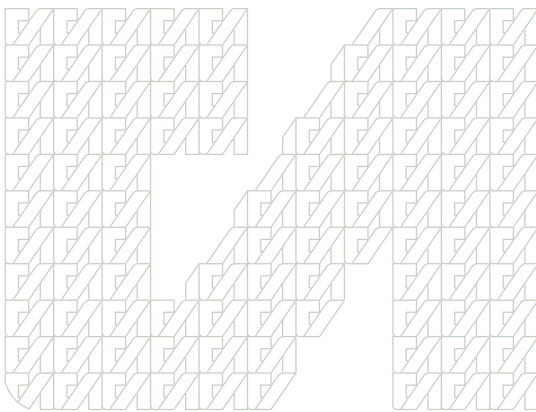


대전광역시 소하천 유지관리방안

이 재 근



기본연구 2020-05

대전광역시 소하천 유지관리방안

이 재 근

연구책임

• 이재근 / 도시기반연구실 책임연구위원

공동연구

• 이은재 / 도시기반연구실 책임연구위원
• 문충만 / 미래전략실 책임연구위원

기본연구 2020-05

대전광역시 소하천 유지관리방안

발행인 정 재 근

발행일 2020년 11월

발행처 대전세종연구원

34863 대전광역시 중구 중앙로 85(선화동)

전화: 042-530-3500 팩스: 042-530-3528

홈페이지 : <http://www.dsi.re.kr>

인쇄: (주)믹스위즈 TEL 070-8278-3343

이 보고서의 내용은 연구책임자의 견해로서 대전광역시와 세종특별자치시의 정책적 입장
과는 다를 수 있습니다.

출처를 밝히는 한 자유로이 인용할 수 있으나 무단 전재나 복제는 금합니다.

요약 및 정책건의

■ 연구배경 및 필요성

○ 대전시 도심의 하천 관리의 문제점 (연구배경)

- 오염을 생산하고 배출하는 인구의 증가
- 생산활동에 의한 오염배출의 다양화 : 산업, 축산, 농업에서의 배출
- 미흡한 하수도시설의 존재 : 하수관거의 오점·누수·월류, 단독정화 시설
- 많은 비점배출 오염의 존재 : 도로 등 대지에서의 오염물질 유출, 축산 및 농업에 사용된 비료 및 농약 등의 유출
- 도심하천 시설물 : 하상도로, 하상주차장, 갑천가동보, 농업용 보 등 생활의 편의시설로 인한 오염물질의 퇴적 및 유출
- 명확하지 않은 불명오염원 : 오염원으로 확인되지 않은 불명확한 오염물질의 배출로 예측되지 않는 수질의 악화 발생

○ 대전시 소하천 관리의 필요성

- 대전시 하천은 총 115개소로 곳곳에 모세혈관처럼 넓게 퍼져있으며 북쪽으로 금강, 대전시 중앙을 관통하는 갑천, 갑천의 지류인 유등천 그리고 유등천의 지류인 대전천은 대전을 대표하는 하천임
- 대부분 BOD 기준으로 II등급의 하천수질을 가지고 있으며 하류로 갈수록 많은 오염이 누적되어 수질이 악화되고 있음
- 대전시에 위치한 대부분의 소하천은 관리계획이 수립되어 있지 않고, 홍수방지를 위한 정비 위주로만 일부가 관리되고 있는 상황임
- 이러한 소하천은 관리되지 않은 오염물질의 유출, 생태계를 고려하지 않은 치수 위주의 관리계획, 명확치 않은 관리주체, 인근 주민과의 낮은 상호관계 등의 문제가 있어, 소하천의 기능을 부여해야 할 필요가 있음

■ 연구방법

- 대전시의 하천 수질 모니터링 결과 조사 및 검토
 - 환경부 수질측정망 물환경정보시스템, 대전광역시 보건환경연구원 자료
- 모니터링 결과의 분석
 - 갑천 주요지점의 수질(BOD, T-P) 변화 확인 및 그 원인 검토
 - 대전시의 하천관리 관련계획의 조사(수립년도, 목적 등)
- 대전시 하천의 자연화 및 수질개선을 위해 검토할 요인
 - 도시의 팽창 : 인구의 증가 등 자연적 변화요인
 - 하수도시설의 설치 : 하수처리장 설치 및 질소, 인 등을 추가 처리하기 위한 추가 설치 여부
 - 하수관거 재정비 사업의 진행 : 합류식관거의 분류식관거 전환으로 인한 CSOs의 배출 감소
 - 비점오염원 및 불명오염원의 관리 : 합류식지역의 저류조, 미세먼지 저감을 위한 청소차의 도입 및 불명오염원의 모니터링 문제점 해결

