

# 농업용수 수질개선대책 추진체계정립 및 대안평가기법 연구 [최종]

---

A Study on the Improvement Policy Design and Alternative  
Evaluation Techniques of Agricultural Water Quality [Final]

---

2008. 12



# 제 출 문

농림수산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “농업용수 수질개선대책 추진체계 정립 및 대안평가기법 연구”의 최종보고서로 제출합니다.

2008년 12월

구분	2007년도	2008년도
연구관리기관	한국농촌공사 농어촌연구원	한국농촌공사 농어촌연구원
	책임연구원 이 승 현	주임연구원 김 형 중
	주임연구원 김 형 중	
공동연구자	농어촌환경기술연구소	농어촌환경기술연구소
	책임연구원 윤 경 섭	책임연구원 이 광 식
	변 양 석	윤 경 섭
	권 상 필	권 상 필
	김 중 기	김 중 기
	김 계 현	최 우 현



## 요 약 문

1. 연구과제명 : 농업용수 수질개선대책 추진체계정립 및 대안  
평가기법 연구(최종)

2. 연구기간 : 2007년 6월 ~ 2008년 11월

### 3. 연구의 필요성 및 목적

#### 3.1 연구배경 및 필요성

○ 「농업용수 수질개선사업」은 농업기반정비사업의 일환으로 농어촌 정비법 제19조 ③항 및 같은 법 시행령 제22조 ①항에 의해 기존 농업용수 이용시설을 대상으로 농어촌용수 수질개선대책 수립을 시행할 수 있는 법적근거는 마련되어 있다. 그러나 농림사업 신청 및 지원 절차의 정형화·공개화를 통한 투명성 확보를 위하여 「2007년도 농림사업지침서(농림사업실시규정, 개정 2006. 12. 29 훈령 제1261호)」에는 규정되어 있지 않으므로 이에 대한 보완책이 요구되어 진다.

○ 또한 효율적인 농업용수 수질개선 사업계획을 수립하기 위해서는 수질개선 처리공법에 대한 기술(처리효율)의 안정성, 경제성, 시공성, 환경성, 유지관리의 용이성 등이 종합적으로 분석검토 되어야 하는 것이다. 또한 이들 공법이 단일공종에 의해 저수지의 수질개선의 목표를 달성하기에는 어려움이 많으므로 「농업용수 수질개선사업」은 현실적으로 여러 가지 공법이 조합을 이루어 시행되어야한다. 단위사업으로서 사업의 타당성 확보를 위해서 경제성, 정책성, 사회성 등을 고려하여 사업계획이 수립되어야 한다.

### 3.2 목 적

○ 본 연구 목적은 「농업용수 수질개선사업」의 활성화를 위한 농어촌정비법 등 유사 관련사업의 법적, 제도적 비교 분석 검토하여 사업 추진체계를 정립함으로써 사업관련자에게 이해를 돕고 사업의 정형화, 정보공개화를 도모하는데 그 목적이 있다.

○ 또한 수질개선공법은 현장실무자가 조사·설계할 때 간편하게 이용할 수 있는 사업비 산출방법 및 비용경제성 분석방법을 소개하고, 「농업용수 수질개선사업」을 단위사업으로서 경제성 분석기법을 적용하여 사업의 타당성분석 방법에 대하여 정형화하는데 본 연구의 목적이 있다.

## 4. 연구내용 및 결론

### 4.1 연구내용

본 연구는 2년차로 구성되었으며, 1년차에는 기존연구결과에 대한 분석과 농업용수 수질개선사업 추진체계(시안)를 제시하고, 2년차에는 공법별 경제성분석과 농업용수 수질개선사업의 대안 평가기법에 대하여 중점 연구하였으며 년차별 주요 연구내용은 다음과 같다.

년차별 연구계획

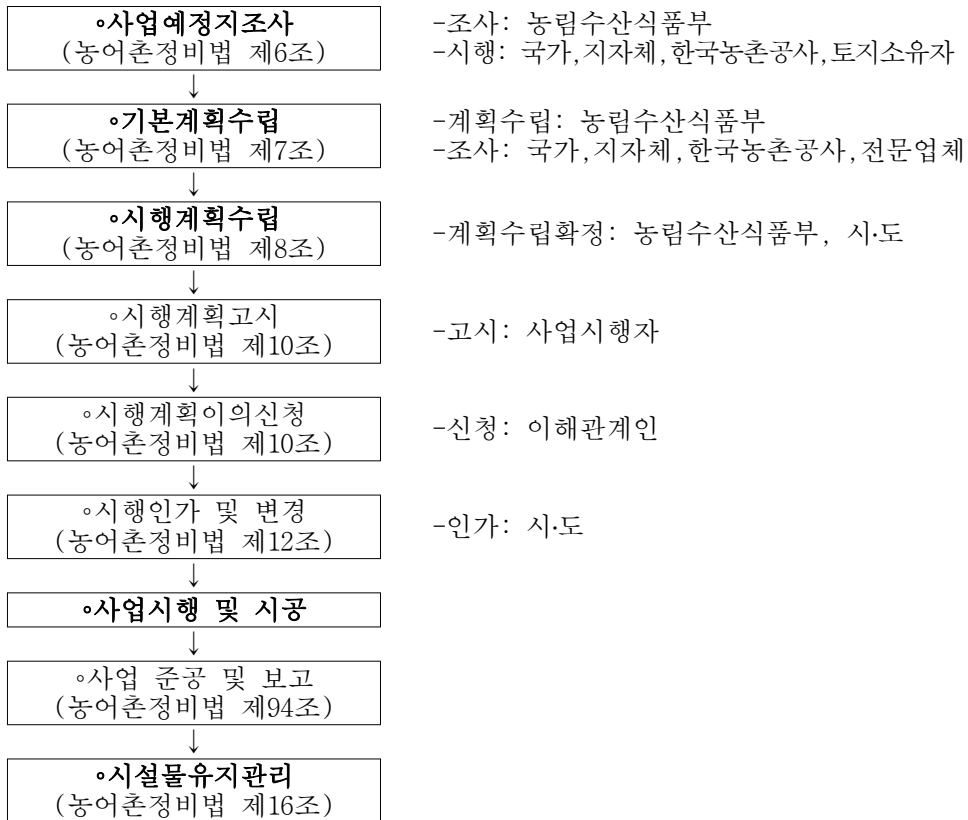
주요 연구내용	년차	1차년도 (2007년)	2차년도 (2008년)	비고
○ 관련법률 및 기준, 요령, 지침 등 검토분석				
○ 관련사업 추진절차(사업비지원) 비교분석				
○ 농업용수수질개선사업 추진체계(시안)제시				
○ 수질개선공법 국내외적용 사례 비교분석				
○ 공법별 투자비용 구성요소 및 경제성분석				
○ 농업용수 수질개선사업 대안평가				

## 4.2 연구결과

연구결과를 요약하면 다음과 같다.

### 1. 농업용수 수질개선대책사업 추진체계 정립(안)

농업용수수질개선사업 추진체계 정립을 위한 연구 분석 결과 사업특성, 예산지원 및 사업관리체계 등을 고려할 때 농어촌정비법의 절차에 따라 시행하는 것이 타당하다.



### 농업생산기반정비사업 일반적인 추진절차

일반적인 추진절차를 바탕으로 하여 농업용수수질개선사업 추진체계 개선안의 주요 내용은 다음과 같다.

국내외 유사사업 사례분석결과 사업규모가 큰 경우(총사업비 관리대상 사업 등)에는 사업계획의 타당성 확보를 위하여 예비타당성 조사 제도(부록-2) 도입이 필요할 경우도 있을 수 있다.

농촌마을종합정비사업(그림2-7)에서 보는 바와 같이 기본조사지구의 선정심의 절차를 제도화하고, 국토해양부의 하천설계절차(그림2-8)에 따르면 기본계획 수립단계에서 사업의 사전환경성 검토, 비용효용성 분석, 문화재 지표조사 등 타 법률 및 상위계획에 규정된 사항을 종합적으로 분석평가 했다.

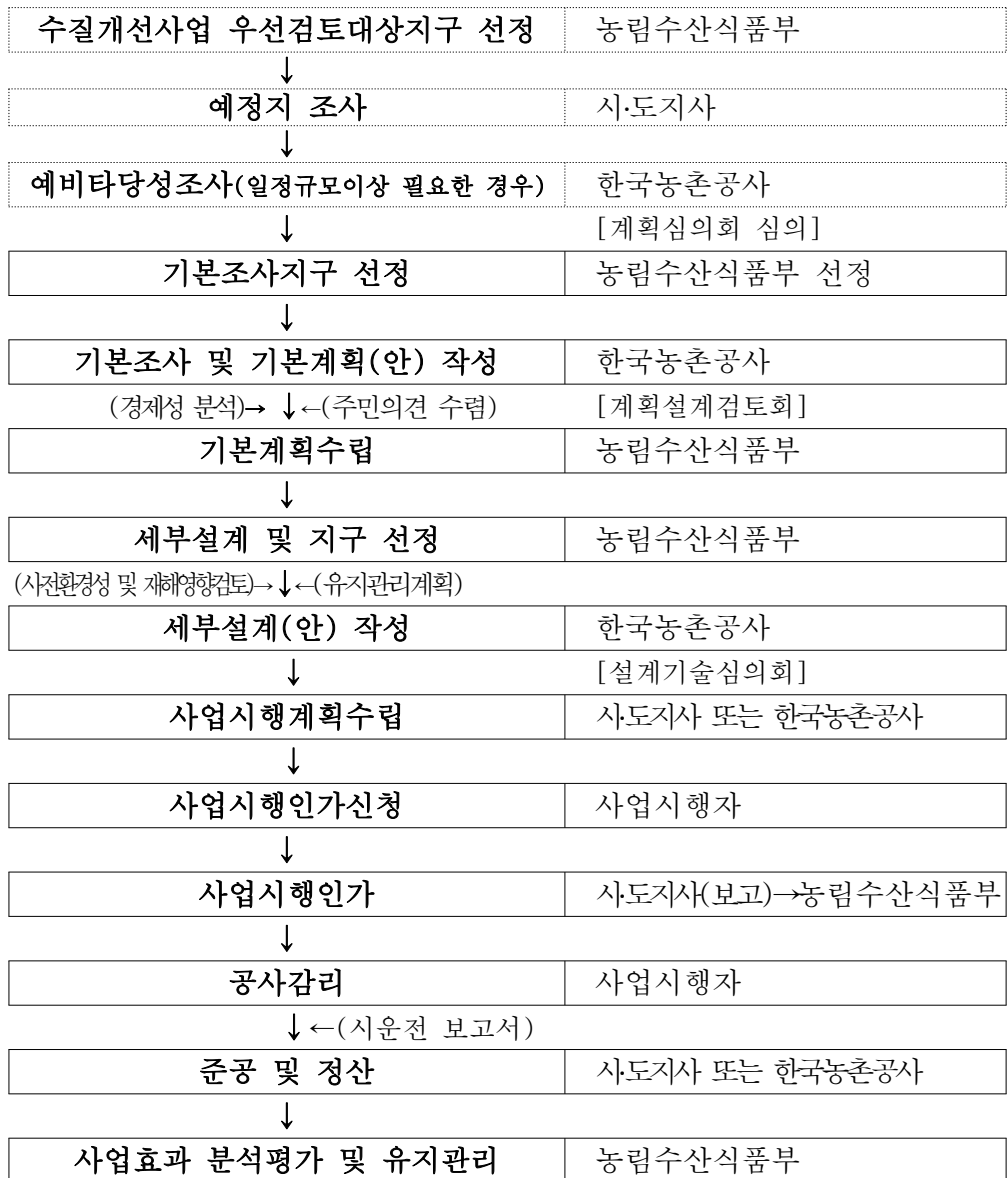
수질정화시설의 원활한 조작운영하기 위해 유지관리계획을 실시설계에 포함하도록 하였다(부록-5).

시운전은 사업종류, 설치시설의 종류에 따라 시행절차, 난이도, 기간 등이 다를 수 있다. 준공단계에 시운전계획을 반영하여 효율검증, 공사품질 향상, 정화시설의 기능향상이 되도록 하여야 한다.

주민 및 전문가 의견수렴은 사업계획의 필요조건으로서 민주적인 사업 시행절차, 실현성 있는 계획수립, 사업시행 후 유지관리 자율주체로 발전시키기 위해 필요한 사항이며 사업시행여건 등을 고려하여 계획자 및 설계자가 판단하여 탄력적으로 운영하도록 한다.

농업용수수질개선사업의 기본적인 추진체계는 아래와 같다.





### 농업용수수질개선사업의 기본적인 추진체계

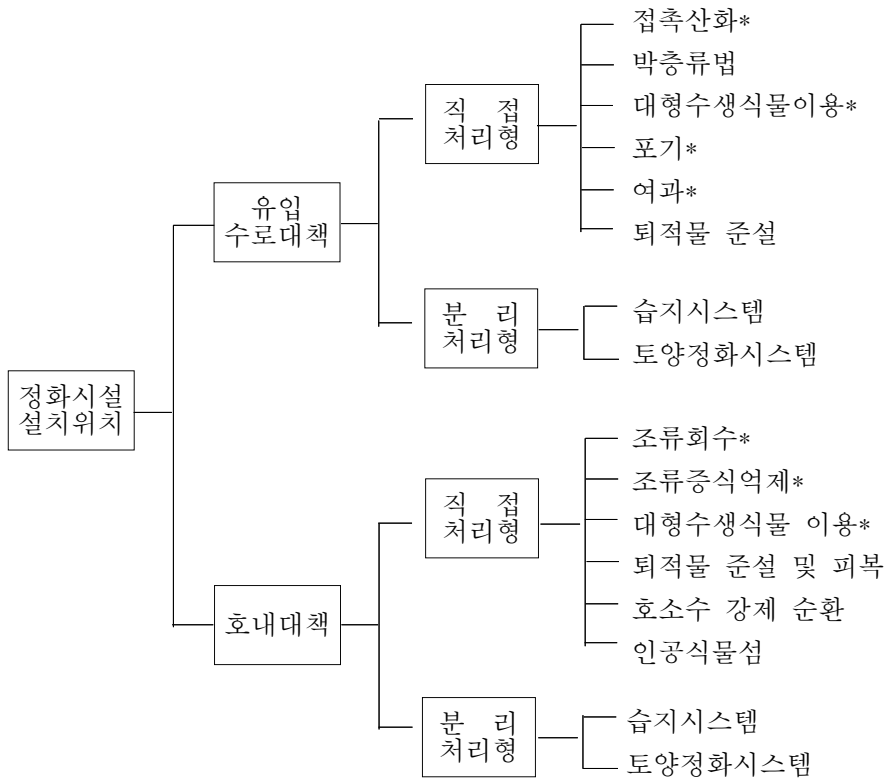
#### 2. 농업용수 수질개선대책 대안평가기법 정립

대안평가기법은 기술성, 경제성, 환경성을 종합적인 검토분석이 이루어져야 한다.

##### 1) 기술성 분석

○수질개선 기술의 분류

작용원리에 따라 물리적, 화학적, 그리고 생물학적 처리방법이 있으며, 수 처리방식에 따라 기계적 처리방식, 자연적 처리방식으로, 정화시설의 설치위치에 따라 유입수로 대책, 호내 대책으로 구분되며 각각 직접처리형, 분리처리형으로 나눌 수 있다. 제거대상 오염물질의 특성을 고려한 정화목표에 따라 Level 1 ~ Level 5 으로 나눌 수도 있다.



주) \* 는 분리처리형으로도 적용 가능

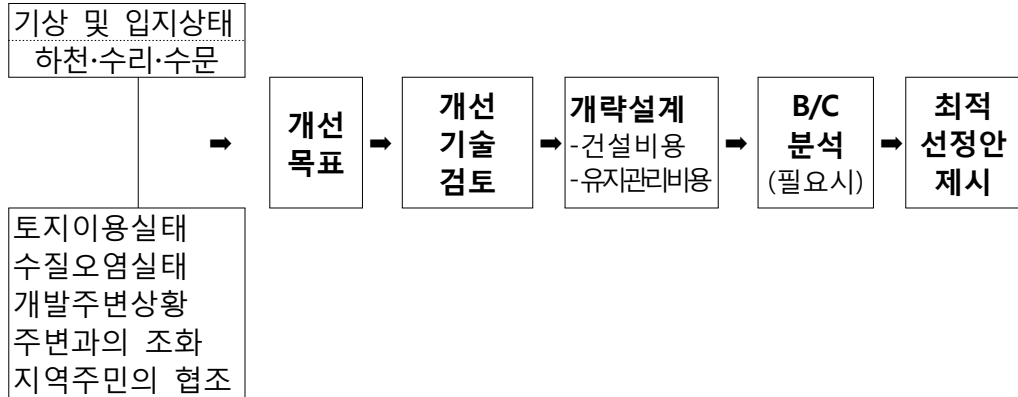
**수질정화시설의 설치 위치에 따른 분류**

○수질개선기술 적용시 일반적인 기술적 기본요건

호소특성, 호소 오염특성, 유역 오염원 특성, 유입하천 특성, 지하수 특성, 호내 천이 부하량, 내부생산에 의한 수질변화량 등이다.

○최적관리개선기술(BMP) 선정절차

최적관리개선기술은 기술의 타당성, 기술의 효용성, 기술의 실용성, 유지관리의 용이성, 기술의 안정성, 기술의 응용성, 상품성, 연구개발의 수준 등을 분석·평가하여야 한다.



**최적 개선기술 선정절차**

수질개선공법 결정은 적용대상 특성(주변 환경 및 수체, 처리대상 오염물질), 적용위치, 정화원리 등을 종합적으로 고려하여 합리적인 공법을 선택하여야 한다. 수질개선공법 선정 시 고려할 적용대상의 특성으로는 유역의 오염원 분포 및 유달 특성, 하천 및 호의 수질 오염 정도, 수리수문학적 특성 등이 있다. 적용대상의 특성이 충분히 파악되었다면 수질개선공법이 효과적으로 제 기능을 안정적으로 발휘할 수 있도록 유역, 하천, 호내 등을 대상으로 적절한 적용위치를 검토한다. 적용위치가 결정되면 처리대상 오염물질의 종류와 배출특성에 따라 물리적, 화학적, 생물학적 정화기법을 검토하여 개별적인 방법 또는 조합된 방법 등 최대의 정화효과를 발휘할 수 있도록 수질정화 최적시스템을 구축한다.

○국내 신기술제도

국내의 환경관련 새로운 기술 관련 제도를 살펴보면 관리기관에 따라 환경신기술, KT, EEC 및 NT, 건설신기술, IT 5가지의 종류가 있으며, 일본 건설성의 「하천 등의 공공수역에 있어서의 고효율 직

「점정화시스템 개발」 공모 연구 과제(건기평제 93301호, 평성 6년, 1994년 6월 13일)에 대한 응모된 과제에 대하여 기술 평가한 사례를 보고서에 수록 하였다.

## 2) 경제성 분석

### ○ 농업용수 수질개선사업 공사비 적산

농어촌정비사업의 공사비 계산은 국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행령 제9조 제1항 제2호 및 시행규칙 제6조에 의거 원가 계산에 의한 재료비, 노무비, 경비, 공사손해보험료, 일반관리비 및 이윤 부가세로 구분 계산하여 예정 가격 작성의 기초자료로 활용토록 하고, 실적공사비에 의한 공사비 계산은 시범지구로 지정되었을 경우에만 적용토록 한다.

### ○ 공법선정 등 경제적 효율성 비교를 위한 사업비 산출사례

산출사례는 자료부족으로 한계가 있으나 국내사례로 개략사업비 산출사례, 시행지구(감돈지구) 사업비 산출사례를 조사·분석 하였다. 국외사례로 일본 호소매뉴얼에 제시된 농업용수 수질개선사업에 적용 가능한 22개 공법별 공사비 및 유지관리 산정 사례를 제시하였으며, 보고서 부록4에 공법별 경제성 및 비용산정식을 수록하였다. 건설비와 유지관리비의 기본식을 바탕으로 적절한 인자값을 대입하여 산정한다.

건설비를 산정하는 기본식은  $C = aA^b$

$C$  : 건설비,  $a, b$  : 계수

$A = m \cdot Q \cdot f_1(X)$

$Q$  : 처리수량,  $m$  : 계수

$f_1(X) = a$ 는 제거율,

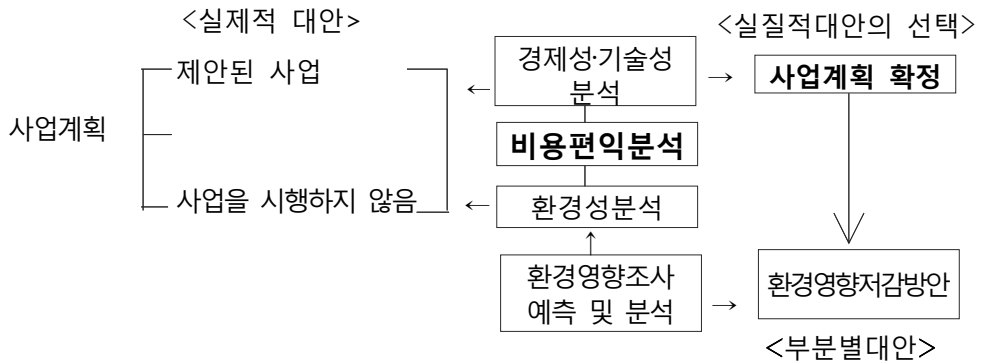
$X$  : 공법별 주요 인자

유지관리비의 기본식은  $D = n \cdot Q$

$D$  : 유지관리비,  $n$  : 계수

### ○ 사업타당성 분석을 위한 경제성 분석 틀은 비용-편익분석(B/C)

대규모사업(총사업비관리대상사업, 즉 하구호 수질개선계획 등)계획 수립과정에서 타당성 분석이 필요한 경우에는 비용-편익분석에 의해 경제적 타당성 분석이 이루어져야 한다.



### 비용-편익분석의 역할

송리원 다목적 댐 건설의 비용-편익 분석에 의한 경제성 분석(KDI, 1999)사례를 수록하였다.

#### 3) 환경성 분석

농업용수 수질개선사업을 계획하고 시행할 때에 친환경 건설사업을 위해서는 환경부하를 정량적으로 평가하는 방법을 확립하고 효과적인 환경 부하 저감기술과 공법의 개발 및 건설계획이 선행되어야 한다. LCA(Life Cycle Assessment, 전 과정 평가)는 환경성과를 측정하는 시스템으로서, 건설자재의 생산 및 운송, 건설 시공, 구조물 사용, 구조물 유지·보수, 해체 등 전 과정의 환경부하를 정량적·정성적으로 분석하여 환경성능을 관리하고, 개선방안을 모색하는 의사결정 도구이다. 또한 건설 환경부하에 대하여 사후처리의 개념이 아닌 사전예방을 통한 오염발생을 저감시킬 수 있는 적극적·능동적 평가방법이라고 할 수 있다.

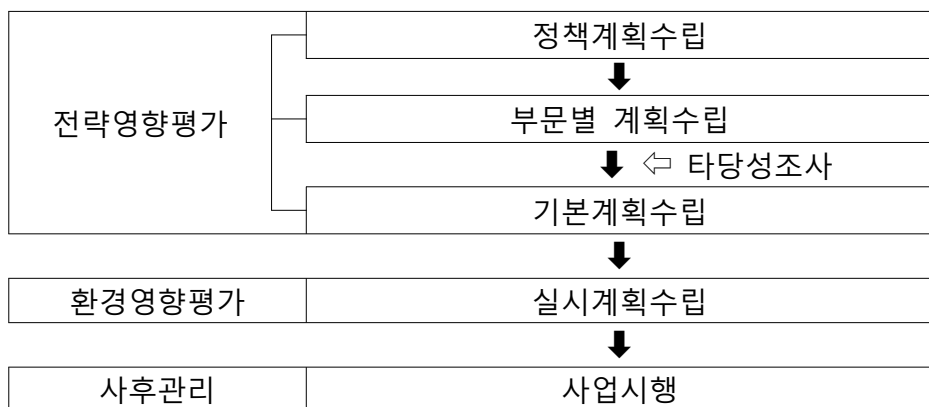
한편 사업시행에 따른 환경에 미치는 영향을 분석 검토하는 단계로 환경관련법에 규정된 현행 환경성검토제도는 환경정책기본법에 의한

『사전환경성검토』, 국토해양부 도시계획수립지침에 의한 『환경성검토』, 건설기술관리법에 의한 『사전환경성조사·검토』로 분류할 수 있다.

「본 연구에서 사전환경검토제도를 보다 구체적으로 살펴보았는데 협의시기를 인·허가 때로 규정하고 있어 세부설계과정에서 실시한다. 사업계획지구의 기술성, 비용 효율성, 환경성을 종합적으로 판단하여 사업계획의 타당성을 확보하고, 사전환경성 검토는 각종 개발계획이나 개발 사업을 수립·시행함에 있어 타당성조사 등 계획초기단계에서 입지의 타당성, 주변 환경과의 조화 등 환경에 미치는 영향을 고려토록 함으로써 『개발과 보전의 조화』 즉 『환경 친화적 개발』을 도모코자 도입된 제도이므로 이를 충족시키기 위해서는 기본계획단계에서 실시하는 것도 고려해볼 수 있다.」

환경영향평가 등에 관한 법률 제정안 입법예고(2008.10.24)에 따르면 사전환경성검토제도 및 환경영향평가제도를 하나의 법령으로 일원화하고 평가대상도 전략환경평가, 환경영향평가, 소규모 개발사업에 대한 환경영향평가로 규정하였다.

최상위 행정계획 부터 개별 개발 사업까지 환경영향을 체계적·단계적·누적으로 평가하는 단계적 환경평가 연계시스템 구축하고 있다.



### 단계적 환경평가 연계시스템

농업용수수질개선사업은 타 법률에 규정사항을 준수하기 위해서는 계획영향평가(하위 행정계획)를 실시하여야 하나 다음과 같은 방향

으로 제도개선이 이루어져야 한다.

환경부처의 자체연구결과(자료: 전략환경평가제도의 효율적 운영기법 마련을 위한 연구(제2부), 환경부, 2007.5)에도 「농업기반정비사업 분야의 행정계획은 환경정책기본법 시행령에서 ‘수자원개발’분야로 분류되어 있어 농업용 댐, 보 등의 수자원시설 건설관련 계획을 수립한다는 측면에서 수자원장기종합계획의 이수계획과 일부 연관성은 있으나, 농어촌정비종합계획 또는 신규 용수개발사업을 제외한 농업생산기반정비사업은 농지, 농어촌용수 등의 농업자원을 이용하여 농업생산성을 제고하는 농업기반정비의 효율적인 추진에 목적을 두고 있어, 댐 및 하천정비 분야와 별도 성격을 갖는 행정계획으로 판단된다.」고 기술하고 있으며, 전략영향평가(SEA)의 개념을 “사업에 앞서는 상위단계부터 정책, 계획, 프로그램의 환경영향과 경제적·사회적 영향을 함께 고려하는 체계적 의사결정 과정”이라고 정의하고 있어 농업용수 수질개선사업은 농업기반조성사업 중 하나의 단위사업(project)으로 법정 기본계획이 아니므로 전략영향평가대상에서 제외시켜야 한다.

한편 자율적인 친환경적인 사업추진과 사업계획가 또는 의사결정권자가 합리적인 환경보전에 관한 사항을 판단하게 하기 위해 단위사업 기본조사보고서에 개략적인 환경성을 검토하는 항목을 추가하는 것도 한 방법일 것이며, 가칭 “농림수산 환경 기본계획수립 지침” 등 제정 보급하는 것도 하나의 대안이 될 수 있다.

## 5. 연구결과의 실용화 방안

- 정책적 활용방안
  - 합리적인 농업용수 수질개선대책 추진체계 정립으로 관련정책수립자의 의사결정과정에 기여하여 농업용수 수질개선사업의 활성화
  - 합리적인 수질개선공법 선정으로 사업계획의 타당성 확보
- 기술적 활용
  - 효율적 수질개선공법의 선정 및 대안 평가기법 개발
  - 농업용수 수질개선 기술발전에 기여

# Summary

## 1. Title :

A Study on the Improvement Policy Design and Alternative Evaluation Techniques of Agricultural Water Quality(Final)

## 2. Period :

2007. 6 ~ 2008. 11

## 3. Necessity and Objectives

### 3.1 Background and Necessity

○ 「Agriculture water quality improvement project」 is one of the agriculture infrastructure improvement project. Agriculture and Fishery water quality improvement policy design can be operated by the Agriculture and Fishery improvement law's nineteenth article 3st clause and its implementing ordinances 22st article 1st clause. But the project is need to take complementary measures because 「2007 agricultural and forestry project guide(Agricultural and Forestry project operation provision, Dec.29.2006, Instruction 1261st)」 is not include for transparency of apply and support process in Agricultural and Forestry project.

○ Also, water quality improvement techniques are totally deliberated on stability, condition of economy, application of in-situ, easy maintenance for efficiency of agriculture water quality improvement project. Agriculture water quality improvement project is used various techniques in actuality because only one technique can not reach goal of pond's water quality improvement.



### 3.2 Objectives

- The purpose of study are helping of the involved's comprehension, standardization of project, open of information for water quality improvement project's revitalization by the project policy design.
- Water quality improvement techniques introduce working expenses calculation and cost economical efficiency When a staff in charge survey and plan. 「Agriculture water quality improvement project 」 as a unit-project standardize a feasibility study with analysis of condition of economy.

## 4. Contents and Results

### 4.1 Contents

This study is carried out during two years, the 1st year study case and present agriculture water quality improvement project policy, the 2nd year analyze condition of economy on with a multiplicity techniques, study alternative evaluation techniques of agricultural water and inspection of 1st result. The main study contents are in the table

**Yearly study plan**

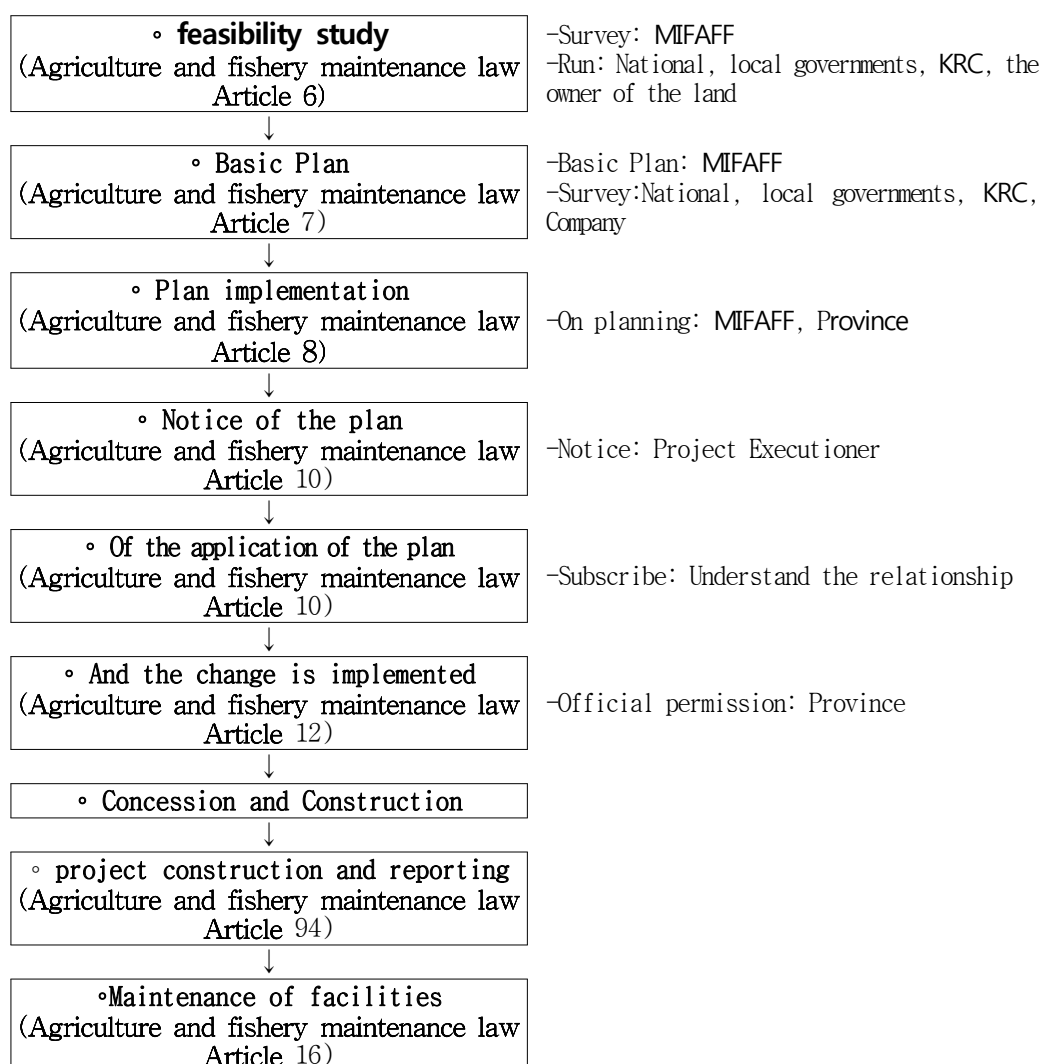
year	1st year (2007)	2nd year (2008)	remark
<b>main study contents</b>			
○ analyze a same sort laws, standard, guide, instruction			
○ analyze a same sort projects' procedure			
○ design agriculture water quality improvement project policy.			
○ case study on water quality improvement technique in the inside and outside of the country			
○ analyze condition of economy on with multiplicity techniques			
○ present alternative evaluation techniques of agricultural water			

## 4.2 Results

The conclusions of study are as follows :

### 1. The establishment of System for water quality improvement project

For agricultural use and water quality improvement project for establishing research and analysis system, a specific character of project, budget support, and project management systems, considering the rural areas, according to the procedures of agriculture and fishery maintenance law to be reasonable.



**The general procedures of infrastructure projects on Agricultural production**

The procedure, based on common agricultural project to improve water quality and water systems are as follows:

Analysis of inside and outside of the country project practices similar to a large scale, if (the total cost management project etc.) to the project plan and feasibility study on the feasibility of the new system(appendix 2) was needed.

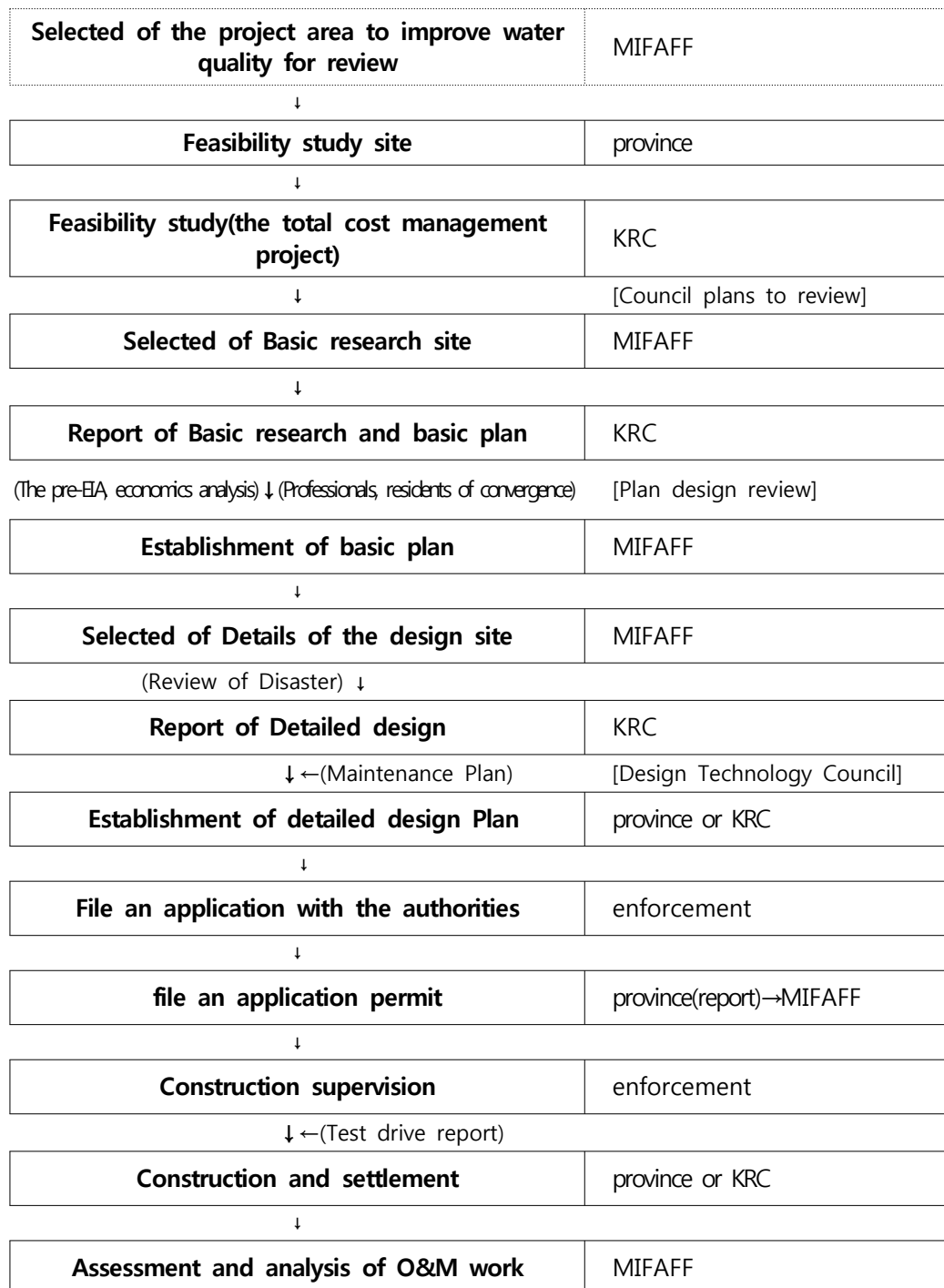
As shown in general maintenance of rural villages (Figure 2-7), Basic research and learning procedure deliberation of the project site. According to rivers, the design process of MLTM(see Figure 2-8), in default of environmental planning, economic efficiency analysis, indicators of cultural property and other laws and the parent plan to set a comprehensive information analysis

Water purification facilities maintenance plan for the smooth operation of manipulation to be included in the design and construction phase of the plan to reflect(appendix 5)

Test drive the type of business, the installation of facilities, depending on the type of procedure, the degree of difficulty, duration and may be different. A trial run in the verification efficiency, improve the quality of construction, must be to improve purification facilities.

Professionals, residents opinion of convergence as the requirements of a project plan of the democratic process, the practical planning and business development of the subject and then to maintain autonomy of needs and business conditions, considering the discretion of the projector and designers need to be flexible to operate.

The basic system for agricultural use and water quality improvement projects are listed below.



**System for agricultural use and water quality improvement project  
(basic process)**

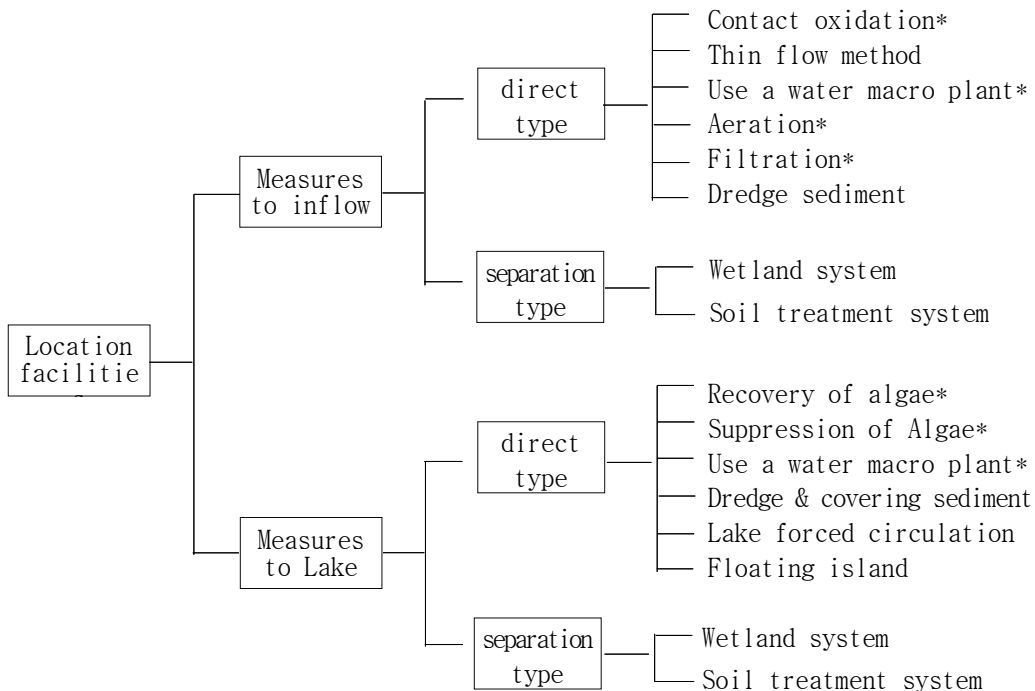
## 2. The establishment of alternative assessment techniques to improve the water quality for agricultural use

Alternative assessment techniques must be made techniques, economics, environment, a comprehensive review and analysis

### 1) Techniques Analysis

- Improve the water quality of Category

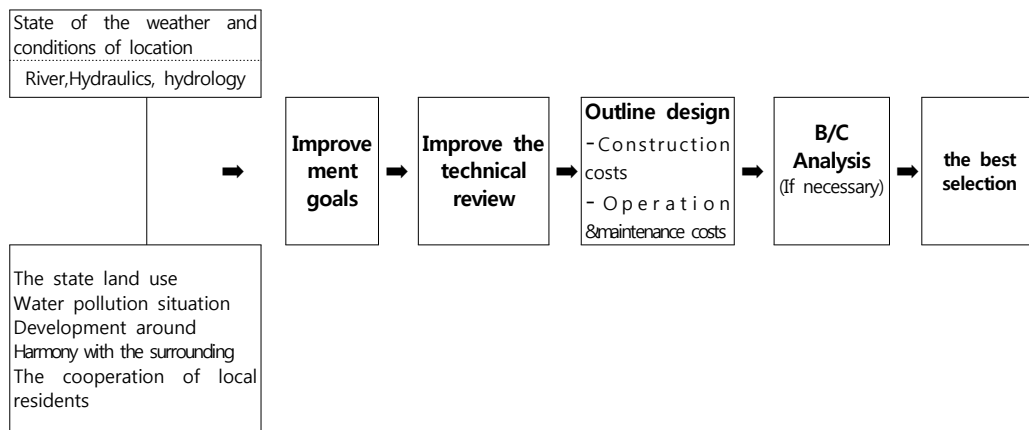
How does it work, depending on the physical, chemical, and biological treatment and depending on how you can handle, mechanical treatment, and natural treatment, the purification facilities, depending on the location of the measures to river treatment, embankment treatment, each separated by direct type, separation type You can share processing type. Considering the characteristics of the target pollutants removed, depending on the purification goal can be divided into Level 1 ~ Level 5.



Note) \* Can be applied separation type

## The installation of water purification facilities in the location of the category

- Technology to improve the water quality requirements and general technical default Lake type, pollution characteristics, pollutant characteristics, the influx of rivers, groundwater characteristics, the internal production loading by the amount of water.
- Optimal Management Technology (BMP, best management practice) selection process must be evaluated the validity of the technology, the best management techniques, the effectiveness of technology, the practicality of technology , ease of maintenance, technology’s reliability, and marketability, and analyze the level of research and development.



### The best selection process management technology

Treatment process applies to improve water quality decision attribute (the surrounding environment, and the water type, the target pollutants), apply the location, and to comprehensively consider the principle of purification, select the technique must be reasonable.

Treatment process applies to improve the water quality of the characteristics of the waterway to consider the distribution of the pollutant and emission load characteristics, water pollution of rivers can be repaired are hydraulic & hydrologic characteristics.

Applies to understand the nature of if you have enough water to effectively improve the technique to show my ability to reliably watershed, rivers, embankment will review the position and apply the

appropriate target.

When applied to determine the location and type of pollutants emission process based on the characteristics of physical, chemical, biological purification method or combination of techniques, review the individual the best way to cleanse and clean water to allow them to take effect will be to build the best system.

- New technology system

The environment-related technology in a new environment depending on the management agency, environment technology, KT, EEC and the NT, construction technology, IT etc

## 2) The economics analysis

- Totalized cost for agricultural use and water quality improvement projects

For the maintenance of rural areas, the state parties to calculate the cost of contract law enforceable Article 9 Section 1 of Article 2, and cost accounting, pursuant to Article 6 by rules, materials, labor cost, security, construction insurance, administrative expenses and taxes will be divided into profits by calculating the price to be used as basic material for writing, performance, cost calculated by the cost of the exhibition will be applied only if specified by the district.

- And to compare the economic efficiency for the treatment process

Analysis was limited cases, but the lack of output data, as domestic output cost outline Case, of the Gamdon site research project to examine the output.

Japan, as shown in manual lake the country for agricultural use and water quality to improve the construction cost by each treatment process and maintenance of 22 calculated as the present case, and, in Appendix 4 treatment process economy and the cost was calculated as an expression. Based on the expression of the basic construction and maintenance expenses for the maintenance of appropriate argument value is calculated by the assignment.

Construction cost base Formula  $C = aA^b$

$C$  : Construction cost,  $a, b$  : Coefficient

$$A = m \cdot Q \cdot f_1(X)$$

$Q$  : Handling quantity,  $m$  : Coefficient

$f_1(X) = \alpha$  : Processing efficiency

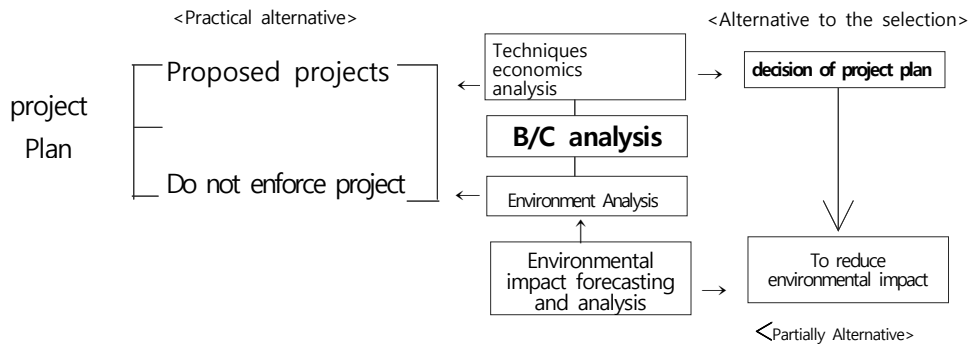
$X$  : Major factor by treatment process

Operation & maintenance cost base Formula  $D = n \cdot Q$

$D$  : Operation & maintenance cost,  $n$  : Coefficient

◦ Framework for analyzing the feasibility study of the cost of economic efficiency - benefits analysis (B / C)

Large-scale project(target total cost management projects) in the process of planning, feasibility analysis, if necessary, the cost - benefit and economic feasibility analysis must be made by analysis.



### the role of B/C analysis

The cost of construction of a multipurpose dam SONGRIWON-B/C to the analysis by the economics analysis (KDI, 1999) were more cases in the report.

### 3) The Environment Analysis

Plan and implement projects to improve for agricultural water quality and environmentally-friendly construction projects for when the quantitative



evaluation of the pollutant load, and how to establish effective in reducing environmental and construction plan the development of technology and technique should be leading it. LCA(Life Cycle Assessment) to measure system performance as the environment, production and transportation of construction materials, building construction, the use of facilities, maintenance of facilities and dismantlement of facilities, the quantitative, qualitative evaluation the environmental performance management, and to look at ways to improve decision-making tools. In addition, the non concept of post-processing of the construction loading, this system is pre-precaution and we can be actively aggressive.

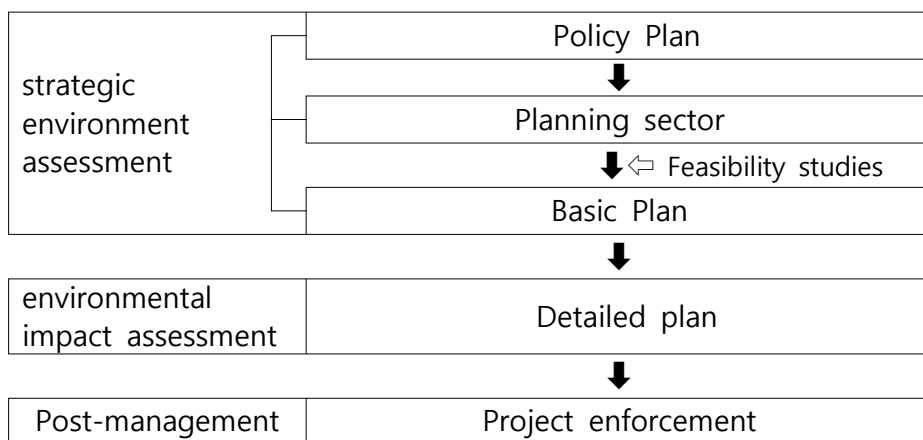
The current environmental review system by the Environmental Policy Act 「the environmental review of prior Environment impact Analysis」, the city planning guidelines, Construction and Technology management act by Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs 「the Environment Review」, 「the Environment survey and review of prior」 can be categorized into.

In the pre-review system for this research environment, more specifically, I've seen in the timing of consultation. Clearance, and sometimes the details of the design process, but in the conduct of the technique of project plan, the effectiveness of cost, the environment and a comprehensive projects plan to judge the validity of to acquire, and environmental review prior to the establishment of various development plans or development projects being implemented in the early stages of planning and feasibility studies on the feasibility of location, and the environment in harmony with the surrounding environment will consider the impact on the development and preservation of the 「this means that the environment-friendly」 「environmentally friendly system ever introduced to promote the development」 harmony and promote the development of introduced in order to meet the basic plan is a step to be conducted in ways that can be effective.

Environmental Impact Assessment Law and the legislative bill notice (2008.10.24), according to the system, and environmental impact assessment prior environmental review of the law as a unified system

and evaluate the target's strategic environment assessment, environmental impact assessment, environmental impact on small development projects Was evaluated as.

From the top-level administrative planning of individual development projects systematically to the environment. Cumulative linking environmental assessments and to evaluate the system are gradual



**Gradual environmental assessments system**

Improve water quality for agricultural use and other legal business in order to comply with the rules of the plan Assessment (sub-administrative plan) will be an improvement of the system must be made in the same direction.

Environment Ministry's own research (Source: Strategic Environmental Assessment System for the efficient management techniques for the study (Part 2), the Ministry of Environment, 2007.5) in the "agriculture-based development projects in the field of administrative law, enforceable plan of the environment in the development of water resources 'Areas are classified as agricultural dam, construction of related facilities weirs etc planning of the water that long-term comprehensive plan in terms of water resources planning and some association between courses, but a comprehensive rural development plan or new water infrastructure development projects, except for agricultural production The farmland, agricultural resources, such as rural water use to improve agricultural

productivity in the agriculture-based purpose of promoting the maintenance of an efficient, and the nature of the dam and river with separate administrative and maintenance areas will be judged. "The technology and , Strategic Impact Assessment (SEA) the concept of a "top step ahead of policy, planning, economic and environmental impact of the program. Systematically to consider the social impact the decision-making process" is defined, and for agricultural use and water quality improvement project One of the agriculture-based projects unit of the court is not a basic plan should be excluded from strategic impact assessment.

Meanwhile, the autonomous environment-friendly project and a project planner or the decision makers of a reasonable environment for the information to determine the base of the unit to the report, an outline environment and to add the item to review the way it is, tentatively named "Agriculture, Forestry Fisheries environment, basic planning guidelines "and to establish an adoption can be an alternative.

## **5. Application**

- Policy application
  - rationalize agriculture water quality improvement project policy design for revitalization of agriculture water quality improvement project by contribution to policy makers's decision
  - rationalize choice on water quality improvement techniques to get feasibility of plan
- Technical application
  - efficient choice on water quality improvement techniques and developing of alternative evaluation techniques
  - contribute developing of agriculture water quality improvement techniques



# 목 차

1. 서론 .....	1
1.1 연구배경 및 필요성 .....	1
1.2 연구의 목적 .....	2
1.3 연구범위 및 방법 .....	3
1.3.1 연구범위 및 대상 .....	3
1.3.2 연구내용 .....	4
1.3.3 연구방법 .....	5
2. 농업용수 수질개선대책 추진체계 정립 .....	9
2.1 개요 .....	9
2.2 농업기반조성사업 추진절차 .....	10
2.2.1 사업의 목적 .....	10
2.2.2 농업생산기반정비사업의 특징 및 역할 .....	10
2.2.3 농업생산기반정비사업의 공익기능 .....	12
2.2.4 농업용수 수질개선사업과 유사한 농업기반조성 사업 추진절차 .....	22
2.3 타 부처 관련사업 추진절차 .....	55
2.3.1 자연형하천정비사업(국토해양부 소관) .....	55
2.3.2 소하천정비사업(행정안전부 소관) .....	63
2.3.3 환경사업 추진절차(환경부 소관) .....	68
2.4 일본의 하천정비사업 및 농업기반정비사업 .....	85
2.4.1 하천정비사업 및 댐 주변정비사업 .....	85
2.4.2 일본 농업농촌정비사업 .....	87
2.5 국내외 사례에서 본 시사점 .....	102
2.6 농업생산기반 정비사업 사업비 지원체계 .....	103
2.6.1 농림예산의 구조 .....	103
2.6.2 농업 생산기반정비사업 집행유형 .....	107
2.7 농업용수 수질개선사업 시행체계 정립 .....	111
2.7.1 농업용수 수질개선 사업 추진체계 문제점 및 개선방안 .....	111
2.7.2 시행절차 개선안에 따른 외부전문가 그룹 의견수렴 .....	114
2.7.3 농업용수 수질개선사업의 주민참여방안 .....	116

2.7.4 농업용수 수질정화시설 시운전 .....	139
2.7.5 농업용수 수질개선사업 시행요령(안) .....	149
<b>3. 농업용수 수질개선대책 대안 평가기법 연구 .....</b>	<b>161</b>
3.1 개요 .....	161
3.2 수질개선기술의 분류 .....	162
3.2.1 정화 원리에 따른 분류 .....	162
3.2.2 수 처리방식에 따른 분류 .....	165
3.2.3 정화시설 설치위치에 따른 분류 .....	166
3.2.4 직접정화법의 정화목표에 따른 분류 .....	167
3.2.5 일본의 수질개선기술의 분류 및 적용절차 .....	169
3.3 농업용수 수질개선사업 및 하천정화사업 .....	180
3.3.1 농업용수 수질개선사업 .....	180
3.3.2 자연형 하천 정화사업 .....	182
3.3.3 비점오염원 처리시설 분류 .....	192
3.3.4 하천 수질정화기술 검토 .....	194
3.3.5 하천 수질정화방식 검토 및 수질개선 공법 결정 .....	199
3.4 농업용수 수질개선사업 공사비 적산 .....	204
3.4.1 적산의 의의 및 기능 .....	204
3.4.2 사업단계별 적산기법 .....	206
3.4.3 국내외 적산체계 비교 .....	208
3.4.4 원가계산방식에 의한 농업용수 수질개선사업 공사비 산출요령 .....	210
3.4.5 사업비 산출사례 .....	220
3.5 농업용수 수질개선 대책에 적용 가능한 평가기법 .....	247
3.5.1 경제성 분석 .....	247
3.5.2 환경성 분석 .....	295
<b>4. 결론 .....</b>	<b>323</b>
<b>참고문헌 .....</b>	<b>335</b>
<b>부록 .....</b>	<b>339</b>

부록1. 자연하천공 .....	339
부록2. 예비타당성조사 .....	363
부록3. LCA를 통한 설계 및 공법선정사례 소개 .....	367
부록4. 공법별 경제성 및 비용 산정식 .....	375
부록5. 농업용수 수질개선사업 유지관리계획 .....	387
부록6. 자문 및 평가위원의 의견 반영 내역서 .....	467

## 【표 목차】

(표1-1) 년차별 연구계획 .....	4
(표2-1) 농업기반정비사업의 공익적 기능 .....	13
(표2-2) 농업생산기반시설의 공익적 기능 .....	14
(표2-3) 농업생산기반정비사업 분류 .....	15
(표2-4) 단위사업별 주관기관 .....	16
(표2-5) 사업시행자 및 시행단계별 참여기관 .....	17
(표2-6) 기본계획 수립 단계별 조사항목 및 내용 .....	22
(표2-7) 자연형 하천정비사업의 시설내용 .....	58
(표2-8) 계획단계별 검토내용 Process .....	60
(표2-9) 각 단계별(제1단계~제4단계)과업의 중점 검토사항 .....	65
(표2-10) 소하천정비 종합계획수립 행정절차 .....	68
(표2-11) 하수종말처리시설의 설치 및 운영 절차 .....	71
(표2-12) 폐수종말처리시설 설치 및 운영관리 .....	72
(표2-13) 축산폐수공공처리장과 분뇨처리시설의 설치·운영관리 .....	72
(표2-14) 하수처리관련 사업주체와 비용분담 .....	73
(표2-15) 상수취수원 상류지역 유입하천 .....	79
(표2-16) 농촌지역 구간 .....	80
(표2-17) 도시관류 하천 .....	80
(표2-18) 공단하천구간 .....	81
(표2-19) 제외지에 여유가 없는 수로형 하천구간 .....	81
(표2-20) 설계 시 고려사항 .....	82
(표2-21) 신·구 농업기본법 체계의 특징 .....	89
(표2-22) 연대별 농정의 변화와 특징 .....	91
(표2-23) 국내외 사례의 시사점 및 적용성 .....	102
(표 2-24) 시민참여 유형 및 방법 .....	120
(표 2-25) 지역 주민참여의 유형 .....	124
(표 2-26) 시민사회참여 모델별 특징 .....	127
(표 2-27) 단계별 역할분담 .....	128



(표 2-28) 대포천 일대 수질의 변화 추이 .....	135
(표 2-29) 시운전 절차 .....	144
(표 2-30) 시운전 일정계획 .....	145
(표 2-31) 시운전시 고려사항 .....	147
(표 3-1) 정화 원리에 따른 하천정화 공법의 분류 .....	165
(표 3-2) 처리수준별 직접 처리형 공법 .....	168
(표 3-3) 수역의 보전 목적과 대상 수질항목 .....	168
(표 3-4) 수질개선기술 기본 분류표 .....	170
(표 3-5) 수질개선기술 적용 시 일반적인 기술적 기본요건 .....	171
(표 3-6) 수질개선기술 적용 기술요건 설정을 위한 조사내용(유입하천 대책) ..	172
(표 3-7) 수질개선기술 적용 기술요건 설정을 위한 조사내용(퇴적물 대책) ..	172
(표 3-8) 수질개선기술 적용 기술요건 설정을 위한 조사내용(호내대책) ..	173
(표 3-9) 호소현황 및 오염피해에 대한 조사내용 .....	175
(표 3-10) 사업목표에서 본 수질개선기술의 분 .....	176
(표 3-11) 기술적 기본요건에서 본 개략 선정 참고표(안) .....	177
(표 3-12) 비용검토 항목(예) .....	178
(표 3-13) 실시가능성 판단자료의 필요항목 .....	178
(표 3-14) 수질개선기술 선정 시 기본요건 .....	182
(표 3-15) 자연형하천정화 공법 특징 .....	184
(표 3-16) 하천자연정화공법의 특성평가 .....	186
(표 3-17) 자연형 하천정화사업 지원 대상 하천 선정기준 및 분석 .....	188
(표 3-18) 하천환경평가에 따른 구역 구분 .....	190
(표 3-19) 하천환경평가기준(안) .....	190
(표 3-20) 하천 지구별 선정기준 .....	191
(표 3-21) 하천환경 정비사업 기본계획 수립을 위한 선정평가기준 .....	191
(표 3-22) 소하천정비사업 선정기준 .....	192
(표 3-23) 비점오염원처리시설 분류 .....	194
(표 3-24) 개발기술의 가치평가를 위한 가치평가 요소 .....	195
(표 3-25) 기술평가방법의 특징 .....	196

(표 3-26) 국내 신기술의 종류 .....	197
(표 3-27) 건설신기술 심사기준 .....	197
(표 3-28) 환경신기술 심사항목 및 내용 .....	198
(표 3-29) 기술평가항목 및 평가기준(일본) .....	199
(표 3-30) 접촉산화법 선정을 위한 선정기준 및 고려사항(예) .....	202
(표 3-31) 건설업무의 단계별 요구정보 .....	208
(표 3-32) 국내외 적산체계 비교 .....	209
(표 3-33) 원가계산 방식 및 실적공사비 산출요소 비교표 .....	211
(표 3-34) 공사원가 계산서 .....	214
(표 3-35) 간접노무비율 .....	215
(표 3-36) 공사종별 산재보험료율 .....	217
(표 3-37) 안전관리비 계상 요율 .....	217
(표 3-38) 보험요율 .....	219
(표 3-39) 일반관리비 비율 .....	220
(표 3-40) 나주(지석천)지구 도입시설의 종류 및 규모 .....	221
(표 3-41) 공사원가 계산 양식(예) .....	222
(표 3-42) 나주(지석)지구 사업비 .....	223
(표 3-43) 원주천 살리기 주요사업 .....	223
(표 3-44) 사업별 투자계획(안) .....	224
(표 3-45) 나주(송촌)지구 사업계획 및 공사비 .....	225
(표 3-46) 청미천 비점오염관리시설 소요사업비 .....	226
(표 3-47) 축산분뇨처리시설 설치 소요사업비 .....	226
(표 3-48) 친환경하천정비 정화구간 소요사업비 산정 .....	227
(표 3-49) 환경기초시설 사업비 .....	227
(표 3-50) 환경테마 복합단지 2단계 확대사업 세부소요예산(안) .....	228
(표 3-51) 주요하천 단위 복원사업비 및 유지관리비 .....	228
(표 3-52) 감돈지구 처리시스템별 공사비 구성 .....	235
(표 3-53) 자연형 하천복원 공사비 구성비 .....	236
(표 3-54) 수질정화 습지 공사비 구성비 .....	237
(표 3-55) 국내 인공습지 조성 공사비 .....	237

(표 3-56) 오염물질 침강지 공사비 구성비 .....	238
(표 3-57) 자연 관찰원 공사비 구성비 .....	239
(표 3-58) 주요 처리공법별 공사비 .....	241
(표 3-59) 주요 공법별 운영비 .....	242
(표 3-60) 주요공법별 시설용량 총괄 비용 .....	242
(표 3-61) 주요공법별 1m <sup>3</sup> 당 처리원가 .....	243
(표 3-62) 주요공법별 제거BOD kg당 처리원가 .....	243
(표 3-63) 기계식 처리방식과 인공습지의 경제성 비교표 .....	245
(표 3-64) 하수처리방법별 처리단가 및 BOD 제거 단가 .....	247
(표 3-65) 예비타당성조사와 타당성조사의 비교 .....	248
(표 3-66) 예비타당성조사 수행 내용 .....	250
(표 3-67) 가치평가 방법별 장·단점 .....	259
(표 3-68) 표준화 방법별 장·단점 .....	261
(표 3-69) 가중치 산정방법별 장·단점 .....	264
(표 3-70) 비용-편익 분석기법 비교 .....	277
(표 3-71) 타당성조사의 주요 내용(2000년 이후) .....	279
(표 3-72) 다목적 댐의 편익과 비용 .....	280
(표 3-73) 댐 시설기준에 나타난 환경성 고려요소 .....	281
(표 3-74) 사업비 추정결과 .....	283
(표 3-75) 송리원 다목적 댐 건설사업의 편익추정결과 .....	284
(표 3-76) 송리원 다목적 댐 건설사업의 비용편익분석 결과 .....	284
(표 3-77) 송리원 다목적 댐 건설사업의 경제성 분석 결과 .....	285
(표 3-78) 할인율과 B/C Ratio의 관계 .....	291
(표 3-79) 수환경정비사업의 효과항목과 효과내용 및 효과측정방법 ...	293
(표 3-80) 사업계획구상에 기초한 사업내용과 공종 및 기대되는 효과	294
(표 3-81) 사전환경성 검토대상 행정계획 .....	297
(표 3-82) 사전협의 대상 .....	298
(표 3-83) 환경성검토 항목 .....	303
(표 3-84) 행정계획 유형별 의견수렴 합리화 방안 .....	316

## 【그림 목차】

<그림1-1> 연구 흐름도 .....	5
<그림2-1> 농업·농촌 공익적 기능 .....	13
<그림2-2> 농업생산기반정비사업 일반적인 추진절차 .....	19
<그림2-3> 건설공사(대형사업)의 적정 사업절차 .....	19
<그림2-4> 단계별 계획수립 과정 및 업무의 feed back .....	20
<그림2-5> 기본계획수립 과정의 개념 .....	20
<그림2-6> 서남해안 간척사업시행체계 및 행정절차도 .....	33
<그림2-7> 농촌마을종합정비 시행체계 및 행정절차도 .....	45
<그림2-8> 하천설계절차 .....	59
<그림2-9> 하도계획의 흐름 .....	61
<그림2-10> 자연형 하천 설계의 과정 .....	62
<그림2-11> 소하천 환경정비 및 관리 .....	66
<그림2-12> 소하천 종합정비 절차 .....	67
<그림2-13> 수계 수질관리 정책 기본원리 .....	69
<그림2-14> 댐 상류 하수도시설 확충공사 사업추진 및 행정절차 .....	74
<그림2-15> 자연형 하천정화사업 추진 및 행정절차 흐름도 .....	76
<그림2-16> 바람직한 자연친화적 하천 정비 및 복원 흐름도 .....	83
<그림2-17> 생태하천계획 비전 및 목표 .....	84
<그림2-18> 일본의 단계별 하천관리 변화 .....	86
<그림2-19> 일본 농업농촌정비사업의 추진내용 .....	91
<그림2-20> 일본농업농촌기반정비사업 국영사업(신청)의 시행체계도 ...	92
<그림2-21> 일본농업농촌정비사업 국영사업(비신청)의 시행체계도 .....	93
<그림2-22> 일본농업농촌정비사업 시도사업(경지정리등)의 시행체계도 .....	94
<그림2-23> 일본농업농촌정비사업 단체사업의 시행체계도 .....	94
<그림2-24> 일본농업농촌정비사업에서 수질관련 사업 .....	95
<그림2-25> 일본 농촌지역 수질보전 대책사업 사업단계별 내용 .....	96
<그림2-26> 일본 수환경정비사업 실시 흐름도 .....	97

<그림2-27> 자연환경보전정비 사업 시행절차 .....	98
<그림2-28> 농림채정 구조 .....	103
<그림2-29> 농림투융자의 개념 .....	104
<그림2-30> 농림예산 및 기금운용 체계(2006년) .....	105
<그림2-31> 세출 소관부처로 본 농림투융자 예산 .....	105
<그림2-32> 농림투융자사업의 지원 절차 .....	106
<그림2-33> 농업기반정비사업의 사업비 지원체계의 유형 I .....	107
<그림2-34> 농업기반정비사업의 사업비 지원체계의 유형 II .....	107
<그림2-35> 농업기반정비사업의 사업비 지원체계의 유형 III .....	108
<그림2-36> 농업기반정비사업의 사업비 지원체계의 유형IV .....	108
<그림2-37> 감돈지구 농업용수 수질개선 시범사업 시행절차 .....	112
<그림2-38> 농업용수 수질개선사업 시행절차 개선안 .....	114
<그림2-39> 지역 주민참여 체계 .....	129
<그림2-40> 정부-주민 간 협력적 로컬거버넌스 .....	132
<그림3-1> 물리적 처리방법의 분류 .....	163
<그림3-2> 화학적 처리방법의 분류 .....	164
<그림3-3> 생물학적 처리방법의 분류 .....	164
<그림3-4> 수 처리방식에 따른 공법분류 .....	165
<그림3-5> 수질정화시설의 설치위치에 따른 분류 .....	166
<그림3-6> 최적관리기술 선정절차 .....	194
<그림3-7> 하천수질 정화 방식의 검토공정 .....	200
<그림3-8> 하천 직접정화공법 결정 흐름도(예) .....	203
<그림 3-9> 코스트 결정 영향도 .....	205
<그림3-10> 건설사업 단계별 적산기법 .....	207
<그림3-11 > 공공건설 사업의 공사비 산정방식 .....	207
<그림3-12> 하천정화시설 건설비 .....	240
<그림3-13> 기 설치된 하천수질정화 시설의 단위 건설비용 .....	240
<그림3-14> 하천수질정화시설과 하수처리장 건설비용 비교 .....	241
<그림3-15> 하천수질정화 공법의 원가비교 .....	244

<그림3-16> 예비타당성 조사의 수행체계 .....	249
<그림3-17> 환경오염방지사업이 환경에 미치는 경제적 효과 평가절차	251
<그림3-18> 비용편익분석의 역할 .....	270
<그림3-19> Sinabell의 비용 편익분석의 8단계 기법 .....	291
<그림3-20> 현재가치와 할인율 .....	291
<그림3-21> 일본 수환경장비의 사업효과 발생단계 등에 의한 개념의 분류 .....	292
<그림3-22> 환경성검토제도 분류 .....	296
<그림3-23> 환경성 검토 대상사업 .....	297
<그림3-24> 일반적인 사전환경성검토 협의절차 .....	299
<그림3-25> 제2차 건설환경기본계획 .....	306
<그림3-26> 일본 농림수산 환경정책의 기본방침 중 환경분야의 시책	· 311
<그림3-27> 사전환경성검토제도의 변화 .....	313
<그림3-28> 환경영향평가(EIA)와 전략환경평가(SEA)의 관계 .....	314
<그림3-29> 단계적 환경평가 연계시스템 .....	315

# 1.서론

**1.1 연구배경 및 필요성**

**1.2 연구의 목적**

**1.3 연구범위 및 방법**





# 1. 서론

## 1.1 연구의 배경 및 필요성

◦ 농촌지역의 저수지 목표수질을 유지·달성하기 위해서는 수질오염된 수리시설을 수질개선대책방법과 현재 오염수준이 목표수질을 달성하였거나 향후 오염도가 증가할 우려가 없는 수리시설을 대상으로 수질보전대책방법이 강구되어야 할 것이다. 본 연구에서는 수질보전대책은 논외로 하고 수질개선대책에 대하여 좀 더 구체적인 연구범위로 하였다

수질개선대책은 수질오염원 감시, 수질오염 규제 등 비구조적개선대책(非構造的改善對策)과 수질정화시설을 설치·운영하여 오염물질을 직접 삭감하는 구조적개선대책(構造的改善對策)으로 구분할 수 있으며, 이 두 가지 대책이 병행 시행되어야 합리적인 수질개선대책이 된다.

일반적으로 오염물질을 발생하는 발생원에서 저감(低減)시키는 것이 가장 경제적인 방법이라고 잘 알려진 사실이다. 그러나 오염물질이 복잡 다양하고, 배출유형도 점오염원(點汚染源汚染源) 등에 의한 오염형태가 있으며, 또는 오염현상 단기에 발현하는 급성적인 오염의 경우와 장기에 걸쳐 나타나는 만성적인 오염이 있어 수질개선대책 수립할 때에는 이러한 요소들이 고려되어야 한다.

◦ 「농업용수 수질개선사업」은 농업기반정비사업의 일환으로 농어촌정비법 제 19조 ③항 및 같은 법 시행령 제22조 ①항에 의해 기존 농업용수 이용시설을 대상으로 농어촌용수 수질개선대책 수립을 시행할 수 있는 법적근거는 마련되어 있다. 그러나 「2007년도 농림사업지침서(농림사업실시규정, 개정 2006. 12. 29 훈령 제1261호)」에는 세부사항이 규정되어 있지 않았으나 2008년도에는 지침을 마련하여 농림사업 신청 및 지원 절차의 정형화, 공개화를 통한 투명성이 확보 되었다.

◦ 또한 효율적인 농업용수 수질개선 사업계획을 수립하기 위해서는 수질개선

처리공법에 대한 기술(처리효율)의 안정성, 경제성, 시공성, 환경성, 유지관리의 용이성 등이 종합적으로 분석검토 되어야 한다. 또한 이들 공법이 단일공종에 의해 저수지의 수질개선의 목표를 달성하기에는 어려움이 많으므로 「농업용수 수질개선사업」은 현실적으로 여러 가지 공법이 조합을 이루어 시행되어야 한다. 단위사업으로서 사업의 타당성 확보를 위해서 경제성, 정책성, 재무성 등을 고려하여 사업계획이 확립되어야 한다.

◦ 「농업용수 수질개선 사업」은 농림사업으로서 아직 경험축적이 미흡하고 기술발전도 미진한 실정이며, 관련자(정책입안자, 계획수립자, 이해당사자)들의 수질개선에 대한 인식부족으로 사업진척이 미진한 상태이다. 그러나 농촌지역의 수질개선과 수질관리에 대한 부분적인 연구과제가 진행 중에 있으며, 또한 「농업용수수질개선 조사·설계 매뉴얼(한국농촌공사 농어촌연구원, 2006)」 농촌지역의 적용성이 높은 인공습지에 대하여 「농업용수 수질개선을 위한 인공습지 설계·관리요령(농림부, 농업기반공사, 2004)」을 발간 보급함으로써 수질개선을 위한 노력의 일부가 결실을 맺고 있어 「농업용수 수질개선사업」의 근간이 점진적으로 이루어지고 있다.

◦ 본 연구는 「농업용수수질개선 조사·설계 매뉴얼」에서 조사 및 설계요령은 충분하게 기술되었으나, 농업용수 수질개선사업 시행절차의 필요성을 강조하고, 수질개선 공법 설계를 용이하게 하며 간편 사업비 산출방법 및 비용의 경제성 분석 등이 미비하여 이에 대한 보완책이 요구되어 이를 충족시키는 것을 연구목표로 하였다.

## 1.2 연구의 목적

◦ 본 연구 목적은 「농업용수 수질개선사업」의 활성화를 위한 농어촌정비법 등 유사 관련사업의 법적·제도적 비교 분석 검토하여 사업추진체계를 정립함으로써 사업관련자에게 이해를 돕고 사업의 정형화, 정보공개화를 도모하는데 그 목적이 있다.

◦ 또한 대안평가기법은 기술성, 경제성, 환경성 평가로 구분하여 세부사항을

서술하고자 한다. 개발된 수질개선공법은 현장실무자가 조사·설계할 때 간편하게 이용할 수 있는 접근방법, 사업비 산출방법 등을 내용으로 하고, 경제성 분석평가는 단위사업의 경제성 분석방법으로 비용편익분석과 수질개선 공법의 기술성 평가요소로서 경제성 분석을 위한 비용효율분석을 사례소개하기로 한다. 환경성 평가는 사업시행시 환경성 검토에 대한 제도를 분석하여 「농업용수 수질개선사업」을 단위사업으로서 사업의 타당성분석 방법에 대하여 정형화하는데 본 연구의 목적이 있다.

### 1.3 연구범위 및 방법

#### 1.3.1 연구범위 및 대상

##### 1) 농업용수 수질개선사업의 시행

「농업용수 수질개선사업」은 농어촌정비법에 근거한 농어촌정비사업의 일종으로서 현행 동 사업은 농업생산기반 정비 사업에 포함되며 농어촌정비법 제 2조 3항 마에 보면 “저수지(농어촌용수의 확보를 목적으로 하천, 하천구역 또는 연안구역 등에 물을 저류 또는 관리하기 위한 시설, 홍수위 이하의 수면 및 부지를 말한다. 이하 같다), 담수호 등 호소내의 수질오염방지과 개선사업 및 농지의 토양개량사업”으로 정의하여 사업이 시행되고 있다.

##### 2) 연구범위

연구범위는 크게 농업용수 수질개선사업을 시행함에 있어서 정형화된 시행절차를 확립하고, 수질개선공법이 비용 효율성 분석기법과 농촌지역에 조화를 이룰 수 있는 기술적용의 적절성을 합리적으로 확보하는 것으로 한다.

연구대상 범주는 농업용 저수지의 수질개선 및 보전을 위한 수면과 유입하천 부문에 정화시설을 설치하는 사업의 추진체계 및 개선공법의 비용 효율성 분석이다.

### 1.3.2 연구내용

#### 1) 년차별 연구내용

본 연구는 2년차로 구성되었으며, 1년차에는 기존연구결과에 대한 분석과 농업용수 수질개선사업 추진체계(시안)를 제시하고, 2년차에는 공법별 경제성 분석과 농업용수 수질개선사업의 대안 평가기법에 대하여 중점 연구하고 1년차 결과를 검증·보완할 계획으로 주요 연구내용은 (표1-1)과 같다.

(표1-1) 년차별 연구계획

주요 연구내용	년차		비고
	1차년도 (2007년)	2차년도 (2008년)	
◦관련법률 및 기준, 요령, 지침 등 검토분석			
◦관련사업 추진절차(사업비지원) 비교분석			
◦농업용수수질개선사업 추진체계(시안)제시			
◦수질개선공법 국내외적용 사례 비교분석			
◦공법별 투자비용 구성요소 및 경제성분석			
◦농업용수 수질개선사업 대안평가			

#### 2) 연구내용

##### 가) 농업용수 수질개선대책 추진체계 정립

- 사업시행의 법적, 제도적 문제점 분석
- 농업용수 수질개선대책 추진체계(안) 제시
- 주민참여 방안 제시

##### 나) 농업용수 수질개선대책 대안 평가기법 정립

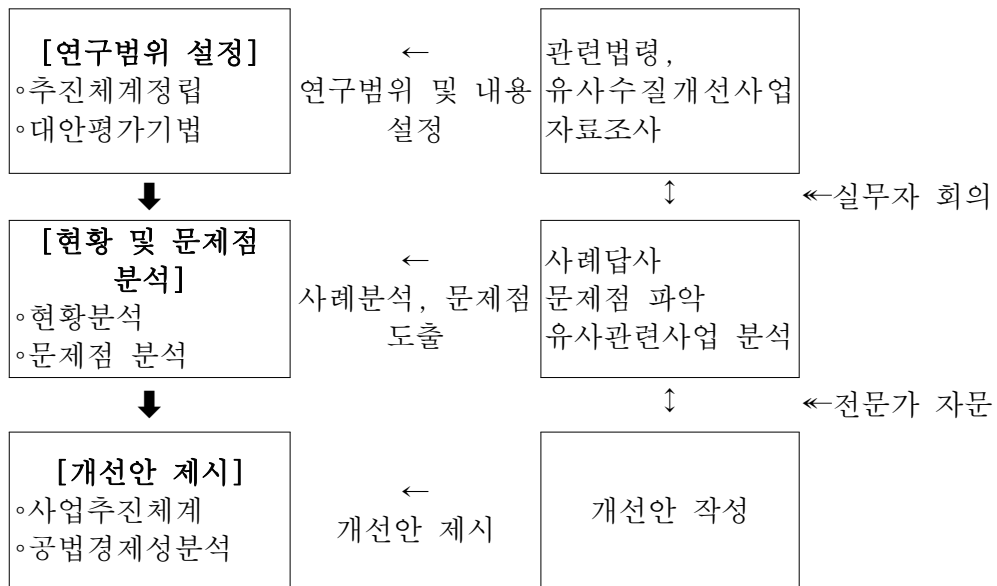
- 수질개선 공중선정 및 대안 평가 사례분석 검토
- 농업용수 수질개선 공법별 공사비 산정방법 제시
- 최적 수질개선대책 대안 선정을 위한 경제성 평가 사례분석
- 수질개선대책 대안의 경제성 분석인자를 제시하고, 실무자들이 쉽게 접근할 수 있는 평가기준 제시
- 경제성, 시공성, 환경성, 효율성, 유지관리성 등을 고려한 수질개선대책 대안별 비교평가기법 제시
- 대안별 비교평가를 토대로 최적 수질개선대책 대안 선정 방법 제시

- 투자사업 비용(조사·설계비용, 공사비, 유지관리비) 구성요소 분석
- 환경편익 등을 고려한 최적 대안의 사업효과 분석기법 제시
- 유지관리계획 수립 방법 제시

### 1.3.3 연구방법

#### 1) 연구흐름도

본 연구의 목표달성을 위해서 연구의 흐름은 연구범위를 설정하고 현황 및 문제점을 분석하여 개선안을 제시하고자 한다.



<그림1-1> 연구 흐름도

#### 2) 연구방법

- 농업용수 수질관리 분야에 이론과 경험이 풍부한 환경 및 농업토목 전문가를 중심으로 연구진을 구성한다.
- 전문성이 요구되는 세부 부문에 대해서는 선행연구가 있는 사계의 권위자와 공동연구자를 위촉하여 연구를 추진한다.
- 연구결과의 활용성을 높이기 위하여 관련분야의 관계 공무원 및 대외 전문

가를 초빙하여 자문위원회를 구성·운영한다.

◦ 연구결과의 대외신뢰도 확보하기 위하여 현행 법령 및 상위계획에 근거한 지침, 요령, 기준 및 기존 연구결과 등을 근간으로 경험적인 성과를 최대한 활용한다.

## 2. 농업용수 수질개선대 책 추진체계 정립

2.1 개요

2.2 농업기반조성사업 추진절차

2.3 타 부처 관련사업 추진절차

2.4 일본의 하천정비사업 및 농업기반정비사업

2.5 국내외 사례에서 본 시사점

2.6 농업생산기반 정비사업 사업비 지원체계

2.7 농업용수 수질개선사업 시행체계 정립





## 2. 농업용수 수질개선대책 추진체계 정립

### 2.1 개요

「농업용수 수질개선사업」은 농촌지역 환경개선사업의 한 부분으로서 대기, 수질, 폐기물, 토양환경으로 구성되는 농촌 환경 중 수체(水體, water body)를 구성하는 자체인 물, 물 그릇, 수생생태계에 대하여 보전하고 개선하는 사업으로 정의할 수 있다.

농촌지역의 물 자원에 대한 가치는 현재 가치로서 만족하지 않으며 미래의 지역 자원가치로서 평가되고, 농업생산 요소로서도 매우 중요한 위치를 차지한다.

농촌지역의 물 환경보전을 위해서는 사업대상, 사업성격, 사업범위, 사업시혜대상자, 정화시설의 규모에 따라 차이가 있을 수 있으나 광역적인 물 환경보전시스템을 구축하는 것이 가장 합리적이라고 할 수 있다.

본 연구에서는 농어촌정비법에 근거하여 시행되는 농업생산기반정비사업의 단위사업(單位事業)으로 한정하여 농업용수 수질개선사업 추진절차를 연구·검토하여 「농림사업시행지침」에 반영하고자 한다.

농업용수 수질개선사업은 농촌지역에 분포한 농업용 저수지가 주 대상 시설이므로 사업의 성격이 공공성이 강하기 때문에 타 부처(환경부, 국토해양부, 행정안전부)에서 시행하는 수질개선사업인 마을하수도 설치사업, 자연형 하천정비사업, 자연형 하천정화 사업, 소하천정비사업 등이 본 사업과 연계하여 시행하게 되면 효과가 극대화 될 것이다.

또한 수리시설 개보수사업, 경지정리사업 등 다른 농업생산기반 정비 사업을 시행함에 있어 친환경적 요소를 반영하여 수질오염물질을 저감함으로써 농촌지역 수질개선 및 보전에 기여할 수 있다.

농촌지역의 특성을 잘 살린 수질개선사업은 자연정화처리시설로 구축하여 시설의 설치 및 운영관리에 보다 경제적이고 효과적인 농촌지역 수질관리시스템이 될 것이다.

그러나 현재까지 농업용수 수질개선사업은 사업실적이 미미하여 경험적·기술적·제도적 장치가 부족한 실정으로 이를 개선할 필요가 있다.

## 2.2 농업기반조성사업 추진절차

농업기반조성사업의 시행절차는 농림사업 실시규정에 의하여 시행되며, 같은 규정에 정한 농림사업 분류표에 따르면 공공사업으로서 생산기반확충을 목적으로 수리시설개보수사업, 농촌용수 개발 사업, 농업생산기반 종합정비사업, 농업생산기반정비사업 등이 있으며, 또한 국가균형발전특별회계에 의한 지역 균형발전을 위한 공공사업으로 농촌마을 종합정비사업, 농어촌생활환경정비사업, 농공단지사업 등이 있다.

한편 농업용수 수질개선사업은 농림사업실시규정에는 아직 규정되어 있지 않으나 사업성격, 사업내용, 사업대상, 사업규모, 사업시혜 대상자 등을 고려하여 농업생산기반조성사업의 일종으로 볼 수 있으며, 농림사업 예산구조로 보면 농업(식량작물)구조개선의 농업생산기반 확충을 위한 공공사업에 해당한다.

### 2.2.1 사업의 목적

농업생산기반정비사업의 목적은 대부분이 농어촌정비법에 근거하여 시행되며 그 목표는 농어촌건설과 국가의 균형발전에 둔다. 또한 각 단위사업의 개별 목적을 농림사업시행지침에 명시하고 있는데 요약정리 하면, 농업용수를 확보하여 안전영농을 도모하고 농업기계화, 영농환경을 개선하며 농작물 침수방지 및 재해예방 등으로 농업생산성을 향상시키고 시설물 유지관리를 효율화하고 물관리비용을 절감하며 해외농업 진출지원, 수질오염방지 대책수립, 대체농지조성 그리고 권역종합개발로 시행절차를 일원화하고 비용을 절감하는 것 등이다.

우리나라 농림사업은 총110개 사업으로 분류되며, 자율사업(농업인, 생산자 단체 등이 자율적으로 농림사업을 선택하여 이를 추진하고 그 결과에 대하여 스스로 책임을 지는 사업)으로 영농규모화사업 등 45개 사업, 공공사업으로 생산기반정비사업 등 65개 사업이 있다.

### 2.2.2 농업생산기반정비사업의 특징 및 역할

농업생산기반정비사업의 대상은 농업생산의 기본이라 할 수 있는 농지와 농

업용수이며 기반정비투자는 바로 이러한 자연적인 땅과 물을 인위적으로 활용하여 농업생산의 효과를 높이려는 투자라 할 수 있다. 우리나라는 농경지 규모가 영세하고 분산되어 있으며 농업용수개발도 지역농민의 이해관계와 직결되기 때문에 자연히 지역공동개발사업 성격을 띠게 되며 자연적 여건과 사회·경제적 제약을 받게 된다. 따라서 농업생산기반정비 사업은 제한된 토지와 물을 효율적으로 이용하고자 하는 역사성과 집단성 및 지역성을 갖는 성격을 띠게 된다.

또한 농업생산기반정비 투자는 공공투자 성격을 갖고 있으므로 일반 공공투자자와 같이 초기에 대규모 사업비가 소요되고 투자비 회수에 장기간이 필요하며 많은 외부 경제효과를 지니고 있는 특징이 있다. 다만 다른 공공투자와 다른 것은 파급효과가 국가 전체나 국민들에게까지 미치지 보다는 주로 농촌 지역이나 농업인 및 농촌 지역 주민들에게 미친다는 것이다.

한편 농업생산 기반정비사업의 역할을 요약 정리해보면 다음과 같다

- 효율적인 농업생산을 실현시키는 기능
  - 농업총생산의 증대와 토지생산성의 향상
  - 노동생산성의 향상
  - 규모 확대에 의한 생산성 향상
  - 작물선택 및 영농자유도 증진
  - 물이용의 고도화
- 식량의 안정공급과 국토환경을 보전 기능
  - 식량의 안정공급
  - 양호한 국토환경보전
  - 균형 있는 국토이용의 실현
- 지역 활성화 기능
  - 취업·소득기회의 확보를 위한 조건 형성
  - 국민의 다양한 요구에 부응
  - 농촌지역문화 창달 및 유지

### 2.2.3 농업생산기반정비사업의 공익기능

농업은 작물생산을 통해 식량공급이라는 본질적 역할과 더불어 환경적·사회적 측면에서 다양하고 중요한 기능을 수행하고 있다. 이와 같은 농업의 다원적 기능의 중요성에 대해 최근 들어 점차 인식이 높아지고 있고 농업의 다양한 기능의 증진·개발과 관련되는 정책의 도입이 확대되고 있다.

우리나라는 기후, 기상학적인 특성으로 오래 전부터 논농사가 지배적인 농업형태로 자리 잡아왔으며, 국민의 주식인 쌀의 공급이라는 기본적 기능이외에도 홍수방지, 토양유실방지, 대기 및 수질정화 등 다양한 환경보전기능은 물론 농촌지역 사회유지, 전통문화계승 등 다양한 공익적 기능을 하고 있다. 이러한 농업의 외부 효과적인 공익적 기능을 농가의 농업경영활동, 즉 사적편익에 따른 부산물이라 할 수 있다. 이러한 공익적 기능은 자연환경과 농업용 수리시설의 상호작용에 의해서 생성·보존되고 있는데 그 상호작용은 농업의 공익적 기능에 순기능으로만 작용하는 것은 아니며 역기능으로 작용하기도 한다. 농업용 수리시설은 벼농사나 기타 농작물을 위한 관개용수의 확보와 공급을 목적으로 하여 건설되어 왔지만 이 수리시설은 생활용수를 포함하여 다목적으로 이용하기도 하여 지역용수로서 비농가를 포함한 지역주민 전체에게도 이용되어 왔고, 또한 농업수리시설에 의하여 유지되고 있는 논과 함께 홍수방이나 지하수 함양 등으로 지역 밖까지 넓게 미치는 공익적 기능도 있다는 점에서 농업용수가 농업생산 상의 효과는 물론이지만 공익적 기능의 평가를 하여 그 중요성을 제기함과 동시에 적절한 관리나 보강의 방안도 제시하여야 할 것이다. 특히 용수의 확보나 배분측면에서 지역단위 개념의 용수 이용의 특성이 있는 방화용수, 생활용수, 정화용수, 환경보전용수 등도 계획하고 평가하여야 한다.

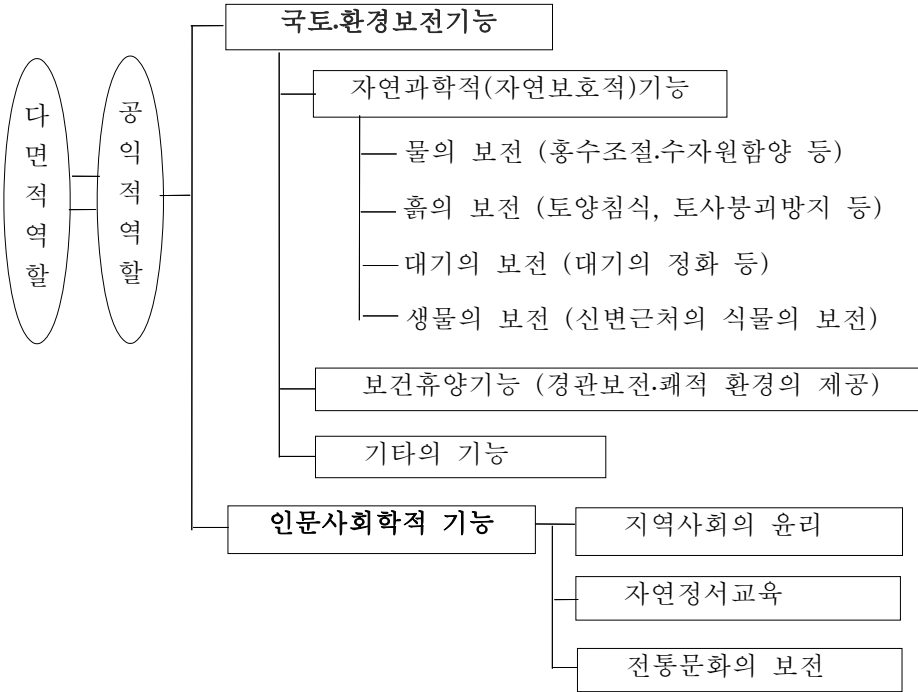
#### 1) 농업생산기반정비사업의 공익적 기능

농업농촌의 공익적 기능 즉 다면적 기능은 (표 2-1)과 같이 크게 국토·환경보전기능과 인문·사회적 기능으로 구분할 수 있으며 세부내용은 다음 <그림 2-1>과 같다.

농업·농촌이 지닌 국토·환경·쾌적성(amenity) 보전기능과 사업에 의한 토지이

2. 농업용수 수질개선대책 추진체계 정립

용질서의 형성, 농촌지역사회의 유지 등이며 이중에는 금액으로 계량화하는 평가는 어렵고 적절한 평가방법이 아직 확립되지 못한 것도 많다.



<그림2-1> 농업·농촌 공익적 기능

(표2-1) 농업기반정비사업의 공익적 기능

기능	내용
국토·환경·쾌적성의 유지·보전	농업·농촌이 지닌 국토보전, 환경보전, 생태계 보전 등 다원적 기능이 사업실시로 인해 결합·공급된다.
토지이용 질서의 형성	경지정리사업 실시에 의해 광역적인 면적인 정비를 통해 계획적인 토지이용을 촉진하는 등 여러 가지 공공정책을 수행하는데 있어서 사회적 비용을 삭감한다.
농촌지역사회의 유지	농업생산 활동의 유지·확대에 의해 지역사회는 유지된다.
균형 있는 국토이용의 실현	농업기반정비 사업으로 인해 농촌지역의 거주환경을 정비하고, 농업·농촌진흥의 기반이 되는 정주화를 촉진시킴에 따라 지방발전과 균형 있는 국토이용에 기여한다.

2) 수리시설 자체의 공익적 기능

농업 수리시설은 농업생산기반정비 사업에 의해 설치되는 것이므로 수리시설 자체의 공익적 기능은 농업생산기반정비사업의 공익적 기능에서 찾을 수 있다.

농업생산기반정비 사업은 공공재인 농지나 용수시설의 정비를 통해 보다 질이 좋고 보다 많은 공공재를 공급하려는 공적사업이다. 즉 농업생산정비사업의 시설물로서 공익적 기능은 첫째 농도정비를 통해 지역의 도로망과 교통개선에 기여하고, 둘째 농업의 용·배수로 체계정비를 통해 지역 용·배수체계의 정비에 기여하고, 셋째 농지와 용·배수로의 정비를 통해 지역적인 농촌경관을 조성하여 농촌 어메니티의 공급에 기여하며, 넷째 이상의 정비를 통해 지역의 토양과 물의 보전 및 재해방지에 기여한다.

이와 같은 농업생산기반정비사업의 공익적 기능과 관련하여 수리시설로부터 생성되는 많은 농업외적 기능은 홍수방지(댐), 도시용수로의 효과, 방화용수 효과, 친수기능, 하수 및 오염수 희석, 담수방지, 관광기능, 지역용화 및 기타 환경에의 효과 등을 들 수 있다. 농업기반정비 사업이 농업생산성과 공익적 기능에 기여한 내용을 구체적으로 나타내면 다음과 같다(표2-2)

(표 2-2) 농업생산기반시설의 공익적 기능

기반시설	생산성 향상기능	공익적 기능
수원공 (저수지, 보 등)	수자원의 안정·확보, 용수의 안정적 취수	치수기능, 자연환경과의 조화, 유황(流況)안정, 생태계 보전
용·배수시설	효율적 급·배수	침수(侵水)방지
포장정비	토지·노동생산성 향상	수자원함양, 환경정화기능
농도	물류·영농비용 절감	생활개선·교류촉진
간척·농지조성	농지면적 확보·유지	농지보전
하천정비 (경지정리사업병행)	생산기반의 안정, 농업피해 예방	치수, 수질·토양보전, 하류 하천의 토사매몰방지

자료 ; 중간간지 조건 불리 지역 농경지개발 모델 및 제도개선방안에 관한 연구, 농업기반공사, 2001

3) 사업의 근거법령

농업생산기반정비사업의 단위사업 시행 근거법령은 대부분 농어촌정비법이 다. 기타의 경우는 저수지 비상대처지원 사업은 국무총리실 수방대책과제와 농어촌정비법에, 지하수자원 관리 사업은 농어촌정비법과 지하수법에, 해외 농업환경조사사업은 농업농촌기본법과 해외지원개발사업법에 두고 있다. 농업용수 수질조사 연구 사업은 농어촌정비법과 환경정책기본법에, 서남해안 간척사업은 농어촌정비법, 공유수면매립법, 환경교통재해 등에 관한 영향평가법에, 한발대비용수개발사업은 농어업재해대책법과 농어촌정비법에 근거를 두고 있다.

농업생산기반 정비 사업을 농림사업실시규정에 의해 분류해 보면 크게 일반회계에 의한 농업구조개선 사업과 국가균형발전 특별회계 사업으로 분류할 수 있으며 각기 단위사업은 다음 (표2-3)과 같다.

(표2-3) 농업생산기반정비사업 분류

대분류	중분류	단위 사업명(공공)
농업 (식량작물) 구조개선	생산기반 확충	수리시설개보수 - 수리시설개보수사업 - 저수지준설사업 - 저수지비상대처지원
		중규모용수개발
		농업생산기반정비 - 지하수자원관리 - 농업용수관리자동화 - 해외농업환경조사 - 농업용수수질조사연구
		농지조성 - 대단위농업종합개발 - 서남해안 간척사업
국가균형발전 특별회계	-	밭 기반 정비
		농지기반조성 - 경지정리사업 - 기계화 경작로 확포장
		배수개선
		방조제개보수
		농촌용수개발 - 한발대비용수개발 - 소규모용수개발 - 지표수보강개발
		농업생산기반종합정비

자료 : 생산기반정비사업 추진방향 및 신규사업 발굴, 임병호, 2006. 6

4) 사업의 주관기관

사업주관기관이라 함은 사업시행지침이 정하는 바에 따라 지원대상자를 선정하여 사업자금을 지원하기로 결정하는 행정기관을 말한다. 각 단위사업별 사업주관기관은 (표2-4)에서와 같다.

농업구조개선 분야의 단위사업에 있어서 사업주관기관은 주로 농림수산식품부이며 다음으로 시·도와 한국농촌공사이다. 그리고 국가균형발전 특별회계 분야의 단위사업은 거의 시·도가 주관하며 농업생산기반종합정비사업의 경우만 시·군 또는 한국농촌공사가 주관하고 있다.

(표2-4) 단위사업별 주관기관

단위사업	사업주관 기관	단위사업	사업주관 기관
수리시설개보수	농림수산식품부	한발대비용수개발	시도
저수지준설	농림수산식품부	소규모용수개발	시도
저수지비상대책 지원	한국농촌공사	지표수보강 용수개발	시도
중규모용수개발	시도	경지정리	시도
지하수자원관리	한국농촌공사	기계화경작로 확포장	시도
농업용수 관리자동화	시도	배수개선	시도
해외농업환경조사	농림수산식품부	밭기반 정비	시도
농업용수수질조사 및 개선사업	농림수산식품부	방조제개보수	시도
대단위 농업종합개발	농림수산식품부	농업생산기반 종합정비	시군 (한국농촌공사)
서남해안 간척사업	농림수산식품부	-	-

자료 : 생산기반정비사업 추진방향 및 신규사업 발굴, 임병호, 2006. 6, 일부수정



2. 농업용수 수질개선대책 추진체계 정립

5) 사업시행자 및 참여기관

사업시행기관이라 함은 농림사업시행지침서상의 사업시행을 책임을 지고 담당하는 기관으로 농림수산식품부, 청, 시·도, 시·군 그리고 농축산업 협동조합, 한국농촌공사 등을 말한다고 규정하고 있으나 각 단위사업별 시행기관은 대부분 한국농촌공사와 시·군이 담당하고 있다. 이 경우 시군과 한국농촌공사가 각각 단독으로 담당하는 경우와 해당 사업구역의 구분에 따라 각기 담당하는 경우가 있다.

시행단계별 참여기관을 살펴보면 예정지조사는 주로 시·도에서 기본조사는 주로 한국농촌공사에서 맡고 세부설계와 공사감리는 한국농촌공사와 전문업체가 참여하고 있다.(표 2-5)

(표2-5) 사업시행자 및 시행단계별 참여기관

단위사업		사업시행자	사업시행단계			
			예정지조사	기본조사	세부설계	공사감리
수리시설 개보수사업	수리시설개보수사업	한국농촌공사	시·도	시·도	시설관리자 전문업체	시설관리자 전문업체
	저수지준설사업	한국농촌공사	시·도	-	시도지사	한국농촌공사
	저수지비상대책지원	한국농촌공사	-	-	한국농촌공사 전문업체	-
지하수자원관리		한국농촌공사	-	-	-	-
농업생산기 반정비사업	농업생산기반종합정비	시·군 한국농촌공사	시·도	시·군 한국농촌공사	한국농촌공사 전문업체	한국농촌공사 전문업체
	농업용수관리자동화	한국농촌공사	시·도	한국농촌공사	한국농촌공사	한국농촌공사
	해외농업환경조사	한국농촌공사	-	-	-	-
	농업용수수질조사연구	한국농촌공사	-	-	-	-
대단위농업 종합개발사업	대단위농업종합개발	한국농촌공사	농림부	한국농촌공사	한국농촌공사	한국농촌공사 전문업체
	서남해안간척사업	시·군 한국농촌공사	시·도	한국농촌공사 전문업체	한국농촌공사 전문업체	한국농촌공사 전문업체
농촌수 용개발사업	한발대비용수개발	시·군	시·군	시·군	-	-
	대중규모용수개발	시·군	시·군	시·군	한국농촌공사 전문업체	한국농촌공사 전문업체
지표수보강개발		시·군 한국농촌공사	시·군 한국농촌공사	한국농촌공사	한국농촌공사 전문업체	한국농촌공사 전문업체
경지정리사업		시·군 한국농촌공사	시·도	한국농촌공사 전문업체	한국농촌공사 전문업체	한국농촌공사 전문업체
기계화작로 확포장		시·군 한국농촌공사	시·도	한국농촌공사	시·군 한국농촌공사	시·군 한국농촌공사
배수개선사업		시·군 한국농촌공사	시·도	농촌공사 전문업체	한국농촌공사 전문업체	한국농촌공사 전문업체
발기반정비사업		시·군 한국농촌공사	시·도	농촌공사 전문업체	한국농촌공사 전문업체	한국농촌공사 전문업체
방조제개보수사업		시·군 한국농촌공사	시·도	농촌공사 전문업체	한국농촌공사 전문업체	한국농촌공사 전문업체

자료 : 생산기반정비사업 추진방향 및 신규사업 발굴, 임병호, 2006. 6

#### 6) 사업추진절차

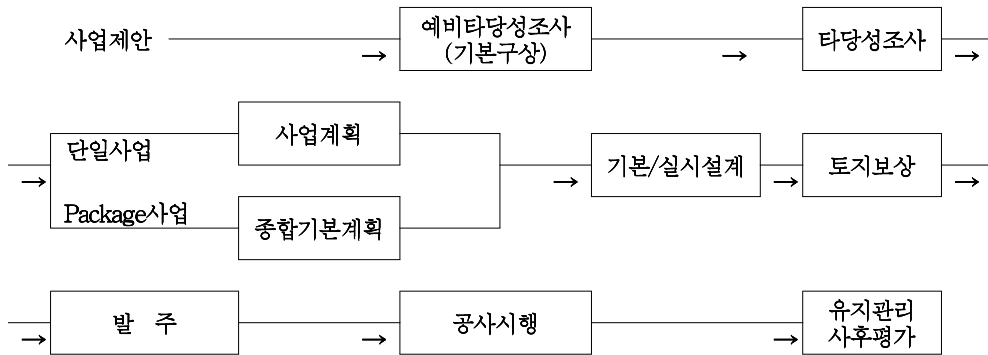
사업의 목적 및 내용에 따라 사업추진 절차는 차이가 있을 수 있으나 농어촌정비법에 규정된 농업생산기반정비사업의 일반적인 사업추진절차는 <그림2-3>과 같다.

현재 농업생산기반 정비 사업에 있어서 사회정세, 농업동향의 변화에 따른 사업종류의 다양화나 사업량의 증대, 더욱이 기술혁신의 진전에 의해, 더 한층 효율적·적절한 사업운영이나 사업집행이 중요하게 되었다.

특히 농업용 저수지에 관해서는 지속적으로 계획적인 보수정비를 해가고 지역의 중요한 자원이기 때문에 친수성, 경관, 자연생태계를 포함한 환경을 배려한 설계·시공, 지역과 일체적으로 정비할 필요가 있다.

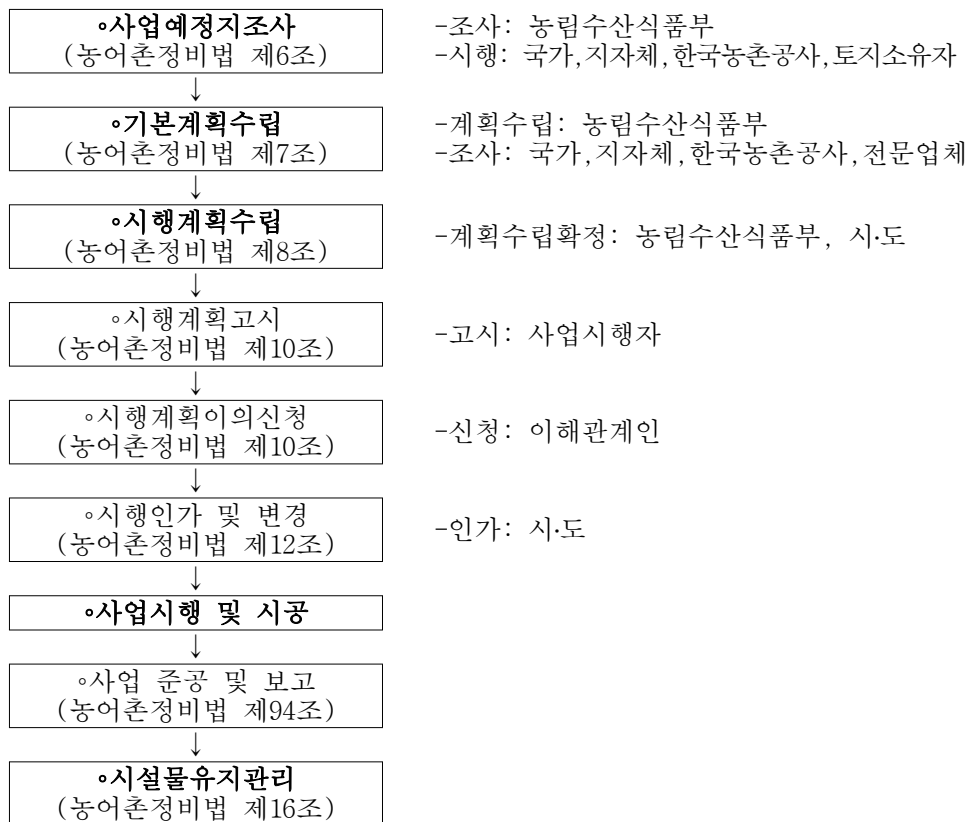
구체적으로는 농도(農道)에 있어서 식재, 여유 공간 정비, 용배수로의 적석호안, 친수호안의 채용, 댐이나 저수지 주변의 녹화나 다목적 생태계의 보전에 배려한 농지나 초지의 조성, 수생식물이나 자갈 등을 사용한 수질정화시설의 설치, 더욱이 지역에 남겨진 역사적 유물이나 전통적 시설을 포함한 계획 설계 등이 이루어지고 있다.

한편 국토해양부에서 시행하고 있는 건설공사의 경우에는 건설기술관리법 제23조의 3(건설공사의 시행과정)에 규정한 내용을 보면 건설공사를 경제적으로 시행하기 위하여 건설공사의 계획·설계·시공·감리·유지·관리 등(이하 "건설공사의 시행과정"이라 한다)이 상호 유기적으로 이루어지도록 하여야 한다고 정하고 있으며, 같은 법 시행령 제38조의4 에는 다른 법령에 특별히 정한 경우를 제외하고는 제38조의5(기본구상), 제38조의6(타당성조사), 제38조의7(기본계획), 제38조의9(기본설계) 제38조의11(실시설계), 제38조의19(유지·관리)의 규정에 의한 건설공사의 시행과정에 따라 건설공사를 시행하고 있다. 시행과정을 보면 <그림 2-2>과 같으며 사업의 규모가 대형 사업일 경우에는 예비타당성조사 단계가 포함되며, 단일사업일 경우에는 당해 사업에 대한 사업계획을 수립하고, package사업일 경우에는 종합기본계획을 수립하고 있어 사업시행절차는 농업기반조성사업과 유사한 형태이다.



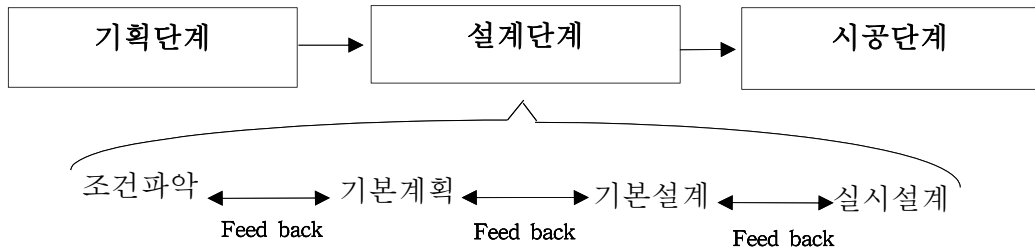
<그림2-2> 건설공사(대형사업)의 적정 사업절차

실질적인 농업생산기반정비 사업추진 단계는 사업예정지 조사단계인 기획단계, 기본설계 및 시행계획 수립을 위한 설계단계, 시공단계 구분할 수 있다.<그림2-3>

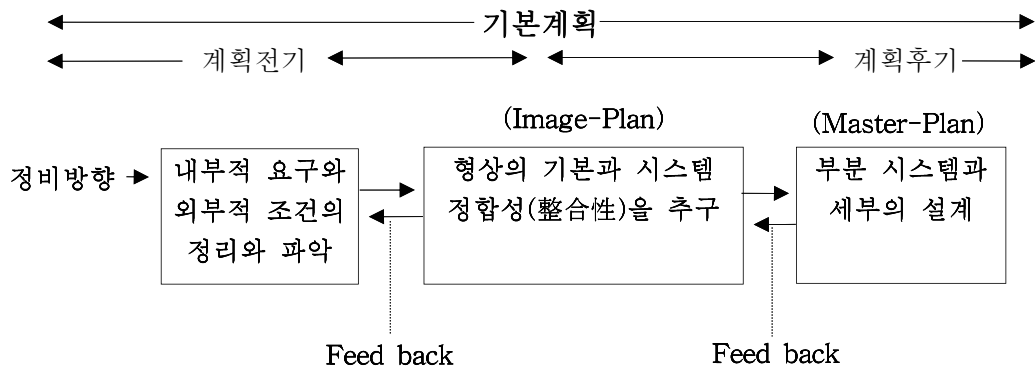


<그림2-3> 농업생산기반정비사업 일반적인 추진절차

한편 각 사업단계는 독립된 단계가 아니며 상호 보완성을 가지고 있다. 농업생산기반정비 사업계획을 수립할 때 가장 중요한 단계는 사업의 필요성여부, 사업우선순위, 시설물 배치계획, 재정계획, 유지관리계획 등이 포함되는 기본계획단계로 계획전기와 계획후기로 구분해 볼 수 있으며 개념을 정리하면 다음 <그림 2-4 ~ 2-5>과 같다.



<그림2-4> 단계별 계획수립 과정 및 업무의 feed back



<그림2-5> 기본계획수립 과정의 개념

농어촌정비법 시행령 제8조에 농업생산기반정비사업 기본계획에 포함되어야 할 사항은 다음과 같이 규정하고 있다.

- 기본계획의 개요(수혜면적을 포함한다)
- 사업별 기본설계도서
- 사업별 추정사업비 수지예산서
- 사업별 추정사업비내역(공사비를 포함한다)
- 사업효율 분석결과
- 사업대상지역의 위치도

국토해양부에서 시행하는 일반건설공사는 건설기술관리법 제38조의7에 의거 타당성조사를 실시한 결과, 그 필요성이 인정되는 건설공사에 대하여는 기본구상을 기초로 하여 다음 사항을 포함한 기본계획을 수립한다.

- 공사의 목표 및 기본방향
- 공사내용·공사기간·시행자 및 공사수행계획
- 공사비 및 재원조달계획
- 개별공사별 투자우선순위(도로공사·하천공사·지역개발사업 등 동일 또는 유사한 공종의 공사를 묶어 하나의 사업으로 기획 및 예산편성을 하는 경우에 한한다)
- 연차별 공사시행계획
- 시설물 유지관리계획
- 환경보전계획
- 기대효과
- 기타 발주청이 필요하다고 인정하는 사항

여기서 보면 농업생산기반정사업과 일반건설공사의 기본계획에 포함될 사항 중 환경보전계획이 별도 내용으로 규정한 건설기술관리법과 농어촌정비법에서는 세부항목으로 규정하지 않고 있어 약간 차이는 있으나 사업시행과정에서 환경성 검토과정 등에 의해 환경보전이 반영되고 있다.

기본계획수립 내용을 세분해 보면 조사·분석 단계, 기본계획단계, 기본설계로 구분 할 수 있으며 단계별 조사항목은 조사·분석 단계에서 기초조사, 지역주민의 요구 및 의향을 분석·평가하여 기본구상에 반영한다.

기본계획단계에는 기초조사를 실시하고, 지역 주민의 요구사항, 종합적인 개념도(Image plan)를 작성하여 정책결정자가 사업시행여부의 정책판단을 하는데 도움이 되도록 하여야 한다.

기본설계 단계에서는 인근지역을 고려한 시설배치계획, 종횡단면, 부분단면 등 단면계획, 지역, 생태계, 문화역사 등을 반영한 디자인 선정, 물리적, 과학적, 평면적, 입체적 물 관리시스템 계획, 거점계획, 필요한 설비계획, 계획구역의 이용소재 계획, 거시적 및 미시적 경관계획, 장기·단기 유지관리계획, 지역조직 또는 자치 유지관리계획, 개략공사비, 계획도면 작성을 위한 조사내용이 포함되도록 하여야 한다. 세부적인 내용은 다음 (표2-6)과 같다

(표2-6) 기본계획 수립 단계별 조사항목 및 내용

구분	조사항목	조사내용
계획 전 기	기초조사	지역개요, 지역 도면, 의식조사, 환경조사
	지역주민과의 대화 주민의 희망 요구	기초조사를 집계 분석하여 지역주민에 정보를 제공, 수량이나 질로 계획자, 주민이 다 같이 지역을 인식
	기본구상	지역의 개선과 발전의 방향성과 사업도입의 효과 토지이용(상·공·주·농·녹·물), 생태적 실태인의 공간이용과 움직임, 외부적 조건역 등
	기본 계획	개선·발전의 질서를 시스템으로 구체화하고 도면화, 수량화나 질의 주민요구에서 개선, 발전계획을 제안하고 지역의 평가와 합의를 얻을 때까지 개념도까지의 Feed back를 반복
계획 후 기	기본설계(Master plan)	개념도 실현의 방법을 구체화한 기본설계
	1. 배치계획	인접 주변지역과의 경계부분이 중요
	2. 단면계획	중단면, 횡단면, 부분단면, 거점단면
	3. 디자인의 선정	지형, 생태계, 생활, 유지관리, 문화, 역사
	4. 물 시스템계획	물리적, 과학적, 평면적, 입체적, 시간적
	5. 거점계획	공간이용밀도가 높은 부분, 도면표현 필요부분
	6. 설비계획	도면을 요하는 설비나 조합도
	7. 소재계획	계획구역의 이용소재의 적정과 조화
	8. 경관계획	계획역의 거시적 경관과 미시적 경관의 조화
	9. 유지관리계획	장기·단기계획, 지역조직, 기능조직, 자치
	10. 개략공사비	견적을 고쳐 가능하게 유형적으로 정리
11. 계획도 작성	완성 전체예상도, 부분도, 스케치	

#### 2.2.4 농업용수 수질개선사업과 유사한 농업기반조성 사업 추진절차

농업생산기반정비사업 중 농업용수 수질개선사업과 관련이 있는 사업의 시행 절차를 보면 농업구조개선을 목적으로 생산기반확충을 위한 공공사업으로 시설물의 안전기능을 사전 조사하는 안전점검 및 안전진단과정을 거치는 「수리시설개보수 사업」으로 농업용수 수질개선사업의 경우에는 정기적으로 농업용수원 수질조사를 실시하고 있어 이를 활용할 수 있어 유사사례 사업으로 하는 검토대상이 되었으며, 농지조성을 목적으로 하는 공공사업으로 「서남해안 간척사업」은 시행절차상 예정지조사 다음에 예비타당성조사 단계가 도

입되었으며, 환경영향평가를 실시하고, 사업시행 행정절차로 환경영향평가 및 공유수면매립면허를 얻어야 하며, 사업내용상으로는 “담수호수질개선”을 포함하고 있는 사업으로 특징을 가지고 있다.

또한 농촌마을종합정비사업의 절차상 예비타당성조사가 도입되었으며, 사업예산이 예비타당성조사 및 기본계획은 농특회계, 시행계획수립 및 사업시행은 균특회계로 구성되어 있어 여기에 소개하고자 한다.

가) 수리시설개보수사업

농림사업 시행지침에 따르면 수리시설개보수사업은 재해대비를 위한 수원공(저수지, 양·배수장 등)개보수, 영농편의를 위한 평야부 개보수사업 등이 있다. 세부적인 시행절차는 다음과 같다.

(1) 사업내용

① 수원공개보수(재해대비)

- 수리시설개보수 : 저수지, 양·배수장 등 노후·파손 수원공 시설 보수·보강
- 재해대비 보강 : 홍수배제능력 부족 저수지, 배수장시설 보강
- 양·배수장 리모델링

② 평야부개보수(영농편의)

- 수로구조물 보수·보강 및 유지관리가 어려운 흙수로 구조물화

(2) 지원대상 : 한국농촌공사에서 관리하는 수리시설

(3) 지원조건 : 국고 100% 보조

(4) 사업시행자 : 한국농촌공사사장

(5) 추진체계

① 사업주관 및 담당부서

- 농림수산식품부 : 농촌정책국 시설안전과
- 시·도 : 농정국 기반조성과, 농산지원과, 농정과(\* 시도에 따라 국, 과 명칭이 다름)
- 한국농촌공사 : 본사(시설현대화팀), 도본부(유지관리팀, 환경지질팀) 및 지사(유지관리팀, 지역개발팀)

② 사업추진 및 절차

- 사업추진

-수원공개보수(재해대비)

·정밀안전진단결과 등을 토대로 한 사업우선순위에 따라 농림부에서 사업지구 선정 및 사업비 배정

-평야부개보수(영농편의)

·농림수산식품부장관은 시·도별 배정기준에 따라 사업비를 배정하고, 배정 사업비 범위 내에서 시·도지사가 사업대상지구 선정

-총사업비관리대상 지구는 「농업생산기반정비사업 총사업비관리지침」에 따라 사업추진

\*총사업비 관리대상 : 사업기간이 2년 이상으로 총사업비가 100억원 이상인 사업

•사업절차

-수원공개보수(재해대비)

·안전점검(시설관리자) → 안전진단(전문기관) → 기본계획수립(시도지사) → 사업대상지구 선정(농림수산식품부) → 세부설계(사업시행자) → 사업시행인가(시도지사) → 발주 및 공사시행(사업시행자) → 준공(사업시행자)

-평야부개보수(영농편의)

·안전점검(시설관리자) → 기본계획수립(시도지사) → 사업대상지구 선정(시도지사) → 세부설계(사업시행자) → 사업시행인가(시도지사) → 발주 및 공사시행(사업시행자) → 준공(사업시행자)

③ 사업추진절차 세부내용

㉠ 사업대상지구 선정기준 및 우선순위

•수리시설개보수(수원공) 선정기준 및 우선순위

-선정기준

·한국농촌공사에서 관리하고 있는 수리시설 중 재해위험시설 또는 개보수사업이 필요한 수원공 시설을 대상으로 함

·재해발생시 하류부 위험도 및 시설노후정도, 시설물 규모 등을 감안하여 신규지구 선정

·배수개선 등 타 사업계획이 수립되었거나 타 사업으로 시행하는 것이 사업효과가 높은 지역은 개보수사업대상에서 제외

-우선순위



- 정밀안전진단결과 재해위험 판정(D, E등급) 시설물
- 자연재해대책법에 의한 재해위험관리지구로 개보수가 시급한 시설물
- 정밀안전진단결과 시설상태 판정등급이 C등급 이하인 시설물
- 수리시설 안전점검결과 재해취약시설로 지적된 시설물
- 집중호우, 태풍 등 재해발생시 피해 잠재성이 큰 시설물
- 기타 재해위험 또는 시설노후 등 기능저하로 개보수가 시급한 시설물
- 재해대비 보강 선정기준 및 우선순위
- 선정기준
- 한국농촌공사에서 관리하고 있는 저수지 중 총저수량 100만m<sup>3</sup> 이상, 유역면적 1,000ha 이상인 저수지중 재해위험이 높아 수문학적 안정성 평가(계획수문량 재검토) 및 재해대비 보강이 필요한 시설
- 수혜면적이 300ha 이상이고 해당 하류부에 집단가옥이 있어 재해발생시 막대한 피해가 우려되는 저수지 시설
- 농업기반시설관리규정상 1종 시설인 배수능력 2,000HP 이상인 배수장(양·배수장겸용 포함)
- 우선순위
- 수혜면적이 넓고 해당하류부에 집단가옥 및 공공시설물 등이 있어 재해 시 인명·재산피해 우려가 있는 저수지
- 하천 주변 저지대에 위치하여 집중강우 시 침수취약으로 보강이 시급한 배수장
- 수리시설개보수 시행계획이 수립된 시설 중 설계기준 미달 등으로 재해위험이 있는 저수지 및 배수장
- 과거 태풍 및 수해피해 경력이 있는 지역으로 피해재발 우려가 있는 시설
- 양·배수장 리모델링 선정기준 및 우선순위
- 선정 기준
- 한국농촌공사에서 관리하고 있는 양·배수장 중 시설노후화 및 현행설계기준 미달로 기능발휘가 어렵고, 외관불량으로 자연경관을 훼손하는 양·배수장의 기계, 전기, 건축 시설물 대상으로 함
- 우선순위

- 저지대에 위치하여 상습적으로 침수되는 전기시설
- 침수 시 가동이 불가능한 기계시설
- 현행 설계기준에 미달되어 제 기능 발휘가 곤란한 기계, 전기시설
- 도로, 철도변 등의 가시권과 관광지에 인접한 외관불량 양·배수장
- 해안, 하천에 인접한 수문시설 중 시설노후화로 역류위험이 높은 시설
- 수리시설개보수(평야부)
  - 선정 기준
  - 수로 구조물이 노후 되었거나 구조물화를 요하는 흙 수로를 대상으로 함
  - 우선순위
  - 성토구간에 위치하여 사면붕괴가 우려되거나, 농업용수 누수손실이 많아 유지관리가 어려운 흙 수로
  - 수초번성 및 토사퇴적으로 용수공급이 원활하지 못한 수로
  - 수질오염으로 용수대체가 필요한 수로
  - 수해피해가 우려되는 수로 또는 민원발생 수로
  - 보수·보강중인 수원공시설과 연계하여 개보수가 필요한 수로
- ㉞ 시설관리자 개보수사업 건의
  - 수원공개보수(재해대비)
    - 한국농촌공사사장은 농업기반시설 관리규정에 따른 1종 및 2종 시설에 대한 안전점검 및 정밀안전진단 결과에 의거 당해시설의 개보수계획을 수립하여 시·도지사에게 보고하여야 함
    - 다만, 3종 시설은 시급히 개보수를 요할 경우 개보수계획을 수립할 수 있음
    - 한국농촌공사사장은 시·도지사에게 사업시행을 건의할 경우에는 사유와 안전점검결과 또는 정밀안전진단 보고서 등을 첨부 하여야 함
  - 평야부개보수(영농편의)
    - 한국농촌공사사장은 안전점검 및 시설 노후·파손상태에 대한 시설관리자의 의견 등으로 고려, 당해시설의 개보수계획을 수립하고 시·도지사에게 보고 하여야 함
    - 한국농촌공사사장은 시·도지사에게 사업시행을 건의할 경우에는 사유와 안전점검결과 또는 시설물관리자의 의견 등을 첨부 하여야 함

㉔ 예정지 조사 및 기본계획 수립

•예정지 조사

-시·도지사는 한국농촌공사사장이 사업시행 건의서를 제출하거나 재해위험 해소, 수자원 확보, 시설의 운용관리체계의 획기적 개선 등이 필요하다고 인정되는 시설을 대상으로 예정지조사를 실시함

-시·도지사가 예정지를 조사할 경우에는 농어촌정비법 시행령 제7조 규정에 의거 지구현황, 공종별 사업비, 사업효과, 위치도, 사업타당성 판단에 필요한 재해위험의 시급성과 해소방안, 영농편의 등을 포함하여야 함

•기본계획수립

-시·도지사는 안전진단 보고서 및 예정지조사 보고서를 토대로 사업선정기준과 우선순위에 따라 기본계획을 수립하여 농림수산식품부장관에게 보고함

-기본계획수립자는 세부설계과정에서 기본계획에서의 주요 사업계획이 변경되는 일이 없도록 계획수립업무에 철저를 기함

-기본계획수립 요령

·기본계획수립은 수원공지구(재해대비사업)와 평야부지구(영농편의사업)로 별도 구분하여 수립

·사업지구단위는 단일 수원공(평야부는 단일수원공의 동일한 수계 내)을 기준으로 함을 원칙으로 하되, 필요시 사업규모가 10억원 미만인 소규모 지구는 30억원을 기준으로 인접하여 있는 지구를 통합하여 단일지구로 구성 가능

·정밀안전진단을 실시한 지구는 그 결과에 따라 기본계획수립 등 추진

·세부설계 및 사업시행은 기본계획서의 단계별 계획에 따라 추진

㉕ 세부설계 실시 및 시행계획 수립

-농림수산식품부장관은 시·도지사가 수립하여 보고한 기본계획에 대하여 사업의 규모, 시급성, 타당성 등을 검토하여 개보수가 필요하다고 인정되는 시설에 대하여 세부설계를 추진토록 함

-세부설계 실시자는 시설관리자(사업시행예정자) 또는 엔지니어링기술진흥법 제4조의 규정에 의하여 교육과학기술부장관에게 신고하고 신고증을 교부 받은 자 중에서 선정하도록 함

-세부설계 실시자는 수립된 기본계획을 토대로 하되 세부설계 추진에 따른 보

완사항을 검토한 후 그 결과에 따라 조사 측량설계를 실시하고, 조사측량 과정에서 사업량 확장 등 주요사항을 변경하여야 할 경우에는 시·도지사의 승인을 받아야 함

-세부설계 실시자는 용수로를 설계할 경우에는 수원공 시점부터 전체 수로 선형기본계획 및 수로 조직표를 작성하고, 사업비 재정부담, 내구 년한, 용수공급능력 조절(유속에 의한 시간단축, 사전 공급배분), 자연형태 유지로 환경친화 등을 충분히 고려하여야 함

·용수로 본연의 기능을 유지하면서 농촌경관을 개선하고 지역주민에게 친수공간을 제공할 수 있는 친환경수로로 적극 반영

·용·배수의 흐름에 장애가 되는 제수문, 취입보는 최대한 설치를 억제하고, 원형암거시설은 유지관리를 고려 충분한 크기로 계획

-세부설계 실시자는 저수지, 양·배수장 설계를 제출할 때에 시설관리자가 시설물 운용지침을 요청할 시에는 제공하여야 함

-세부설계 실시자는 사업 시행과정에서 설계변경이 없도록 조사 설계에 철저를 기하여야 하며, 개산설계는 허용하지 않음

·시·도지사는 주요 공종이 현지와 부합되지 않는 등 매우 부실하게 설계된 경우에는 세부설계 실시자에 대하여 용역 입찰참가 제한 등 조치를 할 수 있음

-시·도지사는 세부설계 성과서를 납품받으면 성과품을 엄격히 검수하고, 설계 미비사항을 보완한 후 농림수산식품부 장관의 예산지원에 따라 사업시행계획을 수립하여 사업시행자에게 계획서를 송부하는 등 사업시행인가 절차를 이행토록 함

#### ㉞ 사업시행인가 및 공사발주

-신규착수지구에 대하여 시설관리자(사업시행예정자)는 사업시행계획서를 첨부하여 시·도지사에게 사업시행인가를 신청하고, 시·도지사는 사업인가를 하였을 경우에는 즉시 서식에 따라 농림수산식품부 장관에게 보고하여야 함

·사업시행자는 매수 및 수용하여야 할 토지 등이 있을 경우에는 토지 등의 필지별 조서를 첨부하여 농어촌정비법 제10조에 의거 사업시행계획을 공고하고, 토지소유자의 동의서(농어촌정비법 시행규칙 별지 제1호의3서식)를 징구하여야 함

## 2. 농업용수 수질개선대책 추진체계 정립

-사업시행자는 인가내용에 대하여 검토한 후 문제가 없을 경우 국가계약법 등 관련법령에 의하여 발주, 착공하여 사업을 시행하여야 함

### ㉞ 공정계획

-시·도지사는 개보수사업 지구에 대해 준공예정년도를 미리 정하여 년차별 투자계획을 수립하고, 준공지구에 소요되는 예산을 우선 지원하여야 함

-사업시행자가 공정계획을 수립할 경우에는 공종과 공사시기를 신중히 검토하여 사업효과를 가능한 조기에 달성할 수 있도록 하고, 무리한 공기 단축으로 인한 부실공사가 발생하지 않도록 하여야 함

-세부설계가 된 후 3년이 경과된 저수지, 양·배수장, 용·배수로, 배수갑문, 제수문 등 주요공정에 대하여는 착공하기 전에 현지여건을 세밀히 재검토하여야 함

-사업시행자는 하절기 우기 중에는 수해를 대비하여 수방자재(마대, 말뚝, 증장비 등)를 확보하고, 수해가 발생하지 않도록 주의하면서 현장관리를 하여야 함

-시·도지사는 당해 연도 예산에 의한 시도별 사업추진계획을 별첨 서식에 따라 작성하여 당해 연도 2월말까지 농림수산식품부장관에게 보고하여야 하며, 예산변경이 있는 경우에는 추진계획 변경계획을 수립하고, 농림수산식품부장관에게 보고하여야 함

### ㉟ 시행계획의 변경

-기 착공하여 시행중인 지구에 대한 계획변경(물가변동에 의한 단가변경은 제외)은 부득이한 경우를 제외하고는 이를 억제함. 다만 농어촌정비법 시행규칙 제47조의2에서 규정한 사항과 다음사항의 변경에 대하여는 사전에 농림수산식품부장관의 승인을 받아야 함

·세부설계 시 계획되지 않은 타 수원공(저수지, 양수장) 추가

-시·도지사가 사업시행계획에 대하여 농림수산식품부장관의 변경 승인을 받고자 할 때에는 다음 관계도서를 첨부하여 승인신청을 하여야 함

·준공예정지구인 경우에는 재원확보계획 등 향후 조치계획

·사업계획 위치평면도(1/25,000 ~ 1/50,000, 1/3,000 ~ 1/6,000)

·변경되는 공종의 주요설계 도면 (평면도, 표준도, 주요구조도)

(설계도면 : 보완전 청사진 도면에 보완사항을 붉은색 선으로 삽입하여 비교가 쉽도록 하고, 복잡한 도면은 변경전·후 도면을 함께 첨부함)

㉠ 용지매수 및 보상

-용지매수 및 보상비는 감정평가에 관한 법률, 공공용지취득및손실보상에 관한 특별법과 농어촌정비법 보상규정에 따르고 현실성 있는 적정 비용이 산정되도록 하여 계획변경 요인 최소화

-농작물 보상 등은 공사기간과 용지매수 등의 시기를 조정하여 원칙적으로 피하도록 함

㉡ 공사감리

-공사감리는 시설관리자(사업시행예정자)가 직접담당하거나 엔지니어링기술진흥법 제4조의 규정에 의하여 교육과학기술부장관에게 신고하고 신고증을 교부받은 자 중에서 선정하여 위탁 시행할 수 있음

-공사감리자는 전문분야별로 적정인원과 장기간 계속하여 업무를 수행할 수 있는 직원을 배치하여야 하며, 특별한 사유로 현장을 일시적으로 떠나거나 교체 시에는 사업시행자와 사전 협의하여야 함

·사업시행자는 공사감리원이 감리업무를 불성실하게 수행할 경우에는 교체를 요구할 수 있고, 공사감리자는 공사추진에 차질이 없도록 교체하여야 함

-공사감리원은 착공 전에 설계도면과 현지를 대조하여 설계의 미비 여부 및 공정순위를 파악하고, 시공 중에는 철저한 공사감리뿐만 아니라 굴착, 집토, 골재의 야적 등으로 인하여 주민에게 피해가 발생하지 않도록 하며, 수혜민의 의견을 수시로 청취하여 민원을 사전에 방지하여야 함

-사업시행자는 소속 기술직원을 현지 전담자로 지정하고, 공사감리원과 유기적인 협조로 공사를 촉진하고, 시공 상황을 파악하며 수시 현장확인(사진촬영 포함), 공정계획의 수립 및 업무일지를 기록하게 하여야 함

㉢ 사업비 지원

-예산의 지원

·사업지구의 예산은 예산범위 내에서 사업기간과 년차별 투자계획에 따라 지원함을 원칙으로 함

·시·도지사 및 사업시행자는 교부·배정받은 사업비 자금의 집행에 특별한 사유

없이 지연시켜서는 안 됨

- 예산에 계상된 준공지구를 우선하여 지원함
- 저수지 및 양·배수장 시설은 재해 대비 및 공정을 감안 지원함
- 시·도지사는 지방비를 투입하여 직권으로 사업을 추진 할 수 있음
- 자금의 운용관리
- 사업시행자가 국고보조 사업비를 받았을 때는 세부설계비와 용지매수보상비를 우선하여 지급하여야 함
- 사업시행자는 사업비 운용으로 생기는 이자, 잡수입 등 수익은 당해 사업 특별회계의 세입으로 조치하여 채투자하고, 채투자가 어려운 경우에는 국고에 반납함
- 시·도지사는 사업지구의 국고지원 자금의 운용관리상황을 수시로 확인 점검하여야 함
- 사업비 검정 및 결산
- 시·도지사는 예산회계 관계법령에 의거 사업비를 검정 및 결산하고, 결산 결과를 농림수산식품부장관에게 보고함
- 세부적인 사항은 농업생산기반조성사업 실행검정 및 결산 요령에 준함

㉞ 사업 평가

- 시·도지사는 한국농촌공사사장이 준공기한 내 계획대로 사업을 추진하였는지 또한 우선순위에 따라 집중투자를 하였는지를 평가하고, 평가 결과에 따라 재정지원 규모를 증감 조정하여 지원할 수 있음

㉟ 사업 준공

- 사업시행자는 사업을 완료한때에는 시공회사의 준공계(공사감리자의 확인이 있어야 함), 유지관리 지침서(필요시 공사감리자가 작성), 예비검사 결과, 매수한 토지 등의 현황을 포함하여 사업 준공 도서를 시·도지사에게 제출하고, 준공검사를 신청함
- 시·도지사는 소속공무원으로 하여금 지체 없이 준공검사를 하도록 한 후 사업 준공 정산을 함
- 준공지구에 예산이 부족한 경우는 기존 계속지구 예산을 전·이용하여 충당하고, 예산이 남는 경우에는 타 지구 사업비로 전·이용하여 예산 불용이 없

도록 함

㉞ 기타 사항

-동일권역 내에 대단위 농업종합개발, 대·중규모 농업용수개발, 배수개선 등의 사업이 시행되고 있는 경우에는 연계성을 검토함

-국토해양부의 하천정비개수 사업이 시행되는 지역은 계획과 추진상황의 연계성을 검토함

-세부설계비, 공사감리비 및 사업관리비는 농어촌정비법시행규칙의 요율에 의하여 산정

-시설물관리자는 사업 준공 후 개보수이력을 관리하고 농업기반시설 등록부에 변동내용을 등록관리 함

나) 서남해안 간척사업

(1) 사업내용

•간척

근해의 간석지에 제방을 막고, 간만의 차를 이용해서 내부의 물을 배제한 후 담수호를 조성하고 새롭게 토지를 창출하여 농업용지 등 필요한 용도로 사용하기 위한 사업임.

•주요시설

-방조제

-배수갑문

-양·배수장

-용수로

-배수로

-방수제

-도 로

•지원조건 : 국고(농지관리기금) 100%

(2) 추진 체계

(가) 사업주관기관 : 농림수산식품부, 시·도지사

(나) 사업담당부서

•농림수산식품부 : 농촌정책국 기반정비과



•시·도 : 농림수산국 기반조성과, 농정국 농업기반정책과

•시·군 : 건설과, 간척사업소

(다) 사업시행자 : 시장·군수, 한국농촌공사사장

서남해안간척사업 시행체계 및 행정절차는 다음 <그림2-6>과 같다

예정지조사 정비법 제6조	기본조사 정비법 제7조	환경영향평가 (초안) 환경법 제5,6조	기본계획수립 정비법 제7조
공유수면매립면허 매립법 제9조	환경영향평가 (최종) 환경법 제17조	세부설계 및 시행계획수립 정비법 제8조	고시 및 열람 정비법 제10조 매립법 제13조
이의신청, 재정 정비법 제10조	사업시행인가 정비법 제12조 매립법 제15조	고시, 공고 정비법 제12조 매립법 제15조	예산내시 규정 제6조
예산집행계획승인 규정 제7조	공사시행 및 시행계획 변경 정비법제12조 매립법제15,17조	준공인가 매립법 제25조	사후환경영향조사 환경법 제25조

주) 매립법 : 공유수면매립법

정비법 : 농어촌정비법

환경법 : 환경·교통·재해등에관한영향평가법

규 정 : 농지관리기금사무처리규정

### <그림2-6> 서남해안 간척사업시행체계 및 행정절차도

(라) 대상지 선정기준

-환경영향조사 결과 수산 및 환경에 미치는 영향이 적은 지구

-수산자원보전지역 등 기타 개발계획과 중복되지 않는 지구

-사업비가 저렴하고 투자효율이 높은 지구

- 공유수면매립면허 협의결과 관련기관의 이견이 없는 지구
- 사업시행 시 어업권보상 등에 따른 마찰이 예상되지 않는 지구
- 주변지역개발 연계 효과가 양호하고 지역주민이 요구하는 지구

(마) 사업시행

① 예정지조사

•시·도지사는 공유수면매립법 제4조 내지 제7조에 의해 결정된 매립기본 계획지구 및 간척자원조사가 완료된 지구 중 사업시행자(지방자치단체, 한국농촌공사 이하 같음)의 신청이 있거나 필요하다고 인정하는 경우 당해 지구에 대한 예정지조사를 실시할 수 있음.

•시·도지사의 예정지 조사결과 기본계획수립이 필요한 경우에는 시·도지사의 의견을 첨부하여 그 결과를 농림부장관에게 제출하여야 함.

•예정지조사 보고서에는 다음 사항을 포함하여야 함.

-사업예정지구의 현황

-사업별 투자소요액

-사업시행효과

-사업시행 예정지의 위치도

-사업시행에 따른 어업피해, 환경 등에 미치는 영향

-기타 사업시행 시 다른 사업과의 관련성 등

② 예비타당성조사

-농림수산식품부장관은 예정지 조사결과 사업의 타당성이 있다고 인정되고, 추정 총사업비가 500억 원을 초과하는 경우, 기획예산처의 총사업비관리지침에 따라 기획예산처에 예비타당성조사를 요청해야 함.

-사업시행자는 기획재정부의 예비타당성 조사 시 자료제공 등 적극 협조하여야 함.

③ 기본조사 및 기본계획수립

•농림수산식품부장관은 예정지 조사결과 사업의 타당성이 있다고 인정되는 지구에 대하여 기본조사를 실시하고 기본계획을 수립함.

•농림수산식품부장관은 매립면적 50ha이상 사업지구의 기본조사는 한국농촌공사에 위탁하여 시행함.

•한국농촌공사는 농림수산식품부장관으로부터 기본조사실시를 위탁받았을 경우에는 이를 성실히 수행하여야 함.

•기본조사를 할 때에는 주민의 의견이 수렴된 환경영향평가(초안)와 공유수면에 관한 피해영향조사를 실시하여야 하며, 제반여건을 충분히 고려하여 당

해 지구의 사업시행 타당성 등을 검토하고 시·도지사, 시장·군수의 의견을 첨부 하여야 함.

•기본조사가 완료되었을 때는 기본계획서(안)을 작성하여 농림수산식품부장관에게 제출하여야 하며, 기본계획서(안)에 포함되어야 할 사항은 다음과 같음.

-기본계획의 개요(매립면적 포함)

-사업별 기본설계도서

-사업비 수지예산서

-사업비 내역(공사비 포함)

-사업효율분석결과( B/C, IRR 등)

-사업대상지역의 위치도

-환경영향평가서(초안)

-피해영향 조사서

-기타 농업생산기반정비사업 시행계획의 수립에 필요한 사항

•농림수산식품부장관은 한국농촌공사가 제출한 기본계획서에 대해 관할 시·도지사, 시장·군수의 의견과 기본계획서 내용 등을 종합적으로 검토하여 기본계획을 확정하고, 그 내용을 해당 시·도지사에게 통보함.

•농림수산식품부장관의 권한위임에 의해 시·도지사는 매립면적 50ha미만 지구의 기본조사 및 기본계획을 수립할 수 있으며, 이 때 소요되는 기술용역비용은 당해 지방자치단체의 비용으로 함.

•공유수면을 매립하고자 하는 자는 공유수면매립법에 따라 공유수면매립기본계획에 반영하여야 함.

•한국농촌공사는 민간위탁 시행시 “농업기반정비사업의 기본조사 및 기본계획 수립 업무지침(5. 경지정리편 참고)” 을 준용할 것.

#### ④ 환경영향평가(사후환경영향조사) 및 피해영향 조사

•기본조사실시자는 공유수면매립법에 의한 피해영향조사와 환경·교통·재해등에 관한 영향평가법 제5조, 동법시행령 제5조에 의한 환경영향평가서(초안)은 기본조사업무와 병행하여 실시함.

•농림수산식품부장관 또는 시·도지사가 간척사업을 위한 기본계획을 수립하고자 할 때에는 환경·교통·재해 등에 관한 영향평가법 제5조 및 제6조에 의한 환경영향평가서를 작성하여 주민의견수렴 등 필요한 절차를 거쳐야 함.

•공유수면매립법에 의한 실시계획 인가전의 환경영향평가(초안 작성 포함)는 사업 시행자가 실시함을 원칙으로 하되 환경·교통·재해 등에 관한 영향평가법 제7조에 의한 대행자로 하여금 대행하게 할 수 있음.

- 환경영향평가(최종)는 세부설계와 병행하여 실시하여야 하며, 환경·교통·재해등에관한영향평가법 시행령 제14조의 규정에 따라 당해 사업의 시행계획 인가 신청 전에 환경영향평가서를 제출하거나 협의 요청하여야 함.
- 환경영향평가 및 환경관리 조사항목은 환경·교통·재해등에관한영향평가법 제29조에 의한 사후환경영향조사를 위한 평가항목과 환경부장관의 최종협의내용의 이행계획과 평가서상의 저감방안 및 사후환경관리를 내용으로 함.
- 사후환경영향조사는 사업시행자가 실시함을 원칙으로 하되, 전문기관에 위탁 시행 할 경우에는 시·도지사의 승인을 받아야 하며, 이때 도지사는 승인결과를 농림수산식품부장관에게 보고하여야 함.
- 환경영향평가, 사후환경영향조사는 수질, 대기, 생태계 등 계절에 따른 환경변화를 조사해야 하므로 사업승인 이전이라도 행정지시로 영향평가·조사에 착수할 수 있음.
- 담수호를 오염시킬 수 있는 오폐수 발생요인에 대하여 조사하여야 하며, 발생요인에 대하여는 농어촌정비법 제19조에 의해 해당 지방자치단체 등 관련기관에 시정을 요구하여 담수호가 오염되지 않도록 하여야 함.
- 담수호 수질보전을 위하여 환경오염방지시설 설치의 필요 여부를 검토하여야 함.
- 환경영향평가 및 사후환경영향조사에 소요되는 경비는 실비로 정산함.

⑤ 세부설계 및 사업시행계획수립

- 시·도지사는 수립된 기본계획에 따라 사업을 시행할 때에는 농어촌정비법 제97조 및 동법 시행령 제82조에서 규정된 자를 선정하여 세부설계를 위탁 실시 함.
- 세부설계시에는 사업시설물 부지의 지질조사, 연약지반처리에 필요한 조사시험, 축제재료와 조·세골재의 매장량 및 필요한 조사시험 등은 반드시 실시하여야 함.
- 세부설계자는 설계도서를 시·도지사에게 제출하여야 하며, 시·도지사는 설계내용에 대하여 농림수산식품부장관과 사전 협의 후 계획을 확정하고, 계획 확정결과를 농림수산식품부장관에게 보고하여야 함.
- 세부설계자는 사업시행과정에서 설계변경이 없도록 조사·설계에 철저를 기하여야 하며, 농림수산식품부장관 또는 시·도지사는 주요 공종이 현지와 부합되지 않는 등 부실하게 설계된 경우에는 이에 대한 책임소재를 밝혀 건설기술관리법 등 관련 규정에 따른 조치를 하고, 그에 상당하는 설계비 회수, 세부설계자의 문책 등의 조치를 하여야 함.
- 세부설계가 완료되면 예산형편과 사업의 타당성, 경제성을 고려한 우선순위에 의해 시·도지사가 사업시행 계획을 수립함.

•농림수산식품부장관은 시행계획이 수립된 때에는 사업시행자를 지정하고 시행계획서가 사업시행자에게 송부되도록 함.

•사업시행자는 내시된 예산에 따라 공유수면매립법의 규정에 의해 면허관청의 면허를 받아야 함.

⑥ 사업시행인가

•사업시행자는 농어촌정비법 제10조 및 동법 시행령 제10조에 따라 사업계획을 고시하는 등 적법 절차를 거쳐야 함.

•사업시행자는 농어촌정비법 제10조제2항의 규정에 의거 이의신청이 없거나 이의신청에 대한 재정을 한 때에는 공유수면매립법 제15조의 규정 및 농어촌정비법 제12조제1항의 규정에 따라 면허관청에 실시계획인가(사업시행인가)를 신청하여야 함.

•매립면허관청이 농림수산식품부장관인 경우 관할 시·도지사는 사업시행자로부터 실시계획서를 제출받아 검토하고, 처분안을 포함한 처리의견을 첨부하여 농림수산식품부장관에게 실시계획인가(시행계획인가) 신청을 하여야 하며, 면허관청이 시·도지사인 경우에는 사업시행자의 시행계획에 대하여 사전 농림수산식품부장관의 협의를 거쳐 인가하고, 그 결과를 보고하여야 함.

•실시계획인가 신청서에는 다음 사항을 반드시 포함.

-공유수면매립법 시행규칙 제5조에 규정된 실시계획인가 신청에 필요한 사항

-시행계획의 개요(매립면적 포함)

-세부설계도서

-사업비 수지예산서

-사업비 내역 명세서(공사비 포함)

-사업시행지의 위치도

-기타, 농업생산기반정비사업의 시행에 필요한 사항

•실시계획을 인가한 면허관청인 농림수산식품부장관 또는 시·도지사는 공유수면매립법 제15조제3항의 규정 및 농어촌정비법 제12조제2항에 따라 인가내용을 고시하여야 함.

⑦ 공정계획

•공정계획은 토지이용계획 및 용수공급, 영농가능시기 등을 감안하여 연차별 계획을 수립하고, 환경영향평가결과에 따른 친환경대책 및 사업효과를 조기 달성할 수 있는 공종을 우선시행할 수 있도록 수립하여야 함.

•공사의 발주 및 계약 공종은 세부설계가 완료되어 실시계획(시행계획)이 인가된 공종에 한함.

•사업시행자는 국가계약관계법률의 규정에 따라 공사계약이 체결되도록 하고, 입찰계약 상황을 도지사 경우 농림수산식품부장관에게 보고하여야 하며, 월별사업추진상황은 농림수산식품부장관(기금수탁관리자)에게 보고(제출) 하여야 함.

•사업시행자인 시장·군수가 조달청장에 공사계약을 요청함에 있어 우수시공 업체에 의한 시공의 내실화를 도모하기 위해 국가를당사자로하는계약에관한 법률 시행령에 의한 입찰 참가자격 심사강화와 제한 경쟁 입찰이 될 수 있도록 할 수 있음.

•사업시행자(시장·군수 또는 한국농촌공사사장)는 내시된 예산에 따라 당년도에 시행해야 할 사업시행계획서를 매년1월15일까지 작성하여 시도지사(한국농촌공사사장은 농림수산식품부장관)에게 제출, 승인을 받아야 하며, 시·도지사는 승인한 후, 그 결과를 농림수산식품부장관에게 보고하고 기금수탁 관리자에게 통보하여야 함.

•당해 년도 사업시행계획은 사업효과를 조기 달성할 수 있는 공종을 우선 시행할 수 있도록 수립하여야 하며, 시행계획서에는 다음사항이 포함되어야 하며, 가장 최근 자료를 첨부하여야 함

-사업추진경위(공유수면매립면허일, 시행인가일, 착공 등)

-사업개요(매립면적, 개발면적, 간척농지면적 등)

-사업추진현황 및 계획

-공종별 추진물량 및 금액

-연도별 수지예산서

-기타사항

•사업시행자(시장·군수, 한국농촌공사 사장)는 인가권자(시·도지사, 농림수산 식품부장관)의 승인통보가 있는 후, 20일 이내에 월별 세부공정계획서를 작성, 승인을 받아야 하며, 인가권자(시·도지사)는 향후 단가인상, 투자효과 면에서 면밀히 검토하여 승인하고 그 결과를 농림수산식품부장관에게 보고하고, 기금수탁관리자에게 통보하여야 함.

특히, 공정계획 작성 시 인력, 자재확보 이외에도 기상여건 및 각종 절차를 고려하여 무리한 공기단축 등으로 인한 부실공사가 발생하지 않도록 수립하여야 함.

•이상의 공정계획은 사업시행계획 승인을 받은 후 수립함을 원칙으로 하나, 공종이 단순하여 공정계획을 수립하는데 많은 기일이 소요되지 않고, 인가권자와 시행자가 사전에 협의하므로 사업시행계획에 대한 원안승인이 가능할

경우, 사업시행계획과 공정계획을 동시에 승인할 수 있음.

•사업시행계획 및 공정계획의 임의변경은 불가하나 천재지변, 예산변경 또는 투자효과제고, 집단민원발생 등으로 불가피한 사유가 있어 변경코자 할 때에는 전술한 사항과 같이 함

•시·도지사(한국농촌공사 사장)는 시행중인 사업에 대해 상·하반기에 각 1회 이상 주요시설물(방조제, 배수갑문, 교량, 터널 등)에 대한 안전점검을 실시하여 그 결과를 농림부장관에게 보고하여야 함.

