

발 간 등 록 번 호

11-1543000-001180-01

효율적 물관리를 위한 농촌수로 토사·수초제거 상용화 기술 개발

Development of removal technologies for agricultural canal plant and silted deposits for efficient waterway management

한국농어촌공사 농어촌연구원

농림축산식품부

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “효율적 물관리를 위한 농촌수로 토사·수초제거 상용화 기술 개발”
과제의 보고서로 제출합니다.

2016 년 1 월 25 일

주관연구기관명 : 한국농어촌공사

주관연구책임자 : 김 진 택

연 구 원 : 문 성 근

협동연구기관명 : 충북대학교

협동연구책임자 : 송 창 섭

연 구 원 : 김 명 환

연 구 원 : 박 정 구

협동연구기관명 : 천안연암대학

협동연구책임자 : 김 중 덕

연 구 원 : 이 현 진

협동연구기관명 : 한아SS(주)

협동연구책임자 : 주 재 황

연 구 원 : 김 중 근

요 약 문

I. 제 목

효율적 물관리를 위한 농촌수로 토사·수초제거 상용화 기술 개발

II. 연구성과 목표 대비 실적

1. 정량적 성과 목표 대비 실적

본 과업에서는 특허 4건 출원하고, 2건은 특허등록 되었으며, 2건은 특허등록 진행 중이다. 논문은 국내 저명 학술지에 KCI 7편을 게재하였다. 학술발표는 8편으로 초과 달성 및 기술거래 1건을 달성하였으며 사업화(상품화) 1건을 추진할 예정이다. 또한, 인력양성 1명, 정책활용 1건, 교육지도 5건, 홍보전시 4건의 연구성과를 달성하였다.

구 분	특허		논문		학술 발표	기술 거래	교육 지도	사업 화	인력 양성	정책 활용	홍보 전시	기타
	출원	등록	SCI	비SCI								
최종목표	5	4	1	11	-	1	5	1	-	2	3	
1차 년도	목표	1	-	-	3							
	실적	2	1	-	3							
2차 년도	목표	2	2	-	4							
	실적	-	-	-	4							
3차 년도	목표	2	2	-	4		1	5	1	1	1	
	실적	2	1	-	-							
소 계	목표	5	4	1	11	-	1	5	1	-	2	3
	실적	4	2 (2 진행중)	-	7	8	1	5	1 (예정)	1	1	4

2. 연구개발 목표 및 내용의 달성도

연구과제의 연구계획서 상 세부 연구개발 목표 및 내용에 대한 달성도를 자체적으로 평가한 결과, 토사·수초제거 기술의 현장시험 및 효과분석, 농촌수로의 토사퇴적 저감기술 개발, 농업수로의 수초실태조사 및 수초관리 기술개발 등을 포함한 모든 내용의 달성도는 100%로 나타났으며, 농업용 수로의 한국형 적정 수초·토사제거기 상용화 기술 개발에 대한 내용에 대한 달성도는 100%로 나타났다.

Ⅲ. 연구개발의 목적 및 필요성

본 연구의 최종목표는 우리나라 농촌지역의 효율적 물관리를 위하여 ① 국내 농업용 수로의 토사퇴적 및 수초특성 조사·분석 및 유형별 DB 구축, ② 농업용 수로의 한국형 적정 수초·토사 제거 상용화 기술 개발(최대작업 범위 8m이상), ③ 농업용 수로의 토사퇴적 저감기술 개발, ④ 토사·수초제거 기술의 현장시험 및 효과분석(수초·토사 제거 인력 및 비용 10%이상 절감), ⑤ 토사·수초제거 기술의 실용화 및 지침서를 제시를 하는데 있다.

우리나라 농촌수로는 농업생산 및 농촌수자원 관리의 주요한 시설이며 전국 18만km에 달하는 농촌수로의 60%이상은 단면이 흙으로 구성되어 있어서 자연 성장하는 수초를 제거하지 않으면 농촌수로의 근본적인 기능을 상실하게 된다.

그러나, 우리나라에서는 농촌수로의 편의적인 관리를 위하여 콘크리트 수로를 설치하여 수초를 원천적으로 방지하는 방법을 이용하고 있으나 콘크리트 수로는 농촌의 환경과 생태에 악영향을 미치는 것으로 인식되어 설치에 있어서 환경단체 등으로의 심한 반대에 직면해 있는 실정이다. 또한, 최근 이상기후나 계절성 폭우로 인하여 많은 인명과 재산피해, 수리시설물 등의 파손 등이 늘어가고 있다. 이러한 현상은 우리의 농업용 시설물에도 마찬가지로 피해를 주어 지난 2003년도에는 약 91건, 2004년도에도 81건등 피해가 속출하였다. 토공 용·배수로의 경우 풀이나 수초를 제거하지 않으면 집중강우시나 홍수시 유속이 느려져 적절한 유량배제가 곤란해지고 수로범람에 따른 수로파손 및 논침수 등 재해를 유발할 수 있다.

선진국의 경우, 초생수로에 대해서 다양한 형태로 수초제거기술을 개발하여 실용화함으로써 환경 친화적인 수로(용수로, 배수로) 제초관리를 실시하고 있으며 특히, 네덜란드와 미국의 경우, 농수로 수초제거는 전문 수초제거기에 의해 효율적으로 실시하여 수자원의 절약과 홍수, 가뭄 시 수로가 물길로서의 기능을 수행하도록 관리하고 있다.

한편, 우리나라는 2000년 이후 한국농어촌공사에서 수초제거기를 일부 출시하였으며 최근 기업체에서 압축 혹은 커팅 등 단순기능의 수초제거기를 개발한 바 있으며 수초제거기를 일반 굴삭기에 부착하는 형태로 개발하여서 작업 환경과 능률이 제한적이었다. 또한, 예초부가 국내 수초 특성과 잘 부합하지 않아 수로의 풀을 효과적으로 제거하지 못하는 실정이다. 위와 같은 이유로 수리시설의 수로내와 경사면의 풀이나 관목을 제거하기 위하여 인력을 이용한 작업을 실시하지만 경사면 특성상 작업이 힘들고 제거된 풀을 수거하기가 어렵다. 따라서 이러한 어려운 수리시설 수로내와 경사면의 풀이나 관목의 제초를 기계화하여 제초노력을 절감시키고 상시 유지관리를 통한 수리시설의 안전성을 확보할 필요가 있다.

또한, 국내 농촌인구의 고령화, 인구감소 등으로 인하여 전통적인 인력에 의한 농수로의 수초 및 토사제거 작업은 어려운 실정이며 또한, 농업작업의 전반적인 기계화·자동화 기술개발과 달리 인력에 의한 작업으로 현재, 지자체 및 한국농어촌공사의 최대농업인 민원사항이 되고 있다. 그러므로, 본 연구를 통하여 안정적인 농업용수의 공급과 수로 관리개선에 기여하는 한국형 토사·수초제거 장비를 개발할 필요가 있다.

IV. 연구개발 내용 및 범위

본 연구의 주요 연구개발 내용은

- 1) 국내 농업용 수로의 수초특성 조사·분석 및 유형별 DB 구축
 - ① 농업용 수로의 수초 특성 조사 및 분석
 - 수로 수초의 초종특성 및 분포상태 조사 및 분석
 - 수로 수초의 식생형태 및 수리영향 조사 및 분석
 - ② 농업용 수로 수초의 유형구분 및 유형별 DB 구축
 - 수로 수초의 유형 구분 및 시기별, 지역별 유형분석
 - 수로 관리기관(한국농어촌공사 지사 등)별 수초현황 DB구축

- 2) 농업용 수로의 토사퇴적 저감기술 개발
 - ① 국내 농업용 수로의 토사퇴적 특성 조사 및 분석
 - 수로의 퇴적토사의 재료구성 및 성분 분석
 - 수로의 구간별, 수리특성별 토사 유입 및 퇴적 조사 및 분석
 - ② 농업용 수로의 토사퇴적 저감을 위한 구조적, 비구조적 기술 개발
 - 퇴적토사 저감을 위한 기존 구조물 분석 및 구조물 개발
 - 퇴적토사 저감을 위한 수로의 운용시스템 분석 및 비구조적 저감 기술 개발
 - 퇴적토사 저감을 위한 구조적, 비구조적 기술의 효과분석

- 3) 농업용 수로의 한국형 적정 수초·토사제거기 상용화 기술 개발
 - ① 수로 수초제거용 붐대 및 예취부 개발
 - 3점링크 장착 링크 메커니즘 개발
 - 수초·토사제거 작업기 탈부착형 메커니즘 개발
 - 수초·토사제거 작업기 선정 및 적용
 - ② 수로 수초제거용 동력제어기술 개발
 - 유압밸브 조립체 개발
 - 붐식 작업기 구동 유압모터 선정 및 적용
 - 전자장치 및 콘트롤러 조작부 개발
 - ③ 수로 수초제거용 집초부 및 토사제거부 개발
 - 집초부 개발
 - 토사제거부 개발
 - ④ 한국형 수로 수초·토사제거 상용화 기기 개발
 - 토사제거 제어를 위한 알고리즘 및 소프트웨어 개발
 - 양산체계 구축 / 현장 실증 시험

- 4) 토사·수초 제거 기술의 현장시험 및 효과분석
 - ① 실용화를 위한 유형별 시험지구 선정 및 시험시설 설치·운영

- 유형별 시험지구 선정(전국 3개소) 및 현장조사
- 시험지구 수리시설 설치 및 물관리 특성 조사
- 시험지구 수로 토사 및 수초 특성 조사
- ② 시험지구 토사 및 수초제거 시험 및 효과분석
 - 개발기술의 시험지구 토사 제거 시험 및 효과분석
 - 개발기술의 시험지구 수초 제거 시험 및 효과분석
 - 시험지구 토사 및 수초제거 물관리 시험 및 유지관리 효과분석
- ③ 농업용 수로의 제초영향 조사 및 분석
 - 수로별 적정제초 기술조사
 - 수로 제초에 따른 제초영향 분석 및 적정 제초방안

5) 수로 토사·수초 관리정보시스템 구축 및 기술 실용화 방안 제시

- ① 수로 수초·토사 관리정보시스템(WPSMIS) 개발
 - DB구축 및 수로 수초·토사 관리정보시스템 설계
 - 수로 수초·토사 관리정보시스템 개발 및 적용
 - 수로 수초·토사 관리정보시스템 활용방안 제시
- ② 토사·수초제거기 기술 매뉴얼(사용자 지침서) 작성 및 실용화 방안제시
 - 수초수초 및 토사제거 및 제초관리 지침서, 사용자 매뉴얼 작성
 - 토사·수초제거기 장비 및 기술 실용화 방안
 - 수초 및 토사 수로관리의 적용을 위한 조직·운영체계 방안
 - 농업용 수로수초 및 토사관리 정책 방안 제시

등과 같으며, 이를 종합하여 연구범위를 구체적으로 분류하면 수초·토사 제거 기술의 효과분석, 농업용수로 수초의 유형 및 제초 영향 분석, 수로의 토사 저감 기술개발, 토사 저감기술 매뉴얼 작성 및 실용화 방안 제시, 한국형 수로 수초·토사제거 상용화 기술개발 등이다.

V. 연구개발결과

1. 농업용 수로의 수초 특성 조사 및 분석

국내 농업용 수로의 유형에 따른 수초의 특성을 조사 분석한 결과 용수로는 대부분 구조화된 콘크리트 수로이고 수초는 토공수로인 배수로에서 식생하며 물의 흐름을 방해하고 있었다. 대표적 주요 수초로는 수로바닥과 수로변의 줄풀, 부들, 고마리, 갈대 등이고 수로사면에는 환삼덩굴, 쇠뜨기, 개밀 등의 수초가 혼생하면서 식생하고 있었다. 유형별로 전국 8도 9개지역을 선정하여 조사한 결과 수초의 초종은 지역간에 차이가 없었으나 수초의 초장이나 생초수량, 건물물등의 특성은 상이한 차이가 있었다.

2. 농업용 수로의 효율적인 수초관리기술 개발

효율적인 수초관리를 하기 위하여 적절한 예취시기 및 예취횟수를 제시하였다. 간척

지와 평지의 2개 지역의 수로에 시험구를 설치하여 2년동안 실시한 결과 국내 농업수로의 수초를 효율적으로 관리하기 위하여 적절한 예취시기는 장마이전인 6월이나 7월 이전으로 예취하고, 적절한 예취 횟수는 6월에 예취 후 8월에 1회 더 예취하는 것이 가장 효율적인 것으로 사료된다.

3. 농업용 수로의 유형별 수초의 제초영향 분석

농업용 수로에 주요 수초의 예취높이가 수초의 재생에 미치는 영향을 조사하였다. 수로의 바닥이나 수로변에 식생하면서 통수능력을 가장 많이 저해시키는 줄풀, 부들, 갈대, 고마리의 예취 후 재생한 정도를 측정한 결과 예취 시 높이가 수면으로부터 가장 낮을 때 재생이 가장 낮았다. 따라서 예취 시 수면 아래로 예취하는 것이 가장 효율적으로 나타났다. 그러나 이러한 가장 문제되는 수초들은 땅속 근경으로 번식하기 때문에 예취보다는 근경을 제거하는 것이 가장 효과적이다. 현장의 담당자들 또한 예취를 하는 제거기가 아닌 근경까지 제거할 수 있는 굴삭기를 선호하였다. 주요 수초들의 초장과 생초수량 및 건물수량의 상관관계를 도출하기 위하여 시험한 결과 초중에 관계없이 초장이 증가할수록 생초수량 및 건물수량이 증가하였고 이러한 상관관계식에 따라 초종별 초자에 따른 생초수량과 건물수량을 산출할 수 있을 것으로 사료된다.

4. 국내 농업용 수로의 토사퇴적 특성 조사 및 분석

농업용·배수로의 지형별, 지역별, 위치별로 선정된 9개 지구의 퇴적토사를 채취하여 퇴적토사의 재료구성 및 성분분석을 실시하였으며, 수로의 구간별, 수리특성별 퇴적특성을 조사 분석하였다. 퇴적토사는 지형별로 산지, 평지, 간척지로 구분되었으며, 흙의 종류는 대부분 통일분류상 SM인 실트질 모래인 것으로 파악되었다. 용수로 보다는 배수로에서 세립분이 많이 퇴적되는 것으로 파악되었으며, 유기물함량의 경우 지형에 따라 큰 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다. 지형별로 용수로에서는 구간별로 유사한 입도분포를 보이고 있지만, 배수로의 경우 산지, 평지, 간척지 순으로 입도분포가 작아지는 것으로 파악되었다.

5. 농업용 수로의 토사퇴적 저감을 위한 구조적, 비구조적 기술 개발

토사의 퇴적을 저감시키기 위한 수로를 조사한 결과, 수로 자체 변형보다는 논의 배수구에서 담수위 조절을 통한 토사유출을 방지하는 것으로 파악되었다. 또한, 퇴적토사 방지 혹은 저감을 위한 구조물은 수로를 직접 개선하는 방법은 많이 제시되어 있지 않고, 수로로 유실되는 토사를 방지하기 위한 구조물이나 방법이 주로 제시되며 사용되고 있다. 용수지거 등 말단부의 수로 단면이 작고 퇴적과 침식 등에 대하여 조도 계수가 증가하여 통수능력이 감소되며 용수지거의 수위가 필지의 표고보다 낮은 부분이 발생하여 경지 내에 급수가 원활하지 않은 등 문제가 발생하고 있는 것으로 파악되었다. 퇴적 토사 저감을 위한 운영시스템 분석 결과, 물 관리 기술은 다른 산업기술에 비해 낙후된 수준에 머물고 있었으며 현대적인 농업용수 관리 시스템을 도입하여 우리나라의 농업여건에 적합한 개발이 필요한 것으로 파악되었다. 또한, 분수공, 제수문 등 수리 구조물이 노후 되거나 파손되어 제 기능을 발휘하지 못하여 효과적인 제수가 어려우며, 지속적인 유지보수 및 관리가 이루어지지 않아, 그 기능이 크게 낙후된 것 등 문제를 안고 있는 것으로 파악되었다.

6. 퇴적토사 저감을 위한 구조적형상에 따른 현장시험

농업용 수로의 퇴적토사 저감을 위한 방안으로 수로의 구조적 형상을 변화시켜 현장에서 직선수로의 규격에 준하여 수로를 제작하여 현장시험을 실시하였다. 수로는 직선형 콘크리트 수로와 흙수로 이외로 각각 2개의 저감수로를 제안하여 제작 후 유속, 입도분포, 퇴적 분포비율, 부유사 농도를 측정하였다. 유속의 경우 콘크리트 수로에서는 제안수로에서 하류측에서 감소하였으며, 흙수로에서는 모두 감소하는 것으로 파악되었다. 입도분포와 퇴적 분포비율은 하류측으로 갈수록 감소하는 것으로 모두 나타났으며, 부유사 농도의 경우 직선형 수로보다는 제안수로에서 50%이상 부유사 농도가 높은 것으로 나타났다. 이번 연구에서 시험한 수로의 구조적형상 변화시킨 제안수로에서는 뚜렷한 퇴적토사 저감효과를 파악할 수 없는 것으로 나타났다. 수로사면과 논의 배수구에서 유출되는 토사를 저감시킨 위해 수로의 단면높이 조정, 식생블럭, 침강지를 설치한 비구조적인 기술을 제시하였다.

7. 수로 수초제거용 붐대 및 예취부 개발

한국형 수초제거 장비를 개발하기 위하여 수로의 수초를 제거용 붐대 및 예취부를 소형트랙터에 적합하도록 개발하였다. 수초제거용 커팅시스템, 붐대 설계 및 개발은 국제표준규격에 적합하도록 3점링크 장착 메커니즘을 해석하여 50마력급 소형트랙터에 적합한 링크 메커니즘 설계를 완료하였다. 4절 링크 붐대 방향 및 길이 예취부의 방향 제어를 축의 중심으로부터 정확하게 산정하였다. 100마력급 대형트랙터 수초제거 붐을 14미터로 설계하였다. 예취부에서 중요한 예취날은 고강도 스프링강(SU9)을 이용하여 장시간 수중 및 경사면 제조 작업시 부식방지를 위해 내식재료, 자갈 등의 충돌에 견딜 수 있도록 개발하였다. 50마력급 트랙터형 수초제거장치는 전복 안전성 확보에 주력하여 개발 및 시제품을 제작하였다.

8. 수로 수초제거용 동력제어기술 개발

수로 수초제거용 동력제어기술 개발을 위하여 유압밸브 조립체, 존자장치 및 컬트roller 조작부와 수초제거 높이를 3단계 이상 제어할 수 있는 기능과 비상정지 등의 기능이 적용되도록 개발하였다. 또한, 트랙터와 수초제거기간의 무선통신 모듈을 이용한 유무선 제어장치를 개발하였으나, 안전성 측면에서 유선장치를 선호함을 확인하였다.

9. 수로 수초제거용 집초부 및 토사제거부 개발

자주형 수초파쇄 및 집초시스템은 1인이 제조와 수거작업을 동시에 커팅된 풀을 흡입하여 수거할 수 있는 적재부 및 배출작업이 매우 간편하도록 개발하였으며 원천기술력을 확보하였다. 토사제거 기기는 수초제거기의 붐대 및 3점링크 작업기를 공용으로 사용할 수 있도록 개발하였다.

10. 한국형 수로 수초·토사제거 상용화 기기 개발

한국형 수로 토사제거장치는 엔진 및 모터로 구동되는 트랙터 이동 견인식으로 개발하였다. 트랙터의 동력장치와 별도의 동력원으로 작동하도록 하여 장착이 용이하고, 연료의 소비가 절감될 수 있고 친환경적인 엔진 및 모터로 구동하는 특징을 갖도록 수초제거와 토사를 준설이 가능한 기기로 개발하였다.

11. 실용화를 위한 유형별 시험지구 선정 및 시험시설 설치·운영

한국형 50마력급 소형 트랙터용 수초 제거장치의 실용성을 파악하기 위하여 전남 나주, 광주광역시 외곽지역에서 5회 이상 실시한 결과, 제초 성능을 확인하였다. 제초 성능은 칼날의 회전수는 2,750rpm, 제초폭은 900mm, 작업거리는 4.1m, 시간당 제초면적 680~2,000㎡을 하였다. 100마력급 트랙터용 수초 제거장치의 현장 적용시험결과 PTO 속도 840, 750, 1,000rpm에서 저속인 경우 수초제거상태가 불량하고 견인형 수초제거장치의 편심 무게로 전복의 위험성이 확인되어 평형추를 반대방향에 추가 장착하여 안전성을 확보한 후 PTO 속도 1,000rpm에서 수초제거가 원활하게 수행되도록 개발하였다. 한국형 수초·토사제거장치를 이용한 농업용수로의 수초 및 토사 제거방법으로 농촌수자원의 물손실량을 절감하고 작업인력 및 비용의 절감이 가능하도록 하였다.

12. 시험지구 토사 및 수초제거 시험 및 효과분석

트랙터용 제초기의 현장시험을 위해 한국농어촌공사 경산지사 관할지구내 배수로인 금구배수로 및 전남 영암군 일대의 배수로 등을 선택하여 트랙터 부착 제초기의 시험·작동성을 평가하고, 기존 굴삭기용 제초기보다 경량·소형화한 제초부의 시험·작동성을 평가하였다. 붓 및 암의 길이가 8m급의 트랙터용 제초기는 붓 및 암을 8m까지 뻗었을 때 하중이 붓 및 암의 방향으로 치우치므로 소형 트랙터에 부착할 경우 트랙터가 전복될 위험이 있다. 따라서 웨이트 밸런스를 맞춰주기 위해 100마력급 이상의 트랙터에 부착하여 시험하였다. 현장시험 결과, 배수로 수로변에 자생하는 갈풀, 고마리, 환삼덩굴 등의 수초가 95%이상 제거되었다.

13. 농업용 수로의 제초영향 조사·분석 및 현장시험결과

국내 수로에 적합한 수초제거 방법과 기술을 분석하기 위하여 전국 9개 도를 조사한 결과 제초작업은 장비에 의한 제초방법은 43.5%, 인력에 의한 제초 방법은 56.5%로 나타났으며, 수초제거 비율과 비용이 비례하지 않는다고 조사되었다. 수초제거 기술로는 예방적, 생태적, 물리적, 생물적, 화학적 방제법 중에서 물리적 방제법에 초점을 맞추어 연구를 진행하였다. 수초제거는 작업환경의 여건에 따라 인력과 장비의 방법이 구분되며, 비용도 달라지는 것으로 파악되었다. 수초의 종류와 특성을 조사하여 현장시험을 실시한 결과 약 50m의 수로변을 제초하는데 소요시간 40분으로 자생 수초의 95% 이상이 제거되는 것으로 파악되었다.

14. 수로 수초·토사 관리정보시스템(WPSMIS) 개발

수로 수초·토사 자료 관리 단위모듈 개발을 통해 수리시설물의 파손·붕괴·농경지

매몰의 위험성 방지 및 토사물 퇴적에 의한 통수능력 저하 등의 피해 예방 및 유지관리 비용을 절감하고, 수리시설물 유지관리 업무 효율성 증대 및 비용을 절감하기 위한 정보 구축 및 제공이 가능한 시스템 개발을 실시하였다. 한국농어촌공사 ‘농업기반시설관리시스템’의 수리시설 DB와 시설 GIS를 연계하여 작업대상지 선정과 수초, 토사 현장 제거 작업 및 내역을 관리할 수 있도록 구축하였다. 농업수로의 효율적인 관리를 위하여 용·배수로의 단위 구간 선형시설정보 구축을 위하여 선형정보와 단위 구간 정보를 연계하여 보다 쉽게 공간 데이터를 구축할 수 있도록 개발하였다.

15. 토사·수초제거 기술 매뉴얼(사용자 지침서) 작성 및 실용화 방안제시

기술 매뉴얼은 수리시설물의 피해 예방과 유지관리 및 비용 절감을 위하여 수초·토사 관리 모듈을 개발하였으며, 수리시설물 유지관리 업무의 효율성 증대와 사용 편의성을 향상시키기 위하여 기술 매뉴얼 및 실용성 측면에서 수로 수초·토사 관리정보시스템 환경은 사용자가 시기별, 지역별, 관리 기관별로 조회가 가능하도록 하였으며, GIS를 기반으로 관리현황의 파악과 작업대상을 우선적으로 선정하여 파악 및 작업 대상에 대한 조회, 입출력이 가능하도록 하였다. 검색기능은 시설명, 지번, 도로명 검색이 가능하며, 작업대상지 조회, 작업내역 관리, 모바일 웹을 이용한 스마트 기능 제공, 작업내역의 일괄 관리가 가능하도록 제작하였다. 또한, 수초도감을 연계와 유지보수 작업내역 관리 및 결과보고서를 출력이 가능하도록 하였으며, 모바일 웹을 기반으로 수초도감의 수초별 정보와 사진을 제공하도록 하였다.

VI. 연구성과 및 성과활용 계획

1. 연구개발 성과

가. 특허

본 연구에서는 수로 토사·수초제거 상용화 기술을 개발하는 과정에서 수거형 승용 예초 장치(특허번호 : 10-2013-0008730) 특허출원을 시작으로 작업효율이 우수한 트랙터 장착형 붐 타입 예초장치(특허번호 : 10-2013-0110412), 트랙터 장착형 법면 및 수면 예초 장치(특허번호 : 10-2015-0142424), 엔진 및 모터로 구동되는 트랙터 견인식 토사 준설 장치(특허번호 : 10-2015-0154157)를 출원하였다. 또한 수거형 승용 예초 장치(특허번호 : 10-1330266)와 트랙터 장착형 붐 타입 예초장치(특허번호 : 10-1552665)가 특허등록 되었으며 2건의 특허등록이 진행 중이다.

나. 논문 및 학술발표

SCI 논문 1편은 SCI급 국제학술지에 게재하지 못하였으나, 비SCI 논문은 7편을 한국농공학회논문집, 경상대학교 농업생명과학연구 등에 게재하여 본 연구 내용을 홍보하고 연구 결과에 대해 국내·외 전문가들과 토의하기 위하여 학술발표대회에 참가하여 8회의 학술발표 실적을 달성하였다.

다. 기술거래 및 사업화

기술료 납부 이행 계획에 따라 기술거래가 되었으며, 제3협동 연구기관인 한아에스에스(주)의 사업화가 진행 될 예정이다.

라. 정책활용

본 연구과제를 통해 개발된 수로 토사·수초제거 상용화 기술과 수로 관리정보시스템 등 한국농어촌공사 수자원안전처와 전남지역본부 등에 정책을 제안하였으며 농촌수자원 관리의 측면에서 정책에 활용될 수 있다고 예상된다.

마. 인력양성

본 연구의 계획서 상에는 없었으나, 본 연구과제의 협동연구기관에서 <지형별 및 수로형태에 따른 퇴적토사 특성>이라는 논문 주제로 공학석사 1명의 인력이 양성되었다.

바. 홍보전시

본 연구를 통해 ‘수로 잡초도감’ 을 편찬하여 실제 수로를 관리하는 전국의 한국농어촌공사 유지관리 실무자와 정부부처 등에 배부하여 수로에서 자생하는 잡초에 대한 기본정보와 제초시기 및 방제방법 등 수로의 통수능과 물관리 효율성 제고 방안에 대한 연구성과를 홍보하였다. 또한 3회에 걸친 수초제거 현장시험 및 시연회를 통해 농촌수로 유지관리 관련 산업체, 공사, 농민 등에게 개발기술에 대한 홍보를 수행하였다.

사. 교육지도

수로 수초에 대한 물관리 및 관개법 등에 대해 3회에 걸친 교육지도를 수행하였으며, 공사 유지관리 직원을 대상으로 수로 수초제거기의 제어 컨트롤러 작동법에 대한 교육지도 1회와 수로 관리정보시스템을 실무에 적용하고자 시스템 운영방법을 교육지도 1회를 실시하여 시범운영을 진행 중이다.

2. 성과활용 계획

가. 기술권 확립에 의한 산업체 기술이전

본 연구에서는 1, 2년차에 수로 수초제거기의 <트랙터 장착형 붐 타입 예초장치>와 <수거형 승용 예초 장치>에 대한 특허등록 2건을 완료하고 3차년도에 2건의 특허등록을 진행중에 있어 기술권을 확보하였으며, 농림식품부 기술실용화 제단에서 인증하는 농업용 기계인증 획득하여 농림수산식품부 기술기획 평가원의 규정에 따라 산업체에 기술을 적극 검토하고 있는 예정이다.

나. 실용화 보급

개발을 완료된 연구성과 시스템에 대해 농림수산식품부의 농업기반정비사업 혹은 한국농어촌공사의 유지관리사업에 대해서 시범사업을 추진하고 이를 통하여 현장 적용성을 향상시키고 농림수산식품부 기술기획 평가원의 실용화 지원사업 등으로 기술이전 업체에 의한 개선 제품화 과정을 거치고 한국농어촌공사의 설계부서와 지자체의 담당 업무부서에 실용화 보급을 추진을 예상하고 있다.

다. 타산업에의 적용 추진

수로 수초제거기는 국내 100년의 농촌용수 역사와 전국에 산재한 수리시설에 대한 현장장비 산업에 적용됨으로써 관련 현장 장비개발 산업을 촉진시키는 역할 뿐만 아니라 농업수로의 유지관리 기술로서 이의 적극적인 홍보 및 기술지원을 예상하고 있다.

3. 기대성과

가. 기술적 측면

농업수로에 대한 토사 및 수초의 정량화 기술, 수초유형 평가기술을 확립하여 저비용 고효율의 수초제거 기술을 확보할 것으로 예상된다. 또한 한국형 보급형 수로 수초제거기의 개발을 통해 수초 및 토사관리의 선진 기술을 개발할 것으로 판단된다. 본 연구를 통해 개발되어 시험 검증된 수로 수초제거기는 타 산업분야에도 많이 활용될 것으로 전망되며 농촌수로 현장시설물에 특화된 상품화 기술개발에 기여할 것으로 전망된다.

나. 경제적·산업적 측면

수로의 토사저감을 통한 토사준설 소요비용 및 노동력 절감이 가능할 것으로 예상되며, 기존 관행의 인력에 의한 제초작업을 본 연구를 통해 개발된 제초기를 활용하여 제초 및 준설비용의 10%를 절감한다면 전체 용수로 대비 약 10억 이상의 예산 절감을 예상하고 있다.

다. 효율적인 수로관리에 의한 용수서비스 제고

본 연구를 통해 개발되는 수로 수초제거기를 통하여 현장관리를 적시, 적기에 체계적으로 수행함으로써 빈번히 발생하는 농촌수로의 파손 및 홍수에 대비하는 능력을 향상시켜 연간 홍수 및 가뭄을 저감하여 연간 10억원의 예산을 절감할 수 있을 것으로 예상하고 있다.

라. 저비용 고효율 수로 토사 및 수초제거 기술 확보

기존의 인력 방식의 제초방식을 수로 수초제거기에 의한 기계화 방식으로 효율화 한다면 현장관리자의 노동력을 기계화 대처하여 기존의 인력작업에 의한 한계에 따라 극히 제한적인 작업을 확대하여 전국의 농촌수로에 적용이 가능하여 농업용 수로의 물공급 막힘 현상을 해소함으로써 현장관리자, 농업인 및 지역주민의 국가대상 최대 민원제기 사항을 획기적으로 해소할 것으로 예상하고 있다.

마. 한국형 보급형 수로 수초제거 기술 확보

우리나라의 농업용 수로의 토사퇴적 특성 및 유형별 수초 특성을 DB화 하여 이를 효율적으로 제거 및 수거할 수 있는 한국형 수로 수초제거기를 개발한다면, 우리나라에 특화된 수로 수초 제거기 개발의 기술 확보는 물론, 우리나라와 농업·농촌 여건이 유사한 아시아 관련 국가에 대해 기술 우위를 통한 제품수출이 기대되는 한편, 유지관리 및 효율적인 수로관리에 의한 용수서비스 제고등 많은 파급효과가 클 것으로 기대된다.

Summary

I. Title of the Project

Commercializing Technology Development of Agriculture Canal Soil Sediment and Water plant Removal for Efficient Water Management

II. Research Achievements and Result

1. Impact of Quantitative

In this project, Four patent registration, two patents pending and in the process of applying for two patents. Total 7 research papers to the KCI journals were published. This project were exceeded 8 academic published and one time was technology transaction and one commercialization was expected to be launched. In addition, this project was exceeded research result of 1 manpower training and 1 utilize policy and 5 education and guidance and 4 exhibition center.

III. Objectives and Necessity of the Project

The ultimate goal of the project has to propose ① The soil sediment and investigation analysis of the water plant characteristics and build DB by type for the Korea agriculture canal, ② Korea type commercializing technology development of the water plant and soil removal for the agriculture canal, ③ Reduction technology development of soil sediment of agriculture canal, ④ Field test and effect analysis for the soil and water plant removal technology (More than 10% of the reduce of people and cost) ⑤ Commercialization and guideline for the soil and water plant removal technology for efficient water resource management of the Korea.

IV. Contents and Scope of the Project

- 1) Research and Analysis of the Water plant Characteristics for Agriculture Canal, DB Plan
 - ① Research and Analysis of the Water plant Characteristics for Agriculture Canal
 - ② DB Plan of the Types Water plant for Agriculture Canal

- 2) Reduction Technology Development of Soil Sediment of Agriculture Canal
 - ① Research and Analysis of Soil Sediment Characteristic for Agriculture Canal
 - ② Structural and Nonstructural Technology Development of Soil Sediment Reduction for Agriculture Canal

- 3) Korea Type Commercializing Technology Development of Water plant and Soil Removal Device for Agriculture Canal
 - ① Development of the Boom and Cutting Device for Water plant Removal of the Canal
 - ② Technology Development of the Power Control for Water plant Removal of the Canal
 - ③ Technology Development of the Grass and Soil Disposal Box for Water plant Removal of the Canal
 - ④ Commercializing Device Development of the Korea Type for Water plant and Soil Removal

- 4) Field Test and Effect Analysis for Soil and Water plant Removal Technology
 - ① Operation of Establishment Selection of the Test Site and Test Installation for Commercialization
 - ② Test and Analysis of Effect for Soil Sediment and Water plant Removal in the Test Site
 - ③ Research and Analysis for Weeding Influence of Agriculture Canal

- 5) Development of management system of the soil and water plant in canal and propose an commercialization plan of the technology
 - ① Development of management system of the soil and water plant in canal
 - ② User guideline of the soil and water plant removal device and propose an commercialization plan of the technology

V. Results of the Project

1. Research and Analysis of the Water plant Characteristics for Agriculture Canal

Research and analysis result of water plant characteristics according to agriculture canal type, water plant vegetation in soil canal was water flow disturbed. Types research result for nine regions across the country was no difference between species of water plants in area, somewhat different among plant length and green yield and percentage of dry matter in water plant.

2. Development of Efficient Water plant Management Technic for Agriculture Canal

It was suggestion weeding period and times of efficient water plant management. Two canals of reclaimed land and flatland performed tests during 2 years in test fit. Weeding period of efficient management for water plant of agriculture was considered cutting to the monsoon season before June and July, and we efficient believe that it will be cutting times activity August to 1 times after June.

3. Research and Analysis for Weeding Influence of Agriculture Canal

According to cutting height of water plant in agriculture canal examined the effect of recycling of water plant. Recycling height of water plant was the lowest recycling in cutting below from the water surface. We efficiently believe that it will be cutting below from the water surface. However, because spread roots of water plant in soil, is effected root removal than cutting.

4. Research and Analysis of Soil Sediment Characteristic for Agriculture Canal

Agriculture irrigation and drainage canal collected sample in soil sediment from 9 major areas according to topography, regional, location. We analyzed the material composition, component analysis and zone, hydraulic characteristic of canal for agriculture canal sample. Soil sediment has divided topographically into the mountain and land and reclaimed land. Soil classification turns out that was SM in terms of USCS. Fine soil was more soil in a drainage canal than irrigation canal. Organic content was no significant changes to the topography. Irrigation canal of topography has seen a similar resulted in particle size distributions. Drainage canal of topography has seen mountain, land, reclaimed land order in particle size distributions.

5. Structural and Nonstructural Technology Development of Soil Sediment Reduction for Agriculture Canal

In a study of soil sediment reduction canal, soil sediment was prevented through ponding depth control of paddy drainage hole. Also, soil sediment prevention or reduction structure is used to prevent soil loss into canal. End of agriculture irrigation canal is little a cross section, and coefficient of roughness decreases by sediment and erosion. If water level of canal lower than altitude, cultivation acreage was bad feedwater. Analysis result of soil sediment reduction operating system, water management technology was need developing fit for agriculture condition in Korea through launched modern agricultural water management system.

6. Field test for Soil Sediment Reduction from Structure Change

Field test for soil sediment reduction of agriculture canal were carried out by changed structure shape of canal. The standard shape of canal was made according to the standard of branch canal. Test canal was made straight concrete and soil canal, reduction canal was made on each of two canal. Test item measured velocity of flow, particle size distribution, sediment distribution ratio, suspended sediment concentration. Velocity of flow of the concrete canal decreased downstream of suggestion canal, soil canal were all coming down. Particle size distribution and sediment distribution ratio decreased downstream of canal, and suspended sediment concentration of suggestion canal was 50% higher than straight canal. This field test result, reduction effect of sediment was little difference between test canals. Also, reduction technology of leakage soil from canal slope and drainage hole of paddy offered to nonstructure technology by using the cross section height adjusts, vegetation block, sedimentation basin.

7. Development of Boom and Cutting Part

The boom and mower for water plant removal of canal was developed of Korea type water plant removal device suited for baby tractor. Design and development of the cutting system for water plant removal, the boom has designed for the boom and three point linkage mechanism analysis. The water-plant removal boom of 100 HP heavy tractors has designed length of 14m. The knife of cutting part was developed to withstand in underwater and slope work.

8. Development of Engine Control Technology

The engine control technology of weeding device developed hydraulic valve assembly, electronic device, control element, three level controlling device and emergency shutdown function.

9. Development of Collection Type Grass Mower and Sand Dredging Device

The self-propelled type water plant breaking and collection system developed weed, pick up, load and discharge work alone. Development system has managed to secure original technology. The Soil removal device developed boom and three point linkage working machinery of water plant device for official use.

10. Korea Type Commercializing Technology Development of Water plant and Soil Removal Device for Agriculture Canal

Korea type soil removal device was developed tractor drawbar type by driving engine and motor. The newly developed device was easy to use a

separate power unit of tractor, and it has good fuel efficiency. Also, the engine and motor operated to water plant removal and soil dredging device with eco-friendly.

11. Operation of Establishment Selection of the Test Site and Test Installation for Commercialization

The water plant removal device of 50 HP and 100 HP tractors was understand performance five time tests in Jeonnam Naju, Gwangju. The newly developed device would have enabled water loss, manpower and cost reduction for water plant and soil removal method of agriculture canal.

12. Soil and Water Plant Removal Test and Analysis of Effect

The newly developed device was evaluated light weight and miniaturization than existing excavator weeder. Field test results, drainage waterway removed over 95% of water plant, kinds of native plants grew up Reed grass, Ditch persicaria, Humulus japonicus, etc.

13. Research and analysis of weeding influence for agriculture canal and Field Test Result

The optimal water plant removal method and technology studied nine regions across the country investigation. Research result, weeding method was a heavy equipment weeding 43.5%, manpower weeding 56.5% and removal efficiency was not proportioned costs. Before the field test, figure out characteristic and kind of water plant. Field test result, waterway weeding time was 40 minutes and removed over 95% of native plants.

14. Developement of WPSMIS

WPSMIS was developed to information construction and offer system for business efficiency improvement and cost saving for water utilization facilities maintenance control. Water utilization facilities DB of KRCC was constructed to work area, water plant and soil removal report in relation to the facilities GIS.

15. Soil and Water Plant Removal Technology Manual(User's Guide) and Commercialization

The technology manual was developed to manage module for water facilities damage prevention, and maintenance and cost saving. The WPSMIS can check the time, and the region, and the management agency in the technology manual and practicality aspects for encouraging maintenance and usability efficiency of water facilities. Also, The WPSMIS have chosen first

management state and work area, it makes inquiry and input-output of work area. The smart function and work management of WPSMIS make work area, work management, mobile web possible.

VI. Project Accomplishments and Application Plan

1. Project Accomplishments

A. Patent Registration

This Project applied for a patent "Collection Type Grass Mower Apparatus"(P.N. : 10-2013-0008730), "Boom Type Grass Mower for Tractor with High efficiency"(P.N. : 10-2013-0110412), "Tractor Mounted Type Grass Mower for Slope Surface and Water Surface"(P.N. : 10-2015-0142424), "Tractor Trailer Type Sand Dredging Device Worked by Engine and Motor"(P.N. : 10-2015-0154157) in canal soil-water plant removal commercial technology development process. In addition, "Collection Type Grass Mower Apparatus"(P.N. : 10-1330266) and "Tractor Mounted Boom Type Grass Mower for Slope Surface and Water Surface"(P.N. : 10-1552665) is patent pending.

B. Publication of research papers

One paper was not accepted to the SCI listed journals and Seven of the KCI papers were published in the journals of the KSAE, the IALS. Besides, 8 proceeding papers or poster was presented in the domestic of conferences, although this was not the study requirement.

C. Technical Trading and Commercialization

When the project finished, technical trading will be presented by royalty pay plan, The third Cooperative Research Han'a SS Inc. will be commercialization.

D. Policy Suggestion

Policies related to the Water Resource Safety of KRCC and Jeonnam Regional Headquarters of KRCC were proposed.

E. Manpower Development

One of master of degree were conferred from this study result.

F. Book

We published "Canal Weed Guide"and it was the public relations to research result. In addition, Development technology carried out public relations with field test and demonstration of 3 times.

G. Education and Guidance

Water management and land irrigation for canal water plant carried out education and guidance with 3 times. Education and guidance and canal management information system of canal water plant removal device is an operating.

2. Application Plan

A. Industry Technology Transfer

We have to obtain by agricultural machinery authentication for the FACT of Ministry of Agriculture, it will be reviewed industry technology transfer according to regulation of institute of technology evaluation.

B. Utilization and Dissemination

The Agricultural Production Infra Improvement Project or maintenance of KRCC of FACT for research result system is pushing to the pilot project, design department of KRCC and offices of local government operation will be expected responses utilization and dissemination.

3. Expectation

A. Technology Transfer

A low-cost and high efficiency removal technology was expecting to establish at the quantization technology of soil and water plant for agriculture canal, evaluation technology for classification of water plant. The water plant removal device is expected most frequently in any other industry.

B. Socio-Economic

We are expecting a cost of soil dredging and labour-saving from canal sediment reduction.

C. Considering the Efficient Use and Management

We will be able to a budget of 1 billion reduction from the flood and drought damage by using water plant removal device.

D. Low-cost and High-efficiency Technology Konwhow

The water plant removal device is expected to complaints decline with the national from field manager, farmer, rural resident's.

CONTENTS

Chapter 1. Project Overview	1
Section 1. Introduction	1
Section 2. Research Background	2
Paragraph 1. Domestic Status	2
Paragraph 2. External Status	3
Section 3. Necessity of Research and Development	5
Paragraph 1. A Review and Perspective	5
Paragraph 2. Necessity of Research and Development	5
Section 4. Objectives and Contents of Research and Development	7
Paragraph 1. Terminal Objective and Main Content of Research and Development	7
Paragraph 2. Objectives and Contents of Research and Development for the Annual ..	8
Section 5. Processes and System	11
Paragraph 1. Processes Method	11
Paragraph 2. Promotion System	12
Section 6. Object and Performance of Research Performances	13
Paragraph 1. Quantitative Objectives and Performance	13
Paragraph 2. Achievement of Objectives	13
Section 7. Summary	15
Chapter 2. Internal and External Water plant Removal Technology	16
Section 1. Introduction	16
Section 2. Development Situation of the Internal and External Water plant Removal Device	17
Paragraph 1. Internal Status	17
Paragraph 2. External Status	21
Section 3. Soil Sediment Reduction of Canal	25
Paragraph 1. Internal Status	25
Paragraph 2. External Status	28

Section 4. Summary and Result	30
Chapter 3. Result of Research and Development	31
Section 1. Research and Analysis of the Water plant Characteristics for Agriculture Canal, DB Plan	31
Paragraph 1. Introduction	31
Paragraph 2. Life of the Water plant	32
Paragraph 3. Characteristic Research and Analysis of the Water plant in the Agriculture Canal	42
Paragraph 4. Develop Effective Management Technology of Water Plant in Agriculture Canal	58
Paragraph 5. Weeding Influence and Analysis of Agriculture Canal	74
Paragraph 6. Summary and Result	84
Section 2. Technology Development of Soil Sediment Reduce for Canal	86
Paragraph 1. Introduction	86
Paragraph 2. Analysis and Sediment Prediction of Soil Sediment Characteristics	87
Paragraph 3. Structure Characteristics Analysis for Soil Sediment Reduce	122
Paragraph 4. Recycling Method Study of Soil Sediment for Irrigation and Drainage	139
Paragraph 5. Test Characteristics according to Change of Structure Types	145
Paragraph 6. Proposal of Nonstructure Types of Agriculture Canal	157
Paragraph 7. Summary and Result	159
Section 3. Korea Type Commercializing Technology Development of Water plant and Soil Removal Device for Agriculture Canal	161
Paragraph 1. Introduction	161
Paragraph 2. Development of Boom and Cutting Device for Canal Water Plant Removal	163
Paragraph 3. Development of Korea Type Power Control Technology	171
Paragraph 4. Characteristics of Weeder for Tractor	175
Paragraph 5. Component of Weeder for Tractor	175
Paragraph 6. Development and Improvement of Water Plant Weeding Prototype	188
Paragraph 7. Development of Water Plant and Soil Removal for Korea Type Canal	208
Paragraph 8. Summary and Result	210
Section 4. Field Test and Effect Analysis for Soil and Water plant Removal	212
Paragraph 1. Field Test and Effect Analysis	212
Paragraph 2. Economic Analysis of Product Development	221
Paragraph 3. Summary and Result	222

Section 5. Development of Management System of the Soil and Water Plant in Canal and Propose an Commercialization Plan of the Technology	224
Paragraph 1. Introduction	224
Paragraph 2. Present Condition of Technology Development	226
Paragraph 3. Project Content	230
Paragraph 4. Summary and Result	243
Chapter 4. Objective Achievement and Contribution	246
Section 1. Research Objective and Evaluation Point	246
Paragraph 1. Research Objective	246
Paragraph 2. Evaluation Point	247
Section 2. Research Objective and Content Achievement	247
Paragraph 1. Research Objective on Parts	250
Paragraph 2. Research Development Content abd Achievement	250
Section 3. Contribution of Related Fields	254
Paragraph 1. Development Contribution of Academic and Technology for Related Fields	254
Paragraph 2. Expectation of Technology·Society·Economic	255
Chapter 5. Research Development Result and Utilization Plan	256
Section 1. Research Development Result	256
Paragraph 1. Intellectual Property	257
Paragraph 2. Paper and Academic Publish	259
Paragraph 3. Policy	262
Paragraph 4. Publicity	262
Paragraph 5. Expert	262
Paragraph 6. Book	262
Section 2. Plan	263
Paragraph 1. Commercialization and Industrialization	263
Paragraph 2. Technology Diffusion	263
Paragraph 3. Other Research	264

Chapter 6. Collected International Science and Technology Information	265
Section 1. International Conference	265
Paragraph 1. 2014, The 5th China-Japan-Korea Grassland Conference	265
Paragraph 2. 2015, International Grassland Congress	265
Section 2. International Report and Book	266
Section 3. International Science & Technology Information	266
Paragraph 1. Soil Sediment Treatment in Korea	266
Chapter 7. Research Facilities and Equipments Status	267
Section 1. Field Test of Structural Type Change for Agriculture Irrigation and Drainage Canal	267
Paragraph 1. Straight Concrete Canal	267
Paragraph 2. Structure Type Change on Concrete Canal for Soil Sediment Reduction	267
Paragraph 3. Straight Soil Canal	267
Paragraph 4. Structure Type Change on Soil Canal for Soil Sediment Reduction	267
Paragraph 5. Test Zone Within Korea Rural Community Corporation	267
Section 2. Prototype for Soil and Water Plant Removal	268
Paragraph 1. Weeding Knife for Water Plant Removal	268
Chapter 8. Laboratory Safety Plan	274
Chapter 9. References	277
<Appendix I> Patent, Research Paper and Market Analysis Report	279
Section 1. Comparison of Domestic and International Technology Level	279
Section 2. Patent Analysis	279
Paragraph 1. Scope of Patent Analysis	279
Paragraph 2. Relevance of Patent Analysis for Project	280

Section 3. Analysis of Paper	281
Paragraph 1. Scope of Analysis of Studies	281
Paragraph 2. Relevance of Analysis of Studies for Project	281
Section 4. Product and Market Analysis	282
Paragraph 1. Production and Market Status	282
Paragraph 2. Industrialization Directions and Affect of Expected for Development Technology	283
Section 5. Advancement Plan through 3P Analysis(Patent,Paper,Product)	284
Paragraph 1. Future Research Plan(in Terms of Patent, Paper, Product)	284
<Appendix II> CONFARM MANUAL	285
Section 1. Intellectual Property Application	285
Paragraph 1. Saddle Cutting Device of Collection Type	285
Paragraph 2. Tractor-mounted boom-type Cutting Device	286
Paragraph 3. Tractor-mounted slopes and sleep weeding device	287
Paragraph 4. Sediment Dredging Device of Tractor Hook to Engine and Motor	288
Paragraph 5. Saddle Cutting Device by Collection Type(Patent Registration)	289
Paragraph 6. Boom Type Cutting Device by Tractor Installation(Patent Registration)	290
Paragraph 7. Tractor-mounted slopes and sleep weeding device(Patent Registration Plan)	291
Paragraph 8. Sediment Dredging Device of Tractor Hook to Engine and Motor(Patent Registration Plan)	292
Section 2. Paper and Academic Publication	293
Paragraph 1. Effect of Barley Mixtures on Forage Production and Soil Characteristics in Dry Riverbed of Ansancheon(KCI, Publish)	293
Paragraph 2. Effect of Italian Ryegrass Mixtures on Forage Production and Soil Characteristics in Dry Riverbed of Ansancheon(KCI, Publish)	303
Paragraph 3. Analysis of Sediment according to Land Type(KCI, Publish)	309
Paragraph 4. Analysis Characteristics of Physical-chemical and Study on the Recycling of Sediment in Rural Canal(KCI, Publish)	310
Paragraph 5. Prediction of Sediment according to Type of Rural Canal(KCI, Publish)	311
Paragraph 6. Research on the Sediment Characteristics in Change Structural Shape of Agricultural Irrigation(KCI, Publish)	312
Paragraph 7. Effect of cutting date and interval on native grass management of agricultural waterways in reclaimed land(KCI, Publish Plan)	313

Paragraph 8. The Survey of Native Grasses at Agriculture Waterway for Water Management Efficiency(Academic Publication)	313
Paragraph 9. Evaluation of Soil Characteristics and Nutritive Value of Native Grasses in Agriculture Waterway(Academic Publication)	313
Paragraph 10. Determination of cutting date and interval on native grass management of agricultural waterways(Academic Publication)	314
Paragraph 11. Effect of Cutting and Interval on Native Grass Management of Agricultural Water w=Ways in Reclaimed Land(Academic Publication)	314
Paragraph 12. Determination of cutting date and interval on native grass management of agricultural waterways in South Korea(Academic Publication)	315
Paragraph 13. Deposition soil characteristics analysis in accordance with the type of terrain(Academic Publication)	315
Paragraph 14. Analysis of Sediment according to Velocity of Flow and Type of Rural Canal(Academic Publication)	316
Paragraph 15. Development of Removal Technologies for Agricultural Canal Plant Efficient Waterway Management(Academic Publication)	317
Section 3. Awards	318
Section 4. Publish Book	319
Paragraph 1. Illustrated Canal Water Plant Book	319
Paragraph 2. Policy Activate Proposal of Soil and Water plant Removal Technology	319
Paragraph 3. Performance and PR of Soil and Water plant Removal Technology	320
Section 5. Education Guidance	322
Paragraph 1. Grassland Science- Irrigation and Water Management	322
Paragraph 2. Ecological Forest Land animal husbandry Manual - Grassland Watering	322
Paragraph 3. Good Quality Bulky Feed Production Process - Near-Stream Bulky Feed	323
Paragraph 4. Operation Control Adviser of Water Plant Removal Device	324
Paragraph 5. Operation Adviser of Canal Management Information System	324
<Appendix III> MANUAL	325

목 차

제 1 장 연구개발과제의 개요	1
제 1 절 서 론	1
제 2 절 연구의 배경	2
1. 국내 현황	2
2. 국외 현황	3
제 3 절 연구개발의 필요성	5
1. 기존 연구의 문제점 및 앞으로의 전망	5
2. 연구개발의 필요성	5
제 4 절 연구개발 목표 및 내용	7
1. 연구개발의 최종목표 및 주요내용	7
2. 연차별 연구개발의 목표 및 내용	8
제 5 절 추진방법 및 체계	11
1. 추진방법	11
2. 추진체계	12
제 6 절 연구성과 목표 대비 실적	13
1. 정량적 성과 목표 및 실적	13
2. 연구개발 목표 및 내용의 달성 실적	13
제 7 절 요약	15
제 2 장 국내외 수초제거 기술 현황	16
제 1 절 서 론	16
제 2 절 국내외 수초제거기 개발현황	17
1. 국내현황	17
2. 국외 현황	21
제 3 절 수로의 토사퇴적 저감	25
1. 국내현황	25
2. 국외 현황	28

제 4 절 요약 및 결론	30
제 3 장 연구개발 수행내용 및 결과	31
제 1 절 수로의 수초특성 조사·분석 및 유형별 DB구축	31
1. 서 론	31
2. 수초(잡초)의 생태	32
3. 농업수로의 수초특성 조사 및 분석	42
4. 농업수로의 효율적인 수초관리 기술개발	58
5. 농업수로의 제초영향 및 분석	74
6. 요약 및 결론	84
제 2 절 수로의 토사퇴적 저감기술 개발	86
1. 서 론	86
2. 퇴적토사 특성 분석 및 퇴적량 예측	87
3. 퇴적토사 저감을 위한 구조물 및 특성 분석	122
4. 용·배수로 퇴적토사의 재활용 방안 검토	139
5. 구조적 형상 변화에 따른 시험 특성	145
6. 농업용 수로의 비구조적 형상 제안	157
7. 요약 및 결론	159
제 3 절 농업용 수로의 한국형 적정 수초·토사제거 상용화 기술 개발	161
1. 서 론	161
2. 수로 수초제거용 붐대 및 예취부 개발	163
3. 한국형 수로 수초제거용 동력제어기술 개발	171
4. 트랙터용 제초기 특징	175
5. 트랙터용 제초기 구성	175
6. 수초제거 시작품 개발 및 개선	188
7. 한국형 수로용 토사 제거 기기 개발	208
8. 요약 및 결론	210
제 4 절 토사·수초제거 기술의 현장시험 및 효과분석	212
1. 기술 현장시험 및 효과분석	212
2. 수초·토사제거기 개발제품의 경제성 분석	221
3. 요약 및 결론	222
제 5 절 수로 수초·토사 관리정보시스템 구축 및 기술 실용화 방안 제시	224
1. 서론	224
2. 국내외 기술개발 현황	226
3. 연구 수행 내용	230
4. 요약 및 결론	243

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	246
제1절 연구목표 및 평가착안점	246
1. 연구목표	246
2. 평가 착안점	247
제2절 연구개발 목표 및 내용의 달성도	247
1. 세부 연구개발 목표	250
2. 세부 연구개발 내용 및 달성도	250
제3절 관련분야에의 기여도	254
1. 관련분야 학술·기술발전 기여도	254
2. 기술·사회·경제적 기대성과	255
제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획	256
제1절 연구개발 성과	256
1. 지식재산권 출원	257
2. 논문 및 학술 발표 게재	259
3. 정책자료	262
4. 홍보실적	262
5. 인력양성	262
6. 단행본 발간 실적	262
제 2 절 성과활용 계획	263
1. 실용화·산업화 계획	263
2. 기술확산 계획	263
3. 타연구에 활용 계획	264
제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보	265
제 1 절 국제학술대회	265
1. 2014년 The 5th China-Japan-Korea Grassland Conference	265
2. 2015년 International Grassland Congress	265
제 2 절 해외 보고서 및 단행본	266

제 3 절 해외과학기술정보	266
1. 국내퇴적토사 처리현황	266
제 7 장 연구시설·장비 현황	267
제 1 절 농업 용·배수로 구조적 형상 현장시험시공	267
1. 직선형 콘크리트 수로	267
2. 퇴적토사 저감을 위한 구조적 형상을 변화한 콘크리트 수로	267
3. 직선형 흙 수로	267
4. 퇴적토사 저감을 위한 구조적 형상을 변화한 흙 수로	267
5. 농어촌공사 관할 시험지구	267
제 2 절 수로 토사·수초제거 시작품 현황	268
1. 수초제거용 예취날	268
제 8 장 연구실 안전관리 이행실적	274
제 9 장 참 고 문 헌	277
<첨부 I> 특허, 논문 및 시장 분석 보고서	279
제 1 절 본 연구관련 국내외 기술수준 비교	279
제 2 절 특허분석	279
1. 특허분석 범위	279
2. 특허분석에 따른 본 연구과제와의 관련성	280
제 3 절 논문분석	281
1. 논문분석 범위	281
2. 논문분석에 따른 본 연구과제와의 관련성	281
제 4 절 제품 및 시장 분석	282
1. 생산 및 시장현황	282
2. 개발기술의 산업화 방향 및 기대효과	283
제 5 절 3P(특허, 논문, 제품) 분석을 통한 연구추진계획	284
1. 분석결과 향후 연구계획(특허, 논문, 제품 측면에서 연구방향 제시)	284

<첨부 II> 연구성과 증빙자료 285

제 1 절 지식재산권 출원 285

- 1. 수거형 승용 예초 장치 285
- 2. 작업효율이 우수한 트랙터 장착형 볃 타입 예초 장치 286
- 3. 트랙터 장착형 법면 및 수면 예초 장치 287
- 4. 엔진 및 모터로 구동되는 트랙터 견인식 토사 준설 장치 288
- 5. 수거형 승용 예초 장치(특허등록) 289
- 6. 트랙터 장착형 볃 타입 예초 장치(특허등록) 290
- 7. 트랙터 장착형 법면 및 수면 예초 장치(특허등록 예정) 291
- 8. 엔진 및 모터로 구동되는 트랙터 견인식 토사 준설 장치(특허등록 예정) 292

제 2 절 논문 및 학술 발표 게재 293

- 1. 안산천에서 청보리 혼파조합이 사초 생산성과 토양 특성에 미치는 영향(KCI, 게재) .. 293
- 2. 안산천에서 이탈리아인 라이그라스 혼파조합이 사초 생산성과 토양 특성에 미치는 영향(KCI, 게재) 303
- 3. 산지, 평지 및 간척지 농경지 용배수로의 퇴적 토사 특성(KCI, 게재) 309
- 4. 농촌수로 퇴적토사의 물리화학적 특성 분석 및 재활용 방안 검토(KCI, 게재) 310
- 5. 농촌용 수로의 유형에 따른 토사 퇴적량 예측(KCI, 게재) 311
- 6. 농업용수로 구조적 형상 변화에 따른 퇴적 특성 연구(KCI, 게재) 312
- 7. 예취시기 및 예취간격이 간척지 농업수로 수초에 미치는 영향(KCI, 게재예정) 313
- 8. 효율적인 물관리를 위한 농업수로의 야초 실태조사(학술발표) 313
- 9. 농수로의 토양특성 및 수초의 사료가치 평가(학술발표) 313
- 10. Detemintion of cutting date and interval on native grass management of agricultural waterways(학술발표) 314
- 11. 예취시기 및 예취간격이 간척지 농업수로 수초에 미치는 영향(학술발표) 314
- 12. Detemintion of cutting date and interval on native grass management of agricultural waterways in South Korea(학술발표) 315
- 13. 지형 유형에 따른 퇴적토사 특성 분석(학술발표) 315
- 14. 농업용수로 유형과 유속에 따른 토사 퇴적량 분석(학술발표) 316
- 15. 효율적 물관리를 위한 농촌수로 수초제거 기술 개발(학술발표) 317

제 3 절 수상 실적 318

제 4 절 단행본 발간 및 홍보 실적 319

- 1. 수로 잡초 도감 319
- 2. 수로 토사·수초제거 개발 기술 정책활용 제안 319
- 3. 수로 토사·수초제거 개발 기술 시연회 및 홍보 320

제 5 절 교육지도	322
1. 초지학 - 초지의 관개 및 물관리	322
2. 산지생태 축산 운영 매뉴얼 - 초지의 관수	322
3. 양질 조사료 생산과정 - 하천변에서 조사료 생산	323
4. 수로 수초제거기의 제어 컨트롤러 작동법 지도	324
5. 수로 관리정보시스템 운영방법 지도	324
첨부 Ⅲ. 매뉴얼	325

표 목 차

<표 1-1> 국내 농업용 용·배수로 현황(단위 : m)	6
<표 1-2> 연차별 연구개발의 목표 및 내용	8
<표 1-2> 연차별 연구개발의 목표 및 내용(계속)	9
<표 1-2> 연차별 연구개발의 목표 및 내용(계속)	10
<표 1-3> 연구개발 정량적 성과 목표 및 달성 현황	13
<표 1-4> 연구계획서상 연구개발 목표 및 내용의 달성도	14
<표 2-1> 연도별 준설작업비 집행실적	26
<표 2-2> 용·배수로 제초 및 준설 단가 비교	26
<표 2-3> 용·배수로 준설 추진실적	27
<표 3-1-1> 경지잡초의 토양 적응성에 따른 분류	37
<표 3-1-2> 수로의 유형별 분류체계	42
<표 3-1-3> 농업용 수로의 수초 실태조사 선정지역	45
<표 3-1-4> 국내 농업수로의 계절별 자생 수초	50
<표 3-1-5> 수로 수초 실태조사 선정지역의 수로 사면의 수초 특성	53
<표 3-1-6> 수로 수초 실태조사 선정지역의 수로 사면의 수초 특성	54
<표 3-1-7> 농업수로에서 수초 예취 횟수	56
<표 3-1-8> 농업수로에서 수초 예취 시기	56
<표 3-1-9> 농업수로에서 수초 예취 방법	57
<표 3-1-10> 안성 농업수로 시험구의 수로 사면에서의 예취 시기별 수초 특성 조사	60
<표 3-1-11> 안성 농업수로 시험구의 수로 바닥에서의 예취 시기별 수초 특성 조사	61
<표 3-1-12> 당진 농업수로 시험구의 수로 사면에서의 예취 시기별 수초 특성 조사	62
<표 3-1-13> 당진 농업수로 시험구의 수로 바닥에서의 예취 시기별 수초 특성 조사	62
<표 3-1-14> 경산 농업수로 시험구의 수로 사면에서의 예취 시기별 수초 특성 조사	63
<표 3-1-15> 경산 농업수로 시험구의 수로 바닥에서의 예취 시기별 수초 특성 조사	63
<표 3-1-16> 안성 농업수로 시험구의 수로 사면에서의 예취 횟수에 따른 수초 특성조사	65
<표 3-1-17> 안성 농업수로 시험구의 수로 바닥에서의 예취 횟수에 따른 수초 특성 조사	66
<표 3-1-18> 당진 농업수로 시험구의 수로 사면에서의 예취 횟수에 따른 수초 특성 조사	66
<표 3-1-19> 당진 농업수로 시험구의 수로 바닥에서의 예취 횟수에 따른 수초 특성 조사	67
<표 3-1-20> 경산 농업수로 시험구의 수로 사면에서의 예취 횟수에 따른 수초 특성 조사	68
<표 3-1-21> 경산 농업수로 시험구의 수로 바닥에서의 예취 횟수에 따른 수초 특성 조사	68
<표 3-1-22> 농업수로의 수초 생장시기별 사료가치 평가	71
<표 3-1-23> 수로 위치별 토양의 화학적 특성	73
<표 3-1-24> port에서 줄풀의 예취 높이에 따른 재생높이	74
<표 3-1-25> 수로에서 줄풀의 예취 높이에 따른 재생높이	76
<표 3-1-26> 수로에서 부들의 예취 높이에 따른 재생높이	77
<표 3-1-27> 수로에서 갈대의 예취 높이에 따른 재생높이	79

<표 3-1-28> 수로에서 고마리의 예취 높이에 따른 재생높이	80
<표 3-1-29> 줄풀의 초장에 따른 생초수량 및 건물수량	81
<표 3-1-30> 부들의 초장에 따른 생초수량 및 건물수량	82
<표 3-1-31> 갈대의 초장에 따른 생초수량 및 건물수량	82
<표 3-1-32> 고마리의 초장에 따른 생초수량 및 건물수량	83
<표 3-1-33> 수로사면의 수초들의 혼합	83
<표 3-2-1> 시료의 물성치 조사표	88
<표 3-2-1> 시료의 물성치 조사표(계속)	89
<표 3-2-1> 시료의 물성치 조사표(계속)	90
<표 3-2-2> 시료의 균등계수 및 곡률계수	97
<표 3-2-2> 시료의 균등계수 및 곡률계수(계속)	98
<표 3-2-3> 시료별 유기물 함량	99
<표 3-2-3> 시료별 유기물 함량(계속)	100
<표 3-2-4> 대상지역별 기상관측소와 연평균 강우량	102
<표 3-2-5> 토양통에 따른 토양침식인자	102
<표 3-2-5> 토양통에 따른 토양침식인자(계속)	103
<표 3-2-6> 식생피복인자(C)	106
<표 3-2-7> 토양보존인자(P)	107
<표 3-2-8> 대상지역별 경위도 좌표와 TM 좌표	108
<표 3-2-9> 대상지역별 연간유사량	112
<표 3-2-10> 대상지역별 퇴적량	113
<표 3-2-11> 2012년도 준설량과 RUSLE 유실량의 비교	113
<표 3-2-12> 농어촌공사 도본부별 준설자료	114
<표 3-2-13> 2012년도 청원지사 준설자료	114
<표 3-2-14> 2012년도 부안지사 준설자료	119
<표 3-2-15> 미국 개척국(USBR)의 최대 허용유속에 대한 규정	123
<표 3-2-16> 미국 토양보전국(USBR)의 최대 허용유속에 대한 규정	123
<표 3-2-17> 미국 개척국의 최소유속에 대한 규정	123
<표 3-2-18> 농지개량사업 계획설계기준(배수편) 및 일본 토지개량사업 표준설계 (제 6편 배수로)의 최대 허용유속에 대한 규정	124
<표 3-2-19> 적용대상지역에 따른 토사유출저감기법	127
<표 3-2-20> 관개 조직 운용에 필요한 수위 자료	133
<표 3-2-21> 시료별 중금속 함량	140
<표 3-2-21> 시료별 중금속 함량 (계속)	141
<표 3-2-22> 토양오염우려기준 및 토양오염대책기준 (2009. 10)	141
<표 3-2-23> 지형별 중금속함량	142
<표 3-2-24> 수로별 중금속 함량	142
<표 3-2-25> 흙쌓기 재료의 품질기준	143
<표 3-2-26> 시험시료의 물리·역학적 특성	145

<표 3-3-1> 트랙터용 3점링크 국제표준규격	164
<표 3-3-2> 트랙터형 수초제거기 개발 사양	171
<표 3-3-3> 수초제거용 유압모터	172
<표 3-3-4> 수초제거용 유압펌프	172
<표 3-3-5> 동력전달부 구성	176
<표 3-3-6> 붐 및 암부 구성	179
<표 3-3-7> 제초헤드부 구성	182
<표 3-3-8> 전기제어컨트롤 및 거치대 구성	185
<표 3-4-1> 한국형 수초 제거기 제품 생산 원가	221
<표 3-5-1> AIMS의 특징	227
<표 3-5-2> 좌표변환	229
<표 3-5-3> 대표적 수로바닥 수초	237
<표 3-5-4> 대표적 수로사면 수초	238
<표 3-5-5> 국내 주요 농업수로 수초별 특징	239
<표 4-1> 평가의 착안점 및 기준	247
<표 4-2> 연구계획서상 연구개발 목표 및 내용의 달성도	248
<표 4-2> 연구계획서상 연구개발 목표 및 내용의 달성도(계속)	249
<표 5-1> 총 연구기간 동안의 연구개발 정량적 성과 목표 및 달성 현황	256
<표 5-2> 지식재산권 출원 실적	257
<표 5-3> 학술논문게재 실적	260
<표 5-4> 학술회의 발표 실적	261
<표 5-5> 인력양성 실적	262
<표 5-6> 단행본 실적	262

그 립 목 차

(그림 1-1) 인력에 의한 수로 제초 제거	2
(그림 1-2) 인력과 중장비에 의한 토사 제거	3
(그림 1-3) Mowing bucket type	3
(그림 1-4) Frail mower type	3
(그림 1-5) Rake type	4
(그림 1-6) Small mowing boat type	4
(그림 1-7) 국외 유역의 토사제거 현황	4
(그림 1-8) 수리시설물 제초피해 메커니즘	7
(그림 1-9) 연구개발을 위한 산학연 협동연구 구성도	11
(그림 1-10) 연구개발의 추진체계 및 로드맵	12
(그림 2-1) 왕복동날식 수초제거기	17
(그림 2-2) 로터리식 수초제거기	18
(그림 2-3) 수초압착 롤러	19
(그림 2-4) 파쇄압축수거형 수초제거기	20
(그림 2-5) 급경사면 제초기	21
(그림 2-6) Mowing Bucket Type	22
(그림 2-7) Frail mower type	22
(그림 2-8) Rake type	23
(그림 2-9) Rake type Cutter bar type	23
(그림 2-10) Rake type Small mowing boat type	24
(그림 2-11) Pontier type	24
(그림 2-12) 개수로내의 외부 토사 유입	26
(그림 2-13) 범람에 의한 잠관내의 토사 유입	26
(그림 2-14) 펌핑에 의한 잠관내 토사 제거	28
(그림 2-15) 잠관내 인력에 의한 토사 제거	28
(그림 2-16) 백호의 의한 유입토사 제거	28
(그림 2-17) 백호를 이용한 퇴적토사 제거	28
(그림 2-18) 국외 유역의 토사제거 현황	29
(그림 3-1-1) 2011년도 대농민 만족도 조사	31
(그림 3-1-2) 2011년 도별 흙수로와 제초작업 현황	32
(그림 3-1-3) 수초의 일반적 분류	33
(그림 3-1-4) 지하경으로 번식하는 대표적인 수초들(줄풀, 부들, 갈대)	35
(그림 3-1-5) 포복형으로 번식하는 대표적인 수초들(고마리, 환삼덩굴)	35
(그림 3-1-6) 다발형으로 번식하는 대표적인 수초들(개밀, 메귀리, 피)	35
(그림 3-1-7) 다발형과 방석형	36
(그림 3-1-8) 용수로(콘크리트수로)	43

(그림 3-1-9) 배수로(흙수로)	43
(그림 3-1-10) 소형 구조수로(콘크리트 수로)	43
(그림 3-1-11) 구조수로의 수초	44
(그림 3-1-12) 농업용 수로의 단면 개념도	44
(그림 3-1-13) 수로사면(환삼덩굴,쇠뜨기), 바닥(줄풀, 고마리)	44
(그림 3-1-14) 8도 9개 선정지역 농수로 수초	47
(그림 3-1-15) 토공 용수로의 구조 수로화	48
(그림 3-1-16) 충북 진천과 전북 김제의 농수로에서의 수초예취 후 수초적재	48
(그림 3-1-17) 1년차 수로 수초 실태조사 방법	48
(그림 3-1-18) 2년차 수로 수초 실태조사 방법	49
(그림 3-1-19) 수초 조사 방법	49
(그림 3-1-20) 수로바닥(변)의 주요 수초	51
(그림 3-1-21) 수로사면의 주요 수초	52
(그림 3-1-22) 8도 9개 선정지역의 수로사면의 수초 식생분포	54
(그림 3-1-23) 수로 바닥의 수초 식생 분포	55
(그림 3-1-24) 농업수로의 수초 예취횟수 조사결과	56
(그림 3-1-25) 농업수로의 수로 예취시기 조사결과	57
(그림 3-1-26) 농업수로의 수초 예취방법 조사결과	57
(그림 3-1-27) 농업용 수로의 수초관리를 위한 제초 예상 적기	59
(그림 3-1-28) 국내 월별 강우량	59
(그림 3-1-29) 안성 시험구의 수로 수초 적절 예취시기 시험	61
(그림 3-1-30) 당진 시험구의 수로 수초 적절 예취시기 시험	63
(그림 3-1-31) 경산 금구수로 수초 적절 예취시기 시험	64
(그림 3-1-32) 효율적인 물관리를 위한 적절 예취 횟수 설정 시험	65
(그림 3-1-33) 안성 시험구의 적절 예취 횟수 시험	66
(그림 3-1-34) 당진 시험구의 적절 예취 횟수 시험	67
(그림 3-1-35) 경산 시험구의 적절 예취 횟수 시험	69
(그림 3-1-36) 수초의 사료가치 평가 분석	70
(그림 3-1-37) port에서 줄풀의 예취 높이가 재생에 미치는 영향	75
(그림 3-1-38) 수로에서 줄풀의 예취 높이가 재생에 미치는 영향	76
(그림 3-1-39) port와 수로에서 부들의 예취 높이가 재생에 미치는 영향	78
(그림 3-1-40) 수로에서 갈대의 예취 높이가 재생에 미치는 영향	79
(그림 3-1-41) 수로에서 고마리의 예취 높이가 재생에 미치는 영향	80
(그림 3-2-1) 시료 채취 지역	87
(그림 3-2-2) 용수로 시료 채취	87
(그림 3-2-3) 배수로 시료 채취	88
(그림 3-2-4) 지형별 입도분포	97
(그림 3-2-5) 지형별 유기물함량	99
(그림 3-2-6) 지구별 토양침식인자	104

(그림 3-2-7) 토양침식인자(K)값 결정을 위한 그래프	104
(그림 3-2-8) 지구별 지형인자	105
(그림 3-2-9) 지구별 식생피복인자	106
(그림 3-2-10) 지구별 토양보존인자	107
(그림 3-2-11) 대상지역	108
(그림 3-2-12) 부안 대상지 및 유역도	109
(그림 3-2-13) 부안 대상지 및 유역도	109
(그림 3-2-14) 당진 대상지 및 유역도	110
(그림 3-2-15) 강릉 대상지 및 유역도	110
(그림 3-2-16) 무안 대상지 및 유역도	111
(그림 3-2-17) 논산 대상지 및 유역도	111
(그림 3-2-18) 여주 대상지 및 유역도	112
(그림 3-2-19) 담수위 조절형 토사유출 저감 물꼬	126
(그림 3-2-20) 센매기 모식도	128
(그림 3-2-21) 센매기 적용 규격	128
(그림 3-2-22) 센배수형 실트펜스 개념 및 규모	129
(그림 3-2-23) 단쌓기 모식도	129
(그림 3-2-24) 단쌓기 적용 규모 결정	130
(그림 3-2-25) 센막기 단면도와 평면도	130
(그림 3-2-26) 센막기의 제원	131
(그림 3-2-27) 차량을 이용한 멀칭 장면	131
(그림 3-2-28) 헬리콥터를 이용한 멀칭 장면	132
(그림 3-2-29) 대화 시스템의 구성	135
(그림 3-2-30) 물 관리 자료 관리 시스템	136
(그림 3-2-31) Data Subsystem 구성 체계	138
(그림 3-2-32) 최대치수	143
(그림 3-2-33) 5.0mm체 통과율	144
(그림 3-2-34) 0.08mm체 통과율	144
(그림 3-2-35) 소성지수	144
(그림 3-2-36) 시험시료의 입도분포 곡선	145
(그림 3-2-37) 제안 콘크리트 수로의 단면도	147
(그림 3-2-38) 제안 흙 수로의 단면도	147
(그림 3-2-39) 시험조건	148
(그림 3-2-40) 시험순서	149
(그림 3-2-41) 콘크리트 수로별 퇴적분포 비율	150
(그림 3-2-42) 측정위치에 따른 콘크리트 수로의 입도분포곡선	150
(그림 3-2-43) 채수시간에 따른 콘크리트 수로별 부유사 농도 변화	151
(그림 3-2-44) 콘크리트 수로별 유속의 변화	152
(그림 3-2-45) 관개기 동안의 콘크리트 수로별 퇴적 토사량	152

(그림 3-2-46) 콘크리트 수로별 유속의 변화에 따른 퇴적량 관계	153
(그림 3-2-47) 흙 수로별 퇴적분포 비율	154
(그림 3-2-48) 흙 수로별 지점별 입도분포곡선	154
(그림 3-2-49) 채수시간에 따른 흙 수로별 부유사 농도 변화	155
(그림 3-2-50) 콘크리트 수로별 유속의 변화	156
(그림 3-2-51) 관개기 동안의 흙 수로별 퇴적 토사량	156
(그림 3-2-52) 흙 수로별 유속의 변화에 따른 퇴적량 관계	157
(그림 3-2-53) 수로의 단면 높이와 노면배수시설을 이용하는 방법	158
(그림 3-2-54) 계단식 식생 블럭을 이용하는 방법	158
(그림 3-2-55) 침강지를 이용하는 방법	159
(그림 3-3-1) Mowing bucket type	161
(그림 3-3-2) Frail mower type	161
(그림 3-3-3) 암식 작업장치	162
(그림 3-3-4) 트랙터용 수초제거장치의 3점 링크	164
(그림 3-3-5) 50마력급 소형트랙터의 붐대 메커니즘	165
(그림 3-3-6) 50마력 트랙터형 수로 붐 제조장치(제조 폭 ~2.5미터)	165
(그림 3-3-7) 100마력 대형트랙터 수로 붐 제조장치 설계안(최대 14미터)	165
(그림 3-3-8) 수초제거용 예취날 설계안 1(단위: mm)	166
(그림 3-3-9) 수초제거용 예취날 시작품(제조폭 900 mm, SUP9재질, 중량 59kg)	166
(그림 3-3-10) 100마력급 수초제거용 설계안 및 시작품(제조폭 1000 mm)	168
(그림 3-3-11) 100마력급 수초제거용 설계안 II 및 시작품(수초제거폭 1,800 mm)	168
(그림 3-3-12) 50마력 트랙터용 수초제거장치(제조폭 900 mm)	169
(그림 3-3-13) 100마력 트랙터용 수초제거장치(수초제거폭 1800 mm)	170
(그림 3-3-14) 50마력급 수초제거용 유압밸브 조립체 시작품 및 전기시스템 결선도	171
(그림 3-3-15) 100마력급 수초제거용 유압밸브 조립체(7way electric hydraulic control valve)	173
(그림 3-3-16) 무선통신(Bluetooth)모듈을 이용한 유무선 제어장치	173
(그림 3-3-17) 자주형 수초과쇄 및 집초시스템	174
(그림 3-3-18) 3점링크 프레임	176
(그림 3-3-19) 동력축 조인트	177
(그림 3-3-20) 기어박스, 유압펌프, Solenoid valve	177
(그림 3-3-21) 유압탱크	178
(그림 3-3-22) 오일쿨러(유압냉각쿨러)	178
(그림 3-3-23) 보조바퀴	179
(그림 3-3-24) 붐	180
(그림 3-3-25) 암	180
(그림 3-3-26) 암 확장장치	181
(그림 3-3-27) 암 확장	181
(그림 3-3-28) 제조헤드 프레임	182
(그림 3-3-29) 제조축 플랜지	183

(그림 3-3-30) 유압모터	183
(그림 3-3-31) 제초축 및 제초칼날	184
(그림 3-3-32) 미륵롤러	184
(그림 3-3-33) 전기제어 컨트롤러	185
(그림 3-3-34) 거치대	185
(그림 3-3-35) 트랙터용 제초기 전경 1	186
(그림 3-3-36) 트랙터용 제초기 전경 2	186
(그림 3-3-37) 제초기 트랙터 부착 전경 1	187
(그림 3-3-38) 제초기 트랙터 부착 전경 2	187
(그림 3-3-39) 로테이터형 제초부 제작 도면	189
(그림 3-3-40) 로테이터형 제초부 제초축 경량화	190
(그림 3-3-41) 로테이터형 제초헤드 경량화	190
(그림 3-3-42) 로테이터형 제초부 로테이터 및 각종부품	191
(그림 3-3-43) 경량 로테이터형 제초부	191
(그림 3-3-44) 대형수로 트랙터용 제초부 개선제작	192
(그림 3-3-45) 대형수로 트랙터용 제초부 개선(봄 및 암 연결 전경)	193
(그림 3-3-46) 중장비용 제초부 개선	194
(그림 3-3-47) 중장비용 제초부 프레임 개선	194
(그림 3-3-48) 중장비용 제초부 각종부품	195
(그림 3-3-49) 중장비용 제초부 개선 제작	195
(그림 3-3-50) 수평칼날 회전형 제초부 제작	196
(그림 3-3-51) 원판칼날 병립형 제초부 제작	197
(그림 3-3-52) 삼각칼날 왕복형 제초부 제작	197
(그림 3-3-53) 수초제거기(중·소수로용) 도면	198
(그림 3-3-54) 중·소수로용 수초제거기 제작 정면	199
(그림 3-3-55) 중·소수로용 수초제거기 제작 측면	199
(그림 3-3-56) 수평칼날 회전형 제초부 개선	200
(그림 3-3-57) 원판칼날 병립형 제초부 개선	200
(그림 3-3-58) 원판칼날 병립형 제초부 칼날	201
(그림 3-3-59) 삼각칼날 왕복형 제초부 개선	201
(그림 3-3-60) 수초제거기(중·소수로용) 도면	202
(그림 3-3-61) 굴삭기제초부 재활용 트랙터부착용 수초제거기 제작	203
(그림 3-3-62) 킥클램프 도면	203
(그림 3-3-63) 킥클램프 체결부위	204
(그림 3-3-64) 킥클램프 유압회로	204
(그림 3-3-65) 수초제거기(대형수로용) 도면	205
(그림 3-3-66) 대형수로용 수초제거기 킥클램프 적용	205
(그림 3-3-67) 확대 모습	206
(그림 3-3-68) 킥플렌지 도면	206

(그림 3-3-69) 킥클램프+플렌지 도면	207
(그림 3-3-70) 킥플램프 적용	207
(그림 3-3-71) 한국형 수로용 토사제거장치 설계안(트랙터 견인형, 3점 링크 탈부착형)	208
(그림 3-3-72) 한국형 수로용 토사제거장치 시제품	209
(그림 3-4-1) 현장시험 장소	212
(그림 3-4-2) 현장시험 대상 배수로	212
(그림 3-4-3) 제초기 트랙터 설치	213
(그림 3-4-4) 트랙터용 제초기 현장시험	214
(그림 3-4-5) 원판칼날 병립형 수증 제초부 시험	214
(그림 3-4-6) 삼각칼날 왕복형 수증 제초부 시험	215
(그림 3-4-7) 1차 현장시험 결과	216
(그림 3-4-8) 2차 현장시험 결과	216
(그림 3-4-9) 3차 현장시험 결과	217
(그림 3-4-10) 100마력급 대형트랙터 수초제거장치 현장시험 I	218
(그림 3-4-11) 100마력급 대형트랙터 수초제거장치 현장시험 II	219
(그림 3-4-12) 50마력 소형트랙터 봄 제초장치 현장시험	220
(그림 3-5-1) 수로 수초·토사 관리정보시스템 개발 목표	225
(그림 3-5-2) 관리기법/1 개요	225
(그림 3-5-3) 관리기법/1 활용방안	225
(그림 3-5-4) AIMS 소개	226
(그림 3-5-5) 국가공간정보 오픈플랫폼 연계 방안	228
(그림 3-5-6) 타일 지도 구성도	229
(그림 3-5-7) ArcGIS Desktop를 사용하여 구글TM으로 좌표변환	229
(그림 3-5-8) 수로 수초·토사 관리정보시스템 모식도	230
(그림 3-5-9) 시설명 검색	231
(그림 3-5-10) 지번 검색	232
(그림 3-5-11) 도로명 검색	232
(그림 3-5-12) 작업대상지 조회	233
(그림 3-5-13) 작업내역 관리(등록 및 조회)	234
(그림 3-5-14) 모바일 웹	235
(그림 3-5-15) 작업내역 일괄 관리	236
(그림 3-5-16) 수초도감 설계	236
(그림 3-5-17) 작업내역 관리 및 결과보고서 출력 업무흐름도	240
(그림 3-5-18) 수초도감 연계	241
(그림 3-5-19) 결과보고서 출력	241
(그림 3-5-20) 수초도감 모바일 조회	242
(그림 3-5-21) 수로 수초·토사 관리정보시스템 시범운영 환경 구성	243
(그림 3-5-22) 수초도감 연계	244
(그림 3-5-23) 작업내역 결과보고서 출력	244

(그림 3-5-24) 수초도감 모바일 조회	245
(그림 3-5-25) 시범 운영 실시	245
(그림 5-1) 출현번호 통지서	258
(그림 5-2) 등록 특허	259
(그림 5-3) 게재된 KCI 논문	260
(그림 5-4) 수로 잡초 도감	263
(그림 6-1) 국외 농촌수로의 토사제거 현황	266
(그림 7-1) 시험시공용 제작수로	268
(그림 7-2) 수초제거용 예취날 시작품(제조폭 900 mm, SUP9재질, 중량 59kg)	268
(그림 7-3) 수초제거용 칼날 시작품(제조폭 1000 mm)	269
(그림 7-4) 수초제거용 칼날 시작품(제조폭 1800 mm)	269
(그림 7-5) 트랙터용 수초제거 시작품(A Type)(수초제거폭 1800 mm)	270
(그림 7-6) 트랙터용 수초제거 시작품(B Type)(수초제거폭 1000 mm)	271
(그림 7-7) 50마력 트랙터용 수초제거장치(제조폭 900 mm)	272
(그림 7-8) 수평칼날 회전형 제조부 제작	272
(그림 7-9) 원판칼날 병립형 제조부 제작	273
(그림 7-10) 삼각칼날 왕복형 제조부 제작	273
(그림 7-11) 한국형 수로용 토사제거장치 시작품	273
(그림 8-1) 본 연구 참여연구원 연구실 안전교육 수료 현황	275
(그림 8-2) 연구실 안전교육 웹사이트	275
(그림 8-3) 연구실 온라인 일상점검표	276

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 서 론

우리나라의 농업은 외국과는 달리 좁은 농토에 집약적으로 농사를 짓는 집약농업형태로, 고비용·저효율 문제, 다시 말하여 우리 농산물의 높은 생산비가 가격상승의 주된 요인으로 작용되고 있으며, 이것은 우리 농업이 안고 있는 가장 큰 구조적인 문제점이기도 하다. 다가오는 우리 농산물 시장의 개방, 특히 쌀 시장의 개방에 대비하려면 이러한 우리 농업이 안고 있는 구조적인 문제들을 개선하지 않으면 안되며 이것이 바로 우리 농업의 국제경쟁력을 강화시키는 길이라고 판단된다.

이러한 우리 농업이 안고 있는 구조적인 문제점들을 개선하기 위하여 우리 정부에서는 이미 10여년 전부터 영농규모화사업을 주요 국책사업으로 추진해 오고 있으며, 본 연구사업도 이러한 차원에서 수리시설물의 유지관리비를 절감하여 궁극적으로는 농업의 생산비 절감에 기여하기 위해 추진되고 있는 연구사업이다.

우리나라는 전체의 용·배수로 중 약 76%가 토공 수로로 되어 있어 수리시설물 유지관리 중 토공수로가 차지하는 비중이 대단히 높다. 그러나 토공수로의 유지관리 미비, 특히 용·배수로의 토사, 잡초, 수초제거작업의 미비는 작물의 적기 적량의 용수를 공급하는데 커다란 장애가 되고 있어 이러한 문제는 수리시설물의 유지관리비 상승의 주요 요인이 되고 있는 것은 물론, 농업생산 자체에까지 심대한 영향을 미치고 있는 것이다. 그럼에도 불구하고 대부분의 유지관리 업무에 대한 관심도는 대형 구조물이나 시설물에 집중되고 있으며 토공수로의 유지관리에는 상대적으로 관심도가 떨어지고 있는 것도 사실이다.

보다 자세히 설명하자면, 우기에 번성하는 용배수로의 토사, 잡초, 수초 제거작업 미비로 인해 크게 2가지 측면의 피해가 발생한다. 첫째, 수리시설물 유지관리 측면의 비용증가 측면이다. 수로의 통수능력을 저하시켜 집중강우 시 홍수배제가 제대로 이루어지지 못하고 있으며, 이로 인하여 수리시설물과 관련된 구조물의 파손 붕괴, 농경지의 매몰 등의 요인으로 작용하며, 또한 수로에 토사물이 퇴적되어 수로의 통수능력 저하가 악순환적으로 확대 재생산되며 수로사면 잡초의 생육으로 토공수로사면의 유지관리가 어렵게 된다. 둘째, 농업생산 저해측면이다. 집중 강우시 홍수배제가 제대로 이루어지지 못하여 작물의 장시간 침수와 농경지 매몰에 의한 감수요인으로 작용하며, 집중강우가 아니더라도 배수불량으로 인하여 감수요인으로 작용하고, 또한 용수로의 통수능력 저하로 용수로 말단부위까지의 용수공급이 어려워 적기적량의 용수공급에 지장을 초래함으로써 작물의 감수요인으로 작용한다. 그러나 근년의 고임금 현상으로 말미암아 이러한 문제점들을 인력에 의한 수작업에 의존한다는 것은 경제성도 맞지 않을 뿐 아니라, 농촌현실을 보아서도 이러한 작업은 기피작업이 되고 있어 노동력을 구하기조차 쉬운 일이 아니어서, 사실상 용·배수로의 잡초와 수초제거작업은 거의 방치되고 있는 실정이다. 이러한 관점에서 용·배수로 토사, 잡초 및 수초 제거작업의 기계화에 의한 생력화가 시급한 실정이다.

제 2 절 연구의 배경

1. 국내 현황

국내 수초제거 기술은 농수로의 토사와 수초현황에 관한 현장조사 자료가 부족하고 체계적인 제거기술 개발이 미흡하여 수로관리에 관행적인 인력에 의한 토사와 수초제거 방법을 사용하고 있는 실정이다.(그림 1-1)

국내 수초제거기 기술개발은 한국농어촌공사 농어촌연구원에서 2001년 해외의 수초제거기(커터형)에 기초하여 수로용 수초제거기를 개발하였으나, 커터 칼날이 나무 혹은 철근 등에 끼어 작동이 안되는 현상이 발생하는 등 현장 실용화에 미흡하였으며, 2008년 수초제거기를 개발, 보급하였으나, 굴삭기에 부착한 형태에 수로의 폭과 작업환경의 제한되고 수로 수초의 절단력의 부족 등으로 그 효과가 미흡하여 활용이 저조한 상태이다. 또한 지자체를 비롯한 일부 업체에서 압착롤러 형태의 간단한 수초제거기를 개발하였으나 압착에 의한 단기간의 효과에 실용성이 부족하고 수초가 재번무하는 등 그 효과가 미흡하여 활용이 저조한 상태이다.

농업용 수로의 관리적 제도 및 정책 측면에서도 수초 및 제거를 통한 효율적인 수로 관리 방안이 마련되어 있지 않으며 친환경 초생수로의 보급에 관한 제도가 미흡하며 농수로 설계에 있어 콘크리트 수로 위주의 기술이 보편적이며 초생수로와 그에 따른 수초 관리기술 그리고 수로의 침사지 시설의 설계 혹은 수초제거를 위한 수로 부속도로 설계방안이 부족한 실정이다.

최근, 국내·외 제조작업에 있어 전반적으로 예치기 또는 제조기계의 개발과 사용이 보편적으로 되고 있으며, 이러한 현장에 따라 국내에 적합한 농업용 수로의 수초 및 토사제거 개발 및 보급을 통한 수로관리 효율화의 요구가 증대되고 있다.



(그림 1-1) 인력에 의한 수로 제초 제거

용수로에 유입되거나 퇴적되는 토사의 경우, 상류측이나 외부 유입에 의한 토사가 대부분이며 기계 경작화에 의해 용해된 토사가 배수로에 직접 유입되어 퇴적의 양이 증가되고 있으나 국내 토사제거 기술 개발은 미흡한 상태이며 인력과 증장비에 의한 준설을 실시하고 있는 실정이다.(그림 1-2)



(그림 1-2) 인력과 중장비에 의한 토사 제거

2. 국외 현황

선진국의 경우, 수초제거에 있어서 Mowing bucket type, Frail mower type, Rake type, Small mowing boat type 등 다양한 형태로 각국의 실정에 맞는 수초제거기를 개발하여 실용화함으로써 환경 친화적인 수로의 제초관리를 실시하고 있다.

네덜란드와 미국에서는 수초제거기를 개발하여 제초작업에 이용되고 있으며 특히, 버킷타입(Mowing bucket type)은 주로 트랙터에 붐과 함께 부착시켜 수초제거 전용기로서 사용하고 있으며(그림 1-3) 도리깨 타입(Frail mower type)은 수면 밖에서만 작업을 할 수 있으며 주로 수로의 비탈면이나 또는 도로주변의 잡초 및 잡목을 제거하는 장비를 개발하여 사용하고 있다.(그림 1-4) 또한, 갈퀴타입(Rake type)은 물속과 밖에서 동시에 수초를 제거할 수 있는 장비이며 버킷에 갈퀴식 커팅시스템을 부착시켜 주로 큰 풀등을 회전력에 의해 자르거나 절단하는 형식의 수초제거기를 개발하여 활용 중에 있다.(그림 1-5) 수중보트타입(Small mowing boat type)은 대형 수로 및 저수지 등에서 사용이 가능한 형태로 수중에서 수초를 제거하기 위하여 개발되어 있다.(그림 1-6)



(그림 1-3) Mowing bucket type



(그림 1-4) Frail mower type



(그림 1-5) Rake type



(그림 1-6) Small mowing boat type

토사제거의 경우는 선진국의 환경보호 정책의 따라 법 및 제도가 완비되어 있으며, 미국의 경우 1992년 수자원개발법 (Water resources development Act)을 통해 유역의 일반적인 토사에 대해 포괄적인 관리를 하고 있다. 토사관리는 토사 유입 및 오염토사의 처리 관리가 보다 엄격하게 되어 있으며, 오염된 토사의 복원기술은 자연복원기술 및 현장덮개기술 등이 있으나 대부분 준설 및 굴착의 방법으로 토사를 제거하고 있다. (USEPA 2005, 그림 1-7)

농업용 수로에서의 토사제거 현황 및 제거 기술은 확립되어 있지 않고 일반적인 토사, 준설 및 복원 기술을 적용하고 있는 실정이다. 그러나, 우리나라의 경우 소규모 수로가 널리 산재하여 있는 특성으로 이에 대한 국내 실정에 맞는 토사, 준설 혹은 저감제거 장비의 개발이 필요한 실정이다.



(그림 1-7) 국외 유역의 토사제거 현황

제 3 절 연구개발의 필요성

1. 기존 연구의 문제점 및 앞으로의 전망

1.1. 문제점

최근 우리나라 주변의 기상변화로 인하여 집중호우에 의한 피해가 자주 발생하고 있는데, 특히 호우에 의한 농업용 수로의 퇴적토사에 의한 민원이 자주 발생하고 있으나 효과적인 방법으로 토사를 제거하는 기술이 미비하고, 토사의 제거는 농한기를 이용하여 농촌의 노동력을 활용하였으나 농촌인구의 고령화에 따른 노동력의 수급에 많은 문제점이 발생하고 있다.

농업용 수로의 관리적 제도 및 정책 측면에서도 토사제거를 통한 효율적인 수로관리 방안이 마련되어 있지 않으며 친환경 초생수로의 보급에 관한 제도가 미흡하며 농수로 설계에 있어 콘크리트 수로 위주의 기술이 보편적이며 초생수로와 그에 따른 수초관리기술 그리고 수로의 침사지 시설의 설계 혹은 수초제거를 위한 수로 부속도로 설계방안이 부족한 실정이다.

용수로에 유입되거나 퇴적되는 토사의 경우, 상류측이나 외부 유입에 의한 토사가 대부분이며 기계 경작화에 의해 용해된 토사가 배수로에 직접 유입되어 퇴적의 양이 증가되고 있으나 국내 토사제거 기술 개발은 미흡한 상태이며 인력과 중장비에 의한 준설을 실시하고 있는 실정이다.

1.2. 앞으로의 전망

농업용 수로의 퇴적토사의 저감 및 제거기술의 개발에 따른 효율적인 수로의 관리가 가능하고, 예측 가능한 수로관리에 의한 첨단농업, 수확증대, 농촌소득증대, 안정적인 영농이 현실화될 것으로 전망된다.

또한, 농촌지역 노동력의 고령화에 따른 영농인력 감소로 인한 영농규모의 축소를 방지하고, 대단위, 대규모 영농단지의 조성이 가능하고 첨단농업의 기계화, 정밀농업, 소득 작목 영농이 가능하게 될 전망되며 이에 따른 농촌의 소득증대가 가능할 것으로 전망되며, 퇴적토사의 저감기술 개발에 따른 효율적인 용수관리가 가능하고, 용수부족에 따른 영농 애로사항을 타결할 수 있을 것으로 전망된다.

2. 연구개발의 필요성

우리나라 농촌수로는 농업생산 및 농촌수자원 관리의 주요한 시설이며 <표 1-1>과 같이 전국 18만km에 달하고 있으나 농촌수로의 60%이상은 단면이 흙으로 구성되어 있어서 자연 성장하는 수초를 제거하지 않으면 농촌수로의 근본적인 기능을 상실하게 된다.

그러나, 우리나라에서는 농촌수로의 편의적인 관리를 위하여 콘크리트 수로를 설치하여 수초를 원천적으로 방지하는 방법을 이용하고 있으나 콘크리트 수로는 농촌의 환경과 생태에 악영향을 미치는 것으로 인식되어 설치에 있어서 환경단체 등으로의

심한 반대에 직면에 있는 실정이다. 또한, 최근 이상기후나 게릴라성 폭우로 인하여 많은 인명과 재산피해, 수리시설물 등의 파손 등이 늘어가고 있다. 이러한 현상은 우리의 농업용 시설물에도 마찬가지로 피해를 주어 지난 2003년도에는 약 91건, 2004년도에도 81건등 피해가 속출하였다. 토공 용·배수로의 경우 풀이나 수초를 제거하지 않으면 집중강우시나 홍수시 유속이 느려져 적절한 유량배제가 곤란해지고 수로범람에 따른 수로파손 및 논침수 등 재해를 유발할 수 있다.(그림 1-8)

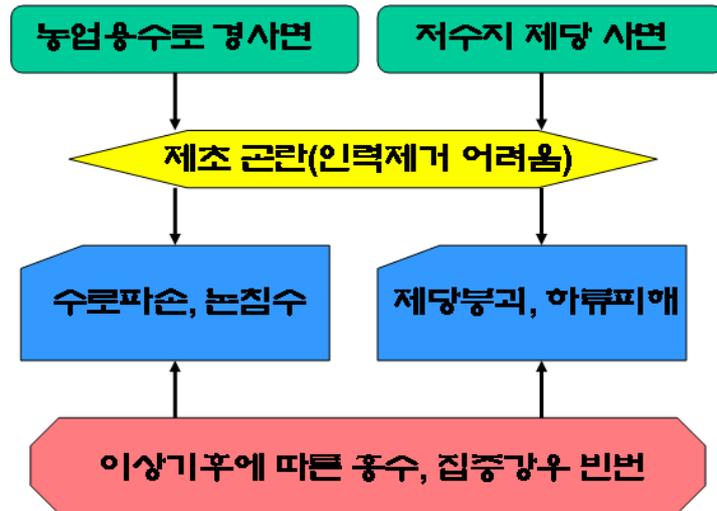
선진국에서는 초생수로에 대해서 다양한 형태로 수초제거기술을 개발하여 실용화함으로써 환경 친화적인 수로(용수로, 배수로) 제초관리를 실시하고 있으며 특히, 네덜란드와 미국의 경우, 농수로의 수초제거는 전문 수초제거기에 의해 효율적으로 실시하여 수자원의 절약과 홍수, 가뭄 시 수로가 물길로서의 기능을 수행하도록 관리하고 있다.

한편, 우리나라는 2000년 이후 한국농어촌공사에서 수초제거기를 일부 출시하였으며 최근 기업체에서 압축 혹은 커팅 등 단순기능의 수초제거기를 개발한 바 있으며 수초제거기를 일반 굴삭기에 부착하는 형태로 개발하여서 작업 환경과 능률이 제한적이었다. 또한, 예초부가 국내 수초 특성과 잘 부합하지 않아 수로의 풀을 효과적으로 제거하지 못하는 실정이다. 위와 같은 이유로 수리시설의 수로내와 경사면의 풀이나 관목을 제거하기 위하여 인력을 이용한 작업을 실시하지만 경사면 특성상 작업이 힘들고 제거된 풀을 수거하기가 어렵다. 따라서 이러한 어려운 수리시설 수로내와 경사면의 풀이나 관목의 제초를 기계화하여 제초노력을 절감시키고 상시 유지관리를 통한 수리시설의 안전성을 확보할 필요가 있다.

<표 1-1> 국내 농업용 용·배수로 현황 (단위 : m)

구 분	형 태	용 수 로	배 수 로	합 계
합 계	흙수로	58,537,915	49,435,732	107,973,647
	공작물	57,987,195	18,395,404	76,382,599
간 선	흙수로	11,988,135	7,889,441	19,877,576
	공작물	18,488,491	3,693,604	22,182,095
지 선	흙수로	17,688,566	13,725,161	31,413,727
	공작물	19,085,695	6,211,644	25,297,339
지 거	흙수로	28,861,214	2,782,1130	56,682,344
	공작물	20,413,009	849,0157	28,903,166

* 출처 : 농업생산기반정비사업 통계연보, 2011



(그림 1-8) 수리시설물 제조피해 메커니즘

또한, 국내 농촌인구의 고령화, 인구감소 등으로 인하여 전통적인 인력에 의한 농수로의 수초 및 토사제거 작업은 어려운 실정이며 농업작업의 전반적인 기계화·자동화 기술개발과 달리 사람의 노동력으로 작업하여 지자체 및 한국농어촌공사의 최대 농업인 민원사항이 되고 있다. 본 연구를 통하여 안정적인 농업용수의 공급과 수로 관리 개선에 기여하는 한국형 토사·수초제거 장비를 개발할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 국내 농촌수로의 수초 특성을 조사, 분석하고 한국형 수초 및 토사제거 기술을 확립 및 개발을 통하여 현재 용수로 손실량의 10% 이상을 절감하고 수초, 토사 제거 인력과 비용 또한 10% 이상 절감하는 친환경 수로 수초관리 기술개발이 필요하다.

제 4 절 연구개발 목표 및 내용

1. 연구개발의 최종목표 및 주요내용

1.1. 연구개발의 최종목표

농업용 수로의 퇴적토사 및 수초의 특성을 조사, 분석하고 유형을 구분하여 DB를 구축하고 정보시스템을 개발하는 한편, 토사와 수초의 저감 및 제거 장비 및 기술을 개발하여 농촌수자원의 물손실량을 절감하고 토사·수초제거 작업의 인력 및 비용을 10% 이상 절감하는 한국형 적정 수로 관리기술을 개발하고 정립한다.

1.2. 주요 연구개발 내용

본 연구의 주요 연구개발 내용은 다음과 같다.

- ① 국내 농업용 수로의 수초특성 조사·분석 및 유형별 DB 구축
- ② 농업용 수로의 토사퇴적 저감기술 개발
- ③ 농업용 수로의 한국형 적정 수초·토사제거기 상용화 기술 개발
- ④ 토사·수초 제거 기술의 현장시험 및 효과분석
- ⑤ 수로 토사·수초 관리정보시스템 구축 및 기술 실용화 방안 제시

2. 연차별 연구개발의 목표 및 내용

연차별 연구개발의 목표 및 내용은 다음 <표 1-2>와 같다.

<표 1-2> 연차별 연구개발의 목표 및 내용

구분	연구개발의 목표		연구개발의 내용
1차년도 (2012 ~ 2013)	제2협동	국내 농업용 수로의 수초특성 조사·분석 및 유형별 DB 작성	<ul style="list-style-type: none"> • 농업용 수로의 수초 특성 조사 및 분석 ▸ 수로 수초의 초종 조사 및 분석 • 농업용 수로 수초의 유형구분 및 유형별 DB작성 ▸ 수로 수초의 유형구분 및 유형별 특성 분석 • 농업용 수로의 제조영향 조사 및 분석 ▸ 수로별 적정 제조 기술 조사
	제1협동	수로의 토사 저감 및 제거 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 수로의 토사 퇴적 특성 조사 및 분석 ▸ 수로의 토사 유입 및 퇴적량 조사 • 수로의 토사 저감을 위한 구조적 기술 개발 ▸ 퇴적토사 저감을 위한 구조물 조사 • 수로의 토사 저감을 위한 비구조적 저감기술 개발 ▸ 퇴적토사 저감을 위한 수로의 운용 시스템 조사
	제3협동	농업용 수로의 한국형 적정 수초·토사제거기 상용화 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 수로 수초제거용 붐대 및 예취부 개발 ▸ 3점링크 장착 링크 메커니즘 개발 • 수로 수초제거용 동력제어기술 개발 ▸ 유압밸브 조립체 개발 ▸ 붐식 작업기 구동 유압모터 선정 및 적용 • 한국형 수로 수초·토사제거 상용화 기기개발 ▸ 트랙터 3점링크 작업기 방식조사
	주관	토사·수초제거 기술의 현장시험 및 효과분석	<ul style="list-style-type: none"> • 실용화를 위한 유형별 시험지구 선정 및 시험시설 설치 ▸ 유형별 시험지구선정(전국3개소) 및 현장조사 • 수초·토사 제거 기술의 현장시험 ▸ 수초·토사 제거 기술 사례 조사 및 분석 • 수초·토사 제거 기술의 효과분석 ▸ 효과분석 매뉴얼 조사 및 분석
	주관	농수로 토사·수초 관리시스템 구축 및 기술 실용화 방안 제시	<ul style="list-style-type: none"> • 토사 저감기술 매뉴얼(사용지침서) 작성 및 실용화 방안 제시 ▸ DB 구축 및 관리 정보시스템 설계 • 토사·수초제거기 기술 매뉴얼 작성 및 제시 ▸ 운영 및 사용자 매뉴얼 작성 조사 • 토사·수초제거 기술 실용화 방안 ▸ 수초·토사제거기술 실용화 방안 사례조사

<표 1-2> 연차별 연구개발의 목표 및 내용 (계속)

구분	연구개발의 목표		연구개발의 내용
2차년도 (2013 ~ 2014)	제2협동	국내 농업용 수로의 수초특성 조사·분석 및 유형별 DB 작성	<ul style="list-style-type: none"> • 농업용 수로의 수초 특성 조사 및 분석 ▸ 수로 수초의 식생특성 및 분포상태 조사 • 농업용 수로 수초의 유형구분 및 유형별 DB작성 ▸ 수로 수초의 시기별, 지역별 유형 DB작성 • 농업용 수로의 제초영향 조사 및 분석 ▸ 수로별 적정 제초 기술 분석 ▸ 수로의 수초별 제초에 따른 생장 영향 분석
	제1협동	수로의 토사 저감 및 제거 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 수로의 토사 퇴적 특성 조사 및 분석 ▸ 수로의 토사 유입 및 퇴적량 분석 ▸ 수로의 퇴적토사의 재료구성 분석 • 수로의 토사 저감을 위한 구조적 기술 개발 ▸ 퇴적토사 저감을 위한 구조물 특성 분석 ▸ 퇴적토사 저감을 위한 구조물 개발 • 수로의 토사 저감을 위한 비구조적 저감기술 개발 ▸ 퇴적토사 저감을 위한 비구조적 기술조사 ▸ 퇴적토사 저감을 위한 비구조적 기술개발
	제3협동	농업용 수로의 한국형 적정 수초·토사제거기 상용화 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 수로 수초제거용 붐대 및 예취부 개발 ▸ 수초·토사제거 작업기 탈부착형 메커니즘 개발 ▸ 수초·토사제거 작업기 선정 및 적용 ▸ 설계 및 구동 시뮬레이션 실시 및 적용 • 수로 수초제거용 동력제어기술 개발 ▸ 수초·토사제어를 위한 알고리즘 소프트웨어 개발 ▸ 내외부 조작부 및 기타 유압 부대부품 개발 ▸ 전자장치 및 컨트롤로 조작부 개발 • 한국형 수로 수초·토사제거 상용화 기기개발 ▸ 수초파쇄 및 집초시스템 개발 ▸ 토사제거용 진공탱크 및 필터벨트 시스템 개발
	주관	토사·수초제거 기술의 현장시험 및 효과분석	<ul style="list-style-type: none"> • 실용화를 위한 유형별 시험지구 선정 및 시험시설 설치 ▸ 시험지구 수리시설 및 물관리 특성조사 ▸ 시험지구 수로 토사 및 수초 특성 조사 • 수초·토사 제거 기술의 현장시험 ▸ 개발기술의 시험지구 토사 제거 시험 ▸ 개발기술의 시험지구 수초 제거 시험 • 농업용 수로의 제초영향 조사 및 분석 ▸ 수로별 적정제초 기술조사
	주관	농수로 토사·수초 관리시스템 구축 및 기술 실용화 방안 제시	<ul style="list-style-type: none"> • 토사 저감기술 매뉴얼(사용지침서) 작성 및 실용화 방안 제시 ▸ 토사 및 수초관리 정보시스템 개발 및 적용 • 토사·수초제거기 기술 매뉴얼 작성 및 제시 ▸ 수초 수초 유형 및 제초관리 지침서 작성 ▸ 토사 저감 및 제거 수로관리 지침서 작성 • 토사·수초제거 기술 실용화 방안 ▸ 토사·수초제거기 장비 및 기술 실용화 방안

<표 1-2> 연차별 연구개발의 목표 및 내용 (계속)

구분	연구개발의 목표		연구개발의 내용
3차년도 (2014 ~ 2015)	제2협동	국내 농업용 수로의 수초특성 조사·분석 및 유형별 DB 작성	<ul style="list-style-type: none"> • 농업용 수로 수초의 유형구분 및 유형별 DB작성 ▸ 수로 관리기관 수초 현황 DB구축 • 농업용 수로의 제초영향 조사 및 분석 ▸ 수로의 수초별 적정 제초 영향 분석 및 방안
	제1협동	수로의 토사 저감 및 제거 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 수로의 토사 퇴적 특성 조사 및 분석 ▸ 구간별, 수리특성별 토사 유입 및 퇴적 조사·분석 • 수로의 토사 저감을 위한 구조적 기술 개발 ▸ 퇴적토사 저감 구조물의 효과 분석 • 수로의 토사 저감을 위한 비구조적 저감기술 개발 ▸ 비구조적 저감기술 시험 및 분석
	제3협동	농업용 수로의 한국형 적정 수초·토사제거기 상용화 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 수로 수초제거용 붐대 및 예취부 개발 ▸ 붐대 및 예취부 현장 적용성 실험 ▸ 수초·토사제거기 현장 실험 • 수로 수초제거용 동력제어기술 개발 ▸ 동력제어기술 현장 적용성 실험 ▸ 수초·토사제거기 동력제어 현장 실험 • 한국형 수로 수초·토사제거 상용화 기기개발 ▸ 시작기 현장 실험 및 피트백 ▸ 시범지구 운용 및 현장 실험
	주관	토사·수초제거 기술의 현장시험 및 효과분석	<ul style="list-style-type: none"> • 수초·토사 제거 기술의 현장시험 ▸ 시험지구 토사 및 수초 제거 시험 • 수초·토사 제거 기술의 효과분석 ▸ 시험지구 토사 및 수초제거의 물관리 효과분석 ▸ 시험지구 토사 및 수초제거의 유지관리 효과분석
	주관	농수로 토사·수초 관리시스템 구축 및 기술 실용화 방안 제시	<ul style="list-style-type: none"> • 토사 저감기술 매뉴얼(사용지침서) 작성 및 실용화 방안 제시 ▸ 토사 및 수초관리 정보시스템 활용방안 제시 • 토사·수초제거기 기술 매뉴얼 작성 및 제시 ▸ 수초 수초 유형 및 제초관리 실용화 방안 ▸ 토사 저감 및 제거 수로관리 실용화 방안 ▸ 사용자 매뉴얼 작성 • 토사·수초제거 기술 실용화 방안 ▸ 농업용 수로수초 및 토사관리 정책방안 제시 ▸ 조직·운영체계 방안

제 5 절 추진방법 및 체계

1. 추진방법

본 연구의 최종목표인 우리나라 농업용 수로의 퇴적토사 및 수초의 저감 및 제거 장비 및 기술을 개발하여 농촌수자원 물손실량, 토사·수초제거 작업인력 및 비용을 절감하는 한국형 적정 수로 관리기술 개발을 위하여 다음과 같은 추진전략을 수립하여 연구를 수행하였다.

① 산학연 공동연구 추진

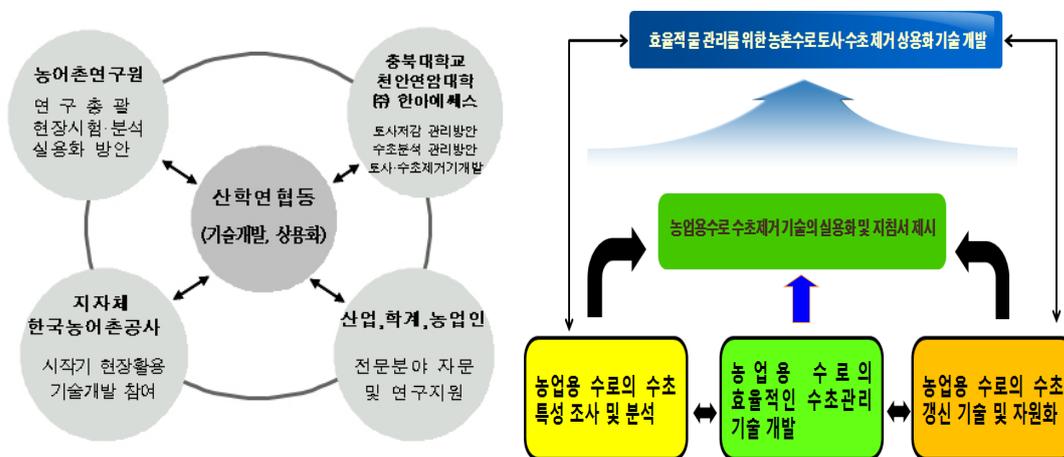
산학연 공동연구추진으로 국내 수로 및 수리시설 관리 농업용수 전문기관인 한국농어촌공사의 농어촌연구원과 식생 및 수초의 특성 및 분석에 있어서 최고수준인 연암대학교, 농업기반시설 설계·구조와 토사관련 국내외 최고 수준인 충북대학교 그리고 다기능 승용제초기, SS방제기 등 농업용 기계개발 전문업체인 ㈜한아에쎬스가 전문분야별로 참여하여 유기적으로 기술개발과 적용·개선을 체계적으로 추진함으로써 개발제품의 상용화 개발 추진(그림 1-9)

② 전문가, 일선 물·시설관리자등이 참여하는 연구협의회 운영

실제 현장에 접목시키는 실용화 연구로서 연구소, 대학교, 전문기업의 전문가는 물론이고 해당 전문분야의 교수들과 일선 현장의 물관리요원(지자체, 한국농어촌공사 유지관리팀)으로 구성된 자문단을 상시 운영하여 효율적이고 현장 실용적인 연구로 진행

③ 연구제품의 현장시공, 운영 및 실용화를 위한 홍보 노력교

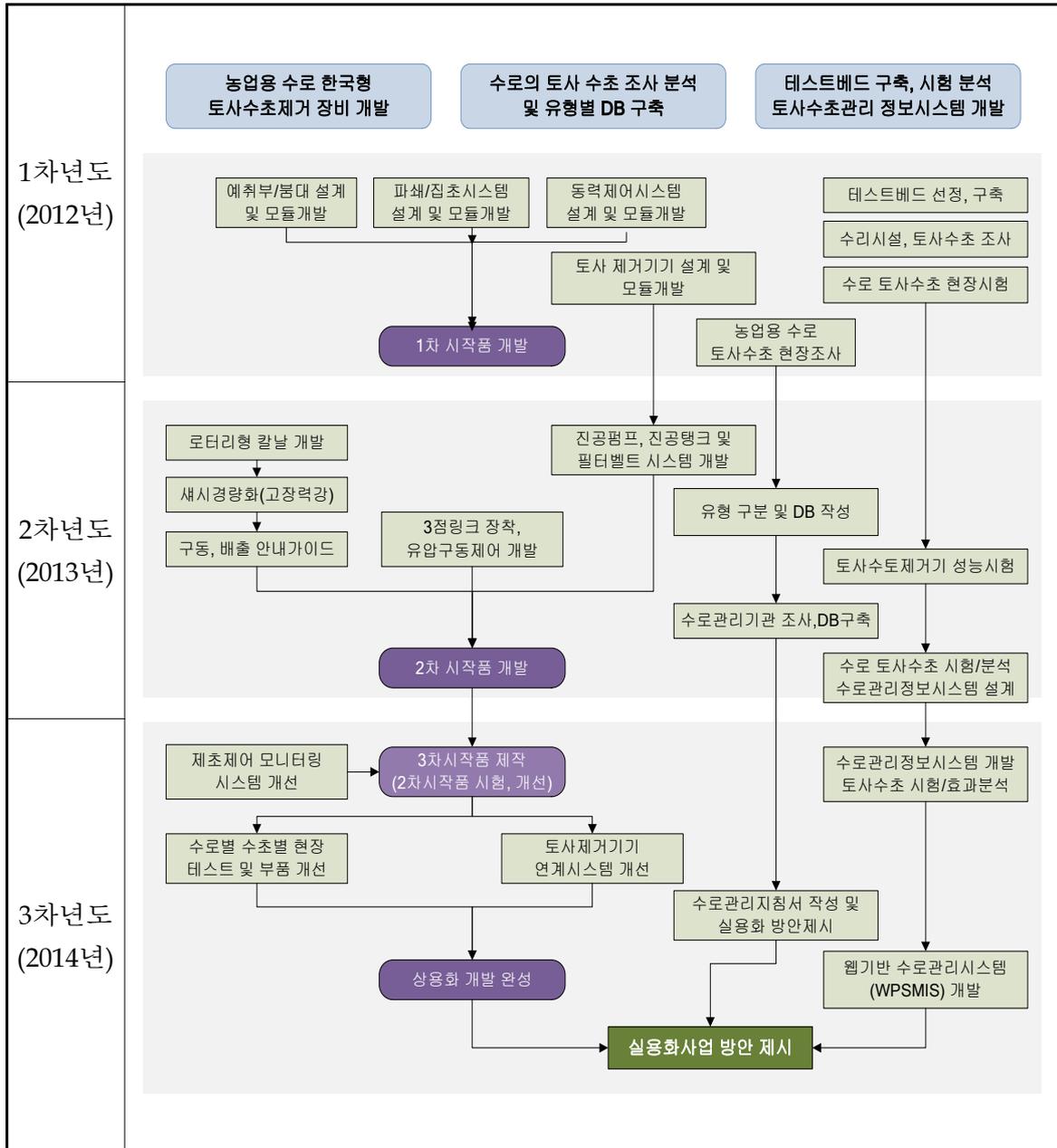
설계, 개발되어 제품화된 장치를 실내성능실험을 통하여 보완하고, 이를 현장시험 지구 및 대상 농수로에 적용하여 실용화를 위한 개선·보완하고 일선 현장시설에 적용하여 실용적인 기술 개발 추진



(그림 1-9) 연구개발을 위한 산학연 협동연구 구성도

2. 추진체계

본 연구는 한국농어촌공사 농촌연구원 (주관기관), 충북대학교 (협동기관), 천안염안대학교 (협동기관), 한아에세스(주) (참여기업)의 3개 연구기관 및 참여기업의 공동연구로 추진하고 있다. 본 연구의 최종목표는 농업용 수로의 퇴적토사 및 수초의 저감 및 제거 장비 및 기술을 개발이며, 총 3개년으로 추진된다. 각 연구기관 및 참여기업별 연구추진 로드맵은 그림 (그림 1-10)와 같다.



