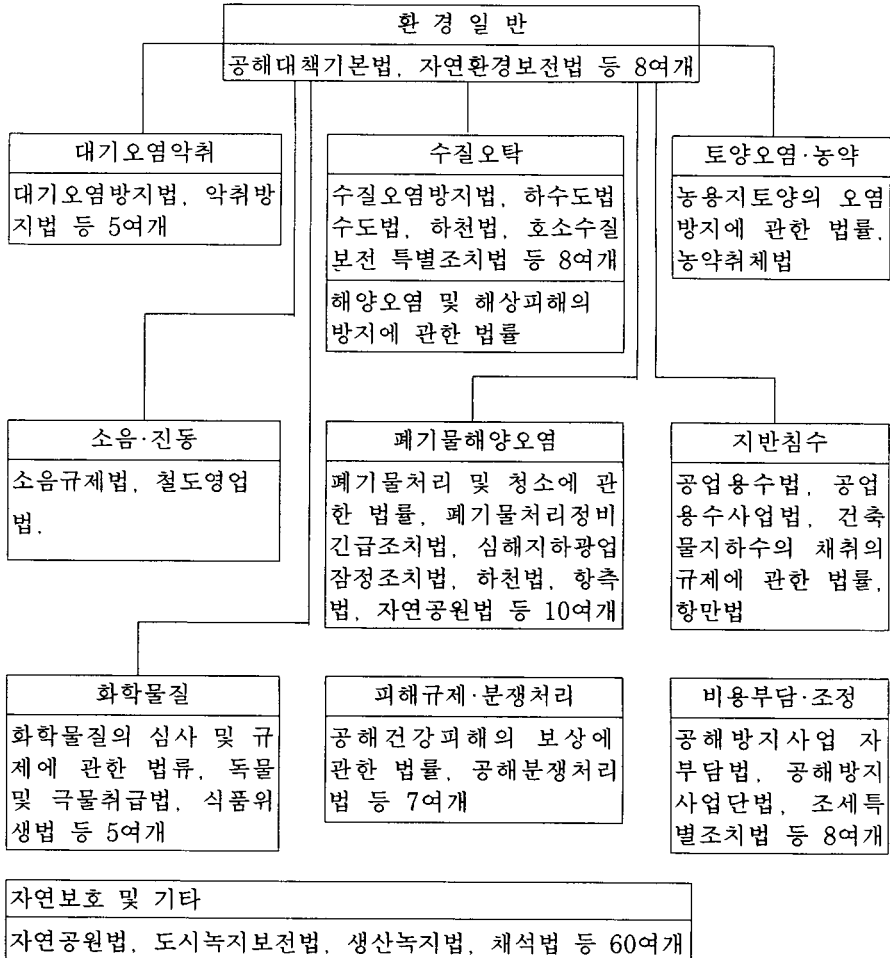


표 7-2 일본의 환경관리 기본법률체계



체적 기능들을 수행하고 있기 때문이다. 또한 환경이란, 범위가 워낙 방대하여 우리 일상생활에서 무관한 것이 거의 없을 정도이기 때문에, 직·간접적으로 많은 부분과 연관되어 있다.

일본의 경우에도 환경법률체계나 환경보전의 목적, 기본이념(공해대책 기본법, 자연환경보전법)이 우리나라와 비슷하다(표 7-2). 단지 환경관련

법률의 체계와 시기면에서 차이가 있다. 먼저 우리나라의 경우 중앙정부 단위에서 환경관련법률이 체계화되어 왔으나, 일본은 지방정부 (1949년 동경도(都)의 공장공해방지조례, 1990년 오오사카부(府)의 사업장 공해방지조례 등)를 중심으로 관련법률이 체계화되어 왔다. 환경관련법률의 조직적 정비가 우리나라는 1990년 전후에 이뤄졌으나, 일본은 1960년대 후반에서 70년대 초반 (1967년 공해 대책기본법, 1970년 대기오염 방지법, 수질오탁 방지법, 1972년의 자연환경 보전법 등)에 이뤄져 우리나라 보다 약 10~20여년 앞서 있다. 또한 법률체계 및 내용면에서도 우리나라 보다 구체적이다.

2. 농업 환경 관련 법률체계

농업환경에 관한 법률은 농림수산부 뿐만 아니라 환경처, 보사부 등과 연관된 것들이 많다. 농업환경은 농업생산과정 그 자체로부터 영향을 받기도 하지만 다른 한편으로는 외부의 환경변화로 인해 농업의 생산환경이 영향 받을 수도 있기 때문이다. 따라서 농업환경에 영향을 미칠 수 있는 농업 내외의 환경관련 법률이 광범위하게 종합적으로 검토되어야 할 것이다. 그러나 이러한 총괄적인 접근은 대상의 불특정성, 환경영향 및 피해의 가변성 등으로 인해 결과가 나타나기 전에 그것을 분석하기가 매우 힘들다.

이 연구에서는 위와 같은 현실적인 어려움으로 인해 중요한 농업환경 관련 내용을 중심으로 하여 법률을 검토하는 방법을 취하였다. 그 중심 내용은 편의상 첫째, 용수 및 토양오염, 둘째 축산폐수, 셋째 농산물 오염(농약), 넷째 비료 및 사료의 순서로 하였으며 각각의 내용별 관련 법규체계는 (표 7-3)과 같다.

표 7-3 농업환경 관련 법률체계

구 분	용수·토양오염	축산폐수	농산물오염(농약)	비료, 사료
환경정책기본법	○	△	△	△
수질환경조정법	○	△	△	—
폐기물관리법	△	○	—	—
오수·분뇨 및 축산 폐수의 처리에 관한 법률	△	○	—	—
농약관리법	○	—	○	—
비료관리법	△	—	△	○
식품위생법	—	—	○	—
축산법	—	○	—	—
사료관리법	—	—	—	○
농산물검사법	—	—	△	—

주: ○; 관련 △; 준관련 —; 비관련

3. 농업환경 내용별 법률 분석

가. 용수 및 토양오염

환경정책기본법(제10조 2항 및 동시행령 2 조)과 수질환경보전법(제45조)에 의하면 특정수질유해물질에 의한 오염방지를 위해 농용수의 수질기준을 정할 수 있도록 되어 있다. 동법에 의해 분류된 농업용수의 등급은 4급이며, 하천과 호소의 경우에 따른 각각의 기준은 (표 7-4) 및 (표 7-5)에 나타나 있다.

일본의 경우, 공해대책 기본법(제9조)에 기초한, “수질오탁에 관계한 환경기준에 대해서(환고1, 1986)”에는 공공용수역의 수질오탁으로부터 사람의 건강을 보호하고, 생활환경(동법 제2조 제2항)을 보전하

표 7-4 하천의 농업용수 수질 기준

구 분	등 급	이용목적별 적 용 대 상	기 준				
			수소이온 농 도 (PH)	생물화학적 산소요구량 (BOD) (mg/l)	부 유 물질량 (SS) (mg/l)	용 존 산소량 (DO) (mg/l)	대장균 군 수 (MPN/100) (mg/l)
생활 환경	Ⅳ	공업용수2급 농업용수	6.0-8.5	8이하	100이하	2이상	-
사 람 의 건 강 보 호	전 수 역	카드뮴(Cd): 0.01mg/l이하, 비소(As): 0.05mg/l이하 시안(CN): 검출되어서는 안됨. 수은(Hg): 검출되어서는 안됨. 유기인: 검출되어서는 안됨. 납(Pb): 0.1mg/l이하 6가크롬(Cr ⁶⁺): 0.5mg/l이하 폴리크로리네이티드비페닐(PCB): 검출되어서는 안됨. 음이온 계면활성제(ABS): 0.5mg/l이하					

표 7-5 호소의 농업용수 수질 기준

구 분	등 급	이용목적별 적 용 대 상	기 준						
			수 소 이 온 농 도 (PH)	화학적 산소요 구량 (BOD) (mg/l)	부 유 물질량 (SS) (mg/l)	용 존 산소량 (DO) (mg/l)	대장균 군수 (MPN /100ml (mg/l)	총 인 T-P (mg/l)	총질소 T-N (mg/l)
생활 환경	Ⅳ	공업용수2급 농업용수	6.0 -8.5	8이하	15 이하	2이상	-	0.1 이하	1.0 이하
사 람 의 건 강 보 호	전 수 역	카드뮴(Cd): 0.01mg/l이하 시안(CN): 검출되어서는 안됨. 수은(Hg): 검출되어서는 안됨. 유기인: 검출되어서는 안됨. 납(Pb): 0.1mg/l이하 비소(As): 0.05mg/l이하 6가크롬(Cr ⁶⁺): 0.5mg/l이하 폴리크로리네이티드비페닐(PCB): 검출되어서는 안됨. 음이온 계면활성제(ABS): 0.5mg/l이하							

주: 총인, 총질소의 경우 총인에 대한 농도비율이 7미만일 경우에는 총인의 기준은 적용하지 아니하며, 그 비율이 16이상일 경우에는 총질소의 기준을 적용하지 아니한다.

는데 필요한 환경기준이 정해져 있다. 생활환경보전에 관한 환경기준을 보면, 먼저 하천의 경우 우리나라와 같이 농업용수를 공업용수 2급(유형:D)과 같이 구분하고 있으며 그 기준도 동일하다. 호소의 경우 농업용수는 B유형(수산 3급, 공업용수 1급)으로 구분되어 있으며, 화학적 산소요구량이 5mg/l이하, 용존산소량은 5mg/l 이상으로서 우리나라 보다 강화되어 있다. 총인과 총질소는 그것만의 독립된 기준에 의해 농업용수는 수산3종(공업용수, 환경보전)과 같은 5급이며 기준치는 우리나라와 동일하다.

우리나라의 경우, 사람의 건강보호에 관한 환경기준에서는 9개 물질에 대해 규제하고 있다. 이것은 일본의 경우에도 마찬가지이다. 다만 규제물질의 종류가 다르다. 카드뮴, 시안, 비소, 유기인, 납, 6가크롬, PCB는 기준치에서도 양국이 같다. 그러나 우리나라에서 규제하고 있는 음이온 계면활성제(ABS)가 일본에서는 규제되지 않고, 수은의 경우 우리 나라에서는 일체 허용되지 않는 반면 일본에서는 총수은(0.0005mg/l이하)과 알킬수은(검출되어서는 안됨)으로 구분하여 규정하되 자연적 요인에 의한 경우 총 수은은 0.001mg/l이하 까지 허용되고 있다.

수질환경보전법(제46조)에 의한 경우, 특정수질유해물질에 의해 오염된 토양에서 생산된 농산물은 수거하여 폐기할 수 있도록 하고 있다. 여기에 해당하는 토양의 오염기준(동법시행령 30조)을 보면(표 7-6)과 같다. 여기에서는 논·밭의 경우만을 규정하고 밭은 제외되어 있다. 반면 일본은 농·림지 토양의 오염방지 등에 관한 법률(법률 제139, 1970)에서 논과 밭의 토양오염에 관해 규제하고 있다. 논·밭의 경우 쌀 1kg에서 카드뮴 1mg이상이 발견되는 토지와 토성이 거의 동일한 모든 논에서 생산된 농작물(쌀 포함)의 수거폐기가 가능하며, 밭의 경우에는 비소와 동이 토양 1kg당 각각 15mg, 125mg 이상 함유되어 있을 경우 여기서 생산된 농산물을 폐기할 수 있도록 규정하고 있다.

표 7-6 논·의 오염기준

구 분	특정수질 유해물질의 종류	오 염 기 준
토양 (논에 한함)	1. 카드뮴 및 그 화합물 2. 동 및 그 화합물 3. 비소 및 그 화합물	생산된 현미중의 카드뮴함량이 1mg/kg이상 토양중의 동함량이 125mg/kg 이상 토양중의 비소함량이 15mg/kg 이상

나. 축산폐수

축산폐수에 대한 규제는 축산폐수 처리시설이 허가대상이나 혹은 신고대상이나에 따라 규제내용이 상이하다. 먼저 축산폐수 정화시설을 설치하여야 하는 축산시설의 범위는 폐기물관리법(제15조 3항 및 동시행령 8조)에 의해 규정되고 있다. 여기에는 우리나라에서 많이 사육되고 있는 돼지, 소, 말, 닭, 오리의 사육시설에 대해서만 규정되어 있다(표 7-7). 축산폐수와 관련된 특징은 대부분 규제 규모설정이 사육면적에 의존하고 있다는 점이다.

