



기술정보

농업용수 수질개선 조사·설계 매뉴얼 소개

장정렬* · 배요섭**

1. 머리말

지금까지의 농업용수 관리는 질적 관리보다는 양적 관리에 치중하여 왔으나 최근 들어 안전농산물 생산과 농촌자원의 효율적인 이용을 위한 수질관리의 중요성을 재인식하면서 수량확보와 함께 효율적인 물배분과 생·공용수, 환경용수를 포함한 지역용수로서 안정적인 물공급과 깨끗한 수자원 확보에 주안점을 두고 있다.

그러나 농촌지역은 도시화와 산업화에 따른 생활하수 및 공장폐수의 발생량 증가, 축산시설 및 각종 위락시설의 증가, 환경기초시설의 부족 등에 의하여 수질이 점차 나빠지고 있으며, 근래에는 강우시 유출되는 비점오염물질이 공공수역의 수질관리에 중요한 오염원으로 부각되고 있다. 특히, 유역으로부터 배출되는 오염물질이 집적되는 저수지나 담수호의 수

질이 오염되는 추세로서 정부에서는 본격적인 수질개선대책을 추진하고자 종합적인 마스터플랜을 수립하고 있다.

앞으로 저수지 및 담수호의 수질개선사업이 전국적으로 확대될 전망이지만 현재까지 소수의 몇몇 시설별로 대책이 진행되어 왔기 때문에 수질개선사업에 대한 표준화되고 체계화된 조사나 설계방법이 제시되지 못한 실정이며, 사업시행체계도 정립되지 않은 상태라고 볼 수 있다. 또한 수질개선대책 수립을 위해서는 수질을 중심으로 한 생태, 퇴적물, 수리수문, 토목 등 다양한 전문분야가 수반되어야 하는 다양성을 가지고 있으며, 특히 환경분야와 토목분야의 이해가 사업성공의 중요한 과제라고 볼 수 있다. 따라서 앞으로 중요한 사업개척 분야인 농업용수 수질개선사업의 성공을 위해서는 체계적이고 표준화된 사업시행 절차가

* 한국농촌공사 농어촌연구원 책임연구원(wgdong@ekr.or.kr)

** 한국농촌공사 농어촌연구원 연구원(paeyo@ekr.or.kr)



그림 1. 농업용수 수질개선 조사·설계 매뉴얼 작성범위

요구되어 「농업용수 수질개선 조사설계 매뉴얼」이 작성되게 되었으며, 실제 사용자인 실무부서의 의견수렴과 대내외 전문가 자문을 거쳐 최종적으로 발간되게 되었다.

2. 매뉴얼의 목적 및 적용범위

본 매뉴얼의 목적에는 넓게는 농업용수 수질개선사업의 기본방향을 제시함과 동시에 사업계획 수립시 검토하여야 할 전반적인 사항을 정함으로써 업무의 표준화를 기하는데 있으며, 좁게는 수질, 퇴적물, 생태 등 각 전문분야별 조사요령과 목표수질 달성을 위한 부문별 계획수립 및 주요 수질개선 공법에 대한 설계요령을 제시하는 데 있다.

본 매뉴얼의 적용범위는 농업용수 수질개선사업 기본계획 수립 단계에 활용할 수 있다. 농업용수 수질개선 방법은 오염물질의 종류, 오염의 형태, 대상시설 규모, 적용기술의 안정성, 지역의 특수성, 전문분야의 다양성, 환경과의 조화 등의 조건에 따라 매우 광범위 할 수 있으므로 본 매뉴얼의 적용범위는 제한적일 수 있다. 사업대상 지구의 오염특성과 여건 등에 따라 특수한 수질개선 방법이 필요할 경우에는 새로운 기술이나 기법의 적용도 가능하며 이러한 경우에는 전문가의 자문 등에 의하여 도입을 검토하여야 한다. 매뉴얼 내용 중에서 참고문헌이 제시되면 필히, 참고문헌을 찾아 구체적인 이론과 계수 등을 확인하여 적용하여야 한다. 본



그림 2. 기본조사 및 세부설계 주요내용

매뉴얼의 작성범위는 그림 1과 같다. 그림 2는 농업용수 수질개선사업의 단계별 주요 내용 및 절차를 나타낸 것이다.

