

농업과 환경

권순국

(서울대학교 농업생명과학대학 교수)

1. 환경의 위기와 농업

농업이 산업의 주체이고 공업이 발달하지 못하였던 시대에는 의·식·주·건강·교육·보건 등 생활 환경에서 문제가 많았으나 자연 환경이 오염될 우려는 없었다. 농업이 지구상의 현존하는 자연 조건을 전제로 성립되고 발전되어 왔으므로 자연의 상태를 그대로 유지하는데는 유리하며, 초기 농업의 단계에서 토양 침식과 같은 자연 환경 파괴 요인이 전혀 없지는 않았으나 농업 자체가 가지는 환경 보전 기능이 크고 농업 이외의 산업으로부터의 오염 파괴의 요인이 적었기 때문에 인류의 생활이나 농업에 좋은 환경을 유지할 수 있었다.

자연의 은혜를 받아서 자연 속에서 발전해 온 인류는 근대 과학이 발전함에 따라서 자연으로부터 벗어나서 이를 정복하게 되었다. 자본주의와 같은 근대적인 사회제도와 근대 과학이 결합되면서 인간의 생산력이 급속히 높아져서 경제 성장의 속도가 높아졌다. 특히 20세기 후반기의 고도 경제 성장 단계에 이르러서는 공업화, 도시화의 급진전에 따른 자연 환경의 오염 파괴의 정도가 극심하게 되어 인류는 대기오염, 수질오염을 위주로 한 심각한 환경오염으로부터 직접적인 생존 위협을 느끼게 되었으며, 이들 공해로 인한 환경 위기의 인식과 대책이 범세계적인 과제로 되었다. 특히 우리 나라는 다른 선진 제국에 비하여 비

교적 짧은 기간 내에 공업화와 도시화가 급속하게 진행되었으므로 심각한 환경오염과 자연 파괴를 가져왔다.

농업은 자연을 대상으로 하는 산업이므로 자연이 파괴되면 생산의 기반을 잃어버린다. 그럼에도 불구하고 고도 경제 성장 정책 하의 농업은 좁은 경영 면적으로부터 가능한 많은 수확량을 올리기 위해서 비료와 농약을 많이 사용하는 농업으로 변모하였다. 그 결과 자연을 오염시키고 인간의 식량인 생산물도 유독 물질을 함유하게 되었다. 농업이란 원래 자연 생태계에서 에너지의 흐름이나 물질의 순환을 인위적으로 조절하여, 생물의 생산력을 높이려고 하는 것이다. 그러나 자연 파괴나 환경 오염에 의하여 생태계 에너지의 흐름이나 물질 순환이 방해를 받는다면 결과적으로 농업 생산이 저해될 것이다.

종래의 농업은 식량 생산뿐 아니라 생태계 에너지의 흐름이나 물질 순환에 의하여 환경을 보존하기 위한 여러 가지 역할을 가지고 있었다. 우선 농업 생산의 기본 과정인 식물의 탄소 동화작용은 공기 중의 탄산가스를 사용하여 산소를 배출한다. 공업이 석유등의 화석 연료를 태워서 탄산가스를 배출하는 것과 반대 작용을 하는 것이다. 식물에 의하여 생산된 유기물은 생태계에 있어서 에너지의 출발점이며 이러한 태양에너지 이용 공정은 공해를 만들지 않으면서 그 에너지 자원은 무

한하므로 고갈되지 않는다. 이와 같이 농업은 본질적으로 환경보전적 역할을 가지고 있으나 환경이 깨끗하고 자연이 정상인 곳에서는 그 역할이 무시되어 잊어버리기 쉽다. 그러나 우리나라와 같이 공업이 발달하고 도시가 과밀화하여 환경 오염과 자연 파괴가 급속히 진행되는 곳에서 농업이 가지는 환경 보전적인 역할은 실로 막중하다고 할 수 있다.

외국의 농산물이 싸다고 하여 국내 농업을 위축시키는 것은 환경 보전을 위해서 역행하는 행위이다. 이 뿐만 아니라, 외국 농업이나 국제 경쟁력을 높이기 위해서 인위적인 근대화를 급속히 도입한다면 이것도 농업 공해를 낳게 하는 원인이 된다.

환경의 보전은 국민의 생명을 지키고 인간성 회복을 도모하는 것이며 동시에 농업의 기반을 지키고 농업 생산력을 유지하게 해준다. 국토 개발 계획이 더 이상 농업으로부터 토지와 일손과 자원을 빼앗는데만 급급하여 농업 발전의 구상을 제외시킨다면 환경오염과 자연 파괴는 불을 보듯 뻔하다.

2. 환경의 개념과 역할

일반적으로 환경이란 생활체를 둘러싸고 그것과 일정한 관계를 유지하고 있는 외계를 총칭하는 말이다. 환경이란 용어는 오늘날 학문의 영역을 벗어나 대중적으로 광범위하게 쓰이고 있는데 물, 공기, 토지 각종 자원, 인간이 생활하는 공간, 생태계 등과 같은 자연적인 것뿐만 아니라 주거, 교통, 교육 등과 같은 사회적인 것을 모두 포함한다.

그러나 경제적인 측면에서의 환경이란 인간을 둘러싸고, 인간에게 직·간접적으로 영향을 미치며, 동시에 인간의 활동과 기술 수준에 의하여 영향을 받는 물리적, 자연적인 것만을 지칭한다.