축산폐수 배출시설은 축산규모에 따라 허가대상(오수 분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률 시행령 제5조)인 경우와 신고대상(동법 시행령 제7조)인 경우로 구분되는데, 각각의 대상기준 축산규모는 (표 7-8) 및 (표 7-9)와 같다. 허가대상인 축산폐수 배출시설은 돼지, 소, 말의 사육시설에서 비교적 대규모만을 규정하고 있으며, 신고대상인 경우는 닭, 오리, 양이 추가되고 비교적 소규모시설에 한정되어 있다.

축산폐수 처리시설을 거쳐 방류되는 방류수의 수질기준은 오수 분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률 시행규칙 (제7조)에 (표 7-10) 및 (표 7-11)과 같이 규정되어 있다. 1995년까지 적용되는 축산폐수 공동처리시설의 방류수 수질기준은 생물화학적 산소요구량이 40mg/l이하, 부유물질량 70mg/l이하로 되어있다. 그러나 1996년 이후에는 이

표 7-7 축산폐수시설 설치대상 축산시설

시설의 종류	규 모
돼지사육시설	면적 500m ² 이상 1,400m ² 미만. 다만, 청소지역에서는 면적 250m ² 이상 700m ² 미만
소 사육시설	면적 700m ² 이상 1,200m ² 미만. 다만, 특별청소지역에서는 면적 350m ² 이상 600m ² 미만
말사육시설(경마장에 부속된 말사육시설을 포함함)	면적 1,000m ² 이상 1,200m ² 미만. 다만, 특별청소지역 에서는 면적 500m ² 이상 600m ² 미만
닭·오리사육시설	면적 1,000m ² 이상. 다만, 특별청소지역에소는 면적 500m ² 이상

주: 동일사업장(동일한 폐수정화시설을 사용할 수 있는 범위내의 사업장을 말함)내에서 2개이상의 축산시설이 있을 경우에는 각각의 시설의 면적을 합산한 것으로 한다. 다만, 시설의 종류가 다를 경우에는 다음 산식에 의하여 산출한 수치의 합이 1이상인 경우는 축산폐수 정화시설 설치 대상으로 한다.

$$\frac{\text{제1축산시설의 면적}}{\text{해당축산시설 기준면적}} + \frac{\text{제2축산시설의 면적}}{\text{해당축산시설 기준면적}} + \dots \geq 1$$

표 7-8 허가대상 축산폐수 배출시설

시설의 종류	규 모
돼지 사육 시설	면적 1,400m ² 이상. 다만, 수질보전 특별대책지역 및 상수 보호구역에서는 면적 700m ² 이상으로 한다.
소 사 육 시 설	면적 1,200m ² 이상. 다만, 수질보전 특별대책지역 및 상수 보호구역에서는 면적 600m ² 이상으로 한다.
말 사 육 시 설	면적 1,200m ² 이상. 다만, 수질보전 특별대책지역 및 상수 보호구역에서는 면적 600m ² 이상으로 한다.

주: 동일사업장내에서 같은 종류의 시설이 2이상 있는 경우에는 각각의 시설의 면적을 합산한 것을 당해 시설의 규모로 한다. 다만, 다른 종류의 시설이 2이상 있는 경우에는 다음 식에 의하여 산출한 수치의 합이 1 이상이면 허가대상 축산폐수배출시설로 본다.

$$\frac{\text{제1축산시설의 면적}}{\text{해당축산시설 기준면적}} + \frac{\text{제2축산시설의 면적}}{\text{해당축산시설 기준면적}} + \dots \geq 1$$

표 7-9 신고대상 축산폐수 배출시설

시설의 종류	규 모
돼지사육시설	면적 250m ² 이상 1,400m ² 미만
소사육시설	면적 350m ² 이상 1,200m ² 미만.
말사육시설	면적 350m ² 이상 1,200m ² 미만
닭·오리사육시설	면적 500m ² 이상
양사육시설	면적 500m ² 이상

주: 동일사업장내에서 같은 종류의 시설이 2이상 있는 경우에는 각각의 시설면적을 합산한 것을 당해 시설의 규모로 한다. 다만, 다른 종류의 시설이 2이상 있는 경우에는 다음 식에 의하여 산출된 수치의 합이 1이상이면 신고대상 축산폐수배출시설로 본다.

$$\frac{\text{제1축산시설의 면적}}{\text{해당축산시설 기준면적}} + \frac{\text{제2축산시설의 면적}}{\text{해당축산시설 기준면적}} + \dots \geq 1$$

표 7-10 축산폐수 공동처리시설의 방류수 수질 기준

구 분	생물화학적 산소요구량 (mg/l)	부유물질량 (mg/l)	기 타 (mg/l)
1995.12.31까지	40이하	70이하	-
1996. 1. 1이후	30이하	30이하	총질소 : 120이하 총인 : 16이하

표 7-11 축산폐수 정화시설의 방류수 수질 기준

구 분	축산폐수 배출시설의 설치허가를 받은 자가 설치한 축산폐수 정화시설	축산폐수 배출시설의 설치신고를 한 자가 설치한 축산폐수 정화시설
생물화학적 산소요구량	150이하	1,500이하
부유물질량(mg/l)	150이하	-

수도법 제3조의 규정에 의한 상수보호구역, 환경정책기본법 제22조의 규정에 의한 특별대책지역 및 수질환경보전법 제33조의 규정에 의한 특정호소 수질관리 구역에 있어서의 축산폐수 배출시설의 설치허가를 받은 자가 설치한 축산폐수 정화시설의 방류수 수질 기준은 생물화학적 산소요구량 및 부유물질량 50mg/l이하로 한다.

리한 규제가 더욱 강화될 것으로 보인다. 아울러 총인과 총질소의 량도 규제될 것으로 보인다. (표 7-11)에는 허가 및 신고된 축산폐수 정화시설의 방류수 수질기준이 생물학적 산소요구량과 부유물질량에 대해 나타나 있다.

일본의 경우, 수질오탁방지법(법률 제138호, 1970)에 따른 배수기준을 정한 총리부령(총령 30, 1985)에 의하면, 모든 폐수에서 (표 7-12)에 규정된 유해물질은 강력한 규제대상이 되고 있다. 그리고 나머지 배출수의 오염 허용기준은 (표 7-13)의 규정에 따르고 있다(법 제1조). 단, 축산업의 경우, 질소함유량은 260mg/l(일평균130)으로, 인함유량은 500mg/l(일평균 24)으로 다소 낮은 기준치로 규제되고 있다. 우리와 달리 최고치 규제에 일평균 규제제도가 도입되고 있다.

한편 일본 축산 폐수의 화학적 산소요구량은 업종별로 구체적으로 규정되어 있다. “화학적 산소요구량에 대한 총량규제 기준에 관계한 업종 그외 구분 및 그 구분에 따른 범위(환고 108, 1990)”에 의하면 축산업의 경우 (표 7-14)에 의해 규정되고 있다. 여기에서 우리나라와 다른 것은 사육면적보다는 배출수의 량을 규제기준으로 사용하고

표 7-12 폐수의 유해물질 기준(일본)

유해물질 종류	허 용 한 도
카드뮴 및 그 화합물	0.1mg/l
시안 화합물	1mg/l
유기인 화합물(파라치온, 메칠파라치온, 메칠치메톤 및 EPN에 한함)	1mg/l
납 및 비소화합물	납 1mg/l
6가크롬 화합물	6가크롬 0.5mg/l
비소 및 그 화합물	비소 0.5mg/l
Alchyle 수은 화합물	검출되서는 안됨
PCB	0.03mg/l
Trichloro ethylene	0.3mg/l
Tetrachloro ethylene	0.1mg/l

표 7-13 배출수의 오염상태 허용기준(일본)

항 목	허 용 한 도	항 목	허 용 한 도
수소이온농도 (수소지수)	해역이외 공공용수 에 배출된 경우: 5.8~8.6 해역에 배출되는 경우: 5.0~9.0	동함유량(mg/l)	3
생물화학적 산소 요구량(mg/l)	160(일간평균120)	아연함유량(mg/l)	5
화학적 산소요구량 (mg/l)	"	용해성철함유량(")	10
부유물질량(mg/l)	200일(일간평균150)	용해성망간함유량(")	10
Normal핵산추출물 질함유량(광유류함 유량 mg/l)	5	크롬함유량(mg/l)	2
Normal핵산추출물 질함유량(동식물유 지류 함유량mg/l)	30	비소함유량(mg/l)	15
황닐류함유량(mg/l)	5		
		대장균군수(개/cm ³)	일 평균 3,000
		질소함유량(mg/l)	120(일 평균 60)
		인함유량(mg/l)	16(일 평균 8)

주: 1일 평균 배출량이 50m³이상 공장 또는 사업장에 해당.

표 7-14 축산폐수의 화학적 산소 요구량(일본)

업 종	화학적 산소요구량(mg/l)					
	C, Co		Cj		Ci	
	이상	이하	이상	이하	이상	이하
축산업(일평균 배수량 1,000m ³ 이상의 사업장)	40	60	40	60	30	50
축산업(일평균 배수량 1,000m ³ 미만의 사업장)	70	120	70	100	60	90

주: 이외 230개업종의 화학적 산소요구량도 규정됨.

C: 총량기준에 의해 도도부현지사가 정한 일정 화학적 산소 요구량

Cj: 새로운 특정시설이 설치된 지정지역내 사업장 및 새롭게 설치된 지정지
역내 사업장에 있어서 총량 규제 기준을 대신하여 적용하는 특별총량기
준으로 도도부현지사가 정한 날 이후에 특정시설의 설치 또는 구조 등
의 변경시 도도부현지사가 정한 일정 화학적 산소요구량

Ci: 도도부현지사가 정한날 부터 Cj를 정하기 전까지의 화학적 산소요구량

있다는 점이다.

다. 농산물오염 (농약)

농산물의 오염은 토양이나 물에 의한 경우(용수, 토양에서 검토), 농약에 의한 경우, 색소나 방사선에 의한 경우등 여러가지 경로에 의해 발생된다. 이 가운데 가장 중요한 것은 농약에 의한 농산물의 오염이다. 농약에 의한 오염은 직접적인 오염과 일정 경로를 통한 오염(잔류성으로 인한)으로 구분된다. 따라서 농산물 생산, 가공 등에 사용된 농약으로 인한 오염을 방지하기 위해서 그의 사용금지, 취급제한과 함께 농산물에 포함할 수 있는 농약의 최대허용량을 규제하게 된다.

지금까지 우리나라에서는 살포된 농약이 토양 및 작물에 오랫동안 잔류하여 환경 및 인체에 위해를 가져오는 토양잔류성 농약과 작물잔류성 농약, 물에 잔류하여 수서생물에 피해를 일으키거나 수질을 오염시키는 수질오염성 농약, 그리고 포유동물에 대하여 독성이 강한 맹독성농약의 제조 및 사용을 제한하여 오고 있다. 이에 따라 토양 및 작물 잔류성이 강한 PMA, DDT, BHC 등은 1970년 전후, 맹독성 농약인 Aldicarb, Heptenophos 등은 1991년 이후 제조 및 사용이 금지되었다(부표 7-1 참조).

정부에서는 농약의 안전한 사용을 위해 안전사용 기준을 확대하고 있으며 일부품목은 취급자체를 제한하고 있다. 농약의 작물별 안전사용법 기준은 1978년 19개 품목에 대해 사용금지기간 및 사용회수가 설정되었으며, (표 7-15)에서 보는 바와 같이 1993년 4월 현재 총 530개 고시 품목가운데 364개가 설정되어 있다.

한편 1958년에는 농림수산부 고시 제304호(1958. 1. 21)에 따라 유독성 농약 5종에 대해 취급제한을 하기 시작하였으며, 맹독성, 고독성, 잔류성, 어독성등 20여개의 농약에 대해 수송, 보관, 판매 및 사용 등을 엄격히 제한하고 있다(부표 7-2 참조).