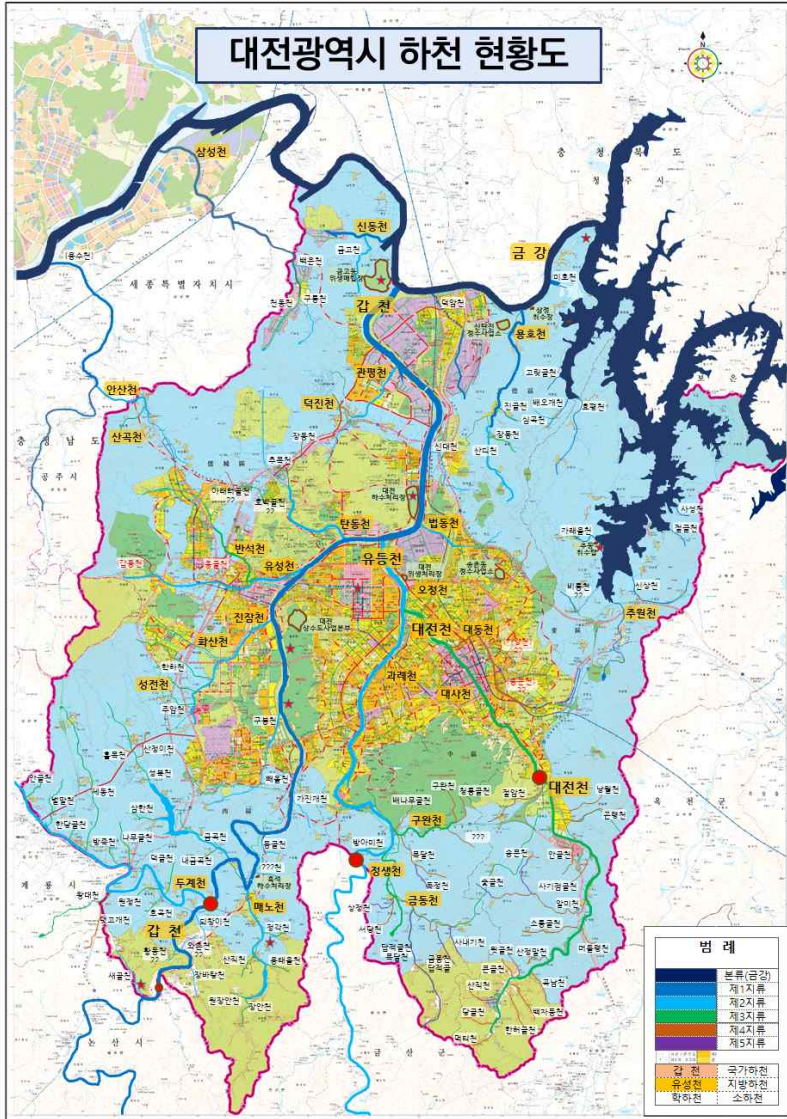
■ 연구결과

1) 대전시 하천현황 조사

- 대전시 하천 현황 정리
 - 대전시는 금강, 갑천, 유등천, 대전천의 국가하천 4개소, 주원천을 비롯한 지방하천 26개소, 사성천을 비롯한 소하천이 85개소가 있음
- 소하천 직접조사 결과
 - 85개 소하천의 시점 및 종점이 일치하지 않는 경우가 많이 발생하여 모

든 소하천에 대하여 좌표를 확인하고 현장을 답사하는 과정을 거침

- 금강을 본류로 하여 제1지류(갑천, 제2지류(유등천, 두계천, 진잠천 등), 제3지류(안골천, 장안천, 성북천 등), 제4지류(홀목천, 장동천, 서당천 등), 제5지류(상정천, 답적골천, 독정천 등)의 우수계통을 하천별로 제시 하였으며, 소하천은 대부분 제3지류 이하에 분포하였음