3. 매뉴얼 구성

본 매뉴얼은 제1장 총론, 제2장 조사, 제3장 계획, 제4장 설계, 부록편으로 구성하였다. 총론은 매뉴얼의 작성목적, 활용범위 및 주의사항과 매뉴얼에 수록된 중

요용어의 정의, 농업용수 수질개선사업 시행절차와 사업단계별 주요 내용으로 구성되어 있다. 조사편의 내용은 농업용수 수질개선사업 계획수립에 필요한 전문분야별 조사계획수립, 조사항목, 조사방법, 각 사업단계와 사업 규모별 조사분야 및 요구수준에 대하여 기술하였다. 계획편은 수질개선사업을 위한 계획의 기본구상, 수질오염특성 분석, 수질개선공법 선정, 수질개선 대안 설정 및 수질예측, 유지관

리에 대한 내용으로 구성되어 있다. 설계면에서는 수질개선공법을 정화원리에 따라 물리·화학적 방법, 생물학적 방법, 기타의 방법으로 분류하여 각 공법의 정화원리, 적용대상에 대하여 약술하고 각 공법의 주요 특성에 대하여 요약하여 기술하였다. 또한 공법별 기본 설계요령으로서 농업용수 수질개선사업에서 주로 적용될 것으로 판단되는 20개의 수질개선 공법에 대하여 각각의 정화원리와 특징, 설계요령, 적용사례로 구성하여 기술하였다. 공법별 기본설계 요령에서는 기본요건, 설계제원, 정화효과, 시공 및 유지관리, 유의사항으로 분류하여 반드시 필요한 사항에 대해서만 요약하여 정리하였다. 부록편은 Flow-Diagram을 이용한 수질평가 방법, 오염물질 발생·배출부하량 산정요령, 수질보전 대책 사례 등 본문에서 언급된 내용 중 세부적으로 언급할 사항들과 사례 등을 기술하여 조사·설계자의 이해를 돕고자 하였다.

가. 조사

1) 조사의 목적

오염된 수역의 수질개선사업을 계획적으로 추진하기 위해 대상지역의 특성, 수질환경 실태 파악을 통하여 공간구조와

개선사항을 점검하고 이 자료를 토대로 장래 수질변화를 예측하기 위한 기초자료 획득을 목적으로 한다.

2) 조사의 기본원칙

조사는 현장조사와 자료조사를 병행되, 관련 지역 개발계획과 연계토록하고 필요한 경우 조사결과를 Data-base화하여 관리한다. 한 분야의 조사는 다른 분야의 조사결과와 해석에 이용될 수 있으며, 전반적인 수질환경 해석에 도움을 줄 수 있다. 예로서 수질자료의 해석에는 물리화학적 요인 외에 생물자료의 조사결과가 필요한 경우가 많으며, 특히 수질모델링에는 기상자료, 유량 등 여러 분야의 자료가 모두 필요하다. 그러므로 가능한 한 자료가 상호 보완적으로 해석에 활용될 수 있도록 조사계획을 수립하여야 한다.

3) 조사의 개요

조사는 문헌 및 자료조사, 현장조사로 이루어진다. 문헌 및 자료조사는 당해연도를 중심으로 조사하고 목표연도의 자료는 관련계획 또는 과거 자료로부터 추정하여 활용하되 근거 또는 계산방법을 명기한다. 현장조사는 조사목적에 부합되게 조사항목, 조사지점, 조사 빈도를 조



정하여 조사계획을 수립한다. 특히 수질
정화시설 도입을 위해서는 시설별 설계
요소를 충족할 수 있도록 조사계획을 수
립하여야 하며, 시설운영 단계에서도 수
처리 효율이 안정적으로 확보되는지를
확인하기 위한 모니터링 계획을 포함하
는 것이 바람직하다. 또한 조사항목이 중
복 또는 누락되지 않도록 합리적으로 계
획되어야 한다.

4) 조사 방법

현황조사는 각종 문헌이나 통계자료,
현지조사 등의 방법을 고루 사용하되, 문
헌이나 통계자료를 조사한 후 현지조사,
주민의향조사 등을 통하여 검증함으로써
조사 자료의 신뢰도를 높여야 한다. 다른
법령의 규정 또는 공공기관에 의하여 이
미 조사된 공식적인 자료가 있을 때에는
이를 활용할 수 있다. 이 경우 1년 이내
의 자료를 수집하는 것을 원칙으로 하고
1년 이내의 자료수집이 어려울 경우 가
장 최근의 자료를 사용하도록 한다.

5) 조사 항목

농업용수 수질개선계획을 수립할 때에
는 표 1에 수록된 항목들을 조사하여야 한
다. 다만, 대상지역의 특성을 고려하여 항
목의 일부를 제외 또는 추가할 수 있다.

6) 조사자료의 정리

각각의 조사에 대한 자료를 수집하는
것도 중요하지만 자료를 정형화된 틀에
맞추어 정리하는 것도 매우 중요하다. 조
사설계 매뉴얼에서는 각 조사 분야별로
조사되어야 할 세부항목을 포함하여 조사
표와 조사사례를 제공함으로써 효율적인
조사가 수행되도록 지원하고 있다.