환경이 인간에게 주는 서비스는 그림. 1과

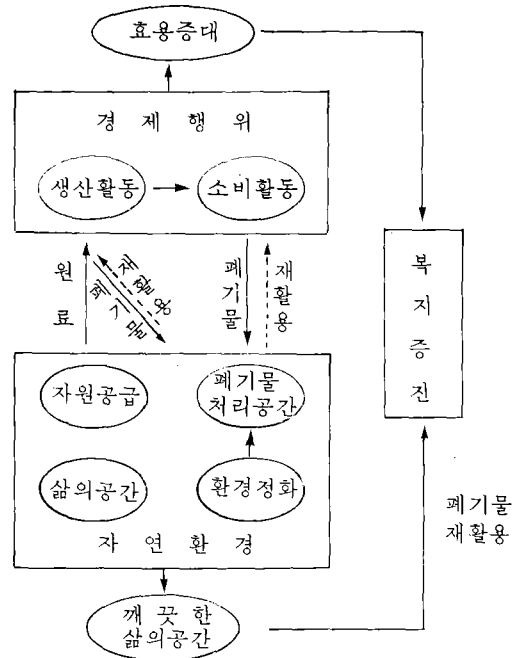


그림. 1. 환경의 역할과 경제 활동과의 관계

같이 대체로 네 가지로 요약할 수 있다. 첫째, 환경은 인간의 생산 활동에 필요한 원료, 즉 자연 자원을 제공한다. 석유, 석탄, 각종 광물 등은 자연 자원의 대표적인 예이고 해양 자원, 수자원, 토지 등도 이 범주에 속한다. 인간은 이러한 자원을 원료로 하여 재화와 용역을 생산, 소비함으로써 효용을 증대한다.

둘째, 환경은 폐기물을 버리거나 쌓아 둘 수 있는 공간을 제공한다. 생산자 또는 소비자는 경제활동의 과정에서 불가피하게 발생하는 부산물을 자연 환경에 폐기하게 된다. 공장의 연기와 폐수, 가정의 생활 쓰레기, 자동차 배기가스 등은 좋은 예이다. 만약 자연 환경에 폐기물 수용 능력이 없다면 경제활동은 불가능하게 된다. 따라서 환경은 폐기물 처리 자원으로서도 중요한 역할을 수행한다.

셋째, 환경은 버려진 폐기물을 생물학적, 화학적, 물리적으로 정화하는 능력이 있다. 각종 박테리아 및 미생물에 의한 유기물의 분해,

강우 또는 강설에 의한 대기 정화, 토양의 독성 물질 해독 작용 등은 환경의 자정 능력을 보여주는 좋은 예이다. 그러나 자연 환경의 폐기물 정화 능력은 한계가 있어 폐기물의 량이 일정한 수준을 초과하면 인간의 건강을 직간접으로 위협하게 하는데 이를 환경오염이라 한다.

마지막으로 환경은 인류가 생활할 수 있는 삶의 공간을 제공한다. 이 삶의 공간이 쾌적하면 쾌적할수록 인간의 복지는 증진되는데 이를 위하여 여러 가지 환경 정책이 추진되고 있다.

세계 각국에서 수행되고 있는 환경 정책은 폐기물 배출량 감소, 폐기물의 재활용 및 인위적인 정화로 요약할 수 있다. 폐기물 배출량을 감소시키기 위해서는 청정 기술의 개발, 경제적인 유인책, 배출량 규제 등의 방법이 동원되고 있다. 한편 폐기물 재활용을 위하여 폐휴지 재활용, 쓰레기 분리 수거, 공병 또는 알루미늄 캔 수집 등의 사업을 수행하고 있으며, 환경의 자정 기능을 돕기 위한 인위적인 정화 방법으로 하수 종말 처리장, 쓰레기 소각장이 설치되고 있다.

3. 농업과 환경의 상호 영향

가. 농업에 의한 환경오염

농업은 자연을 바탕으로 하여 자연 환경을 보존하는 측면이 있다고는 하지만 근래에와서 농업 자체도 기계화, 화학화의 생산 제일주의 기술 체계로 발전하여 왔기 때문에 환경을 오염시키기도 한다. 농업에 의한 환경오염은 화학비료, 농약, 축산 분뇨, 농업용 폐자재 등에 의한 것이 대표적이다.

그림. 2는 화학비료 환경오염 경로를 나타낸 것이다. 작토층에 살포된 비료는 일부분만 작물에 이용될 뿐 아니라 작토층에 체류하거나 유실된다. 작토층에 체류하는 비료 성분은

토양 중의 염류 집적, 토양 유기물의 분해 및 소모 촉진 등을 유발시키며 이러한 효과는 토양의 물리적 성질을 악화시키며 토양 산성화와 함께 작물의 생산성을 악화시킨다.