#### ⑧ 시행계획변경

•물가변동으로 인한 사업비 변경은 시·도지사가 승인하고 그 결과를 농림수산식품부장관에게 보고하여야 함.

•시행계획의 변경(물량증감)은 당초의 사업목적을 달성할 수 없거나 현저한 사업효과 향상을 위한 경우 외에는 최대한 억제하여야 하며, 당초 설계에 중대한 잘못이 있는 경우에는 설계자에게 응분의 책임을 물어야 함.

•시·도지사는 현지 여건상 부득이 시행계획을 변경코자 할 때에는 농어촌정비법 제12조에 의거 시행계획을 변경승인하고, 변경승인에 대한 의견을 첨부하여 농림수산식품부장관에게 보고하여야 함.

다만, 농어촌정비법 시행규칙 제47조의2 제1호 및 제3호의 규정에 따라 주요 시설의 규모, 형식, 구조변경, 기초지반개량공법 등의 변경 및 수해면적의 10%를 초과하는 증감, 재해대책지원에 의한 보강 등의 변경사항에 대하여는 사전에 농림수산식품부장관의 승인을 받아야 하며, 동조 제2호의 규정에 의하여 공사물량의 증감이 공사비(시행계획이 변경된 공사의 경우 변경된 공사비)의 10%를 초과하는 경우 농림부장관의 승인을 받아야 함.

이때, 시행계획변경에 따른 시·도지사의 의견을 첨부하여야 함.(단, 단가변경으로 인한 총사업비 변경과 10% 초과 공사비를 지방비 등의 재원으로 충당하는 경우에는 시·도지사가 승인함)

•전술한 항의 규정에 의한 농림수산식품부장관의 사전승인을 받지 않고 임의 시공한 물량변동 결과의 대가지급은 계약당사자가 자체 해결하여야 함.

•총사업비 관리대상사업에서 총사업비, 사업기간, 공종별·단위사업별·추진단계별 사업비 등의 변경요인이 발생될 시에는 총사업비관리지침에 따라 농림수산식품부 및 기획재정부와 사전 협의하여야 한다.

#### ⑨ 공사감리

•공사감리는 한국농촌공사, 엔지니어링기술진흥법 제4조(엔지니어링 활동주체의 신고)에 의하여 신고된 공사감리 용역업체 중에서 선정하여 사업시행자

가 위탁시행 함.

다만, 사업시행자가 직접 공사감리를 하고자 할 때에는 시·도지사의 승인을 받아야 하며, 시·도지사는 그 결과를 농림부장관에게 보고하여야 함.

- 공사감리자는 전문분야별 적정인원을 배치하고, 배치상황을 사업시행자에게 제출하여야 하며, 사업시행자는 배치상황을 검토한 후 시·도지사에게 결과보고 하고 시·도지사는 농림부장관에게 보고 하여야 함.

- 공사감리자는 현장에서 연약지반의 처리와 같은 고도의 기술을 필요로 하는 공종 및 구조물 시공시에는 복수감리제를 실시하여야 하며, 사전에 해당 전문기관으로 하여금 제반시험 및 기술을 검토토록 하여 계획공정 달성에 차질이 없도록 하여야 함.

- 공사감리자는 공사감리업무를 장기간 계속하여 수행할 수 있는 직원을 배치하여야 하며, 교체시에는 사업시행자와 사전협의 하여야 함. 사업시행자는 공사감리원이 감리업무를 불성실하게 수행할 경우에는 교체를 요구할 수 있음. 이 경우 공사감리자는 공사추진에 차질이 없도록 교체하여야 함.

- 공사감리원은 착공 전에 설계도면과 현지를 대조하여 설계의 미비여부 및 공정순위를 파악하고 시공 중에는 철저한 공사감리 뿐만 아니라 굴착, 집토, 골재의 야적 등으로 인하여 주민에게 피해가 발생되지 않도록 하며, 수혜민의 의견을 사전에 통지하여야 함.

- 공사감리원이 특별한 사유로 현장을 떠날 때에는 사업시행자에게 그 사유를 명기하여 사전에 통지하여야 함.

- 사업시행자는 소속 기술직원을 현지 전담자로 지정하고 공사감리원과 유기적인 협조로 공사를 촉진하고, 시공 상황을 파악하여 현장 확인, 공정계획의 수립 및 업무일지를 기록하게 하여야 함.

- 기타 세부적인 사항은 공사감독위탁계약서에 의하여 함.

#### ⑩ 어업권 보상

- 보상물건조사 실시

- 당해 사업지구 내의 공유수면에 권리를 가진 자와 매립으로 인하여 피해가 예상되는 인근 구역 어업권자에 대한 보상물건조사를 철저히 하여야 함.

- 물건조서 작성시는 정당한 보상대상자가 누락되는 일이 없도록 철저히 점검·확인하여야 함.

- 평가기관의 선정 및 의뢰

- 사업시행자는 관련 규정에 의거 평가기관을 선정하여 평가 의뢰하고, 그 결과를 보고하여야 함.



-평가기관 선정시 평가실적 등을 사전에 조사하는 등 객관성과 공정성이 확보되도록 신중을 기하여야 함.

-평가용역은 작업 과정별, 단계별로 감리를 철저히 하여야 하고, 평가액이 객관적이고 합리적으로 산출되었는지 여부를 철저히 검토하여야 함.

•보상액의 산정

보상평가의 적정여부를 검토 확인한 후 관계 보상규정에 의하여 산정하여야 함.

⑪ 담수호 수질개선

•사업시행자는 담수호 수질을 월별·계절별로 정기적으로 측정·관리하여야 함.

•사업시행자는 담수호 상류지역의 오염물질이 담수호로 무단으로 유입되지 않도록 해당 시장·군수에게 환경기초시설을 설치하여 정상적으로 가동하도록 협조요청을 하여야 함.

•사업시행자는 담수호 내 수질개선대책을 수립·추진하여야 함.

•사업시행자는 상류지역 하천·농경지 등에 오수·분뇨 등 오염물질을 무단으로 방류하는 것이 발견될 시는 해당 시군에서 관련법에 따라 처벌하도록 즉시 통보하여야 함.

⑫ 검사 및 준공

•검정 및 정산

-사업시행자는 기성고 확인을 필한 후 기성금액을 확정함.

-사업시행자는 사업을 완료하였거나 년도 말에는 농림수산식품부장관이 시달한 사업 실행검정요령에 의하여 사업시행인가권자에게 실행검정신청을 하여야 함.

-사업시행인가권자는 전항의 규정에 의하여 사업이 완료되었을 때에는 검정신청 즉시 년도 말 검정은 12월 20일까지 검정을 실시하고 실행검정조서를 사업시행자에게 통보함과 동시에 농림수산식품부장관에게 보고하여야 함.

-사업시행자는 전항의 규정에 의하여 실행검정결과 통보를 받았을 때에는 관계문서 사본 및 검정정산서(사업실적조서 첨부)를 첨부하여 사업이 완료되었을 때에는 즉시, 년도 말에는 12월 25일까지 기금수탁관리자에게 정산신청을 하여야 함.

-사업시행자는 기금의 관리과정에서 발생한 수익금(기금예치이자) 등은 농지 조성계정에 납입하여야 함.

•사업준공

사업시행자가 공유수면매립법에 의한 공사를 준공하였을 때에는 시·도지사에게 준공인가를 신청하여야 하며, 시·도지사는 준공검사를 실시하고 준공

검사에 합격한 경우에는 농림수산식품부장관과 협의를 거쳐 준공인가하고, 그 결과를 농림수산식품부장관에게 보고하여야 함.

다만, 매립면적이 3,000ha이상인 경우에는 농림부장관의 준공인가를 받아야 함. (행정권한의위임및위탁에관한규정 제29조제10항)

⑬ 사후관리

- 사업시행자는 사업 준공 전이라도 일시위탁경작이 가능한 토지에 대하여는 농업기반정비 사업으로 조성된 토지의 매각 등에 관한 규정에 따라 일시위탁 경작을 실시하여 농가소득 및 농업생산에 기여토록 할 수 있음.

- 사업시행자는 사업준공된 지구에 대하여는 농어촌정비법 및 매각규정에 따라 분배·매각이 조기에 시행되도록 조치하여야 함.

- 일시위탁경작, 매각관리비, 유지관리비 등에 대하여는 매각규정의 관련 규정을 적용함.

- 사업시행자는 간척농지에 영농을 하고 있는 농업인을 대상으로 만족도조사를 할 수 있음.

⑭ 기타사항

- 측량설계비, 공사감리비 및 관리비

- 측량설계비, 공사감리비 및 관리비는 농어촌정비법 시행규칙 제49조에 의거 산정하여야 함.

- 사업비(개발비)에 계상된 측량설계비 및 공사감독비, 환경영향평가비 및 환경관리비 등의 수령자가 한국농촌공사인 경우는 사업시행자의 요청에 따라 장관의 승인을 받아 기금수탁관리자가 한국농촌공사에 직접 지급할 수 있음.

- 관리비는 효율범위 내에서 계상하되 재산적 성질의 물건구입을 최대 억제하여야 함

- 잡지출인 이전등기, 공부정리비는 사법서사법에 규정한 효율기준에 따라 정확히 산정하여야 함.

- 예산 및 자금의 운용관리

- 사업시행자는 사업주무부처의 장이 내시한 예산액에 의거 공정계획을 수립하여 사업시행인가권자의 승인을 득한 후 인가서 사본 및 월별 자금집행 계획서를 첨부하여 기금수탁관리자에게 자금지원 계약체결 요청을 하여야 함.

- 기금수탁관리자는 사업시행자의 요청에 의거 자금지원 계약을 체결하고 월별 자금집행계획서를 검토, 실행자금집행계획(변경계획) 및 분기별 자금배정 요구서를 작성 기금관리자의 승인을 득한 후 사업시행자에게 통보하여야 함.

- 사업시행자는 통보 받은 분기별 자금배정액내에서 월별 자금집행계획 또는

사업시행실적에 의한 자금 교부요청을 기금수탁관리자에게 하고 기금수탁관리자는 자금집행계획과 비교 검토하는 등 타당성을 검토한 후 배정함.

-사업비 자금을 배정(교부) 받았을 때에는 사장되는 일이 없도록 신속히 집행하되 보상비, 순공사비 등의 직접비용은 우선적으로 집행해야 함.

-농지관리기금에서 지원받은 자금은 별도 계정을 설정하여 일반회계와 구분하고 자체의 수입과 지출을 명백히 구분하여 처리하여야 함.

-배정받은 농지관리기금은 지정된 목적이외로 전용하여서는 안 되며 특히, 자금의 전용으로 인하여 사업의 진도부진 또는 물의를 야기하는 사례가 없도록 하여야 함.

•총사업비관리

-토목사업 총사업비 500억 원 이상, 건축사업 총사업비 200억 원 이상인 사업 중 사업기간이 2년 이상인 사업은 기획예산처의 총사업비관리지침에 의하여 관리하고 총사업비 100억원 이상하여야 함, 사업시행과정에서 위 금액기준에 해당할 경우의 사업도 포함.

-총사업비 관리대상사업은 타당성조사, 기본조사, 실시설계결과에 대하여 기획재정부장관과 사전협의하여야 함.

-총사업비 관리대상사업은 사업시행계획변경 전에 총사업비관리지침에 의하여 총사업비조정 등을 기획예산처장관과 사전 협의하여야 함.

다) 농촌마을종합개발사업

(1) 사업개요

(가) 사업내용

•지역실정에 따라 농촌마을의 경관개선, 기초생활환경정비, 소득기반확충, 지역사회유지를 위한 인구유치 및 지역혁신을 위한 소프트웨어 관련사업

-마을경관개선 : 마을소공원, 담장정비, 마을 숲 정비, 빈집 철거 등

-기초생활시설 : 마을내도로, 주차장, 상·하수도, 주택 신·개축 등

-소득기반시설 : 공동육묘, 공동저장, 집하시설 등

-도시민·은퇴도시민의 농촌정주지원을 위한 마을기반정비 : 마을재개발·재정비, 빈집 및 주택용지공급계획 등

-S/W관련사업 : 마을기획 컨설팅, 홍보마케팅, 주민교육 및 인구유치 프로그램 등

•소권역별 잠재자원을 발굴·활용하여 지역특성에 맞도록 다양한 유형의 농촌 공간정비 추진

-권역별 고유 테마형성에 맞는 중점 개발과제를 개발하여 집중 육성

(나) 지원조건

•권역당 3~5년간 70억 원 범위 내 지원 (국고 80%, 지방비 20%)

-권역의 규모에 따라 지원한도를 40~70억 원 범위 내에서 차등지원

-기초생활시설(주택 제외), 문화·복지시설 등 불특정 다수주민이 이용하는 공동이용시설 : 전액 보조사업

-마을주민 공동(5인 이상이 결성한 법인격 있는 전문생산자 조직) 소득기반 시설 : 보조 80%, 자부담 20%

※ 농촌관광기반시설 및 마을공동소득기반시설의 부지는 마을에서 확보

•예비타당성조사 및 기본계획수립비 : 농특회계로 별도 지원

•주택정비 : 농촌주택정비(신축·개량) 융자금으로 별도 지원

(2) 추진체계

(가)사업 주관기관 : 농림부, 시·도지사

(나)사업담당부서

•농림수산식품부 : 농촌정책국 농촌진흥과

•시·도 : 농정국 농정과(경기, 강원, 전북, 충북, 제주), 기반조성과(충남), 농촌개발과(경북), 농산지원과(경남), 행정혁신국 행복마을과(전남) 경제통상국 농정과(부산, 대구, 인천, 울산)

•시·군·구 : 농정과, 건설과

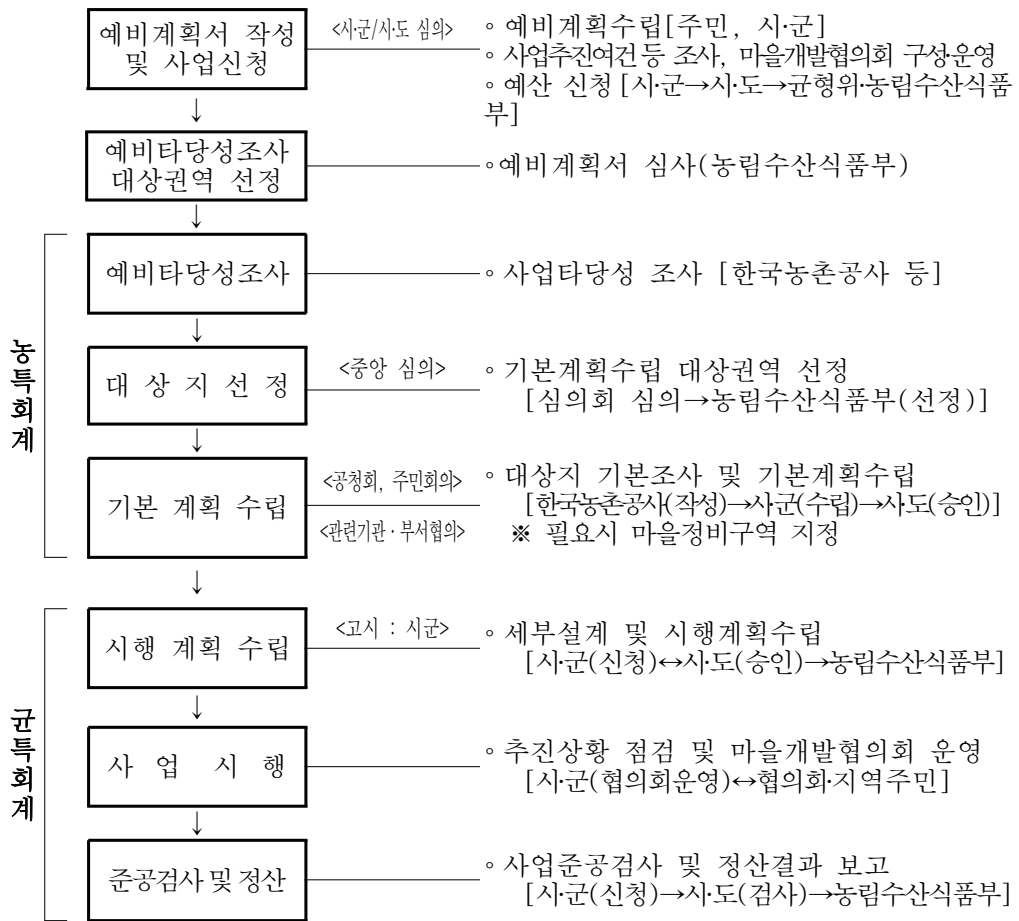
•한국농촌공사 : 본사, 도 본부 및 지사

(다) 사업시행자 : 시장·군수·구청장(이하 시장·군수라 함)

사업시행자는 사업의 효율적인 추진을 위해 필요한 경우 시행계획수립, 사업 시행 등 사업의 일부 또는 전부를 한국농촌공사 등 전문기관에 위탁하여 시행할 수 있으며, 위탁시행 시에는 가능한 한 시행계획수립, 사업시행 등을 일괄 위탁하고, 이 경우 업무의 범위를 명확히 정하여야 함.

(라) 사업추진체계

2. 농업용수 수질개선대책 추진체계 정립



<그림2-7> 농촌마을종합정비 시행체계 및 행정절차도

(마) 기관별 역할분담

- 지역주민 : 권역별 추진위원회 구성·운영, 마을개발협의회 참여, 예비계획 수립 및 사업신청, 명예 공사감독 운영, 유지관리
- 시장·군수 : 예정지조사 및 예산신청, 마을개발협의회 구성·운영, 기본계획 수립, 권역사무장 채용·운영, 시행계획수립 및 사업시행, 유지관리, 마을정비구역 고시
- 사업시행 주체로서 사업 전반에 대한 책임을 지고 계획수립, 사업추진 및 사후관리까지 종합적으로 관리
- 마을개발협의회를 구성하여 사업추진을 위한 의사결정 및 지원기구로 적극 활용
- 사업대상권역 마을지도자 및 추진위원회 활동 지원

- 시·도지사 : 예산신청, 기본계획 및 시행계획 승인 마을정비구역지정 승인 신청
- 시·군의 사업시행에 대한 지도·감독하면서 연차별로 필요한 사업비를 확보토록 지원
- 시·군 공무원 및 주민대상 교육 및 워크숍 등 실시
- 사업추진상황 점검·평가, 보완대책 추진 및 건의
- 한국농촌공사 : 권역별 예비타당성 조사, 기본계획안 작성 및 기술지원(설계, 감리, 사후관리), 지역발전컨설팅, 사업시행(계획수립), 마을주민 교육 지원
- 농림수산식품부 : 기본방침 시달, 대상지 선정, 예산 지원, 추진상황 점검·평가, 보완대책 추진, 마을정비구역지정 승인,  
(바) 예비타당성조사, 기본계획수립 관련-농특회계
- ① 사업신청 및 예비타당성조사
- 대상지 선정조건
- 농림어업인삶의질향상및농산어촌지역개발촉진에관한특별법 제3조에 의한 농산어촌지역 중 읍·면 지역
- 국토의계획및이용에관한법률, 자연환경보전법, 농지법, 산림법, 자연공원법 등 타법에 의하여 개발에 제약요인이 없는 지역
- 동일한 생활권·영농권 등으로 지역주민 간 동질성과 유대감을 가지며, 인근 마을간 연계로 소규모의 권역을 이룰 수 있는 지역
- 지형적으로 임야(능선), 하천, 도로, 행정구역 경계 등으로 인해 소규모 권역 구분이 가능한 지역
- 인문 사회적으로 역사·문화적 특성이 같고, 주민 간 공동체 활동 등이 활발하게 이루어지고 있어 동질성과 유대감을 갖는 지역
- 주민의 개발의지가 높고, 마을개발에 대한 주민자체 결의가 이루어진 지역
- 지역리더가 육성되어 있거나 앞으로 육성 가능성이 높은 지역
- 주민들의 적극적 참여로 원활한 사업시행이 가능한 지역
- 녹색농업체험마을 등 주민참여형 사업의 경험이 있는 마을로서 인근마을까지 파급효과가 있는 마을
- 지역발전을 위해 ‘마을개발협의회’를 구성하여 예비계획을 수립하는 등 지자체, 주민의 개발의지가 높은 지역
- 자연경관이 수려하고, 환경·생태자원 보존이 잘되어 있어 농촌 고유의 어메니티(쾌적성) 보존·유지가 가능한 지역으로

- 보전할 가치가 있는 유무형의 유물, 유적, 풍습 등을 간직한 지역
- 친환경농업육성마을이거나 자연생태계가 잘 보전되어 있는 지역
- 농외소득증대사업과 연계 시 투자효과가 높을 것으로 예상되는 지역
- 풍부한 자원을 활용하여 특성 있는 마을로 발전 가능성이 높은 지역
- 향후 지역발전의 주도적 역할이 예상되는 중심지역으로 인근지역에 파급효과가 큰 지역
- 향후 외부인구 유입여건이 양호하여 농촌지역사회유지가 가능한 지역
- 예비계획서(주민제안서) 작성 및 사업신청
- 농촌마을종합개발사업 대상권역으로 선정 받고자 하는 지역주민(추진위원회)은 예비계획서 작성 매뉴얼을 참고하여 예비계획서를 작성하여 시장·군수에게 신청
- 시장·군수는 ‘마을개발협의회’를 구성, 주민의 예비계획수립 지원
- 시장·군수 및 시·도지사는 지역주민이 신청한 예비계획서에 대하여 자체 심의를 거쳐 다음 각호의 내용을 첨부하여 농림수산식품부장관에게 사업 신청
- 지역주민이 수립한 예비계획서(주민제안서)
- 시·군, 시·도 심의 의견
- 위치평면도(1:50,000지형도), 권역개발계획도(1:25,000지형도)
- 타 부문 투자계획 등 기타 필요사항
- 예비타당성조사
- 농림수산식품부장관은 시·도지사가 제출한 예비계획서를 심의하여 예비타당성조사 대상권역을 선정하고, 한국농촌공사 사장에게 예비타당성조사를 지시
- 한국농촌공사 사장은 권역설정의 적정성, 지역자원의 활용성, 사업추진을 위한 지역역량, 예비계획의 적정성 및 파급효과, 지역사회유지를 위한 인구유치 등을 조사
- 한국농촌공사 사장은 민간전문가를 참여시켜 예비타당성조사를 실시하고, 그 결과를 농림부장관에게 제출
- 예비타당성조사에 포함되어야 할 내용
- 권역개요 : 위치, 권역개요, 권역위치도
- 현황조사 : 일반현황, 자연현황, 토지이용현황, 인문사회현황, 생활기반 현황, 지역농업현황, 역사문화현황, 농촌관광현황, 지역개발추진실적, 다른 관련계획현황
- 자원 및 지역특성 : 자원분포현황, 자원평가 및 지역특성분석

·사업타당성분석 : 권역설정의 적정성, 자원 활용 가능여부, 지역사업 추진 역량, 다른 상·하위 관련계획과 중복 또는 배치여부, 지역사회유지를 위한 인구유치계획 여부, 예비계획의 적정성 및 과급효과 등

•기본계획수립 대상지 선정

-농림수산식품부장관은 예비타당성조사 결과를 토대로 심의회의 심의를 거쳐 기본계획수립 대상지를 선정하고, 그 결과를 시·도지사에게 통보하며, 한국농촌공사사장에게 기본계획안 작성을 지시

② 기본계획수립

•한국농촌공사 등 기본계획안 작성기관은 예비계획서와 예비타당성조사 결과를 토대로 지역주민 및 지자체의 의견을 수렴하여 기본계획안을 작성하며, 기본계획안에는 다음 각호의 내용이 포함되도록 함

-대상지구의 현황

-지역특성 및 잠재력 분석

-지역개발 강약점 분석

-지역발전 목표(비전) 및 중장기 지표설정

-공간별 토지이용계획

-인력육성계획

-지역자원(토지이용, 지역산업·인적자원)활용계획

-기초 생활기반 시설계획, 산업·소득원 확충계획, 권역특성화시설계획, 경관 정비계획

-지역사회 유지 등을 위한 인구유치계획

-도시민·은퇴도시민의 농촌정주지원을 위한 마을기반정비(마을재개발·재정비, 빈집, 주택용지공급)계획

-시설운영 및 주민교육 등 사후 운영관리 계획

-연차별, 단계별 투자우선순위 및 투자계획, 사업비 조달계획

-타 관련사업 연계개발계획 등

•한국농촌공사 사장은 기본계획안 작성을 당해분야 전문기관 등을 참여시켜 시행할 수 있음

-전문기관 선정시에는 당해 시장·군수의 의견을 수렴하여 결정하여야 함

•지방소도읍육성법에 의한 소도읍 등 지역거점도시와 연계하여 상호 보완기능을 발휘하도록 계획을 수립하여야 함

•주민공동 소득기반 확충부문은 전문가 또는 전문기관의 사업 타당성분석 결과를 제시하여야 함



## 2. 농업용수 수질개선대책 추진체계 정립

- 건축물 등 주요시설물에 대하여는 지역여건과 조화되도록 하고 전문가의 의견을 반영하여 기본설계수준으로 계획하여야 함
- 권역 특성에 맞는 경관형성유지가 가능하도록 필요한 경우 사업시행과정에서 별도의 경관형성계획을 수립할 수 있도록 계획
  - 필요한 경우 마을 또는 권역단위 경관형성계획을 수립하기 위한 소요경비는 별도로 사업비에 계상 할 수 있음
- 기본계획수립 시에는 토지가격의 인상 및 물가변동에 따른 공사비인상 등에 대비하여 지원한도 내에서 총사업비의 10%이내의 사업비를 예비비로 반영할 수 있으며, 예비비의 사용은 도지사의 승인을 얻어 집행함
- 기본계획(안) 작성이 완료되면 공청회 등을 거쳐 주민의견을 청취하여야 하며, 그 의견이 타당하다고 인정되는 경우에는 이를 계획에 반영한 후, 시장·군수에게 제출
- 시장·군수는 기본계획(안)의 내용을 검토하여 시·도지사에게 승인·신청
- 시·도지사는 관련부서 협의를 거쳐 기본계획을 승인하고, 그 결과를 해당 시장·군수에게 통보(농림수산식품부 보고)하고, 시장·군수는 이를 즉시 고시(사) 농촌마을종합개발사업 시행-균특회계

### ① 시행계획수립

- 사업시행자는 기본계획에 따라 시행계획을 수립하여 시·도지사의 승인(변경 승인 포함)을 받아야 하며, 시·도지사가 시행계획을 승인한 때에는 그 결과를 농림수산식품부장관에게 보고
  - 시행계획은 사업의 우선순위 등을 감안하여 단계별로 수립(1단계 : 1~3년차, 2단계 : 4~5년차)하되, 공종별로 분리하여 수립 가능
  - 2단계사업 시행계획은 1단계 사업시행 종합평가결과에 따라 수립
  - 세부설계는 사업시행자가 직접 실시하거나, 농림어업인삶의질향상및농산어촌지역개발촉진에관한특별법 제38조 규정에 의거 위탁 실시할 수 있음
  - 시행계획을 수립할 때에는 기본계획수립에 참여한 계획수립가, 외부전문가, 지역주민의 의견을 수렴하여 기본계획수립 시 구상한 내용이 반영되도록 하여야 하며, 시·도지사는 사업시행인가 시 의견수렴내용을 반드시 확인하여야 함
- 시행계획수립 시 기본계획의 주요사항 또는 사업시행 시 시행계획의 주요사항을 변경할 필요가 있다고 판단될 경우에는 시·도지사와 사전 협의하여 타당성을 검토한 후 시행하여야 함. 단, 다음의 경미한 사항은 시장·군수가 변경하고 그 결과를 시·도지사에게 보고

-권역명칭의 변경

-권역 범위의 조정(당초 권역면적의 10% 범위 내 증감)

-사업기간의 변경과 현지 지형사정으로 인한 시설의 경미한 위치변경

-다른 사업계획의 변경으로 인한 시설의 변경

-공정계획의 변경

-사업시행시기의 변경

-세부공종별로 분리하여 시행계획을 수립한 경우 공종단위로 사업계획의 10/100범위 안에서의 증감 변경

-기타 단순 착오로 인한 사항의 변경

•사업시행자는 주민역량강화를 위한 주민교육 등은 시행계획수립과 병행하여 우선 시행할 수 있으며, 소요경비는 소프트웨어 사업비에 계상할 수 있음

•시장·군수는 시행계획이 승인되면 시행계획내용을 고시

## ② 사업시행

### ㉠ 사업시행인가 및 공사시행

•사업시행자는 매년도 확보된 사업비에 대하여 연도별 시행계획을 수립하여 시·도지사의 시행인가를 받아 시행하고, 시·도지사는 인가결과를 농림수산식품부장관에게 보고

•사업시행자는 ‘국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률’의 제 규정에서 의거 입찰을 실시하여 시공자를 선정

•사업시행은 당해 연도 시행인가를 받은 사업에 대하여 시행하며, 설계도서 등에 맞게 실시

•전문기술을 요하는 시설설치 등은 지역실정에 맞도록 최소한의 비용으로 시행하되, 전문가의 자문을 들어 활용도, 사후비용부담, 편의성 등을 마을주민과 협의 후 시행

•사업시행에 필요한 용지매수 및 보상은 “공익사업을 위한 토지 등의 취득 및 보상에 관한 법률”의 제반규정에 따름

-사업을 효율적으로 추진하기 위하여 기본계획이 승인되면 용지매수보상을 추진할 수 있음

-시장·군수는 사업시행을 위탁하는 경우 용지매수 및 보상업무의 원활한 추진을 위하여 동의서징구 등 필요한 행정지원을 하여야 함

### ㉡ 공사감리 및 사업관리

•공사감리는 시장·군수가 직접 시행하거나, 농어촌정비법 제97조에 의거 위탁할 수 있음

- 사업시행 및 공사감리를 위탁하여 시행할 경우
    - 공사감리자는 전문분야별로 적정인원을 배치하고, 배치상황을 사업시행자에게 제출하여야 함
    - 공사감리자는 공사감리업무를 장기간 계속하여 수행할 수 있는 직원을 배치하여야 하며, 교체시에는 사업시행자와 협의하여야 함
    - 공사감리원은 착공전에 설계도서를 숙지하여 설계의 미비여부 및 공정순위 등을 파악하여 시공중 철저한 공사감리를 하여야 함
    - 사업시행자는 공사감리원이 공사감리업무를 불성실하게 수행할 경우 교체를 요구할 수 있음
  - 사업시행자는 소속 기술직원을 현지 전담자로 지정하고 공사감리원과 유기적인 협조로 공사를 촉진하고, 시공 상황을 감안하여 수시 현장을 확인(사진촬영 포함) 사업추진의 원활을 기함
  - 사업시행자는 농촌마을종합개발사업에 주민참여를 확대하고, 민원의 사전예방 등을 위해 지역주민을 명예감독원으로 지정·운영할 수 있음
  - 주민 부담이 수반되는 공동 소득기반시설 설치 시 사업시행자는 참여주민과 협의하여 소요액의 부담과 정산 절차 및 사업 완료 후 시설물 인계방법 등을 확정하여야 함
  - 참여주민은 사업시행자와 협의 확정된 기간 내에 주민 부담액을 사업시행자에게 납입하여야 하며, 사업완료시에는 정산확인 후 시설물을 인계하여 설치 목적에 맞게 운영하여야 함
  - 공사감리자는 공사시행 과정 중 주요사항에 대하여는 시공 전·중·후의 현장사진 등을 보관하여야 함
- ㉔ 마을경관형성을 위한 주택정비
- 사업시행자는 권역전체 경관형성이 유지될 수 있도록 하여야 하며, 필요한 경우, 마을 또는 권역단위 경관형성계획을 수립하고, 소요경비는 사업비에서 계상할 수 있음
  - 사업시행자는 마을종합개발과 연계하여 권역 내 주택정비를 추진할 경우 권역전체 경관형성이 유지될 수 있도록 하여야 함
  - 주택정비 시 지붕 또는 담장이 주변여건과 어울리는 재질, 색채, 형태 등을 선택할 수 있도록 기술지원 하여야 함
  - 개별 주택정비로 마을경관형성을 저해하는 사례를 방지하기 위하여 ‘사업추진협약서’에 포함하여 마을공동 경관주택정비를 시행토록 유도할 수 있음.
- 사업시행자는 조례 또는 마을주민들과의 협약을 통하여 사업권역내에서 마을

주민 전체가 공동으로 참여하여 기존주택에 대하여 경관주택으로 정비할 경우 기술지원을 하며, 이에 소요되는 사업비의 일부를 보조 지원할 수 있음

•사업시행자는 주민이 주택을 정비하고자 할 경우 농어촌주택 표준설계도 활용을 권장하고, 마을경관과 조화될 수 있도록 유도하여야 함

㉠ 공사준공 등

•사업시행자는 공사가 완료되면 예비준공검사를 실시한 후, 시·도지사에게 준공검사를 신청

-시공회사의 준공계(공사감리자의 확인이 있어야 함), 예비준공검사 시 지적사항에 대한 시정내용, 농어촌정비법 시행령 제80조에 규정된 서류 및 도면을 시·도지사에게 제출하여 준공검사를 신청

-예비준공검사 시에는 시설물에 대한 주인의식을 제고하기 위하여 지역주민(명예감독원)을 참여시킬 수 있음

•시·도지사는 사업시행자가 준공검사를 신청하면 소속공무원으로 하여금 준공검사를 하도록 한 후 사업 준공 정산을 하며, 그 결과를 사업시행자에게 통지 및 농림수산식품부장관에게 보고하여야 함

-사업이 완료(준공)되면 공공시설물과 토지에 대하여 소유자를 시장·군수로 하여 등기하고 관리.

-농촌관광기반시설 및 소득기반시설 등 주민부담(토지 또는 시설비자부담)이 수반되는 시설은 시장·군수와 마을 간에 협약 등을 통해 마을공동으로 소유, 운영 및 관리

•시·도지사는 준공검사업무의 효율적인 수행을 위하여 필요한 경우에는 농어촌정비법 제94조제3항의 규정에 의거 준공검사업무의 전부 또는 일부를 시장·군수에게 위임하거나, 전문검사기술을 가진자에게 위탁할 수 있음

-다만, 전문검사기술을 가진 자가 당해 사업의 공사감리자와 동일할 경우에는 그 준공검사를 위탁하여서는 아니 됨

•사업을 위탁받아 시행한 경우 위탁시행자는 준공(부분준공 포함)후 공공시설물과 토지에 대하여 소유자를 시장·군수로 하여 등기하고 1개월 이내에 시설물을 인계하며, 시장·군수는 보완사항이 없는 경우에는 인수를 하여야 함

•공사 완료된 시설물은 공종별(연차별, 단계별) 부분 준공검사 및 시설물 인계인수를 시행하여 주민의 편의를 도모하고 효율적으로 활용할 수 있도록 하여야 함

•시장·군수는 준공된 시설물(토지 포함)을 선량하게 유지관리 하여야 하며, 유지관리 과정에서 공사 하자가 발생할 경우 그 내용을 시공회사 또는 위탁

시행자에게 즉시 통보하여 하자담보 책임기간 내에 하자보수가 완료되도록 하는 등 시설물의 유지관리에 철저를 기하도록 함

㉞ 사후 유지관리

- 시장·군수는 준공 후 주요시설물의 유지관리를 하여야하며, 전문기관에 위탁 관리할 경우에는 소요경비를 위탁관리자에게 지불하여야 함
- 시설물 활용 및 유지관리상황을 수시로 점검하고 미흡한 점이 있을 경우에는 그 원인을 조사하여 대책을 수립·추진
- 정보통신기반시설이 설치된 마을은 마을주민과 협의, 유지관리에 필요한 지침을 마련하고 정기적으로 점검·관리
- 수질검사는 관련규정에 의거 용도별로 정기적인 검사를 실시하고 필요한 조치를 취하여야 함
- 시장·군수는 마을개발협의회를 지속적으로 운영하여 사업시행지구에 대한 주민지도, 지역홍보, 시설물 이용·관리 등 전문분야에 대한 지속적인 지원이 이루어질 수 있도록 함
- 지역주민은 시설물의 선량한 유지관리를 위해 주민자체 유지관리조직을 구성·운영하여야 함

④ 사업비운용

- 시·도지사 및 시장·군수는 기본계획수립 권역을 대상으로 다음연도 소요사업비를 국가균형발전특별회계로 신청하여 확보
- 권역별 총사업비는 지원규모 이내로 하며, 추가로 소요되는 사업비는 지방비 확보 지원
- 시장·군수가 사업시행을 위탁하였을 때에는 수탁시행자와의 계약에 의거 수탁시행자가 보조사업비를 신청시 이를 지급하여야 하며, 민간에 대한 대행사업비 등으로 일괄 집행 할 수 있음
- 개발계획에 포함된 농림수산식품부 소관 관련 예산사업(생산기반조성, 생활용수개발, 유통·소득·가공시설 사업 등)은 가능한 연계 지원하여야 함
- 농어촌도로, 소하천정비 등 타 부처 소관 연관 사업이 당해 사업지구 상 호 연계하여 종합 지원되도록 추진
- 시·도지사는 예산회계법령에 따라 사업비를 검정·결산하고, 결산결과는 익년도 3월말까지 농림수산식품부장관에게 보고
- 사업비의 연도 말 검정 및 결산은 농림수산식품부장관이 정한 지침에 의하여 실시
- 시장·군수는 소득기반시설 등에 대한 주민 자부담액은 사업시행 전에 확보

하여야 함

(자) 농특·군특회계 공통사항

① 마을개발협의회 구성·운영

•시장·군수는 지역주민의 예비계획수립을 지원하기 위해 마을대표, 여성지도자(여성농업인 포함), 관내 관련기관의 직원 및 민간 전문가 등이 포함된 ‘마을개발협의회’를 구성·운영하여야 함

-마을개발협의회 운영규정 마련, 회의개최 등 행정처리 지원

-외부전문가를 마을개발 전문자문가로 선임하여 지속적인 자문 및 컨설팅이 될 수 있도록 지원

•시장·군수는 권역별 마을개발협의회 운영에 소요되는 비용을 권역별 사업계획에 반영하여 집행할 수 있음

② 추진위원회 지원

•시장·군수는 사업추진 권역에 대하여 주민의 적극적인 참여와 건전한 활동을 위하여 추진위원회의 운영경비의 일부를 사업비에서 지원할 수 있음

•시장·군수는 중장기 권역발전계획의 원활한 실천을 위해 지역주민이 자생력을 갖출 수 있을 때까지 권역의 운영·관리를 전담하기 위한 권역사무장을 채용하여 운용할 수 있음

-시장·군수는 권역사무장 운용기간, 인원, 운영계획 등을 수립하여 권역사무장을 선정하고, 그 결과를 시·도지사에게 보고

-시장·군수는 권역사무장 채용에 소요되는 비용을 권역별 사업계획에 반영하여 집행할 수 있음

③ 사업추진 협약서 체결

•사업대상권역의 개발방향에 따른 주민참여 방안과 역할, 공동이용시설 운영 관리방안 등에 대하여 지속적인 실천성을 높이기 위하여 지역주민 간, 마을 간 ‘사업추진 협약서’를 체결 운영하여야 함

•사업추진 협약서의 주요내용은 지역주민 및 마을별 역할분담을 포함하여 사업추진에 필요한 사항을 상호 협약함

-협약 체결내용은 지역주민이 상호 협의하여 작성함

④ 마을하수도사업 추진

•사업계획에 마을하수도사업(마을단위 하수처리시설 등)이 포함 될 경우 “하수도법” 및 “마을하수도사업통합지침(행정안전부, 농림수산식품부, 환경부 공동)”의 규정에 의하여 계획수립, 사업추진 및 유지관리 하여야 함

⑤ 보고사항

-농촌마을종합개발사업 기본계획승인

-사업시행계획(변경) 승인

-사업추진상황

-사업 준공 결과보고

⑥ 사업의 평가

•농림수산식품부장관은 지자체의 사업추진 과정과 결과를 평가하고, 평가결과에 따라 예산당국과 협의하여 다음연도 예산에 반영되도록 함

•사업평가 주요항목은 다음과 같음

-기본계획수립에 따른 세부시행계획 적정 수립여부 및 사업시행 여부

-사업시행시 권역별 지역주민, 지역전문가 및 지자체가 참여하는 ‘마을개발협의회’의 적정 운영 여부

-마을개발협의회 운영 및 주민교육 등 지역역량강화를 위한 사업시행 여부

-사업시행과정에 자발적인 주민참여에 의한 공동이용시설 운영관리방안 등에 대하여 사업추진협약서 체결 및 유지관리조직 구성·운영 여부

-국고보조사업비 지원조건에 따른 지방비 적정 확보, 지원 여부

-사업시행과정에 사업비 증액을 수반하는 사업공종의 추가 및 사업시행계획의 변경사항이 있는지 여부

-인구유입을 위한 계획수립 및 추진실적

-완료된 시설에 대한 효율적인 운영 여부

-사업시행과 관련하여 발생하는 민원의 합리적 처리 여부

## 2.3 타 부처 관련사업 추진절차

### 2.3.1 자연형 하천정비사업(국토해양부 소관)

일반적인 건설공사의 시행절차는 크게 기획, 설계, 보상 및 발주, 공사 및 유지관리 4단계로 구분하여 시행되며 건설기술관리법 시행령에 규정하고 있다. 기획단계에는 기본구상, 예비타당성조사, 타당성조사, 중장기재정계획수립, 기본계획, 공사수행방식 결정, 용역사업 심의, 용역업체 수행능력 사전심사가 이루어진다. 설계단계에는 기본설계과정으로 주요 구조물의 형식, 지반 및 토질, 개략공사비, 실시설계방침 등을 포함한 기본적인 설계가 이루어지며, 사업비의 규모에 따라 투융자심사, 건설공사의 계획·조사·설계의 타당성, 시설물의 안전 및 공사시행의 적정성·환경성을 검토하는 건설기술 심의

절차가 있다. 실시설계과정에서는 공사의 성질을 고려한 실시설계 및 설계도서 작성과 설계의 경제성 및 현장 적용의 타당성 검토가 포함된다. 보상 및 발주단계에서는 건설공사 발주 전까지 토지 등의 구매 및 보상, 건설공사 설계심사 및 일상감사 등을 거쳐 발주하게 된다. 공사 및 유지관리단계는 시공(시공평가 포함), 준공, 사후평가, 시설물 관리 주체별 유지관리로 구성되어 있다. 사업시행 단계별 설계업무의 흐름은 예비타당성 조사(사업규모에 따라), 타당성조사 및 기본계획, 기본설계, 실시설계가 있다.

하천법은 2005년 7월 13일 개정을 통해 하천법의 목적에 “하천의 자연친화적인 정비·보전”을 반영하였다. 또한 하천관리위원회의 심의사항에 “하천의 자연친화적 정비·보전에 관한 사항”을 두었다. 하천법시행령에서는 하천의 유역조사 사항으로 “하천의 수질 및 생태환경”을 두어 수생태계에 대한 조사가 가능하도록 하고 있다. 하천의 정비와 관련하여 2004년에 “자연친화적 공법”이라는 개념을 도입하여, 하천관리청은 하천공사를 시행하는 경우에는 자연친화적인 공법을 사용하도록 하고 있다. 다만, 수해복구를 위한 긴급한 하천공사 등 대통령령이 정하는 하천공사의 경우는 예외를 인정(동조 제3항)하고 있으며, 국토해양부장관은 자연친화적인 공법에 관하여 필요한 기법을 개발·보급(동조 제4항)하도록 하고 있다.

국토해양부는 하천관리의 주무부서로 지속적으로 하천정비사업을 시행하고 있다. 하천정비는 치수를 근간으로 하고 있으며 홍수방어를 위해 신속하게 물을 배제하는 것이 최우선 고려사항이다. 주요 하천(국가하천, 지방1급)은 개수가 대부분 완료되었으며, 소하천은 예산부족으로 개수율이 저조한 상태이다. 그러나 이러한 하천정비 사업은 보전과 복원보다는 토목, 조경사업 위주로 추진하여 하천을 공사장화 하고 있다. 하천정비의 방향이 치수사업에서 하천환경의 정비로 전환되어 가고 있으나, 국가하천만을 관할하고 있기 때문에 사업과 예산을 하천환경의 정비가 시급한 지방하천보다는 국가하천의 정비에 두고 있다. 이를 개선하기 위해선 국토해양부는 국가하천의 비율을 늘리려 하고 있으나, 이러한 방식의 개선은 제방위주, 대도시 위주의 사업의 틀을 벗어나지 못하고 있다.

하천복원의 정확한 개념은 훼손된 하천의 생물서식처와 친수성을 되살리기 위해 원래의 자연하천에 가깝게 돌려 자연과 인간이 함께 사는 하천으로 만드는 것이다. 그러나 물 순환 체계의 회복, 수질오염 문제, 치수와 생태의 조화, 주변 토지수용, 예산확보 등이 선결되어야 할 과제이다.

자연친화적 하천정비 사업으로 전국 47개 국가하천 중 도심구간 1,417.8km



하천환경조사 실시하였으며, 27개 하천 50개 지구(30개 도시) 도시하천 환경 개선 계획을 확정하였다. 2005년부터는 낙동강, 안양천 등 17개 신규 사업을 착수하였다.

1) 근거법령

-하천법 제12조 (관리청)

-하천법 제28조 (관리청의 하천공사 및 유지·관리)

-예산회계법 제 25조 (예산안 평성지침 및 예산요구서 제출기한)

-예산회계법 제35조(예산의 배정)

-예산회계법 제 42조 (결산보고서 등의 작성 및 제출)

2) 개요

(1) 목적 및 성과자료

-하천정비를 통해 우수소통을 원활히 하여 홍수피해로부터 국민의 생명과 재산을 보호

-친수경관 조성 및 생태공간으로 활용되는 녹색휴식처를 제공하여 도시 Amenity 증진

(2) 업무속성

홍수피해로부터 국민의 생명과 재산을 보호코자 하천정비 사업에 대한 사업 계획 수립 및 시행

(3) 업무내용

-하천정비사업의 국가재정운영 계획 수립

-하천정비사업의 예산(안)계획 수립

-시행청의 공사에 관한 지도·감독

-시행청의 예산 집행 현황지도·감독

-시행청의 예산집행 결과 결산

-예산 집행관련

(4) 적용대상사업

하천개수 및 보수·보강을 통해 홍수 피해로부터 국민의 재산과 생명을 보호하고 환경보전상태가 열악해진 하천의 환경성 회복 및 친수공간 조성을 위한 「국가하천정비사업」

(5) 시설내용

하천의 치수 및 이수기능 강화 이외에 수중 생태 및 환경보전시설, 생태공원, 레크리에이션 시설, 스포츠시설, 관리건물, 각종 편의시설 등 매우 다양한 시설을 하천구간을 대상으로 설치한다. 하천은 자연정화 기능을 가지고 있기 때문에 살아있는 나무, 풀, 흙 등 자연재료를 최대한 이용하여 하천을

자연에 가깝게 복원하게 되면 다양한 저서생물과 수초, 각종 어류의 생활환경이 마련되어 하천이 가지고 있는 자연정화 기능은 크게 증폭됨과 더불어 인간의 친수욕구도 충족시킬 수 있을 것이다.

자연은 모두가 유기적인 관계를 맺고 있기 때문에 기계처럼 고장난 부품만 갈아 끼울 수 없는 것이다. 유역 전체에 대한 이해와 체계적인 계획 없이 구간별로 사업을 시행 한다면 정비 필요성이 없던 구간도 다른 구간의 인위적인 정비에 의해 문제가 발생할 수도 있게 된다. 하천 전체를 하나의 흐름으로 인식하여 지속적인 수리량 측정, 생태서식처의 수리학적 영향, 국내 환경에 맞는 생물종 개발 등에 대한 충분한 조사 자료가 구축되어야 하고, 이를 바탕으로 복원사업은 이루어져야 할 것이다.

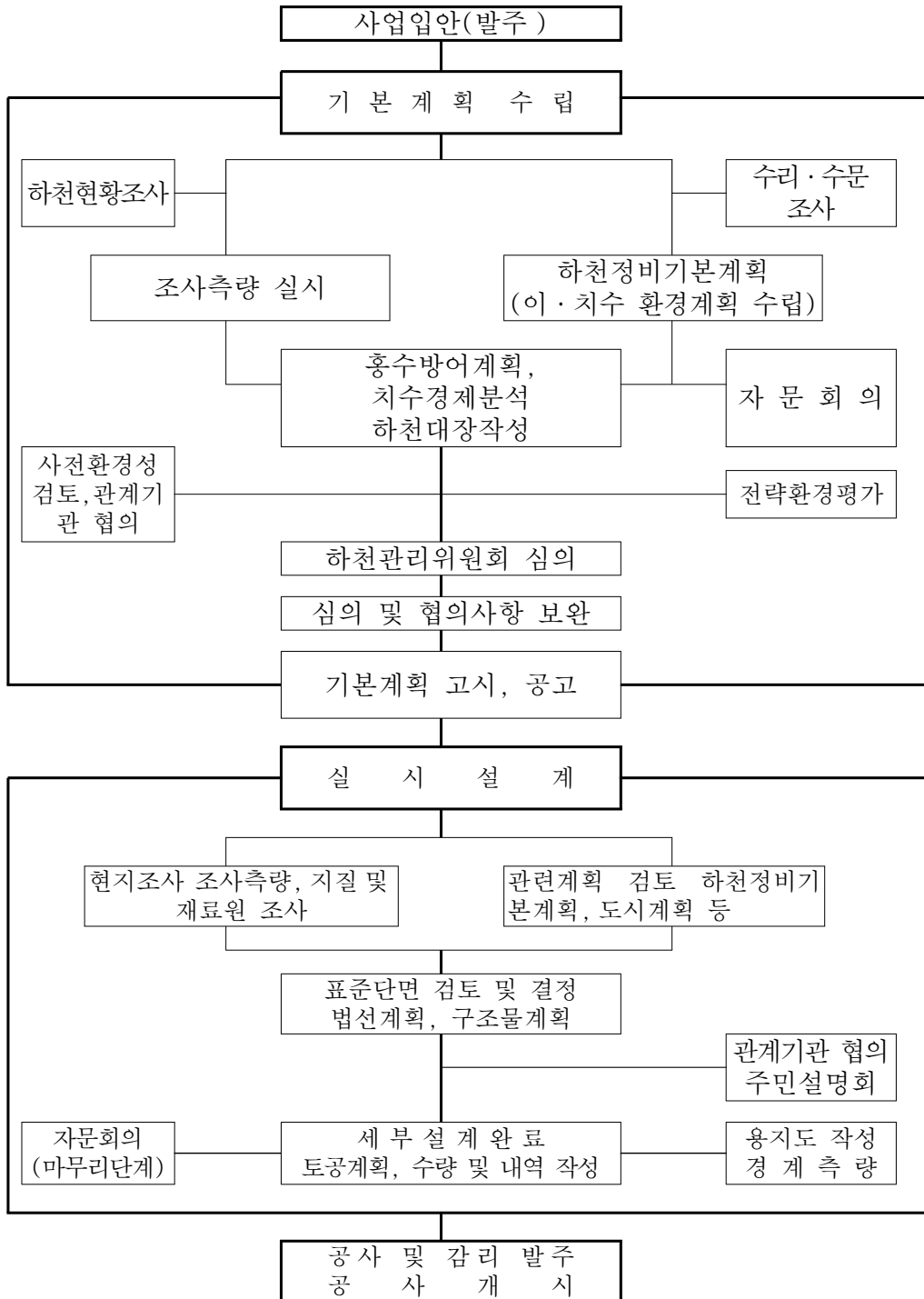
농업용수 수질개선사업도 수질개선의 목표를 달성할 수 있고 부가가치를 창출할 수 있는 이러한 시설들이 지역 주민들에게 친근하게 느낄 수 있는 친수 시설이 될 수 있도록 다양한 부대시설 도입이 필요하다.

자연형 하천정비사업의 시설내용(표 2-7)과 하천설계절차는 <그림 2-8>과 같다.

(표 2-7) 자연형 하천정비사업의 시설내용

구분	시설내용
생태 및 환경보전시설	각종 Biotope설치, 어도설치 및 어류 관찰실, 수생식물 복원 및 어류서식지 조성, 인공습지, 인공식물섬, 자연식생복원, 물 문화존조성, 각종 수질개선 시설(포기시설, 선택 취수시설, 영양염류 제거시설, 바이패스 수로 등)
생태공원 등	식물공원, 친수공원, 전망대, 공원광장, 녹도 및 수로, 삼림공원, 실습전시원, 야생조류 관찰원, 소동물원, 체육시설, 망향시설, 기념비, 연못, 폭포, 휴양림 등
레크레이션시설	다목적광장, 놀이시설, 싸이클 광장, 야외무대, 민속촌, 수공예촌, 가족여행촌, 캠프장, 바비큐장, 방갈로, 통나무집, 온천시설 등
스포츠시설	테니스코트, (미니)골프장, 게이트볼장, 야구장, 축구장, 다목적 운동장, 롤러스케이팅장, 수영장, 체육관, 스키장 등
건물	기념관 및 자료실, 레스토랑 및 매점, 드라이브시설, 연수원 및 수련시설, 숙박시설, 산림체험교류센터, 동식물관찰센터, 박물관, 수공예방, 미술관, 관찰오두막, 농산가공실습장, 세미나동, 농산물저온창고시설 등
각종 편의시설	주차장, 화장실, 전기버스, 취사장, 안내관 및 설명시설, 정자 및 파고라, 음료수대, 벤치 의자 탁자, 공중전화, 안전책, 쓰레기처리시설 등

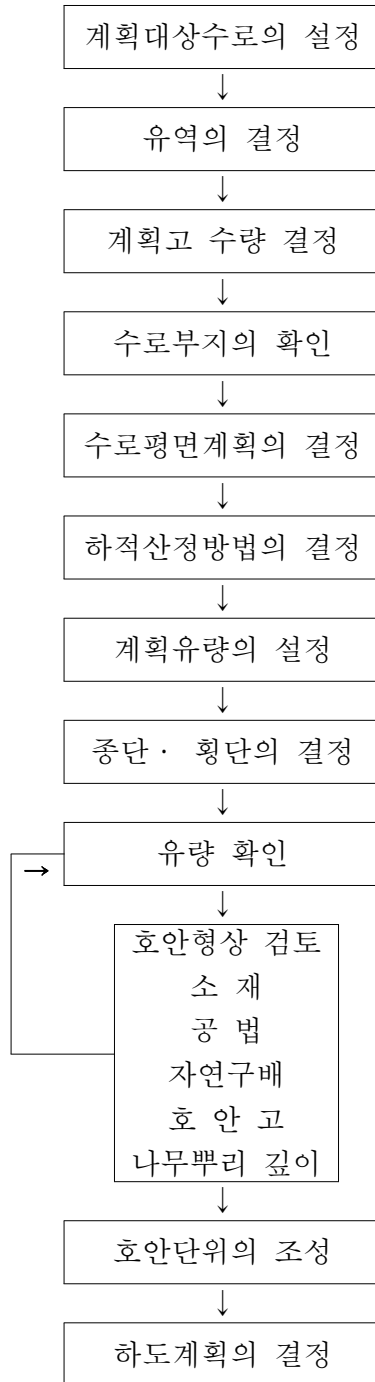
계획단계별 계획항목 및 검토내용은 (표 2-8)과 같으며, 하천정비계획에 중요한 위치를 차지하는 하도계획 절차를 그림으로 표시하면 다음 <그림 2-9 > 과 같다.



<그림 2-8> 하천설계절차

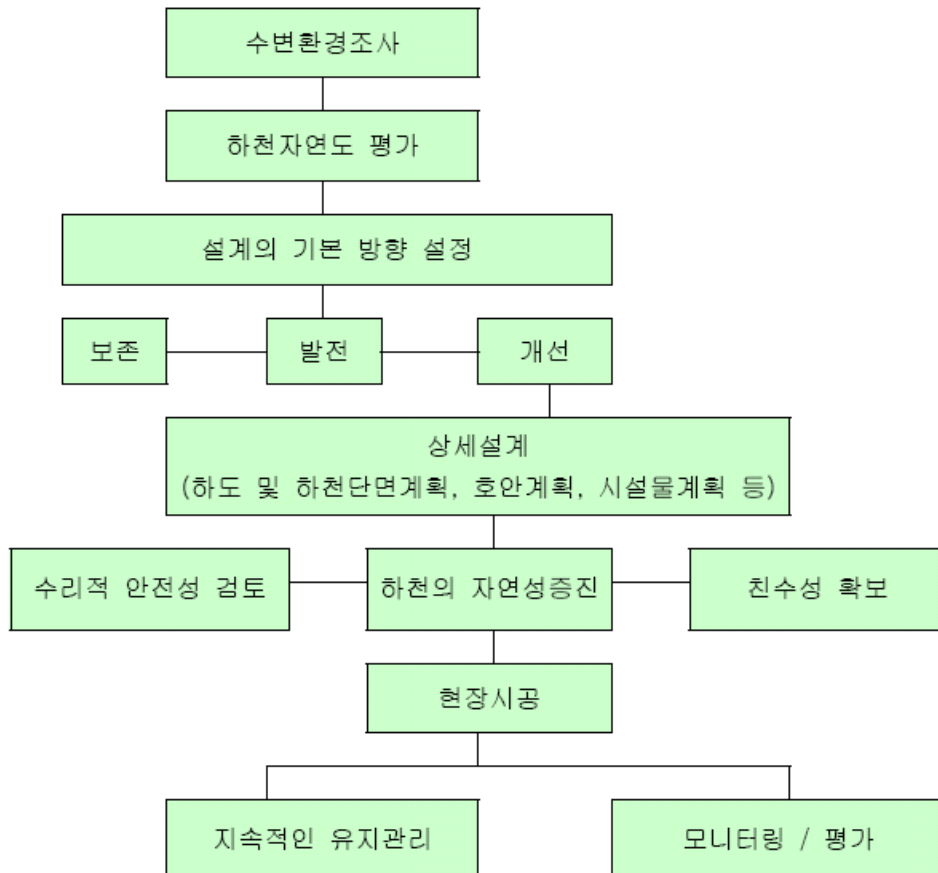
(표 2-8) 계획단계별 검토내용 Process

계획단계		계획항목	내용
기본 계획 단계	전제조건정리	계획목표년차 계획구역의 설정 계획이미지의 설정	·계획의 목표년차를 설정 ·구역, 도·시군, 하천의 일부구간 등 계획의 대상이 되는 구역 및 조사의 대상이 되는 구역을 설정 ·대상이 되는 구역에 대하여 계획을 수립할 때의 이미지를 설정
	조사	하천 및 유역의 이용구역의 현황 파악	·자연상태 : 수질, 평수량, 하수도계획, 공원녹지계획, 환경관리계획 ·하천과 지역공간 : 하천구조, 수해실적, 고수유량, 개수계획, 도로계획, 도시계획, 토지이용, 관광계획 ·심리행동 : 시민의 이용·의향, 지자체의향 ·사회경제 : 물이용 상황, 용수로, 이수시설 ·문화 : 역사적·문화적 자원, 행사이벤트
	구역(1) 분석	지구특성 분류	·조사 자료에 의한 하천특성별 지구분류, 제약되는 조건에 대하여 정리.
	구역(2) 계획	계획단위의 설정	·구역(1)에 기초하여 계획상의 단위로서 목표설정, 제약조건 등에 부여된 긴급도, 가능성 등도 검토하여 일체적인 계획을 수립하여 구역을 나눔. ·거점으로서 중점적으로 정비하여 지구를 선정.
	평면도 (1/50,000~ 1/25,000) 이미지스케치	구역의 계획 목표와 방침의 명시	·하천전체, 구역거점의 목표와 방침 ·구역의 정비방침, 사업방침, 사업프로그램 ·네트워크계획
실시 설계 단계	기본설계평면도 (1/1,000~1/500) 단면도(1/200) 투시도(모형)	설계구역의 설정	·거점 및 구역의 설계대상구역을 설정.
		상세조사	·하천 및 지류의 상세정보 수집 ·이용 상황·주민의 의향조사 ·하천부지의 확인, 기존수립, 재료 및 법선 등 상세조사 ·부근하천의 토지이용, 건물이용, 개발동향 조사 ·저수위
		상세설계 대체안의 작성 및 평가	·설계목표, 전제 및 제약조건의 확인 ·대체안의 설계 및 가능성의 검토 ·대체안의 평가시점 및 평가, 비용계산
	설계안의 결정		·설계대체 안의 관련계획이나 종합적인 견지에서 검토하여 결정
	실시설계 상세도 투시도	기본설계조건의 확인 및 가능성의 재검토	·설계조건의 확인 ·구조의 검토와 확인 ·비용 산정과 확인
상세구조의 검토		·상세 최종 검토 ·지형상세도, 재료의 상세 결정	



<그림2-9> 하도계획의 흐름

자연형 하천정비사업의 설계의 과정을 살펴보면 다음 <그림 2-10>과 같다.



자료 : 김정식, 자연형 하천복원에 있어서 호안공법

<그림 2-10> 자연형 하천 설계의 과정

자연형 하천공사의 공종별 설계기준, 수량산출기준, 단가산출기준, 표준도를 부록에 발췌 수록 하였다.[부록1 참조]

국외의 자연형 하천정비 사업을 간단하게 살펴보면 일본의 다자연형 하천정비 사업은 하천특성이 급격한 지형지세로 하상경사가 급하고 하폭이 좁으며, 하상계수가 크고 단시간 내 홍수가 발생한다. 이러한 하천특성을 고려한 일본의 다자연형 하천공법은 친수상의 안전성을 확보한 후에 적극적인 자연 창조를 도모하는 것으로 일본 건설성이 제시한 다자연형 하천공법은 수리특성

에 따라 식생과 나무 또는 석재를 병행한 하안보호공을 채택하며, 사석 등 공극구조를 갖는 재료를 채택하도록 하고 있다. 일본에서의 다자연형(多自然型) 하천정비기법은 하천시설물의 재료를 가급적 인근에서 취득 가능한 자연 재료를 이용하고, 그때의 구조는 자연생태계 및 경관을 고려하는 것이다. 따라서 자연석, 목재, 나무 및 풀 등 자연재료를 주로 이용하되 인공재료를 이용하거나 기존의 인공시설을 이용할 경우 자연성을 회복할 수 있도록 강구하고 있다.

독일의 근자연형 하천정비는 인공적으로 정비된 강을 자연적인 하천으로 변형하여 하천의 자연 상태를 유지하려는 움직임과 임의 선정된 하천구간을 자연 상태로 복원될 수 있도록 초기조건을 갖추어 주려는 움직임의 2가지로 구분된다. 이러한 독일의 근자연형 하천정비는 하천정비에 사용되는 재료는 가급적 자연재료를 사용하며, 수변공간의 보전 및 이용에 관한 합리적 계획을 도출해야 한다. 하상변화와 관련된 충분한 자료를 확보하기 위하여 기초사업을 실시하고, 시공결과에 대한 장래 하상변화를 예측함으로써 자연적으로 하천이 복원되도록 한다.

미국의 도시하천 복원(urban stream restoration) 프로그램은 “도시지역이나 밀집 거주 지역을 흐르는 하천에서 홍수, 하상 침식, 제방 불안정 등의 문제가 생태적 서식처, 경관 등 하천의 자연적 가치를 악화 시키고 하천변의 자산 가치를 떨어뜨리는 것을 막기 위해 홍수피해를 감소시키면서 하천의 환경적, 심미적 기능을 회복시키는 것을 의미한다. 과거에는 이러한 홍수나 침식 및 제방 불안정 등에 의한 피해를 예방하기 위하여 하천을 정비할 목적으로 콘크리트 하도가 주로 사용되었다. 그러나 하천복원 사업에서는 콘크리트 대신에 통나무, 살아있는 버드나무, 돌, 수목 등 자연재료를 이용하여 환경친화적인 방법으로 하천을 정비함으로써 홍수피해의 경감은 물론 자연하천의 특성을 되살아나게 하는 것이다.” 라고 적고 있다.

### 2.3.2 소하천정비사업(행정안전부 소관)

소하천법 시행령은 2002년에 “자연친화적 정비” 라는 개념을 채택하고 있으며, 소하천정비법 제16조에 소극적 “원상회복” 개념을 규정하고 있다. 소하천시설기준에 의하면 소하천정비의 기본이념은 소하천 본연의 아름다운 자연형 경관을 최대한 보전하고 치수 방재면에서의 안전성을 확보하면서 이수와 생태환경 보전의 조화를 도모토록 하고 있어 결과적으로는 재해로부터 안전

하고 풍요로운 소하천을 조성하도록하고 있다.

더 나아가 소하천 본연의 자연생태환경 보전과 인간과 생물이 공생할 수 있는 하천환경조성이 이루어질 수 있도록 계획수립 시행되고 있다.

행정자치부(소방방재청)에서는 소하천정비법에 의해 소하천을 정비하고 있다. 전국의 소하천은 22,414개로 총연장은 34,705.7km이다. 2004년까지 12,645km를 정비하여 전체 소하천의 36.4% 정비하였다. 소방방재청은 2006년부터 소하천정비를 위해 10조 5,913억 원이 필요한 것으로 추정하고 있으며 이를 위해서는 연간 2천억 원을 투자해도 53년이 필요할 것으로 예상하고 있다. 그러나 가용한 재원의 제약 때문에 실제 투자하는 사업비는 매년 1,000억을 넘지 않을 것으로 예상된다.

소하천정비사업 계획수립절차는 소하천법 제6조~제8조의 규정에 의거 먼저 종합계획이 수립되고 다음에 중기계획이 종합계획을 근간으로 5년마다 수립된다. 종합계획과 중기계획에 따라 매년 시행계획이 수립되고 이에 의거하여 세부사업 추진계획 및 사업을 시행한다.

여기서는 시행계획을 중심으로 기술한다. 시행계획 수립과업의 내용을 단계별로 보면

제1단계 : 관련법령조회, 관련계획 검토, 기초 자료수집

제2단계 : 기본자료 해석, 기본방향 설정

제3단계 : 소하천정비 종합계획안 확정

제4단계 : 성과품 및 보고서 작성

각 단계별 과업의 주요 검토 세부사항을 표시하면 다음 (표 2-9)와 같다

한편 소하천관리에 있어서 중요한 위치를 차지하는 환경정비 및 관리내용은 유역환경, 하천환경 현황 및 계획, 바람직한 장래전망, 하천환경관리의 기본이념 및 기본구상, 하천환경 정비 및 보전대책으로 요약할 수 있으며 구체적인 내용은 <그림 2-11>와 같다.

한편 소하천 종합정비절차를 보면 종합적인 보전과 이용을 위한 유역특성, 수리·수문특성, 사회·인문특성, 경관·환경특성, 재해특성 등이 포함된 기본조사, 치수, 이수, 환경, 유지관리계획을 내용으로 하는 정비방향설정 및 최적화 방안 수립, 정비우선순위결정, 사업효과분석, 사업계획(기본/실시계획)수립하여 사업을 실시하고 있으며 이를 그림으로 표시하면 다음 < 2-12>과 같다.



(표 2-9) 각 단계별(제1단계~제4단계) 과업의 중점 검토사항

**제1단계 : 기초자료 수집 및 관련계획 검토**

<ul style="list-style-type: none"> <li>◦현지조사</li> <li>-조사측량</li> <li>-하천구조물 조사</li> <li>-주변지역 토지이용 실태조사</li> <li>-기왕 홍수 및 피해실태조사</li> <li>-유황 및 수질조사</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦자료수집</li> <li>-통계년보, 기상·수문자료</li> <li>-유수 및 주요 인허가사항</li> <li>-기존 저수지 제원조사</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦관련계획검토</li> <li>-도시계획</li> <li>-주변지역의 각종 개발계획 등</li> <li>-유역개발계획 등</li> </ul>
---	---	---

**제2단계 : 기본방향 구상**

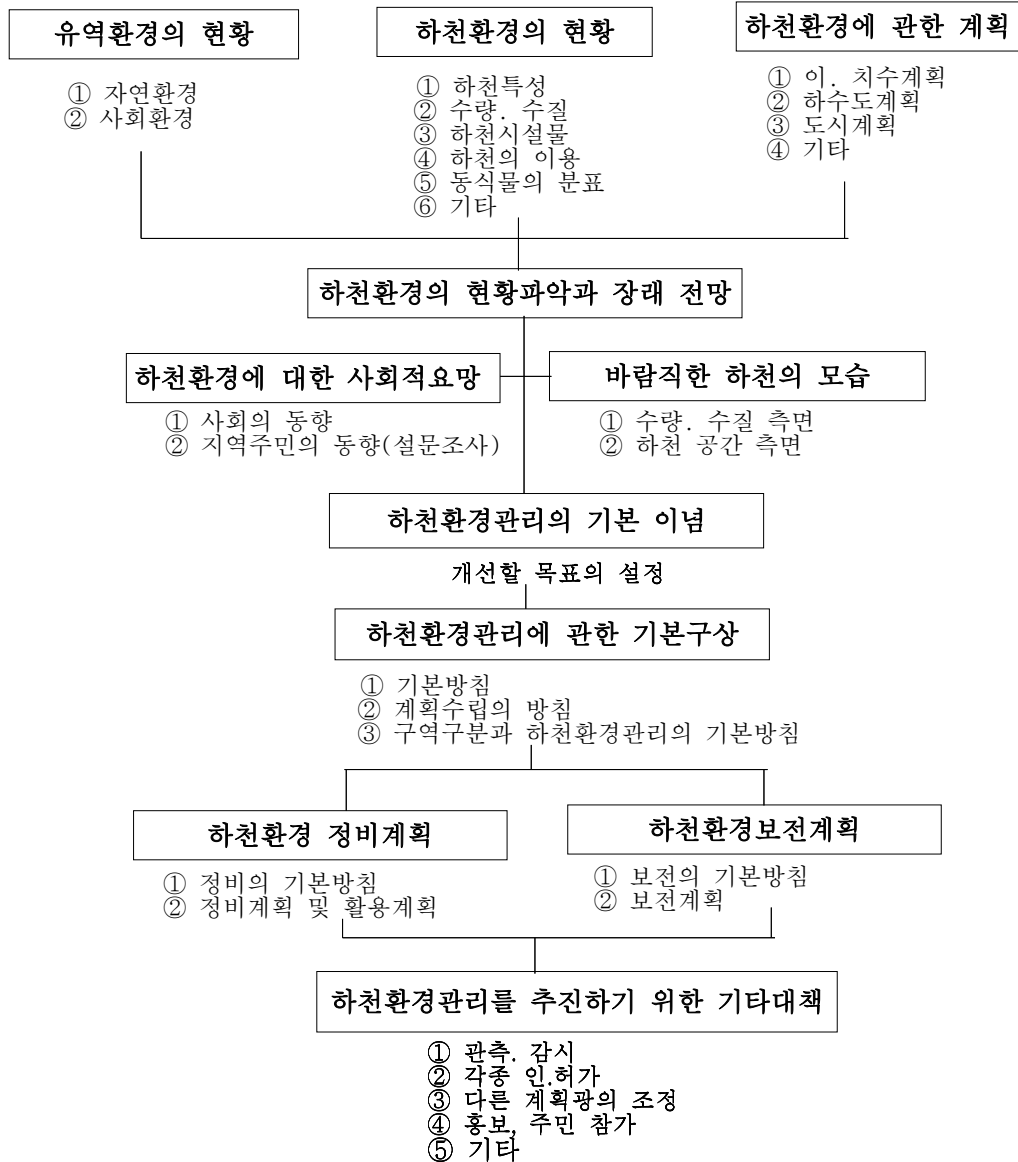
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦수리·수문분석</li> <li>-확률강우량 및 홍수량</li> <li>-홍수위분석</li> <li>-홍수피해 원인분석</li> <li>-갈수량 분석</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦하천환경의 현황파악과 장래전망</li> <li>-유역 및 하천환경</li> <li>-하천환경에 대한 사회적 요인(지역주민 설문조사)</li> <li>-바람직한 하천의 모습 전망</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦기본방향 및 구상</li> <li>-구역구분과 하천환경개선의 기본방침</li> <li>-소하천공간 정비종합계획안 구상</li> <li>-물 환경보전 계획</li> </ul>
---	---	--

**제3단계 : 소하천정비종합계획(안) 확정**

<ul style="list-style-type: none"> <li>◦소하천의 종합적인 보전과 이용에 관한 사항</li> <li>◦소하천공사 시행 기본계획에 관한 사항</li> <li>◦소하천공사의 실시에 관한 사항</li> <li>◦치수 경제성 검토</li> <li>◦소하천 다목적 이용과 주민의 소득증대에 관한 사항</li> <li>◦폐천부지 이용 및 활용방안 조사</li> <li>◦효과분석</li> </ul>
---

**제4단계 : 성과품 및 보고서 작성**

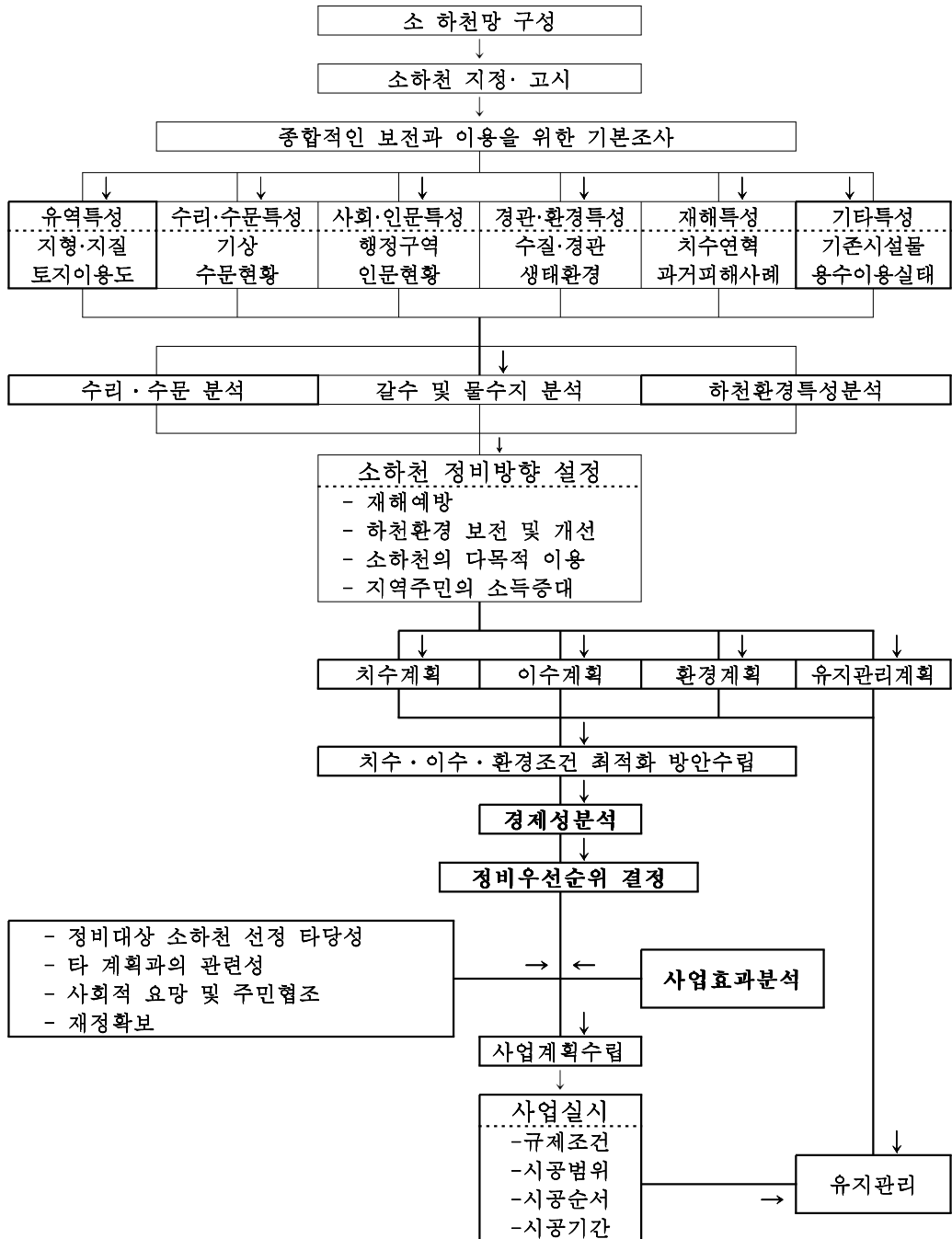
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦소하천대장 작성</li> <li>-하천의 일반사항</li> <li>-소하천 현황대장 조서</li> <li>-측량기준점 제원현황</li> <li>-소하천예정지 지정현황</li> <li>◦소하천 정비종합계획</li> <li>-소하천 실태조서</li> <li>-소하천 허가대장</li> <li>-소하천구역 지정현황</li> <li>-보고서</li> <li>-부록</li> </ul>
--



자료 : 소하천시설기준, 행정자치부, 1999. 06,

<그림 2-11> 소하천 환경정비 및 관리

2. 농업용수 수질개선대책 추진체계 정립

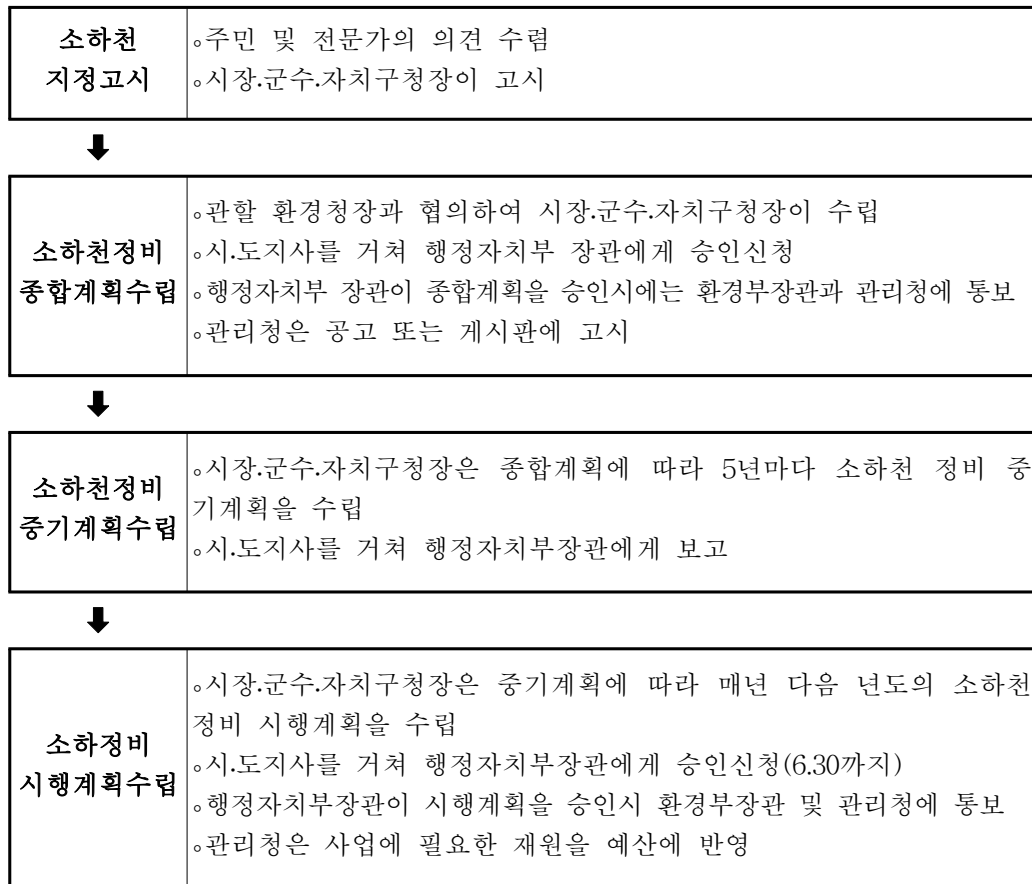


자료 : 소하천시설기준, 행정안전부, 1999. 06, p148

<그림 2-12> 소하천 종합정비 절차

소하천정비 종합계획을 수립하게 되기까지 행정절차는 소하천지정고시, 소하천정비 종합계획수립, 소하천정비 중기계획 수립, 소하천정비 시행계획 수립의 절차를 거쳐서 시행되며 체계화해보면 다음 (표2-10)과 같다

(표 2-10) 소하천정비 종합계획수립 행정절차

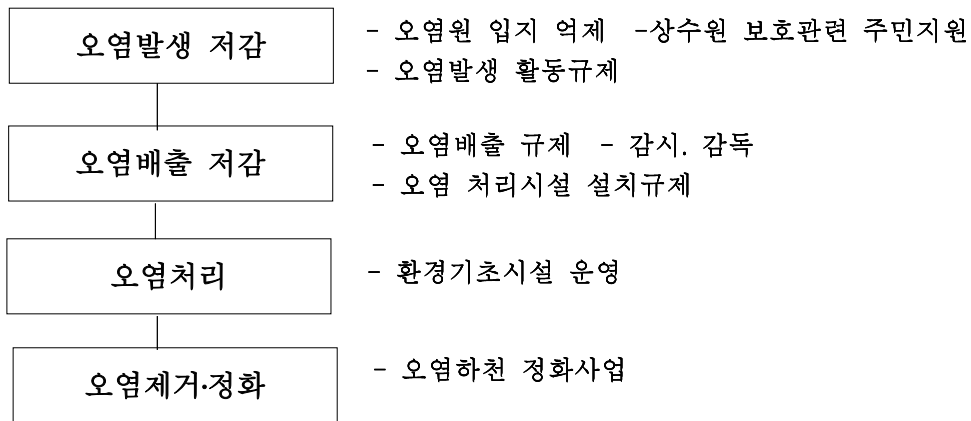


### 2.3.3 환경사업 추진절차(환경부 소관)

개발사업 또는 행위를 함에 있어 환경배려 5원칙은 행위의 전체 혹은 일부를 실행하는데 있어서 영향을 회피하는 회피(回避, avoidance)원칙, 행위의 정도 또는 규모를 제한하여 영향을 최소화(最小化,minimization)원칙, 영향을 받은 객체에 대하여 복원 또는 회복시키는 수정(修正,rectification)원칙, 행위기간 중에 환경을 보호 또는 유지하는 것으로 기간이 경과함에 따라 영

향을 경감 또는 제거하는 영향의 경감/제거(輕減/除去)원칙, 자원 또는 환경을 치환 또는 공급하는 것으로 영향을 보상하는 보상(補償, compensation)원칙이 일반화 되고 있다

환경부에서 시행하는 수계관리 환경사업은 크게 환경기초시설의 설치, 자연형 하천정화사업 등이 있으며 수질관리정책은 오염원의 입지나 오염을 발생시키는 행위자체를 규제함으로써 오염발생을 저감하는 정책, 입지되어 있는 오염원에 대해 오염배출규제를 통해 배출을 저감시키는 정책, 오염물질을 직접 처리하는 오염처리정책, 오염된 수질을 사후적으로 정화사업 등을 통해 제거, 정화하는 정책 등으로 나누어 볼 수 있다.



<그림2-13> 수계 수질관리 정책 기본원리

수질개선 종합계획을 수립하는데 있어서 수질개선 목표와 수질 환경 시스템의 인과관계를 근거로 하여 수질개선 및 관리의 최적화 방법을 강구하여야 한다. 최적화를 평가하는 기준의 하나로 비용과 편익 분석시스템이 있다. 이 경우 편익의 산출은 지역의 사회적, 정치적 복잡성 때문에 산출이 어려운 반면 비용은 환경오염 규제의 수준에 따라 일반적으로 상당한 신뢰도를 갖는 수치로 산출할 수 있다. 또 다른 척도는 수질목표를 달성하는데 소요되는 비용을 최소로 하는 것, 즉 비용효과 분석(cost effective analysis)을 통해 최적 대안을 도출하는 것이다.

수질목표를 달성하는데 있어서의 비용부담은 비용을 할당하는데 쓰인 방법에 따라 그 양상이 달라지는데, 비용할당의 방법에는 다음 3가지가 있다.

•일률처리법(uniform treatment method)

이는 수체로 방류하기 전 각 오염물질 발생원에서 발생하는 오염물질 부하량 중 일정 비율의 오염물질을 제거하는 방법으로 현재의 수질개선계획에서 일반적으로 사용되는 방법이다. 하지만 경제적으로는 비능률적이며 불공평한 점이 있다. 즉, 환경용량 이상으로 오염이 진행된 하천에서 수질기준을 달성하기 위하여 각 오염원에서 폐수처리율을 높일 경우 오염이 심하지 않은 지점에 있는 오염원에도 동일한 처리율로 처리하도록 요구하게 된다. 따라서 적절한 수준으로 폐수를 방류하는 오염원에 있어서는 필요 이상의 처리를 요구하게 되어 이런 관점에서는 일률처리법이 불공평한 방법이다. 즉, 각 오염원에서는 동일한 제거율이 요구되지만 처리비용에 대한 아무런 고려가 없어 경제적인 불합리를 초래하게 될 수 있다.

•비용최소화법(cost minimization method)

비용최소화법은 대상수역에서 최소의 비용으로 바라는 수질을 얻을 수 있도록 각 배출원에서 오염물질 제거율을 정하는 것이다. 따라서 불필요한 처리가 요구되는 일이 없이 최소비용으로 수질을 개선한다는 목적을 달성할 수 있다. 이 방법은 목표지점의 목표수질을 달성하기 위하여 적은 비용을 부담한다는 점에서는 좋으나 다른 의미에서는 불공평하다. 왜냐하면 어떤 하천을 따라 두개의 공장이 서로 인접해 있으며 같은 종류의 폐수를 방류함으로써 하천에 대한 영향도가 동일하다고 하자. 그러나 한 쪽 공장의 처리비가 다른 공장의 처리비보다 적을 때 처리비가 적은 공장은 처리비가 많이 드는 공장보다도 높은 오염물질 제거율을 달성하도록 요구받은 것이다. 실제로 처리비가 많이 드는 공장은 제거율을 높이도록 요구되지 않을지도 모른다. 하지만 앞에서 언급하였듯이 수질관리의 목표는 사회 전체적 관점에서 더욱 효과적이고 공평한 자원의 배분을 달성할 수 있어야 하며 이러한 관점에서 비용최소화법은 큰 의미를 가진다고 할 수 있다.

•지역별 최소화법(Zone optimization method)

이는 대상수계를 지리적으로 두 개 이상의 소 유역으로 구분하고 분할된 각 소 유역에 대한 처리 정도는 소 유역별 처리비용이 최소가 될 수 있도록 오염물질 삭감 목표를 각 소 유역별로 적절히 할당한다. 그리고 소유역내에 존재하는 오염배출원에 대하여는 일정한 처리율로 처리하여 소 유역에 허용되는 오염물질 배출허용량을 만족할 수 있도록 하는 방안이다. 이는 지역총량규제와 업소별 총량규제를 함께 실시할 경우에 수계 전체적으로는 최소비용을 달성하고 개별 소 유역 내에서는 일정비율로 삭감하도록 하여 개별업소의

불평을 최소화하고자 할 경우에 유리한 방안이라고 할 수 있다. 결국 지역별 최적화 방안은 수계를 한개 지역만으로 설정하는 경우에는 일률처리법이 된다.

1) 환경기초시설 설치 및 운영

현재 우리나라에서 설치운영 되고 있는 환경기초시설의 종류는 하수도법에 의해 설치 운영되는 하수종말처리시설, 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률(구, 수질환경보전법)에 규정된 폐수종말처리시설, 오수·분뇨 축산폐수처리에 관한법률에 의한 축산폐수공공처리장 및 분뇨처리시설이 있다.

하수종말처리시설의 설치운영절차는 하수도정비기본계획수립→기본·실시설계→공사시행 및 감리→준공 및 운영관리의 단계로 되어 일반적인 건설공사 단계와 크게 차이는 없다.

폐수종말처리시설인 경우에는 공단계획(폐수종말처리시설기본계획포함)수립→설계 및 시공→운영관리 등의 절차에 의해 시행되고 있다.

축산폐수공공처리장과 분뇨처리시설의 설치운영과정은 처리 기본계획수립→처리시설 설치신청→처리시설의 설계 및 시공→운영관리 이다.

(표2-11) 하수종말처리시설의 설치 및 운영 절차

절차	주체	재원	관계법령	비고
하수도정비기본계획수립 → 승인	시장. 군수 환경부장관	지방비	하수도법	
기본·실시설계 →설치인가	시장. 군수 환경부장관	지방양여금, 지방비	엔지니어링 기술진흥법(설계), 건설기술관리법(설계심의), 지방재정법, 국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률	-처리용량 10만톤/일 이상 환경성평가, 이하는 환경성 검토 -설치인가로 도시계획법 등 15개 법률상인. 허가의제
공사시행 및 감리	시장. 군수 직접시행 또는 위탁	지방양여금, 교부금, 지방비	하수도법, 수질환경보전법, 건설업법(시공), 건설기술관리법(감리)	-설치위탁기관은 하수도법 8조에 명시
준공 및 운영관리	시장. 군수 또는 위탁	하수도사용료, 수혜자부담금, 일반회계 전입금 등	하수도법, 수질환경보전법, 유지관리지침, 시설물의 안전에 관한 특별법	
지도단속	환경관리청	분기별 1회 년4회 (하수도법, 수질환경보전법)		

자료 : 국무총리실 수질개선 기획단, 물 관리 예산 업무편람, 1997.5.

(표2-12) 폐수종말처리시설 설치 및 운영관리

절차	주체	재원	관계법령	비고
공 단 계 획 ( 폐 수 종 말 처리시설기 본 계획포 합)수립	개발시행자 (국가, 자치체, 정부투자기관, 지방공기업 등)공단개발관련	개발시행자, 입주자부담 금	공단개발관련: 사업업 지 및 개발에 관한 법 률, 중소기업진흥법, 수출자유지역설치법 등. 폐수처리장 관련: 수 질환경보전법, 환경개 선비용 부담법 등.	- 공 단 개 발 실 시 계획 승인으로 도시계획법 등 8 개 법률상 인. 허 가 의제
→ 승인	건설부장관, 시. 도지사			
설계 및 시공	개발시행자 또는 위탁받은 자	입주자부담금 환특 보조 환특 용자		-설계, 시공. 감 리 설치 및 관련 법령은 하수종말 처리장과 동일
운영관리	지방자치단체, 환경관리공단, 민간	폐수배출자 가 운영비 부담		
지도점검	환경관리청 (환경부)	분기마다 1회씩 1년에 4번 (수질환경보전법)		

자료 : 수질개선기획단, 물 관리예산 업무편람, 1997.

(표2-13) 축산폐수공공처리장과 분뇨처리시설의 설치·운영관리

절차	주체	재원	관계법령	비고
처리 기본계획수립	시장. 군수		오수. 분뇨 및 축 산폐수처리에 관 한 법률	
→ 승인	환경부장관			
처리시설 설치신청	시장. 군수		오수. 분뇨 및 축 산폐수처리에 관 한 법률, 환경영 향평가법 등	-처리용량 100 kl/일 이상 환경 영향평가 -설치인가로 도 시계획법 등 15 개 법률상 인. 허 가의제
→승인	환경부장관			
처리시설의 설계 및 시공	시장. 군수	지방양여금, 지방비	오수. 분뇨 및 축 산폐수처리에 관 한 법률 등	-설계, 시공. 감 리 및 관련법령은 하수종말처리시설 사업과 동일
운영관리	시장. 군수 또는 관리 위탁	분뇨: 지방비, 수수료 축산: 지방비, 배출자 부담금	오수. 분뇨 및 축 산폐수처리에 관 한 법률 등	-관련위탁기관;; 환경관리공단, 전 문민간업체
지도. 점검	지방환경 관리청 또는 시. 도지사	분기별 1회 단 최근 1년간 방류수 수질기준을 3회 이 상 초과할 시설은 분기별 2회		

자료: 수질개선기획단, 물 관리예산 업무편람, 1997.



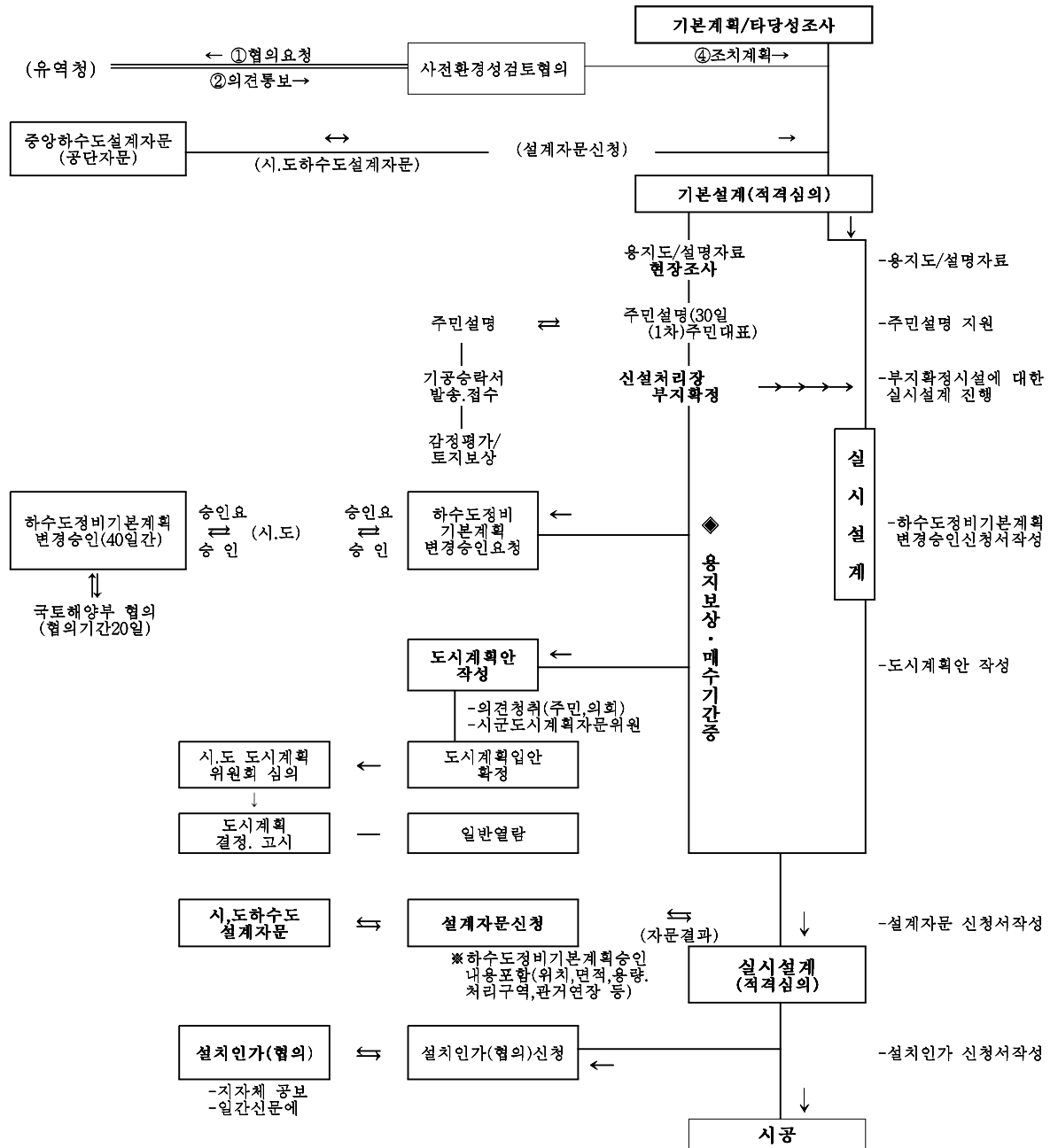
한편 하·폐수처리 시설 설치 및 운영 관련 처리시설의 종류에 따라 사업주체 및 운영주체는 원인자, 지방자치단체, 환경관리공단, 또는 국가가 되며, 비용부담의 경우에는 원인자가 대부분이며 공공사회기반시설인 경우에는 지자체 또는 국가가 부담하고 있다. 그 구체적인 내용은 다음 (표2-14)와 같다.

(표2-14) 하수처리관련 사업주체와 비용분담

구분		사업 및 운영주체		비용부담	
		사업주체	운영주체	시설비	운영비
하수도	재해시설	원인자	원인자	원인자	원인자
	종말 처리장	지방자치단체	지방자치단체	지자체/국가	하수사용료 (원인자)
	관거시설	지방자치단체	지방자치단체	지방자치단체	지방자치단체
	관로연결	원인자	원인자	원인자	원인자
정화조오수 정화시설		원인자 (건축주)	원인자 (건축주)	원인자 (건축주)	원인자 (건축주)
분뇨종말처리장		시장/군수	시장/군수	국가/시. 군	시. 군
방지시설		원인자	원인자	원인자	원인자
폐수종말처리장		국가가/지자체	환경관리공단/국가/지방자치단체	원인자	원인자

한편 재정사업으로 추진되는 댐 상류 하수도시설 확충공사 사업추진 체계 및 행정절차는 기본계획(타당성조사)→적격심사를 거쳐 기본설계→실시설계→사업시행으로 구성되어 있어 일반건설공사 추진절차와 차이가 없으나 기본/실시설계에 있어서 적격심사를 거쳐 계획안을 확정하고 있다.

사업추진 및 행정절차의 세부적인 내용은 <그림 2-14>와 같다.



<그림 2-14> 댐 상류 하수도시설 확충공사 사업추진 및 행정절차

2) 자연형 하천정화사업

자연형하천정화사업은 환경부의 법령에 사업이 명시되어 있지 않은 채로 도심의 수질개선을 위한 사업의 일환으로 시작되었다. 최근 환경부에서는 물 환경 정책의 패러다임 전환을 위해 기존의 수질환경보전법을 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률로 변경하였다. 기존의 수질환경보전법은 공공수역이 갖는 생물학적 요소를 충분히 고려하지 못하는 한계가 있었기 때문에 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률으로 법의 명칭을 변경하고 물 환경의 정의를 “사람의 생활과 생물의 생육에 영향을 주는 공공수역의 생물적, 비생물적 요소를 총칭” 하도록 정의하여 법의 대상을 크게 확대하였다. 또한 물 환경 보전, 복원조치 및 권고 등에 대한 조항을 두어 물 환경보전을 위해 필요한 경우 물 환경을 보전, 복원하는 조치를 하거나 공공수역을 관리하는 자에게 이를 권고할 수 있도록 하고 있다. 또한 세부 조항에 보전·복원조치에 필요한 지침을 개발하여 보급하는 것과 보전, 복원에 소요되는 사업비를 지원할 수 있도록 하여 자연형하천정화사업의 근거를 명확하게 하고 있다.

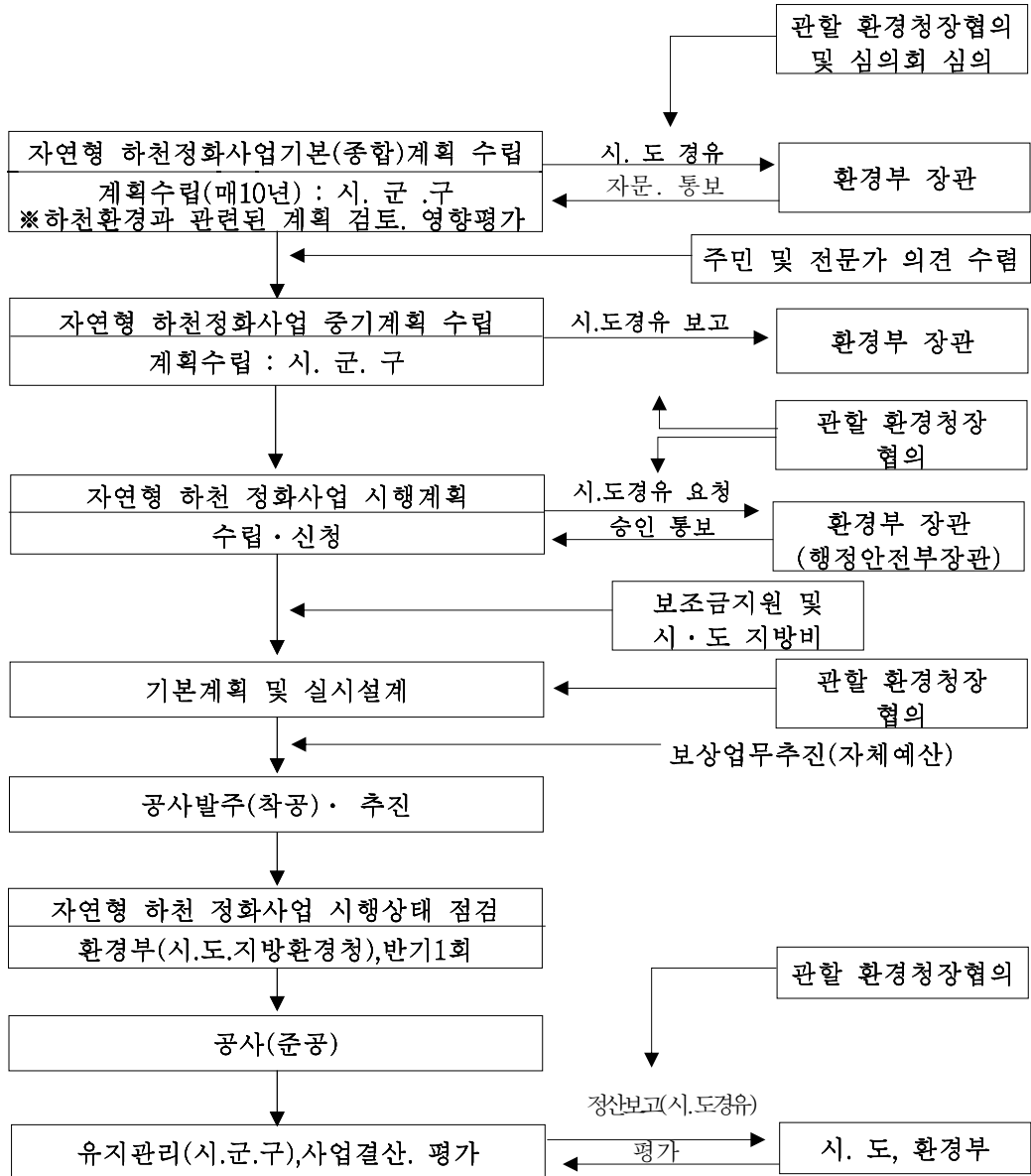
환경부에서는 1980년대 후반에 도심하천 중 심각하게 수질이 악화된 구간의 수질을 개선하기 위하여 오염우심하천정화사업을 시작하였다. 이 사업은 초창기에 오염된 하천 바닥의 오염물질을 준설하는 것이었으며, 이후 하천 둔치를 정비하면서 산책로, 주차장 등을 건설하여 지자체로부터 환영받는 사업이 되었다. 그 이후 사업의 명칭을 자연형하천정화사업으로 바꾸어 1997년부터 2004년까지 약 8,100억원을 투자하여 전국 210개 하천에 대하여 하천수질 개선과 수생태계 복원을 위한 사업을 추진해왔다.

자연형하천사업의 형태가 여러 명칭으로 변화되어 왔으나 다양한 하천주변 개선효과를 거두어 왔으며, 수질개선의 효과를 자연형 하천정화 사업에 의한 것만으로 볼 수 없으나 죽은 하천을 되살려 쾌적하게 만들어온 노력이 지속되었다. 환경부는 자연형하천정화사업 관련 사업을 지속적으로 확대할 계획이며, 2006년부터 2010년까지 100여개 하천을 대상으로 3,897억원의 국고를 지원할 계획이다.

(1) 자연형하천정화사업 추진절차

자연형 하천정화사업은 추진절차는 자연형 하천정화사업기본(종합)계획→자연형 하천정화사업 중기계획→자연형 하천 정화사업 시행계획→기본계획 및 실시설계→공사착공→공사 준공→유지관리 등의 절차에 의한다 앞에서 서술한 하천정비사업, 소하천정비사업, 농업생산기반정비사업과 일반적으로는 조사, 계획, 설계, 시공, 유지관리, 점검, 평가 등 단계별로 이루지고 있어 별

반 차이는 없지만 시행계획 수립 이전에 기본(종합)계획 및 중기계획 단계가 있어 체계적이고 종합적인 계획에 의해 추진되고 있다. 그 상세한 사업시행 및 행정절차는 다음 <그림2-15>와 같다.



<그림2-15> 자연형 하천정화사업 추진 및 행정절차 흐름도

(2) 자연형하천정화사업 단계별 검토내용

사업단계별 세부 검토 내용을 보면 다음과 같다.

① 계획단계

- 하천의 수량·수질 및 취·배수 현황, 해당하천에 관한 수리특성 및 자정능력등과 유역의 토지이용, 수량·수질전망 등을 종합적으로 검토하여 하천정화사업 기본계획을 수립한다.
- 하천의 자연성 유지 및 회복에 대한 타당성을 충분히 검토하고, 이에 따른 하천의 수량·수질관리 목표를 명확히 한다.
- 본류와 지천, 상·하류간의 연속성을 확보할 수 있도록 계획한다.
- 사업구역 구분 시 하천의 물리적 특성이 같거나 유사한 구간을 동일한 사업 구간으로 시행한다.

② 설계 및 시공단계

- 기본 및 실시설계 시 하천의 자정작용, 동식물 서식처등 하천의 환경기능을 최대한 반영한다.
- 콘크리트 등 인위적인 소재의 사용을 가급적 배제하고 가능한 한 친자연형 소재(식생블럭, 나무, 식물, 돌 등)를 선정한다.
- 하천의 연속성을 고려할 수 있도록 시설을 설계한다(어류의 이동성 확보 등).
- 설계단계에서는 하천의 특성을 잘 반영하여야 하며, 특히 갈수기 및 홍수시의 문제점을 충분히 검토한 후, 이에 대한 대책을 수립한다.  
※특히, 우리나라의 하천은 연 강우의 2/3가 우기(6월말~9월)에 집중되어 하상계수가 크고, 하천의 수리학적 특성이 상이함
- 하천 시설물이 우수소통에 지장을 주지 않도록 충분히 검토한다.
- 동절기 및 홍수시에는 시공을 지양한다.
- 하천자연정화시설 설치 구비조건
  - 하천부지 등의 여유지에서 가능한 방식일 것
  - 유수의 정상기능을 저해하지 않을 것
  - 정화 대상하천의 수질특성에 적합한 정화방식일 것
  - 유지관리가 용이할 것
  - 건설비, 유지관리비가 적을 것
  - 홍수 등의 범람에 지장이 없을 것
  - 하천의 경관을 해치지 않고, 용지의 다목적 이용도 가능할 것
- 하천에 정화시설을 설치할 경우 유량계를 반드시 설치하고 목표수질을 정하고 관리할 것

- 시공 시 하천주변 동식물이 크게 영향을 받는 하천구간에서는 그 영향을 최소화하는 공사시기 및 기간을 검토하여 공사를 실시

### ③ 사후관리 단계

#### •사업 평가

시·도는 사업완료 후 5년 동안 3월(갈수기)과 9월(홍수시)에 사업구간의 물리적·화학적·생물학적 특성을 조사하여 사업의 목적달성 여부를 평가하고, 문제점 및 개선방안을 분석하여 향후 사업추진에 반영한다.

#### •하천자연정화시설 유지관리 방안 수립

- 하천자연정화시설 관리지침서를 작성, 비치할 것

- 발생 슬러지를 주기적(3~6개월 1회) 제거하고 스크린에 협잡물 부착여부 점검(1주 1회, 우기시에는 1일 1회)

- BOD, SS, DO, pH 등을 주기적으로 측정관리

- 시설 및 부대시설(기계실, 보 등)에 대한 주기적 점검

- 담당자 등 교체 시에는 인수인계를 철저히 할 것

### ④ 자연형 하천정화사업 종합계획

자연형 하천정화사업 종합계획은 전체 자연형 하천정화사업의 골격으로 10개년 단위로 하는 사업의 종합적이고 체계적인 마스터플랜으로 계획수립 시 가능한 다음사항을 포함하도록 한다.

- 유역환경과 하천환경의 현황, 하천환경에 관련된 계획을 파악한다.

- 대상하천의 점·비점오염원의 산정과 하천수계에 미치는 영향을 조사·분석한다.

- 자연형 하천정화사업의 목표를 설정하고 그 효과를 파악하기 위하여 수질, 수생 동·식물 서식·분포 등의 지표를 설정한다.

- 하천에 서식 생육하는 생물생태와 하천의 물리적 환경과 생물생태와의 관계를 조사·연구한다.

- 어떤 물리환경에서 어떤 생물이 어떻게 서식·생육하는지를 알고, 하천의 물리환경 변화가 생물의 서식·생육에 미치는 영향 파악

- 불규칙적인 형상의 하천수로에서 수리, 흐름에 의한 하천로의 형상 변화, 식생이 흐름과 하천로의 지형의 형성에 미치는 영향 등을 조사·연구한다.

- 대상하천에 자연형 하천정화공법 등 적합한 하천정화사업 뿐만 아니라 재해방지대책도 마련한다.

- 자연하천정화시설(접촉산화시설 등), 인공습지, 수생식물지를 이용한 하천정화, 저류지·장치형 관리시설, 식생여과대 등 비점오염물질저감시설 설치

- 자연형 하천정화공법 적용 시 유속 및 소류력, 압력강도, 하천의 만곡, 횡

단구조물 유무 등을 설치장소에 따라 검토

- 계획 수립시 하천 및 환경관련 전문가(교수), 연구소 등의 참여 또는 자문을 받는다.
- 정화시설, 준설, 하상정비, 어도, 수위시설 등에 대한 단위 사업별 산출내역 및 연도별 예산소요 금액을 도출한다.
- 계획(안)에 대한 중간, 최종 발표 시 시·도 자연형하천정화심의회 및 유역(지방)환경청의 심의를 받는다.
- 대상 하천이 2개 이상 시·군에 걸친 경우 오염하천면적이 차지하는 비율이 높은 시·군을 중심으로 협의하여 예산을 편성하고, 필요시 도 및 지방환경관서와 협조하여 추진한다.

⑤ 하천유형별 정화사업 추진방안

하천유형을 상수취수원 상류지역, 농촌지역, 도시관류, 공단하천, 제외지에 여유가 없는 수로형 하천구간 등 5유형으로 분류하여 하천 특성 및 정화사업 추진방안을 보면 다음 (표2-15)~(표2-19)와 같다.

( 표2-15) 상수취수원 상류지역 유입하천

<b>하천특성</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 점오염원 보다 비점오염원에 의한 수질오염이 크다.</li> <li>- 축산폐수 및 위탁시설로부터의 오염가능성이 높음</li> <li>- 비점오염원의 수질에 대한 영향은 갈수기에 가장 적고 강우기에 가장 크다.</li> <li>- 유해화학물질 및 중금속에 의한 노출은 타 지역에 비해 작다.</li> </ul>
<b>사업추진 방향</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 하천에 유입되는 오수 및 생활하수는 최대한 분리시켜 처리한다.</li> <li>- 투자 우선순위는 취수원에 오염기여율이 큰 하천순으로 한다.</li> <li>- 하수도가 미정비된 오염심화하천은 하천수 직접정화시설을 적극 도입하며, 이때 연계수원으로의 오염부하 삭감율을 최대로 할 수 있는 정화공법을 선정한다.</li> <li>- 하천수 직접정화시설을 설치할 경우 처리유량이 만족되는 한도 내에서 오염이 가장 심한 하류부로 위치를 선정하여 연계수원 유입 부하량을 최대한 삭감할 수 있도록 한다.</li> </ul>

(표2-16) 농촌지역 구간

<p>하천특성</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 지정학적 위치, 인구 및 산업, 수계와의 거리, 토질조건 등에 따라 발생하는 오염물질의 양, 운반과정, 수계로 유입되는 양 및 수질에 미치는 영향은 달라지나 대체적으로,</li> <li>- 점오염원 보다 비점오염원에 의한 수질오염이 크다.</li> <li>- 축산폐수에 의한 오염 가속 및 관개용수 회귀에 의한 부유물질이 유입된다.</li> <li>- 관거 미정비구역이 상대적으로 많다.</li> <li>- 농업용수 확보를 위한 보 설치로 자정능력이 저하된다.</li> <li>- 비점오염원의 수질에 대한 영향은 갈수기에 가장 적고 강우기에 가장 크다.</li> <li>- 비교적 부지의 여유가 있어, 토양 침투법, 식생정화, 산화지 등의 적용에 유리하다.</li> </ul>
<p>사업추진 방향</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 자연의 자정능력을 최대한 이용한 정화기법의 적용이 바람직하다.</li> <li>- 관개용수 회귀에 의한 부유물질 유입 삭감방안을 모색한다.</li> <li>- 소규모 마을의 생활하수 및 축산시설로부터 발생하는 오·폐수 처리방안을 모색한다.</li> </ul>

(표2-17) 도시관류 하천

<p>하천특성</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 생활하수에 의한 오염부하가 크다.</li> <li>- 불투수층의 증대로 하천 고유유량은 감소한 반면 생활하수 유입으로 오염이 심화된다.</li> <li>- 강우 직후에 수질이 가장 좋고, 갈수기의 수질이 가장 나쁘다.</li> <li>- 하수도정비상황에 따라 수질이 크게 좌우된다.</li> <li>- 초기우수에 의한 관거내 퇴적물 및 지표면에 축적된 오염물질 유입으로 오염이 심화된다.</li> <li>- 단순한 저급생태계이다.</li> </ul>
<p>사업추진 방향</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 인구밀집지역 및 시설이용구간의 수질개선을 목표로 한다.</li> <li>- 생활하수 유입의 차단이나, 오·우수 분리시설의 설치를 우선적으로 고려한다.</li> <li>- 초기우수에 의한 오염물 제어방안을 강구한다.</li> <li>- 하천단면의 단순화로 인하여 훼손된 생태계 복원방안을 강구한다.</li> <li>- 자연형 하천공법을 적극 도입한다.</li> <li>- 정화용수도입 등 생태적 측면에서의 하천저류량을 회복방안을 강구한다.</li> <li>- 하수도정비가 요원한 취약지구에서는 오수배수로 및 간이처리시설의 설치방안을 강구한다.</li> </ul>



(표2-18) 공단하천구간

<p><b>하천특성</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유해화학물질 및 중금속으로 하천수의 독성화 초래한다.</li> <li>- 유해물질의 유출로 연계하천의 오염사고를 초래한다.</li> <li>- 생물서식이 곤란하다.</li> </ul>
<p><b>사업추진 방향</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 연계하천 및 수계로의 오염물질 유출율을 최소화 할 수 있는 방안에 중점을 두어 사업을 추진한다.</li> <li>- 오염물질을 총량적으로 삭감할 수 없는 정화용수 도입과 같은 방법은 가급적 배려하지 않는다.</li> <li>- 용존성 오염물질의 비율이 높아 생물학적 분해능 향상을 위해 포기식접촉산화법등 고효율의 시설을 계획하여야 사업효과가 나타난다.</li> </ul>

(표2-19) 제외지에 여유가 없는 수로형 하천구간

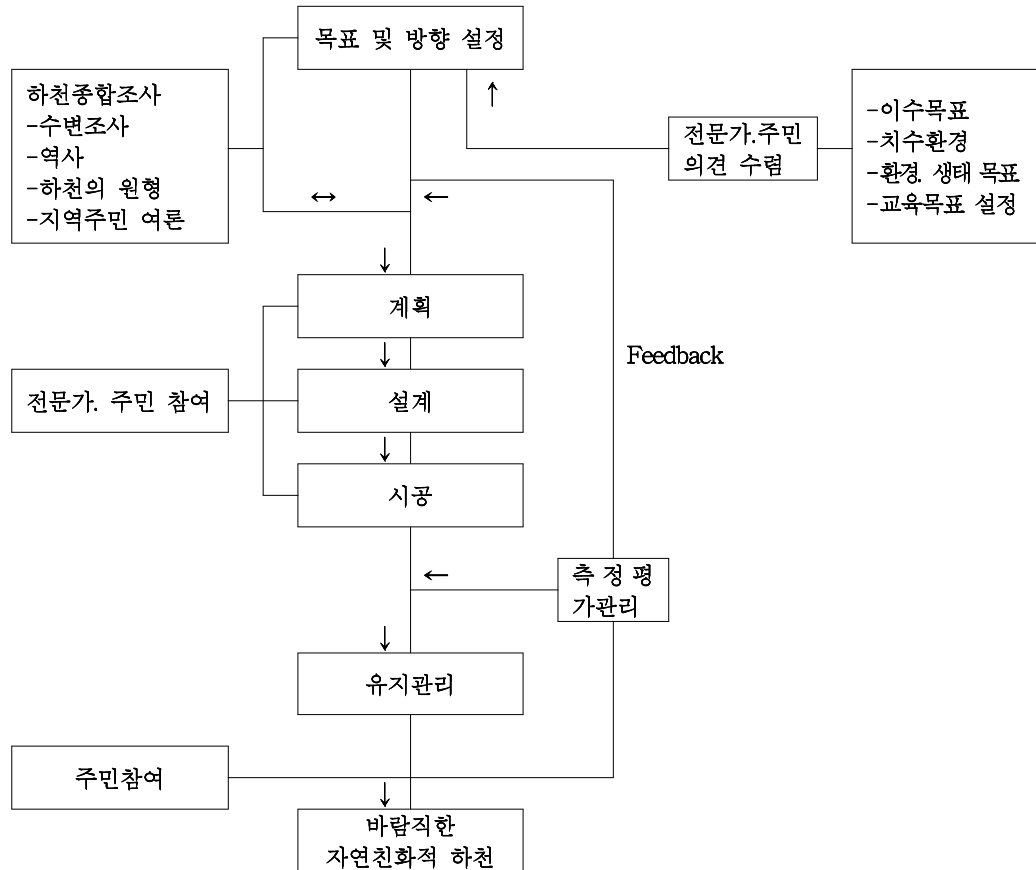
<p><b>하천 특성</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 오수분리시설이나 차집관로를 제외지에 설치할 수 없다.</li> <li>- 차량통행로 확보를 위해 복개요구도가 크다.</li> <li>- 하수도와 같은 배수로로 이용되어 생활하수 유입으로 수질오염이 심화된다.</li> <li>- 제외지를 이용하는 하천수 정화공법을 적용할 수 없다.</li> </ul>
<p><b>사업추진 방향</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 수로 내에서 정화할 수 있는 정화공법 모색한다.</li> </ul>

설계 시 고려인자로 주변지역의 영향을 최소화 시키는 자연친화적 환경, 안정적이고 효율 높은 정화공법을 채택, 무인운전을 목표로 유지관리의 편의성 추구, 시설의 안전성 및 기기류의 내구성 강화, 조작제어감시의 편리성 확보, 퇴적물처리, 처리성능이 검증된 우수기술적용, 경관연출 및 자연학습장 도모, 주민편익공간을 제공 등이다. 중점고려사항, 지역특수성을 반영한 세부고려사항을 구분하여 나타내면 다음 (표2-20)과 같다.

(표2-20) 설계 시 고려사항

고려인자	중점고려사항	세부고려사항
자연친화적 환경고려	<ul style="list-style-type: none"> <li>·주변지역 영향 최소화</li> <li>·공사 후 자연복원</li> <li>·하천 건천화 방지</li> <li>·생태계 단절 회피</li> <li>·민원발생 최소화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·하상을 처리시설로 이용 또는 처리시설의 지하화하여 주변지역 영향 최소화</li> <li>·재순환수를 상부로 이송하여 하천 건천화 방지</li> <li>·어도설치</li> <li>·구조물의 상부복도</li> <li>·주변 녹지화로 자연복원</li> <li>·둔치는 현 상태로 유지시켜 주민 휴식 공간 제공</li> </ul>
정화효율(처리안정성)	<ul style="list-style-type: none"> <li>·안정적이고 효율 높은 정화공법 채택</li> <li>·하천특성에 맞는 공법선택</li> <li>·정화시설의 협기화 방지</li> <li>·적정여재의 선택</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·하천수로에 직접 설치하는 접촉산화시설과 하상여과시설을 이용한 하상복합공법 채택</li> <li>·비표면적 및 내구성이 큰 바이오코드를 이용한 접촉산화방식</li> <li>·하상여과로 부지확보 용이</li> <li>·처리조에 포기로 용존산소 농도유지</li> <li>·경제성 최적화</li> <li>·슬러지의 원활한 탈리 및 수집을 위한 적정구조와 주기적 슬러지 제거</li> </ul>
유지관리 편리성	<ul style="list-style-type: none"> <li>·무인운전 추진</li> <li>·운전상태의 자동 확인</li> <li>·DO농도 자동조절</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·하천수의 유입·유출은 자연유하식으로 구성하여 무인운전화</li> <li>·하천의 하천정화시설 운전상태를 계기를 통하여 지상에서 연속적인 감시 가능</li> <li>·접촉산화조의 원활한운전을 위한 DO농도의 자동조절</li> <li>·자동가동보에 의한 수위조절 가능</li> </ul>
시설안전성 및 내구성	<ul style="list-style-type: none"> <li>·홍수시 안전성 도모</li> <li>·시설의 내구성 추구</li> <li>·관리시설의 안전성 도모</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·출입 맨홀, 점검 맨홀등은 밀폐형 방수구조로 설계</li> <li>·홍수시 유출관로의 자동차단으로 처리시설물의 침수방지</li> <li>·배관류 및 기기류는 내식성 제품사용으로 부식방지</li> <li>·계장기기 및 전선류 등 전기사용제품은 방수형 채택 및 Transmeter를 홍수위 상부에 설치</li> <li>·관리동은 홍수위 상부</li> </ul>
조작제어 감시 편리성	<ul style="list-style-type: none"> <li>·조작실의 집중화</li> <li>·공정별 감시제어</li> <li>·원격감시 시스템 도입</li> <li>·관측시설 설치</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·조작반의 집중화로 조작·제어 용이성 도모</li> <li>·각 공정별로 pH, 온도, DO, 탁도, 유량, 전기전도도 등 필요사항을 감시 제어</li> <li>·모니터링, sampling, 외부인 견학용이</li> </ul>
퇴적물 처리	<ul style="list-style-type: none"> <li>·부유물 제거장치 계획</li> <li>·침사제거장치 구성</li> <li>·슬러지 처리장 설계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·포기조 및 여과침전조 하부에 호퍼설치</li> <li>·호퍼별 hose connector를 계획, 배큘카를 이용하여 인발</li> <li>·배관 폐쇄방지를 위한 공기주입설비</li> </ul>
우수기술 적용	<ul style="list-style-type: none"> <li>·처리성능이 입증된 공법 적용</li> <li>·사전연구조사</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·정화효율이 가장 높은 매디아를 이용한 접촉산화방식 채택</li> <li>·충분한 사전연구결과를 설계에 반영</li> </ul>
경관연출 및 자연학습장	<ul style="list-style-type: none"> <li>·분수대 및 낙차공 설치</li> <li>·자연학습공간 도모</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·처리수의 일부를 재순환하여 분수대와 낙차공을 통한 경관 연출 및 수질개선 효과 제고</li> <li>·호안부에 식생대를 조성하여 지역 주민의 생태학습공간 조성</li> <li>·시설 안내판 설치</li> </ul>
관찰구	<ul style="list-style-type: none"> <li>·관찰기능 부여</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·수조 내 관찰용 방수등을 설치 함</li> <li>·점검맨홀을 통한 관찰, 견학 및 처리수의 sampling, monitoring기능 부여</li> </ul>
주민편의 공간제공	<ul style="list-style-type: none"> <li>·주민휴게 공간 부여</li> <li>·견학동선의 연계화로 홍보효과 제고</li> <li>·민원발생 최소화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·휴게 및 체육활동 공간, 생태학습장 공간 조성으로 지역 주민 쉼터 제공</li> <li>·견학을 통한 자연정화처리시설에 대한 주민들의 공감대 조성</li> </ul>

한편 “자연형 하천정화사업 종합평가 및 지원기준 마련을 위한 연구” (이재성, 2005)에 따르면 바람직한 자연친화적 하천 정비 및 복원 흐름도 다음 <그림 2-16>과 같이 제시하고 있다.

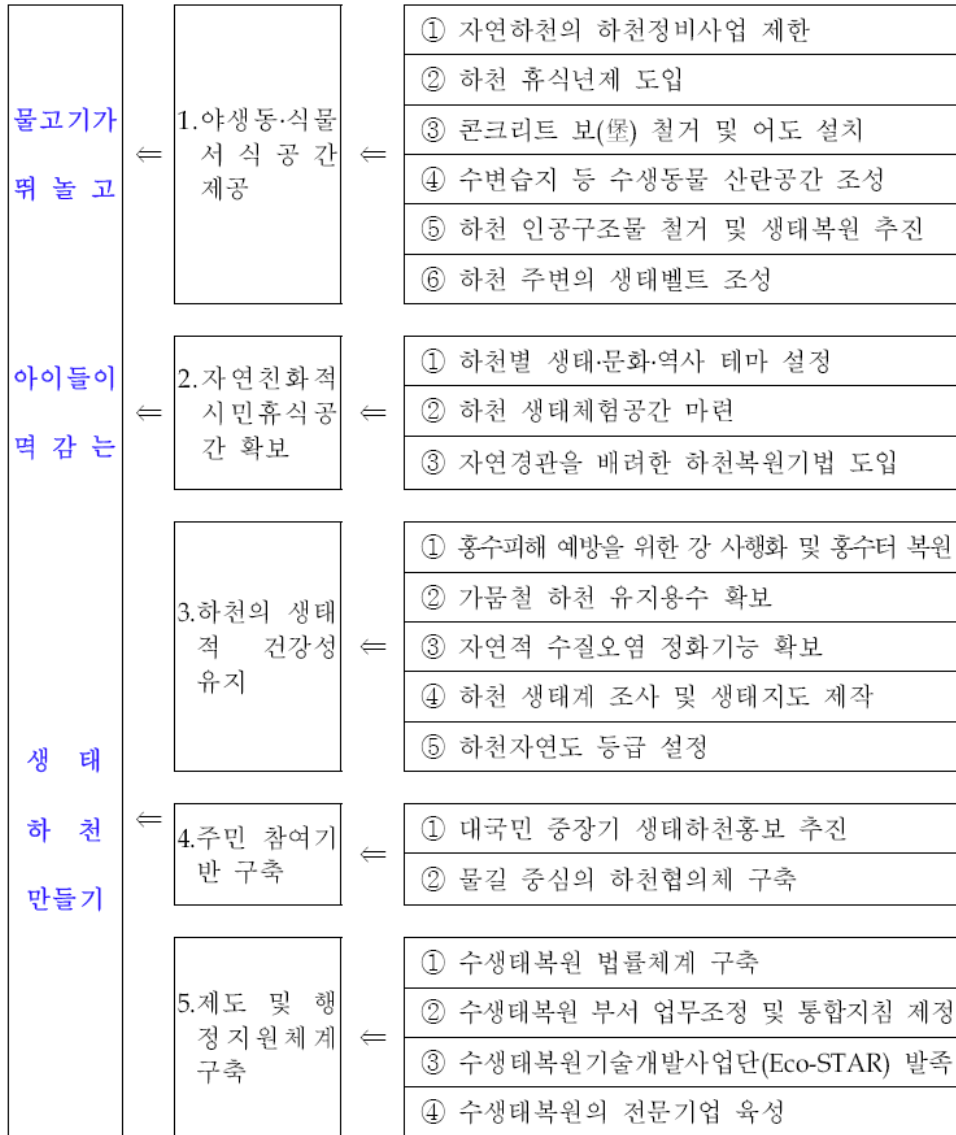


<그림 2-16> 바람직한 자연친화적 하천 정비 및 복원 흐름도

각종 하천정비 및 복원사업이 자연친화적으로 이루어 질 수 있도록 기본방향을 정함으로써 하천이 인위적인 훼손으로부터 최소화되도록 하천 고유의 자연성이 최대한 유지·복원을 목적으로 “자연친화적 하천관리통합지침(안)”을 마련하였다. 그 주요 내용은 앞의 그림에서 보는 바와 같이 목표 및 방향 설정, 지역주민 등과 협의·조정, 하천종합조사, 계획수립, 설계 및 시공, 유지관리 등으로 구성하고 있다.

정부의 생태하천 만들기 10년( '06~ '15)계획에 따르면 전국 3,824개 지방하천 26,841km 가운데 143개소 2,673km가 2015년까지 자연하천으로 복원시킬 계획이며 하천계획 비전 및 목표는 다음 <그림 2-17>과 같다.

<비전> <5대 정책목표> < 20대 이행과제 >



<그림 2-17> 생태 하천계획 비전 및 목표

## 2.4 일본의 하천정비사업 및 농업기반정비사업

### 2.4.1 하천정비사업 및 댐 주변정비사업

일본의 하천관리는 1990년 초기의 방재형 치수사업에서 하천환경정비사업 도입기를 거쳐 1990년대에 다자연형 하천 만들기를 경험하였다. 방재형 치수사업으로 인해 치수와 이수에는 어느 정도 해결되었으나 수 생태는 극심하게 파괴되었으므로 경관적인 자연형 하천정비 사업의 단계를 거쳐 수생태계 회복을 위한 자연재생사업을 추진하고 있다. 약 25년 이상의 자연형하천정비와 자연재생사업 경험이 쌓이면서 상당한 수생태계 복원효과를 거두고 있으며, 지역주민 주도로 하천의 치수, 이수, 수생태계 복원이 조화가 되는 단계에 접어들고 있다.<그림2-18>

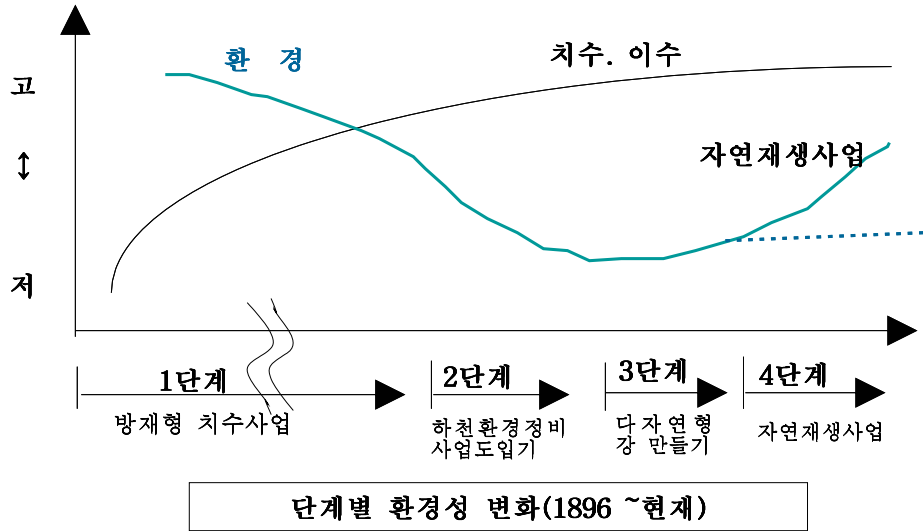
1990년대 자연재료 등을 이용한 하천의 정비, 하천경관의 회복, 친수환경 위주의 정비로 대표되는 다자연형 하천 만들기 사업이 시행되었다. 이와 함께 생물조사, 하천조사, 하천공간 이용실태조사로 나누어서 전국 109개 하천에 대해서 매년 1/5정도 씩 5년을 주기로 전체 하천에 대한 조사가 이루어질 수 있도록 시행하는 수변국세조사사업이 시행되고 있다. 최근에는 자연을 원상 회복시키기 위한 사업인 자연재생법에 의한 자연재생사업의 하나로 하천 전체 시스템의 복원, 하천의 생태계의 기능 회복, 하천의 복원력 회복을 위한 사업이 시행되고 있다.

1997년에 하천법을 개정하여 자연형 하천사업이 시행되었다. 수 생태 복원과 관련하여 국가계획이 있고 개별계획도 있으나 종합적이지 않다. 최근 논의가 완료된 사항이 건설 교통성 하천국 홈페이지에 올려져 있다. 계획에는 목표와 비전이 포함되어 있으나 주로 어류 외래종의 분포 파악과 억제 대책 등이며, 기술개발, 시간계획, 목표 등이 있다. 기술은 구체화되어 있지 않으며, 다양한 기술을 추천하는 방식이다. 어류하천복원사업은 1991년에 모델사업을 시작해서 2000년에 걸쳐 완료한 바 있다. 자연형 하천사업과 별도로 추진되는데 어류의 회귀 실태 조사에 장기간이 소요되기 때문이다.

#### 1) 하천의 환경정비

하천을 환경이라고 하는 관점으로부터 파악한 기초정보의 수집정보를 위해, 하천에 서식하는 생물조사, 하천 공간의 이용 실태의 조사 등을 실시하는 「하천수변의 국세조사」를 실시한다. 또한 하천 환경에 관한 전문지식을 가

지고 있는 지역 전문가들을 참가시켜 치밀한 하천 환경관리를 실시하기 위하여 「하천환경 모니터 제도」를 새로 도입하였다.



단계별 환경성 변화(1896 ~현재)

<그림 2-18> 일본의 단계별 하천관리 변화

하천의 고수부지 등을 정비해, 물과 초록의 공공 공간으로서 주민에게 휴식과 레크레이션의 장소를 제공하기 위해, 하천 공간 관리와 관련되는 하천환경관리 기본계획(1992년도 232개 수계)에 근거해 하천 자연환경의 적정이용을 위한 시책을 추진하는 것과 동시에, 사업비 57억 1,190만 엔(보정 예산 115억 7,500만 엔)으로 195개 하천에 대하여 환경을 배려한 하천의 정비를 실시해, 양호한 수변공간의 형성을 도모하는 하천 환경정비사업(하도정비사업)을 사업비 18억6,600만 엔(보정 예산 7억 8,700만 엔)으로 16개 하천에 대하여, 수문, 배 정박 등의 정비를 실시해 레크레이션 공간으로서의 하천 이용 추진을 도모하는 하천 환경 정비사업(하천 이용 추진 사업)을 실시하였다. 또한 운택한 수변공간의 보전 및 형성을 도모하기 위해, 주변의 경관이나 지역 정비와 일체가 된 하천개수(改修)등을 실시하는 「고향의 강 모델사업」 및 하천개수와 시가지 정비를 아울러 실시하는 「마이타운. 마이 러버 정비사업」, 제방의 강화와 합쳐 재방위에 나무심기를 실시하는 「벚꽃 길게 늘어보기 모델사업」, 하천의 자연 환경을 체험하는 장소를 창출하는 「시냇물소리 만남 모델사업」, 생물의 양호한 생육 환경에 배려하고 아울러 아름다운 자연 경관을 보전 혹은 창출하는 「다자연형 하천 만들기」 하천 횡단 시설과 그 주변의 개량,

어도의 설치 등에 의해 어류가 거슬러 올라갈 수 있는 소상 환경의 개선을 실시하는 「물고기가 오르기 쉬운 강 만들기 추진 모델 사업」을 실시하였다.

•담 주변의 환경 정비

담 저수지 주변의 환경을 정비해, 자연환경과의 조화를 도모하기 위해, 새롭게 오마치 댐 등 7개 댐을 추가해, 합계 32개 댐 사업비 15억 1,960만엔(보정 예산 11억 3,825만엔)으로, 정지, 법면보호, 녹화 대책 등의 기반 정비를 실시한다. 또한 물과 초록의 오픈 스페이스로서 댐 호수를 활용해, 친수성을 향상시키기 위한 댐 호수 활용 촉진 사업을 새롭게 히키하라 댐을 추가한 6개 댐 사업비 18억 2,398만엔(보정 예산 10억 8,079만엔)으로 실시한다.

생태계의 보전·창출의 관점에서는 물고기가 오르기 쉬운 강 만들기의 일환으로서 댐 저수지 및 댐 하류의 수질환경경계 개선을 목적으로 댐 수질환경경계 개선 사업을 창설해, 새롭게 마나강 댐 등 4개 댐 사업비 3억 4,800만엔(보정 예산 7,500만엔)으로 실시한다. 그리고 퇴사(堆砂)대책과 아울러 상시 일정 수위로 이용 가능한 호면을 창출해 댐 호수의 인수성을 향상시키는 레크리에이션 호면 정비 댐 사업을 댐 사업비 8억2,280만엔(보정 예산 1억 9,360만엔)으로 실시한다. 또한 지방공공단체 등이 사업주체가 되는 레크리에이션 사업과 일체가 되어 공동 댐 사업을 실시하는 레크리에이션 다목적 댐 사업을 댐 사업비 42억 8,784만엔(보정 예산 6억 9,860만엔)으로 실시한다.

### 2.4.2 일본 농업농촌정비사업

#### 1) 기본정책의 변화

일본은 1945년 2차 대전에서 패배한 후 ‘50년대 까지만 해도 식량난 해결을 위하여 긴급개혁(개간) 등 식량기지의 확대와 관개·배수를 주축으로 한 토지 개량과 함께 농지개혁, 농지법에 의한 농지이용질서의 확립, 농업기계화의 촉진 등이 농업정책의 기초를 이루었다. 이 바탕위에서 1961년에 「농업기본법」이 제정되면서 농업과 타 산업 간의 소득균형을 위해 농업생산성향상 및 농업의 선택적 확대, 농업구조개선 등에 대한 법적근거가 확립되었다.

•60년대부터 일본의 농업·농촌정책은 그 기초를 농업구조개선에 두고 전개되었는데 그 주요내용은 「농지유동화의 촉진」(농지규모화), 「종합자금제도의 확립」, 「협업적 생산조직 운용」, 「농민연금제도 창설」 등이었다.(1967년, 농업구조정책 기본방침설정)

• ‘60년대 말에는 쌀이 과잉 생산되기에 이르러 이에 대한 대응책으로 1969년

에 「신 전국종합개발계획」이 수립되었는데, 농림수산부문에서는 식량공급기지의 재편성을 비롯하여 대 가축 축산, 고생산성 농업전개를 위한 토지개발·정비, 농산촌의 생활환경정비 등의 정책이 등장하였다.(종합농정의 추진)

• ‘80년대의 일본농정은 ‘70년대의 농업구조개선의 연장선상에서 「신 농촌구조개선사업」이라는 이름으로 논 이용 재편대책사업과 농촌취락지역 정비, 종합휴양지역 정비 등에 중점을 두는 한편 「제3차 토지개발장기계획」(’83 ~ ’92년)으로 98만ha의 포장정비 사업이 창설 환지기법 도입과 함께 농촌 환경정비를 겸하여 추진되었다.

특히 ‘80년대 후반의 농정은 GATT·UR 농업교섭을 의식한 가운데 농업생산 재편과 경쟁력 강화차원에서 생산기반의 수준 높은 정비가 추진되었다.

• ‘90년대의 농업·농촌정책은 ’92년에 발표한 새로운 「식량·농업·농촌정책」(신농정)이란 이름으로 급변하는 국제화의 조류 속에서 농업과 농촌을 보호하고 안정적인 식량수급을 꾀함을 기본방향으로 하여 다양한 대응책이 강구되었다. 1994년부터는 ‘93년 말의 UR 농업합의 대책의 일환(UR 농업합의 관련 대책대강)으로 고성능 「농업기반정비 긴급추진사업」과 「중 산간지역 활성화 긴급추진사업」등이 별도의 UR대책 예산에 의해 추진되었다.

이상에서 본바와 같이 일본의 농업·농촌정책과 이에 따른 각종 관련 사업들은 1961년의 농업기본법을 근거로 40년 동안 많은 변화를 거듭하면서 오늘의 농촌기반을 구축하여 왔고, 일본이 경제대국으로 성장하는데 기여하여 왔다.

그러나 21세기의 농업과 농촌에 대한 새로운 비전이 절실해지면서 ‘97년부터 농업기본법에 대한 재조명이 시작되었다. 즉 21세기 국제개방화시대에 걸맞은 농업·농촌정책의 기본방향을 설정하는 일이었다.

•이 신 농업기본법은 일본농정의 21세기 기본방향을 제시한 것으로 농업·농촌정비 분야에서도 새로운 추진방향이 설정되었는데 이를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 고생산성 농업전개를 위한 우량농지의 확보 정비를 위한 ‘광역농업농촌정비추진계획’에 계획적 중점적인 투자.

둘째, 중산간지역의 종합정비를 위해 생산기반과 생활환경의 일체적 정비.

셋째, 농촌정비 및 자연환경의 보전 정비를 위해 자연자원 순환시스템 구축에 의한 깨끗한 농촌공간의 창출.

넷째, 국토의 방재 보전을 위한 종합적인 방재사업추진.

다섯째, 토지개발시설의 적정한 관리와 관리체제 강화를 위한 공적관여의 충실과 토지개발구의 운영기반 강화 등이다.



(표2-21) 신·구 농업기본법 체계의 특징

구 분	구 농업기본법	식량·농업·농촌기본법	특 징
목적	○농업의 발전, 농업종사자의 지위향상 -농업과 타산업간의 생산성 격차 시정 -생활수준의 균형	○국민적 관점에서 농업분야를 비롯, 식량·농촌분야 까지 대상을 확충 -식량정책, 농촌정책 방향을 명시	○여론조사 결과(1996) -장래 일본의 식량사정에 불안(71%) -비용을 절감하면서 국내에서 생산하는 것이 바람직 함(83%)
식량 정책	○관련규정 없음	○식량의 안정적인 공급과 일본농업의 식량공급력강화 ○종합적인 식량안정보장 정책의 확립	○식량자급률 목표달성 ○자급률(칼로리기준)추이 -1960(79%), '98(40%)
농업 정책	(구조정책) ○규모확대 등을 통한 자립 경영 육성에 의한 농업경영의 근대화	○농업종사자의 수가 감소하는 가운데, 영농의욕이 높은 다양한 경영주체의 확보와 육성	○토지이용형 농업의 경영형태로서 주식회사 포함 -위험을 분산할수 있는 조치에 대하여 검토 ○농업종사자의 추이 -1960(1,196만명), '96(321만명) ○신규취농자 추이 -1990(6.8천명), '96(14천명)
	(가격유통정책) ○가격정책을 통한 농산물 가격의 안정화	○시장원리의 활용, 의욕이 있는 경영주체의 경영안정을 위한 소득확보대책	○1998년부터 「도작경영안정대책」 실시
	(생산정책) ○수급사정에 대응한 농업생산의 선택적 확대	○국민기대에 대응한 다종 다양한 식량생산 ○환경에 유의한 지속적 생산을 위한 농법추진	○1971년 생산조정 실시, 쌀을 대신하는 전작작물의 식부를 장려(맥류, 대두, 사료작물 등)
농촌 정책	○농촌정책 관련규정은 교통·위생·문화 등 환경정비에 관한 사항	○농업·농촌이 가진 다면적 기능을 중시 ○아름답고 살기 좋은 농촌공간을 창조하기 위한 종합적인 농촌정비 ○중 산간지역에 대한 공정 지원	○중 산간지역 국토·환경보전을 위한 직불제 실시  ○중 산간지역, 국토의 7할 농업생산의 4할
추진 방법	○관련규정없음	○정책의 프로그램화와 정기적인 수정	○3-5년간 추진시책을 프로그램화, 5년마다 수정

자료 : 세계 주요국의 농촌정비사업 관련 법 및 제도의 비교연구, 2003. 12

• '99년도에 발표된 신 농업기본법에 의하여 수립된 기본정책은 다음과 같이 요약된다.

식량·농업·농촌기본계획에서는 ① 식량·농업 및 농촌시책에 대한 기본방침으로 식량의 안정적 공급과 농촌진흥, ② 식량자급률의 목표, ③ 종합적이고 계획적으로 강구해야 될 농업의 지속적인 발전대책과 농업생산기반의 정

비, 중 산간지역의 진흥과 농산물 유통조직 강화 등, ④ 시책의 평가와 재조명, 국민의 의견반영 및 국제규율과의 조화 등을 주요골자로 하고 있다.

## 2) 농업·농촌정책의 변화과정

일본농정의 기본골격은 2차 대전 후 농지개혁에 의해 형성된 자작농 체제이다. 이 체제는 그 동안 농지제도를 비롯하여 식량관리제도, 보조금·금융제도, 농산물 무역관리·통제 등에 떠받쳐 식량자급을 달성하기 위한 농업생산력 증진에 크게 기여해 왔다

60년대의 고도 성장기에 들어서자 영세한 자작농 체제에서의 탈피를 기하려는 구조정책의 이념이 도입(1961년의 농업기본법)되었으나, 현실적으로 쌀값정책을 중심으로 하는 소농보호정책이 여전히 주축을 이루었다. 또 주요작물 이외의 선택적 작물의 생산 확대도 권장되었으나 쌀농사 중심의 농정이 유지되었다. 그러나 60년대 중반부터 쌀의 과잉생산과 농산물의 수입자유화에 의해 “종합농정”이 제기되었다.

70년대 중반 이래 쌀 과잉이 심각해지자 논 이용 재편대책(減反對策)을 강화하고 쌀값을 억제하는 동시에 규모화대책을 적극적으로 추진하였다. 또 ‘69년의 자주유통미제도의 창설, ‘70년의 정부의 수매한도량 설정, ‘72년부터의 소비자 쌀값의 물가통제령 적용, 제외 등의 개혁도 추진되었다.

80년대에 들어서자 농산물 시장개방 압력이 가중되는 속에서 ‘88년에는 「21세기를 향한 농정의 방향」이 제시되었고, 논 농업의 확립, 가격정책의 재조명, 자주유통미 시장의 창설 등이 제기되었다.

한편 UR에서는 쌀의 관세화는 유예되었으나 국내농업의 재구축이나 자유화에 대한 대응 등 많은 과제를 남겼다. ‘94년에는 식량관리법이 폐지되고 신식량법이 제정(95년 11월 시행)되었다. 또 ‘95년에는 농정심의회가 「새로운 농정의 전개방향」이란 보고서를 내고 그 속에서 ① 정부의 통제를 약화시킨 새로운 쌀 관리시스템의 구축 ② 농산물 가격의 시장원리도입 ③ 농정개선을 위한 정책전개 등을 제시하였다. 뿐만 아니라 ‘97년 11월에는 농림수산성이 「새로운 쌀 정책대강」을 결정하였는데, 여기서는 공급과잉 해소를 위하여 생산조정을 최우선 과제로 하였다.

• ‘99년에는 “신농업기본법”이 성립되었는데, 그 기본정책으로는 ① 식량자급률의 향상목표를 담은 식량·농업·농촌 기본계획의 책정, ② 농업경영의 법인화 추진(후계자 육성), ③ 시장원리의 적극 활용, ④ 소비자 중시, ⑤ 중산간지역 농가에 대한 직접지불제도 등이 담겨 있다. 신 농업기본법은

구법보다 시장개방과 증산간지에 대한 대책이 보다 강구되었다.(표2-22)

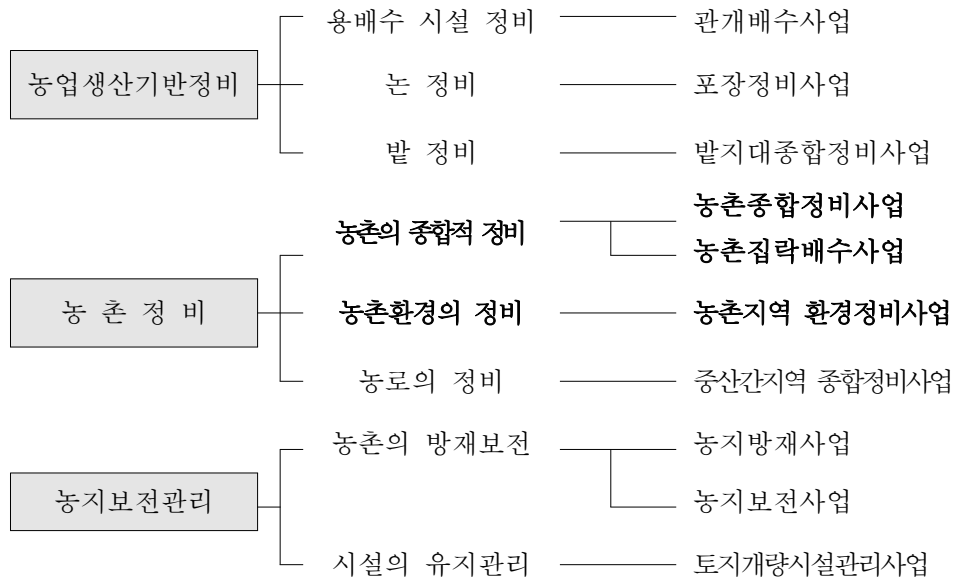
(표2-22) 연대별 농정의 변화와 특징

구 분	'45-'50년대 농지개혁농정	1960년대 기본법농정	1970년대 종합농정	1980년대 개방농정	1990년대 신농정
농업정책	○토지개혁법 ○간급개척사업법 ○관개배수보조사업	○농공간소유격차사정 -농업기계화 -생산성향상 -성장작목확대	○쌀 수급균형 -쌀 생산조정 -가격정책의 강화 -생산기반정비	○농촌지역의 활성화 -지역농업구조 조정 -과소지역 대책 -농지유동화 지원	○농업·농촌구조의 혁신적 전환  -수도작 경영 강화 -경량채반안육성 -환경보전농업지향
농촌정책	*식량증산 대책	*생활환경 개선	*농촌공업 도입	*도농간 교류	*중산간지역 지원

자료 : 세계 주요국의 농촌정비사업 관련법 및 제도의 비교연구, 2003. 12

3) 농업농촌정비사업 시행체계

일본의 농업농촌정비 사업은 크게 농업생산정비, 농촌정비, 농지보전관리로 구분할 수 있으며 그 내용은 <그림2-19> 과 같다. 주로 농촌지역 물 환경사업과 관련된 정비사업은 농촌정비사업, 농촌집락배수사업, 농촌지역 환경정비 사업이다.