<그림 1-10> 연구개발의 추진체계 및 로드맵

제 6 절 연구성과 목표 대비 실적

1. 정량적 성과 목표 및 실적

<표 1-3>은 연구기간 (2012년 11월 26일 - 2015년 11월 25일) 중 2015년 11월을 기준으로 지식재산권, 논문, 학술발표, 기술거래, 인력양성, 정책활용, 홍보전시, 그리고 기타 실적의 목표 및 달성도 등을 정리한 것이다. 본 연구기간의 연구계획서 상 정량적 성과는 지식재산권의 출원 4건, 등록 2건(2건 진행중), 비 SCI 7편, 기술거래 1건, 사업화 또는 상품화 1건(예정), 교육지도 5건, 정책자료 1건, 홍보전시 4건 이었다. 이외에 연구계획서 상 목표에 설정되지 않았으나, 학술발표 8편, 인력 양성 1명을 본 연구과제를 통해 달성할 수 있었다. 본 연구 과제를 통해 달성한 정량적 성과 목표에 대한 자세한 설명은 [제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획]에 상세히 서술되어 있다.

<표 1-3> 연구개발 정량적 성과 목표 및 달성 현황

구 분	특허		논문		학술 발표	기술 거래	교육 지도	사업 화	인력 양성	정책 활용	홍보 전시	기타
	출원	등록	SCI	비 SCI								
최종목표	5	4	1	11	-	1	5	1	-	2	3	
1차 년도	목표	1	-	-	3							
	실적	2	1	-	3							
2차 년도	목표	2	2	-	4							
	실적	-	-	-	4							
3차 년도	목표	2	2	-	4	1	5	1	1	1		
	실적	2	1	-	-							
소 계	목표	5	4	1	11	-	1	5	1	-	2	3
	실적	4	2 (2 진행중)	-	7	8	1	5	1 (예정)	1	1	4

2. 연구개발 목표 및 내용의 달성 실적

본 과제의 연구계획서상 연구개발 목표 및 내용, 그리고 달성도를 정리하면 <표 1-4>와 같다. 세부 연구개발 목표 및 내용을 자체적으로 평가한 결과 모든 내용에 대한 달성도는 100%로 나타났다. 세부 연구개발 목표 및 내용, 그리고 그 달성도에 대한 자세한 내용은 [제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도]에 상세히 서술되어 있다.

<표 1-4> 연구계획서상 연구개발 목표 및 내용의 달성도

구분	연구개발의 목표	연구개발의 내용	달성도
주관	<ul style="list-style-type: none"> ○ 실용화를 위한 유형별 시험지구 선정 및 시험시설 설치 ○ 수초·토사 제거 기술의 현장시험 ○ 수초·토사 제거 기술의 효과분석 ○ 수로 토사·수초 관리정보시스템 구축 및 기술 실용화 방안 제시 ○ 토사·수초제거기 기술 매뉴얼(사용자 지침서) 작성 및 실용화 방안제시 	유형별 시험지구 선정(전국3개소) 및 현장조사	100%
		시험지구 수리시설 설치 및 물관리 특성 조사	100%
		시험지구 수로 토사 및 수초 특성 조사	100%
		개발기술의 시험지구 토사 제거 시험 및 효과분석	100%
		개발기술의 시험지구 수초 제거 시험 및 효과분석	100%
		시험지구 토사 및 수초제거 물관리 시험 및 유지관리 효과분석	100%
		수로별 적정제초 기술조사	100%
		수로 제초에 따른 제초영향 분석 및 적정 제초방안	100%
		DB구축 및 수로 수초·토사 관리정보시스템 설계	100%
		수로 수초·토사 관리정보시스템 개발 및 적용	100%
		수로 수초·토사 관리정보시스템 활용방안 제시	100%
		수로수초 및 토사제거 및 제초관리 지침서, 사용자 매뉴얼 작성	100%
		토사·수초제거기 장비 및 기술 실용화 방안	100%
제1 협동	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수로의 토사 퇴적 특성 조사 및 분석 ○ 수로의 토사 저감을 위한 구조적 기술 개발 ○ 수로의 토사 저감을 위한 비구조적 기술 개발 	국내 농업용 수로의 토사퇴적 특성 조사 및 분석	100%
		수로의 퇴적토사의 재료구성 및 성분 분석	100%
		수로의 구간별, 수리특성별 토사 유입 및 퇴적 조사 및 분석	100%
		퇴적토사 저감을 위한 기존 구조물 분석 및 구조물 개발	100%
		퇴적 저감을 위한 수로의 운용시스템 분석 및 비구조적 저감 기술 개발	100%
		퇴적토사 저감을 위한 구조적, 비구조적 기술의 효과분석	100%
제2 협동	<ul style="list-style-type: none"> ○ 농업용 수로의 수초 특성 조사 및 분석 ○ 농업용 수로 수초의 유형구분 및 유형별 DB 작성 ○ 농업용 수로의 제초영향 조사 및 분석 	수로 수초의 초종특성 및 분포상태 조사 및 분석	100%
		수로 수초의 식생형태 및 수리영향 조사 및 분석	100%
		수로 수초의 유형구분 및 시기별, 지역별 유형분석	100%
		수로 관리기관(한국농어촌공사 지사 등)별 수초현황 DB 구축	100%
제3 협동	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수로 수초제거용 붐대 및 예취부 개발 ○ 수로 수초제거용 동력제어기술 개발 ○ 한국형 수로 수초·토사제거 상용화 기기 개발 	3점링크 장착 링크 메커니즘 개발	100%
		수초·토사제거 작업기 탈부착형 메커니즘 개발	100%
		수초·토사제거 작업기 선정 및 적용	100%
		유압밸브 조립체 개발	100%
		봄식 작업기 구동 유압모터 선정 및 적용	100%
		전자장치 및 컨트롤러 조작부 개발	100%
		집조부 개발	100%
		토사제거부 개발	100%
		토사제거 제어를 위한 알고리즘 및 소프트웨어 개발	100%
양상체계 구축 / 현장 실증 시험	100%		

제 7 절 요약

본 장에서는 “효율적 물관리를 위한 농촌수로 토사·수초제거 상용화 기술개발” (과제번호: 312043-3)의 연구개발과제의 개요 및 성과목표를 정리하였다. 본 장은 전반적인 연구배경과 그 필요성, 기존 연구의 한계 및 문제점과 향후 전망, 연구개발 최종 목표 및 주요 내용을 살펴보고, 연차별 연구개발 목표 및 내용, 연구사업 추진방법 및 체계, 최종 보고서 체계 및 구성, 연구성과 목표 대비 실적 등으로 구성되어 있다. 본 장에서의 정리된 내용은 다음과 같다.

- ① 본 연구의 최종목표는 우리나라 농촌지역의 효율적 물관리를 위한 농촌수로 토사·수초제거 상용화 기술을 개발하고, 그 적용성을 평가하여 실용화 방안을 제시하는 것이다.
- ② 연구배경 및 필요성은 농업용 수로의 수초와 퇴적토사의 현황과 효율적인 물관리를 위한 방안 마련을 위한 활용가능한 상용화 장비의 개발 필요성, 기존 관련연구의 한계 및 문제점, 앞으로의 전망 측면에서 정리하였다.
- ③ 연구개발의 주요내용 및 범위는 국내 농업용 수초의 수초 특성과 퇴적토사의 특성 조사 분석, 농업용 수로의 토사퇴적 저감기술 개발, 농업용 수로의 한국형 적적 수초·토사제거기 상용화 기술 개발, 토사·수초 제거 기술이 현장시험 및 효과분석, 수로 토사·수초 관리정보시스템 구축 및 기술 실용화 방안 제시 등으로 구성하였다.
- ④ 본 연구는 농어촌공사 농어촌연구원, 충북대학교, 천안연암대학교, 한아에세스(주) 등의 주관연구기관과 협동연구기관 등이 공동으로 추진하고 있으며, 연구목표 달성을 위한 다양한 연구 추진방법 및 체계를 구성함으로써, 최종 연구 성과를 도출할 수 있도록 구성하였다.
- ⑤ 본 최종보고서는 전체 연구기간의 개발내용을 종합적으로 아울러 정리하였으며, 제 1 장 연구개발과제의 개요, 제 2 장 국내외 기술개발 현황, 제 3 장 연구개발 수행 내용 및 결과, 제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도, 제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획, 제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보, 제 7 장 연구시설 장비현황, 제 8 장 연구실 안전관리 이행실적, 제 9 장 참고문헌, <첨부 I> 특허, 논문 및 제품시장분석 보고서, <첨부 II> 메뉴얼, <첨부 III> 실적증빙 등으로 구성하였다.
- ⑦ 본 연구기간 동안의 정량적 성과를 정리하면, 특허 등록 2건, KCI 7편 게재, 학술 발표 8편, 기술거래 1건, 사업화 1건, 인력양성 1명, 정책활용 1건, 교육지도 5건 등을 본 연구 과제를 통해 달성할 수 있었다.
- ⑧ 본 연구기간 동안 연구회의는 매해 착수회의, 중간발표회의, 연차발표회의, 연구기관별 자체연구회의 등을 수행하였으며, 농촌수로 유지관리 전문가 및 토사·수초제거를 위한 장비 전문가들을 대상으로 서면 자문 및 현장 평가 자문회의를 개최하였으며, 제기된 내용을 정리하였고, 연구수행에 반영/조치하였다.

제 2 장 국내외 수초제거 기술 현황

제 1 절 서 론

수로에 수초가 번성함으로써 집중 강우시 통수능력 저하로 수리시설물의 파손, 붕괴 및 농경지 매몰의 위험성이 항상 내재되어 있고, 토사물 퇴적에 의한 통수능력 저하 및 악순환의 확대 재생산으로 인하여 수리시설물에 막대한 피해를 주고 있기 때문에 수리시설물 유지관리 비용이 나날이 증가하는 추세에 있다. 또한 수로의 수초에 의한 배수불량으로 집중 강우시 침수로 인한 작물의 수확량 감소의 피해가 있으며 수로의 통수능력저하로 작물에 적기적량의 용수공급이 곤란해져 작물의 감수요인으로 작용하고 있다.

그동안 이러한 문제점을 해결하기 위해 크게 2가지의 방법으로 수로의 수초를 제거하여 수로의 통수능력저하 방지를 모색하여 왔다. 첫 번째 방법은 인력에 의한 방법이다. 인력에 의한 수초제거 방법은 공공근로 및 농업인들이 낫등의 수초를 제거할 수 있는 장비를 들고 직접 수로에 들어가 수초를 제거하는 방법이다. 이 방법은 수로에 흐르는 물속의 수초와 수로 경사면에 자란 수초 모두 제거할 수 있으며 가장 수초제거에 확실한 방법이다. 그러나 인력에 의한 방법은 그 장점에 비해 많은 단점을 가지고 있다. 많은 인력과 시간이 필요하며, 작업시간에 비해 수초제거 구간이 짧아 저효율적인 방법이다. 이러한 인력에 의한 방법의 단점으로 인해 인력이 아닌 기계로 수초를 제거하는 두 번째 방법이 개발되었다. 기계를 이용한 수초제거는 신속하게 수초를 제거할 수 있을 뿐만 아니라, 적은 인력으로도 많은 구간의 수초를 제거할 수 있는 효율적인 방법이다. 다만, 현재 유통되고 있는 수초제거기는 고가이고 굴삭기, 트랙터 등 동력전달을 할 수 있는 장비와 결합하여야 사용 할 수 있다는 단점이 있다. 또한 수로 주변 환경에 따라 수초제거기를 사용할 수 없는 수로구간도 존재하므로 이러한 부분은 인력을 이용하여 수초를 제거할 수밖에 없다. 하지만 효율적인 측면에서 비교하였을 때 인력에 의한 방법보다 수초제거기에 의한 방법이 고효율이기 때문에, 본 연구에서는 우리나라 용배수로의 특성을 고려한 수초제거기를 이용하여 수초제거작업의 생력화를 도모하고 나아가서 토공수로 유지관리비를 절감하여 궁극적으로 우리 농업의 생산비 절감에 기여하고자 한다. 또한 토공 용배수로의 통수능력을 거양하고, 작물에 적기 적량의 용수를 공급하여 잉여수를 배제할 수 있게 하며, 홍수에 의한 침수피해를 경감토록 하여 작물의 수확량을 증대시키고자 한다.

제 2 절 국내외 수초제거기 개발현황

1. 국내 현황

1.1. 왕복동날식 수초제거기

왕복동날식 수초제거기는 한국농어촌공사가 1999년부터 2001년에 걸쳐 개발한 장비로서 전국 8개도 20개 지사에 20대가 보급되어 있다. 작업반경은 6m이며, 제초폭은 2m~2.5m이다. 수초를 제거하는 방법은 커팅시스템 하부에 장착되어 있는 커팅 나이프와 이를 보호하는 핑거에 의해서 날과 날 사이에 끼어있는 수초를 자르는 방식이다. 잘라진 수초의 수거는 버킷에 의해 외부로 운반되어지는데 이때 물과 흙은 버킷의 지주대 사이로 흘러 내려 버킷에는 수초만이 담기게 되어 있어서 수초수거시 본체에 더해지는 하중의 무게를 줄일 수 있도록 되어 있다. 왕복동날식의 특징 중 하나인 Mowing Bucket의 기능은 예취작업 및 수거작업을 행하며, 또한 수로 바닥이나 수로 경사면의 수초 및 잡초의 제거 작업이 가능하다. 이 버킷은 0.3m³의 굴삭기에 부착하여 작동시킨다. 사양은 작업폭이 2,500mm, 버킷높이가 500mm, 예취압력은 10~15kg, 유압은 최대 150bar, 요구펌프용량은 22litter/min, 무게는270kg이다. 두번째는 Cutting System으로서 물 속과 물 밖의 작업이 가능하며 왕복날식 운동에 의한 예취를 행하고 항상 일정한 압력으로 양날의 압력을 유지시켜야 한다(15kg). 기기구성으로서 예취를 담당하는 것은 Cutting Knife이며 또한 Cutting Knife와 한 조가 되어 예취를 담당하고 칼날보호를 위한 Skid 역할을 하는 Finger가 있으며 Cutting Knife와 Finger를 적절하게 죄어주는 역할을 하는 Knife Linkage 등으로 구성되어 있다. 사양은 길이가 250mm, 예취압 : 10~15kg이다.

세번째로는 Boom으로 그 특징은 주행장치의 바로 밑 부분에서도 작업을 할 수 있도록 2번 붐의 모양이 ㄷ자 형식으로 되어 있다. 2개의 붐이 부딪혀도 안전하도록 충격완화장치가 구비되어 있다. 길이는 6m로서 0.3m³의 굴삭기에 장착하도록 되어 있으며 주행장치와 버킷을 연결하는 기능을 갖고 있다. 우리나라의 수로의 용수로의 평균 크기에 맞추어서 길이를 6m로 하였다. 기기구성은 붐이 2개, 실린더가 3개 장착, 충격완화장치는 고무로 되어 있으며 사양은 길이가 6,000mm, 굴삭기용 실린더 및 마운팅 피스를 포함한다.



(a) Mowing bucket



(b) BOOM

(그림 2-1) 왕복동날식 수초제거기

1.2. 로터리식 수초제거기

한국농어촌공사 전남도본부 강진완도지사에서는 평소 수로 내 수초제거에 대한 필요성을 절감하여 자체적으로 로터리식 수초제거기를 개발하였다. 이 로터리식 수초제거기는 승용관리기라고 하는 트랙터에 부착식으로 제작되어 있으며 여기에 로터리 칼날을 회전식으로 개량하여 사용할 수 있다. 승용관리기가 수로 내에서 움직이기 쉽도록 바퀴의 러그를 키워 바닥면 접촉폭이 크도록 수차바퀴를 부착시켰으며 여기에 스키판과 스키 보호대를 부착시켰다. 작업속도는 물 속에서 제초와 주행이 동시에 이루어지기 때문에 1.54km/h로 가능하며 도복작업이 가능토록 제작되었다.



(a) 승용관리기



(b) 로터리식 수초제거기 작업
(그림 2-2) 로터리식 수초제거기

1.3. 수초압착 롤러

한국농어촌공사 전남도본부 영암지사에서는 집중강우시나 게릴라성 폭우로 인하여 갑자기 수로 내 통수량이 많아질 때 조속한 수로의 통수를 위하여 수로 내 수초를 압착하여 바닥으로 눕도록 하는 수초압착 롤러를 개발하여 운영 중에 있다. 이 수초압착 롤러는 기존 굴삭기에 봄에 어테치먼트로서 압착 롤러를 설치하여 굴삭기가 주행하면서 압착롤러를 이동시켜 수초를 눕히도록 하는 메커니즘을 갖고 있다. 특징은 0.6m³급 굴삭기에 와이어 체인을 이용하여 칼날이 달린 백관롤러를 부착시켜 사용토록 하였

다. 백관롤러의 사양은 직경(∅)이 250mm, 폭(B)이 2~5m로서 수초압착 칼날이 부착되어 있으며 작업능력은 500m/hr로서 굴삭기가 주행 중 작업을 해야 하는 특성을 감안하여 작업능력을 부여하였다. 또한 작업방법은 갈대 압착에 의한 통수단면을 증가시킨 것으로서 이러한 작업방법은 추후 갈대나 수초가 다시 설 수 있는 우려가 있다.



(a) 수초압착 롤러



(b) 수초압착 롤러 작업 전경

(그림2-3) 수초압착 롤러

1.4. 파쇄압축수거형 수초제거기

한국농어촌공사 전남도본부에서는 대규모 평야부의 토공수로를 대상으로 수초의 파쇄·압축·수거가 가능한 수초제거기를 개발하였다. 본 수초제거기의 특징은 제조된 수초의 수거를 큰특징으로 하고 있으며 이를 위해 수초를 파쇄시켜 이를 압축기에 이동, 적은 부피로 압축시켜 외부로 배출하여 수거하는 형식으로 되어 있다. 특징으로는 우선 이러한 시스템을 작동시킬 수 있는 동력 및 이동을 위한 본체는 0.3~0.7m³굴삭기를 이용할 수 있도록 하였으며, 기존 붐을 이용하여 제조부는 어테치먼트로서 개발하였다. 컷팅 시스템은 로터리식 칼날을 채용하여 칼날의 회전력에 의해 풀이나 수초를 자르도록 되어 있다. 또한 잘라진 풀은 시계방향으로 회전하는 칼날의 회전력과 원심력에 의해 버켓 안쪽으로 수집이 되며 버켓 안쪽에 수집된 풀을 붐을 이용하여 굴삭기 후방에 장착된 압축배출기로 이동을 시킨다. 이 때 제조반경은 기존 굴삭기의 붐

을 이용하기 때문에 현재 장착된 굴삭기로는 약 4.5m의 작업반경을 갖고 있다. 또한 압축배출기는 이동되어진 풀을 유압에 의해 압축을 시행하고 이를 외부로 배출한다. 이러한 시스템은 유압배선이 압축수거시스템과 제초부의 로터리 회전부의 추가만으로 가능하나 어태치먼트로서의 사용법은 수초제거기의 효용성을 저하시킬 수 있다.



(그림2-4) 파쇄압축수거형 수초제거기

1.5. 급경사면 수초제거기

한국농어촌공사 농어촌연구원에서는 저수지 제방 및 농업용수로 사면과 같은 경사가 급한 곳의 풀이나 관목을 파쇄하는 급경사면 수초제거기를 개발하였다. 급경사면 수초제거기의 특징은 저수지 사면을 대상으로 한 특화된 수초제거기로 약 13m의 작업반경을 가지고 있으며, 수초제거부는 로터리 해머로 수초를 3~5cm의 크기로 잘게 파쇄시키는 형태를 나타내고 있다. 제초기의 구성은 굴삭기본체, 콤보에이스(2.5m), 다관절 신축지지대(13m) 및 제초부(1.5m)로 구성되어 있으며, 준설과 제초작업을 동시에 병행할 수 있도록 제초부를 백마운트에 구성하여 제초를 실시하도록 설계되어 있다. 운전자가 외부에서 리모트 컨트롤을 이용하여 조작이 가능하다.



(a) 급경사면 수초제거기



(b) 로터리 해머형 수초제거부
(그림 2-5) 급경사면 제초기

2. 국외 현황

2.1. Mowing bucket type

이 장비는 수면하의 수초 및 수로 사면의 잡초를 동시에 제거할 수 있는 것으로서 토공수로의 수초제거를 전문적으로 행하는 장비이다. 개발하여 사용하고 있는 나라는 네덜란드로서 주로 목초지의 배수로 수초제거에 이 타입을 트랙터에 장착시켜 수초제거 전용으로서 사용을 하고 있다. Mowing bucket type은 한국농촌공사가 개발한 왕복동날식 수초제거기의 모태가 되는 장비로서 네덜란드에서는 주로 트랙터에 전용 붐과 함께 부착시켜 수초제거 전용기로서 사용을 하고 있다. 버킷의 제초폭도 2m~8m에 이르는 대형 버킷이 주종을 이루고 있으며 이러한 제초는 Water Board라고 하는물관리전문 기관에서 민간에 위탁해 실시하고 있다.



(그림2-6) Mowing Bucket Type

2.2. Frail mower type

이 장비는 도리깨식이라고도 하며 수면 밖에서만 작업을 할 수 있으며 주로 수로의 비탈면이나 또는 도로주변의 잡초 및 잡목을 제거하는 장비이다. 장비는 현재 본 연구에서 개발하는 제초기의 모태가 되는 장비로서 버킷 안에 달려 있는 중심축에 로터리형 햄머가 부착되어 있어 유압모터의 회전력을 이용하여 로터리 햄머가 회전하고 이에 따라서 풀이나 관목이 파쇄되는 형태가 된다. 버킷은 이러한 커팅 시스템과 더불어 작업시 버킷의 전방이나 후방의 사람들에게 안전을 보장하기 위한 안전판등을 구비하고 있으며 수로 사면의 경사나 페인 곳등에 대응할 수 있도록 롤러가 부착되어 있다. 현재 이 장비는 도로 사면, 저수지 제당의 유지관리에 사용하고 있다. 그러나 이 형태의 제초기는 수중에서는 사용할 수 없기 때문에 물 밖에서만 제한적으로 사용해야 한다는 단점이 존재한다. 이러한 단점에도 불구하고 작업속도는 트랙터의 주행속도를 이용할 수 있기 때문에 대단히 빠르다.



(그림2-7) Frail mower type

2.3. Rake type

이 장비는 갈퀴식이라고 하며 물 속과 밖에서 동시에 수초제거를 행할 수 있는 장비이다. 이앙기와 비슷한 모습을 하고 있는 버킷에 갈퀴식 컷팅 시스템을 부착시켜 주로 큰 풀등을 회전력에 의해 자르거나 절단하는 형식의 수초제거기이다. 저속의 회전력으로도 풀을 절단할 수 있기 때문에 본체의 동력용량에는 크게 좌우되지 않으며 따라서 작업기의 크기를 대형으로 할 수 있는 장점이 있다. 현재 이 장비는 농업용 수로뿐만이 아니라 일반 도로 측면의 제초에도 사용하고 있다. 제초부의 메커니즘상 갈대나 억새풀등 장대하고 질긴 풀등을 제거하는데 알맞는 장비이나 제초된 풀등의 수거가 어려운 현실을 감안하면 우리에게 적용하는데는 많은 검토와 보완이 필요할 것이다.



(그림2-8) Rake type

2.4. Cutter bar type

수로의 수면하 및 사면의 수초 및 잡초를 제거할 수 있다. 이 Cutter Bar Type은 주로 가로수의 가지치기, 공공기관의 정원가꾸기 등에 사용되는 것으로서 우리나라에서도 가로수 유지관리기로서 많이 사용하고 있는 기종이다. 제초 메커니즘은 왕보동날식의 컷팅시스템이 가동되어 풀을 깎는 구조로 되어 있다. 이 기종의 수리시설물 유지관리에의 적용은 곤란한 점이 많으며 다만 농업용 도로의 가로수등의 가지치기등에는 사용이 가능하다.



(그림2-9) Rake type Cutter bar type

2.5. Small mowing boat type

보트를 이용하여 수초를 제거하는 것으로서 대형 수로 및 저수지 등에서 사용이 가능하다. 현재 우리나라에서는 저수지의 수초변성에 따른 저수능력 저하, 대형 배수로의 수초변성에 따른 통수능력 저하등의 문제점으로 인하여 많은 피해가 발생하고 있다.

그러나 현재의 수초제거기를 갖고 서는 저수지 내 또는 대형 배수로등의 작업은 불가능한 실정이다. 따라서 이러한 문제점을 해결하는 방법으로서 가장 현실성이 있는 대안이 바로 보트형 수초제거기이다. 그러나 이 보트형 수초제거기는 저수지마다 옮겨다녀야 하는 이동의 곤란과 대형 배수로의 경우에는 일정 수위를 항상 유지하지 않기 때문에 만약에 이러한 방법을 대안으로 삼는다면 여러 가지 방법으로 보완을 행하여야 할 것으로 판단된다.



(그림2-10) Rake type Small mowing boat type

2.6. Pontier type

수륙양용형으로서 수로 내에서의 작업과 밖에서의 작업이 가능하다. 상기에 기술한 여러 종류의 수초제거기를 굴삭기 또는 트랙터, 보트, 습지도저등에 부착시켜 작업을 행하고 있다. 그러나 우선 수륙양용형 본체의 가격이 대단히 고가이며 저수지나 하천에 들어가서 제초를 하는 특성을 감안하며 수거에 대한 부담감 또한 많은 것도 사실이다.



(그림2-11) Pontier type

제 3 절 수로의 토사퇴적 저감

1. 국내현황

용수로에 유입되거나 퇴적되는 토사의 경우, 상류측이나 외부유입에 의한 퇴적토사는 비교적 신선하고 오염이 되지 않은 자연토가 대부분이며 이를 제거하거나 재활용하는 경우에는 크게 어려움이 없는 실정이다. 그러나 하류측이나 배수로 또는 오염물질을 함유한 퇴적토의 경우는 폐기물로 처리되어야 한다.

현재 국내에서는 아직까지 퇴적토사의 오염현황 파악과 정부차원의 퇴적토사 재활용을 위한 정책 및 오염 퇴적토사의 유효 관리방안이 없는 실정이며, 퇴적토사를 육상매립, 해양투기, 응집 또는 침전처리 후에 탈수하는 것이 대부분이다.

육상매립의 경우 매립 후 침출수에 의한 2차 오염문제가 예상되며, 매립장소의 포화, 매립지 주변 주민의 민원 등 많은 문제점을 야기하고 있다. 해양투기는 퇴적토사에 포함된 시안, 크롬 등 해양오염방지법에 정한 14가지 항목이 배출기준에 만족하는 경우에 해양투기가 가능하다. 따라서 비용, 인력적인 측면에서 단순처리되는 용배수로의 퇴적토사에 대한 합리적인 처리방법 및 활용기술을 개발하는 것이 필요한 실정이다.

이와 같은 수로의 퇴적토사의 제거에 의한 수로의 기능 회복, 농업용수의 효율적인 관리를 위한 수로의 퇴적토사 제거는 퇴적토사의 물량, 제거처리 거리, 운반시기, 처리시기, 진입로, 처리장소, 야적장소 등과 같은 제반 여건과 공사여건, 처리방법, 공사비 등을 감안한 경제성, 퇴적토사의 물리·화학적 특성을 비교·검토하여 실시되어야 하지만 현실적으로는 그렇지 못한 실정이다.

(그림 2-12)에서 (그림 2-13)는 수로의 토사퇴적 상황을 보여주고 있다. 또한, 현재까지 퇴적토사의 처리는 주로 사토처리, 저습지 매립, 저수지 부근의 사토처리, 인근 부락의 사토처리, 경지정리용 복토, 도로 성토용, 농경지 복토, 객토용으로 처리되고 있다.

2011년의 경우, 용·배수로 준설작업은 7,288km에 약 3,290,483m³, 배수장 유수지 준설은 29개소에 21,000m³ 준설되고 있으며, 준설비용은 약 56억 정도 소요되고 있으며, 매년 준설단가가 증가하는 실정이다. <표 2-1>는 용배수로 퇴적토사의 처리현황을 보여주고 있으며, <표 2-2>은 연도별 준설실적, <표 2-3>는 매년 증가되는 준설단가의 변화를 보여주고 있다. 또한 지금까지의 퇴적토사의 제거는 주로 인력에 의하여 시행되고 있는데, 농촌의 유희인력을 이용하는 농한기 사업으로 주로 실시되었으나 농촌인력의 노령화에 의하여 인력의 수급에도 많은 문제를 제기하고 있다. 따라서 이러한 문제점을 해결하는 방안은 제초 및 토사제거를 동시에 실시할 수 있는 작업기를 개발하는 것이 될 것이다.

(그림 2-14)에서 (그림 2-17)은 인력 또는 장비에 의한 퇴적토사의 제거하는 과정을 보여주고 있다.



(그림 2-12) 개수로내의 외부 토사 유입

(그림 2-13) 범람에 의한 잠관내의 토사 유입

<표 2-1> 연도별 준설작업비 집행실적

구 분	2009년			2010년			2011년		
	연 장 (km)	물 량 (m³)	집 행액 (백만원)	연 장 (km)	물 량 (m³)	집 행액 (백만원)	연 장 (km)	물 량 (m³)	집 행액 (백만원)
소 계		3,220,081	5,258		3,799,055	5,158		3,311,483	4,888
용·배수로	9,532	3,185,996	5,189	9,442	3,783,332	5,128	7,288	3,290,483	4,842
유수지	52 (개소)	34,085	69	26	15,723	30	29	21,000	46

<표 2-2> 용·배수로 제초 및 준설 단가 비교

구 분	합 계			제초작업			준설작업		
	연 장 (km)	집행액 (백만원)	단 가 (백만원 /km)	연 장 (km)	집행액 (백만원)	단 가 (백만원 /km)	연 장 (km)	집행액 (백만원)	단 가 (백만원 /km)
평균(3개년)	8,224	5,396	0.66	2,075	1,269	0.62	6,148	4,127	0.67
2011년	7,301	5,191	0.71	1,486	1,035	0.70	5,815	4,156	0.71
증 감	'10년대비		0.05			0.05			0.05
	'09년대비		0.1			0.18			0.07
2010년	9,018	5,918	0.66	2,370	1,552	0.65	6,648	4,366	0.66
2009년	8,352	5,079	0.61	2,370	1,221	0.52	5,982	3,858	0.64

<표 2-3> 용·배수로 준설 추진실적

구분	계 획			추진 실적							
	연장 (km)	물량 (천m ³)	예산액 (백만원)	계		公社 시행		공공근로, 농업인·기타		집행액	
				연장 (km)	물량 (천m ³)	연장 (km)	물량 (천m ³)	연장 (km)	물량 (천m ³)	금액 (백만원)	비율 (%)
합계	79,603	3,602	5,598	7,288	3,290	6,522	3,114	766	176	4,842	86
경기	1,349	450	799	1,061	411	1,020	408	41	3	860	108
강원	127	58	149	259	132	256	87	3	45	173	116
충북	49,763	154	450	382	154	382	154	-	-	410	91
충남	23,921	1,198	912	1,587	1,078	1,178	998	409	80	577	63
전북	843	383	863	719	312	716	309	3	3	599	69
전남	2,031	644	1,057	1,873	641	1,873	641	-	-	1,164	110
경북	879	219	679	860	243	593	206	267	37	561	83
경남	635	430	622	520	303	477	295	43	8	436	70
제주	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
천수만	55	66	67	27	16	27	16	-	-	62	93



(그림 2-14) 펌핑에 의한 잠관내 토사 제거



(그림 2-15) 잠관내 인력에 의한 토사 제거



(그림 2-16) 백호의 의한 유입토사 제거



(그림 2-17) 백호를 이용한 퇴적토사 제거

2. 국외 현황

토사제거의 경우는 선진국의 환경보호 정책의 따라 법 및 제도가 완비되어 있으며, 미국의 경우 1992년 수자원개발법 (Water resources development Act)을 통해 유역의 일반적인 토사에 대해 포괄적인 관리를 하고 있다. 토사관리는 토사 유입 및 오염토사의 처리 관리가 보다 엄격하게 되어 있으며, 오염된 토사의 복원기술은 자연복원기술 및 현장덧개기술 등이 있으나 대부분 준설 및 굴착의 방법으로 토사를 제거하고 있다. (USEPA 2005, 그림 2-18 참고).

농업용 수로에서의 토사제거 현황 및 제거 기술은 확립되어 있지 않고 일반적인 토사, 준설 및 복원 기술을 적용하고 있는 실정이다. 그러나, 우리나라의 경우 소규모 수로가 널리 산재하여 있는 특성으로 이에 대한 국내 실정에 맞는 토사, 준설 혹은 저감 제거 장비의 개발이 필요한 실정이다.



(그림 2-18) 국외 유역의 토사제거 현황

이 장에서는 수초제거작업의 생력화를 도모하고, 토공수로 유지관리비를 절감하여 우리 농업의 생산비 절감에 기여하고자 우리나라 용배수로의 특성을 고려한 수초제거기를 개발하기 위해 국내외 수초제거기 개발현황을 조사하였다.

수초제거 방법은 인력에 의한 방법과 수초제거 장비를 이용한 방법으로 크게 2가지로 나눌 수 있다. 각각의 장단점을 가지고 있지만, 수초제거 장비를 이용하였을 때 신속하게 수초를 제거할 수 있을 뿐만 아니라 적은 인력으로도 효율적으로 많은 구간의 수초를 제거할 수 있는 장점이 가장 크다고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 수초제거기에 의한 방법으로 수로의 수초제거를 통해 효율적인 농업수로의 통수능력을 향상하고자 한다.

수초제거기의 국내외 개발현황을 조사하였다. 국내외 수초제거기의 개발은 왕복동날식 수초제거기, 로터리식 수초제거기, 수초압착 롤러, 파쇄압축수거형 수초제거기, 급경사면 수초제거기, Mowing bucket type, Frail mower type, Rake type, Cutter bar type, Small mowing boat type, Pontier type 등이 있다.

본 연구에서는 국내 수로에 적합한 수초제거기 개발을 통해 토공 용배수로의 통수능력을 거양하고, 작물에 적기 적량의 용수를 공급하여 잉여수를 배제할 수 있게 하며, 홍수에 의한 침수피해를 경감토록 하여 작물의 수확량을 증대시키고자 한다. 본 장에서 조사한 조사자료는 효율적인 농촌수로 수초제거를 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

제 4 절 요약 및 결론

이 장에서는 수초제거작업의 생력화를 도모하고, 토공수로 유지관리비를 절감하여 우리 농업의 생산비 절감에 기여하고자 우리나라 용배수로의 특성을 고려한 수초제거기를 개발하기 위해 국내외 수초제거기 개발현황을 조사하였다.

수초제거 방법은 인력에 의한 방법과 수초제거 장비를 이용한 방법으로 크게 2가지로 나눌 수 있다. 각각의 장단점을 가지고 있지만, 수초제거 장비를 이용하였을 때 신속하게 수초를 제거할 수 있을 뿐만 아니라 적은 인력으로도 효율적으로 많은 구간의 수초를 제거할 수 있는 장점이 가장 크다고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 수초제거기에 의한 방법으로 수로의 수초제거를 통해 효율적인 농업수로의 통수능력을 향상하고자 하였다.

수초제거기의 국내외 개발현황을 조사하였다. 국내외 수초제거기의 개발은 왕복동날식 수초제거기, 로터리식 수초제거기, 수초압착 롤러, 파쇄압축수거형 수초제거기, 급경사면 수초제거기, Mowing bucket type, Frail mower type, Rake type, Cutter bar type, Small mowing boat type, Pontier type 등이 있다.

본 연구에서는 국내 수로에 적합한 수초제거기 개발을 통해 토공 용배수로의 통수능력을 거양하고, 작물에 적기 적량의 용수를 공급하여 잉여수를 배제할 수 있게 하며, 홍수에 의한 침수피해를 경감토록 하여 작물의 수확량을 증대시키고자 한다. 본 장에서 조사한 조사자료는 효율적인 농촌수로 수초제거를 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

제 3 장 연구개발 수행내용 및 결과

제 1 절 수로의 수초특성 조사·분석 및 유형별 DB구축

1. 서 론

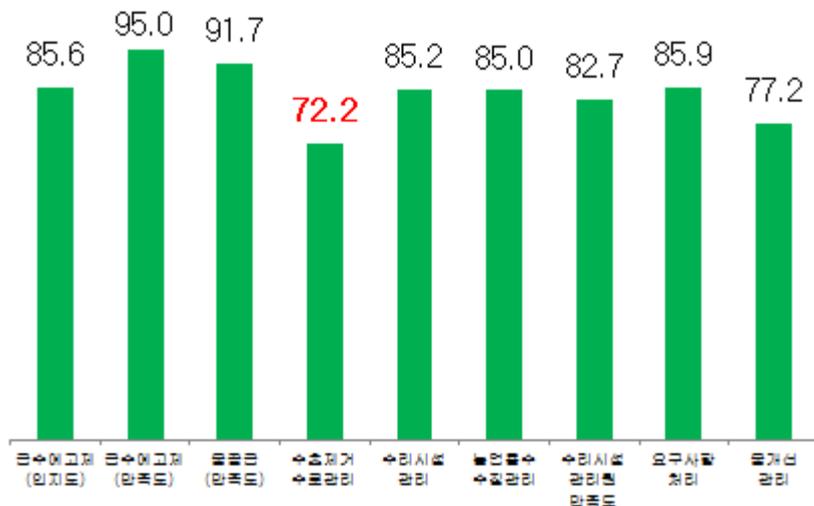
농촌수로는 농업생산 및 농촌수자원 관리의 주요한 시설이며 전국 18만km인 농촌수로의 60%이상은 단면이 흙으로 구성되어 있으며, 자연 생장하는 수초를 제거하지 않으면 농촌수로의 다 기능적 기능을 상실하게 된다.

우리나라에서는 농촌수로의 효율적인 관리를 위하여 콘크리트 수로를 설치하여 수초를 원천적으로 방지하는 방법을 이용하고 있으나, 콘크리트 수로는 농촌의 환경과 생태에 악영향을 미치는 것으로 인식되어 추진에 심한 반대가 야기되고 있는 실정이다.

농촌수로는 농경지와 하천의 완충지대 역할을 갖으며 농촌지역의 환경용수, 농촌하천의 유지용수, 생태용수 등 다 기능적 필요성이 요구되고 있다.

현재 국내 농촌수로의 관리방법은 제초제 살포 또는 인력 제초방식의 비효율적이고, 환경피해를 동반하고 있어 전 근대적인 기술수준을 벗어나 한국형의 수초제거기술의 개발이 절실히 요구되고 있는 실정이다.

한국농어촌공사가 실시한 2011년 대농민 만족도 조사의 실시 결과(그림 3-1-1)를 보면 조사항목 9항목 중 수초제거 수로관리 항목의 만족도가 72.2%로 조사항목 중 가장 낮은 만족도를 보였으며, 이는 수초제거가 국내 농업수로의 가장 큰 문제점이라는 것을 여실히 보여주고 있다.

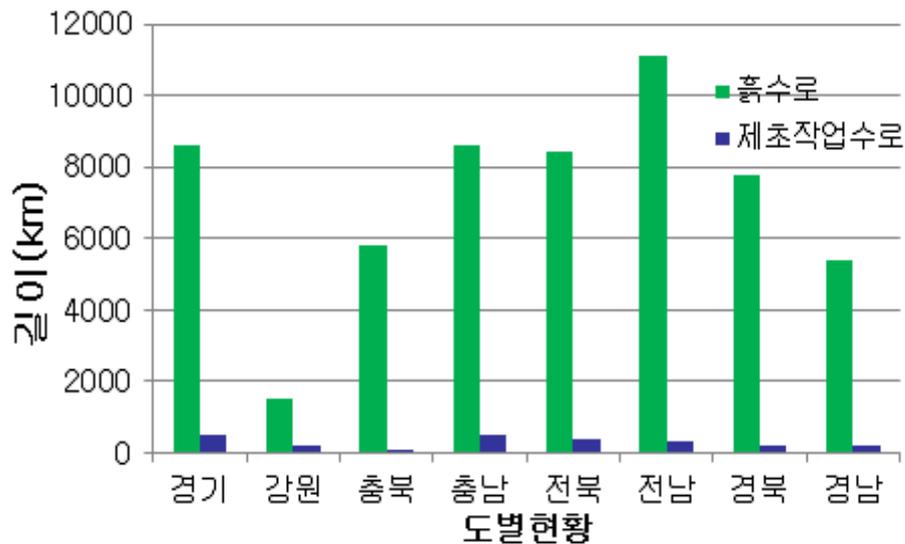


(그림 3-1-1) 2011년도 대농민 만족도 조사

또한, 2011년도 도별 흙수로와 제초작업 현황(그림 3-1-2)를 보면 국내 전국 8도의 농업수로의 수초는 관리되어지고 있지 않다고 봐도 무방할 정도로 현저히 낮은 수치를 보여주고 있다.

이는 현재 한국농어촌공사에서 개발한 일부의 수초제거기가 있으나 국내 농업수로의 수리시설의 수로내와 수로 경사면의 유형 및 특성등에 따라서 수초나 관목을 효과적으로 제거하지 못하며 제거한 수초 및 관목을 수거하기도 어렵고 국내 농촌인구의 고령화, 인구감소 등으로 인력 또한 구하기 어려운 실정이다.

따라서 국내 농업수로의 분포하고 있는 수초를 조사 분석하여 효율적으로 제거할 수 있는 수초제거기를 개발할 필요가 있다.



(그림 3-1-2) 2011년 도별 홍수로와 제조작업 현황

본 연구에서는 국내 농업용 수로의 다양한 수초의 특성을 조사 및 분석하고 효율적 수초 관리를 하기 위한 적절 수초 제거 시기 및 횟수를 제시하여 이를 적기에 제거할 한국형 수초 기술을 확립 및 개발을 통하여 현재 용배수로 손실량의 10% 이상을 절감하고 수초, 토사 제거 인력과 비용 또한 10% 이상 절감하는 친환경 수로관리 기술개발을 위한 수초제거기술을 제시하여 국내 농업수로 수초 특성에 적절한 수초제거기를 개발할 수 있도록 하여 안정적인 농업용수의 공급과 수로 관리개선에 기여하고자 실시하였다.

2. 수초(잡초)의 생태

농촌수로의 효율적 물관리를 위해서는 통수능력을 저하시키고, 수리시설물에 막대한 피해를 주고 있는 수로의 수초·토사의 제거가 반드시 필요하다. 특히 수초는 그 종류가 다양하고 자연적으로 자생하며 관리를 소홀히 하면 번식으로 인해 개체수와 양이 기하급수적으로 늘어나 농촌수로의 물관리를 어렵게 만든다. 따라서 본 장에서는 수리시설물의 유지관리 비용을 증가시키고 농업생산 저해를 초래하는 수로의 수초(잡초)의 생태에 대해 서술하고자 한다. 통상 ‘수로변이나 수로내 수중에서 자라는 식물’을 수초라 일컬으며, 보다 포괄적으로 ‘가꾸지 않아도 저절로 나서 자라는 여러 가지 풀’을 일컬어

‘잡초’라 한다. 잡초의 근원적인 개념은 1)원하지 않은 식물, 2) 본분을 벗어난 식물, 3) 없어야 도움이 되는 식물, 4) 토지에 대한 인간의 의지에 역행하는 식물, 5) 농경지나 생활주변에서 자생하는 작물 이외의 초본성 식물, 6) 작물에 직·간접의 피해를 줌으로써 생산성을 떨어뜨리는 식물, 7) 인간의 의도에 역행하여 토지생산성과 노동생산성을 저하시키는 모든 식물 등으로 규정하고 있다. 이러한 잡초중에서도 수로에 발생한 잡초를 제거하여 농촌수로의 통수능력 증대를 도출하는 것이 본 연구의 목적중 하나이며, 수초 제거를 위해서는 수초의 생태에 대해 알아야 할 필요성이 있으며, 상위 개념인 잡초의 전반적인 생태와 하위 개념인 수초의 생태에 대해 조사하였다.

2.1. 수초의 분류

가. 일반적 분류

(1) 정수식물(emerged plant, 挺水植物)

뿌리는 진흙 속에 있고, 줄기와 잎의 일부 또는 대부분이 물 위로 뻗어 있는 식물이다. 추수식물(抽水植物)이라고도 한다. 얇은 물가에서 나는 수생식물의 한 형으로 연꽃, 갈대, 부들, 줄, 큰고랭이 등이 있다. 이 식물들은 땅속줄기에 통기조직이 발달되어 있어 근계(根系)의 호흡을 돕는다.

(2) 부수식물(rooted floating plants, 浮水植物)

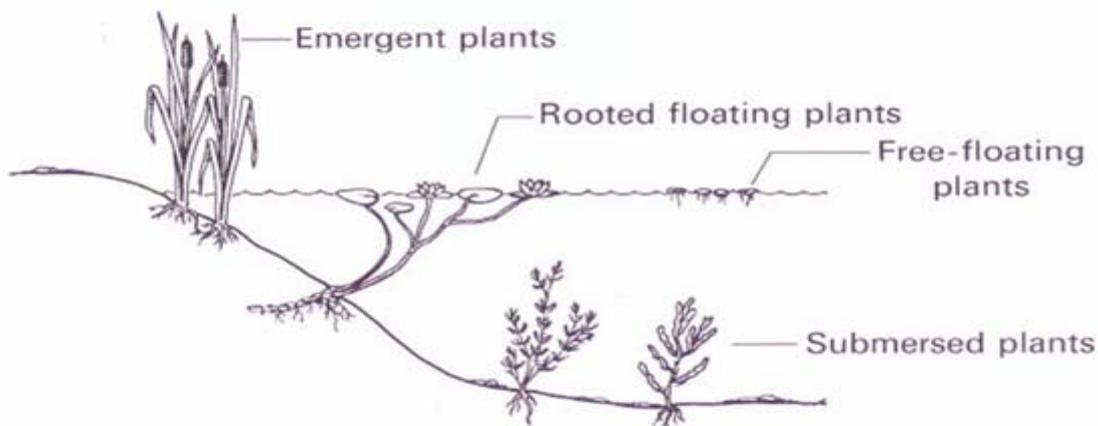
뜬잎식물 즉 잎은 수면에 뜨고 뿌리는 물속에서 영양을 섭취하는 식물을 말하며 물 밑 땅에 고착하지 않고 물 속에 떠서 생활하는 식물로 뿌리를 가지는 것도 있으나 물속에 뻗고만 있다. 부레옥잠, 쯤개구리밥, 물개구리밥 등이 있다.

(3) 부유식물(free-floating plants, 浮遊植物)

물 위나 물속에서 떠다니며 생활하는 식물로 줄기나 잎이 수면 아래에 있고 뿌리가 없거나 빈약하며 생이가래, 개구리밥 등이 있다.

(4) 침수식물(submerged plants, 沈水植物)

식물체 전체가 수중에서 고착 생육하는 일반적으로 담수식물을 말하며, 말즘, 검정말, 물수세미 등이 있다. 일반적으로 꽃은 수면 위에서 개화 결실하는데 붕어마름과 같이 꽃이 물속에서 피고 물속에서 수정하는 것도 있다.



(그림 3-1-3) 수초의 일반적 분류

나. 형태적 분류

(1) 화본과(gramineae, 禾本科)

벼과라고도 하며 원통형 또는 넓죽한 간은 속이 비어있으며 엽초는 터져있다. 수로의 통수능력을 방해하는 대표적인 수초인 줄풀, 갈대, 갈풀, 달뿌리풀, 물억새, 개밀, 바랭이, 피, 드렁새등이 있다.

(2) 마디풀과(polygonaceae)

초본(草本)성으로 잎은 거의 어긋나고 턱잎은 원줄기를 둘러싸며 잎자루에 붙으며 수초로는 고마리, 여뀌, 닭의장풀, 며느리배꼽, 소리쟁이 등이 있다

(3) 부들과(typhaceae)

습지에서 자라는 초본(草本)으로 우리나라에 1속 3종이 자라며 수초로는 부들종이 있다.

(4) 국화과(compositae, 菊花果)

쌍자엽 식물 이관화류에 속하며 전세계에 1,000속, 11,000 여종이 있으며 수초로는 미국가막사리, 망초, 쭉 등이 있다.

(5) 뽕나무과(moraceae)

열·온대에 분포하는 교목, 간목, 초본으로 55속 1,000종이며, 우리나라에는 7속 13종이 자생하며 수초로는 환삼덩굴 등이 있다.

(6) 자라풀과(hydrocharitaceae)

나사말과라고도 하며 물 속과 습지에서 자라며 수초로는 말즘, 나사말, 검정말, 물질경이 등이 있다.

(7) 속새과(equisetaceae)

습지에서 자라는 여러해살이 양치식물로 마디와 능선이 있고 속이 비어있다. 대표적 수초로는 쇠뜨기가 있다.

(8) 사초과(cyperaceae, 莎草科)

방동사니과라고도 하며 대부분 여러해살이풀로서 우리나라에는 13속 172종이 자생하며 대표적 수초로는 방동사니가 있다.

(9) 명아주과(chenopodiaceae)

열·온대에 분포하는 관목 또는 초본으로 우리나라에 7속 15종이 자생하고 대표적 수초로는 명아주가 있다.

(10) 콩과(leguminosae, 豆科)

쌍자엽식물로 목본 또는 초본으로 뿌리에 근류가 생기는 것이 특이하며 대표적 수초로는 자귀풀이 있다.

다. 번식생장에 따른 분류

(1) 방석형

- ① 지하경(地下莖) : 수평으로 신장하는 땅속줄기로 각 마디에서 하나의 눈을 내며 이것이 곧 하나의 어린싹이 되며 결국은 가지를 생산하는 지상부위의 줄기가 된다. 또한 지하경의각 마디에서는 뿌리가 나오게 되며 수로의 통수능력을 방해하는 대표적 수초인 줄풀, 부들, 갈대, 달뿌리풀 등의 번식생장 방법이다.



(그림 3-1-4) 지하경으로 번식하는 대표적인 수초들(줄풀, 부들, 갈대)

② 포복형(匍匐形) : 지상에 나와 있는 수평의 줄기로 각 마디에서 유경과 뿌리를 내며 번식한다. 대표적 수초는 고마리, 여뀌, 닭의장풀, 환삼덩굴 등이 있다.



(그림 3-1-5) 포복형으로 번식하는 대표적인 수초들(고마리, 환삼덩굴)

(2) 다발형

지하경이나 포복형을 갖지 않는 초종의 번식으로 종자에 의하여 퍼지는 방식이 유일한 번식방법이다. 대표적 수초로는 바랭이, 드렁새, 개밀, 메귀리, 강아지풀등이 있다.



(그림 3-1-6) 다발형으로 번식하는 대표적인 수초들(개밀, 메귀리, 피)



(그림 3-1-7) 다발형과 방석형

라. 생존년한(생존주기)에 따른 분류

(1) 일년생

발생 후 1년 안에 개화하여 종자를 생산한 다음 고사하는 생존형으로 대표적 수초로는 고마리, 여뀌, 환삼덩굴, 닭의장풀, 바랭이, 미국가막사리, 자귀풀, 피 등이 있다.

(2) 월년생

가을에 발아하여 월동하고 봄에 개화 결실하는 생존형으로 종자가 발아한 1년차에는 영양생장을 하고 그 다음 해에는 개화하여 종자를 생산하고 고사한다. 이러한 수초로는 뚝새풀, 개피, 벼룩나물 등이 있다.

(2) 2년생

발아하고 개화하여 결실해서 고사할 때 까지의 기간이 2년에 걸치는 생존주기를 말하며 대표적인 수초로는 망초류와 애기똥풀이 있다.

(2) 다년생

지상부는 1년 이내에 고사하지만, 지하부의 일부가 남아서 다음 해에 발생하여 여러 해 동안 계속 생육이 유지되는 생존형으로 수로의 통수능력을 저해하는 대표적 수초들로서 줄풀, 갈대, 부들, 갈풀, 말즘, 물억새, 쇠뜨기, 소리쟁이, 개밀, 띪, 나도겨풀 등의 수초가 있다.

2.2. 국내 잡초의 생태

가. 토양수분 적응성에 따른 분류

발생지의 토양수분에 대한 잡초의 발생적응성에 따라 <표 3-1-1>과 같이 수생, 습생, 건생잡초로 구분할 수 있다. 수생잡초는 물별, 물달개비, 알방동사니와 같이 담수에만 발생하는 것이 있고, 또는 등에풀, 쇠털골, 발뚝외풀, 마디꽃, 곡정초와 같이 주로 담수, 그리고 포화수분상태에서도 발생하는 것이 있다. 습생잡초는 중대가리풀, 벼룩나물, 황새냉이, 독새풀, 방동사니, 바람하늘지기처럼 주로 포화수분에서 발생하고 부차적으로는 담수나 발상태에서도 발생한다. 좁개갯냉이나 개미자리처럼 포화수분에서만 발생하는 잡초, 그리고 속속이풀이나 응긋나물처럼 주로 포화수분상태에서 발생하지만

부차적으로는 발상태에서도 발생하는 초종들을 포함한다. 건생잡초는 냉이, 꽃바지, 메꽃, 개비름, 석류풀, 팽이밥처럼 발상태나 포화수분상태에서 모두 잘 발생하는 잡초들과 쇠비름, 강아지풀, 개여뀌, 바랭이, 명아주 등과 같이 포화수분보다 발상태에서 더욱 잘 발생하는 잡초를 포함한다.

<표 3-1-1> 경지잡초의 토양 적응성에 따른 분류

수분조건에 대한 반응			잡초명	분류형명
담수	포수	발상태		
				수생잡초
I	III		물별, 물달개비, 알방동사니	수생
I			등에풀, 발뚝외풀, 마디풀, 곡정초, 쇠톨골	수생
				습생잡초
III	I	III	중대가리풀, 벼룩나물, 황새냉이, 사마귀풀, 독새풀, 금방동사니, 강피, 바람하늘지기	습생
	I		좀개갯냉이, 문모초, 누운주름잎, 개미자리	습생
	I	III	속속이풀, 새포아풀, 개망초, 실포아풀	습생
				건생잡초
	I	II	냉이, 꽃바지, 별꽃, 들피, 개비름, 석류풀, 팽이밥	건생
	II	I	쇠비름, 강아지풀, 개여뀌, 바랭이, 좀명이주, 흰명이주, 깨풀	건생

* 담수구: 6cm, 포수구: 지하2cm까지 포장용수량의 80~90%, 발수분구: 그의 40~60%,
I:발생분수가 최고인 수분역, II:그의 50%이상, III:50%이하에서 발생하는 것을 표시함.

나. 논잡초의 분포

논뜰에서는 바라하늘지기, 바늘골, 골풀, 파대가리, 방동사니대가리, 참방동사니, 알방동사니, 병아리방동사니 등의 방동사니과 잡초와 각종 피가 발생하며, 수로에서는 가

래, 구와말, 나자스말, 붕어마름, 줄풀, 나도겨풀 등이 흔히 발생하고 있다. 벼 수확 후 답리작지에서는 독새풀과 벼룩나물이 우점하며, 차우점종으로 별꽃, 황새냉이, 논냉이, 광대나물 등이 발생한다.

이들 잡초의 발생은 지역별·계절별 및 작부양식별로 차이를 보이는데, 지역별로는 중부에서 많고 남부에서 적으며, 강원도에서는 다년생이 많고 제주도에서는 1년생이 많이 발생하는 경향이다. 또 1모작지가 2모작지에서보다 잡초발생이 많고, 1모작지라도 추경답보다 춘경답에서 많으며 2모작지라도 채소보다는 맥류재배지에서 많다(오 등, 1981). 계절별로는 강피, 물피, 마디꽃, 논뚝외풀, 곡정초, 바늘골 등이 이른 봄부터 한여름까지, 방동사니류, 밭뚝외풀, 올방개, 자귀풀, 중대가리풀, 바람하늘지기가 봄부터 6월까지, 물달개비, 가래, 올챙고랭이 등은 5~8월에, 등에풀, 수염가래꽃, 넓은잎개수염 등은 6~8월에 주로 분포한다. 반면, 독새풀과 벼룩나물은 8월 하순부터 이듬해 봄까지 언제라도 배수만 되면 발생한다. 전체적으로 논에서 잡초발생의 최성기는 6월 중순부터 7월 중순으로 볼 수 있다(한, 1959)

다. 수생지 잡초

수생지와 수로변에서 발생하는 잡초를 변과 심(1982)이 조사한 바에 의하면 줄풀, 갈대, 나도겨풀, 바랭이, 여뀌 등이 수로변잡초로 발견되었고, 수행잡초로는 붕어마름, 물수세미, 마름, 나사말, 말 등이 주종을 이루었고, 가는가래, 개연꽃, 나자스말 등도 발생되었다고 한다.

2.3. 잡초의 전파

물에 의한 잡초의 전파는 관개수, 빗물, 강이나 심지어 바닷물에 의해 광범위하게 이루어진다. 이러한 잡초종자들은 물에 부유될 만큼 가볍거나, 표면이 기름성분으로 덮여 있고 또는 부력을 주는 주머니 모양의 부착물이 붙어 있다. 잡초전파에서 관개수의 역할은 특히 중요한데, Muzik(1970)에 의하면 Colorado의 수로 세 곳에서 수집된 156개의 종자를 확인한 결과 이들은 81가지의 서로 다른 잡초종이었고, 또한 하루 동안에 약 3.6m 거리의 수로를 수백만 개의 잡초종자가 통과하였다.

2.4. 재배관련요인의 영향

경운(tillage)에 의하여 잡초군락의 천이가 일어날 수 있다면 그것은 다음과 같은 가능성에 기인한다. 첫째, 다년생 잡초의 경우에 경운작업으로 인한 영양체의 손상 또는 절단, 둘째, 토층에서의 잡초종자 또는 영양체 절단부분의 분산, 셋째, 토양에서의 식물체 잔사물 혼파에 의한 잡초개체군들의 증감현상을 들 수 있다. 이들 가운데 어떤 요인에 의해서라도 잡초종의 종자발아, 유묘정착 또는 영양체의 재생이 가능하며, 그 결과로 개체군 간의 크기차이가 생길 수 있기 때문이다.

또한 경운작업의 내용이나 형태가 변화하면 위의 3가지 가능성이 각각 서로 다른 비율로 나타날 수 있으며, 경우에 따라서는 기상조건이나 작부양식 및 제초제 사용의 현실과 결부되어 다양한 반응으로 표출될 수가 있다. 그러나 경운에 의한 일반적인 반응 원리는 대체로 인정된다.

경운은 오늘날까지도 가장 대표적인 제초방식으로 남아 있지만 에너지가격이 높은 곳에서는 제초제사용으로 대체되는 경향이다. 비교적 적극적인 제초수단이지만 기술적으로 완벽성이 없거나 습도가 높은 토양 및 다습한 기상조건 하에서는 거의 효과를 기대하기 어렵다. 경운기에는 다양한 부착기들이 개발되어 있어서 경지조건이나 제초 방식 또는 잡초의 종류와 크기 및 작물의 입묘상태에 따라 변경시켜 적용할 수 있다. 따라서 경운작업과 제초제의 사용이 적절히 조화를 이루며 체계화되기도 한다.

경운작업의 문제점은 잡초의 발아를 촉진시키고 작물근권의 토양 표면을 파괴하여 장애를 끼치며, 조간을 이동하는 동안에 작물체를 손상시키거나 또는 병원균의 전파를 유발하고, 심층토의 진압과 표토의 입단과괴 등으로 토양의 물리성을 악화시키며, 토양의 비옥도와 함께 보수력을 저하시켜 작물의 생육을 억제할 뿐만 아니라 수식 및 풍식에 의한 해를 증대시키는 점이다.

경운의 작업과정에 따라 파종지 준비를 위한 파종기경운과 작물이 생육하고 있는 도중에 실시하는 조간경운 및 휴경지경운으로 나누어 볼 수 있다. 파종기경운은 기존 잡초를 제거하여 지면을 식생이 없는 상태로 만드는 동시에 토양 표면을 부드럽고 비옥하게 만들어 파종작업을 손쉽게 하는 데 있다. 그러나 최근에는 작물에 따라 무경운이나 최소경운 및 제초제처리를 병행하여 목적을 달성하려는 연구가 진행되고 있다.

조간경운은 많은 단점이 있음에도 불구하고 현실적으로 많이 실시되고 있다. 주로 작물과 잡초의 가장 치명적인 경합시기에 1~2회 실시한다. 그러나 조간경운을 위하여 조간거리를 넓혀 파종하게 되므로 배토효과도 떨어지고 균락상태가 치밀하지 않아 토지자원 이용상 손실을 초래하며 생산량도 감소한다. 따라서 최근에는 밀식한 상태에서 고도의 선택성 제초제를 이용하여 제초함으로써 다수확을 기하는 경향이 있다.

휴경지경운은 새로운 잡초종자의 유입만 철저히 막을 수 있다면 매우 효과적으로 잡초의 발생량을 격감시킬 수 있다. 그러나 오랜 세월이 걸리고, 새로운 종자의 유입을 막기가 어려우며, 잠시만 방임해도 잡초가 만연하게 되므로 현실성이 떨어진다. 따라서 휴경지경운은 1년생보다 다년생 잡초의 영양체를 지상부로 노출시켜 건조·고사케 하는 데 그 뜻이 났다. 실제로 최근에는 무경운 또는 최소경운과 제초제 사용을 병행하여 시행하는 방식으로 전환되고 있는 경향이다.

가. 다년생 잡초종의 반응

일반적으로 경운작업을 생략하면 다년생 초종의 세력이 확장되는 경우가 많다. 이른 봄 또는 늦가을의 경운과 파종지 준비를 위한 몇 차례의 경운작업을 통하여 다년생 초종의 영양체를 토양 표면 혹은 밖으로 끌어올리고 또한 절단 시킴으로써 대기의 건조 및 저온조건을 이용하여 고사시킬 수 있기 때문이다. 더욱이 대부분의 다년생 잡초종에서 모체로부터 영양체로 양분이 이동되는 시기가 작물의 수확기와 수확 후에 이루어지는 경우가 많기 때문에 수확 후의 경운은 이런 가능성을 단절시키는 데에도 매우 효과적이다. 흔히 수확후 경운을 수년에 걸쳐 시행함으로써 특정 초종을 근원적으로 방제하는 사례들도 있다. 특히 화분과 다년생 초종은 경운증가로 방제효과가 증대된다.

반면에 다음의 다년생 초종들은 최소경운 및 무경운으로 개체군의 증가현상이 보고

된 것들이다. 즉 캐나다엉겅퀴, 사데풀, 존슨그래스, 개밀, 박주가리, 개정향풀, 메꼬, 배풍등, 능소화, 매자기, 우산잔디 등으로 주의를 요한다.

나. 1년생 잡초종의 반응

경운작업을 통하여 지표면의 종자와 토양 속의 휴면종자 사이에 자리바꿈이 유도된다. 특히 쟁기로 갈아엎는 작업의 결과 이런 현상이 뚜렷하게 유도된다. 강아지풀, 바랭이, 털비름과 같은 초종은 종자를 표토로 확신시키며, 또한 지표면 가까운 위치에서 발아를 잘 하는 초종들이다.

따라서 경운을 생략하면 토양 깊은 층위에서 발아하는 메귀리나 도꼬마리, 또는 1년생 나팔꽃이나 다른 초종들보다 발생이 유리하여 개체군이 커진다. 그 중에서도 발아시기가 빠른 초종일수록 선점효과를 크게 받아 천이에 유리하다. 또한 지표면에 전년도 작물이나 잡초군락 잔사물이 깔려 있는 경우에는 나지 표면의 경우보다 발아기의 온도는 낮고 토양습도는 높게 된다. 또 경운을 생략하면 지표면의 온도가 3~4℃ 정도 낮아진다(Gebhardt 등, 1985)

경운을 하게 되면 지표면의 전년도 잔사물을 토양 속으로 매몰시킬수가 있고, 쟁기질로 이들의 75~80%가 매몰된다는 조사보고도 있다(Aldrich 등, 1986). 이런 이유로 최소경운의 잡초군락천이에 대한 영향도 결코 무시할 수가 없다. 즉, 무경운에서 화분과 초종은 1년생·다년생 초종 모두가 증가하지만 1년생 쌍자엽 초종은 선택성 제초제 사용효과와 관련하여 상대적으로 감소하는 경향이다. 사례로는 옥매듭, 뚜껍별꽃, 개양귀비, 야생무, 갯겨자, 제비꽃 등을 들 수 있다. 또한 경운감소로 독새풀이나 메귀리, 또는 강아지풀이나 털빕새귀리, 미국개기장, 바랭이 등의 화분과 초종이 증가되는 결과가 보고되고 있다.

반면 경운이 토양의 종자은행 기능에 미친 영향은 잘 밝혀져 있지 않으나 천경하거나 로터리 경운을 할 경우에 종자량이 늘고, 포아풀이 이런 반응을 민감하게 나타내는 것으로 알려져 있다. 따라서 최소경운이나 무경운으로 저장종자량의 감소율은 줄어들 것이며, 반대로 경운횟수가 증가하면 감소율이 커질 것임을 충분히 예측할 수 있다. 실례로 무경운에서 저장량의 연간 감소율이 22%, 2회경운으로 30%, 4회경운으로 36%에 이르렀다는 연구보고도 있다(Roberts & Dawkins, 1967). 한편 메귀리의 경우에는 경운의 내용이나 방법보다도 경운시기에 더욱 민감한 초종이다.

결론적으로, 경운은 쟁갈이의 불넣기와 병행하여 이루어질 때에 잡초 종자 매장량을 감소시키는데 더욱 효과적이며, 쟁갈이의 불넣기와 경운시기 지연처리 사이에는 종자 저장량 감소시키는 데 협력적 상호작용 관계가 있다고 한다(Wilson & Cussans, 1975).

2.5. 잡초의 관리

잡초는 사실 무리하게 완전히 방제해야 할대상은 아니고, 근절할 수도 없다. 경제적 피해수준 이하로 관리하면 충분하다. 그러므로 한 가지의 자재나 수단으로 관리하는 것보다는 여건에 따라 종합적인 방법으로 관리하는 것이 환경에 안정적이고 장기적인 수단이다. 잡초를 관리하는 방법에는 자재와 수단에 따라 다음과 같이 구분한다.

가. 잡초의 생태적 관리

생태적 관리법은 경종적 관리법이라고도 하며, 경운, 작부체계, 윤작, 답전윤환 등으로 잡초의 생태적 약점에 따라 관리하는 방법이다. 경운은 다년생의 지하경을 건조 고사하게 하고, 작부체계나 윤작은 잡초의 종류와 발생량을 변화시키고, 답전윤환은 잡초의 건습 적응성 차이를 이용하여 잡초 종류를 변화시키고 종자수명을 단축시킨다.

나. 잡초의 물리적 관리

물리적 방법은 기계적 관리법이라고도 하며, 예초기, 중경제초기 등 기계를 이용하거나, 화염방사기, 비닐, 개량부직포, 차광망, 보온덮개, 종이 등을 이용하는 방법이다. 예초기는 논밭둑, 농로, 비농경지, 잔디밭, 산림지 등에서 이용되고, 중경제초기는 주로 논에서 이용된다. 화염방사기는 잡초 또는 잡초종자를 죽이기 위해 사용된다. 투명비닐은 본래 지온상승과 수분을 유지하기 위해 사용한 것이지만 부수적으로 잡초방제 효과를 보이고, 흑색비닐은 광을 차단하여 잡초를 억제하기 위한 자재이다. 폴리에스테르 섬유로 된 흑색 개량부직포는 통기성과 투과성을 유지하면서도 차광에 의한 잡초발생을 억제하기 위한 자재이다. 차광망, 보온덮개도 잡초발생을 억제하는 피복자재로 사용되기도 한다.

다. 잡초의 생물적 관리

생물적 관리법이란 고등동물, 어류, 곤충, 미생물 등을 이용하여 경제적 피해수준 이하로 잡초를 관리하는 방법이다. 생물적 자재의 효과는 작물, 조건 등에 따라 크게 달라지고, 자연계에 존재하는 생물로서, 비표적 생물이나 환경에 영향이 적고, 값이 싸고 영구적인 기술이어야 한다. 현재 국내에서도 노에서 오리나 우렁이 등을 이용하고 있고, 수종의 미생물은 특수잡초의 방제를 위한 실용화 단계에 있다. 밭 또는 과원 잡초를 억제하기 위해 월년생잡초 얼치기완두를 이용하거나, 산림지의 문제잡초 칩을 방제하기 위해 기생잡초 새삼을 이용하는 방법도 생물적 관리법이다.

2.6. 잡초의 이용

잡초는 각각의 특성을 가지고 있고, 그 특성은 잡초의 종류만큼이나 다양하다. 따라서 잡초의 이용 가능성은 식물의 형태적, 생태적, 생리적, 생화학적 관점에서 다음과 같이 구분할 수가 있다.

가. 형태적 특성에 따른 이용

- 어메니티 자원 : 민들레, 토끼풀 등
- 경관 자원 : 억새, 썸바귀, 쭉부쟁이, 개여뀌, 박주가리 등
- 바이오매쓰(Bio-mass) 자원 : 줄풀, 갈대, 칩 등

나. 생태적 특성에 따른 이용

- 잡초억제용 : 얼치기완두 등
- 칩 기생용 : 새삼 등

- 토양 피복용 : 토끼풀 등
- 사면 녹화용, 토양 유실방지용 : 띠, 포아풀 등
- 야생조류 안정화용 : 갈대, 줄풀, 돌콩 등
- 수생어류 서식처용 : 수생잡초

다. 생리적 특성에 따른 이용

- 수질 정화용 : 미나리, 개연꽃, 마른 생이가래, 부들 등
- 염류 제거용 : 도꼬마리, 쇠뜨기말 등
- 중금속 제거용 : 개구리밥 등
- 기생잡초 억제용 : 도둑놈의 갈고리 등

라. 생화학적 특성에 따른 이용

- 약용 : 제비꽃, 팽이밥, 쇠무릎, 이질풀, 쑥 등
- 방향용 : 쑥, 참방동사니, 족제비쑥, 들깨풀 등
- 식용 : 여뀌요리, 질경이요리, 쇠뜨기차, 밀들레커피 등
- 비료용 : 콩과잡초, 물개구리밥 등
- 사료용 : 바랭이, 개밀, 메귀리, 갈대, 엉겅퀴류 등
- 살균용 : 사철쑥, 쇠뜨기, 차즈기 등
- 살충용 : 미나리아재비, 애기똥풀 등
- 제조용 : 억새, 하늘타리 등
- 펄프용 : 갈대, 부들, 방동사니류 등

3. 농업수로의 수초특성 조사 및 분석

3.1. 수초의 식생특성 및 분포상태 실태조사

가. 연구수행 방법

국내 농업용 수로의 수초는 수로의 구분에 따라서 다른 특성을 보이기 때문에 수초의 특성을 조사 및 분석하기 위하여 국내 농업용 수로를 유형별로 분류하였다.

수초의 유형구분<표 3-1-2>은 형태에 따라 콘크리트수로(구조수로)와 (그림 3-1-8) 흙수로(초생수로)로 (그림 3-1-9) 구분하고, 용도에 따라 용수로와 배수로로 구분하며, 수로의 위치에 따라 상류, 중류, 하류로 분류된다.

<표 3-1-2> 수로의 유형별 분류체계

용도에 따른 분류	용수로, 배수로
형태에 따른 분류	콘크리트수로(구조수로), 초생수로(비구조수로)
위치에 따른 분류	상류, 중류, 하류



(그림 3-1-8) 용수로(콘크리트수로)



(그림 3-1-9) 배수로(흙수로)

국내 농업용수로의 용수로의 경우 (그림3-2-10)처럼 거의 대부분 소형 콘크리트로 구조화하여 수초가 거의 발생하지 않으나, 흙수로(초생수로) 대부분은 배수로로 많은 수초가 발생하고 있다. 다만, 용배수로(그림 3-1-11)에서 수로 바닥이나 사면을 콘크리트나 다른 구조물로 구조화한지 오래되어 시간이 지난 후 그 위에 토사가 쌓여 수초가 많이 자라고 있는 배수로들도 조사되었다. 특히 충남 당진의 석문방조제 근처의 용수로와 배수로들이 구조화되었으나 토사가 다시 퇴적되어 많은 수초가 식생하고 있었다.

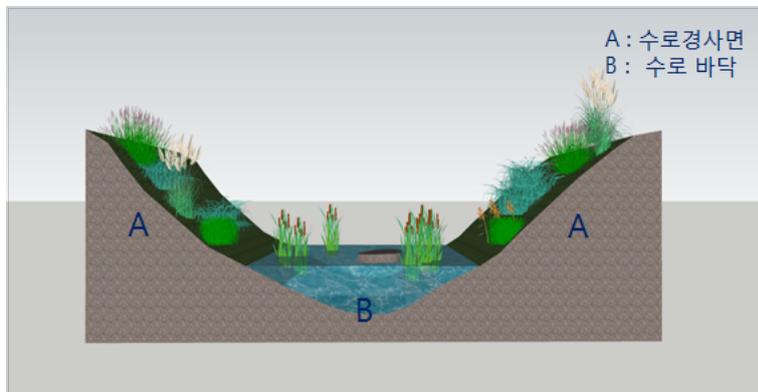


(그림 3-1-10) 소형 구조수로(콘크리트 수로)



(그림 3-1-11) 구조수로의 수초

이러한 흙수로(초생수로)는 (그림 3-1-12)에서 보는 바와 같이 수로내 위치에 따라 수로경사면과 수로바닥으로 구분하여 연구 1차년과 2차년, 2년동안 동일한 지역에서 실시하였다. 수로 사면과 바닥에 따르면 배수로의 경사면은 환삼덩굴과 같은 덩굴식물과 쇠뜨기, 야생귀리 등과 같은 잡초들과 혼생하고 수로 바닥면은 줄풀과 고마리 등으로 구성되어 있다.(그림 3-1-13) 이와 같이 수로 유형별 및 수로내 위치에 따라서 수초의 초종, 식생(분포 및 형태) 및 변이가 각각 상이한 특징이 있으므로 이에 대한 조사와 유형분석 및 구분을 하여 2년동안 동일한 지역에서 수초의 실태조사를 실시하였다.



(그림 3-1-12) 농업용 수로의 단면 개념도



(그림 3-1-13) 수로사면(환삼덩굴,쇠뜨기), 바닥(줄풀, 고마리)

국내 농업용 수로의 수초 특성을 조사하기 위하여 전국 8도 지역을 위치별로 남부, 중부, 북부로, 유형별로는 산지, 평지, 간척지로 구분하여 최종 실태조사지역으로 9개 지역을 선정하였다. 2년동안 동일한 지역에서 수초의 실태조사를 재실시 함으로써 국내 농업용 수로의 수초 특성의 정확성을 기하고자 하였다.

<표 3-1-3>농업용 수로의 수초 실태조사 선정지역

구 분	남 부	중 부	북 부
산 지	경북 문경	충북 진천	강원도 강릉
평 지	경남 김해	전북 김제	경기도 안성
간척지	전남 나주	충남 당진	경기도 화성

남부 산지는 경북 문경, 중부 산지는 충북 진천, 북부 산지는 강원도 강릉을 선정하고 평지 남부는 경남 김해, 중부 평지는 전북 김제, 평지지역은 경기도 안성을 선정하였으며, 간척지 남부는 전남 나주, 중부는 충남 당진, 북부는 경기도 화성을 선정하여 수로의 수초 실태조사를 실시하였다.(그림 3-1-14) 각 지역의 조사를 실시한 수로는 1년차 조사 시 각 지역의 농어촌공사의 담당자로부터 안내를 받은 수로로써 많은 수초로 인하여 원활한 배수를 가장 많이 저해 받는 배수로의 토공수로(흙수로)를 위주로 2년동안 실시하였다. 수초로 인한 피해는 급수인 용수로는 거의 구조 수로화 하여 수초가 많지 않거나 아니면 구조 수로화 하는 작업을 진행하고 있었다. 실제로 충남 당진 수로의 수초 실태조사를 실시하면서 급수를 위한 토공용수로를 구조 수로화하는 작업을(그림 3-1-15)처럼 볼 수 있었다.



(a) 경남 김해 장방리 농수로



(b) 전남 나주 문동리 농수로



(c) 경기도 화성 해창리 농수로



(d) 경북 문경 문창리 농수로



(e) 충북 진천 장월리 농수로



(f) 전북 김제 대목리 농수로



(g) 경기도 안성 미양리 농수로



(h) 충남 당진 송산리 농수로



(i) 강원도 강릉 사천리 농수로

(그림 3-1-14) 8도 9개 선정지역 농수로 수초



(그림 3-1-15) 토공 용수로의 구조 수로화

또한, 대부분 토공수로인 배수로에서는 수초로 인한 원활한 배수를 저해하여 특히 장마기에 범람해서 수로 주위의 비닐 하우스등의 시설이나 주변 농경지에 피해를 주어 민원발생이 많이 발생하는데 충북 진천과 전북 김제(그림 3-1-16) 배수로에서 수초를 제거하여 수로독에 수초를 적재한 것을 볼 수 있었다.



(그림 3-1-16) 충북 진천과 전북 김제의 농수로에서의 수초예취 후 수초적재

조사 실시 방법으로는 1년차 조사시(그림 3-1-17)는 시험지역 수로에 무작위 방형틀(1㎡)을 설치하여 조사하고 초종별로 구별하여 무게를 측정하였고 2년차에는 수로사면과 바닥을 구분하여 참여한 시험자들의 달관평가로 식생조사를 실시한 후 수초를 제거 후 제거한 면적을 측정하여 수초의 생초수량을 측정하는 방법으로 보완하였고 또한, 조사항목으로는 수초의 초종, 초장, 생초수량, 건물물 및 건물수량을 조사하였다.



(그림 3-1-17) 1년차 수로 수초 실태조사 방법



(그림 3-1-18) 2년차 수로 수초 실태조사 방법

수초의 초장은 수초가 자란 지면에서부터 자연식생의 상단까지의 높이를 측정했으며, 생초수량을 측정할 수초의 일정한 양을 양파망에 샘플로 채취하여 풍건건조기에 65°C로 3일간 건조한 후 건물량을 측정하고 건물수량을 산출하였다.(그림 3-1-19)



(그림 3-1-19) 수초 조사 방법

나. 연구결과

2년간 국내 8도 9개 선정지역의 농업용 수로의 대표적인 계절별 자생 수초를 조사하였다. 국내 농업용 수로의 계절별 대표적인 자생수초는 <표 3-1-4>와 같다.

<표 3-1-4>에서 보는 바와 같이 국내 농업용 수로의 수초는 계절별로 상이한 것이 아니고 봄인 4월부터 나오기 시작하는 수초가 9월, 10월까지 자생하는 것을 볼 수 있으며 대표인 문제 수초로는 수로 바닥의 줄풀과 고마리 그리고 부들, 갈대가 분포하면서 수로의 물의 흐름을 방해하고 있었다. 이 중 줄풀이 수로 바닥의 수초 중 90%이상을 차지하면서 대표적인 수로바닥에서 수로의 통수능력을 저해시키는 주범의 수초로

조사되었다. 수로 바닥의 줄풀은 어느 지역의 수로이건 모든 수로 바닥에서 식생하고 있었고 그 분포량도 가장 많이 차지하고 있었다.

수로 사면에서는 환삼덩굴이 수로 사면을 대부분 덮고 있었으며 그 외 고마리, 쇠뜨기, 야생귀리, 갈대, 피, 바랭이, 미국가막사리, 쑥, 씬바귀, 강아지풀, 자귀풀 등과 같은 잡초들이 혼생하고 있었다.

1년차, 2년차 수초 조사 실시결과 수로의 바닥은 바닥의 수초(그림 3-1-20) 중 가장 많은 비율을 차지하는 줄풀이 가장 큰 문제로 물의 흐름을 방해하였고 그 외 고마리와 부들, 갈대, 여뀌 등으로 조사되었다. 수로사면(그림 3-1-21)은 수로뿐만 아니라 들판의 언덕이라든지 주위에서 가장 많이 볼 수 있는 덩굴식물로 환삼덩굴이 가장 많이 분포하면서 수로변의 줄풀, 갈대, 부들을 타고 올라가면서 자라고 있었으며 그 외로 쇠뜨기, 고마리 순으로 분포하고 야생귀리, 바랭이, 피, 소리쟁이, 미국가막사리, 명아주, 머느리배꼽, 쑥 등의 여러 가지 잡초가 혼생하였다.

수로의 관목으로는 어느 수로마다 수로둑에 뽕나무가 많았으며, 미국자리공도 가끔씩 볼 수 있었다.

이러한 결과는 지역에 따라서 차이는 없었으며 수로의 통수능력을 저해시키는 가장 문제되는 수초는 바닥과 수로변에서 식생하는 줄풀과 고마리, 부들, 갈대 등이며, 사면의 환삼덩굴과 고마리, 여뀌, 개밀, 야생귀리, 물억새 등으로 지역간의 차이는 없는 것으로 조사되었다.

<표 3-1-4>국내 농업수로의 계절별 자생 수초

월	자생 식물	
	수로 사면	수로 바닥
3월	개밀, 야생귀리, 쑥, 클로버, 쇠뜨기, 소리쟁이, 냉이, 지칭개, 꽃다지, 환삼덩굴, 뽕나무 등	갈대, 미나리
4월	야생귀리, 소리쟁이, 환삼덩굴, 쇠뜨기, 띠, 쑥, 피, 냉이, 닭의 장풀, 딱쇠풀, 망초, 강아지풀, 갈대, 뽕나무 등	줄풀, 부들, 갈대, 고마리, 미나리 등
5월	야생귀리, 소리쟁이, 환삼덩굴, 쇠뜨기, 띠, 쑥, 피, 냉이, 닭의 장풀, 딱쇠풀, 망초, 강아지풀, 갈대, 머느리배꼽, 씬바귀, 명아주, 자귀풀, 바랭이, 뽕나무 등	줄풀, 부들, 갈대, 고마리, 미나리, 여뀌 등
6월	야생귀리, 소리쟁이, 환삼덩굴, 쇠뜨기, 띠, 쑥, 피, 냉이, 닭의 장풀, 딱쇠풀, 망초, 강아지풀, 갈대, 머느리배꼽, 명아주, 자귀풀, 애기똥풀, 바랭이, 뽕나무 등	줄풀, 부들, 갈대, 고마리, 미나리, 여뀌, 부레옥잠 등
7월	야생귀리, 소리쟁이, 환삼덩굴, 쇠뜨기, 띠, 쑥, 피, 냉이, 닭의 장풀, 딱쇠풀, 망초, 강아지풀, 갈대, 머느리배꼽, 명아주, 자귀풀, 애기똥풀, 바랭이, 뽕나무 등	줄풀, 부들, 갈대, 고마리, 미나리, 여뀌, 부레옥잠 등
8월	야생귀리, 소리쟁이, 환삼덩굴, 쇠뜨기, 띠, 쑥, 피, 냉이, 닭의 장풀, 딱쇠풀, 망초, 강아지풀, 갈대, 머느리배꼽, 명아주, 자귀풀, 애기똥풀, 바랭이, 뽕나무 등	줄풀, 부들, 갈대, 고마리, 미나리, 여뀌, 부레옥잠 등
9월	야생귀리, 소리쟁이, 환삼덩굴, 쇠뜨기, 띠, 쑥, 피, 냉이, 닭의 장풀, 딱쇠풀, 망초, 강아지풀, 갈대, 머느리배꼽, 명아주, 자귀풀, 애기똥풀, 바랭이, 뽕나무 등	줄풀, 부들, 갈대, 고마리, 미나리, 여뀌, 부레옥잠 등



(줄풀)



(고마리)



(갈대)



(부들)



(여뀌)



(말)



(달뿌리풀)



(말즘)

(그림 3-1-20) 수로바닥(변)의 주요 수초



(환삼덩굴)



(쇠뜨기)



(바랭이)



(드렁새)



(강아지풀)



(소리쟁이)



(개밀)



(미국가막사리)

(그림 3-1-21) 수로사면의 주요 수초

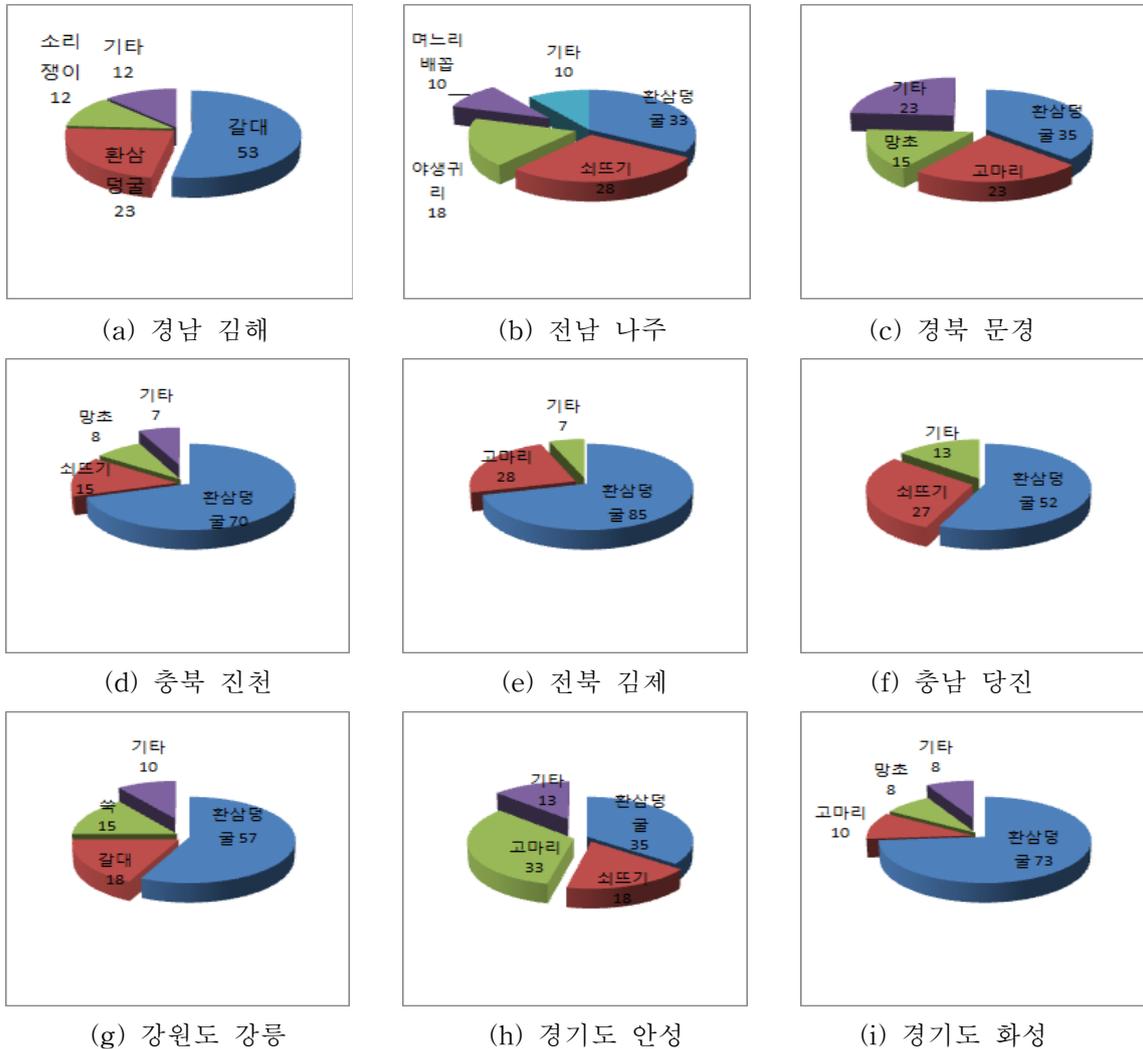
농업용 수로의 위치별 유형별에 따라서 선정지역의 실태조사기간이 연구 1년차시 5월에서 8월까지로 시기적으로 지역마다 많은 차이가 있었던 문제점을 보완하여 2년차 조사시는 지역별 조사시기를 6월에서 7월까지로 약 1개월 이내로 줄여 조사 항목간의 지역별 조사 시기의 오차를 줄이고, 수로의 사면과 바닥을 구분하여 조사하였다. 6월 24일 경남 김해지역을 시작으로 6월 26일 전남 나주, 6월 30일 경기도 화성, 7월 1일 경남 문경, 7월 9일 충북 진천, 7월 10일 전북 김제, 7월 14일 경기도 안성, 7월 15일 충남 당진, 7월 17일 강원도 강릉을 끝으로 실태조사 선정지역의 조사를 하였다. 첫 조사지역인 경남 김해에서 마지막 조사지역인 강원도 강릉의 조사기간의 차이는 21일 간의 차이가 있었다.

<표 3-1-5>수로 수초 실태조사 선정지역의 수로 사면의 수초 특성

지역명	조사일자	수로크기 (폭×높이)m	초장 (cm)	생초수량 (kg/ha)	건물률 (%)	건물량 (kg/ha)
경남 김해	6월24일	8.4×1.7	60	35,735	27.5	10,177
전남 나주	6월26일	4.5×1.1	158	30,064	22.8	6,931
경기 화성	6월30일	10.5×2.1	101	33,984	23.4	5,802
경북 문경	7월1일	5.0×1.7	80	15,417	25.2	4,411
충북 진천	7월9일	7.5×1.7	60	20,625	18.4	3,787
전북 김제	7월10일	16.6×2.7	85	14,900	21.9	3,255
경기 안성	7월14일	8.4×1.7	78	21,645	26.9	5,907
충남 당진	7월15일	5.2×1.9	60	15,244	23.1	3,454
강원도 강릉	7월17일	11.0×2.0	156	27,030	27.4	7,320

위치별 유형별에 따라서 선정된 9개 지역의 수로 사면의 실태조사 결과는 <표 3-1-5>에서 보는바와 같이 수초의 초장은 전남 나주가 158cm, 강원로 강릉이 156cm로 높게 조사되었다.. 이는 나주와 강릉의 수로 사면에 갈대가 많이 식생하고 있었기 때문으로 파악된다. 반면 경남 김해, 충북 진천, 충남 당진이 60cm으로 작았다. 생초수량은 경남 김해지역이 35,735kg/ha으로 가장 많았고 경기도 화성지역 순으로 많았다. 건물률 또한 경남 김해지역이 가장 높아 건물량도 10,177kg/ha으로 가장 많게 조사되었으며 강원도 강릉 지역도 건물률이 27.4%로 높아 건물량이 7,320,275kg/ha으로 많게 조사되었다. 이러한 결과는 조사지역마다 기후와 강수량등에 따라 많이 상이하고 토양에 따라서도 식생분포가 다를 것으로 판단된다. 또한 종자를 과중해 재배하여 측정하는 것이 아닌 자연적으로 자생하고 있는 식물체인지라 지역별로 식생의 종류는 같으나 초장이나 건물률등은 지역에 따라 상이하게 다를 것으로 판단된다. 중요한 것은 국내 농업용 수로에 식생하는 수초의 초종은 지역에 따라 상이하지 않고 수로의 통수능력을 방해하는 주된 수초는 수로 바닥과 수로변에서 식생하는 줄풀, 부들, 갈대, 고마리, 수로사면에는 환삼덩굴, 쇠뜨기, 바랭이 등의 수초였다.

각 조사지역의 수로 사면의 수초 식생 분포는 (그림 3-1-22)와 같다.



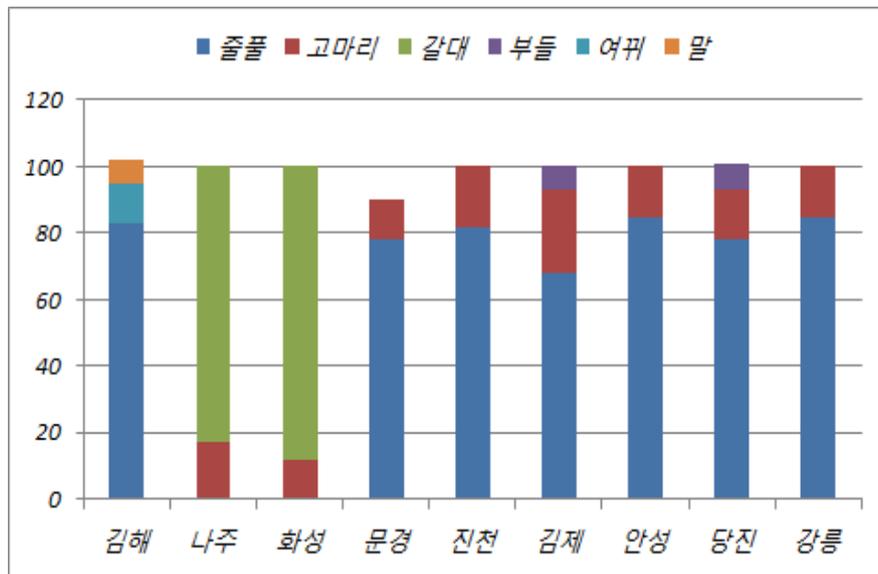
(그림 3-1-22) 8도 9개 선정지역의 수로사면의 수초 식생분포

<표 3-1-6>수로 수초 실태조사 선정지역의 수로 사면의 수초 특성

지역명	조사일자	수로크기 (폭×높이)m	초장 (cm)	생초수량 (kg/ha)	건물률 (%)	건물량 (kg/ha)
경남 김해	6월24일	8.4×1.7	227	52,500	19.2	10,067
전남 나주	6월26일	4.5×1.1	187	28,225	26.6	7,549
경기 화성	6월30일	10.5×2.1	178	37,838	32.9	12,412
경북 문경	7월1일	5.0×1.7	140	30,180	24.7	7,471
충북 진천	7월9일	7.5×1.7	143	32,396	23.6	7,634
전북 김제	7월10일	16.6×2.7	214	25,909	22.3	5,745
경기 안성	7월14일	8.4×1.7	192	35,309	21.9	7,927
충남 당진	7월15일	5.2×1.9	234	50,511	19.8	10,320
강원도 강릉	7월17일	11.0×2.0	203	29,568	22.2	6,605

위치별 유형별에 따라서 선정된 9개 지역의 수로 바닥의 실태조사 결과는 <표 3-1-6>에서 보는바와 같이 수초의 초장은 충남 당진지역이 234cm, 경남 김해지역이 227cm로 높게 조사되었다. 이는 충남 당진지역의 수로 바닥에 부들이 식생하고 있었기 때문으로 파악된다. 반면 경북 문경지역이 140cm, 충북 진천지역이 143cm로 낮게 조사되었는데 이는 수로 바닥에 고마리가 많이 식생하고 있음을 보여준다. 수로 바닥의 생초수량은 경남 김해지역이 52,500(kg/ha)으로 가장 많았고 충남 당진지역 순으로 많았다. 이는 수로 바닥에 수초가 많이 식생하는 것으로 파악할 수가 있다. 건물량은 건물물이 가장 높은 경기도 화성지역이 12,412(kg/ha)로 가장 많게 조사되었고 이는 바닥에 갈대가 많이 식생하기 때문으로 조사되었다. 이러한 결과는 수로 사면의 수초결과와 마찬가지로 조사지역마다 기후와 강수량등에 따라 많이 상이하고 토양에 따라서도 식생분포가 다를 것으로 판단된다. 또한 사면과 마찬가지로 종자를 파종후 재배하여 측정하는 것이 아닌 자연적으로 자생하고 있는 식물체인 지라 지역별로 식생의 초종은 같으나 초장 및 건물물등은 지역간의 차이가 많았다.

각 조사지역의 수로 바닥의 수초 식생 분포는 (그림 3-1-23)과 같다.



(그림 3-1-23) 수로 바닥의 수초 식생 분포

3.2. 한국농어촌공사 설문조사 실시

가. 조사 방법

현재 수로 관리기관으로서 위치별 유형별에 따라서 선정한 9개 지역의 농어촌공사 각지사의 방문을 통하여 수로관리 담당자에게 예취시기, 예취횟수, 예취방법, 예취 시 애로사항 및 예취 시 필요한 장비등의 설문조사를 실시하였다.

나. 조사 결과

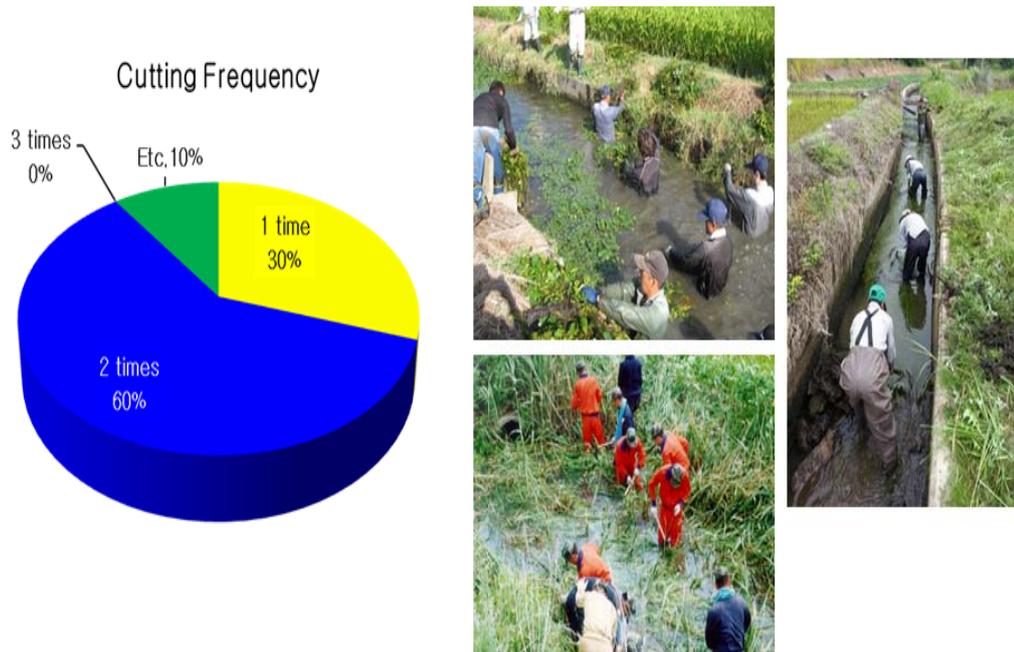
(1) 수로의 수초 예취횟수 조사

수로의 예취횟수에 대한 조사결과는 <표 3-1-7>과 같았다.

<표 3-1-7>농업수로에서 수초 예취 횟수

예취 횟수(%)	1회	2회	3회	기타
	10.0	60.0	0.0	10.0

<표 3-1-7>에서 보는 바와 같이 2회 예취가 60%로 가장 많았으며 1회 예취는 10%, 그 외 기타는 민원발생 제거시 마다 실시한다고 조사되었다.(그림 3-1-24)



(그림 3-1-24) 농업수로의 수초 예취횟수 조사결과

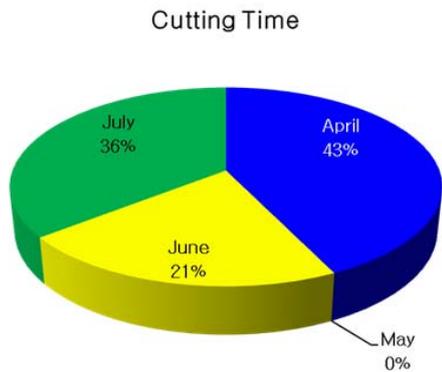
(2) 수로의 수초 예취시기 조사

수로의 예취시기에 대한 조사결과는 <표 3-1-8>과 같았다.

<표 3-1-8>농업수로에서 수초 예취 시기

예취시기(%)	4월	5월	6월	7월
	43	0.0	21	36

예취시기는 4월, 7월 6월순으로 높게 조사되었다. 4월이 43%로 가장 높았는데, 이는 논에 모를 내기 이전에 물을 대기 위하여 4월에 농업용 수로 정비를 하면서 수초 또한 함께 예취한다고 하였다. 그리고 7월에 36%로 높았는데, 이는 4월 수로정비 시 수초 제거 후 다시 많이 자란 수초를 제거하는 것으로 조사 되었으며, 6월은 21%로 조사 되었다.(그림 3-1-25)



(그림 3-1-25) 농업수로의 수로 예취시기 조사결과

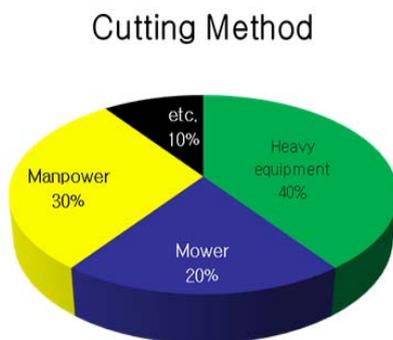
(3) 수로의 수초 예취시기 조사

수로의 예취시기에 대한 조사결과는 <표 3-1-9>과 같았다.

<표 3-1-9>농업수로에서 수초 예취 방법

예취방법(%)	중장비	예초기	인력	기타
		40	20	30

수초 예취 시 중장비 이용이 40%로 가장 높았고 인력이 30%, 예초기 사용이 20%, 기타 10%는 낫등을 이용한다고 조사되었다. 예초기 사용은 예초시 예초 날이 돌아나 흙에 부딪혀 위험하기 때문에 예초 시 꺼려진다고 조사되었다.(그림 3-1-26)



(그림 3-1-26) 농업수로의 수초 예취방법 조사결과

(4) 농업수로의 수초 예초 시 애로사항을 다음과 같이 조사하였다.

- 장비가 들어가서 작업할 수 있는 공간이 확보된 수로가 많지 않음.
- 수로주변의 논둑이나 수로둑에 농작물(콩, 깨) 경작으로 인하여 장비나 인력을 동원하여 수초 제거시 많은 애로사항 발행함.(농작물 피해시 민원 발생)
- 인부고용하여 인력으로 예초 작업시 인부 안전사고 위험이 상존함.
- 수초(야초)제거 후 수로둑에 적재 후 반출에 어려움이 많음.
- 반출수단 및 반출장소 확보가 안됨.
- 인력 및 예산부족으로 민원제기 우선적으로 수초제거하는 실정임.
- 예초한 수초를 수로둑에 적재시 장마나 비가 내릴 시 다시 수로로 유입됨.
- 예초 한 수초를 잘게 부수어 수로에 방출 시(물과 함께 흘림) 배수장에 걸려 과부하 및 배수기 고장의 원인이 되기도 함.
- 구조수로의 경우 장마나 우천시 토사가 유입되어 수초가 다시 자라는 악순환됨.

(5) 수초 예취 시 가장 적절하고 필요하다고 생각하는 장비가 있는지 조사하였다.

농어촌연구원이나 지자체에서 시범 운영하였던 수초제거기들은 주로 중·대형 용배수로의 용도로써 중장비가 들어갈 수 있는 용지가 확보되었을 때만 사용가능하다. 그 또한 수로를 따라서 계속 작업을 할 수 있는 것이 아니고 수로 중간 중간 장애물이나 용지 미확보 시 다른 장비로 들거나 이동을 시켜야 하므로 작업의 진척도 낮고 운영비가 많이 듦. 그러나 현재 전국의 수로를 구조화 하지 않은 용수로 및 배수로의 수초나 토사가 많아 문제시 되는 수로는 장비가 들어갈 수 있는 수로가 거의 없는 실정이다. 따라서 각 지역의 농업수로 현 실태에 맞는 수초제거장비로는 좌우회전이나 각도조절이 좀더 용이 한 것으로 문제시 되는 구조수로나 토공수로 모두 수초 및 토사를 바로 제거할 수 있는 개조된 굴삭기가 가장 절실히 요구되며 장비를 운영할 수 있는 기사 및 관리비지원이 요구된다고 조사되었다.

4. 농업수로의 효율적인 수초관리 기술개발

4.1. 예취시기가 농업수로 수초의 식생과 수량에 미치는 영향

가. 연구수행 방법

우리나라 농촌수로의 급수시기에 따른 수초제거 예상 적기는 (그림 3-1-27)과 같이 나타낼 수 있으며 수초의 성장, 용수공급 상태에 따라 제초의 적정한 시기가 제시될 수 있다. 시기별 제초에 있어서 제초에 따른 수초 번무 영향 예를 들면, 제초 후 수로 용수 공급에 대한 담수로 수초가 질식됨으로서 고사된다든지 용수 공급이 성장이 번무하는 경우에 대해 조사 분석을 통한 적정제초 방안을 제시하고자 시험하였다.



(그림 3-1-27) 농업용 수로의 수초관리를 위한 제조 예상 적기

농업수로에서 수초의 적정 제조시기를 결정하고, 농업수로의 유형(용수로, 배수로)에 따른 적정 제조관리기술 개발하여 농업 수로의 수초제거기에 적합한 수초 관리기술을 개발하기 위하여 예취시기가 농업수로 수초의 식생 및 수량이 미치는 영향을 2년간 실시하였다.

또한 홍수·태풍이 도래하는 7~8월의 배수개선을 통한 침수피해를 방지하기 위해서는 그 이전인 달에 수초제거 작업을 함으로써 그 효과가 클 것으로 예상되어 배수개선 효과를 분석하도록 한다. 적정 수초 작업예상은 그림 9와 같이 용수공급의 경우 5월초와 6월로 예상되며, 침수피해 저감을 위한 배수로 제조는 용수공급 전인 4~7월과 6~7월 우기 이전이 예상됨으로 이에 따른 조사와 효과분석을 실시하였다.(그림 3-1-28)



(그림 3-1-28) 국내 월별 강수량

연구수행 방법은 2년동안 동일하게 실시하였다. 다만, 시험구 설치를 1년차의 평택 시험구의 농수로는 접근이 매우 좋지 않아 적절한 시험구를 설치하기에 어려움이 있어 본 연구기관과 가까운 경기도 안성 미양리 농업용 배수로에 시험구를 설치하였고 추가로 경북 경산시 압량면의 금구수로에도 시험구를 설치하여 시험결과를 보완하였다. 2년동안 동일하게 각 시험구의 수로에 5처리 3반복 난괴법으로 시험구를 배치하여 실시하였다. 수로의 사면과 바닥을 구분하여 예취시기를 5월부터 9월까지 매달 예취하고 초장, 생초수량, 건물률, 건물량을 측정하였다. 초장은 수초가 자란 지면에서부터 자연식생의 상단까지 높이를 측정했으며, 생초수량은 제거한 수초의 면적을 측정하고 예

초한 수초의 무게를 측정하여 조사하였다. 생초수량을 측정한 수초의 일정한 양을 양과망에 샘플로 채취하여 풍건건조기에 65℃로 72시간 건조한 후 건물률을 측정하고 생초수량에 건물률을 곱하여 건물수량을 산출하였다.

(1) 경기도 안성 수로 시험구

경기도 안성 수로 사면의 수초 적정 예취시기 시험결과는 <표 3-1-10>과 같다.

<표 3-1-10>에서 보는 바와 같이 안성시험구 결과 수초의 생육기간이 가장 긴 9월의 예취한 수초의 초장이 106cm로 가장 컸으며, 7월이 78cm로 가장 작았다. 생초수량 또한 9월이 46,732(kg/ha)이고, 건물수량 7,585(kg/ha)으로 가장 높았다. 그리고 6월에 예취한 수초량 보다 7월에 예취한 수초의 생초수량 및 건물수량은 각각 21,645(kg/ha), 5,907(kg/ha)으로 줄고 8월에 예취한 수초의 생초수량 및 건물수량은 소량 증가하였는데, 이는 올해 예년에 비해 장마가 늦어져 8월 이후에 강수량이 많아졌기 때문으로 사료된다. 따라서 위의 결과로 보아 1년차의 시험결과와 마찬가지로 장마이전인 6월 이전으로 예취시기를 설정하는 것이 효율적인 것으로 사료된다.

<표 3-1-10>안성 농업수로 시험구의 수로 사면에서의 예취 시기별 수초 특성 조사

예취시기(월)	초장(cm)	생초수량(kg/ha)	건물률(%)	건물수량(kg/ha)
5월	48	14,039	25.2	3,576
6월	79	24,278	26.4	6,404
7월	78	21,645	26.9	5,907
8월	84	35,795	15.7	5,859
9월	106	46,732	16.7	7,585

경기도 안성 수로 바닥의 수초 적정 예취시기 시험결과는 <표 3-1-11>과 같다.

<표 3-1-11>안성 농업수로 시험구의 수로 바닥에서의 예취 시기별 수초 특성 조사

예취시기(월)	초장(cm)	생초수량(kg/ha)	건물률(%)	건물수량(kg/ha)
5월	109	12,719	21.4	2,730
6월	217	22,769	18.9	4,131
7월	192	35,309	21.9	7,927
8월	202	34,815	17.1	5,704
9월	201	20,931	20.9	3,484

<표 3-1-11>에서 보는 바와 같이 수로 바닥에서의 예취 결과 6월의 예취한 수초의 초장이 217cm로 가장 이 145cm로 가장 컸으며, 5월이 109cm로 가장 작았다. 생초수량은 7월에 예취한 수초가 35,309(kg/ha)로 가장 높았고, 건물수량 또한 7,927(kg/ha)으로 가장 높았다. 그리고 8월에 예취한 수초의 생초수량 및 건물수량은 현저하게 줄었는데, 이는 올해 예년에 비해 장마가 늦어져 8월 이후에 강수량이 많아졌기 때문으로 사료된다. 따라서 위의 결과로 보아 1년차의 시험결과와 마찬가지로 장마 이전인 6월이나 7월 이전으로 예취시기를 설정하는 것이 효율적인 것으로 사료된다.



(그림 3-1-29) 안성 시험구의 수로 수초 적절 예취시기 시험

(2) 당진(간척지) 수로 시험구

충남 당진 수로 사면의 수초 적정 예취시기 시험결과는 <표 3-1-12>와 같다.

<표 3-1-12> 당진 농업수로 시험구의 수로 사면에서의 예취 시기별 수초 특성 조사

예취시기(월)	초장(cm)	생초수량(kg/ha)	건물률(%)	건물수량(kg/ha)
5월	71	17,500	21.3	3,742
6월	96	29,401	24.9	7,285
7월	60	15,244	23.1	3,454
8월	72	18,676	19.5	3,621
9월	113	18,000	22.0	3,966

<표 3-1-12>에서 보는 바와 같이 당진시험구 결과 안성 시험구와 동일하게 수초의 생육기간이 가장 긴 9월의 예취한 수초의 초장이 113cm로 가장 컸으며, 7월이 60cm로 가장 작았다.

7월에 예취한 수초의 생초수량 및 건물수량은 15,244(kg/ha) 및 3,454(kg/ha)으로 안성 시험구와 마찬가지로 6월에 예취한 생초수량 29,401(kg/ha)과 건물수량 7,285(kg/ha)으로 현저히 줄었다. 따라서 위의 결과로 보아 1년차의 시험결과 및 안성 시험구의 결과와 마찬가지로 장마 이전인 6월 이전으로 예취시기를 설정하는 것이 효율적인 것으로 사료된다.

충남 당진 수로 바닥의 수초 적정 예취시기 시험결과는 <표 3-1-13>와 같다.

<표 3-1-13> 당진 농업수로 시험구의 수로 바닥에서의 예취 시기별 수초 특성 조사

예취시기(월)	초장(cm)	생초수량(kg/ha)	건물률(%)	건물수량(kg/ha)
5월	102	18,707	14.7	2,765
6월	186	36,880	22.1	8,014
7월	234	50,511	19.8	10,320
8월	170	28,189	24.2	5,784
9월	201	34,906	13.4	4,666

<표 3-1-13>에서 보는 바와 같이 당진 시험구의 수로 바닥의 예취시기 결과는 안성 시험구의 수로 바닥과 동일한 결과를 보여준다. 7월의 생초수량 50,511(kg/ha) 및 건물수량 10,320(kg/ha)은 6월에 예취한 수초 보다 현저히 높았다. 그리고 8월에 예취한 수초의 생초수량 및 건물수량은 현저하게 줄었는데, 이는 올해 예년에 비해 장마가 늦어져 8월 이후에 강수량이 많아졌기 때문으로 사료된다. 따라서 위의 결과로 보아 1

년차의 시험결과 및 안성 시험구와 동일한 결과로서 장마 이전인 6월이나 7월 이전으로 예취시기를 설정하는 것이 효율적인 것으로 사료된다.



(그림 3-1-30) 당진 시험구의 수로 수초 적절 예취시기 시험

(3) 경산 수로 시험구

경북 경산 수로의 시험구의 수초 적절 예취시기 시험결과는 <표 3-1-14>, <표 3-1-15>와 같다.

<표 3-1-14> 경산 농업수로 시험구의 수로 사면에서의 예취 시기별 수초 특성 조사

예취시기(월)	초장(cm)	생초수량(kg/ha)	건물률(%)	건물수량(kg/ha)
5월	36	24,782	13.0	4,759
6월	47	30,556	21.1	6,433
7월	51	24,000	23.4	5,612
8월	70	16,935	19.7	3,328

<표 3-1-15> 경산 농업수로 시험구의 수로 바닥에서의 예취 시기별 수초 특성 조사

예취시기(월)	초장(cm)	생초수량(kg/ha)	건물률(%)	건물수량(kg/ha)
5월	137	22,032	13.80	3,043
6월	153	27,000	16.8	4,535
7월	167	38,000	21.2	8,038
8월	209	20,455	19.6	4,005

<표 3-1-14>, <표 3-1-15>에서 보는 바와 같이 경북 경산 압량면 금구수로의 시험구에서도 안성시험구와 당진시험구와 같은 결과를 얻을 수 있었다. 수로 사면의 7월 수초 예취의 생초수량 및 건물수량은 24,000(kg/ha) 및 5,612(kg/ha)로 6월의 예초 생초수량 및 건물수량 30,556(kg/ha) 및 6,433(kg/ha)로 현저히 줄었다. 수로 바닥 예취 시기 시험에서도 안성과 당진 시험구에서와 같이 6월보다 7월의 예취한 수초의 생초수량 및 건물수량이 증가하였다. 이는 경기도 안성 및 충남 당진 시험구에서와 동일한 결과로 장마 이전인 6월이나 7월 이전으로 예취시기를 설정하는 것이 바람직하다.



(그림 3-1-31) 경산 금구수로 수초 적절 예취시기 시험

4.2. 예취횟수가 농업수로 수초의 식생과 수량에 미치는 영향

가. 연구수행 방법

농업용 용배수로에서의 적정 예취횟수를 시험하기 위하여 경기도 안성과 충남 당진, 추가로 경북 경산 수로에 시험구를 4처리 3반복 난괴법으로 배치하여 2년동안 반복 실시하였다. 예취 횟수를 ①1회예취(6월), ②2회 예취(6월, 7월), ③2회 예취(6월, 8월), ④3회 예취(6월, 7월, 8월) 예취하여 초장, 생초수량, 건물률, 건물량을 측정하였다. 초장은 수초가 자란 지면에서부터 자연식생의 상단까지의 높이를 측정했으며, 생초수량은 제거한 수초의 면적을 측정하고 예초한 수초의 무게를 측정하여 조사하였다. 생초수량을 측정한 수초의 일정한 양을 양과망에 샘플로 채취하여 풍건건조기에 65℃로 72시간 건조한 후 건물률을 측정하고 생초수량에 건물률을 곱하여 건물수량을 산출하였다.(그림 3-1-32)



(그림 3-1-32) 효율적인 물관리를 위한 적절 예취 횟수 설정 시험

나. 연구결과

(1) 경기도 안성 수로 시험구

경기도 안성수로의 수초 적정 예취횟수 시험결과는 <표 3-1-16>와 같다.