자연 환경으로 유실되는 비료는 대개 3가지 경로를 취한다. 첫째는 비료의 일실 현상인데 특히 질소질 비료의 경우가 대표적인 실례이며 이 과정은 환경의 자정작용 중의 하나로서 환경을 오염시키지는 않는다. 둘째는 비료 성분이 유거수에 녹아서 지표수를 오염시키는 현상인데 이러한 비료 성분은 하천, 호소, 저수지의 부영양화를 촉진시켜 수질을 악화시키는 원인 물질로 알려져 있다. 셋째는 비료 성분이 중력수 또는 지하침투수에 용해되어 지하수를 오염시키는 현상이다. 특히 질소비료는 호기성 조건에서 질산태 질소가 되며, 이것은 물 속에 쉽게 용해되므로 토양층내를 자유로이 이동하여 지하수로 침투한다. 질산태 질소로 오염된 지하수를 음용수로 사용할 경우 청색증과 같은 질병을 유발시키며 특히 얇은 지하수를 음용 수원으로 사용하는 농촌 지역 주민의 건강에 위협이 될 수 있다.

우리 나라의 화학비료 사용량은 표-1에 나타나 있다. 화학비료의 사용량은 1990년까지 연평균 3.1%의 속도로 증가하다가 그 후부터는 감소하는 추세이다. 1995년 현재의 사용량은 978천 M/T으로 ha당 444kg이다. 이와 같이 단위면적당 비료 사용량은 미국보다도 4~5배 많고 동남아 개도국보다는 7~10배나 높은 수준이며, 일본보다도 많다. 성분별 사용량은 질소질 비료가 50~63%를 차지하며 최근에는 인산 및 카리질 비료의 비중이 높아지고 있다.

화학비료의 환경부하량은 단위면적당 시비량, 토양의 성질, 기후 조건, 경영 기술 등 여러 가지 요인에 따라서 변동되므로 일률적으로 말 할 수 없으며 정확히 밝혀진 바도 없다. 그러나 최근 경기도의 저수지 구역에서

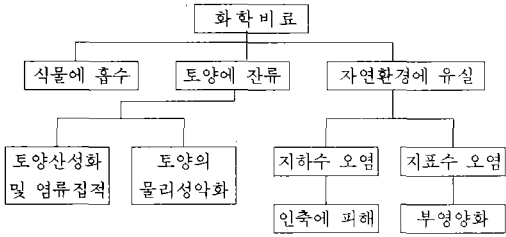


그림. 2. 화학비료의 환경오염 경로

표-1. 연도별 화학비료 소비량

단위: 성분량

구분	총소비량(천 M/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
1985	414	186	207	807	311	430	94
1990	562	256	286	1,104	458	415	85
1995	477	227	273	978	444	349	NA

자료: 농림수산부, 「농림수산통계연보」 1996.

약은 토양 미생물을 감소시키고 토양 물리성의 악화를 통하여 농작물의 생산성을 저하시키는 것으로 알려져 있다. 그러나 최근에 사용되는 대부분의 농약은 반감기가 100일 이내로서 토양에 대한 잔류성은 많이 개선된 형편이다.(농약연, 1992).

자연 환경에 유출된 농약은 미생물, 광선, 열 등의 작용으로 분해·소멸되는 것이 보통이지만 분해되기 이전의 농약은 생태계에 영향을 끼쳐 전적을 감소시키고, 병해충의 내성을 증진시킨다. 또한 지표수를 오염시켜 어패류의 폐사 원인이 되며, 지하수에 침투하여 인축의 건강을 위협하기도 한다. 특히 광분해성 농약의 지하수 유입은 반감기를 크게 연장시키므로 문제가 되는 수가 많다.

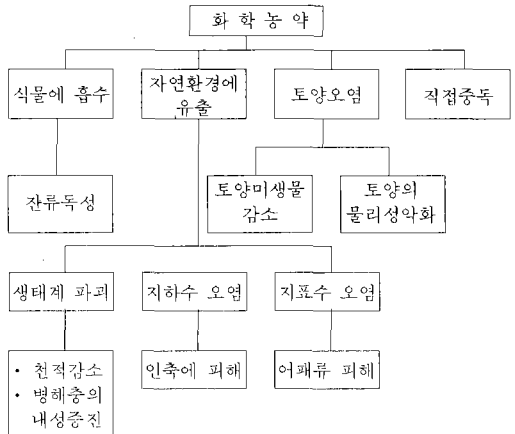


그림. 3. 농약의 환경 오염 경로

조사된 바에 의하면 투여된 화학비료의 33~50%는 유실된다고 한다(홍·권 1989, 신·권 1990). 이러한 비율을 우리 나라 전체에 적용한다면 연간 약 320~490천 M/T의 비료가 지표수 또는 지하수로 유입되고 있으며 질소 질만 하더라도 연간 160~240천 M/T에 달한다. 물론 이중 상당량이 재이용, 분해, 흡착되어 없어지겠지만 이와 같은 환경의 비료에 대한 자정 능력은 아직까지도 정확하게 밝혀져 있지 않다.

그림. 3은 농약의 환경오염 경로를 나타낸 것이다. 농작물에 농약을 살포하면 일부는 농작물의 표면에 부착되어 약효를 발휘하나, 나머지는 인체에 묻거나, 토양에 체류하거나, 또는 자연 환경으로 유출된다. 농약은 농작물에 흡수된 후 병충에 작용한 뒤 분해 되어 인체에 무해한 물질로 변형되는 것이 보통이나 반감기가 긴 농약을 살포하거나, 수확기에 임박하여 살포되면 분해 이전에 수확물에 잔류 독성이 있을 위험이 있다. 토양에 잔류하는 농

우리 나라의 연도별 농약 사용량은 표-2에 나타나 있다. 농약의 사용량은 과거 20여년간 연 평균 10.2%의 높은 속도로 증가해 왔으며 최근에는 증가 속도가 둔화되고 있기는 하지만 절대 사용량은 1995년 현재 성분량으로 26,282M/T이며 ha당 평균 사용량은 12.7kg에 달하고 있다. 이러한 단위면적당 농약 사용량은 일본(20.0kg) 및 이탈리아(13.8kg)보다는 적으나 미국(3.1kg) 및 독일(2.6kg) 보다는 4~5배 많은 수준이다.