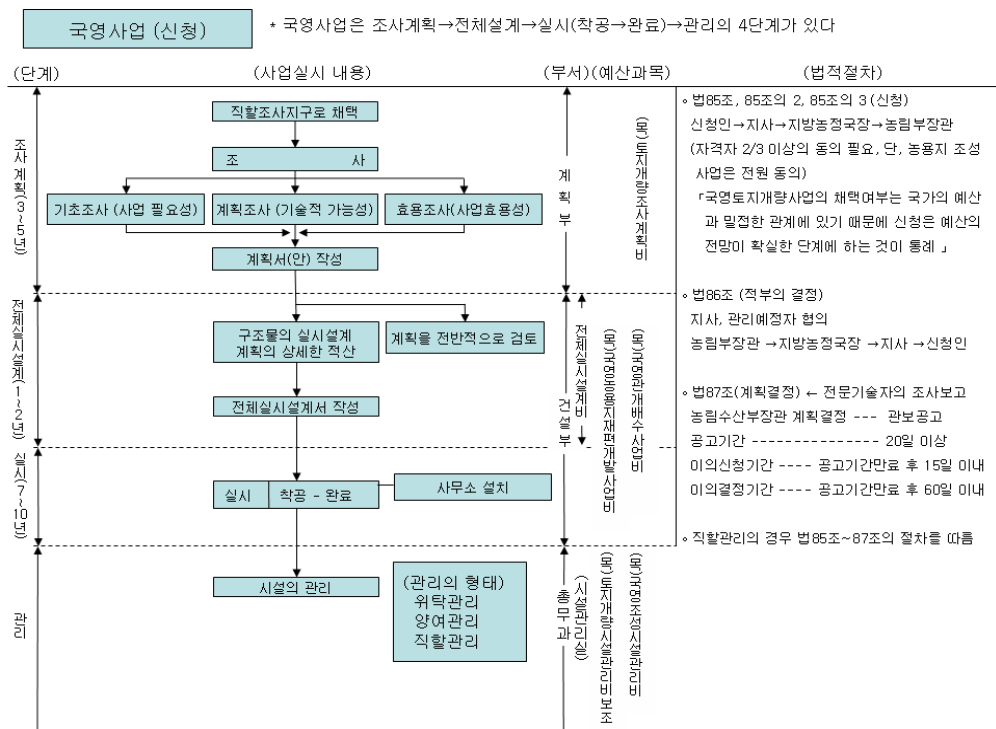


<그림2-19> 일본 농업농촌정비사업의 추진내용

일본 농업기반정비사업의 시행체계는 사업시행 주체에 따라 다음 <그림2-20> ~ <그림2-23>과 같이 국영사업(신청, 비신청사업), 시도사업, 단체사업이 있다.

(1) 국영(신청)사업

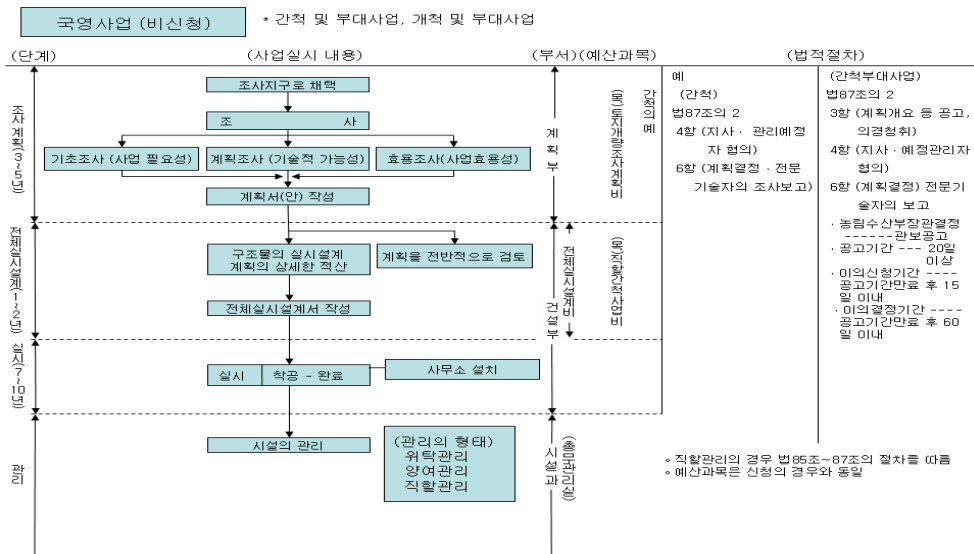
국영사업은 조사계획→전체실시설계→실시→관리단계로 구성되어 우리나라 시행체계와 유사하다. 특징적인 것은 담당부서는 조사계획은 계획부서에서 조사계획비용으로 시행되며, 실시설계 및 시행은 건설부서에서 개발사업비가 집행되며, 관리는 시설관리 담당부서에서 조성시설유지관리비에 의해 사업이 시행되고 있다. 특히 국영토지개량사업에서 조성한 토지개량시설의 관리에는 위탁관리, 양여관리, 직할관리의 3가지 형태가 있다. 그러나 그 시설에 의해서 이익을 받는 자가 관리하는 것을 기본원칙으로 하고 있기 때문에 주로 위탁관리, 양여관리를 중심으로 운영하며 직할관리는 일정 조건을 만족하는 대규모 시설의 경우에 한 한다.



<그림 2-20> 일본농업농촌기반정비사업 국영사업(신청)의 시행체계도

(2) 국영(비신청)사업

비신청사업은 직권사업으로 간척사업이 이에 해당하며 전술한 국영신청사업과 유사한 시행절차에 의해 시행되고 있다. 상세히 살펴보면 조사는 사업의 필요성을 판단하는 기초조사, 기술적 가능성을 평가하는 계획조사, 사업의 효용성을 평가·분석하는 효용조사로 나누어 3~5년에 걸쳐 조사가 시행되고 있다. 실시설계 이전에 계획을 전반적으로 검토하는 과정이 있는 것이 특징이며 실시설계는 1~2년의 기간이 필요하다. 공사시행기간은 사업의 규모나 특성에 따라 다르지만 7~10년이 소요되고 있다.

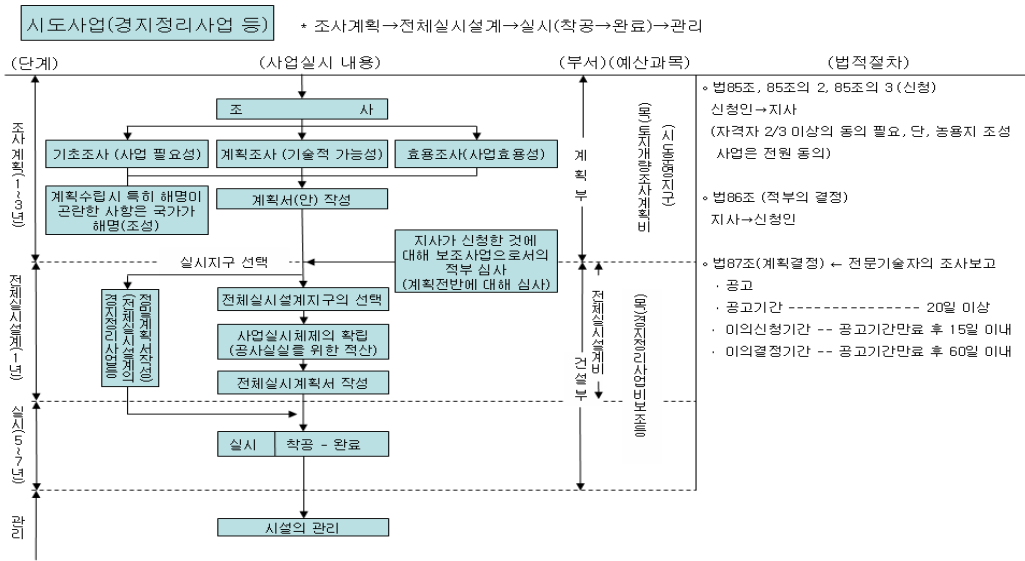


<그림 2-21> 일본농업농촌정비사업 국영사업(비신청)의 시행체계도

(3) 시도사업(경지정리사업 등)

시도사업은 조사계획에서 관리단계 까지 4단계로서 국영사업과 유사한 절차에 의하나 실시설계단계에서 실시지구 선정, 보조사업 적부심사과정이 있는 것이 특징이다.

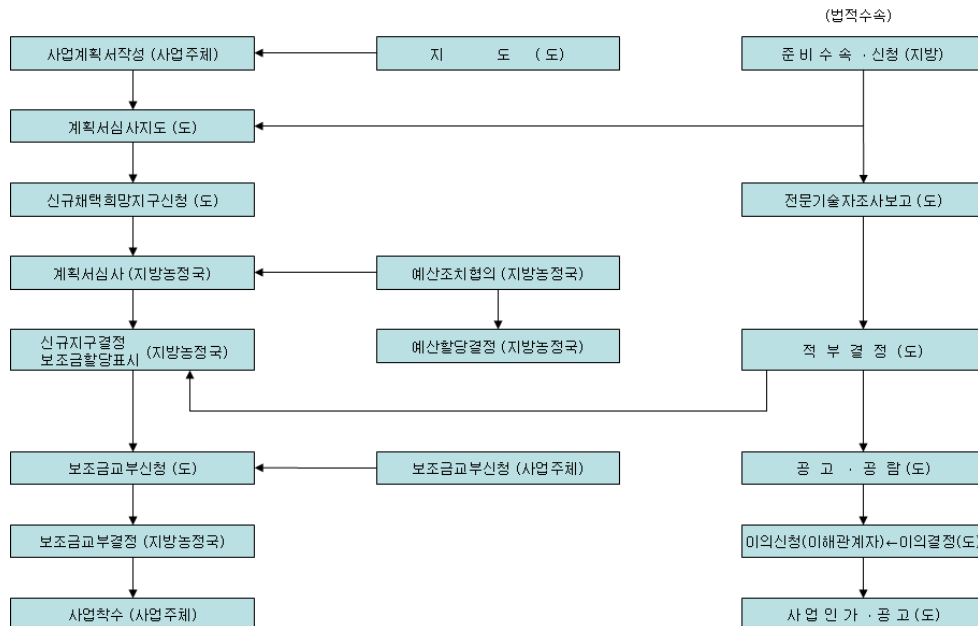
농업용수 수질개선대책 추진체계 정립 및 대안평가기법 연구(최종)



<그림2-22> 일본농업농촌정비사업 시도사업(경지정리등)의 시행체계도

(4) 단체사업

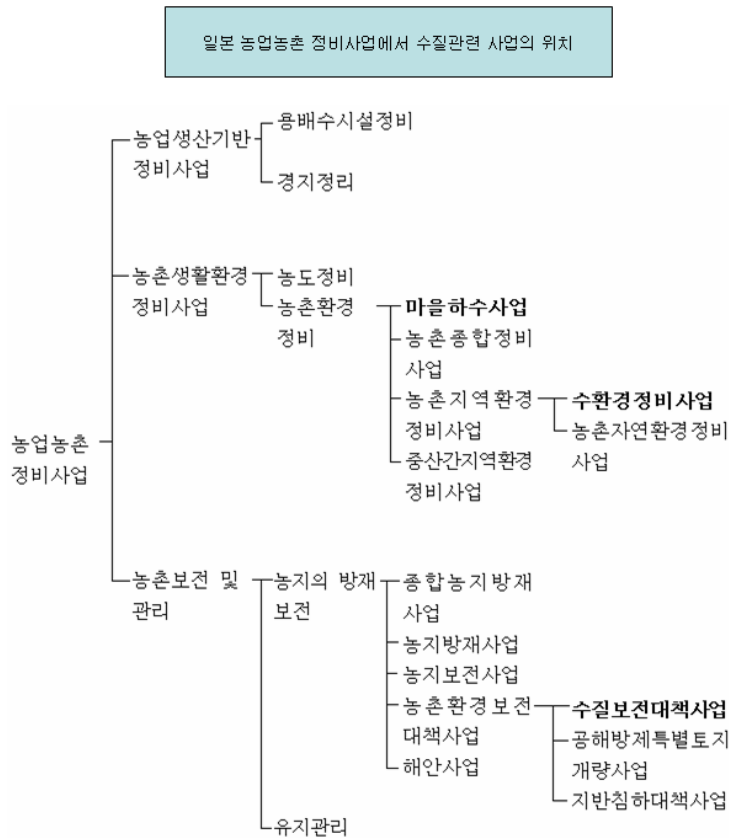
단체사업 (토지개량구, 토지개량구연합, 시읍면, 농업협동조합, 농업협동조합연합회, 농지보유합리화법인, 토지개발법에서 규정하는 자격을 갖춘자)



<그림2-23> 일본농업농촌정비사업 단체사업의 시행체계도

(5) 수질관련사업

일본의 농업농촌정비사업 중에 수질개선 관련 사업은 농촌환경정비사업 중 마을하수도사업, 수환경정비사업, 농촌자연환경정비사업, 농촌환경보존대책사업으로 수질보존대책사업이 이에 해당한다. 이들 사업은 농촌지역의 수질개선을 목적으로 하는 사업이므로 우리나라 농업용수 수질개선 사업과 성격이 유사한 사업으로 볼 수 있을 것이다. 일본 농업농촌 정비 사업에서 수질관련 사업을 보면 <그림2-24> 과 같다.



<그림2-24> 일본 농업농촌정비사업에서 수질관련 사업

① 농촌지역 수질보전대책사업

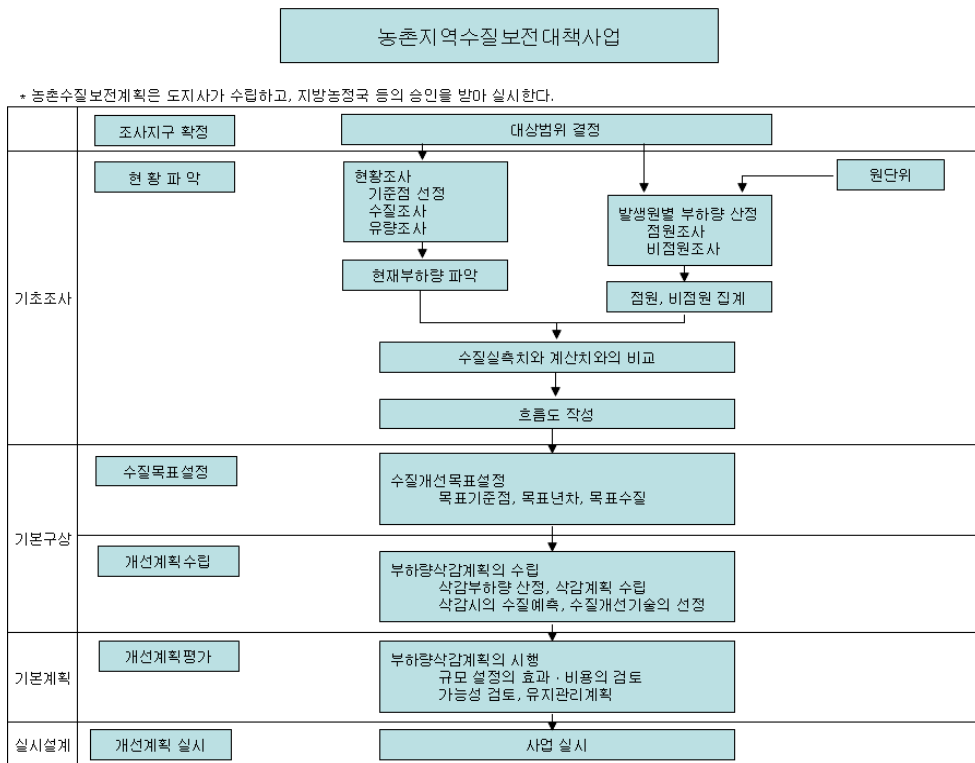
농촌지역 수질보전대책사업 시행절차는 현황파악을 위한 기초조사→수질목표

설정 및 개선계획이 포함된 기본구상→ 기본계획→실시설계를 거쳐 시행된다. 시행절차 내용을 요약하면 다음 <그림2-25>과 같다.

대상범위 결정을 위한 조사지구를 확정하고, 현황파악을 위한 기초조사로서 기준점 설정, 수질조사, 유량조사 등 현황조사, 원단위에 의한 발생원별 부하량을 산정하여 수질측정치와 부하량 계산치를 비교하여 흐름도를 작성한다.

기본구상 단계에서는 목표기준점, 목표 년차, 목표수질을 결정하는 수질개선 목표를 설정하고, 이에 따른 부하량 삭감계획을 수립하여 수질개선기술을 선정하는 수질개선계획을 수립하는 단계이다.

기본계획 단계에서는 개선계획을 평가하는 단계로 규모설정의 편익/비용의 검토, 유지관리계획이 포함된다. 실시설계에는 개선계획을 시행하는 단계이다.

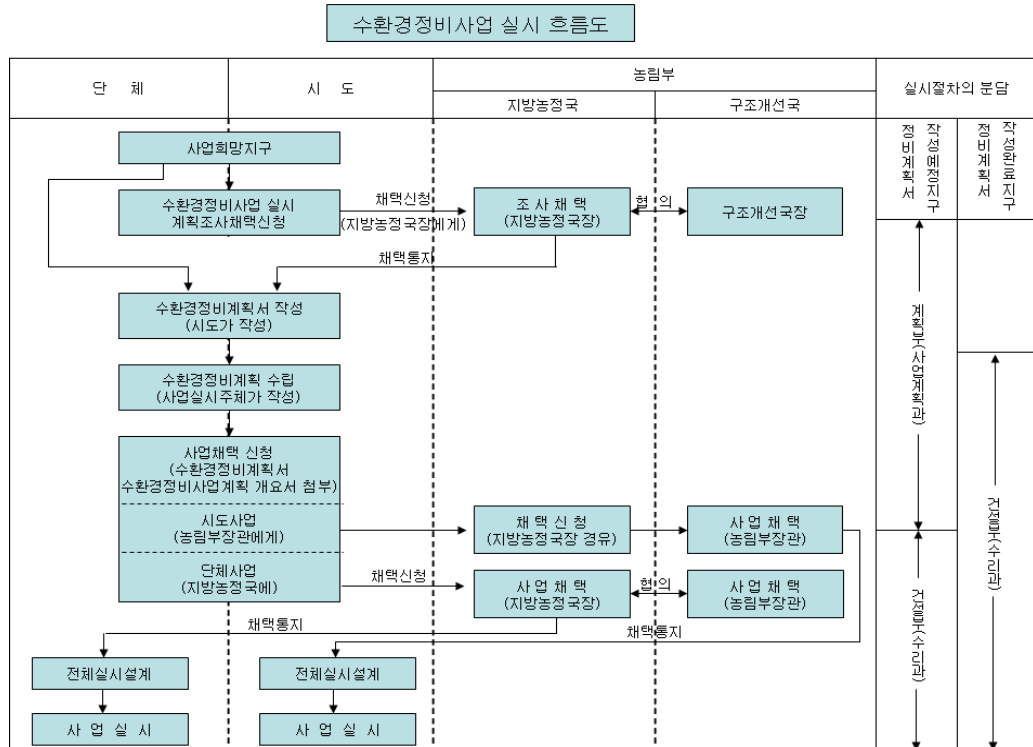


<그림2-25> 일본 농촌지역 수질보전 대책사업 사업단계별 내용



② 수환경정비사업

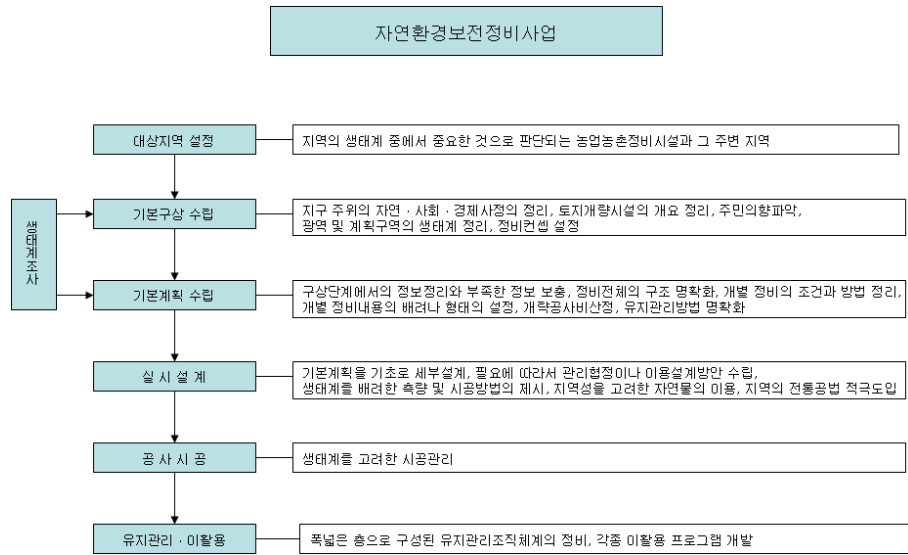
수환경정비사업의 시행주체는 단체 및 시도이며 지방농정국 및 농림부 구조개선국의 협의를 거쳐 사업계획을 승인하고 있다. 세부적인 시행실시 흐름은 <그림2-26>과 같다.



<그림 2-26> 일본 수환경정비사업 실시 흐름도

③ 자연환경보존사업

농촌지역 자연환경보전정비사업 시행절차는 <그림2-27>과 같다.



<그림 2-27> 자연환경보전정비 사업 시행절차

④ 일본의 농촌환경 정비

㉑ 정비방향 및 정비수준

농촌의 생활환경정비수준이 도시에 비교해서 낮았다고 하는 것 등을 고려하고 중도시정도의 정비수준으로 끌어올리는 것을 목표로 해서 정비를 한다. 목표정비수준은 농업 집락 배수시설에 관해서는 계획기간 중에 약 3만 집락에 대해 정비한다.

㉒ 농업용 용·배수 시설정비 사업

농업용 수리시설의 정비는 농지정비의 전제조건이 되는 것이며 농지정비의 추진에 맞추어 이것에 맞는 사업량을 계획한다. 또한 시설관리에 관해서는 토지개량구등의 관리체제 강화 및 시설의 유지보전의 강화를 하고, 특히 공공성 높은 것에 관해서는 국가·현에 의한 공적관리를 충실히 한다.

㉓ 방재사업

농지방재사업을 비롯한 방재사업은 농용지 및 농업용 시설의 자연재해 발생을 미연에 방지하는 것, 농업용수의 오탁을 방지하는 것 등에 의해 농업생산의 유지·농업경영의 안정화 및 국토 보전을 하는 것을 목적으로 하고 장기적인 계획을 수립하여 피해의 정도를 보아 긴급히 정비할 필요가 있는 것에 관하여 정비한다. 또한 특히 농업용 저수지에 관해서는 지속해서 계획적인 보수정비를 해가고 지역의 중요한 자원이기 때문에 친수성, 경관 등에 배려하고 지역과 일체

적으로 정비할 필요가 있다.

이 같은 사업은 증대하는 경향이 있지만 해당지역의 특수성이나 지역주민의 의향, 더욱이 유지관리까지를 고려한 계획 설계나 공사의 시공이 중요하다. 그러나 최근 각 사업현장에 있어서도 수익농가나 지원자, 관계기관 등과의 각종 조정 등에 관한 업무의 비율이 매년 증가하는 한편 경관을 배려한 사업의 실시나 보수개수, 건설적지의 감소 등 기존 매뉴얼류의 적용만으로는 해결할 수 없는 특수공사가 상대적으로 증가하고 있는 실정이다.

•사업비 단가의 억제

사업의 효율적인 추진과 농가부담의 경감을 위해 다음에 드는 사항을 중점으로 해서 더 한층 사업비 단가 억제와 사업공기의 단축을 도모하고 있다.

-경제적인 사업계획의 수립에 관하여

사업계획의 작성에 있어서는 지역의 실정에 응해서 계획기준 등을 탄력적으로 운용하는 것과 함께 기존시설의 유효이용이나 상수도 등과의 공동사업화를 도모하는 등 경제적인 사업내용으로 되도록 노력한다.

-경제적인 사업실시에 관하여

사업의 실시에 있어서는 입지조건 등의 실정에 밝은 기술자의 창의력을 덧붙이는 것과 함께 보다 경제적인 공사의 설계시공 등에 노력한다.

-정비수준과 지역부담액의 토지개량구 등에의 주지 철저에 관하여

정비의 정도에 응한 정비 및 지역부담액을 다시 명시하고 토지개량 등이 적절한 정비수준을 선택하는 방식을 철저하게 시행한다.

-사업의 효율적인 추진과 공기의 단축에 관하여

효율적으로 생산성이 높은 농업과 활력 있는 농촌의 실현에 이바지하기 위해 사업을 보다 효과적이며 계획적으로 추진하고 사업전체에 있어서 공기를 현상보다도 대략 2할 정도 단축하는 것을 목표로 해서 대책을 세운다.

-시설관리에의 배려에 관하여

사업의 계획 및 실시의 각 단계에 있어서 조성하는 시설의 예정된 유지관리 체제 및 관리수법을 산정하고 시설의 유지관리를 적절히 경제적으로 할 수 있게 배려한다.

-환경에 배려한 사업에 대한 공적 관여에 관하여

환경에 배려한 사업의 실시나 시설의 관리에 관해서는 농가부담의 경감이라는 관점에서 비용부담이나 유지관리에 대한 공적 관여에 관하여 관계 시정촌과 충분한 조정을 한다.

•환경에 배려한 공법 도입

현재의 사업의 실시에 관해서는 친수, 경관 또는 자연생태계를 포함한 환경에 배려한 설계시공이 중요하게 되었다.

구체적으로는 농도나 집락도로 연선에 있어서의 식재, 여분 공간 정비, 용배수로의 적석호안, 간벌재나 스텝 등을 배려한 친수호안의 채용, 댐이나 저수지 주변의 녹화나 다목적 생태계의 보전에 배려한 농지나 초지의 조성수법의 공리, 수생식물이나 자갈 등을 사용한 수질정화시설의 설치, 더욱이 지역에 남겨진 역사적 유물이나 전통적 시설을 포함한 계획 설계 수법 등이 검토되어 있다.

이 같은 취급은 이후에도 각종의 요청아래 증대하는 경향이 있지만 해당지역의 특수성이나 지역주민의 의향, 더욱이 유지관리까지를 고려한 계획 설계나 공사의 시공이 중요하다.

토지개량시설의 관리라는 것은 댐, 두수공, 양수기장, 농업용용수로 등을 항상 양호한 상태로 유지·보전하고 그 목적에 응해서 가장 효율적으로 활용해 가는 것이다.

토지개량시설의 관리는 건설사업과 비교해서 경시되는 경향이 있지만 예를 들면 훌륭한 시설을 만들어도 그 관리가 충분하지 않으면 건설시에 기대했던 효과를 얻을 수 없는 것뿐만 아니라 건설의 노화가 진행되어 예정하였던 내용연수를 채우는 것도 불가능하다. 또한 단기적인 시점에서 보면 관리비를 감축하는 것은 중·장기적으로는 다액의 정비보수비를 필요로 하고 시설의 경신시기를 빠르게 하는 등 결국에는 관리비나 토지개량사업비의 증액을 초래한다. 따라서 토지개량시설의 관리는 계획적으로 적기·정확하게 행하는 것이 중요하다.

한편 토지개량시설은 농업생산에 있어서 가장 중요한 시설일 뿐 만 아니라 생활용수로서의 이용, 환경의 정화나 지역배수로서의 역할, 더욱이 국토보전 기능 등도 병행해서 갖고 있으며 넓은 농촌지역사회에 있어서 없으면 안 되는 공공시설이다. 이 같은 의미에 있어서도 토지개량시설의 관리는 대단히 중요하다고 말할 수 있다.

국영토지개량사업에서 조성한 토지개량시설의 관리에는 위탁관리, 양여관리, 직할관리의 3가지 형태가 있다. 그러나 그 시설에 의해서 이익을 받는 자가 관리하는 것을 기본원칙으로 하고 있기 때문에 주로 위탁관리, 양여관리를 중심으로 운영하며 직할관리는 일정 조건을 만족하는 대규모 시설의 경우에 한한다.

한편 국영조성시설은 국유재산으로서 그 관리 및 처분에 관해서 국유재산법의 적용을 받지만 그 특수성을 고려해서 토지개량법에 각종의 예외규정이 설치되어 있으며 그 위탁관리, 양여관리도 이에 해당한다.

국가는 농업생산의 선택적 확대, 농업의 생산성 향상 및 농업총생산의 확대를 도모하기 위해 장기예상을 집약해서, 농업생산의 기반 정비 및 개발 등 필요한 시책을 강구하게 되었다.

그리고 이 같은 농업시책의 전개의 일익을 담당해야하는 토지개량사업에 관해서도 제도개정이 되었다. 즉 토지개량사업은 비교적 규모가 큰 투자를 요하는 사업이며 또한, 그 효과가 장기에 걸쳐서 지속하기 때문에

-장래의 농업전체의 발전 방향의 전망 하에서 어떠한 종류 및 내용의 토지개량 사업을 진행시킬까라고 하는 기본방침도 확립하고 이것에 따라 사업이 진행될 수 있게 할 것.

-이 투자를 유효히 진행시키기 위해서는 그 때의 예산 형편에 의하는 것이 아니고 장기 목표계획에 따라서 계획적으로 사업을 실시할 것 등이 필요하다. 이 때문에, 1964년에 토지개량법이 개정이 되어서 토지개량계획을 법정계획으로서 책정하는 것이 제도화되었다.

또한, 이 장기계획에 있어서는 전술의 장기 예상이 대략 10년 후를 예상해서 작성하기 때문에 10년간을 하나의 계획기간으로 책정하며(토지개량법 시행령 제 1조의 3) 계획기간에 있어서 토지개량사업의 실시목표를 명백히 함과 동시에 그 실시목표를 달성하기 위해 필요한 사업량을 정한다.

지금까지 농업·농촌이 하는 역할이나 이후의 농업·농촌을 둘러싼 제 정세를 바라보면서, 21세기의 일본 농업·농촌의 기반을 쌓기 위해

- ① 고생산성·고부가가치 농업확립을 위해 농용지의 종합적 정비의 추진
- ② 토지이용이 정리되어 풍부한 물과 녹음에 둘러 쌓인 전원공간의 정비추진
- ③ 중산간 지역 등에 있어서 농촌지역의 활성화를 도모하기 위한 정주조건 정비추진
- ④ 재해의 미연방지와 피해 해소 등에 의한 국토자원의 유지관리를 위한 사업 추진이라고 하는 기본적인 개념에서 「풍부한 농업 농촌을 실현하기 위한 농용지의 종합정비」, 「고생산성 농업을 실현하기 위한 기간 농업용 용·배수시설정비」, 「안전한 국토를 유지·형성하기 위한 정비」를 큰 축으로 해서 사업전개를 도모하고 있다.

농지방재사업을 비롯한 방재사업은 농용지 및 농업용 시설의 자연재해 발생을 미연에 방지하는 것, 농업용수의 오탁을 방지하는 것 등에 의해 농업생산

의 유지·농업경영의 안정화 및 국토 보전을 하는 것을 목적으로 하고 장기적인 필요 정비량 중 피해의 정도를 보아 긴급히 정비할 필요가 있는 것에 관하여 정비한다.

또한 특히 농업용 저수지에 관해서는 지속해서 계획적인 보수정비를 해가고 지역의 중요한 자원이기 때문에 친수성, 경관 등에 배려하고 지역과 일체적으로 정비할 필요가 있다.

## 2.5 국내외 사례에서 본 시사점

지금까지 국내외 사례에 나타난 사업추진체계의 시사점 및 농업용수 수질개선사업에 적용성을 보면 다음 (표 2-23)과 같다

(표 2-23) 국내외 사례의 시사점 및 적용성

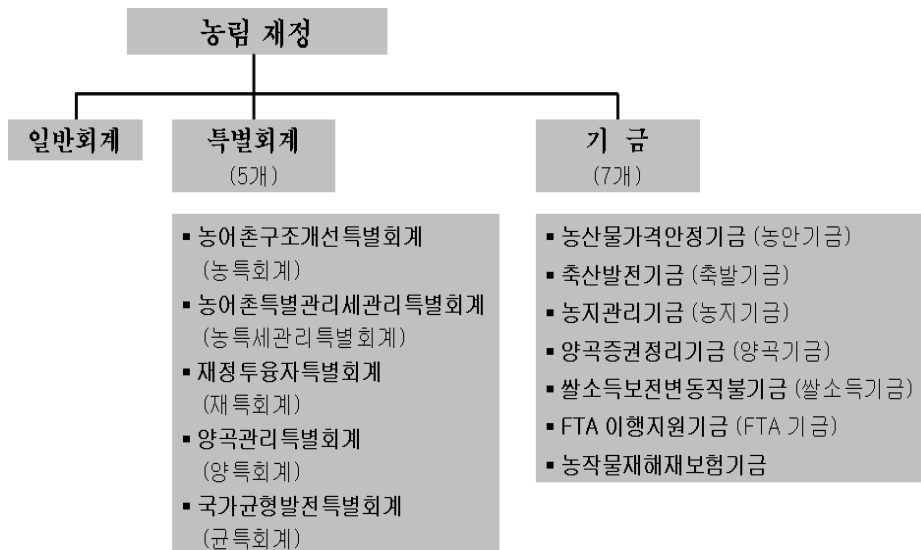
구분	사례	시사점 및 적용성
국내 사례	·서남해안간척사업 -환경영향평가 실시	·기본계획단계에 반영
	·농촌마을종합정비사업 -예비타당성조사 대상 권역 선정 예비심사 및 예비타당성조사	·기본조사 지구선정 과정에 심의회를 구성하여 지구선정 심의
	·하천정비사업(국토해양부) -주민설명회 및 자문회의(기본계획 및 세부설계)	·기본계획에 경제성 분석 등의 절차를 수행하여 사업시행 타당성 확보하고, 주민의견 수렴과정을 거쳐 사업추진에 따른 민원의 사전해소
	·자연형 하천정화사업(환경부) -중장기계획 수립시행 -시행상태 점검	·중장기계획수립 시행(시행주체 설정 : 장기-국가, 중기-지방자치단체 및 한국농촌공사)
일본 사례	·농업기반정비사업 -담당부서 : 계획부 및 실시부 2원화 -예산과목 : 토지개량 조사계획비 및 국영관개배수사업비 2원화 -시설관리 : 위탁관리, 양여관리, 직할관리	·현재는 사업시행 체계 정립단계로서 현행 체계로 시행하고 향후 확대 시행단계에서는 예산지원체계 및 사업시행담당부서를 2원화 하는 방안이 발전적 방향으로 고려 대상이 될 수 있음
	·농촌지역 수질보전대책사업 -시행단계: 기초조사, 기본구상, 기본계획, 실시설계	·이상적인 사업시행체계임

## 2.6 농업생산기반 정비사업 사업비 지원체계

### 2.6.1 농림예산의 구조

과거 농림예산의 범위는 중앙정부의 일반회계와 특별회계, 그리고 지방정부 자체 농림예산만을 포함하였으나, 최근 통합재정의 개념이 정착되면서 관련 기금까지도 포함하는 농림재정의 범위를 적용시키고 있으며 정부의 재정활동은 주로 일반회계 및 특별회계로 구성된 예산에 의해 이루어지지만, 특정 분야의 사업에 대하여 지속적이고 안정적인 자금지원이 필요하거나 탄력적인 사업추진이 필요한 경우에는 기금을 설치하여 운용하고 있다.

농림부문 재정은 1개 일반회계와 5개의 특별회계가 있고, 이 외에 7개 기금이 설치·운용되며 조세나 관세 등 세입예산을 일반적 목적으로 사용하는 일반회계에서는 특정분야 또는 특정사업과 관련하여 운영되는 특별회계와 기금의 자금부족을 보충해주고 있다.<그림 2-28>



<그림 2-28> 농림재정 구조

농림관련 사업에 대한 보조형태 결정의 일반적인 기준을 고찰해 보면 다음과 같다.

보조금은 국가이외의 자가 행하는 특정한 사무 또는 사업에 대하여 이를 조성하거나 재정상 지원하기 위하여 국가가 교부하는 부담부증여금(負擔附贈與

金)으로 재정지원을 통해 특정한 공공사업이 원활하게 추진되도록 하는데 목적이 있다.

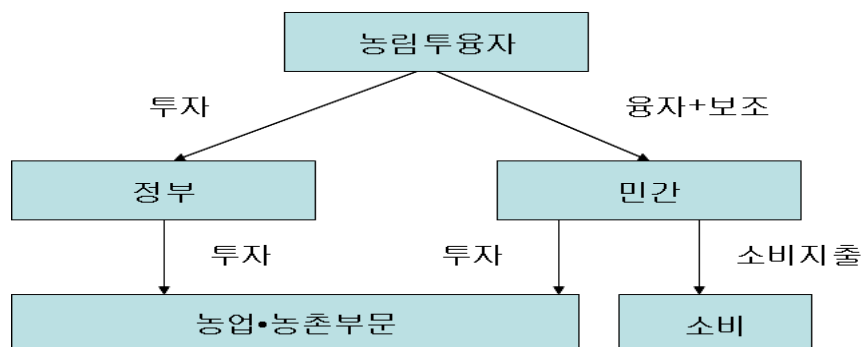
용자지원은 사기업으로서는 채산이 맞지 않거나 투자의 타당성이 인정되지 않지만 국가 또는 사회적으로 투자가 불가결한 분야, 사회간접자본 또는 국가기간산업과 같이 거대한 자본이 소요되고 자본의 회임기간이 장기인 분야의 활성화를 위해 사용한다.

국고보조사업은 국가경제발전 과정에서 볼 때 반드시 필요한 사회간접자본 성격이 강하며 공공성이 강한 사업, 지원이 없을 경우 지역 간 분쟁이나 갈등을 유발하거나 지역균형을 위해 필요한 사업이 적합하다.

반면에 용자사업은 공공성이 강한 사업 중 재정자립도가 높은 지방자치단체에서 수행하는 사업, 기본적인 국고 보조사업 외에 지자체가 새로이 추진하고자 하는 사업 등이 적합하다.

투융자는 투입되는 투자와 용자를 포함하는 개념으로서 정부가 실행하는 주체적인 입장에서 재정투융자의 한 부분으로 투자(投資)는 건물, 설비, 기계, 도로, 교량 등과 같이 자본을 증가시키기 위한 지출을 의미하며, 정부가 이를 행하면 재정투자라 한다. 또한 용자(融資)란 자금을 필요로 하는 사람, 기업, 또는 기관에 자금을 빌려주는 것을 의미하며, 통상 은행과 같은 금융기관이나 정부 등의 기관에서 빌려주는 것을 의미한다.

농림투융자에는 생산기반 등에 대한 정부 또는 공공기관의 투자와 농업인, 농업 관련 업체 등의 투자를 위해 자금을 용자해주는 것을 포괄하며, 재원을 공급하는 관점에서 보면 중앙정부의 예산, 기금과 지방자치단체의 자금, 농업인 등 생산자나 관련 업체들이 부담하는 자부담을 모두 포함한다.

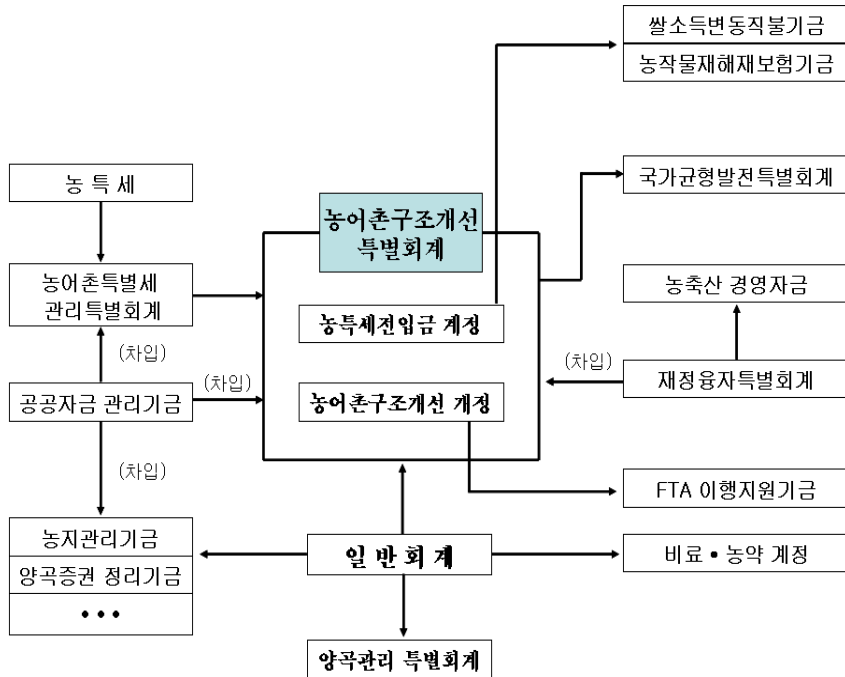


<그림 2-29> 농림투융자의 개념



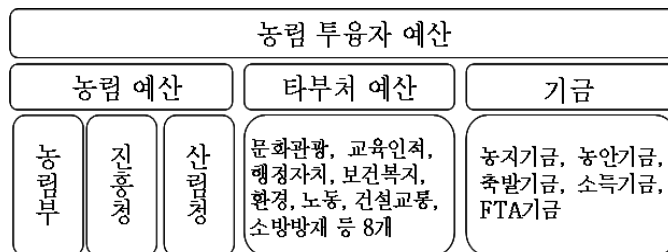
2. 농업용수 수질개선대책 추진체계 정립

농림사업의 투융자 재원은 농어촌 구조개선특별회계, 국가균형발전특별회계, 농지관리기금으로 충당하고 있으며, 농림예산 및 기금운용 체계를 보면 <그림 2-30> 과 같다.



<그림 2-30> 농림예산 및 기금운용 체계(2006년)

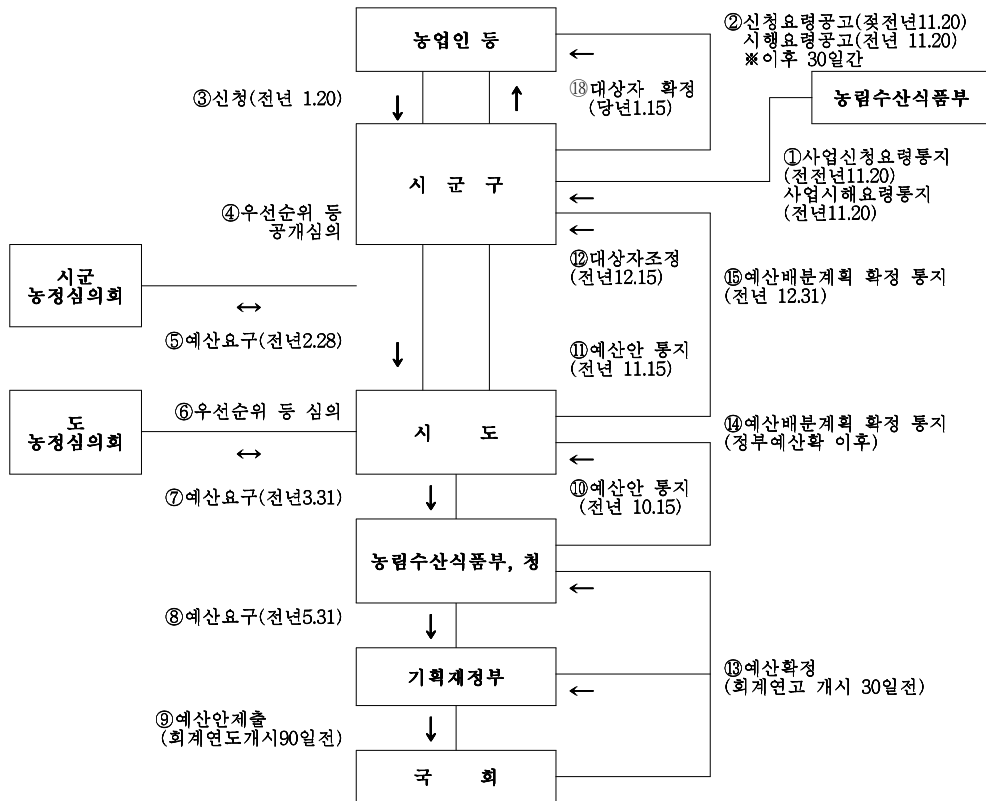
농림투융자는 농림부문에 배정된 자금을 일정한 계획에 따라서 투자·출자하거나 또는 융자하는 정부의 재정 금융적 활동을 말하며 농림예산과 관련 기금, 농림부 이외의 다른 부처(환경부 등)나 청(소방방재청)을 통해 지원되고 있다.



<그림 2-31> 세출 소관부처로 본 농림투융자 예산

농림투융자사업(농림투융자를 재원으로 시행되는 농림사업)은 110개 사업(2007년)이며, 자율사업과 공공사업으로 구분되는데 자율사업은 농업인, 생산자 단체 등 농림업 관련 산업 종사자 등이 자율적으로 농림사업을 선택하여 이를 추진하고 그 결과에 대하여 스스로 책임을 지는 사업으로 영농규모 화사업 등 45개 사업이 있다. 공공사업은 농업생산기반정비사업 등 65개 사업이 있으며, 국가 또는 지방자치단체, 정부투자기관 등이 공공의 목적을 달성하기 위하여 시행하는 농림사업이다.

농림투융자사업의 지원절차(농림사업실시규정, 훈령 제1261호)를 보면 다음 <그림2-32>과 같으며, 대부분의 농업생산기반정비사업이 이 행정절차에 따라 시행되고 있다.



<그림 2-32> 농림투융자사업의 지원 절차

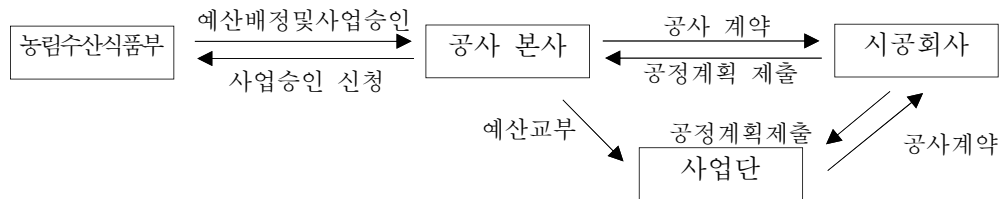
2.6.2 농업 생산기반정비사업 집행유형

1) 일반적인 농업기반정비사업 예산집행 유형

농어촌정비법에 의해 시행되는 농업기반정비사업의 사업비 지원체계의 유형을 4가지로 구분할 수 있다.

(1) 유형 I

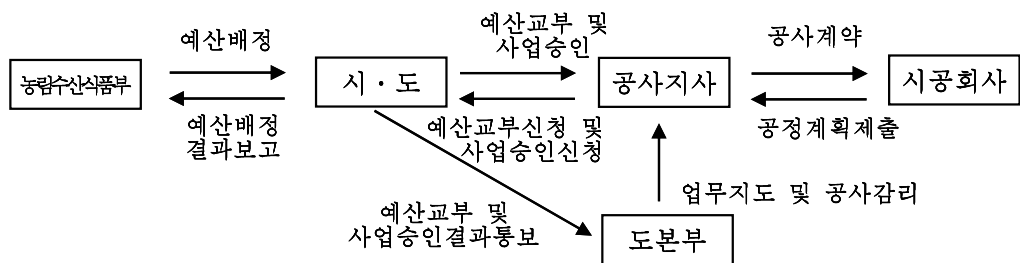
대단위농업개발, 배수개선 기본조사, 밭 기반 기본조사, 시험연구, 농업용수 수질조사, 수리시설안전진단 등이 이 유형에 해당하며, 농림부에서 사업승인 및 예산·결산을 사업시행자인 한국농촌공사에게 직접 시행한다.



<그림 2-33> 농업기반정비사업의 사업비 지원체계의 유형 I

(2) 유형 II

대중규모용수개발, 수리시설개보수, 배수개선, 국가관리방조제, 지표수보강 개발사업 등이 이에 해당하며 사업승인기관이 시도지사인 경우로서 농림부에서 예산배정을 시도지사에게 예산배정하고, 사업시행자가 예산교부 신청하여 사업예산이 집행되는 사례이다.

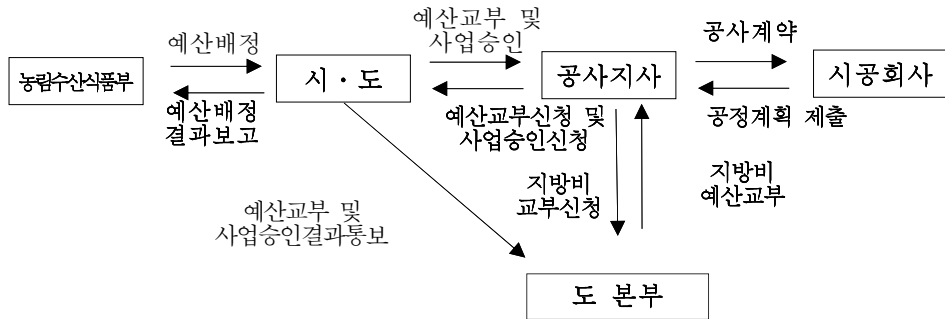


<그림 2-34> 농업기반정비사업의 사업비 지원체계의 유형 II

(3) 유형 III

경지정리, 기계화 경작로 확포장, 한발대비 용수개발, 농업생산종합정비사업 등이 본 유형과 같이 총 사업비에 지방비가 포함된 사업으로 별도로 지방비 교

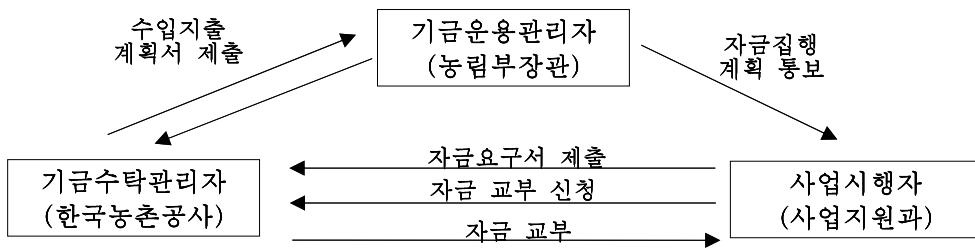
부신청이 필요한 유형이다.



<그림 2-35> 농업기반정비사업의 사업비 지원체계의 유형 III

(4) 유형 IV

농지조성사업으로서 서남해안간척, 대단위농업개발(간척사업), 유휴지개발 등이 이에 해당하는 사업으로 농지관리기금을 운용재원으로 하는 사업이며, 기금운용관리자가 기금수탁관리자의 수입지출계획서에 의해 예산이 집행되는 유형이다.



<그림 2-36> 농업기반정비사업의 사업비 지원체계의 유형IV

전술한바와 같이 예산지원 형태는 사업목적, 사업규모, 지원예산에 따라 4가지 유형으로 구분 될 수 있으며 농업용수 수질개선사업은 감돈지구 시범사업의 경우에는 유형 II과 같이 지원되었으나, 사업시행체계의 미비, 기술축적 및 사업실적의 부족한 실정이므로 기술수준의 향상 및 시행체계의 정립을 위해서는 종합적인 시범사업계획을 수립 시행하여 문제점 도출 및 사업 확대를 위한 주변 환경의 성숙될 때까지는 유형 I으로 하고, 목표가 달성된 후에는 유형 II형태로 지원하는 것이 합리적이라고 판단된다.

## 2) 농촌마을 종합개발사업 예산집행

농촌마을 종합개발사업의 사업비는 농특회계에 의해 예비타당성조사 및 기본계획이 수립되고, 세부설계 및 사업시행은 균특회계에 의해 이루어지고 있다.

※ 농특회계 :

예비계획서 작성 및 사업신청→예비타당성조사→대상지 선정→기본 계획 수립

※ 균특회계 :

시행계획수립→사업시행→준공검사

농업용수 수질개선사업도 기본조사 및 기본계획 수립은 체계적이고 합리적인 국가중장기계획에 의한 사업이 이루어지기 위해서는 지속적인 국가재정의 지원이 요구되고 안정적인 사업비 확보를 위하여 농특회계로 현행 예산체제로 하고, 사업시행은 농촌지역의 낙후성을 탈피하며 지역균형개발을 목표로 하는 균특회계로 시행하는 것도 한 가지 방법일 것이다.

또한 농업용수 수질개선사업을 농촌지역의 물 환경 보전을 위한 사회간접자본시설로 공공성이 강조되기 때문에 민간참여의 유도도 가능하다고 보며 다음과 같은 대안이 마련되어야 할 것이다.

우선, 참여 민간사업자의 경영 자율성 확보로 경영효율성을 높일 수 있도록 계약 및 지불체계를 조정할 필요가 있다. 사업자 선정 및 관리체계를 통해 경쟁을 촉진하여 효율성 증대를 도모하며, 민간사업의 경제적, 환경적 성과를 지속적으로 관리하기 위한 관리체계(governance structure)의 합리적인 설정이 필요하다.

다음으로 민간부문 참여의 유인이 되는 기본적인 조건은 시설사업의 경제성이므로 경제성 확보를 위한 방안 마련이 필요하다. 시설사업 경제성의 무조건적인 보장보다는 계약 및 지불체계를 통해 민간사업자의 성과와 수익성을 연계함으로써 민간사업자의 효율적 운영 노력을 유도하는 방안이 되어야 할 것이다. 요금수준 현실화도 경제성 확보를 위한 기본적 전제가 될 것이다.

세 번째로는 앞에서 논의한 사업조정 체계화의 연계를 들 수 있다. 현재와 같이 지자체를 중심으로 시설사업이 이루어지고 있는 체계에서는 시설사업에 민간부문 참여시 민간사업 통제를 위한 전문적 능력과 체계를 갖추기 어렵고, 지역에 따라서는 사업규모의 경제성에 문제가 있는 등 지자체와 민간사업자 모두의 민영화 유인에 장애가 된다.

## 3) 일본 농업예산체계

일본의 농업예산은 크게 중앙정부 농업예산, 지방정부 농업예산 그리고 재정투융자계획에 의한 농업예산으로 구분할 수 있다. 일본 중앙정부 예산은 일반회계 예산과 특별회계 예산으로 구성되었다.

- 일반회계는 일반 세입·세출을 정리하는 회계로 일반회계 세출에서 외교, 치안유지, 교육, 보건 복지, 산업 발전 등과 같이 국가가 기본적으로 담당할 역할에 필요 경비를 부담한다.

- 특별회계는 국가가 특별한 사업을 시행할 경우와 특정자금을 보유하여 운용하는 경우 및 기타 특정 세입으로 특정 세출을 충당할 경우에 한하여 설치 운영된다.

-농업부문에 속하는 특별회계로는 식량관리특별회계(식관회계), 농업공제보험 특별회계, 산림보험특별회계, 농업경영기반강화조치 특별회계, 국유임야사업 특별회계, 국영토지개발사업 특별회계(특정토지개발공사 특별회계) 등 6개가 있으며 이 중에서 식관회계는 예산규모가 크고 농업예산에 큰 영향을 미치는 특별회계이다.

일본의 지방정부 농업예산은 일반회계, 특별회계, 공사 및 제 3섹터 부문으로 구분되며, 일본 중앙정부의 보조금은 지방공공단체에 교부되어 지방 공공단체에 의해 사업비로 지출되거나 지방공공단체가 사업체를 보조하는 형태로 사용된다.

일반적으로 농업보조금은 농림성→농정국→도도부현→시정촌→농가 및 농업단체 등 행정체계를 통하여 교부된다.

일본 농업예산이 지니는 또 하나의 특징은 예산과는 별도로 재정투융자제도로서, 일반적으로 재정투융자란 국가에 의한 투자와 융자를 의미하는 것이지만, 일본의 재정투융자는 재정투융자 계획에 기초하여 행해지는 것을 의미한다. 1953년도에 발족한 일본의 재정투융자제도는 제 3의 예산으로 불리어지며, 재정투융자는 예산과 상호 보완하면서 운용하는 것으로 예산과 다른 특징은 재원이 대상사업에서 발생하는 수익과 이자수입 및 상환자금으로 이루어진다는 것이다. 일본의 재정투융자 재원은 산업투자 특별회계로부터의 전입금, 자금운용부자금, 간이생명보험자금, 정부보증채, 정부보증차입금 등으로 이루어졌다.

일본은 1980년대에 들어와 한편으로는 재정부담 완화 차원에서 농업예산을 삭감해야 했으며, 또 다른 한편으로는 농산물 시장개방에 대응하는 대책을 마련하고 농가소득을 보전해야 하는 목표로서, 이와 같은 두 가지 정책목표를 달성하기 위하여 일본 정부가 고안한 것은 재정투융자를 적극 활용하는

것이였다. 즉, 일본 정부는 1980년대 중반 이후에 재정 부담을 축소시키는 한편, 농업투자에 필요한 사업비를 확보하기 위하여 재정투융자계획을 적극 활용하기 시작하였다.

## 2.7 농업용수 수질개선사업 시행체계 정립

### 2.7.1 농업용수 수질개선 사업 추진체계 문제점 및 개선방안

1) 감돈지구 농업용수 수질개선 시범사업 개요

가) 위 치 : 전라남도 무안군 몽탄면 달산리 감돈저수지

나) 사업목적 : 농업용수원의 환경친화적 수질개선 및 쾌적한 농촌환경 조성

다) 시설현황

수혜면적	유역면적	저수량	설치년도
384 ha	985 ha	166.7 ha·m	1948년

라) 사업내용

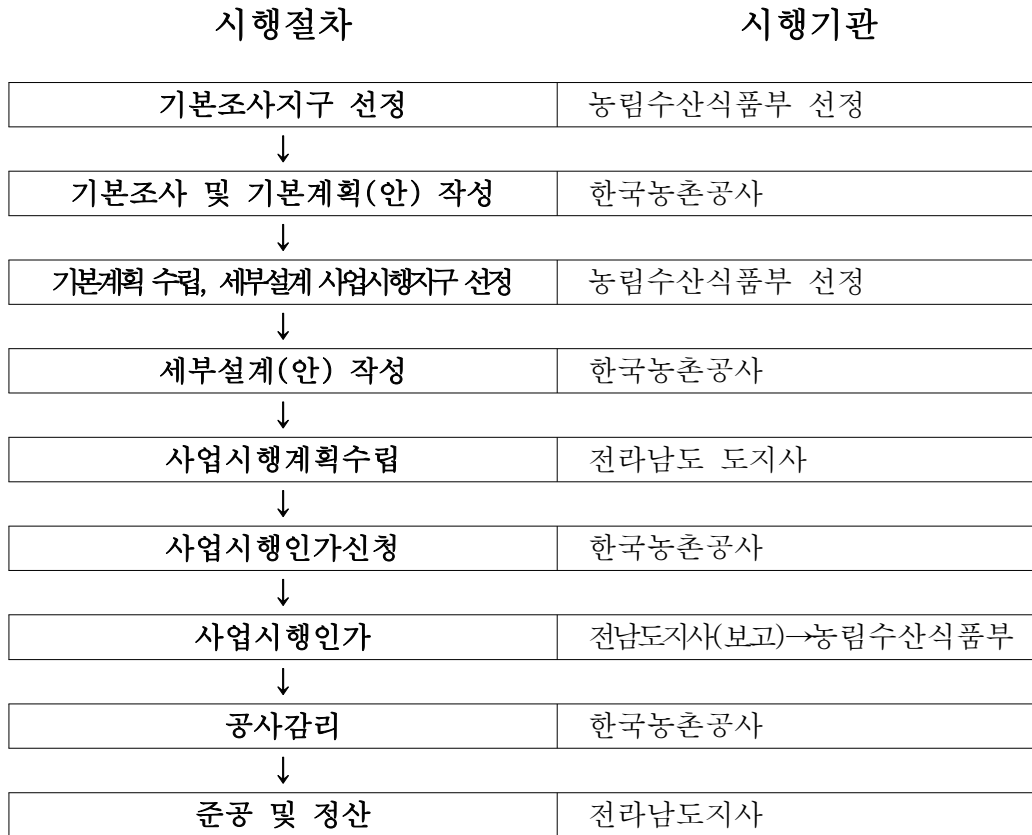
위치	공종	사업량
유입하천	자연형 하천정비	1개소, L= 0.50 km
저수지 수변	수질정화습지	2개소, A= 5.23 ha
저수지 내	오염물질 침강지	2개소, V= 13.3 ha·m
	폭기분수	1식, H= 10 m
자연관찰원	반딧불이 수로 등	1개소, A= 0.63 ha

마) 총사업비 : 3,963백만원

바) 사업시행기간 : 2001. 08. 6. ~ 2003. 12. 3.(3개년)

사) 시행절차 : 농어촌정비법에 의함

감돈지구 농업용수 수질개선 시범사업 시행절차는 <그림3-37> 과 같다.



※ 예산지원체계 : 농림수산식품부→전라남도→한국농촌공사(무안신안지사)

<그림 2-37> 감돈지구 농업용수 수질개선 시범사업 시행절차

2) 문제점 및 개선안

가) 문제점

- 계획수립 시 주민의견 수렴절차 없음
- 타 법률 및 상위계획 검토 미비
- 유지관리체계(조직, 관리기술 및 비용) 미비
- 수질개선시설 준공 시 시운전계획 미비

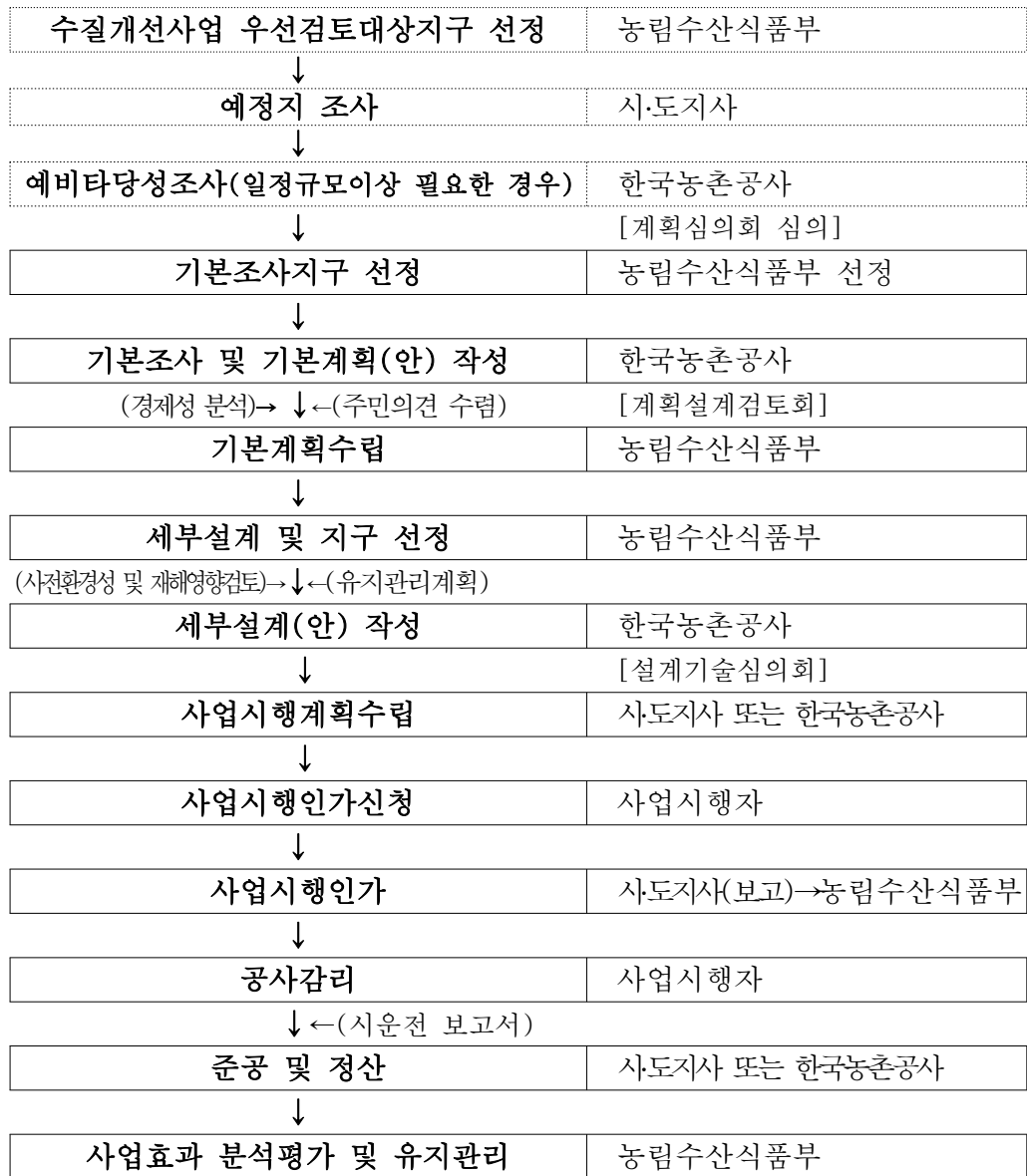
나) 개선방향



- 사업계획의 필요조건으로 전문가 및 주민의견 수렴 절차 도입
  - 중장기계획 수립 단계 : 계획심의회
  - 기본계획단계 : 계획설계검토회
  - 세부설계단계 : 설계기술심의회
- 타 법률 규정 및 상위계획 검토를 사업계획 절차에 반영
  - 환경성 검토를 위한 사전환경검토 및 재해영향평가
  - 문화재 지표조사 등
- 수질개선시설의 유지관리계획 수립 시행
  - 세부설계단계에 유지관리계획 수립 시행 반영
- 수질개선시설 준공 시 시운전계획 반영
  - 준공 시 시운전보고서

다) 추진체계 개선(안)<그림2-38>

- 예비타당성조사 제도 도입 : 부록 2 참조
- 기본조사지구 선정 심의제 도입 : 계획심의회
- 기본계획(안) 수립 : 계획설계검토회 자문
- 세부설계(안) 확정 : 설계기술심의회 심의
- 기본계획시 사전환경검토 및 경제성 분석, 문화재지표조사(필요시)
- 세부설계시 사전재해예방영향성 검토(필요시) 및 유지관리계획 반영
- 준공시 시운전 결과보고서 작성 준공계에 첨부
- 기타 계획자 및 설계자는 사업지구의 특성을 고려하여 탄력적으로 검토 반영하도록 한다.



<그림 2-38> 농업용수 수질개선사업 시행절차 개선안

### 2.7.2 시행절차 개선안에 따른 외부 전문가 그룹 의견 수렴

#### 1) 농업용수 수질개선 계획 심의회(가칭)

##### 가) 목적

국가의 농업용수 수질개선계획 및 시행의 최상위 개념으로 중·장기계획 수

## 2. 농업용수 수질개선대책 추진체계 정립

립, 사업계획의 타당성과 객관성을 확보하고 체계적인 시행 및 농업용수 수질관리 기술발전을 위한 종합적인 정부 계획안의 심의하기 위하여 설치 운영하는 것을 목적으로 한다.

나) 기능

- 수질개선사업 중장기 계획 심의
- 수질개선사업 우선검토 대상지구 선정 심의
- 예비타당성조사 대상지구 검토 심의
- 기타 농업용수 수질개선 관련 연구 및 기술개발 관련 사항

다) 구성

민간 전문가, 학계 전문가, 민간업체, 수질관련 환경단체 관계자, 정책입안자로 구성하는 것을 원칙으로 한다.

### 2) 농업용수 수질개선 계획·설계 검토회(가칭)

가) 목적

해당년도 기본조사 및 기본계획(안)에 대하여 조사 및 설계의 적정성, 기술성, 경제성, 환경영향성을 검토·자문하기 위하여 설치 운영 한다.

나) 기능

- 기본조사 계획의 타당성 검토
- 기본계획(안)의 상위계획과 적합성, 기술성, 경제성, 환경성, 대안의 검토-지구특성을 고려하고 주민참여를 필수적으로 포함

다) 구성

민간 전문가, 주민대표자, 정책입안자로 구성하는 것을 원칙으로 한다.

라) 기타

현재 한국농촌공사에서 운영하고 있는 「농업용수 수질 보존대책 위원회」를 확대 적용하는 것이 타당하다고 생각되어 운영요령의 주요 사항을 요약하면 다음과 같다.

•목적

농업용수 수질오염 문제를 다루고 수질개선사업 시행과 연계한 농업용수 수질보전 대책을 검토 심의한다.

•위원회의 기능

위원회는 다음 사항을 검토·심의한다.

- 농업용수 수질보전 종합대책 수립업무
- 담수호 수질대책 업무

-농업용수 수질연구 업무

-기타 수질관련 업무

### 3) 농업용수 수질개선 설계기술심의회(가칭)

#### 가) 목적

해당년도 시행계획(안)에 대하여 시행설계의 적정성, 기술성, 경제성, 수질 개선시설의 유지관리 및 운영에 관한 사항을 세부적으로 검토심의회하기 위하여 설치 운영 한다.

#### 나) 기능

- 시행계획안의 적정성 심의
- 수질개선시설 설계의 입지성, 기술성, 경제성, 안전성 심의
- 정화시설의 유지관리 및 운영에 관한 사항 심의
- 주민의 직접참여 방법에 대한 검토

#### 다) 구성

민간 전문가, 민간사업자, 주민대표자, 정책입안자로 구성하는 것을 원칙으로 한다.

#### 라) 기타

현재 한국농촌공사에서 운영하고 있는 「기술심의 위원회」를 확대 적용할 수 있다고 판단한다.

### 2.7.3 농업용수 수질개선 사업의 주민 참여 방안

#### 1) 참여적 의사결정의 의미와 필요성

주민참여의 정의를 보면 공권력이 부여되지 않은 일반시민들이 공적 권한이 주어진 사람들의 행위에 영향을 끼칠 의도로 정책결정 과정에 참여 하는 것 (Sydney Vera, 1967)으로 규정하였고, 이성제(1984)는 행정의 수혜자로서 공공기관으로부터 공권력 직책 및 특정 정도가 제공되지 않는 일반시민사회 구성 또는 단체 등 어떤 형태로든지 그들의 삶에 영향을 미치는 정부의 정책결정, 집행 과정에 개입하는 일체의 행위로 정의하였다.

한편 WTO(1987)에서는 주민참여를 지역사회 공공사업의 설계와 추진을 위한 각 단계에서 의사결정에 주민들의 최대공약수의 의견을 반영하는 것으로 사회의 권력(Social power)을 재분배하는 유효한 수단이며 모든 의사결정에 모두 참여할 수 있는 권리를 보유하게 하는 하나의 과정이라 하였다.

지역 주민참여가 지역개발정책에서 긍정적인 영향을 미치는 바와 마찬가지로 지역발전을 위하여 추진되는 농업용수 수질개선사업도 지역사회개발의 한 유형으로써 지역주민참여가 필요하다는 논리가 수용될 수 있다. 왕인근(1983)은 농촌사회에서의 주민참여가 첫째, 농촌사회 개발과정을 적극적으로 촉진시키는데 공헌하는 정책적인 수단인 면이 되며, 둘째, 자기가 집단적으로 소속되어 있는 지역 사회적 또는 지역공동체적 생활에 대한 유대적 의식과 만족, 성취감 즉. 우리들이라는 느낌(we-feeling)을 가져오고 강화시키는데 이바지한다고 주장하였다. 따라서 농업용수 수질개선사업에서의 지역주민참여 필요성을 원론적으로 검토한 후 다양한 이해당사자들의 활동 중 지역주민의 역할을 상대적으로 제시할 필요가 있다.

기존의 지역주민참여는 제도적 틀에서 단순히 공청회, 간담회 등과 같은 형식적이고 당위적인 수준의 확인에서 머무는 참여 방식이었다. 여기서는 지역주민참여의 관점을 실질적인 참여, 즉 계획수립, 사업 직접참여에 대한 의사결정, 사업추진 등의 과정에 지역주민이 실질적으로 관여하는 것을 범위로 한다.

지역주민이 공공에서 추진하는 행정에 참여하거나 또는 개인의 주업과 다른 일에 참여한다는 것은 지역사회에서 자신을 포함한 주민의 생활환경에 영향을 미치고 물리적, 사회·경제적 조건을 유지하거나 증진시키는데 일익을 담당한다는 의미라 하겠다. 이를 위해 주민의 참여형태는 각종 개발계획의 입안, 목표 및 방향의 설정, 대안의 선택, 계획의 집행 및 사업의 영향평가단계에 실질적으로 주민이 직접·간접적으로 참여하는 등의 다양한 범위와 폭으로 나타난다. 마찬가지로 농업용 저수지 수질을 개선한다는 공통의 목표를 달성하기 위해 지역주민이 직접 참여한다는 것은 농업용수수질개선사업을 직접·간접적으로 수행한다는 것을 의미한다.

‘참여적 의사결정’이란 공공정책에 시민사회(civil society)를 참여시킴으로써 국가 전체의 민주주의를 신장하는 것을 뜻한다. 이제까지 우리나라의 공공정책은 대체로 정부와 기업 그리고 이들을 도와주는 전문가들에 의해 거의 전적으로 결정되어 왔다고 해도 과언이 아니다. 그 결과 시민사회는 공공정책에 의해 영향을 받는 수동적 대상일 뿐, 정책을 수립하고 결정하는 과정에 참여하여 적극적인 의사개진과 영향력을 행사하는 주체가 되지 못하였다. 오늘날 공공정책의 수립과 집행이 종종 불신을 받고 사회적으로 큰 갈등을 초래하는 궁극적 원인도 바로 이렇게 시민사회의 적절한 참여 기회와 통로가 없는 데 있음이 점점 분명해지고 있다. ‘시민사회’란 정부나 기업 또는 전

문가와는 달리 공식적인 정책결정 과정에서는 보통 미약한 역할을 행하는 개인들 또는 집단들을 가리킨다. 구체적으로 말하자면 시민사회의 다양한 자발적 조직들(노동조합 및 사용자 단체, 비정부조직, 지역사회조직, 종교공동체 등)과 더불어 조직화되지 않은 일반시민 개인들이 그 안에 포함된다. 그런데 시민사회가 무엇이며 의사결정에 참여시킬 시민들이 누구냐는 것은 결코 고정된 것이 아니라, 해당 문제의 성격과 참여과정의 목적 및 설계 등에 따라 가변적이라고 할 수 있다. 또한 어느 정도가 되어야 과연 ‘참여’(participation)라고 부를 수 있는냐는 것도 고정된 기준은 없다.

## 2) 주민참여의 유형

주민참여의 형태는 사업에 대한 개인적 관심에 따라 참여와 개별적 참여, 집단의 이해관계와 상관, 어떤 목적을 향하여 구성원이 함께 노력하는 집단적 참여로 구분할 수 있으며, WTO(1987)에서는 강요된 참여-동원, 유도된 참여-보상제, 자발적 참여-가장 이상적인 주민참여 형태로 나누고 있다.

미국의 정책학자 Sherry Arnstein은 이미 1960년대 말에 “시민참여의 사다리”라는 개념으로써 다양한 참여의 유형을 구분하였다. 그는 참여의 정도가 낮은 것부터 높은 것의 순서를 ① 비참여(=공중의 조작), ② 일방적 참여(=정보제공과 협의), ③ 상호작용적 참여(=합의제도), ④ 강한 직접적 참여(=권력위임과 시민통제)로 제시하였다.

한편 합의회의 등 혁신적인 시민참여 제도들을 처음 개발한 것으로 유명한 덴마크 기술평가국(Danish Board of Technology)에서는 ① 정보 제공(예: 팜플렛 등), ② 피드백 취합(예: 여론조사), ③ 대화 통로(예: 공청회), ④속의 지원(예: 합의회의), ⑤ 영향력 부여(예: 이해당사자간 조정), ⑥ 권력 부여(예: 직접 민주주의) 등으로 분류하고 있다.

L. Susskind(1999)는 ‘합의형성’을 “참여를 통해 동의를 찾아가는 과정(An agreement-seeking process)으로 문제 해결의 새로운 접근방식이라고 정의하였으며”, Mckearnan & Fairman(2001)는 “다수의 지배에 의하여 어떤 사안이 결정되는 것이 아니라 모든 이해관계자의 동의에 의해 폭 넓은 지지를 이끌어 내는 것”이라고 규정하였다. 이렇게 합의를 바탕으로 한 접근은 기존의 정책결정방법(DAD, 의회주의 절차에 의한 결정 방법)보다 이해관계 및 참여구조와 수준이 높아 좀 더 창조적이고 좀 더 광범위한 지지를 받을 수 있음을 알 수 있다. 이 처럼 그 참여의 정도와 형태는 다양할지라도, 중요한 점은 시민사회가 발언권을 지니며 자신이 정립한 입장이 정책결정 과정에 고려된다는 사실과 시민사회 모두에게서 상호학습(mutual learning)이 일어나느냐에 달려 있다. 이런 학습과정이 일어나려면 참여가 단지 간단한

의견교류로 끝나는 일회성 사건이 되어서는 안 되고, 진정한 교류의 기회를 보장하는 장기적이고 숙의적인 과정 또는 구조를 반드시 갖추어야 한다. 이런 합의형성의 효과는 ①정책결정 품질개선(Improved quality of decisions), ②비용과 시간 최소화(Minimizing cost and delay), ③합의형성 능력제고(Consensus building), ④정부의 정책결정과정의 투명성과 책임성 증대(Maintaining credibility and legitimacy), ⑤참여 민주주의 정착화(Developing civil society)이라고 할 수 있다.

공공정책의 결정에서 시민사회의 참여가 필요한 이유는 단지 정책에 대한 불신과 사회갈등을 예방한다는 소극적인 차원에서가 아니라 다음과 같은 훨씬 더 적극적인 차원의 근거들이 있다.

- 의사결정의 책무성(accountability)과 투명성(transparency)을 강화
- 결정의 질(quality)과 정당성(legitimacy)을 향상
- 내려진 결정에 대한 수용성(acceptance)과 합의(consensus)를 창출
- 정부와 시민사회 사이의 신뢰(trust)를 구축
- 개인 간 및 기관 간의 연결망(networking)을 촉진
- 과학적 쟁점들에 대한 대중인식(public awareness)과 지식을 제고
- 민주적 과정에 대한 시민들의 적극적 관여(active involvement)를 촉진
- 비용효율성(cost-efficiency)의 제고

대표적인 예로서 2001년 유럽연합(EU)에서는 향후 수 십 년간 유럽의 미래와 정치적 의제를 설정하는 데 있어 큰 중요성을 지니는 “유럽 거버넌스 백서”를 발표한 바 있는데, 여기서 시민사회의 참여는 ‘좋은 거버넌스’의 핵심적 원칙을 이루고 있다. 시민사회의 참여는 경쟁적인 주장들과 우선순위들 사이를 중재하는 효과적 수단일 뿐 아니라 정책수립에 있어 장기적인 전망을 개발하는 것을 돕는다고 간주된다. 참여는 저항을 단지 제도화하는 것이 아니라, 조기 협의와 과거 경험에 바탕을 둔 보다 효과적인 정책형성을 가능케 만든다. 왜냐하면 그것은 전문가, 정책결정자가 그리고 공중영역 사이의 상호 작용을 향상시키기 때문이다. ‘좋은 거버넌스’의 다섯 가지 원칙을 아래와 같이 제시하고 있다.

- ① 개방성(Openness): 기관들은 정책에 대한 정보를 적극적으로 공유함으로써 보다 개방적인 방식으로 활동해야 한다.
- ② 참여(Participation): 정책의 질, 적실성, 효과성은 정책과정 전반(구상단계부터 집행단계까지)에 걸쳐 광범위한 참여를 보장하는 데 달려 있다. 참여의 향상은 정책의 최종결과와 정책담당기관에 대한 보다 큰 신뢰를 창출할 가능성이 크다.
- ③ 책무성(Accountability): 입법 및 행정 과정에서의 역할들은 보다 명확해

야 하며, 자신의 행위에 대해 책임을 져야 한다.

④효과성(Effectiveness): 정책은 분명한 목표와 미래 영향( 및 과거 경험) 평가에 기초하여 필요한 것을 제공함으로써 효과적이고 시의적절해야 한다.

⑤정합성(Coherence): 각종의 정책과 조치들은 서로 정합적이고 쉽게 이해가 가능해야 하며, 복잡시스템 내에서도 일관성을 지녀야 한다.

한편 합의형성 단계를 5단계로 나눌 수 있으며 1단계 소집단계(convening), 2단계 책임역할 명료화 단계(clarifying responsibility), 3단계 숙의단계(deliberating), 4단계 결정단계(deciding), 5단계 합의실행 단계(implementing agreement)이다. 합의형성 과정은 정보제공(Inform the public)→협의(Listen to the public)→적극적 참여(Engage in problem solving)→합의형성(Develop agreement)의 절차를 거친다. 시민참여 유형 및 방법을 살펴보면 다음 (표 2-24)와 같다.

(표 2-24) 시민참여 유형 및 방법

구 분		주요방법	적용가능사례
일반적 시민참여 (Extensive engagement)	학습 및 정보제공을 목적으로 하는 참여	전단, 팸플렛, 홍보자료, 광고, 인터넷 운영 등	❖ 지역범위 -National wide -Local
	정보제공 및 의견수렴을 목적으로 하는 참여	공청회, 여론조사, open house 등	
적극적 시민참여 (참여적 의사결정) (Intensive engagement)	여론확인을 목적으로 하는 참여	포커스 그룹, 공론조사 등	❖ 갈등범위 - 이해갈등 - 가치갈등
	정책에 대한 숙의를 목적으로 하는 참여	<이해관계자 참여> 시나리오 워크샵, 규제협상, CPS, 시민자문위원회 <일반시민참여> 시민배심원제, 합의회의	

### 3) 시민사회참여의 다양한 방법들

시민사회의 참여를 통해 정책결정을 향상시키고자 매우 다양한 방법들이 고안되어 사용되어 왔다. 아래에 열거한 방법들은 그중 가장 대표적인 것들로 실제에 있어서는 상이한 방법들이 종종 혼합되어 사용되었다.

#### 가) 공청회(public hearings)

공청회는 관심 있는 사람들이 참석하고 정부기관이 정책안을 발표하며 질의와 반대에 응답하는 공개적 포럼이다. 공청회는 세부 계획이 이미 작성된 다



음인 정책과정 후기에 종종 개최된다. 공청회 개최는 대개 법에 의해 규정되어 있다. 그 목적은 관심 있는 사람들에게 이의를 제기할 기회를 주고, 행정기관에게 잠재적 반대에 대해 환기시키며, 정책결정에 다양한 의사를 반영시키고 정책안을 일반대중에게 설명하는 것이다. 종종 시민 또는 이해당사자 집단들이 초대되어 일부 정책안 또는 계획에 대해 문서화된 의견을 제출하여 이의를 제기할 기회를 주기도 한다. 이는 해당 계획이 공표되는 것을 전제로 하고 있다.

나) 숙의적 여론조사(또는 ‘공론조사’ : deliberative opinion poll)

이것은 통상적 여론조사 방법이 시민대중의 피상적인 태도조사에 그치는 약점을 숙의과정을 덧붙여 보완한 것이다. 1988년 미국의 제임스 피쉬킨이 처음 제안하고 1994년 영국에서 처음 실시된 이래 세계 각국에서 20여 차례 실시된 바 있다. 과학적 확률표집을 통해 대표성을 갖는 시민들을 선발하여 정보를 제공하고 이에 대해 토론하게 한 후 참여자들의 의견을 조사하는 방식이다. 1차로는 2~3 천 명의 시민에 대해 통상의 여론조사를 실시한 후, 이중 2~3 백 명의 표본을 추출하여 이들에게 주어진 쟁점에 대한 충분한 정보를 제공하고 심도 있는 그룹별 토론을 진행시킨 후 2차 의견조사를 통해 숙의를 거친 여론 즉 ‘공론’ (public judgement)을 확인하는 것이다.

다) 시나리오 워크숍(scenario workshop)

시나리오 워크숍은 주로 지역 차원에서 미래의 가능한 발전을 전망하고 평가하는 것이다. 보통 24~32 명의 참가자로 구성되는데, 여기에는 주민, 기업, 지방정부, 기술적 전문가의 네 그룹이 균등한 숫자로 포함된다. 워크숍은 1박2일의 일정으로 진행된다. 첫째 날, 현황분석을 기초로 각 그룹은 주요 영향요인들을 고려하여 미래의 발전(경제적, 기술적, 사회적)을 위한 시나리오를 작성한 후, 함께 모여 토론을 통해 참가자 전체의 전망을 수립한다. 둘째 날, 참가자들을 섞어 주제별로 구체적 행동계획을 작성토록 하고 각 행위자들의 과제 등을 권고안 형태로 정리하여 발표한다. 유럽연합에서는 1994년 범 유럽 차원에서 혁신 촉진적 사회 환경 조성을 위한 European Awareness Scenario Workshop(EASW)을 추진해오고 있다.

라) 시민배심원(citizens' jury) 또는 플래닝 셀(planning cell)

시민배심원은 특수한 정책 또는 결정문제에 대하여 대표적 시민집단으로 부터 숙의를 거친 제안을 얻는 수단인 하나다. 15~20명 정도의 선택된 시민들이 미리 정해진 질문들에 대해 공동 제안을 도출하는 것이다. 시민배심원은 전문적 촉진자의 도움을 받으며, 모든 관련 입장들을 대표하는 전문가들과 접촉을 갖는다. 종종 자문위원회가 이 전문가와 질문의 선정에 관하여 자문을 제공해준다. 플래닝 셀은 이보다 좀 더 재량권이 넓은데, 시민배심원이 대개 3~4개 정책선택지 중에서 선호를 표시하도록 요청받는데 반해, 플래닝 셀은 정책선택지들을 스스로 설계하고 어떤 추가적 기준들이 정책수용을 촉진할지에 대해 제안을 한다.

마) 여론조사(public survey 또는 opinion poll)

여론조사는 광범위한 대중에게 의사를 묻는 것이다. 여론조사는 대중이 지닌 의사의 방향 및 강도와 더불어 그것의 바탕이 되는 가치와 태도를 측정할 수 있다. 목적은 이런 조사를 통하지 않고는 의견을 표시할 수 없을 피영향자들의 견해를 알아내고, 보다 선별적인 형태의 참여로부터 결과 되는 편향을 바로잡아 주기 위한 것이다. 최근에는 많은 기관들이 온라인 여론조사의 가능성을 탐색하고 있다.

바) 자문위원회(advisory committee)

자문위원회는 특정한 정책이슈에 관하여 정부 또는 국회에 자문을 제공하기 위한 목적으로 정부 또는 국회에 의해 설치되는 기구이다. 자문위원회는 대개 전문가들과 시민사회 및 이해관계자 집단의 고위 대표들로 구성된다.

사) 포커스그룹(focus group)

6~12명의 참여자들(일반시민 또는 이해관계자집단의 대표들)이 과학기술에 관련된 이슈들을 토의하기 위해 대면접촉 워크 샵을 통해 만나는 것이다. 이 방법은 지방에서부터 국제적 수준에 이르기까지 모든 수준에서 적용될 수 있다. 포커스그룹은 참여자들의 서로 상이한 시각과 이해관계 및 비전을 보여 주는 상을 제공해준다. 예를 들면 이 방법은 “생명공학에 대한 소비자포커스 그룹” 프로젝트에서 식품의 문화적 구성에 대한 세밀한 보고서로 작성되어 정부에게 유용한 정보를 제공한 바 있다.

아) 합의회의(consensus conference)

합의회의는 무작위로 선정된 10~30명의 일반시민들로 이루어진 패널이 사회적으로 논쟁적인 과학기술적 토픽에 대하여 평가하는 일종의 시민청문회로 묘사될 수 있다. 시민패널은 질문의 도출과 이에 대답할 전문가들의 선정에서 자율적이며, 스스로 내린 결론을 공동 보고서로 작성한다. 전문가의 견해 청취와 최종보고서의 발표는 공개적으로 이루어진다. 시민패널은 보통 사전에 두 번의 주말 예비모임을 가지며, 본 행사는 3일 내지 4일에 걸쳐 전문가의 의견청취와 시민패널 보고서의 작성 그리고 기자회견을 통한 발표가 차례로 이루어진다.

#### 4) 계획수립 및 제도적 관점에서의 지역 주민참여

다양한 이해당사자들 중 지역주민은 사업추진에서 외부인과 차별화되는 중요한 주체이다. 주민들은 지역의 가치, 목표, 목적의 설계에 있어서 주요한 의사결정자가 되며, 대안선택과 운영안의 동의 및 수정, 지속적인 피드백과정에 참여하여 지역사회의 가치와 목표에 일치하는 의사결정을 내려야 한다. 일반적 지역주민참여의 방식은 제도적으로 지역주민참여가 보장된 반상회, 공청회, 위원회, 행정모니터 제도, 민원제기, 투표와 비제도적 방식인 간담회, 세미나 및 워크숍, 주민협의회 등으로 정리할 수 있다.

(표 2-25)의 지역주민 참여 유형은 일반적인 계획수립이라든지 제도적 관점에서의 지역주민참여 방식이라 할 수 있다. 제도적 참여는 공청회, 위원회와 같이 행정이 짜놓은 정책이나 계획에 대해 주민들의 의견을 청취하는 수준의 형식적인 참여이다. 토리고에(鳥月) 교수는 주민참여를 그 형식 및 내용에 따라서 크게 제도적 참여, 목적적 참여, 가치적 참여로 구분하였다.

-제도적 참여: 시민의 당연한 권리와 의무로서의 참여인데, 시민위원회를 만든다든지, 시민을 대표하여 자치회장이나 부인회장을 소집하는 경우이다.

-목적적 참여: 지역의 여러 가지 이해관계에 연루되어, 당장의 어떤 이익 또는 손해의 발생을 계기로 참여하는 것으로 반대 또는 요구형 주민운동이다.

-가치적 참여: 장기적인 전망을 가지고 자기가 사는 지역을 보다 풍요롭고 쾌적하게 만들기 위해 참여하는 것으로, ‘마을 만들기’가 여기에 속한다.

세 가지 참여 유형 중 제도적 참여가 가장 소극적인 참여이며, 몇몇 지역에

서 선진적으로 실험하는 참여가 가치적 참여이다.

(표 2-25) 지역 주민참여의 유형

구분	의미	문제점	개선방향	
제도적 참여	반상회	· 정부시책 홍보, 주민의 여론수렴 목적으로 세대주 또는 주부로 구성	· 관주도의 획일적, 과행적 운영 · 부정적 인식 팽배	· 새로운 형태의 주민회합으로 개선 · 정책과정에 대한 주민간의 담화의 장으로 변모
	공청회	· 정책결정에 앞서 이해 관련 주민 및 전문가들의 의견을 수렴하는 절차	· 홍보의 부족 · 초기단계의 주민칭취가 없음	· 의견발표의 기회를 주는 등 보완작업이 이루어짐
	공고, 공람 및 공표	· 특정계획에 대한 공고 및 주민열람, 일반주민의 의견제출	· 정보획득과정이 용이하지 않음 · 전달내용의 이해정도에 따라 효율성이 달라짐	· 공고내용의 홍보 및 의견제출의 용이성 확보
	위원회·심의회	· 전문지식 그룹이 주민을 대표하여 정책 및 개발계획을 수립 및 평가에 참여	· 행정당국에 의한 선정으로 지역주민참여의 의의가 미약	· 위원의 선정과 위원활동의 영향력 강화
	주민자치조직	· 농어촌 지역주민들이 특정 이슈에 따라 조직한 마을내부조직	· 마을내부조직을 통합할 수 있는 자치조직 없음	· 주민자치조직을 아우를 수 있는 자치총회 등의 기구 조직
	행정모니터제도	· 여론보고자를 위촉하여 수집된 여론을 수시로 행정기관에 보고토록 함	· 특정 정책에 따른 주변반응을 살펴볼 수 있으나 광범위한 적용은 어려움	· 다양한 행정모니터 요원 풀의 구성
비제도적 참여	간담회	· 시·군의 기관장이 주민의 의사와 욕구를 듣고 행정에 반영	· 일부 주민의 행정에 동조 · 행정기관의 정보 미공개로 대화과정에서 주민이 일방적으로 들을 수 있음	· 행정정보 공개로 인한 지역주민참여의 폭이 넓어짐
	세미나·워크숍	· 특정이슈 및 사업내용에 주민 및 사회적 관심을 끌 수 있음	· 발표내용의 소개 및 홍보에 불과하며 쌍방향의 지역주민참여 어려움	· 적극적인 주민의사 취합
	주민협의회	· 주민과 지방정부의 담당자가 함께 토론회와 실행계획을 수립하며 정책집행을 평가	· 이해집단 간 이해부족과 갈등 발생	· 협의회 활동의 지출 보장 · 지방정부는 회의장소와 정보 제공 등 행정지원 · 일반주민에게 홍보

5) 시민사회참여 방법들의 성격별 분류

시민사회참여의 제도들의 참여의 수준이나 참여자의 종류 또는 참여의 방식 등이 매우 다양하므로, 이들을 기술 관료적 모델과 다원주의적 모델, 그리고

속의적 모델의 세 가지로 구분하는 것이 이해에 도움이 된다.

가) 기술관료적 모델(technocratic model)

원래 기술관료제는 현대 사회의 많은 정책문제들이 단순히 직관이나 경험보다는 복잡한 인과관계에 대한 체계적인 지식과 정보를 통해서 분석되고 해결될 수 있다는 데서 필요성이 부각되었다. 따라서 오늘날 정부의 정책결정은 다양한 분야의 기술적 전문가들에 의존하여 이루어지고 있다. 시민사회참여의 방법들 중에서 공청회와 자문위원회 그리고 여론조사는 대체로 이러한 기술관료제의 논리에 충실히 따르면서 이를 보조하는 수단으로 시민사회참여를 이용하는 것이라고 간주할 수 있다. 그러나 현재 우리는 기술관료제에 대한 점증하는 의존과 동시에 그 한계도 함께 증대하는 딜레마적인 상황에 처해 있다. 역설적이게도 환경문제나 과학기술적 이슈를 포함하는 정책문제의 경우, 여기에 불가피하게 내포된 불확실성과 위험은 기술관료제와 도구적 합리성만으로는 그 해결책을 모색하는 데 점점 더 많은 한계를 노정시키고 있기 때문이다. 한마디로 이것은 통상의 과학기술적 문제해결능력을 넘어서는 탈정상과학(post-normal science) 또는 위험사회(risk society) 시대의 문제이다. 현대의 거대 기술체계에 내재되어 있는 환경, 안전, 생명 등의 위험에 관련된 “해결난항의 정책문제”(wicked policy problem)에 대응하기 위해서는 도구적 합리성과 전문가 주의를 넘어서서 시민참여를 통한 성찰적 합리성의 증진이 무엇보다도 요구되고 있는 것이다.

나) 다원주의적 모델(pluralistic model)

현대 민주주의는 기본적으로 정치적 평등의 규범에 기초하고 있으나 이것이 현실적으로 작동할 수 있는 사회적 조건은 구비되어 있지 않다. 이른바 정치적 민주주의와 사회적 민주주의간의 괴리 문제가 존재한다. 현실에서는 조직화된 이해집단들이 재정력, 사회적 네트워크, 조직적 로비의 우위를 통해서 정치행정 과정에 더 많은 영향력을 행사하고 있다. 다원적 민주주의는 바로 이 다양한 이해집단들의 협상에 의해 민주적 의사결정을 제도화한 것이다. 시민사회참여의 방법들 중에서 조정과 규제협상, 라운드테이블은 바로 이러한 다원적 민주주의 모델에 입각해 있다. 그런데 다원적 민주주의는 의사결정을 선호의 표출과 집성(aggregation)의 과정으로 이해한다. 즉 의사결정에서 사람들의 선호는 고정되어 있고 결정과정은 그것을 양적으로 집성하는 것으로 이해하는 것이다. 민주주의에서 강조하는 협상, 타협, 양보란 참여자들 간 이익의 주고받기라고 이해되고 그 이면에는 영향력의 행사와 전략적 행동이 개재되어 있다고 인식된다. 그러나 다원주의적 절차만으로는 진정한 합의

와 공익형성이 이루어지기 어렵다는 비판이 끊임없이 제기되어 왔다. 그보다는 적극적인 시민성을 바탕으로 자유로운 토론을 통해 상호간 선호의 변화를 추구함으로써 보다 높은 차원의 공익의 형성에 기여할 수 있는 가능성이 열린다는 것이다.

#### 다) 숙의적 모델(deliberative model)

숙의적 민주주의는 정책결정에 의해서 영향을 받는 시민들의 참여에 의해 이루어지는 집단적 정책결정을 추구한다. 참여자들은 합리성과 형평성의 가치를 지키면서 상호간 토론과 논변(argument)을 통해 이루어진 합의를 바탕으로 정책결정을 하고 이를 통해 민주적 정당성과 효과성을 확보한다. 공론조사를 체계화한 James Fishkin(1993)은 민주주의의 세 가지 원칙으로서 정치적 평등(political equality), 비독재성(non-tyranny), 숙의(deliberation)를 제시하면서 그의 숙의 민주주의론을 전개한 바 있다. 토론과 숙의 과정이 없는 민주주의는 불완전한 민주주의라고 그는 본다. 숙의는 사회적 과정의 하나로서 참여자들이 성찰을 통해서 자신들의 판단, 선호, 관점을 변화시킬 수 있다는 합의를 가진다. 특히 이러한 선호의 전환이 강제, 위협, 상징조작, 기만을 통해서가 아니라 토론과 논변에 기초한 설득과 동태적인 상호학습과정을 통해 일어난다는 점이 숙의의 큰 특징이다. 이러한 점에서 숙의 과정에 의한 의사결정은 투표, 이익집성(interest aggregation), 협상, 전문성에 의한 의사결정과는 크게 다르다. 단, 숙의과정의 강조가 직접 민주주의(direct democracy)와 동일한 것을 주장하거나 의미하는 것은 아니다. 지방 수준의 시민참여라고 하더라도 직접 민주주의적 방법의 적용에는 현실적 한계가 있을 수밖에 없기 때문이다. 따라서 숙의는 대의제 민주주의를 대체한다기보다는 보완하는 방법이라고 보아야 한다. 위에서 논의한 시민사회참여의 세 가지 모델들 각각이 지닌 세부적 특징을 요약하면 아래의 (표 2-26)와 같다.

#### 6) 지역 주민참여 단계 유형

##### 가) Arnstein의 지역 주민참여 단계

Arnstein(1969)은 지역주민 참여 형식 8단계 즉 조작(manipulation), 치료(therapy), 정보제공(informing), 상담(consultation), 회유(placation), 협동관계(partnership), 권한위임(delegated power), 주민통제(citizen control)를 참여의 효과측면에서 3개의 범주로 나누었으며 3개의 범주는 비참여단계(non-participation), 형식적 참여단계(degree of tokenism), 주민권력단계(degree of citizen power)로 나뉜다.

(표 2-26) 시민사회참여 모델별 특징

	기술관료적 참여모델	다원주의적 참여모델	숙의적 참여모델
구성(참여자)	정부, 전문가, 이해관계자, 시민	정부, 이해집단, 공익집단, 시민, (전문가)	시민 (정부, 전문가, 이해관계자)
구성(대표성/포용성)	모두 낮다	대표성 높다	포용도 높다
과정 (정보 및 의사소통 구조)	일방적, 쌍방교류, 상호작용(부분적)	상호작용 활발	상호작용, 숙의과정
과정 (empowerment 정도)	낮다	높다	잠재적으로 높다
참여의 시점	늦다	이르다	잠재적으로 이르다
참여 결과 (결정권한의 공유)	낮다	높다	잠재적으로 높다
관리방식과 방법론 (공정성, 투명성, 적절성)	낮다	중간	높다
대표적인 시민참여 방법	공청회, 여론조사, 자문위원회	규제협상, 조정, 라운드테이블	시민배심원, 합의회의, 공론조사, 시나리오워크샵

출처: 조현석(2005)에서 약간 수정

자료 : 김석환(국민대교수) “참여적 의사결정의 의의와 활용방안” 공공갈등과 참여적 의사결정 포럼 자료집(2005.5.6)

첫째, 비참여단계(non-participation)(조작, 치료)는 형식적 참여는 허락하지만 실질적인 효과는 없다. 둘째, 형식적 참여단계(degree of tokenism)(정보제공, 상담, 회유)는 현실에서 가장 많이 사용되는 참여의 형태로서 주민은 정보제공 및 상담을 받으며 회유를 통한 참여가 이루어지나 주민의 영향력은 미약한 정도에 머물게 되는 형식적 참여이다. 셋째, 주민권력단계(degree of citizen power)(협동관계, 권한위임, 주민통제)는 주민통제, 권한위임, 협동관계를 통해 의사결정에 있어서 주민이 주도권을 행사할 수 있는 주민권력 단계로 실제적인 지역 주민참여는 이 단계에서 실현 된다.

나) Gray의 지역 주민참여 단계

Gray(1989)는 지역 주민참여를 위하여 문제설정, 방향설정, 실행단계의 3가지 단계를 제시하고 이를 구체화하여 지역주민, 지방정부, 전문가가 해야 할 역할을 제시한 바 있다. 각 단계별로 논의하는 과제가 서로 상이하므로 해당 문제해결에 적합한 지역 주민참여수단을 적용해야 한다. 구체적 내용을 보면 (표 2-27)과 같다.

(표 2-27) 단계별 역할분담

단계		참여집단		
		지역주민	전문가	지방정부
문제설정 단계	1. 지역사회 가치측정	참여	보조	
	2. 개발의 최종목표와 목적 설정	참여	보조	참여
방향설정 단계	3. 자료의 수집 및 분석		참여	
	4. 대안선택의 기준설정		참여	
	5. 대안작성		참여	
	6. 대안선택	참여	보조	참여
실행단계	7. 운영계획의 세부 설계		참여	
	8. 운영계획의 수정과 동의	참여	보조	참여
	9. 운영계획의 실행		참여	참여
	10. 모니터링과 평가(피드백)	참여	참여	참여

다) Brandon의 지역 주민참여 단계

Brandon(1993)은 도입 시 지역 주민참여가 가능한 분야로 정보수집, 협의, 의사결정, 활동착수, 평가 등의 다섯 가지를 언급하고, 이를 위한 10가지 과제를 다음과 같이 제시하였다.

- 지역참여의 역할 규명
- 지역주민에게 권한을 위임하는 방향으로 계획수립
- 프로젝트 진행에 주민의 직접참여
- 지역주민이 직접투자가가 될 수 있도록 유도
- 창출된 이익을 적정히 배분
- 이익이 보전으로 연계될 수 있는 방안 수립
- 지역사회 지도자와 협조
- 중개인을 적절히 활용
- 지역의 특수적 상황을 이해하여 관광개발계획을 수립
- 진척상황에 대해 모니터링 및 평가

이와 더불어 참여 접근법에 근거하여 개발과정에 주민들을 참여시켜야 한다고 주장하였다. 참여접근법이란 주민들과 협의하고, 주민들이 의사결정과정에서 제 목소리를 내는 것으로, 단순한 협의는 참여접근법의 한 요소일 뿐 진정한 의미에서 참여 혹은 권한 위임이 아님을 강조하였다.



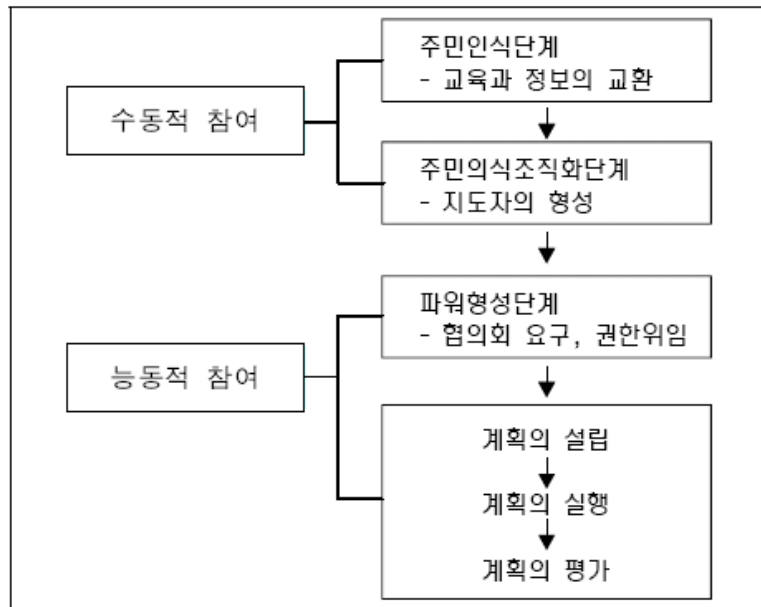
라) Mitchell & Reid의 지역 주민참여 단계

Mitchell & Reid(2001)는 지역 주민참여를 수동적 참여와 능동적 참여로 구분하고 각각의 발전과정을 다음과 같이 체계적으로 설명하고 있다.

우선 주민인식단계는 지역 주민참여의 가장 기본적인 단계로 주민들이 사업 개발이나 계획에 대한 정보를 공유하고 이와 관련된 교육을 받을 수 있다. 제공되는 정보는 지방정부가 행하는 정책이나 계획, 방침 등에 관한 내용물로서 이것의 내용이 진실하게 지역주민에게 전달됨으로써 주민과 지방정부 간에는 건설한 신뢰관계가 형성되는 단계이다.

주민의식 조직화 단계는 주민의식이 형성된 후 의식의 전환을 기초로 지역 주민참여를 조직화하는 단계로 본 단계에서는 지도자의 역할 특히, 변화된 주민의식을 지속적으로 유지해 나가는 것이 중요하다.

마지막으로 파워형성단계는 계획의 수립과정이나 실행 및 평가과정에서 주민의 대표의사를 제시하고 이익의 분배과정에서 적절히 의사표명을 할 수 있는 단계이다.<그림 2-39>



<그림 2-39> 지역 주민참여 체계

마) Michael Wells and Katrina Brandon의 지역 주민참여 단계.

Michael Wells and Katrina Brandon(1992)은 지역참여를 위한 사업추진단계

를 다음과 같은 5단계로 구분하였다.

-정보수집(information-gathering) : 사업계획자는 전체 프로젝트의 컨셉 및 목표설정에 있어서 계획된 수익자(지역주민)로부터 정보를 얻고, 정보를 공유함.

-의견교환(consulting) : 지역주민은 사업을 계획하는 동안 중요한 문제점들에 대해 논의하고, 계획수립과 실행과정에서 상호작용과 피드백 할 기회를 가짐.

-결정과정(decision-making) : 지역주민은 사업의 계획 또는 실행과정에서 원치 않는 이득을 수동적으로 받아들이는 것보다 책임을 갖고 결정과정에 참여 하도록 함

-참여활동(initiating action) : 지역주민 모임이 사업추진과정에서 새로운 필요를 찾거나 그것을 실행하기로 결정했을 때, 그들은 그들 자신의 개발을 위해 주도권을 가지고 참여하도록 함.

-평가(evaluation) : 지역 주민참여에 대한 평가는 향후 유사한 사업의 계획과 실행과정 및 해당 사업의 문제점을 해결하는데 있어 중요한 교훈을 줄 수 있다.

기존 지역 주민참여 단계를 검토한 결과 몇 가지 특징을 발견할 수 있다. 지역 주민참여수준의 측면에서 지역 주민참여는 공통적으로 소극적 참여단계인 비참여, 형식적 참여에서 시작하여 적극적 참여인 주민권력단계, 과위형성단계로 진행된다. 지역 주민참여 유형의 측면에서 지역주민참여는 개발계획의 목표설정, 대안선택, 운영계획의 피드백 및 모니터링 등 전 단계에 걸쳐 지속적으로 이루어져야한다. 적극적인 지역주민참여를 유도하기 위해서는 주민들에 대한 공정한 정보의 제공, 교육의 기회확대, 전문가 및 공무원 등 관련 이해당사자들의 협조와 노력이 필요하다.

7) 대포천 수질개선을 둘러싼 정부-주민간 협력적 로컬거버넌스 분석 사례  
홍성만(고려대)은 지역주민단체인 수질개선대책위원회-지방정부-중앙정부간 협력적 로컬 거버넌스에 의한 수질개선 성공사례 다음과 같이 분석하였다.

가) 개요

대포천 유역 지역주민의 자발적인 노력에 의한 수질개선 성과는 중앙정부와 지방정부 그리고 지역주민간의 협력에 의한 성공적인 거버넌스 모델(governance model)을 제공한 것으로 평가된다. 무엇보다도 독특한 점은 수질개선에 있어 환경NGO의 개입 없이 주민의 자발적인 노력을 통해서 거둔 성

과라는 점이다.

김해시 대포천이 4~5급수로 전락하여 상수원보호구역 지정문제가 제기되기 시작한 1997년부터 환경부, 김해시, 상동면 「수질개선대책위원회」 간에 자발적 협약을 체결한 2002년 4월을 거쳐 2004년 3월 대포천이 환경부로부터 수질개선지역으로 지정되기까지 과정을 검토하여 지역주민단체인 상동면 수질개선대책위원회-지방정부-중앙정부간 공통의 문제해결을 위한 상호작용, 이 과정에서 나타난 협력의 양태를 살펴보기로 한다.

나) 협력적 로컬 거버넌스 정의 및 참여구조

(1) 협력적 로컬 거버넌스 정의

거버넌스와 관련하여 이명석(2002)은 다양한 수준에서 거버넌스를 정의하였는데, 먼저 가장 넓은 의미의 거버넌스를 “특정한 형태의 문제해결방법이라고 파악하기보다 조직, 사회체제, 국가체제 등과 관련된 문제를 해결하는 다양한 방법을 포괄하는 것”으로 보았고, 넓은 의미의 정의로는 “공적인 관심사와 관련하여 권력이 행사되고 시민들의 의견이 제시되고 의사결정이 이루어지는 방법을 결정하는 전통, 제도 및 절차”라고 정의하였으며, 좁은 의미로는 “법적 공식적인 통제권한 없이 소기의 목적을 달성하고 구성원 및 단위간의 갈등을 해결하는 등의 기능을 수행할 수 있는 능력”을 의미하는 것으로 정의하였다.

거버넌스의 유형과 관련해서는 Hewitt(1998)은 분석수준과 차원에 따라 글로벌 거버넌스, 범지역거버넌스(regional governance), 국가거버넌스(national governance), 로컬거버넌스(local governance), 사이버 거버넌스 로 구분한다.

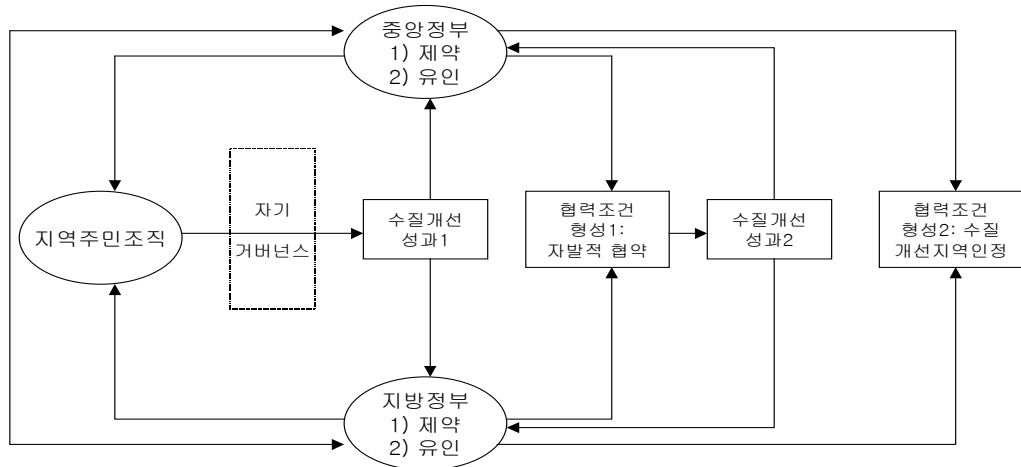
일반적으로 거버넌스라는 개념은 government와 governing의 용어와의 구별이 필요하다. government는 흔히 국가를 정부주체로 한 “통치”의 개념으로 이해할 수 있으며, governing은 그러한 통치행위를 하는 활동자체를 강조한 개념이다. 이에 반하여 governance는 “어떤 영역에서 일정한 방향으로 활동이 이루어지도록 만드는 조직의 형태(organizational forms)와 과정(process)”으로 볼 수 있다(Grabher, 1993:44). 이 점에서 governance의 개념적용은 그 주체가 정부이든 기업이든 NGO이든 각 활동주체에 모두 적용될 수 있는 개념으로 볼 수도 있다. 여기서는 기본적으로 적정수준의 공공재를 생산하고 유지하고 관리하는데 관련된 주체들의 역할과 관련된 문제해결을 강조한다는 점을 고려하여 거버넌스 개념을 정의하고자 한다. 따라서 본 연구에서는 거버넌스를 협의로 접근해 “정부와 관련주체들의 역할과 문제해결방식(양

식)”을 의미하는 것으로 파악하며, 거버넌스의 변화는 이러한 것의 변화를 의미하는 것으로 파악한다.

협력적 로컬 거버넌스란 “지역수준에서 중앙정부, 지방정부, 시민사회단체(NGO), 지역주민을 포함하는 각 행위주체들의 역할과 자발적 상호협력에 바탕을 둔 문제해결방식”을 의미하는 것으로 정의한다. 또한 지역주민이 자기 거버넌스(self governance)에 바탕을 두고 그 성과의 도출과 그에 기반하여 협력적 거버넌스로 변화하고 있다는 점에서 자기 거버넌스의 개념에 포함된다. 거버넌스를 각 행위주체들의 역할과 문제해결 방식이라는 정의선상에서 볼 때 자기 거버넌스는 행위주체의 자발적인 문제 해결방식과 그에 부합하는 역할을 의미한다.

(2) 수질개선을 위한 정부-주민간 협력적 로컬 거버넌스의 참여구조

협력적 로컬 거버넌스라는 입장에서 대포천 수질개선을 둘러싼 정부-주민 간 거버넌스를 도식화하면 <그림2-40>과 같다. 먼저, 거버넌스와 관련된 각 행위주체들의 역할은 로컬 거버넌스의 참여구조라는 변수로 설정하여 관련 주체의 로컬 거버넌스의 참여방식이나 구조는 그들의 역할을 간접적으로 나타내준다.



자료 : 홍성만, 대포천 수질개선을 둘러싼 정부-주민간 협력적 로컬거버넌스 분석

<그림 2-40> 정부-주민간 협력적 로컬거버넌스

<그림 2-40>에서 원형으로 표시된 지역주민조직, 중앙정부, 지방정부가 주요 참여자라고 할 수 있으며 그들의 영향관계는 화살표와 같다. 둘째, 각 관련 주체의 문제해결방식은 각 주체의 상호작용과정에서 나타난 협력조건 형성

을 통해서 파악하고자 한다. 중앙정부는 지역주민조직이 수질개선을 위한 다양한 문제해결방식(self-governance)을 통해서 이룬 수질개선 성과(1)는 지역주민조직과 중앙정부, 그리고 지방정부간 협력조건(1)을 형성한다. 협력조건(1)의 형성으로 구체적인 협력행위는 지역수준에서 공통의 관심사로 부각되는 수질개선을 지속적으로 유지하는 성과(2)를 가져오고 이러한 성과에 근거하여 지역주민, 중앙정부, 지방정부는 새로운 형태의 협력조건(2)을 형성한다. 다) 대포천 수질개선을 위한 정부-주민 간 협력적 로컬 거버넌스 분석

(1) 대포천 수질개선 개요

대포천은 부산시민의 상수원인 낙동강 물금취수장에서 약 300m 상류의 김해시 상동면에 위치하고 있으며, 약 8.9km의 연장에 하폭은 10~40m에 이르며 유역면적은 33.93km<sup>2</sup>인 지방 2급 하천이다. 1970년대까지는 맑은 수질을 유지하였으나 이후 급격한 지역개발로 인한 공장폐수와 축산농가의 증가로 인한 축산폐수 방류 등으로 오염되기 시작하였다.

1997년 정부는 도시지역에 맑은 물을 공급하겠다는 취지로 한강, 낙동강, 금강, 영산강 등 4대 강의 수질개선을 위해 1일 50만 톤 이상의 취수장이 있는 지역을 상수원보호구역으로 지정·관리한다는 내용의 4대강 특별법을 입법예고 하였고, 이에 1997년 당시 수질오염이 심화되면서 낙동강 물금취수장의 상수원 보호를 위하여 대포천 일대가 상수원 보호구역으로 지정될 처지에 이르렀다. 이것은 축산 외에 농업소득이 없는 대포천 유역의 상류 마을 사람들의 생존에 큰 영향을 줄 수 있는 것이었다. 이에 상수원 보호구역으로 지정이 불가피해진 김해시 상동, 생림, 한림, 진례면 전역과 진영 일부의 5개 읍·면 번영회를 주축으로 상수원 특별법 반대 추진위원회를 구성하여 이에 저항을 하게 되었다. 입법예고 된 특별법은 주로 취수장 인근을 규제·관리하는 것이었는데, 낙동강 오염의 경우는 대구, 구미 등 중·하류지역의 오·폐수가 주원인임에도 불구하고 단순히 취수장 주변을 보호구역으로 지정하는 대책은 임시방편이며 근본적인 해결책은 아니라는 인식에서이다. 그러나 대안 없는 반대운동이 대다수의 주민들로부터 호응을 얻지 못하면서, 우선 대포천을 살리고 행정당국에 상수원 보호구역 지정을 유예해 주도록 요구하자는 의견이 대두되었다. 이러한 의견에 따라 주민들은 「상동면 수질개선 대책위원회」를 구성하여 대대적인 수질정화운동에 나서 자발적으로 오염을 줄여나가기 시작했다. 주민들의 자발적인 수질개선기금의 모금, 수계별 감시단의 조직화, 합성세제 덜 쓰기 운동, 수질자정능력 제고 활동, 가정 및 식당의 오·폐수 저감장치의 설치, 범 면민 하천정화활동 등 주도적이고 자율적인 노력으로 대포천은 1998년 2월 이후 BOD 기준 I 급수 하천으로 개선되었으며, 이

후 가재와 제첩이 살아나고 멸종위기에 처한 조개류와 물고기들이 돌아오기에 이르렀다. 이러한 수질개선으로 상수원보호구역으로 지정하려던 계획은 수정되기에 이르렀다.

## (2) 대포천의 주요 수질오염원

대포천 인근지역은 다양한 오염원을 가지고 있으며 계속하여 오염원이 증가하고 있었다. 대포천 상류지역에는 10개 마을 1,500여 가구 4300여명이 살고 있었고 이들이 운영하는 소, 돼지 등의 축산농가, 공장, 음식점 등의 오염원을 방치하는 경우 인접한 낙동강 수계의 오염을 비롯하여 물금취수장의 수질에 악영향을 준다. 그러나 이들 지역이 상수원 보호구역으로 지정되면 지하하락 등으로 인한 손해뿐만 아니라 축산 이외에는 농업소득이 거의 없는 대포천 유역 사람들은 심각한 재산상의 손해를 볼 것이다.

## (3) 1기(자발적 협약체결까지) : 정부-주민 간 협력적 로컬 거버넌스 분석

### (가) 협력적 거버넌스: 참여구조와 문제해결방식

#### ① 대포천 주민의 수질개선

1997년 정부에서 낙동강수질개선특별조치법 제정을 추진하자 초기에 상수원 보호구역 지정계획에 반대하다가 이후 상수원보호구역에서 벗어나고자 주민 스스로 4~5급수로 오염된 하천을 1급수의 하천으로 개선시켰다. 지역주민이 오염된 대포천의 수질을 1급수 하천으로 개선하기까지 다양한 노력을 전개하였다.

1단계: 상수원보호구역 지정반대 활동-번영회, 재산권

2단계: 주민조직 명칭 변경과 지원세력 확대-“수질개선대책위원회”

3단계: 수질개선 대책 수립과 주민의 참여확대-전체 면민, 인구 숫자 비례 및 기업체 모금, 유급감시원

4단계: 정책토론회를 통한 이슈 부각 및 상수원보호구역 지정의 부당성 설득

5단계: 상원보호구역 지정 선례지역 견학을 통한 주민참여 유도

6단계: 지방자치단체 설득을 통한 행정지원 유도

7단계: 지역주민의 실천과 수질개선-수질계약제를 제안

#### ② 지방정부와의 상호작용

대포천 유역 주민들의 자발적인 수질개선 노력은 김해시의 지원을 얻어내게 되었다. 관할 행정기관인 김해시는 주로 주민의 자발적인 노력을 촉진하고 보조하는 활동을 하였다. 주민노력으로 수질이 1급수에 이르자 김해시는 주민조직인 수질개선대책위원회에 사업비를 공식적으로 지원하였고 하천 감시 역할을 보조하였다. 둘째, 김해시는 주민에 직접적인 지원을 하였다. 김해시는 오염원 저하를 위한 기반시설이 되는 것에 지원을 하였다. 즉 상동면 마

을 앞 하천변 수질정화를 위하여 8개소 약 1,500평에 이르는 수초식재를 지원하였고, 가정 및 음식점 간이침전조 설치를 지원하였으며 오수처리시설 설치도 지원하였다. 그리고 김해시는 하천수질을 개선시키고자 대포천 인근 유역을 포함해 광범위하게 하천 살리기 공공근로사업을 실시하였다. 이 사업에는 수질개선이 이루어진 1998년 3월 이후 2001년까지 1억 60만원의 예산으로 총4,024명을 동원하였다. 김해시의 지원과 유인은 편익을 상동면 지역에 구체적으로 한정하고, 지역주민의 수질관리의 경계를 정하였으며, 따라서 그 지역주민을 중심으로 그 비용을 부담하도록 유도함으로써 보다 효율적인 수질개선을 기하도록 할 수 있었다.

③ 중앙정부와의 상호작용

환경부는 낙동강수계의 상수원수질을 개선하기 위하여 일종의 가이드라인을 설정하는 역할을 하였다. 즉 수질이 악화되는 경우 상수원보호구역으로 지정한다는 지침을 규정함으로써 지역주민의 수질개선을 위한 자발적 활동을 유도할 수 있었다.

(나) 협력적 거버넌스의 성과 및 협력조건 제도화

① 협력적 거버넌스의 성과: 수질개선 및 생태계 복원

중앙정부와 지방정부의 대포천 수질개선을 위한 지역주민에 대한 제약과 유인의 작용 속에 성과로 파악할 수 있는 먼저, 대포천의 수질등급이 가시적으로 개선되었다는 점이다. 대포천 지역주민의 활동으로 대포천 수질은 <표 2-28>에서 보는 바와 같이 1997년 3급수에서 1998년 이후 1급수를 유지하고 있다. 이것은 지역주민의 자율적이고 다양한 활동을 통하여 얻어낸 성과라 할 수 있다.

(표 2-28) 대포천 일대 수질의 변화 추이

구 분	1997	1998	1999	2000	2001	2002.3
오염도(BOD) 변화 추이(mg/L)	상반기: 4.5	0.7(3월) 1.0(8월)	0.8(3월) 0.8(8월)	0.7(3월) 0.4(8월)	1.0(3월) 0.9(8월)	0.9
평균	6.3	0.7	1.0	1.4	1.6	1.4
수질등급	3	1	1	1	1	1

자료: 김해시(2002.9), 대포천 살리기 추진상황.

둘째 대포천의 생태계 복원을 주요 성과로 제시할 수 있다. 과거 농약의 무분별한 과다사용은 수질 및 토양오염뿐만 아니라 생태계까지 파괴시켜 왔었다. 수질개선운동과 병행한 친환경적인 농업은 가재와 재첩을 돌아오게 하는 등 생태계를 복원시키는 효과를 가져왔다. 이로 인하여 2001년에 상동면은

저농약 사용지역으로 인정받았다.

② 협력조건형성 및 제도화: 정부-주민 간 자발적 협약체결

지역주민의 자율적인 노력으로 대포천의 1급수 수질로의 개선은 구체적으로 정부와 지역주민간의 협력 조건을 형성하였고 이를 제도화하게 되었다. 가시적인 수질개선은 실질적으로 특별법 제정을 유보시키고 나아가 중앙정부인 환경부 및 지방자치단체와 자발적인 협약체결을 가능하게 한 것이다.

(4) 2기(수질개선지역지정) : 정부-주민 간 협력적 로컬 거버넌스 분석

(가) 협력적 거버넌스: 참여구조와 문제해결방식

중앙정부인 환경부와 김해시 그리고 지역주민간의 자발적 협약체결 이후 각 행위주체 간의 역할구조 및 문제해결방식은 과거의 지원방식은 지속되었으며 그리고 보다 긍정적 성과를 유발할 수 있는 유인을 제공하는 방식이 더 추가되어 활용되었다.

① 대포천 주민의 수질개선

기본적으로 지역주민 조직인 수질개선대책 위원회는 행정조직인 상동면과 긴밀한 협력 하에 수질개선 활동을 지속하였다. 수질개선대책 위원회는 상동면 18개리의 이장단으로 구성되었는데 수개위의 간부를 구성하고 있다. 여기서 주목할 것은 수질개선대책위원회의 주요 활동장소로서 상동면 면사무소를 사용하고 있으며, 사안에 따라서 김해시 환경보호과와 긴밀한 협조관계를 형성하고 있다는 점이다. 지역주민 조직인 수질개선대책위원회의 성격이 최말단 지방행정조직의 성격을 지닌 마을 이장단을 주축으로 운영되고 있다는 점이며, 나아가 상동면사무소라고 하는 지방행정조직을 그 주요 활동공간으로 활용하고 있다는 점이다.

구체적으로 수질개선대책위원회를 중심으로 한 지역주민의 자치에 기반 해 지속된 자발적 수질개선 노력을 살펴보면, 첫째, 수계별 하천감시단은 3개단 18명이 지속적으로 운영되었다. 둘째, 대포천 지역에 거주하는 상동면 주민 자율 모금을 통해서 상용감시원을 상시채용에서 수시채용형태로 바꾸었다. 셋째, 전 면민이 월 2회씩 정기적으로 하천정화활동을 실시하였다. 넷째, 수질개선 주민홍보 반상회를 자연마을별 2회 이상 실시하였다. 다섯째, 상동면 민 세제 안 쓰기 운동으로 농협 세제 판매 안하기 운동을 꾸준히 실시하였다. 여섯째, 여전히 축산 및 공장폐수 무단 방류자 고발로 감시활동을 강화하였다. 일곱째, 합성세제 안 쓰기 차원에서 결성된 부녀회가 지속적으로 활동하였다. 여덟째, 농가 농약사용 억제 및 빈병 되가져오기 운동을 꾸준히 전개하였다.



② 지방정부와의 상호작용

먼저, 유급감시원에 대한 상시배치에 소요되는 재정적 지원을 해주었다. 지역주민조직인 수개위에서의 수질개선기금은 각 가구당 2000~3000원 지속적으로 모금하였는데, 김해시에서는 1명을 상시감시원으로 고용한 것이다. 지원 금액은 1년 중 10개월을 지원한다. 나머지 2개월에 대하여는 수개위의 수질개선기금을 통하여 비용을 충당하고 있다.

둘째, 가정 및 음식점 간이 침전조 설치에 대하여 수계에서 가까운 지역부터 우선지원하고 점차 먼 지역으로 확대하여 꾸준히 지원하는 방식을 취하고 있다. 2003년 4월 7일부터 4월 26일까지 500만원의 비용을 들여서 간이호수정화시설 5개소 여과층을 교체하였다.

셋째, 마을별 간이 정화시설 설치의 경우는 주로 음식점을 대상으로 지원하고 있다. 김해시가 70%의 지원과 주민이 30%를 부담하는 방식을 취하고 있다. 여기서 김해시의 지원금에는 국비가 포함되어 있다.

넷째, 대포천 상동면수질개선위원회를 역할 모델로 해서 구성된 인근 5개 지역읍면을 연합한 수질개선대책협의회에는 수질개선관련 하천 주변청소 및 오수를 관리할 수 있도록 김해시에서 매년 400만원의 지원금을 제공하고 있다.

다섯째, 대포천 수생식물 군락지를 조성하였다. 이것은 자연정화사업 차원에서 도심하천의 경우 전국적으로 추진되고 있는 사업의 성격으로서 김해시의 경우는 2003년 4월 25일부터 5월 2일까지 지역주민의 의견을 청취하여 주민과의 협력 하에 수생식물 군락지를 조성하였다. 1천만 원의 비용을 들여서 꽃창포 2000본, 노랑꽃창포 2000본, 창포 1000본 외 3000본 등 수생식물 군락지를 김해시-상동면장-수개위 간의 협력 하에 조성하였다.

여섯째, 행락철(45일)에 장척계곡에 공익요원을 정기적으로 투입하고 있다. 여기에는 김해시에서 투입한 공익요원과 함께 지역주민의 자율감시대가 함께 활동하여 수질관리 활동을 벌이고 있다.

일곱째, 대포천 유역에 대한 하천 살리기 공공근로사업을 지속적으로 실시하고 있다.

③ 중앙정부와의 상호작용

중앙정부와의 상호작용을 잘 파악할 수 있는 것으로는 먼저, 생태복원 우수사례지정을 들 수 있다. 앞서 보았듯이 지역주민의 자발적 노력을 통해 수질등급이 상향되고 생태계가 복원되자 지정권한을 가진 환경부는 2003년 2월 19일부터 2006년 2월 18일까지 자연생태복원 우수사례로 지정하였다.

둘째, 대포천 전시관 건립을 둘러싼 상호작용을 통해서 지역주민-지방정부-

중앙정부간의 협력적 상호작용이다. 대포천 전시관 건립의 경우 상동면 수개 위 주도로 김해시 지역환경과에 요청하였고, 김해시에서는 환경부에 협조를 요청하는 구조를 띠었다는 점에서 협력적 거버넌스 형태이다.

셋째, 주민의 수질개선 성과를 바탕으로 김해시의 요청으로 환경부는 소정의 절차를 통해서 수질개선 지역으로 지정하였다. 환경부가 수질개선 지역으로 지정함으로써 김해시는 수계관련 특별법에 근거해 지원사업비를 확보할 수 있게 되었다.

(나) 협력적 거버넌스의 성과 및 협력조건 제도화

① 협력적 거버넌스의 성과: 수질개선 및 생태복원의 지속성

지역주민, 지방정부, 중앙정부간 협력적 거버넌스를 통해 나타난 성과로는 개선된 수질의 지속을 들 수 있다.

둘째, 이미 살펴본 것과 같이 환경부로부터 2006년까지 자연생태복원 우수사례로 지정되었다는 것도 주요 성과로 파악할 수 있다.

② 협력조건형성 및 제도화: 수질개선지역 지정

무엇보다도 지역주민의 수질개선·유지를 위한 자율적 노력의 성과는 중앙정부, 지방정부, 지역주민 간 협력조건을 형성하고 나아가 이를 제도화하는데 기여하였다. 수질개선지역지정은 주민의 성과에 기초해 지방정부인 김해시에서 수질검사 측정치를 바탕으로 지정 신청을 하였고 이에 환경부에서는 조사평가를 통해서 지정하게 되는 과정을 겪었다.

수질개선지역으로 지정되면 상수원보호구역 및 수변구역 등 규제지역과 함께 주민지원 사업 대상에 포함되어 수계관리기금으로 해당지역에 대해 지원 사업을 실시할 수 있게 된다.

라) 시사점

대포천 주민의 수질개선 사례는 주민의 자발적인 노력이 거둔 성과만큼 중앙정부, 지방정부, 지역사회 등 많은 관심과 이목을 끌었다. 정부와 주민 간 문제해결방식은 자발성과 조건적 유인에 기초하였고 여러 형태의 협력구조를 형성하였음을 알 수 있었다. 주민의 자발적 노력과 정부의 조건적 유인의 제공아래 나타난 상호협력은 적은 비용을 통해서 대포천을 1급수 수준으로 개선뿐만 아니라 이를 지속적으로 유지하도록 하였으며 나아가 파괴되었던 대포천의 생태계도 복원되는 성과를 가져왔다. 나아가 수자원이라는 공공재 관리비용 면에서도 매우 효과적이었다. 주민의 자발적 노력과 정부의 제도적 유인의 제공은 수질개선에 드는 관리비용이나 사회적 비용을 상당히 줄여줄 수 있다.

대포천 수질개선사례를 둘러싼 정부-주민 간 협력적 로컬거버넌스 사례를 분석한 결과 바람직한 협력적 로컬거버넌스의 활성화를 위한 조건으로 다음과 같은 점들을 지적할 수 있겠다. 첫째, 수질개선이라는 문제 상황에서 주민의 자발성에 근거한 문제해결방식은 중앙정부나 지방정부의 적극적인 지원과 그리고 주체간의 상호협력을 낳는다는 점이다. 둘째, 수질관리의 문제 상황에서 정부와 주민간의 상호작용은 과거의 강제와 계층제에 바탕을 두기보다는 조건적 유인기제를 형성하는 방식이 상호협력을 강화할 수 있음을 알 수 있다. 셋째, 로컬 거버넌스에서 상호협력의 주체로서 지역주민조직 구성은 지역사회공동체에 바탕을 두고 말단 행정기관과 밀접한 연계를 조성할수록 협력적 로컬 거버넌스가 활성화될 수 있다는 점이다.

#### 2.7.4 농업용수 수질개선 정화시설 시운전

농업용수 수질개선은 오염된 수질을 개선하기 위하여 정화시설의 설치 운영이 핵심 사업이 된다. 그러므로 시공자가 정화시설을 설치하고 난후 원활한 운영을 위해서는 시운전 절차에 따라 정화시설의 처리효율 검증, 운영인자 도출 및 시설물의 준공을 위해 실시하여야 한다. 시운전은 사업의 종류, 설치시설의 종류에 따라 시행절차, 방법의 난이도, 기간 등이 다를 수 있다. 여기서는 농촌지역의 수질개선 정화시설도 넓은 의미에서는 하수종말처리시설로 볼 수 있으므로 하수처리시설의 종합시운전 방법, 축산폐수 종말처리시설의 시운전 방법, 인공습지 시운전 계획을 소개하고자 한다.

##### 1) 하수처리시설의 종합시운전

###### 가) 개요

종합시운전은 모든 시설의 설치공사 완료 후 관련 설비를 유입하수에 대해 일정기간 동안 운전하면서 토목, 기계, 전기, 계장, 기타 부대설비에서 각 기기, 설비간의 연계운전에 대한 작동상황과 총괄적인 Plant로서의 기능을 확인하는 것이다. 또한, 각 기기의 초기고장과 유지관리상의 부적합한 요소 등을 사전에 발견하여 최적운전조건이 될 수 있도록 설정하고 정상운전 개시 후에 원활한 유지관리가 가능하도록 하기 위함이다.

###### 나) 시운전 구분

하수종말처리장 건설에 있어서 공사완료 후 종합시운전을 완료하고 정상운전에 들어가기까지의 절차는 사전점검, 무부하시험, 종합시운전으로 구분한다. 사전점검 및 무부하시험이 완료되면 발주자의 확인을 득한 후 종합시운전을

실시한다.

(1) 사전점검

(가) 구조물점검

(나) 기계배관 공사점검

(다) 전기계장 공사점검

(2) 무부하 시운전

(가) 일반 점검-전력, 용수, 유류, 청소, 운영일지, CHECK LIST

(나) 기계장치 설비 점검

(다) 전기·계장설비 점검

(라) 관련 기기와의 연동시험

(3) 종합시운전

(가) 부하 시운전

(나) 수 처리공정

(다) 탈취시설

(라) 성능보증시험

(4) 종합시운전 절차

(가) 일반사항

종합시운전 계획서는 토목, 건축, 기계, 전기·계장설비 등 종합시운전 실시 1개월 전 종합시운전계획서를 작성하여 발주처의 승인을 받아야 한다. 설계·시공 및 운전에 대한 Feed back 기능과 시행착오 예방 및 신기술 조기보급을 위해 종합시운전 결과보고서 및 유지관리지침서를 작성한다.

· 시설물 완료 후 종합시운전 기간은 하수통수일 기준으로 공법별로 최소 3개월에서 6개월 정도 확보하여야 하며 전체적인 성능보증이 되도록 실시한다.

· 턴키공사의 경우 시운전에 대한 분석항목, 분석횟수, 수질보증방법, 부하변동에 따른 운전방법을 구체적으로 작성한다.

· 시운전은 무부하시운전, 종합시운전 성능시험 단계로 구분하여 실시하여야 하며, 신기술 및 신공법에 대하여 기술 보유사에서 시운전 기간 동안 기술을 제공하여야 한다.

· 신기술 및 신공법의 경우 교육훈련 및 이전계획시 기술 보유사에서 직접 실시 하고, 수질보증에 대한 책임도 명확히 하여야 한다.

· 시운전시 처리공정별 설계인자 및 운영인자와 비교, 처리효율 체크 등을 하기 위해서는 현장에 실험실을 구성하여 실험의 신속성과 정확성을 기한다. 시운전시 운전조건 변화에 대응할 수 있도록 충분한 시료채취와 분석이 신속

하게 이루어져야 하므로, 일반항목 및 T-N, T-P를 분석할 수 있는 실험실을 설치하여야 하며, 수질분석의 신뢰도를 확보하기 위하여 환경부 수질공인기관, 수질측정 대행업 등의 조건에 준해야 한다.

(나) 시운전 계획수립

설계도서 작성시 부하변동에 따른 운전방법, 식종방법, 분석횟수, 설계인자와 운영인자를 비교할 수 있는 항목 등을 구체적으로 보고서에 수록한다.

사업개요, 처리시설 현황, 단위공정설명을 설명하고 P&ID와 제어계통도를 제시 후 각종 펌프류, 계측기기 등에 대하여 간략하게 설명하고 특히, 연동운전관계는 시운전 기간 중 유입량 및 수질변화에 따라 운전할 수 있는 운전 MODE를 각 CASE별로 작성한다. 설계와 운전이 상이할 시 계측기기, 펌프, 송풍기 등 적정운전 미 고려에 따른 자동운전이 안 되고 있는 실정이며, 이에 따라 유지관리비 산정에 차이가 있다. 시운전 인력투입 시 기계, 전기/계장, 환경기술자등 환경기초시설 시운전 경험이 있는 자로 하여야 하며, 인력 산정 시 상대적으로 환경기술자가 많게 구성하여야 하며, 시운전 계획서에 제출한 인원 변동이 있을 시 발주처의 승인을 받아야 한다. 시운전 계획서 작성시 수 처리, 탈취처리, 슬러지처리 등으로 구분하여 성능보증방법을 제시한다. 특히 탈취설비는 그간 검증 없이 직접관능법으로 수행한 바, 탈취설비에 대한 정확한 운전인자 및 처리효율 등 검증이 필요 하다. 단위공정별 분석항목은 다음과 같다. 수질분석 및 횟수는 하수도 시설기준을 기준으로 하되 고도처리 공정은 특성을 감안하여 질소, 인계통의 분석을 1일 1회 이상 실시한다.

한편 플랜트 시운전에 필요한 편치 리스팅에 포함되어야 하는 중요 아이템은 나열해 보면 다음과 같다.

- 설계 흐름도
- 냉각 수 시스템
- 처리 수 시스템
- 계기 압축 공기, 공장 압축 공기
- 보일러 공급 수 시스템
- 스팀 시스템
- 응축 수 시스템
- 플레어 시스템
- 불활성 개스 또는 질소 시스템
- 연료 개스 시스템

- 연료 오일 시스템
- 방화수 시스템
- 하수 시스템
- 저장 탱크
- 블라인드

위에 있는 항목은 오프사이트나 유틸리티 편치리스트팅의 기반이다.

(5) 하수종말처리시설의 수질검사

하수종말처리시설의 유입수 및 방류수에 대한 시료채취는 다음사항을 감안하여 수행하여야 한다.

(가) 시료채취 시기는 강우시 우수가 유입되거나, 하수 및 폐수발생이 적은 시간대(야간)의 하수가 유입·처리되어 방류되는 시간은 배제하고, 정상적으로 유입 또는 처리되는 시간대를 고려하여 채취하여야 한다.

(나) 유입수 및 방류수 등의 시료채취는 수질 오염공정 시험방법에 준하여 채취하여야 한다.

(다) 유입수의 채취지점은 하수 차집관로 말단부(하수처리시설 유입직후: 반송수, 분뇨·축산폐수·침출수 등 연계처리수 혼합 전)에서 채취하여야 한다.

(라) 방류수의 채취지점은 최종 방류구에서 채취하는 것을 원칙으로 한다. 다만, 염소소독을 실시하는 처리시설의 경우에는 잔류염소 등 산화성물질에 의해 BOD나 COD의 분석결과에 영향을 미칠 수 있으므로 동 항목의 분석시에는 수질오염공정시험방법에 따라 시료를 전처리한 후 분석하여야 한다.

(마) 분뇨·축산폐수·침출수 등 연계처리수의 채취지점은 생활하수와 연계 처리수가 혼합되기 이전의 지점에서 채취하여야 하며, 각각의 연계처리 수질을 분석하여야 한다.

(6) 종합시운전 비용 산출

종합시운전에 소요되는 비용은 직접인건비, 직접경비, 기술료, 제경비로 구분하여 작성하고, 도급내역은 실제비용 정산 도급방식에 따라 공사 준공시 정산하여야 한다.

(7) 교육훈련계획

-시운전기간 중 운영요원을 사전에 투입하여 분석 및 운영교육을 실시하여야 한다.

-실험 분석 장비는 시운전 실시 전에 설치하여 운영요원으로 각종 분석 장비의 운영기술을 습득시켜야 한다.

(8) 종합시운전 결과보고서

시운전 결과를 토대로 부하변동(저농도 하수유입 등)에 따른 운전방법, 각종 계측기기의 연동관계, 계측기기의 보정 및 유지관리방법 등을 작성한다.

종합시운전의 결과보고서는 다음 항목을 포함하여 작성한다.

- ① 종합시운전 실시공정표
- ② 종합시운전 운영일지
- ③ 종합시운전 참여자 명단
- ④ 종합시운전 약품사용량, 수도비, 전력사용량 등
- ⑤ 종합시운전 기기운전 보고서
- ⑥ 종합시운전 사진대지
- ⑦ 기계설비 CHECK LIST
- ⑧ 기계설비 LEVEL 점검표
- ⑨ 전기설비 동작시험 LIST
- ⑩ 전기설비 TIMER, 설정기 등 설정표
- ⑪ DATA 기록

-수전전력, 펌프장 수위, DO, 각종 유량계 등의 DATA를 정리하여 삽입

- ⑫ 건축기계설비 CHECK LIST
- ⑬ 각종 측정표(탈취풍량 조정측정표)
- ⑭ 건축기계설비 LEVEL 점검표
- ⑮ 건축전기설비 CHECK LIST

-각 계기의 조정 시운전을 한 결과를 기록하고 소방설비의 검사결과를 정리하여 삽입

- ⑯ 전기설비 TIMER 설정표
  - ⑰ 소음 및 진동측정표
  - ⑱ 실부하에 의한 성능시험 성적표
- (9) 시운전계획 사례

남양주 가은지구 하수종말처리장 시설공사 및 실시설계 요약보고서에 따르면 다음과 같은 내용의 시운전 계획이 수립 되었다.

(가) 시운전 절차 및 단계별 추진계획

시운전은 사전점검단계, 무부하 시운전, 종합시운전(시운전 및 신뢰성 운전)으로 구분되며 그 절차는 다음 (표 2-29)와 같다.

(표 2-29) 시운전 절차

구분	추진계획	비고
사전점검 및 무부하시운전	<ul style="list-style-type: none"> <li>-무부하 시운전 일지</li> <li>-각종 기기 및 설비 CHECK LIST작성</li> <li>-각종 구조물 청소</li> <li>-전력, 용수 공급계획 파악</li> <li>-운영요원 배치</li> <li>-각종 일지 및 check list에 의한 기기, 전기시설 등 합동점검</li> <li>-구조물의 층수 및 수리종단 level 확인</li> <li>-구조물 누수, 기밀점검 및 조치</li> <li>-계장설비 연동관계 및 보완조치</li> <li>•침사설비 및 유량조정조에서 생물반응조까지 유입하수는 유입펌프의 연동운전조건이 완비되어야 함</li> <li>•각종 기기 및 장비에 급수공급을 위한 자동압력수 탱크(자동급수장치)의 연동 운전조건이 완비되어야 함</li> </ul>	점검 및 보완조치
시운전	<ul style="list-style-type: none"> <li>-하수 통수 실시 및 생물반응조 식종</li> <li>-하수처리공정 운영개시</li> <li>-각종 기기류 운전조건 확보 및 보정</li> <li>-단계별 처리효율 분석</li> <li>-수질분석 및 기록, 일지 작성</li> <li>-처리장 적정운전인자 도출</li> <li>-공인기관 수질분석 의뢰 및 운영요원 교육훈련</li> </ul>	시운전 팀 단독운영
신뢰성 운전	<ul style="list-style-type: none"> <li>-유입하수량 조절 및 안정화</li> <li>-운전조건 확보 및 안정화</li> <li>-방류수질 확보</li> <li>-1개월 연속운전</li> <li>-수질분석 및 기록, 일지 작성</li> <li>-공인기관 수질분석 의뢰</li> <li>-인수기관과 합동근무 운영</li> </ul>	합동훈련
교육훈련 계획	<ul style="list-style-type: none"> <li>-시운전 교육교재 승인 및 인쇄</li> <li>-교육시간</li> <li>•하수처리, 생물학적 처리 원리(슬라이드/비디오)</li> <li>•하수처리 실무 응용기술</li> <li>•실험분석교육</li> <li>•기계 및 전기, 계장설비 유지보수</li> <li>•중앙통제실 운영요원 교육 : 전기/계장</li> </ul>	교육일정 별도 협의 조정
사후관리 및 시설물 인수인계	<ul style="list-style-type: none"> <li>-시설물 인수인계서 작성(감독관 및 시공사)</li> <li>•시설물 준공도서 및 도서 제출</li> <li>•시운전 결과보고서</li> <li>•유지관리지침서 제출</li> </ul>	인수기관운영

(나) 시운전 일정 계획

본 처리시설의 시운전 일정계획은 다음 (표 2-30)와 같다.



(표 2-30) 시운전 일정계획

구분	1개월	2개월	3개월	4개월	5개월	6개월
1.사전점검 및 무부하시 운전 ①설치검사 ②수밀시험 및 통수시험 ③무부하 단독시운전 ④기·전부하시운전 ⑤기·전연동시운전						
2.시운전 ①식종 및 배양 ②운전 ③수질분석						
3.성능보증시험 ①수 처리 계통 ②슬러지 처리 계통						
4.운영요원 교육 ①운전 및 운영교육 ②처리시설 합동 운전교육						
5.보고서 작성 및 준공						
6.합동근무 및 인수인계						

2) 축산폐수 공공처리시설 및 폐수종말 처리시설의 시운전

축산폐수공공처리시설 설치 및 운영·관리지침 개정안(환경부, 2005.2)에 따르면 시험운전 및 준공은

- 시장·군수·구청장 등은 공사완료 후 적용공법의 특성 및 계절적 요인을 감안하여 일정기간의 시운전을 실시하도록 하되, 특별한 사정이 없는 한 시운전 기간은 3~6개월 수준(정상운영 확인기간 포함)으로 하되, 축산폐수 처리량을 점진적으로 올려 시운전 중반 이후부터는 시설용량 수준의 양을 처리할 수 있도록 운전한다.

- 시설의 준공은 보증수질이 확보된 이후 1개월 이상의 정상운영(시설용량의 90%이상 축산폐수를 유입하여 운전하되 일정간격을 두고 8회 이상의 방류수 수질검사를 실시)될 경우에 실시한다.

- 시장·군수·구청장 등은 시운전기간 중 적어도 정상운영 여부를 검사하는 기간에는 계약규정에 의한 범위 내에서 유입 축산폐수의 양 및 농도를 반입할 수 있도록 수집·운반 체제 구축 등 필요한 조치를 취하도록 한다.

- 시운전기간 중 시료는 수질오염공정시험법 중 배출허용기준 적합여부 판정을 위한 복수시료채취방법에 준하여 채취하되, 최종방류구(단독 처리) 또는

하수처리장에 유입하기 전(연계처리) 지점에서 실시하며, 채취한 시료는 분석의 공정성 확보를 위해 오분법 시행규칙 제26조제2항에 의한 검사기관(국립환경연구원, 시·도 보건환경연구원, 환경관리공단, 환경관리청)에 의뢰하여 실시한다.

- 시장·군수·구청장 등은 정상운영 여부에 검사결과, 방류수수질 및 운영비용, 운영조건 등이 당초 계약된 사항을 이행하지 못하는 경우에는 일정한 기간 내에 설계·시공업체의 부담으로 보완 공사를 실시토록 하는 등 계약조건 및 관계법령 등에 따라 필요한 조치를 취하여 부적정한 시설이 준공처리 되지 않도록 하여야 한다.

- 시장·군수·구청장 등은 시운전기간 중 최소 1개월 이상은 공동운전을 실시토록 하고 시공업체로부터 운전기술에 관한 제반사항(축산폐수처리시설 운전편람 등)을 이전받아 준공처리 및 정상운영에 차질을 초래하지 않도록 하여야 한다.

- 시장·군수·구청장 등은 시공업체로부터 운영기술 이전 및 시설 정상가동에 차질이 없도록 시운전 이전에 직제승인 및 근무인원을 확보하는 등 운영인력을 확보하여야 한다.

한편 폐수종말처리시설의 효율적 설치방안 발표자료(환경관리공단, 홍준의)에 따르면 시운전 단계에 하여야 할 일을 다음과 같이 열거하고 있다.

- 시운전은 처리효율의 검증, 운영인자 도출 및 시설물의 준공을 위해 실시하므로 시운전 전에 기계, 전기/계측제어공사 등 시운전에 필요한 모든 시설물 설치 완료한다.

- 시운전 실시 1개월 전까지 효율적인 시운전을 위한 시운전계획서 작성한다.

- 각 기자재의 작동 여부, 기자재와 관련 기기와 연동관계에 대한 무부하 시운전과 수 처리, 탈취, 슬러지 처리설비 등으로 구분하여 부하 시운전에 대한 성능확인(공법 및 기자재) 방법 제시하여야 하며 적용 공법에 대하여서는 미생물의 배양 및 증식계획, 시험분석 항목 및 횟수, 설계인자와 운영인자를 비교할 수 있는 항목 등을 구체적으로 수록한다.

- 시운전은 무 부하 시운전과 미생물의 배양, 증식 및 처리효율을 확인하여 운영인자를 도출하기 위한 부하시운전으로 구분하여 실시하도록 하고, 시설 운영자와 적용된 처리공법의 운전요령 전수를 위한 공동운전을 최소 1개월 이상 실시한다. 무부하 시운전 기간 중 실시한 개별 또는 연동기기의 성능테스트와 처리시설 운영인자 등을 시설별로 수록한 부하시 운전에 대한 시운전 결과보고서 작성한다.

- 시운전 결과를 토대로 각 기기의 유지관리 및 폐수종말처리시설의 효율적인

운영을 위한 유지관리지침서 작성한다.

3) 인공습지 시운전 계획

환경관리공단(주암호 인공습지[Bio-park]설치공사 실시설계보고서 2002. 5, p118)에 인공습지의 시운전계획에 따르면 시운전시 고려해야 요소로 다음 (표 2-31)과 같이 기술하고 있다.

(표 2-31) 시운전시 고려사항

항목	시운전시 고려사항
비상대책	-시운전시 습지가 안정되기 전에 자연재해의 발생에 대한 대책 마련 -처리시설의 처리효율이 예상과 달리 나타날 때는 문제해결을 위해 관련 전문가 협조나 비상보수업체를 확보할 수 있는 체제를 구축 함
악취발생	-습지는 내부적으로 수질이 정화되면서 악취가 발생할 수 있으므로 악취발생가능성에 대해 사전에 충분히 검토하고 필요한 대책을 마련 함
안전사고	-대상습지는 다소 수심이 깊은 곳도 있으므로 방문객들의 안전사고에 대비할 수 있는 시설이 시운전 중에 검토되어야 함
주민홍보	-공사 시작부터 지역주민에 대한 홍보를 통해 인공습지에 대한 이해와 관심을 높이도록 함
전문가 참여유도	-학계나 민간으로부터의 전문가가 시운전에 참여하여 개선사항을 제안할 수 있도록 함
시운전 자료의 관리	-시운전 단계의 자료는 장기적으로 습지의 유지관리를 위한 근거자료로 활용 됨 -따라서 유지관리상의 비용절감과 효율을 증대시키기 위해서는 시운전 자료의 철저한 관리와 분석이 요구 됨

한편 시운전시 기술적인 측면에서는 다음 사항을 면밀히 조사하여야 한다.