나. 계획

1) 수질개선 목표 설정

가) 목표의 명확화

농업용수 수질개선 계획을 수립할 때
에는 계획의 목표와 계획 대상지역을 분
명히 밝혀야 한다. 계획의 목표는 저수지
의 미래기능과 밀접하게 관련되는 사항
으로, 계획대상 수원공이 농업용수 공급
에만 국한할 것인지, 그 이외의 기능을
목표로 할 것인지 등을 세밀하게 밝혀야
한다. 계획 대상지역은 점오염원 개선에
국한하여 산업폐수나 마을의 생활하수를
대상으로 할 것인지, 비점오염원 처리를
포함할 것인지를 밝혀야 한다.

나) 목표수질 설정 방법

환경기준은 사람의 건강보호에 관한 상
위적 개념의 기준과 생활환경의 보전에

표 1. 주요 분야별 조사 내용 및 조사 빈도

조사분야		조사내용	조사빈도
1. 일반현황		◦ 위치, 지형·지형, 기후, 수자원현황, 하천 및 호소 현황, 홍수부지 등 가용 토지자원, 지역의 환경기준, 관련법 및 계획, 매장문화재 지표조사 등 ◦ 국가환경보전계획, 국토종합계획, 하수도정비기본계획, 하천정비기본계획, 지역개발계획, 농림개발사업계획 등	1회
2. 오염원조사		◦ 오염원은 저수지를 중심으로 소유역별로 구분하여 조사 ◦ 인구(재래식, 수세식), 가축(규모별 조사), 토지이용(논, 밭, 과수원, 임야, 도로, 택지, 수면), 사업장 ◦ 폐수발생량, 오염물질 발생부하량 및 배출부하량 산정 ◦ 외부유입 오염부하	1회
3. 수질 조사	평시	◦ 하천유황 및 저수지 수질변화를 파악할 수 있는 빈도로 조사 ◦ 저수지의 수질을 대표할 수 있는 지점에 대하여 수심별 조사 ◦ 수질조사 필수항목: 수온, pH, EC, DO, COD(하천:BOD), T-N, T-P, SS, Chl-a 등 9항목 -수질모델링시 추가항목: NH3-N, NO3-N, Org-N, Org-P	1회/계절 이상
	강우	◦ 지표유출이 발생하는 강우사상 2개 이상에 대하여 수질 및 유량 조사 ◦ 조사지점 수는 유역의 특성을 고려하여 결정하고 대표 유입하천 1지점 이상 조사를 원칙으로 함 ◦ 수질조사 항목 : 수온, pH, EC, DO, COD(하천:BOD), T-N, T-P, SS, Org-N, Org-P이상 10개 항목 ◦ 유량조사 : 수위-유량 관계	2회 이상
4. 수리·수문조사		◦ 지형·지질, 수문기상, 수문토양군, 이수상황, 수원조사, 하천조사, 토지 피복상황 등을 상세하게 조사함 ◦ 필요시 현지 지형조사를 병행하여 수행	1회
5. 퇴적물조사		◦ 퇴적물 오염도, 퇴적심도, 퇴적물분포 ◦ 조사항목: 용출율(COD, T-N, T-P), 유기물함량, 영양염류함량, 퇴적물산소 소비속도(SOD), 퇴적물 입도 등	필요시 (1회)
6. 토목조사		◦ 수준측량, 삼각측량, 지형 및 수심 측량, 노선측량, 재료 및 토질조사, 기초지반조사 등 ◦ 지하매설물조사, 품셈조사 등	1회
7. 기타조사			
-토양조사		◦ 개략조사와 정밀조사로 구분 ◦ 토성, 토양구조, 중금속 함량 등 토양학적 특성 ◦ 분포경사, 모재, 식생, 삼투량 등 수문학적 특성	필요시 (1회)
-생태조사		◦ 계절별 동·식물 변화상을 파악하여 우점종 및 지역 고유종 파악 ◦ 조사항목 : 동·식물, 동·식물플랑크톤, 하천자연도 평가, 식생군락도, 식생분포도 등	1회/하계 반드시 실시
-주민의견수렴		◦ 사업에 대한 기대감, 주민의견 수렴, 경제적 타당성	1회



관한 하위적 개념의 기준이 있다. 현재까지 국내에서 사람의 건강보호에 관한 항목이 문제가 된 경우는 거의 없으므로 농업용수 수질개선사업의 목표수질은 생활환경보호에 관한 항목을 기준으로 설정하는 것을 원칙으로 한다. 생활환경보호 항목 중에서 수질개선 목표항목을 유기물(BOD 또는 COD) 항목의 단일지표로 설정하는 것은 불합리할 수 있다. 계획지역의 특성에 따라 평가항목을 선정하여 각 항목에 맞는 기준을 설정해야 한다. 목표수질은 다음 사항을 고려하여 설정한다.

