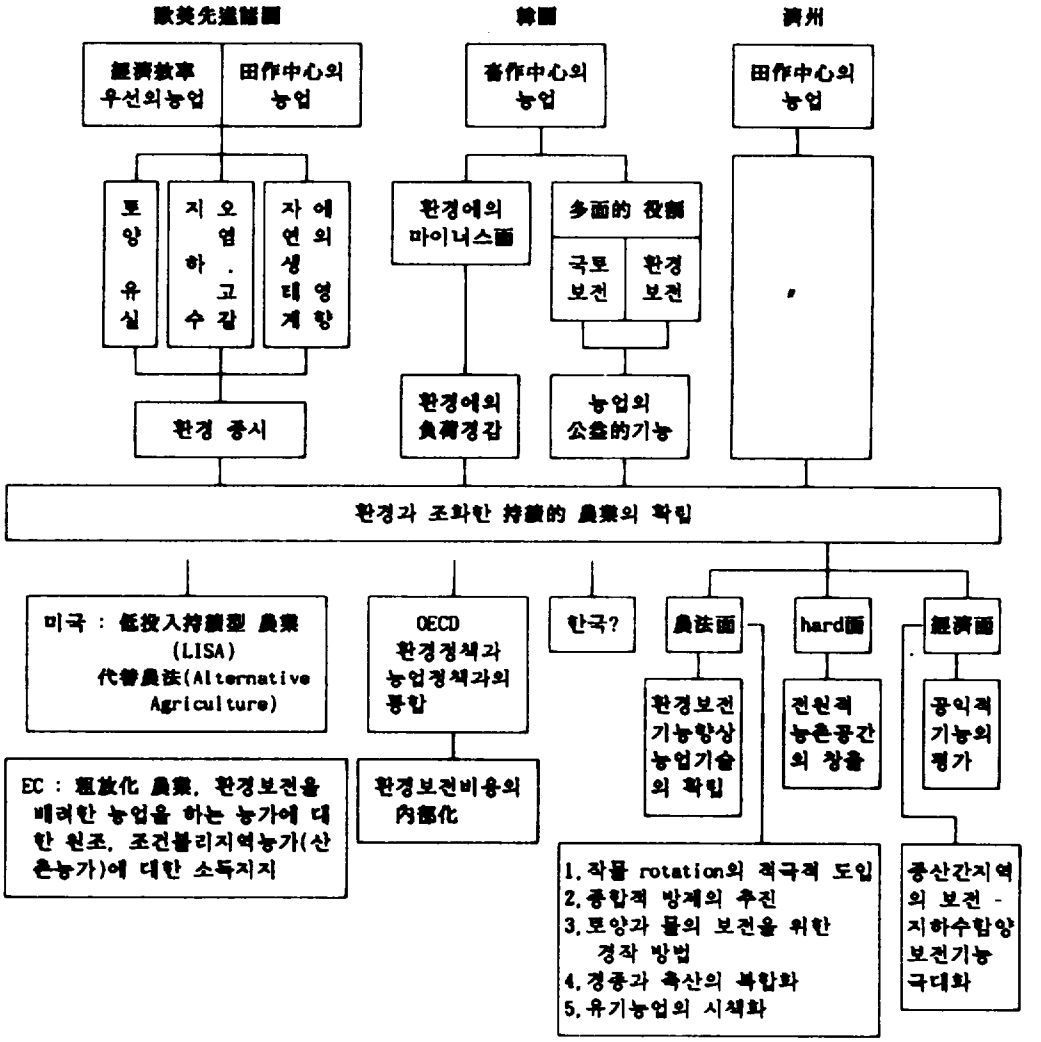
主要先進國의 農業과 環境政策

— 지하수를 중심으로 —

姜 景 璿*

1. 序-農業과 環境



* 濟州大 農業經濟學科 敎授

농업·농촌의 多面的 役割

* 국토·환경 보전	홍수방지
* 문화의 계승과 창조	지하수 함양에 의한 수자원 보전
* 청소년 정서 교육	농어촌의 경관
* 사회적 안정기능	경기변도에 대응할 수 있는 노동력 조정기능

2. 美　國

(1) 美國農業의 水資源 問題

① 美國의 물(水) 사용량 內譯

(표 1)은 좀 오래된 것이지만, 1975년 미국 전체의 물 사용량 내역을 보여주고 있다. 총사용량은 147.3㎦ 중 122㎦, 전체의 82.8%가 농업용으로 사용되고 있다. 가정용은 5.0%, 공업용은 5.7%이다. 1985년의 推定으로는 농업용이 77%이므로 농업사용 weight는 낮아지고 있으나 그래도 여전히 높다.

그리고 (표 2)는 1987년 현재 미국의 農用地, 耕地面積 등을 본 것인데 미국의 국토면적 9억 600ha 중 42.6%인 3억 8,600ha가 農用地이며, 이 중 耕地는 1억 3,200ha이다. 乾燥~半乾燥地帶에는 1,860ha(전경지면적의 14%)의 灌漑地가 존재하고 있으며, 주로 西部 17個州에 분포한다(예컨데 캘리포니아州의 耕地 중 88%가 灌漑地이며, 텍사스, 캔서스, 네브라스카, 콜로라도州는 평균 경지의 28%가 灌漑地이다.

(표 1)　美國의 물 사용량 內譯

	㎦	%
家　　庭	8.7	5.9
商　　業	1.5	1.0
工　　業	8.4	5.7
農　　業	122.0	82.8
水力發電	2.0	1.4
鑛　　山	3.0	2.0
公有地	1.7	1.2
합　　계	147.3	100.0

(표 2) 美國의 農用地, 耕地, 灌漑地 面積(1949～1987)

(단위 : 100ha)

	農用地 주1)	耕 地 주2) (A)	灌 漑 地	
			面積(B)	(B/A)
1949	464	151	10.4	6.9
1959	449	144	13.3	9.2
1969	425	133	15.7	11.8
1978	406	148	20.1	13.5
1987	386	132	18.6	14.1

주 1) 農用地에는 耕地 이외의 방목지 등이 포함된다.

2) 耕地 = 作物耕作地이며 休閑地 등은 불포함.

② 자원으로서의 지하수(Ogalla Aguifer)

Ogalla帶水層(Ogalla Aguifer)이란 텍사스 주에서 오크라호마, 캔서스, 콜로라도, 네브라스카 중에 이르는 거대한 地下帶水層을 가리킨다. 1084년 시점 추정에서 지표로부터 760m이내에 12만～21만㎦³의 물의 포장되어 있는 것으로 하고 있다. 다만 경제적으로 의미있는 揚水범위는 200m정도가 되고 있다. 1984년 시점에서 매년 17㎦³(1년간 콜로라도 강의 유수량)의 순양수량(양수량-보합량)이었다. 水位가 낮아짐에 따라 양수에는 160～180m를 요하게끔 되고 있다(지하수위저하는 심각한 문제가 되고 있다).