<표 3-1-16>안성 농업수로 시험구의 수로 사면에서의 예취 횟수에 따른 수초 특성조사

예취회수	초장(cm)	생초수량(kg/ha)	건물률(%)	건물수량(kg/ha)
1회(6월)	95	32,900	19.5	6,428
2회(6월, 7월)	66	39,461	27.1	9,740
2회(6월, 8월)	82	51,975	20.6	10,932
3회(6월, 7월, 8월)	68	50,264	19.2	10,470

<표 3-1-16>에서 보는 바와 같이 안성 시험구 예취 횟수의 결과를 보면 6월에 1회 예취 시 생초수량은 32,900(kg/ha)이고 건물수량은 6,428(kg/ha) 이다. 6월에 예취 후 7월에 1회 더 예취하여 2회 예취 시 생초수량이 39,461(kg/ha)으로 건물수량은 9,740(kg/ha)로 6월 1회 예취보다 많았다. 또한 6월 예취 후 8월에 1번 더 예취한 2회 예취 시 생초수량은 51,975(kg/ha)로, 건물수량은 10,932(kg/ha)로 다른 처리구보다 생초수량 및 건물수량이 많았다. 따라서 6월 예취 후 8월에 1회 더 예취하는 것이 6월에 1회 예취하는 것과 6월 예취 후 7월에 1회 더 예취하는 것보다 더 효율적인 것으로 사료된다.

<표 3-1-17> 안성 농업수로 시험구의 수로 바닥에서의 예취 횟수에 따른 수초 특성 조사

예취회수	초장(cm)	생초수량(kg/ha)	건물률(%)	건물수량(kg/ha)
1회(6월)	183	37,075	19.6	7,296
2회(6월, 7월)	138	36,905	25.3	7,411
2회(6월, 8월)	157	46,259	20.7	9,023
3회(6월, 7월, 8월)	124	45,238	23.5	9,332

<표 3-1-17>의 안성 시험구 예취 횟수의 결과를 보면 6월에 1회 예취 시 생초수량은 37,075(kg/ha)이고 건물수량은 7,296(kg/ha)이다. 6월에 예취 후 7월에 1회 더 예취하여 2회 예취 시 생초수량이 36,905(kg/ha)으로 건물수량은 7,411(kg/ha)로 6월 1회 예취보다 많았다. 또한 6월 예취 후 8월에 1번 더 예취한 2회 예취 시 생초수량은 46,259(kg/ha)로, 건물수량은 9,023(kg/ha)로 다른 처리구보다 생초수량 및 건물수량이 많았다. 따라서 수로 사면에서의 결과와 마찬가지로 6월 예취 후 8월에 1회 더 예취하는 것이 6월에 1회 예취하는 것과 6월 예취 후 7월에 1회 더 예취하는 것보다 더 효율적인 것으로 사료된다.



(그림 3-1-33) 안성 시험구의 적절 예취 횟수 시험

(2) 충남 당진(간척지) 수로 시험구

충남 당진 수로의 시험구의 수초 적정 예취횟수 시험결과는 <표 3-1-18>와 같다.

<표 3-1-18> 당진 농업수로 시험구의 수로 사면에서의 예취 횟수에 따른 수초 특성 조사

예취회수	초장(cm)	생초수량(kg/ha)	건물률(%)	건물수량(kg/ha)
1회(6월)	97	18,492	28.0	5,211
2회(6월, 7월)	72	23,813	23.1	6,039
2회(6월, 8월)	86	46,326	20.6	8,328
3회(6월, 7월, 8월)	66	45,084	18.8	7,579

<표 3-1-18>의 당진 시험구 예취 횟수의 결과를 볼 때 6월에 1회 예취 시 생초수량은 18,492(kg/ha)이고 건물수량은 5,211(kg/ha)이다. 6월에 예취 후 7월에 1회 더 예취하여 2회 예취 시 생초수량이 23,813(kg/ha)으로 건물수량은 6,039(kg/ha)로 6월 1회 예취보다 많았다. 또한 6월 예취 후 8월에 1번 더 예취한 2회 예취 시 생초수량은 46,326(kg/ha)로, 건물수량은 8,328(kg/ha)로 다른 처리구보다 생초수량 및 건물수량이 많았다. 따라서 수로 사면에서의 결과와 마찬가지로 6월 예취 후 8월에 1회 더 예취하는 것이 6월에 1회 예취하는 것과 6월 예취 후 7월에 1회 더 예취하는 것보다 더 효율적인 것으로 사료된다. 이는 안성시험구의 수로사면과 동일한 결과를 나타낸다.

<표 3-1-19>당진 농업수로 시험구의 수로 바닥에서의 예취 횟수에 따른 수초 특성 조사

예취회수	초장(cm)	생초수량(kg/ha)	건물률(%)	건물수량(kg/ha)
1회(6월)	184	35,938	19.3	6,960
2회(6월, 7월)	167	49,063	23.0	10,580
2회(6월, 8월)	182	64,688	21.0	13,123
3회(6월, 7월, 8월)	151	60,875	22.2	13,099

<표 3-1-19>의 당진 시험구 예취 횟수의 결과를 볼 때 6월에 1회 예취 시 생초수량은 35,938(kg/ha)이고 건물수량은 6,960(kg/ha)이다. 6월에 예취 후 7월에 1회 더 예취하여 2회 예취 시 생초수량이 49,063(kg/ha)으로 건물수량은 10,580(kg/ha)로 6월 1회 예취보다 많았다. 또한 6월 예취 후 8월에 1번 더 예취한 2회 예취 시 생초수량은 64,688(kg/ha)로, 건물수량은 13,123(kg/ha)로 다른 처리구보다 생초수량 및 건물수량이 많았다. 따라서 수로 사면에서의 결과와 마찬가지로 6월 예취 후 8월에 1회 더 예취하는 것이 6월에 1회 예취하는 것과 6월 예취 후 7월에 1회 더 예취하는 것보다 더 효율적인 것으로 사료된다. 이는 안성시험구의 수로사면, 바닥, 당진시험구의 수로사면과도 동일한 결과를 보여준다.



(그림 3-1-34) 당진 시험구의 적절 예취 횟수 시험

(3) 경북 경산 금구수로 시험구

경북 경산 시험구의 수초 적정 예취횟수 시험결과는 <표 3-1-20>와 같다.

<표 3-1-20>경산 농업수로 시험구의 수로 사면에서의 예취 횟수에 따른 수초 특성 조사

예취회수	초장(cm)	생초수량(kg/ha)	건물률(%)	건물수량(kg/ha)
1회(6월)	88	24,782	20.3	4,759
2회(6월, 7월)	60	30,782	16.4	5,740
2회(6월, 8월)	72	44,782	15.9	7,930
3회(6월, 7월, 8월)	63	39,068	12.5	6,545

<표 3-1-20>의 경산 금구수로 시험구 예취 횟수의 결과를 볼 때 6월에 1회 예취 시 생초수량은 24,782(kg/ha)이고 건물수량은 4,759(kg/ha)이다. 6월에 예취 후 7월에 1회 더 예취하여 2회 예취 시 생초수량이 30,782(kg/ha)으로 건물수량은 5,740(kg/ha)로 6월 1회 예취보다 많았다. 또한 6월 예취 후 8월에 1번 더 예취한 2회 예취 시 생초수량은 44,782(kg/ha)로, 건물수량은 7,930(kg/ha)로 다른 처리구보다 생초수량 및 건물수량이 많았다. 따라서 6월에 1회 예취하는 것과 6월 예취 후 7월에 1회 더 예취하는 것보다 더 효율적인 것으로 사료된다.

<표 3-1-21> 경산 농업수로 시험구의 수로 바닥에서의 예취 횟수에 따른 수초 특성 조사

예취회수	초장(cm)	생초수량(kg/ha)	건물률(%)	건물수량(kg/ha)
1회(6월)	175	22,032	13.8	3,043
2회(6월, 7월)	127	24,641	23.0	3,643
2회(6월, 8월)	151	63,699	21.2	11,856
3회(6월, 7월, 8월)	116	35,921	19.3	5,730

<표 3-1-21>의 경산 금구수로 시험구 수로 바닥의 예취 횟수의 결과를 볼 때 6월에 1회 예취 시 생초수량은 22,032(kg/ha)이고 건물수량은 3,043(kg/ha)이다. 6월에 예취 후 7월에 1회 더 예취하여 2회 예취 시 생초수량이 24,641(kg/ha)으로 건물수량은 3,643(kg/ha)로 6월 1회 예취보다 많았다. 또한 6월 예취 후 8월에 1번 더 예취한 2회 예취 시 생초수량은 63,699(kg/ha)로, 건물수량은 11,856(kg/ha)로 다른 처리구보다 생초수량 및 건물수량이 많았다. 따라서 6월에 1회 예취하는 것과 6월 예취 후 7월에 1회 더 예취하는 것보다 더 효율적인 것으로 사료된다. 이결과는 안성, 당진의 수로사면, 바닥과 동일한 결과로써 수초의 효율적인 관리를 위한 적절한 예취횟수는 1회예취보다는 2회 예취하고 2회 예취시는 6월에 1회 예취 후 8월에 1번 더 예취하는 것이 가장 효율적인 것으로 사료된다.



(그림 3-1-35) 경산 시험구의 적절 예취 횡수 시험

4.3. 농업수로의 수초 사료가치 평가

국내 농업수로의 수초 실태조사를 실시하면서 수로의 물의 흐름을 가장 많이 방해하는 초종은 수로 바닥에 식생하며 초장 및 생초수량도 높은 줄풀과 부들이었고 예취 후에도 대부분 수로둑에 적재 방치하기 때문에 장마와 같은 우천시에 다시 수로로 유입되어 물의 흐름을 방해하게 된다. 그리고 수로 사면에 가장 많이 식생하는 환삼덩굴과 고마리, 소리쟁이 등도 그 수량이 많으므로 이용하여 자원화 할 수 있는 방법을 찾는 것도 수초제거에 효율적인 하나의 방법이라고 판단된다. 일례로 충북 진천의 수초 실태조사시 수로 바닥의 줄풀을 굴삭기로 토사와 함께 퍼올려 수로 사면둑에 그대로 방치한 배수로를 볼 수 있었는데, 주변 농가의 농민으로부터 우천시 제거한 줄풀의 수초가 다시 수로로 유입되어 물의 흐름을 방해하여 수로의 범람등의 원인이 되므로 작업의 효율이 전혀 없다는 불만을 접할 수가 있었고, 전북 김제에서는 인근의 축산농가로부터 갈풀을 축산의 사료화로 할 수 있는 요청을 받기도 한다고 하였다. 이러한 수초들을 기계를 이용하여 제거하더라도 수로둑에 적재하거나 수로에 그대로 방치하는 실정이다. 따라서 국내 농업수로의 수초 중 가장 큰 문제인 줄풀 및 부들, 고마리, 갈대, 환삼덩굴, 바랭이 등을 조사료로 자원화 할 수 있는지 알아보기 위하여 총 연구기간동안 생장기별 수초의 사료가치를 평가해 보았다.

가. 연구수행 방법

사료가치 평가방법은 수초 시료 300~500g의 시료를 취하여 65℃ 송풍건조기에서 72시간 건조 후 건물중량을 평량하여 건물률을 산출한 후 조단백질(CP), 조회분(C.ash), 조지방(EE), 중성세제불용성섬유소(NDF), 산성세제불용성섬유소(ADF), 조단백질, 비섬유성탄수화물(NFC), 가소화영양소총량(TDN), 상대사료가치(RFV)를 측정하였다. CP함량은 Kjeldahl법(Kjeltec 2000 System)을 이용하고 조회분(C.ash)은 회화로로, 조지방(EE)은 조지방분석기 Soxtec 2000을 이용하여 AOAC(1990)법으로 분석하였다. NDF와 ADF 함량은 Goering and Vand Somet(1970)법으로 Ankom TM 2000 섬유소자동분석기를 이용하여 측정하였다. 가소화영양소총량(TDN)은 $88.9 - (0.79 \times ADF)$,

%)로 계산하였으며 상대사료가치(RFV)는 Holland et al.(1990, $DDM \times DMI / 1.29$)의 계산식에 의해 산출하였다. (그림 3-1-36)



(그림 3-1-36) 수초의 사료가치 평가 분석

국내 농업수로의 수초 중 수로 사면과 바닥에서 많은 수량을 차지하는 수초의 생장 시기별 사료가치평가의 결과는 아래의 <표 3-1-22>과 같다.

수초의 사료가치를 평가하기 위하여 대표적인 화본과의 사료작물인 이탈리아 라이그라스(IRG)와 화본과에 속하는 수초 및 덩굴수초, 그리고 두과의 사료작물인 헤어리베치와 두과에 속하는 수초들을 비교하여 분석하였다. 식물수로바닥에서 식생하며 물의 흐름을 가장 많이 방해하는 수초인 줄풀의 CP는 14.2%로 IRG의 CP 16.8%보다 낮았고 TDN도 56.8%로 IRG의 67.2% 보다 낮아 RFV가 93으로 산출되었으며 이는 섬유소의 함량이 IRG 보다 매우 높기 때문으로 파악된다. 또한, 수로 사면에 가장 많이 분포하는 환삼덩굴의 경우 CP가 13.8%로 화본과 수초 중 가장 높았으며 TDN도 71.0%로 IRG 보다 높고 RFV 또한 212로 매우 높았다

이는 환삼덩굴의 섬유소 함량이 작기 때문인 것으로 사료된다. 그 외 갈대의 CP가 13.4%, 야생귀리 12.9% 순이며, TDN은 머느리배꼽, 피, 강아지풀 순으로 조사되었다. 두과 수초의 사료가치평가 분석에서는 명아주와 쑥의 CP가 19.8%, 19.2%로 높았고 이는 두과의 대표적인 사료작물인 헤어리베치의 CP 20.2% 보다 낮았지만 TDN이 68.6%, 64.9%로 헤어리베치의 TDN 66.3%와 비교해 볼 때 작지 않았다. 수로가나 바닥, 사면에 널리 분포해 있는 고마리의 CP는 13.5%, TDN 63.6%로 조사 분석되어 사료로서 가치가 있는 것으로 사료된다. 그러나 줄풀, 환삼덩굴, 고마리 등의 수초는 아주 작은 가시가 있어 까칠까칠하여 사료화하기에는 기호성이 매우 떨어질 것으로 사료되며 기호성을 높일 수 있는 방법을 연구해서 수초를 사료화하여 이용 할 수 있을 것으로 사료된다. 이와 같은 사료가치의 평가로 볼 때 수초의 대부분을 차지하는 줄풀, 부들, 환삼덩굴, 고마리등을 조사료로 사료화하는 것도 좋은 수초제거 방법이라 사료된다.

<표 3-1-22>농업수로의 수초 성장시기별 사료가치 평가

수초명	채취 시기	CP(%)	EE(%)	C. ash(%)	NDF(%)	ADF(%)	NFC(%)	TDN(%)	RFV
줄풀	5월	21.5	1.1	11.4	55.8	27.3	10.1	67.3	113
	6월	13.0	2.9	13.4	68.3	36.0	2.3	60.5	83
	7월	8.2	3.4	12.5	64.8	40.6	11.1	56.8	82
	Ave	14.2	2.5	12.4	63.0	34.6	7.8	61.5	93
부들	5월	16.0	3.1	8.2	61.7	35.7	11.0	60.7	92
	6월	10.0	2.1	9.6	69.6	44.3	8.8	53.9	73
	7월	5.9	2.2	7.2	70.7	47.7	13.9	51.2	68
	Ave	10.6	2.5	8.3	67.3	42.6	11.2	55.3	78
피	5월	12.0	3.4	8.4	48.9	26.4	27.4	68.1	130
	6월	9.2	3.7	12.1	56.8	29.9	18.2	65.3	108
	7월	12.1	2.7	7.7	59.5	30.1	17.5	65.2	102
	Ave	11.1	3.4	9.4	55.0	28.8	21.0	66.2	113
야생귀리	5월	11.9	2.7	6.4	59.3	31.0	19.6	64.4	102
	6월	13.3	2.0	7.1	59.9	35.8	17.7	60.6	95
	7월	13.4	2.6	7.8	67.5	40.0	8.6	57.3	80
	Ave	12.9	2.4	7.1	62.2	35.6	15.3	60.8	92
갈대	5월	18.7	2.9	10.1	66.8	31.9	1.4	63.7	89
	6월	12.3	2.8	6.0	71.4	40.5	7.5	56.9	75
	7월	14.5	2.1	10.5	69.6	36.3	3.3	60.2	81
	Ave	13.4	2.4	8.2	70.5	38.4	5.4	58.6	78
강아지풀		10.7	3.6	11.2	55.1	30.3	19.3	65.0	110
환삼덩굴	5월	10.6	2.8	11.3	27.6	18.9	47.7	74.0	251
	6월	14.4	3.9	12.0	32.9	23.3	36.7	70.5	200
	7월	16.4	3.5	13.2	34.8	25.8	32.1	68.5	184
	Ave	13.8	3.4	12.2	31.8	22.7	38.9	71.0	212
머느리배꼽	6월	10.5	4.0	7.3	35.5	26.3	42.8	68.2	179
	7월	6.2	5.4	4.6	31.1	22.2	52.8	71.4	215
	Ave	8.3	4.7	5.9	33.3	24.2	47.8	69.8	197
IRG		16.8	4.4	11.5	51.2	27.5	15.8	67.2	123

CP:crude protein, EE:ether extract, C.ash:crude ash, NDF:neutral detergent fiber, ADF:acid detergent, NFC:non-fiber carbohydrate, TDN:total deigestible nutrients, RFV:relative feed valu

수초명	채취 시기	CP(%)	EE(%)	C. ash(%)	NDF(%)	ADF(%)	NFC(%)	TDN(%)	RFV
고마리	5월	19.9	2.4	15.6	37.4	23.6	24.6	70.2	175
	6월	13.5	2.8	11.2	43.5	30.9	28.6	64.5	137
	7월	7.0	2.0	7.7	52.8	41.7	30.5	56.0	99
	Ave	13.5	2.4	11.5	44.7	32.1	27.9	63.6	137
소리쟁이	5월	17.7	3.5	9.2	29.4	22.4	40.2	71.2	226
	6월	7.2	2.3	6.0	55.5	44.0	29.0	54.2	92
	7월	6.2	1.4	6.3	68.1	57.1	18.0	43.8	61
	Ave	10.4	2.4	7.2	51.0	41.1	29.1	56.4	126
쇠뜨기	5월	15.7	3.7	12.6	31.8	17.9	36.2	74.8	219
	6월	15.9	4.4	15.7	33.7	19.5	30.3	73.5	203
	7월	15.7	4.4	19.9	35.7	23.7	24.2	70.2	184
	Ave	15.7	4.2	16.1	33.7	20.3	30.2	72.8	202
망초	5월	17.0	1.9	9.5	25.1	17.7	46.4	74.9	278
	6월	9.2	2.8	6.6	44.5	32.1	36.8	63.5	133
	7월	6.6	2.2	5.0	63.9	48.2	22.3	50.8	75
	Ave	10.9	2.3	7.1	44.5	32.7	35.2	63.1	162
쭈	5월	23.1	4.1	11.1	36.2	26.1	25.6	68.3	176
	6월	19.2	4.8	10.2	40.6	28.9	25.2	66.1	152
	7월	15.2	5.5	9.3	48.3	36.2	21.6	60.3	117
	Ave	19.2	4.8	10.2	41.7	30.4	24.1	64.9	149
여뀌	6월	11.6	2.9	6.9	45.9	33.1	32.6	62.8	128
	7월	13.3	2.8	6.6	49.9	33.5	27.4	62.4	117
	Ave	12.4	2.9	6.8	47.9	33.3	30.0	62.6	122
명아주	6월	17.0	2.4	5.8	44.6	27.4	20.2	67.3	141
	7월	22.6	3.5	15.4	37.5	24.1	21.1	69.9	174
	Ave	19.8	3.0	15.6	41.0	25.7	20.7	68.6	158
미국 가막사리	7월	12.3	3.2	8.1	39.3	29.3	37.1	65.8	157
헤어리베치		20.2	4.2	11.9	37.5	28.6	25.5	66.3	156

CP:crude protein, EE:ether extract, C.ash:crude ash, NDF:neutral detergent fiber, ADF:acid detergent, NFC:non-fiber carbohydrate, TDN:total degestible nutrients, RFV:relative feed valu

4.4. 농업수로의 토양특성 분석

국내 농업용 용배수로에서 물의 원활한 흐름을 방해하는 가장 대표적인 수초인 줄풀, 부들, 갈대, 고마리, 환삼덩굴, 쇠뜨기, 바랭이 등의 수초들이 식생하는 수로 사면과 바닥에 토양의 이화학적 특성을 분석하여 농경지 및 산악지의 토양특성과 비교하여 수초 생산성과 토양의 특성을 알아보려고 실시하였다.

가. 연구수행 방법

토양의 이화학적 특성을 조사하기 위하여 수초 제거 후 0~20cm 깊이에서 토양을 채취하였으며 농촌진흥청 농업과학원 연구조사 분석기준(RDA, 2003)에 의거하여 pH, 전질소(total nitrogen, TN), 유기물, 유효인산, 치환성 양이온(K, Ca 및 Mg) 및 cation exchange capacity(CEC) 함량을 분석하였다. 토양의 pH는 이온전극법으로 토양과 물의 비율을 1:5로 하여 pH Meter(NeoMe+pH 220L, HY technology, Korea)로 측정하였다. TN의 분석방법은 진한 황산에 촉매제를 가하여 분해한 후 습식산화과정인 Kjeldahl법으로 분석하였다. 토양의 유기물, 유효인산, 치환성 양이온의 측정은 토양 분석 전용 정밀분광광도계)(Soiltek KA-P)로 분석하였다.

나. 연구결과

국내 농업용 수로의 토양의 화학적 특성의 시험결과는 <표 3-1-23>와 같다.

<표 3-1-23>수로 위치별 토양의 화학적 특성

구분	pH	유기물 (%)	유효인산 (g/kg)	치환성양이온(cmol+/kg)			CEC (cmol+/kg)	TN(%)	
				Ca	Mg	K			
수로 사면	당진석문	6.2	1.1	10.2	1.6	7.6	0.9	10.7	0.07
	당진송산	6.4	2.3	162.8	7.4	2.4	0.8	17.1	0.13
	평택팽성	7.1	2.4	142.5	7.1	7.1	0.6	16.7	0.13
	안성미양	6.1	2.1	88.7	6.1	1.8	0.5	16.1	0.11
수로 바닥	당진석문	7.3	3.2	10.2	1.6	7.6	0.9	16.0	0.17
	당진송산	6.7	1.0	75.9	3.9	0.6	0.4	12.2	0.06
	평택팽성	6.4	0.5	81.6	2.0	2.7	0.5	8.6	0.02
	안성미양	5.2	4.4	149.1	7.2	1.9	0.8	20.4	0.26
농경지	5.7	2.9	101.0	4.2	1.2	0.3	9.6	-	
산악지	5.3	0.9	11.3	0.8	0.7	0.2	6.5	-	

<표 3-1-23>의 결과로 볼 때 수로의 사면과 바닥의 pH는 안성미양의수로 바닥을 제외하고 농경지 pH5.7, 산악지 pH5.3 보다 높았다. 당진석문의 바닥과 평택 팽성의수로 사면 순으로 pH가 높게 나타났다. 이러한 토양의 화학적 특성은 조사지역간에 상당한 차이가 있지만 당진석문을 제외한 그 외 조사지역수로 토양의 유기물, 유효인산, 치환성양이온, CEC는 농경지와 산악지 토양특성과 비교해 볼 때 대체적으로 높게 나타났다.

5. 농업수로의 제초영향 및 분석

5.1. 예취높이가 수초의 재생에 미치는 영향

국내 농업용 수로의 효율적인 수초관리를 위하여 적절한 예치시기와 예취횟수를 설정하였으나 예취하였다고 완전히 고사하는 것이 아니고 근경이 고사하지 않은 이상 다시 재생을 하므로 수초의 예취 후 가장 재생력이 낮은 예취높이를 설정하기 위하여 시험하였다.

가. 연구수행 방법

시험구는 수로바닥의 통수능력을 저해시키는 대표적 수초인 줄풀과, 갈대, 부들, 고마리을 가지고 실시하였으며, 일차적으로 시험 port(100cm×50cm)에 각 수초를 이식하여 시험한 후 본 연구기관과 가까운 안성 미양리 농수로 시험구에 각 수초별로 시험구를 4m²씩(2m×2m)씩 설치하여 실시하였다. 시험 port는 3처리 3반복 난괴법으로 배치하여 ①수면과 동일하게(0cm), ②수면위 3cm, ③수면위 6cm로 예취 후 재생하는 높이를 측정하였으며, 안성 미양리 농수로 시험구에서는 각 초정별로 4처리 3반복 난괴법으로 배치하여 ①수면아래(-0cm), ②수면과 동일하게(0cm), ③수면위 3cm, ④수면위 6cm로 예취한 후 재생하는 높이를 측정하였다.

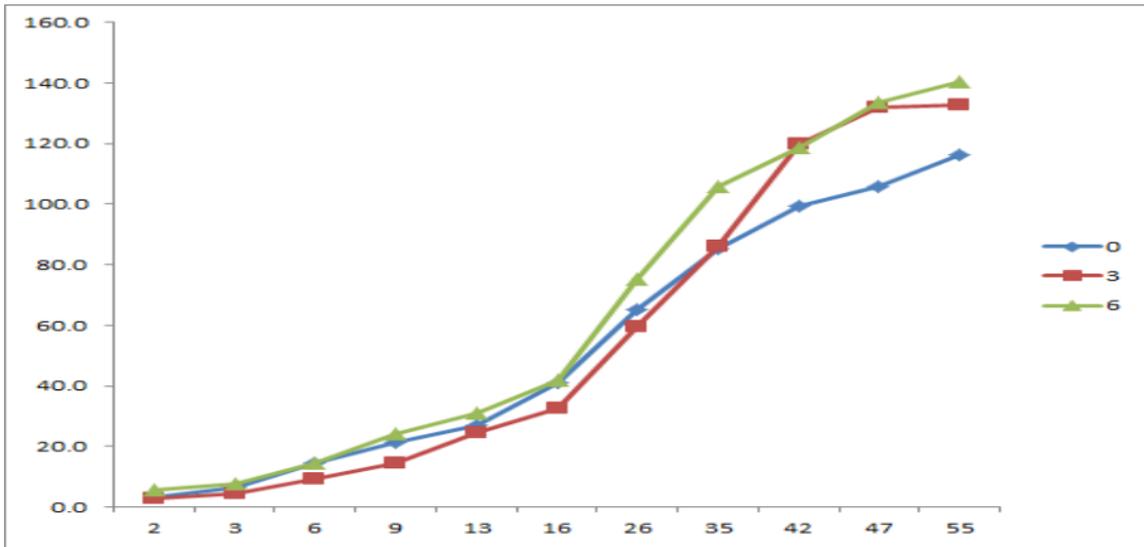
나. 연구결과

(1) 줄풀

줄풀의 예취 후 재생높이의 시험결과는 <표 3-1-24> 및 <표 3-1-25>와 같다.

<표 3-1-24> port에서 줄풀의 예취 높이에 따른 재생높이

예취높이 (cm)	재생일수에 따른 재생한 초장(cm)										
	2	3	6	9	13	16	26	35	42	47	55
0	3.2	6.4	14.5	21.3	26.8	41.0	65.3	85.3	99.3	106.0	116.3
3	2.7	4.5	9.1	14.4	24.6	32.8	59.5	86.3	119.7	132.0	132.7
6	5.5	7.7	14.5	24.0	30.9	41.8	75.3	105.9	118.8	133.7	140.6



2일(0cm, 3cm, 6cm)



6일(0cm, 3cm, 6cm)

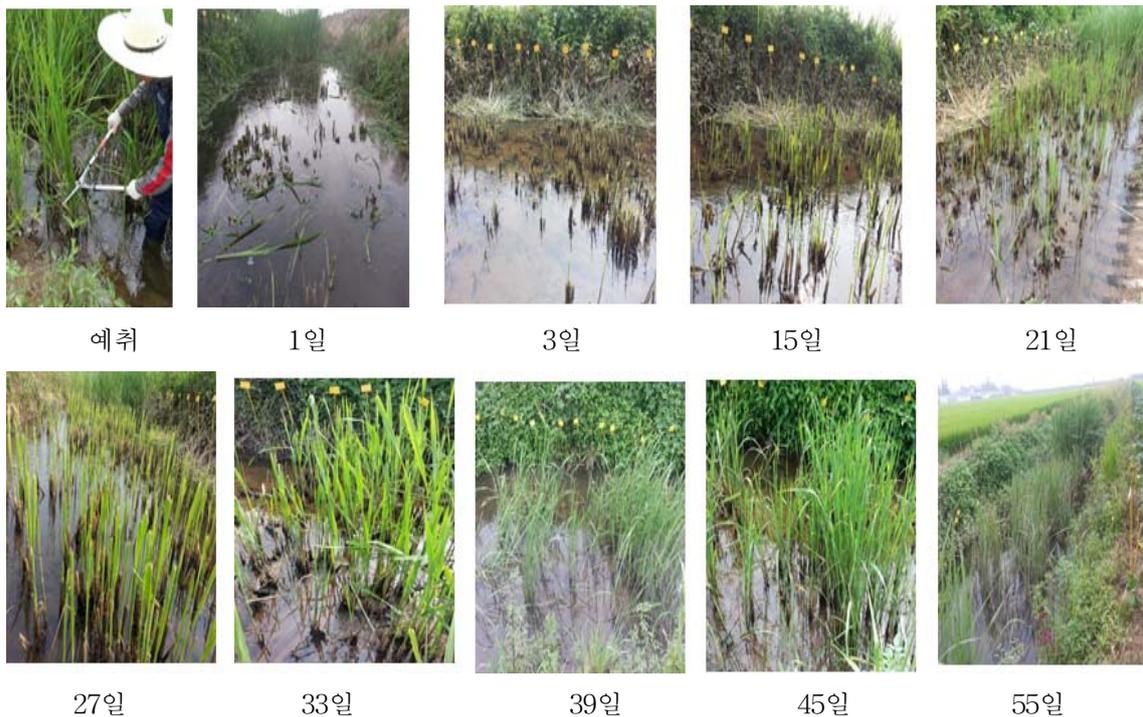
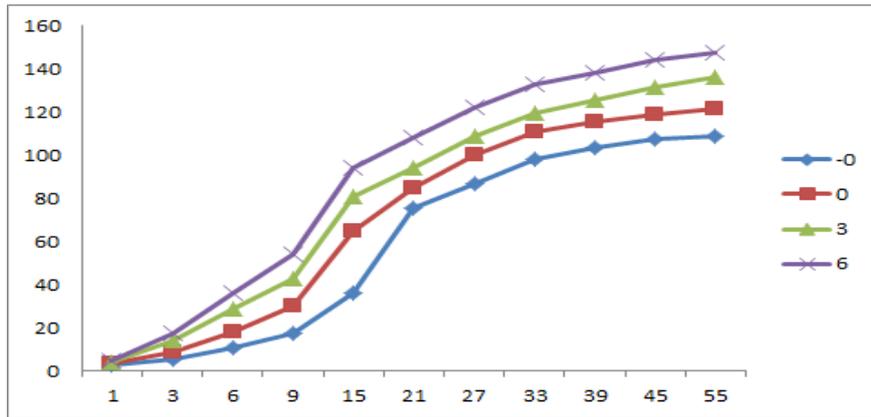


26일 42일 47일 55일 50cm 높이에서 예취

(그림 3-1-37) port에서 줄풀의 예취 높이가 재생에 미치는 영향

<표 3-1-25>수로에서 줄풀의 예취 높이에 따른 재생높이

예취높이 (cm)	재생일수에 따른 재생한 초장(cm)										
	1	3	6	9	15	21	27	33	39	45	55
-0	2.7	5.5	10.8	17.3	35.8	75.2	87.0	98.0	103.8	107.8	109.0
0	3.4	8.5	18.0	29.8	64.5	85.0	99.9	110.6	115.5	119.1	121.2
3	3.8	14.0	29.0	43.1	81.0	93.9	108.6	119.5	125.7	131.2	135.9
6	4.6	17.5	36.3	53.9	94.0	108.3	122.1	132.7	138.1	143.9	147.3



(그림 3-1-38) 수로에서 줄풀의 예취 높이가 재생에 미치는 영향

<표 3-1-24>에서 보는 바와 같이 예취 후 2일째 예취 높이를 6cm로 예취했을 때 5.5cm로 가장 높게 재생하였고 반대로 예취 높이 3cm로 예취했을 때 2.7cm로 재생한 높이가 가장 작았다. 그러나, 예취 후 35일째부터는 6cm, 3cm, 0cm의 순서로 재생 높이가 105.9cm, 86.3cm, 85.3cm로 높았으며 예취 후 55일째도 동일한 재생높이의 결과

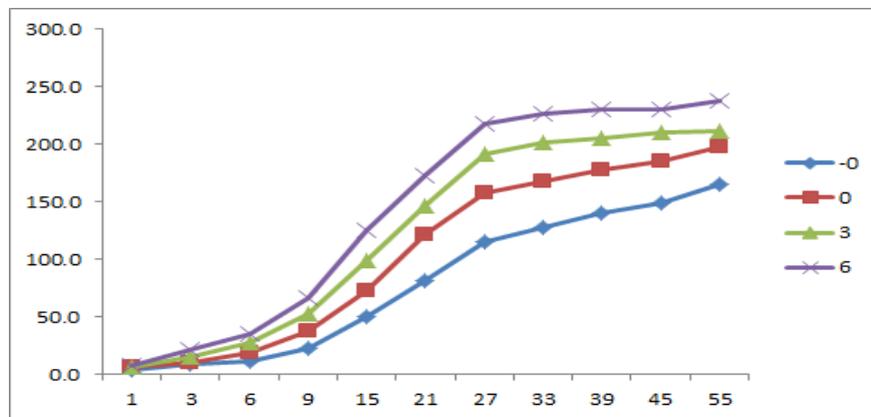
를 보였다. <표 3-1-25>에서 보는 바와 같이 수로에서의 시험결과는 port 시험에서와는 다르게 예취 후 1일째부터 수초를 수면 아래로 예취한 즉 -0cm, 수면과 동일한 높이로 예취한 0cm, 수면위 3cm에서 예취, 수면위 6cm에서 예취한 순서로 2.7cm, 3.4cm, 3.8cm, 4.6cm로 재생한 높이가 작았다. 이러한 결과는 예취 후 55일까지 관찰 시 동일한 결과를 얻을 수 있었다. 따라서 포트에서나 수로에서 줄풀의 예취 후 재생 높이를 시험한 결과 줄풀의 예취 시 수면아래로 예취하는 것이 재생 높이가 가장 작으므로 예취높이로 가장 적절한 것으로 나타났다.

(2) 부들

부들의 예취 후 재생높이의 시험결과는 <표 3-1-26>와 같다.

<표 3-1-26>수로에서 부들의 예취 높이에 따른 재생높이

예취높이 (cm)	재생일수에 따른 재생한 초장(cm)										
	1	3	6	9	15	21	27	33	39	45	55
-0	4.2	8.5	12.0	22.2	50.4	81.0	114.8	128.0	139.7	149.0	165.3
0	5.8	10.2	19.3	38.0	73.2	122.1	158.0	167.3	178.2	185.0	197.8
3	6.1	15.0	28.2	52.7	98.6	147.0	192.1	201.5	205.2	210.6	212.0
6	8.2	21.0	35.1	67.0	125.0	173.0	218.4	227.1	230.3	229.9	238.4



1일(0cm, 3cm, 6cm)



3일(0cm, 3cm, 6cm)



5일(0cm, 3cm, 6cm)

예취단면



0일



-0cm



1일



3일



6일



15일



27일



33일



45일



55일

(그림 3-1-39) port와 수로에서 부들의 예취 높이가 재생에 미치는 영향

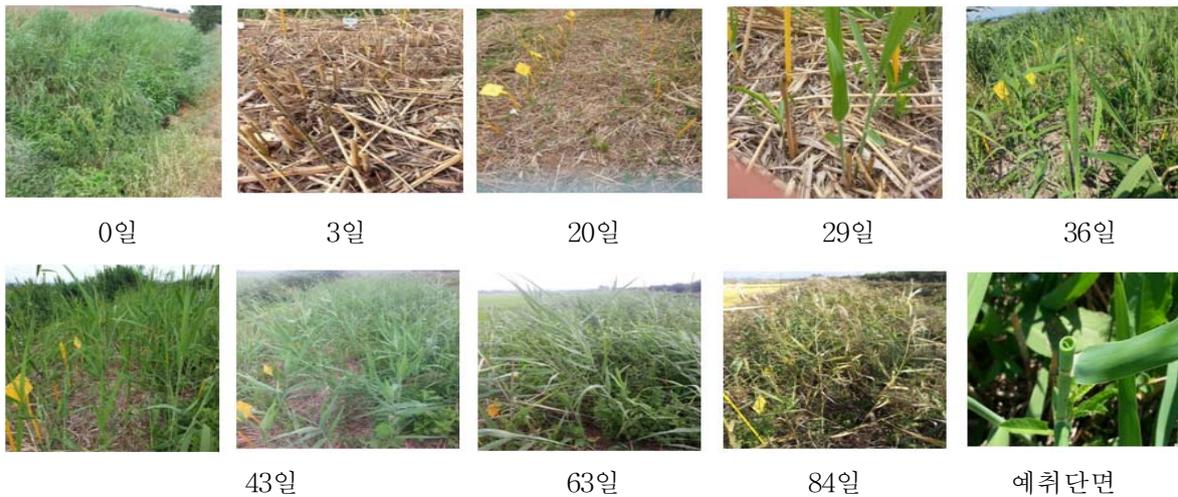
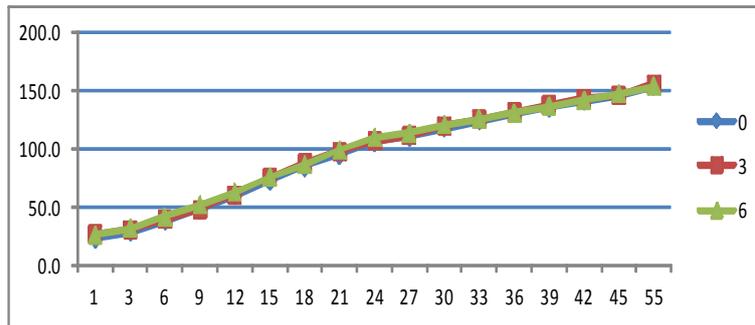
부들의 예취높이가 재생에 미치는 영향을 측정하기 위해 부들을 포트에 이식하여 예취 후 3일만에 고사하여 측정하지 못하였다. 그러나 <표 3-1-26>에서 보는 바와 같이 수로에서는 줄풀과 마찬가지로 예취 후 1일째부터 수초를 수면 아래로 예취한 즉 -0cm, 수면과 동일한 높이로 예취한 0cm, 수면위 3cm에서 예취, 수면위 6cm에서 예취한 순서로 4.2cm, 5.8cm, 6.1cm, 8.2cm로 재생한 높이가 작았다. 이러한 결과는 예취 후 55일까지 관찰 시 동일한 결과를 얻을 수 있었다. 따라서 예취 후 재생높이를 시험한 결과 줄풀의 동일한 시험결과를 얻을 수 있었다. 부들 또한 예취 시 수면아래로 예취하는 것이 재생 높이가 가장 작으므로 예취높이로 가장 적절한 것으로 나타났다.

(3) 갈대

갈대의 예취 후 재생높이의 시험결과는 <표 3-1-27>와 같다.

<표 3-1-27>수로에서 갈대의 예취 높이에 따른 재생높이

예취높이 (cm)	재생일수에 따른 재생 초장(cm)					
	20	29	36	43	63	84
0	23.4	51.5	80.7	105.8	145.0	161.3
3	27.2	51.0	84.6	107.2	147.5	163.3
6	26.7	54.2	83.8	110.0	144.9	161.0



(그림 3-1-40) 수로에서 갈대의 예취 높이가 재생에 미치는 영향

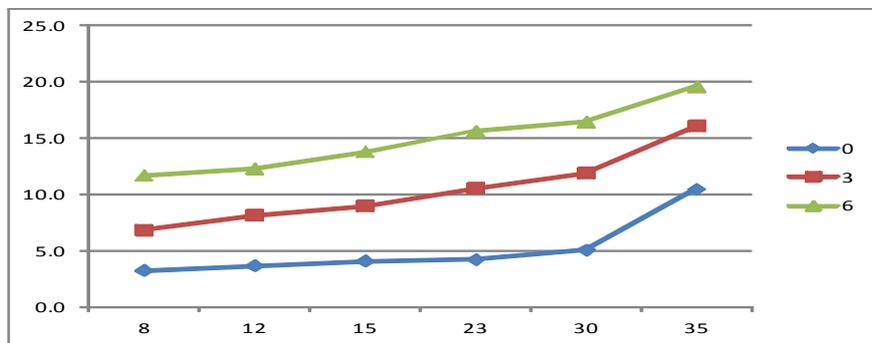
갈대는 앞의 줄풀과 부들처럼 예취 후 재생하지 않는다. (그림 3-1-40)에서처럼 갈대의 예취 단면은 줄풀과 부들과 다르게 속이 비어있다. 갈대는 예취높이 0cm, 3cm, 6cm에 상관없이 예취 후 말라 고사하지만 땅속 줄기로 번식하기 때문에 땅속 줄기인 근경으로부터 어린싹이 나와 자란다. 따라서 <표 3-1-27>에서 보는 바와 같이 갈대는 예취 높이와 관련없이 예취한 줄기는 말라서 고사하지만 땅속 줄기의 근경으로부터 새로운 어린싹이 나와 번식해 나가는걸 볼 수 있다. 그러므로 갈대는 예취해서 제거하는 것보다는 땅속 줄기의 근경을 제거해야 한다.

(4) 고마리

고마리의 예취 후 재생높이의 시험결과는 <표 3-1-28>와 같다.

<표 3-1-28>수로에서 고마리의 예취 높이에 따른 재생높이

예취 높이 (cm)	재생일수에 따른 재생한 초장(cm)					
	8	12	15	23	30	35
0	3.3	3.7	4.1	4.3	5.1	10.5
3	6.9	8.2	9.0	10.6	11.9	16.1
6	11.7	12.3	13.8	15.6	16.4	19.6



(그림 3-1-41) 수로에서 고마리의 예취 높이가 재생에 미치는 영향

<표 3-1-28>에서 보는 바와 같이 예취 후 8일째 예취 높이를 6cm로 예취했을 때 11.7cm로 가장 높게 재생하였고 반대로 예취 높이 0cm로 예취했을 때 3.3cm로 재생한 높이가 가장 작았다. 이러한 결과는 예취 후 35일까지 관찰 시 동일한 결과를 얻을 수 있었다. 따라서 고마리의 예취 후 재생높이를 시험한 결과 줄풀 및 부들과 마찬가지로 예취 시 가장 짧게 예취하는 것이 재생 높이가 가장 작으므로 예취높이로 가장 적절한 것으로 나타났다.

5.2. 수초의 초장과 생초수량, 건물수량과의 상관관계

국내 농업용 수로에서 통수능력을 저해하는 대표적 수초들의 생초수량과 건물수량의 산출을 위하여 초장과 생초수량 및 건물수량과의 상관관계를 도출해 보았다.

가. 연구수행 방법

초장은 수초가 자란 지면에서부터 자연식생의 상단까지의 높이를 측정했으며, 생초수량은 제거한 수초의 면적을 측정하고 예초한 수초의 무게를 측정하여 조사하였다. 생초수량을 측정한 수초의 일정한 양을 양과망에 샘플로 채취하여 풍건건조기에 65℃로 72시간 건조한 후 건물물을 측정하고 생초수량에 건물물을 곱하여 건물수량을 산출하였다.

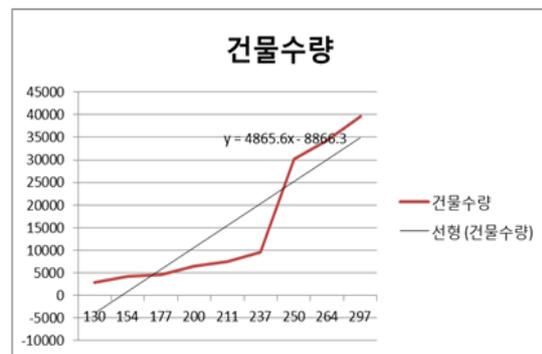
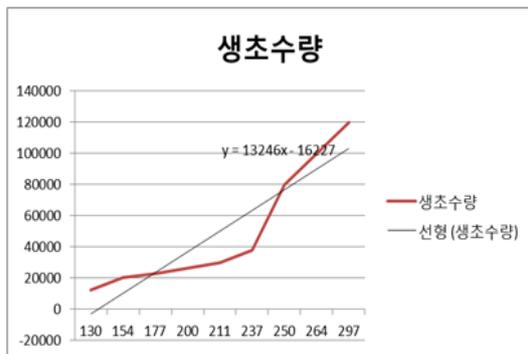
나. 연구결과

(1) 줄풀

줄풀의 초장과 생초수량 및 건물수량과의 상관관계 결과는 <표 3-1-29>와 같다.

<표 3-1-29> 줄풀의 초장에 따른 생초수량 및 건물수량

초장(cm)	130	154	177	200	211	237	250	264	297
생초수량(kg/ha)	12,500	20,455	22,817	26,250	30,000	38,000	80,000	100,000	120,000
건물수량(kg/ha)	2,813	4,222	4,535	6,402	7,483	9,588	30,233	34,256	39,626



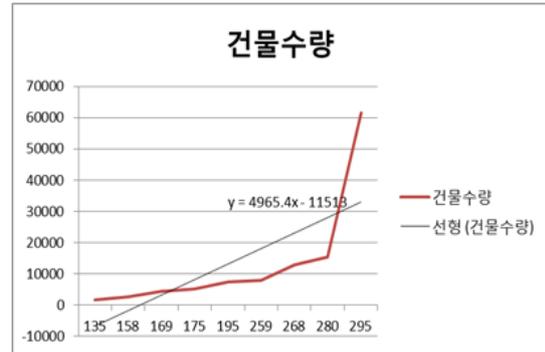
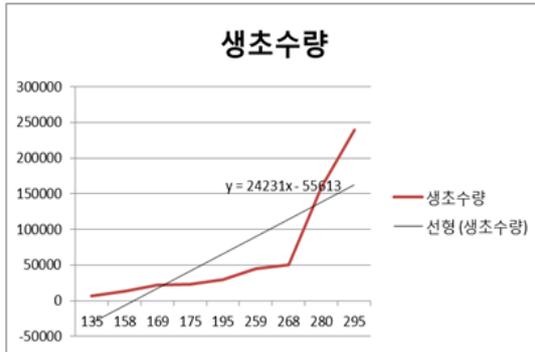
줄풀의 초장이 증가할수록 생초수량 및 건물수량이 증가함을 알 수 있다.

(2) 부들

부들의 초장과 생초수량 및 건물수량과의 상관관계 결과는 <표 3-1-30>와 같다.

<표 3-1-30> 부들의 초장에 따른 생초수량 및 건물수량

초장(cm)	135	158	169	175	195	259	268	280	290
생초수량 (kg/ha)	6,400	13,550	21,739	22,950	29,450	45,050	50,746	160,000	240,000
건물수량 (kg/ha)	1,712	2,738	4,404	5,316	7,438	8,057	13,073	15,445	61,643



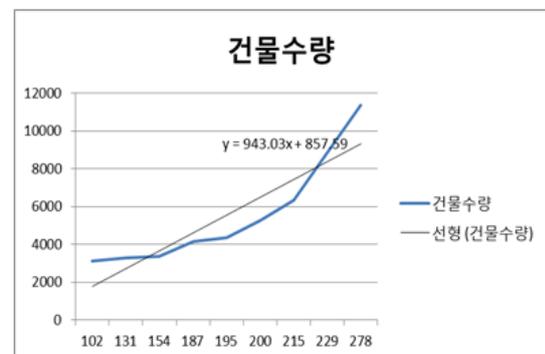
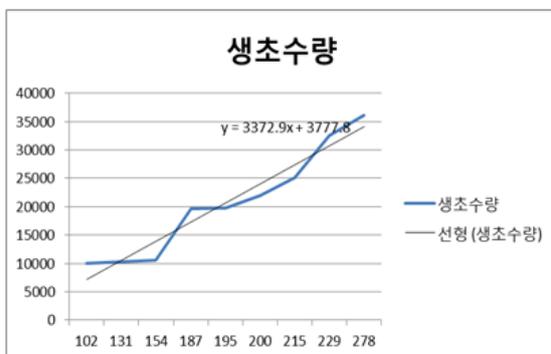
부들의 초장이 증가할수록 생초수량 및 건물수량이 증가함을 알 수 있다.

(3) 갈대

갈대의 초장과 생초수량 및 건물수량과의 상관관계 결과는 <표 3-1-31>와 같다.

<표 3-1-31> 갈대의 초장에 따른 생초수량 및 건물수량

초장(cm)	102	131	154	187	195	200	215	229	278
생초수량 (kg/ha)	10,050	10,250	10,500	19,650	19,700	21,950	25,100	32,500	36,081
건물수량 (kg/ha)	3,137	3,285	3,388	4,175	4,367	5,254	6,321	8,870	11,358



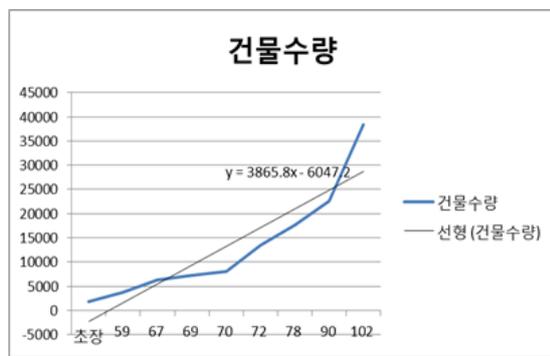
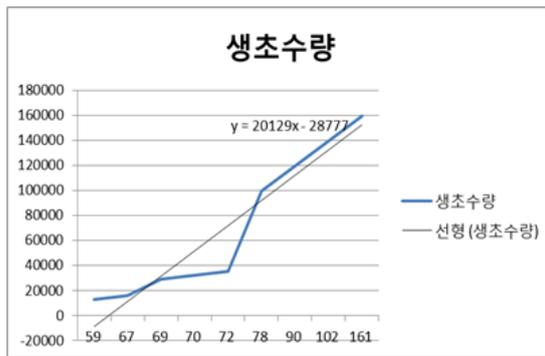
갈대의 초장이 증가할수록 생초수량 및 건물수량이 증가함을 알 수 있다.

(4) 고마리

갈대의 초장과 생초수량 및 건물수량과의 상관관계 결과는 <표 3-1-32>와 같다.

<표 3-1-32> 고마리의 초장에 따른 생초수량 및 건물수량

초장(cm)	59	67	69	70	72	78	90	102	161
생초수량 (kg/ha)	13,333	15,912	29,348	32,500	35,714	100,000	120,000	140,000	160,000
건물수량 (kg/ha)	1,768	3,824	6,313	7,298	8,128	13,476	17,684	22,606	38,438



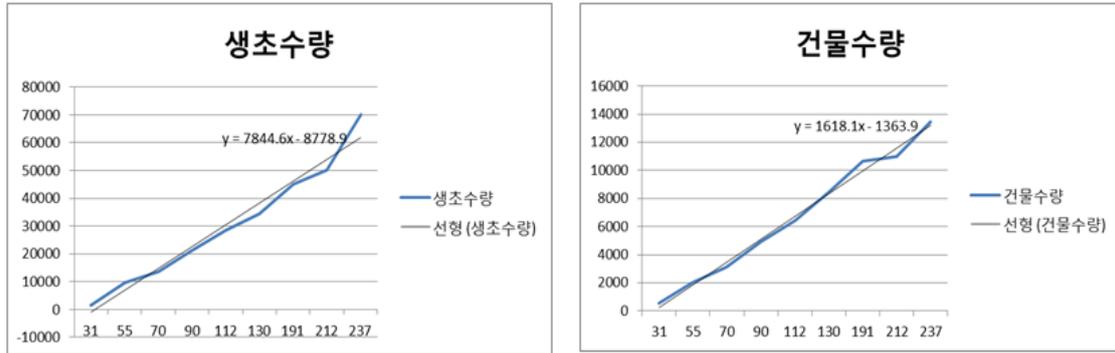
고마리의 초장이 증가할수록 생초수량 및 건물수량이 증가함을 알 수 있다.

(5) 수로사면의 수초의 혼합

수로사면의 혼합수초의 초장과 생초수량 및 건물수량과의 상관관계 결과는 <표 3-1-33>와 같다.

<표 3-1-33> 수로사면의 수초들의 혼합

초장(cm)	31	55	70	90	112	130	191	211	237
생초수량 (kg/ha)	1,600	9,650	13,550	21,250	28,571	34,375	45,000	50,000	70,000
건물수량 (kg/ha)	538	2,008	3,086	4,962	6,433	8,446	10,638	10,982	13,438



수초의 초장이 증가할수록 생초수량 및 건물수량이 증가함을 알 수 있다.

6. 요약 및 결론

본 장에서는 “효율적인 물관리를 위한 농촌수로 토사·수초제거 상용화 기술개발”의 기 제출된 연구개발계획서 형식과 체계에 기반하여 농업수로의 수초 실태조사 및 수초관리기술 개발의 연구를 수행하였으며 연구결과는 다음과 같다.

- ① 국내 농업수로의 수초는 수로의 유형에 따라서 용수로는 대부분 구조화된 콘크리트 수로이고 반면에 대부분의 배수로는 흙수로로 수초는 토공수로인 배수로에서 식생하면서 수로의 통수능력을 저해하고 있었다. 토공수로의 통수능력을 저해하는 대표적 수초로는 수로바닥과 수로변에서 식생하는 줄풀, 부들, 고마리, 갈대 등의 수초이며 수로사면에서는 환삼덩굴, 쇠뜨기, 개밀 등의 수초가 혼생하면서 식생하고 있었다. 특히 물의 흐름을 방해하는 대표적인 수초인 줄풀과 부들, 갈대, 고마리는 수로바닥, 수로변, 수로사면에 어디에서든 식생하고 있어 가장 문제가 되는대표적인 수초로 조사되었다. 이러한 수초의 특성 조사 및 분석위하여 8도 9개지역을 선정하여 2년동안 동일한 지역에서 수초실태조사를 실시하였다. 선정지역 중 남부 산지는 경북 문경, 중부 산지는 충북 진천, 북부 산지는 강원도 강릉을 선정하고 평지 남부는 경남 김해, 중부 평지는 전북 김제, 경기도 평지는 안성의 실태조사를 실시하였고, 간척지 남부는 전북 나주, 중부는 충남 당진, 북부는 경기도 화성을 선정하여 수초의 초종, 초장, 생초수량, 건물수량을 조사한 결과 국내 대표적 주요 수초의 초종은 지역간에 차이가 없었으며 다만 지역간의 기후와 강수량등에 따라 많이 상이하고 토양에 따라서도 식생분포가 다르기 때문에 지역별로 식생의 종류는 같으나 초장이나 건물물등은 지역간의 차이가 많았다.
- ② 선정된 9개지역의 한국농어촌공사의 수로 수초 예취에 대한 실태 설문조사를 실시하였다. 예취 횟수는 2회 예취가 60%로 가장 많았으며 1회 예취는 10%, 그 외 기타는 민원발생 제기시 마다 실시한다고 조사되었고, 예취시기는 4월, 7월 6월 순으로 높게 조사되었다. 또한 예취방법도 조사하였는데 수초 예취 시 중장비 이용이 40%로 가장 높았고 인력이 30%, 예초기 사용이 20%, 기타 10%는 낫등을 이용한다고 조사되었다. 그 외로 예초 시 애로사항을 조사하였는데 현재 국내 용배수로는 예초장비가 들어가서 작업할 수 있는 공간이 확보된 수로가 많지 않고 수로둑에 농민들이 콩이나 깨와 같은 농작물을 재배하여 농작물 피해시 민원

발생이 잦고 예초 후에도 제거한 수초의 반출이 어려워 수로독에 방치하여 우천시 다시 수로로 유입되는 문제등이 발생한다고 조사되었다. 실제로 수로수초 실태조사를 다니면서 수로독에 심어놓은 농작물을 많이 볼 수 있었다.

- ③ 농업수로의 효율적인 수초관리를 하기 위하여 예취 시기가 농업수로 수초의 식생과 수량에 미치는 영향을 실험하였다. 수로 시험구는 경기도 안성과 충남 당진, 추가로 경북 경산의 3개의 시험구로 수로사면과 바닥으로 구분하여 5월부터 9월까지 예치시 2년동안 실시한 결과 장마 이전인 6월이나 7월 이전으로 예취 시기를 설정하는 것이 효율적인 것으로 나타났다.
- ④ 또한, 효율적인 수초관리를 위하여 적정한 예취 횟수를 설정하기 위한 시험도 동일한 지역의 수초 시험구에서 2년동안 실시한 결과 1회 예취하는 것보다 2회 예취하는 것이 수로의 수초관리에 효과적이며 2회 예취 시 예취 시기는 6월 예취 후 8월에 1회 더 예취하는 것이 7월에 1회 더 예취하는 것과 3회 예취하는 것보다 효율적인 것으로 나타났다.
- ⑤ 농업수로의 효율적인 수초관리 기술개발을 위하여 국내 수로에서 가장 많이 식생하는 수초의 사료가치를 평가하여 조사료자원으로 활용할 수 있는지 검토하기 위하여 국내 농업수로에서 식생하는 주요 수초들의 생장시기별 사료가치를 평가하였다. 수로 바닥과 수로변에 가장 많이 식생하고 있는 줄풀과 고마리, 갈대와 수로 사면에 가장 많이 식생하는 환삼덩굴, 쇠뜨기, 야생귀리등도 분석결과 대표적인 사료작물로 이용되는 이탈리아 라이그라스와 헤어리베치의 사료가치와 비교시 사료품질이 우수하였으며 조사료자원으로 이용할 수 있는 것으로 사료되거나 수초의 냄새와 촉감이 기호성을 떨어뜨리므로 이러한 수초들의 조사료로 자원화하기 위해서는 기호성을 높일 수 있는 방법을 연구해야 수초를 사료화하여 이용할 수 있을 것으로 사료된다. 이와 같은 사료가치의 평가로 볼 때 수초의 대부분을 차지하는 줄풀, 부들, 고마리, 환삼덩굴 등을 조사료로 사료화 하는것도 좋은 수초제거 방법이라 사료된다. 또한 이러한 문제가 되는 주요 수초들이 식생하는 토양의 이화학적 특성을 농경지와 산악지의 토양의 화학적 특성과 비교하여 수초 생산성과 토양의 특성을 알아보았다.
- ⑦ 농업수로의 제초영향을 분석하기 위하여 수초의 예취높이가 수초의 재생에 미치는 영향을 조사하였다. 대표적 주요 수초인 줄풀, 부들, 갈대, 고마리를 수면에서부터 예취한 높이에 따라 재생한 정도를 측정한 결과 예취 높이가 수면으로부터 가장 낮을 때 재생이 작았다. 가장 효과적인 예취 높이는 수면아래로 예취 할 경우 초종에 관계없이 재생높이가 가장 작아 가장 효율적인 것으로 나타났다.
- ⑧ 국내 농업수로에서 통수능력을 저해하는 주요 수초인 줄풀, 부들, 갈대, 고마리 및 수로사면의 혼생하는 수초들의 생초수량과 건물수량을 산출하기 위하여 수초의 초장과 생초수량 및 건물수량과의 상관관계를 도출하였다. 수초가 자란 지면에서부터 자연식생의 상단까지 높이를 측정 한 후 생초수량 및 건물수량을 측정한 결과 초종에 관계없이 초장이 증가할수록 생초수량 및 건물수량이 증가하였고 이러한 상관관계식에 따라 초종별 초장에 따른 생초수량과 건물수량을 산출할 수 있을 것으로 사료된다.

제 2 절 수로의 토사퇴적 저감기술 개발

1. 서 론

우리나라의 국토면적은 약 9,989,741 ha로 2/3 이상이 임야 등으로 구성되어 있으며, 경작이 가능한 농경지는 국토의 17.4 % 정도인 1,736,798 ha이며, 이 중에서 논이 10.1 %로 1,010,287 ha, 밭이 7.3%인 726,511 ha로 구성되어 있다. 특히, 답 면적의 79.8 %는 수리답으로 808,475 ha가 각종 수리시설의 혜택을 받고 있는 실정이다. 용·배수로의 연장은 약 98,638 km이고, 용수로가 63,333 km, 배수로가 35,295 km로, 2011년의 경우, 용·배수로 준설작업은 7,288km에 약 3,290,483m³, 배수장 유수지 준설은 29개소에 21,000m³ 준설되고 있으며, 준설비용은 약 56억 정도 소요되고 있으며, 매년 준설단가가 증가하는 실정이다 (KRC, 2013).

우리나라에서의 토양침식에 대한 연구 조사는 수식에 의한 침식작용에 중점을 두어 수행하고 있다. 수식은 강우의 유출에 의하여 세류 혹은 걸리유실과 같은 침식현상으로 빠르게 발달한다. 수식에 의하여 발생하는 토양의 유실은 토지 1ha에서 매주 1m³가 발생할 경우 30년 동안 15cm 두께의 흙이 유실되는 것으로 계산되고 농토를 황폐화 시키는 원인이 되며, 이로 인하여 용·배수로에 심각하게 토사가 퇴적된다. 퇴적된 토사는 이러한 농경지의 황폐화뿐만 아니라 수질 오염 문제를 발생시키고 수생 생태계를 파괴하는 토사유출 문제는 시급히 해결되어야 할 중요한 국정과제로 부상하였다. 용수로에 유입되거나 퇴적되는 토사의 경우, 상류 측이나 외부유입에 의한 퇴적토사는 비교적 신선하고 오염이 되지 않은 자연토가 대부분이며 이를 제거하거나 재활용하는 경우에는 크게 어려움이 없는 실정이다. 그러나 하류 측이나 배수로 또는 오염물질을 함유한 퇴적토의 경우는 폐기물로 처리되어야 한다. 하천에 있어서 토사이송 능력은 유량과 유사농도사이에 단일 직선관계가 성립하지 않고 분산을 보이는 것이 보통이나 댐이 건설되면 저수지로 유입되는 유사이송능력은 크게 감소되며, 유수의 토사이송 능력과 유사농도사이에 거의 직선관계가 성립하게 된다 (Rooseboom, 1975).

저수지내 퇴사의 공간적인 분포 특성을 위해 2차원 수치해석 모형인 SMS-SED2D 모형을 이용하였는데 저수지내 토사퇴적은 주사도와 웅덩이, 저류와의 합류점, 댐 인근에서 주로 이루어지고 여수로의 퇴적은 상대적으로 빨라 거의 퇴적되지 않는 것으로 분석하였다 (Saenyi, 2004).

경사에 따른 토석류 수리시험결과에서 배수로의 토석류의 흐름 거동과 퇴적의 시간적 변화 특성이 접근수로 및 배수로의 바닥경사와 유사체적농도 특성에 지배되며, 시간경과에 따라 수로방향으로 퇴적량이 크게 증가하며, 토석류의 농도가 클수록 하류부 수로의 경사가 작을수록 빨리 시작되므로 다양한 입도분포의 재료와 배수조구물의 기하학적 형상의 변경이 필요하다고 하였다 (Kim et al. 2011).

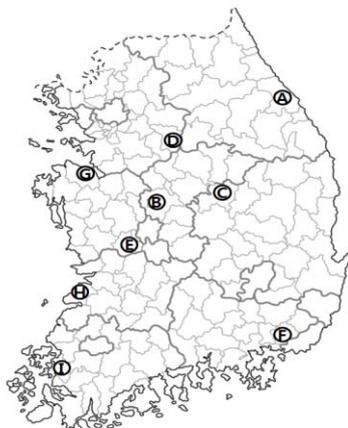
개수로 한쪽 측벽에 설치한 세로돌출줄눈에 물의 흐름저항에 미치는 수리실험 결과에서는 흐름저항이 증가하였으며, 흐름저항은 대부분 형상저항에 의한 것으로 많은 영향을 미치고 있음을 연구하였다 (Park et al., 2013).

퇴적토사에 대한 연구는 현재까지 용·배수로의 퇴적비율 및 부유사의 관계를 규명하는 것 보다는 전체 유역으로부터 저수지로 유입되는 토사의 퇴적량을 산정하는 연구가 대부분이었다. 따라서, 본 연구에서는 저수지로부터 유출되는 토사가 용·배수로로 유입되어 퇴적되는 특성을 파악하고, 인위적인 토사퇴적을 유도하여 하류로 이동하는 토사를 저감시킬 수 있는 수로의 구조적 형상의 특성과 효과를 파악하였다.

2. 퇴적토사 특성 분석 및 퇴적량 예측

2.1 수로에 퇴적된 토사

본 연구에서 분석한 시료는 산지와 평지, 간척지에서 각각 채취하였으며, 각 지형별로 용수로의 상류와 하류, 배수로의 상류와 하류로 나누어서 채취하였다. <표 3-2-1>은 실험에 사용된 시료의 물성치와 유기물 함량 및 통일분류법상 흙의 종류를 나타낸 것이다. 통일분류법상 SM의 경우는 세립분을 많이 함유한 모래로서 실트질의 모래, 모래, 점토의 혼합토라고 볼 수 있으며, ML의 경우에는 무기질의 실트, 매우 가는 모래, 암분, 소성이 작은 실트질의 세사나 점토질의 세사로 볼 수 있다. 통일분류법은 흙을 입도 및 컨시스턴시에 의한 분류 방법으로 입도에 의해 조립토와 세립토를 구분하고 조립토는 다시 입도 및 함유세립토의 컨시스턴시에 따라 8종류, 세립토는 컨시스턴시만으로 6종류, 그리고 관찰에 의한 판별로 유기질토를 추가하여 합계 15종으로 흙을 분류하는 것이다. 본 연구에서는 통일분류법 뿐만 아니라 삼각좌표분류법을 추가하여 퇴적토사의 종류를 분석하였다. 삼각좌표분류법은 미국농부성의 입도조성에 의한 분류 방법으로 입도분포 곡선에서 점토분(0.002mm 이하), 실트분(0.002~0.05mm), 사질분(0.05~2.0mm)을 변으로 한 삼각좌표에 옮기면, 입도분포는 1점으로 표시되며 그 위치에 따라 흙의 명칭을 결정할 수 있다.



(그림 3-2-1) 시료 채취 지역



(그림 3-2-2) 용수로 시료 채취



(그림 3-2-3) 배수로 시료 채취

<표 3-2-1> 시료의 물성치 조사표

지형	대상지구	수로형태	수로위치	비고	애터버그한계 (%)		통과량 (%)		유기물 함량 (%)	흙종류
					LL	PI	4.76mm	0.074mm		
산지	강원강릉	용수로	상류	AIU	NP	NP	99.59	1.23	4.16	SM
			중류	AIM	48.84	5.94	93.26	1.34	10.04	SM
			하류	AID	34.02	4.14	97.62	1.55	6.48	SM
		배수로	상류	ADU	NP	NP	97.76	0.85	6.59	SM
			중류	ADM	65.06	8.17	84.89	0.93	12.36	SM
			하류	ADD	30.59	0.90	76.23	1.84	5.60	SM
	충북청주	용수로	상류	BIU	NP	NP	91.03	0.56	5.37	SM
			중류	BIM	NP	NP	89.19	1.26	6.45	SM
			하류	BID	58.44	6.11	95.31	0.81	9.98	MH
		배수로	상류	BDU	32.53	1.13	88.37	8.51	6.45	SM
			중류	BDM	35.00	3.14	86.26	4.67	6.54	ML
			하류	BDD	41.43	5.60	98.40	3.10	9.16	CL

<표 3-2-1> 시료의 물성치 조사표 (계속)

지형	대상지구	수로형태	수로위치	비고	에터버그한계 (%)		통과량(%)		유기물함량 (%)	흙종류
					LL	PI	4.76mm	0.074mm		
산지	경북문경	용수로	상류	CIU	NP	NP	71.43	4.40	2.81	SP
			중류	CIM	NP	NP	92.33	5.70	2.88	SM
			하류	CID	NP	NP	95.52	2.07	2.29	SP
		배수로	상류	CDU	NP	NP	86.55	0.22	2.54	SP
			중류	CDM	NP	NP	93.19	1.56	1.95	SP
			하류	CDD	35.71	3.93	89.08	2.06	6.12	SM
평지	경기여주	용수로	상류	DIU	32.68	2.40	96.45	1.28	5.64	ML
			중류	DIM	28.51	2.73	99.91	2.62	4.96	SM
			하류	DID	NP	NP	98.21	1.49	2.39	SM
		배수로	상류	DDU	37.24	4.26	99.78	0.79	7.20	CL
			중류	DDM	35.48	5.90	99.36	1.95	7.89	SM
			하류	DDD	36.32	4.03	99.95	2.67	7.51	ML
	충남논산	용수로	상류	EIU	NP	NP	98.77	0.17	1.34	SP
			중류	EIM	NP	NP	99.24	0.12	0.79	SP
			하류	EID	21.67	1.21	98.64	0.24	1.19	SP
		배수로	상류	EDU	NP	NP	99.59	1.34	1.79	SM
			중류	EDM	25.29	0.91	99.30	1.55	3.62	SM
			하류	EDD	40.24	9.21	99.70	1.83	8.82	ML
경남김해	용수로	상류	FIU	34.35	2.90	68.22	1.23	6.11	SM	
		중류	FIM	36.06	5.58	88.59	0.50	7.63	SM	
		하류	FID	36.22	6.41	97.33	0.74	6.32	SM	
	배수로	상류	FDU	54.56	14.94	99.17	0.70	13.45	MH	
		중류	FDM	43.60	11.79	87.88	1.06	4.92	SM	
		하류	FDD	35.00	0.82	75.56	2.01	4.78	SW	

<표 3-2-1> 시료의 물성치 조사표 (계속)

지형	대상지구	수로형태	수로위치	비고	에터버그한계 (%)		통과량(%)		유기물함량 (%)	흙종류
					LL	PI	4.76mm	0.074mm		
간척지	충청남도당진	용수로	상류	GIU	28.26	2.37	91.83	1.27	5.98	SP
			중류	GIM	45.97	2.72	98.69	4.48	8.71	ML
			하류	GID	35.24	2.58	95.30	4.37	6.59	ML
		배수로	상류	GDU	24.78	1.00	99.37	15.99	2.57	ML
			중류	GDM	25.25	2.57	98.02	8.29	3.02	ML
			하류	GDD	NP	NP	98.65	7.87	4.25	SM
	전라북도부안	용수로	상류	HIU	NP	NP	85.67	0.82	2.99	SP
			중류	HIM	NP	NP	84.33	5.25	2.26	SM
			하류	HID	34.80	4.41	95.03	4.43	4.61	SM
		배수로	상류	HDU	36.73	6.55	85.31	1.68	3.94	SM
			중류	HDM	35.49	5.47	94.36	5.29	3.30	ML
			하류	HDD	27.20	2.23	94.62	6.77	2.09	SM
	전라남도무안	용수로	상류	IIU	50.07	5.98	95.80	0.68	8.60	SM
			중류	IIM	37.73	2.29	69.35	0.28	4.21	SM
			하류	IID	57.25	2.20	81.16	0.76	14.10	SM
		배수로	상류	IDU	34.04	3.35	87.19	7.67	4.99	SM
			중류	IDM	52.03	8.06	95.04	1.23	8.95	MH
			하류	IDD	39.86	4.93	94.00	1.66	5.70	SM

2.2 시험방법

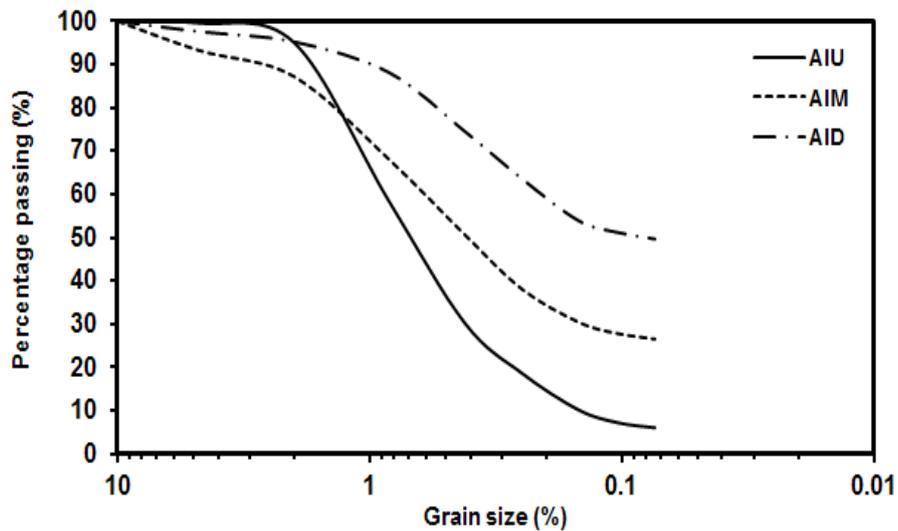
입도분석시험은 KS F 2302에 준하여 실험하였으며, 액성한계시험은 KS F 2303, 소성한계시험은 KS F 2304, 비중시험은 KS F 2308에 준하여 실시하였다.

시료의 유기물함량을 측정하기 위한 강열감량시험은 자연상태의 시료를 노건조하여 유발에서 힘을 들이지 않는 상태로 분쇄후 No.10체(2mm이하)의 통과분을 사용하였고, 통과시료를 다시 건조로에서 105℃로 향량이 될 때까지 가열한 뒤 전기로에서 800℃ 상태로 3시간 동안 강열하며, 50℃이하로 전기로 내에서 방치 후 꺼내어 데시케이터에서 상온으로 식혀 무게를 측정하였다.

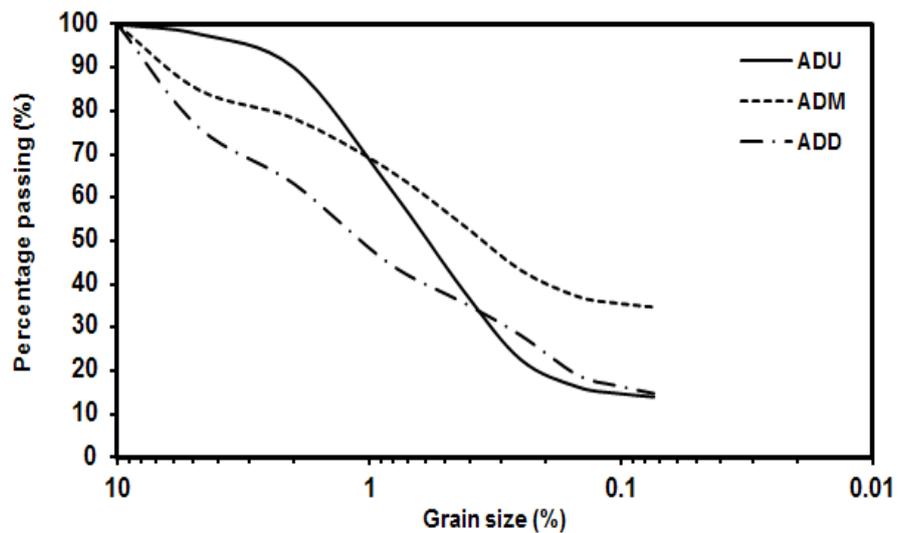
2.3 결과 및 고찰

가. 지형별 입도분포

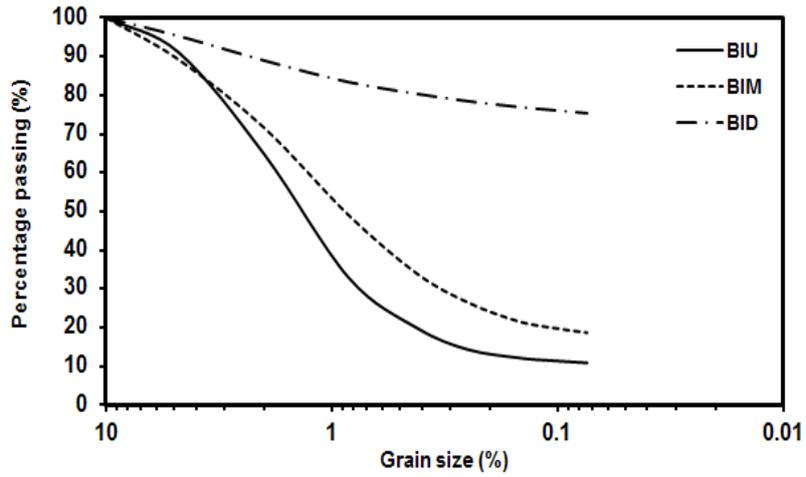
다음 그림은 산지와 평지, 간척지 각각의 입도분포곡선으로 입자의 크기는 산지에서 가장 크게 나타나고, 간척지에서 가장 세립의 입도분포를 보여준다. 평지를 제외한 지형에서는 용수로보다 배수로에서 세립자가 많이 나타나고 평지에서는 이와 반대의 곡선이 나타났다. 용수로의 입도분포곡선의 경우 평지에서 가장 세립자가 많은 것으로 나타나고 간척지, 산지 순으로 입자의 크기가 굵어진다. 배수로의 입도분포곡선의 경우 지형별 입도분포에서 나타나듯이 평지에서의 외부요인으로 인해 산지와 거의 비슷한 입도분포를 보인다.



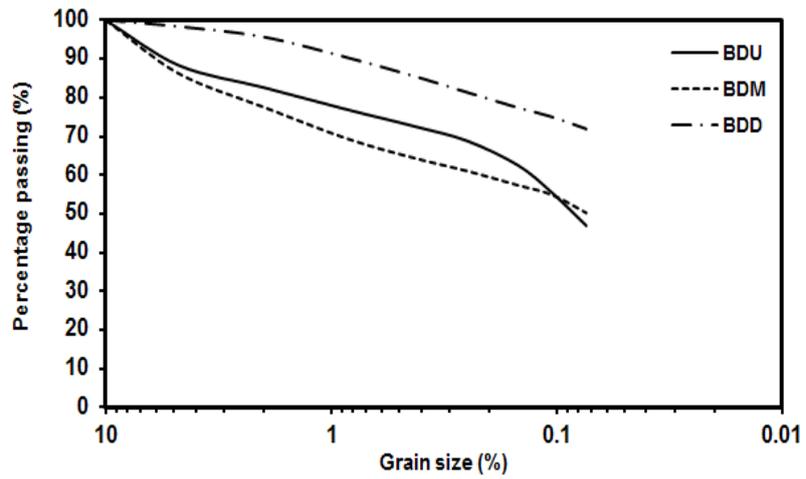
(a) 강릉 용수로 입도분포곡선



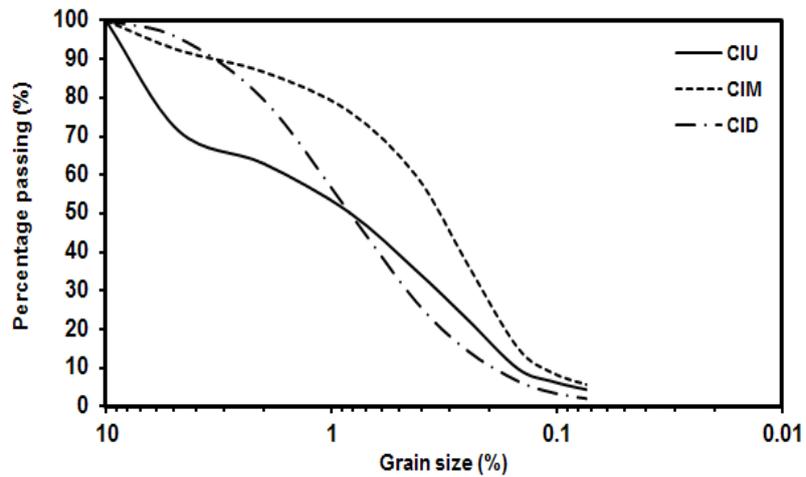
(b) 강릉 배수로 입도분포곡선



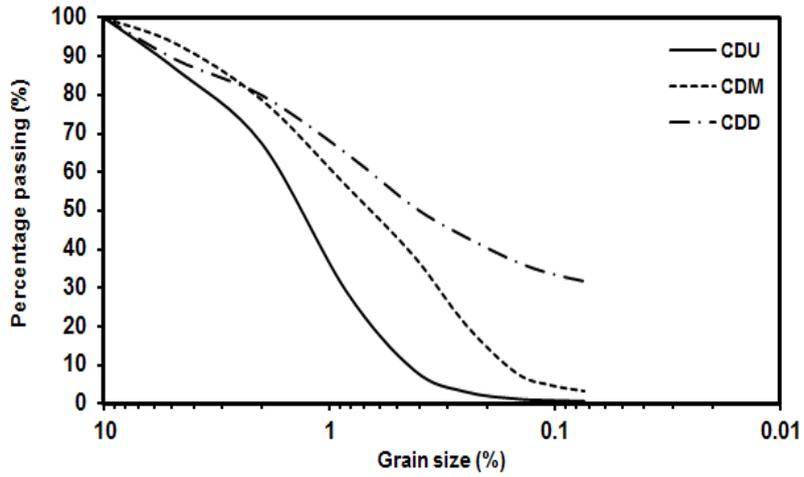
(c) 청주 용수로 입도분포곡선



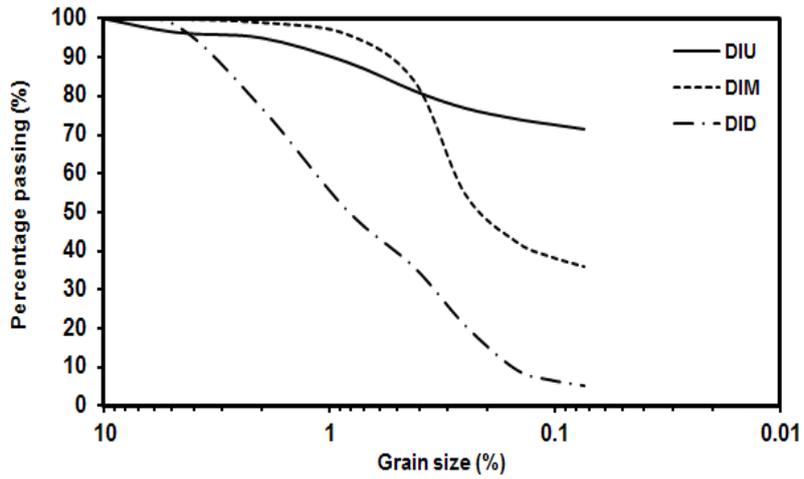
(d) 청주 배수로 입도분포곡선



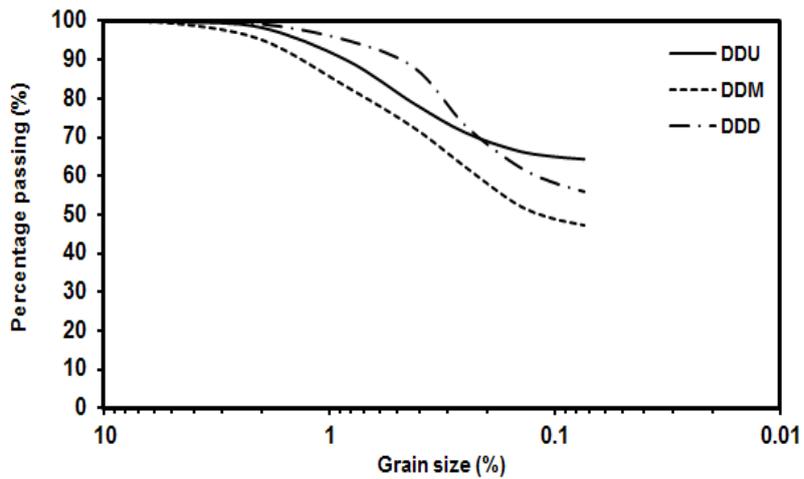
(e) 문경 용수로 입도분포곡선



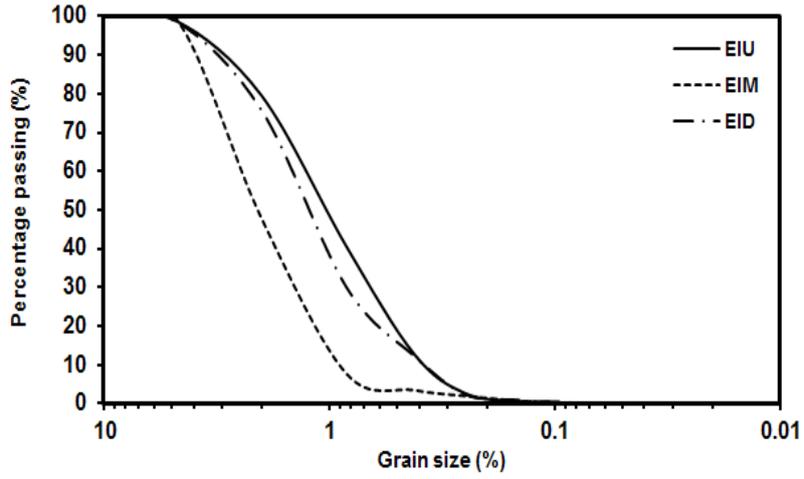
(f) 문경 배수로 입도분포곡선



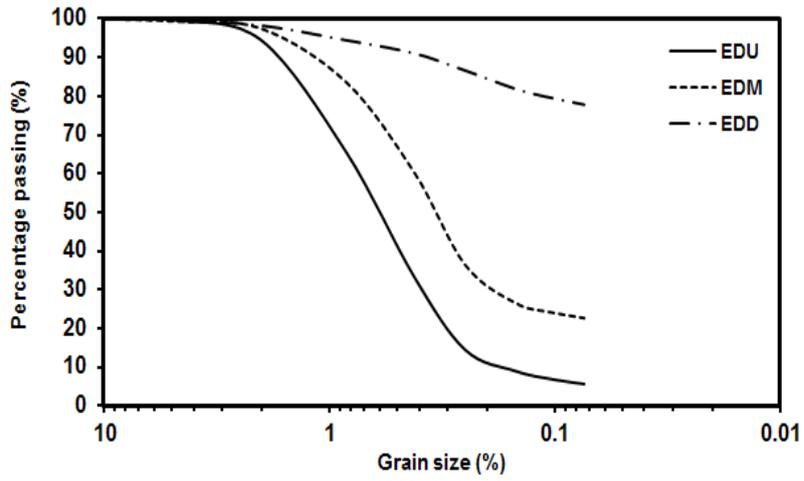
(g) 여주 용수로 입도분포곡선



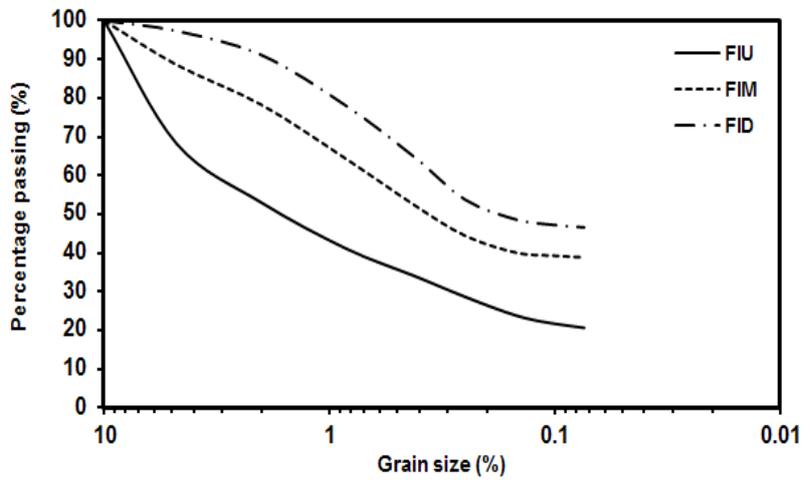
(h) 여주 배수로 입도분포곡선



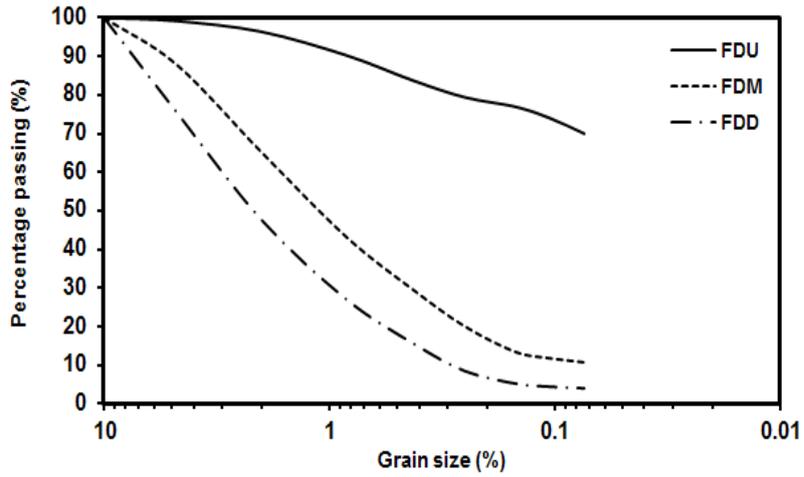
(i) 논산 용수로 입도분포곡선



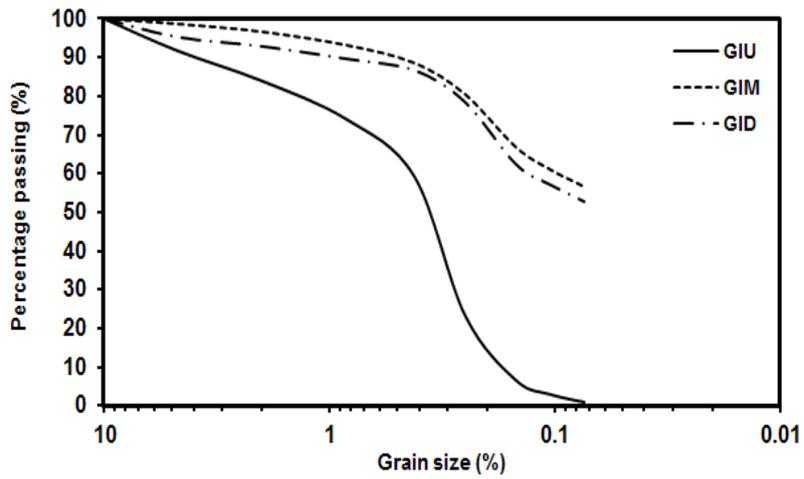
(j) 논산 배수로 입도분포곡선



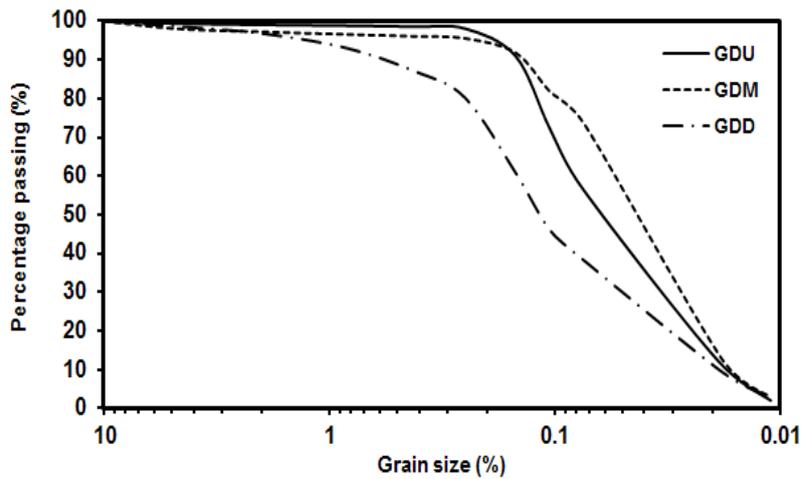
(k) 김해 용수로 입도분포곡선



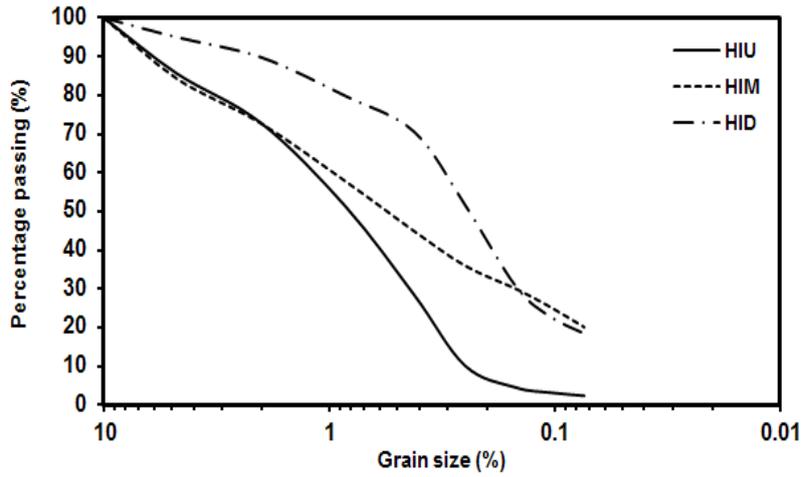
(l) 김해 배수로 입도분포곡선



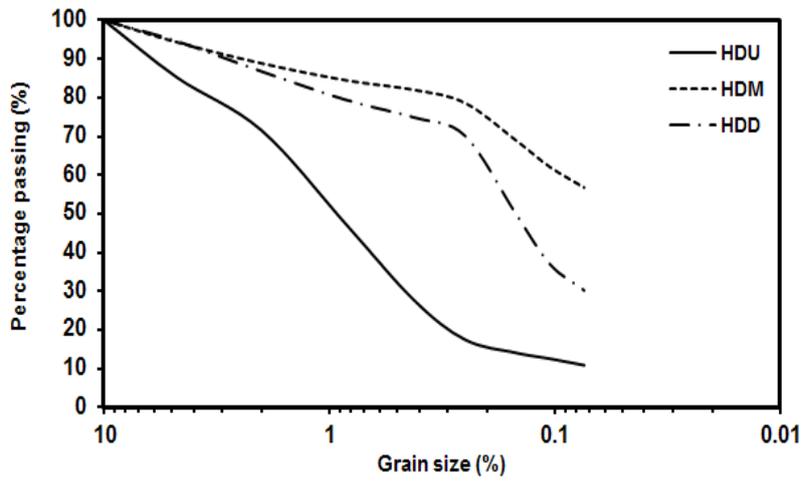
(m) 당진 용수로 입도분포곡선



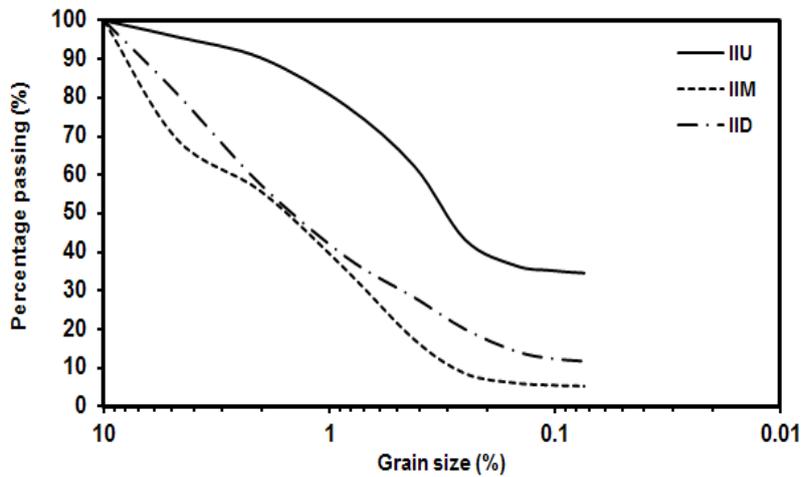
(n) 당진 배수로 입도분포곡선



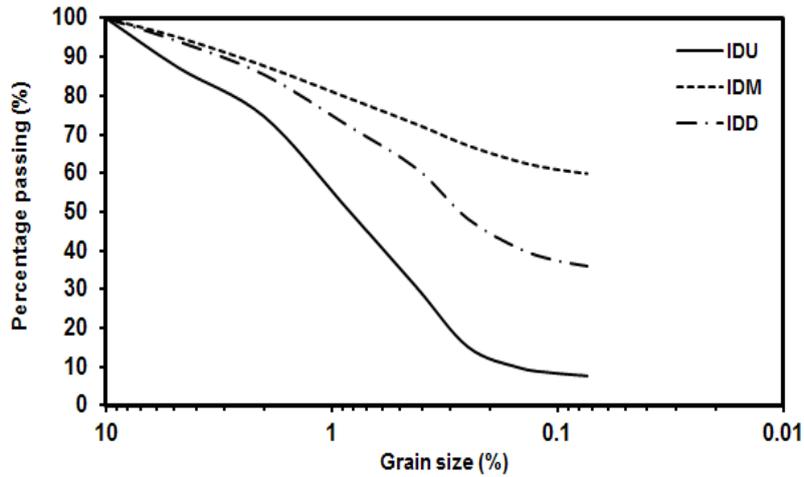
(o) 부안 용수로 입도분포곡선



(p) 부안 배수로 입도분포곡선



(q) 무안 용수로 입도분포곡선



(r) 부안 배수로 입도분포곡선
(그림 3-2-4) 지형별 입도분포

<표 3-2-2> 시료의 균등계수 및 곡률계수

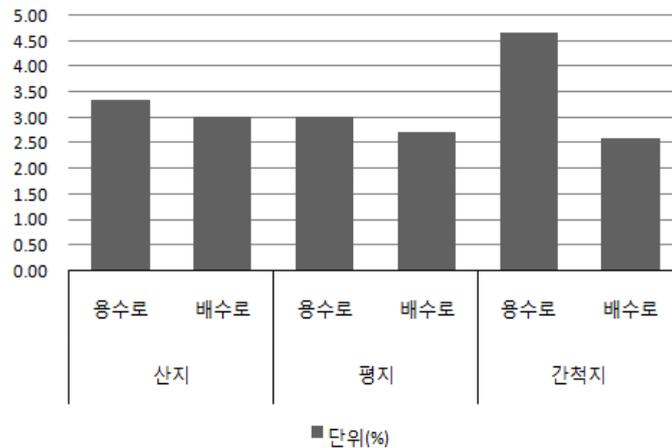
지형	대상 지구	수로 형태	수로 위치	D_{10}	D_{30}	D_{60}	균등 계수	곡률 계수
간척지	충남 당진	용수로	상류	0.180	0.270	0.370	2.056	1.095
			중류	0.013	0.028	0.088	6.769	0.661
			하류	0.012	0.027	0.140	11.667	0.434
		배수로	상류	0.018	0.033	0.085	4.722	0.712
			중류	0.018	0.027	0.054	3.000	0.750
			하류	0.019	0.052	0.160	8.421	0.889
	전북 부안	용수로	상류	0.260	0.450	1.230	4.731	0.633
			중류	0.039	0.125	0.900	23.077	0.445
			하류	0.039	0.145	0.300	7.792	1.820
		배수로	상류	0.066	0.420	1.300	19.697	2.056
			중류	0.009	0.025	0.085	9.444	0.785
			하류	0.018	0.070	0.190	10.556	1.433
	전남 무안	용수로	상류	0.009	0.048	0.280	29.787	0.857
			중류	0.270	0.675	2.700	10.000	0.625
			하류	0.063	0.500	2.250	35.714	1.764
		배수로	상류	0.140	0.350	1.240	8.857	0.706
			중류	0.009	0.020	0.076	8.444	0.585
			하류	0.011	0.045	0.400	36.364	0.460

<표 3-2-2> 시료의 균등계수 및 곡률계수(계속)

지형	대상 지구	수로 형태	수로 위치	D_{10}	D_{30}	D_{60}	균등 계수	곡률 계수
산지	강원도 강릉	용수로	상류	0.165	0.425	0.860	5.212	1.273
			중류	0.015	0.160	0.580	38.667	2.943
			하류	0.015	0.033	0.210	14.000	0.346
		배수로	상류	0.036	0.330	0.770	21.389	3.929
			중류	0.015	0.055	0.585	39.000	0.345
			하류	0.046	0.280	1.800	39.130	0.947
	충북 청주	용수로	상류	0.060	0.780	1.800	30.000	5.633
			중류	0.038	0.320	1.350	35.526	1.996
			하류	0.011	0.023	0.047	4.273	1.023
		배수로	상류	0.022	0.042	0.130	5.909	0.617
			중류	0.004	0.018	0.195	45.349	0.365
			하류	0.002	0.019	0.059	39.333	4.079
	경북 문경	용수로	상류	0.150	0.350	1.700	11.333	0.480
			중류	0.130	0.230	0.400	3.077	1.017
			하류	0.200	0.450	1.200	6.000	0.844
		배수로	상류	0.450	0.850	1.700	3.778	0.944
			중류	0.170	0.340	1.000	5.882	0.680
			하류	0.017	0.053	0.650	38.235	0.254
평지	경기 여주	용수로	상류	0.003	0.007	0.039	15.000	0.540
			중류	0.003	0.038	0.269	89.667	1.789
			하류	0.170	0.360	1.250	7.353	0.610
		배수로	상류	0.012	0.017	0.059	5.130	0.426
			중류	0.004	0.012	0.220	52.381	0.156
			하류	0.006	0.016	0.127	19.844	0.315
	충남 논산	용수로	상류	0.390	0.660	1.400	3.590	0.798
			중류	0.920	1.500	2.500	2.717	0.978
			하류	0.380	0.840	1.450	3.816	1.281
		배수로	상류	0.170	0.400	0.740	4.353	1.272
			중류	0.050	0.200	0.430	8.600	1.860
			하류	0.005	0.013	0.036	7.200	0.939
	경남 김해	용수로	상류	0.014	0.300	3.200	228.571	2.009
			중류	0.012	0.045	0.650	54.167	0.260
			하류	0.015	0.037	0.360	24.000	0.254
		배수로	상류	0.006	0.016	0.041	7.069	1.077
			중류	0.060	0.420	1.800	30.000	1.633
			하류	0.280	0.950	3.000	10.714	1.074

나. 지형별 유기물함량

감열감량법에 의해 나타난 유기물함량은 지형별로 나타냈을 때 (그림 3-2-5)와 같이 간척지에서 용수로와 배수로의 유기물함량이 가장 큰 차이를 보이며, 산지와 평지는 용수로와 배수로의 유기물함량의 차이가 확연히 드러나지 않는 것으로 나타났다. 용수로와 배수를 구분하지 않고 지형별 유기물 함량은 간척지가 가장 많은 것으로 나타났으며 평지가 가장 적은 것으로 나타났다. 수로별로 유기물함량을 조사해 본 결과, 배수로에 비해 용수로에서 더 큰 유기물함량이 나타난다.



(그림 3-2-5) 지형별 유기물함량

<표 3-2-3> 시료별 유기물 함량

지형	대상지구	수로 형태	수로 위치	유기물 함량 (%)
산지	강원 강릉	용수로	상류	4.16
			중류	10.04
			하류	6.48
		배수로	상류	6.59
			중류	12.36
			하류	5.60
	충북 청주	용수로	상류	5.37
			중류	6.45
			하류	9.98
		배수로	상류	6.45
			중류	6.54
			하류	9.16
경북 문경	용수로	상류	2.81	
		중류	2.88	
		하류	2.29	
	배수로	상류	2.54	
		중류	1.95	
		하류	6.12	

<표 3-2-3> 시료별 유기물 함량 (계속)

지형	대상지구	수로형태	수로위치	유기물함량 (%)
평지	경기 여주	용수로	상류	5.64
			중류	4.96
			하류	2.39
		배수로	상류	7.20
			중류	7.89
			하류	7.51
	충남 논산	용수로	상류	1.34
			중류	0.79
			하류	1.19
		배수로	상류	1.79
			중류	3.62
			하류	8.82
	경남 김해	용수로	상류	6.11
			중류	7.63
			하류	6.32
		배수로	상류	13.45
			중류	4.92
			하류	4.78
간척지	충남 당진	용수로	상류	5.98
			중류	8.71
			하류	6.59
		배수로	상류	2.57
			중류	3.02
			하류	4.25
	전북 부안	용수로	상류	2.99
			중류	2.26
			하류	4.61
		배수로	상류	3.94
			중류	3.30
			하류	2.09
	전남 무안	용수로	상류	8.60
			중류	4.21
			하류	14.10
		배수로	상류	4.99
			중류	8.95
			하류	5.70

라. RUSLE기법을 이용한 유실량과 준설량 비교

(1) RUSLE기법

본 연구에서는 토사 유실량 산정에 가장 일반적으로 쓰이는 USLE기법을 보완한 RUSLE기법을 이용한다. RUSLE기법은 USLE기법을 보완하고 컴퓨터 프로그램을 이용하여 계산할 수 있도록 한 것으로 USLE식에서는 없었던 연구자료의 분석을 추가 보완하였으나 USLE기법의 식의 형태는 계속 유지하도록 하였으며, 계수 산정기법을 수정하고 특정조건을 나타낼 수 있는 항들을 새로이 추가하였다. RUSLE식은 USLE기법 개발에 사용된 자료에 더 많은 현장자료를 추가하여 수정·보완된 기법으로 그 범용성이 USLE식에 비하여 우수하다.

$$A = R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P \quad \text{<식 2-3-1>}$$

여기서, A = 토양유실량

R = 강우침식인자

K = 토양침식인자

LS = 지형인자

C = 토양피복인자

P = 토양보존인자

(2) 강우침식인자(R)

강우침식인자는 연평균 강우의 침식능력으로서 강우의 시간적인 분포와 특성으로부터 얻어진다. 강우량과 강우강도에 영향을 받으며, 전자보다는 후자에 큰 영향을 미치는데 일정 강우강도 이하에서는 상대적으로 비침식성 결과를 보이는 것으로 알려져 있다. 또한, 강우강도에 의한 방법은 비교적 단기강우사상에 의한 효과를 모의하는데 장점이 있는 반면 강우량에 의한 방법은 장기강우사상을 모의하는데 효과적인 것으로 알려져 있다(Hudson,1977).

$$R = 38.5 + 0.35 \times P \quad \text{<식 2-3-2>}$$

여기서, P : 연강우량(mm/year)

<표 3-2-4> 대상지역별 기상관측소와 연평균 강우량

대상지역	최근접 기상관측소	30년 평년값 자료 (1981~2010년)	P(강우침식인자)
강릉	동해기상대	1278.9mm	486.12
청원	청주기상대	1239.1mm	472.19
여주	이천기상대	1370.8mm	518.28
논산	부여기상대	1349.2mm	510.72
당진	서산기상대	1285.7mm	488.50
부안	부안기상대	1250.4mm	476.14
무안	목포기상대	1163.6mm	445.76

(3) 토양침식인자(K)

토양침식인자(K)는 토사유실에 영향을 주는 토양의 고유한 특성을 나타내는 인자로서, 토양층의 미사, 모래함량, 토양구조, 유기물함량 및 투수성 등과 관련 되어진다.

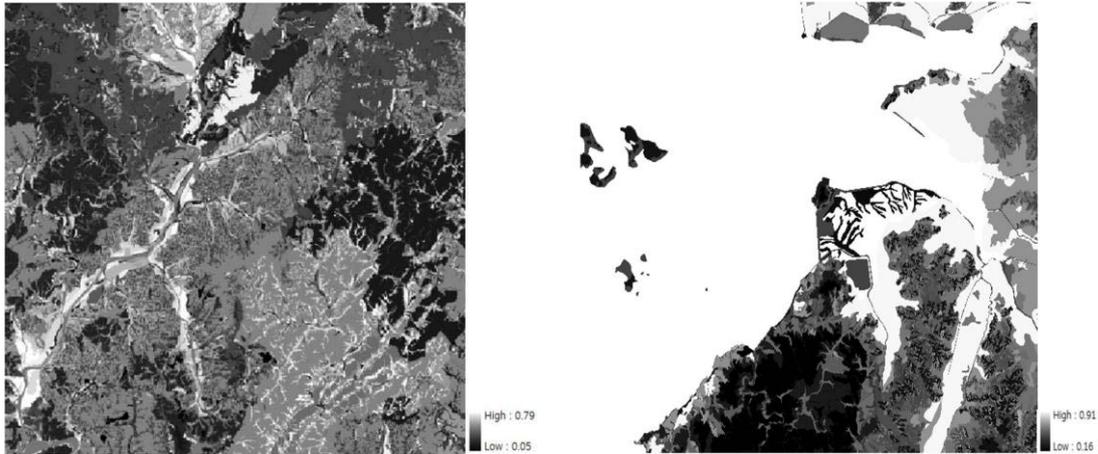
특히 토양침식인자는 토양의 표토부분을 구성하는 토양의 입경 분포에 가장 큰 영향을 받게 된다(이근상 등, 2007). 토양침식인자는 Wischmeier등(1971)의 K값 추정도표, Wischmeier와 Smith(1965), 그리고 Erickson(1977)의 삼각형 도표와 보정표 등의 방법들로 추정할 수 있으며,본 연구에서는 농업과학기술원에서 구축한 1:25,000의 정밀토양도를 Erickson의 삼각형 도표에 적용하여 토양통별값으로 구분하여 산정하였다.

<표 3-2-5> 토양통에 따른 토양침식인자

명칭	K-factor	명칭	K-factor	명칭	K-factor
가곡	0.055	상주	0.24	이현	0.79
가천	0.039	석계	0.04	임곡	0.039
강동	0.33	석천	0.55	임산	0.054
강서	0.66	석토	0.16	입석	0.17
고산	0.03	석산		장성	0.018
고천	0.32	송산	0.32	장원	0.53
공성	0.053	송정	0.21	점곡	0.044
과림	0.054	수북	0.16	중동	0.66
과천	0.041	수암	0.29	지곡	0.22
관악	0.05	시례	0.06	지산	0.044

<표 3-2-5> 토양통에 따른 토양침식인자 (계속)

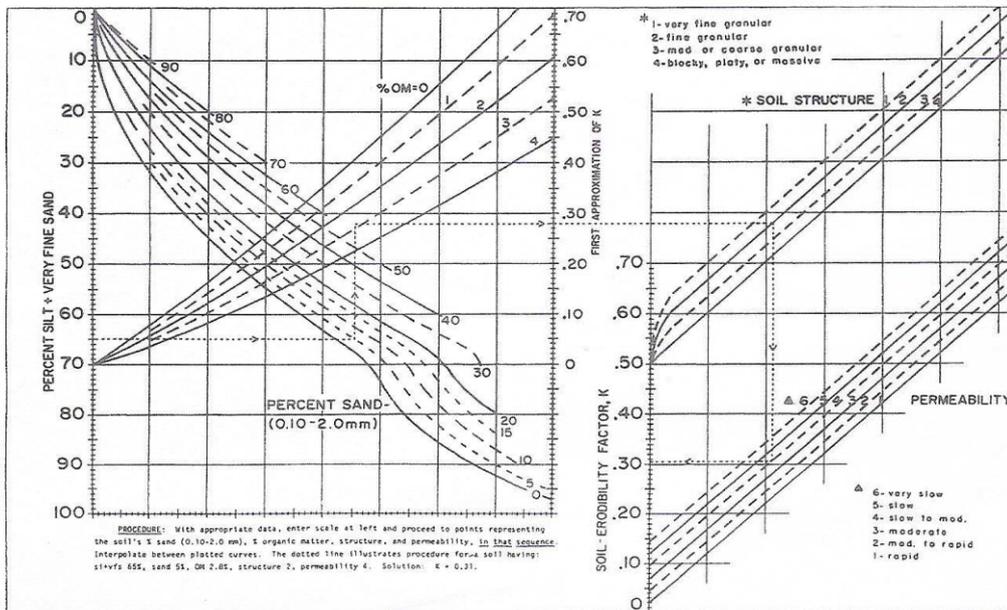
명칭	K-factor	명칭	K-factor	명칭	K-factor
귀산	0.041	신답	0.17	진도	
규암	0.59	신정	0.41	창곡	0.041
극락	0.059	신흥	0.61	천곡	0.065
금곡	0.42	안계	0.052	청산	0.022
낙동	0.54	안룡	0.65	청원	0.037
낙서	0.028	암석지		청풍	0.05
남계	0.24	양곡	0.49	칠곡	0.38
다인	0.29	연곡	0.57	태화	0.73
단북	0.028	예산	0.051	토계	0.4
대곡	0.049	예천	0.5	판곡	0.055
대구	0.028	오산	0.02	평전	0.038
덕산	0.16	옥계	0.059	평창	0.035
덕천	0.055	옥천	0.45	평택	0.71
덕평	0.55	외산	0.32	포곡	0.055
도천	0.075	용계	0.053	풍천	0.11
동암	0.04	용곡	0.045	하빈	0.056
마지	0.054	용지	0.55	함창	0.61
매곡	0.28	우곡	0.05	함평	0.059
무등	0.5	우평	0.059	행곡	0.057
문경	0.038	월곡	0.39	행산	0.016
반호	0.027	유가	0.024	호계	0.55
백산	0.041	유곡	0.046	화동	0.44
본량	0.04	유원	0.069	화봉	0.44
봉계	0.052	울곡	0.038	황룡	0.47
부곡	0.58	은곡	0.46	회곡	0.04
비곡	0.035	의성	0.033		
사촌	0.34	이목	0.068		
삼각	0.46	이산	0.38		



(a) 중리지구

(b) 계화지구

(그림 3-2-6) 지구별 토양침식인자



(그림 3-2-7) 토양침식인자(K)값 결정을 위한 그래프
(Wischmeier et al. , 1971)

(4) 지형인자(LS)

토양손실과 관련된 특성인자는 유역길이, 지면경사, 면적, 기복 등이 있으며 통상 지형의 특성인자(LS)로 간주하여 토양 유실량 산정에 적용한다. 지형인자(LS)는 지형에 따른 토양 유실량의 변화를 나타내는 인자로서 사면길이인자(Slope Length Factor)와 사면경사인자(Slope Steepness Factor)의 곱으로 구성된다. 침식사면의 길이인자는 강우시 물에 흐름이 많아지는 지형에 더 많은 에너지가 전달된다는 개념을 반영한 인자로서, Quinnetal(1991)에 의해 개발된 Multipleflow algorithm을 이용하여 L인자를 GIS 상에서 구현한 Desmet과 Govers(1996)이 제안한 식을 이용하였다.

$$L_{ij} = \frac{(A_{ij-jn} + D^2)^{m+1} - A_{ij-jn}^{m+1}}{D^{m+2} \times X_{ij}^m \times 22.31^m} \quad \langle \text{식 2-3-3} \rangle$$

여기서, $m = \frac{b}{1+b}$ 이고

$$b = \frac{\sin\theta/0.0896}{2.96 \times \sin^{0.79}\theta + 0.56} \text{이다.}$$

L_{ij} 는 격자에 대한 침식사면의 길이인자이며, A_{ij-jn} 는 격자에 유입되는 상류기여 면적이다. 또한 D는 격자크기이고, m은 침식사면길이의 역지수이고, θ 는 경사이며, X_{ij} 는 흐름방향에 직교하는 등고선 길이로서 표시가 가능하다.