- 수위와 유량
- 수질
- 강우량 등 기상자료
- 습지의 각 구성요소별 수위 관리내용

- 전처리시설 및 모니터링 장비 운전조건
- 기타 관련사항

전술한 바와 같이 농업용수수질개선사업 추진체계 정립을 위한 연구 분석 결과 사업특성, 예산지원 및 사업관리체계 등을 고려할 때 농어촌 정비법의 절차에 따라 시행하는 것이 타당하다.

농업용수수질개선사업 추진체계 개선안의 주요 내용은 다음과 같다. 국내외 유사사업 사례분석결과 사업규모가 큰 경우(총사업비 관리대상 사업 등)에는 사업계획의 타당성 확보를 위하여 예비타당성 조사 제도 도입이 필요할 경우도 있을 수 있다.

농촌마을종합정비사업에서 보는 바와 같이 기본조사지구의 선정심의 절차를 제도화하고, 국토해양부의 하천설계절차에 따르면 기본계획 수립단계에서 사업의 사전환경성 검토, 비용효용성 분석, 문화재 지표조사 등 타 법률 및 상위계획에 규정된 사항을 종합적으로 분석평가 한다.

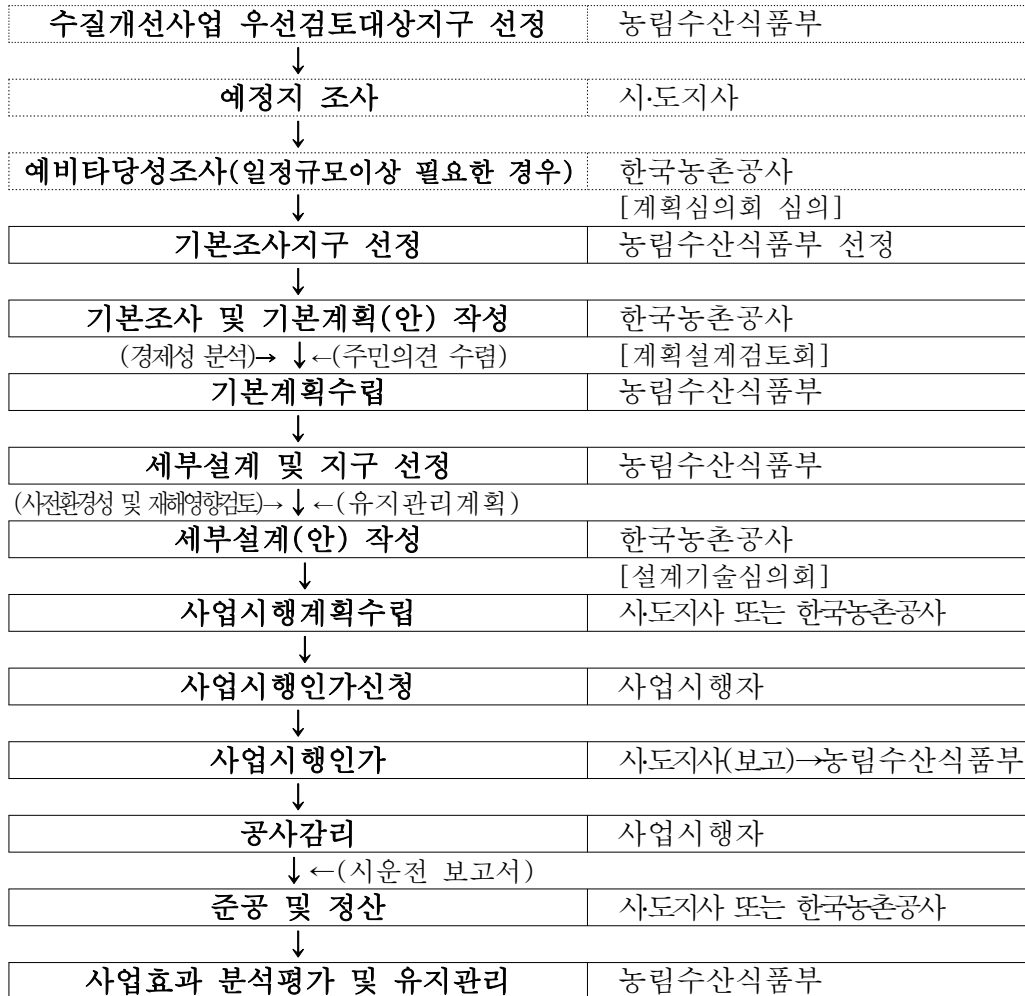
수질정화시설의 원활한 조작운영하기 위해 유지관리계획을 실시설계에 포함하도록 하였다.

시운전은 사업종류, 설치시설의 종류에 따라 시행절차, 난이도, 기간 등이 다를 수 있다. 준공단계에 시운전계획을 반영하여 효율검증, 공사품질 향상, 정화시설의 기능향상이 되도록 하여야 한다.

주민 및 전문가 의견수렴은 사업계획의 필요조건으로서 민주적인 사업 시행절차, 실현성 있는 계획수립, 사업시행 후 유지관리 자율주체로 발전시키기 위해 필요한 사항이며 사업시행여건 등을 고려하여 계획자 및 설계자가 판단하여 탄력적으로 운영하도록 한다.

기본적인 농업용수수질개선사업 추진체계는 아래와 같다.

2. 농업용수 수질개선대책 추진체계 정립



2.7.5 농업용수 수질개선사업 시행요령(안)

「농림사업시행지침서」에 반영할 내용을 요약 정리하면 다음과 같다.

1) 목적

- 오염된 농업용 저수지의 수질개선을 통하여 양질의 농업용수 확보
- 친환경적인 수질개선공법 적용으로 쾌적한 농촌공간 조성 및 생태환경 복원
- 농촌지역 자원보존으로 가치 재창출

2) 시책 및 추진방향

- 농업용수 수질기준을 초과한 오염된 농업용 저수지 및 담수호를 대상으로 수질개선사업 우선 실시

- 유지관리가 용이하고 경제적인 친환경적인 수질정화공법을 적용
- 저수지 및 상류부 오염물질 발생원의 저감방안을 포함한 종합적인 수질관리 대책과 병행 실시
- 유역관리 주체인 지자체와 오염발생원인 농업인 및 지역주민, 수면관리자가 유기적인 협조체제를 구축하여 수질개선 효과가 지속적으로 나타날 수 있는 방안 강구.
- 시범사업 후 단계적 확대 시행
- 지속적인 농촌지역에 적합한 수질개선 공법의 지속적인 연구 개발

3) 근거법령

- 농어촌정비법 제19조, 같은 법 시행령 제22조

4) 연도별 지원계획

...생략...

5) 0000년도 사업시행요령

(1) 사업개요

① 사업내용

- 인공습지 조성 : 수질정화능력이 우수한 수질정화 식물과 토양 등을 이용한 오염물질 처리
- 오염물질침강지 설치: 강우시 토사와 함께 대량으로 유입되는 유기오염물질 및 질소와 인을 자연침강으로 처리
- 「수질개선대책주민협의회(가칭)」구성운영 : 오염물질 발생 저감, 시설물 유지관리 및 수질개선 효과 극대화를 위한 협의체 구성운영
- 환경기초시설 설치 또는 증설 유도 : 공공하수처리장 및 마을하수도 설치
- 용·배수로 분리시설 : 농업용 용·배수로로 유입되는 오수를 분리
- 자연형 하천정비 : 하천본연의 자연정화능력 향상 및 생태계 회복을 위한 생태호안공, 낙차공 및 여울과 소 조성

② 수질개선공법 종류

농업용수수질개선 조사·설계 매뉴얼(2006.12) 3.3.3 수질개선공법 분류 (p93~96) 참조

③ 사업유형 분류

- 채용공종에 따른 분류

저수지와 담수호의 수질개선방안연구(2002) 및 농업용수 수질개선 조사설계

매뉴얼(2006.12 농림부, 한국농촌공사) p84~86 참조

·I 형 : 단순형

- 환경기초시설 신설 또는 증설
- 우회수로 설치 또는 용·배수로 분리
- 수질정화습지 조성
- 오염물질침강지 조성
- 호내 폭기시설 설치
- 인공식물섬 조성
- 자연형 하천복원
- 퇴적물 준설
- 화학적처리(응집침전제 살포, 조류제)

·II 형 : 복합형

- I 형 공종 중 2가지 이상 공종과 친수시설 정비
- 수질상태(COD) 및 저수지 물리적 특성에 따른 분류
- 종합정비형(C-I 형)
- 호내정비형(C-II 형)
- 호내정비형(C-III 형)
- 관리형(C-IV)

④ 주요오염원 분류

- A형 : 생활하수 및 산업폐수 등 점오염원
- B형 : 축산계 오염원
- C형 : 농경배수 등 비점오염원
- D형 : 오염퇴적물 등 호 내부생산에 의한 오염

⑤ 지원기준

국고 100% (시범사업 완료 후 지원기준 정립)

※농특회계사업과 균특회계사업으로 분리 지원하는 방안 및 지방비 분담하는 방법 발전적 검토 필요

⑥ 0000 년도 사업비(예산안) 내용

(2) 시행체계

① 사업 주관기관 : 시·도지사 또는 한국농촌공사 사장

② 사업담당부서 :

•농림수산식품부 농업정책국 시설관리과

•시도 : 농정국

•시군 : 건설과

•한국농촌공사 : 본사 수자원관리처

③ 사업시행자

•한국농촌공사 사장

④ 사업시행절차

사업시행절차는 수질개선사업 우선검토대상지구 선정 → 예비타당성조사(일정규모이상) → 기본조사지구 선정 → 기본조사 및 기본계획 수립 → 세부설계 및 사업시행지구 선정→세부설계(안)작성 → 사업시행계획 수립→사업시행인가 신청 → 사업실행인가 → 공사감리 → 준공 및 정산 → 사업효과분석평가 및 유지관리 순으로 한다.

(3) 사업대상지구 선정

① 우선검토대상지구 선정기준

•최근 3년간 농업용수 측정망 수질조사 결과, 3년 연속 년평균 수질(전후반 수질성적 평균)이 COD, T-N, T-P 3항목 모두 농업용수 수질기준 (호소수질기준 IV등급)을 초과한 시설을 선정한다.

•수질개선사업 우선순위는 수질오염도, 관련기관(지자체, 수면관리자)의 의지, 급수면적, 저수량 등이 고려하여 종합적으로 판단하여 결정한다.

•수질조사 성적은 없으나 수질오염으로 인한 민원이나 언론보도 등이 빈번하여 수질개선이 시급하다고 판단되는 시설을 선정한다.

•우선 검토대상 지구에 대해서는 시·도지사는 수질개선사업의 효율적인 추진을 위하여 지역주민 및 지자체, 시설관리자로 구성된 「수질관리협의회」를 구성하여 자율환경관리 유도과 사업시행여건을 조성 할 수 있는 기반을 구축하여야 하며 협의회 운영경비는 사업시행예정자 및 수면관리자가 협의하여 결정한다.

-시·도지사 및 수면관리자는 수질관리협의회를 통해 수질오염예방을 위한 지역주민의 교육 및 홍보를 적극 실시하여야 한다.

② 수질환경 정밀조사 실시

•저수지의 수질은 시·공간적으로 변동이 크므로 정확한 수질오염 상태 진단을 위하여 우선검토대상 지구에 대하여 수질환경 정밀조사를 실시한다.



•수질환경 정밀조사는 수질오염의 원인규명을 할 수 있는 주요지점에 대하여 (저수지 및 주 유입하천) 1개년 이상 관개기 월별(4월-9월) 수질조사를 실시하여 월별 수질변화 및 년 평균수질 및 오염원을 분석하여 수질개선사업의 필요성 여부를 종합적으로 검토하여야 한다.

•수질환경 정밀조사시 조사항목은 저수지 상류구역의 오염원조사 및 하천유황분석과 수질조사결과를 포함하여야 한다.

-수질조사는 pH, EC, 수온, DO, COD, T-N, T-P, SS 8개 항목에 대하여 조사한다.

•우선검토대상지구의 수질환경 정밀조사 결과를 토대로 수질오염도, 시설규모, 수질개선효과, 사업시행여건, 지역특성 등을 종합 검토하여 사업시행 우선순위를 정한다.

•수질환경 정밀조사비는 실비로 정산한다.

### ③ 예비타당성 조사

•한국농촌공사 사장은 수질환경 정밀조사 결과 수질개선사업 시행이 필요하다고 인정되면 사업우선 순위에 따라 예비타당성조사를 실시한다.

•예비타당성조사 보고서는 농어촌정비법 시행령 제7조에 규정한 예정지조사 사항과 수질정밀조사 결과, 수질관리협의회운영 내용이 포함되어야 한다.

•농림수산식품부장관은 예비타당성조사 보고서를 면밀히 검토하여 사업시행이 필요하다고 인정되면 사업예정지구로 선정하고 한국농촌공사 사장으로 하여금 기본조사를 실시하여 기본계획을 수립토록 지시한다.

-농림수산식품부장관은 농업용수 수질개선사업은 사업성격이 공익성이 강한 사업이므로 수리·수문, 환경, 생태, 토질, 토양 등 다양한 전문직과 고도의 전문기술 등이 요구되므로 한국농촌공사에 기본조사 및 기본계획수립을 위한 기술적, 경제적, 타당성조사에 관한 업무를 위탁할 수 있다.

•우선검토대상지구 외에 긴급히 사업을 시행하여야 할 필요성이 있는 경우에 시·도지사는 수면관리자의 의견을 수렴, 농림수산식품부와 협의하여 예비타당성 조사를 실시한 후 사업시행 여부를 결정 할 수 있다.

•농림수산식품부장관은 민간 전문가, 학계 전문가, 수질관련 환경단체 관계자, 정책입안자로 구성된 「계획심의회(가칭)」의 심의를 거쳐 중장기계획을 수립한다.

### (4) 사업계획 수립 및 사업시행

① 기본조사 지구 선정 및 기본계획 수립

- 농림수산식품부장관은 예비타당성 조사보고서를 검토하여 예산형편과 사업의 타당성·시급성 등을 고려하여 사업의 우선순위를 결정하여 기본조사지구를 선정하여 시도에 통보한다.
- 기본조사자는 다음의 사항을 유의하여 조사를 실시하여야 한다.
  - 현지 조사시 수질관리협의회에서 주거환경개선사업, 마을하수도설치사업 등 환경기초시설의 설치 또는 유역 내 타 사업(경지정리 등 농업생산기반정비사업)의 병행시행을 요구할 경우는 농림수산식품부와 협의하여 결정한다.
  - 기본조사자는 용지매수를 최소화할 수 있도록 최신의 수질정화공법을 적용하며 유지관리가 쉬운 수질정화공법을 우선적으로 검토한다.
  - 수질정화 시설물의 규모 결정은 년간의 수질 및 유량변화를 충분히 고려할 수 있는 기간 동안의 현지조사를 실시한 후 결정하여야 한다.
  - 저수지를 포함한 상류유역에 대한 종합적인 수질오염저감대책을 수립·제시하여야 하며 과학적인 수질예측기법을 이용하여 사업시행전후의 수질개선효과를 제시하여야 한다.
- 기본조사 내용에는 농어촌정비법시행령 제8조 제1항(농업생산기반정비사업의 기본계획수립)에서 규정한 사항이 포함되어야 한다.
- 기본조사자는 민간 전문가, 주민대표자, 정책입안자로 구성된 「설계·계획 검토회(가칭)」의 검토자문을 받아 기본계획안이 확정될 수 있도록 한다.
- 기본조사자는 기본조사를 완료하고 기본계획서(안)를 작성하여 농림수산식품부에 제출하여야 하며 농림수산식품부장관은 계획내용을 검토하여 기본계획을 수립(확정)하고 기본계획 확정시 미비사항이 있으면 농림수산식품부장관은 기본조사자에게 미비사항을 보완토록 할 수 있으며 기본조사자는 이를 이행하여야 한다.
- 기본조사자는 사업의 환경성 및 경제성 분석을 실시하여 정책입안의 기초자료를 제시하고, 문화재 지표조사가 필요한 지구에서는 문화재보호법에 규정된 문화재지표조사를 실시하여야 하며, 주민의견을 수렴하여 원활한 사업추진이 될 수 있도록 하여야 한다.
- 기본조사비는 실비로 정산한다.
- 기본조사자는 예비타당성 조사보고서를 참고하고 타 법률·타 사업, 주민호응도, 현지여건 등을 우선 확인하여 사업시행 시 문제가 예상될 경우 기본조

사를 즉시 중단하고 해당 시·도지사 및 농림부장관과 협의하여야 한다.

•농림수산식품부장관은 기본계획을 수립하면 기본계획서를 사업시행자에게 송부한다.

② 세부설계 및 시행계획 수립

•농림수산식품부장관은 기본계획이 수립된 지구 중에서 사업의 타당성, 경제성, 시급성 등을 감안하여 지구별 우선순위를 부여하여 세부설계지구를 선정하고 시·도지사를 경유 사업시행예정자로 하여금 기본계획에 따라 세부설계를 실시토록 한다.

•세부설계 시는 시·도지사, 수질관리협의회와 충분히 협의하여 기본계획의 주요사항을 변경할 필요가 있다고 판단되는 경우는 농림수산식품부장관과 사전협의하여야 한다.

•세부설계가 완료되면 사업시행예정자는 시행계획을 수립하여 농림수산식품부장관에게 보고하여야 한다.

•세부사업계획서에는 사업효과 평가를 위한 사후모니터링 계획이 포함되어야 한다.

•자연재해대책법에 근거한 사전재해영향성 검토가 필요한 경우에는 조사를 실시하여 사전예방대책을 실시설계보고서에 반영하여야 한다.

•세부설계자는 시행계획(안)에 대하여 시행설계의 적정성, 기술성, 경제성, 수질개선시설의 유지관리 및 운영에 관한 사항을 세부적으로 검토하기 위하여 민간 전문가, 민간사업자, 주민대표자, 정책입안자로 구성된 「설계기술심의회(가칭)」의 심의하여 시행계획(안)을 확정한다.

•세부설계비는 농어촌정비에서 정한 요율에 의한다.

③ 사업시행인가 및 사업시행

•농림수산식품부장관이 신규 착공지구를 선정 통보하면 사업시행자는 사업시행계획서(안)를 작성 시·도지사에게 사업시행인가 신청을 하고 시·도지사는 사업시행계획(안)을 검토하여 인가하고 그 결과를 농림수산식품부장관에게 보고하여야 한다.

•사업시행자는 사업인가내용을 농어촌정비법에 의하여 고시하고 국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률의 제 규정에 의거 입찰을 실시하여 시공자를 선정하여 사업을 시행한다.

④ 공정계획

- 사업시행자가 공정계획을 수립할 경우에는 수질개선공종과 공사시기를 신중히 검토하여 시행계획을 수립하여야 한다.
- 사업시행자는 공사감리원 및 공사도급자와 협의하여 당해 연도 예산에 맞는 공정계획을 작성하여 시·도지사에게 보고하여야 한다.
- 공사추진은 사업의 효과를 조기에 거양할 수 있도록 공정계획을 수립하여야 하고 무리한 공기단축으로 인한 부실공사가 발생하지 않도록 하여야 한다.
- 사업시행자는 수질개선공종에 대해 관련 전문가로 구성된 자문위원회를 구성하여 상시 자문 및 점검을 받아야 하며 신공법을 최대한 반영하여 수질개선효과를 극대화하여야 한다.
- 시·도지사는 제출된 공정계획서를 보조금의 효율적인 집행과 무리한 공사시행으로 인한 안전사고 및 재해방지를 위한 계획의 적정여부 등을 면밀히 검토하고 필요한 조치를 취하여야 한다.
- 사업시행자, 공사감리원, 공사도급자는 공정계획을 준수하여 사업을 시행하여야 하며 현저하게 공정계획이 미달되었을 경우는 공사도급자에 대하여 관련규정에 의한 조치 취하여야 한다.

#### ⑤ 시행계획의 변경

- 사업시행자는 사업을 당초 계획대로 추진함을 원칙으로 하며 현지여건상 부득이한 사유로 시행계획변경을 하고자 할 경우에는 시·도지사의 승인을 받아야 한다. 다만, 주요 수질개선공종의 변경, 신공법 적용 등 기본계획의 변경 및 총공사비가 10%이상 변동되는 경우에는 농림수산식품부장관의 사전 승인을 받아야 한다.
- 시·도지사는 시행계획을 변경함에 있어 내용의 타당성을 면밀히 검토하고 변경사유와 책임소재를 명백히 규명하여 책임설계·시공이 될 수 있도록 지도 감독에 철저를 기하여야 한다.
- 시·도지사가 시행계획을 변경승인 한 경우에는 농림수산식품부장관에게 그 결과를 보고하여야 한다.

#### ⑥ 사후관리

- 사업시행자는 공사감리를 함에 있어 다양한 전문기술이 요구되는 공종임을 감안 설계경험과 전문지식을 갖춘 기술자를 배치하여야 하며, 전문 분야별 적정인원을 배치하여야 한다.
- 공사감리원은 공사감독 복무규정, 설계도서등을 숙지한 후 감리업무에 임하

여야 하며 품질관리 및 안전관리에 철저를 기하고 공정목표달성을 위하여 최선을 다하여야 한다.

•공사감독원은 착공 전 설계도면과 현지를 대조하여 설계의 미비여부 및 공정순위를 파악하고 수혜민의 의견을 청취하여 민원을 사전에 방지하여야 한다.

#### ⑦ 사업비 지원

##### •예산지원

사업지구의 예산은 예산범위 내에서 사업기간과 년차별 투자계획에 따라 조기 완공위주로 지원한다.

##### •자금의 운용관리

-사업시행자가 국고보조금을 받았을 때는 세부설계비와 용지매수비 및 보상비를 우선하여 지급하여야 한다.

-사업시행자는 사업비 운용으로 생기는 이자, 잡수입 등 수입은 당해 사업특별회계의 세입으로 조치하여 재투자하고 재투자가 어려운 경우에는 국고에 반납한다.

-시·도지사는 사업지구의 국고지원 자금의 운용관리상황을 수시로 확인점검하여야 한다.

-사업시행자는 사업비에 대하여 각각 별도계정을 설정 운영한다.

##### •사업비 검정 및 결산

-시·도지사는 예산회계법령 등에 따라 사업비를 검정·결산하고 검정 및 결산 결과는 익년도 3월말까지 농림부장관에게 보고하여야 한다.

-정산에 대한 세부적인 사항은 농업생산기반정비사업 실행검정 및 결산요령에 준한다.

#### ⑧ 사업의 준공 및 검사

•사업시행자는 사업을 완료한때에는 시공회사의 준공계, 유지관리지침서, 시운전결과 보고서, 예비검사 결과 등의 현황을 포함하여 사업 준공 도서를 시·도지사에게 제출하고 준공검사를 신청한다.

•시·도지사는 준공검사 후 준공결과를 농림수산식품부장관에게 보고한다.

#### (5) 행정사항

##### ① 사후관리

•시설관리자는 농어촌정비법에 의한 농업기반시설 관리규정을 준수하여 시설물의 안전과 유지관리에 철저를 기하여야 하고 수질개선대책주민협의회와

협의하여 선량한 유지관리방안을 수립하여야 한다.

- 사업시행자는 부분 완공된 시설에 대하여 선량한 관리를 하여야 한다.
- 사업시행자는 수질개선대책 주민협의회를 잘 운영하여 지역주민의 의견수렴 및 시설물 유지관리 참여방안을 수립하여야 하며 사업 후 수질개선효과 평가를 위한 공사 중 및 사업완료 후 사후모니터링 계획을 수립하여 시행하고 수질정화시스템의 개선사항 등을 발굴하여 향후 사업 추진 시 검토반영 하여야 한다.

② 보고 및 기타

- 사업시행인가(시행계획수립보고) : 사업시행인가 및 시행계획수립 시
- 공정계획수립 결과보고 : 공정계획수립 시
- 공사입찰결과보고 : 입찰완료 후
- 사업추진상황보고 : 분기 말 현재 상황을 익월10일까지
- 시행계획변경 승인신청 및 결과보고 : 시행계획변경 시
- 준공결과보고 : 준공처리 시
- 예산배정결과보고 : 예산배정 또는 변경 시
- 사후모니터링계획보고 : 공사착공 후

# 3. 농업용수 수질개선대책 대안 평가기 법 연구

## 3.1 개요

## 3.2 수질개선기술의 분류

## 3.3 농업용수 수질개선사업 및 하천정화사업

## 3.4 농업용수 수질개선사업 공사비 적산

## 3.5 농업용수 수질개선 대책에 적용 가능한 평가 기법





### 3. 농업용수 수질개선대책 대안평가기법 연구

#### 3.1 개요

농업용수 수질개선 과정을 보면 우선 개선대상 수역을 선정하고, 대상수역에서의 목표수질을 정하여야 하며, 목표수질 달성을 위한 대안을 설정하고, 설정된 대안별 비용편익을 분석하여 최적의 대안을 선정하여 수행하게 된다. 이들 개선대안들은 중간, 최종평가를 통하여 수정, 보완되어 확정된다. 이들 일련의 과정은 상호 관련이 있으므로 수계별, 지역 특성을 충분히 고려하여 종합적으로 주기적 평가분석이 필요하다.

농업용수 수질개선대책 대안평가는 사업의 타당성 평가를 위한 수단으로서 또는 수질개선의 공중선정을 위한 합리적이고 체계적인 접근방법으로서 중요한 의의를 차지한다. 여기서는 농업기반정비사업의 기존 경제성 방법분석과 농업용수 수질개선사업의 시행에 있어서 기술성, 경제성, 환경성 등의 평가 방법에 대하여 기술하기로 한다.

수질개선공법 선정 위한 공법의 분류, 처리효율, 건설공사의 경제성, 유지관리비용 및 편의성, 주위환경과 조화 등을 고려하여 현장여건에 적합한 공법을 선정하여야 한다. 현재까지 연구·개발된 수질개선공법을 단독처리공정으로 할 것인가? 또는 복합처리공정으로 할 것인가? 등을 종합적으로 분석·검토하여 정화처리시스템을 최적대안으로 결정하여야 한다.

한편 공사비 산출과정은 기획, 설계, 사업시행 등 사업전반에 영향을 미치므로 공사비 적산과정에 대하여 일반적인 사항을 자료·분석 중심으로 검토·분석하였다.

농업용수 수질개선사업의 타당성 분석 요소로는 기술성 요소, 경제성 요소, 환경성 요소, 유지관리성 요소, 안전성 요소, 통합성 요소가 있을 것이다.

이들 요소들은 조화와 균형을 유지하여야 하며 최선안의 도출을 위한 합리적인 대안을 도출하기 위해 종합적인 분석평가가 필요하다.

기술성 요소로서 단위공정의 경제성 평가는 비용효율분석법이 적용에 편리성

단순성으로 비교평가에 유리한 점이 있다.

농업용수 수질개선사업에 영향을 미치는 인자들의 영향을 종합적이고 계량적으로 분석할 수 있는 적절한 방법론을 마련하기 위해 대안평가로서 각 대안의 상대적인 우열을 비교하여 의사결정을 용이하게 하는 가치평가방법 등이 있다.

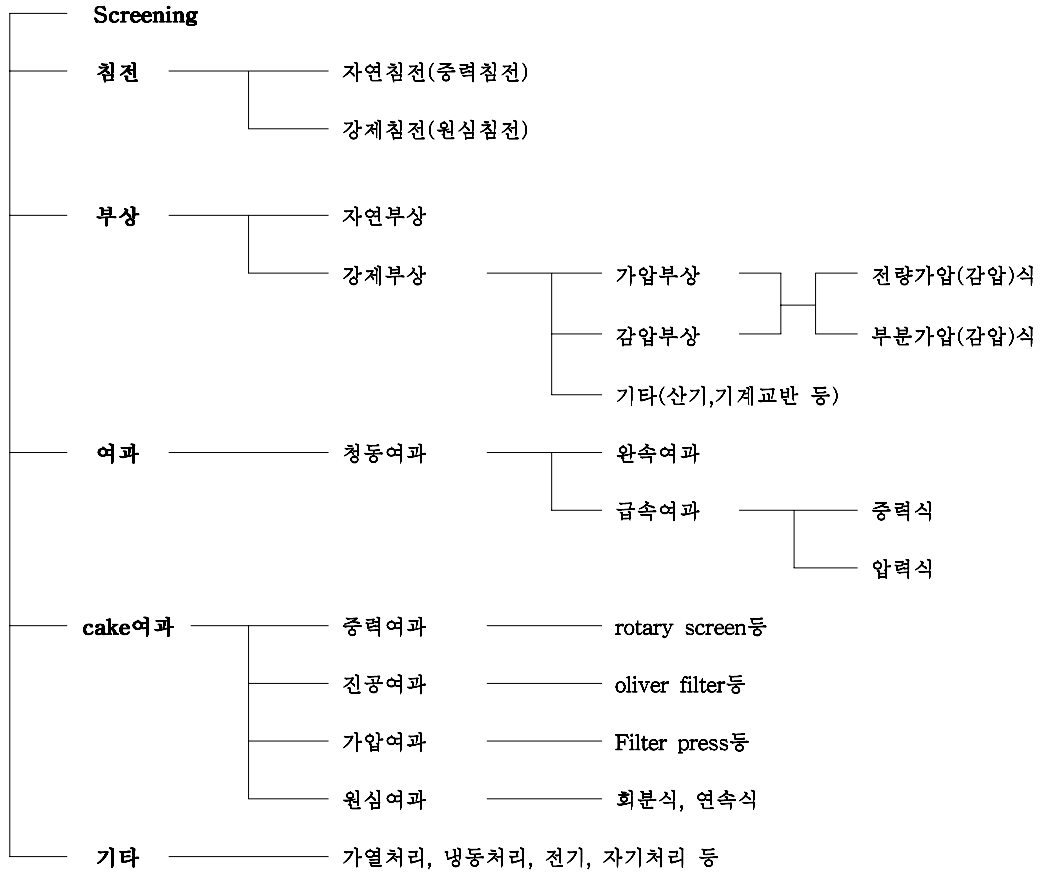
농업생산기반 정비사업의 효과측정은 사전평가를 주로 해 오고 있는 실정이며, 평가방법은 대부분이 기존 데이터 또는 사례조사에 의한 증산효과를 중심으로 「편익/비용비율(B/C-ratio)분석법」과 「내부수익율(IRR)분석법」을 사용하여 경제적 수익성을 분석하고 그 결과를 토대로 농업생산기반정비투자에 대한 사업별 우선순위를 결정하고 있다. 그러나 이러한 분석방법은 농업생산기반정비 사업효과의 파급범위를 한정시키고 있다. 실제로는 농업생산기반정비 사업효과의 파급효과는 장시간에 걸쳐 분산되어 나타나고, 대단히 복잡다단(사업효과는 1차적 직접효과와 2차적 간접효과 또는 공익적 기능이 복합되어 나타남)하기 때문에 이런 평면적인 경제·재무 분석에 의한 결과만 가지고 농업생산기반정비 사업 투자효과를 판단하기는 어렵다. 그러나 현재까지 연구 개발된 경제성 분석기법 중 비용편익 분석을 대체할 수 있는 기법이 없으므로 편익 및 비용요소, 할인율 등 분석인자를 현실에 맞게 적용하는 것이 타당하다고 본다.

## 3.2 수질개선기술의 분류

### 3.2.1 정화 원리에 따른 분류

수역 내 오염물질 제거기술은 물리적, 화학적, 그리고 생물학적 작용원리에 따라 분류할 수 있다. 각각의 처리방법은 대개 물리적 단위조작, 화학적 단위조작, 그리고 생물학적 단위조작으로 분류된다.

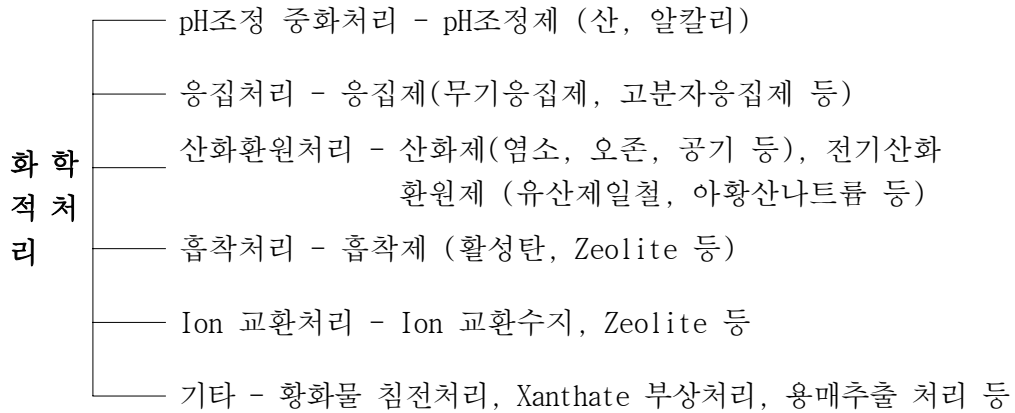
물리적 단위조작(physical unit operation)은 물리적인 힘이 적용되는 처리방법으로 대부분 인간의 자연관찰로부터 유도되었기 때문에 폐수처리에 가장 먼저 사용되었다. 스크리닝, 혼합, 응결, 침전(sedimentation), 부상, 여과 그리고 가스전달은 전형적인 단위조작 들이다.<그림3-1>



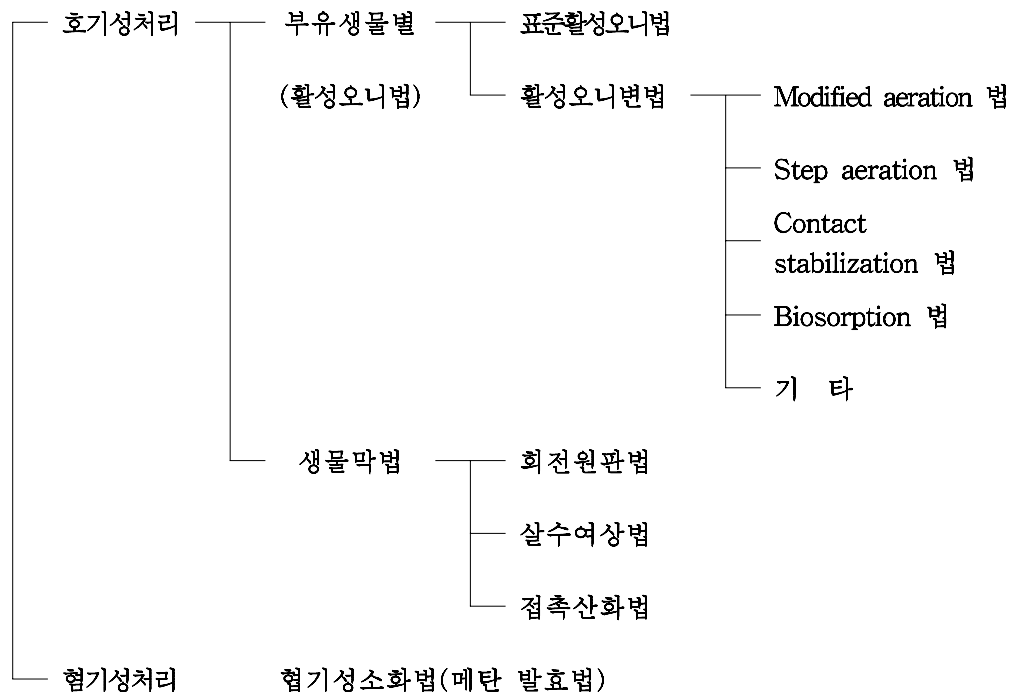
<그림 3-1> 물리적 처리방법의 분류

화학약품의 주입이나 또는 화학적 반응에 의하여 오염물질을 제거 또는 변환시키는 처리방법을 화학적 단위공정(chemical unit process)이라 한다. 침전(precipitation), 흡착, 그리고 소독은 가장 흔히 사용하는 예이다.<그림 3-2>

생물학적 현상에 의해 오염물질을 제거하는 방법을 생물학적 단위공정(biological unit process)이라 한다. 생물학적 처리는 주로 폐수 내의 생물학적 분해 가능한 유기물(콜로이드성 또는 용해성)을 제거하는데 사용한다. 기본적으로 이들 물질들을 대기 중으로 방출되는 가스와 친전에 의해 제거되는 미생물 세포로 전환된다. 생물학적 처리는 폐수내의 질소 인의 제거에도 사용된다. 적절한 환경조건에 의하여 대부분의 경우 폐수는 생물학적으로 처리가 가능하다.<그림 3-3>



<그림 3-2> 화학적 처리방법의 분류



<그림 3-3> 생물학적 처리방법의 분류

한편 사업목적에 따라 물리적, 생물학적, 화학적인 방법으로 엄격하게 구분

할 수 없지만 주요 기작에 따라 분류하면 다음 (표3-1)와 같다.(이재성, 2005)

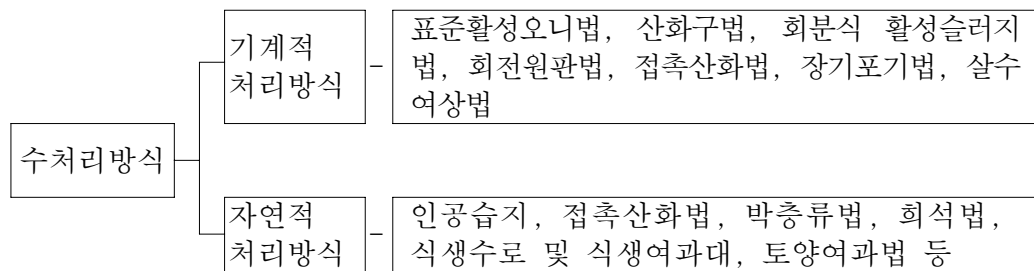
(표 3-1) 정화원리에 따른 하천정화 공법의 분류

구분	공 법
물리적정화	-침전(저류지, 고무보, 고정보 등) -여과(사여과, 마이크로스트레이너 등) -흐름이나 낙차에 의한 산소의 용해(포기, 박층류 등) -하천퇴적물제거(준설) -희석(정화용수도입)
물리+생물학적 정화	-침전+생물산화 -여과생물산화
생물학적 정화	-생물산화(자갈, 쇄석, 끈상, 프라스틱 여재 등 접촉산화) -식물체 이용(인공습지, 수초재배섬 등)
물리+화학+생물학 정화	-여과+흡착+생물산화

### 3.2.2 수 처리방식에 따른 분류

농업용수수질개선 조사·설계 매뉴얼(한국농촌공사, 2006)에 따르면 수 처리 방식에 따라 기계식 처리방식과 자연처리방식으로 구분하였다.

수 처리방식을 대별하면 크게 기계처리방식과 자연처리방식으로 나눌 수 있으며, 각 처리방식별 수질개선공법의 종류는 <그림3-4>과 같다.



<그림 3-4> 수 처리방식에 따른 공법분류

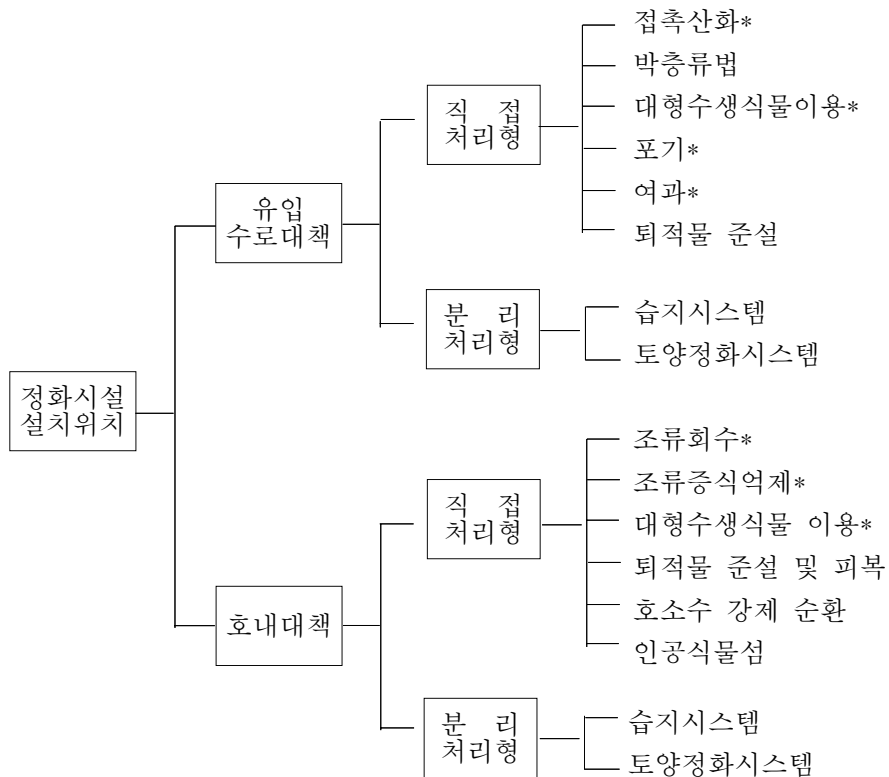
기계적 처리방식은 주로 점오염원의 제거가 주를 이루며 BOD 제거효율은 높으나 TN 및 TP의 제거효율은 BOD에 비하여 낮다. 전통적인 기계적 처리방법

에는 표준활성슬러지법, 산화구법, 회분식 활성슬러지법, 회전원판법, 접촉산화법, 장기포기법, 살수여상법 등이 있다.

자연적 처리방식은 인공습지, 접촉산화법, 박층류법, 토양정화법, 희석법, 식생수로 및 식생여과대 등이 있다. 주로 자갈, 토양, 식물 등 자연재료를 이용하여 자연정화기능을 강화하는 방법들이 이에 속한다. 시설의 종합적인 형태에 따라 면(面)형 처리, 수로(水路)형 처리, 연못형으로 나눌 수도 있다. 일본에서는 BOD 30mg/L 이하를 자연처리방식으로 처리하는 예가 많다.

### 3.2.3 정화시설 설치위치에 따른 분류

수질정화 시설의 설치위치에 따라서 크게 유입수로 대책과 호내 대책으로 구분할 수 있으며 오염현상을 나타내는 현장에서 직접 처리하는 직접처리형(On-line)과 정화처리 대상유량을 처리시설까지 분리 유도하여 정화 처리하는 분리처리형(Off-line)이 있다.



주) \* 는 분리처리형으로도 적용 가능

<그림 3-5> 수질정화시설의 설치 위치에 따른 분류

### 3.2.4 직접정화법의 정화목표에 따른 분류

또한 정화목표에 따른 직접정화방법은 기본적으로 자연정화기능(자정작용)을 이용하는 것으로 정화기능은 각각의 수질항목에 따라 차이가 있기 때문에 소정의 정화목표를 달성하기 위해서는 정화목표의 수준에 따라서 정화방법을 선정할 필요가 있다.(표3-2)

① level 1 : 고액분리(대상수질항목 : SS, 부유성 BOD, COD, 질소, 인)

고액분리를 목적으로 하며 대표적인 방법으로는 여과, 침전 등을 들 수 있다. 물속의 입자상 물질을 제거하는 것을 기본으로 하는 방법임과 동시에 보다 높은 정화방법을 채용할 때의 전처리로서 위치를 차지하고 있다. 일반적으로, 모래, 실트 등의 무기물을 제거하는 것이 목적이며, 동시에 부유성(현탁성) 유기물이나 영양염류도 제거된다.

② level 2 : 이(易)분해성 유기물의 제거(대상수질항목 : 용해성 BOD)

미생물의 활동에 의해 용해성 유기물을 제거하며 방법으로는 활성슬러지법 등의 부유성 생물법과, 살수여과상법이나 접촉산화법 등의 생물막법으로 크게 나눌 수 있다. 이 중 부유 생물법은 정화시설내의 미생물량의 유지관리가 어렵고 슬러지의 발생량이 크기 때문에 통상 수역 직접정화에서는 생물막법이 채용된다.

③ level 3 : 영양염류의 제거(대상수질항목 : 질소, 인)

미생물이나 수생식물 등의 활동에 의해 영양염류를 흡수, 동화, 산화분해하는 생물학적 방법과 응집, 응결작용에 의해 인을 제거하는 물리, 화학적 방법이 있다. 어떠한 방법이라도, 자연계 중에서는 일어나기 어려운 정화기능을 이용한 방법이기 때문에 안정한 정화효과를 유지하기 위해서는 일정한 유지관리가 필요하다.

④ level 4 : 난분해성 유기물의 제거(대상수질항목 : 용해성 COD)

- 동식물에서 유래하는 분해생성물로 트리할로메탄생성 전구물질인 후민질
- 염료와 같은 고분자 유기화합물 등 일반적으로 자연정화기능을 이용한 방법

으로는 제거할 수 없는 유기물을 대상으로 하는 것으로 응집침전, 활성탄 흡착, 막 여과 등 보다 고도처리적인 물리·화학적 방법을 채용할 필요가 있다.

(5) level 5 : 미량오염물질의 제거(대상수질항목 : 세균, 농약, 유해물질전반) 고도의 유지관리를 필요로 하는 처리장치에서 밖에 제거할 수 없는 미량물질을 대상으로 하는 것이다.

(표3-2) 처리수준별 직접 처리형 공법

구분	제거대상물질	공법
level 1	SS, 부유성BOD, COD, TN, TP	마이크로스트레이너, 접촉침전, 여과, 토양침투
level 2	용해성 BOD	접촉산화
level 3	용해성질소	생물학적 산화, 탈질, 수생식물 정화
	용해성 인	수생식물정화, 응집침전, 토양침투
level 4	용해성COD(색도 등)	활성탄 흡착, 응집침전
level 5	세균	소독, 자외선 照射, 막 여과
	미량물질, 유해물질(취기물질, 농약 등)	활성탄 흡착, 응집침전, 막여과

수역의 보전목적과 대상수질항목을 살펴보면 다음 (표3-3)과 같다.

(표3-3) 수역의 보전 목적과 대상 수질항목

보전목적	하천	호소, 저수지
환경기준의 달성	BOD, SS, DO, 대장균군수 등	COD, 질소, 인, 대장균군수 등
친수성의 향상	BOD, SS, DO, 대장균군수, 색도, 음이온계면활성제	COD, SS, 투시도, 클로로필-a, 대장균군수
수생생물의 서식환경보전	DO, BOD, NH <sub>4</sub> -N, 농약, 수온	DO, COD, 농약, 수온
이수목적의 수질 확보	이취미물질(2-MIB, 지오스민), NH <sub>4</sub> -N, 유기물(BOD, COD), 트리할로메탄, 유해물질	



### 3.2.5 일본의 수질개선기술의 분류 및 적용절차

#### 1) 수질개선기술 기본분류

일본자료에 따르면 수질 정화 처리기술을 처리시설의 위치에 따라 유역 내, 유입하천 내 및 호소내로 구분하고, 비용 투자 유형을 운전·유지관리가 필요한 경우를 운전비용형, 수질개선 기술을 채용하기 위하여 전용시설이나 전용장치가 필요한 경우를 초기비용형으로 구분하여 분류하는 예도 있다. 수 처리기술로서의 안정성은 BOD, COD, TN, TP의 연속적, 효율적 처리(제거효과)에 대해 수 처리 공학적인 면에서 개략적으로 판정해 볼 수 있는데, 대책의 원리, 수질개선 적용공법, 시설건설에 필요 유무, 건설기간, 대규모화에 대한 적응성, 타 사업과의 합병 가능성에 대하여 수질개선기술을 분류해보면 다음 (표3-4)과 같다.

#### 2) 수질개선기술 적용시 일반적인 기술적 기본요건

수질개선기술의 적용성 검토를 위한 일반적인 기술적 기본요건은 호소특성, 호소 오염특성, 유역 오염원 특성, 유입하천 특성, 지하수 특성, 호내 천이 부하량, 내부생산에 의한 수질변화량에도 검토대상이 된다. 자세한 내용은 (표3-5)에 기술하였다. 유역의 오염원 특성 중 오염원별 부하량, 오염원별 인위적 배수, 각 오염원 기여도(대책 중요도) 등은 유역특성과 원단위로부터 산정하는 발생(또는 배출)부하량을 기본으로 하고, 호 내에서의 수질변화는 월별, 경년적인 실측·실험 등에 의해 산정한 결과를 이용 한다.

#### 3) 기술요건 설정을 위한 조사내용

수질개선기술이 시설·장치를 건설하는 경우는 수량과 수질을 중심으로 한 자료가 설계조건을 만족할 수 있는 정도가 되어야 한다. 이 경우 일반적으로 데이터가 없는 경우가 많기 때문에 수질개선기술의 적용성 검토를 위한 보충조사를 실시하는 것이 바람직하다. 이 조사는 내용과 항목은 적용하는 수질개선기술에 따라서 다르고, 또한 꼭 필요한 조사항목도 있으므로 전문적인 지식을 필요로 하는 점에 유의해야 한다. 조사항목은 (표3-6 ~ 표3-9)에 예시하였다.

(표 3-4) 수질개선기술 기본 분류표

대책장소	대책의 원리	수질개선기술	비용투자유형	시설		대규모화에 대한 적용성	수처리기술로 의 안정성	실적 · 실규모 국내	타합 치수사업	사업 주변환경	의성 정비사업	과 민간사업
				건설 건설필요	기간 (년)							
유역내	입지규제	입지규제	-	무	-	-	-	유				
	유역변경	유도변경	I	유	5~10	유	-	유	●			
	발생부하 삭감	유기인제제의 사용제한	-	무	-	-	-	유				
		물이용의 합리화	-	무	-	-	-	유				
	점원발생부하 삭감 ·생활계 부하 ·관광사업부하 ·사회시설부하 ·광공업부하 ·축산계 부하	배출규제	-	무	-	-	○	유				
		하수처리	I+R	유	5~10	유	○	유	●			
		하수처리고도화	I+R	유	5~10	유	○	유				
		분뇨처리고도화	I+R	유	3~10	유	○	유				
		정화조(개별)	I	유	1~3	무	△	유				●
	비점원부하 삭감	정화조(합병)	I+R	유	2~5	무	△	유				●
농업계 부하의 삭감 비특정부하의 삭감												
유입하천내	강우시유출부하 유입방지	저류지	I	유	1~5	유	△					
		저습지도입	I	유	1~3	유	△					
	직접정화	도양처리	I	유	1~3	무	△	유				
		침투수로	I+R	유	1~5	무	△					
		여과(상향류여과)	I	유	1~5	무	△					
		부유물침전(DCF공법)	I	유	1~5	무	△					
		점축산화수로	I	유	1~5	무	△	유				
		직접폭기	I+R	유	1~5	무	△				●	
	저류부하제거	하천처리장	I+R	유	1~10	유	△	유	●			
		하도준설	R	유	1~5	유	△	유	●			
호소내	호소내 발생부하의 삭감	퇴적물 준설	I+R	유	1~5	유	○	유	●			●
		퇴적물 피복(호내재료)	I	무	-	유	△					
		퇴적물 피복(호외재료)	I	무	-	유	△					
		영양염 불활성화 처리	R	무	-	무	△					
		수산양식업 대책	-	무	-	-	-	유				
	부영양화의 억제 (성충대책) (수리조건변경) (영양염농도 저하) (생물상 제어) (조류제거)	하구처리	I	유	3~5	유	△					
		호소분리	I	유	5~10	유	△		●	●		
		부엽식물이용처리	R	유	1~3	무	×	유				
		조류제거	R	유	1~3	무	×	유				
		살조제, 제초제 처리	R	무	-	무	×	유				
생태계 제어		-	무	-	-	×						
정화용수 도입		I+R	유	5~10	유	○	유					
호수물의 인공순환		I+R	유	3~5	무	△		●				
심수층 폭기		I+R	유	3~5	유	○						
호안환경보전	호수수 양수형 순환처리	I+R	유	3~5	유	△						
	저수층 산소주입	I+R	유	1~5	유	△						
	지하수 유입 증가	I+R	유	3~5	유	△						
	심수층 선택 방류	I+R	유	3~5	유	△		●				
	둔치형 호안	I	유	1~10	유	×				●		
식생호안	I	유	1~10	유	×				●			

I: 초기비용형, R: 운전비용형, I+R: 혼합형, ※: 단계적 시공이 가능한 것, ×: 불확실, △: 정해지지 않음 ○: 안정성이 있음, ●: 가능성이 있음  
 \* 농업계 부하 삭감방법: 시비의 적용성, 작부작물의 변경, 화학비료의 억제, 퇴비화, 농법수정 등  
 \* 비특정 부하 삭감방법: 별채제한, 삼림관리, 노면청소, 침투지 등

(표 3-5) 수질개선기술 적용시 일반적인 기술적 기본요건

항 목	기본요건
호소특성	호소면적
	지형 및 수심
	성층의 형성상태
	회전수
	이수상황
	사회적·경제적 조건
	호소의 물리적 환경조건
호소의 오염특성	호소 수질
	퇴적물
	생물상
	오염에 의한 장애와 피해액
유역의 오염원 특성	오염원별 부하량
	오염원별 인위적 배수량
	각 오염원별 기여도(대책 중요도)
	호소 유입부하량
유입하천의 특성	유입하천의 수량
	평수시 수질
	홍수시 수질
	하도내 퇴적물
	하천 유입부하량
지하수의 특성	지하수 유입수량
	지하수 수질
호내 천이 부하량	호내 천이 외부(하천, 지하수) 부하량
	호내 내부(퇴적물 회귀) 부하량
	호내 내부(직접강우) 부하량
	호내 내부(수산양식) 부하량
내부생산에 의한 수질변화량	내부생산에 의한 수질변화량
	영양염 축적량

(표 3-6)수질개선기술 적용 기술요건 설정을 위한 조사내용(유입하천 대책)

항 목	내 용	적 요
하천수질 (평상시)	부유성 성분과 용해성 성분으로 구별하여 분석한 수질데이터(계절별, 유황별, 일변화 등의 데이터)	pH, DO, BOD, NH <sub>4</sub> -N, NO <sub>2</sub> -N, NO <sub>3</sub> -N, TP, PO <sub>4</sub> -P, SS, 탁도, 전기전도도
하천수질 (강우시)	부유성 성분과 용해성 성분으로 구별하여 분석한 수질데이터(홍수규모별, 수위, 수리수문현상에 따른 변화 등)	상동
수위, 유량, 유속	수질측정과 동시에 관측한 수위, 유량, 유속데이터 및 연간관측자료	최대유량과악이 중요
하도 형성특성	하도 중단도 하도 횡단도 고수부지 이용도(계획 포함) 저수하도의 하상재료 특성	
하천퇴적물	하도의 퇴적물 특성	퇴적물의 평면분포상태, 퇴적물의 두께, 함수비, 입도분포, 비중, COD, TN, TP

(표 3-7) 수질개선기술 적용 기술요건 설정을 위한 조사내용(퇴적물 대책)

항목	내 용	적 요
퇴적물 오염 현황	퇴적물의 평면분포 특성	함수비, 비중, 입도분포, ORP, COD, DO, 황화물. TN, TP, 간극수 농도
	퇴적물의 연직분포 특성	함수비, 비중, 입도분포, ORP, COD, DO, 황화물. TN, TP, 간극수 농도
퇴적물 대 책 기초실험	퇴적물로부터의 용출부하 산정 실험	
	퇴적물 준설두께 설정 실험	
	퇴적물 피복두께 및 재료 선정 실험	
	탈수과잉수 처리에 관한 실험	
처리·처분 에 관한 기 초사항	토질특성	액성한계, 소성한계, 콘시스턴스지수
	처리·처분 방식	중금속, 유해물질
	처분지의 선정	

(표 3-8) 수질개선기술 적용 기술요건 설정을 위한 조사내용(호내대책)

항 목	내 용	적 요
수질·생물의 연직분포 특성	수온, pH, EC	계절 및 홍수시의 시계열변화 자료 필요
	수중조도	계절 및 홍수시의 시계열변화 자료 필요
	DO(ORP)	계절 및 홍수시의 시계열변화 자료 필요
	탁도 또는 SS	계절 및 홍수시의 시계열변화 자료 필요
	TP(PO <sub>4</sub> -P)	계절 및 홍수시의 시계열변화 자료 필요
	TN(NH <sub>4</sub> -N)	계절 및 홍수시의 시계열변화 자료 필요
	Fe, Mn, H <sub>2</sub> S	계절 및 홍수시의 시계열변화 자료 필요
	클로로필	계절 및 홍수시의 시계열변화 자료 필요
	식물성플랑크톤	계절 및 홍수시의 시계열변화 자료 필요
호소수질·생물	상세한 수질과악 (계절, 홍수유입 직후, 일변화 등)	COD, NH <sub>4</sub> -N, NO <sub>3</sub> -N, NO <sub>2</sub> -N, TP, PO <sub>4</sub> -P, SS, 탁도, 클로로필, 식물성플랑크톤
	호소내 오염 구역의 설정 을 위한 평면 분포 특성	COD, NH <sub>4</sub> -N, NO <sub>3</sub> -N, NO <sub>2</sub> -N, TP, PO <sub>4</sub> -P, SS, 탁도, 클로로필, 식물성플랑크톤 pH, DO의 시간변화
	식물성플랑크톤의 이상 발생 상황 정리	적조, 녹조 발생시의 상황에 대한 상세한 데이터
호소생태계의 과악	-	식물성플랑크톤, 동물성플랑크톤, 세균, 저생생물, 수산생물 등의 상황과악(정량적으로)

4) 개선사업목표에 따른 수질개선기술의 분류

수질개선 기술의 선정과 개선계획의 체계적인 설정은 목표수질을 만족하는 내용이 되는 개선대책을 수립하기 위함이며, 이 경우 서로간의 조합을 포함한 복수의 대책이 되는 경우도 있다. 수질개선기술의 선정방법은 기술적 기본 요건 상 적용하기 부적절한 기술을 제외하거나 혹은 실시사례 등도 포함하여 적용성이 좋을 것으로 판단되는 기술을 선정한다. 설정한 사업목표의 분류로부터 해당되는 수질개선기술을 (표3-10)과 같이 결정하고, 기술기본요건에 의해 (표3-11)에 나타난 적용성을 판단하며, 그 다음에는 지표요인에 대하여 설정된 삭감부하량의 제거가 가능한 유역 내, 유입하천 내, 호 내의 수질개선 기술 목록을 만든다. 각각의 대책에 대해서 그 기술적 가능성, 비용, 문제점, 개선효과 등에 대해 검토하고, 개개의 수질개선기술을 조합하여 지표요인이 설정된 삭감부하량을 만족하도록 비용을 최소화하는 등의 방법으로 개선체계를 최적화하도록 한다.

수질개선효과 및 비용의 비교 검토는 사업목표에 대한 개선효과 및 비용 검토를 중심으로 실시한다. 수질개선효과는 각 대안에 대해서 목적으로 설정한 대상 삭감 부하량을 기초로 하여 검토된 대체안의 사업규모대로 수질개선사업을 실시함으로써 가능한 부하 삭감량을 산정한다. 개선기술의 비교검토, 실험, 실시사례를 고려한 고도의 기술적 검토가 필요하다. 이 검토과정에서는 정화율의 산정과 동시에 시설·장치의 개략설계가 필요한 경우가 있고, 이 작업을 동시에 실시하는 경우도 있다. 호소수질 개선효과의 산정은 목표수질을 기초로 하여 산정한 경우는 목표의 달성에 필요한 대상 삭감부하량 등을 설정한 다음에 수질개선기술의 적용성을 검토한다. 그러나 목표의 달성이 호소의 수질로 설정되어 있지 않은 경우 호소수질의 개선으로 나타내는 것이 알기 쉬우므로 대안으로서 설정한 수질개선기술에 의한 삭감 후의 부하량에 기초해서 호소수질 변화 예측모델 등에 의한 예측계산을 포함한 오염해석을 실시하여 호소수질의 개선효과를 산정한다. 이 경우 오염해석은 호소 혹은 호소관련 구역에서 일어나는 여러 가지 현상과 선정된 수질개선기술의 특성을 추상화, 단순화해서 각 현상의 인과관계를 명확하게 함으로서 누구나 이해할 수 있는 구조로 오염현상을 모델화하는 공정이다.

오염해석방법은 여러 가지가 있지만 일반적인 예로서는 다음과 같은 내용으로 구성된다. 또한 선정된 수질개선기술의 원리, 특성에 따라서 그 구조가 결정되는 경우도 많다.

- ① 유역의 물 순환기구 파악(인위적인 배수, 우수, 지하수 등)
- ② 유역의 부하량 순환기구의 파악(발생원별 부하량, 유출 부하량)
- ③ 호소의 물 순환기구 파악
- ④ 호소의 수질오염기구 파악
- 5) 개략비용의 산정과 비용의 분석

개략비용의 산정과 비용의 분석은 해당 수질개선기술을 적용하여 개별 수질개선기술의 비용함수와 대책규모에 의해 결정하는 건설비 및 유지관리비 등으로부터 비용을 산정하고 비교 검토한다. 비용 산정 비교검토는 다음의 내용을 포함하여야 비용검토 항목의 예를 (표3-12)에 나타냈다.

- ① 투자유형
- ② 초기비용과 운전비용
- ③ 운전비용 내역과 변동요인의 해석
- ④ 단계적 시공

(표 3-9) 호소현황 및 오염피해에 대한 조사내용

항 목	내 용	적 요
호소의 형태	호소의 생성원인	
	호소의 지형, 호소바닥의 지형	
	호소단면 특성의 변천	
	유입하천과 유역면적	
기상	기온·습도	
	강수량	유역도 필요
	풍향·풍속, 일사량·일조시간	
수리·수문	하천, 지하수로부터 유입수량	
	직접 강수량	
	역 유입수량	기수역 등의 경우
	호수면 증발량	
	취수량	
	회전율(체류시간), 호수 물의 거동	
물리적 수질	투명도, 물의 색깔, 수중조도	
	수온	유입하천도 필요
	수온약층	
화학적 수질	염분(EC), pH, SS, 탁도, DO, COD	유입하천도 필요
	질소, 인, 클로로필	
	연직분포의 경시변화	
퇴적물	간극수 중의 영양염 농도	
	퇴적 성상, 퇴적연대와 뺨의 두께	
	물리성(비중, 입도분포, 함수비 등)	
	화학적(COD, 질소, 인, 강열감량, 황화물)	
	연직분포상황	
생 물	타 수역과의 비교	
	식물성, 동물성 플랑크톤	
	세균	
	저서, 수생동물	
	수산생물	
	어획고	
	철새	
수화(녹조, 적조)발생		
오염물질 부하량	발생부하량	하천, 지하수, 강우 부하로 구분 필요
	유입부하량	호수면 직접, 퇴적물 부하로 구분 필요
	호내부하량	
	특정 오염원	
	자연부하 특성	
	부하의 유입특성	
오염에 의한 피해	공업용수, 농업용수	
	관광자원적 가치	
	악취 발생	
	식생의 변화	

(표 3-10) 사업목표에서 본 수질개선기술의 분류

대책장소	대책의 원리	수질개선기술	유입부하 삭감기술		내부생산 억제기술		기타	
			항구적	부하 삭감	가급적 실시	가능한 부하 삭감	영양염의 농도 저하	자연 특성 개선
유역내	입지규제	입지규제	○	△			○	
	유역변경	유역변경	○		○	○		
	발생부하 삭감	유기인세제등의 사용제한	○	△	○			
		물 이용의 합리화	○	△	○			
	점원발생부하 삭감 · 생활계, 광공업 부하 · 공공시설 · 관광부하 · 축산계 부하	배출규제	○	△	○			
		하수처리	○		○			
		하수, 분뇨처리 고도화	○		○			
비점원부하 삭감	비특정, 농업계 부하의 삭감	○	△	○	△			
유입하천내	강우시 유출부하 유입방지	저류지	△				△	
		저습지 도입	△	△	△			
	직접정화	토양처리	○		○			
		침투수로	△		△		○	
		여과(상항류여과)	△				○	
		부유물침전(DCF공법)					○	
		접촉산화수로	△※	△※			○	
		직접폭기					○	△
	하천처리장	△※		△※		○		
	저류부하제거	하도준설	△※	△※	△			
호소내	호소 내 발생부하의 삭감	퇴적물 준설	○	○	○	△		△
		퇴적물 피복(호내외재료)	△	△	○	△		△
		영양염 불활성화 처리	△	△	○	△		△
		수산양식업 대책	○	○	○			
	부영양화의 억제 (성층대책) (수리조건변경) (영양염농도 저하) (생물상 제어) (조류제거)	하구처리	△※		△※	○	△	
		호소분리				○	△	△
		부엽식물이용처리			△※		△	△
		조류제거			△		○	○
		살조제(殺藻劑), 제초제 처리					△※	○
		생태계 제어			△		○	△
		정화용수 도입			○	○		
		호수물의 인공순환				○		△※
		심수층 폭기			○※	○		△※
		호수수 양수형 순환처리			○※			○
		저수층 산소주입			△※	○		△
지하수 유입 증가			△※	○				
심수층 선택 방류			△※	○		△		
호안환경보전	둔치형 및 식생 호안					○		

○ : 해당되는 수질개선기술, △ : 해당 가능성이 있는 수질개선기술, ※ : 조건부로 가능성이 있는 것



3. 농업용수 수질개선대책 대안평가기법 연구

(표 3-11) 기술적 기본요건에서 본 개략 선정 참고표(안)

대책장소	대책의 원리	수질개선기술	성충형성 있음	수면적 넓고 수질다름	수면적 좁음	호소의 지형복잡	회전수가 적음	저수층 오염	저수층용존산소없음	퇴적물 오염	오염하천이 있음	오염하천에 넓은부지	내부생산, 조류발생량음	가급적 잠정대책필요	농업계부하가 큼	비특정비점원부하 큼	
유역내	입지규제	입지규제															
	유역변경	유료변경									○						
	발생부하 삭감	유기인세제등의 사용제한															×
		물이용의 합리화															×
	점원발생부하 삭감 · 생활계 부하 · 공공·관광부하 · 팜공업부하 · 축산계 부하	배출규제														×	×
		하수처리														×	×
		하수 분뇨처리 고도화														×	×
		정화조(개별)										○				×	×
		정화조(합병)										○				×	×
	비점원부하 삭감	농업계 부하의 삭감														○	
비특정부하의 삭감																○	
유입하천내	강우시유출부하 유입방지	저류지									○						
	직접정화	저습지도입									○						
		토양처리									○						×
		침투수로									○	△					
		여과(상향류여과)									○	△					×
		부유물침전(DCF공법)									○	○					×
		질축산화수로									○	○					×
		직접폭기									○						×
	하천처리장									○	○					×	
	저류부하제거	하도준설								○						×	
호소내	호소내 발생부하의 삭감	퇴적물 준설								○							
		퇴적물 피복(호내의재료)								○							
		영양염 불활성화 처리									○		○				
		수산양식업 대책												○			×
	부영양화의 억제 (성충대책) (수리조건변경) (영양염농도 저하) (생물상 제어) (조류제거)	하구,처리		△		○											
		호소분리		○		△											
		부영양물질이용처리		△										○			△
		조류제거			○									○	○		
		살조제, 제초제 처리			○									○	○		
		생태계 제어		△	△									○			△
		정화용수 도입		○	○		○										
		호수물의 인공순환		△	○		○										
		심수층 폭기		○	△	△				○	○						
		호수수 양수형 순환처리		△		○				○							
	저수층 산소주입		○		△				○	○	○						
	지하수 유입 증가			△	△			○									
심수층 선택 방류		△						○	△								
호안환경보전	둔치형 호안		○		△										×	×	
	식생호안		○	△											×	×	

○:적용가능성이 큰 기술, △:적용성이 있는 기술, ×: 적용성이 낮은 기술  
 주) 아무 표시가 없는 개선기술은 기본요건에 좌우되지 않음

(표 3-12) 비용검토 항목(예)

항 목	내 용
개략설비비용	
초기비용	·용지비용 ·건설비용 ·비용의 변동요인 및 기타
장치·시설의 내구 년수	
운전비용(유지관리비용)	·장치·부품의 교체비용(1/년) ·전기에너지비용(1/년) ·기타 에너지비용(1/년) ·인건비 ·사용약품, 재료비용(1/년) ·오니처리·처분비용(1/년)
운전비용(시설보수비용)	·건설 후 보수가 필요한 년도 ·년간 보수 비용(1/년)
중기적 관련비용 에너지 비용 변동 예측	·3 ~ 10년의 비용변동 예측
장기적 관련자료 에너지 비용 변동 예측	·10 ~ 50년의 비용변동 예측

6) 수질개선계획의 평가 및 실시 가능성

개선계획의 평가 및 실시 가능성의 판단은 설정된 목표에 대한 개선효과의 달성 정도, 비용/효과분석 및 실시가능성의 판단항목(투자형태, 2차 공해, 용지확보의 난이 등)에 대해서 평가하여야 하며 그 구체적 내용은 (표 3-13)과 같다.

(표 3-13) 실시가능성 판단자료의 필요항목

사 항	내 용
투자액 및 그 유형	초기비용과 운전비용의 구별에 의한 투자유형의 명확화
시설·장치의 내용	자연의 이용이나 부분적 개정인가, 전용시설의 건설인가의 명확화
사용전기에너지량	전기에너지의 사용량 및 시설전용 소수력발전 가능성의 명확화
사용약품·재료의 질과 양	사용약품·재료의 유무, 약품·재료명, 가격, 현지 생산 가능성 등의 명확화
관리정도	관리에 필요한 작업의 내용, 인수, 빈도, 관리자의 명확화
폐기물 등의 발생	발생오니 등의 유무, 내용물, 질양 및 처리처분법 등의 명확화
2차공해의 가능성	주변지역 및 생태계에 미치는 영향 등의 2차공해 발생의 검토
치수에 대한 영향도	치수사업과의 조정, 치수기능에 대한 영향도 등의 명확화
실적	국내외의 실적사례와 평가의 명확화
용지의 확보	용지필요의 유무와 용지준비의 난이
농림사업과의 조정	농림사업과의 조정의 난이

그러나 실제적으로는 단일 개별공법에 의한 수질개선 목표가 달성될 경우는 드물고 채택된 공법이 효율을 제고하기 위해서 전처리시설, 후처리시설을 개선하는 등이 필요하며, 또 한 가지는 물 환경은 연계된 하나의 시스템(하천 : 상류-중류-하류, 호소 : 유입하천-호소)이나 역할분담으로서 유역대책은 환경관련 부처, 호내 대책은 시설이용 부처 등으로 구분하여 접근하는 것은 하나의 수체를 분리하여 대책을 수립함으로써 비경제적이고 합리적이지 못할 경우가 있다. 수질개선효과는 발생원에서 제어하는 것이 가장 효과적이라는 경제원리에 근거하여 밀집된 오염원에 의해 오염현상이 일어날 수밖에 없을 때는 공공수역에 배출된 오염물질을 저감하는 계획이 수립시행 되어야 한다. 수질개선사업을 실시하는 경우의 유입부하량, 호수 수질의 변화 및 사업의 목표에 따라 크게 다음의 5가지 사업유형으로 구분해 볼 수 있다.

① 국가시책 등에 기초해서 각종 대책이 실시되어도 환경기준 등의 목표를 유지달성하기 위해 필요한 부하삭감을 달성할 수 없는 경우에는 유역 내, 유입하천 내, 호소 내에 대해서도 수질개선 기술을 적극적으로 도입해가는 종합정화대책 수준으로 부하 삭감대책을 수립한다.

② 국가시책 등에 기초해서 각종 대책이 실시된 경우 환경기준 등의 목표를 유지달성 할 수 있을 것으로 예상되지만 하수도 정비가 늦어지거나 다른 대책이 늦어져 유지달성까지는 긴 기간이 필요할 것으로 판단되는 경우는 대책이 늦어짐으로서 뒤에 발생하는 부담을 경감하는 것이 목적으로서 가급적 신속하게 실시할 수 있는 수질개선기술을 중심으로 유입하천 내, 호 내를 포함한 종합적인 부하 삭감대책을 수립한다.

③ 국가시책 등에 기초해서 각종 시책이 수립된 경우 영양염의 농도는 환경기준 등의 목표를 달성할 수 있을 것으로 판단되나 예를 들면 갈수년 등에 생태계의 천이현상인 내부생산에 의해 COD(Chl-a, 조류, 투명도) 등의 목표의 유지달성이 어려울 것으로 판단되는 경우는 호 내의 내부생산 억제 대책을 중심으로 한 수질개선기술을 수립한다.

④ 국가의 수질보전을 위한 시책이 계획·입안되지 않은 경우로 현재 이수장해가 발생하거나 혹은 검토결과 장래 이수장해가 발생할 것으로 판단되는 경우에는 ①과 같이 종합적 정화대책으로서의 부하삭감대책을 수립한다.

⑤ 수질개선기술의 적용에 있어서 목표의 달성이 장기적, 기본적 수질보전대책이 아니고 이수장해의 부분적 혹은 국소적 개선 등의 관리기준 등으로 설정된 잠정적, 특수적 대책이 필요한 경우에는 호소수질을 직접적으로 개선하는 기술 혹은 이수를 위한 개선기술 등 그 상황에 유효할 것으로 판단되는

기술을 적용하고 부분적, 국소적 대책으로 설정한다.

### 3.3 농업용수 수질개선사업 및 하천정화사업

#### 3.3.1 농업용수 수질개선사업

##### 1) 농업용수 수질개선사업 기본성격

농업용수 수질개선 조사·설계 매뉴얼에 따르면 농업용 저수지는 지금까지 농업의 생산기능, 특히 쌀의 생산역할에 한정적으로 활용되어 왔으나 앞으로는 농업의 다원적 기능을 유지·보존하는 차원에서 그 기능을 확대하는 방안이 적극적으로 모색되어야 한다. 그러므로 농업용수 수질개선사업은 농업생산기반정비사업 뿐만 아니라, 농촌지역개발로 지역경제 활성화 및 자연환경보전으로 농촌지역 특성을 살린 생태계 보전의 기능이 포함되어 사업의 대상과 사업의 효과에 대한 이득이 불특정 다수에게 있으므로 공공사업의 성격을 가진다.

##### 2) 호소 수질정화 정의 및 목적

농업용 저수지의 수질정화는 “호소 수중에 부유하고 있는 입자상 물질과 용존하고 있는 오염물질을 인위적 또는 자연적으로 제거하는 정화시설에 의해 유입되는 오염부하량을 감소시키고, 호소 고유의 자정능력을 회복 또는 복원시켜 줌과 동시에 농업용 수리시설로서 제 기능을 유지하기 위한 것이다” 라고 정의 할 수 있다. 그러나 호소형태의 수질개선을 목적으로 계획을 수립하여야 할 경우 호소에 국한하여 계획을 수립하는 것은 매우 제한적이며 투자효과 또한 매우 비경제적일 수 있다. 그러므로 여기서는 하천형태의 수질개선과 호소형태 수질개선을 구분하여 언급하는 것보다는 구분 없이 일반적으로 적용할 수 있는 수질정화에 대하여 서술하고자 한다.

호소 수질정화의 대표적인 목적은 아래와 같다.

- 호소 수중의 유기물(BOD, COD등)의 저감
- 대표적인 호소 수질오염 현상인 부영양화 방지
- 호소수의 자정능력 강화를 위한 DO농도의 개선
- 수역의 외관적인 정상(탁도, 색도 등) 개선
- 호소수의 심미적 또는 감각적 정상(악취 등) 개선
- 호소 수변의 개선(침전물, 부착물, 부유물 등)
- 기타 환경(생태, 자연)보전으로서 종합적인 기능 보전

3) 수질정화 시설의 구비조건

수질정화시설은 하천 또는 호소에 설치하여 수역관리자(하천관리자 또는 수면관리자)가 유지·관리하는 것으로 정화시설 자체는 한시적인 시설이다. 이러한 조건을 전제로 한 정화시설의 일반적인 원칙은 다음과 같다.

- 가능한 에너지(energy)를 필요로 한 시설은 피한다.
- 유지관리가 간편해야 한다.
- 주위환경과 조화를 이루게 한다.
- 가능한 한 인위적인 시설보다는 자연적인 시설로 한다.

좀 더 구체적인 구비조건은 아래와 같다.

- 하천부지 등의 여유지에서 가능한 방식일 것
- 유수의 정상기능에 지장을 초래하지 않을 것
- 정화 대상수역의 수질특성에 적합한 정화방식일 것
- 유지관리가 용이할 것
- 건설비, 유지관리비가 적을 것
- 홍수 등의 범람에 지장이 없을 것
- 하천경관을 해치지 않고 다목적 토지이용에 가능할 것

한편 자연형 정화시설은 상수 및 하수 등 용수처리시설 보다 넓은 부지를 필요로 하고 있다. 또한 어느 일정한 목표수질을 달성하기 위해서는 다음과 같은 사항을 종합적으로 판단하여 결정해야 한다.

- 정화를 위하여 확보해야 할 부지면적
- 정화대상 수량의 일부 또는 전량의 처리여부가 결정
- 정화방식의 특성에 따른 정화한계수질
- 정화대상 수질항목 및 수질기준에 따라 정화한계가 결정
- 수질관리상 확보해야 할 수질기준
- 목표기준 중에서 어느 것을 중시하는가에 따라 목표수질이 달라 짐

한편 어느 특정물질을 제거하기 위하여 채용되는 고도처리공법은 처리목적, 제거대상물질과 목표수질, 운전관리의 용이성, 슬러지발생량, 경제성, 시설 부지 등을 고려하여 하나의 단위조작 또는 두 개 이상의 단위조작으로 구성되는 처리공정이 도입된다.

수질정화 처리공정 기술을 선정할 때에는 목표수질, 제거대상물질 등을 설정한 후 다음 (표3-14)와 같은 기본요건을 고려하여 처리공정을 종합적으로 평가할 필요가 있다.

(표 3-14) 수질개선기술 선정 시 기본요건

기본요건	분 류	적 요
시설, 설치	① 자연을 이용하여 부분적으로 개조(소규모)	
	② 자연을 이용하여 부분적으로 개조(대규모)	
	③ 간이 기계장치 사용	자연개조는 없음
	④ 대형 기계장치 사용	
	⑤ 소형 토목구조물 건설	
	⑥ 대형 토목구조물 건설	
전기에너지	① 없음	
	② 소량 사용	소규모자가발전
	③ 간헐적으로 다량사용	
	④ 연속적으로 다량사용	
사용약품, 재료	① 없음	
	② 가격이 싼 천연물·폐기물 이용	
	③ 화학약품 등의 간헐적 사용	
	④ 화학약품 등의 연속적 사용	
유지관리	① 관리 필요치 않음	
	② 때때로 관리 필요	오니제거작업
	③ 매일 관리 필요	
	④ 유지관리에 인원배치 필요	
기 타	① 건설기간	
	② 용지의 필요성	
	③ 치수, 이수기능에 대한 영향성	
	④ 폐기물 발생	
	⑤ 2차공해의 발생 등	

### 3.3.2 자연형 하천 정화사업

#### 1) 자연형 하천의 특징

국내 자연형 하천정화사업은 시행주체에 따라 자연형 하천정비사업, 자연형 하천정화사업, 소하천 정비사업 등으로 분산 시행되고 있다.

하천환경은 “물과 그 주변공간의 통합체로 이루어진 하천 그 자체로서 수

량, 수질, 공간 등을 구성하고, 하천을 바탕으로 해서 동식물과 이들이 이루어 내는 경관을 포함한 자연적, 인공적 모습”을 말한다. 즉 흐르는 물의 양과 질, 주변의 모래사장, 섬, 하천부지와 제방, 그리고 하천을 바탕으로 해서 살아가는 동식물과 이들이 이루어내는 경관 등을 포함한 자연적, 인공적 모습이다.(건교부, 하천시설기준, 1993)

자연하천이 가지고 있는 기본적인 특징은 다음과 같이 요약된다(김성환, 2004)

- 하천에는 물이 흐르고, 흐르는 물은 시간과 공간에 따라 변동하고 유량과 지형에 따라 다양한 흐름의 형태를 가진다.
- 하천은 토사 등의 물질을 이송시켜 침식, 운반, 퇴적의 작용을 계속하면서 자연의 법칙에 따라 그 모습을 바꾸어 상류로부터 하류까지 흘러간다.
- 하천의 다양한 지형과 유수가 하천생태계를 구성하는 기반이다. 하천의 여울과 소, 사주, 간석, 만 여러 경사의 하안 등 다양한 미지형은 다종다양한 생태환경을 구성한다.
- 하천은 상류부터 하구까지 연속된 공간이고, 그 안에서 생물은 이동한다. 상류에서 중류, 하류, 하구에 이르기까지 연속된 공간은 여러 생물이 이동가능하게 된다.
- 하천의 자연환경은 주변의 수변림과 삼림, 습지, 수로, 논 등 주변 환경과 왕래하며 생활하고 있어 주변과 밀접하게 연계되어 있다.
- 하천의 자연환경에는 자연적 또는 인위적 영향이 더해져도 어느 정도 스스로 조성해 나가는 일정한 자연회복력을 갖고 있으며 인간과 가장 친밀한 공간으로서 다양성이 높은 자연환경의 보고이다.
- 하천은 지리적 위치와 기상, 지형, 지질의 차이, 유입토사의 질과 양, 유역의 토지이용, 하천개수의 정도와 내용, 그리고 횡단시설의 입지 등 여러 요인에 의해 해당 하천만이 갖는 독특한 개성을 갖고 있다.

## 2) 자연형 하천 정화공법의 특징

자료(영덕군, 오십천 생태환경조성사업 학술연구 및 기본계획보고서, 2000.9.)에 의하면 자연형 하천정화공법의 특징을 설치위치, 정화방법, 대상공정, 정화 원리, 정화대상 수질, 장단점, 정화효율 등으로 구분하여 다음 (표 3-15)와 같이 요약하였다.

(표 3-15) 자연형하천정화 공법 특징

설치위치	정화방법	대상정	정화원리	정화상질수(mg/L)	처리능력또는처리시간	특징		정화효율(%)		
						장점	단점	BOD	SS	
하도내	자연	유수	유속저하에 의한 침전효과	BOD 15 SS 10~20	평균 6시간	<ul style="list-style-type: none"> <li>침전슬러지는 자기분해하여 감량되기 때문에 홍수시 소류슬러지의 확산을 막고 파를 높인다</li> <li>접촉재를 사용하므로 효과를 높일 수 있다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>정화효과는 중간정도이며, 질소인의 제거는 적다</li> <li>신규 설치시 치수대책상의 문제를 유발할 수 있다</li> </ul>	50	0	
		연(堰)						50	50	
		탁질트랩						10	10	
	고생파	정물박류법	<ul style="list-style-type: none"> <li>하상생물의 부착물 제거</li> <li>물의 산화·화학적 침전</li> </ul>	BOD 20 이하	2~24시간	<ul style="list-style-type: none"> <li>다량의 DO가 공급되므로 부패를 막는다</li> <li>얕은 여울에서 효과가 크다</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>질소, 인이 많으면 부착조류가 대량으로 발생하여 새로운 BOD, SS원이 된다</li> <li>박층은 원리적으로는 얇을수록 좋고, 유하거리는 수km 이상 내로 처리효과는 작다</li> <li>km용수유출에 의한 하상변동이 크다</li> </ul>	20	20	
	응집전	응집전	<ul style="list-style-type: none"> <li>응집제에 의한 침전</li> </ul>	BOD 20 SS 50	2시간	<ul style="list-style-type: none"> <li>SS 및 인의 제거 효과가 크다</li> <li>유속이 1.5m/s 이상이면 하도내의 직접주입 방식이 가능하다</li> <li>직접주입 방식의 경우 건설비는 매우 적다</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>질소 제거 효과가 적다</li> <li>하도내에서 응집제와 혼합강도가 약한 경우는 하도 밖에서 혼화지를 설치해야 한다</li> <li>슬러지 발생량이 많다</li> </ul>	60	80	
	회수 도입	회수 도입	<ul style="list-style-type: none"> <li>깨끗한 물을 회수하여 사용</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>경관의 개선</li> <li>대상수역의 수질개선할 수 있다</li> <li>소류효과도 기대할 수 있다</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>수량확보가 문제이다</li> <li>본천 내지 합류후의 수질개선(부하경감)은 되지 않는다</li> </ul>			
	포기	포기	<ul style="list-style-type: none"> <li>인공적인 산소 공급기 설치</li> <li>소중유기물 축적</li> </ul>	DO 2 이하		<ul style="list-style-type: none"> <li>DO공급이 많기 때문에 부패를 막을 수 있다</li> <li>DO포화도 40%효과가 있다</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>BOD, COD, SS제거효과가 작다</li> <li>포기에너지가 많이 필요하다</li> <li>슬러지를 말아 올리는 경우가 있어 그 대책이 필요하다</li> <li>송기관에 하상 내 포설이 필요하다</li> </ul>			
	식물	부식정화	<ul style="list-style-type: none"> <li>유수</li> <li>부식정화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>질소, 인의 흡수</li> <li>침전</li> </ul>	BOD 100 이하	20일			40	40
		침식정화	<ul style="list-style-type: none"> <li>수물</li> <li>침식정화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>주인</li> <li>토인</li> <li>직접</li> <li>수</li> <li>SS</li> <li>의</li> <li>침전</li> </ul>	BOD 30 이하	20일	<ul style="list-style-type: none"> <li>부영양화의 원인물질인 질소, 인이 직접 제거된다</li> <li>수생식물은 자연식생수 그대로 이용할 수 있고, 재료입수가 용이하다</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>수생식물이 고사하기 전에 회수해야 한다</li> <li>회수 수생식물의 처리, 처분을 할 필요가 있다</li> <li>유출방지가 필요하다</li> <li>넓은 면적을 필요로 한다</li> </ul>	40	35
		습식정화	<ul style="list-style-type: none"> <li>지물</li> <li>습식정화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>NH<sub>4</sub>-N</li> <li>질산염</li> <li>의</li> <li>인</li> <li>흡착</li> <li>탈</li> </ul>	BOD 10~20 NH <sub>4</sub> -N 2				40	70
하천부지내 및 주	토침투	관개	<ul style="list-style-type: none"> <li>흙, 모래, 자갈의 투과</li> <li>흡수</li> <li>이용</li> </ul>		0.04 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> -일	<ul style="list-style-type: none"> <li>정화원리가 여과이므로 매우 깨끗한 처리수를 얻을 수 있다</li> <li>토양종류에 따라 질소, 인 제거도 기대할 수 있다</li> <li>유지관리가 쉽다</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>넓은 부지면적이 필요하다</li> <li>폐색이 생기지 않도록 분해 속도에 맞춰 침투시키고 간헐 침투를 해야 한다</li> <li>지하수위에 좌우되기 쉽다</li> <li>지하수 오염을 유발할 수 있다</li> </ul>	95	95	
		침투		0.15 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> -일	80			95		



3. 농업용수 수질개선대책 대안평가기법 연구

변	트렌치법 표면유하법	미생물에 의한 작용	°ss 5~10	0.12 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> -일		°토양에서 암모니아가 용출되기 쉽다.	95	95	
		표면유하법	°ss 10~40	0.6m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> -일			40	70	
	부생물 유사지	산화	°식물플랑크톤에 의한 자연 DO공급을 통한 이산화탄소 이용	°BOD 20~50	5일	°식물플랑크톤의 자연적 DO공급이 있기 때문에 호기성 처리가 가능하다. °질산화, 탈인을 기대할 수 있다 °슬러지발생량이 적다.	°체류시간 10~30일 정도의 낮은 부지가 필요하다 °처리대상 원수의 오염도가 높은 경우는 기계적 포기를 필요로 한다. °플랑크톤 제거를 하면 정화 효과는 기대할 수 없다.	60	40
			°산소공급에 의한 NH <sub>4</sub> -N 질산화 및 질소 고정 효과	°BOD 30~50	1.3시간 (78분)	°SS 및 BOD 제거 효과가 크고, 특히 SS가 많은 물에 대해 효과가 크다. °필요 에너지가 적다. °유지관리가 적어도 되며, 없어도 운전이 가능하다. °퇴적슬러지의 자연분해가 크고, 발생량이 적다.	°용존BOD농도가 높으면 포기가 필요하다. °공극률이 40% 전후이기 때문에 반 정도가 막히면 기능이 저하된다. °인의 제거는 거의 기대할 수 없다. °冠水에 대한 대책이 필요하다. °수온 및 계절에 따라 제거효율이 변동한다.	90	80
	집침전	자집산(포기) 갈축화	°전효과물분해슬러지	°BOD 20 이하	2.8시간 (168분)			90	75
			°적분해슬러지	°SS 30 이하					
		자집산(무기) 갈축화포기	°전효과물분해슬러지	°BOD 15 이하	수시	°SS성분이 많은 물의 BOD, SS제거효율이 크다. °산화작용에 대한 NH <sub>4</sub> -N의 제거를 기대할 수 있다.	°슬러지 발생량이 크다. °집축재의 비용이 높다. °저서생물 등에 의한 생물막의 소실 등 처리효과의 변동이 크다. °집축재의 폐색이 많다. °정기적으로 인을 제거할 필요가 있다.	50	50
	사과	완모여과 속태여과	°SS의 화학적 분해	°BOD 15 이하	5 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> -일				
			°유기물의 분해	°NH <sub>4</sub> -N 2			°부지면적이 적다. °시설이 간편하다. °물리적 처리이므로 수질적으로 안정되어 있다.	°취수펌프가 필요하다. °전기료가 든다. °지표면에 노출되어 있다	
		급모여과 속태여과	°간헐적 여과방식 °인폐쇄주수반복	°BOD 15 이하 °SS 10 이하 °NH <sub>4</sub> -N 2	240m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> -일	0.4m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> -일			

3) 자연하천 정화공법의 특성평가

하천자연정화공법의 특성평가항목은 설치장소, 부지면적, 처리효율, 홍수소통, 부지의 안전성, 유지관리, 생태계 기여도, 경관창출효과, 경제성, 가뭄시 활용도 등 10개 항목으로 구분할 수 있으며, 평가항목에 따른 대표적인 하천정화공법인 자갈점축산화법 등 4개 공법에 대하여 평가해 보면 다음 (표3-16)와 같다.

(표 3-16) 하천자연정화공법의 특성평가

항목	자갈점축산화법	점축산화수로법	식물정화법	하상여과법
①설치장소	둔치	수로바다	수면 위	수로바다
②소요부지면적	비교적 크다	필요 없다	필요 없다	필요 없다
③처리효율				
· 유기물질	높다	비교적 높다	낮다	높다
· 부유물질	높다	비교적 높다	낮다	높다
· 영양물질	낮다	낮다	비교적 높다	비교적 높다
④홍수소통	영향 없다	영향 없다	영향 없다	영향 없다
⑤부지안정성	유입차단으로 안전	침식 및 퇴적 영향	수위,유속증가시영향	퇴적및침식가능성
⑥ 유지관리				
· 난이도	상부복개로 유지관리곤란	쓰레기 및 토사 퇴적 발생 가능	동절기 식물관리 필요	강우시 여상표면의 자연세척가능
· 슬러지 제거	주기적 제거 필요	주기적 제거 필요	식물고사체 회수 필요	갈수시 퇴적슬러지 제거 필요
⑦생태계기여도	낮다	다소 있다	비교적 높다	낮다
⑧경관창출효과	없다	낮다	수변공간창출	낮다
⑨경제성				
· 공사비	크다	작다	비교적 크다	비교적 작다
· 유지관리비	크다	크다	작다	비교적 작다
⑩가뭄시 활용도	없다	없다	관련 없다	여상내 충전수를 용수로 사용가능

4) 자연형 하천정화사업 지원대상 및 선정기준

가) 자연형 하천정화사업 지원대상 및 선정기준

연구결과(이재성, 2005)에 의하면 자연형 하천정화사업의 대상하천 선정 및 평가 기본 방향은 자연형태 보존, 경관, 안전성, 실용성, 효율성, 주민합의, 문화 및 전통 발전 등을 고려하여야 한다고 규정하고 있으며 구체적인 내용은 다음과 같다.

① 자연형 형태 보존

- 자연하천 선형을 반영하여 하천을 사행화
  - 자연재료를 사용한 설계 및 시공
  - ② 경관
    - 하천고유의 매력을 감소시키고 불투수성 포장재로 포장되는 주차장, 체육공원, 위락단지 조성 평가
    - 하천사업의 획일화, 전시성 사업 전개로 인한 자연적 경관 훼손 평가
  - ③ 견고성, 안전성
    - 집중호우 시 견고성, 안전성 고려
    - 지역특성을 고려한 건축학적 특성 분석, 유실 대비에 대한 평가
  - ④ 실효성(부가가치 창출)
    - 주민휴식여가 활용 공간
    - 주민생태교육 단지로 활용
    - 관광사업화, 산업화 제품개발로 인한 부가가치 창출
  - ⑤ 운영의 효율성
    - 사업시행 시설의 유지관리 보수 현황 분석
    - 점오염원 및 비점오염원, 쓰레기처리 관리를 통한 하천유지관리 평가
  - ⑥ 주민합의
    - 사업시행 전, 후 주민의 의견 수렴 및 지속적인 의견교환 창구 운영
    - 자연형 하천사업의 유지, 운영에 관한 홍보, 협의를 통한 활용도 증가
  - ⑦ 수질관리 및 수질정화시설 관리와 연계성
    - 수질등급개선 및 수질정화시설의 정화능력 평가
    - 홍수기, 갈수기의 수질분석 자료 평가
    - 악취, 주변 지천과의 연계성 평가
  - ⑧ 고유 전통문화발전에 기여 및 확대
    - 지역특성에 알맞은 수생식물 및 동물을 활용
    - 전통문화를 반영할 수 있는 설계 및 운영
  - ⑨ 기타 하천기능과 삶의 질 향상에 영향
    - 기타 지역하천 특유의 고유 기능 유지 및 향상
    - 삶의 질 향상에 기여할 수 있는 분야에 가점
- 자연형 하천정화사업을 시행함에 있어 사업지원 대상하천 선정을 위한 환경부의 기준과 내용을 분석하면 다음 (표3-17)와 같다.

(표 3-17) 자연형 하천정화사업 지원 대상 하천 선정기준 및 분석

선정기준	선정기준 분석
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 하천의 수질 및 이용실태를 기준으로 선정</li> <li>• 수질환경 악화로 하천환경 개선이 시급한 하천</li> <li>• 오염이 심하여 시민생활환경을 저해하는 하천</li> <li>• 상수원 보호를 위해 필요한 하천</li> <li>• 수질오염사고가 빈번한 하천</li> <li>• 상수원 보호구역 등 특성상 우선 수질 개선 하천</li> <li>• 하천의 자연성이 크게 훼손, 왜곡된 하천</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 하천환경관리를 위한 세부적 항목 결여</li> <li>• 정량화된 선정기준 부재</li> <li>• 사회·문화적 가치에 대한 항목 결여</li> </ul>

자연형 하천정화사업 우선순위 결정과정을 보면 오염도, 오염원, 주민의견 및 민원발생, 관련사업과의 연계성 및 경제성 중심, 자연환경 보존 및 재해 예방 중심을 고려하여 내용은 다음과 같다.

•오염도 중심

- 하천의 오염원 현황 및 오염상태, 하천의 이용 상태를 고려하여 결정
- 사업대상 하천은 오염이 가장 심화된 하천으로 구간은 사업효과가 좋은 곳을 선정하고 국내의 정화사업 사례 및 관련 지침을 참고로 결정
- 상수원 수질에 영향이 큰 하천, 수계 최상류 지역으로 오·폐수의 유입 등으로 오염이 심화된 하천을 우선순위로 결정
- 가장 오염도가 심한 하천을 대상으로 상류 지역을 우선적으로 정비
- 오염이 심한 정도를 객관적으로 판단이 가능한 하천으로 주변에 축산농가가 밀집해 있어 하천으로서의 기능이 약화된 하천

• 오염원 중심

- 공업지역 주변하천, 오염원 분포를 고려하여 결정
- 공단의 배수가 밀집되어있는 지천을 사업대상으로 하며 저질준설, 고수부지 조성, 도수로 설치
- 도농통합지역이며 개발지역으로서 매년 오염이 증가되는 하천으로 결정
- 하천유역의 상주인구 및 배출시설(업소, 축사)의 오염물질 배출량에 의거 오염 우심하천 중심으로 선정
- 인구거주밀도가 우선되며, 2차적으로 오염도를 고려
- 주 오염원의 유입현황 및 수질현황, 도심지역의 생활하수 유입천
- 사업구간은 도심을 통과하는 오염하천으로 주 오염원이 있는 도심을 선정하고, 정화사업 우선순위는 오수·생활하수가 하천으로 많이 방류 되는 구간부터 실시

•주민의견 및 민원발생

- 주민의견 수렴결과 반드시 사업이 필요하다고 판단된 하천을 우선순위 기준으로 결정
  - 주민의 불편 및 피해가 우려되는 하천 및 하천수를 이용한 재배농작물 오염이 우려되는 하천을 정화사업의 우선순위로 결정
  - 하천오염으로 인한 인근 주민의 민원발생 구간 및 하천정화활동을 통해 주민 친수 공간 제공이 가능한 지역 우선 선정
  - 주민불편정도와 향후 인구증가로 인한 오염부하량 증대로 하천수질 악화를 정화사업의 우선으로 함
  - 주변 주민의 이용이 가능한 지역 및 환경적 측면 고려
    - 관련사업과의 연계성 및 경제성 중심
  - 도시 및 취약지역 주변 오염하천을 조사하여 사업투자 효과성을 기준으로 사업 책정
  - 하수종말처리장 건설예정지역으로 오·우수분리관로설치 등 하천수질 개선을 위해 오염하천정화사업 연계추진이 필요한 하천을 선정
  - 하천오염정도 및 하수종말처리장 설치계획에 의해 우선순위 결정
  - 환경보전 중장기계획에 의거 오염 우심하천에 대하여 설계자 및 전문가의 의견수렴, 하천관리자(자치단체장)의 종합적인 의견을 토대로 하여 사업 기준 결정
    - 자연환경 보존 및 재해예방 중심
  - 기존 하천개수의 확일성에서 벗어나 자연하천의 생태계적 특성을 고려 수생식물의 서식처 조성 및 하천정화능력이 뛰어난 수생식물의 식재를 기준으로 함
  - 하천 생태계 보호를 우선으로 하여 선정
  - 퇴적오염물질 준설, 하천의 수질개선, 하천의 친수기능 등으로 결정
  - 계획 홍수량에 비해 하폭이 협소하여 재해위험지구 및 주거환경 개선지구
  - 관내 소하천을 대상, 차. 이수관리와 자연환경을 고려, 재해예방을 위한 하천개수가 시급한 하천
  - 도심 환경개선과 재해예방이 필요한 하천
- 이와 같이 하천환경, 수질오염도, 시민의 관심도등을 수렴하여 사업대상 하천 및 구간을 설정하고 사업 후 연계수계에 미칠 수질을 예측하여 대상하천 및 구간을 설정하고, 지리적 여건 및 예산의 범위에서 정화사업 방법을 결정한다. 또한 하천별 유량, 오염부하량 등 전체 하천에서 차지하는 비중과 시설비 등을 고려하며, 하천의 오염도, 하천개수계획, 정화사업후의 효과성, 주민의견, 하천 공간 활용도등에 따라 우선순위를 결정한다.

나) 자연형 하천정비사업 지원대상 및 선정기준

국토해양부에서는 하천환경평가 기준안에 기초하여 자연보전구역, 정비·자

연구역, 정비구역으로 구역 구분하여 하천구간을 관리하고 있다.(표3-18)

(표 3-18) 하천환경평가에 따른 구역 구분

구역	평가점수
자연보전구역	81점 이상
정비·자연구역	41~80
정비구역	40점 이하

하천환경평가 기준(안)에 따르면 환경항목을 야생성, 수질, 친수성, 물의 흐름, 기타 지역사회 관계로 구분하여, 각 항목별 등급구분에 따른 점수화를 시도하여 계량화하고 있다.(표3-19)

(표 3-19) 하천환경평가기준(안)

환경항목	등급구분	점수	기준
야생성	자연지역	30	-녹색자연도에서 1~3등급은 개발지역으로, 4~8등급은 반자연지역으로, 9~10등급은 자연지역으로 간주 -국립공원/상수원보호구역과 특별히 보전할 필요가 있는 수중 및 수변생태계 서식처의 경우(천연기념물, 희귀종 등) 25점 이상 부여
	반자연지역 (농경지포함)	20	
	개발지역	10	
수질 (수질생태계포함)	1급수(1ppm이하)	25	-최근 3년간 해당하천의 대부분 구간에서 월평균 수질이 연중으로 기준이하인 경우(단 전체 기간 중 1~2개월 만 특별히 기준이상인 경우 기준이하로 고려) 해당수질등급으로 간주
	2급수(1~3ppm)	20	
	3급수(3~6ppm)	15	
	4급수(6~10ppm)	10	
	5급수(10~100ppm)	5	
하폐수(100ppm이상)	1		
친수성 (자연경관, 지질 및 지형상 특별성 수변/수상 위락활동 등)	높음	20	-자연경관, 지질 및 지형상 특별성 수변/수상 위락활동 등을 종합적으로 고려하여 판정
	보통	10	
	낮음	3	
물의 흐름	자연	10	-자연적인 물의 흐름 유지
	보통	6	-물의 흐름유지, 소규모의 제방, 도로 절개지 등 반 인공하천
	인공	1	-댐, 대규모 제방, 수로준설 등 인공하천
기타 (하천과 지역사회 관계 등 기타 특별히 고려 사항)	있음	12~15	-낙동강 하회마을, 금강/부여 백제유적지 등 전통적으로 하천과 지역사회와의 관계가 이어져 오는 경우 '있음'으로 간주(국가문화제)
	보통	1~11	-전국적으로 잘 알려져 있지 않으나 지역적으로 알려져 하천과 지역사회 관계가 있는 경우 '보통'으로 간주(지방문화제)
	없음	1	-전혀 없는 경우 '없음'으로 간주
계		16~100	

또한 “자연친화적 하천정비 기본계획 수립 지침”을 마련하여 (표3-20)에서 보는 바와 같이 보전지구, 복원지구, 친수지구로 구분하여 지구별 관리체계를 도입하고 하천고유의 선형과 공간을 보전하는 자연친화적 설계기법을 제

시한다.

(표 3-20) 하천 지구별 선정기준

유형	선정기준
보전지구	생태계, 역사, 문화, 경관이 우수하여 인위적인 정비 없이 보전이 필요하고 일상적인 유지관리가 중점적으로 필요한 지구
복원지구	직강화, 콘크리트, 복개 등 하천정비로 인해 파괴된 하천의 생태, 역사, 문화, 경관의 복원 또는 개선이 중점적으로 필요한 지구
친수지구	인구밀집지역 및 도심지역에 인접한 구역으로 생태공원, 체험학습장 등 자연친화적 주민이용시설 조성이 중점적으로 필요한 지구

하천환경정비 우선사업 대상구간 선정방법으로 (표3-21)에서 보는 바와 같이 총 11개 항목으로 구성하여 항목별 가중치를 두었으며, 각 항목별 4등급으로 나누어 점수화 하였다. 주요 항목을 보면 하천개수와 하천환경정비가 동시에 필요한 하천, 하천환경 복원 및 개선, 개량의 필요성, 자연형 하천으로 복원 가능성, 현지하도의 상황, 필요 유량의 확보 용이성, 기타 하천환경정비사업과의 중복성, 유지관리의 용이성, 사업시행조건, 사업시행 시급성, 사업시행의 체감 효과, 지역주민의 호응도 등이다.

(표 3-21) 하천환경 정비사업 기본계획 수립을 위한 선정평가기준

선정기준	선정기준 분석
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 하천개수와 하천환경정비가 동시에 필요한 하천</li> <li>• 하천환경 복원 및 개선, 개량의 필요성</li> <li>• 자연형 하천으로 복원 가능성</li> <li>• 현지하도의 상황</li> <li>• 필요 유량의 확보 용이성</li> <li>• 기타 하천환경정비사업과의 중복성</li> <li>• 유지관리의 용이성</li> <li>• 사업시행조건</li> <li>• 사업시행 시급성</li> <li>• 사업시행의 체감 효과</li> <li>• 지역주민의 호응도</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 자연형 하천복원을 위한 물리적 관점에서 선정기준의 정량화 방법 제시</li> <li>• 하천의 중요도에 영향을 미치는 환경적인 인자들에 대한 고려 부족</li> </ul>

다) 소하천정비사업 선정기준

행정안전부에서 소하천정비계획의 선정기준은 투자효과가 큰 위험 소하천 우선정비, 치수 및 이수와 자연환경이 조화된 다목적 소하천 우선 정비, 소하

천 정비 우수 지방자치단체 지원 확대 등 3가지를 제시 하였다.

(표 3-22) 소하천정비사업 선정기준

선정기준	선정기준 분석
<ul style="list-style-type: none"> <li>투자효과가 큰 위험 소하천 우선정비</li> <li>치수 및 이수와 자연환경이 조화된 다목적 소하천 우선 정비</li> <li>소하천 정비 우수 지방자치단체 지원 확대</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>환경적 인자들에 대한 고려 부족</li> <li>정성화, 정량화된 선정기준 부재</li> <li>사회·문화적인 가치에 대한 항목 결여</li> </ul>

라) 자연형 하천정화사업 지원대상 및 선정기준의 문제점

하천정화사업의 대상 하천 선정기준을 전체적으로 살펴보면 자연형 하천정화 사업은 하천의 환경관리를 위한 세부적인 선정기준을 제시하여 실무적인 업무진행에 있어 판단의 기준을 제시하고 있으나 정량화된 선정 및 평가 기준이 없어 객관적인 자료를 제시하지 못하는 단점이 있다.

자연형 하천정비 사업은 정량화된 선정기준을 제시하고 있으나 하천복원의 기술적 관점에서 접근하여 환경·생태적 요소에 대한 고려가 부족하다.

소하천 정비 사업에서는 우선순위를 제시하고 있으나 환경적 인자에 대한 고려가 부족하다.

이러한 선정기준에 나타난 문제점으로는 최근에는 지역주민의 참여 및 호응도, 지역사회·문화적 가치 창출에 기대가 고조되고 있어 이에 대한 고려가 부족한 것이 실정이다.

### 3.3.3 비점오염원 처리시설 분류

비점오염원 적정처리공법 선정 기본방향으로는 다음과 같이 요약할 수 있다.

- 선정된 설치부지의 비점오염원 발생특성을 고려한 공법
- 비점오염원 발생특성을 고려하여 적정처리효율을 담보할 수 있는 공법
- 처리효율의 안정성이 증명되었거나 충분히 증명될 수 있는 공법
- 유지관리가 용이하고 관리비용이 저렴한 공법

비점오염물질 처리방법은 물리적 방법과 비물리적 방법으로 구분할 수 있으며 아래와 같은 처리방법이 있다.

#### • 물리적 방법

- 발생원 관리 : 침식방지공법, 침투향상공법, 지표면 저류공법, 발생원 청소



-수집시스템 관리 : 침전트랩 설치, 침투도랑 또는 연못 설치, 준설, 관거월류수 조절, 식생조성, 우수유수지 활용

-직접처리 : 물리/화학적 처리, 생물학적 처리

•비물리적 방법

-제도 및 교육홍보 : 습지보전, 토지이용규제, 도시청결관리, 사업장 법적관리, 교육홍보 활동

한편 비점오염원관리기법은 크게 도시지역과 비도시지역으로 구분하여 생각해 볼 수 있는데 여기서는 비도시지역 즉 농촌지역의 비점오염원관리기법을 세분하여 보면 다음과 같다.

•오염발생원의 관리

-침식억제시스템의 도입 : 식물심기, 나지식생 표면유출억제, 우회수로, 울타리치기, 방풍림조성, 식생여과대 조성

-경작시스템의 개선 : Ridge plant, Strip tillage, Sweep tillage, 계단식초지조성

-가축분뇨의 적정관리 : 계획방목시스템 도입, 가축분뇨의 적정이용(살포량 및 시기), 분뇨저장 연못 및 저장시설 설치

-영농방법의 개선 : 일부 경작법 및 윤작, 토양의 비옥도 증가, 파종시기 조절, 비료 및 농약 사용방법 개선

•수집시스템 관리

-저류지 설치 : 보형저류지, 연못형 저류지, 복합형 저류지

-인공습지 : 식생수로형 인공습지, 식생대형 인공습지, 자연습지형 인공습지

-복합접촉형 산화시설 설치 : 역간접촉산화수로, 복합접촉산화수로, 끈상 접촉산화수로

•토지이용 규제

-습지 보전

-개발억제

비점오염원 관리기술의 선정 시 주요결정인자는 소요부지, 배수구역의 면적, 지표면의 상황, 평균처리효율(COD, SS, T-N, T-P), 유지관리 이다.

영산강·섬진강 수계 비점오염원 관리시설 시범설치사업 기본 및 실시설계보고서(환경관리공단, 2006.10)에는 현재 연구개발 되어 활용되고 있는 비점오염원 처리시설을 관리형, 장치형 등으로 분류하며 상세 내용은 (표3-23)과 같다.

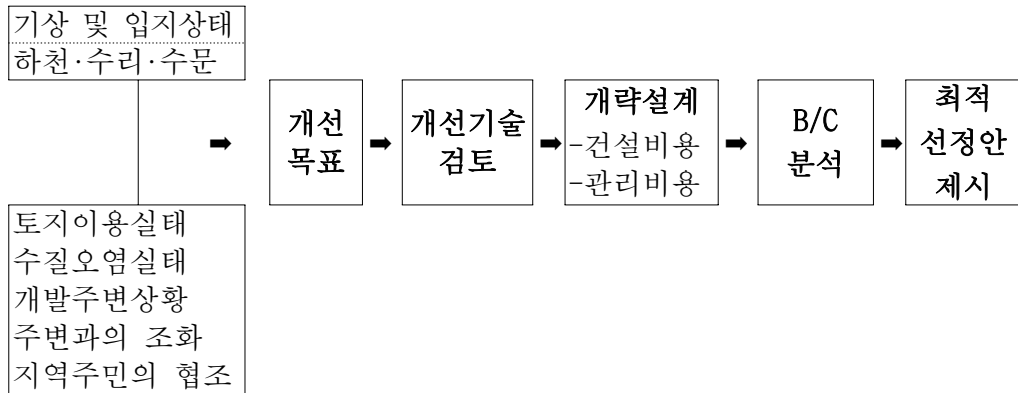
(표 3-23) 비점오염원처리시설 분류

구분	내 용
저류형	·하수관거, 저류연못, 이중목적 저류지(유수지 활용), 인공습지, 지하저류 ·발생지 소규모 저류
침투형	·침투지, 침투트렌치, 침투도랑, 침투집수정, 투수성 포장
식생형	·식생여과대, 식생수로
장치형	·CDS, Stormfilter, Stormceptor, Sandfilter, Swirl장치 등 ·수유입장치(오일, 그리스 제거)
처리형	·초고속응집침전시설, 생물학적 처리시설(접촉안정법, 포기식라군법, 살수여상법, 회전원판법)

### 3.3.4 하천 수질정화기술 검토

#### 1) 일반적인 최적 관리기술 선정절차

최적안 선정을 위해서는 현황을 파악하고 관리목표를 설정한 후 적용 가능한 관리기술을 검토하여 개략설계를 실시하고 경제성 분석을 통하여 최적안을 도출한다.



<그림 3-6> 최적 개선기술 선정절차

#### 1) 관리기술의 검토

관리기술의 검토는 기술의 타당성, 기술의 효율성, 기술의 실용성, 유지관리의 용이성, 기술의 안정성, 기술의 응용성, 상품성, 연구개발의 수준 등 종합적으로 분석·평가하여야 한다.

김유정(“국가개발기술의 경제적 파급효과 분석”)에 따르면 개발기술의 가

치평가요소를 기술성, 시장성, 사업성, 사회적 중요성에 따라 다음 (표 3-24)와 같이 세부 기술가치 평가요소를 제시하고 있다.

(표 3-24) 개발기술의 가치평가를 위한 가치평가 요소

대분류	중분류	가치평가요소 세부내용	비고
기술성	기술의 혁신성	기술적 우수성, 신뢰도, 수명주기, 전용성, 개발자의 신뢰도, 사업화 가능성	
	기술의 환경성	기술 인프라, 기술 간의 경쟁과 보안, 기술표준, 기술적 파급효과	
	기술의 사회성	사회/문화적 지원 및 규제, 권리/이익 파생 가능성, 법적 클레임의 강도, 권리침해 가능성/유인	
시장성	시장/환경요인	정치/사회/문화적 요인, 경제요인, 생태/환경요인, 기타요인	
	상품/산업특성	응용가능상품/산업의 식별 및 특성, 응용가능상품/산업에의 법, 사회, 문화적 지원/규제	
	시장특성	진출가능상품시장의 식별 및 특성, 수요특성, 시장 간섭요소	
	경쟁특성	시장장벽, 경쟁의 형태, 대체 및 보완재, 잠재적 경쟁, 경쟁우위 요인	
사업성	기술개발력	기술개발자원, 추가개발의 기술적 난점, 기술경영 능력	
	생산력	설비능력, 원자재 조달능력, 제조난이도, 생산인력, 주요 공급자의 관계 및 특성	
	채무구조	추가 자본지출, 유동성, 기술의 구조적 위험	
	마케팅/유통	마케팅 능력, 유통/물류 특성	
	수익/비용	원가절감효과, 수익성, 개발비용, 상용화 비용	
사회적 중요성	파급효과	타 연구분야로 파급효과, 타 산업으로의 파급효과, 지식확산 효과, 인력양성효과, 사회적 인식의 전환효과	
	국익에의 기여	국제적 경쟁력, 국가측면에서의 자원 확보에 대한 기여, 수입대체효과, 수출효과	
	환경개선효과	오염물질 저감효과, 에너지 절감효과	

일반적인 기술평가방법의 특징을 정성적 평가방법과 정량적 평가방법으로 구분하여 소개하면 다음 (표3-25)와 같다.

(표 3-25) 기술평가방법의 특징

① 정성적 평가방법

방법	특징		적용 범위
	장점	단점	
전문가 리뷰	·각 분야의 전문가에 의한 프로젝트와 연구방향 심사 ·주로 과학적 질 평가 ·비교적 경비가 적게 들 ·자주 사용되고 있음 ·경험이 중요	·전문가 주관에 의존 ·평가자의 독립성이 결려 될 수가 있음 ·보수적인 경향이 강함 ·경제적 영향을 측정할 수가 없음	사전 중간 사후
사례연구 및 서베이 연구	·종료된 프로젝트가 어떤 결과로 결부되는지 상세하게 나타낼 수 있음 ·프로그램 관리자에게 유효한 피드백이 되며 학습효과 있음	·해석에 주관성 ·프로젝트간의 비교가 어려움 ·성공한 케이스를 요구함 ·일반화 할 수 없음	사후
기술예측 방법	·인과관계로부터 예측, 사회변화를 고려	주관적	사 전 예측

② 정량적 평가방법

방 법	특 징		적용 범위		
	장 점	단 점			
시 스 템 론 적 방 법	측 정 법	체크리스트 평점법 프로파일법	개인적 판단과 집단에 의한 협의자의성을 정량화할 수 있음 정보가 풍부 합리적이며 단순한 선택 평가항목과 기준의 통일에 의해, 시간과 장소 등의 제약을 초월하여 많은 사람이 평가에 참가할 수 있음 역사도 길고, 가장 보급되어 있음	필요한 정보를 모으는 것이 곤란 가중치의 주관성 유연성 결여 이론적이기 보다는 경험을 기초로 한 방식이며, 개량을 거듭하여 적용할 필요가 있음	사전 중간 사후
		상대비교법	개인과 집단에 의한 직관적 비교를 정량화 할 수 있음 용이하게 프로젝트의 순위를 매길 수 있음	주관적 판단의 정확성이 결여될 가능성이 있음	
		계층구조모델 (AHP등)	전략과 목적으로의 공헌 정도로부터 프로젝트를 평가할 수 있음	수치의 배분에 주관성	
		퍼지평가법 (다속성효율)	주관적 판단과 일치하도록 효율 계수를 형성	잘못된 평가도 계수로 모방해 버림.	
	포락분석법 (DEA)	특수성을 가진 프로젝트를 높게 평가할 수 있음	모든 대상에 대해 필요측정 항목을 갖추지 않는 경우가 있음	사후	
프로 젝트 선 택 법	프로 젝트 선 택 법	수리계획법	요인을ダイナミック하게 변화시켜 결과를 정량적으로 판단할 수 있음 객관적, 정량적으로 수치화되기 때문에 문제점이 명확하게 되며, 토론에 참가가 용이함 고정된 문제로의 마이크로 자원 배분 등에 유효	평가가 대대적이고 비용도 늘어남	사전
		결정수목법	리스크를 고려하여 선택할 수 있음	주관적으로 확률을 설정	
		포트폴리오	프로젝트간의 밸런스를 용이하게 확인할 수 있음. 전략과의 관계로부터 선택할 수 있음	대부분의 경우에는 주관적 평가를 기초로 하고 있음. 기초. 기반연구에는 사용 곤란	

2) 국내의 환경관련 신기술 관련 제도

국내의 환경관련 새로운 기술 관련 제도를 살펴보면 관리기관에 따라 환경신

기술, KT, EEC 및 NT, 건설신기술, IT 5가지의 종류가 있으며 구체적인 내용은 (표 3-26)과 같다.

(표 3-26) 국내 신기술의 종류

신기술의 종류	관리(관련)기관	특징
환경신기술	환경관리공단	환경분야에 한정됨
KT(과기부 신기술)	한국산업기술진흥협회	환경포함 종합기술
EEC, NT(산자부 신기술)	기술표준원	EEC(환경분야) NT(종합기술)
건설신기술(건교부)	한국건설교통기술평가원	환경포함 종합기술
IT	정보통신연구원	환경포함 종합기술

건설신기술 매뉴얼(건교부, 05.07)에 따르면 건설신기술의 심사기준은 2차례의 심사가 있으며 그 내용은 (표 3-27)과 같다

(표 3-27) 건설신기술 심사기준

구분	심사항목	심사기준	비고
1차심사	신규성	새롭게 개발되었거나 개량된 기술	※ 신규성에서 “개량된 기술”이란 기술의 독창성 및 자립도가 분명한 기술을 말함
	진보성	기존의 기술과 비교하여 품질·공사비·공사기간 등에서 향상이 이루어진 기술	
	시장성	활용 가능성·선호도 등이 우수하여 시장성이 인정되는 기술	
2차심사	현장 적용성	시공성·안전성·경제성·환경친화성·유지관리편리성이 우수하여 건설현장에 적용할 가치가 있는 기술	
	구조안정성	설계·시공·유지관리 등에서 구조적 안정성이 인정되는 기술	
	보급성	기술적·경제적 파급효과가 우수하여 그 보급의 필요성이 인정되는 기술	

환경관리공단에서 관리하는 환경신기술의 심사항목 및 내용은 다음 (표 3-28)과 같다.

(표 3-28) 환경신기술 심사항목 및 내용

항목	심사내용
신규성	·국내에서 최초로 개발되었거나 개량된 기술 ·외국에서 도입하여 개량한 기술 ·외국기술과의 분쟁소지가 없어야 함
진보성	·기존 기술과 비교하여 성능, 경제성, 환경친화성, 유지관리성, 내구성 등이 우수한 기술
타당성	·현장 적용 가능성 및 안전성이 있고 환경관련 법규 기준을 준수할 수 있는 기술

그러나 농업용수 수질개선에 대한 기술관리 체계는 아쉽게도 아직까지 없는 상태이나 앞으로 연구과정을 거쳐 신기술개발 촉진 및 사업비 절감을 위하여 신기술관리제도가 필요하다.

### 3) 일본의 기술평가 기준 소개

일본 건설성의 「하천 등의 공공수역에 있어서의 고효율 직접정화시스템 개발」 공모 연구 과제(건기평제 93301호, 평성 6년, 1994년 6월13일)에 대한 응모된 과제에 대하여 기술 평가한 사례에서 보면, 평가서는 개요편, 평가편, 자료편으로 구성되어 있으며, 평가방법은 신청자료 검토, 평가기준, 성능확인시험을 거쳐 평가를 실시하고 있다. 자료편에는 사양·구조, 설계제원설정, 성능확인 시험결과, 유지관리 요령 등을 내용으로 하고 있으며 향후 농업용수 기술개발 관리에 참고가 될 것으로 판단된다. 기술평가 항목 및 평가기준은 표 (3-29)과 같다.

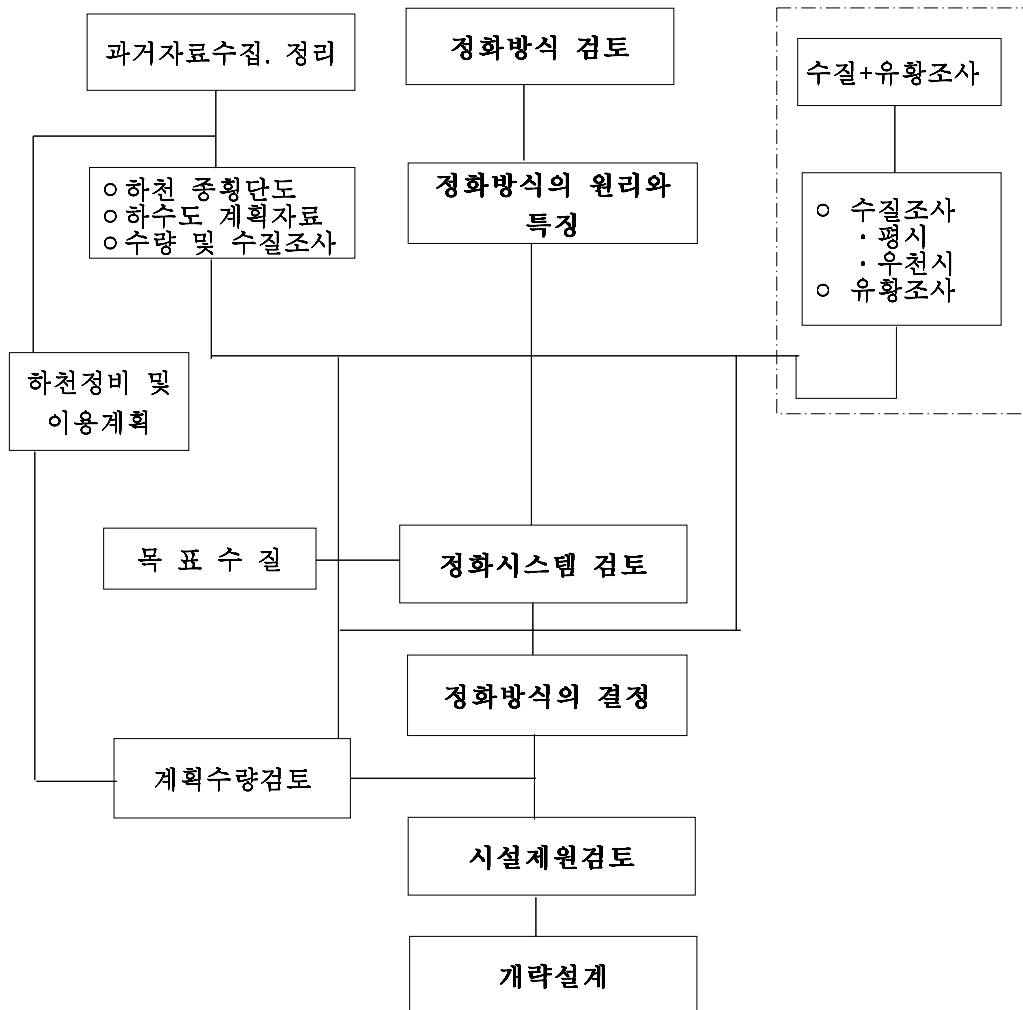
(표 3-29) 기술평가항목 및 평가기준(일본)

개발목표	평가항목	평가기준	검증·평가법
(1) 하천수 등의 오락된 공공용수를 환경기준 달성 등, 공공환경으로서 만족할 만한 수질에 이르기까지 정화가 가능할 것	(1) 일반적인 오락 하천 등의 수질의 정화능력	① BOD10 ~ 20mg/ℓ 정도를 BOD 5mg/ℓ 정도 이하로 정화할 수 있을 것. 내지는 BOD 20 ~ 80mg/ℓ 정도를 BOD 10mg/ℓ 정도이하로 정화할 수 있을 것. ② SS는 25mg/ℓ 이하(환경기준 B유형이상)를 확보할 수 있으며, T-N, T-P도 삭감할 수 있을 것.	·신청자자료 ·성능확인시험
(2) 시설의 규모 당시간 당 정화능력이 충분히 크고, 또한 정화효율의 안정성과 지속성이 있을 것.	(2) 시설규모	시설규모(시설용적, 또는 면적) 당 정화능력이 력간(礫間)접촉산화시설과 비교하여 동등한 정도 이상이 될 것.	·신청자자료 ·성능확인시험
	(3) 정화효율의 안정성과 지속성	① 시스템전체의 가동율이 높고, 항상 일정 수량을 정화할 수 있을 것. ② 장기적으로 정화효율의 지속성이 있을 것 ③ 유입수의 변동(수량, 수질, 수온)에 대해 정화효율이 안정되어 있을 것	·신청자자료 ·성능확인시험
(3) 정화처리 비용이 극단적으로 비싸지지 않을 것.	(4) 정화시설건설비	정화시설건설비가 력간(礫間)접촉산화시설과 비교하여 극단적으로 비싸지지 않을 것.	·신청자자료
	(5) 정화시설 유지관리비	력간(礫間)접촉산화시설의 유지관리비보다 극단적으로 비싸지지 않을 것.	·신청자자료
(4) 유지관리가 용이할 것.	(6) 유지관리의 용이성	①시설의 개축, 부자재의 교환 등이 장기적으로 불필요할 것. ②빈번하게 발생토(진흙)를 처리할 필요가 없으며, 처리가 간편할 것. ③출수특성을 배려한 유지관리가 가능할 것.	·신청자자료 ·성능확인시험
(5) 한정된 공간에서의 설치가 가능할 것.	(7) 시설의 쉼스페이스화	하천공간을 유효하게 이용하여 한정된 공간에의 설치가 가능할 것.	·신청자자료
(6) 治水上, 지장을 주지 않는 구조일 것.	(8) 治水上의 안전성	홍수가 났을 때의 유수장해 등에 대한 안전성 등, 治水上지장을 줄 만한 구조가 아닐 것.	·신청자자료
	(9) 강도의 확보와 회복성	홍수가 났을 때 파손 등을 일으키지 않는 강도, 구조를 갖고 더불어 피해 등에 대해 고치기 쉬운 것.	·신청자자료

### 3.3.5 하천 수질정화방식 검토 및 수질개선 공법 결정

#### 1) 하천 수질정화방식 검토

공공수역의 수질개선을 위한 정화방식 결정은 정화방식 검토→정화방식원리와 특징→정화시스템 검토→정화방식의 결정→시설제원 검토→개략설계의 절차적 과정을 거쳐 실시하는 것이 효과적이며 세부적인 내용은 <그림 3-7>과 같다.



<그림 3-7> 하천 수질정화 방식의 검토과정

## 2) 수질개선 공법 결정

수질개선공법 결정은 적용대상 특성(주변 환경 및 수체 자체, 처리대상 오염물질), 적용위치, 정화원리 등을 종합적으로 고려하여 합리적인 공법을 선택하여야 한다. 수질개선공법 선정 시 고려할 적용대상의 특성으로는 유역의 오염원 분포 및 유달 특성, 하천 및 호의 수질오염 정도, 수리수문학적 특성 등이 있다. 적용대상의 특성이 충분히 파악되었다면 수질개선공법이 효과적으로 제 기능을 안정적으로 발휘할 수 있도록 유역, 하천, 호내 등을 대상으로 적절한 적용위치를 검토한다. 적용위치가 결정되면 처리대상 오염물질의



종류와 배출특성에 따라 물리적, 화학적, 생물학적 정화기법을 검토하여 개별적인 방법 또는 조합된 방법 등 최적의 정화효과를 발휘할 수 있도록 수질 정화 최적시스템을 선정한다.

일반적으로 최적시스템 도출시 고려사항 할 사항은 다음과 같다.

- 처리시설의 위치
- 처리시설 규모
- 처리공정 선정

처리공정 선정 시에는 처리효율 및 안정성, 경제성 및 유지·관리운영비, 운영인력, 부하변동에 대한 대처능력, 질산화, 탈질효율, 슬러지 발생량, 시설물 유지보수의 편리성 등의 항목에 대하여 중점적으로 검토하여 공법을 선택하는 기준으로 하고 있다.

최적공법 선정기준은 목표수질 달성, 설치지역 환경조건 만족, 처리공법별 선정기준 등으로 나누어 생각해 볼 수 있다.

- 목표수질 달성을 위한 선정기준

-처리효율이 검증된 공법

-설치지역의 하수특성과 유사한 지역에서의 가동실적 보유 공법

-설치지역의 방류수 수질기준 준수를 위한 보증처리수질 수준정도 확인

- 설치지역 환경조건 만족을 위한 선정기준

-정화시설 설치 소요면적의 처리장 부지확보 조건과의 부합 여부

-2차 환경공해 발생으로 인한 민원제기 발생 가능성 유무

-일반적으로 자연유하식의 하수차집방식을 채택하므로 관로 수두경사를 고려하여 지역을 선정

-불가피하게 자연유하식의 하수차집이 어려울 경우 가능한 적은 수의 펌프중계설의 설치가 되도록 부지를 선정

-연중 강우량에 의한 침수가능지역 등을 제외하고 부지를 선정

- 처리공법별 선정기준

연구 개발된 처리공법이 현장 적용성, 오염특징, 제거대상 물질 등에 따라 다르므로 적용 가능한 공법 중 운전 및 유지·관리를 기준으로 최적의 공법 선정을 위한 고려사항 및 선정기준에 대하여 접촉산화법을 예로 들어 선정기준 및 고려사항을 <표 3-30>에 정리하였다.

(표 3-30) 접촉산화법 선정을 위한 선정기준 및 고려사항(예)

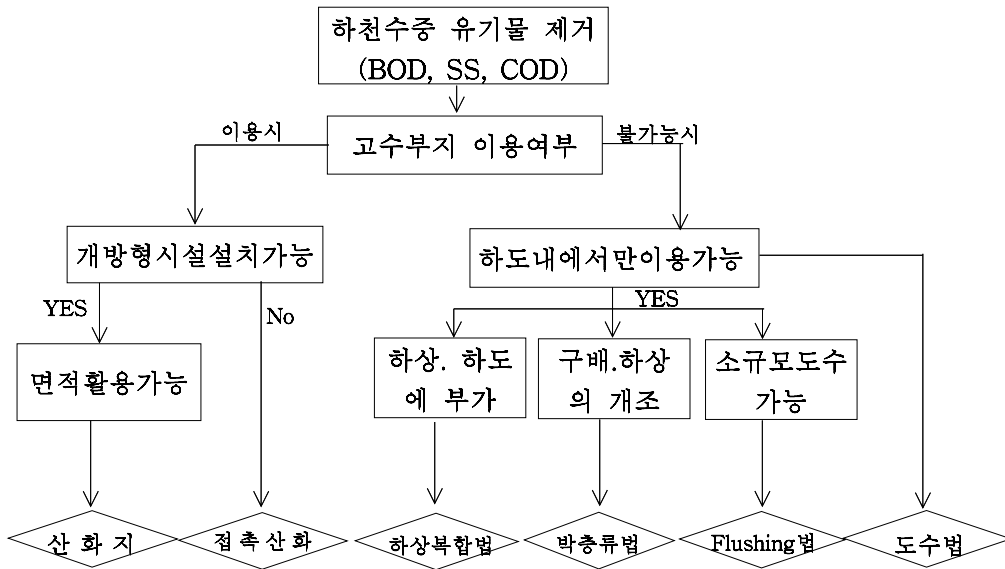
해당기술	선정기준 및 고려사항
- 접촉산화 - 토양피복형접촉 산화 - 현수미생물접촉 포기 - 폐비닐여재이용오수처리	· 유지관리가 용이할 것 · 부착 미생물의 생물상이 다양할 것 · 담체: 여상의 폐쇄가 일어나기 쉽지 않고 기공율이 30% 이상일 것 · 여과설비를 갖추고 있을 것- 역세척 · 부하변동에 유동적이고 유해물질 독성에 강할 것 · 슬러지 발생량이 적을 것 · 특히 저부하의 조건에도 적절한 처리효율을 보증할 것

한편 연구결과에 의하면 농촌지역의 환경기초시설인 마을하수도 대상지역의 선정기준을 살펴보면 다음과 같다.

- 오염부하 발생량과 배출 부하량이 큰 지역
- 수질오염방지가 시급한 지역
- 수질오염 방지효과가 큰 지역
- 생활환경 개선의 과급효과가 큰 지역
- 하수처리구역에 포함되어 있지 않은 지역
- 일일 발생량이 50~500m<sup>3</sup>인 지역으로 20호 이상, 300m이내 거리에 밀집된 자연마을지역(10인/0.01km<sup>2</sup>)을 원칙으로 함
- 방류하천의 수질오염도가 증가하는 지역
- 방류하천이 건천화가 급속히 진행되는 지역

소규모처리 시스템의 종합평가를 위해 농어촌 지역과 같이 소규모시설에 적용이 가능한 처리방식에 대하여 방류수질기준의 만족도, 위생성, 경제성, 유지관리의 용이성 및 슬러지처리의 간편성 등을 감안한 마을하수도 하수처리 시설을 평가하였는데 각 기준항목별로 5등급-우수(5점), 양호(4점), 보통(3점), 불량(2점), 아주 나쁨(1점)-으로 배점을 하고, 항목 간 중요도를 고려해 비중을 1.0에서 0.4까지 차등을 두어 대안 평가결과는 15점(75%) 이상인 방식을 농어촌지역에 적합한 처리방식으로 선정하였다. 결과 15점 이상의 하수처리 프로세스는 장기폭기법(16.4), 접촉폭기법(16.2), 산화구법(16.0), 회전원판법(15.4), 회분식활성슬러지법(15.4), 토양트렌치법(15.2), 살수여상법(15.0) 등이 해당된다는 연구보고도 있다.

직접 하천수질정화 공법의 결정은 처리대상물질, 부지이용 등을 고려하여 <그림 3-8> 과 같은 절차에 따라 시행할 수 있다.



<그림 3-8> 하천 직접정화공법 결정 흐름도(예)

농업용수 수질개선 기술은 작용원리에 따라 물리적, 화학적, 그리고 생물학적 처리방법이 있으며, 수 처리방식에 따라 기계적 처리방식, 자연적 처리방식으로, 정화시설의 설치위치에 따라 유입수로 대책, 호내 대책으로 구분되며 각각 직접처리형, 분리처리형으로 나눌 수 있다. 제거대상 오염물질의 특성을 고려한 정화목표에 따라 Level 1 ~ Level 5 으로 나눌 수도 있다.

최적관리개선기술은 기술의 타당성, 기술의 효용성, 기술의 실용성, 유지관리의 용이성, 기술의 안정성, 기술의 응용성, 상품성, 연구개발의 수준 등을 분석·평가하여야 한다.

수질개선기술 적용할 때 일반적인 기술적 기본요건은 호소특성, 호소 오염특성, 유역 오염원 특성, 유입하천 특성, 지하수 특성, 호내 천이 부하량, 내부생산에 의한 수질변화량 등이다.

수질개선공법 결정은 적용대상 특성(주변 환경 및 수체, 처리대상 오염물

질), 적용위치, 정화원리 등을 종합적으로 고려하여 합리적인 공법을 선택하여야 한다. 수질개선공법 선정 시 고려할 적용대상의 특성으로는 유역의 오염원 분포 및 유달 특성, 하천 및 호의 수질오염 정도, 수리수문학적 특성 등이 있다. 적용대상의 특성이 충분히 파악되었다면 수질개선공법이 효과적으로 제 기능을 안정적으로 발휘할 수 있도록 유역, 하천, 호내 등을 대상으로 적절한 적용위치를 검토한다. 적용위치가 결정되면 처리대상 오염물질의 종류와 배출특성에 따라 물리적, 화학적, 생물학적 정화기법을 검토하여 개별적인 방법 또는 조합된 방법 등 최대의 정화효과를 발휘할 수 있도록 수질정화 최적시스템을 구축한다.

### 3.4 농업용수 수질개선사업 공사비 적산

#### 3.4.1 적산의 의의 및 기능

##### 1) 적산의 의의

정부 및 공공기관에서 시행하는 건설 사업은 공공의 안전과 복지향상을 목표로 사회기반시설을 제공하는 한편, 고용창출과 경제활동의 활성화를 도모하는 역할을 담당한다. 공공사업의 효과는 납세자이며 이용자인 국민의 만족도에 의해 평가되지만, 정부에서는 사업집행과정에서 적정한 품질수준을 설정하여 양질의 시설물을 제공할 수 있는 체제를 구축해야 할 것이다.

이와 같은 관점에서 입찰·계약 및 적산체계는 공정성을 확보하면서 양질의 시설물을 적정한 가격으로 조달하기 위해 규정된 제도로서 이들 제도의 합리적·효율적 운영은 무엇보다 중요하다. 특히 적산제도는 건설프로젝트 수행단계인 기획, 설계, 입찰·계약 및 시공 등 건설사업 수행 전과정에 영향을 미치는 등 프로젝트 비용의 예측 및 계획, 관리를 위해 중요한 역할을 담당하고 있다.

건설 사업에서 적산은 일반적으로 공사입찰·계약단계에서 설계 도서를 바탕으로 시공계획에 입각하여 시공에 필요한 노무, 자재, 기계 등의 소요량을 산출하여 도급공사비를 산정하는 과정이다. 이를 통하여 산정된 공사비는 공공발주자에게는 예정가격이 되고 도급자에게는 입찰가격이 된다.

그러나 적산은 입찰·계약단계에만 관계되는 것이 아니라, 기획·설계단계에서

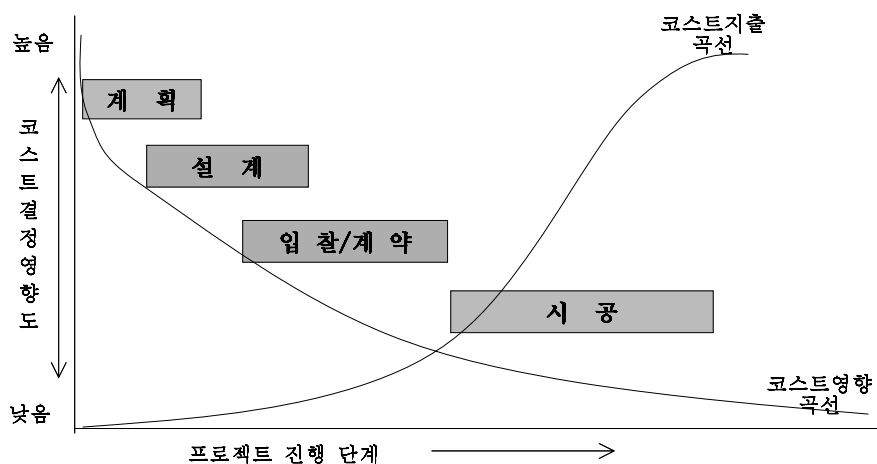
사업계획 및 예산확보와 각종 설계 대안에 대한 경제성 평가 등을 위해서도 필요하다. 또한 계약이후 시공단계에서도 수량변경 및 기성고 산정 등의 업무와도 매우 밀접한 관계를 가지고 있다.

이와 같이 적산은 좁은 의미로는 공사입찰·계약단계에서 예정가격 또는 입찰가격을 산정하는 업무를 의미하지만, 넓은 의미로서는 프로젝트 수행 전 단계에 걸쳐 프로젝트에 소요될 비용을 미리 파악하여 주어진 예산범위 내에서 최적의 목적물을 설계·시공하여 궁극적으로 발주자의 투자비용에 대한 가치를 극대화하고 코스트 관리(cost management)업무의 적정성을 도모하는데 의의가 있다.

## 2) 적산의 기능

적산은 건설 사업에 소요되는 비용을 예측하는 기본적인 과정이며, 건설사업의 예산규모가 매우 크기 때문에 부정확한 적산은 공사수행 전 과정에 결정적인 영향을 미친다. 즉 건설사업 수행과정에서 소요되는 비용이 높거나 낮을 경우 예산의 과도한 지출과 부적정한 예산운영을 초래하게 되고, 시공품질의 저하 및 부적정한 계약이행으로 부실공사를 야기할 수 있다.

일반적으로 사업수행과정에서 코스트 결정에 영향을 미치는 요소를 <그림 3-10>에서 살펴보면 프로젝트 내용과 정보의 대부분이 결정되는 설계단계에서의 코스트 영향도가 가장 큰 것으로 나타나고 있다.



<그림 3-9> 코스트 결정 영향도

설계과정에서 적산은 각종 설계 대안을 공사비 측면에서 비교·분석하고 최적 설계 대안을 선정하기 위해서 활용된다. 또한 이 과정에서 적산은 공사비를 예측·분석하여 공사 수행과정에서 공사비와 관련되어 발생할 수 있는 제반 문제점을 미리 파악하여 대처할 수 있는 기능을 담당하고 있다.

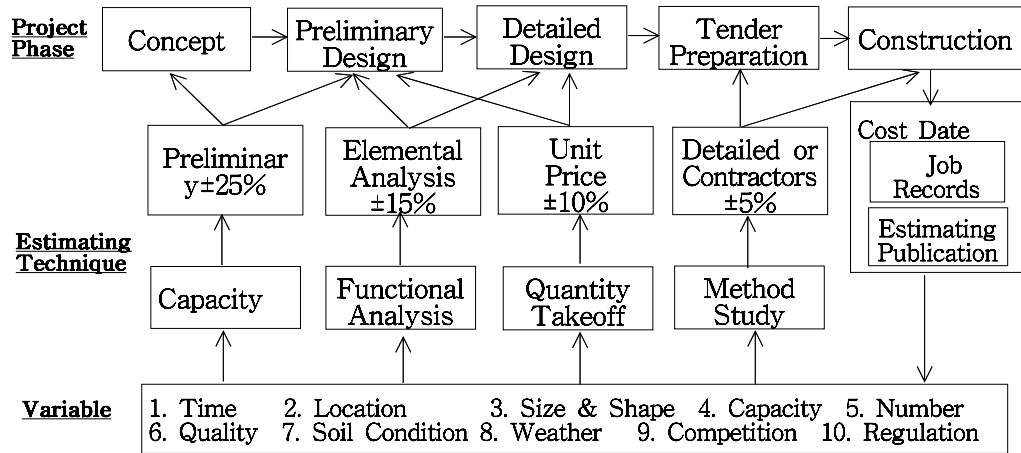
따라서 적산은 이미 결정된 설계를 대상으로 공사비를 산정(cost a design) 하기 위한 역할보다는 설계과정에서 최적의 공사비를 설계하는 (designing a cost) 보다 적극적인 역할을 할 수 있어야 한다. 특히 설계 초기단계에서 공사비에 지대한 영향을 주는 의사결정(high-impact decision making)이 이루어진다는 점을 고려해 볼 때 설계단계에서의 코스트 계획·분석·검토할 수 있는 적정한 적산기법(cost modeling)은 매우 중요한 의미를 갖고 있다.

### 3.4.2 사업단계별 적산기법

건설 사업은 장기간에 걸쳐 진행되고 사업비가 건설되기 이전에 결정되기 때문에 일반적으로 시공 전에 산정되어야 하며, 동일한 건설프로젝트가 반복적으로 발생하는 경우가 거의 없다. 또한 설계는 3차원적 사고를 통하여 2차원적 도면으로 표현하는 반면, 적산은 2차원 도면을 가지고 3차원적 목적물로 전환시켜야 하는 등 도면과 시방서에 나타나는 물량과 시공과정의 모든 작업을 예상해야 한다. 이와 같이 건설 사업에서 적산업무의 특성을 고려하여 소요되는 코스트를 정확하게 예측하고 합리적인 코스트 계획·관리를 위해서는 각 사업단계별 주어진 정보의 종류와 양을 토대로 코스트 변동요인을 고려하여 적정한 적산기법을 적용할 수 있는 지식이 필요하다.

일반적으로 건설공사비의 예측·계획을 위해 사업추진단계별로 <그림3-10>과 같이 다양한 적산기법이 활용되고 있다. 건설사업 단계별 적산기법은 특정 사업단계에서 획득 가능한 정보의 유형과 양에 따라 결정되며 설계가 진행될 수 있도록 보다 구체적인 항목에 대한 공사비 적산이 이루어지게 된다.

특히 공사비의 합리적인 예측·계획을 위해서는 양질의 코스트 데이터(cost data)를 수집·분석·활용하는 것이 무엇보다 중요하다. 즉 코스트 데이터는 건설공사와 관련된 의사결정을 효과적으로 지원할 수 있도록 실적사업의 유형과 규모 그리고 기술적 특성 등을 체계적으로 표현할 수 있어야 한다.



<그림 3-10> 건설사업 단계별 적산기법

또한 코스트 데이터를 사업수행단계별로 연속적으로 일관성 있게 활용할 수 있도록 공사비 집행실적의 체계적인 수집·분류·축적할 수 있는 공사비 분류체계를 구축하는 것이 전제 되어야 할 것이다.

건설 사업은 프로젝트 수행기간이 길고 투입되는 자원의 양도 대단히 많기 때문에 이를 효율적으로 운용하기 위해서는 각 단계마다 정확한 정보에 의한 의사결정과 계획이 이루어져야 한다. 건설 업무를 기획, 설계, 조달, 시공, 유지 관리 단계로 나누어 업무영역별로 요구되는 정보를 정리하여 보면 (표 3-31)과 같다.

건설공사비의 예측과 계획은 프로젝트의 기획 단계부터 설계, 시공단계까지 영향을 미치며, 각 단계마다 발주자, 설계자, 시공사 모두에게 중요한 문제이다. 발주자에게는 사업규모와 타당성을 검토하고 합리적인 자금 투자계획을 세울 수 있게 해주며, 설계자에게는 요구되는 건축물의 품질과 성능을 유지하면서 주어진 예산 내에서 보다 합리적인 설계를 가능하게 해주며, 시공사에게는 입찰가의 결정, 실행예산의 산정, 공사규모 파악 등의 업무에 도움을 주는 역할을 한다.

공공공사의 예정가격의 산정은 “국가를당사자로하는계약에관한법률”의 시행령, 시행규칙 및 회계예규 등에 의거하여 표준품셈과 조달청 또는 재정경제

원장관 등이 승인한 가격조사기관이 공표하는 자재단가, 노임단가 등을 근거로 하여 도면을 바탕으로 한 원가계산방법에 의해 산정되고 있다.

건설초기단계에서 신속하고 정확한 공사비를 예측하기 위한 다양한 기법 중 실적자료에 의한 회귀식(regression equation)을 바탕으로 예상 공사비를 산정하는 통계적 코스트 모델링 기법(statistical cost modeling)은 공사비에 영향을 미치는 다양한 변동요인을 반영함으로써 매우 유효한 방법으로 알려져 왔다.

(표 3-31) 건설업무의 단계별 요구정보

	업무영역	관련주체	요구정보
기획	사업의 필요성확인 자금조달계획 사업타당성분석 주요일정확인 사업관리계획 재무재료조달계획수립	발주자	법규 / 표준정보 공정 / 사업비 품질정보 설계구매 및 계약 건설관리정보 재료정보
설계	사업비산정 및 확정 설계도서 작성 사업관리조직선정 시공계약패키지 정립	설계회사 엔지니어링업체 시공자	자재 및 성능정보 법규 / 표준정보 예산정보 / 일정 수량정보 / 품질정보
조달	구매, 계약 일정관리 기자재 설계 제작관리 수송보험 자재관리계획 및 집행	발주자 시공자	일정정보 / 수량정보 성능정보 / 품질정보 하도급계약방식
시공	건설공정 / 공사비 품질보증 / 검사품질관리 계약 / 기성고 관리 자재 및 재고관리	시공자 전문건설업체 용역회사	입찰정보, 가격정보, 예산정보, 도면, 내역서정보, 공법정보, 규격정보
유지 관리	설비유지 보수	발주자 사용자	유지관리정보, 기기별 수명주기

### 3.4.3 국·내외 적산체계 비교

건설사업의 발주체계 및 수행절차는 각 국가별 사회, 경제, 관습 등과 건설산업의 역사 및 구조에 따라 서로 상이하므로, 부분적으로 국제 비교를 하는 것은 제도의 본질을 이해하는데 불충분할 수 있다.

국가별 적산관련제도도 공공사업의 발주체계, 발주기관의 업무수행체계, 건설업체의 기술능력 및 경쟁력 등에 관한 조건이 서로 상이하므로 단순한 비



### 3. 농업용수 수질개선대책 대안평가기법 연구

교만으로는 적산제도의 본질을 이해하는 것은 어렵지만, 공사비를 결정하는 방법을 중심으로 살펴보면 크게 원가계산방식(原價計算方式)과 실적공사비방식(實積工事費方式)으로 구분할 수 있다.

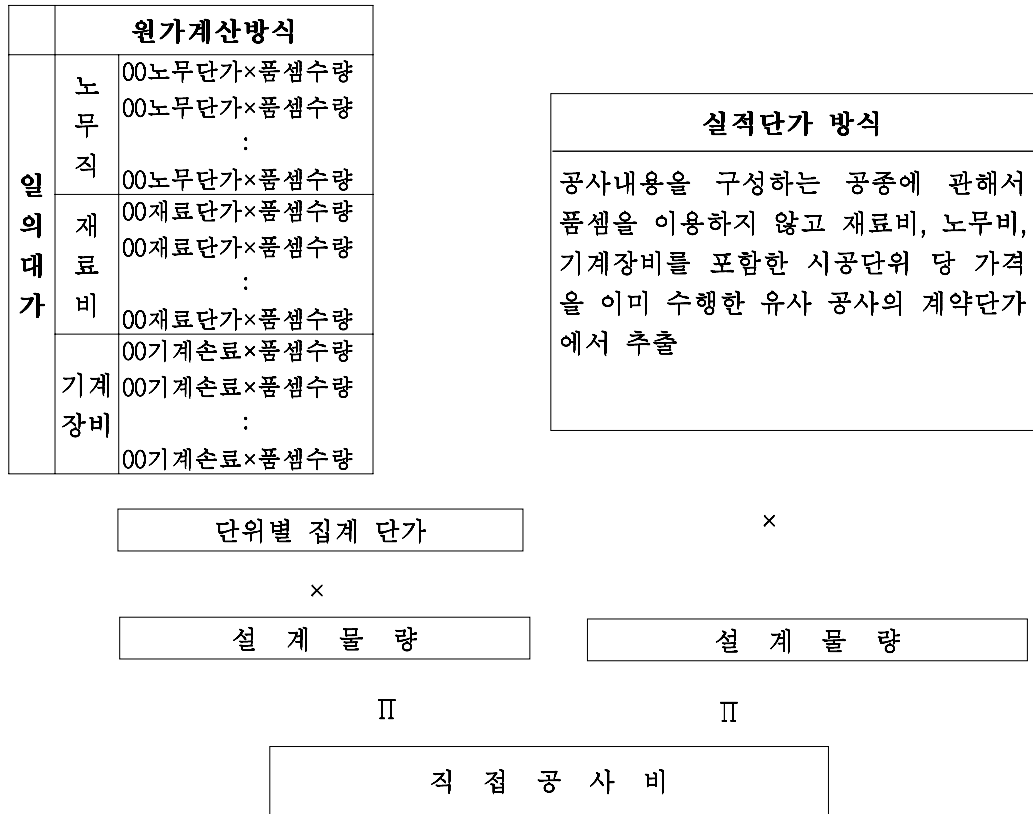
원가계산방식은 실제 시공하는 프로세스를 상정하여 시공에 소요되는 자원인 자재, 노무, 기계경비 등의 소요량을 구하고 각각에 대한 단가를 곱하여 산정하는 방식이다. 이를 위해서는 자원별 투입량을 결정하기 위한 생산성 정보와 단위자원별 구입가격의 설정이 중요한 요소이다.