○ 자료의 오류 확인을 위한 현장조사 수행

- 85개 소하천의 시점 및 종점이 일치하지 않는 경우가 많이 발생하여 모든 소하천에 대하여 좌표를 확인하고 현장을 답사하는 과정을 거침
- 모든 소하천의 시점 및 종점을 GPS 좌표화하고 가장 인접한 주소를 확인하는 절차를 수행하였음
- 또한, 하천의 환경을 검토할 수 있도록 하상구조, 정비상태, 인근 오염물질의 영향 등을 동시에 확인하였음



하천 모니터링: 옹호천 종점 현장



하천 모니터링: 옹호천 시점 현장

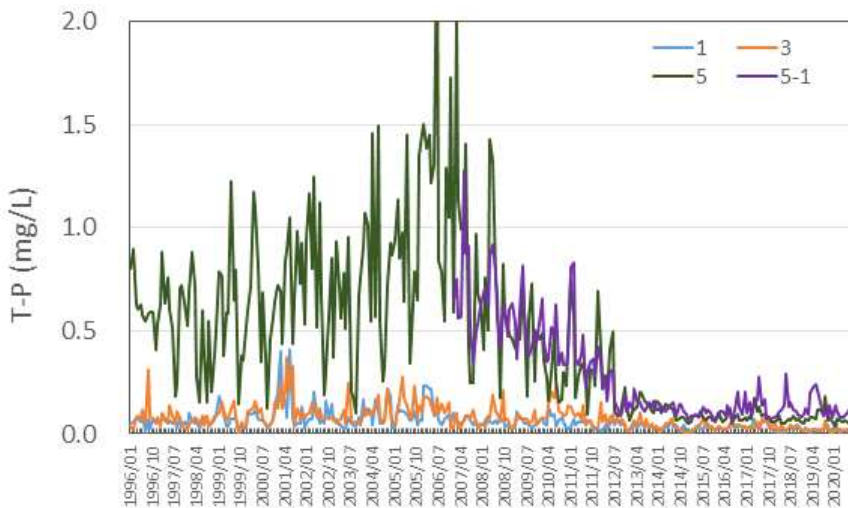
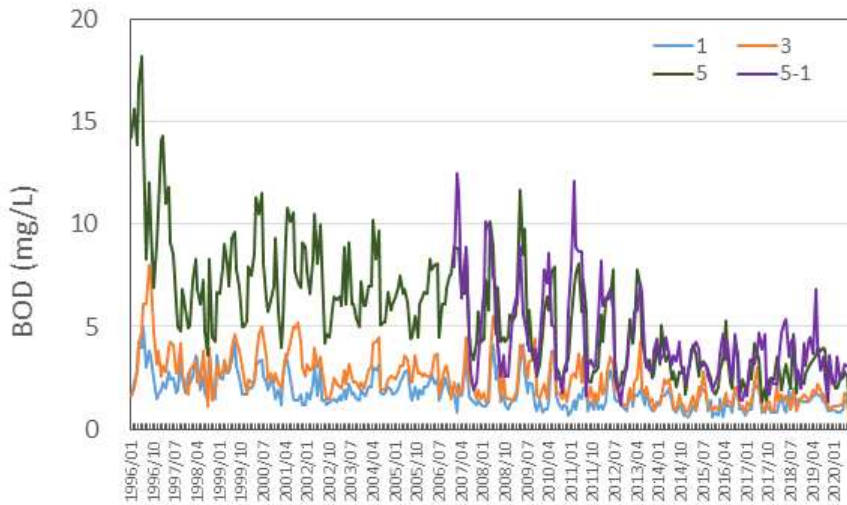
2) 갑천 주요지점의 수질 변화