灌漑의 역사 Ogalla대수층의 양수는 1930년대에 비롯되었지만 크게 진전된 것은 1945～50년대 이후이다. 그래서 텍사스 서북부는 소맥, 수수, 면화의 대작물지대가 되었으며 70년대의 곡물 수출붐를 맞아 캔사스, 네브라스카 양주에서의 관개지화가 진행된다(1969～1978년 사이 170만ha에서 340ha에로 배증한다). 이와같이 灌漑地化의 진행과 揚水活動은 Ogalla대수층의 수위를 인하시켜 揚水 코스트를 상승시키게 된다(표 3).

양수 코스트의 상승은 '80년대 수출부진-곡가하락과 결부되어 텍사스주에서는 揚水-灌漑農法에서 전통적인 Sry-Farming에의 회귀로 나타나고 있다(캔서스주 1에이커 당 양수 코스트 22달러-텍사스주 42달러. 그래서 관개면적은 1978 → 1987 280ha에서 170ha로 감소).

*(1) 관개수의 취득방법은 ① 地下水 揚水(53%), ② 農場의 表面水(13%) ③ 농장외의 表面水(주로 하천수의 引受 34%) 등이 이용되고 있다.

(표 3) 主要 州에 있어서 地下水 灌漑에 의한 地下水位의 低下

(단위 피트)

州	펌프엎의 平均 깊이	地下水位의 年間低下率
아 리 조 나	75-535	2.0-3.0
아 칸 소	50-120	0.5-1.3
캘 리 포 니 아	100-260	0.5-3.5
콜 로 라 도	175-275	2.0
플 로 리 다	250	2.5
아 이 다 호	200-375	1.1-5.0
캔 서 스	190-275	1.0-4.0
네 브 라 스 카	25-250	0.5-2.0
뉴 맥 시 코	100-200	1.0-2.5
오 크 라 호 마	100-275	1.0-2.5
택 사 스	50-300	1.0-4.0

③ 미국의 농업과 물문제

현재 미국의 농업에는 세 종류의 물문제가 있다. 즉, 첫째 乾燥~半乾燥 西部에서의 (특히 인구증가가 현저한 캘리포니아 南西部) 都市部의 물수요 증대에 따른 농업용수에의 양적 제약문제이다. 둘째 텍사스 西北部에서 캔사스 西部, 네브라스카주에 이르는 거대한 Ogalla지하대수층의 수의가 양수의 결과 재속 저하하여 텍사스 서북부에서는 양수에 의한 관개농법의 경제적으로 성립하기 어렵게 되고 있다. 그래서 위에서도 지적된 바 있듯이 관개 이전의 Dry Farming(乾燥地 農法)으로 회귀하고 있다.

셋째 위의 두가지점과는 성격이 다르나 農藥과 질소화학비료의 多投에 의한 미국인 飮用水 일부가 되고 있는 地下水의 오염 문제이다.

그래서 첫째는 건조~반건조 지대(Arid-Semiarid Region)에서의 농업용수에의 제약, 둘째는 같은 건조지대 일부에서의 地下水 資源의 枯渴문제라 말할 수 있는 것이다. 셋째는 농업에 의한 환경오염문제이다. 첫째, 둘째는 농업생산 자원으로서의 물문제인데 대하여 셋째는 일반 미국인에 대한 飮用水문제이다. 다음은 셋째의 문제를 중심으로 하여 살펴본다.

(2) 환경문제

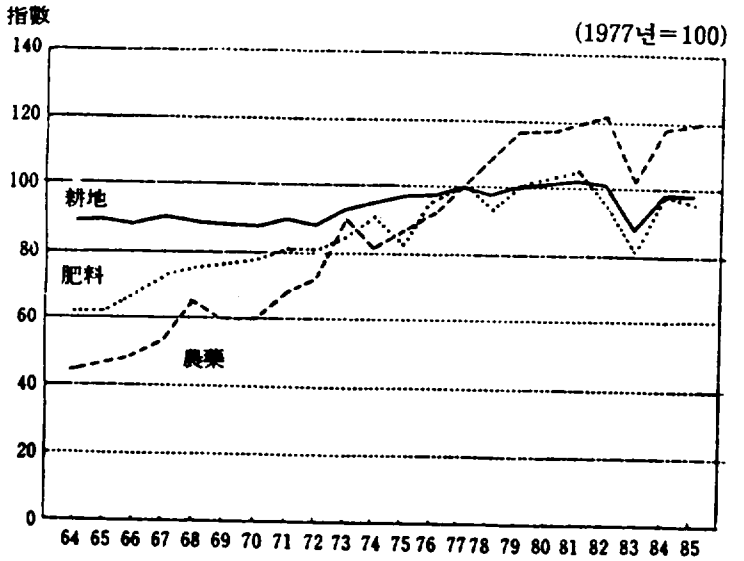
농약·화학비료의 과잉 투입 결과로서 혹은 적절한 조치를 취하지 않은 集約型 畜産의 확장 결과로서 地下水(飮用水)오염, 토양유출, 습지-自然生息地 상실 등의 환경문제가 선진국 田作의 風土를 기초로 하고 있는 미국, EC 등에서 발생하고 있다.

① 地下水(飮用水)汚染

미국 농무성·경제조사국의 Roport「농약과 화학비료에 의한 지하수 오염의 범위와 코스트」(The Magnitude and Costs of Groundwater Conundwater Contamination from Agricultuiral Chemicals, 1987)에 따르면 5000만 人의 사람들이 마시고 있는 물이 농약과 화학비료로 오염되어 있을 가능성이 있는 地下水라고 추정하고 있다. 이들 사람중 대략 1900만 人은 오염의 가능성이 더욱 높은 私設井戶로부터 물을 얻고 있다고 보고하고 있다. 5000만 人이라고 하면 미국 총인구 2억 4800만 人의 20%(5人중 1人)이며 1900만人은 총인구의 8%에 해당한다.

지하수 오염의 要因은 농약과 화학비료중의 질소이다. 다음 〈그림 1〉과 같이 농약투입량은 1960년대 中期에서 '80년대에 걸쳐 3배 가까이 늘어났으며 70년대 초를 기준하더라도 배로 늘어나고 있다. 비료투입량도 60년대 중기~80년대에 5할 전후 늘어나고 있다. 투입량이 크게 늘어난 농약의 중심은 除草劑로서 〈그림 2〉 1960년대 중기~80년대 초에 4배이상 증가하고 있다.