표-2. 연도별 농약 소비량

단위 : 성분량 M/T

연도	살균제	살충제	제초제	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
1994	10,119	7,999	5,506	2,658	26,282

자료 : 농약공업협회 「농약연보」 1995.

농작물에 살포되는 농약의 30~60%가 유

실되는 것으로 추정되므로 우리 나라의 경우 해마다 약 7,880~15,700M/T의 농약이 환경에 유입되는 셈이다. 그러나 아직까지 우리 나라에서는 이 방면의 연구 자료가 전무하여 농약의 유실 기작이 밝혀져 있지 않으므로 구체적인 시간과 공간에 대한 분포의 변동 상황은 알려져 있지 않다. 다만 농약연구소의 보고에 의하면 표-3과 같이 우리 나라에서 사용 중인 248개의 농약성분중 227개(91.5%)의 반감기가 100일 이내인 것으로 알려져 있다.

표-3. 우리 나라에서 사용 중인 주요 농약의 반감기

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

자료 : 농약연구소(1992)

가축 분뇨는 질소, 인산, 박테리아 및 유기물을 아주 많이 함유하고 있으므로 적절한 처리 없이 방류할 경우에는 지하수와 지표수를 오염시키고 나아가 인축에 피해를 주며 호소와 하천의 부영양화를 초래한다. 또한 유기물이 분해할 때 발생하는 암모니아와 메탄가스는 지구 온난화와 산성비의 원인이 되며 악취 및 해충 유인의 2차 오염 피해도 유발한다.

우리 나라 가축 분뇨 발생량은 표-4에서와 같다. 하루당 분뇨 발생량은 총 1,211M/T인데 돼지 분뇨의 비중이 52%로 가장 많고 그 다음이 소(34.1%), 닭(14.2%)의 순으로 많다. 이 중에 정화가 되거나 재 이용되는 것을 제외한 실제 환경 부하량은 일간 575M/T으로 총 발생량의 47%를 차지하고 있으며 소가 48%로 가장 많고 그 다음이 돼지(37%), 닭(15%)의 순서로 많다. 가축별 분뇨 재활용율은 닭이 49.3%로 가장 높고 소가 33%로서 가장 낮다. 연간 오염 물질 부하량은 210천 M/T으로 6톤 트럭 35천대 분이다.

농업용 비닐과 농약 병은 토양 내에서는 장

표-4. 가축 분뇨 발생량과 환경 부하량

단위 : M/T/일

구분	소	돼지	닭	계
가축분뇨발생량	413.4	626.0	171.9	1,211.3
(%)	(34.1)	(51.7)	(14.2)	(100.0)
환경부하량	277.0	211.0	87.2	575.2
(%)	(48.2)	(36.7)	(51.1)	(100.0)
분뇨 재활용율(%)	33.0	66.3	49.3	52.6

자료 : 한국농촌경제연구원(1990)

기간 지나도 부패·분해되지 않는다. 따라서 이러한 물질이 작토층으로 들어가면 인위적으로 제거해 주지 않는 한 반영구적으로 존재한다. 폐비닐과 폐농약병은 토양의 통기성과 물리성을 악화시키고 작물 뿌리의 생육을 저해하며 농업 생산성을 낮춘다. 특히 비닐 또는 농약 병이 경운 또는 로터리 작업으로 잘게 부서질 경우 인위적인 제거가 곤란해지므로 토양의 생산성 저하와 농기계 작업 능력을 떨어뜨린다. 이러한 물질들은 자연경관을 저해하며 폐농약병은 농작업시의 부상이나 잔여 농약에 의한 수질오염의 위험도 있다.

표-5. 페비닐 및 폐농약병 사용량과 환경부하량

년 도	페 비 닐 (M/T)			폐 농 약 병 (천개)		
	사 용 량	수 거 량 (%)	부 하 량	사 용 량	수 거 량 (%)	부 하 량
1990	79,932	47,380(59.3)	35,552	62,757	44,651(71.1)	18,106
1991	80,424	50,894(63.3)	29,530	64,354	47,117(73.2)	17,237
1992	78,977	52,191(66.1)	26,786	73,942	48,923(66.2)	25,019
1993	79,502	58,459(73.5)	21,043	72,000	54,000(75.0)	18,000
1994	79,343	47,218(59.5)	32,125	72,000	51,000(70.8)	21,000

자료 : 한국자원재생공사

우리 나라 농업용 비닐 및 농약 병 사용량과 환경부하량은 표-5에서와 같으며 농업용 비닐의 연간 사용량은 80천 M/T, 수거량은 47~58천 M/T으로 환경에 부하 되는 양은 매년 22~33천 M/T에 달한다. 이는 47~70천 ha의 농지를 덮을 수 있는 양이다. 한편 농약 병은 연간 63~74천개가 사용되는 반면에 수거율은 66~73%에 불과하여 매년 17~25천개의 농약 병이 농지에 버려지고 있는 셈이다. 페비닐과 폐농약병은 한국자원재생공사에서 수집하고 있으나 수집 단가가 낮고 수집체제가 불완전하여 농민들의 호응도가 낮으므로 수거율이 저조한 실정이다.