농약에 의한 농산물 오염은 보건사회부가 고시하는 작물별 농약잔류

표 7-15 농약의 안전사용기준 고시 현황(1993.4.3 현재)

약 제 별	고시품목수	안 전 사 용 기 준	
		고시품목수	제외품목수
(수도용)	(117)	(108)	(9)
살균제	61	52	9
살충제	49	49	0
살균·살충제	7	7	0
(원예용)	(281)	(254)	(27)
살균제	126	106	20
살충제	152	147	5
살균·살충제	3	1	2
(제조제)	(107)	(0)	(107)
(기타)	(25)	(2)	(23)
계	530	364	166

허용기준에 의하여 규제되고 있다. 식품위생법(제14조), 수질환경보전법(제47조), 농약관리법(제4조) 등에 관련된 농산물의 농약잔류허용기준은 1993년 12월 현재 37개 농약, 56개 농산물에만 적용되고 있다(부표 3-1 참조). 또한 1993년 7월이후 농약잔류허용기준의 추가설정을 위해 67개 농약에 대해 입법고시하고 있는 중이다(부표 7-3 참조).

한편 식품공전에 의하면 천연식품으로써 식육, 어패류, 야채류, 과일 및 그 단순가공품에는 타르색소를 사용치 못하게 하고 있다. 자연식품으로써 콩나물의 총수은량은 0.1mg/kg이하로 규제되고 있으며, 식품의 발아억제, 살충 및 숙도조절 목적에 한하여 방사선 조사가 허용되고 있으며, 이 경우 식품별 조사기준은 (표 7-16)과 같다.

일본 농약취체법(법률 82호, 1948)에 의하면, 정부는 (표 7-17)에 나와 있는 물질을 유효성분으로 하는 잔류성 및 오염성 농약의 사용을 규제하고 있으며 (법제 12조), 사용시는 표준용기 사용방법 등을 준수토록하고 있다. 특히 이들 농약을 사용할 경우에는 농지개량 조장법(법률 제165호, 1948)에 따른 개량 보급원 또는 식물방역법 (법률 제151호,

표 7-16 허용대상 식품별 흡수선량(^{60}CO 감마선 기준)

식 품	량
감자, 마늘, 양파	0.15K Gy이하
밤	0.25K Gy이하
생버섯	1K Gy이하
건조버섯	1K Gy이하
건조향신료(고추, 마늘, 파, 양파, 후추 및 생강)	10K Gy이하

1950)의 병충해 방제원 혹은 그에 준하는 것으로 도도부현지사가 지정한 자의 지도를 받도록 하고 있다. 일본의 농약안전사용 기준은 우리나라와 달리 모범에서부터 강하게 규제하고 있다.

“유기염소계 농약의 판매금지 및 제한을 정한 성령(농령 26, 1971)”에 따르면, Gamma BHC와 DDT를 유효성분으로 하는 농약은 판매금지 되었으며, 잔류 및 오염성 농약제재로서 엔드린, 딜드린, 알드린을 유효성분으로 할 경우에는 용기에 적용병해충 범위와 사용방법(예컨대 딜드린제의 경우 적용병해충의 범위는 송충이류 기타 수목(과수 제외)을 해하는 곤충, 사용방법은 벌채된 수목, 기타, 토지로부터 분리된 수목 혹은 뿌리에 살포, 도포할 것)을 반드시 명기하도록

표 7-17 잔류 및 오염성 농약 지정(일본)

구 분	작 물 잔 류 성	토 양 잔 류 성	수 질 오 염 성
유효성분	산성비산연 엔도린(별명)제	딜드린(별명)제 알도린(별명)제	테로도린(별명) 엔도린 벤조핀 * PCP또는 나트륨염 혹은 칼슘염 로테논 *

* 는 현재 등록된 농약임.

하고 있다.

또한 “작물잔류성 농약 혹은 토양잔류성 농약에 해당하는 농약을 사용하는 경우에 있어서 적용병해충의 범위 및 그 사용방법에 관하여 사용자가 준수해야 할 기준을 정한 성령(농령 24, 1971)”에 따르면 해당 농약의 적용병해충, 약제사용방법, 적용재배작물, 작물재배시기에 따른 사용금지기간, 사용회수 등이 상세히 기술되어 있다. 나아가 농약취체법(제3조 제1항 4호~7호)에 규정하고 있는 작물에 대한 농약잔류 기준을 90여개 작물별, 200여개 약제별로 환경청장관이 고시(환고 48, 1973)하여 잔류농약에 대해 엄격히 규제 관리하고 있다. 이와 같은 식품의 잔류독성에 관한 규제는 우리 나라보다 훨씬 광범위하고도 상세하다.

일본 식품위생법(법률 233호, 1947)의 제2장에 근거하고 있는 “식품, 첨가물의 규격기준 (소화 34, 후고 370)”에는 식품으로서 농산물에 일정 유해물질이 포함되지 않을 것 혹은 일정수준 이하일 것이 규정되어 있다. 여기에는 쌀을 비롯하여 과실, 채소 및 차에 이르기 까지 260여종의 식품에 대한 유해물질 허용치를 규정해 놓고 있다(부표 7-4참조). 이외에도 농약 취체법(제3조 제1항 제4호에서 제7호까지)에서도 잔류성 농약에 대한 규제를 하고 있다(농약부문).

라. 비료 및 사료

비료관리법(제3조)에 의하면 농수산부장관은 비료 종류별로 함유할 수 있는 유해성분의 최대량을 정할 수 있도록 되어 있다. 그러나 현재 재까지 복비(1, 2, 3종)의 경우에만 유해성분의 최대량은 질소, 인산, 가리 각각의 최대주성분량의 합계량이 함유율 1%에 대해 황청산화물 0.025, 비소 0.005, 아질산 0.02, 뷰렛태질소 0.01, 설파민산 0.005, 및 가용성 인산함유율 1%에 대하여 카드뮴 0.00018로 규제되고 있다. 정부에서는 최근 농업환경의 보호차원(비료관리법 목적에 표시)에서 비료관리법에 대한 전면적인 개정을 검토하고 있다.

사료관리법(제14조)에는 유해사료의 제조를 금지하고 있는데, 여기에서 유해사료라 함은 동물에 해로운 유독성 물질이 기준이상함유되어 있거나 질병의 원인이 되는 경우이다. 동법 시행령에 의한 유해사료의 범위와 기준은 (부표 7-5 참조)과 같으며, 6개 중금속물질 대해 허용기준이 명시되어 있다.

일본에 있어서 사료유해물질의량은 규제를 위한 수단으로서 보다는 행정지도하기 위한 지도기준으로 활용되고 있다(부표 7-6 참조). 이러한 기준은 우리나라와는 달리 18종에 대한 농약류의 지도기준이 추가되어 있다. 중금속의 경우에는, 우리나라와는 달리 특정사료에만 포함되어 있는 불소와 크롬이 제외되고 독성이 강한 카드뮴이 추가되어 있다.

정부의 “배합사료 제조용 동물약품 첨가사용 지침(농사산고시 제 860-18호, 1986)”에는 배합사료제조시 첨가되는 동물용 항생물질 및 항콕시듬제, 설파제 등 항균물질의 사용기준을 정하여 놓고 있다. 이는 이들 물질이 축산물내에 잔류하여 식품의 안전성을 저하시킬 가능성이 있기 때문이다. 현재 동지침에는 49개 항생 및 항균물질의 투입 허용량이 3개 축종별(15개 세분)로 나타나 있다(부표7-7 참조). 물론 이표에 나타나 있지 않은 물질의 투입은 금지되고 있다. 이외에도 항균곰팡이제는 배합사료 M/T당 3,000g이상, 황산화제는 15g 이상 사용이 불가하다. 또한 착유중 젖소, 유산양 및 도살전 7일내에 사용되는 배합사료에는 항균물질을 사용치 못하게 하고 있다. 이와 같은 규제는 일본도 마찬가지이다(부표 7-8 참조).

나아가 동일한 배합사료내에 동일한 항균, 항생물질의 첨가를 규제하고 있다. (표7-18)에 나타난 각란에 표시된 항균 및 항생물질은 동일 배합사료내에 2중이상 사용이 불가하며 이러한 규제는 일본에 있어서도 동일하다(부표 7-9 참조). 사료도 식품이나 비료 등과 같이 공정규격이 “사료의 공정규격(농수산부 고시 제85-42호, 1985)”에 표시되어 있다. 또한 식품공전에는 식품으로서 축산물내에 포함될 수 있는 항생 및 항균물질의 최대허용량이 규정되어 있다(부표 7-10 참조).

표 7-18 동일배합사료내 2종 이상 사용 금지 항생 및 항균물질

구 분	항생 및 항균물질	
제 1 란	암프로리움, 에도파베이드, 암프로리움·에도파베이드, 설파퀴 녹사린, 염산 로베니딘, 크로피돌, 조렌, 테코퀴네이트, 나이 카바진, 할로푸기논, 모넨신나트륨, 리사로시트나트륨, 살리노 마이신	
제 2 란	테스도마이신A, 하이그로마이신B, 모란텔시트레이트	
제 3 란	아연바시트라신 엔라마이신 치오펩틴 바시트라신메칠렌디살리실레이트 염산클로테트라싸이클린 타이로신 에리스로마이신 아보파신	홍산네오마이신 린코마이신 스포라마이신 밤버마이신 버지니아마이신 옥시테트라싸리클린 4급 암모늄 키다사마이신
제 4 란	오라퀸독스 황산콜리스틴 염산클로르테트라싸리클린	카바독신 옥시테트라싸이클린 4급 암모늄

4. 향후 연구과제

지금까지 본 장에서는 농업환경에 관련된 법률의 체계를 먼저 살펴 보고, 농업환경의 내용에 따라 크게 4가지로 구분하여 관련된 법률의 내용을 분석하여 보았다. 환경관련 기본법률의 체계 그리고 법률내용의 구성에 있어 일본의 영향이 적지않았음은 여러 곳에서 볼 수 있었다. 특히 일본의 경우 우리보다 먼저 환경공해문제에 직면하게 되었

고, 그의 규제를 위해 일찍이 법정비가 이뤄져 왔다. 따라서 우리나라보다 법률체계나 구성이 광범위하고 구체화되어 있음은 당연한 것이다. 가능한 많은 부문에서 일본의 경우와 비교하려고 했던 것은 바로 이와 같은 이유에서였다.

먼저 분석을 통해 나타난, 따라서 앞으로 보완, 개선되어야 할 첫 번째는 환경관련 법률의 체계를 구체적인 사안별로 분류하고, 체계화하는 작업이 요구된다는 것이다. 지금까지는 환경문제가 발생했을 경우 사후적인 규제대안으로써 관련법률이 제정, 개정되는 경향이 적지않았다. 그러나 다행스럽게도 이웃 일본의 선례가 우리에게 주는 교훈은 중요하다. 바꾸어 말하면 환경문제의 발생이전에 그것의 방지차원에서 어느부분의 법률내용이 정비되어야 하는가를 일본은 잘 보여주고 있다. 농업환경에 관련된 법률도 마찬가지다. 물론 일본의 법률이 합리적이고 타당한 것은 아니나 이것은 우리 나라의 환경관련 법체제를 정립하는데 참고 될 수 있을 것이다.

각종 오염규제의 지표는 절대적인 수치와 상대적인 수치로 분류될 수 있다. 절대적인 규제지표로써는 폐수내에 포함될 수 있는 최대의 유해물질량등이 될 것이며, 상대적인 규제수치는 농약의 잔류허용기준(음식물 섭취량과 역비례)과 같은 것이다. 현재 국내에서 제시되고 있는 각종 규제지표는, 그것이 상대적이든 절대적이든, 그 규제의 타당한 근거제시가 미흡하다. 적어도 우리나라보다 선진국으로 분류되는 환경보호국가의 규제지표만이라도 제시되어야 한다.

국제공인기구에서 사용금지되고 있는 농약이 국내에서도 사용된다는 이야기는 공공연한 사실로 굳어지고 있다. 사실상 일반국민들은 구체화된 환경규제의 지표가 가지는 의미와 필요성을 알기 힘들다. 따라서 보다 투명한, 국제기준에 비교한 규제지표 설정노력과 아울러 과정의 공개가 필요하다. 쉬운 법률용어를 사용하여 일반인의 법에 대한 접근과 이해를 용이토록 하는 것도 바람직하다.