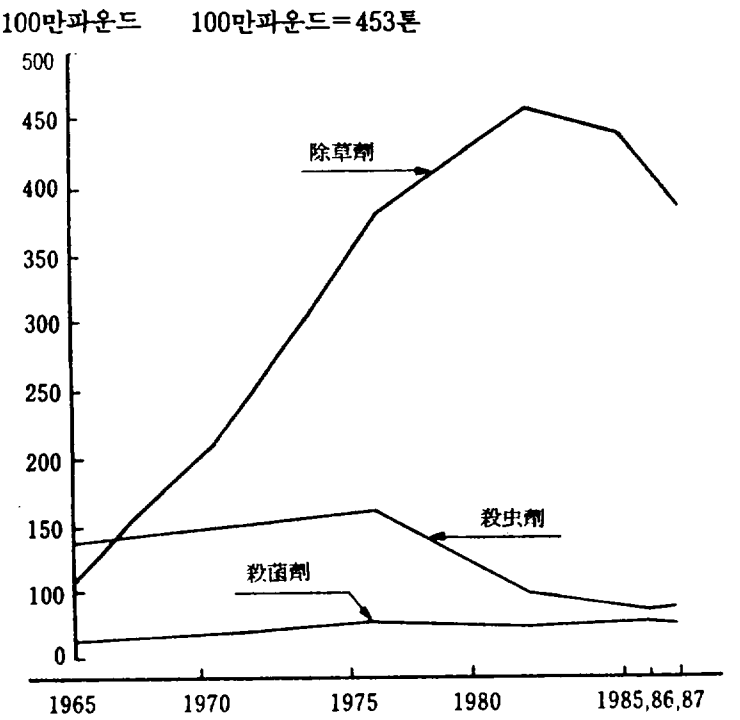
〈그림 1〉 미국의 농약·화학비료·耕地의 投入量 (지수)



資料 : K. Reichelderfer and T. Phipps, *Agricultural Policy and Environmental Quality, 1988 Resources for Future*, p. 4.

〈그림 2〉 미국의 농약 사용내역

(1977년=100)



**(2) 주요국 별 ha당 비료 소비량(成分kg) : 1991년 : 한국 349, 일본 413. 1988년 : 태국 38.6, 필리핀 63.3, 미국 84.5. 1985년 : 이스라엘 220.3, 말레이지아 116.5

한국 3요소별 판매량(成分1,000톤) : 질소 : 403(51%), 인산 : 192(24%), 가리 : 218(27%)

한국 1989년 농약 소비량 (성분량) : 살균제 8037톤, 살충제 7937톤, 제초제 4882톤, 기타 2424톤, 합계 23280톤

**(3) 미국의 질소 사용량별 作物順位(파운드/에어커) : ① 담배 : 164 ② 쌀 : 131, ③ 땅콩 : 83, ④ 옥수수 : 122, ⑤ 면화 : 73, ⑥ 수수 : 72, ⑦ 소맥 : 61, ⑧ 대맥 : 44, ⑨ 귀리 : 23, ⑩ 대두 : 19.

농약과 비료의 일부 - 化學物質(주로 질소와 인)이 토양을 통하여 지하수를 오염하면 다음에는 오염된 지하수가 地下水脈에까지 도달하게 되어 지하수 전체가 오염되게 된다. 이러한 지하수 오염은 화학비료 · 살충제 · 제초제 사용량 증가에서 뿐만아니라 feed lot방식에 의해 가축분요가 無積되는 것도 원인이 된다.

전작지에 질소를 사용한 경우(무기질 질소비료이던, 암모니아에 의한 것이던, 有機物에 의한 것이던) 최종적으로 硝酸이 된다. 이 硝酸이 작물에 흡수되지 않고 지하수를 오염시킬 경우에 발생할 가능성이 있는 것이 위암 및 metahemoglobin의 증가에 의한 Blue baby증상이다.

**(4) 幼兒가 체내 산소의 부족으로 질식상태에 빠지는 것 - 青色兒症候群 (metahaemaglobinemia) : 생후 3개월까지의 乳幼兒에만 발생한다. 질소가 너무 많으면 乳幼兒의 혈액은 산소 대신에 질소를 흡수하여 호흡곤란의 원인이 된다. 영국에서는 과거 35년간에 14件의 발병이 있었으며 모두가 100ppm 이상의 질소로 오염된 井戶水 사용과 관계된다. 미국에서는 2件이 발생이 있었다.

또한 硝酸이 亞硝酸으로 되어 이것이 Amine과 결합하여 Nitrosp Amine으로 되면 발암성 물질이 된다고 한다(위암요인-청색아증후군보다 위암이 이론적으로는 위험도가 높다). 질소오염은 생태계상 우려해야할 문제이다. 질소가 밭에 있는 동안에 또는 살포된 후에 氣體로 되어 대기중에 방출되면 酸性雨의 원인이 된다. 지나친 질소로 富營養化된 地表水는 식물이나 藻類를 과다하게 생육시켜 다른 식물, 물고기들이 필요로 하는 산소, 물, 공간을 탈취하고 만다.

미국 농무성의 Roport 「農業과 水質」(Agriculture and Water Quality, 1988)에 따르면, 만약 농약과 질소사용이 현재 수준에서 계속된다면 이들의 集積에 의한 장기 증가로부터의 위험(risk)이 있다고 되어 있다. 「건강에의 잠재적 리수크」

**(5) EC : 음용수에 있어서의 질소함유기준량은 1ℓ당 25㎎으로, 독일, 영국, 덴마크는 50㎎을 허용최대량으로 하고 있다. WHO : 1ℓ다우 50㎎, 이러한 上限의 50㎎을 상회하는 지역이 EC전체의 5~6%, 가이드 라인인 25㎎을 상회하는 지역이 전체의 1/4에 미치고 있다고 알려지고 있다.

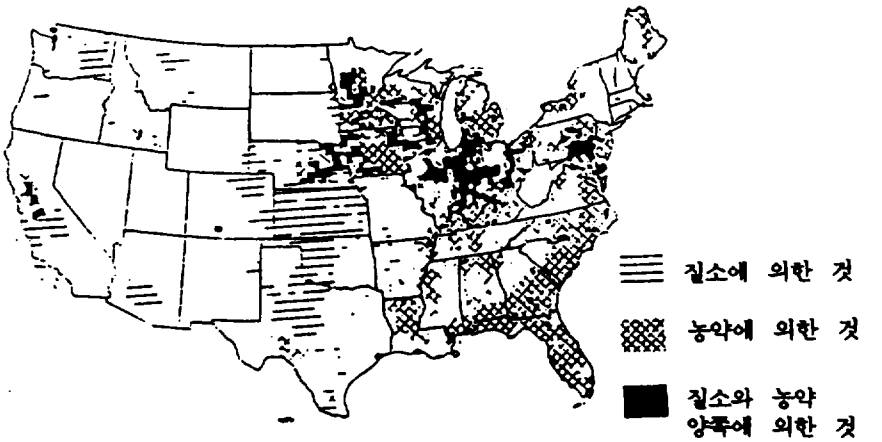
또한 上記 리포트에서는 수천의 井戶가 환경보호청(EPA)의 기준을 넘어선 농약과 질소로 오염되어 있다고 지적하고 있으며, 주민의 70~80%가 지하수로부터 음용수를 얻고 있는 아이오아州에서는 실험한 井戶의 40%가 농약잔류물이 포함되어 있다고 지적하고 있다.

