발 간 등 록 번 호
11-1543000-000297-01

http://rri.ekr.or.kr

농촌용수 공익적 기능의 사례조사 발굴 및 체계정립방안 연구

A Study on the Multi-functionality and Formulation System of Rural Water Resources

2013. 12

농림축산식품부

한국농어촌공사

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “농촌용수의 공익적 기능의 사례조사 발굴 및 체계정립 방안에 관한 연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2013 년 12 월 31 일

주관연구기관명 : 농어촌연구원
연 구 책 임 자 : 윤동균
연 구 원 : 김진택
김해도
김경묵
오승태
문성근

공 동 연 구 기 관 : (사)한국농공학회
연 구 책 임 자 : 김진수
연 구 원 : 정상옥
윤춘경
박종화
강문성

요 약 문

1. 연구과제명 : 농촌용수의 공익적 기능의 사례 조사 발굴 및 체계정립방안 연구

2. 연구기간 : 2013년 1월 ~ 2013년 12월 (총 1년)

3. 연구의 필요성 및 목적

3.1 연구배경 및 필요성

- ○ 유럽 및 OECD 국가에서는 농촌개발에 어메니티 등의 다원적 기능을 정책수단으로 개발하여 농촌개발에 활발하게 활용하고 있으며, 우리나라에서도 농업의 다원적 기능은 평가 연구가 활발히 이루어져 친환경 농업직불제 등의 정책 수단으로 활용되고 있음
- ○ IPCC 보고에 따르면 기후변화에 따라 향후 집중호우, 가뭄 등 최근 지속되고 있는 수자원 관련 현상들이 심화될 것으로 전망
- ○ 우리나라는 수자원 이용가능수량 337억톤 중 농업용수로 47%인 160억톤을 사용하고 있으며, 농업용수 이용량 중 83%인 132억톤을 논용수로 이용하고 있음
- ○ 농업생산기반 및 농촌용수의 다양한 공익적 효과와 중요성에 비해 국민적 공감대와 이해는 다소 부족한 편
- ○ 4대강사업의 사례처럼 생산기반조성에 따른 농촌수자원의 사업효과와 정책방향을 효과적으로 홍보하는 것도 사업추진만큼 중요
- ○ 쌀 재고 과잉 등으로 인하여 생산자원의 근간이 되는 농촌용수의 신규개발은 억제되고 있으나, 농촌용수의 생산외적 기능인 어메니티, 수변, 경관, 생태계 보전 등의 다양한 농업외적 기능은 지역 활성화, 환경보전차원에서 서비스 수요가 증대되고 있음
- ○ 한편, 국내 곡물자급률은 27.2%에 불과하고 있으며, Chapaign and

Hoekstra(2003)의 보고에 따르면 우리나라의 물희소성이 79%, 물자급률이 38%로 물 수입의존도가 높은 실정임

- ○ 장래 물부족과 기상이변 등 농촌용수와 직접적인 연관성을 가진 여건변화를 고려할 때 공익적 기능을 평가할 수 있는 새로운 지표의 도입이 필요
- ○ 그간 투자된 사업비에 비해 재해대비 안전영농, 주민편의, 경관, 지역발전, 생활환경개선 등 다양한 사업효과 사례에 대한 체계적인 조사·발굴을 통한 경제적 가치 제시 필요
- ○ 국내외적으로 농업생산기반 및 농촌용수와 관련하여 식량생산의 기능 외에 재해·환경·사회·지역·문화적 측면 등 다양한 공익적 가치에 대한 중요성과 관심에 대해 지속적으로 확대
- ○ 농업생산기반 관련정책도 생산적 기능과 더불어 공익적 가치와 기능을 강화·지원하는 방향으로 변화추진이 필요함
- ○ 농촌용수의 기본적인 기능인 생산자원 기능은 지속적으로 공급되어져야 함은 물론이고 양질의 서비스가 지속적으로 공급되어져야 하며, 어메니티 등 다양한 생산외적 기능도 공공 서비스재로 효과적으로 공급되어야 하며, 농촌용수가 가지고 있는 어메니티, 환경 등 지역사회에 산재하고 있는 다양한 공익적 기능을 수요자에게 효과적으로 제공할 수 있는 정책수단 개발이 필요

3.2 목 적

- ○ 국내 농촌용수의 다양한 공익적 기능 사례조사 및 홍보자료 제시

4. 연구내용 및 결론

4.1 연구내용

4.1.1 공익적 기능 국제동향 분석

- ○ OECD국가 및 농업학계 ICID, PAWEES 등 농업용수 관련 국제동향 추가 분석
- ○ 농촌용수 관련 국제적 대응방안 제시

4.1.2 농촌용수의 공익적 기능 분석

○ 국내의 공익적 기능 발현인자 조사 분석

○ 농촌용수 수요량 산정항목 검토

4.1.3 농촌용수의 공익적 기능 평가

○ 공익기능의 정량화 방법 검토

· 수변환경, 경관 등 공익기능 평가기법을 추가조사하고 공익기능을 산술식에 의하여 간단하게 산출할 수 있도록 산정방법 정리

○ 공익기능의 정량화

· 공익기능 계량화 실시, 정량화가 어려운 기능은 비계량화 처리

4.1.4 농촌용수의 공익적 기능 활용정책 개발

○ 각 기능의 재화(사유제, 공공재) 특성 규명

· 기능별로 공익기능의 특성을 규명

○ 각 공익적 기능의 정책수단으로서의 활용성 검토

· 각 공익기능을 정책수단으로의 활용가능성 및 방법 검토

○ 각 공익적 기능 활용 정책 개발

· 농촌용수 다원기능 증진 정책 추진방안 제시

4.1.5 농촌용수의 공익적 기능 홍보자료 작성

○ 국내 농촌용수의 다양한 공익적 기능 사례조사 및 홍보자료 제시

※ 본 연구는 자문회의 결과 본 과제의 주요 내용은 홍보물 제작으로 결정된 바 본보고서에 수록된 내용은 선행 연구내용을 정리하였음.

4.2 연구결과

4.2.1 공익적 기능 국제동향 분석

○ 농업생산과 다원적 기능의 결합성 정도에 대한 워크숍을 개최('06. 11)하여 각국의 사례발표를 통해 각국의 농업여건에 따라 다원적 기능과 농업생산의 연계성이 달라질 수 있다는데 공감대 형성하였으며, OECD 회원국 농업환경 추세변화 분석 및 농업의 환경영향을 평가하기 위해 지난 10년간 개발 작업을 추진하여 현재 33

개의 농업환경지표를 개발한 바 있다.

- OECD는 농업의 공익적 기능의 인정 여부를 논의할 때 결합생산성(jointness in production)과 시장의 실패(market failure) 및 거래비용(transaction cost)에 관한 내용을 규정하고 있다. 즉 농업의 공익적 기능을 이유로 정부가 시장에 개입하는 것이 정당하다는 평가를 받기 위해서는 농업의 공익적 기능의 공급은 통상적인 농업생산과 결합되어야 하고, 수요 및 공급에 있어 시장의 실패가 나타날 뿐만 아니라, 정부가 시장의 실패를 제거하기 위해 시장에 직접 개입하는 것이 거래비용 측면에서도 더 유리하여야 한다는 것이다.
- ICID의 농촌용수의 공익적 기능에 대한 관심은 2001년 서울대회 때부터 시작되었으며 주로 일본, 한국 등 동아시아 국가들에 의해 ICID 내 아시아지역 분과위에서 논의되어왔으나 전체적인 공감대 형성은 이루지 못하고 있다.
- ICID는 2007년 미국 새크라멘토에서 개최된 집행위원회에서 “물사용료와 수리시설 설치 비용조달” Working Group (분과위원회)를 새로이 설립하였으며 주로 미국, 캐나다, 호주 등 농산물 수출국과 이란, 이집트, 파키스탄 등 중동국가들이 주도하고 있어 농촌용수의 다원적 기능에 대하여 아시아 몬순국가들과 입장 차이를 나타내고 있다.
- INWEPF는 WWF3 『식량・농업을 위한 물 각료회의』에서 제시한 권고문중“세 가지 당면과제” 즉 “식량안보와 빈곤경감", "지속적인 물 사용", "파트너십"을 실천하기 위한 국제연대로서 탄생하였다.
- INWEPF는 논농사를 중심으로 하는 아시아지역의 농업용수의 다원적 기능, 환경 등을 배려한 지속가능한 개발, 관리에 대한 공감대를 형성하고 경험과 지식을 상호교환하며 대화를 촉진하여 논농업국가의 공동의 인식을 국제 사회에 발신하기 위하여 설립되었다. INWEPF의 설립배경과 목적과 4차 회의 동안의 활동에 대하여 분석하였다.

4.2.2 농촌용수의 공익적 기능 정량화

○ 농촌용수의 공익적 기능 정량화의 목적은 농촌용수의 기능이 정성적으로 평가되면 수요로서 주장하기 어렵고 객관적 지표로 취급하는 것도 불충분하나 수요를 정량화하여 요구를 명확히 하면 수요는 객관적인 지표가 될 수 있으며 농촌용수의 다양한 기능을 정량화하여 국민의 합의를 얻으면서 사업을 전개하는 것이 필요하기 때문이다.

○ 공익적 기능의 정량화 방법에는 계량적 방법과 비계량적 방법이 있으며 계량적 방법에는 가상가치 평가법(CVM)과 같이 공익적 기능의 수익자에게 직접 평가액을 질문하는 직접법과 내재가격법, 여행비용법과 같이 간접적으로 시장 정보를 이용하여 공익적 기능을 평가하는 간접법이 있다.

○ 농업환경지표는 농업의 환경영향을 측정 평가하는 주요수단으로서 다원적기능의 일부는 환경 긍정적 지표와도 관계되는 점을 고려하여 수입국들을 중심으로 한 노력 하에 생물다양성지표(핵심지표), 경관지표, 토양보전・홍수조절기능 등 토지생태가능지표(지역지표) 등 환경 긍정적 지표도 상당부분 개발하였으나 환경편익의 측정의 어려움, 회원국 간의 비교 가능성 제약 등으로 핵심지표에 반영은 되지 못하고 있다.

○ 농촌용수의 공익적 기능은 크게 농업생산과 관련된 기본기능과 부차적으로 발생하는 편익기능으로 분류하여 생산자원, 수자원, 어메니티자원, 환경보전자원, 사회문화자원, 방재자원, 에너지자원 등 6가지의 자원으로 분류하여 총 14개 기능으로 분류하였다.

○ 농촌용수의 공익적 기능의 정량화는 기능에 대한 설명, 평가 메카니즘 규명, 대체법 등을 이용한 산정식 정리, 산정예 정리를 통하여 공익적 기능을 정량화하는 방법을 제시하여 공익적 기능을 쉽게 산정할 수 있도록 하였다.

4.2.3 농촌용수의 공익적 기능의 정책수단 활용성

○ 그 동안에는 우리나라의 경제수준이 높지 못하여 농촌용수 시설물을 설치하는 경우 농촌용수의 공익적 기능보다는 쌀 생산 가치에 바탕을 둔 경제성을 최우선적으로 고려할 수밖에 없었지만 이제는

우리나라도 OECD 회원국이 될 정도로 경제수준이 크게 향상되었으므로 환경, 문화전통, 경관 등 공익적 기능을 고려할 때가 되었으며 사회적 여건에 부응할 수 있도록 농촌용수 시설을 재정비하여야 할 것이다.

- 환경 친화적 농촌용수 시설 정비의 기본방향은 농촌용수의 공익적 기능을 최대한 살리면서 환경보전과 개발이 조화를 이루는 지속가능한 개발을 추구하는 방향으로 한 단계 업그레이드시키는 농촌용수시설의 재편성을 위한 리모델링사업을 추진하여 미국, 독일, 프랑스 등 선진국이 추진하고 있는 농촌용수 구역의 공원화를 위한 정책적 노력을 시작해 나가야 할 것이다.
- 환경 친화적 농촌용수개발 과 농촌용수의 관련제도의 개선 등의 농촌용수의 공익적 기능을 개발할 수 있는 정책개발을 분석하거, 농촌용수개발사업과 관련하여 국내와 일본의 수변정비사업과 유형에 대하여 여러 사례를 수집하여 농촌용수의 공익적 기능을 활용한 사업모델을 제시하였다.

4.2.4 농촌용수의 공익적 기능 사례조사

- 농촌용수의 공익적 기능에 대한 여러 사례들을 수집하여 분석하였다. 분석된 사례는 앞에서 제시한 농촌용수의 정량화 기법을 제시하였다.

4.2.5 농촌용수의 공익적 기능 홍보자료 제작

- 홍보자료 작성은 스토리텔링적인 소재를 선정하여 청소년과 일반국민에게 농촌용수에 대한 흥미와 지식을 제공하고 사진 및 개념도 등을 사용하여 쉽게 이해할 수 있도록 제작하였다.

5. 연구결과의 실용화 방안

- 농업생산기반 사업효과 주요 우수사례 확대 활용
- 신규 수자원 개발 및 관리방안 수립, 공사 효율적인 농업용수 유지관리 사업
- 효과적인 홍보매체를 통한 성과물 제작으로 다양한 공익적 가치에 대한 대국민 홍보자료 활용

SUMMARY

"A Study on the Multi-functionality of Rural Water Resources"

Agriculture cannot stand without water. Also the multi-functionality of agriculture and rural community cannot be separated from the notion of "Water" which is the core element of the multi-functionality and public function. Thus the public-contribution functions related to the multi-functionality of agriculture and rural community stem from the public-contribution functions of rural water. Various functions other than the primary function of agricultural production, generated by irrigation facilities, are regarded as the public-contribution functions.

The rural water resources create the multi-functionality originated from the agricultural benefit by water suppling facilities themselves as well as the externalities of food security, environment conservation, flood control, municipal and/or industrial water supply, recreation, small-scale power generation, fire-fighting water supply, flood control, dilution effect for polluted water, sight-seeing, transportation benefit out of using embankment as road and so on, which are functions of public goods characteristics derived by the rural water facility itself. OECD discussed and defines the multi-functionality as the valuable function to conserve environment and maintain the viability of agricultural and rural culture in addition to the function of preserving food security and safety and now developing agricultural environment index to evaluate the values of public function and the multi-functionality.

The methods of evaluating the economic values of rural water function used for such evaluations are contingent valuation method(CVM), hedonic method, substitution method or travelers' cost method. Concerning to the multi-functionality of agriculture and rural

community including the functions of public function of rural water resources, between importing and exporting countries of food and cereal for their own national interest there is a huge viewpoint gap in interpreting "agriculture" and "water" as either economic values or public characteristics. The debate has focused on the four areas of environment, agriculture/rural community as well as food security, international trade with market opening and water resources accounting for water-use efficiency and sanitation.

On the issue of the multi-functionality of rural water resources as well as of agriculture/rural community, the global society has discussed actively starting at the UN institutions in 1970s through various meetings of WSSD, WTO/DDA, FAO, OECD, WWF, ICID, INWEPF, INPIM etc. However, opinions between agricultural product import and export countries have been far from a harmonized agreement. It is expected another rounds of negotiations sooner or later involving WTO/DDA and OECD of helping hands.

It is recommended to examine or clarify the core elements of non-trade concerns, to evaluate the values, and to make the people aware of the importance of the NTCs, which must be challenged as a research and also policy making project. In particular, economic evaluation methods appropriate for the functions of landscape, recreation cultural conservation and others must be developed. In addition, further examination of under-developed mechanisms, valuation methods, and definitions for the functions of fire-fighting and small-scale power generation is also suggested. and also recommended to develop countermeasures against the positions of product export countries insisting issues of water pricing, full cost recovery and participatory irrigation management at the expense of farmers.

It is desirable to form a national consensus on the multi-functionality of our agriculture and rural community. Hence, firstly, more acceptable evaluations on the environmental value of rural water should be

performed and then resulted information on the environmental function must be propagated across home and abroad by mass media and various international conferences.

○ It is also necessary to form a public relations team composed of specialists who are exclusively in charge of spreading the importance of the rural water multi-functionality both at home and overseas. It would be more desirable to disseminate public function of rural water resources through the use of public relations materials, written in Korean and English. to persuade participants in the international multi-functionality arena.

○ Creation of promotional cartoon selected by the material on storytelling, to youth and the public interest of rural water and to provide the knowledge and use of the photos and the concept was made so easy to understand.

목 차

1. 서론 ····· 1

1.1 연구배경 및 목적 ····· 1

1.2 연구내용 ····· 2

1.3 연구방법 ····· 3

1.4 기대효과 및 실용화 방안 ····· 3

2. 국내외 연구동향 ····· 5

3. 농촌용수의 공익적 기능 정량화 ····· 7

3.1 공익적 기능 정량화 목적 ····· 7

3.2 공익적 기능의 정량화 방법 ····· 8

3.3 농촌용수의 수요량 산정 항목 검토 ····· 13

3.4 공익적 기능의 정량화 결과 ····· 24

4. 농촌용수의 공익적 기능 사례조사 ····· 62

4.1 조사개요 ····· 62

4.2 농촌용수의 공익적 기능 사례 ····· 63

5. 농촌용수 공익적 기능 활용 정책수단 개발 ····· 85
5.1 환경친화적 농촌용수개발 추진 방향 ····· 85
5.2 농촌용수 공익기능 활용 정책개발 ····· 92
5.3 농촌용수 관련제도의 개선 ····· 95

6. 농촌용수의 공익적기능 홍보자료 작성 ····· 99
6.1 개요 ····· 99
6.2 시나리오 작성 ····· 99
6.3 홍보자료 제작 ····· 105

7. 맺음말 ····· 106

- References ····· 109

- 부 록 ····· 111
◎ 홍보자료 시나리오 ····· 112
◎ 홍보자료(만화) ····· 136

표 목 차

(표 2-1) 선행연구 과제 목록 ····· 6
(표 3-1) 정량화 방법의 적용범위 및 장단점 비교 ····· 12
(표 3-2) 물 자원 총량 및 이용현황 ····· 15
(표 3-3) 2001년 1인1일 급수량 ····· 19
(표 3-4) 사육두수 및 단위 용수량 ····· 22
(표 3-5) 내수면 어종별 단위 용수량 ····· 23
(표 3-6) 외국의 수산용수 이용현황 ····· 23
(표 3-7) 선행연구의 평가사례 ····· 26
(표 3-8) 농촌 사회문화적 기능의 경제적 가치 평가사례 ····· 28
(표 3-9) 기관별 평가액 비교 ····· 29
(표 3-10) 소수력 발전현황 ····· 40
(표 3-11) 산불발생현황 ····· 41
(표 3-12) 생·공업용수의 공급 실적 ····· 44
(표 4-1) 농촌용수의 공익적 기능 조사대상 ····· 62

그 림 목 차

<그림3-1> 공익적 기능의 정량화방법 ····· 8
<그림3-2> 농촌용수의 구분 ····· 14
<그림3-3> 공익적 기능의 구분 ····· 31
<그림3-4> 농촌용수의 공익적 기능 개념도 ····· 32
<그림5-1> 농촌 환경에서 농촌용수 시설이 갖는 위치의 개념 ····· 86
<그림5-2> 농촌용수시설(저수지)의 다원적 기능 ····· 87

1. 서론

1.1 연구배경 및 목적

현재 우리나라는 농촌용수의 생산자원 기능의 지속적인 공급과 수요가 증대되고 있는 실정임에 따라 생산외적 기능 서비스의 효과적 공급을 위해서는 농촌용수가 가지고 있는 다양한 공익적 기능의 규명 및 평가가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 농촌용용수 사용량과 공익적 기능 사례조사 내용을 기반으로 국민들에게 농촌용수의 공익적 기능에 대한 홍보자료를 제시하는 것을 목적으로 한다.

유럽 및 OECD 국가에서는 농촌개발에 어메니티 등의 다원적 기능을 정책수단으로 개발하여 농촌개발에 활발하게 활용하고 있으며, 우리나라에서도 농업의 다원적 기능은 평가 연구가 활발히 이루어져 친환경 농업 직불제 등의 정책 수단으로 활용되고 있다. 또한 IPCC 자료에 의하면 기후변화에 따라 향후 집중호우, 가뭄 등 최근 지속되고 있는 수자원 관련 현상들이 심화될 것으로 전망됨에 따라 우리나라는 수자원 이용가능수량 333억톤(수자원장기종합계획 2011-2020) 중 농업용수로 62%인 159억톤을 사용하고 있으며, 농업용수 이용량 중 약 80%인 127억톤을 논용수로 이용하고 있다. 그에 관련하여 농업생산기반 및 농촌용수의 다양한 공익적 효과와 중요성에 비해 국민적 공감대와 이해는 다소 부족한 실정이며, 4대강사업의 사례처럼 생산기반조성에 따른 농촌수자원의 사업효과와 정책방향을 효과적으로 홍보하는 것이 중요한 실정이다.

경제적 측면에서도 쌀 재고 과잉 등으로 인하여 생산자원의 근간이 되는 농촌용수의 신규개발은 억제되고 있으나, 농촌용수의 생산외적 기능인 어메니티, 수변, 경관, 생태계 보전 등의 다양한 농업외적 기능은 지역 활성화, 환경보전차원에서 서비스 수요가 증대되고 있다. 한편, 국내 곡물자급률은 27.2%에 불과하고 있으며, Chapaign and Hoekstra(2003)의 보고에 따르면 우리나라의 물희소성이 79%, 물자급률이 38%로 물 수입의존도가 높은 실정임에 따라 장래 물부족과 기상이변 등 농촌용수와 직접적인 연관성을 가진 여건변화를 고려할 때 공익적 기능을 평가할 수 있는 새로운 지표의 도입은 반드시 필요하다. 그러나 최근 공익적 기능과 다원적 기능에 대한 연구가 일부 추진이 되었으나 농촌용수 평가지표 안에 대한 정부 및 국민의 활용성은 매운 낮은 실정이다. 이와 관련하여 현재의 지표개발보다는 농촌용수의 공익적 기능을 국민들에게 알리는 것이 우선

적으로 이루어져야 할 것으로 판단됨에 따라 본 연구에서는 국민 모두가 쉽게 이해하고 접할 수 있는 만화 홍보자료를 작성하여 제시하고자 한다.

1.2 연구내용

1.2.1 농업생산기반사업 추진으로 인한 국내 주요 효과사례 유형별 조사·발굴

- 재해대비, 생태계보전(환경), 경관, 경제성·편의성, 생활환경 개선 등 농촌지역 사회·문화 향상 기여 등 유형별 효과사례 문헌조사
- 일본, 유럽 등 주요 선진국의 사업효과 홍보사례(홈페이지, 포스터, 팜플렛, 비디오 등)에 관한 조사

1.2.2 농업생산기반 및 농촌용수관련 대국민 홍보·교육 모델, 방향 및 전략 제시

- 농업생산기반 및 농촌용수 관련 사업효과, 공익적 가치·기능 등 정리
- 공익적 가치에 대한 대국민 이해도 증진을 위해 재미있고 친숙하며 효과적인 홍보매체를 활용한 성과물 제작

1.3 연구방법

1.3.1 공익적 기능 국제동향 분석

○ OECE국가 및 농업학계 ICID, PAWEES 등 농업용수 관련 국제동향 추가 분석

○ 농촌용수 관련 국제적 대응방안 제시

1.3.2 농촌용수의 공익적 기능 분석

○ 국내의 공익적 기능 발현인자 조사 분석

○ 농촌용수 수요량 산정항목 검토

1.3.3 농촌용수의 공익적 기능 평가

○ 공익기능의 정량화 방법 검토

· 수변환경, 경관 등 공익기능 평가기법을 추가조사하고 공익기능을 산술식에 의하여 간단하게 산출할 수 있도록 산정방법 정리

○ 공익기능의 정량화

· 공익기능 계량화 실시, 정량화가 어려운 기능은 비계량화 처리

1.3.4 농촌용수의 공익적 기능 활용정책 개발

○ 각 기능의 재화(사유제, 공공재) 특성 규명

· 기능별로 공익기능의 특성을 규명

○ 각 공익적 기능의 정책수단으로서의 활용성 검토

· 각 공익기능을 정책수단으로의 활용가능성 및 방법 검토

○ 각 공익적 기능 활용 정책 개발

· 농촌용수 다원기능 증진 정책 추진방안 제시

1.3.5 농촌용수의 공익적 기능 홍보자료 작성

○ 저수지, 담수호 등 수리시설의 공익기능에 대한 웹페이지 등록 자료 작성

○ 농촌용수의 공익기능 유인물 및 홍보동영상 제작

※ 본 연구는 자문회의 결과 본 과제의 주요 내용은 홍보물 제작으로 결정된 바 본보고서에 수록된 내용은 선행 연구내용을 정리하였음.

1.4 기대효과 및 실용화 방안

1.4.1 기술적 측면

○ 각 분야별 공익적 기능에 대한 효율적인 효과분석 및 정책 수립을 위한 지원 체계 구축

○ 공익적 기능 등을 통한 녹색기술의 적용을 위한 근거자료 마련

1.4.2 경제·산업적 측면

○ 각 분야별 공익적 기능에 대한 효율적인 효과분석 및 정책 수립을 위한 지원 체계 구축

○ 공익적 기능 등을 통한 녹색기술의 적용을 위한 근거자료 마련

○ 농촌용수 공익적 기능 사례 발굴조사에 대한 정책지원 및 방향 제시
○ 주요 국가에 대한 농촌수자원의 지속적인 모니터링 및 분석을 통한 공익적 기능에 대한 경제적 가치부여
○ 농업생산기반, 농촌용수관련 다양한 공익적 가치에 대해 대국민 이해도 제고
○ 농업생산기반 사업 효과사례 조사·분석을 통해 우수사례 전파 및 발전활용

2. 국내외 연구동향

농촌용수를 토대로 한 한국의 쌀 농업에 대하여 논의 공익적인 다원적 기능은 홍수조절, 토양유실방지, 대기정화 등 다방면에 걸쳐 쌀 생산효과보다도 더 많은 공익적 기능과 효과가 있다는 연구내용이 있다. 그러나 이러한 공익적 기능에 대한 명확한 근거자료 및 지표를 제시하지 않아 아직 이론적인 배경만 제시되어있는 상황이다.

'98년 UR 농업 각료 회의에서 농업개혁에 있어서 농업의 다원적 기능이 고려되어야 함을 인정함에 따라 다원적 기능제공을 위한 정책수단 등에 대한 분석(2001～2003) 결과 다원적 기능 제공을 위한 정부지원은 가급적 농업생산과 직접연관이 크고, 시장에 의한 공급이 어려우며, 민간 공급이 비효율적일 경우 실시할 것을 권고한바 있다. 또한 효율적 정부지원방식(생산연계지원 등)은 거래비용(PRTC : Policy Related Transaction Costs, 정책기획, 실시, 점검평가 등에 소요되는 비용)을 포함한 비용편익분석에 따라 달라질 수 있음을 제시하고 농업생산과 다원적 기능이 강한 연계성이 있을 경우 생산과 연계된 지원정책이 효율적일 수 있다는 근거를 마련하기도 하였다.

농업생산과 다원적 기능의 결합성 정도에 대한 워크숍을 개최('06. 11)하여 각국의 사례발표를 통해 각국의 농업여건에 따라 다원적 기능과 농업생산의 연계성이 달라질 수 있다는데 공감대 형성하였으며, OECD 회원국 농업환경 추세변화 분석 및 농업의 환경영향을 평가하기 위해 지난 10년간 개발 작업을 추진하여 현재 33개의 농업환경지표를 개발한 바 있다.

일본의 경우 다원적 기능의 평가는 미쯔비시종합연구소(1991), 농업토목총합연구소(1993), 농업총합연구소(1998) (외부의 학식 경험자 및 농림수산성 내의 관계 연구자로 구성된 「농업・농촌의 공익적 기능의 평가 검토팀」을 조직 평가), 미쓰비시총합연구소(2001) (지역환경・인간생활에 걸친 농업 및 삼림의 다면적 기능의 평가에 대한 조사연구보고서)에 의하여 이루어졌다. 일본은 현재, 거시적 평가에서 미시적 평가로 이행한 단계이며, 수문모델을 이용한 홍수조절기능의 규명 등 다원적 기능을 규명하기 위한 각종 규명연구를 실시하고 있다. 특히, 경관, 수변 등 계량화가 어려운 기능에 대한 평가기법을 연구 중에 있다.

국내에서도 농업의 다원적 기능에 대한 연구는 '95년도에 농촌경제연구원의 "오세익"에 의하여 쌀 농업의 환경보전효과에 관한 연구가 추진된

후 '96년도 농촌진흥청의 농업이 환경에 미치는 공익적 기능 평가, '01년도의 농촌진흥청 농업과학기술원의 "성기석"의 대체 비용법을 이용한 농업의 환경 보전적 기능 계량화 평가 등이 있고, 농촌진흥청 농업경영관실 "서동균"에 의한 농업의 다원적 기능 연구와 평가사례에 대한 연구가 있다.

기타. 한국농업정책학회 "이상영"이 농촌의 다원적 기능에 대한 지불의사 분석과 논의 공익적 기능에 관한 연구 등 다양한 연구가 실시되었다. 농촌용수에 관련 연구는 '05년도에 수리시설의 다원적 기능 제고와 현대화에 관한 연구가 한국농촌공사 농어촌연구원에 의하여 실시되었다.

(표 2-1) 선행연구 과제 목록

연 도	기 관	제 목
1994	농업과학기술원 김동수	논, 왜 지켜야 하는가
1995	한국농촌경제연구원 오세익	쌀농업의 환경보전효과에 대한 연구
1996	농촌진흥청	농업이 환경에 미치는 공익적 기능평가
1999	농림부	한국 논농사의 다원적 기능
2000	농촌진흥청 농업경영관실 서동균	농업의 다원적 기능 연구와 평가 사례
〃	충남대 농생대 임재환	논의 공익적 기능에 대한 사회경제 효과 고찰
2001	농촌진흥청 농업과학기술원 성기석	대체법을 이용한 농업의 환경보전적 기능 계량화 평가
2002	농촌진흥청 농업경영정보관실	논농업의 환경보전 및 경관가치 평가
〃	서울대 관개배수연구실 박성우	논의 공익적 기능에 관한 연구
〃	농업과학기술원 김태균	농촌의 공익적 기능 평가 연구
2003	한국농촌경제연구원 오세익	농업의 다원적 기능의 가치평가 연구
2003	한국농업정책학회 이상영	농촌의 다원적 기능에 대한 지불의사 분석
2004	한국농업정책학회 이상영	논의 공익적 기능에 관한 연구
2005	농림부 농어촌연구원,(재)농환기연구소	수리시설의 다원적 기능제고와 현대화에 관한 연구

3. 농촌용수의 공익적 기능 정량화

3.1 공익적 기능 정량화의 목적

3.1.1 국민요구의 명확화

국민의 복지를 충실하게 하는 수단의 하나는 그 요구를 충족시키는 것이다. 따라서 사회전체가 다양화하고 농촌의 도시화가 진전되는 과정에서 국민이 농촌용수의 역할에 대하여 기대 기능이 다양하다면 그것을 충분히 공급하는 것이 중요하다.

농촌용수의 기능이 정성적으로 평가되는 단계는 수요로서 주장하기 어렵고 객관적 지표로 취급하는 것도 불충분하나 수요를 정량화하여 요구를 명확히 하면 수요는 객관적인 지표가 될 수 있다.

3.1.2 국민요구의 사업화

농촌용수의 공익기능을 국민 요구 방향으로 충실히 하는 가장 효율적인 방법은 농촌용수가 본래 가지고 있는 기능을 활용하는 것이다.

농촌용수의 많은 기능 중에서 국민의 요구가 큰 것은 무엇인가 또는 그 기능은 이후 어떻게 변해갈 것인가를 분명히 분석한 후에 농업생산과 조화롭게 자원을 배분하는 것이 농촌용수개발의 과제라 할 수 있다.

국민의 수요가 다양화되어 가는 상황에서 농촌용수의 다양한 기능을 정량화하여 이것을 사업전개의 기준으로 하여 국민의 합의를 얻으면서 사업을 전개하는 것이 필요하기 때문이다.

3.1.3 자원배분의 적정화 및 사업목적의 확대

농촌용수는 농촌지역이 도시화됨에 따라 반사적·부수적으로 농업 외의 효용을 발휘하는 기능이 다양화하였다. 농업용 저수지의 홍수조절효과, 레크레이션 효과 등 이들 효과는 사업의 부수적 수준에 머무르고 있다.

이 같은 부수적 단계의 견해에 머무르고 있으면 농촌용수의 기능·역할을 충실하게 하기위한 자원배분 적정화 범위를 확대시키는 근거가 약하다고 말할 수 있다.

농촌용수의 전개방향을 명백히 하는 것은 미리 정한 틀을 전제로 해서

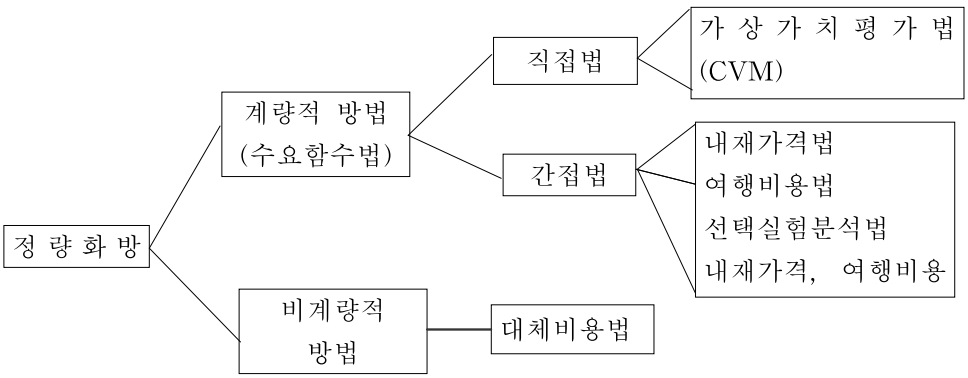
전개방향을 검토하는 것이 아니라 국민경제적인 견지에서 국민 요구에 따라 자원을 배분 하는 것이다.

그리고, 새로운 사업으로서 농촌용수개발에 필요한 것이 무엇인가를 명백히 하는 것이다. 이상과 같은 관점에서 농촌용수 공익적 기능을 정량화 하는 것이 필요하다.

3.2 공익적 기능의 정량화 방법

공익적 기능의 정량화 방법에는 계량적 방법과 비계량적 방법이 있으며 계량적 방법에는 가상가치평가법(CVM)과 같이 공익적 기능의 수익자에게 직접 평가액을 질문하는 직접법과 내재가격법, 여행비용법과 같이 간접적으로 시장 정보를 이용하여 공익적 기능을 평가하는 간접법이 있다.

비계량적 방법에는 시장가격이 형성되지 않으나 그 기능의 손상에 따른 복원을 대체 가능한 재화나 용역의 가격을 이용하여 가치를 평가하는 대체비용법이 있다.



<그림3-1> 공익적 기능의 정량화방법

위의 그림에 분류해 놓은 7가지의 정량화 방법중 대표적으로 쓰이는 것으로는 가상가치평가법, 내재가격법, 여행비용법, 대체비용법 등을 들 수 있다.

3.2.1 가상가치평가법(Contingent Valuation Method)

가상가치평가법은 비시장재화의 시장이 존재하지 않으나 마치 존재하는 것처럼 가상시장을 설정하고 비시장재화에 대한 소비자의 지불의사를 통하여 조사함으로서 그 기능의 가치를 평가하는 방법이다.

실제로는 설문조사(면접 혹은 우편조사를 통한)에 의하여 농업·농촌의 비시장적인 기능에 대한 사람들의 지불용인가격(지불의사 금액)을 찾아낸다. 즉 특정 수준의 비시장재 소비를 유지하기 위하여 소비자가 지불하고자 하는 금액을 소비자에게 직접 물어보는 방법이다.

이 방법에 의하여 평가된 경제적 가치는 보상잉여(compensating surplus)나 동등잉여(equivalent surplus) 등 Hicks의 후생개념이 응답자의 지불의사 금액(willingness to pay : WTP) 이나 보상 수용액(willingness to accept : WTA)을 통해 표현되기 때문에 강한 이론적 근거를 갖으며 효용함수에 대한 가정이나 수요함수의 유도등의 복잡한 중간과정을 생략하고 직접 Hicks의 후생변화척도를 이끌어낼 수 있다는 장점이 있는 한편 조사대상이 되는 개개인의 정보, 지식 정도에 크게 좌우되며 기능별로 청취 하는 경우에는 각 기능에 대한 평가착오를 일으키기 쉽다는 단점도 갖고 있다.

3.2.2 내재가격법(Hedonic Price Method)

내재가격법은 비시장재의 가격이 형성되지 않을 경우 즉 시장이 명시적으로 존재하지 않을 경우 그 대체시장으로 토지시장 또는 주택시장을 이용하여 경관, 소음정도, 공기질, 주변의 환경적 특성 즉 인근 혐오시설의 유무 등 환경의 질이 개선되었을 경우의 편익을 추정한다.

예컨대 아파트 경관의 가치를 아파트 값의 차이로부터 도출해 낼 수 있다는 것이다. 단위 환경의 질 개선에 대한 개인의 한계지불의사(MWTP : Marginal willingness to pay)를 계측하여 전체대상자를 감안하여 특정지역의 환경(기능)의 질 변화에 따르는 후생의 변화를 측정할 수 있다.

자산 가격에 영향을 미치는 요소 중에서 특정의 환경요소, 예를 들면 논의 존재의 공헌을 통계적으로 분리하는 것에 의해 그 환경요소의 가치를 평가하는 수법이다.

Rosen(1974)등에 의해 이론화된 내재가격법은 헤도닉(쾌락설: 고대 로마 사회의)이라는 용어의 뜻처럼 재화의 가격은 그 곳에서 얻어지는 쾌락

의 제요소에 대한 평가에서 설명된다는 이론에서 발전시킨 것이다.

이 방법은 전체를 평가하기가 쉽지 않고 기능별로 나누어 평가하는 방법으로도 그다지 좋다고 할 수 없으며 정량적 평가, 계산의 과정에 사람의 관심이 모이는 제 기능과 그 평가의 대응관계가 「블랙박스」의 안에 있기 때문에 검토단계에 있어서 부외자가 논의에 참가하는 기회를 거부하는 단점이 있으나 자연경관유지 및 생태계 보전 기능 등의 평가에 적합하다 할 수 있다.

3.2.3 여행비용법(Travel Cost Method)

여행비용법은 관광 및 유흥지의 가치를 평가하기 위한 방법이다. 여행비용은 관광·유흥지 방문의 총 가격으로서 입장료와 왕복여행비의 합으로 표시된다. 또한 이렇게 산출된 금전적 비용과 시간비용의 변화도 고려한다. 여행비용법을 응용하여 관광시설을 방문하였을 때나 방문지역의 환경이 개선되었을 때 발생하는 편익을 추정할 수 있다.

여행비용법은 종속변수의 선정에 따라 지역별 여행비용법과 개인별 여행비용법으로 나누어진다. 이 방법은 장소적 속성을 평가하는 기법이다. 따라서 농촌용수의 공익적 기능도 지리적 또는 입지적인 기능에 국한된 것이라야 본 방법을 적용할 수 있으며 여러 공익적 기능중 장소적인 속성이 무엇인지 명확히 정의할 필요가 생긴다.

여행 비용법의 적용을 위해서는 농촌용수가 중심이 되는 관광지가 무엇인지를 확인할 필요가 있다. 관광농원이나 주말농장이 실제로 농촌용수의 공익적 기능을 갖고 있는지를 파악해야 할 것이다.

3.2.4 대체가격법

대체가격법은 어떤 다원적 기능의 시장이 존재하지 않아 시장 가격이 형성되지 않으나 그 기능의 손상에 따른 복원을 시장에서 거래되는 대체가능한 재화나 용역의 가격을 이용해 가치를 평가하는 방법이다.

예를 들면 논의 홍수조절기능을 대체비용법으로 평가하자면 논이 없으면 논이 감당하는 홍수조절에 상응한 홍수조절댐의 건설과 유지관리 및 감가상각에 드는 비용을 추정하여 평가하는 것이다. 즉 각 기능별로 비시장적 기능과 동등한 기능을 갖고 있는 시설등의 비용으로 대체하여 평

가하는 방법이다.

이 방법은 평가방법이 비교적 간단하며 평가결과를 상식적으로 이해하기 쉽다는 장점이 있는 반면 소비자의 진정한 지불의사가 반영되지 못하고 기회비용의 개념이 감안되지 않으며 적절한 대체재가 없을때 적용이 불가능하며 대체재 선택이 객관적이지 못할 수 있다는 단점도 갖고 있다.

(표 3-1) 정량화 방법의 적용범위 및 장단점 비교

평가방법	내용	적용방법	장점	단점
대 체 비용법	평가대상 기능과 동등한 기능을 가진 다른 시장재에 의해 대체될 경우에 소요되는 비용에 따라서 평가하는 방법	평가대상이 시장에서 거래되는 대체 가능한 용역의 가격을 가지고 있는 모든 것	계산방법이 간단, 결과가 상식적으로 이해됨	방법의 타당성을 실증하는 것이 곤란
가상가치평가 법 (CVM)	평가의 대상이 된 다원적 기능이 없어졌다는 가상적인 상황을 주민등에게 알리고, 그 보전에 대한 지불가능액을 앙케이트를 이용하여 직접조사에 의해서 평가하는 방법	가상적 상황제시로 어떠한 기능에 대해서도 적용 가능	적용 가능 범위가 매우 큼 사회적 관심이 크게 반영	가상적 상황이 명확하지 못하여 답변자가 이해하지 못한다면 적절한 지불 가능액 추정 불가능
내재가격법 (HPM)	환경요인이 토지와 주택 등의 부동산 가격에 반영된다는 가설에 근거한 방법으로, 토지 가격 또는 건물가격을 환경의 질, 주변의 사회경제적 특성 등의 함수로 정의하여 환경에 대한 역함수를 도출하고 그로부터 환경의 질 변화에 따른 편익을 계산	토지 및 노동재, 서비스 가격에 반영된 기능 평가에 대하여 한정되게 적용	구체적으로 지역 어메니티나 안전성 등에 영향을 주는 기능을 평가	개별 기능을 분리하여 평가하는 것은 곤란함
여행비용법 (TCM)	레크레이션 지역에 여행비용과 방문빈도를 추정하고 이를 주요 변수로서 정하여 레크레이션 지역의 정비등에 의한 소비자 잉여변화추정	레크레이션 지역 등 그 이용에 여행비용이 발생하는 대상 평가에 대하여 한정적 적용	여행비용법을 응용함으로써 관광시설을 방문하였을 때나 방문 대상 지역의 환경이 개선되었을 때 발생하는 편익을 추정가능	대부분의 여행비용법이 시간비용을 간과함에 추정결과가 과소추정 되는 경향 내재

3.3 농촌용수의 수요량 산정 항목 검토

3.3.1 농촌 용수의 개념변화 과정

우리나라의 농업이 주곡인 쌀 위주로 영위되면서 수도작의 작물 특성상 물의 공급은 가장 중요한 조건인 동시에 강우의 양상은 6월에서부터 8월 사이에 년 강우량의 60% 가까이가 집중되면서

한해와 수해가 연례행사처럼 이어오는 것을 개선하기 위하여 저수지나 보를 막고 양수장 배수장을 설치하여 용수를 공급하는 등 1960년대까지는 농업용수 개발사업의 주안점은 식량의 그중에서도 수도작의 안정적인 공급기반을 구축하기 위한 것이었다.

이러한 과정은 더 세분하면 1950년대까진 수리사업 또는 관개사업이란 명칭으로 사업이 수행되면서 작물에 대한 가뭄피해를 방지하는 것이 목적이었으나 1960년대 중반부터 수리사업(관개사업)이 농업용수개발사업으로 명칭이 바뀌면서 사업의 목적도 단순히 가뭄의 피해를 억제하는 것에서 나아가 관개와 배수분야를 함께 고려하게 됨은 물론 기술과 장비도 발전되고 용수확보책도 저수지 위주에서 그 종류가 다양하게 확대 발전되게 되었다.

수리사업에서 농촌용수개발사업으로 발전하는 과정에서 신장세를 제공한 동기는 항상 큰 가뭄이었다. 1965년 이래 농작물의 기상재해, 즉 가뭄피해, 수해 등은 해마다 피해의 정도차이는 있었으나 피해를 전혀 입지 않았던 해는 없었다.

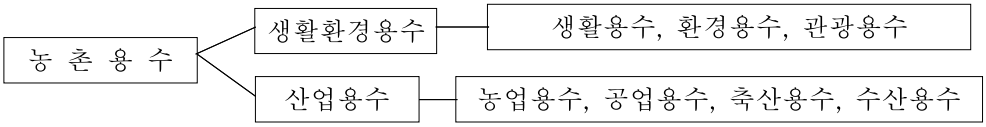
특히 피해가 가장 많았던 1967～1968년의 가뭄은 농업용수개발사업에 대한 시각의 변화를 가져오게 되어 1970년대부터는 보다 광역에 걸친 대규모의 사업을 계획하기에 이르렀다.

그동안 수리사업 또는 관개사업에서 시작하여 농업용수개발사업까지는 농작물을 대상으로 물의 양적인 공급 및 관리로서 우리나라 쌀 생산능력을 한 단계 높여서 쌀 증산의 일등공신 역할을 하였다.

농업용수가 가뭄을 대비하는 사업으로 적극적으로 추진되어 오다가 농어촌종합개발 방식이 도입되면서 농업용수의 개념이 농촌용수라는 광범위한 개념으로 바뀌게 되었다.

농촌용수개발사업은 1994년 12월 22일에 농어촌정비법이 제정되면서 농업용수를 포함하는 농어촌용수를 규정함으로써 농업용수에서 농촌용수로 그 범위가 확대된 것으로 일대 도약이라고 볼 수 있다.

1990년 이전의 농촌용수는 주로 농업용수 특히 수도작에 국한되어 단위 지구별로 계획 개발 이용되어 왔으나 농촌지역의 활성화를 기하기 위한 농촌 용수로의 개념 확대는 지역별로 계획 개발되는 방향으로 발전되며 생활용수, 환경용수, 관광용수 등의 생활환경용수와 공업용수, 축산용수, 수산용수, 농업용수 등의 산업 용수를 아우르는 데 이르게 되었다.



<그림3-2> 농촌용수의 구분

3.3.2 농업용수

가. 총 물자원 이용과 농업용수의 비중

우리나라의 연평균 강우량은 1,284mm로서 세계의 연평균 강우량 970mm의 약 1.3배이며 물자원의 부존량은 총량적으로는 풍부한 편이나, 인구 1인당 강수량은 연간 약 2,900m^3로 세계인구 1인당 연평균 강수량 26,800m^3의 약 10.8%에 불과하여 물자원에 관한 한 자원빈국인 셈이다.

UNDP, FAO, IBRD 등의 자료에 의하면 우리나라의 인구 1인당 가용 물 자원량은 1995년에 1,469.5m^3, 2025년에 1,215m^3, 2050년에는 1,171m^3으로 예측되고 있다. 대체로 1인당 가용 물자원량이 1,700m^3이하로 낮아지면 물 부족 국가, 1,000m^3이하가 되면 물기근 국가로 분류될 수 있으므로, 이 기준에 의하면 우리 나라는 현재 물 부족 국가군에 속해 있으며, 앞으로 물 부족이 더욱 심화될 전망이다.

우리나라 물자원의 또 다른 중요한 측면은 강수량이 지역적으로 큰 차이를 보이고 있을 뿐만 아니라 계절별, 연도별로 큰 변화 폭을 보이고 있다는 점이다.

이러한 물자원의 특징으로 인하여 우리나라의 연평균 총 물자원 부존량 1,276억m^3중 증발산량 545억m^3을 제외한 약 731억m^3가 하천으로 유출되고 있으며, 이 중 약 67%가 홍수기에 유출되고, 평상시 유출량은 총 유출량의 33%에 불과 하여 우리나라의 하천 유출계수는 아주 크게 나타나고 있어, 이러한 사실은 이용할 수 있는 물자원의 양이 그만큼 적으며 따라

서 물자원의 관리가 어렵다는 것을 의미하기도 한다.

(표3-2) 물 자원 총량 및 이용현황

분 류	수 량	종 류	수 량
물자원총량(총강수량)	1,276억m^3(100%)	바다유실	400억m^3(31%)
증발산량	545억m^3(43%)	하천수이용	161억m^3(13%)
하천유출량	731억m^3(57%)	저수지이용	133억m^3(10%)
		지하수이용	37억m^3(3%)
총이용량	331억m^3(26%)	생활용수	73억m^3(22%)
		공업용수	29억m^3(9%)
		농업용수	158억m^3(48%)
		유지용수	71억m^3(21%)

자료: 건설교통부 수자원장기종합계획(Water Vision 2020), 2001
(1) 물 이용예측 : 98년 331억m^3, 2001년 341억m^3, 2011년 374억 m^3

이와 같이 물 자원 총량 중에서 총 이용량은 26%에 해당하는 331억m^3이며 이중 농업용수가 158억m^3로서 48%를 차지하고 있어 농업용수의 비중이 제일 크게 되어 그 중요성을 재인식하게 된다.

또한 농업내부에서도 다양한 작부체계의 등장으로 4계절 용수개념의 도입이 필요하게 되었고 밭관개, 기계화 영농, 직파재배 등 영농방식의 변화로 인한 농업용수의 수요가 증가하고 있다.

따라서 현재 정부의 물 관리회의나 토론회에서 앞으로 물 사용에 대한 이용 부문간의 마찰이 예상되기도 하며, 농업용수에서 물자원의 더 많은 양을 차지하기에는 어려움도 예상되고 있으므로 농업용수도 어떻게 효율적으로 공급하고 사용하는가가 우리나라 전체 물 자원과 연계하여 검토하고 발전시켜야 할 과제이다.

농업용수가 다른 용수와 차별되어지는 특징은 다음과 같다.

첫째, 우리나라 전체물자원에서 농업용수의 차지하는 비율이 48%에 달한다. 따라서 농업은 물의 최대 사용처이며 절약의 여지가 가장 많은 부문이다.

둘째, 농업용수의 이용은 쌀 생산에 직접적인 영향을 끼치므로 저소득

계층인 농업인의 소득에 직접적인 영향을 주고 있다. 따라서 농업용수의 관리정책은 빈곤완화에 따른 사회복지차원과 지역 간 계층 간 균형발전과 직결되는 문제이다.

셋째, 농업용수는 자연독점구조와 공공성을 함께 가지는 특성을 지니고 있다.

넷째, 농업용수의 다원적 기능은 농업용수의 공급이라는 본연의 임무 이외에도 불가피하게 홍수방지, 지하수 함양, 수질보전, 하천유황의 평준화 등 국토보전, 환경보전이라는 매우 중요한 기능을 함께 담당하여 농업수리의 공공성, 사회성이 매우 크므로 이에 대한 배려가 필요하다.

농업용수의 공급은 강우를 최대한 이용하고 부족분만을 급수시설을 통하여 넓은 농경지에 관개하게 되므로 수로 손실을 포함한 관리 손실과 포장손실이 많다는 데 있다.

이 손실량은 40%내외로 추정되며 타 분야의 용수에 비해서 손실량이 대단히 크기 때문에 손실량 감소가 중요한 과제가 되고 있다. 농업용수도의 손실문제는 FAO, OECD 등 국제기구에서도 송출되는 물량의 50~60%가 손실되므로 물의 수요와 공급에 따른 문제점을 제기하고 있는 현실에서 우리나라도 농업용수의 손실량은 간과할 수 없는 중요한 사항으로 보아야 한다.

따라서 앞으로의 과제는 어떻게 하면 유지관리비를 적게 들이면서 효율적인 운영을 할 것인가에 초점이 모아질 것이다.

나. 논농사의 필요수량 산정

「생육기별 작물 증발산량과 침투량에 의해 소비수량을 결정하고 포장에서 이용가능 한 유효우량이 결정되면 논에서의 담수심 추적에 의하여 관개여부를 결정하고 관개수량을 산정한다. 이때 영농방식별로 재배관리에 필요한 수량 및 기간별 필요수량이 결정되고 관개효율을 고려하여 생육시기별 관개수량이 결정된다.」

필요수량 산정에 있어 무엇보다도 중요한 것은 작물의 성장단계에 따라 논벼의 재배관리에 필요한 수량으로, 여기에는 이앙재배의 경우 못자리 용수 및 이앙용수가 있으며 직파재배의 경우 초기 물관리를 위한 수량이 필요하게 된다. 이와 같은 필요수량은 벼 재배에 필요한 용수량이므로 이 용수량을 재배관리 용수량이라 한다.

직파재배에서는 초기 생육단계가 매우 취약하므로 초기 생육의 안정에 필요한 물 관리 용수가 필요할뿐더러 담수직파의 경우 본답 정지용수도 필요하게 된다.
건답직파의 경우에도 건답재배에서 담수재배로 전환하기 위해서는 이앙재배에서의 정지용수와는 다른 다량의 물이 필요하게 된다. 그러므로 이와 같은 물관리 및 재배관리용수량을 고려하여 생육시기별 필요수량을 결정한다.

다. 밭 관개용수 수요량의 산정

미곡소비위주의 식생활은 소득증가에 따른 식생활 다양화의 결과로 미곡소비량의 감소와 밭작물소비의 증가를 가져왔고 밭작물의 시설용수 수요는 지속적으로 증가할 것으로 예상된다.

관정 위주의 밭 용수개발로는 점증하는 용수 수요를 충당할 수 없을 것이며 벼 재배면적은 감소하지만 논에서 재배하는 밭작물의 재배면적은 점차 증가하는 추세에 있다. 관계 계획에 이러한 밭 용수의 수요를 고려하는 것도 점증하는 추세이다.

「밭 작물의 관개용수량을 산정하기 위해서는 포장용수량 및 토양의 유효수분량과 토양수분소비형, 관개효율 등을 고려하여야 한다.」

밭 관개는 논에서의 관개와 달라 담수재배를 하지 않기 때문에 담수에 따른 삼투 손실량을 고려할 필요가 없지만 강우에 의한 토양수분의 변화 및 강우가 실제 밭작물에 이용된 유효유량을 정확하게 산정하는 것이 중요하다.

유효우량은 밭의 경우 지하수위가 낮고 토양특성상 침투손실이 빠르게 이루어지며 유효토양층이 근 군역으로 제한되므로 범위가 좁아 강우의 유효율이 적다. 그러므로 밭 관개용수량을 산정하기 위해서는 토양특성을 정확히 파악하여야 한다. 밭 관개용수량을 결정하는 주요인자는 토양의 유효수분과 유효수분의 범위를 결정하는 포장용수량 및 생장저해 수분량이다.

이와 같은 수분소비인자는 토양조사를 통하여 결정되며 필요할 경우 토양통별 자료를 활용할 수 있다. (각 시·군 정밀토양도해설도[농촌진흥청, 1994])

또한 밭에서는 간단관개를 하기 때문에 간단일수와 1회 관개수량이 중

요하며 이들 값은 보통 토양조사에 의해 계산되는 총신속유효수분량(TRAM)에 의해 결정된다.

그러나 최근에는 밭작물 증발산량과 관개수량 또는 강우량에 따른 일별 토양 수분 변화를 추적하여 관개수량을 결정하는 모의 발생기법이 적용되고 있다.

3.3.3 생활용수

「농촌생활용수량은 생활용수 수요량 조사결과를 바탕으로 목표 연도의 인구와 상수도 보급률, 1인 1일 급수량 및 월별 변화를 고려하여 산정하고 이를 고려한 물수지분석을 실시하여 필요수량을 결정한다.」

생활용수량은 수요량 조사결과를 바탕으로 예상인구와 상수도 보급률 및 1인 1일당 급수량(pcd)를 곱하여 산정한다.

대상지역은 광역상수도 및 지방상수도 공급계획이 없는 면단위 이하 지역이 일반적이나 지역사회 또는 지자체의 요구에 의해 대상지역이 결정되는 것이 보통이므로 사전에 용수공급 및 용수대가 등에 대하여 충분히 협의하여야 한다.

농촌의 생활용수량을 설계에 반영하는 과정은 다음과 같다.

(1) 농촌 생활용수 수요조사 및 지자체 협의를 통하여 생활용수량을 추정한다.

(2) 대상지역의 1인 1일 사용량(pcd)과 목표 연도의 추정인구를 곱하여 생활용수 수요량을 결정한다.

(3) 일별 수요량에 월별 변화율을 고려하여 월별 일 수요량을 조정한다.

(4) 시설물의 규모를 가정하고 월별 일 공급량을 고려하여 물수지 분석을 실시 한 후 이수안전도를 고려하여 유효저수용량을 결정한다.

1) 1인1일 계획급수량

● 농어촌에서 2000년대에는 최소한의 문화생활을 할 수 있는 중소도시 수준으로 계획

(표3-3) 2001년 1인1일 급수량

350ℓ/일(단위: ℓ/일)

구 분	1987	1991	1995	2001
전 국	311	350	400	440
도 시	326	370	420	470
농 어 촌	182	280	315	350

3.3.4 공업용수

「공업용수량은 공업용수 수요량 추정결과를 바탕으로 공업용수 원단위와 공장부지면적 및 월별 변화를 고려하여 산정하고 이를 고려한 물수지 분석을 실시하여 필요수량을 결정한다.」

공업용수 수요량은 공업용수 원단위법을 적용하여 산정한다. “공업용수도 중장기 계획수립에 관한 연구”(건설교통부, 1994)와 연도별로 발행되는 “산업총조사 보고서 실태조사자료”(통계청, 1999)등의 문헌을 참조하여 결정하며 부지면적은 지자체의 각종개발 계획 및 공단조성계획 등의 자료를 수집하여 이를 토대로 지역에서 필요한 면적을 결정한다.

그러나 원칙적으로 농촌공업용수는 수요처가 명확하거나 지자체 등의 요구에 의해 설계되는 경우가 대부분이므로 수요-공급관계를 명확히 한다.

수요조사결과를 토대로 공업용수 수요량을 산정하는 과정은 다음과 같다.

(가) 각 업종별 공업용수수요량 원단위(m^3/m^2/일)와 공장부지면적을 곱하여 일별 수요량을 결정한다.

(나) 월별 공업용수 변화율을 고려하여 일별 공업용수 수요량을 조정한다.

(다) 시설물의 규모를 가정하고 월별 일 공급수량을 고려하여 물수지 분석을 실시한 후 이수 안전도를 고려하여 유효저수용량을 결정한다.

3.3.5 환경용수

환경용수는 농촌지역내 하천 및 용·배수로의 생태계보전, 경관유지, 수

질보전, 지하수위 유지 등 하천과 시설물의 정상적인 기능을 수행하는 데 필요한 최소한의 유지유량과 농업용수 관개구역내 중심 마을에서 방류한 하수를 희석처리 하기 위한 희석수량 등 농촌환경보전을 위하여 확보하여야 할 수량이다.

그러나 현실적으로 생태계보전과 경관유지 등의 항목에 대해서는 계량화가 곤란하기 때문에 특수한 경우를 제외하고는 관개구역내의 중심 마을에서 배출되는 하수처리 방류수를 희석하기 위한 수량 등 수질보전 항목을 위주로 환경용수를 산정하는 것이 바람직하다.

농촌하천 수질저하의 주된 요인은 가정폐수, 공장폐수, 축산폐수, 농경지 이용에 따르는 비점오염부하량으로 구분할 수 있다. 오염의 정도는 수온, 탁도(SS), 용존산소(DO), 총질소(T-N), 총인(T-P), BOD나 COD의 유기물 농도를 관측하므로서 판단할 수 있으며 일반적으로 농촌용수의 경우 수질항목으로 BOD나 COD등의 유기물 농도를 기준으로 희석수량을 산정하는 것이 무난하다.

수질보전을 위한 하천환경보전유량을 산정하는 방법에는 총괄방식에 의한 개략적인 방법과 하천수질 모의에 의한 방법이 있다.

가. 개략적(총량)인 방법

저수지 계획지점 하류의 수질보전에 필요한 희석수량을 산정하기 위해서는 대상구간을 정하고 이 구간에 유입되는 오염부하량을 개략적으로 산정한다.

농촌 하천구간에 유입되는 오염량은 생활·산업·축산·자연계 오염원으로부터의 부하량이 있으며, 생활계 오염원 및 산업계 오염원, 축산계 및 자연계 오염원의 발생량은 오염원단위를 적용하여 산정할 수 있다.

오염원단위는 여러기관에서 발표하고 있으나 “수질보전 장기종합계획수립 종합보고서”(환경부, 1992)나 “물관리 업무자료”(국무총리실 수질개선기획단, 1999, p93)등의 자료를 활용할 수 있다.

참고로 환경부에서 발표한 생활계 오염원의 오·폐수 발생량은 347ℓ/인·일이며 BOD 발생부하량은 63.2g/인/일이고 농경지의 BOD 발생부하량은 6.1kg/km^2/일 이다.

또한 대상구간의 하천으로 유입되는 하수처리장이 있을 경우 이 시설의 처리 능력 및 방류수질을 검토한다. 수질환경보전법에 따르면 하수종말처

리시설 및 폐수종말처리시설(농공단지 오·폐수종말처리시설 포함)에 대한 방류수 수질기준 중 생물학적 산소요구량(BOD)(mℓ/ℓ)은 각각 20이하 및 30이하이다.

청정구역 또는 일반구역 등 지역구분에 따른 폐수배출 허용기준 및 오수·분뇨 및 축산폐수 방류수 수질 기준은 "수질환경보전법" 및 "물관리 업무자료"(국무총리실 수질개선기획단, 1999, p62~74)에 상세히 수록되어 있으므로 이를 참조하여 방류수의 수량 및 수질을 추정할 수 있다. 일반적으로 1999년부터는 BOD 기준으로 30mg/ℓ를 방류기준으로 설정하고 있다.

대상구간에 대한 오염부하량이 결정되면 희석수량을 산정하게 되는 데 희석수량은 하천수질기준에 따라 결정한다. 하천에서의 농업용수 수질기준은 BOD 8mg/ℓ이하이며 생활환경보전을 위한 BOD는 10mg/ℓ이하이다.

이상에서 계산된 오염부하량과 농도가 결정되면 목적하는 농도 이하로 유지하기 위한 희석수량을 산정할 수 있다. 농공단지에서 1,000m^3/일의 방류수를 배출허용기준인 30mg/ℓ로 방류할 경우 방류수질의 오염정도를 무시한다면 하천수질기준 10mg/ℓ로 유지하기 위해서는 2,000m^3/일의 희석수량이 필요하게 된다.