농업용수와 토양의 오염은 대부분 비농업적 공해발생의 결과 나타나

게 되는, 농업피해의 결과가 많다. 유해한 농약을 과다 살포했을 경우 함유된 유해물질이 배수에 혼합되어 인축이나 작물에 유해할 수도 있다. 그러나 이것보다는 비농업부문에서의 폐기로 인한 경우가 많다. 그런데 이러한 결과로 나타나는 농업피해의 규제제도가 구체화되어 있지 못하다. 그 구체적인 실태에 대한 분석도 미비하다. 따라서 여기에 관련된 법규정비가 필요하다. 나아가 유해 중금속의 종류도 선진국수준으로 확대하는 것이 바람직하며, 토양의 경우 오염 규제대상토지를 발까지 확대하여야 할 것이다.

축산폐수의 규제지표는 가능한한 모든 축산물에 대해서 규정토록 하며, 규제대상 기준도 사육규모보다는 배출량으로 하는 것이 합리적이다. 폐수시설 설치규정을 빠져나가기 위해 이웃한 연립축사를 건립하는 경우도 있다. 이러한 부분까지를 관리할 수 있도록 제도적 보완책을 강구해 두는 것이 좋을 것이다. 배출가능한 전체폐수량과 폐수에 포함할 수 있는 유해물질의 총량도 일본과 같이 규제하는 것이 바람직하다.

농산물내 잔류농약 규제는 농산물 수출입시장의 개방으로 더욱 강화되어야 할 부분이다. 특히 수입선국에서 사용되는 농약의 종류와 농산물별 잔류허용폭을 강화하여 국민들의 건강을 보호해야 한다. 이 부분은 자국의 농업보호라는 비관세장벽의 성격이 강하여 일방적으로 선진국의 기준에 따를 경우가 있을 수 있다. 그러나 농산물 오염의 양은 해당 농산물의 섭취량에 따라, 즉 국민간 식생활 패턴에 따라 다를 수 있다. 따라서 우리나라에 알맞은 규제지표설정과 그것의 준수가 필요하다. 나아가 농약성분이 포함된 농산물을 가공할 때 오염농도의 농축도 있을 수 있다. 이부분에 대해서도 규제책을 마련해야 한다.

유해사료의 범위와 기준은 과거 10여년전에 제정된 것으로써 보완, 수정되어야 할 부분이 많다. 예컨대 불소나 크롬은 일부 특수사료에만 사용되고 있다. 낱의 경우 단미사료와 배합사료 모두 동일한 기준이 제시되고 있는 데 이것은 비합리적이다. 왜냐하면 단미사료를 배합할 때 포함된 중금속의 양은 상대적으로 적어질 수가 있기 때문이다.

제 8 장

환경보전과 농업 발전을 위한 정책 및 연구과제

1. 기본방향

한 나라의 복지는 농업생산과 환경의 질의 함수이며 그 두가지 요소는 서로 상반관계에 있다. 따라서 후생극대화를 위해서는 농업발전과 환경보전이 적절히 조화를 이루어야 하며 이것이 농업 및 환경정책의 중요한 쟁점이 된다.

그 동안 우리나라의 농업은 괄목할 만한 성장을 이루어 왔다. 농업생산성은 2.6~4배 증가하였으며 국민의 영양공급도 질적 양적으로 많이 향상되었다. 그러나 경지면적의 계속적인 감소로 단위면적당 부양인구수는 증가하고 있으며 식량자급율은 하락추세에 있다. 또한 농림어업분야의 국제수지는 계속 악화되고 있으며 이 부문의 저성장성이 국가경제 성장의 걸림돌이 되고 있다.

한편 우리나라의 환경은 결코 좋은 상태에 있는 것은 아니다. 토양의 비옥도는 저하되고 있으며 수질오염도 인간의 건강과 농업 생산을 위협하는 수준에 임박해 있다. 또한 식품의 안전성도 안심할 정도는

못되며 휴경 및 폐경으로 자연경관의 파괴가 우려되고 있다.

이와 같이 우리나라의 농업은 아직 만족할 만한 수준이 아니며 환경 또한 더 이상 악화되어서는 안된다. 이러한 상황을 고려할 때 우리나라의 농업이 추구해야 할 방향은 지속적 농업일 것이다. 적절한 공해 감소 정책과 환경보전 지원정책을 병행하면서 환경과 우호적인 농업생산을 추진함으로써 자원 및 환경을 보전하고 동시에 농업의 경제성과 식품의 안전성을 확보하여야 할 것이다.

2. 세부 추진과제

우리나라의 농업을 이러한 기본방향으로 유도하기 위해서는 몇가지 추진해야 할 세부과제가 있다.

첫째, 환경보전 및 농업발전의 목표를 뚜렷이 설정해야 한다. 환경의 질을 너무 추구하다 보면 농업성장이 위축되고 농업발전 위주의 정책을 수행하면 환경이 악화되기 쉽다. 따라서 양자를 적절히 조화시킬 수 있는 합리적인 목표를 설정해야 한다.

둘째, 농업 및 농촌의 환경오염 실태를 정확히 파악해야 한다. 이것은 첫번째 과제를 수행하기 위해서도 필요하다. 즉, 환경보전 목표를 설정하려면 우선 환경의 실태부터 먼저 알아야 할 것이다. 토질, 수질 및 식품의 안전성에 대한 철저한 조사를 하여야 한다. 우리나라의 농촌 음용수는 20~30m 깊이의 관정에서 양수하기 때문에 비료, 농약 및 가축분뇨 등에 오염되었을 가능성이 크다. 특히 시설원예 밀집지역, 원예단지, 과수단지 등은 비료 및 농약사용량이 많으며 사질토양의 비중이 높기 때문에 지하수 오염가능성이 높다. 음용수의 수질검사는 정기적으로 실시하여 오염 진행속도도 파악하여야 한다. 이 밖에도 폐비닐, 폐농약병, 폐농기계 등의 자연경관 파괴현황도 조사해야 할 것이다.

셋째, 농업의 환경오염기능과 환경보전기능을 과학적인 방법으로 평가하고 이의 경제적 가치를 산출하여 환경정책에 이용해야 한다. 즉, 환경오염의 사회적비용을 평가하여 공해세에 적용하고 농업의 공익적 기능은 보조정책에 활용해야 한다.

넷째, 우리나라 실정에 알맞는 환경보전 정책을 개발해야 한다. 이론적으로 개발된 각 제도의 장단점을 세밀히 연구하여 우리나라에 적용가능성을 파악하고 이 제도의 시행으로 야기되는 농업생산의 증감, 농가소득의 변화, 식량공급 능력 등을 면밀히 검토해야 한다. 또한 선진국의 사례를 조사하여 시행시의 문제점을 예측하고 이에 대한 대책도 마련해야 한다.

다섯째, 지속적농업의 추진을 위한 각종 연구를 수행하여야 하며 (이 부분에 대한 세부사항은 6장 4절 참조).

여섯째, 환경보전과 농업발전을 위한 연구개발, 인력양성 및 농민지도 사업을 강화시켜야 한다.

3. 우선 추진과제

이와 같은 과제들은 대부분의 경우 다학문적 (interdisciplinary) 연구를 필요로 하며 자연과학분야에는 많은 예산이 소요되어 단기간내에 시행이 어려운 과제도 있다. 그러나 몇몇 과제들은 시급히 연구되어야 하며 많은 예산을 필요로 하지 않는 것도 있다. 이러한 과제들을 선별하면 다음과 같다.

- 농촌공해의 실태와 감소방안
 - 농촌음용수의 오염실태와 그 대책
 - 농촌쓰레기 오염실태와 감소방안
 - 폐농자재 수거 및 재활용대책
 - 가축분뇨의 효율적 이용방안

- 지속적 농업의 추진방향에 관한 연구
- 공해감소대책의 비교연구 (정책실험)
- 국제환경규제와 우리나라의 농업
- 유기 및 저투입 농산물 유통체계개선과 가격안정화 방안
- 국내외 농업환경 법적규제 비교연구
- 지속적 농업을 위한 합리적인 윤작체계 도입에 관한 연구

부표 3-1 농산물중 농약 잔류허용기준

구 분	식품명		쌀	보리	옥수수	콩류	대두	감자	고구마	배추	양배추	상추	시금치	쭈갓	파	무	당근	양파	고추	오이	가지	트마드	딸기	참외	사과	배	감귤류	복숭아	
	농약명																												
고 시 (88.9.13) 시 행 중 (89.9.1)	D D T H H C 알드린 및 디엘드린	0.2 0.2 0.01 0.01	0.2 0.2 0.01 0.01	0.2 0.2 0.01 0.01	0.2 0.2 0.01 0.01	0.2 0.2 0.01 0.01	0.2 0.2 0.01 0.01	0.2 0.2 0.01 0.01	0.2 0.2 0.01 0.01	0.2 0.2 0.01 0.01	0.2 0.2 0.01 0.01	0.2 0.2 0.01 0.01	0.2 0.2 0.01 0.01	0.2 0.2 0.01 0.01	0.2 0.2 0.01 0.01	0.2 0.2 0.01 0.01	0.2 0.2 0.01 0.01	0.2 0.2 0.01 0.01	0.2 0.2 0.01 0.01	0.2 0.2 0.01 0.01	0.2 0.2 0.01 0.01	0.2 0.2 0.01 0.01	0.2 0.2 0.01 0.01	0.2 0.2 0.01 0.01	0.2 0.2 0.01 0.01	0.2 0.2 0.01 0.01	0.2 0.2 0.01 0.01		
	엔테린폴	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
	다다이엔	0.1	5.0			1.0	0.05	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	
	EPN 아지논	0.1		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
	다다이엔	0.3		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5		0.5	0.2	0.5	0.5	0.5		0.5	0.5		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
	파라치온	0.1	0.3	0.3	0.3	0.1	0.1	0.1	0.3	0.3	0.3		0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3		0.3	0.3		0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	페니트로치온	0.2		0.2	0.1	0.1						0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2		0.2	0.2		0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	
	페니트로치온	0.1																											
	다다이엔	0.3																											
	다다이엔	0.3																											
고 시 (90.12.24) 시 행 중 (92.1.1)	다다이엔	0.1	0.1	0.1	0.5					0.5	0.5		0.5							0.3	0.3	0.1			1.0	0.1	0.1	0.1	
	다다이엔	0.1	0.1	0.1	0.5					0.5	0.5		0.5							0.3	0.3	0.1			1.0	0.1	0.1	0.1	
	다다이엔	0.1	0.1	0.1	0.5					0.5	0.5		0.5							0.3	0.3	0.1			1.0	0.1	0.1	0.1	
	다다이엔	0.1	0.1	0.1	0.5					0.5	0.5		0.5							0.3	0.3	0.1			1.0	0.1	0.1	0.1	
	다다이엔	0.1	0.1	0.1	0.5					0.5	0.5		0.5							0.3	0.3	0.1			1.0	0.1	0.1	0.1	
	다다이엔	0.1	0.1	0.1	0.5					0.5	0.5		0.5							0.3	0.3	0.1			1.0	0.1	0.1	0.1	
	다다이엔	0.1	0.1	0.1	0.5					0.5	0.5		0.5							0.3	0.3	0.1			1.0	0.1	0.1	0.1	
	다다이엔	0.1	0.1	0.1	0.5					0.5	0.5		0.5							0.3	0.3	0.1			1.0	0.1	0.1	0.1	
	다다이엔	0.1	0.1	0.1	0.5					0.5	0.5		0.5							0.3	0.3	0.1			1.0	0.1	0.1	0.1	
	다다이엔	0.1	0.1	0.1	0.5					0.5	0.5		0.5							0.3	0.3	0.1			1.0	0.1	0.1	0.1	
고 시 (90.12.24) 시 행 중 (93.1.1)	다다이엔	0.1	0.1	0.1	0.5					0.5	0.5		0.5												1.0	0.1	0.1	0.1	
	다다이엔	0.1	0.1	0.1	0.5					0.5	0.5		0.5												1.0	0.1	0.1	0.1	
	다다이엔	0.1	0.1	0.1	0.5					0.5	0.5		0.5												1.0	0.1	0.1	0.1	
	다다이엔	0.1	0.1	0.1	0.5					0.5	0.5		0.5												1.0	0.1	0.1	0.1	
	다다이엔	0.1	0.1	0.1	0.5					0.5	0.5		0.5												1.0	0.1	0.1	0.1	
	다다이엔	0.1	0.1	0.1	0.5					0.5	0.5		0.5												1.0	0.1	0.1	0.1	
	다다이엔	0.1	0.1	0.1	0.5					0.5	0.5		0.5												1.0	0.1	0.1	0.1	
	다다이엔	0.1	0.1	0.1	0.5					0.5	0.5		0.5												1.0	0.1	0.1	0.1	
	다다이엔	0.1	0.1	0.1	0.5					0.5	0.5		0.5												1.0	0.1	0.1	0.1	
	다다이엔	0.1	0.1	0.1	0.5					0.5	0.5		0.5												1.0	0.1	0.1	0.1	