○ 갑천 내 수질측정 지점

- 하수도 시설이 설치되지 않았을 경우 대전천 및 갑천하류의 BOD 수질이 50 mg/L 이상을 나타내기도 하였지만, 1989년 대전하수처리장을 도입한 이후 하천 전체의 수질이 크게 개선됨
- 2005년 수질오염총량제의 시작과 함께 하천에 배출되는 점 및 비점오염원의 삭감계획이 적극적으로 수립이 되었음
- 2008년의 고도처리시설 도입, 2012년의 총인처리시설 설치는 T-N과 T-P의 수질 개선만이 아니라 BOD 또한 효과를 얻음. 특히 총인처리시설의 적용은 하수처리장에서의 계절별 유출농도 변화가 거의 없는 안정

적인 방류수질을 얻을 수 있었음

- 2019년과 2020년의 건기에 해당하는 1~6월 수질은 갑천3 지점의 0.079 mg/L에서 갑천5 지점에서는 0.059 mg/L로 감소하였는데, 이는 갑천가동보가 수위를 낮춤으로써 유속이 증가하여 하천퇴적물의 영향이 줄어들었기 때문으로 판단됨



3) 검토하여야 할 소하천 관련 법령 및 소하천 관리방안

○ 소하천정비법

- 소하천정비종합계획의 수립 : 소하천 등 정비와 그 유지관리는 이 법 또는 다른 법률에 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 소하천을 지정한 구청장이 관장함
- 소하천정비종합계획에는 ①소하천 등 정비에 관한 기본 방침, ②수계별 소하천망의 구성, ③재해예방 및 환경개선과 수질 보전에 관한 사항, ④ 소하천 등의 다목적 이용과 주민의 소득 증대에 관한 사항, ⑤그 밖에 대통령령으로 정하는 사항을 제시함
- 소하천정비중기계획의 수립 : 관리청(구청)은 총리령으로 정하는 바에 따라 5년마다 종합계획에 따른 소하천정비중기계획을 수립하여야 함
- 소하천정비시행계획의 수립 : 관리청(구청)은 중기계획에 따라 소하천등 정비를 시행하려면 소하천정비시행계획을 수립하여야 함

○ 국내·외 사례로 알아본 소하천 관리방안

- 빗물유출의 저감 및 비점오염물질 유입을 저감시키는 LID기법의 적용, 빗물이용의 활성화
- 기후변화 등에 의한 홍수 및 가뭄 영향의 분석 및 정비방안
- 열화상영상 및 위성데이터를 이용한 도심의 소하천 주변 열섬현상의 저감 모니터링 및 오염물질의 이동경로 분석
- 소하천의 종합(수리, 수질, 생태계 등) 관리를 위한 방안 및 복원을 위한 모델의 제시
- 소하천의 수질관리 방안 및 실시간 모니터링 및 수질모델링의 적용
- 소하천유역 저류조 설치 등의 시설 설치에 대한 타당성 분석
- 소하천 경관을 정비하기 위한 검토 시스템의 마련
- 소하천의 기능 강화를 위한 환경교육 프로그램의 탐구

4) 모니터링 사례

분류	제1지류	제2지류	제3지류	제4지류	제5지류	하천등급
금강	갑천	유등천	대전천	먹티천		소하천

시점: 동구 하소동 산29-1(산내동 561), N36.207953, E127.429321, 264 m

종점: 동구 하소동 471, N36.210168, E127.438894, 204 m (기울기 63/1,000)



하천구조	산지형 400 m - 산지+농지형 400 m - 마을형 150 m
하천폭	2~3 m (V형) - 4~5 m (U형) - 5~10 m (L형)
하천제방	자연형 - 돌망태, 자연석+콘크리트 - 자연석+콘크리트
하천바닥	자연형(자갈) - 자연형(모래 및 자갈) - 자연형(모래 및 자갈)

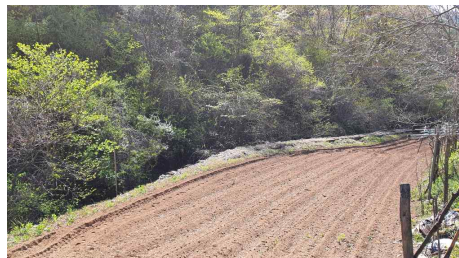
일반특징	
해당 소유역	갑천A00
접근성	- 버스 : 501 (버스정류장 : 가목정마을 14000(만인산공원 방면), 14010(대전제2시립노인병원 방면)
역사 문화 스토리	- 먹티천의 종점은 지방하천 대전천의 지방하천 시점과 일 치함