나. 수질모의모형에 의한 방법

저수지 축조에 따라 갈수시 하류에 수질오염이 심화될 개연성이 클 경우에는 하천수계에 대하여 수질모의 모형을 적용하여 수질예측을 실시하고 대안별 저감대책을 수립하여 하천 환경보전유량을 결정한다.

하천수계에 대한 수질예측은 QUAL2E 모형을 많이 적용하고 있으며 이 모형은 1985년 미국환경청(EPA)에 의하여 개발된 QUALⅡ 모형을 수정·보완한 모형으로 하천의 1차원적 흐름해석과 정상상태의 수질예측을 가능하게 하며 하천수계를 수리학적 특성이 유사한 구획(reach)과 실제로 계산이 수행되는 계산요소(element)로 구분하게 된다. 모델의 기본이론은 물질수지 방정식과 연속방정식이며 수계내의 모든 반응이 표현된다.

모형에 필요한 입력자료는 경계조건으로서 분할구역에서의 수질항목 및 오염부하량과 특정지점에서의 수질항목 및 오염부하량이 필요하며 분류, 상류부 및 지천의 수질, 유량자료 및 수리계산에 필요한 입력자료와 수질

반응상수 등이 필요하다. QUAL2E 모형을 이용하여 수질예측 및 환경보전유량을 산정하는 방법은 다음과 같다.

1) 장래 오염발생량과 환경기초시설계획을 토대로 배출부하량을 산정한다.
2) 소유역별 오염부하량과 실측수질, 유량자료를 기초로 유달율을 산정한다.
3) 실측 수질현황자료를 기초로 모형을 보정한다.
4) 실측수질자료가 없을 경우 농촌유역의 일반적인 수질반응상수를 적용한다.
5) 목표 수질에 달할 때까지 하천유량을 증가시켜 필요유량을 결정한다.

이와 같이 결정된 필요유량이 하천환경보전유량이 되며 전문적인 지식 및 기술이 필요하므로 경우에 따라 전문부서에 의뢰할 수 있다. QUAL2E 모형에 의한 필요유량산정은 “하천유지유량 산정요령”(건설교통부,1998) 및 “새만금지구 담수호 수질보전대책수립 조사연구”(농어촌진흥공사, 1997, p139~169)를 참조할 수 있다.

일반적으로 QUAL2E 모형은 소하천의 급경사 지역에서는 적용할 수 없으므로 현지여건을 고려하여 적용여부를 결정하여야 한다.

3.3.6 축산용수

국민소득 증가에 따른 식생활 형태의 변경은 축산물의 소비증가를 가져오고 안정적인 축산물의 확보를 위한 축산용수의 확보는 농촌용수의 중요한 고려대상이 된다.

한국에서 주로 기르는 가축은 소, 돼지, 닭 등이며, 이들의 사육 개체수에 년간 필요한 단위용수량을 산정하여 수요량을 결정하며 초지에 필요한 용수량은 년 300m/m(Alfalfa기준)를 기준으로 산정하면 수요량이 계산된다.

(표 3-4) 사육두수 및 단위 용수량

가축별	사육두수	비고
소	1,954천두 한우 1410천두 젖소 544천두	한우 50ℓ/두/일 젖소 150ℓ/두/일
돼지	8,974천두	40ℓ/두/일
닭	101,693천수	0,5ℓ/수/일

2002년 말 통계자료

3.3.7 수산용수

국민소득 증가에 따른 식품소비의 고급화로 동물성 단백질의 섭취량이 증가 되는 추세이며 그 중에서도 수산물에 의한 단백질은 축산육류에 의한 단백질보다 고급 단백질원으로 선호도가 높아 수산물의 소비는 증가일로에 있다. 수산물의 공급원은 원양 및 연근해어업, 양식어업 등으로 대별되며 양식어업은 해면양식, 내수면 양식으로 구별할 수 있다.

연안매립과 모래채취 등으로 연근해역의 환경파괴가 진행됨에 따라 어획생산 기반인 산란 및 치어육성장소를 잃게 되는 등 수산자원 환경의 악화는 잡는 어업에서 기르는 어업으로 전환되는 추세에 있다.

수산용수는 내수면 양식어업에 필요한 용수와 해조류 및 건어(굴비) 위생처리 및 가공용수를 주된 용수수요 대상으로 할 수 있다. 내수면 어업의 어종별 단위 용수량은 일본에서 기준을 정한 것을 소개하면 (표 3-12)와 같다.

(표 3-5) 내수면 어종별 단위 용수량

어 종	단위용수량(m^3/년)	비 고
송 어 은 어 잉 어 뱀장어 평 균	80,000 600,000 800,000 10,000 140,000	양식생산량 t당

해조류 가공용수는 일본에서의 기준은 생산t당 년 32,000m^3로 산정한다.

수산용수는 우리나라에서 아직 수요량이 산정되지 않았으나 인근 일본과 대만의 통계자료에 의하면 수산용수의 수요량이 생활용수나 공업용수에 버금가는 정도로 나타나고 있다.

(표3-6) 외국의 수산용수 이용현황

구 분	일 본	대 만	한 국
○ 농업용수	570억m^3/년(57%)	125억m^3/년(67.6%)	121억m^3/년(48.8%)
○ 생활용수	138억m^3/년(13.8%)	19억m^3/년(10.3%)	45억m^3/년(18.1%)
○ 공업용수	178억m^3/년(17.5%)	17억m^3/년(9.2%)	23억m^3/년(9.37%)
○ 수산용수	114억m^3/년(11.4%)	24억m^3/년(12.9%)	미상
○ 환경용수	-	-	59억m^3/년(23.8%)
계	1,000억m^3/년(100%)	185억m^3/년(100%)	248억m^3/년(100%)
조사년도	1975	1986	1988

3.4 공익적 기능의 정량화 결과

3.4.1 공익기능의 정량화에 대한 선행연구

가. 농업의 다원적 기능 연구

논 농업의 공익적 기능에 대한 정량화 연구는 성진근(1991), 농협중앙회(1993),엄기철 외(1993), 김동수 외(1994)에서 최초로 이루어졌으며, 성진근과 농협중앙회는 일본의 미쓰비시 총합 연구소(1991)의 연구방법을 우리나라에 원용하였으며, 엄기철 외와 김동수 외의 연구에서는 벼농사의 역사, 기능 등을 포괄적으로 연구하는 것으로 쌀 농업의 환경 보전 효과를 비교적 소상히 분석하고 있다.

'95년도에는 농촌경제 연구원의 오세익에 의하여 쌀 농업의 환경보전효과에 관한 연구가 본격적으로 추진된 후 '96년도 농촌진흥청의 농업이 환경에 미치는 공익적 기능평가, '99년도에 농림부에서 FAO 네덜란드 회의에 제출했던 한국 논농사의 다원적 기능, 2000년 농촌진흥청 농업경영관실 서동균에 의한 농업의 다원적 기능 연구와 평가사례, 2001년 농촌진흥청 농업과학기술원 성기석 외의 대체법을 이용한 농업의 환경보전적 기능 계량화 평가, 오세익의 농업의 다원적 기능의 가치연구 평가는 가상순위 결정법에 의한 계량화를 시도했고 그 후에도 다양한 연구가 실시되었다. (표 2-1) 선행연구 과제 목록 참조

나. 선행연구에서 제시한 기능과 정량화 결과 사례

우리나라에서 농업의 공익적 기능에 대한 연구는 1992년 Agenda21이 채택된 이후 본격적으로 시작되었다고 볼 수 있다.

연구초기에는 농업의 환경보전기능에 대하여 주로 연구되었다. 산림청 임업연구원(1991)은 산림의 휴양가치를 가상가치평가법에 의해 추정하였는데 평가액은 연간 3조 2,241억 원이었다.

엄기철(1993)은 농업의 환경보전 개념으로 홍수조절, 대기정화, 토양보전, 기후완화 등에 관해서 대체비용법으로 이들 기능을 계량적으로 평가하였고, 윤여창 등(1995)은 방지비용법을 이용하여 토사유실량에 유실된 토사가 있던 공간을 채우는 데 쓰이는 객토비용을 곱하여 농업의 토사유실 방지기능을 평가하여 화폐가치로 1,830억 원으로 추정하였다.

그 후 농업과학기술원에서는 연구팀을 구성하여 환경보전기능에 대하여 체계적이고 광범위하게 연구를 수행하고 있다. 농업과학기술원(2002)은 우리나라에서 가장 면적이 넓고 비중이 큰 논농업에 대한 환경보전기능 평가에서 논의 환경 보전 기능을 2002년 기준가격으로 홍수조절 146,275억 원, 지하수함양 16,517억원, 대기정화 26,589억 원, 기후순화 15,510억 원, 수질정화 21,900억원으로 평가하였다.

1990년대 후반에 와서는 농촌의 공익기능과 같은 사회문화적 측면에서의 연구도 단편적으로 수행되었다. 윤여창 등(1995)은 가상가치평가법을 이용하여 농촌의 고향으로서의 상징적 가치를 추정하였으며 가구당 매월 31,000원을 지불할 의사에 따라 우리나라 전체가구로 환산한 가치는 연간 4조 2,239억 원이었고, 방지비용법을 이용하여 농촌의 인구분산기능을 평가하였는데 1993년도에 화폐가치로 연간 1,487억원 내지 1,657억 원이었다.

이광석(1996)은 여행비용법을 이용하여 농촌을 방문할 경우 방문지들이 얻게 되는 순편익을 소비자잉여 개념으로 평가한 결과 연간 평균 최저 849,078원에서 최고 2,377,011원으로 추산하였다.

김은자(2001)는 전문가 조사에 의하여 공익기능을 사회문화영역, 자연환경영역, 정치경제영역으로 나누고 다시 30개 항목으로 구분하여 항목별 순위를 조사하였다.

최근에는 유진채 등(2002)이 우리나라 조건 불리지역의 농업·농촌의 다원적 기능을 개방형 및 이선선택형 CVM으로 평가하였는 데 선형 로짓 모형으로 추정한 결과 2000년 현재 1조 3,086억원으로 추정하였다.

지금까지 농촌의 공익기능에 대한 연구는 농촌공익기능의 일부 범주를 평가 대상으로 하였으며 농촌이 가지고 있는 포괄적 범주의 공익기능에 대한 평가는 수행되지 못하였다.

한편 (표 3-3)에서 보다시피 대부분의 정량화 평가는 기능별로 분류하여 계량하기 편리한 대체비용법을 이용하였고 일부 사회 경제학적인 기능과 어메니티 기능 등이 가상가치평가법, 여행비용법을 이용하여 평가를 시도하였으나 대체비용법을 이용한 경우와 같이 포괄적으로 공익기능에 대한 평가는 수행되지 못하였다.

따라서 앞으로 이 분야에 대한 기능의 중요도는 국민소득이 높아지고 생활수준이 향상될수록 증대될 것이 명약관화하므로 지속적으로 연구가 이루어지고 정량화에도 더욱 발전적으로 여러 분야에서 성과가 나타나기가 기대된다.

(표 3-7) 선행연구의 평가사례

단위: 억원 ( ) : 최고

구 분	홍수조절기능	수자원함양	대기정화	수질정화	대기냉각(기후완화)	기타	계
엄기철 (1993) 대체비용법	15,824		27,979 (56,869)	59,616		토양보전 667 (2,061)	104,086 (134,370)
김동수 (1994) 대체비용법	16,000		60,000	59,616	2,208		137,824
오세익 (1995) 대체비용법	1,064 (8,655)	5,879 (9,839)	18,615 (46,246)	4,980 (12,320)		토양보전 528(992) 폐기물처리 386	31,452 (78,438)
오세익 (1995) 가상가치평가법							9,078 (12,342)
농림부 (1999) 대체비용법	11,000 (122,000)	3,258	20,114 (49,969)	4,980 (12,320)		토양보전 1,354	40,706 (188,901)
서동균 (2000) 대체비용법	15,271	15,475	20,400	20,881	14,853	토양보전 9,012 폐기물처리 7,051 환경보전 및 경관가치 11,554 (8,411) 휴양처제공 7,416 (32,525)	121,913 (143,879)
농업과학기술원 (2002) 대체비용법	146,275	16,517	26,589	21,900	15,510		226,791
임재환 (2000)	9,954	43,175	33,114	79,957	80,000	토양보전 894	262,097

대체비용법						휴식공간 제공 15,003	
성기석 (2001) 대체비용법	15,947 (129,758)	16,238	21,055 (25,089)	1,680 (21,910)	15,585	토양보전 1,354 폐기물처리 47,861	119,720 (257,795)
농업경영 정보관실 (2002) 대체비용법	58,344	14,575	28,446	14,847	6,486		122,698
서울대 박성우 대체비용법	14,057	23,857	113,705	3,886	2,062	토양보전 1,648	159,216
김태균 (2002) 가상가치평가법						• 정서함양 • 전통문화 보전 • 경관제공 • 지역사회 유지 등	사회문화적 공익기능가치합계액 83,386
오세익 (2003) 가상가치평가법							공익적 기능 전체 43,000
한국농촌경제연구원 (2004)	22,814	41,572	55,889	21,910		토양보전 9,520 농촌경관 40,316 정서함양 21,514 전통문화 16,093 휴가및여가 12,218 농촌활력제고 8,165 지역균형발전 16,676	283,771

						식량안보 17,084	
농어촌환경기술연구소(2005) 대체비용법	4,975	8,935	601	14,440	4,348	토양보전 910 어메니티 7,025	41,234

(표 3-8) 농촌 사회문화적 기능의 경제적 가치 평가사례

(단위:억원/년)

연 도	윤여창 (1996)	서동균 (2000)	안윤수 등 (2003)
환경보전 및 경관가치		11,554 (CVM)	
상징적 가치	51,358(TCM)		
보건휴양기능		7,416	
정서함양기능			21,514(CVM)
전통문화보전기능			16,093(CVM)
녹지공간제공기능			29,102(CVM)
지역사회유지기능			16,677(CVM)

자료: 한국농촌경제연구원(2002), 농업 · 농촌의 가치 재발견, pp. 92-93

3.4.2 외국의 공익 기능의 정량화 결과 비교

1) 일본의 경우

1991년 이래 일본의 각 기관에서는 공익적 기능의 정량화 작업에 계속적인 연구를 하였으며 평가한 사례는 <표 3-5> 에 정리 비교하였다.

(표3-9) 기관별 평가액 비교

단위(억엔/년)

기능별	미쓰비시 총합연구소	농업토목 총합연구소	吉 田	농업총합연구소	미쓰비시 총합연구소
발표연도	1991	1993	1997	1998	2001
홍수방지	12,310(RCM)	29,700(RCM)		28,789(RCM)	34,988(RCM)
수자원함양	5,953(RCM)	17,300(RCM)	7,970(RCM)	12,887(RCM)	537(RCM)
토양침식방지	370(RCM)		4,468(RCM)	2,851(RCM)	3,318(RCM)
폐기물처리	43(RCM)			64(RCM)	123(RCM)
도시주민의 휴식	28,000(RCM)			22,565(TCM)	23,758(TCM)
어메니티 창조	118,700 (HPM)	91,800(TCM)			
식료안전보장		10,600(RCM)			
레크리에이션		31,900(RCM)	2,151(CVM)		
전통문화유지		8,000(RCM)			
국토안전관리		11,900(RCM)			
향토형성유지		13,700(TCM)			
생물생태계보전			7,841(CVM)		
경관보전			3,657(CVM)		
거주환경보전			1,060(CVM)		
기후완화			2,151(RCM)	105(RCM)	86(RCM)
수질정화			6,506(RCM)		
대기정화			4,911(RCM)	99(RCM)	
토사붕괴방지				1,428(RCM)	4,782(RCM)
하천유황안정					14,633(RCM)

주: RCM : 대체비용법 (Replacement Cost Method)
HPM : 내재가격법 (Hedonic Price Method)
TCM : 여행비용법 (Travel Cost Method)
CVM : 가상가치평가법 (Contingent Valuation Method)

2) 구미(歐美)의 경우

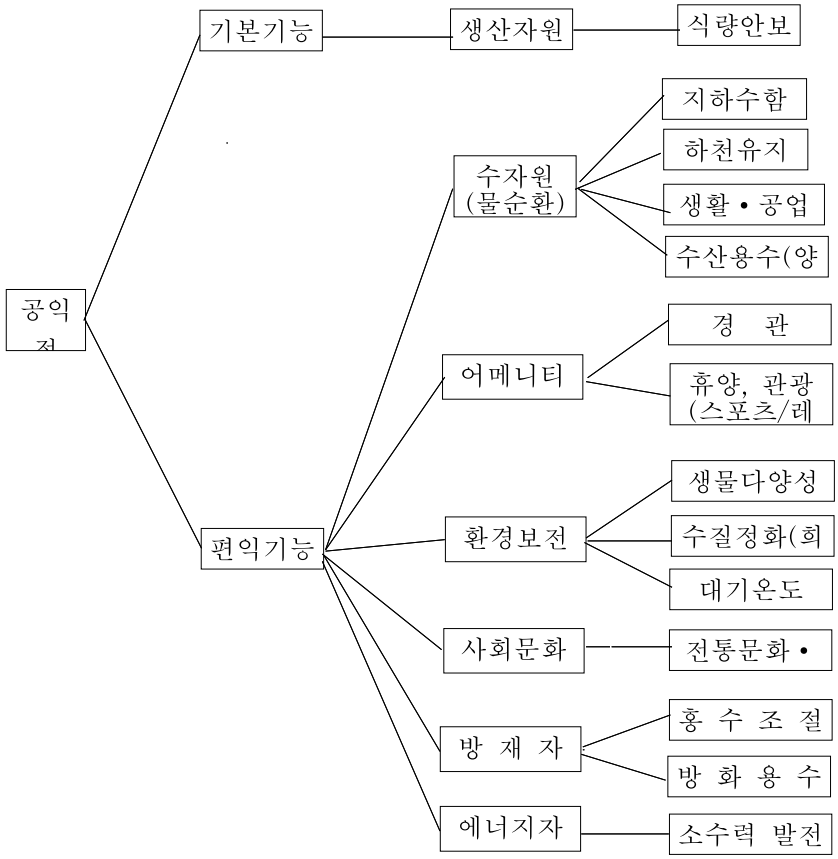
미국과 유럽은 논농사를 주로 하는 아시아 몬순지역과는 농업활동에서 차이가 현격하고 다원적 기능의 종류와 해석에도 큰 차이를 보이고 있다. 미국 호주 등의 농산물 수출 국가에서는 다원적 기능을 보호무역을 위장하기 위한 수단으로 또 다른 국가들은 다원적 기능을 농업생산에 대한 정부 보조금 지급을 정당화하기 위한 수단쯤으로 이해한다.

그러나 스웨덴, 노르웨이, 핀란드, 스위스 등 또 다른 국가들은 다양한 관점에서 다원적 기능을 정하여 연구하고 있다. 홍수방지, 눈사태방지, 환경보전, 여가활동, 식량안보, 문화유산, 농촌전통보전까지 포함하여 연구개발하는 국가도 있다. 예를 들어 스웨덴에서는 경관보전에 대한 가상가치 평가법을 이용해 목축지, 삼림지역 목축지 등으로 구분하여 가치를 추정하였고 노르웨이에서도 다원적 기능의 가치를 평가하였다.

3.4.3 공익적 기능의 분류

공익적 기능의 정의, 구성항목 등에 관하여는 연구자들의 관점에 따라 다양한 입장이 존재한다. 공익적 기능평가에 대한 선행연구도 전체기능을 대상으로 하는 것도 있고 일부를 대상으로 한 것도 있다. 여기서는 공익적 기능을 농업의 다원적 기능과 수리시설의 다원적 기능 연구에서 분류한 결과 및 현장조사 결과를 종합하여 분류한다.

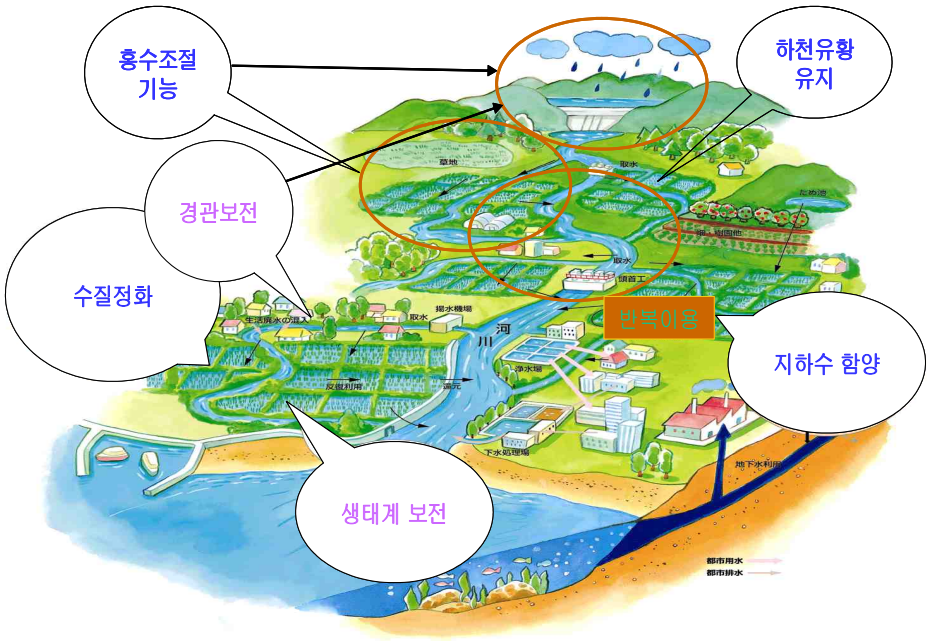
농촌용수의 공익적 기능은 크게 농업생산과 관련된 기본기능과 부차적으로 발생하는 편익기능으로 분류하였다. 기본기능은 생산자원으로서 식량안보기능으로 분류하고, 편익기능은 수자원, 어메니티자원, 환경보전자원, 사회문화자원, 방재자원, 에너지자원 등 6가지의 자원으로 분류하여 식량안보를 포함하여 공익적 기능을 총 7가지 자원 14개 기능으로 분류하였다.



<그림3-3>공익적 기능의 구분

3.4.4 공익적 기능의 정량화 방법 검토

농촌용수의 공익적 기능 중 몇 가지 기능은 개념적으로 정리되어 있으나 정량화 방법은 제시되어 있지 않은 것도 있다. 여기에서는 논 농사의 공익적 기능을 평가하는 데 자연과학적인 측면에서 그 량을 산출하고 이렇게 산출한 기술적 평가결과는 기능에 따라 그 효과를 상대적으로 비교평가하였으며 최종적으로는 주로 대체가격법, 경관보전 기능은 가상가치평가법(CVM), 보건·휴양기능은 여행비용법 등을 이용하여 경제적 가치를 평가함으로써 공익적 기능을 정량화하는 기초를 세우고자 하였다.



<그림3-4> 농촌용수의 공익적 기능 개념도

가. 홍수조절기능

우리나라의 논에 벼가 자라고 있는 계절에는 강우량도 많아서 연례행사 치르듯이 홍수로 인한 재해를 입곤 해 온 것이 현실이다. 하천이나 강도 그 폭이 넓은 곳은 유수지의 역할을 함으로서 유속을 감소시키고 홍수 피해를 줄이듯이 전국의 논은 논둑으로 유수를 저장시키는 역할을 하는 것을 볼 수 있다. 즉 논의 논둑은 거대한 홍수조절 댐의 일부라고 볼 수 있다.

이에 더하여 논농사에 필요로 하는 물을 공급하는 수리시설(저수지, 담수호)은 관개기 초기에 가능한 만수위를 유지한 후 관개기간 중에는 급수를 하면서 저수지 물그릇이 비워지게 되므로 홍수시 빈 저수지에 홍수량을 일시 저류한 후 방류하므로 홍수피해를 경감시키는 기능을 한다. 이 기능을 정량화하기 위해서는 홍수 조절 수량의 계산을 한 뒤 대체비용법을 적용하여 홍수조절댐(치수댐)의 감가삼각비 및 유지비를 감안하여 홍수조절 기능의 경제적 가치를 산출한다.

(1) 논의 홍수조절기능

가) 평가액 = [(경지정리지역의 논둑높이 - 평균담수심 + 평균감수심) × (저지대 논을 제외한 경지정리지역의 논면적) × (치수댐의 저수량당 감가삼각비 + 연간유지비)] + [(미경지정리지역의 논둑높이 - 평균 담수심 + 평균감수심) × (저지대 논을 제외한 미경지정리지역의 논면적) × (치수댐의 저수량당 감가삼각비 + 연간유지비)]

나) 제원

논면적 : 1,104,811 ha (06년 농림부 통계)

경지정리면적 : 721,096 ha (06년 한국농촌공사 통계)

미경지정리면적 : 157,365 ha

저지대 논면적 : 226,350 ha

평균담수심 : 24.2 mm

평균감수심 : 10.8 mm/day

논둑높이(경지정리구역) : 300mm

논둑높이(미경지정리구역) : 250mm

치수댐의 감가삼각비 및 유지관리비 : 559.34원/m^3

다) 계산결과

경지정리구역

{(300-24.2)+10.8} × 721,096ha × 559.34원/m^3 = 1조 1559억원

미경지정리구역

{(250-24.2)+10.8} × 157,365ha × 559.34원/m^3 = 2,082억원

계 ; 1조 3641억원

(2) 저수지 및 담수호의 홍수조절기능

가) 평가액 = 홍수조절 수량 × 치수댐 건설비

나) 제원

전국저수지 유효 저수량 : 2,789 백만톤

전국저수지 저수량 : 2,295 백만톤

전국저수지 홍수조절수량 : 4,945 백만톤

담수호 홍수조절수량 : 845 백만톤

다) 계산결과

(4,945+845) = 5,790백만톤 중 홍수기인 6-10월 동안의 수량 3,573백만톤

3,573백만톤 × 184원/m^3 = 6,574억원

(3) 홍수조절기능 평가액 계

1조3641억 + 6,574억 = 2조215억

나. 지하수함양 및 하천유지용수

농업용수는 벼 생육에 필요한 증발산량과 논바닥을 통하여 지하로 침투하여 일부는 수직 침투하여 지하수로 저장되며 나머지는 배수로 및 복류수 등으로 하천으로 유입되어 하천수를 보충해주는 기능을 한다.

(1) 지하수함양 평가

수분의 논 바닥으로 부터 침투로 인한 지하수위의 상승량을 측정하여 지하수 개발비, 감가삼각비, 유지관리비 등의 비용으로 대체하여 평가한다.

가) 평가액 = (단위면적당 지하수함양량) × (전국 논면적) × (지하수 개발비 + 감가삼각비 + 유지관리비)

나) 제원

논면적 1,104,811ha

지하수톤당개발비 : 111원/m^3

지하수톤당유지개발비 : 70원/m^3

지하수톤당감가삼각비 : 6.9원/m^3

단위면적당 지하수함양량 : 719.5 mm/yr

* 지하수 함양량은 경기도 안성시 고삼저수지 관개지역에서 실측한 값임.

다) 계산결과

719.5mm × 1,104,811ha × (111 + 6.9 + 70) = 1조 4937억원

(2) 하천유지용수 평가

논바닥을 통해 지하로 침투된 수분 중 하천으로 유입하여 환원되는 수량을 측정하여 농업용수개발의 감가삼각비와 유지관리비로 대체하여 평가한다.

가) 평가액 = (단위면적당 하천환원수량) × (전국 논면적) × (농업용수 개발비의 감가삼각비 + 유지관리비)

나) 제원

하천환원수량 : 907.9mm

농업용수개발사업비의 감가삼각비 : 6.96원/m^3

다) 계산결과

907.9 × 1,104,811ha × (6.96 + 73.6) = 8,080억

다. 수질정화기능

벼의 생육을 위하여 저수지 및 양수장, 취입보 등으로부터 도수한 관개용수에는 자연하천에 섞여있던 오폐수가 함유된 상태 그대로 논으로 유입된다. 이들 오폐수에는 여러 가지 수질오염 성분이 있지만 부영양화의 주범이라고 할 수 있는 질소(N)와 인산(P)은 벼가 자라는 데 가장 필요로 하는 비료 성분이기 때문에 이를 흡수하여 생육하게 된다. 담수 중의 관개용수는 토양층을 통과하는 과정에서 이들을 정화시키는 기능이 있다. 벼가 생육하는 기간 중에 관개용수에 함유되어 있는 질소와 인산 비료분을 흡수하므로 논농사의 생산물인 조곡과 볏짚의 생산량에서 질소와 인산 수량을 계산하고 대체비용법에 따라 폐수처리 비용을 감안 경제적 가치를 산출한다.

(1) 평가액 공식

가) 평가액① = 전국논면적 × [(조곡생산량/ha × N의함유량) + (볏짚생산량/ha × N 의 함유량)] × 질소비료값(원/kg)

나) 평가액② = 전국논면적 × [(조곡생산량/ha × P의 함유량) + (볏짚생산량 /ha × P의 함유량)] × 인산비료값(원/kg)

다) 평가액③ = 관개기간 중 생활용수 미처리수 방류량 × 처리비용

라) 평가액④ = 관개기간 중 산업용수 미처리수 방류량 × 처리비용

마) 평가액⑤ = 관개기간 중 축산용수 미처리수 방류량 × 처리비용

(2) 제원

전국 논면적 : 1,104,811ha

조곡 생산량 : 6,673 kg/ha

조곡 함유N의 비율 : 1.27 %

조곡 함유P의 비율 : 0.42%

볏집 생산량 : 7,800 kg/ha

볏집 함유N의 비율 : 0.62 %

볏집 함유P의 비율 : 0.09 %

질소비료값 : 265 원/kg

인산비료값 : 283 원/kg

미처리 생활용수 방류량 : 2,614 × 10^3 m^3/일

생활용수정화처리비용 : 57.1 원/m^3
미처리 공단폐수 방류량: 349,946 m^3/일
공단폐수정화처리비용 : 4,000 원/m^3
미처리 축산폐수 방류량: 125,000 m^3/일
축산폐수정화처리비용 : 10,000 원/m^3

(3) 계산결과
가) 평가액① = 1,104,811ha × [(6,673 × 0.0127) + (7,800 × 0.0062)]
× 265 = 389억6,834만원
나) 평가액② = 1,104,811ha × [(6,673 × 0.0042) + (7,800 × 0.0009)]
× 283= 109억5566만원
다) 평가액③ = 2,614,000 × 120(관개일수) × 57.1 = 179억 1,112만원
라) 평가액④ = 349,946 × 120(관개일수) × 4,000 = 1,679억 7,408만원
마) 평가액⑤ = 125,000 × 120(관개일수) × 10,000 = 1,500억원
평가액 계 = 3,858억 920만원

라. 대기온도완화기능

벼의 생육기간 중에 겹치는 혹서기에는 사람이 견디기 어려울 정도의 더위가 수 십일씩 지속되기도 한다. 더운 여름에 마당에 물을 뿌려 더위를 식히던 추억이나 함석지붕위에 스프링클러로 물을 뿌려 실내온도를 떨어뜨려 본 경험은 대부분이 갖고 있을 것이다. 이는 물이 증발할 때 주위의 기화열을 빼앗아 감으로써 시원하게 되는 현상이다. 따라서, 논에 담수된 물과 저수지의 수면에서 증발될 때의 잠열은 주변의 기온을 저하시켜 주는 기능을 한다.

(1) 논의 증발산에 의한 효과

논에서의 담수증발 잠열효과를 주변 주택가에서 냉방에 소요되는 경비와 대체하여 평가한다.

가) 평가액 공식

평가액 = (논의 잠열 효과에 따른 기온저하) × (영향을 받는 세대수)
× 냉방일수 × 냉방전기료 × 냉방시간

나) 제원

◦ 기온저하효과

논내부와 150m 거리지점의 평균 온도차 (실측치) : 2.5℃

평균 기온저하 효과 : 2.5℃ × 0.5 = 1.25℃

◦ 영향을 받는 세대수 : 12,958,000 호

◦ 냉방일수(에어콘 가동일수) : 60일

◦ 냉방시간 : 6시간/일

◦ 냉방전기요금

1℃ 기온저하에 소요되는 전력량 : 0.28kwh

1℃ 기온저하에 소요되는 전력비 : 0.28 × 266원/kwh = 74,4원

다) 평가액 = 1.25 × 12,958,000 × 60 × 6 × 74.4 = 4,338억 3,384만원

(2) 저수지·용수로의 증발산에 의한 효과

증발산은 대기온도저하 효과가 있으므로 해당수량을 생활용수대로 대체하여 환산한다.

가) 평가액 공식

평가액 = 증발산량(저수지+용배수로) × 생활용수대

나) 평가액 = 5,876백만 m^3 × 74원/m^3 = 4,348억 2,400만원

(3) 대기온도완화기능 효과 평가액

8,686억 5784만원

마. 경관보전기능

농촌은 논농사가 계속되는 동안 벼가 자라는 들녘의 풍경과 마을의 가옥들, 주변의 하천이나 호수 등 자연환경이 어우러져 풍요로움과 아름다움이 어우러진 포근한 분위기를 지어낸다. 봄철에는 모내기를 통하여 생동감과 활력을 일깨우고 여름에는 푸르름, 가을에는 누런 황금물결의 풍경을 연출하는 모습은 논농사가 아니고서는 형성될 수 없는 독특한 자원이다. 삭막한 콘크리트 숲의 도시와는 다른 전원적이면서도 너그럽고 부드러운 고향의 이미지를 담고 있는 농촌의 경관은 국토공간을 쾌적하고 아름다운 공간으로 조성하는 데 큰 역할을 하고 있으며, 이런 기능은 현실적으로 시장에서 거래될 수 없는 자원(재화)이므로 비시장재의 거래를 위한 가상적 시장을 설정하고 이 재화에 대한 지불의사를 파악하여 가치를 평가하는 가상가치평가법(CVM)을 사용하여 경관보전기능의 경제적 가치를 평가한다.

(1) 평가방법 : 가상가치평가법

질문방법으로는 이선선택형을 이용하되 분석모델은 Random Utility모

형을 이용하였다. 이선선택형 질문을 하되 초기 제시액에 '예'라고 하면 두 번째는 상향금액을 제시하고 '아니오'라고 대답하면 하향금액을 제시하는 입찰 게임방식을 썼으며, 그 외의 변수로 제시액 외에 소득, 인지수준, 보전정책 실시여부, 성별, 농촌방문횟수 등도 겸하여 조사한다.

(2) 평가결과

가) 설문조사 제시액(결정)에 따른 평가액

호당 지불의사액 × 총가구수

= 61,000원 × 15,442,700 = 9,420 억

나) CVM으로 결정한 지불의사액에 따른 평가액

74,900원 × 15,442,700 = 1조 1,572억원

바. 보건・휴양기능

농촌용수는 신선한 공기, 맑은 물, 아름다운 자연을 통하여 농촌을 찾는 도시민들에게 편안한 마음을 주고 기분을 좋게 하며, 정신을 맑게 하는 등 즐거움과 휴식의 조건을 제공한다. 농촌용수는 이러한 여유롭고 아늑하며 쾌적한 농촌의 모습과 분위기를 연출하는 역할을 하고 있다. 앞으로 국민들의 여가시간이 확대되고(토요휴무 확대실시) 녹색관광에 대한 요구도 증가할 것으로 예측된다. 이에 따라 농촌용수는 녹색관광과 레저공간으로 도시민들의 휴식과 휴양 공간을 제공하는 기능은 점점 증대될 것이다.

이러한 도시민의 보건, 휴양과 정서함양을 위하여 농촌을 방문할 때 소요되는 비용과 방문에 의해 얻는 효과가 일치한다고 전제하면 도시민의 농촌여행비용을 통하여 보건, 휴양 및 정서함양기능을 여행비용법을 이용하여 경제적인 평가를 할 수 있다. 총 방문비용은 농촌경관 전체에 대한 평가액이므로 전체 면적에서 차지하는 논 면적의 비율만큼의 비용을 평가하는 방식을 택하였다.

(1) 평가액 공식

평가액 = 농촌방문회수 × 1회 여행비용 × 도시가구수
× (논면적)/ (경지면적 + 산림면적)

(2) 제원

1회 여행비용 : 117,167 원

농촌방문회수/년 : 3.9 회

도시가구수 : 12,263,965 호

논면적 : 1,104,811 ha

경지면적 : 1,835,634 ha

산림면적 : 6,400,301 ha

(3) 평가액 계산

3.9 × 117,167 × 12,263,965 × 1,104,811 / (1,835,634 + 6,400,301)

= 7.517 억원

사. 소수력 발전기능

소수력 발전은 물의 운동에너지와 위치에너지를 이용하여 수차를 회전시켜 전기를 생산하는 방식으로 우리나라에서는 시설용량이 3,000kW 이하를 소수력 이라 정의한다. 지금까지 다목적 댐에서 수력발전을 주로 공급하였으나 정부에서는 소수력 자원의 최대 활용과 소수력 발전소의 개발을 촉진하기 위하여 1982년 “소수력 개발방안”을 제정하였다. 따라서 최근 저수지 등 농업기반시설의 농업용수를 효율적으로 활용하는 방안의 일환으로 소수력 발전을 추진하고 있다. 이와 같이 농업용 저수지는 관개용수를 활용하여 농어촌 지역에 전력을 공급함으로써 유휴 수자원의 효율적인 이용과 친환경적인 청정에너지원 개발로 화석연료, 원자력에 의한 전력생산의 환경피해를 최소화 할 수 있다. 농업용 저수지를 활용한 소수력 발전현황은 (표3-6)에서와 같이 소수력을 완료하여 전력을 공급중인 지구는 경북경천 등 5지구 8,600kW이며 전남 장성지구 등 3지구 3,445kW는 건설 중에 있다.

(표3-10) 소수력 발전현황

	지구명	발 전 량	발전수익 (백만원)	준공년도
운영중	계 (5)	8,600kW	1,291	
	경천 (경북)	800kW (400kW × 2대)	114	′95. 6
	성주 (경북)	1,800kW (500kW × 3대, 300kW × 1대)	233	′00. 6
	대아 (전북)	3,000kW (500kW × 6대)	500	′93. 6
	동진 (전북)	2,000kW (500kW × 4대)	229	′87. 1
	동화 (전북)	1,000kW (800kW × 1대, 200kW × 1대)	215	′05. 6
건설중	계 (3)	3,445kW		
	장성 (전남)	1,220kW		′05. 10
	하동 (경남)	825kW		′05. 12
	담양 (전남)	1,400kW		′05. 12

자료 : 한국농촌공사

또한, 향후 추진계획지구는 저수지 유역면적 1,000ha이상 및 유효저수량 2,000천m^3 이상의 농업용 저수지 167개소를 대상으로 우선순위에 따라 연차별로 소수력 발전소를 건설예정으로 있어 앞으로 환경친화적인 청정 대체에너지 개발 분위기 확산으로 수자원의 다목적 활용 방안이 기대된다.

(1) 평가액 공식

발전량(P) = 9.8 × Qr × He × ηs

년간 발전량 = P × 가동률 × 적용시간 (8.760 hr)

여기서, P : 시설용량 (kw)

Qr : 설계유량 (m^3/sec)

He : 유효낙차 (m)

ηs: 시스템 효율 (≒ 0.85)

년간 발전량 단위 : kwh

적용시간 : 8,760 hr

(2) 한국농촌공사의 연구에 따르면 현재 운영중인 소수력발전 수익을 소수력발전 가치로 평가한다면 년간 12억 9천 1백만원으로 나온다.

아. 방화용수기능

산불의 발생지역은 산간지역으로 지형이 험준한 데다 육상 진입로 등의 한계로 소방장비의 진입에 어려움이 많고 봄철 건조기에 다수 발생하고 있다. 이러한 산불의 특성상 헬기에 의한 진화가 가장 효과적인 수단이 되고 있으며 이때 헬기의 방화용수는 전국에 산재해 있는 18,000여개의 농촌용수 수원지에서 공급받을 수 밖에 없고 이 시기는 본격적인 관개기 이전으로 대부분의 저수지는 만수상태에 있는 때로서 산불진화에 가장 효과적인 용수공급원의 기능을 한다 할 수 있다.

(표3-11) 산불발생현황

연도별	발생건수	면적(ha)	임목피해액(천원)
2000	729	25,953	65,241,772
2001	785	965	2,717,181
2002	599	4,467	8,952,928
2003	271	133	276,583
2004	544	1,588	575,333
평 균	586	6,621	15,552,759

(표3-7)에서 보는 바와 같이 산불 발생 건수는 매년 586건이며 산불피해 면적은 6.621ha, 피해액 155억원이상에 달하고 있다. 이러한 피해를 줄이는 데 농촌 용수가 방화용수 공급에 큰 기능을 한 것은 명약관화하지만 그 기능에 대한 경제적 평가는 추후 더욱 연구할 과제라 할 수 있다.

자. 식량안보기능

식량안보란 “국민 생존을 위한 식량의 안정적 공급원을 중·장기적으로 확보 하는 것”이라 정의하고 있다. 식량안보를 위해서는 일정량의 식량비축과 안정적인 해외조달 방안의 강구(자조)도 필요하나 가장 중요한 것은 필요한 식량을 스스로 생산할 수 있는 자급능력을 확보하는 것이 필수적이다.

식량 수출국들의 주장은 식량안보를 자조라는 방안으로 해결할 것을 강조하나 해외 곡물시장에서는 몇 개의 곡물메이저가 전 세계 곡물시장의 75%를 좌우하고 있으며 첨단 정보망을 구축하고 큰 영향력을 행사하는 형편이며 한국 및 동남아 지역이 주요시장인 쌀은 그 비중이 크지 않아 1개 메이저의 개입만으로도 가격을 좌우할 수 있는 현실이다.

1993년 일본이 가을 냉해로 쌀을 긴급 수입코자 했을 때 3개월 만에 가

격이 2배로 폭등하였던 예가 말하듯이 한국에서의 주곡인 쌀만은 자급할 수 있는 기반이 유지되도록 하는 것은 예측 불가능한 사태 및 장래의 수급압박 가능성에 대한 위험을 경감시키며 식량부족에 대한 국민의 불안감을 제거하는 기능을 하게 된다.

본 기능은 위와 같은 확실한 현상이나 이를 경제적으로 평가하는 데는 더욱 신중하고 적합한 방법에 대하여 연구가 필요하다.

차. 전통 문화의 보전 및 체험학습의 터전 제공 기능

전통문화는 우리들의 삶 속에서 형성되고 성숙되어 온 것으로서 전통적인 삶은 자연의 일부로서 가꾸어져 온 생활터전을 바탕으로 이루어져 왔다. 우리의 전통문화는 크게 무형의 전통문화와 유형의 전통문화로 나누어 볼 수 있는데 우리 농촌은 지역마다 독특한 세시풍속과 전통 의식주 문화, 농악, 굿, 동지제 등의 무형문화와 건축물, 조경, 전적, 고문서, 회화, 조각 등의 유형문화를 간직하고 있다.

농업은 바로 이러한 농촌의 고유문화를 보존하는 역할을 담당하여 전통을 계승하며 지역마다의 고유한 특성이 살아 숨쉬게 하는 터전을 제공하고 있다.

농촌의 전통문화 보존기능으로는 전통 의식주 문화 전승, 영농·생활용품 전승, 유형문화 유적보존, 무형문화 전승, 공동의례 등이 대표적이다. 또한, 세시풍속으로는 설날, 정원대보름, 삼짓날, 단오, 칠석, 백중, 추석, 동지 등이 있으며, 그밖에 지역의 민속행사 등 전래되어 오는 다양한 전통문화가 계승되고 있다.

농지를 생활기반으로 한 농촌지역 사회는 이러한 우리의 전통문화와 농경문화를 계승하는 무형적인 자원의 보고이다. 최근 각 지역마다 각종 축제 등을 통해 전통문화의 계승은 물론 새로운 전통을 창조하려는 다양한 시도 또한 농촌지역에서 보존되어 전래되고 있는 전통문화가 있었기에 가능한 일이다.

농업은 오랜 세월동안 자연과 조화를 이루어 온 산업이다. 농촌을 방문하여 우리 땅에서 수확되는 농작물과 거기에서 자라는 동식물과 아름답고 풍요로운 자연을 직접보고 체험해 봄으로써 생명의 신비스러움을 느끼고, 자연에 대한 이해를 넓히는 등의 기회를 제공하는 국토공간이 농촌이다.

자라나는 청소년들에게 도시에서는 볼 수 없는 농업과 농촌의 소중함을

일깨워주고 직접 농촌의 삶과 농업의 현장을 보고 배우는 체험학습을 통해서 우리 농촌의 실상과 우리 국토의 다양한 모습들을 교육할 수 있는 기회의 장을 제공한다.

또한, 농업과 농촌 현장에서 노동의 신성함과 먹거리의 소중함을 깨달을 수 있는 기회를 제공함과 동시에 자연의 순리에 따라 식량을 생산하는 자연의 신비로움과 정직함을 알고 자연을 보전하는 마음을 배울 수 있는 삶의 터전으로서 농촌은 모든 국민들에게 체험학습의 터전이 되는 것이다.

본 기능의 평가는 이 기능 단독으로 계량화하는 것이 적절한 방법을 찾기 힘드나 경관보전이나 보건휴양 기능 같은 어메니티 자원과 함께하여 가상가치평가법(CVM) 또는 여행비용법, 내재가격법등을 이용하여 앞으로 더욱 연구할 필요가 있다.

카. 생활·공업용수 공급기능

농촌용수 공급 수원지인 저수지에서 지역 생활용수를 제공함으로써 주민생활 편익에 기여하고 있으며 그 양은 현재 연간 83백만톤에 이르고 있으나 향후 농촌 지역에서의 부족한 상수도 공급원의 대체 수원공으로써의 역할은 점차 확대될 것으로 전망된다.

공업단지에서도 용수확보가 필수적인 조건이며 임해공단의 경우 근처의 담수호는 풍부한 수자원 공급원으로써 적격이고 중소규모 저수지도 지역 중소기업 등에 공업용수를 공급하는 사례가 많다.

한국농촌공사의 자료에 의하면 농업용수외의 사용실적이 년간 1억 89백만톤에 이르며 여기에 부과된 원수대를 적용하여 대체비용법으로 기능액을 산출할 때 137억원이 된다.

(1) 생활용수 공급 평가액
(생활용수 공급량) 83백만 m^3 × (생활용수 원수대) 74원/m^3 = 61.4 억원
(2) 공업용수 공급 평가액
(공업용수 공급량) 106백만 m^3 × (공업용수 원수대) 71원/m^3 = 75.3 억원
(3) 합계액 = 61.4 억원 + 75.3억원 = 136.7 억원

(표3-12) 생·공업용수의 공급 실적

생 · 공업용수사용량(백만㎥)			대체재별(원/톤)		평가액(억원)		
계	생활용수	공업용수	생활용수 원수대	공업용수 원수대	계	생활용수	공업용수
189	83	106	74	71	136.7	61.4	75.3

주) (1) 자료 : 생 · 공업용수사용량, 한국농촌공사 (2003년)

(2) 생 · 공용수 공급단가는 한국농촌공사에서 공급되는 71개소의 평균단가임.

3.4.5 공익적 기능의 정량화 결과

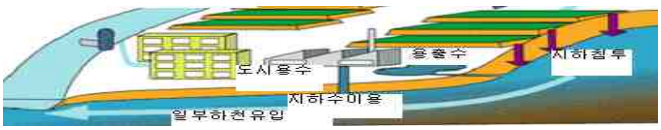
1. 생산자원 (1) 식량안보기능

식량안보기능	비축량으로 대체하여 평가	계량화
기능설명	국민의 존속에 필요한 식량을 확보하여 식량무기화 등의 영향을 최소화시키는 기능 ※ 식량안보 : 국민생존을 위한 식량의 안정적 공급원을 중·장기적으로 확보하는 것	
평 가 메카니즘	쌀 생산이 타 곡물과 비교해서 국제 식량가격의 변동에 영향을 적게 받고 안정되므로 인하여 비축필요량을 줄일 수 있기 때문에 비축 재고절감액으로 경제적 가치를 평가함	
산 정 식	식량안보기능 = 비축필요량 × 비축품(쌀)구입가격 + 비축기간 관리비 - 불필요시의 처분대금	

Multi-functionality of paddy farming

- Food security
- Flood control
- Groundwater recharge
- Reduction of soil loss
- Air purification
- Enhancement of biodiversity

2. 수자원 (2) 지하수함양기능

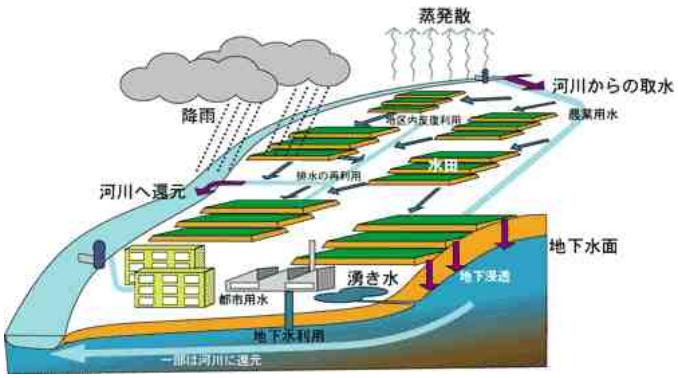
<table>
<tr><td>지하수함양기능</td><td>단위면적당 침투량으로 평가</td><td>계량화</td></tr>
<tr><td>기능설명</td><td colspan="2">논의 관개용수가 지하로 침투하여 수자원을 함양하는 기능</td></tr>
<tr><td>평 가
메카니즘</td><td colspan="2">논에 공급된 농업용수 중 생육에 필요한 증발산량과 배수량을 제외한 침투량으로 경제적 가치를 평가함</td></tr>
<tr><td>산 정 식</td><td colspan="2">평가액 = (단위면적당 지하수 함양량) × (전국 논면적)
× (지하수개발비 + 감가삼각비 + 유지관리비)</td></tr>
<tr><td>산 정 예</td><td colspan="2">☐ 제원
<table><tr><th>전국 논면적</th><th>농업용수 톤당
유지관리비</th><th>지하수
톤당개발비</th></tr><tr><td>1,104,811ha('06년 통계)</td><td>73.6원/㎥(한국농촌공사)</td><td>111원/㎥(한국농촌공사)</td></tr></table><table><tr><th>지하수 톤당 유지관리비</th><th>단위면적당 지하수 함양량</th></tr><tr><td>70원/㎥</td><td>719.5㎜/yr</td></tr></table>☐ 경제적가치 계산
① 지하수 개발비 = 79.5×10^8㎥ × 111원/㎥ = 8,824 억원
② 감가상각비 = [(79.5×10^8㎥ ×111원/㎥×0.06) × (1+0.06)^{60}] /[(1+0.06)^{60}−1]
= 546억원 (연간이자율 : 0.06, 계산기간 : 60년)
③ 유지관리비 = 79.5×10^8㎥ × 70원/㎥ = 5,565억원
④ 지하수 함양기능 평가액 = 8,824+546+5,565 = 1조 4,935억원
☐ 평가결과
○ 지하수함양기능 평가액 : 1조 4,935억원</td></tr>
<tr><td colspan="3">
< 지하수함양 >
 

< 농업용수의 지하침투에 의한 순환이용 개념도 ></td></tr>
</table>

2. 수자원 (3) 하천수위유지

<table>
<tr><th>하천수위유지</th><th>단위면적당 하천환원수량으로 평가</th><th>계량화</th></tr>
<tr><td>기능설명</td><td colspan="2">논에 공급된 농업용수 중 생육에 이용되고 남은 농업배수가 하천에 유입하여 하천수위를 유지하는 기능</td></tr>
<tr><td>평 가
메카니즘</td><td colspan="2">논에 공급된 농업용수 중에서 하천으로 유입되는 양으로 경제적 가치를 평가함</td></tr>
<tr><td>산 정 식</td><td colspan="2">1) 평가액 = (단위면적당 하천환원수량) × (전국 논면적)
× (농업용수 개발비의 감가삼각비 + 유지관리비)</td></tr>
<tr><td>산 정 예</td><td colspan="2">☐ 제원
<table>
<tr><td>전국 논면적</td><td>농업용수 톤당개발비</td></tr>
<tr><td>1,104,811ha('06년 통계연보)</td><td>112.5원/㎥(한국농촌공사)</td></tr>
<tr><td>지하수 톤당 유지관리비</td><td>단위면적당 하천환원수량</td></tr>
<tr><td>70원/㎥</td><td>907.9㎜/yr</td></tr>
</table>
▷ 지표수 환원량 : 907.9㎜×1,104,811ha = 100억 3천만㎥
☐ 경제적 가치계산
① 감가상각비=[(100.3×10^8㎥×112.5원/㎥×0.06)×(1+0.06)^{60}]
/[(1+0.06)^{60}-1] = 698억원
(연간이자율 : 0.06, 계산기간 : 60년)
② 유지관리비 = 100.3×10^8㎥ × 73.6원/㎥ = 7,382억원
③ 하천유지용수 합계 = 8,080억원
☐ 평가결과
○ 하천유지용수 평가액 : 8,080억원</td></tr>
<tr><td colspan="3">
</td></tr>
</table>

2. 수자원 (4) 생·공용수기능

<table>
<tr><td>생·공업용수</td><td>농업용수 공급량으로 평가</td><td>계량화</td></tr>
<tr><td>기능설명</td><td colspan="2">농업용수가 농촌지역의 생활용수와 공업용수를 공급하여 지역민의 생활편의와 지역 산업발전에 기여하는 기능</td></tr>
<tr><td>평 가
메카니즘</td><td colspan="2">농촌지역의 생활용수, 공업용수 공급량으로 경제적 가치를 평가함</td></tr>
<tr><td>산 정 식</td><td colspan="2">생활용수공급 평가액 = 생활용수 공급량 × 생활용수원수대
공업용수공급 평가액 = 공업용수 공급량 × 공업용수원수대</td></tr>
<tr><td>산 정 예</td><td colspan="2">☐ 제원
<table><tr><td colspan="2">생·공업용수공급량(백만㎥)</td><td colspan="2">대체재별(원/톤)</td></tr><tr><td>생활용수</td><td>공업용수</td><td>생활용수원수대</td><td>공업용수원수대</td></tr><tr><td>83</td><td>106</td><td>74</td><td>71</td></tr></table>참고 : '05 수리시설의 다원적 기능 제고와 현대화에 관한 연구
☐ 계산과정
생활용수 공급평가액 = 83백만㎥ × 74원/㎥ = 61.4억원
공업용수 공급평가액 = 106백만㎥ × 71원/㎥ = 75.3억원
☐ 평가결과
생활용수 공급평가액 = 61.4억원
공업용수 공급평가액 = 75.3억원</td></tr>
<tr><td colspan="3"> 
</td></tr>
</table>

3. 방재자원 (5) 방화용수기능

<table>
<tr><td>방화용수</td><td>산불피해 저감액으로 산정</td><td>비계량화</td></tr>
<tr><td>기능설명</td><td colspan="2">산간지 등에서 산불이 발생할 경우 농업용수를 이용하여 진화하는 기능
※ 산불의 발생지역은 산간지역으로 지형이 험준하여 소방장비의 진입에 어려움이 많기 때문에 헬기진화의 역할이 크다.
헬기진화 방화용수는 산불지역 저수지의 물의 이용하는 경우가 대부분임</td></tr>
<tr><td>평 가
메카니즘</td><td colspan="2">농업용수에 의한 산불피해 방지면적과 산림청 제공 원단위 피해액으로 경제적 가치를 평가함</td></tr>
<tr><td>산 정 예

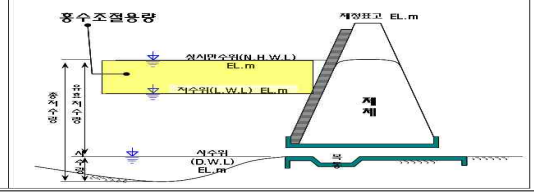
(산불발생현황)</td><td colspan="2">< 산불발생현황 >
(단위 : ha, 천원)
<table>
<tr><th rowspan="2">연 별</th><th colspan="2">합계</th><th colspan="2">입산자 실화</th><th colspan="2">기타</th></tr>
<tr><th>면적</th><th>피해액</th><th>면적</th><th>피해액</th><th>면적</th><th>피해액</th></tr>
<tr><td>2000</td><td>23,932</td><td>62,039,339</td><td>6,486</td><td>14,983,335</td><td>17,456</td><td>47,056,004</td></tr>
<tr><td>2001</td><td>95</td><td>133,312</td><td>14.68</td><td>14,825</td><td>80.5</td><td>118,487</td></tr>
<tr><td>2002</td><td>42</td><td>70,078</td><td>5</td><td>5,028</td><td>37</td><td>65,050</td></tr>
<tr><td>2003</td><td>6</td><td>9,874</td><td>3</td><td>5,022</td><td>3.4</td><td>4,852</td></tr>
<tr><td>2004</td><td>705</td><td>997,324</td><td>5</td><td>2,916</td><td>701</td><td>994,408</td></tr>
<tr><td>2005</td><td>1,168</td><td>5,216,384</td><td>984</td><td>4,640,566</td><td>186</td><td>575,818</td></tr>
<tr><td>평균</td><td>4,325</td><td>10,541,655</td><td>1,086</td><td>2,501,854</td><td>3,045</td><td>8,135,737</td></tr>
</table>
참고 : '06 산림정책과

과거 6년간 산불발생면적이 평균 4,325ha이며 산불피해금액이 매년평균 10,541,655천원 달하고 있다. 이와 같이, 대형산불의 진화에는 헬기에 의존할 수밖에 없으며 소방용수의 원활한 공급이 필수적이로 전국에 산재되어 있는 18천여개의 농업용 저수지의 산불진화에 중요한 역할을 담당하고 있다.</td></tr>
<tr><td colspan="3"> </td></tr>
</table>

3. 방재자원 (6) 홍수조절기능 (논)

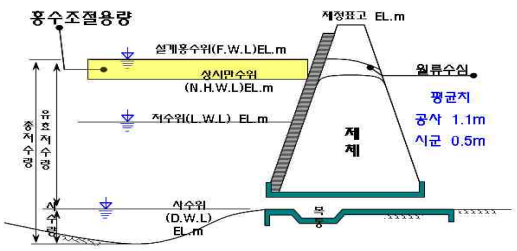
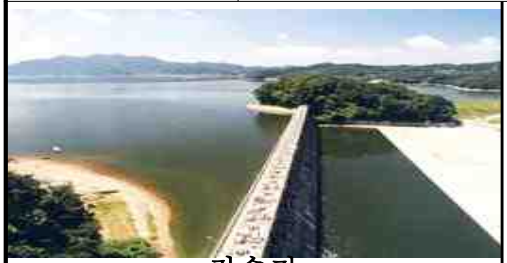
<table>
<tr><td>홍수조절(논)</td><td>논의 저류량으로 평가</td><td>계량화</td></tr>
<tr><td>기능설명</td><td colspan="2">논이 집중호우시의 홍수량을 일시적으로 저류하여 홍수량을 조절하는 기능</td></tr>
<tr><td>평 가
메카니즘</td><td colspan="2">논의 저류량과 댐건설비, 감가상각비, 유지관리비로 경제적 가치를 평가함</td></tr>
<tr><td>산 정 식</td><td colspan="2">평가액 = [(경지정리지역의 논둑높이-평균담수심+평균감수심)
×(저지대 논을 제외한 경지 정리 지역의 논면적)
×(치수댐의 저수량당 감가삼각비+연간유지비)]
+[(미경지정리지역의논둑높이-평균담수심+평균감수심)
×(저지대논을 제외한 미경지정리지역의논면적)
×치수댐의 저수량당 감가삼각비+연간유지비)]</td></tr>
<tr><td>산 정 예</td><td colspan="2">☐ 제원
<table><tr><th>논면적</th><th>경지정리 면적</th><th>미경지정리 면적</th><th>저지대 논면적</th><th>평균 담수심</th></tr><tr><td>1,104,811ha (한국농촌공사 '06)</td><td>721,096ha (한국농촌공사 '06)</td><td>157,365ha (한국농촌공사 '06)</td><td>226,350ha (한국농촌공사 '06)</td><td>24.2㎜</td></tr></table><table><tr><th>평균감수심</th><th>논두렁높이 (경지정리 지역)</th><th>논두렁높이 (미경지정리 지역)</th><th>치수댐의 감가상각비 및 유지관리비</th></tr><tr><td>10.8㎜/day</td><td>300㎜</td><td>250㎜</td><td>559.34원/㎥</td></tr></table>☐ 계산
논둑높이에 의한 논의 유효저수능력
①경지정리지역=[(300-24.2)+10.8]×721,096ha= 206,666ha-m
②미경지정리지역=[(250-24.4)+10.8]×157,365ha= 37,232ha-m
③ 총 24억 3,899만㎥
☐ 평가결과
24억 3,899만㎥×559.34원/㎥ = 1조 3,642억원</td></tr>
</table>

3. 방재자원 (6) 홍수조절기능 (저수지) - 저수율에 의한 홍수조절용량

<table>
<tr><td>홍수조절
(저수지)</td><td>저수율에 의한 저류가능량으로 평가</td><td>계량화</td></tr>
<tr><td>기능설명</td><td colspan="2">장마, 태풍기의 저수지 빈 용량이 홍수량을 조절하는 기능</td></tr>
<tr><td>평 가
메카니즘</td><td colspan="2">저수지의 유효저수량에서 실제 저수량을 제외한 저류가능량과 댐건설비로 경제적 가치를 평가함 (6월 ~ 10월)</td></tr>
<tr><td>산 정 식</td><td colspan="2">1. 저수율에 의한 홍수조절용량
산정방법
홍수조절용량 = 유효저수량-저수량
산정식
저수율 저하에 따른 저류가능용량= 만수면적(ha)× 상시만수위 - 저수위(저수율)
  </td></tr>
<tr><td>산 정 예</td><td colspan="2">☐ 공사관리 저수지의 홍수조절용량
(천톤)
<table>
<tr><th>월</th><th>유효저수량</th><th>저수량</th><th>홍수조절용량</th></tr>
<tr><td>1</td><td>1,789,720</td><td>1,613,059</td><td>176,661</td></tr>
<tr><td>2</td><td>1,851,548</td><td>1,682,674</td><td>168,874</td></tr>
<tr><td>3</td><td>1,789,190</td><td>1,640,931</td><td>148,259</td></tr>
<tr><td>4</td><td>1,823,240</td><td>1,536,333</td><td>286,907</td></tr>
<tr><td>5</td><td>1,795,426</td><td>1,510,679</td><td>284,747</td></tr>
<tr><td>6</td><td>1,823,240</td><td>1,183,747</td><td>639,493</td></tr>
<tr><td>7</td><td>1,795,426</td><td>1,098,941</td><td>696,485</td></tr>
<tr><td>8</td><td>1,795,426</td><td>1,522,224</td><td>273,202</td></tr>
<tr><td>9</td><td>1,823,240</td><td>1,561,422</td><td>261,818</td></tr>
<tr><td>10</td><td>1,795,426</td><td>1,498,861</td><td>296,565</td></tr>
<tr><td>11</td><td>1,823,240</td><td>1,512,204</td><td>311,036</td></tr>
<tr><td>12</td><td>1,795,426</td><td>1,496,128</td><td>299,298</td></tr>
<tr><td>평균</td><td>1,808,379</td><td>1,488,100</td><td>320,278</td></tr>
</table>
자료 : 한국농촌공사 '06
☐ 평가결과
○취수댐 건설비 : 320,278(천㎥) × 184(원/㎥) = 5,893억원
○ 다목적댐 건설비 : 320,278(천㎥) × 203(원/㎥) = 6,501억원</td></tr>
</table>