이러한 오염지역은 다음 〈그림 3〉과 같이 중서부(미국농업의 中軸을 이루는 옥수수 생산지대)를 중심으로 남부·동북부 등 26개주에 미치고 있다. 그래서 미국의 한 여론조사에서는 미국인의 80%가 지하수 오염은 전국적 문제라고 생각하고 있는 것으로 나타난 바 있다(E. Nilsen, L. K. Lee, The magnitude and Costs of Groundwater Contamination from Agricultural Chemicals, USDA/ARS, 1987).

**(6) 아이오州는 1987년 地下水保全法에 따라 미국에서는 처음으로 농약 및 화학비료사용에 대하여 課稅를 부과함으로서 지하수오염방지에 손을 쓰고 있다. 즉 농약제약회사로부터 6000종류 이상에 걸친 지정 농약 등록료를 각 농약별로 20달러 징수하고 또한 농약판매회사에 대해서는 론당

최대한 75센트 혹은 판매총액의 0.2%에 해당하는 保全稅를 의무화하고 있다. 年間 400만달러 이상되는 稅收入은 아이오아大學등에서의 持續的 농업의 시험연구와 지도사업에 모두 사용되게 하고 있다. 더욱 나아가서 1989년에는 생산자에 대해서도 살충제 한 Box당 1달러를 과세하는 등 벌칙강화를 추가하고 있어 미국 중부 곡창지대의 지하수 오염이 얼마나 심각한지를 충분히 보여주는 바라할 수 있다.

〈그림 3〉 농약과 화학비료에 의한 지하수오염의 잠재가능지역



資料 : E. Nilsen, L. K. Lee, *The Magnitude and Costs of Groundwater Contamination from Agricultural Chemicals*, USDA/ERS, 1987, p. 16.

② 토양의 表土流亡(토양침식 : Soil Erosion) : 水質 오염 : 물고기와 동식물의 생존 곤란, 航行 저해, 風食에 의한 대기오염, 건강에의 영향 — 他地點에의 타격(offsite-damages)

③ 濕地의 상실

미국의 濕地(Wetland)는 ① 魚貝類, 들오리 등 野生動植物의 생식지 ② recreation장 ③ 홍수를 방지하는 滯水機能 ④ 水質改善 ⑤ 지하수의 수량 조정 등의 역할을 하는 장소로서 평가되어 왔다.

이러한 습지는 미국 중앙부 개척이 본격화하기 전 19세기 중엽에는 5000~7400ha 정로로 추정되었다. 그러나 1982년 시점에는 그 면적이 3640ha(개인소유 72%, 주-지방정부소유 14%, 연방정부소유 14%)로 감소하였다(22~46% 감소).

습지를 감소시키는 주요인은 排水에 의한 농지에의 전환(과거 40년간 840ha)으로서 특히 1950년대 중반부터 70년대 중반에 걸친 20년간을 보면 습지 상실의 80% 이상은 농지에의 전환에 의한 것이다.

그래서 濕地保全 — 이를 위해 농업에의 규제가 80년대에 들어서면서 환경보호의 중요 과제로 제기되었다.

(3) 1990년 農業法의 環境措置

1990년 10월에 의회를 통과 — 대통령 서명으로 성립한 1990년 農業法(The Food, Agriculture, Conservation and Trade Act of 1990; 1990년 식량, 농업, 보전 및 무역법)에서의 환경보호조치는 1985년 농업법에 설정된 보호조치를 계속하는 부분과 새롭게 추가된 조치가 있다.

① 1985년 농업법에 도입된 조치의 기본적 유지

1985년 농업법에서 도입된 토양법칙(sod buster), 습지법칙(swamp buster), 10년간 리스에 의한 토양보전유보계획(CRP), 보전준수(conservation compliance) 등은 모두가 90년 농업법에 수정되면서 유지되고 있다.

(a) 토양법칙 : 프로그램 利益(不足佛, 가격지지융자의 수익권)의 상실에서 법칙을 500달러~5000달러 범위로.

(b) 습지법칙 : 프로그램 이익의 상실에서 750~10000달러로. 그런데 습지법칙은 내용적으로 더 강화되었다. 즉, 습지가 배수되어 作付되었을 때 법칙이 부과되었으나 90년 농업법에서는 습지의 排水行爲 자체가 법칙대상이 되었다.

(c) 토양보전유보계획(CRP) :

(d) 보전준수(conservation compliance) :

② 새로 도입된 조치

(a) 農藥使用의 記帳(Record Keeping)

위험한(사용량이 제한되어 있는) 농약에 대한 농장에서의 사용은 記帳하도록 의무화하였다.

(b) 水質保全 助成計劃

농약과 화학비료에 의해 지하수가 오염되기 쉬운 지역의 농장의 수질을 보전하기 위해 (농약과 화학비료 투입량을 감소시키는) 農法의 자발적 채용을 정부보조와 정부 및 농장의 비용분담으로 해 나가자는 것이다. 조성액의 한도는 1농장 3500달러로 되어 있다. 이 계획은 5년간 400ha의 등록을 목표로 하고 있다.

(c) 습지보전계획

습지법칙과는 별도로 습지를 보전할 목적으로 새롭게 설정된 것이다. 이것도 자발적인, 정부보조를 동반하는 프로그램이다.

(d) 有機農産物의 설정기준과 표시

(e) 持續的 農業에 대한 연구지출 : 年 4000만달러

1990년 농업법은 정식으로 持續的 農業(Sustainable Agriculture)에 대한 연구비용으로 年間 4000만달러의 支出權限을 결정하였다.

(f) 농무성에 "環境의 質室" 설치

「농업정책의 환경에의 영향을 평가」하기 위해 「環境의 質室(Office of Environment Quality)」가 설치되었다.

(g) 毒物循環의 억지

미국 국내에서 금지되어 있는 농약은 수출하지 못하도록 하였다.

**(7) 미국 농업법은 농무성이 관할하는 모든 분야를 커버하는 package法으로 되어 있다.

**(8) 지속적인 농업 혹은 低投入의 지속적 농업(Low Input Sustainable Agriculture : LISA) : 환경적으로 건전하면서 또한 경제적으로 活力이 있는 (이익을 올리며 경영적으로 성립할 수 있는) 農法 혹은 農業system(목표 : 생산성 · 수익성 확보 — 자원과 환경의 보전 — 건강과 식품 안전성 확보)

**(9) 미국의 연방법에는 1972년 농약규제법, 1987년 水質法 등이 있고 환경에의 배려는 1985년 농업법 — 식량안전보장법, 1990년 농업법에 포함되어 있다.

**(10) 日本의 例 : 1개 골프장당 대략 120ha, 1日 물 사용량 370톤(사람의 음용수로 사용하면 1200명분) 농약 사용량 대략 3.5톤(제초제, 살균제 등)이며 東京 근교의 골프장은 11톤 使用例도 있다.