갑	포도	마늘	땅콩	참깨	고사리	레몬	피망	수박	메론	살구	자두	키위	밀	아몬드	파파야	망고	체리	오렌지	자몽	파인애플	바나나	견포도	애플도	양상추	호박	셀러리	아스파라	거스	호프	버섯류	
0.2 0.2 0.01 0.01	0.2 0.2 0.01 0.01	0.2 0.2 0.01 0.01	0.2 0.2 0.01 0.01	0.1	0.2	0.1 0.2 0.01 0.01	0.1 0.2 0.01 0.01	0.2 0.2 0.01 0.01	0.2 0.2 0.01 0.01	0.2 0.2 0.01 0.01	0.2 0.2 0.01 0.01		0.1 0.01 0.01	0.1	0.2 0.01	0.2 0.01	0.2 0.01	0.1 0.01	0.2 0.01	0.2 0.01	0.2 0.01	0.2 0.01	0.2 0.01	0.2 0.01	0.1 0.01	0.2 0.01	0.2 0.01	0.2 0.01	0.1	0.2	
0.1 0.1	0.1 0.1	0.1 0.1	0.1 0.1		0.5	0.7 0.5	0.7 0.5	10 5.0	2.0 5.0	10 5.0	2.0 5.0	0.2 0.2	5.0 0.1	0.2 0.1	0.5	0.5	0.1 5.0	0.7 5.0	0.7 5.0	0.7 5.0	0.5 0.1		5.0	5.0	5.0 0.1	5.0 0.1	5.0 0.1		0.1 3.0	0.5	
0.5 0.3 0.2	0.3 0.5	0.3 0.5	0.3 0.5	0.1	0.7	0.5 0.3 0.5 0.2	0.5 0.3 0.5 0.2	0.5 0.3 0.2	1.0 2.0 0.3	0.5 0.3	0.5 0.3	0.5 0.5	0.5 0.3 0.2	0.5 0.3 0.1	0.5 0.3	0.5 0.5	0.5 0.3 0.2	0.5 0.3 0.5	0.5 0.3 0.2	0.5 0.5	0.5 0.3	0.5 0.3	0.5 0.3	0.5 0.3	0.5 0.3	0.5 0.3	0.5 0.3	0.5 0.3	0.5 0.3		
0.2	0.5		2.0			1.0	1.0		1.0	1.0	1.0	1.0	3.0	1.0			1.0	1.0	1.0	0.5	0.5		1.0	1.0	1.0		1.0				
	1.0 1.0 0.2		0.1 0.1			0.1			0.1	1.0	0.5		2.0 0.2	0.1 0.3			0.1 0.2	1.0 0.3	1.0 0.3	1.0 0.3	0.2 0.3			1.0		0.1 0.5 0.2	0.3 0.5 0.2	0.3 0.5 0.2	0.3 0.5 0.2	1.0 2.0 3.0	0.3 0.5 0.2
	1.0 5.0	30 1.0	0.2	0.1	30	30 1.0		1.0	0.2 0.3			1.0 1.0	0.1 0.2	0.1 0.2	20 1.0	0.05 20	0.2 1.0	0.3 1.0	0.3 1.0	0.3 1.0	20 1.0	20 1.0	1.0 0.5	30 0.5	1.0 0.5	20 0.5	30 0.5	0.1 0.3	3.0 0.1	3.0 0.1	
	2.0 5.0	0.5 0.5	0.2 0.3 0.5			2.0		5.0	1.0 0.4 0.5				0.05 0.2	0.05 0.2			5.0 0.5				0.2 0.1 0.05 0.25		0.5	0.1	1.0 0.5 1.0 5.0	0.3 0.1 0.05 5.0	3.0 0.1 0.5 5.0	3.0 0.1 0.5 5.0	3.0 0.1 0.5 5.0		
	0.5 1.0 2.0	0.1				2.0 1.0	1.0		1.0 2.0		2.0	2.0	5.0 0.1	0.2			1.0 2.0		0.5 1.0				1.0								

비고: 1) 잔류 기준중 진한 수치는 신규 설정 종약 시존임. 2) DDT(DDD DDE포함).

부표 7-1 위해성으로 사용 금지된 농약(1993.4.3 현재)

사용금지사유	농약명(원제명)	품목명(상표명)	폐지년도
급성독성 (6)	Disulfoton	이설펜입제(다이지스톤)	1989
	Aldicarb	테막입제	1991
	Heptenophos	헵테노유제(호스타킵)	1991
	Dialifos	알리포유제(토락)	1991
	Chlorfenvinphos	그로빈유제(벌렌)	1992
	Thiometon	포스톤유지(툼벨) (6개)	1991
잔류성(15)	PMA	피엠에이유제	1969
	Dieldrin	디엘드린유제(69), 수화제(69), 분제(70)	1970
	DDT	디디티분제(69), 유제, 수화제(71)	1971
	Endrin	엔드린유제	1969
	PTA-B	피타에이비유제	1972
	Aldrin	알드린유제(69), 수화제(69), 분제(72)	1972
	PMA-Hg	침지용유기수은제(메르쿠롱)	1976
	Lead arsentate	비산연	1979
	Heptachlor	헵타크롤유제(71), 분제(79)	1979
	BHC	비에치씨미분제(69), 유제(70), 수화제(71), 분제(79)	1979
	Phosvel	호스벨분제(79), 유제(80)	1980
	Camphechlor	감배유제(독사펜)	1982
	PCNB	잔디란분제	1987
	Picloram	피크람(케이핀)	1990
	Carbophenothion	가보치수화제(트리치온) (26개)	1990
발암위해성 (9)	Chlordimeform	가루에크론(푸레치렌)유제	1977
	Chlordimeform-HCl	페나미딘입제	1981
	MH-30	마하액제	1983
	CCL ₄ +CS ₂	하이라이프훈증제	1986
	Maneb	마네브수화제	1989
	Chlorobenzilate	벤지란유제(아카루)	1989
	Amitrole	메타벤콤비수화제(우스티넥스)	1989
	Zineb	지네브수화제	1990

발암위해성 (9)	Captafol	캡타폴수화제, 액상수화제(디포라탄, 모두나)	1993
		펜코디수화제(돈나디)	1993
		포리캡타수화제(포리에스)	1993
		마디네수화제(모두산)	1993
		마니따수화제(리도밀디)	1993
		다조아수화제(리도추)	1993
		다자바수화제 (16개)	1993
최기형성 (2)	2,4,5-TP Cyhexatin	이사오티피액제	1984
		싸이틴수화제(프릭트란)	1989
		티시수화제	1990
		마이트수화제 (4개)	1990
불임성(1)	Nitrofen	니트린입제, 수화제(하이타크, 타크)	1982
		모개산도입제 (3개)	
계	33종	55개 품목	

주: 품목명중 ()안의 숫자는 폐지년도임

부표 7-2 독성농약의 공급 제한

구 분		농 약 명	제 한 내 용
독성이 강한 농약		파라치온유제 포스투신정제 아진포스메칠수화제 아조드린유제 다이메크론유제	1. 수도용 사용금지 2. 시판금지 3. 농협, 조달청, 전매청 구매분 에 한정공급
잔 류 성 농 약	유기염소제	비에치씨분제	1. 1979년 7월 1일부터 생산업자 는 전면 생산판매 금지 및 1979년 9월 6일 허가 취소 2. 시판을 금지하고 농협과 조달 청 구매분에 한정공급
		헵타크롤제제	1. 1979년 7월 1일 생산업자는 전면 판매금지 및 1979년 9월 6일 허가취소 2. 토양살충용에 한정 공급
	비산연 및 비소제	비산연 수화제	시판을 금지하고 농협 구매분에 한 정 공급
		네오아소진 분제 네오아소진 액제	수도 출수기 이후 사용금지
어독성 농약		지오릭스 분제 지오릭스 유제 박스 유제	수도용으로 사용금지
기 타		호스벨 유제 호스벨 분제 상감마에스 입제 페나미딘 유제	미국 환경연구소의 정밀독성 조사 결과 발표시까지 생산중지

부표 7-3 농약잔류허용기준 추가 설정농약(총67종)

1. Acephate (아세페이트)	2. Aldicarb (알디카브)	3. Amitraz (아미타츠)
4. Bendiocarb (벤디오카브)	5. Bentazone (벤타존)	6. Bitertanol (비터타놀)
7. Carbophenothion (카보페노치온)	8. Chinomethionat (키노메티오네이트)	9. Chlorfenvinphos (클로벤빈폰스)
10. Chlormequat (클로메퀴에트)	11. Chlorpyrifos-methyl (크로파리폴스-메틸)	12. Clofentezine (크로펜테진)
13. Cyfluthrin (싸이프루쓰린)	14. Cyhalothrin (싸이할로쓰린)	15. Cypermethrin (사이페메스린)
16. Deltamethrin (델타메스린)	17. Dichlofluanid (디크로후란아이드)	18. Diflubenzuron (디푸루벤주론)
19. Dimethipin (디메티핀)	20. Ethoprophos (에디펜포스)	21. Ethiofencarb (에치오펜카브)
22. Ethion(에치온) (에치온)	23. Ethoprophos (에쏘프로포스)	24. Ethoxyquin (에속시퀸)
25. Etrifos (에트림포스)	26. Fenbutatin oxide (펜부타틴-옥사이드)	27. Fensulfothion (펜설펜치온)
28. Fenvalerate (펜발라레이트)	29. Flucythrinate (프루싸이쓰린에이트)	30. Fluvalinate (플루발린에이트)
31. Glufosinate (글루포신에이트)	32. Glyphosate (글리포세이트)	33. Imazalil (이마자릴)
34. Maleic Hydrazide (말레익 하이드라자이드)	35. Metalaxyl (메탈락실)	36. Methamidophos (메타미더포스)
37. Methoprene (메쓰폴렌)	38. Metribuzin (메트리부진)	39. Oxamyl (옥사밀)
40. Parathion-methyl (파라치온-메칠)	41. Pendimethalin (펜디메탈린)	42. Permethrin (페메쓰린)
43. Phorate (포레이트)	44. Phosalone (포살론)	45. Phoxim (폭심)

부표 7-3(계속)

- | | | |
|--|--------------------------------------|-------------------------------|
| 46. Phosmet
(포스메트) | 47. Pirimicarb
(피리미카브) | 48. Procymidone
(프로시미돈) |
| 49. Propamocarb
(프로파모카브) | 50. Propargite
(프로파자이트) | 51. Propiconazole
(프로피코나졸) |
| 52. Pyrethrins
(프레스린) | 53. Sethoxydim
(세톡시딤) | 54. Terbufos
(터브포스) |
| 55. Thiobencarb
(치오벤카브) | 56. Thiodicarb
(치오디카브) | 57. Thalometjrin
(터브포스) |
| 58. Triadimefon
(트리아디메폰) | 59. Triadimenol
(트리아디메놀) | 60. Trichlorfon
(트리클로폰) |
| 61. Triflumizole
(트리플미졸) | 62. Triforine
(트리포린) | 63. Vamidothion
(바미도치온) |
| 64. Aluminum Phosphide
(알루미늄 포스파이드) | 65. Ortho-phenylphenol
(오르쏘-페닐펜놀) | 66. Thiabendazole
(치아벤다졸) |
| 67. Carbendazim
(카벤다짐) | | |

부표 7-4 식품 첨가물 등의 규격기준(일본)

구 분	쌀	소 맥	옥수수	메밀	
카드뮴(그 화합물)	1.0ppm미만				
엔도린	×	×	×	×	
덜드린(알도린 포함)	×	×			
피라라치온	×		0.3ppm	0.3ppm	
BHC	0.2ppm이하	0.2ppm이하	0.1ppm이하	1.0ppm이하	
EPN	0.1				
카루파리루	1.0				
다이아지논	0.1				
후에니트로치온	0.2				
후엔치온	0.05				
후에트에트	0.05				
피마라치온	0.1				
DDT/DDD 및 DDE포함)		0.2	0.2	0.2	
취소		50ppm			
파라치온		0.3			
피테루도린(알도린 포함)			×	×	
.					
.					
.					