3. 방재자원 (6) 홍수조절기능 (저수지) - 월류식 물넘이의 홍수조절용량

<table>
<tr><td>홍수조절
(저수지)</td><td>월류수심 해당 저류량으로 평가</td><td>계량화</td></tr>
<tr><td>기능설명</td><td colspan="2">저수지 여수토 월류수심이 홍수량을 조절하는 기능</td></tr>
<tr><td>평 가
메카니즘</td><td colspan="2">저수지 여수토의 월류수심에 해당하는 저류량과 댐 건설비로 경제적 가치를 평가함</td></tr>
<tr><td>산 정 식</td><td colspan="2">2. 월류식 물넘이의 홍수조절용량
<table>
<tr><td>산정방법</td><td>홍수조절용량 개념도</td></tr>
<tr><td>홍수조절용량 =
유효저수량 - 저수량
산정식

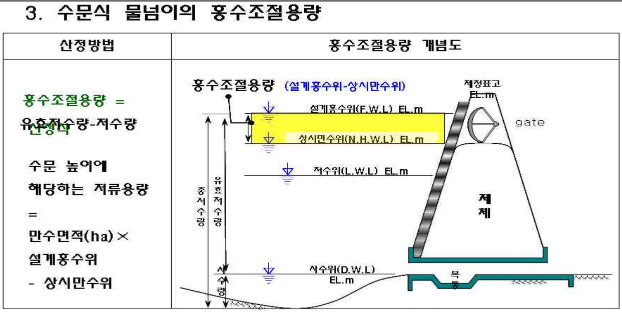
여수토 월류심에
해당하는 저류용량
=
만수면적(ha)×
월유수심</td><td> 
</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>산 정 예</td><td colspan="2">☐ 월류식 물넘이의 홍수조절용량
<table>
<tr><td>구 분</td><td>월류심 (m)</td><td>산출방법</td><td>홍수조절용량 (천㎥)</td></tr>
<tr><td>시 군</td><td>0.5</td><td>만수면적(ha)×10,000㎡×월류심</td><td>20,259ha×10,000㎡×0.5=162,072</td></tr>
<tr><td>공 사</td><td>1.1</td><td>〃</td><td>42,251ha×10,000㎡×1.1=464,761</td></tr>
<tr><td>계</td><td></td><td></td><td>626,833</td></tr>
</table>
☐ 평가결과
○ 취수댐건설비 : 626,833(천㎥) × 184(원/㎥) = 11,533억원
○ 다목적댐건설비 : 626,833(천㎥) × 203(원/㎥) = 12,724억원</td></tr>
<tr><td colspan="3"> 
저수지

저수지</td></tr>
</table>

3. 방재자원 (6) 홍수조절기능 (저수지) - 수문식 물넘이의 홍수조절용량

홍수조절 (저수지)	수문높이 해당 저류량으로 평가	계량화
기능설명	저수지 여수토의 수문이 홍수량을 조절하는 기능	
평 가 메카니즘	저수지 여수토 수문높이에 해당하는 용량과 댐건설비로 로 경제적 가치를 평가함	

산 정 식



산 정 예

☐ 수문식 저수지의 홍수조절용량

저수지명	총저수량 (천톤)	게이트높이 (m)	만수면적 (ha)	홍수조절용량 (천톤)
계	606,962	-	6,170	321,712
덕우저수지	3,549	3.50	82.70	2,895
칠리제저수지	115	2.50	4.90	123
이동저수지	17,290	5.00	305	15,270
기흥저수지	10,729	5.30	231.20	12,254
금광저수지	12,095	6.20	138.40	8,581
고삼저수지	16,105	3.00	229.90	6,897
오봉저수지	14,453	7.00	86.02	6,021
신왕저수지	947	4.00	17.95	718
백곡저수지	21,750	5.70	4.90	279
탑정저수지	30,709	4.30	636.00	27,348
청천저수지	20,800	5.00	265.00	13,250
예당저수지	47,103	3.60	1,088.70	39,193
동화댐	32,349	5.50	126.83	6,976
금평저수지	5,267	5.00	59.50	2,975
금마저수지	935	2.80	24.95	699
왕궁저수지	1,957	2.80	49.90	1,397
대아댐	55,270	7.50	233.70	17,528
홍덕저수지	9,946	3.00	382.00	11,460
장남저수지	6,124	6.00	36.50	2,190
옥금저수지	414	2.40	15.02	360
나주댐	91,200	6.00	780.00	46,800
장성댐	89,760	7.89	687.00	54,204
달창저수지	8,788	9.10	131.00	11,921
가음저수지	2,447	4.90	51.80	2,538
성주댐	47,490	6.50	205.00	13,325
경천댐	28,220	5.50	156.00	8,580
하동댐	31,150	5.70	139.14	7,931

(자료 : 한국농촌공사 '06)

☐ 평가결과

○ 취수댐 건설비 : 321,712(천m³) × 184(원/m³) = 5,919억원

○ 다목적댐 건설비 : 321,712(천m³) × 203(원/m³) = 6,531억원

3. 방재 (6) 홍수조절기능 (담수호)

홍수조절 (담수호)	담수호의 홍수조절량으로 평가	계량화
기능설명	하구둑이나 방조제의 해수차단과 담수호의 낮은 관리수위가 홍수를 조절하는 기능	
평 가 메카니즘	담수호의 홍수조절용량과 댐 건설비로 경제적 가치를 평가함	
산 정 식	평가액 = 홍수조절 용량(담수호) × 취수댐 건설비	

산 정 예

□ 담수호 제원

시설명	유역면적 (km²)	유효저수량 (ha-m)	만수면적 (ha)	수위			홍수조절가능용량 (천m³)
				관리수위 (m)	홍수위 (m)	제한수위 (m)	
계							845,027
아산호	1,634	11,500	2,800	2.50	4.50	2.50	56,000
남양호	209	2,500	800	0.50	2.10	0.50	12,800
계화도1호	53						
계화도2호	74						
삽고효	1,639	6,279	2,017	2.50	5.10	2.50	52,442
송산호	14						
영산강하구둑	3,470	18,100	3,460	1.00	3.73	1.00	94,458
대불호	16						
대호1호	279	4,646	2,175	-0.50	0.40	-0.50	19,575
대호2호	32						
금강하구둑	9,828	12,200	3,650	2.00	4.62	2.00	95,630
영암호	355	15,300	4,286	-1.45	0.20	-1.45	70,719
금강1호				-1.55	0.16	-1.55	
금강2호	184	7,550	2,330	-1.55	0.16	-1.55	39,843
홍성호	79	927	313	1.00	3.51	1.00	7,856
보령호	142	1,730	582	1.00	2.97	1.00	11,465
새만금	3,319	35,472	9,672	-1.50	1.50	-1.50	290,160
시화호	477	18,148	6,100	-1.00	0.09	-1.00	66,490
우정호	236	2,816	1,452	-1.50	0.40	-1.50	27,588

□ 총 제원

홍수조절능력(백만톤)	취수댐건설비(원/m³)
845	184

□ 계산 : 담수호의 홍수조절능력 = 845백만톤 × 184원/m³

□ 평가 결과 : 담수호의 홍수조절능력 평가액 = **1,555억원**

4. 어메니티자원 (7) 경관보존기능

<table>
<tr><th>경관보존</th><th>가상가치법으로 평가(CVM)</th><th>계량화</th></tr>
<tr><td>기능설명</td><td colspan="2">농촌용수가 아름다운 경관을 창출하는 기능</td></tr>
<tr><td>평 가
메카니즘</td><td colspan="2">경관보전기능은 현실적으로 시장거래가 될 수 없는 재화이므로 비시장재의 거래를 위한 가상적 시장을 설정하고, 비시장재에 대한 지불의사를 이용하여 가치를 평가하는 방식인 CVM법을 사용하여 경관보전기능의 경제적 가치를 평가함.</td></tr>
<tr><td>산 정 식</td><td colspan="2">가상가치평가법</td></tr>
<tr><td>산 정 예</td><td colspan="2">☐ 가상가치법(CVM)에 의한 평가방법
① 분석방법 : 질문은 이단계 이선택법을 이용하였고 분석모델은 Random Utility모형을 이용하였다. 이단계 이선선택법의 개념도는 초기제시액에 예라고 대답한 경우에 두번째는 상향금액을 제시하고 아니오라고 응답하면 하향금액을 제시하는 방법이다.
② 추정결과 : 독립변수로는 제시액 이외에 소득, 인지수준, 보전정책 실시여부, 성별, 농촌방문횟수 등이다.
※ 논 농업의 경관적 기능의 유지를 위한 지불의사액
<table><tr><th>가구수</th><th>가구당 지불의사액</th><th>경관가치</th></tr><tr><td>15,442,700호</td><td>7.49만원</td><td>11,573억원</td></tr></table>☐ 계산
○ 평가액1 = 호당지불의사액(설문조사) × 총가구
= 6.1만원 × 1,5442,700 ≒ 9,420억원
○ 평가액2 = 호당지불의사액(CVM) × 총가구
= 7.494만원 × 1,5442,700 ≒ 11,573억원
☐ 평가결과
○ 경관가치 총평가액(설문조사) = 9,420억원
○ 총평가액(CVM) = 11,573억원</td></tr>
</table>

< 경남 함안 입곡저수지 >

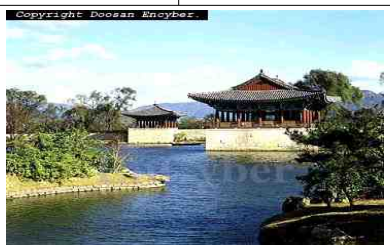
< 경남 하동저수지 >

< 경남 하동 묵계저수지 >

< 충북 진천 백곡저수지 >

4. 어메니티자원 (8) 휴양/관광기능

<table>
<tr><td>휴양/관광</td><td>도시가구의 농촌방문 비용으로 평가</td><td>계량화</td></tr>
<tr><td>기능설명</td><td colspan="2">논, 저수지가 가지고 있는 경관, 어메니티자원이 휴양/관광에 이용되는 기능</td></tr>
<tr><td>평 가
메카니즘</td><td colspan="2">도시가구가 농촌을 방문하는 횟수와 여행비용으로 가치를 평가
도시가구의 농촌방문 횟수는 면적비로 추정</td></tr>
<tr><td>산 정 식</td><td colspan="2">평가액 = 방문회수 × 방문비용(1회여행비용) ×
도시가구수 × (논면적/(경지면적+산림면적))</td></tr>
<tr><td>산 정 예</td><td colspan="2">☐ 제원
<table>
<tr><th>1회 여행비용</th><th>농촌방문회수</th><th>도시가구수</th></tr>
<tr><td>11만7,167원</td><td>3.9</td><td>12,494,827
(2005년 통계청)</td></tr>
<tr><th>경지면적</th><th>논면적</th><th>산림면적</th></tr>
<tr><td>1,824,039(ha)</td><td>1,104,811(ha)</td><td>6,393,949(ha)</td></tr>
</table>
☐ 계산과정
○ 총 방문비용 = 3.9회 × 117,167원 × 12,494,827가구 = 57,095억원
○ 평 가 액 = 57,095억원 × [1,114,950/(1,835,643+640,301)](ha)= 7,675억원
☐ 평가결과
○ 총 방문 비용 = 57,095억원 평가액 = 7,675억원</td></tr>
</table>



< 관광, 경주 안압지 >

< 휴식,조각공원 >

< 충남 오봉지, 낚시 >

< 양평 부리, 낚시 >

< 휴식, 산책로 >

5. 환경자원 (9) 생태계보존

생태계보존	-	비계량화
기능설명	농업용수 및 수리시설이 만들어 내는 생태계 보전 기능 ※ 생물상의 활착과 회복이 촉진됨으로 인하여 풍요로운 생태계를 가진 이차적인 자연이 형성 · 유지	
평 가 메카니즘	비계량, 산정방법 미규명	

< 회산 백령지 >

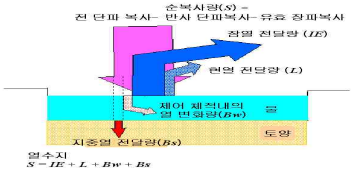
< 전북 부안 천호저수지 >

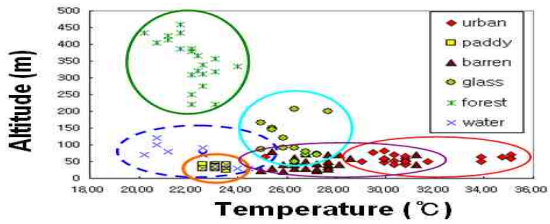
< 전북 정읍 회룡저수지 >

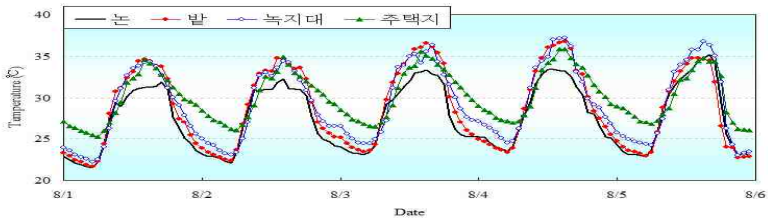
5. 환경자원 (10) 수질정화기능

<table>
<tr><td>수질정화</td><td>쌀, 볏짚 생산량과
용수처리비용으로 산정</td><td>계량화</td></tr>
<tr><td>기능설명</td><td colspan="2">오염된 관개용수가 토양층, 저수지 등을 통과하는 과정에서 수질이 정화되는 기능</td></tr>
<tr><td>평 가
메카니즘</td><td colspan="2">논의 벼에 포함된 N, P의 함유량에 대한 비료값과 생활용수, 산업폐수, 축산폐수 방류량과 처리비용으로 경제적 가치 평가</td></tr>
<tr><td>산 정 식</td><td colspan="2">① = 전국 논면적(ha)×[(조곡생산량/ha×N의 함유량)+
(볏짚 생산량/ha×N의 함유량)]×질소비료값(원/kg)
② = 전국 논면적(ha)×[(조곡생산량/ha×P의 함유량)+
(볏짚생산량/ha×N의 함유량)]×인산비료값(원/kg)
③ = (관개기간 중 생활용수 미처리수 방류량)×처리비용(원/㎥)
④ = (관개기간 중 산업폐수 미처리수 방류량)×처리비용(원/㎥)
⑤ = (관개기간 중 축산폐수 미처리수 방류량)×처리비용(원/㎥)
⑥ = (③ + ④ + ⑤)의 시설유지관리비+감가상각비
평가총액 = ① + ② + ③ + ④ + ⑤</td></tr>
<tr><td>산 정 예</td><td colspan="2">□ 제원
<table>
<tr><th>전국 논면적</th><th>관개기간</th><th>미처리 생활용수
방류량</th><th>미처리 공단폐수
방류량</th></tr>
<tr><td>1,104,811ha
(2006년)</td><td>120일</td><td>2,614×10³㎥/일</td><td>349,946×10³㎥/일</td></tr>
<tr><th>미처리 축산폐수
방류량</th><th>생활용수
처리비용</th><th>공단폐수 처리비용</th><th>축산폐수
처리비용</th></tr>
<tr><td>125,000×10³㎥/일</td><td>57.1원/㎥</td><td>4,000원/㎥
(한국농촌경제연구원,1994)</td><td>10,000원/㎥
(서울대학교,2000)</td></tr>
<tr><th>분뇨 ton당
처리비</th><th>조곡 생산량
볏짚 생산량</th><th>질소비료값</th><th>인산 비료값</th></tr>
<tr><td>12.315원/㎥
(환경부
환경백서,1999)</td><td>6,673kg/ha
7,800kg/ha</td><td>265원/kg</td><td>283원/kg</td></tr>
</table>
□ 조곡 및 볏짚에 함유되어 있는 N, P의 비율
<table>
<tr><th>구분</th><th>N</th><th>P</th><th>K</th></tr>
<tr><td>조곡</td><td>1.27%</td><td>0.42%</td><td>3.09%</td></tr>
<tr><td>볏짚</td><td>0.62%</td><td>0.09%</td><td>0.68%</td></tr>
</table>
□ 경제가치 계산
①:1,104,811(ha)×[(6,673kg/ha×1.27%)+(7,800kg/ha×0.62%)
×265원/kg= 389억 7,042만원(질소비료값 : 265/kg)
②:1,104,811(ha)×[(6,673kg/ha×0.42%)+(7,800kg/ha×0.09%)]×283원/kg
= 109억 5,773만원(인산비료값 : 283원/kg)
③ : 2,614,000㎥/일×120일(관개기간)×57.1원/㎥ = 189억원
④ : 349,946㎥/일×120일(관개기간)×4,000원/㎥ = 1,680억원
⑤ : 125,000㎥/일×120일(관개기간)×10,000원/㎥ = 1,500억원
평가총액 : 389억 7,042만원+109억 5,773만원+189억원+1,680억원
+1,500억원 = 3,858억 1.335만원
□ 평가결과 : 수질정화기능 평가액 : 3,858억원</td></tr>
</table>

5. 환경자원 (11) 기후완화기능

<table>
<tr><td>기후완화</td><td>논의 잠열효과와 가정용전기료로 평가</td><td>계량화</td></tr>
<tr><td>기능설명</td><td colspan="2">논, 저수지 등 수변이 기온을 저감시키는 기능</td></tr>
<tr><td>평 가
메카니즘</td><td colspan="2">논의 담수에 의한 주변대기온도 저하효과에 대하여 주변주택가 냉방소요 경비절약 금액으로 평가</td></tr>
<tr><td>산 정 식</td><td colspan="2">평가액 = (논의 잠열효과에 따른 기온저하) × (영향세대수)
× 냉방일수 × 냉방전기료 × 냉방시간</td></tr>
<tr><td>산 정 예</td><td colspan="2">☐ 제원
<table>
<tr><th>논의 잠열효과에 의한 기온저하효과</th><th>논의 기온저하에 영향을 받는 세대수</th><th>에 어 콘 가동일수</th><th>가동 시간</th></tr>
<tr><td>논내부와 논외부(150m의 거리지점)의 평균온도차</td><td>12,958×103호(1999년)</td><td>평균 60일</td><td>6시간/일</td></tr>
<tr><td>2.5℃</td><td>가정용 전기료</td><td colspan="2">냉방전기요금</td></tr>
<tr><td>논의 평균 기온저하
2.5℃×0.5 = 1.3℃</td><td>266원/kwh
(2007년 1월 현재)</td><td colspan="2">0.28kwh/℃×266원/kwh</td></tr>
</table>
☐ 경제가치 계산
; 12,958,000호×74원/℃ × 60일 × 6시간 × 1.3℃
= 4,487억 6,146만원
☐ 평가결과 : 기후완화기능 평가액 : 4,488억원</td></tr>
<tr><td colspan="3"> 

< 열수지 개념도, 김진수 >
 


</td></tr>
</table>

6. 사회문화자원 (12) 전통문화기능

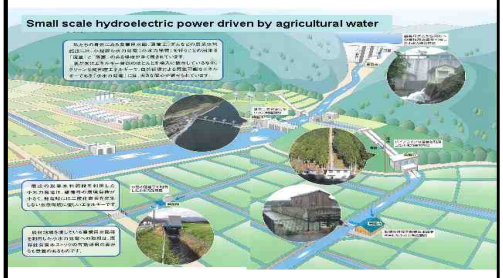
전통문화	-	비계량화
기능설명	농업용수가 가지고 있는 전통문화를 유지하고 보존하는 기능	
평 가 메카니즘	단독으로 계량화 하는 방법을 찾기 힘듬, 어메니티 자원과 함께 가상가치평가법(CVM) 또는 여행비용법, 내재가격방법 등 평가방법 규명 필요	

< 김제 벽골제 >

< 경주 화랑지, 신라시대 >

< 충북 제천 의림지 >

6. 사회문화자원 (13) 소수력발전

<table>
<tr><td>소수력발전</td><td></td><td>계량화</td></tr>
<tr><td>기능설명</td><td colspan="2">농업용수를 활용한 소수력 발전으로 농촌지역에 친환경적인 청정에너지를 생산하여 제공하는 기능
※ 소수력발전 : 물의 운동에너지와 위치에너지를 이용하여 수차를 회전시켜 전기를 생산하는 발전방식</td></tr>
<tr><td>평 가
메카니즘</td><td colspan="2">연간 발전량과 판매단가로 평가</td></tr>
<tr><td>산 정 식</td><td colspan="2">○ 평가액 : 연간발전량 × 단가
· 수차용량결정 P = 9.8 × Qr × He × ηs
여기서, P:시설용량(kw), Qr:설계유량(㎥/sec)
He:유효낙차(m), ηs:시스템효율(≒85%)
· 시설용량(kW) = 9.8×설계유량(㎥/sec)×유효낙차(m)×시스템효율
· 연간발전량(kwh) = 발전용량(kw) × 가동율 × 적용시간(8,760)</td></tr>
<tr><td>산 정 예</td><td colspan="2">□ 소수력 발전현황
<table><tr><th>구분</th><th>지구명</th><th>발전량</th><th>발전수익</th><th>준공년도(년/월)</th></tr><tr><td>운영중</td><td>계(5)</td><td>8,600kW</td><td>1,291백만원</td><td></td></tr><tr><td></td><td>경천(경북)</td><td>800kW</td><td>114</td><td>95.06</td></tr><tr><td></td><td>성주(경북)</td><td>1,800kW</td><td>233</td><td>00.06</td></tr><tr><td></td><td>대아(전북)</td><td>3,000kW</td><td>500</td><td>93.06</td></tr><tr><td></td><td>동진(전북)</td><td>2,000kW</td><td>229</td><td>87.01</td></tr><tr><td></td><td>동화(전북)</td><td>1,000kW</td><td>215</td><td>05.06</td></tr><tr><td>건설중</td><td>계(3)</td><td>3,445kW</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td>장성(전남)</td><td>1,220kW</td><td></td><td>05.10</td></tr><tr><td></td><td>하동(경남)</td><td>825kW</td><td></td><td>05.12</td></tr><tr><td></td><td>담양(전남)</td><td>1,400kW</td><td></td><td>05.12</td></tr></table>□ 평가결과
평가액 = 연간 1,291백만원</td></tr>
<tr><td colspan="2"> 

< 소수력발전 운영 사례 ></td><td>< 농업용 소수력발전 사례 >
○ 경북 경천 : 400kW×2대('95.6발전개시)
○ 경북 성주 : 500kW×3대 300×1대('00.6)
○ 전북 대야 : 500kW×6대('93.6),
○ 전북 동진 : 500kW×4대('87.1)</td></tr>
</table>

4. 농촌용수의 공익적 기능 사례조사

4.1 조사개요

○ 조사목적 : 현장조사를 통한 농촌용수의 공익적 기능 파악

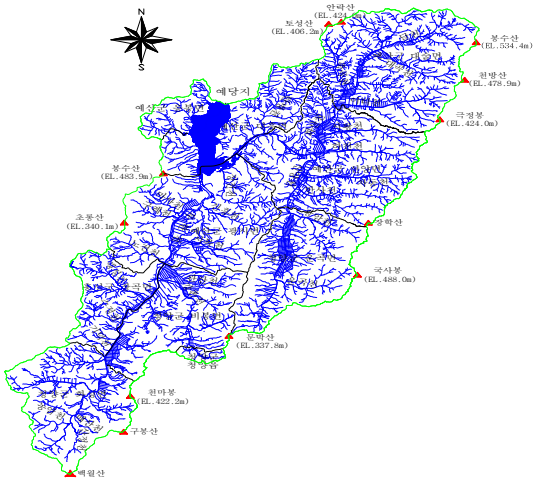
○ 조사방법 : 지역별로 현장조사 및 자료조사

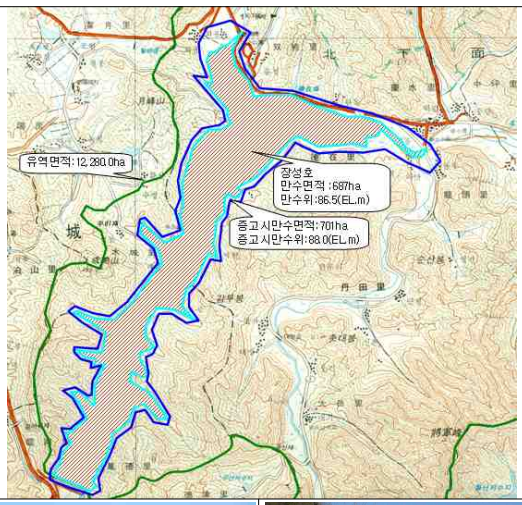
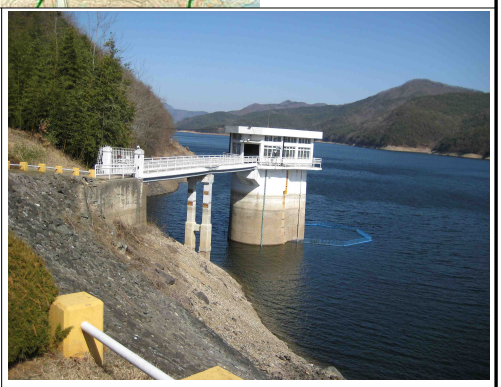
○ 조사대상 : 경기, 충북, 충남, 경북지역의 농업용 수리시설에 대하여 조사하였다.

(표4-1) 농촌용수의 공익적 기능 조사대상

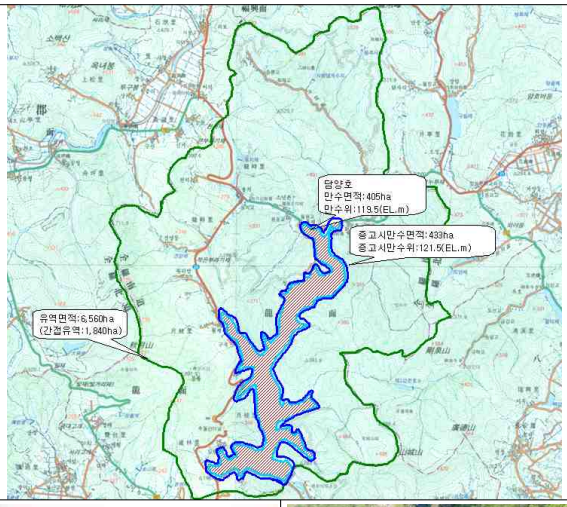
지역	조사대상	위치	비고
경기	금사저수지	여주군	
충북	삼기저수지	증평군	
	초평저수지	진천군	
	백곡저수지	진천군	
	의림지	제천시	
충남	예당저수지	예산군	
	탑정저수지	논산군	
	계룡저수지	공주시	
경북	삼가(금계)저수지	영주시	
	대평지구	고령군	
	덕곡저수지	고령군	
	금오지 주변 생태공원조성사업	구미시	
	금오저수지	구미시	
	운암지 수변공원	대구시	
	성주호 종합 수면개발사업	성주군	
경남	주남저수지	창원시	
	서암저수지	의령군	
전북	벽골제	김제시	
전남	장성저수지	장성군	
	담양저수지	장성군	
	감돈저수지	무안군	
강원	반계저수지	원주시	

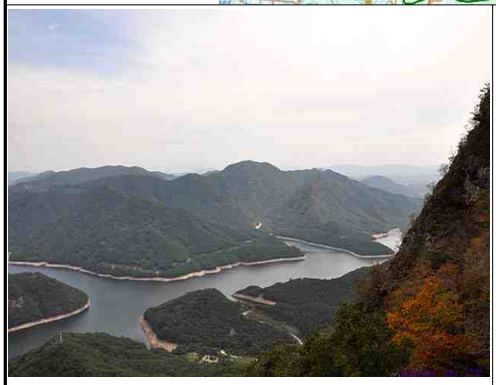
4.2 농촌용수의 공익적 기능 사례

<table>
<tr><td>대 상</td><td>예당저수지</td><td>위 치</td><td>충청남도 예산군</td></tr>
<tr><td>주
요
내
용</td><td colspan="3">지구개요 : 예당저수지는 1964년에 준공된 유역면적 37,360ha, 수혜면적 12,763ha, 유효저수량 46,070천m^3, 농업용수 공급면적 9,140ha임. 홍수기인 6월 21일부터 9월 20일까지는 저수위를 El.+21.5m로 유지하고 있으며, 홍수조절용량 범위 내에서 홍수를 조절하고 있음.
메커니즘 : 관개저수지에서는 홍수시 제한수위를 설정하여 홍수조절용량을 확보함으로써 홍수시에 범람에 의한 하류 유역의 침수피해를 감소시킴.
참고문헌 : 김태철, 문종필, 민진우, 이훈구, 1998, 관개저수지의 적정 홍수조절용량 설정방법, 한국농공학회지, 40(2)</td></tr>
<tr><td colspan="4"> 
</td></tr>
<tr><td colspan="2"> </td><td colspan="2"> </td></tr>
<tr><td colspan="2"><예당저수지 전경></td><td colspan="2"><저수지주변 친수공간></td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>대 상</td><td>장성저수지</td><td>위 치</td><td>전라남도 장성군</td></tr>
<tr><td>주
요
내
용</td><td colspan="3">지구개요 : 장성저수지는 유역면적 12,280ha, 관개면적 13,900ha, 유효저수량은 8,480만㎥임. 취수시설은 취수탑으로 설계되어 있고 최대 취수량은 13.7m3임. 장성저수지 둑높이기 사업을 시행하였으며, 홍수 등 재해를 예방하고, 저수지 주변지역의 수변환경을 개선하여 인근 지역주민들의 삶의 질을 향상시키고 인근 관광지를 이용하는 이용객들에게 제2의 관광명소를 제공하여 지역발전에 기여할 것으로 기대됨.
메커니즘 : 농업용저수지 둑 높이기 사업지구로서, 환경친화적 설계를 근간으로 하는 자연과 인공구조물이 조화를 이루는 경관을 조성하고, 국민들에게 환경보전의 중성성 인식 제고 및 친수 및 휴식공간을 제공함.
참고문헌 : 없음</td></tr>
<tr><td colspan="4"> 
</td></tr>
<tr><td colspan="2">
<장성저수지 전경></td><td colspan="2"> 
<취수탑 전경></td></tr>
</table>

대 상	담양저수지	위 치	전라남도 장성군
주요내용	**지구개요 :** 담양댐은 영산강 본류 최북단에 위치하며 1976년 0월 완공됨. 담양댐 건설로 형성된 담양호는 저수량은 6,670만t, 만수면적은 4.05㎢, 유역면적은 66㎢임. 담양호 둑높이기 사업은 2011년 9월부터 2013년 12월까지의 공사기간이며, 노후시설 보강 및 홍수조절 용량 증대로 재해를 예방할 수 있고, 하류하천의 건천화 방지를 통해 수질 개선 및 수변생태계 복원, 또한 장래의 물부족 및 이상가뭄에 대비하기 위한 추가 저수량도 확보할 수 있을것으로 기대됨. **메커니즘 :** 농업용저수지 둑 높이기 사업지구로서, 인접 관광지를 연계하고, 수변에 산책길, 공원과 관찰데크를 조성함으로서 지역주민 및 관광객에게 친수 및 휴식공간을 제공함. **참고문헌 :** 없음		

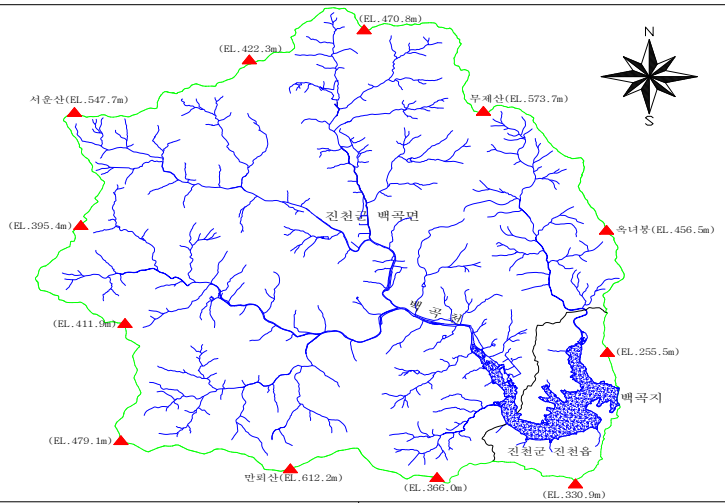




<담양호 전경>

<주변 친수공간>

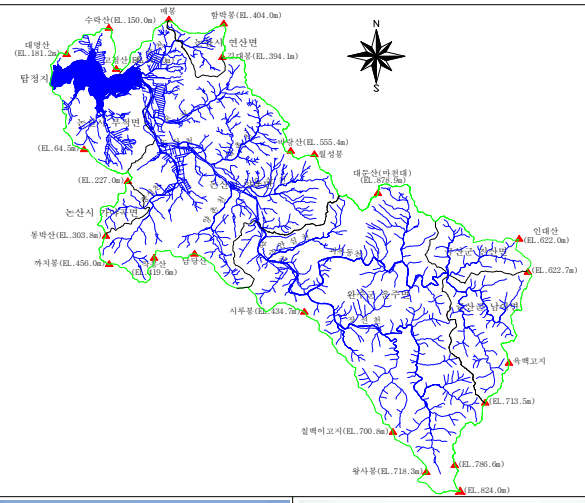
대 상	백곡저수지	위 치	충청북도 진천군
주 요 내 용	**지구개요 :** 진천군과 음성군 지역의 농업용수를 공급해주는 저수지로 1949년 축조되었고, 1984년 제방 증축공사를 함. 수혜면적 18.21㎢, 유역면적 84.79㎢, 만수면적 2.32㎢이며 총 저수량 2,175만톤임. 흙과 돌로 축조된 댐의 높이는 27.2m, 길이는 410m이고, 최대배수량은 833t/sec임. 둑높이기 사업으로 저수지의 담수능력을 높임과 더불어 저수지 상·하류의 수질 및 생태환경을 개선하고 기존 수리시설을 보강하여 재해예방 및 홍수조절능력을 향상시킬수 있을 것으로 기대됨. **메커니즘 :** 농업용저수지 둑 높이기 사업지구로서, 낚시터, 체육시설, 야외공연장, 그리고 "종박물관"이 함께하는 지역민과 체화된 문화의 상징으로서의 친수 및 휴식공간을 제공함. **참고문헌 :** 없음		

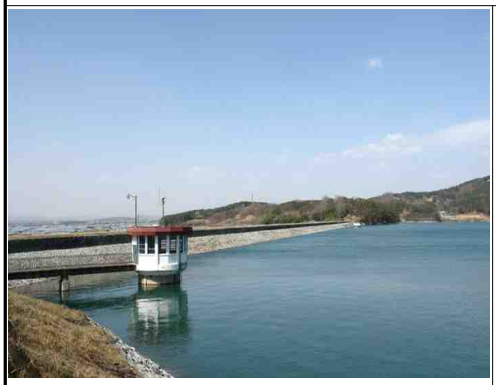


<백곡지 전경>

<주변 친수공간>

대 상	탑정저수지	위 치	충청남도 논산군
주 요 내 용	**지구개요 :** 탑정저수지는 1944년 준공되었고, 제방 길이 573m, 제방 높이 17.8m, 제방 너비 6m, 수심 12.3m, 만수 면적 636,000㎡, 저수량은 31,610t임. 67년 넘게 경과된 탑정저수지 둑의 노후시설물을 보강하는 것으로 제당 증고 등을 시행해 저수량을 추가 확보, 연중 맑은 물을 논산천과 금강으로 흘려보내 생태복원, 침수피해 방지 등 다원적 기능을 수행할 예정임. **메커니즘 :** 농업용저수지 둑 높이기 사업지구로서, 백제문화를 상징하는 광장 및 수변공원을 조성하고, 전반적인 조경 및 문화와 함께하는 명소로서의 공동체 친수 및 휴식공간을 제공함. **참고문헌 :** 없음		

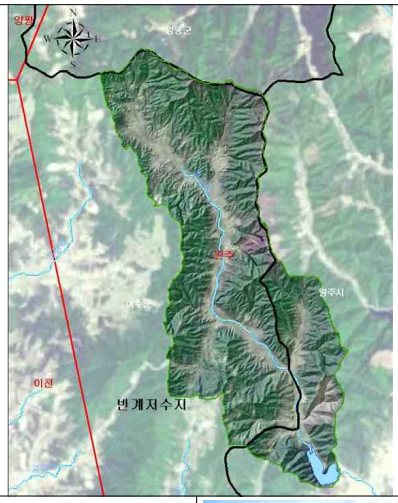




<탑정저수지 전경>

<주변 친수공간>

대 상	반계저수지	위 치	강원도 원주시
주요내용	**지구개요 :** 반계저수지는 1958년 준공되었고, 유역면적은 2,500ha, 관개면적은 175.9ha이고, 총저수량은 174.6만㎥임. 둑높이기 사업을 통해 기존 수원공인 반계저수지를 보강개발하여 저수량을 추가 확보함으로써, 하류하천에 환경유지용수를 공급하고 홍수 및 가뭄피해를 예방하고 용수확보, 수질개선을 하여 자연하천에 의존한 용수체계에서 기인한 용수부족현상의 해결하고자 함. **메커니즘 :** 농업용저수지 둑 높이기 사업지구로서, 인공습지 조성 및 관찰데크 조성과 수변공원 및 캠핑장을 조성하고, 수경관이 부족한 지역민에게 여유와 휴식 공간으로 활용할 수 있는 친수기능을 제공함. **참고문헌 :** 없음		



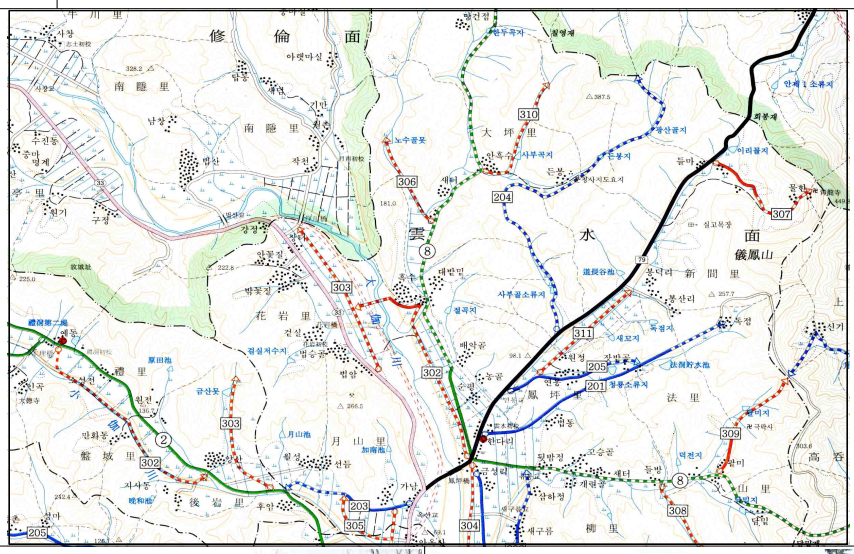
<반계저수지 전경>

<주변 친수공간>

대 상	삼가(금계)저수지	위 치	경상북도 영주시
주요내용	**지구개요 :** 삼가(금계)저수지는 1987년 준공되었고, 유역면적은 2,425ha, 관개면적은 561ha이고, 총저수량은 409만㎥으로서 농업용저수지 중에서는 유역면적에 비해 저수량이 비교적 큰 편에 속함. 둑높이기 사업을 통해 대상구역의 안정적인 농업용수를 확보하여 수자원의 활용도를 제고하고 저수지 주변과 하류하천의 수질 및 환경을 개선하고, 기설수혜구역에 원활하게 농업용수를 공급하면서도 하류하천에 환경용수를 적절하게 방류하고자 함. **메커니즘 :** 농업용저수지 둑 높이기 사업지구로서, 환경친화적 설계를 근간으로 하는 자연과 인공구조물이 조화를 이루는 경관을 조성하고, 국민들에게 환경보전의 중성성 인식 제고 및 친수 및 휴식공간을 제공함. **참고문헌 :** 없음		

<삼가(금계)저수지 전경>

<주변 친수공간>

<table>
<tr><td>대 상</td><td>대평지구</td><td>위 치</td><td>경상북도 고령군</td></tr>
<tr><td>주
요
내
용</td><td colspan="3">지구개요 :
○ 사업기간 : 2007. 12. 24. ~ 2008. 12. 30.
○ 사업효과 : 농촌어메니티 향상으로 고령군 개실마을, 대가야박물관, 대가야축제 등과 연계된 농촌관광 및 생태체험의 중요한 자원으로 활용되어 지역발전 기여
○ 친환경용수로 : 1조 L= 262m 완공
메커니즘 : 농업용 용수로에 자연석 쌓기하여 경관을 좋게 만들고, 정자, 목교, 파고라, 밴치 등을 설치하고 나무를 식재하여 지역주민들에게 친수 및 휴식공간을 제공함.
참고문헌 : 대평지구 수리시설개보수 친환경 수로정비공사 설계서</td></tr>
<tr><td colspan="4">  </td></tr>
<tr><td colspan="2">
<정자 및 돌쌓기 수로></td><td colspan="2">
<목교 및 돌쌓기 수로></td></tr>
</table>

대 상	덕곡저수지	위 치	경상북도 고령군
주 요 내 용	**지구개요 :** ○ 위 치: 덕곡면 노리 일원 ○ 사 업 량: 저수지 둑높이기 1개소(H=32.0→54.2m 증고) ○ 이설도로 3조(L=1.771km), 친수공간조성 1식 ○ 사 업 비: 254.8억원 (국비) ○ 사업기간: 2010 ~ 2013(4년간) **메커니즘 :** 농업용 저수지 둑높이기 사업에서 친수공간을 조성함. **참고문헌 :** 덕곡저수지 둑높이기 사업 설계서		

<가야 숲 친수원>

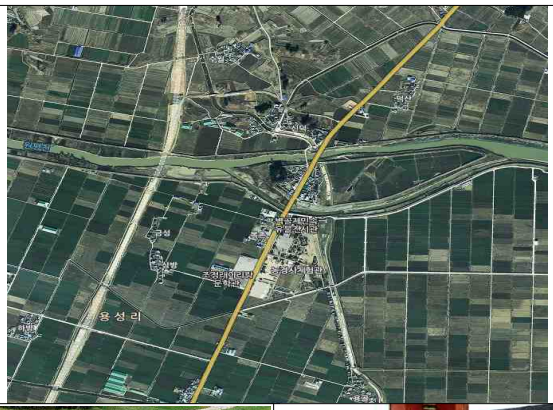
<취수탑>

대 상	의림지(義林池)	위 치	충청북도 제천시
주요내용	**지구개요 :** 의림지는 삼한시대에 축조되었고 1973년에 복구한 것이 오늘날의 모습으로 전해짐. 호반둘레는 약 2km, 호수면 158,677m^2, 저수량 6,611,891m^3, 수심 8~13m의 대수원지임. 몽리면적은 289.4km2임. 현재는 수리시설보다 역사적 수리시설과 유원지로서 그 명성을 더해가고 있음. **메커니즘 :** 농업용저수지 축조 역사를 통한 저수지를 중심으로 하는 지역 문화를 계승하고 학습하는 공간을 제공함. **참고문헌 :** 『한국수리사』, 『세종실록지리지(世宗實錄地理志)』, 『신증동국여지승람(新增東國輿地勝覽)』, 『여지도서(輿地圖書)』 『증보문헌비고(增補文獻備考)』, 『충청북도지(忠淸北道誌)』 『내고장전통가꾸기』(제천시, 1981), 『한국민족문화대백과, 한국학중앙연구원』		

<여수로(라바보 채용)>

<주변 친수공간>

대 상	벽골제	위 치	전라북도 김제시
주 요 내 용	**지구개요 :** 우리나라 최대의 고대 저수지로 1975년 수문지 2개소에 대한 발굴조사로 제방 높이는 약 4.3m이고, 윗변 너비가 7.5m, 그리고 밑변 너비는 17.5m 규모로 축조되었던 것으로 추정된다. 수문 너비는 4.2m로서 사용된 돌기둥 높이는 5.5m, 1개의 무게는 약 8t에 달함. 수문 외부에는 호안석(護岸石) 등이 견고하게 구축되어 있으며, 저수지 수면의 만수때의 총 면적은 37㎢로 계산됨. **메커니즘 :** 농업용저수지 축조 역사를 통한 저수지를 중심으로 하는 지역 문화를 계승하고 학습하는 공간을 제공함. **참고문헌 :** 『한국수리사』 『증보벽골제사』(정진형, 대흥출판사, 1982) 『이조수리사연구』(이광린, 한국연구원, 1961) 「김제벽골제발굴보고」(윤무병, 『백제연구』 제7집, 1976) 『한국민족문화대백과』 (한국학중앙연구원)		



<여수로(라바보 채용)>

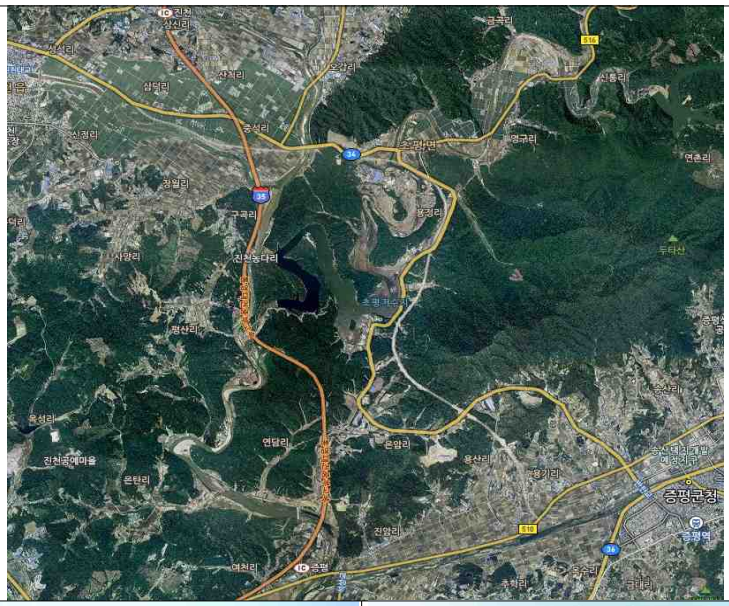
<사적 제111호 김제벽골제비>

대 상	주남저수지(注南貯水池)	위 치	경상남도 창원시
주요내용	**지구개요 :** 총면적 6.02㎢의 배후 습지성 호수로 1920년대 농업용수 공급을 위해 만들어졌으며, 낙동강으로 흘러 들어가는 수량조절기능도 가지고 있음. 철새도래지로 유명하며 겨울철 시베리아의 추위를 피해 100여 종, 20만 마리에 이르는 철새가 주남저수지를 찾아옴. 또한 국제 습지협약인 람사르조약으로 보존지구로 지정되었음. **메커니즘 :** 농업용저수지를 시작으로 습지기능을 특화하여 습지서식식물은 물론 습지식물과 어류를 먹이로 하는 철새들의 서식공간으로 생물의 서식지 보전 및 먹이제공기능 등을 제공함. **참고문헌 :** 『시사상식사전, pmg 지식엔진연구소, 박문각』		

<버드나무 군락>

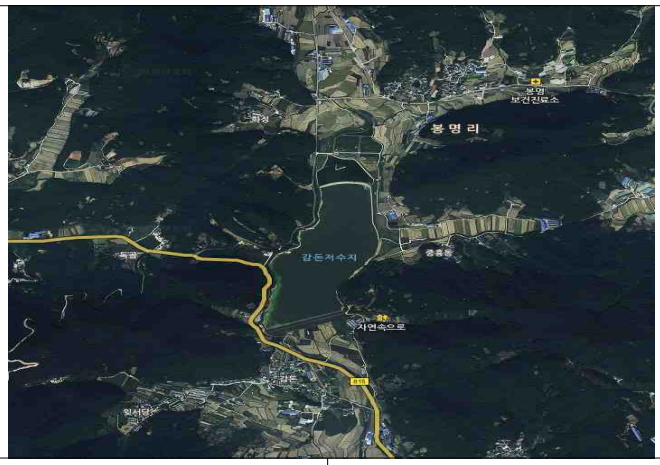
<주남의 가을>

대 상	초평저수지	위 치	충청북도 진천군
주요내용	**지구개요 :** 약 260만 ㎡ 규모의 초평저수지는 1958년에 한미협조로 완공된 이후, 1982년에 약 40억 원의 공사비를 들여 종전의 댐 위치보다 2km하류지점에 다시 새로운 댐을 1986년에 준공함. 저수량 1378만톤, 면적 1984ha, 만수면적 257ha, 저수지 주변 길이 약 29km, 수로 직선거리 약 64km에 이름. **메커니즘 :** 주변지역에 필요한 농업용수 공급은 물론 저수지를 활용한 담수어 생산기능 및 낚시 등 레저 활용 기능 등을 제공함. **참고문헌 :** 『진천군청 자료 등』		



<버드나무 군락>

<겨울낚시 모습>

<table>
<tr><td>대 상</td><td>감돈저수지</td><td>위 치</td><td>전라남도 무안군</td></tr>
<tr><td>주
요
내
용</td><td colspan="3">지구개요 : 1948년 설치된 감돈저수지는 댐 높이 14.20m, 길이 376.00m, 저수량 1631㎥, 유역면적 504ha, 수혜면적은 384ha에 이름. 수혜지역은 무안군 감돈리, 지정, 맥포, 용포, 굉암, 상산리, 용산, 산정리 등 8곳임. 2001년 수질개선시범사업 지구로 선정되어 수질개선을 수행하고 '자연생태복원 우수마을'로 선정됨.
메커니즘 : 상류유역에서 유입되는 가축폐수, 생활용수 등을 식물을 이용하여 자연정화하는 방법을 적용하여 정수식물이 자연 정화하는 메커니즘을 이용한 방법임. 적용한 정수식물로는 고마리, 노랑꽃창포, 갈대, 노랑머리연꽃, 미나리, 애기부들 등이 사용하여 이들이 심어진 습지를 지난 물은 내제방(흐름통제) 구역을 지나 외곽제방과 유출수문을 통해 저수지로 유입할 수 있게 하여 수질을 개선하는 기능 등을 제공함.
참고문헌 : 무안군청, 환경부 자료 등』</td></tr>
<tr><td colspan="4"> 
</td></tr>
<tr><td colspan="2">

<자연생태복원 우수마을 선정></td><td colspan="2">
<친수공간></td></tr>
</table>

대 상	금오지 주변 생태공원조성사업	위 치	경상북도 구미시

주요내용

지구개요 :

○ 2007.12.11 : 금오지 주변 생태공원조성사업 설계요청

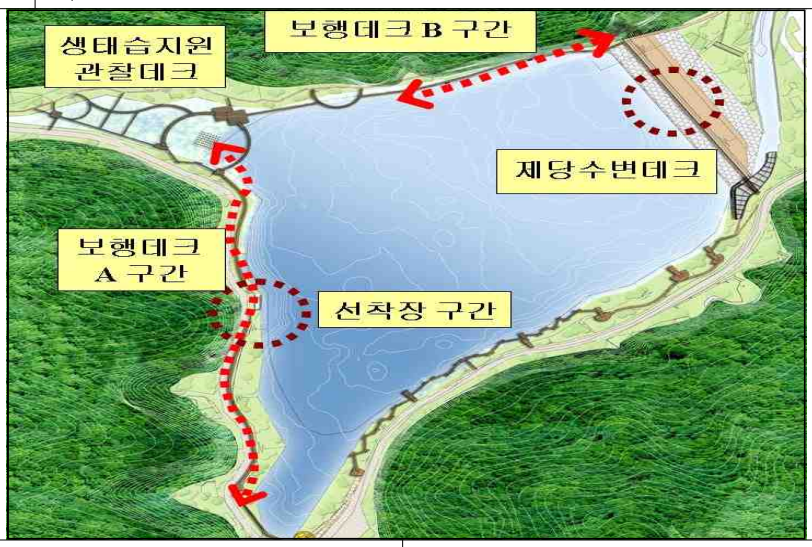
○ 2008.01.15 : 금오지 주변 생태공원조성사업 기본조사 시행

○ 2008.05.08 : 금오지 주변 생태공원조성사업 기본조사 완료

○ 2008.10.31 : 금오지 주변 생태공원조성사업 세부설계 완료

메커니즘 : 금오산 도립공원 내 금오저수지에 생태공원을 조성하여 시민들에게 자연관찰 및 생태학습의 장을 제공하고, 주변 관광자원 및 지역의 역사·문화와 연계한 관광루트 설정에 적합하며 보전적인 이용이 가능한 생태관광의 명소를 조성에 적합하도록 실시설계를 수행하는데 목적이 있다.

참고문헌 : 금오지 주변 생태공원조성사업(1단계) 세부설계서



<자연생태복원 우수마을 선정>

<저수지 제당 산책로 및 수변데크>

<table>
<tr><td>대 상</td><td>운암지 수변공원</td><td>위 치</td><td>경상북도 대구시</td></tr>
<tr><td>주
요
내
용</td><td colspan="3">지구개요 :
○ 사업년도 : 1998년
○ 광장시설 : 휴게광장, 수변광장
○ 수변시설 : 수변무대, 수변데크, 생태학습원
○ 유희시설 : 잔디동산, 놀이시설(조합놀이대 1개소), 체력단련시설, 산책로
○ 수경시설 : 고사분수, 계류
○ 휴게시설 : 사각정자 2개소
○ 식 재 : 느티나무 등 23종(2,479주), 어린이 연꽃등 4종(4,890본) 등
메커니즘 : 농업용 저수지이었으나 칠곡지구 택지개발사업으로 농지가 없어졌으며 구청에서 수변공원으로 개발하였음.
참고문헌 : 운암지 수변공원 조성사업 설계서</td></tr>
<tr><td colspan="4">
</td></tr>
<tr><td colspan="2">
<수변 및 산책로></td><td colspan="2">
<산책로 포장 및 수목 식재></td></tr>
</table>

대 상	성주호 종합 수면개발사업	위 치	경상북도 성주군

주요내용

지구개요 :

○ 사 업 명 : 성주호 수상레포츠 사업

○ 위 치 : 경북 성주군 금수면 봉두리 일원

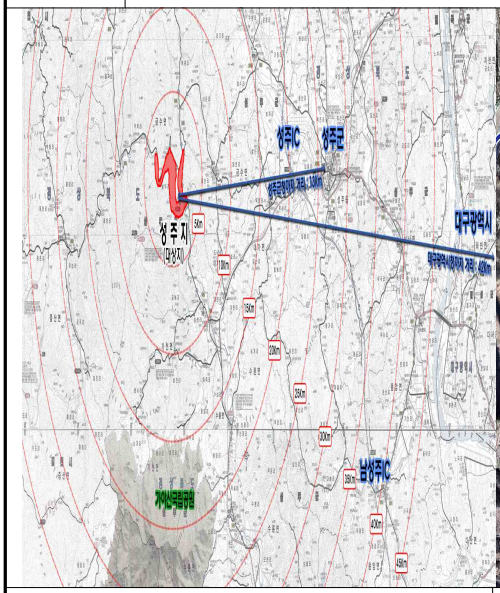
○ 개발규모 : 단지조성 13,600㎡(4,114평), 수면활용 125ha

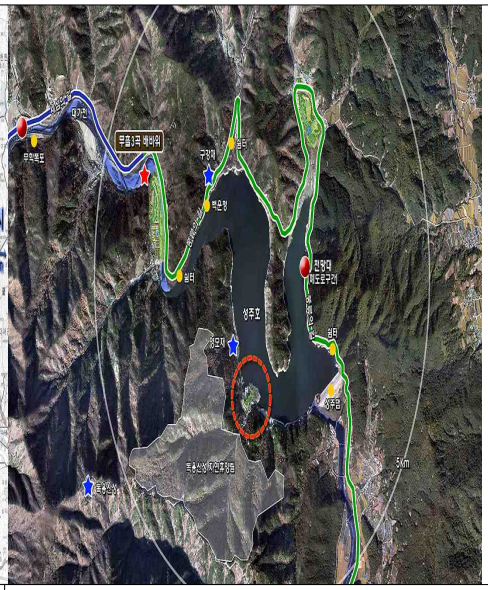
○ 총사업비 : 1,259백만원(공사 1,023, 성주군 236)

○ 수상레저 테마파크 성주호 아라월드 2013. 5. 11 준공

메커니즘 : 수상 레포츠 단지를 조성하여 보트, 수영, 물놀이 등을 즐길 수 있도록 친수 및 레포즈공간을 제공함.