농기계 사용 역사가 길어짐에 따라 농기계로 인한 환경오염도 무시할 수 없게 되었다. 폐농기계는 연간 약 10만여대 정도 발생하고 있으며 앞으로 계속 증가할 전망이다. 이에 대한 대책이 강구되어야 할 것이다. 폐농기계는 부피가 크고 폐기 장소 및 폐기 주관 기간이 설치되어 있지 않으므로 부락 및 농가 주위에 방치되고 있어 자연경관을 손상시키고 작업 및 통행에도 불편을 주고 있다. 또한 농기계의 공급량이 증가하면서 폐윤활유, 폐냉각수 및 폐부품의 환경부하량이 증가하고 있다. 이러한 물질도 환경오염에 한몫을 하고 있는 것으로 추정되나 아직까지 정확한 부하량은 조사되어 있지 않는 실정이다.

이밖에도 농촌 마을로 부터의 하수량도 국민의 생활수준 향상에 따라서 꾸준히 증가되

어 왔으며 상수원 보호구역 등 청정 지역을 제외하고는 대부분의 경우 처리 시설 없이 그대로 하천으로 방류하므로 이에 대한 문제도 앞으로 고려되어야 하는 중요 농촌 오염원이다. 또한 농촌 쓰레기는 연간 약 450만톤 가량 발생하는 것으로 추정되나 수거율은 30~50%에 불과하며, 농촌 쓰레기로 인한 환경부하량은 현재 밝혀지지 않고 있다. 또한 토양침식에 의한 하천, 저수지의 매몰, 잔여 농작물의 부패 또는 소각으로 인한 온실 가스의 발생, 논의 메탄가스 발생 등도 농업에 의한 환경 파괴 현상 중의 하나이지만 이에 대한 조사 자료가 미비된 상태이므로 정확한 정량적인 추정이 불가능한 실정이다.

나. 농업에 의한 환경 보전 효과

농업은 식량 생산과 공산품의 원료 공급과 같은 경제적 기능 이외에도 환경을 보전하는 외부 경제 효과 즉 공익적 기능이 있다. 여태까지의 여러 가지 조사, 연구 결과를 종합한다면 농업·농촌의 공익적 기능으로서 물보전기능, 토양 보전 기능, 대기 보전 기능, 생물 보전 기능, 보건·휴양기능 및 문화적 기능이 있는 것으로 알려져 있다.

(1) 물보전기능

우리 나라의 연간 강수량은 지역에 따라 다소 차이가 있으나 1,167mm~1,545mm인데 이중 약 65%가 6~9월에 집중되어 있으며 특히 7~8월에는 호우가 빈번하여 홍수 발생

의 빈도가 매우 높은 편이다. 빗물은 논외의 경우 논둑으로 둘러싸인 구획내에 그리고 밭이나 초지에서는 토양공극내에 일시 저류되어 침투유량을 감소시키는 효과가 있으므로 농지는 홍수를 조절하는 기능이 있다. 일본에서의 연구 결과에 의하면 토지이용별 저수가능량은 대개 정비된 논 270mm(논둑 높이 30cm, 담수 깊이 3cm), 미정비 논 70mm, 밭 60mm, 초지 10mm라 하며 확률 강우량과 침투유량 발생 빈도로부터 계산한 바에 의하면 홍수 발생 빈도는 논외의 경우 산지의 1/4, 시가지의 1/15에 불과하다고 한다. 우리나라 총 논 면적을 127만ha(정비된 논 70%, 미정비논 30%) 밭 76만ha로 가정한다면 농지의 총저수량은 31억2천만 m^3 에 이르며 이것은 국내 홍수조절용 6개 댐의 총 홍수조절 능력인 15억4천만 m^3 의 2배에 해당한다. 산림의 홍수조절 능력은 임업 연구원에 의하면 연간 약 180억 m^3 에 달한다고 한다.

이렇게 농지나 산림이 가지는 물 가두기 효과는 홍수조절 기능뿐 아니라 수자원 함양 기능까지도 겸하고 있다. 즉, 농지나 산림지는 빗물이나 관개수를 지하로 침투시켜 지하수를 함양하고 또한 그 일부는 하천으로 유출되어 하천의 유황 안정에 공헌하고 있다. 특히 논외의 지하침투량은 연간 약 350억 m^3 으로 추정되는데 그중 45%인 157억 m^3 은 지하수로 저장된다. 이 수량은 우리나라 최대 규모인 소양강 다목적 댐의 유효 저수량의 8.3배에 해당되며 전국민의 연간 수도물 사용량(58억 m^3)의 2배에 달한다. 산지의 수자원함양 기능은 매우 클 것으로 추정되나 이것에 대한 자료는 찾아볼 수 없다. 일본 농림수산성의 시산에 의하면 논 560억 m^3 , 삼림 2,300억 m^3 으로 평가되어 삼림이 논외의 수자원함양 능력의 약 4배정도인 것으로 발표한다 있다.