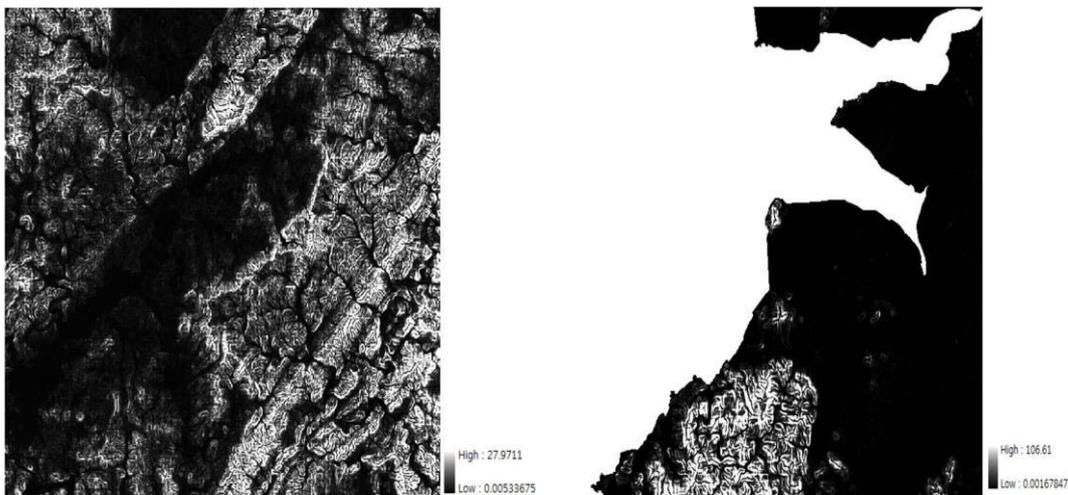
사면의 경사인자(S)는 토양침식에 대한 경사의 영향을 나타내는 인자로서 침식사면의 길이인자보다 더 민감한 특성을 보인다. S인자를 구하는 식은 많이 있지만, 본 연구에서는 우리나라에 가장 적합한 Nearing(1997)이 제안한 식을 이용하였다.

$$S = -0.15 + \frac{17}{1 + \exp(2.3 - 6.1\sin\theta)} \quad \langle \text{식 2-3-4} \rangle$$

지형인자 LS는 토양침식에 미치는 영향을 식 (2-3-5)과 같이 길이인자(L)와 경사인자(S)의 곱으로 산정한다.

$$LS = (X/22.3)^m \times (0.065 + 0.045 \times S + 0.0065 \times S^2) \quad \langle \text{식 2-3-5} \rangle$$

여기서, X는 사면장, S는 경사도(%), m은 지면경사도



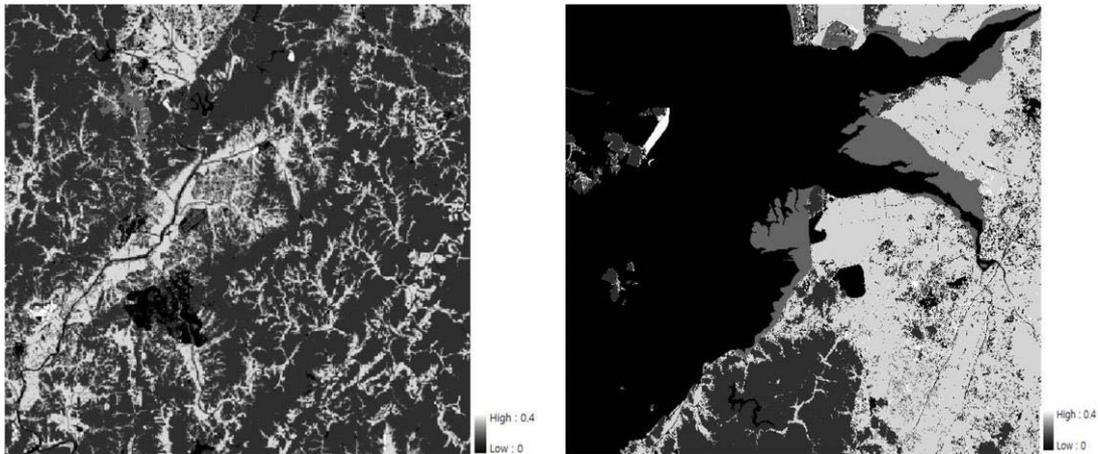
(a) 중리지구

(b) 계화지구

(그림 3-2-8) 지구별 지형인자

(5) 식생피복인자(C)

식생피복인자(C)는 크게 나지조건과 특정작물이 자라는 조건에 따른 토양유실의 비율을 표현한 것으로 식생에 의한 토양유실의 감소영향을 나타낸 것이다. 일반적으로 C 값은 주로 지위에 의한 조건에 따른 도표를 이용하여 나타내지만 식생피복상태가 다양한 산림에서 일괄적으로 C값을 적용하는 것은 무리가 있다. 또한, 특정지역내에서 식생피복인자 값은 식생의 종류 식생이 성장하는 상태경작 형태와 관리 요소에 의하여 좌우된 다식생 피복인자값의 비율은 식생이 성장하기 전의 나지와 같은 지역에서는 약 1.0으로 높은 값을 가진다. 그러나 산림이 밀집된 지역이나 곡물의 밀도가 높은 지역에서는 0.1이하로 낮은 값을 갖는다. 김주훈 등(2003)은시가화지역은 0.02, 나지는 1.0, 초지는 0.05, 산림은 0.07, 논은 0.3, 밭은 0.23, 그리고 수역이나 습지는 0으로 제시한 바 있다.



(a) 중리지구

(b) 계화지구

(그림 3-2-9) 지구별 식생피복인자

<표 3-2-6>식생피복인자(C)

구 분	토지피복코드	Temp_value	C 값
논	2	35/100.0	0.3
밭	2	35/100.0	0.4
산림	3	10/100.0	0.1
나지	6	40/100.0	0.4
초지	4	20/100.0	0.2
습지	5	20/100.0	0.2
시가지, 해수	1, 7	0/100.0	0.0

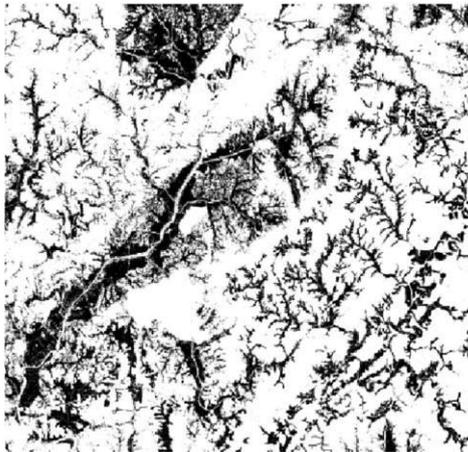
(6) 토양보존인자(P)

토양보존인자는 어떤 토양보존대책을 세운 경사면의 상·하방향 경사지로 부터의 토양보존대책에 대한 토양유실의 비로 정의한다. 이것은 등고선 경작, 등고선 대상재배, 등고선 단구효과, 지표하 배수, 건조한 농경지의 조도의 효과를 평가하기 위해서 사용된다 (김주훈 등 2007).

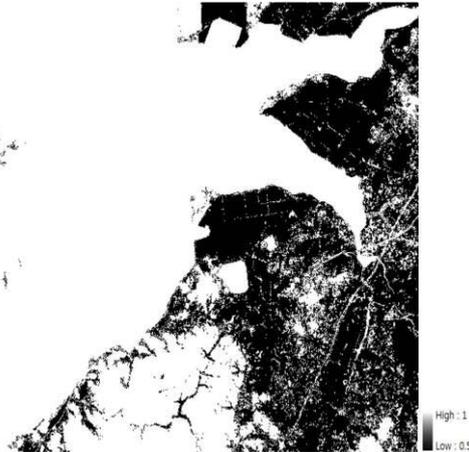
토양보존인자는 DEM 자료를 분석한 사면 경사도 인자와 중분류 토지 피복도를 이용하여Dawen(2003)이 제시한 자료의 기준을 적용하여 산정하였다.

<표 3-2-7> 토양보존인자(P)

구 분	토지피복코드	Temp_value	P 값
논	2	5/10.0	0.5
밭	2	5/10.0	0.5
산림	3	10/10.0	1.0
초지	4	10/10.0	1.0
나지	6	10/10.0	1.0
시가화 지역	1	10/10.0	1.0
수역, 습지	5, 7	10/10.0	1.0

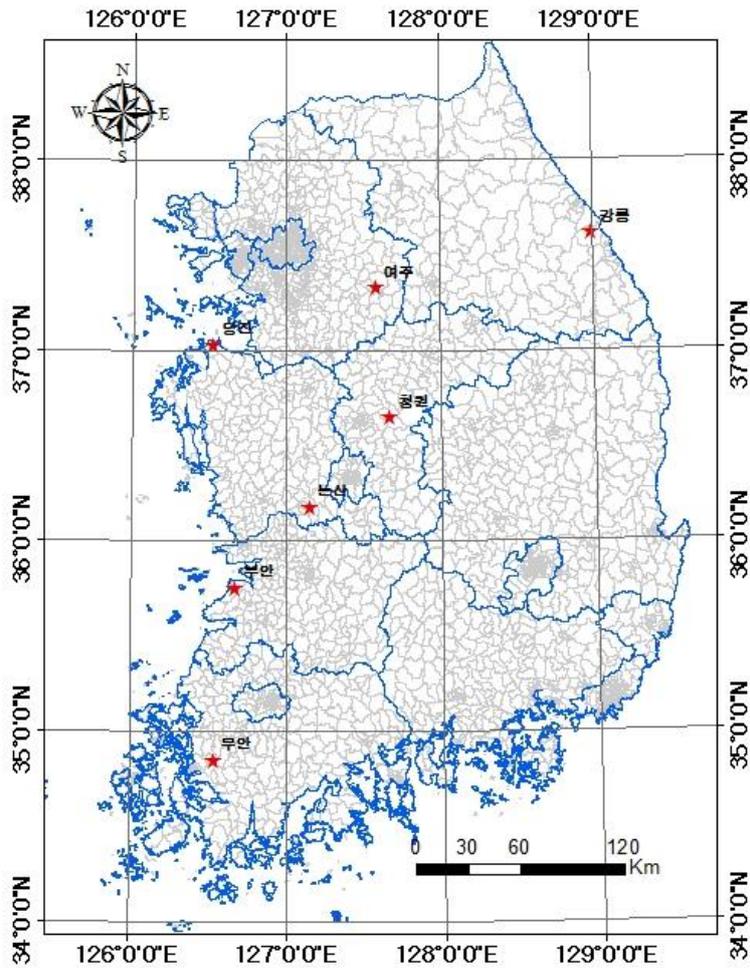


(a) 중리지구



(b) 계화지구

(그림 3-2-10) 지구별 토양보존인자



(그림 3-2-11) 대상지역

<표 3-2-8> 대상지역별 경위도 좌표와 TM 좌표

구분	경도(도분초)	TM	위도(도분초)	TM
강릉	37°37' 1.6"	376043.416	128°59' 40.6"	376043.416
청원	36°39' 30.9"	260122.700	127°40' 23.6"	260122.700
여주	37°20' 15"	251471.243	127°34' 53.7"	251471.243
논산	36°10' 58.2"	213166.988	127°8' 49.8"	213166.988
당진	37°2' 17.7"	157559.988	126°31' 25.5"	157559.988
부안	35°45' 24.7"	170051.358	126°40' 10.8"	170051.358
무안	34°51' 8.8"	157339.934	126°32' 3.7"	157339.934

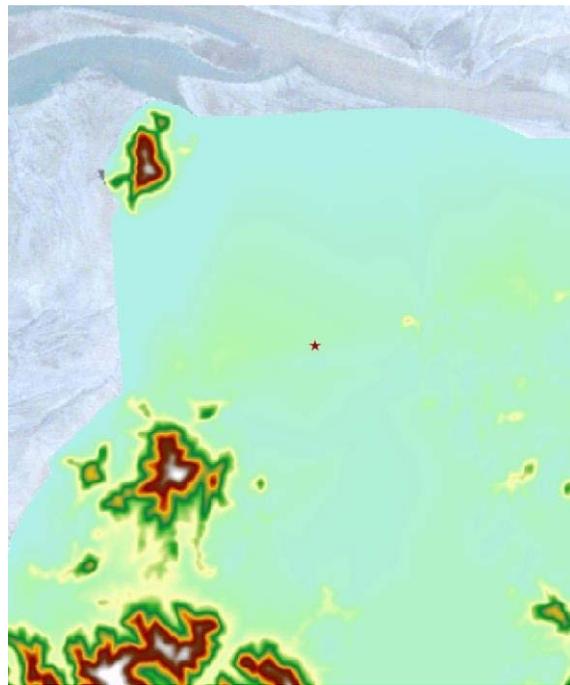
● 대상지



● 대상지 전경



● 유역도



(그림 3-2-12) 부안 대상지 및 유역도

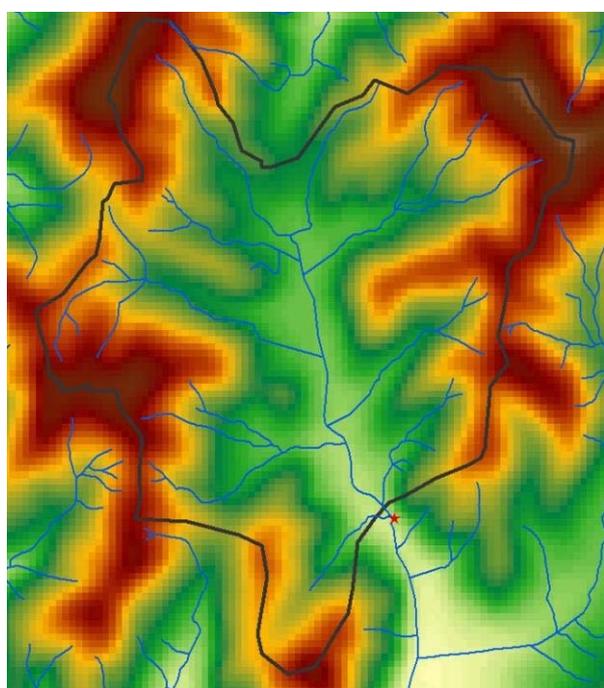
● 대상지



● 대상지 전경



● 유역도



(그림 3-2-13) 부안 대상지 및 유역도

● 대상지



● 대상지 전경



● 유역도



(그림 3-2-14) 당진 대상지 및 유역도

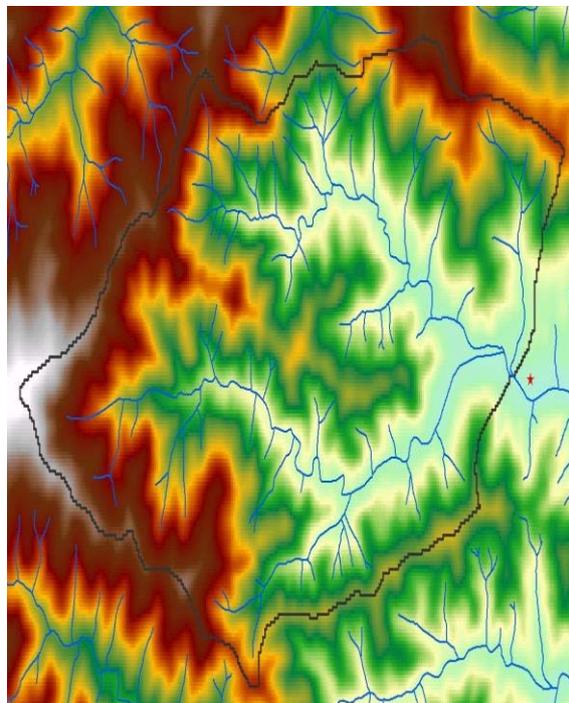
● 대상지



● 대상지 전경



● 유역도



(그림 3-2-15) 강릉 대상지 및 유역도

● 대상지



● 대상지 전경



● 유역도



(그림 3-2-16) 무안 대상지 및 유역도

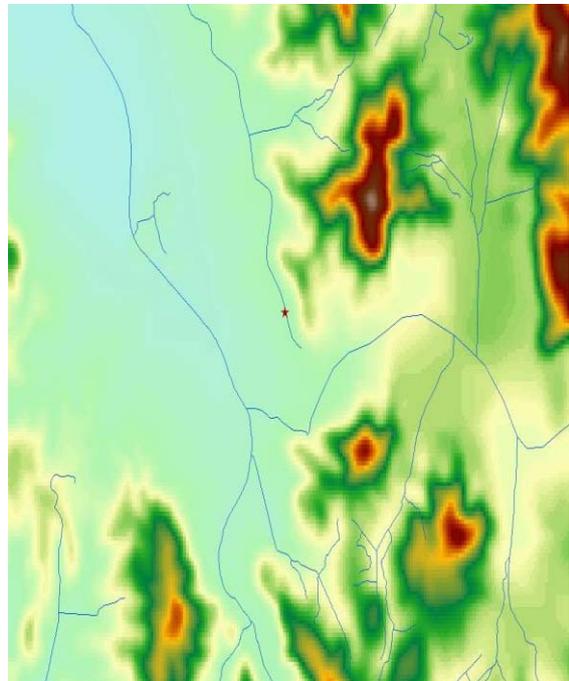
● 대상지



● 대상지 전경



● 유역도

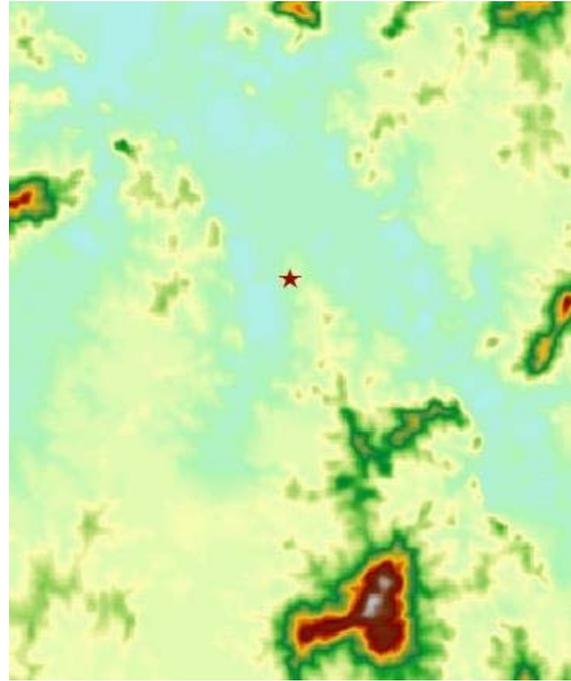


(그림 3-2-17) 논산 대상지 및 유역도

● 대상지



● 유역도



● 대상지 전경



(그림 3-2-18) 여주 대상지 및 유역도

(7) 퇴적량 예측

<표 3-2-9> 대상지역별 연간유사량

유역	유역 면적 (ha)	R (107J/ha·mm/ hr)	토양침식량 [tons/ha/storm]	연간유사량 (tons/storm)	연간유사량 (m ³ /storm)
부안	0	476.14	0	0	0
청원	372	472.19	19,758.4	73,50125	5,526,410
당진	8	488.5	87.9736	704	529.3
강릉	256.23	486.12	20,839.4	5,339,679	4,014,796
무안	0.1071	445.76	2.998	0	0
논산	10.08	510.72	1,087.38	10,961	8,241.4
여주	0	518.28	0	0	0

<표 3-2-10> 대상지역별 퇴적량

지역	구역 면적 (ha)	토사 침식량 (m^3 /storm)			유사 전달률(%)			토사유출량 (m^3 /storm)	퇴적량 (m^3)
		총량	모래	실트 점토	모래	실트 점토	가중 평균		
부안	34.4	0	0	0	19.8	76.1	-	-	-
청원	3.6	5,526,410	2,214,653	3,311,757	37.2	94.7	71.7	3,962,436	1,628,957
당진	26.9	529.3	212	317.3	21.2	77.9	55.2	292	120.0
강릉	37.8	4,014,796	1,608,889	2,405,907	19.3	75.4	52.9	2,123,827	873,105.3
무안	29.1	0	0	0	20.8	77.3	-	-	-
논산	171.6	8,241.4	3303	4,938.4	12.7	65.2	44.2	3,643	1,497.6
여주	36.8	0	0	0	19.5	75.6	-	-	-

(8) 자료조사를 통한 토사퇴적량 현황

RULSE기법을 이용한 유실량을 정량적으로 비교 및 평가를 위하여 농어촌공사에서 실시한 준설 자료를 조사하였다. 자료는 2012년의 준설량과 비교하였으며, <표 3-2-11>과 같이 중리지구의 준설량은 RUSLE 유실량의 8%도 되지 못하고, 계화지구의 준설량의 유실량의 1%도 되지 못한다. 이는 RUSLE기법으로 구한 유실량은 유역 내의 모든 유실토가 한 점의 수로에 퇴적된다는 가정 하에 구한 값이므로 이러한 차이를 보이고 있다. 용·배수로 인근 유역이 아닌 산지를 비롯한 전체유역으로부터 유입되는 유실량을 평가하는 RUSLE 기법과는 큰 차이를 보이는 것으로 나타났다.

따라서, 용·배수로 퇴적토사를 효율적으로 관리하기 위해서는 기존의 조사 자료들을 보다 정확하게 분석하여 수집하는 것이 중요하다. 본 연구에서는 2012년도 지역별 준설자료와 대표적으로 청원지사 및 부안지사의 준설자료를 수집하여 정리하였다. <표 3-2-12>는 농어촌공사 도본부별 준설자료이며, <표 3-2-13>은 2012년도 청원지사의 준설자료, <표 3-2-14>는 2012년도 부안지사의 준설자료를 정리한 것이다.

<표 3-2-11> 2012년도 준설량과 RUSLE 유실량의 비교

	2012년도 준설량(t/ha/yr)	RUSLE 유실량(t/ha/yr)
중리지구	1.49	18.82
계화지구	0.02	2.40

<표 3-2-12> 농어촌공사 도본부별 준설자료

지역 본부	준설연도	시설	용배수로 제원		준설량(m³)		
			전체연장	대상구간	전체	인력	장비
			(m)	(m)			
경기	2010	266개소	538,310	192,297	99,198	15,910	83,288
	2011	378개소	638,622	272,423	119,735	10,376	109,359
	2012	664개소	1,201,456	434,243	200,162	24,064	176,098
강원	2010~2012	618개소	1,068,248	394,407	188,199	1,951	186,249
충북	2010	286개소	430,843	151,336	65,377	1,140	64,237
	2011	465개소	736,188	293,899	102,021	5,333	96,688
	2012	595개소	2,286,079	474,447	170,467	11,952	158,515
충남	2010	685개소	985,631	312,744	100,390	3,304	97,087
	2011	1,141개소	1,738,085	675,805	291,109	12,580	274,534
	2012	1,945개소	2,088,760	1,091,151	596,021	21,528	575,380
경북	2010	371개소	1,244,288	265,277	156,427	87,457	68,970
	2011	640개소	2,078,648	896,129	351,447	108,158	243,289
	2012	737개소	2,040,728	959,908	372,191	126,526	245,665
경남	2010~2012	2,540개소	2,420,552	1,468,655	555,532	29,253	526,279
전북	2010	482개소	467,253	272,794	145,946	7,767	138,179
	2011	1,083개소	895,995	584,420	241,781	11,296	230,485
	2012	933개소	826,479	646,591	251,663	22,760	228,904
전남	2010	619개소	729,006	523,977	175,319	14,637	151,447
	2011	791개소	1,349,032	816,803	237,149	18,581	218,568
	2012	920개소	1,788,728	979,784	256,528	42,461	211,391

<표 3-2-13> 2012년도 청원지사 준설자료

지사	위치			시설명	용배수로 제원			퇴적 토심 (m)	준설량(m³)		
	시,군	읍,면	리,동		전체 연장	대상 구간	규모		전체	인력	장비
					(m)	(m)	(m)				
청원				119개소	808,291	105,017	174	39	41,417	1,750	39,667
	청원	오창	송대	송대지선	2,200	1,250	0.6	0.2	150.0	150.0	
	청원	오창	각	공전지선	1,500	840	0.6	0.2	100.0	100.0	
	청원	오창	도암	도암리523 배수로	2,000	625	0.6	0.2	75.0	75.0	
	청원	북이	화상	화상용수지거	2,250	2,310	0.5	0.2	231.0	231.0	
	청원	북이	화상	화상배수지거	1,500	1,560	0.6	0.2	187.0	187.0	

지사	위치			시설명	용배수로 제원			퇴적 토심	준설량(m³)		
	시,군	읍,면	리,동		전체 연장	대상 구간	규모		전체	인력	장비
					(m)	(m)	(m)				
	청원	옥산	장동	장동우간선	1,700	630	0.6	0.3	113.0	113.0	
	청주	흥덕	정봉동	7,8구간선	2,250	300	2	0.2	120.0	120.0	
	청원	현도	하석	하석 간선	700	625	0.5	0.1	31.0	31.0	
	청원	문의	노현	노현간선	3,000	1,350	0.6	0.1	81.0	81.0	
	청원	현도	시목	시목간선	2,100	740	0.6	0.1	44.0	44.0	
	청원	가덕	청용	청용 보 용수로	1,100	620	0.6	0.1	37.0	37.0	
	청주	상당	용정	용정간선	2,000	1,250	0.6	0.1	75.0	75.0	
	청원	문의	남계	남계용수로	3,000	1,180	0.5	0.2	118.0	118.0	
	청원	남일	가산	용수로	700	630	0.5	0.3	94.0	94.0	
	청원	남일	신송	신송지선	1,000	625	0.6	0.2	75.0	75.0	
	청원	가덕	한계	한계상양 시동간선	2,050	2,050	0.5	0.1	102.0	102.0	
	청원	미원	용곡	용곡좌우지선	1,550	1,550	0.5	0.1	77.0	77.0	
	청원	미원	중	중리쌍이간선	800	800	0.5	0.1	40.0	40.0	
	청원	오창	가곡	우간선 용수로	150,000	200	2.5	0.5	250.0		250.0
	청원	오창	신평	우간선 용수로	150,000	300	2	0.4	240.0		240.0
	청원	오창	신평	우간선 용수로	150,000	1,000	2.5	0.5	1,250.0		1,250.0
	청원	옥산	소로	우간선 용수로	150,000	300	2	0.5	300.0		300.0
	청원	옥산	소로	소로지선 용수로	1,500	1,000	0.6	0.3	180.0		180.0
	청원	오창	석우	석우 배수로	770	400	2.5	0.3	300.0		300.0
	청원	오창	도암	도암리 570답 지거	1,500	1,000	0.6	0.3	180.0		180.0
	청원	오창	괴정	괴정리 845답 지선 배수로	1,700	1,700	1.7	0.2	578.0		578.0
	청원	오창	중신	중신리 422답 지거 배수로	1,000	1,000	1.7	0.3	510.0		510.0
	청원	옥산	남촌	남촌리 475답 지거 배수로	1,500	1,000	1	0.4	400.0		400.0
	청원	옥산	소로	소로리 171답 지거 배수로	500	350	2	0.4	280.0		280.0
	청원	북이	화상	화상배수간선	470	470	4	0.5	940.0		940.0
	청주	상당	화하	청미좌간선	260	260	3	0.4	312.0		312.0
	청주	상당	외평	청미좌간선	300	300	3	0.6	540.0		540.0
	청주	상당	외평	중앙배수로	470	470	1.5	0.4	282.0		282.0
	청주	상당	외평	제방측대배수 로	50	50	20	0.5	500.0		500.0
	청주	상당	오동	제방측대배수 로	200	200	6	0.5	600.0		600.0

지사	위치			시설명	용배수로 제원			퇴적 토심	준설량(m ³)		
	시,군	읍,면	리,동		전체 연장	대상 구간	규모		전체	인력	장비
					(m)	(m)	(m)				
	청주	홍덕	원평	청미좌간선	20,000	3,320	2.5	0.4	3,320.0		3,320.0
	청주	홍덕	남촌	남촌배수로	1,200	1,200	3	0.3	1,080.0		1,080.0
	청주	홍덕	원평	중앙배수로	1,200	1,200	2	0.4	960.0		960.0
	청원	옥산	국사	국사배수로	1,500	329	2.5	0.6	493.0		493.0
	청원	옥산	국사	국사배수로	400	250	2.5	0.5	312.0		312.0
	청원	옥산	가락	배수로(한광수)	380	260	1.2	0.4	124.0		124.0
	청원	옥산	가락	배수로(최봉길)	240	240	1.2	0.5	144.0		144.0
	청원	옥산	가락	배수로(김동현)	600	420	2.5	0.5	525.0		525.0
	청원	옥산	신촌	3호용수지선	2,800	650	1.5	0.4	390.0		390.0
	청원	옥산	신촌	13호배수로	490	470	1.5	0.4	282.0		282.0
	청원	강내	사인	공휴수면 배수로	1,150	480	1.5	0.3	216.0		216.0
	청주	홍덕	정봉동	중앙배수로	3,250	640	1.5	0.3	288.0		288.0
	청원	강내	학천	학천방수로	1,250	730	2	0.3	438.0		438.0
	청원	강내	학천	이재정담변배 수지선	550	480	1	0.3	144.0		144.0
	청원	강내	월곡	부탄용수간선	3,250	970	1	0.3	291.0		291.0
	청원	강내	사인	배수지거 2개소	900	830	1	0.3	249.0		249.0
	청원	강외	공북	사암 용수간선	3,000	3,000	1.5	0.2	900.0		900.0
	청원	강외	연제	연제 용수간선	1,000	1,100	1.5	0.2	330.0		330.0
	청원	강외	정중	망전 용수간선	800	900	1	0.2	180.0		180.0
	청원	강외	정중	정중 용수간선	2,000	2,000	1	0.2	400.0		400.0
	청원	강외	봉산	봉산 용수간선	2,000	2,000	1	0.2	400.0		400.0
	청원	강외	서평	서평 용수간선	900	900	1	0.2	180.0		180.0
	청원	강외	서평	서평배수로	1,000	450	10	0.3	1,350.0		1,350.0
	청원	강외	쌍청	쌍청 용수간선	1,500	800	1	0.2	160.0		160.0
	청원	강외	호계	호계보 용수간선	10,000	6,000	1	0.2	1,200.0		1,200.0
	청원	강외	궁평	호계보간선	7,200	910	2.5	0.3	682.0		682.0
	청원	강외	궁평	궁평1배수간선	1,400	1,160	3	0.3	1,044.0		1,044.0
	청원	강외	궁평	궁평3용수지선	600	600	0.8	0.2	96.0		96.0
	청원	강외	궁평	궁평4용수지선	770	770	0.8	0.2	123.0		123.0
	청원	강외	궁평	궁평5용수지선	550	550	0.8	0.2	88.0		88.0
	청원	강외	궁평	궁평6용수지선	500	500	0.8	0.2	80.0		80.0
	청원	문의	노현	노현 용,배수로	2,500	1,500	1	0.3	450.0		450.0
	청원	가덕	청용	청용 용,배수로	2,300	1,620	1	0.3	486.0		486.0

지사	위치			시설명	용배수로 제원			퇴적 토심	준설량(m³)		
	시,군	읍,면	리,동		전체 연장	대상 구간	규모		전체	인력	장비
					(m)	(m)	(m)				
	청원	현도	시목	시목 용,배수로	2,088	1,600	1	0.3	480.0		480.0
	청원	현도	죽전	죽전 용,배수로	1,980	660	1	0.3	198.0		198.0
	청원	현도	노산	노산 용,배수로	2,520	660	1	0.3	198.0		198.0
	청원	현도	하석	하석 용,배수로	1,970	660	1	0.3	198.0		198.0
	청원	미원	중	쌍이간선 및 송영수답	600	600	1	0.3	180.0		180.0
	청원	미원	용곡	수산리 용배수로	650	650	1	0.3	195.0		195.0
	청원	미원	용곡	기암보및원미 내산리	650	650	1	0.3	195.0		195.0
	청원	가덕	상야	상야보 호안 및 시동용수로	500	500	1	0.4	200.0		200.0
	청원	가덕	상야	대추보 및 새보 호안상야	500	500	1	0.4	200.0		200.0
	청원	내수	구성	주성1-2지선	1,700	900	0.5	0.3	135.0		135.0
	청원	내수	구성	구성 배수로	700	500	2.5	0.4	500.0		500.0
	청원	내수	원통	원통 배수로	1,700	800	2.5	0.5	1,000.0		1,000.0
	청주	상당	외남	외남 배수로	700	400	2.5	0.3	300.0		300.0
	청원	내수	세교	세교용, 배수지선	3,200	850	0.7	0.4	238.0		238.0
	청원	내수	형동	형동용, 배수지선	2,400	650	0.7	0.4	182.0		182.0
	청원	북이	호명	호명용, 배수지선	3,400	680	0.7	0.4	190.0		190.0
	청원		영하	영하용, 배수지선	4,500	850	0.7	0.4	238.0		238.0
	청주	북이	서당	서당배수로	1,500	960	1.5	0.4	576.0		576.0
	청원	"	대길	대길리용, 배수로	3,700	820	0.7	0.4	229.0		229.0
	청원	"	석화	석화리용, 배수로	2,500	510	0.7	0.4	142.0		142.0
	청원	"	서당	용,배수로	3,600	820	0.7	0.4	229.0		229.0
	청원	내수	풍정	풍정용,배수로	1,800	370	0.7	0.4	103.0		103.0
	청원	북이	광암	북이3-1호용, 배수지선	3,500	850	0.7	0.4	238.0		238.0
	청원	"	부연	부연좌. 우간지선	4,500	850	0.7	0.4	238.0		238.0
	청원	"	장재	장재리용, 배수로	2,300	330	0.7	0.4	92.0		92.0
	청원	"	토성	북이2호용, 배수지선	4,800	850	0.7	0.4	238.0		238.0
	청원	"	송정	북이4호용, 배수지선	3,800	850	0.7	0.4	238.0		238.0

지사	위치			시설명	용배수로 제원			퇴적 토심	준설량(m³)		
	시,군	읍,면	리,동		전체 연장	대상 구간	규모		전체	인력	장비
					(m)	(m)	(m)				
	청원	"	금암	북이3호용, 배수진선	4,200	700	0.7	0.4	196.0		196.0
	청원	가덕	삼항	삼항간선	4,000	1,500	0.6	0.3	270.0		270.0
	청원		국전	국전배수로	1,200	800	1	0.3	240.0		240.0
	청원		남계	남계배수로	1,000	800	1	0.3	240.0		240.0
	청원		화당	화당배수로	1,200	1,000	0.8	0.3	240.0		240.0
	청원		신송	신송배수로	1,800	1,600	1	0.3	480.0		480.0
	청주	홍덕	장암	남계간선	1,000	800	1	0.3	240.0		240.0
	청원	부용	행산	행산 용배수지선	465	465	0.5	0.4	93.0		93.0
	청원	부용	산수	산수제방측 배수로	1,710	1,710	1.5	0.3	769.0		769.0
	청원	부용	산수	산수 용배수지선	615	615	0.5	0.3	92.0		92.0
	청원	남일	가중	서부 1지선	1,220	610	0.5	0.3	92.0		92.0
	청원	남이	양촌	서부 2지선	610	610	0.5	0.3	92.0		92.0
	청원	남이	석실	서부 5지선	920	920	0.5	0.3	138.0		138.0
	청원	남이	비룡	부용 2지선	613	613	0.5	0.3	92.0		92.0
	청원	남이	팔봉	부용 3지선	460	460	0.5	0.3	69.0		69.0
	청주	홍덕	지동	강서간선	200	200	0.6	0.4	48.0		48.0
	청원	강내	저산	서부12지선 배수로	2,000	2,000	1.5	0.5	1,500.0		1,500.0
	청원	강내	저산	저산중앙 배수로	1,300	910	3	0.6	1,638.0		1,638.0
	청원	강내	저산	저산지거 배수로	920	920	1	0.5	460.0		460.0
	청원	강내	저산	서부13지거 용수로	300	300	0.5	0.4	60.0		60.0
	청원	강내	궁현	서부11지거 용수로및잠관	700	700	0.5	0.4	140.0		140.0
	청주	홍덕	신전	서부9지선 용수로	500	500	0.5	0.4	100.0		100.0
	청원	강내	태성	강내간선용수 로및잠관	500	500	0.6	0.4	123.0		123.0
	청주	홍덕	동막	강내2지선	300	300	0.5	0.4	58.0		58.0

<표 3-2-14> 2012년도 부안지사 준설자료

지사	위치			시설명	용배수로 제원			퇴적 토심 (m)	준설량(m³)		
	시,군	읍,면	리,동		전체 연장	대상 구간	규모		전체	인력	장비
					(m)	(m)	B				
부안				92 개소	84,110	55,510			23,886	406	23,480
	부안	백산	하청	하청배수로	1,500	600	2.0	0.2	240	-	240
	부안	부안	행중	노교배수로	1,600	300	6.0	0.2	360	-	360
	부안	부안	행중	노교6호 배수지거	360	360	0.8	0.2	57	-	57
	부안	백산	죽림	팔남2호 배수지거	480	480	0.8	0.2	76	-	76
	부안	백산	죽림	팔남3호 배수지거	480	480	0.8	0.2	76	-	76
	부안	백산	죽림	팔남4호 배수지거	480	480	0.8	0.2	76	-	76
	부안	백산	죽림	팔남5호 배수지거	480	480	0.8	0.2	76	-	76
	부안	백산	대수	월평배수로	550	300	1.5	0.2	90	-	90
	부안	백산	대수	원천중앙 배수로	5,000	500	6.0	0.3	870	-	870
	부안	백산	거룡	거룡배수로	550	200	2.5	0.2	100	-	100
	부안	백산	대수	송월배수로	400	400	2.5	0.2	200	-	200
	부안	백산	대수	석교배수로	600	600	2.0	0.2	240	-	240
	부안	백산	대죽	대죽배수로	1,000	250	2.0	0.2	100	-	100
	부안	백산	평교	평교배수로	1,500	280	2.0	0.2	112	-	112
	부안	백산	금관	왕금배수로	970	300	2.0	0.2	120	-	120
	부안	동진	하장	성근배수로	550	200	1.5	0.2	60	-	60
	부안	동진	하장	성근 1-1배수지거	400	400	0.8	0.2	64	-	64
	부안	백산	대죽	대죽 4배수로	280	280	1.5	0.2	84	-	84
	부안	백산	오곡	오곡 배수로	3,400	500	2.0	0.2	200	-	200
	부안	백산	금관	백산1호 배수로	700	700	1.5	0.2	210	-	210
	부안	백산	금관	원금 해안배수로	790	500	2.5	0.2	250	-	250
	부안	동진	하장	팔왕 배수지선	1,180	700	0.8	0.2	112	-	112
	부안	백산	대수	덕천 배수로	500	400	5.0	0.5	900	-	900
	부안	동진	동진	동진5호용수지 선	550	550	2.0	0.3	308	-	308
	부안	계화	양산	조포1중앙배수 지선	650	650	2.0	0.3	403	-	403
	부안	계화	양산	조포2중앙배수 지선	650	650	2.0	0.3	403	-	403
	부안	동진	안성	내기중앙배수 지선	600	600	2.5	0.3	465	-	465
	부안	동진	안성	내기중앙1호배 수지선	600	600	2.5	0.3	465	-	465
	부안	동진	안성	안성양수장2호 용수지선	600	550	1.2	0.1	66	66	-
	부안	동진	안성	안성양수장2-1 호용수지선	300	300	0.7	0.1	21	21	-

지사	위치			시설명	용배수로 제원			퇴적 토심 (m)	준설량(m³)		
	시,군	읍,면	리,동		전체 연장	대상 구간	규모		전체	인력	장비
					(m)	(m)	B				
	부안	동진	안성	안성2호용수지선	650	650	1.0	0.1	65	65	-
	부안	동진	동진	동진3호용수지선	2,350	850	1.0	0.1	85	85	-
	부안	계화	양산	조포1호용수지선	1,550	860	0.6	0.1	51	51	-
	부안	계화	양산	조포2호용수지선	1,100	800	0.6	0.1	48	48	-
	부안	동진	동진	동진2호용수지선	2,550	700	1.0	0.1	70	70	-
	부안	죽포	파산	월정배수지선	1,000	600	1.5	0.3	270	-	270
	부안	죽포	파산	신성배수지선	1,000	900	1.5	0.3	405	-	405
	부안	죽포	장동	작전배수지선	1,000	800	1.5	0.3	360	-	360
	부안	죽포	난산	남월배수지선	600	600	1.5	0.3	270	-	270
	부안	보안	상림	상림배수지선	1,000	600	2.5	0.3	450	-	450
	부안	죽포	장동	연정배수지선	1,500	600	2.0	0.3	360	-	360
	부안	죽포	대동	연중배수지선	970	700	2.0	0.3	420	-	420
	부안	상서	감교	개암용수2호지선	550	650	3.0	0.3	585	-	585
	부안	상서	감교	개암4호배수지거	800	700	1.0	0.3	210	-	210
	부안	상서	감교	개암5호배수지거	800	650	1.0	0.3	195	-	195
	부안	하서	석상	청일용수지선	3,400	650	1.0	0.3	195	-	195
	부안	상서	감교	장전2호배수지선	700	650	3.0	0.3	585	-	585
	부안	상서	감교	장전3호배수지선	790	700	1.0	0.3	210	-	210
	부안	상서	감교	장전4호배수지거	800	650	1.0	0.3	195	-	195
	부안	행안	대초	행산2-2호배수로	500	450	0.8	0.3	108	-	108
	부안	행안	대초	대초5호배수로	500	500	0.8	0.3	120	-	120
	부안	행안	대초	송서5호배수로	500	450	0.8	0.3	108	-	108
	부안	행안	대초	대초9호배수로	800	660	0.8	0.3	158	-	158
	부안	행안	삼간	궁신배수지선	600	500	1.5	0.3	225	-	225
	부안	진서	석포	석포1호배수로	1,000	1,000	2.0	0.3	600	-	600
	부안	진서	석포	석포2호배수로	1,000	1,000	2.0	0.3	600	-	600
	부안	주산	소주	소주배수로	1,500	1,300	5.0	0.3	1,950	-	1,950
	부안	주산	신성	신성배수로	1,200	1,000	3.0	0.3	900	-	900
	부안	주산	사산	사산4호배수로	600	550	2.0	0.3	330	-	330
	부안	주산	사산	사산5호배수로	600	500	2.0	0.3	300	-	300
	부안	주산	갈촌	갈촌1호용수로	600	500	2.0	0.3	300	-	300
	부안	부안	내요	부랑측구배수로	1,200	1,000	1.5	0.3	450	-	450
	부안	계화	양산	양산배수지선	1,200	1,000	1.5	0.3	450	-	450
	부안	계화	창북	창북1배수지거	1,000	800	1.0	0.3	240	-	240

지사	위치			시설명	용배수로 제원			퇴적 토심	준설량(m³)		
	시,군	읍,면	리,동		전체 연장	대상 구간	규모		전체	인력	장비
					(m)	(m)	B	(m)			
	부안	계화	창북	창북2배수지거	600	500	1.0	0.3	150	-	150
	부안	계화	창북	창북3배수지거	800	700	1.0	0.3	210	-	210
	부안	계화	창북	창북4배수	600	500	1.0	0.3	150	-	150
	부안	동진	증산	청도배수지거	600	500	1.0	0.3	150	-	150
	부안	동진	봉황	옥여배수지선	600	500	1.0	0.3	150	-	150
	부안	계화	궁안	신창용수지선	1,000	800	1.0	0.3	240	-	240
	부안	동진	증산	내동중앙배수로	1,000	800	1.0	0.3	240	-	240
	부안	동진	봉황	봉황용수지선	1,000	800	2.0	0.3	480	-	480
	부안	보안	신북	신북1호배수로	1,200	1,100	1.0	0.3	330	-	330
	부안	보안	신북	신북2호배수로	1,200	1,100	1.0	0.3	330	-	330
	부안	주산	소주	신울1호배수지거	800	700	0.8	0.2	112	-	112
	부안	주산	소주	신울2호배수지거	1,000	800	0.8	0.2	128	-	128
	부안	주산	덕림	구담2호배수지거	600	500	1.0	0.2	100	-	100
	부안	주산	덕림	구담5호배수지거	600	500	1.0	0.2	100	-	100
	부안	계화	창북	대창배수로	600	500	3.0	0.2	300	-	300
	부안	동진	증산	증산6호배수로	600	500	1.0	0.2	100	-	100
	부안	주산	덕림	신공배수로	700	600	1.5	0.2	180	-	180
	부안	주산	백석	백석2호용수지선	500	400	2.0	0.2	160	-	160
	부안	주산	백석	백석4호배수지선	600	500	2.0	0.2	200	-	200
	부안	출포	대동	하입석리3호배수로	500	300	0.8	0.2	48	-	48
	부안	보안	하입석	하입석리1,2호배수로	600	600	0.8	0.2	96	-	96
	부안	보안	상림	상림리1,2호배수지거	600	600	0.8	0.2	96	-	96
	부안	진서	석포	석포 5호배수로	700	600	1.5	0.2	180	-	180
	부안	진서	석포	석포 7호배수로	700	600	1.5	0.2	180	-	180
	부안	변산	마포	마포 3호배수로	700	600	1.2	0.2	144	-	144
	부안	보안	우동	우동 4호배수로	700	600	1.5	0.2	180	-	180
	부안	행안	삼간	월암 배수지선	700	600	2.0	0.2	240	-	240
	부안	행안	진동	순제 배수지선	700	600	2.0	0.2	240	-	240

3. 퇴적토사 저감을 위한 구조물 및 특성 분석

3.1 수로설계(배수로)

배수로 계획시에는 배수구에서 말단부까지 일률적인 설계방향과 방법을 적용해야 하는데, 만약 배수간선과 배수지거의 계획이 일치하지 않는다면 어느 한쪽이 과대 또는 과소 시설이 되어 문제가 발생하게 된다. 특히 주변지역에 비하여 홍수 등에 대한 대비가 필요한 지역에 대해서는 부분적으로 배수설비 효과를 상승시키는 대책 등에 대해서도 검토할 필요가 있으며, 이 경우 하류지역에 대한 영향도 검토를 해야한다. 배수로의 규모와 형태에 영향을 미치는 인자로는 유출, 동수경사, 깊이, 저폭, 사면경사, 수로의 조도, 유속 등이 있으며, 각 지역의 특성에 맞추어 적절히 설계에 반영하여야 한다. 배수로의 설계는 시공방법과 시공장비는 물론 유지관리를 고려하여 설계해야 하며 다음과 같은점에 유의해야 한다.

- (1) 배수로는 계획배수량을 배제할 수 있도록 설계해야 하며 배수로 바닥의 입도를 변화시키지 않고 사면에 세굴이 발생하지 않도록 해야 한다.
- (2) 배수로는 계속하여 처리기능을 발휘할 수 있도록 해야한다.
- (3) 시공 및 유지관리 비용이 작게 소요되도록 설계 해야한다.
- (4) 시공, 운영, 유지관리 기간 중 하류 쪽에 침전물이 발생하거나 환경오염 문제를 일으키지 않도록 해야한다.

(5) 설계유량

배수계획에서는 홍수시 지표의 범람과 담수를 방지하고 이에 의한 재해를 최소로 하는 것을 목적으로 하는 홍수시배수와, 평상시 지구내의 배수위를 제어하며 지구내에서 합리적인 토지이용과 물의 이용을 목적으로 하는 평시배수가 있다. 배수시설을 설계할 경우에는 이 양자를 모두 검토하여야 하며, 통상 배수로의 설계 유량은 계획 기준년에 있어서의 홍수유량, 즉 계획최대유량을 설계유량으로 한다.

(6) 설계수위

배수로의 설계수위는 상시 배수가 있는 곳에서 암거배수의 유출구의 표고 보다 낮게 하고, 홍수시 배수에 대해서는 수로를 접한 지표면의 표고를 초과하지 않도록 해야 한다. 설계수위의 산정은 수로 상류끝에서 하류끝까지 각 수로구간 상호간의 표고관계를 감안하여 홍수시 배수에 대하여 설계 수면경사를 각 수로구간마다 그리고 이 수면경사선의 아래로 설계유량을 유하시켜 수로규모를 이용하여 하류끝에서 상시배수에 대한 수면추적을 하고 그 배수곡선이 상시 배수위를 초과하지 않도록 하여 배수시설을 배치한다.

(7) 유속

배수로의 유속은 너무 느리면 바닥에 토사가 침전되고 잡초가 자라서 통수능력이 저하되고 너무 빠르면 수로 바닥과 사면이 세굴이나 침식되어 구조상에 문제를 야기시킨다. 따라서 배수로의 유속은 토사가 침전되지 않는 유속이상으로 하여야 함은 물론 최대 유속을 결정하여 그 유속이하로 결정해야 한다. 재료에 따른 최대 허용유속에 대한 규정을 보면 다음과 같다.

<표 3-2-15> 미국 개척국(USBR)의 최대 허용유속에 대한 규정

토 질	최대 허용유속 (m/s)
점 토	1.22
사 질 양 토	0.76
사 질 토	0.46

<표 3-2-16> 미국 토양보전국(USBR)의 최대 허용유속에 대한 규정

토 질	최대 허용유속 (m/s)
사질토, 사질양토	0.76
실트질 양토	0.91
모래섞인 점질양토	1.07
점질양토	1.22
점토 자갈	1.52
조약돌	1.68
입경이 큰자갈	1.83

<표 3-2-17> 미국 개척국의 최소유속에 대한 규정

구 분	최 소 유 속 (m/s)
실트나 세사의 침전 방지	0.23 ~ 0.30
잡 초 방 지	0.41 ~ 0.61
수생식물 생육 방지	0.76 이상

<표 3-2-18> 농지개량사업 계획설계기준(배수편) 및 일본 토지개량사업 표준설계 (제 6편 배수로)의 최대 허용유속에 대한 규정

구 성 재 료		최 대 허 용 유 속 (‰)
토 질	사 질 토	0.45
	사 질 양 토	0.60
	양 토	0.70
	점 질 양 토	0.90
	점 토	1.00
	사 질 점 토	1.20
암	연 암	2.00
	중 경 암	2.50
	경 암	3.00
라 이 닝 호 안	얇은 라이닝 (두께 10cm이하)	1.50
	두꺼운 라이닝 (18cm이하)	3.00
	아스팔트	1.00
	호박돌 메쌓기 (뒷길이 30cm미만)	1.50
	호박돌 메쌓기 (뒷길이 30이상)	2.00
	호박돌 찰쌓기	2.50

바람직한 배수로는 위에서와 같이 수생 생물이나 잡초의 생육을 방지하고 실트와 같은 토사의 침전을 방지하는 유속을 가진 수로로서 이와 같은 유속을 결정할 수 있는 자료가 없을 경우에는 평상시 최소한 0.3‰이상의 유속을 유지할 수 있도록 계획하여야 한다. 일반적으로 배수로 경사가 완만할수록 유지관리비는 더욱 많이 소요되므로 만약 여러 가지 제약으로 인하여 배수로 경사가 완만하여 평시 유속이 0.3‰이하로 될 때는 배수로 유지관리상 수로의 준설이나 잡초제거의 기간에 대한 규정이 필요하다.

○일본 토지개량사업 표준설계 (제6편 배수로) 규정

일반적으로 토사의 퇴적을 일으키지 않는 유속과 수중식물이 번성하여 유속의 흐름을 방해하지 않는 유속으로 해야하는데 평균유속이 약 0.4~0.9‰ 정도에서 토사가 퇴적되지 않으며 0.7‰이상이면 현저히 흐름을 방해하는 식물의 생육을 방지할 수 있다.

(8) 배수로 깊이

배수로 깊이를 결정할 때 고려해야할 사항으로는 다음과 같은 것이 있다.

- 지표수를 배제할 수 있도록 충분한 깊이를 가질 것
- 지하배수를 위한 배출구 설치가 가능한 깊이가 되도록 할 것

- 교량 설치를 대비하여 깊이를 결정할 것

배수로 깊이는 지표유출수가 설계조건하에서 자유로이 유입될 수 있도록 충분히 깊게 계획하여야 하며 배수로 바닥 경사와 동수경사선을 고려하여 결정해야 한다. 또한 지하배수시설의 유출구와 연결되는 배수로는 배수로의 수위가 평상시 저 수위로부터 유출구까지의 높이를 적어도 30cm이상 되도록 계획하여야 하며, 배수로 평수위는 적어도 지하수위 밑으로 오게 하여 지하수가 원활히 배출되도록 해야한다.

(9) 배수로 바닥경사

배수로의 흐름이 등류(uniform flow)가 되게 하려면 바닥경사는 동수경사와 같이 하면되고, 이때 필요한 깊이는 동수경사선으로부터 측정하여 결정하고 측정된 점들을 연결하면 바닥경사가 된다. 배수로 바닥경사의 결정은 수로단면과 공사비에 영향이 크므로 배수로 조직을 고려하여 충분한 검토를 요한다. 일반적으로 배수로의 경사는 수역 지구의 지형과 배수로선의 배치, 배수구 위치 등의 제약을 받지만 최대 허용유속의 범위 내에서 급구배로 하는 것이 유리하다. 그러나 지형의 경사가 급하여 최대 허용유속을 초과하는 경우에는 낙차공이나 급류공 등을 설치하여 경사를 완화시켜 세굴을 방지해야 하며, 반대로 경사가 완만하여 세립토가 퇴적하여 잡초가 번성하게 되며 이로 인하여 통수능력이 저하되므로 적당한 유속이 되도록 계획하여야 한다. 가능하다면 하류 쪽으로 갈수록 바닥 경사를 급하게 하여 부유 토사가 침전되지 않도록 하는 것이 좋지만 이와 같은 경우는 극히 드물다.

(10) 배수로 사면경사

배수로 사면의 경사는 구성재료의 안정성과 유지관리 방법에 의해서 결정되는 데 경사가 1:2보다 완만하면 사면도 안정되고 시공도 쉬우나 사면이 길어져서 공사비가 증가한다. 또 경사가 급하면 사면보호공의 안정을 고려하여 두께를 증가시켜야 하고 뒷채움 시공도 어렵게 된다. 사면경사가 1:1.5보다 완만한 경우에 사면 보호공은 사면에 직접 지지되어 기초는 주로 사면보호공의 자중을 지지하는 기능을 하게 된다.

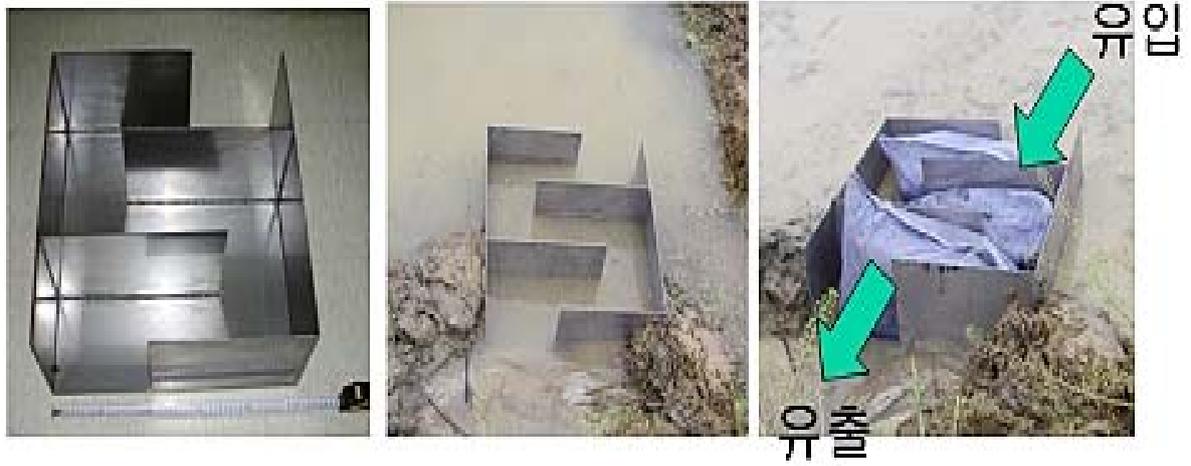
3.2 담수위 조절형 토사유출 저감 물꼬

논 배수시 흘러나오는 토사유출을 줄이기 위해 논 배수구에 손쉽게 설치할 수 있는 담수위 조절형 토사유출 저감 물꼬를 개발했다.(농촌진흥청) 담수위 조절형 토사유출 저감 물꼬는 내부가 'S' 모양의 3단으로 물이 흐를 수 있는 구조로 되어 있으며, 내부 유로를 따라 부유물질 등을 여과할 수 있는 숯 등의 활성탄을 그물망에 넣어 매우게 되어 있다. 크기는 50×50×20cm로 설치와 운반이 쉽고, 녹이 슬지 않는 스테인리스 재질로 제작돼 반영구적으로 사용이 가능하다.

담수위 조절형 토사유출 저감 물꼬에 대한 현장성능시험 결과, 70% 정도 토사유출을 줄일 수 있었으며, 총질소(T-N), 총인(T-P), 부유물질(SS)을 각각 32%, 32%, 71% 저감하는 효과가 있으며, 담수위 조절 기능이 있어 논물 높이도 편리하게 관리할 수 있다.

논에서 배출되는 토사에는 질소와 인 등이 부착돼 있어 하천 유입시 환경 및 생태계에 많은 악영향을 미치게 되며, 배수로 내 토사 퇴적으로 통수기능을 저하시킨다. 특

히 논 토사유출의 경우 논에 물을 대어 모를 심기까지 약 10일 정도의 짧은 기간에 연중 논에서 배출되는 토사의 약 20%가 유출된다. (그림 3-2-19)에서는 담수위 조절형 토사유출 저감 물꼬의 모형을 보여주고 있다.



(그림 3-2-19) 담수위 조절형 토사유출 저감 물꼬

3.3 토사유출저감기법

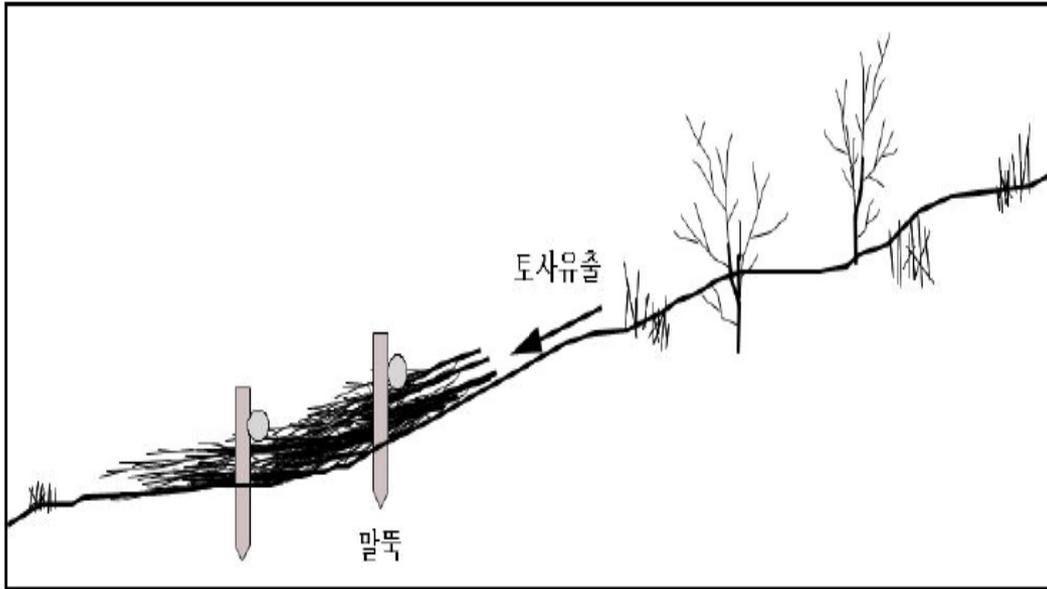
토사유출저감기법은 적용대상지역에 따라 <표 3-2-15>와 같이 나눌 수 있다.

<표 3-2-19> 적용대상지역에 따른 토사유출저감기법

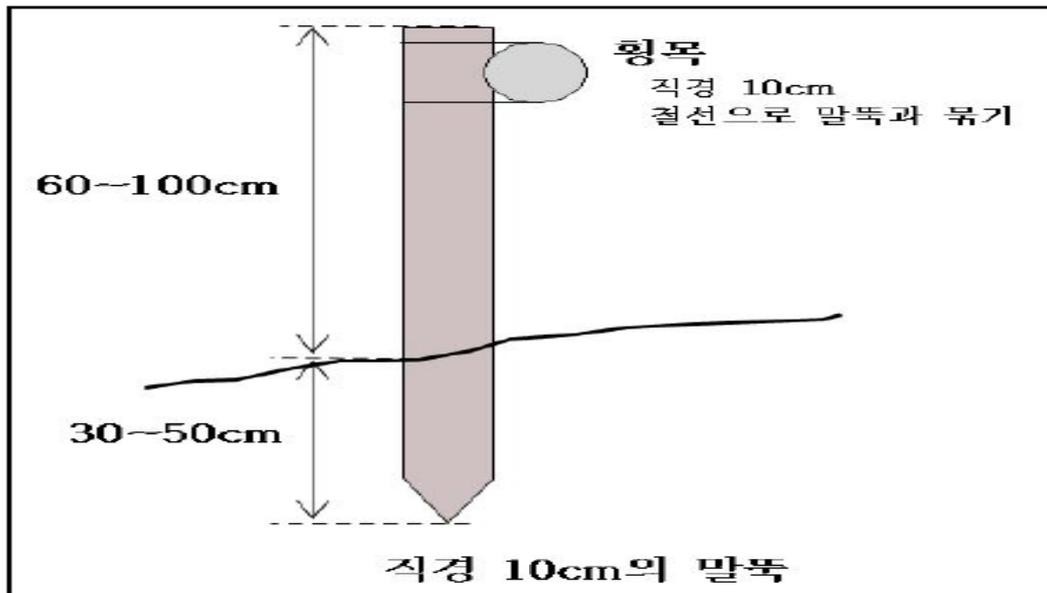
적용대상지역	공법	목적	적용지역 규모	장점
별목활동 지역	섶매기	토사유출, 토양 침식 제어	좁은 지역, 넓은 지역 모두 제어가능	시공성, 시급성, 경제성, 환경친화적
	섶배수형 실트펜스	토사유출, 토양 침식 제어	좁은 지역, 넓은 지역 모두 제어가능	효율성
건설활동 지역	섶배수형 실트펜스	토사유출, 토양 침식 제어	좁은 지역, 넓은 지역 모두 제어가능	효율성
	단쌓기	토사유출, 토양 침식 제어	좁은 지역, 넓은 지역 모두 제어가능	시급성, 환경친화적
산불피해 지역	섶막기	토사유출 제어	주로 계곡부에 많이 적용되며 규모에 제한이 있음	환경친화적, 효율성
	멀칭	토사유출 제어	좁은 지역, 넓은 지역 모두 제어가능	시공성, 시급성, 효율성

가. 섶매기

자연친화적인 방법으로 재료비용이 거의 없고, 현지에서 취득할 수 있다는 장점이 있다. 이는 가지를 모아 섶을 만들어 필요한 두께로 쌓고 이를 고정할 수 있는 지지말뚝에 묶거나 횡목으로 섶을 눌러 횡말뚝과 결합하는 방법으로 이미 경험적으로 그 효과가 인정되고 있다. 다음 그림은 섶매기의 모식도와 적용 규격을 보여주고 있다.



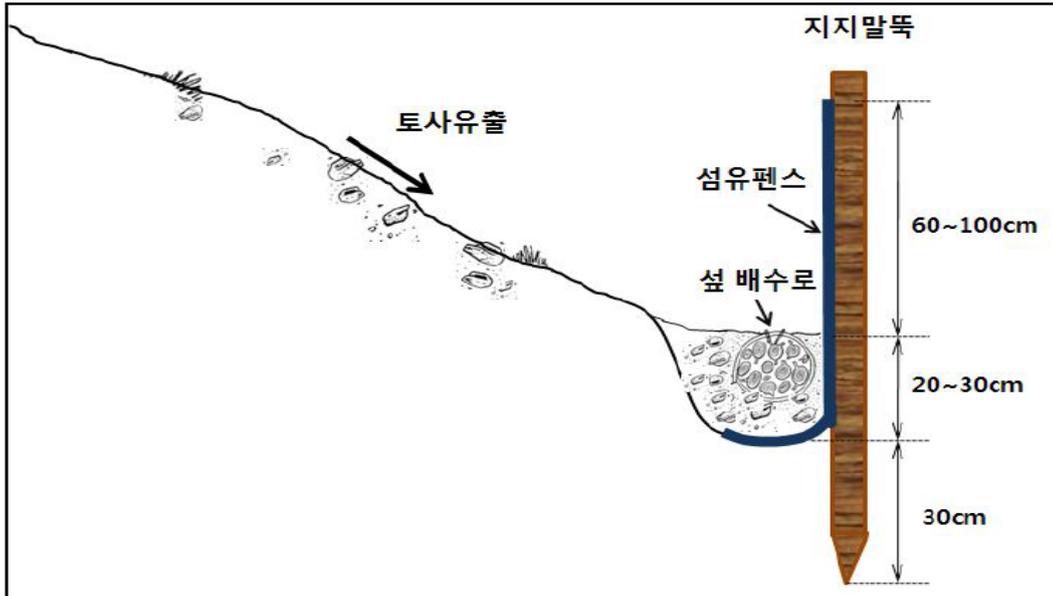
(그림 3-2-20) 쇄매기 모식도



(그림 3-2-21) 쇄매기 적용 규격

나. 쇄배수형 실트펜스

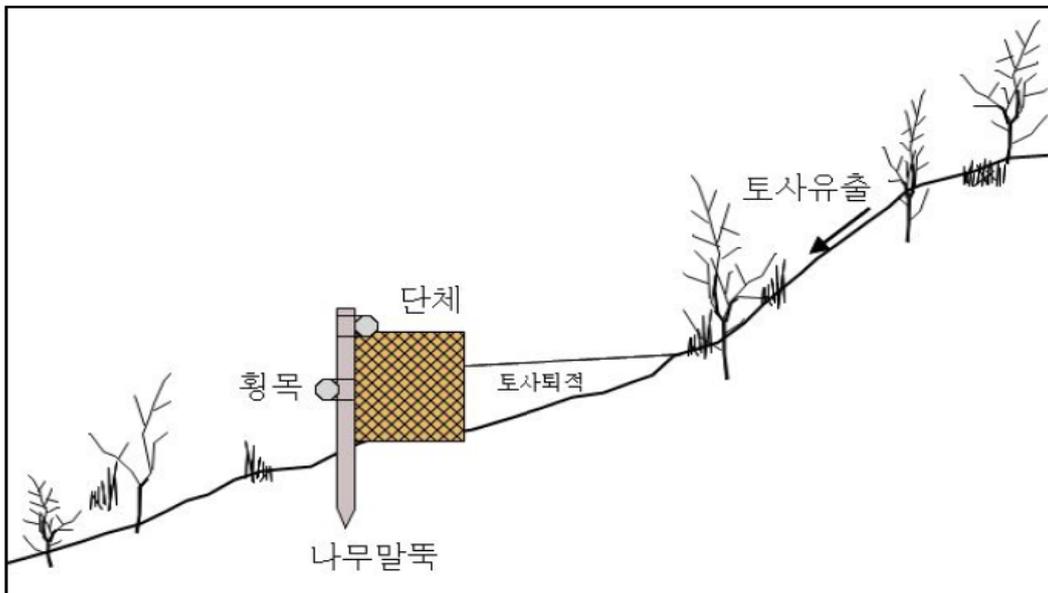
지지말뚝에 섬유 천으로 펜스를 설치하여 토사유출을 저감시키면서 배수능력은 최대한 유지하기 위해 쇄를 이용해 배수구를 만드는 방법이다. 따라서 사면에서 유출된 토사는 펜스에 차단되고 유수는 배수구를 통해 유출되므로 펜스에 작용하는 압력이 감소하게 된다. (그림 3-2-22)는 쇄배수형 실트펜스의 개념 및 규모를 보여주고 있다.



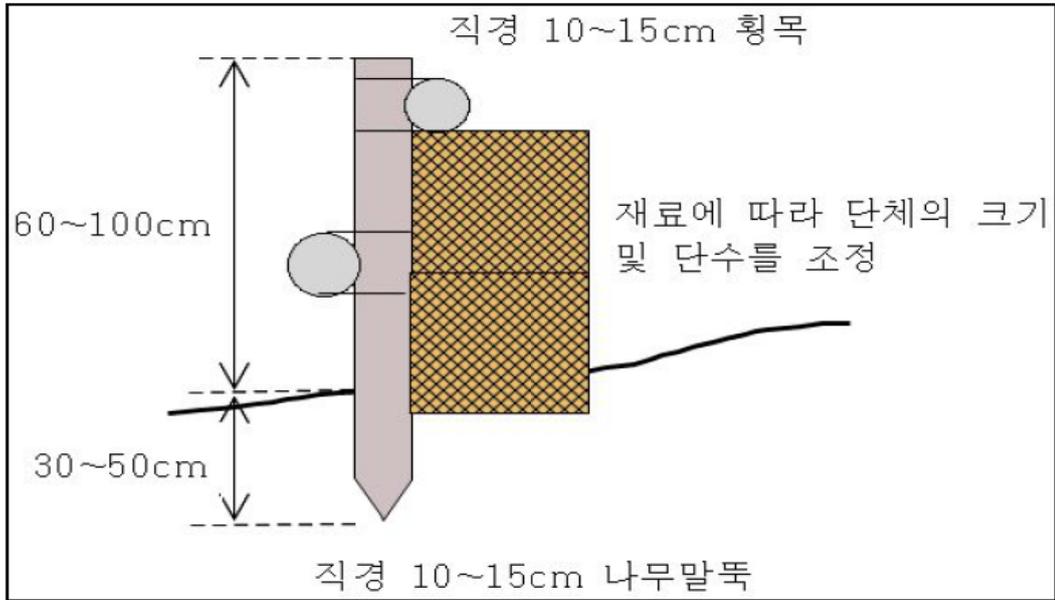
(그림 3-2-22) 쉣배수형 실트펜스 개념 및 규모

다. 단쌓기

단을 쌓아서 토사유출을 막는 방법으로 시공이 간단하지만 효과는 뛰어난 방법이다. 단의 재료는 주위에서 쉽게 취득할 수 있는 나뭇가지나 짚을 이용하는 것이 경제적인 것이라 판단된다. 다음 그림에서는 단쌓기의 모식도와 적용 규모 결정에 보여주고 있다.



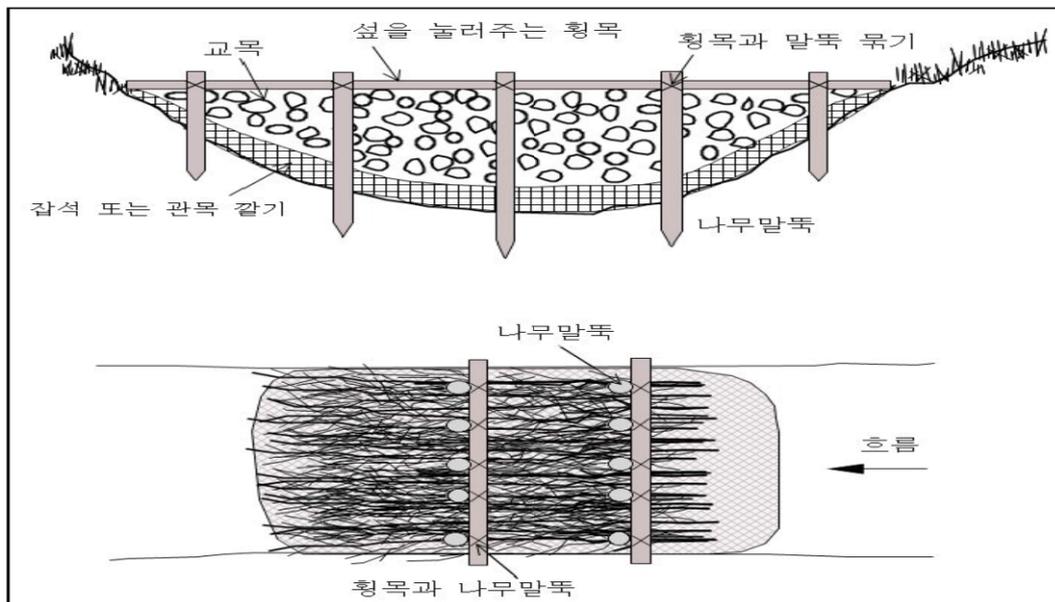
(그림 3-2-23) 단쌓기 모식도



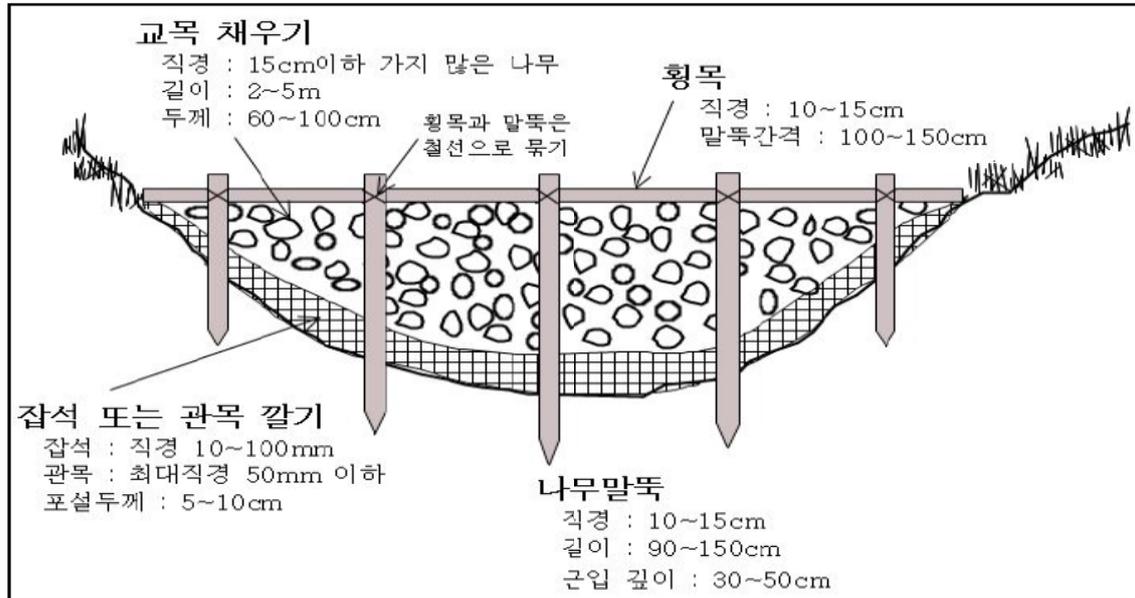
(그림 3-2-24) 단짱기 적용 규모 결정

라. 쇄막기

쇄막기는 말 그대로 앞 절에서 소개한 쇄를 이용하여 유출구를 막는 방법이다. 다음은 쇄막기의 단면도와 평면도 및 제원을 보여주고 있다.



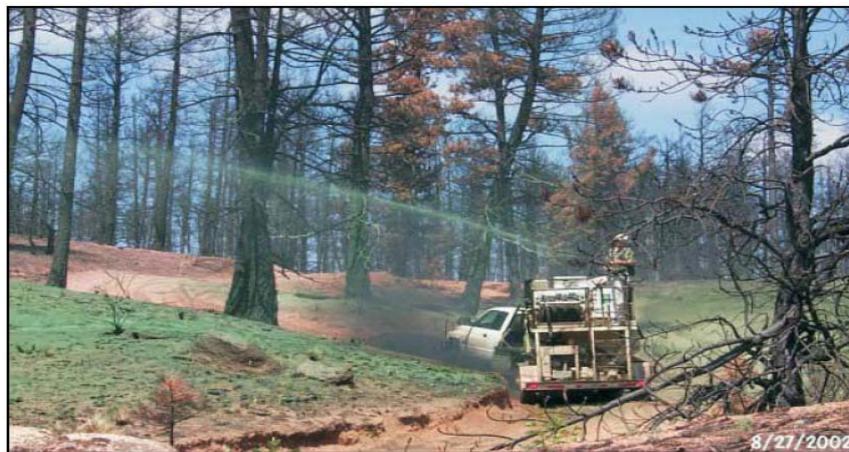
(그림 3-2-25) 쇄막기 단면도와 평면도



(그림 3-2-26) 썬막기의 제원

마. 멀칭

간단하지만 효과가 큰 방법인 멀칭은 넓은 지역에 쉽게 적용할 수 있는 공법으로 시공성이 뛰어나고 효과는 외국의 사례에서 검증되었다. 멀칭의 재료는 보리나 벧짚을 잘게 자르거나 통나무 등을 얇은 조각으로 분쇄해서 수력분사기계 등을 이용하여 토양침식방지 사면에 살포하는 것이다. 이와 같은 재료들은 자연재료이기 때문에 적정시간이 지나면 분해되고 사면의 식생활착에 유리한 것으로 판단된다. 특히 멀칭은 헬리콥터나 분사기를 장착한 차량으로 이동하며 넓은 지역에 뿌릴 수 있어 광범위한 지역을 신속하게 시공할 수 있다. (그림 3-2-27)에서는 차량을 이용한 해외의 멀칭 장면을 보여주고 (그림 3-2-28)에서는 헬리콥터를 이용한 해외의 멀칭 장면을 보여주고 있다.



(그림 3-2-27) 차량을 이용한 멀칭 장면



(그림 3-2-28) 헬리콥터를 이용한 멀칭 장면

3.4 퇴적토사 저감을 위한 수로의 운용 시스템 분석

가. 개요

지금까지의 농업용수 관리에 따른 계획은 최대통수시에 그 기능이 충분히 발휘될 수 있도록 하는 소위 안정적 수리 해석에 의하여 경험을 바탕으로 관리되어 왔다. 그러나 실제 물 이용에 만족시킬 수 있는 다음과 같은 기능들이 사회적 여건 등에 변천과 함께 요구되고 있다.

- (1) 수자원의 펌박 해소와 효율적 이용
- (2) 도시화에 따른 농업용수 및 시설의 다목적화
- (3) 영농 형태의 변화에 따른 물 이용 상태의 다변화
- (4) 유지 관리 비용의 절감을 위한 수리 시설 관리의 전산화 등이다.

따라서 효율적인 물 관리란 물의 수요를 시간적 및 양적으로 수리 시설을 조작하고 확인하는 일이라 할 수 있다. 이에 용수 관리에 시스템화의 필요성이 강하게 요망되고 있는 것이다. 시스템화할 때에는, 목표를 설정하고, Process를 모니터링하고, 모니터링 한 Process를 설정된 목표에 상응되는지의 여부를 진단하고, 부적절한 Process를 수정하는 절차가 필요하다.

나. 시스템 구성의 분석

농업용수 집중 물 관리 시스템은 다음과 같은 필요도를 만족시켜야 한다.

- (1) 신뢰성이 높아야 한다.
- (2) 시스템 내의 한 개의 기기 고장으로 전 시스템에 영향을 미치지 않아야 한다.
- (3) 경우에 따라 시스템을 확장할 수 있어야 한다.
- (4) 상당량의 자료를 수집 분석 할 수 있고 운용자에게 실시간으로 표시(Graphic)를

- 해 줄 수 있어야 한다.
- (5) 시스템은 상호 통신이 가능해야 하고, 다양한 통신 방식을 선택할 수 있는 통신 모듈을 가지고 있어야 한다.
 - (6) 현장 설비는 신뢰성이 있고 장거리 통신이 가능한 것이어야 하며, 정전 사고시 DC전원이 사용이 가능해야 한다.
 - (7) 현장 설비는 현장(온도, 습도, 강우 등)에 강해야 한다.
 - (8) 현장 설비는 방식, 내식 그리고 수비 설비가 되어야 한다.

위 조건을 만족하고 효율적 물 관리 단계 중에서 모니터링과 진단에 필요한 물 관리 조직의 전산화에 따른 시설 구성 요소는 다음 세 가지 시스템 별로 구성하고 대상 지역에 적합하도록 계획한다.

첫째, 관개 조직의 운용에 요구되는 실시간 수문 자료를 수집하고, 수집된 자료를 전달하고 전달된 자료를 저장하여 필요한 시간에 용이하게 사용할 수 있도록 관리하는 자료 시스템이다. 자료 시스템은 대상 지구의 물 관리 현황을 분석 할 수 있는 수문 자료 의 수집, 수집된 자료를 집중적으로 관리하는 장소인 중앙 관리소로의 전달, 그리고 자료의 관리등의 3단계로 구성한다.

(1) 자료의 수집

관개 조직의 운용에 필요한 수문 자료는 호내 및 용수로 구간 등의 수위와 강우량으로 구분할 수 있는데 이에 정확한 자료를 얻는 것이 효율적인 물 관리를 위한 첫단계이다.

(가) 수위 자료

관개 지구의 운용에 필요한 수위 자료는 담수호 수위, 용수로 수위 및 포장수위 등으로 구성되어 있는데, 각 수위 자료의 활용은 다음과 같다.

<표 3-2-20> 관개 조직 운용에 필요한 수위 자료

구분	자료의 활용
담수호 수위	용수원의 유입량 산정, 저수량 산정, 관개계획 수립
용수로 수위	관개 조직 조작 결과의 확인
포 장 수위	관개 시간 및 관개량 산정

(나) 강우량 자료

유출량 예측의 정도를 높이고 관개 조직에서의 담 유효 우량을 산정하기 위해서는

유역의 면적 평균 우량을 정확히 계산할 수 있도록 적절한 위치의 우량 관측소에서 선정된 우량 자료가 필요하다.

둘째, 이들 자료들을 분석하여 장단기 수리 계획을 수립하고, 관개 조작과 홍수조절을 지원할 수 있는 모형 시스템이다.

셋째, 컴퓨터에 대한 전문적인 지식이 없이도 이를 운용할 수 있도록 하는 User Interface 시스템으로 구성한다.

집중물관리 조직은 컴퓨터 시스템의 사용을 전제로 하였기 때문에, 자료의 관리 및 모형 시스템의 운용에는 상당 수준의 전산 기술을 필요로 한다.

User Interface System의 개발에 따른 방향을 정리하면 다음과 같다.

- 사용자가 대상 지구의 물 관리 현황을 쉽게 판단할 수 있도록 가시적이고 효율적인 방법을 적용하도록 한다.
- 사용자가 대상 지구의 물 관리를 수행하는데 필요한 정보를 쉽게 제공받아 정확한 해결 방안을 얻도록 한다.
- 사용자의 물 관리 업무 수행에 보조할 수 있으며, 각종 정보를 체계 있게 정리하여 출력이 가능하도록 한다.
- 시스템은 범용적인 기능을 갖춰 기타의 목적에도 사용될 수 있도록 한다.
- 시스템의 확장에 맞춰 타 기능의 시스템과 호환되거나 쉽게 적용할 수 있는 프로그램으로 한다.

(다) 통수 계획 모형 시스템

통수를 목적으로 한 모형 시스템은 첫째 포장 현황을 모니터링하고 둘째 장기 급수 계획과 단기 급수 계획을 수립하고 셋째 용수 공급 현황을 모형 발생하고 넷째 물 관리 현황을 진단하고, 다섯째 당일 관개 조절 계획을 수립하고 관리할 수 있는 역할이 요구된다.

이를 위한 세부 기능은 다음과 같다.

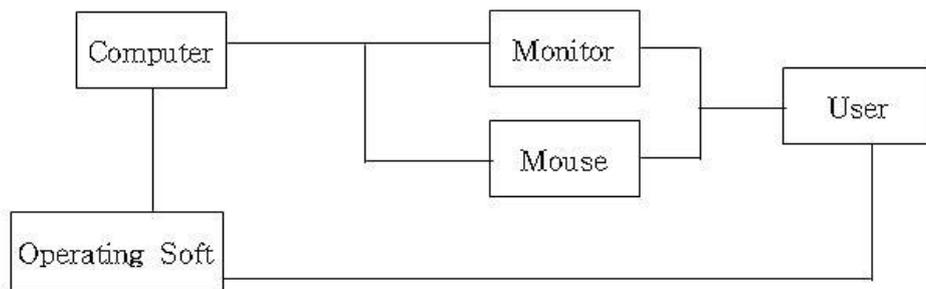
- ㉠ 강우 자료의 빈도 해석 및 모형 발생
- ㉡ 장단기 관개 현황의 모형 발생
- ㉢ 포장 용수 공급 실적 분석
- ㉣ 필요 수량의 추정 및 급수 수준별 관개량 분석
- ㉤ 관개 구역별 배수 계획 및 조절 방법의 결정
- ㉥ 관개 계획 실적의 대비
- ㉦ 관개 효율의 추정
- ㉧ 용수 현황의 모형 발생
- ㉨ 양수 실적 및 가동 상태 분석
- ㉩ 양수 계획의 진단 및 조절

(라) 사용자 편의 시스템

사용자가 컴퓨터 시스템과 상호 대화를 통하여 필요한 정보를 처리하는 것이 필요하다.

① 대화 시스템의 구성

대화 시스템은 크게 나누어 Hardware 와 Software로 구성된다. 대화 시스템의 Hardware는 컴퓨터의 본체와 Monitor 그리고 Keyboard 로 이루어져 왔으나, 최근에는 Mouse 또는 디지털타이저(Digitizer)에 의해 구성되고 있다. 대화 시스템을 운용하는 Software인 대화식 프로그램은 컴퓨터와 Mouse를 연결시키고 DSS(Decision Support System)전반을 관장하는 Menu부분과 사용자의 선택에 따라 각종 프로그램을 수행시키는 통합적인 일을 수행한다.



(그림 3-2-29) 대화 시스템의 구성

② Menu 시스템의 개발

Menu 시스템이란 사용자가 원하는 작업을 손쉽게 수행할 수 있도록 작업의 종류를 컴퓨터 Monitor상에 나타내 주고 작업의 선택을 도와주는 부분으로 DSS를 총체적으로 운영하여 준다.

③ 의사 결정 지원 시스템

의사 결정 지원 시스템이란 관리자 또는 조작자들이 일을 수행하고 운영상의 결정을 내리며 또한 예상되는 시스템의 성취도를 나타내는데 도움이 되도록 바로 이용할 수 있는 컴퓨터의 Hardware의 복합체로서 이용자의 판단을 분석과정에 포함시켜서 인간과 기계를 연결시켜 주는 도구이다.

물 관리를 위한 DSS의 효과로서는 조작에 따른 관리비용의 절감과 물 관리 시스템의 신뢰성 제고 등을 들 수 있다.

다. 용수 관리 시스템의 설계

자료 수집 시설은 집중 물 관리 자료 시스템의 핵심이 되는 요소로서 물 관리 현황을 파악하는 수단이다. 자료 전송 시설은 자료 수집 시스템과 자료 처리를 담당하는 중앙 관리소와의 통신을 담당하는 시설이다. 그리고 자료 처리 및 사용자 인터페이스 시스템은 중앙관리에 위치하며 집중 물 관리 계획과 진단, 관리의 수행 등 업무를 담당하는 시설이다.

대상 지구의 효율적인 물 관리를 위한 시스템은 물 관리를 최소의 경비와 노력으로 시행할 수 있도록 계획한다.

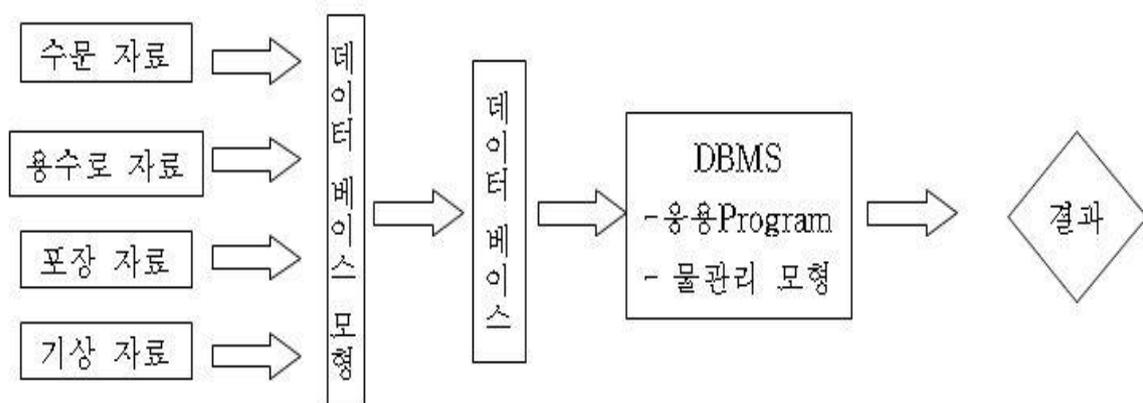
(1) 자료 수집 시설

물 관리를 효과적으로 수행하기 위해서는 필요한 시기에 유역 및 수원공 및 관개 조직에 관한 필요 정보는 용이하게 사용할 수 있어야 한다.

필요 정보란 실시간에 얻어지는 현황 자료뿐만 아니라 과거의 자료들도 포함된다.

현장에서 수집되는 자료의 양이 계속 증가하여 어느 시점에서는 그 자료의 내용은 정확히 파악할 수 없고 관리하기도 어려운 한계에 도달하게 된다. 따라서 방대한 양의 자료를 용이하게 처리하기 위한 자료 관리 시스템이 필요하다.

관개 지구의 물 관리에 필요한 자료는 유역과 담수호의 수문 자료, 용수로의 수위 및 유량 자료, 포장 자료 및 기상 자료 등으로 구분되는데 각각의 자료는 독립적으로 또는 복합적으로 처리된다.



(그림 3-2-30) 물 관리 자료 관리 시스템

각종 물 관리 관련 자료들을 Data Base 모형을 이용하여 Data Base를 구축하여 데이터베이스 관리 시스템 (Data Base Management System, DBMS)을 이용한 분석, 처리 과정을 거쳐 필요한 결과를 얻게 된다. 물 관리를 위한 DBMS는 두 가지로 사용될 수 있는데 첫째는 Data Base Package 의 자체 언어를 이용한 응용 프로그램으로서 저수량 계산, 용수로 지점별 유량 계산, 또는 각종 통계처리 등에 사용될 수 있으며,

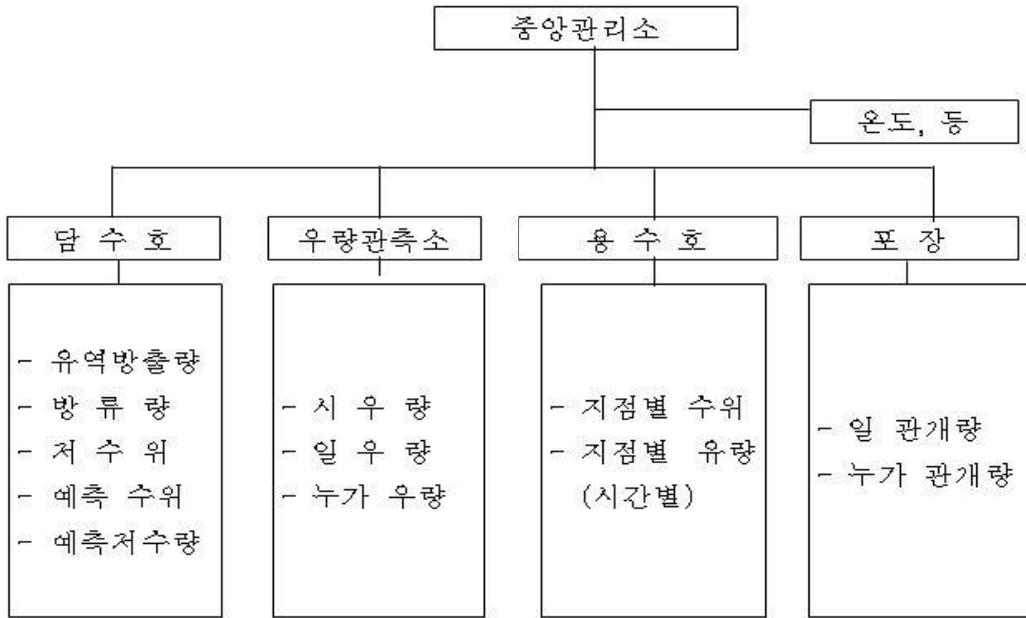
둘째는 다른 언어를 이용한 각종 물 관리 모형으로 현장 분석, 예측, 검토 및 결정 등에 활용할 수 있다. 관개 지구의 집중 물 관리조직을 통제, 관할하는 중앙 관리소와 연결된 각 요소별 관련 자료들을 도시하고 있는데 여기에는 현장 실측 자료뿐만 아니라 기상관측소로부터의 기상 자료, 기타 물 관리 현황의 분석 결과들도 포함된다.

(가) 시설 계획

집중 물 관리 시스템의 자료 수집 시설은 강우량 관측소와 수위 관측소로 수위 관측소로 구성되어야 하며 아래와 같은 사항을 고려하여야 한다.

- ① 수위 관측 지점을 선정하기 위한 고려 사항은 다음과 같다.
 - ㉠ 앞으로 기능 상실의 우려가 없고 유량 측정이 용이한 지점을 선정한다.
 - ㉡ 접근이 용이하고 유지 관리가 가능한 지점을 선정한다.
 - ㉢ 가급적 하류 구간의 수리 특성에 따른 배수의 영향을 받지 않은 지점을 선정한다.
 - ㉣ 수위표 지점은 수위표 설치에 용이하며 관측이 쉬운 장소를 택한다.
 - ㉤ 통수 단면의 변화가 없는 것을 선정한다.
 - ㉥ 만약 기준 수위표가 설치된 지점의 경우는 기존의 수위 자료를 활용할 수 있도록 해당 지점을 선정한다.

- ② 우량 관측소는 아래 사항들을 고려하여 선정하는 것이 바람직하다.
 - ㉠ 유역을 포함한 관개 지구의 면적 평균 우량을 대표할 수 있는 곳에 설치한다.
 - ㉡ 관측 지점 부근의 지형 상태가 비교적 변화가 적은 곳을 선정한다.
 - ㉢ TM통신이 가능한 지점이어야 한다.
 - ㉣ 가급적이면 설치 비용의 절감을 위하여 수위 관측소에 병설하도록 한다.



(그림 3-2-31) Data Subsystem 구성 체계

(나) 시스템의 기본 설계

용수 관리의 전산화를 달성하기 위하여 다음과 같은 시스템을 설계한다.

① 기본 조건

- ㉠ 감시 제어 시스템은 관개용수 관리의 수요에 맞도록 한다. 관개용수관리는 시설의 적절한 조작, 정확하고 신속한 취수, 분배, 유량의 변화를 반영하여야 하며, 수자원을 최대한 이용하여야 한다.
- ㉡ 감시, 조작이 용이한 시스템이어야 한다. 시스템에서 물의 수지를 정확히 파악하고, 자동으로 우량을 계측 전송하며, 각 포장 내의 강우량을 계산하여 배수량을 조절한다.

② 기본 방침

- ㉢ 완벽한 계획 용수 관리 전산화의 최종 목표는 전체 댐 및 용수로 조직의 전산화(자동화)
- ㉣ 신뢰성 시스템의 모든 부분은 정확성이 신뢰할 수 있는 범위 내에서 유지되어야 한다.
- ㉤ 외부로부터의 장애가 전체 시스템에 영향을 주지 않도록 고도의 안전성을 유지하여야 한다.

4. 용·배수로 퇴적토사의 재활용 방안 검토

4.1 중금속함량

중금속 함량시험은 카드뮴(Cd), 구리(Cu), 비소(As), 납(Pb), 수은(Hg), 6가크롬(Cr6+) 등 6개 항목에 대하여 시험하였다.

토양오염우려기준이란 사람의 건강·재산이나 동물·식물의 생육에 지장을 줄 우려가 있는 토양오염의 기준을 말하며, 토양오염대책기준이란 우려기준을 초과하여 사람의 건강 및 재산과 동물·식물의 생육에 지장을 주어서 토양오염에 대한 대책이 필요한 토양오염의 기준을 의미한다. 토양오염우려기준과 토양오염대책기준은 1지역부터 3지역까지로 구분하는데, 1지역은 측량, 수로조사 및 지적에 관한 법률에 따른 지목이 전, 답, 과수원, 목장용지, 광천지, 대(주거의 용도), 학교용지, 구거, 양어장, 공원, 사적지, 묘지인지역과 어린이 놀이시설(실외 설치)부지를 말하고, 2지역은 측량, 수로조사 및 지적에 관한 법률에 따른 지목이 임야, 염전, 대(1지역 외), 창고용지, 하천, 유지, 수도용지, 유원지, 종교용지 및 잡종지를 말하며, 3지역은 측량, 수로조사 및 지적에 관한 법률에 따른 지목이 공장용지, 주차장, 주유소용지, 도로, 철도용지, 제방, 잡종지(2지역 외)를 말한다.

<표 3-2-21> 시료별 중금속 함량

지형	대상지구	수로형태	수로위치	Cd	Cu	As	Pb	Hg	Cr6+
산지	강원 강릉	용수로	상류	1.67	17.74	9.65	12.63	0.0323	Non
			중류	1.96	11.52	5.91	10.08	0.0518	Non
			하류	2.40	14.23	8.59	11.57	0.0356	Non
		배수로	상류	2.84	21.26	1.07	18.34	0.0530	Non
			중류	4.50	30.76	5.01	23.46	0.0587	Non
			하류	1.57	15.02	0.62	8.83	0.0425	Non
	충북 청주	용수로	상류	2.47	27.61	Non	14.06	0.0361	Non
			중류	2.76	20.37	Non	15.16	0.0411	Non
			하류	2.85	16.99	Non	9.48	0.0323	Non
		배수로	상류	2.75	18.56	Non	9.30	0.0108	Non
			중류	2.84	17.92	Non	10.26	0.0124	Non
			하류	2.21	11.72	2.26	11.36	0.0139	Non
	경북 문경	용수로	상류	1.58	15.03	0.84	9.09	0.0375	Non
			중류	1.27	111.89	3.49	7.26	0.0163	Non
			하류	1.26	2.76	Non	7.42	0.0242	Non
		배수로	상류	0.90	15.19	2.79	6.51	0.0200	Non
			중류	1.38	4.40	Non	8.86	0.0283	Non
			하류	0.84	2.49	3.21	5.04	0.0309	Non
평지	경기 여주	용수로	상류	1.70	9.50	1.15	15.41	0.0322	Non
			중류	1.16	10.33	Non	11.24	0.0261	Non
			하류	2.01	19.55	2.50	14.75	0.0122	Non
		배수로	상류	1.65	13.15	0.96	13.49	0.0356	Non
			중류	1.69	10.26	0.80	14.82	0.0303	Non
			하류	1.29	4.32	0.22	5.86	0.0243	Non
	충남 논산	용수로	상류	Non	0.66	0.07	0.28	0.0767	Non
			중류	2.67	36.91	Non	15.02	0.0668	Non
			하류	1.88	9.28	Non	12.10	0.0418	Non
		배수로	상류	1.94	8.87	Non	9.61	0.0435	Non
			중류	1.84	9.61	Non	11.81	0.2968	Non
			하류	1.70	25.44	1.97	13.37	0.0680	Non
	경남 김해	용수로	상류	2.19	15.81	6.39	12.20	0.0238	Non
			중류	2.15	29.84	0.94	21.52	0.0590	Non
			하류	2.29	41.54	1.22	21.36	0.0519	Non
		배수로	상류	2.81	56.37	0.05	28.18	0.0793	Non
			중류	2.52	65.71	Non	36.61	0.0481	Non
			하류	2.36	29.74	1.18	14.79	0.0498	Non

<표 3-2-21> 시료별 중금속 함량 (계속)

지형	대상지구	수로 형태	수로 위치	Cd	Cu	As	Pb	Hg	Cr6+
간척지	충남 당진	용수로	상류	2.74	35.13	3.71	21.69	0.0086	Non
			중류	0.83	2.98	0.38	3.22	0.0091	Non
			하류	1.17	1.35	0.62	4.91	0.0099	Non
		배수로	상류	1.14	1.26	0.50	4.81	0.0153	Non
			중류	1.50	20.63	0.56	6.93	0.0360	Non
			하류	1.51	14.04	Non	11.84	0.0152	Non
	전북 부안	용수로	상류	0.99	1.74	0.02	3.76	0.0120	Non
			중류	0.93	0.76	Non	3.65	0.0068	Non
			하류	1.53	14.71	Non	11.86	0.0085	Non
		배수로	상류	0.88	2.35	Non	3.58	0.0164	Non
			중류	0.92	2.50	Non	5.07	0.0054	Non
			하류	2.17	10.56	Non	19.38	0.0066	Non
	전남 무안	용수로	상류	2.36	10.33	1.49	14.20	0.0288	Non
			중류	2.19	9.49	0.75	14.84	0.0349	Non
			하류	2.29	8.58	2.19	15.11	0.0226	Non
		배수로	상류	2.15	32.15	0.68	25.40	0.0273	Non
			중류	2.04	15.33	0.09	22.22	0.0315	Non
			하류	Non	Non	0.08	Non	0.0358	Non

<표 3-2-22> 토양오염우려기준 및 토양오염대책기준 (2009. 10)

구분	토양오염우려기준			토양오염대책기준		
	Area 1	Area 2	Area 3	Area 1	Area 2	Area 3
Cd (mg/kg)	4	10	60	12	30	180
Cu (mg/kg)	150	200	2000	450	1500	6000
As (mg/kg)	25	50	200	75	150	600
Pb (mg/kg)	200	400	700	600	1200	2100
Hg (mg/kg)	4	10	20	12	30	60
Cr6+(mg/kg)	5	15	40	15	45	120

지형별로의 중금속함량은 토양오염우려기준과 토양오염대책기준에 모두 만족하여 오염이 우려되거나 대책이 필요하지 않으며, 6가 크롬의 경우 모든 지형에서 검출되지 않았고, 대부분의 지형에서 비슷한 중금속함량을 보였지만 산지지형에서의 비소함량이 다른 지형에 비해 높게 나타났고, 간척지지형에서의 구리함량이 산지지형이나 평지지형보다 다소 낮게 나타났다.

<표 3-2-23> 지형별 중금속함량

구 분	산지	평지	간척지	
Heavy metal (mg/kg)	Cd	2.11	2.01	1.64
	Cu	20.86	22.05	11.54
	As	3.54	1.33	0.78
	Pb	11.04	15.14	12.02
	Hg	0.03	0.06	0.04
	Cr6+	Non-detection	Non-detection	Non-detection

수로별로의 중금속함량 역시 토양오염우려기준과 토양오염대책기준의 범위 안에 들어가 있으며, 6가 크롬은 용수로와 배수로 모두에서 검출되지 않았고, 구리와 비소를 제외한 모든 항목에서 용수로보다 배수로에서 다소 높은 함량을 나타냈다.

<표 3-2-24> 수로별 중금속 함량

구 분	용수로	배수로	
Heavy metal (mg/kg)	Cd	1.91	1.93
	Cu	18.40	17.90
	As	2.26	1.44
	Pb	11.62	13.84
	Hg	0.04	0.05
	Cr6+	Non-detection	Non-detection

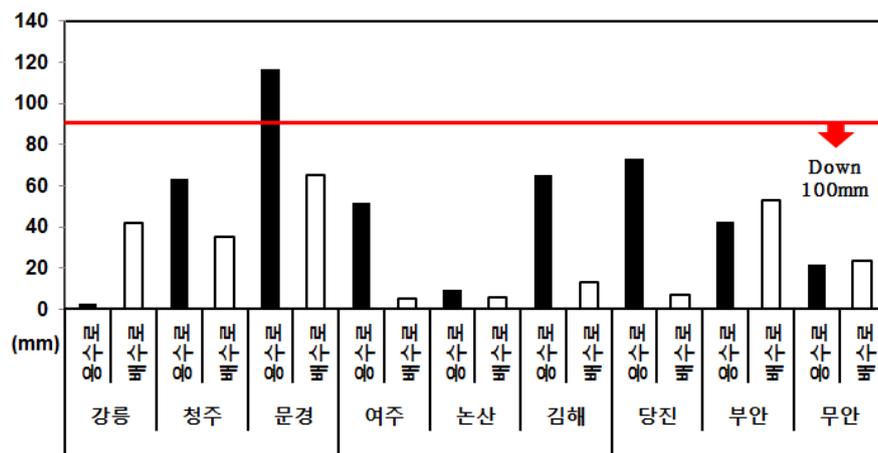
4.2 퇴적토사 재활용 방안 검토

용·배수로의 퇴적토사를 성토재료로서의 재활용 가능성을 평가하기 위하여 고속도로 공사 전문시방서(한국도로공사, 2009)의 품질기준을 대상으로 적용성을 평가하였으며, 품질기준은 <표 3-2-21>과 같다.

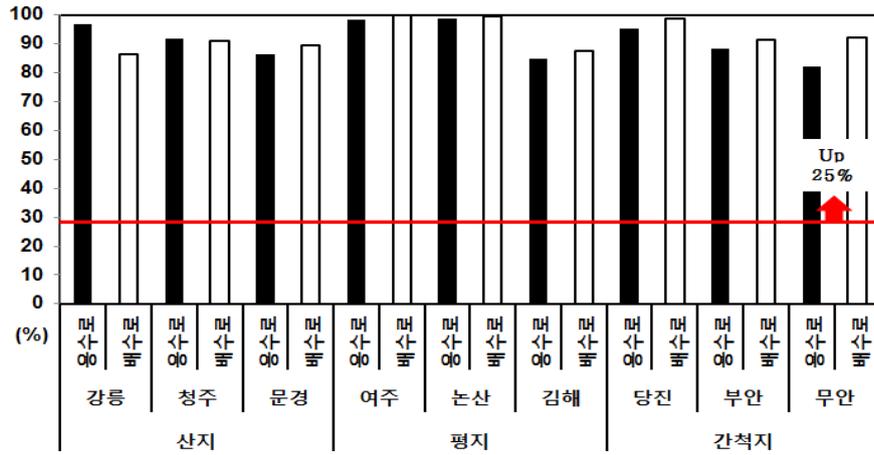
<표 3-2-25> 흙쌓기 재료의 품질기준

	노 체	노 상	비 고
최대치수 (mm)	300 이하	100 이하	-
5.0 mm체 통과율 (%)	2.5 이상	25 ~ 100	KS F 2302
0.08mm체 통과율 (%)	-	0 ~ 25	KS F 2301, KS F 2309
소성지수	-	10 이하	KS F 2303

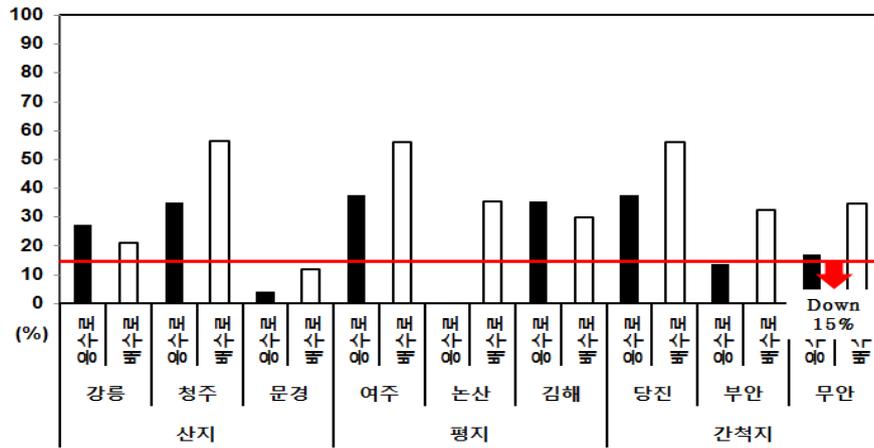
품질기준의 항목 중 최대치수는 산지지형의 문경지구 용수로를 제외하고는 모두 만족하였고, 5.0mm체 통과율과 소성지수는 모든 지형과 수로에서 만족하는 것으로 나타났다. 0.08mm체 통과율의 경우 산지지형의 문경지구 용수로와 배수로를 비롯한 평지 지형의 논산지구의 용수로, 간척지 지형의 부안지구 용수로에서 품질기준을 만족하였다. 모든 품질기준을 종합하면 산지지형의 문경지구 배수로와 평지 지형의 논산지구 용수로, 간척지 지형의 부안지구 용수로만이 흙쌓기 및 뒤채움용 재료의 품질기준에 만족하는 것으로 나타났다. 다음은 각 시료에 대한 품질기준 시험결과 그래프이다.



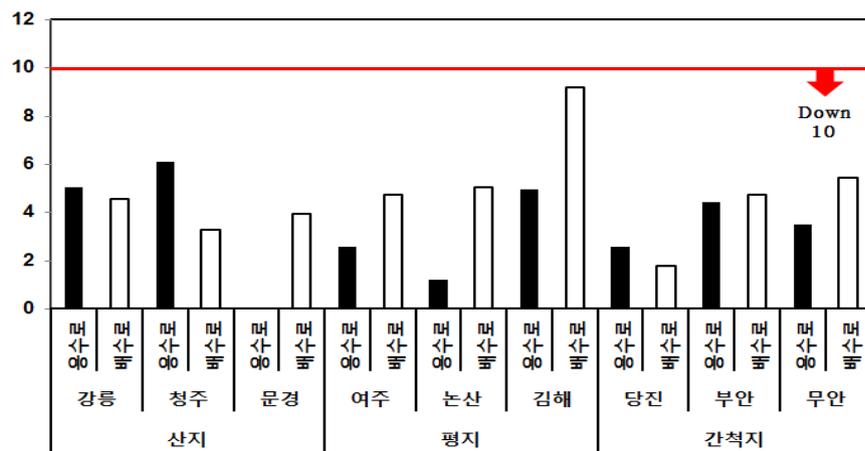
(그림 3-2-32) 최대치수



(그림 3-2-33) 5.0mm체 통과율



(그림 3-2-34) 0.08mm체 통과율



(그림 3-2-35) 소성지수

5. 구조적 형상 변화에 따른 시험 특성

5.1 시료 및 시험수로

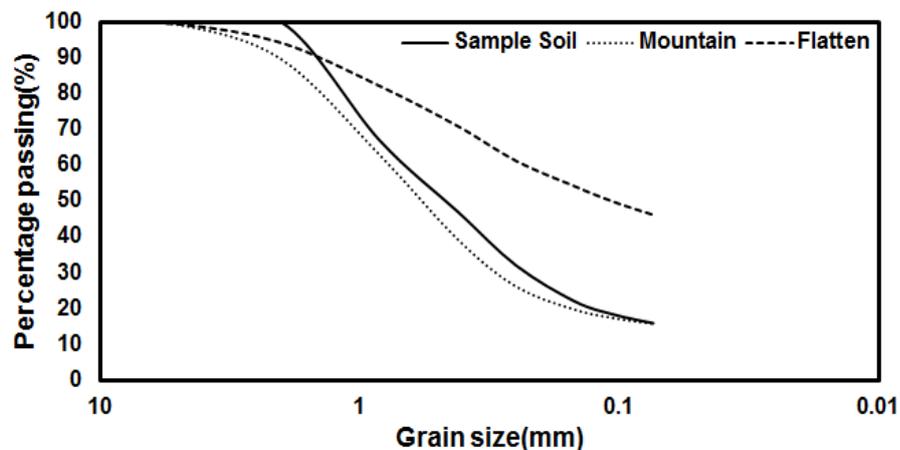
가. 시료

본 시험에 사용된 시료는 충북 청주시 청원구 A저수지 인근의 토사로 저수지로 유입되어 용·배수로에 퇴적되는 시료를 대상으로 선정하였으며, 물리·역학적 특성은 <표 3-2-22>과 같다. 시험에 사용된 시료는 통일분류상 SW-SM으로 분류되었으며, 0.074mm체 통과량은 10.5%이며 건조단위중량은 1.89t/m³인 것으로 나타났다.

<표 3-2-26> 시험시료의 물리·역학적 특성

Sample	Atterberg Limits (%)		Percentage of sieve passing (%)			γ_d (t/m ³)	GS	OMC (%)	USCS
	LL	PI	4.76mm	2.0mm	0.074mm				
	N.P	N.P	95.6	73.8	10.5	1.89	2.65	14.1	SW-SM

본 시험에 사용된 시료는 시험 대상의 주변지역에서 저수지로 유입되어 용수로에 퇴적되는 시료로 주변에서 구득이 용이하여 시험대상 시료로 선정하였다. Park et al. (2013)은 전국 용·배수로에 퇴적된 토사를 조사하여 산지, 평지, 간척지 농경지의 퇴적토사 입도를 조사하였다. 본 시험에 사용된 시료를 Park et al. (2013)이 연구한 결과와 비교하여 (그림 3-2-36)과 같이 도시하였다. 기존 연구에서 제시된 입도분포곡선과 비교하여 시험에 사용된 시료는 산지 농경지 퇴적토사와 유사한 것으로 나타났다.



(그림 3-2-36) 시험시료의 입도분포 곡선

나. 시험수로

용·배수로의 퇴적토사 특성을 파악하기 위한 현장시험 위치는 충북 청주시 청원구에 위치하고 있는 저수지 제체 하류의 여수토 침사지 부근으로 선정하여 충분한 용수의 공급이 가능하도록 선정하였다. 농업용수로 퇴적특성 연구를 위해 현장에서 제작된 시험용수로는 "농업생산정비사업계획설계기준"(2012)에 제시된 설계기준에 부합되도록 제작하였다. 현장부지의 용수로의 종류는 지선수로를 기준으로 단면의 크기와 기울기를 적용하였다. 현장에서 제작된 지선수로의 단면규격은 가로×세로×높이 60cm×60cm×60cm으로 과 동일하게 제작하였으며, 수로의 기울기는 산지에서 유입되는 시료의 입경을 자갈 (1/250)과 중점토 (1/150)임을 감안하여 1/200로 하였다.

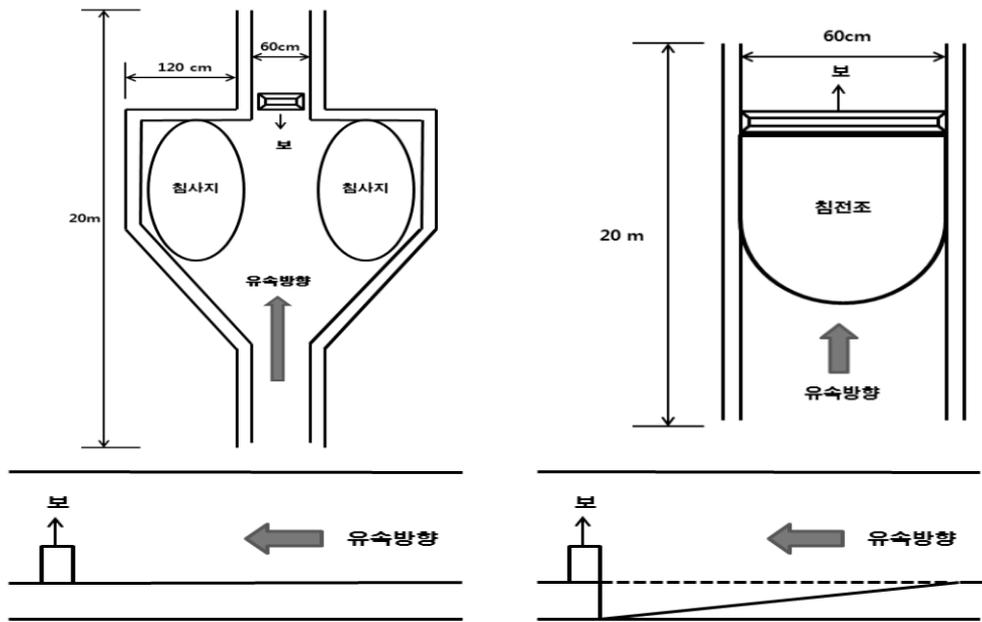
수로의 구조형상은 직선형 수로와 퇴적토사의 저감을 위한 수로의 구조적 형상을 다르게 2가지로 제안하여 총길이 각각 20m씩 현장에서 제작하였다. 기존 연구결과에서도 수로단면의 형상을 변화하여 물의 흐름에 큰 영향을 미치고 있다는 연구결과에서처럼 수로의 일정구간에 구조적 형상을 변화하여 토사퇴적을 유도할 수 있을 것으로 사료되어 침사지와 보를 설치하는 방법을 제안하였다.

퇴적토사 저감을 위한 콘크리트 수로의 구조적 형상을 2가지로 제안하여 (그림 3-2-37)에 평면도와 단면도를 나타낸 것이다. 콘크리트 제안수로 1안은 기존 콘크리트 수로의 구조형상에서 수로 유출부 끝단 3m 지점에서 일면 폭 120cm의 사다리꼴 형태로 단면형상을 확장하여 침사지를 설치하고 침사지와 직선형 유출부에는 20cm 높이의 보를 설치하였다. 콘크리트 제안 수로 2안은 기존 콘크리트 수로의 구조형상과 동일한 직선형이지만, 유출부 끝부분 3m 지점에서 기존 수로 바닥면보다 5cm 낮은 침사지와 20cm 높이의 보를 설치하여 제안하였다.

퇴적토사 저감을 위한 흙 수로의 구조적 형상을 2가지로 제안하여 (그림 3-2-38)과 같이 평면도와 단면도를 나타낸 것이다. 흙 수로의 경우 환경부 비점오염원의 제거를 위한 시험제안 수로로 본 시험에 적용하여 비점오염원과 퇴적토사의 유출 방지 효과를 파악하기 위하여 적용하였다.

시험시공에 적용한 흙 수로는 환경부 저영향개발기법에서 적용한 수로로 물순환 상태를 자연친화적인 기법을 활용하여 최대한 개발 이전에 가깝게 유지하도록 하는 식생형 시설로 수로내 식생을 통한 강우 유출수 여과, 토양으로의 침투 등의 기작으로 강우 유출수 내 오염물질을 제거하는 시설로 개발된 수로이다. 본 시험시공에서는 수로내 식생을 제외한 퇴적토사 저감 효과를 파악하기 위하여 적용하였다.

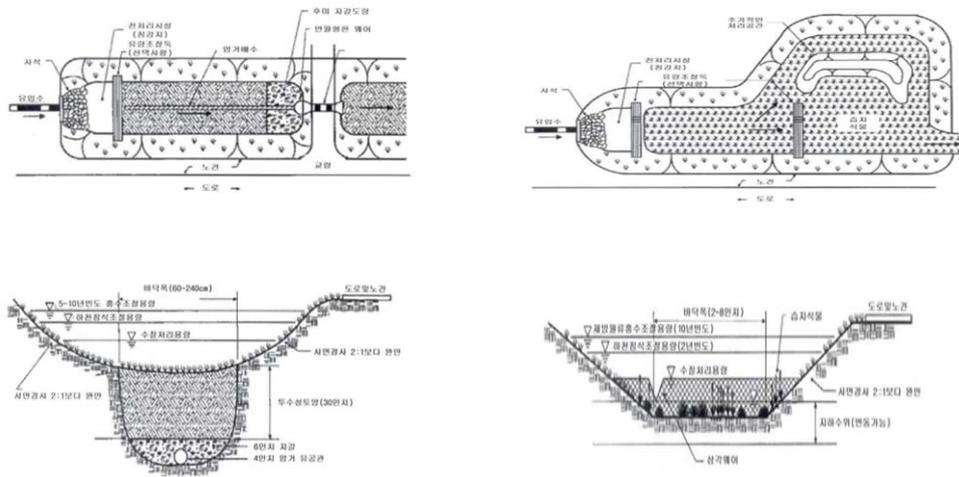
흙 수로는 시험시 물의 접촉으로 인한 사면의 침식을 예방하기 위하여 쏘일 시멘트를 이용하여 조성하였다. 모든 흙 수로의 길이는 20m로 콘크리트 수로와 동일하게 제작하였으며, 바닥면의 폭은 60cm로 하였다. 제안 흙 수로 1의 경우는 기존 직선형 흙 수로와 규격은 동일하지만 바닥면에 투수성 토양과 자갈을 포설하여 처리하였다. 제안 흙 수로 2는 수로 바닥면의 폭을 기존 흙 수로의 1/2로 좁게 만들어 30cm로 윤변을 축소하였으며, 10m 지점에서 수로의 한쪽면을 넓게 확장하여 침사지를 설치한 후 배수 되도록 제안하였다.