**(11) 環境保全型農業은 다음과 같이 여러가지로 표현되어지고 있으나 내용은 비슷하다. 環境保全型農業의 목표하는 바는 농업생산에 따른 환경에의 負荷 등 마이너스 面을 줄이면서 농업이 갖고 있는 환경보전기능(홍수방지, 지하수함양, 경관보전 등의 국토보전 · 환경보전기능)을 적극적으로 유지 · 증진하자는 데 있다. Environment-Frendly Farming, Environment-Protective Farming, Environment-Improvable Farming, 미국은 1980년대 중반부터 주로 캘리포니아州에서 논의된 Sustainable Agriculture와 뉴욕州에서 논의된 Farming Alternative(대체적 농업), 유럽에서는 Low-Input, Low Output 등 粗放的 農業(Extensive), 복합농업(Diverse) 등이다.

(4) 水質汚染對策

① 1982년 US/EPA는 유일한 用水源으로 지하저수지 역할을 하고 있는 帶水層을 오염으로부터 보호하기 위하여 안정음료수법(SDWA, 1974)을 수정하여(일명 곤자레스法) 유일 대수층 보호계획(Sole Source Aquifer Program)을 입안하고 현재 Guam의 전체대수층, 텍사스의 Edward대수층

등 12개 대수층을 보호구역으로 설정한 바 있다. 본 프로그램은 현재 한국내에서 시행 중인 상수도보호구역설정과 유사한 것으로 지하수의 함양지역에 대해서도 보호구역을 설정하여 잠재오염으로부터 사전에 오염을 방지하고 지하수 자원을 보호하려는 데 목적이 있다(** 제주의 중간간 지역은 보호되어야 한다).

② 農業 起源의 水質汚染을 규제하는 데 중점을 둔 최초의 법률로서는 水質法(the Water Quality Act)이 1987년 시행되었다. 더욱이 水質淨化法(the Clean Water Act)에 의해 各州는 發生源을 특정화할 수 없는 수질오염과 이에 관계되는 방책에 대한 보고 의무가 주어지고 있다. 1988년에는 농무성이 토양, 물 보전에 관한 전국계획(National Program for Soil and Water Conservation) 및 地域의 水質淨化計劃(the Rural Clean Water Program)에 의해 전국에서 22개의 水質淨化計劃이 지도 관리되고 있다.

3. EC

(1) 序

西歐諸國에 있어서는 근래 농업생산이 확대되고 품종개량에 발맞추어 비료, 농약 사용량의 증가, 축산의 집약화 등이 진행됨에 따라 농업지대에서의 지하수가 硝酸性질소 등에 의한 오염이 현재화되고 있다.

이러한 배경에서 농업생산에 따른 環境負荷의 경감등을 목표로 환경보전을 배려하는 농업시책이 추진되고 있다. 즉 EC제국에서는 환경보전, 경관유지의 관점에서 환경보전을 배려하는 粗放的 농업 등이 적극 추진되고 있는 것이다.

(2) 환경문제

① 地下水(飮用水)오염

미국의 경우와 마찬가지로 화학비료, 농약, 가축 배설물로부터 유출되는 질소와 인산 — 특히 질소 — 에 의한 지하수 등 음용수의 오염이다.

지난 25년간 질소 비료 사용량은 덴마크 225%, 네델란드 150% 증가하였으며 농약은 덴마크 69%, 서독 30% 증가하였다. EC 전체로 70년대에 화학비료는 25%나 증대한 바 있다(표 4, 5, 6, 7 참조).

EC는 이러한 화학비료와 농약 사용량 증가와 肉豚, 乳牛, 양계 등의 배설물이 지하수 — 음용수

오염의 원인이 되고 있다. 특히 過剩家畜排泄物地域(Surplus Animal Area)는 네델란드, 벨기에, 독일 북서부 등 유럽 북서제국에 집중하고 있다. 여기는 EC에서도 집약 축산의 집중지대로 되어 있다.

EC는 음용수에 있어서의 질소 함유 허용기준을 1ℓ당 25㎎(1ha당 127㎏)으로 가이드 라인을 정하고 있으며 독일, 영국, 덴마크는 1ℓ당 50㎎을 최대허용량으로 하고 있다. 앞에서 지적된 바와 같이 질소가 亞硝酸으로되면 幼兒의 Blue baby病의 원인이 되며(blue baby syndrome) 발암성 물질도 만들어내는 가능성이 있다(위암).

독일에서는 농지에 잔존하는 과잉 질소가 20年後의 1ha당 년간 평균 10㎏에서 100㎏에 달하고 있으며 네델란드, 벨기에, 룩셈브르크, 프랑스, 영국의 일부는 독일을 상회하는 것으로 지적되고 있다. OECD의 보고 「농업-환경정책 : 統合에의 기회」(Agricultural and Enviromnental Policies : Opportunity for Integration, 1989)에 따르면 네델란드의 1/4 이상이 1ℓ 당 질소량이 허용 상한 50㎎를 넘어섰다고 지적하고 있으며 영국에 있어서도 그 허용 상한을 넘어선 지역이 1980년 1개 지역에서 86년에는 6개 지역으로 늘어났으며 40㎎ 이상 지역은 86년 21개 지역에 미치고 있다고 하고 있다.

**(12) 농업 생산액중에 차지하는 가축생산액의 비율(%)

네델란드 76, 벨기에·룩셈브르크 73, 서독 69, 덴마크 69, 영국 64, 프랑스 52, 이탈리아 37, *미국 47.

**(13) 집약 축산에 의한 manure(堆廐肥)의 생산 동향 :

네델란드 9500만톤 중 1500만톤은 과잉, 1ha당 살포량 허용 상한량 125㎏, 벨기에 4100만톤 중 800만톤 과잉.

**(14) 영국의 경우 硝酸肥料調整團體의 최근 보고에 따르면 물 1ℓ당 질산염을 50㎎ 이하로 억제하기 위해서는 앞으로 20年間 2억 파운드의 투자와 연간 1000만 파운드의 운영비가 필요하는 것으로 제시된 바 있다.

(표 4) 主要國의 肥料 使用量

	1970~73 평균(만톤)	1980~83 평균(만톤)	1970~73→ 1980~83(%)	1ha당 ㎏ 1980~83 평균
미 국	1,620	1,930	+19	102
일 본	208	195	△7	369
프 랑 스	520	565	+8.6	313
서 독	323	325	+0.8	448
영 국	185	238	+28	346
세 계	7,648	11,780	+54	80

(표 5) 主要國 農藥(有效成分) 投入量 (1980년대초)

	농약유효성분량 (A) (1000톤)	경지 면적 (B) (만ha)	kg/ha (A/B)
미 국	334	15,310	2.2
일 본	83	528	15.7
프 랑 스	93	1,802	5.2
서 독	30	725	4.1
네 델 란 드	20	90	22.2
영 국	40	686	5.8
스 웨 덴	5	289	1.7

주 : 미국 경지면적은 作物用 耕地

(표 6) 主要國의 질소 비료 시비량 추이

(단위 : kg/10a)