주: ×는 검출되지 않을 것, 1990년 환고 93개정 자료

부표 7-5 유해사료의 범위와 기준

유해물질명	사 료 종 류 별	허용기준(ppm)
비 소	배합사료	100
불 소	젖소 배합사료	100
	고기소 배합사료	100
	돼지 배합사료	200
	닭 배합사료	400
	광물질 첨가물	1,800
	인산염 및 칼슘염류(인 함량18%기준)	1,800
크 림	닭 배합사료	300
	닭배합사료외의 배합사료	500
	어분·어즙 흡착사료 및 골분	100
	우모분·육분·육골분 및 동물성단백질 혼합사료	300
	피혁가공분말	1,000
납	배합사료	10
	어분·어즙흡착사료·우모분·육분·육골분·피혁가공 분말·동물성단백질 혼합사료 및 광물질 첨가물	10
	골분·골회·석회석·인산염 및 칼슘염류	30
	옥수수·박류 및 낙화생 부산물	25
수 은	배합사료	0.4
	어분·어즙흡착사료·우모분·육분·육골분·피혁가 공분말·골분·동물성단백질혼합사료·석회석·인산 염 및 칼슘염류·골회·광물질첨가물·옥수수·박류 및 낙화생부산물	0.5
아프라톡신	배합사료	20ppb
	사료용 곡물 및 동부산물	50ppb
	면실박·낙화생박 및 낙화생부산물	50ppb

주: 인산염 및 칼슘염류의 불소허용기준은 인함량의 100분의 1로 한다.

부표 7-6 사료유해물질 지도기준(일본)

종 류	유 해 물 질 명	대 상 사 료 명	기준(PPM)
농 약 류 (18종)	Heptachlor (Heptachlor-epoxide)	배합사료, 목건초 등	0.02
	Dieldrin(Aldrin)		0.02
	총DDT		0.50
	BHC		0.05
	Malathion		5.0
	Parathion		0.5
	Fenitrothion		5.0
	Endrin		0.01
	Diazion		5.0
	Pirimiphos-methyl		4.0
	Piperonylbutoxide		8.0
	Ethylene Dibromide		0.1
	Carbaryl: NAC		5.0
	Chloropyrifosmethyl		3.0
	Dichlorophos		2.0
	Thiabendazole		5.0
	Fenthion: MPP		1.0
	Phenthoate: PAP		1.0
중 금 속 (4종)	납	배합사료, 목건초 등	3.0
		어분, 육분, 육골분	7.5
	카드뮴	배합사료, 목건초 등	1.0
		어분, 육분, 육골분	2.5
	수은	배합사료, 목건초 등	0.4
		어분 육분, 육골분	1.0
	비소	배합사료, 목건초 등	2.0
		어분, 육분, 육골분	7.0

곰팡이독	아프라톡신 B ₁	배합사료(우용(포유기자우용 및 유자우용을 제외), 돈용(포유기, 자우용을 제외), 계용(유추용 및 브로일러 전기용을 제외), 매추리용)	0.02
		배합사료(포유기, 자우용, 유용우용, 포유기 자돈용, 유추용, 브로일러 전기용)	0.01

주: 1) 기준의 대상이 되는 배합사료는 혼합사료(관세정율법 시행규칙 1969년 대장 성령 제16호) 별표 제1의 배합사료나 제1호에 열거한 배합사료중 배합 비율난 후단에 정해진 배합비율에 의한 것 및 동표 배합사료난 제2호에 열거한 배합사료를 말한다)를 포함하고 양식 수산동물용 사료는 포함되지 않음.

2) 「목건초등」은 목건초, 헤이큐브, 벚짖, 면실 및 사탕무우펄프를 지칭.

부표 7-7 축종별 항생 및 항균물질의 투입 허용량

대상배합사료 품명	닭					돼					소				비고
	병아리용 (육계제외)	육계용			종계용	산란계용	육성돈용	비육돈용		송아지용	송아지용	송아지용	비육우용		
		전기	중기	후기Ⅰ				후기Ⅱ	전기					후기	
나 이 스 타 틴	55	55	55	55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○ 첨가량은 배합사료 1 MT 당 첨가하는 유효성분을 말한다. ○ 표본중 "—"는 첨가하지 않는 것을 뜻한다.
테스토마이신 A	5-10	5-10	5-10	5-10	-	50-10	-	5-10	5-10	-	-	-	-	-	
린 코 아 이 신	-	2.2-4.4	2.2-4.4	2.2-4.4	-	-	-	44	44	44	-	-	-	-	
바시트라신메칠렌디살리실레이트	4.4-55	-	-	-	-	11-27.5	11-27.5	11-33	11-33	11-33	-	-	-	-	
밤 버 마 이 신	0.5-5	0.5-5	0.5-5	0.5-5	-	2-5	2-5	5-20	1-10	1-10	-	5-15	2-10	2-10	
버지니아마이신	5-15	5-15	5-15	5-15	-	10-20	10-20	5-25	10-20	10-20	-	5-80	-	-	
스펙티노마이신	-	-	-	-	-	-	-	5.5-22	5.5-22	5.5-22	-	-	-	-	
스피라마이신	5-20	5-20	5-20	5-20	-	-	-	5-100	5-50	5-20	-	5-80	5-20	-	
아 보 파 신	7.5-15	7.5-15	7.5-15	7.5-15	-	-	-	10-10	5-20	5-20	-	5-40	15-40	15-40	
아연바시티라신	4-50	4-50	4-50	4-50	-	4-50	10-50	10-100	4-40	4-40	-	10-100	4-40	-	
에이스로마이신	5-20	5-20	5-20	5-20	-	20	-	10-70	10	10	-	13.2-247	13.2-247	13.2-247	
엠 리 마 이 신	1-10	1-10	1-10	1-10	-	1-10	-	2.5-20	2.5-20	-	-	-	-	-	
엽산옥시테트라린	5-100	50-100	50-100	50-100	-	5-20	-	5-100	10-50	10-50	-	50-100	50-100	50-82	
엽산클로르테트라린	10-55	10-55	10-55	5-20	-	10-50	-	10-100	10-50	10-50	-	10-50	10-50	5-20	
올시테트림싸인	5-55	5-55	5-55	-	-	5-55	-	5-100	10-50	10-50	-	5-50	5-50	-	

부표 7-7(계속)

대상배합사료 품명	병아리용 (육재제외)	닭				중계용	산란계용	돼				소				비고
		육계용						육성돈용	비육돈용		송아지용	송아지용	송아지용	비육우용		
		전기	중기	후기Ⅰ	후기Ⅱ				전기	후기						
치오팻틴	2-10	2-10	2-10	2-10	-	2-10	-	2-10	2-10	-	-	-	-	-	-	모네신, 살리노마이신과혼합금지
카타가마이신	5.6-11	5.6-11	-	-	-	-	-	5.6-100	-	-	-	-	-	-	-	
타이로신	4.4-55	4.4-55	4.4-55	4.4-55	-	22-55	-	22-110	22-44	22-44	-	-	-	-	-	
티아무린	-	-	-	-	-	-	-	10-40	10-40	10-40	-	-	-	-	-	
페니실린	2.6-55	2.6-55	2.6-55	-	-	-	-	10-50	10-50	-	-	-	-	-	-	
하이츠로마이신B	6-12	6-12	6-12	6-12	-	-	-	6-12	6-12	6-12	-	-	-	-	-	
황산네오마이신	10-35	10-35	-	-	-	-	-	10-100	-	-	-	10-100	10-70	-	-	
황산콜리스틴	20-20	2-20	2-20	2-20	-	2-20	-	2-40	2-40	-	-	5-40	-	-	-	
나라신	6-80	60-80	60-80	60-80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	디오터의 명칭변경
나리카바진	100-200	100-125	100-125	100-125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
데콕퀴네이트	20-40	20-40	20-40	20-40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
조렌	40-125	40-125	40-125	40-125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
라살로시그나트롬	75-125	75-125	75-125	75-125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11-33	11-33	
모네신나트롬	100-121	100-121	100-121	100-121	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.5-33	5.5-33	
살리노마이신	44-66	44-66	44-66	44-66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	20	
아프리노시드	60	60	60	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
암프로리움	40-250	40-250	40-250	40-250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
에도파베이트	2.56-16	2.56-16	2.56-16	2.56-16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

부표 7-7(계속)

대 상 배 합 사 료 품 명	병아리용 (육계용)	닭				중계용	산란계용	돼		지		소				비 고	
		육계용			후기Ⅱ			돼지용	육성돈용	비육돈용		송아지용	송아지용	송아지용	비육우용		
		전기	중기	후기Ⅰ						전기	후기						
암 프 로 리 움	100	100	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
에 도 파 베 이 트	5	5	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
설 파 퀴 녹 사 린	60	60	60	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
염 산 로 베 니 딘	33	33	33	33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
크 로 피 돌	125-250	125-250	125-250	125-250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
크 로 피 돌	100	100	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
메칠벤조퀴이트	10	10	10	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
할 로 푸 기 논	3	3	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
니 트 로 빈	10-15	10-15	-	-	-	-	-	10-25	5-15	5-15	-	-	-	-	-	-	-
로 니 다 졸	-	-	-	-	-	-	-	60	60	-	-	-	-	-	-	-	-
모란텔시트리이트	-	-	-	-	-	-	-	30	30	-	-	-	-	-	-	-	-
설 파 메 타 진	-	-	-	-	-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
설 파 치 아 졸	-	-	-	-	-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
오 라 퀴 독 스	-	-	-	-	-	-	-	15-50	15-50	-	-	-	-	-	-	-	-
카 바 독 스	-	-	-	-	-	-	-	20-50	20-50	-	-	-	-	-	-	-	-
푸 라 졸 리 돈	8.3-11	8.3-11	8.3-11	8.3-11	-	-	-	165	165	165	-	-	-	-	-	-	-

부표 7-8 대상사료가 함유할 수 있는 사료첨가물로서 항균성 물질제제의 양(일본)

단위: ton당 유효성분

단 위	대 상 사 료	닭 용 (브로일러제외)	브로일러 용		돼 지 용		소 용		
			1) 전기용	2) 후기용	3) 포유기용	4) 자돈기용	5) 포유기용	6) 유령기용	7) 비육기용
아연과시토라신	万單位	16.3~168	16.3~168	16.3~168	42~420	16.8~168	43~420	16.8~168	
나포파르신	g力價	7.5~20	7.5~20	7.5~20					
알킬트리메칠									
암모니움 칼슘옥시테	"	5~55	55~55		5~100		550	5~50	
트라사이크린									
엔폰산 스피라마이신	"	5~20	5~20		5~100				
엔라마이신	"	1~10	1~10	1~10	2.5~20	2.5~20			
키타사마이신	"	5.6~11.1	5.6~11.1		5.6~100				
크로르테트라사이크린	"	10~55	10~55		10~100		10~50	10~50	
사리보마이신 나트륨	"	50	50	50					20
치어베 푸진	"	2~10	2~10	2~10	2~10	2~10			
지스토마이신 A	"	5~10	5~10	5~10	5~10	5~10			
하이그로마이신 B	万單位	660~1,320	600~1320	600~1320	660~1320	660~1320			
화지니아 마인신	g力價	2~5	2~5	2~5	10~20	10~20			
비코자마이신	"	5~10	5~20	5~20	5~20	5~20			
후라고포스포리포르	"	0.5~5	0.5~5	0.5~5	5~20	1~10			
포리스치렌스루혼	"	1~5	1~5		0.8~40				
산 오레안도마이신									
모넨신나트륨	"	80	80	80					30
라이로시드나트륨	"	75	75	75					
황산고리스친	"	2~20	2~20	2~20	2~40	2~20	5~40		
인산다이로신	"	4.4~22	4.4~22		22~88				