(a) 제안 콘크리트 수로 1

(b) 제안 콘크리트 수로 2

(그림 3-2-37) 제안 콘크리트 수로의 단면도



(a) 제안 흙 수로 1

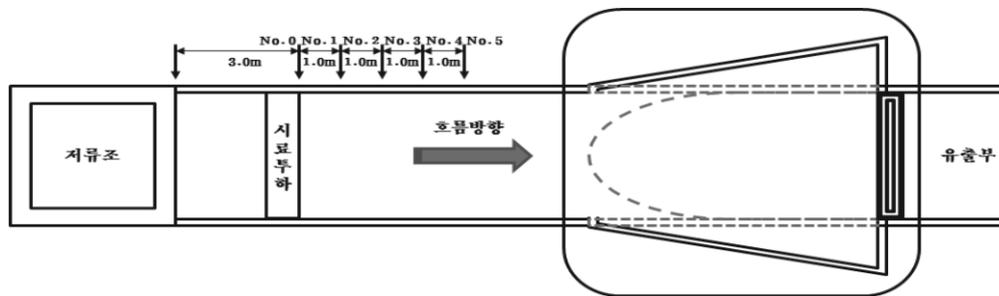
(b) 제안 흙 수로 2

(그림 3-2-38) 제안 흙 수로의 단면도

5.2 시험방법

가. 현장시험 측정방법

현장 시험 시 각 수로별로 토사의 퇴적높이, 유속, 부유사 유출부 도달시간, 부유사 농도를 측정하였다. 시험조건은 각 수로별 측정 항목의 위치를 나타낸 것이다. 용수가 유입되는 저류조에서 물의 흐름이 안정화되는 3.0m지점에서 시료 투하지점으로 결정하였으며, 시료 투하지점에서 각 구간은 1m 간격으로 총 5개 구간으로 구분하였다. 예비시험에서 5구간 이하에서는 퇴적토사의 분포변화와 유속의 변화가 가장 적은 것으로 나타났다.



(그림 3-2-39) 시험조건

나. 현장시험 절차

(그림 3-2-40)은 시료투하 사진으로 #10(2.0mm)의 메쉬로 제작된 60cm×60cm의 체에 시료를 넣은 후 물을 분사하여 체를 통과한 시료를 수로에 투하하였다. 일반적인 방법은 아니지만 대량의 습윤상태 시료를 공칭치수 2.0mm체로 체가름 하는 것이 어려워 본 시험에서는 수세법과 동일한 방법을 이용하는 시료를 투하하였다. 부유사 채취는 수로의 말단에 설치된 수문까지 도달하는 시간을 측정하고, 수문에 도달하는 시간을 기준으로 부유사 도달시간을 벗어나지 않는 범위에서 평균시간을 측정하여 추가 채수시간 간격을 결정하여 채수하였다. 수로 내 유속측정사진으로 부유사와 퇴적토사의 움직임이 완전히 멈춘 후 1m씩 구간을 나누어 한 구간에서 유속을 15회 측정하여 평균값을 사용하였다. 유속 측정이 완료된 후 물의 흐름을 완전히 멈춘 후 시료 투하 지점부터 0.2m 간격으로 퇴적높이를 측정한 후, 수로 내 물을 완전히 배수 시킨 후 1m씩 간격으로 시료를 채취하였다.



(a) 시료 투하



(b) 부유사 채취



(c) 수로별 유속 측정



(d) 지점별 시료 채취

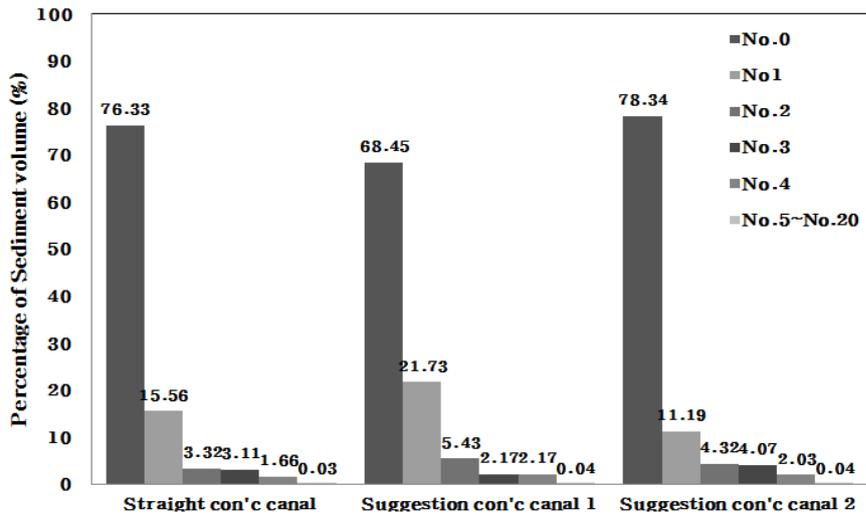
(그림 3-2-40) 시험순서

5.3 결과 및 고찰

가. 콘크리트 수로

(1) 퇴적토사 분포비율

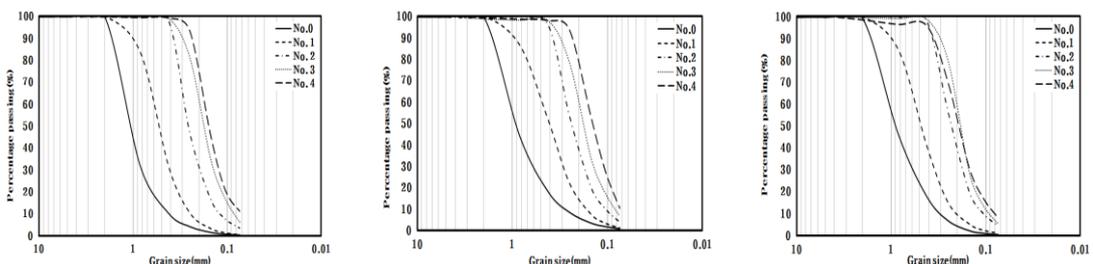
(그림 3-2-41)은 콘크리트 수로의 종류에 따른 퇴적토사 분포를 구간별로 측정하여 퇴적분포 비율로 환산하여 나타낸 것이다. 직선형 콘크리트 수로와 제안 콘크리트 수로 1과 제안 콘크리트 수로 2의 퇴적양상은 시료의 투하지점 No. 0 지점에서 최대를 보이는 유사한 경향을 보였으며, 측정지점 No. 3 이하에서는 퇴적이 거의 없는 것으로 나타났다. 콘크리트 수로별 측정지점 No. 1(2m) 이하에서는 퇴적비율 변화가 직선형 콘크리트 수로는 7.9%, 제안 콘크리트 수로 1은 9.8%, 제안 콘크리트 수로 2는 10.5%로 큰 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다.



(그림 3-2-41) 콘크리트 수로별 퇴적분포 비율

(2) 입도분포

(그림 3-2-42)는 콘크리트 수로의 구간별로 채취한 시료의 입도분포곡선을 나타낸 것이다. 콘크리트 수로의 종류에 따른 입도분포곡선은 하류측으로 갈수록 입경의 크기가 감소하고 있는 것으로 나타났으며, 하류측에서의 입도차이도 크지 않은 것으로 나타났다. 직선형 콘크리트 수로와 제안 콘크리트 수로 1은 측정지점 No. 2 ~ No. 4 입도의 차이를 보이고 있지만, 제안 콘크리트 수로 2에서는 큰 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다. 지면의 내용에는 없지만 입도양호를 파악한 결과 균등계수 (C_u)를 기준으로 $4 < C_u < 6$ 의 범위에서 4이하의 값으로 입경이 균등하게 분포하는 것으로 나타났으며, 곡률계수 (C_g)를 기준으로 $1 < C_g < 3$ 의 범위를 만족하는 것으로 나타나 전체적으로는 입도가 양호하지 않은 상태임을 알 수 있었다. 이는 하류측 토립자의 입경별로 유속에 의한 이송거리가 짧아져 세립의 퇴적토사 입경이 유사하게 나타난 것으로 사료된다.

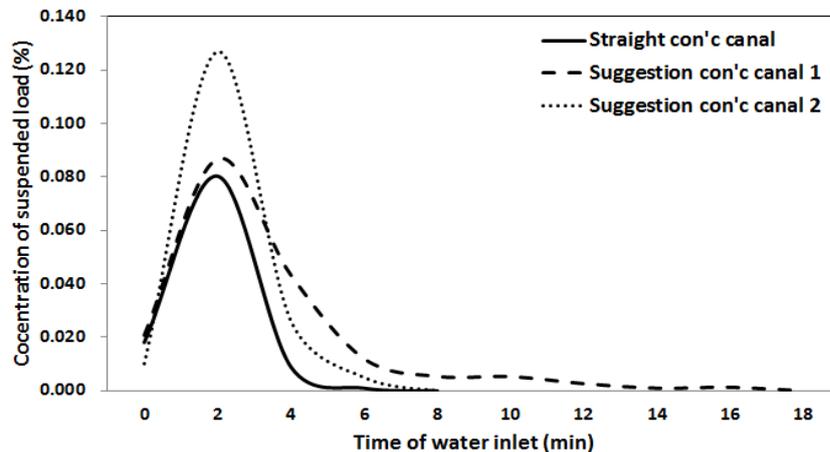


(a) 직선형 콘크리트 수로 (b) 제안 콘크리트 수로 1 (c) 제안 콘크리트 수로 2

(그림 3-2-42) 측정위치에 따른 콘크리트 수로의 입도분포곡선

(3) 부유사

콘크리트 수로에 시료를 투하하면서 발생하는 부유사의 농도의 변화를 측정하여 (그림 3-2-43)과 같다. 부유사 채수 시간간격은 유출부 최초 도달시간을 고려하여 2분 간격으로 채수하여 부유사 농도를 계산하였다. 콘크리트 수로별 부유사 농도의 변화는 유출시작 4분 전·후 최대 농도값을 보여주고 있으며, 환경기준 I 등급 부유사 농도 (25mg/L)를 기준으로 수로에서 발생하는 부유사는 직선형 콘크리트 수로와 제안 콘크리트 수로 2번은 유출시점 6분 이후, 제안 콘크리트 수로 1번은 14분 이후부터 허용값을 만족하여 기준이상의 농도 지속시간은 각각 6분과 14분이 소요되는 것으로 나타났다. 또한, 유출 4분 전·후의 최대 농도값은 직선형 콘크리트 수로보다 제안 콘크리트 수로 2번의 농도가 50%이상 큰 것으로 나타났다. 이는 수로의 구조적형상 변화가 물의 흐름에 영향을 주어 부유사 체류시간이 길어지면서 나타난 것으로 사료된다.

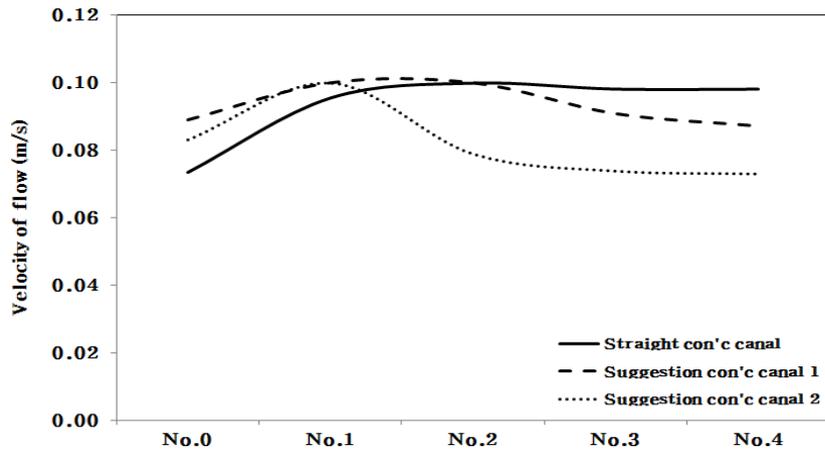


(그림 3-2-43) 채수시간에 따른 콘크리트 수로별 부유사 농도 변화

(4) 유속

(그림 3-2-44)는 콘크리트 수로의 종류에 따른 측정지점별 유속의 변화를 나타낸 것이다. 직선형 콘크리트 수로는 하류측에서 수렴하는 것으로 나타났지만, 제안 콘크리트 수로는 감소하는 것으로 나타났다. 최초 지점의 유속에 비해 직선형 콘크리트 수로는 34.2% 증가 후 일정한 것으로 나타났지만, 제안 콘크리트 수로 1은 2.3%, 제안 콘크리트 수로 2는 12.1% 감소하는 것으로 나타났다.

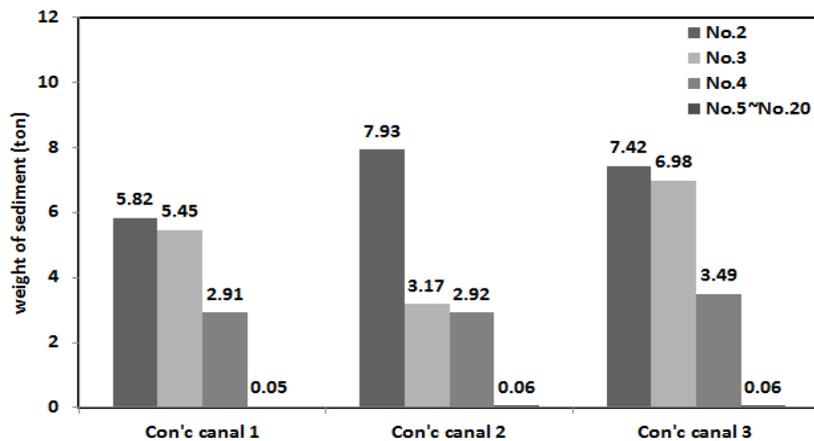
각 수로별 유속의 변화는 큰 입경을 토립자의 이송거리에 따른 수로별 퇴적비율에 큰 영향을 주지 않는 것으로 나타났다. 하지만, 부유사 체류시간 및 농도의 변화는 직선형 콘크리트 수로보다는 구조적형상이 변화된 제안 콘크리트 수로에서 체류시간과 농도는 증가하였고, 특히 제안 콘크리트 수로 2는 하류측 입도에서 큰 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다.



(그림 3-2-44) 콘크리트 수로별 유속의 변화

(5) 콘크리트 수로의 관개기간 동안의 퇴적량 비교

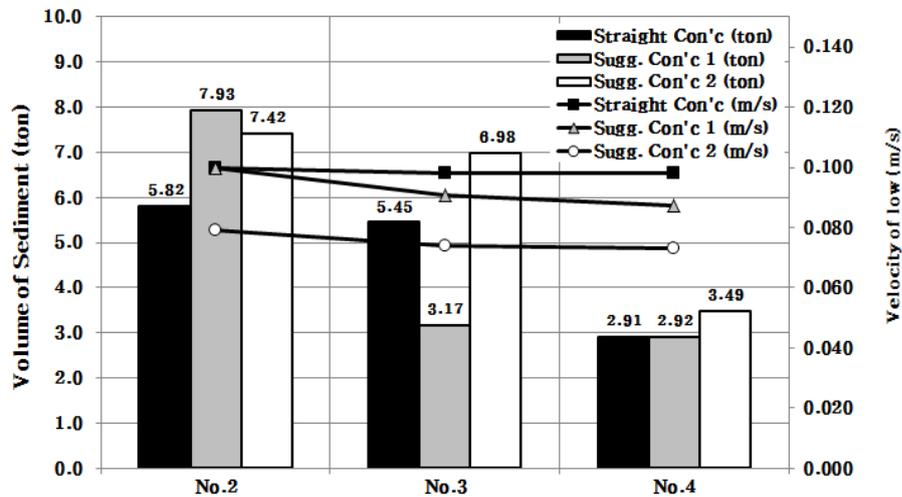
(그림 3-2-45)는 관개기간동안 콘크리트 수로별로 퇴적된 토사량을 비교한 것이다. 우리나라 농업용 저수지는 4월 중순부터 못자리 용수를 공급하기 시작하여 9월말에 종료하게 되며, 관개량은 작물의 생육단계에 따라 시기별로 많은 변화를 보이고 있다. 수로의 구조적 형상에 따른 퇴적토사량의 분포를 전체 농업용수 공급기간으로 고려하여 비교하기 위하여, 관개기 용수 공급량이 시기별로 일정하다는 가정으로 4월부터 9월까지 6개월 동안 수로에 퇴적된 토사량으로 환산하여 비교하였다. 비교결과는 수로별 측정 지점에서 입경이 가장 크고 변화 경향이 뚜렷한 No. 1번과 No. 2번은 제외한 세립토의 퇴적량만을 비교하였다. 관개기간 동안의 환산 퇴적량은 직선형 콘크리트 수로는 14.2톤, 제안 콘크리트 수로 1번은 14.1톤, 제안 콘크리트 수로 2번은 18.0톤으로 구조적 형상을 변화시킨 수로에서 퇴적량이 조금 더 크게 퇴적되는 것으로 나타났다.



(그림 3-2-45) 관개기 동안의 콘크리트 수로별 퇴적 토사량

(6) 콘크리트 수로의 유속과 퇴적분포 관계

(그림 3-2-46)은 콘크리트 수로의 유속과 퇴적량 관계를 나타낸 것이다. No. 0부터 No. 1까지 상승과 하락을 반복하던 유속은 No.2지점부터는 안정화되어 직선형 콘크리트 수로는 약 0.10m/s, 제안 콘크리트 수로 1번은 약 0.09m/s, 제안 콘크리트 수로 2번은 약 0.07m/s를 유지하였다. 직선형 콘크리트 수로와 제안 콘크리트 수로의 유속변화는 큰 차이를 보이지 않고 있음을 알 수 있다. 토사 퇴적량은 제안 콘크리트 수로에서 다소 큰 것으로 나타나고 있지만, 하류측으로 갈수록 큰 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다. 토사의 이송거리가 유속과 입경에 따라 차이를 보인다고 할 때, 제안 콘크리트 수로에서 다소 작은 입경의 토사 분포비율이 많았기 때문으로 사료된다.

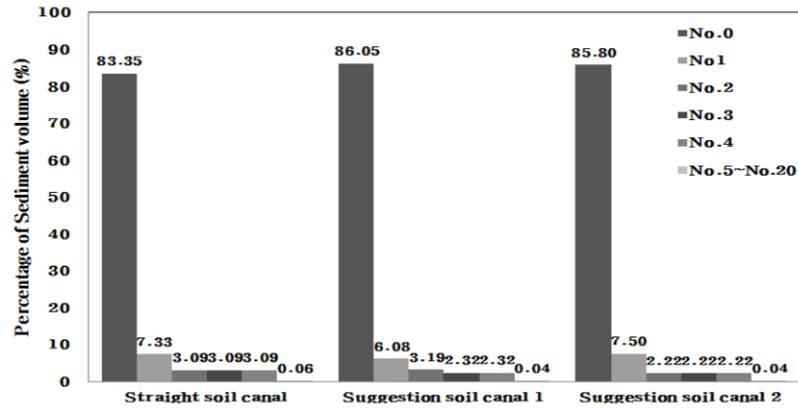


(그림 3-2-46) 콘크리트 수로별 유속의 변화에 따른 퇴적량 관계

나. 흙 수로

(1) 퇴적토사 분포비율

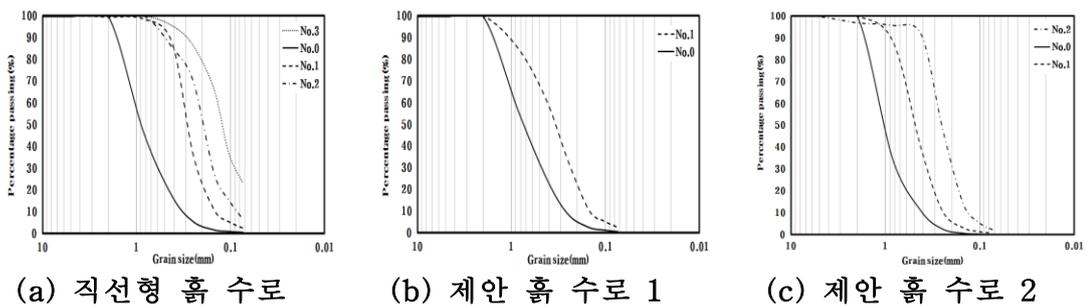
(그림 3-2-47)은 흙 수로의 종류에 따른 퇴적토사 분포를 구간별로 측정하여 퇴적분포 비율로 환산하여 나타낸 것이다. 직선형 흙 수로와 제안 흙 수로 1과 제안 흙 수로 2의 퇴적양상은 시료의 투하지점 No. 0 지점에서 최대를 보이는 유사한 경향을 보였으며, 측정지점 No. 2 이하에서는 퇴적비율이 미미한 것으로 나타났다. 흙 수로별 측정지점 No. 1(2m) 이하에서는 퇴적비율 변화가 직선형 흙 수로는 9.3%, 제안 흙 수로 1은 7.9%, 콘크리트 제안 흙 수로 2는 6.7%로 큰 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다.



(그림 3-2-47) 흙 수로별 퇴적분포 비율

(2) 입도분포

(그림 3-2-48)은 흙 수로의 구간별로 채취한 시료의 입도분포곡선을 나타낸 것이다. 흙 수로의 종류에 따른 입도분포곡선은 하류측으로 갈수록 입경의 크기가 감소하고 있는 것으로 나타났다. 콘크리트 수로는 바닥면에서 시료를 채취하는 것이 양호한 반면 흙 수로에서는 반복시험에 의한 원바닥면과 팽창으로 퇴적된 토사 채취에 어려움이 있어 채취 가능한 구간에서의 입도분포곡선만을 측정하여 나타내었다. 지면의 내용에는 없지만 입도양호를 파악한 결과, 균등계수 (C_u)의 범위보다 작은 값을 보였으며 곡률계수 (C_g)의 기준은 만족하는 것으로 나타나 전체적으로는 입도가 양호하지 않은 상태임을 알 수 있었다. 흙 수로도 유속에 의한 토립자 이송거리가 짧아졌기 때문인 것으로 사료된다.

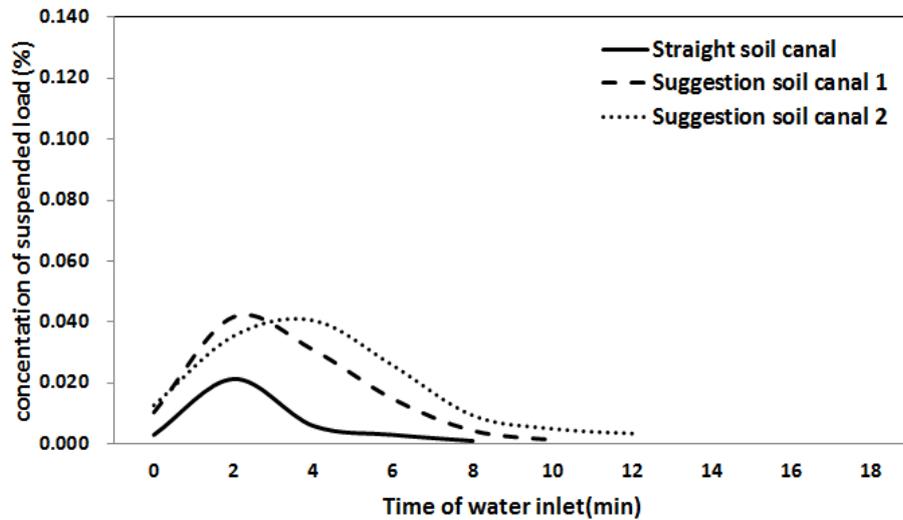


(그림 3-2-48) 흙 수로별 지점별 입도분포곡선

(3) 부유사

흙 수로에 시료를 투하하면서 발생하는 부유사의 농도의 변화를 측정하여 (그림 3-2-49)와 같다. 부유사 채수 시간간격은 콘크리트 수로와 동일하게 실시하였다. 흙

수로별 부유사 농도의 변화는 유출시작 4분 전·후에서 직선형 흠 수로와 제안 흠 수로 2번에서 최대 농도값을 보여주고 있으며, 제안 흠 수로 1번은 6분 전·후에서 최대 농도값이 나타났다. 환경기준 I 등급 부유사 농도(25mg/L)를 기준으로 수로에서 발생하는 부유사는 직선형 흠 수로는 출시점 6분 이후, 제안 흠 수로 1번은 출시점 10분 이후, 제안 흠 수로 2번은 12분 이후부터 허용값을 만족하여 기준이상의 농도 지속시간은 각각 8분과 10분, 12분이 소요되는 것으로 나타났다. 또한, 직선형 흠 수로보다 제안 흠 수로 1과 2의 농도가 50%이상 큰 것으로 나타났다. 이는 수로의 구조적형상 변화가 물의 흐름에 영향을 주어 부유사 체류시간이 길어지면서 나타난 것으로 사료된다.

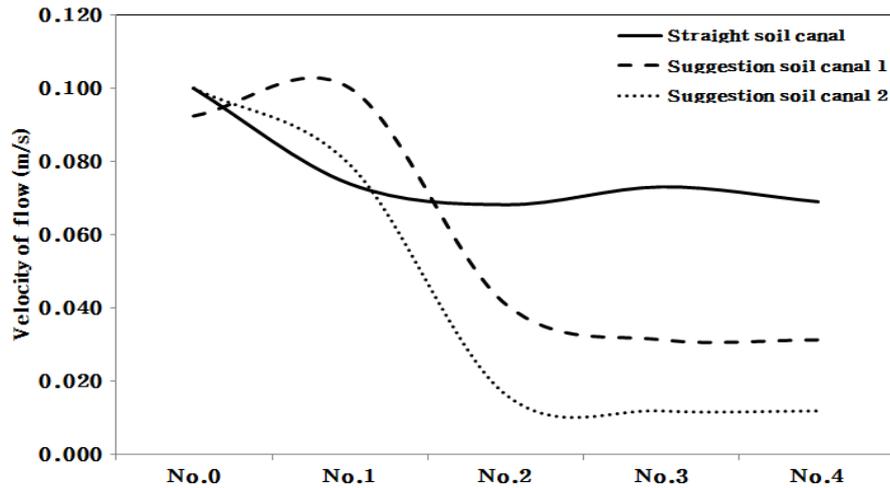


(그림 3-2-49) 채수시간에 따른 흠 수로별 부유사 농도 변화

(4) 유속

(그림 3-2-50)은 흠 수로의 종류에 따른 측정지점별 유속의 변화를 나타낸 것이다. 직선형 흠 수로와 제안 흠 수로에서 하류측으로 갈수록 유속이 감소하는 것으로 나타났다. 최초 지점의 유속에 비해 직선형 흠 수로는 31%, 제안 흠 수로 1은 66.3%, 제안 흠 수로 2는 88.0% 감소하는 것으로 나타났다.

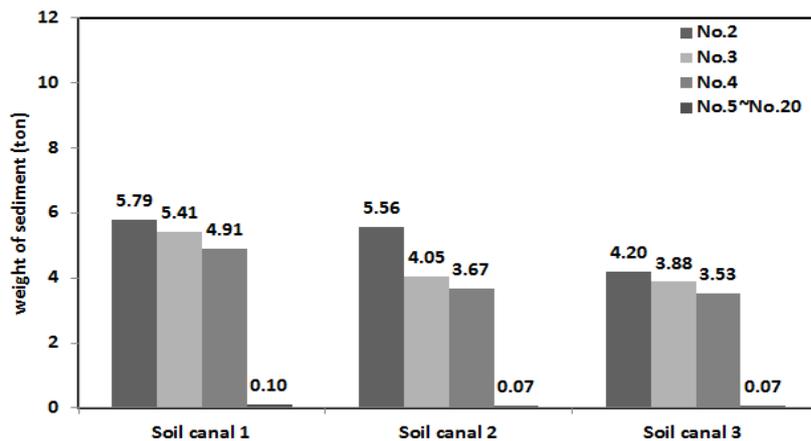
각 수로별 유속의 변화는 큰 입경을 토립자의 이송거리에 따른 수로별 퇴적비율에 큰 영향을 주지 않는 것으로 나타났다. 하지만, 부유사 체류시간 및 농도의 변화는 직선형 흠 수로보다는 구조적형상이 변화된 제안 흠 수로에서 체류시간과 농도는 증가하는 것으로 나타났다. 또한, 입도분포의 경우 시료 채취의 제한으로 수로별 큰 특징을 파악할 수 없었다. 흠 수로의 경우 콘크리트 수로보다 큰 조도계수와 제안된 흠 수로의 바닥면 조도계수와 구조적 형상 변화가 전체적인 유속을 감소시키는 원인으로 작용한 것으로 사료되며, 오랜 시간의 변화를 고려한다면 유속 감소와 부유사 체류시간을 증가시켜 부유사 퇴적에 영향을 미칠 수 있을 것으로 사료된다.



(그림 3-2-50) 콘크리트 수로별 유속의 변화

(5) 흙 수로의 관개기간 동안의 퇴적량 비교

흙 수로에서의 관개기간 동안의 환산 퇴적량을 No. 1번과 No. 2번은 제외한 세립토의 퇴적량만을 비교하였다. 관개기간 동안의 환산 퇴적량은 직선형 흙 수로는 16.2톤, 제안 흙 수로 1번은 13.4톤, 제안 흙 수로 2번은 11.7톤으로 구조적 형상을 변화시킨 수로에서 퇴적량이 더 작은 것으로 나타났다. 직선형 흙 수로보다 제안 흙 수로의 관개기 동안 토사퇴적을 저감시키는 효과가 더 미비한 것으로 나타났다. (그림 3-2-51)은 콘크리트 수로의 하류지점 퇴적분포 비율과 부유사 농도의 변화를 나타낸 것이다.

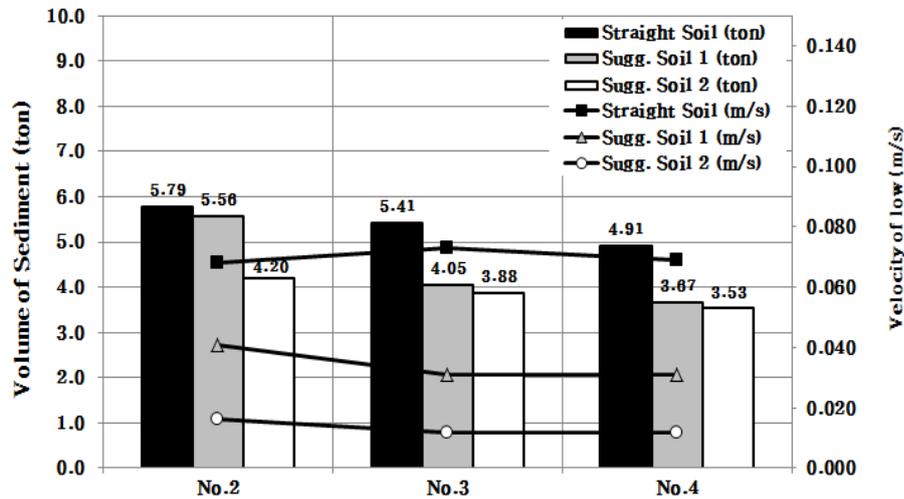


(그림 3-2-51) 관개기 동안의 흙 수로별 퇴적 토사량

(6) 흙 수로의 유속과 퇴적분포 관계

(그림 3-2-52)는 흙 수로의 유속과 퇴적량 관계를 나타낸 것이다. 유속 크기는 직선형 흙 수로, 제안 흙 수로 1번, 제안 흙 수로 2번의 순이며, 하류측으로 갈수록 모든

수로에서 큰 변화를 보이지 않는 것으로 나타났다. 제안 흙 수로에서 하류측에서 유속이 작은 반면 퇴적량의 변화가 크지 않은 것으로 나타나 제안 흙 수로에서는 유속에 따른 퇴적량이 큰 영향을 주지 않고 있는 것으로 사료된다.



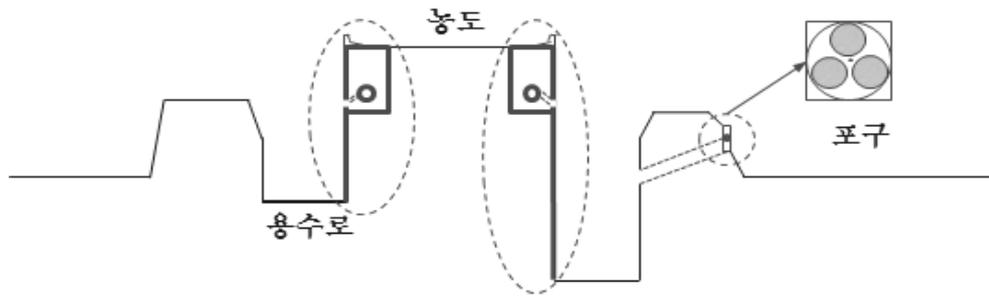
(그림 3-2-52) 흙 수로별 유속의 변화에 따른 퇴적량 관계

6. 농업용 수로의 비구조적 형상 제안

6.1 퇴적토사 유입 억제를 위한 비구조적 수로 제안

가. 수로의 단면높이를 조정하는 방법

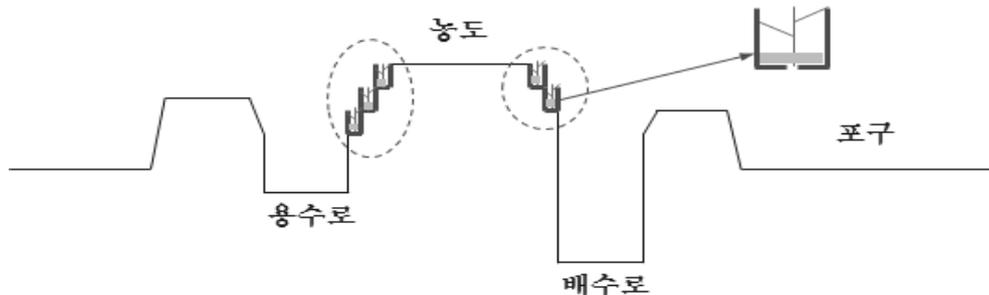
강우시 표면침식과 사면부분의 토사 유입을 방지하기 위하여 수로의 외벽 높이를 농도와 동일한 높이까지 제작하는 것으로 경작자와 농업기계의 이탈을 방지하기 위하여 농도와 배수로 외벽이 접합부분에 다이크를 설치하는 방법이다. 이 경우 간선노선과 접하는 구간에서 설치가 가능할 것으로 사료되며, 설치시 간선도로의 횡단경사를 고려해야 하면, 노면의 빗물을 배수하기 위하여 일정한 간격으로 길어깨의 통수량과 같은 지점에서 집수정의 유량을 고려한 설치가 필요하다. 또한, 농경지에서 배수되는 동안 농경지 세립토가 용·배수로로 유입되는 것을 방지하기 위하여 배수구 부분에 회전식 스크린을 설치하여 세립토를 차단할 수 있는 그물막을 설치하며, 그물막의 클로킹 현상이 발생할 경우 회전시켜 다른 스크린으로 대체가 용이하도록 하여 배수를 유도하는 방법을 제안하였다. (그림 3-2-53)은 수로의 단면높이와 배수구 조절장치를 설명한 것이다.



(그림 3-2-53) 수로의 단면 높이와 노면배수시설을 이용하는 방법

나. 식생블럭을 이용한 사면을 보호하는 방법

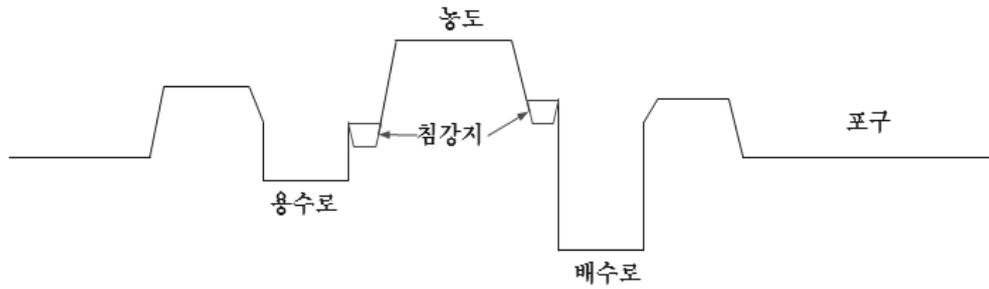
농도와 용·배수로 사이의 사면구간을 계단식 식생 블록을 이용하여 사면의 토사와 농도의 토사 유입을 억제할 수 있으며, 주변 환경과의 조화 및 강우에 의한 표면침식으로 인한 유입 토사를 계단식 식생 블록에서 차단할 수 있는 방법이다. 간선 및 지선의 농도와 용·배수로가 접하는 부분에 적용이 가능할 것으로 사료된다. 간선과 지선의 구조형식에 맞는 식생블록의 크기별 제작이 고려되어야 하며, 식생블럭 내부로 강우의 유입시 흘러 넘치는 경우 토석류가 용·배수로 내부로 유입될 수 있으므로 식생블럭 하부에 배수구멍을 통한 배수와 계단식으로 설치시 식생블럭간의 견고한 맞물림을 고려해야 설치가 필요하다. (그림 3-2-54)는 계단식 식생 블록을 이용하는 방법을 설명한 것이다.



(그림 3-2-54) 계단식 식생 블록을 이용하는 방법

다. 침강지를 이용하는 방법

농도와 용·배수로 사이의 사면구간 하부에 우수 침강시설을 설치하여 강우시 유입되는 토사와 강우를 침강지에 차집하여 임시저장 및 침투를 통해 토사 유입을 억제할 수 있는 방법이다. 비교적 많은 토지를 필요로 하게 되므로 농도 폭의 조정 및 사면기울기 조정이 필요하며, 완충작용을 하는 침강지가 폭이 클수록 용이하며, 강우 유입시 침강지 내에서 균일한 침투가 이루어질 수 있도록 고려하여 설치가 필요하다. (그림 3-2-55)는 용·배수로 인접부에 침강지를 이용하는 방법을 설명한 것이다.



(그림 3-2-55) 침강지를 이용하는 방법

7. 요약 및 결론

본 장에서는 지형별, 지역별, 위치별로 9개 지구를 선정하여 물리적 특성과 유기물함량, 중금속함량을 분석하여 퇴적토사의 재활용 방안을 검토하였고, RUSLE법을 통해 선정지구의 토사 퇴적량을 예측하여 실제 준설량과 비교·분석하였다. 또한, 현장시험 시공을 통하여 수로의 유형에 따른 퇴적토사의 분포양상과 특성을 분석하였다. 본 장의 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

- ① 통일 분류법으로 분류된 흙의 종류는 대부분 SM인 실트질 모래로 분류되었다. 지형별 입도분포곡선은 간척지지형의 용수로와 배수로에서 가장 작은 입도의 크기를 나타내며, 평지지형과 산지지형의 순으로 입도의 크기가 커지는 것으로 나타났다. 수로별 입도분포곡선은 배수로의 입도크기가 용수로의 입도크기보다 작은 것으로 나타났고, 모든 지형의 용수로에서는 비슷한 입도분포곡선을 나타냈지만, 배수로의 경우 산지지형과 평지지형, 간척지지형 순으로 입도의 크기가 점점 작아지는 것으로 나타났다.
- ② 입도분포곡선을 통해 알 수 있는 입도의 양호 판정은 용수로와 배수로를 포함한 18개 지점에서 90%에 달하는 지점이 양입도로 판정되었으며, 입도분포는 30% 정도만 양호한 입도분포를 가진 것으로 나타났다.
- ② 지형별 유기물함량은 산지지형에서 가장 큰 유기물함량이 나타났으며, 평지지형과 간척지지형에서는 비슷한 유기물함량이 나타났다. 수로별 유기물함량은 용수로와 배수로에서 비슷한 유기물함량이 나타났지만, 배수로에서 용수로보다 약 0.5%정도 큰 수치가 나타났다.
- ③ 흙쌓기 및 뒤채움용 재료로써의 재활용 가능성은 지형과 수로별로 나눈 18개의 지점 중 3개의 지점에서만 가능한 것으로 나타났으며, 중금속함량은 토양환경보전법의 토양오염우려기준과 토양오염대책기준에 모두 만족하는 것으로 나타났다.

- ④ RUSLE법을 통해 산출된 퇴적량과 한국농어촌공사에서 실시한 실제 준설량과의 비교 결과 큰 차이를 보이는 것으로 나타났다. 이는 RUSLE법은 주로 산림지역의 토사유실량을 산정하기 위해 이용되어 평지와 간척지의 경우는 적당하지 않은 것으로 판단되며, 차후 평지 및 간척지 용·배수로의 퇴적토사를 예측하기 위한 새로운 모델이 개발되어야 할 것으로 판단된다.
- ⑤ 토사의 퇴적을 저감시키기 위한 수로를 조사한 결과,수로 자체를 변형시킨 것이 아닌 논의 배수구에 손쉽게 설치할 수 있는 담수위 조절형 토사유출 저감 물꼬를 사용하는 것으로 나타났다. 또한, 퇴적토사 방지 혹은 저감을 위한 구조물은 수로를 직접 개선하는 방법은 많이 제시되어 있지 않고,수로로 유실되는 토사를 방지하기 위한 구조물이나 방법이 주로 제시되며 사용되고 있다. 용수지거 등 말단부의 수로 단면이 작고 퇴적과 침식 등에 대하여 조도 계수가 증가하여 통수 능력이 감소되며 용수지거의 수위가 필지의 표고보다 낮은 부분이 발생하여 경지 내에 급수가 원활하지 않은 등 문제가 발생하고 있는 것으로 나타났다.
- ⑥ 퇴적 토사 저감을 위한 운영시스템 분석 결과, 물 관리 기술은 다른 산업기술에 비해 낙후된 수준에 머물고 있었으며 현대적인 농업용수 관리 시스템을 도입하여 우리나라의 농업여건에 적합하도록 개발하여야 할 것으로 판단된다. 또한, 분수공, 제수문 등 수리 구조물이 노후 되거나 파손되어 제 기능을 발휘하지 못하여 효과적인 제수가 어려우며, 지속적인 유지보수 및 관리가 이루어지지 않아, 그 기능이 크게 낙후된 것 등 문제를 안고 있는 것으로 나타났다.
- ⑦ 콘크리트 수로는 토사 퇴적량이 직선형 콘크리트 수로보다 제안 콘크리트 수로에서 크게 나타났고, 하류측으로 갈수록 큰 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다. 흙 수로는 수로별 큰 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다. 하지만, 농업용 저수지 물관리 특성상 미세립자가 퇴적되는 저수지 바닥구간에서의 준설이 어려우며, 취수탑 및 복통을 이용한 취수 시 조립토의 이송은 제한적이며, 세립토의 유실이 큰 특성이 있다.
- ⑧ 따라서, 용·배수로의 구조적 형상 변화는 콘크리트 수로와 흙 수로에서 조립토의 퇴적변화에서 큰 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다. 부유사 농도의 변화는 콘크리트 수로와 흙 수로에서 제안수로에서 최대 농도값이 더 큰 것으로 나타났지만, 부유사의 침강 특성이 유속의 급속한 감소와 입경에 따라 침강 퇴적 속도의 차이를 보이기 때문에 부유사에 함유된 입경의 분석과 비율 파악에 대한 연구가 더 필요한 것으로 사료된다.

제 3 절 농업용 수로의 한국형 적정 수초·토사제거 상용화 기술 개발

1. 서 론

국내 농촌인구의 고령화, 인구감소 등으로 인하여 전통적인 인력에 의한 농수로의 수초 및 토사제거 작업은 어려운 실정이며 또한, 농업작업의 전반적인 기계화·자동화 기술개발과 달리 사람의 노동력으로 작업함으로 해서 현재, 지자체 및 한국농어촌공사의 최대 농업인 민원사항이 되고 있다. 국내 수초제거기 기술개발은 한국농어촌공사 농어촌연구원에서 2001년 해외의 수초제거기(커터형)에 기초하여 수로용 수초제거기를 개발하였으나, 커터 칼날이 나무 혹은 철근 등에 끼어 작동이 안되는 현상이 발생하는 등 현장 실용화에 미흡하였으며, 2008년 수초제거기를 개발, 보급하였으나, 굴삭기에 부착한 형태에 수로의 폭과 작업환경의 제한되고 수로 수초의 절단력의 부족 등으로 그 효과가 미흡하여 활용이 저조한 상태이다.

선진국의 경우, 초생수로에 대해서 다양한 형태로 수초제거기술을 개발하여 실용화함으로써 환경 친화적인 수로(용수로, 배수로) 제초관리를 실시하고 있으며 특히, 네덜란드와 미국의 경우, 농수로의 수초제거는 전문 수초제거기에 의해 효율적으로 실시하여 수자원의 절약과 홍수, 가뭄 시 수로가 물길로서의 기능을 수행하도록 관리하고 있다. 수초제거에 있어서 Mowing bucket type, Frail mower type, Rake type, Small mowing boat type 등 다양한 형태로 각국의 실정에 맞는 수초제거기를 개발하여 실용화함으로써 환경 친화적인 수로의 제초관리를 실시하고 있다. 네덜란드와 미국에서는 수초제거기를 개발하여 제초작업에 이용되고 있으며 특히, 버킷타입(Mowing bucket type)은 주로 트랙터에 붐과 함께 부착시켜 수초제거 전용기로서 사용하고 있으며, 도리깨 타입(Frail mower type)은 수면 밖에서만 작업을 할 수 있으며 주로 수로의 비탈면이나 또는 도로주변의 잡초 및 잡목을 제거하는 장비를 개발하여 사용하고 있다. 이에 수로 관리기술의 선진국인 유럽과 미국의 수로관리 전문기관(네덜란드의 Waterschappen 과 미국의 Irrigation District 등)과 주관 연구기관인 한국농어촌공사 농어촌연구원이 기술개발 공조를 위한 기술교류가 이루어지지 않는 못하였으나 본연구의 참여기업((주)한아SS)의 성공적인 기술개발로 기술력의 격차를 좁힐 수 있었다.



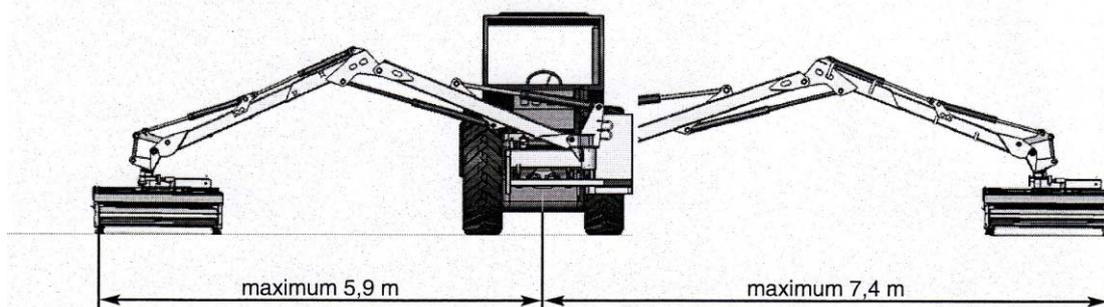
(그림 3-3-1) Mowing bucket type



(그림 3-3-2) Frail mower type

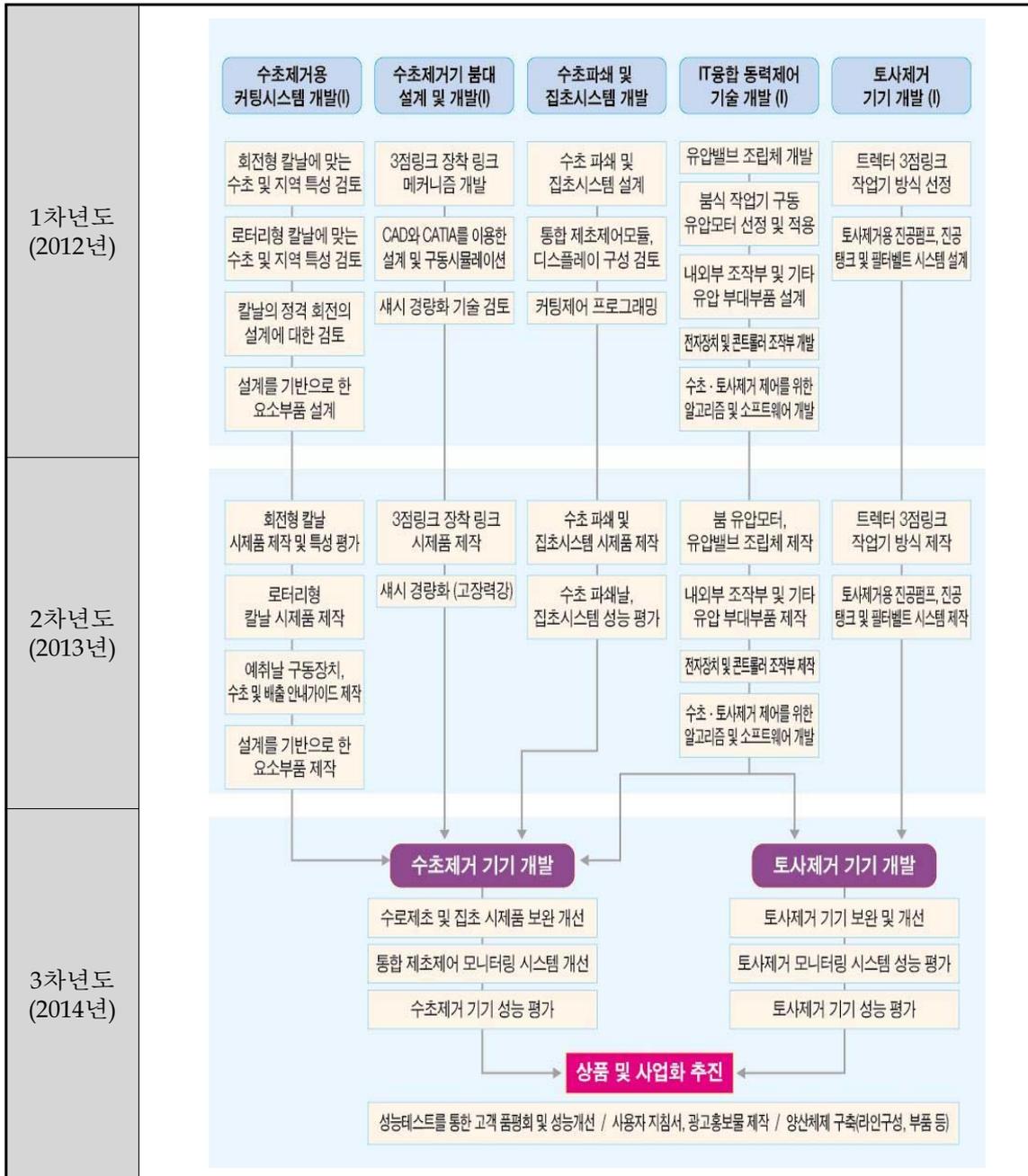
예전부터 농사는 잡초와의 전쟁이라고 일컬어 왔으며, 제초작업은 많은 노력과 비용이 소비되고 있다. 또한 하우스 혹은 밭토양에 구멍을 내는 오거작업도 보급기계의 부족으로 전문기계의 대여로 인한 비용이 높게 발생하고 있는 실정이다. 특히 과수원, 농로 및 수로 등의 주위 도달하기 어렵고, 작업이 어려운 가파른 경사지 또는 작업기계가 접근하기 어려운 좁은 지역 등의 제초, 로타리 및 오거 작업이 손쉽게 가능한 기계가 개발이 절실히 요구되고 있다. 모위의 경우, 1990년 초에 접어들면서 미국 및 일본을 중심으로 경사지에서도 제초작업이 가능한 승용형 전용 암식 모위장치가 개발되기 시작하였고 새로운 시장을 형성되었다.

현재 국내시장은 한국농업기계협동조합의 2006년 농기계 구입자금 집계보고서에 의하면 로타리는 380억, 모위는 26백만원이므로, 암식 작업장치는 기존의 구미 및 일본 등에서 사용하는 모위 작업에 한정할 것이 아니라 로타리 및 오거 등의 다목적 작업기 가능하도록 개발하여야 한다. 암식 작업장치를 이용한 작업기는 미국의 Bomford사 및 Bushhog사, 일본의 Sanyokiki사, 영국의 KUHN사, 벨기에의 Vandaele사 등이 세계 시장을 장악하고 있는 실정이다.



(그림 3-3-3) 암식 작업장치

현재 한국 농업 현실을 고려하면 인건비 상승 및 친환경 농업의 지향으로 트랙터에 부착하여 보편적 사용이 가능하고 범용 및 다목적으로 사용이 가능한 기계로서의 보급이 현실적인 시장 방향에 부합한다고 하겠음. 그러므로 본 연구에서는 한국형 수초·토사제거기 상용화를 위해 ① 수로 수초제거용 붐대 및 예취부 개발하고, ② 수로 수초제거용 동력제어기술 개발하고, ③ 한국형 수로용 수초·토사 제거 기기 개발하고, ④ 개발된 수초·토사 제거기기의 현장 시험 평가를 하여 농촌수자원의 물손실량을 절감하고 토사·수초제거 작업의 인력 및 비용을 10% 이상 절감하는 농업용수로의 한국형 적정 수초·토사제거 상용화 기술개발을 수행하였다.



2. 수로 수초제거용 붐대 및 예취부 개발

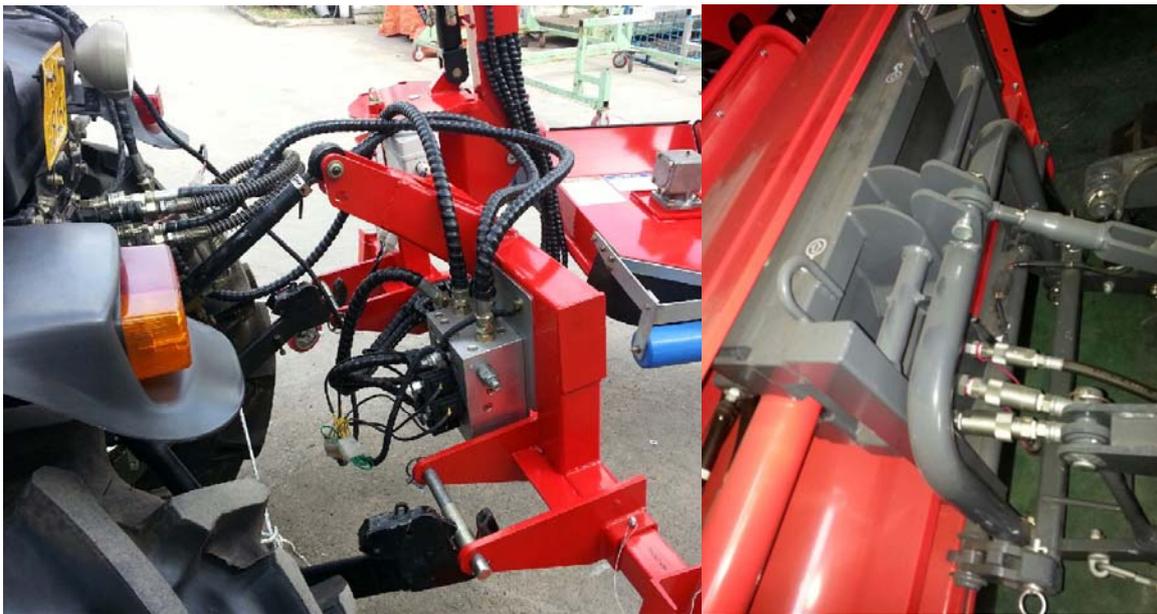
2.1. 수초제거용 커팅시스템, 붐대 설계 및 개발

가. 3점링크 장착 링크 메커니즘

25.8~36.8kW(~50마력)급 소형트랙터에 적합한 링크 메커니즘을 분석하여 3점 링크 탈부착이 가능하도록 하였다. 특히 50마력급 하부 링크 간격(Lower hitch spacing)은 870 mm이고 100마력급은 1,010 mm이다. 트랙터용 3점 링크의 국제표준규격은 아래 표와 같다.

<표 3-3-1> 트랙터용 3점링크 국제표준규격

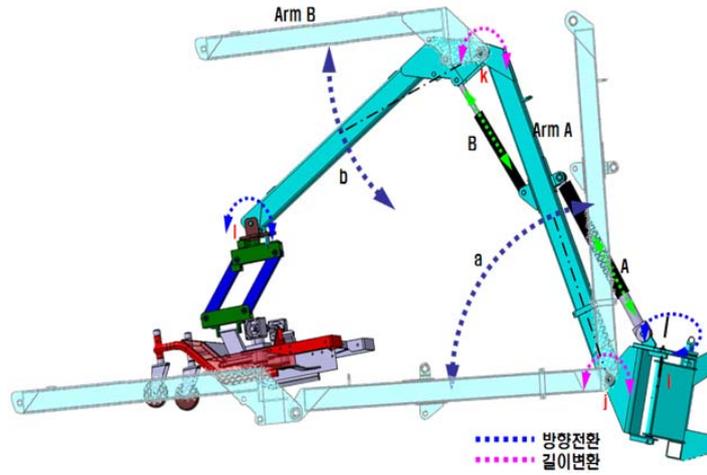
Category	Hitch pin size		Lower hitch spacing	Tractor drawbar power
	upper link	lower links		
0	17 mm (5/8")	17 mm (5/8")	500 mm (20")	<15 kW (<20 hp)
1	19 mm (3/4")	22.4 mm (7/8")	718 mm (26")	15-35 kW (20-45 hp)
2	25.5 mm (1")	28.7 mm (1 1/8")	870 mm (32")	30-75 kW (40-100 hp)
3	31.75 mm (1 1/4")	37.4 mm (1 7/16")	1010 mm (38")	60-168 kW (80-225 hp)
4	45mm (1 3/4")	51 mm (2")	1220 mm (46")	135-300 kW (180-400 hp)



(그림 3-3-4) 트랙터용 수초제거장치의 3점 링크(50마력급(Category 2), 100마력급(Category 3))

나. 붐대 방향 및 길이 예취부의 방향 제어(4절 링크 붐대)

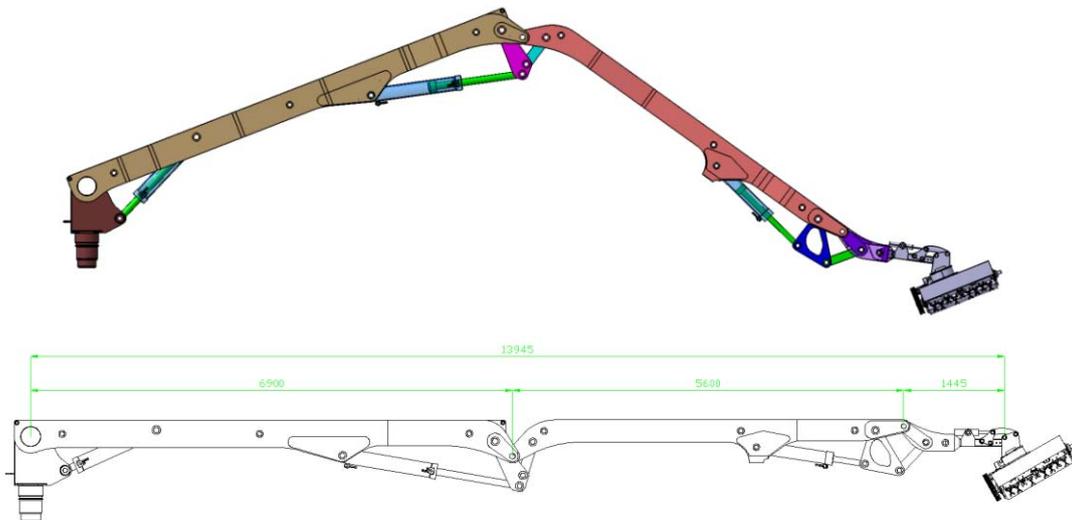
4절 링크 붐대 방향 및 길이 예취부의 방향 제어는 ① j, k 회전축 붐대 작업 길이 변화 ② i회전축 붐대 방향 전환, l회전축 예취부 방향 전환 ③ A피스톤 운동에 의해 Arm A는 j축을 중심으로 각 a의 운동 ④ B피스톤 운동에 의해 Arm B는 k축을 중심으로 각 b의 운동으로 해석되었다(그림 3-3-5). 따라서 붐, 제초부, 트랙터 장착 부품을 포함한 무게는 275 kg으로 설정하고, 제초 폭은 900mm, 제초 높이는 30, 55 및 80 mm로 3단계로 높이 조절이 가능하도록 50마력급과 100마력급에 대하여 CATIA와 CAD를 이용한 설계를 하였다(그림 3-3-6, 그림 3-3-7).



(그림 3-3-5) 50마력급 소형트랙터의 붐대 메커니즘



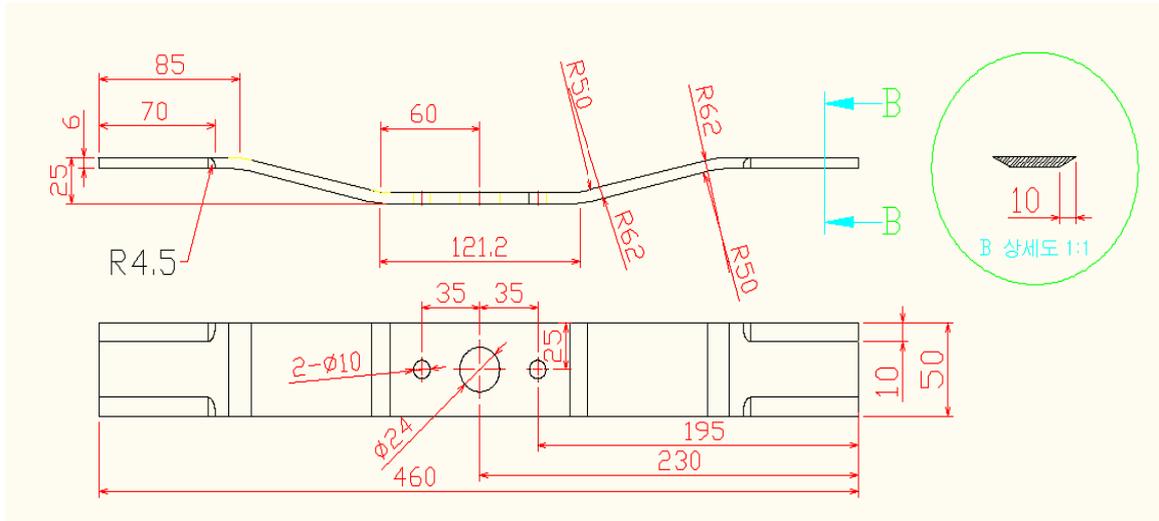
(그림 3-3-6) 50마력 트랙터형 수로 붐 제조장치(제조 폭 ~2.5미터)



(그림 3-3-7) 100마력 대형트랙터 수로 붐 제조장치 설계안(최대 14미터)

다. 수초제거용 예취날 개발

50마력급 수초제거용 예취날은 고강도 스프링강(SUP9)을 선택하였고 장시간 수중 및 경사면 제초 작업 시 부식방지를 위한 내식재료, 자갈 등의 충돌에 견딜 수 있는 고강도 스프링강 소재의 열처리, 제초를 위한 경사도 변화에 따른 2개 회전 칼날의 상호 간섭 배제하도록 설계 및 제작하였고 예취 또는 제초 칼날의 빠르고 손쉬운 교환에 목표하여 개발하였다.

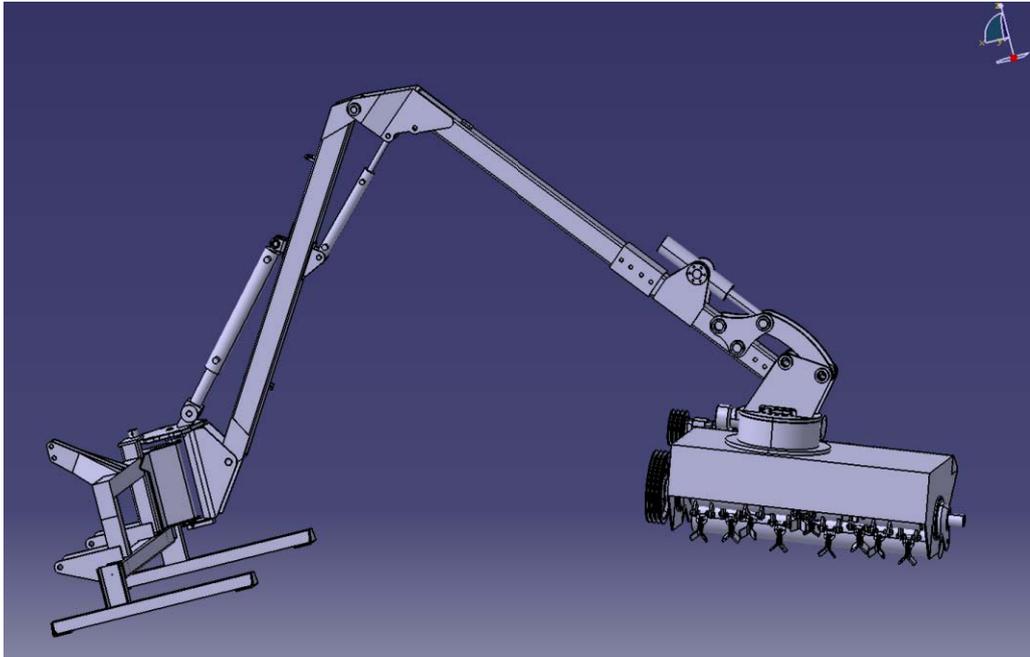


(그림 3-3-8) 수초제거용 예취날 설계안 1(단위: mm)

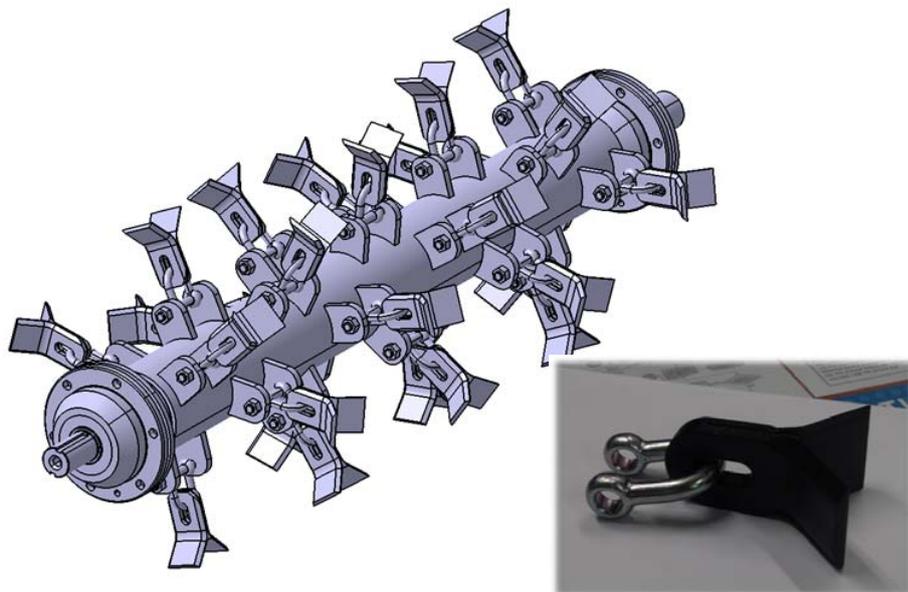


(그림 3-3-9) 수초제거용 예취날 시작품(제초폭 900 mm, SUP9재질, 중량 59kg)

100마력급 수초제거용 칼날(Flail Mower Knife) 설계 및 시제품 제작은 Flail Mower type이 가장 성능면에서 우수하여 선택하였고 칼날은 Triple Spiral Rotor로 구성하였으며 무게는 72kg 이내로 설계하고(특허출원 10-2013-0110412, 작업효율이 우수한 트랙터 장착형 붐 타입 예초장치, 등록특허 10-1552665, 트랙터 장착형 붐 타입 예초장치) 제작하였다.



(a) 100마력급 제초(수초제거)용 설계안(특허출원 10-2013-0110412)



(b) 100마력급 제초(수초제거)용 칼날부 상세 설계안



(c) 제초(수초제거)용 칼날 시작품

(그림 3-3-10) 100마력급 수초제거용 설계안 및 시작품(제초폭 1000 mm)

한국형 100마력급 수초제거용 칼날 회전형(4 star rollers with cutting disks)은 수초 제거폭 1.8 m에 적절하게 시작품을 제작하였다.



(그림 3-3-11) 100마력급 수초제거용 설계안 II 및 시작품(수초제거폭 1,800 mm)

라. 50마력급과 100마력급 트랙터형 수초제거장치 개발 시작품

50마력급 트랙터형 수초제거장치는 수초 제거 헤드 경량화, 붐의 길이 조정 및 3D 구동 시뮬레이션을 통하여 붐대의 안전성을 검토하였고 트랙터의 전복 안전성 확보에 주력하여 개발 및 시작품 제작을 하였다.



(a) 트랙터용 수초제거장치 (1)



(b) 트랙터용 수초제거장치 (2)

(그림 3-3-12) 50마력 트랙터용 수초제거장치(제초폭 900 mm)

100마력급 트랙터형 수초제거장치는 수초제거 폭은 0.6~1.8 m이내, 수초 제거 헤드 (4 star rollers with cutting disks) 경량화, 붐의 길이 조정 및 경량화(Boom lengths 2 x 250 cm), 유연체 동역학 해석을 통한 붐대의 안전성 확보 및 트랙터의 전복 안전성 확보(Hydraulic support wheel 19.0/45-17)에 주력하여 시작품 제작하였다. 트랙터형 수초제거기 개발 제품의 사양은 아래 표에 대표적인 사양에 대하여 나열하였다.



(a) 트랙터용 수초제거장치 전면



(b) 트랙터용 수초제거장치 후면

(그림 3-3-13) 100마력 트랙터용 수초제거장치(수초제거폭 1800 mm)

<표 3-3-2> 트랙터형 수초제거기 개발 사양

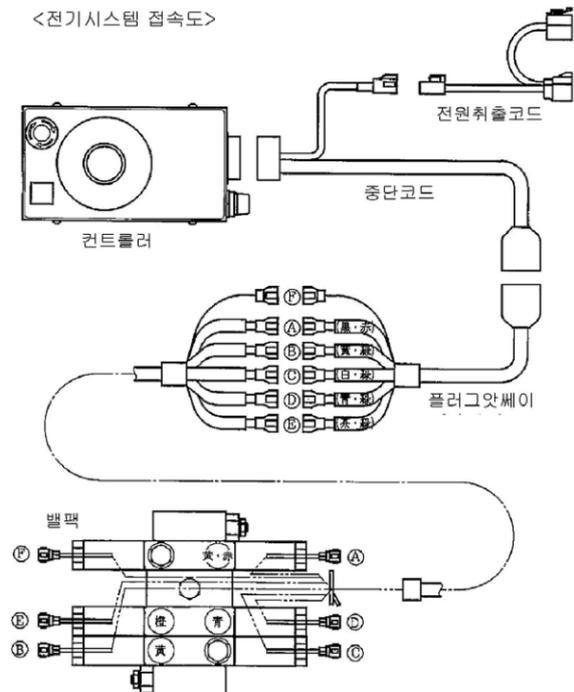
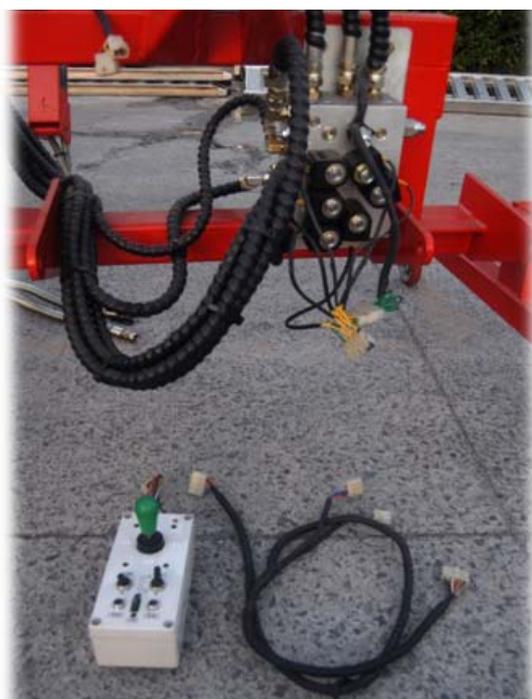
방 식	트랙터 부착형 (50마력급과 100마력급)	제 초 폭	2.5 ~ 8.0 m
최 고 속 도	10 km/h 이하	작 업 속 도	2 km/h 이상
제 초 사 양	회전형, Frail형 등	작 업 방 향	뽀형
제거속도제어	제어 3단계이상	작 업 범 위	최대 8.0 m
뽀 의 길 이	6 m 이상	제 초 허 용 각	60도
제 초 허 용 각	60도	소 음	90dB 이하

3. 한국형 수로 수초제거용 동력제어기술 개발

3.1. 수초제거용 동력제어기술 개발

가. 유압밸브 조립체, 전자장치 및 컨트롤러 조작부 개발

- 50마력급 유압밸브 조립체, 컨트롤러 시작품과 전기결선도는 아래와 같으며 유압 솔레노이드밸브 3개를 연동제어하도록 구성하고 트랙터의 전원 12V를 이용하도록 구성되어 있다. 유압모터는 17.9cc/rev, 축은 18mm로 선정(이탈리아제품)하였으며 트랙터 자체의 유압으로만 구동할 수 있도록 개발하였다.



(그림 3-3-14) 50마력급 수초제거용 유압밸브 조립체 시작품 및 전기시스템 결선도

- 100마력급 유압모터와 유압펌프의 사양 및 유압밸브 조립체는 아래와 같으며 수초제거 높이 3단계이상 제어 기능, 비상정지 등의 기능이 적용되어 있다. 또한 트랙터와 수초제거기간의 무선통신(Bluetooth)모듈을 이용한 유무선 제어장치도 개발하였다. 현장 시험에서 사용자와 작업기간의 거리가 너무 가깝고 제어 안전성측면에서 유선장치를 선호함을 확인하였다.

<표 3-3-3> 수초제거용 유압모터

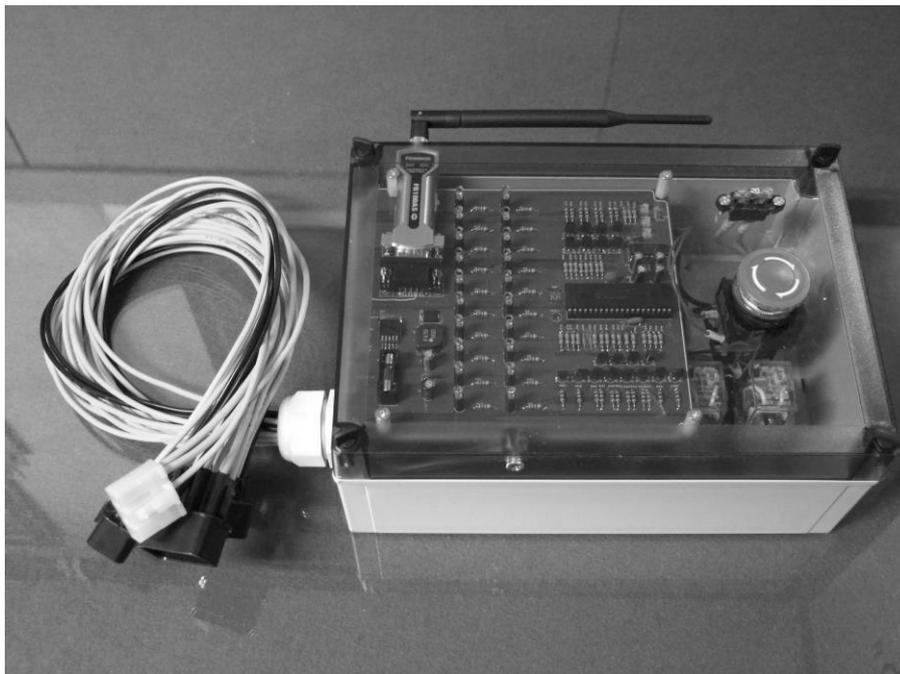
Attribute	Value
Series	High Pressure HB Series
Displacement	076 cc [4.6 in3/rev]
Housing Mount	4-Hole Square Mount (Side Ports)
Porting	1/2" BSP.F With 1/4" Drain
Shaft	32mm Straight Ext.
Paint Option	Black
Valve Cavity Option and Installed Valve	None
Add on Option	Standard
Miscellaneous Option	None

<표 3-3-4> 수초제거용 유압펌프

Attribute	Value
Series	High Pressure HB Series
Displacement	409 cc [24.9 in3/rev]
Housing Mount	4-Hole Square Mount (Side Ports)
Porting	7/8" O-Ring With 7/16" Drain
Shaft	1-1/4" 14 Tooth Spline
Paint Option	Black
Valve Cavity Option and Installed Valve	None
Add on Option	Standard
Miscellaneous Option	None



(그림 3-3-15) 100마력급 수초제거용 유압밸브 조립체(7way electric hydraulic control valve)



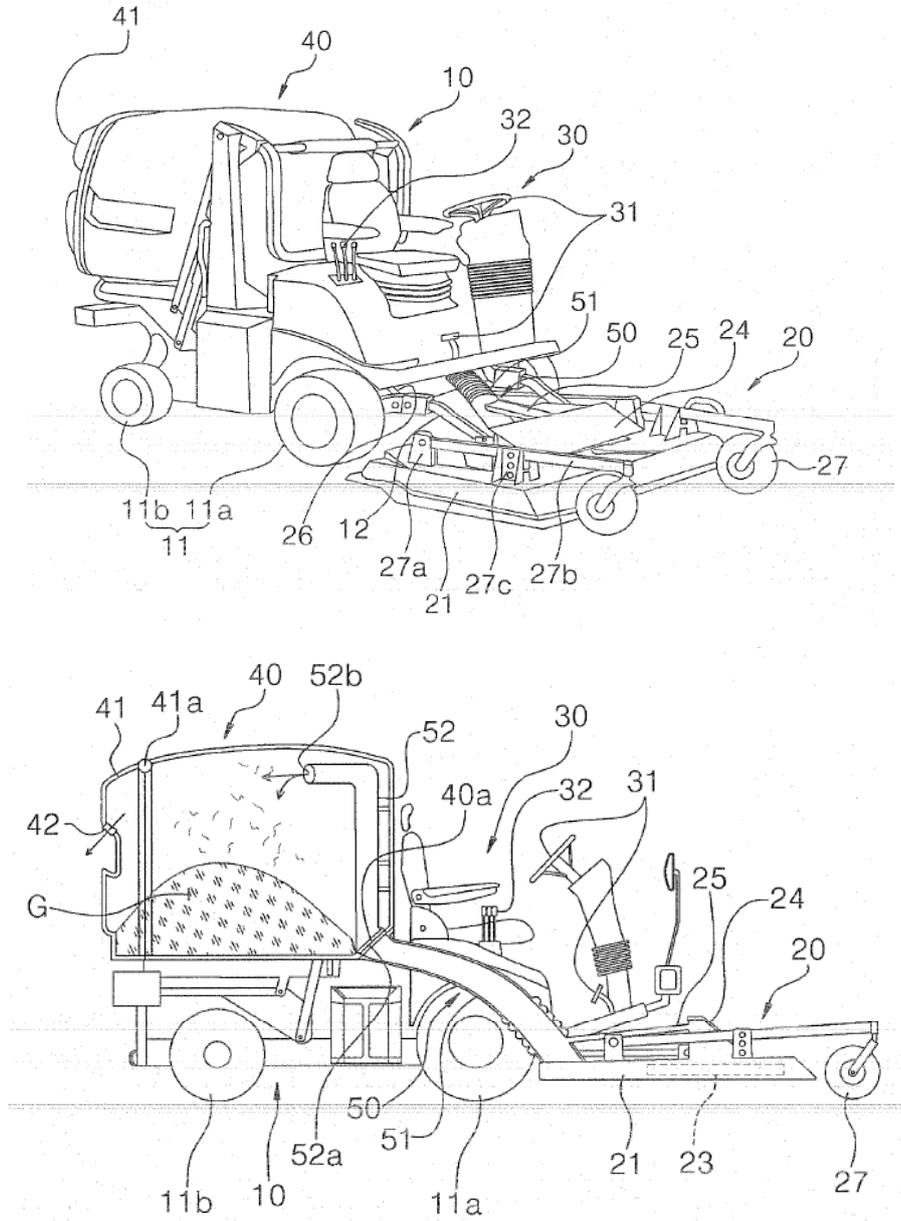
(그림 3-3-16) 무선통신(Bluetooth)모듈을 이용한 유무선 제어장치

3.2. 수초 파쇄 및 집초시스템 개발

가. 자주형 수초 파쇄 및 집초시스템 개발

1인이 제초와 수거작업을 동시에 하는 자주형 집초장치는 제초작업과 동시에 커팅된 풀을 흡입하여 수거할 수 있는 적재부가 구비되어 제초작업이 완료된 풀의 처리가 용이하고, 적재부가 승감됨과 동시에 후방으로 기울어질 수 있도록 함으로써 수거된 풀

의 배출작업이 매우 간편하다(특허출원 10-2013-0008730 수거형 승용 예초 장치, 특허 등록 10-1330266 수거형 승용 예초 장치). 집초장치는 시간당 20,000m², 수초파쇄 또는 제초폭은 1,500 mm, 풀받이 용량은 1,200리터이다.



(그림 3-3-17) 자주형 수초파쇄 및 집초시스템

4. 트랙터용 제초기 특징

본 연구에서는 기존 한국농어촌공사에서 개발한 중장비(굴삭기)용 제초기의 문제점을 보완 및 개선한 트랙터용 수초제거 시작품을 제작 및 현장시험을 수행하였다. 굴삭기용 제초기는 수초제거력은 높으나 굴삭기의 보급률이 낮은 농가에서는 사실상 효용성이 높다고 할 수 없는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 많은 동력전달을 할 수 있는 장비 중에서 농가의 보급률이 높은 트랙터에 부착할 수 있는 수초제거 시작품을 제작하였다.

굴삭기용 제초기와 비교하였을 때, 트랙터용 제초기는 크게 3가지의 특징을 나타낸다. 첫째, 용이한 탈·부착력이다. 굴삭기용 제초기는 제초기의 효율성을 높이기 위해 굴삭기 본체의 유압회로변경작업이 필수적인 반면에 트랙터용 제초기는 트랙터 본체의 유압회로 변경작업 없이 규정마력의 모든 트랙터에 장착하여 사용할 수 있다. 둘째, 이동의 편리성이다. 굴삭기용 제초기는 현장 이동을 위해 굴삭기를 화물차에 싣고 이동하여야하는 반면에 트랙터용 제초기는 인근 부락의 트랙터를 이용할 수 있으며 불가피한 이동의 경우에도 화물차량 없이 쉽게 이동할 수 있다. 셋째, 제초거리 확보가 가능하다. 굴삭기용 제초기는 이미 제작된 굴삭기 붐 및 암의 길이 제한으로 일정한 거리 이내에서만 제초작업을 할 수 있는 반면에 트랙터용 제초기는 붐 및 암의 적정 설계로 제초거리를 최대 8m까지 확보할 수 있다.

5. 트랙터용 제초기 구성

트랙터용 제초기는 동력전달부, 붐 및 암, 제초헤드, 전기제어컨트롤, 거치대 등으로 구성되어 평지 및 경사지 제초가 가능하도록 하였으며 트랙터 후방 3점링크에 장착되어 제초작업 및 도로이동을 쉽게 할 수 있는 구조로 제작하고, 트랙터 후방 동력축을 이용하여 유압펌프를 작동하고, 제초헤드의 유압모터를 회전시켜 제초작업을 하는 구조로 제작하였다.

기존 트랙터의 유압라인은 유지하고, 제초작업에 맞는 유압시스템을 별도로 설치하였으며, 트랙터의 조정레버와는 별도로 제초작업용 조정레버를 신규 설치하였다. 제초작업 과정에 충분한 유압 오일량의 확보를 위하여 트랙터와 별도의 유압탱크를 설치하였으며, 유압오일의 효율적인 배분을 위해 Solenoid Valve를 장착하여 전기제어컨트롤을 할 수 있는 유선 조이스틱 방식을 구비하였다.

붐 및 암 장착을 위해 동력전달부의 측면에 붐 및 암 연결부를 구성하였으며, 붐과 암은 2단으로 접히고 펴지는 구조로 제작하였다. 암은 2단으로 슬라이딩 확장되면서 트랙터의 중심으로부터 8m의 제초작업이 가능한 구조로 구성하였다.

트랙터용 제초기 제작에 있어서 중요한 사항인 제초작업 시 트랙터 본체의 안정화에 대해서는 제초헤드를 경량화 하여, 붐과 암을 펼치고 제초작업을 할 때 트랙터 본체를 안정화되게 하였으며 작업자의 안전을 위해 제초부의 후방에는 안전판을 설치하였다. 트랙터용 제초기의 구성에 대해 상세히 설명하면 다음과 같다.

5.1. 동력전달부

동력전달부는 <표 3-3-5>와 같이 구성하였으며, (그림 3-3-18)~(그림 3-3-23)과 같이 9개의 부분으로 구성하였다.

<표 3-3-5> 동력전달부 구성

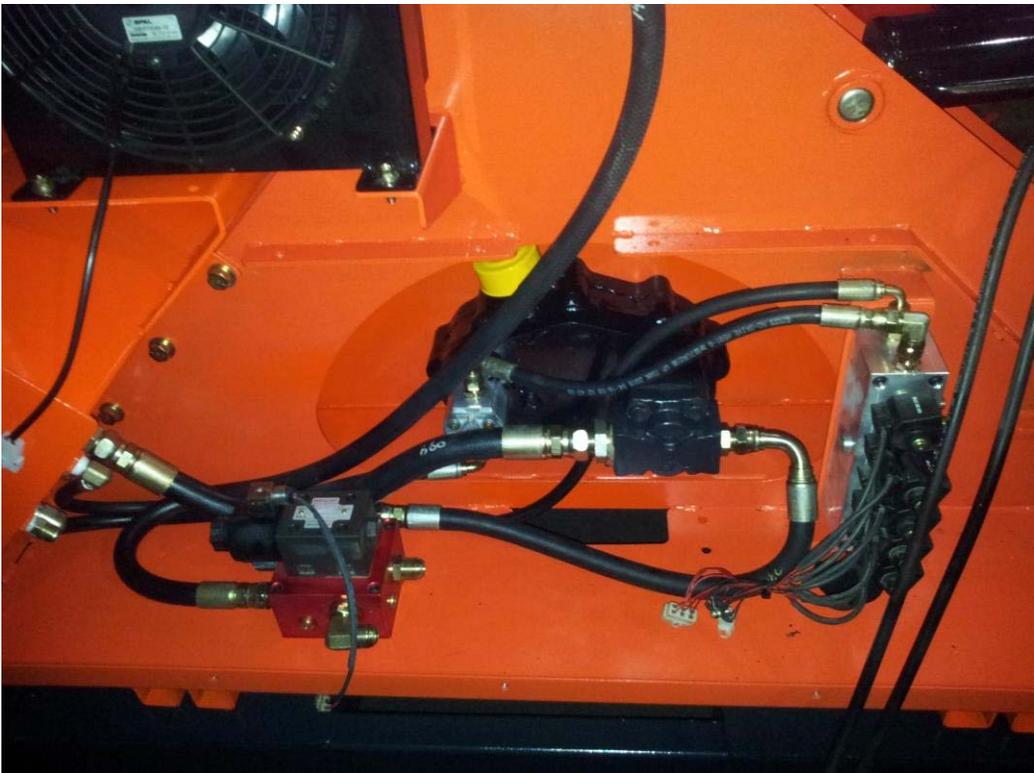
구 성 부 분	설 명
3점 링크 프레임	- 트랙터의 3점링크에 체결되는 구조
동력축 조인트	- 트랙터의 동력을 제초기에 전달
기어박스	- 전달받은 동력으로 2개의 유압펌프를 작동
유압펌프1	- 제초모터 가동용 펌프 PGP315A
유압펌프2	- 봄 및 암의 4개 실린더 작동용 펌프 ISP3.2D
Solenoid valve	- 봄 및 암 실린더의 전기제어 작동 밸브
유압탱크	- 트랙터와 독립된 별도의 유압구성을 위한 유압유 탱크(65ℓ)
오일쿨러	- 트랙터와 독립된 별도의 유압 냉각 쿨러
보조바퀴	- 제초작업 시에 동력전달부 및 제초기 전체를 지면에서 지탱해 주는 구름바퀴



(그림 3-3-18) 3점링크 프레임



(그림 3-3-19) 동력축 조인트



(그림 3-3-20) 기어박스, 유압펌프, Solenoid valve



(그림 3-3-21) 유압탱크



(그림 3-3-22) 오일쿨러(유압냉각쿨러)



(그림 3-3-23) 보조바퀴

5.2. 붐 및 압부

붐 및 압부는 <표 3-3-6>, (그림 3-3-24)~(그림 3-3-27)과 같이 구성하였다.

<표 3-3-6> 붐 및 압부 구성

구 성 부 분	설 명
붐 및 압 프레임	- 붐, 압, 확장 압으로 구성(제초거리 8M)
붐 실린더	- SD80-1420, Stroke 1,115 실린더
압 실린더	- SD70-1010, Stroke 740 실린더
압 확장 실린더	- SD60-1470, Stroke 1,200 실린더
헤드 실린더	- SD60-660, Stroke 390 실린더
유압배관 및 호스	- 3/4, 1/2, 3/8, 1/4 배관 및 호스로 구성



(그림 3-3-24) 봄



(그림 3-3-25) 암



(그림 3-3-26) 암 확장장치



(그림 3-3-27) 암 확장

5.3. 제초헤드부

제초헤드부는 경량화에 초점을 맞췄으며, <표 3-3-7>, (그림 3-3-28)~(그림 3-3-32)와 같다.

<표 3-3-7> 제초헤드부 구성

구 성 부 분	설 명
헤드 프레임	- 경량화 : 가로*세로*높이(942*700*668)축소, 두께(3.2T)축소, ATOS80재질
모터 체결 플랜지	- 경량화 : 알루미늄합금 금형제작
유압모터	- F11-010, 30CC(4,500rpm)
제초축	- 경량화 : 제초폭(800mm)축소, 칼날플랜지(6.0T)축소, ATOS80재질
제초칼날	- 경량화 : 폭*길이*두께(25*117*5)축소, 수량 28EA
미륵롤러	- 경량화 : 직경 Φ 114, 길이(780mm)축소



(그림 3-3-28) 제초헤드 프레임



(그림 3-3-29) 제초축 플랜지

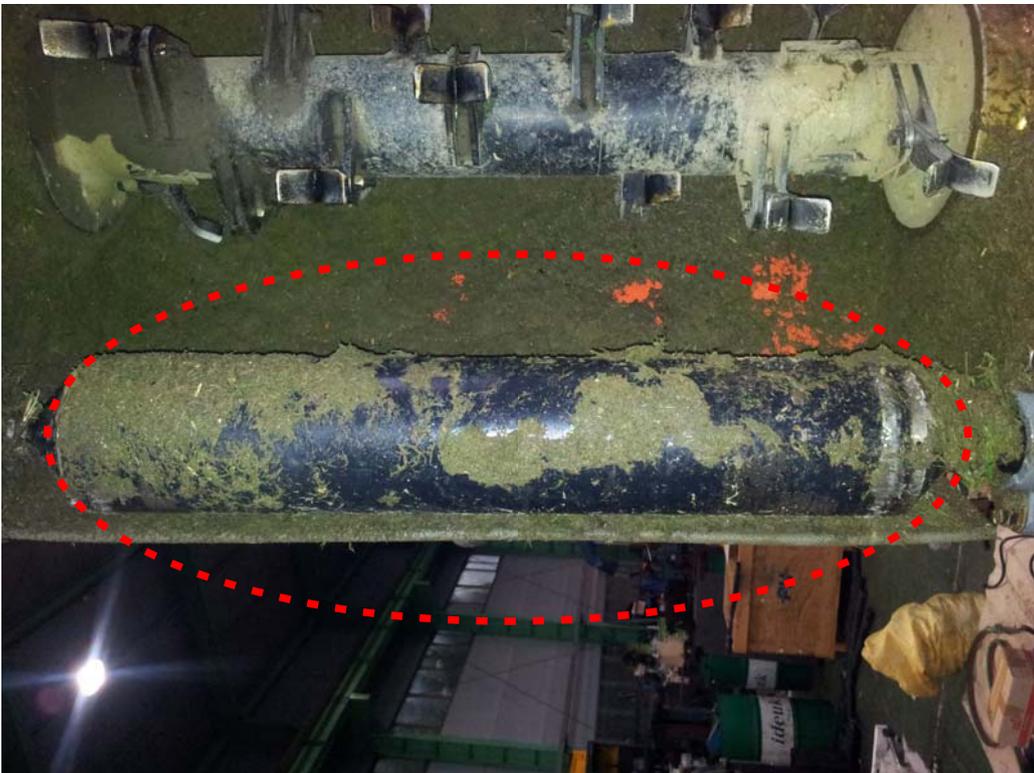


(그림 3-3-30) 유압모터

간격	제초속도	작업	최대용량	시스템	작업장
1000	2400~2800	확장	안정	만성	만성상태
1500	3000~3200	과다	초과	주요오염	
2000	4500~6000	불가	과열	위험상황	



(그림 3-3-31) 제초축 및 제초칼날



(그림 3-3-32) 미륵롤러

5.4. 전기제어컨트롤 및 거치대

전기제어컨트롤 및 거치대는 <표 3-3-8>, (그림 3-3-33)~(그림 3-3-38)과 같다.

<표 3-3-8> 전기제어컨트롤 및 거치대 구성

구 성 부 분	설 명
전기제어컨트롤	- 12V 유선 조이스틱
거치대	- 가로*세로*높이(1,320*580*365) SS41재질



(그림 3-3-33) 전기제어 컨트롤러



(그림 3-3-34) 거치대

5.5. 트랙터용 제초기 전경



(그림 3-3-35) 트랙터용 제초기 전경 1



(그림 3-3-36) 트랙터용 제초기 전경 2



(그림 3-3-37) 제초기 트랙터 부착 전경 1



(그림 3-3-38) 제초기 트랙터 부착 전경 2

6. 수초제거 시작품 개발 및 개선

2차년도에는 기 개발한 수초제거 시작품의 문제점을 보완하고, 작업성능을 향상시키기 위해 시작품을 개선하고 현장시험을 실시하였다. 시험지구는 1차년도에 선정된 시험지구인 경상북도 경산시 금구배수로에서 시험을 실시하고 개선된 시작품의 성능을 검수하였다. 본 개선 시작품은 로테이터형 제초부, 대형 수로 트랙터용 제초부, 기존 중장비용 제초부를 개선 제작하였으며, 특히 대형수로 트랙터용 제초부의 시험 및 작동성을 파악하고 제초칼날 개선 및 동력 강화 예취부의 작동성에 초점을 맞추어 현장 시험을 수행하였다. 본 연구에서 개선한 수초제거 제초부는 기 개발한 수초제거 시작품의 큰 틀은 유지하고 세부사항을 개선하여 안정성을 확보하고 보다 효율적인 제초가 가능하도록 하였다. 개선사항은 로테이터형 제초부, 대형 수로 트랙터용 제초부, 기존 중장비용 제초부로 크게 3가지로 분류할 수 있다. 각각의 시작품의 사항과 상세규격은 다음과 같다.

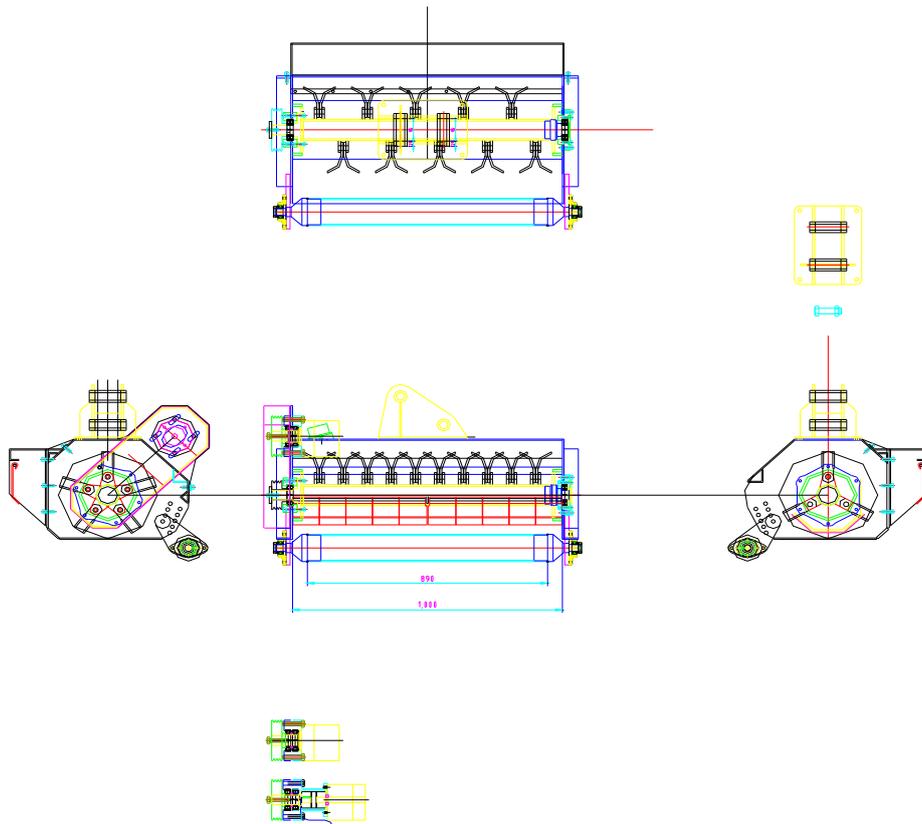
6.1. 로테이터형 제초부

로테이터형 제초부는 70HP급 중형 트랙터에 적용할 수 있는 제초부를 제작하였으며, 제초부의 제초폭은 1000mm로 하면서 경량화를 시도하였다. 또한 평지 및 경사지 제초가 가능한 구조로 제작하였다.

제초부는 로테이터를 장착하여 트랙터가 후진할 때 제초기를 180도 회전하여 제초작업을 할 수 있도록 구성하였으며, 기존에 한 방향으로만 할 수 있었던 제초 작업 방향으로 인한 작업효율성이 저하되는 문제를 해결하였다. 로테이터의 회전은 트랙터가 정차한 상태에서 수행하며 제초부를 연결하고 있는 암을 수로쪽으로 빼내어도 로테이터 회전이 가능하게 하여 현장 주위의 작업자의 안전성을 높이고자 하였다.

제초부의 동력은 트랙터 후방 동력축을 이용하여 유압펌프를 작동하고, 제초부의 유압모터를 회전시켜 제초작업을 하는 구조로 구성하여 트랙터의 동력을 적극적으로 활용할 수 있게 구성하였다. 또한, 본 개선 시작품의 주 목적중 하나인 제초부 경량화를 시도하여 봄 및 암과의 결합 후 제초작업을 할 때 트랙터 및 작업자의 안정성을 확보하였다. 제초부의 동력전달시 작업자의 안전을 위해 칼날의 회전에 의한 돌, 자갈 등이 튀지 않도록 제초부의 후방에는 안전판을 설치하였다.

로테이터형 제초부 시작품의 상세규격은 크게 제초부와 로테이터 장치로 구분하여 설명할 수 있다. 제초부는 제초폭 1000mm, 제초헤드 950mm × 700mm × 670mm, 제초헤드 중량 200kg, 미륵롤러는 경량 스틸로 구성하였다. 유압모터로 동력을 전달하고 제초축은 경량 고강 스틸로 구성하였다. 제초칼날은 경량 단조로 칼날폭 55mm, 칼날길이 130mm, 칼날두께 8mm, 칼날형태 L자형, 칼날갯수는 20개로 구성하였다. 또한 ATOS80 및 알루미늄합금으로 경량화, 알루미늄합금 금형제작으로 모터 체결부를 경량화 하였다. 로테이터 장치는 70kg의 중량을 갖는 경량 로테이터로 구성하였으며 로테이터 플랜지 또한 경량 플랜지를 사용하였다.



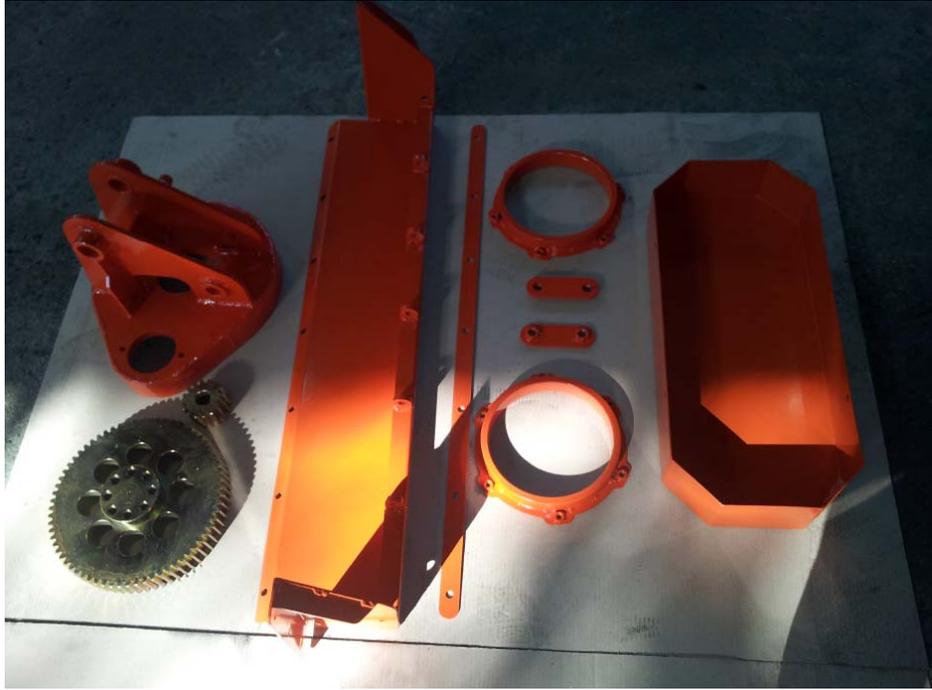
(그림 3-3-39) 로테이터형 제초부 제작 도면



(그림 3-3-40) 로테이터형 제초부 제조축 경량화



(그림 3-3-41) 로테이터형 제초헤드 경량화



(그림 3-3-42) 로테이터형 제초부 로테이터 및 각종부품



(그림 3-3-43) 경량 로테이터형 제초부

6.2. 대형 수로 트랙터용 제초부

대형 수로 트랙터용 제초부는 제초작업 효율성을 높이기 위해 제초헤드의 제초축과 제초칼날을 개선 제작하였다. 제초축은 개선된 제초칼날을 수용하고 제초칼날 체결부에 부싱을 삽입하여 제초칼날 플랜지의 마모를 줄이도록 개선 제작하였으며, 제초칼날은 크기를 키워서 제초축의 회전수(rpm)에 따라 가속력이 발생하도록 하였다. 또한 1차년도 시작품의 현장시험에서 문제점으로 부각된 덩굴풀의 제초도 가능하도록 L자 형태로 개선 제작하였다. 이하 기존 대형 수로 트랙터용 제초기 규격은 유지하였다.

대형 수로 트랙터용 제초부 시작품의 상세규격은 다음과 같다. 먼저 제초축을 개선 제작하였다. 제초폭은 800mm로 기존 시작품의 제초폭을 유지하되 제초헤드의 중량은 180kg미만이 되도록 설계하였으며 칼날체결부에 부싱플랜지를 제작하였다. 또한 제초칼날은 칼날폭을 35mm에서 55mm, 칼날길이를 105mm에서 130mm, 칼날두께를 6mm에서 8mm로 상향조정함으로써 제초칼날의 제초능력을 향상시켰으며 제초칼날 체결부는 SUJ2 재질의 부싱을 사용하고 기존 I자형 칼날 형태를 중량가미 있는 L자형 칼날 형태로 개선하였다. 반면 칼날갯수는 기존 24개에서 16개로 줄여 경량화를 시도하였다. 동력전달부와 붐 및 암, 전기제어컨트롤, 거치대의 규격은 기존 제초기의 규격을 유지하였다.



(그림 3-3-44) 대형수로 트랙터용 제초부 개선제작

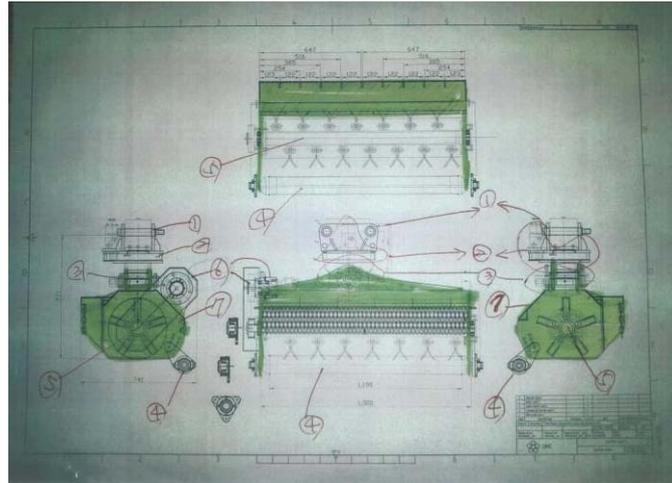


(그림 3-3-45) 대형수로 트랙터용 제초부 개선(봄 및 암 연결 전경)

6.3. 중장비 부착형 제초부

기존 굴삭기용 제초기의 봄과 암을 최대한 펼쳐서 제초작업을 할 경우에 발생하였던 불안전성과 전복우려의 문제점을 해결하기 위해 중장비 부착형 제초부 또한 경량화를 통해 그 문제점들을 개선하였다. 굴삭기 부착형 제초부의 틸팅장치, 모터플랜지, 프레임, 제초축 등을 경량화하여 제작 개선하였으며 제초폭은 기존 1,200mm에서 1,000mm로 축소하였고 제초부의 전체중량을 350kg에서 250kg 미만으로 경량화 개선하였다. 기존 굴삭기용 제초부의 유압모터와 유압호수 및 일부 부품은 재사용하여 기존 보급된 제초부의 활용성을 높일 수 있도록 하였다.

중장비 부착형 제초부 시작품의 상세규격은 제초부와 제초축을 개선 제작 하였다. 제초부는 제초헤드 길이를 1000mm, 프레임을 ATOS80 재질로 경량화를 시도하고 모터체결부를 알루미늄 합금 금형으로 제작하였으며 미롤 롤러를 경량 스틸로 구성하였다. 제초축은 제초폭을 1000mm, 제초칼날을 경량 단조, 제초칼날 부싱을 SUJ2 재질, 칼날갯수는 28개에서 20개로 축소 구성하여 경량화를 통한 작업 불안전성을 해소하고자 하였다.



(그림 3-3-46) 중장비용 제초부 개선



(그림 3-3-47) 중장비용 제초부 프레임 개선



(그림 3-3-48) 중장비용 제초부 각종부품



(그림 3-3-49) 중장비용 제초부 개선 제작

6.4. 수중 제초부 개발

수로의 수초가 생육하는 부분을 크게 수로사면과 수로바닥으로 나누어 수로사면에 대한 제초부를 개발한 후 수로바닥의 수중에서 생육하는 수초제거를 위해 수중 제초부를 개발하였다. 수로사면의 수초제거와 비교했을 때 수중 수초제거는 기술적인 측면에서 고도의 기술이라고 할 수 있다. 본 연구에서는 3가지의 형태로 수평칼날 회전형, 원판칼날 병립형, 삼각칼날 왕복형으로 수중 제초부를 개발하였다.

가. 수평칼날 회전형 제초부 제작

수평칼날 회전형 제초부는 70HP급 중형 트랙터에 적용할 수 있는 제초부로 개발하였으며 트랙터 운전자는 운전실에서 전기제어컨트롤을 이용하여 제초부의 작동 및 제초작업이 가능하도록 하였다. 또한 제초폭은 800mm로 하며 수면 제초가 가능한 구조로 개발하였으며 제초부는 트랙터가 전후진할 때에 볏과 암을 이용하여 수중 제초작업을 할 수 있고 제초거리는 트랙터 중심에서 5~8m이 되도록 제작하였다. 수로사면 수초제거기와 마찬가지로 트랙터 후방 동력축을 이용하여 유압펌프를 작동하고, 제초부의 유압모터를 회전시켜 제초작업을 하는 구조이며 제초부를 경량화 하여 볏 및 암과의 결합 후 제초작업을 할 때 트랙터 본체는 안정화 될 수 있도록 구성하였다. 또한 작업자의 안전을 위해 제초부의 좌측방에는 안전판을 설치하여 안전성 향상을 도모하였다.



(그림 3-3-50) 수평칼날 회전형 제초부 제작

나. 원판칼날 병립형 제초부 제작

원판칼날 병립형 제초부는 70HP급 중형 트랙터에 적용할 수 있는 제초부로 개발하였으며 트랙터 운전자는 운전실에서 전기제어컨트롤을 이용하여 제초부의 작동 및 제초작업이 가능하도록 하였다. 또한 제초폭은 1000mm로 하며 보다 넓은 수중 제초가 가능한 구조로 개발하였으며 제초부는 트랙터가 전후진할 때에 볏과 암을 이용하여 수면 제초작업을 할 수 있고 제초거리는 트랙터 중심에서 5~8m이 되도록 제작하였다. 수로사면 수초제거기와 마찬가지로 트랙터 후방 동력축을 이용하여 유압펌프를 작동하고, 제초부의 유압모터를 회전시켜 제초작업을 하는 구조이며 제초부를 경량화 하

여 붓 및 암과의 결합 후 제초작업을 할 때 트랙터 본체는 안정화 될 수 있도록 구성하였다. 또한 작업자의 안전을 위해 제초부의 좌측방에는 안전판을 설치하여 안전성 향상을 도모하였다.



(그림 3-3-51) 원판칼날 병립형 제초부 제작

다. 삼각칼날 왕복형 제초부 제작

삼각칼날 회전형 제초부는 70HP급 중형 트랙터에 적용할 수 있는 제초부로 개발하였으며 트랙터 운전자는 운전실에서 전기제어컨트롤을 이용하여 제초부의 작동 및 제초작업이 가능하도록 하였다. 또한 제초폭은 1000mm로 하며 원판칼날 병립형과 마찬가지로 수중 제초 가능폭을 넓히고 제초부는 트랙터가 전후진할 때에 붓과 암을 이용하여 수면 제초작업을 할 수 있고 제초거리는 트랙터 중심에서 5~8m이 되도록 제작하였다. 수로사면 수초제거기와 마찬가지로 트랙터 후방 동력축을 이용하여 유압펌프를 작동하고, 제초부의 유압모터를 회전시켜 제초작업을 하는 구조이며 제초부를 경량화 하여 붓 및 암과의 결합 후 제초작업을 할 때 트랙터 본체는 안정화 될 수 있도록 구성하였다. 또한 작업자의 안전을 위해 제초부의 좌측방에는 안전판을 설치하여 안전성 향상을 도모하였다.



(그림 3-3-52) 삼각칼날 왕복형 제초부 제작

6.5. 트랙터용 중·소형수로 수초제거기 개발

가. 중·소수로용 수초제거기 제작

70HP급 중형 트랙터에 적용할 수 있는 제초거리 5m의 중·소수로용 수초제거기를 신규 제작하였으며, 제초부는 로타리칼날 회전형 2개(제초폭 800, 1000mm), 로테이터 장착 회전형(제초폭 1,000mm), 수평칼날 회전형(제초폭 700mm), 원판칼날 병립형(제초폭 1,000mm), 삼각칼날 왕복형(제초폭 1,700mm), 등으로 구성된 6set의 작업기를 현장상황에 따라 선택하여 평지, 경사지 및 수중 제초가 가능하도록 제작하였다.

1차년도 개발한 대형수로용 수초제거기와 같이 본 제초부의 동력은 트랙터 후방 동력축을 이용하여 유압펌프를 작동하고, 제초부의 유압모터를 회전시켜 제초작업을 하는 방식으로 트랙터의 동력을 적극적으로 활용할 수 있게 구성하였으며, 붐 및 암을 구비한 본체에 제초부를 결합한 후 제초작업을 할 때 트랙터의 안정성과 작업자의 안전에 주안점을 두었고, 트랙터 운전자는 운전실에서 전기제어컨트롤을 이용하여 붐과 암, 제초부를 작동할 수 있도록 하였다. 또한, 6set의 각종 작업기를 교환할 때 교환의 불편함과 시간절약을 해결하기 위하여 퀵클램프를 개발하여 장착하였다.



(그림 3-3-53) 수초제거기(중·소수로용) 도면



(그림 3-3-54) 중·소수로용 수초제거기 제작 정면



(그림 3-3-55) 중·소수로용 수초제거기 제작 측면

나. 수면 제초부 3set 개선

(1) 수평칼날 회전형 제초부 개선

운전자의 미세한 조정을 해소하기 위해 원형으로 이루어진 몸체에 회전형 바퀴를 4개 부착하여 수로경사면 작업시에 지면과 칼날의 부딪힘을 방지하였으며, 제초부의 신속한 교체를 위해 본 연구기간에 개발한 유압방식의 퀵클램프와 연결되는 제초부의 체결플렌지를 보다 간편하게 개선하였다.



(그림 3-3-56) 수평칼날 회전형 제초부 개선

(2) 원판칼날 병립형 제초부 개선

제초작업시에 원판칼날의 휨현상이 발견되어 칼날중심의 보강판을 키워서 칼날끝과의 거리를 축소하였으며, 킥클램프와 연결되는 제초부의 체결플랜지를 개선하였고, 수로 내·외경사면 제초작업이 가능하도록 전·후경각을 개선하였다.



(그림 3-3-57) 원판칼날 병립형 제초부 개선



(그림 3-3-58) 원판칼날 병립형 제초부 칼날

(3) 삼각칼날 왕복형 제초부 개선

현장시험과정에서 발견된 삼각칼날 버팀부가 취약하여 왕복작동중에 칼날이 미세하게 이격되는 현상을 삼각칼날 버팀부를 고주파열처리 하여 바로 잡았으며, 킥클램프 사용이 원활하도록 유압호스 교체와 체결플랜지를 개선하였다.



(그림 3-3-59) 삼각칼날 왕복형 제초부 개선

다. 굴삭기제초부 재활용 트랙터부착용 수초제거기 제작

2008년도에 공급한 굴삭기용 제초부를 활용하여 70HP급 중형 트랙터에 적용할 수 있는 제초거리 5m의 중·소수로용 수초제거기를 제작하였으며, 제초부는 로타리칼날 회전형 2개(제초폭 800, 1000mm), 로테이터장착 회전형(제초폭 1,000mm), 수평칼날 회전형(제초폭 700mm), 원판칼날 병립형(제초폭 1,000mm), 삼각칼날 왕복형(제초폭 1,700mm) 등으로 구성된 6set의 작업기를 현장상황에 따라 선택하여 장착할 수 있도록 하였고, 평지는 물론 경사지 및 수중제초가 가능하도록 제작하였다.

본 연구 3-1의 중·소수로용 수초제거기와 같이 본 제초부의 동력은 트랙터 후방 동력축을 이용하여 유압펌프를 작동하고, 제초부의 유압모터를 회전시켜 제초작업을 하는 방식으로 트랙터의 동력을 활용할 수 있게 구성하였으며, 붐 및 암을 구비한 본체에 제초부를 유압 킥클램프 방식으로 6set 각종 작업기를 체결하여 수초제거 작업을 할 수 있도록 하였다. 또한 본 연구 3-1과 같이 트랙터의 안정성과 작업자의 안전에 주안점을 두었고, 트랙터 운전자는 운전실에서 전기제어컨트롤을 이용하여 붐과 암, 제초부를 작동할 수 있도록 하였다.



(그림 3-3-60) 수초제거기(중·소수로용) 도면

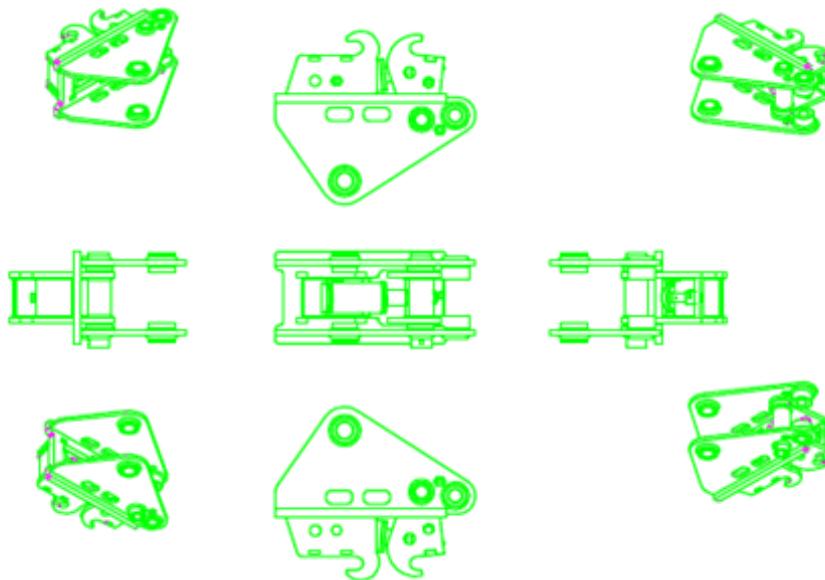


(그림 3-3-61) 굴삭기제초부 재활용 트랙터부착용 수초제거기 제작

라. 제초부 탈착이 용이한 유압착탈장치 개발

(1) 유압식 착탈장치의 경량화된 킥클램프 개발

1, 2차년도에 개발한 6set의 제초작업기를 현장상황에 맞도록 신속하고 간편하게 교체하기 위하여 제초부의 유압식 착탈장치인 킥클램프를 경량화하여 개발하였고, 본 연구 3-1과 3-3의 중·소 수로용 수초제거기 제작에 개발된 킥클램프를 장착하였으며, 동시에 킥클램프를 작동하는 컨트롤밸브 및 유압회로의 구성과 킥커플러 방식의 유압호스 체결구를 채택하였다.