참고문헌 : 성주호 수상레포츠 사업 설계서

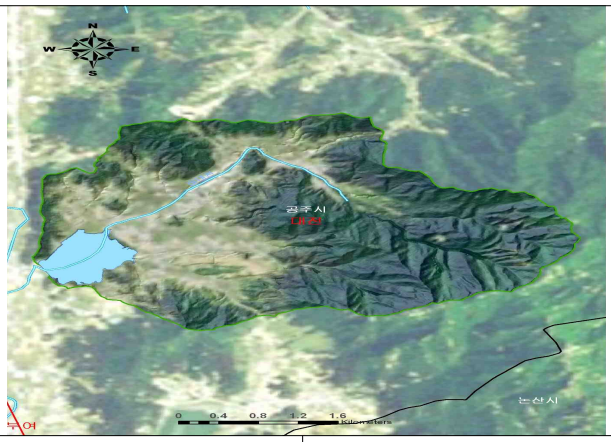




<사업지구>

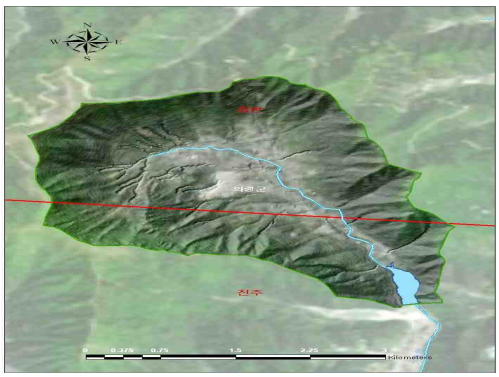
<수상레저 테마파크 성주호 아라월드>

대 상	계룡저수지	위 치	충청남도 공주시
주요내용	**지구개요 :** 1964년에 준공된 계룡저수지는 유역면적 15.74km^2, 유로연장은 6.26km이며, 총저수량은 367.7만m^{3}으로 중·소규모 유역에 해당됨. 둑높이기 사업을 통해 제당높이가 1.9m 높아짐으로써 저수량이 130.5만m^{3}이 더 확보하고 홍수대처 능력이 기존에 비해 11%증가하는 효과를 얻었으며 수혜지역 말단의 농업용수 부족을 해결하는 효과를 얻어냄. 또한 수변개발및 산책로 1.5km등을 조성함. **메커니즘 :** 농업용저수지 둑 높이기 사업지구로서, 인접 관광지(계룡산 국립공원)를 연계하고, 수변에 산책길, 공원, 수변데크, 취수탑전망대 등을 조성함으로써 지역주민에게는 여가활용의 쉼터를 제공하고 관광객에게는 새로운 관광명소로 부각되고 있음. **참고문헌 :** 없음		

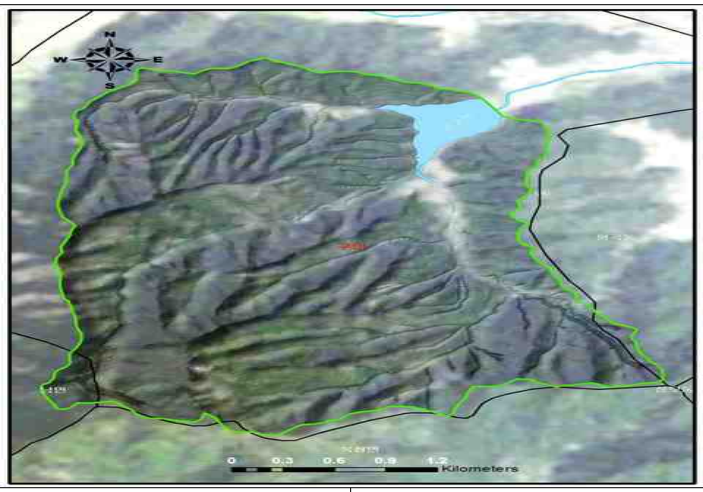


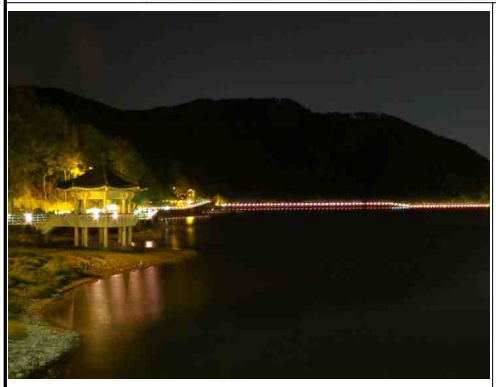
<계룡저수지 정자 및 축구장>

<계룡저수지 취수탑>

<table>
<tr><td>대 상</td><td>서암저수지</td><td>위 치</td><td>경상남도 의령군</td></tr>
<tr><td>주
요
내
용</td><td colspan="3">지구개요 : 1959년에 준공된 서암저수지는 2002년 “루사” 태풍시 제방이 붕괴될 위험이 발견되어 여수로 물넘이 시설을 확장하고 저수지 둑을 5m 높여 2005년에 완공함. 유역면적은 12.25km^2, 관개면적 285.1ha, 총저수량은 172.7만m^{3}으로 유역면적은 크지 않으나 농업용저수지 중에서는 저수량이 비교적 큰 편에 속함. 둑높이기 사업을 통해 서암저수지 동쪽에 가미저수지를 축조하고, 수로 터널을 설치하여 양쪽 저수지의 유입수를 함께 저류함으로써 용수공급을 원활하게 하고자 함.
메커니즘 : 농업용저수지 둑 높이기 사업지구로서, 물새들의 쾌적한 서식공간을 제공하고, 저수량 증가에 따른 농민의 영농편의 및 농업생산성 증대, 농민의 경제적 효과를 기대할 수 있음.
참고문헌 : 없음</td></tr>
<tr><td colspan="4">  </td></tr>
<tr><td colspan="2">
<서암저수지 방수로></td><td colspan="2">
<가미저수지 경관></td></tr>
</table>

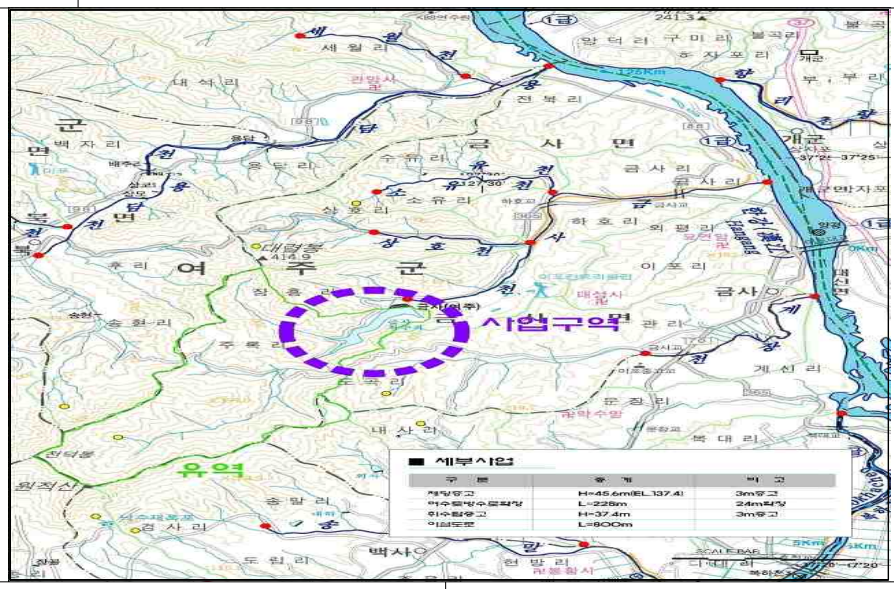
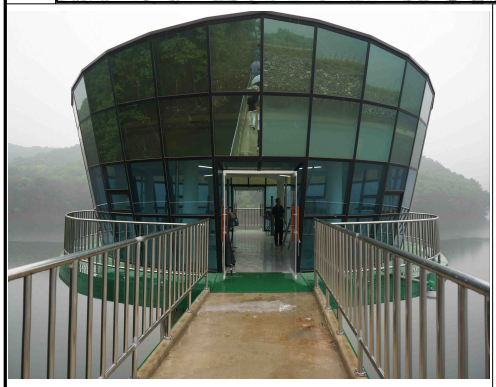
대 상	금오저수지	위 치	경상북도 구미시
주 요 내 용	**지구개요 :** 1946년에 준공된 금오저수지는 유역면적 1,100ha, 관개면적 55.4ha, 총저수량 174만㎥으로 유역면적은 크지 않지만 농업용저수지 중에서는 저수량이 비교적 큰 편에 속함. 댐 길이는 252m로서 제정의 상단표고는 El.86.69m이고 홍수위는 El.85.79m, 만수위는 El.84.44m로 관리되고 있음. 댐 안정성 확보와 원활한 홍수배제, 홍수조절 능력 증대로 인한 하류부 재해방지를 위하여 2006년 수리시설개보수사업계획(제당 덧쌍기, 여수토 방수로 개보수)을 수립함. **메커니즘 :** 인접 관광지를 연계하고, 수변에 산책길, 선유장을 조성함으로서 지역주민 및 관광객에게 친수 및 휴식공간을 제공함. **참고문헌 :** 디지털구미문화대전(http://gumi.grandculture.net/)		



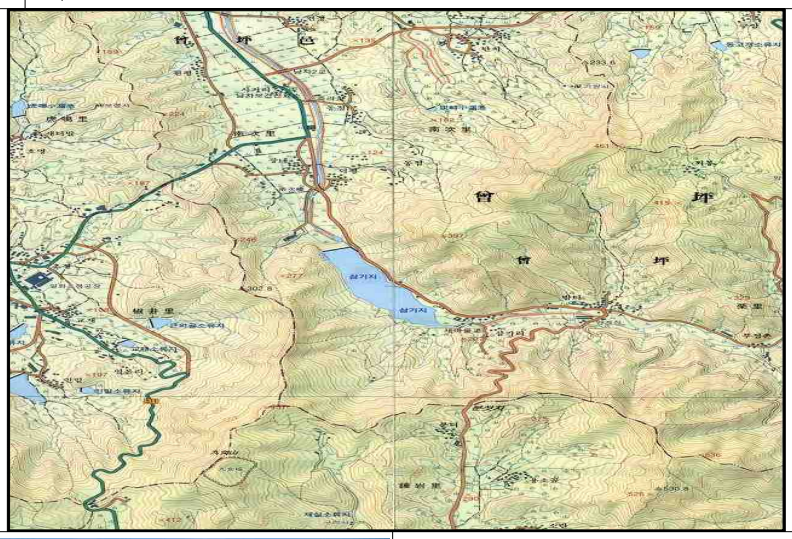


<금오저수지 산책길의 야경>

<금오저수지 산책길>

<table>
<tr><td>대 상</td><td>금사저수지</td><td>위 치</td><td>경기도 여주군</td></tr>
<tr><td>주
요
내
용</td><td colspan="3">지구개요 : 금사저수지는 유역면적 836.7ha, 관개면적 178.9 ha, 둑높이기 저수지 사업에 의하여 제체 덮쌓기 방식으로 제당 5.0m 증고, 저수용량이 사업전 2,983천m^{3}에서 사업후 3,754 천 m^{3}로 증가됨. 여수로는 월류보 위에 가동보가 설치되어 있으며, 새로운 디자인에 의한 취수탑을 여 휴식공간이 조성되었고 저수지를 일주할 수 있는 산책길이 조성됨.
메커니즘 : 농업용저수지 제당에 미끄럼틀을 조성하고 여수로 방수로 벽에 폭포수의 그림을 설치함으로써 지역주민들의 정서함양에 도움을 주고 친수 및 휴식공간을 제공함.
참고문헌 : 없음</td></tr>
<tr><td colspan="4"> 
</td></tr>
<tr><td colspan="2"> 
<취수탑></td><td colspan="2">
<여수로에 설치된 그림></td></tr>
</table>

대 상	삼기저수지	위 치	충청북도 증평군
주요내용	**지구개요 :** 삼기저수지는 유역면적 1050ha, 관개면적 410 ha, 둑높이기 저수지 사업에 의하여 후면 덧쌓기 방식으로 제당이 5.1m 증고, 저수용량이 사업전 1,425 천m^3에서 사업후 2,834 천m^3로 증가됨. 저수지 일대를 관망할 수 있는 한옥으로 된 전망대를 설치하여 휴식공간을 조성하고 저수지를 일주할 수 있는 산책길이 조성되었음. 여수로는 월류보 위에 가동보가 설치되어 홍수조절 기능을 강화시켰음. **메커니즘 :** 업용저수지의 주위에 3km에 이르는 둘레길에 수변데크 및 쉼터을 조성함으로써 지역주민들에게 친수 및 휴식공간을 제공함. **참고문헌 :** 없음		



<사통과 여수로>

<김득신 상>

5. 농촌용수 공익적 기능 활용 정책수단 개발

5.1 환경 친화적 농촌용수개발 추진 방향

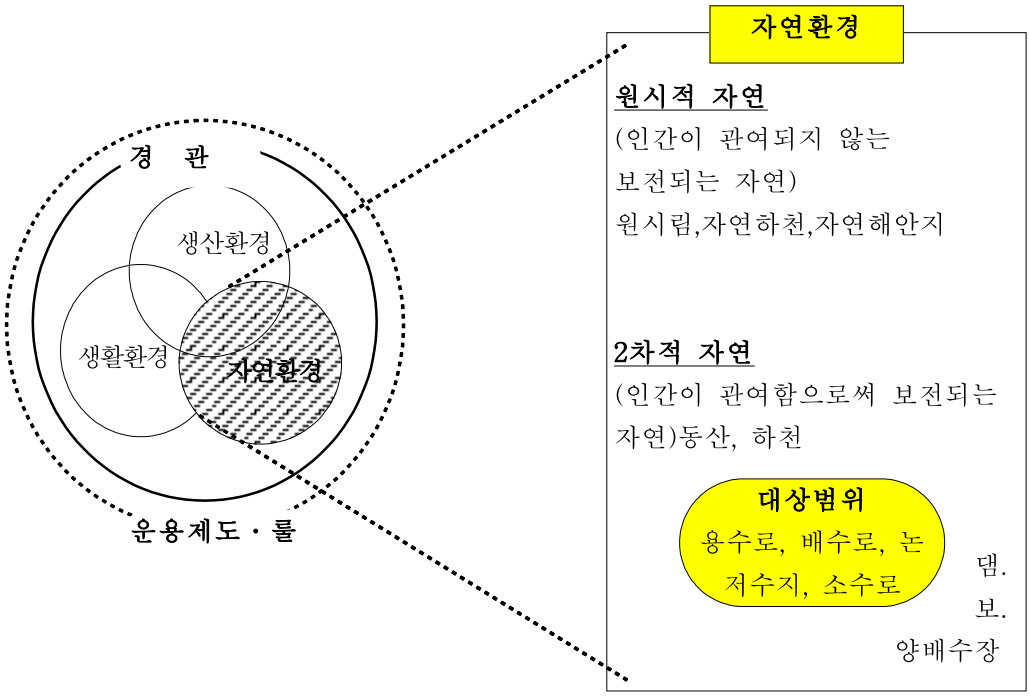
그 동안 농촌과 농지는 단순히 식량을 생산·제공하는 기능뿐만 아니라 홍수조절, 토양침식방지, 오염물질 및 대기정화 등 자연환경을 보전하고 생태계를 유지함으로써 국토의 균형발전과 국민생활을 영위하는데 큰 역할을 해온 것이 사실이지만 고소득 농작물 재배 및 농업생산성 증대를 위한 화학비료와 농약 등의 과다사용, 각종 사회간접시설의 확충, 공업단지 및 주거단지조성 등에 의해 자연환경이 파괴됨으로써 농촌이 가지고 있는 자연환경 보전과 생태계 유지기능이 저하되고 있는 실정이다.

21세기에 있어서는 환경 등 공익적 가치를 중시하는 지속가능한 개발이 개발정책의 중심축으로 자리잡아 가고 있으며, 자연환경에 대한 국민적 관심이 날로 높아지고 있어 농촌용수 시설의 정비를 성공적으로 수행하기 위해서는 경제성 및 기능성의 보장뿐만 아니라 환경의 피해를 최소화하는 것이 필수적으로 선행되어야 할 단계에 와 있다.

그 동안에는 우리나라의 경제수준이 높지 못하여 농촌용수 시설물을 설치하면서 농촌용수의 측면보다는 쌀 생산 가치에 바탕을 둔 경제성을 최우선적으로 고려 할 수 밖에 없었지만 이제는 우리나라도 OECD 회원국이 될 정도로 경제수준이 크게 향상되었으므로 모든 분야에서 환경적인 측면을 고려할 때가 되었다고 생각하며 이러한 여건에 부응하는 시설로 재정비하여 농촌용수 시설의 공익적 기능이 유지·제고될 수 있도록 하여야 할 것이다.

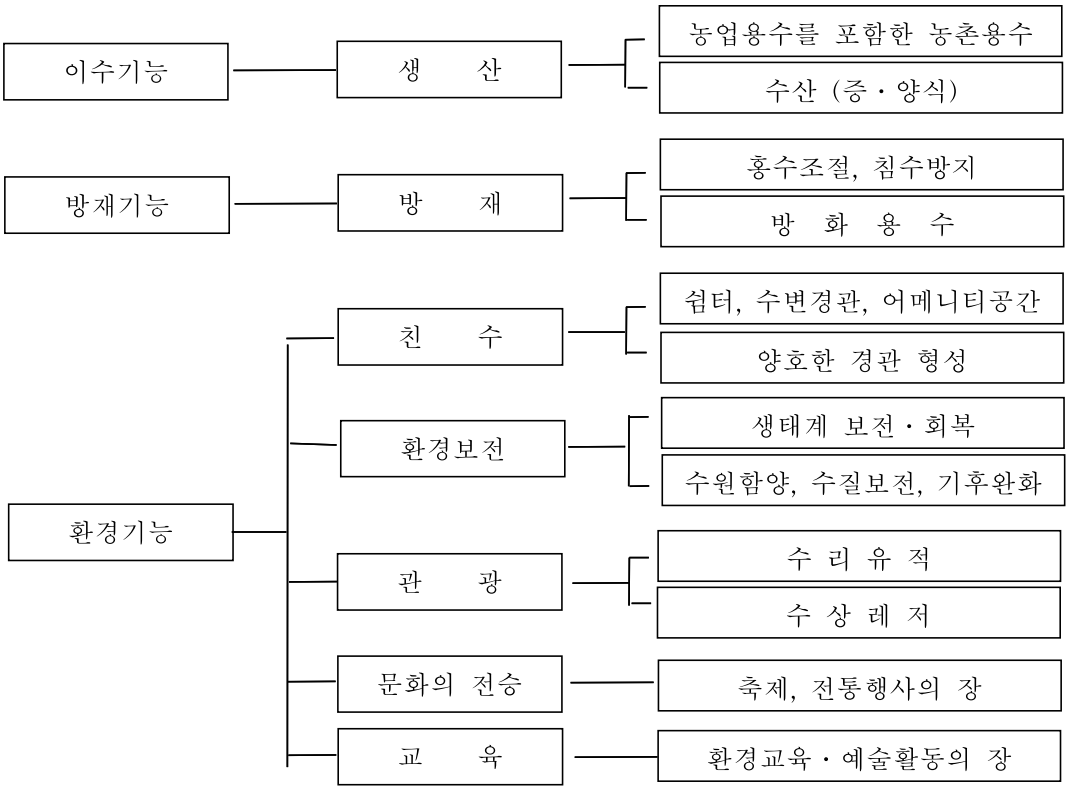
5.1.1 환경 친화적 저수지 정비의 기본방향

농촌용수를 포함한 농업·농촌 정비에서 대상으로 하는 환경의 범위는 자연환경(생물, 생태계, 지형, 지질, 수질), 생활환경, 생산환경 등 대단히 광범위한 동시에 자연환경의 범주에는 농촌용수 시설 자체가 갖는 범위도 대단히 중요하다.



<그림 5-1> 농촌 환경에서 농촌용수 시설이 갖는 위치의 개념

설치된 지가 오래된 농업용 저수지에는 이미 새로운 환경에 적응한 여러 가지 식물, 수생곤충, 어류, 양서류, 조류 등이 생육, 서식하는 이차적 자연공간이 형성되어 있으며 농업용 저수지는 농업용수공급 기능 외에 홍수조절이나 지역방화용수로서의 방재기능, 환경기능으로서 어류나 수생곤충, 많은 수생식물 등의 생태계 보전, 양호한 경관형성, 지역 주민 등의 쉼터로서의 친수, 환경교육의 실천 등 다양한 기능이 있다.



<그림 5-2> 농촌용수시설(저수지)의 다원적 기능

그러나 환경친화적 저수지 정비를 추진하더라도 저수지 자체가 갖는 환경적 특성을 고려하지 않으면 오히려 기존의 환경을 파괴·변화시키는 결과를 초래할 수 있기 때문에 사전에 저수지 자체의 환경적 특성을 충분히 고려하지 않으면 안 된다.

가. 생물의 생식공간으로서의 저수지의 특징

가) 저수지에 생육하는 수생식물의 종의 분포는 저수지의 수질과 밀접한 관계가 있으며 더욱이 여름부터 가을에 걸쳐 크게 수위가 변화하거나 저하로 인한 환경의 변화에 적응하는 종류만의 식물군락을 형성하고 있다.

나) 저수지는 담수어류나 수생곤충, 양서류, 조류 등의 서식의 장으로서도 매우 중요하다. 저수지 제방으로부터 대안에 걸쳐 완만한 경사의 연안대가 있는 저수지에서는 수심의 변화에 부응하여 여러 가지 종류의 수

생식물이 생육하고 있고, 이들 수생식물대는 저류지에 사는 물고기나 수생곤충 등의 산란이나 먹이의 섭취, 숨는 장소가 되는 역할을 하고 있다.

다) 또 저수지 주변의 잡목림이나 마을 산은 저류지에 사는 물고기나 동물의 먹이의 공급원이 되고 있으며 더욱 조류의 보금자리가 되는 등 여러 가지 생물의 서식, 생육장소가 되고 있다.

나. 다양한 식물의 생육공간이 되는 저수지의 특징

저수지는 수심이 얕은 수역으로부터 깊은 수역까지 다양한 수심이 존재하기 때문에 생육하는 식물은 수심의 조건에 따라 여러 가지 군락을 조성한다. 또 저수지에는 영농활동에 수반하는 인위적인 수위변동이 생기기 때문에 저수지에 생육하는 식물의 일부는 잎의 모양을 변화시키거나 월동기관을 형성하는 수위변동에 대응하고 있다.

다. 저수지와 주변의 잡목림, 논과의 연속성

저수지는 주위의 논이나 농업용 용·배수로, 잡목림, 논두렁 등과 연결되어 농촌 환경을 형성하고 있고 농촌지역에서 생식하는 많은 생물은 생활사에 따라 여러 가지 환경을 이용하면서 생활하고 있다.

환경친화적 농촌용수개발은 환경과 인간의 활동이 조화를 이루는 지속가능한 수단과 방법으로 농촌지역의 농업용수・생활용수・공업용수・환경용수 등을 확보하는 다목적 용수개발사업을 말한다.

따라서 농촌용수의 공익적 기능을 최대한 살리기 위해서는 환경보전과 개발이 조화를 이루는 지속가능한 개발을 추구하여야 하며, 자연환경의 훼손을 최소화하고, 자연활용의 효율성을 고려한 대안을 충분히 검토하여 자연환경과 인공시설물이 조화를 이루도록 아름답고 풍요로운 경관을 조성하고 자연환경과 쉽게 접근하여 활동할 수 있는 공간제공과 시설물 유지 및 관리를 고려한 정비를 하여야 한다.

첫째로 농촌용수 시설의 기본적 시설인 저수지 정비계획 수립시 추구해야 할 주요 사항은 다음 4가지가 우선고려 되어야 한다.

가) 구조물의 안전과 기능이 보장되는 지속 가능한 시설

○ 농업용수를 주로 하는 농촌용수의 지속적 확보

○ 목표수질의 유지관리

나) 자연환경의 보전·관리를 위한 시설

○ 훼손된 환경의 복원

○ 주변자연환경의 특성과 사회·문화·역사적 특수성 반영

다) 환경 완충지대 조성에 의한 생태계의 보전을 위한 시설

○ 자연환경 훼손의 최소화

○ 생물학적 다양성과 생태적 건전성의 확보

라) 친수·녹지 공간 조성을 통한 주민의 삶의 질 향상을 위한 시설

○ 아름다운 경관을 통한 자연과의 만남의 장소로 활용

○ 자연관찰 및 학습기능 부여

○ 휴식·여가의 장소 제공

저수지는 농업용수의 이용에 의하여 계절적인 수위가 크게 변동하는 수역이지만 그와 같은 환경에 적응한 많은 동식물이 생식·생육하는 특유의 생태계를 형성하고 있다. 또 유지관리에 따라 다양한 생물상이 유지되고 있는 것도 주목할 일이다.

이 때문에 사업시행에 있어서는 연안대의 형상이나 수질 등 저류지 자체의 환경보전에 입각하여 수역에 인접하는 습지나 마을 인근 산 등의 유역과의 환경적인 연속성을 확보하는 데 노력하고 또 적절한 유지관리에 대하여도 충분히 배려할 필요가 있다.

둘째로 농촌용수시설의 공급체계인 용·배수로를 공익적 기능을 고려하여 보다 환경 친화적으로 정비해야 한다는 것이다.

환경 친화적 용·배수로는 용·배수로 본연의 기능을 유지 활용할 수 있도록 하되 자연환경의 보전과 조화를 이루고 농촌생활환경의 개선과 어메니티의 창출 그리고 농촌관광과 연계되는 정비를 하여야 한다.

용·배수로의 설치목적과 기능은 농경지에 필요한 물을 공급하고 잉여수(剩餘水) 등을 적기에 배제하는 것이므로 이러한 목적과 기능을 항상 만족할 수 있는 상태를 유지해야 한다.

그러나 앞으로의 용·배수로개념은 생태환경과 자연경관을 포함하는 지역 자연 환경을 고려하여 용・배수로가 설치되는 지역의 자연환경뿐만 아니라 생활환경, 생산 환경과 이들이 만들어 낸 경관까지도 보전할 수 있도록 정비해 나가야 할 것이다.

따라서 물이 흘러가는 용·배수로 주변에 수변환경을 창출하여 휴식의 장, 교육의 장으로 활용하는 등 다양한 이용형태의 창출로 지역주민의 생활에 편리함과 활력을 제공하는 수단을 고려할 필요가 있으며 농촌(농사)체험, 생태체험 등을 매개로 한 농촌관광의 활성화를 도모하는 차원에서 새로운 사회적 요구 및 변화를 수용하는 용・배수로 정비방안을 고려해야 한다.

친환경적 수로정비가 이루어진 용·배수로라도 지속가능한 사후관리가 이루어 지지 않으면 농촌용수의 공익적 기능을 유지할 수 없으므로 이・치수기능과 조화를 이루면서 수로환경기능을 확보하고 보전해 나가기 위해서는 장기적이고 종합적인 유지 및 관리가 이루어지도록 하여야 한다.

농촌용수시설에 대한 유지관리의 공간적 범위는 저수지와 용·배수로를 비롯한 수변, 제방 및 시설물이며, 기능적 관리범위는 수리적 안정성, 생태적 기능성, 자연적 경관 및 공간적 이용성을 포함한다.

셋째로 농촌용수시스템에서 논과 수로, 저수지와의 환경·생태적 연속성을 고려해야 한다는 것이다. 논(논, 논두렁)과 수로, 저수지는 물을 통하여 연결되어 있다. 이들 인위적인 시설의 연결이 다양한 환경을 형성하고 논 주변에 있어서 풍부한 생활상을 형성하고 있다.

특히 산란기에는 다양한 생물이 수로, 저수지로부터 논에 이동하여 온다. 이 때문에 논에서 번식, 생활하는 다양한 생물에게는 논과 배수로의 낙차 등 이동에 방해가 되는 상황은 생태계 보전에 치명적인 영향을 미치게 된다.

논은 담수어 등의 생식장소로서 중요한 역할을 하고 있고 논을 중심으로 한 지선 용·배수로, 간선 용·배수로, 하천 등에 의한 물의 네트워크(Net work)나, 경운, 모내기와 같은 논 특유의 영농을 잘 활용하고 있는 다양한 생물의 생식・생육환경에 유의하고 이들에 대한 영향에 대해서도 충분히 고려할 필요가 있다.

논은 담수어 등에 적정한 유속, 수심, 수온을 갖는 산란장인 동시에 플

랑크톤의 발생에 따라 추어의 먹이 장으로서의 역할을 하고 있고, 논과 수로의 연속성의 확보에 의하여 생육환경으로서의 좋은 장소를 형성하고 있다.

농업용수시설 등은 물의 흐름에 의하여 「저수지·하천 → 간·지선 용수로 → 소용수로 → 논 → 소배수로→ 간·지선배수로 → 하천」으로 연결되고 있으며, 그 곳에 생식·생육하는 생물의 종류를 보면 논을 중심으로 한 이동형태를 갖는 종이 많다. 따라서 농촌용수의 하부 시스템인 용·배수로 계획시 다음과 같은 논과 저수지의 연속성을 충분히 고려해야한다.

가) 논과 수로의 연속성은 논에서 생활하는 송사리, 미꾸라지, 논에서 번식하는 개구리 등을 보전하는데 대단히 중요하며 배수로와의 연속성이 풍부한 논을 만드는 것이 매우 중요하다.

나) 논과 저수지의 연속성은 논에서 번식하는 물 사마귀, 물 땅땅, 물 방개 등의 수생곤충이 논에서 유충기를 보내고, 성충이 된 후에는 저수지에서 월동하는 것과 같이 대단히 중요하다.

또 저수지는 수온을 상승시키는 역할을 하므로 이속에서 서식하는 수생동식물의 생식상의 적온을 유지시켜 주는 역할도 하고 있다.

다) 어떤 지역에 있어서 적절한 환경에 대하여 배려하는 대책의 검토를 하기 위한 대상으로 될 수 있는 저수지나 농업생산 활동 등이 지역의 생태계에 어떠한 기능을 결과하고 있는가, 또는 영향을 주고 있는지 하는 관점에서 필요한 조사를 하여야 한다.

라) 시설정비계획에 있어서는 환경을 배려하는 대책으로써 검토한 복수의 구체적 대책에 대하여 대책실시의 실현성 (시설기능, 유지관리, 지역의 영농 등) 지역주민의 의향 등을 근거로 적절한 대책을 결정하여 저수지 정비사업계획에 반영 하여야 한다.

5.2 농촌용수 공익기능 활용 정책개발

5.2.1 농촌용수 시설의 리모델링

기후변화와 농산물 시장개방 등 시대의 변화와 더불어 국내외적으로 농촌용수의 공익적 기능을 포함한 농업·농촌의 다원적 기능을 제고하기 위한 노력을 해나가는 것은 이제 거역할 수 없는 역사적 소명이 되고 있으나

아직도 우리나라에서는 이에 대한 정부 또는 관련분야의 인식이 이에 미치지 못하고 있으며 농촌용수의 공익적 기능을 제고하기 위한 정책개발이나 관련연구도 아직은 미흡한 수준에 머무르고 있다.

그러나, 농촌용수의 공익적 기능은 OECD 등에서 논의되고 있는 농업생산을 위한 결합성과 시장실패에 대한 검토를 충분히 거쳐 이루어 져야 할 것이며 앞으로 예상되는 식량안보 등에 대한 고려도 포함되어야 할 것이다.

이와 같은 관점에서 기존의 농업용수 공급위주로 설치된 농촌용수시설은 농촌용수의 공익적 기능을 충분히 고려하는 새로운 패러다임으로 리모델링을 추진해 나가야 할 것이다.

5.2.2 농촌용수시설의 재해대응 능력강화

현존하는 농촌용수시설은 규모가 영세할 뿐만 아니라 대부분이 과거의 낮은 기준에 의해 설치되어 홍수 때에는 홍수배제능력이 부족하여 시설이 파괴되고 관개기에는 저수지가 고갈되는 등 관개능력의 부족으로 한·수해를 면치 못하는 악순환이 계속되고 있다.

홍수피해 방지를 위해서는 구조적 방안으로서 기존저수지에 홍수조절공간을 부여하는 방안으로 저수지의 저수용량을 키워 홍수배재능력과 홍수조절량을 증대시키고 환경 등을 함께 고려한 수위 관리를 통해 사전방류량의 조절을 통한 홍수조절을 꾀하는 방안을 강구하여야 한다. 이를 통하여 저수용량을 확대함으로써 용수량을 증대시키는 이중적인 효과도 거론할 수가 있다.

5.2.3 농촌용수구역의 공원화

지금까지의 농촌용수시설은 농산물 생산을 위한 농업용수공급만을 목적으로 계획되고 그 목적이 단순하여 농촌용수가 가진 중요한 공익적 기능을 간과한 상태에서 농산물 가격에 연계된 경제성 평가에 따라 최소비용으로 농업용수 공급을 하도록 계획되고 추진되어 왔다.

그러나 우리나라에서도 이제 식량자급과 농산물 생산에 의존하는 시대를 벗어나 경제성장 및 산업화와 더불어 경제개발과정에서 일어나는 환경파괴와 오염문제로 인하여 환경의 중요성이 크게 부각 되면서 환경과 문화의 가치가 점점 커지고 있다.

우리사회에서 일상적으로 사용하고 있는 “환경보전 및 환경친화”라는 말의 의미는 곧 인간, 동물, 식물이 공존하면서 인간의 활동에 도움이 되도록 개발 또는 어떤 기술적 활동을 시행한다는 의미도 내포될 수 있다.

따라서 환경친화적 농촌용수 시설 정비의 기본방향은 농촌용수의 공익적 기능을 최대한 살리면서 환경보전과 개발이 조화를 이루는 지속가능한 개발을 추구하는 방향으로 한 단계 업그레이드시키는 농촌용수시설의 재편성을 위한 리모델링사업을 추진하여 미국, 독일, 프랑스 등 선진국이 추진하고 있는 농촌용수 구역의 공원화를 위한 정책적 노력을 시작해 나가야 할 것이다.

앞으로 농촌용수 시설은 자연환경과 인공시설물이 조화를 이루도록 아름답고 풍요로운 경관을 조성하고 자연환경과 쉽게 접근하여 활동할 수 있도록 여가생활과 역사문화공간을 제공할 수 있는 친수공간을 조성하여 농촌 호수를 중심으로 한 농촌공원화를 이루어 나가도록 해야 하며

농촌공원의 시설물의 유지 및 관리도 생산 경제적 판단에서 벗어나 국토보존차원에서 효율적으로 이루어 질 수 있도록 계획 수립 단계에서부터 발상의 전환이 있어야 할 것이다.

아울러 새로이 추진되는 농촌용수 공간을 중심으로 한 농촌공원화는 농촌생활 환경의 개선과 어메니티의 창출, 그리고 농촌관광과 연계되는 정비를 하여야 하며 지금까지 파괴된 환경과 문화유적 등을 복원하는 일도 간과해서는 아니 된다.

5.2.4 농촌용수 공원의 참여마당 설치

국토면적이 좁고 도시 내 친수공원이 절대적으로 부족한 우리나라에서는 가까운 지역에서 휴식이나 여유를 즐길 수 있는 친수공간이 절대적으로 부족하여 수도권에 밀집된 도시주민 들은 한강둔치 또는 인근 지역 저수지의 수변을 찾아가지만 기반시설이 미비하고 화장실이나 접근로 등이 없어 접근이 어렵고 또한 환경오염을 유발할 우려가 커지고 있다.

따라서 기존의 농촌용수구역을 공원화하고 도시민이나 지역주민들에게 쉴 수 있고 즐길 수 있는 친수 여가·문화공간을 조성하고 일반인들이 쉽게 관련정보에 접근하여 참여할 수 있도록 IT정보 기술을 활용하여 “참여마당”을 만들고 “농촌호수 꾸미기 경진대회”와 더불어 “농촌호수공원 모델 전시회” 등을 개최하여 국민들에게 적극적인 홍보를 실시하고 전국에 산재한 농촌용수구역을 언제나 가까이 접근할 수 있는 국민들의 휴식·레져 공간으로 활용토록 만들어 나가야 할 것이다.

우리나라의 대부분의 농촌용수 저수지는 중산간부 상류부에 위치하고 있어 아직도 수질이 맑고 산림과 연계되어 있어 산책로, 수변 생태공원, 스포츠시설 화장실 등을 갖추면 가족 휴식에 적합한 선진국형 친수공간으로 발전시켜 농외 소득증대와 더불어 각박한 도시민의 정서순화에도 기여할 수 있을 것이다.

5.3 농촌용수 관련제도의 개선

5.3.1 사업비 부담체제의 개선

현재 우리나라의 농업·농촌기본법상으로는 농업의 다원적 기능을 인정하고 있으나 이를 실천할 수 있는 구체적인 시행방법이 없어 선언적 조항으로 인식되고 있다.

농촌용수의 공익적 기능을 구현할 수 있는 비용 조달방법, 시행체제 및 유지관리 등을 규정하고 있는 현 농어촌정비법상에는 아직도 농촌용수의 개념을 농업용수를 포함한 농촌지역의 생활용수, 산업용수 및 하천유지용수를 포함한 환경용수 등을 포함한다고 명시하고 있으면서도 구체적인 시행방법에 대하여 농업용수의 범위를 벗어나지 못하고 있으며 비용부담에 대하여도 단순히 일정규모 이상의 사업은 중앙정부(농림부)가 시행하고 소규모사업은 지방자치단체에서 시행토록 하고 있다.

따라서 농촌용수시설 설치비와 유지관리비도 농업용수 공급면적이 50ha이상으로서 국가를 대신하여 한국농촌공사가 시행·관리하는 농촌용수시설에 대하여는 국가가 비용을 부담토록하고 농업용수 공급구역이 50ha 미만인 시설에 대하여는 해당 지방자치단체에서 부담토록하고 있다.

유지 관리측면에서 농업용수 공급구역 말단부의 수로보수 등 일부를 수혜 농업인이 직접 관리에 참여토록하고 있으나 구체적인 책임과 역할이 분명하지 않다.

따라서 농촌용수의 공익적 기능을 증진하기 위해서는 지금까지의 농업용수 공급 및 관개시설 유지관리 차원의 비용부담체계를 개선하여 규모에 따른 비용부담체계를 개선하여 농촌용수의 공익적 기능 부분에 대하여는 정부 또는 지방자치단체가 비용을 부담 할 수 있도록 하고 국가사업이라고 하더라도 수익성이 있는 부문에 대하여는 민간부문의 참여가 가능토록 농어촌정비법 등 관련 제도를 개정해야 할 것이다.

5.3.2 사업 추진체계의 다양화

현행 농촌용수사업의 추진체계는 농지에 대한 농업용수공급을 기본으로 하여 이루어지고 있다. 따라서 농촌용수의 공익적 기능보다는 농업용수가

부족한 수리불안전답에 대한 지역을 대상으로 지역주민의 사업시행에 대한 의견을 수렴하여 지방자치단체나 한국농촌공사가 농림부에 사업시행을 건의하고 이를 대상으로 기본조사와 실시설계과정을 거쳐 사업시행이 이루어지고 있다.

따라서 지역주민의 의견수렴과정에 참여하는 범위도 농업용수 공급대상지의 농민들과 농업용수시설 부지에 토지가 포함되는 이해 당사자 들 만이 참여하고 공익적 기능을 대표하는 다양한 계층의 의견을 반영하는 절차나 방법은 구체적으로 명시되어 있지 않다.

따라서 농촌용수의 공익적 기능을 포함한 농업·농촌의 다원적 기능을 증진하기 위해서는 환경, 농촌관광, 지역개발 등의 분야에서도 농촌용수사업의 추진에 대한 의사 결정과정에 참여토록하고 이 분야에 관심 있는 민간 기업이나 사회복지부문에서도 지역 발전을 위해 참여가 가능토록 해야 할 것이다.

농촌용수시설이 농업용수 공급만이 아닌 다양한 공익적 기능을 포함하게 되면 주목적이 농업용수 공급보다는 간접효과가 더 큰 환경적, 문화적 기능을 증진하기 위한 농촌용수의 시행체계도 다양화하여 농업관련 기관이 독점하는 농업용수시설 위주의 추진체계를 보다 다양화하여 지방자치단체나 민간기업 또는 단체, 지역 주민협의체 등이 사업을 직접 주관하여 농업용수 공급기능을 포함한 종합적인 기능 증진이 가능하도록 시행체계를 개편하는 방안을 적극적으로 검토해야 할 것이다.

5.3.3 평가방법의 개선

기존의 농촌용수사업에 대한 경제성 평가는 수리불안전답에 대한 가뭄시의 관개효과와 농지에서의 효율적인 물 관리에 의한 농산물 생산량이 증가하는 효과만을 편익으로 계상하여 왔으며 적정 물 관리로 인한 농산물 품질향상 효과 마저도 고려되지 않았다.

이와 같은 경제성 평가 방식에 따라 농촌용수사업은 경제성이 낮은 비효율적인 사업으로 평가되어 더 이상의 추진은 경제적 타당성이 없다는 인식이 넓게 퍼지게 되었다.

경제성 위주의 투자우선순위를 결정하는 정부예산 편성기관에서는 농촌용수사업은 쌀이 남아도는 현실 여건 하에서 투자우선순위가 낮은 것으로

평가되어 정부예산 지원규모를 축소해야 할 사업으로 선정되었다.

그러나 농촌용수의 공익적 기능을 현실적으로 인정하는 경우 농촌용수 사업에 대한 경제성 평가 방법은 근본적으로 재구성되어야 할 것이다. 농촌용수의 공익적 기능 중 환경 및 경관가치를 고려한 계획을 수립하게 되면 농업용수공급 단순기능만 고려 할 때보다 비용이 증가 할 수밖에 없지만 편익 면에서는 다양한 효과가 포함되어야 한다.

비시장적인 효과로서 자연생태계보전, 지하수함양, 홍수조절, 재해경감 등 공공재 효과와 경관보전, 친수환경조성, 전통문화 보전 등의 효과를 정량화하여 편익으로 포함시키도록 해야 할 것이다.

농촌용수의 호소로서의 가치를 농산물 생산적 가치가 아닌 공원화 가치 등 공공시설의 평가방식을 적용하고 병행하여 농산물 생산재적 가치와 식량안보 가치를 포함해야 할 것이며, 더불어 농촌용수 시설이 갖는 경관개선 효과를 고려하여 주변 수변공간의 이용시설에 대한 지가상승 및 숙박·관광시설 등의 이윤창출 효과를 당연히 농촌용수시설의 편익으로 포함시키도록 해야 할 것이다.

기후변화에 따른 세계적 물 부족 문제 그리고 바이오 에너지 생산면적 확대와 세계 인구증가에 대비한 식량안보, OECD와 WTO 등에서 논의되고 있는 농업·농촌의 다원적·공익적 가치를 더 이상 해외용으로만 활용하지 말고 국내에서 먼저 농촌용수의 공익적, 공공재적 기능을 인정하고 실제 이를 뒷받침 할 수 있도록 제도적으로 평가방식을 개선하여 공공부문의 편익이 발생되는 부분에 대하여는 정부지원을 확대하는 노력이 이루어져야 한다.

5.3.4 유지관리 제도의 개선

우리나라의 농촌용수 시설에 대한 유지관리 방식은 아직도 농촌용수시설을 농업용수 공급 단일 목적의 시설로만 인정하는 바탕위에서 운영하고 있다. 현재의 수리시설의 유지관리비용은 농업인을 대신하여 대부분을 국가 또는 국가를 대신하여 한국농촌공사와 지방자치단체가 부담해 오고 있으며 일부 생활용수 및 산업용수로 공급하는 일정량의 수량을 제외하고는 농촌용수의 공익적 기능 증진에 대한 관리나 비용부담이 이루어 지지 않고 있다.

이와 같은 제도 하에서 농촌용수 시설은 효율성이 낮은 농업용수 공급

만을 목적으로 최소한의 목적 달성을 위한 유지관리 체제를 유지해 왔다. 농촌용수시설에 문화적, 환경적 가치를 부여하게 되면 농촌용수시설은 본래의 물 공급기능과 더불어 최소한 미관을 고려한 시설 관리가 이루어져야 하며 물 공급계획도 농업용수 공급만을 목적으로 하지 말고 환경보전, 지하수 함양, 홍수관리, 하천기능유지 등을 종합적으로 고려해야 할 것이며 농촌용수 시설의 유지관리비용 부담도 이와 같은 다양한 편익을 고려하여 배분되어야 할 것이다.

농촌용수의 공익적 기능을 이용한 다양한 편의시설에 대하여는 소정의 편익 비용을 부담하는 방안을 검토해야하며 유지관리 비용도 농촌호수의 수위관리 등을 통한 경관보전효과를 측정하여 유지관리 비용의 일부를 부담토록 해야 할 것이다. 이와 같은 농촌용수 시설 설치비와 유지 관리비의 부담체계를 농촌용수의 공익적 기능에 맞추어 현실화하는 노력이 관련법의 재개정 등을 통하여 정책적으로 이루어져야하며 이 부문에 대한 구체적인 실천방안에 대한 연구 개발의 필요성도 더욱 커지고 있다.

6. 농촌용수의 공익적 기능 홍보자료 작성

6.1 개요

농촌용수의 공익적 기능을 포함한 농업·농촌의 다원적 기능을 정책적으로 반영하기 위해서는 국민의 동의가 필요하며 농업 및 농촌 지원에 대한 국민적 합의를 도출하기 위해서 다원적 기능의 내용을 국민들에게 홍보하고 교육하는 것이 정책당국이 수행해야 할 최우선 과제에 속한다 할 수 있다. 또한 국민들의 인식을 전환시키기 위해서는 다양한 근거자료와 홍보가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 국민적 공감대를 형성하기 위해 홍보자료를 만화로 작성하여 쉽게 이해할 수 있도록 하였다.

6.2 시나리오 작성

홍보만화의 제목은 “아름다운 농어촌의 물이야기”로 정하고 6개의 주요테마와 30단원으로 구성하였으며, 등장인물은 쌍둥이 초등학생과 농공분야 연구원인 쌍둥이 이모를 등장시켜 각 단원별 이야기를 전개하였다.

6.2.1 홍보자료 목차

제목: 아름다운 농어촌의 물이야기

I. 농촌용수 (5)
1. 국토의 건전한 물순환에 기여하는 농촌용수
2. 문명의 원동력, 관개와 배수
3. 10년에 한 번 정도 발생하는 가뭄
4. 환경용수와 둑높이기 저수지
5. 저수지의 저수량 관리

II. 논 (3)
1. 논은 인간이 만들어 낸 최고의 습지
2. 여러 생물이 공존하는 논 생태계
3. 논에서의 물관리

III. 농촌용수의 공익적 기능 (5)
1. 논은 천연의 댐
2. 논은 지하수의 원천
3. 논이 흙을 보존해 준다고?
4. 논은 여름철 천연의 에어컨
5. 논과 수리시설은 휴식과 문화의 공간

IV. 농업수리시설 (6)
1. 저수지의 여러가지 기능
2. 보란 무엇인가?
3. 천변 황무지를 평야로 바꾼 양수장과 배수장
4. 제주도를 감귤산지로 바꾼 관정
5. 국토의 혈관, 용수로와 배수로
6. 자동 물관리시설

V. 농업과 물환경 (6)
1. 농업과 물질순환
2. 농촌에서 발생하는 오염은?
3. 논이 수질에 미치는 영향은?
4. 지구의 피부, 토양을 보전하라
5. 가축분뇨는 자원이야
6. 농업용 저수지의 물환경 보전

VI. 세계의 논과 수리시설 (5)
1. 선조의 지혜를 간직한 청산도 구들장 논
2. 수로교의 역작. 일본 츠준교(通潤橋)
3. 춘추전국시대의 보, 중국 도강언(都江堰)
4. 천국으로 오르는 계단, 필리핀 계단식논
5. 이탈리아의 쌀음식을 탄생시킨 카불수로

6.2.2 홍보자료 시나리오(샘플)

농업분야 각 분야 전문가 그룹을 형성하여 각 단원별 전문지식을 일반국민이 쉽게 이해할 수 있도록 시나리오를 작성하였으며, 본 보고서에서는 샘플만 수록하고 나머지 부분은 부록편에 수록하였다.

1.국토의 건전한 물 순환에 기여하는 농촌용수
(국토의 건전한 물 순환에 기여하는 농촌용수)

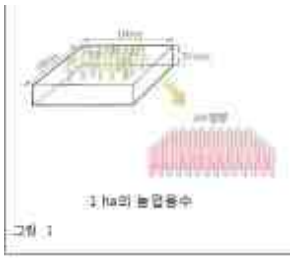
<1950년 대한민국 사진전>	전시관을 둘러보는 이모와 아이들 "이 시대에는 우리나라가 정말 못 살았구나." (마루)	나루 사진을 바라보며 "우리 또래 같은데.. 우리랑 너무 비교된다."
이모 "그 시절의 우리나라는 정말 힘겨웠단다. 일본에게 침략도 당했고 6.25전쟁도 겪고."	마루:(놀라며) "대한민국 어린이들이요?" 마루"그래서 아이들이 아프리카 아이들처럼 마른거구나." 나루"지금 태어난 게 너무 다행이다 휴"	이모"그 때는 대한민국의 식량자급률이 낮았거든. 보릿고개라고 하여 굶는 아이들이 많았단다." *보릿고개: 지난 가을에 수확한 양식은 바닥이 나고 보리는 미처 여물지 않은 5~6월로, 1960년대 중반까지 농가의 식량사정이 매우 어려운 시기.
"지금 우리나라는 쌀을 자급자족하여 굶는 사람이 드물어." (이모) "난 매일 굶는 거 같은데.." (나루) "살 찐다고 다이어트 하느라 그렇지!"" (마루)	[농업용수는 작물의 안정된 생산을 위하여 농지에 공급하는 물을 말한다] "이모~ 쌀을 많이 수확하려면 무엇이 가장 중요하나요? (나루) "여러 가지가 있지만 그 중 하나가 논에 물을 안정적으로 공급하는 것이란다."(이모)	

[상류에서 취수된 농업용수는 사용 후 대부분 하류에서 지표수 또는 지하수로 복

<table>
<tr><td colspan="2">귀되어 하류에서 다시 농업용수, 생활용수 및 공업용수로 활용된다]
화살표로 물이 흐르는 경로를 그림으로 표시</td></tr>
<tr><td>“그럼 농업에 필요한 물을 얼마나 쓰는 거예요?”(나루)

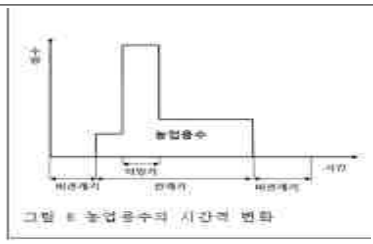
“우리나라 수자원의 62%를 농업에 사용하고 있다고 하더구나.(이모)

표로 그림 표시</td><td>“평균 강수량이 1000mm가 넘는 동남아시아에서는 농업용수가 생활용수나 공업용수보다 훨씬 더 많은 물을 사용하고 있단다.”(이모)

동남아 지도 배경
농업용수가 공업용수 , 생활용수보다 많이 사용되고 있는 모습 의인화</td></tr>
<tr><td>[1일 필요수량이 20 mm인 경우 1ha (10,000 m^2)의 논에 필요한 물은 200 m^3가 된다]
  </td><td>“와우, 쌀밥을 먹기 위해선 이렇게 많은 물을 사용하다니.”(나루)

“물이 부족하면 논농사는 하기 힘들겠네요.”(마루)

그림에서표현 : 평상시 1일 생활용수량 400L라 할 경우 약 500명분의 생활용수</td></tr>
<tr><td>“특히 물 수요가 많은 논의 관개기 일 땐 더욱 그렇지.”(이모)

* 관개기 설명 추가</td><td> 
[논의 관개기는 4~9월까지인데 물 사용이 이 시기에 집중된다]</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>“관개기 에서도 물이 가장 많이 필요할 땐 언제에요?”(나루)

“아무래도 이앙기를 이용하여 모내기를 할 때지.”(이모)

*모내기: 못자리에서 기른 모를 본 논에 옮겨 심는 일</td><td>[물 수요의 최대 시기는 모내기(5월 중순~하순)로 120~180mm이다]

평상시의 1일 필요수량 20mm보다 6~9배
위의 내용을 그림으로 표현
저울 위에 눈금이 있는 컵 왼쪽에 하나, 오른쪽 저울에는 6 ~ 9 개의 눈금이 있는 컵을 저울 위에 올려서 위의 내용 표현</td></tr>
<tr><td>“모내기 때에는 물을 제때 공급해야 하는 게 가장 중요하네요.”(마루)
“그래서 옛날부터 선조들은 비를 제때 내려달라고 기우제를 지낸 거란</td><td>논 옆 용수로 배경

“이모 논 바로 옆에 물이 흐르는 데요?”(나루 소리)</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>다 . ” (이모)
“아멘 나무관세음보살 ~ ~ ” (나루)</td><td>“그건 용수로란다.”
(이모 소리)</td></tr>
<tr><td>[농업용수는 용수로를 통하여 논으로 공급되며 여분의 물은 배수로를 통하여 하천으로 돌아온다.]
 </td><td>“와~ 모든 논에 물이 가득 찼네요.”(나루)
“벼들이 너무 좋아할 것 같아요 . ” (마루)

“용·배수로는 국토의 혈관망과 같은 역할을 한단다 . ”(이모)</td></tr>
<tr><td>[우리나라 용수로, 배수로 길이는 18만 5천km로 지구둘레 길이 4만 km의 4배가 넘는다]

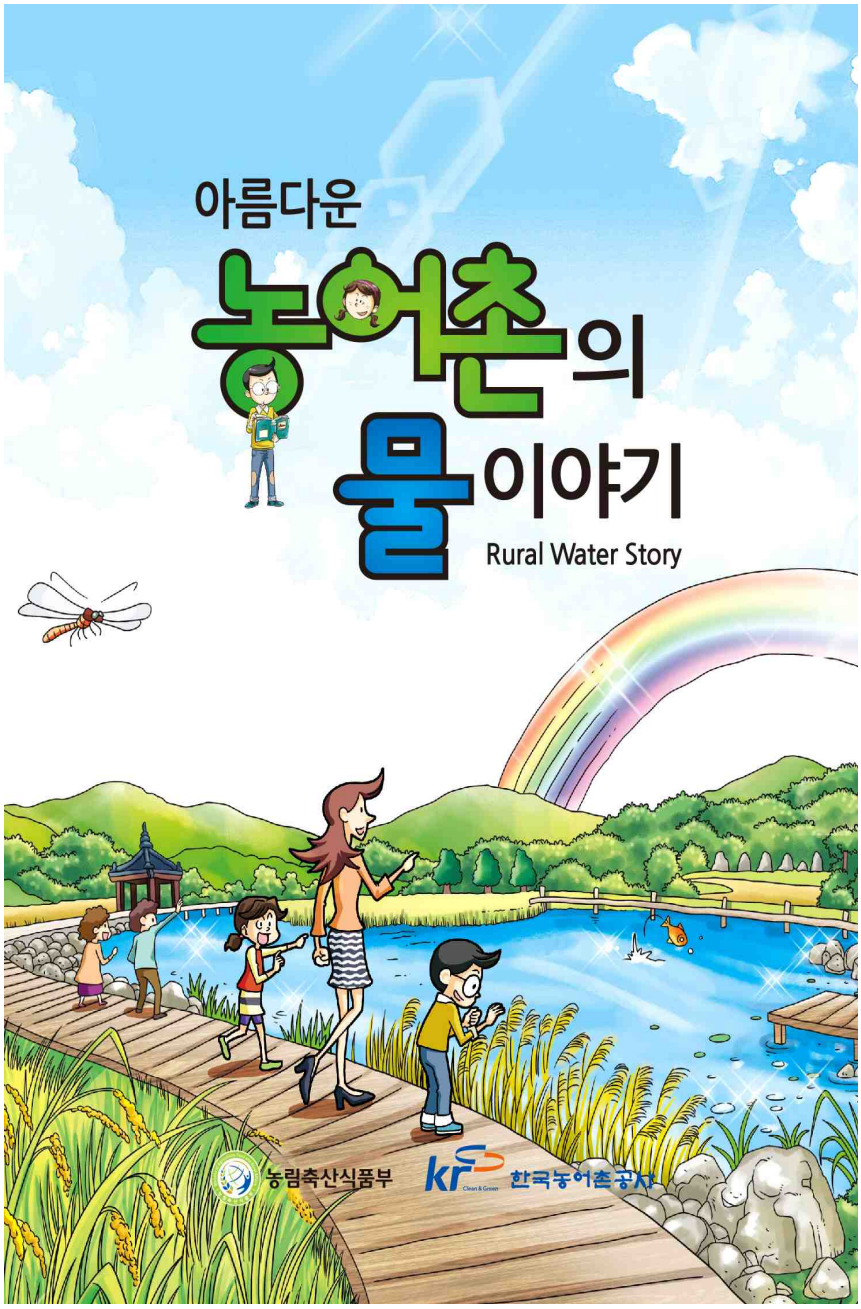
지구를 둘러싼 용수로, 배수로
그림 표시</td><td>[이처럼 농업용수의 물 순환이 원만히 이루어질 때 국토의 건전한 물 순환이 이루어진다.]

“사람도 피가 잘 돌아야 건강해지는 것처럼 말이야.”(이모)
“아`아”(아이들 끄덕이고)</td></tr>
</table>

꼬르륵- “히히 배고프니? 마루야.”(나루) “그럼~ 이모가 맛있게 하는 곳 알고 있으니~ 한 턱 쏠까”(이모) “이모 최고”(마루) 차를 타고 외곽으로 이동함	농촌배경이 있고 차를 타고 감 “이모 우리나라는 언제부터 쌀 생산량이 많아진 거예요?”(나루 바깥의 농협쌀 집합장을 보면서)
[우리나라의 주식인 쌀의 자급자족은 1977년에 달성했다] 마루: “뭐니 뭐니 해도 많은 쌀을 생산하게 된 건 농업용수를 충분히 공급하여 물 순환이 잘 됐기 때문이지.” (이모 말을 흉내냄) 이모 놀라는 척: 마루 제법인데?	[농업용수 확보는 쌀의 자급자족을 달성하는 계기가 됐다] 쌀 자급자족의 3요소
[최근 농업용수는 쾌적한 농촌을 위한 농촌용수로 확대되었다.] *농촌용수: 기존의 농업용수뿐만 아니라, 농촌지역의 환경용수 및 리크레이션 용수를 포함 한다	“저기 보이는 물길이 농촌용수를 공급하는 용수로로 만든 공원이야”(이모) 그림 114 친환경 용수로(고령군)
[농촌용수는 도시화된 지역의 물 환경도 향상시켰다] 그림 115 서부간선수로 (인천시) “용수로가 지역주민에게는 쾌적하게 쉴 수 있는 공간을 제공하고 있지.”(이모) - 이모 차안에서 이야기하는 모습	“와~ 농촌에도 청계천 같은 곳이 있네.”(마루) “이모~ 밥 먹고 와서 여기서 놀다 가요.”(나루) “그래~ 오늘 너희를 위해서 이 한 몸 바치지 뭐~(이모)

6.3 홍보자료 제작

홍보자료 작성은 스토리텔링적인 소재를 선정하여 청소년과 일반국민에게 농촌용수에 대한 흥미와 지식을 제공하고 사진 및 개념도 등을 사용하여 쉽게 이해할 수 있도록 제작하였다. 본 홍보자료는 부록에 수록하였다.



7. 맺음말

농촌용수의 공익적 기능을 포함한 농업·농촌의 다원적 기능을 증진하기 위해서는 환경, 전통문화, 관광레저, 지역개발 등의 분야에서도 농촌용수 사업의 추진에 대한 의사 결정과정에 참여토록하고 이 분야에 관심 있는 민간 기업이나 사회복지부문에서도 지역 발전을 위해 참여가 가능토록 해야 할 것이다. 그러기 위해서는 농업의 공익적 기능에 대한 지속적인 홍보와 관리가 필요하다.

그 동안에는 우리나라의 경제수준이 높지 못하여 농촌용수 시설물을 설치하는 경우 농촌용수의 공익적 기능보다는 쌀 생산 가치에 바탕을 둔 경제성을 최우선적으로 고려할 수밖에 없었지만 이제는 우리나라도 OECD 회원국이 될 정도로 경제수준이 크게 향상되었으므로 환경, 문화전통, 경관 등 공익적 기능을 고려할 때가 되었으며 이러한 여건에 부응할 수 있도록 농촌용수 시설을 재정비하여야 할 것이다. 환경 친화적 농촌용수 시설 정비의 기본방향은 농촌용수의 공익적 기능을 최대한 살리면서 환경보전과 개발이 조화를 이루는 지속가능한 개발을 추구하는 방향으로 한 단계 업그레이드시키는 농촌용수시설의 재편성을 위한 리모델링사업을 추진하여 미국, 독일, 프랑스 등 선진국이 추진하고 있는 농촌용수 구역의 공원화를 위한 정책적 노력을 시작해 나가야 할 것이다.

앞으로 농촌용수 시설은 자연환경과 인공시설물이 조화를 이루도록 아름답고 풍요로운 경관을 조성하고 자연환경과 쉽게 접근하여 활동할 수 있도록 여가생활과 역사문화공간을 제공할 수 있는 친수공간을 조성하여 농촌 호수를 중심으로 한 농촌공원화를 이루어 나가도록 해야 한다.

IT정보 기술을 활용하여 “참여마당”을 만들고 “농촌호수 꾸미기 경진대회”와 더불어 “농촌호수공원 모델 전시회” 등을 개최하여 국민들에게 적극적인 홍보를 실시하여 일반인들이 농촌용수 관련정보에 쉽게 접근하여 참여할 수 있도록 하는 전략적 접근법의 도입이 요망된다. 농촌용수의 공익적 기능을 증진하기 위해서는 지금까지의 농업용수 공급 및 관개시설 유지관리 차원의 비용부담체계를 개선하여 규모에 따른 비용부담체계를 개선하여 농촌용수의 공익적 기능 부분에 대하여는 정부 또는 지방자치단체가 비용을 부담하고 국가사업이라고 하더라도 수익성이 있는 부문에 대

하여는 민간부문의 참여가 가능토록 농어촌정비법 등 관련 제도를 개정해야 할 것이다.

국제사회에서 우리나라는 지금까지 농업· 농촌의 다원적 기능에 대하여 WTO 영향 등을 우려, 방어적 대응을 해 왔으나 OECD 분석결과는 장기적 세계농정 방향을 예측하는 바, 우리농정 수립 시행에 기여할 수 있도록 적극적으로 참여하여 의제검토과정에서 우리에게 도움이 되는 시사점을 발굴하여 농정추진에 활용해야 하며 OECD관계관 초청 세미나 개최 등을 통해 논의내용 전파 확산 등 논의 결과의 국내전파 및 활용도 제고를 강화해 나가야 할 것이다. 30개의 OECD 회원국에서 논농사를 주로 하고 있는 나라는 우리나라와 일본뿐이므로 논이 가지는 특수성과 농촌용수의 공익적 기능에 대한 이해를 높이기 위해 우리나라의 기후와 환경, 적합한 물 사용과 수질지표를 과학적·논리적으로 확립해 나가고, 이를 바탕으로 한 정책적 활용방안과 평가방법 노력을 이어나가야 할 것이다.

농촌용수가 가지고 있는 식량의 안정적 생산기능 이외에 농촌용수의 다양한 공익적 기능을 유지 보전하는 데 필요한 역사적 수리시설 자산의 유지보전을 위한 활동, 조직에 대한 지원과 공익적 기능 시설의 유지 및 신규 설치를 적극적으로 추진해 나가야 할 것이다.

농촌용수의 공익적 기능에 대한 논의는 농업 및 농촌(수리시설)에 대한 새로운 인식의 수단으로 국내 농업정책 수립에 활용되어야 할 뿐 아니라, 뉴라운드로 명명되는 WTO 농업무역협상의 협상의제가 되어 우리나라와 같은 농산물수입국들의 농업을 보호할 수 있는 수단으로 활용되도록 해야 한다.

국제사회에서의 농촌용수에 대한 논의는 주로 물 절약(Water Saving)과 물 사용 효율(Water Efficiency) 측면에서 논의 되고 있으며 농산물 무역시장의 왜곡을 막고 지구차원의 물 부족 문제를 해결하기 위한 물 사용료 부과(Water Pricing) 과 투자비용 전액회수(Full Cost Recovery) 및 농업인의 직접적인 비용부담과 물 관리 참여(PIM: Participatory Irrigation Management)에 대한 문제가 국제사회에서 강력히 대두되고 있어 이에 대한 대응논리 개발과 대책이 이루어 져야 할 것이다.

우리나라는 농업·농촌의 다원적 기능에 대한 국제적 논의가 WTO/DDA및 OECD 를 포함한 WWF, ICID 등 국제적 NGO에서 지속적으로 이루어지고 있으므로 앞으로 외교무대나 국제 학술단체, NGO 등의

논의과정에 관련부처 관계자와 전문가들이 보다 적극적으로 참여하여 우리의 입장을 알리고 과학적인 연구 성과를 제시하여 이해의 폭을 넓혀야 하며 관련기관과 전문가들 간에 충분한 협의가 사전에 이루어 져야 할 것이다.

농촌용수의 공익적 기능을 포함한 농업·농촌의 다원적 기능을 정책적으로 반영하기 위해서는 국민의 동의가 필요하며 농업 및 농촌 지원에 대한 국민적 합의를 도출하기 위해서 다원적 기능의 내용을 국민들에게 홍보하고 교육하는 것이 정책당국이 수행해야 할 최우선 과제에 속한다 할 수 있다.

국민들의 인식을 전환시키기 위해서는 다양한 근거자료와 홍보가 필요하다. 그러므로 정책당국은 다원적 기능에 대한 논의가 활성화되도록 유도하고 이런 활동을 육성하고 다원적 기능에 대한 구체적이고 실증적인 가치와 효과를 계측하는 연구에 지속적인 지원을 해야 할 것이다.

References

건설교통부(2001), "수자원장기종합계획(Water Vision 2020)," 건설교통부.

건설교통부 (2006). 수자원장기 종합계획 (2006~2020): 제4편 물이용종합계획,

국토해양부 (2012). 제4차 수자원장기종합계획 제2차 수정계획(2011-2020)

권오상. 2000. "가상순위결정법을 이용한 자연생태계의 경제적 가치평가." 「경제학연구」. 제48집 제3호, 한국경제학회.

권오상. 2001. "OECD 다원적 기능관련 논의동향과 대응논리 개발." 2001년 농업경제학회 하계학술대회.

권오상, 김기철. 2000. 「농업의 다원적 기능관련 논의에 대한 대응방안 연구」. 서울대학교 농업개발연구

박지현, 2002, "비교역적 관심사항(NTC)에 대한 국제적 논의 동향과 시사점", 세계경제4 (1)농업 논의동향(02.8) p91-102

서동균. 2001. "농업의 다원적 기능 연구와 평가사례." 한국농촌진흥청, 농업경영관실, 농업의 다원적 기능 평가방법 농업경영자료 63호: p3-17

서명철, 윤홍배, 엄기철. 200?. "논농업의 생산환경 조건별 다원적 기능 평가." 한국농촌진흥청 농업과학기술원

성기석, 엄기철. 2001. "대체법을 이용한 농업의 환경보전적 기능 계량화 평가." 한국농촌진흥청, 농업과학기술원, 농업의 다원적 기능 평가방법, 농업경영자료 63호: p19-43

성기석, 서명철, 강기경, 윤홍배. 200?. "논 농업의 생산 환경 조건별 역기능 평가." 농업과학기술원.

세계의 수자원과 일본의 농업용수, 2003년 2월 일본 농림성 농촌정책국 기획소위원회보고(식료·농업·농촌정책심의회 농촌진흥분과회 농업농촌정비부회)

신영철. 1998. "이중 양분선택형 CVM자료에서의 정박효과 검토." 한국자원경제학회 정기학술대회.