실적공사비방식은 시공에 소요되는 자원의 개념보다는 목적물(product)을 생산하는데 소요되는 공종별 실적단가를 과거 수행공사로부터 추출·데이터베이스화하여 유사 공사의 예정가격을 산정하는 방식이다. 이는 단순히 설계가 완료된 이후에 주어진 설계정보를 기반으로 공사비를 산정하기 보다는 프로젝트 초기단계부터 설계가 진행되는 과정동안 설계 대안에 대한 코스트를 예측, 분석, 검토하여 주어진 예산범위 내에서 설계를 완성할 수 있도록 설계 과정에서 최적의 공사비를 설계하는 보다 적극적인 의미를 내포하고 있다.

이를 위해서는 다양한 공사 특성을 고려하여 시설별, 공종별로 다양한 실적공사자료(historical cost data)를 체계적으로 축적·관리할 수 있는 기반의 확립과 적산기법의 개발이 필수적이다. 이와 같은 관점에서 국가별 적산관련 제도의 비교하면 (표 3-32)과 같으며 <그림3-12>에는 공공건설공사의 직접공사비 산출방식을 소개한다.

(표 3-32) 국내의 적산체계 비교

구분	한국	미국	영국	일본
예정가격 위상	-가격심사기준(낙찰액의 상한·하한) -예산액의 근거	-예산관리상의 목표금액(낙찰액의 상한은 아님)	-예산관리상의 목표금액(낙찰액의 상한은 아님)	-가격심사기준(낙찰액의 상한·하한) -예산액의 근거
예정가격 산정방식	-자원기반	-자원기반(COE) -실적기반(DOT)	-실적기반	-자원기반
예가산정 기초자료	-표준품셈 및 물가정보지	-실적공사비 -거래가격 및 조사가격	-실적공사비 -거래가격 및 조사가격	-표준보패 및 물가정보지 -시장단가(일부)
내역서 산정기준	-없음(수량산출기준 시범적용중)	-MASTERFORMAT -기관별 CBS	-SMM7 -CESMM3	-건설공종체계(건설성)
적산업무 수행자	-용역회사 -In-house	-In-house -용역회사	-QS(Quantity Surveyor)	-In-house -적산사(건축)



<그림 3-12 > 공공건설 사업의 공사비 산정방식

한편 공사비 산출요소를 원가계산방법과 실적공사비 산출방법을 비교해 보면 다음 (표 3-33)과 같이 나타낼 수 있다.

### 3.4.4 원가계산방식에 의한 농업용수 수질개선사업 공사비 산출요령

#### 1) 공사비 계산

농어촌정비사업의 공사비계산은 국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행령 제9조 제1항 제2호 및 시행규칙 제6조에 의거 원가계산에 의한 재료비, 노무비, 경비, 일반관리비 및 이윤 부가세로 구분 계산하여 예정 가격 작성의 기초자료로 활용토록 하고, 실적공사비에 의한 공사비 계산은 시범지구로 지정되었을 경우에만 적용토록 한다.

거래실례가격 및 실적공사비에 의한 예정가격결정 방법은 시행규칙 제5조에 정하고 있으며 이와 관련한 필요한 사항을 재정경제부장관이 정하도록 되어 있다.

(표 3-33)원가계산 방식 및 실적공사비 산출요소 비교표

현 행 (원가계산)	변 경 (실적공사비)
1. 순공사원가 1.1 재료비 1.1.1 직접재료비 : 품셈 등으로 산정 1.2 노무비 1.2.1 직접노무비 : 품셈 등으로 산정 1.2.2 간접노무비 : 1.2.1직접노무비×요율 <sup>0</sup> 1.3 경비 1.3.1 산출경비 : 품셈 등으로 산정 1.3.2 산재보험료 : 1.2 노무비 × 요율 <sup>0</sup> 1.3.3 고용보험료 : 1.2 노무비 × 요율 <sup>0</sup> 1.3.4 건강보험료 : 1.2.1 직접노무비 × 요율 <sup>0</sup> 1.3.5 연금보험료 : 1.2.1 직접노무비 × 요율 <sup>0</sup> 1.3.6 퇴직공제부금 : 1.2.1 직접노무비 × 요율 <sup>0</sup> 1.3.7 산업안전보건관리비 1) 관급자재가 없는 경우 : [1.1 재료비 + 1.2.1 직·노] × 요율 <sup>0</sup> + 정액가산금 2) 관급자재가 있는 경우 : 다음 중 낮은 금액 - 관급자재가 없는 경우의 안전관리비 × 1.2 - [1.1 재료비 + 1.2.1 직·노 + 관급자재비] × 요율 <sup>0</sup> + 정액가산금 1.3.8 기타경비 : [1.1 재료비 + 1.2 노무비] × 요율 <sup>0</sup> 1.3.9 공사이행보증수수료 : [1.1 재료비 + 1.2.1 직·노 + 1.3.1 산출경비] × 요율 <sup>0</sup> 1.3.10 하도급대금지급보증수수료 : [1.1 재료비 + 1.2.1 직·노 + 1.3.1 산출경비] × 요율 <sup>0</sup> 1.3.11 환경보전비 : [1.1 재료비 + 1.2.1 직·노 + 1.3.1 산출경비] × 요율 <sup>0</sup> 2. 일반관리비 : 1. 순공사원가 × 요율 <sup>0</sup> 3. 이윤 : [1.2 노무비 + 1.3 경비 + 2. 일반관리비] × 요율 <sup>0</sup> (15% 상한) 4. 공사손해보험료 : [1. 순공사원가 + 2. 일반관리비 + 3. 이윤] × 요율 <sup>0</sup> 5. 부가세 : [1. 순공사원가 + 2. 일반관리비 + 3. 이윤 + 4. 공사손해보험료] × 10% 6. 도급공사비 : 1. 순공사원가 + 2. 일반관리비 + 3. 이윤 + 4. 공사손해보험료 + 5. 부가세	1. 직접공사비 재료비, 직접노무비, 산출경비 등이 포함된 세부 공종별 직접공사비의 합계금액 2. 간접공사비 2.1 간접노무비 : 1. 직접공사비 × 조정계수 (별표1: 직노) × 요율 <sup>0</sup> 2.2 산재보험료 : 1. 직접공사비 × 조정계수 (별표1: 노) × 요율 <sup>0</sup> 2.3 고용보험료 : 1. 직접공사비 × 조정계수 (별표1: 노) × 요율 <sup>0</sup> 2.4 건강보험료 : 1. 직접공사비 × 조정계수 (별표1: 직노) × 요율 <sup>0</sup> 2.5 연금보험료 : 1. 직접공사비 × 조정계수 (별표1: 직노) × 요율 <sup>0</sup> 2.6 퇴직공제부금 : 1. 직접공사비 × 조정계수 (별표1: 직노) × 요율 <sup>0</sup> 2.7 산업안전보건관리비 1) 관급자재가 없는 경우 : 1. 직접공사비×조정계수(별표1: 재+직노)×요율 <sup>0</sup> +정액 2) 관급자재가 있는 경우 : 다음 중 낮은 금액 - 관급자재가 없는 경우의 안전관리비 × 1.2 - [1. 직접공사비×조정계수(별표1: 재+직노)관급자재] × 요율 <sup>0</sup> + 정액 2.8 기타경비 : 1. 직접공사비 × 조정계수 (별표1: 재+노) × 요율 <sup>0</sup> 2.9 공사이행보증수수료 : 1. 직접공사비 × 요율 <sup>0</sup> 2.10 하도급대금지급보증수수료 : 1. 직접공사비 × 요율 <sup>0</sup> 2.11 환경보전비 : 1. 직접공사비 × 요율 <sup>0</sup> 3. 일반관리비 : [1. 직접공사비 + 2. 간접공사비] × 요율 <sup>0</sup> 4. 이윤 : [1. 직접공사비 + 2. 간접공사비 + 3. 일반관리비] × 요율 <sup>0</sup> (10% 상한) 5. 공사손해보험료 : [1. 직접공사비 + 2. 간접공사비 + 3. 일반관리비 + 4. 이윤] × 요율 <sup>0</sup> 6. 부가세 : [1. 직접공사비 + 2. 간접공사비 + 3. 일반관리비 + 4. 이윤 + 5. 공사손해보험료] × 10% 7. 도급공사비 : 1. 직접공사비 + 2. 간접공사비 + 3. 일반관리비 + 4. 이윤 + 5. 공사손해보험료 + 6. 부가세

※ 요율<sup>0</sup> : 기존 원가계산방식에서 적용하던 제경비율

자료 : 2007 건설공사 설계지침 대전광역시 p24

2) 공사원가 계산방법(원가계산에 의한 방법)

공사원가계산은 “국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률시행령 제9조제1항 제2호” 및 “국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률시행규칙 제6조”에 의하여 작성하여야 하며, 재료비, 노무비, 경비, 일반관리비 및 이윤, 공사손해보험료, 부가세로 구분하여 작성되어야 한다.(표3-34)

비목별 가격결정의 원칙은 재료비, 노무비, 경비는 각각 아래에서 정한 산식에 의함을 원칙으로 한다.

- i) 재료비 = 재료량 × 단위당 가격
- ii) 노무비 = 노무량 × 단위당 가격
- iii) 경 비 = 소요(소비)량 × 단위당 가격

3) 비목별 가격결정

(1)재료비 계산

$$\boxed{\text{재료비} = \text{재료량} \times \text{자재단가}}$$

재료비는 직접재료비, 간접재료비, 부산물로 구분한다.

- 직접재료비 : 공사목적물의 실체를 형성하는 재료비
- 간접재료비 : 소모재료비, 소모공구, 기구, 비품비, 가설재료지
- 부 산 물 : 시공 중 발생량을 매각액 또는 이용가치를 추정하여 재료비로부터 공제

① 재료량 산정

설계수량 산출 방법에 따라 단위, 규격, 품질, 성능 등을 숙지하여 재료량을 결정한다.

② 자재단가 결정

- 단가조사 기준일은 노임, 환율, 자재 등 주변 단가작성 기준일과 같게 해야 한다.
- 자재의 가격은 대리점가격 또는 공장도(메이커)가격을 기준으로 함.
- 부가세가 제외된 단위당 당가를 적용하여 산출하고 부가세는 일괄 계산토록 한다.(공사원가 계산서 양식 참조)
- 자재의 종류, 규격, 성능 등에 따라 공장도, 공장(점포)상차도, 현장차상도, 현장도 착도, 납품(지정)장소도, 시공비 포함, 부가세 포함, 부가세별도, 대리점→수요자 또는 메이커 →수요자 가격 등 매우 복잡한 조건이 있으므로 이를 숙지하여 운반지 등 원가 계산 시 중복계산 및 누락되는 일이 없도록 검토해야 한다.
- 자재단가는 거래가 형성된 경우에는 그 거래실례가격을 기준(시행령 제9조

1항 제1호 및 시행규칙 제5조)하여야 한다.

- 거래실례가격은 조달청이 조사하여 통보한 가격, 재정경제부 장관이 정하는 기준에 적합한 전문가격조사기관으로서 재정경제부 장관에게 등록된 기관이 조사하여 공표한 가격, 각 중앙관서의 또는 계약담당 공무원이 2개 이상의 사업자에 대하여 당해 물품의 거래 실례를 직접 조사하여 확인한 가격을 말한다.
- 재정경제부에 등록된 전문가격조사기관이 발행하는 물가 월보는 물가자료, 물가정보, 거래가격, 유통물가, 공정가격 등이 있다.
- 거래실례가격 결정시 주의할 점은 재정경제부에 등록된 전문가격조사기관이 조사하여 공표한 가격도 거래실례가격으로 인정하나, 위의 물가자료 등에 게시된 가격은 대부분 업자공시가격으로 조달청의 거래실례가격과 상당한 차이가 있을 수 있으므로 조달청의 거래실례가격을 우선 적용하고 전문가격 조사기관이 발행하는 물가월보는 2~3개 가격을 비교하여 저렴한 것을 사용한다.
- 거래실례가격 및 물가월보에 없는 특수자재는 견적서에 의해 조사한다. (가능한 2개 이상업체에 대해서 조사)

## (2) 노무비 계산

노무비는 직접노무비와 간접노무비로 구분하여 산출한다.

### ① 직접노무비

$$\text{직접노무비} = \text{노무량} \times \text{노임단가}$$

계약 목적물의 완성을 위해 직접 작업에 종사하는 기능공 및 노무자의 기본급과 제수당, 상여금, 퇴직충당금의 합계액

- 노무량 산정기준
  - 정부 등 공공기관에서 시행하는 건설공사의 적정한 예정가격을 산정하기 위한 기준은 표준품셈에 의거 산정한다.
  - 표준품셈에 명시되지 않은 사항은 사업을 시행하는 국가기관, 지방자치단체, 정부투자기관 등 장 의 책임 하에 적정한 산정기준을 결정하여 적용한다.
- 노임단가 적용기준
  - “국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행규칙(총리령 511호, 1995. 7. 하여 통계청으로부터 공표승인 받은 노임을 적용함



6) 제7조”에 의거 거래시례가격 또는 “통계법 제3조의 규정”에 의하여 통계작성 승인을 받은 기관이 조사하여 공표한 가격을 적용토록 규정하고 있다.

- 현재 설계 시 적용되는 노임은 대한건설협회가 년2회 시중건설 노임을 조사
- 시중 노임조사는 매년 5월, 9월 조사하여 발표는 당년 9월1일 익년 1월1일 발표되고 있으며, 단가적용은 발표 일을 기준하여 적용함.

② 간접노무비

· 직접계산법, 비율계산법을 원칙으로 하고 있으나 계약목적물의 내용, 특성 등으로 인하여 원가계산 자료를 확보하기 곤란하거나, 확보된 자료가 신빙성이 없을 경우 보완적인 방법으로 목적물의 규모, 내용, 공종, 기간 등의 특성에 따라 직접노무비에 다음 비율을 작용할 수 있다

$$\text{간접노무비} = \text{직접노무비} \times \text{간접노무비율} \%$$

공사규모가 10억 원이고 공사기간이 15개월인 토목공사인 경우

- 간접노무비율 = (15% + 17% + 15%) / 3 = 15.6%
- 간접노무비는 공사종류별, 규모별, 공사기간에 따라 노무비율을 결정하여야 하며 “공사원가 계산 시 실무처리 보완자료(재무부, 1989)”에 의하면 다음(표 3-35)과 같다.

(표 3-35) 간접노무비율

구 분		간접노무비율(%)
공사종류별	토목공사	15.0
	건축공사	14.5
	특수공사	15.5
	기타공사(전문,전기,통신등)	15.0
공사규모별 (품셈에 의하여 산출되는 공사원가 기준)	5억 미만	14.0
	5억원~30억원 미만	15.0
	30억원 이상	16.0
공사 기간별	6개월 미만	13.0
	6개월~12개월 미만	15.0
	12개월 이상	17.0

주) 간접노무비율은 매년도 말에 산정기준이 변경될 수 있으므로 확인 후 적용

(3) 경비 계산

공사의 시공을 위하여 소요되는 공사원가 중 재료비, 노무비를 제외한 원가

를 말하며, 경비계상은 매년도 말에 산정기준이 변경될 수 있으므로 항상 확인 후 적용하여야 함.

① 계상기준

- 품셈에 의해 산출 가능한 비목  
전력비, 운반비, 기계경비, 가설비, 품질관리비
- 법령에 의해 산출 가능한 비목  
산재보험료, 안전관리비 등 기타 법정경비
- 계약서 근거에 의하여 비목  
특허권사용료, 기술료, 연구개발비
- 실비로 계상하는 비목  
보관비, 지급임차료, 폐기물처리비, 외주가공비, 환경보전비, 보상비
- 단순배부처리 방법에 의한 승률로 적용되는 비목  
수도광열비(전력비 제외), 복리후생비, 소모품비, 여비, 교통비, 통신비, 세금과공과, 도서인쇄비, 지급수수료

② 산출방법

- 단순배부처리 방법에 의한 승률로 적용되는 경비(기타경비)
  - 대상비목  
수도광열비, 복리후생비, 소모품 비 및 사무용품 비, 여비교통비, 통신비, 세금과공과, 도서인쇄비, 지급수수료에 대한 합계액
  - 공사규모판단 : 재료비 + 노무비 + 경비(기타경비제외)
  - 비용계산 : (재료비 + 노무비) × 비목별 경비율
  - 비목별 경비율 : 설계단가 적용기준
- 산재보험료

$$\boxed{\text{산재보험료} = \text{노무비} \times \text{산재보험요율}}$$

- 산재보험료는 매년 노동부에서 고시되므로 변경고시 유무를 확인해야 함
- (표 3-36)의 산재보험요율은 노동부고시 제98-80호로 1999년도 산업재해보상 보험요율임.



(표 3-36) 공사종별 산재보험료율

사업의 종류		사업의 세목	요율 1000분율
구분	종 별		
건설업	중 건설공사	고 제방(댐) 등 공사, 수력발전 시설공사, 터널 신설공사	46
	일반건설공사(갑)	건축건설공사, 도로신설공사 기타(개산, 경지정리, 부지조성)	36
	일반건설공사(을)	기계장치공사, 변전소설치 및 수리 공사, 통신장비의 이전 설치공사	38
	철도 또는 궤도신설공사	철도, 궤도신설공사 고가 및 지하철도 신설공사	34

·안전관리비

-적용범위 : 산업재해보상보험법 제 5조의 규정에 의하여 산업재해보상법 보  
험법의 적용을 받는 공사 중 총 공사금액 4천만 원 이상인 공사.(표3-37)

-계상방법

안전관리 A = {직접노무비 + 재료비 (관급포함)} × 요율  
 안전관리 B = {직접노무비 + 재료비 (관급제외)} × 요율  
 단, A , 1.2B 이어야 함.

(표 3-37) 안전관리비 계상 요율

공사종류 \ 대상액	5억원 미만(%)	5억원이상 50억원미만		50억원 이상(%)
		비율(%)	기초액(천원)	
일반건설공사(갑)	2048	1.81	3.294	1088
일반건설공사(을)	2.66	1.96	3.498	2.02
중 건설공사	3.18	2.15	5.148	2.26
철도, 궤도 신설공사	2.33	1.49	4.211	1.58
특수 및 기타 건설공사	1.24	0.91	1.647	0.94

주) 1. 특수 및 기타 건설공사 : 준설공사, 조정공사, 택지조성공사(경지 정  
리공사포함), 포장공사, 전기공사, 전기통신공사

2. 특수 및 기타건설공사로 분류된 준설공사의 5건은 산업재해보상 보험법  
제63조 및 동법시행령 제60조의 규정에 의하여 고시된 사업종류별 예시 표에

의한 일반건설공사 (갑)에서 제외시키고 이 고시에서 정한 특수 및 기타 건설공사에 해당하는 비율로 계상.

3. 안전관리비율은 매년도 말에 변경될 수 있으므로 확인 후 적용(설계단가 적용기준 참조)

·기타 고용보험료 등

건설산업기본법 등 관련규정 개정에 따라 공사원가 계산 시 반영되어야 할 고용보험료, 건설근로자 퇴직공제부금비, 공사손해 보험료 등의 현재의 적용기준(조달청)이고 적용요율은 매년 달라 질 수 있기 때문에 적용 시 관계법령 및 산출기준을 참고하여 올바른 적용요율을 적용하여야 한다.(표 3-47, 보험요율 참조)

-고용보험료

·대상공사 : 공사금액 3~4억 원(부가세 불 포함)이상인 건설공사

·고용보험료 산출방법 : 산출내역상의 노무비(직접노무비 + 간접노무비) × 적용요율

·적용요율 계산 예 (1등급 업체의 경우)

실업급여보험 :  $0.6\% \times 1/2(\text{사업주부담}) \times 10\%$

(보험대상율) = 0.03%

보험대상율 : '98조달청 기준 → 노무비의 10%

'98건설협회자료 → 노무비의 20%

보험대상율은 연도별, 발주기관별, 사업지구별에 따라 다를 수 있음

-고용안정 : 0.2%

-직업능력개발 : 0.05% (직업훈련 의무업체 일 때)

-고용보험 적용 계 =  $0.03\% + 0.2\% + 0.05\% = 0.28\%$

그러므로 고용보험료 = 노무비 × 0.28% (2등급 이하업체 0.33%)

◦건설근로자 퇴직공제부금비 : 일간건설(건설협회, 1999. 1.16)

- 대상공사 : 공사예정금액이 100억 원 이상인 공사

- 건설근로자 퇴직부금비 산출방법 : 직접노무비 × 적용요율

(토목 2.75%, 건축 2.92%)

·공사손해보험료

-대상공사 : PQ공사, 대안입찰, 설계시공 일괄입찰공사

-공사손해보험료 산출방법

순 공사 계약금액(관급자재포함, 부가세 불 포함) × 적용보험요율

(4) 일반관리비 및 이윤

일반관리비의 내용은 아래 표에서 정한 일반관리비율을 초과하여 계상할 수 없으며, 공사규모별로 체감 적용한다.

이윤은 영업이익을 말하며 공사원가 중 노무비, 경비의 일반관리비의 합계액 (이 경위 기술료 및 외주가공비는 제외한다)에 이윤을 15%를 초과하여 계상할 수 없다.(표 3-39 일반관리비 비율 참조)

(5) 공사손해 보험료

공사손해보험료는 회계규정 공사계약일반 조건 제10조의 규정에 의하여 공사손해보험에 가입할 때 지급하는 보험료를 말하며, 보험가입대상 공사부분의 총 공사원가(재료비, 노무비, 경비, 일반관리비 및 이윤의 합계액을 말한다. 이하 같다)에 공사손해보험료율을 곱하여 계상한다.

발주기관이 지급하는 관급자재가 있을 경우에는 보험가입 대상 공사 부분의 총 공사원가와 관급자재를 합한 금액에 공사손해보험료를 곱하여 계상한다. 공사손해보험료를 계상하기 위한 공사손해보험료율은 계약담당공무원이 보험개발원, 손해보험회사 등으로부터 제공받은 자료를 기초로 한다.

(표 3-38) 보험요율

종별	구분	보험요율(%)	부 담	비 고
고용보험료	실업급여	0.6%	사업주 : 0.3% 근로자 : 0.3%	*일용근로자(3개월 미만)는 제외됨
	고용안정	0.2%	사업주 전액부담	
	직업능력개발	1) 기업의 규모(상시근로자) 150인 미만 : 0.1% 2) 기업의 규모가 150인 이상으로 -우선지원대상기업(중소기업):0.3% -기타 : 0.5% 3) 직업훈련기본법에 의한 직업훈련 의무업체이면 : 0.05%		*상시근로자는 사업주가 행하는 모든 사업의 상시근로자수의 합을 말함. *고용보험법 제57조 시행령 제60조
건설근로자퇴직공제부금부	직접노무비의 2.51%	사업주	* 건설 산업 기본법 동 시행령	
공사손해보험료	보험사 등에서 취득	사업주	*국가계약법 시행령공사계약 일반조건 예평가격작성준칙	

주) 1. 직업능력개발사업의 보험요율이 기업의 규모에 따라 차등 적용되므로 원가

계산 시 어떤 규모의 기업이 수주할 것인지를 알 수 없기 때문에 동사업의 보험료 산정에 어려움이 있을 것으로 사료되나,

2. 수주가 예상되거나 수주할 기업의 규모에 따른 직업능력개발사업 보험요율을 적용하여 원가계산을 하여야 함

3. 보험요율은 매년도 말에 변경될 수 있으므로 변경여부 확인 후 적용해야 한다.

(표 3-39) 일반관리비 비율

(단위:%)

시설공사		전문, 전기, 전기통신공사	
공사원가	일반관리비율	공사원가	일반관리비율
5억 원 미만	6.0	5억 원 미만	6.0
5억 원 ~		5억 원 ~	
30억 원 미만	5.5	30억 원 미만	5.5
30억 원 이상	5.0	30억 원 이상	5.0

주) 회계예규는 변동 될 수 있으므로 “원가계산에 의한 예정가격 작성준칙 제 19조 “를 변동여부를 확인하고 적용해야 한다.

(6) 부가가치세

부가가치세(VAT)는 공사총원가 (순공사원가 + 일반관리비 + 이윤)에 공사손해보험료를 합한 금액에 부가가치세율(10%)을 곱하여 계상한다.

3.4.5 사업비 산출사례

1) 개략사업비(기본계획) 산출 사례

(가) 나주(지석천)지구 사례

국가하천 도시구간 하천환경정비 기본조사( I 권역)보고서(2004. 6, 건설교통부, p6-81)에 의하면 지석천은 과업구간의 지형적 특성이 비교적 동일하며 「생명력 있는 지석천 가꾸기」라는 정비주제를 가지고 공간계획을 하였으며 전구간을 하나의 Zone으로 통일되도록 계획하였다.

① 사업개요

◦고수부지 이용

고수부지 내 기존 농경지는 초지로 조성하여 기존 비오톱 및 하도와 연계하여 생태기능을 향상시켰으며, 구간별 산책로를 조성하여 주민 정서 함양공간으로 활용되도록 계획하였다. 인근 주민의 휴식 및 다양한 문화행사를 위한 다목적 광장을 조성하였고 하천경관을 조망할 수 있는 전망 테크를 계획하였다.

◦ 저수로계획

저수로는 자연스러운 사행과 완경사 추이대로 조성하여 아름다운 경관 및 생물이 서식할 수 있는 공간으로 계획하였으며, 부분적으로 조류가 설 수 있는 헛대를 설치하였고 기존 하중주 및 모래톱을 보전하였다. 대촌천 합류부에 갈대군락을 이용한 비오톱을 조성하였다.

◦ 제방보강 및 도류제 계획

현재 실시설계중인 기존 시설물 보강 보책에서 제시한 구간은 현재 자연형 호안으로 설계 중에 있으며, 기존 호안이 드러난 구간은 은제로 계획하여 생태기능을 향상시켰다. 또한 노동천 합류부는 도류제를 계획하여 홍수시 유수의 흐름을 개선하였다.

◦ 기존보 개량

기존 대촌보는 철거하여 하류로 이전하는 공사중이며 강정보, 상수도취입보는 하천 상하의 어류가 원활히 이동할 수 있도록 어도(생태통로)를 설치하였다.

◦ 하도보전

하도내의 자연적으로 발생한 갈대군락 및 하중주는 보전하여 생태계의 변화를 최소화하였으며 본 지구에는 환경부 보호종인 통사리가 서식하고 있으므로 향후 공사시행 시 과도한 진행은 하지 말아야 한다.

② 도입시설

(표 3-40) 나주(지석천)지구 도입시설의 종류 및 규모

구분	규모	구분	규모
은제	1.88km	산책로	2.88km
고수호안	3.05km	어도설치	2개소
저수호안	4.41km	기타시설물	다목적광장 1개소

③ 사업비

지구별 물량은 본 계획안의 내용을 충실히 적용한 계획 평면도(안)을 토대로 물량을 산정하였고, 관련단가는 기존에 수행한 오산천, 경안천, 경천 등 하천환경정비사업 단가를 참고하여 추정하였다.

(표 3-41)의 공사원가 계산 양식(예)에 의해 나주지구 사업비를 산출한 결과는 (표 3-42)과 같다.

(표 3-41) 공사원가 계산 양식(예)

공종	규격	단위	단가	수량	금액
<b>①토공</b>					
성토	(유용성토)	m <sup>3</sup>	6,575		
절토	B/H1.0m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	1,323		
사토처리	(운반비포함)	m <sup>3</sup>	19,507		
고수부지 정지	D/Z	m <sup>2</sup>	1,166		
<b>②축제공</b>					
축제 및 축보	D/T	m <sup>2</sup>	5,228		
은제	B/H 1.0m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	4,059		
<b>③호안공</b>					
고수호안		m <sup>2</sup>	65,666		
저수호안		m <sup>2</sup>	64,804		
<b>④포장 및 식재공</b>					
포장	산책로, 지압로	t=0.15m	m <sup>2</sup>	245,635	
	도로	t=0.80m	m <sup>2</sup>	233,166	
	보차도경계석		m	28,197	
잔디		m <sup>2</sup>	5,832		
잔디블럭		m <sup>2</sup>	22,280		
식재	교목	주	220,000		
	관목	m <sup>2</sup>	49,000		
	초화류	m <sup>2</sup>	18,000		
<b>⑤구조물공</b>					
보	H=1.0m이하	m	2,428,077		
	H=2.0m	m	2,517,719		
	H=3.0m이상	m	3,116,416		
어도		개소	24,013,070		
목교		개소	11,833,932		
교량		식			
취배수문		개소	4,889,706		
<b>⑥시설물공</b>					
전망데크		개소	28,240,348		
관찰데크		m	744,863		
여울		개소	8,697,340		
정검다리		m	173,648		
진입계단, 램프		개소	1,987,171		
수제		개소	7,304,705		
햇대		개소	880,114		
기타시설물		식	300,000,000		
<b>⑦부대공</b>					
<b>⑧제경비</b>					
<b>⑨총공사비</b>					
<b>⑩용지보상비</b>					
<b>사업비</b>					

(표 3-42) 나주(지석)지구 사업비

구분	공종	금액(원)
① 토공	성토, 절토, 사토처리, 고수부지 정지	785,425,430
② 축제공	축제 및 축보, 은제	11,486,970
③ 호안공	고수호안, 저수호안	285,785,640
④ 포장 및 식재공	포장, 잔디, 잔디블럭, 식재	3,235,010,120
⑤ 구조물공	보, 어도, 목교, 교량, 취배수문	501,215,551
⑥ 시설물공	잔떼크, 관찰데크, 여울, 장감다리, 잔압계단, 수제, 햇대, 기타	526,802,444
⑦ 부대공	견적에 의함	1,603,717,849
⑧ 제경비	산식에 의함	3,474,722,006
⑨ 총공사비		10,424,166,019
⑩ 용지보상비		-
사업비		10,424,166,019

(나) 원주천 살리기 기본계획

「원주천 살리기」 기본계획 수립 용역보고서(원주시, 2005.3)에 따르면 버들치가 사는 건강한 원주천, 홍수, 가뭄 걱정 없는 안전한 원주천, 시민이 가까이 즐겨 찾는 즐거운 원주천 등의 주제로 하여 사업계획 내용은 (표 3-43), 사업별 투자계획은 (표 3-44)과 같다.

(표 3-43) 원주천 살리기 주요사업

구분	추진과제	추진사업
버들치가 사는 건강한 원주천	수질개선	-하수고도처리도입-차집관거 설치 -하수관거정비, 토출구 개량 및 개선 -초기우수저류조 설치 -역간접축산화시설 설치, 운영 -저니/퇴적토 준설
	생태계 복원	-자연형 호안 정비 -버들치 서식처 등 biotope조성 -갯버들 식재 및 갈대밭 조성 -생태 추이대 조성
홍수, 가뭄 걱정 없는 안전한 원주천	유량 확보	-하수처리장 처리수 재이용
	하도 안정화	-수충부 호안축조 -호안 환경사 복토 -사주부 호안 철거 -투과성 수제 설치
시민이 가까이 즐겨 찾는 즐거운 원주천	공간정비	-고수부지 주차장 정비 -친수 및 휴식공간 조성(거점별) -자전거도로, 산책로 조성 -접근로의 개선
	시민참여 활성화	-원주천 살리기 범시민대회 개최 -원주천 유역 의제 21 수립, 추진 -각종 시민행사 지원

(표 3-44) 사업별 투자계획(안)

사 업	총사업비(백만원)	비고
합 계	51,700	
· 수질개선사업	3,200	
하천정화시설설치·운영	3,200	
· 수량확보사업	(5,000)	
하천유지용수 하수처리수 이용	(5,000)	
· 하도안정화	7,325(3,015)	
하도/저수호안정비	2,244(873)	
저수호안과 식재	4,293(1,713)	
수중생태정비	788(429)	
· 생태·공간정비	36,502(12,142)	
생물서식/추이대조성	28,990(11,526)	
주차장철거/생태주차장조성	5,396( - )	
자전거로/산책로/접근계단	2,116(616)	
· 설계 및 감리	2,351	사업비의 5%
· 시민 참여	2,322	사업비의 5%

(다) 나주 송촌(인공습지)지구

영산강·섬진강 수계 비점오염원 관리시설 시범설치 사업 기본 및 실시설계 보고서(2006.12, 환경관리공단)에 따르면 나주지구 인공습지 사업계획 및 공사비 내역을 보면 다음 (표 3-45)과 같다.



(표 3-45) 나주(송촌)지구 사업계획 및 공사비

구 분	내 용		
위치	·전남 나주시 다시면 송촌리 987번지 일대 ·전남 나주시 문평면 산호리 1596번지 일대		
사업면적	22,935㎡	배출특성	농업배수
처리방식	인공습지(일반형)	설계유량	0.098㎡/sec
유역면적(처리)	253.0ha	시설용량	13,127㎡
구조물면적	24㎡	방류수역	영산강
부지특성	지목	소유자	토지이용계획
	·답	·사유지	·농림지역
	·도로	·국(농림부)	·농업진흥구역
	·구거	·전라남도	
시설물규격	·수생정화식물 식재 : 애기부들, 연꽃, 물억새, 미나리, 줄, 대 ·주요도입시설: 팔각정자, 관찰데크, 징검다리, 목책, 안내판, 솟대 ·유지관리도로: 832m(폭 3.0m) ·유입부: 유입관로(Φ450mm), 자동버터플라이밸브·유량계설: 1개소(2.5m×4.5m×3.5mH) ·유출부: 유출관로(Φ450mm), 역지밸브설: 1개소(2.5m×3.0m×3.95mH) ·자동시료채취기 : 유입 및 유출부 2개소		
사업기대효과	예상처리효율		BOD부하삭감량
	BOD : 26~76%		374.0kg/년(1.0kg/일)
공사비	구분		금액(천원)
	토목공사		463,330
	조경공사		395,667
	기계공사		22,775
	전기공사		106,158
	제잡비		385,386
	한전인입비		164
	관급차재비		3,761
	토지매입가격		366,630
	농지보전부담금		2,037
	총공사비		1,745,908

(라) 청미천 비점오염시설 소요사업비

청미천유역 수질개선대책 수립을 위한 연구용역(2006.7, 한강수계관리위원회, p 5-70)에 따르면 환경기초시설, 축산분뇨처리시설, 친환경하천정비, 비점오염관리시설 등을 종합적으로 검토하였으며 이중 비점오염관리시설에 해당하는 인공습지, 인공습지+장치형, 식생여과대, 식생여과대+장치형 등의 추정사업비를 보면 (표 3-46)과 같다.

(표 3-46) 청미천 비점오염관리시설 소요사업비

배수구역	소유역	대상공법	처리용량 (m <sup>3</sup> /일)	사업비(백만원)		비고
				m <sup>3</sup> 당 단가	소요사업비	
청미천상류	대덕천	인공습지	1,382	0.15	207	
	백봉천	인공습지	1,469	0.15	220	
	울곡천	인공습지	2,938	0.15	441	
	방초천	인공습지	1,728	0.15	259	
	소계		7,517		1,127	
죽산천	죽산천	인공습지+장치형	1,253	0.15	195	
	죽산천1	인공습지	588	0.15	88	
	소계		1,841		283	
청미천중류	화곡천	인공습지	941	0.15	141	
	화봉천	인공습지	1,720	0.15	258	
	신흥천	식생여과대	1,296	0.53	687	
	청미천4	CSOs스크린			310	
	금산천	식생여과대	618	0.53	328	
	소계		4,575		1,724	
청미수위표	진암천	식생여과대+장치형	604	0.53	327	
	청미천4	CSOs스크린			310	
	소계		604		637	
계			14,537		3,771	

죽산분뇨처리시설 설치방법은 처리방식에 따라 차이가 많지만 자원화 방식의 단위시설용량 당 사업비는 65백만 원/m<sup>3</sup>-일이다.(표3-47)

(표 3-47) 죽산분뇨처리시설 설치 소요사업비

배수구역	소유역	계획처리시설 용량(m <sup>3</sup> /일)	처리방식	사업비 (백만원)
청미천 중류	청미천 4	90	퇴·액비자원화	5,800
소계				

친환경정비의 공종을 하도정비, 오니토준설, 취수보 보강으로 구분하여 계획한 단위사업비를 분석해 보면 하도정비 1,000백만원/km, 오니토 준설 7만원/km<sup>2</sup>, 취수보 보강 12백만6천원/km이다.(표3-48)

(표 3-48) 친환경하천정비 정화구간 소요사업비 산정

배수 구역	소유역	하도정비		오니토준설		취수보 보강		계 (백만원)
		사업량 (km)	사업비 (백만원)	사업량 (km <sup>2</sup> )	사업비 (백만원)	사업량 (km)	사업비 (백만원)	
청미천 상류	청미2	2.0	2,000	13,000	910	63	500	3,410
	청미2	-	-	18,000	1,260	95	1,200	2,460
	소계	2.0	2,000	31,000	2,170	158	1,700	5,870
청미천 중류	청미2	1.0	1,000	25,000	1,750	175	1,120	3,870
	청미2	1.3	1,300	-	-	-	-	1,300
	소계	2.3	2,300	25,000	1,750	175	1,120	5,170
계		4.3	4,300	56,000	3,920	333	2,820	11,040

환경기초시설의 설치사업비는 오염특성, 처리대상물질, 현지여건 등에 따라 차이가 많으나 하수종말처리장은 1.28~8.87백만원/m<sup>3</sup>-일, 마을하수도 시설 5.22~11.89백만원//m<sup>3</sup>-일, 하수관거는 0.07~5.54백만원/m, 차집관거 0.13~0.34백만원/m으로 계획하였다. (표3-49)

(표 3-49) 환경기초시설 사업비

배수 구역	시군	하수종말처리장		마을하수도		하수관거		차집관거		계 (백만원)
		사업량 (m <sup>3</sup> /일)	사업비 (백만원)	사업량 (m <sup>3</sup> /일)	사업비 (백만원)	사업량 (m)	사업비 (백만원)	사업량 (m)	사업비 (백만원)	
청미천 상류	용인시	3,000	3,867	180	1,617	80,188	5,983	25,668	8,805	20,272
죽산 천	안성시	3,000	10,562	400	4,758	63,291	32,938	-	-	48,258
청미천 중류	안성시	2,200	8,897	790	8,264	85,260	46,508	-	-	63,669
청미천 중류	이천시	-	-	3,720	19,436	15,406	4,353	13,360	1,780	25,569
청미천 하류	여주군	800	7,099	-	-	-	4,301	-	-	11,400
응천	음성군	-	-	1,800	16,025	17,739	98,318	-	-	114,343
계		9,000	30,425	6,890	50,100	261,844	192,401	39,028	10,585	283,511

(마) 환경테마복합단지 조성사업

환경테마복합단지(Eco-community)조성 타당성조사연구보고서(2006.9, 환경관리공단, p215)의 환경테마단지, 오·폐수처리장, 제경비의 추정공사비를 산출

예를 보면 다음과 (표 3-50)과 같다.

(표 3-50) 환경테마 복합단지 2단계 확대사업 세부소요예산(안)

구분	규모(m <sup>2</sup> )	사업비(에코커뮤니티 1개소 당)	
		단가(10,000원/m <sup>2</sup> )	계(백만원)
◦연구중심단지	24,500		14,894
◦사업중심단지	36,600		22,925
◦환경테마단지	74,900		13,450
-환경전시관	1,500	20	300
-환경교육관	1,400	150	2,100
-생태공원	60,000	15	9,000
-도로	10,000	20	2,000
-주차장	2,000	2.5	50
◦오폐수처리장	(300m <sup>2</sup> /일)	(300만원/m <sup>2</sup> )	900
◦공사비			52,169
◦제경비(공사비의40%)			20,868
◦용지매입비	224,950	3.6	8,098
총 계	136,000		81,134

장석환(‘국내 자연형 하천조성사업의 주요 추진실태 및 종합평가’, Eco star project 발표자료)에 의하면 국가하천 및 지방하천의 하천복원사업비, 유지관리비가 하천에 따라 차이가 많으며 이는 현장여건 및 채용공종, 주민 수요 등이 다르기 때문인 것이라고 생각한다.(표3-51)

(표 3-51) 주요하천 단위 복원사업비 및 유지관리비

하천명	하천등급	사업구간 (m)	복원사업비 (천원/m)	유지관리비 (원/m)	하천복원사업의 경제성등급
경안천	국가/지방	17,500	1,898	17,143	2
무심천	지방하천	10,000	1,323	2,563	2
수원천	지방하천	5,384	3,050	14,622	4
오산천	국가하천	3,900	8,104	188,408	5
온천천	지방하천	5,000	1,788	67,506	2
장수천	지방하천	2,310	676	24,872	1
전주천	지방하천	7,000	4,032	44,987	4

(바) 공법별 건설공사비 및 유지관리비 산출

건설비와 유지관리비의 기본 식을 바탕으로 각 수질개선공법에 대하여 적절한 인자 값을 대입하여 건설비 및 유지관리비를 산정하도록 한다. [자세한 내역은 부록4 공법별 경제성 및 비용 산정식 참조]

건설비를 산정하는 기본 식은  $C = aA^b$  로 나타낼 수 있다.

여기서,  $C$  : 건설비,  $a, b$  : 계수

$$A = m \cdot Q \cdot f_1(X)$$

$Q$  : 처리수량,  $m$  : 계수

$f_1(X) = \alpha$ 는 제거율,

$X$  : 공법별 주요 인자

또한 유지관리비의 기본식은  $D = n \cdot Q$  로 나타낼 수 있다.

여기서,  $D$  : 유지관리비,  $n$  : 계수

여기서는 각 수질공법에 대하여 건설비(C), 유지관리비(D)의 인자들에 대하여 설명하고자 한다.

① 유로변경 (유로전환)

유로전환기술은 해당호소의 특징, 유로의 전환수량, 용지 및 지형에 따른 공사의 난이 등에 따라 비용이 크게 달라지기 때문에 일반적인 사업비의 산정은 어렵다.

·정수 ( $a, b$ )는 건설시설의 내용, 전환유로연장, 용지비에 따라 크게 변화되므로 일반적인 값은 없다.

·제거율은 100% ( $\alpha = 1.0$ )이다.

·구형단면의 하천에서 유송이 불량한 경우  $0.1 \sim 4.0 \text{cm}^3/\text{m}^3$ 의 퇴적물이 퇴적된다.

② 저류지

저류지의 건설비 및 유지관리비는 하천 및 시설특성에 따라 크게 달라지기 때문에 일반적인 사업비의 산정은 어렵다.

·제거율( $\alpha$ )에 큰 영향을 주는 것은 체류시간이다.

· $\alpha = f_1(X) = k \frac{A}{Q}$  (단,  $Q$  : 처리수량,  $A$  : 시설용량)이 된다.

·체류시간은 하수도의 침사를 기준으로 볼 때 0.5~1.0시간 이상 필요하다.

- 정수 ( $a, b$ )는 시설의 구조, 용지 등에 따라 크게 변화된다.
- 처분이 필요한 퇴적물의 양은 SS 1,000 mg/L인 경우  $1.3 \sim 4 \text{ L/m}^3$  발생한다.

### ③ 인공습지

- 인공습지에 의한 수질개선기술은 다른 공법에 비해서 비용이 싸다.
- 제거율( $\alpha$ )는 인공습지 수면적부하 [ $X(\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{일})$ ]와 관계가 있으며, 수면적부하 ( $X$ )의 증대는  $\alpha$ 를 저하시킨다.  $\alpha(\text{TN})$ ,  $\alpha(\text{TP})$ 는 모두 수면적부하가  $1.0\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{일}$ 을 넘으면 일정해진다.
- 수면적부하에 처리수량 [ $Q(\text{m}^3/\text{s})$ ]를 곱하여 필요면적 [ $A(\text{m}^2)$ ]을 구할 수 있다.
- 유지관리비( $D$ )는 무시할 수 있는 정도이다.

### ④ 토양처리

- 토양처리의 경우 제거율은 시설특성, 토양특성, 유입수질 등에 따라 크게 다르다.
- 유지관리비는 시설특성에 따라 크게 차이가 난다.

### ⑤ 침투수로

- 침투수로에 의한 정화기술은 규모 외에 시설특성에 따라 건설비, 유지관리비가 크게 다르다. 펌프시설이 없이 위치에너지를 확보하여 자연의 고도이용형태로 설치하는 방법은 비용이 저렴하다.
- 제거율( $\alpha$ )을 변동시키는 인자는 수면적부하 [ $X(\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{일})$ ]이다.
- 침투가능한 수면적부하( $X$ )는  $0.1 \sim 1.0\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{일}$  정도이다.
- 시설에 필요한 면적( $A$ )은 처리수량( $Q$ )을 수면적부하( $X$ )로 나눈 뒤 필요한 수로수 (2~3개)를 곱해서 산출한다.
- 건설이 간편할수록  $b$ 는 1.0에 가까워진다.
- 유입 SS기준으로 1g은  $1.0 \sim 4.0\text{cm}^3$ 의 퇴적물이 발생한다.

### ⑥ 여과(상향류여과)

- 상향류 여과에 의한 정화기술은 규모 외에 시설특성에 따라서 건설비가 크게 다르다. 특히 위치에너지를 확보하는 보 등의 홍수에 대한 대책도 포함한 건설비용이 설계에 따라서 크게 달라진다.

- 제거율은 ( $\alpha$ )는 체류시간(X)과 관계가 있다.
- 장치의 용적(A)는 처리수량 Q에 체류시간 (X)을 곱하여 산정한다.
- 유지관리비(D)는 처리수량 (Q)에 의해 발생하는 퇴적물량 (P)와의 관계로서 산출된다.

⑦ 부유물침전(DCF공법 ; Densify, Clarify, Filtering공법)

DCF공법에 의한 수질개선기술은 본체는 일반적으로 저렴하지만, 연속적 제거 및 홍수대책을 위한 장치의 개량, 개선정도에 따라 비용이 크게 달라진다.

- 제거율은 ( $\alpha$ )는 체류시간(X)과 관계가 있다.
- 장치의 용적(A)는 처리수량 Q에 체류시간 (X)을 곱하여 산정한다.
- 처리 SS kg/m<sup>3</sup>의 부하에서 퇴적물이 0.5~4.0ℓ 퇴적된다.

⑧ 접촉산화수로

접촉산화수로에 의한 수질정화기술의 건설비용은 규모 외에 시설특성이 변동요인이 된다. 소하천, 수로에서는 비교적 적은 비용으로 설치할 수 있는 경우가 많다.

- 제거율은 ( $\alpha$ )은 체류시간(X)과 관계가 있다.(기타 자연조건으로서 수온이 있다)
- 시설용적(A)는 처리수량 Q에 체류시간 (X)와 유효이용율 (m)을 곱하여 산정한다.
- a와 b는 접촉재의 재질, 취수부 시설 등에 따라 다르다.
- 전기에너지를 사용하지 않는 경우, 또한 SS가 적은 경우는 유지관리비 (D)는 적다.

⑨ 직적폭기

직접폭기에 의한 정화기술의 비용은 건설비용보다도 전기료(유지관리비용)가 많이 든다. 이 때문에 산기시설의 산소용해효율을 상승시키는 것이 비용을 절약하게 된다.

- 제거율은 ( $\alpha$ )는 폭기에 의한 기포의 접촉시간 (X)와의 관계로 나타낸다.
- 장치규모(A)는 처리수량 Q에 기포의 접촉시간을 곱해서 산정한다.
- 유지관리비(D)는 처리수량 (Q)에 폭기시간을 곱하여 산출한다.

⑩ 하천처리장

하천처리장에 의한 정화기술의 비용은 규모 외에 건설장소 및 시설특성에 따라 크게 변한다.

·제거율은 ( $\alpha$ )은 고도화수준(X)과 관계가 있다. 처리의 고도화수준의 요인은 처리방식, 처리내용(N, P제거) 등이다.

·단위수량당 건설비는 소규모일수록 비싸지는 경우가 많다.

·단위수량당 유지관리비는 소규모인 경우에 비싸지는 경우가 많다.

⑪ 하도준설

하도준설은 주로 운전비용이며, 준설공, 운반공, 처리공, 처분공의 비용으로 대별된다. 비용은 방법 및 사용약품 등에 따라서 크게 다른 것에 주의해야 한다.

·하도준설에서 제거율( $\alpha$ )은 준설토량 (X)의 함수이다.

·비용산정의 주요인(A)는 준설토량 등의 처분방식이다. 계획에서는 산지기준의 준설량을 적용하고 체적변화율을 곱해서 배수량, 처분량을 산정한다.

·대규모 준설의 경우는 b는 1.0에 가까운 경우가 많다.

·유지관리비 (D)는 처리처분비도 공사비에 반영하면 적은 값이다. 처리처분을 유효이용형으로 하는 경우는 유지관리비 (D)는 퇴적물준설 (처리, 처분토량)의 함수가 된다.

⑫ 퇴적물 준설

퇴적물 준설은 주로 운전비용이며, 준설·운반공과 처리·처분공 비용으로 대별된다. 준설·운반 비용은 준설방법, 처리·처분 비용은 방법과 사용약품에 따라서 크게 변화되는 점에 주의해야 한다.

·퇴적물 준설에서 제거율( $\alpha$ )의 파라미터는 COD, TN, TP의 용출이 큰 퇴적물의 제거율 (X)에 의해서 결정된다. (X)는 퇴적물제거심도와 깊은 관계가 있다.

·비용산정의 주요인(A)는 퇴적물준설량 및 처분방식이다. 이 경우 계획에서는 地山기준의 퇴적물 준설량에 체적변화율을 곱해서 퇴적물 배제량, 처분량을 산정한다.

·대규모 준설의 경우는 b는 1.0에 가까운 경우가 많다.

·유지관리비 (D)는 처리·처분비도 공사비에 반영하면 적은 값이다. 처리·처분



을 유효이용형으로하는 경우는 유지관리비(D)는 퇴적물준설량 (처리·처분토량)의 함수가 된다.

⑬ 퇴적물 피복

퇴적물 피복은 주로 운전비용이며 피복재료비와 피복공사비로 대별된다.

·퇴적물 피복에서 제거율( $\alpha$ )은 퇴적물 피복두께 (X1)과 피복재료의 특성 (X2)에 의해 결정된다.

·(A)는 퇴적물피복 면적이다.

·공사비 (C)와 퇴적물피복 면적(A)사이에는  $C = aA^b$ 의 관계가 있고,  $b=1.0$ 이다.

⑭ 영양염 불활성화처리

영양염 불활성화에 의한 정화기술의 비용은 약품비대가 대부분을 차지한다. 약품대는 사용약품에 따라 단가 및 사용량이 다르다.

·제거율은 ( $\alpha$ )의 변동요인은 살포량(X)이다.

·A는 사용약품의 단가와 살포면적(Q)와 1차 함수가 된다.

·공사비 (C)는 살포면적(Q)에 약품비를 곱해서 산출된다.

⑮ 호소분리

호소분리에 의한 정화기술은 호소의 특성 및 구조물의 내용에 따라 크게 변동된다.

·제거율( $\alpha$ )는 분리수역과 주수역의 비율 (X)가 크게 영향을 미친다.

·(A) : 시설의 규모

⑯ 부엽식물이용처리

부엽식물을 이용한 방법은 일반적으로 비용이 적게 든다.

·(A) : 재배면적

⑰ 조류제거

조류제거에 의한 정화기술의 제거단위량당 비용은 회수선의 특성 및 조류의 분포(농도) 상황에 따라 크게 변한다.

·처리장치통과에 대한 제거율은 분리방법에 따라 차이가 크다.

· (A) : 장치규모

⑱ 살조제, 제초제 처리

살조제, 제초제의 분포에 의한 수질개선기술은 약제비용이 지배요인이다. 주로 사용되는 약품은  $\text{CuSO}_4$ , 12%차아염산소다이다.

·류류 혹은 수초의 제거율은 살포량(X)의 함수로 나타낸다.

·비용산정의 주요인 (A)는 사용약제의 단가와 살포면적의 함수로 나타낸다.

·유지관리비(D)는 살포면적(Q)에 약제비를 곱해서 산출된다.

⑲ 정화용수 도입(회석)

정화용수도입(회석)에 의한 수질정화기술은 규모 외에 도수하천의 특징, 지형특성, 호소의 조건 등에 따라 변한다.

·a, b는 시설의 설치장소의 상황(지형, 지질) 등에 따라 달라진다.

⑳ 호소수 인공순환

호소수 인공순환에 의한 수질정화기술은 규모 외에 호소특성, 운전기간 등에 따라 변동된다.

개선율과 그 인자와의 관계는 다음 식으로 바꿀 수 있다.

$$\alpha = K \frac{f_1(X_1)}{f_2(X_2)}$$

$\alpha$  : 개선율,  $X_1$  : 통기량,  $X_2$  : 호소용량

따라서  $A = m \cdot Q \cdot K \frac{f_1(X_1)}{f_2(X_2)}$  가 된다.

유지관리비는  $D = n \cdot E$  로 나타낸다.

여기서,  $E$  : 전력비

㉑ 심층폭기

심층폭기방법은 시설의 규모, 시설의 위치, 폭기 방법 등에 따라 비용이 크게 변화된다.

$\alpha$  : 개선율,  $X$  : 폭기량

㉔ 선택방류

제거율과 그 인자와의 관계

$$\alpha = f_1(X_1)(X_2)$$

$\alpha$  : 제거율,  $X_1$  : 선택방류수질,  $X_2$  : 방류수량

유지관리비는  $D = n \cdot E$  로 나타낸다.

여기서,  $E$  : 전력비

2) 시행지구 사업비 산출 사례

사업비는 수질개선 목표, 채용공종의 종류, 현지사업시행여건 등에 따라 차이가 있으나 현재까지 시행 경험이 풍부하지 않지만 시범사업지구로 시행된 감돈지구(수혜면적 : 389ha, 저수량 : 1,667천톤) 농업용수 수질개선사업 계획서(농업기반공사, 2000.11.)에 나타난 주요 수질개선 공종별 공사비 내용을 살펴보면 다음과 같다.

(1) 수질정화 시설별 공사비

주요 수질정화시설은 자연형 하천복원, 수질정화 습지, 오염물질침강지로 구성 되어 있으며 부대시설로는 진입도로, 자연관찰원, 기타 시설이 있다.

감돈지구 처리시스템별 순공사비 내역은 다음 (표 3-52)에서 보는 바와 같이 수질정화습지가 48.3%, 오염물질 침강지 22.6%, 자연형 하천복원 11.1%로서 전체 공사비 중 82.0%를 차지하고 있으나 생태보전, 문화유적보전, 지역주민의 수요 등 지역 여건에 따라 앞으로 부대시설의 비중이 증가할 수 있다. 한편 본 지구의 수질개선 주 처리시스템은 전체 공사비 중 차지하는 비율로 보아서도 단연 수질정화습지이다.

(표 3-52) 감돈지구 처리시스템별 공사비 구성

공종	주 정화처리 시스템				부대시설				계
	자연형 하천복원	수질정 화습지	오염물질 침강지	소계	진입 도로	자연 관찰원	기타	소계	
금액 (백만원)	213	930	435	1,578	56	221	69	346	1,924
비율 (%)	11.1	48.3	22.6	82.0	2.9	11.5	3.6	18.0	100.0

(2) 정화시설별 공사비 구성

① 자연형 하천복원

◦사업규모

- 목적 : 후속하는 수질정화시스템의 부하경감과 생물서식공간 확보

- 규모 : 자연형 호안공 500m

◦사업비

자연형하천복원의 공사비는 노무비가 59.3%를 거의 대부분을 차지하며 세목별 공사비 내역은 (표 3-53)과 같다.

(표 3-53) 자연형 하천복원 공사비 구성비

공사비		금액 구성비		비고
		금액(원)	비율(%)	
순공사비	노무비	126,237,966	59.3	
	재료비	59,300,467	27.9	
	경비	27,199,450	12.8	
계		212,737,883	100.0	

② 수질정화습지

◦사업개요

- 목적 : 평시 유입수 직접 정화처리 및 질소, 인 제거

- 시스템의 구성

형식 : 연못-습지 시스템으로 자유수면방식

취수시설(취입보)→침사지→분배수로→습지→연못습지→유량조절지→자연형 습지배출로→어도→방류(저수지 유입)

◦사업규모

-취수시설 : 자연형 취입보, 길이 18.3m

-침사지 : 0.67ha, 4,100m<sup>3</sup>

-배출수로 : 124m(자연형수로 104m, 어도 20m)

- 습지 : 42,631m<sup>2</sup>

◦공사비

수질정화습지 공사비 구성을 살펴보면 노무비 45.5%, 재료비 35.7%로서 거의

### 3. 농업용수 수질개선대책 대안평가기법 연구

대부분을 차지하고 있으나, 타 기관에서 시행하는 수질정화습지 공사비 보다 낮은 수준이다. 향후 공사 시행 시 공사비 절감을 위한 정화식물의 인공식재 할 것인가? 자연도래를 유도할 것인가? 등에 따라서 재료비 및 노무비를 절감할 수 있는 여지가 있다. 농업용수 수질개선사업에서 차지하는 비중이 높음으로 효과적이고 경제적이며 대외신인도 제고를 위한 수질정화습지시설 설치를 위한 인공습지공법에 대한 지속적인 연구가 필요하다.(표3-54)

(표 3-54) 수질정화 습지 공사비 구성비

공사비		금액구성비		비고
		금액(원)	비율(%)	
순공사비	노무비	423,669,854	45.5	
	재료비	332,741,375	35.7	
	경비	173,929,802	18.8	
계		930,341,031	100.0	

한편 국내에 조성된 인공습지 조성비용을 보면 기계적 처리시설 설치비용보다 저렴하며, 공사비용은 주로 토공으로 구성되어 있으며 조성목적에 따라 사례별로 차이가 있어 비교분석은 어려우나 10,000~28,000원/㎡의 범위이다.(표 3-55)

(표 3-55) 국내 인공습지 조성 공사비

지구명	조성규모 (㎡)	순공사비 (천원)	단위비용 (원/㎡)	비고
감둔지구	80,040	1,920,498	23,994	시범사업지구
시화갈대습지	750,000	7,500,000	10,000	
복내천(주암호)	38,738	784,000	20,239	
안내천(대청호)	12,580	350,000	27,882	
마산지구	2,800	206,266	73,666	시험사업지구
석문지구	44,000	1,976,766	44,297	연구사업지구

※ 자료: 농업용수 수질개선을 위한 인공습지 설계·관리요령, 농림부, 농업기반공사, 2004. 12, p54

③ 오염물질 침강지

◦사업개요

- 목적

- 강우시 비점오염물질의 중력침강에 의한 정화
- 협잡물 및 침사물의 부상 및 중력 침강 분리
- 포기시설(분수)에 의한 자정능력 향상
- 처리시스템의 구성
- 중도→포기시설→부댐(저층수 배제수로)→방류(저수지유입)

- 규모

- 침강지 : 2개소, 4.02ha
- 중도 : 1개소 면적 980㎡
- 분수 : 1조, 물기둥 높이 - 10m(최고)
- 부댐 :
  - 1호 : 길이 290m 높이 5.5m
  - 2호 : 길이 13.6m 높이 4.3m

◦공사비

오염물질침강지 공사비에서 가장 높은 비중을 차지하는 것은 재료비 부분으로서 공사비 절감을 위한 신공법 연구가 필요하다. 오염물질 침강지는 홍수시 오염물질을 제거하는 대표적인 공중으로서 앞으로 농업용수 수질개선사업에서 많이 활용될 수 있을 것으로 판단된다.(표3-56)

(표 3-56) 오염물질 침강지 공사비 구성비

공사비		금액구성비		비고
		금액(원)	비율(%)	
순공사비	노무비	84,022,836	19.3	
	재료비	226,516,828	52.1	
	경비	124,487,107	28.6	
계		435,026,771	100.0	

④ 자연관찰원

◦사업개요

- 목적

친수시설로 지역주민에게 휴식 및 홍보 공간 제공

- 시설구성 : 주차장, 관찰대, 반딧불이 수로

- 규모

· 면적 : 6,382m<sup>2</sup>

· 관찰대 : 팔각정 1동

· 반딧불이 수로 : 93m

· 주차장 : 350m<sup>2</sup>

○공사비

자연관찰원의 경우는 친수시설로서 의미가 있으며 향후 주민의 생활수준의 향상으로 수요증대 및 다양한 공종이 채용될 수 있는 공종으로서 농촌지역자원의 가치 재창출 위한 투자가 절실히 요구된다.(표3-57)

(표 3-57) 자연관찰원 공사비 구성비

공사비		금액구성비		비고
		금액(원)	비율(%)	
순공사비	노무비	39,580,391	17.9	
	재료비	162,483,799	73.7	
	경비	18,450,791	8.4	
계		220,514,981	100.0	

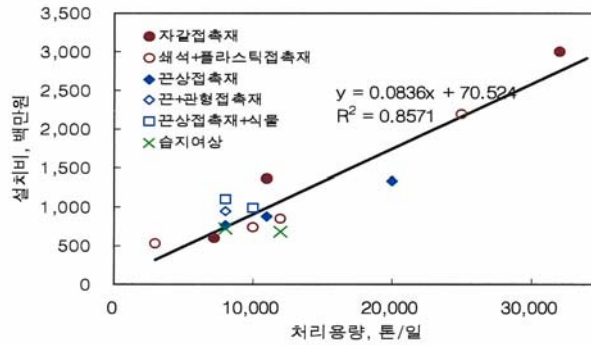
⑤ 하천수질정화공법 비용평가 사례

연구자료(하천수질정화공법의 평가 및 적용방안, 조항문, 2004)에 의한 하천수질정화공법 비용평가해보면 다음과 같다.

㉞ 시설설치비용

국내에서 적용되고 있는 주요 공법인 접촉산화공법과 습지여상의 시설비용평가를 위하여 적용된 시설의 공사비 분석한 결과 <그림 3-12>과 같다.

공법간의 다소 차이는 있으나 공법에 관계없이 공사비와 처리용량 간에 양호한 상관관계를 나타내고 있다. 또한 각 공법을 시행하고 있는 전문회사가 산출한 공사금액과 운영비를 산출하였으며 비교 분석하였다.

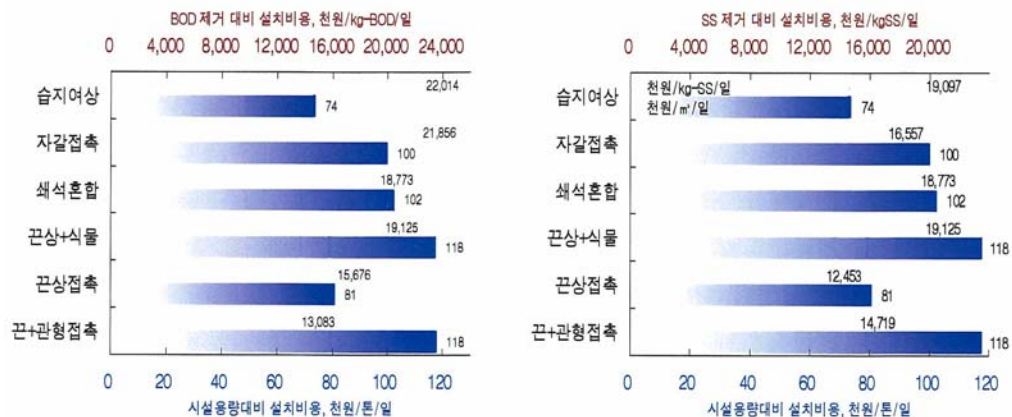


<그림 3-12> 하천정화시설 건설비

공사비 산출조건은 아래와 같다.

- 유입수 BOD : 15mg/L
- 처리수 BOD : 5mg/L
- 주요 시설 : 수질정화를 위한 반응조, 기계실, 계장설비 등
- 조경공사비 : 포함되지 않음
- 취수보 공사비 : 포함되지 않음

기 설치된 시설의 단위건설비용을 <그림 3-13>과 같다



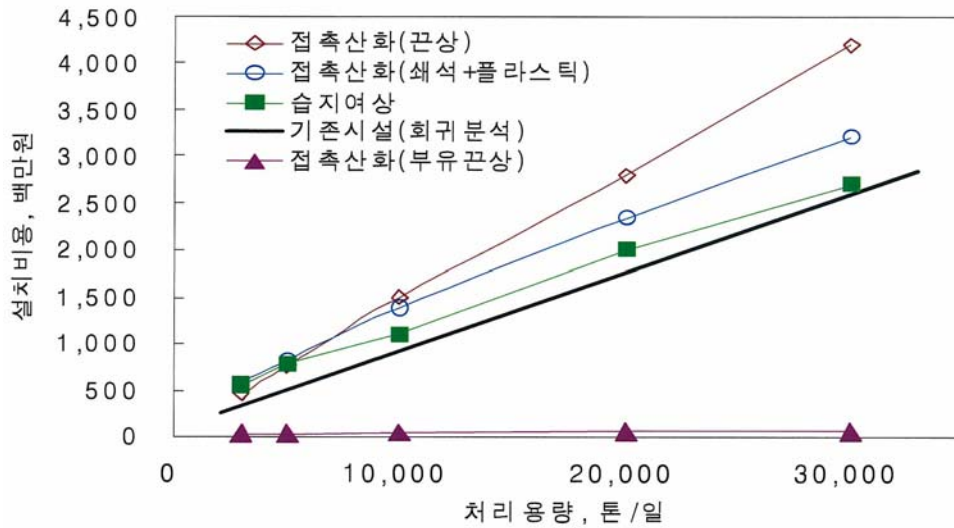
<그림 3-13> 기 설치된 하천수질정화 시설의 단위 건설비용



3. 농업용수 수질개선대책 대안평가기법 연구

수리부하를 기준으로 할 경우에는 습지여상이 가장 저렴하고, 오염물질 제거량을 기준으로 하면 습지여상이 가장 비싼 것으로 나타났다.

하수처리장 공사비 및 하천정화시설의 추정공사비는 <그림 3-14>과 (표 3-58)에 비교하였다.



<그림 3-14>하천수질정화시설과 하수처리장 건설비용 비교

(표 3-58) 주요 처리공법별 공사비

(단위 : 백만원)

용량 (톤/일)	접촉산화		습지여상	하수처리장
	끈상	쇄석+플라스틱		
3,000	450	570	550	28,289
5,000	750	810	780	32,158
10,000	1,500	1,380	1,100	41,829
20,000	2,800	2,340	2,000	61,171
30,000	4,200	3,220	2,700	80,512

㉞ 운영 및 유지관리비

운영 및 유지관리비는 공사비와 마찬가지로 각 공법을 적용하고 있는 전문회사의 산출결과를 이용하였으며, 기존 하수처리장 운영비는 설계보고서를 참고하여 산출하였으며 결과는 (표 3-59)와 같다.

(표 3-59) 주요 공법별 운영비

(단위 : 백만원)

용량 (톤/일)	접촉산화		습지여상	하수처리장
	끈상	쇄석+플라스틱		
3,000	8.8	7.6	7.8	384
5,000	11.0	8.8	11.6	435
10,000	14.3	11.3	18.5	561
20,000	19.3	15.7	34.5	815
30,000	26.2	19.9	49.5	1,068

습지여상공법의 경우 시공단가는 타 공법에 비하여 저렴하지만 규모가 20,000톤/일 이상으로 커지면 유지관리비용은 타 공법에 비하여 1.5~2배로 높아지는 것으로 나타났다.

㉞ 총괄원가 비교

총비용산정은 초기비용과 매년 소요되는 운영비를 현가화하여 합산하였다. 이때 시설수명은 10년으로 보았으며 할인율은 현재의 장기국고채금리와 3년 만기 회사채유통수익율의 중간인 5%를 적용하였다. 다만 하수처리장의 경우는 수명을 30년으로 보고 이 기간 동안 투입된 총 금액을 현가화 하였다. 용량별 총괄비용은 (표 3-60)에 나타냈다.

(표 3-60) 주요공법별 시설용량 총괄비용

(단위 : 백만원)

처리용량 (톤/일)	끈상접촉산화	혼합여재접촉산화	습지여상	하수처리장
3,000	518	629	610	28,289
5,000	835	878	870	32,158
10,000	1,610	1,467	1,243	41,829
20,000	2,949	2,461	2,266	61,171
30,000	4,402	3,374	3,082	80,512

3. 농업용수 수질개선대책 대안평가기법 연구

이 총괄비용을 각 시설의 수명기간동안 처리된 물의 총량 또는 처리된 BOD의 양으로 나누면 처리원가가 된다.

물 1톤당 원가는 하수처리장이 가장 높게 나타났으며, BOD 1kg당 원가는 규모에 따라 큰 차이를 나타내고 있다. 물론 유입수의 성상을 고려하지 않고 하수중의 오염물질 제거량으로 비교하는 것은 타당하지 않지만 단순비교는 가능하다고 보며, 용량이 약 15,000톤/일 이상이 되면 하천정화시설보다 하수처리장의 원가가 더 저렴한 것으로 나타남으로서 하수도 정비가 미흡한 지역에서는 하수도를 우선적으로 정비해야 한다는 점을 잘 나타내주는 결과이다. 즉 오염물질의 사후처리보다 오염원의 차단이 우선임을 의미한다.(표 3-61, 표3-62), <그림3-15>

(표 3-61) 주요공법별 1m<sup>3</sup>당 처리원가

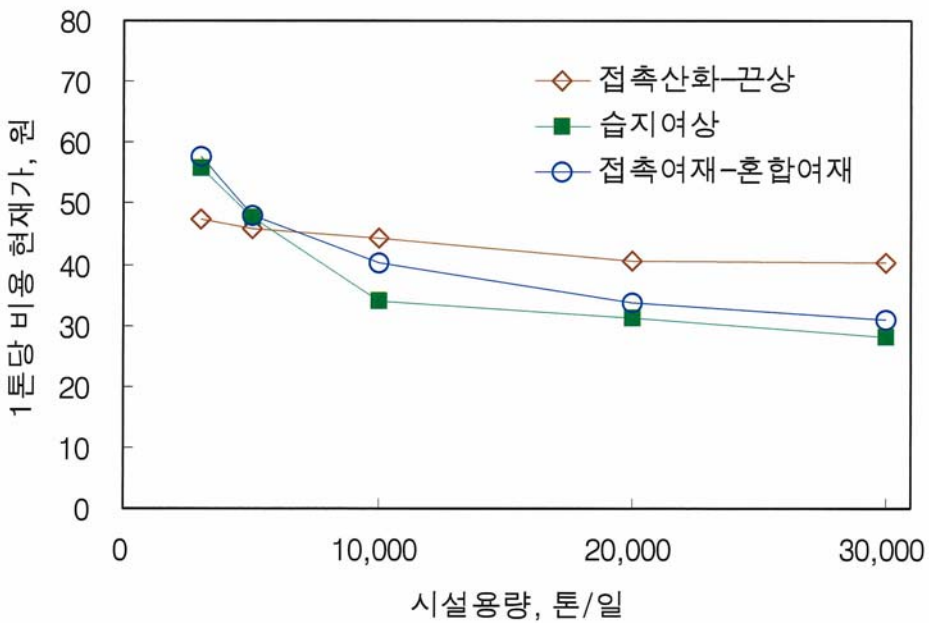
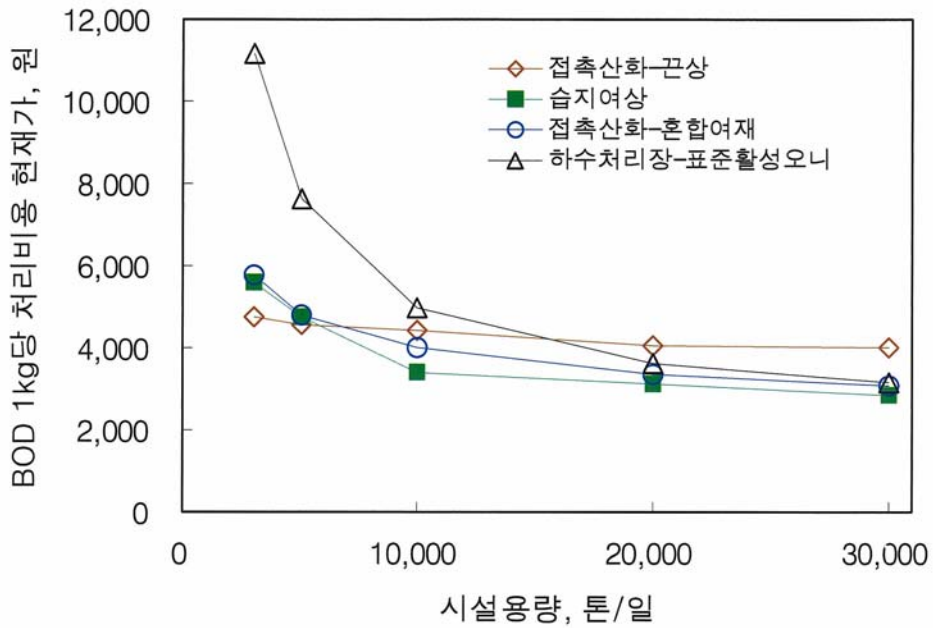
(단위: 원/m<sup>3</sup>)

처리용량 (톤/일)	근상접촉산화	혼합여재접촉산화	습지여상	하수처리장
3,000	47.3	57.4	55.7	861.2
5,000	45.7	48.1	47.6	587.4
10,000	44.1	40.2	34.1	382.0
20,000	40.4	33.7	31.0	279.3
30,000	40.2	30.8	28.1	245.1

(표 3-62) 주요공법별 제거BOD kg당 처리원가

(단위 : 원/kg-BOD)

처리용량 (톤/일)	근상접촉산화	혼합여재접촉산화	습지여상	하수처리장
3,000	4,729	5,573	5,745	11,184
5,000	4,573	4,765	4,809	7,628
10,000	4,412	3,405	4,020	4,961
20,000	4,040	3,105	3,371	3,628
30,000	4,020	2,815	3,081	3,183



<그림 3-15> 하천수질정화 공법의 원가비교

자료에 따르면 동일 처리용량(100m<sup>3</sup>/일)을 기계식 처리방식과 인공습지의 설

치비와 운영유지비에 대한 경제성 비교를 해 보면 다음 (표 3-63)와 같다.

(표 3-63) 기계식 처리방식과 인공습지의 경제성 비교표

구분	기계식처리	인공습지법
설치비(억원)	3	1.8
운영유지비(만원)	200	40
소요면적	9m× 24m× 9m	20m× 40m× 1m

자료 : 갈대를 이용한 생활하수 처리용 복합 지표면하 인공습지 건설공법,(주)상원

⑥ 하수처리 공법 및 처리단가 비교

김진영(건국대, 하수처리시설 운영 효율성 분석, 2003.12)에 따르면 아래와 같이 분석하였다.

㉠ 하수처리공법(전처리-주처리-후처리-소독, 슬러지처리)

하수로 유입되는 원수의 종류 및 수질에 따라 하수처리방법은 다양하지만 대체로 생물학적 물리학적 화학적 처리방법으로 분류할 수 있으며, 하수처리공정은 전처리 주처리 후처리 소독과정 등으로 분류 된다.

㉡ 전처리공정

전처리공정은 헐잡물의 제거와 유량조정역할을 담당하는 공정으로 자연계의 물리적인 현상을 이용하거나 유입원수의 생물학적 화학적 성질을 변화시키지 않는 범위 내에서 기계류를 이용하며 스크린, 파쇄기, 침사지, 유량조정조 등과 같은 단위공정으로 이루어져 있다.

㉢ 주 처리공정

주 처리공정은 전처리공정에서 제거되지 않은 유기물질 부유물질 등과 같은 오염물질을 제거하는 공정으로 오염원의 성분 방류수의 수질정도 유지관리의 난이도에 따라 생물학적 처리방법과 막을 이용한 특수처리방법 등이 사용된다. 생물학적 처리방법은 미생물의 생화학적 대사 작용을 이용하여 오·폐수 중의 유기물질과 부유물질을 처리하며 대표적인 처리방식으로는 활성슬러지법, 산화구법, 장기폭기법 등이 있다.

㉣ 후처리 공정

후 처리공정으로는 침전지, 응집시설 여과 및 활성탄 흡착 등으로 분류할 수 있다.

㉔ 소독

본 처리공정에서 제거되지 않은 처리수중에 포함된 병원균을 소멸하고 슬라임의 발생억제를 위하여 하수처리공정 중 마지막 공정으로서 소독을 한다.

㉕ 슬러지 처리공정

하수처리과정에서 슬러지가 발생하며 슬러지의 처리는 농축 소화 안정화, 탈수 건조 소각 등의 순으로 처리 된다.

㉖ 하수처리장별 처리단가 분석(표3-64)

우리나라의 2001년도에 가동 중인 하수처리장은 총173개로 (표3-64)에 나타난바와 같이 99개 하수처리장에서 표준활성슬러지법을 통하여 하수를 처리하고 있으며 산화구법과 장기포기법을 이용하여 하수를 처리하는 처리장은 각각 21개소와 19개소이다. 이들 처리장의 운영비용을 하수처리 톤당 비용으로 환산한 결과를 보면 처리방법 간에도 톤당 하수처리 단가가 크게 차이가 날 뿐 만 아니라 동일한 처리방법 내에서도 처리단가가 크게 차이가 나고 있음을 볼 수 있다.

하수처리 단가가 가장 큰 처리장은 장기포기법의 최고 단가 톤당 3,273.7원으로 최저의 하수처리 단가를 보이는 처리장 표준활성슬러지법의 최저 단가의 10월에 비하여 327배를 넘는다. 평균 하수처리 단가가 가장 큰 공법은 토양접촉법으로 톤당 1,287.7원이고 평균 처리단가가 가장 작은 공법은 응집순환법으로 33.12원이다.

BODkg당 제거단가를 정리한 결과도 하수처리단가와 마찬가지로 처리방법 간에도 톤당 하수처리단가가 크게 차이가 날 뿐 만 아니라 동일한 처리방법 내에서도 처리단가가 크게 차이가나고 있음을 볼 수 있다.

BOD kg당제거 단가가 가장 큰 처리장은 장기포기법의 최고단가 톤당 257,607.6원으로 최저의 BOD kg당 제거단가를 보이는 처리장 표준활성슬러지법의 최저단가의 158.1원에 비하여 처리단가 매우 큼을 알 수 있다. 평균BOD kg당 제거단가를 보면 평균제거단가가 가장 큰 공법은 장기포기법으로 톤당 29,911.4원이고 평균 처리단가가 가장 작은 공법은 A<sub>2</sub>O공법으로 371.9원이다.

(표 3-64) 하수처리방법별 처리단가 및 BOD 제거 단가

(단위: 원)

처리방법	하수처리단가			BOD kg당 제거 단가		
	최고	최저	평균	최고	최저	평균
1차처리(2개소)	85.6	45.0	57.1	1,818.4	1,408.6	1,649.5
산화구법(21개소)	1,714.2	67.3	499.7	57,209.6	684.6	11,889.6
활성슬러지변법(1개소)	59.6	59.6	59.6	777.6	777.6	777.6
웅집순환변법(1개소)	33.12	33.12	33.12	589.0	589.0	589.0
장기포기(19개소)	3,273.7	159.8	1,226.3	357,607.6	2,130.3	29,911.4
접촉산화(3개소)	888.2	259.9	572.47	23,084.5	9,118.1	16,119.1
토양접촉(2개소)	1,768.8	811.6	1,287.7	16,608.0	9,876.3	13,244.2
표준활성(99개소)	501.0	10.0	122.1	43,293.2	158.1	2,245.0
협기호기(2개소)	104.2	88.3	96.3	1,132.7	978.7	1,055.7
협기호기변법(1개소)	85.0	85.0	85.0	2,699.2	2,699.2	2,699.2
회전원판(11개소)	369.9	101.5	220.7	20,321.7	1,110.3	8,698.1
A2O공법(1개소)	41.9	41.9	41.9	371.9	371.9	371.9
B3(1개소)	133.7	133.7	133.7	1,386.8	1,386.8	1,386.8
DNR(1개소)	171.2	171.2	171.2	3,707.4	3,707.4	3,707.4
HBR공법(2개소)	365.5	225.5	295.5	5,711.9	1,831.0	3,771.5
PL (1개소)	60.7	60.7	60.7	389.6	389.6	389.6
PL-2(3개소)	551.6	551.6	551.6	5,689.3	5,689.3	5,689.3
SBR(3개소)	1,663.2	423.6	1,014.3	39,160.4	19,172.6	21,373.9
VIP공법(1개소)	285.5	285.5	285.5	6,163.9	6,163.9	6,163.9

### 3.5 농업용수 수질개선대책에 적용 가능한 평가기법

사업계획은 예비타당성조사→타당성조사→기본계획→실시설계→시공→운영 및 유지관리 단계로 크게 나눌 수 있으며, 계획구상단계인 예비타당성과 타당성 조사 결과는 전체 사업계획의 타당성 확보를 위한 개략적인 판단 기준이 될 수 있다. 합리적인 사업계획의 수립을 위해서는 기술성, 경제성, 환경성이 종합적으로 검토되어야 한다. 기술성은 전술(3.2 수질개선기술의 분류)한바와 같으며 여기서는 경제성 분석 및 환경성 분석에 대하여 기술하기로 한다.

#### 3.5.1 경제성 분석

##### 1) 예비타당성조사와 타당성조사

개발사업계획은 환경성을 분석하는 측면과 경제성을 분석하는 측면을 동시에

비교 검토해야 하며 환경적 측면을 고려하는 제도로 환경영향평가제도, 사전 환경성검토제도가 있으며, 경제성을 고려하는 예비타당성조사와 타당성분석이 있다. 예비타당성조사와 타당성조사를 비교해 보면 다음 (표3-65)와 같이 나타낼 수 있다.

(표 3-65) 예비타당성조사와 타당성조사의 비교

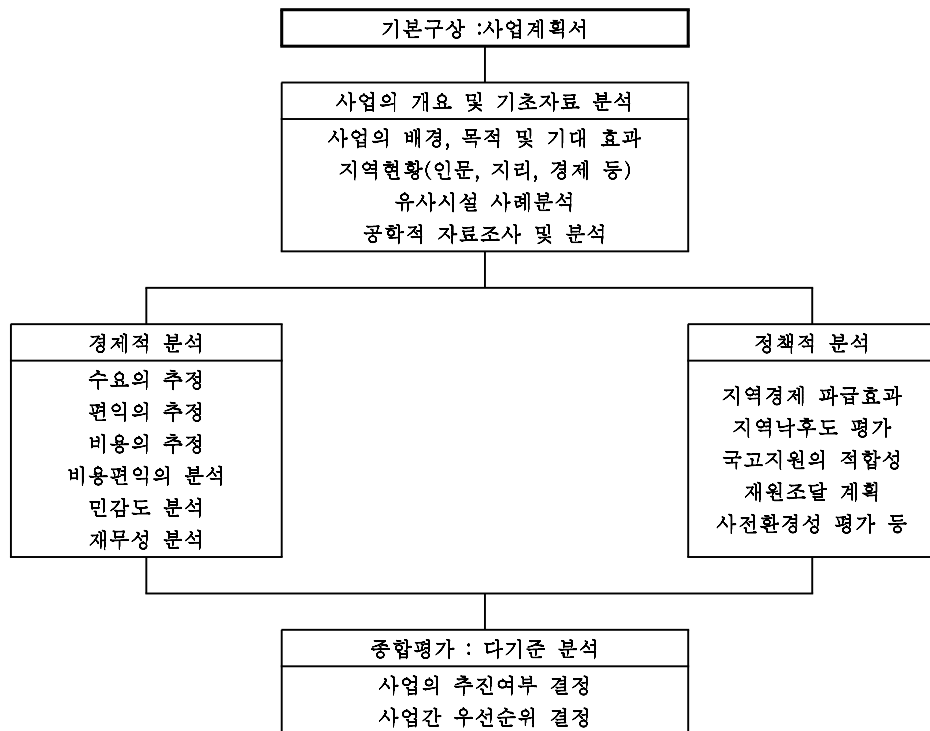
구분	예비타당성조사 (Preliminary Feasibility Study)	타당성조사 (Feasibility Study)
·조사의 개념	타당성조사 이전에 예산반영 여부 및 투자우선순위 결정을 위한 개략적 조사	예비타당성 조사를 통과한 사업에 대하여 경제적, 기술적 타당성 및 대안분석
·관련계획 검토	국민경제적 필요성, 국토개발계획과의 부합성 등 거시적 측면 검토	분야별 종합계획과 연계하여 위치, 노선, 도시계획과의 적정성 등 미시적 측면 검토
·수요예측	定性的 방법(qualitative method)에 의한 개략적인 조사(기초자료 및 Del Phi 방법 활용)	定量的 방법(quantitative method)에 의한 수요예측 모델 및 설문조사 등 구체적 방법 활용
·경제성 검토 - 비용편익분석	개략적인 경제성 검토 - B/C, IRR등을 개략적으로 산출하되 우선순위 결정에 있어 참고자료로 활용	보다 정밀한 경제성 검토 - B/C, IRR을 자세하게 산출
- 투자우선순위	- 사업간 투자우선순위 검토	- 개별사업 수익성 여부만 검토
- 재원조달계획	- 재원조달의 적정성, 민자유치 가능성 등 검토	- 특별한 경우 외는 검토안함
- 적정투자시기	- 효율적인 적정투자시기 분석	- 특별한 경우 외는 검토 안함
·기술성 검토	-최소한의 기술성 검토(전문가의 자문으로 대체)	-다각적인 기술성 분석(입지 및 공법 적합성을 대안별로 검토)
-총사업비 추정	-개략적인 모델 사용(유사사업 실적공사비에 의한 추정 등)	- 구체적인 토질조사 등을 통해 공사 현장여건 등을 감안한 총사업비 산출
- 대안분석	- 노선별, 지역별 구체적 대안 분석 안함 (전략적 대안 제시예 : 고속도로 →국도 확장)	- 노선별, 지역별 등 구체적 대안 제시
·조사주체	기획예산처	주무부처

예비타당성조사는 선진국 및 IBRD의 Preliminary Feasibility Test를 모델로 하여 국민경제적·정책적 타당성 평가, 개략적인 경제성 분석, 투자우선순위, 재원조달의 적정성, 적정투자시기 등을 종합적으로 분석하여 타당성 여부 및 전략적 대안 제시하며, 타당성조사 착수 여부 및 효율적 사업추진을 위한 정책판단자료를 제공하는 것을 목적으로 하고 있다.

예비타당성조사를 수행체계를 보면 사업의 개요 및 기초자료를 분석하여 사



업의 중요성을 부각시키고, 조사의 주요 항목은 기초자료분석, 경제성분석, 정책적 분석, 계층화분석법(AHP기법)을 활용한 종합평가이다.<그림3-16>  
 경제성 분석에서는 사업의 경제적 타당성과 재무적 타당성을 평가하도록 되어 있다. 정책적 분석에서는 경제성 분석에는 포함되지 않지만, 사업수행의 타당성을 평가하는 데 중요한 사항들을 분석하는 데, 대표적인 항목은 지역 경제 활성화, 국고조달 가능성, 환경성 평가, 기타 해당사업에 특수 쟁점사항 들을 검토하고 있다. 다기준 분석은 경제성 분석과 정책적 분석결과를 바탕으로 개발사업의 타당성을 종합적으로 평가한다. 계층화 분석법을 활용하여 사업시행의 적합성을 계량화하고, 이를 바탕으로 사업의 추진여부 및 사업간 투자우선순위 등을 결정한다. 사업의 추진여부에 대한 최종 판단을 내리기 위해서는 경제성 분석과 정책적 분석을 바탕으로 하여 종합 평가가 이루어진다. 경제성 분석은 효율성에 입각하여 대부분 계량화 되지만, 정책적 분석은 형평성에 큰 비중을 두고 있으며 비계량화 되고 있기 때문에 사업의 추진여부를 결정하는 데 결정적 영향을 미치지 는 못한다.(표3-66)



자료: 한국개발연구원, 2002 교통부문 사업 예비타당성조사의 환경비용 추정 연구

<그림 3-16> 예비타당성 조사의 수행체계

(표 3-66) 예비타당성조사 수행 내용

평가항목	평가내용	평가기준	비고
· 경제성분석			
· 경제성분석	경제적측면에서의 사업타당성	비용편익분석결과 도출된 B/C, IRR, NPV 등	비용편익비율이 높을수록 '사업시행'점수가 높음
· 정책적분석			
· 지역낙후도	지역균형개발측면에서의 사업필요성	지역낙후도지수 및 순위(해당사업이 다수의 시·군에 걸쳐 있는 경우 대표 시·군의 낙후도를 기준으로 평가)	낙후정도가 심할수록 '사업시행'점수가 높고, 발달된 지역일수록 '사업미시행'점수가 높음
· 지역경제 활성화	해당사업의 시행으로 인한 지역경제활성화 효과	지역내 부가가치유발액GRDP(지역내 총생산)	비율이 높을수록 '사업시행'점수가 높음
· 사업추진의 의지 및 선호도	주무부처(중앙, 지방), 주민의 사업에 대한 선호도 및 숙원도 등 사업추진의 지	연구수행과정에서 얻는 정보를 정성적으로 판단	사업추진의지가 클수록 '사업시행'점수가 높고, 반대의견이 많을수록 '사업미시행'점수가 높음
· 재원조달 가능성	국가재정 상태 및 투자우선순위, 국고 지원의 적합성, 민자유치 가능성 등을 고려한 재원조달계획의 타당성	연구수행과정에서 얻는 정보를 정성적으로 판단	-
· 관련계획과 일치성	관련계획 및 정책과의 일치성	연구수행과정에서 얻는 정보를 정성적으로 판단	-
· 환경성	사업추진이 환경에 미치는 영향 및 민원발생 가능성	연구수행과정에서 얻는 정보를 정성적으로 판단	-

자료 : 공공투자관리센터(한국개발연구원), 2002

2) 경제성 분석

환경문제를 해결하기 위한 각종 사업은 그 경제성 분석에 다음과 같은 어려움이 따른다.

- 시장가격이 없는 자료에 의존한다.

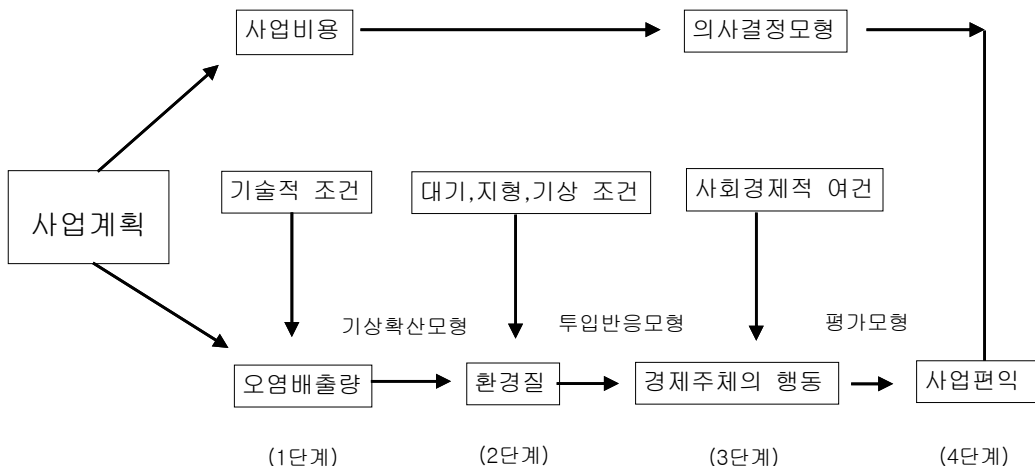
- 피해평가에 어려움이 따른다.
- 공평성의 문제가 발생한다.
- 세대 간의 공평성 문제를 야기한다.

한국개발연구원의 연구는(2001) 예비타당성조사 단계에서 모든 사업이 사전 환경성을 체계적으로 평가 할 필요는 없지만, 환경영향이 해당사업의 추진여부에 결정적 영향을 미칠 수 있다고 판단되는 사업에 대해서는 사전에 전문 검토가 필요하다고 지적하고 있다. 또한, 타당성조사단계에서 환경성을 평가하는 것이 최근의 국제적 추세이며, 영국은 타당성조사와 환경성평가를 동시에 실시하고, 미국이나 독일은 환경적측면의 평가항목이 타당성조사의 주요 항목이다.

사업의 환경성을 평가하기 위해서는 환경이라는 상품의 가치를 산정하는 과정이 필수적이다. 특히 예비타당성조사가 비용-편익분석기법을 이용하고 있는데, 여기에 환경가치를 반영 할 것을 제안하고 있다. 환경가치는 추정하기 어려운 단점이 있으나, 현재 개발된 다양한 평가기법들을 활용할 수 있다.

가) 평가절차

환경오염방지사업의 수행이 환경에 미치는 경제적 효과는 물론 환경질의 변화가 사람들에게 미치는 영향을 경제적 가치로 평가하기 위하여 일반적으로 다음의 그림과 같은 네 단계의 절차를 밟는다.<그림 3-17>



<그림 3-17> 환경오염방지사업이 환경에 미치는 경제적 효과 평가절차

(1) 1단계 : 어떤 사업의 시행으로 늘어나는 오염배출량, 또는 환경오염개선

계획의 수행으로 줄어드는 오염물질배출량을 측정.

(2) 2단계 : 오염배출량의 증감이 사업지역의 대기, 지형 또는 기상조건과 결합해 대기질 또는 수질에 미치는 영향을 기상확산모형(Climatological Dispersion Model) 또는 수질예측 모형 등을 이용하여 측정.

(3) 3단계 : 환경질 (예: 대기 중의 일산화탄소 또는 질소화합물의 농도)이 기업, 가계에 미치는 영향을 투입반응모형(Dose-Response Model)으로 측정.

(4) 4단계 : 가계의 효용변화 또는 기업의 이윤변화의 형태로 나타나는 경제주체의 반응을 측정.

이와 같이 오염방지시설의 설치로 영향을 받는 모든 경제주체의 편익과 그에 따른 사업의 비용을 상호 비교하여서 최종적으로 의사결정의 과정을 거친다. 위 4단계 중에서 투입반응모형과 평가모형이 주된 관심의 대상이 된다.

#### 나) 경제성 분석방법

경제성분석은 타당성조사에 있어서 가장 중요한 부분이다. 경제성분석은 사업의 경제적 가치가 어느 정도인지 판단할 수 있는 근거를 줌으로써 그 사업에 대한 정확한 이해를 돕고 정책적 분석의 필수적인 자료로 활용 된다.

주요 선진국과 세계은행 등 국제기관에서는 타당성조사 시 환경성을 고려하여 사업의 타당성을 객관적·과학적으로 평가하도록 하고 있으며, 타당성평가 시 환경오염, 갯벌 및 산림의 훼손 등 환경비용을 고려하는 확대비용편익분석(extended B/C Analysis) 등을 주요 수단으로 활용 하도록 하고 있다.

경제성분석은 먼저 다양한 통계학적 방법을 이용하여 수요를 분석한다. 그 다음으로 추정된 수요를 기초로 하여 편익을 추정하고, 대규모 개발 사업에 소요되는 총체적인 비용분석을 통해 얻어지는 비용수치를 이용하여 대상 사업의 타당성을 평가한다.

개발사업의 경제성을 평가하는 방법에는 편익-비용비율(B/C Ratio), 순현재가치(NPV), 내부수익률(IRR) 등이 있다.

#### 다) 타당성 분석의 접근방법

##### (1) 환경재의 가치화(가치평가)

##### (가) 환경재의 후생효과 측정

개발사업은 개발비용과 편익을 수반한다. 동시에 환경비용이 발생한다. 환경

질 저하 또는 환경오염유발(과거의 편익 상실 → 후생감소) → 환경비용 발생. 이러한 비용 측정이 환경경제학의 주요과제이다. 또는 환경개선 목적은 환경정책 시행으로 환경질 개선(오염발생 감소) → 소비자 후생증가로 이어진다.

문제는 환경재는 대부분의 경우 소유권의 결여에 따라 시장을 형성하지 못하기 때문에 환경재의 가격이 시장을 통해 명시적으로 드러나지 않는다는 데 있다. 즉 환경재의 가치를 현시하는 행위 관찰이 어렵다. 따라서 환경재의 가치추정에는 다양한 방법들이 사용된다. 가치평가의 이론적 배경으로 마샬의 소비자 잉여(CS)와 Hicks의 보상변화(CV), 동등변화(EV) 등의 개념이 있다.

보상변화는 가격하락 시 가격하락 이전과 동일한 후생수준을 유지하기 위해서 얼마를 지불할 용의가 있는가 하는 지불의사액(willingness to pay)을 나타내며, 동등변화는 가격하락을 소비자가 포기하는 대신 얼마를 보상받아야 하는가 하는 수용의사액(willingness to accept)을 의미한다.

#### (나) 환경가치의 분류

환경은 우리에게 매우 다양한 서비스를 제공한다. 환경에 대한 중요성의 인식이 확산되면서 환경의 가치에 대한 인식의 범위도 확산되고 있다. 환경자원의 보전가치에는 본질적으로 사용가치와 비사용가치 두 가지 요소가 포함되어있다.

- 사용자 가치: 보전된 자연자원에는 많은 방문객들이 찾아와서 즐기므로 환경의 가치는 그 자연환경이 인간의 만족도에 직접적으로 기여한 정도, 즉 실제적인 사용가치에 의해 판단되었다. 이렇게 인식된 자연자원의 가치를 “사용자가치”라 한다.

- 선택유보가치와 존재가치: 자연자원은 실제 이용자 뿐 만 아니라 미래의 잠재적 이용자들도 자연자원에 가치를 부여한다는 것이 인식되었다. 이 같이 인식된 가치를 “선택유보가치”(option value)라 한다. 어떤 자연자원의 장래 이용자가 생애 중 언젠가는 이용할 수 있을 것이라는 유보된 선택에 따른 지불용의가 있다는 것이다. 이보다 더 포괄적인 개념이 “순수존재가치”라는 것이다. 어떤 진귀한 자연자원의 존재 그 자체에 대한 인식만으로도 인간은 만족을 느낄 수 있으므로 이들의 보전에 가치를 부여하여야 한다는 것이다. 실증적인 연구들은 이러한 존재가치가 이용가치에 못지않은 중요한 것임을

밝히고 있다.

경제학자들은 개별 소비자들의 선호체계를 통해 표현되는 화폐적 가치에 중점을 두고 있다. 이런 맥락에서 가치란 주체와 객체사이의 상호작용에 의해서만 나타나는 것이기 때문에 가치란 어떤 사물의 고유한 질(intrinsic quality)을 나타내는 것이 아니다. 따라서 어떤 사물은 인간이라는 가치 판단자(human valuator)에 의한 소유가치의 인식에 대한 차이와 또 서로 다른 가치평가기법에 따라서 수량이 부여된 가치를 가질 수 있는 것이다. 경제적 부여가치는 개인의 보상지불의사(WTP: Willingness to Pay Compensation)와 보상채택의사(WTA)로 나타난다.

관련 문헌에서는 다음 세 가지의 기본적인 가치관계를 식별하고 있다: ① 개인의 선호를 통해 표시되는 가치 ② 사회적 규범을 통해서 표현되는 공공 선호가치 그리고 ③ 생태계의 물적 기능가치(functional physical ecosystem value) 등이다. 생태지향주의자들은(인간이 소유하는 가치로 표현되는) 제도적 가치와는 달리 본질적 가치, 선호와 관련되지 않은 가치의 구분을 강조하고 있다. 이들은 생태계 그 자체의 기능과 잠재력은 본원적 가치의 원천이라고 주장한다. 이러한 가치는 인간의 경험이 사멸된다고 하더라도 존재하는 것이다. 그러나 인간은 본원적 가치의 부분을 인간의 선호에 의해서-예를 들면, 다른 종(種)을 대신하여-평가할 수도 있으므로 경제학자들은 이러한 개념을 포괄하기 위해 존재가치(existence value)라는 용어를 사용한다.

수요곡선과 시장가격이 없는 상태 하에서도 여러 가지 비 시장가치 측정방법들이 고안되어 왔다. 예를 들면, 여행비용법, 만족가격(hedonic pricing) 등이 광범위하게 응용되고 있다. 여러 문헌들은 비 사용가치(non-use value: 유증(遺贈)가치와 존재가치)와 선택가치(option value)는 자연자원의 총 경제적 가치의 부분으로서 집계되어야 한다고 제안하고 있다.

총경제가치 = 총사용(자)가치 + 존재가치(본원적 가치: intrinsic value)

총사용가치 = 실제 사용가치 + 선택가치

선택가치 = 사용가치(개인) + 사용가치(미래 세대) + 사용가치(타인: 개인 대리가치)

자연에 존재하는 동식물은 인간의 생존을 위해 필수적이다. 실제 인류가 이용하고 있는 종의 수는 전체 종의 극히 일부분에 지나지 않는다. 유전공학

등의 발전과 함께 그 동안 쓸모없는 것으로 알려진 동식물이 인간에게 큰 효용을 제공할 수도 있다. 이와 같이 과학기술이 불완전함에 따른 자연자원의 효용에 대한 불충분한 인식, 그리고 인간의 소득과 기호가 바뀔에 따른 자연자원의 가치상승 등을 고려한 선택가치 등이 자연의 경제적 이용에 앞서 충분히 고려되어야 할 것이다.

(2) 가치평가 방법

(가) 주관적 평가접근 방법

오래 전부터 일반적으로 사용되고 있는 방법으로서 계획가의 주관적 판단이나 정책입안가의 정치적 의지에 전적으로 의존하는 방법이다. 자료나 분석비용이 부족할 경우, 환경변화를 예측하기 어려울 경우, 소규모 투자 사업으로서 결과가 분명할 경우에 유용하다. 이 방법의 단점은 다음과 같다. 첫째, 계량화 할 수 있는 척도들을 사용하지 않기 때문에 평가자에 따라 대안이 달라질 수 있다. 둘째, 어떤 대안에 대한 목표의 합치도를 주관적 판단에 의존하기 때문에 객관성을 확보하기 어렵다. 셋째, 사업이 야기할 수 있는 영향들을 구체적으로 파악하기 어렵고, 넷째, 대체사업들과 비교하여 해당 사업의 타당성을 검증할 수 없다. 다섯째, 많은 대안들을 검토하기 때문에 바람직한 대안을 파악하기 어렵다,

① 순수 주관적 판단법

여러 개의 대안을 놓고 별다른 절차 없이 전적으로 계획가의 주관적 판단이나 정책입안자의 의도에 의존하여 결정하는 방법이다. 사업의 결과를 예측하는 과정을 완전히 배제할 뿐만 아니라 현실적인 여건에 대한 정책결정자의 인식을 기반으로 하기 때문에 사업 전후에 파생되는 각종 문제점들에 대한 대안을 수립하기 어렵다는 것이 단점이다. 규모가 크거나 사업이 미치는 영향의 범위가 큰 공공투자사업에 적용하기는 적합하지 않으나 향후 전망에 필요한 자료가 부족하여 인간의 직관에 의존하는 것이 보다 합리적일 경우에는 유리한 방법이다.

② 서열법

사업의 목표를 설정하고 대안별로 목표와의 합치성에 대해 주관적으로 점수를 부여하여 우선순위를 정하는 방법이다. 순수 주관적 판단법과 비교해 볼 때, 나름대로 사업의 효과를 분류하고 점수화함으로써 우선순위를 결정하기 때문에 전향적인 기법이다. 다만, 점수화하는 과정이 순수하게 주관적인

절차에 따르기 때문에 대규모 공공투자사업에는 적합하지 않다.

### ③ 델파이법

주관적 평가방법의 문제점인 평가자의 주관을 최소화하기 위하여 관련 전문가들의 의견을 수렴하는 방법이다. 즉, 대안평가에 관련이 있는 정책입안가나 전문가와 같은 다양한 계층에게 설문지를 배포하여 대안을 주관적으로 비교·평가토록 한 후, 이를 취합하여 그 결과를 알려주어 수차례 반복 수정을 통해 다시 평가함으로써 주관적 평가를 객관화하는 방법이다. 선정된 전문가들이 서로 누가 어떤 의견을 내는지 모른다는 “고립성” 한 번의 의견조사에 그치지 않고 의견이 수렴될 때까지 여러 차례 반복하여 조사를 실시한다는 “반복성” 반복할 때 마다 이전의 조사결과를 요약하여 응답자에게 제시해 주는 “환류성”이다

### ④ 리커드 척도법

평가자가 사업시행으로 인한 영향의 정도를 기술하고 그에 대한 등간 척도를 수치로 제시하여 의견을 수렴한 후, 글 결과를 통계 처리하는 방법이다. 척도의 구성이 간단하며, 측정의 정밀성을 확보할 수 있다는 것이 장점이지만 서열척도라는 한계가 있고, 점수를 단순합산하기 때문에 응답자의 태도를 명확히 알기 어렵다는 것이 단점이다.

#### (나) 비용-편익 평가법

사업시행에 따른 사회적·경제적 효과를 검증하기 위하여 경제적인 편익과 비용을 현재 가치로 환산하여 비교·분석함으로써 사업의 우선순위나 타당성을 평가하는 방법으로서 “경제성분석”이라고도 한다. 단일한 공공투자 사업의 타당성평가나 사업 간의 우선순위를 결정하기 위한 계량적 지표로도 자주 이용된다. 단점은 규모가 큰 사업에 대해서는 사업시행으로 인해 유발되는 여러 가지 직·간접 효과와 비용을 계량화하여 구체적으로 분석해야 하며, 다수의 소규모 사업일 경우에는 분석에 많은 시간과 비용을 필요로 한다는 것이다.

#### (다) 종합적 평가법

이 방법은비용-편익분석법에 기초하지만 계량화 된 인자뿐만 아니라 계량화가 불가능한 인자들도 고려할 수 있다. 즉, 다양한 가치들을 상정하고 목표에 대한 이들의 기여도를 감안하여 마련된 “다판단 기준”에 따라 정책결정자가 합리적으로 의사판단을 할 수 있도록 하는 방법이다.



① 계획대차대조표 기법

이 기법은 비용=편익분석이 계량화 할 수 있는 변수들로 국한된다는 단점을 보완하기 위한 기법이다. 즉 대상사업을 여러 계층들로 서로 관련된 사업으로 보고 이들 목록을 작성한 후, 사업으로 인해 이들이 받는 모든 사항들을 금전적 혹은 물량적으로 계산하고, 계량화가 불가능한 사항들도 기재하여 하나의 표로 정리한다. 이 중에서 이중계산, 대체 지불, 공통항목들을 삭제하여 완전한 대차대조표를 작성함으로써 공공측변에서의 이점과 결점이 요약되고 많은 정보가 제공되어 합리적인 정책을 결정하게 하는 기법이다. 그러나 이 기법은 단일한 평가척도로 나타나지 않기 때문에 우열을 판단하기 어렵다는 것이 단점이다.

② 체크리스트 기법

체크리스트법은 전체적인 가치에 영향을 미칠 항목과 향유 발생될 영향의 종류를 연계시켜 나타내는 가장 간편하고도 전형적인 기법이다. 체크리스트기법에는 각 항목과 영향의 성격을 연계시켜 영향의 유무를 확인하는 단순체크리스트 기법, 영향의 크기를 +5에서 -5까지 구분하고, 이를 상대 평가하여 나타내는 척도 체크리스트기법, 영향이 미칠 기간을 영향의 종류별로 장기 또는 단기로 구분하여 나타내는 기법, 이들을 종합하여 하나의 체크리스트로 나타내는 기법 등이 있다. 상위기준을 설정하고, 각 기준에 해당되는 하위 지표들을 채택한 다음 각 기준별 지표의 평가치를 산정한 후, 지표별 가중치와 합산하여 이를 부문별로 비교하여 우선순위를 결정하는 기법이다. 이 방법의 장점은 비용-편익분석법에 비하여 다양한 투자우선순위 결정기준을 고려할 수 있으며, 계산방법이 간편하다는 것이다. 단점으로는 개발부문별로 상이한 결정기준이나 지표를 택할 필요가 있을 경우에는 서로 다른 부문 간의 직접적인 비교가 곤란하다는 것이다.

③ 매트릭스 법

이 방법은 각종 행위와 그 행위로 인해 영향을 받는 항목과의 인과관계를 나타내는 전형적인 종합분석 기법중의 하나이다. 1971년 Leopold는 100여 가지의 행위와 88개 환경항목을 설정하여 이들의 인과관계를 시각적으로 나타내었다. 그는 제안된 행위와 영향을 미치는 인자간의 인과관계는 환경영향의 크기와 중요도를 나타낼 수 없으므로, 이러한 단점을 보완하기 위해 환경영향의 정량화와 등급화 매트릭스를 개발하였다. 그 후, Lohani와 Thanh 은 이

를 보다 단순화하기 위해 환경영향의 크기와 중요도를 곱하여 합산하고, 여기에 우선도를 곱하여 하나의 수치로 평가할 수 있는 방법을 개발하였다.

④ 복합변수 의사결정 분석법

양적 기준과 질적 기준이 혼합되어 있는 경우에 적용할 수 있는 방법으로서 측정할 수 없는 변수들에 대해서는 주관적 판단을 뒷받침하기 위해 효용곡선을 이용한다. 의사결정자의 주관적 판단에 따라 구체화되므로 신뢰할만한 자료만 제공된다면 매우 유용한 기법이다.

⑤ 목표성취 행렬법

주관적이거나 확실적인 목표를 계량화하는 방법이다. 즉, 계획의 목표를 명확히 한 수, 각 목표에 대한 대안별 상대적 달성도를 산출하고, 각 목표의 중요도에 따라 가중치를 부여하여 이를 각 목표별 달성도와 곱하여 모두 합산함으로써 하나의 종합지표로 비교, 평가하는 기법이다. 계획에 관련된 모든 변수들을 하나의 지표로 나타낼 수 있으며, 정책결정자를 평가치 추정이나 가중치 부여 과정에 참여시킬 수 있다는 것이 장점이지만 상대적인 계량화만 가능할 뿐 비용-편익분석과 같이 절대적인 타당성 평가는 할 수 없다는 것이 단점이다.

⑥ 공조분석법

여러 가지 판단기준에 의해 두 개의 대안을 평가하는 기법이다. 즉, 대안에 대한 의사결정자의 선호도를 체계적으로 밝혀내어 대안의 우열성을 식별하는 방법이다. 이 방법은 판단기준과 정책대안이 많을 때, 판단기준을 계량화하여 의사결정자에게 제공함으로써 그들의 반응을 과학적으로 도출해 나아가는 기법이다.

(4) 장·단점 비교

이상에서 살펴 본 평가방법별 장·단점을 간략히 요약하면 다음 (표3-67)와 같다.

(표 3-67) 가치평가 방법별 장·단점

구 분	장 점	단 점
<b>주관적평가접근법</b> -순수주관적 판단법 -서열법 -델파이 법	-자료, 분석 비용이 부족한 경우, 환경변화를 예측하기 어려운 경우, 소규모 투자사업으로서 결과가 분명 할 때 유용 -향후 전망에 필요한 자료가 부족하여 직관이 합리적일 경우에 유리 -사업효과를 분류, 점수화하여 사업의 우선순위로 결정 -반복수정으로 주관적 평가를 객관화 -고립성, 반복성, 환류성이 특징	-객관성 확보가 어려움 -사업의 영향 파악이 곤란 -대체사업과의 타당성 비교, 검증곤란 -바람직한 대안 파악이 곤란 -사업 전후 파생되는 문제점들에 대한 대안 수립이 곤란 -대규모 공공사업에는 부적합 -점수화 과정이 주관적이어서 대규모 공공사업에는 부적합 -반복과정이 복잡하고, 긴 시간이 소요
<b>비용-편익평가법</b>	-금전적 가치로 계량화되므로 비교가 명확함	-계량화의 한계 및 어려움 -다수의 소규모 사업은 분석에 많은 시간과 비용 필요
<b>종합적평가법</b>		
-계획대차대조 표법	-계량화가 어려운 항목도 고려가능 -계량, 비계량 요소를 모두 고려가능	-단일지표로 나타나지 않아 인자간의 상대적 우열비교가 곤란
-체크리스트법	-비용, 편익법에 비해 다양한 투자우선 순위 결정기준을 고려할 수 있음 -계산방법 및 적용이 간편.	-부문별로 상이한 결정기준이나 자료를 채택할 경우에는 다른 부문 간의 직접적 비교가 곤란함
-복합변수의사 결정분석법	-양질, 질적 기준이 혼재된 경우에도 적용할 수 있음	-신뢰할만한 자료 확보가 관건임 -주관적 판단에 따름
-메트릭스법	-단일지표를 이용	-인자간의 인과성 규명이 곤란
-목표성취행렬법	-단일지표를 이용 -가중치 산정과정에 정책결정자 참여 -이자간의 가중치를 고려함	-상대적 계량화만 가능 -절대적 타당성 평가는 곤란
-공조분석법	-계량화된 판단기준을 이용함.	-여러 개의 대안비교에는 불리

자료: 자연형 하천정비를 위한 하천환경특성 분석연구, 박태선, 2004, p146.

(3) 표준화 방법

일반적으로 이용되고 있는 대표적인 표준화방법들로는 정규분포상의 표준치 적용법, 순위적용법, 기준치비율 적용법이 있다.

(가) 정규분포 상 표준치 적용법

모든 대안에 대하여 각 인자별 점수를 정규분포로 가정하고, 정규분포상의 표준치를 계산하여 이를 적용하는 방법이다. 모든 인자에 대하여 표준치를 계산할 경우, 서로 다른 의미의 인자를 단일한 척도로 효과적으로 이전시킬

수 있다는 것이 정점이지만 평균치 이하의 점수에 대하여는 음수 값이 산정되기 때문에 이에 대한 처리를 별도로 해주어야 한다는 것이 단점이다,

(나) 순위 적용법

20개의 사업이 상정되었을 경우 모든 대안들을 한 인자의 평점 순으로 나열한 후, 순위를 높게 보아야 할 인자의 경우에는 1위는 대안의 개수를 점수로 하여 20점, 2위는 19점 등으로 부여하는 방법이다. 인자별 점수는 명확하게 부여할 수 있지만 사업 수에 따라 모든 대안의 점수가 변할 수 있으며, 비율 척도인 인자점수를 서열척도인 등 간격으로 전이시키면서 점수에 왜곡이 발생할 수 있다는 것이 단점이다.

(다) 기준치 비율 적용법

각 인자의 비율을 설정하는 작업이 오히려 값을 왜곡시킬 수 있다. 예를 들어 사업비를 30억 원이라고 가정하고, 이를 기준으로 비율을 적용할 경우 피해주민을 몇 명으로 하는 것이 타당할 것인가를 판단하는 것은 매우 어려운 일이다.

(라) 상한치내 전이법

부여된 평가점수의 최대치를 100점으로 보고 다른 사업의 대안 점수를 같은 비율로 환산하는 방법이다. 즉, I 항목에 대해서 A 사업의 평가점수가 최대값으로 300이고, B사업의 평가점수가 240이라면, A사업의 점수는 최대값이므로 100점이 되고 B사업의 점수는 80점이 되는 것으로 보는 방법이다. 한 인자 내에서는 주어진 점수와 동일한 비율로 적용될 수 있기 때문에 등간척도화 되지 않는다는 것이 장점이다. 그러나 추가된 대안의 평가점수가 기존 평가점수의 최대치 이상일 경우 모든 대안의 평가점수를 다시 계산해야 하며, 각 인자들을 모두 100점 만점으로 본다는 점이 단점이다.

(마) 장·단점 비교

이상에서 살펴 본 표준화 방법별 장·단점을 간략히 요약하면 다음 (표 3-68)와 같다.

(표 3-68) 표준화 방법별 장·단점

방법	장 점	단 점
표준치 적용법	-모든 인자에 대해 표준치를 계산하면 서로 다른 의미의 인자를 단일한 척도로 효과적으로 전이 시킬 수 있음	-평균치 이하의 점수는 음수 값으로 산정되므로 별도로 처리해야 함.
순 위 적용법	-인자별 점수를 명확히 부여할 수 있음	-사업의 개수에 따라 모든 사업대안의 점수가 변할 수 있음. -비율척도인 인자점수를 서열척도의 등간격으로 전이시키면서 점수 왜곡이 발생 할 수 있음.
기준치 비율 적용법		-각 인자의 비율을 설정하는 작업이 값을 왜곡시킬 수 있음. -기준치 설정이 문제시 됨.
상한치 내 전이법	-한 인자 내에서는 주어진 점수와 동일한 비율로 적용될 수 있기 때문에 등간척도화 되지 않음	-추가된 사업의 점수가 기존 평가점수의 최대치 이상일 경우에는 모든 대안의 평가점수를 재계산해야 함 -모든 인자를 각각 100점 만점으로 봄.

## (4) 가중치 산정 방법

가중치를 산정하는 방법은 매우 다양하며 조사목적, 항목 중요도, 체계구성 그리고 설문조사의 용이성 등 따라 적용하는 방법이 다르다. 대표적인 가중치 산정방법으로는 척도표시법, 순위척도법, 전문가에 의한 점수 할당법, 다중회귀분석법, 교환분석법, 통계적 방법, 개인질문법, 집단설문법, 계층분석법(AHP : Analytic Hierarchy Process), 컨조이트 분석 등이 있다.

## (가) 척도표시법

의견조사를 통해 각 인자들의 중요도를 5점 척도나 7점 척도로 표시하게 한 후, 그 결과를 통계처리하여 가중치를 산정하는 방법이다. 인자간의 상대적 중요도를 파악하기 어렵고, 질문의 표현방법에 따라 응답이 달라지는 것이 단점이다.

## (나) 순위척도법

여러 개의 인자를 설정한 후, 각 인자에 대한 선호도 순위를 정하고, 글 결과를 통계 처리하여 선호도가 가장 높은 대안을 선정하는 비교적 단순한 방법이다. 순위 자체는 우선도를 나타낼 뿐 가중치나 상대적 중요도를 의미하지 않는다. 우선순위에 따라 부여하는 점수 자체가 임의적일 수 있다는 것이

단점이지만 어떠한 방법이든 인자의 중요도를 명확하게 나타낼 수 없다는 점과 인간의 사고방식에 적합하다는 점에서 유용하게 이용될 수 있다.

(다) 전문가에 의한 점수 할당제

개별 인자들이 종합평가치에 어느 정도 기여하는가를 아는 전문가들이 총100점을 각 인자별로 배분하되 중요한 인자에는 높은 가중치를 할당하고, 덜 중요한 인자에는 낮은 가중치를 할당하는 방법이다. 가중치는 객관적인 사실에 기초하여 전문가들의 분석과 판단에 의한다. 100점을 배분하는 과정에서 상대적 중요도가 반영되며, 신속하게 가중치를 도출할 수 있다는 것이 장점이지만 인자수가 증가하면 판단이 어려워지고, 각 인자의 측정단위, 상한과 하한, 과제의 내용 등을 구체적으로 고려하지 못한다는 것이 단점이다.

(라) 다중회귀분석법

각 대안들의 프로필을 보여주고 100점 만점으로 대안별 총점을 매겨 그 점수와 프로필에 대한 인자간의 상호관계를 회귀분석 하는 방법이다. 이 방법은 응답자들의 저항감은 없으나 신뢰성 있는 회귀식을 얻기 위해서는 다수의 프로필을 준비해야 하며, 프로필의 체계적 설계와 세심한 구성이 필요하다.

(마) 교환분석법

한 인자에서는 손해를 보고 다른 인자에서는 이득을 보아 종합적으로 득실이 “영(0)” 이 되게 하는 방법이다. 즉, 인자1의 가치 증감량과 인자2의 가치 증감량이 각각의 가중치에 의해 같아지도록 함으로서 응답자의 가중치를 구하는 방법이다. 다른 방법들에 비해 이론적 타당성을 갖추고 있으나 질문과 응답에 많은 시간과 노력이 필요하다는 것이 단점이다.

(바) 통계적 방법

개별 인자들에 대하여 전문가가 가중치를 할당할 경우, 주관이 개입될 수도 있으므로 설문조사에 기초하는 통계적 방법이다. 이 방법은 설문조사에 의해 종합 평가치와 개별 평가치를 구한 후, n개의 개별 평가치에 대한 종합 평가치를 추정하는 중회귀식을 구하여 개별항목별 편회귀 계수를 가중치로 채택하는 방법이다.

(사) 개인질문별

개인에게 인자별 가중치를 질문하여 구하는 방법이다. 전문가에 의한 방법보다 다양성은 확보할 수 있으나 설문 응답자 수가 많아야 하며, 조사시간도 많이 소요된다는 것이 단점이다. 그러나 대상자의 의식측정을 기초로 하는 계량 심리학적 방법이고, 결정이론과 관련 된 다양한 계량심리학적 방법들이 개발되어 있다는 것이 장점이다.

(아) 집단 설문법

환경가치를 평가하기 위해서는 특정집단의 가치관을 가중치에 반영시키는 것이 바람직하다. 이를 위해, 가장 일반적으로 이용되는 방법이 델파이법(Delphi)과 NGT(Normal Group Technique)법이다. NGT법은 즉시 델파이법과 유사한 방법으로서 회담자가 한 곳에 모여 직접 대면하여 정보를 교환하는 방법이다. 이 방법은 4~8명의 구성원이 순위를 정하고, 그 내용을 정리한 후 구성원 상호가 확인하는 회의를 진행한다. 각자의 생각을 집단적으로 검토한 후 가중치를 결정하는데 이 과정에서 집단 가중치가 구해진다.

(자) 계층적 분석법

여러 개의 상반되는 기준에 따라 의사를 결정할 경우에는 계량화가 어려운 부분이 많기 때문에 결정자의 주관적, 감성적 판단에 의하게 된다. 계층적 분석법은 이러한 경우에 주로 사용하는 방법으로서 “계층구조도 → 쌍체비교(Paired Comparison) → 중요도 결정 → 종합적 중요도 계산”이라는 절차를 거쳐 결정하는 다 기준 의사결정방법이다. 인자들이 미치는 영향을 상대적 크기나 강도를 숫자로 나타내기 때문에 의사 결정시 객관적 지표로 사용할 수 있다. 또한 차선의 대안을 수치적으로 비교할 수 있기 때문에 각 대안별로 종합적인 비교·검토가 가능하다는 것이 장점이다.

(차) 컨조인트 분석

인자들을 몇 개의 수준으로 구분한 후, 각 수준에 대해 가중치를 추정하는 방법이다. 인자별 수준에 부여하는 선호도를 “부분가치”라 하며, 이들을 합산하여 가장 선호되는 순위나 대안을 선택하는 방법이다. 통계분석 프로그램인 SAS나 SPSS를 이용할 수 있기 때문에 최근 들어 많이 이용되고 있다. 전술한 가중치 산정방법별 장·단점을 간단히 요약하면 다음 (표3-69)와 같다.

(표 3-69) 가중치 산정방법별 장·단점

방 법	장 점	단 점
척도표시법	-적용이 용이함	-인자간의 상대적 중요도 파악이 곤란함 -질문의 표현방법에 따라 응답이 다름.
순위척도법	-인간의 사고방식에 적합함 -적용이 용이함	-순위는 우선도를 나타낼 뿐 가중치나 인자간의 상대적 중요도 파악이 곤란 -우선순위에 따라 부여하는 점수 자체가 임의적 일 수 있음 -조사항목이 많으면 왜곡된 결과 노출
점수할당제	-점수를 배분하는 과정에서 균형 잡힌 상대적 중요도의 도출이 가능 -가중치 도출이 신속, 용이함	-인자수가 증가하면 배점이 곤란함 -인자의 측정단위, 상한과 하한, 과제의 내용 등을 구체적으로 고려하지 못함
다중회귀분석법	-작성자의 저항감이 없음	-다수의 프로필을 준비해야 함 -프로필의 설계와 구성이 곤란
개인질문법	-전문가 방법보다 다양성 확보가 가능 -대상자의 의식측정을 기초로 하는 계량 심리화적인 방법 -보편적 객관성을 확보할 수 있음	-설문지수가 많고, 시간도 많이 소요 -국민적 이해가 어려운 내용에는 적용이 곤란함
교환분석법	-이론적 타당성을 잘 갖추고 있음	-질문과 응답에 많은 시간과 노력 필요
계층분석법	-숫자를 지표로 사용하므로 인자들의 영향을 상대적 크기로 표시 가능 -대안별로 종합적인 비교, 검토가 가능 -판단의 적합성 검토가 가능	-조사방법이 까다롭고 긴 시간이 필요 -전문가 집단으로 조사대상을 한정하는 것이 바람직.
컨조이트	-통계분석 프로그램의 이용이 가능	

(5) 환경가치의 측정방법

환경가치를 측정하는 방법론도 다양하게 개발되고 있으며 환경개선에 따른 편익을 추정하기 위한 환경가치를 측정하는 방법론도 다양하게 개발되고 있다. 사용가치의 시장가치평가로서 일반적 수요분석이론, 사용가치의 비시장가치 평가인 암묵가격으로 추정하는 방법, 비사용가치의 비시장가치평가로서 조건 부가치측정법 등이 있다.

(가) 여행비용모형

여행비용법(the Travel Cost Method(TCM))- Harold Hotelling에 의해 1947년 처음 제안되었다. 관광지등 특정 자연자원을 이용하기 위해 이용자가 동 지역에 도달하기 위해서 그리고 도착하여 지출한 비용을 추정하여 동 자원의 가치로 평가하는 기법이다.



1959년 Clawson은 가계의 생산함수에 기초하여 소비자들이 지출하는 비용(여행에 소요되는 비용)에 기초하여 자연환경이 제공하는 환경편익의 크기를 추정하였다.

•단일지역모형(single-site TC model)

소비자의 선호는 평균적으로 모든 지역을 통해 유사하며 자연경관에 대한 수요는 일인당 방문횟수를 사용하고 여행비용은 주어진 환경재에 대한 암묵가격으로 수요함수는 다음과 같다.

$$X_{ij} = f(p_{ij}, q_{ij})$$

$p_{ij}$  는 j 번째 개인의 I 번째 지역에 대한 여행비용,  $q_{ij}$  는 거리나 환경질 등의 지역특성을 나타내는 변수 벡터,  $X_{ij}$  는 여행횟수.

•다지역모형(multi-site TC model)

서로 다른 지역 간의 대체성을 반영하기 위한 모형으로 서로 다른 지역으로의 여행을 고려하기 위해 다수의 여행지를 동시에 분석하는 연립방정식 형태의 수요체계접근방식을 사용한다.

(나) 헤도닉가격모형

헤도닉가격기법(the Hedonic Price Method(HPM)): 토지, 주택, 직장 등이 환경질에서 차이가 나는 지역에 입지 할 경우 이들 차이를 야기케 하는 인자들을 평가하여 환경의 가치를 평가하는 방법이다.

명시적 시장이 없으므로 주택이나 노동(직업)과 같은 대체시장(surrogate market)을 이용하여 간접적으로 환경재에 대한 가치를 측정하는 방법이다. 예를 들면, 대기질이 주택가격을 결정짓는 요소가 된다면 또는 직장 내에서의 사망률이 직장에서의 임금수준에 영향을 미치는 요인으로 작용한다는 것이다.

(다) 회피행위접근모형

회피행위접근법(the Avertive Behavior Method(ABM)): 실제 또는 잠재적으로 환경의 질이 떨어질 때 사람들이 스스로를 보호하기 위하여 지불하는 비용을 관찰하여 얻은 정보를 이용하여 환경의 가치를 평가하는 방법이다.

여행비용모형과 마찬가지로 가계생산함수에 기초하여 악화된 환경질을 회피하기 위해 소요되는 지출로 환경질 저하에 따른 후생의 감소를 측정할 수 있다. 이러한 후생의 감소정도가 주어진 환경재에 대한 소비자의 가치를 반영한다고 본다.

회피지출이 정확한 후생지표로 사용될 수 있는 조건은 다음과 같다

- 비결합성의 만족
- 회피지출은 환경질에 대한 완전대체재가 될 수 있어야 한다.
- 가계의 효용함수는 오직 가계가 생산하는 산출물만을 포함하여야 한다.

회피지출은 비결합성(nonjointness)을 만족시켜야 한다. 이는 회피지출로 인해 환경질의 저하를 상쇄하는 것 이외의 추가적인 편익을 발생시켜서는 안 된다는 것이다. 예를 들면, 수질정화장치를 가동시키기 위해 추가적인 지출이 이루어졌다면 이는 오염물질에 의한 지하수 오염만을 정화하는 데 정확히 사용된 것이라야 한다는 것이다. 문제는 현실에서 이러한 조건들을 만족시키는 정보를 확보하기가 쉽지 않다는 데 있다. 회피행위를 위한 비용지출을 엄격하게 분리하기 어렵다. 회피행위로 인해 환경질 악화를 완전 상쇄하기가 힘들면 회피지출로 인한 환경재의 가치평가는 과소 추정될 가능성이 있다.

#### (라) 조건부가치측정법

조건부 가치평가법(the Contingent Valuation Method(CVM)): 1947년 Ciriacy-Wantrup에 의해 처음 제안 되었다. 설문조사를 통해서 응답자에게 해당자원을 보전하기 위해 지출하고자하는 지불의사를 직접 물어서 사회적 가치를 측정하는 방법이다.

대체시장을 통한 간접분석방식을 적용하기 힘든 경우는 회피행위가 존재하지 않을 때, 또는 지역 간 환경질의 차이가 충분히 나타나지 않는다면 여행비용 접근법도 적용하기 어렵다. 이러한 한계점을 극복한 것이 조건부가치측정법(CVM: Contingent Valuation Method)이다. 이는 설문조사를 통해 특정 환경재의 가치를 직접적으로 도출해 내는 방식이다. 1963년 R. Davis이 실외 레크리에이션(사냥)활동의 가치를 연구하였으며, 1974년 Randall 등이 CVM의 이론기반 발전시켰으며, 경매방식을 통해 소비자들의 MWP를 추정하는 등 현재 환경재의 가치측정에 있어 가장 널리 활용되는 방법론이다.

#### ① 적용단계

##### ㉠ 1단계: 환경재에 대한 가상적 시장을 설정

예를 들면 수질개선정책과 그 기대효과 및 추가 활용가능 재원에 대해 설하면서 지불방식(payment vehicle: 세금, 부담금, 사용료 등)도 설명한 후 응답자의 응답을 유도한다.

##### ㉡ 2단계: 설문조사(직접면담)를 통해 응답자의 지불의사금액을 다음의 방식

을 통해 확보:

- 경매방식(bidding game)

실제 경매행동을 모방. 반복과정을 통해 응답자의 최대지불의사액을 유도. 그러나 starting point bias(출발점 편의)의 단점을 갖는다.

- 직접질문법(open-ended question)

출발점 편의를 해소하기 위해 응답자에게 자신의 최대 지불의사액을 묻지만 (경험이 없는) 환경재에 대한 화폐가치 제시에 어려움이 많아 응답회피경향이 많다.

- 지불카드법(payment card)

앞의 경매방식과 직접질문법의 방식을 보완. 특정 환경재의 질적 수준을 구체적으로 제시하며, 소득계층별로 다양한 공공재화(특정 환경재와는 무관한)에 대한 평균지불금액을 제시.

- 양분선택법(dichotomous choice format)

응답자는 주어진 금액에 대해 “예/아니오”로 응답. 찬성/반대의 투표행위와 유사. 응답율을 높임. 지불의사액을 추정하는 과정에서 비효율성을 동반. 수집된 자료(금액)은 간접 지표.

\* 이중 양분선택법(take-it-or leave it with a follow up): 양분선택법의 보완방식.

㉠ 3단계: 설문응답 자료에 기초하여 평균지불의사액을 추정. 앞의 경매방식, 직접질문법, 지불카드법의 경우에는 응답자들의 지불의사액을 직접 확보할 수 있지만, 양분선택법의 경우 불완전한 정보를 가지고 추정해야 한다.

㉡ 4단계: 표본에서 추정된 지불의사액을 인구 전체의 총가치로 확장. 인구의 범위는 사전에 결정. 환경재의 공급에 따른 사회적 편익을 합산하는 기간을 결정 (장기간 발생하는 편익에 대해서는 도출된 지불의사액에 대해 일정한 할인율을 적용하여야 하므로). 그러나 할인율 적용시 세대간의 형평성 문제가 대두된다.

## ② CVM의 문제점

- 가상적 편의(hypothetical bias)
- 전략적 편의(strategic bias)
- 정보 편의(information bias, design bias)
- 지불수단 편의(payment vehicle bias)

- 고정점 편의(anchoring bias)
- 포함 효과(embedding)
- 지불의사액(WTP)과 수용의사액(WTA)간의 괴리
- 무응답 편의(nonresponse bias)

이러한 문제를 보완하기 위해 CVM 전문가들은 설문지에 대한 사전조사(pre-testing), 응답 자료의 보완, 설문지의 완성도 제고, 조사자에 대한 세심한 교육 등의 노력을 경주한다.

(마) 다속성효용평가법(the Multi-Attribute Utility Assessments(MAUA)): 조건부가치평가법과 다속성 효용 이론을 결합하여 환경가치를 평가하는 방법이다. 이 방법은 자연자산이 가진 다양한 속성가치를 분석하는데 유용하다.

#### (6) 수질오염비용

수질오염의 피해는 식수사용의 피해, 여가활동 기회에 대한 피해, 인간의 건강에 대한 피해를 들 수 있다. 수질오염으로 인한 인간건강에 대한 피해는 대표적인 것으로 두통, 관절과 뼈의 약화, 시력장애, 언어장애, 손발마비현상, 암의 원인 제공 등이 있다.

수질오염으로 인한 식수 사용의 피해는 식수 구입비용을 대체 비용으로 활용할 수 있으나 이는 수질오염으로 인한 식수 사용 피해의 최소가치에 해당된다. 수질오염으로 인한 여가활동 피해비용은 가장 널리 추정되고 있는 사례 중 하나로서 수영, 어로, 낚시, 레프팅, 보트타기 등의 여가활동용 이용가치를 상실하기 때문에 손실비용으로 추정한다.

수질오염의 환경적 피해로 조류 및 동식물의 서식지 파괴, 생물다양성 손실, 연구 및 교육지원용 가치상실 등은 시장가격으로 그 비용을 환산할 수 없다. 수질오염의 건강피해비용은 어떤 종류의 건강피해를 선택하는가에 따라 그 값이 크게 차이가 있어서 한 가지로 정하기 어렵다. 또한 수질오염으로 인한 건강피해 간의 역학적 인과관계를 입증하기 어려운 경우는 진정한 수질오염 피해 비용으로 수용하기 어려운 점도 있다.

따라서 본 연구에서는 수질오염으로 인한 보편적이고 널리 알려진(수질오염 물질과 건강피해 간의 역학관계가 입증된) 질병요소를 선택하여 수질오염 피해비용을 산출 할 것을 제안한다.

수질오염으로 인한 직접 사용가치의 피해는 어업, 농업, 제조업 활동의 피해를 말할 수 있으며 이들 피해비용은 대부분 시장가격을 통해 파악이 가능하

다. 즉, 수질오염으로 인한 어업활동에 대한 피해비용은 어획량 감소에 따른 어업소득 감소, 양식 산업 피해금액으로 추정한다. 수질오염으로 인하여 농업 및 제조업 부문에서의 생산 활동에 미치는 피해비용은 농작물 수확량 저하나 제조업의 수 처리시설을 추가로 설치하는 비용을 추정한다.

수질오염 피해액 추정방법으로 농업생산 감소 피해액 추정은 헤도닉가격기법, 조건부 가치 평가법, 다속성 효용 평가법 등이 이용되고 있다. 수질오염이 인체에 미치는 피해액을 추정하는 방법으로는 회피행위 접근법, 조건부 가치 평가법, 다속성 효용 평가법 등이 주로 사용되고 있고 헤도닉가격기법도 제한적으로 사용 가능하다. 여가활동 기회박탈에 대한 피해는 곧 여가활동의 가치이므로 수자원의 가치추정에서와 마찬가지로 여행비용법, 조건부 가치 평가법, 다속성 효용 평가법 등이 사용 가능하고 헤도닉가격기법도 제한적으로 사용 가능하다.

여러 가지의 적용 가능한 기법들 중 어느 것을 선택할지는 어떠한 편익 또는 비용을 평가할 것인가, 획득할 수 있는 자료, 정보의 양이 어느 정도인가 등에 따라 달라지기 때문에 상황에 따라 적절한 평가방법을 선택하여야 한다.

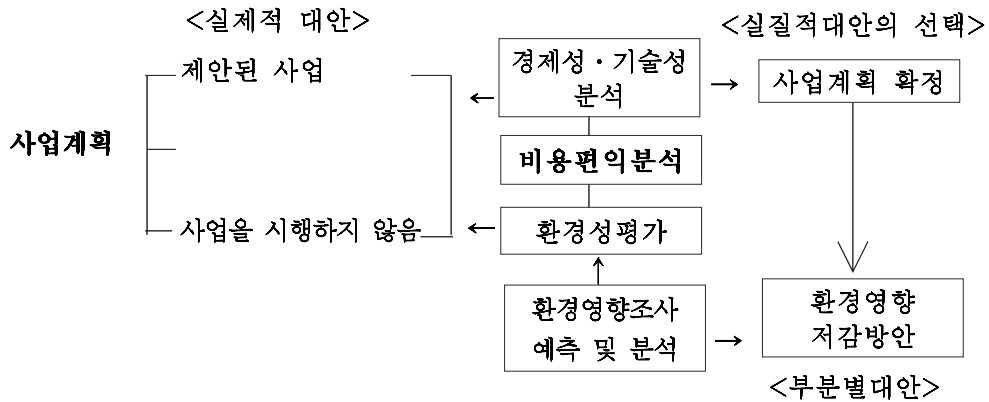
라) 비용-편익분석법(Benefit-Cost Ratio, BCR)

비용효용분석기법들은 일반적으로 ①몇 개의 가능한 행동대안의 식별, ②각 대안들이 가져올 결과들의 예측, ③ 비교 가능한 공통적인 측정단위에 의한 대안의 측정, ④ 어떤 의사결정의 평가기준에 의한 대안의 선택 등의 단계에 따라 수행된다.

비용편익분석방법의 논리는 매우 간단하다. 대안의 집행에 들어가는 비용과 대안집행의 결과로 나타나는 효과를 비교하여 그 효과가 크게 나타나면 그 대안은 일단 선택해도 좋다는 결론을 내리는 것이다.

기획과정에서도 마찬가지이다. 어떤 대안에 대하여 그것의 편익을 계산하는 일은 예사롭지 않다

사업계획 수립과정에서 타당성 분석할 경우에는 비용-편익분석의 역할은 경제성 및 기술성 분석, 환경영향평가 등에 비용편익기법이 활용이 되며 그림으로 나타내면 <그림 3-18>와 같다.



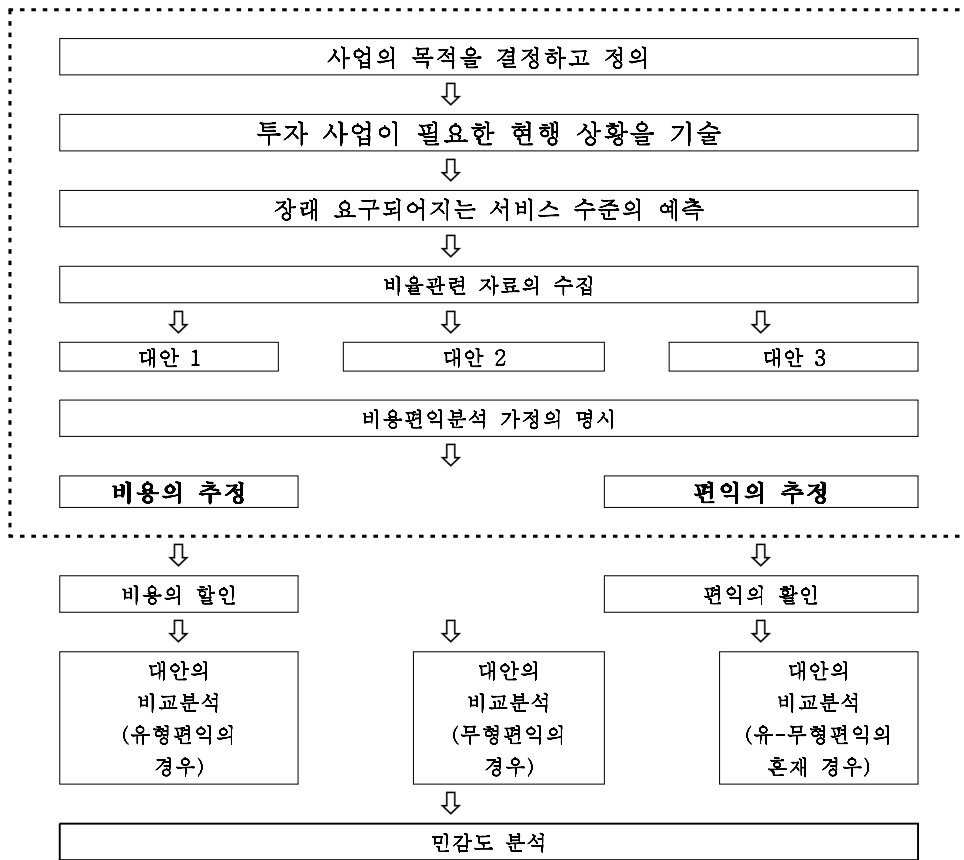
<그림 3-18> 비용편익분석의 역할

비용편익분석에는 몇 가지 대안비교의 평가기준들이 있는데, 이들 중 널리 이용되는 것들은 순현재가치, 편익비용비, 내부수익률 등이다. 순현재가치는 편익의 현재가치에서 비용의 현재가치를 빼어줌으로써 구할 수 있고, 편익비용비는 편익의 현재가치를 비용의 현재가치로 나누어 줌으로써 구할 수 있고, 내부수익률은 편익의 현재가치와 비용의 현재가치가 동일하도록 하는 할인율을 식별함으로써 구할 수 있다.

비용편익분석과 아울러 널리 이용되고 있는 비용효용분석 카테고리에 속하는 기법의 하나는 비용효과분석이다. 비용효과분석은 어떤 한 프로젝트에 투입되는 모든 비용들은 금전적 가치로 환산하지만, 그 프로젝트로부터 일어나게 되는 편익들은 금전적 가치로 환산하지 않고 산출물을 그대로 분석에 활용하는 기법이다. 이 기법은 산출물을 금전적 가치로 환산하기 어렵거나 비교하는 대안들의 산출물들이 동일한 사업의 평가에 주로 이용되고 있다.

(1) 비용-편익분석 절차

Sinabell의 비용 편익분석의 8단계 기법을 소개하면 다음 <그림 3-19>와 같다.



<그림 3-19> Sinabell의 비용 편익분석의 8단계 기법

(2) 비용-편익분석의 불확실성과 해소방안

(가) 불확실성의 요인

수질개선사업의 편익과 비용은 기본적으로 인간행위와 자연현상에 대한 예측에 기반을 두어 추정된다. 그러나 각 개인의 행위나 향후 발생할 자연현상을 완전히 예측하는 것은 거의 불가능에 가깝다고 할 수 있으며, 따라서 수질개선사업의 비용/편익분석은 상당한 정보의 불확실성과 위험 하에서 이루어진다.

수질개선의 효과 및 비용과 관련된 불확실성은 매우 다양하다. 먼저 개선효과 자체를 완전히 이해하는 것이 불가능하다. 사업의 결과 나타날 수 있는 다양한 결과를 나열하고, 각각의 결과가 나타날 확률을 부여하는 것은 설사 가능하다고 하더라도, 여러 개선결과 가운데 어느 것이 어느 시점에 실제로 일어날 것인지를 완전히 예측하는 것은 불가능하다. 뿐만 아니라 개선사업이

직접대상으로 하지 않는 다른 생태계나 시장에 대한 파급효과와 그로부터 환류효과(feedback)까지도 완전히 파악하기는 매우 힘들다. 또한 생물종의 멸종과 같은 비가역적인 현상은 생태적 기준으로는 매우 중요한 결과임에도 불구하고 이에 대한 완전한 예측은 불가능하다.

수질개선의 편익과 비용을 추정할 때 발생하는 불확실성은 물리적 자료의 불확실성과 관련 변수의 미래의 수치에 대한 불확실성으로 나뉠 수 있다.

물리적 자료의 불확실성은 수질개선사업이 생태계에 미치는 영향자체가 불확실한 경우이다. 수질개선사업의 결과 실제로 어느 정도의 수질개선이 이루어질 지에 대해서는 예측만이 가능한 것이지 확실한 정보를 얻을 수는 없다. 그리고 비용측면의 경우 새로운 규제수단이 도입되면 이를 준수하기 위해 오염원들의 생산기술이 어느 정도나 달라져야 하고, 이로 인해 생산량 등은 어느 정도 변하게 될 지 등이 불확실한 경우가 있을 수 있다. 편익과 비용의 추정에 사용되는 관련되는 미래 예측치 역시 불확실성을 가지고 있다.

#### (나) 불확실성 감소 및 처리방안

비용편익분석에 있어서 발생하는 불확실성을 줄이거나 불확실성을 반영하여 의사결정을 하기 위해서는 다양한 조치가 필요하다.

-좀 더 확실한 정보를 얻기 위한 투자

-민감도 분석(sensitivity analysis)

-위험평가(risk assessment) : 발생 가능한 다양한 결과와 그 발생확률을 제시

-수용 가능한 위험분석(acceptable risk analysis) : 의사결정자나 일반 대중의 위험도에 대한 인식과 선호를 반영

#### (3) 민감도 분석(sensitivity analysis)

비용편익분석의 마지막 단계는 민감도 분석이다. 민감도 분석이란 사업 관련 변수의 예기치 못한 변화로 인해 발생하는 위험도를 예상하여 이를 정책결정에 반영하기 위해 사용되는 기법으로 관련 변수의 다양한 변동이 사업의 편익과 비용에 어떤 영향을 미치는지를 분석하는 것이다. 간략하게 정리하면, 미래에 발생할 수 있는 다양한 변동 상황이 사업에 어떤 영향을 미치는가를 분석하는 것이다(Gans, Marggraf, 1997 ; 227).

비용편익분석은 미래에 발생하는 비용과 편익을 사전에 예측하는 것이므로 여기에는 예측상의 오차가 발생하기 마련이다. 사업 분석가는 이 오차의 정도를 가능한 정확히 파악하여 최종 결정권자에게 인지시키는 것이 중요하다.



만약 두개의 사업대안이 있다고 하고, 한 사업의 순 현재가치(NPV)가 다른 사업의 순 현재가치 보다 상당히 크면서 오차는 매우 작다면 최종정책결정권자는 확신을 가지고 전자의 사업을 선택하게 될 것이다. 그러나 사업의 순 현재가치가 아무리 크더라도 오차 역시 매우 크다면 최종정책결정권자는 도리어 후자의 사업을 선택하게 될지도 모르고 양 사업 중 어느 사업도 선택하지 않을 수도 있다. 그렇지 않으면 제3의 사업을 물색하도록 지시하게 될 수도 있는 것이다. 여기서 지적하고자 하는 점은 사업 분석가는 아무튼 모든 가능한 정보를 최대로 수집·정리하여 최종정책결정권자에게 제출함으로써 자신의 예측이 지나치게 맹신되든지 반대로 지나치게 경시되는 일이 없도록 최선을 다해야 한다는 것이다.

특히 공공투자 사업은 민간투자사업보다 위험성이 훨씬 더 내재되어 있으므로, 이를 예방하기 위한 민감도 분석은 매우 중요하다

민감도 분석 접근방법으로 ① 주관적 예측방법 ② 선택적 민감도분석(selective sensitivity analysis) ③ 일반적 민감도 분석(general sensitivity analysis) 방법 등이 있다.

#### (4) 투자지표의 설정

투자효율이란 투자의 상대적 유리성을 판단하는 기준으로서 그 대표적 지표에는 ① 비용·편익비율 ② 추가순수익의 현재가치 ③ 내부투자수익율의 세 가지가 있는데 각기 적용하는 목적과 투자사업의 특성에 따라 장단점을 지니고 있다.

##### (가) 비용·편익비율

비용·편익비율은 투자 사업으로 발생된 편익흐름의 현재가치의 총계를 비용흐름의 현재가치의 총계로 나눈 비율을 말한다. 계산된 비율이 높을수록 사업효과가 크며 따라서 투자순위가 높은 것으로 판정된다. 계산식은 다음과 같다.

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum_{i=0}^n \frac{b_i}{(1+r)^i}}{\sum_{i=0}^n \frac{C_i}{(1+r)^i}} = \frac{b_0 + \frac{b_1}{1+r} + \frac{b_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{b_n}{(1+r)^n}}{C_0 + \frac{C_1}{1+r} + \frac{C_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{C_n}{(1+r)^n}}$$

여기서 , B = 편익의 현재가치의 총계

C = 비용의 현재가치의 총계

bi = i 연도의 편익

$C_i = i$  연도의 비용

$r =$  할인율( 또는 자본의 기회비용)

$n =$  사업내용 년 수

편익·비용비율을 투자효과의 판정기준으로 적용하는 데에는 두 가지 문제점이 있다. 그 첫째는 적정할인율의 결정에 관한 것이고, 둘째는 편익·비용비율자체의 현실적 타당성에 관한 것이다.

첫째, 할인율이라 하면 자본의 사회적 기회비용, 시장이자율 또는 사회적 시간적 효율을 들 수 있는데 만약 정부부문과 민간부문에 있어서 완전 경쟁적 자본시장이 보장되어 있다면 사회적 기회비용과 사회적 시간적 효율, 시장이자율과 일치하게 되므로 현행시장 이자율을 곧 할인율로 적용할 수 있을 것이다. 그러나 현실경제에 있어서 완전경쟁적인 자본시장이란 존재하지 않으며 또 금융기관의 대출이자율은 정부나 중앙은행의 재할인율정책을 통하여 직접통제를 받고 있는 만큼 민간이자율(사채시장이자율)과의 사이에는 상당한 차이가 있다. 이러한 이자율간의 괴리로 말미암아 적정할인율의 결정이 어려운 것이 편익·비용비율 기준의 결함의 하나이다.