- 해당수역에서 이미 설정된 수질환경 기준을 만족할 것
- 해당수역에서 환경기준이 설정되지 않은 경우에는 하천 및 호소 수질기준의 IV등급(농업용수)을 1단계 목표수질로 설정한다.
- 상기 각항에 규정이 없는 항목에 대하여 기준을 정할 필요가 있는 경우에는 지역의 별도기준을 검토한다.
- 대상 시기는 연간을 기준으로 하는 것을 원칙으로 하되, 필요한 경우 관개기로 한정할 수 있다.

2) 수질오염 특성 분석

가) 수질오염 기여도

조사결과를 이용하여 상호연관성을 분

석하고 오염원별 수질오염 기여도를 평가한다. 오염원별 수질오염 기여도는 발생 및 배출부하량을 이용하여 평가할 수 있으며, 각 오염원별 발생 및 배출부하량을 합산하여 소유역별로 합계를 내어 비교하면 수질개선대책을 어느 유역을 위주로 수립해야 할지를 명확히 판단할 수 있다.

나) 유입부하량 추정

소유역별로 산정한 배출부하량은 하천이나 수로 등을 통하여 유하하는 동안 자정작용에 의해 제거되거나 불명오수의 유입 등으로 증가되는 현상이 발생할 수 있으므로 이러한 영향을 반영하기 위한 인자로 유달율이 있다. 유달율은 실측에 의한 것이 가장 정확하지만, 일반적으로 조사지구 전 소유역에 대하여 유달율을 실측하는 것은 인력 및 조사비용 등의 제한으로 어렵기 때문에 1~2개의 대표 소유역에 대하여 실측에 의한 유달율을 산정하여 나머지 소유역에 이용하는 것이 일반적이다. 또한 유역특성이 유사한 타 지구의 자료를 이용할 수도 있다.

유달율은 유입부하량 추정에 이용되거나 장래 오염원자료로부터 계산된 배출부하량을 이용하여 장래 유입부하량을 추정하는데 사용한다.

$$\text{유달율}(\%) = \frac{\text{실측부하량}}{\text{배출부하량}} \times 100 \quad (\text{식 1})$$

여기에서,

실측부하량 = 실측수질 × 실측유량,

장래유입부하량 =

유달율 × 장래배출부하량

강우시 수질-유량 조사결과는 수질예측모델의 검·보정이나 미계측 기간 또는 장래의 유입부하량 추정에 이용한다. 강우시 유량-수질조사 자료로부터 농도(C)-유량(Q) 또는 부하량(L)-유량(Q)의 관계식을 도출할 수 있으며, 일유입부하량을 추정할 수 있다. 일유입부하량은 수질예측모형의 입력자료나 간편한 박스모형에 의한 수질예측에 이용할 수 있다. 오염부하량은 수질예측의 기초가 되는 자료이므로 가능한 한 충실히 조사·분석하여야 하며, 수질개선공법 선정의 중요한 인자가 된다.

3) 수질개선 공법 선정

수질개선 공법 선정시에는 처리대상 수량과 수질, 방류수역의 물 이용상황, 수질개선목표 달성여부, 처리시설의 입지 및 동력조건, 유지관리상의 조건, 유역의 오염원분포 및 유달 특성, 하천 및 호의 수

질오염 정도나 수리수문학적 특성 등이 고려되어야 한다.

적용대상의 특성이 충분히 파악되었다면 수질개선 공법이 효과적으로 제거능을 발휘할 수 있도록 유역, 하천, 호내 등을 대상으로 적절한 적용위치를 선택하고 처리대상 오염물질의 종류와 배출특성에 따라 물리적, 화학적, 생물학적 정화기법을 검토하여 개별 또는 조합된 방법 등으로 최적의 정화효과를 발휘할 수 있도록 공법을 선정한다. 수질개선공법 선정은 표 2와 같이 대상지구의 수질오염 특성이나 물리적 특성에 따라 일차적으로 적용가능 공법을 선정한 후, 표 3과 같이 일차 선정된 공법에 대하여 구체적으로 기대효과와 현장 적용여건 등을 면밀히 검토하여 최종 선정한다.