(그림 3-3-62) 킥클램프 도면



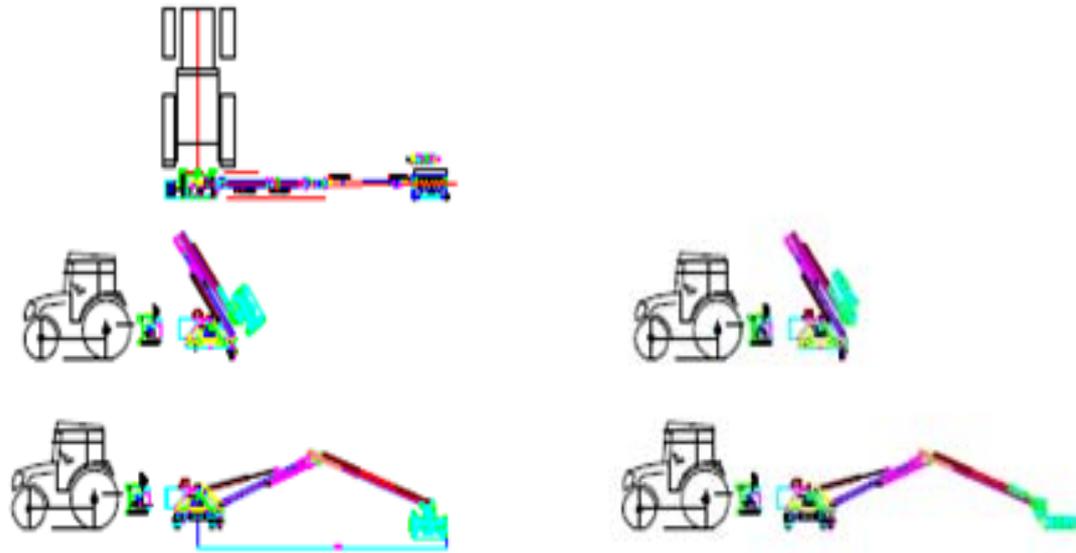
(그림 3-3-63) 퀵클램프 체결부위



(그림 3-3-64) 퀵클램프 유압회로

(2) 대형수로용 수초제거기 퀵클램프 적용

1차년도 제작한 대형수로 수초제거기에 퀵클램프를 적용하기 위하여 암과 제초부의 연결 부위와 유압호스 및 배관을 수정·제작하였으며, 동시에 퀵클램프를 작동하는 컨트롤밸브 및 유압회로의 구성과 퀵커플러 방식의 유압호스 체결구를 채택하였다.



(그림 3-3-65) 수초제거기(대형수로용) 도면



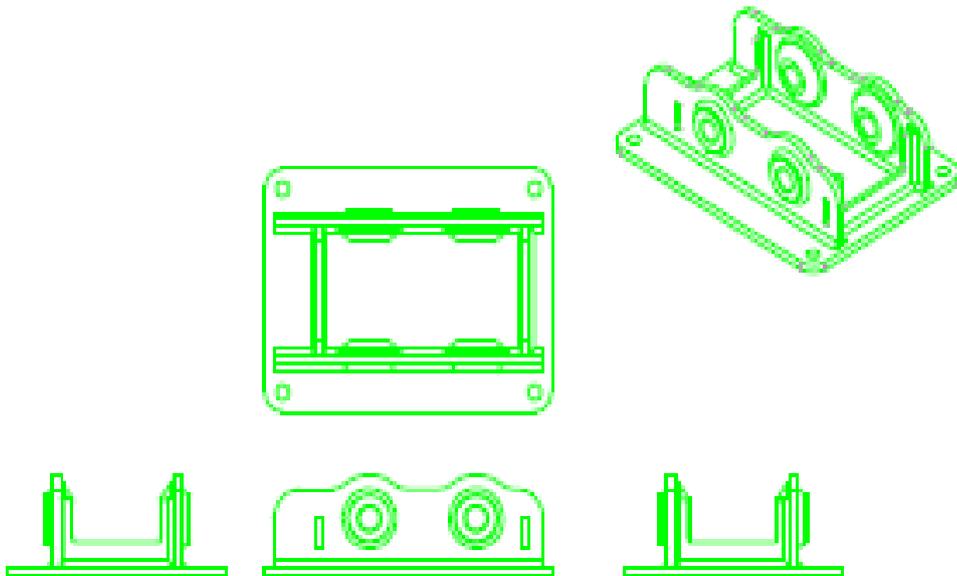
(그림 3-3-66) 대형수로용 수초제거기 킥클램프 적용



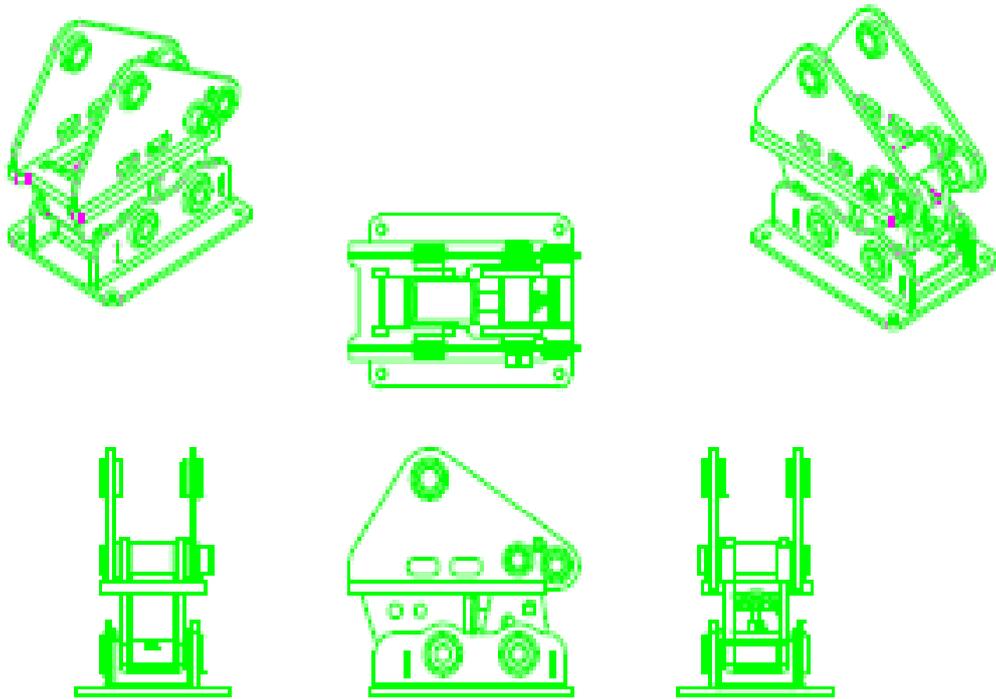
(그림 3-3-67) 확대 모습

(3) 5set 제조부에 킥클램프 적용

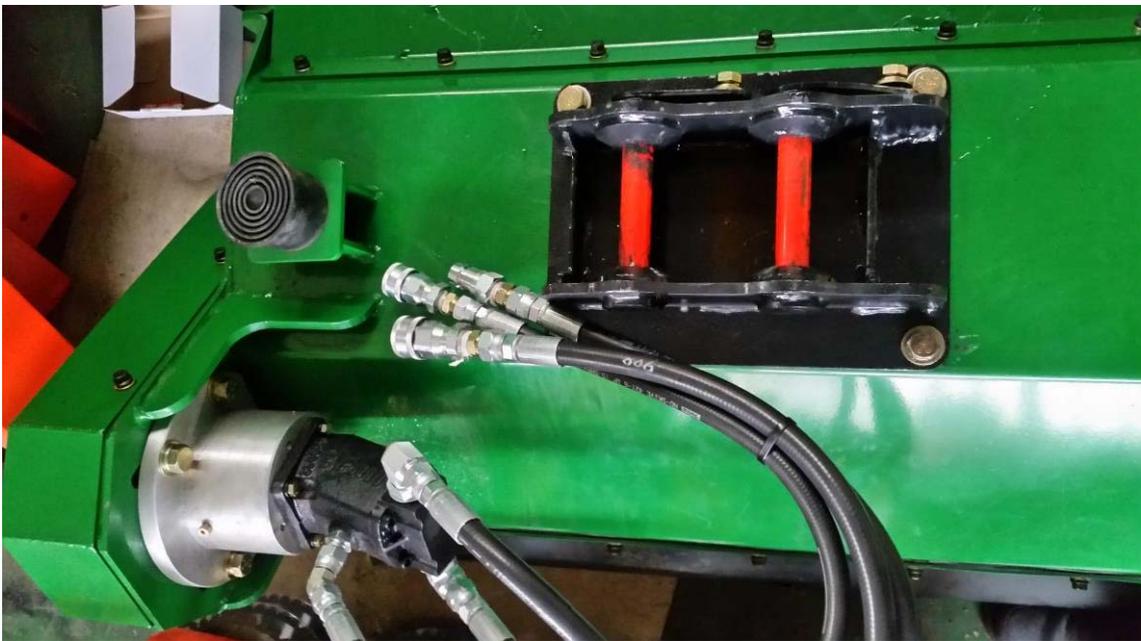
수초제거기 암 끝에 장착되어 있는 킥클램프를 활용하여 6set의 제조부를 상호 교환하기 위하여 각각의 제조부에 체결플렌지를 제작·장착하였고, 유압호스를 전체 교체하였다. 로터리 칼날회전형 제조부(제조폭 800, 1000), 로테이터적용 제조부, 수평칼날회전형 제조부, 원판칼날병립형 제조부, 삼각칼날왕복형 제조부 모두 암의 끝부분에서 체결이 가능하도록 구성하여 적용하였다.



(그림 3-3-68) 킥플렌지 도면



(그림 3-3-69) 퀵클램프+플렌지 도면



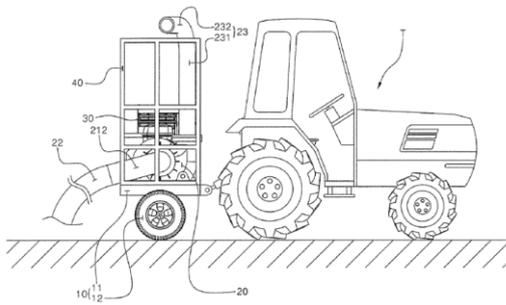
(그림 3-3-70) 퀵플램프 적용

7. 한국형 수로용 토사 제거 기기 개발

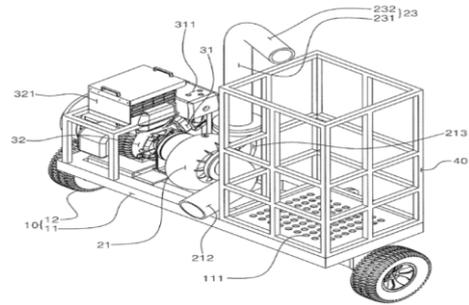
7.1. 50마력급 토사 제거 기기 개발

한국형 수로 토사제거장치는 엔진 및 모터로 구동되는 트랙터 견인식 토사 제거 장치로 트랙터에 의해 견인됨으로써 이동식으로 토사를 준설할 수 있음은 물론, 트랙터의 동력취출장치(PTO)에 연결하지 않고서도 별도의 동력원으로 작동됨으로써 작업을 위한 트랙터에의 장착이 용이하고, 동력원을 구동엔진과 구동모터 두가지를 혼합하여 사용함으로써 연료의 소비가 절감될 수 있고 친환경적인 엔진 및 모터로 구동하는 특징을 가지고 있다(특허출원 10-2015-0154157, 엔진 및 모터로 구동되는 트랙터 견인식 토사 준설 장치).

한국형 50마력급 소형 트랙터용 토사제거장치는 수초제거장치와 동일하게 3점링크 장착 링크 메커니즘을 이용하도록 하였고, 토사제거용 소형엔진은 혼다GX160, 흡입·토출 직경은 80 mm, 흡입 양정은 7.5 m, 토출량은 1,100 l/mim이다.



(a) 토사제거장치 개발 설계안



(b) 트랙터 견인형 토사제거장치

(그림 3-3-71) 한국형 수로용 토사제거장치 설계안(트랙터 견인형, 3점 링크 탈부착형)

트랙터 견인식 토사 제거 장치는 상부가 개구된 토사수용포대가 상기 베이스판의 상부면에 직립하게 안착 지지될 수 있도록 작업기바디의 일측에 세워진 포대지지대를 포함하고 펌프몸체로부터 토사수용포대의 높이보다 높게 상방으로 길게 연장된 수직관부와 토사가 토사수용포대의 개구부를 향해 배출되도록 상기 수직관부의 상단에서 연장되며 상기 포대지지대 방향으로 절곡된 절곡관부로 이루어진 것을 특징으로 한다.



(그림 3-3-72) 한국형 수로용 토사제거장치 시작품

8. 요약 및 결론

본 연구에서는 본 연구에서는 한국형 수초·토사제거기 상용화를 위해 수로 수초제거용 붐대 및 예취부 개발하고, 수로 수초제거용 동력제어기술 개발하고, 한국형 수로용 수초·토사 제거기기 개발하고, 개발된 수초·토사 제거기기의 현장 시험 평가를 하여 농촌수자원의 물손실량을 절감하고 토사·수초제거 작업의 인력 및 비용을 10% 이상 절감하는 농업용수로의 한국형 적정 수초·토사제거 상용화 기술개발에 목적이 있다. 개발과 개선의 과정을 통해 국내수로에 적합한 수초제거 시작품의 작업성능을 향상시켰다. 로테이터형, 대형수로 트랙터용, 중장비용 제조부를 개선 및 제작하였으며 현장시험을 실시하였다. 개선한 수초제거 제조부는 안정성을 확보하고 보다 효율적인 제조가 가능하도록 하였다. 또한 수중에서도 작업이 가능하도록 제조부를 개발 및 개선하고 다양한 타입의 제조부를 효율적으로 작업현장에 적용시킬 수 있도록 제조부 탈착장치를 개발하였다.

- ① 한국형 수로 수초제거용 붐대 및 예취부를 트랙터 50마력급, 100마력급에 적절하게 3점 핑크 메커니즘을 분석하여 개발 완료하였다(CAD, CATIA 이용). 특히 100마력급 트랙터 수초제거 붐의 최대 길이는 8미터이다. 예취부의 칼날을 수초제거가 용이하게 설계 및 제작하여 특허출원 10-2013-0110412, 특허등록 10-1552665의 성과를 이루었다. 붐의 편심을 해결하기 위하여 붐 반대방향에 밸런스 웨이트(무게추 450kg)를 추가 장착하여 트랙터 전복 위험성을 해소하였다.
- ② 수로 수초제거용 동력제어장치를 개발하여 50마력급, 100마력급의 수초제거장치의 수초제거 높이 조절 기능(3단계이상), 붐 방향전환, 길이 변환 기능 등을 적절하게 작동할 수 있도록 개발하였다. 특히 수초제거장치와 트랙터 사용자(운전자) 간의 무선통신(Bluetooth)모듈을 이용한 유무선 제어장치도 개발하여 적용하였으나 안전성 측면에서 유선장치를 선호함을 확인하였다.
- ③ 자주형 수초파쇄 및 집초시스템은 1인이 제조와 수거작업을 동시에 커팅된 풀을 흡입하여 수거할 수 있는 적재부 및 배출작업이 매우 간편하도록 개발하였고 원천기술력을 확보하였다(특허출원 10-2013-0008730 수거형 승용 예초 장치, 특허등록 10-1330266 수거형 승용 예초 장치)
- ④ 한국형 수로 수초·토사 제거 기기는 최종결과로서 트랙터 장착형 법면 및 수면 예초장치(특허출원 10-2015-0142424)와 엔진 및 모터로 구동되는 트랙터 견인식 토사 준설 장치(특허출원 10-2015-0154157)로 원천기술을 확보하였다. 특히 토사 제거장치는 동력원을 구동엔진과 구동모터 두가지를 혼합하여 사용함으로써 연료 소비가 절감될 수 있고 친환경적인 엔진 및 모터로 구동하는 특징을 가지고 있다.
- ⑤ 로테이터형 제조부는 70HP급 중형 트랙터에 적용할 수 있는 제조부를 제작하였으며, 로테이터를 장착하여 트랙터가 후진할 때 제조기를 180도 회전하여 제조작업을 할 수 있도록 구성하였다. 기존에 한 방향으로만 할 수 있었던 제조 작업 방향으로 인한 작업효율성이 저하되는 문제를 해결하였다. 또한 붐 및 암을 수로

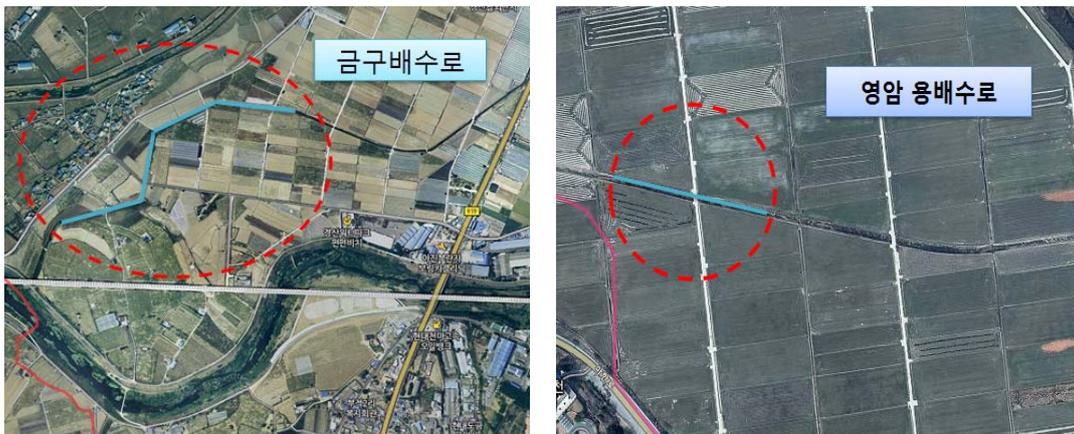
- 쪽으로 빼내어도 로테이터 회전이 가능하게 하고 제초부 경량화를 통해 현장 주위의 작업자의 안전성을 높이고자 하였다.
- ⑥ 대형 수로 트랙터용 제초부는 제초작업 효율성을 높이기 위해 제초헤드의 제초축과 제초칼날을 개선 제작하였다. 제초축은 개선된 제초칼날을 수용하고 제초칼날 체결부에 부싱을 삽입하여 제초칼날 플랜지의 마모를 줄이도록 개선 제작하였으며, 제초칼날은 크기를 키워서 제초축의 회전수(rpm)에 따라 가속력이 발생하도록 하였다. 또한 1차년도 시작품의 현장시험에서 문제점으로 부각된 덩굴풀의 제초도 가능하도록 L자 형태로 개선 제작하였다. 반면 칼날갯수는 기존 24개에서 16개로 줄여 경량화하여 작업능률을 향상하였다.
 - ⑦ 기존 굴삭기용 제초기의 붐과 암을 최대한 펼쳐서 제초작업을 할 경우에 발생하였던 불안전성과 전복우려의 문제점을 해결하기 위해 중장비 부착형 제초부 또한 경량화를 통해 그 문제점들을 개선하였다. 굴삭기 부착형 제초부의 틸팅장치, 모터플랜지, 프레임, 제초축 등을 경량화하여 제작 개선하였으며 제초폭은 기존 1,200mm에서 1,000mm로 축소하였고 제초부의 전체중량을 350kg에서 250kg 미만으로 경량화 개선하였다.
 - ⑧ 제초부의 신속한 교체를 위해 본 연구기간에 개발한 유압방식의 퀵클램프와 연결되는 제초부의 체결플랜지를 보다 간편하게 개선하였다. 제초작업시에 원판칼날의 휨현상이 발견되어 칼날중심의 보강판을 키워서 칼날끝과의 거리를 축소하였으며, 퀵클램프와 연결되는 제초부의 체결플랜지를 개선하였고, 수로 내·외경사면 제초작업이 가능하도록 전·후경각을 개선하였다. 삼각칼날 버팀부는 왕복작동 중에 칼날이 미세하게 이격되는 현상을 삼각칼날 버팀부를 고주파열처리 하여 바로 잡았으며, 퀵클램프 사용이 원활하도록 유압호스 교체와 체결플랜지를 개선하였다.
 - ⑨ 70HP급 중형 트랙터에 적용할 수 있는 제초거리 5m의 중·소수로용 수초제거기를 제작하였으며, 제초부는 로타리칼날 회전형 2개(제초폭 800, 1000mm), 로테이터장착 회전형(제초폭 1,000mm), 수평칼날 회전형(제초폭 700mm), 원판칼날 병립형(제초폭 1,000mm), 삼각칼날 왕복형(제초폭 1,700mm) 등으로 구성된 6set의 작업기를 현장상황에 따라 선택하여 장착할 수 있도록 하였고, 평지는 물론 경사지 및 수중제초가 가능하도록 제작하였다.
 - ⑩ 붐 및 암을 구비한 본체에 제초부를 유압 퀵클램프 방식으로 6set 각종 작업기를 체결하여 수초제거 작업을 할 수 있도록 하였다. 트랙터의 안정성과 작업자의 안전에 주안점을 두고, 트랙터 운전자는 운전실에서 전기제어컨트롤을 이용하여 붐과 암, 제초부를 작동할 수 있도록 하였다.

본 연구에서 개발한 한국형 수초·토사제거장치는 농업용수로의 수초 및 토사 제거가 용이함으로써 농촌수자의 물손실량을 절감하고 토사·수초제거 작업의 인력 및 비용을 절감할 수 있을 것으로 사료된다.

제 4 절 토사·수초제거 기술의 현장시험 및 효과분석

1. 기술 현장시험 및 효과분석

트랙터용 제초기의 현장시험을 위해 한국농어촌공사 경산지사 관할지구내 배수로인 금구배수로와 전남 영암군 영암읍 일대의 용·배수로를 선택하여 트랙터 부착 제초기의 시험·작동성을 평가하고, 기존 굴삭기용 제초기보다 경량·소형화한 제초부의 시험 및 작동성을 평가하였다. 봄 및 암의 길이가 8m급의 트랙터용 제초기는 봄 및 암을 8m까지 뺐었을 때 하중이 봄 및 암의 방향으로 치우치므로 소형 트랙터에 부착할 경우 트랙터가 전복될 위험이 있다. 따라서 웨이트 밸런스를 맞춰주기 위해 100마력급 이상의 트랙터에 부착하여 시험하였다. 개발기술이 모두 탑재된 수초제거 시작품은 현재 수초제거 작업량이 가장 많은 한국농어촌공사 전남지역본부에서 수로관리 실무에 적극 활용중이며 관행 수초제거 작업과의 효율성 등을 비교·검토 후 실질적 활용실적을 제시할 예정이다. 트랙터용 제초기의 개발과정에서 때때로 성능테스트를 수행한 후 제초부의 특성에 따라 수로사면, 수로바닥 등으로 나누어 3번의 현장시험을 진행하였다. 현장시험 장소는 당시 수로변과 수로내의 수초제거가 이루어지지 않아 수초가 많고 통수능이 저하된 상황이었다.



(그림 3-4-1) 현장시험 장소



(그림 3-4-2) 현장시험 대상 배수로

트랙터용 제초기의 제초 현장시험에 앞서, 현장시험 장소에서 자생하는 수초의 종류와 수초의 특성에 대해 조사하였다.

현장시험장소의 수초 식생조사 후, 트랙터용 제초기의 제초시험을 실시하였다. 약 50m의 수로변을 제초하였으며, 제초시간은 40분이 소요되었다. 인력은 트랙터 운전자와 트랙터용 제초기 컨트롤러를 조종하는 인력, 2명이 투입되었다. 추후 컨트롤러 조작법을 트랙터 운전자에게 교육한다면 1명의 인력으로도 제초가 가능할 것으로 판단된다.



(그림 3-4-3) 제초기 트랙터 설치



(그림 3-4-4) 트랙터용 제초기 현장시험



(그림 3-4-5) 원판칼날 병립형 수중 제초부 시험



(그림 3-4-6) 삼각칼날 왕복형 수중 제초부 시험

현장시험 결과, 경북 경산과 전남 영암의 수로변에 자생하는 갈풀, 고마리, 환삼덩굴 등의 수초가 95%이상 제거되었다. 1차 현장시험에서는 수초제거율로 보았을 때 만족할만한 결과를 얻었으나 몇 가지 보완사항이 나타났다. 8m급의 트랙터용 제초기를 사용할만한 중·대형 수로에서는 100마력 이상급의 트랙터용 제초기가 필요하지만 중·소형 수로에서는 조금 더 작은 크기의 제초기가 필요하였다. 국내 농가에 가장 많이 보급된 트랙터는 40~60마력급의 트랙터이며 이에 부착할 수 있는 5m급의 보다 작은 크기의 제초기가 필요하다. 또한, 예취부의 칼날 경량화에 따라 제초능력이 저하됨을 확인하였으며, 제초폭을 0.8m, 1.0m등 다양화해야 할 것으로 판단되었다. 그리고 중량검토를 선행한 후 현재 한 방향으로만 작업하여야 하는 방식을 로테이터를 부착함으로써, 양방향 작업이 가능하도록 해야할 것으로 판단되었다.

2차 현장시험에서는 1차 현장시험에서 나타난 보완사항에 대해 중점적으로 검토하여 개선된 수초제거 시작품을 개발하여 진행하고 개선한 제초기의 현장시험을 위해 1차년도와 동일한 현장을 선택하여 현장시험을 수행하였다. 동일한 현장을 선택한 이유는 기존 제초기의 경량화를 시도한 결과가 동일한 조건하에서 작업능률의 증대에 대해 비교시험을 하기 위해서이다. 본 현장시험에서는 대형수로 트랙터용 제초부의 시험·작동성을 평가하고, 제초칼날 개선 및 동력 강화 예취부 시험·작동성을 평가하였다. 또한 제초칼날의 제초능력을 향상시키고 작업환경에 따라 작업이 가능하도록 제초폭의 다양성을 증대시켰으며 제초부에 로테이터를 부착함으로써 양방향 작업을 시험하였다.



(그림 3-4-7) 1차 현장시험 결과

비교적 동일한 조건하에서 현장시험을 한 결과, 경량화를 하였음에도 불구하고 현장 수로사면의 95% 이상 제초되었음을 확인하였다. 또한, 경량화를 통해 안정성이 한층 확보되었고 제초효율이 향상되었음을 확인할 수 있었다. 그러나 기존 예취부 칼날의 경량화로 인해 나뭇가지등 비교적 단단한 장애물 제거 능력은 저하되었으며 최대 8m 작업시 Weight balace의 보완이 필요할 것으로 사료된다. 그리고 수중의 수초제거를 시도하였으나 2차 현장시험을 수행한 제초타입으로는 수중의 수초제거는 불가능하였다. 작업시 수로변의 토공부분까지 제초칼날이 닿던 1차 시험에 반해 수로 줄기 아랫부분에서 제초가 이루어져 수로의 손상을 최소화 하면서 제초가 이루어지도록 개선되었음을 확인하였다.



(그림 3-4-8) 2차 현장시험 결과

3차 현장시험은 1,2차 시험에 비해 보다 수로폭이 좁고 수로바닥의 수초가 무성한 장소로 선택하여 수행하였다. 수중 수초제거가 가능한 3종류의 제초부에 대한 시험을

진행하였으며 수초로 뒤덮여 보이지 않던 용수가 수초제거 시험 후 물길에 확실히 보이고 통수능이 향상되었음을 육안으로 확인할 수 있었다. 시험결과 원판칼날 병립형이 가장 우수한 제초효과를 보여주었으며 다음으로 삼각칼날 왕복형, 수평칼날 회전형 순으로 제초효과에 대한 효과를 분석할 수 있었다. 원판칼날 병립형은 빠르고 강한 힘으로 제초가 이루어지는데 반해 작업 시 수로 내 수초에 가려져 보이지 않는 큰 돌이나 철근 등 단단한 이물질에 부딪혔을 경우 칼날이 손상되는 단점을 보였다. 이는 추후 칼날의 강도 보강등을 통해 개선하였다. 삼각칼날 왕복형은 비교적 수로 내 이물질에 대해서는 손상정도가 작고 꾸준한 작업능력을 보여주었다. 작업 속도는 원판칼날 병립형에 비해 느리고 줄풀 등 길이가 길게 자라는 수초가 제초부에 끼어 작업 중간중간에 작업자가 제거해 주어야 하는 현상이 발생하였다. 수평칼날 회전형은 가장 빠른 회전속도로 제초작업을 진행하여 수초 줄기의 두께를 막론하고 베어내는데에 있어서는 우수하였으나 회전속도가 빠르만큼 제초부를 컨트롤 하는 작업자의 숙련도가 중요할 것으로 판단된다.



(그림 3-4-9) 3차 현장시험 결과

4차 현장시험은 전남 나주 소재 산포면 송림제, 화지제, 금천면 석전리 등에서 수행하였고, 적용 트랙터는 LS엠트론사의 T6070모델(135마력, 99kW)을 선택하였다. 트랙터 중량은 6.17kg이고, 주행속도는 0.31~38.23 km/h이며 PTO속도는 540, 750, 1000 rpm이다. PTO속도가 저속인 경우에는 아래와 같이 수초제거상태가 나쁘고 견인형 수초제거장치의 편심 무게로 인하여 트랙터의 전복사고 위험성을 확인할 수 있었다. 100마력급 수초제거장치의 개선사항은 전복위험성에 대한 평형을 유지하기 위하여 밸런스 웨이트(평형추) 450kg을 봄대 반대방향에 추가 장착하였고, PTO축 rpm은 1000rpm으로 설정하여 수초제거가 잘 됨을 확인하였다. 그리고 2016년도에 한국형 수초제거장치의 농업기계검정을 농업기술실용화재단(FACT)에 진행중이며, 농업기계검정 획득과 동시에 실용화 및 산업화를 추진할 예정이다.



(그림 3-4-10) 100마력급 대형트랙터 수초제거장치 현장시험 I



(그림 3-4-11) 100마력급 대형트랙터 수초제거장치 현장시험 II

또한, 추가적으로 50마력급 수초제거장치 현장 시험을 수행하였다. 한국형 50마력급 소형 트랙터용 봄 제초(수초)장치 현장시험은 전남 나주, 광주광역시 외곽지역에서 5회 이상 실시하였고, 현장 시험 결과 제초 칼날의 회전수는 2,750 rpm으로 제초 성능을 향상 완료하였다. 적용 트랙터는 25.8(35) ~ 36.8 kW(50 hp), 제초폭은 900 mm, 작업거리는 4.1 m이고 시간당 제초면적은 680~2,000 m²이다. 향후 동력예초기의 제초 성능과 비교하여 인력과 비용절감의 정량적인 결과를 제시할 예정이다.



(a) 트랙터 봄 제초장치 현장 시험 1



(b) 트랙터 봄 제초장치 현장 시험 2

(그림 3-4-12) 50마력 소형트랙터 봄 제초장치 현장시험

2. 수초·토사 제거기 개발제품의 경제성 분석

① 수초·토사 제거기 인건비

- 인건비 : 100,000원/일
- 식비 10,000원, 교통비 10,000 포함(국내 농업 일용직 평균 인건비 기준)
- 1 ha당 인건비 : 5,000,000원(1 ha당 인건비 = 인당 인건비 × 인원수)
- 수초·토사 인력 : 약 50명/ha·일

② 한국형 수초·토사 제거기 비용

- 한국형 수초·토사 제거기 구입비 : 88,000,000원 (예상 평가 : 100마력급 기준)

<표 3-4-1> 한국형 수초 제거기 제품 생산 원가

항 목	부 품 명	가 격	비 고
한국형 수초·토사 제거기 동력 및 플랫폼	봄대	31,000,000	6미터
	예취부(법면 및 사면 제거장치)	19,000,000	2미터
	유압모터, 펌프, 호스, 커플링, 실린더	10,000,000	
	제어기, 센서, 배선	3,000,000	본체, 작업기 제어기
	프레임, 커버, PTO연결장치	14,000,000	
	스프라켓기어, 체인, 베어링	2,000,000	
	조립 및 검수	1,000,000	
	부가세	8,000,000	
	합 계	88,000,000	

- 한국형 수초·토사 제거기 유류비 : 15,000원/ha

- 유류비 : 7시간/일 × 9리터/시간 × 약 1,000원 (면세유) = 63,000원/일
- 작업 효율 : 6 ha/일 (7시간) * 작업효율 : 고장 수리, 작업 능률 등 고려
- 1 ha 당 유지 비용 : $\frac{63,000\text{원}}{6\text{ha} \times 70\%(\text{작업효율})} = 15,000\text{원/ha}$
- 수초 제거기 운전 인력 : 2명(인건비 : 100,000원/일)

③ 한국형 수초·토사 제거기 손익 분기점

- 손익 분기점 : 17.65 ha

- 한국형 수초·토사 제거기 소요 비용 (내구연한 10년 기준)
: 88,000,000원 + 15,000원/ha × 작업면적
- 인력을 이용한 마늘·양파 수확 비용 : 5,000,000원/ha × 작업면적

3. 요약 및 결론

본 연구에서는 농업용 수로의 토사 저감 및 수초제거 기술의 효과에 대한 현장시험을 수행하였다. 현장시험은 50마력급과 100마력급의 트랙터 부착형으로 나누어 수행하였으며 총 10회 이상 수행하였다. 현장시험은 약 50m의 수로변을 제초하였으며, 제초시간은 30~40분이 소요되었다. 현장시험 결과, 수로변에 자생하는 갈풀, 고마리, 환삼덩굴 등의 수초가 95%이상 제거되었다. 국내 수로에 적합한 수초제거 기술을 분석하고 국내수로에 적합한 수초제거 시작품 현장시험의 내용을 요약하면 다음과 같다.

- ① 기존 한국농어촌공사에서 개발한 중장비(굴삭기)용 제초기를 포함하여 본 연구에서 개발한 트랙터용 시작품의 현장시험을 수행하였다. 트랙터용 제초기의 현장시험은 경산, 영암, 나주 일대의 통수능이 저하된 수로를 선택하여 트랙터 부착 제초기의 시험·작동성을 평가하고, 기존 굴삭기용 제초기보다 경량·소형화한 제초부의 시험·작동성을 평가하였다. 트랙터용 제초기의 제초 현장시험에 앞서, 현장시험 장소에서 자생하는 수초의 종류와 수초의 특성에 대해 조사한 결과, 갈풀, 환삼덩굴, 고마리 등의 수초가 자생하고 있었다. 현장시험장소의 수초 식생조사 후, 트랙터용 제초기의 제초시험을 실시하였다.
- ② 트랙터용 제초기의 현장시험을 위해 한국농어촌공사 경산지사 관할지구내 배수로인 금구배수로와 전남 영암군 영암읍 일대의 용·배수로를 선택하여 트랙터 부착 제초기의 시험·작동성을 평가하고, 기존 굴삭기용 제초기보다 경량·소형화한 제초부의 시험 및 작동성을 평가하였다. 트랙터용 제초기의 개발과정에서 때때로 성능테스트를 수행한 후 제초부의 특성에 따라 수로사면, 수로바닥 등으로 나누어 현장시험을 진행하였다. 현장시험 장소는 당시 수로변과 수로내의 수초제거가 이루어지지 않아 수초가 많고 통수능이 저하된 상황이었다. 현장시험 결과, 경북 경산과 전남 영암의 수로변에 자생하는 갈풀, 고마리, 환삼덩굴 등의 수초가 95% 이상 제거되었다. 1차 현장시험에서는 수초제거율로 보았을 때 만족할만한 결과를 얻었다. 또한, 예취부의 칼날 경량화에 따라 제초능력이 저하됨을 확인하였으며, 제초폭을 0.8m, 1.0m등 다양화해야 할 것으로 판단되어 보완하였다.
- ③ 2차 현장시험에서는 1차 현장시험에서 나타난 보완사항에 대해 중점적으로 검토하여 개선된 수초제거 시작품을 개발하여 진행하고 개선한 제초기의 현장시험을 위해 1차년도와 동일한 현장을 선택하여 현장시험을 수행하였다. 제초칼날의 제초능력을 향상시키고 작업환경에 따라 작업이 가능하도록 제초폭의 다양성을 증대시켰으며 제초부에 로테이터를 부착함으로써 양방향 작업을 시험하였다. 비교적 동일한 조건하에서 현장시험을 한 결과, 경량화를 하였음에도 불구하고 현장 수로사면의 95% 이상 제초되었음을 확인하였다. 또한, 경량화를 통해 안정성이 한층 확보되었고 제초효율이 향상되었음을 확인할 수 있었다. 작업시 수로변의 토공부분까지 제초칼날이 닿던 1차 시험에 반해 수로 줄기 아랫부분에서 제초가 이루어져 수로의 손상을 최소화 하면서 제초가 이루어지도록 개선되었음을 확인하였다.

- ④ 3차 현장시험은 1,2차 시험에 비해 보다 수로폭이 좁고 수로바닥의 수초가 무성한 장소로 선택하여 수행하였다. 수중 수초제거가 가능한 3종류의 제초부에 대한 시험을 진행하였으며 수초로 뒤덮여 보이지 않던 용수가 수초제거 시험 후 물길이 확실히 보이고 통수능이 향상되었음을 육안으로 확인할 수 있었다. 시험결과 원판칼날 병립형이 가장 우수한 제초효과를 보여주었으며 다음으로 삼각칼날 왕복형, 수평칼날 회전형 순으로 제초효과에 대한 효과를 분석할 수 있었다.
- ⑤ 4차 현장시험은 전남 나주 소재 산포면 송림제, 화지제, 금천면 석전리 등에서 수행하였다. 트랙터 중량은 6.17kg이고, 주행속도는 0.31~38.23 km/h이며 PTO속도는 540, 750, 1000 rpm이다. PTO속도가 저속인 경우에는 아래와 같이 수초제거 상태가 나쁘고 견인형 수초제거장치의 편심 무게로 인하여 트랙터의 전복사고 위험성을 확인할 수 있었다. 100마력급 수초제거장치의 개선사항은 전복위험성에 대한 평형을 유지하기 위하여 밸런스 웨이트(평형추) 450kg을 봄대 반대방향에 추가 장착하였고, PTO축 rpm은 1000rpm으로 설정하여 수초제거가 잘 됨을 확인하였다. 추가적으로 50마력급 수초제거장치 현장 시험을 수행하였다. 한국형 50마력급 소형 트랙터용 봄 제초(수초)장치 현장시험은 전남 나주, 광주광역시 외곽지역에서 5회 이상 실시하였고, 현장 시험 결과 제초 칼날의 회전수는 2,750 rpm으로 제초 성능을 향상 완료하였다. 적용 트랙터는 25.8(35) ~ 36.8 kW(50 hp), 제초폭은 900 mm, 작업거리는 4.1 m이고 시간당 제초면적은 680~2,000 m²이다.
- ⑥ 한국형 수초 및 토사 제거장치(100마력급 기준)을 적용한 경제성 분석에서 손익분기점은 17.65 ha로 정량적 추정치로 산정되었고 수초 및 토사 인력제거에 소요되는 인력은 2명이다. 결과적으로 인력절감효과가 아주 우수하다고 판단할 수 있다.

제 5 절 수로 수초·토사 관리정보시스템 구축 및 기술 실용화 방안 제시

1. 서론

수로 수초·토사 자료 관리 단위모듈 개발을 통해 수리시설물의 파손·붕괴·농경지 매몰의 위험성 방지 및 토사물 퇴적에 의한 통수능력 저하 등의 피해 예방 및 유지관리 비용을 절감하고, 시범 시스템 개발 및 시범 구축을 통해 수리시설물 유지관리 업무 효율성 증대 및 유지관리 비용을 절감하기 위한 정보 구축 및 제공이 가능한 시스템 개발이 목적이다.

수로 수초·토사 관리정보시스템은 텍스트 관리 위주에서 효율적인 업무 처리를 위하여 공간정보를 활용한 수리시설물을 기반으로 하며, 활용성을 높이기 위하여 미국 오토데스크(Autodesk Inc.)의 GIS 제품인 Autodesk Infrastructure Map Server 2014와 OpenLayers API를 이용하여 구현하였다. Autodesk Infrastructure Map Server는 한국농어촌공사에서 농업기반시설관리시스템(RIMS)의 시설GIS를 Web GIS 제품으로 이번 시스템의 기반이 되는 Autodesk Mapguide의 최신 버전으로 웹 환경에서 공간정보를 시각적으로 표현하여 가시성을 높인 제품으로 호환성이 우수하고, 검증된 GIS 모델객체 기반의 동적연관 기능을 가지고 있기에 적합하다고 판단된다. 이에 본 연구에서는 체계적인 수로 수초·토사 관리를 위한 DB 구축 지침 수립 및 관리 시스템을 개발하고자 한다.

본 연구의 내용은 크게 3가지 분야를 연구 범위로 설정하였으며, 각 분야별로 유기적인 절차수행에 따라 최종 연구결과를 도출하였다.

가. 공간정보 기반 관리정보시스템 개선

- 수초도감 설계 및 개발
- 작업내역 등록 (수초도감 연계)
- 유지보수 사업별 작업내역 관리
- 작업내역 결과보고서 출력

나. 토사 및 수초 관리정보시스템 실 환경 적용 실시 테스트

- 시범운영 환경구성
- 공사 및 사용자 의견 수렴 (동진지사, 천안연암대, 충북대)
- 피드백 결과 시스템 적용

다. 관리정보시스템 매뉴얼 작성 및 활용방안 제시

- 수로 수초·토사 관리정보시스템 사용자 매뉴얼 작성
- 시스템 시범운영을 통한 활용방안 제시

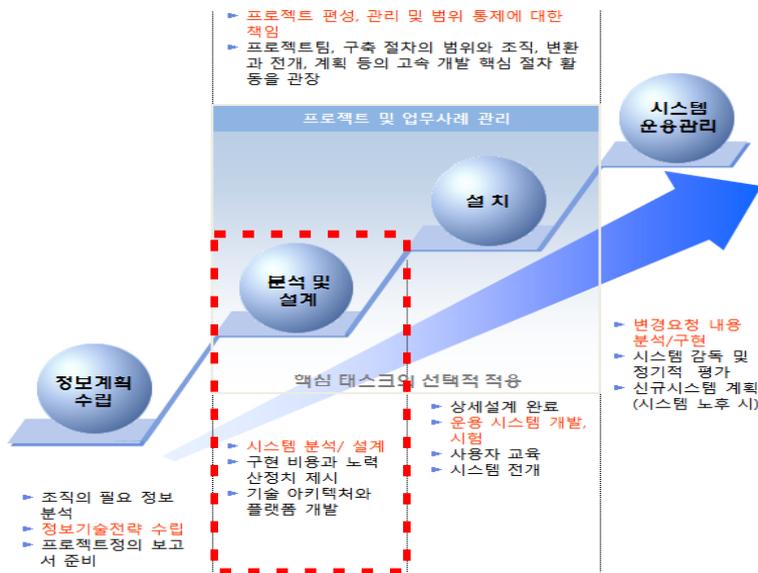


(그림 3-5-1) 수로 수초·토사 관리정보시스템 개발 목표

또한, 본 연구에서는 수로 수초·토사 관리정보시스템 개발을 목적으로 앤더슨 컨설팅 (Anderson Consulting)의 관리기법/1을 활용하여 다음과 같은 단계에 따라 추진하였다.

개발원	앤더슨 컨설팅 (Anderson Consulting)	특징	<ul style="list-style-type: none"> ○ 각종개발 접근 방법을 망라한 포괄적 접근 ○ 단계, 세그먼트, 태스크, 스태프로 이루어진 구조적 접근 ○ 통합 CASE Tool의 기초에 의한 지원 ○ 공수견적, 품질관리 등의 프로젝트 관리기법의 제공
개발시기	1979년		
국내 공급사	앤더슨 컨설팅		
관련자동화 도구	<ul style="list-style-type: none"> ○ Plan/1 ○ Design/1 ○ Install/1 		

(그림 3-5-2) 관리기법/1 개요



(그림 3-5-3) 관리기법/1 활용방안

2. 국내외 기술개발 현황

2.1 수로 수초·토사 관리를 위한 제품 선정

가. AIMS (Autodesk Infrastructure Map Server)

GIS 소프트웨어 Autodesk Infrastructure Map Server는 차세대 웹 매핑 기술이자, 맵 정보를 효과적이면서도 쉽고 빠르게 배포할 수 있는 강력한 플랫폼이다. Autodesk Infrastructure Map Server를 설명하자면, Open Source에 기반하며 Autodesk Infrastructure Map Studio를 저작 도구로 이용하는 지형 소프트웨어 Autodesk Infrastructure Map Server는 간편한 구축 및 유연한 구축 옵션 지원이 가능한 소프트웨어이다.

간단한 구축 및 유연한 구축 옵션

- 조직 내외에 걸쳐 지형 및 설계 데이터에 웹 기반 액세스
- 매력적이고 직관적인 대화식 맵
- 간단한 설치 및 구축
- 맵을 작성하고 웹 기반 매핑 응용프로그램을 개발할 수 있는 간편한 도구
- 엔터프라이즈 데이터와 연결 및 통합
- 강력한 API 및 개발 옵션
- Open Source 프로젝트에 기반해 기술혁신 구현 속도가 빠르고 비용이 낮음

Infrastructure Map Server 특징점

- 플랫폼 유연성 - OS(Windows, Linux), 웹서버(IIS, Apache), 개발언어(.NET, Java) 지원
- 단일 저작 도구 - 웹 2.0방식의 템플릿으로 쉽게 데이터를 통합하고 신속한 응용프로그램 구축
- 보다 혁신적인 기술 - 공개소스 프로젝트와 소프트웨어 협업 개발로 단기간에 혁신적인 이점을 취득
- 서버 처리 - 로컬 컴퓨터에서 "Thick Client"나 플러그인을 사용해 공간 정보를 표시
- 보다 손쉬운 데이터 액세스 - FDO(Feature Data Object)는 원격 데이터 소스에 빠르고 쉽게 액세스
- 원격 관리 - 브라우저 기반 도구로 서버 리소스의 원격 관리 가능
- 프로그래밍 유연성
- 보다 간단한 화면
- AutoCAD Map 3D와 통합
- 보다 화려하고 일관된 맵

(그림 3-5-4) AIMS 소개

나. AIMS의 주요 특징

<표 3-5-1> AIMS의 특징

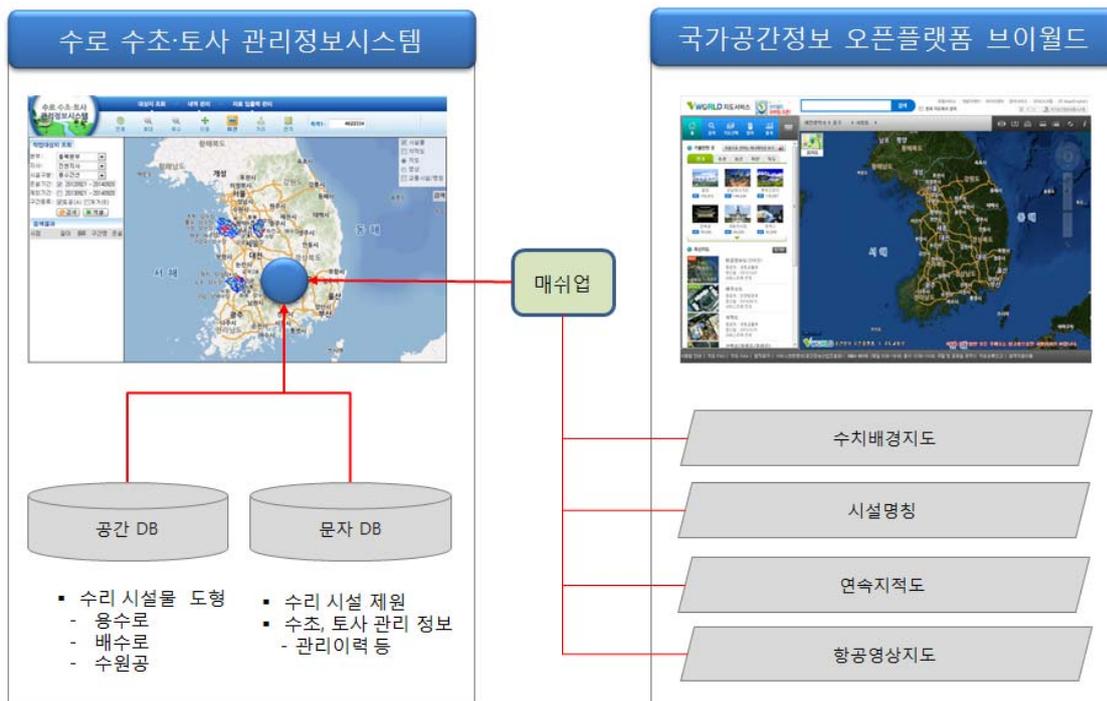
구 분	설 명
향상된 웹2.0방식의 웹매핑 응용프로그램 제작	유연한 디자인 템플릿의 모듈식 시스템과 드래그 앤드랍 응용프로그램을 이용하여 웹 개발 전문지식이 없이도 유연한 레이아웃 기술을 적용하여 웹 응용프로그램을 제작
강력하고 단일화된 표현식 지원	강력한 표현식 언어와 어떠한 FDO 데이터 프로바이더에서도 효과적이고 견고한 기능을 제공한다. Autodesk Infrastructure Map Studio의 표현식 편집기를 사용하면 필터, 주제도, 레이블에 대한 표현식을 보다 쉽게 구현
향상된 맵 표현	향상된 안티앨리어싱 기능을 지원하는 렌더링 엔진으로 깔끔하고 향상된 맵을 표현 
기본 웹 서버 통합	보안 응용프로그램과 일반 응용프로그램 모두에서 설치 및 구성이 쉬우며 표준 HTTP나 HTTPS 프로토콜 상에서 클라이언트의 요청을 수용하며, 기본적으로 IIS에 ISAPI모듈로, Apache에서는 Apache모듈로 각각 통합 
강화된 성능과 확장성	신속한 대화식 선택, 향상된 데이터베이스 연결, 멀티쓰레드 래스터 액세스, 래스터 채투영 등의 향상된 기능 제공
폭 넓은 플랫폼 지원	다용성을 높이고 소비비용을 낮출수 있도록 IIS나 Apache를 사용하여 서비스 및 데몬이 실행되어 동작
서버사이드 응용프로그램 개발	코드가 동일한 래스터와 벡터 화면을 모두 지원하는 프로그램 개발을 지원하며 응용프로그램 업데이트 시 클라이언트는 업데이트가 불필요
다양한 개발언어 지원	모든 플랫폼에서 일관된 API 호출을 기본으로하는 웹 익스텐션을 통해 .NET, JavaScript, PHP를 지원하여 기능손실 없이 원하는 환경에서 작업 

2.2 국가교통부의 공간정보 오픈플랫폼 브이월드 연계 방안

국가교통부는 2011년도 시범사업을 통해 ‘공간정보 오픈 플랫폼 기반’을 구축하였고, 2012년도 이후 전국단위 국가공간정보 서비스와 통합지도 개발의 오픈 플랫폼 서비스 라인업을 완성하였으며, 2013년도 이후 현재까지 지속적으로 서비스 기능 고도화를 추진하고 있다.

가. TMS(Tile Map Service)방식으로 매쉬업(Mesh-Up) 방안

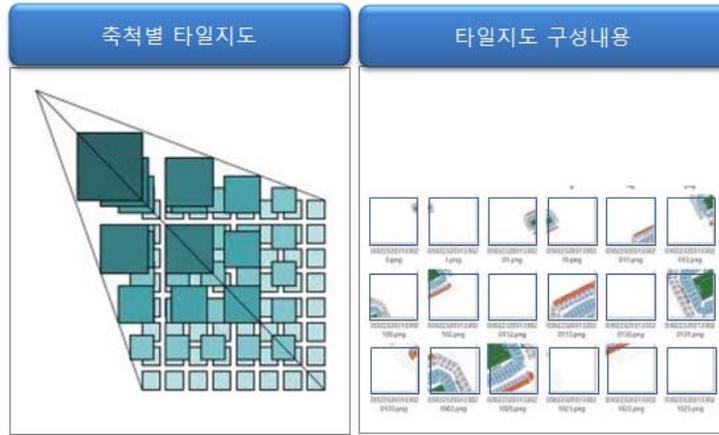
본 연구에서는 국가공간정보 오픈플랫폼인 브이월드의 제공데이터인 수치배경지도, 시설명칭, 연속지적도, 항공영상지도를 OGC(Open Geospatial Consortium) 표준에 의거하여 TMS(Tile Map Service)방식으로 연계를 하고자 한다. TMS방식은 타일맵 형태의 맵 서비스로서 구글, 다음, 네이버의 지도서비스에서 활용되고 있다. TMS방식의 특징은 지도서버와 독립적으로 동작한다는 것이며, 본 연구에서 TMS방식을 적용하여 국가공간정보 오픈플랫폼에서 제공하는 데이터를 수로 수초·토사 관리정보시스템과의 매쉬업(Mesh-Up)을 통해서 수리시설 정보와 서비스가 가능하게 된다.



(그림 3-5-5) 국가공간정보 오픈플랫폼 연계 방안

다음은 국가공간정보 오픈플랫폼에서 연계하고자 하는 제공 데이터 종류이다.

- 수치배경지도 : 국토지리정보원의 국가수치지도2.0 기반으로 제작
- 시설명칭 : 우리나라 전역의 약 90만개에 해당하는 시설명칭
- 연속지적도 : 국토교통부의 전국 연속지적도
- 항공영상지도 : 국토지리정보원의 25~50cm급의 우리나라 전역의 항공영상



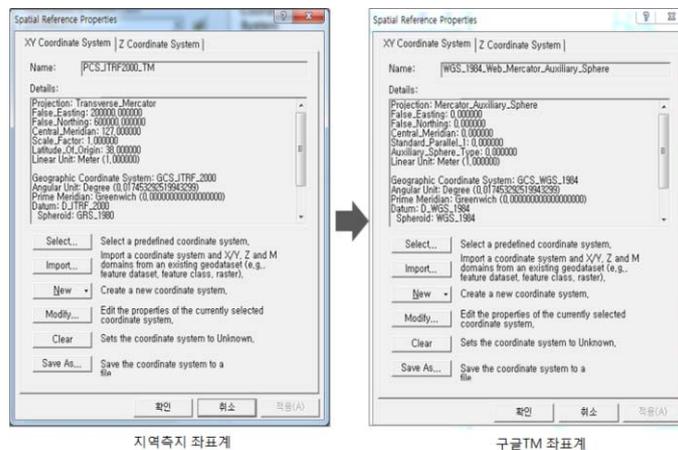
(그림 3-5-6) 타일 지도 구성도

나. 구글(Google)TM으로 좌표변환 방안

국가공간정보 오픈플랫폼인 브이월드의 제공데이터인 수치배경지도, 시설명칭, 연속 지적도, 항공영상지도를 사용하기 위해서는 구글TM 좌표계로 변환해야 한다. 본 연구에서는 지역측지계로 구성된 수로 수초·토사 관리정보 시스템의 공간DB를 구글TM 좌표계로 변환하기 위해 ESRI사의 ArcGIS Desktop를 활용하였다.

<표 3-5-2> 좌표변환

구분	지역측지계 (공사보유)	구글TM(V-World)
타원체	Bessel	WGS84
원점	127도	0도
가산수치	N50만, E20만	0,0 (없음)



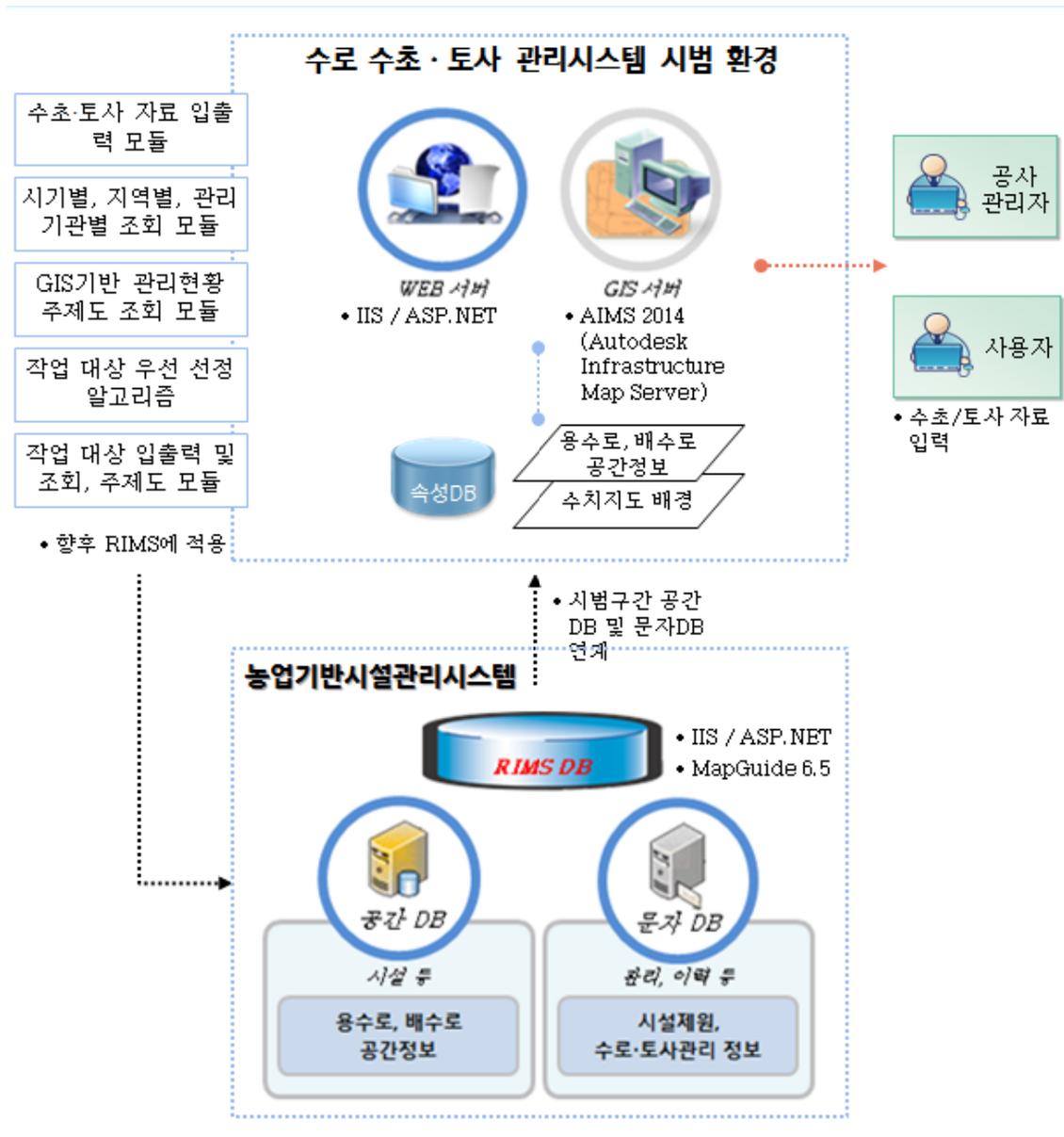
(그림 3-5-7) ArcGIS Desktop를 사용하여
구글TM으로 좌표변환

3. 연구 수행 내용

3.1 수로 수초·토사 관리정보시스템 구성 및 보완

가. 시스템 구성

수로 수초·토사 관리정보시스템은 한국농어촌공사의 『농업기반시설관리시스템』의 수리시설DB를 연계하여 개발하고, 향후 시설GIS에 연계될 수 있도록 국내 수로를 대상으로 조사·분석한 유형별 및 관리 지구별 자료를 효율적으로 관리하는 시범 시스템이다. 수로 관리기관의 시기별, 작업별 관리정보의 효율적인 적용, 적정 작업 시기 및 구간, 작업방안을 제시할 수 있는 체계적이고 실용성 있는 관리시스템을 구축하고자 한다.



(그림 3-5-8) 수로 수초·토사 관리정보시스템 모식도

나. 기능 보완

(1) 검색 기능

(가) 시설명 검색

작업내역 등록 시 해당 위치로 쉽게 이동할 수 있도록 공간정보상에 존재하는 시설의 명칭으로 검색한 후 이동하는 기능이다. 검색조건은 본부/지사를 선택한 후 선택한 지사에서 전체 또는 시설구분, 시설명으로 검색할 수 있다.

검색 결과는 시설명이 검색되며, 선택하면 해당 위치로 지도를 표시한다.

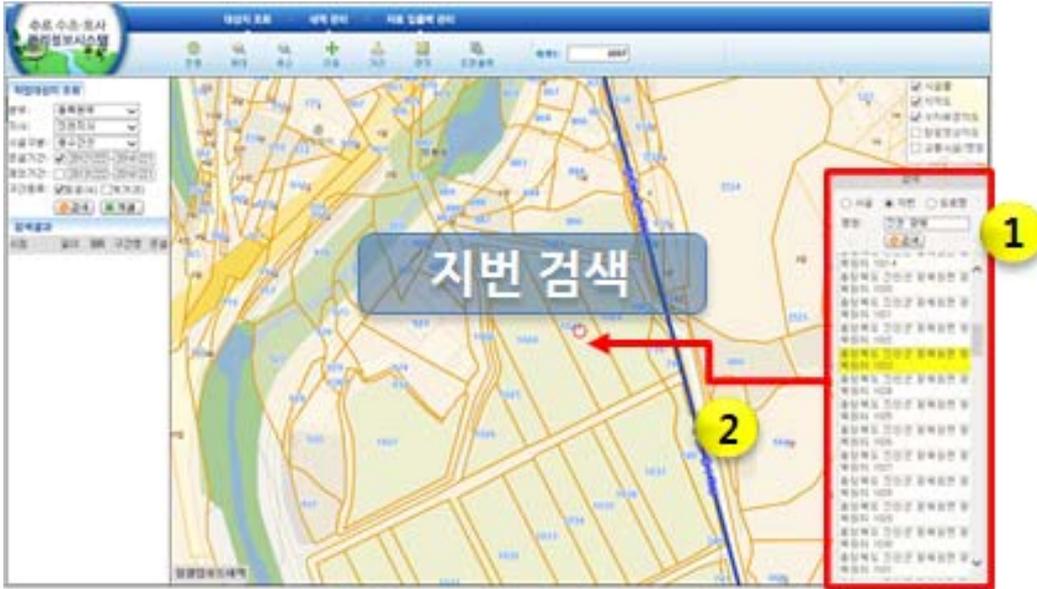


(그림 3-5-9) 시설명 검색

(나) 지번 검색

작업내역 등록 시 해당 위치로 쉽게 이동할 수 있도록 국토교통부의 브이월드에서 제공하는 지번 정보를 이용하여 검색한 후 이동하는 기능이다. 검색조건은 명칭에 검색할 지번 주소를 입력하여 검색할 수 있다.

검색 결과는 입력한 지번 주소와 유사한 결과가 검색되며, 선택하면 해당 위치로 지도를 표시한다.



(그림 3-5-10) 지번 검색

(다) 도로명 검색

작업내역 등록 시 해당 위치로 쉽게 이동할 수 있도록 국토교통부의 브이월드에서 제공하는 도로명 주소를 이용하여 검색한 후 이동하는 기능이다. 검색조건은 명칭에 검색할 도로명 주소를 입력하여 검색할 수 있다.

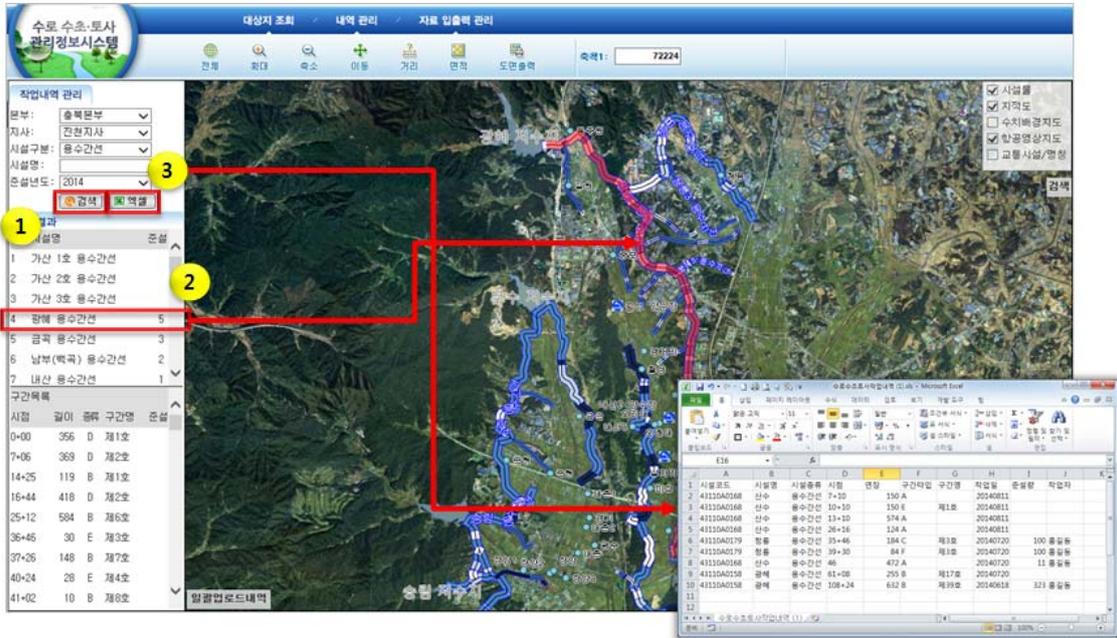
검색 결과는 입력한 도로명 주소와 유사한 결과가 검색되며, 선택하면 해당 위치로 지도를 표시한다.



(그림 3-5-11) 도로명 검색

(2) 작업대상지 조회

작업대상지 조회는 기존 작업한 내역을 기준으로 작업할 대상을 선정하기 위한 기능으로 작업대상지를 조회한 후 작업 계획을 수립하는데 활용할 수 있다.



(그림 3-5-12) 작업대상지 조회

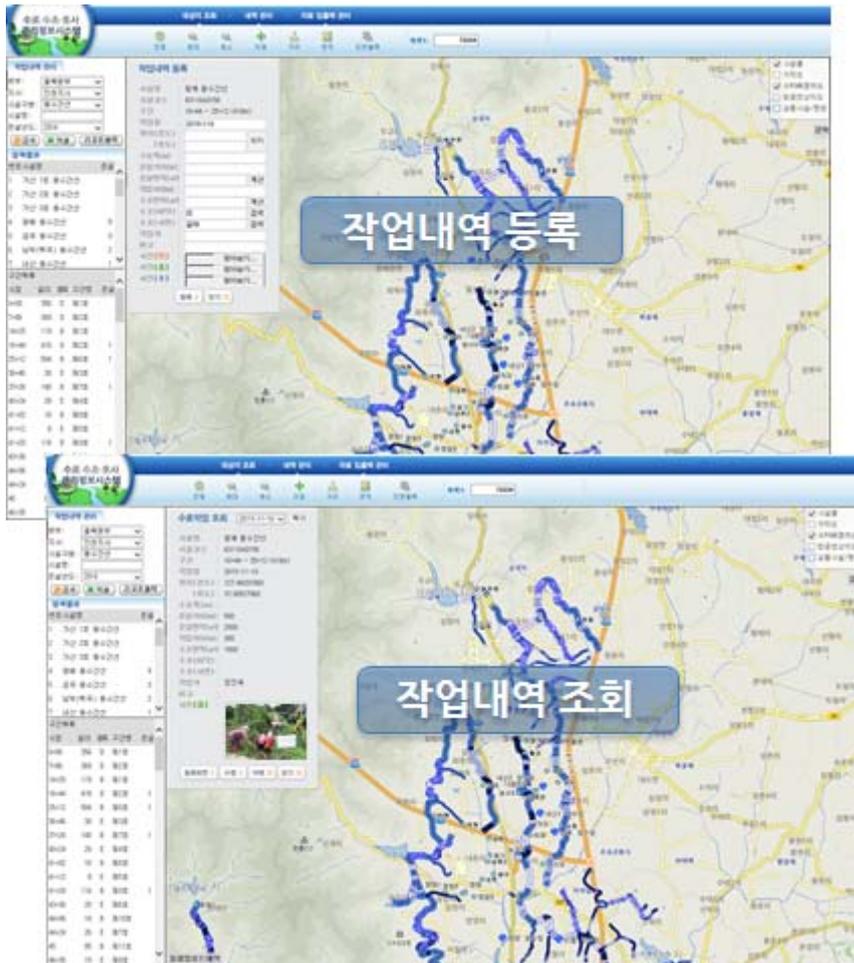
(3) 작업내역 관리

작업내역 관리는 작업을 마친 후에 유지보수 사업별 작업한 결과를 관리하기 위한 기능으로 작업내역 조회, 작업내역 등록/수정/삭제/엑셀로 구성되어 있다.

검색조건은 본부/지사/시설구분 또는 시설명/준설년도를 선택하여 검색할 수 있으며, 검색조건에 해당하는 용·배수 간선/지선명과 각각의 구간 정보가 결과로 표시된다. 준설 열은 작업한 횟수가 표시된다.

○ 작업내역 관리 변경사항

- 준설크기와 수초크기 항목 제거
- 준설량을 준설면적으로 변경하였으며, 수초량을 수초제거면적으로 변경
- 작업 사진 : 작업 전, 작업 중, 작업 후로 변경



(그림 3-5-13) 작업내역 관리 (등록 및 조회)

(4) 모바일 웹

모바일 웹은 현장에서 작업내역 조회 및 작업내역을 관리하기 위하여 휴대성이 좋은 스마트폰에서 기능을 사용할 수 있도록 제공하는 기능이다.

초기화면은 관리정보시스템과 동일하게 GIS기반으로 구성되어 있으며, 검색 기능과 레이어 제어 기능을 제공하여 현장에서의 사용자 편의성을 최대한 고려하여 구성되어 있다.

GPS현재 위치는 네비게이션에서 주로 사용하는 기능으로 현장에 나가게 되면 지도만 가지고 현재의 위치를 파악하는게 쉽지 않아서 현재의 위치를 파악하기 위해 제공하는 기능이다.

레이어 관리는 국토교통부의 브이월드에서 제공하는 수치지도와 항공사진을 배경으로 지도상에 표시하기 위하여 레이어를 제어하는 기능이다.



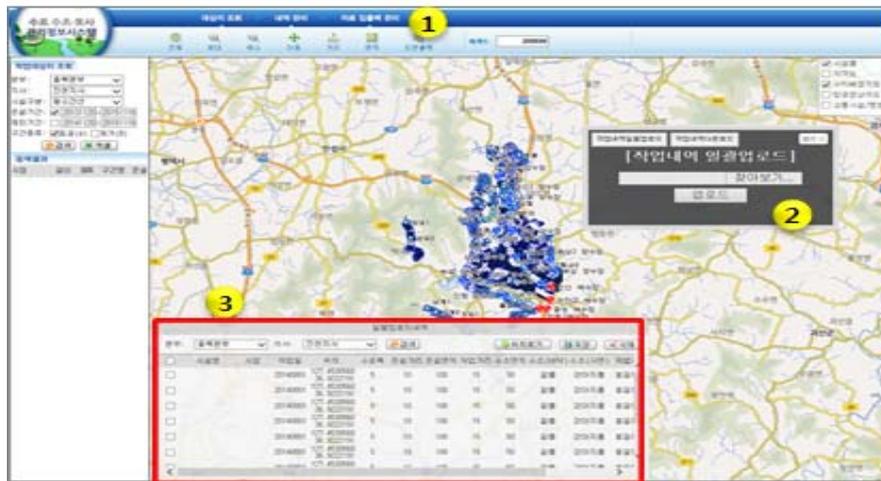
(그림 3-5-14) 모바일 웹

※ 실사용을 위해서는 인가된 기기만 사용 가능

(5) 작업내역 일괄 관리

엑셀파일로 형식에 맞추어 작성한 작업 내역을 시스템에 일괄로 업로드하기 위한 기능이며, 업로드된 기능은 작업한 위치를 가지고 있지 않아 업로드 후 개별 위치를 지정하여야 한다.

위치를 지정하기 전까지는 시설명, 시설코드와는 연결되어 있지 않고 작업한 정보만을 가지고 있으며, 위치를 지정하면 지정된 위치에 가장 근접한 용·배수 간선/지선 및 구간 정보를 검색한다.



(그림 3-5-15) 작업내역 일괄 관리

3.2 수로 수초·토사 관리정보시스템 추가 기능 개발

가. 기능 설계

(1) 수초도감 설계



수초도감 - 30종류				
수초도감				
컬럼명	ID	데이터 형식	컬럼 설명	PK
NO	1	NUMBER	수초번호	1
NAME	2	VARCHAR2 (20 Byte)	이름	
ENG_NAME	3	VARCHAR2 (50 Byte)	영문이름	
SCI_NAME	4	VARCHAR2 (50 Byte)	학명	
ORIGIN	5	VARCHAR2 (2000 Byte)	유래	
MORPHOLOGY	6	VARCHAR2 (2000 Byte)	형태	
RANGE	7	VARCHAR2 (2000 Byte)	분포	
KIND	8	VARCHAR2 (100 Byte)	종류	
FEATURE	9	VARCHAR2 (2000 Byte)	특성	
WEED	10	VARCHAR2 (2000 Byte)	제초시기 및 방제방법	
CLASS	11	VARCHAR2 (20 Byte)	과별분류	
POSITION	12	CHAR(1)	위치별분류 (수로변, 바닥, 사면)	
WEIGHT	13	NUMBER	무게	
수초사진				
컬럼명	ID	데이터 형식	컬럼 설명	PK
NO	1	NUMBER	수초번호	1
PIC_SEQ	2	VARCHAR2 (20 Byte)	사진번호	
PIC_PATH	3	VARCHAR2 (100 Byte)	사진경로	

(그림 3-5-16) 수초도감 설계

(가) 수초 분류

○ 대표적 수로바닥, 수로변 수초

<표 3-5-3> 대표적 수로바닥 수초

수초명	수초특징	개화시기	비 고
줄	큰 근락을 형성하며 생육하고, 진흙 속의 근경이 옆으로 뻗어 줄기를 내면서 번식하며 진흙 속에서 월동함.	8~9월	다년생 논잡초
갈풀	종자와 근경으로 번식, 여름에서 가을에 개화 10월 결실함, 한랭하고 습윤한 기후를 좋아하나 내서성도 있음.	5~9월	다년생 논잡초
갈대	정수성 수생식물, 종자와 근경으로 번식, 유속이 빠르지 않고 바닥이 진흙인 곳에서 생육이 왕성함.	8~10월	다년생 논발잡초
부들	종자와 근경으로 번식하며 햇빛이 잘 드는 얇은 물 속에서 잘자람.	7~8월	다년생 논잡초
달뿌리풀	근경으로 번식하며 수염뿌리를 내려 번식하고 매우 왕성함.	8~10월	다년생 논잡초
고마리	종자로 번식하며 줄기의 마디에서 뿌리를 내려 증식하고 군생함.	8~9월	1년생 논잡초
여뀌	자가수분을 하며 종자와 줄기의 마디에서 발근되어 번식하며 줄기와 잎에 매운 맛이 있음.	6~9월	1년생 논잡초
피	초여름에 발생하여 기온이 높아짐에 따라 급속히 번성하는 고온성 잡초로 종자로 번식하며, 햇빛이 잘 들고 질소성분이 많은 토양을 좋아하여 질소비료에 대한 지표 식물임.	8~9월	1년생 논발잡초

○ 대표적 수로사면 수초

<표 3-5-4> 대표적 수로사면 수초

수초명	수초특징	개화시기	비 고
쇠뜨기	봄과 가을에 왕성하며 여름에는 생육이 떨어지고 온도의 영향을 크게 받음. 근경에 의해 왕성한 번식을 하며 재생능력이 뛰어나.	3~4월 (포자낭)	다년생 밭잡초
환삼덩쿨	종자로 번식하는 덩굴성 잡초로 겨울동안 휴경한 토양에서 잘 발생	7~8월	1년생 밭잡초
바랭이	줄기의 밑부분이 땅을 기고 각마디에서 뿌리가 나와 빨리 퍼지며 종자로 번식하며 기온이 높아짐에 따라 급속히 번식하는 고온성 잡초	7~8월	1년생 밭잡초
강아지풀	초여름에 발생하여 기온이 높아짐에 따라 급속히 번성하는 고온성 잡초로 종자로 번식하며, 햇빛이 잘 들고 질소성분이 많은 토양을 좋아하여 질소비료에 대한 지표 식물임.	7~8월	1년생 밭잡초
망초	종자로만 번식하며 여름에서 가을에 걸쳐 발생하고 로제트를 형성하여 월동하고 다음해의 여름과 가을철에 개화함. 내한성이 강함.	6~9월	2년생(월년생) 논밭잡초
소리쟁이	종자와 뿌리로 번식하며 지상부를 ahenn 잘라버려도 재생력이 매우 크며 뿌리가 절단되었을때도 상층부에서 새로운 개체가 형성되어 증식되므로 예취 후 재생이 빠르고 번식력이 단시간에 강함.	6~7월	다년생 밭잡초

(나) 국내 주요 농업수로 수초별 특징

<표 3-5-5> 국내 주요 농업수로 수초별 특징

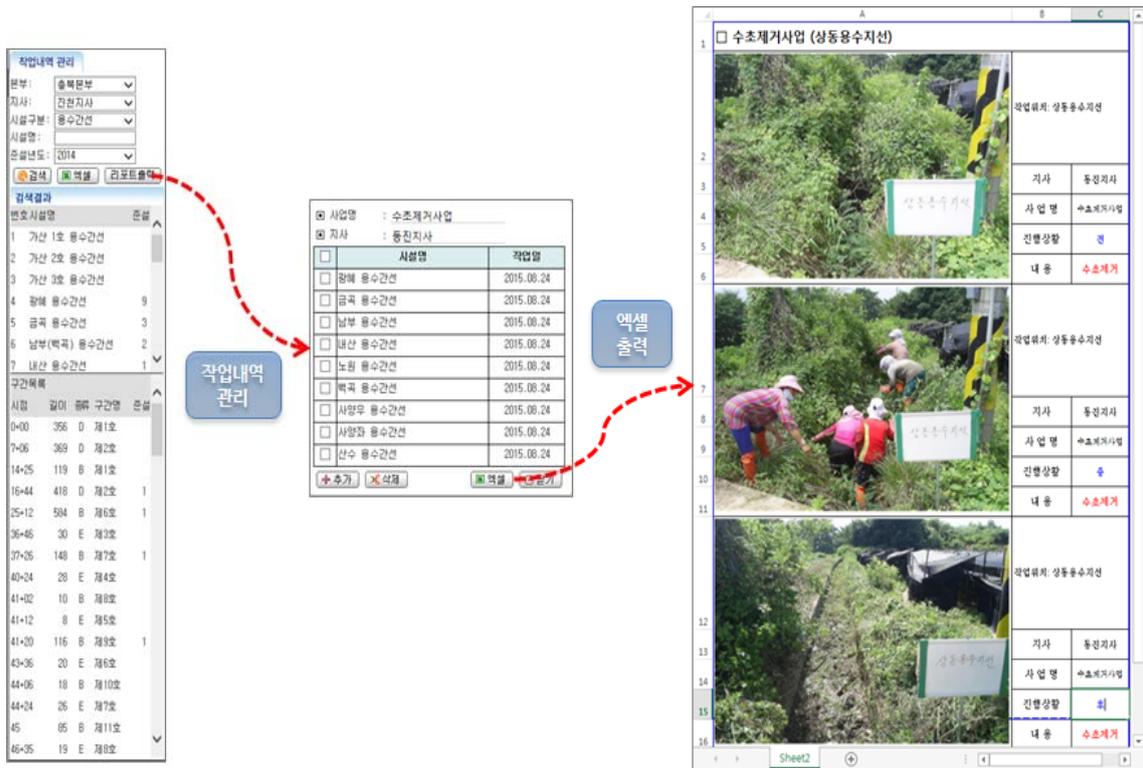
잡 초 명	원 산 지	생활주기	생육성기	주발생지	제초시기
갈대	유라시아	다년생	8월~9월	논·밭	논물대기 및 장마 이전
갈풀	유라시아	다년생	6월~9월	논	논물대기 및 장마 이전
강아지풀	유라시아	1년생	8월~9월	밭	장마이전
개밀	동아시아	다년생	6월~7월	논·밭	논물대기 및 장마 이전
고마리	자생	1년생	8월~9월	논	논물대기 및 장마 이전
나도겨풀	동아시아	다년생	8월~9월	논	논물대기 및 장마 이전
달뿌리풀	자생	다년생	8월~9월	논	논물대기 및 장마 이전
닭의장풀	동아시아	1년생	7월~8월	밭	장마이전
드렁새	열대아시아	1년생	8월~10월	논·밭	논물대기 및 장마 이전
뚝새풀	지중해	1년생	4월~5월	논·밭	논물대기 및 장마 이전
띠	아시아	다년생	5월	논·밭	논물대기 및 장마 이전
말즘	자생	다년생	5월~6월	수중	논물대기 및 장마 이전
망초	북아메리카	1~2년생	7월~9월	논·밭	논물대기 및 장마 이전
매귀리	유라시아	다년생	5월~6월	밭	장마이전
머느리배꼽	동아시아	1년생	7월~9월	밭	장마이전
명아주	중국	1년생	6월~7월	밭	장마이전
물억새	동아시아	다년생	9월	논·밭	논물대기 및 장마 이전
미국가막사리	북아메리카	1년생	6월~9월	논·밭	논물대기 및 장마 이전
바랭이	유라시아	1년생	7월~8월	논·밭	논물대기 및 장마 이전
방동사니	아열대	1년생	8월~10월	논·밭	논물대기 및 장마 이전
부들	동아시아	다년생	7월~8월	논	논물대기 및 장마 이전
소리쟁이	유라시아	다년생	6월~7월	밭	장마이전
쇠뜨기	유라시아	다년생	4월~6월	밭	장마이전
쑥	자생	다년생	9월~10월	밭	장마이전
애기똥풀	유라시아	2년생	5월~8월	밭	장마이전
여뀌	유라시아	1년생	6월~9월	논	논물대기 및 장마 이전
자귀풀	동아시아	1년생	7월~8월	논·밭	논물대기 및 장마 이전
줄	자생	다년생	8월~9월	논	논물대기 및 장마 이전
피	자생	1년생	7월~10월	논·밭	논물대기 및 장마 이전
환삼덩쿨	동아시아	1년생	7월~8월	밭	장마이전

(2) 작업내역 관리 및 결과보고서 출력 업무 흐름도

매년 주기적으로 지사에서는 관할 지역에 대하여 수초제거 및 준설 작업을 유지관리 사업으로 수행하고 있으나, 작업계획부터 작업결과 보고서 작성까지의 모든 업무를 엑셀 파일에 수작업으로 입력하여 보관하고 있다.

유지보수 사업별 작업내역 관리는 개인별 수작업으로 입력하고 보관하는 과정을 데이터베이스를 이용하여 개발하였으며, 지도상에서도 작업한 내역을 조회하면서 작업할 수 있도록 구성되어 있다.

결과보고서 출력은 유지보수 사업을 선택하면 해당하는 작업내역 정보를 어려움없이 조회할 수 있으며, 조회된 결과를 엑셀 파일로 생성하는 기능이다.



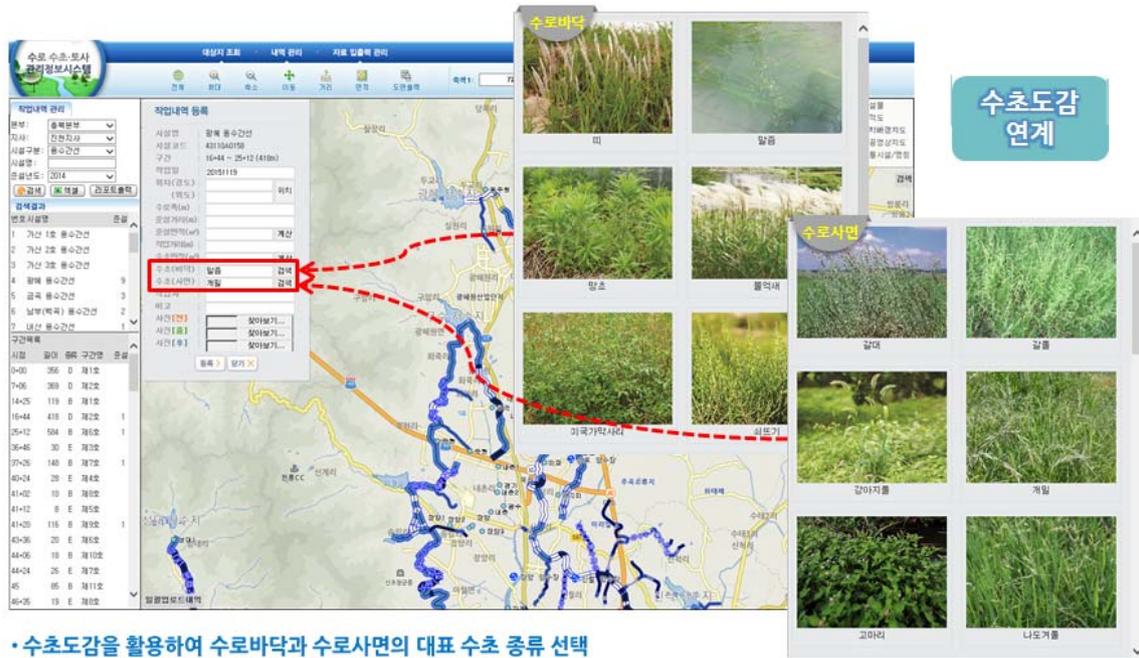
(그림 3-5-17) 작업내역 관리 및 결과보고서 출력 업무흐름도

나. 추가 기능 개발

(1) 작업내역 등록 (수초도감 연계)

수초도감을 연계하여 수초제거 작업 시 수로바닥과 수로사면의 대표적인 수초를 등록할 수 있다. 수초 제거 작업 결과로는 작업 위치, 수초 제거 작업 연장, 수초 제거 작업한 수로의 폭 등으로 수초 제거한 면적을 계산한다. 그 외에 준설 또한 작업 위치, 준설 작업 연장, 준설 작업한 수로의 폭을 이용하여 준설 작업한 면적을 계산한다.

수초도감의 수초별 특징 및 정보는 데이터베이스에 테이블로 구성되어 있으며, 수로 사진의 WEB 서버 상 해당 경로에 저장되어 있다. 모바일 웹에서도 데이터베이스 정보를 이용하여 수초도감을 조회할 수 있도록 기능을 제공한다.

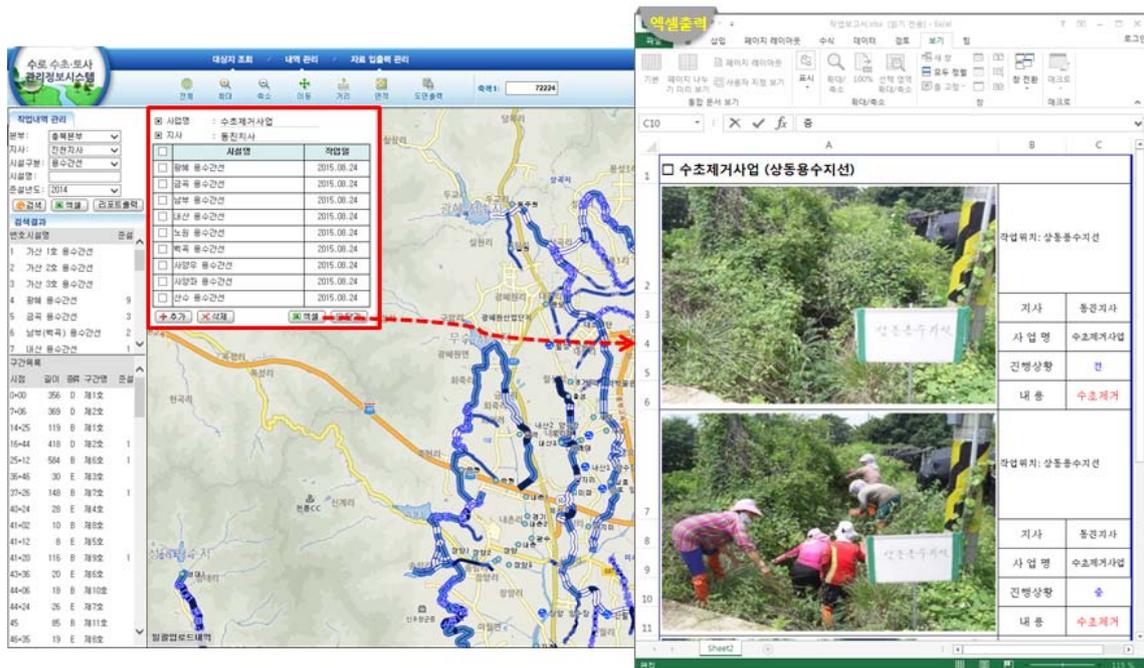


· 수초도감을 활용하여 수초바닥과 수초사면의 대표 수초 종류 선택

(그림 3-5-18) 수초도감 연계

(2) 유지보수 사업별 작업내역 관리 및 결과보고서 출력

유지보수 사업별 작업내역 관리는 개인별 수작업으로 입력하고 보관하는 과정을 데이터베이스를 이용하여 개발하였으며, 지도상에서도 작업한 내역을 조회하면서 작업할 수 있도록 구성되어 있다. 결과보고서 출력은 유지보수 사업을 선택하면 해당하는 작업내역 정보를 어려움없이 조회할 수 있으며, 조회된 결과를 엑셀 파일로 생성하는 기능이다.



(그림 3-5-19) 결과보고서 출력

(3) 모바일 웹 추가 기능 개발 (수초도감 조회)

수초도감의 수초별 유래, 형태, 분포, 특성, 제초시기 및 방제방법에 대한 정보와 수초 사진을 제공한다.

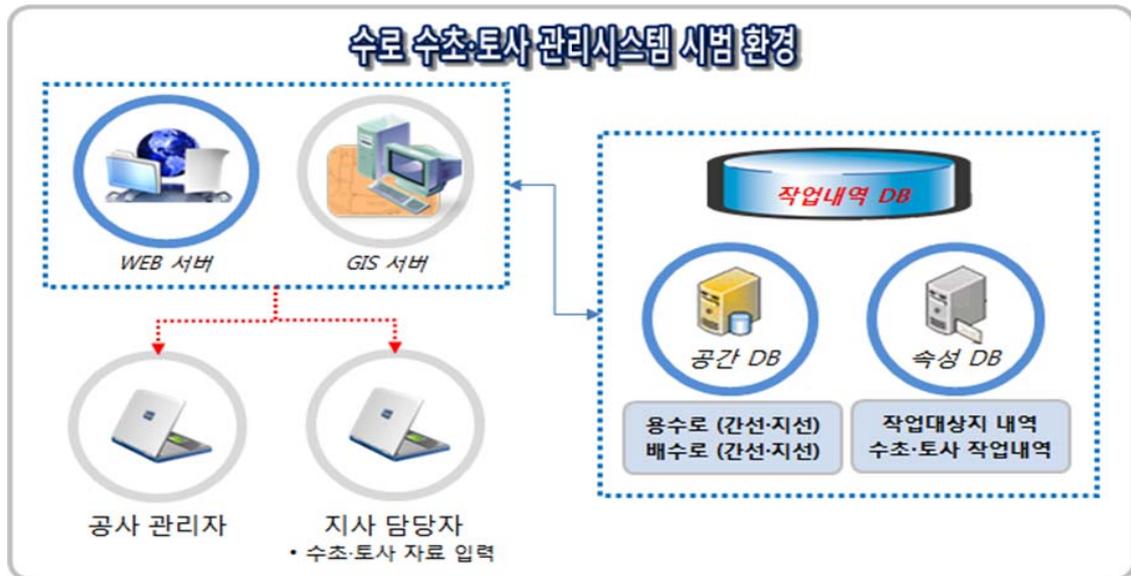


(그림 3-5-20) 수초도감 모바일 조회

3.3 시범운영

가. 시범 운영 지역 (동진지사)

수로 수초·토사 관리정보시스템은 한국농어촌공사의 『농업기반시설관리시스템』의 수리시설DB를 연계하여 개발하고, 향후 시설GIS에 연계될 수 있도록 국내 수로를 대상으로 조사·분석한 유형별 및 관리 지구별 자료를 효율적으로 관리하는 시범 시스템이다. 수로 관리기관의 시기별, 작업별 관리정보의 효율적인 적용, 적정 작업 시기 및 구간, 작업방안을 제시하기 위하여 동진지사의 데이터를 수집하여 구축하였으며, 실무에 적용하기 위하여 시범운영 환경을 구성하여 운영중이다.



(그림 3-5-21) 수로 수초·토사 관리정보시스템 시범운영 환경 구성

나. 시범 운영 기간

2015년 11월 2일 (월) ~ 2016년 1월 29일 (금) 약 2개월

다. 시범 운영 인원

농어촌연구원 과제 담당자, 한국농어촌공사 동진지사

4. 요약 및 결론

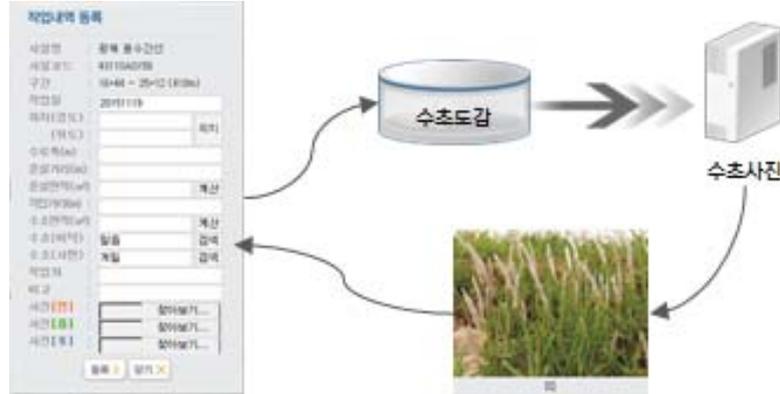
본 장에서는 농업용 수로의 사전 피해를 예방하고 수로 유지관리 업무 효율성을 증대하기 위하여 “수로 수초·토사 관리정보시스템”에 필요한 수초도감 연계 및 결과보고서 출력 알고리즘(업무 흐름 설계)을 개발하는 연구용역을 수행하였으며, 이를 통해 체계적이고 높은 활용도를 얻을 수 시범운영 중이다. 연구결과는 다음과 같다

① 공간정보 기반의 관리정보시스템 개선을 위하여 기존 수로 관리정보시스템의 기능을 보완하였으며, 또한 관리정보시스템에 필요한 기능을 추가 개발하였다. 연구 결과는 다음과 같다.

- 수초도감 설계
- 작업내역 등록 기능에 수초도감 연계
- 유지보수 사업별 작업내역 관리
- 작업내역 결과보고서 출력

- 수초도감 연계

작업내역 관리에서 수로바닥과 수로사면의 대표적인 수초를 선택 시 수초도감을 연계한다.



(그림 3-5-22) 수초도감 연계

- 작업내역 결과보고서 출력

유지보수 사업을 선택하면 해당하는 작업내역 정보를 어려움 없이 조회할 수 있으며, 조회된 결과 엑셀 파일을 생성한다.



(그림 3-5-23) 작업내역 결과보고서 출력

- 수초도감 모바일 조회

수초도감의 수초별 유래, 형태, 분포, 특성, 제초시기 및 방제방법에 대한 정보와 수초 사진을 제공한다.



(그림 3-5-24) 수초도감 모바일 조회

- ② 토사 및 수초 관리정보시스템 시범운영을 통해 공사 및 사용자 의견을 수렴하고 피드백 결과를 토대로 시스템에 적용하였다. 연구 결과는 다음과 같다.



(그림 3-5-25) 시범 운영 실시

- ③ 매뉴얼 작성을 통해 수로 수초·토사 관리정보시스템 사용자가 기능을 숙지할 수 있도록 제공하였으며, 활용방안으로는 지사에서 유지보수 사업을 통해 주기별 준설 및 수초 제거 작업에 대한 결과 보고서를 체계적인 관리 상에서 시스템을 사용할 수 있도록 추가 기능을 개발하였다.

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

본 과업의 총 연구기간은 3년으로 연구기간 동안 목표했던 세부연구 주제들의 목표 달성 정도를 평가하기 위해서는 세부 연구개발 목표 및 내용을 정량화하여 평가할 필요가 있다. 또한, 본 과업에서 도출된 결과물이 관련분야에의 기여 정도를 파악함으로써 본 연구과제의 결과를 정성적으로 평가할 필요가 있다. 따라서 본 장에서는 연구목표와 평가착안점, 그리고 관련분야에의 기술발전 및 사회·경제적 기여도를 정리하고자 한다.

제1절 연구목표 및 평가착안점

1. 연구목표

본 연구의 최종목표는 효율적인 물관리를 위한 농촌수로 토사·수초제거 상용화 기술 개발을 위하여, ① 국내 농업용 수로의 수초특성 조사·분석 및 유형별 DB 구축, ② 농업용 수로의 한국형 적정 수초·토사 제거 상용화 기술 개발(최대작업 범위 8m이상), ③ 농업용 수로의 토사퇴적 저감기술 개발, ④ 토사·수초제거 기술의 현장시험 및 효과분석(수초·토사 제거 인력 및 비용 10%이상 절감), ⑤ 토사·수초제거 기술의 실용화 및 지침서 개발을 하고자 하는 것이다.

이와 같은 연구목표는

- ① 국내 농업용 수로의 수초특성 조사·분석 및 유형별 DB 구축
 - 농업용 수로의 유형별 수초 특성 조사 및 분석
 - 농업용 수로의 수초유형 구분 및 DB작성
- ② 농업용 수로의 토사퇴적 저감 기술 개발
 - 농업용 수로의 유형별 토사퇴적 특성 조사 및 분석
 - 농업용 수로의 토사퇴적 저감을 위한 구조적, 비구조적 기술 개발
- ③ 농업용 수로의 한국형 적정 수초·토사제거 상용화 기술 개발
 - 수로 수초제거용 붐대, 예취부 및 동력제어기술 개발
 - 한국형 수로용 수초·토사 제거 상용화 기기 개발 및 시험
- ④ 토사·수초제거 기술의 현장시험 및 효과분석
 - 실용화를 위한 시험지구 선정 및 시험시설 설치·운영
 - 시험지구 토사 및 수초제거 시험 및 효과분석
- ⑤ 수로 수초·토사 관리정보시스템 구축 및 기술 실용화 방안 제시
 - 수로 수초·토사 관리정보시스템(WPSMIS) 개발
 - 토사·수초제거기술 매뉴얼(사용자지침서) 작성 및 실용화 방안 제시

등을 통하여 달성할 수 있었다.

2. 평가 착안점

본 연구의 연구개발계획서 상의 1차년도, 2차년도, 그리고 3차년도의 평가 착안점은 다음 <표 4-1>과 같다.

1차년도에는 토사·수초 실태조사 실시, 시험지구 선정 및 조사, 토사 저감을 위한 구조물 조사와 같은 시험구를 선정하여 조사를 실시하고 범용성을 갖춘 설계안 제시 그리고 관리정보시스템 모듈 개발이었다.

2차년도에는 1차년도에 이어 농업용 수로 수초 실태조사 실시, 수초·토사 제거기 토사 제거 효율, 토사제거 효과에 따른 구조물 평가, 수초제거 및 토사제거 메커니즘 평가, 정보시스템의 모듈 연동성 및 DB화 정도가 평가 기준이었다.

마지막 3차년도에는 수초조사 및 DB화 평가, 정보시스템의 분석 및 정보화 정도, 주행 속도(10km/h) 및 작업량(100a/h), 수초·토사제거기 집초능력(500리터/분), 수초·토사제거기 작업반경(최대8미터), 수초·토사제거기 안정성 및 운전, 수초·토사제거기 상용화에 대한 평가들이 주요 평가 기준이 된다.

<표 4-1> 평가의 착안점 및 기준

구 분	평가의 착안점 및 기준	
	착 안 사 항	기 준 (점수)
1차년도(2012)	○ 토사·수초 실태조사	20
	○ 시험지구 선정 및 조사	20
	○ 토사 저감을 위한 구조물 조사	10
	○ 범용성을 갖춘 설계안	30
	○ 관리정보시스템 모듈	20
2차년도(2013)	○ 농업용 수로 수초 실태조사	20
	○ 수초·토사제거기 토사제거 효율(500리터/분, 80%이상)	20
	○ 토사제거 효과에 따른 구조물 평가	10
	○ 수초제거 및 토사제거 메커니즘 평가	30
	○ 정보시스템의 모듈 연동성 및 DB화 정도	20
3차년도(2014)	○ 수초조사 및 DB화 평가	10
	○ 정보시스템의 분석 및 정보화 정도	10
	○ 주행속도(10km/h) 및 작업량(100a/h)의 평가	10
	○ 수초·토사제거기 집초능력(500리터/분) 평가	10
	○ 수초·토사제거기 작업반경(최대8미터) 평가	20
	○ 수초·토사제거기 안정성 및 운전평가	20
	○ 수초·토사제거기 상용화 평가	20

제2절 연구개발 목표 및 내용의 달성도

본 과제의 연구계획서상 연구개발 목표 및 내용을 종합적으로 정리하면 <표 4-2>와 같다. 또한, <표 4-2>에는 그 목표 및 내용의 달성도를 나타냈다. 세부 연구개발 목표 및 내용을 자체적으로 평가한 결과 모든 내용에 대한 달성도는 100%로 나타났다. 세부 연구개발 목표 및 내용, 그리고 그 달성도에 대한 자세한 서술은 다음과 같다.

<표 4-2> 연구계획서상 연구개발 목표 및 내용의 달성도

구분	연구개발의 목표	연구개발의 내용	달성도																				
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100											
농어촌 연구원 (제1세부)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 농업용 수로의 수초특성 조사·분석 및 유형별 DB 작성 ○ 토사·수초제거 기술의 현장시험 및 효과분석 ○ 농수로 토사·수초 관리시스템 구축 및 기술 실용화 방안 제시 	농업용 수로 수초의 유형구분 및 유형별 DB작성																					
		실용화를 위한 유형별 시험지구 선정 및 시험시설 설치																					
		수초·토사 제거 기술의 현장시험																					
		수초·토사 제거 기술의 효과분석																					
		토사 저감기술 메뉴얼(사용지침서) 작성 및 실용화 방안 제시																					
		토사·수초제거기 기술 메뉴얼 작성 및 실용화 방안																					
충북 대학교 (제1협동)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수로의 토사 저감 및 제거 기술 개발 	수로의 토사 퇴적 특성 조사 및 분석																					
		수로의 토사 저감을 위한 구조적 기술 개발																					
		수로의 토사 저감을 위한 비구조적 저감기술 개발																					

<표 4-2> 연구계획서상 연구개발 목표 및 내용의 달성도(계속)

구분	연구개발의 목표	연구개발의 내용	달성도																		
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100									
칠안 연암대학 (제2협동)	○ 국내 농업용 수로의 수초특성 조사·분석	농업용 수로의 수초 특성 조사 및 분석																			
		농업용 수로의 효율적인 수초관리 기술개발																			
		농업용 수로의 제초영향 조사 및 분석																			
		수로 수초제거용 분대 및 예취부 개발																			
		수로 수초제거용 동력제어기술 개발																			
		한국형 수로 수초·토사제거 상용화 기기개발																			
(주)한아 에세스 (제3협동)	○ 농업용 수로의 한국형 적정 수초·토사제거기 상용화 기술 개발	농업용 수로의 수초 특성 조사 및 분석																			
		농업용 수로의 효율적인 수초관리 기술개발																			
		농업용 수로의 제초영향 조사 및 분석																			
		수로 수초제거용 분대 및 예취부 개발																			
		수로 수초제거용 동력제어기술 개발																			
		한국형 수로 수초·토사제거 상용화 기기개발																			

1. 세부 연구개발 목표

본 과업의 참여 연구기관은 제1세부 농어촌연구원, 제1협동 충북대학교, 제2협동 천안연암대학, 제3협동 (주)한아에쎬스로 구성되어 있다. 제1세부 농어촌연구원의 세부 연구개발 목표는 농업용 수로의 수초의 유형구분 및 유형별 DB작성, 토사·수초제거 기술의현장시험을 실시하고 효과를 분석하며 아울러 농수로 토사·수초 관리시스템을 구축하고 기술의 실용화 방안을 제시하는 것이다.

제1협동 충북대학교의 세부 연구개발 목표는 수로의 토사 퇴적 특성을 조사하고 분석하여 수로의 토사 저감 및 제거 기술을 개발하는 것이 목표이다.

제2협동 천안연암대학의 세부 연구개발 목표는 농업용 수로의 수초 특성을 조사하고 분석하는 것이 목표이다.

제3협동 (주)한아에쎬스의 세부 연구개발 목표는 농업용 수로의 한국형 적정 수초·토사 제거기 의 상용화 기술을 개발하는 것이 목표이다.

2. 세부 연구개발 내용 및 달성도

2.1. 농업용 수로의 유형구분 및 유형별 DB작성

본 연구에서는 수로의 유형을 조사하여 분류하였다. 조사하기 위하여 국내 수초(잡초)의 생태, 잡초의 분포, 수초의 분류등을 조사하였으며, 국내 농업용 수로의 유형을 콘크리트수로(구조수로)와 흙수로(초생수로)로 구분하고, 용도에 따라 용수로와 배수로로 구분하며, 수로의 위치에 따라 상류, 중류, 하류로 분류하였다.

2.2. 농업용 수로의 수초의 수초특성 조사 및 분석

국내 농업용 수로의 유형에 따른 수초의 특성을 조사 분석하기 위하여 국내 8도 9개 지역을 선정하여 수초 실태조사를 2년간 실시하였다. 수로의 위치에 따라 수로바닥과 사면으로 구분하여 우리나라 농업수로의 주요 수초의 초종 및 식생을 조사·실시하였다.

2.3. 농업용 수로의 효율적인 수초관리 기술개발

국내 농업용 수로의 효율적인 수초관리를 하기 위하여 적절한 예취시기 및 예취횟수를 제시하였고 더 나아가 수초의 사료가치평가도 실시하여 수초의 효율적 관리에 대한 제시를 하였으며 지역을 선정하여 수초 실태조사를 실시하였다. 수로의 위치에 따라 수로바닥과 사면으로 구분하여 실시하였다.

2.4. 농업용 수로의 유형별 수초의 제초영향 분석

농업용 수로에 주요 수초의 예취높이가 수초의 재생에 미치는 영향과 주요 수초의 초장과 생초수량 및 건물수량과의 상관관계를 도출하였다.

2.5. 수로의 토사 퇴적 특성 조사 및 분석

본 연구에서는 수로의 토사 유입 현황, 토양침식, 토양 유실량, 토양유실의 악영향, 토양침식 예측모형, 토양침식의 종류, 풍식의 종류, 토양침식 영향인자, 수로의 토사 퇴적량 분석을 하여 수로의 토사 퇴적 특성 조사 및 분석을 실시하였고 주로 충북지역의 산지와

평지, 그리고 그 외의 간척지의 용배수로에 퇴적된 토사에 대하여 유입량은 RUSLE방법을 이용하여 분석하였으며, 퇴적량은 한국농어촌공사의 준설자료를 바탕으로 분석하였다.

2.6. 수로의 토사 저감을 위한 구조적 기술 개발

용배수로의 토사 퇴적을 저감시키시 구조적 기술 개발을 위해 수로설계(배수로)시 고려해야 할 점, 담수위 조절형 토사유출 저감 물꼬 등을 조사 분석하여 용배수로의 토사 퇴적을 저감시키기 위한 용배수로와 주변 환경에 의해 퇴적되는 토사를 방지하기 위한 구조물을 조사하였으며, 지금 현재 운용되고 있는 용수 관리시스템에 대하여 분석 및 설계방법에 대하여 조사하였다.

2.7. 수로의 토사 저감을 위한 비구조적 저감기술 개발

효율적인 물 관리란 물의 수요를 시간적 및 양적으로 수리 시설을 조작하고 확인하는 일이라 할 수 있다. 이에 용수 관리에 시스템화의 필요성이 강하게 요망되고 있는 것이다. 시스템화할 때에는, 목표를 설정하고, Process를 모니터링하고, 모니터링한 Process를 설정된 목표에 상응되는지의 여부를 진단하고, 부적절한 Process를 수정하는 절차가 필요하다. 이러한 토사 저감을 위한 비구조적 저감기술을 개발하기 위해 지금 현재 운용되고 있는 용수 관리시스템에 대하여 분석 및 설계방법에 대하여 조사하였다.

2.8. 수로 수초제거용 붐대 및 예취부 개발

본 연구에서는 한국형 수초·토사제거기 상용화를 위해 한국형 수로 수초제거용 붐대 및 예취부를 트랙터 50마력급, 100마력급에 적절하게 3점 핑크 메커니즘을 분석하여 개발 완료하였다(CAD, CATIA 이용). 특히 100마력급 트랙터 수초제거 붐의 최대 길이는 8미터이다. 예취부의 칼날을 수초제거가 용이하게 설계 및 제작하여 특허출원 10-2013-0110412, 특허등록 10-1552665의 성과를 이루었다. 붐의 편심을 해결하기 위하여 붐 반대방향에 밸런스 웨이트(무게추 450kg)를 추가 장착하여 트랙터 전복 위험성을 해소하였다.

2.9. 수로 수초제거용 동력베어기술 개발

본 연구에서는 수로 수초제거용 동력제어장치를 개발하여 50마력급, 100마력급의 수초제거장치의 수초제거 높이 조절 기능(3단계이상), 붐 방향전환, 길이 변환 기능 등을 적절하게 작동할 수 있도록 개발하였다. 특히 수초제거장치와 트랙터 사용자(운전자) 간의 무선통신(Bluetooth)모듈을 이용한 유무선 제어장치도 개발하여 적용하였으나 안전성 측면에서 유선장치를 선호함을 확인하였다.

2.10. 한국형 수로 수초·토사제거 상용화 기기개발

본 연구에서는 한국형 수로 수초·토사제거 상용화 기기개발을 위해 자주형 수초파쇄 및 집초시스템은 1인이 제초와 수거작업을 동시에 커팅된 풀을 흡입하여 수거할 수 있는 적재부 및 배출작업이 매우 간편하도록 개발하였고 원천기술력을 확보하였다.(특허출원 10-2013-0008730 수거형 승용 예초 장치, 특허등록 10-1330266 수거형 승용 예초 장치) 한국형 수로 수초·토사 제거 기기는 최종결과로서 트랙터 장착형 법면 및 수면 예초장치

(특허출원 10-2015-0142424)와 엔진 및 모터로 구동되는 트랙터 견인식 토사 준설 장치(특허출원 10-2015-0154157)로 원천기술을 확보하였다. 특히 토사제거장치는 동력원을 구동엔진과 구동모터 두가지를 혼합하여 사용함으로써 연료 소비가 절감될 수 있고 친환경적인 엔진 및 모터로 구동하는 특징을 가지고 있다. 최종적으로 수초·토사 제거장치의 현장 시험을 통하여 개선사항을 적용하여 수초·토사 제거가 용이하게 하였다. 특히 봄의 편심을 해결하기 위하여 봄 반대방향에 밸런스 웨이트(무게추 450kg)를 추가 장착하여 트랙터 전복 위험성을 해소하였다.

2.11. 실용화를 위한 유형별 시험지구 선정 및 시험시설 설치

농업용 수로를 유형별로 수초 실태조사 지역과 토사 실태조사 지역으로 구분하여 시범지구를 선정하였다. 먼저 수초 실태조사 지역은 위치별로 남부, 중부, 북부로, 유형별로 산지, 평지, 간척지의 지역으로 나누어 총 9개의 지역을 대상으로 현장 실태조사를 실시하였다. 토사 실태조사 지역은 수초 실태조사 지역과 달리 토사 준설자료를 기반으로 토사로 인한 수로의 통수능력 저하의 지역을 추가 조사하였으며, 산지, 평지, 간척지로 나누어 총 13개의 지역을 선정하였다.

2.12. 수초·토사 제거 기술의 현장시험

본 연구에서는 기존 한국농어촌공사에서 개발한 중장비(굴삭기)용 제초기의 문제점을 보완 및 개선한 수초제거 시작품을 제작 및 현장시험을 수행하였다. 트랙터용 제초기의 현장시험은 금구배수로를 선택하여 트랙터 부착 제초기의 시험·작동성을 평가하고, 기존 굴삭기용 제초기보다 경량·소형화한 제초부의 시험·작동성을 평가하였다. 트랙터용 제초기의 제초 현장시험에 앞서, 현장시험 장소에서 자생하는 수초의 종류와 수초의 특성에 대해 조사하였다.

2.13. 수초·토사 제거 기술의 효과분석

본 연구에서는 기존 한국농어촌공사에서 개발한 중장비(굴삭기)용 제초기의 문제점을 보완 및 개선한 수초제거 시작품을 제작 및 현장시험을 수행한 결과로 수초 제거율, 수로 크기에 따른 제거기의 조건 및 향후 보완사항에 대하여 기술하였다.

2.14. 토사 저감기술 매뉴얼(사용지침서) 작성 및 실용화 방안 제시

본 연구에서는 토사 저감기술 매뉴얼을 작성하기 위해 토사 및 수초관리 정보시스템을 개발 적용하여 수로 수초·토사 자료 관리 단위모듈 개발을 통해 수리시설물의 파손·붕괴·농경지 매몰의 위험성 방지 및 토사물 퇴적에 의한 통수능력 저하 등의 피해 예방 및 유지관리 비용을 절감하고, 시범 시스템 개발 및 시범 구축을 통해 수리시설물 유지관리 업무 효율성 증대 및 유지관리 비용을 절감하기 위한 정보 구축 및 제공이 가능한 시스템 개발의 활용방안을 제시하였다.

2.15. 토사·수초제거기 기술 매뉴얼 작성 및 제시

본 연구에서는 수로 수초·토사 관리시스템은 한국농어촌공사의 『농업기반시설관리시스템』의 수리시설DB를 연계하여 개발하고, 향후 시설GIS에 연계될 수 있도록 국내 수

로를 대상으로 조사·분석한 유형별 및 관리 지구별 자료를 효율적으로 관리하는 시범 시스템이다. 수로 관리기관의 시기별, 작업별 관리정보의 효율적인 적용, 적정 작업 시기 및 구간, 작업방안을 제시할 수 있는 체계적이고 실용성 있는 관리시스템을 구축하였다. 수로 수초·토사 관리정보시스템은 텍스트 관리 위주에서 효율적인 업무 처리를 위하여 공간정보를 활용한 수리시설물을 기반으로 하며, 활용성을 높이기 위하여 미국 오토데스크 (Autodesk Inc.)의 GIS 제품인 Autodesk Infrastructure Map Server 2014와 OpenLayers API를 이용하여 구현하였다. Autodesk Infrastructure Map Server는 한국농어촌공사에서 구축하고 이번 시스템의 기반이 되는 Autodesk Mapguide의 최신 버전으로 웹 환경에서 공간정보를 시각적으로 표현하여 가시성을 높인 제품으로 호환성이 우수하고, 검증된 GIS 모델객체 기반의 동적연관 기능을 가지고 있기에 적합하다고 판단된다. 이에 본 연구에서는 체계적인 수로 관리를 위한 DB 구축 지침 수립 및 관리 시스템을 개발하였다.

제3절 관련분야에의 기여도

1. 관련분야 학술·기술발전 기여도

관련분야 학술·기술 발전도는 본 과업을 통해 도출된 학위논문과 학술지 논문에 게재된 내용을 중심으로 정리하였다. 다음의 내용 이외에도 학술·기술적으로 기여할 수 있는 부분은 무수히 많을 수 있을 것이다.

1.1 국내 농업용 수로의 수초특성 조사·분석 및 유형별 DB작성

본 과업에서는 국내 농업용 수로의 수초특성을 조사 및 분석함으로써 수초관리를 위한 부하량 산정에 활용할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 수로관리를 위한 수초제거 및 관리 방안 기초자료로 활용될 수 있으며, 수초 제거기술을 이용하여 농촌수자원 이용효율을 개선시킬 수 있을 것으로 사료된다. 더 나아가 농촌지역 어메니티 활성화 및 친환경 수로관리를 통한 삶의 질을 개선시키는데 활용하고 농촌지역 마을주민의 물관리 교육자료 및 도출된 연구결과를 바탕으로 합리적인 정책개발에 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

1.2 수로의 토사 저감 및 제거 기술 개발

농업용·배수로의 지형별, 지역별, 위치별로 선정된 9개 지구의 퇴적토사를 채취하여 퇴적토사의 재료구성 및 성분분석을 실시하였으며, 수로의 구간별, 수리특성별 퇴적특성을 조사 분석하였다. 또한 토사의 퇴적을 저감시키기 위한 수로를 조사한 결과, 수로 자체 변형보다는 논의 배수구에서 담수위 조절을 통한 토사유출을 방지하는 것으로 파악되었다. 또한, 용수지거 등 말단부의 수로 단면이 작고 퇴적과 침식 등에 대하여 조도 계수가 증가하여 통수 능력이 감소되며 용수지거의 수위가 필지의 표고보다 낮은 부분이 발생하여 경지 내에 급수가 원활하지 않은 등 문제가 발생하고 있는 것으로 파악되었다. 퇴적 토사 저감을 위한 운영시스템 분석 결과, 분수공, 제수문 등 수리 구조물이 노후되거나 파손되어 제 기능을 발휘하지 못하여 효과적인 제수가 어려우며, 지속적인 유지보수 및 관리가 이루어지지 않아, 그 기능이 크게 낙후된 것 등 문제를 안고 있는 것으로 파악되었다. 본 연구결과는 수로관리, 설계 및 운영 등에 효과적으로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

1.3 농업용 수로의 한국형 적정 수초·토사제거기 상용화 기술 개발

한국형 수로 토사제거장치는 엔진 및 모터로 구동되는 트랙터 이동 견인식으로 개발하였다. 트랙터의 동력장치와 별도의 동력원으로 작동하도록 하여 장착이 용이하고, 연료의 소비가 절감될 수 있고 친환경적인 엔진 및 모터로 구동하는 특징을 갖도록 수초 제거와 토사를 준설이 가능한 기기로 개발하였다. 본 연구에서 개발한 토사·수초제거 기술은 트랙터 부착 제초기의 시험·작동성을 평가하고, 기존 굴삭기용 제초기보다 경량·소형화한 제초부의 시험·작동성에 대한 평가를 통해 높은 적용성을 나타내었다. 현장시험 결과, 배수로 수로변에 자생하는 갈풀, 고마리, 환삼덩굴 등의 수초가 95%이상 제거되었으며 이는 본 연구결과는 기계화·자동화 수로관리 및 유지관리 등에 효과적으로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

1.4 농수로 토사·수초 관리시스템 구축 및 기술 실용화 방안 제시

본 연구에서는 수로 수초·토사 자료 관리 단위모듈 개발을 통해 수리시설물의 파손·붕괴·농경지 매몰의 위험성 방지 및 토사물 퇴적에 의한 통수능력 저하 등의 피해 예방 및 유지관리 비용을 절감하고, 수리시설물 유지관리 업무 효율성 증대 및 비용을 절감하기 위한 정보 구축 및 제공이 가능한 시스템 개발을 실시하였다. 수로 관리시스템은 수로관리 실무자에게 편리하고 직관적인 작업환경을 제공하고 신규 모듈을 추가를 통한 확장이 가능해 다양한 현장에서 이용이 가능할 것으로 기대된다.