年 / 國名	1970	1975	1980	1985	1988	88/70 (%)	(參考)小麥單位 1970	(參考)小麥單位 1988	(參考)小麥單位 88/70(%)
미 국	3.9	5.0	5.7	5.0	5.1	2131	209	229	110
영 국	11.1	15.0	17.7	22.2	20.9	188	419	617	147
프 랑 스	7.6	9.0	11.5	12.7	13.5	178	345	615	178
네델란드	46.7	53.8	56.1	55.8	46.7	100	455	723	159
서 독	14.9	16.2	20.7	20.3	20.6	138	379	684	180
덴 마 크	10.8	12.8	14.1	14.6	14.76	136	449	675	151
일 본	15.8	12.8	12.6	14.6	13.7	86	207	362	175

(표 7) 주요국의 토지이용 年間降水量 및 水質水源의 地下水依存比率

區分 / 國名	農地利用 耕作地 (%)	農地利用 森林 및 林地(%)	年間降水量(都市名) (㎜)	水質水源의 地下水依存比率(용천수포함) (%)
영 국	76.8	9.8	759(런 던)	28
프 랑 스	56.9	26.6	614(파 리)	64
서 독	60.3	29.7	589(베 를 린)	72
네델란드	59.3	8.1	802(암스텔담)	69
미 국	47.1	28.3	762(평 균 치)	-
일 본	14.1	66.4	1,750(평 균 치)	26

② 토양침식문제

EC토지의 10%가 토양침식

③ 野生動植物을 위한 자연지역의 감소

濕地의 상실은 네덜란드가 최대이며 영국은 1945년이후 절반, 이탈리아는 3/4이 감소했다. 영국은 습지외에 목초지의 98%, 산림지의 50%에 이용지의 40%가 상실되었다.

또한, 경계를 이루는 生울타리의 감소는 동식물의 감소뿐만아니라 농촌경관 저하를 가져오고 있다 (생담은 자연 生息地에 준하는 일종의 완충지대이다).

(3) 對 應

① 네델란드

1) 冬季 - 農地에의 manure 살포금지

2) manure 6개월간 저장

3) 관리와 살포에 대한 記帳의무화

4) 1ha당 125㎏ 이상인 농장에는 과징금

5) 사료업자에게도 가축 배설물의 저장시설 설치 의무화

② 덴마크

1) 액화 배설물 시설 설치 비용 30% 보조

2) 1ha당 가축 밀도를 2단위(유우 2두)

3) 정부지시 기간중 토지에의 살포금지

③ EC共同農業政策중 環境保護政策

1) 환경보호지역(Enviromentally Special Area : ESA) wlwjd : ESA정책 코스트의 1/4 부담

2) 농약규제

· 스웨덴

1995년부터 동물 밀도를 1ha당 유우 1.5두, 비육돈 10.5두로 규제

* 제주 축산 환경대책 사업 전개 : 축산농가의 조직화, 집단화, 축산경영과 耕種經營의 제휴에 의한 합리적인 家畜糞尿處理利用을 촉진한다.

4. 結

(1) 제주－作田의 風土

① 아시아－한국 : Monsoon적 風土－畓作社會

그러나 제주지역은 위와 같은 풍토 속에서 地質構造의 特性－節理構造－湛水의 容器機能缺如 －田作의 風土를 형성하고 있다.

② 토양은 농업에 있어서 작물을 생산하는 培地로서의 기능과 물질순환계로서의 환경보전기능이라는 두 가지 역할을 갖고 있다. 토양의 대표적인 작용을 열거해 보면 미생물 활성화, 유기물 분해, 이온交換機能, 荷電機能, 緩衝機能, 多孔質, 保水性, 酸化還元反應, 가스교환기능 등을 들 수 있다. 이중 특히 토양이 갖는 환경보전기능에 관계되는 것으로서는 미생물 활성, 유기물 분해 특성에 의한 물 함양기능, 홍수방지기능, 이온교환기능에 의한 水質淨化기능 등이다. 이들 기능은 농업의 생산활동을 통하여 토양이 적절하게 관리될 때 비로소 지속적으로 유지될 수 있다.

③ 集水域을 생각할 때 일반적으로 地形連鎖를 통하여 山地, 山麓地, 臺地, 低地의 순으로 생기는 물의 움직임에 따라 山地로부터 低地에 flow를 갖고 있다.

④ 질소는 각각의 토지이용형태에 따라 여러가지로 변화한다. 山麓, 臺地上에 있는 草地, 田作地)는 酸化的인 系를 갖고 있어 주로 有機物分解機能, 硝酸化成作用에 활동한다. 그렇기 때문에 여기에 투입된 질소(화학비료, 퇴비, 家畜糞尿 등)은 토양중에 생식하는 硝酸塞 질소로 변한다. 硝酸塞 질소는 음이온으로서 흙의 입자에 거의 흡착되지 않는다. 그렇기 때문에 비가 내리게 되면 밑으로 溶脫하여 지수하에 까지 유출한다. 또한 傾斜地에서는 表面流去水에 의해서도 流出한다.

그런데 低地에 있는 畓作地의 集水域內에 있어서는 溜溉水를 받아들여 즉 湛水機能이 성립된다. 草地, 田作地가 酸化的인 生態系인데 반하여 畓作地는 염기적 조건 즉 환원적인 系를 가짐으로서 여기에서는 주로 脫室作用이 작용된다. 즉 질소로부터의 亞硝酸은 畓作地의 還元層에서 分解 － 脫室되기 때문에 질소를 安定無害한 형태로 하여 大氣中으로 돌아가게 하는 역할을 담당게 된다. 그럼으로서 地下水 汚染은 일어나지 않는다.

⑤ 그러므로 田作地 － 美, EC, 제주의 농업에서 일어날 수 있는 지하수 오염, 토양 유출, 습지상실의 실태는 답작지 한국(육지부)은 답작농업의 특성에 의해 면할 수 있다. 그러니까 미국, EC 농업은 전작중심농업이라는 특성을 전제로한 문제인 것이다. (畓作地의 濕地는 답작지기능을 대행할 수 있다. 保水機能, 水質淨化作用 등).

* 施肥된 질소의 10～30%(시비량은 1ha당 15～20㎏, 채소작은 60～80㎏)는 作物에 흡수되지 않고 溶脫(流出)하는 것으로 추정되고 있다. 그러므로 질소화학비료는 과잉투입되고 있다고 생각된

다(일본).

(2) 地域資源의 특성

지역자원은 지역에 고정되어 지역개발에 이용가능한 자원으로서 넓게는 자연자원, 문화적자원, 인공시설자원, 인적자원등을 포함하지만 좁게는 자연자원(토지, 수, 森林, 鑛物, 지역에너지, 기후, 경관 등)을 가리키는 경우가 많고 또한 이들 자원은 동시에 우리들이 생활해나가는데 있어서 불가결한 자연환경이기도 하다.

이러한 지역자원은 자원 일반과는 달리 다음과 같은 특성을 갖는다.

첫째, 「비이동성」 즉 「고정성」을 갖고 있다. 예컨대 토지, 기후 등은 사람에 의해 공간적인 이동이 불가능하며 희소성을 갖고 있다.