환경문제는 상대적으로 장기간에 걸쳐 그 피해가 나타나므로 할인율 특히 높은 할인율에서는 피해의 규모가 과소평가되게 된다. 그 결과는 현세대가 환경을 보전하기위한 투자를 소홀하게 만들며, 이에 따른 비용부담은 미래세대에게 고스란히 전가된다.

이와 같이 할인율이 높아지면서 장기적으로 발생하는 환경파괴의 영향은 상대적으로 미미한 것이 된다. 이에 따라 대응책의 중요성도 없어지게 되는 데 이를 ‘할인의 횡포(the tyranny of discounting)’ 라고 한다. 그런데 높은 할인율이 반드시 환경 파괴적이라고 할 수 없는 문제도 있다.

할인율이 높아지면 개발 프로젝트의 타당성이 낮아지므로 전반적인 투자수준이 떨어진다. 이에 따라 투자에 필요한 자연자원의 수요도 줄어들게 된다. 높은 할인율이 환경 파괴적 개발 프로젝트를 억제하여 현재의 환경 친화적인 자연자원 이용이 유지되도록 할 수 있다는 것이다. 할인은 미래의 가치를 낮게 평가하므로 미래세대를 불리하게 한다. 그런데, 할인의 이유 중 하나인 미래세대가 현세대보다 잘살고, 이에 따라 소비의 한계효용이 낮을 것이라는 근거도 불확실한 것이다. 따라서 환경론자들은 미래세대의 이익을 보호하기 위해서는 할인율을 낮게 조정할 것을 주장하고 있다.

현세대가 미래세대 등 후손에 대한 이타주의(altruism)를 가지고 있으므로

할인율이 낮아져야 한다는 견해도 제기된다. 그러나 Howarth와 Norgaard는 미래의 복지는 공공재로 파악되어야 한다고 주장한다. 때문에 현세대가 개인적 이타주의에 따라 본인의 후손을 위해 남겨두는 것으로는 자원의 효율적 배분을 달성할 수 없다고 한다. 설령 후손에 대한 이타주의가 존재한다 하더라도 할인율 조정을 통하여 해결하는 것은 문제가 있다. 왜냐하면 할인율조정은 미래세대의 선호 그 자체가 아니라 미래세대의 선호에 대한 현세대의 평가를 조정하는 것이기 때문이다. 즉, 현세대가 미래세대의 원하는 바를 판단하는 것(selfish altruism)과 현세대가 미래세대 자신이 원하는 것을 선택할 수 있도록 최대한 남겨두는 것(disinterest altruism) 사이에는 근본적으로 다르다는 것이다.

둘째, 편익·비용비율은 그 계산과정이 현재 가치화를 내포하고 있으므로 사업으로 인한 수익이 조기에 발생할수록 유리한 사업으로 판정되고 수익이 서서히 증대하는 사업에 대해서는 설사 긴 안목에서 볼 때 불가결의 사업이라 할지라도 그 효과가 적다고 판단될 우려가 있다. 그러므로 자본이 제한된 상황에서 여러 가지의 사업이 동시에 수행될 수 있을 때에는 단위 자본당 순편익이 큰 사업부터 차례로 선정하는 것이 효과적이다.

(나) 추가순수익의 현재가치(NPV, Net Present Value)

이것은 가장 단도직입적인 지표로서 편익의 현재가치의 총계에서 비용의 현재가치의 총계를 공제한 순 차익을 말하는데 계산결과 (+)의 수치가 나오면 적용된 사회적 기회비용 또는 할인율 하에서 투자할 가치가 있는 사업으로 판정되고, 만일(-)의 수치가 나오면 투자대상으로서의 가치가 없는 사업으로 판정을 내리게 된다.

이 지표는 계산과정이 간단한 이점은 있으나 적절한 할인율의 선택이 문제된다는 점에서는 편익·비용의 경우와 같다. 그 계산식은 다음과 같다.

$$\begin{aligned}
 NPV &= B - C = \sum_{i=0}^n \frac{b_i}{(1+r)^i} - \sum_{i=0}^n \frac{c_i}{(1+r)^i} \\
 &= \left[ b_0 + \frac{b_1}{(1+r)} + \frac{b_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{b_n}{(1+r)^n} \right] \\
 &= \left[ c_0 + \frac{c_1}{(1+r)} + \frac{c_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{c_n}{(1+r)^n} \right] \\
 &= (b_0 - c_0) + \frac{b_1 - c_1}{1+r} + \frac{b_2 - c_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{b_n - c_n}{(1+r)^n}
 \end{aligned}$$

추가순수익의 현재가치를 적용하는데 있어서 문제점으로는 여러 가지의 대안

을 가지고 있는 사업 사이에 우선순위를 결정하는 데에 있어서 혼란을 야기시킬 수 있다. 예를 들어, A라는 사업이 상대적으로 볼 때, 편익비용비율이 D사업보다 높다고 하더라도 순 현재가치는 이보다 적은 사업일 경우가 발생할 수도 있다. 즉,  $(B/C)_A > (B/C)_D$  이나  $(NPV)_A < (NPV)_D$  일수도 있다. 따라서 사업규모가 클수록 순 현재가치는 높을 것이고 반대로 B/C비율은 낮을 것이므로 투자할 수 있는 재원을 고려하지 않을 위험성이 있다.

(다) 경제적 투자수익율(ERR, Economic Rate of Return)

경제적 투자수익율이란 사업에서 발생하는 편익을 자본의 기회비용으로 할인한 현재가치 총계와 비용의 현재 가치 총계를 같게 하거나  $B=0$  그 비율을  $1(B/C=1)$ 로 만드는 할인율(이자율)로서 사업기간 내에 투자된 자본을 회수하면서 동시에 수익을 창출하는 투자자본의 수익률을 의미한다. 계산된 수익률이 자본의 기회비용보다 높으면 투자대상으로서의 가치가 있는 사업으로 판정된다.

$$B = \sum_{i=0}^n \frac{B_i}{(1+r)^i}, \quad C = \sum_{i=0}^n \frac{C_i}{(1+r)^i}$$

경제적 투자수익율의 사용상 문제점은 다음과 같다.

① 계산과정 및  $R$ 의 선택문제

내부수익율  $R$ 을 구하려면  $R$ 에 관한  $n$ 차 방정식을 풀어야 하는데 그 계산과정이 복잡할 뿐만 아니라, 구한다 하더라도 순 편익의 부호가 반전할 때에는  $R$ 이 여러 개의 값을 가지므로 어느 것을 진정한  $R$ 로 선택할 것인가의 문제가 발생한다.

② 사업내용 년 수에 따른 사업가치 판단의 문제

내부수익율  $R$ 은 투자비용의 크기, 비용과 편익의 발생년도, 사업내용년수 등의 함수이므로, 내용년수가 서로 다른 사업 중에서 내용년수가 짧은 사업을 가치가 높다고 과대평가하기 쉬우며, 편익발생 시점이 오래 걸리는 사업일수록 불리한 사업으로 판단할 수 있다.

공공투자를 수행할 때에는 미래세대의 복지에도 관심을 두어야 하므로, 내부수익율만 너무 강조하면 미래의 가치를 과소평가하는 결과를 가져올 수도 있으나, 일반적으로 다른 방법에 비하여 우수한 일면을 갖고 있다.

편익성 B, 비용을 C, 기간을 t, 할인율을 r 이라고 정의하고 비용-편익분석에 사용되는 대표적인 지표들을 비교하면 다음 (표 3-70)과 같다.

(표 3-70) 비용-편익 분석기법 비교

구분	산정식	해석방법	장점	단점
비용편익비 (B/C)	$B/C = \frac{\sum_{f=0}^t \frac{B_f}{(1+r)^f}}{\sum_{f=0}^t \frac{C_f}{(1+R)^f}}$	할인된 총편익에 대한 총비용의 비율로 이 값이 1보다 클 경우 경제적 타당성이 있음(B/C≥1)	-이해용이하고 -사업규모고려 -비용편익의 발생 시간 고려	-할인율사전설정필수 -편익과 비용의 명확한 구분이 어려움 -상호배타적 대안선택의 오류 발생가능
순현재가치 (NPV)	$NPV = \sum_{f=0}^t \frac{B_f - C_f}{(1+r)^f}$	대상사업으로 인한 비용과 편익을 기준 연도의 현재가치로 환산하여 총편익에서 총비용을 제한 값으로 이 값이 클 수록 경제적 타당성이 있음.(NPV≥0)	-대안선택 시 기준제시 -편익의 현재가치 제시	-할인율사전설정필수 -대안 우선 순위 결정시 오류 발생가능 -이해의 어려움
내부수익률 (IRR)	$B = \sum_{f=0}^t \frac{B_f}{(1+R)^f}, C = \sum_{f=0}^t \frac{C_f}{(1+R)^f}$	총편익과 총비용이 같아지는 할인율로 이 값이 시중은행 이자율보다 높은 경우 사업의 채산성이 있음.(IRR≥r)	-사업의 수익성 측정 -평가과정과 결과 이해용이 -대안비교 용이	-사업의 절대적 규모를 고려하지 않음 -수 개의 내부수익율이 도출될 가능성이 존재

(5) 환경문제에 대한 할인율 결정이론

(가) 0의 할인율

Mishan은 영향을 받는 세대가 의사결정에 참여하지 못할 경우 필연적으로 자의성(arbitrariness)이 개입 된다고 하면서 이 경우 “0”의 할인율을 적용하여야 한다고 주장한다. 세대 간의 비교에서는 서로 다른 시간대의 사회적 가치를 비교할 수 있는 만족할만한 방법은 없다. 그러므로 현실적으로 “0”의 할인율이 현세대의 개인적 시간선호율이나 이자율을 사용하는 것보다는 바람직하다는 것이다. 그러나 “0”의 할인율은 그 자체로 또 다른 자의성을 의미할 수 있다는 비판을 받고 있다. Cline은 이러한 Mishan의 주장을 소비의 세대 간 비교를 위해서는 낮은(실제로는 “0”에 가까운) 할인율을 적용하여야 한다는 것을 의미한다고 해석하고 있다.

(나) 세대간 정의 원칙의 적용

Howarth and Norgaard는 비용편익분석은 자원배분의 효율성을 다루는 것이지 분배의 형평성을 다루는 것이 아니라고 주장한다. 그러면서 세대 간의 복지

의 분배에 관한 사항은 사회후생함수나 세대 간 정의의 원칙을 이용하여 세대 간 자원이전의 원칙을 명확히 하고 이를 엄격히 지킴으로써 이루어져야 한다고 한다. 이들은 세대 간 바람직한 자원의 배분이 이루어지고, 자본시장의 잠재적 불확실성이나 왜곡이 없다면 시장이자율이 사회적 할인율의 바람직한 지표가 되고 비용편익분석이 자원배분의 효율성을 증진시킬 것이라고 본다. 그러나 세대 간 자원분배가 바람직하지 않을 경우 비용편익분석은 자원배분의 효율성을 달성하는 데에도 실패할 것으로 보았다.

따라서 비용편익분석은 정책분석의 기준 중 일부에 불과하며, 현세대와 미래세대에 대한 부의 분배를 규정하는 윤리적 원칙과 연관되어 사용하여야 한다고 주장한다.

#### (다) 지속가능성조건의 적용

Markandya and Pearce는 환경을 이유로 한 할인율의 조정은 일반적으로 효과가 없으며, 어떠한 경우에도 최선의 해결책이 되지 않는다고 한다. 그러면서 비용편익분석 체계 안에서 지속가능성이라는 조건을 도입하여 미래세대가 사용할 수 있는 자연자원을 보전할 것을 주장하고 있다. 즉 특정 프로젝트에 의해 환경이 파괴 될 경우 환경개선을 목적으로 한 다른 프로젝트를 수행토록 하여 환경파괴를 보상하여야 한다는 것이다. 예를 들어 열대우림을 파괴하는 프로젝트는 다른 지역에 동일한 량 이상의 식목사업을 추진토록 하여 다음 세대에 물려 줄 열대우림의 총량은 동일해야 한다는 것이다.

#### (라) 사회적 시간선호율의 적용

지구온난화 등 현실적인 환경문제에 적용되는 할인율에 대한 연구도 있다. Cline은 지구온난화 대책 비용편익분석에 관한 연구에서 할인율의 인위적인 조정이 있어서는 안 되며, 사회적 시간선호율(social rate of time preference)이 적용되어야 한다고 한다. 그는 근시안적 시각을 배제하면 장기적으로 1인당 소득의 기대 상승율은 1%이며, 소비의 한계효용의 탄성치는 1.5이므로 사회적 시간선호율이 1.5%가 된다고 한다.

지구온난화에 따른 경제적 효과 및 온난화 대책의 정도를 계산한 Nordhaus는 사회적 시간선호율( $r$ )과 경제성장률( $h$ )의 차이가 순수한 시간선호에 근접한다고 한다. 그리고 장기의 미래는 시간선호율이 낮은 저성장·무성장 경제가 될 것이므로( $r-h$ )는 0이나 1% 정도의 매우 낮은 수준이 될 것이라 본다. 실제로 그는 1%의 할인율을 적용하여 지구온난화 피해의 정도에 따른 온난화가 스 저감정도를 산출한 바 있다.

#### 마) 경제성 분석 사례-댐 건설사업

여기서는 농업용수 수질개선사업의 경제성 분석사례는 지금까지 사례가 없으나 사업의 성격이 개발 사업으로 사업시행 후 효과면에서 유사하여 댐 건설

사업의 사례를 소개하고자 한다.

(1) 댐 건설사업 타당성조사

댐 건설사업 타당성조사의 주요 내용은 (표 3-71)과 같다.

(표 3-71) 타당성조사의 주요 내용(2000년 이후)

구분	조사항목	주요내용
현지조사	항공측량	항공사진 측량
	보상조사	용지매수 및 보상조사
	지질 및 재료원 조사	항공사진 판독, 지표 지질조사, 지구물리탐사 등
기본계획 (기본설계)	수문분석	강우분석, 홍수량산정, 증발량, 유황분석, 갈수량산정, 퇴사량, 댐 하류의 수위.유량곡선 산정 등
	용수수급계획	생활, 공업, 농업, 하천유지용수
	홍수조절계획	홍수 피해조사, 기왕 최대홍수량, 홍수조절계획 등
	발전계획	전력현황 및 수급계획, 발전계획 및 발전편익 등
	댐위치 및 형식	댐 위치, 댐 형식 선정
	최적규모결정	이수목적 및 치수목적의 개발규모, 최적 개발규모
	댐 주변의 영향	상류 : 배수위 산정, 수질의 변화 하류 : 유황개선 효과, 홍수 피해경감 효과
	구조물 계획	가설비, 유수전환, 여수로, 조정지 댐, 어도, 친환경설계, 자동 수질관측 계획
	이설도로 및 이주계획	
	환경기초시설계획	
사업비·경제성 분석		

자료 : 건설교통부, 한국건설기술연구원, 2001 「공공건설사업의사전환경성 평가체계구축」

댐 건설사업의 경제성 분석에서 편익의 항목은 주로 홍수조절편익, 생·공 용수공급편익, 관개편익, 발전편익으로 대분할 수 있다. 홍수조절 편익은 홍수 피해 경감액, 준설비용 경감액, 지가 상승액이 포함 된다(특정 다목적댐 시행규칙). 직접 편익인 홍수피해 경감액은 인명, 농작물, 가옥, 농경지, 공공 시설물, 기타 시설피해 감소액, 하천시설 및 구조물 복구(제방, 호안, 수체, 하도, 교량, 도로, 철도)비 감소액이 포함 된다. 간접편익은 자산 이용 고도화 편익이라고 표현하는 데, 각종 손실을 줄여서 간접적으로 얻게 되는 편익이라고 할 수 있다. 그 예로서 자산 및 서비스 손실저감, 자금 및 기타 소득 상 손실 저감, 주식 및 증권의 손실 저감, 운송비 등 영업비용의 증가를 저감, 대비와 구호에 드는 비용저감 등이 있다(한국수자원공사, 1998.9).

생·공 용수 공급편익은 용수공급량에 용수가격을 곱해서 산출 한다. 관개편익은 관개를 통해서 농업소득이 향상되는 것으로 연작물증가 순이익액과 시설유지관리비 감소액, 영농 노무절감액 등 효용의 연 증가 수익액의 합산액이다(특정 다목적댐 법 시행규칙5조, 한국수자원공사).

다목적 댐의 편익과 비용항목은(표 3-72)과 같다.

(표 3-72) 다목적 댐의 편익과 비용

구분	편익	비용
직접	<ul style="list-style-type: none"> <li>-생활·공업·농업용수공급</li> <li>-홍수조절</li> <li>침수피해 감소(인명 및 재산)</li> <li>농작물 침수 및 유실방지</li> <li>농경지 침식 및 매몰방지</li> <li>하천구조물 피해감소(제방,호안,수제,교량 등)</li> <li>퇴사·준설유지비 감소</li> <li>-수력발전(시설 및 에너지 편익)</li> <li>-레크리에이션(레크리에이션기능 향상)</li> <li>-하류수질개선</li> <li>하천유지용수 공급, 수질보전 및 개선</li> <li>-비상용수공급, 갈수기의 비상용수 대책</li> <li>-내륙 주운 기존 수송수단 개선, 상품유통량의 증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-댐 건설비</li> <li>-발전소 건설비</li> <li>-유지관리보수비</li> <li>-보상비</li> <li>-기존시설·기념물 안전비</li> <li>-레크리에이션 시설비</li> <li>-주운시설 건설비</li> <li>-도수로 건설비</li> </ul>
간접	<ul style="list-style-type: none"> <li>-토지이용 증가(저지대 및 침수상습지의 이용)</li> <li>-홍수관리 노동력 절감</li> <li>-유역관리효과 향상(수자원의 효율적 이용)</li> <li>-토사유입량 감소(수자원시설 관리비 절감)</li> <li>-자산이용 고도화</li> <li>-어업 및 양식</li> <li>-발전용 유류대책 효과(외화절감)</li> <li>-극심한 갈수대비 물 공급</li> <li>-수송에 따른 수단의 분산효과</li> <li>-연관산업과급효과, 생산유발효과, 부가가치 유발, 고용창출 및 유발효과</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-환경생태 개선비</li> <li>수질보전 및 개선</li> <li>생태계 보존</li> <li>-주변지역 지원비</li> </ul>
비계량	<ul style="list-style-type: none"> <li>-친수환경 및 기능개선</li> <li>경관향상, 주변환경 미화</li> <li>-인명피해 방지</li> <li>-영농수지개선(농촌사회 안정)</li> <li>-건설 및 연관산업 발전효과</li> <li>토목시공기술 축적, 장비생산 국산화</li> <li>-공중보건위생 향상</li> <li>상수도보급확대, 장마철 위생수준 개선</li> <li>일반복지 증진, 공해방지(대기오염감소)</li> <li>-국민경제 기여</li> <li>경제성장 활성화, 재생에너지이용, 자원절약</li> <li>-안보 향상(사회안정 효과)</li> </ul>	

자료: 한국수자원공사. 1998 「수자원개발의 경제성분석 모델개발」



댐 건설 타당성조사에 있어서 환경성 조사항목은 (표 3-73)에 나타나 있다.

(표 3-73) 댐 시설기준에 나타난 환경성 고려요소

구분	조사사항	내용
댐 입지 조건조사	시공 상 필요한 조사	-댐 터 부근의 도로상황, 전력, 노동력, 자재의 수급상황 조사
	하천 구조물 및 관리권 등 관련조사	-동일 수계 내에 있는 다른 댐 등의 치수와 이수상의 관련성
	보상조사	-전답, 택지, 건물, 공공시설, 삼림, 수산자원 등 수몰보상 대상 조사 -수몰 이주자의 생활재건, 수원지역 정비 등의 수원지역 대책에 대한 조사
	환경조사	-공사에 따른 수질오염 등 인체의 건강과 생활환경에 관계 되는 사항 -지형, 지질, 식물, 동물 등 자연환경과 관련된 사항 -자연경관 등
댐 계획 입안 (타당성 조사) 환경보전 계획	댐 건설이 환경보전에 주는 영향	-댐이 건설됨으로서 어류나 야생동물이 생활, 토질 및 수문, 생태, 수질 등 환경요소에 주는 긍정적, 부정적 영향을 평가 검토 -이를 설계 및 공법선정과 저수지 운영계획에 반영
	댐 건설로 발생되는 불가피한 역기능	-천수어족의 감소, 낚시터의 제한, 농림업 등 특정산업의 사양화, 특수 동식물에 주는 타격, 하상에 주는 충격으로 인한 하상의 저하, 하류 농작물에 주는 냉해 등.
	댐 사업으로 구제되는 역기능 요소	-중산층이하의 고용기회 증대, 주거의 개선, 건강, 영양, 교육 시설, 청소년의 이주·성장 등 긍정적인 사회적 효과
	댐 기능에 상충하는 대안	-계획된 댐이 주민의 복리증진에 기여하는 효과에 상응할 수 있는 대안
	단기 이용도와 장기 생산성 향상의 관계	-댐 건설 후 바로 발생하는 단기적인 효과 -장기적 관점에서 이용도의 변천이나 기능의 축소 -단기적 이용이 장기적 생산성에 주는 영향 등
	들이킬 수 없는 회복불능의 기능	-지하자원의 수몰, 개활지의 상실, 자연경관의 변조 등
댐 위치 결정	댐 개발 목적과의 적합성	-용수공급, 홍수조절일 경우 수혜지역 근처에 발전목적일 경우
	지형, 지질 등의 자연 조건과 공사상의 문제점	-필요조수용량 및 낙차를 충분히 확보 가능한 지점 -댐 체적이 상대적으로 적고 기초기반이 충분한 지점 -월 댐인 경우 여수로 설치가 가능한 조건을 가질 것
	지역 경제와의 연관성과 기득 수리권과의 조정	-농경지, 공장, 도로, 사회기반시설, 문화재 등 수몰로 인해 지역경제에 미치는 영향 및 기득 수리권 검토
	장래개발 가능성과의 연관성	-당면한 수요 외 장래의 개발 가능성이 있는 지점을 선정
	단일댐 혹은 댐 군 개발의 선택	-수계내 대규모 단일댐 또는 중소규모 댐을 다소 개발하는 등 에 대한 검토
	자연 환경과의 조화와 보전	-댐 위치는 물론 댐 높이라든지 댐 형식과 함께 주위의 자연 환경과 조화를 이루도록 주의 -가능한 한 자연과의 조화를 꾀하면서 자연을 보전할 수 있고 또한 소기의 목적을 달성할 수 있는 댐 지점을 선정

자료 : 건설교통부. 2001. 「공공건설사업의 사전환경성 평가체계 구축」에서 재인용.  
건설교통부. 1993 「댐시설기준」

(2) 송리원 다목적 댐 경제성 분석

실례로서, 한국개발연구원에서 1999년도에 수행한 송리원 다목적 댐(경북 영주 평은면 금광리(낙동강 지류, 내성천) 건설 사업에 대한 예비타당성조사를 참고한다. 송리원 다목적 댐 건설사업의 경우 여타사업과 달리 사업계획의 작성주체는 건설교통부가 아니라 한국개발연구원 예비타당성조사팀이었다. 먼저 건설기간은 2003년에서 2007년까지 5년이 소요될 것으로 예상했으며 약 1년간의 타당성조사 및 2년간의 설계기간이 소요될 것으로 전망했다. 그러나 여기서는 건설공사가 2000~ 2004년 기간 중 이루어진다는 가정 하에 사업의 편익과 비용을 추정하였다. 그 이유는 각종 비용과 편익항목들을 현재의 가치로 평가함으로써 정책결정에의 활용도를 높이기 위한 것이었다. 일반적으로 댐의 수명을 50년으로 가정하고 있듯이 조사에서도 그 가정을 따라 결국 경제성 분석의 총대상기간은 2000년에서 2054년까지였다. 할인율에 있어서는 다른 사업의 예비타당성조사와 일관성을 유지하기 위하여 7.5%의 사회적 할인율을 사용하였으며, 수익성 지표로는 순현재가치, 내부수익율, 편익-비용 비율을 사용 하였다.

(가) 비용분석

건설비용은 크게 사업비와 운영비로 나눌 수 있고, 사업비는 다시 공사비, 보상비, 관리비, 채투자비로 나눌 수 있다. 공사비에서 각 공사 항목별 단가는 다른 댐 기본계획보고서에서 사용한 단가를 원용하였는데 송리원 다목적 댐의 주요 구조물은 본 댐, 가배수 터널, 커피 댐, 여수로, 발전설비, 도로 및 기타 부대공 등이다. 댐 건설시 예상 수몰지구는 경상북도 영주시 평은면, 문수면, 이산면지역으로서 면적은 약 12.01km<sup>2</sup> 정도로 파악되었고 이에 대한 보상비가 계산되었다. 부대공 및 기타 공사비는 순공사비의 10%를 공사 관리비는 공사비의 7%로 계산하였다. 발전시설은 구조물의 하나로 내구연수가 약 30년으로 추정되어 운영개시 30년 후인 2035년에 대체되는 것으로 가정하여 이에 대한 채투자비가 따로 계산되었다. 운영비는 다른 댐의 사례를 참조하여 공사비의 1%인 약9억1,559만원으로 설정 되었다. 총사업비는 약 3,996억 원으로서 이중 공사비는 전체의 약23%인 912억 원, 보상비는 전체의 약74%인 2,961억 원, 그리고 관리비는 전체 비용의 약 3%인 119억 원으로 추정되었는데 자세한 내역은 (표 3-74)에 나타나 있다.

(표 3-74) 사업비 추정결과

구 분	사업비(백만원)
공사비	91,559
보상비	296,130
관리비	11,881
계	399,570

## (나) 편익분석

송리원 다목적 댐의 편익을 크게 생·공용수 편익, 환경개선용수 편익, 발전 편익, 홍수조절 편익으로 나누었다.

생·공용수 편익의 추정은 생·공용수의 단위당 지불의사액을 추정하기 어려워 대체시설의 비용을 이용하였는데 대체시설로 영주 댐을 선정하였다. 영주 댐은 생·공 용수공급을 위하여 송리원 다목적 댐과 동일한 효과를 가져 올 수 있는 가장 효율적인 댐으로 평가되었다. 영주 댐 건설의 사업비는 1,393억 원으로 추정되었으며, 영주 댐의 연간 운영비 293백만원이 송리원 다목적 댐의 생·공 용수편익에 포함되었다.

환경개선 용수편익 역시 지불의사액을 측정하여 편익을 추정하는 것이 가장 이상적이기는 하나 계량화가 어려워 대체시설의 비용을 이용하여 추정하였다. 송리원 다목적 댐의 환경개선 용수공급과 동일한 효과를 가져 올 수 있는 시설은 길안 댐으로 판단되어 이를 대체시설로 이용하였다. 길안 댐 건설을 위한 사업비는 3,293억 원으로 추정되었으며, 연간운영비1,660백만 원이 송리원 다목적 댐의 환경개선 용수편익에 포함되었다.

연간 발전편익은 약763백만 원으로 추정되었는데 이는 연평균발전량 13.92MWh에 발전 단가 54.89원/Kwh를 적용하여 산정된 것이다.

홍수조절 편익은 연평균 20백만 원으로 추정되었다.

편익추정 결과는 (표 3-75)에 정리되어 있다. 생·공 용수 편익293백만 원과 환경개선 용수편익 1,660백만 원, 발전편익 763백만 원, 홍수조절 편익 20백만 원을 합하면 총 편익은 연간 2,736백만 원이며 2005년부터 발생하는 것으로 추정하고 있다.

(표 3-75) 송리원 다목적 댐 건설사업의 편익추정결과

(단위: 백만원)

년도	생공용수편익			환경개선편익			발전 편익	홍수 조절 편익	합계
	사업 비	운영 비	계	사업 비	운영 비	계			
2000	20,070	-	25,070	59,274	-	59,274	763	20	85,127
2001	41,783	-	41,783	98,789	-	98,789	763	20	141,356
2002	23,667	-	23,667	55,981	-	55,981	763	20	80,441
2003	18,106	-	18,106	42,809	-	42,809	763	20	61,698
2004	30,641	-	30,641	72,445	-	72,445	763	20	103,869
2005	-	293	293	-	1,660	1,660	763	20	2,736
↓									↓
≈									≈
↑									↑
2054	-	293	293	-	1,660	1,660	763	20	2,736

(다) 경제성 분석 결과

(표 3-76)의 송리원 다목적 댐 건설사업의 비용편익분석결과를 보면 발전시설에 대한 재투자가 이루어지는 2035년을 제외하고는 경제성 분석대상기간 내내 순편익을 발생시키고 있다. 분석대상기간 완료시점인 2054년에는 발전시설의 잔존가치가 음의 비용으로 반영되어 약 34억원의 순편익이 발생한다. 2000년에서 2004년 기간 중에는 송리원 다목적 댐의 사업비와 대체시설인 영주 댐과 길안 댐의 사업비 간의 차이가 순편익으로 발생하며, 그 이후에는 매년 18억 원의 순편익이 발생하는 것으로 나타났다.

(표 3-76) 송리원 다목적 댐 건설사업의 비용편익분석 결과

(단위: 백만원)

연도	편익계	비용계	순편익	연도	편익계	비용계	순편익
2000	2,736	71,913		↑			
2001	2,736	119,871		2034	2,736	916	1,821
2002	2,736	67,927		2035	2,736	5,647	-2,910
2003	2,736	51,944		2036	2,736	916	1,821
2004	2,736	87,905		↓			
2005	2,736	916	1,821	≈			
↓				↑			
≈				2054	2,736	916	1,821

비용, 편익 추정결과와 7.5%의 사회적 할인율을 이용하여 순현재가치, 편익-비용비율을 계산하였는데 (표 3-77)에서 보는 바와 같이 순현재가치는 812억원, 편익-비용비율은 1.226으로 나타나 사업의 수익성이 상당히 높은 것으로 나타났다.

(표 3-77) 송리원 다목적 댐 건설사업의 경제성 분석 결과

구분	경제성 분석		
	순현재가치(2000년기준)	편익-비용 비율	내부수익율
추정치	812억원	1.2260	-

라) 외국의 환경 경제성 분석

(1) 영국

영국에서 환경영향을 평가하는 과정은 첫 번째, 대상사업이 자연자원의 사용을 증가 시키는지, 오염을 발생시키는지, 기후변화에 영향을 미치는지 등을 파악한다. 두 번째로 2차적인 환경영향을 파악하는 데, 사업의 시행으로 인해 간접적으로 자연자원을 소모하는지 생태계를 훼손하는지를 파악한다. 세 번째 단계는 환경영향평가 실시여부를 결정하는 단계이다. 1단계와 2단계에서 직접 또는 간접적인 환경영향을 분석하면서, 그 영향의 성격과 범위를 정하고, 이를 비용이나 편익으로 계산하여 화폐 가치화하는 작업이 이루어진다. 이때 화폐가치로 환산하는 것이 불가능할 경우는 환경영향의 중요도에 순위를 부여한다. 환경영향의 평가는 계량화하는 것을 원칙으로 하며, 화폐적 척도로 추정하는 것을 권장하고 있다(한국개발연구원, 2002). 영국에서 공공투자사업의 환경영향평가의 가치화 과정은 우선 화폐가치로 계량할 수 있는 환경영향과 화폐가치로 하기 어려운 환경영향을 구분한다. 화폐가치로 환산 불가능한 환경영향은 정성적으로 기술하거나 지수화 한다. 화폐가치로 계량할 수 있는 환경영향은 그 가치를 측정하여 평가한다. 환경영향을 화폐가치로 추정하는 방법은 지불의사액을 추정하는 방법과 헤도닉가격기법 등 다양한 방법들이 활용되고 있다.

(2) 독일

독일은 공공투자사업의 사업성을 평가하면서 환경성 평가가 매우 중요한 위치를 차지한다. 독일의 공공투자사업은 반드시 비용편익분석을 해야 하는데, 이때 환경적인 영향도 비용편익분석 안에 반영한다. 영국은 투자사업 평

가 시 경제적 타당성 분석, 정치·사회적 타당성 분석, 환경적 타당성 분석이 구분되어 실시되는 것에 비해, 독일은 비용편익분석의 틀 안에서 종합적으로 고려되는 차이점이 있다. 환경영향이 파악되면 요소별 영향의 규명과 측정이 이루어지고, 가치화하는 작업이 이루어진다. 환경영향을 화폐가치로 환산하는 방법은 헤도닉가격기법이나 조건부가치평가법, 유지비용접근법이 이용된다.

### (3) 스위스

스위스에서 투자사업의 타당성평가는 영국과 유사하며, 경제성분석, 정치·사회적 분석, 환경성 분석으로 이루어져 있다. 각 항목별 독립적으로 평가가 이루어진 후 최종 의사결정과정에서 종합적으로 검토가 이루어진다. 환경영향평가에서는 환경영향을 일으키는 요소를 중점적으로 분석하지만 영향요소에 대한 화폐가치화의 비중은 적은 편이다. 개별 사업별로 사업의 성격에 따라 환경영향요소들에 대해 가치를 평가할 경우는 지불의사 추정, 헤도닉가격기법, 유지비용법 등을 활용하고 있다.

## 마) 농업기반조성사업의 비용·편익분석

### (1) 농업투자사업의 효과

농업투자사업의 편익·비용은 계량화와 화폐화의 가능성 여부를 기준으로 분류하면 다음 네 가지 종류가 있을 수 있다.

- 시장가격이 형성되어 있고 동시에 그 시장가격이 사회적 가치를 충분히 반영하는 편익과 비용
- 시장가격은 형성되어 있으나 그 시장가격이 진정한 사회적 가치를 반영하지 못하고 있는 편익 및 비용
- 시장가격은 형성되어 있지 않지만 만약 시장이 존재한다면 소비자들이 지불할 가격을 추정할 수 있는 편익과 비용
- 시장가격도 형성되어 있지 않을뿐더러 계량화가 어려워 그 가치를 측정할 수 없는 편익과 비용

농업투자에서 기대되는 효과는 개별사업의 목적과 내용에 따라 다르지만 일차적으로는 무엇보다 농업생산의 증대와 영농개선을 통한 농업소득확대에 있으며 그 밖에 고용증대, 소득재분배, 국제수지개선 및 생활환경개선 등을 들 수 있으며, 또 생산 활동확대로 인한 연관효과 및 이차적 효과 등 간접효과도 평가대상에 포함되어야 한다.

(가) 농업생산증대효과

- 외면적효과 : 농지기반확대, 토지 이용을 제고, 작부체계개선
- 내면적효과 : 단위수량증대, 농업노동력절감, 기계화촉진, 경영안정화

(나) 고용증대효과

실제 계측에 있어 지불되는 노임으로 평가하여 편익·비용 산출에 계상한다면 노임지불액은 분석과정에서 상쇄되므로(편익·비용분석에 있어서는 사업시공, 시설물유지관리 및 영농에 투입된 노동에 대한 노임지불은 비용항목으로 계상되어야 하고 만약 고용효과를 편익항목으로 계상한다면 넣었다 다시 빼는 무의미한 결과가 되므로) 고용효과는 편익·비용항목과는 분리시켜 별도로 평가해야 한다.

(다) 간접효과

- 이차적 효과 : 사업설계당초부터 의도한 본 목적은 아니지만 사업시행으로 인하여 사업지구에서 부수적으로 발생하는 효과
- 연관효과(파급효과) : 당해사업지구 뿐만 아니라 타 지역 또는 타 산업에까지 어떤 경제활동을 유발하는 효과

(2) 투자사업의 타당성 분석

(가) 영농계획

① 작부체계

작부체계는 사업 분석에 있어서 가장 중요한 영농계획의 일부로서 가장 먼저 고려해야할 사항으로서, 작부체계의 결정요인으로 기술적 요인과 경제적 요인으로 대별되는데, 기술적 요인은 작물별 재배기간, 토양조건, 기술조건, 농가의 재배기술 수준 등이며, 경제적 요인은 작물별 수익성과 농가의 가용 자원(노동력, 토지, 자본, 경영, 기술)의 크기라고 볼 수 있다.

② 작물별 생산계획

사업의 타당성 분석년도를 기준으로 한 현재의 수량 및 생산량과 사업을 시행하지 않았을 경우 (Future without project)의 수량 및 생산량을 목표 수량 달성년도까지 추정하고 사업시행 후 (Future with project)의 기대 수확량 및 생산량을 추정한다. 사업에 따른 총 수량은 사업시행 후 생산량과 사업을 시행하지 않았을 경우의 생산량과의 차이를 말한다.

③ 수량결정

- 현재의 수량

최근 5개년 간에 있어 최고, 최저를 제외한 2개년 평균수량으로 이는 농가경제조사 또는 행정기관의 생산통계를 이용하되 그 지역의 자연 재해 정도를

반영하여 결정한다.

•사업을 시행하지 않았을 경우의 수량

사업을 시행하지 않았을 경우의 수량은 과거의 수량을 근거로 하여 단위면적당 수량의 추세방정식  $y = a + bt$  ( $y$ = 단위면적당 수량,  $t$ = 연도,  $b$ = 연간 총수량  $a$ = 기준년도 수량)을 최소자승법(DLSQ)에 의거 구하고 사업평가년도의 단위면적당 수량을 평가하는 방식이며, 그 외에 영농기술자가 과거의 경험과 모든 농업증산인의 변천과정을 고려하여 사업을 하지 않더라도 목표연도에 가서는 현재의 수량이 얼마가 될 것이라고 유추 적용하는 경우도 있다.

•사업시행 후의 수량

사업해행 후의 목표수량은 과거, 토양, 지세, 지형조건이 비슷한 인근 기설 지구의 과거 5개년 수량 중 최고, 최저를 제외한 3개년간의 평균 수확량을 목표수량으로 정하되 농촌진흥청 및 각종 농업시험장의 관개 효과 시험성적, 사업지구내의 시. 군지도소가 실시한 각종 전지도 운영실적, 장래에 있어서의 신제품 보급가능성, 새로운 농업기술의 개발 가능성 등을 고려하여 결정한다.

•작물별 영농자재 투입계획

작물별, 지목별 농자재(씨앗, 농약, 비료, 모판용 상자 등) 투입현황 및 계획은 재무 및 경제 분석에 있어서 작물별 농업수지(Economic-crop budgets)를 분석하는데 기초자료로서 시행 전 농자재 투입현황은 사업지구의 농가경제 조사에서 얻은 자료를 이용하되 농자재 사용에 대한 농민의 반응과 각종 투입물량을 결정하되 농촌진흥청 및 각도 진흥원의 작물별 농자재 추천량을 감안하여야 하고, 농지조건의 변화에 따른 장려품종의 변화 등을 고려하여 투입물량을 결정한다.

•농업노동 투입계획

현재(Present)의 작물별 노동투입 일수는 사업지구의 농가 경제조사 결과 자료와 각 해당지역의 농촌지도소가 조사한 자료를 가지고 비교 검토하여 합리적으로 결정하며 사업을 시행하지 않았을 경우 사업시행 후의 작부체계의 변화, 제초제의 사용량 및 회수 변화, 기계화의 촉진 등 제 요인을 종합 검토하여 ha당 투입계획을 세워야 하며 사업내용 년 수를 40~50년을 기준으로 하고 있기 때문에 사업시행 후에는 기계화를 전제로 한 농업 노동 투입계획을 세워야 한다.

(나) 경제분석(Economic Analysis)



① 작물별 ha당 수익성 분석

작물별, 지목별, ha당 수익성 분석은 전체 사업수익 추정의 기초단계로서 각 사업지구의 농가 경제조사에서 얻어지는 투입비용 이외의 비용(소농구비, 대농구 감가상각비, 시설 감가상각비 등)은 농촌진흥청 간행물인 (농축산물 표준소득)자료를 참고하고, 본 분석은 국민경제적인 비용분석으로 생산비목 중 조세, 자본용역비, 토지용역비 등을 제외한다.

수입 및 비용의 경제가치 평가 기준은 다음과 같다

- 조수입 : 주산물 중 잠재가격의 예측이 가능한 것은 잠재가격을 적용하고 수출과 수입이 안 되는 농산물은 표준환산계수(Standard conversion Factor, SCF)를 곱하여 가치기준을 통일하고, 부산물은 국제시장 가격이 형성되지 않기 때문에 국내 가격에 SCF를 곱한 가격으로 평가한다.
- 생산비 : 종묘비, 유기질 비료, 방제비, 광열동력비, 수리비, 소농구비, 대농구 감가상각비, 축력비, 농기계임차료 등의 비용은 재무 분석 가격× SCF한 가격을 적용하여 평가하며 잠재가격을 사용한다.
- 무기질 비료 : 국제가격을 중심으로 도출한 잠재가격을 적용
- 노력비 : 자가 노동과 고용노동을 모두 포함하여 잠재 노임 혹은 노동의 기회비용으로 평가
- 탈곡료, 도정료는 주산물의 가격평가에 따른다.
- 농기계 임차료와 축력비는 이중 계산이 되지 않도록 사업지구 농가의 작업별 기계화 비율과 역우 사용비율을 고찰하여 배분한다.

② 사업수익 추정

사업지구 전체의 수익은 작물별ha당 수익성 자료와 작물별 생산계획에 나타나 있는 작물별 식부면적에 의하여 추정하고, 경제적 수익률 계층을 위한 사업수익은 사업시행후의 연차별 순수익에서 사업을 시행하지 않았을 경우의 연차별 순수익을 차감함으로써 구해진다.

사업의 경제수익률(Economic rate of return)계층을 위한 현금유동표(Economic-cash flow table)를 작성하기 위해서는 다음과 같은 조수익 증가액, 생산비 증가액을 연차별로 계층하여야 한다.

- 조수익 증가액 = 사업시행 후 연차별 조수익 - 사업시행 전 연차별 조수익
- 생산비 증가액 = 사업시행 후 연차별 생산비 - 사업시행 전 연차별 생산비

이러한 사업효과 구현속도는 사업규모와 공사기간의 장단, 관계기관의 농업 지원활동(Agricultural supporting services)과 업무조정(Condination)성에 따라 다르게 된다.

### ③ 비용추정

경제 분석을 위한 비용추정에는 3가지가 있는데 생산비 증가액, 투자비용과 사업 준공 후에 필요로 하는 유지관리(Operation and maintenance cost)로 구성된다.

#### •투자비용 조정

투자 사업비는 일반적으로 순공사비, 지급자재대, 부대비로 구성되며, 경제 분석에 있어서는 시설물별로 표시된 비용을 자원비용(Resource Costs)로 바꾸어 표시함으로서 비용의 조정이 가능하게 된다. 여기서 비용조정은 실질적으로 지출되는 사업비에서 관세 및 조세 공과금과 같은 이전적 지출을 감안한 순수한 자원비용을 계측한다는 것이다.

사업비의 평가를 위한 몇 가지 원칙을 보면

첫째 외환율은 공정 환율을 적용

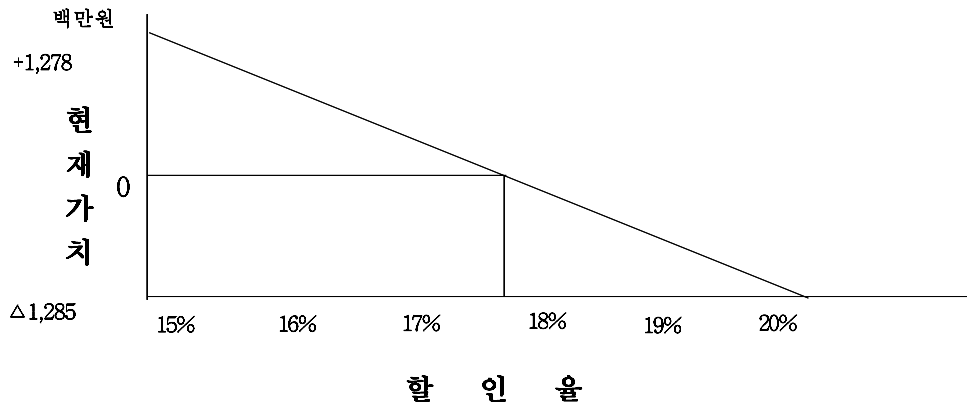
둘째 외환비용은 공정 환율로 환산하여 원화로 표시

셋째 내자비용은 일반 환산계수를 곱하여 조정

넷째 공사기간중의 이자, 각종 세금은 투자비용에서 제외한다.

#### •경제적 수익률 분석(Economic rate of return)

경제적 수익률은 전하에서 작성한 현금 유동표를 근거로 계산하는데 계산방법으로는 두 가지가 있다. 첫째방법은 현금유동표상의 사업 순수익의 현재 가치 총액이 “0” 이 되는 할인율을 구하는 것으로 여러 가지 할인율을 택하였을 경우 그의 현재 가치 총액의 합이 “0” 이 된다는 것은 있을 수 없고 「플러스」 이던 「마이너스」 이던 차이가 있게 마련이다. 따라서 ERR의 근사값을 구하기 위해서는 보간법(Interpolation)을 사용하는데 그 예를 보면 아래와 같다. 할인율 15% 와 20% 적용하였을 경우 현재 가치의 총계가 +1,278 백만 원과 △1,285백만 원으로 나타났다는 것은 ERR가 15%보다는 크고 20% 보다는 작다는 것을 의미한다. 따라서 ERR를 구하기 위하여는 다음과 같다.



<그림 3-20> 현재가치와 할인율

둘째방법은 일정한 구간의 할인율을 B/C Ratio공식에 표시한 다음 B/C Ratio가 할인율과 관계를 도식하고 곡선이 B/C = 1인 횡선과 만나는 점에서 밑으로 읽으면 ERR을 구할 수 있다.(표3-78)

(표 3-78) 할인율과 B/C Ratio의 관계

할인율	수익의 현재가치	비용의 현재가치	B/C Ratio
5%			
10%			
15%			
20%			
25%			

또 한 가지 방법은 사업순수익 증가액을 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 50%의 할인율을 사용하여 각 할인율에 따른 NPV(순 현재가치)와 할인율과의 관계를 도표로 표시하면 NPV가 “0” 일 때의 할인율이 ERR 또는 ERR이므로 쉽게 찾아볼 수 있다.

④ 사업효과

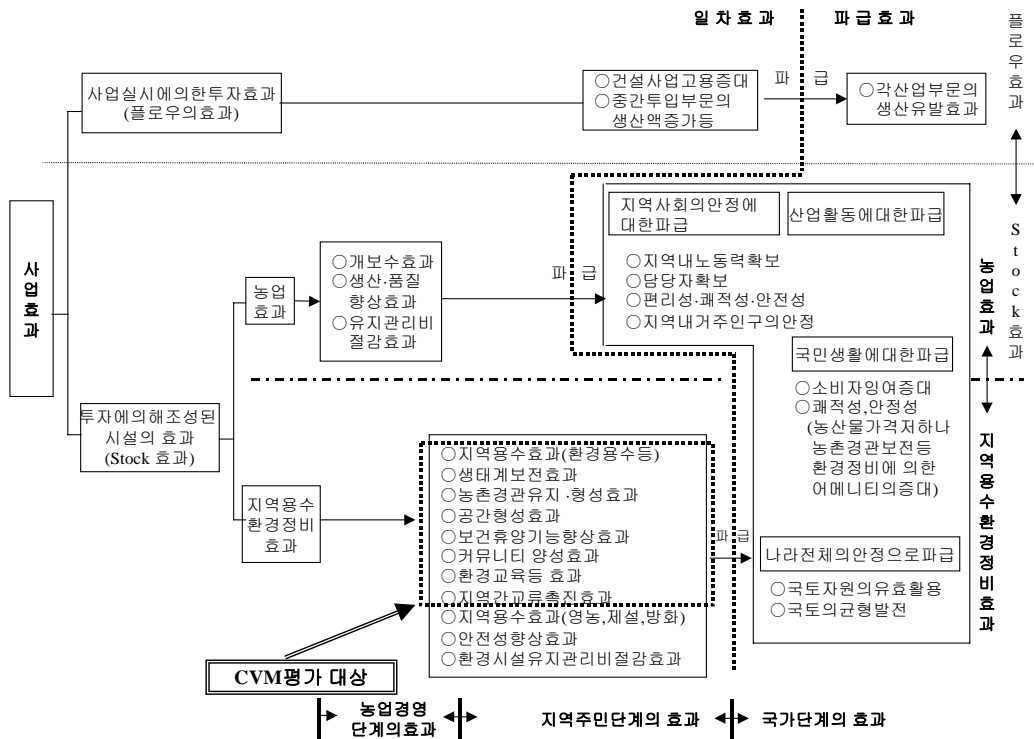
사업시행으로 기대되는 효과는 직접효과와 간접효과, 역효과가 파급효과 등으로 대별할 수 있으며, 이는 또 계수화가 가능한 계측가능 효과와 계측 불가능 효과로 구분할 수 있다.

- 계측가능 효과 : 사업을 통하여 나타날 수 있는 효과로서 계측 가능하고 계량화 할 수 있는 증수량, 투입자재 절감, 노동력 절감, 농기계 이용을 증

대, 작부체계 개선, 토지이용율 증대 등

- 계측불가능 효과 : 사업으로 인한 효과이나 계량화하기 곤란한 효과이며 그 내용은 대략 농촌 환경개선, 국토보전, 재해예방, 국민건강 증진 등.

참고적으로 일본 농업농촌사업으로 시행되고 있는 수환경정비사업의 사업효과를 사업실시 투자에 의한 효과(플로우의 효과)와 투자에 의한 시설의 효과(stock효과)로 구분하고, 1차 효과와 파급효과, 또한 농업경영단계의 효과 및 지역주민단계의 효과, 국가단계의 효과로 나누어 정리한 것을 다음 <그림 3-21>과 같다.



<그림 3-21> 일본 수환경정비의 사업효과 발생단계 등에 의한 개념의 분류

<그림 3-21>에서 보는바와 같이 수환경정비사업 효과를 기초로 하여 효과항목을 세분, 효과내용과 효과측정법을 (표 3-79)과 같이 제시하였다. 사업효과 측정방법은 토지개량 경제효과 측정법과 CVM(지불의사결정법)이 있다.

(표 3-79) 수환경정비사업의 효과항목과 효과내용 및 효과측정방법

구분	효과항목	효과내용	효과측정방법
농업효과	개보수효과	댐 저수지·수로 등의 일부개보수로 인한 시설본체의 종합 내용년수가 연장되는 효과	토지개량의 경제효과
	생산·품질향상효과	수질개선에 의한 피해를 입던 작물의 양, 규격, 등급, 상품화가 향상되는 효과	"
	유지관리지절감효과	농업생산에 관계된 시설의 개보수나 관리체제 변화 등에 수반되는 유지관리비가 절감되는 효과	"
지역용수환경정비효과	지역용수효과 (영농, 방화, 제설)	농업용수를 제설, 방화용수 등으로 이용하는 효과	"
	(환경용수 등)	지역의 수환경정비 등이 생활자의 어메니티를 높이는 효과	CVM
	생물다양성·생태계보전효과	지역생태계 등의 자원을 보전하는 효과	CVM
	지역경관유지·형성효과	지역의 경관이 아름답게 유지·형성되어 거주환경 등의 어메니티의 필요로움이 향상되는 효과	CVM
	공간형성효과	정비공간의 창출이 다목적 활동의 장을 제공하는 효과	CVM
	보건휴양기능향상효과	정비시설을 산책이나 휴양 등으로 이용하여 마음의 안정을 얻을 수 있도록 하는 효과	CVM
	환경교육 등 효과	정비된 지역의 식물, 동물의 관찰이나 농업시설축조의 역사학습, 농업농촌의 체험 등이 환경이나 정서 교육에 공헌하는 효과	CVM
	커뮤니티형성효과	정비시설의 이용이 마을 간의 교류를 촉진시켜 지역커뮤니티를 활성화하는 효과	CVM
	지역간 교류촉진효과	정비시설에서의 이벤트나 농산물직판 등이 도시주민 등과의 교류를 촉진하는 효과	CVM
	안전성향상효과	댐, 저수지, 수로 등의 안전시설정비에 따른 사고방지나 생활의 정신적인 안정을 도모하는 효과	토지개량의 경제효과
유지관리비절감효과	수 환경시설의 신설에 따른 유지관리비용의 절감, 수 환경시설의 개보수에 따른 유지관리 절감효과	"	
용도폐기손실액 (Dead Cost)	기존의 토지개량시설 등을 활용하여 수환경정비를 할 때 아직 토지개량시설의 잔존가치를 갖는 부분도 용도폐기 되는 경우가 있는데, 이것을 손실액으로서 효과산정에 포함시킨다.(일반적으로 개보수효과와 set(일조)로 되어있다.)	"	

댐 및 저수지의 호안의 정비, 수로정비, 생활용 시설, 지역용수 기능 증진시

설 설치하는 사업내용을 구별하여 기대되는 효과를 개략적으로 나타내면 (표 3-80)과 같다.

(표 3-80)사업계획구상에 기초한 사업내용과 공종 및 기대되는 효과

사업내용	공정의 내용	공정결정에 있어 기대하는 효과내용
댐 및 저수지 호안의 정비	돌쌓기호안 계단형태의 친수호안 생태계보전공	댐·저수지의 보전 친수성·경관 창조 생태계의 유지 및 보전
수로 정비	작은수로 어소블록 초생수로 유수(遊水)시설	수로의 보전 친수성·경관 창조 생태계의 유지 및 보전 수질 보전
생활용 시설 (시설을 기초로 한 활동계획포함)	유보도, 녹화, 주차장, 수음장, 휴게소, 변소, 수질보전시설, 안전시설, 벤치 등	경관창조, 생태계의 유지 친수성의 창조 지역 생활환경의 향상 지역 간 교류, 환경학습의 장소 정비
지역용수기능 증진시설	공동세탁장, 체크게이트 등	농업용수의 유효이용을 도모 지역의 생활환경 조건을 향상

수질개선 공법선정 등 비용 효율성 비교를 위한 사업비 산출사례는 자료부족으로 한계가 있으나 국내사례로 개략사업비 산출사례, 시행지구(감돈지구) 사업비 산출사례를 조사·분석 하였다.

국외사례로 일본 호소매뉴얼에 제시된 농업용수 수질개선사업에 적용 가능한 22개 공법별 공사비 및 유지관리 산정 사례를 제시하였으며, 보고서 부록4에 공법별 경제성 및 비용산정식을 수록하였다. 건설비와 유지관리비의 기본식을 바탕으로 적절한 인자 값을 대입하여 산정하는 방법을 제시하였다.

사업타당성 분석을 위한 경제성 분석 틀은 비용-편익분석(B/C)기법을 제안하였으며 대규모사업(총사업비관리대상사업, 즉 하구호 수질개선계획 등)계획 수립과정에서 타당성 분석이 필요한 경우에는 비용-편익분석 기법에 의해 경제적 타당성 분석이 하여야 한다.

### 3.5.2 환경성 분석

친환경 건설사업을 위해서는 환경부하를 정량적으로 평가하는 방법을 확립하고 효과적인 환경 부하 저감기술과 공법의 개발 및 건설계획이 선행되어야 한다. LCA(Life Cycle Assessment, 전 과정 평가)는 환경성과를 측정하는 시스템으로서, 건설자재의 생산 및 운송, 건설 시공, 구조물 사용, 구조물 유지·보수, 해체 등 전 과정의 환경부하를 정량적·정성적으로 분석하여 환경성능을 관리하고, 개선방안을 모색하는 의사결정도구이다. 또한 건설 환경부하에 대하여 사후처리의 개념이 아닌 사전예방을 통한 오염발생을 저감시킬 수 있는 적극적·능동적 평가방법이라고 할 수 있다.

우리나라의 환경영향평가 제도는 미국, 캐나다 등과 달리 스크린(Screen)제도가 도입되어 있지 않고 그 대상사업이 법령으로 규정되어 있으며, 환경영향평가 시점 또한 사업계획이 확정된 후 사업실시 단계에서 주로 오염의 저감방안 위주로 검토하고 있어 입지의 타당성 등 근본적인 친환경적인 개발의 유도에 한계가 있다. 따라서 각종 행정계획, 개발 사업을 수립·시행함에 있어 타당성조사 등 계획 초기단계에서 입지의 타당성, 주변 환경과의 조화 등 환경에 미치는 영향을 고려토록 함으로써 「개발과 보전의 조화」 즉, 「환경 친화적인 개발」을 도모코자 도입된 제도이다.

환경성검토는 환경정책기본법에 의한 『사전환경성검토』, 국토해양부 도시계획수립지침에 의한 『환경성검토』, 건설기술관리법에 의한 『사전환경성조사·검토』로 분류할 수 있으며 <그림 3-22>과 같다.

#### 1) 사전 환경성 검토

##### (1) 목적

각종 개발계획이나 개발 사업을 수립·시행함에 있어 타당성조사 등 계획 초기단계에서 입지의 타당성, 주변 환경과의 조화 등 환경에 미치는 영향을 고려토록 함으로써 『개발과 보전의 조화』 즉 『환경 친화적 개발』을 도모코자 도입된 제도이다. 이에 따라 계획을 수립·확정하거나 사업을 인가·허가·승인·지정하는 관계행정기관의 장은 환경부장관 또는 지방 환경 관서의 장과 미리 협의하여야 한다.



<그림 3-22>환경성검토제도 분류

나) 사전환경성검토 제도의 필요성

현행 환경영향평가제도는 대부분 사업의 계획이 확정된 후 오염의 저감방안을 검토하고 있어 근본적인 친환경적인 개발 유도에 한계가 있으며, 최근 국토의 난개발로 인한 국토훼손, 수질오염, 교통난 등이 사회문제로 대두되고 있어 개발 사업에 대한 사전환경성검토의 필요성 증대하고 있다.

다) 환경성 검토제도의 기능

•지속가능한 개발이념의 실현

환경에 영향을 미치는 행정계획 또는 개발 사업이 확정, 시행되기 전에 환경적 영향을 고려토록 함으로써 지속 가능한 계획의 수립 또는 사업이 추진될 수 있도록 한다.

•사전 입지의 타당성 검토로 합리적 대안의 제시

주로 실시계획단계에서 이루어지는 환경영향평가 시 사실상 배제되거나 간과 되어 온 상위 기본계획에 대하여 입지의 타당성, 주변 환경과의 조화여부 등을 검토함으로써 환경친화적인 합리적 대안을 모색할 수 있도록 한다.

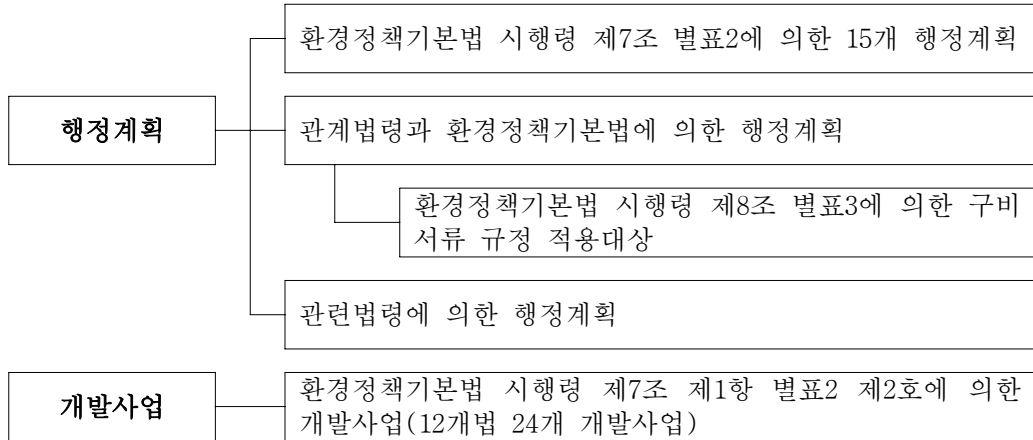
•환경영향평가의 효율성 제고

환경영향평가 과정에서 쟁점이 되고 있는 입지의 타당성, 토지이용계획의 적정성 등을 사전환경성검토 과정에서 미리 스크린 함으로써 환경영향평가지 협의기간의 단축 및 효율성을 제고 한다.



(2) 대상사업 분류

행정계획과 개발 사업으로 크게 구분하여 다음 <그림 3-23>과 같다.



<그림 3-23> 환경성 검토 대상사업

(가) 사전환경성 검토대상 행정계획

(표 3-81) 사전환경성 검토대상 행정계획

구분	관계법령	행정계획	협의시기
국토·지역·도시의 개발	농어촌정비법	마을정비구역의지정(제32조)	구역 지정 전
	제주국제자유도시특별법	광역시설계획(제8조)	계획 확정 전
	폐광지역개발지원에 관한 특별법	폐광지역진흥지구의 지정(제3조)폐광지역환경보전계획(제5조)	지구 지정 전 계획 수립 시
	사회간접시설에 대한 민간투자법	민간투자시설사업 기본계획(제10조)	계획 수립 시
농공단지, 협동화단지, 복합단지의 조성	산업입지및개발에관한법률	농공단지의 지정(제8조)	단지 지정 전
	중소기업진흥 및 제품구매촉진에관한법률	단지조성이 포함되는 협동화실천계획(제19조)	계획승인 전
		단지조성사업의 실시계획(제20조)	
지역균형개발 및 지방중소기업육성에관한법률	복합단지의 개발계획(제34조) 복합단지의 실시계획(제36조)	시행자지정 또는 계획승인전	
수자원개발, 하천의 이용·개발	소하천정비법	소하천정비종합계획(제6조)	계획 승인전
	운천법	운천개발계획(제7조)	"
체육시설의 설치 및 수련지구 조성	체육시설의설치·이용에관한법률	사업계획(제12조)	"
	청소년기본법	수련지구 조성계획(제41조)	계획 수립시
골재 채취	골재채취법	하천골재채취예정지의 지정(제6조)	예정지지정전
계	12개 법률	15개 계획	

(나) 환경정책기본법 및 관련법령에 의한 사전협의 대상

환경정책기본법 및 관련법령에 의한 사전협의 대상사업의 종류는 (표 3-82과 같다.

(다)기타 행정계획

관련법령에 관계행정기관의 장과 사전에 협의토록 규정하고 있는 행정계획

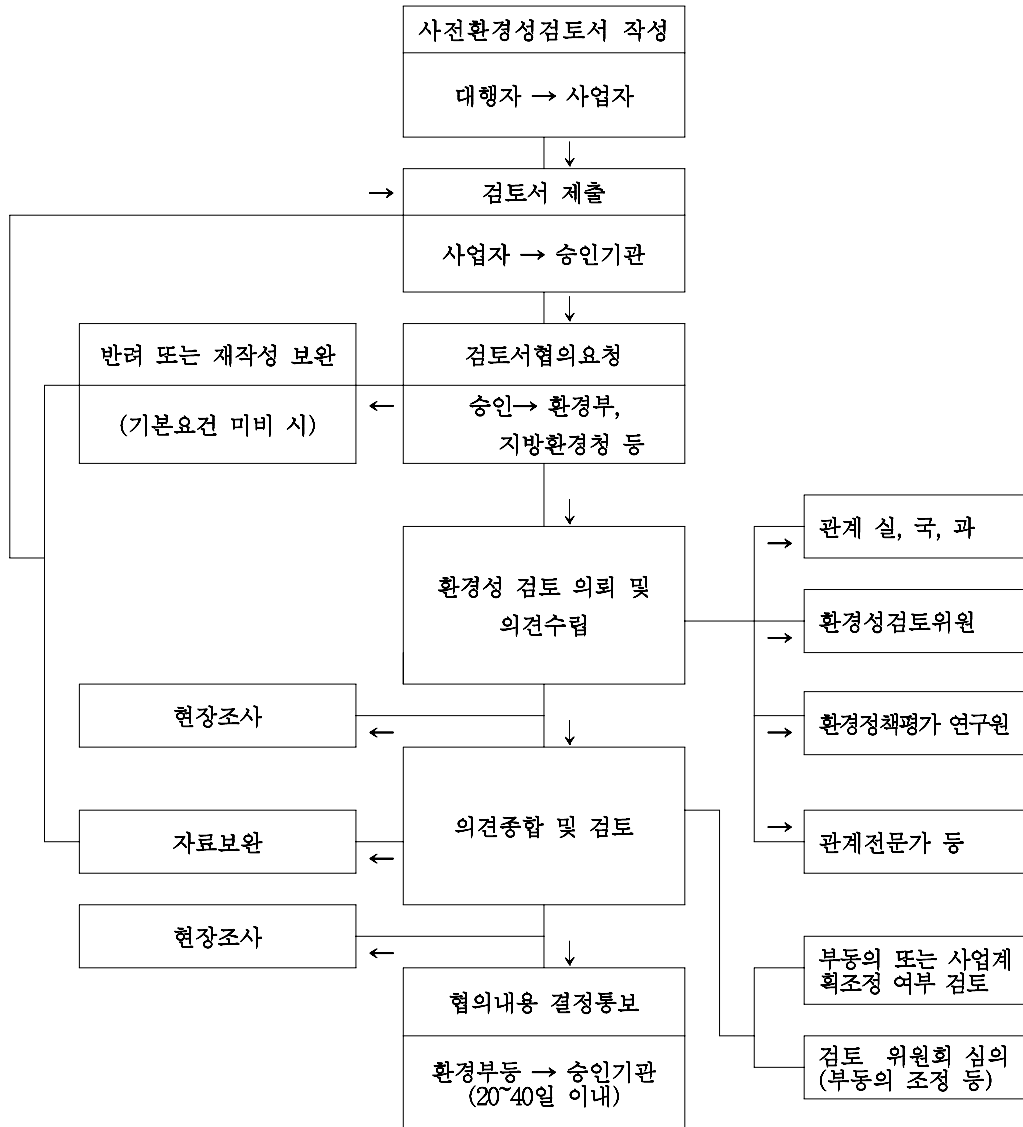
- 국토의계획및이용에관한법률 제22조의 규정에 의한 도시기본계획의 승인, 도시개발법 제3조의 규정에 의한 도시개발구역의 지정, 개발제한구역의지정 및관리에관한특별조치법 제3조의 규정에 의한 개발제한구역의 지정 및 해제 등
- 원칙적으로 당해 법령에서 정하는 구비서류, 절차, 방법을 적용함

(표 3-82) 사전협의 대상

구분	근거 법령	행정 계획
국토·지역·도시의 개발	국토의계획 및 이용에 관한 법률	용도지역의 지정 또는 변경에 관한 도시관리계획(도시지역·계획관리지역→보전관리지역, 생산관리지역, 농림지역, 자연환경보전지역으로 변경하는 경우 제외- 제36조), 개발진흥지구의 지정에 관한 도시관리계획(도시지역외의 지역의 경우-제37조)
	택지개발촉진법	택지개발예정지구의 지정(제3조)
	지역균형개발 및 지방중소기업육성에 관한 법률	광역개발권역의 지정(제4조), 광역개발사업계획(제5조), 개발촉진지구의 지정(제9조), 개발촉진지구개발계획(제14조)
	농어촌정비법	한계농지지구의 지정(제79조)
산업단지·유통단지의 조성	산업입지 및 개발에 관한 법률	국가산업단지의 지정(제6조), 지방산업단지의 지정(제7조), 도시첨단산업단지의 지정(제7조의2)
	유통단지개발촉진법	유통단지의 지정(제5조)
에너지 개발	전원개발에 관한특례법	전원개발사업예정구역의 지정(제11조)
	한국가스공사법	사업실시계획(제16조의2)
교통시설의건설	도시철도법	노선별 도시철도기본계획(제3조의2)
	고속철도건설촉진법	고속철도건설예정지역의 지정(제5조)
	공공철도건설촉진법	공공철도의 건설·개량사업 실시계획(제3조)
	수도권신공항건설촉진법	수도권신공항건설예정지역의 지정(제3조)
	신항만건설촉진법	신항만건설예정지역의 지정(제5조)
하천의 이용·개발 및 해양개발	하천법	하천정비기본계획(제17조)
	어항법	어항 시설계획 중 기본계획(제7조제2항)
산지개발 및 골재채취	산지관리법	채석단지의 지정(제29조)
	골재채취법	골재채취단지의 지정(제34조)
	자연공원법	도립공원계획(제13조), 군립공원계획(제14조)
관광단지의 개발 및 국방·군사시설의 설치	관광진흥법	관광개발기본계획·권역별관광개발계획(제47조), 관광지 등의 지정(제50조)
	청소년기본법	청소년 수련지구의 지정(제40조)
	국방·군사시설사업에 관한 법률	국방·군사시설사업의 실시계획(제4조)

(3) 사전환경성검토 협의절차

일반적인 사전환경성검토 협의절차는 <그림 3-24>과 같으며 좀 더 구체적으로 구분하여 행정계획과 개발사업의 협의 절차를 나타내면 그림과 같다.



<그림 3-24> 일반적인 사전환경성검토 협의절차

(3) 협의기관

- 사전협의를 요청하는 자(계획을 수립 또는 확정하는 자, 사업을 허가, 인가, 승인하는 자)가 중앙행정기관의 장인 경우는 환경부 장관과 협의
- 사전협의를 요청하는 자가 중앙행정기관의 장이 아닌(시·도지사, 시장·군수·구청장 또는 공공기관의 장 등)경우 지방환경관서의 장(환경관리청장 또는 지방환경관리청장)과 협의

2) 환경성 검토

(가) 환경성검토제도 목적

국토해양부에서 운영하는 환경성검토 제도는 환경정책기본법에 의한 사전환경성검토제도와 일맥상통하나, 『국토의 계획 및 이용에 관한 법률』 제25조 내지 제28조 및 제30조의 규정에 의하여 도시 관리계획의 수립 시 환경에 미치는 영향을 고려한 환경성검토를 시행함으로써 도시 관리계획의 이념인 환경적으로 건전하고 지속가능한 정주환경을 조성하는 것을 목적으로 한다.

(나) 환경성검토 대상사업

도시 관리계획 수립대상사업

(다) 법률근거

- 국토의계획및이용에관한법률 제25조제4항

제25조(도시관리계획의 입안)

④ 도시 관리계획의 수립기준, 도시관리계획도서 및 계획설명서의 작성기준·작성방법 등은 대통령령이 정하는 바에 따라 건설교통부장관이 이를 정한다.

- 국토의계획및이용에관한법률시행령 제18조 및 제19조

제18조(도시관리계획 도서 및 계획설명서의 작성기준 등)

① 법 제25조제2항의 규정에 의한 도시 관리계획 도서 중 계획도는 축척 1천분의 1 또는 축척 5천분의 1(축척 1천분의 1 또는 축척 5천분의 1의 지형도가 간행되어 있지 아니한 경우에는 축척 2만5천분의 1)의 지형도(수치지형도를 포함한다. 이하 같다)에 도시 관리계획 사항을 명시한 도면으로 작성하여야 한다. 다만, 지형도가 간행되어 있지 아니한 경우에는 해도·해저지형도 등의 도면으로 지형도에 갈음할 수 있다.

② 제1항의 규정에 의한 계획도가 2매 이상인 경우에는 법 제25조제2항의 규정에 의한 계획 설명서에 도시 관리계획 총괄도(축척 5만분의 1 이상의 지형도에 주요 도시 관리계획 사항을 명시한 도면을 말한다)를 포함시킬 수 있다.

제19조(도시 관리계획의 수립기준) 건설교통부장관은 법 제25조제4항의 규정에 의하여 도시 관리계획의 수립기준을 정할 때에는 다음 각호의 사항을 종합적으로 고려하여야 한다.

1. 광역도시계획 및 도시기본계획 등에서 제시한 내용을 수용하고 개별 사업 계획과의 관계 및 도시의 성장추세를 고려하여 수립하도록 할 것
2. 도시기본계획을 수립하지 아니하는 시·군의 경우 당해 시·군의 장기발전구상 및 법 제19조 제1항의 규정에 의한 도시기본계획에 포함될 사항 중 도시 관리계획의 원활한 수립을 위하여 필요한 사항이 포함되도록 할 것
3. 도시 관리계획의 효율적인 운영 등을 위하여 필요한 경우에는 특정지역 또는 특정부문에 한정하여 정비할 수 있도록 할 것
4. 공간구조는 생활권단위로 적정하게 구분하고 생활권별로 생활·편익시설이 고루 갖추어지도록 할 것
5. 도시와 농어촌 및 산촌지역의 인구밀도, 토지이용의 특성 및 주변 환경 등을 고려하여 지역별로 계획의 상세정도를 다르게 하고, 기반시설의 배치계획, 토지용도 등은 도시와 농어촌 및 산촌지역이 서로 연계되도록 할 것
6. 토지이용계획을 수립할 때에는 주간 및 야간활동인구 등의 인구규모, 도시의 성장추이를 고려하여 그에 적합한 개발밀도가 되도록 할 것
7. 녹지축·생태계·산림·경관 등 양호한 자연환경과 우량농지 등을 고려하여 토지이용계획을 수립하도록 할 것
8. 수도권안의 인구집중유발시설이 수도권외의 지역으로 이전하는 경우 종전의 대지에 대하여는 그 시설의 지방이전이 촉진될 수 있도록 토지이용계획을 수립하도록 할 것
9. 도시계획시설은 집행능력을 고려하여 적정한 수준으로 결정하고, 기존 도시계획시설은 시설의 설치현황과 관리·운영 상태를 점검하여 규모 등이 불합리하게 결정되었거나 실현가능성이 없는 시설에 대하여는 재검토함으로써 미 집행되는 시설을 최소화하도록 할 것
10. 도시의 개발 또는 기반시설의 설치 등이 환경에 미치는 영향을 미리 검토하는 등 계획과 환경의 유기적 연관성을 높여 건전하고 지속가능한 도시발전을 도모하도록 할 것

(라) 환경성검토 일반원칙

•환경성검토는 도시 관리계획의 입안과정에서 도시 관리계획이 환경에 미치는 영향을 검토하여 환경부하 요인을 사전에 해소하거나 최소화함으로써 개발과 환경을 조화시키기 위하여 실시하는 계획 환경성 검토를 말함. 다만,

환경정책기본법에 의한 '환경보전계획'이 수립된 시·군은 그 내용을 도시 관리계획 수립 시 활용할 수 있음. (※ 도시 관리계획에서의 환경성검토는 환경정책 기본법령의 환경성검토와는 다르기 때문에 환경정책기본법령에 의한 사전협의대상이 아님)

- 도시 관리계획안은 복수로 작성하여 환경성을 검토하고 불가피한 사유가 없는 한 환경적 피해가 없거나 그 정도가 적은 대안이 선택되도록 함. 다만, 긴급하다고 판단되는 경우에는 단수의 도시 관리계획안을 입안하여 결정고시 이전까지 환경성검토를 실시할 수 있음.
- 환경성검토는 도시 관리계획이 환경오염, 기후변화, 생태계 및 주민의 생활에 미치는 영향의 원천적 해소 또는 저감을 목표로 함
- 도시 관리계획의 환경성검토는 자연환경과 생활환경으로 구분하여, 전자는 자연·경관·주요 동식물과 비오톱(biotop)의 보전·복원·개선을, 후자는 휴양·여가공간의 확보 및 물리적 생활환경의 개선이라는 관점에서 평가항목을 도출하여 검토하며, 도시 관리계획의 유형·입지여건 및 환경에 영향을 주는 요소·특성 및 예상되는 영향의 정도 등에 따라 환경성검토 항목을 달리할 수 있음.
- 도시 관리계획 수립시의 환경성검토는 정량적 분석과 정성적 평가를 병행하여 평가함.( 분석에 필요한 기초자료 등은 현재 각종 법령으로 조사·관리되고 있는 지역·도시 및 시설(하천 등)에 대한 현황자료·조사결과 등을 적극 활용하여 공정성과 객관성을 최대한 높이도록 함)
- 환경성검토는 항목별로 환경영향, 저감방안 등을 종합적으로 검토하고, 그 결과에 따라 필요한 경우 환류·조정을 거쳐 환경적으로 건전한 도시 관리계획 안으로 조정하여야 함.
- 환경성검토의 기준시점은 당해 도시 관리계획 내용이 집행되었을 때를 원칙으로 하고, 집행과정에서 환경에 중대한 영향을 미칠 것으로 예상되는 경우에는 기준시점을 조정할 수 있음.
- 영 제21조제1항 또는 제2항에 해당하는 경우에는 기초조사와 함께 환경성검토를 실시하지 않음.
- 기 개발된 시가지 및 법 또는 다른 법령에 의하여 조성된 지역으로서 당해 도시 관리계획의 집행으로 인하여 환경에 미치는 영향이 없다고 판단되는 경우에는 검토항목·분석기준 등 환경성 검토방법을 달리할 수 있음.

(마) 환경성검토 항목

환경성검토는 도시 관리계획의 입지 및 토지이용계획을 중심으로 하고, 중대

한 영향이 예상되는 경우 사업시행으로 인한 영향 및 이용 시의 영향을 함께 고려하여야 함(표3-83)

(표 3-83) 환경성검토 항목

구분	항목	세부항목
자연환경	생태적 순환법칙인 ‘에너지와 물질의 닫힌 순환체계(closed circle)’ 구축을 유도할 수 있는 항목	- 기상·기후 및 에너지 - 지형 - 토양 및 지반 - 물 순환 - 녹지 - 경관 - 비오 톱 및 동·식물
생활환경	주민의 건강과 쾌적성(amenity)의 향상을 유도할 수 있는 항목	- 휴양 및 여가 공간 - 대기질 - 수질 - 폐기물 - 소음·진동

3) 사전환경성조사·검토

(가) 사전환경성조사·검토의 정의와 역할

•정의 : 사업 인허가권자가 자율적으로 충분한 환경정보를 이용하여 사업의 구상, 타당성조사 시 환경보전상의 배려를 하고 그 결과를 계획이나 설계에 반영시키기 위한 절차

•역할 : 모든 환경영향의 가능성을 검토하는 것이 아니고, 계획결정에 결정적인 영향을 줄 수 있는 중요한 환경항목을 선정해내고 이의 검토를 통한 대안을 선정하는 것으로 함

(나) 사전환경성조사·검토의 주요대상 사업

건설기술관리법 시행령 제38조의6 제5항에 의거한 타당성조사 및 기본계획을 수행하는 중앙·지방정부의 공공건설사업

(다)사전환경성조사·검토 관련법

건설기술관리법 시행령 제38조의5 (기본구상)

① 발주청은 건설공사를 시행하고자 하는 경우에는 다음 각 호의 사항을 검토하여 공사내용에 관한 기본적인 개요(이하 "기본구상"이라 한다)를 마련하여야 한다.

6. 공사의 시행이 환경에 미치는 영향

제38조의6 (타당성조사)

② 발주청은 제 1항의 규정에 의한 타당성조사를 실시함에 있어서는 당해 건

설공사로 건축되는 건축물 및 시설물 등의 설치단계에서 철거단계까지의 모든 과정을 대상으로 기술·환경·사회·재정·용지·교통 등 필요한 요소를 고려하여 조사·검토하여야 하며, 당해 건설공사의 공사비 추정액과 공사의 타당성이 유지될 수 있는 공사비의 증가한도를 제시하여야 한다.

④ 발주청은 타당성조사가 완료된 때에는 발주청 및 관계 행정기관의 공사공무원과 관련 분야의 전문가로 하여금 타당성조사의 적정성을 검토하도록 하여야 한다.

⑤ 타당성조사의 기간, 세부조사항목 및 평가기준 등에 관하여 필요한 사항은 건설교통부장관이 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여 정한다

제38조의7 (건설공사기본계획)

① 발주청은 제38조의6의 규정에 의한 타당성조사를 실시한 결과, 그 필요성이 인정되는 건설공사에 대하여는 기본구상을 기초로 하여 다음 각 호의 사항을 포함한 기본계획을 수립하여야 한다.

#### 7. 환경보전계획

③ 발주청은 기본계획을 수립하는 때에는 관계 행정기관의 장과 미리 협의하여야 한다.

•사전환경성 조사·검토 범위의 기준

-건설기술관리법(시행령 제38조의6의 ⑤항)에서 정하고 있는 세부조사항목, 기간, 평가기준 등을 사전환경성 조사·검토업무범위로 함

-사업유형별로 타당성조사 및 기본설계단계에서 충실한 조사가 가능한 항목을 중심으로 중점조사·검토항목 선정

-중점조사·검토항목별 조사 시기, 조사방법, 검토기준 등의 지침을 마련

-유사평가(환경영향평가, 환경평가)와의 차별성과 연계성을 확보할 수 있도록 조사항목 및 검토기준 등을 선정

(라) 건설환경기본계획

① 법적근거

건설기술관리법 제26조의5 및 동법시행령 제46조의8 제2항에 의거하여 환경친화적인 건설공사에 필요한 시책을 효율적으로 추진하기 위하여 5년 단위로 수립되는 계획

② 성격

"지속가능한 개발"을 위한 건설 환경 분야의 중·장기계획

③ 대상 및 범위

•건설공사 현장의 환경관리 및 정비·복원



- 환경 친화적인 건설 산업의 육성·지원
- 환경 친화적인 건설공사를 위한 기술 인력의 육성·관리 및 건설 환경정보 시스템의 구축·활용 촉진
- 국토 및 도시계획사업 등에 대한 환경 친화적인 건설기술 지원

④ 환경성검토 지표·지수 개발

- 개발사업의 환경성검토를 지원하는 지표와 지수의 개념을 정립하고 평가지원체계와 역할, 평가주체, 평가의 방법 등의 체계를 정립
- 대표적인 지표를 선정하여 설정한 지표·지수 체계에 따라 개발사업에 대한 검토과정을 시범 적용하고 가능성과 실현성 모색
- 개발한 지표·지수의 현 제도에 반영하는 구체적인 방법을 마련하고 지원할 수 있는 방안 모색
- 개발한 지표·지수를 반영할 수 있는 실질적인 제도가 구축 되도록 의견수렴 및 제도 기반 구축

제2차 건설환경기본계획의 주요 내용은 다음 <그림3-25>과 같다.

(라) 일본 농림수산 환경정책의 기본방침

일본 농림수산성 순환형 사회구축·지구온난화방지 대책 추진본부는 2003. 12. 25에 환경보전을 중시하는 농림수산업으로의 이행하기 위한 ‘농림수산 환경정책의 기본방침’ 제정하여 시행하고 있다.

① 기본인식

건전한 물, 대기, 물질순환의 유지·증진과 풍요로운 자연환경의 보전·형성을 위한 시책전개를 목표로

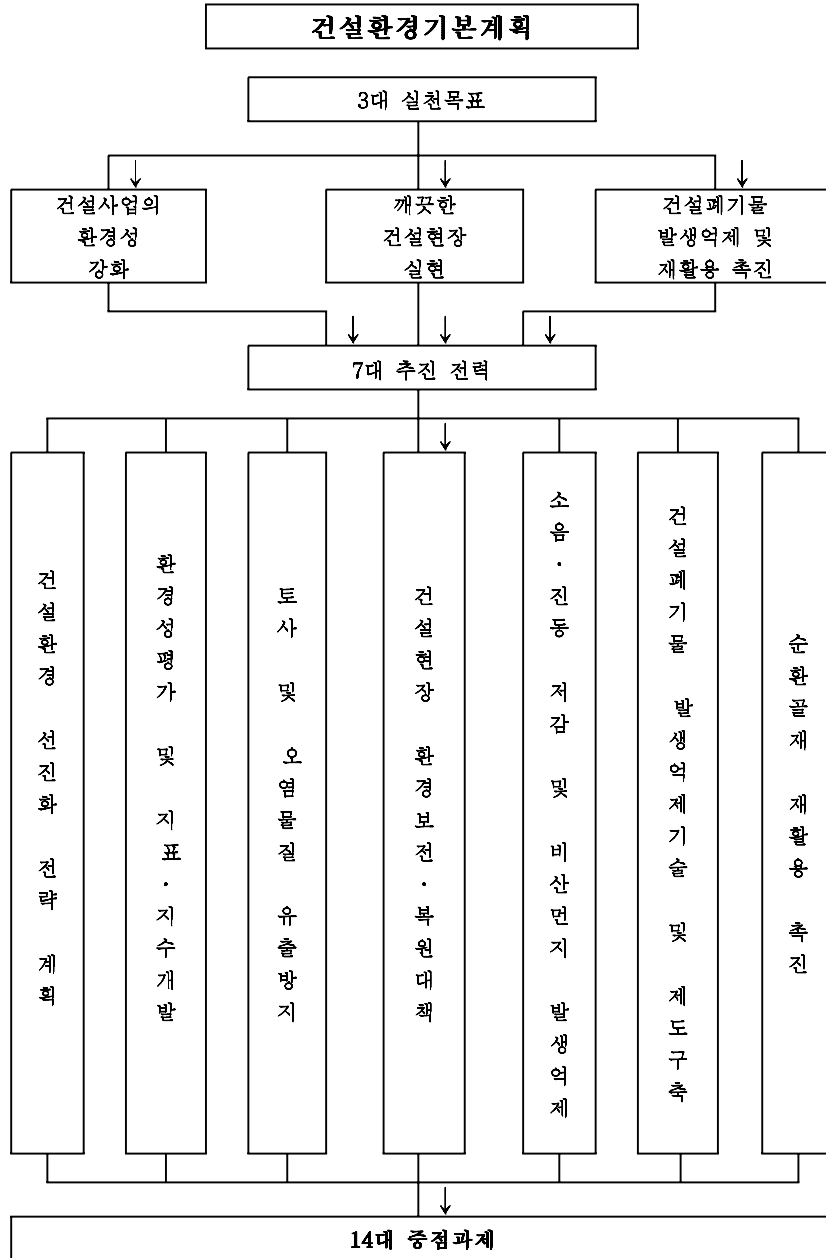
- 대량생산 소비, 폐기사회로부터 지속가능한 사회로의 전환

오늘날 환경문제는 지구온난화, 폐기물문제, 더욱이 생물다양성의 위기에서 볼 수 있는 바와 같이 통상적인 사업 활동이나 국민의 일상생활에서 기인하며 이들과 밀접한 관계를 갖는 것으로 변화되고 있다.

대량생산, 소비, 폐기라고 하는 사회로부터 다양한 라이프스타일(생활양식)이나 다양한 지역특성에 대응한 지속가능한 사회로의 전환을 도모하는 것이 문제로 되어 있다.

이에 맞추어 물, 대기, 토양 등의 자연자원과의 건전한 관계를 유지하면서 물질순환을 추구하여 자연과 인간의 공생을 확보해 나갈 필요가 있다.

- Least-Emission(최소배출) 건설환경 구현 -



<그림 3-25> 제2차 건설환경기본계획

•농림수산업의 자연 순환 기능의 발휘

농림수산업은 공업 등 타 산업과는 달리 본래 자연과 대립하는 형태가 아니고 자연에 순응하는 형태로 자연을 변화시키고 이를 잘 이용하여 순환을 촉진함으로써 그 혜택을 향유하는 생산 활동이다. 예를 들면 논에서 생육하는 벼, 산에서 자라는 삼림, 하천이나 바다에서 서식하고 회유하는 어류 등의 생물은 그 자체가 물, 대기, 물질의 순환을 구성하는 주요한 요소라고 할 수 있다. 그러나 농림어업자의 고령화와 소득의 감소 등으로 생산 활동은 저하되고, 경작포기지(耕作抛棄地)나 간벌이 이루어지지 않는 삼림이 증가되기도 하고, 산과 농지가 황폐화되고 있다. 또한 비료, 농약의 과잉투입이나 축산 배설물이 적절히 관리되지 않아 환경에 영향을 미칠 우려가 있다. 더욱이 농림수산업에서 환경과의 조화가 문제로 대두되고 있다.

농림수산업의 지속적인 발전을 위해서는 농지, 농업용수, 삼림, 해양생물자원 등의 적절한 보전·관리, 담당자의 확보와 함께 농림수산업의 자연 순환 기능의 유지·증진이 꼭 필요하다.

•농림어업자의 주체적인 노력과 소비자의 이해·지원

농림수산업의 자연 순환기능의 발휘를 위해서는 환경부하의 저감을 도모하는 동시에 비료나 농약 등의 화학물질에 대한 의존도를 가능한 한 낮추는 것이 중요하다. 이것은 음식의 안전, 안심, 양호한 생활환경을 추구하는 국민의 농림수산업에의 기대에 부응하는 것이며, 또한 안전하고 안심하고 먹을 수 있는 농림수산업의 생산을 위해서는 양호한 생산 환경이 필요하며, 환경보전과 안전하고 안심하고 먹을 수 있는 식품은 서로 연결되어 있다.

농림수산업은 식료나 목재의 공급을 담당하는 필수 생산 활동인 이상 환경에 미치는 부하를 피할 수 없다. 이 때문에 이용 가능한 대체기술의 활용 등에 의해 이를 최소화할 필요가 있다. 이것은 농림어업자의 주체적인 노력과 소비자의 이해·지원에 의해서만 가능한 것이다. 이를 위해서는 의식이나 정보의 교환 등에 의해 농림어업자와 소비자 간의 신뢰관계를 심화시켜나가는 것이 중요하다.

•도시와 농어촌의 공생·교류

농산어촌은 2차적 자연인 푸른 전원 공간, 삼림공간이나 바닷가, 해양이 펼쳐지고 다양한 동식물이 서식하는 다양한 생태계가 확보되어 있는 지역이다. 또한 본래의 농림수산업의 자연 순환 기능을 활용한 자연과 공생하는 독자적인 생활문화, 지역문화가 배양되어 있는 지역이기도 하다. 이것에 의해 농산어촌은 여유와 평온함이 있는 지역을 형성하고 있다.

농산어촌에 체재하거나 활동, 생활하고 싶어 하는 도시주민이 증가되는 등 도시와 농산어촌은 쌍방향의 시대가 되었다. 다양하고 폭넓은 참여로 도시와 농산어촌의 쌍방향 문화는 도시와 농산어촌과의 공생, 자연과 인간의 공생을 통해서 국민전체의 생활양식의 전환에 기여하고 있다. 이것이 금후 국가경제사회의 발전기반을 형성해 나갈 것으로 생각된다.

•농림수산성이 지원하는 농림수산업은 환경보전을 중시하는 것으로 이행이와 같은 인식을 바탕으로 농림어업자의 주체적인 노력을 기초로 해서 농림수산업의 자연 순환 기능의 유지·증진과 함께 농산어촌의 건전하고 풍요로운 자연환경의 보전·형성을 위한 시책을 전개한다. 이것에 의해 농림수산성이 지원하는 농림수산업은 식료나 목재의 안정적인 공급을 도모하면서 환경보전을 중시하는 것으로 전환한다.

또한 농림수산업도 다른 산업과 마찬가지로 그 생산 활동이 환경에 부하를 주는 면도 있으므로 환경부하의 저감을 위해 예방적인 대응도 포함해서 적절하고 면밀히 대처한다.

## ② 기본방침

### •정보의 공시·공개와 설명

환경문제는 농림어업자 뿐만 아니라 많은 국민과 관련되는 것으로 농림수산업, 농림수산시책에 관련된 환경정보에 대하여 적시에 정확하게 알기 쉽게 국민에게 공시, 제공, 설명한다.

### •국민의 의식을 반영한 정책수립

국민에게 정보를 제공하는 동시에 국민과의 의견을 교환하도록 노력하며 국민의 의견을 참고하여 국민에게 열린 형태로 농림수산관계 환경정책을 수립한다.

### •다양한 주체의 참여에 의한 정책추진

농림수산관계 환경정책에 대하여 농림수산자 뿐만 아니라 지역주민이나 도시주민, NPO(Non-profit Organization, 비영리 단체) 등 다양한 주체의 의견을 폭넓게 수렴하고 정책을 실시에 참여, 협력을 얻어 지역의 합의 형성을 도모하면서 실시한다.

### •환경관련 정책의 상호 연대

건전한 물, 대기, 물질순환의 유지·증진이나 건전하고 풍요로운 자연환경의 보전·형성을 위하여 환경에 관련된 정책의 상호연대를 강화하고, 농림수산정책을 일체적으로 추진한다. 또한 타 부처와의 연대·협력을 추진한다.

### •환경보전을 중시하는 농업을 위한 지침수립

환경보전을 위해 농업자가 주체적으로 노력하도록 하기 위해 적절한 비료, 농약의 사용에 의한 환경부하의 저감과 퇴비를 이용한 토양 가꾸기를 통해 물질순환을 촉진하는 지침을 수립하고 보급하도록 노력한다.

•보조사업, 제도자금에 있어서 환경보전의 중시

농림어업자가 환경보전을 중시하는 생산 활동에 적극적으로 참여할 수 있도록 하기 위해 생산 진흥, 농지의 정비 등의 보조 사업은 환경을 중시하는 방향으로 순차적으로 이행한다. 또한 제도자금은 자금의 성격을 검토하여 환경을 중시하는 방향으로 중점화하도록 노력한다.

•사업의 그린화·투명화

공공사업은 환경과의 조화를 고려하여 사업을 실시한다(사업의 그린화). 또한 사업의 구상, 계획, 실시에 관련된 환경정보를 공시·제공·설명(투명화)해 간다.

•명확한 목표의 설정과 평가

각 정책에 대하여 가능한 한 목표·효과를 정량적으로 제시하여 정책을 추진하고, 그 효과, 진척상황을 평가한다. 구조적으로 정량적으로 제시할 수 없는 것은 가능한 한 알기 쉽게 정성적으로 제시하는 동시에 그 방법을 검토하여 정량화하도록 노력한다.

•과학적인 지식에 기초한 정책의 실시

농림수산 환경정책의 추진은 과학적인 지식의 축적을 도모하는 동시에 전문가·경험자의 의견을 수렴하여 실시한다. 또한 생물조사 등 환경에 관련된 조사를 실시한다.

•농림부 자신의 환경배려

농림부는 사무운영이나 청사관리에 관련하여 조직적인 성 에너지나 재이용 등을 통해서 환경에 미치는 부하를 상시 저감하기 위하여 환경관리시스템을 도입한다.

③ 각 환경분야의 정책

•건전한 수 환경

-국토의 약 80%를 차지하는 삼림이나 농지는 우수를 저류하고, 정화하며, 하천으로의 급속한 유입을 억제한다. 주변연안의 수초지대나 간석지에는 해조류나 어패류 등의 생식생물이 물을 정화한다. 이와 같은 삼림, 농지·농업용수, 수초지대·간석지의 기능을 유지·향상시킨다.

-한편 비료, 농약이나 축산배설물, 양식업의 사료 등은 수 환경에 미치는 부하의 원인이 되는 경우도 있을 수 있으므로 부하의 원인이 되지 않도록 환경

부하의 저감을 추진한다.

- 건전한 삼림의 육성
- 풍요로운 바다와 수플조성
- 농지의 유지·보전과 안정적인 용수공급기능 등의 확보
- 농산어촌지역의 수질개선
- 관련 부처의 연대에 의한 건전한 물 순환계 구축에 노력
- 환경보전을 중시하는 농업 추진
- 축산배설물의 적정관리
- 지속적인 양식업의 추진
- 수초지대, 간석지의 조성 등

•건전한 대기 순환

-식물은 광합성에 의해 대기 중의 이산화탄소를 흡수함으로서 탄소를 고정한다. 이것을 농림수산물로서 소비해도 실제로 이산화탄소를 증가시키지 않는 카본·중성적인 성질을 갖고 있다. 특히 삼림, 목재는 이산화탄소의 흡수원·저장고로서 지구온난화 대책 상 중요한 역할을 한다.

-한편 이산화탄소의 배출자로서의 농림수산업, 식품산업의 배출을 감소시킨다. 또한 식료, 목재 등의 생산에서 유통·소비까지의 사이에서의 배출감소를 추진한다.

·지구온난화대책으로서의 삼림정비의 추진, 목재·목질균형이용의 추진 등

·농림수산업에 의한 온실효과가스의 발생억제를 위한 기술개발

·식품산업에 있어서 온실효과가스의 발생억제 대책

•건전한 물질순환

-폐기물의 발생을 억제하고 가능한 한 자원을 유효 활용하는 순환형 사회의 구축을 위하여 지속적으로 재생가능한 자원인 바이오매스의 종합적인 활용을 바이오매스 일본 종합전략에 기초하여 추진한다. 또한 지역주민의 주체적인 조직에 의한 지역 내 물질순환을 촉진한다.

-또한 환경부하의 저감과 퇴비를 이용한 토양 가꾸기에 의한 물질순환을 촉진하고 환경보전을 중시하는 농업을 추진한다.

•건전한 농산어촌환경 보전

도시와 농산어촌의 공생·교류, 자연과의 만남의 장 제공, 생물다양성·다양한 생태계의 보전을 촉진한다.

-도시와 농산어촌의 공생·교류, 자연과의 만남의 장 제공

-생물다양성, 다양한 생태계의 보전



#### 4) 전략환경평가

##### 가) 정의 및 개념

의사결정의 보다 상위 단계인 정책(Policy), 계획(Plan), 프로그램(Program)(이하 PPP) 단계에서부터 환경 영향을 고려하는 전략적 접근의 필요성이 요구되었으며, 이러한 PPP들이 환경에 미칠 수 있는 중요한 영향들을 사전에 평가하는 과정을 전략환경평가(Strategic Environmental Assessment : SEA)이다.

전략환경평가는 정책환경평가, 정책영향평가, 프로그램 환경영향평가 등으로 불리어지기도 하는데 이들 모두는 정책결정 과정에서 수행되는 환경평가를 의미하며, 개별 사업 수준에서 나타나는 환경적인 영향을 정책, 계획단계에서 미리 검토함으로써, 환경평가의 목적인 사전예방을 보다 강화하여 개발과 환경보전의 조화를 통한 지속 가능한 개발을 유도할 수 있는 유용한 수단이다.

##### 나) 필요성

###### (1) 사전환경성검토제도의 전환으로서 전략환경평가의 필요성

현행 사전환경성검토제도는 대상범위가 협소하여 한정적인 행정계획에 대해서만 환경성검토가 실시될 뿐 아니라 검토결과가 행정계획수립에 반영되지 않을 우려가 있으며, 사전환경성검토제도와 환경영향평가제도의 연계성 확보가 미흡하다. 그러나 전략환경평가는 대상범위가 포괄적이고 계획의 입안에서 수립단계까지 환경성을 고려할 뿐만 아니라 하위 개발 사업까지 동일한 시각으로 환경성을 고려할 수 있으며 해당부처가 정책을 입안할 경우에 환경성 고려의 실효성을 확보할 수 있고, 전략적 의사결정지원을 통해 환경친화적인 정책수립이 가능하다.

연구 자료에 따르면 <그림 3-27>에서와 같이 전략환경평가제도로 전환하였을 경우에는 대안분석, 주민의견 수렴 등의 절차가 추가된다.

###### (2) 환경영향평가제도의 보완으로서 전략환경평가의 필요성

우리나라에서 현재 실시하고 있는 환경영향평가(EIA)는 프로젝트 수준의 최하위 단계에서 이루어져 왔기 때문에 평가과정에서 고려될 수 있는 사업대안에 대한 분석과 동일한 지역 내에서 서로 다른 프로젝트에 의한 누적영향의



간과, 그리고 입지 대안의 검토가 이루어지지 않는 등 지속 가능한 개발의 실현을 위한 의사결정 수단으로서의 기능을 제대로 발휘하지 못하고 있는 실정이다. 이러한 한계점을 극복하기 위한 방안으로서의 개별사업에 대한 환경영향평가의 전략환경평가가 필요하다.

기존 사전환경성검토제도	전략환경평가제도로의 전환
검토대상 38개 부문 행정계획	검토대상 83개 부문 행정계획 확대
대안분석 없음	대안분석 의무화
스코핑 없음	환경성검토협의회(스코핑 의무화)
주민의견수렴 없음	주민 등 의견수렴 실시
환경영향평가의 구분 모호	환경영향평가와 구분 명확

자료: (주)세광종합기술단, 「사전환경성검토 및 해역이용협의 업무안내서」

<그림 3-27> 사전환경성검토제도의 변화

여러 개의 사업 또는 환경영향평가 대상이 아닌 사업 등에 의한 누적영향(Cumulative Effect)에 대한 검토가 필요하다. 즉 사업단계의 환경영향평가에서 누적영향이 고려될 수 없는 것은 개별사업의 영향이 미미하다고 무시하거나 일반적으로 누적되는 환경영향들은 단순히 그들 개개의 사업들로 인한 영향의 합이라 볼 수 없기 때문이다.

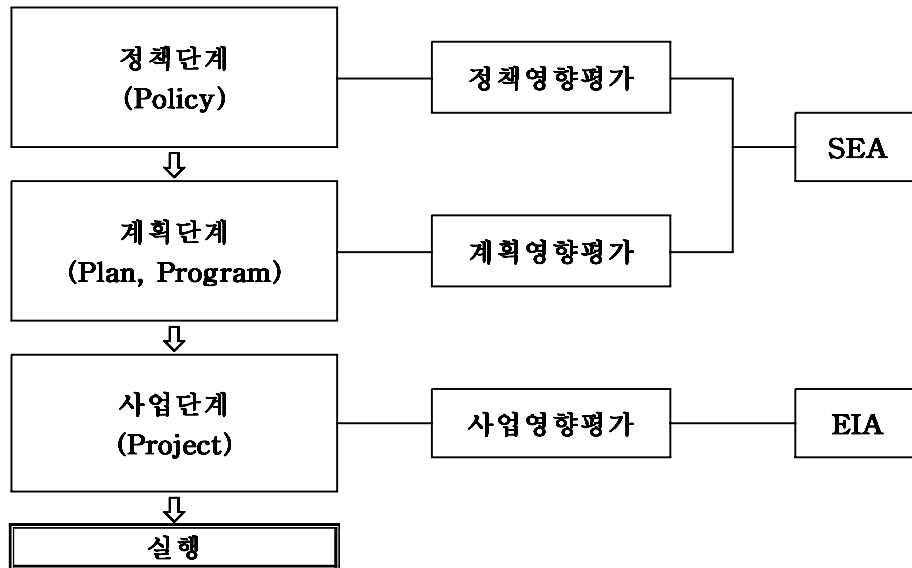
또한 도로건설 이후 교통정체현상이 발생하는 것과 같은 사업 시행으로 인하여 유발되는 영향(Induced Impacts)에 대한 검토가 필요하다. 사업시행과 연계되어 나타나는 영향은 원래의 개별 사업보다 더 큰 환경영향을 유발시킬 수 있으며 초기 환경영향평가에서 고려되기 어려움이 있다.

개별사업에 의한 영향은 미미하여 환경영향평가 대상이 되지 않으나 여러 사업이 동시에 시행된 경우 환경에 미치는 영향이 큰 결합된 형태의 영향(Synergistic Impacts)에 대한 검토가 필요하다.

생물다양성 및 가스 배출에 따른 온실효과 등과 같은 지구적 영향(Global Impacts)에 대한 검토가 필요하다.

환경영향평가(EIA)와 전략환경평가(SEA)의 관계는 <그림 3-28>과 같다.

(3) 지속적인 개발 증진을 위한 방안으로서의 전략환경평가의 필요성  
 전략환경평가는 정책 및 계획의 수립과정에서 환경문제의 통합을 강화시키는 중요한 역할을 하며 이를 통하여 지속 가능한 개발이 이루어지도록 할 수 있다.

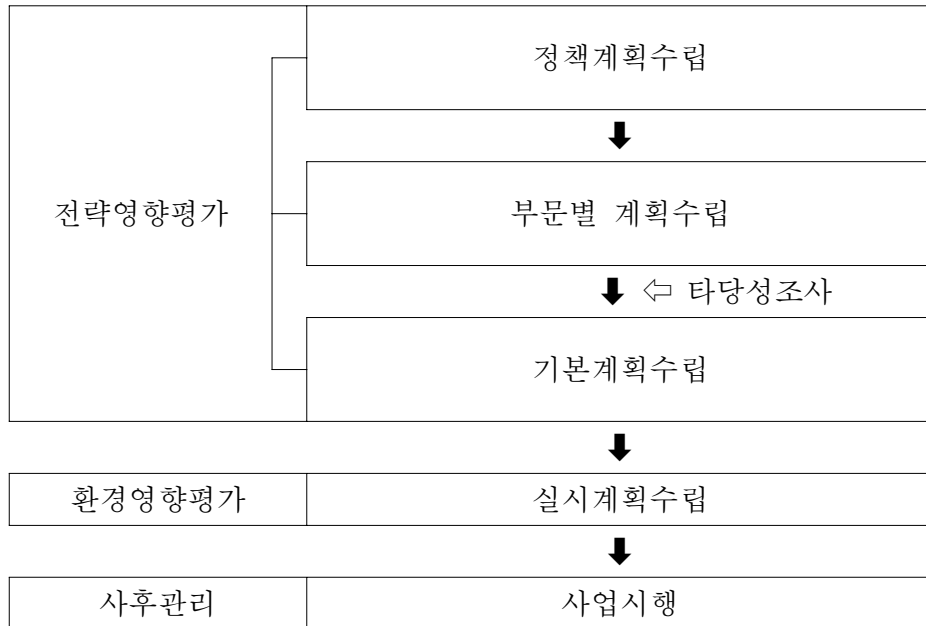


<그림 3-28> 환경영향평가(EIA)와 전략환경평가(SEA)의 관계

계획 단계에서의 통합체계(Integrated System)란 개발사업에 대한 적절한 위치과약, PPP의 대안에 대한 평가 등을 포함하는 계획과정 전 단계에 걸쳐 환경과 지속성에 대한 범위가 통합된 상태로서 전략환경평가는 상위 단계인 정책수립 단계부터 하위 단계인 개별 사업에 이르기까지 환경적인 지속성의 원칙이 전달될 수 있도록 하는 역할 및 환경과 지속성의 유지를 위하여 고려되어야 할 요소들이 PPP의 목적에 반영될 수 있도록 하는 역할 수 있다.

한편 상위행정계획과 하위행정계획의 의견수렴의 개선방안을 다음 (표3-84) 같이 제시하고 있다.

최상위 행정계획 부터 개별 개발 사업까지 환경영향을 체계적·단계적·누적적으로 평가하는 단계적 환경평가 연계시스템 구축하고 있다



< 그림 3-29> 단계적 환경평가 연계시스템

다) 캐나다의 전략환경평가제도 소개

(1) 제도의 개요

(가) 전략영향평가(Strategic Environmental Assessment)의 정의

캐나다에서 전략영향평가는 '정책(policy), 계획(plan) 또는 프로그램(program)과 이들의 대안에 대한 환경적 영향을 평가하는 체계적이고 종합적인 과정'으로 정의하고 있으며

이러한 과정은 관리자, 장관 및 기타 각료들이 의사결정시

- 정책, 계획, 프로그램에 대한 긍정적 또한 부정적 환경영향
- 그리고 긍정적 영향을 확대하고 부정적 영향을 줄이거나 없앨 수 있는 방법에 대한 정보를 제공함

(표3-84) 행정계획 유형별 의견수렴 합리화 방안

구분	상위행정계획	하위행정계획
범위	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 계획수립기관</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 계획수립기관</li> </ul>
의견수렴대상	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 전문가</li> <li>◦ 관계법령 규정 또는 필요시 주민의견 수렴</li> <li>◦ 전문가 범위                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 해당계획에 학식과 경험이 풍부한자</li> <li>- 환경계획 및 평가 경험이 풍부한 자</li> <li>- 환경평가 검토위원</li> <li>- 시민·환경단체</li> <li>- 관계 공무원</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 주민, 전문가</li> <li>◦ 불가피한 경우 주민의견 수렴 생략(전문위원회 의견수렴으로 대체)</li> <li>◦ 주민범위                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 개발관련 해당지역 주민</li> <li>- 간접적인 영향을 받을 것으로 예상되는 인근지역 주민</li> <li>- 시민단체</li> <li>- 해당 행정계획에 관심을 가지고 있는 불특정 국민</li> </ul> </li> </ul>
의견수렴범위	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 계획수립 주체가 결정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 계획수립주체가 전문위원회의 의견을 수렴하여 결정</li> </ul>
의견수렴방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 전문위원회를 통한 의견수렴</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 전문위원회를 통한 의견수렴</li> <li>◦ 공청회, 설명회 개최, 주민에 대한 전화여론조사, 서면설문조사, 신문광고공람</li> </ul>
의견수렴내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 환경분야에 관한 내용만을 수렴·반영</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 환경분야에 관한 내용만을 수렴·반영</li> </ul>

(나) 개요

캐나다는 1990년에 내각이 의사결정시 전략적 단계에서 환경을 고려할 것을 결정함으로써 전략환경평가제도 도입. 이 각의명령(Cabinet Directive)은 1999년에 전략영향평가(Strategic Environmental Assessment)의 역할을 강화하기 위하여 개정됨. 여기서 각 부처의 의무가 명확히 정의되고 지속가능발전전략을 이행하는데 환경평가를 적용하고 있음

(다) 조건

- 의사결정자는 경제적, 사회적 그리고 환경적 요소를 종합적으로 고려 하여야 함
- 각 부처 장관은 다음의 두 조건이 해당될 때 정책, 계획 또는 프로그램 제안에 대한 전략환경평가를 시행하여야 함
  - 제안서가 각 장관이나 내각에 승인을 위하여 제출되었을 때,

- 제안서의 이행이 긍정 또는 부정적 환경영향을 야기할 것으로 예상될 때
  - 각 부처는 자체적으로 상황에 따라 정책, 계획 또는 프로그램 제안에 대해 전략환경평가를 수행할 수 있음

(2) 법 제도 현황

(가) 전략환경평가에 대한 각의명령(Cabinet Directive): 비입법적 제도 정책, 계획 및 프로그램 제안서의 환경평가에 대한 각의명령(The 1999 Cabinet Directive on the Environmental Assessment of Policy, Plan and Proposals)을 제정

(나) 캐나다 환경평가청(The Canadian Environmental Assessment Agency)이 다음 몇 가지 원칙을 고려하여 각의명령에 관한 세부지침(Guidelines for Implementing the Cabinet Directive)을 발간함

- 계획 초기단계에 적용: 환경적 영향을 계획제안서의 개념도입 또는 계획단계 초기에 고려
- 대안의 검토: 정책, 계획 및 프로그램에 대한 대안을 비교·검토
- 신축성: 각 부처는 각각의 상황에 적합한 분석기법 및 의사결정방법을 도입
- 자체평가: 각 부처는 어떻게 SEA를 수행할 것이며 어떤 결과를 도출할 것인지 자체적으로 판단
- 적정한 수준의 분석: 잠재적인 환경영향의 분석범위가 예상된 영향의 수준과 상응하는지 검토
- 책임
- 기존의 기법활용

(3) 추진체계(조직) 및 인력

- 정부는 정책, 계획, 프로그램 및 의사결정 과정을 지속가능한 발전의 원칙을 가지고 추구
- 내각은 정책, 계획 또는 프로그램이 내각에 제출되면, 장관들은 환경적 영향을 충분히 고려된 의사결정이 이루어졌는가를 확인할 공동적 책임이 있음
- 각 부처의 장관은 정책, 계획 또는 프로그램에 대한 환경적 검토가 정부의 전반적인 환경목표와 지속가능개발 목표와 부합되는지 확인할 책임이 있음
- 환경부장관은 캐나다의 환경정책의 틀을 확립하고 정책, 계획 또는 프로그램에 대한 전략환경평가를 적용하도록 추구하는데 선도적 역할을 하며, 다른 부처 장관들에게 각의에서 결정되기 이전에 제안서에 대하여 잠재적인 환경적 고려사항과 적절한 방향의 대처에 대한 자문을 할 책임이 있음
- 각 부처의 담당자는 환경적 고려사항이 정책, 계획 또는 프로그램에 잘 접

목이 되었는지 확인할 책임이 있으며, 제안서가 제출되었을 때, 담당자는 정책, 계획 또는 프로그램의 잠재적인 환경적 영향에 대한 평가가 각각의 실행 가능한 선택을 고려하여 이루어졌는가를 확인하고 정책, 계획, 프로그램 또는 사업에 대한 전략영향평가 결과를 지속가능발전전략위원회(Sustainable Development Strategies)에 제출하도록 권장 함

환경부(Environment Canada) 담당자는 환경부장관을 지원하기 위하여, 다른 부처와의 상담을 통해 정책, 계획 또는 프로그램 제안에 대한 전문적 수단, 기술적 및 과학적 분석 등을 제공하며, 지속가능한 개발과 잠재적 환경영향에 대해 자문함. 또한 캐나다환경평가청(The Canadian Environmental Assessment Agency)은 환경부장관을 지원하기 위하여, 연방정부의 정책, 계획 또는 프로그램 제안서에 대해 전략환경평가 적용을 추구하고 다른 부처와의 상담을 통하여 정책, 계획 또는 프로그램에 대한 전략환경평가가 잘 수행 되도록 지도하고 교육하는 역할

•SEA팀 구성

-정책, 실무, 과학 등 여러 분야의 전문가 3~4사람이 팀을 구성하여 포럼 형태의 토의 등으로 운영

-착수단계에서 팀 구성원에게 그들이 알아야 할 임무의 영역범위를 알려줌

-팀 구성원들은 SEA를 하기 위하여 연구 및 분석을 할 필요가 있고, 대신 충분한 시간을 고려한 일정이 주어짐

-외부의 자문 및 검토자들도 선택사항 등을 검토하고 다양한 의견을 들어 고려할 수 있는 충분한 시간이 주어짐

(4) 시행 절차

(가) SEA시행에 있어서의 신축성(Flexibility)

•잠재적인 환경영향을 규명 및 분석하는 과정은 정책에 따라 신축적으로 적용되어야 함

•정책 및 계획의 형태에 따라 SEA는 개략적이고 비기술적 일 수 있으며, 또는 다방면에 걸친 세세한 분석법을 적용할 수 있음

•하지만 환경적으로 충분히 고려된 의사결정을 도출하여야 한다는 기본적인 요구사항을 지향하고 있음

(나) SEA 진행절차의 6단계

•1단계: 접근방법의 결정

•2단계: 정책, 계획 및 프로그램에 대한 가능한 옵션의 확인

•3단계: 각각의 실행 가능한 옵션의 친환경적 영향을 확인

- 4단계: 부정적 영향을 저감하고 긍정적 영향을 증대하기 위하여 무엇을 할 것인지를 결정
  - 5단계: 저감 후에도 존재하는 잠재적 환경영향을 확인
  - 6단계: 분석결과를 문서화
- (5) 공공의 참여형태 및 방법
- 1999 각의명령은 SEA에 대한 공개 및 상담 등을 통한 공공참여를 권장
  - SEA 수행 당사자는 초기단계에 무엇이 공공의견을 수렴하는 가장 효과적인 방법인지 결정하여야 함
  - 공공의 의견은 다음과 같은 방법으로 반영
    - 전반적으로 정책이나 프로그램을 검토할 수 있는 공공협의회 또는 국회위원회
    - 기존의 예산관련위원회, 자문그룹 및 자문 네트워크
    - 관련부서와의 부서 상호간 검토 및 자문
    - 외부전문가, 학자, 지자체 또는 지지그룹과의 협의
    - SEA 보고서를 공람(EA와 동일)

지금까지 농업용수 수질개선 사업의 환경성 검토에 관한 사항에 관한 사항을 요약하면 다음과 같다.

농업용수 수질개선사업을 계획하고 시행할 때에 친환경 건설사업을 위해서는 환경부하를 정량적으로 평가하는 방법을 확립하고 효과적인 환경 부하 저감 기술과 공법의 개발 및 건설계획이 선행되어야 한다. LCA(Life Cycle Assessment, 전 과정 평가)는 환경성과를 측정하는 시스템으로서, 건설자재의 생산 및 운송, 건설 시공, 구조물 사용, 구조물 유지·보수, 해체 등 전 과정의 환경부하를 정량적·정성적으로 분석하여 환경성능을 관리하고, 개선 방안을 모색하는 의사결정도구이다. 또한 건설 환경부하에 대하여 사후처리의 개념이 아닌 사전예방을 통한 오염발생을 저감시킬 수 있는 적극적·능동적 평가방법이라고 할 수 있다.

한편 사업시행에 따른 환경에 미치는 영향을 분석 검토하는 단계로 환경관련 법에 규정된 현행 환경성검토제도는 환경정책기본법에 의한 『사전환경성검토』, 국토해양부 도시계획수립지침에 의한 『환경성검토』, 건설기술관리법에 의한 『사전환경성조사·검토』로 분류할 수 있다.

본 연구에서 사전환경검토제도를 보다 구체적으로 살펴보았는데 협의시기를 인허가 때로 규정하고 있어 세부설계과정에서 실시한다. 사업계획지구의 기

술성, 비용 효율성, 환경성을 종합적으로 판단하여 사업계획의 타당성을 확보하고, 사전환경성 검토는 각종 개발계획이나 개발 사업을 수립·시행함에 있어 타당성조사 등 계획 초기단계에서 입지의 타당성, 주변 환경과의 조화 등 환경에 미치는 영향을 고려토록 함으로써 『개발과 보전의 조화』 즉 『환경 친화적 개발』을 도모코자 도입된 제도이므로 이를 충족시키기 위해서는 기본계획단계에서 실시하는 것도 고려해볼 수 있다.

환경영향평가 등에 관한 법률 제정안 입법예고(2008.10.24)에 따르면 사전환경성검토제도 및 환경영향평가제도를 하나의 법령으로 일원화하고 평가대상도 전략환경평가, 환경영향평가, 소규모 개발사업에 대한 환경영향평가로 규정하였다. 최상위 행정계획부터 개별 개발 사업까지 환경영향을 체계적·단계적·누적으로 평가하는 단계적 환경평가 연계시스템 구축하고 있다.

농업용수수질개선사업은 타 법률에 규정사항을 준수하기 위해서는 계획영향평가(하위 행정계획)를 실시하여야 하나 다음과 같은 방향으로 제도개선이 이루어져야 한다.

환경부처의 자체연구결과(자료: 전략환경평가제도의 효율적 운영기법 마련을 위한 연구(제2부), 환경부, 2007.5)에도 「농업기반정비사업분야의 행정계획은 환경정책기본법 시행령에서 ‘수자원개발’ 분야로 분류되어 있어 농업용 댐, 보동의 수자원시설 건설관련 계획을 수립한다는 측면에서 수자원장기종합계획의 이수계획과 일부 연관성은 있으나, 농어촌정비종합계획 또는 신규 용수 개발사업을 제외한 농업생산기반정비사업은 농지, 농어촌용수 등의 농업자원을 이용하여 농업생산성을 제고하는 농업기반정비의 효율적인 추진에 목적을 두고 있어, 댐 및 하천정비 분야와 별도 성격을 갖는 행정계획으로 판단된다.」고 기술하고 있으며, 전략영향평가(SEA)의 개념을 “사업에 앞서는 상위단계부터 정책, 계획, 프로그램의 환경영향과 경제적·사회적 영향을 함께 고려하는 체계적 의사결정 과정”이라고 정의하고 있어 농업용수 수질개선사업은 농업기반조성사업 중 하나의 단위사업(project)으로 법정 기본계획이 아니므로 전략영향평가대상에서 제외시켜야 한다.

한편 자율적인 친환경적인 사업추진과 사업계획가 또는 의사결정권자가 합리적인 환경보전에 관한 사항을 정확하게 판단하기 위해 단위사업 기본조사보고서에 개략적인 환경성을 검토하는 항목을 추가하는 것도 한 방법일 것이며, 가칭 “농림수산 환경 기본계획수립 지침” 등 제정 보급하는 것도 하나의 대안이 될 수 있다.



## 4. 결론

결론

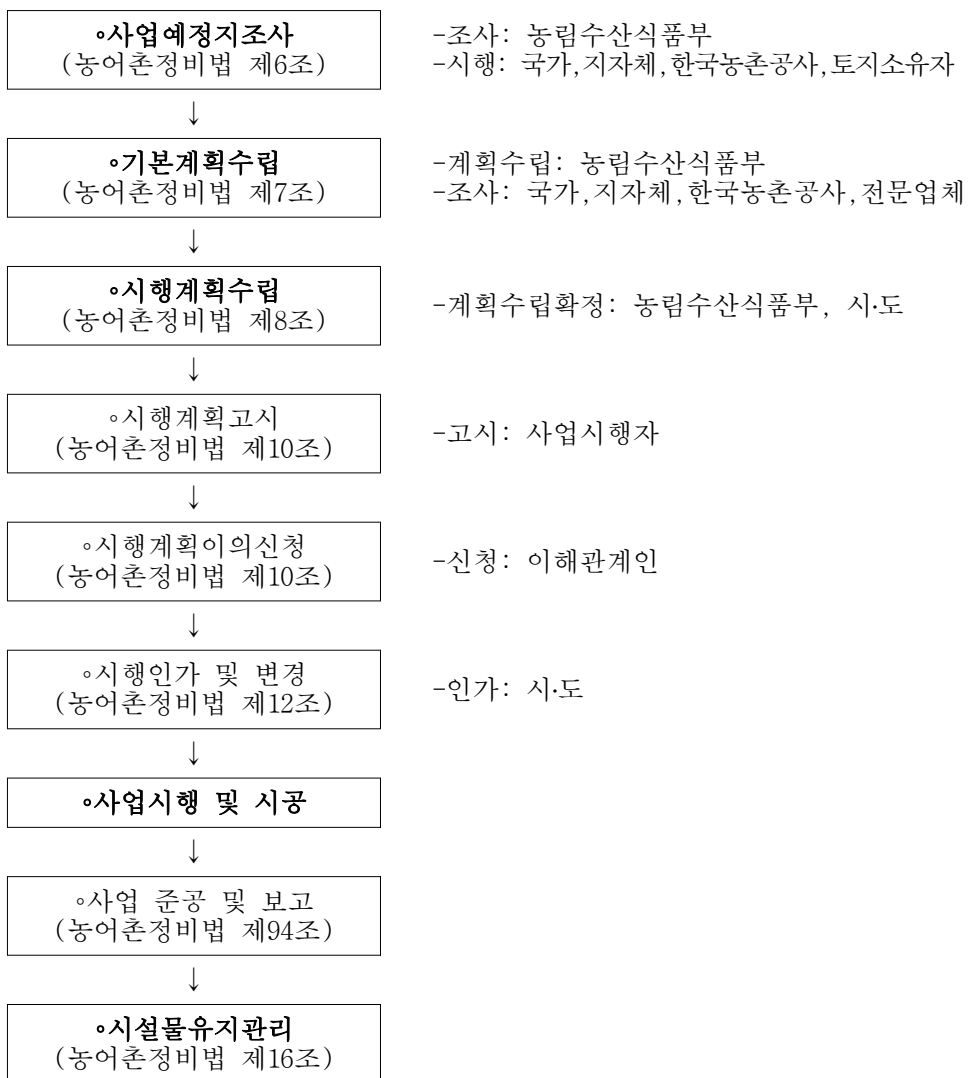


## 4. 결론

연구결과를 요약하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

### 1) 농업용수 수질개선대책사업 추진체계 정립(안)

농업용수수질개선사업 추진체계 정립을 위한 연구 분석 결과 사업특성, 예산지원 및 사업관리체계 등을 고려할 때 농어촌정비법의 절차에 따라 시행하는 것이 타당하다.



<그림2-3> 농업생산기반정비사업 일반적인 추진절차

일반적인 추진절차를 바탕으로 한 농업용수수질개선사업 추진체계 개선안의 주요 내용은 다음과 같다.

국내외 유사사업 사례분석결과 사업규모가 큰 경우(총사업비 관리대상 사업 등)에는 사업계획의 타당성 확보를 위하여 예비타당성 조사 제도(부록-2) 도입이 필요할 경우도 있을 수 있다.

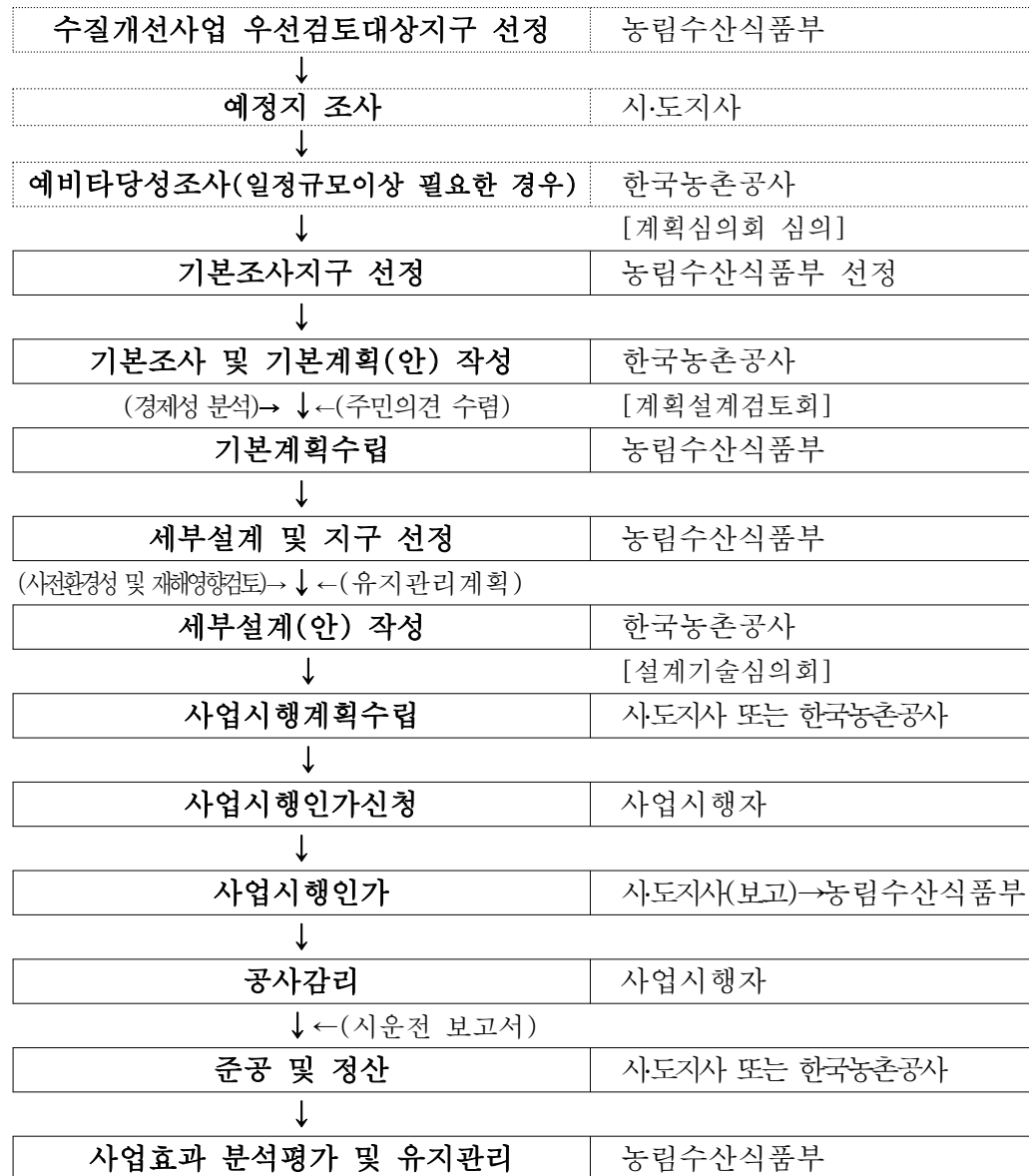
농촌마을종합정비사업(그림2-7)에서 보는 바와 같이 기본조사지구의 선정심의 절차를 제도화하고, 국토해양부의 하천설계절차(그림2-8)에 따르면 기본계획 수립단계에서 사업의 사전환경성 검토, 비용효용성 분석, 문화재 지표조사 등 타 법률 및 상위계획에 규정된 사항을 종합적으로 분석평가 한다.

수질정화시설의 원활한 조작운영하기 위해 유지관리계획을 실시설계에 포함하도록 하였다(부록-5).

시운전은 사업종류, 설치시설의 종류에 따라 시행절차, 난이도, 기간 등이 다를 수 있다. 준공단계에 시운전계획을 반영하여 효율검증, 공사품질 향상, 정화시설의 기능향상이 되도록 하여야 한다.

주민 및 전문가 의견수렴은 사업계획의 필요조건으로서 민주적인 사업 시행절차, 실현성 있는 계획수립, 사업시행 후 유지관리 자율주체로 발전시키기 위해 필요한 사항이며 사업시행여건 등을 고려하여 계획자 및 설계자가 판단하여 탄력적으로 운영하도록 한다.

농업용수수질개선사업의 기본적인 추진체계는 아래와 같다.



<그림2-38> 농업용수수질개선사업의 기본적인 추진체계

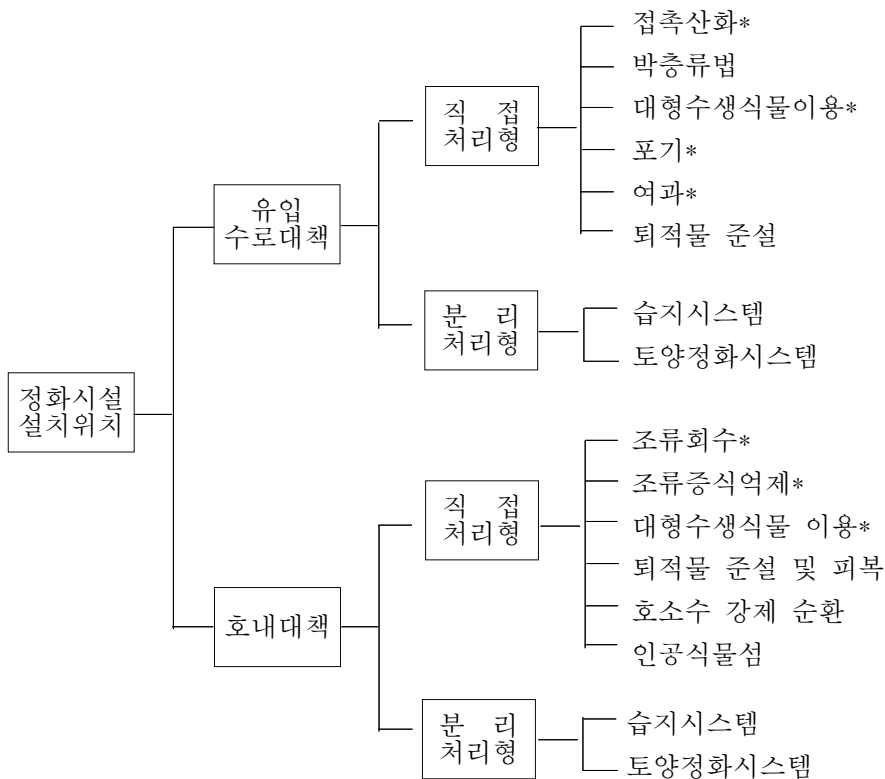
## 2) 농업용수 수질개선대책 대안평가기법 정립

대안평가기법은 기술성, 경제성, 환경성을 종합적인 검토분석이 이루어져야 한다.

### 가) 기술성 분석

◦수질개선 기술의 분류

작용원리에 따라 물리적, 화학적, 그리고 생물학적 처리방법이 있으며, 수 처리방식에 따라 기계적 처리방식, 자연적 처리방식으로, 정화시설의 설치위치<그림 3-5>에 따라 유입수로 대책, 호내 대책으로 구분되며 각각 직접처리형, 분리처리형으로 나눌 수 있다. 제거대상 오염물질의 특성을 고려한 정화목표에 따라 Level 1 ~ Level 5 으로 나눌 수도 있다.



주) \* 는 분리처리형으로도 적용 가능

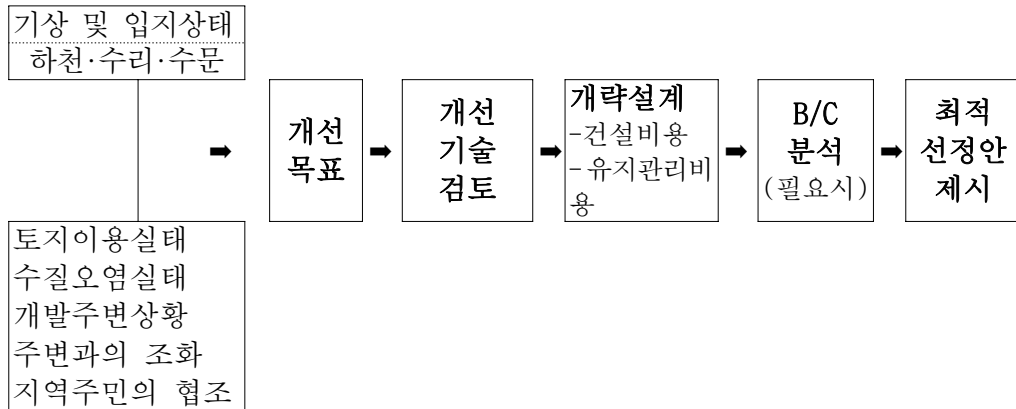
<그림 3-5> 수질정화시설의 설치 위치에 따른 분류

◦수질개선기술 적용시 일반적인 기술적 기본요건

호소특성, 호소 오염특성, 유역 오염원 특성, 유입하천 특성, 지하수 특성, 호내 천이 부하량, 내부생산에 의한 수질변화량 등이다.

◦최적관리개선기술(BMP) 선정절차

최적관리개선기술은 기술의 타당성, 기술의 효용성, 기술의 실용성, 유지관리의 용이성, 기술의 안정성, 기술의 응용성, 상품성, 연구개발의 수준 등을 분석·평가하여야 한다.



<그림3-6> 최적 개선기술 선정절차

수질개선공법 결정은 적용대상 특성(주변 환경 및 수체, 처리대상 오염물질), 적용위치, 정화원리 등을 종합적으로 고려하여 합리적인 공법을 선택하여야 한다. 수질개선공법 선정 시 고려할 적용대상의 특성으로는 유역의 오염원 분포 및 유달 특성, 하천 및 호의 수질오염 정도, 수리수문학적 특성 등이 있다. 적용대상의 특성이 충분히 파악되었다면 수질개선공법이 효과적으로 제 기능을 안정적으로 발휘할 수 있도록 유역, 하천, 호내 등을 대상으로 적절한 적용위치를 검토한다. 적용위치가 결정되면 처리대상 오염물질의 종류와 배출특성에 따라 물리적, 화학적, 생물학적 정화기법을 검토하여 개별적인 방법 또는 조합된 방법 등 최대의 정화효과를 발휘할 수 있도록 수질정화 최적시스템을 구축한다.

◦국내 신기술제도

국내의 환경관련 새로운 기술 관련 제도를 살펴보면 관리기관에 따라 환경신기술, KT, EEC 및 NT, 건설신기술, IT 5가지의 종류가 있으며,

일본 건설성의 「하천 등의 공공수역에 있어서의 고효율 직접정화시스템 개발」 공모 연구 과제(건기평제 93301호, 평성 6년, 1994년 6월13일)에 대한 응모된 과제에 대하여 기술 평가한 사례를 보고서에 수록하였다.

## 나) 경제성 분석

◦농업용수 수질개선사업 공사비 적산

농어촌정비사업의 공사비 계산은 국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행령 제9조 제1항 제2호 및 시행규칙 제6조에 의거 원가계산에 의한 재료비, 노무비, 경비, 공사손해보험료, 일반관리비 및 이윤 부가세로 구분 계산하여 예정 가격 작성의 기초자료로 활용토록 하고, 실적공사비에 의한 공사비 계산은 시범지구로 지정되었을 경우에만 적용토록 한다.

◦공법선정 등 경제적 효율성 비교를 위한 사업비 산출사례

산출사례는 자료부족으로 한계가 있으나 국내사례로 개략사업비 산출사례, 시행지구(감돈지구) 사업비 산출사례를 조사·분석 하였다.

국외사례로 일본 호소매뉴얼에 제시된 농업용수 수질개선사업에 적용 가능한 22개 공법별 공사비 및 유지관리 산정 사례를 제시하였으며, 보고서 부록4에 공법별 경제성 및 비용산정식을 수록하였다.

건설비와 유지관리비의 기본식을 바탕으로 적절한 인자값을 대입하여 산정한다.

건설비를 산정하는 기본식은  $C = aA^b$

$C$  : 건설비,  $a, b$  : 계수

$A = m \cdot Q \cdot f_1(X)$

$Q$  : 처리수량,  $m$  : 계수

$f_1(X) = \alpha$ 는 제거율,

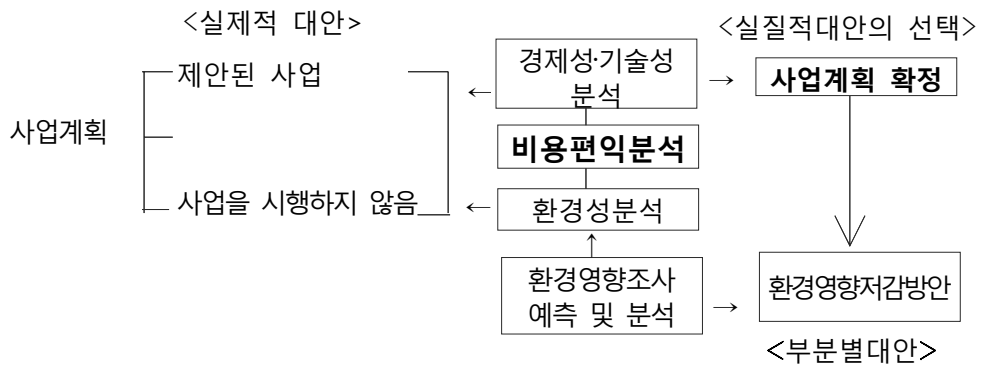
$X$  : 공법별 주요 인자

유지관리비의 기본식은  $D = n \cdot Q$

$D$  : 유지관리비,  $n$  : 계수



◦사업타당성 분석을 위한 경제성 분석 틀은 비용-편익분석(B/C) 대규모사업(총사업비관리대상사업, 즉 하구호 수질개선계획 등)계획 수립과정에서 타당성 분석이 필요한 경우에는 비용-편익분석에 의해 경제적 타당성 분석이 이루어져야 한다.



<그림3-18> 비용-편익분석의 역할

송리원 다목적 댐 건설의 비용-편익 분석에 의한 경제성 분석(KDI, 1999)사례를 수록하였다.

### 다) 환경성 분석

농업용수 수질개선사업을 계획하고 시행할 때에 친환경 건설사업을 위해서는 환경부하를 정량적으로 평가하는 방법을 확립하고 효과적인 환경 부하 저감 기술과 공법의 개발 및 건설계획이 선행되어야 한다. LCA(Life Cycle Assessment, 전 과정 평가)는 환경성과를 측정하는 시스템으로서, 건설자재의 생산 및 운송, 건설 시공, 구조물 사용, 구조물 유지·보수, 해체 등 전 과정의 환경부하를 정량적·정성적으로 분석하여 환경성능을 관리하고, 개선 방안을 모색하는 의사결정도구이다. 또한 건설 환경부하에 대하여 사후처리의 개념이 아닌 사전예방을 통한 오염발생을 저감시킬 수 있는 적극적·능동적 평가방법이라고 할 수 있다.

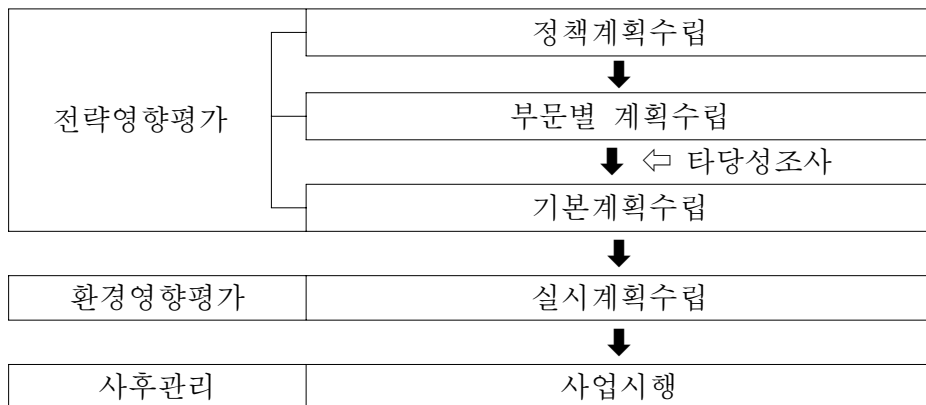
한편 사업시행에 따른 환경에 미치는 영향을 분석 검토하는 단계로 환경관련 법에 규정된 현행 환경성검토제도는 환경정책기본법에 의한 『사전환경

성검토』, 국토해양부 도시계획수립지침에 의한 『환경성검토』, 건설기술관리법에 의한 『사전환경성조사·검토』로 분류할 수 있다.

본 연구에서 사전환경검토제도를 보다 구체적으로 살펴보았는데 협의시기를 인·허가 때로 규정하고 있어 세부설계과정에서 실시한다. 사업계획지구의 기술성, 비용 효율성, 환경성을 종합적으로 판단하여 사업계획의 타당성을 확보하고, 사전환경성 검토는 각종 개발계획이나 개발 사업을 수립·시행함에 있어 타당성조사 등 계획 초기단계에서 입지의 타당성, 주변 환경과의 조화 등 환경에 미치는 영향을 고려토록 함으로써 『개발과 보전의 조화』 즉 『환경 친화적 개발』을 도모코자 도입된 제도이므로 이를 충족시키기 위해서는 기본계획단계에서 실시하는 것도 고려해볼 수 있다.

환경영향평가 등에 관한 법률 제정안 입법예고(2008.10.24)에 따르면 사전환경성검토제도 및 환경영향평가제도를 하나의 법령으로 일원화하고 평가대상도 전략환경평가, 환경영향평가, 소규모 개발사업에 대한 환경영향평가로 규정하였다.

최상위 행정계획 부터 개별 개발 사업까지 환경영향을 체계적·단계적·누적적으로 평가하는 단계적 환경평가 연계시스템 구축하고 있다



< 그림 3-29> 단계적 환경평가 연계시스템

농업용수수질개선사업은 타 법률에 규정사항을 준수하기 위해서는 계획영향평가(하위 행정계획)를 실시하여야 하나 다음과 같은 방향으로 제도개선이 이루어져야 한다.

환경부처의 자체연구결과(자료: 전략환경평가제도의 효율적 운영기법 마련을 위한 연구(제2부), 환경부, 2007.5)에도 「농업기반정비사업분야의 행정계획은 환경정책기본법 시행령에서 ‘수자원개발’ 분야로 분류되어 있어 농업용 댐, 보등의 수자원시설 건설관련 계획을 수립한다는 측면에서 수자원장기종합계획의 이수계획과 일부 연관성은 있으나, 농어촌정비종합계획 또는 신규 용수개발사업을 제외한 농업생산기반정비사업은 농지, 농어촌용수 등의 농업자원을 이용하여 농업생산성을 제고하는 농업기반정비의 효율적인 추진에 목적을 두고 있어, 댐 및 하천정비 분야와 별도 성격을 갖는 행정계획으로 판단된다.»고 기술하고 있으며, 전략영향평가(SEA)의 개념을 “사업에 앞서는 상위단계부터 정책, 계획, 프로그램의 환경영향과 경제적·사회적 영향을 함께 고려하는 체계적 의사결정 과정” 이라고 정의하고 있어 농업용수 수질개선사업은 농업기반조성사업 중 하나의 단위사업(project)으로 법정 기본계획이 아니므로 전략영향평가대상에서 제외시켜야 한다.

한편 자율적인 친환경적인 사업추진과 사업계획가 또는 의사결정권자가 합리적인 환경보전에 관한 사항을 판단하게 하기 위해 단위사업 기본조사보고서에 개략적인 환경성을 검토하는 항목을 추가하는 것도 한 방법일 것이며, 가칭 “농림수산 환경 기본계획수립 지침” 등 제정 보급하는 것도 하나의 대안이 될 수 있다.



**참고문헌**

**부록**

**참고문헌**

**부록**



## 참고문헌

- 농림부, 2006, 2007 농림사업시행지침서
- 농림부, 2006. 6, 농어촌정비법령
- 건설교통부, 2006, 건설기술관리법규집
- 환경부, 2006, 환경·교통·재해등에관한영향평가법
- 환경부, 2007.8, 환경영향평가관련 규정집
- 환경부, 수질오염총량관리제도
- 환경부, 2006.12, 사전환경성검토 업무 매뉴얼
- 소방방재청, 2006, 자연재해대책법
- 문화재청, 2006, 문화재보호법
- 대전광역시, 2007, 건설공사설계지침
- 대전광역시, 2006. 5, 건설사업 시행 길라잡이
- 한국농촌공사, 2006. 6, 생산기반정비사업 추진방향 및 신규 사업 발굴
- 농림부, 2005. 12, 농촌지역개발과 연계한 효율적 생산기반정비사업 시행에 관한연구(최종)
- 농림부, 2003, 12, 세계 주요국의 농촌정비사업 관련법 및 제도에 관한 연구
- 농림부, 2004. 12, 농업용수수질개선을 위한 인공습지 설계·관리요령
- 농업기반공사, 2002. 12, 저수지와 담수호의 수질개선 방안(최종)
- 농림부, 1999. 12, 감돈지구 농업용수 수질개선 사업 기본계획(안)
- 농업기반공사, 2000.11, 감돈지구 농업용수 수질개선사업 계획서
- 농림부, 2006, 감돈지구농업용수수질개선시범사업 사후조사보고서
- 농림부, 2005, 흥동지구 농업용수 수질개선사업 기본계획
- 한국농촌공사, 2006.12, 농업용수수질개선 조사·설계 매뉴얼
- 한강수계관리위원회, 2006. 6, 청미천유역 수질개선대책수립을 위한 연구용역
- 한강수계관리위원회, 2006. 6, 왕숙천유역 수질개선대책 수립을 위한 연구용역
- 환경부, 2003, 환경정책의 비용/편익분석 지침서
- 영덕군, 2000.9, 오십천생태환경조성사업 학술연구 및 기본계획
- 환경관리공단, 2006.10, 영산강·섬진강수계 비점오염원관리시설 시범설치사업 기본 및 실시설계보고서
- 환경관리공단, 2004.10, 2004년도 한강수계 비점오염원관리시설 시범설치사업 기본 및 실시설계 보고서
- 환경관리공단, 2002, 신어천 하천자연정화시설설치공사 기본설계보고서

- 환경관리공단, 2002, 신어천 하천자연정화시설설치공사 실시설계보고서
- 환경관리공단, 2006. 9, 환경테마 복합단지(Eco-Community)조성 타당성조사연구보고서
- 한국환경정책평가연구원, 2002.12, 대규모개발사업의 환경경제성분석도입방안(1)
- 건설교통부, 2002, 자연친화적하천관리지침,
- 환경부, 2006. 9, 물환경관리기본계획
- 한국토지공사, 1999, 생태환경도시 실무편람
- 한국토지공사, 1999, 조경설계기준
- 조용모, 2004, 성북천 복원사업의 효과평가 연구
- 농림부, 2006.12, 농촌용수의 공익적 기능에 관한 연구
- 농어촌환경기술연구소, 농업환경변화에 따른 농업생산기반정비 지표설정 및 추진계획에 관한 연구
- 농업기반공사, 2001, 중산간지 조건 불리 지역 농경지개발 모델 및 제도개선방안에 관한 연구,
- 농어촌진흥공사, 1999, 설계계산요령(용수로 및 양배수장)
- 정동환, 2004.12, 하수도시설 확충사업의 타당성 평가를 위한 계층분석 및 편익추정기법 적용에 관한 연구
- 원주시, 2005.3, 「원주천 살리기」 기본계획 수립 용역보고서
- 조항문, 2004, 하천수질정화공법의 평가 및 적용방안
- 박태선, 2004, 자연형 하천정비를 위한 하천환경특성 분석연구
- 행정자치부, 1999. 06, 소하천시설기준
- 수질개선기획단, 물 관리예산 업무편람, 1997.
- 김광임, '99.12, 수질오염의 사회적 비용계량화 연구 - 한강수계,
- 문현주, '98.12, 수계 수질개선을 위한 효율적인 관리체계 및 적정 투자 비용부담 정책연구
- 이병국, 06, 12, 수생태계 복원을 위한 제도정비방안과 추진전략,
- 이상호외, 1996, 자연형 하천으로의 정비방안 연구
- 최동진, 05.12. 효율적인 하천유지관리방안
- 김재우, 국내외 기술평가 모델 체계화-기술평가방법, 유형, 기법중심
- 김갑수, 1996, 서울시 소규모 하수처리장 건설 타당성연구
- 조근태외 2, 2005, 계층분석적 의사결정
- 오호성, 2002, 환경경제학
- 이재성, 2005. 11, 자연형 하천정화사업 종합평가 및 지원기준 마련을 위한



연구

- 환경부, 2007.5 전략영향평가제도의 효율적 운영기법 마련을 위한 연구(요약본, 제1부, 제2부)
- 환경부, 2005, 공공하수도시설 유지관리 실무지침서(상, 하)
- 환경부, 2008.4, 환경영향평가제도 공개토론회 자료
- 건설기술연구원, 2006.7, 공공시설물 내구성 증대를 위한 유지관리비용 산정 시스템 개발
- 환경부, 2007.12, 공공하수도시설 운영관리 업무지침
- 홍성만, 대포천 수질개선을 둘러싼 정부-주민간 협력적 로컬거버넌스 분석
- 황순진, 2007.11, 바람직한 생태하천 복원방향
- 김진영, 2003.12, 하수처리시설운영 효율성 분석
- 환경부, 2008.1, 환경영향평가 관련 규정집



## 부록1. 자연형 하천공

※ 하천공사설계실무요령(건설교통부,2006)에서 발췌한 것임  
 공종별 설계기준, 수량산출 기준, 단가산출 기준, 표준도로 구성

### 6.1 설계기준

#### 6.1.1 일반사항

##### 1) 설계기준 적용의 전제사항

……중략

자연친화적 하천정비의 하도계획과 설계기법은 대상 하천의 지형학적 형상에 기초를 두고 자연도를 최대한 교란시키지 않으면서도 설계홍수량을 소통시키는 기법이다. 즉 인위적 조성에 의한 일률적 홍수제어가 아닌, 하천 자체가 갖는 상호작용과 지형학적 특성(지체, 저류 등)이 고려되어 자연스럽게 홍수가 조절되고 다양한 하천생태계가 유지되도록 하는 것이다.