부표 7-8(계속)

대상사료		단 위	닭 용 (브로일러제외)	브로일러용		돼 지 용		소 용		
사료첨가물명				1) 전기용	2) 후기용	3) 포유기용	4) 자돈기용	5) 포유기용	6) 유령기용	7) 비육기용
안프로름·에도파베트	g	안프로름								
		40~250	40~250	40~250						
		에도파베트								
아프로름·에도파베트	g	2.56~16	2.56~16	2.56~16						
		안프로름								
		100	100	100						
스루화기노키사린	g	에도파베트								
		5	5	5						
		스루화기								
오라킨톡스	g	노키사린								
		60	60	60						
구린산 모란텔	g				10~50	10~50				
구로비들	g				30	30				
데코키네트	g	125~150	125~150	125~150						
	g	20~40	20~40	20~40						

주: 대상사료란 항균성 제제물질을 포함할 수 있는 사료를 말함.
1) 부화~4주이내 2) 4주~도살전 7일 3) 생후~2월 4) 2월~4월
5) 생후~3월 6) 3월~6월 7) 6월~

부표 7-9 동일 사료에 두개 이상 사용금지 첨가물(일본)

구 분	사 료 첨 가 물
Ⅰ	안프로름·에도파베트, 안프로름·에도파베트·스루화키노키사린, 사리노마이신나트륨·데코키네트, 나이칼바진, 모넨신나트륨, 라사로시드나트륨, 구로비돌
Ⅱ	구엔산모판텔, 지스토마이신A, 하이그로마이신B
Ⅲ	아연라시토라신, 아포바르신, 알킬트리메칠암모늄 갈슘옥시테트라사이크린, 엔폰산스파라마이산, 엔라마이신, 크로르테트라사이크린, 치오펜푸지느 화지니아마이신, 후라고포스포리포르, 포리스치렌스루혼산 오레안드마이신, 인산다이로신
Ⅳ	알킬트리메칠암모늄 갈슘옥시테트라사이크린, 크로르테트라사이크린, 비코자마이신, 황산고리스친, 오라킨톡스

부표 7-10 식품내 허용 항생물질의 양(한국)

1. 항생물질

단위: mg/kg

구	분	쇠 고 기	돼지소기	닭 고 기
네오마이신(Neomycin)		0.25이하	-	-
노보비오신(Novobiocin)		1.0이하	-	-
모넨신(Monensin)		0.05이하	-	1.0이하
바시트하신(Bacitracin)		0.5이하	0.5이하	0.5이하
버지니아마이신(Virginiamycin)		-	0.1이하	0.1이하
살리노마이신(Salinomycin)		불검출	불검출	-
스트렙토마이신(Streptomycin)		-	불검출	불검출
스피라마이신(Spiramycin)		0.025이하	0.025이하	0.025이하
암피실린(Ampicillin)		0.01이하	0.01이하	-
에리스로마이신(Erythromycin)		불검출	0.1이하	0.125이하
옥시테트라사이클린(Oxytetracycline)		0.1이하		
올레안도마이신(Oleandomycin)		-	0.15이하	0.1이하
클로람페니콜(Chloramphenicol)		불검출	불검출	불검출
클로르테트라사이클린 (Chlortetracycline)		0.1이하	0.1이하	0.1이하
티로신(Tylosin)		0.2이하	0.2이하	0.2이하
페니실린(Penicillin)		0.05이하	불검출	불검출
하이그로마이신B(Hygromycin B)		-	불검출	불검출

2. 합성항균제

단위: mg/kg

구	분	쇠 고 기	돼지고기	닭 고 기
나이카바진(Nicarbazin)		-	-	4이하
니트로빈(Nitrobin, Panazon)		0.1이하	0.1이하	0.1이하
데코퀴네이트(Decoquinat)		2.0이하	-	2.0이하
설파디메톡신(Sulfadimethoxine)		0.1이하	0.1이하	0.1이하
설파메라진(Sulfamerazine)		0.1이하	0.1이하	0.1이하
설파메타진(Sulfametnazine)		0.1이하	0.1이하	0.1이하
설파모노메톡신(Sulfamonomethoxine)		0.1이하	0.1이하	0.1이하
설파퀴녹살린(Sulfaquiinoxaline)		0.1이하	0.1이하	0.1이하
암푸롤리움(Amprolium)		0.5이하	-	0.5이하
에토파베이트(Ethopabate)		-	-	0.5이하
올라퀸독스(Olaquinox)		0.05이하	-	0.05이하
옥소린산(Oxolinic Acid)		0.05이하	-	0.05이하
오르메토프림(Ormethoprim)		-	-	0.1이하
조렌(Zoalene)		-	-	3이하
치암페니콜(Thiamphenicol)		0.5이하	0.5이하	0.5이하
카바독스(Carbadox)		-	불검출	-
클로피돌(Clpoidol)		0.2이하	0.2이하	5이하
푸라졸리돈(Furazolidone)		-	불검출	-

3. 성장촉진제

단위: mg/kg

구	분	쇠 고 기	돼지고기
디에칠스틸베스트롤(Diethylstilbestrol, Des)		불검출	불검출
에스트라디올벤조에이트(Estradiolbenzoate)		0.00012이하	-
제라놀(Zeranol)		0.002이하	-
트렌볼론아세테이트(Trenboloneacetate)		0.0014이하	-
프로게스테론(Progesterone)		0.003이하	-

참 고 문 헌

- 강봉순(1992), “환경보전과 지속적 농업의 과제”, 「농경저널」, 제5호 58~65.
- 김규식, 이민효, 김복영(1978), “유해물질의 농작물 피해도 기준설정”, 「농업기술연구소 시험연구보고서」, pp. 65~72.
- 김복영(1991), “수질오염과 농업”, 「환경농학」, 한국환경농학회.
- 김복영(1992), “환경오염에 대한 농작물의 역할”, 「최신원예」, 1992. 12월호, pp. 32~35.
- 김복영, 김규식, 김복진, 한기학(1978), “중금속 원소의 수도에 의한 흡수 및 수량에 관한 연구”, 「농사시험 연구보고(농업기술편)」, 농촌진흥청.
- 김복영 외 12인(1989), “농업용수 수계별 오염도 조사”, 「농업수자원의 보존관리 종합연구」, 농업기술연구소, 농촌진흥청.
- 김성일의(1991), 「산림의 공익적 기능의 계량화 연구」, 과학기술처.
- 김인환(1993), “우리나라 환경규제의 실효성과 한계”, 「환경경제연구」, 2(1): 21~32, 한국환경경제학회.
- 김태욱(1991), “대기오염과 농림업”, 「환경농학」, 한국환경농학회.
- 김정제, 한대성(1979), “관개수중 황산이 수도의 감수에 미치는 영향”, 「강원대학교 연구논문집」, 13집: 99~104.
- 김형석, 정세영, 최명중(1992), “지하수중 양이온, 음이온 및 금속의 함량”, 「대한 위생학회지」 제7권, pp. 111~127.
- 농림수산부(1993), 「농림수산 주요통계」.
- 농림수산성(1989), 「농업용 지하수의 수질조사결과」.

- 농업기술연구소(1993), 「논의 공익기능」, 보도자료, 1993. 12. 10.
- 농약공업협회(1993), 「93 농약사용지침서」.
- 농약연구소(1992), 「농약의 사용현황과 안전성」, 농촌진흥청.
- 대한무역진흥공사(1993), 「선진국의 환경장벽」.
- 박석홍(1993), “환경보존형 농업은 정착할 것인가?”, 「연구와 지도」, 34 (2): 95~97, 농촌진흥청.
- 백운하, 남궁준(1979), “농약살포시 논거미에 미치는 영향”, 「한국산 논거미의 연구」, 서울대 출판부.
- 서종혁, 김정호, 설광언 외 3인(1991), 「강원도 지역 유기 - 자연 농산물 개발계획」, 한국농촌경제연구원.
- 서종혁, 김종숙, 전장수(1992), 「유기농산물의 생산 및 유통실태와 장기발전방향」, 연구보고 262, 한국농촌경제연구원.
- 성진근(1992), “환경보전과 쌀농사”, 「농경저널」, 제5호: 26~33.
- 송보경(1992), “수입농산물 농약 잔류량 검사”, 「수입농산물 안전성 어떻게 확보할 것인가?」, 소비자문제를 연구하는 시민의 모임.
- 안기희, 박용신, 서정무(1984), 「환경경제」, 녹원출판사.
- 오호성(1992), 「자원·환경경제학」, 법문사.
- 오호성(1992), “환경보전과 농업문제”, 「농경저널」, 제5호: 18~25.
- 오호성, 성진근, 서종혁외 3인(1993), 「농업과 환경」, 농민신문사.
- 유동운(1992), 「환경경제학」, 비봉출판사.
- 유철호, 허덕, 이석호(1990), 「가축분뇨 및 축산폐수 처리대책에 관한 연구」, 한국농촌경제연구원.
- 유철호, 허덕, 송성완 외 11인(1991), 「가축배설물 처리 및 이용에 관한 연구」, 한국농촌경제연구원.
- 윤여창, 김성일(1992), “산림자원의 휴양가치 산출을 위한 경제적 평가방법론 비교분석”, 「환경경제연구」, 1(1): 155~179.
- 이경수(1993), “자연자원을 이용하는 농업생산체제로 전환”, 「연구와 지도」, 34(2): 92~94, 농촌진흥청.

- 이승녕외 4인(1982), 「대국어사전」, 현문사.
- 이인원(1992), “수입곡물과 진균독소 안전성 평가”, 「농경저널」, 제5호: 84~88.
- 이재옥(1993), “농산물 시장개방과 파급효과”, 「UR타결과 농정의 대응방안에 관한 세미나」, 한국농촌경제연구원.
- 이창기(1993), 「환경과 건강」, 하서출판사.
- 임업연구원(1993), 「산림의 공익적 기능의 계량화 연구(Ⅲ)」, 과학기술처.
- 정영상, 신제성, 신용화(1976), “경사지 토양의 침식성 인자에 관하여”, 「한국토양비료학회지」, 9: 107~115.
- 정영원(1970), “벼에 대한 아류산 가스의 피해”, 「농사시험연구보고」, 13(9).
- 정영호, 김복영(1970), “공장폐수 및 매연이 농작물 생육에 미치는 영향”, 「식물환경연구소 시험연구보고서」, pp. 1~70.
- 정영호, 김복영, 이중길 (1972), “유해물질에 따른 농작물 피해도 기준설정”, 「식물환경연구소 시험연구보고서」, pp. 106~116.
- 정영호, 김복영, 이중길, 한기학(1973), “환경오염에 의한 농작물 피해조사 연구”, 「김영섭박사 회갑기념 논문집」.
- 조재규, 한기학, 정필균(1992), “농업에 의한 수질영향 평가”, 「농업수자원의 보존관리 종합연구」, 농업기술연구소, 농촌진흥청.
- 최용일(1993), 「국제환경이슈와 한국의 대응」, 국민경제교육연구소.
- 한두봉, 김병률(1992), 「21세기를 향한 한국농업의 발전방향」, 연구보고 270, 한국농촌경제연구원.
- 한표환(1992), 「농촌환경오염 대책」, 연구보고서 제142권, 한국지방행정연구원.
- 홍종훈(1993), “지속성있는 농업의 본질과 현실”, 「연구와 지도」, 34(2): 88~91, 농촌진흥청.
- 환경과 공연구회(1991), 「공해문제와 공해 대책」.

환경처(1993), 「환경백서」.

株式會社 三菱綜合研究所(1991), 「水田の もたらす 外部經濟 效果に
關する 調査 研究 報告書」.

嘉田良平(1990), 「環境保全と 持續的 農業」, 家の光協會.

ウイルバー(1972), 「水質汚染の 生物學的 研究」, 長瀬隆子(譯), 恒星
社厚生閣.