둘째, 지역에 존재하는 자원상호간에 「유기적 連鎖性」을 갖고 있다. 예컨대 경지, 물, 삼림 등의 지역자원은 하나의 유기적인 연쇄성을 가지고 존재하고 있어 이 연쇄성이 파괴되리 때에는 그 유용성이 상실되고 만다. 중산간지역(土地)를 구체적으로 볼 때 한라산, 해변지역과 유기적인 연쇄성을 갖고 있어 이 연쇄성이 파괴될 때는 중산간 문제에 한정되지 않고 전체의 근본문제와 직결된다.

셋째, 위와같은 측면의 규정을 받아 「非市場的 性格」 또는 「公共性」을 지니고 있다. 즉, 土地, 水, 森林, 空間 등의 자연자원과 인공시설, 역사적 자원은 우리들의 「環境」이기도 하여 시장매카니즘만으로는 적정하게 이용관리할 수 없는 비시장성이 강한 자원으로서 公共的인 성격도 크게 갖고 있다. 그러므로 여기에 자원관리조직 또는 공적기관에 의한 충분한 관리가 필요하다.

사실 토지는 공업재품과 같이 필요에 따라 생산이 가능한 것은 아니나 토지는 인간의 생활기반으로서 거기에 살며, 일하는 지역주민과 밀착되어 있다. 또한 삼림자원이 존재할 뿐만아니라 홍수의 방어, 대기의 정화, 지표수와 지하수의 涵養 등 중요한 역할은 물론 農地로서 식량의 공급원이 되고 있다. 그러므로 토지를 기반으로 하여 살아가는 인간에게 손을 대는 것과 마찬가지이며 自然界(環境)에 손을 대는 것과 같은 것이다. 지금까지의 토지 改變은 이와 같은 점을 배려하지 않고 간단히 이루어져 왔다. 그래서 자연파괴, 생활파괴, 공해 등으로 나타나고 있는 것이다. 이러한 현상을 배제하기 위해서는 토지이용의 주체성을 지역에 돌려주어야 한다. 또 자원적 토지관에서 환경적 토지관으로의 사고의 전환이 요구되고 있다.

(3) 地下水 涵養

① 직접법 : 정호 함양법(注入法), 地表涵養法(浸透法, 擴水法), 誘導涵養法)

② 間接法 : 地下水涵養地의 확보 — 조림, 녹지공간 유지, 조성

③ 地下댐

④ 미국, 영국, 스웨덴, 이스라엘, 일본 등에서 시행

5. 補論 (일본)

일본의 地下水障害는 ① 地下水를 涵養量을 상회하여 과잉 取水함으로써 地下水位의 低下를 초래케하여 地盤沈下, 地下水의 염수화 등을 일으키는 경우가 많다(그림 1 및 2). 이들의 장해는 일단 일어나면 회복이 곤란하여 장기간을 요하기 때문에 국토보전상, 공공재산의 기능저하, 국민재산의 손실 등 심각한 영향을 가져올 수 있다.

(1) 地盤沈下

關東平野南部에서는 明治 中期부터, 大阪平野에서도 昭和 初期 부터 인정되었고 더욱이 昭和30年(1955년) 이후부터는 지반침하가 이들 대도시지역에서 전국 각지로 확대되었다.

1990년 전국의 地盤沈下狀況을 보면 年間 1㎝ 이상 침하한 지역은 28지역, 年間 4㎝ 이상 침하한 지역은 關東平野 北部 및 筑後, 佐賀平野 등 3지역이다. (그림 1)

(2) 鹽水化

臨海部에서의 地下水과잉채취로 대수층에 海水가 침입하여 地下水의 鹽水化가 발생하여 많은 지역에서 飮用不適, 工業用水 水質의 악화, 농작물에서의 피해 등이 생기고 있다(그림 2).

더욱이 적설지역에서 눈을 녹이거나 없애기 위해 지하수를 많이 사용하게 됨에 따라 지반침하, 지하수의 염수화 등 지하수 장애가 나타나고 있다.

(3) 地下水 汚染

지하수는 그 존재 자체가 표류수의 함양원으로서 중요할 뿐만 아니라 일반적으로 수질이 좋고 수온의 변화가 적다는 점 등으로 수자원으로서 높이 평가되고 있다. 이에 따라 일본의 물사용량의 약 1/6, 도시용수(생활용수 및 공업용수)에 대해서는 약 1/3을 차지하고 있다(그림 3). 水道를 통하여 전국 약 3000만인의 음용수로서 사용되는 외에 그대로 간이 처리한 후에 약 200만호의

가정에서 음용수로 사용되는 것으로 추정되고 있으며 또한 재해시 긴급 水源으로서도 중요한 자원이 되고 있다.

한편 Trichloro ethylene 및 Tetra chloro ethylene 등에 의한 지하수 오염 실태를 보면 1984-5년도에 환경청이 실시한 지하수 오염 실태조사 결과 전국에 걸쳐 광범위한 오염이 나타나는 것으로 판명된 바 있다.

이후 4년간(1984-1988)에 약 16,000개의 井戶중 trichloro ethylene에 대해서는 3.2%, tetrachlore ethylene에 대해서는 3.9%의 비율로 수도수의 잠정기준 수질을 초과한 농도가 검출되어 지하수 오염이 각지에서 나타나는 것으로 확인되었다.

또한 6가크롬 등 유해물질에 의한 지하수 오염에 대해서도 局地的이기는 하나 매년 발생하고 있는 상황이다.