##### 2) 구간구분방법

자연친화적 하천정비 설계의 구간 구분은 ①하천 생태권 특성, ②도시하천구간, 농경지 하천구간, 산지 하천구간 등 토지이용 특성이 고려된 다음의 구역 구분 기준을 참조하여 정한다

가) 하천정비기본계획수립상의 지구구분형태

**<표 6.1-1> 하천정비기본계획수립상의 지구구분형태**

구역명	내용	비고
보전지구	생태계, 역사·문화, 경관이 우수하여 인위적인 정비 없이 보전이 필요하고 일상적인 유지관리가 중점적으로 필요한 지구	
복원지구	직강화, 콘크리트호안, 복개 등으로 인해 파괴된 생태계, 역사·문화, 경관의 복원 또는 개선이 중점적으로 필요한 지구	
친수지구	인구 밀집지역 및 도심지에 인접한 지구로 산책로, 생태공원, 체험학습장 등 주민의 이용시설을 위한 자연친화적인 조성이 중점적으로 필요한 지구	

나) 자연친화적 하천정비의 구간구분법

〈표 6.1-2〉 자연친화적 하천정비의 구간구분법

구 간	내 용	비 고
신규정비 구간	치수목적이 추가 되는 제방축조, 호안설치, 배수시설, 하상유지 시설 등이 필요한 구간	
개량 또는 개선구간	치수안전도가 확보되었거나 전반적으로 보전가치가 있는 구간이 부분적으로 치수 또는 환경개량이 필요한 구간이나 부분적인 친수경관개선이 필요하여 개량하는 구간	
복원구간	과거 유로 및 지형복원이 필요한 구간 중요한 서식거점의 복원이 필요한 구간	
보전구간	자연생태계 및 자연경관 역사, 문화를 보전할 목적으로 설정한 구간이며, 인위적인 훼손이 없는 구간	
일반구간	정비나 개량 또는 특별한 보전이 필요치 않은 구간으로 하천의 일상적인 관리만이 필요한 구간	

3) 자연친화적 하천정비의 주요 관점

가) 당위성이 있는 환경정비 (신규정비, 복원, 개설)

나) 생물 지위를 고려한 정비 (먹이사슬)

다) 하천내 이용 공간(위락 등) 최소화 : 하천의 성역화

라) 표준단면 형식 지양 (다양한 생태적 공간기능 부여)

마) 큰 규모의 석재 사용 지양 및 유수력이 큰 구간과 특별히 경관이 요구되는 지역에 석재사용

바) 가급적 현지에 자생하는 식물종중 다년생 식물재를 활용한 기법과 식물자생을 유도하는 기법적용

사) 필요한 구간은 비호안의 개활지 확보(완경사 유지)

아) 모든 제방, 호안의 사면은 가급적 완경사(1:3 또는 이보다 완만한 경사) 유지

자) 수리특성별 정비

차) 최대한 생물상 조사와 서식처 특성조사 및 생태지도(Biotope map)를 작성하고 사전모니터링이 설계시에 시행되도록 이에 대한 비용과 기간을 반영

〈표 6.1-3〉 - 수리특성별 정비

구간	수 충 부	완만한 수충부	비 수 충 부
정비 방법	석재, 통나무, 식물재워기	식물재호안	식물재호안 또는 자생유도 (존치)
비고	치수적 안전도가 우선된 생태기능 호안	치수안전도 + 생태기능 극대화	생태기능 극대화

카) 하도평면계획 : 하도계획은 가급적 본래 하도선형의 유지 또는 복원을 원칙으로 계획(단, 지층이 단층구조인 경우인위적인 사행계획은 피하는 것이 좋음)

타) 하천의 종단계획 : 하천의 과업구간과 상,하류 구간에 이르기까지 지역적 특성이 최대한 유지되도록 계획

파) 하천의 횡단계획 : 단면형태는 풍수량과 갈수량의 비율이 작은 경우 보를 계획하며 가급적 자연형태에 가깝게 웅덩이 풀로 계획

하) 야생동물 서식처 조성: 해당구간 및 상하류의 서식구조를 반영하여 적절한 서식처를 조성

4) 추이대 조건에 따른 생물 서식조건

〈표 6.1-4〉 추이대 조건에 따른 생물 서식조건

구 분	서식 불량 조건		서식 양호 조건			
	←		→			
경 사 도	수 직 — 급경사 — 수 평 — 완경사 — 복합경사 — 굴곡이 심한 복합경사					
수심/지형	깊고 일정 — 깊고 다양 — 얕고 일정 — 얕고 다양 — 깊고, 얕고 다양					
수리조건/지형	정수역/수직,수평	정수역/급경사	흐름역/수직,수평	흐름역/완경사	흐름역/복합경사	흐름역/굴곡이심한 복합경사
동·식물 분 포	종(種)빈약			종(種)다양		

6.1.2 완경사 제방

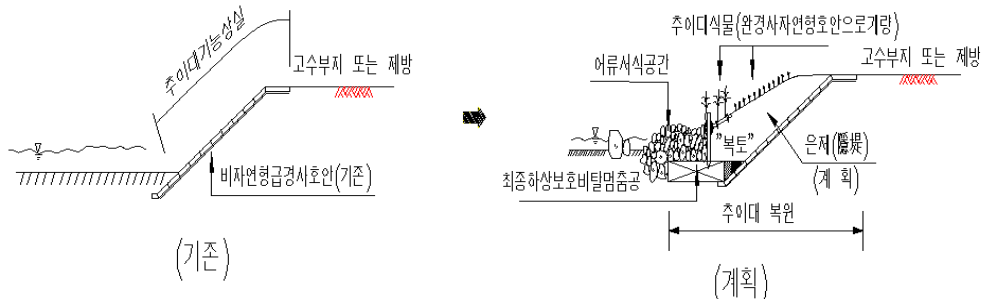
.....

6.1.3 어도

.....

6.1.4 추이대 복원기법 {사면더둔기 (은제:隱堤)} : 복토

종래의 호안공법은 주로 콘크리트 재료를 사용하여 추이대의 파괴를 가져왔으므로 <그림 6.1-13>과 같이 기존 호안을 은제로 계획하여 홍수방어 및 추이대를 복원하여 자연성을 높이고 동시에 발생 폐기물을 줄일 수 있다.



<그림 6.1-13> 추이대 복원기법

6.1.5 여울 및 웅덩이

.....

6.1.6 하중주(섬)

.....

6.1.7 실개천

.....

6.1.8 사수역

.....

6.1.9 육상습지

- 육상습지는 제내측에서 홍수시 범람원으로 활용되는 습지와 독립된 못 등으로 구분할 수 있으며, 늪, 폐천화되는 공간 등이 습지의 조건이 된다.
- 기존의 습지는 대부분 정화식물을 비롯하여 추이대(Ecotone)에서 형성되는 다양한 식물군락이 존재하며 홍수조절 효과가 있으므로 보전가치가 크며 정화기능이 크다.
- 인공습지를 계획할 경우에는 상기한 습지의 특성이 잘 반영되도록 하여 생물의 종 다양성에 기여하도록 하여야 한다.



<그림 6.1-22> 육상습지의 예

### 6.1.10 하도습지

#### 1) 일반사항

가) 하도습지는 수층부, 추이대의 기능을 복합적으로 갖추고 있는 다공질(多空質) 공간이며, 다양한 실개천과 웅덩이, 둔덕이 상호 반복하여 형성된 지형이다.

나) 하도습지는 대부분 정화식물을 비롯하여 대형수생식물, 일년초까지 다양한 식물 군락이 존재하며 홍수조절 효과가 있으므로 보전가치가 크며 수질개선 기능이 있고, 홍수시 범람원으로 활용되는 습지와 하천수가 항상 통과되는 습지, 독립연못 등으로 구분할 수 있다.

생물의 서식에 가장 좋은 조건을 형성하고 있는 기법으로 하천의 수세(水勢)와 밀접한 관계가 있으므로 사전의 수리실험 등에 의해 배치하거나, 계획 후 시공시 토공사를 완료하여 홍수기를 경과시킨 후 수리, 생태적 모니터링에 의해 변한 지형과 자생된 식물의 특성을 반영하여 조정하는 등 신중한 위치와 형상결정이 요망된다.

다) 하도습지의 일종으로 Biotop(비오톱)이 있으며 비오톱은 특정 생물종의 복원을 유리하게 하며 조성방법은 생물종의 특성과 수리특성, 생태계특성에 따라 다르고, 만과 다른 점은 비오톱은 정수역으로 조성할 수도 있으나 만은 흐름이 존재 하여야한다.

#### 2) 시공시 유의점

가) 소생물권의 집합군으로 형성되는 하도습지(비오톱)는 가급적 모래질 토사를 사용하지 말고 일반 사질표토나 점성질 표토사 사용하여 식물 성육 및 자생에 유리하도록 하여야 한다.

나) 성토하여야할 부분이 사질토 또는 점성질토일 경우에는 원지반을 유지하여 절토하도록 한다.

다) 성토다짐 후에 1~2년을 경과시켜 홍수 등 유수에 대한 변모를 모니터링한 후에 시기별변화를 정확히 측량하여 기록으로 보존하고, 책임감리원과 설계자의 자문에 의해 향후 시공방향을 설정하여야 한다.



<그림 6.1-23> 고정상 하도습지 사례 (일본)



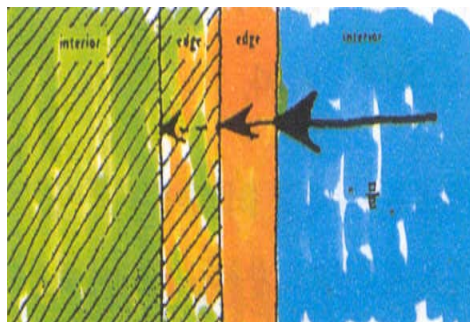
<그림 6.1-24> 이동상 하도습지 사례 (외국)

### 6.1.11 헛대

.....

### 6.1.12 식생여과대 및 물 가장자리의 확보

식생여과대(V.F.S)는 추이대 기능을 갖고 있으며 물 가장자리로 내부역의 주변을 완충하는 효과가 있어 여과대의 기능이 있고 다양한 생물종의 분포가 가능한 장소이다.



<그림 6.1-27> 식생 여과대





<그림 6.1-28> 여과대 사례 (외국)

- 6.1.13 개활지 확보 등 다양한 재료의 분포  
.....
- 6.1.14 자연형 수제  
.....
- 6.1.15 동물 이동통로 (생태통로, ECO-Corridor)  
.....
- 6.1.16 수립대 수변식물군락 조성  
.....
- 6.1.17 하천복원 식재  
.....
- 6.1.18 기존보 개량  
.....
- 6.1.19 친수공간 조성  
.....
- 6.1.20 자연형 하천정비사업 주요사례  
.....

제6장 자연형 하천공

\* 습지조성에 사용되는 수생식물의 생태적 특성(1)

과명	식물명	학명	높이 (m)	꽃피는 시기 (월)	수생식물분류					생태적 특성	활용	식재방법						비고	
					수번	추수	부엽	침수	부유			포기심기	지하경	줄기	종자살포	모종	꺼꽂이		수중
벼	갈대	<i>Phragmites communis</i> Trin.	1.0-3.0	8-10	대형						○	○	○	○	○	○	○		
	줄	<i>Zizania latifolia</i> Turcz	1.0-2.0	8-10	대형						○	○	○	○	○	○	○		
과	수크령	<i>Pennisetum alopecuroides</i> (L.) Spreng	0.3-0.8	8-11	제방						○	○	○	○	○	○	○		
	달뿌리풀	<i>Phragmites japonica</i> STEUD.	1.5-2.5	8-10	대형						○	○	○	○	○	○	○		
	머	<i>Imperata cylindrica</i>	0.3-0.6	5-6	제방						○	○	○	○	○	○	○		



제6장 자연형 하천공

\* 습지조성에 사용되는 수생식물의 생태적 특성(3)

과명	식물명	학명	높이 (m)	꽃피는 시기 (월)	수생식물분류			생태적 특성	활용		식재방법				식재위치					
					수면	추수	부엽		침수	부유	호안	생태	경관	중요종	포기심기	지하경	줄기	중자실포	짜끗이	수중
부들과	큰부들	<i>Typha latifolia</i> Lime	1.0-2.0	6-8	대			根莖이 발달하고, 큰 군락을 만든다. 오히려도 강하다.	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
	애기부들	<i>Typha angustata</i> Bory et Chaub	1.5-2.5	7-8	대			根莖이 발달하고 큰 군락을 만든다.	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
	부들	<i>Typha orientalis</i> Presl	1.0-1.5	7-8	중			부들, 애기부들에 비해 작은 형의 추수식물, 根莖이 발달하여 군락을 만든다.	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
홍삼롱과	홍삼롱	<i>Sparganium stoloniferum</i> Hamillon	0.5-1.0	6-9	중			명속줄기를 가지고 소형군락을 만든다. 달걀을 거꾸로 세운모양의 열매가 된다.	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
	송이고랭이	<i>Scirpus trigulatus</i> Royo	1.0정도	8-10	중			모여 자라고, 큰 포기를 만든다.	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
사초과	세고랭이	<i>Scirpus triquetar</i> Linne	0.5-1.0	7-10	중			줄기는 叢生한다. 根莖은 크고 길며, 명속을 뻗어간다.	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
	삿갓사초	<i>Carex amplifolia</i>	0.8정도	4-7	중			지하경은 횡으로 뻗고 줄기는 더수나오고 포기로 된다.												
	매자기	<i>Scirpus flaccidus</i> (Torr.) A. Gray	1.0-1.5	7-10	소			根莖은 길고 말단에 괴경을 만든다.	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
마디풀과	흰꽃여뀌	<i>Polygonum japonicum</i> Meisn	0.3-0.8	8-11	습지			지하경은 길고, 군락을 만든다.	○									○	○	○
	꽃여뀌	<i>Polygonum conspicuum</i>	0.5-0.7	9-10	습지			근경은 명속에 길게 뻗고, 가지를 나누어 증식한다.	○									○	○	○

제6장 자연형 하천공

\* 습지조성에 사용되는 수생식물의 생태적 특성(4)

과명	식물명	학명	꽃피는 시기 (월)	높이 (m)	수생식물분류				생태적 특성	활용			식재방법				식재위치			비고
					수변	추수	부엽	침수		부유	호안	경관	증포용	포기심기	지하경	출기	중자살포	모종용	깎꽂이	
물옥잠	물옥잠	<i>Monochoria korsakowii</i> Regal. et Maarrk	8-10	0.2-0.3	소				일년생 수생식물.	○					○					
잠과	부레옥잠	<i>Eichhornia crassipes</i> Sorn-Larb	7-9	0.3				○	일년생 수생식물.	○					○					
자라풀과	자라풀	<i>Hydrocharis dubia</i> (BL) Backer	8-10	0.1-0.2		○			다년생초본, 우표늪지 특산종.						○					
부처꽃과	부처꽃	<i>Lythrum anceps</i> (Koehe) Nakino	7-8	0.5-1.0	○				다년생초본, 냇가, 습지, 호수에서 자생. 홍자색꽃이 아름답음.											
천남성과	창포	<i>Acorus calamus</i>	5-7	0.5-0.9	중				큰 지하경을 가지고, 밀생하여 소군락을 만든다.	○				○						
성과	석창포	<i>Acorus gramineus</i>	3-5	0.2-0.5	소				잎은 뿌리줄기에서 모여나고 뿌리줄기는 옆으로 뻗는다.	○				○						
붓꽃과	노랑붓꽃	<i>Iris pseudacorus</i>	5-6	0.6-1.0	중				평속줄기를 가지고, 군락을 만든다.					○						
물과	비수리	<i>Lespedeza cuneata</i>	8-10	0.3-1.0	제방				별이 좋은 하천이나 제방에 자란다. 근계의 발달이 좋고 강하다.	○										
국화과	사철쑥	<i>Artemisia capillaris</i>	9-10	0.5-3.0	제방				이 번성하고, 근계의 발달이 좋다.	○										
	금불초	<i>Inula britannica</i> var <i>chinensis</i> Regal	7-9	0.5	○				내한성, 내건성이 강하며, 별이 잘드는 양지에서 자란다.	○										
	쑥부쟁이	<i>Aster xomena</i> Makino	9-10	0.5-1.0	수변				제방 등에 잘자라며 지하경이 번성하고 근계발달도 좋고 꽃도 아름답다.	○										

제6장 자연형 하천공

\* 습지조성에 사용되는 수생식물의 생태적 특성(5)

과명	식물명	학명	높이 (m)	꽃피는 시기 (월)	수생식물분류				생태적 특성	활용		식재방법				식재위치					
					수변	추수	부엽	침수		부유	호안	생태	중요종	포기심기	지하정	출기	중자살포	모종	찍꽂이	수중	수재
버드나무과	갯버들	<i>Salix gracilistyla</i>	0.5-3.0	3-4	관목				하안이나 산기슭에 자란다. 총생하는 유연한 가지와 긴밀한 근계가 발달하여 균락을 만든다.	○							○				
	왕버들	<i>Salix glandulosa</i> Seem	0.5-3.0	8-9	관목				수중에서도 성장하는 교목이다.		○						○				
가지과	구기자나무	<i>Lycium chinense</i>	1.0-2.0	8-9	관목				들판이나 허안에 자란다. 생장이 빠르고 총생한다.	○											
	연	<i>Nelumbo nucifera</i> Gaertner	1-1.5	7-8			○		다년생초본.		○										
수련과	수련	<i>Nymphaea tetragona</i> Georgi	1-1.5	6-8			○		다년생초본. 연못이나公園의 못 등에 관상용.		○										
	가시연	<i>Euryale ferox</i> Salisb.	1-2.0	7-8			○		1년생초본. 소택지, 평야지의 늪지에 자생하는 수생식물.		○										
용담과	어리연꽃	<i>Nymphaoides indica</i> (Linne) O. Kuntze	1	7-8			○		다년생초본. 늪지, 호숫가, 강가에 자생하는 수생식물.		○										
	보플	<i>Sagittaria aginashii</i> Makino	0.8	7-9			소		다년생초본. 유독성식물. 소택지, 논의 도랑가 습지에 자생.		○										
택사과	벗플	<i>Sagittaria trifolia</i> Linne	0.7	8-10			중		다년생초본. 유독성식물. 늪지, 소택지, 도랑가의 물에서 자생.		○										
	택사	<i>Alisma canadialatu</i> m. All. Br. et Bouche	1.3	7			소		다년생초본. 유독성식물. 소택지, 논 등의 습지에서 자생.		○										

## 6.2 수량산출 기준

### 6.2.1 수량산출 내역

〈표 6.2-1〉

수량산출 내역

번호	공 정		규격	단 위	수 량	비 고
1)	돌 놓 기			m <sup>3</sup>		
2)	반침석 놓기			m <sup>2</sup>		
3)	강자갈 부설			m <sup>3</sup>		
4)	징검다리			m		
5)	성토(하도습지부 또는 하중주)			m <sup>3</sup>		
6)	원주말뚝 설치			m <sup>3</sup>		
7)	호박돌 붙임			m <sup>3</sup>		
8)	햇대			개소		
9)	여울			m <sup>2</sup>		
10)	포장			m <sup>2</sup>		
11)	식재	교·관목		주		
		초화류		m <sup>2</sup>		
12)	귀화식물제거 및 제초			식		
13)	하천내 쓰레기 수집분리 및 상차			식		

#### 6.2.2 성토(m<sup>3</sup>) : 하도습지 또는 하중주 내부

- 1) 굴곡이 다양한 지형을 형성시켜야 하므로 대형장비 적용이 곤란함에 따라 백호(0.4m<sup>3</sup>) + 플레이어트 콤팩터(1.5TON)을 기준으로 한다.
- 2) 성토후 인력과 장비의 조합으로 면고르기를 계상하여야 한다.

#### 6.2.3 나무말뚝

.....

#### 6.2.4 햇대

- 1) 햇대란 조류의 유인시설로서 조류의 종류 및 생태환경에 따라 재료와 형태를 설계자 의도에 의해서 조화롭게 설치 계획하는 것이 바람직하나 방부목, 생목, 고사목과 석재를 사용할 수 있고 이들의 조합적용도 가능하다.
- 2) 햇대는 경관용으로도 적용되나 가급적 일정거리인 조류경계거리(개방시야) 확보가 필요하다.
- 3) 조류서식을 위한 햇대는 주변공사(상류부 수리영향권)가 완료되고 1~2년 경과 후에 하상변화에 따라 조류전문가 및 설계자의 자문에 의해 배치하여야 한다.

4) 헛대 중 말뚝의 배치는 반드시 직항일 필요는 없으나 유수력에 견디도록 견고히 향타하고 높이는  $\pm 20\%$ 이내의 돌출고를 가지도록 하여야 한다.

### 6.2.5 수립대

1) 수립대는 조류서식과 대기정화, 경관증진이 될 수 있는 목적으로 조성되므로 그 취지에 알맞는 시공이 되도록 노력하여야 한다.

2) 공사 후 주변의 주민이 향후 자치적으로 이를 관리할 수 있도록 감독관, 모니터링 관계자, 발주청, 지자체와 함께 향후 관리방안을 모색하여 사업기간 중에 이를 모니터링 되도록 하여야 한다.

3) 수목의 배치는 향후 관리 특성과 관련하여 모니터링 수행자의 자문에 의해 배치하고 사업기간 중 주민의 자치적 관리 상태를 관찰하고, 지자체와 주민과의 협의를 통하여 모범적인 향후 관리 방안을 모색하여야 한다.

4) 사업기간 중 주민의 무분별한 훼손행위가 없도록 관리하고 훼손 시에는 보식하여야 한다.

5) 수목의 관리는 각 수령별 특성에 맞도록 조화롭게 관리되어야 하며 지자체 및 주민대표에게 사전관리방향을 설명하여 전문가의 자문을 득한 후 감독관 및 발주청에 서면보고에 의해 관리방법을 전수하여야 한다.

6) 수립대 식재시 계획에 따라 일률적으로 식재하지 말고 공사 초기 설계자(모니터링 수행자)에게 자문을 받아 적재적소(유수의 영향 고려)에 시범식재 후 1~2년 홍수에 대해 모니터링한 후 그 결과를 토대로 위치와 식재방법을 감독관의 지시에 의해 결정하여야 한다.

### 6.2.6 수생, 수변식물공

1) 식물선정시 유의사항

가) 계절별 개화시기를 고려하여 식재하여야 한다.

나) 각 식물의 관상부위의 특성을 고려하여 식재하여야 한다.

다) 초장, 꽃대의 길이, 지형조건 등을 고려하여 식재하여야 한다.

라) 성장 특성에 따라 차이는 있으나 적정 수량을 단위면적으로 식재하여 식재가치를 높일 수 있도록 하여야 한다.

2) 식재지 조성

가) 식재시공에 앞서 식재지역의 기반을 정리하여 불순물 및 잡석 등을 제거하여야 하며, 보존표토를 최대한 이용하도록 한다.

- 최소토심은 식물의 생육크기에 따라 차이가 있으며 식물의 초장, 뿌리의



크기, 포트의 크기도 토심에 영향을 준다. 일반적인 최소토심은 30~45cm내외이다.

- 객토는 양토를 원칙으로 하며, 필요에 따라 유기질 비료와 토양개량제 등을 사용한다. 포트의 식물은 포트내의 토양을 최대한 활용하여 식재하여야 한다.
- 식재 전 관수작업은 정지작업 후 표면 살수작업으로서 수분이 식재 최소 토심까지 충분히 보습되도록 실시한다.

### 3) 식재시기

가) 수변식물의 식재시기는 식물의 활착이 어려운 하절기(7~8월)와 동절기(12~2월)를 피하는 것이 좋으나 포트 식물의 경우는 식재 전 관리와 식재 후 관리를 철저히 할 경우 겨울철을 제외한 삼계절 식재가 가능하다.

나) 하천변의 식재시 여름철 홍수 이전 식생활착이 완전히 이루어지도록 이른 봄(3~5월)또는 가을철 식재(9~11월)를 하는 것을 원칙으로 한다. 단 부득이하여 활착이 어려운 부적기에 식재할 경우에는 감독관에게 보고하고 이에 따른 보호 등 특별한 조치를 하여야 한다.

다) 식재의 적기라도 기온이 2℃미만, 32℃이상을 초과하는 경우에는 식재공사를 중지하여야 한다.

### 4) 식재밀도

가) 교목의 경우 「하천구역내 나무심기 기준」을 참조하여 이.치수상 지장을 주지 않는 범위 내에서 식재가능지역 및 간격을 산정하여 식재한다.

나) 식재하는 식물의 형태와 식재방법에 따라 다르게 적용할 수 있으며, 조기에 효과를 보고자 할 때에는 식재밀도를 높이는 것이 좋다.

다) 뿌리심기(갈대, 줄, 부들 등 길이 20~30cm)의 경우는 9~20본/m<sup>2</sup> 식재한다.

라) 지피, 초화류 식재간격은 0.14~0.2m, 식재밀도는 11~25본/m<sup>2</sup> 또는 25~49본/m<sup>2</sup>을 표준으로 한다.

### 5) 식재 적용 기준

가) 조경용수목, 잔디 및 초화류는 10% 할증율을 적용한다.

나) 지주목을 세우지 않을 때에는 표준품셈 식재 인력품의 20%를 감한다.

## 6.2.7 데크 (Deck)

1) 목재는 방부처리에 지장이 없는 함수율 30% 이하로 건조한 뒤 방부처리 하고, 처리된 목재는 작업현장으로 운반되기 전에 함수율 24%이하이어야 하

며, 방부처리 한 목재는 충분히 건조한 뒤에 사용한다.

- 2) 목재는 산림청의 제재 규격 또는 KSF 1519에 적합한 것으로 한다.
- 3) 목재는 방부처리가 되어야 하며 열대성 목재의 사용을 피하고 추운지방의 침엽수종 목재를 사용하는 것이 좋다.
- 4) 기초 콘크리트와 연결된 Post설정이 콘크리트 기초에 기울기를 주어 Post의 부식, 부후를 막는다.
- 5) 철물 연결부위는 돌출되게 얇게 하고 사람이 이용하는 동선 반대쪽에 철물연결을 해야 하며, 철물은 KSF 4514에 적합한 제품으로 사용상 갈라짐이나 흠, 녹, 비틀림 등의 결점이 없어야 한다.
- 6) 데크(Deck)의 바닥은 요철이 없게 시공해야 하며 목재 Deck의 경우 목재의 기본특성을 고려하여 시공해야 유지관리에 유리하다.
- 7) 사람의 손이 닿는 부위의 마감은 특별히 잘 정돈되어야 한다.
- 8) 제방부에 설치되는 데크의 경우 공사 후 제방의 안전성을 고려 감독관의 지시에 의해 철저히 원상복구를 하여 홍수시 틈새에서 세굴이 발생되지 않도록 해야 한다.
- 9) 데크공사시에는 제방사면부에 자생하고 있는 주변식물이 훼손되지 않도록 필요한 조취를 하여야 한다.
- 10) 사용되는 목재는 정확하게 절단 가공하여 수직, 수평을 맞추어 이음 및 맞춤부위에 틈이 생기지 않도록 견고하게 고정하여 시공한다.

## 6.2.8 포장

.....

## 6.3 단가산출 기준

번호	공 종	단위	단 가 기 준	비고
1)	돌놓기	m <sup>3</sup>	<p>기계+인력</p> <p>평균 300~700mm의 돌 1개당 5분소요(시간당 12개 놓기)</p> <p>* 수량산출</p> <p>- 0.3 × 0.5 × 0.4 = 0.06m<sup>3</sup></p> <p>- 0.5 × 0.6 × 0.7 = 0.21m<sup>3</sup></p> <p>평균 0.135M<sup>3</sup>/EA</p> <p>- 0.135M<sup>3</sup>/EA × 2.5TON/m<sup>3</sup> = 0.3375TON/EA</p> <p>- 0.3375TON × 12EA = 4.05 TON/HR</p> <p>1. 트럭크레인 10TON</p> <p>2. 보조인부</p> <p>수량산출 : 시간당 4.05TON의 작업량이므로</p> <p>4.05 × 8HR = 32.4TON/일</p> <p>따라서 TON당 소요인부 = 1 / 32.4 ≒</p> <p>0.03인</p>	
2)	받침석 놓기	m	<p>- 규격 ( 600 × 60 × 250 ± 10% )</p> <p>1. 거석 (아름석)</p> <p><math>V = 0.60\text{m}/\text{EA} \times 10\text{EA}/\text{m} \times 1.0 \times 0.25 = 1.50\text{m}^3</math></p> <p>/m</p> <p>재료비 : 1.5m<sup>3</sup>/m × 2.3ton/m<sup>3</sup> × 1.10</p> <p>2. 거치 (트럭 크레인, 유압식 10 ton 사용)</p> <p>재료비 : 0.17hr × 16.667EA/M</p> <p>노무비 : 0.17hr × 16.667EA/M</p> <p>경비 : 0.17hr × 16.667EA/M</p> <p>3. 보조인부 : 0.13인 × 16.667EA/m</p>	

번호	공 종	단위	단 가 기 준	비고
			4. 말뚝 향타 (∅100×1,000, 75%관입율) 1) 말뚝 : 종방향 16,667EA × 횡방향 10EA × 0.00785m <sup>2</sup> /EA · 관입율 : 관입길이/말뚝길이 = 0.75 · 보통인부 : (0.07+(0.03-0.07)/1.5×1.0)인 × 1.0×0.5 ※ 주 : 1.0 : 보통토사 0.65 : 관입율 75%에대한계수 5. 잡석 : 0.375m <sup>3</sup> /m × 1.10 6. 잡석부설 : 0.4인 × 0.375m <sup>3</sup> /m	
3)	갈대매트	m	1. 갈대매트 1m <sup>2</sup> 당 갈대매트 9주식재  2. 고정편 1.5 EA/m <sup>2</sup>  3. 인건비 보통인부 : 0.03 인 × 1.25 특별인부 : 0.01 인 × 1.25 작업반장 : 0.01 인 × 1.25	
4)	강자갈 부설	m <sup>3</sup>	. 부설인부 : 0.4인 . 작업반장 : 0.4인 / 37.5	

번호	공 종	단위	단 가 기 준	비고
5)	징검다리	m	1. 터 파 기 (기계 70% + 인력 30%) 2. 하상보호석(300 - 500mm/EA) 보통인부 : 0.21 인 3. 징검다리돌 - 돌 (큰사석,400- 600mm) - 거치 (트럭 크레인, 유압식 10 ton 사용) 4. 콘크리트 타설(무근) 5. 거 푸 집(합판6회) 6. 조 약 돌 불 임 : 도로 자갈부설품 적용 .불임인부 : 0.13 인/m <sup>3</sup> 7. 틈메우기 잡석(품은 하상보호석에 포함됨)	
6)	성토 (완도,비오름)	m <sup>3</sup>	< 백호우 0.40 m <sup>3</sup> > + < 플레이트 콤팩터 (1.5TON) > 1. 굴착 및 적재 < BACKHOE 0.4 m <sup>3</sup> > - 버킷용량 : $q_1 = 0.40 \text{ m}^3$ , 버킷계수 : $K_1 = 1.1$ - 토량환산계수 : 토공과 동일 적용 - 작업효율 : $E_1 = 0.75$ - 1회 사이클시간 : $C_{m1} = 19 \text{ Sec}(135^\circ)$ 2. 플레이터 콤팩트 <1.5톤> $V = 1.0$ , $W = 0.45$ , $E = 0.6$ , $N = 3$ $D = 0.30$ , $F =$ 토공과 동일적용	● 굴 곡 이 다 양 한 지 형 을 형 성 시 켜 야 하 므 로 대 형 장 비 곤란

번호	공 종	단위	단 가 기 준	비고
7)	원주말뚝 설치	m <sup>3</sup>	1. 말뚝 항타 ( 75%관입율) - 관 입 륜 : 관입길이 / 말뚝길이 - 보통 인부: 0.22 인/EA ※주 : 1.0 : 보통 토사 0.65 : 관입률 75%에 대한 계수	
8)	호박돌붙 임 (여울)	m <sup>2</sup>	1. 호박돌(가공석) 1개당 면적 : $A = 0.07 \text{ m}^2$ 2. 호박돌(가공석) 1개당 입적 : $V_1 = 0.0636 \text{ m}^3$ - 1m <sup>2</sup> 당 입적 : $1 \text{ m}^2 / 0.07 \text{ m}^2 \times 0.0636 \text{ m}^3$ $= 0.91 \text{ m}^3$ 3. 재료비 - 호 박 돌 : $0.91 \text{ m}^3$ - 고 임 돌 : $0.07 \text{ m}^3$ 4. 노무비 - 호박 돌호안(석공 돌붙임 품 적용) 석 공 : 0.13 인 보통 인부 : 0.11 인	
9)	햇대	개소	1. 방부원목(∅ 150 × 3,200) 2. 말뚝박기직항(D150, L3,200 60%) - 기초말뚝박기 품 적용 말구 15cm, 길이 3.0m인 경우 개당 기초말 뚝박기품 : 0.70 말구 15cm, 길이 3.5m인 경우 개당 기초말 뚝박기품 : 1.05 ∴ 말구 15cm, 길이 3.2m인 기초막뚝의 박기품은 : 0.84 보통인부 : $0.84 \times 0.5(\text{관입율계수}) / 0.057\text{m}^3/\text{EA}$	

번호	공 종	단위	단 가 기 준	비고
			3. 말뚝 박기 사항(D150, L3,200 60%) - 기초말뚝박기 품 적용 말구 15cm, 길이 3.0m인 기초말뚝박기품 : 0.70 말구 15cm, 길이 3.5m인 기초말뚝박기품 : 1.05 ∴ 말구 15cm, 길이 3.2m인 기초말뚝의 박기품은 : 0.84 사항 할증 15%할증 보통인부 : $0.84 \times 0.5(\text{관입율개수}) / 0.057\text{m}^3/\text{EA} \times 1.15$	
10)	귀 화 식 물 제거 및 재초	식	1. 제초시기 : 봄~가을(4~9월) 7일간격으로 실시 = 년 24회 실시 보통인부(1일작업량 100m <sup>2</sup> ) $1\text{인} / 10,000\text{m}^2 \times 24\text{회} \times 4\text{년}$ $\times (13,500\text{L} \times 100\text{B} / 2 \times 0.50)\text{m}^2$	
11)	하천내 쓰 레기 수집 분리 및 상차	식	1. 하천내 폐기물 수집분리 : 평균 하폭 보통인부 : 1인 × 면적 × 7회 직업반장 : 1인 / 37.5 2. 종류별 분리 규모 폐합성수지 : TON 폐 목 재 : TON 폐 토 사 : TON 기타 (혼합) : TON 3. 상 차(유압식백호우 0.7m <sup>3</sup> ) 1) 폐합성수지 단위중량은 일반토사의 1/2적용	

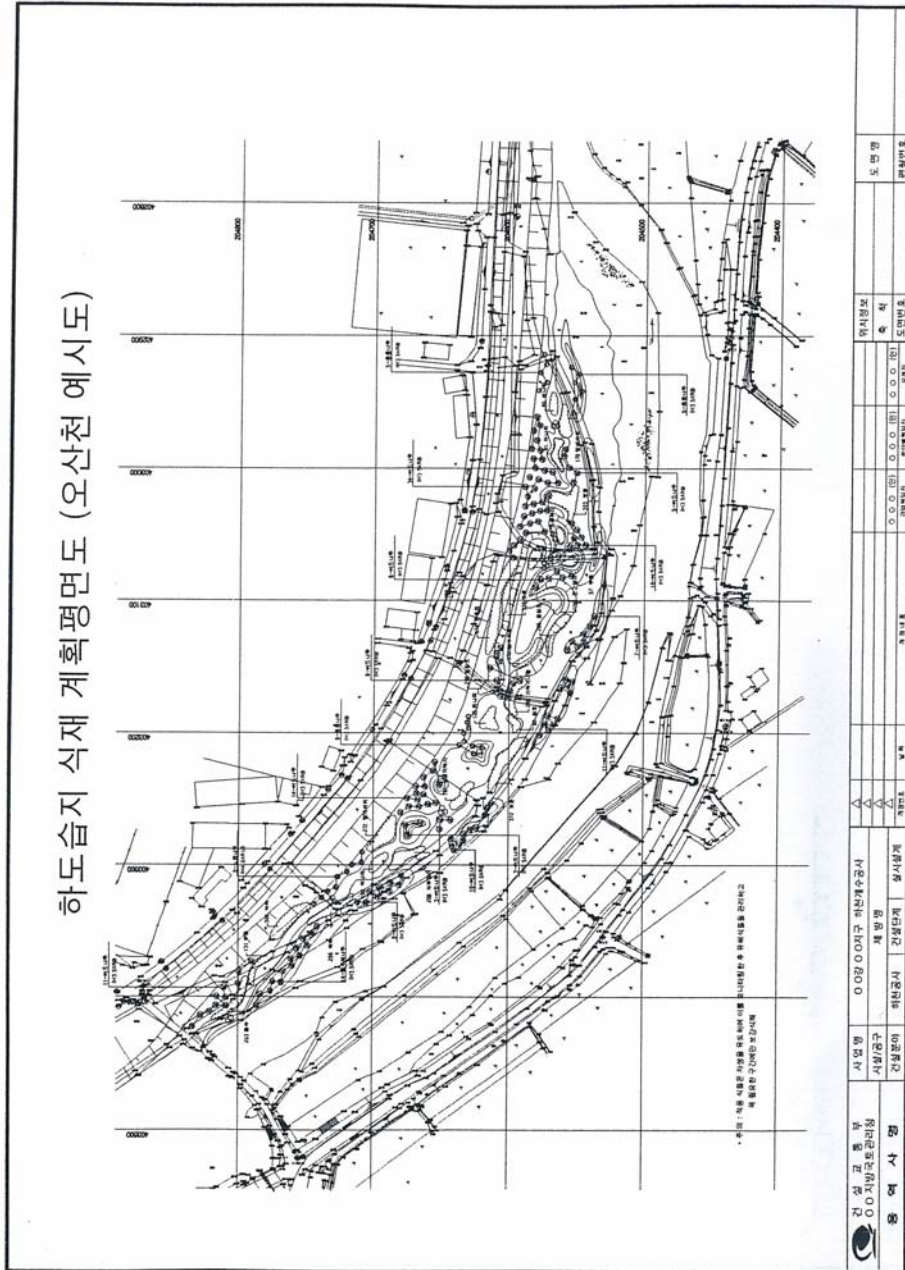
번호	공 종	단위	단 가 기 준	비고
			<p>- 버킷용량 : <math>q_1 = 0.70\text{m}^3</math> , 버킷계수 : <math>K_1 = 0.55</math></p> <p>- 토량환산계수 : <math>f = 1</math></p> <p>- 작업효율 : <math>E_1 = 0.60</math></p> <p>- 1회 사이클시간 : <math>C_{m1} = 21 \text{ Sec}(135^\circ)</math></p> <p>시간당 작업량 : <math>Q_2 = 3,600 \times 0.7 \times 0.55</math>  <math>\times 1 \times 0.6 / 21 = 39.60\text{m}^3/\text{hr}</math></p> <p>2) 폐목재</p> <p>- 버킷용량 : <math>q_1 = 0.70\text{m}^3</math> , 버킷계수 : <math>K_1 = 0.55</math></p> <p>- 토량환산계수 : <math>f = 1</math></p> <p>- 작업효율 : <math>E_1 = 0.60</math></p> <p>- 1회 사이클시간 : <math>C_{m1} = 21 \text{ Sec}(135^\circ)</math></p> <p>시간당 작업량 : <math>Q_2 = 3,600 \times 0.7 \times 0.55</math>  <math>\times 1 \times 0.6 / 21 = 39.60\text{m}^3/\text{hr}</math></p> <p>3) 폐토사</p> <p>- 버킷용량 : <math>q_1 = 0.70\text{m}^3</math> , 버킷계수 : <math>K_1 = 0.90</math></p> <p>- 토량환산계수 : <math>L = 1.25, C = 1.00</math>  <math>f = 1/1.25 = 0.80</math></p> <p>- 작업효율 : <math>E_1 = 0.75</math></p> <p>시간당 작업량 : <math>Q_2 = 3,600 \times 0.7 \times 0.9</math>  <math>\times 0.8 / 0.75 / 21 = 64.80 \text{ m}^3/\text{hr}</math></p> <p>4) 폐혼합물</p> <p>- 버킷용량 : <math>q_1 = 0.70\text{m}^3</math> , 버킷계수 : <math>K_1 = 0.10</math></p> <p>- 토량환산계수 : <math>f = 1</math></p> <p>- 작업효율 : <math>E_1 = 0.60</math></p> <p>- 1회 사이클시간 : <math>C_{m1} = 21 \text{ Sec}(135^\circ)</math></p> <p>시간당 작업량 : <math>Q_2 = 3,600 \times 0.7 \times 1.1 \times</math>  <math>0.6 / 21 = 79.20\text{m}^3/\text{hr}</math></p> <p>4. 수집 운반 &lt; 견 적 가 &gt;</p>	





제6장 자인령 하천공

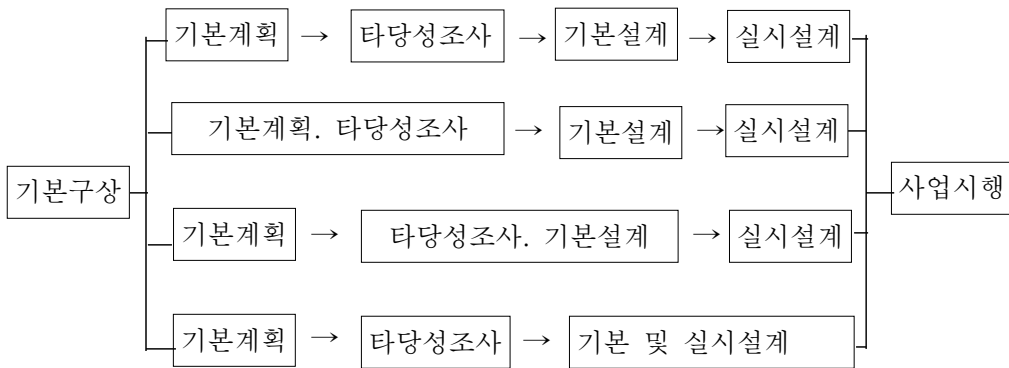
하도습지 식재 계획평면도 (오산천 예시도)



건설교통부 00지방토지관리청 00지비(토지관리)	사업명	00명 00지구 하천개수공사	
	시행/연구	제정/명	
공역사명 00지비(토지관리)	건설분야	건설분야	건설분야
	건설분야	건설분야	건설분야

## 부록 2. 예비타당성조사

종래에 수행한 타당성조사는 사업의 추진여부 및 사업시행방법을 동시에 결정하는 수단으로 사용됨으로 인하여 사업추진의 당위성에 대한 논리 마련에 집중되고 경제성 분석 위주로 시행되어 형식적인 절차라는 비판이 있었다. 또한 재무성분석은 대부분 시행되지 않았고 조사를 대부분 사업추진주체가 주관하여 객관성 결여의 원인으로 작용되었다.

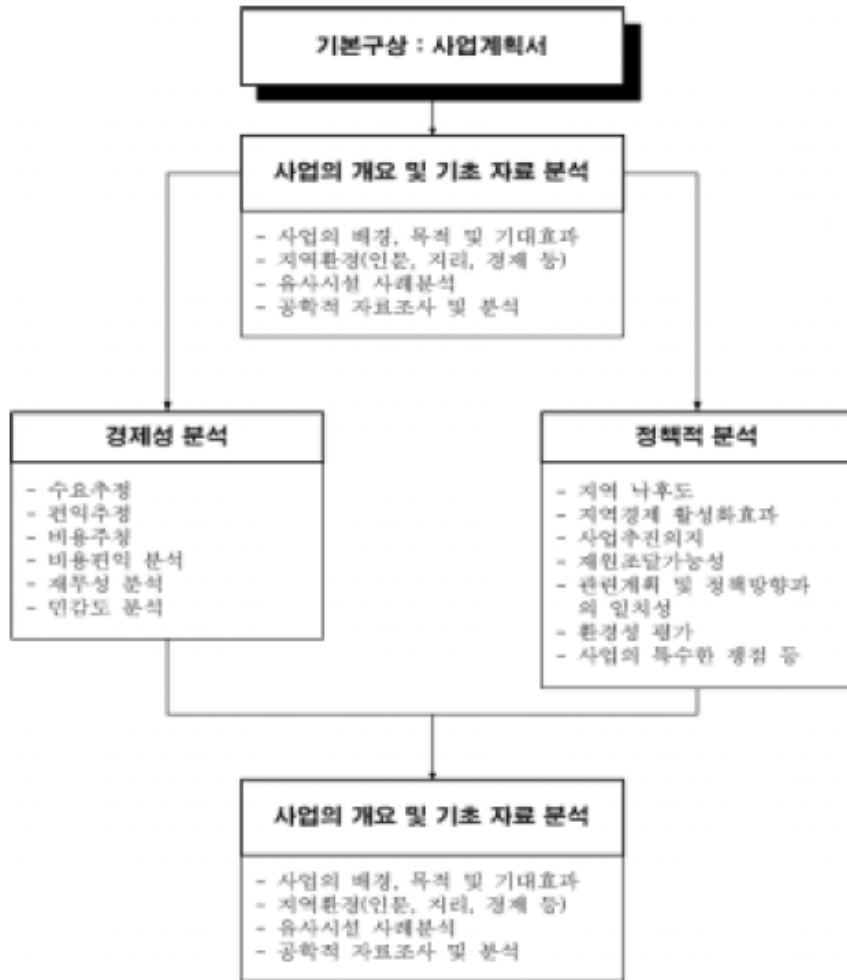


<부록 그림 2-1> 사업추진체계상 타당성조사

사업계획을 수립함에 있어 예비타당성조사는 기술적 타당성과 신뢰도 구축, 국가예산의 효율적 집행을 위하여 필요한 절차이며, 농어촌정비법의 예정지 조사에 해당하는 것으로 간주한다.

현재 농업생산기반 정비 사업에서 예비타당성조사는 대규모 개발 사업에 대한 조사를 통하여 경제성분석, 정책적 분석, 투자우선순위, 적정투자시기, 재원조달방법 등 사업타당성을 검증하는 제도로서, 대형 신규 사업의 신중한 착수를 통한 재정의 생산성 제고를 목적으로 한다.

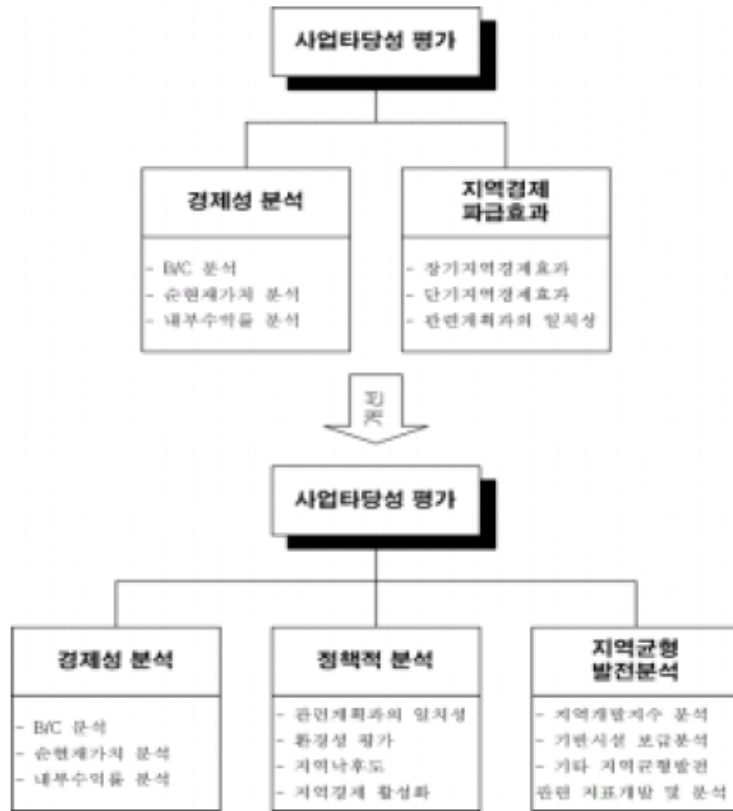
여기서는 예비타당성조사의 수행과정, 국내 타당성 관련제도 비교, 타당성분석 체계개선안을 간단히 소개하고자 한다.



<부록 그림2-2> 예비타당성조사의 수행과정

(부록 표 2-1) 국내 타당성 관련제도 비교

구 분	예비타당성조사	타당성조사	타당성재검증	사후평가
관 련 법 (령)	• 공공건설사업 효율화 종합대책	• 교통체계효율화법 • 건설기술관리법	• 1994년도 총사업비 관리지침	• 건설기술관리법령
평 가 주 체	• 기획예산처	• 시설별 주무부서	• 기획예 처 • 사업 소관 부처	• 시설별 주무부서
평 가 대 상	• 총사업비 500억원 이상 사업 중 정부 재정지출 사업	• 총사업비 100억원 이상 사업 중 「교통체계효율화법」 적용을 받는 공공교통시설개발사업	• 실시설계 총사업비가 기본설계 총사업비 대비 20% 이상 증가한 사업을 대상	• 발주청이 발주하는 총 공사비가 500억원 이상인 건설공사
평 가 시 기	• 건설공사에 대한 기본구상 다음 단계	• 예비타당성조사 미시행시 : 건설공사에 대한 기본구상 다음 단계 • 예비타당성조사 시행시 : 예비타당성조사 다음 단계	• 기본설계단계, 실시설계단계, 그리고 공사시행단계의 각 단계에서 시행	• 전체 준공 이후 3~5년 이내
평 가 내 용	• 경제성 분석, 정책적 분석, 투자우선순위, 직접투자시기, 자원 조달방법 등 사업의 타당성을 검증	• 경제성 분석, 정책적 분석, 투자우선순위, 직접투자시기, 자원 조달방법 등 사업의 타당성을 검증	• 사업의 필요성 분석, 시설규모 또는 노선의 적절성 검토 • 사업비 산정의 적절성 검토, 사업비 절감방안 등	• 사업시행 전후의 공사비, 공사기간, 수요 비교·분석 • 당해 건설공사의 문제점과 개선방안, 주민의 호응도 • 공사비, 공사기간, 효과 등
지 침 용	• 예비타당성표준지침	• 공공교통시설 개발 사업에 관한 투자 평가 지침	• 타당성 재검증 • 표준지침연구(안)	-



<부록 그림2-3 > 타당성분석 체계개선안

## 부록3. LCA적용을 통한 설계 및 공법 선정 사례 소개

-호안공법선정 시 통합VE/LCC 방법

가) LCA의 필요성

친환경 건설 사업을 위해서는 환경부하를 정량적으로 평가하는 방법을 확립하고 효과적인 환경부하 저감기술과 공법의 개발 및 건설계획이 선행되어야 한다. LCA(Life Cycle Assessment, 전 과정 평가 또는 Life Cycle Analysis ; LCA, 생태 균형(Ecobalance) 또는 「요람에서 무덤까지」(Cradle-to-Grave))는 환경성과를 측정하는 시스템으로서, 전생애 평가는 공정설계, 제품수정, 심지어 신제품의 발명 등에 사용할 수 있는 기업의 내부 결정에 매우 값어치 있는 도구가 되고 있다. 특히 제품수정 시 발생할 수 있는 포괄적 장·단점(원료물질 감소, 경량화, 재활용 물질사용이나 대체 물질 사용), 원료물질 취득(농산물 대 화석원료 유도물), 기술의 변화(공정상이나 원료)나 새로운 폐기물 관리 방안 등의 정보를 제공한다.

건설자재의 생산 및 운송, 건설 시공, 구조물 사용, 구조물 유지·보수, 해체 등 전 과정의 환경부하를 정량적·정성적으로 분석하여 환경성능을 관리하고, 개선방안을 모색하는 의사결정도구이다. 또한 건설 환경부하에 대하여 사후처리의 개념이 아닌 사전예방을 통한 오염발생을 저감시킬 수 있는 적극적·능동적 평가방법이라고 할 수 있다.

건설부문에서의 LCA 활용 동향은 미국의 경우 표준협회(NIST)에서는 건설분야의 환경성평가(LCA)와 경제성평가(LCC) 도구를 ASTM으로 표준화하였다. 이를 통합하여 의사결정을 해주는 BEES라는 방법론과 소프트웨어를 개발하여 사용하고 있고, 일본은 건설분야의 리사이클 평가방법으로 LCA기술을 확립 중에 있다. 유럽연합은 1990년대 후반기에 제품의 환경영향을 평가하는 데 전 과정적 접근을 시도하였으며, IPP(Integrated Production Policy)에 근거한 Green Paper(정부의 견해를 발표하는 문서)를 작성하였다. IPP는 제품이 제조되는 전 과정을 살펴 가장 효과적인 방법으로 환경부하를 최소화하려는 정책이라 할 수 있으며, 이러한 목적을 위한 정책적 도구가 환경표지(eco-labelling)와 환경자재정책(Environmental Product Declarations,

EPD)이다.

연구 사례에서 보면 전과정평가(LCA)를 이용한 호안공법선정 시 통합VE/LCC 방법개발은 기본 및 실시설계에 대하여 설계VE제도와 LCC(Life Cycle Cost) 시행하고 있으나 비용절감을 위한 경제성 측면에만 국한 되어 있고 환경 및 사회영향측면을 고려한 분석평가는 미비한 것으로서 하천호안형식의 VE/LCC 분석에 있어 전과정평가(Life Cycle Assessment;이하LCA)를 적용한 통합적인 VE/LCC 분석방법(이하 통합VE)을 제안하였다.

통합VE는 기존의 VE에 정성적인 환경성측면을 정량화하는 전과정평가(LCA)를 포함한 VE를 말한다. 통합VE를 평가함으로써 다음과 같은 객관적인 근거를 제시하였다.

- 지속가능한 개발에 부합하는 차별화 된 분석 및 평가
- 경제성과 환경성을 모두 만족 시키는 대안 선정
- 공법선정의 객관적 정량적 근거 제시
- 호안형식선정과 관계된 다양한 이해관계자 의견수렴하여 평가함으로써 최적화 공법도출

기존VE와 통합VE 방법의 차이점은 다음 (표 3-31)과 같다.

(표 3-31) 기존VE와 통합VE 방법의 차이점

구분	기존VE	통합VE
목적	최저 생애주기비용(LCC)으로 최상의 가치 추구	생애주기비용(LCC)과 전과정 환경영향(LCA)을 고려한 최상의 가치 추구
평가기준	기능성, 경제성	기능성, 경제성, 환경성
평가절차	대상 선정 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;">분석대상선정</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;">대안도출</div>	대상 선정 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;">분석대상선정</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;">대안도출</div>
	분석 평가 <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40%;">기능성평가</div> <div style="text-align: center;">Ⓣ</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40%;">시설물 기능 점수</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center; margin-top: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40%;">경제성평가</div> <div style="text-align: center;">ⓐ</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40%;">LCC경제 지수</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center; margin-top: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40%;">비용최소화 가치지수</div> <div style="text-align: center;">V1</div> <div style="text-align: center;">=F/C</div> </div>	분석 평가 <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40%;">기능성평가</div> <div style="text-align: center;">Ⓣ</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40%;">시설물기능점수</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center; margin-top: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40%;">AHP분석계층화법 적용= 환경성평가</div> <div style="text-align: center;">+</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40%;">Ⓣ</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center; margin-top: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40%;">환경영향최소화 가치지수</div> <div style="text-align: center;">+</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40%;">LCA환경성 지수</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center; margin-top: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40%;">환경경제통합 가치지수</div> <div style="text-align: center;">+</div> <div style="text-align: center;">V2=F/E V3=F/LC.E</div> </div>
	선정	경제적 최적 안



나) LCA 절차

(1) 목적 및 범위 정의

목적 및 범위 정의 단계에서는 LCA 수행으로 얻어지는 결과의 사용목적과 어느 정도의 구체성 전제조건 범위로 수행하는가? 등을 결정하는 단계이다. 구체적으로 목적 정의 기능의 선택 기능단위 기준흐름 초기시스템 경계설정 데이터 품질요건 영향의 종류 및 영향평가 방법론 정의 등이 있다.

(2) 전과정 목록분석

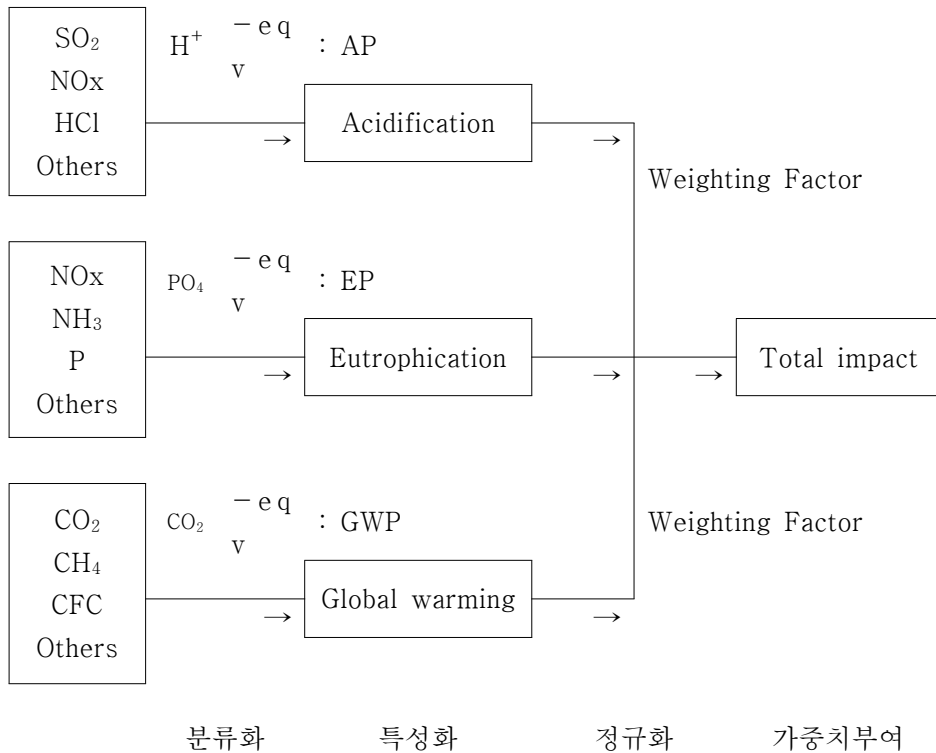
선정된 시스템을 대상으로 해당시스템에 투입되는 에너지 및 원료 그리고 배출 되는 제품, 부산물, 오염물질 등의 종류와 양을 파악하여 정량화하는 과정이다. 공정도작성(단위공정 데이터수집의 최소단위), 데이터 수집 및 처리 Gate to Gate 목록표 구축, 전과정목록표 구축 등의 단계를 거친다.

(3) 전과정 영향평가

목록분석에서 얻어진 에너지 및 자원소요량과 배출물이 환경에 미치는 잠재적인 영향을 기술적 정량적 그리고 경우에 따라서는 정성적으로 파악하고 평가하는 단계이다. 분류화, 특성화, 정규화, 가중치부여단계를 거쳐 환경으로의 영향을 평가한다.

(4) 전과정 해석

전과정 목록분석과 전과정 영향평가 단계의 결과를 기초로 한 주요 이슈의 규명하는 단계로 완전성, 민감도, 일관성검사들을 고려하는 평가와 연구의 목적 및 범위에 부합하도록 결과를 제시한다.



<그림 3-9> 전 과정 영향평가 절차

다) 전과정 영향평가 방법론

전과정영향평가 방법론은 산업자원부에서 개발한 한국형 환경영향평가지수 방법론(표 3-32)을 사용하였으며 고려한 영향범주는 자원고갈, 지구온난화, 오존층파괴, 산성화, 부영양화, 광화학 산화물 형성, 인간 독성, 생태독성 등 모두 8개 영향범주를 고려하였다.

(표 3-32) 환경지수 산출식

$$E . I = \sum(LCI \text{ result} \times C_i \times I/N_i \times W_i)$$


---


$$W_i = N_i/T_i \times f_i$$

$C_i$  : 특성화 인자  
 $N_i$  : 정규화인자  
 $N_i/T_i$  : 저감계수  
 $f_i$  : Relative Significance Factor  
 $W_i$  : 가중치 인자

라) 통합VE 적용사례(호안공법)

하천호안형식은 (표 3-33)에서 검토한 바 와 같다. 하천특성에 맞고 설치 가능한 비교대안에 대해 각각의 특징을 비교하였고 시공 시 발생하는 공사비를 검토하였다. 공사비는 단위면적당 제품생산업체의 일위대가(경비 자재비 노임단가 등)을 기준으로 산정하였으며 견적자료를 반영하였다.

(표 3-33) 호안형식선정을 위한 대안

구분	대안 1	대안 2	대안 3	대안 4
개요도				
특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 굴요성 증분, 안정성 높음</li> <li>· 유지관리용이</li> <li>· 일정한 두께로의 사석 포설 필요</li> <li>· 내구성 양호하지만, 사석 파손 우려</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 세굴방지</li> <li>· 안정성 확보</li> <li>· 중량이 크므로, 장비와 인력 병행하여 시공하므로 공기 단축효과 미비함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 자연스러운 경관연출 가능</li> <li>· 급경사지 시공곤란</li> <li>· 유지관리 불량</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 자연스런 경관연출 및 다공질공간형성</li> <li>· 안정성 높고</li> <li>· 중량이 크므로, 장비와 인력 병행하여 시공하므로 공기 단축효과 미비함</li> </ul>
공사비	60,000원/㎡	80,132원/㎡	62,374원/㎡	55,500원/㎡

(1) VE 분석

① 설문 집단별 가중치 평가

각 호안공법의 대안별 기능평가 항목으로 경제성, 기술성, 이용자편익, 환경성에 대한 항목은 다음 (표 3-34)으로 주 기능과 부 기능을 정의하였으며, 설문을 통해 AHP기법을 활용하여 가중치를 산정하였다.

(표 3-34) 호안공법선정을 위한 평가항목

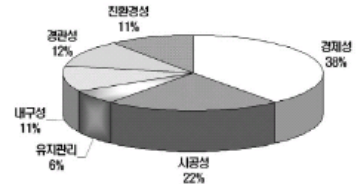
주기능	부기능	기호	평가 기준
F1. 경제성	경제성	F11	자재 및 시공비가 저렴하다
F2. 기술성	시공성	F21	지형여건의 제약이 적으며, 시공이 용이하다
	유지관리성	F22	공용 중 유지관리가 용이하다
	내구성	F23	하상 세굴현상이 방지 및 호안의 내구성 양호
F3. 이용자편익	경관성	F31	식생도입 등으로 자연스러운 경관연출이 용이
F4. 환경성	친환경성	F41	공사로 인해 발생하는 자연환경피해를 최소화

설문 집단은 수자원과 관련된 학계전문가와 하천호안설계 엔지니어를 대상으로

로 각각 10명을 선정하여 종합적인 가중치(표 3-35)를 산정하였다.

(표 3-35) 설문 집단별 가중치

주기능	부기능	학계전문가	기술자	종합	
				가중치	순위
경제성	경제성	0.35	0.44	0.39	1
기술성	시공성	0.25	0.18	0.22	2
	유지관리성	0.06	0.06	0.06	6
	내구성	0.12	0.10	0.11	4
이용자편익	경관성	0.11	0.12	0.12	3
환경성	친환경성	0.11	0.10	0.11	4
합계		1	1	1	-



② 대안별 기능분석

호안형식별 점수에 가중치를 적용하여 가중점수를 평가한 결과(표 3-36) 대안1이 가장 우수한 것으로 분석되었으며 대안2, 대안3 순서로 평가되었다. 하천호안 형식선정에 있어 가중치는 경제성, 시공성, 경관성 순서로 분석되었다

(표 3-36) 대안별 기능분석

주기능	부기능	가중치	대안 1		대안 2		대안 3		대안 4	
			점수	가중점수	점수	가중점수	점수	가중점수	점수	가중점수
경제성	경제성	0.39	8.00	31.44	7.00	27.51	7.75	30.45	8.13	31.93
기술성	시공성	0.22	8.00	17.26	8.25	17.80	3.00	6.47	1.50	3.24
	유지관리성	0.06	8.50	5.20	9.75	5.9	71.50	0.92	3.50	2.14
	내구성	0.11	9.50	10.42	9.75	10.69	2.50	2.74	5.00	5.48
이용자편익	경관성	0.12	8.75	10.08	8.00	9.21	7.00	8.06	8.00	9.21
환경성	친환경성	0.11	7.75	8.15	7.75	8.15	6.00	6.31	2.50	2.63
설계기능점수 (F)			82.55		79.34		54.96		54.63	

③ 비용분석

LCC 비용을 분석하기 위해 초기투자비, 유지관리비를 구분하여 분석한 후 총 LCC 비용으로 산정하였다. 적용된 할인율은 1995~004년까지 시중은행 정기예금리, 소비자물가지수, 통계자료로부터 산출한 평균 실질 할인율3.54%를 적용하였고 분석기간은 50년을 적용하였다.

부록3. LCA적용을 통한 설계 및 공법 선정 사례 소개

(표 3-37) 대안별 생애주기 비용분석

단위 : 원

구분	초기투자비	유지관리비	총LCC비용
대안 1	60,000.00	1,397.24	61,397.24
대안 2	80,132.00	1,866.06	81,998.06
대안 3	62,374.00	1,452.53	63,826.53
대안 4	55,500.00	1,292.45	56,792.45



④ 대안별 LCA평가

대안별 전과정평가의 시스템 경계는 하천정비구간 전구간이며 기능은 호안 기능단위 호안 폭13.4× 길이6.4km이다.

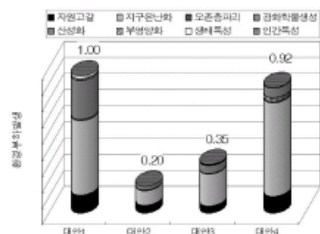
호안공법에 각 공법별 국내 업체로부터 수집한 2004년 일위대가 및 수량 산출서를 근거로 전과정 목록분석 하였다.

호안공사에 사용되는 장비의 연료소비량은 2004년 건설표준품셈을 적용하여 산출하였다 장비의 시간당 연료소비량과 장비의 시간당 작업능력을 고려하여 에너지 사용량을 산출하였다. 이에 산출된 에너지는 IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change)기후변화에 관한 정부 간 패널 배출계수를 이용하여 배출량을 구하였다.

각 대안별 전과정 평가결과를 분석한 결과 대안1 공법이 환경부하 발생량이 많았으며 대안2이 가장 친환경적인 공법으로 분석되었다. 대안별 상대비는 (표 3-38)에 나타난 바와 같다.

(표 3-38) 대안별 전과정평가

특성화 결과						정규화 결과	
영향범주	단위	대안 1	대안 2	대안 3	대안 4		
자원고갈	1/yr	1.63E+03	1.73E+03	1.80E+03	1.03E+00		
지구온난화	g CO2-eq	3.02E+05	1.34E+05	3.56E+05	5.83E+00		
오존층파괴	g CFC-11eq	2.56E-02	6.09E-04	2.58E-02	4.32E-02		
광화학물질생성	g ethylene	6.08E+02	2.88E+01	5.77E+02	2.61E-01		
산성화	g SO2 eq	4.16E+02	2.53E+02	1.19E+03	5.85E-01		
부영양화	g PO4-3 eq	7.21E+01	3.44E+01	1.78E+02	3.16E-02		
생태독성	g 14 DCB eq	1.21E+01	5.64E+06	2.50E+07	3.20E-02		
인간독성	g 14 DCB eq	4.12E+04	1.17E+03	4.86E+04	2.57E-03		



⑤ 대안의 종합결과

본 연구에서 호안형식에 대해 4가지 대안을 비교하여 통합평가 하였다. 각 대안별 상대적 LCC지수와 상대적LCA 지수의 결과를 분석하여 통합VE 방법론으로 분석한 결과 대안1, 대안2, 대안4 순서로 분석되었다. LCC 상대비와 환경성 중요도(AHP 가중치) 11%를 적용하여 분석하였다.(표 3-39)

(표 3-39) 대안별 VE 평가

구 분	대 안 1	대 안 2	대 안 3	대 안 4
기능점수(F)	82,50	79,34	54,96	54,63
상대적LCC(C)	1,08	1,44	1,12	1,00
가치지수(V1=F/C)	76,39	55,10	49,07	54,63
상대적LCA(E)	1,00	0,20	0,35	0,92
가치지수(V2=F/E)	82,50	157,85	47,07	27,95
f(C,E)	1,19	1,46	1,16	1,10
가치지수(V3=F/f)	69,33	54,34	47,38	49,66

기존의 VE/LCC는 환경적인 부분을 정성적으로 평가하여 걸보기 환경 경관적인 요소로써 평가 되었다. 그러나 사례에서는 LCA를 통하여 환경성을 정량화하여 평가 수행한 결과 경제성 부분에서는 대안4가 가장 우수한 것으로 분석되었으며 환경성 분석LCA 결과는 대안2가 가장 우수한 것으로 분석 되었다. 그러나 이를 종합하여 분석한 결과 대안1이 적용사례 결과 가장 적절한 공법으로 선택 되었다.

하천의 호안공법선정에 있어서 하천의 본래 기능 및 특성에 맞는 특수성을 고려하여 LCA 분석을 기반으로 한 통합VE 기법이 경제적·환경적인 측면에서 최적공법선정에 도움이 될 것으로 판단된다.

농업용수 수질개선 사업의 객관적 타당성 확보, 환경친화적 사업의 설계 및 공법선정을 위한 LCA적용기법의 도입을 조심스럽게 제안하는 바이다.

## 부록 4. 공법별 경제성 및 비용 산정식

자료 : 日本建設省, 1988, 湖沼の 綜合的水質管理技術の 開發報告書

### ① 유로변경 (유로전환)

유로전환기술은 해당호소의 특징, 유로의 전환수량, 용지 및 지형에 따른 공사 난이 등에 따라 비용이 크게 달라지기 때문에 일반적인 사업비의 산정은 어렵다.

사 항	내 용
제거율과 그 인자와의 관계 $\alpha = f_1(X)$ $\alpha$ : 제거율, $X$ : 제거율의 인자	· 제거율은 100% ( $\alpha = 1.0$ )이다. · 비용산정의 주요인은 전환수량이다.
비용산정의 주요인과 처리수량의 관계 $A = m \cdot Q \cdot f_1(X)$ $A$ : 비용산정의 주요인, $Q$ : 전환(처리)수량, $m$ : 정수	· 비용산정의 주요인은 전환수량이다. · $A = Q$ 가 된다.
건설비와 비용산정 주요인의 관계 $C = aA^b$ $C$ : 건설비, $a, b$ : 정수	· 건설비 ( $C$ )와 전환수량의 관계는 $aQ^b$ (단, $Q$ 는 전환수량)의 형태가 된다. · 정수 ( $a, b$ )는 건설시설의 내용, 전환유로연장, 용지비에 따라 크게 변화되므로 일반적인 값은 없다.
유지관리비와 처리수량의 관계 $D = n \cdot Q$ $D$ : 유지관리비, $n$ : 정수	· 유지관리비( $D$ )와 전환수량의 관계는 $n \cdot Q$ 의 형태가 된다. · 구형단면의 하천에서 유송이 불량한 경우 $0.1 \sim 4.0\text{cm}^3/\text{m}^3$ 의 퇴적물이 퇴적된다.

### ② 저류지

저류지의 건설비 및 유지관리비는 하천 및 시설특성에 따라 크게 달라지기 때문에 일반적인 사업비의 산정은 어렵다.

사 항	내 용
제거율과 그 인자와의 관계 $a = f_1(X)$ $a$ : 제거율, $X$ : 제거율의 인자	· 제거율( $a$ )에 큰 영향을 주는 것은 체류시간이다. · $a = f_1(X) = k \frac{A}{Q}$ (단, $Q$ : 처리수량, $A$ : 시설용량)이 된다.
비용산정의 주요인과 처리수량의 관계 $A = m \cdot Q \cdot f_1(X)$ $A$ : 비용산정의 주요인, $Q$ : 처리수량, $m$ : 정수	· 비용산정의 주요인은 시설용량( $A$ )이다. $A = QX$ · 체류시간은 하수도의 침사를 기준으로 볼 때 0.5~1.0시간 이상 필요하다.
건설비와 비용산정 주요인의 관계 $C = aA^b$ $C$ : 건설비, $a, b$ : 정수	· 건설비 ( $C$ )와 시설용량( $A$ )의 관계는 $C = aA^b$ · 정수 ( $a, b$ )는 시설의 구조, 용지 등에 따라 크게 변화된다.
유지관리비와 처리수량의 관계 $D = n \cdot Q$ $D$ : 유지관리비, $n$ : 정수	· 유지관리비( $D$ )는 퇴적물의 처분이 큰 요인이 된다. · 처분이 필요한 퇴적물의 양은 SS 1,000 mg/L 인 경우 1.3~4L/m <sup>3</sup> 발생한다.

### ③ 인공습지

인공습지에 의한 수질개선기술은 다른 공법에 비해서 비용이 싸다.

사 항	내 용
제거율과 그 인자와의 관계 $a = f_2(X)$ $a$ : 제거율, $X$ : 제거율의 인자	· 제거율( $a$ )은 인공습지 수면적부하 [ $X(\text{m}^3/\text{m}^2\text{일})$ ]와 관계가 있으며, 수면적부하 ( $X$ )의 증대는 $a$ 를 저하시킨다. $a(\text{TN})$ , $a(\text{TP})$ 는 모두 수면적부하가 1.0 $\text{m}^3/\text{m}^2\text{일}$ 을 넘으면 일정해진다.
비용산정의 주요인과 처리수량의 관계 $A = m \cdot Q \cdot f_1(X)$ $A$ : 비용산정의 주요인, $Q$ : 처리수량, $m$ : 정수	· 수면적부하에 처리수량 [ $Q(\text{m}^3/\text{s})$ ]를 곱하여 필요면적 [ $A(\text{m}^2)$ ]을 구할 수 있다.
건설비와 비용산정 주요인의 관계 $C = aA^b$ $C$ : 건설비, $a, b$ : 정수	· 건설비( $C$ )와 필요면적( $A$ ) 관계는 $C = aA^b$ 이 된다.
유지관리비와 처리수량의 관계 $D = n \cdot Q$ $D$ : 유지관리비, $n$ : 정수	· 유지관리비( $D$ )는 무시할 수 있는 정도이다.



④ 토양처리

사 항	내 용
제거율과 그 인자와의 관계 $a = f_1(X)$ $a$ : 제거율, $X$ : 제거율의 인자	·토양처리의 경우 제거율은 시설특성, 토양 특성, 유입수질 등에 따라 크게 다르다.
비용산정의 주요인과 처리수량의 관계 $A = m \cdot Q \cdot f_1(X)$ $A$ : 비용산정의 주요인, $Q$ : 전환(처리)수량, $m$ : 정수	·비용산정의 주요인(A)는 처리수량(Q)이다.
건설비와 비용산정 주요인의 관계 $C = aA^b$ $C$ : 건설비, $a, b$ : 정수	·건설비 ( $C$ )와 비용산정의 주요인(A)는 일반적으로 $aA^b$
유지관리비와 처리수량의 관계 $D = n \cdot Q$ $D$ : 유지관리비, $n$ : 정수	·유지관리비는 시설특성에 따라 크게 차이가 난다.

⑤ 침투수로

침투수로에 의한 정화기술은 규모 외에 시설특성에 따라 건설비, 유지관리비가 크게 다르다. 펌프시설이 없이 위치에너지를 확보하여 자연의 고도이용형태로 설치하는 방법은 비용이 저렴하다.

사 항	내 용
제거율과 그 인자와의 관계 $a = f_1(X)$ $a$ : 제거율, $X$ : 제거율의 인자	·제거율( $a$ )을 변동시키는 인자는 수면적부하 [ $X$ ( $m^3/m^2$ ·일)]이다. ·침투가능한 수면적부하( $X$ )는 0.1~1.0 $m^3/m^2$ 일정도이다.
비용산정의 주요인과 처리수량의 관계 $A = m \cdot Q \cdot f_1(X)$ $A$ : 비용산정의 주요인, $Q$ : 전환(처리)수량, $m$ : 정수	·시설에 필요한 면적(A)은 처리수량(Q)을 수면적부하(X)로 나눈 뒤 필요한 수로수 (2~3개)를 곱해서 산출한다.
건설비와 비용산정 주요인의 관계 $C = aA^b$ $C$ : 건설비, $a, b$ : 정수	·건설비 ( $C$ )는 시설면적(A)와 $C = aA^b$ 의 관계가 있다. ·건설이 간편할수록 $b$ 는 1.0에 가까워진다.
유지관리비와 처리수량의 관계 $D = n \cdot Q$ $D$ : 유지관리비, $n$ : 정수	·유입 SS기준으로 1g은 1.0~4.0 $cm^3$ 의 퇴적물이 발생한다.

⑥ 여과(상향류여과)

상향류 여과에 의한 정화기술은 규모 외에 시설특성에 따라서 건설비가 크게 다르다. 특히 위치에너지를 확보하는 보 등의 홍수에 대한 대책도 포함한 건설비용이 설계에 따라서 크게 달라진다.

사 항	내 용
제거율과 그 인자와의 관계 $a = f_1(X)$ $a$ : 제거율, $X$ : 제거율의 인자	·제거율은 ( $a$ )는 체류시간( $X$ )과 관계가 있다.
비용산정의 주요인과 처리수량의 관계 $A = m \cdot Q \cdot f_1(X)$ $A$ : 비용산정의 주요인, $Q$ : 전환(처리)수량, $m$ : 정수	·장치의 용적( $A$ )는 처리수량 $Q$ 에 체류시간( $X$ )을 곱하여 산정한다.
건설비와 비용산정 주요인의 관계 $C = aA^b$ $C$ : 건설비, $a, b$ : 정수	·건설비 ( $C$ )와 장치의 용적 ( $A$ )사이에 $C = aA^b$ 의 관계가 있다.
유지관리비와 처리수량의 관계 $D = n \cdot Q$ $D$ : 유지관리비, $n$ : 정수	·유지관리비( $D$ )는 처리수량 ( $Q$ )에 의해 발생하는 퇴적물량 ( $P$ )와의 관계로서 산출된다.

⑦ 부유물침전(DCF공법 ; Densify, Clarify, Filtering공법)

DCF공법에 의한 수질개선기술은 본체는 일반적으로 저렴하지만, 연속적 제거 및 홍수대책을 위한 장치의 개량, 개선정도에 따라 비용이 크게 달라진다.

사 항	내 용
제거율과 그 인자와의 관계 $a = f_1(X)$ $a$ : 제거율, $X$ : 제거율의 인자	·제거율은 ( $a$ )는 체류시간( $X$ )과 관계가 있다.
비용산정의 주요인과 처리수량의 관계 $A = m \cdot Q \cdot f_1(X)$ $A$ : 비용산정의 주요인, $Q$ : 전환(처리)수량, $m$ : 정수	·장치의 용적( $A$ )는 처리수량 $Q$ 에 체류시간( $X$ )을 곱하여 산정한다.
건설비와 비용산정 주요인의 관계 $C = aA^b$ $C$ : 건설비, $a, b$ : 정수	·건설비 ( $C$ )와 장치의 용적 ( $A$ )사이에 $C = aA^b$ 의 관계가 있다.
유지관리비와 처리수량의 관계 $D = n \cdot Q$ $D$ : 유지관리비, $n$ : 정수	·처리 SS kg/m <sup>3</sup> 의 부하에서 퇴적물이 0.5 ~ 4.0 ℓ 퇴적된다.

⑧ 접촉산화수로

접촉산화수로에 의한 수질정화기술의 건설비용은 규모 외에 시설특성이 변동요인이 된다. 소하천, 수로에서는 비교적 적은 비용으로 설치할 수 있는 경우가 많다.

사 항	내 용
제거율과 그 인자와의 관계 $\alpha = f_1(X)$ $\alpha$ : 제거율, $X$ : 제거율의 인자	·제거율은 ( $\alpha$ )은 체류시간( $X$ )과 관계가 있다. (기타 자연조건으로서 수온이 있다)
비용산정의 주요인과 처리수량의 관계 $A = m \cdot Q \cdot f_1(X)$ $A$ : 비용산정의 주요인, $Q$ : 전환(처리)수량, $m$ : 정수	·시설용적( $A$ )는 처리수량 $Q$ 에 체류시간 ( $X$ )와 유효이용율 ( $m$ )을 곱하여 산정한다.
건설비와 비용산정 주요인의 관계 $C = aA^b$ $C$ : 건설비, $a, b$ : 정수	·건설비 ( $C$ )와 장치의 용적 ( $A$ )사이에 $C = aA^b$ 의 관계가 있다. $a$ 와 $b$ 는 접촉재의 재질, 취수부 시설 등에 따라 다르다.
유지관리비와 처리수량의 관계 $D = n \cdot Q$ $D$ : 유지관리비, $n$ : 정수	·전기에너지를 사용하지 않는 경우, 또한 SS가 적은 경우는 유지관리비 ( $D$ )는 적다.

⑨ 직접폭기

직접폭기에 의한 정화기술의 비용은 건설비용보다도 전기료(유지관리비용)가 많이 든다. 이 때문에 산기시설의 산소용해효율을 상승시키는 것이 비용을 절약하게 된다.

사 항	내 용
제거율과 그 인자와의 관계 $\alpha = f_1(X)$ $\alpha$ : 제거율, $X$ : 제거율의 인자	·제거율은 ( $\alpha$ )는 폭기에 의한 기포의 접촉시간 ( $X$ )와의 관계로 나타낸다.
비용산정의 주요인과 처리수량의 관계 $A = m \cdot Q \cdot f_1(X)$ $A$ : 비용산정의 주요인, $Q$ : 전환(처리)수량, $m$ : 정수	·장치규모( $A$ )는 처리수량 $Q$ 에 기포의 접촉시간을 곱해서 산정한다.
건설비와 비용산정 주요인의 관계 $C = aA^b$ $C$ : 건설비, $a, b$ : 정수	·건설비 ( $C$ )와 장치규모 ( $A$ )사이에 $C = aA^b$ 의 관계가 있다.
유지관리비와 처리수량의 관계 $D = n \cdot Q$ $D$ : 유지관리비, $n$ : 정수	·유지관리비( $D$ )는 처리수량 ( $Q$ )에 폭기시간을 곱하여 산출한다.

⑩ 하천처리장

하천처리장에 의한 정화기술의 비용은 규모 외에 건설장소 및 시설특성에 따라 크게 변한다.

사 항	내 용
제거율과 그 인자와의 관계 $\alpha = f_1(X)$ $\alpha$ : 제거율, $X$ : 제거율의 인자	·제거율은 ( $\alpha$ )은 고도화수준( $X$ )과 관계가 있다. 처리의 고도화수준의 요인은 처리방식, 처리내용( $N, P$ 제거) 등이다.
비용산정의 주요인과 처리수량의 관계 $A = m \cdot Q \cdot f_1(X)$ $A$ : 비용산정의 주요인, $Q$ : 전환(처리)수량, $m$ : 정수	·비용산정의 주요인( $A$ )는 처리수량( $Q$ )이다.
건설비와 비용산정 주요인의 관계 $C = aA^b$ $C$ : 건설비, $a, b$ : 정수	·건설비( $C$ )과 비용 산정의 주요인( $A$ )사이 에 $C = aA^b$ 의 관계가 있다. 단위수량 당 건설비는 소규모일수록 비싸지는 경우가 많다.
유지관리비와 처리수량의 관계 $D = n \cdot Q$ $D$ : 유지관리비, $n$ : 정수	·유지관리비( $D$ )와 처리수량( $Q$ ) 사이 에 $D = n \cdot Q$ 의 관계가 있다. 단위수량당 유지관리비는 소규모인 경우에 비싸지는 경우가 많다.

⑪ 하도준설

하도준설은 주로 운전비용이며, 준설공, 운반공, 처리공, 처분공의 비용으로 대별된다. 비용은 방법 및 사용약품 등에 따라서 크게 다른 것에 주의해야 한다.

사 항	내 용
제거율과 그 인자와의 관계 $\alpha = f_1(X)$ $\alpha$ : 제거율, $X$ : 제거율의 인자	·하도준설에서 제거율은 ( $\alpha$ )은 준설토량 ( $X$ )의 함수이다.
비용산정의 주요인과 처리수량의 관계 $A = m \cdot Q \cdot f_1(X)$ $A$ : 비용산정의 주요인, $Q$ : 전환(처리)수량, $m$ : 정수	·비용산정의 주요인( $A$ )는 준설토량 등의 처분방식이다. 계획에서는 산지기준의 준설량을 적용하고 체적변화율을 곱해서 배수량, 처분량을 산정한다.
건설비와 비용산정 주요인의 관계 $C = aA^b$ $C$ : 건설비, $a, b$ : 정수	·공사비 ( $C$ )는 퇴적물 준설량과 처리, 처분 방식에 의해 결정되는 비용 산정의 주요인 ( $A$ )와의 사이에 $C = aA^b$ 의 관계가 있다. 특히 대규모 준설의 경우는 $b$ 는 1.0에 가까운 경우가 많다.
유지관리비와 처리수량의 관계 $D = n \cdot Q$ $D$ : 유지관리비, $n$ : 정수	·유지관리비 ( $D$ )는 처리처분비도 공사비에 반영하면 적은 값이다. 처리처분을 유효이용형으로 하는 경우는 유지관리비 ( $D$ )는 퇴적물준설(처리, 처분토량)의 함수가 된다.

⑫ 퇴적물 준설

퇴적물 준설은 주로 운전비용이며, 준설·운반공과 처리·처분공 비용으로 대별된다. 준설·운반 비용은 준설방법, 처리·처분 비용은 방법과 사용약품에 따라서 크게 변화되는 점에 주의해야 한다.

사 항	내 용
제거율과 그 인자와의 관계 $\alpha = f_1(X)$ $\alpha$ : 제거율, $X$ : 제거율의 인자	·퇴적물 준설에서 제거율( $\alpha$ )의 파라미터는 COD, TN, TP의 용출이 큰 퇴적물의 제거율( $X$ )에 의해서 결정된다. ( $X$ )는 퇴적물제거심도와 깊은 관계가 있다.
비용산정의 주요인과 처리수량의 관계 $A = m \cdot Q \cdot f_1(X)$ $A$ : 비용산정의 주요인, $Q$ : 전환(처리)수량, $m$ : 정수	·비용산정의 주 요인( $A$ )는 퇴적물 준설량 및 처분방식이다. 이 경우 계획에서는 地山기 준의 퇴적물 준설량에 체적변화율을 곱해서 퇴적물 배제량, 처분량을 산정한다.
건설비와 비용산정 주요인의 관계 $C = aA^b$ $C$ : 건설비, $a, b$ : 정수	·공사비 ( $C$ )는 퇴적물 준설량과 처리, 처분방식에 의해 결정되는 비용산정의 주요인( $A$ )와의 사이에 $C = aA^b$ 의 관계가 있다. 특히 대규모 준설의 경우는 $b$ 는 1.0에 가까운 경우가 많다.
유지관리비와 처리수량의 관계 $D = n \cdot Q$ $D$ : 유지관리비, $n$ : 정수	·유지관리비 ( $D$ )는 처리·처분비도 공사비에 반영하면 적은 값이다. 처리·처분을 유효이용형으로하는 경우는 유지관리비( $D$ )는 퇴적물준설량 (처리·처분도량)의 함수가 된다.

⑬ 퇴적물 피복

퇴적물 피복은 주로 운전비용이며 피복재료비와 피복공사비로 대별된다.

사 항	내 용
제거율과 그 인자와의 관계 $\alpha = f_1(X)$ $\alpha$ : 제거율, $X$ : 제거율의 인자	·퇴적물 피복에서 제거율( $\alpha$ )은 퇴적물 피복 두께 ( $X_1$ )과 피복재료의 특성 ( $X_2$ )에 의해 결정된다.
비용산정의 주요인과 처리수량의 관계 $A = m \cdot Q \cdot f_1(X)$ $A$ : 비용산정의 주요인, $Q$ : 전환(처리)수량, $m$ : 정수	·비용산정의 주요인( $A$ )는 퇴적물피복 면적
건설비와 비용산정 주요인의 관계 $C = aA^b$ $C$ : 건설비, $a, b$ : 정수	·공사비 ( $C$ )와 퇴적물피복 면적( $A$ )사이에는 $C = aA^b$ 의 관계가 있고, $b=1.0$ 이다.
유지관리비와 처리수량의 관계 $D = n \cdot Q$ $D$ : 유지관리비, $n$ : 정수	

⑭ 영양염 불활성화처리

영양염 불활성화에 의한 정화기술의 비용은 약품비대가 대부분을 차지한다. 약품대는 사용약품에 따라 단가 및 사용량이 다르다.

사 항	내 용
제거율과 그 인자와의 관계 $a = f_1(X)$ $a$ : 제거율, $X$ : 제거율의 인자	·제거율은 ( $a$ )의 변동요인은 살포량( $X$ )이다.
비용산정의 주요인과 처리수량의 관계 $A = m \cdot Q \cdot f_1(X)$ $A$ : 비용산정의 주요인, $Q$ : 전환(처리)수량, $m$ : 정수	·비용산정의 주요인( $A$ )는 사용약품의 단가와 살포면적( $Q$ )과 1차 함수가 된다.
건설비와 비용산정 주요인의 관계 $C = aA^b$ $C$ : 건설비, $a, b$ : 정수	·공사비 ( $C$ )는 살포면적( $Q$ )에 약품비를 곱해서 산출된다.
유지관리비와 처리수량의 관계 $D = n \cdot Q$ $D$ : 유지관리비, $n$ : 정수	

⑮ 호소분리

호소분리에 의한 정화기술은 호소의 특성 및 구조물의 내용에 따라 크게 변동된다.

사 항	내 용
제거율과 그 인자와의 관계 $a = f_1(X)$ $a$ : 제거율, $X$ : 제거율의 인자	·제거율( $a$ )는 분리수역과 주수역의 비율 ( $X$ )가 크게 영향을 미친다.
비용산정의 주요인과 처리수량의 관계 $A = m \cdot Q \cdot f_1(X)$ $A$ : 비용산정의 주요인, $Q$ : 전환(처리)수량, $m$ : 정수	·비용산정의 주요인( $A$ )은 시설의 규모이다.
건설비와 비용산정 주요인의 관계 $C = aA^b$ $C$ : 건설비, $a, b$ : 정수	
유지관리비와 처리수량의 관계 $D = n \cdot Q$ $D$ : 유지관리비, $n$ : 정수	

⑯ 부엽식물이용처리

부엽식물을 이용한 방법은 일반적으로 비용이 적게 든다.

사 항	내 용
제거율과 그 인자와의 관계 $a = f_1(X)$ $a$ : 제거율, $X$ : 제거율의 인자	
비용산정의 주요인과 처리수량의 관계 $A = m \cdot Q \cdot f_1(X)$ $A$ : 비용산정의 주요인, $Q$ : 전환(처리)수량, $m$ : 정수	·비용산정의 주요인은 재배면적 (A)이다.
건설비와 비용산정 주요인의 관계 $C = aA^b$ $C$ : 건설비, $a, b$ : 정수	
유지관리비와 처리수량의 관계 $D = n \cdot Q$ $D$ : 유지관리비, $n$ : 정수	

⑰ 조류제거

조류제거에 의한 정화기술의 제거단위량당 비용은 회수선의 특성 및 조류의 분포(농도) 상황에 따라 크게 변한다.

사 항	내 용
제거율과 그 인자와의 관계 $a = f_1(X)$ $a$ : 제거율, $X$ : 제거율의 인자	·처리장치통과에 대한 제거율은 분리방법에 따라 차이가 크다.
비용산정의 주요인과 처리수량의 관계 $A = m \cdot Q \cdot f_1(X)$ $A$ : 비용산정의 주요인, $Q$ : 전환(처리)수량, $m$ : 정수	·비용산정의 주요인은 장치규모 (A)이다.
건설비와 비용산정 주요인의 관계 $C = aA^b$ $C$ : 건설비, $a, b$ : 정수	
유지관리비와 처리수량의 관계 $D = n \cdot Q$ $D$ : 유지관리비, $n$ : 정수	

⑱ 살조제, 제초제 처리

살조제, 제초제의 분포에 의한 수질개선기술은 약제비용이 지배요인이다. 주로 사용되는 약품은  $\text{CuSO}_4$ , 12%차아염산소다이다.

사 항	내 용
제거율과 그 인자와의 관계 $a = f_1(X)$ $a$ : 제거율, $X$ : 제거율의 인자	·조류 혹은 수초의 제거율은 살포량( $X$ )의 함수로 나타낸다.
비용산정의 주요인과 처리수량의 관계 $A = m \cdot Q \cdot f_1(X)$ $A$ : 비용산정의 주요인, $Q$ : 전환(처리)수량, $m$ : 정수	·비용산정의 주요인 ( $A$ )는 사용약제의 단가와 살포면적의 함수로 나타낸다.
건설비와 비용산정 주요인의 관계 $C = aA^b$ $C$ : 건설비, $a, b$ : 정수	
유지관리비와 처리수량의 관계 $D = n \cdot Q$ $D$ : 유지관리비, $n$ : 정수	·유지관리비( $D$ )는 살포면적( $Q$ )에 약제비를 곱해서 산출된다.

⑲ 정화용수 도입(회석)

정화용수도입(회석)에 의한 수질정화기술은 규모 외에 도수하천의 특징, 지형특성, 호소의 조건 등에 따라 변한다.

사 항	내 용
제거율과 그 인자와의 관계 $a = f_1(X)$ $a$ : 제거율, $X$ : 제거율의 인자	-
비용산정의 주요인과 처리수량의 관계 $A = m \cdot Q \cdot f_1(X)$ $A$ : 시설의 용적 $Q$ : 전환(처리)수량, $m$ : 정수	
건설비와 비용산정 주요인의 관계 $C = aA^b$ $C$ : 건설비, $a, b$ : 정수	· $a, b$ 는 시설의 설치장소의 상황(지형, 지질) 등에 따라 달라진다.
유지관리비와 처리수량의 관계 $D = n \cdot Q$ $D$ : 유지관리비, $n$ : 정수	-



㉔ 호소수 인공순환

호소수 인공순환에 의한 수질정화기술은 규모 외에 호소특성, 운전기간 등에 따라 변동된다.

사 항	내 용
개선율과 그 인자와의 관계 $\alpha = K \frac{f_1(X_1)}{f_2(X_2)}$ α : 개선율, X <sub>1</sub> : 통기량 X <sub>2</sub> : 호소용량	
비용산정의 주요인과 처리수량의 관계 $A = m \cdot Q \cdot K \frac{f_1(X_1)}{f_2(X_2)}$ A : 시설규모 Q : 전환(처리)수량, m : 정수	
건설비와 비용산정 주요인의 관계 $C = aA^b$ C : 건설비, a, b : 정수	-
유지관리비와 처리수량의 관계 $D = n \cdot E$ D : 유지관리비, n : 정수 E : 전력비	.

㉕ 심층폭기

심층폭기방법은 시설의 규모, 시설의 위치, 폭기 방법 등에 따라 비용이 크게 변화된다.

사 항	내 용
개선율과 그 인자와의 관계 $\alpha = f_1(X)$ α : 개선율, X : 폭기량	
비용산정의 주요인과 처리수량의 관계 $A = m \cdot Q \cdot f_1(X)$ A : 시설규모 Q : 심수층의 용적, m : 정수	
건설비와 비용산정 주요인의 관계 $C = aA^b$ C : 건설비, a, b : 정수	-
유지관리비와 처리수량의 관계 $D = n \cdot Q$ D : 유지관리비, n : 정수	.

㉔ 선택방류

사 항	내 용
제거율과 그 인자와의 관계 $\alpha = f_1(X_1)(X_2)$ $\alpha$ : 제거율, $X_1$ : 선택방류수질 $X_2$ : 방류수량	
비용산정의 주요인과 처리수량의 관계 $A = m \cdot Q \cdot f_1(X)$ $A$ : 시설설비 $Q$ : 침수층의 용적, $m$ : 정수	
건설비와 비용산정 주요인의 관계 $C = aA^b$ $C$ : 건설비, $a, b$ : 정수	-
유지관리비와 처리수량의 관계 $D = n \cdot E$ $D$ : 유지관리비, $n$ : 정수 $E$ : 전기에너지	.

## 부록 5. 농업용수 수질개선사업 유지관리계획

### 1. 유지관리 필요성 및 목적

농업용수 수질개선 사업의 유지관리는 정화시스템 및 부대시설 등의 농업용수 수질개선 시설을 그 목적에 적합하도록 효율적으로 관리·활용하는 것이라고 할 수 있으며, 지속적인 지도점검과 시설의 유지관리를 통하여 시설의 기능이 제대로 발휘되고 보존되어야 하는 것이다. 그러나 수질개선시설의 유지관리와 관련된 주변상황이 크게 변화하면서 새로운 관점에서의 대응도 중요하게 되었다. 이러한 상황에 대응하기 위해서는 유지관리업무 전체를 체계화하고, 중·장기적인 유지관리 방침과 계획을 수립하고 일상 업무를 장기적인 시점에서 유지관리의 일환으로써 계획적·효율적으로 실시되도록 하는 체계를 정비하는 것이 중요하다. 이러한 계획적인 유지관리와 발생주의적인 대응과의 차이는 오랜 시간이 흐른 후에 나타나겠지만 문제가 발생되기 전에 효과적인 방법을 마련해 둘 필요가 있다. 그러기 위해서는 점검·조사, 운전관리 등의 결과를 정확히 기록하고 이를 적절하게 활용하여 계획적·효율적인 유지관리가 될 수 있도록 지속적인 노력을 하여야 할 것이다.

농업용수 수질개선 시설은 토목·건축·기계·전기·수질 등 많은 전문분야를 포함하고 있기 때문에 조직, 인원 등의 관리체제나 시설을 종합적이면서도 효율적으로 정비하는 것이 중요하다. 유지관리 업무 종사자는 이러한 각 분야를 이해하고, 정보를 수집·교환함으로써 보다 나은 관리를 위해 노력하여야 한다. 수질정화시스템의 구조·기능 등을 충분히 이해하고, 적절한 운전관리나 수질관리의 방법을 습득함에 따라 비로소 각 시설을 효과적으로 관리할 수 있다. 또한 지역주민 등과의 신뢰를 형성하기 위한 정보공개와 사업자와 주민간의 정보공유나 대화도 매우 중요하다.

수질개선계획에 의해 정화시설과 환경이 완성되었다 하더라도 그 후의 관리가 행해지지 않거나 불충분하면 수질은 악화된다. 그러므로 수질개선은 어떠한 공법을 사용하더라도 오니, 부유물, 조류, 식물 등을 계외로 제거하는 경우에만 달성될 수 있기 때문에 유지관리가 중요하다.

최근 환경에 대한 국민의 의식이 높아짐과 동시에, 농업용수 수질개선 시설

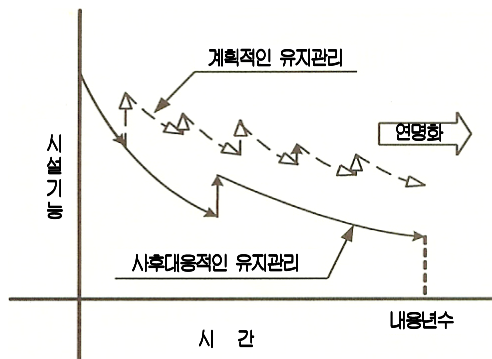
은 다방면에 걸쳐 매우 중요한 역할을 수행하고 있다. 중장기적인 관점에서 정화기능을 충분히 발휘 할 수 있도록 정화시설에 대한 적절한 유지관리가 요구되고 있다고 할 수 있다.

2) 유지관리 목적

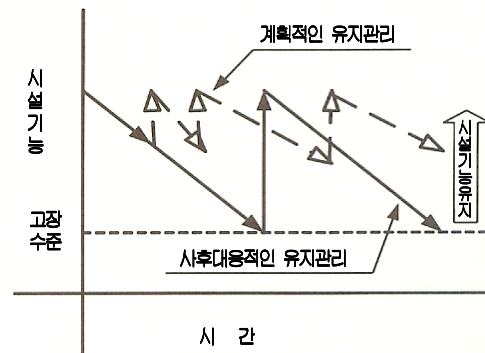
유지관리 목적은 정화시스템 및 부대시설 등의 농업용수 수질개선 시설을 효율적으로 운영하고, 기능을 충분히 발휘시킴과 동시에, 그 기능을 보존하고 수명을 연장하는 것을 목표로 한다. 이를 위해서는 유지관리는 단순히 시설을 운전 관리하는 것 뿐 만 아니라 경영적인 관점에서 효율성 등을 포함하는 종합적인 유지관리계획을 수립하여 시행하여야 하며 이러한 것들에 대해 적절하게 대응하기 위해서는 유지관리업무 전체를 체계화하고 각각의 정화시설 특성을 파악하여 중요도·긴급도와 비용대비 효과를 고려한 시설운영의 목표 설정과 대응 계획을 수립할 필요가 있다.

한편 적절한 유지관리를 계획적으로 실시함에 따라 시설의 수명연장을 도모하고, 총 비용의 절감에 기여하는 계획적인 유지관리를 필요가 있다.

계획적인 유지관리와 소위 사후 대응적 혹은 발생주의적인 유지관리의 개념을 시설 수명연장 시키기 위한 계획적 유지관리 <부록 그림 5-1>와 시설기능 유지를 위한 계획적인 유지관리의 의미를 <부록 그림 5-2>에 나타내었다.



< 부록 그림 5-1> 시설 수명 연장화



<부록 그림 5-2> 시설 기능의 유지

## 2 유지관리 내용

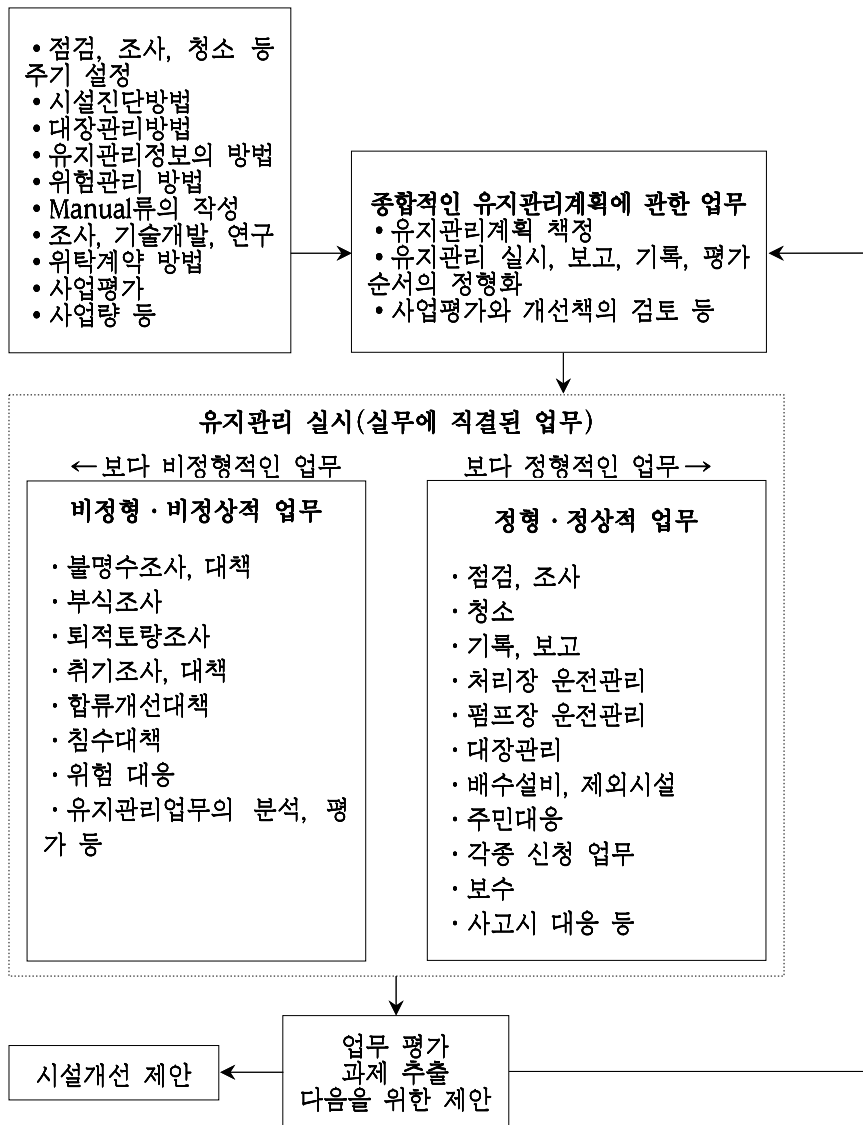
### 1) 업무내용

저수지나 수로 수질관리의 목표는 수질오염의 방지, 저수지·호소의 부영양화 방지, 공중위생의 유지, 물 환경의 개선향상, 수자원의 가치저하 방지이다. 이러한 목표달성 유지를 위해서는 유지관리업무는 매우 중요한 의미를 가진다. 유지관리시설의 대상과 목적에 따라 다르나 일반적인 환경기초시설의 경우에는 사무관리-서무, 예산 집행, 자산관리 등, 주민관련 서비스-사용개시 공고, 사용료 조정, 배수설비의 검사 등, 정화처리시설의 유지관리와 수질관리 및 기타 관련 업무 등으로 구분해 볼 수 있다.

유지관리의 업무는 광범위하지만 종합적인 유지관리계획에 관한 업무와 일상적인 점검업무로 나눌 수 있으며, 실제적인 유지관리 업무를 비정형·비정상적 업무, 정형·정상적 업무로 구분해 볼 수 있다. 최종적인 목표는 업무 평가, 과제추출, 다음을 위한 제안의 과정을 거쳐 시설개선 제안하는 것이다. 일반적인 유지관리업무 전체를 체계화해 보면 <부록 그림 5-3>과 같다.

한편 환경기초시설을 대상으로 한 유지관리는 유지관리기술이 체계적이며 제도적으로 발전의 이루어져 환경기초시설 유지관리지침 작성기준에 의해 계획단계에서부터 시설운영단계까지 적용되고 있으며, 더욱 발전된 민간위탁하는 단계로까지 발달 되었다.

유지관리지침 작성기준에 의거한 예를 소개하면 다음 (부로 표 5-1)과 같다.



<부록 그림 5-3> 유지관리의 내용과 flow

부록5. 농업용수 수질개선사업 유지관리계획

(부록 표 5-1) 유지관리 업무내용의 예

업무분류		주요 업무 내용
1. 서무		하수도 조례의 제정 등, 서무일반, 인사·급여, 예산·결산, 경리, 복리·후생, 홍보, 기타
2. 예산 집행		① 기자재 구입·관리(연료, 각종약품, 소모품) ② 공사 계약 ③ 위탁 계약
3. 자산 관리		자산의 관리
4. 사용개시 공고		사용개시 연월일, 배수구역 등 공고, 설계도면 일반에 공개
5. 사용료 조정		사용자 조사, 사용료 조정(사용수량 인정을 포함), 사용료 징수, 물 사용료 조사
6. 배수설비 등의 검사		① 배수설비 검사 및 조사 ② 재해시설 검사 및 조사
7. 관거시설의 유지관리		① 관거시설 검사 및 조사 계획, 설계, 실시, 감독 ② 관거시설의 청소 및 준설 계획, 설계, 실시, 감독 ③ 보수 및 개축 계획, 설계, 시공, 감독 ④ 관거시설의 보호 및 방호 ⑤ 인허가에 관한 업무
8. 펌프장·처리장시설의 유지관리	(1) 운전에 관한 업무	① 펌프장·처리장 설비기기의 운전 계획 책정 ② 펌프장·처리장 운전관리업무의 계획 작성, 설계·감독·실시 ③ 침사·스크린 찌꺼기·슬러지·소각로의 처분계획, 운반작업·처분작업 설계·감독·실시 ④ 건물·식재 등의 청소작업·관리 설계·감독·실시 ⑤ 펌프장·처리장운전관리상황의 기록·정리 ⑥ 이상시, 긴급시 지시, 운전조작 실시
	(2) 보존·점검에 관한 업무	① 기계·전기설비의 보존·점검검사계획 및 요령 작성 ② 기계·전기설비의 보존·점검검사업무 설계·감독 및 계획 작성·실시
	(3) 보수 및 개축에 관한 업무	① 보수공사 계획의 작성, 설계·감독 실시
9. 수질 관리에 관한 업무		① 수질시험, 조사·연구 등의 계획 수립 ② 수질시험, 슬러지시험 실시 ③ 활성 슬러지시험 실시 ④ 조사·연구 실시 ⑤ 데이터 정리, 해석 및 보고서 작성 ⑥ 운전관리지침 작성 ⑦ 이상시 대응 ⑧ 수질계측기 관리 및 보정
10. 대장 관리		① 대장의 작성, 열람, 보관 ② 도면, 도서 관리(일반평면도, 중단수준도, 배수구역도, 전기계통도, 배관계통도 등)
11. 환경보전에 관한 업무		① 대기측정에 관한 계획 수립 및 실시 ② 소음 및 진동 측정에 관한 계획 수립 및 실시 ③ 악취측정에 관한 계획 수립 및 실시 ④ 방류하천의 수질측정에 관한 계획 수립 및 실시
12. 기타 업무		① 감독관청 등에 보고 ② 안전 및 위생관리 상황과악과 개선 ③ 하수도에 관한 조사, 연구 ④ 견학자 안내 ⑤ 보급 및 홍보 활동 ⑥ 직원 교육

자연 생태계를 포함하는 광역적 수질에서부터 인공의 수경시설에 의한 국소적 수질, 또는 양적 수질과 질적 수질 등 다양한 수질개선공법으로 구성되는 농업용수 수질개선 사업은 유지관리 내용도 상당히 차이가 난다.

다음은 유지관리의 일반적인 사항을 나타내고 있다.

① 수질보전을 위해 위생성·안전성·쾌적성을 유지한다.

물은 정체된 채로 방치하면 수질은 악화되고, 위생·안전·쾌적성을 잃게 되므로 수질악화를 초래하게 된다. 물의 흐름을 유지하여 식물의 번성이나 부유물 등의 오염이나 곤충의 발생이 생기지 않도록 정기적인 시설의 청소 및 설비의 점검·정비를 행한다.

② 시설의 가동상황을 파악하여 관리계획을 수립한다.

시설의 손상이나 노후화에 의한 수질개선 기능의 저하를 조기에 발견하도록 충분한 유지관리계획을 세우고, 유지관리비, 수리비 등을 예산에 책정하여 시설의 기능이나 내구성의 저하에 의해 수질이 악화되어도 적절한 정비·수리 등이 가능한 체제를 확립한다.

③ 계획수질(유입·방류)의 확보 여부를 조사한다.

시설로 유입되는 수질에 이상이 발생하지 않는가, 정화 후 방류하는 수질에 용존산소는 충분한가? 등을 확인한다.

## 2) 유지관리조직

수질보전은 광역적이고 공공적이기 때문에 관리에는 이수자, 지역주민, 자치단체의 참가가 불가피하므로 계획수립단계에서부터 지역에 맞는 추진체제를 충분히 정비한다. 관리계획에는 관리주체와 비용부담자, 관리조직, 수질감시, 모니터링, 유지관리방법 등을 정한다.

시설의 관리는 수질개선방법의 규모에 따라 다르므로 지역주민을 주체로 한 관리를 하고, 수로의 청소, 수질측정과 물의 색깔, 냄새, 어류 등의 생물의 모니터링, 쓰레기 감시등의 유지관리가 있다.

수질개선시설은 저수지·수로 등의 수질개선을 행함과 동시에 주변의 환경정화에 의한 친수성의 향상, 공원으로로서의 휴게시설을 제공한다. 따라서 관리내용에는 수질관리 외에 다른 수변환경 정비에 의한 생태계 보전관리, 공원관리가 있다. 이와 같이 저수지·수로만 관리하는 것이 아니고 유역전체를 대상으로 관리할 필요가 있으며 이중에서 생물의 생식 가능한 일정 수질이나 유량을 확보하고 수변림이나 수중식물의 생육 등 수변환경을 보호하기 위한 수질관리를 포함한 유지관리가 필요하다.



3) 사고발생시의 대응

시설을 관리하는 자는 사고의 발생을 미연에 방지하는 예방처치를 실시할 필요가 있다. 또한, 사고발생 시에는 적절한 응급조치를 강구하는 것이 필요하다.

관로시설에 관한 사고에는 다음과 같은 것이 있다.

가) 관거시설의 사고대응에 대하여

(1) 맨홀 뚜껑의 비산과 침수에 의한 사고

급격한 호우에 의한 지하실로에 의한 침수나 맨홀 뚜껑의 상태불량에 의한 사고가 있다. 침수가 예측되는 지역에서는 지하수로의 침수의 위험성을 주민에게 공지해두는 등의 대응이 필요하다.

또한, 급격히 많은 양의 오수와 관거 내에서의 폭발 등에 의해 맨홀 뚜껑이 비산하는 경우가 있다. 관거 내에서 급격한 압력의 변화가 예상되는 개소에서는 맨홀의 뚜껑을 내압형인 것으로 하는 등의 대응을 할 필요가 있다.

(2) 도로함몰에 의한 사고

관거의 파손부로부터 관거 주변의 토사가 관거 내로 소실됨에 따라 관거 주변에 공동이 생기고, 도로가 함몰되는 경우가 있다. 대구경 간선에서 발생하는 경우 큰 사고를 일으킬 가능성이 있으므로 관거의 점검·조사에 유의할 필요가 있다.

(3) 유해가스 등에 의한 사고

하수 중에 생식하는 미생물이 수중의 유기물을 분해할 때 다량의 산소를 소비함에 따라 사이펀 전후, 압송관 후반, 하수가 체류하고 있을 수 있는 장소에서는 산소결핍이 발생하기 쉽다. 또한, 혐기적인 상태가 되면 황산염 환원 세균 등의 활동으로 인해 황화수소 등이 발생한다. 이 때문에 하수관거 내에 들어갈 경우에는 충분한 환기와 작업 전의 가스 측정 등이 필요하다.

나) 정화처리시설의 사고 대응

설비·기기에서의 고장 및 사고를 미연에 방지하고 항상 사용가능한 상태를 유지하기 위해서는 일상에서의 계획적인 점검을 실시할 필요가 있다. 그러나 예방점검을 실시하면서도 설비·기기류의 돌발적으로 피할 수 없는 고장 및 사고는 발생한다.

정화처리시설의 기능 상실은 하수의 범람에 의한 도로, 가옥의 침수와 처리수질의 악화로 이어지는데, 기기의 고장에 의한 처리시설의 기능 상실을 일으키지 않도록 예방에 노력하여야 한다. 만일의 사태에는 예비기기로 대체하거나 발전설비의 운전 등을 통하여 적절히 대처한다.

(1) 설비의 고장

설비 고장의 중요도에 따라서 정해진 연락처로 신속하게 전달 또는 보고한다. 고장에 의해 기능이 상실 될 수 있는 중요한 설비는 예비기를 설치하거나 고장장소를 예상하여 최소한의 필요 부품을 준비해 두어야 한다. 또한 자재의 보관을 적게 하기 위하여 단기간에 구입 또는 보수할 수 있는 방법을 정해두는 것도 바람직하다. 긴급사태에 대비하여 시설에 대해서 전문지식이 있는 업체에 의한 긴급시 대응방법을 마련해 두는 것도 좋다.

(2) 사고시의 대응

설비의 고장 외에 작업에 관련하여 일어나는 각종 사고가 있다. 이러한 사고는 직원의 부주의에 의해 일어나는 경우도 많다. 따라서 작업을 시작하기 전에 방법이나 순서에 관해 충분히 숙지하고, 작업은 정확하게 신호를 알려면서 시작한다. 또한 작업을 하면서 익숙해짐에 따라 위험을 간과하거나 안전 확인에 소홀히 하는 일은 엄격히 금지해야 한다.

① 인사사고

수 처리시설에서는 침전지, 반응조 등을 비웠을 때 낙하사고가 빈번히 발생한다. 이러한 경우는 실질적으로 높은 곳에서의 작업이 되므로 안전대를 설치하고 보호구를 착용하여 작업을 실시한다. 공사 또는 작업을 위해 장내를 굴착하거나, 수로 뚜껑이나 도랑을 비운 경우에 안전대책이 소홀하여 사고를 일으키는 경우가 있다. 따라서 장내에서는 평소 상태와 바뀐 장소에는 조명이나 울타리 등을 설치하여 사고 발생을 막도록 한다. 또한 점검통로는 반드시 안전을 확보할 수 있도록 한다.

②전기사고

고압배전판의 전원이 나가면 전기가 들어오지 않는 것으로 착각하기 때문에 작업자가 전기에 노출되어 부상을 입는 사례가 있으므로 확인을 게을리 하지 않는 것이 중요하다.

③화재사고

침사지실의 용접작업 시에는 주변 상황 파악이 충분히 되지 않아 침사지 내 벽에 부착된 유성 스킴에 불이 붙어 화재가 발생하는 사례가 있다. 이는 주변 확인을 충분히 하지 않거나 소화기나 물이 들어있는 양동이를 준비해 두지 않았기 때문에 발생하게 된다.

④매설물의 손상

장내에는 각종 매설물이 많기 때문에 보수·개조 등에 의한 굴착에서 케이블이나 배관을 절단·파손시켜 버리는 경우가 있다. 따라서 장내 매설물의 관리

대장을 정비하고 매설장소의 표식을 보전함으로써 이에 따른 사전 확인과 동시에, 굴착시에는 충분한 주의를 기울이도록 하고 원칙적으로 담당직원이 입회하는 것으로 한다.

⑤이물질 유입

처리시설에는 사업장 등으로부터 또는 불법투기 등에 의해 이물질이 유입되는 경우가 있다. 이러한 경우에는 이물의 유입을 조속히 발견하고, 신속하게 처리하는 것이 좋다.

**3. 유지관리비용 산정방법**

공공시설물 유지관리는 구조물의 사고 등에 의해 발생하는 인명이나, 사회간접자본의 기능 및 중대한 손실을 미연에 방지하고, 시설이용자에게 적절한 서비스 수준을 보장하는 안정성 확보하는데 목적이 있다.

미국, 영국, 일본 등 선진외국의 경우, 도로·터널·건축물 등에 총생애주기비용(LCC)를 이용한 시설물 관리시스템(미국 Pontis, 영국 Maepas, 일본 안전관리지원시스템 등)을 구축하여, 시설물 유지관리 및 의사결정과정에 활용하고 있다. 또한 미국 및 호주에서는 공공시설물의 자산관리(Asset Management)개념을 도입한 유지관리 체제 변혁을 통하여 관리체제를 효율화함으로써 전체적인 관리비용을 줄이고 장기적 예산기획에 이용하고 있다.

국내 공공시설물의 유지관리 분야는 유지관리에 관한 지식체계가 미약하며, 특히, 비용 산정 및 예산 편성 등 비용관점에서 연구가 매우 부족한 것으로 나타나고 있으며, 많은 경우 담당자의 경험과 노하우에 의존하고 있어 체계화 과학화를 통한 예산 절약이 시급한 실정이다.

1) 산정기법에 대한 이론적 고찰

공공시설물은 그 관리자가 기업이나 개인이 아닌 공공단체로서 종종 관리의 주체가 불분명하여 관리 소홀이 야기되기 쉽다. 선진국에서는 시민의 삶의 질 향상을 위한 공공시설물의 성능향상과 서비스 향상을 목표로 하는 유지관리가 필요하다. 고품질의 유지관리 서비스는 막대한 금액의 유지관리 비용을 수반하게하고, 최적화된 유지관리비용 산정이 선진국형 유지관리의 핵심이다.

가) 예산산정 방법론

예산산정의 기법(테크닉)은 크게 네 가지로 분류할 수 있다.

(1) 자산가치(Asset Value) 평가형

본 방식은 시설물의 목록이 주어졌을 때 유지보수 비용은 그 목록의 건설비

용 또는 대체가치의 함수로 추정될 수 있다는 가정을 바탕으로 한다. 시설물의 가치가 그것의 규모 및 기술적 복잡성을 반영하며, 유지관리 요구사항 역시 비례한다는 기본적인 생각에서 출발하는데 시설물의 가치가 유주보수 요구와 반듯이 비례하지는 않는다. 이러한 한계를 극복하기 위하여 다른 방법론(예: Formula Budgeting 등)과 결합해서 사용되어지고 있다. 각 시설물의 현재 가치를 인플레이션, 개량, 규모 및 용량에 있어서의 변화를 고려하여 초기 조달가격을 현재가치로 환산한 것으로 정의하는 방법이다(Melvin, 1992). 현재 가치를 "시설물을 동등한 용량 및 기능을 가진 것으로 대체하기 위한 비용"으로 정의하는 방법이라 이해할 수 있다(Barco, 1994). 주어진 시설물 형태에 대한 최근 건설비용 실적을 반영하는 단가지수(Unit cost factor; 단위 면적 또는 길이나 부피당 비용 등)를 기존 시설물의 면적(또는 포장길이 또는 면적, 중앙처리 장치의 용량, 관망의 길이 등)에 곱하여 그 시설물의 자산 가치를 계산한다. 미 공군에서는 위의 두 방법 모두를 사용하며, 단가지수를 선호하나 초기비용법(Initial cost method) 역시 시설물 형태에 대해서 문서화되지 않았거나 시설물이 독특해서 적정한 단위 비용이 이용가능하지 않을 경우에 사용된다.

#### (2)공식적 방법(Formula Budgeting)

수식을 통한 표현방법으로 시설물의 노후 연도, 면적과 같은 시설물의 쉽게 정량화될 수 있는 물리적 속성을 변수로 사용한 예산 산정 공식을 이용하는 방식이다. 시설물 형태, 품질, 시공 방법, 지역 기후 등도 변수로 활용할 수 있다 (Kaiser 1995). 이러한 공식에 의한 유지보수 예산을 산정하기 위하여 비용지수(Cost factor)를 각 변수에 적용한다.

#### (3)생애주기 비용법(Life-Cycle Cost)

미래의 유지보수 수요를 추정하기 위하여 각 시설물을 시스템과 구성요소(전기, 공조설비, 구조체 등)로 분류하고 각 구성요소의 기대 수명 또는 수명주기 개념을 각 시설물 구성요소에 적용하는 기법이다. 시설물의 유지관리 비용을 계층적으로 분류한다. 예방적 유지관리, M&R(Maintenance & Repair) 빈도수 산출과 Task 비용 데이터 축적 및 적용을 필요로 한다.

#### (4)상태평가(Condition Assessment) 기법

시설물의 잔존 유효수명을 결정하고, 그를 바탕으로 관련된 미래 유지, 보수 수요를 결정하기 위한 기초로서 조건평가 기법을 제시한다(Melvin, 1992). 하자를 유지보수하기 위한 비용평가에 이용한다(CERF). 시설물과 구성요소의 유용성을 유지하기 위한 기초이다(Melvin).

나) 유지관리 비용 영향요소

유지관리에 영향을 주는 요소들 중 중요한 것은 시설물의 설계수준, 시설물 이용수준, 유지보수 시기, 시공의 품질관리 상태 등이 있다.

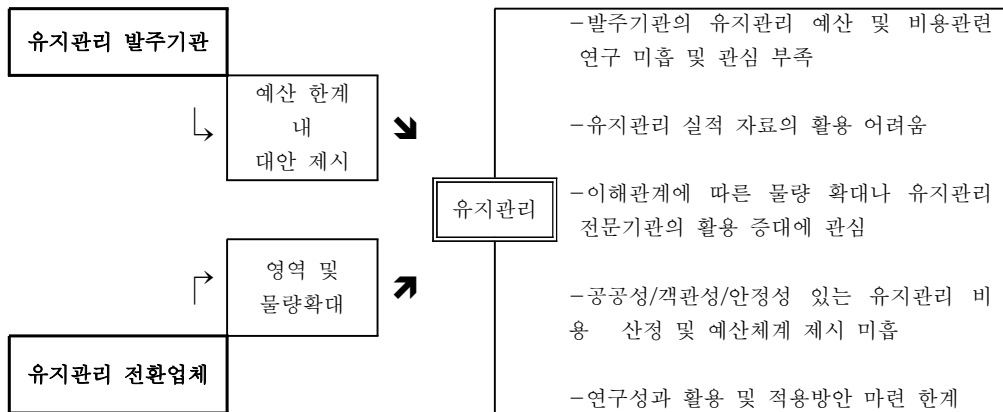
설계수준은 시설물의 서비스 용량 및 수준 등 시설물의 설계 시 중요한 결정인자들을 말하며, 설계내용연수(Service Life), 서비스지수, 사용 재료 등이 있다. 시설물 이용수준은 시설물의 대상 이용자들의 특성, 규모, 부하정도 등을 말한다. 지역적 특성은 시설물의 외부적, 환경적 조건에 따른 영향요소로서, 지형, 강우상태, 기온 등 자연적 조건과 산업적 구성 분포 등을 말한다.

시공의 품질상태는 시공단계에서 수행된 시설물의 성능과 품질상태에 영향을 미치는 시공실적을 기초로 결정한다.

2)국내외 유지관리 비용 추산 및 예산 산정방법

가)국내의 예산 산정체계

국내의 경우 공공시설물의 유지관리는 안전에 직접적 영향을 주고 시설물의 붕괴 시 인명피해가 예상되는 시설물에 대해서 적절한 수준의 안전을 유지시키기 위한 상태관리를 주로 한다는 점에 선진국과는 개념적 차이를 보여주고 있다.<부록 그림5-4>



<부록 그림 5-4> 국내 유지관리 예산산정 체계의 문제점

나) 미국 캘리포니아의 교통부의 예산산정시스템

미국 캘리포니아주 교통부(CalTrans)의 경우 1997년부터 도로 및 교량의 사용성(성능) 및 안전수준과 예산의 수준을 상대평가하는 시스템인 LOS2000

(Level of Service 2000)프로그램을 수행 중이다. 성능대비 예산수준 비교법을 통하여 유지관리 전담부서는 유지관리비용을 산정하는데 과학적이고 합리적인 절차를 따르게 되며, 적절한 수준의 유지관리비용을 배정받는다. 즉, 투입되는 예산의 정도와 공공시설물의 성능과의 관계를 직접적으로 규명함으로써 장기적 관리계획을 세울 수 있다. 세 가지 카테고리 즉 Safety (안전), Preservation (환경보호), Service (사용의 편이성)로 카테고리를 나누고, 도로의 성능에 영향을 주는 아이템 Graffiti(낙서), Litter/Debris (쓰레기), Pavement Marking(도로 표시), Highway Lighting(가로등) 별로 '안전', '환경보호', '사용의 편이성'의 중요성을 곱하여 목표 LOS를 계산한다. 목표 LOS는 실측 LOS값과 비교하여 그 값의 차이를 줄이기 위한 예산을 배정한다.

### 3) 유지관리 비용 및 예산관련 시스템

#### 가) 유지보수 수요예측 지표(Predictive indicators of requirements)

시설물의 일부 정량화 될 수 있는 특성들과 그 시설물의 상태는 시설물 유지보수에 필요한 투자수준에 대한 지표이다. 주요 시설물의 구성요소와 시스템에 대한 Life cycle 은 예상이 가능하며, 이것들의 합을 통해 연중 M&R 비용을 대략적으로 구할 수 있다. M&R (Maintenance and Repair) 비용집행 지연은 장기적으로 볼 때, 더 높은 M&R 비용을 초래하게 된다.

유지보수 수요 평가기준의 종류로는 다음과 같다.

- 대체 가치, 사용연수, 규격(Replacement Value, Age, Size)
- 시설물 형태, 위치, 시공 형태, 시설물 상태, 기후(Facility type, Location, Type of construction, Facility condition, Climate)
- 시설 수명(Life cycle)
- 유지보수 지연에 따른 추가비용(Deferral penalty cost)

#### 나) 유지관리예산 산정기법의 종류

미 국방부에서 개발 및 사용하고 있는 유지, 보수 예산산정 모델 및 방법론은 다음과 같다.

##### (1)현재가치(CV, Current Value)

매우 간단하고, 많이 사용되는 기법으로 연간시설물 M&R 예산 =  $X\% \times CV$ 이

고, 각 시설물의 현재 가치(CV : current value)란 인플레이션, 개량, 규모 및 용량에 있어서의 변화를 고려하여 초기 조달가격을 현재가치로 환산한다. 여기서 X는 의사결정자에 의해 제시되는 것으로 미 국방부의 경우 서비스 수요 및 일상적인 보수에 최소한 RV(Replacement Value)의 1%를, 돌발적인 작업 및 소규모 공사를 위해 0.75, 미국 National Research Council의 Building Research Board(BRB, 1990)의 경우 X를 총 2~4%로 권장하고 있다. 본 방식은 인플레이션 조정을 통하여 간접적으로 시설물 사용연수의 영향을 고려하며, 지역 비용지수를 통하여 위치에 따른 영향을 보정한다. 그러나 생애주기 동안의 비용 변동 가능성과 지연된 유지관리에 따른 추가 비용의 영향을 고려하지는 않는다.

(2)대체가치(RV, Replacement Value)

CV 기법과 유사한 방법이나, 본 모델은 시설물의 이력을 무시하고, 대신 그 시설물의 용량과 기능을 대체하기 위한 비용을 평가하는 방식이다.

연간시설물 M&R 예산 = X% × 시설 목록의 RV

여기서 RV는 적절한 대체 시설의 건설을 위한 단가(Unit cost)에 그 시설의 단위(Units) 또는 규모를 곱한 값이고, X 값은 CV방식과 동일하다. 본 모델에서 대체 비용은 단위면적 등에 대한 비용 지수의 형태로 시설물의 규모, 시설물 종류, 위치 등의 영향을 고려한다. RV는 시설물의 상태, 생애주기, 유지보수 지연으로 인한 추가비용 등의 영향을 반영하지는 않는다.

(3)예방적 연기관리(Preventing Deferred Maintenance)

유지보수 재고를 막기 위한 시각을 가지고(일상적, 예방적, 긴급한) 유지관리와 노후화, 사용성 낙후, 기술 진부화를 보완하기 위한 자산 갱신(재개발)을 별개의 항목으로 분리하는 예산산정 모델을 제시하였다(Kaiser, 1995). Kaiser는 유지관리와 보수비용간의 상쇄효과를 반영하기 위하여 유지관리와 갱신은 별개로 접근되어야 함을 주장하였다. 연간 대체(renewal) 항목은 생애주기 개념에서 하나의 기초가 되며, 4단계에 걸쳐 산정되어진다.

첫째, 시공방법, 시설용도, 총 면적, 현 대체 비용(current replacement cost)

둘째, 각 시설 형식에 대한 시설물 구성요소의 감가상각비용 표, 각 구성요

소의 전체 시설가치에서의 비중과 그 구성요소의 생애주기, 교체(renewal) 비용 데이터를 개발.

셋째, "그 구성요소의 전체 수명주기 대비 사용 정도(%)로 표현"되는 각 구성요소의 현재 상태를 평가

넷째, 각 구성요소의 대체 연도를 추정하기 위한 사용 정도(%) 및 생애주기 프로파일을 검토

구성요소 대체비용은 시설물 대체비용, 구성요소의 비중 퍼센트, 대체된 구성 요소의 정도(%)를 곱하여 산정한다. 전체 시설목록 내에서 모든 시설물 구성요소에 대한 대체 예상비용의 합을 통해 연중 대체(renewal)비용을 산출한다. 예산상의 제약이 있을 때 유지관리(maintenance)와 자산 대체(capital renewal) 사이의 우선순위를 제시하지는 않았으나 자산 대체를 결정하기 위한 생애주기 과정을 잘 정의하고 있다.

#### (4) 단위 면적 모델(SF, Square Feet, ft<sup>2</sup> Model)

시설물 목록의 전체 면적만을 이용하여 유지 보수 수요를 결정하는 아주 간단한 모델이다.

연간 M&R 예산 = 시설물의 면적(SF) × 비용지수

여기서, 비용지수는 다양한 방식으로 결정하고, Building Owners and Managers Association(BOMA), R.S. Means cost guides 등과 같은 실적 데이터로부터 일반적으로 도출되어진다. 장점은 적용의 간편성과 편리하다는 것이다. 실적 데이터가 유지보수 노력의 수준과 관련된 모호성이 내재되어 있다. 각 기관은 자신의 기준을 설정하고 다양한 유지 보수 재원의 조달의 제약을 가지고 있어 실적 데이터가 상이한 환경을 반영할 여지가 있다.

#### (5) 점증 예산 모델(Incremental Budget Model)

가장 일반적인 재무관리 도구 중의 하나로 실적 기반 예산산정(historical budgeting)으로 불리기도 한다. 전 기간 예산의 타당성을 가정하고, 물가상승과 구체적인 수요 변화를 반영하여 조정하는 방식이다. 사용의 간편성과 제한된 예산 범위에서의 적정성으로 인해 공공기관에서 광범위하게 사용된다. 단점은 기존의 유지관리 관련 부족한 관심 및 예산을 정당화함으로써 유지관리 문제를 악화시킬 수 있다는 것이다.



(6) Air Force RV-Facilities Investment Metric (FIM)

미 공군에서는 RV 모델과 독특한 FIM 모델을 통합하여 전반적인 시설물 투자 전략을 구축하였다. 이것은 예방적 유지관리 수준, 시설물 보수 및 소규모 시공, 군용 건설, 해체 등 여러 투자 프로그램을 포함한다. 주기적 보수 및 대체 사이의 일상 시설물 및 사회기반시설의 운영을 유지하는데 요구되는 예방적 유지관리 수준 및 최소 유지관리 수준은 현재 RV의 1%로 설정되어졌다. 시설물 유지보수 및 소규모 건설 프로젝트는 지방에서 수행되는 계약에 의해 성취되며, 대규모 건설 사업에 대한 군 건설 재원은 국회에서 승인되고 배정된다. 해체의 경우 위의 두 가지 방법 중의 하나를 통해 수행되어진다. FIM 절차는 각 공군 기지에서 시작하며, 여기서 기지 토목 엔지니어는 수요를 파악하고, 비용을 추정하며, 초기영향수준(Impact rating)을 배정한다. Impact rating은 조직의 임무 수행능력에 대한 시설상태의 하락에 따른 부정적인 영향을 특징짓게 된다.

시설물 목록의 건전성 파악, 제한된 자원을 핵심 임무 분야에 배분하는 결정을 지원, 현재의 투자 전략의 효과에 대한 경험 자료를 제공한다.

(7) Stanford Model

보수 수요를 설명하는데 있어 시설물 갱신 또는 대체 있어서 예측 가능한 주기가 있다는 전제를 바탕으로 한다. 시설물의 시스템 및 하부 시스템은 파악 가능한 기대 수명을 가지고 있으며, 기대수명이 지난 후에 대체를 필요로 할 것이라는 가정한다.

Stanford의 시설물에 대한 Database를 사용한다. 본 모델은 한 시설물의 기능적 용도는 하부 시스템의 설계를 바꾸고 결과적인 비용에 영향을 미침으로 대학 시설물을 다섯 가지의 유형으로 분류되어진다. 시설물 하부 시스템은 각각의 수명 특성을 가지는 13개의 부류로 분류(지붕, 외벽, 등)되어진다.

기대수명은 전문 서적, Stanford 대학에서의 기존 경험 분석, 델파이 기반 전문가 설문 등을 통하여 결정되어진다. 그 결과는 각 하위 시스템에 대한 최적, 최빈, 최악의 수명 데이터로 정리하게 된다.

다음은, 다양한 건설비용 지수와 스탠포드 대학의 실적 데이터를 이용하여 각 시설물 유형 내에서 각 하위 시스템에 대한 평균 갱신/대체 비용이 확정

(\$/SF)한다. 개별 하위 시스템에 대한 대체 비용은 신규 건설비용 보다 높다는 가정을 반영하기 위하여 확정된 대체비용을 30%까지 증가시킨다. 한 시설물의 준공일자, 시설물 하위시스템 각각의 공용 수명 시작 지점으로 이용하여 5년 단위의 동일 사용연수 그룹으로 집계된다. 동일 사용연수 그룹은 시설물 목록에서 가장 오래된 시설물과 함께 시작하게 되고, 이러한 그룹 평은 대규모 수선(major renovations)으로 인한 영향을 고려하여 재설정될 수 있다. 보수/대체 수요는 시설물 또는 하위 시스템 유형에 따라 평가될 수 있으며, 어느 경우이든 요구사항은 집계되어 전반적인 시설물 유지보수 예산 산정으로 통합되게 된다.

본 모델은 주요 하위 시스템의 전형적인 수명 특성 분석을 통하여 장기적인 시설물 대체 수요를 추정할 수 있다. 시설물이 다량으로 있는 경우 계획 도구로서 가장 잘 적용된다고 알려져 있다.

#### (8) 응용관리공학법(AME, Applied Management Engineering Methodology)

AME에서는 시설물 상태 평가 및 유지보수 예산 산정을 위한 서비스 및 컴퓨터 기반 도구를 제공하며 장/단기적 유지관리 수요 계획 및 보고서 작성 지원한다. 상태평가(Condition assessment)를 주기적으로 데이터를 갱신하는데, 단기 갱신 수요는 하자를 파악하기 위한 시설물 목록에 대한 종합적인 검사를 통하여 결정하게 된다. 장기갱신수요는 6단계에 의한 Condition assessment 및 life-cycle analysis 개념, replacement value 개념을 통합하여 결정되어 진다. AME(AME and Rush, 1991)의 장기갱신 수요 결정단계는 시설물의 형태 분류, 각 분류에서 시스템 유지보수비용 산출, 재개발 요소 리스트 도출, 각 구성요소의 범주별 시공법 및 재료별 목록준비, 상이한 기대수명 및 갱신비용 요구, 각 구성요소에 대한 평균 유영수명 산출, 최종적으로 각 구성요소에 대한 재개발 비용을 결정 이다.

#### (9) 장기유지관리계획시스템(LRMP, Navy Long-Range Maintenance Planning System)

미 해군 공공사업 센터(PWC : Public Work Centers)에서는 유지보수 수요를 결정하기 위하여 두 가지 독특한 방법을 사용한다. 일상적으로 반복되는 유지보수(Recurring M&R) 수요는 PWC 의 계약에 따라 수행하며, 돌발적인 유지

보수(Nonrecurring M&R) 수요는 포괄적인 시설 검사(Inspection) 및 5 년간의 비용평가시스템(LRMP)을 통하여 관리되며 이러한 사항은 모두 전산화 되어있다. LRMP 는 시설 유형과 장비, 시스템에 따라 다르지만 1년에서 3년 기반으로 안전진단을 수행하며 전산화된 LRMP는 매년 안전검사(Inspection) 총괄 일정을 제공하기 위하여 DB를 이용한다. 안전 검사는 현재의 유지보수 예산을 확인하고, 새로운 수요 및 유지보수 추가가 예상되는 하자를 문서화한다. 매년 유지보수 수행을 권장목록 작성한다. 유지보수비용 견적을 수행한다. 하지만 구체적인 전제로 하고 있다. 유지보수 지연으로 추가 비용을 고려하지 못하고 있다. 목록별 부족액 리스트, 소요예산 비용, 현재 상태 데이터를 제공한다. 연간 안전검사 요약집(Annual inspection summary)이 전반적인 유지보수 예산 요구를 파악하는데 있어 미 해군 본부에서 사용하는 도구이다. 비용산정절차나 시스템이 정해져 있지 않다.

LRMP는 유지보수는 충분한 자원을 가지고 수요가 충족되어 왔으며, 이러한 상황은 지속될 것이라는 가정을

다) 유지관리 비용산정 모델

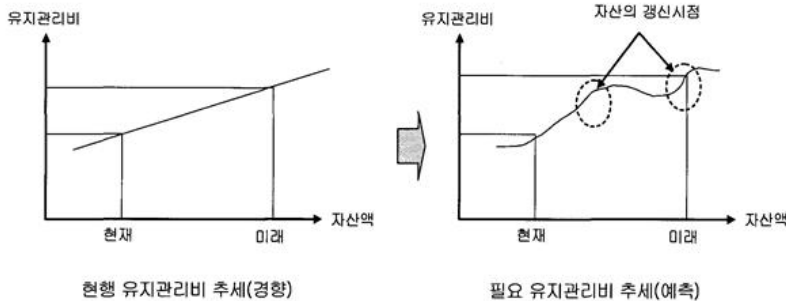
(1) 공공 시설물 유지관리 업무체계

유지관리 비용 산정의 다양한 기법들은 전술한바와 같으며 여기서는 그 선행 연구들을 바탕으로 만들어지는 유지관리 프레임 워크를 보여준다. 기본적인 틀은 시설물의 가치, 규모, 시설물의 특성에 대체적으로 비례한다는 것이 공통적으로 밝혀지고 있다. 시설물별 구성요소별 분석을 통한 수치와 인덱스 등을 이용한 해석적 방법에 있어서는 시설물의 가격, 규모, 교체 비용 등이 유지관리비용 산정의 factor로서 작용하게 된다. 하지만 이러한 해석적 방법은 근본적으로 시설물의 구조적인 이해를 바탕으로 하는 것으로서 시설물의 종류에 따라서 다르며 수많은 시설물은 제 각기 다른 특성을 가짐으로 해석적 방법으로는 범용 모델을 만들기는 매우 복잡하고 실질적으로 의미가 없다. 이에 다양한 시설물의 종류에 관계없이 적용될 수 있는 범용 유지관리 비용 산정 모델을 제시하고자 한다.

2) 시설물 유지관리 비용 산정 모델

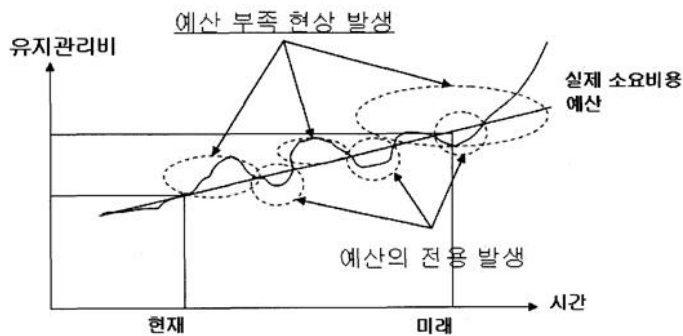
(가) 시설물 유지관리 비용 산정 모델의 전제조건

지금까지 일반적인 유지관리비 예산증가 추이는 점증적인 흐름으로 예측하고 있으나, 필요에 의한 소요비용 차원에서 유지관리비의 증감추세는 점증적인 방식이 아닌 공공시설물의 연도별 증가추이, 시설물별 내구연한에 따른 갱신 비용 등에 따라 다르게 변화할 것으로 예측되고 있다.



<부록 그림 5-5> 자산 증가에 따른 유지관리 비용 증가 추이(예측)

현행 유지관리 예산의 관행적이며, 점진적인 증감 편성방식은 실제 소요예산 흐름과 차이를 발생시켜, 예산의 과부족 상태를 발생시킨다. 실제 소요예산과의 차이에 따른 부족현상과 예산이 남을시 타 예산으로 전용, 예방 유지관리 업무 수행 어렵고, 궁극적으로는 비과학적 산업으로 전락한다.



<부록 그림 5-6> 유지관리 예산편성방식과 실제 운용비용의 문제점

(나) 시설물 유지관리 수요예측지표

유지관리 수요예측을 위한 평가기준의 종류에는 다음과 같은 것들이 있다.

- 대체 가치, 사용연수, 규격(Replacement Value, Age, Size)
- 시설물 형태, 위치, 시공 형태, 시설물 상태, 기후(Facility type, Location, Type of construction, Facility condition, Climate)
- 시설 수명(Life cycle)
- 유지보수 지연에 따른 추가비용 (Deferral penalty cost)

시설물의 일부 정량화 될 수 있는 특성들과 그 시설물의 상태는 시설물 유지보수에 필요한 투자수준에 대한 지표이다. 주요 시설물의 구성요소와 시스템에 대한 Life cycle 은 예상이 가능하며, 이것들의 합을 통해 연중 M&R 비용을 대략적으로 구할 수 있다. M&R 비용집행 연기는 장기적으로 볼 때, 더 높은 M&R 비용을 초래하게 된다.

(다) 자산관리 개념을 도입한 유지관리 기법

자산관리는 관리주체의 적극성과 서비스의 품질에 따라 크게 네 개의 단계로 쪼갤 수 있다.

첫째, Full Management (총괄관리)는 자산의 기획과 적절한 수행을 포함하는 가장 발전된 형태의 관리 형태로서 정식적인 모든 자산의 상태평가(condition assessment)를 바탕으로 한 예방적 관리(preventive maintenance)와 교정형 또는 정정형 관리(corrective maintenance)와 R&R 프로그램(repair and rehabilitation program)을 포함하는 관리 방안이며, 자산의 파손은 총괄관리 프로그램 하에 예측가능하게 된다.

둘째는, Partial Management(부분적 관리)로서 총괄관리에 비하여 정식적인 상태평가는 제외하고 분석과 기획은 예방적 관리와 Corrective Maintenance의 과거자료와 시설물의 수용용량의 예측모델과 유지관리비용 증가의 경향분석을 바탕으로 수행한다. 관리 경영은 경제적 기준에 의해서 결정된다.

셋째로, 예방적 관리만 수행하고 있으므로 일반적인 간략한 주기적 관측을 통하여 수행하는 것으로 자산의 성능을 유지시키기 위한 최소한의 관리 방법이다.

넷째로, Run-to-failure 또는 Fix-on-Failure라는 소극적인 방법은 수리비용이 교체비용보다 값이 싼 때만 수리를 하고 그렇지 않은 경우에는 파손된 자산을 교체하는 방법을 취하는 방법이다.

네 가지의 관리 전략 중 fix-on-failure를 제외한 세 가지 전략은 모두 예방적 관리를 요구하고 있으며, 예방적 관리전략은 다음의 세 단계를 거치게 된다.

①상태 평가(Condition Assessment): 대상물의 상태를 정확하게 파악하는 것

은 모든 AM의 기본이 되는 단계이다. 대상물에 따라 다르지만 일반적으로 비파괴검사(Non-Destructive Test)를 기본으로 하고, 정기적인 검사를 통하여 대상물의 상태와 Serviceability(사용성)를 지속적으로 모니터 하는 것을 의미한다. 대상물의 특성에 따라 관리자의 편이에 따라 A,B,C나 1,2,3,4...와 같은 단속적인 점수체계로 상태를 수치화 하는 것이 일반적이다.

②열화예측모델(Deterioration Prediction Model): 대상물에 따라 다른, 또는 일반적인 형태의 열화예측 모델을 구축하는 것은 풍부한 상태평가 자료를 바탕으로 개발 할 수 있음. 열화예측모델은 대상시설물을 예방적 관리에 직접적 영향을 미치지 않지만, 상태 변화를 예측하고 적절한 예산을 산정하여 미리 준비해둔 다른 점에서 매우 중요하다.

③발전된 관리시스템(Intelligent Maintenance System): 1단계와 2단계를 거쳐 만들어진 정보를 바탕으로 시설물 관리자가 실질적으로 시설물 관리에 있어 효과를 보이기 위해서는 정보들을 적절히 응용하고 활용하기 위한 시스템이 필요하다. 대개 GIS와 FM(Facility Management)시스템이 결합되고 거기에 대상물별 독립적인 유지관리 체계가 혼합된 형태의 데이터베이스 패키지 형태를 CMMS(Computerized Maintenance and Management System)라 부르기도 하고 최근에는 자산관리 통합 솔루션이라고 부르기도 한다.

### (3) 계획적 유지관리

수질개선시설에서 계획적 유지관리라고 하는 것은 계획적으로 시설의 상황을 명확히 조사·점검하고 그 결과에 기초하여 필요한 청소와 보수 등에 있어 그 방법과 우선순위를 정하여 효율적으로 실시함으로써 돌발사고 등을 미연에 예방하고 시설의 수명 연장을 지향하는 유지관리방법이다.

계획적 유지관리에서는 유지관리 비용을 예방적으로 지출하고 돌발적으로 발생하는 고장과 사고에 대처하는 비용을 줄여 총액의 유지관리비를 절감하는 것도 포함되어 있다. 시설 건설 시에는 계획설계, 착공에서 유지관리, 역할 종료 및 처분까지의 경제성 평가로서 LCC(life cycle cost) 방법에 의해 평가되는 경우가 있는데, 계획적 유지관리 방법은 유지관리계획, 사용개시에서부터 관리종료(운전, 보존, 보수, 처분을 포함)까지의 LCC 방법을 근거로 한 것이라 할 수 있을 것이다.

## 4. 농업용수 수질개선 사업 유지관리계획 및 연구사례

### 1) 삽교지구 농업용수 수질개선사업 기본계획(1999.12)

#### (가) 유지관리의 의의

농업용수 수질개선 시설은 적절한 관리가 있어야 비로소 그 효능을 다하게 된다. 적절한 관리는 목적하는 효능을 발휘시키고 시설 그 자체의 내용년수를 연장시키게 되며 유지관리비의 증가를 막고, 보수나 개량시기를 연장시켜 결과적으로 경제적인 시설의 운영을 가져오게 된다.

유지관리라고 하면 광의와 협의로 구분되며, 광의로는 관리와 거의 동일한 어의이지만 협의로는 관리의 일부분을 가리키는 경우가 많다. 그러면, 관리란 통례적으로 시설설치로부터 보전이용에 수반한 작업 전반을 가리키는 것이라고 생각된다. 시설의 관리업무는 청소나 수선 등의 물적 작업에서 허가나 계약 등의 법령적 관리 등 광범위하다

관리업무는 일반적으로 2가지로 분류되며, 첫째는 법 절차상의 사무관리이고 둘째는 청소 등의 보전관리이다.

사무관리는 특히 재산관리, 협정관리, 계약관리 등 3가지로 분류되며, 재산관리는 수 환경시설의 용지나 시설에 관한 재산상의 관리업무이고, 협정관리는 사업 등으로 만들어지는 시설의 조례에 의한 법령상의 관리업무이며, 계약관리는 유지관리에 대한 계약 사무이다. 한편 보전관리에는 수 환경시설의 보전관리, 즉 유지관리 작업 전반이지만, 그것은 크게 식재의 유지관리, 원내의 청소, 관리동, 벤치 등의 시설관리로 분류된다. 일반적으로 시설의 유지관리라고 함은 협의의 유지관리를 지칭하며 상기 분류에서 보전관리에 해당하는 것으로 일상적인 유지관리 작업을 말한다. 그러나 유지관리계획에 포함된 일반적인 사항을 제시하는 수준으로 구체적이지 못한 실정이다.

(나) 유지관리 내용

유지관리 작업은 시설의 목적이나 내용에 따라 다르며 또한 농업용수 수질개선 시설의 주요 공종별로 청소, 제초, 점검 등으로 작업개요를 정리하면 다음과 같다.

(부록 표 5-2) 삽교지구 농업용수 수질개선 시설 유지관리 주요내용

시 설 명	청소		제초		점검		비 고
	일상	정기	일상	정기	일상	정기	
유입부침강시설		○	○			○	
수질정화습지		○		○		○	
친수환경	○				○		

(다) 유지관리 방법

농업용수 수질개선시설의 유지관리는 농지개량시설과 일체적인 유지관리를 한 것이 많으므로 농지개량시설의 관리자와 수질개선시설의 관리자가 협의·조정하여 적절한 유지관리 방법을 시행하지 않으면 안 된다. 특히 농업용수 수질개선시설은 아래와 같은 특징을 가지고 있다

·농업수리시설의 기능유지를 전제한 계획이 되어야 한다.