오염원 (관리 및 영향) 매우나쁨 1, 나쁨 2, 보통 3, 좋음 4, 매우좋음 5

현 장 오 염 조 사	자연 유출	4	임야 나뭇잎, 자연 퇴적물
	퇴적물	4	자연퇴적물 있음
	일반쓰레기	3	생활쓰레기 있음
	영농폐기물	5	영농폐기물 없음
	마을 오수	4	중류 이후 단독정화 오수 유출
	축산 폐수	5	축산 없음
	공장 폐수	5	공장 없음
	기 타		차돌뱅이골, 옷드루골, 아래바시락골, 아래드무골, 가랑이골



상류에 버려진 쓰레기



상류의 농지

인근 주요시설

주요시설	옛터민속박물관, 대전광역시립 제2노인전문병원, 금산군 중부대학교 충청캠퍼스, 태조태왕태실
자연현황	만인산, 만인산 자연휴양림



옛터민속박물관



만인산 자연휴양림



만인산



중부대학교



대전광역시립 제2노인전문병원

하천 평가

야생동식물 서식지	3	일반적인 생물다양성을 보임
수질	4	시각적으로 비교적 양호한 수질을 보임
유량	2	유역이 크지 않으며 적은 유량이 흐름
호안 및 제방 보호	4	양호한 제방이 구축되었지만 인공적 특성이 있음
경관, 레크레이션	3	일반적 경관을 가지며 일부구간에서 낚시터로 활용
평균	3.2	

평가 : 대전천 최상류에 입지한 경사도가 큰 산지형 하천으로, 먹티천을 중심으로 농촌과 산촌의 특성을 가진 마을의 특성을 유지하는 것으로 판단됨

관리방안

- 하천으로의 쓰레기 및 하천과 밀접한 농지에서 유출되는 오염을 관리
- 낚시터에서의 오염유출이 최소한이 되도록 노력이 필요
- 먹티천을 중심으로 유역주민들의 자발적인 관리가 효율적일 것으로 판단됨



최하류 지점의 먹티천 소개



중류의 소규모 마을



중류에서 바라본 적은 유량



상류의 전형적 산지형 하천의 모습

■ 향후 소하천 관리를 위한 정책건의

1) 소하천 관리를 위한 모니터링의 추진

○ 모니터링 주체

- 관리의 주체는 구청이 되며, 효율적인 운영 및 관리를 위해 소하천 인근 마을협의체 및 관련 비영리법인 등이 위탁하는 방향이 적합
- 어느 하나의 조직이 수행하는 것이 아니라 구가 소하천관리종합계획의 수립 및 행정·재원의 지원을 수행하고, 마을협의체 등이 직접 모니터링 및 관리를 수행하며, 검토는 연구기관 및 소하천관리센터(가칭) 등이 지원하는 형태가 적합할 것임

○ 모니터링 항목

- 치수, 이수 관련 : 유량, 하천 폭, 소하천 호안의 상태, 소하천 바닥의 상태 (물리적 구성, 훼손 여부 등)

○ 모니터링 주체

- 수질 관련 : 하천등급에 관련한 수질항목 (pH, DO, BOD, SS, T-N, T-P, 대장균군, 일반세균 등)

○ 모니터링 주기

- 유량 관련 : 유량 특성을 검토할 수 있도록 갈수기, 저수기, 평수기, 홍수기별로 1회 이상 측정
- 수질 관련 : 수질 특성을 검토할 수 있도록 갈수기, 저수기, 평수기, 홍수기별로 1회 이상 측정
- 경관, 생태계 관련 : 경관 및 생태계 특성을 검토할 수 있도록 계절별 1회 이상 측정

2) 소하천정비종합계획 등의 추진

- 소하천관리 관련 조례·훈령 및 소하천관리위원회의 설치
 - 소하천관리의 근거가 될 수 있는 「소하천관리위원회 조례(가칭)」의 제정
 - 소하천정비법 제26조에 의거하여 광역소하천관리위원회 및 기초소하천관리위원회를 운영
- 소하천정비종합계획 등의 수립
 - 우선적으로 소하천정비법에서 포함하고 있는 소하천정비종합계획, 소하천정비중기계획 및 소하천정비시행계획을 수행
 - 유로의 변경, 기능의 상실, 선형변경 등 변화하는 소하천의 환경을 적용하기 위하여 현재 고시되어 있는 소하천 구간을 조정