엄기철 등. 1993. "논의 공익기능." 「한국토양비료학회지」 Vol. 26(4). p314-333

엄영숙. 2000. "실험시장접근법을 이용한 먹는 물 수질개선에 대한 지불의사 측정." 「자원・환경경제연구」 9(4).

오세익, 강창용. 1993. 「환경보전과 농업발전을 위한 기초연구」. 연구보고 R283, 한국농촌경제연구원.

한민수, 강기경, 김진호, 김세근, 고문환, 박형만. “논농사에 있어서 생물다양성의 평가”
농촌진흥청 농업과학기술원, 2006.10, 한국 농업·농촌 의 다원적 가치 “우리 농업 왜 지켜야 하는가?”
한국농촌공사 농어촌연구원, 2005.12, 수리시설의 다원적 기능에 관한 연구.
현병환. 1996. “가상가치평가법(CVM)을 이용한 인공씨감자에 관한 농민행태분석.”「농업정책연구」23(1). 한국농업정책학회.
농업기반공사 농어촌연구원. 2005. “수리시설의 다원적 기능 제고와 현대화에 관한 연구.” 농림부, 농업기반공사 농어촌연구원 p238

부 록

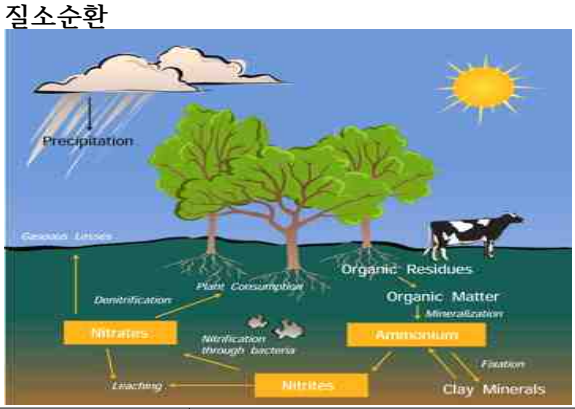
1.홍보자료 시나리오

2.홍보자료(만화)

1.홍보자료 시나리오(일부만 수록)

1. 농업과 물질순환

할머니 댁 배경(농촌의 흔한 빨간 벽돌 2층집) -텔레비전에서 흘러나오는 소리 **"환경오염으로 인해 지구가 아파하고 있습니다."**	텔레비전을 보던 아이들. 앞 탁자 위엔 수박과 참외가 있고. **"나도 아파~~"(마루 소파에 누워서 아픈 척 한다.)** **"엄살은! 지저분한 네 방만 청소해도 금방 나을 걸?"(나루)**
"지구가 오염되어 가는 것은 정말 심각한 문제란다." (이모, 소파로 다가오며) "나도 심각하게 아픈데.."(마루) "이모, 지구가 아프다는 말이 이제 조금은 이해가 되요.."(나루)	"지구가 이렇게까지 된 이유는 자연환경과 생물 간에 물질순환이 잘 안되기 때문이야" (이모: 소파에 앉고) "물질순환이요?"(마루) (허공에 손가락을 대고는 동그라미를 그리는 나루)
[화학 비료를 사용하기 이전엔 농지와 사람 사이에서 식량과 분뇨가 교환 되어 물질순환이 잘 되었는데] **(물질순환의 과거 그림 삽입, 단 농촌을 농지, 도시를 사람으로 교체)**	[현잰 화학비료가 다량으로 공급되어 사람의 분뇨가 농지로 가지 않게 되고 물질순환을 방해하고 있다] (물질순환의 현재 그림 삽입, **단 농촌을 농지, 도시를 사람으로 교체**)

"질소는 농작물의 주요 단백질을 만드는 중요한 일을 하지"(이모) 벼의 뿌리 잎 줄기가 튼튼하게 성장한 모습 그림(벼 그림 반짝반짝 빛이 난다)	"질소는 대기의 78%를 차지한단다." (이모, 원형 도표를 보며) 원형 도표를 그려주세요. 질소(N_2): 78% 산소(O_2): 21% 0.97%(아르곤) 이산화탄소: 0.03% 그 외 등등)	[농작물이 질소를 이용하기 위해 서뿌리 혹 박테리아 등에 의해 토양에 흡수된다] "나는 콩의 뿌리에 있는 뿌리혹박테리아야. 질소고정에 중요한 역할을 해."(박테리아 의인화)
"대부분의 농작물은 암모늄(NH_4^+)이나 질산염(NO_x) 형태로 흡수되지."(이모) 농작물이 땅속에 있는 질산염과 암모니아를 흡수하는 농작물을 그림으로 표현	**질소순환**  	
그림으로 비료 100에서 50은 흡수, 50은 물로 유출 질소1 : 난 물에 잘 녹아 질소2 : 난 질소 순환을 막을 수도		[특히 화학비료를 통한 질소의 과잉공급은 자연 상태의 질소순환을 막는다.] 그림 : 비료 포대가 만리장

있어 하하하	성을 쌓아서
[질소 비료의 과잉 공급은 벼를 웃자라게 하여 벼 쓰러짐의 원인이 되기도 한다] 쓰러져 있는 벼들. 농부:(안타까운 표정으로) “질소 비료를 많이 줬더니 지난 비에 벼들이 모두 쓰러졌어.” 농부2:(쓰러진 벼들을 일으켜 세우며) “힘들게 농사를 지었는데 욕심이 과했다봐“	“그리고 농작물 속에 있는 인 (P)도 농작물의 성장을 돕는 영양제 역할을 한단다 . ”(이모) **인 : “우리가 부족하면 열매가 이상해져요 .”** **그림 : 잎이 변형되고 벼의 열매가 없고 줄기가 가늘고 잎에 반점이 있는 벼 변형된 그림 표현**

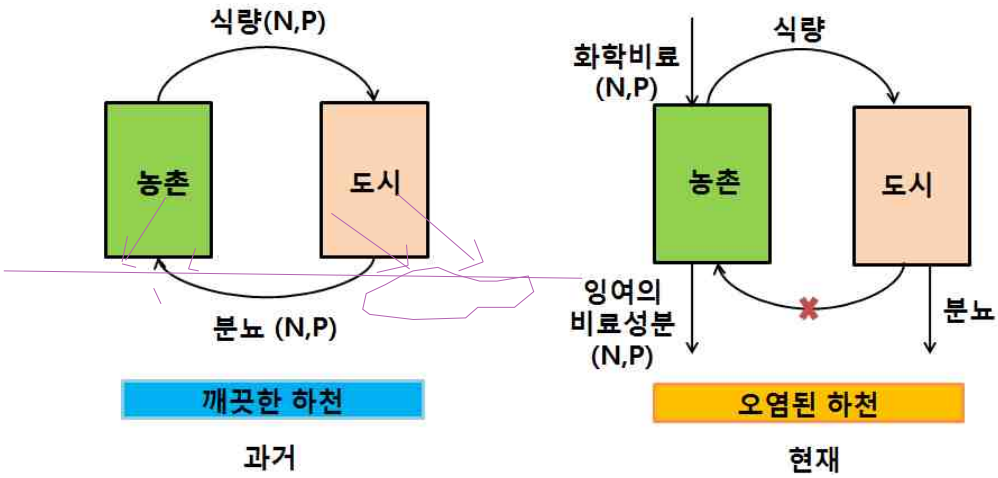
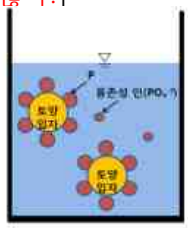


그림 135 물질순환의 변화

[인은 물에 잘 녹지 않고 토양 입자에 붙어 있는 경우가 많다.]



인의 움직임

인 (P) 1 : "딱 달라 붙어 좋다 . "
인 (P)2: "난 물에 잘 안 녹아 . "

인 (P): " 난 네가 너무 좋아 ~ "
하수나 분뇨로 인이 이동하여 하천에 유입되는 그림 표현

[인을 포함한 유출수가 호소로 유입되면 부영양화가 되며 녹조를 발생시킨다.]

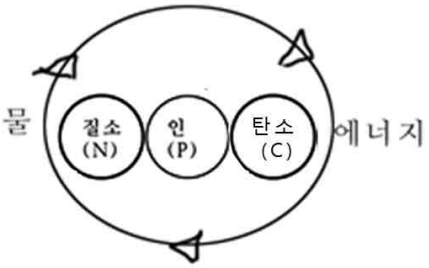
햇빛 차단 녹조. 햇빛 차단 녹조. 녹조

녹조 1 : "우린 물속에 녹아있는 산소들을 먹어버리지."
죽은 물고기들: 물속에서 둥둥 떠다니고
녹조 2 : "녹조가 햇빛을 막고 산소들을 먹어치워서 우린 숨을 쉴 수가 없어."

"녹조는 물에 녹색 페인트를 풀어 놓은 것과 같구나"(마루)

녹조의 모습

"질소 이외에도 인, 탄소. 물이 잘 순환되어야만 하지 . (이모)



(그림에서 에너지는 삭제)

"그래야 건강한 먹거리를 우리가 먹을 수 있는 거죠 . " (마루)
"또 오랫동안 건강하게 잘 살 수 있는 거지 . " (나루)

갑자기 나루가 뭔가를 발견하고 논밭으로 뛰쳐나가고

나루 (논바닥에 버려져 있는 농약 통을 열심히 주우며) :

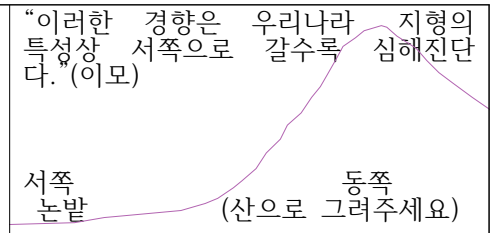
"다 쓴 비료포대에서 흘러나오는 소량의 비료도 지구를 아프게 하는 거라고 ! "
마루와 이모 황당한 표정

마루 (나루에게 지시를 하며) : "나루야 저기에도 있어 저기 ! "
열심히 비료포대를 줍는 나루

이모 흐뭇하게 웃는다 .

2.농촌에서 발생하는 오염은? (농업비점오염이란)

시골 숲길을 걷는 이모와 아이들:(모두 잠자리채와 통을 들고 있다) “오늘은 매미가 별로 안 보이네.” (마루) “어디로 다 숨어 버린 거야~ ~”(나루: 채를 들고 두리번거리고)	“매미 사냥꾼인 널 보고 다 도망갔을지도 모르지.”(마루) “보이기만 해봐 . 모두 잡아버리고 말거야 .”(나루)	
마을 정자 모습이 보이고 그 위를 흐르는 소리 “아 다리아파 . ” (나루) “저기에서 잠시 쉬었다 가자.”(이모 소리) “네, 이모”(아이들 소리)	정자에 훌러덩 누워버리는 아이들, 대자로 뻗어 누워 있다 .	안에서 바라보는 농지와 저 멀리 산이 보이고. “이모, 생각보다 논이 꽤 넓어요.”(나루) “맞아 , 산지보다 훨씬 넓어 보여요~”(마루) “호호 그러니.”(이모)
[우리나라 국토면적은 100,148km^{2}로 이중 농지는 16,980km를 차지하고 있다.] 우리나라 지도 위에 논과 밭이 %비율로 있는 모습	< 국토의 토지이용 비율 > 원도형으로 그림 표현 *통계청 자료와 상이함 (2011년 기준) 총면적: 100,148 농경지(논/밭): 16,980 임야: 63,688 기타: 19,480 농지: 논, 밭, 과수원	

[임야가 63.59%를 차지하고 있어 우리가 사용할 수 있는 총 면적은 36,460km²이다] “사용 가능한 땅의 절반 이상이 농업에 이용되는 것을 알 수 있지.”(이모) “와~정말요” (마루)	“이러한 경향은 우리나라 지형의 특성상 서쪽으로 갈수록 심해진단다.”(이모)  서쪽 동쪽 논밭 (산으로 그려주세요)
“휴- 매미 잡느라 돌아다녔더니 덥다. 이모 저 밑에서 세수 좀 할게.”(나루, 개울로 내려가며) “나도 같이 가자.”(마루)	개울에서 세수를 하는 아이들 “히히 물이 시원하고 깨끗하네.”(나루) “너무 깨끗해서 그냥 물을 떠먹어도 될 것 같아.”(마루 두 손으로 물을 뜨고) “마시면 안돼. 마루야”(이모)
“안된다고요? 이렇게 깨끗해 보이는데.”(나루) ”그래 깨끗해 보이지만 보기와는 달리 오염되어 있을 수도 있어.”(이모)	“우리 눈에 잘 보이진 않지만 오염물질은 곳곳에 있단다.” (이모, 돋보기로 이리저리 보며) “곳곳에?”(아이들도 돋보기로)
[수질 **오염**은 **오염**의 성격에 따라 **비점원오염과** 점원**오염**으로 분류한다] 비점원오염: 오염물질이 불특정하고 광범위한 지역으로부터 배출되는 오염으로 농지로부터의 유출수	“이모 여기 이 물은 어때요?”(하수구 폐수를 바라보는 나루) “잘 찾았네~, 그것은 점원오염이야”(이모) (그림표시)

< 점원오염과 비점원오염 >

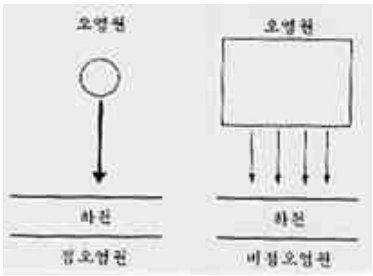
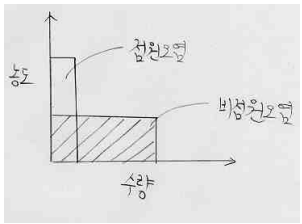


그림 138 점원오염과 비점원오염

점원오염: 하나의 배출구로부터 배출되는 오염으로 공장 폐수나 가정하수

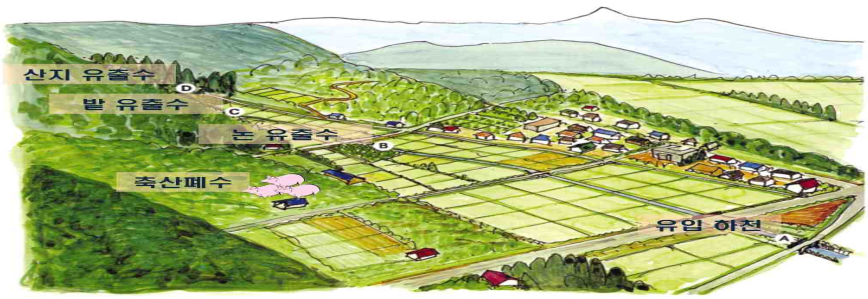
<점원오염과 비점원오염>



비점원오염은
점원오염에 비하여 농도는
낮으나 수량이 많아
관리가 중요하다.

Tip: 오염부하:
농도에 수량을 곱한 것으로
오염의 정도를 나타내는 지표로
그림의 사각형에 해당

<농업 비점오염 개념도>



축산폐수는 가축분뇨로 글씨 바꿔서 그림 그리기

"그럼 비점오염들은 어떻게 하천을 오염시키는 거에요?"(나루)

"그건 말이지"(이모)

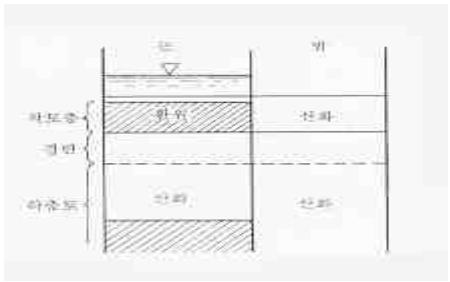
[비점오염은 비가 올 때 농지에 남아있던 비료성분이나 토사가 씻겨 내려가 물을 오염시킨다.]
수량이 많으니 처리가 어렵거든!"
(오염원을 의인화: 해일을 타고 논을 덮치고 있다)

[비점원오염은 2010년 하천오염부하의 약68%를 차지하고 있으며 점점 증가추세이다.]

“문제인 건 홍수 때 흙탕물이 호수나 강으로 흘러들어가 수생태계를 파괴한다는 거야.”(이모) “흙탕물이 수생태계를요?” (아이들: 놀라며)		[흙탕물에는 토사와 함께 인(P)이 다량포함하고 있어 수생태계가 엉망이 된다] 죽은 물고기들 둥둥 떠 있는 그림
“그럼 비점오염을 줄이려면 어떻게 해야 해요?”(마루)	“농사를 지으면서 비료량을 줄이거나 토양침식을 방지하는 방법들이 있어 .”(이모) Tip, 토양침식: 강우, 바람, 물 등에 의하여 영양물질이 많은 토양 표면이 침식되는 것으로 농업생산성을 떨어트리며 수질오염을 발생시킴.	농민 1 : 죄송합니다 . 이젠 적정량의 비료를 쓰겠어요 . 농민 2 : 친환경 농사를 짓도록 노력 할게요 .
(공무원) 농민이 수입을 늘리려고 비료를 너무 치면 많이 나와서 어떻게 손 쓸 방법이 없다고. 비점오염1 :내가 이렇게 숨은 것도 모르고 “히히히” 비점오염2: 나 여기 있지~ 찾아봐라		[농사를 짓는 농민들의 참여와 관심이 비점오염을 줄일 수 있다] “그럼, 우리 농사짓는 삼촌부터 알려줘야 겠네.”(아이들 삼촌이 있는 쪽으로 뛰어감)
“삼촌, 배추에 비료 너무 치지마.”(나루, 비료 포대를 들고는)	“삼촌, 장마철에 밭을 나대지로 두어 흙탕물이나오게 하지마.”(마루) “알, 알았다. 그런데 갑자기 너희들 왜 그러냐?” (삼촌)	“물고기가 죽는 걸 더 이상 볼 수 없다고요.”(아이들, 큰 소리로) “아이들한테 너무 많은걸 알려주었나? (이모)머리를 극적거리며

3. 논이 수질에 미치는 영향은? (논 농업과 수질)

논과 밭 사이를 지나가는 아이들과 이모 “응?”(나루) “뭘 보고 그러니?”(이모)	“여기 논엔 물이 가득 차 있는데 밭엔 물이 없네.”(나루) “어라? 그러고 보니 그러네.” (마루, 번갈아 보며)
“호호호 그건 밭작물보단 벼가 물이 더 필요하기 때문이란다.”(이모) “상추와 같은 밭작물은 물에 잠기면 죽어.”(나루) “이상하네~ 벼는 물속에서 살고”(마루)	[연간 농업용수 이용량(2007년 현재, 159억 톤)의 80% 이상이 논농사를 위한 관개용수로 사용되고 있다] 논 밭 20%이하 80%이상 논: 보디빌딩 선수 밭: 약골
“와~ 그 많은 물은 다 어디서 끌어오는 거야?”(나루) “빗물이겠지.”(마루, 하늘을 보며)	“호호 빗물도 있지만 하천이나 저수지에서 물을 끌어온단다.”(이모) “하천이요?”(나루)

“그럼 하천이나 저수지 물이 깨끗해야겠네.”(마루)	“당연하지, 우리가 먹는 쌀을 자라게 하는 물이니까.”(나루)	“그렇지 ! ”(이모)
[상류에서 하류로 갈수록 오염도가 증가하는 양상을 보이고 있다] 상류에서 하류로 물방울이 내려가는 모습에 오염물방울이 섞여 하류에 모여 있는 그림 표현 오염1: 모두들 다 모였지!	“시기별로는 비료를 뿌리는 모내기 시기(5월)가 수질이 가장 나빠.”(이모) 농부가 모내기 하는 장면에 비료들이 논으로 이동하는 그림표현 비료1: 와~ 논이다 논: 너무 많이 뿌리지 마세요	
“논 안에 있는 영양물질을 가능한 한 빠져나가지 않도록 하는 것이 가장 중요하단다. ”(이모) “그래야 벼가 잘 자라는 거죠”(나루) “나도 아는데...” (마루)	[모내기 땐 1주일 동안엔 물을 빼지 않는다] (a) 모내기 초기의 오염물질 배출	
[논에서 물이 빠지면 비료성분(질소와 인)이 하천으로 흘러가 수질을 나쁘게 할 수도 있다] 	[논은 산소가 없는 환원층과 토양 속에서 물이 통과하는 능력이 낮은 경반층을 갖고 있다]  [그림 논토양과 밭토양	

[논토양의 환원층에서는 질산성 질소(NO_3-N)가 질소가스(N_2)로 되는 탈질작용이 일어난다] **의인화 그림표현** "논에서는 탈질작용으로 질소농도가 낮게 된단다."(이모)	[또한, 논토양은 경반층을 갖고 있어 질소성분이 잘 침투되지 않아 지하수의 질소 농도가 밭만큼 높지 않다] **토양/질소성분 그림표현** 경반층: 지표하 10-20 cm에 있는 불투수성 토층으로 담수를 유지시킨다.
<인산의 유효화 > "내가 물에 잠기면 인산의 유효화가 일어나지" (토양) 물에 녹기 어려운 인산 제2철 (FePO4)은 환원되어 작물이 이용하기 쉬운 인산제1철 ($Fe_3(PO_4)_2$)로 바뀌는 그림표현 $FePO_4 \Leftrightarrow Fe_3(PO_4)_2$	[특히, 논에서는 물로 인해 강우 충격이 약하게 되어 유출수의 인(P)의 농도가 높지 않다] "논의 물이 강우 충격에 대하여 완충작용을 하여 토양이 크게 교란되지 않는단다."(이모) "마치 물에 다이빙하는 것과 비슷하네."(마루)
"이렇게 논은 질소와 인에 대하여 정화작용을 하는 경우가 많아."(이모) **논이 으쓱대는 모습 의인화 표현**	나루: 논이 이렇게 하는 일이 많은 줄 정말 몰랐어요~ 마루: 와~ 저기 두루미 좀 봐
두루미들을 쌍안경으로 보며: (나루) "물에 먹이가 많아서 그런가?	 이모: 그렇지 마루: 우리나라 천연기념물이잖아요 (잘난척함)

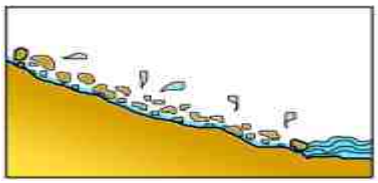
[논은 식량 생산뿐만 아니라 수많은 생물의 다양한 서식처가 되기도 한다] “이렇게 중요한 논이 지금은 서서히 줄어들고 있단다.”(이모) “아니 왜?”(아이들)	[도시화로 인한 농지 잠식과 쌀 소비량의 저하로 쌀생산량과 벼 재배면적이 줄어들었다] 연도 생산량(천t) 재배면적(ha) 1982년: 5,175 ---118.8만-------- 2012년: 4,006 --- 89.2만----
“논은 그냥 쌀을 키우는 땅인 줄 알았는데 모든 생물, 동물들도 다 연관이 있네요“ (나루) “모두가 행복해 지는 방법이 없을까요? (마루)	“이모 그래도 방법이 있겠죠 ~ (나루) “그러게~ 우리 뿐만 아니라, 지역, 국가가 모두 동참해야지 (이모)
[1인당 연간 쌀 소비량도 30년간 46% 나 줄었다] 1인당 연간 쌀 소비량(단위:kg) 1982: 130.2 2012: 69.8 화살표로 확 줄어들었다고 도형 표시	“아무래도 식생활의 서구화로 쌀 소비가 많이 줄어들었지“(이모) “저도 사실 밥보다 빵이 좋아요.”(마루) “저도요”(나루)머리를 극적거리며

“그럼~ 논도 살리고 우리도 좋은 방법이 떠올랐어요“ (마루) “뭔데~ (나루)	“이제부터 쌀로 만든 과자, 빵, 국수만 먹는거야“ (마루) “참~ 좋은 생각이네~ 바로 실천할 수 있는 일이잖아 (이모)	“나도 쌀로 만든 피자만 먹어야겠다“ (나루) “하하하~ 나루도 동참하는 거니 (이모)

4.지구의 피부, 토양을 보전하라!
(밭 농업과 수질)

빗물이 물웅덩이에 떨어지고 퐁당-퐁당-	이네 쏴아아! 소리가 나며 많은 비가 오고 아이들(비를 피하려고 나루: 앞서서 뛰고) "나루야, 같이 가"(마루) (쏜살같이 뛰어가는 나루) "빨리 와~"(나루) 첨벙- 첨벙-
잎이 많은 나무 밑에서 비를 피하는 아이들 쏴아아! "헉헉, 왜 그렇게 빠른 거야"(마루) "그러게 평소에 운동 좀 하시지."(마루)	 밖을 보는 아이들 "어머 밭에 있던 흙들이 무너지네."(나루)
이때, 우산을 씌어주는 이모 "비가 너무 많이 와서 흙이 쓸려가서 그래."(이모) "이모~~"(아이들 반가운 표정)	"이 정도 비에 흙이 무너지다니.."(마루) "태풍 불면 완전 쓸려나가겠는데"(나루) "그럴 가능성이 커지.."(이모)

<table>
<tr>
<td>“우리나라의 경우 밭에서는 채소 중심의 작물을 많이 키우는데” (이모)
</td>
<td>“채소 작물은 해마다 여러 번 밭을 갈아 농사를 짓기 때문에 토양 침식이 더 많아 . ” (이모)
트랙터가 밭을 갈고 있는 모습
두두두-두두두-

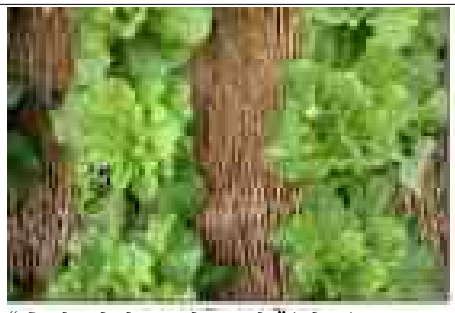
밭 : 올해만도 벌써 세 번째 밭농사야 . . 나도 좀 쉬고 싶어 ~ ~ “</td>
</tr>
<tr>
<td>[특히 고랭지 농업의 경우 경사가 심해 여름철 강우기에 토양이 침식되기 쉽다 .]
그림의인화
높은 경상에서의 토양유실
  </td>
<td>
강우에 의한 토양 침식
위의 그림을 의인화</td>
</tr>
<tr>
<td>tip: 고대에 번성했던 문명이 무리한 농경지 확장으로 인해 토양유실이 가중되고, 생산량은 감소하여 쇠퇴의 길을 걸었다.</td>
<td>“그런데 토양이 침식되면 무엇이 문제에요?”(마루)</td>
<td>“최상부 토양은 영양분을 갖고 있는 토양으로 사람의 피부에 해당된단다. 이 토양이 사라지면 작물은 자랄 수 없어.” (이모)

“토양 침식은 마치 피부가 벗겨지는 것과 비슷하구나 . ”(마루)</td>
</tr>
<tr>
<td>“상류 밭에서는 영양분이 있는 최상부 토양이 없어져 생산성이 저하하고,

토양 그림표현</td>
<td>“하류는 토양에 붙어 있는 인이 함께 유입되어 수질오염을 일으키지”(이모)

수질오염 그림표현</td>
<td>[밭의 경우에는 토양침식량이 자연적 토양생성량의 7배 이상이 된다.]

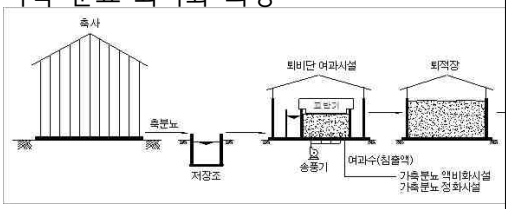
토양이 많이 깍이는 그림표현
토양생성량 1
토양침식량 7</td>
</tr>
</table>

“따라서 경사가 심한 곳에서는 농사하지 않는 것이 최선의 방법이야”(이모) 현재 고랭지 밭지대: “예전에는 산림이었어” 의인화 표현 \	“그럼 밭에서 물이 빠져 나갈 때 토양 침식을 막을 방법이 없을까요?”(나루) “일단 밭에서 발생하는 토양침식을 억제하는 방법을 알아보면.”(이모)
감나무(의인화) “과일 나무 같은 여러 해 살이 나무를 키우거나” 감나무 밑에다가 인삼, 도라지 그려주세요. “다년생 작물을 심으면 좋아요.”	[땅을 많이 갈아엎지 않아도 되는 작물을 재배하여 토양 침식을 줄인다] 옥수수, 보리, 밀, 콩 “우린 땅을 갈아엎지 않아도 되는 작물들이에요.”
[또한 볏짚거적이나 작물 잔여물을 흙에 덮어 표면수가 발생하지 않도록 한다.] 	 “흙이 하나도 안 보여.”(마루) “볏짚거적으로 완전히 감싸버렸네.”(나루)
“이렇게 하는 이유가 뭐에요?”(마루) “땅이 숨을 못 쉴 것 같아..”(나루) “밭이 물을 머금고 있어서 가뭄을 이기기 쉽고 비료유실도 적으니 생산량도 많아는 거란다.”(이모)	“그러니까 단 한 방울의 물도 허튼 곳으로 빠지지 말라는 조상들의 지혜란 말이지.”(잘난 척 나루) “호호호 그렇지.”(이모)

“하지만 저런 난관들을 뚫고 나오는 흙이나 오염물질이 있을 거잖아.”(나루) “분명히 있지 ! ” (이모)	[위의 설명과 같은 1차적인 방법과 함께 배수로 관리를 통한 2차적인 방법이 필요하다] 격막설치나 배수 블록 등으로 막는 그림을 의인화로 설명 격막 , 배수 볼록 : 더 이상의 흙을 잃을 수는 없다 ! 이 흙을 사수하라 ! !
“이모 또 다른 방법도 있어요?” (마루) “응, 빗물의 흐름을 더디게 해서 토양침식을 막는 방법이 있지 . ” 	[밭의 경계면에 여러 식물을 키워 흙과 오염수가 빠져나갈 수 없도록 여과지대를 설치한다]
[또한 테라스(terrace)나 등고선 재배를 하여 토양침식을 막는다] tip: 등고선재배: 경사지에서 등고선을 따라 고랑을 만들어 농작물을 재배하는 방법. 표면수가 고랑을 따라 서서히 흐르는 동안 토양중으로 침투하여 토양침식을 막는다.	 등고선 재배

“아, 흙 지키기 어렵다 어려워 ~ ~ ”(나루) “정말 흙을 지키려는 노력이 필사적이네요 . ”(마루) “그만큼 흙이 농업에 중요한 역할을 해서 그래 . ”(이모)	“이모 지금 당장 밭에 가서 흙을 돌봐야겠어요 ! ”(의미심장한 표정의 나루) “흙을 돌본다고?”(이모) “내가 좋아하는 채소들이 잘 자랄 수 있도록 흙을 지켜야지요 ! ”(나루)	삽을 들고 밖으로 씩씩하게 향하는 나루 “흙을 지키러 가세 ! 우리의 땅은 내가 지킨다 ! “ 마루와 이모 어이없어 하며 웃는다 .

5.가축분뇨 처리는 어려워.
(축산업과 수질)

소들이 어슬렁거리고 있다. 음`메`음`메 아이들과 이모: 소똥을 삽으로 퍼서 외발 수레에 담고 있다. 아이들은 긴 장화에 장갑 그리고 마스크를 하고 있다.	“윽- 온 몸에 똥 냄새가 베였어.”(나루) “나느 구수한데 히~.”(마루) “호호호 외갓집 와서 고생하네.”(이모)
허릴 펴는 아이들. “그런데 이모. 이 분뇨들을 모아서 어디로는 거예요?”(나루) “삼촌이 버리겠지. 뭐”(마루)	“버리지는 않고 이 분뇨로 퇴비를 만든단다.”(이모) “퇴비?”(나루) “유기성 비료를 말하는 거야.”(마루. 안경을 고쳐 쓰며)
가축 분뇨 퇴비화 과정 	[소규모 농가의 경우 공공처리시설에서 처리되는 가축분뇨양은 아주 적다] “자체 자원화 시설에서 톱밥 발효에 의한 퇴비화를 하는데 비점오염이 줄어들어.”(이모)

"가축은 오염부하가 많은 동물이란다" (삼촌)

체중 60 kg의 돼지와 사람이 배출하는 1일 배설물의 BOD양을 보면 사람이 13g, 돼지가 130g 으로 돼지의 오염부하가 사람의 10배나 많다.

먼저, 돼지 분뇨 혼합액의 BOD 농도는 24,000 mg/L로 매우 높다.
하수의 BOD는 200 mg/L.

(그래프로 표기)

"하하하 모두들 수고했다." (외발 수레 모습이 보이고 그 위를 흐르는 삼촌 소리)

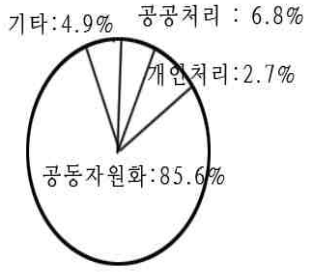
"우리 조카들 궂은일도 마다않고 수고가 많았어."
(삼촌, 빈 외발수레를 끌고 오며)
"히히, 용돈 주신다고 하셨으니 이 정도는 참을 수 있어요."(나루)
"히히 오늘 일땅 벌었다! 앗싸!"(나루)

삼촌, 아이들이 실은 분뇨 수레를 끌고 가고 있다. 아이들은 쫓아가고.

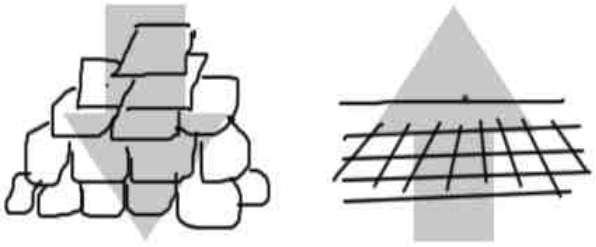
"오빠, 이젠 가축분뇨는 정부에서 지원을 많이 하고 있으니 공동자원화시설에 보내는 건 어때요?"(이모)

"공동자원화시설?"(삼촌)

[우리나라 가축분뇨 처리 상황]

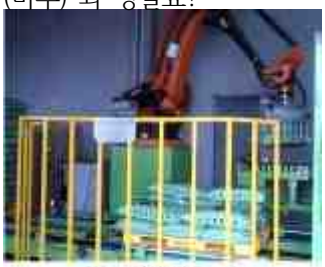
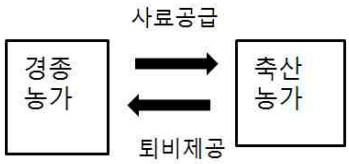


[우리 나라는 가축분뇨를 공동자원화 시설을 통해 처리할 수 있도록 지원하고 있다 .]



비료 사용량을 줄이고 농지를 늘린다 .

“가축 분뇨는 충분히 처리되지 않고 사용할 경우 악취가 발생하고”(이모) “냄새가 너무 지독해요~~”(마루) “킁킁, 향수를 엄청 뿌려야겠어요.”(나루)	 (a) 불량한 퇴비화 시설
“작물의 생산이 떨어지는 역효과를 초래할 수 있고 하천이 오염될 수도 있단다.” (이모) 농민1:시설을 설치하기에는 우리가 능력이 부족해요. / 농민2:흑 누가 좀 관리를 해주세요.	 가축분뇨로 오염된 지천
“또한 축산농가에서는 분뇨를 처리하는 운영 능력이 부족해서 고통을 겪고 있지.”(이모)	[이런 문제로 인해 퇴`액비 사용의 부정적 인식, 품질불신으로 이어지고 있다] 농민1“그런 비료는 필요 없어요.”(농민들, 손을 흔들며) “공짜로 준다고 해도 싫소.”(농민2) “자원순환 체계가 잘 구축되면 좋은데~”(농민3)
[이에 환경부와 농림부는 자원 순환 형 축산기반을 조성하기 위해 노력하고 있다] 환경부: 농림부: 각각 손이 건강한 양분 순환(혹은 자원순환, 지속가능한 농업환경 등)을 떠받치고 있는 모습으로 그려주세요.	“이미 한강유역이나 제주도 일부 지역에서 가축분뇨처리가 원활이 운영되고 있대.”(이모) 지도위에 액상분뇨 / 고상분뇨가 만들어져 보급되는(그림표시)

[액상분뇨는 수거해 호기성발효를 통해 저 농도 액비화한 후 농지와 체육시설 등에 공급한다] (a) 액비 농지 살포	[고상분뇨는 중`대규모 공동퇴비화시설에서 발효해 유기질비료로 포장된다] “비료로 다시 사용될 줄 몰랐지?!”(이모) (마루)“와 정말요?”  (b) 유기질 비료 포장
액상 분뇨를 가지고 웃으며 가는 농부 비료 포장을 가지고 가며 활짝 웃는 농부들 농부: 이건 마술이 아닙니다~ 다 축산시설 덕분 이죠~	“2012년도부터 가축분뇨의 해양투기가 전면 금지되었다. 그래서 앞으로는 자원순환형 축산을 하지 않으면 안 돼” (삼촌) “그런데, 삼촌, 경축(耕畜)순환농업은 무엇이야?”(나루)
“경축순환농업은 하나로 축산농가와 경종농가가 연계하여 축산농가는 경종농가에 퇴비를 제공하고” (삼촌)  (축사농가는 소, 경종농가는 옥수수를 그림) [경종농가: 작물을 생산하는 농업으로 재배농업이라고 한다.]	경종농가는 재배된 작물을 가축사료로서 축산농가에 공급하는 순환농업을 말한단다” (삼촌)
“사료와 퇴비가 순환하네요” (나루) “요즈음은 순환이 대세네요”(마루)	 독일의 전원풍경 “자원 순환형 축산이 이루어질 때, 비로소 유럽같은 목가적인 전원 풍경을 볼 수 있게 된단다”(삼촌)

6.오염원을 막아라!
(농업용 저수지의 물 환경 보전)

개울에서 물놀이를 하는 마루, 나루 첨벙-첨벙 마루, 얼굴에 집중적으로 물을 맞고 푸하-푸하-	“항복이야. 항복”(나루에게 일방적으로 당하는 마루: 항복하고) “감히 나에게 도전을 하다니”(나루)

“호호호 얘들아 이제 그만 가자.”(이모: 개울 위에서) “네 이모” (나루 , 마루)	수건으로 얼굴을 닦고. 슥-슥-슥-	“이모, 우리나라 시골에는 개울물이 많은 것 같아요.” (마루) “어디서나 물놀이를 할 수 있고 너무 좋아~” (나루) “호호호 그렇지.”(이모)

(이모) “우리나라의 물 사용량을 살펴보면”	[우리나라 물은 74%가 바다로 빠져나가거나 증발되고 26%만이 이용한다] 총 이용량(26%) 바다로 유실(32%) 증발(42%) 수자원 총량 1297억 톤 (자료: 2011년 수자원장기종합계획) 위의 내용을 그림으로 설명

“증발하고 바다로 빠지는 물들이 너무 아깝다.”(마루) “그럼 사용되는 물은 주로 어디에 쓰여요?”(나루)	[전체 물 사용 중, 농업용수가 62%를 차지하고 있다] 한국의 수자원 이용
[농업용수는 저수지 물을 이용하는 것과 하천에서 직접 물을 사용하는 경우로 나눈다] “우리나라엔 나 같은 저수지가 약 18,000여개 있어서 비교적 안정적으로 물 공급이 가능하지.”(저수지 의인화)	하천에서 논으로 양수기를 이용해 물을 끌어올리는 농민 “하천이 논과 가까우니 직접 물을 끌어다 쓸 수 있어 편리해요.”(농민)
[농업용 저수지는 오염 없는 수질관리가 매우 중요하다.] “형님, 물 좀 주세요.” (농지 의인화) “나 없이는 농사짓기 힘들지 하하” (거만한 저수지)	“저수지 물이 농작물을 키우는데 큰 역할을 하고 있어.”(이모) “아 그렇구나.”(마루) “농사는 비만 내리면 되는 줄 알았더니..”(나루)
"또, 많은 저수지가 상류에 있어서 생활용수원에 영향을 미치기 때문에 농업용 저수지의 수질관리가 무척 중요해.”(이모) 높은 지대에 있는 저수지 의인화 “우린 상류에 많이 있지” “그래서 더욱 더 깨끗해야 해”	농약을 치던 농부: 인터뷰 하듯. 농민 1 :“농약이요? 우린 최소한으로 쓰고 있답니다. 안전한 먹거리를 위해서죠.” 농민 2 :“비료 과다도 안돼요!”

저수지에 쓰레기를 버리는 아줌마 “아줌마~ 쓰레기를 함부로 버리시면 저수지가 오염된다고요.”(마루) 아줌마:(머릴 긁적이며) “미, 미안하구나.”		저수지 근처에서: 몰래 밤 낚시를 즐기는 아저씨 “아저씨~ 고기를 함부로 잡으시면 안돼요”(나루) “에구 들켜버렸네.”(아저씨)
비오는 밤, “후후후 내가 이곳에다가 폐수를 버리는 건 아무도 모르겠지.”(남자. 긴 호스를 들고)	순간, 어둠 속에서 눈이 번뜩이고 “알고 있는데요.”(나루) 이채를 발하는 남자 “……”	“헉, 귀, 귀신이다.”(놀라서 도망가는 남자) 나루, 마루: 손을 마주치고는 “폐수 퇴치 성공”
“휴. . 이렇게 불법이 많을 줄이야”(나루) “생각보다 많은 사람들이 저수지를 오염시키고 있어. 우린 힘만으로는 부족하다고.”(마루)		[저수지의 수질보전을 위해서는 주민과 농업인의 참여가 중요하다] “미안하구나. 얘들아. 이제부터는 우리도 적극 동참 하마.” 아이들“히히 우리들도 도와드릴게요.”
na: 둑높이 저수지 들의 저수용량은 평균 39%가 늘어났다.	이모: 저수지의 저수용량이 늘어났다는 것은 그만큼 물의 체류시간이 길어졌다는 이야기야. Tip:체류시간=저수용량/유입량	이모: 체류시간이 늘어나면 자정작용이 떨어질 수 있으므로 더욱 저수지 수질 관리에 신경을 써야 한다.

(이모)“자 이제 실컷 물놀이하고 놀았으니 집으로 갈까?” 아이들“싫어요~ 더 놀다가요 이모~~”	(이모)“그럼 자전거 타러 갈까? 아주 경치 좋은 곳이 있지. 호호” 아이들“좋아요!!”	저수지 옆 자전거를 타는 이모와 아이들 멀리서 보이는 시골 풍경 모습.
세발자전거 바퀴가 보이고	자전거 타고 있는 마루 “빨리 와. 마루야. 우리 먼저 간다.” (나루 소리)	“세발자전거를 타고 어떻게 빨리 가냐고.”(마루: 어린이용 세발자전거를 타고 페달을 겨우 밟고 있다)(코믹) 낑- 낑-
[최근 우리나라에서 저수지 옆에 자전거 도로를 설치했다] 자전거를 타는 아이들과 이모 “히히 저수지 옆을 달리니까 정말 시원하다.”(나루) “시원하긴 난 땀으로 범벅이라고”(나루)	[이로 인해 자전거 여행 및 코스 여행으로 농촌지역 관광 상품화에 노력하고 있다] 자전거 도로 옆으로 늘어선 가게들 참외 싸게 팝니다. 포도 맛보고 가세요.	
자전거를 세워두고 강을 바라보는 이모와 아이들.	“물이 깨끗하니, 바람도 상쾌하다” (나루) “물을 잘 보전하고 관리해서 그런 거야.”(이모)	“이모, 난 빨리 달려서, 경치도 구경하고 깨끗한 공기도 맘껏 마실래요.“ (마루, 세발 자전거를 타고 천천히 가고) “누가 이기나 경기해볼까!” (나루, 세발자전거를 타고 가며) “아이고~ 난 힘들어 빨리 못 간다”(이모)

1.논은 인류가 만들어낸 최고의 습지 (인공습지 논)

“와우 순천만이다.”(나루) “말로만 듣던 순천만에 오게 될 줄이야.”(마루)	“호호호 그렇게 좋니?”(이모)	"네 자연이 너무 아름다워요~"(마루) “이곳이 우리나라 대표적인 연안습지란다.”(이모) "연안습지?"
[습지는 물을 담고 있는 축축한 땅을 말한다. 습지는 ‘생명의 요람’ 혹은 ‘경관의 콩팥’이라고 불리기도 한다] 나루: “아~~, 그만큼 존재하는 생물이 많고,” 마루; ”정화작용을 한다는 의미네요”		“그럼 순천만은 습지야? 바다같이 보이는데..”(나루) “습지 맞아.”(이모) “람사르 협약 기준에 따르면 습지를 정의하면”
호수 밀물 때 수심 6m 이 하 의 갯벌 하천 넓은 의미에서 해안, 양식장까지 포함 이모:(품에 안으며) “이 모든 걸 다 습지라고 해.”		“와우 양식장까지?”(놀라는 마루) “습지가 이렇게 다양한 줄 몰랐어요.”(나루 놀란 표정) “호호 그렇지?”(이모)

2. 홍보자료(만화)

아름다운
농어촌의
물이야기
Rural Water Story
농림축산식품부
kr Clean & Green
한국농어촌공사

차례

I. 농촌용수

1. 국토의 물순환에 기여하는 농촌용수 08
2. 문명의 원동력, 관개와 배수 12
3. 10년에 한 번 정도 발생하는 가뭄 16
4. 환경용수와 저수지 둑높이기 20
5. 저수지의 저수량 관리 24

II. 논

6. 논은 인간이 만들어 낸 최고의 습지 28
7. 여러 생물이 공존하는 논 생태계 32
8. 논에서의 물관리 36

III. 농촌용수의 공익적 기능

9. 논은 천연의 댐 40
10. 논은 지하수의 원천 44
11. 논이 흙을 보존해 준다고? 48
12. 논은 여름철 천연의 에어컨 52
13. 논과 수리시설은 휴식과 문화의 공간 56

아름다운 농어촌의 물이야기
Rural Water Story

IV. 농업수리시설

14. 저수지의 여러 가지 기능 60
15. 보란 무엇인가? 64
16. 강변 황무지를 농경지로 바꾼 양수장과 배수장 68
17. 제주도를 감귤산지로 바꾼 관정 72
18. 국토의 혈관, 용수로와 배수로 76
19. 자동 물관리시설 80

V. 농업과 물환경

20. 농업과 물질순환 84
21. 농촌에서 발생하는 오염은? 88
22. 논이 수질에 미치는 영향은? 92
23. 지구의 피부, 토양을 보전하라 96
24. 가축분뇨는 자원이야 100
25. 농업용 저수지의 물환경 보전 104

차례

VI. 세계의 논과 수리시설

26. 선조의 지혜를 간직한 청산도 구들장 논 108

27. 농업용 수로교. 일본 츠준교(通潤橋) 112

28. 춘추전국 시대의 보, 중국 도강언(都江堰) 116

29. 천국으로 오르는 계단, 필리핀 계단식 논 120

30. 이탈리아의 쌀 음식을 탄생시킨
카불(Cavour) 수로 124

만화에 나오는 용어 설명 128

만화에 나오는 논, 습지 및
수리시설의 위치도 132

만화에 나오는
아름다운 논, 수로 및 저수지 133

아름다운

농어촌의 물 이야기

Rural Water Story

등장 인물

윤마루

초등학교 5학년 남자 아이. 나루하고는 이란성 쌍둥이이다. 안경을 썼으며 조용하고 사색을 즐긴다.

윤나루

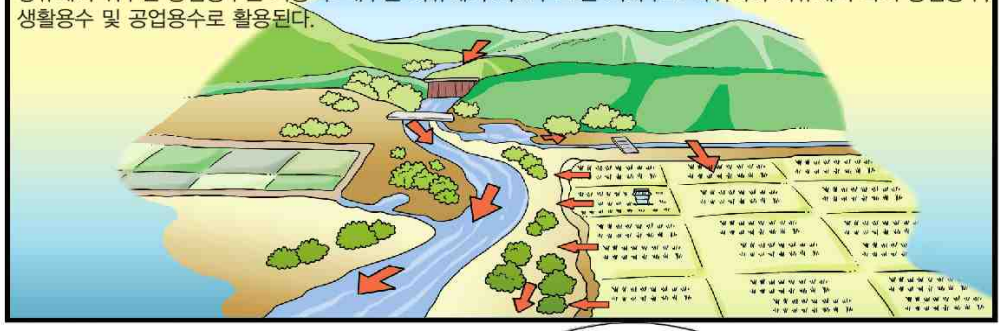
초등학교 5학년 여자 아이. 마루와는 겨우 5분 차이로 동생이 되었다. 이 이유로 마루를 오빠라 하지 않는 당돌한 명랑 쾌활 소녀이다. 윤 마루와 함께 휴일에 시간을 내어 시골에 가서 농촌체험을 하려고 한다.

김해리

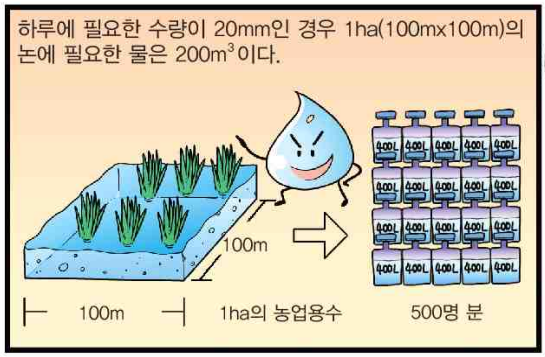
마루와 나루의 이모. 조카들의 멘토를 자처하며 조카들이 농촌체험을 할 때, 농어촌의 물 이야기를 재미있고 알기 쉽게 가르쳐준다(32세 : 물 전문가).

1 국토의 물순환에 기여하는 농촌용수

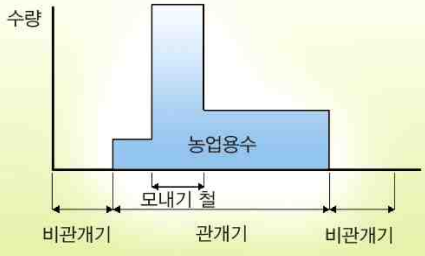
상류에서 취수된 농업용수는 사용 후 대부분 하류에서 지표수 또는 지하수로 복귀되어 하류에서 다시 농업용수, 생활용수 및 공업용수로 활용된다.

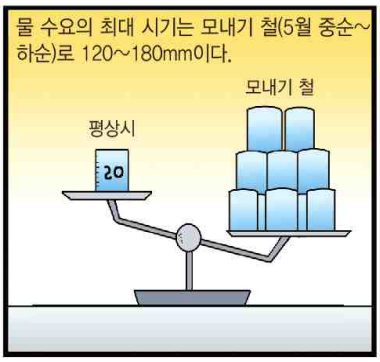


하루에 필요한 수량이 20mm인 경우 1ha(100mx100m)의 논에 필요한 물은 200m^3이다.

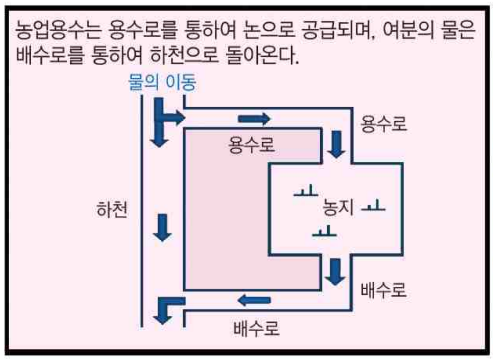


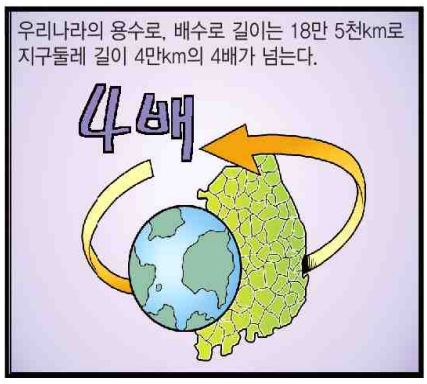
논의 관개기는 4~9월까지인데, 이 시기에 물 사용이 집중된다.





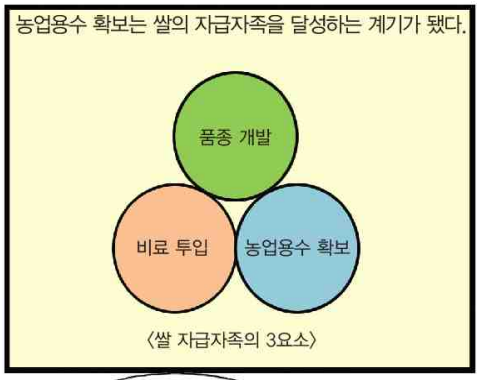
*모내기 : 못자리에서 기른 모를 본 논에 옮겨 심는 일

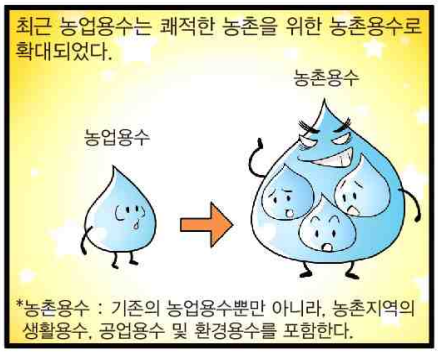




히히, 배고프구나?
그럼, 이모가 맛있는 식당을 알고 있으니 한 턱 낼까?
와
와
이모, 최고!
이모, 우리나라는 언제부터 쌀을 자급자족하게 된 거예요?
쌀의 자급자족은 1977년에 달성했단다.
부웅

뭐니 뭐니 해도 농업용수를 충분히 공급하여 물순환이 잘 됐기 때문이지!
마루, 제법인데?


농업용수 확보는 쌀의 자급자족을 달성하는 계기가 됐다.
품종 개발
비료 투입
농업용수 확보
〈쌀 자급자족의 3요소〉

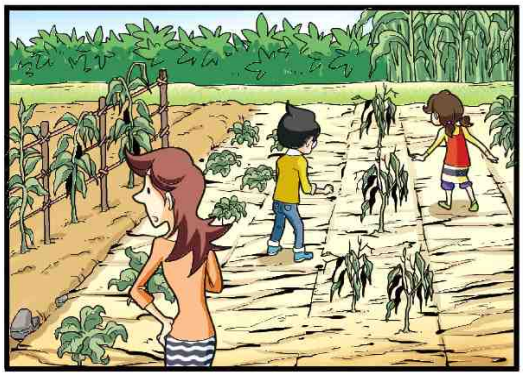

최근 농업용수는 쾌적한 농촌을 위한 농촌용수로 확대되었다.
농촌용수
농업용수
*농촌용수 : 기존의 농업용수뿐만 아니라, 농촌지역의 생활용수, 공업용수 및 환경용수를 포함한다.

저기 보이는 물길이 농촌용수를 공급하는 용수로로 만든 친수공원이야.

용수로가 지역주민에게는 쾌적하게 쉴 수 있는 공간을 제공하고 있지.

와~ 농촌에도 청계천 같은 곳이 있네?
이모, 밥 먹고 여기서 놀다 가요!
그래, 오늘 너희들 위해서 이 한 몸 희생하지!
부웅

2 문명의 원동력, 관개와 배수



Tip : 고대 이집트 관개농업

고대 이집트에서는 나일 강의 정기적인 범람으로 강 양쪽에 형성된 옥토 지대에서 관개농업으로 밀을 재배하여 문명이 발달하였다. 그 후 BC 2,700년경에 통일 왕국이 수립하게 되었다.

〈이집트 농부들이 파종하는 벽화〉

관개는 작물이 잘 자라도록 물을 인위적으로 농지에 공급하는 것이란다.
어서와, 친구야.
농지

논 관개는 잡초 발생을 억제한다.
논에 물을 채우면 잡초 뿌리에 산소 공급이 되지 않아 잡초 발생을 억제하지.
우리, 친구하자!

이모, 그럼 벼도 물에 잠겨서 숨을 못 쉬나요?
호호, 벼는 말이지, 줄기를 통해서 뿌리에 산소를 공급하거든. 그래서 걱정이 없어.

관개시설에는 저수지, 양수장, 용수로, 보 등이 있다.
저수지
양수장
용수로

이모, 그럼 우리 밭에도 작은 용수로를 만들어요!
맞아, 빨리 물을 줘야겠다!
호호, 다시 땅이 촉촉해지면서 우리가 심은 오이와 상추가 살아나겠지.

와~ 진짜 다 다르구나!

나루야, 이제 물은 그만 줘도 돼!!
아직도 목말라 하는 것 같은데요?

나루야, 우리 이 호스로 물을 주자!
히히, 그거 좋은 생각이다. 호스라면 빠르고 많이 줄 수 있으니까.

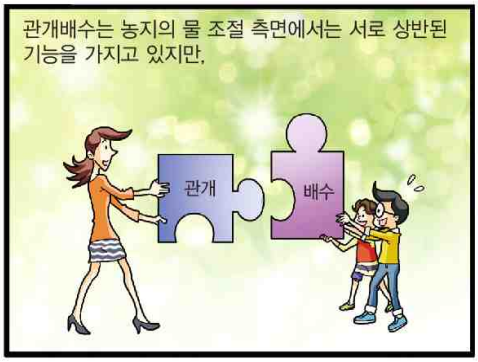
더 이상 물을 주면 죽게 된다고!!
엥? 죽게 된다고요?
그래.
휴
휴~ 이모 덕분에 살았다!

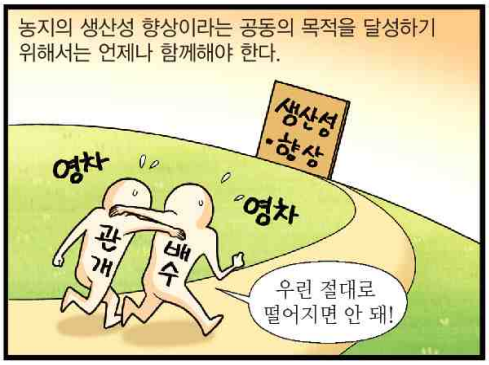
비가 너무 많이 오거나 혹은 물을 너무 많이 주면 작물생육에 오히려 해가 될 수 있어.
농지에 있는 과잉의 물은 신속하게 빼줘야 하는데 이를 배수(排水)라고 한다.
졸졸 졸...
죽지 않아서 정말 다행이다!

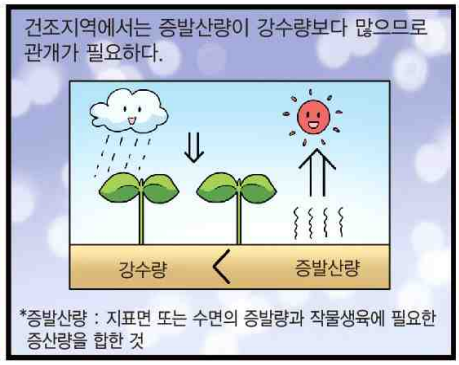
배수시설로는 배수장, 배수문, 배수로 등이 있다.
배수장
배수문
배수로

작물에게 물은 적당히 있어야 하는구나.
그래서 관개와 배수는 꼭 필요한 것이고!
그렇지~ 건강한 먹거리를 생산하기 위해서는 이처럼 물관리가 필요하단다.
그래서 이모 같은 전문가가 꼭 필요한 것 같아요!
이모가 좀 멋지지. 호호.
나도 이모처럼 박사가 될래요! 너무 멋있어요!

관개농업 생산량이 35% 더 많단다.
〈세계 평균 1ha당 곡물 생산량〉
강우(천수)농업 3.8톤
관개농업 5.2톤


관개배수는 농지의 물 조절 측면에서는 서로 상반된 기능을 가지고 있지만,
관개
배수


농지의 생산성 향상이라는 공동의 목적을 달성하기 위해서는 언제나 함께해야 한다.
생산성 향상
영차
영차
관개
배수
우린 절대로 떨어지면 안 돼!


건조지역에서는 증발산량이 강수량보다 많으므로 관개가 필요하다.
강수량
증발산량
*증발산량 : 지표면 또는 수면의 증발량과 작물생육에 필요한 증산량을 합한 것

건조지역의 관개는 염해(염분에 의한 피해)를 일으킬 수 있으므로 배수가 필수적이다.
건조지역
관개가 꼭 필요한데 염해가 걱정이야.

염해는 관개용수에 포함된 미량의 염분이 지속적으로 축적되어 발생한다.
악- 짜다! 염분 때문에 살 수가 없구나.

Tip : 메소포타미아 문명
수메르인들에 의해 건조한 지역에서 관개농업으로 밀과 보리를 생산해 발전하였으나, 과도의 관개에 의한 염해로 쇠퇴하였다.
아시아
터키
시리아
이라크
메소포타미아 문명
이란
이집트
사우디 아라비아

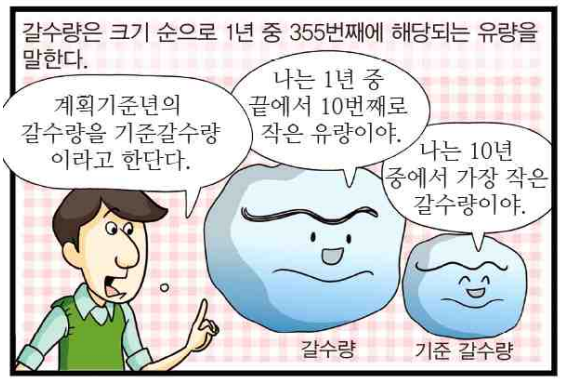
어머, 이번엔 다른 농작물이네?
우리도 4대 문명처럼 관개 배수의 문명을 만들어 보려고요.

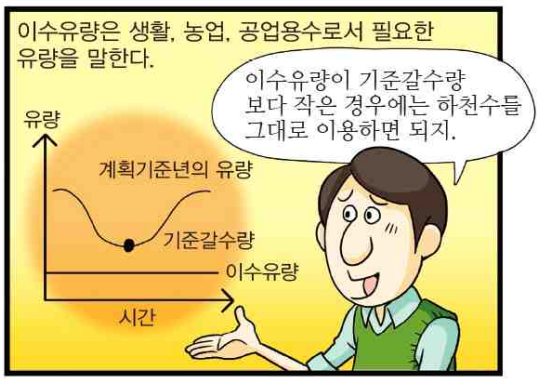
나루야! 흙장난 그만하고 삽 좀 줄래?
나루의 왕국
나루의 왕국이여, 영원하라! 히히히.