·물(농업용수)와 사람과의 관련을 깊게 한 시설이다.

·자연환경이나 생태계를 중시한 경우가 많다.

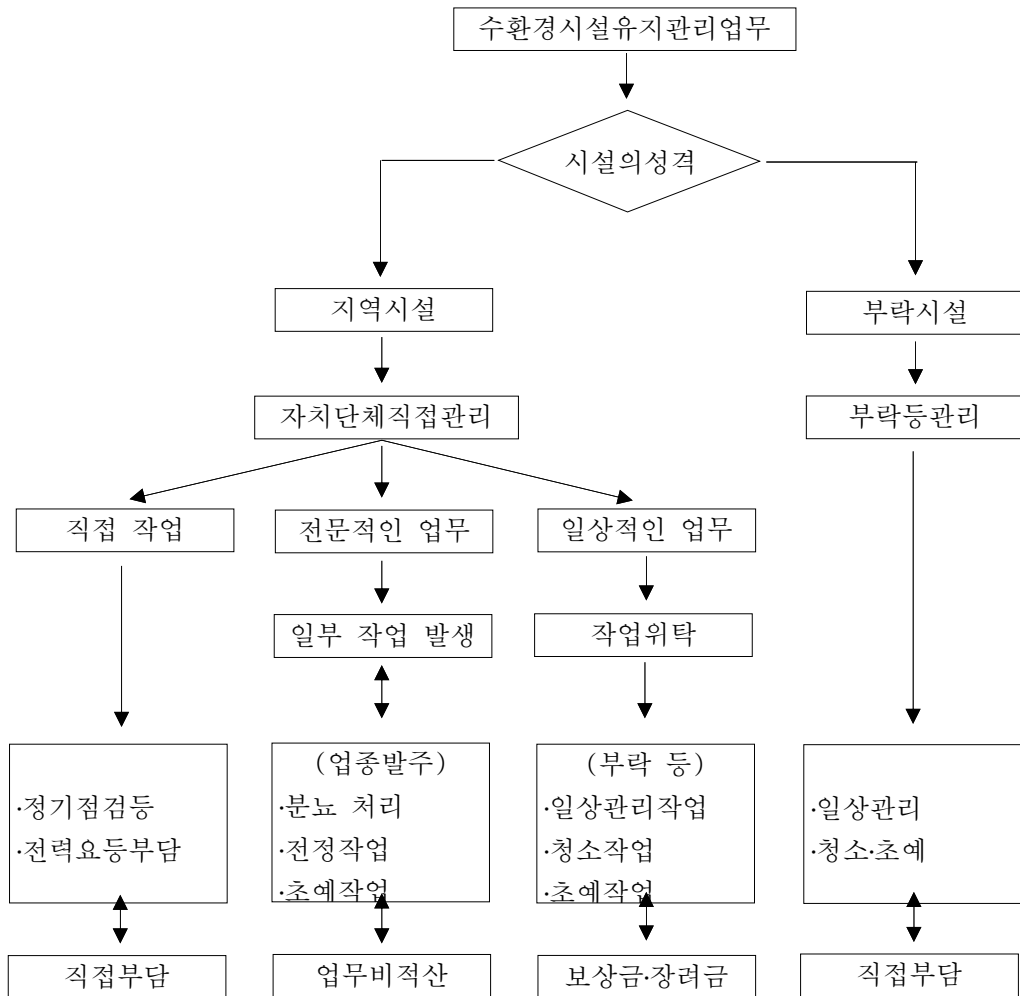
일반적인 농업용수 수질개선시설의 유지관리 방법을 분류해보면 관리빈도에 따라서 상주관리, 일상관리, 순회관리, 관리횟수에 따라서 정기관리, 수시관리, 관리주체에 따라서 직접관리, 전담조직관리/일반조직관리, 위탁관리(계약관리), 전문기관위탁/전문회사위탁으로 구분된다.

삼교호지구의 효율적인 유지관리방안을 일상 관리로 지역주민이 매일 시설의 이상 유무를 육안으로 관찰하고 관리대장에 기입하며, 순회관리로 정기관리와 이상발생 신고시 순회 관리하는 체계를 갖추어야 할 것이다. 농업용수 수질개선시설의 효율적인 유지관리업무를 추진하기 위한 업무체계의 흐름은 다음과 같다.<부록 그림 5-7>

(라) 유지관리조직

농업용수 수질개선 시설은 광역적이고 공공적이기 때문에 유지관리에는 시설 관리자, 지역주민, 자치단체, 환경단체 등의 참여가 불가피하므로 계획 단계에서부터 지역특성에 맞는 추진체계를 확립하여야 하고 관리주체, 비용부담, 관리조직, 수질감시, 유지관리방법 등을 정하여야 할 것이다.





<부록 그림 5-7> 유지관리업무 흐름

2) 인공습지의 운영 및 유지관리

농업용수 수질개선을 위한 인공습지 설계·관리 요령(2004. 12.)에 따르면 유지관리조직 및 비용에 대해서는 내용이 부족한편이며 주로 유지관리기술을 중심 내용으로 이루어졌다.

가) 기본방향 및 목표

인공습지 설치목적은 수질개선, 초기강우/비점오염원 제어, 홍수조절, 습지 생태계 보호, 야생 생물 및 어류 보호, 서식처 보호 등이다. 습지가 정상적으로 잘 운영되기 위해서는 지속적인 관리를 요하며, 습지의 운영 및 유지관

리는 다음과 같은 사항에 초점을 맞추어야 한다.

- 유입되는 폐수가 미생물, 식물, 토양 등과 충분한 접촉을 갖도록 해야 한다.
- 폐수의 흐름이 습지 전 지역을 골고루 통과해야 한다.
- 미생물이 건강한 활동을 할 수 있는 환경을 조성해야 한다.
- 식물들이 왕성히 성장하도록 유지시켜야 한다.

#### 나) 유지관리계획

일상 유지관리 보수·개수의 계획수립 등에 대하여 체계적이고 일괄적인 운용을 도모하기 위하여 필요한 기본적인 사항을 규정한다. 유지관리계획은 시설물의 제 기능유지, 내구성 향상, 설계 의도대로 성능을 유지하기 위하여 일상점검 또는 정기점검을 통하여 사전에 발생가능한 문제점들을 제거하고, 손상된 부분을 원상 복구하여 당초 건설된 상태를 유지함과 동시에 경과시간에 따라 요구되는 시설물의 개량으로 전체 시스템의 유지관리비용의 절감과 수명 연장에 목적이 있다.

##### (1) 청소계획

일반인의 접근이 일부 제한되어 있으므로 일반폐기물의 발생은 거의 없을 것이며, 따라서 내부에서 발생 가능한 낙엽, 식물고사체 등에 의해서 밸브, 펌프, 각락판 등 수리학적 제어에 방해되는 요인을 제거하며, 시스템 내의 단회류 등이 발생되지 않도록 청소가 이루어져야 한다.

- 스크린과 Float switch에서 이물 등의 부착 유무 확인
- 이상한 수위 상승 및 그 흔적이 발견된 경우, Float switch의 설정위치와 이송수량을 조정
- 저유량 밸브 또는 파이프의 폐쇄여부

##### (2) 퇴적물 관리 계획

처리용량과 규모, 처리원수, 습지형태 등에 따라 퇴적물 제거 시기는 다를 수 있다. 인공습지의 경우 퇴적물에 의한 기능의 저하를 발견하였을 경우, 다른 오수처리방식에 비해 회복속도가 느리다는 단점이 있으므로 최선의 방법은 조기 발견으로 적절한 예방 대처방안을 계획한다.

##### ① 점검내용

- 월류부에서의 처리수 월류상황(이물의 부착 유무 및 수평흐름의 유지)
- 퇴적물의 유무 및 그 두께의 측정
- 퇴적물에서 악취의 발생

② 보수계획

- 처리수의 월류 상황에 이상이 인정되는 경우, 부착한 이물질의 제거 혹은 수평 조정을 한다.
- 하천수를 처리수로 할 경우 강우기간 동안 많은 양의 토사가 습지 내부에 축적될 수 있으며 이는 즉각 제거토록 한다.
- 퇴적물이 많이 쌓여 조 외로 유출될 가능성이 있으면 즉각 제거토록 하며, 퇴적물은 여러 개로 구성되어 있는 cell 중 퇴적물 제거가 필요한 cell에 대해서는 처리수의 유입을 막고 습지 표면을 수일 건조시키는 것이 작업을 원활하게 할 수 있게 한다.
- 이상과 같이 보수작업을 해도 다음의 보수점검일 전에 방류수질에 영향을 끼칠 것으로 판단되면 즉각 보수를 실시한다.

(3) 유지관리비용 집행계획

자연습지와 인공습지에서의 운전과 유지관리비용은 주로 시스템 모니터링과 관련되며 일반적으로 \$0.03 ~ 0.09/m<sup>3</sup>(Robert, 1996)으로 낮다. 유량관리를 위해 펌프장 시설을 운영하게 되었을 경우 전력의 사용, 관리인의 운용, 처리시설 관리를 위한 식물절취가 시행될 경우 추가되어 질 수 있다.

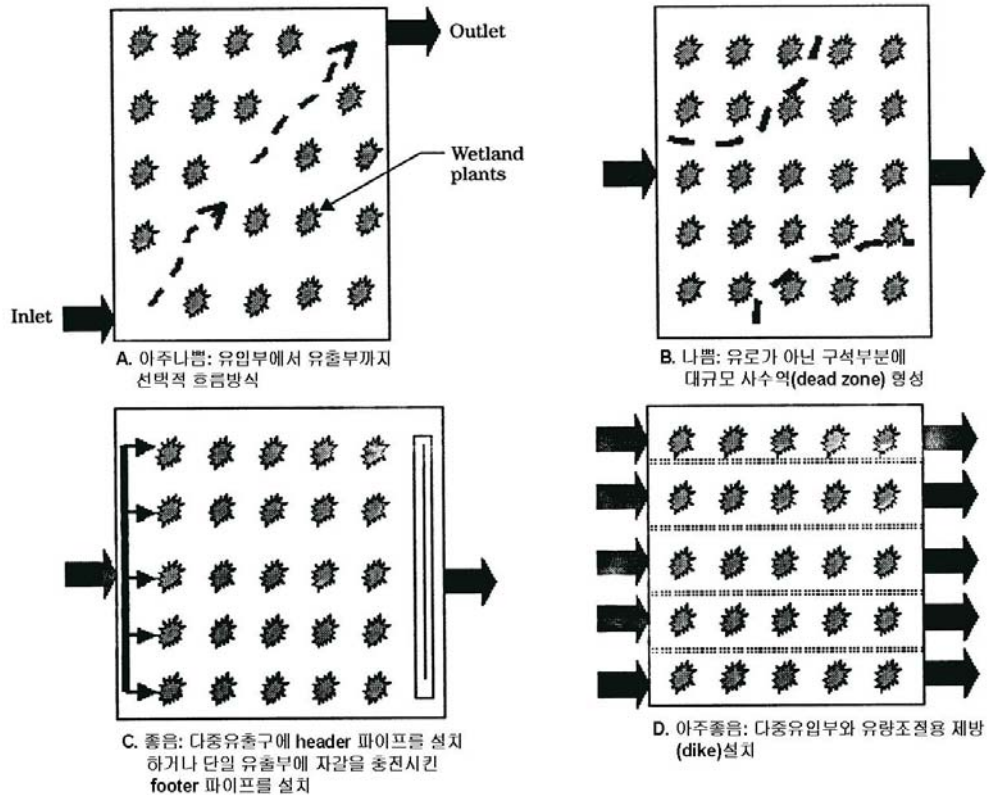
(부록 표 5-3) 처리방법에 따른 유지관리비용 비교(처리용량 100m<sup>3</sup>/일)

구분	기계식 처리방법	K사 인공습지	S사 인공습지
유지관리비(1년기준)	200만원	50만원	30만원
소요면적(m <sup>2</sup> )	216	800	800

다) 수문관리계획

(1) 유량분배계획

유량은 지표흐름의 경우는 수평방향, 지하흐름의 경우는 수평과 수직방향에 대해 균등하게 유입 및 유출이 될 수 있도록 상시 관리가 필요하다. 밸브의 개폐에 의해 유량을 관리하게 되면 특별하게 유량계를 설치할 필요성은 없지만 지하로 침투, 증발량 등 수두손실이 크다고 판단될 경우 유입 또는 유출부에 유량계를 설치할 수 있다.<부록 그림5-8>



<부록 그림 5-8> 효과적인 유량분배 방안 (USDA, 2002)

## (2) 취입 및 수위관리

### ① 취입 관리

새로운 습지의 설계와 최적의 유지관리 방안을 위해서는 물을 우회시켜 자연 유하를 유도하는 방법을 고려해 볼 수 있다. 이 방법은 자연에너지를 활용함으로써 경제적이며, 둔치나 범람원등에 위치하여 부지선정의 애로사항을 해결할 수 있는 장점이 있다. 그러나 가뭄이나 관개기, 홍수 등의 극심한 유량 변동이 예상될 경우는 유출입시설물을 최대한 활용하여 식물 생육을 위한 물 확보에 최우선적으로 배려를 해야 하며 최악의 경우 새로운 관정개발, 유출수의 재순환, 보충수원, 예비펌프장 등을 고려해야 한다. 또한 하천유수상황을 파악하여 사전용수 공급계획을 수립하는 것도 고려해야 한다.

### ② 수위 관리

식재직후에는 식물의 성장에 따라 수위를 조금씩 증가시켜야 하며, 의도하는 식물종 조성을 유도하고 잡초를 제어하기 위해 정확한 수위조절이 필요하다.

또한 습지의 유지관리를 위해서 물을 완전히 배제해야 하는 경우도 있어 수위조절 구조물의 설치가 필요하다.

수위조절을 위한 장치로는 밸브, 수문, 각낙판(stop log), 엘보형 파이프 등이 있다. 엘보(elbow)형 파이프는 수평파이프와 수직파이프가 밀폐되면서 움직이도록 되어있고, 수직파이프의 회전각도에 따라 수위가 조절될 수 있다. 습지에서 수위를 상당기간 동안 일정하게 유지해야 하는 경우, 유입수의 유량 변화가 심하다면 밸브와 수문은 잦은 작동을 하여야 하고, 각낙판은 수위를 세밀하게 조절하기가 힘들므로 수위조절 폭이 크지 않은 경우는 엘보형 파이프의 설치가 유리할 것으로 생각된다.

식재 후 약 1년간의 수위관리는 식물생존에 가장 중요한 요소로 작용한다. 초기 성장 기간 동안 2~5cm 크기의 작은 식물의 최적 생존과 성장을 위하여는 기질이 침수되지 않고 단지 포화만 되어 있어야 하며 이후 한두 달 동안은 맑은 물이나 농도가 낮은 하수를 유입시켜야 하고, 그 다음 6개월간은 계속 농도를 약간씩 증가시키고, 유량도 증가시킨다. 봄철 성장 초기단계에서는 의도된 식물종의 유도, 잡초의 제어를 위해 수위조절이 필요하다. 정상적인 운영상태의 수심은 처리하고자 하는 유입수의 특성에 따라 다르겠지만 하수를 처리하기 위한 수심은 10~20cm(미국 온대성 기후의 하수처리용 습지), 저수지 수질개선을 위해 대규모 유량을 처리해야 할 경우 10~30cm(마산 저수지), 깊은 습지구간, 또는 연못의 경우 70~100cm 정도이다. 적절한 수심의 유지는 식물성장에 매우 중요하다. 작고 새로운 식물은 잎에서 뿌리로 산소를 공급해주는 통기조직이 잘 발달되어 있지 않아 수심이 깊으면 심각한 문제를 일으킬 수 있으며, 특히 산소가 부족한 물의 경우는 더 심해진다. 따라서 운영단계에서는 각 요소들의 수위는 필요시 검사하고 조절되어야 하며, 유량조절시설의 균열이나 누수를 육안으로 관찰해야 한다. 일상적인 검사는 유입 및 유출구조물에서 유량의 정상적인 흐름, 습지 각 부분의 수위, 제방의 세굴이나 파손 등의 관찰이다.

연중 상시적으로 운영을 해야 할 필요성이 있으므로 동결기 유지관리를 위한 방안이 수립되어야 한다. 동결기에 수 표면은 얼기 쉬우며 이와 더불어 습지의 생물학적인 처리 효율이 저하된다. 그러나 대부분의 인은 SS와 같은 입자상 물질에 부착되어 유입되기 때문에 습지의 물질제거 기작 중 침강기능을 활용하여 제거하도록 유도한다. 이를 위해서 유지수심 중 수 표면이 동결되어 적정처리수심이 감소하는 것을 막기 위해 기상변화를 고려하여 수위를 상향 조절한다. 그래서 처리수가 동결된 수표면 위를 흐르게 해서 안 된다.

일반적으로 식물의 완전한 정착은 두 번 정도의 성장기(약 2년)를 거쳐야 평형상태에 이르는 것으로 알려져 있어 식생초기부터 유입수질, 식물생존 및 번식률에 대하여 지속적인 관리가 필요하다.

#### 라) 시설물 관리

구조물에 대한 안정성과 연중 변동 상황을 지속적으로 점검하여 성능을 유지하고 안전사고를 사전에 예방토록 한다.

#### (1) 사면침식 제어 방법, 절취에 의한 사면보호 방안

##### ① 식생재료 선정 조건

비탈면의 침식을 완화시키기 위한 도입식물은 다음 조건을 갖추어야 하며, 자연경관과 조화되고 척박한 환경에 잘 적응할 수 있는 자생종을 원칙으로 한다.

- 대상지 환경조건에 잘 적응하는 식물로서 지역 내에 자생하는 식물, 즉 매년 자연적으로 출현하며 재생능력이 있는 초본류가 좋다.
- 근계가 치밀하여 토양안정 효과가 높은 식물, 즉 뿌리의 신장으로 토양을 결속시킬 수 있는 식물
- 번식이 용이하며 대량생산이 가능한 식물, 즉 발아율이 높고 계속적으로 피복 상태를 유지할 수 있는 식물로서 정착까지의 기간이 짧은 식물
- 온도변화와 과습 및 건조에 잘 견디는 식물
- 적용대상지의 식생복구 목표에 적합한 식물
- 미적효과가 높고 생태적 특성에 대한 교육적 가치가 높은 식물 우선
- 하천 식생 분포역에 적합한 수종
- 생태계를 구성하는 다양한 구성요소의 발생을 촉진하는 식물
- 유량에 따라 수위변동이 빈번히 일어나므로 홍수시에는 침수되고 갈수기에는 지상부가 드러나는 환경조건에 내성이 있는 식물종
- 노출과 침수에 동시에 견딜 수 있으며 영구적으로 고착되는 초본류
- 만수위에도 물속에 뿌리를 박고 생육할 수 있는 관목류
- 수위변동에 따라 상승과 하강을 반복할 수 있는 부유식물

##### ② 제초

습지 주변에 자생한 원하지 않는 식물들이 과도하게 성장하는 것을 막기 위해 일상적으로 풀베기를 해줘야 한다. 인공적으로 조성된 잔디의 경우는 사면보호 50~100mm, 잔디가 아닌 식물들에 대해서는 100~150mm로 유지하도록 한다.

(2) 시설보수

습지를 설계하는 과정에서 최우선적으로 고려되어야 할 것은 유지관리 비용으로 지출되는 비용을 최소화하고 유지관리가 용이하도록 하여야 한다. 따라서 시설보수는 가급적이면 현장에서 조달 가능한 자연재료를 이용하여 보수하도록 하며 최소 경비가 지출될 수 있도록 한다.

(3) 퇴적물 관리

퇴적물은 처리수 자체, 식물사체, 조류(藻類) 사멸 등 시스템의 내외부적인 기원에 의해 발생가능하며 이에 대한 적절한 관리방안이 수립되어야지 시스템의 안정성과 기능 저하 방지에 기여할 수 있다. 축적된 퇴적물의 경우 5~15년마다 제거되어야 하며 현장관찰자의 판단에 따라 유동적일 수 있다. 퇴적물 제거를 통해 수심을 확보할 수 있으며, 균형적인 공간분포를 유지할 수 있다. 바닥 잔재물(debris and litter)은 유출부의 폐쇄현상을 막기 위해 정기적으로 제거되어야 한다. 이를 통해 습지는 심미적으로 안정적으로 보일 수 있다.

(4) 단위시설별 주의사항

① 유출입시설

습지 내 물이 정체되어 있으면 수질이 악화되기 쉽다. 따라서 물을 지속적으로 유입시키거나 순환시킬 필요가 있다. 유출입부의 경우 낙엽 등의 이물질 또는 퇴적물에 의해 막힘 현상이 발생할 수 있으므로 주기적으로 점검 후 제거해 주어야 하며 펌프를 가동할 경우 펌프의 필터를 자주 점검하여 청소해주거나 교체해 준다.

② 습지 시스템 또는 전처리시설

습지 내부 또는 전/후처리시설로서 침강지를 운영하게 될 경우 퇴적물이 쌓이게 된다. 퇴적물은 수질악화 뿐 만 아니라 생물의 서식환경을 나쁘게 하는 원인을 제공하기 때문에 주기적으로 제거해 주는 것이 바람직하다. 퇴적물의 과도한 증가를 방지하기 위해서 초겨울에 식물의 지상부를 제거하는 방안이 추천되어 진다.

③ 수위 관리

수위의 년 중 변화는 처리효율 뿐만 아니라 식물과 동물의 군집에 영향을 주므로 중요한 관리항목이다. 항상 일정한 수위를 유지하기 보다는 식물의 성장주기에 맞추어 수위를 조절할 필요가 있으며 홍수기 또는 처리수량이 증가한 경우를 제외하고 설계수위를 유지할 수 있도록 관리한다.

④ 수질관리

부영양화에 의한 녹조발생은 생활하수, 공장폐수, 농경배수, 대기, 퇴적물로부터 야기될 수 있으며, 조류는 습지의 형태, 수심, 수표면적, 유속, 수온 등의 물리적 인자, 화학적 영양분의 존재 여부, 습지 내부에 조성된 먹이사슬 관계로부터 성장속도가 조절된다. 그러나 습지의 경우는 수화현상을 일으키는 조류의 성장이 수생식물에 의해 제한되며, 사상성 또는 부착성 조류가 상대적으로 많이 성장한다. 이들의 성장은 수 처리에 일부 기여하는 것으로 알려져 있다.

(5) 특수상황 발생 시 대처요령

인공습지의 경우 운영관리 상의 특별한 기술이 필요 없으며, 전력사용량도 크지 않다. 즉 특별히 처리 성능에 영향을 미칠 정도의 수준의 문제가 발생하지 않을 것으로 판단된다. 그러나 인공습지의 생태적 기능의 유지 및 복원을 부가적으로 고려하고 있다면 탐방객의 안전을 위한 시설물을 확보토록 하여 안전사고를 미연에 방지하는 것이 좋을 것이다.

- 시설물 안전관리 적정여부
- 사고 시 긴급 복구 계획
- 긴급복구를 위한 주요장비구입 및 동원 체계
- 예비 장비 확보 상태

마) 식생관리

정수식물은 미생물 성장과 오염물질을 흡수하므로 이러한 식물의 건강한 성장과 유지는 시스템 운영의 중요한 요인이다. 처리 인공습지에서 건강한 식물 피도를 보장하는 첫 번째 단계는 습지 내에서 일어나는 환경 조건의 일반적인 범위에 내성을 가지는 종을 이용하는 것이다. 또한 계획된 범위 내에서 지속적인 부하와 수심이 유지되는 한 평소에는 정수식물의 유지가 필요 없다. 습지식물 군집은 일반적인 습지 서식처에서 자가 유지를 하고 자라며 죽고 다음 해 재 성장 한다. 식물은 나지의 적합한 환경에서 자연적으로 번식하지만 스트레스가 있는 환경에서는 식물 성장과 다양성의 동적 평형이 이루어진다.

관리의 기본방향은 운용비용과 정화효율 고려하고, 식재종 이외의 종 이입에 대하여 허용 또는 배타의 태도를 명확히 하여야 하며, 각 유지관리 방안의 장단점에 분석에 따른 관리방안을 선택 한다.

(1) 식재종의 유지

새로운 습지를 조성하고 주의를 기울이더라도 식물 성장에 문제가 생길 수



있다. 대부분의 습지 시스템에서 식물 생장의 문제를 경험했거나 현재 문제를 가지고 있다. 아래 표는 오수 처리를 위해 사용되는 인공습지에서 식물의 성장과 생존을 악화시킬 수 있는 가장 일반적인 물리적, 화학적, 생물학적 요인들을 정리하였다.

(부록 표 5-4) 습지 식생 유지에 영향을 주는 잠재적 요인 요약

문 제	해 결 방 법
수분 스트레스 (수심이 너무 낮음)	적당한 토양 수분을 유지하기 위해 유출수 격벽을 올리거나, 물을 더 넣어주거나, 충분한 관개
침수 스트레스 (수위 너무 높음)	수위를 낮추기 위해 유출수 격벽을 낮추거나 흐름 감소
다량원소 스트레스 (N, P, K)	건강한 식물 성장을 위해 필요한 비료 살포
미량원소 스트레스(Fe, Mg 등)	건강한 식물 성장을 위해 필요한 미량원소를 넣어줌
용존산소 스트레스 a. 유기물 부하 b. 암모니아 부하 c. 물을 덮음(슬러지 또는 고형물) d. 압밀도 토양(tight soils)	산소 요구물질(BOD <sub>5</sub> , NH <sub>4</sub> )의 이입을 감소; 수위를 낮춤; 고형물(무기 고형물과 슬러지) 이입 감소; 적당한 뿌리내릴 기질을 만들기 위해 양질의 표토를 이용하여 계획
병충해/초식 a. 곤충 b. 식물 질병 c. 동물	가능한 화학적 조절을 사용하지 않음. 휴면기에 있는 곤충과 병원균을 감소시키기 위해 겨울에 불을 낸다; 필요하다면 트랩을 설치하여 동물을 제거
기후/물리적 환경 a. 냉해 b. 열 c. 바람 d. 과도한 증발산	적절한 뿌리 온도를 조절하기 위해 침수 상태를 유지; 식물 안정성을 유지하기 위해 적당한 표토 사용

① 수위조절/비생장기 관리

식물 성장 관리에 가장 중요한 요건 중 하나가 수위조절이다. 시스템이 몇 달동안 작동된 후, 수위 조절은 각 사이트에 따라 적절한 성장 조건을 발달시키기 위해 각 셀마다 다르게 적용될 수 있다. 수위는 주로 늦봄과 여름에 가장 낮게, 늦가을, 겨울, 초봄에 가장 높게 유지해야한다. 정수식물은 봄에 새로 성장하는 줄기가 15~20cm로 자랄 때까지 수위를 기질의 표면 바로 아래까지 낮추고 여름 동안 점차적으로 높인다. 침수식물은 새로운 생장이 확

실해질 때까지 2~5cm로 낮추고 이후 정상적인 조절 수위로 올린다. 따뜻한 계절에 낮은 수위는 새로운 식물 성장에 적합하고 식물 뿌리에 산소 스트레스를 줄임으로서 피도를 최대화한다. 그러나 따뜻한 물에서는 용존 산소 용해도가 낮으므로 식물에게 산소 공급의 문제가 생길 수 있다. 이는 물의 유속을 증가시켜 물의 깊이를 낮게 함으로서 극복할 수 있다. 미생물의 전환(transformation)을 위해 필요한 반응시간이 감소하는 것은 따뜻한 물에서 많은 미생물 작용에 대한 빠른 반응률에 의해 보상된다. 온도가 낮은 시기에 식물 뿌리가 산소가 결핍되지 않고 더 긴 반응시간을 제공하기 위해 수위를 올릴 수 있다. 식물 뿌리는 식물의 휴면기 시 여름 동안 대사작용에 필요한 산소보다 더 작은 양을 필요로 한다. 추운 기후에서 얼음층이 생기기 시작할 때까지 늦가을에 수위를 약 50cm로 높여야 한다. 수면이 완전히 얼면 습지에서 더 높은 수온을 유지하기 위해 얼음과 눈 아래 공기주머니(air pocket)를 격리되게 하기 위해 수위를 낮출 수 있다.

갈대와 부들류는 성장기에 2~3주 정도 0.2~0.5m 더 침수되더라도 견딜 수 있으나, 더 오랜 시간 침수는 식생 구조에 변화를 줄 수 있다. 빠른 유속은 정수식물을 쓰러뜨리지만 대부분의 경우 뿌리와 지하경으로부터 다시 자랄 것이다.

## ② 병충해/초식

미국에서 식물 성장에 스트레스를 주는 가장 가시적인 것은 많은 개체군으로 존재하는 초식동물 즉, 기러기, 사향쥐(muskrats), 물쥐(nutria)이다. 습지에서 초식에 관련된 문헌에 따르면 무척추동물과 척추동물이 정수 식물 생물량의 5~83%까지 손상시킬 수 있다. 이러한 생물들은 습지식물을 완전히 감소시키지 않지만 식물 개체군의 일부를 충분히 감소시키는 추가적인 스트레스로 작용하여 잡초가 침입할 수 있는 개방지역을 만든다. 또한 식물의 생물량 감소는 다른 스트레스를 주는 요인과 결합하여 습지식물 피도에 장기적 손실을 초래할 수 있다. 그러나 우리나라에서는 사향쥐, 물쥐에 의한 초식 피해 사례는 아직 보고되지 않았다.

다른 스트레스를 주는 요인은 녹병균, 곰팡이, 바이러스, 박테리아를 포함하는 식물 병원균으로서 관찰이 더 어렵다. 이러한 병원균은 특별히 치명적이

라고 생각되지 않지만 습지식물 군집에서 일반적으로 내재하는 생물이고 다른 요인으로부터 스트레스를 받고 있는 식물에게 추가적인 스트레스를 준다. 식물 병원균의 전염은 종종 연령, 영양염류부족, 초과 수심 때문에 이미 스트레스 받고 있는 식물들과 연관되어 일어난다. 병해충 방제를 위해 겨울에 정수식물에 불을 놓는 경우도 있다.

### ③ 기후/물리적 환경

추운 겨울 기온은 부들, 벼과 식물, 인공습지에 주로 이용되는 다른 식물들의 지상부를 죽게한다. 고랭이류와 개구리밥류는 겨울에 살 수 있지만, 추운 기후에 의해 심하게 스트레스를 받을 수 있다. 만약 습지식물의 수면 위 부분이 죽고 썩으면 지하부(지하경)의 생존도 위협받게 된다. 예를 들면, 고랭이류(*Scirpus cyperinus*) 같은 습지식물 종의 두 번째 해 생식이 잘 이루어지지 않은 것은 지상부 식물 기관의 겨울 고사 이후 길어진 침수에 의해 일어날 수 있다. 지상부 식물 기관의 부족에 이어 봄에 식물 지상부 조직이 재생장하기 전에 지하경은 양의 산소 밸런스를 유지할 수 없고 낮은 산소 스트레스에 죽을 수 있다. 부들, 고랭이, 갈대류는 살아있거나 죽은 식물 조직을 겨울동안 유지하므로 이러한 종들은 침수 조건 하에서도 겨울철 동안 지하경에 충분히 산소를 공급할 수 있다.

### ④ 침입종의 관리

침입종을 조절하는 것은 식물의 생장을 감소시키고 더 확산되는 것을 막는 것이다. 조절은 서식처 변화, 기계적 조절, 생물학적·화학적 조절 방법 등을 택할 수 있다. 각 조절 방법과 설명은 다음 (부록 표 5-5)에 정리하였다.

### ⑤ 보강식재

앞의 식재식물종 유지 방안이 효과가 없을 때는 불가피하게 보강 식재한다. 보강식재 시기는 생장기 내내 새로운 경엽부의 출현이 일어나는 것으로 보아 계절과 무관하나, 식재 후 성장할 수 있는 충분한 시간을 주기 위해서는 봄이나 초여름 식재를 추천한다. 마산저수지의 연구시설에서는 피도가 50% 이하일 때 보강식재를 실시하였다.

(부록 표 5-5) 침입종의 조절 방법(농어촌연구원, 2003)

대 구 분	소 구 분	설 명
서식처 변화	- 수표면 피음	호안 나무식재
	- 퇴적표면 피음	검정 플라스틱판이나 모래자갈층
	- 퇴적물 준설	퇴적물과 식물 제거. 재번식을 막지 못함.
	- 수문 변화	수위 상승 - 정수식물 고사 수위 하강 - 침수식물 건조, 열해, 냉해
기계적 조절	- Handpulling	좁은 면적. 잡초뽑기. 다른 종의 훼손 없음. 한 식물체 전체를 제거.
	- Manual cutting	수중 수초 제거기 이용. 생물량만 감소시키고 식물체 전체를 제거할 수 없음.
	- Floating booms	절단되어 떠 있는 식물체를 수거.
	- Mechanical screen cleaners	수력발전소의 흡입막
	- Mechanical harvesters	수심 3m, 1회 1.8~6m폭으로 제거하는 큰기계. 보트길 확보용. 어류, 무척추동물에 영향.
	- Weed rollers	식물과 토양을 압착시켜 식물생장 억제. 저서동물과 어류에 영향.
화학적 조절	- Rotovators	퇴적물을 파헤쳐 식물이 물에 뜨게한 다음 제거. 퇴적물 교란이 심함.
	- 제초제	수중에서 희석되는 문제. 목표식물에만 효과 있고 다른 생물과 인간에는 해가 없어야 함.
생물학적 조절	- 곤충	
	- 어류	초식어류(잉어 등)
	- 병원체	
	- 균류	부레옥잠이 곰팡이 감염으로 감소
	- 기타 생물종	수조류, 선충류

(2) 식물체 절취

① 절취 목적

인공습지 식재종 중 생물량이 큰 갈대, 애기부들, 줄 등은 6월과 7월에 생물량이 최대에 이른 후 8월과 9월에 집중되는 태풍 등의 강풍에 대부분이 도복된다. 따라서 식물의 생장이 최대에 이른 6~7월경에 식물을 절취해줌으로써 식물의 2차 성장을 유도하여 물질의 흡수 및 연간 생물량을 증가시키고, 도복으로 인한 물질 재용출을 방지할 수 있다.

- 도복방지 및 지상부 성장 촉진
- 오염물질(N, P, 중금속 등) 제거
- 고사체로부터 영양염류 재용출 방지

② 시기 및 빈도

식물체 절취는 지표흐름 습지에서 처리 목표에 도달하기 위해 필요할 수 있으나, 잘 계획되어 운영되고 있는 지하흐름식물 습지에서는 절취에 필요성이 상대적으로 낮다. 농업용수 수질개선 시험연구에서는 식물 도복방지, 오염물질 제거 등의 목적으로 7월 말과 11월에 2회 절취를 실시하였다. 농어촌연구원의 자료(1998)에 의하면 갈대는 서식기 초(5~6월) 1회, 서식기 말(10월) 2회 제거한 실험구가 서식말기 1회 제거한 대조구 갈대보다 총생산, 질소, 인 제거량이 1.3~1.4배 높은 것으로 나타났다. 생장기와 생장 말기 직전에 갈대를 절취하는 것이 시스템에서 질소를 제거하는데 도움이 되었으나 인 제거는 한계가 있다는 자료도 있다. 생장기에 정수식물의 줄기를 베어낸 후 베어낸 줄기 위로 침수상태가 몇 주 동안 지속된다면 식물의 생장이 불량해지거나 죽을 수도 있다.

식물의 생장이 끝난 후 식물의 제거는 동절기 보온제 역할 측면에서는 다음해 봄에 제거하는 것이 적당하지만 수표면 동결에 의한 NH<sub>3</sub>-N의 휘발성 제한과 영양염류 재 용출을 막기 위해 겨울에 하는 것이 추천되어진다.

부들, 갈대 그리고 다른 식물들은 습지 지역으로부터 영구적으로 영양물질을 제거하기 위해서는 배출되어야 한다. 식물들은 인력으로 또는 기계적으로 제거 되어질 수 있으며 이는 습지의 크기에 따라 선택되어질 수 있다. 절취는 매 5년 또는 그 이상으로 정기적으로 시행되어야 한다. 최근까지도 습지에서의 영구적인 영양물질을 제거하기 위한 절취 효과에 대해서는 극히 적은 자료들이 축적되어 있다. 절취는 초기 성장단계에서 순성장이 증가하는 단계에서 이루어져야 영양염류제거에 도움이 된다. 최대 영양염류 제거는 성장기간 동안의 두 번의 절취를 통해 달성될 수 있다. 첫 번째는 영양염류 함량이 최대치에 있을 때와 두 번째로 식물의 생장이 끝났을 때이다(Mitsch and Gosselink, 1993). 또한 식물절취는 모기 제어에도 필수적이다. 절취는 대개 식생을 숙아주거나 정돈하는 것을 포함하며 잘려진 부분을 치우는 작업이 포함된다.

원하지 않은 목본식생의 제거는 불태우는 방법이 이용되기도 한다. 이 방법은 야생동물들의 서식처와 무기물질이 물에 녹아나오는 것에 대한 영향이 고려되어야 한다.

③ 고려할 사항

- ‘지상부 절취가 식물 활력도 감소를 일으켜 타종 이입을 쉽게 하는 것은 아닌지’에 대해 검토해야 한다. 따라서 식물 절취 시 일부 면적은 대조구역

으로 남겨두어 향후 식물생장의 상태에 따라 절취방안의 타당성을 판단해야 한다.

- 절취에 따른 영양염류 제거 효율과 비용에 대한 고려
- 각 습지의 특성과 상황에 따라 적절하게 판단하여 절취해야 함

④ 절취시 주의사항

- 식물절취시 식물의 지하경이 손상되지 않도록 주의하여 절취한다.
- 식물절취시 식물의 성장점이 손상되지 않도록 식물을 바닥으로부터 30cm 상부 부분을 절취하고 절취 잔해물들이 각 처리조에서 분해됨으로써 유출수에 영향을 줄 것으로 판단하여 외부로 반출하도록 한다.
- 식재식물의 관리기법 중의 하나로써 현장 소각(on-site burning)을 들 수 있는데 이는 야생생물 보호와 소각잔재에 의한 무기물 재용출의 문제가 있으므로 신중하게 고려해야 할 것이다(Willard et al., 1989).

⑤ 절취식물의 활용방안

절취한 식물은 야적상태에서 부숙 후 퇴비화하여 인근 농가의 농경지에 퇴비로서 살포할 예정이었으나 갈대, 줄, 애기부들과 같은 식물들은 일반 벼와는 다르게 퇴비화 속도가 늦으며, 절취시 다른 종들과 함께 제거가 됨으로써 식물별 분해속도의 차이에 의해 퇴비로 이용하기는 상당히 많은 애로사항이 있는 것으로 판단된다. 따라서 절취식물은 토양침식을 막기 위한 멀칭(mulching)재로 사용하거나, 분리 후 토산품 제작, 창포 등 기능성 작물들의 경우 지역 축제에 체험활동 시 지원하는 방안 등을 모색해야 한다. (부록 표 5-6)

(3) 생물서식처 기능향상

① 식재 식물대는 다른 야생동물과 습지동물의 서식처가 될 수 있어서 생물 다양성 부양에 대한 인공습지의 잠재력을 확보케 한다. 그러나 습지 유지관리 방안들은 때로는 생물다양성 부양력을 억제하기도 하기 때문에, 관리방안에 따라서 이러한 잠재력의 발현은 다양한 정도로 나타난다.

② 생물서식처 기능 유지의 위협 요인

- 수위 관리 : 수위가 극도로 낮으면 수중동물 감소
- 화학적 방제 : 수중동물의 서식 억제
- 식물체 절취 : 조류·포유류의 서식처(번식, 휴식, 도피) 훼손
- 탐방 행위 : 지나친 공원화로 사람의 접근을 과도하게 허용하면 야생동물의 서식처 기능 저하

(부록 표 5-6) 수생식물의 경제적 이용방법

수종	기능적인 면	활용적인 면
갈대	침식방지, 경관형성, 수질정화, 생물서식공간	근경은 진토제, 꽃은 약용, 어린 순은 식용, 줄기는 수공예품 또는 돛자리를 만드는 재료로 섬유원료가 됨
고마리	수질정화, 경관형성, 침식방지	어린싹은 나물, 줄기와 잎은 약용, 식물체는 가축의 먹이로 사용
골풀	경관형성, 침식방지	줄기는 돛자리와 같은 세공용 또는 이노제로 사용
나도겨풀	생물서식공간, 침식방지	
노랑어리연꽃	경관형성, 생물서식공간	
달뿌리풀	침식방지, 경관형성	어린 식물체는 가축의 먹이로, 줄기는 섬유원료로 쓰임.
돌피	침식방지, 생물서식공간	
물억새	침식방지, 경관형성	관상용, 사료용
미나리	수질정화	전초는 식용
세모고랭이	경관형성, 호안보호, 생물서식공간	
애기부들	호안보호, 경관형성, 수질정화, 생물서식공간	잎은 방석을 만드는 재료, 화분은 지혈, 신경통 및 이노제로 사용
줄	호안보호, 경관형성, 수질정화, 생물서식공간	구황식물, 잎은 비나 햇빛 가리개용의 재료, 독특한 향기가 남
창포	경관형성, 하안보호	땅속 줄기는 약용 및 향료, 향기가 좋음
큰고랭이	경관형성, 하안보호	꽃꽂이용, 관상용

바) 모기방제

모기발생은 과부하와 혐기적 조건에 의해 용존산소 농도가 1mg/L 이하일 때 주로 발생한다. 모기는 자연습지에서는 자연스러운 것이지만 인공습지의 경우는 인위적으로 모기 발생을 제어할 수 있을 것이다. 즉 모기에게 적합한 환경을 없애거나 유충이 자라는데 불리한 조건을 만드는 것으로 제어가 가능할 것으로 판단된다.

(1) 포기

모기를 제어하는데 효과적인 방법은 DO를 1mg/L 정도 유지하는 것으로써 샌디에고에서는 추가 포기를 실시함으로써 모기 문제를 해결하였다. 산기방식으로는 미세기포를 발생시킬 수 있는 fine bubble 산기관을 사용하는 것이 coarse bubble 방식보다는 DO를 0.5~1.0mg/L 더 높게 유지할 수 있어 모기 제어 뿐 만 아니라 BOD 부하도 더 높게 유지할 수 있다.

(2) 정체해소 및 생물학적 천적 도입

정체된 물은 모기의 산란에, 그리고 영양염 농도가 높은 물은 유충이 성장하기에 적합하다. 따라서 step-feed 방식이나 유입수 재순환으로 유입수를 분배하여 물의 흐름을 좋게 하고 물을 표면을 덮는 것(예; 개구리밥, 매트)이

모기의 발생을 최소화하는 방법이다. 또한 모기유충을 먹는 물고기(예; 송사리)와 잠자리 유충, 모기 성충을 먹는 제비와 박쥐의 서식지 확보를 검토해 볼 수 있다.

### (3) 서식처 제거

음료수 캔, 버려진 자동차 타이어, 웅덩이, 수위조절장치, 개방형수로 등 물이 고일 수 있는 곳은 아무리 사소한 곳이라도 모두 확인하여 제거해야 한다. 모기문제는 흔히 습지 전체보다는 아주 작은 곳에서 발생하는 경우가 더 많다.

### (4) 수위조절

유충이 성충단계로 변태하기 전(5일 간격)에 유충을 죽이기 위해 반복하여 물을 빼주어 수위를 변동시킨다.

### 사) 기타

#### (1) 악취

Mercaptan, Skatole, H<sub>2</sub>S 등과 같이 S를 함유하고 있는 유기화합물에 의해 주로 발생된다. 악취의 발생은 처리시 혐기성 조건이 형성되었을 때 나타나며 보통 수생식물 처리시스템의 유입부 근처에서 주로 발생된다. 수중의 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>는 혐기성 상태에서 전자수용체 역할을 하며 이 과정을 통해 H<sub>2</sub>S의 형태로 전환된다. 일반적으로 폐수처리용 인공습지에서 발생하는 악취문제는 효과적인 전처리 즉, 유입 유기물 부하를 줄이고, 유입수의 분배와 유입수 흐름의 step-feed 방식 및 포기 등과 같은 전처리를 필요로 한다. 농업용 저수지의 수질개선을 목적으로 운영되는 경우 상대적으로 낮은 부하로 운영됨으로써 문제가 발생되지 않을 수 있으나 하천의 경우 시스템이 비정상적으로 운영됨으로써 정체현상이 생기는 경우 이와 같은 문제가 발생할 소지가 있다. 이 경우 표면 포기 등과 같은 방식을 도입함으로써 일시적으로 해결될 수는 있으나 장기적인 해결책이 되지는 않는다.

#### (2) 미관/경관

유출입수로, 습지 내부 등에서의 쓰레기는 신속하게 제거하도록 하여야 하며, 잡초제거와 조경 식재 식물 관리를 하여야 한다. 또한 인공습지의 생태학적 기능유지를 위해 습지와 완충지역 내에 야생생물과 물새 떼들이 이용할 수 있는 시설을 설치하고 관리토록 한다.

#### (3) 제거 퇴적물 재활용

특별오염유발지역으로부터 오염물질이 유입되지 않는 습지의 경우 제거되는 퇴적물은 독성이 있거나 위험한 물질이 아니라 생각되며, 토양 살포용이나



뒷채움용 등으로 안전하게 처리할 수 있다. 그러나 특별오염유발지역으로부터 유입되거나 처리수의 특성상 퇴적물 처리의 필요성이 인정되는 경우 재활용을 위해서는 퇴적물 시험을 실시하여야 한다.

#### (4) 운영 및 유지관리인 교육

정기적인 시설물 점검은 현장관리인에 의한 시설관리와 관리동의 운영을 포함한다. 관리주체가 누구인가에 따라 인건비와 관리동의 운영계획에 영향을 미칠 것으로 판단되며 관리인 운영은 일일점검 보다는 주간단위 시설점검 후 문제 발생 시 상시 운영하는 방안을 모색하는 것이 추천되어진다. 관리동은 시설유지를 위해 필요한 장비와 모니터링 시스템의 운영 및 보관을 위해 필요할 수 있으며 규모와 위치 등은 계획된 인공습지의 규모에 따른다.

만약 조성된 습지가 생태교육장으로서 방문객이 많을 경우를 대비해서 수심이 깊은 곳은 접근을 방지하기 위한 시설이나 안내판을 설치한다. 접근방지용으로 설치된 울타리는 안전성 확보 뿐 만 아니라 접근을 통제함으로써 동식물 서식처를 보호할 수 있는 장점을 가지고 있다.

유지관리인을 운영하고자 한다면 다음과 같은 사항에 대해 기본지식을 갖추 수 있도록 최소 1년마다 정기적으로 교육되어야 한다.

- 모니터링 방법(유량, 수질, 동식물상 등)
- 시설물 정상가동 상태를 판단할 수 있는 능력 배양
- 문제발생시 긴급 대처요령

#### (5) 시설의 다목적 활용방안

습지의 수심을 다양하게 조성하여 수질정화와 함께 생물서식공간으로 활용하여 부가적인 효과(Biomanipulation)를 증가시키는 것이 바람직하다. 특히 제방으로부터의 경사를 완만하게 하고 수심이 1m가 넘는 deep zone을 마련하여 다양한 수생식물 및 어류, 양서류 등의 생육공간을 마련하여 종 다양성을 증가시킨다.

이를 통해 생태교육장으로서 습지에 유량이 지속적으로 공급될 수 있는 유인수로와 침사지를 조성하여 인공습지와 자연습지의 중간 형태로서 수질정화기능과 생물서식공간으로서의 기능을 동시에 할 수 있는 자연정화시설로 활용하는 방안을 검토해야한다.

- 정기적인 청소와 시설 안전성점검 및 정비를 실시한다.
- 관리계획을 작성하여 유지관리비, 수리비 등을 책정하여 제 기능을 발휘할 수 있도록 정비·수리 등이 가능한 체계를 확립하여야 한다.
- 수질정화능력을 평가하기 위하여 수질검사를 주기적으로 실시한다.

◦모니터링 작업 : 여러 장소에서 주기적으로 현장사진을 촬영하고 정착과정, 식생의 변화, 정화능력 측정 등을 통하여 체계적인 자료를 축적하여 차후에 활용하도록 한다.

◦설치 후 인위적인 관리보다는 자연형성과정에 맡기도록 한다.

◦타 수종(외래수종)의 침입으로 부정적인 영향을 미칠 수 있으나, 자연적인 현상이므로 그대로 두어야 한다.

◦안전사고를 방지하기 위하여 이용자 관리에 주의를 요한다.

아) 운영 및 유지관리 점검표

점검을 행한 경우 그 작업 기록을 작성하여 기록관리 한다. 점검표에는 점검의 결과, 그 결과에 기초해서 행한 조정 및 수리작업의 내용을 알 수 있도록 한다.

(1) 일상점검

현장관리인에 의한 일일점검 형식이며, 전문가적인 판단요소를 줄여 습지를 도보로 이동하면서 점검할 수 있는 항목들로 구성되어 있다. 일상점검은 부유쓰레기 제거, 제초, 유량관리 차원에서 필수적인 항목들이며 항목의 중요성에 따라 긴급히 보수를 요하는 간단하면서 중요한 항목들이 포함된다.

(2) 정기점검

전문가에 의한 점검이며 시설의 전체적인 운전상황과 시스템의 문제점을 분석하고 더 효과적인 운영관리를 위해 매월 1회이상 모니터링과 병행 실시해야 한다. 일상점검에 비해 더 전문화되고 세부적인 사항들을 포함하며 점검 후 처리결과는 장기간에 걸쳐 나타난다. 점검의 결과는 모니터링 요소와도 결부되며 습지의 장기적 운영시의 유지관리비용 등을 추정할 수 있는 기초자료를 제공한다.

3) 일본의 접촉산화법 및 수생식물법의 관리계획 사례

가) 접촉산화법에 의한 수질개선시설

처리효율을 유지하기 위해서는 적절한 유지관리가 필요하다. 접촉산화법에 의한 수질개선 시설의 유지관리에 대한 유의사항은 다음과 같다.

(1) 부유물의 제거

스크린에 걸리는 부유물 등은 설비시설의 흐름방해, 처리의 악화, 악취 발생 등의 원인이 되므로 1주일에 한 번 정도의 정기점검과 더불어 강우 후의 수시점검도 행한다.

(2) 기기류의 점검

플로어, 펌프 등의 운전상황, 윤활유의 보급 등의 정기점검을 실시한다.

(3) 오니의 제거

접촉산화법에 의한 오니의 발생량은 BOD제거량의 20~30%정도이므로 오니가 비트에 걸리면 오니배출 펌프로 제거하며, 제거되지 않을 경우에는 접촉재를 고압분사수 등에 의해 세척한다. 제거횟수는 월 1~2회 정도가 적당하다. 여름철에는 악취나 해충의 유충이 발생하기 쉬우므로 여름철을 중심으로 오니를 제거한다. 유입수에 모래 등의 무기질이 많은 경우는 특별히 주의를 요한다.

(4) 오니의 성분

제거된 오니를 비료로 이용하는 경우, 중금속 등의 유해물질 성분의 함유 여부를 충분히 조사한다.

(5) 운전·유지관리비의 삭감

운전·유지관리를 가능한 한 간단히 하기 위하여 아래와 같이 검토한다.

- 펌프를 사용하지 않는다.
- 수심을 낮게 하여 폭기 설비를 없앤다.
- 시설 내에 부유물이 유입되지 않는 구조로 한다.
- 오니의 제거가 쉽게 되어 접촉재의 세척이 쉬운 구조가 되도록 한다.
- 물이 방류된 후 시설보수가 용이한 구조로 한다.
- 해충유충· 악취 대책

(6) 접촉산화법 유형별 관리내용

유역의 수질개선은 1개소만으로는 높은 처리효과를 기대할 수 없으므로 유역 전체에 대하여 각 지역의 배수특성이나 지리적 특성을 고려하여 그 지역에 맞는 적절한 시설을 설치하는 것이 좋다.

① 분리형 접촉산화법

㉠ 구조

분리타입은 수로에서 취수한 오탁수를 수로와 분리된 수질개선 시설내의 접촉재에 생식하는 미생물로서 산화분해 및 제거한 후, 다시 수로에 방류하는 방법이다.

㉡ 관리내용

㉢ 스크린 시설관리

· 스크린에 부유물이 모이지면 취수량이 감소하므로 부유물을 정기적으로 배제한다 (부유물의 양에 따라 주 1~2회 정도)

㉠ 취수시설 관리

· 취수언에 집적된 부유물은 수집한다.  
· 전도 게이트가 있는 경우에는 방류가 끝난 후에 취수언의 기복조작을 점검한다.

㉡ 침전조 관리

· 설정유량의 확보 여부를 점검한다.  
· 침사조 내에 토사가 퇴적되면 점축산화조로 유입되므로 월 1회 정도 퇴적량을 확인한다.  
· 침전조 내의 토사의 제거는 오니처분과 동시에 실시한다.

㉢ 정화시설 본체관리

· 생물막, 수위, 퇴적오니 등의 상황을 점검한다.  
· 오니가 대량으로 부착되어 물의 흐름을 저해하는 경우나, 침전조 바닥에 오니가 다량으로 퇴적되어있는 경우에는 폭기에 의해 박리·부유시켜 처리수와 같이 오니저류조로 배출한다.  
· 점검은 2~3개월에 1회 정도 실시한다.

㉣ 폭기장치 관리

· 월 1회의 빈도로 플로어 등의 보수점검과 급유 등을 실시한다.  
· 오일의 양과 노후화를 체크한다.

㉤ 오니농축조 관리

· 정기적으로 오니량을 확인하고, 오니를 처리한다.

㉥ 토사·오니 관리방법

㉦ 토사·오니는 점축조 유입부 부터 퇴적되므로 유입부에서 측정하여 배사·배니한다. 측정은 간이포터블식 흡인니면계로 실시한다.

㉧ 2~3개월에 1회 정도로 퇴적된 오니를 분뇨차로 뽑아내고, 탈수차로 농축·탈수하여 버린다. 홍수시에 계획량 이상으로 퇴적되는 경우에는 방류후의 유량이 많은 시기에 하천수를 시설에 유입하여 폭기를 시켜 퇴적된 오니를 부유시켜 시설 외로 배출한다.

㉨ 이상방류로 시설이 토사에 의해 폐쇄된 경우에는 가압취수를 실시하여 오니펌프에 의해 배출시킨다.

㉔ 수질관리방법

㉕ 정기관리

- 유입수와 정화수의 수질을 파악하고, 수질개선시설이 정상적으로 기능하는지를 확인한다.
- 조사항목은 pH, DO, SS, BOD, T-N, T-P 등이며 월 1~3회 정도 측정한다.

㉖ 세부관리

- 정화기능을 파악하고 정화수질과 관련된 부하조건을 검토하기 위하여 생물의 대사에 관계된 BOD, 질소, 인의 양을 측정한다.
- 수온조건을 고려하여 일년에 4~12회의 빈도로 실시한다.

㉗ DO 관리

- 정기적으로 DO를 조사하고, DO 저하에 의하여 악취 등이 발생하지 않도록 에어레이션 등의 대책을 세운다. 또 끈상접촉재에 부착된 오니는 폭기를 행하여 접촉재로부터 박리시켜 수질개선시설의 바닥에 퇴적된 오니를 제거한다.

② 직접형 접촉산화법

㉘ 구조

수질개선 할 수로에 직접 접촉재를 설치하거나, 수로내의 수질개선시설에 오탁수를 분배 도입시켜 오탁수가 접촉재내를 유하할 때에 접촉재에 서식하는 미생물에 의해 유기물을 산화분해 시키고 SS를 흡착·침전시켜 정화수를 하류로 내보내는 방법이다.

㉙ 관리내용

직접타입은 접촉재의 표면에 생식하는 생물막이 수질의 오탁부하에 따라 증감을 반복하여, 잉여오니는 박리오니가 되어 시설 외로 배출되지만 부하가 높은 잉여오니가 많아지면 시설 내에 퇴적되어 접촉재를 매설하거나 물의 흐름을 저해하여 수질개선 효과를 감소시킨다. 또 적절히 유지된 시설은 악취가 발생하지 않지만 퇴적된 오니에 의해 악취를 유발할 수도 있다.

토사가 시설 내로 유입되거나 부유물, 비닐봉지, 빈 깡통 등의 유입도 시설의 수질개선효과를 감소시키며 경관을 훼손시키는 요인으로 작용하고 있다.

이와 같은 상황을 고려할 때 주요 維持管理 項目은 아래와 같다.

㉚ 부유물 등의 제거

시설 내로 들어오는 부유물 (쓰레기·나무·비닐봉지·빈캔 등)에 의해 경관의 훼손·물의 흐름 방해를 일으키므로 정기적으로 부유물을 제거하여야 한다.

㉠ 잉여오니의 제거

접촉재 표면에 다량의 오니나 조류가 부착되는 경우에는 강제적으로 박리시켜 정화능력을 복원시킨다.

㉡ 토사 등의 제거

큰 경우에 의해 정화시설내로 토사가 유입하는 경우에는 계외로 제거한다. 또 사전에 침사지를 설치한다.

㉢ 유지관리의 작업내용

·지역주민이 참가하는 경우

㉣ 수질개선시설의 하류에 20mm~25mm 크기의 네트를 설치하여 큰 쓰레기 등이 유출되지 않도록 한다.

㉤ 큰 쓰레기는 손으로 수거한다.

㉥ 빗자루로 쓸어낸다.

㉦ 유하하는 쓰레기는 네트로 포획하여 계외로 버린다.

·업자에게 위탁하거나 관리조직에 의한 경우

잉여오니를 진공에 의해 빨아들인다. 단 비용이 많이 든다.

㉧ 유지관리 빈도

㉨ 큰 부유물의 제거는 매주 1회 정도 실시한다.

㉩ 토사나 잉여오니의 제거는 오염물질이 많이 쌓인 경우나 여름철에 실시한다.

㉪ 1년에 3~4회 정도 실시한다.

나) 수생식물에 의한 수질개선 시설

수생식물에 의해 수질개선 기능을 유지하기 위해서는 (표 3-91)과 같은 유지관리가 필요하다. 여기서는 부레옥잠에 의한 관리내용을 일례로 나타내었지만, 현 단계에서는 수생식물의 재배관리에 의한 기술적인 매뉴얼이 없으므로 각각의 현지에 맞게 시행착오를 반복하면서 정성화 시켜 나가는 것이 필요하다.

(1) 수생식물의 재배관리

① 수생식물에 의한 수질보전으로는 부레옥잠이 자주 이용되지만, 부레옥잠에 의한 질소, 인의 흡수제거기능을 유지하기 위해서는 부레옥잠의 성장률을 높게 하고, 많은 양을 재배하므로써 가능하다.

② 부레옥잠의 생육은 기온, 기상조건, 수온, 영양염류 농도 등 수질조건과

밀도 등의 재배관리 조건에 영향을 받는다. 그러나 평상시는 생육에 충분한 기온이 유지되며, 다른 수질조건에 대해서도 유입수질로 규정되어 있기 때문에 제어하기가 어렵다. 그래서 부레옥잠의 재배에는 밀도관리가 중요하다. 부레옥잠의 관리시스템을 다음에 나타내었다.

(부록 표 5-7) 유지관리 내용

시설	항 목	유 지 관 리 내 용
정화시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 유량 분배</li> <li>· 부유물</li> <li>· 관찰도</li> <li>· 해충</li> <li>· 생육상황</li> <li>· 수량, 수질</li> <li>· 고사후의 수생식물</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 유량분배 상황의 관찰과 보수</li> <li>· 유입, 유출수로 및 수생식물 조 내의 부유물의 제거</li> <li>· 수몰후의 보수와 제초</li> <li>· 발생된 경우는 구제</li> <li>· 정기관찰</li> <li>· 정기조사 및 자동관측</li> <li>· 배어내고 슈아준다</li> </ul>

(2) 회수

- ① 식물의 밀집에 의한 생육장애를 방지하기 위하여 중간에 식물을 선별하여 뽑아내야 한다. 성장에 적절한 밀집도는 20~25kg/m<sup>2</sup>를 기준으로 한다.
- ② 부레옥잠에 의해 흡수된 N, P를 제거하기 위해서는 부레옥잠을 호소로부터 반출한다.
- ③ 겨울철에 부레옥잠이 말라죽으면 흡수된 영양염류가 용출되어 식물체 자체가 유기성의 오염원이 되기 때문에 고사 이전에 회수한다.
- ④ 부레옥잠의 회수에는 노력과 시간이 들기 때문에 기계와 유지관리가 필요하다.

- 크라무세루에 의한 회수·반출
- 재배기 트럭 크레인에 걸어 올리는 방법
- 자주식 예취기 (수로에서의 예)
- 흡입식 회수장치 등의 방법이 있다.

(3) 호소 등의 주변 환경보전 사업의 유지관리계획 사례

수질개선 기능 및 공원으로로서의 친수기능·경관형성기능을 고도로 계속적으로 발휘하기 위해서는 적절한 유지관리가 필요하다.

호소에 대한 유지관리의 내용은 다음과 같다.

- 경관시설, 식재 등의 유지관리 방법
- 수생식물, 수질개선시설의 관리방법

공원시설의 유지관리에는 식물재배, 잡초제거를 하고, 호소가 친수활동의 장으로서의 기능을 가지고 있으므로 낚시꾼들로 하여금 자신이 버린 쓰레기를 도로 가져가도록 지도하고, 물놀이 사고를 방지하기 위하여 특별히 순찰대를 조직하거나, 고초의 제거 등 안전대책을 세운다.

다음으로 정비 유지관리에 중요한 것은 수질개선시설의 유지관리다. 수질정화시설의 유지관리는 도입된 기술에 따라 다르다.

- 유입부 침전지에서의 퇴적물의 제거
- 유입부의 수로와 스크린의 청소
- 폭기장치와 펌프의 점검관리
- 연못부분에서의 바닥오니 퇴적의 감시
- 갈대·부레옥잠 등 수생식물의 재배·관리 등이 있다.

① 수생식물의 재배관리, 회수(부레옥잠의 유지관리 예)

㉠ 5월 중순부터 하순에 걸친 초기 투입

㉡ 8월 중순부터 하순까지의 중간 회수

㉢ 11월 하순부터 12월 상순까지의 전량 회수

㉣ 겨울철에는 비닐하우스 재배

② 수질개선시설의 관리

농업배수로로 부터 부유물에 의해 스크린이 막히지 않도록 스크린에 부착된 부유물을 제거한다.

㉠ 시설 내에 물이 적절히 유입되어, 일정한 체류시간을 가지면서 유출되는 수로의 확보

㉡ 부유물의 투기 등 인위적인 오탁과 수질개선시설의 기능을 저해하는 행위의 방지

㉢ 수질개선을 위해 설치된 시설(에어레타, 스크린, 게이트 등)을 월 1회 정도 순시하고, 년 1회 정도 보안점검

③ 유의사항

㉠ 저수지, 수로 주변의 식물에 시비된 비료가 호소 내로 유출되어 새로운 수질오염원이 되기 쉬우므로, 이를 방지하기 위하여 적시, 적량의 시비를 지도한다.

㉡ 호소 내로의 낙엽의 퇴적

저수지·수로 주변에 재배된 수목과 잡초의 낙엽이나 고사물이 쌓여 썩으면 유기물 오염원이 되므로 이를 배제하여야 한다.

(4) 건설비 및 유지관리비(접촉산화법에 의한 수질정화시설)



건설비·유지관리비와 BOD 제거율의 관계는 아래의 ①~④와 같다.

- ① 시설위치가 수로 외(분리타입)인 경우는 수로 내 (직접타입)에 비해 비싸다.
- ② 건설·유지비가 높은 시설은 BOD 제거율이 높은 경향을 나타낸다.
- ③ 시설위치가 수로 내 (직접타입)인 경우는 처리비를 높여도 BOD 제거율은 수로 외 (분리타입)와 같은 제거율이 되지는 않는다.
- ④ 분리타입의 건설비·유지관리비는 실선의 범위에 있지만, 직접타입의 건설비·유지관리비는 광범위하게 분포한다.

처리수량에 따른 건설비 및 유지관리비와 BOD 제거율의 관계는 시설의 운전년수에 따른 유입량 변화, 수질변화와 유지관리의 차등에 따라 비용과 BOD 제거율은 매년 변화하지만, 당초 설계했던 때와 큰 차이는 없다고 생각된다.

#### 4) 조사·설계 부문에서 유지관리계획

농업용수 수질개선 조사·설계 매뉴얼(06.12.한국농촌공사)에 따르면 농업용수 수질개선 사업계획 수립할 경우에 유지관리 계획에 포함 할 사항으로 모니터링, 유지관리방법에 대하여 다음과 같이 기술하고 있다.

##### 가) 모니터링

사업계획 구역의 오염부하량 저감, 대상 시설의 수질개선 효과 및 시설의 성능을 평가하기 위하여 모니터링을 실시하는 것이 바람직하다. 모니터링에 의해 얻어지는 자료는 경제적이고 효율적인 유지관리를 유도할 뿐만 아니라 관리기술을 더 한층 발전시킬 수 있을 것이다.

모니터링 계획수립 시에 반드시 고려되어야 할 사항은 다음과 같다.

- 사업시행 전후 오염원 및 오염부하량의 변화 추이
- 수질개선 효과
- 생태변화 추이
- 수질개선시설의 운영실태

모니터링의 주기와 기간은 (부록 표 5-8)를 참고로 하여 현장여건에 맞도록 조정 할 수 있다.

(부록 표 5-8) 일반적인 모니터링 계획

구분	빈도	조사지점	비고
식생 -식물현존량	년2회	·현장여건에 맞게 선정	
수질분석 -유입·유출수	최소 분기별1회	·주요 유출입부 및 수질개선 시설 내부	설계시 모니터링 계획 반영
Water balance - 유출입량 - 강우/증발산량	월 1회	·자동계측시설 및 측후소 자 료 활용	설계시 모니터링 계획 반영
야생동물조사 - 어류 - 양서류 및 파충류 - 조류	반기별 1회	·현장여건에 맞게 선정	
시설관리 - 제방 - 웨어 - 펌프 - 수문 및 수중보 등	상시 관측	·설치 지점	

나) 유지관리

(1) 관리체제

효율적인 농업용수 수질개선시설의 유지관리를 위해서는 지역특성, 시설 이용자, 시설구조, 관리내용 등에 알맞은 적절한 관리주체, 관리비용 부담방법, 관리책임 소재 등 관리체제를 정비할 필요가 있다.

정비된 시설이 효율적으로 이용되고, 적절하게 유지 관리되는지 여부는 중요한 사항이므로 유지관리에 적합한 기본방침을 세울 필요가 있다. 기본방침 작성 시에는 시설관리자, 비용부담자, 지역주민과의 충분한 협의와 조정을 거쳐야 한다. 특히 관리경비의 재원 및 지출방법에 대해서는 충분한 논의가 필요하다.

수질개선 시설의 유지관리를 원만하게 추진시키기 위해서는 기존의 공공기관에 의존하는 것에서 탈피하여 지역주민 참여형으로 전환할 필요가 있다. 또한, 계획 작성 단계에서 유지관리 내용, 시설관리자 및 관리방법, 유지관리비용의 산출, 비용분담 및 지역주민참여 등을 내용으로 하는 유지관리계획서를 작성한다.

현재 국내에서는 수질개선시설 유지관리 기술축적이 빈약한 실정이므로 장·단기적인 모니터링을 실시하여 수질개선시설의 유지관리에 필요한 관리요소 및 관리기술을 정착화 시킬 수 있도록 하여야 한다.

① 관리주체

수질개선시설의 관리는 수리시설관리자가 하는 것을 원칙으로 하고 가능한 지역주민이 주체적으로 참가할 수 있는 형태를 갖추는 것이 바람직하다.

② 주민참여

주민이 자발적으로 참가할 수 있는 공통과제를 설정하면 스스로 시설에 대해 애착을 가지고 관리할 수 있으며, 동시에 공동체의식·사회적 도덕의식 형성에도 이점이 있어 효과적·경제적인 관리가 가능할 수 있다.

③ 유지관리 비용부담

수질개선시설의 유지관리비용에 대해 관리내용의 공익성과 관리주체의 성격, 부담능력을 감안하여 공적부담으로 한다.

유지관리비용은 관리지구 증가, 관리범위 확대, 관리내용의 고도화로 인해 증가하는 경향이므로 시설관리자의 재정 압박의 요인이 될 수 있다. 따라서 특정수익자에게 관리비용을 징수할 수 있는 방법과 관리비용을 일부 부담할 수 있는 단체를 끌어들이는 등 대책을 검토할 필요가 있다.

④ 관리책임의 명확화

수질개선시설이 일반주민에게 개방되는 경우에는 특히 재산소유구분의 명확화(유지관리책임 소재와 관련), 관리규칙 제정(농업수리시설과 관리책임범위, 불특정다수의 책임에 관련된 사항의 책임분담 등)을 검토한다.

(2) 유지관리방법

관리방법으로는 유지관리조직을 중심으로 시설관리자, 지역주민 간에 충분한 협의조정을 거쳐 행정담당 부분, 비용 부담, 작업의 내용, 시기 및 횟수, 관리 수준 등을 결정함과 동시에 필요에 따라 유지관리 작업계획을 작성하여 유지관리 협정의 제정, 시설장부의 작성, 유지관리요령 정비를 갖추는 것이 바람직하다.

또한, 이벤트나 유지관리 연간 계획, 연차 계획을 명확히 하여 그중에서 공공 작업분담의 체계를 갖추고, 회보나 광고 등을 통해 지역주민에 대한 의식 고취에도 힘을 쏟을 필요가 있다.

개별시설에 대한 유지관리 방법은 지역의 특수성, 개선공법의 특성에 따라 유지관리계획을 별도로 수립하여 시행하여야 한다. 수질개선시설의 유지관리상 유의점은 아래와 같은 사항을 고려해 볼 수 있다.

① 농업수리시설의 기능을 방해하지 않을 것

수질개선 계획에서 설치된 수질개선시설, 친수시설 등이 농업수리시설 본래의 기능을 방해하지 않도록 적절한 유지관리를 실시해야 한다.

② 안전성을 확보할 것

수해 등 재해예방 대책은 물론 평상시에도 수해사고 방지에 만전의 조치를 취해야 한다. 특히 수위변동이 있는 경우에는 각각의 수위에 대한 사고방지 준비를 철저히 해야 한다.

③ 생물의 생식환경 보전

본 계획에서 농약 살포는 피해야하고 제초 작업이나 수목 가지치기 등에 있어서도 미관뿐만 아니라 생식환경 관리가 필수적이다.

### 5. 환경기초시설의 유지관리지침

하수도시설, 마을하수도 시설, 폐수종말처리시설, 축산폐수공공처리시설 등의 환경기초시설에 대한 유지관리실적은 많고, 또한 제도화 되어 있어 여기서는 유지관리작성 기준을 부록에 소개하고자 한다.[첨부: 하수도시설 유지관리지침 작성기준]

### 6. 시설물 유지관리 민간위탁관리 국내외 사례

해외의 경우 공공시설물의 효율적 관리와 정치적 요구 등으로 도로, 교량, 상하수도 시스템 등의 공공시설물의 관리를 민간에게 위탁 관리를 수행하는 일이 많아지고 있다. 여기서 민간위탁관리는 실제 소유는 정부가 소유하되, 유지관리 전반에 대한 의사결정은 물론이고 예산 계획, 수립 및 수행에 까지 관여를 하는 깊은 수준의 민간위탁관리가 행하여지고 있다. 본장에서는 해외 민간위탁 사례를 검토하고 민간위탁관리를 위한 필요사항들을 정리해보고자 한다.

#### 1) 민간위탁과 민영화의 차이점

민간위탁이라 함은 민간기업이 위탁관리를 하는 것을 말하고 민영화라 함은 정부가 소유하고 있던 자산을 매각하여 민간업체에 소유권을 넘겨주는 것으로 privatization의 의미를 가진다. 하지만, 최근에 나타나는 전반적인 민간 위탁관리는 위탁업체의 관리범위와 책임범위를 고려할 때 민영화와 민간위탁 관리는 누가 자산을 소유하고 있느냐의 문제만 다를 뿐 시설물을 관리하는 주체가 민간업체라는 점을 고려할 때 여기서는 비슷한 의미로 봐도 무방할 것으로 생각된다. 특히 민간위탁관리가 장기적으로 계약이 체결되는 사례가 많아짐에 따라서 공공시설물의 소유의 주체는 그 의미가 매우 약하다고 할 수 있다. 민간위탁관리는 관리의 품질에 따라서, 또는 자산 소유주와의 관계에 따라서 위탁관리업체가 변경될 수 있지만, 10년 또는 20, 30 년씩 위탁관

리 계약을 할 경우에는 관리업체가 시설물에 대한 전적인 책임을 지게 되기 때문에 소유의 의미가 퇴색될 수밖에 없다.

민영화가 민간위탁에 비하여 특히 그 의미가 다른 경우는 자산의 가치변화에 따라서 소유자가 자산 가치 변화에 따른 이득이나 손해를 보는 경우이다. 여기서는 민간위탁관리의 사례와 민간위탁관리를 위한 체제를 알아보려고 한다.

## 2) 영국의 사회기반시설(Infrastructure) 민관 파트너십

영국의 공공분야의 사회기반시설(Infrastructure)에 대한 많은 책임은 이미 민간분야와 정부기관에 책임이 있는 독립행정기관으로 넘어갔다. 정부투자자를 보완하기 위해 정부의 투자금액을 최소화하고 공공자산으로부터 활동이 가능한 경제주체를 만들어 내기 위해 Private-Public Partnership (PPP)와 Private Finance Initiative (PFI)계획이 개발되었다. 이러한 제도는 소유권과 잠재적인 수익에 대한 이동과 민간부분으로 리스크 전이, 그리고 사업이 실패할 경우의 정부의 지원이 없는 것을 기본으로 한다.

### (가) PPP에 대한 나라별 주요 특징

- PPP추진주체 - 중앙정부의 정책 또는 지방자치단체에 의해 진행된다. 유럽 각국의PPP추진 주체는 다음과 같다.
- PPP 적용분야- 상수시설, 교통시설(도로 및 철도의 건설 및 유지관리), 폐기물 관리 등이다.
- PPP 수행형태-BTL (Build-Transfer-Lease)형태 등

### (나) PPP로 인한 사회적인 영향

PPP프로젝트는 정치적인 문제와 관련되어 있으므로 전반적으로 긍정적인 반응과 부정적인 반응이 상재하고 있다. 예를 들면, 직업안정성을 위협, 품질 하락, 비용 상승(사용자가 직접 비용을 지불하지는 않으므로 직접적으로 경험하게 되지는 않으나 관리측면에서 해당), 지방세금의 증가 등을 초래할 수 있으며, 덴마크의 경우, 현재 도로분야에 시행한지가 1년 미만으로 결과에 대한 분석이 부재한 것으로 조사되고 있다.

이에 따라서 유럽연합의 각국은 PPP에 대한 결과보고서 또는 지침서를 마련해야하지만, 대부분의 나라(핀란드, 체코, 핀란드)들은 걱정할 지침서를 보유하고 있지 않고 있다. 덴마크의 경우 지침서에 대한 일반계약조건과 민관 파트너십에 대한 협약조건들이 있으며, 스페인의 경우 노조가 이에 큰 영향을 미쳐 지침서 작성에 어려움을 겪고 있다.

## 3) 미국의 민간위탁관리 사례

미국과 캐나다를 비롯한 여러 나라에서 거의 모든 분야의 공공시설물의 보수 및 유지관리업무에 민간위탁을 통한 관리가 확대되고 있으나, 상대적으로 도로, 상하수도, 건물, 주차장, 전기기계설비 등의 일반적인 보수 관리는 오랜 기간을 통해 내부인력에 의해 수행되고 있다. 이는 상설 관리팀(permanent team)이 단기적이고 신속한 요구에 더욱 효과적으로 대응을 할 수 있다는 것을 일반적인 인식이다. 일부는 그것이 더 비용 면에서 효율적이라고 주장하기는 하나 많은 경우에 있어 지역에서는 정치적인 지원을 얻어 선거에서 득표하기 쉬운 시스템이 되기도 하였다.

근래 들어 이러한 유지관리, 특히 고속도로와 건물관리와 같은 공공시설물의 민간위탁에 대한 요구가 커지고 있다.

기존 공공시설물, 특히 도로의 수명보장을 위한 한 방법으로 유지관리를 민간화 시키는 것이다. 이러한 시도는 아르헨티나나 호주를 포함한 여러 나라에서 도로분야를 중심으로 이루어지고 있는데 이러한 프로젝트는 일반적으로 금융회사, 엔지니어, 시공사의 컨소시엄에 의해 도로일부구간 또는 전 구간에 대해 입찰을 하게 된다. 예를 들어 호주의 New South Wales주에서는 각 컨소시엄이 제출한 계약금액에 5년 또는 10년간의 고정된 기간 동안 필요한 모든 유지보수 관리를 하며 이용자들에게 불편 최소화와 적정품질을 제공하는 것으로 입찰서를 제출하여 평가를 통해 낙찰을 하는 방식으로 진행되었다. 그러나 각각의 그룹이 제공하는 서비스가 상이함으로 인해 최저가 입찰자가 최종낙찰자로 선정되지 않는 경우가 되었다. 이러한 방식은 규모의 법칙의 활용, 더 나은 민간관리, 정부기관이 지불하게 되는 사회적 비용에 대한 절감, 민간기업 참여로 인한 생산성 향상 등이 장점으로 언급되고 있으나 이는 일반적인 인식으로 얼마만큼의 효율성이 있는가에 대해서는 아직 논의가 되고 있다.

#### 4) 캐나다 British columbia주의 민간위탁 관리

캐나다는 정치적 요구로부터 시작한 민영화의 요구에 따라서 특히 도로를 비롯한 교통시스템의 민영화가 80년대 후반부터 본격적으로 수행되었다. 이에 다른 어떤 나라보다 많은 노하우를 축적하여, 교통시스템의 민영화/민간위탁 관리의 모범이 되고 있다. 급격한 교통량의 증가와 부족한 예산이라는 상황을 타계하기 위하여 BOT(build-operate-transfer)와 같은 PPP(public private partnership)이 적극 도입되었다. 이는 시설물의 기획 및 재원확보에서부터 100% 민영화의 길을 걷는 방법이다. 이뿐만 아니라 기존의 자산의 매각을 통한 민영화도 있으며, 적극적 민간위탁 관리(10년 이상의 위탁관리

계약)등을 통한 방법으로 늘어가는 교통량 문제와 부족한 예산, 그리고 정부 관리의 효율성 증대를 피하여 왔다.

민간위탁관리의 핵심은 성능시방서를 통한 유지관리 업체의 성과관리라고 하고 있다. 도로관리를 위한 성능시방서는 네트워크 레벨과 프로젝트 레벨에서 모두 매우 중요한데, 성능시방서의 수행에 있어서 주의 점을 예시하고 있으며 이는 정부와 민간의 상호 협조를 통해서 극복할 수 있다.

가) 시설물 관리를 위한 성능시방서 이점

성능시방서는 혁신적인 관리방식을 지향하고 권장할 수 있도록 하는 관리체계를 제공한다. 성능시방서는 다음의 사항을 중심으로 설명될 수 있다.

- 기관의 이익
- 책임 범위
- 성능 평가를 위한 요소
- 성능 측정 방법
- 계약 및 품질보증 기간
- 성능 한계

성능시방서를 사용할 경우 다음과 같은 이점이 있다.

- 성능시방서는 기존의 시방서에서 발전된 형태로서 최후의 결과를 바탕으로 판단의 기준을 삼는 것으로 사용자의 편의성과 서비스 수준을 비용으로 계상할 수 있다.
- 성능시방서는 리스크를 발주자가 아닌 시공자가 갖게 된다.
- BOT와 같은 PPP프로젝트에 있어 혁신적이고 다양한 공법, 건설 자재, 디자인을 가능하게 함으로써 기존의 시방서로서는 이를 수 없는 사용자 만족도를 얻을 수 있다.
- 생애주기비용을 줄이기 위한 노력을 자연스럽게 이끌 수 있다.
- 자동화된 상태평가와 같은 신기술 이용이 권장된다.
- 정부의 프로젝트 관리에 대한 부담이 줄어들고 관리비용을 절약할 수 있다.

이러한 장점들은 유지관리와 개축에 있어서 함께 관리를 할 경우 더욱 유리하게 되는데, 유지관리업체는 정기관측과 개축간의 비용 상관관계를 이용하여 직접비 지출을 최소화 할 수 있으며 업체로 하여금 능동적으로 비용절감과 안전유지를 수행하도록 하며, 자산의 자치를 유지시킬 수 있게 한다.

나) 성능시방서의 적용 및 성능평가요소

성능시방서는 신규공사, 유지관리, 개축 등에 동일하게 또는 각각 달리 적용될 수 있으며, 서비스수준을 평가하기위한 요소는 운영수준 즉, 프로젝트 레

벨인지 네트워크 레벨인지에 따라서 달라진다. 프로젝트 레벨과 네트워크 레벨은 다음과 같이 정의 된다.

(1) 프로젝트 레벨에서의 성능시방서

프로젝트 레벨이란 하나의 프로젝트 즉, 개축 프로젝트 또는 신규공사 프로젝트와 같은 단위에 있어서의 관리를 말한다. 보통의 경우 균일한 상태와 내구연수를 갖고 있다. 유지관리업체는 디자인과 관리계획에 관한 전권을 갖는다. 최초 시공비는 생애주기 비용을 고려할 수밖에 없으며, 발주처는 성능평가를 위한 요소와 성능한계점만을 제공하게 된다. 이러한 요소들의 성능 한계점에 맞추기 위한 최소한의 비용 투입과 최대 효율적인 관리방안은 유지관리업체가 각각 자신의 노하우와 혁신적인 기술로서 자유롭게 구사할 수 있다.

(2) 네트워크 레벨에서의 성능시방서

네트워크 레벨이란 어떠한 지역에서의 전반적인 관리수준의 의미한다. 네트워크 내의 각각의 세그먼트는 생애주기에 있어서 다른 수준(Stage)을 가지며, 각기 다른 관리 및 개축방법이 필요하다.

민영화와 민간위탁관리는 많은 공통점을 가지면서 같은 사항은 아니다. 민영화는 자산을 민간 기업에 매각함으로써 소유권을 이전하는 것이고, 민간위탁은 소유권 이전 없이 관리에 관한 전반 사항을 민간에 이양을 하는 것이다. 하지만, 네트워크 레벨의 관리에 있어서 민간위탁은 민영화와 크게 다르지 않은 형태를 띤다. 위탁관리업체는 다음과 같은 책임을 갖게 된다.

- 정기적 검사를 위한 항목과 관리항목이 명확히 정의돼 있어야 한다.
- 각각의 관리항목에 대한 최소 또는 최대 대응시간이 정의 되어야 한다.
- 발주자는 대응시간과 관리항목만을 체크한다.
- 위탁관리경비는 시간, 장비 및 재료 계약을 이용한다.

5) 성공적인 PPP 프로젝트를 위한 조건들

민영화와 민간위탁은 분명히 다른 사항이지만, 많은 공통점을 내포하고 있기에 민영화에 관련한 PPP에 대하여 알아보면 다음의 두 가지 견해를 살펴봄으로 알 수 있다.

Albert Chan교수는 PPP의 정의 및 필요성을 다음과 같이 정의 하고 있다. "PPP란 공공서비스 효율화를 목표로 정부와 민간업체가 갖고 있는 장단점을 조율하여 구성된 협력체계를 통한 SOC개발방법이다."

PPP의 수행은 민간업체들과 정부기관의 PPP협회(consortium)를 구성하는 것으로부터 시작하게 된다. 대개의 경우 민간 기업은 설계, 시공, 자금조달,



운영을 정해진 영업기간(concession period) 동안 제공하며, 영업기간 완료 후 무상으로 정부 측에 시설물을 돌려주는 것으로 PPP 수행 협회(consortium)의 역할이 끝나게 된다.

PPP는 세부적 특징에 따라 BOT(Build-Operate-Transfer), BOOT(Build-Own-Operate-Transfer), PFI(Private Finance Initiative), DBFO(Design-Build-Finance-Operate), O&M(Operation & Maintenance) 등으로 세분화 할 수 있으며, 다른 여러 가지 형태로 변형이 존재한다.

또한 Albert Chan교수는 민관합자투자의 주요 성공 팩터로써 5개 그룹- 효율적인 수행, 프로젝트 수행성, 정부의 개런티, 경제 상황, 금융 시장 상황이며, 18개 팩터를 정의 하였는데 18개 팩터 중 가장 중요한 세 가지 팩터로써 강력한 협의체 구성, 적절한 리스크 분배, 금융 시장 접근 용이성 등의 세 가지 팩터를 들고 있다.

캐나다 UBC의 Tom Froese교수는 PPP성공 요인을 크게 6개로 분류하고 있다.

- 정치적 리더십
- 정부의 참여
- 치밀한 계획
- 재정의 안정성
- 유권자 또는 주주와의 관계
- 적절한 SPC(special purpose company, 즉 컨소시엄)의 설정

#### 6) 민간위탁관리 해외현황에서 본 시사점

유럽의 경우 PPP(Public-private partnership)의 일부로서 민간위탁관리를 받아들여 수행중이다. 미국과 캐나다의 경우 80년대 이후 공공시설물의 민간 위탁관리가 대세이다. 이것은 민간 업체가 공공기관에 비해 효율적으로 운영 되기 때문에 비용절감의 효과가 있으며 소비자 만족도 또한 높게 나타났다. 그러나 공공시설물 관리를 민간에 넘기는 과정에 있어서 지방공무원의 불필요해지는 인력의 문제가 남아 여유인력의 관리에 문제가 발생하는 것으로 보인다. 이에 따라 공공기관이 민간기업과 동등한 위치에서 경쟁 입찰에 참여 하는 방향의 노력들이 이루어지고 있으며, 제도적 보완이 이루어지고 있다. 성공적으로 구조개혁을 이룬 정부의 경우 공공기관이 지속적으로 시설물을 관리하며, 그렇지 않은 경우엔 민간에 넘기는 사례가 있다.

민간외주실태조사를 수행하였고, 용역업체를 선정하는 법과 PQ프로세스 등을 논의하고 있으며 미래에는 아웃소싱의 비율이 더 늘어날 것을 예측하였다. 민간위탁관리에서의 성능과 효율성을 높이기 위해서는 성능시방서의 사용이

필수적이며, 이는 캐나다의 민간위탁관리 사례에서 볼 수 있다. 성능시방서를 통한 위탁관리는 프로젝트 레벨에서의 관리와 네트워크 레벨에서의 관리로 나눌 수 있으며, 네트워크 레벨에서의 관리는 PPP(민관합자투자)와 거의 비슷한 형태를 띠게 된다. 따라서 향후 개발될 민간위탁관리에 대한 지침은 민관합자투자 프로젝트와 비슷한 형태로 만들어 져야 할 것이다.

7) 우리나라 하수도시설의 민간위탁

하수도시설 유지관리 업무는 사용승인 등의 행정업무, 설비의 조작업무, 시설의 점검 및 보존업무 등 매우 광범위하고 다양하다. 하수도시설은 일단 처리를 시작하면 그 성격상 일시적으로 운전중지가 어렵고 24시간 가동되므로 적정 인원 확보가 필요하다. 그러나 인원확보의 곤란성과 유지관리업무에는 정형적이고 단순한 업무 및 현업업무가 상당 부분을 차지하고 있다는 점 등의 이유로 유지관리업무의 일부 또는 대부분을 민간에 위탁하는 지방자치단체가 증가하고 있다. 2004년 말 현재, 전국 268개 하수종말처리장 중 155개의 처리장이 민간으로 업무가 위탁되어 관리가 되고 있다. 민간으로의 업무 위탁 현황은 (부록 표 5-9)에 나타난 바와 같이 많은 수의 하수종말처리장이 민간위탁으로 유지관리 되고 있다.

(부록 표 5-9) 전국 하수종말처리장의 민간위탁 현황

구 분	2002년 말	2003년 말	2004년 말
하수종말처리장 수	201	242	268
민간위탁 처리장 수	118	137	155
민간위탁 비율	58.7%	56.6%	57.8%

민간위탁 참여자격, 업체선정, 업무의 범위설정, 비용 산정 및 지출방법, 위탁관리기간 및 위탁관리업무 착수시기 및 위탁관리의 적정수행 방안 강구에 대하여 「하수도시설 운영관리업무처리 통합지침(환경부, 2005)」에 지방자치단체가 참고로 할 수 있도록 가이드라인을 제시하고 있다.

가) 민간위탁관리 참여자격

(1) 공공하수도의 관리업무를 민간위탁관리 할 수 있는 자는 하수도법 제7조 3항, 동법 시행령 제7조 제3항 및 동법 시행규칙 제3조의2의 규정에서 정한 전문기관으로 한다.

(2) 민간위탁관리는 가급적 시설의 설계·시공 및 운영관리업무를 전문으로 하는 기존 민간위탁전문기관 및 환경산업체를 최대한 활용할 수 있도록 하여야 한다.

① 정부투자기관, 지방공사 및 지방공단은 환경 분야 전문기술 및 인력 확보가 필요시 즉각 대응하지 못하는 등 한계가 있을 것으로 예상되므로, 하수종말처리시설의 효율적인 운영·관리 차원에서 동 기관에 위탁관리를 가급적 제한하여야 한다.

② 다만, 동 기관과 불가피하게 위탁관리계약을 체결할 경우에는 전문기술 및 인력 확보 등을 정밀 검토하여 하수종말처리시설의 적정운영관리가 가능하다고 판단될 경우에 한하여 위탁 관리하여야 한다.

나) 민간위탁관리 업체선정

(1) 하수종말처리시설의 민간위탁관리업체의 선정방법은 “엔지니어링기술진흥법” 과 “국가를당사자로하는계약에관한법률” 또는 “건설기술관리법” 에서 정하는 바에 따라 선정하여야 한다.

①기술제안서(업체평가서와 인력투입계획, 투입인력의 자격증빙서류)와 가격을 분리하여 입찰하고 기술평가 후 기술평가기준에 의한 기술우위업체 순으로 협상절차를 통하여 국가에 가장 유리하다고 인정되는 자와 계약을 체결할 수 있다.

공공하수도관리청은 필요하다고 인정하는 경우에는 자체평가위원회를 구성하여 기술제안서를 심의하거나 전문기관에 이에 관한 평가를 의뢰할 수 있다.

②업체의 평가방법은 지자체의 특성에 따라 평가방식을 선정할 수 있으나, “엔지니어링진흥법” 또는 “건설기술관리법” 의 규정에 의한 평가방법을 준용하여야 한다.

③기술제안서 평가계획서 작성 및 평가는 참여기술자 및 업체의 실적 등은 건설기술관리법, 전력기술관리법 등 관계법령의 규정에 의하여 하수종말처리시설 설치사업과 관련된 운영, 시공, 설계용역 및 감리용역 등 제반사항이 반영될 수 있도록 평가계획서를 작성하고 평가를 실시하여야 한다.

(2)하수종말처리시설의 위탁관리업체 선정을 위한 입찰공고 내용에는 다음의 민간 전문업체가 입찰에 반드시 참여할 수 있도록 반영하여야 한다.

①건설산업기본법에 의한 토목건축공사업자인 법인

②엔지니어링기술진흥법에 의한 건설부문 상하수도분야 및 환경부문 수질관

리분야의 엔지니어링 활동 주체인 법인

③환경기술개발및지원에관한법률에 의한 수질분야 방지시설업에 등록된 법인  
다) 위·수탁업무의 범위 설정

(1)하수종말처리시설의 민간위탁관리업무는 위탁기관인 지자체와 수탁자인 민간기업간의 별도 계약을 체결하여 추진하여야 한다.

①위탁관리업무의 범위는 가급적 하수종말처리시설, 중계펌프장 및 차집 관거에 대한 유지관리업무를 일괄 위탁하여 수탁자인 민간기업의 책임 하에 수행할 수 있도록 하는 등 위·수탁자간의 책임한계를 명확히 설정하는 것이 바람직하다.

②하수종말처리시설에 대한 위탁계약을 체결할 경우 계약처리수질은 특별한 경우를 제외하고는 하수종말처리시설 설치사업의 설계보고서상의 처리수질기준을 적용하여야 한다.

※민간위탁관리 전후의 하수종말처리시설에 대한 처리수질을 분석한 결과 운영관리비 절감목적 등으로 지자체에서 직접운영 관리할 때보다 처리수질농도가 높은 상태를 유지하는 경우가 있어 수질오염저감효과를 감소시키는 등 민간위탁운영관리제도 도입 취지를 퇴색시키는 부작용이 있으므로 이에 대한 방지대책 강구 필요

③지자체는 위탁업무의 적정이행여부에 대한 지도·감독사항을 계약서에 반영하고 이에 대한 관리감독을 정기적으로 실시하여야 한다.

(2) 위·수탁자간의 업무한계의 범위 적정 설정

①위탁기관(지자체)은 하수종말처리시설 운영관리 관련법령에 의한 운영관리 규정 준수여부 및 하수종말처리시설 가동실적 등에 대한 지도·감독 등의 업무를 수행하여야 한다.

②수탁자(민간기업)는 하수종말처리시설의 부적정 운영으로 인한 벌과금 및 지역주민에 대한 피해보상금 부담 등을 포함한 운영관리 전반에 대한 책임이 있다.

라) 위탁관리비용 산정 및 지출방법

(1)지자체는 하수종말처리시설의 위탁관리비용 산정을 위한 처리단가(예정가격)를 산출할 때에는 다음 항목을 고려하여 작성하여야 한다.

①전력요금(계약전력, 사용전력)

·펌프류, 송풍기류, 표면포기기, 각종 밸브류, 침전지 및 농축조 설비, 탈수

설비, 각종 교반기류, 침사제거설비 등 모든 설비에 대한 전력사용량 및 전력요금 산출

②상수도요금(기본요금, 초과사용요금)

·상수도를 사용하는 설비별로 상수도사용량 및 요금 산출

③연료비(LNG, 경유, 저유황유):건축물 냉·난방, 소화조·포기조 가온 등 설비별로 연료사용량 및 비용 산출

④약품비 : 약품을 사용하는 설비별로 폴리머, 가성소다, 중화제, 차염산소다, 소석회, 황산, 황산반토, 메탄올 등의 사용량 및 비용 산출

⑤소모품비: 건축기계 및 건축전기설비, 하수종말처리시설의 기계설비 및 전기설비 등 각종 설비별로 소요되는 소모품내역 및 비용 산출

⑥경상비: 인건비, 사무용품비, 실험실 유지비, 기타 제비용 산출

⑦수선유지비: 토목, 건축, 기계, 전기설비에 대한 설비상태, 내구연한 및 교체빈도 등을 감안하여 품목별 수선유지내역을 제시하고 소요비용 산출

⑧슬러지처리비: 하수종말처리시설에서 발생한 슬러지를 탈수한 후 발생하는 슬러지량 및 처리비용 산출

⑨기타 하수종말처리시설, 중계펌프장, 차집관거 유지관리에 필요한 사항 등

(2)하수종말처리시설의 위탁관리비용을 산정할 때에는 다음사항을 고려하여 위탁비용 산정의 적정성을 확보하여야 한다.

①처리단가(예정가격)는 전문기관의 자문 등을 통하여 결정하고 매년 물가인상 등을 감안하여 조정하여야 한다.

②위탁관리비용은 참여민간기업의 수익성 보장 및 경쟁체제를 통한 경영의 효율성을 높일 수 있는 방향으로 산정하여야 한다.

③인건비 비용을 산정할 때에 운영인원수는 처리시설의 시설용량 및 위탁업무의 범위를 감안하여 적정운영관리에 필요한 인력을 산정하여야 한다.

(3)위탁계약금액 산정방법은 하수종말처리시설의 유입량, 유입수질 등 운영특성을 감안하여 적정하게 산정하는 것이 바람직하다.

①하수종말처리시설의 위탁비용 산정방법은 처리대상 물량단위당 처리단가를 기준으로 하는 계약방식을 선정하는 것이 바람직하다.

②다만, 유입하수량이 시설용량의 일정비율이하인 경우, 위탁비용은 총액계약방식으로 선정하는 것이 바람직하다.

·하수종말처리시설은 처리시설 가동률(시설용량 대비 유입량)에 관계없이 기

본적인 운영경비가 소요되어 단위물량 당 처리단가를 기준으로 계약할 경우에는 수탁자의 적정운영비 확보 및 수익성 보장이 곤란할 경우가 발생할 수 있다.

·총액계약방식을 채택할 경우에는 운영요원을 최대한 투입하여 인건비를 증액하고 전력비 등 소모성 경비를 많이 쓸수록 기업의 수익금이 증가하는 문제가 발생할 수 있으므로 위탁비용 산정에 주의가 요구된다.

③또한, 하수종말처리시설별 소요비용의 차이가 심한 시설보수 및 수선비용은 특별한 경우를 제외하고는 처리단가내역 또는 총액계약내역에서 제외한 후 별도로 산정하여 관리하여야 한다.

·수탁자는 시설보수 및 수선비용의 집행사유가 발생할 경우에는 사전에 위탁기관의 승인을 얻은 후 시설을 보완하여야 한다.

·다만, 급박한 사유로 인하여 사전집행이 불가피할 경우에는 사후에 그 결과를 위탁기관에 보고한 후 승인을 받아야 한다.

·위탁기관은 시설보완에 대한 승인을 한 경우에는 수탁자에게 이에 상응하는 비용을 즉시 지급하여야 한다.

④하수종말처리시설 수탁자가 계약처리수질을 준수할 수 있도록 관리하기 위한 규제수단으로서 계약서에 명시된 계약처리수질을 초과하여 처리시설을 운영한 경우에는 초과 배출한 오염부하량에 해당하는 처리비용을 감액 지급하여야 하며, 구체적인 감액산정 방법, 절차 등을 계약서에 반드시 명시하여야 한다.

(4) 위탁비용 지출은 매월 민간 기업에서 지자체에 청구하면 지자체에서 검토한 후 지불하여야 한다. 특히, 계약처리수질을 초과한 경우에는 이에 해당하는 처리비용을 반드시 감액한 후 지급하여야 한다.

마) 위탁관리기간 및 위탁관리업무 착수시기

(1) 하수종말처리시설의 설비에 대한 내구연한 불명확화로 시설보수 및 수선주기 산정이 곤란한 설비에 대해서는 합리적인 내구연한 및 교체주기를 산정할 수 있는 방안을 강구하여야 한다.

처리시설의 적정 내구연한 산정이 곤란할 경우에는 하수도법 시행규칙 제13조의 규정에 의하여 실시하는 전문기관의 기술진단시 시설의 성능유지상태를 점검받아 판단하는 것이 바람직하다.

(2)하수종말처리시설의 수명 등을 감안하여 장기적인 안목에서 책임관리가

가능하도록 위탁관리기간을 내구연한까지로 확대하는 것이 바람직하다.

①위탁관리기간은 하수종말처리시설의 운영기술 축적 및 기술개발을 감안할 때 내구연한(15 ~ 20년)을 기준으로 하여 산정하는 것이 바람직하다.

②처리시설의 부적정 운영관리 등 위·수탁계약의 해제사유가 발생한 경우에는 위탁관리기간을 변경토록 규정하는 것이 바람직하다.

(3)주요시설 및 설비 설치단계에서부터 위탁업무를 착수하여야 한다.

①하수종말처리시설의 위탁관리계약을 사전에 체결하여 주요시설 및 설비의 설치단계부터 수탁자의 운영요원을 현장에 배치(하수처리 시설 시운전 실시 5~6개월 전)하여 설비의 설치 및 현장교육에 참여시킬 수 있는 방안을 강구하여야 한다.

바) 위탁관리의 적정수행 방안 강구

(1)위·수탁계약시 위탁관리대상 하수종말처리시설의 시설물 관리상태에 대한 구체적인 인수·인계서를 작성하여 설비의 결함발생시 위·수탁자간의 책임한계를 명확히 설정할 수 있도록 하여야 한다.

(2)하수종말처리시설을 위탁하는 지자체는 설비의 최적성능상태 유지를 위하여 수탁자가 정기적으로 설비에 대한 예방점검을 실시할 수 있도록 구체적인 점검기준을 마련하여 계약서에 명기하여야 한다.

①위탁기관은 설비의 특성에 따라 일간점검, 주간점검, 월간점검, 분기점검, 반기점검주기 및 점검내용이 포함된 구체적인 점검계획서를 사전 수립하여 위·수탁계약시 수탁자와 협의한 후 결정하여야 한다.

②수탁자는 주요설비에 대한 점검대장을 작성한 후 그 결과를 3년간 보관하여야 한다.

(3)수탁자의 하수종말처리시설 관리부실로 인하여 처리시설의 적정운영관리가 곤란하여 위·수탁계약을 해제할 경우 수탁자에게 원상복구 및 손해배상에 대한 책임을 부여할 수 있도록 조치하여야 한다.

(4)2년 동안에 법적 관리규정을 3회 이상 위반한 경우에는 위·수탁계약을 해제하거나 계약비용의 일정비율에 해당하는 금액을 감액한 후 지불할 수 있는 등의 제재방안을 계약서에 명기하는 것이 바람직하다.

사)공공하수도관리청은 하수종말처리시설 등에 대한 민간위탁계약을 체결한 경우에는 위탁관리계약 체결일로부터 10일 이내에 그 결과를 환경부장관에게 반드시 보고하여야 한다.

## 첨부: 하수도시설 유지관리지침 작성기준

### 제1장 총설

#### 1.1 서론

유지관리개요 및 목적과 그 중요성을 기술한다.

#### 1.2 하수종말처리시설의 개요

##### ◦ 기본사항

- 하수종말처리시설의 주요 설계내용을 기술한다.

##### ◦ 단위시설의 개요

###### - 서론

유지관리개요 및 목적과 그 중요성을 기술한다.

- 하수종말처리시설 개요

가. 기본사항(하수종말처리시설의 주요 설계내용)

① 처리장 명칭, 위치, 면적, 수량, 유입 및 방류수질, 처리방식, 처리장내 관거, 처리구역 내 면적 및 인구, 연도별 계획하수량, 하수량 및 오염부하량의 원단위, 처리수의 재이용 계획 및 방법, 월류수 관리방법, 슬러지처리·처분방법 등 개괄적인 상황을 기술한다.

② 처리구역내 하수계통도, 처리장 시설평면도 등을 첨부한다.

③ 주요시설별 처리계통에 대하여 종합 시운전시 유입하수량과 수질을 만족시키는 최적조건을 갖는 Mass Balance가 작성되어야 한다.

- 유량 및 수질자료(Data)는 종합 시운전 기간내의 평균값을 사용하여야 하고 활성슬러지는 매일 시험의 평균값을 이용한 Graph의 Data를 사용할 수 있다.

- 슬러지처리시설에서의 반송량을 계절별로 슬러지의 성상에 따라 연결할 수 있으므로 충분히 분석하여 Mass Balance를 제시하여야 한다.

나. 처리장 개요

주요 시설별 처리계통에 대하여 Flow Sheet, 저부하 및 동·하절기를 고려한 Mass Balance등을 첨부 설명한다.

① 수 처리시설(침사지, 유입펌프장, 1차침전지, 생물반응조, 포기조, 2차침전지, 소독 및 방류시설, 처리수 재이용시설)

② 슬러지 처리시설(농축, 소화, 탈수 등 슬러지처리시설)

③ 부대시설(전력계통, 용수설비, 탈취시설, 분뇨처리 등 연계시설, 자동유지관리시설, 관거 누수관리시설 등 기타 관리시설)



1.3 하수종말처리시설의 계획평면도 작성요령

- 유지관리계획의 개요를 간략하게 제시하고 유지관리계획을 변경하는 경우에는 변경 전후의 주요 내용을 비교 제시
- 하수종말처리시설 계획평면도(1/5만 ~ 1/2만5천) 제시
  - 행정구역의 경계선은 지형도식 규정(건설부령 제143호, '74. 6. 3)에 준함
  - 배수구역 경계선은 ———○○○—————
  - 배수분구 경계선은 ———○○—————
  - 처리구역 경계선은 ———×××—————
  - 처리분구 경계선은 ———××—————
  - 주요 관거는 실선, 펌프장은      , 처리장은      의 기호로 기입
  - 차집관거는 실선(압송 : 점선), 간선관거는 실선으로 표기
  - ※ 작성방법은 공공하수도대장 작성요령을 참고할 것.(하수440 - 16922, '82. 8. 18)
  - 단계별 계획은 하수도정비기본계획에 의한 색상에 따라 각 시행단계별로 표기
    - ※ 하수종말처리시설 계획평면도에 포함되어야 할 사항
- 주요 개발 또는 개발예정지역(공업단지, 택지개발 등)
- 환경기초시설(분뇨, 축산, 쓰레기 매립장, 하수 및 폐수종말처리시설 등)의 위치
- 수질환경보전을 위하여 필요한 지역(상수원 보호구역, 특별대책지역, 수변구역, 호소수질보전지역, 특별관리 해역, 환경보전 해역 등)
- 처리구역 및 처리 분구, 배수구역 및 배수분구
- 공동처리구역
- 차집관로, 오수중계펌프장, 하수종말처리시설, 빗물펌프장
- 우수토실 및 누수관리 계획의 위치

1.4 유지관리의 기본사항

- 유지관리의 목표
- 유지관리조직 및 업무분장
- 유지관리의 유의사항
  - 운전관리(상시운전, 유의사항)
  - 점검관리(일상점검, 정기점검, 특별점검)
  - 보수관리(기기의 고장 및 마모시 대처원칙)

- 수질관리(하수종말처리시설의 수질관리항목과 관련법개론)
- 비상시관리(하수과다 유입시, 홍수시, 정전시, 단수시 등 각종 재해 관리요령)
- 분뇨·축산폐수, 침출수의 연계처리 시 관리
- 악성폐수 유입 시 관리(하수처리구역 내 악성폐수 배출업소 현황, 악성폐수 유입시 비상연락체계 및 대응방법)

## 제2장 하수종말처리시설의 운전 및 관리

### 2.1 하수종말처리시설의 관리

◦전체 수 처리시설의 계통, 주요관리항목과 방류수질 관리요령, 시운전 결과에 따른 각 공정의 일상적 조작요령, 점검사항, 이상원인 및 대처방안 등을 설명한다.

### 2.2 단위 공정별 운영의 기본사항

◦침사지설비, 유입펌프장설비, 1차침전지설비, 생물반응조설비, 포기조설비, 2차침전지설비, 처리수 재이용설비, 소독 및 방류설비, 자동유지관리설비, 관거누수관리설비

#### - 설계기준

- 설계 기초사양 및 규격과 관리지표 설정
- 시설설치 회사명, 전화번호 등

#### - 목적 및 기능

- 장치의 상세한 사양과 기능설명

#### - 운전방식

- 단위시설의 운전절차, 방법, 계통설명
- 시운전결과에 따른 운영요령 등
- 처리장 가동초기 운전대책(하수 발생량 부족 및 저농도 등)

#### - 관리요령

- 상시 주요관리인자, 주변시설과의 관계, 이상의 원인 및 대처방안 등

### 2.3 단위공정별 운영관리

#### 2.3.1 침사지설비

- 유입하수량의 변동에 따라 유기물 침전방지 대책
- 스크린설비의 운전방법
  - 스크린설비의 협잡물제거 방법
  - 강우초기의 스크린 운전시 주의사항

- 제거된 협잡물의 장외반출 요령
- 제사설비 운전방법
  - 펌프장의 특성에 맞추어 퇴적된 침사제거 방법
  - 강우초기의 제사기 운전시 주의사항
  - 제거된 침사물의 장외반출 요령
- 우천시 침사설비의 침수 방지를 위하여 수위계의 작동여부 및 자동운전 시퀀스 구성여부
- 수문설비는 수문과 프레임이 고착되지 않도록 점검 요령
- 침수 또는 부식성가스 노출에 대비하여 정기적으로 도장

### 2.3.2 유입펌프장 설비

- 펌프정의 수위감시
- 유입하수량의 증감에 따른 유입펌프동의 수위변동을 고려하여 대수제어 및 회전수제어에 의한 펌프운전
- 펌프의 구조, 보수점검
- 유입하수량의 시간적, 계절적 등의 변화에 따른 운전방법
- 펌프의 운전제어방법
- 유입펌프의 운전 시 기동빈도는 6회/h이내가 되도록 기준 점검
- 운전 중의 수충격 현상 방지 및 대책수립
- 수위제어에 의해 운전할 때에는 작동하는 수위 스위치 계통의 정상 작동 여부 점검
- 이상소음 및 진동에 대하여 수시점검
- 전기설비의 접지점검 및 전동기의 절연저항 측정
- 감전압 시동기의 시동시간 점검

### 2.3.3 일차침전지설비

- 기계설비의 일상점검 및 스크제거 장치, 슬러지 수집기, 슬러지펌프, 자동 제어장치 등의 정상작동 점검
- 월류웨어는 이물질이 부착하지 않도록 청소 및 웨어판의 손상유무, 슬러지의 유출유무 점검.
- 침전시간은 생물반응조 및 2차침전지의 운전관리를 고려하여 조절
- 생슬러지 펌프의 자동제어에 의한 인발상태 점검
- 슬러지가 부패하여 부상하였을 때의 대책
- 슬러지가 월류웨어로부터 유출하였을 때의 대책
- 슬러지수집기의 취급점검 방법

- 슬러지수집기의 구조, 제어방법, 슬러지발생량에 따라 운전방법 결정
- 슬러지수집기의 연속운전에 따른 체인이완 상태 및 마모상태 점검
- 리미트스위치 점검
- 전동기, 감속기 베어링부의 발열, 회전상태, 급유상황, 진동, 이상음 점검
- o 스크제거 장치 취급점검 방법
- 스크제거 장치의 작동상태 및 스크 제거 점검
- o 과도한 기동전류가 흐르지 않도록 감전압 기동방식을 선정

#### 2.3.4 생물반응조 설비

- o 포기시간, 송기량의 조절, SV의 측정, 반송슬러지량 및 잉여슬러지량의 조절 등 포기조 관리 요령
- o 활성슬러지의 별킹현상대책
- o 활성슬러지의 부상시의 대책
- o 송풍기의 압력계, 온도계, 전류계 등의 수시점검 및 정상적인 운전여부 점검
- o 송기량으로 DO를 충분히 확보하기 위하여 송풍량의 조절 방법 점검
- o SV, SVI, 슬러지의 성질, 혼합액의 DO, 생물반응조의 유입수 및 유출수의 투시도와 BOD, SS등을 측정하여 운전관리방법 설정
- o 반응조의 DO, MLSS에 비례해서 공기량 및 반송슬러지량의 제어 점검
- o 송풍기 운전시 과도한 기동전류가 흐르지 않도록 감전압 기동방식 선정
- o DO, MLSS 계측기의 정기적인 보정 점검
- o 소포설비의 정상 작동상태 점검
- o 송풍기의 전동기 과전류 보호계전기 설정치 점검
- o 감전압 시동기 시동시간 점검

#### 2.3.5 이차침전지 설비

- o 월류웨어는 이물질이 부착하지 않도록 청소 및 웨어판의 손상유무, 슬러지의 유출유무 점검.
- o 반송슬러지 펌프의 자동제어에 의한 인발상태 점검
- o 침전시간 조절 및 슬러지의 인발량 조절, 포기조의 SV조절, 투시도 측정 등 운전관리 요령
- o 슬러지농도계 정기적인 보정 점검
- o 슬러지의 인발에 따른 인발밸브, 펌프 등의 적절한 운전관리방법
- o 슬러지수집기의 취급점검 방법
- 슬러지수집기의 구조, 제어방법, 슬러지발생량에 따라 운전방법 결정

- 슬러지수집기의 연속운전에 따른 체인이완 상태 및 마모상태 점검
- 리미트 스위치 점검
- 전동기, 감속기 베어링부의 발열, 회전상태, 급유상황, 진동, 이상음 점검

#### 2.3.6 처리수 재이용 설비

- 모래층 또는 자갈층에 수조류, 유분, SS 등이 부착하므로 점검 및 교체
- 여과설비 역세척 주기의 점검
- 역세척 속도, 여과저항 점검
- 용수공급장치의 송출압력 및 작동상태 점검

#### 2.3.7 소독 및 방류설비

- 소독 시 사용되는 약품취급시의 주의사항, 특성, 용도, 보관방법 등을 숙지
- 염소소독 시 유기염소화합물에 대한 2차오염의 여부
- 차아염소산나트륨의 주입방식
- 자외선소독 램프의 작동상태 및 스케일 점검
- 방류구에 설치되는 COD Meter 취급시 주의사항으로는 황산에 증류수를 넣을 때 급격한 반응으로 폭발위험이 있으며, 발열반응으로 화상 우려가 있으니 증류수에 황산을 넣도록하며 보호 장비를 착용

#### 2.3.8 자동유지관리 설비

- 계장설비의 정밀도 및 신뢰성 확보를 위하여 비교·판단의 기준이 되는 보수 점검 방법
- 노후화와 고장발생시 대체할 수 있는 계기 및 예비품의 확보

### 제3장 슬러지 처리시설의 운전 및 관리

#### 3.1 슬러지처리시설관리

- 전체 슬러지처리시설 계통, 주요관리항목, 시운전결과에 따른 각 공정의 일상적 조작요령, 점검사항, 이상원인 및 대처방안 등을 설명한다.

#### 3.2 단위공정별 운영의 기본사항

- 농축조설비, 소화조설비, 소화가스 이용설비, 탈수설비, 용수설비, 소각설비 등
  - 설계기준
  - 설계기초 사양 및 규격과 관리지표 작성
  - 시설설치 회사명, 전화번호
- 목적 및 기능
- 기기별 상세사양 및 기능설명

- 운전방식

- 단위시설의 운전절차, 방법, 계통설명
- 시운전결과에 따른 운영요령 등

- 관리요령

- 상시 주요관리인자, 주변시설과의 관계, 이상의 원인 및 대처 방안 등

3.3 단위공정별 운영관리

3.3.1 농축조 설비

- 기계식 농축기의 작동상태 점검
- 농축슬러지 펌프의 가동시간, 유량계 및 농도계에 의한 연동운전 상태 점검
- 월류웨어는 이물질이 부착하지 않도록 청소 및 웨어판의 손상유무, 슬러지의 유출유무 점검.
- 농축조의 가스발생시의 주의사항
- 투입슬러지의 체류시간 조절방법
- 슬러지의 1일의 인발회수 및 인발량, 인발농도 점검

3.3.2 소화조 설비

- 투입슬러지의 성상, 탱크내의 성상, 소화슬러지 성상, 탈리액의 성상, 소화가스의 성상 측정 점검
- 탱크내의 소화가스 압력확인 및 탱크, 가스배관계통의 누출여부 점검
- 소화조의 방폭관리 요령
- 소화가스의 포집방법
- 온도계, 수위계, 교반기(기계식, 가스식)의 교반상태 점검
- 보일러설비의 작동상태 점검 및 취급시 주의사항
- 보일러 성능검사 준비요령
- 소화조내의 온도를 중온(30~37℃) 또는 고온(50~55℃)인 상태로 일정하게 유지하거나 적절한 온도관리로 소화효율을 양호하게 하기 위하여 소화가스화 해서 슬러지를 감량화 한다.

3.3.3 소화가스 이용설비

- 탈황장치의 건식·습식에 의한 방법
- 열교환기 가용의 적정성

3.3.4 탈수설비

- 벨트프레스기 드럼밀착 및 사행여부 점검
- 벨트콘베이어의 캐리어 로라 및 리턴로라 작동상태 점검
- 원심분리기의 슬러지량의 일정투입 및 오일. 그리스 적정보충 점검

- 약품취급요령, 보관 및 점검
- 유량계 보정 점검
- VWF 자동운전상태 점검
- 투입슬러지 농도로부터 약품의 투입율을 연산하여 슬러지 투입량에 비례한 약품이 투입되도록 약품주입펌프의 회전수속도제어 자동운전 여부 및 정량펌프의 맥동에 의한 유량계의 정확도여부를 확인

### 3.3.5 탈취설비

- 탈취팬의 정상적인 운전여부 및 점검기준
- 충진재 등의 교체주기, 점검방법, 운전상의 문제점 및 대책

### 3.3.6 약품용해 설비

- 약품용해장치의 자동제어에 의한 용해 및 투입시기 설정

## 제4장 전기설비의 운전 및 관리

### 4.1 전기설비의 관리

#### 가.개요

수·변전 및 배전설비, 발전설비 등의 설계개요 및 계통설명

#### 나.일반적 취급

일상적인 숙지사항, 안전수칙, 정전시 대비사항

#### 다.수전 및 정전

수전 개시전, 수전중, 정전시 등의 조치사항 및 일상 점검항목

#### 라.수배전설비

수배전설비, 단로기, 차단기, 변압기 등의 구성 및 동작특성, 조작 유의사항

#### 마.부하설비

부하설비, 전열, 조명, 전화방송, 화재경보설비 등 계통설명

#### 바.보수 및 점검기준

일상점검, 정기점검, 특별점검시의 필요항목 및 요령

## 제5장 계장설비의 운전 및 관리

### 5.1 계장설비의 관리

#### 가.개요

계장설비의 검출 변환장치, 제어장치, 감시장치, 중앙집중감시제어 시스템 및 자동화시스템설비 개요 설명

#### 나.일반적 취급

일상적인 숙지사항, 안전수칙, 정전시 대비사항

다.보수 및 점검기준

각종 계장기기류의 점검기준을 설명한다.

라.장치의 보수점검

① 계장계기

검출변환장치, 유량계, 농도계, 수위계 등의 보수 및 점검요령

② 제어장치

조절부, 조작부, 전송부등을 망라한 컴퓨터 제어부의 보수 및 점검요령

## 5.2 수질연속자동측정기기의 관리

가.개요

수질연속자동측정기기 및 부대시설의 시스템 구축개요 설명

나.일반적 취급

일상적인 숙지사항, 안전수칙, 정전 시 대비사항

다.운영관리절차서

수질연속자동측정기기와 부대시설(유량계, 자동시료채취기, 자료 수집 장치, 중간자료 수집기 등)의 운영관리방법과 절차를 매뉴얼 화

라.정도관리 절차

수질연속자동측정기기의 교정절차와 측정자료 정도관리 절차를 메뉴얼화

마.보수 및 점검기준

수질연속자동측정기기 및 부대시설의 점검기준을 설명한다.

라.수질연속자동측정기기 및 부대시설의 보수점검

수질연속자동측정기기 및 부대시설의 순차별 보수 및 점검요령

## 제6장 관거시설의 유지관리

### 6.1 하수관거

가.개요

나.분류식 설치지역(신규로 개발되는 산업단지, 택지개발단지 및 재개발 사업지역 등)

①배수설비와 공공하수도의 오접합 방지

②하수관거정비계획의 수립

③ 주민 홍보계획 수립

다.기존 시가지의 하수관거 유지관리계획

① 관거정비 사업우선순위 선정을 위한 타당성 조사를 시행



라. 효율적인 하수관거 누수관리 방안

① 처리구역 및 처리 분구 내 블록단위로 설치되는 누수관리 계획에 의해 불명수의 유입, 하수의 누수 등을 모니터링 하여 관거 내의 문제점을 감지하고 관로가 정상적으로 유지관리 될 수 있도록 점검.

② 처리구역 및 처리분구 내 블록단위로 설치되는 하수관거 유지관리시스템에 의해 전송된 유량측정데이터에 의한 하수량변동부하특성, 회귀분석에 의한 하수량 발생함수식의 유도 등 유지관리시스템의 정상가동 및 분석데이터의 보관상황 등을 점검.

③ 정전에 대비한 무정전 전원시설의 점검

마. 공공하수도대장의 관리

바. 하수관거내 토사의 퇴적방지

사. 관거시설의 점검계획

## 6.2 중계펌프장

가. 개요

나. 청천시 운전

다. 우천시 운전

① 분류식 하수도

② 합류식 하수도

라. 중계펌프장 유지관리

- 유입하수량의 변동에 따라 유기물 침전방지 대책
- 스크린설비의 협잡물제거 및 강우초기 운전방법
- 퇴적된 침사물 제거방법, 강우초기 제사기 운전방법 등 제사설비 운전방법
- 우천시 침사설비의 침수 방지를 위하여 수위계의 작동여부 및 자동운전 시퀀스 구성여부
- 수문설비는 수문과 프레임이 고착되지 않도록 점검 요령
- 침수 또는 부식성가스 노출에 대비하여 정기적으로 도장
- 펌프정의 수위감시
- 유입하수량의 증감에 따른 중계펌프장의 수위변동을 고려하여 대수제어 및 회전수제어에 의한 펌프운전
- 펌프의 구조, 보수점검
- 유입하수량의 시간적, 계절적 등의 변화에 따른 운전방법
- 펌프의 운전제어방법
- 중계펌프의 운전 시 기동빈도는 6회/h이내가 되도록 기준 점검

- 운전 중의 수충격 현상 방지 및 대책수립
- 수위제어에 의해 운전할 때에는 작동하는 수위 스위치 계통의 정상 작동 여부 점검
- 이상소음 및 진동에 대하여 수시점검
- 전기설비의 접지점검 및 전동기의 절연저항 측정
- 감전압 시동기의 시동시간 점검

## 제7장 수질관리

- 1)수질관리의 개요 및 목적
- 2)실험실 장비사양 및 취급요령
- 3)수질관리항목 및 기준(시험항목, 횟수, 관리지표 등)
- 4)시료채취(채취방법, 위치, 량, 채취 주의사항 등)
- 5)수질관리요령

## 제8장 안전관리 및 환경보전 관리

### 8.1 안전 및 위생관리

일반적 안전관리요령, 염소 고압가스 등 위험물 취급요령, 위생관리

### 8.2 환경보전관리

방류수질, 취기, 매연, 소음·진동, 부산폐기물 관리요령 및 관계법령상 규제내용 설명

### 8.3 재해대책

자연재해, 정전, 처리장내 사고 시 지휘체계 및 대처요령

## ※ 하수종말처리시설 유지관리계획 실제 적용사례

남양주 가운데지구 하수종말처리장 시설공사 기본 및 실시설계 요약보고서(대한주택공사, 2007.3)에서는 유지관리계획을 다음과 같이 수립하였다.

### 가. 하수관거

#### (1) 하수관거 유지관리 지침

하수관거 시설은 하수도의 근간을 이루고 있으며 동시에 하수처리장의 운전 에 밀접한 관계가 있으므로 시설의 실태를 충분히 파악하여 체계적으로 유지 관리를 하여야 한다. 종래의 유지관리는 시설에 이상이 발생하여 기능이 정 지된 최악의 상황에서 실시되는 경우가 많았다. 그러나 유지관리의 목적을 달성하기 위해서는 시설의 예방적 보전을 포함한 계획적인 유지관리가 필요 하며 시설을 최대한 효과적으로 이용하기 위해서는 체계적인 유지관리가 절 실히 요구된다.

#### ◦관거시설의 관리

-각종 관리시설의 유지관리, 작업일지, 기록부를 작성하여 관리한다.

#### ◦점검

-정기점검 : 관거는 년1회 이상, 부속시설은 월1회 이상

-임시점검 : 하수도시설은 재해발생이나 타 공사로 인한 훼손이 있는 경우 수시로 점검

#### ◦청소 및 준설

-관거는 2년에 1회 이상 우수토실은 2주에 1회 이상 실시하는 것이 바람직 하다.

#### ◦하수관거의 조사

##### -조사방법

·육안조사 : 맨홀 및 우수토실, 기타 부속시설의 유지상태, D800mm이상 관거 의 유지상태

·기계기구에 의한 조사 : D800mm미만 관거의 유지상태, 육안식별이 어려운 관거 내부의 상태 파악

-CCTV조사 : 기존관거의 내부 상황을 파악하는 방법으로서 최근 사용이 증가 하고 있다. 지상에서 조작성이 가능한 CCTV카메라 탑재차를 관거 내부에 투입

하고 지상에서 조작성이 가능한 CCTV카메라 탑재차를 관거 내부에 투입하고 지상에 설치한 모니터에서 관의 파손, 파열, 침입수, 이음부, 연결관 등의 상태를 비디오로 연속 촬영하는 시스템이다.

나. 하수종말처리시설

(1) 운영관리조직 구성

(가) 남양주시 하수처리 관련 하수과 기구 및 조직

남양주시 하수과는 하수과장 아래 5개 팀-하수기획팀, 하수정비팀, 환경시설팀, 수처리팀, 설비지원팀-으로 구성되어 있으며, 수처리팀과 설비지원팀이 화도하수처리장(25,000톤/일)을 운영하고 있다.

(나) 운영방안 및 유지관리조직

하수처리과 와 설비지원팀에서 가운하수처리장을 포함

(2) 유지관리 인원계획

국내 하수처리장 운영 결과 분석 자료, 운영관리 실태분석 자료 및 국내외 관련 문헌자료를 이용하여 가운하수처리장(Q=4,000톤/일)에 필요한 유지관리 인원을 비교한 결과는 다음과 같다.

소요인원 검토결과

구분		합수식	소요인원	비고
국내	실적 1	1.96·Q	8	2002년 환경부
	실적 2	2.24·Q	9	2004년 환경부
	실적 3	1.49·Q	6	2004년 환경부
	실적 4	1.74·Q	7	2005년 환경부
	건교부 및 환경부자료	0.230·Q <sup>0.469</sup>	12	하수도정책방향연구,1998
	표준 운영 인력	0.218·Q <sup>0.4729</sup>	12	1996년 환경부
일본	참고문헌	0.269·Q <sup>0.463</sup>	13	
	조사자료-처리장전체	0.090·Q <sup>0.572</sup>	11	도시 2개 이상처리장인 경우
	-단독처리장	0.230·Q <sup>0.469</sup>	12	도시 1개 처리장이 있는 경우
미국	WPCF자료	0.086·Q <sup>0.522</sup>	7	
	EPA자료	0.012·Q <sup>0.679</sup>	4	
	IBRD자료	0.050·Q <sup>0.575</sup>	6	

가운하수처리장의 유지관리 인원은 2004년도 운영실적에 의한 시설용량 4,000톤/일에 대하여 7인이 필요하나 통합관리를 고려하여 사업소장 1인을 제외한 6인으로 계획하였다.

(3) 유지관리비

가운 하수처리장의 유지관리비 산정결과를 다음 표에 나타냈다.

가운하수처리장 유지관리비

구분	단가(원)	사용량	금액(원/년)
1. 전력비			90,926,712[19.8%]
1)계약전력비	5,070원/kW	300kW/월	18,252,000
2)사용전력비	46.09원/kWh	4,320kWh/일	72,674,712
2. 상하수도 사용료			851,500[0.2%]
1)상수도 사용료	19,250원/월	12개월/년	231,000
2)상하도사용료	850원/m <sup>3</sup>	730m <sup>3</sup> /년	620,500
3. 연료비			9,057,840[2.0%]
1)경유(유입/방류 엔진)	1,034원/ℓ	8,760ℓ/년	9,057,840
4. 약품비			96,598,718[21.1%]
1)폴리머	6,000원/kg	7.0kg/일	15,432,897
2)폴리철	120원/kg	70.5kg/일	3,086,579
3)alum(8%)	120원/kg	293.7kg/일	12,863,140
4)NaOH(50%)	220원/kg	46.8kg/일	3,758,040
5)메탄올(50%)	520원/kg	323.8kg/일	61,458,061
5. 경상비			175,517,280[38.2%]
1)인건비	24,377,400원/인	6인	146,264,400
2)사무용품 및 경상비	1식	인건비 20%	29,252,880
6. 유지보수비			30,470,000[6.6%]
1)토목, 건축, 조경	1식		5,170,000
2)기계 전기	1식		25,300,000
7. 계약처분비	50,000원/m <sup>3</sup>	3m <sup>3</sup> /일	55,535,048[21.1%]
계			<b>458,957,098</b>

◦ 참고자료

- 수처리방식 : NPR공법-여과-소독
- 슬러지처리방식 : 기계식 농축 탈수
- 하수배제방식 : 분류식
- 사업비: 18,845백만원[ 유지관리비/사업비=2.3%,유지관리비/공사비=4.2%]

(4) 운전관리 사항

하수도의 유지관리는 관로시설, 펌프장시설, 처리장시설 등의 시설을 그 목적에 맞도록 활용하여 그 기능이 충분히 발휘될 수 있도록 조정하고 하수를 지체 없이 배제함과 동시에 적정하고 경제적으로 하수를 처리하여 방류수의 수질을 상시 양호한 상태를 유지할 수 있도록 관리해야 한다.

(가) 유지보수계획

① 일반 유지관리 계획

구분		점검사항	비고
기간별 점검계획	일일점검	-업무일지 및 주요 기기리스트 점검카드 활용	
	정기점검	-주간 및 월간 점검계획서 작성 활용	
	수시점검	-안전관리 절차서 및 비상사태 발생후 점검	
공중별 점검내용	토목 및 건축 구조물, 조경, 주민친화 시설	-구조물 및 건축물 등의 일상점검, 사무실화장실 등의 점검일보 작성 -구조물 난간, 사다리, 기타 맨홀 등 안전관리 시설 정기 검사 -기타조경시설의 관리계획 수립	점검내용의 database화로 digital 관리체계 구축
	기계설비	-기계설비 고장수리, 부품교체, 오일교환 및 주유작업	
	전기계장설비	-관계법령에 의거 유자격자 배치 -수변전설비 중앙감시 및 제어설비, 일상관리 및 일보작성 -조명설비 고장수리, 부품교체 작업 -현장 계측기류 일상관리 및 감도상태 점검	
	시설물 안전진단	-자체 안전검사 계획수립(월간,분기별,반기별) -전기안전점검(한국전기안전공사)-1회/2년 -시설물안전진단(시설물안전기술공단)-1회/3년 -기계류 안전검사(산업안전관리공단)-1회/3년 -기술진단(전문기관)-1회/5년	
	처리공정	-유입수, 반응조, 처리수의 수량 및 수질 -처리시설 내 수위 및 약품탱크 액위 상태 -배관상태 및 누수여부 점검	

② 토목·건축시설물 유지보수 계획

점검항목		점검내용	점검주기
구조	기초	-균열, 변형, 손상 또는 침하의 유무 -지반면에 대한 구조물의 침하 또는 들뜸의 유무	3년 이내
	기둥, 보, 벽, 바닥	-구조물의 균열, 철근노출, 박리, 누수, 백화, 이상처짐 및 변형, 침식마모에 대한 조사	3년 이내
	강구조물	-내하능력의 상태, 받침의 청결, 부착, 기능, 부등침하의 상태(주로 연속보), 볼트 및 용접부의 결함, 도막의 손산과 강제너 부식상태	구조부: 3년 이내 마감부: 1년 이내
	지하수위 관측공	-지하수의 오염도 관측에 의한 수처리 구조물 누수상태 파악, 시설물 보수대책의 수립	1회/월
마감	바닥	-마감재의 균열, 부상, 들뜸, 녹, 마모, 열화 또는 결로의 유무 -방수층의 방수성 불량유무 -바닥 피트내의 균열 누수 결로의 유무, 배수	1년 이내
	계단	-마감재의 균열, 누수, 결로의 유무, 배수 -논 스템의 변형, 마모, 손상의 유무, 설치상태	1년 이내
	벽	-실링제의 균열 또는 열화의 유무 -금속제의 변형, 균열, 부식, 도장의 열화 유무, 설치상태 -마감재의 균열, 부상, 들뜸, 녹 부식	내부: 3년 이내 외부: 1년 이내
	천정	-마감재의 균열, 변형, 부상, 들뜸, 녹, 부식, 결로, 도장의 열화 혹은 우수 침입의 유무 또는 설치상태 -금속재료의 변형, 녹, 혹은 도장의 열화유무와 설치상태 -커텐박스 및 천장 점검구의 변형, 손상, 녹, 부지 혹은 도장의 열화 또는 설치상태	내부: 1년 이내 외부: 2년 이내

③ 기계설비 유지보수 계획

기기류	일상점검	월간점검	년간점검
펌프류	-이상소음 및 진동여부 -베어링 온도상태 -누수상태(패킹) -압력계/전력계 지침 -축이음 고무상태	-누수 또는 교환부품 -패킹의 마모상태 -배관상태 -접수부 방식 -배선상태 -축이음 정렬 -회전부 윤활 -계측기 작동	-베어링 분해 청소 -프레임의 베어링, 윤활유 점검 -라이너 링 점검 -축이음 점검 및 교환
송풍기	-누유 -이상 음 유무 -전류 -토출온도, 압력	-오일점검 후 교환 -사용압력에 따른 송풍량 -흡입필터의 점검	-베어링 마모 점검 -진동상태 점검 -열교환판 스케일 제거
교반기	-모터 전류치 및 온도상태, 교반상황 -소음발생	-절연저항 측정치	-오일점검과 교환
콘베이어류	-회전방향 점검 -Roller회전상태 -볼트 조임 상태	-벨트장력 -오일주입 -전동기 회전(소음)	-도장상태 -베어링 마모상태 -지지대 상태
약품설비	-용해수 공급상태 -약액탱크 액량 -약품공급기 상태	-약액누설 여부 -약품보관량 확인	-약품공급기 분해 청소
농축탈수기	-누유상태 -회전부의 이상소음 -메인베어링 온도 -구동기 모터 전력요구량	-탈수기 자동제어 점검 -슬러지 공급량 유량계 청소	-베어링 마모 상태 점검 -현장계기 상태 점검 -구동부 소음, 진동, 발열 등 점검

④ 전기·계장설비 유지보수 계획

가) 설비별 점검계획

구분	점검사항
분산 제어 시스템	-설비구입 시 제작자와 정기유지보수에 대하여 계약 후 제작사측과 연1회 정기적인 설비점검을 실시
현장 계측기	-내구성이 우수한 제품을 선정하여 고장발생이 최소화 되도록 하고 6개월 단위로 설치 및 운전 상태를 점검하고 교정 작업을 실시
수질 분석계	-자동세정장치를 부착하고 각종 시약이 공급될 경우는 시약교체시 마다 현장관리자에 의해 수작업으로 전극세척 및 점검 실시



㉔ 장비별 보유율(자재구입 시 함께 구입)

구분	장비	예비품 및 소모품 확보율
전기설비	-전동기 제어반	-설치unit의 20% 예비unit 설치
	-MCCB, M/C, Relay	-설치량의 20% 예비
	-수배전반용 Lamp, Switch	-설치량의 20% 예비
계장설비	-Arrester	-설치량의 10% 예비
	-PLC I/O Card	-설치량의 20% 예비
	-Control system	-설치량의 20% 예비
	-분석계 소모품	-1년분
	-현장계측기 예비품	-3년분

(나) 비상시 운영방안

① 사고유형별 조치계획

구분	사고유형	조치계획
일상 사고	-시설물 및 처리공정에 영향을 주지 않는 고장	-소장에게 구두보고 -유지관리정보시스템에 기록보관
주요 사고	-시설물 및 근무자의 손상 -처리효율의 저하	-응급조치 수행 및 소장에게 보고 -상세보고서 작성 및 관련기관에 제출
중대 사고	-근무자 생명에 위해한 사고 -장기간 운전 및 지역주민에 영향을 주는 사고	-소장에게 보고 및 재해복구반 기동 -관련기관에 보고 및 긴급조치

② 비상상황 대응조치 계획

구분	대응계획
화재 신고	-소방법에 의한 소방계획 -소방훈련기준 등 수립시행 -각 팀간 업무협의 등 일반적인 행정사항은 방화관리자가 총괄하여 즉각 대응체계 구축 -화기단속 책임자를 지정하여 화재예방 활동강화
정전 사고	-정전사고대비 비상대응절차서 작성 -정전상황별 발생상황과 근무요령 교육실시 -비상정전 및 복구 시 공정별 정상가동 순서 요령 숙지
수질 사고	-독성물질 유입과 오염도 급상승에 대한 절차서 작성 -유입차단과 약품투입에 의한 공정 안정화 -관로의 수질분석을 통한 유출원인 추적 및 추가 유입차단
안전 사고	-위험방지 : 안전 커버 및 전기제어반에 대한 안전장치 구비 -건강장해방지 : 악취·소음 진동방지 대책 구비 -안전조치 : 장비, 관리 공간, 도로, 배관, 동선계획 및 기타 안전시설구비 -산업재해방지 : 지속적인 교육 및 안전장치 구비

(5) 하수도 시설의 통합운영관리 계획

통합운영관리를 위해서는 주 처리장과 각 단위처리장간에 원격감시제어 시스템의 구축이 필요하며 이에 따른 세부사항은 다음과 같다.

- 주처리시설 중앙제어실에 단위처리장 전산장비 및 중앙감시반 설치 공간 확보
- 전산통신망 확보(수질감시 측정계측기 및 제어설비)
- ISP 및 WEB기반 게이트웨이 서버시스템
- 자료구축 및 세부 공정관리를 위한 data base운용체계 구축
- 향온·향습 등의 설비 최소화를 위해 중앙제어실 용도별 구획

각 처리장별로 구축된 시스템을 인터넷 등 통신기술을 이용하여 원거리에 위치한 주 처리장 제어실로 연결하여 운용한다. 원격무인감시시스템의 구축을 통하여 하수처리장 공정상의 각종 현장계측기에서 얻어진 수 처리 운전정보는 중앙제어실의 컴퓨터가 수집 분석하여 최적의 운전 상태로 관리하도록 제어한다.

- 감시기능 : 각종 계측기에 의한 수질분석, 가동, 정지 등 운전상황
- 제어기능 : 수집된 자료를 분석하여 공정별 적정운전을 지시하는 제어기능
- 운전기록기능 : 각종 계측데이터(유량, 수질 등), 시설가동상황 등 기록

**부록6 : 자문 및 평가위원의 의견 반영내역서**

**1. 1차년도(2007년)**

**가. 자문 및 실무평가 위원**

구 분	일 자	자문위원	비고
착수세미나	2007.6.5	조래청(농림부 담당사무관) 이동수 팀장(환경관리공단) 문유리 박사(한국환경정책평가연구원) 김호일 팀장(한국농촌공사 수자원관리처)	
중간검토회의	2007.8.29	박재수(농림부 담당사무관) 이동수 팀장(환경관리공단) 구승모 교수(충남대학교) 김호일 팀장(본사 수자원관리처)	
결과발표회	2007.10.26	박재수(농림부 담당사무관) 최동환 실장, 정인영 소장 김상필 소장, 임중완 소장	실무평가위원

**나. 의견 반영내역서**

**1) 착수세미나**

자문 및 평가위원 의견		반영내용	
No	주요 의견 내용	(○,×)	반영내용 및 미반영시 사유를 구체적 기술
1	집중호우시 수역에 특성에 따른 수질개선 대안 제시 요구 됨	○	수질개선공법 선정시 고려사항으로 수역 특성별, 강우초기 비점오염물질처리를 위한 처리기법에 대하여 대안평가 시 반영
2	유럽사례를 조사 분석하는 것이 좋을 것이며 경제성 분석시 민감도분석을 수행하기 바람	○	1차 년도에는 일본사례를 중심으로 사례 수집 분석하고, 비용편익분석 민감도분석은 2차년도 계획에 반영할 예정
3	사업시행단계별 사업시행체계 정립 및 사업비 지원규모 지원 방법 연구필요	○	시행체계정립 시 조사설계 품질향상을 위한 방안제시, 사업시행전후 평가시스템 도입, 사업비 재원의 다양화 지원체계 분석을 검토
4	마을하수도정비 방법 등 사업 참여 방안 포함	○	환경사업 및 타 농업기반조성사업과 연계시행으로 사업효과 제고 및 사업범위 확대에 대한 검토를 시행체계 정립에 포함
5	경제성 분석에 계층분석방법을 제시하였는데 특징을 제시하고 수질개선대책 대안평가에 적절한 방법인지 전문가 자문회의를 검토하는 것이 좋을 것으로 판단 됨	○	공법 경제 분석과 사업시행 타당성 확보를 위한 경제성 분석에 대하여 종합적으로 분석

2) 중간검토회의

자문 및 평가위원 의견		반영내용	
No	주요 의견 내용	반영 여부 (○,×)	반영내용 및 미반영시 사유를 구체적으로 기술
1	현재 추진체계의 문제점이 무엇인지, 다른 사업의 추진체계의 장점은 무엇인지 등을 분석하여 수질개선사업의 추진체계를 정립하기 바람	○	먼저 기존 농업용수 수질개선사업 추진체계상의 문제점을 파악하고, 다른 사업의 장점을 감안하여 농업용 저수지와 담수호 수질개선사업 추진체계를 정립
2	대안평가부분에서는 목표수질을 달성하기 위한 여러 가지 공법을 선정하고, 공사비를 산정하는 방법을 제시하면 몇 가지 대안 중에서 가장 싸게 사업을 할 수 있는 공법을 선정하면 됨. 따라서 건설비와 유지관리비를 산정하는 방법을 제시하기 바람, 실제 설계를 하면서 공사비를 산정하기 바람	○	기존설계사례 및 자료를 바탕으로 공중별 공사비 및 유지관리비 산정방법을 제시
3	해외사례가 일본의 경우에 편중되어 있는 느낌인데, AHP, CVM 등 외에 요즘 update된 방법이 있는지 조사하여 제시할 필요가 있음	○	외국의 CVM사례를 부분적으로 추가하고, AHP방법은 연구범위에서 제외
4	지금의 조사·설계 매뉴얼은 21개 공법을 나열하는 형식으로 되어 있는데, 공사를 위해서는 몇 가지 대안 예를 들어 1-1, 1-2, ...안 등을 제시하고 이들 중에서 현지 여건에 따라 최적의 조합을 제시할 수 있도록 연구 필요	○	실무자들이 쉽게 이용할 수 있도록 대안을 세우고 이 중에서 최적의 대안을 선정하는 체계로 구성
5	댐, 하천 등 다른 수원지를 대상으로 시행된 수질개선대책 사례와 일본의 농촌지역 수질보전대책사업 등의 추진체계 등을 조사하여 장단점 등을 분석하여 강점이 있는 부분을 인용하거나, 체계를 제시할 필요가 있음	○	국내의 다른 사례의 장단점을 분석하여 체계를 제시

부록6. 자문 및 평가위원의 의견 반영내역서

자문 및 평가위원 의견		반영내용	
No	주요 의견 내용	반영 여부 (○×)	반영내용 및 미반영시 사유를 구체적으로 기술
6	저수지나 유입부 처리에는 적절하지 않은 공법이므로 저수지나 유입부 처리에 적절한 공법에 대한 평가기법을 제시해야 함	○	저수지 및 유입하천을 대상으로 한 처리방법에 대한 평가방법을 제시
7	사업추진체계 정립과 병행 검토된 사업비 지원체계 관련 사항은 현재 농업기반정비사업비 지원방식(조사설계-사업비를 일괄하여 농특회계로 지원, 조사설계비는 농특회계로 사업비는 균특회계로 지원 등)에 대한 장단점 등을 분석하고, 단계별 전략 제시 필요	○	추진체계는 농업기반정비사업의 장단점을 분석하여 농업용수 수질개선 추진체계를 제시
8	시설설치 후 예산이 없어 많은 지자체에서 유지관리가 되지 않고 방치되는 경우가 있는데 대안을 제시할 때에는 유지관리비 반영방안을 제시할 필요가 있음	○	유지관리비 반영방안을 2차 년도에 제시-농업기반시설 유지관리 사업비에 수질개선시설 유지관리비목 설정 방법 등
9	민자 유치의 경우 이윤이 있어야 가능함, 농촌하천정화사업, 수질개선사업 등은 공익적인 면이 강하기 때문에 대부분 국고로 수행되고 있으므로 민자 유치 부분은 신중하게 검토되어야 함	○	농촌지역 수질개선 등은 수익이 크지 않기 때문에 민자 유치가 어려운 면이 있으므로 본 연구에서 논외로 함
10	사업의 범위 설정은 우선 저수지 등 농업용수원의 호 내 대책에 중심을 두되, 중장기 환경기초시설 설치방안 등 연계지원 사업 등을 제시함으로써 시설관리자 및 지역주민들의 적극적이고 능동적인 참여 유도 필요	○	사업범위는 저수지 및 담수호와 같은 농업용수원을 중심으로 하고, 구체적인 주민 참여방법은 2차년도 연구에 포함
11	농업용수 수질개선사업을 체계적이고 효율적으로 추진과 사업 활성화를 위한 연구 과제로서 성공적인 연구를 위해서는 수질개선사업의 추진체계와 종합적인 대안평가기법을 단순명료하게 정립·제시해야 함	○	추진체계와 종합적인 대안평가기법을 단순·명료하게 정립·제시
12	수질개선사업의 법적제도적 문제점, 수질개선 공법종류특성분석, 공법선정방안, 공사비산정방법에 대한 연구가 부족하므로 이에 대한 보완이 필요함	○	부족한 부분을 보완

3) 결과발표회

자문 및 평가위원 의견		반영내용	
No	주요 의견 내용	반영 여부 (○,×)	반영내용 및 미반영시 구체적 사유 기술
1	- 현행 농업용수 수질개선사업 추진체계상의 문제점 분석 및 개선방안 제시필요	○	- 농어촌정비법에 근거한 수질개선사업 추진상의 문제점을 분석제시하고, 타 사업과 비교분석하여 개선방안을 제시
2	- 농업용수 수질개선사업 시행시 고려해야할 환경관련법령에 대하여 조사분석 필요	○	- 수질개선사업 시행 시 고려해야 할 환경영향평가 등 환경관련법령에 대하여 분석하여 제시하겠음
3	- 공사비 산출시에도 타사업과 비교하여 시사점과 도입시 유리한 점 기술필요	○	- 타사업과 비교하여 공사비 산출하고 시사점 및 장점을 기술하겠음
4	-기본계획단계에서 환경영향평가, 오염총량관리제, 재해영향평가, 문화재지표조사 등의 이행절차 검토필요	○	-환경성 검토(오염총량관리제),재해영향평가, 문화재지표조사 등 타 법률에 규정된 사항을 기본계획에서 종합 판단하는 것이 타당 함
5	-심의회, 주민의견수렴, 환경성평가 등의 도입방안 제시 필요	○	-주민의견수렴 및 기본조사지구 선정 심의, 세부설계 심의 절차 반영
6	-공사비뿐만 아니라 유지관리방안(농업기발시설 유지관리비에 포함시키는 방안 등)도 제시할 필요	○	- 유지관리방법 및 비용 확보방안은 2차년도 연구계획에 반영
7	-호내 대책과 상류 유역대책의 연계 방안	○	-최종 보고서 수질개선공법 분류 및 선정원칙에 반영
8	-자연정화공법외의 대책은?	○	-자연처리법과 인공처리법으로 분류할 수 있으며, 농업용수 수질개선 조사·설계 매뉴얼 상세히 기술 되어 있음
9	-비용계산 시 호소대책 위주로 기술	○	-호소수질개선 기술이라도 유입수 처리방법은 하천자연처리공법이 도입될 수 있으므로 하천과 연계한 처리공법으로 제시한 것임
10	-현행과 대비하여 제시	○	-현행 일반적인 농업기반정비사업과 준하여 시행하고 있으며 추진체계개선안을 제시

2. 2차년도(2007년)

가. 연구 자문위원

구 분	일 자	자문위원	비 고
착수세미나	6월5일	박재수(농림수산식품부) 이재성(한국과학기술원) 전만식(강원발전연구원) 김호일(수자원관리처)	담당관
중간검토회의	9월1일	이동수(환경관리공단) 전만식(강원발전연구원) 김호일(수자원관리처)	

나. 자문의견 및 반영내역서

1) 착수세미나

자문위원 의견		반영내용	
1	사업추진 과정에서 사전환경성 검토, 문화재지표조사 등 타 법률에 규정된 조사분석평가의 필요성, 절차,비용 등 의견제시	○	환경성분석의 전략영향평가제에 따른 검토
2	수질개선대책시설별 사업비 적산 내용 검토	○	공사비 적산-실적공사비
3	사업준공 후 수질개선대책시설의 운영 등 유지관리에 소요되는 비용확보 방안 검토	○	농업용수 수질개선 사업 유지관리계획
4	사업단계별 주민참여 범위와 형태, 주민지원 방안 연구	○	농업용수 수질개선사업의 주민참여 방안

2) 중간검토회의

자문위원 의견		반영내용
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>추진체계에서 시운전시 고려사항은 본 연구에서 꼭 다루어야 하는 내용인지? 본 연구의 흐름과는 별 상관이 없으므로 부득으로 제시하는 것은 어떨지?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 농업용수 수질개선 정화시설 시운전은 사후관리 및 시공의 질 향상을 위하여 필요한 공정임</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>건설신기술 및 환경신기술 심사기준을 본 연구에 어떻게 적용할 것인지?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국내의 환경관련 신기술 관련 제도 소개는 향후 농업용수 수질개선 정립을 위한 것임</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>공사비 및 유지관리비를 접촉산화공법, 습지 여상법, 하수처리장에 대해서만 기술하였는데, 본 연구에서 하수처리장은 고려 대상은 아닌 것으로 판단</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 하천수질정화공법 비용평가 사례, 하수처리 공법 및 처리단가 비교는 대비를 위한 자료 임</li> </ul>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>농업용수 수질개선대책 추진체계(시안)에 대하여 착수세미나 이후에 의견수렴절차를 거쳤는지? 거치지 않았다면 전문가의 의견을 수렴하여 최종안을 제시하기 바람</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 전자메일(2008. 9.23)로 실무자 의견 수렴</li> </ul>



■ 공동연구 참여내역

분야별 공동연구 참여내역

구 분	연구항목	한국농촌공사			용역기관		
		년차	부서명	성명	년차	기관명	성명
관리	농업용수 수질 개선공법의 종류 및 기술적 특성 분석	1년차	농어촌 연구원	이승헌 김형중			
		2년차	농어촌 연구원	김형중			
공동	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 농업용수 수질 개선대책 추진체계 정립</li> <li>○ 수질 개선대책 대안 평가기법 정립</li> </ul>	1년차			1년차	농어촌 환경기술 연구소	윤경섭 변양석 권상필 김중기 김계현 이광식
		2년차			2년차	농어촌 환경기술 연구소	권상필 윤경섭 김중기 최우현



## 주 의

1. 이 보고서는 농림수산식품부로부터 연구비를 지원받아 한국농촌공사 농어촌연구원에서 수행한 연구보고서입니다.
2. 이 보고서의 내용은 한국농촌공사 농어촌연구원의 공식견해와 반드시 일치하는 것은 아닙니다.

### ■ 발 행 처

농업용수 수질개선 대책 추진체계 정립 및 대안 평가기법 연구(최종)

발 행	2008. 12
발행인	임 중 완
발행처	한국농촌공사 농어촌연구원
주 소	경기도 안산시 상록구 사동 1031-7번지
	전 화 031 - 400 - 1822
	FAX 031 - 409 - 6055

- 이 책의 내용을 무단 전재하거나 복사하면 법에 저촉됩니다.  
단, 이 책의 출처를 명시하면 인용이 가능합니다.