2. 기술·사회·경제적 기대성과

2.1 기술적 측면

농업수로에 대한 토사 및 수초의 정량화 기술, 수초유형 평가기술을 확립하여 저비용 고효율의 수초제거 기술을 확보할 것으로 예상된다. 또한 한국형 보급형 수로 수초제거기의 개발을 통해 수초 및 토사관리의 선진 기술을 개발할 것으로 판단된다. 본 연구를 통해 개발되어 시험 검증된 수로 수초제거기는 타 산업분야에도 많이 활용될 것으로 전망되며 농촌수로 현장시설물에 특화된 상품화 기술개발에 기여할 것으로 전망된다.

2.2. 사회·경제적 측면

① 수로의 토사저감을 통한 토사준설 소요비용 및 노동력 절감

2011년 제초작업 및 준설에 의해 소요된 예산은 1,900백만원(한국농어촌공사)으로 기존 관행의 인력에 의한 제초작업을 본 연구를 통해 개발된 제초기를 활용하여 제초 및 준설비용의 10%를 절감한다면 전체 용수로 대비 약 10억 이상의 예산 절감이 예상된다.

② 효율적인 수로관리에 의한 용수서비스 제고

본 연구를 통해 개발되는 수로 수초제거기를 통하여 현장관리를 적시, 적기에 체계적으로 수행함으로써 빈번히 발생하는 농촌수로의 파손 및 홍수에 대비하는 능력을 향상시켜 연간 홍수 및 가뭄을 저감하여 연간 10억원의 예산을 절감할 수 있을 것으로 예상된다.

③ 저비용 고효율 수로 토사 및 수초제거 기술 확보

기존의 인력 방식의 제초방식을 수로 수초제거기에 의한 기계화 방식으로 효율화 한다면 현장관리자의 노동력을 기계화 대처하여 기존의 인력작업에 의한 한계에 따라 극히 제한적인 작업을 확대하여 전국의 농촌수로에 적용이 가능하여 농업용 수로의 물공급 막힘 현상을 해소함으로써 현장관리자, 농업인 및 지역주민의 국가대상 최대 민원제기 사항을 획기적으로 해소할 것으로 예상된다.

④ 한국형 보급형 수로 수초제거 기술 확보

우리나라의 농업용 수로의 토사퇴적 특성 및 유형별 수초 특성을 DB화 하여 이를 효율적으로 제거 및 수거할 수 있는 한국형 수로 수초제거기를 개발한다면, 우리나라에 특화된 수로 수초 제거기 개발의 기술 확보는 물론, 우리나라와 농업·농촌 여건이 유사한 아시아 관련 국가에 대해 기술 우위를 통한 제품수출이 기대되는 한편, 유지관리 및 효율적인 수로관리에 의한 용수서비스 제고등 많은 파급효과가 클 것으로 기대된다.

제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

본 장에서는 위와 같은 3년간의 연구개발 결과에 따른 연구개발 성과를 정량적으로 산출하고, 본 연구과제로부터 산출된 결과물을 활용한 구체적인 성과활용 계획을 제시하고자 한다.

제1절 연구개발 성과

<표 5-1>은 연구기간 (2012년 11월 26일 - 2015년 11월 25일) 중 지식재산권, 논문, 학술발표, 기술거래, 교육지도, 사업화, 인력양성, 정책활용, 홍보전시 실적의 목표 및 달성도 등을 정리한 것이다. 본 과업에서는 특허 4건 출원하고, 2건은 특허등록 되었으며, 2건은 특허등록 진행중이다. 논문은 국내 저명 학술지에 KCI 7편을 게재하였다. 학술발표는 8편으로 초과 달성하였으며, 기술거래 1건을 달성하였다. 사업화(상품화) 1건을 추진할 예정이며, 인력양성 1명, 정책활용 1건, 교육지도 5건, 홍보전시 4건의 연구성과를 달성하였다.

<표 5-1> 총 연구기간 동안의 연구개발 정량적 성과 목표 및 달성 현황

(단위 : 건수)

구 분	특허		논문		학술 발표	기술 거래	교육 지도	사업 화	인력 양성	정책 활용	홍보 전시	기타
	출원	등록	SCI	비SCI								
최종목표	5	4	1	11	-	1	5	1	-	2	3	
1차 년도	목표	1	-	-	3							
	실적	2	1	-	3							
2차 년도	목표	2	2	-	4							
	실적	-	-	-	4							
3차 년도	목표	2	2	-	4	1	5	1	1	1		
	실적	2	1	-	-							
소 계	목표	5	4	1	11	-	1	5	1	-	2	3
	실적	4	2 (2 진행중)	-	7	8	1	5	1 (예정)	1	1	4

1. 지식재산권 출원

본 연구에서는 <표 5-2>와 (그림 5-1)과 같이 4건의 특허를 출원하였다. 농업용 수로의 한국형 적정 수초·토사 제거기 상용화의 기술을 개발하는 과정에서 출원되었고 등록된 특허는 <표 5-2>와 (그림 5-2)과 같이 2건이 등록되었다. 또한, 2건의 특허등록을 진행중이며 곧 등록완료 될 예정이다.

<표 5-2> 지식재산권 출원 실적

구 분	지식재산권 등 명칭	국 명	출원		
			출원인	출원일	출원(등록) 번호
특허출원	수거형 승용 예초 장치	대한민국	김남재, 박선심, 주재황, 노병래, 오상수	2013. 01.25.	10-2013-0008730
특허출원	작업효율이 우수한 트랙터 장착형 붐 타입 예초 장치	대한민국	김남재, 박선심, 주재황, 노병래, 오상수	2013. 09.13.	10-2013-0110412
특허출원	트랙터 장착형 법면 및 수면 예초 장치	대한민국	김남재, 주재황, 노현석	2015. 10.12.	10-2015-0142424
특허출원	엔진 및 모터로 구동되는 트랙터 견인식 토사 준설장치	대한민국	김남재, 주재황, 노현석	2015. 11.13.	10-2015-0154157
특허등록	수거형 승용 예초 장치	대한민국	김남재, 박선심, 주재황, 노병래, 오상수	2013. 11.11.	10-1330266
특허등록	트랙터 장착형 붐 타입 예초 장치	대한민국	김남재, 주재황, 노현석	2015. 09.11.	10-1552665
특허등록	트랙터 장착형 법면 및 수면 예초 장치	대한민국	김남재, 주재황, 노현석	예정	예정
특허등록	엔진 및 모터로 구동되는 트랙터 견인식 토사 준설장치	대한민국	김남재, 주재황, 노현석	예정	예정

관인생략
출원번호통지서

출원 일자 2013.01.25
특 기 사 항 심사청구(유) 공개신청(무)
출원 번호 10-2013-0008730(공수번호 1-1-2013-0075269-31)
출원인 명칭 한이앤에스 주식회사(1-1998-112944-7) 외 1명
대리인 성명 특허법인 아이앤(9-2005-100022-2)
발명자 성명 김남재 박선성 주재황 노현석
발명의 명칭 수거형 승용 예초 장치

특 허 청 장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 등본인 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다. ※ 납부자번호 013(가라코드) ※ 공수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [출원인코드 정보변경(명칭), 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
우체국(pont.gak) 링크 > 민원서비스다문로드 > 특허법 시행규칙 별지 제5호 서식
4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보정이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.
5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허 출원신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내 출원일을 외국에서 인정받고자 하는 경우에는 국내 출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다.
※ 제도 안내 : <http://www.kipo.go.kr/특허/영입/PCT/01도면도>
※ 우선권 인정기간 : 특허 출원일인 12개월, 상표 디자인권 6개월 이내
※ 미국특허청(USPTO)의 선출원 기호로 우리나라에 우선권주장할 시, 선출원이 미국계상대인인 경우일부만(6개월 이내) 미국특허청(USPTO)에 전자국외통지서(PTO03839)를 제출하거나 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.
6. 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.
우 특허출원 10-2010-0000000, 상표특허출원 40-2010-0000000
7. 기타 심사 절차에 관한 사항은 등본된 안내서를 참조하시기 바랍니다.

(a) 수거형 승용 예초 장치

관인생략
출원번호통지서

출원 일자 2013.09.13
특 기 사 항 심사청구(유) 공개신청(무)
출원 번호 10-2013-0110412(공수번호 1-1-2013-0884009-13)
출원인 명칭 한이앤에스 주식회사(1-1998-112944-7) 외 1명
대리인 성명 특허법인 아이앤(9-2005-100022-2)
발명자 성명 김남재 박선성 주재황 노현석
발명의 명칭 작업효율이 우수한 트랙터 장착형 분 타입 예초 장치

특 허 청 장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 등본인 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다. ※ 납부자번호 013(가라코드) ※ 공수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [출원인코드 정보변경(명칭), 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
우 특허국(pont.gak) 링크 > 민원서비스다문로드 > 특허법 시행규칙 별지 제5호 서식
4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보정이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.
5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허 출원신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내 출원일을 외국에서 인정받고자 하는 경우에는 국내 출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다.
※ 제도 안내 : <http://www.kipo.go.kr/특허/영입/PCT/01도면도>
※ 우선권 인정기간 : 특허 출원일인 12개월, 상표 디자인권 6개월 이내
※ 미국특허청(USPTO)의 선출원 기호로 우리나라에 우선권주장할 시, 선출원이 미국계상대인인 경우일부만(6개월 이내) 미국특허청(USPTO)에 전자국외통지서(PTO03839)를 제출하거나 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.
6. 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.
우 특허출원 10-2010-0000000, 상표특허출원 40-2010-0000000
7. 기타 심사 절차에 관한 사항은 등본된 안내서를 참조하시기 바랍니다.

(b) 작업효율이 우수한 트랙터 장착형 분 타입 예초장치

관인생략
출원번호통지서

출원 일자 2015.10.12
특 기 사 항 심사청구(유) 공개신청(무)
출원 번호 10-2015-0142424(공수번호 1-1-2015-0984479-78)
출원인 명칭 한이앤에스 주식회사(1-1998-112944-7)
대리인 성명 특허법인 아이앤(9-2005-100022-2)
발명자 성명 김남재 주재황 노현석
발명의 명칭 트랙터 장착형 법면 및 수면 예초 장치

특 허 청 장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 등본인 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다. ※ 납부자번호 013(가라코드) ※ 공수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [출원인코드 정보변경(명칭), 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
우 특허국(pont.gak) 링크 > 민원서비스다문로드 > 특허법 시행규칙 별지 제5호 서식
4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보정이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.
5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허 출원신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내 출원일을 외국에서 인정받고자 하는 경우에는 국내 출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다.
※ 제도 안내 : <http://www.kipo.go.kr/특허/영입/PCT/01도면도>
※ 우선권 인정기간 : 특허 출원일인 12개월, 상표 디자인권 6개월 이내
※ 미국특허청(USPTO)의 선출원 기호로 우리나라에 우선권주장할 시, 선출원이 미국계상대인인 경우일부만(6개월 이내) 미국특허청(USPTO)에 전자국외통지서(PTO03839)를 제출하거나 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.
6. 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.
우 특허출원 10-2010-0000000, 상표특허출원 40-2010-0000000
7. 기타 심사 절차에 관한 사항은 등본된 안내서를 참조하시기 바랍니다.

(c) 트랙터 장착형 법면 및 수면 예초 장치

관인생략
출원번호통지서

출원 일자 2015.11.03
특 기 사 항 심사청구(유) 공개신청(무)
출원 번호 10-2015-0154157(공수번호 1-1-2015-1071453-56)
출원인 명칭 한이앤에스 주식회사(1-1998-112944-7)
대리인 성명 특허법인 아이앤(9-2005-100022-2)
발명자 성명 김남재 주재황 노현석
발명의 명칭 연진 및 모터로 구동되는 트랙터 견인식 토사 분출 장치

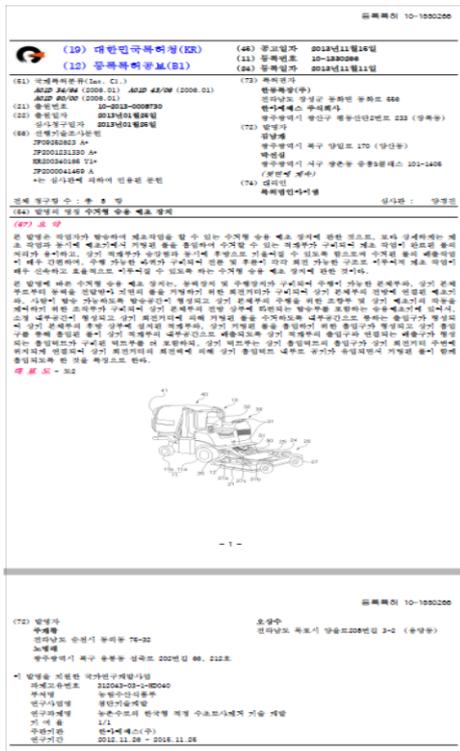
특 허 청 장

<< 안내 >>

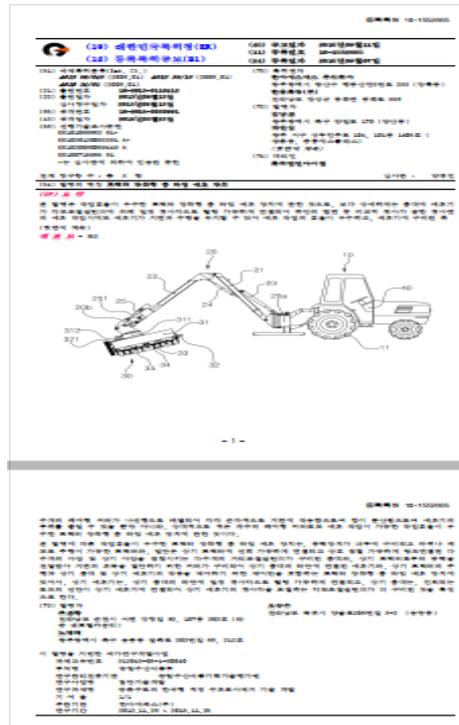
1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 등본인 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다. ※ 납부자번호 013(가라코드) ※ 공수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [출원인코드 정보변경(명칭), 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
우 특허국(pont.gak) 링크 > 민원서비스다문로드 > 특허법 시행규칙 별지 제5호 서식
4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보정이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.
5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허 출원신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내 출원일을 외국에서 인정받고자 하는 경우에는 국내 출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다.
※ 제도 안내 : <http://www.kipo.go.kr/특허/영입/PCT/01도면도>
※ 우선권 인정기간 : 특허 출원일인 12개월, 상표 디자인권 6개월 이내
※ 미국특허청(USPTO)의 선출원 기호로 우리나라에 우선권주장할 시, 선출원이 미국계상대인인 경우일부만(6개월 이내) 미국특허청(USPTO)에 전자국외통지서(PTO03839)를 제출하거나 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.
6. 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.
우 특허출원 10-2010-0000000, 상표특허출원 40-2010-0000000
7. 기타 심사 절차에 관한 사항은 등본된 안내서를 참조하시기 바랍니다.

(d) 농촌용수 해석을 위한 모형입력자료 제공 방법 및 장치

(그림 5-1) 출원번호 통지서



(a) 수거형 승용 예초 장치



(b) 트랙터 장착형 볏 타입 예초 장치

(그림 5-2) 등록 특허

2. 논문 및 학술 발표 게재

본 연구 과제의 연구계획서 상 논문 게재 성과 목표는 SCI 1편, 그리고 KCI 11편이었으며, 본 연구기간동안의 달성 현황은 <표 5-3>, 그리고 (그림 5-4)와 같다.

비SCI 논문은 7편을 한국농공학회논문집, 경상대학교 농업생명과학연구 등에 게재하고 본 연구 내용을 홍보하고 연구 결과에 대해 국내·외 전문가들과 토의하기 위하여 학술발표대회에 참가하여 8회의 학술발표 실적을 달성하였다.

비SCI 논문은 <안산천에서 청보리 혼파조합이 사초 생산성과 토양 특성에 미치는 영향> <안산천에서 이탈리아 라이그라스 혼파조합이 사초생산성과 토양 특성에 미치는 영향> 등을 한국유기농업학회논문집, 한국초지조사료학회논문집에 게재하였다. 이외에 1편의 논문을 국내 학술지에 투고하였으며, 2016년 3월 게재할 예정이다.

SCI 논문은 “Determination of cutting date and interval on natives grass management of agricultural waterways in South Korea”를 제목으로 2016년도에 발행될 국제전문학술지인 Asian-Australasian Journal of Animal Science에 게재할 예정이다. 또한, 국내외 학술발표대회에 참가하여 본 연구 내용을 홍보하고 연구 결과에 대해 국내·외 전문가들과 토의 하였다. 국외의 the 5th China-Japan-Korea Grassland Conference 와 2015년 IGC Congress 국제학술대회와 국내의 한국초지조사료학회 학

술발표대회 등에 참가하여, 총 5회의 학술발표 실적을 기록하였으며, 자세한 연구주제는 <표 5-4>와 같다.



(a) 안산천에서 청보리 혼파조합이 사초 생산성과 토양 특성에 미치는 영향

(b) 안산천에서 이탈리아 라이그라스 혼파조합이 사초생산성과 토양 특성에 미치는 영향

(그림 5-3) 게재된 KCI 논문

<표 5-3> 학술논문게재 실적

일련 번호	제목	저자	학술지 명칭	게재 연월	권	호	SCI 구분
1	안산천에서 청보리 혼파조합이 사초 생산성과 토양 특성에 미치는 영향	김종덕, 고기환, 권찬호	한국유기농업 학회 논문집	2013.10	21	4	KCI
2	안산천에서 이탈리아 라이그라스 혼파조합이 사초 생산성과 토양 특성에 미치는 영향	김종덕, 고기환, 권찬호	한국초지조사 료학회논문집	2014.10	34	1	KCI
3	산지, 평지 및 간척지 농경지 용·배수로의 퇴적 토사 특성	박정구, 송창섭, 유찬, 임성윤	경상대학교 농업생명과학 연구	2014.01	48	1	KCI
4	농촌수로 퇴적토사의 물리·화학적 특성 분석 및 재활용 방안 검토	박정구, 임성윤, 송창섭	한국농공학회 논문집	2014.07	56	4	KCI
5	농촌용 수로의 유형에 따른 토사 퇴적량 예측	송창섭, 임성윤	한국농공학회 논문집	2014.11	56	6	KCI
6	농업용수로 구조적 형상 변화에 따른 퇴적 특성 연구	박정구, 김명환, 송창섭	한국농공학회 논문집	2015.11	57	6	KCI
7	예취시기 및 예취간격이 간척지 농업수로 수초에 미치는 영향	김종덕, 이현진	한국초지조사 료학회논문집	게재예정			KCI

<표 5-4> 학술회의 발표 실적

일련 번호	제목	저자	학술회의 명칭	발표 연월	발표 장소
1	효율적인 물관리를 위한 농업수로의 야초 실태조사	송희형, 이현진, 박선호, 김종덕, 김중관	한국초지조사료학회 학술발표회	2013.09	전남농업 기술원
2	지형 유형에 따른 퇴적토사 특성 분석	박정구, 강운석 임성윤, 송창섭	한국농공학회 학술발표회	2013.10	청주 라마다 플라자
3	Determination of cutting date and interval on native grass managementof agricultural water ways	Jong Duk Kim, Hyun Jin, Hee Hyung, Jong Kwan Kim, S. Ray Smith	the 5 th China-Japan-Ko rea Grassland Conference	2014.07	중국 장춘
4	농수로의 토양특성 및 수초의 사료가치 평가	박선호, 이현진, 송희형, 김종덕	한국초지조사료학회 학술발표회	2014.10	전남농업 기술원
5	효율적 물관리를 위한 농촌수로 수초제거 기술 개발	김진택, 문성근, 김종덕, 이현진	한국농공학회 학술발표회	2014.10	대명 리조트 변산
6	예취시기 및 예취간격이 간척지 농업수로에 미치는 영향	이현진, 박선호, 김종덕, 김진택, 문성근	한국농공학회 학술발표회	2015.10	나주 중흥골드 스파 리조트
7	농업용수로 유형과 유속에 따른 토사 퇴적량 분석	박정구, 김명환 송창섭	한국농공학회 학술발표회	2015.10	나주 중흥골드 스파 리조트
8	Determination of cutting date and interval on native grass managementof agricultural waterways in south Korea	Jong Duk Kim, Hyo Won Lee, Joung Kyong Lee, Jong Kwan Kim, Ki Hwan Ko	2015 IGC Congrass	2015.11	인도 뉴델리

3. 정책자료

본 연구과제를 통해 개발된 수로 토사·수초제거 상용화 기술과 수로 관리정보시스템 등 한국농어촌공사 수자원안전처와 전남지역본부 등에 정책을 제안하였으며 농촌수자원 관리의 측면에서 정책에 활용될 수 있다고 예상된다.

4. 홍보실적

본 연구를 통해 ‘수로 잡초도감’을 편찬하여 실제 수로를 관리하는 전국의 한국농어촌공사 유지관리 실무자와 정부부처 등에 배부하여 수로에서 자생하는 잡초에 대한 기본정보와 제초시기 및 방제방법 등 수로의 통수능과 물관리 효율성 제고 방안에 대한 연구성과를 홍보하였다. 또한 3회에 걸친 수초제거 현장시험 및 시연회를 통해 농촌수로 유지관리 관련 산업체, 공사, 농민 등에게 개발기술에 대한 홍보를 수행하였다.

5. 인력양성

본 연구의 계획서 상에는 없었으나, 본 연구과제의 협동연구기관에서 <지형별 및 수로형태에 따른 퇴적토사 특성>이라는 논문 주제로 공학석사 1명의 인력이 양성되었다.

<표 5-5> 인력양성 실적

일련 번호	학위구분	논문제목	저자	지도교수	기관	졸업 연월
1	공학석사	지형별 및 수로형태에 따른 퇴적토사 특성		송창섭	충북대학교	2016.02.

6. 단행본 발간 실적

본 연구에서는 국내 8도 9개 지역의 농업수로의 수초 실태조사를 실시하여 수로 잡초도감을 발간하였다.

<표 5-6> 단행본 실적

일련 번호	구분	제목	저자	ISBN	출판 연월
1	학술서적	수로 잡초 도감	천안연암대학 한국농어촌연구원		2015.12.



(그림 5-4) 수로 잡초 도감

제 2 절 성과활용 계획

1. 실용화·산업화 계획

상용화된 수초·토사제거기의 실용화를 위하여 국내에서 현재 시행되고 있는 농기계 임대사업 및 농기계은행사업 등과 같은 장비임대사업 등의 방안을 모색한다. 또한 국외 일본의 경우 전국단위, 지방정부, 생산자단체, 농기계회사 및 농협등 다양한 임대사업의 예와 유럽의 지방 물관리 조직 및 물농지경관관리연합회 등 여러 유사 사업의 장·단점을 파악하여 우리나라 실정에 맞는 실용화 및 보급추진을 계획한다. 이를 위해 1~2차년도에 해외 선진국의 유럽의 수초제거 생산 회사를 방문하여 현황을 파악하고, 수초관리 자회사 운영의 자료와 정보를 수집하고 현지의 물관리 선진기술을 습득하여 토사·수초제거기 개발에 응용하도록 할 계획이다. 개발을 완료된 연구성과 시스템에 대해 농림수산식품부의 농업기반정비사업 혹은 한국농어촌공사의 유지관리사업에 대해서 시범사업을 추진하고 이를 통하여 현장 적용성을 향상시키고 농림수산식품부 기술기획 평가원의 실용화 지원사업 등으로 기술이전 업체에 의한 개선 제품화 과정을 거치고 한국농어촌공사의 설계부서와 지자체의 담당업무부서에 실용화 보급을 추진을 예상하고 있다.

2. 기술확산 계획

농업수로에 대한 토사 및 수초의 정량화 기술, 수초유형 평가기술을 확립하여 저비용 고효율의 수초제거 기술을 확보하고 기술에 대해 지자체, 공사, 영농조합, 농민 등에게 교육, 지도, 홍보를 통해 기술을 확산할 계획이다. 본 연구를 통해 개발되어 시험 검증된 수로 수초제거기는 타 산업분야에도 많이 활용될 것으로 전망되며 농촌수로 현장시설물에 특화된 상품화 기술개발에 기여할 것으로 전망된다.

3. 타연구에 활용 계획

개발한 효율적 물관리를 위한 농촌수로 토사·수초제거 상용화 기술을 활용하여 농촌수자원 절수관개 및 수리시설 효율개선 기술 개발 연구에 활용하고, 수로 토사·수초관리정보시스템의 연구내용을 확장하여 지능형 농촌용수 정보서비스 시스템 구축방안 연구 등에 적용성을 검토 및 활용할 예정이다.

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

본 연구에서는 농촌지역의 물리적 특성 및 영농의 다양화/복잡화에 따른 종합적인 농촌용수 물순환 해석 요소 기술 및 모델링 Framework를 구축하기 위하여 해외과학기술정보를 수집하였다. 연구과정에서 해외의 과학기술정보를 수집하는 것은 중요한 연구 방법인 동시에 효과적인 연구수행을 위해서 꼭 필요한 과정이다. 본 연구에서는 국제학술대회에 참가하여 해외의 최신 연구 동향을 파악하였으며, 또한 동시에 본 연구에서 개발된 연구 결과를 해외에 발표/홍보하였다. 그리고 수많은 해외 보고서/단행본/논문 등을 참고하여 본 연구 개발을 위한 과학기술정보를 수집하였다.

본 장에서는 연구개발과정에서 참가한 국제학술대회를 간략히 정리하고 대표 해외과학기술관련 문헌들을 통해 수집한 정보를 정리하고자 한다. 본 연구에서는 연구 개발을 위해서 무수히 많은 해외과학기술정보를 참고하였으나, 대표적인 해외 연구 문헌만을 수록하였다. 이외의 문헌 정보는 [제 2 장 국내외 기술개발 현황]과 [제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과]의 각 절에 수록된 연구내용 및 관련 참고문헌을 참조하기를 바란다.

제 1 절 국제학술대회

본 연구를 수행하는 기간 동안 1. 2014년 The 5th China-Japan-Korea Grassland Conference, 2. 2015년 International Grassland Congress에 참가하였다.

1. 2014년 The 5th China-Japan-Korea Grassland Conference

2014년 The 5th China-Japan-Korea Grassland Conference에서 8월 20일부터 23일까지 4일간 중국 장춘에서 진행되었다. The 5th China-Japan-Korea Grassland Conference는 한국, 중국, 일본의 초지학 관련 학문동향을 파악할 수 있는 창구역할을 수행한다. 세션은 “Farm Economy and Grassland Culture and Society”을 참가하였고, 최신 연구 동향을 파악하였다. 또한, 본 연구 결과물을 “Determination of cutting date and interval on native grass management of agricultural waterways”라는 주제로 발표하였으며, 해외 전문가와 연구에 대한 질의응답 시간을 가졌다.

2. 2015년 International Grassland Congress

2015 International Grassland Congress는 인도 뉴델리에서 11월 20일부터 24일까지 개최되었다. 2015 International Grassland Congress는 북미, 남미, 오세아니아를 비롯한 아시아의 초지학 관련 학문동향을 파악할 수 있는 창구역할을 수행한다. 세션은 “Sustainable use of Grassland Resources for Forage Production, Biodiversity and Environmental Protection”을 참가하였고, 최신 연구 동향을 파악하였다. 또한, 본 연구 결과물을 “Determination of cutting date and interval on native grass management of agricultural waterways in South Korea”라는 주제로 발표하였으며, 해외 전문가와 연구에 대한 질의응답 시간을 가졌다.

제 2 절 해외 보고서 및 단행본

본 연구를 수행하는 과정에서 전국 8도 9개 지역의 농업수로 수초 실태조사를 실시하면서 국내 농업수로의 “잡초 수로 도감” 단행본을 제작하였다.

제 3 절 해외과학기술정보

1. 국내퇴적토사 처리현황

토사제거의 경우는 선진국의 환경보호 정책의 따라 법 및 제도가 완비되어 있으며, 미국의 경우 1992년 수자원개발법 (Water resources development Act)을 통해 유역의 일반적인 토사에 대해 포괄적인 관리를 하고 있다. 토사관리는 토사 유입 및 오염토사의 처리 관리가 보다 엄격하게 되어 있으며, 오염된 토사의 복원기술은 자연복원기술 및 현장덮개 기술 등이 있으나 대부분 준설 및 굴착의 방법으로 토사를 제거하고 있다. (USEPA 2005, 그림 3-7 참고).

농업용 수로에서의 토사제거 현황 및 제거 기술은 확립되어 있지 않고 일반적인 토사, 준설 및 복원 기술을 적용하고 있는 실정이다. 그러나, 우리나라의 경우 소규모 수로가 널리 산재하여 있는 특성으로 이에 대한 국내 실정에 맞는 토사, 준설 혹은 저감제거 장비의 개발이 필요한 실정이다.



(그림 6-1) 국외 농촌수로의 토사제거 현황

제 7 장 연구시설·장비 현황

제 1 절 농업 용·배수로 구조적 형상 현장시험시공

본 연구에서는 농업용 수로의 퇴적토사 특성과 저감수로 개발을 위하여 수로의 구조적 형상을 변화한 시험용 수로를 시험부지를 선정하여 실제 규격에 준하여 제작하여 시험시공을 실시하였다. 시험시공을 위해 제작된 시험용 수로는 콘크리트 수로와 흙수로로 구조적 형상은 다음과 같다.

1. 직선형 콘크리트 수로

직선형 콘크리트 수로는 농지정비사업을 통한 대규모 단위의 경지정리 사업으로 가장 일반적으로 제작되는 수로의 형상으로 시험시공에서 사용된 수로의 규격은 "농업생산정비사업계획설계기준"(2012)에 제시된 설계기준에 부합하도록 직선수로를 기준으로 단면의 크기와 기울기를 적용하여 제작하였다.

2. 퇴적토사 저감을 위한 구조적 형상을 변화한 콘크리트 수로

퇴적 토사 저감을 위한 구조적 형상을 변화한 콘크리트 수로의 구조적 형상을 2가지 안으로 제안하였다. 1안은 사다리꼴 모양으로 수로의 형상을 변화하여 침전조를 설치하였으며, 2안은 수로의 바닥면에 보를 설치하고 기울기를 변화시켜 토사 침사지를 설치하는 수로를 제안하였다.

3. 직선형 흙 수로

직선형 흙 수로는 경지정리 사업 이전의 형태로 구성된 수로의 형태로 본 시험시공에서도 제안 흙 수로와의 퇴적특성을 비교하기 위하여 직선수로를 기준으로 단면의 크기와 기울기를 적용하여 제작하였다.

4. 퇴적토사 저감을 위한 구조적 형상을 변화한 흙 수로

퇴적토사 저감을 위한 구조적 형상을 변화한 흙 수로는 환경부 환경영향저감시설 대책으로 마련된 수로로서 비점오염원의 저감을 위하여 제안된 수로이다. 콘크리트 수로와 같이 구조적 형상이 변화와 수로 바닥면 재료의 조도계수 변화가 퇴적토사 저감에 미치는 영향을 파악하기 위하여 시험시공에 적용하여 특성을 파악하였다.

5. 농어촌공사 관할 시험지구

농어촌공사 청주시사에서 관리하는 저수지를 시험지구로 선정하였으며, 대상부지는 시험수로의 길이 20 m와 배수로를 포함하여 가로 50.0 m 세로, 30.0 m, 면적 150.0 m²의 직사각형 형태이며, 콘크리트와 흙 수로는 직선형 수로 2개소, 제안 수로 4개소로 구성되어 있다. (그림 7-1)은 시험지구에 제작된 시험용 수로를 나타낸 것이다. 시험지구 측정 현황은 유속계, 부유사 및 채취된 시료에 대한 실내시험 장비는 표준체, 건조로 등으로 충북대학교 지역건설공학과 연구실 장비를 사용하였다.



(a) 직선형 콘크리트 수로 (b) 콘크리트 수로 제 1 안 (c) 콘크리트 수로 제 2 안



(d) 직선형 흡 수로 (e) 흡 수로 제 1 안 (f) 흡 수로 제 2 안

(그림 7-1) 시험시공용 제작수로

제 2 절 수로 토사·수초제거 시작품 현황

1. 수초제거용 예취날

수초제거용 예취날은 고강도 스프링강(SUP9)으로 장시간 수중 및 경사면 제조 작업 시 부식방지를 위한 내식재료, 자갈 등의 충돌에 견딜 수 있는 고강도 스프링강 소재의 열처리, 제조를 위한 경사도 변화에 따른 2개 회전 칼날의 상호 간섭 배제하도록 설계 및 제작하였다.



(그림 7-2) 수초제거용 예취날 시작품(제조폭 900 mm, SUP9재질, 중량 59kg)

100마력급 수초제거용 칼날(Flail Mower Knife) 시작품 제작 Flail Mower type이 가장 성능면에서 우수하여 선택하였고 칼날은 Triple Spiral Rotor로 구성하였으며 무게는 72kg 이내로 설계하고(특허출원 10-2013-0110412, 작업효율이 우수한 트랙터 장착형 붐 타입 예초장치, 등록특허 10-1552665, 트랙터 장착형 붐 타입 예초장치) 제작하였다.



(그림 7-3) 수초제거용 칼날 시작품(제조폭 1000 mm)

100마력급 수초제거용 칼날 회전형(4 star rollers with cutting disks)은 수초제거폭 1.8 m에 적절하게 시작품을 제작하였다.



(그림 7-4) 수초제거용 칼날 시작품(제조폭 1800 mm)



(a) 트랙터용 수초제거 시작품(A Type) 전면



(b) 트랙터용 수초제거 시작품(A Type) 후면

(그림 7-5) 트랙터용 수초제거 시작품(A Type)(수초제거폭 1800 mm)



(a) 트랙터용 수초제거 시작품(B Type) 장착 전



(b) 트랙터용 수초제거 시작품(B Type) 장착 후
 (그림 7-6) 트랙터용 수초제거 시작품(B Type)(수초제거폭 1000 mm)

50마력급 트랙터형 수초제거 시작품은 제초부 경량화, 붐대 및 트랙터 전복에 대한 안전성 검토하여 개발 및 제작하였다.



(a) 트랙터용 수초제거 시작품(C Type)(1)



(b) 트랙터용 수초제거 시작품(C Type)(2)

(그림 7-7) 50마력 트랙터용 수초제거장치(제초폭 900 mm)

또한, 수로바닥의 수중에서 생육하는 수초제거를 위해 수중 제초부를 개발하였다. 수로사면의 수초제거와 비교했을 때 수중 수초제거는 기술적인 측면에서 고도의 기술이라고 할 수 있다. 3가지 형태의 수중 제초부는 수평칼날 회전형, 원판칼날 병립형, 삼각칼날 왕복형으로 개발하였다.



(그림 7-8) 수평칼날 회전형 제초부 제작



(그림 7-9) 원판칼날 병립형 제초부 제작



(그림 7-10) 삼각칼날 왕복형 제초부 제작

한국형 50마력급 소형 트랙터용 토사제거장치는 수초제거장치와 동일하게 3점링크 장착 링크 메커니즘을 이용하도록 하였고, 펌프몸체로부터 토사수용포대의 높이보다 높게 상방으로 길게 연장된 수직관부와 토사가 토사수용포대의 개구부를 향해 배출되도록 상기 수직관부의 상단에서 연장되며 상기 포대지지대 방향으로 절곡된 절곡관부로 이루어지도록 개발하였다.



(그림 7-11) 한국형 수로용 토사제거장치 시작품

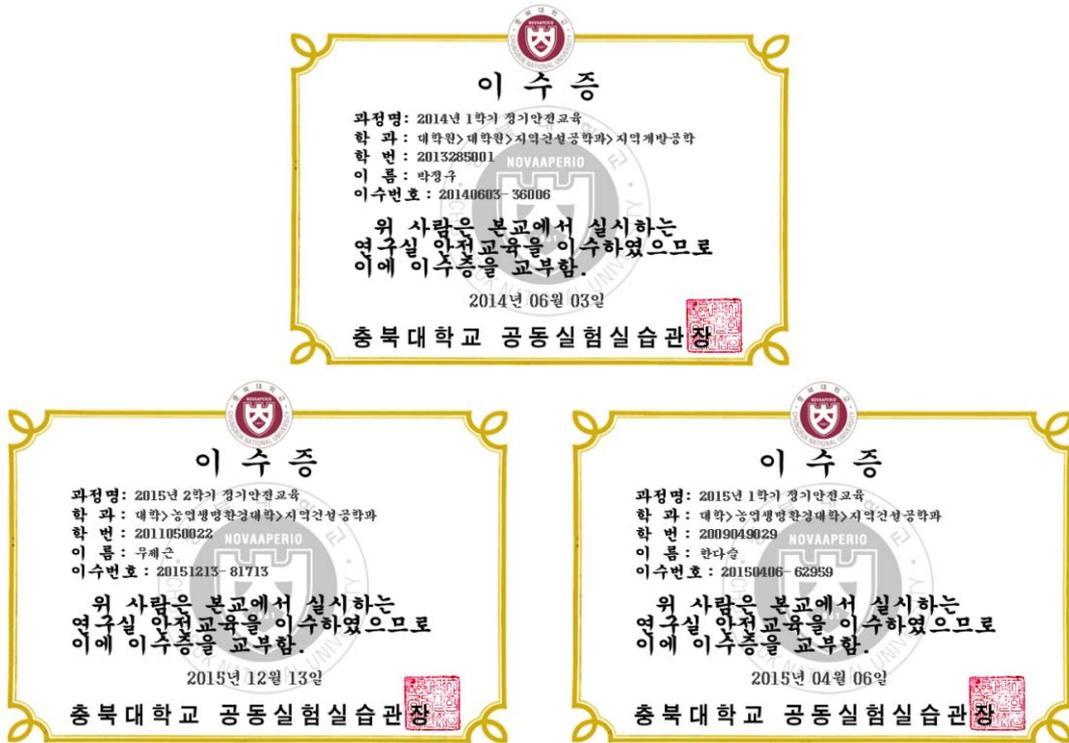
제 8 장 연구실 안전관리 이행실적

제1협동연구기관인 충북대학교의 연구실 안전관리 규정은 2007년 제정되어 2013년 제4차 개정을 통한 환경교육의 내실화와 실험실 안전사고 예방에 관한 지침서 제작 등의 목적으로 『연구실 안전환경 조성에 관한 법률』에 의하여 실시하였다. 2015년 전체 2003년에는 전체 12대학 55개 학과에 대한 실험실을 대상으로 개인안전, 장비관리, 소방안전, 전기안전, 가스안전, 화학약품관리, 폐기물관리, 동물실험안전, 미생물실험안전, 방사선 안전, 기계설비안전 등의 과학기술분야 소속 연구실을 대상으로 안전관리법에 의해 매학기 6과목의 안전과목을 이수하도록 하여 안전하고 쾌적한 실험실 환경을 조성하고, 유독물질과 방사성물질 등의 위험으로부터 미연에 사고를 방지하기 위하여 노력하고 있다.

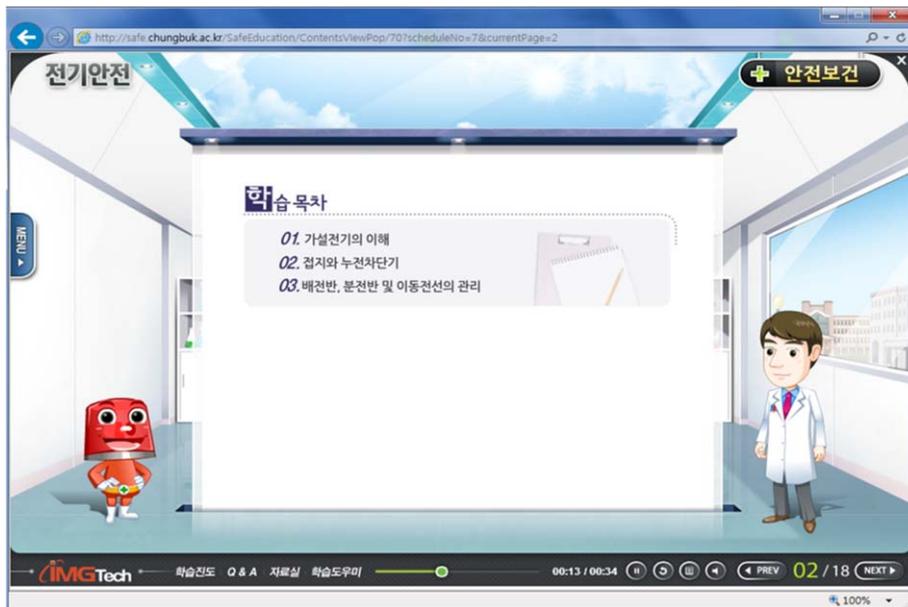
연구활동 종사자는 “연구실 안전환경 조성에 관한 법률” 제18조 (교육, 훈련 등)에 따라 서울대학교 환경안전원장의 주관 하에 2시간의 신규 (신입생) 교육과 매 학기 (6개월)마다 6시간의 정기 환경안전교육을 의무적으로 받도록 되어있다. 충북대학교에서는 이러한 요건을 충족시켜 대학 및 연구기관의 안전교육 활성화를 유도하고 연구활동 종사자의 교육 참여율을 제고하기 위해 교육하고 있다. 환경안전교육은 실험의 특성에 따라 이화학실험과 동물 및 미생물을 취급하는 대학 및 연구기관, 이화학실험을 주로 하는 대학 및 연구기관, 그리고 기계 및 전기 (컴퓨터 작업 등)을 취급하는 대학 및 연구기관 등으로 분류하여 진행된다. 안전교육 실시방법으로는 사이버안전교육과 자체안전교육을 실시하고 있으며, 교육과정을 이수한 참여연구원의 수료현황을 (그림 8-1)에서 보여주고 있다.

충북대학교 연구실안전관리팀에서는 “연구실 안전환경 조성에 관한 법률” 제8조 (안전점검의 실시) 및 “서울대학교 연구실 안전환경” 제8조 (안전점검 실시)와 관련하여 학내 연구실의 안전점검을 실시한다. 안전점검 대상이 되는 연구실은 이공계 (미대 포함) 대학 및 연구기관에서 수업 또는 연구를 위하여 시설 · 장비 · 연구재료 등을 갖추어 설치한 실험실 · 실습실 · 실험준비실 등이며, 각 연구실의 책임자(또는 2년 이상 근무자)는 연구실 정기점검 실시에 앞서 자체점검을 실시할 의무가 있다. 연구실 자체점검은 충북대학교 웹사이트에 구축된 연구실안전관리시스템에 따라 진행된다. (그림 8-2)는 충북대학교 안전교육 웹사이트를 보여주고 있다.

(그림 8-3)은 연구실에 대한 일상점검표를 통한 연구실 안전확보와 사고를 예방하기 위한 시스템을 보여주고 있다. 본 연구진이 속한 충북대학교 연구실은 해당 안전점검표에 따라 안전하고 쾌적한 연구실 환경조성을 위하여 정기적인 점검을 실시하고 있다.



(그림 8-1) 본 연구 참여연구원 연구실 안전교육 수료 현황



(그림 8-2) 연구실 안전교육 웹사이트

● 일상점검 일

일상점검 설정 2015-07-24

● 일상점검표 수정

점검목록	해당부	적정	부적정	부적정 사유
일반안전				
연구실험실 정리정돈 및 청결상태	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
연구실험실내 흡연 및 음식물 섭취 여부	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
안전수칙, 안전표지, 개인보호구, 구급약품 등 실험장비(흡후드 등) 관리 상태	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
기계기구				
기계 및 공구의 조임부 또는 연결부 이상여부	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
위험설비 부위에 방호장치(보호 덮개) 설치 상태	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
기계기구 회전반경, 작동반경 위험지역 출입금지 방호설비 설치 상태	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
전기안전				
사용하지 않는 전기기구의 전원투입 상태 확인 및 무분별한 문어발식 콘센트 사용 여부	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
접지형 콘센트를 사용, 전기배선의 절연피복 손상 및 배선정리 상태	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
기기의 외함접지 또는 정전기 장애방지를 위한 접지 실시상태	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
전기 분전반 주변 이물질 적재금지 상태 여부	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	

(그림 8-3) 연구실 온라인 일상점검표

제 9 장 참 고 문 헌

1. 국립방재교육연구원 방재연구소(2008). 산지환경급변지역 토사유출모니터링 및 저감방안 연구
2. 김만식, 정승권(2002). GIS와 RUSLE 기법을 이용한 삼교호유역의 토사 유실량 산정
3. 김주훈, 김정탁, 이진원(2011). 클라우드 및 HyGIS기반 토양유실분석 시스템 개발
4. 김권한(2011). 하구둑 상류의 퇴사저감 방법에 대한 수치모의 연구, 명지대학교
5. 김선주, 양용석, 안민우(2002). 용수로의 자연친화적 정비 및 설계
6. 농업과학기술원(2008). 잡초관리 길잡이
7. 농업기반공사. 환경친화적 농어촌정비사업 설계지침 (용배수로편)
8. 농업기반공사 농어촌 연구원(2004). LCC와 환경성을 고려한 용수로 구조물의 단면 형상 개발 연구
9. 박경훈(2003). GIS 및 RUSLE 기법을 활용한 금호강 유역의 토양침식위험도 평가
10. 박권희(2010). 농촌 소유역의 토사유실량 산정, 공주대학교
11. 배덕원(2009). 토사퇴적 방지를 위한 하수관거 최소유속 산정기법, 아주대학교
12. 심혁호(2005). 경사농경지에서의 토사유출 저감방안 연구, 강원대학교
13. 손정호(2002). WEPP 모형을 이용한 토양유실량 추정
14. 안재현, 장수형, 최원석, 윤용남(2006). 저수지 장기운영을 위한 퇴적토사의 효율적 관리
15. 임성수, 김민석, 김중훈, 백경록(2012). 토사유출량의 공간분포 산정결과 평가를 위한 RUSLE와 LISEM의 비교
16. 주진호, 정영상, 김정제, 박철수, 양재의(2002). 내린천 상류 농경지의 모재성토 특성과 토사 유출 저감 방안
17. AOAC. 1990. Office methods of analysis(15th ed). Association of Official Analytical Chemists. Washing, DC
18. Choi, I. 1999. Study on the feed value of domestic wild grasses and legumes. Korean Journal of Dairy Science 21:21-30
19. Chue, W.B., Yoon C., Lee, J.M. and Park, J.M. 1983. Studies on the productivity of the native reed(*Phragmites communis* Trinius). 1. Changes in the productivity of the native reed during the period of vegetation. Journal of the Korean Grassland Science. 4:89-97.
20. Chun, W.B., Yoon, C. and Rho, S.H. 1986a. Studies on the productivity of the native reed(*Phragmites communis* Trinius). 2. Effect of fertilizer application on the productivity of the native reed during the period of vegetation. Journal of the Korean Grassland Science. 6:24-30.

21. Chun, W.B., Yoon, C. and Son, M.H.. 1986b. Studies on the productivity of the native reed(*Phragmites communis* Trinius). 3. Effect of fertilizer application on the productivity of the native reed during the period of vegetation. *Journal of the Korean Grassland Science*. 6:78-83.
22. Goering, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis. USDA Agricultural Handbook No. 379, USDA. Washington, DC.
23. Hooland, C., Kezar, W., Kautz, W.P., Lazowski, E.J., Mahanna, W.C. and Reinhart, R. 1990. *The Pioneer Forage Manual-A Nutritional Guide*. Pioneer Hi-Bred International, Inc., Des Moines, Iowa, USA pp. 1-55.
24. Moore, R.E. 1970. Procedure for the two-stage in vitro digestion of forage. University of Florida, Department of Animal Science.
25. PARK, H.S. 2007. Studies on the genetic resources of native pasture plants in Jej. Annual Research Report of Jeju Agriculture Experiment Station, Rural Development Administration.

〈첨부 I〉 특허, 논문 및 시장 분석 보고서

제 1 절 본 연구관련 국내의 기술수준 비교

효율적인 물관리를 위한 농촌수로 토사·수초제거 상용화 기술개발의 수초제거 장비에 있어서 본 연구와 관련된 기술의 최고보유국은 네덜란드이다. 본 연구의 시작 시점에 있어 네덜란드 대비 우리나라의 기술수준은 70% 수준이었으며, 본 연구를 통해 기존에 목표했던 85% 수준의 기술수준을 달성하였다. 또한 토사저감 제거 기술의 있어서 본 연구와 관련된 기술의 최고보유국은 미국으로 본 연구의 시작 시점에 있어 미국 대비 우리나라의 기술수준은 75% 수준이었으며, 본 연구를 통해 기존에 목표했던 85% 수준의 기술수준을 달성하였다.

〈표 첨부 I -1〉 본 연구과제를 통한 기술 달성 수준

개발기술명	관련기술 최고보유국	기존 기술수		본 과제 달성수준	비고
		우리나라	연구신청팀		
수초제거 장비	네덜란드	70%	70%	85%	
토사저감제거 기술	미국	75%	75%	85%	

제 2 절 특허분석

1. 특허분석 범위

효율적인 물관리를 위한 농촌수로 토사·수초제거 상용화 기술 개발의 본 연구와 관련된 특허분석을 실시하였다. 검색 DB는 특허정보원 DB (www.kipris.or.kr, Aureka DB)을 이용하였고, 대상국가는 국내와 국외(미국, 일본, 유럽, 중국)으로 구분하였다. 검색기간은 최근 10년, 검색범위는 제목 및 초록으로 제한하였다.

〈표 첨부 I -2〉 특허 검색 기간 및 범위

대상국가	국내, 국외(미국, 일본, 유럽, 중국)
특허 DB	www.kipris.or.kr, Aureka DB
검색기간	최근 10년간
검색범위	수로수초, 수초제거, flail mower, canal mower, sediment, canal management

2. 특허분석에 따른 본 연구과제와의 관련성

개발기술명		수거형 용·배수로 수초제거기	수로 토사제거기
Keyword		수초제거기	토사제거기, sediment collector
검색건수		5	9
유효특허건수		2	2
핵심특허 및 관련성	특허명	수거형 용·배수로 수초제거기	Sediment collector with hopper assembly
	보유국	대한민국	미국
	등록 년도	2009.02.05	2008.10.09
	관련성 (%)	50%	20%
	유사점	용배수로에서와 같이 경사진 사면에서 작업이 가능	수로에 발생하는 침전물을 제거하는 방식
	차이점	수거형 용·배수로 수초제거기의 경우 굴삭기에 부착할 수 있도록 어태치먼트화 시킨 제조부로서 본 연구에서 개발 예정인 트랙터를 이용한 붐암과 갈퀴형 제조부와 구조 및 특성이 상이하다.	수로 바닥에 침전물 수집기를 미리 설치하여 침전이 생기면 이를 흡입하는 방식으로 침전물 수집기를 미리 설치하여야 하는 방식으로 본 연구에서의 수집 방식과 상이함
	특허명	압착형 용·배수로 수초제거기	Underwater trenching apparatus
	보유국	대한민국	미국
	등록 년도	2009.02.05	2011.12.27
	관련성 (%)	20%	20%
	유사점	경사진 사면에서 작업이 가능함	수로나 웅덩이의 침전물을 흡입하여 제거하는 방식
	차이점	압착형 용·배수로 수초제거기의 경우 굴삭기에 부착할 수 있도록 어태치먼트화 시킨 제조부로서 수초를 제거하는 것이 아니라 압착하여 더 이상 성장을 하지 못하게 하는 방법으로 본 연구에서 개발 예정인 방식과 상이함	고압의 물과 공기를 분사하여 흡입하는 방식으로 파이프 라인을 통하여 고압의 물을 방출하여 퇴적물을 분쇄하여 흡입하는 방식으로 파이프 라인과 퇴적물 수집기로 구성되어 있다.

제 3 절 논문분석

1. 논문분석 범위

효율적인 물관리를 위한 농촌수로 토사·수초제거 상용화 기술 개발 연구와 관련된 논문 분석을 실시하였다. 검색 DB는 <http://scholar.ndsl.kr/index.do>, <http://scholar.google.com>를 이용하였으며, 검색기간은 최근 10년, 검색범위는 제목 및 초록 및 키워드로 제한하였다.

<표 첨부 I-3> 논문 검색 기간 및 범위

대상국가	대한민국, 미국
논문 DB	http://scholar.ndsl.kr/index.do , http://scholar.google.com
검색기간	최근 10년간
검색범위	수초, 토사, 수초·토사제거, 수로, 수초제거기, flail mower, canal mower, sediment, canal management

2. 논문분석에 따른 본 연구과제와의 관련성

본 연구와 관련된 논문분석 결과, 수만 건의 논문이 검색되었으며, 이중 실제 본 연구와 밀접한 관련이 있는 것으로 판단되는 논문 <표 첨부 I-5>와 같으며, 핵심 인용 문헌으로 이용되었다.

<표 첨부 I-4> 논문 검색 기간 및 범위

개발기술명		(기술 1)	(기술 2)
Keyword		수초, 토사, 수초·토사제거, 수로 수초제거기, flail mower	
검색건수		4	
유효논문건수		2	
핵심논문 및 관련성	논문명	트랙터용 유압분 부착형 모워 개발에 관한 연구	
	학술지명	한국농업기계학회	
	저 자	장익주	
	게재년도	2006. 08.25	
	관련성(%)	40%	
	유사점	평지형 제초기가 작업할 수 없는 경사진 곳에서도 작업이 가능하도록 하였으며, 논이나 과수원의 배설에도 작업이 가능하도록 설계되었다.	
	차이점	트랙터 앞부분에 유압분을 설치하여 운전자가 전방을 주시하면서 제초를 할 수 있도록 제작을 하였으나, 우리나라의 토공 수로의 경우 농로의 좌우에 용배수로가 위치하기 때문에 작업에 적합하지가 않다.	

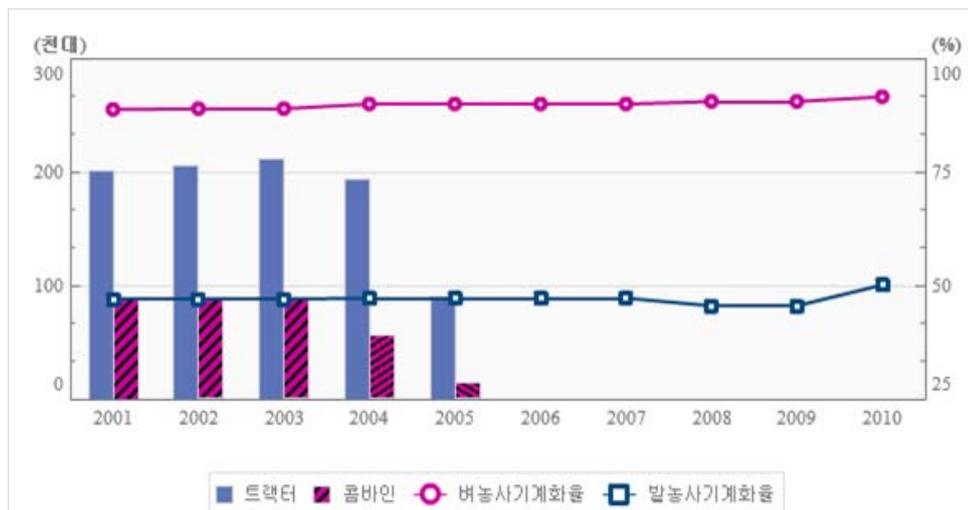
제 4 절 제품 및 시장 분석

1. 생산 및 시장현황

1.1. 국내 제품생산 및 시장 현황

현재까지의 국내 수초 제거기는 한국농어촌공사 전남본부에서 개발하여 공급된 굴삭기용 수초제거기와 강진완도지사의 로터리식 수초제거기, 농어촌연구원의 왕복동날식 수초제거기가 있다. 그러나 국내 보급된 수초제거기는 수초 영킴현상, 미비한 집초장치 등의 문제점을 내포하고 있다. 이러한 문제를 해결하고 원가 경쟁력을 보유한 제품을 개발한다면 국내에서 수초제거기를 제작하여 매출도 가능할 것으로 사료된다.

농기계 보급 수준이 높아지면서 소형 농기계 1인 경운기가 작업능력이 높은 트랙터로 대체되고 농촌인력 부족 및 고령화로 경운기와 같은 소형이며 보행형 기종은 점차 감소 추세이나 트랙터, 콤파인 등 대형·승용형 기종은 증가 추세이다.(농림수산식품부, 식량산업과) 이에 따라 트랙터 부착형 수초·토사제거 기기를 개발하면 한국형 수로 수초·토사제거에 크게 이바지할 것으로 보인다. 따라서 수로 수초·토사제거기는 트랙터 부착형이 국내 농업 수로에 가장 효율적이고 적합할 것으로 판단된다.



(그림 첨부 I-1) 주요 농기계 보유현황 및 농업기계화율

1.2. 국외 제품생산 및 시장 현황

농업수로의 수로·토사제거기 국외 현황을 살펴보면 해외시장의 Mowing bucket type은 한국농어촌공사가 개발한 왕복동날식 수초 제거기의 모태가 되는 장비이다. 네덜란드에서는 주로 트랙터에 전용 붐과 함께 부착시켜 수초제거 전용기로 사용하고 있다. 중국의 경우에는 Yuanhang사는 대형 수로 및 저수지용에 적합한 보트 타입의 수초제거기를 판매하고 있는 실정이다.

네덜란드, 중국 등 지속적으로 수초제거기는 성장기이며, 원가 경쟁력만 확보가 된다면 틈새시장으로의 진입이 가능한 제품이 분명하다. 수륙양용용 수초제거기도 개발되어 저수지나 하천에 들어가서 제초를 하는 특수한 경우도 있으나 가격이 대단히 고가인 단점으로 수입 및 판매가 저조한 실정이다.

이러한 모든 정황을 볼 때 국외시장의 수초·토사제거기의 시장 규모를 객관적으로 판단할 수 있는자료는 미비한 실정이다.

2. 개발기술의 산업화 방향 및 기대효과

2.1. 산업화 방향(제품의 특징, 대상 등)

국내 농업용 수로에 적합한 수초·토사제거기를 개발하기 위해 경사지 등의 열악한 지형에서도 작업이 가능한 트랙터 부착 다관절 방식으로 개발해야 하며 차별화된 IT을 기반으로 수초·토사제거의 모니터링을 할 수 있도록 하였으며, 전자유압시스템도 가능한 방식으로 개발하였다. 또한, 작업자의 안전을 위한 비상정지 기능 및 원격 무선통신을 제어 할 수 있는 방식이며, 원가절감을 통한 국내 및 해외 시장의 다각화를 꾀할 수 있는 방향으로 개발하였다.

그리고 성능을 검증한 데이터를 통해 기술 경쟁력을 확보하여 경쟁에서 우위를 선점토록 해야한다. 개발초기 산업 및 지적재산권을 확보하고, 개발과 동시에 제품생산하여 기술표준화 및 라인구축 등을 실시하여 제품의 판매가 조기에 가능할 수 있도록 하고자 하였다. 수출은 당사의 중앙아시아 및 호주 등의 지사를 통하여 해외시장을 진출하고자 하며, 국내수요는 본사 또는 당사 대리점을 중심으로 보급하고자 한다.

2.2. 산업화를 통한 기대효과

산업화를 통한 기대효과를 직접 경제효과, 경제적 파급효과, 그리고 부가가치 창출액 등으로 구분하여 분석하였으며, 그 결과는 <표 첨부 I-5>과 같다.

<표 첨부 I-5> 산업화를 통한 기대효과

(단위 : 백만원)

항 목	산업화 기준					
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
직접 경제효과	100	200	1,500	2,500	2,500	6,800
경제적 파급효과	500	1,500	4,000	4,000	5,000	15,000
부가가치 창출액	100	200	1,500	2,500	2,500	6,800
합 계	700	1,900	7,000	9,000	10,000	28,600

- 1) 직접 경제효과 : 본 연구과제 개발기술의 산업화를 통해 기대되는 제품의 매출액 추정치
- 2) 경제적 파급효과 : 본 연구과제 개발기술의 산업화를 통한 농가소득효과, 비용절감효과 등 추정치
- 3) 부가가치 창출액 : 본 연구과제 개발기술의 산업화를 통해 기대되는 수출효과, 브랜드가치 등 추정치

제 5 절 3P(특허, 논문, 제품) 분석을 통한 연구추진계획

1. 분석결과 향후 연구계획(특허, 논문, 제품 측면에서 연구방향 제시)

1.1. 특허분석 측면

기존 특허는 수초제거기의 집초부의 특정부분(수거형, 압착형)에 치중되어 있다. 수거형 집초방식은 집초능력이 현저하게 떨어져 작업효율을 저하시키고, 집초된 수초를 적지적소에 배출하지 못하는 문제점이 있는 것으로 분석되었으며, 압착형 방식은 수초를 한시적으로 압착시켜 용배수로의 통수능력을 일시적으로 증대시키나, 압착된 수풀이 다시 자라는 문제점이 있는 것으로 분석되었다. 이러한 기존에 개발된 방법은 한국형 수초제거기 개발이라는 최종목표에 적합하지 않는 것으로 분석되었다. 따라서, 본 연구에서는 수로 수초제거기의 수초 및 토사 제거 및 관리 관점으로 접근하여 현장 작업인이 보다 손쉽게 작업이 가능한 한국형 수초제거기를 개발하고, 이를 지원할 수 있는 시스템을 개발하여 특허출원할 계획이다.

1.2. 논문분석 측면

기존의 인력에 의한 수로 제초 방법은 농촌사회의 고령화와 유지관리 비용의 상승의 문제점이 발생하여 200년 이후 수초제거기 개발을 수행하고 있으며, 최근 일부업체에서는 단순기능의 수초제거기를 개발 중에 있으나 농촌수로 및 배수로 수초제거 상황 및 구현이 아주 미미한 실정이다. 이는 현장의 농촌수로에 대한 이해의 부족으로 기인한 것으로 수초의 유형 및 이에 따른 최적의 제초방안의 모색과 토사의 발생원인 분석 및 토사 저감등의 연구와 병행하여 이루어진다고 본다. 본 연구과제에서는 토사 수초제거기를 개발함으로써 상대적으로 적은 비용으로 고효율의 수초제거기를 개발할 수 있을 것으로 기대되는 바, 한국형 수초제거기를 제안함으로써 Agricultural Water Management(SCI) 논문집, Journal of Hydroinformatics(SCI) 논문집, 한국농공학회와 한국수자원학회 논문집, 한국바이오시스템학회 논문집 등에 게재할 계획에 있다. 더불어, 수초 및 토사의 저감과 시작기의 개발의 연구로 한국농공학회, 한국관개배수위원회(KCID) 논문집에 소개함으로써 국내 농업수리 시설물 관리에 기여할 수 있을 것으로 사료된다.

1.3. 제품 및 시장분석 측면

농기계 보급 수준이 높아지면서 소형 농기계인 경운기가 작업능력이 높은 트랙터로 대체되어서 농촌인력 부족 및 고령화로 경운기와 같은 소형·보행형 기종은 점차 감소 추세이나 트랙터, 콤파인 등 대형·승용형 기종은 증가 추세이며, 또한 IT융합 기술(정밀농업)은 전체적인 기술 수준이 아직 발아기에서 성장기로 접어들고 있으므로 잉에 대한 우수한 IT융합 기술을 농업용 수초제거 기계에 적용하여 제품의 혁신, 고부가가치 창출, 수출 시장 개척 및 기술 경쟁력을 확보할 계획이다.

〈첨부 II〉 연구성과 증빙자료

제 1 절 지식재산권 출원

1. 수거형 승용 예초 장치

관인생략	
출원번호통지서	
출원일자	2013.01.25
특기사항	심사청구(유) 공개신청(무)
출원번호	10-2013-0008730 (접수번호 1-1-2013-0075260-31)
출원인명칭	한아에스에스 주식회사(1-1998-112944-7) 외 1명
대리인성명	특허법인 아이엠(9-2005-100022-2)
발명자성명	김남재 박선심 주재황 노병래 오상수
발명의명칭	수거형 승용 예초 장치
특 허 청 장	
<< 안내 >>	
<p>1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.</p> <p>2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다. ※ 납부자번호 : 0131(기관코드) + 접수번호</p> <p>3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [출원인코드 정보변경(경정), 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다. ※ 특허포(patent.go.kr) 접속 > 민원서비스다운로드 > 특허법 시행규칙 별지 제5호 서식</p> <p>4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보정이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.</p> <p>5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허-실용신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내출원일을 외국에서 인정받고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다. ※ 제도 안내 : http://www.kipo.go.kr-특허마당-PCT/마드리드 ※ 우선권 인정기간 : 특허-실용신안은 12개월, 상표-디자인은 6개월 이내 ※ 미국특허상표청의 선출원을 기초로 우리나라에 우선권주장출원 시, 선출원이 마감대상태이면, 우선일로부터 16개월 이내에 미국특허상표청에 [전자적교환허가서(PTO/SB/39)]를 제출하거나 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.</p> <p>6. 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다. ※ 특허출원 10-2010-0000000, 상표등록출원 40-2010-0000000</p> <p>7. 기타 심사 절차에 관한 사항은 동봉된 안내서를 참조하시기 바랍니다.</p>	

2. 작업효율이 우수한 트랙터 장착형 봄 타입 예초 장치

관인생략 출원번호통지서

출원일자 2013.09.13
특기사항 심사청구(유) 공개신청(무)
출원번호 10-2013-0110412 (접수번호 1-1-2013-0840309-13)
출원인명칭 한아에세스 주식회사(1-1998-112944-7) 외 1명
대리인성명 특허법인 아이엠(9-2005-100022-2)
발명자성명 김남재 박선심 주재환 노병래 오상수
발명의명칭 작업효율이 우수한 트랙터 장착형 봄 타입 예초 장치

특 허 청 장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.
※ 납부자번호 : 0131(기관코드)+접수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [출원인코드 정보변경(경정), 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
※ 특허포(patent.go.kr) 접속 > 민원서식다운로드 > 특허법 시행규칙 별지 제5호 서식
4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보정에 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.
5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허-실용신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내출원일을 외국에서 인정받고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다.
※ 제도 안내 : <http://www.kipo.go.kr>-특허/상표-PCT/마드리드
※ 우선권 인정기간 : 특허·실용신안은 12개월, 상표·디자인은 6개월 이내
※ 미국특허상표청의 선출원을 기점으로 우리나라에 우선권주장출원 시, 선출원이 미국에 출원된 후, 무선일로부터 16개월 이내에 미국특허상표청에 [전자적교환허가서(PTO/SB/39)]를 제출하거나 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.
6. 본 출원 사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.
※ 특허출원 10-2010-0000000, 상표등록출원 40-2010-0000000
7. 기타 심사 절차에 관한 사항은 동봉된 안내서를 참조하시기 바랍니다.

3. 트랙터 장착형 법면 및 수면 예초 장치

관인생략 출원번호통지서

출원일자 2015.10.12
특기사항 심사청구(유) 공개신청(무)
출원번호 10-2015-0142424 (정수번호 1-1-2015-0984479-78)
출원인명칭 한아에스에스 주식회사(1-1998-112944-7)
대리인성명 특허법인 아이엠(9-2005-100022-2)
발명자성명 김남재 주재철 노현석
발명의명칭 트랙터 장착형 법면 및 수면 예초 장치

특 허 청 장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.
※ 납부자번호 : 0131(기관코드)+정수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [출원인코드 정보변경(경정), 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
※ 특허포(patent.go.kr) 접속 > 민원서비스다운로드 > 특허법 시행규칙 별지 제5호 서식
4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보정이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.
5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허-실용신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내출원일을 외국에서 인정받고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다.
※ 제도 안내 : <http://www.kipo.go.kr>-특허마당-PCT/마드리드
※ 우선권 인정기간 : 특허-실용신안은 12개월, 상표-디자인은 6개월 이내
※ 미국특허상표청의 선출원을 기초로 우리나라에 우선권주장출원 시, 선출원이 미공개상태이면, 우선일로부터 16개월 이내에 미국특허상표청에 [전자적교환허가서(PTO/SB/39)]를 제출하거나 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.
6. 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.
※ 특허출원 10-2010-0000000, 상표등록출원 40-2010-0000000
7. 기타 심사 절차에 관한 사항은 동봉된 안내서를 참조하시기 바랍니다.

4. 엔진 및 모터로 구동되는 트랙터 견인식 토사 준설 장치

관인생략 출원번호통지서

출원일자 2015.11.03
특기사항 심사청구(유) 공개신청(무)
출원번호 10-2015-0154157 (잠수번호 1-1-2015-1071453-56)
출원인명칭 한아에스에스 주식회사(1-1998-112944-7)
대리인성명 특허법인 아이엠(9-2005-100022-2)
발명자성명 김남재 주재환 노현석
발명의명칭 엔진 및 모터로 구동되는 트랙터 견인식 토사 준설 장치

특 허 청 장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 등본된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.
※ 납부자번호 : 0131(기관코드) + 잠수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [출원인코드 정보변경(경정), 경정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
※ 특허포(patent.go.kr) 접속 > 민원서비스다운로드 > 특허법 시행규칙 별지 제5호 서식
4. 특허(실용신안등록)출원은 영세서 또는 도면의 보장이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 영세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보장할 수 있습니다.
5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허·실용신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내출원일을 외국에서 인정받고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다.
※ 제도 안내 : <http://www.kipo.go.kr>-특허마당-PCT/마드리드
※ 우선권 인정기간 : 특허·실용신안은 12개월, 상표·디자인은 6개월 이내
※ 미국특허상표청의 선출원을 기초로 우리나라에 우선권주장출원 시, 선출원이 마감경상태이면, 우선일로부터 16개월 이내에 미국특허상표청에 [전자적고한해가서(PTO/SB/39)]를 제출하거나 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.
6. 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.
※ 특허출원 10-2010-0000000, 상표등록출원 40-2010-0000000
7. 기타 심사 절차에 관한 사항은 등본된 안내서를 참조하시기 바랍니다.

5. 수거형 승용 예초 장치(특허등록)

등록특허 10-1330288



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년11월15일
(11) 등록번호 10-1330288
(24) 등록일자 2013년11월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A01D 24/04 (2006.01) A01D 24/06 (2006.01)
A01D 24/00 (2006.01)
(01) 출원번호 10-2012-0008730
(02) 출원일자 2012년01월26일
심사청구일자 2012년01월26일
(06) 선행기술조사문헌
JP20082822 A*
JP200121120 A*
KR200210188 Y1*
JP200001159 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(72) 특허인자
한창복광(주)
전라남도 장성군 풍화면 풍화로 550
한이엑세스 주식회사
경주광역시 동산구 평동산로2번길 222 (장북동)
(73) 발명자
권남재
경주광역시 북구 양길로 170 (양산동)
박원실
경주광역시 서구 영촌동 중동2길45-101-1405
(포천영 재주)
(74) 대리인
특허법인아이엠

전체 청구항 수 : 총 8 항

심사관 : 양경진

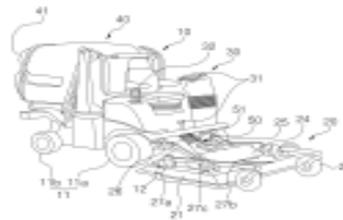
(52) 발명의 명칭 수거형 승용 예초 장치

(57) 요약

본 발명은 작업자가 탑승하여 제조작업을 할 수 있는 수거형 승용 예초 장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 제조 작업과 동시에 예초기에서 거절된 풀을 흡입하여 수거할 수 있는 격재부가 구비되어 제조 작업이 완료된 풀의 처리가 용이하고, 상기 격재부가 승강됨과 동시에 후방으로 기울어질 수 있도록 함으로써 수거된 풀의 배출작업이 매우 간편하며, 주행 가능한 바퀴가 구비되어 전동 및 후동이 각각 회전 가능한 구조로 이루어져 제조 작업이 매우 신속하고 효율적으로 이루어질 수 있도록 하는 수거형 승용 예초 장치에 관한 것이다.

본 발명에 따른 수거형 승용 예초 장치는, 동력장치 및 주행장치가 구비되어 주행이 가능한 본체부와, 상기 본체부로부터 동력을 전달받아 지면의 풀을 거절하기 위한 회전커터가 구비되어 상기 본체부의 전방에 연결된 예초기와, 사방이 흡수 가능하도록 흡수공간이 형성되고 상기 본체부의 주행을 위한 조향부 및 상기 예초기의 작동을 제어하기 위한 조작부가 구비되어 상기 본체부의 전방 상부에 마련되는 흡수부를 포함하는 승용예초기에 있어서, 소정 내부공간이 형성되고 상기 회전커터에 의해 거절된 풀을 수거하도록 내부공간으로 통하는 흡입구가 형성되어 상기 본체부의 후방 상부에 설치된 격재부와, 상기 거절된 풀을 흡입하기 위한 흡입구가 형성되고 상기 흡입구를 통해 흡입된 풀이 상기 격재부의 내부공간으로 배출되도록 상기 격재부의 흡입구와 연결되는 배출구가 형성되는 흡입터브가 구비된 터브부를 더 포함하고, 상기 터브부는 상기 흡입터브의 흡입구가 상기 회전커터 주변에 위치되도록 연결되어 상기 회전커터의 회전력에 의해 상기 흡입터브 내부로 공기가 유입되면서 거절된 풀이 함께 흡입되도록 한 것을 특징으로 한다.

도 표 도 - 도8



- 1 -

등록특허 10-1330288

(70) 발명자
주재복
전라남도 순천시 풍곡동 75-22
3층재
경주광역시 북구 영동동 실목로 202번길 85, 212호

오성수
전라남도 목포시 양산로208번길 2-2 (용당동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제번호 213012-02-1-M2010
부처명 농림수산식품부
연구사업명 첨단기술개발
연구과제명 농촌수도의 한국형 적정 수호모사제거 기술 개발
기 여 율 1/1
주관기관 한이엑세스(주)
연구기간 2012.11.08 ~ 2013.11.25

6. 트랙터 장착형 붐 타입 예초 장치(특허등록)

등록특허 10-1662886



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(46) 공고일자 2016년09월11일
(11) 등록번호 10-1662886
(24) 등록일자 2016년09월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A01F 29/049 (2008.01) A01F 29/28 (2008.01)
A01F 24/02 (2008.01)

(01) 출원번호 10-2015-0110448
(02) 출원일자 2015년09월13일
심사청구일자 2015년09월13일
(03) 공개번호 10-2016-0030991
(04) 공개일자 2016년09월23일
(05) 신청기술소사문헌
KR101000000 B1*
KR1000100000091 A*
KR1000000000449 A
KR100718988 B1
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(72) 특허인자
한이에스에스 주식회사
광주광역시 광산구 계동산단2면도 222 (상록동)
한동특장(주)
전라남도 장성군 동하면 동곡로 888

(73) 발명자
최남재
광주광역시 북구 양림로 170 (양산동)
박원섭
광주 서구 삼무인주도 104, 101동 1405호 (양촌동, 광주에스엘레스)
(보전제 제재)
(74) 대리인
특허법인4이엠

전체 청구항 수 : 총 2 항

(54) 발명의 명칭 트랙터 장착형 붐 타입 예초 장치

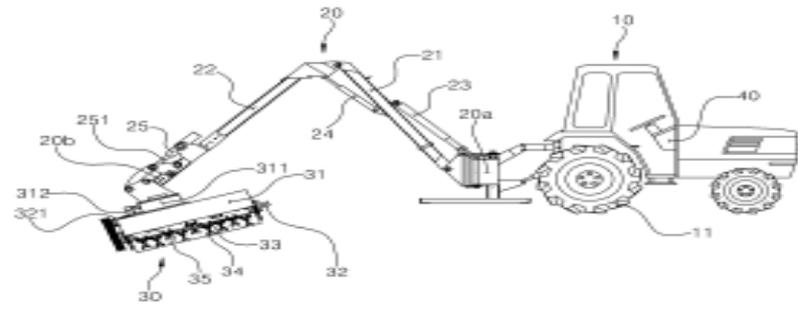
심사관 : 양정진

(67) 요약

본 발명은 작업효율이 우수한 트랙터 장착형 붐 타입 예초 장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 붐내 예초기가 각도조절됨에 따라 일정 경사각으로 일정 가능하게 연결되어 하안의 필면 등 비교적 경사가 급한 경사면의 예초 작업시에도 예초기가 지면의 수평을 유지할 수 있어 예초 작업의 효율이 우수하고, 예초기에 구비된 복 (뒷면제 제재)

도면제 제재

도면제 제재



- 1 -

등록특허 10-1662886

수개의 제어용 커터가 나선형으로 배열되어 좌와 순차적으로 지면에 작용함으로써 힘이 분산됨으로써 예초기의 부하를 줄일 수 있을 뿐만 아니라, 상대적으로 적은 개수의 제어용 커터로도 예초 작업이 가능한 작업효율이 우수한 트랙터 장착형 붐 타입 예초 장치에 관한 것이다.

본 발명에 따른 작업효율이 우수한 트랙터 장착형 붐 타입 예초 장치는, 동력장치가 내부에 구비되고 보어나 레드로 주행이 가능한 트랙터와, 일단은 상기 트랙터에 선회 가능하게 연결되고 상호 결합 가능하게 링크연결된 다수개의 하안 및 상기 하안을 점진시키는 다수개의 거브로필일터가 구비된 붐과, 상기 트랙터로부터 동력을 전달받아 지면의 수평을 유지하기 위한 커터가 구비되어 상기 붐내 하안에 연결된 예초기와, 상기 트랙터의 주행과 상기 붐내 및 상기 예초기의 작동을 제어하기 위한 제어부를 포함하는 트랙터 장착형 붐 타입 예초 장치에 있어서, 상기 예초기는, 상기 붐내의 하안에 일정 경사각으로 일정 가능하게 연결되고, 상기 붐내를, 전회되는 로드의 선단이 상기 예초기에 연결되어 상기 예초기의 경사각을 조절하는 각도조절일터가 더 구비된 것을 특징으로 한다.

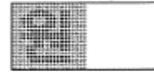
(72) 발명자
최남재
전라남도 순천시 서면 강형길 82, 107동 202호 (바송 생로빌라먼트)
30명재
광주광역시 북구 양림동 일곡로 202번길 88, 212호

요청항
전라남도 목포시 양동로208번길 2-2 (용양동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 215043-03-1-20040
부제명 농림수산식품부
연구관리전문기관 농림수산식품기술기획평가원
연구사업명 첨단기술개발
연구과제명 농촌수요의 한국형 저성 수요조사체계 기술 개발
기 여 율 1/1
주관기관 한이에스(주)
연구기간 2015.11.25 ~ 2016.11.25

7. 트랙터 장착형 법면 및 수면 예초 장치(특허등록 예정)

발급번호 : 5-5-2016-014518121



출원사실증명원
CERTIFICATE OF APPLICATION

출원인 Applicant	성명 Name	한아에스에스 주식회사 HAN'A ESSES CO.,LTD	주민번호 Residence No	200111-0*****
	주소	광주광역시 광산구 평동산단2번로 233 (장복동)	전화번호	062-945-2101
발명자 Inventor	성명 Name	김남재 KIM, NAM JAL	주민번호 Residence No	540613-1*****
	주소	광주광역시 북구 양일로 170 (양산동)	전화번호	062-572-2132
	성명 Name	주재황 JOO, Jai Hwang	주민번호 Residence No	701110-1*****
	주소	전라남도 순천시 서면 광흥길 82, 107동 302호 (라슬 센트럴카운티)	전화번호	
	성명 Name	노현석 NOH, Hyun Suk	주민번호 Residence No	830801-1*****
주소	광주광역시 북구 설죽로202번길 6 6, 212호	전화번호		
대리인 Agent	성명	특허법인아이엠	대리인 코드	9-2005-100022-2
	주소	서울특별시 강남구 봉은사로 224, 402호 (역삼동, 혜전빌딩)		
출원번호 Application Number	특허-2015-0142424 PATENT-2015-0142424	출원일자 Filing Date	2015년 10월 12일 OCT 12, 2015	
발명(고안)의 명칭, 디자인을 표현할 물품, 상표(서비스업)류 구분 Title of Invention, Product(s) Embodied in Design, or Classification of Mark	트랙터 장착형 법면 및 수면 예초 장치 TRACTOR MOUNTED TYPE GRASS MOWER FOR SLOPE SURFACE AND WATER SURFACE			
용도	확인용	IPC 분류	A01D 34/66	
최종처분상태		최종처분일		
<p>위 사실을 증명함. This is to certify that the above applicant has filed as stated in this certificate at the Korean Intellectual Property Office</p> <p>2016년 02월 23일</p> <p>특 허 청 COMMISSIONER</p> 				

◆ 본 증명서는 인터넷으로 발급되었으며, 특허청 홈페이지(www.kipo.go.kr)의 '특허법-온라인제증명발급' 메뉴를 통해 발급번호 또는 문서하단의 바코드로 내공의 위·변조 여부를 확인해 주십시오. 단, 발급번호를 통한 확인은 90일까지 가능합니다.

8. 엔진 및 모터로 구동되는 트랙터 견인식 토사 준설 장치(특허등록 예정)

발급번호 : 5-5-2016-014518121



출원사실증명원
CERTIFICATE OF APPLICATION

출원인 Applicant	성명 Name	한아에스에스 주식회사 HAN'A ESSES CO.,LTD	주민번호 Residence No	200111-0*****
	주소	광주광역시 광산구 명동산단2번로 233 (장죽동)	전화번호	062-945-2101
발명자 Inventor	성명 Name	김남재 KIM, NAM JAL	주민번호 Residence No	540613-1*****
	주소	광주광역시 북구 일일로 170 (양산동)	전화번호	062-572-2132
	성명 Name	주재황 JOO, Jai Hwang	주민번호 Residence No	701110-1*****
	주소	전라남도 순천시 서면 강형길 82, 107동 302호 (리송 센트럴카운티)	전화번호	
	성명 Name	노현석 NOH, Hyun Suk	주민번호 Residence No	830801-1*****
	주소	광주광역시 북구 설죽로202번길 6 6, 212호	전화번호	
대리인 Agent	성명	특허법인아이엠	대리인 코드	9-2005-100022-2
	주소	서울특별시 강남구 봉은사로 224, 402호 (역삼동, 혜전빌딩)		
출원번호 Application Number		특허-2015-0154157 PATENT-2015-0154157	출원일자 Filing Date	2015년 11월 03일 NOV 03, 2015
발명(고안)의 명칭, 디자인을 표현할 도면, 상표(서비스업)류 구분 Title of Invention, Product(s) Embodied in Design, or Classification of Mark		엔진 및 모터로 구동되는 트랙터 견인식 토사 준설 장치 TRACTOR TRAILER TYPE SAND DREDGING DEVICE WORKED BY ENGINE AND MOTOR		
용도	확인용	IPC 분류	E02F 3/88	
최종처분상태		최종처분일		
<p>위 사실을 증명함. This is to certify that the above applicant has filed as stated in this certificate at the Korean Intellectual Property Office</p> <p>2016년 02월 23일</p> <p>특 허 청 COMMISSIONER</p> 				

◆ 본 증명서는 인터넷으로 발급되었으며, 특허청 홈페이지(www.kipo.go.kr)의 '특허넷-온라인증명발급' 메뉴를 통해 발급번호 또는 문서하단의 바코드로 내용의 위·변조 여부를 확인해 주십시오. 단, 발급번호를 통한 확인은 90일까지 가능합니다.

제 2 절 논문 및 학술 발표 게재

1. 안산천에서 청보리 혼파조합이 사초 생산성과 토양 특성에 미치는 영향 (KCI, 게재)

KOREAN J ORGANIC AGRI
Volume 21, Number 4: 701-710, December 2013
<http://dx.doi.org/10.11625/KJOA.2013.21.4.701>

701
ISSN 1229-3571 (Print)
ISSN 2287-819X (Online)

안산천에서 청보리 혼파조합이 사초 생산성과 토양 특성에 미치는 영향

김종덕**·고기환***·권찬호*

Effect of Barley Mixtures on Forage Production and Soil Characteristics in Dry Riverbed of Ansancheon

Kim, Jong-Duk·Ko, Ki-Hwan·Kwon, Chan-Ho

This experiment was carried out to determine the forage production and soil characteristics in mixtures of barley and annual legumes at riverbed. The dry matter (DM) and total digestible nutrients (TDN) in barley and hairy vetch mixture were higher compared to other mixtures. Barley, single cropping was the highest in DM content. Comparing different mixtures, barley and crimson clover mixture was higher than other mixtures in DM content. The crude protein (CP) content of barley and hairy vetch mixture was highest, but ether extract (EE) and TDN contents were lower than other mixtures. Barley and hairy vetch mixture significantly removed organic matter and phosphorus from riverbed through forage production ($P < 0.05$). The total nitrogen (TN) of barley and hairy vetch mixture was highest because of high nitrogen fixation in riverbed soil. Single barley was highest in organic matter (OM) of soil. Comparing different mixtures, barley and crimson clover mixture was higher than other mixtures in OM content. The available P2O5 of soil in barley and crimson clover mixture and barley and rape mixture were higher than others, and that of barley and hairy vetch was lower than other mixtures. The barley and hairy vetch mixture was highest in cation exchange capacity (CEC) content. Therefore barley and hairy vetch mixture is more suitable in forage mixtures because of high forage production and protein, and reduction of soil phosphorus in riverbed.

Key words : *barley, mixtures, forage production, soil characteristics, riverbed*

* Corresponding author, 경북대학교 축산대학(E-mail: chkwon@knu.ac.kr)

** 진안연암대학 축산계열

*** 계명문화대학교 골프코스 원예학부

I. 서 론

우리나라는 논과 밭의 농지 임차료가 높고, 기계화 작업이 가능한 대단위 농경지의 확보가 어려운 실정이다. 반면 휴경지와 유휴지 면적은 증가하고 있다. 따라서 유·휴농지, 간척지, 하천부지 등을 활용한 조사료 생산기반 확충이 필요하다. 특히 하천부지에서 사료작물 재배는 조사료 생산, 하천 정화기능은 물론 토양유실 방지, 자연환경보호 등의 기능도 할 수 있다. 하천부지에서 조사료 생산체계 구축은 첫째 친환경적인 하천 정비에 참고할 자료를 제공할 수 있으며, 둘째는 하천의 질소와 인 절감에 의한 정화기능, 하천유실 방지, 자연경관 유지·보전에 기여할 수 있으며, 셋째는 하천부지에서 조사료 생산에 의한 축산농가의 생산비 절감과 수입조사료 대체 효과가 있다. 특히 하천은 지역에 따라 도시형 하천과 농촌형 하천으로 구분할 수 있다. 도시형 하천은 지역주민의 휴식공간, 놀이공간, 레크리에이션 공간으로 많이 활용하고 있다. 반면 농촌형 하천은 작물을 생산하는 기능을 한다.

하천부지에서 사료작물과 경관작물로 이용할 수 있는 작물에는 화본과작물은 보리, 귀리, 이탈리아인 라이그라스가 있으며, 콩과작물은 크림슨 클로버, 헤어리 베치가 있으며, 십자화작물은 유채가 있다(RDA, 2005).

보리 중에서 사료용으로 이용되는 청보리(*barley, Hordeum vulgare L.*)는 생산성과 품질이 높아 최근에 그 면적이 34천ha로 동계사료작물의 26%를 점유하고 있는 주요 사료작물이다(MIFAFF, 2011). 최근 생산성이 높고, 기호성이 좋은 품종을 개발목표로 하여 13품종이 개발되었으며, 특히 보리의 까락 모양이 다양한 품종이 개발되어 사료품질은 물론 경관작물로 인기가 높아지고 있는 초종이다(Park, 2010; MIFAFF, 2011; NIAS, 2013).

헤어리 베치는 벼류 중에서 내한성이 강하고 일반 두과작물에 비해 산성토양에 적응성이 높고 배수 불량에서도 잘 자란다(RDA, 2005). 이러한 특성으로 인하여 2010년에는 종자 수입량이 1,300톤에 이르렀다(Shin and Go, 2011). 또한 단백질 함량인 많은 헤어리베치는 덩굴성이라 호밀 또는 귀리와 혼파시험(Jo et al., 2008; Kim et al., 2002a; 2002b), 녹비작물(Seo et al., 2000)과 절초고정에 의한 비료절감(NICS, 2010) 효과를 규명하였으나 보리와 혼파시험은 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 도시형 하천의 기능을 증가시킬 목적으로 경관작물로 이용할 수 있는 꽃이 아름다운 두과 사료작물을 조합하여 경관과 사료작물 생산의 2가지 목적을 부합하는 조합을 선발하고자 실시하였다. 특히 본 시험에서는 계절적으로 건기인 가을에서 봄에 재배 이용할 수 있는 청보리의 혼파조합에 따른 사초생산성과 토양의 특성을 비교하여 사료작물의 생산성과 하천정화기능을 규명하고자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 하천부지에서 동계사료작물의 혼파조합을 달리하였을 때 사초생산성과 토양의 이화학적 특성을 규명하기 위하여 2009년 10월 8일부터 2010년 5월 18일까지 경기도 안산시 소재 안산천에서 수행하였다. 본 시험에 공시한 초종은 모두 동계작물로 청보리(*barley*, *Hordeum vulgare* L.), 유채(*forage rape*, *Brassica napus* L.), 크림슨 클로버(*crimson clover*, *Trifolium incarnatum* L.) 및 헤어리베치(*hairy vetch*, *Vicia villosa* Roth)를 이용하였다.

본 시험은 청보리와 혼파조합을 달리하여 4처리 3반복의 난괴법 배치로 실시하였으며, 시험구 면적은 6㎡(1.5×4m)로 하였다. 시험의 처리구는 청보리 단파, 청보리와 크림슨 클로버의 혼파조합, 청보리와 유채의 혼파조합, 청보리와 헤어리베치의 혼파조합을 두었다. 청보리와 혼파조합에 이용된 초종은 표준 파종량의 70%와 30%를 각각 파종하였다. 작물의 시비는 하천부지 사료작물 재배 기준에 따라 퇴비와 화학비료를 시비하지 않았다.

시험지역의 기상청 자료가 없어 인근지역인 수원 지역의 자료를 보면 평균온도는 시험기간과 예년에는 차이가 없었으나 강수량은 예년(70.0mm)에 비하여 시험기간(144.4mm)이 74.4mm가 많았다(Table 1).

Table 1. Mean temperature and precipitation at Suwon, 2009 to 2010

Month	Temperature (°C)			Precipitation (mm)	
	2009-2010	Normal		2009-2010	Normal
October	15.7	13.4		21.5	9.3
November	6.9	6.1		47.0	29.8
December	-0.7	1.0		9.2	14.6
January	-4.4	-3.2		11.2	7.8
February	1.4	-1.0		18.5	-14.2
March	4.6	4.5		16.5	-15.2
April	9.6	11.2		20.5	37.9
Mean	4.7	4.5	Sum	144.4	70.0

내병성 및 내도복성은 수확시기에 1에서 9까지 점수를 주어 아주 강한 경우는 1로 하고, 아주 약한 경우는 9로 점수를 매겨서 조사하였다.

건물량, 건물수량 및 품질을 비교하기 위하여 수확 시에 시험구당 약 1,000g의 시료를 채취하여 65°C의 순환식 열풍건조기에서 5일간 건조하였다. 시료는 20mesh 표준체를 장착한 Wiley Mill로 분쇄하였다.

Neutral detergent fiber (NDF) 및 acid detergent fiber (ADF)는 Goering 및 Van Soest 방법

(1970)으로 분석하였다. 조지방(ether extract, EE), 조회분(crude ash, CA) 및 조단백질(crude protein, CP) 분석은 AOAC법(1990)에 의거하여 분석하였다. 비섬유성탄수화물(non-fiber carbohydrate, NFC) 함량은 $NFC = 100 - (NDF\% + CP\% + EE\% + AC\%)$ 의 식에 의하여 계산하였다 (Kim et al., 2009).

가소화영양소총량(total digestible nutrients, TDN)은 건물소화율과 높은 상관관계를 가진다는 점에 근거하여 ADF의 분석치에 의한 계산식 $TDN = 88.9 - (0.79 \times ADF\%)$ 에 의하여 산출하였다(Holland et al., 1990).

토양의 이화학적 특성을 조사하기 위하여 작물 수확 후에 0~20cm 깊이에서 채취하였으며, 농촌진흥청 농업과학원 연구조사 분석기준(RDA, 2003)에 의거하여 pH, 전질소(total nitrogen, TN), 유기물, 유효인산, 치환성 양이온(K, Ca 및 Mg) 및 cation exchange capacity(CEC) 함량을 분석하였다. 토양의 pH는 이온전극극법으로 토양과 물의 비율을 1:5로 하여 pH Meter (NeoMe+pH 220L, HY technology, Korea)로 측정하였다. 토양 TN의 분석방법은 진한 황산에 촉매제를 가하여 분해한 후 습식산화과정인 Kjeldahl법으로 분석하였다. 토양의 유기물 측정은 Tyurin법으로 일정량의 토양에 OM-1 시약을 첨가하여 유기물을 산화시키는 단계와 산화촉진제인 OM-2시약을 첨가하여 반응을 촉진하여 유기물을 분해하여 토양분석 전용 정밀분광광도계(Soiltek KA-P; Hanson Technology, Korea)로 분석하였다. 토양의 유효인산은 Lancaster법, 치환성 양이온(K, Ca 및 Mg)은 1N ammonium acetate로 침출한 후 ICP(Inductively Coupled Plasma: VISA-MPX ICP-OES; Varian, USA)로 분석하였다.

통계처리는 SAS(2000) package program(SAS version 8.01, NC, USA)을 이용하여 실시하였으며, 처리평균간 비교는 최소유의차 검정(least significant difference test)로 유의수준 95% 수준에서 검정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 생육특성 및 생산량

안산천에서 청보리 혼파조합의 생육특성 및 사초 생산성은 Table 2에서 보는 바와 같다. 모든 처리구에서 질병 발생은 거의 없었으나, 도복은 혼파조합이 단파보다 약하였다. 한편 초고는 평균 58cm 수준으로 경관작물로 적합하였으며, 헤어리베치 혼파조합의 키가 66cm로 다른 처리구에 비하여 높았다. 조사료로서 생초 생산량은 헤어리베치 혼파구가 다른 처리구에 비해 유의적으로 높아서 타 처리구에 비해 건물률이 낮았음에도 불구하고, 안산천 하천부지에서는 청보리의 혼파조합 중에서는 청보리와 헤어리베치의 혼파조합이 다른 조합보다 건물 및 TDN 수량이 많았다. 조(2012)는 청보리를 재배할 경우 생산량이 3.86톤/ha

이라고 하여 본 시험의 평균 생산량 4,249kg/ha보다 적었다. 이는 하천부지에 유기물과 비료성분이 축적된 것이 원인으로 판단된다. 반면 김 등(2005)은 남부지방에서 사료작물의 혼파시험에서 보리와 유채의 혼파조합은 건물생산량이 7,475kg/ha이었으나 본 시험은 4,629 kg/ha로 Kim et al.(2005)의 생산량의 62% 수준이었다. 이는 화학비료와 퇴비를 사용하지 않은 것이 수량에 가장 많은 영향을 미쳐 생산성이 낮은 것으로 판단된다. 청보리와 헤어리베치의 시험(Jo, 2012)에서는 무치리에 비하여 수량이 33% 증수되었으나 본 시험에서는 단파에 비하여 청보리와 헤어리베치 혼파 조합의 건물수량이 9% 수량이 많았다. 하천유역의 경우 시비를 하지 않고 조사료를 재배할 경우 상대적으로 질소가 부족하여 생산성이 높지 못하나, 보리와 헤어리베치를 혼파할 경우 헤어리베치의 질소고정으로 인하여 생산량이 증가하여 경제성이 높게 나타났다.

Table 2. Effect of barley mixtures on the forage production in the dry riverbed of Ansancheon

Treatment	LOG RIS	DIS RIS	Plant height	Dry matter	Yield		
					Fresh	DM	TDN
	-(1-9)-		-cm-	-%-	-----kg/ha-----		
Barley	2	1	55	24.4	17,543	4,248	2,432
Barley+Crimson clover	3	1	52	26.7	13,829	3,686	2,027
Barley+Rape	4	1	58	25.3	18,252	4,629	2,522
Barley+Hairy vetch	3	1	66	24.0	18,356	4,397	2,304
Mean	3	1	58	25.1	16,995	4,249	2,321
LSD(0.05)				1.5	2,276	509	267

LOGRIS=lodging resistance, DISRIS=disease resistance. DM=dry matter, TDN=total digestible nutrients.

2. 사료가치

혼파조합별 사료가치는 Table 3에서 보는 바와 같이 조단백질, 조지방, NDF 함량은 처리간에 유의적인 차이가 있었으나, 조회분, ADF, TDN 및 NFC 함량은 처리간에 유의적인 차이가 없었다. 조단백질 함량은 헤어리베치 혼파구가 13.8%로 타 처리구에 비해 가장 높았으나 조지방과 TDN 함량은 가장 낮았다($P<0.05$). 조지방은 보리 단파구가 헤어리베치 혼파구 및 유채 혼파구에 비해 높았다($P<0.05$). 회분 함량은 평균 9.48%로 높은 수준이었으나 처리구 간에 차이는 없었다.

NDF 함량은 보리 단파구와 헤어리베치 혼파구가 상대적으로 낮아서 섭취량이 우수한

조사료로 평가 되었고, ADF 함량은 유의성은 없었으나 보리 단과구가 상대적으로 낮고, 헤어리베치 혼과구가 높아서 보리의 소화율이 상대적으로 높았다. TDN 및 NFC 함량은 보리 단과구가 상대적으로 높았고 헤어리베치 혼과구가 상대적으로 낮았으나 통계적인 유의성은 없었다. Jo(2012)의 화학비료를 사용하지 않고 청보리를 재배한 시험의 사료품질과 비교하면 본 시험의 조단백질과 TDN 함량이 많아 품질이 우수하였다. 이는 하천부지가 경작지보다 수질의 오염에 의하여 질소와 인 함량이 증가하여 품질이 좋은 것으로 판단된다. 반면 Kim et al.(2005)의 보리와 유채의 사료품질과 비교할 때 본 시험은 NDF 및 ADF 함량은 많고, 조단백질과 TDN 함량은 적었다. 특히 TDN 함량 기준으로 22%가 적어 화학비료와 퇴비를 사용하지 않으면 조사료의 품질도 많이 감소하는 것을 볼 수 있었다.

Table 3. Effect of barley mixtures on the forage quality in the dry riverbed of Ansancheon

Treatment	CP	EE	CA	NDF	ADF	TDN	NFC
	----- % -----						
Barley	8.13	4.96	8.89	54.31	40.56	56.86	23.71
Barley+Crimson clover	6.08	2.44	9.88	60.51	42.89	55.02	21.08
Barley+Rape	6.97	1.88	9.79	63.60	43.55	54.50	17.75
Barley+Hairy vetch	13.80	1.91	9.36	56.80	46.35	52.28	18.15
Mean	8.75	2.80	9.48	58.81	40.56	54.66	20.17
LSD(0.05)	1.92	1.00	NS	2.62	NS	NS	NS

CP=crude protein, EE=ether extract, CA=crude ash, NDF=neutral detergent fiber, ADF=acid detergent fiber, TDN=total digestible nutrients, NFC=non-fiber carbohydrate.

3. 오염물질 제거효과

하천에서의 오염물질은 유기물, 질소, 인이 대표적이며 기타 미량오염물질은 조회분 함량에 포함되어 있다. 본 시험 기간 동안 일체의 시비를 하지 않았고 종자만 파종하였으므로 조사료로서 수확하여 제거된 영양소만큼은 오염물질 제거의 효과이다. 하천부지 내의 유기물은 수확하지 않으면 하천내부에 영양원으로 남게 되는 반면, 조사료 생산을 하게 되면 수확한 전량이 하천외부로 나가게 된다. 이 유기물 속에는 질소와 인이 포함되어 있는데 생산량이 많을수록, 성분함량이 높을수록 제거되는 오염원의 양은 증가한다. Table 4는 조사료 수확으로 하천 내에서 외부로 제거된 오염물질의 양이다.

시험포장에서 성장한 유기물을 전량 조사료로 활용할 경우 조사료 재배지에서 생산된 유기물은 전량 하천 밖으로 반출된다. 조사료 재배 시 유기물의 평균 반출량은 ha당 3,845.3

kg이었으며, 처리별로는 유채 혼파구가 4,175.0kg/ha로 가장 높았다. 유채 혼파구의 질소 제거량은 ha당 평균 51.8kg이었으며, 헤어리베치 혼파구의 경우 타 처리구의 3배 수준인 96.9 kg/ha의 질소를 제거하였다(P<0.05). 헤어리베치의 경우 질소 고정능력이 있으므로 순제거량은 이보다 낮을 것으로 판단되나 보리의 생산량이 증가한 것으로 미루어 질소 제거량도 증가한 것으로 판단된다. 인산 제거량은 ha당 평균 12.6kg이었으나, 헤어리베치 혼파구의 경우 타 혼파구에 비해 유의적으로 높은 17.8kg/ha의 인산을 제거하였다(P<0.05). 인산의 경우 순제거량이다.

이상의 결과를 볼 때 사료작물의 종류와 혼파조합에 따라 하천부지에서 질소 및 인의 제거를 다른 것을 알 수 있다. 이는 본 시험의 사료작물의 생산량과 유기물, 질소 및 인의 제거량을 볼 때 사료작물의 생산량이 많을수록 하천부지의 질소와 인의 제거량이 많은 것을 알 수 있다. 따라서 하천부지에서 사료작물의 재배는 조사료 생산뿐만 아니라 하천의 정화에 기여하는 바가 크다고 할 수 있다.

Table 4. Effect of barley mixtures on the removal of a pollutant in the dry riverbed of Ansancheon

Treatment	OMY	TNY	TPY
	----- kg/ha -----		
Barley	3,904.4	55.6	9.4
Barley+Crimson clover	3,316.0	36.6	9.1
Barley+Rape	4,175.0	51.8	14.2
Barley+Hairy vetch	3,985.9	96.9	17.8
Mean	3,845.3	60.2	12.6
LSD(0.05)	50.4	7.2	1.59

OMY=organic matter yield, TNY=total nitrogen yield, TPY=Total phosphorous.

4. 토양성분

안산천에서 청보리 혼파조합의 토양특성은 Table 5에서 보는 바와 같이 토양 pH, 유효인산, 토양 칼륨(K) 및 CEC 함량은 처리간에 유의적인 차이가 있었다. 토양 pH는 혼파구에 비하여 보리 단파가 높았으며, 헤어리베치 혼파조합이 다른 처리구에 비하여 낮았다(P<0.05).

질소 고정능력이 우수한 청보리와 헤어리베치 조합이 다른 조합보다 토양의 전질소(TN)

함량이 높았고, 토양의 유기물 함량은 청보리 단파가 가장 많고, 혼파조합 중에서는 청보리와 크림슨 클로버의 조합이 유기물 함량이 높았으나 처리간에 유의적인 차이는 없었다.

토양의 유효인산 함량은 청보리와 크림슨 클로버 및 유채 조합이 높고, 청보리와 헤어리베치 조합은 낮아($P<0.05$) 하천부지 토양의 인 제거에 기여하였다. 한편 토양의 CEC 함량은 청보리와 헤어리베치 조합이 가장 높았다.

이상의 결과를 종합해 볼 때 하천부지에서 경관작물로 조사료를 재배하는 것은 경관 개선에 기여하였으나 하천부지 관리지침에 따라 시비를 하지 않고 겨울철 작물로 청보리를 생산할 경우 생산성이 낮아 경제성이 낮았다. 그러나 청보리와 헤어리베치를 혼파한 경우에는 헤어리베치의 질소고정으로 인하여 생산성이 증가하여 경제성이 증가하였으며, 유기물 수확량이 증가함에 따라 인산의 흡수량이 증가하여 하천부지로부터 인산 제거량이 증가하여 토양인산함량이 현저히 감소하여 하천의 수질개선에 기여할 수 있는 것으로 평가되었다.

Table 5. Effect of barley mixtures on the soil characteristics in the dry riverbed of Ansancheon

Treatment	pH	TN	OM	Avail. P ₂ O ₅	Exchangeable cation			CEC
					K	Ca	Mg	
	-(1:5)-	-%-	-%-	-g/kg-	-----cmol+/kg-----			
Barley	6.74	0.16	4.95	68	0.71	14.80	3.19	15.71
Barley+Crimson clover	5.59	0.18	4.75	91	0.28	3.47	3.85	16.33
Barley+Rape	6.08	0.17	3.78	90	2.23	3.92	3.01	14.87
Barley+Hairy vetch	5.25	0.19	3.01	35	0.35	6.28	3.45	18.10
Mean	5.92	0.17	4.12	71	0.89	7.12	3.45	16.25
LSD(0.05)	0.57	NS	NS	24	0.70	NS	NS	1.35

TN=total nitrogen, OM=organic matter, CEC=cation exchange capacity.

IV. 요약

하천부지에서 청보리와 월년생 두과작물을 혼파하여 사초 생산성과 토양 특성을 조사하였다. 안산천 하천부지에서는 청보리와 헤어리베치의 혼파조합이 다른 조합보다 건물 및 TDN 수량이 많았다. 그러나 수확 시 건물률은 청보리 단파가 가장 높았으며, 혼파조합 중

에서는 청보리와 크림손클로버 조합이 다른 조합보다 높았다. 혼파조합의 조단백질 함량은 청보리와 헤어리베치 조합이 가장 높았으나 조지방과 TDN 함량은 가장 낮았다. 조사료 생산에 포함된 수질오염물질의 제거량은 청보리와 헤어리베치 조합이 유기물과 인산 모두에서 유의적으로 높았다($P<0.05$). 안산천에서 청보리 혼파조합의 토양특성은 질소 고정능력이 우수한 청보리와 헤어리베치 조합이 다른 조합보다 토양의 전질소(TN) 함량이 높았다. 반면 토양의 유기물 함량은 청보리 단파가 가장 많고, 혼파조합 중에서는 청보리와 크림손클로버 조합이 유기물 함량이 높았다. 토양의 유효인산 함량은 청보리와 크림손클로버 및 유채 조합이 높고, 청보리와 헤어리베치 조합은 낮았다. 토양의 CEC 함량은 청보리와 헤어리베치 조합은 우수하였다. 이상의 결과를 종합해 볼 때 청보리와 헤어리베치 조합이 사초 생산성이 우수하고, 조단백질 함량이 높고, 토양의 인산 함량이 낮아 하천변의 환경개선에 효과적일 것으로 판단되었다.

[논문접수일 : 2013. 10. 7. 논문수정일 : 2013. 11. 7. 최종논문접수일 : 2013. 11. 7.]

인 용 문 헌

1. AOAC. 1990. Official method of analysis. 15th ed. Washington, DC.
2. Goering, H. K. and P. J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. Agric. Handbook 379, U. S. Gov. Print. Office, Washington, DC.
3. Holland, C., W. Kezar, W. P. Kautz, E. J. Lazowski, W. C. Mahanna, and R. Reinhart. 1990. Pioneer Hi-Bred International, Inc., Des moines, IA.
4. Jo, I. H. 2012. Evaluation of carrying capacity for Hanwoo heifers when fed whole crop barley and rye as influenced by organic fertilizer application and mixed sowing with legumes. J. Kor. Grassl. Forage Sci. 32(3): 117-124.
5. Jo, I. H., Y. B. Yun, W. R. Park, S. Hwangbo, S. H. Lee, and J. S. Lee. 2008. The effect of application of cattle slurry and chemical fertilizer on productivity of rye and hairy vetch by singel or mixed sowing. J. Kor. Grassl. Forage Sci. 28(4): 323-330.
6. Kim, J. D., C. H. Kwon, J. G. Kim, C. H. Kim, H. G. Nohn, Y. M. Yoon, and J. K. Lee. 2009. Production and Utilization of forage. Shinkwang Publishing.
7. Kim, J. G., E. S. Chung, S. Seo, M. J. Kim, Y. S. Chang, and B. C. Chung. 2005. Effect of nitrogen fertilizer level an mixture of small grain and forage rape on productivity and quality for spring at south region in Korea. J. Korean Grassl. Sci. 25(3): 143-150.

8. Kim, J. G., E. S. Chung, S. H. Yoon, S. Seo, J. H. Seo, G. J. Park, and C. K. Kim. 2002a. Studies on the quality and productivity improvement by mixed sowing of oat-hairy vetch. *J. Korean Grassl. Sci.* 22(1): 31-36.
9. Kim, J. G., S. H. Yoon, E. S. Chung, Y. C. Lim, S. Seo, J. H. Seo, and S. J. Kim. 2002b. *J. Korean Grassl. Sci.* 22(4): 223-240.
10. MIFAFF. 2011. Forage production and utilization for animal production, Ministry Food, Agriculture, Forest and Fisherise.
11. NIAS. 2013. Silage quality contest in 2013. National Institute of Animal Science, RDA (Rural Development Administration).
12. NICS. 2010. Utilization and technology of hairy vetch. National Institute of Crop Science, RDA (Rural Development Administration).
13. Park, T. I. 2010. Domestic new variety in forage crop. Silage Quality Contest in 2010. pp. 79-105.
14. RDA. 2003. Investigation and analysis of research and technology in agriculture. RDA (Rural Development Administration).
15. RDA. 2005. Forage. RDA (Rural Development Administration).
16. SAS. 2000. Statistical Analysis System ver., 8.01. SAS Institute Inc., Cary, NC.
17. Seo, J. H. H. J. Lee, I. B. Hur S. J. Kim, C. K. Kim, and H. S. Jo. 2000. Comparisons of chemical composition and forage yield among winter green manure crops. *J. Korean Grassl. Sci.* 20(3): 193-198.
18. Shin, C. N. and K. H. Ko. 2011. Performance trial for developing high-yielding and early maturing hairy vetch (*Vicia villosa* Roth) cultivar under double cropping system. *J. Kor. Grassl. Forage Sci.* 31(3): 243-250.

2. 안산천에서 이탈리아 라이그라스 혼파조합이 사초 생산성과 토양 특성에 미치는 영향 (KCI, 게재)

Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science 34(1): 9-14, 2014
http://dx.doi.org/10.5333/KGFS.2014.34.1.9

ISSN 2287-5824 (Print)
ISSN 2287-5832 (Online)

안산천에서 이탈리아 라이그라스 혼파조합이 사초생산성과 토양 특성에 미치는 영향

김종덕¹ · 고기환^{2*} · 권찬호^{3*}

¹천안연암대학 축산계열, ²계명문화대학교 골프코스 원예학부, ³경북대학교 축산대학

Effect of Italian Ryegrass Mixtures on Forage Production and Soil Characteristics in Dry Riverbed of Ansancheon

Jong Duk Kim¹, Ki Hwan Ko² and Chan Ho Kwon^{3*}

¹Division of Animal Husbandry, Cheonan Yonam College, Sunghwan, Cheonan-Si 330-709, Korea,

²Department of Golf Course and Horticulture, Keimyung College University, Daegu 704-703, Korea,

³College of Animal Science, Kyungpook National University, Sangji 742-711, Korea

ABSTRACT

This experiment was carried out to order to determine the forage production and soil characteristics in mixtures of Italian ryegrass (IRG) and annual legumes at the riverbed. The IRG and hairy vetch mixture had the highest in fresh, dry matter (DM) as well as total digestible nutrients (TDN) yields among the forage mixtures. Further IRG and hairy vetch mixture had the highest in DM content. The crude protein (CP) content of IRG and hairy vetch mixture was the highest, Whereas non-fiber carbohydrate (NFC) and TDN contents were lower compared to other mixtures. The total nitrogen (TN) of IRG and hairy vetch mixture was the highest due to high nitrogen fixation in the riverbed soil. The IRG and rape mixture was the highest in organic matter (OM) of soil. Moreover, the available P₂O₅ of soil in IRG and crimson clover mixtures was higher compared to other mixtures. Further, the IRG and hairy vetch mixture was the highest in cation exchange capacity (CEC) content. Therefore IRG and hairy vetch mixture is more suitable in forage mixtures due to high forage production and protein as well as high soil CEC content at the riverbed.

(Key words : Italian ryegrass, Mixtures, Forage production, Soil characteristics, Riverbed)

I. 서 론

우리나라는 논과 밭의 농지 임차료가 높고, 기계화 작업이 가능한 대단위 농경지의 확보가 어려운 실정이다. 반면 휴경지와 유휴지 면적은 증가하고 있다. 따라서 유·휴농지, 간척지, 하천부지 등을 활용한 조사료 생산기반 확충이 필요하다. 특히 하천부지에서 사료작물 재배는 조사료 생산, 하천 정화기능은 물론 토양유실 방지, 자연환경보호 등의 기능도 할 수 있다. 하천부지에서 조사료 생산체계 구축은 첫째 친환경적인 하천 정비에 참고할 자료를 제공할 수 있으며, 둘째는 하천의 질소와 인 절감에 의한 정화기능, 하천유실 방지, 자연경관 유지 보전에 기여할 수 있으며, 셋째는 하천부지에서 조사료 생산에 의한 축산농가의 생산비 절감과 수입조사료 대체 효과가 있다. 특히 하천은

지역에 따라 도시형 하천과 농촌형 하천으로 구분할 수 있다. 도시형 하천은 지역주민의 휴식공간, 놀이공간, 레크리에이션 공간으로 많이 활용하고 있다. 반면 농촌형 하천은 작물을 생산하는 기능을 한다.

하천부지에서 사료작물과 경관작물로 이용할 수 있는 작물에는 화분과작물은 보리, 귀리, 이탈리아 라이그라스가 있으며, 두과작물은 크립손 클로버, 헤어리베치가 있으며, 십자화과 작물은 유채가 있다(RDA, 2005).

최근 국제 곡물가에 대응하기 위한 정부의 확고한 조사료 정책과 농민들의 의지에 힘입어 사료작물 재배면적은 크게 증가하고 있으며, 특히 이탈리아 라이그라스(Italian ryegrass, *Lolium multiflorum* Lam.), 보리, 호밀 등 동계 사료작물을 중심으로 양질의 조사료 자급은 점차 정착이 되고 있다(MIFAFF, 2011).

* Corresponding author : Chan Ho Kwon, College of Animal Science, Kyungpook National University, Sangjoo 742-711, Korea

최근 이탈리아 라이그라스의 재배가 크게 활성화 되면서 재배면적은 2011년도에는 60천ha 이상으로(MIFAFF, 2011) 국내 일농 사료작물 면적과 생산량의 40% 이상을 점유하고 있으며, 이는 우리 환경에 맞는 품종개발과 함께 높은 사료가치와 가축 기호성 및 사료화 기술이 원인이니(Choi et al., 2011, Seo, 2009; Seo et al., 2013)

헤이리베치는 배지류 중에서 내한성이 강하고 일반 두과 작물에 비해 산성토양에 적응성이 높고 배수 불량에서도 잘 자란다(RDA, 2005). 이러한 특성으로 인하여 2010년에는 종자 수입량이 1,300톤에 이르렀다(Shin and Go, 2011). 또한 단백질 함량이 많은 헤이리베치는 냉감성이라 호밀 또는 귀리와 혼파시험(Jo et al, 2008; Kim et al., 2002a; 2002b), 녹비작물(Seo et al., 2000)과 절초고정에 의한 비료 절감(NICS, 2010) 효과를 규명하였으나 이탈리아 라이그라스와 혼파시험은 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 도시형 하천의 기능을 증가시킬 목적으로 경관작물로 이용할 수 있는 꽃이 아름다운 두과 사료작물을 조합하여 경관과 사료작물 생산의 2가지 목적에 부합하는 조합을 선발하고자 실시하였다. 특히 본 시험에서는 계절적으로 긴기인 가을에서 봄에 재배이용 할 수 있는 이탈리아 라이그라스와의 혼파조합에 따른 사초생산성과 토양의 특성을 비교하여 사료작물의 생산성과 하천정화기능을 구명하고자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 하천부지에서 이탈리아 라이그라스의 혼파조합을 달리하였을 때 사초생산성과 토양의 이화학적 특성을 구명하기 위하여 2009년 10월 8일부터 2010년 5월 18일까지 경기도 안산시 소재 안산천에서 수행하였다. 본 시험에 동시한 조종은 모두 동계작물로 이탈리아 라이그라스

(Italian ryegrass, *Lolium multiflorum* Lam.), 유채(forage rape, *Brassica napus* L.), 크림슨 클로버(crimson clover, *Trifolium incarnatum* L.) 및 헤이리베치(hairy vetch, *Vicia villosa* Roth)를 이용하였다.