4) 수질개선 대안 설정 및 수질예측

가) 수질개선 대안 설정시 고려사항

수질개선 대안 설정은 선택 가능한 여러 가지 방법을 검토하여 가장 경제적이고 합리적인 수질개선 계획을 도출하기 위한 과정이다. 먼저 수질오염 유형분류에서 대책방향을 결정 한 후 전체적인 삭감 부하량을 산정하여 오염원 및 소유역별 오염부하 기여율로부터 삭감대상을 설정한다. 삭감대상의 우선순위는 마을 하



표 2. 적용조건에 따른 공법 선정 요령

적용 대상	원 리	수질개선공법	성형성 있음	수면이 넓고 수질이 다름	수면적 좁음	호소 의 지형적 특성	물 회전이 적음	저수 오염	저층 저층 산소 없음	퇴적 물 오염	오염 원이 있음	오염 원에 넓은 부지	내부 생산 조류 발생 많음	잠정 대책 필요	농업 계 부하 가 크	비 점원 부하 크
유역 대책	· 발생부하 삭감	오염원 입지규제														×
		물이용 합리화														×
	· 점오염원부하 삭감	배출규제													×	×
		하수처리 및 고도화													×	×
		분뇨처리고도화													×	×
		정화조(개별)									○				×	×
	· 비점원부하 삭감	농업계 부하의 삭감													○	
		비특정부하의 삭감														○
하천 대책	· 직접정화	우회수로									○					
		저류지									○					
		인공습지									○					
		토양처리									○					×
		침투수로									○	△				
		여과(상향류여과)									○	△				×
		침전여과									○	○				×
		접촉산화법									○	○				×
	· 저류부하 제거	직접포기									○					×
		하천수처리									○	○				×
호내 대책	· 호내 발생부하 삭감	하도준설									○					×
		퇴적물 준설									○					
		퇴적물 피복(호내재료)									○					
		퇴적물 피복(호외재료)									○					
		응집·침전									○		○			
	· 부영양화의 억제 성충대책 수리조건변경 영양염농도 저하 생물상 제어 조류제거	양식업 대책												○		×
		호소분리		○		△										
		부유식물이용		△										○		△
		조류제거(살조제 등)			○								○	○		
		생태계제어(인공식물섬)		△	△								○			△
		희석수 도입		○	○		○									
		호소수 인공순환	△	○		○										
		심층 포기	○	△	△			○	○							
		저층수 처리	○		△			○	○	○						
		오염수 선택 방류	△					○	△							
	· 호안환경보전	둔지형 호안		○		△									×	×
		식생호안		○	△										×	×

○:적용가능성이 큰 기술, △:적용성이 있는 기술, ×: 적용성이 낮은 기술

주) 아무 표시가 없는 개선기술은 기본요건에 좌우되지 않음

표 3. 적용가능 공법의 비교검토 사례

구분	대책	기대효과	적용여건	채택
유역	마을 하수도	• BOD 제거효과 높음 • 고도처리시설 추가 시 T-N, T-P 제거효과 높음	• 중장기 계획수립 필요 • 〇〇호 유역만 집중 투자 곤란 • 〇〇호 수질개선 효과가 큰 소유역부터 우선 설치 계획 검토	◎
	축산분뇨 수거처리	• BOD, T-N, T-P의 제거 효과가 높음	• 소규모 사육농가 많은 경우 현실적으로 적용 곤란	△
하천	퇴적물	• 오염물질 직접제거	• 〇〇천 및 배수로 적용 곤란	×
	습지	• 질소와 인의 제거	• 〇〇천 이용가능 부지 확보 곤란 • 〇〇천내에 현재 갈대가 밀집되어 자연정화 효과를 기대할 수 있음	×
	우회수로	• 초기강우 오염물질 저수지 유입 방지	• 초기우수 배수거가 설치됨	◎
호내	인공습지	• 비점오염 질소와 인 제거 • 오염된 호소물도 처리가능 • 저농도 고유량 처리 적합	• 비교적 넓은 부지확보 필요 • 평시 농경배수 정화효과 낮음 • 활용가능 부지는 충분히 있음	◎
	침강지	• 비점오염 제거효과가 높음 • 호 내용적 감소 방지	• 하천말단부 또는 호 유입부 적용 • 〇〇호 유입부에 설치가능 부지 있음	◎
	인공순환	• 정체수역 형성 방지 • 녹조현상 방지	• 정체수역 방지를 위해서는 최소 1회/2주의 물순환이 요구됨 • 자연순환 또는 강제순환 검토	○
	인공포기	• 수체 교란으로 녹조 제어 • 혐기성을 호기성으로 변화	• 수면포기는 대상 면적이 넓어 비효율적임 • 낮은 수심으로 혐기성 저층수가 존재하지 않음 • 녹조현상이 가장 심한 지점에 한해 수면포기장치 설치 검토	△
	퇴적물 준설	• 오염물질 직접 제거	• 퇴적물 용출실험 결과 수질에 미치는 영향이 거의 없음 • 준설시 사수역이 형성되어 수질관리에 불리하므로 적용 곤란	×
	퇴적물 피복	• 오염물질 용출방지	• 퇴적물 용출실험 결과 수질에 미치는 영향이 거의 없음 • 내용적 감소	×
	살조제	• 부영양화 방지효과가 높음	• 투입재료의 안전성과 장기적인 효과기대 곤란 • 살조제를 투여할 만큼 녹조발생 심각하지 않음	×

◎ 적용, ○ 적극적 검토, △ 효과는 있으나 검증필요, × 적용곤란



수도와 같은 점오염원에 대한 유역대책이 최우선적으로 고려되어야 하고 하천대책, 호내 대책 순으로 검토하여야 한다.