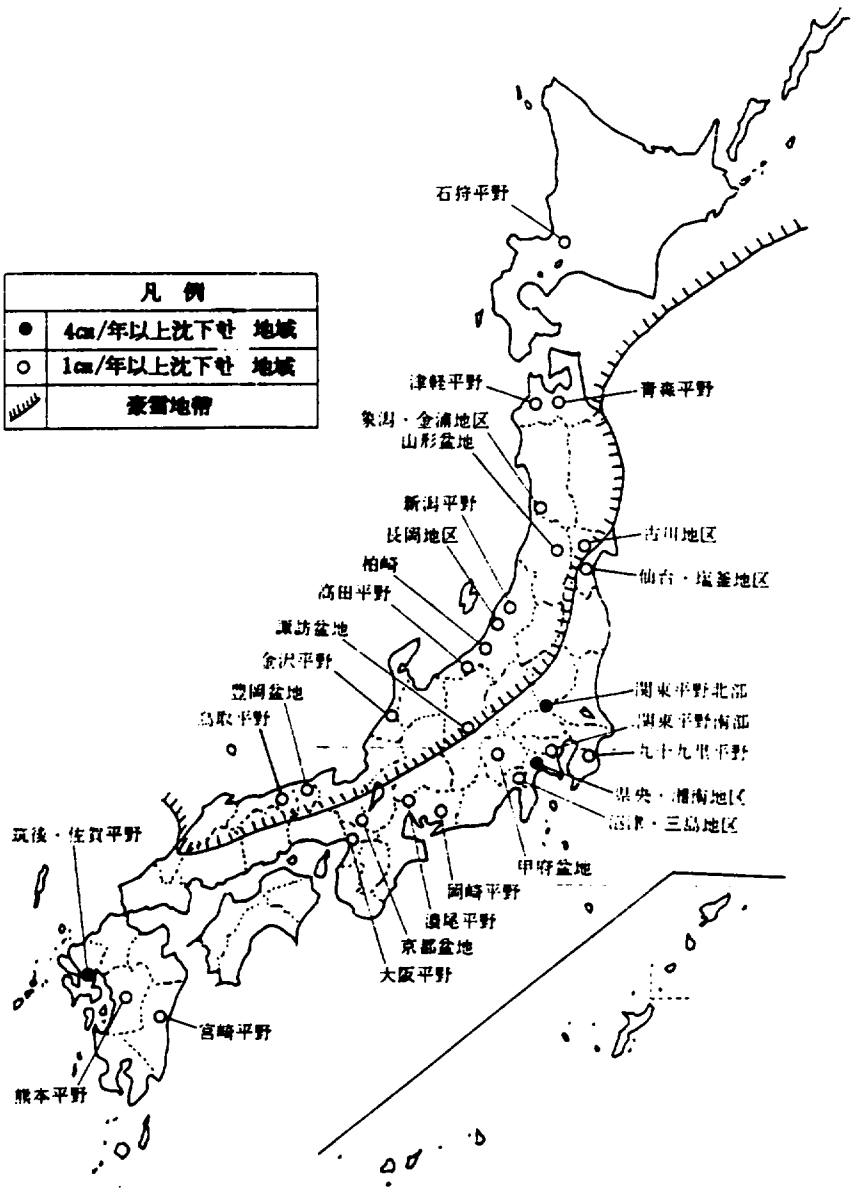
**① WHO의 음료수 잠정 가이드 라인値는 체중 70㎏의 사람이 70년간 매일 2ℓ씩 오염된 물을 계속 먹었을 때에 실질적으로 안정된 양으로써 설정되어 있다.

Trichloro ethylene 0.03㎎/ℓ 이하

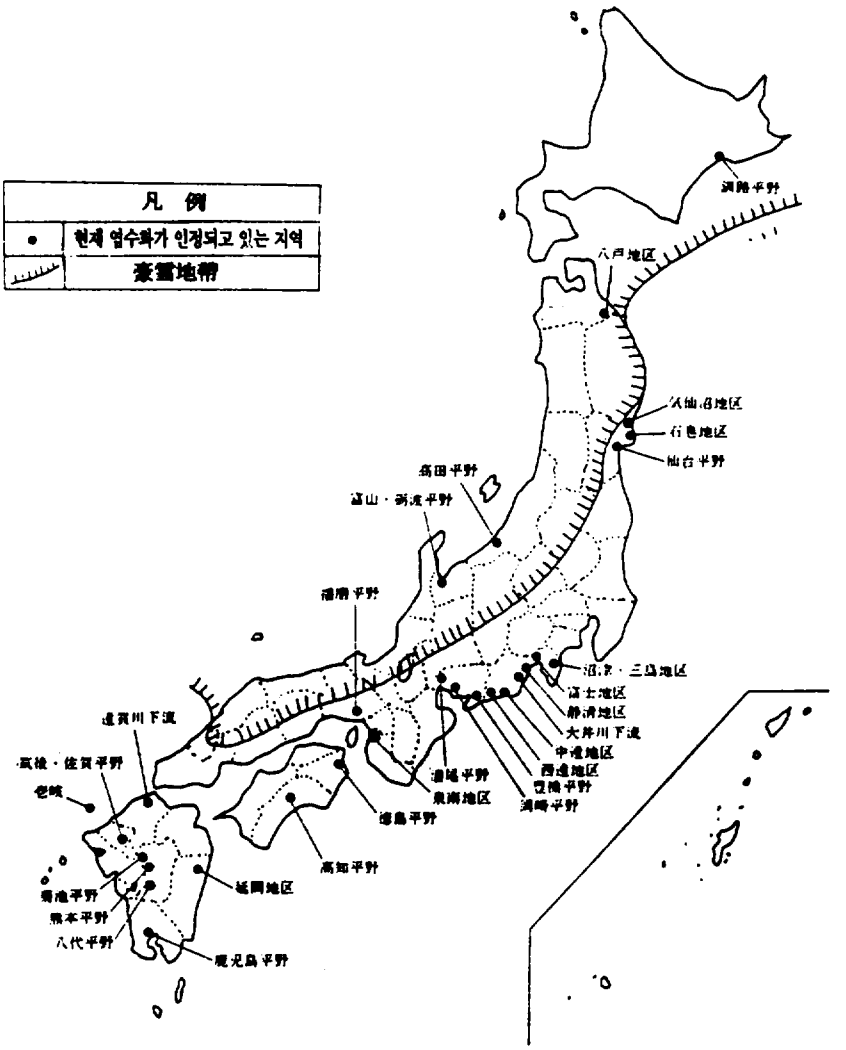
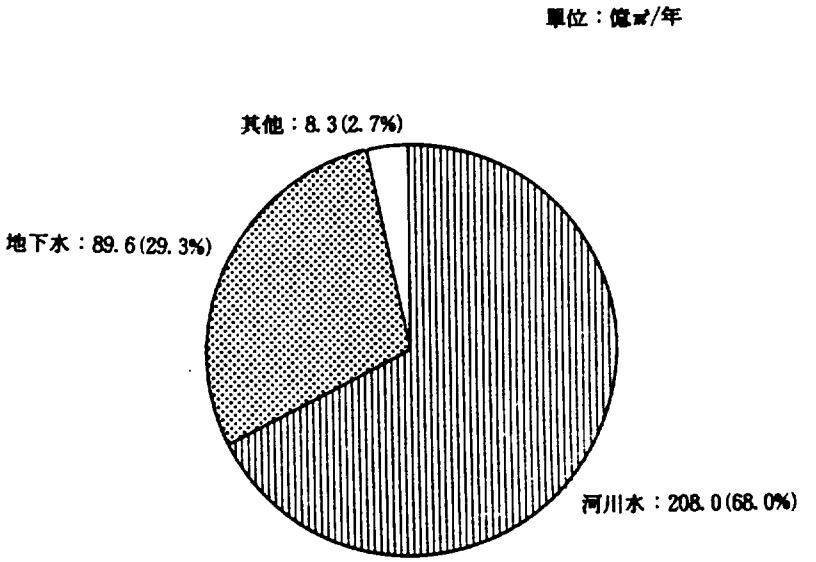
Trichloro ethylene 0.01㎎/ℓ 이하

그런데 trichloroethlene 등은 금속 洗淨, 용제 프레온 제조 원료 등에 사용되며 洗淨과 관련하여 세탁, 이용, 목욕탕 금속관련업소 등과 관련된다.

〈그림 1〉 전국의 지반침하 상황(1990)



〈그림 2〉 지하수의 염수화지역



〈그림 3〉 도시용수의 수자원 구성비율(1986)