이외에도 농지는 오염된 물이 토양을 침투하는 과정이나 흘러 내려가는 과정에서 정화

시키는 수질 정화 기능이 있다. 이것은 토양의 필터 작용, 흡착·고정작용, 미생물과 식물에 의한 분해·흡수, 균체 또는 식물체로의 고정 작용에 의하여 수행된다. 그러나 비료를 과잉 시비하는 경우에는 거꾸로 영양 물질을 배출하는 경우도 생긴다. 담수 되지 않는 밭, 초지, 과수원은 논에 비하여 수질 정화 기능이 약하다. 농업용 용배수로도 유하에 의한 수질 자연정화 기능을 가지고 있다. 신·권(1990)의 조사에 의하면 평균 수로장 3.1km에서 약 12% 정화된다고 한다.

(2) 토양 보전 기능

암석이 풍화하여 2.5cm(1inch) 두께의 흙이 생성되기까지는 자연 상태로 그대로 둔 경우에는 약 300년이 소요된다고 한다. 농업은 이와 같이 귀중한 토양이 경작지로부터 유실되는 억제한다. 농지 중에서도 논은 균평하고 논둑으로 둘러싸여 있으므로 물 침식을 거의 받지 않을 뿐아니라 수확 후에도 토양 수분이 높아서 바람 침식도 거의 받지 않으므로 토양침식 방지 기능이 있다. 그리고 경사지에 고구마, 목초 등 지피작물을 경작하므로써 표토가 유실되는 것을 감소시킬 수 있으며 대상 경작, 등고선 재배 등은 경사지에서 토양 유실을 최소화하기 위하여 개발된 경작 기술이다. 이와 같은 토양유실방지량은 연간 약 2600만톤에 이르며(농업기술연구소 1993) 산림의 경우에는 무려 19억톤에 달한다(임업연구원 1993) 표토에는 질소, 인산, 칼리 등과 같은 비료 성분과 유기물이 많이 포함되어 있는데 이러한 물질의 유실을 막는 것도 토양 보전에서 파생되는 부수적인 기능이다.

토사 붕괴는 장마, 태풍 등의 호우시 생기기 쉽고 이러한 것이 대규모화하면 산사태가 된다. 경사지의 농지는 일반적으로 법면보호, 배수로 정비, 바닥 다짐이 되어 있고 따라서 토사 붕괴 방지 기능을 가지고 있다고 할 수 있다. 산림의 경우 임목은 뿌리로 토양 입자

를 견고하게 둘러싸고 수관, 낙지, 지피식생 등은 강우나 대양 광선 등을 차단하여 토사 붕괴를 방지하므로써 산사태 방지 기능도 있다. 이와 같은 토사 붕괴 방지량은 연간 약 4.8억 톤에 달한다.(임업연구원, 1993)

(3) 대기 보전 기능

농업은 탄소 동화 작용의 결과 탄산가스를 흡수하고 산소를 방출하여 대기를 정화한다. 농작물의 연간 탄산가스 제거량은 벼 1,600만 톤을 비롯한 총 2,146만톤에 달하며 산소 생산량은 총 1,230~1,560만톤으로 추정된다. 그러나 농산물은 사람이나 가축의 신진대사 또는 부패과정에서 분해되어 다시 탄산가스를 배출하는데 이와 같은 재 방출량은 아직까지 확실히 밝혀지지 않고 있다.

삼림은 용적이 크고 일단 탄수화물로 합성된 탄산가스는 수십년 동안 분해되지 않고 남아 있기 때문에 탄산가스의 제거 및 산소 생산 능력이 농산물에 비하여 크다. 우리 나라 삼림 면적을 630만ha로 볼 때 삼림이 제거하는 탄산가스의 양은 4,005만톤, 생산되는 산소의 양은 3,568만톤에 달한다.(임업연구원, 1993)

식물은 호흡 또는 광합성시 흡수하는 산소 및 탄산가스와 함께, 아황산가스나 이산화질소와 같은 대기 유해 가스도 흡수·제거한다. 임업연구원(1993)에 의하면 우리 나라 산림에서 흡수되는 유황 화합물, 질산 화합물, 오존 및 분진은 각각 77,453톤, 37,782톤, 13,853톤, 37,152톤이며 이것은 ha당 12.3kg, 6.0kg, 2.2kg, 5.9kg에 달한다.

(4) 생물 보전 기능

농경지나 삼림이 잘 관리된 농촌 지역은 생태계를 보호하며 야생 동식물의 서식처를 제공하므로써 많은 종류의 생물을 보전하는 기능을 지닌다. 농업은 논거미, 잠자리 등을 비롯한 각종 유용 생물을 보호하고 산림은 야생 조수류의 서식처를 제공함으로써 해충 구제,

수렵 및 리크리에이션 자원을 함양한다. 임업연구원(1993)에 의하면 산림의 야생 조류 서식 밀도는 ha당 7~9마리, 조류 1마리당 곤충 포식량은 연간 4~385천 마리로 전국적인 곤충포식량은 연간 7~20조 마리에 달한다. 농림업은 또한 미세 동식물의 서식지를 제공하여 유전자를 보전하는 기능도 수행한다. 뿐만 아니라 부산물로 연료와 퇴비원료를 제공하고 축산은 동물성 단백질을 공급함으로써 야생 동물을 보호하는 간접적인 기능도 있다.