삭감대상이 설정되었다면 배분된 삭감량을 달성하기 위하여 어떠한 수질개선 기술을 적용할 것인지를 결정한다. 수질개선 기술에는 절수, 비료사용량 절감 등의 비구조적 기술이나, 인공습지, 마을하수와 같은 구조적 기술이 적용될 수도 있으며 두 가지 기술이 복합적으로 적용되어야 할 경우도 있다.

나) 수질개선 대안 설정

수질개선 대안의 설정은 다양한 수질개선공법을 조합하여 수질개선 시나리오를 작성하고 각 시나리오에 따른 단계별 수질예측을 실시하여 목표수질 달성 여부를 평가한다. 수질개선 시나리오별 수질 예측결과와 입지조건, 기술의 적용성, 경제성, 지역사회환경 등을 종합적으로 검토하여 최적대안을 제시한다. 최적 대안은 여러 가지 대안에 대하여 사전에 충분히 검토한 후 2~3개 이상의 대안으로 최종 선정하는 것이 바람직하며, 대안의 수가 너무 많을 경우에는 의사결정에 혼란을 야기 할 수 있고 너무 적을 경우에는 경직된 사업계획이 될 수 있다.

5) 수질예측

가) 단순모형

수질예측을 위한 단순모형으로 간단히 단순 BOX 모형(그림 3)이나 Flow diagram 등이 있으며 대상지구의 규모나 오염물질의 종류에 따라 적절한 방법을 선택하여 사용하도록 한다. 그림 3은 단순모형 중에서 호소를 하나의 완전 혼합된 BOX로 단순화하여 물질수지를 계산함으로써 수질을 예측하는 단순 BOX 모형의 진행도로서 그림 3의 순서를 따라 엑셀프로그램을 작성하여 이용하면 된다. 이 방법은 간단하면서도 쉽게 장래수질을 예측할 수 있는 수단이지만, 단순모형은 수체의 수심, 성층현상 등의 구조적 특성에 따른 특이사항을 반영하지 못하므로 주 유입하천이 1개 정도이고 규모가 작은 저수지에 대해서 적용하는 것이 유리하고 또한 정밀한 예측이 되기 위해서는 많은 수의 실측자료가 요구된다.

나) 수질예측 모형

수질예측 모형은 우리나라에서 적용한 사례가 많고 검증된 모델을 사용하는 것이 유리하다. 현재까지 외국에서 개발되어 우리나라에 적용하여 검증 또는 변형된 수치모형으로 하천의 경우는 QUAL2E-K 등이 있으며, 호소모형으로는 WASP5,

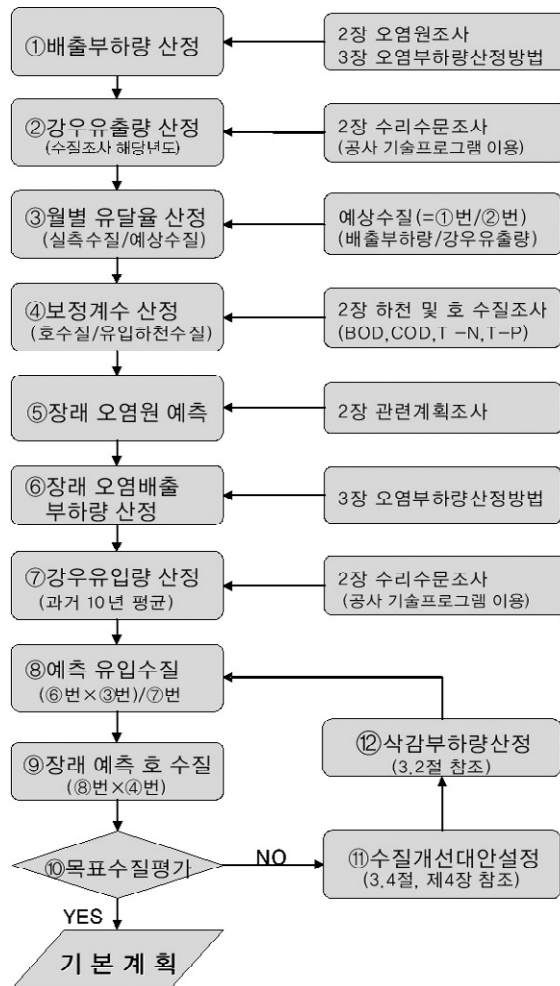


그림 3. 단순 BOX 모형의 수질예측 흐름도

WQRRS, DELFT3D, GEMMS 등이 있다. 유역 수문유출특성을 고려할 수 있는 비점 오염 예측모형으로는 HSPF, SWAT 모형 등이 있으며, 도시와 농촌유역이 혼재된 복잡한 유역에 적용이 가능하나 모형의

매개변수 등의 구축이 복잡하다. 모형이 선정되었다면 현장조사 자료를 이용하여 보정 및 검증 과정을 거친 후 수질예측을 실시한다.