본 시험은 이탈리아 라이그라스와 혼파조합을 달리하여 4처리 3반복의 난지법 배치로 실시하였으며, 시험구 면적은 6 m²(1.5×4 m)로 하였다. 시험의 처리구는 이탈리아 라이그라스 단파, 이탈리아 라이그라스와 크림슨 클로버의 혼파조합, 이탈리아 라이그라스와 유채의 혼파조합, 이탈리아 라이그라스와 헤이리베치의 혼파조합을 두었다. 이탈리아 라이그라스와 혼파조합에 이용된 조종은 표준시비량의 70%와 30%를 각각 사용하였다. 작물의 시비는 하천부지 사료작물 재배 기준에 따라 퇴비와 화학비료를 사용하지 않았다.

시험지역의 기상청 자료가 없어 인근지역인 수원외의 자료를 보면 평균온도는 시험기간과 예년에는 차이가 없었으나 강수량은 예년(128.8 mm)에 비하여 시험기간(144.4 mm)이 15.6 mm가 많았다(Table 1).

내병성 및 내도복성은 수확시기에 1에서 9까지 점수를 주어 아주 강한 경우는 1로 하고, 아주 약한 경우는 9로 점수를 매겨서 조사하였다.

건물질, 건물수량 및 품질을 비교하기 위하여 수확 시에 시험구당 약 1,000 g의 시료를 채취하여 65℃의 순환식 열풍건조기에서 5일간 건조하였다. 시료는 20 mesh 표준체를 장착한 Wiley Mill로 분쇄하였다.

Neutral detergent fiber(NDF) 및 acid detergent fiber(ADF)는 Goering 및 Van Soest 방법(1970)으로 분석하였다. 조지방(ether extract, EE), 조회분(crude ash, CA) 및 조단백질(crude protein, CP) 분석은 AOAC법(1990)에 의거하여 분석하였다. 미설유성탄수화물(non-fiber carbohydrate, NFC) 함량은 NFC = 100 - (NDF% + CP% + EE% + CA%)의 식에 의하여 계산하였다(Kim et al., 2009).

Table 1. Mean temperature and precipitation at Suwon, 2009 to 2010

Month	Temperature (°C)		Precipitation (mm)	
	2009-2010	Normal	2009-2010	Normal
October	15.7	13.4	21.5	9.3
November	6.9	6.1	47.0	29.8
December	-0.7	1.0	9.2	14.6
January	-4.4	-3.2	11.2	7.8
February	1.4	-1.0	18.5	14.2
March	4.6	4.5	16.5	15.2
April	9.6	11.2	20.5	37.9
Mean	4.7	4.5	Sum 144.4	128.8

가소화영양소총량(total digestible nutrients, TDN)은 건물 소화율과 높은 상관관계를 가진다는 점에 근거하여 ADF의 분석치에 의한 계산식 $TDN = 88.9 - (0.79 \times ADF\%)$ 에 의하여 산출하였다(Holland et al., 1990).

토양의 이화학적 특성을 조사하기 위하여 작물 수확 후에 0-20 cm 깊이에서 채취하였으며, 농촌진흥청 농업과학기술 연구조사 분석기준(RDA, 2003)에 의거하여 pH, 전질소(total nitrogen, TN), 유기물, 유효인산, 치환성 양이온(K, Ca 및 Mg) 및 cation exchange capacity(CEC) 함량을 분석하였다. 토양의 pH는 이온전극법으로 토양과 물의 비율을 1:5로 하여 pH Meter(NeoMe+PH220L, HY technology, Korea)로 측정하였다. 토양 TN의 분석방법은 건한 황산에 촉매제를 가하여 분해한 후 습식산화과정인 Kjeldahl법으로 분석하였다. 토양의 유기물 측정에는 Tyurin법으로 일정량의 토양에 OM-1 시약을 첨가하여 유기물을 산화시키는 단계와 산화촉진제인 OM-2 시약을 첨가하여 반응을 촉진하여 유기물을 분해하여 토양분석 전용 정밀분광경도계(Soiltek KA-P; Hanson Technology, Korea)로 분석하였다. 토양의 유효인산은 Lancaster법, 치환성 양이온(K, Ca 및 Mg)은 IN ammonium acetate로 침출한 후 ICP(Inductively Coupled Plasma: VISA-MPX ICP-OES; Varian, USA)로 분석하였다.

통계처리는 SAS(2000) package program(SAS version 8.01, NC, USA)을 이용하여 실시하였으며, 처리평균간 비교는 최소유의차 검정(least significant difference test)로 유의수준 95% 수준에서 검정하였다.

성은 Table 2에서 보는 바와 같다. 내도복성과 내병성은 처리간에 차이가 없었으나, 조정은 크립톤 클로버 혼파조합이 다른 처리구보다 작았다. 이탈리아 라이그라스와 두 과작물의 혼파조합의 건물물은 밀파보다 혼파조합의 건물물이 높았다. 반면 Kim et al.(2002b)의 보고에 의하면 호밀의 건물물은 헤리베치와 혼파할 경우 감소하여 본 연구와 상반된 결과를 보였다.

양질권 하천부지에서는 이탈리아 라이그라스의 혼파조합 중에서는 이탈리아 라이그라스와 헤리베치의 혼파조합이 다른 조합보다 생초, 건물 및 TDN 수량이 가장 많았으나 처리간의 통계적인 유의성은 없었다. 이탈리아 라이그라스 수확 시 건물율도 헤리베치 조합이 가장 높았다($p < 0.05$). 반면 사료작물포에서 적정시비를 한 Kim et al. (2002b) 및 Jo(2012)의 시험에서는 단파가 혼파보다 생초, 건물 및 TDN 수량이 많아 본 시험과 상반된 결과를 보였다. 이는 본 시험은 하천부지의 재배이용의 특성상 비료를 사용하지 않은 반면 다른 시험은 사료작물포에서 적정시비를 하여 시험한 것이 원인으로 판단된다.

Kim et al.(2005)은 남부지방의 사료작물포에서 유채와 통계사료작물과 혼파할 경우 건조 시비가 필요하다고 하였다. 결소를 사용하지 않은 하천부지에서 유채 혼파조합은 사료 생산성을 기대하기 어려울 것으로 판단된다.

따라서 비료를 시비하지 않고 사료작물을 재배하는 하천부지에서 두과작물의 혼파조합이 생산성 향상에 기여하는 것으로 판단되었다.

III. 결과 및 고찰

1. 생육특성 및 생산성

양질권에서 이탈리아 라이그라스 혼파조합의 사초 생산

2. 사료가치

혼파조합의 사료가치는 Table 3에서 보는 바와 같이 조지방 함량을 제외하고는 모든 성분에서 처리간의 유의적인 차이가 있었다($p < 0.05$). 조단백질 함량은 헤리베치 조합

Table 2. Effect of Italian ryegrass mixtures on the forage production in the riverbed of Ansancheon

Treatment	LOG RIS	DIS RIS	Plant height	Dry matter	Yield		
					Fresh	DM	TDN
	(1-9)		cm	%	kg/ha		
Italian ryegrass (IRG)	2	1	115	22.1	22,100	4,886	2,793
IRG + Crimson clover	3	1	105	23.9	24,388	5,822	3,247
IRG + Rape	2	1	114	23.3	24,916	5,798	3,222
IRG + Hairy vetch	2	1	114	27.4	24,806	6,811	3,498
Mean	2	1	112	24.2	24,053	5,829	3,190
LSD (0.05)				0.84	NS	NS	NS

LOGRIS = lodging resistance, DISRIS = disease resistance, DM = dry matter, TDN = total digestible nutrients.

Table 3. Effect of Italian ryegrass mixtures on the forage quality in the riverbed of Ansancheon

Treatment	CP	EE	CA	NDF	ADF	TDN	NFC
	%						
Italian ryegrass (IRG)	8.11	2.48	10.18	55.94	42.14	56.19	23.29
IRG + Crimson clover	10.24	2.10	10.83	55.27	42.87	55.87	21.55
IRG + Rape	8.35	2.76	9.53	51.97	43.33	55.57	27.39
IRG + Hairy vetch	15.02	2.64	10.13	56.41	47.60	51.30	15.79
Mean	10.43	2.50	10.13	54.90	43.56	54.98	22.01
LSD (0.05)	1.66	NS	0.88	1.72	1.80	2.35	1.77

CP = crude protein, EE = ether extract, CA = crude ash, NDF = neutral detergent fiber, ADF = acid detergent fiber, TDN = total digestible nutrients, NFC = non-fiber carbohydrate.

이 높았으며, 미섬유성단수화물(NFC) 함량은 유채 조합이 가장 높았다 ($P<0.05$).

남부지방에서 농가사료작물이 호밀, 귀리, 보리 및 이탈리아 라이그라스와 유채의 혼파조합에서 이탈리아 라이그라스와 유채 조합이 다른 조합보다 조단백질 함량과 TDN 함량은 증가하고 ADF 및 NDF함량은 감소하여 가장 좋은 조합이라고 하였다(Kim et al., 2005). 또한 Kim et al. (2002b)은 시험에서 호밀과 헤어리베치의 혼파조합에 의하여 조단백질이 증가하고 건물소화율과 TDN 함량이 증가하였다. 반면 Jo(2012)의 시험에서는 보리와 호밀을 헤어리베치와 사료용 원무를 혼파한 경우 조단백질 함량은 증가하였으나, ADF, NDF 및 TDN 함량은 초종에 따라 차이가 있었다. 따라서 사료가치 측면에서 평가해 볼 때 조단백질을 제외한 다른 영양소의 형상은 기대하기 어려울 것으로 판단되었다. 또한 다른 연구결과와 마찬가지로 사료작물의 평가는 사료의 품질과 생산성을 같이 평가할 수 있는 TDN 수량과 단백질 함량을 평가해 볼 때 비료를 사용하지 않는 하천부지에서는 화분과와 두과 사료작물을 혼파하여 이용하는 것이 좋을 것으로 판단되었다.

3. 오염물질 제거효과

본 시험 기간 동안 일체의 시비를 하지 않았고 종자만 파종하였으므로 조사료로서 수확하여 제거된 영양소만큼은 오염물질 제거의 효과이다. 하천부지 내의 유기물은 수확하지 않으면 하천내부에 영양원으로 남게 되는 반면, 조사료 생산을 하게 되면 수확한 전량이 하천외부로 나가게 된다. 이 유기물 속에는 질소와 인이 포함되어 있는데 생산량이 많을수록, 성분함량이 높을수록 제거되는 오염원의 양은 증가한다(Kim et al., 2013). 하천에서의 오염물질은

유기물, 질소, 인이 대표적이며, Table 4는 조사료 수확으로 하천 내에서 외부로 제거된 오염물질의 양이다.

시험포장에서 성장한 유기물을 진탕 조사료로 활용할 경우 조사료 재배지에서 생산된 유기물은 진탕 하천 밖으로 배출된다. 하천부지에서 생산한 이탈리아 라이그라스 혼파 조합의 평균 유기물 함량은 89.73%이며, ha당 생산량은 5,215.9 kg이었으며, 처리별로는 헤어리베치 혼파구가 6,121.0 kg/ha로 가장 많이 제거하였다($p<0.05$). 질소 함량과 질소 제거량은 각각 1.64%와 98.0 kg/ha이었으며, 헤어리베치 혼파구의 경우 타 처리구의 2배 이상 수준인 163.4 kg/ha의 질소를 제거하였다($p<0.05$). 헤어리베치의 경우 질소 고정 능력이 있으므로 순제거량은 이보다 낮을 것으로 판단되나 이탈리아 라이그라스의 생산량이 증가한 것으로 미루어 질소 제거량도 증가한 것으로 판단된다.

Sco et al.(2000)은 헤어리베치의 지상부와 지하부의 질소 공급에 대한 시험결과 지상부는 172 kgN/ha를 공급할 수 있는 반면 지하부는 16 kgN/ha로 매우 낮다고 하였다. 따라서 두과작물의 혼파는 지하부의 질소고정에 의한 토양개량 보다는 지상부의 질소고정이 효과가 있는 것을 판단할 수 있다. 특히 하천부지에서 혼파사료작물의 이용은 지하부에 오염된 질소를 이용하고 지상부의 질소고정에 의하여 사료작물을 생산하는 것은 1석2조의 효과를 높일 수 있을 것으로 판단되었다.

이탈리아 라이그라스의 평균 인산 함량 및 제거량은 각각 0.34% 및 18.3 kg/ha이었으며, 헤어리베치 혼파구의 경우 타 혼파구에 비해 유의적으로 높은 25.4 kg/ha의 인산을 제거하였다($p<0.05$). 인산의 경우 순제거량이다. 하천의 부영양화를 방지하는데 가장 중요한 것이 인산을 통제하는 것임을 고려할 때 조사료 재배는 하천의 수질정화에 기여하는 바가 크다고 할 수 있다.

Table 4. Effect of Italian ryegrass mixtures on the removal of a pollutant in the dry riverbed of Ansancheon

Treatment	Organic matter		Total nitrogen		Total phosphorous	
	Content	Yield	Content	Yield	Content	Yield
	...% kg/ha% kg/ha% kg/ha ...
Italian ryegrass (IRG)	89.82	4,388.5	1.30	63.4	0.35	17.3
IRG + Crimson clover	89.17	5,191.6	1.57	95.4	0.33	18.6
IRG + Rape	90.47	5,245.1	1.34	77.4	0.32	18.6
IRG + Hairy vetch	89.87	6,121.0	2.40	163.7	0.37	25.4
Mean	89.73	5,215.9	1.64	98.0	0.34	18.3
LSD (0.05)	0.88	697.6	0.27	23.1	0.04	3.6

4. 토양성분

반면 이탈리아인 라이그라스 혼파조합의 토양특성은 Table 5에서 보는 바와 같다. 질소 고정능력이 우수한 헤어리베치 조합이 다른 조합보다 토양의 전질소(TN) 함량이 높았다. Kim et al.(2013b)의 시험에 의하면 단과보다 헤어리베치 혼파조합이 토양의 질소함량에 기여하여 혼파할 경우 질소 시비를 줄여야 한다고 보고하였다. 따라서 비료를 사용하지 않은 하천부지에서는 혼파가 단과보다 유리하여 특히 두과목초의 혼파가 효과가 좋을 것으로 판단되었다. 토양의 유기물 함량은 유계 조합이 가장 높았으나 통계적인 유의성은 없었다. 반면 토양의 유효인산 함량은 크립슨 킬로비 조합이 높았다. 이는 크립슨 킬로비 조합이 다른 조합에 비하여 인 제거가 된 된 것으로 여겨진다. 토양의 CEC 함량은 이탈리아인 라이그라스와 헤어리베치

조합이 다른 처리구보다 우수하였다($p < 0.05$). 이는 Table 2에서 언급한 비와 같이 헤어리베치 조합이 다른 처리구에 비하여 지상부의 수량이 많은 것을 볼 때 지하부의 토양환경을 많이 개선한 것으로 판단된다. 이상의 결과를 종합해 볼 때 하천부지에서 경관작물로 조사료를 재배하는 것은 경관 개선에 기여하였으나 하천부지 관리지침에 따라 시비를 하지 않고 겨울철 작물로 이탈리아인 라이그라스 등 시료작물을 생산할 경우 생산성이 낮아 경제성이 없었다. 이탈리아인 라이그라스와 헤어리베치를 혼파 할 경우 헤어리베치의 질소고정으로 인하여 지상부의 사초생산성이 증가하여 경제성이 증가하였으며, 지상부의 생산량 증가에 의하여 토양 중의 질소와 인을 흡수하여 하천부지의 인산을 제거하여 하천의 수질개선에 기여할 것으로 판단되었다.

Table 5. Effect of Italian ryegrass mixtures on the soil characteristics in the riverbed of Ansancheon

Treatment	pH	TN	OM	Avail. P ₂ O ₅	Exchangeable cation			CEC
					K	Ca	Mg	
					... g/kg cmol ⁺ /kg ...		
Italian ryegrass (IRG)	6.62	0.15	4.45	43	0.29	44.32	4.35	15.38
IRG + Crimson clover	5.53	0.17	4.67	97	0.36	10.41	4.34	17.48
IRG + Rape	6.43	0.15	5.74	68	0.34	12.75	4.19	16.13
IRG + Hairy vetch	6.27	0.18	4.89	66	0.33	34.22	3.79	17.82
Mean	6.21	0.16	4.94	68	0.33	24.68	4.17	16.71
LSD (0.05)	0.52	NS	NS	14	NS	12.26	NS	1.83

TN = total nitrogen, OM = organic matter, CEC = cation exchange capacity.

IV. 요 약

하천부지에서 이탈리안 라이그라스(IRG)와 월년생 두과 작물을 혼파하여 사초 생산성과 토양 특성을 조사하였다. 안산천 하천부지에서는 이탈리안 라이그라스와 헤어리베치의 혼파조합이 다른 조합보다 생초, 건물 및 수량이 가장 많았다. 이탈리안 혼파조합의 수확 시 건물률도 헤어리베치 조합이 가장 높았다. 혼파조합의 사료가치 비교에서 헤어리베치 조합이 조단백질 함량은 높았으나 TDN 및 비섬유성탄수화물(NFC) 함량은 다른 처리구에 비하여 낮았다. 따라서 질소 고정능력이 우수한 헤어리베치 조합이 다른 조합보다 토양의 전질소(TN) 함량이 높았다. 반면 토양의 유기물 함량은 유채 조합이 가장 높았으며, 토양의 유효인산 함량은 크립슨 클로버 조합이 높았다. 토양의 CEC 함량은 이탈리안 라이그라스와 헤어리베치 조합은 우수하였다. 이상의 결과를 종합해 볼 때 비료를 사용하지 못하는 하천변에서 월동 사료작물을 재배할 때 이탈리안 라이그라스와 헤어리베치의 혼파조합이 다른 혼파조합보다 사초생산성이 높아 토양의 질소와 인 제거에 의한 하천 수질 개선에 효과가 좋은 것으로 판단되었다.

V. 사 사

본 연구는 2012년도 농림수산식품기술기획평가원(iPET)의 지원으로 첨단생산기술개발사업(과제번호: 312043-03-1-HD030)의 지원을 받아 수행되었다.

VI. REFERENCES

- AOAC. 1990. Official method of analysis. 15th ed. Washington, DC.
- Choi, G.J., Lim, Y.C., Ji, H.J., Lee, S.H., Lee, K.W., Kim, D.K. Seo, S. and Kim, K.Y. 2011. Change in dry matter yields and feed values of Italian ryegrass, Hwasan 101, at different growth stages. *J. Korean Grassl. Sci.* 31:107-112.
- Goering, H.K., and Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis. *Agic. Handbook 379*, U. S. Gov. Print. Office, Washington, DC.
- Holland, C., Kezar, W., Kautz, W.P., Lazowski, E.J., Mahanna, W.C. and Reinhart, R. 1990. Pioneer Hi-Bred International, Inc., Des Moines, IA.
- Jo, I.H. 2012. Evaluation of carrying capacity for Hanwoo heifers when fed whole crop barley and rye as influenced by organic fertilizer application and mixed sowing with legumes. *J. Kor. Grassl. Forage Sci.* 32(3):117-124.
- Jo, I.H., Yun, Y.B., Park, W.R., Hwangbo, S., Lee, S.H. and Lee, J.S. 2008. The effect of application of cattle slurry and chemical fertilizer on productivity of rye and hairy vetch by singel or mixed sowing. *J. Kor. Grassl. Forage Sci.* 28(4):323-330.
- Kim, J.D., Kwon, C.H., Kim, J.G., Kim, C.H., Noh, H.G., Yoon, Y.M. and Lee, J.K. 2009. Production and Utilization of forage. Shinkwang Publishing.
- Kim, J.G., Chung, E.S., Seo, S., Kim, M.J., Chang, Y.S. and Chung, B.C. 2005. Effect of nitrogen fertilizer level an mixture of small grain and forage rape on productivity and quality for spring at south region in Korea. *J. Korean Grassl. Sci.* 25(3):143-150.
- Kim, J.G., Chung, E.S., Yoon, S.H., Seo, S., Seo, J.H., Park, G.J. and Kim, C.K. 2002a. Studies on the quality and productivity improvement by mixed sowing of out-hairy vetch. *J. Korean Grassl. Sci.* 22(1):31-36.
- Kim, J.G., Yoon, S.H., Chung, E.S., Lim, Y.C., Seo, S., Seo, J.H. and Kim, S.J. 2002b. Effect of seeding method and mixing ratio on the quality and productivity of rye-hairy vetch mixture. *J. Kor. Grassl. Forage Sci.* 22(4):223-240.
- MFAFF. 2011. Forage production and utilization for animal production, Ministry Food, Agriculture, Forest and Fisheries.
- NICS. 2010. Utilization and technology of hairy vetch. National Institute of Crop Science, RDA(Rural Development Administration).
- RDA. 2003. Investigation and analysis of research and technology in agriculture. RDA(Rural Development Administration).
- RDA. 2005. Forage. RDA(Rural Development Administration).
- SAS. 2000. Statistical Analysis System ver., 8.01. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Seo, J.H., Lee, H.J., Hur, I.B., Kim, S.J., Kim, C.K. and Jo, H.S. 2000. Comparisons of chemical composition and forage yield among winter green manure crops. *J. Korean Grassl. Sci.* 20(3): 193-198.
- Seo, S. 2009. Development of new varieties and production of forages in Korea. *J. Korean Grassl. Sci.* 29(1):1-10.
- Shin, C.N. and Ko, K.H. 2011. Performance trial for developing high-yielding and early maturing hairy vetch (*Vicia villosa* Roth) cultivar under double cropping system. *J. Kor. Grassl. Forage Sci.* 31(3):243-250.

(Received January 17, 2014/ Revised February 28, 2014/ Accepted March 3, 2014)

3. 산지, 평지 및 간척지 농경지 용배수로의 퇴적 토사 특성(KCI, 게재)

산지, 평지 및 간척지 농경지 용배수로의 퇴적 토사 특성

박정구¹ · 송창섭¹ · 유 찬² · 임성윤^{1*}

¹충북대학교 지역건설공학과

²경상대학교 지역환경기반공학과(농업생명과학연구원)

접수일(2013년 10월 31일), 수정일(2013년 12월 10일), 게재확정일(2013년 12월 20일)

Analysis of Sediment according to Land Type

Jung Koo Park¹ · Chang Seob Song¹ · Chan Yu² · Seong Yoon Lim^{1*}

¹Dept. of Agriculture & Rural Engineering, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea

²Dept. of Agricultural Eng. Gyeongsang National Univ.(Institute of Agriculture & Life Science, GNU), Jinju 660-701, Korea

Received: OCT. 31. 2013, Revised: DEC. 10. 2013, Accepted: DEC. 20. 2013

초록

물이 부족한 우리나라는 최근 수자원의 효율적인 이용에 대한 중요성이 강조되고 있으며 특히 지금까지 개발된 저류시설 및 도수로, 용배수로를 통한 수자원의 효율적인 관리가 절대적으로 필요한 실정이다. 농업용수 또한 같은 실정이므로 합리적이고 효율적인 농업용수의 관리가 필요하다. 이를 위하여 용배수로의 퇴적토사에 대한 특성을 조사, 분석하여 이를 제거하거나 저감시키는 기술의 개발이 필요하다.

본 연구에서는 지형별 즉, 산지, 평지, 간척지에 따른 용배수로를 분류하고 각 지형별 용배수로의 상류, 중류, 하류에 퇴적된 토사의 분포현황을 조사하고, 시료를 채취하여 퇴적된 토사의 특성을 분석하여 토사를 효율적으로 제거하거나 저감시키는 기술을 개발을 위한 기초 자료를 제시하고자 한다.

연구방법으로는 충북지역의 산지와 평지, 그리고 그 외의 간척지의 용배수로에 퇴적된 토사에 대하여 유입량은 RUSLE방법을 이용하여 분석하였으며, 퇴적량은 한국농어촌공사의 준설자료를 바탕으로 분석하였다. 그 결과 산지에 위치한 용수로 및 배수로의 퇴적된 토사의 경우 상류부에 퇴적된 토사가 입자가 가장 크게 나타났으며, 하류부로 내려갈수록 입자가 작은 것으로 나타났다. 평지와 간척지에 퇴적된 토사의 경우 상류부, 중류부, 하류부 구분이 없이 입자의 크기가 거의 차이가 없는 것으로 나타났다. 지형을 구분하지 않고 용수로와 배수로에 퇴적된 토사의 입자를 비교해 본 결과는 용수로에 퇴적된 토사가 배수로에 퇴적된 토사보다 입자가 더 큰 것으로 나타났다. 유기물함량의 경우는 지형에 따라 큰 차이를 보이지 않았지만, 배수로보다 용수로에서 유기물함량이 많은 토사가 퇴적되는 것으로 나타났다.

검색어 - 퇴적토사, 용배수로, 간척지, RUSLE기법

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the performance of selected sediment reduction methods to reduce sediment discharges from drain and irrigation of different land types(Mountain, Flatten, Reclaimed land). This study was carried out to analysis for the soil loss and sediment of drain and irrigation by comparing RUSLE method and amount of sediment from amount of dredging data of Korea Rural Corporation. The results of study were analysed and summarized as follow.

Size of soil sediment from the upper region of drain and irrigation of mountains bigger than lower region. But in case of flatten and reclaimed land, size of soil sediment from the upper and lower region of drain and irrigation did not classified. In case of comparison drain and irrigation without classifying of land type, size of soil sediment from irrigation is bigger than drain. Organic content of drain is much more than irrigation.

Key words - Drain, Irrigation, Soil sediment, Reclaimed land, Organic content, RUSLE

*Corresponding author: Seong Yoon Lim

Tel: +82-43-261-2572

Fax: +82-43-271-5922

E-mail: soilab73@chungbuk.ac.kr

4. 농촌수로 퇴적토사의 물리화학적 특성 분석 및 재활용 방안 검토(KCI, 게재)



Journal of the Korean Society of Agricultural Engineers
Vol. 56, No. 4, pp. 77-82, July 2014
DOI:http://dx.doi.org/10.5389/KSAE.2014.56.4.077

ISSN 1738-3692
eISSN 2093-7709

농촌수로 퇴적토사의 물리화학적 특성 분석 및 재활용 방안 검토

Analysis Characteristics of Physical - Chemical and Study on the Recycling of Sediment in Rural Canal

박정구* · 임성윤** · 송창섭*

Park, Jung Koo · Lim Seong Yoon · Song, Chng Seob

ABSTRACT

In Korea, length of irrigation and drain canal is about 98,638 km. In the case of 2011, dredging on the irrigation and drain canal was 7,288 km about 3,290,483 m³, cost of dredging was about 5.6 billion won and cost of dredging increases every year. (Korea Rural Community Corporation, 2013)

In the case of land reclamation, the problem of cross-contamination due to leachate after landfill is expected, causing saturation of the landfill site, or complaints of landfill local residents, a number of problems. The ocean landfill is possible if the items of 14 types as defined in the Sea Pollution Prevention Law contained in sediment soil, such as chromium. In terms of cost and labor, it is need to develop a technology utilizing a processing method reasonable sediments for irrigation and drainage canal.

The objective of this study was to analyze the characteristics of the sediment deposited on the irrigation and drain canal. it is to provide basic data for the scheme that can be efficiently recycled sediment deposited on the irrigation and drain canal.

Keywords: irrigation, drain, sediment, soil sediment, reclaimed land

1. 서 론

우리나라의 국토면적은 약 9,989,741 ha로 2/3 이상이 임야 등으로 구성되어 있으며, 경작이 가능한 농경지는 국토의 17.4 % 정도인 1,736,798 ha이며, 이 중에서 논이 10.1 %로 1,010,287 ha, 밭이 7.3 %인 726,511 ha로 구성되어 있다. 특히, 답면적의 79.8 %는 수리답으로 808,475 ha가 각종 수리시설의 혜택을 받고 있는 실정이다. 용·배수로의 연장은 약 98,638 km이고, 용수로가 68,833 km, 배수로가 35,295 km로, 2011년의 경우, 용·배수로 준설작업은 7,288 km에 약 3,290,483 m³, 배수장 유수지 준설은 29개소에 21,000 m³ 준설되고 있으며, 준설비용은 약 56억 정도 소요되고 있으며, 매년 준설단가가 증가하는 실정이다 (한국농어촌공사, 2013).

용수로에 유입되거나 퇴적되는 토사의 경우, 상류측이나 외부 유입에 의한 퇴적토사는 비교적 신선하고 오염이 되지 않은 자연토가 대부분이며 이를 제거하거나 재활용하는 경우에는 크게

어려움이 없는 실정이다. 그러나 하류측이나 배수로 또는 오염 물질을 함유한 퇴적토의 경우는 폐기물로 처리되어야 한다.

현재 국내에서는 아직까지 퇴적토사의 오염현황 파악과 정부 차원의 퇴적토사 재활용을 위한 정책 및 오염 퇴적토사의 유효 관리방안이 없는 실정이며, 퇴적토사를 육상매립, 해양투기, 응집 또는 침전처리 후에 탈수하는 것이 대부분이다.

육상매립의 경우 매립 후 침출수에 의한 2차 오염문제가 예상되며, 매립장소의 포화, 매립지 주변 주민의 민원 등 많은 문제점을 야기하고 있다. 해양투기는 퇴적토사에 포함된 시안, 크롬 등 해양오염방지에 정한 14가지 항목이 배출기준에 만족하는 경우에 해양투기가 가능하다. 따라서 비용, 인력적인 측면에서 단순처리되는 용·배수로의 퇴적토사에 대한 합리적인 처리 방법 및 활용기술을 개발하는 것이 필요한 실정이다.

환경부 “폐기물관리법”에서는 준설토를 엄연히 폐기물로 보고 있으며 준설토에 중금속 등의 물질이 있을 경우에는 그대로 복토제 및 다른 여재로 사용하는 것을 금지하고 있다 (환경부, 2011).

준설토의 식재지 객·복토용 재료로서의 재활용 가능성을 파악하기 위해 일본의 준설토를 대상으로 연구한 결과, 준설토의 유기물함량이 우리나라의 적정기준치보다 높은 것으로 보고하였다(Kim and Yoon, 2004). 낙동강 하류 및 부산 연안지역의 준설토와 퇴적토 활용을 위한 특성 평가를 통해 하천준설토를 식재지반으로 이용하기 위해서는 염분의 직접적인 제거 및 물리

* 충북대학교 지역건설공학과
† Corresponding author Tel.: +81-43-261-2572
Fax: +81-43-271-5922
E-mail: so0ab73@chungbuk.ac.kr
2014년 7월 21일 투고
2014년 7월 24일 심사완료
2014년 7월 24일 게재확정

5. 농촌용 수로의 유형에 따른 토사 퇴적량 예측(KCI, 게재)



농촌용 수로의 유형에 따른 토사 퇴적량 예측 Prediction of Sediment according to Type of Rural Canal

송창섭* · 임성윤*†

Song, Chang Seob · Lim, Seong Yoon

Abstract

Development of the economic methods and the design of the standard sections needs the more project fund and land than ever leads to the objection of enlarging canal arrangement to need economic construction method development and standard design for supporting it. The objective of this study was to evaluate the performance of selected sediment reduction methods to reduce sediment discharges from drain and irrigation of different land types (Mountain, Flatten, Reclaimed land). This study was carried out to analysis for the soil loss and sediment of drain and irrigation by comparing RUSLE method and amount of sediment from amount of dredging data of Korea Rural Corporation. The results of study were analyzed and summarized as follow. Size of soil sediment from the upper region of drain and irrigation of mountains bigger than lower region. But in case of flatten and reclaimed land, size of soil sediment from the upper and lower region of drain and irrigation did not classified. In case of comparison drain and irrigation without classifying of land type, size of soil sediment from irrigation is bigger than drain.

Keywords: Irrigation; drain; soil sediment; reclaimed land; RUSLE; agricultural canals

1. 서 론

1970년대 공사비를 절약하기 위하여 대부분의 수로가 흙수로로 계획·시공되었다. 그러나 1980년대 들어서면서 일부 구간에 대해서 구조물화하고 1990년대부터는 간선수로 구간을 구조물화하기 시작하였다. 한때는 플룸(Flume) 수로를 계획하기도 하였으나, 90년도 초반부터 여러 가지 사정으로 간선수로는 대부분 콘크리트 개거로 시공하고 있다. 이와 같이 콘크리트 개거나 플룸으로 정비된 수로는 삼투로 인한 용수 손실과 수로의 붕괴 및 유지관리에는 큰 문제점이 없으나, 용배수로에 퇴적되는 토사를 고려하지 않아 매년 수로에 퇴적된 토사를 준설하기 위한 비용은 점점 증가되고 있는 실정이다.

퇴적된 토사는 이러한 농경지의 황폐화뿐만 아니라 수질 오염 문제를 발생시키고 수생 생태계를 파괴하는 토사유출 문제는 시급히 해결되어야 할 중요한 국정과제로 부상하였다. 용수로에 유입되거나 퇴적되는 토사의 경우, 상류측이나 외부유입에 의한 퇴적토사는 비교적 신선하고 오염이 되지

않은 자연토가 대부분이며 이를 제거하거나 재활용하는 경우에는 크게 어려움이 없는 실정이다 (Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, 2008).

준설토의 식재지 객복토용 재료로서의 재활용 가능성을 파악하기 위해 일본의 준설토를 대상으로 연구한 결과, 준설토의 유기물함량이 우리나라의 적정기준치보다 높은 것으로 보고하였다 (Kim et al, 2004). 낙동강 하류 및 부산 연안지역의 준설토와 퇴적토 활용을 위한 특성 평가를 통해 하천준설토를 식재지반으로 이용하기 위해서는 염분의 직접적인 제거 및 물리적 특성의 개선이 필요하다고 보고하였다 (Yi, 2011). 일부 준설토사에서 카드뮴, 비소 등의 중금속이 오염기준치를 초과하는 것으로 나타났다 (Yoon et al, 2008).

산지, 평지, 간척지에 따른 흙의 종류는 대부분 SM인 실트로 모래로 분류되었으며, SP와 ML도 적은 비율로 나타났다. 수로별로의 통일분류법 결과 역시 대부분 SM으로 분류되었고, 용수로에서는 적은 비율로 SP, 배수로에서는 ML이 분류되어 나타났다 (Park et al, 2014).

충북지역의 산지와 평지, 그리고 그 외의 간척지의 용배수로에 퇴적된 토사에 대하여 물성치와 유기물 함량을 분석한 결과 산지에서 입경이 큰 입자들이 많이 분포되어 있는 것으로 조사되었으며, 평지와 간척지에서는 산지에 비하여 입경이 작은 입자들이 퇴적되는 것으로 나타났다. 용도에 따른 퇴적된 토사의 경우, 용수로보다는 배수로에서 세립분이 많이 퇴적되는 것으로 나타났다 (Park et al, 2014).

* Dept. of Agricultural & Rural Engineering, Chungbuk National University
† Corresponding author
Tel.: +81-43-261-2572 FAX: +81-43-271-5922
E-mail: soilab73@chungbuk.ac.kr

Received: September 23, 2014
Revised: November 13, 2014
Accepted: November 14, 2014

6. 농업용수로 구조적 형상 변화에 따른 퇴적 특성 연구(KCI, 게재)



농업용수로 구조적 형상 변화에 따른 퇴적 특성 연구

Research on the Sediment Characteristics in Change Structural Shape of Agricultural Irrigation

박정구* · 김명환*[†] · 송창섭*

Park, Jung Koo · Kim, Myeong Hwan · Song, Chang Seob

Abstract

The objective of this study was to evaluate the performance of selected sediment reduction methods to reduce sediment discharges from drain and irrigation of different types (concrete canals, soil canals). This study was carried out to analysis for the suspended sediment concentration and sediment of drain and irrigation by velocity of flow. The results of study were analysed and summarized as follow. Sedimentation characteristics and size of soil sediment from the concrete and soil canals of downstream smaller than upstream. Suspended sediment concentration and flow times from the suggestion canals bigger than open canal. Structural shape of the canal decreases the velocity of flow also affects the suspended sediment concentration and flow times.

Keywords: Concrete canal; Soil canal; Sediment; Suspended load

1. 서 론

우리나라의 국토면적은 약 9,989,741 ha로 2/3 이상이 임야 등으로 구성되어 있으며, 경작이 가능한 농경지는 국토의 17.4% 정도인 1,736,798 ha이며, 이 중에서 논이 10.1%로 1,010,287 ha, 밭이 7.3%인 726,511 ha로 구성되어 있다. 특히, 답 면적의 79.8%는 수리답으로 808,475 ha가 각종 수리시설의 혜택을 받고 있는 실정이다. 용·배수로의 연장은 약 98,638 km이고, 용수로가 63,333 km, 배수로가 35,295 km로, 2011년의 경우, 용·배수로 준설작업은 7,288 km에 약 3,290,483 m³, 배수장 유수지 준설은 29개소에 21,000 m³ 준설되고 있으며, 준설비용은 약 56억 정도 소요되고 있으며, 매년 준설단가가 증가하는 실정이다 (KRC, 2013).

우리나라에서의 토양침식에 대한 연구 조사는 수식에 의한 침식작용에 중점을 두어 수행하고 있다. 수식은 강우의 유출에 의하여 세류 혹은 걸리유타와 같은 침식현상으로 빠르게 발달한다. 수식에 의하여 발생하는 토양의 유실은 토지 1 ha에서 매주 1 m³가 발생할 경우 30년 동안 15 cm 두께의 흙이 유실되는 것으로 계산되고 농토를 황폐화 시키는 원인이 되며, 이로 인하여 용·배수리에 심각하게 토사가 퇴적된다.

퇴적된 토사는 이러한 농경지의 황폐화뿐만 아니라 수질 오염 문제를 발생시키고 수생 생태계를 파괴하는 토사유출 문제는 시급히 해결되어야 할 중요한 국정과제로 부상하였다. 용수로에 유입되거나 퇴적되는 토사의 경우, 상류 측이나 외부 유입에 의한 퇴적토사는 비교적 신선하고 오염이 되지 않은 자연토가 대부분이며 이를 제거하거나 재활용하는 경우에는 크게 어려움이 없는 실정이다. 그러나 하류 측이나 배수로 또는 오염물질을 함유한 퇴적토의 경우는 폐기물로 처리되어야 한다. 하천에 있어서 토사이송 능력은 유량과 유사농도 사이에 단일 직선관계가 성립하지 않고 분산을 보이는 것이 보통이나 댐이 건설되면 저수지로 유입되는 유사농도능력은 크게 감소되며, 유수의 토사이송능력과 유사농도사이에는 거의 직선관계가 성립하게 된다 (Rooseboom, 1975).

저수지내 토사의 공간적인 분포 특성을 위해 2차원 수치해석 모형인 SMS-SED2D 모형을 이용하였는데 저수지내 토사 퇴적은 주사도와 웅덩이, 저류와의 합류점, 댐 인근에서 주로 이루어지고 여수로의 퇴적은 상대적으로 빨라 거의 퇴적되지 않는 것으로 분석하였다 (Saenyi, 2004).

경사에 따른 토석류 수리시험결과에서 배수로의 토석류의 흐름 거동과 퇴적의 시간적 변화 특성이 접근수로 및 배수로의 바닥경사와 유사체적농도 특성에 지배되며, 시간경과에 따라 수로방향으로 퇴적량이 크게 증가하며, 토석류의 농도가 클수록 하류부 수로의 경사가 작을수록 빨리 시작되므로 다양한 입도분포의 재료와 배수조구물의 기하학적 형상의 변경이 필요하다고 하였다 (Kim et al. 2011).

개수로 한쪽 측벽에 설치한 세로돌출물준에 물의 흐름저

* Dept. of Agricultural and Rural Engineering, Chungbuk National University

[†] Corresponding author

Tel.: +81-43-261-2572 Fax: +81-43-271-5922

E-mail: mhkim3306@cnu.ac.kr

Received: October 6, 2015

Revised: October 20, 2015

Accepted: October 26, 2015

7. 예취시기 및 예취간격이 간척지 농업수로 수초에 미치는 영향(게재예정)

8. 효율적인 물관리를 위한 농업수로의 야초 실태조사 (학술발표)

49. 효율적인 물관리를 위한 농업수로의 야초 실태조사
 송희형¹, 이현진¹, 박선호¹, 정성규¹, 이서형¹, 김민지¹, 이정훈¹, 고기환², 권찬호³, 김종관⁴, 김종덕¹
 (¹천안연암대학, ²계명문화대학교, ³경북대학교, ⁴목원)

The Survey of Native Grasses at Agriculture Waterway for Water Management Efficiency

H. J. Lee¹, S. H. Park¹, H. H. Song¹, S. G. Jung¹, S. H. Lee¹, M. J. Kim¹, J. H. Lee¹, K. H. Ko²,
 C. H. Kwon³, J. K. Kim⁴, J. D. Kim¹

(¹Cheonan Yonam College, Cheonan 330-709, Korea, ²Dept. of Golf Course and Horticulture, Keimyung College University, Daegu 704-703, Korea, ³Dept. of Animal Science, Kyungpook National University, Sangju-si 742-711, Korea, ⁴Mok Won Company, Dongan-ro, Dongan-gu, Anyang-si, Gyeonggi-do 431-080, Korea)

Key words : Native grasses, Cutting frequency, Cutting time, Forage quality, Yield

<연구목적>
 농촌수로는 농업생산 및 농촌수자원 관리의 주요한 시설이며 전국 18만km인 농촌수로의 60% 이상은 단면이 흩으로 구성되어 있으며, 자연 성장하는 수초를 제거하지 않으면 농촌수로의 다 기능적 기능을 상실하게 된다. 우리나라에서는 농촌수로의 효율적인 관리를 위하여 콘크리트 수로를 설치하여 야초를 원천적으로 방지하는 방법을 이용하고 있으나, 콘크리트 수로는 농촌의 환경과 생태에 악영향을 미치는 것으로 인식되어 추진에 심한 반대가 야기되고 있는 실정이다. 농촌수로는 농경지와 하천의 완충지대 역할을 감추며 농촌지역의 환경용수, 농촌하천의 유지용수, 생태용수 등 다 기능적 필요성이 요구되고 있다. 현재 국내 농촌수로의 관리방법은 재초제 살포 또는 인력 재초방식의 비효율적이고, 환경피해를 동반하고 있어 전 근대적인 기술수준을 벗어나 한국형의 야초재거기술의 개발이 절실히 요구되고 있는 실정이다. 또한 국내 농촌수로의 야초 특성을 조사, 분석하고 한국형 수초 기술을 확립 및 개발을 통하여 현재 용수로 손실량의 10% 이상을 절감하고 야초, 토사 제거 인력과 비용 또한 10% 이상 절감하는 친환경 수로관리 기술개발이 필요하다. 본 시험에서는 이를 위하여 국내 농업수로의 효율적인 물관리를 위한 야초의 실태조사를 하기 위하여 실시하였다.

9. 농수로의 토양특성 및 수초의 사료가치 평가 (학술발표)

5. 농수로의 토양특성 및 수초의 사료가치 평가
 박선호¹, 이현진¹, 송희형¹, 안진수¹, 장은석¹, 배명진¹, 유영삼¹, 김종관², 김종덕¹
 (¹천안연암대학, ²목원)

Evaluation of Soil Characteristics and Nutritive Value of Native Grasses in Agriculture Waterway

S. H. Park¹, H. J. Lee¹, H. H. Song¹, J. S. An¹, E. S. Jang¹, M. J. Bae¹, Y. S. Yu¹,
 J. K. Kim², and J. D. Kim¹

(¹Cheonan Yonam College, Cheonan 330-709, Korea; ²Mokwon Company, Anyang-si, Gyeonggi-do 431-080, Korea)

Key words : Water plant, Cutting date, Soil characteristics, Nutritive value

<연구목적>
 수초를 예취 후에도 대부분 적제 방치하여 장마와 같은 우천 시 다시 수로로 유입되어 물의 흐름을 방해하게 된다. 비교적 수량이 많은 수초를 자원화 할 수 있는 방법을 찾는 게 실용적이라고 판단되어 농수로에 자생하는 주요 수초를 분석하여 사료가치를 평가하기 위하여 수행하였다. 또한 이 수초들이 식생하는 농수로 사면과 바닥 토양의 화학적 특성을 분석하여 농경지 및 산악지의 토양특성과 비교하여 수초 생산성과 토양의 특성을 알아보고자 이 연구를 수행하였다.

10. Determination of cutting date and interval on native grass management of agricultural waterways (학술발표)

Farm Economy, and Grassland Culture and Society

Determination of cutting date and interval on native grass management of agricultural waterways

Jong Duk Kim^{1*}, Hyun Jin Lee¹, Hee Hyung Song¹, Jong Kwan Kim², S. Ray Smith³
¹Cheonan Yonam College, 313 Yenam-ro, Sunghwan-eup, Cheonan-si, Chungnam-do 330-709, Korea
²Mok Won Company, Dongan-ro, Dongan-gu, Anyang-si, Gyeonggi-do 431-080, Korea
³College of Agriculture, Food and Environment, University of Kentucky, Lexington, KY 40546-0091
 *Corresponding author: goatkim@gmail.com

Abstract: Agricultural waterways provide a buffer zone between crop fields and adjacent rivers or streams. The objective of this experiment was to determinate the effect of cutting date and interval of native grasses for water management efficiency of agricultural waterways. The experimental design was a randomized complete block in a split arrangement with four replications. Main plots consisted of two locations, Pyeongtaek (rice paddy field's waterway) and Dangjin (reclaimed field's waterway), and subplots consisted of cutting date and cutting interval (single, double and triple). There was a significant location and cutting date effect on dry matter (%DM) content and a significant location effect on DM yield. The %DM and DM yield of native grasses at the Dangjin location was higher than that of Pyeongtaek location. The June cutting showed the highest %DM at Pyeongtaek, however the July cutting was highest at the Dangjin. Significant main effects (location and cutting time) were observed for most measured parameters except DM grass yield. Fresh yield of grasses at Pyeongtaek was higher than Dangjin, and fresh yield of the double cut (June and August cut) was the highest among the cutting interval. The DM yield of grasses was significantly different among the cutting interval treatments. The double cut (June and August cut) and the triple cut were higher than other cutting intervals. In conclusion, these results showed differences in grass production on waterways as a result of location, cutting date and cutting interval. Based on this research, the cutting date of native grasses in Korean waterways should be June or July, and a cutting interval of twice per growing season.

Key words: waterway, cutting date, cutting interval, location, native grasses

11. 예취시기 및 예취간격이 간척지 농업수로 수초에 미치는 영향 (학술발표)

예취시기 및 예취간격이 간척지 농업수로 수초에 미치는 영향
Effect of Cutting Date and Interval on Native Grass Management of Agricultural Water Ways in Reclaimed Land

이현진*, 박선호*, 김종덕*, 김진택**, 문성근**
 HyunJin Lee, SeonHo Park, JongDuk Kim, JinTaek Kim, SungKeun Moon

요 지

농촌수로는 농업생산 및 농촌수자원 관리의 주요한 시설이며 전국 18만km인 농수로의 60%이상은 단면이 흩으로 구성되어 있고, 자연 성장하는 수초를 제거하지 않으면 농수로의 다 기능적 기능을 상실하게 된다. 따라서 농수로의 효율적인 물 관리를 위한 수초를 제거하기 위하여 예취시기 및 예취간격을 달리하여 실시하였다. 간척지 농수로의 사면과 바닥의 비교에서는 5월을 제외하고는 바닥이 사면보다 초장, 생초 수량 및 건물수량이 많았다. 예취시기의 비교에서는 사면은 6월 예취가 다른 처리구보다 생초수량과 건물수량이 많았으며, 바닥은 7월 예취가 다른 처리구보다 생초수량과 건물수량이 많아 예취적기로 판단된다. 한편 예취간격의 비교에서는 6월과 8월 2회 예취가 다른 처리구보다 생초수량 및 건물수량이 많았다. 따라서 간척지 농수로에서 수초를 제거할 경우에는 1회 예취는 6월과 7월 예취가 적합하며, 2회 예취는 6월과 8월에 예취하는 것이 적합한 것으로 판단된다.

핵심어 : 농수로, 수초, 예취시기, 예취간격, 간척지

12. Determination of cutting date and interval on native grass management of agricultural waterways in South Korea (학술발표)

Paper ID: 470
 Theme 2. Grassland production and utilization
 Sub-theme 2.6. Interdependence of grassland and arable lands for sustainable cereal, forage and livestock production

Determination of cutting date and interval on native grass management of agricultural waterways in South Korea

Jong Duck Kim^{1*}, Hyo Won Lee², Joung Kyong Lee³, Jong Kwan Kim⁴, Ki Hwan Ko⁵
¹CheonanYonam College, Sunghwan, Cheonan-Si, Korea
²Korea National Open University, Seoul, Korea
³Foundation of Agri. Tech. Commercialization, Suwon, Korea
⁴Mok Won Co., Anyang, Korea
⁵Keimyung College University, Daegu, Korea
 *Corresponding author e-mail : goatkim@gmail.com

Keywords: Cutting date, Cutting interval, Location, Natives grasses, Waterway

Introduction
 Agricultural waterways provide a buffer zone between crop fields and adjacent rivers or streams. Waterways are important resource for agriculture water management, water quality and biodiversity conservation. The total linear distance of waterway in Korea is about 180,000 km, and about 40% are concrete and about 60% are grassed waterways. At present, the percentage of concrete waterways is increasing because of their water management efficiency. Some argue that continued expansion of concrete waterways is not sustainable because it leads to potential-degradation of the earth's environment. This concern has led to renewed efforts to use grassed waterways as an alternative to concrete. In addition, grassed waterways enhance the environment-friendly image of agriculture that Korea farmers want to promote. The objective of this experiment was to determine the effect of cutting date and interval of native grasses for water management efficiency of agricultural waterway.

13. 지형 유형에 따른 퇴적토사 특성 분석 (학술발표)

지형 유형에 따른 퇴적토사 특성 분석
 Analysis of Sediment according to Land Type

박정구***, 강윤석***, 임성윤**, 송창섭*
 Jung Koo Park, Yun Seok Kang, Seong Yoon Lim, Chang Seob Song

요 지

우리나라의 국토면적은 약 9,989,741ha로 2/3이상이 암야 등으로 구성되어 있으며, 논이 10.1%로 1,010,287ha, 밭이 7.3%인 726,511ha로 구성되어 있다. 특히, 밭 면적의 79.8%는 수리답으로 808,475ha가 각종 수리시설의 혜택을 받고 있는 실정이다. 또한 농업용수는 저수지, 양수장, 취인보 등의 수원공 시설로부터 평야부 시설인 간선, 지선, 지거 등의 용수로 조식을 통하여 공급되고, 강우 및 영농관리 상의 잉여수 등은 지거, 지선, 간선으로 구성된 배수로 조식을 통해 배제되고 있다.

물이 부족한 우리나라는 최근 수자원의 효율적인 관리 및 이용에 대한 중요성이 강조되고 있으며, 특히 지금까지 개발된 저류시설 및 도수로, 용·배수로를 통한 수자원의 효율적인 관리가 절대적으로 필요한 실정이다. 농업용수 또한 같은 실정이므로 합리적이고 효율적인 농업용수의 관리가 필요하다. 이를 위하여 용·배수로 퇴적토사에 대한 특성을 조사, 분석하여 이를 제거하거나 저감시키는 기술의 개발이 필요하다.

용수로에 유입되거나 퇴적되는 토사의 경우, 상류측이나 외부유입에 의한 퇴적토사는 비교적 신선하고 오염이 되지 않은 자연토가 대부분이며 이를 제거하거나 재활용하는 경우에는 크게 어려움이 없는 실정이다. 그러나 하류측이나 배수로 또는 오염물질을 함유한 퇴적토의 경우는 폐기물로 처리되어야 한다.

현재 국내에서는 아직까지 퇴적토사의 오염현황 파악과 정부차원의 퇴적토사 재활용을 위한 정책 및 오염 퇴적토사의 유효 관리방안이 없는 실정이며, 퇴적토사를 육상매립, 해양투기, 응집 또는 침전처리 후에 탈수하는 것이 대부분이다.

이로 인하여, 본 연구에서는 용·배수로를 주변 환경의 유형별로 산지와 평지, 간척지로 분류하여 유실량 산정기법인 RUSLE기법을 이용해 각각의 지형별·수로별 유실량을 구한 뒤 기존에 제시된 준실량과 비교하였다. 또한, 지형과 수로에 따라 상류·중류·하류로 나눠서 퇴적토사를 채취하고 물리적·화학적 특성을 분석하여 토사를 효율적으로 제거하거나 저감시킬 수 있도록 기초자료를 제시하고자 한다.

핵심용어 : 퇴적토사, 용·배수로, 간척지, RUSLE기법

14. 농업용수로 유형과 유속에 따른 토사 퇴적량 분석 (학술발표)

농업용수로 유형과 유속에 따른 토사 퇴적량 분석 Analysis of Sediment according to Velocity of Flow and Type of Rural Canal

박정구***, 김명환**, 송창섭*

Park Jung Koo, Kim Myeong Hwan, Song Chang Seob

요 지

우리나라의 국토면적은 2/3이상이 임야 등으로 구성되어 있으며, 그 중 논이 10.1%, 밭이 7.3%로 구성되어 있다. 특히, 밭 면적의 79.8%는 수리답으로 각종 수리시설의 혜택을 받고 있는 실정이며, 농업용수는 저수지, 양수장, 취입보 등의 수원공 시설로부터 평야부 시설인 간선, 지선, 지거 등의 용수로 조직을 통하여 공급되고 있다. 그러나 이러한 수리시설에 유입되어 퇴적된 토사에 의해 매년 용수의 공급과 배수 처리에 어려움을 겪고 있다.

2011년의 경우, 용·배수로 준설작업은 7,288km에 약 3,290,483m³, 배수장 유수지 준설은 29개소에 21,000m³ 준설되고 있으며, 준설비용은 약 56억 정도 소요되고 있으며, 매년 준설단가가 증가하는 실정이다. 또한 지금까지의 퇴적토사의 제거는 주로 인력에 의하여 시행되고 있는데, 농촌의 유희인력을 이용하는 농한기 사업으로 주로 실시되었으나 농촌인력의 노령화에 의하여 인력의 수급에도 많은 문제를 제기하고 있다.

이로 인하여, 본 연구에서는 농업용수로의 유형에 따른 구조물을 지선의 단면과 노선구배로 결정하여 현장시험이 가능하도록 제작한 후 유속과 농업용수로 형태에 따른 토사의 퇴적분포와 부유사농도를 조사하였다. 이를 통하여 농업용수로의 퇴적토사를 저감시키거나 쉽게 준설할 수 있도록 최적의 유속과 수로 형태를 제시하고자 한다.

핵심용어 : 퇴적토사, 농업용수로

* 정희원 · 충북대학교 지역건설공학과 교수 · E-mail:cssong@dmu.ac.kr

** 정희원 · 충북대학교 지역건설공학과 박사 · E-mail:mikim3306@naver.com

*** 준희원 · 충북대학교 지역건설공학과 석사과정 · E-mail:cvdark21@naver.com

15. 효율적 물관리를 위한 농촌수로 수초제거 기술 개발 (학술발표)

효율적 물관리를 위한 농촌수로 수초제거 기술 개발 Development of removal technologies for agricultural canal plant efficient waterway management

김진태*, 문성근**, 김종덕***, 이현진****

Jintaek Kim, Sungkeun Moon, Jongduk Kim, hyunjin Lee

요 지

우리나라의 농업은 외국과는 달리 좁은 농토에 집약적으로 농사를 짓는 집약농업형태로, 고비용·저효율 문제에 당면하여 우리 농산물의 높은 생산비가 가격상승의 주된 요인으로 작용되고 있다. 이러한 우리 농업이 안고 있는 구조적인 문제점들을 개선하기 위하여 수리시설물의 유지관리비를 절감하고, 궁극적으로는 농업의 생산비 절감에 기여하고자 꾸준히 노력하여 왔다. 그러나 우리나라 전체의 용·배수로 중 약 70%가 토공수로 되어있어 여기에 번성하는 용·배수로의 수초제거 작업 미비로 인해 수로의 통수능력을 저하시켰으며, 집중강우시 홍수해가 제대로 이루어지지 않아 수리시설물의 파손붕괴 등으로 이어지고 수로에 토사물이 퇴적되어 수로의 통수능력 저하가 악순환 되면서 농업생산을 저해하여왔다. 이를 해결하고자 인력을 이용한 작업을 실시하여 왔지만 수로구조 특성상 사면 및 수중작업이 힘들고 제거된 물을 수거하기가 어렵다. 이를 해결하기 위해 수초제거 기술을 개발하여 안정적인 농업용수의 공급과 수로 관리개선을 통한 수리시설의 유지관리비 절감 및 안전성을 확보할 필요가 있다.

본 연구에서는 국내 수로에 적합한 수초제거 기술을 개발하기 위해 먼저 수로의 위치별로 남부, 중부, 북부, 유형별로 산지, 평지, 간척지의 9개 지역으로 선정된 후 수초 식생과 예측상태를 조사·분석하였으며, 농업수로의 효율적인 수로관리 기술개발을 위하여 예측시기가 농업수로 수로의 식생과 수량에 미치는 영향과 예측횟수가 농업수로 수로의 식생과 수량에 미치는 영향을 실험하였다. 또한 국내 수로에 적합한 6가지 수초제거 기술에 대해 조사하였으며 이 중 물리적 방법에 초점을 맞추어 농촌지역에 보급률이 높은 트랙터에 부착할 수 있는 트랙터용 수초제거 시삭품을 제작하고 현장시험을 수행하였다. 갈들, 환상명굴, 고마리 등의 수로가 자생하고 있는 약 50m의 수로변을 대상으로 한 현장시험 결과, 수로변에 자생하는 수초가 95%이상 제거되었다.

향후 효율적인 수초제거를 통해 통수를 원활하게 하여 홍수에 의한 침수피해 경감 및 작물 수확량을 증대시키기 위해 수초제거 시삭품을 보완 및 향상시켜 토공 용·배수로의 통수능력을 거양하고, 작물에 적기 적량의 용수를 공급하여 인력수를 배제할 수 있게 하고자 한다. 또한 통수능력 저하 등의 피해 예방 및 유지관리 비용을 절감하고 효율적이며 신속한 업무 환경 조성을 위한 수로 수초·토사 관리정보 시범 시스템을 개발 하고자 한다.

핵심 용어 : 수초제거, 수로관리, 수초조사, 수초 관리정보시스템

* 정회원 · 한국농어촌공사 농어촌연구원 수석연구원 · E-mail : jkim@ekc.or.kr

** 정회원 · 한국농어촌공사 농어촌연구원 연구원 · E-mail : meki900@ekc.or.kr

*** 정회원 · 천안연암대학 농업기술연구소 교수 · E-mail : yarc@yonam.ac.kr

**** 정회원 · 천안연암대학 농업기술연구소 연구원 · E-mail : hj021@yonam.ac.kr

제 3 절 수상 실적



우수 논문 발표상

농공학 제 2015-60호

충북대학교
박 정 구

귀하는 한국농공학회 학술발표회에 우수한 논문을 발표하여 농공학 학술발전에 기여한 공이 크므로 우수 논문발표상을 드립니다.

◇ 논문제목: 농업용수로 유형과 유속에 따른 토사 퇴적량 분석

2015년 10월 23일

사단법인 한국농공학회
회장 김기성



제 4 절 단행본 발간 및 홍보 실적

1. 수로 잡초 도감



2. 수로 토사·수초제거 개발 기술 정책활용 제안



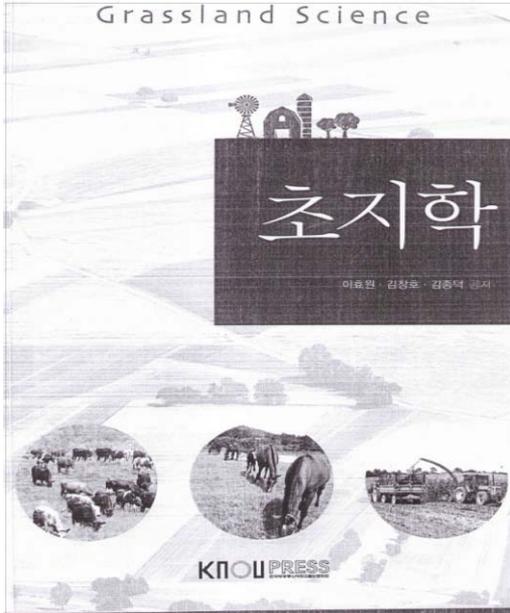
3. 수로 토사·수초제거 개발 기술 시연회 및 홍보





제 5 절 교육지도

1. 초지학 - 초지의 관개 및 물관리



밭작 2회 후 청소배기	68.0	73.1	61.8
매 방목 후 청소배기	77.6	80.9	68.1
			75.8

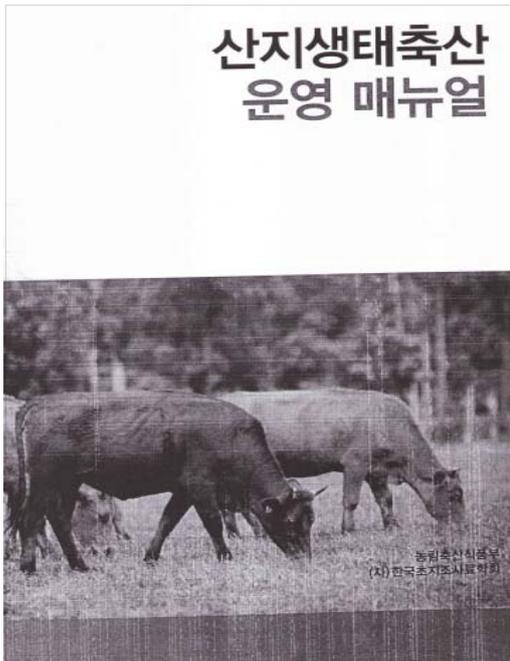
(그림 8-9) 초지의 물관리

8.4. 초지의 관개 및 물 관리

관개(Irrigation)는 작물의 생육에 필요한 수분을 공급하지만 이외에도 농경지의 비료성분을 작물에 공급하고, 지온을 조절하며, 등산해(凍霜害)를 방지하고, 작물에 대한 해독을 제거하고, 작물 관리를 할 수 있으며, 저습지의 지반을 개량하고, 간척지의 염해를 방지하고, 풍식을 방지하는 등의 기능도 하고 있다. 경제적으로 관개를 하기 위해서는 관개 비용을 초과하여 수익을 얻을 수 있어야 한다. 관개에 의하여 공급하는 물은 수량뿐만 아니라 질적으로 좋은 물을 작물에 공급할 수 있어야 한다.

제8장 초지관리 265

2. 산지생태 축산 운영 매뉴얼 - 초지의 관수



6.6. 초지의 관수

6.6.1. 관수의 중요성

목초가 성장적으로 자라기 위해서 충분하고도 알맞은 강우는 겨울과 함께 가장 중요한 환경요인이다. 우리나라에서 연평균 강수량은 1,000~1,300mm 정도로 목초가 자라는 데는 아무 지장이 없다. 강수량의 60% 이상이 7월과 8월에 집중되어 있어 매년 봄과 가을에는 가뭄과 피해를 입고 있다.

강수량이 부족한 5~6월과 9~10월에는 목초의 수분요구량이 강수량보다 많아 전반적으로 물 부족현상을 보이고 있으며, 대체로 가뭄은 5월 중순경부터 6월 중하순 경까지 계속된다. 따라서 목초의 생육기간 중 가뭄에 따른 초지의 생산성과 사생유지를 위한 보조수단으로 관수(Irrigation)를 꼭 필요로 한다.

그렇지만 관수는 많은 비용이 투자되므로 수익성이 충분하고 충분한 경제적 관수에 의한 관수효과 등이 기대될 수 있는 지역 선정 등 여러 조건을 잘 고려한 다음 결정하여야 한다.

6.6.2. 초지의 관수효과

(1) 관수에 따른 지온저하
관수는 고온건조기간 중 초지의 지온을 낮추어 주어 초지를 보호해 줄 수 있다. (표 6-31)에서 보는 바와 같이 관수는 무관수에 비해 지온도 3.3℃, 적중우도 1.0mm를 저하시켰다. 따라서 관수는 목초의 지상부뿐만 아니라 지하부도 보호해 주어 생산량의 향상을 높이며, 초지의 이용기간 연장과 초생유지에 큰 도움을 준다.

(2) 관수에 따른 목초의 수량증가
목초는 가뭄이 계속되면 수분에 대한 스트레스를 받아 식물조직이 위축되어 잎이 마르고 뿌리는 비효율적 흡수할 수 없게 되어 생육에 영향을 받게 된다. 그러므로 건조기 초지의 관수는 목초의 생육특성과 수량증가에 효과적이다. (표 6-32)에서 보는 바와 같이 건조기 관수는(5년간 생리 평균) 무관수에 비해 생초수량은

관수여부	지온(도)	지중우(도)
관수	23.8	21
무관수	26.1	22
표기	-3.3	-1.0

144

3. 양질 조사료 생산과정 - 하천변에서 조사료 생산

하천에서 조사료 생산

김종덕 (한양대학교 축산계열)
Tel: 041-580-5505/010-6281-7025, E-mail: yasc@yonam.ac.kr

1. 사료작물 생산을 위한 하천부지 선택조사

하천부지는 농촌하천과 도시하천으로 구분할 수 있다. 따라서 본 시험에서는 농촌하천인 안성천과 도시하천인 안성천의 식물의 식생조사를 하여 사료작물로 이용할수 있는 자원을 실태 파악과 수량하였다.

우리나라의 하천부지에 자생하는 화분과 식물 중에서 사료작물로 생산 가능한 식물은 갈대, 아생귀리, 개밀, 물피, 피, 바랭이, 독새물, 새, 포아물, 개밀, 억새, 강아지풀, 헤그라스 등이 있다. 하천부지에서 자생하는 목초로는 오차드그라스, 톨케스쿠, 퀘커키 블루그라스, 갈도머류 등이 존재한다.

하천부지에 자생하는 국화과 식물은 민들레, 냉이류, 땅초, 죽, 뽕만지 등 있으며, 두과식물은 콩, 아생콩, 메밀류, 자귀풀 등이 있다. 그 외 이끼류, 방동사나, 결이사초, 명아주, 환삼덩굴, 예기방울 등이 자생하고 이를 중심으로 식생조사를 하였다.

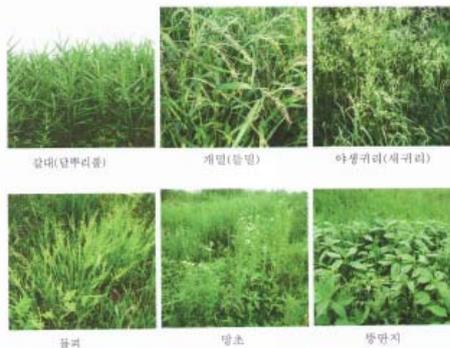
<그림 1> 안성천 상류, 중류 및 하류.

하천부지에 자생하는 초종의 식생은 표 2-1에서 보듯이와 같이 계절에 상관없이 우리나라 주 초종은 갈대였으며, 다른 초종들은 계절에 따라 식생이 상이하였다(표 1).

하천부지에 자생하는 초종의 사료가치는 표 2-2에서 보는 바와 같다. 하천부지 자생 초종의 사료가치를 등계사료작물과 비교해 볼 때 조단백질, 조피분은 높았으며, 다른 사료가치에서는 차이 없었다. 조단백질과 조피분은 높은 것은 하천도양의 일소 또는 하천수의 오염이 원인으로 판단된다.

<표 1> 계절별 하천부지 초종의 식생(%)

구분	봄	여름	가을	평균	비고
갈대	45.0	49.3	54.7	49.7	갈대
개밀 등	12.0	-	-	4.0	개밀, 헤그라스 등
피, 바랭이	1.0	11.7	19.3	10.7	피, 바랭이 등
귀리, 강아지풀 등	12.0	3.3	3.0	6.1	아생귀리, 강아지풀 등
목초	8.0	4.3	7.3	6.6	톨케스쿠, 오차드그라스 등
기타 화분과	4.0	0.7	2.0	2.2	피, 독새물, 포아물 등
물풀, 자귀풀	0.5	5.7	-	2.1	물풀, 아생콩, 자귀풀 등
기타 두자	1.5	2.3	2.3	2.1	메밀류 기타 두과류
국화과	10.0	5.7	5.0	6.9	민들레, 냉이류, 땅초, 죽
영금류	-	8.3	-	2.8	환삼덩굴 등 덩굴식물
기타	6.0	8.7	6.3	7.0	여귀풀, 명아주, 뽕삼덩굴 등



<그림 2> 안성천의 자생 식물

4. 수로 수초제거기의 제어 컨트롤러 작동법 지도



5. 수로 관리정보시스템 운영방법 지도



첨부 Ⅲ. 매뉴얼

수로 수초·토사 관리정보시스템

매뉴얼

2015. 11.

목 차

1. 시스템 개요	327
2. 공간정보 기반의 관리정보시스템	330
1) 레이어 제어	330
2) 도구	331
○ 전체 화면	331
○ 화면 확대	331
○ 화면 축소	332
○ 거리계산	332
○ 면적계산	332
○ 도면출력	333
3) 검색	334
○ 시설	334
○ 지번	334
○ 도로명	335
4) 대상지 조회	336
5) 내역 관리	337
○ 작업내역 조회	337
○ 작업내역 등록	338
○ 작업내역 수정	340
○ 엑셀 저장	340
○ 사업별 관리	341
6) 자료 입출력 관리	343
○ 작업내역 일괄 업로드	343
○ 작업내역 일괄 다운로드	344
3. 공간정보 기반의 모바일시스템	345
1) 레이어 제어	345
2) 현재 위치로 이동	345
3) 작업내역 조회	346
4) 수초도감	347
5) 작업내역 등록	348

제1장

수로 수초·토사 관리정보시스템

1. 시스템 개요

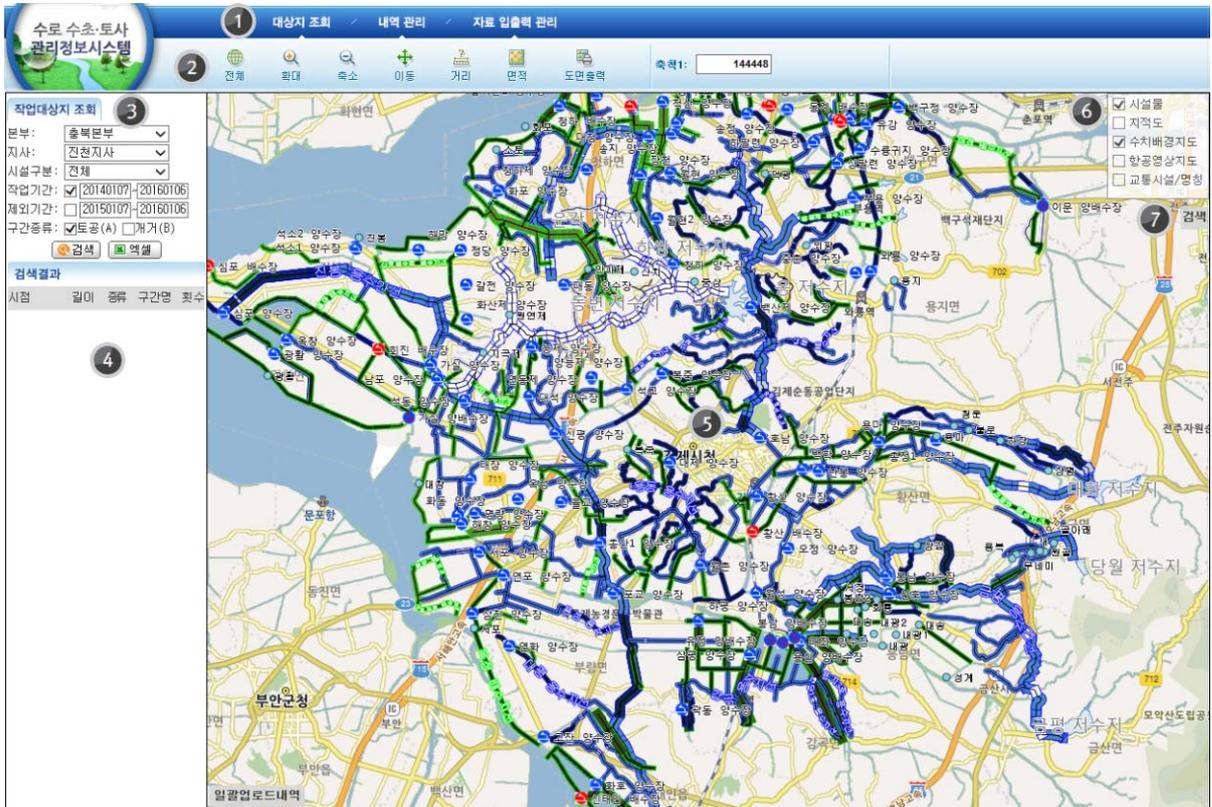
수로 수초·토사 자료 관리 단위모듈 개발을 통해 수리시설물의 파손·붕괴·농경지 매몰의 위험성 방지 및 토사물 퇴적에 의한 통수능력 저하 등의 피해 예방 및 유지관리 비용을 절감하고, 시범 시스템 개발 및 시범 구축을 통해 수리시설물 유지관리 업무 효율성 증대 및 유지관리 비용을 절감하기 위한 정보 구축 및 제공이 가능한 시스템이다.

수로 수초·토사 관리정보시스템은 텍스트 관리 위주에서 효율적인 업무 처리를 위하여 공간 정보를 활용한 수리시설물을 기반으로 하며, 활용성을 높이기 위하여 미국 오토데스크(Autodesk Inc.)의 GIS 제품인 Autodesk Infrastructure Map Server 2014와 OpenLayers API를 이용하여 구현되었다. Autodesk Infrastructure Map Server는 한국 농어촌공사에서 농업기반시설관리시스템(RIMS)의 시설GIS에서 사용하는 Web GIS 제품으로 이번 시스템의 기반이 되는 Autodesk Mapguide의 최신 버전으로 웹 환경에서 공간정보를 시각적으로 표현하여 가시성을 높인 제품으로 호환성이 우수하고, 검증된 GIS 모델객체 기반의 동적연관 기능을 가지고 있다.

○ 주요 기능

- 공간정보 기반의 관리정보시스템
 - 작업 내역 관리 및 대상지 조회
 - 자료 입출력 관리
 - 유지보수 사업별 내역 관리 및 보고서 출력
- 공간정보 기반의 모바일시스템
 - 작업내역 관리
 - 수초도감 조회

- 공간정보 기반의 관리정보시스템



- ① 메뉴 : 대상지 조회, 내역 관리, 자료 입출력 관리로 구성되어 있다.
- ② 도구 : 지도 영역을 제어하는 기본 공간 기능이 도구로 구성되어 있다.
 - 전체 : 전국 범위를 지도 영역에 표시
 - 확대 : 확대할 범위를 지정하거나 현 표시 범위의 1/2배 범위를 표시
 - 축소 : 현 표시 범위의 2배 범위를 표시
 - 이동 : 두 점을 선택하여 표시 범위를 상하좌우로 이동
 - 거리 : 선택한 지점의 거리를 계산
 - 면적 : 선택한 영역의 면적을 계산
 - 도면출력 : 현 표시 범위를 출력
 - 축척 : 입력한 축척을 기준으로 지도 범위를 구성하여 표시
- ③ 조회 영역 : 작업대상지 조회 또는 작업내역 관리에서 조회할 조건을 설정하는 영역이며, 검색 결과를 검색 또는 엑셀로 저장할 수 있다.
- ④ 결과 영역 : 작업대상지 조회 또는 작업내역 관리에서 조회 조건에 해당하는 검색 결과를 표시하는 영역이며, 검색 결과는 공간과 연계되어 있어 선택한 시설 위치로 이동할 수 있다.

- ⑤ 지도 영역 : 국토교통부의 브이월드 연계 자료와 농업기반시설물을 중첩하여 표시 되도록 구성되어 있다. 또한 선택한 시설물의 작업내역 조회 또는 관리, 위치 검색, 조회 결과에 대한 주제도를 표시한다.
- ⑥ 레이어 제어 : 시설물, 지적도, 수치지배경지도, 항공영상지도, 교통시설/명칭 등의 공간 레이어의 표시를 제어한다.
- ⑦ 검색 : 시설명, 지번, 도로명 등의 3가지 방법으로 위치를 검색한다.

- 공간정보 기반의 모바일시스템



- ① 내역조회 : 대상지 조회, 내역 관리, 자료 입출력 관리로 구성되어 있다.
- ② 수초도감 : 수로 바닥 및 수로 변 수초 정보를 조회할 수 있도록 구성되어 있다.
 - 수초명, 수초 영문명, 수초사진
 - 수초정보 : 유래, 형태, 분포, 특성 등의 정보 조회
- ③ 현재위치 : 모바일 기기에서 제공하는 GPS를 이용하여 현재의 위치로 이동한다.
- ④ 레이어 제어 : 시설물, 지적도, 수치지배경지도, 항공영상지도, 교통시설/명칭 등의 공간 레이어의 표시를 제어한다.

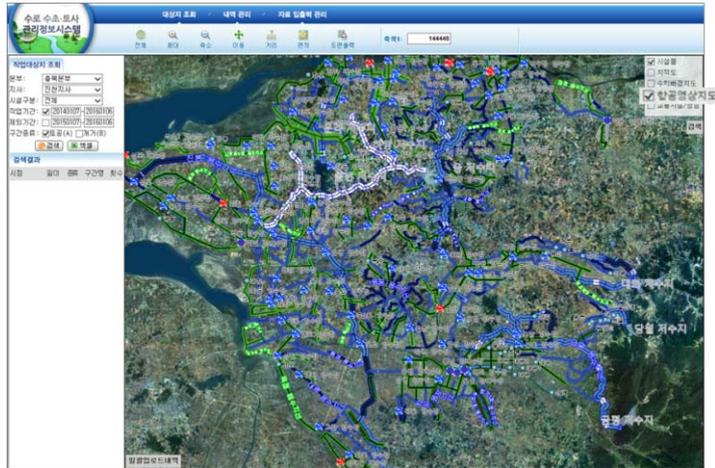
2. 공간정보 기반의 관리정보시스템

1) 레이어 제어

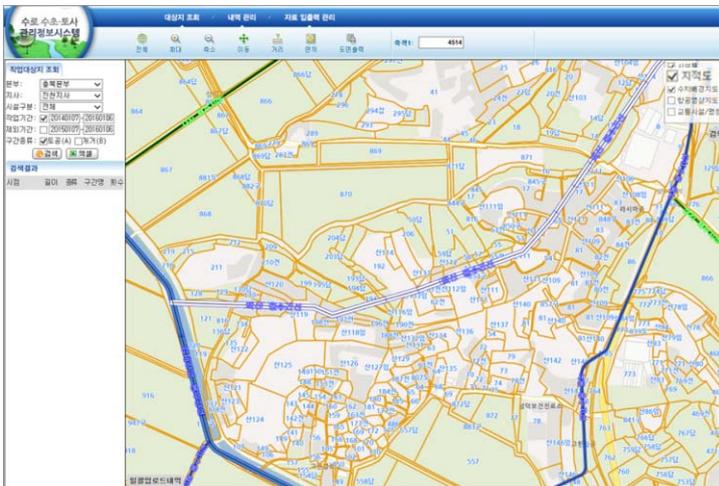


웹페이지를 열면 기본 레이어로 수치배경지도와 시설물이 켜진 상태로 지도 영역이 표시되며, 지도 영역에 표시할 레이어의 체크상자를 선택하여 제어한다.

① 수치배경지도의 체크상자를 선택하여 체크를 끄고 항공영상지도의 체크상자를 선택하여 체크를 켜는다.



② 지도 영역에 항공영상이 표시된다.



③ 지도영역에 지적도를 표시하기 위해서는 지적도 체크상자를 선택하여 체크를 켜면 지도 영역에 지적도가 표시된다.

2) 도구

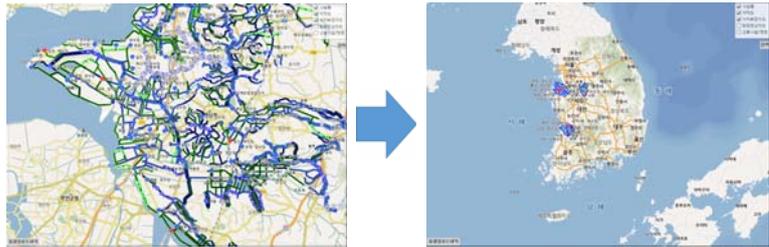


지도 영역의 화면을 제어하는 기능과 거리/면적을 계산하는 기능을 도구로 구성하여 제공한다.

○ 전체 화면

① 도구상자 중  전체 도구를 클릭한다.

② 지도 영역에 전국 범위가 표시된다.



○ 화면 확대

① 도구상자 중  확대 도구를 클릭한다.

② 지도 영역에 현 범위의 1/2배 범위가 표시된다.



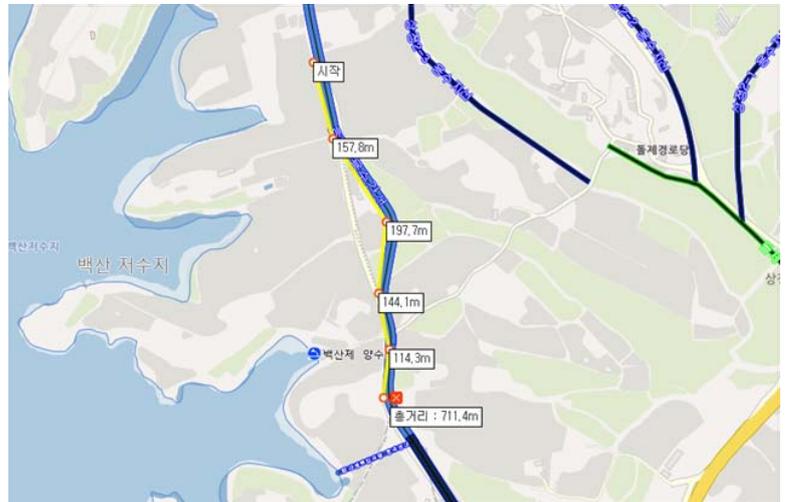
○ 화면 축소

- ① 도구상자 중  축소 도구를 클릭한다.
- ② 지도 영역에 현 범위의 2배 범위가 표시된다.



○ 거리계산

- ① 도구상자 중  거리 도구를 클릭한다.
- ② 지도 영역에서 거리를 계산할 위치를 다중으로 지정한다.
- ③ 지정한 위치에 대한 거리가 계산되어 화면에 표시된다.



○ 면적계산

- ① 도구상자 중  면적 도구를 클릭한다.
- ② 지도 영역에서 면적을 계산할 영역의 위치를 다중으로 지정한다.
- ③ 지정한 영역에 대한 면적이 계산되어 화면에 표시된다.

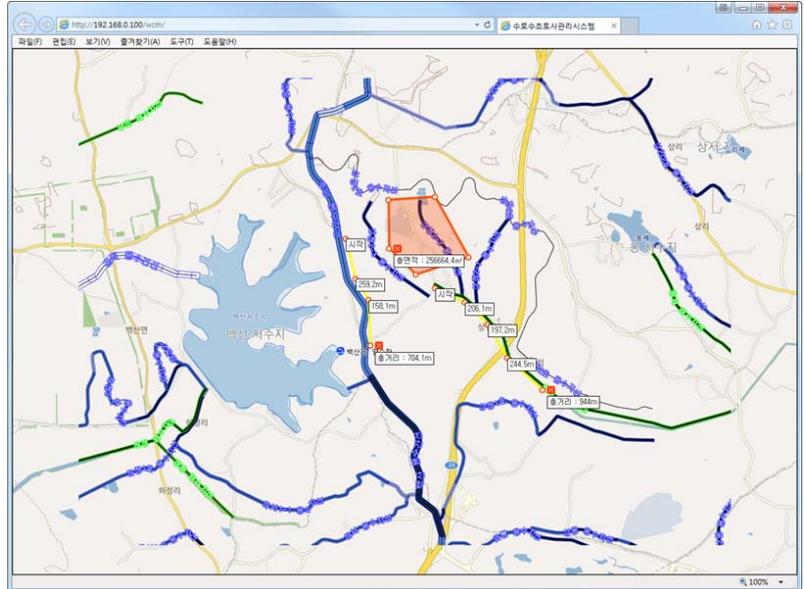


○ 도면출력

① 도구상자 중  도면출력 도구를 클릭한다.

② 현 지도 영역이 그대로 캡처되어 상단 메뉴 및 좌측 조회창이 제거된 지도 영역이 브라우저 화면에 표시되고 출력화면으로 전환된다.

③ 출력화면을 취소할 경우에는 ESC키를 클릭한다.

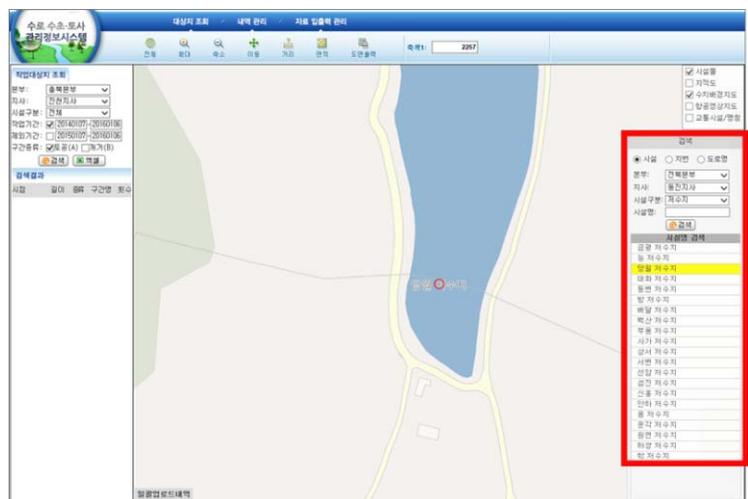


3) 검색



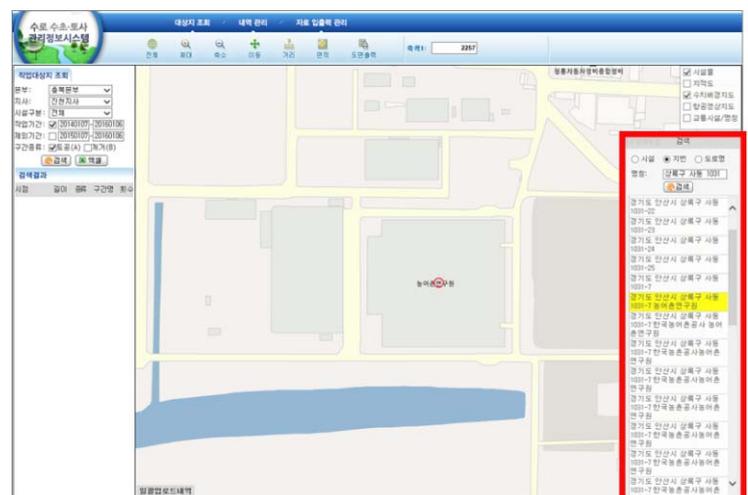
○ 시설

- ① 검색 버튼을 클릭하면 검색창이 표시된다.
- ② 검색창에서 시설 옵션을 선택한 후 검색 조건을 선택 또는 입력하고 검색 버튼을 클릭한다.
- ③ 검색 결과에서 위치 이동할 결과를 선택하면 해당 위치로 이동한다.



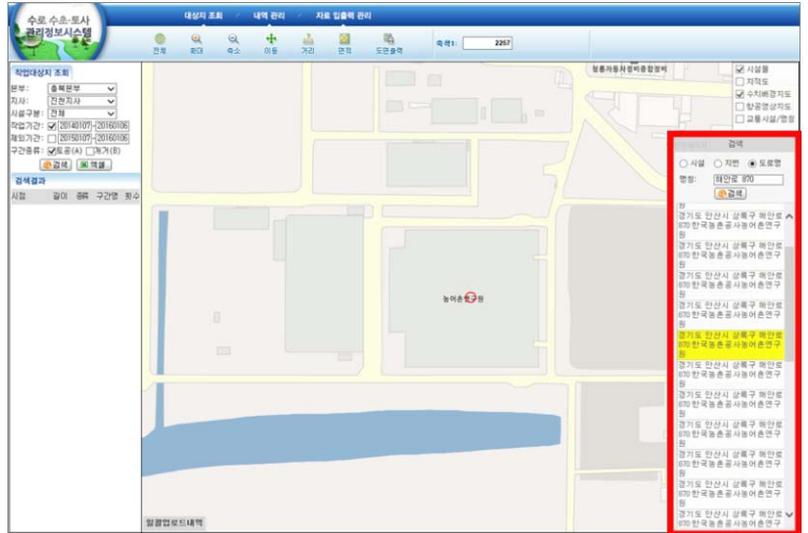
○ 지번

- ① 검색 버튼을 클릭하면 검색창이 표시된다.
- ② 검색창에서 지번 옵션을 선택한 후 검색 조건을 선택 또는 입력하고 검색 버튼을 클릭한다.
- ③ 검색 결과에서 위치 이동할 결과를 선택하면



○ 도로명

- ① 검색 버튼을 클릭하면 검색창이 표시된다.
- ② 검색창에서 도로명 옵션을 선택한 후 검색 조건을 선택 또는 입력하고 검색 버튼을 클릭한다.
- ③ 검색 결과에서 위치 이동할 결과를 선택하면



4) 대상지 조회



작업대상지 조회

본부:
 지사:
 시설구분:
 작업기간: 20140107 ~ 20160106
 제외기간: 20150107 ~ 20160106
 구간종류: 토공(A) 개거(B)

① 상단 메뉴에서 대상지 조회 메뉴를 선택하면, 좌측 조회창이 작업대상지 조회로 전환된다.

② 작업대상지를 조회할 조회 조건을 지정한 후에 검색 버튼을 클릭한다.

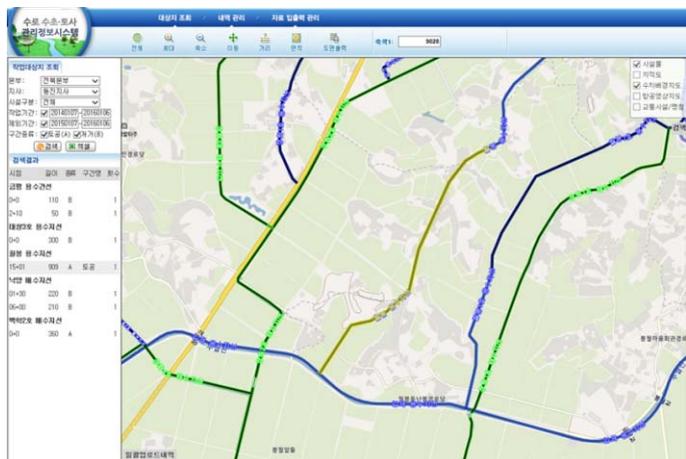
※ 조회 조건은 본부, 지사, 시설구분, 시설명, 작업년도, 작업종류

검색결과

시점	길이	종류	구간명	횟수
금평 용수간선				
0+0	110	B		1
2+10	50	B		1
대창3호 용수지선				
0+0	300	B		1
월봉 용수지선				
15+01	909	A	토공	1
낙양 배수지선				
01+30	220	B		1
06+00	210	B		1
백학2호 배수지선				
0+0	360	A		1

③ 검색 결과에 조회 조건에 해당하는 결과가 표시된다. 결과는 용배수로명과 구간 정보, 작업내역 횟수이다.

④ 지도상의 위치로 이동할 경우에는 검색 결과에서 이동할 용배수로의 구간을 선택한다.



⑤ 엑셀 버튼을 클릭하면, 조회 조건에 해당하는 결과가 엑셀로 저장된다.

구간명	시점	종류	길이	구간명	구간명	작업횟수
45110A01	0+0	B	110	금평	용수간선	1
45110A01	2+10	B	50	금평	용수간선	1
45110B01	0+0	B	300	대창3호	용수지선	1
45110C00	01+30	B	220	낙양	배수지선	1
45110C00	06+00	B	210	낙양	배수지선	1
45210C00	0+0	A	360	백학2호	배수지선	1

5) 내역 관리



○ 작업내역 조회



① 상단 메뉴에서 내역 관리 메뉴를 선택하면, 좌측 조회창이 작업내역 관리로 전환된다.

② 작업내역을 관리할 조회 조건을 지정한 후에 검색 버튼을 클릭한다.

※ 조회 조건은 본부, 지사, 시설구분, 시설명, 작업년도, 작업종류

검색결과

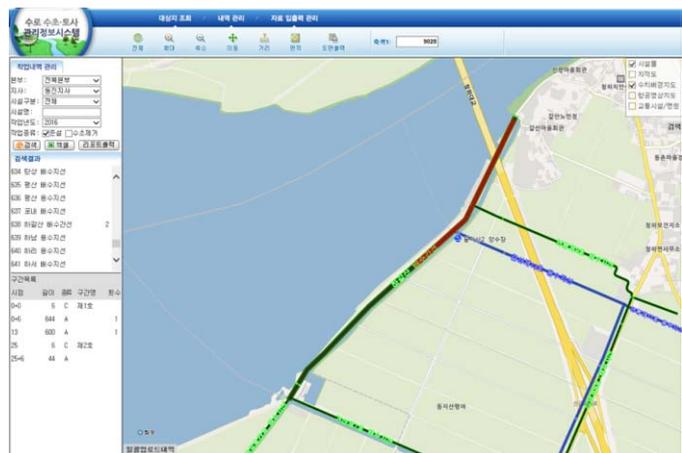
- 634 탄상 배수지선
- 635 평산 배수지선
- 636 평산 용수지선
- 637 포내 배수지선
- 638 하갈산 배수간선 2
- 639 하남 용수지선
- 640 하리 용수지선
- 641 하서 배수지선

구간목록

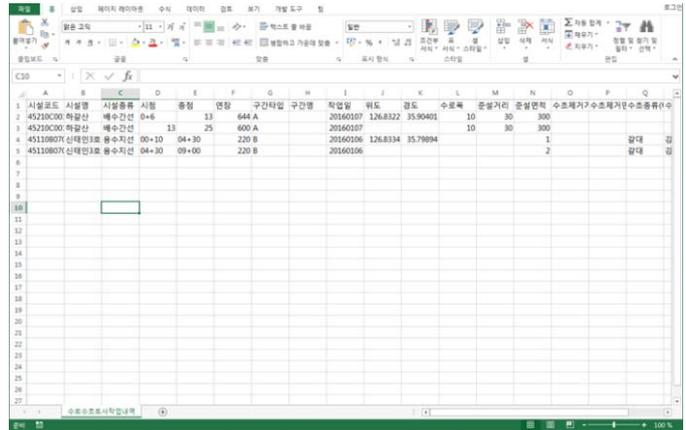
시점	길이	종류	구간명	횟수
0+0	6	C	제1호	
0+6	644	A		1
13	600	A		1
25	6	C	제2호	
25+6	44	A		

③ 검색 결과에 조회 조건에 해당하는 결과가 표시된다. 결과는 용배수로명과 구간정보, 작업내역 횟수이다.

④ 지도상의 위치로 이동할 경우에는 검색 결과에서 용배수로를 선택하면 해당 시설로 이동되고, 구간목록에서 선택하면 선택한 용배수로의 구간이 표시된다.

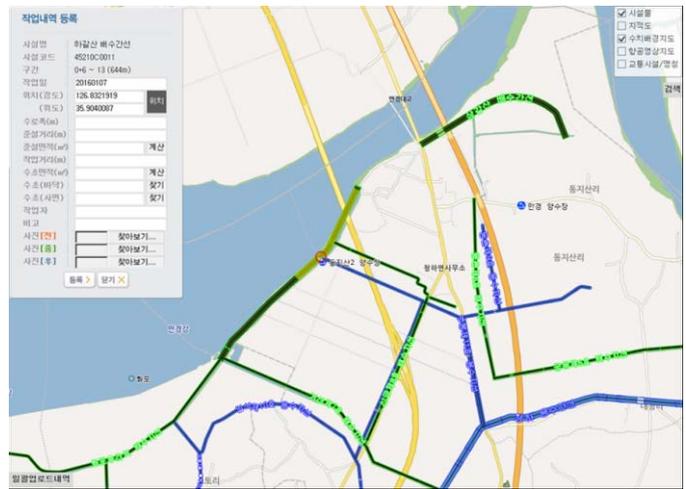


- ⑤ 엑셀 버튼을 클릭하면, 조회 조건에 해당하는 결과가 엑셀로 저장된다.



○ 작업내역 등록

- ① 작업내역을 등록하려면 지도 영역에서 등록할 위치를 지정한다. 지정한 구간에 작업내역이 존재하는 경우에는 작업내역 조회 및 관리 화면이 표시되고, 존재하지 않는 경우에는 작업내역 등록 화면이 표시된다.



작업내역 등록

시설명: 하갈산 배수관선
 시설코드: 45210C0011
 구간: 0+6 ~ 13 (644m)
 작업일: 20160107
 위치(경도): 126.8321919 [위치]
 (위도): 35.9040087
 수로폭(m): 10
 준설거리(m): 30
 준설면적(m²): 300 [계산]
 작업거리(m):
 수초면적(m²): [계산]
 수초(바닥): [찾기]
 수초(사면): [찾기]
 작업자: 장수로
 비고: 테스트준설작업
 사진 [전]: C:\WUse 찾아보기...
 사진 [중]: C:\WUse 찾아보기...
 사진 [후]: C:\WUse 찾아보기...

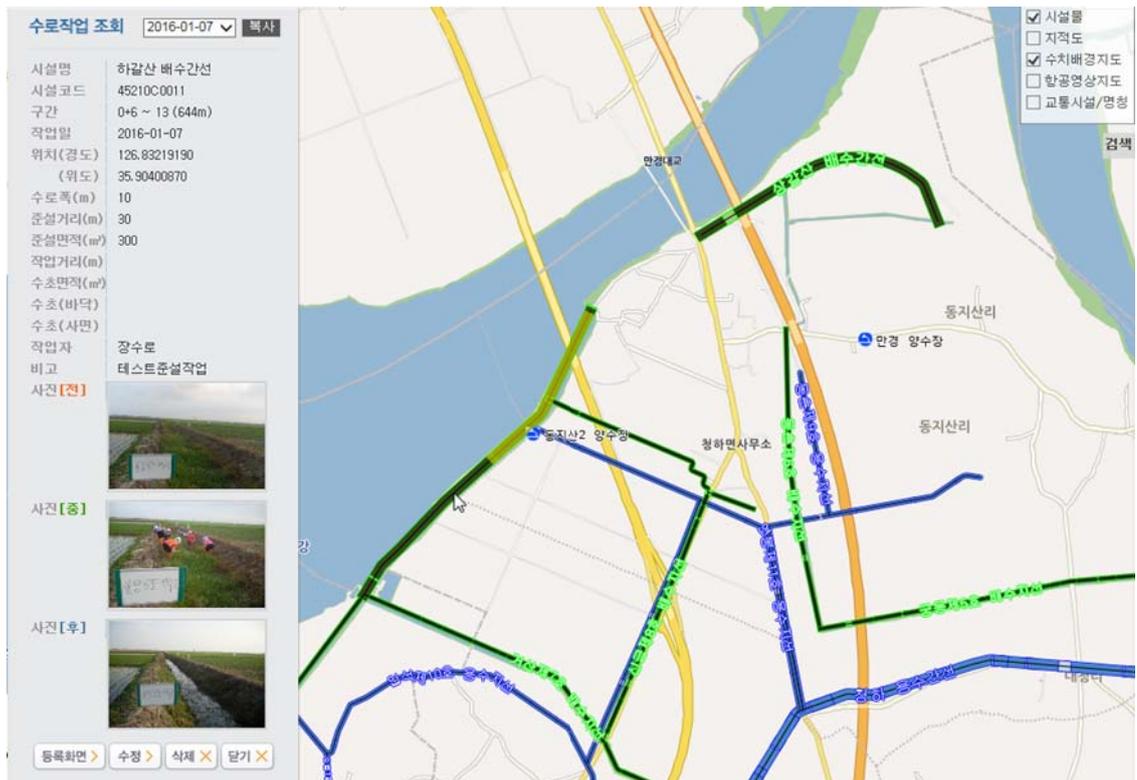
[등록 >] [닫기 X]

- ② 작업내역을 입력/선택한 후 등록 버튼을 클릭한다.
- 수로폭(m) : 시설의 수로 폭원 입력
 - 준설거리(m) : 준설 작업 거리 입력
 - 준설면적(m²) : 수로폭과 준설거리로 자동 계산
 - 작업거리(m) : 수초제거 작업 거리 입력
 - 수초면적(m²) : 수로폭과 작업거리로 자동 계산
 - 수초(바닥) : 수로바닥의 수초 선택
 - 수초(사면) : 수로사면의 수초 선택
 - 작업자, 비고
 - 사진 : 작업 전, 중, 후 사진 선택

③ 수로바닥의 수초와 수로변의 수초를 선택한다.



④ 등록버튼을 클릭하면 입력한 작업내역이 작업내역 창에 표시된다.



○ 작업내역 수정

수로작업 조회 2016-01-07 복사

시설명 하갈산 배수간선
 시설코드 45210C0011
 구간 0+6 ~ 13 (644m)
 작업일 2016-01-07
 위치(경도) 126.83219190
 (위도) 35.90400870
 수로폭(m) 10
 준설거리(m) 30
 준설면적(m²) 300
 작업거리(m)
 수초면적(m²)
 수초(바닥)
 수초(사면)
 작업자 장수로
 비고 테스트준설작업
 사진 [전] 
 사진 [중] 
 사진 [후] 
 등록화면 > 수정 > 삭제 X 닫기 X

① 작업내역을 수정하려면 지도 영역에서 작업내역이 등록된 구간을 선택하면, 등록된 작업내역을 조회할 수 있다.

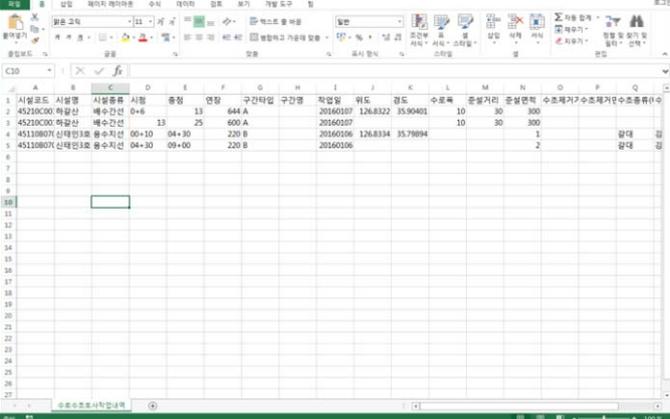
② 작업내역 조회 창에서 수정 버튼을 클릭하면 작업내역 수정 화면이 표시된다. 수정할 내용을 입력한 후에 저장 버튼을 클릭한다.

수로작업 수정

시설명 하갈산 배수간선
 시설코드 45210C0011
 구간 0+6 ~ 13 (644m)
 작업일 2016-01-07
 위치(경도) 126.83219190 위치
 (위도) 35.90400870
 수로폭(m) 10
 준설거리(m) 30 계산
 준설면적(m²) 300
 작업거리(m)
 수초면적(m²) 계산
 수초(바닥) 찾기
 수초(사면) 찾기
 작업자 장수로
 비고 테스트준설작업
 사진 [전] 삭제 찾아보기...
 사진 [중] 삭제 찾아보기...
 사진 [후] 삭제 찾아보기...
 저장 > 닫기 X

○ 엑셀 저장

① 작업내역을 조회 조건에 따른 결과를 엑셀에 저장하려면, 조회 조건을 지정한 후에 엑셀 버튼을 클릭한다.



번호	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	시설코드	시설명	시공종류	시정	종칭	연장	구간타입	구간명	작업일	위도	경도	수로폭	준설거리	준설면적	수초제거구간수	수초제거구간수	수초제거구간수
1	45210C00	하갈산 배수간선	배수간선	0+6	13	644 A			20160107	126.8322	35.90401	10	30	300			
2	45210C00	하갈산 배수간선	배수간선	13	25	600 A			20160107			10	30	300			
3	45110807	신채인3로 용수지선	용수지선	0+10	04+30	220 B			20160106	126.8334	35.79894			1			확대
4	45110807	신채인3로 용수지선	용수지선	04+30	09+00	220 B			20160106					2			확대

○ 사업별 관리

작업내역 관리

본부:
 지사:
 시설구분:
 시설명:
 작업년도:
 작업종류: 준설 수초제거

검색결과

- 633 춘하 배수지선
- 634 탄상 배수지선
- 635 평산 배수지선
- 636 평산 용수지선
- 637 포내 배수지선
- 638 하갈산 배수간선
- 639 하남 용수지선

① 사업별 관리에 작업 내역을 추가하기 위하여 리포트 출력 버튼을 클릭하면 사업별 관리창이 표시된다.

사업명 :
 준설 :
 지사 :

<input type="checkbox"/>	시설명	시점	작업일

② 사업별 관리 창에서 기존의 유지보수 사업을 선택할 경우에는 사업명 콤보상자를 선택하고, 유지보수 사업을 추가할 경우에는 추가인 상태에서 준설 또는 수초제거 구분을 선택한 후에 사업명을 입력하고 확인 버튼을 클릭한다.

사업명 :
 지사 :

<input checked="" type="checkbox"/>	시설명	시점	작업일

③ 유지보수 사업이 추가된 화면이며, 준설 또는 수초제거 작업내역을 창 하단에 추가, 삭제, 적용 버튼으로 구성할 수 있다.

사업명 :
 지사 :

<input type="checkbox"/>	시설명	시점	작업일
<input type="checkbox"/>	하갈산 배수간선	0+6	20160107
<input type="checkbox"/>	하갈산 배수간선	13	20160107
<input type="checkbox"/>	신태인3호 용수지선	00+10	20160106
<input type="checkbox"/>	신태인3호 용수지선	04+30	20160106

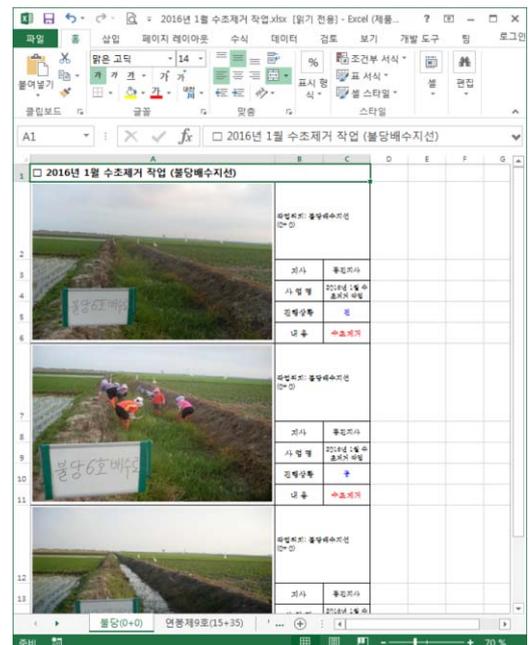
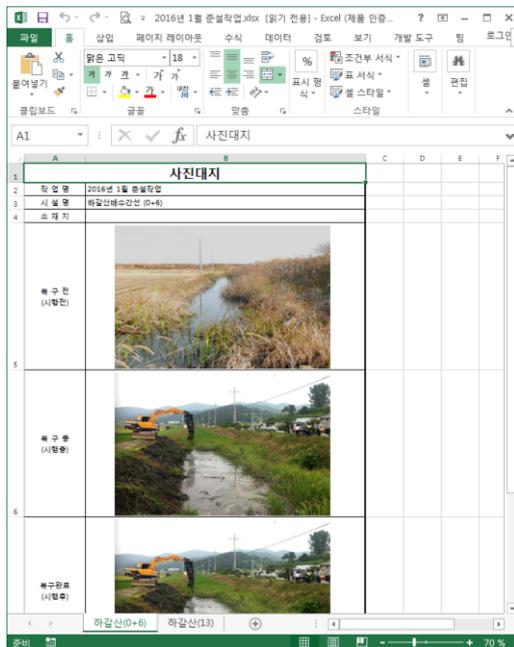
④ 추가 버튼을 클릭하면 작업내역 관리창의 조회 조건에 해당하는 작업 내역이 유지보수 사업 작업에 추가된다.

⑤ 작업내역에서 체크 후 삭제 버튼을 클릭하면 체크한 해당 내역이 삭제된다.

⑥ 적용 버튼을 클릭하면 지정한 유지보수 사업의 작업내역으로 저장된다. 저장된 유지보수 사업은 DB에 저장이 되어 재활용 가능하다.



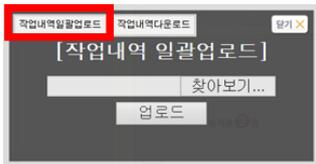
⑦ 엑셀 버튼을 클릭하면 현 유지보수 사업에 해당하는 작업내역이 준설 또는 수초제거 보고서 출력 형식으로 엑셀로 저장된다.



6) 자료 입출력 관리



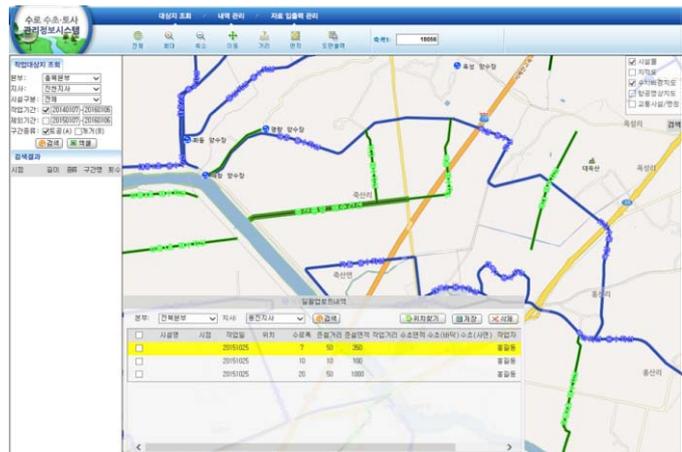
○ 작업내역 일괄 업로드



① 상단 메뉴에서 자료 입출력 관리 메뉴를 선택하면, 화면 중앙에 자료 입출력 관리창이 표시된다.

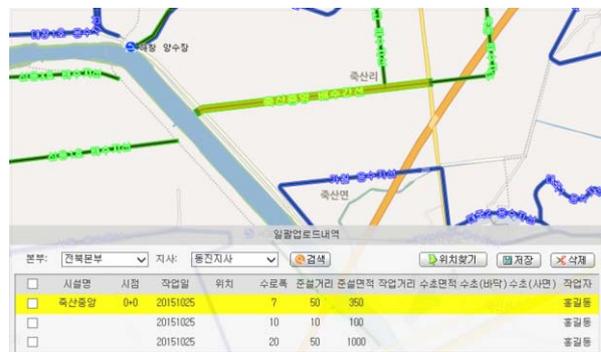
② 찾아보기 버튼을 클릭하여 일괄업로드할 파일을 선택하고 업로드 버튼을 클릭하면 업로드할 엑셀 파일의 작업내역이 업로드된다.

③ 일괄업로드된 작업내역은 임시로 저장된 내역이며, 실제 등록하기 위해서는 작업내역의 위치를 지정하여야 한다.



④ 작업내역의 해당하는 시설과 구간의 위치를 지도 영역에서 찾아서 등록한다.

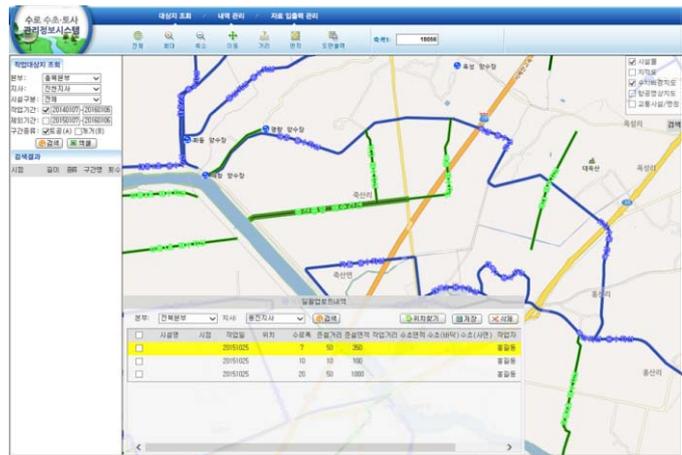
⑤ 위치 지정은 일괄업로드 내역에서 목록을 선택한 후 위치찾기 버튼을 클릭한다.



⑥ 지도에서 해당 위치를 클릭하면 해당 시설명과 구간이 지정된다. 위치가 없는 일괄업로드 내역을 동일한 방법으로 위치를 지정한다.

⑦ 위치를 지정한 작업내역을 체크한 후 저장 버튼을 클릭하면 해당 임시 업로드 내역이 작업내역으로 등록된다.

⑧ 작업내역 정리 후 필요없는 임시 업로드 내역은 체크상자를 선택하고 삭제 버튼을 클릭하여 삭제한다.



○ 작업내역 일괄 다운로드



① 작업내역을 다운로드할 본부, 지사, 작업년도를 지정한 후 엑셀저장 버튼을 클릭하면, 지사별 전체 작업내역이 엑셀 파일로 저장된다.

3. 공간정보 기반의 모바일시스템

1) 레이어 제어

- ① 배경 레이어를 제어할 수 있으며, 배경 레이어로는 브이월드 교통시설/명칭과 브이월드 수치지도, 브이월드 항공사진에 시설이 매쉬업되어 표시된다.
- ② 지도 영역에 표시할 레이어의 옵션 또는 체크 상자를 체크하면, 체크된 레이어가 표시된다.



2) 현재 위치로 이동

- ① 도구상자 중  현재 위치로 이동 버튼을 클릭한다.
- ② 모바일 기기의 GPS를 통해 현재 위치를 전송 받아 지도 영역에 현재의 위치가 표시된다.



3) 작업내역 조회

① 도구상자에서 내역조회 버튼을 클릭하면, 작업내역 조회 화면이 표시된다.

② 작업내역을 조회하기 위하여 해당 위치로 이동하기 위하여 조회 조건인 전북본부와 동진지사를 선택한 후 조회 버튼을 클릭한다. 조회 조건 결과에 지도 영역에 표시된다.



③ 지도영역에서 작업내역을 조회할 용배수로의 구간을 클릭하면, 작업내역 조회 화면이 표시된다.

④ 작업내역을 추가 등록하거나 삭제할 경우에는 조회 화면 상단의 작업등록 및 삭제 버튼을 클릭한다.



4) 수초도감

① 도구상자에서 수초도감 버튼을 클릭하면, 수초도감 조회 화면으로 전환된다.

② 도구상자 하단에 수로바닥 버튼을 클릭하면 수로바닥에 해당하는 수초명이 화면에 표시된다. 수로바닥 30종

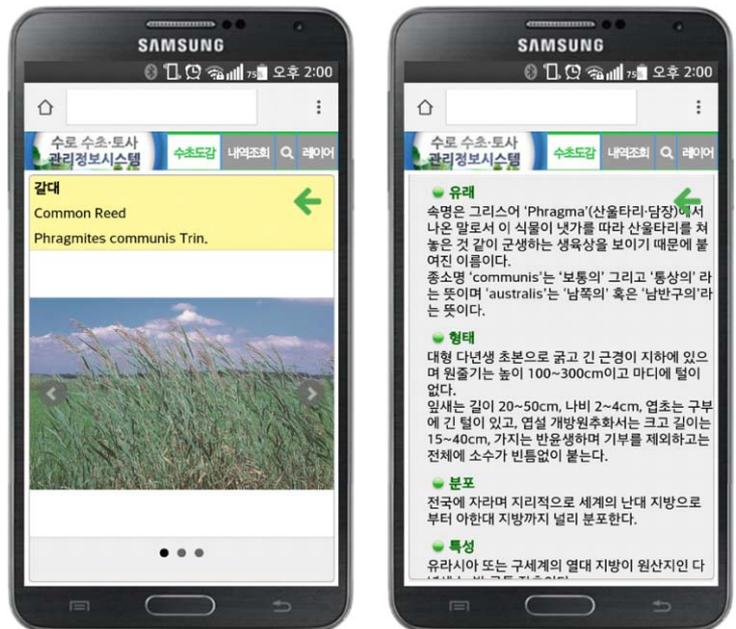
③ 도구상자 하단에 수로사면 버튼을 클릭하면 수로사면에 해당하는 수초명이 화면에 표시된다. 수로사면 30종



④ 수초 정보를 조회하기 위하여 수로바닥의 갈대 버튼을 클릭한다.

⑤ 갈대의 정보를 조회할 수 있으며, 수초 사진은 좌우로 스크롤하여 조회한다.

⑥ 갈대의 정보는 수초명의 우측에 있는 화살표를 선택하여 수초의 정보가 조회된다.



※ 수초의 정보는 사진, 유래, 형태, 분포, 종류, 특성, 제조시기 및 방법 등이 있다.

5) 작업내역 등록

① 작업내역을 등록하려면, 용배수로의 구간을 클릭한다.



② 작업내역 등록화면이 표시되며, 기존 등록된 작업내역이 존재하는 경우에는 자동으로 조회화면이 표시된다.



③ 준설 또는 수초제거 작업 내용을 입력한다.

④ 사진을 등록하기 위해서는 파일선택 버튼을 클릭하여 작업 전/중/후 사진을 등록한다. 선택 방법은 모바일 기기의 갤러리에서 사진을 선택하거나 카메라로 찍어서 등록할 수 있다.



⑤ 작업내용을 입력한 후 저장 버튼을 클릭하여 작업 내용을 저장한다.