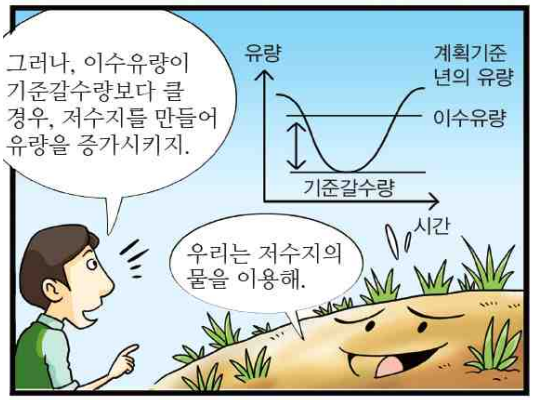
3 10년에 한 번 정도 발생하는 가뭄

5년 빈도 가뭄	5년에 한 번 정도 일어나는 가뭄
10년 빈도 가뭄	10년에 한 번 정도 일어나는 가뭄
20년 빈도 가뭄	20년에 한 번 정도 일어나는 가뭄

이 중 20년 빈도 가뭄이 가장 심하다.







관개계획에서는 10년 빈도 가뭄의 해가 기준이야.
그래도 왜 하필 10년일까요?
맞아요! 저도 아직 확실히 이해가 안 돼요.
20년에 한 번(확률은 1/20=0.05) 발생하는 큰 가뭄을 기준으로 하면 큰 저수지가 필요하고,
규모가 커서 큰 가뭄에도 안전하게 물을 공급할 수 있지만, 돈이 너무 많이 드는 게 흠이야.
큰 가뭄을 위한 큰 저수지
5년에 한 번(확률은 1/5=0.2) 발생하는 작은 가뭄을 기준으로 하면 작은 저수지가 필요하다.
규모가 작아서 가뭄 피해가 자주 발생할 수 있어. 그래도 비용이 저렴한 것은 장점이지.
따라서 가뭄에 대해 안전하고,
난 안전해.
10년 기준
동시에 시설비와 운영비도 적당한 10년을 선정한 거란다.
우리 나라에선 10년이 최고야!!
두말하면 잔소리
10년 기준
그럼, 모든 나라가 10년을 기준으로 삼는다는 말이에요?
그렇지는 않아.
일본은 우리와 같이 10년이지만, 영국이나 미국은 5년을 기준으로 삼지.
영국이나 미국은 확률적으로 5년에 한 번씩 농업가뭄을 맞고 있기 때문이란다.
10년
5년
5년
그만큼 우리 관개시설은 가뭄에 강하다는 뜻이지.
든든
우와~ 대단해요!

우리나라 논의 수리답률(관개 논 면적/전체 논면적)은 80%이다.
관개 논 면적
80%
그러나 수리안전답률(10년 빈도 시설 관개 논 면적/전체 논면적)은 56%에 불과하다.
10년 빈도 시설
관개 논 면적
56%
오잉? 차이가 많이 나는데요?
그 차이 24%는 오래 전에 건설되어 10년 빈도 미만의 가뭄으로 설계된 지역의 논이라서 그런 거야.
물이 자주 부족해!
우리도 10년 빈도로 고쳐줘!
5년 빈도
7년 빈도
그러면, 10년 빈도로 설계된 저수지에 20년 빈도의 가뭄이 닥치면 어떻게 되죠?
그것을 '이상가뭄'이라고 한단다.
이상가뭄이라면 큰 가뭄이지요?
그렇단다. 그런 경우 저수지에 물이 부족하게 되지. 제한급수와 절수로 극복해야 해.
그 때는 비상 시국이니까.
농업인들도 물을 나누어 써야겠네요!
물관리도 잘 해야 하고, 힘들겠다.
어머, 쌍둥이가 농업인 걱정도 다하고, 제법인데?
Tip : 우리나라 1994년의 가뭄이야기
경상도와 전라도의 대부분 지역에서는 강수량이 700mm 이하로 평년강수량 1,270mm의 50~60% 밖에 오지 않았고, 의성 508mm, 대구 567mm를 기록했다.
7월 말에는 물부족으로 논 재배면적의 13%인 14만 6천ha에서 피해를 입었다.
물좀 줘~

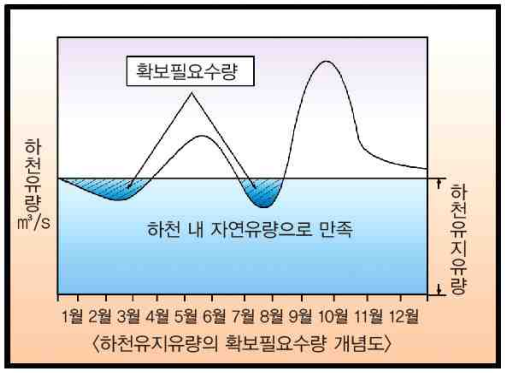
4 환경용수와 저수지 둑높이기

이장 할아버지, 안녕하세요?
허허허, 그래.

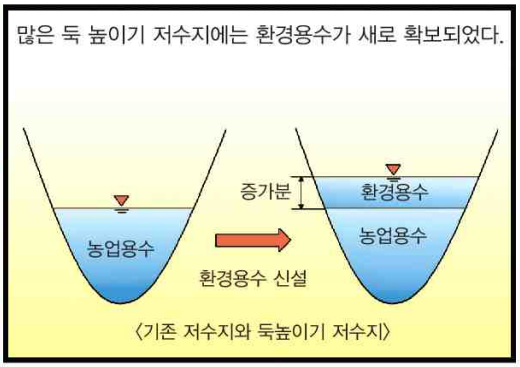
이장님, 요즘 동네가 아주 좋아진 것 같아요.
그렇지?

우리 마을이 경치가 좋다고 소문이 나서 외지에서 사람들이 많이 오고 있지.
이장

하천이 건전한 환경을 유지하기 위해서는 흐르는 물이 충분해야 한다.
음, 물이 충분하군. 난 여기서 쭉~ 오래 살 거야.
플라나리아
살기가 아주 좋군.
나비유충


확보필요수량
하천유량 ㎥/s
하천 내 자연유량으로 만족
하천유지유량
1월 2월 3월 4월 5월 6월 7월 8월 9월 10월 11월 12월
〈하천유지유량의 확보필요수량 개념도〉

몇 년 전에 환경용수를 확보하기 위해 저수지 둑을 높였지.
그래서 더 좋아진 거군요.


많은 둑 높이기 저수지에는 환경용수가 새로 확보되었다.
농업용수
증가분
환경용수
농업용수
환경용수 신설
〈기존 저수지와 둑높이기 저수지〉

물이 깨끗해지는 거랑 저수지랑 무슨 상관이 있는 거예요?
상류에 저수지를 만들었기 때문에 물이 덜 내려가 하류하천의 물이 아주 적었단다.
장

그러니 아주 적은 오염물질이라도 하천으로 들어가게 되면 금방 오염물질 농도가 올라간단다.
우리는 적은 양이라도 아주 치명적이지!
오염물질

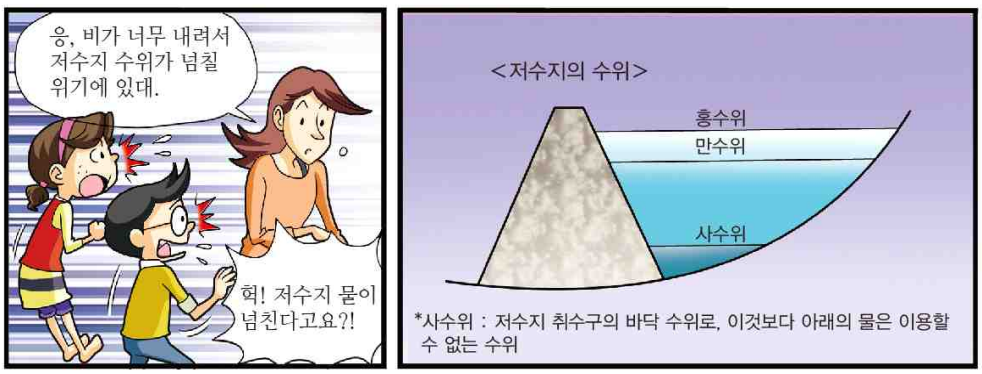
환경용수는 수질 보전, 경관 보전, 생태계 보전 등을 위하여 공급하는 물을 말한다.
물이 조금만 많아져도 수질이 좋아지는 거구나.
수질 보전, 경관 보전, 생태계 보전을 위하여~!
환경용수
하천
환경용수를 하천으로 방류하면 하천유지유량이 되고, 농촌 마을로 보내면 지역용수가 되어 활력을 불어넣지.
사용하는 용도가 많은 거네요!
저수지
하천유지용수 (하천)
지역용수 (용수로)
친수 공간
배수
아이고, 벌써 시간이 이렇게나…….
아 참, 이 길을 따라 쭉 가면 생태공원이 있으니 재밌게 놀다 가세요.
이장님, 감사합니다.
이젠, 이장님도 물 걱정은 안 하셔도 되겠네요.
그렇지, 둑을 높인 만큼 물을 많이 보유하고 있으니까.
나는 환경용수 때문에 이곳에서 쉬었다 가.
이곳의 물맛이 제일 좋거든!
농촌마을의 지역용수
물이 마을을 지나가니 이곳 사람들은 좋겠어요!
백곡저수지(진천)
야, 저수지 둑에 동양화가 그려졌네~!

저수지 주위에 산책로와 습지공원이 조성되었다.
삼기 저수지(증평군)
이곳이 생태공원인가?
맞아! 여기가 생태공원이란다.
이 저수지 관광지도를 보시면 생태공원이 한 눈에 보일 겁니다.
인공폭포와 정자가 보이네?
이모, 산책로가 있어요!
우리, 한 바퀴 돌아봐요!
볼 품 없었던 저수지가 이렇게 멋지게 바뀌어 많은 사람들이 감탄합니다.
저도 너무 좋아져서 놀랬어요.
어? 얘들이 어디 갔지?
이모~ 여기요!
다다다..
달려라~ 달려!
아, 힘들다. 나중에 남자친구랑 우아하게 산책이나 해야지.
〈반계저수지(원주)의 생태공원〉

5 저수지의 저수량 관리

신나는 여름방학을 비를 보면서 보내다니…….
쏴아아
앙- 시골로 놀러 온 보람이 없어졌어.
애~앵
어휴, 놀래라!
웬 사이렌이지?
앵~

쏴아아
삼촌, 어디 가세요?!
탁탁
그래요? 아… 네, 알겠습니다.
이모, 무슨 일 있어요?!

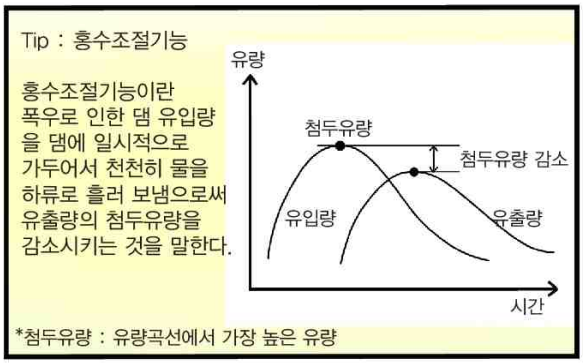

응, 비가 너무 내려서 저수지 수위가 넘칠 위기에 있대.
헉! 저수지 물이 넘친다고요?!
<저수지의 수위>
홍수위
만수위
사수위
*사수위 : 저수지 취수구의 바닥 수위로, 이것보다 아래의 물은 이용할 수 없는 수위

만수위는 평상시 저수지에 물이 가득 찼을 때의 수위다.

홍수위는 예상되는 최대 홍수가 발생할 때의 최고수위야. 오늘처럼 말이야.

이모, 그런데 우리 마을 저수지는 홍수 조절이 안 되는 거예요?
안타깝게도 대부분의 농업용 저수지는 홍수 조절 능력이 조금 밖에 없단다.

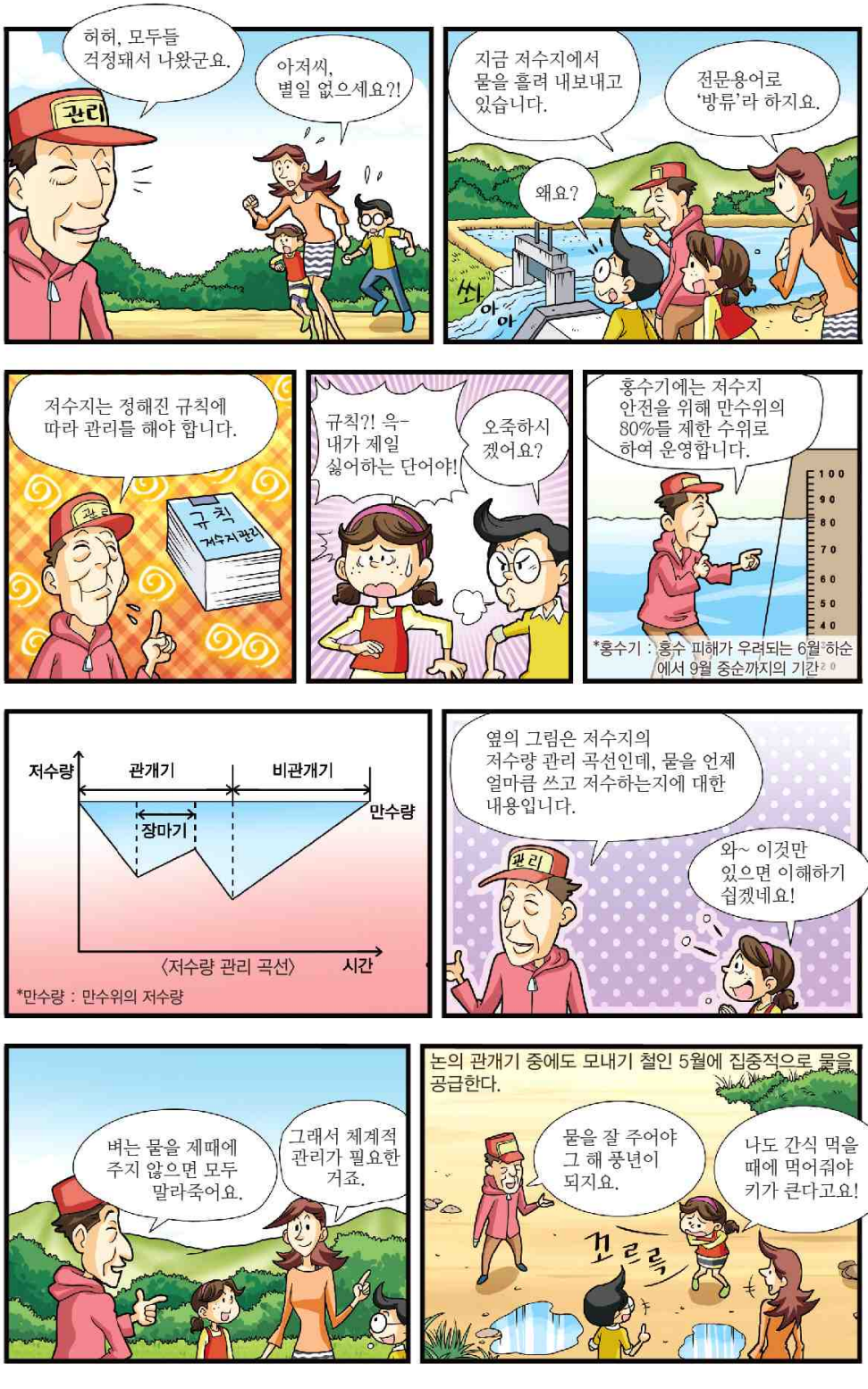
홍수조절이 잘 되는 댐은 다목적 댐과 일부 규모가 큰 농업용 저수지뿐이다.
〈성주댐〉


Tip : 홍수조절기능
홍수조절기능이란 폭우로 인한 댐 유입량을 댐에 일시적으로 가두어서 천천히 물을 하류로 흘러 보냄으로써 유출량의 첨두유량을 감소시키는 것을 말한다.
유량
첨두유량
첨두유량 감소
유입량
유출량
시간
*첨두유량 : 유량곡선에서 가장 높은 유량

그럼, 저수지는 물을 어느 정도 가둬 두나요?
보통 관개 초기인 4월 초순에는 만수위를 유지한단다.

모내기를 지나 장마 직전까지는 저수량이 적어지다가 장마기에는 다소 증가한다.
네, 그러게요.
관리
후~ 다행이다.
이가 적절히 와 주다가
그쳤네요.

논의 비관개기에는 물을 사용하지 않아 꾸준히 유입되는 물로 수위가 증가합니다.
*비관개기 : 작물재배에서 관개를 하지 않는 기간으로, 벼의 경우 10월에서 다음 해 3월까지의 기간


허허, 모두들 걱정돼서 나왔군요.
관리
아저씨, 별일 없으세요?!
지금 저수지에서 물을 흘려 내보내고 있습니다.
전문용어로 '방류'라 하지요.
왜요?
쏴아아
저수지는 정해진 규칙에 따라 관리를 해야 합니다.
규칙
저수지관리
규칙?! 윽- 내가 제일 싫어하는 단어야!
오죽하시겠어요?
홍수기에는 저수지 안전을 위해 만수위의 80%를 제한 수위로 하여 운영합니다.
100
90
80
70
60
50
40
*홍수기 : 홍수 피해가 우려되는 6월 하순에서 9월 중순까지의 기간
저수량
관개기
비관개기
장마기
만수량
〈저수량 관리 곡선〉
시간
*만수량 : 만수위의 저수량
옆의 그림은 저수지의 저수량 관리 곡선인데, 물을 언제 얼마큼 쓰고 저수하는지에 대한 내용입니다.
관리
와~ 이것만 있으면 이해하기 쉽겠네요!
벼는 물을 제때에 주지 않으면 모두 말라죽어요.
그래서 체계적 관리가 필요한 거죠.
논의 관개기 중에도 모내기 철인 5월에 집중적으로 물을 공급한다.
물을 잘 주어야 그 해 풍년이 되지요.
나도 간식 먹을 때에 먹어줘야 키가 큰다고요!
꼬르륵

오늘은 폭우가 온다고 했는데, 계속 감시해야겠구나.
쏴아
쏴
저수지
지금처럼 비가 많이 올 때나 홍수기간에는 물을 방류합니다.
선생님은 우리 동네에서 없어서는 안 될 분이십니다!
맞아요.
히히, 물이 많아야 신나게 놀지!
물놀이, 또 하고 싶다.

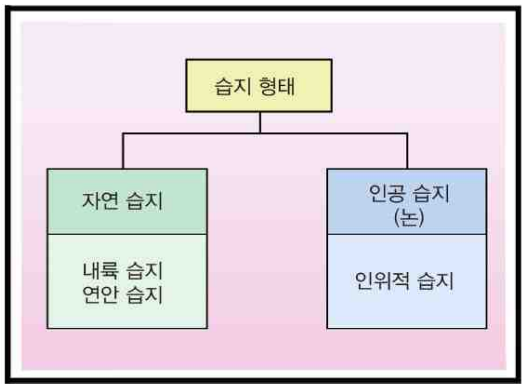
가뭄에는 제한적으로 물을 공급한다.
〈평상시〉
〈가뭄〉
가뭄에는 저수량에 따라 10%, 30%, 50% 등 제한급수를 시행합니다.
30%
제한급수
100
70
관

그럼, 비가 너무 많이 오는 경우는요?
음- 물이 여수로를 통하여 방류되니까 너무 걱정마세요.
관리
*여수로 : 홍수 시 만수위를 넘는 수량을 안전하게 방류하기 위하여 만든 시설

자, 이제 모두 안심하고 댁으로 가셔도 됩니다.
고맙습니다! 오늘 공부 많이 하고 가요.
하하, 별 말씀을……. 저는 저의 일을 했을 뿐이죠.
저수지가 있어 든든합니다.
저도 삼촌이 있어서 든든해요.
삼촌, 저도 삼촌이 있어 너무 좋아요!
호호, 얘들이 삼촌의 소중함을 알았나 보지?

6 논은 인간이 만들어 낸 최고의 습지

논도 습지라는 거 너희들 아니?
엥? 논도 습지라고요?
에이, 설마요?


습지 형태
자연 습지
내륙 습지
연안 습지
인공 습지 (논)
인위적 습지

경남 창녕에 있는 우포늪은 우리나라 대표적인 내륙 습지란다.

우포늪은 자연생태계가 잘 보전되어 있고 철새들의 천국이라 알려진 곳이다.

와~ 이모, 여기 작은 게들이 있어요!
물고기도 있어.

호호, 습지는 종류가 다양한 생물들이 살 수 있게끔 환경이 잘 만들어져 있단다.

하긴 먹이도 많고 숨을 곳도 많아 보여!

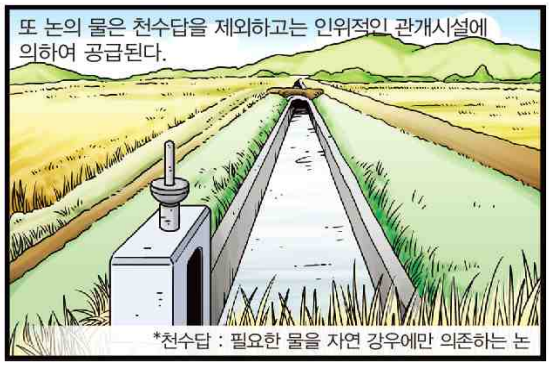
마루야, 우리 게 잡으러 내려갈래?
그래, 가자!
얘들아, 잠깐만!

습지는 소중한 우리의 자원이기에 잘 보존 해야겠지?
헤헤, 게 잡는 거에 정신이 팔려서 그만…….
이젠 때와 장소를 가려서 놀아야겠다.

습지는 우리 같은 철새들의 중간 기착지와 월동지대가 되기도 하죠.
그럼, 논은 365일이 습지인 거에요?
아니, 그렇지는 않아.
논에 물이 차 있는 5월부터 9월까지 습지의 역할을 하지.
논에 물이 없을 땐 습지가 아니고 그냥 농토야.
논에서는 벼의 줄기에 붙어 있는 남조류가 질소고정을 한단다.
와~ 논이 그냥 논이 아니었네!
*남조류 : 엽록소를 갖고 있는 단세포 식물
*질소고정 : 대기 중의 질소가스를 질소화합물로 전환시키는 과정
논은 식량보급기지이며, 다양한 생물의 보고이다.
논의 물 속에는 우리들이 살고 있지.
꼬물
꼬물
논에는 메뚜기, 방아깨비, 거미, 잠자리 등 많은 곤충이 살며 꿩, 물달개비 등 잡초가 공존한다.
경쟁중다
이곳이 정말 좋아요.
왜들 이렇게 시끄러워!
방아깨비가 최근에 이사 왔어요.
또한, 개구리와 미꾸라지 같은 동물들과 수많은 철새들도 조화롭게 살아간단다.

그럼, 자연습지하고 논의 차이는 뭐에요?
자연습지는 말 그대로 자연적으로 만들어진 습지야.

논은 쌀 생산을 위해 인위적으로 조성한 습지다.


또 논의 물은 천수답을 제외하고는 인위적인 관개시설에 의하여 공급된다.
*천수답 : 필요한 물을 자연 강우에만 의존하는 논

아~ 그래요? 논도 자연적으로 만들어진 줄 알았는데?
나도.

습지는 과거에 말라리아나 황열병 등의 질병의 근원으로서 쓸모없는 땅으로 여겨져 농지로 개간되었다. 그러나 현재에는 홍수 조절, 수질정화 및 야생동물의 서식지 등으로 탁월한 환경보전 기능을 갖고 있는 것으로 재평가되어 법적으로 보호하고 있다.

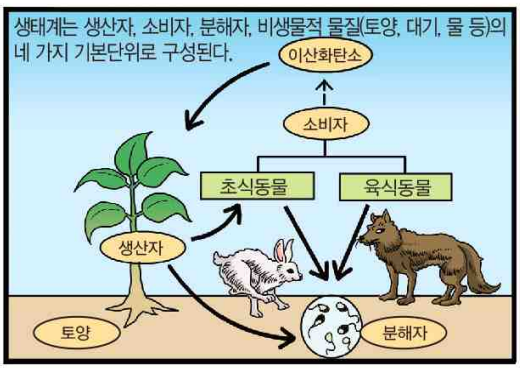
〈수질정화를 위한 인공습지〉
부들, 갈대, 연꽃 등의 식물을 폐수의 수질 정화에 이용한다.

논이 이렇게 좋은 곳인 줄 몰랐어.
완전 보물섬 같은 곳이야!

곤충채집을 논에서 간단히 끝냈단 말씀이지!
짠~
척
방학숙제 완료!!

나, 나루야! 어서 놔줘, 어서!
호호호
나루는 정말 엉뚱하다니까.

7 여러 생물이 공존하는 논 생태계



생태계는 자연, 농업 그리고 도시(인간) 생태계로 나눈다.
자연 생태계
농업 생태계
도시(인간) 생태계

자연 생태계에는 다양한 생물이 존재하는 데 반하여 농업 생태계에서는 농경지에서 작물이 재배된단다.
자연 생태계와 농업 생태계의 차이는 뭐예요?

농업 생태계는 자연, 도시 생태계를 연결해 주는 생태계의 오작교 역할을 하지.

오작교라……, 직녀는 어디에 있는 거야?
우헤헤, 견우는?

또한 작물을 생산함으로써 풍요로운 삶을 유지시켜 준단다.
그래서 난 항상 즐거워. 히히~

하지만 농업 생태계는 잘 관리하지 않으면 쉽게 파괴되기도 하지.
그래요?!

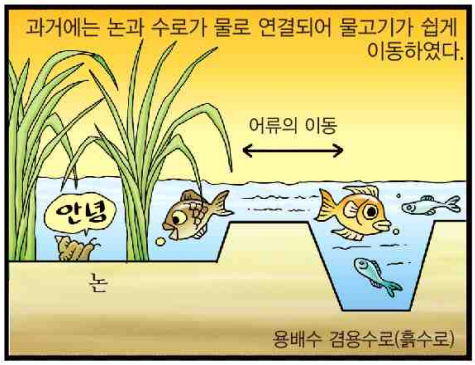
논 생태계는 쌀 생산을 위해 수천 년에 걸쳐서 유지되어 왔다.
우린 물만 있으면 지속적인 쌀생산이 가능하다!

논 생태계가 파괴되면 어떤 일들이 일어날까요?
휴경을 하면 1년째에는 논 잡초가 자라다가 3~5년 후에는 갈대, 부들 등의 다년생 초본이 자라게 되지.
갈대
부들
*다년생 초본 : 수년에 걸쳐 생존하는 초본

따라서 휴경 후 3년, 길게 잡아 5년이 지나면 논으로의 복귀는 어렵게 된단다.
완전 잡초밭이네?
무성

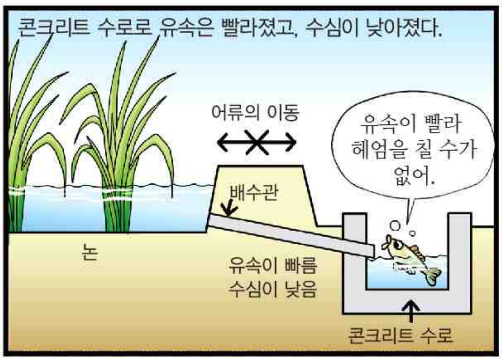
TIP
논에서 사는 동물들
새
나비
물방개
민물고기
개구리

일본의 조사에 따르면, 경지정리가 안 된 논지대에는 조류 68종, 어류 26종, 식물 345종, 곤충류 311종이 서식하고 있다.
우리는 생태계의 보고라 할 수 있지.
많은 생물이 살고 있어!

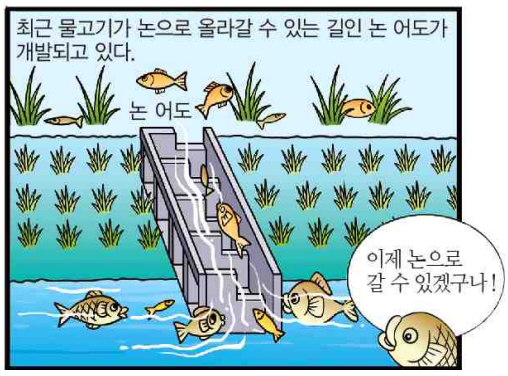

과거에는 논과 수로가 물로 연결되어 물고기가 쉽게 이동하였다.
어류의 이동
안녕
논
용배수 겸용수로(흙수로)

그러나 최근 경지정리나 수로를 콘크리트로 만든 영향은?
쌀 생산량은 늘었는데…….
물고기는 살기가 어렵게 됐구나.

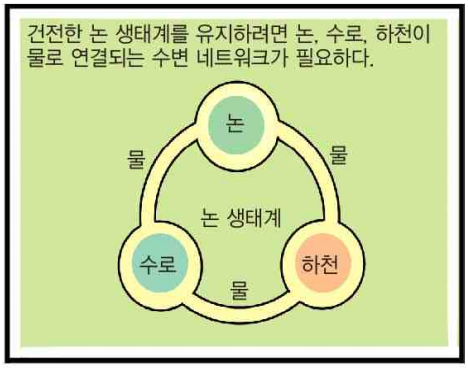
과거에 논이나 배수로에 많았던 송사리는 많이 사라졌단다.

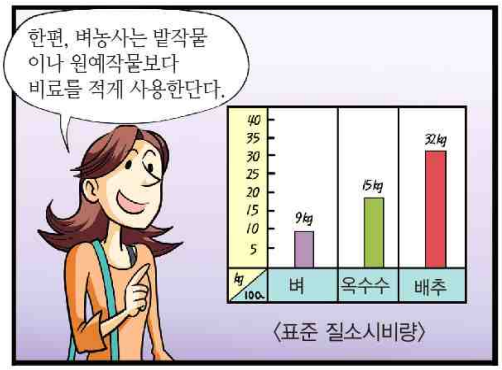

콘크리트 수로로 유속은 빨라졌고, 수심이 낮아졌다.
어류의 이동
유속이 빨라 헤엄을 칠 수가 없어.
배수관
논
유속이 빠름
수심이 낮음
콘크리트 수로

배수구가 높아 논에 들어갈 수가 없구나.
논
점프를 해야 하는데 힘이 부족해.


최근 물고기가 논으로 올라갈 수 있는 길인 논 어도가 개발되고 있다.
논 어도
이제 논으로 갈 수 있겠구나!

또한 수로에 깊은 곳을 설치하여 물고기의 서식장소를 제공하였다.
여긴 수로 같은데, 꽤 깊어 보여.
와~ 물고기도 살고 있어!


건전한 논 생태계를 유지하려면 논, 수로, 하천이 물로 연결되는 수변 네트워크가 필요하다.
논
물
물
논 생태계
수로
하천
물


한편, 벼농사는 밭작물이나 원예작물보다 비료를 적게 사용한단다.
40
35
30
25
20
15
10
5
kg/100a
9kg
15kg
32kg
벼
옥수수
배추
〈표준 질소시비량〉

그럼, 논은 뿌린 비료량이 적으니 오염이 적겠네요!
와~ 나루 너, 그런 답도 할 줄 아니?

논이 이렇게 중요한 줄은 이모 덕분에 알게 되었어요. 정말로 이모는 멋진 박사님!!
별 말씀을~
호호

Tip
유기 농업 : 논에 농약을 치는 대신에 오리를 집어넣어 잡초를 먹어버리게 하는 오리농법, 논에 우렁이를 넣어서 잡초를 먹어버리게 하는 우렁이농법 등이 있다.

흠, 이럴 땐 이모가 연구원 같긴 해.
엉!

지금까지 열심히 설명해줬더니 이모를 의심하는 거야?!

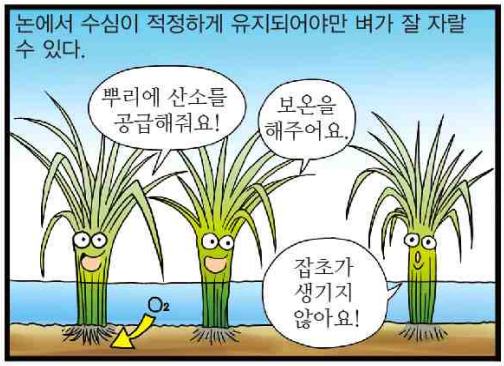
마루 너, 거기서!!
이모, 그게 아니고요.

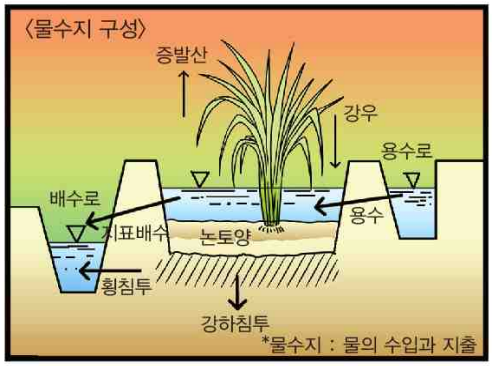
8 논에서의 물관리

꼬끼오..
얘들아, 난 삼촌 도우러 논에 모내기하러 간다.
드르렁 쿨쿨
혁- 모내기!
음냐~ 나도 따라갈래.
버둥

두두두
두두두
와~ 저 기계는 뭐야? 로봇처럼 멋있다!
두 두 두
요즘은 농촌도 모두 기계화 되었지.
나도 운전 해보고 싶다!

삼촌, 저도 운전 해보면 안돼요??
우리 마루가 좀 더 크면 그때 해보자.
와- 진짜 순식간에 모가 심어졌네.
모내기는 쉬워졌지만 벼를 키우는 데 물관리가 중요하단다.
Tip : 논에 재배하는 작물
논에서는 왕골, 미나리, 연근 등도 재배한다.
나도 여기서 재배되지.
나도~
나도 논이 좋아!
미나리
연근
왕골


논에서 수심이 적정하게 유지되어야만 벼가 잘 자랄 수 있다.
뿌리에 산소를 공급해줘요!
보온을 해주어요.
잡초가 생기지 않아요!
O2

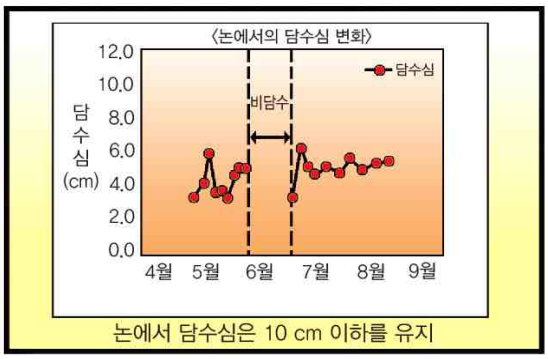

〈물수지 구성〉
증발산
강우
용수로
배수로
용수
지표배수
논토양
횡침투
강하침투
*물수지 : 물의 수입과 지출

모를 심기만 하면 되는 줄 알았어요.
그러면 논에 물을 어떻게 채워 넣어요?

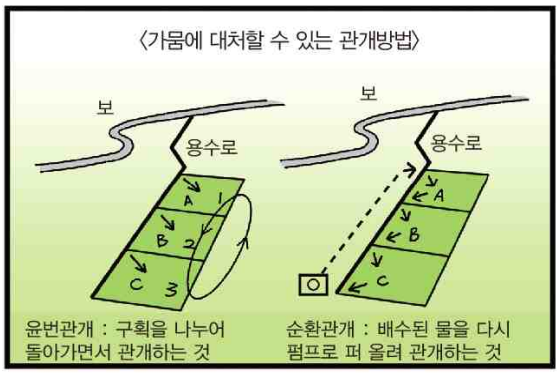
주로 빗물이나 용수로를 통해 논에 물을 공급한단다.
아~ 농촌에서는 비가 많이 오면 좋은 거구나!

〈용수로에서 논으로 들어가는 물〉

논에 물을 대기 위해 수도관과 같은 관을 이용하기도 해.
오~ 신기하다!!


〈논에서의 담수심 변화〉
담수심
비담수
12.0
10.0
8.0
6.0
4.0
2.0
0.0
담수심 (cm)
4월
5월
6월
7월
8월
9월
논에서 담수심은 10 cm 이하를 유지

그럼, 이제부터 비가 많이 오라고 기도해야겠다!
흥, 니가 신이라도 되니? 비를 오라 말라 하게!
비나 이다


〈가뭄에 대처할 수 있는 관개방법〉
보
용수로
A
B
C
1
2
3
보
용수로
A
B
C
윤번관개 : 구획을 나누어 돌아가면서 관개하는 것
순환관개 : 배수된 물을 다시 펌프로 퍼 올려 관개하는 것

수전(水田)
답(畓)
수전(水田)
Tip : 논의 명칭
우리나라에서는 논을 답(畓)이라고 하며, 중국이나 일본에서는 수전(水田)이라고 한다.
옛날 부터 선조들은 논에 물을 대기 위해 밤잠도 못 잤는데 너희들 아전인수라고 들어봤니?
아전인수(我田引水)요?
조선시대
쨍
쨍
아전인수의 유래를 알아볼까?
가뭄
모내기를 시작해야 하는데, 물이 없으니 이런…….
규칙을 지켜서 돌아가며 6시간만 물을 댑시다.
6시간만 물을 대야 하니 물이 턱 없이 부족하겠는걸…….?
촤아..
촤아..
히히, 날이 밝기 전에 우리 논에다 물을 실컷 끌어다 써야지.
졸졸
삽금..
삽금
우리 논이 말라 죽게 생겼는데, 6시간만 물을 쓰기엔 내 논은 어림도 없지.
팍
팍
혼자만 몰래 물을 끌어다 쓰다니, 너만 살겠다는 거냐?! 이 나쁜 놈아!!
아이고 형님, 용서해 주세요.
퍽
퍽
아~ 그래서 제 논에 물대기라는 뜻의 사자성어가 유래되었구나!
남의 농사야 망치든 말든 상관 없는 이기적인 사람들!!!
흥!
호호, 농사를 지을 때 물의 확보가 그 만큼 중요하기 때문이란다.
하
*중간낙수 : 영농기 중간에 벼의 생육을 위해 논에서 물을 빼는 것
삼촌, 논에는 항상 이 정도 물이 있어야 하는 건가요?
논에서는 중간낙수를 하는데, 1주일간 물을 빼지.

중간낙수를 왜 할까요?
이삭 없는 무효 가지치기를 억제하지.
토양 내에 산소 공급이 많아져서 살기가 좋네요.
중간낙수
그리고 나서 벼 이삭이 패기 15일 전부터 논에 많은 양의 물을 채운단다.
그냥 놔두면 안 되나요?
농사가 쉬운 줄 알았는데, 어렵다.
나는 벼 이삭이야. 내가 생기면 물이 다시 필요한 거야.
벼 이삭이 팬 후 35일 이후에는 물을 빼지!
모내기부터 물 빼기까지의 기간은 100~110일이 걸린다.
우와, 길다. 100일이면 세 달이 넘잖아?
삼촌은 정말 대단해요! 어떻게 이 많은 일을 하시나요?
최고
새참 먹고 하세요.
숙모는 삼촌을 잘 만나신 것 같아요.
왜?
부지런하시죠, 농사에 대해 아시는 것도 많고, 또…….
그렇지? 내가 사람 보는 눈은 있어.
삼촌은 사람들에게 좋은 먹거리를 제공하시니, 너희가 잘 도와드려야 해. 알았지?
네!
그만 좀 먹어!
냠- 맛있어요!
호호
하하하
이 정도는 먹어줘야 삼촌과 숙모가 뿌듯해 하시지!
뭐?? 하하하!
TIP
물꼬가 트였다!
물꼬란 논에 물이 흘러들어 가도록 만든 통로이다. 흔히 어떤 일이나 대화가 잘 되지 않다가 어떤 계기로 잘 될 때 '물꼬가 트였다'라는 표현을 쓴다.

9 논은 천연의 댐

이것으로 태풍 대비 완료!
테이프가 정말 태풍에 효과가 있을까요?
뉴스에도 나왔으니 효과가 있을 거야.

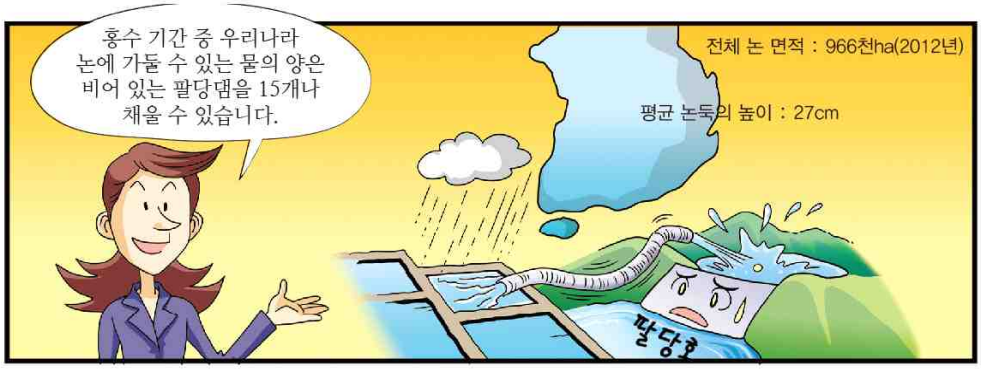
삼촌, 태풍이 오면 홍수가 날 수도 있다는데, 홍수 대비는 어떻게 해요?
그, 그건……

김해리 연구원님!
네.
와– 이모다!

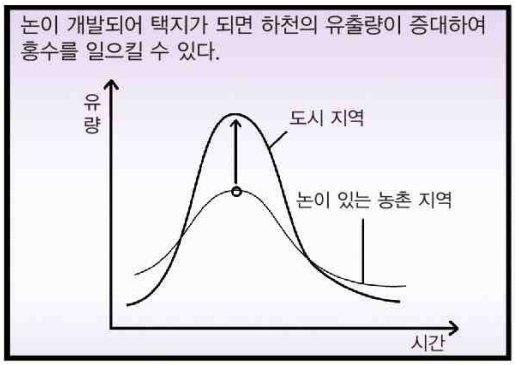
논으로도 홍수를 조절할 수 있다고 하셨는데, 좀 더 자세히 말씀해 주시겠습니까?

뭐? 논으로 홍수를 예방할 수 있다고?

홍수가 발생하는 기간은 벼농사 기간이다. 따라서 논은 논둑으로 홍수를 조절할 수 있다.
헤이~ 브라더, 나도 댐이라구!
그, 그래?


홍수 기간 중 우리나라 논에 가둘 수 있는 물의 양은 비어 있는 팔당댐을 15개나 채울 수 있습니다.
전체 논 면적 : 966천ha(2012년)
평균 논둑의 높이 : 27cm
팔당댐

홍수피해 경감효과를 돈으로 환산하면 1조 2천억 원에 해당한다.
1조 원 사나이라 불러줘.
돈


논이 개발되어 택지가 되면 하천의 유출량이 증대하여 홍수를 일으킬 수 있다.
유량
도시 지역
논이 있는 농촌 지역
시간

논이 댐처럼 홍수를 조절할 수 있다니 놀랍습니다. 좋은 정보를 알려주셔서 감사합니다.
네.

우와~ 우리 이모, 텔레비전에도 나오고 완전 스타야!
크~ 사인이라도 받아야 하는 거 아니야?!

딩동
와~ 이모다!

하지만 인터뷰에서는 시간상 많은 것을 이야기할 수 없어서 아쉬웠어.
이모, 텔레비전 인터뷰 잘 봤어요.
그게 무슨 말이예요?

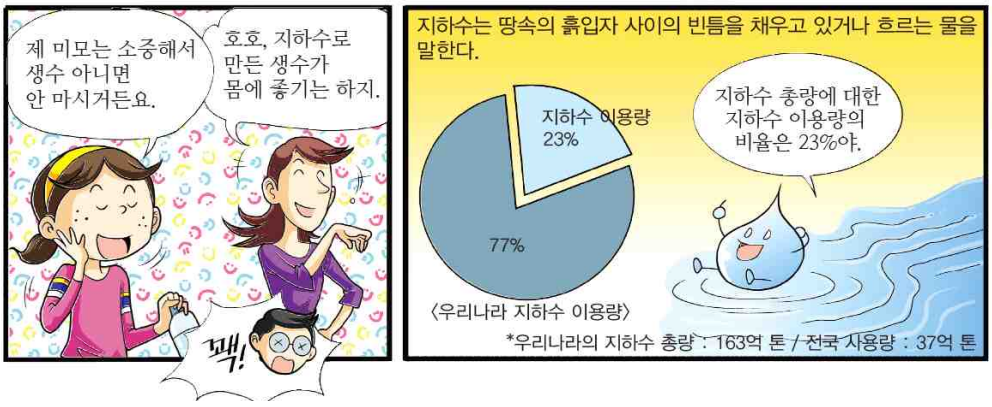
논은 전국 단위의 홍수 조절이 가능하다.
우리는 적은 양의 물을 여러 군데에 나누어 저장할 수가 있어.
따라서 많은 돈을 들여 건설한 댐보다 훨씬 낫다고 할 수 있다.
난, 일부 지역에서만 홍수 조절이 가능해.
더 나아가 논둑을 높여서 관리하면 더욱 효과가 좋다고 할 수 있어.
면적은 약간 적어지지만…….
그럼, 슈퍼 논둑을 많이 만들면 좋겠다.
그래, 이제까지 물을 관리하는 시설들은 1년 중 비가 오는 며칠을 위해 막대한 돈을 들여왔어.
곧 장마철이야!
비가 오려나
우리가 움직일 시간이 점점 다가오는군!
하긴 댐같은 것을 짓는 데는 돈이 많이 들잖아요.
맞아, 논은 돈도 적게 들고 또 우리에게 쌀도 주잖아!
그래, 휴경농지에 빗물을 가두어 둔다면 홍수와 가뭄을 막는 데 큰 도움이 될 거야.
물이 차 있으니 훨씬 낫군!
출렁
출렁
게다가 그렇게 관리한 농민들에게 대가를 지불해 준다면 효과가 더욱 크겠지.
물론이죠~
그러니까 논농사를 짓는 것이 홍수를 예방한다는 거죠?
어쭈, 제법인데!
1석 2조네요!

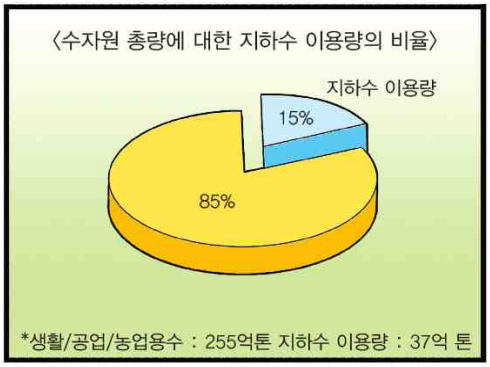
그렇다고 할 수 있지. 그래서 논을 천연의 댐이라고 한단다.
논은 천연의 만능댐
더구나 최근에는 저류기능을 강화시킨 논댐이라는 개념이 등장했어.
*저류 : 물을 가두어 두는 것
논댐이요?
이것은 논의 수위를 조정하는 판을 배수구에 설치하여 빗물을 저류시킬 수 있도록 한 것이야.
조정판
판 중앙에 구멍이 있는데, 이 구멍의 크기로 평상시의 수위를 조절한단다.
구멍이 크면 수위가 낮아지네요.
큰 비가 오는 경우에는 조정판의 높이까지 빗물을 저류할 수 있게 되어 있단다.
하지만 구멍에 쓰레기가 걸릴 수 있기 때문에 정기적인 관리가 필요하지.
모든 농가가 논댐을 만들면 우리 지역은 홍수로부터 더욱 안전하게 되겠다!
홍수
호호
그렇지, 우리 조카들 말이 정답이네!
Tip : 메소포타미아의 홍수
메소포타미아 발굴 조사에 따르면 이곳의 각 도시에서 대홍수의 흔적이 발견되었다고 한다. 엄청난 저지대로 늘 홍수에 시달려야 했던 이곳은 오히려 그것을 극복하기 위해 물을 다스리는 기술이 발달할 수 있었다.
이곳 홍수 이야기는 후에 노아의 방주라는 이야기로 널리 알려지게 되었다.

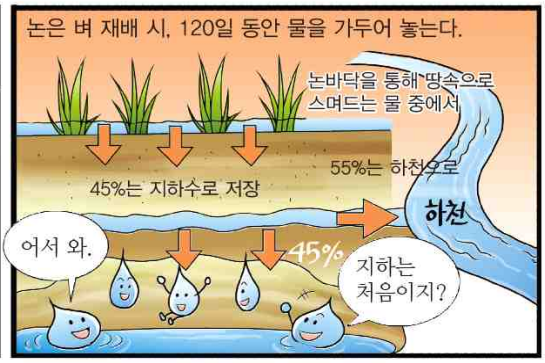
10 논은 지하수의 원천

우리 조카들, 이겨라! 이겨라!
나루야, 막아!
뻥
퍽
헉!

자, 음료수. 얘들아, 수고했어!
큭-
웃지마, 너!
모든 공을 다 얼굴로 막아 내다니.
흥! 그것도 실력이야!
이모, 잠깐만요. 생수 없어요?
생수?


제 미모는 소중해서 생수 아니면 안 마시거든요.
호호, 지하수로 만든 생수가 몸에 좋기는 하지.
꽥!
지하수는 땅속의 흙입자 사이의 빈틈을 채우고 있거나 흐르는 물을 말한다.
지하수 이용량 23%
77%
〈우리나라 지하수 이용량〉
지하수 총량에 대한 지하수 이용량의 비율은 23%야.
*우리나라의 지하수 총량 : 163억 톤 / 전국 사용량 : 37억 톤



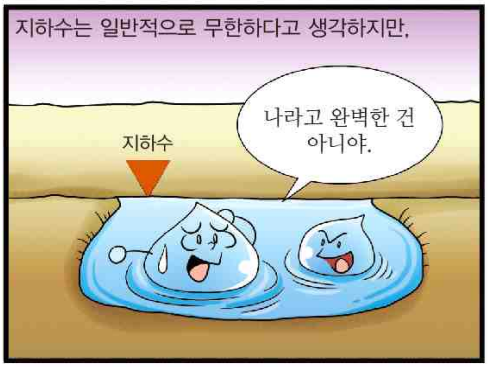


Tip : 우리나라 생수의 역사

예로부터 우리나라는 우물 등의 지하수를 먹는 샘물로 이용하였다. 우리나라가 지하수로 만든 생수를 공식적으로 처음 판매한 것은 88 올림픽 때이다. 외국 선수들이 우리나라 수돗물의 안정성을 의심할 수 있다는 생각에서 허가되었다. 하지만 이후 다시 금지되었다가, 1994년 공식 판매가 허가되었다.

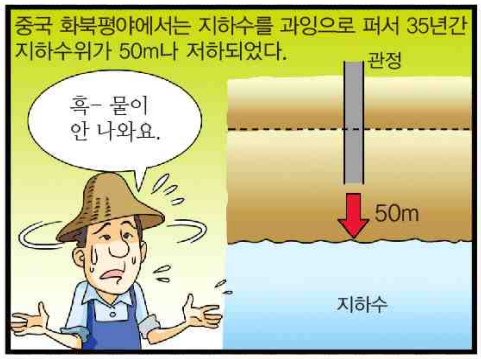
이것은 우리나라 국민 전체가 1년 동안 쓰는 수돗물양의 2배에 달하는 양이야.
2배
117억 톤

그렇게나 많으면 목욕할 때도, 세수할 때도 지하수를 써야겠어요.
안 돼! 그건 곤란해!


지하수는 일반적으로 무한하다고 생각하지만,
지하수
나라고 완벽한 건 아니야.

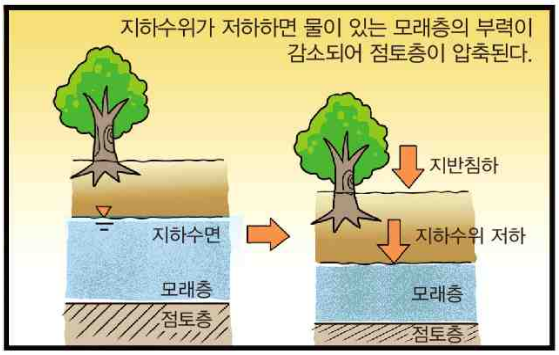
무분별하게 사용하면 고갈될 수 있다.
응급실
지하수야, 안 돼!
그러게. 있을 때 잘 하라니까.

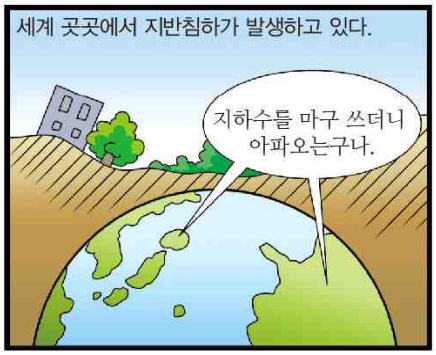
지하수가 고갈되면 농업이 불가능하게 된단다.
뭐든지 적당해야겠어요.


중국 화북평야에서는 지하수를 과잉으로 퍼서 35년간 지하수위가 50m나 저하되었다.
흑- 물이 안 나와요.
관정
50m
지하수

지하수를 너무 많이 퍼 올리면 땅표면이 가라앉는 지반침하 현상이 나타난다.
푸~욱
버틸 수가 없네.
잘 있어, 내 집아.

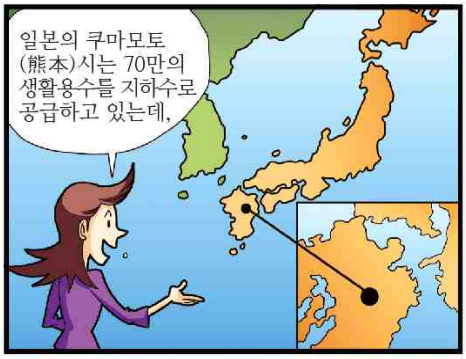
맞아, 텔레비전에서 본 적 있어요!
나도 많이 무서웠는데…….


지하수위가 저하하면 물이 있는 모래층의 부력이 감소되어 점토층이 압축된다.
지하수면
모래층
점토층
지반침하
지하수위 저하
모래층
점토층


세계 곳곳에서 지반침하가 발생하고 있다.
지하수를 마구 쓰더니 아파오는구나.

미국은 인위적으로 지하수를 함양하고 있다.
나의 소중함을 이제 알았는가?
응, 우리도 논이 많아야 할텐데……
*지하수 함양 : 지표수가 침투하여 지하수가 되는 것

와~ 미국도 지하수 인공함양의 소중함을 알게 되었나 봐요!
그래, 지하수는 꼭 지켜야 하는 소중한 거니까.


일본의 쿠마모토(熊本)시는 70만의 생활용수를 지하수로 공급하고 있는데,

풍부한 지하수를 보전하기 위하여 상류 시라카와(白川) 지역의 논에 항상 물을 담아두어 지하수를 함양시키고 있지.
쿠마모토

이곳 논에 의한 1일 지하수 함양량이 60~70만m³으로 추정되고 있단다.
구마모토 시의 1일 평균급수량의 3배야.

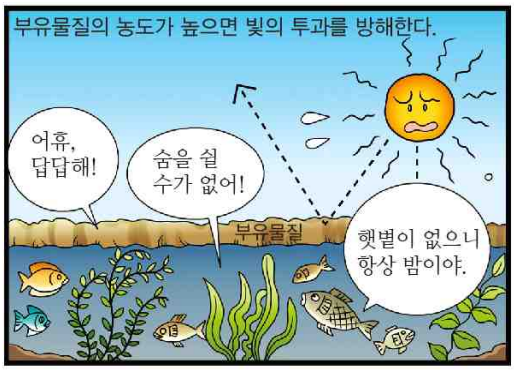
관개수가 지하수가 되고 있지.
논은 천연의 정수장이네요.

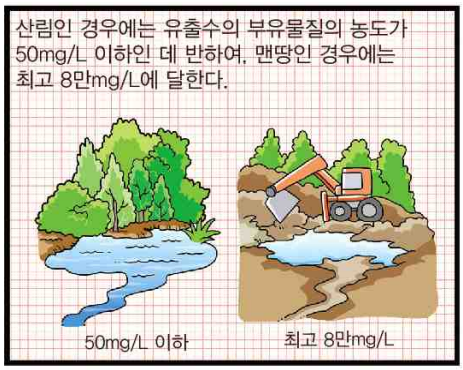
호호, 놀리면 못 써요.
헤, 구마모토 시민은 논물을 여과하여 먹는구나.
콩

11 논이 흙을 보존해 준다고?

흙탕물에는 부유물질(SS)이 들어 있다.
난 물에 녹지 않는 직경 2mm 이하의 거친 녀석이지!
부유물질
SS
SS
2mm

이것은 하천과 강에서 물의 탁도를 높이고 경관에도 좋지 않다.
음흐흐, 물을 탁하게 만들자!
안 돼.
슈슈슈
와~
*탁도 : 물의 흐린 정도


부유물질의 농도가 높으면 빛의 투과를 방해한다.
어휴, 답답해!
숨을 쉴 수가 없어!
햇볕이 없으니 항상 밤이야.
부유물질

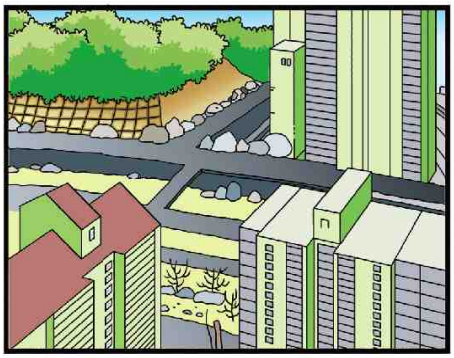

산림인 경우에는 유출수의 부유물질의 농도가 50mg/L 이하인 데 반하여, 맨땅인 경우에는 최고 8만mg/L에 달한다.
50mg/L 이하
최고 8만mg/L

이것은 1L 우유팩에 산림에서는 흙 0.05g이 들어 있는 것과 같고, 맨땅에서는 흙 80g이 들어 있는 것과 같다.
1L 우유팩
산림
맨땅
흙 0.05g
흙 80g

이처럼 흙탕물은 수질오염의 주 원인이 되는 거란다.

그럼, 흙탕물이 흘러 나오지 않도록 주의해야 겠네요!
그래서 토양침식을 막고 흙탕물이 흘러나오지 않도록 식생 등을 활용한단다.
*식생 : 어떤 장소에서 지표면에 살고 있는 나무, 풀 등의 모든 식물

그리고 우리나라의 논도 토양침식을 막는 데 큰 역할을 하고 있어.
논이요?
산아아
부웅—
그 이야기는 집에 가서 할께.



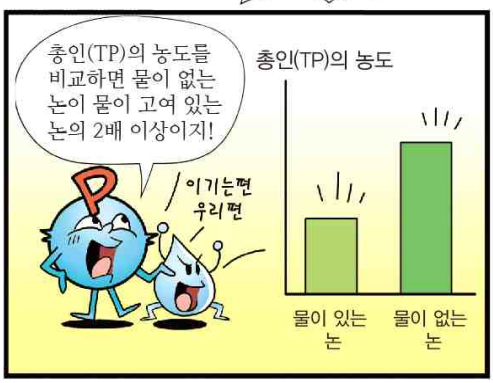
이제 집에 왔으니 논에 대해서 이야기 해 주세요.
논이 어떻게 흙탕물을 막고 있는지 정말 궁금하다.

흙탕물에는 흙에 붙어 있는 인(P)이 포함되어 있다.
흙탕물이 나온다는 것은 인이 유출될 수 있다는 것과 같은 의미야.
흙탕물

논은 대부분 평평한데, 평평한 곳에서는 토양침식이 잘 발생하지 않는단다.
평평...
안전해!

논에는 물이 고여 있어서 강우 충격을 약하게 한다.
쏴아아아
흙을 반드시 지켜낸다!!

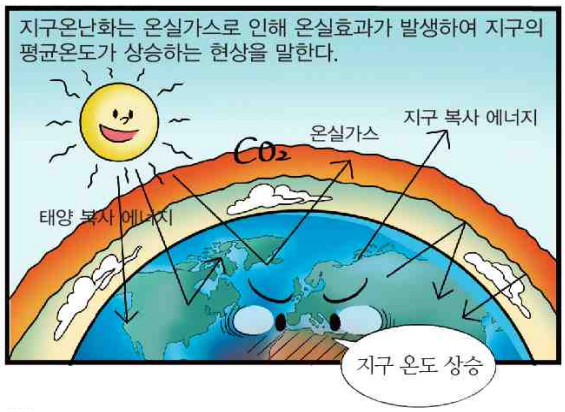
따라서 강우 시 논에서 흘러나오는 물은 인의 농도가 낮다.
너희들, 왜 그렇게 깨끗한 거야?
응, 우린 논에서 왔거든!

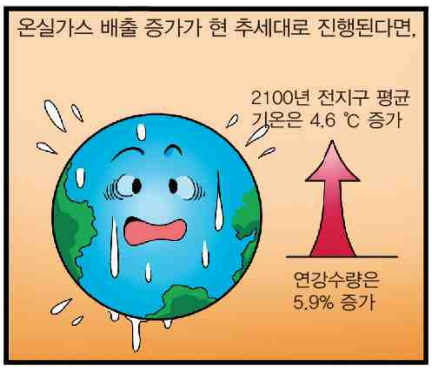

총인(TP)의 농도를 비교하면 물이 없는 논이 물이 고여 있는 논의 2배 이상이지!
이기는편 우리편
총인(TP)의 농도
물이 있는 논
물이 없는 논

그래서 물이 고여 있는 논에서 나오는 물은 상대적으로 깨끗할 수밖에 없지.
오- 논은 마치 자연 정수기 같아요!

특히 경사지에 만든 계단식 논은 토양침식을 크게 방지한다.
그러나 농촌 인구가 줄어 들어 버려지는 계단식 논이 늘고 있다.
농사 지을 사람이 없는데 놀 수밖에…….
휴식중
경사지에서 계단식 논은 단지 쌀을 생산하는 곳만이 아니었구나.
토양 침식
토양침식 방지를 위해서는 계단식 논의 보존이 중요해.
암석이 비나 바람에 깎여 일 년에 0.7t/ha의 흙이 만들어진다.
하지만 미국에서는 일년에 5.0t/ha의 흙이 사라지고 있어.
토양침식으로 유실된 흙
5천억 톤
늘어난 인구
16억 명
1972년~1992년간
농사 지을 흙은 사라지고 인구는 늘고. 앞으로 식량 때문에 전쟁이 일어날지도 몰라.
이런 토양유실의 대부분은 밭에서 일어나.
그러나 논이 밭 아래에 있는 경우, 논이 밭에서 유실되는 토양을 받아주는 역할을 하지.
밭이요? 그럼, 논을 많이 만들면 좋지 않을까요?
고마워~!
내가 떠내려오는 흙을 다 받아 내겠어!
흙
와~ 이제 논에게 고마워할 점이 더 늘었낫어요!
호호
하하
논 최고!