다. 설계

설계편은 농업용수 수질개선사업에 적용 가능한 수질개선 공법에 대한 기본설계 자료를 정리하여 수질개선 대책 수립을 효과적이고 효율적으로 수행할 수 있도록 구성하였다. 수질개선 공법은 우선적으로 농업용수 수질개선 사업에 적용가능성이 높은 20개의 공법을 중심으로 일차적으로 표 4와 같이 요약하여 제시

하였으며, 다음으로 각 공법별로 기본설계요령을 제시하였다. 기본설계요령은 우선 정화원리를 개념도와 요약내용으로 제시한 후, 구체적인 설계요령을 표로 요약하여 이해를 쉽게 하였으며, 실제 적용 사례를 그림이나 사진, 설계 도면을 제시하여 활용성을 높이도록 구성하였다. 본 매뉴얼에 소개된 설계요령 사례는 그림 4와 같다.

표 4. 수질개선 공법의 종류와 특성 요약표 사례

공 법	개념도	정화원리	수처리효율	설계요소	사 례
침강지 (On-line)		• 유입수를 하도나 호 유입부에 일시 체류시킴으로써 SS등을 침전·제거 • 보조댐 월류부에서 포기 효과	• COD : 10~20% • SS : 20~60% • TN : 10~40% • TP : 20~30%	• 체류시간 • 수표면적 • 수심	• 루루천(독일) • 淀川수계(일본) • 감동저수지(한국) • 마산저수지(한국)
인공습지		• 오염수를 습지를 통과시키면서 접촉, 침전, 여과, 미생물 분해, 식물흡수, 토양흡착 등의 작용에 의한 수질정화	• BOD : 10~40% • SS : 40~60% • TN : 30~50% • TP : 40~60%	• 체류시간 • 수심 • 습지 시스템 • 식재 밀도 등	• 山王川(일본) • 靑明川(일본) • 알카다(미국) • 감동저수지(한국) • 마산저수지(한국) • 석문담수호(한국)
휴경답 등 유헤농지 이용		• 휴경답에 웅덩이, 흡수로 등을 조성하여 오염수를 통과시키면서 접촉, 침전, 토양흡착 등의 작용에 의한 수질정화	• BOD : 10~40% • SS : 40~60% • TN : 30~60% • TP : 10~60%	• 수심 • 시스템 구성 • 식생관리	• 애지현(일본) • 팽택 토진리(한국) • 석문담수호(한국)

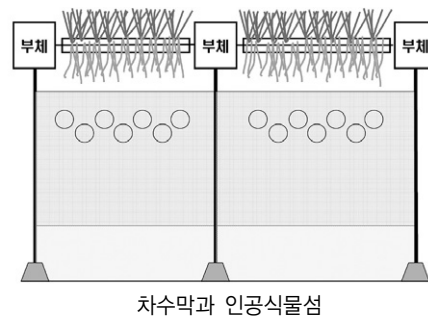
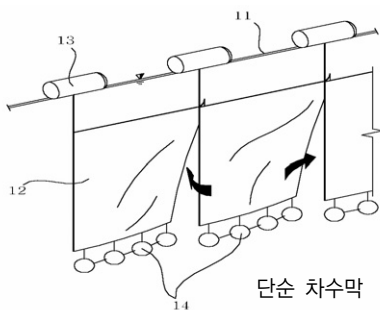
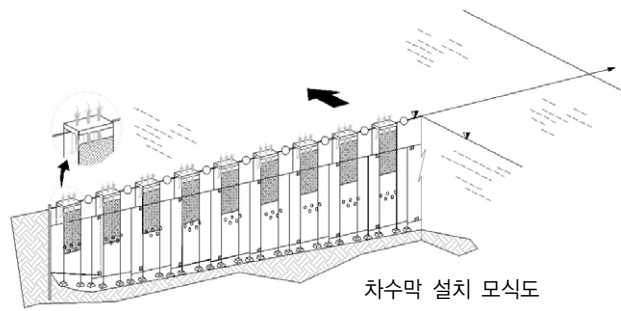