(5) 기 타

농업·농촌은 휴양 및 문화적 기능을 수행한다. 농업은 아름다운 경관과 푸르름을 유지시키며 심신의 피로와 스트레스를 풀어 주고 산림은 수렵, 야영, 야생조수류 관찰, 등산 등 각종 스포츠 및 리크리에이션의 장소를 제공한다. 또한 농업은 우리 나라 전통문화의 맥을 잇는 중요한 산업으로 문화적인 가치도 대단하다.

이밖에도 논은 여러 가지 부수적인 공익적 기능을 가지고 있다. 식생이나 수면은 물을 증발시키면서 대기의 온도를 조절하는 능력이 있다. 농촌 지역은 리크리에이션, 경관 제공, 향기의 제공, 방풍·방음 등에 의한 보건·휴양 기능도 있다.

다. 환경오염에 의한 농업의 피해

농업은 자연 생태계의 일부이므로 오염된 환경에 의하여 피해를 입는다. 농업 생산에 주로 영향을 미치는 요인은 대기오염, 수질오염 및 토양 오염인데 토양 오염은 수질오염으로부터 유래되는 경우가 많다. 이러한 오염은 대부분 도시의 하수와 같은 불특정 배출 오염이나 광공업과 같은 비농업 분야에서 비롯되므로 규제하기 어려운 문제가 있다.

(1) 대기오염 피해

지구의 대기는 질소, 산소, 알곤 및 탄산가스가 전체의 99%를 차지하고 있다. 대기오염

이란 대기 중에 이러한 물질 이외에 인위적으로 배출된 오염 물질이 존재하여 해당지역 주민의 보건 위생상 피해를 주고 식물이나 동물의 생산성을 저하시켜 인간의 생활과 재산을 직간접적으로 위협하는 상태를 말한다. 대기 중으로 배출되는 주요 오염 물질은 화석 연료 연소시 배출되는 각종 가스, 공장으로부터 배출되는 각종 가스, 화력발전소, 시멘트 공장 및 쓰레기 소각장에서 배출되는 분진, 냉매, 발포제, 세정제로 쓰이는 프레온 가스, 유기 물질 분해시 배출되는 메탄가스, 암모니아 등이 있다.

이와 같이 대기오염은 식물에 직접적으로 작용하여 생리적 장애를 유발하고, 성장을 저해할 뿐만 아니라 식물 군집의 변화를 일으켜 자연 생태계를 파괴한다. 또한 오염 물질 및 정상적인 성분과의 상호작용 또는 태양에너지에 의한 광화 반응 등에 의하여 생성되는 2차 공해 물질도 식물의 성장을 저해한다. 그러나 각종 대기 오염 물질들은 화학적 특성이 다르기 때문에 식물에 미치는 영향도 다르다. 일반적으로 분진은 피해가 경미하고 느린 반면에 가스 상의 물질은 격심한 피해를 유발한다. 이러한 유해 가스에는 아황산 가스, 질소 화합물, 유화 수소, 불화 수소, 오존 등이 있으며 특히 아황산 가스, 불화 수소, 질소 산화물은 배출 원이 많고 독성이 강하기 때문에 식물 피해의 대부분을 차지하고 있다. 이밖에도 대기오염이 농작물에 미치는 직간접 피해가 많다. 염소 가스와 유화 수소는 독성은 약하나 식물의 생육을 저해하고, 분진은 잎에 부착하여 호흡과 광합성을 방해한다. 대기 중의 암모니아, 유황 산화물, 질소 산화물 등은 산성비를 만들어 농작물뿐만 아니라 생태계까지 위협하고 있다. 또한 탄산가스와 메탄가스

는 지구 온난화의 원인이 되며 염화 불화 탄소는 지구의 오존층을 파괴하여 여러 가지 나쁜 영향을 끼친다. 이와 같이 대기오염이 농업에 미치는 영향은 대단히 크고도 중요하나 이에 대한 연구의 부족으로 구체적인 피해 상황이나 피해액이 산출되지 않고 있다.

(2) 수질 및 토양 오염 피해

수질오염이 농업에 미치는 영향은 농작물의 생육에 직접 피해를 줄뿐 아니라 농작물의 품질을 저하시키거나 농업 기반 시설이 피해를 입은 등 여러 가지 측면에서 생각해 볼 수 있다. 또한 직접 피해뿐만 아니라 오염 물질이 토양의 물리적 화학적 성질을 나쁘게 하고, 토양 미생물의 활동에도 나쁜 영향을 미치는 등 간접적인 피해도 무시할 수 없다. 대부분의 경우 직접적인 피해와 간접적인 피해가 복합적으로 나타난다.

오염된 수질이나 토양에 의한 농업 피해 상황이나 정도는 오염 물질의 종류, 농작물의 종류, 품종, 생육 시기, 기상 조건, 시비량, 용수량 등 여러 가지 조건에 따라 달라지므로 일률적으로 결정하기는 대단히 어렵다.