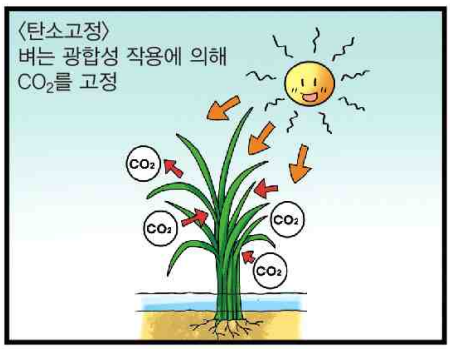
12 논은 여름철 천연의 에어컨

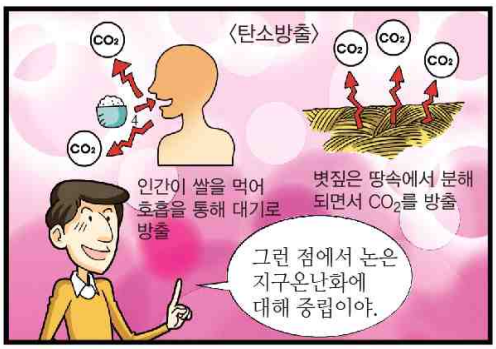




그런데 많은 학자들은 우리나라의 온도 상승과 강수량 증가율 모두 세계 평균보다 높을 거라고 예상하고 있어.
왜요?
우리나라는 크기는 작지만, 석유 사용량은 세계 5위, 에너지 소비 10위의 에너지 소비 대국이기 때문이지.
그래, 에너지를 많이 쓰는 만큼 온실가스도 많이 방출하는 거지.
그럼, 온실가스를 줄이도록 노력해야 할거 같아요!
그래, 지구온난화의 주요 원인이 바로 온실가스이니까.
온실가스
지구 온난화
그래서 우리나라도 온실가스를 줄이기 위해 협약을 맺고 정부 차원에서 노력을 하고 있지.
온실가스 줄이
그런데 잠열은 뭐예요?
어? 그렇게 어려운 말을 어떻게 알아?
잠잠하다가 열이 나는 것? 히히히.
호호, 잠열(潛熱)은 물이 증발할 때 필요한 열에너지를 말한단다.
열들아, 나를 따르라!
나는 열이야. 수증기가 너무 좋아~!
잠열 때문에 물이 수증기가 되면서 열을 뺏어가는구나!
그래서 알코올을 피부에 바르면 차게 느껴지는 거구나!

그건 논을 보면 쉽게 알 수 있어.
논이요?
논 안에 있는 물은 증발하고 벼 안의 수분은 수증기가 되어 공기 중으로 나온다.
뜨거운 공기
헉- 무서운 녀석들이 몰려 온다. 열을 다 빼앗기겠군!
이것이 바로 논의 잠열효과로, 주변의 더운 공기를 식혀 주는데 논에 의한 기온 저감효과는 1~2℃로 알려져 있다.
여긴 너무 시원해.
후- 데이트 장소로 딱이야!
1970년대 한여름 다리 밑
이곳은 역시 시원해.
한숨 자야겠다!
이러한 현상은 하천수에 의한 잠열효과를 누린 것이지.
그래, 만약 논이 없다면 주위에 있는 농촌은 지금보다 훨씬 더운 여름 날씨를 겪게 될 거야.
우리에게 정말 고마운 논, 너무 사랑스러워요.
시원~
가만, 그럼 게임에서 논의 갯수를 많이 늘려 주면 되지 않을까?
오~ 너답지 않는 좋은 생각인데?!
호호
잠시 후
어?! 논을 많이 늘려 주었는데도 별 효과가 없어!
흠- 온난화에 대해서 뭔가 더 알아야 할 것 같아.





Tip : 열섬(Heat Island)

도시부의 기온이 주변 교외부에 비해 고온을 보이는 현상. 원인은 자동차로부터 배출되는 열, 녹지가 도로, 건물 등으로 인공물화되면서 잠열로서 열을 방출하는 기능이 상실되었기 때문이다. 완화책으로서 공원, 논 및 수변공간의 확보 등을 들 수 있다.

13 논과 수리시설은 휴식과 문화의 공간

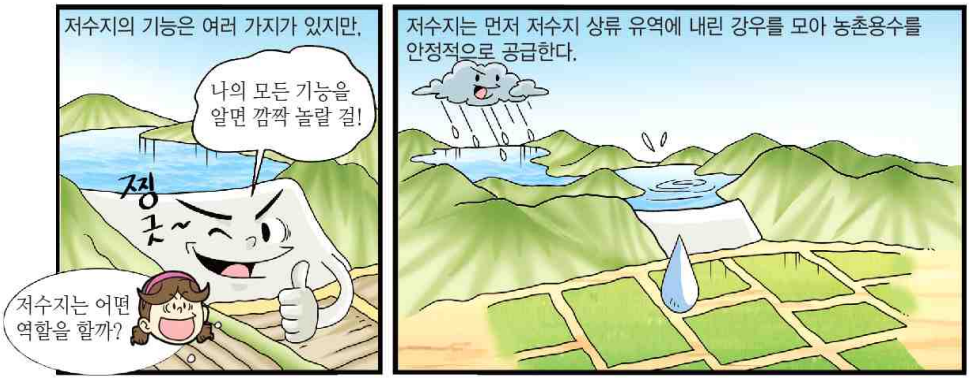
이곳은 중요한 국가 대소를 의논하고 휴식을 취하는 공간이었다.
작은 일부터 논할까, 큰일부터 논할까?
전하, 마음대로 하옵소서.
과거부터 농촌용수는 왕과 귀족은 물론이고 일반 백성들의 휴양과 정서 함양에 큰 기여를 해왔어.
아~ 그래서 왕이 안압지에서 휴식도 하고 정치도 논하고 그랬던 거구나.
이것은 우리나라 뿐만 아니라 전 세계적으로도 마찬가지란다.
로마제국을 지탱한 힘은 '물 활용 시스템'에서 나왔다. 전성기 로마의 인구는 100만 명으로 세계 최고였는데,
우린 거대한 공공수로망으로 메트로폴리스를 건설할 수 있었지.
492km의 광대한 수로망 (서울~부산 거리는 392km)
로마는 긴 수로를 통해 변방에서 시내로 깨끗한 물을 공급 받을 수 있었다.
놀라운 이야기를 알려줄까? 우리는 모든 계급이 공평하게 물을 썼지.
그래, 이것은 서구 시민사회를 형성하는 모델이 되기도 했어.
정말요?
Tip : 퐁듀가르(Pont du Gard)
프랑스 남부의 프로방스 지방에 있는 로마시대(기원전 19년)에 만들어진 수로교이다. 50km 수로의 도중에 있으며 3층 구조로 수로교의 길이는 275m, 높이는 50m이다. 수로에 대한 평균경사도는 24.6cm/km로 로마시대 수리기술자의 고도의 측량기술을 엿볼 수 있는 걸작이다.

중국은 7세기 초 황하강과 양쯔 강을 잇는 거대한 운하를 완성하면서 급성장 했다.
물의 역사라면 중국도 빼놓을 수 없지.
탁군(베이징)
영제거 (608)
황하강
광통거 (584)
한거우 (587)
통제거 (605)
현재의 운하
수대의 운하
양쯔 강
중국 북부에 있는 황하강은 물이 부족했고 남부에 있는 양쯔 강은 물이 풍부했다.
주변에 물이 없어 황폐하다.
물이 많아 땅도 기름지고 아름답다.
황하강
양쯔 강
이 두 운하를 연결하는 대운하는 엄청난 시너지 효과를 냈어.
황하강
운하
양쯔 강
우림의 물부족이 사라졌지.
내륙 운송망이 생겨 중국의 인적 · 물적 자원의 교류가 활발해져 경제가 발전했어.
농촌용수는 역사 속에서 계속 이어져 내려 왔단다.
농촌용수 친수공간이 논에서 시작된다고 할 수가 있지.
논에서요?
논에 있는 느티나무는 농민에게 휴식공간을 제공하면서, 우리나라 농촌에서만 볼 수 있는 아름다운 경관이지.
아항 ~
또한 친수공간은 여러 수리시설에서 발견할 수가 있단다.
저수지에 정자를 만들어 저수지 호반을 한 눈에 감상할 수 있게 되었고,
와~ 경치가 정말 멋져요!

Tip : 세계 농업유산

세계 농업유산은 유엔 식량농업기구(FAO)에서 농업유산에 대한 인식을 높이기 위해 2002년에 만든 것으로, 역사적으로 농업과 관련된 중요한 곳을 다음 세대에게 물려주는 것을 목적으로 하고 있다. 중국의 도전양어(稻田養魚), 즉 논농사를 지으면서 민물고기를 키우는 것이 세계 농업유산의 하나이다.

14 저수지의 여러 가지 기능



위에서 보니까 저수지가 호수처럼 보여요!
오~ 멋지다!

저수지는 물을 사용하지 않는 가을과 겨울철에 물을 저장해서 영농기인 봄에 농지로 물을 공급하지.
안전

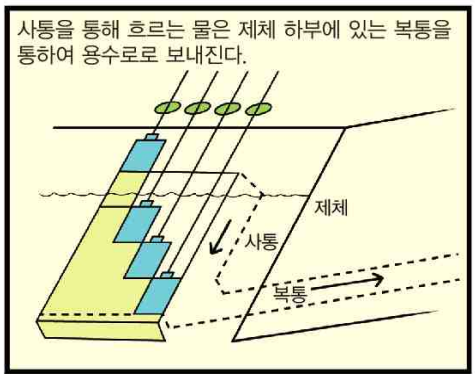
그럼, 장마철에는요?

장마철에는 여분의 물을 저장하여 물 부족에 대비하는 거야.

알겠어요. 저수지 덕분에 싱싱한 오이로 나의 미모를 유지할 수 있다, 이 말씀이군요!
크-
오이직
점점

저수지는 저수지 규모에 따라 사통이나 취수탑의 수문을 통해 물을 취수하지.
안전
*취수 : 각종 용도로 물을 사용하기 위하여 수원에서 물을 공급 받는 것

사통은 취수량이 적은 저수지 제체 및 주변에 경사지게 관로를 설치하고 관로 위에 여러 수문을 둔 취수시설이다.


사통을 통해 흐르는 물은 제체 하부에 있는 복통을 통하여 용수로로 보내진다.
제체
사통
복통

취수탑은 저수지 물을 취수하는 탑 모양의 구조물이다.

난 용수로. 얘들아, 식사시간이야!
콸콸
작작 좀 먹어라!
으흐, 난 열 공기!
난 두 공기 먹을 거야.

복통은 옛날에는 돌과 나무로 만든 관이 사용되었었지.
복통이란 말을 들으니 배가 아퍼.

그런 것은 큰 저수지에는 어울리지 않는 것 같아요.
맞아. 물살이 세면 견디지 못할 거야!

그래서 지금은 콘크리트로 만든 작은 터널처럼 튼튼한 관을 쓰고 있어.
안전
우후~ 난 튼튼하니 걱정 마!

또한 홍수가 났을 때 저수지의 빈 공간에 물을 저류해 두어 홍수를 경감시킨다.
으악- 저수지가 없으니 물이 마구 넘쳐!
100
100
50
댐이 없는 경우
우린 저수지가 있어 걱정 없지.
100
50
댐
댐이 저류
댐이 있는 경우

저수지 물은 긴급할 때도 활용할 수 있어.
안전
긴급할 때는 언제에요?

산불이 났을 때 화재 진화에 사용된다.
불! 당장 멈추지 못해?!
산림청
활활
싼 아 아

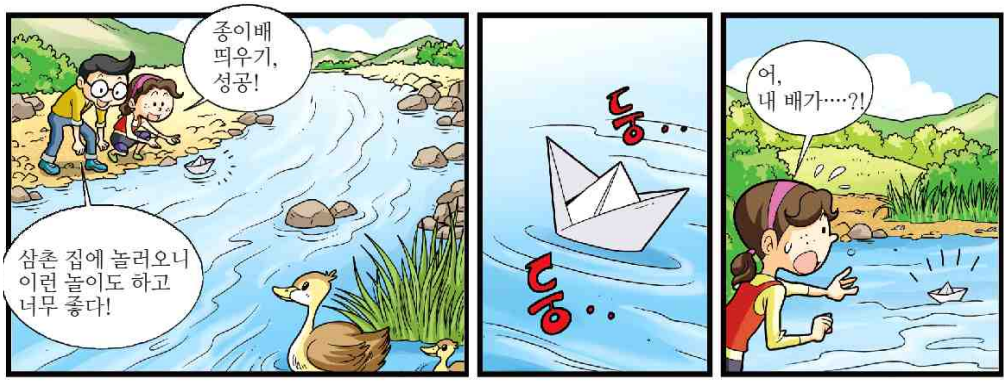
Tip : 제천 의림지

삼한 시대 때 지어진 벽골제, 밀양 수산제와 함께 우리나라에서 가장 오래된 저수지이다.
이 중 의림지는 오늘날까지 논에 물을 대는 기능도 가능한 유일한 저수지이다. 둘레는 2km, 저수량 661만m^3 수심 8~13m이다.

Tip : 저수지의 여러 가지 기능

이수기능	방재기능	환경기능
농업용수를 안정적으로 공급	홍수 조절 및 산불 진화	휴식공간 및 생물의 서식공간 제공

15 보란 무엇인가?


종이배 띄우기, 성공!
삼촌 집에 놀러오니 이런 놀이도 하고 너무 좋다!
둥
둥
어, 내 배가…?!

안 돼~~.
둥 둥
나루야, 아래로 가 보자!
같이 가.
아, 저기 내 배가 ……
들어가 보자!

이 녀석들, 보 근처는 위험하니까 가지 말랬잖니?
그런데 삼촌, 보가 뭐예요?
보는 농사에 필요한 물을 공급하기 위하여 하천을 가로질러 만든 구조물이야.
오케이, 기다려~
배고프구나. 물 좀 다오.

하천의 물은 벼의 생육에 최적이다.
난 벼들이 먹기 좋은 온도에 영양 물질도 풍부해.
그래서 난 네가 너무 좋아.

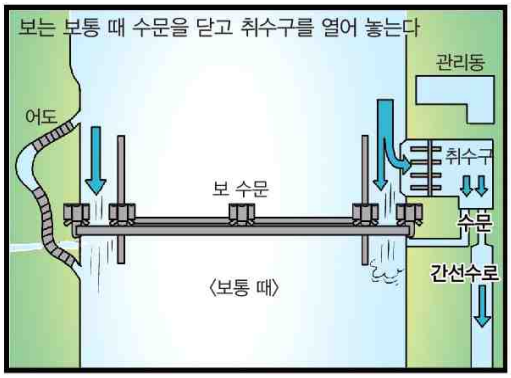
크- 먼저 구조를 알아보도록 하자.
흠, 바가지 같은 것으로 퍼서 주나?
그냥 물을 막아 놓은 것 같은데, 어떻게 논에 물을 준다는 거지?

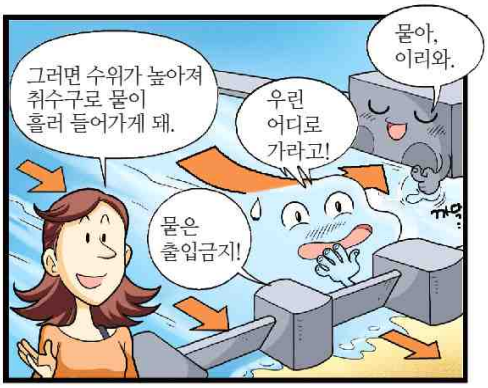
보는 먼저 수위를 높여서 논에 물을 보낸단다.
수위를 높임
흙
*우리나라의 보는 약 만 8천 개

보에는 물을 끌어들이는 취수구와 물 양을 조절하는 수문이 있지.
물아, 들어와.
난 물의 양 조절 담당!
취수구
수문

그런데 보가 물을 막고 있어요.
그래, 하류 쪽을 보니 상류보다 물이 적어.

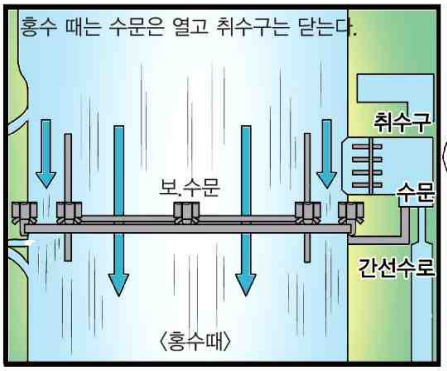
그야 지금은 보통 때니까 그렇지.
보통 때요?


보는 보통 때 수문을 닫고 취수구를 열어 놓는다
관리동
어도
취수구
보 수문
수문
간선수로
〈보통 때〉


그러면 수위가 높아져 취수구로 물이 흘러 들어가게 돼.
물아, 이리와.
우린 어디로 가라고!
물은 출입금지!

취수구에 모인 물은 용수로를 거쳐 논으로 가는 거야.
자, 나를 통해 논으로 가자!
간선수로
와우- 논 여행은 오래간만인 걸.
논

그럼, 홍수 때는 어떻게 하죠?
그야, 논에도 물이 넘쳐 날 테니까 보를 열어 버리겠지!
빙고!


홍수 때는 수문은 열고 취수구는 닫는다.
취수구
보,수문
수문
간선수로
〈홍수때〉

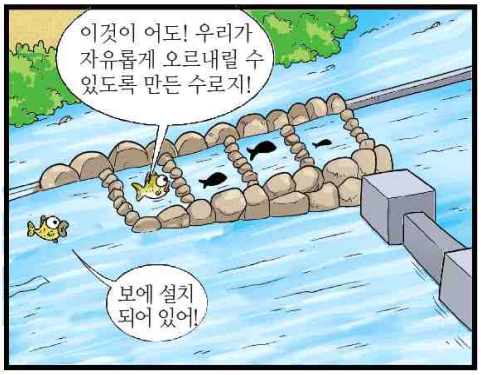
이러면 하천 물은 모두 보를 통과해서 흐르게 돼.
물은 모두 여기로!
확짝
스피드를 즐기자!

어! 여기에 뭔가가 있어?
정말?

뭐야! 물고기잖아?
이거 사냥 본능이 마구 일어나는데? 잡고 싶다!
찰아
크~

보를 하천에 만들면 바다에서 살다 돌아와 알을 낳는 어류들의 이동통로가 막히게 된다.
집에 돌아가는 길이 없어졌어.
헉- 이러면 우리의 대가 끊겨 버려요!
어리둥절

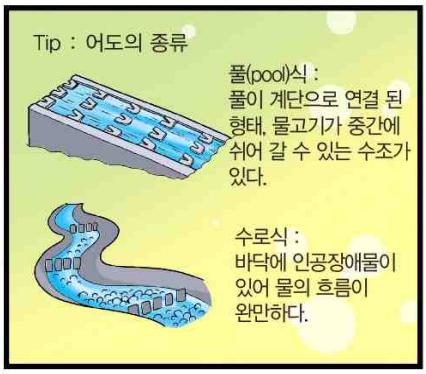
쩝.
물고기가 없는 하천은 하천도 아니야. 물고기 돌려줘.
텅~텅~


이것이 어도! 우리가 자유롭게 오르내릴 수 있도록 만든 수로지!
보에 설치되어 있어!

어도는 물고기에게 꼭 필요한 거구나!
헉- 물고기는 언제 잡았어?
그 물고기 놓아줘야 해!

잘 가! 맘대로 잡아서 미안~.
됐거든!

그런데 어도는 이렇게 다 돌이 들어가 있어요?
그렇지는 않아.
난 크니까 풀식 또는 수로식을 …….
외국의 큰 물고기
우리나라 작은 물고기
우리나라는 돌을 적절하게 배치한 풀식을 많이 써!


Tip : 어도의 종류
풀(pool)식 : 풀이 계단으로 연결 된 형태, 물고기가 중간에 쉬어 갈 수 있는 수조가 있다.
수로식 : 바닥에 인공장애물이 있어 물의 흐름이 완만하다.

보와 어도는 사람과 물고기에게 꼭 필요한 거구나.
그렇지?

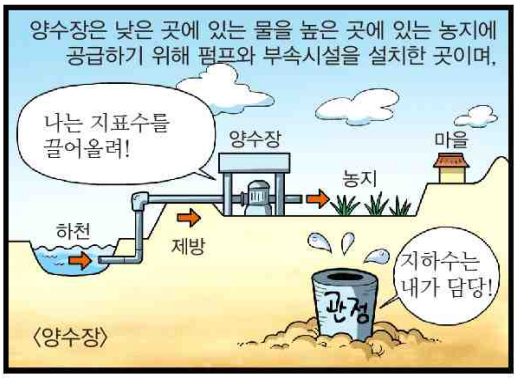
근데 삼촌이 아까부터 안 보여!
그러게.
두리번
두리번

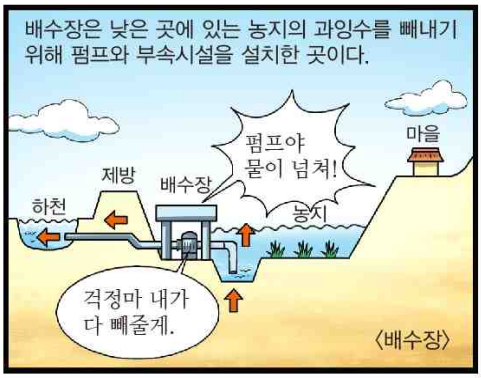
날 찾는 거야?
헉!
풍덩

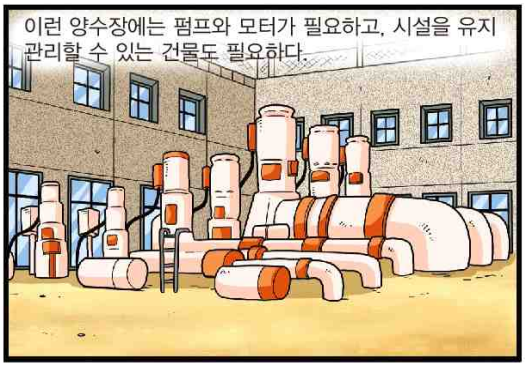
자, 여기!
오~ 멋진데!
우헤헤- 고마워요!

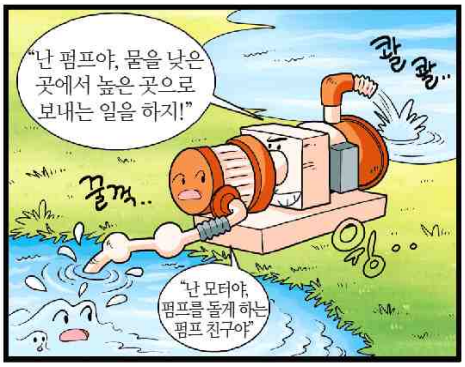
TiP
만석보
萬石洑遺址
만석보는 동진강에 있는 관개용 보로 1892년 만들어졌다.
하지만 보를 만드는 사람들에게 임금을 주지 않아 문제가 되었다.
더군다나 보가 완성된 뒤 농민으로부터 물값을 비싸게 받았다.
이에 화가 난 백성들은 전봉준을 지도자로 삼아 민란을 일으켰는데,
이것이 동학농민운동의 시초가 되었다.

16 강변 황무지를 농경지로 바꾼 양수장과 배수장






이런 양수장에는 펌프와 모터가 필요하고, 시설을 유지 관리할 수 있는 건물도 필요하다.


"난 펌프야, 물을 낮은 곳에서 높은 곳으로 보내는 일을 하지!"
콸콸..
끌꺽..
"난 모터야, 펌프를 돌게 하는 펌프 친구야"

우리나라에서 양수장은 용수원 중 저수지 다음으로 2위이며, 물을 공급하는 면적은 약 20만ha에 달한다.
흠.
아직은 내가 1등~

그러나 20세기 초반, 펌프가 등장하기 전만 해도 하천 근처에는 황무지가 많았단다.
황무지
농경지가 황무지였어요?

옛날에도 대하천에 물은 풍부했지만 주변의 땅으로 보낼 방법이 없었고, 이곳은 표고가 낮아 비가 오면 물에 잠길 수밖에 없었다.
황무지
대하천

물론 용골차라 하여 낮은 곳의 물을 높은 곳으로 올리는 농기구가 있었으나, 펌프에 비하면 수량이 매우 적었지.

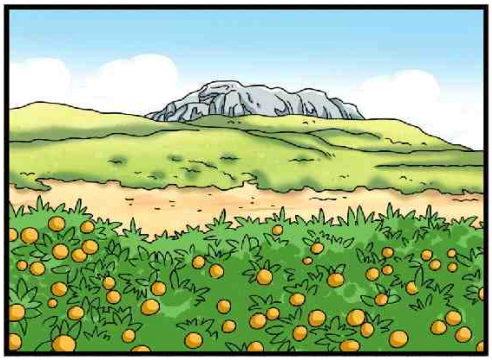
그럼, 펌프가 있어 황무지가 비옥한 농경지가 된 거네요.
그렇지. 펌프 때문에 낮은 곳의 물을 빼낼 수 있게 되었지.
짜안
와아~

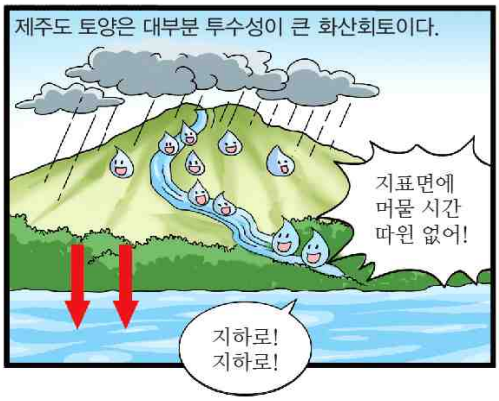
그런데 펌프에도 문제점은 있어.
네? 이렇게 좋은 펌프에 문제점이 있어요?
전기, 석유 등의 에너지를 많이 쓴다는 거야.
쓸데없이

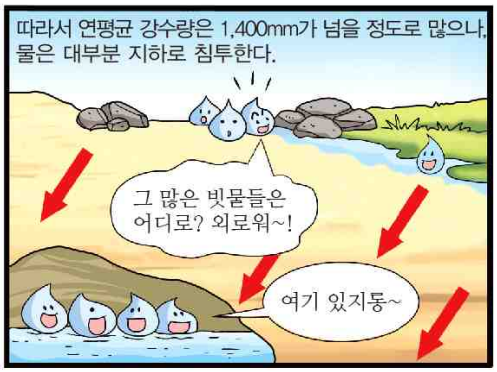
북한의 경우, 해방 후 전기가 풍부하여 양수장 관개를 주력으로 실시하였으나,
양수장만이 살 길이라우~
그 후 전력 부족으로 양수장은 거의 가동하지 못하고 있는 실정이다.
북한은 관개 시설의 미비로 항상 식량 부족에 허덕이고 있어.
지금부터 비가 오면 배수장에서 어떻게 물을 빼내 농사를 도와주는지 보여드리겠습니다.
양수장 배수장 모형 체험 행사
와~ 모형으로 보여주나 봐!
하하, 재미있다!
와아 …
평상시 배수로 물은 하천으로 흘러 들어가요.
배수장
수문
제방
하천
배수로
〈평상시〉
하지만 많은 비가 내리면 이야기가 달라지죠.
와~
콸 아 아 …
탁
홍수 시엔 하천수위가 배수로보다 높아져 역류할 수 있으니 수문을 닫아버립니다.
수문
〈홍수 시〉
그러면 배수로가 물에 잠기지 않을까요?
네, 아주 좋은 질문이에요.
콸 아 아 …

그래서 배수로에도 펌프가 있는 거예요.
징~
와~ 물이 올라가고 있어!
꾹
꾹
꾹
이렇게 펌프로 배수로의 물을 하천으로 뿜어내는 겁니다.
배수장
수문
제방
하천
배수로
〈홍수시〉
비가 멈춘 뒤에는 펌프를 멈추고 수문을 열어 하천으로 물을 다시 빼냅니다.
하천
〈비가 멈춘 후〉
그래서 옛날에는 논밭이 모두 물에 잠겨버렸지.
그럼, 배수장이 없으면 논밭의 물이 못 빠져 나가는 거예요?
싸아아아
배수장이 만들어진 이후 비가 많이 와도 농경지 물을 잘 빼낼 수 있게 되었다.
배수장, 땡큐~
뭘~ 해야 할 일을 할 뿐이야!
싸아
그래서 과거에는 밭에서만 재배하던 작물을 논에서도 재배할 수 있게 되었다.
네가 효자다. 덕분에 수입이 2배로 늘었어!
제가 효자긴 해요. 흐흐~
양수장과 배수장 덕분에 성주 참외의 품질이 좋아지게 되었습니다.
양수장, 배수장아, 맛있는 참외 먹게 해주어 고마워!
크~
Tip : 아르키메데스 펌프
기원전 3세기경에 아르키메데스가 젊은 시절 이집트의 알렉산드리아에서 공부할 당시 나선구조를 응용해 만든 양수장치이다. 농지에 물을 대거나 늪지 물을 빼내기 위해 고안한 것이다.

17 제주도를 감귤산지로 바꾼 관정

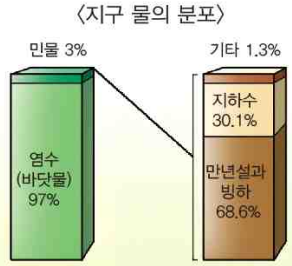


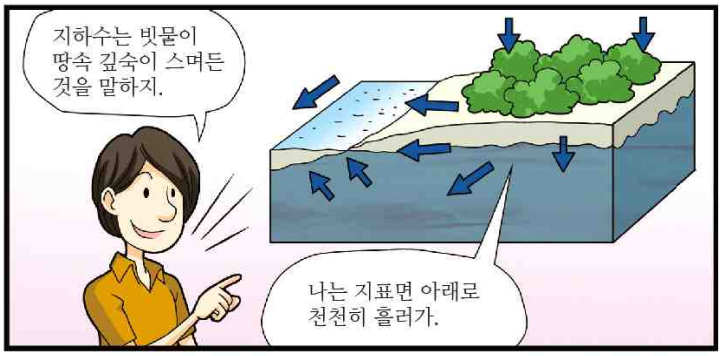


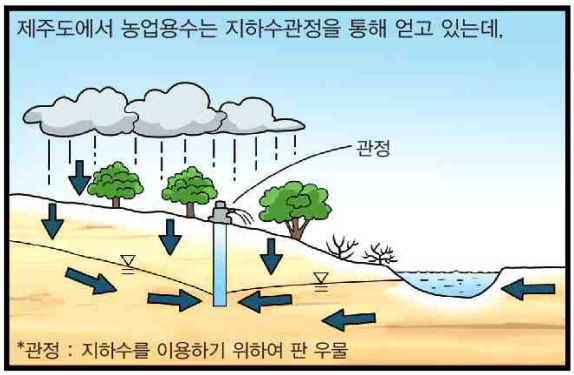


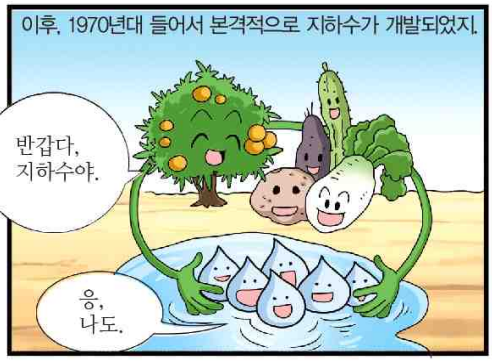
Tip : 지구 물의 분포

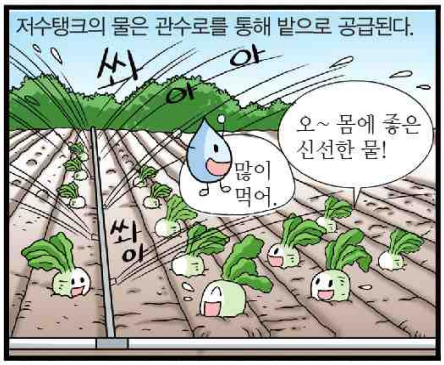
지구 물의 분포는 바닷물이 97%, 민물이 3%이다. 여기서 지하수가 30%를 차지한다.





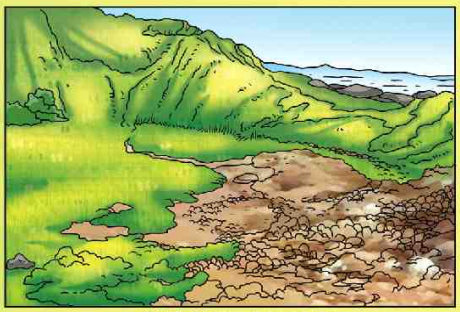






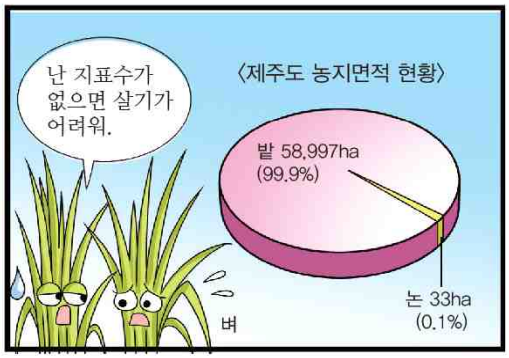
Tip : 제주도 유네스코 세계 자연유산

아름다운 자연경관을 자랑하는 제주도는 제주 화산섬과 용암동굴이 2007년 유네스코 세계 자연유산에 등재되었다. 유네스코 세계 유산은 유네스코에서 인류의 소중한 문화 및 자연유산을 보호하기 위해 지정한 것이다.

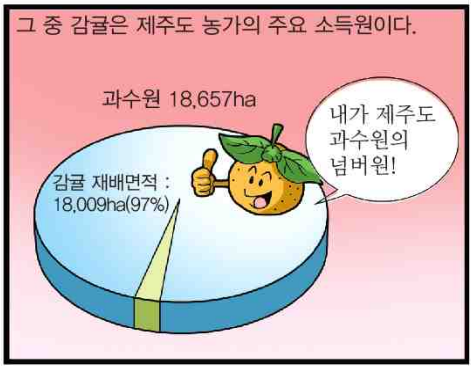


〈제주 화산섬과 용암동굴〉

지하수는 농가소득에
커다란 도움을 주고 있어.


난 지표수가
없으면 살기가
어려워.
〈제주도 농지면적 현황〉
밭 58,997ha
(99.9%)
논 33ha
(0.1%)
벼

지하수는 무기물이 많아 과수원이나 밭농사에 적합한데,
쏴아아
난 너의 모든
게 좋아.
나도~


그 중 감귤은 제주도 농가의 주요 소득원이다.
과수원 18,657ha
내가 제주도
과수원의
넘버원!
감귤 재배면적 :
18,009ha(97%)

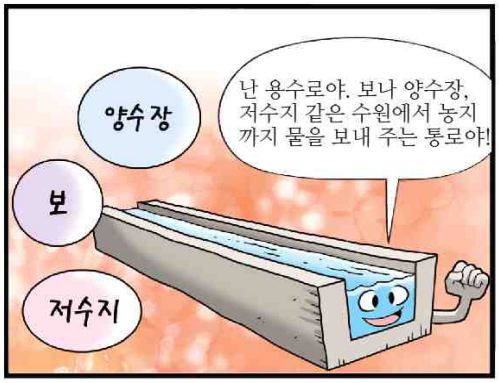
지하수는 채소류 화훼재배도 가능하게 한다.
지하수님,
고맙습니다.
흠–
예의 바른
녀석이군!

지하수에 대해 알고 나니
감귤이 사랑스럽구나.
어쩜 나처럼 예쁘니!
크–

자, 감귤 따느라 수고
했으니 한 상자씩
가져가도록!
영차
와–
신난다!!

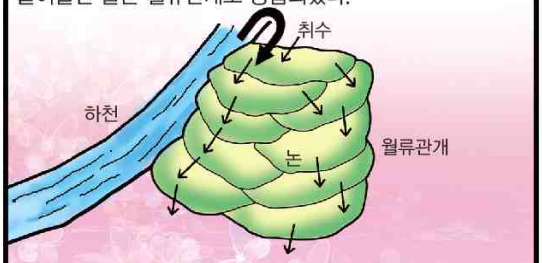
서울에 가면 친구들에게
제주도 감귤은 지하수
때문에 많이 열리는
거라고 말해 줄 거야!
그러자!

18 국토의 혈관, 용수로와 배수로

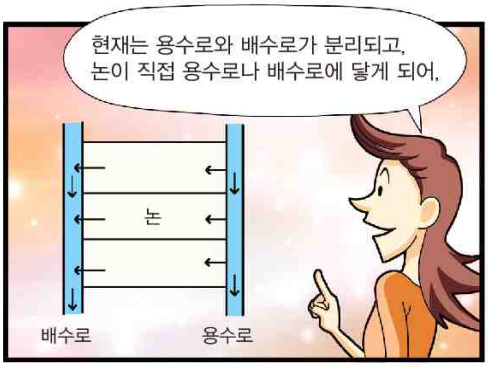


여기서 용수로와 배수로는 환상의 파트너라고 할 수가 있어.
우리 중 하나라도 제 기능을 못 하면 농지엔 대참사가 일어나.
용수로
배수로
용수로 정비가 제대로 안 되면 농지에 필요한 물을 댈 수가 없다.
물줘 씨
정비가 되지 않아 물을 줄 수 없구나.
배수로 정비가 제대로 안 되면 농지의 물이 빠지지가 않아 작물들이 물에 잠겨 죽게 된다.
꼬르륵
어푸
흑- 모두가 내 잘못이야.
윽- 나의 죽음을 알리지 말라.
그럼, 용 · 배수로가 잘 정비되어 있는지 항상 감시해야겠어요!
당연하지.
그건 정의의 명탐정, 이 나루에게 맡기라고!!
누구 맘대로 명탐정이야!
오호, 명탐정이라면 용수로와 배수로가 없던 시절의 수로도 추리할 수 있어?
용수로와 배수로가 없던 시절이요?
음- 어렵군.
저야 당연 모르죠. 전 그저 연약하고 어린 학생일뿐이라고요!
크- 연약한? 튼튼한이 아니고?

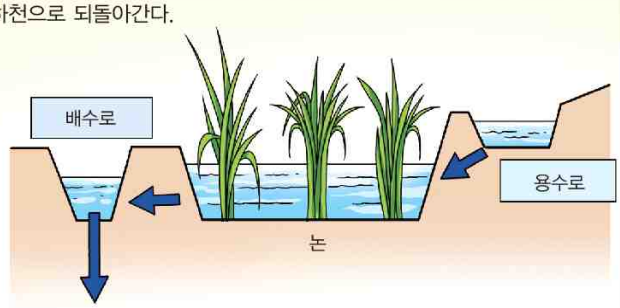
옛날에는 용수로와 배수로가 발달되지 않아서 보에서 끌어올린 물은 월류관개로 공급되었다.



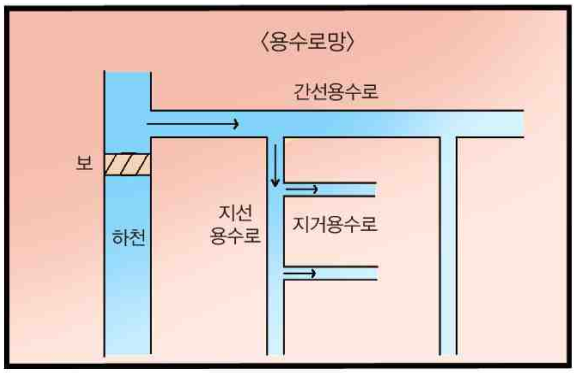
*월류관개 : 한 논에서 다른 논으로 물꼬를 통하여 물을 공급하는 방법



하천의 물은 용수로를 통해 농지로 들어가고 농지의 물은 배수로를 통해 하천으로 되돌아간다.

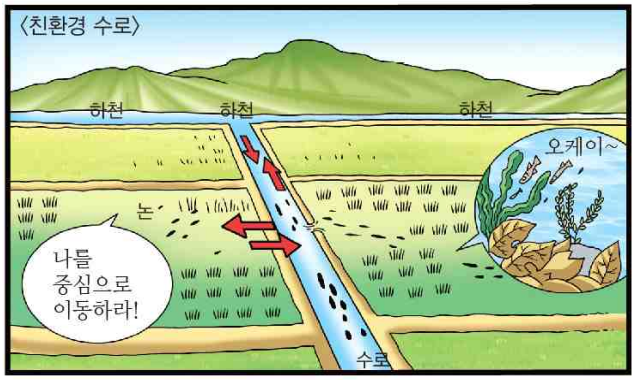


수로망이 정말 혈관망과 비슷하네요.
용수로는 하류로 가면서 간선용수로, 지선용수로, 지거용수로로 되어 있지.


〈용수로망〉
간선용수로
보
하천
지선 용수로
지거용수로

용수로에 물이 잘 흐르려면 수초나 쌓인 토사를 제거해야 한다.
음– 혈관이 막힌 것 같네요.

옛날에는 논에 송사리가 많았어. 벼의 학명(Oryza sativa)과 송사리의 학명(Oryzias laptipes)이 비슷해.
우린 원래 논에서 살기 좋아해.
(Oryzias laptipes)
(Oryza sativa)


〈친환경 수로〉
하천
하천
하천
논
오케이~
나를 중심으로 이동하라!
수로

용·배수로 덕분에 농사도 잘 지을 수 있고 생뭍들도 잘 살 수 있는 거구나.
끼익

자, 잠깐 쉬어가자! 배수로에 살고 있는 미꾸라지들을 잡아서 할머니, 할아버지께 선물로 드리자.
난 10마리 잡을 거야!
난 100마리!

Tip : 최초의 용수로
기원전 30세기 무렵 메소포타미아 유프라테스 티그리스 강에서 물을 끌어와 농사에 이용하기 위해 용수로가 건설되었다고 추정된다.

19 자동 물관리시설

편집실

이모! 삼촌! 엄마가 간식 먹고 하래요.
뭐하시는데 방에서 나오시질 않는 거예요?

이모가 자동 물관리 시스템 선진화 우수사례 발표를 하게 되었거든.
나도 공동 발표자로 참여하게 되었어.

삼촌, 사진이 너무 멋져요!
사진만 보지 말고 자동화 시스템을 봐야지!

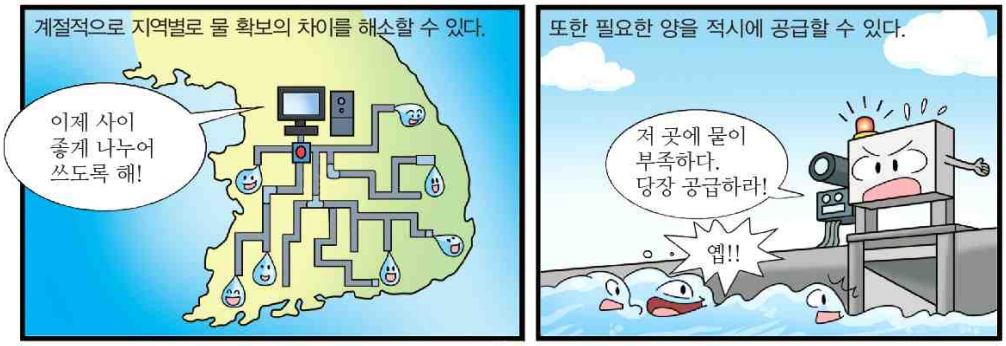
자동 물관리 시스템은 무엇인가요?

자동 물관리 시스템은 현장에 있는 물관리 시설을 멀리 떨어져 있는 곳에서 측정하고(TM), 조절(TC)하는 것을 말한다.

저건 저수지의 비상수문이야.
비가 오는 날이면 관리인이 저수지에 가서 직접 수문을 열어야 했단다.
양수장 펌프도 직접 가서 작동시켜야만 했지.
그럼, 지금까지는 과학적이지 않았다는 건가요?
대부분은 물을 관리하는 사람의 경험에 의존했다고 할 수 있지.
나는 유량을 잘 몰라. 내 경험에 의하면 이 정도만 열면 충분해.
여전히 자동화 관리보다는 사람이 직접 물을 관리하고 있는 곳이 많아.
자동 물관리 시스템은 수작업으로 해온 물관리를
21세기에 수작업이라니!
힘들다.
센서 및 밸브, 그리고 무선과 유선을 이용하여 실시하고
Water Times
중앙 제어실 한 곳에서 관리할 수 있도록 만든 컴퓨터 제어 시스템이다.

아하! 핵심은 컴퓨터들 이용해 원격으로 물을 관리한다는 거구나!
그래, 그렇다고 볼 수 있어.
CCTV를 통해 현지의 수위나 유량을 실시간으로 파악하고,
이거 오늘은 물이 넘칠 수도 있겠어.
알았다. 오바!
비상상황 발생 시 시스템을 이용하여 방송으로 주민들에게 상황을 알려 줄 수 있다.
주민 여러분, 오늘은 저수지 수위가 높아 방류할 예정이니 안전에 주의해 주십시오!
허허, 자동으로 알려주니 좋구나.
오- 그럼, 홍수나 가뭄 시에도 도움이 되겠네요!
물론이지. 또한 물관리를 컴퓨터나 핸드폰을 이용하니 그 시간에 다른 일을 할 수가 있어 일석이조야.
그러니 물을 적절히 공급하여 자연스레 농가소득이 높아질 수 있는 거야.
으랏차!!
농가 소득
시간
하지만 그동안은 사람이 직접 관리를 하여 가뭄과 홍수 피해가 적지 않았어.
또한 농촌지역은 인구가 줄어들고 있고 물관리할 사람도 부족해서 자동 물관리 시스템이 꼭 필요했지.

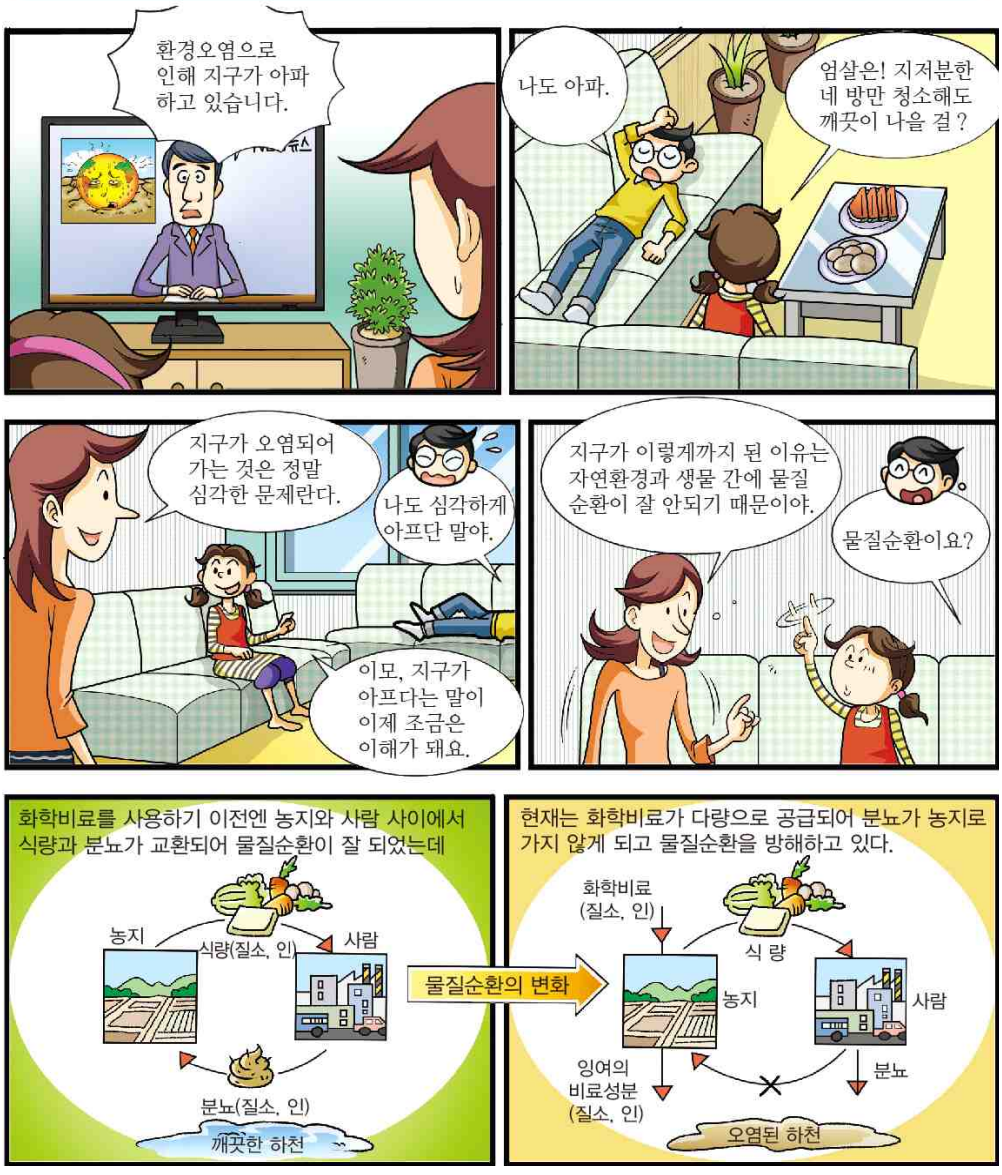
전에 인터뷰 부탁드렸던 김해리에요. 자동 물관리 시스템의 기대효과를 말씀해 주시면 돼요.
할아버지, 이제 카메라 돌아가요.
브이~
삭
먼저 자동 물관리 시스템의 기대 되는 결과는…….
챠르르


계절적으로 지역별로 물 확보의 차이를 해소할 수 있다.
이제 사이 좋게 나누어 쓰도록 해!
또한 필요한 양을 적시에 공급할 수 있다.
저 곳에 물이 부족하다. 당장 공급하라!
옙!!

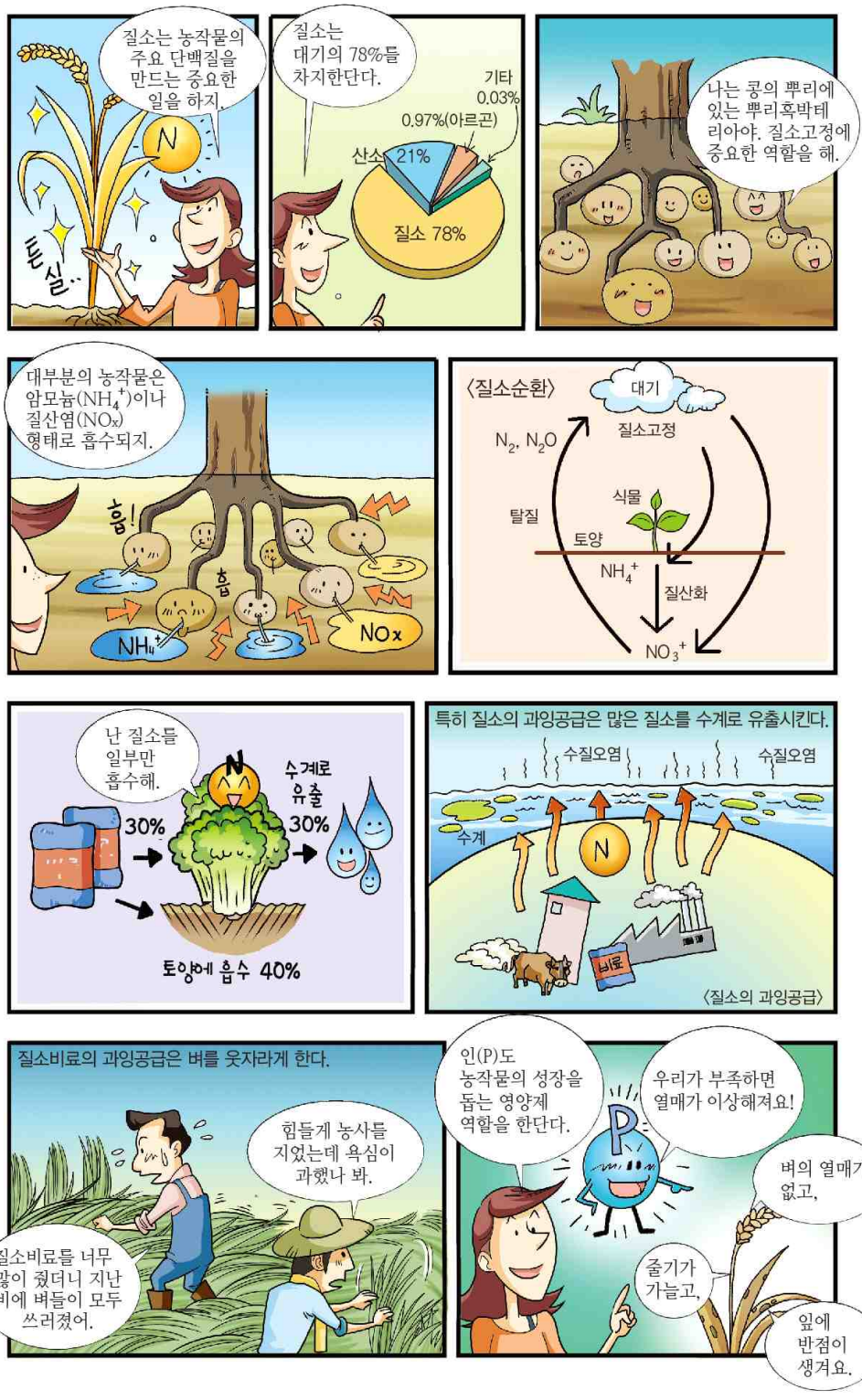
무엇보다 용수를 절약할 수가 있다는 것이죠.
우리 영감, 카메라로 보니 더 미남이구먼.
오늘 인터뷰하시느라 고생하셨습니다.
뭐 이쯤이야.

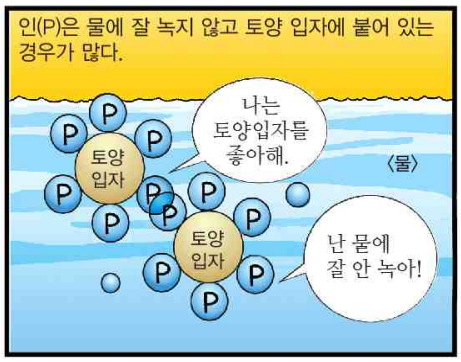
발표 당일
1등은 김해리 연구원 팀입니다.
자동 물관리 시스템 선진화 우수사례발표
와!
짝 짝 짝 짝
아이고~ 뭐 이렇게 많이 차렸어?
한 일도 별로 없는데, 이렇게까지 신경써 주니 고맙구먼.
걱정마세요, 상금을 두둑히 탔으니까요.

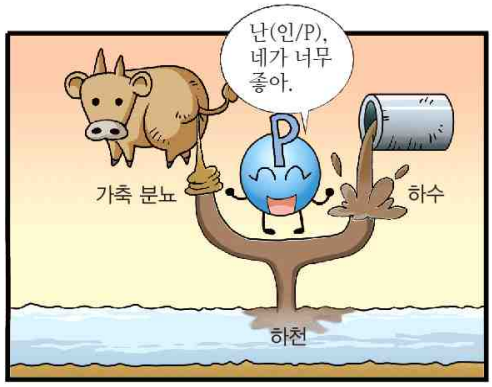
20 농업과 물질순환


환경오염으로 인해 지구가 아파하고 있습니다.
나도 아파.
엄살은! 지저분한 네 방만 청소해도 깨끗이 나을 걸?
지구가 오염되어 가는 것은 정말 심각한 문제란다.
나도 심각하게 아프단 말야.
이모, 지구가 아프다는 말이 이제 조금은 이해가 돼요.
지구가 이렇게까지 된 이유는 자연환경과 생물 간에 물질 순환이 잘 안되기 때문이야.
물질순환이요?
화학비료를 사용하기 이전엔 농지와 사람 사이에서 식량과 분뇨가 교환되어 물질순환이 잘 되었는데
농지
식량(질소, 인)
사람
분뇨(질소, 인)
깨끗한 하천
물질순환의 변화
현재는 화학비료가 다량으로 공급되어 분뇨가 농지로 가지 않게 되고 물질순환을 방해하고 있다.
화학비료 (질소, 인)
식 량
농지
사람
잉여의 비료성분 (질소, 인)
분뇨
오염된 하천

지구의 물질순환을 방해하는 비료를 사용하면 안 되겠네요.
그렇지만, 비료의 등장으로 인구가 크게 증가했어. 왜냐하면…….
P
N
K
비료 때문에 식량 생산이 크게 늘어났기 때문이지.
비료가 없으면 많은 사람이 굶게 된답니다.
그럼, 비료는 꼭 필요한 거네요?
단, 비료를 사용할 때는 반드시 주의가 필요하지.
과도한 비료 사용이 식량생산을 증가시켰으나 물질순환을 방해하여 자연환경을 나쁘게 만들었다.
음- 비료를 너무 많이 써서 땅이 병들었군.
이모, 비료를 얼마나 어떻게 사용해야 하나요?
당연히 적절히 주면 좋은 거지!
호호호
농작물을 재배할 때는 비료만 잘 사용하면 되는 건가요?
물론 다른 요소들도 반드시 필요하단다.
난 질소, 인, 칼륨으로 이루어져 있어.
비료
질소(N), 인(P), 칼륨(K)
기본적으로 탄소, 에너지, 물 등을 필요로 해.
우리만 믿어!
ENERGY
H2O
그러나 비료의 과다 사용과 분뇨의 농지 환원 감소로 물질순환이 단절되고 있다.
자연적 순환

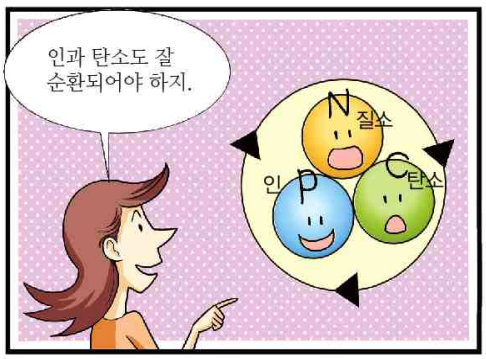

질소는 농작물의 주요 단백질을 만드는 중요한 일을 하지.
N
툰실..
질소는 대기의 78%를 차지한단다.
기타 0.03%
0.97%(아르곤)
산소 21%
질소 78%
나는 콩의 뿌리에 있는 뿌리혹박테리아야. 질소고정에 중요한 역할을 해.
대부분의 농작물은 암모늄(NH_4^+)이나 질산염(NO_x) 형태로 흡수되지.
흡!
흡
NH_4^+
NOx
〈질소순환〉
대기
N_2, N_2O
질소고정
식물
탈질
토양
NH_4^+
질산화
NO_3^+
난 질소를 일부만 흡수해.
N
수계로 유출
30%
30%
토양에 흡수 40%
특히 질소의 과잉공급은 많은 질소를 수계로 유출시킨다.
수질오염
수질오염
수계
N
비료
〈질소의 과잉공급〉
질소비료의 과잉공급은 벼를 웃자라게 한다.
힘들게 농사를 지었는데 욕심이 과했나 봐.
질소비료를 너무 많이 줬더니 지난 비에 벼들이 모두 쓰러졌어.
인(P)도 농작물의 성장을 돕는 영양제 역할을 한단다.
P
우리가 부족하면 열매가 이상해져요!
벼의 열매가 없고,
줄기가 가늘고,
잎에 반점이 생겨요.


인(P)은 물에 잘 녹지 않고 토양 입자에 붙어 있는 경우가 많다.
토양 입자
나는 토양입자를 좋아해.
〈물〉
토양 입자
난 물에 잘 안 녹아!


난(인/P), 네가 너무 좋아.
가축 분뇨
하수
하천

인을 다량으로 포함한 유출수가 호소로 유입되면 녹조를 발생시킨다.
햇빛 차단
햇빛 차단
녹조
우린 물속에 녹아 있는 산소를 먹어.
녹조가 햇빛을 막고 산소들을 먹어치워서 우린 숨을 쉴 수가 없어.

녹조의 모습
마치 뭍에 녹색 페인트를 섞은 것 같구나!


인과 탄소도 잘 순환되어야 하지.
N
질소
인
P
C
탄소

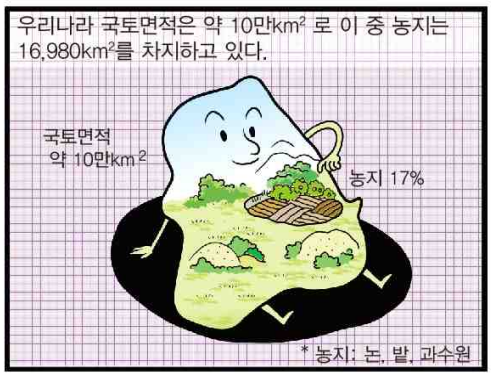
그래야 건강한 먹거리를 우리가 먹을 수 있는 거죠.
또한 자연환경이 건강하게 되는 것이죠!

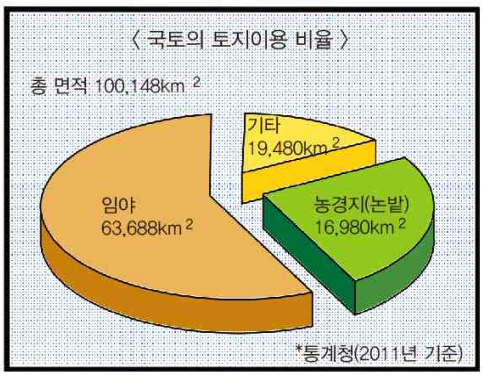
아, 앗!!

다 쓴 비료포대에서 흘러나오는 소량의 비료도 지구를 아프게 하는 거라고!

저기도!
나루야, 저기, 저기에도 있어!

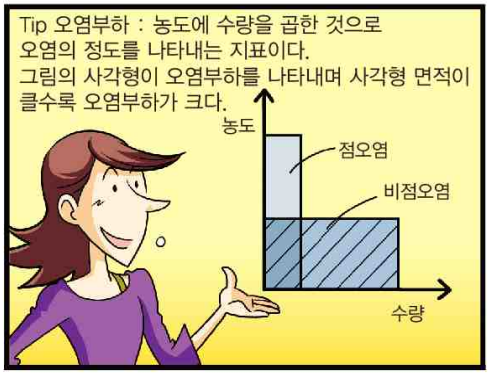
21 농촌에서 발생하는 오염은?