그림 4. 기본설계요령에서 제시된 사례



4. 맺는말

농촌지역에 적합한 수질개선대책 수립 시 공법선정은 최신기술일 필요는 없다. 무엇보다도 중요한 것은 농촌지역의 자연환경이나 토지이용형태에 어울리며 가용자원을 활용할 수 있는 사업계획을 구상하는 것이다. 본 매뉴얼은 사업을 추진하는 과정에서 발생하는 시행착오를 줄이며 비용절감 효과와 사업효과의 극대화를 위해 그동안의 실무경험과 실용화 연구 등의 결과를 토대로 제작되었으며, 앞으로 많은 수정과 보완이 필요하다. 본 매뉴얼에서 다루지 못한 대안별 경제성

평가기법, 사업시행 체계정립 등의 분야는 앞으로 연구과제 수행을 통하여 계속 보완할 계획이다. 본 매뉴얼은 수질개선 대책 수립을 위해 종사하는 모든 사람을 만족시킬 수는 없으므로 각자의 수준과 참고문헌을 통해 최적 대책을 수립하기 위한 개인적인 노력이 뒷받침 되어야 한다. 또한 본 매뉴얼의 활용과정에서 개선 사항이나 참고사항, 조사지구의 특성에 따라 새로운 공법이 적용된 경우에는 기술과 경험의 공유차원에서 자료를 제공하면 차후 매뉴얼의 보완 시에 귀중한 자료로 활용 될 것이다.

참고문헌

- (주)에코스타, 2004, 비점오염물질 정화공법 총람.
건국대학교, 2005, 농업용 저수지의 녹조제어 기법개발, 농림부.
건설교통부, 2002, 수변조사 및 모니터링 매뉴얼.
건설교통부, 2006, 유역조사지침(훈령 제618호).
김범철 외, 1997, 호수환경조사법, 동화기술.
김범철, 2006, 알루미늄염 응집제를 이용한 저수지 수질개선 방법, 농어촌환경, No 93, pp.148~157.
김형중, 2006, 생태계 보존 및 수질개선을 위한 휴경농지활용방안, 농어촌환경, No 93, pp. 105~114.
농어촌진흥공사, 1999, 감동지구 농업용수 수질개선사업 기본계획(안), 농림부.
농어촌진흥공사, 2005, 홍동지구 농업용수 수질개선사업 기본계획, 농림부.
농업기반공사, 2002, 저수지와 담수호의 수질개선방안.
농업기반공사, 2004, 농업용수 수질개선을 위한 인공습지 설계·관리요령, 농림부.

- 농업기반공사, 2005, 농업용수 수질측정망조사보고서, 농림부.
- 농업기반공사, 2005. 4, 창포호(조류지)수질개선 기본구상(안) 수립을 위한 조사연구보고서, 무안군.
- 이병현 외, 1993, 폐수처리공학.
- 장정렬 외 3인, 2005, 농업용 저수지 내 침강지의 설치유형에 따른 수질정화효율평가, 한국수자원학회 논문집, 38(8).
- 장정렬, 2006, 2006 연수원 교육교재(수질정화공법), 한국농촌공사.
- 한국농촌경제연구원, 2003, 농업생태계의 물질순환 및 환경부하 분석.
- 한국농촌공사, 2005, 농촌지역 오수의 자원순환형 영양염류 저감시스템개발.
- 한국농촌공사, 2005, 사상성 조류매트산화지공법을 이용한 농업용수 수질개선 실용화연구.
- 한국농촌공사, 2006, 농업수리시스템과 유희농지를 이용한 수질관리기술개발, 농림부.
- 한국농촌공사, 2006, 담수호 수질개선시험조사, 농림부.
- 한국농촌공사, 2006, 친환경농업을 위한 토양조사기준 및 업무요령 개발.
- 허기술 외 5인, 1995, 유출을 추정을 위한 토양수문군분류, 한국농공학회지(37).
- 환경부, 2002, 하천복원가이드라인.
- 환경부, 2003, 비점오염관리를 위한 강우유출수관리 매뉴얼.
- 환경부, 2004, 2004년도 자연형하천정화사업 연찬회 자료.
- 환경부, 2005, 2005수질측정망 운영계획.
- 환경부, 2005, 비점오염원관리 업무편람.
- 환경부, 2005, 자연환경보전·이용시설 설치 및 운영가이드라인연구.
- 환경부, 한국상하수도협회, 2004, 하수도시설기준.
- ASSUM, 2003, 생태복원과 수질정화를 위한 인공식물섬(건설신기술 제360호).
- (社)農村環境整備センター, 1995, 農村に適した水質改善手法.
- (財)リバーフロント整備センター, 1994, 水質浄化対策に関する資料.
- 國松男孝・村岡浩爾, 1989, 河川汚濁のモデル 解析, 技報堂出版.
- 土木研究所, 1991, 貯水池水質の予測評価モデルに関する研究, 土木研究所技報.