Anderson, D., and W. Cavendish(1992), *Efficiency and
Substitution in Pollution Abatement*, World Bank
Disussion Papers, The World Bank, Washington D.C.

Antle, S.M.(1991), "Health Environment and Agricultural
Research", Paper presented for the World Bank
Conference on Agricultural Technology, Airlie
House, Virginia.

Baumol, W. J., and W. E. Oates(1988), *The Theory of
Environmental Policy*, 2nd ed., Cambridge
University Press, New York.

Boadway, R. W., and D. E. Wildasin(1984), *Public Sector
Econmics*, 2nd edition, Little Brown & Company
Ltd.

Braun, J. von(1991), "The Links between Agricultural
Growth, Environmental Degradation, and Nutrition
and Health". *Agricultural Sustainability, Growth,
and Poverty Alleviation : Issues and Policies*,
Proceedings of the Conference held in Feldafing,
Germany, German Foundation for International
Development.

Canter, L. W.(1987), "Nitrates and Pesticides in Ground
Water : An Analysis of a Computer-Based Literature

Search", *Ground Water Quality and Agricultural Practice*, D. M. Fairchild ed., Lewis Publishers, Inc., Chelsea, Michigan.

Ciriacy-Wantrup, S. V. (1966), *Resource Conservation : Economics and Policies*, University of Berkley.

Clawson, M., and J. Knetsch (1966), *Economics of Outdoor Recreation, Resources for the Future*, Johns Hopkins University Press.

Dales, J. (1968), *Pollution, Property and Prices*, University of Toronto Press.

Davis, R. K. (1963), *The Value of Outdoor Recreation : An Economic Study of the Maine Woods*, Harvard University.

——— (1964), "The Value of Bid Game Hunting in a Private Forest", Transaction of the 29th North American Wildlife and Natural Resource Conference.

d'Arge, R. C., and J. F. Shogren (1989), "Non-Market Asset Prices : A Comparison of Three Valuation Approaches", *Valuation Methods and Policy Making in Environmental Economics*, H. Folmer, and E. van Ierland ed., Elsevier, Amsterdam.

Dobbs, T. L., J. D. Smolik, and C. Mends (1991), "On-Farm Research Comparing Conventional and Low-Input Sustainable Agriculture Systems in the Northern Great Plains", *Sustainable Agriculture Research and Education in the Field: A Proceedings*. National Research Council, National Academy Press, Washington D.C.

- Duffy, M.(1991), "Economic Considerations in Sustainable Agriculture for Mid-western Farmers", *Sustainable Agriculture Research and Education in the Field : A Proceedings*, National Research Council, National Academy Press, Washington D.C.
- Fairchild, D. M.(1987), "A National Assessment of Ground Water Contamination from Persticides and Fertilizers", *Agricultural Sustainability, Growth, and Poverly Alleviation : Issues and Policies*, Proceedings of the Conference held in Feldafing, Germany, German Foundation for International Development.
- Fan, A. M., C. C. Willhite, and S. A. Book(1987), "Evaluation of the Nitrate Drinking Water Standard with Reference to Infant Methemoglobinemia and Potential Reproductive Toxicity", *Regulatory Toxicity and Pharmacology*, 7(1): 135 48.
- Freeman, A. M.(1979), *The Benefits of Environmental Improvement*, Resource for the Future Inc., Johns Hopkins Press Ltd., London.
- Freeman, A. M.,R. H. Haveman, and A. V. Kneese(1973), *The Economics of Environmental Policy*, Wielely, New York.
- Gardner, J. C.,V. L. Anderson, B. G. Schatz, P. M. Carr, and S.J. Gulden(1991), "Overview of Current Sustainable Agricultural Research", *Sustainable Agriculture Research and Education in the Field : A Proceedings*, National Research Council, National Academy Press, Washington D.C.

- Griffin, R. C., and D. W. Bromley(1982), "Agricultural Runoff as a Nonpoint Externality : A Theoretical Development", *American Journal of Agricultural Economics*, 64(3): 547-52.
- Griliches, Z.(1961), "Hedonic Price Indices for Automobiles : An Econometric Analysis of Quality Change", *Price Statistics on the Government*, Washington D.C., Government Printing Office.
- Haen, Hartwing de(1991), "Environmental Consequences of Agricultural Growth", *Agricultural Sustainability, Growth, and Poverty Alleviation : Issues and Policies*, Proceedings of the Conference held in Feldafing, Germany, German Foundation for International Development.
- Hallberg, G. R.(1986) "Overview of Agricultural Chemicals in Groundwater", *Agricultural Impacts on Groundwater : A Conference*, National Water Well Association, Dublin, OH : Water Well Journal Publishing Co., pp 1-63.
- Hess, C. E.(1991), "The U.S. Department of Agriculture Commitment to Sustain Agriculture", *Sustainable Agriculture Research and Education in the Field : A Proceedings*, National Research Council, National Academy
- Howe, C. W.(1979), *Natural Resource Economics*, John Wiley & Sons, New York.
- Hufschmidt, M. M., D. E. James, A. D. Meister, B. T. Bower, and J. A. Dixon(1983), *Environment, Natural Systems*,

- and Development : An Economic Valuation Guide*, Johns Hopkins University Press, London.
- Johansson, P.(1987), *The Economic Theory and Measurement of Environmental Benefits*, Cambridge.
- Keeney(1986), "Nitrate in Groundwater-Agricultural Contribution and Control", *Agricultural Impacts on Groundwater : A Conference*, National Water Well Association, Dublin, OH : Water Well Journal Publishing Co., pp. 329~353.
- Libra, R. D., G. R. Hallberg, B. E. Hoyer, and L. G. Johnson, "Agricultural Impacts on Ground Water Quality: The Big Spring Basin Study, Iowa.", *Agricultural Impacts on Ground Water : A Conference*, National Water Well Association, Dublin, OH : Water Well Journal Publishing Co., pp. 253~73.
- Mansfield, T. A.(1976), *Effect of Air Pollution on Plants*, Cambridge University Press.
- Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries (1991), *Agricultural Structure Memorandum: Policy on Agriculture in the Netherlands in the 1990s*, The Hague, Netherlands.
- Mitchell, R. C., and R. T. Carson(1989), *Using Surveys to Value Public Goods: The Contingent Valuation Method*, Resources for the Future, Washington D. C.
- National Research Council(1989), *Irrigation Induced Water Quality Problems*, National Academy Press, Washington D. C.
- (1981), *The Health Effects of Nitrates, Nitrites, and*

- N-Nitroso Compounds*, Part 1, National Academy Press, Washington D. C.
- Nielsen, E. G., and L. K. Lee(1987), *The Magnitude and Costs of Groundwater Contamination from Agricultural Chemicals : A National Perspective*, ERS, USDA, AER Report No. 576, Washington. D. C.
- Office of Technology Assessment (OTA) (1984), *Protecting the Nation's Groundwater from Contamination*, U. S. Congress, OTA-O-233, Washington, D.C.
- Oh, Se-ik (1991), *Managing Nitrate Groundwater Pollution from Irrigated Agriculture : An Economic Analysis*, Washington State University Pullman, WA.
- (1992), "The Farm-Level Casts of Controlling Nitrate Groundwater Pollution". *Journal of Rural Development*, 15: 41~56, Korea Rural Economic Institute.
- (1993), "A Comparative Study of Policy Measures for Groundwater Pollution Control", *Journal of Rural Development* ,16(2): 257~276, Korea Rural Economic Institnte.
- Parr, J. F., and S. B. Hornick(1993), " The Evolution of Sustainable Agriculture in the United States : A Recent Historical Perspective", 「지속적 농업과 환경보전」, 국제심포지엄 발표자료, 서울대학교 농업생명과학대학.
- Pearce, D., A. Markandy, and E. B. Barbier(1988), *Blueprint for a Green Economy*, Earthscan Publication Ltd.
- Pigue, A. C.(1932), *The Economics of Welfare*, London.
- Ruttan, V.(1991), "Sustainable Growth in Agricultural Production: Poetry, Policy and Science", *Agricultural*

- Sustainability, Growth, and Poverty Alleviation: Issues and Policies*, Proceedings of the Conference held in Feldafing, Germany, German Foundation for International Development.
- Rao, C. H. H., and K. Chopra(1991), "The Links between Sustainable Agricultural Growth and Poverty", *Agricultural Sustainability, Growth, and Poverty Alleviation: Issues and Policies*, Proceedings of the Conference held in Feldafing, Germany, German Foundation for International Development.
- Ribaudo, M. O.(1992), *Estimating Water Quality Benefits : Theoretical and Methodological Issues*, Technical Bulletin No. 1808, ERS, USDA.
- Ridker, R.(1967), *Economic Costs of Air Pollution : Studies in Measurement*, Prager, New York.
- Schaller, N.(1991), " Background and Status of the Low-Input Sustainable Agricultural Program", *Sustainable Agriculture Research and Education the Field : A Proceedings*, National Research Council, National Academy Press, Washington D.C.
- Schulze, W. D., R. C. d'Arge, and D. S. Brookshire(1981), "Valuing Environmental Commodities:Some Recent Experiments", *Land Economics*, 57: 151~72.
- Shennan, C., L. W. Drinkwater, A. H. C.von Bruggen,D. K. Letourneau, and F. Workneh(1991), "Comparative Study of Organic and Conventional Tomato Production System:An Approach to On-Farm Systems Studies". *Sustainable Agriculture Research and Education in the Field : A*

- Proceedings*. National Research Council, National Academy Press, Washington D.C.
- Smith, R. M., and W. S. Stamey(1965), "Determining the Range of Tolerable Erosion" *Soil Science* 100: 414~424.
- Spulber, D. F.(1985), "Efficient Regulation and Long-Run Optimality", *Journal of Environmantal Economics and Management*. 12(2): 103~16.
- Tietenberg, T.(1984), *Environment and Natural Resource Economics*, Scott, Foresman and Company, Glenview, Illinois.
- Tisdell, C. A.(1990), *Natural Resources, Growth, and Development* , Praeger Publishers, New York.
- Turvey, R.(1963), "On Divergences between Social Cost and Private Cost," *Economica*, 30 : 309~13.
- Udoguchi, A.(1992), "Present Status and Tasks of Soil Pollution Control Measures in Japan", *The First International Symposium on the Development of Natural Resources and Environmental Preservation: Proceedings*, Seoul, Korea.
- USDA(1978), *Improving Soils with Organic Wastes* , Report to the Congress in Respose to Section 1461 of the Food and Agricultural Act of 1977, U.S. Government Printing Office, Washington D.C.
- USDA(1980), *Report and Recommendations on Organic Farming*, U.S.Government Printing Office, Washington D.C.
- Veenendaal, P. J. J, and F. M. Brouwer(1991), "Consequences of Ammonia Emission Abatement Policies for Agricultural

- Practice in the Netherlands", *Environmental Policy and the Economy*, F. J. Dietz et al. ed., North- Holland, Amsterdam.
- Walker, D. R., and J. P. Hoehn(1989), *The Economic Costs of Nitrate Contamination in Rural Groundwater Supplies*, Department of Agricultural Economics, Michigan State University, East Lansing, Michigan.
- Westerman, R. L.(1987), "Efficient Nitrogen Fertilization in Agricultural Production Systems", *Ground Water Quality and Agricultural Practice*, D. M. Fairchild ed., Lewis Publishers, Inc., Chelsea, Michigan.
- Zimmerman, P. W., and W. Crocker(1934), *Toxicity of Air Containing Sulfur Dioxide Gas. Contrib*, Boyce Thompson Institute.

빈

면

연구보고 283

환경 보전과 농업 발전을 위한 기초연구

적은날 1993. 12. 펴낸날 1993. 12.

발행인 정 영 일

펴낸곳 한국농촌경제연구원 (962-7311~5)

130-050 서울특별시 동대문구 회기동 4-102

등 록 제5-10호(1979. 5. 25)

적은곳 (주) 문 원 사 739-3911~4

- 이 책에 실린 내용은 출처를 명시하면 자유로이 인용할 수 있습니다. 무단 전재하거나 복사하면 법에 저촉됩니다.
- 이 연구는 본연구원의 공식견해와 반드시 일치하는 것은 아닙니다.