따라서 우리 나라에서는 아직까지도 이에 대한 구체적이고도 확실한 시험 성적이 없어 완전히 파악되어 있지 않다. 그러나 일본에서 조사된 농업용수 수질과 벼 생육과의 관계는 표-6과 같다. 그리고 허용 농도는 이러한 시험 성적을 기초로 일본농림성 공해연구소에서 결정한 것이다. 이 기준은 환경기준 검토상 기준치로서 오염 물질별 벼 피해가 발생하지 않는 허용 한계 농도이다. 그러나 이들 수치는 어디까지나 행정적인 목표이며 전술한 바와 같은 여러 가지 복합적인 작용을 모두 고려한 것이라고 보기는 어렵다.

표-6. 주요 오염 물질과 벼 피해의 관계

항 목	주 요 피 해 현 황	허 용 농 도
수소이온농도(pH)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 알칼리성이 되면 철분 결핍 등의 의한 황화 현상 발생 ○ 산성수는 토양의 염기용탈, 토양 노후화 촉진 ○ 산성수는 농업용 용배수시설을 부식, 내용년한의 단축 	6.0~7.5
화학적산소요구량(COD)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 유기물에 의한 토양 환원 상태 ○ 유해 물질(유화 수소, 유기산)의 발생 ○ 뿌리 활력 저하, 뿌리 썩음병 발생 	6.0mg/l 이하
무기부유물질(SS)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 토양물리성 악화 ○ 작물 재배에 장애 	100mg/l 이하
전질소(T-N)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 벼의 경우 질소 과잉 증상-과번무, 도복, 등숙불량, 낟알의 크기 감소, 미질의 악화 	1mg/l 이하
용존산소(DO)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 뿌리 생육 저해 ○ 양분 흡수 기능 저하 	5mg/l 이상
전기전도도(EC)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 작물 뿌리의 흡수능 저해 ○ 양분 흡수 이상 및 영양 대사 장애 ○ 잎끝 점갈색 반점 및 잎끝마름 	0.3mΩ/cm
비소(AS)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 초기 황화 현상, 후기 백엽화 현상 ○ 뿌리썩음, 새로운 뿌리 발생억제, 전제잎의 황화 및 고사 	0.3mg/l 이하
아연(Zn)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 엽맥간의 황화현상 ○ 뿌리의 생육저해 	0.5mg/l 이하
구리(Cu)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 잎끝 황화현상 ○ 신장 장애 	0.02mg/l 이하

4. 맺는 말

근래에 산업과 인구 특히 도시와 공업의 급격한 발전에 따라 자연의 파괴와 오염이 심해지고 자연 생태계의 자연적인 물질 순환 체계가 크게 교란되어 인간과 자연이 모두 큰 위기를 맞게 되면서 환경 보전에 대한 적극적인 움직임이 일어나게 되었다. 농업 분야도 예외는 아니어서 농업 환경의 파괴와 오염뿐 아니라 농업 생산물의 안전성까지도 심각한 문제로 되어 이에 대한 과학적인 대책과 검토가 필요하게 되었다.

농업 분야에서 당면한 과제는 오염 파괴로부터의 탈출인데 여러 가지 분야가 유기적으로 연결되어 있으므로 해결의 실마리가 그리 간단하지 않는데 문제의 심각성이 있다. 다시

말해서 농업 그자체가 오염의 발생원인 동시에 도시나 광공업으로부터 배출, 유입되는 유기, 무기의 배설물·폐기물 등을 수용 처리해야 하는 부담도 안고 있다.

새로운 녹지 공간을 확대 조성하는 노력도 필요할 것이며 나아가서 농업을 생태계내에서 물질 순환계로 파악하고 농업 체계를 자연적인 분해 환원이 가능한 물질 순환 체계가 될 수 있도록 하는 과학적 대응 기술의 개발이 필요하다. 즉 환경적으로 건전한 지속 가능한 농업 기술의 개발이 필요한 시점에 와 있다. 그러나 아무리 훌륭한 과학적 대응 기술이 확립된다 하더라도 이것을 실천하는 것은 인간의 의지이므로 실효성 있는 환경 보전이 되자면 높은 국민 의식과 기업 윤리의 정착이 선행되어야 할 것이다.

참고 문헌

1. 권순국, 유명진, 고덕구 (1992) 농어촌용수 환경관리에 관한 연구(I), 농림수산부, 농어촌진흥공사 연구보고 92-05-07.
2. 농약연구소 (1992) 농약의 사용 현황과 안전성, 농촌진흥청.
3. 농업기술연구소 (1993) 논외의 공익 기능, 보도자료.
4. 신동석, 권순국 (1990) 논에서의 질소 및 인의 농도와 유출입, 한국환경농학회지, 9(2).
5. 오세익, 강창용 (1993) 환경보전과 농업 발전을 위한 기초연구, 한국농촌경제연구원, 연구보고 283.
6. 임업연구원 (1993) 산림의 공익적 기능의 계량화 연구(Ⅲ), 과학기술처.
7. 한국환경농학회 (1991) 환경농학, 한국환경농학회 편집위원회.
8. 홍성구, 권순국 (1989) 농경지로부터의 오염 물질 유출부하 특성, 한국농공학회지 31(3).
9. Freeman, A. M., R. H. Haveman, and A. V. Kneese (1973) The Economics of Environmental Policy, Wiley, New York.
10. 松尾孝嶺 (1988) 環境農學概論, 社團法人農山漁村文化協會.
11. 新野謙司 (1992) 農業·農村の環境保全機能とその増進, 「環境問題と農業土木」農業土木學會中央研修會テキスト, 社團法人農業土木學會.