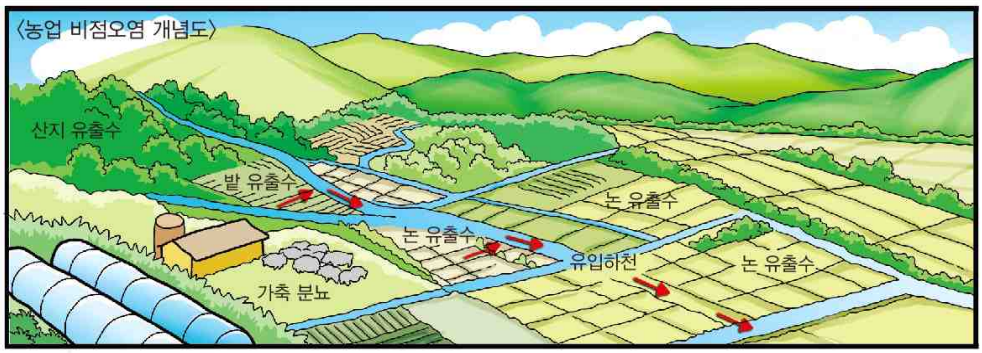




임야가 약 64%를 차지하고 있어 우리가 사용할 수 있는 총 면적은 36,460km 이다.
사용 가능한 땅의 절반 이상이 농업에 이용되는 것을 알 수 있지.
와~ 정말요?
우리나라 지형은 동쪽에 산이 많고, 서쪽에 논과 밭이 많단다.
논밭
산
W 서쪽
동쪽 E
휴- 매미 잡느라 돌아 다녔더니 덥다! 이모, 저기서 세수 좀 할게요.
나도 할래~~
히히, 물이 시원하고 깨끗하네.
너무 깨끗해서 그냥 물을 떠먹어도 될 것 같아!
얘들아, 마시면 안 돼!
안 된다고요? 이렇게 깨끗해 보이는데…….
그래, 깨끗해 보이지만 보기와는 달리 오염되어 있을 수도 있어.
우리 눈에 잘 보이진 않지만 오염물질은 곳곳에 있단다.
이리저리~
곳곳에?
?
오염물질
오염은 점오염과 비점오염으로 나눈다.
공장
논밭
하천
하천
점오염
비점오염
이모, 여기 이 물은 어때요?
잘 찾았네. 그것은 점오염이야.
*점오염 : 하나의 배출구로부터 배출되는 오염으로 가정하수나 공장폐수

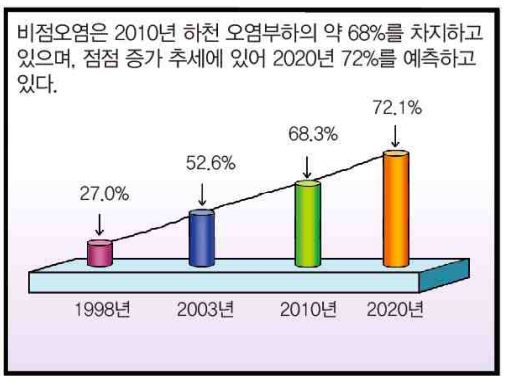
*비점오염 : 오염물질이 광범위한 지역(산림, 논, 밭 등)으로부터 배출되는 오염으로 농도가 낮고 수량이 많다.
비점오염


Tip 오염부하 : 농도에 수량을 곱한 것으로 오염의 정도를 나타내는 지표이다.
그림의 사각형이 오염부하를 나타내며 사각형 면적이 클수록 오염부하가 크다.
농도
점오염
비점오염
수량


〈농업 비점오염 개념도〉
산지 유출수
밭 유출수
논 유출수
논 유출수
유입하천
논 유출수
가축 분뇨

그럼, 비점오염은 어떻게 하천을 오염시키는 거에요?
그건 말이지 …….

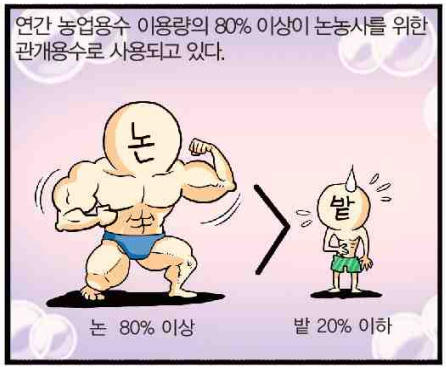
비점오염은 비가 올 때 농지에 남아 있던 비료성분이나 토사가 씻겨 내려가 물을 오염시킨다.
오염원
농도는 낮고 수량이 많아서 처리가 어렵거든.


비점오염은 2010년 하천 오염부하의 약 68%를 차지하고 있으며, 점점 증가 추세에 있어 2020년 72%를 예측하고 있다.
27.0%
52.6%
68.3%
72.1%
1998년
2003년
2010년
2020년

문제는 홍수 때 흙탕물이 호수나 강으로 흘러 들어간다는 거야.
흙탕물이요?

흙탕물에는 토사와 함께 인(P)이 다량 포함되어 있어 수생태계를 위협할 수 있다.
비점오염을 줄이려면 어떻게 해야 하죠?
비료가 녹아 있는 물이 나가지 않도록 주의해야 해.
농사를 지으면서 비료량을 줄이거나 토양침식을 방지하는 방법들이 있어.
토양 침식
죄송합니다. 이젠 비료를 적당히 쓸게요.
친환경 농사를 짓도록 노력할게요.
농민이 수확을 늘리려고 비료를 너무 많이 주면 어떻게 손 쓸 방법이 없다고.
내가 이렇게 숨은 것도 모르고, 히히히.
나 여기 있지롱, 나 찾아봐라.
공무원
비점오염
그럼, 우리 삼촌부터 알려줘야겠네!
삼촌~
삼촌, 배추에 비료를 많이 주면 안 돼요!!
비료
삼촌, 장마철에 밭을 맨땅으로 두어 흙탕물이 나오게 하지 마세요!
그, 그래. 알고 있어. 그런데 갑자기 너희들 왜 그러냐?
물고기가 죽는 걸 더 이상 볼 수 없으니까요!!
얘들한테 너무 많은 걸 알려 줬나?

22 논이 수질에 미치는 영향은?



그럼, 하천이나 저수지 물이 깨끗해야겠어요!
넘 좋아~

당연하지. 우리가 먹는 쌀을 자라게 하는 물이니까!

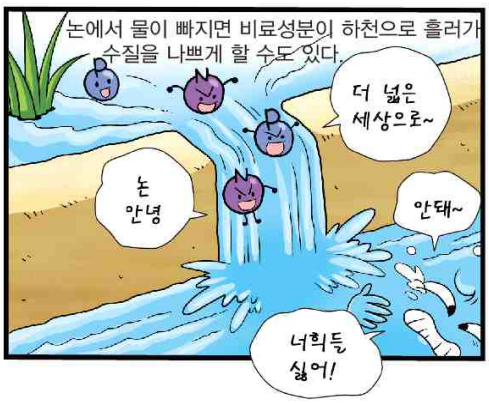
그렇지!

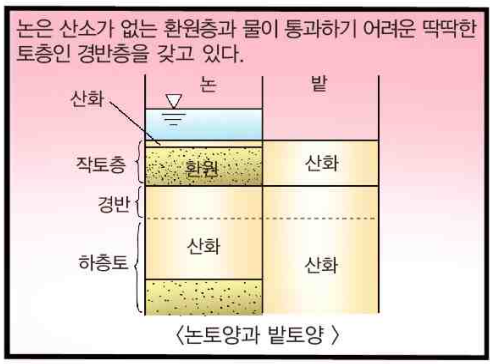
상류에서 하류로 갈수록 오염도가 증가하는 양상을 보이고 있다.
앗
우리는 오염수!
풍덩
친하게 지내자.
모두들, 다 모였지!

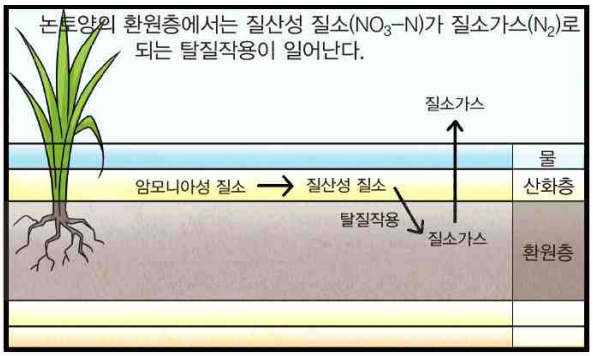
시기별로는 비료를 많이 주는 모내기 시기(5월)가 수질이 가장 나빠.
너무 많이 주지 마세요.
비료

논 안에 있는 비료성분(질소와 인)을 가능한 한 빠져 나가지 않도록 하는 것이 가장 중요하단다.
쑥 쑥
무럭 무럭
영양분
그래야 벼가 잘 자라니까요!
치, 나도 아는데.

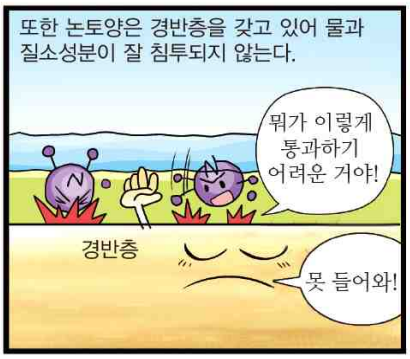
모내기 땐 1주일 동안 물을 빼지 않는다.

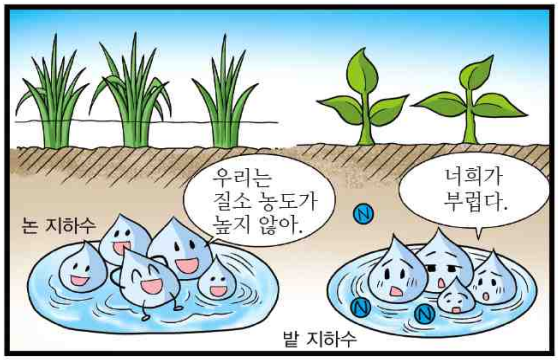

논에서 물이 빠지면 비료성분이 하천으로 흘러가 수질을 나쁘게 할 수도 있다.
더 넓은 세상으로~
논 안녕
안돼~
너희들 싫어!

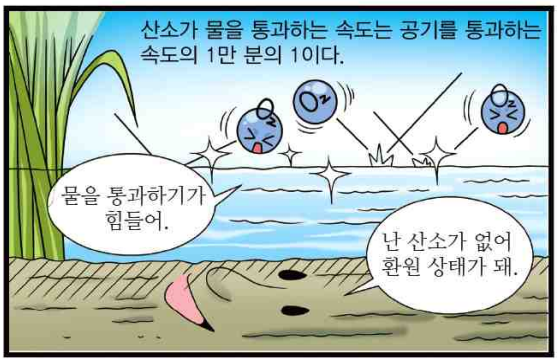

논은 산소가 없는 환원층과 물이 통과하기 어려운 딱딱한 토층인 경반층을 갖고 있다.
논
밭
산화
작토층
환원
산화
경반
하층토
산화
산화
〈논토양과 밭토양 〉

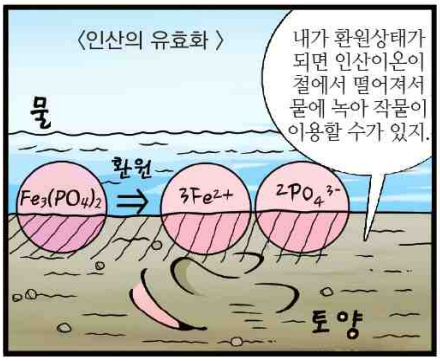

논토양의 환원층에서는 질산성 질소(NO_3–N)가 질소가스(N_2)로 되는 탈질작용이 일어난다.
질소가스
물
암모니아성 질소
질산성 질소
산화층
탈질작용
질소가스
환원층

탈질작용, 꼭 기억해야 겠어요!
논에서는 탈질작용으로 질소농도가 낮게 된단다.


또한 논토양은 경반층을 갖고 있어 물과 질소성분이 잘 침투되지 않는다.
뭐가 이렇게 통과하기 어려운 거야!
경반층
못 들어와!


우리는 질소 농도가 높지 않아.
너희가 부럽다.
논 지하수
밭 지하수

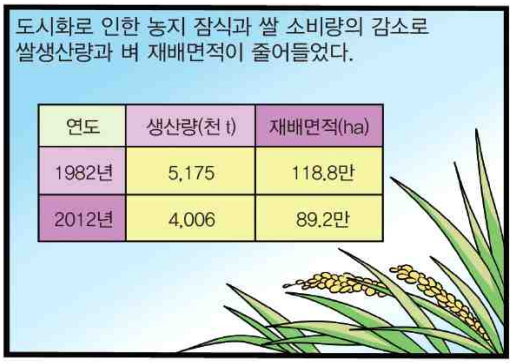

산소가 물을 통과하는 속도는 공기를 통과하는 속도의 1만 분의 1이다.
물을 통과하기가 힘들어.
난 산소가 없어 환원 상태가 돼.


〈인산의 유효화〉
내가 환원상태가 되면 인산이온이 철에서 떨어져서 물에 녹아 작물이 이용할 수가 있지.
물
환원
$Fe_3(PO_4)_2$
$3Fe^{2+}$
$2PO_4^{3-}$
토양

특히 논에서는 물로 인해 강우충격이 약하게 되어 유출수의 인(P) 농도가 높지 않아.
강우가 논물에 다이빙하는 것과 비슷하네요.

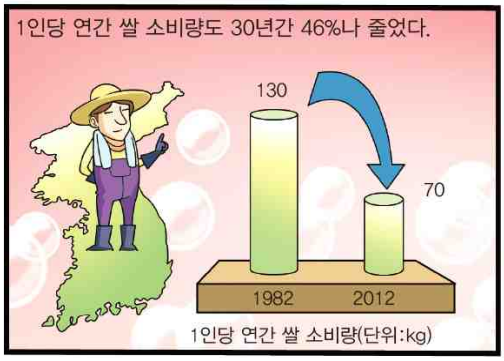
이렇게 논은 질소와 인에 대하여 좋은 역할을 하는 경우가 많아.
뭘 이 정도 가지고
으쓱

논이 이렇게 좋은 일을 하는줄 몰랐어요.


도시화로 인한 농지 잠식과 쌀 소비량의 감소로 쌀생산량과 벼 재배면적이 줄어들었다.
연도 | 생산량(천 t) | 재배면적(ha)
1982년 | 5,175 | 118.8만
2012년 | 4,006 | 89.2만

논은 그냥 벼를 기르는 땅인 줄 알았는데, 수질과 연관이 있네요.
모두가 행복해지는 방법이 없을까요?

이모, 그래도 방법이 있겠죠?!
그럼~ 국민들이 논의 중요성을 인식해야지.


1인당 연간 쌀 소비량도 30년간 46%나 줄었다.
130
70
1982
2012
1인당 연간 쌀 소비량(단위:kg)

아무래도 식생활의 서구화로 쌀 소비가 많이 줄어들었지.
저도, 사실 밥보다 빵이 좋아요.
저도요!

그럼, 논도 살리고 우리도 사는 좋은 방법이 떠올랐어요!
뭔데?

이제부터 쌀로 만든 과자, 빵, 국수만 먹는 거야!
참 좋은 생각이네. 바로 실천할 수 있는 일이잖아.

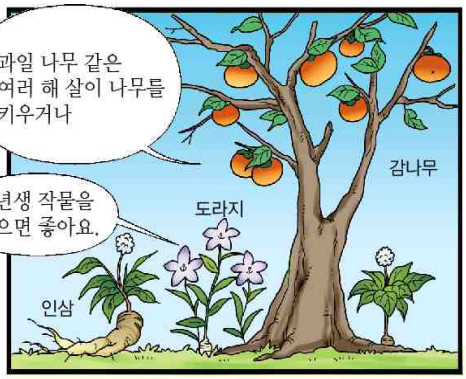
나도 쌀로 만든 피자만 먹어야겠다!
하하하~ 나루도 동참하는 거니?

23 지구의 피부, 토양을 보전하라

우리나라의 경우, 밭에서는 채소 중심의 작물을 많이 키우는데
채소 작물은 해마다 여러 번 밭을 갈아 농사를 짓기 때문에 토양 침식이 더 많아.
두두두 ...
두두두..
올해만도 벌써 세 번째 밭농사야. 나도 좀 쉬고 싶어.
특히 고랭지 농업의 경우 경사가 심해 여름철 강우기에 토양이 침식되기 쉽다.
가지마! 내 살들아~
〈높은 경사에서의 토양 유실〉
〈강우에 의한 토양 침식〉
이대로 가다간 내몸은 흔적도 안 남을 거야!
Tip : 고대에 번성했던 문명이 무리한 농경지 확장으로 인해 토양 유실이 가중되고, 생산량은 감소하여 쇠퇴의 길을 걸었다.
고대문명
그런데 토양이 침식되면 무엇이 문제에요?
표토는 영양분을 갖고 있는 표면의 토양으로 사람의 피부에 해당된다. 이 토양이 사라지면 작물은 자랄 수 없어.
토양 침식은 마치 피부가 벗겨지는 것과 비슷해.
상류에 있는 밭에서는 표토가 없어져 생산성이 저하하고,
영양가 없어 ...
상류 토양
하류의 하천에는 표토에 붙어 있는 인이 함께 유입되어 수질오염을 일으키지.
토양 침식
P
하류
수질오염
토양침식으로 밭과 하천 모두가 피해를 입는구나.

따라서 토양침식을 막으려면 경사가 심한 곳에서 농사짓지 않는 것이 최선의 방법이야.
예전에는 나도 산림이었어.

그럼, 밭에서 물이 빠져 나갈 때 토양 침식을 막을 방법이 없을까요?
먼저, 밭에서 발생하는 토양침식을 억제하는 방법을 알아볼까?


과일 나무 같은 여러 해 살이 나무를 키우거나
다년생 작물을 심으면 좋아요.
감나무
도라지
인삼

땅을 많이 갈아엎지 않아도 되는 작물을 재배하여 토양 침식을 줄인다.
옥수수
우린 땅을 갈아엎지 않아도 되는 작물들이에요.
보리
밀
콩

또한 볏짚거적이나 작물 잔여물을 흙에 덮어 토양침식이 발생하지 않도록 한다.

흙이 하나도 안 보여.
볏짚거적으로 완전히 덮어 버렸네.

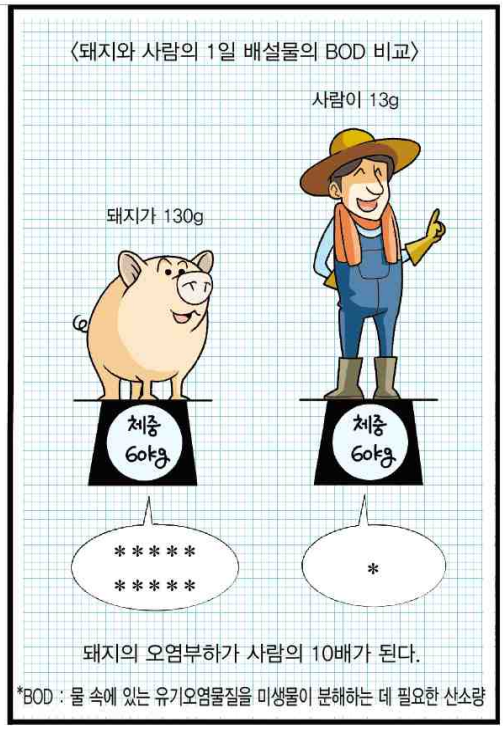
〈토양침식량〉
t/ha
20
10
사면길이 25m, 경사 6도
맨땅
완전 피복
*완전 피복의 경우가 맨땅의 1/20

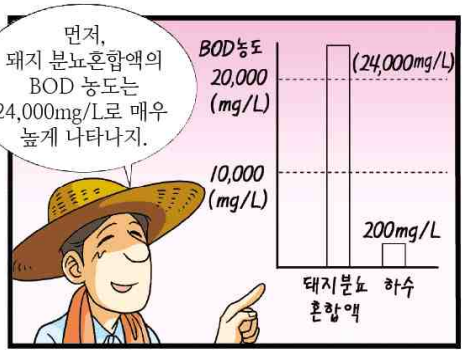
땡볕에 선크림을 발라 피부를 보호하는 것과 같군요.
토양침식을 막으려면 토양을 식물로 피복해야 한단다.

이렇게 하는 이유가 뭐에요?
어? 여기에는 거적이 덮여 있네.
밭이 물을 머금고 있어서 가뭄을 이기기 쉽고 토양침식도 방지한단다.
그러니까 단 한 방울의 물도 허튼 곳으로 빠지지 않게 하기 위한 조상들의 지혜란 말씀이죠?
이제, 나루도 척척 박사가 되었네.
응, 침사지를 만들어 빗물의 흐름을 더디게 하는 방법도 있지.
이모, 또 다른 방법도 있어요?
침사지
소하천과 밭의 경계에 흙이 빠져나가지 않도록 식물의 여과지대를 설치한다.
소하천
소하천
또한 등고선 재배를 하여 토양침식을 막는다.
*등고선 재배 : 경사지에서 등고선을 따라 고랑을 만들어 농작물을 재배하는 방법
아- 흙 지키기 어렵다! 어려워!
정말 흙을 지키려는 노력이 필사적이네요!
쏴아아
그만큼 흙이 농업에 중요한 역할을 해서 그렇단다.
이모, 지금 당장 밭에 가서 흙을 돌봐야겠어요!
흙을 돌본다고?
내가 좋아하는 채소가 잘 자랄 수 있도록 흙을 지켜야지요!
?
흙, 지키러 가세. 우리의 땅, 우리의 흙은 나루가 지킨다!
척

24 가축분뇨는 자원이야

가축은 오염부하가
많은 동물이란다.

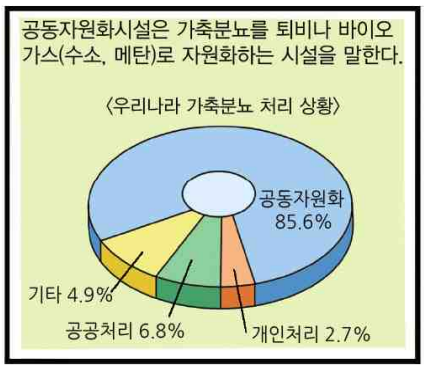

〈돼지와 사람의 1일 배설물의 BOD 비교〉
사람이 13g
돼지가 130g
체중 60kg
체중 60kg
*****
*****
*
돼지의 오염부하가 사람의 10배가 된다.
*BOD : 물 속에 있는 유기오염물질을 미생물이 분해하는 데 필요한 산소량

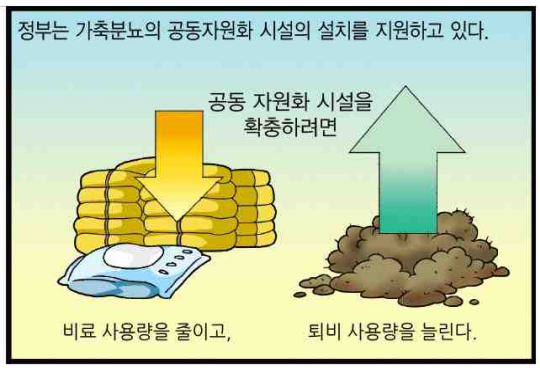

먼저,
돼지 분뇨혼합액의
BOD 농도는
24,000mg/L로 매우
높게 나타나지.
BOD농도
20,000
(mg/L)
10,000
(mg/L)
(24,000mg/L)
200mg/L
돼지분뇨
혼합액
하수

퇴비 일은
이제 끝냈군!

우리 조카들,
힘든 일하느라
수고가 많았어.
히히, 용돈
준다고 하셨으니
이 정도는 참을
수 있어요!
오늘 일당
벌었다.
신난다!

오빠, 이젠 가축분뇨는
공동자원화시설에
보내는 건 어때요?
공동자원화
시설?


공동자원화시설은 가축분뇨를 퇴비나 바이오
가스(수소, 메탄)로 자원화하는 시설을 말한다.
〈우리나라 가축분뇨 처리 상황〉
공동자원화
85.6%
기타 4.9%
공공처리 6.8%
개인처리 2.7%


정부는 가축분뇨의 공동자원화 시설의 설치를 지원하고 있다.
공동 자원화 시설을
확충하려면
비료 사용량을 줄이고,
퇴비 사용량을 늘린다.

가축분뇨는 충분히 처리되지 않고 사용할 경우 악취가 발생하고
윽- 냄새가 너무 지독해요.
큉- 방독면이 필요해.

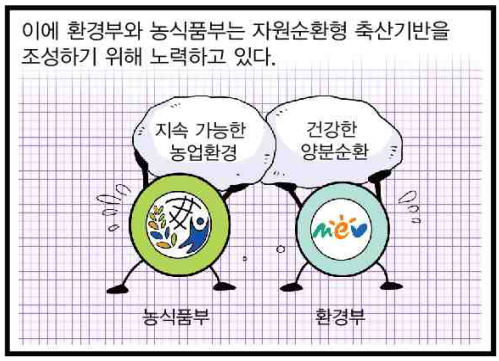
〈불량한 퇴비화 시설〉

작물의 생산이 떨어지는 역효과를 초래할 수도 있으며, 하천이 오염될 수도 있단다.

가축분뇨로 오염된 지천

또한 축산농가에서는 분뇨들 처리하는 데 어려움을 겪고 있어.
흑- 누가 좀 관리를 해주세요.

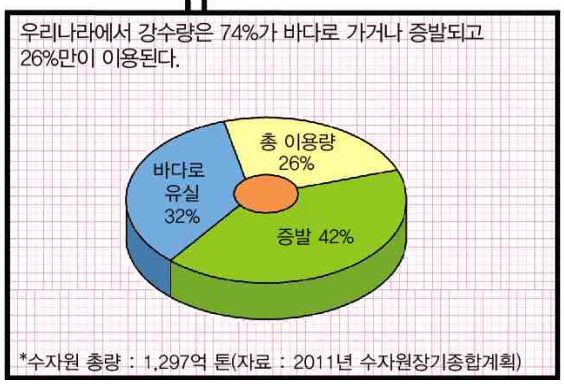
이런 문제는 퇴액비 사용의 부정적 인식, 품질불신으로 이어지고 있다.
공짜로 준다고 해도 싫소!
자원순환 체계가 잘 구축되면 좋으련만…….
그런 비료는 필요 없어요.


이에 환경부와 농식품부는 자원순환형 축산기반을 조성하기 위해 노력하고 있다.
지속 가능한 농업환경
건강한 양분순환
농식품부
환경부

이미 한강 유역이나 제주도 일부 지역에서 가축분뇨 처리가 원활이 운영되고 있대.
한강
제주도

액상분뇨는 수거해 호기성 발효를 통해 저농도 액비화한 후 농가에 공급한다.
액비 농지 살포
액비는 액체 비료로 효과가 빨리 나타난다.
10kg
오우~ 정말요?
이건 마술이 아닙니다. 다 축산시설 덕분이죠.
액비
퇴비
2012년도부터 가축분뇨의 해양투기가 전면 금지되었어. 그래서 앞으로는 자원순환형 축산을 하지 않으면 안 돼.
그런데 삼촌, 경축순환농업은 뭐예요?
경축 순환농업
응 그건, 경종농가와 축산농가가 연계하여 축산농가는 경종농가에 퇴비를 제공하고,
사료 공급
퇴비 제공
경종농가
축산농가
경종농가는 재배된 작물을 가축사료로 축산농가에 공급하는 순환농업을 말한단다.
*경종농가 : 작물을 생산하는 농가
사료와 퇴비가 순환하는 거네요.
요즘은 순환이 대세구나!
자원순환형 축산이 이루어질 때 비로소 유럽같은 아름다운 전원풍경을 볼 수 있게 된단다.

25 농업용 저수지의 물환경 보전



증발하고 바다로 가는 물이 너무 아깝다.
바다로 흘러가는 물을 막으려면 어떻게 해요?

Tip : 제언
저수지는 조선시대에 제언(堤堰)이라고 하였으며 보와 함께 대표적 수리시설이었다.
제언사는 전국의 수리행정을 담당하는 관청이었다.
조선 초기에 설치되었으나, 임진왜란 때 폐지되었다가, 1662년(현종 3년) 다시 설치되었다.

농업용수는 저수지 물을 이용하는 것과
우리나라에는 나 같은 저수지가 약 17,500여 개가 있어. 비교적 안정적으로 물공급이 가능하지!

하천에서 직접 물을 사용하는 경우로 나뉜다.
하천이 논과 가까우니 직접 물을 끌어다 쓸 수 있어 편리해요.
꼴꼴...

농업용 저수지는 수질관리가 매우 중요하다.
형님, 물 좀 주세요.
나 없이는 농사짓기 힘들지. 음하하

저수지 물이 농작물을 키우는 데 큰 역할을 하고 있어.
정말 그렇네요!
농사는 비만 내리면 되는 줄 알았는데…….

그래서 더욱 더 깨끗해야 해.
우린 상류에 많이 있지!

농약이요? 우리는 최소한으로 쓰고 있답니다. 안전한 먹거리를 위해서죠.
비료 과다도 안 돼요!

아줌마!
쓰레기를 함부로
버리시면 저수지가
오염된다고요!
미, 미안하구나.
아저씨! 고기를
함부로 잡으시면
안 돼요!
에구,
들켜버렸네.

후후후,
내가 이곳에다가
가축분뇨를 버리는 건
아무도 모르겠지?
다 알고 있는데요!
헉!
귀,
귀신이다!
무단방류
퇴치 성공!

이렇게 불법이
많을 줄이야.
생각보다 많은 사람들이
저수지를 오염시키고 있어.
우리 힘만으로는 부족하다고.
휴우~
저수지의 수질보전을 위해서는 주민과 농업인의 참여가 중요하다.
미안하구나. 얘들아,
이제부터는 우리도
적극 동참하마.
히히,
저희도
도와드릴게요.

둑높이기 저수지들의 저수용량은 평균 39%가 늘어났다.
6.1억m³
8.5억m³
기존 저수지
둑높이기 저수지
저수지의 저수용량이 늘어났다는 것은 그만큼 물의 체류시간이 길어졌다는 이야기야.
유입량
저수용량 증가
체류시간
= 저수용량/유입량
체류시간이
길어지면 물 순환이
잘 안 된다는 거죠?

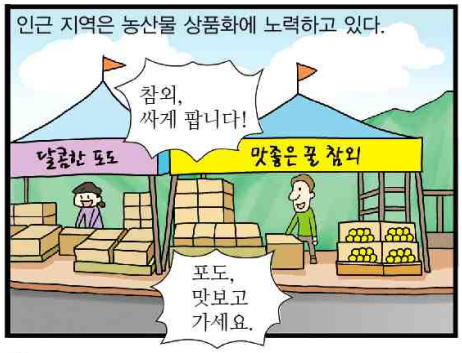
저수지는 지형조건과 형태에 따라 계곡형 저수지와 접시형 저수지로 나뉜다.

계곡형 저수지

(의림지)

접시형 저수지

(궁남지)



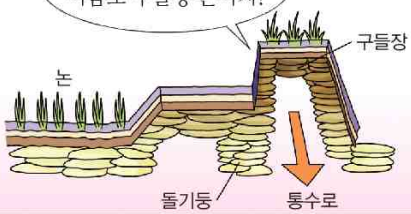
26 선조의 지혜를 간직한 청산도 구들장 논

이곳에선 한 뼘의 농지라도 더 얻기 위해 방고래에 구들장을 놓듯 돌을 쌓아 바닥을 만든 뒤 그 위에 흙을 부어 논을 만들었다.

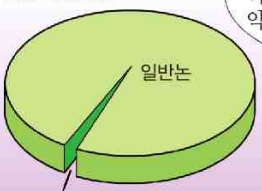
〈온돌의 구조〉

나와 닮은 녀석이군.

그래, 맞아. 그래서 이름도 구들장 논이지!



청산도의 전체 논면적 393ha



1ha는 100m×100m로 축구경기장 1개보다 약간 크다고 생각하면 돼.

구들장 논은 청산도의 척박한 자연조건을 극복한 우리 조상들의 소중한 유산이라고 할 수 있어.

그렇구나. 자랑스럽다.

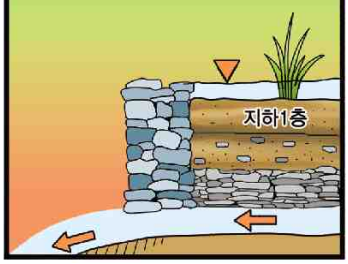
하지만 돌로 되어 있다면 물이 줄줄 샐 거 같은데요?

그래서 구들장 논은 3층 구조로 되어 있어.

와- 마치 논의 3층 집인 셈이네.

〈구들장 논의 지하 1층〉

지하 1층은 40~45cm의 일반흙으로 되어 있다.

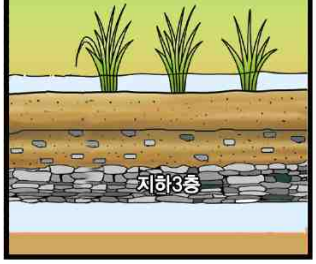


〈구들장 논의 지하 2층〉

지하 2층은 진흙과 작은 돌이 혼합되어 있어 물의 침투를 최대한 방지해 준다.

〈구들장 논의 지하 3층〉

지하 3층은 큰돌로 구들장을 놓듯이 돌을 쌓아 놓는다.



구들장 논의 구조

Tip : 영화 서편제의 촬영지, 청산도

영화 '서편제' 의 배경이 된 곳이 바로 청산도이다. 영화 '서편제' 는 이청준 작가의 책을 바탕으로 임권택 감독이 영화화했다. 한국영화 최초로 백만 관객을 달성하고 여러 국제 영화제 상을 휩쓸었다. 평생을 판소리의 득음을 위해 몸을 바친 소리꾼 부녀와 오누이의 기구한 운명을 그린 작품이다. 맑고 푸른 다도해와 조화를 이루는 이 곳은 세 주인공의 구성진 진도아리랑의 가락에 맞춰 한바탕 신명나는 소리판이 벌어지는 명장면이 촬영된 곳이다.

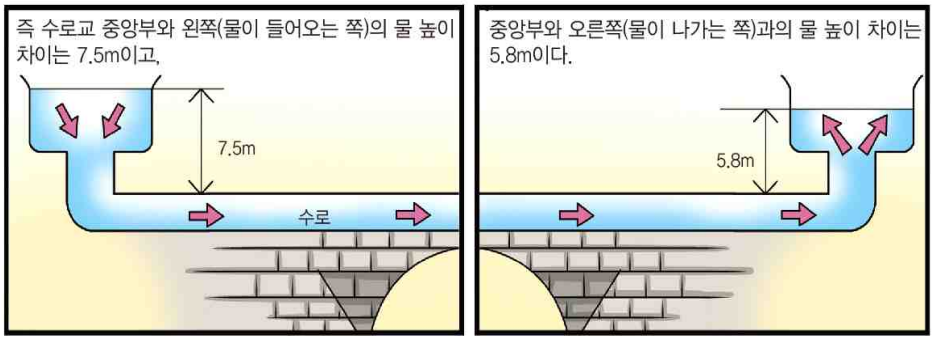
하지만 지하수는 보통 18℃로 벼에겐 매우 차겁다.
너, 너무 차가워!
따라서 논에 우회수로를 만들어야 해.
우회수로요?
물이 우회수로를 이동하는 사이에 햇볕으로 수온을 높이는 거야.
용수로
논
우회수로
하긴, 나도 더운 여름에 차가운 아이스크림을 마구 먹었다가 배탈 난 적이 있었어요.
크크, 거의 병원에 실려 갈 뻔했었지!
구들장 논에서 우회수로는 꼭 필요한 거구나.
벼도 지하수를 그대로 주면 잘자라지 못하고 심하면 죽을 수도 있어.
추워!
이런 구들장 논은 엄청난 노동력을 필요했단다. 구들장 논은 청산도 사람들의 생활력과 근면성을 그대로 보여주고 있어.
우회수로나 구들장 논을 보면 엄청 과학적인 거 같아요.
그래, 이런 노력 덕분에 청산도 사람들은 벼농사를 지을 수 있었던 거야.
끄덕
이런 돌로 논을 만들다니! 우리 조상님들, 정말 대단해요!!
으- 제발 힘자랑하지 말고 돌은 놓고 말해!

27 농업용 수로교. 일본 츠준교(通潤橋)

수로교 중간에 있는 방수구는 쌓인 쓰레기를 청소하거나, 관광용 방류에 이용된다.
우후~ 마음껏 관람하시라.
오호, 관광용으로 물을 내보내는 거였구나. 놀랬어요!
더욱 놀라운 것은 이 수로교가 1854년에 만들어졌다는 거야.
그렇게나 오래전이요?
그래, 이것은 일본 수리시설의 역작으로 중요문화재로 지정되어 있어.
츠준교는 아치교 모양으로 만들어져 있으며,
내가 아치! 곡선형이어서 쌓여진 돌들이 서로를 지지해서 무너지지 않고 지탱할 수 있어.
상부에 있는 3개의 석관을 통하여 필요한 물을 공급하고 있다.
와, 엄청 길다! 달리기 시합해도 되겠어.
그러니까 이 수로교를 통해 물이 지나가서 논에 물을 공급해 준다는 건가요?
그래 맞아.
음- 그런데 이해가 안 되는 부분이 있어요!
헉!
처억
물은 위에서 아래로 흐르는 것이 정상 아닌가요?
크- 제발 명탐정 흉내는 그만 내줘!

그야 당연하지.
하지만 이 돌다리를 보세요!
이 다리는 양쪽의 땅보다 낮은 곳에 있어요!
흠.

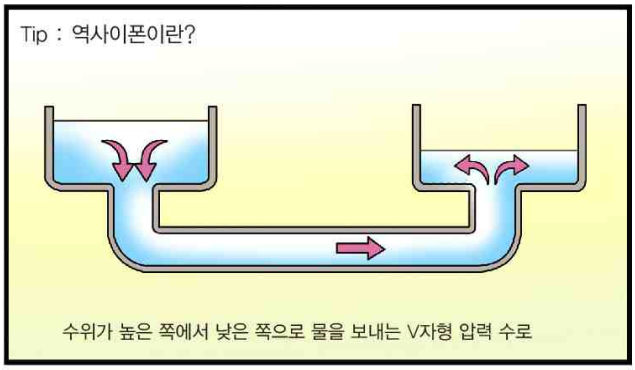
대체 어떻게 물을 공급할 수 있다는 거죠?
호호, 아주 날카로운 질문이야.
오~ 나루가 이런 질문을 하다니 탐정옷을 입은 효과가 있네!
하~
츠준교는 양쪽 지역보다 낮은 곳에 있다.
어떻게?!
놀라운 사실이지. 곧 이유를 알게 돼.


즉 수로교 중앙부와 왼쪽(물이 들어오는 쪽)의 물 높이 차이는 7.5m이고,
7.5m
수로
중앙부와 오른쪽(물이 나가는 쪽)과의 물 높이 차이는 5.8m이다.
5.8m

따라서 물은 오른쪽으로 나가며 수압에 견디기 위하여 돌로 된 관이 설치되어 있다.
물이 새는 것은 내가 막아주마!
즉, 왼쪽으로부터 유입된 물은 압력을 받으면서 오른쪽으로 이동하는 거란다.

음- 좀 어려운데요.
솔직히 난 많이 어려워.

이것은 역사이폰의 원리를 알면 쉽게 이해할 수 있단다.
역사이폰? 새로 나온 핸드폰인가?
또 시작이다.


Tip : 역사이폰이란?
수위가 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 물을 보내는 V자형 압력 수로

그러니까 왼쪽에서 물이 들어오면 관로를 통해 오른쪽으로 물이 치고 올라간다는 건가요?

그렇지, 이런 원리를 이용하여 시라이토 지역은 물부족을 해결했어.
돌다리로 물부족을 해결하다니, 대단한 사람들이에요!

뭐하는 거야?
졸졸
역사이폰을 만들어 보려고요.

그건 만들어서 뭐하게?
이것으로 베란다에 있는 식물들에게 물을 주려고요.
완성~ 이제 테스트해 볼까?!

헉!
팡!

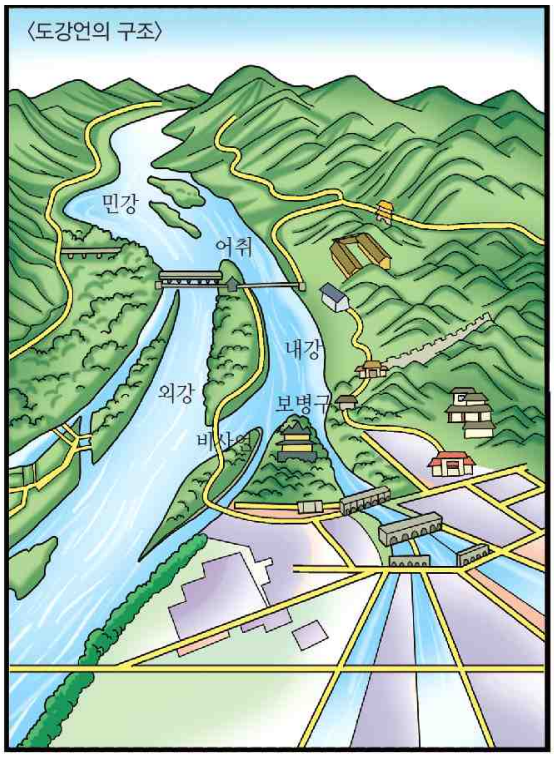
호호, 연구를 좀 더 해야겠구나.
어찌 이런 일이 …….

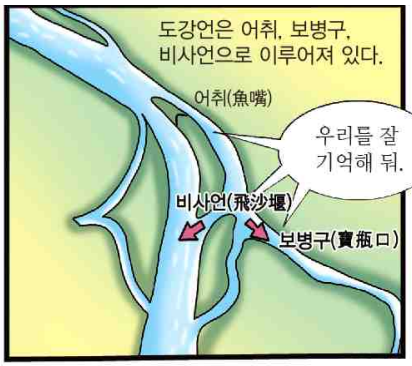
28 춘추전국 시대의 보, 중국 도강언(都江堰)

현재에도 농업용수는 물론, 성도의 도시용수를 공급하고 있다.

〈도강언의 관개면적〉

1949년 중국 수립 전	18만ha
2004년 현재	67만ha


〈도강언의 구조〉
민강
어취
내강
외강
보병구
비사언


도강언은 어취, 보병구, 비사언으로 이루어져 있다.
어취(魚嘴)
우리를 잘 기억해 둬.
비사언(飛沙堰)
보병구(寶甁口)

어취는 돌로 만들어진 제방(둑)으로 민강의 흐름을 조절해.
난 물조절의 마술사!

평상시는 외강 4, 내강 6, 홍수 시에는 외강 6, 내강 4의 비율로 물을 보내지.
〈외강〉 취수하지 않는 본류 부분
〈내강〉 취수하는 부분

보병구는 내강과 성도 사이를 가로막고 있던 옥루산(玉壘山)의 암반을 파고 뚫어서 만든 취수구다.
난 내강의 물을 취수하여 성도 쪽으로 공급해.
보병구(寶甁口)

비사언은 홍수 시 내강이 범람하지 않도록 내강의 물을 외강으로 돌리는 역할을 한단다.
물들은 나를 따르라!
넵!

여기서 옥루산의 암반을 뚫어내는 일이 대단히 힘든 일이었어.
왜요? 폭탄 같은 것으로 부수면 되잖아요?

맞아. 그래서 불을 이용했지.
옛날엔 그런 것이 있을 리가 없잖아!
불이요?

옥루산의 암반을 불로 데운 후, 물로 식히는 것을 반복하여 조금씩 암반을 뚫었다.
이제 돌이 식었으니 파내라!
예!

결국 8년이란 시간이 걸려 폭 14~29m, 길이 70m의 수로를 건설하였다.
만세~ 드디어 완성!

도강언이 완성된 이후, 성도는 땅이 비옥하여 온갖 산물이 많이 나는 땅이라는 의미인 '천부지토(天府之土)'로 불리게 되었지요.

도강언 덕분에 성도는 대곡창 지대로 발전하였고 교통의 중심지가 되었다.

도강언 덕분에 성도가 큰 도시가 된 거구나.
단지 수리시설 하나 설치했을 뿐인데 대단해!

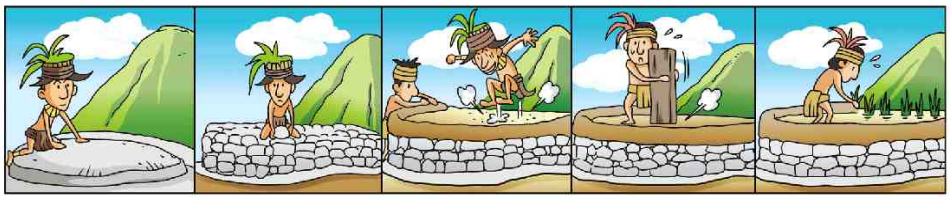
잉? 이건 시킨 음식이 아닌 것 같은데요?
마파두부

서비스입니다. 중국인인 저보다 사천성의 도강언에 대해 잘 아는 사람은 처음이거든요. 감동 받았습니다!
야, 천천히 먹어! 그릇까지 삼킬 기세야!
호호 감사해요
우걱
우걱

Tip : 사천성 대왕판다
대왕판다 또는 판다라고 부르는 동물로 중국 사천성 보호구역에 30% 이상이 서식하고 있다. 멸종 위기의 동물로 유네스코 세계 자연유산으로 지정되어 있다.

29 천국으로 오르는 계단, 필리핀 계단식 논

〈바나우에 논의 제작 과정〉



산에 큰 돌을 바닥에 깐다.

그 위에 작은 돌을 쌓아 돌벽을 만든다.

땅을 다지고 물을 저장할 수 있는 논둑을 만든다.

나무로 땅을 탄탄하게 다진다.

마지막으로 이곳에 벼를 심는다.

계단식 논의 가장 특이한 점은 항상 물에 담겨져 있어야만 한다는 거야.
네? 그건 왜요?
물이 마를 날이 없군.
정말 특이하네요. 우리나라는 농사를 안 지을 땐 말라 있잖아요.
맞아!
계단식 논의 물이 마르게 되면 균열이 생겨 물이 새나가게 된다.
그리고 땅을 파고 다니는 지렁이도 금물이야!
흑- 여기서 내 설 자리는 없구나.
접근금지
이렇게 되면 심한 경우 논벽이 무너져 버릴 수도 있지.
계단식 논은 관리하기 힘들겠어요.
그래, 계단식 논의 유지 관리에는 많은 노력이 필요하지.
난 민감한 성격의 소유자야!
산림은 논에 물을 공급해 주는 곳으로
절대 마르지 않아요.
콸 콸 콸
우릴 건들면 다쳐!
따라서 계단식 논 상류 지역의 나무들은 법으로 베어내지 못하게 되어 있어.
민둥
난 물이 없는데…….
부럽지?
〈바나우에 계단식 논 지역산림과 논 분포도〉
논의 면적 17%
산림 면적 50%
*산림 대 논의 면적 비율은 3:1이다.

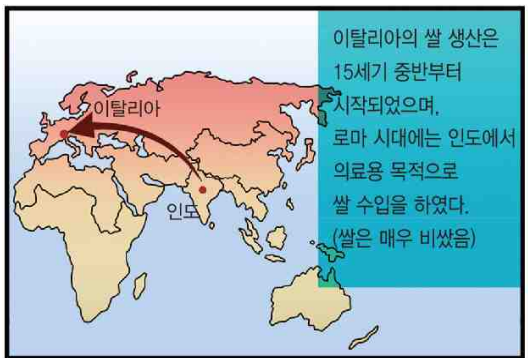
논농사는 물소를 이용하기도 하지만 대부분 사람의 힘으로 해야 해.
크- 역시 민감한 성격의 소유자이셔!
〈숫자로 본 바나우에 계단식 논〉
총 면적
2만ha(200km²)
논둑 길이
2만km
위 논과 아래 논의 표고차
2~5m
서울시 면적(605 km²)의 1/3
하지만 바나우에 사람들의 노력으로 잘 유지되어 왔어.
엄청 힘들었을 것 같아요.
1995년 농지로서는 최초로 유네스코 세계문화유산으로 지정되었다.
유네스코
이 영광을 필리핀 국민에게 돌립니다!
그런데 요즘은 많은 젊은이들이 도시로 돈을 벌기 위해 떠나고 있어.
흑- 꼭 돌아올 거지?
그럼 누가 농사를 짓지.
그러게.
최근에는 논의 20~30%가 휴경지로 되어 유네스코의 위기 유산으로 등록되어 있다.
바나우에! 널 보호해야 해!
유네
스코
인듀가 너의 아름다움을 계속 볼 수 있도록 지켜 줄게.
문화유산으로 지정만 할 게 아니라 계속해서 아끼고 보살펴 주어야겠어요!
맞아, 나에게도 이모의 지속적인 관심과 사랑이 필요하듯이.
어려운 숙제를 쉽게 끝내 버렸다. 나는 이모가 정말 좋아요.
이모, 짱!!
흥, 숙제할 때만 좋은 거지?!
Tip : 쌀빵 푸토(Puto)
필리핀은 쌀로 만든 빵인 푸토가 유명하다.
쌀빵은 밀가루 대신 쌀가루로 만든 빵이다.
그래서 글루텐 알레르기가 있는 사람이 먹으면 좋다.

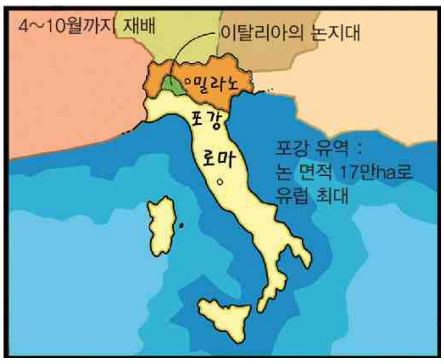
30 이탈리아의 쌀 음식을 탄생시킨 카불(Cavour) 수로

Tip : 리조또(Risotto)
이탈리아의 대표적인 쌀 요리로서 팬에 버터를 두른 뒤 쌀을 넣고 볶다가 포도주로 향을 내고 닭육수를 넣고 익혀낸 것.

〈2005년 EU의 논 면적 및 쌀 생산량〉

국가	면적(만 ha)	생산량(ton/ha)
이탈리아	22.4	6.2
스페인	11.7	7.2
포르투갈	2.5	4.8
그리스	2.4	7.3
프랑스	1.8	5.7





벼는 우리나라랑 비슷하네.
응, 여기서도 우리가 즐겨 먹는 찰기가 있는 쌀인 자포니카를 재배하지.
자포니카?

자포니카 :
한국, 중국, 일본에서 주로 먹는 쌀로, 찰지고 둥그렇다.
인디카 :
동남아서 주로 먹으며 길고 찰기가 없다.

한국인 연간 쌀소비량 70kg
이탈리아인 연간 쌀소비량 8.5kg

포강 유역이 벼농사 중심이 된 이유는…….
융설수
알프스산맥
물이 풍부하기 때문이죠~

초봄에는 수량이 많고 수온이 비교적 높다.

히히, 이곳은 포강과 알프스 산맥이 있어서 가뭄 걱정은 없겠네!
아니, 이곳은 지중해성 기후라 여름에 강우가 적어. 그래서 거미줄 같은 수로망을 만들었지.

이곳이 바로 카불의 이름을 따서 만들어진 카불 수로지! 1863~1866년에 건설됐어.
아, 카불 수로.

카불(Cavour) : 마치니, 가리발디와 함께 이태리 통일의 3걸로 불리며, 1861년 이탈리아 왕국의 초대 수상 역임

카불 수로 : 포강과 티시노강을 연결하는 수로로 길이 85km

간선용수로 길이 : 700km

지선, 지거 용수로 길이 : 6,000km

1960년대 이후 농기계가 개발된 이후에는 건답직파를 실시하였다.

1ha당 작업시간	
1939년	1,028시간
현재	50시간 이하

*건답직파 : 마른 논에 물을 대지 않고 그대로 씨를 뿌리는 일

만화에 나오는 용어 설명

ㄱ

갈수량 크기 순으로 1년 중 355번째에 해당되는 유량(p17)
건답직파 마른 논에 물을 대지 않고 그대로 씨를 뿌리는 일(p127)
경반층 논 토양의 지표 하 10~20cm에 있는 불투수성의 토층(p93)
경종농가 작물을 생산하는 농가(p103)
공동자원화 시설 가축분뇨를 퇴비나 바이오가스(수소, 메탄)로 자원화하는 시설 (p101)
관개 작물의 생육에 필요한 물을 인위적으로 농지에 공급해 주는 것(p13)
관개 계획기준년 10년 빈도 가뭄의 해(p17)
관정 지하수를 이용하기 위하여 판 우물(p73)
기준갈수량 계획기준년의 갈수량(p17)

ㄴ

남조류 엽록소를 갖고 있는 단세포 식물(p30)
농업용수 작물의 안정된 생산을 위하여 농지에 공급하는 물(p8)
농촌용수 기존의 농업용수뿐만 아니라, 농촌지역의 생활용수, 공업용수 및 환경용수를 포함함.(p11)

ㄷ

다년생 초본 수년에 걸쳐 생존하는 초본(p33)
등고선 재배 경사지에서 등고선을 따라 고랑을 만들어 농작물을 재배하는 방법 (p99)

ㄹ

람사르 협약 습지의 보호와 지속 가능한 이용에 관한 국제조약(p28)

ㅁ

만수위 평상시 저수지에 물이 가득 찼을 때의 수위(p25)
모내기 못자리에서 기른 모를 본 논에 옮겨 심는 일(p10)
물꼬 물이 논에 흘러 들어가도록 만든 통로(p39)
물수지 물의 수입과 지출(p37)

ㅂ

방류 저수지에서 물을 흘려 내보내는 것(p26)
배수 농지에 있는 과잉의 물을 빼내는 것(p14)
배수장 낮은 곳에 있는 농지의 과잉수를 빼내기 위해 펌프와 부속시설을 설치한 곳(p68)
보 농사에 필요한 물을 공급하기 위하여 하천을 가로질러 만든 구조물(p64)
보릿고개 지난 가을에 수확한 양식은 바닥이 나고 보리는 미처 여물지 않은 5~6월로, 1960년대 중반까지 농가의 식량사정이 매우 어려웠던 시기를 말함(p8)
부식질 유기물이 토양 미생물에 의해 분해된 유기성분(p100)
부유물질 물에 부유하는 직경 2mm 이하의 물에 녹지 않는 물질(p49)
비관개기 작물재배에서 관개를 하지 않는 기간으로, 벼의 경우 10월에서 다음 해 3월까지의 기간(p25)
비점오염 오염물질이 광범위한 지역(산림, 논, 밭 등)으로부터 배출되는 오염(p90)
BOD 물 속에 있는 유기오염물질을 미생물이 분해하는 데 필요한 산소량(p101)

만화에 나오는 용어 설명

ㅅ

사수위 저수지 취수구의 바닥 수위로, 이것보다 아래의 물은 이용할 수 없는 수위 (p24)

사통 경사지게 관로를 설치하고 관로 위에 여러 수문을 둔 취수시설(p61)

순환관개 배수된 물을 다시 펌프로 퍼 올려 관개하는 것(p37)

습지 일정 기간 이상 침수되어 수분 포화상태를 유지하는 땅(p28)

식생 어떤 장소에서 지표면에 살고 있는 나무, 풀 등의 모든 식물(p49)

ㅇ

아전인수(我田引水) 제 논에 물대기의 뜻으로 자기의 이익을 먼저 생각하고 행동함(p38)

양수장 낮은 곳에 있는 물을 높은 곳에 있는 농지에 공급하기 위해 펌프와 부속시설을 설치한 곳(p68)

여수로 홍수 시 만수위를 넘는 수량을 안전하게 방류하기 위하여 만든 시설(p27)

역사이폰 수위가 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 물을 보내는 V자형 압력 수로(p115)

오염부하 농도에 수량을 곱한 것으로 오염의 정도를 나타내는 지표(p90)

윌류관개 한 논에서 다른 논으로 물꼬를 통하여 물을 공급하는 방법(p78)

윤번관개 구획을 나누어 돌아가면서 관개하는 것(p37)

ㅈ

자동 물관리 시스템 물을 원격에서 유선이나 무선을 이용하여 측정(TM)하고, 조절(TC)하는 시스템(p80)

잠열 물이 증발할 때 필요한 열에너지(P53)

저류 물을 가두어 두는 것(P43)

점오염 오염물질이 하나의 배출구로부터 배출되는 오염(P89)

중간낙수 영농기 중간에 벼의 생육을 위해 물을 빼는 것(P38)

증발산량 지표면 또는 수면의 증발량과 작물생육에 필요한 증산량을 합한 것 (P15)
지구온난화 온실가스로 인해 온실효과가 발생하여 지구의 평균온도가 상승하는 현상(P52)
지하수 땅속의 흙입자 사이의 빈틈을 채우고 있거나 흐르는 물(P44)
질소고정 대기 중의 질소가스를 질소화합물로 전환시키는 과정(P30)

ㅊ

천수답 필요한 물을 자연 강우에만 의존하는 논(P31)
첨두유량 유량곡선에서 가장 높은 유량(P25)
취수 각종 용도로 물을 사용하기 위하여 수원에서 물을 공급 받는 것(P61)
취수탑 저수지 물을 취수하는 탑 모양의 구조물(P61)

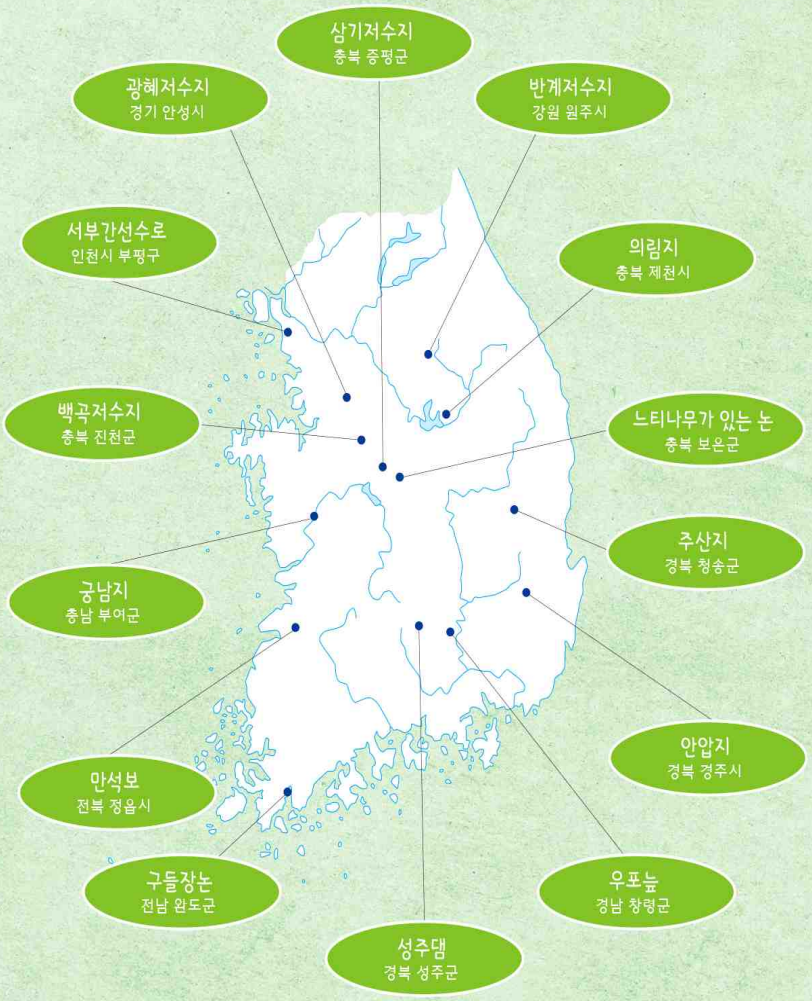
ㅌ

탁도 물이 흐린 정도(P49)
탈질작용 토양의 환원층에서 탈질세균에 의하여 질산성 질소(NO_3-N)가 질소가스(N_2)로 되는 과정(P94)
토양침식 땅 표면의 흙이 비나 바람에 의해 다른 곳으로 이동하는 것(P48)

ㅎ

환경용수 수질 보전, 경관 보전, 생태계 보전 등을 위하여 공급하는 물(P22)
환원상태 토양 중에 산소가 적은 상태(P94)
홍수기 홍수의 피해가 우려되는 6월 하순에서 9월 중순까지의 기간(P26)
홍수위 예상되는 최대홍수가 발생할 때의 최고수위(P25)

만화에 나오는
논, 습지 및 수리시설의
위치도



132

만화에 나오는

아름다운 논, 수로 및 저수지

◀ 삼기저수지(충북 증평군)

▼ 주산지(경북 청송군)

서부간선수로(인천시 부평구) ▲

느티나무가 있는 논(충북 보은군) ▶

133

◀ 구들장논(전남 완도군)

▼ 반계저수지(강원 원주시)

광혜저수지(경기 안성시) ▲

백곡저수지(충북 진천군) ▶

연 구 참 여 자

목 차	소속	참여자	비고
1장 서론	농어촌연구원	윤동균	
2장 국내외 연구동향	농어촌연구원	김경묵	
3장 농촌용수의 공익적기능 정량화	충북대학교	맹승진	
4장 사례조사	농어촌연구원	오승태 문성근	
5장 농촌용수 공익적기능 활용 정책수단 개발	충북대학교	맹승진	
6장 농촌용수 공익적기능 홍보자료 작성	한국농공학회	김진수 강문성 박종화 정상옥 윤춘경	
7장 맺음말	농어촌연구원	윤동균	

주 의

1. 이 보고서는 한국농어촌공사 자체연구비를 지원받아 농어촌연구원에서 수행한 연구보고서입니다.
1. 이 보고서는 농림축산식품부로부터 연구비를 지원받아 한국농어촌공사 농어촌연구원에서 수행한 연구보고서입니다.
2. 이 보고서의 내용은 연구원의 공식견해와 반드시 일치하는 것은 아닙니다.

■ 발 행 처

연구과제명 : 농촌용수 공익적기능의 사례조사 발굴 및 체계정립방안 연구	
발 행 일	2013. 12
발 행 인	박 정 환
발 행 처	한국농어촌공사 농어촌연구원
주 소	경기도 안산시 상록구 사동 해안로 391번지
	전 화 031 - 400 - 1700
	FAX 031 - 409 - 6055

■ 이 책의 내용을 무단 전재하거나 복사하면 법에 저촉됩니다. 단, 이 책의 출처를 명시하면 인용이 가능합니다.