3) 소하천 관리를 위해 필요한 추가 관리계획의 추진

- 소하천 인근의 주민이 주체가 되어 관리할 수 있는 관리계획을 수립
 - 규모가 작은 소하천의 특성상, 소하천에 인접한 민간단체가 주체가 되어 신속하고 적극적으로 관리할 수 있는 방안을 마련
- 소하천 관리를 위한 실행근거의 마련
 - 소하천의 관리를 위한 조례 및 소하천관리위원회의 구성을 위한 실행근거가 미흡하므로, 이를 마련하여 소하천 관리를 위한 실행근거를 마련
- 관리를 위한 현장조사 및 관련 데이터의 손쉬운 업데이트
 - 야장 없이 누구나 업데이트 할 수 있는 소하천 모니터링 데이터(유량, 수질, 오염상태, 생태계 등)의 업데이트를 위한 시스템의 구축
- 소하천 관리보고서의 작성 및 매뉴얼의 제시
 - 소하천의 상태를 표현할 수 있는 대전시 85개 하천의 관리를 위한 보고서의 작성이 필요하며, 이의 작성 매뉴얼을 제시

- 소하천 관리자를 교육하고 통합운영할 수 있는 소하천관리센터의 운영
 - 민간단체에서 관리하는 85개 소하천의 관리 여부 확인 및 관리자 등의 교육 등을 전담할 수 있는 센터를 대전시(혹은 5개 구)에서 운영
- 적극적인 관리를 유도하는 하천관리 경진대회 및 인센티브 등의 진행
 - 각 민간단체는 관리하고 있는 하천관리 장점을 홍보하고, 타 민간단체에서 관리하고 있는 소하천의 관리방법을 습득할 수 있는 하천관리 경진대회를 개최하고, 우수 사례에 대한 인센티브 등을 부여

차 례

1장 연구의 개요	1
1절. 연구의 배경 및 필요성	3
2절. 연구의 목적	6
3절. 연구방법 및 주요내용	7
2장 대전시 하천현황 및 소하천 관리 사례	9
1절. 대전시 하천현황 조사	11
1. 대전시 하천 및 유역의 분류	11
2. 대전시 하천 조사방법	13
3. 대전시 하천의 조사결과	14
2절. 대전시 하천수질의 변화	22
1. 주요 하천의 수질변화	22
2. 갑천 주요지점의 모니터링 결과 검토	24
2. 갑천 주요지점의 모니터링 결과 검토	26
3절. 소하천 관리방안 조사 및 검토	20
1. 소하천 관련 법령 및 제도	26
2. 국내외 하천관리 방향	38
3장 대전시 소하천 관리방안의 제안	65
1절. 소하천 모니터링 계획의 수립	67
2절. 소하천정비종합계획 등의 수립	73

1. 소하천정비종합계획의 주요 내용	73
2. 소하천정비중기계획 및 소하천정비시행계획	79
3. 대전시 소하천 관리를 위한 추가 관리계획	80
4장 결론 및 정책제언	85
1절. 결론	87
2절. 정책제언	90
참고문헌	93

표 차례

[표 2-1] 대전시 하천 총괄	11
[표 2-2] 대전시 유수의 계통에 따른 하천의 구분 - 금강 유역	14
[표 2-3] 대전시 유수의 계통에 따른 하천의 구분 - 갑천유역 1	15
[표 2-4] 대전시 유수의 계통에 따른 하천의 구분 - 갑천유역 2	16
[표 2-5] 대전시 유수의 계통에 따른 하천의 구분 - 갑천유역 3	17
[표 2-6] 대전시 유수의 계통에 따른 하천의 구분 - 유등천유역	18
[표 2-7] 대전시 유수의 계통에 따른 하천의 구분 - 대전천유역 1	19
[표 2-8] 대전시 유수의 계통에 따른 하천의 구분 - 대전천유역, 금강하류유역	20
[표 2-9] 대전시 갑천 수질측정 지점	23
[표 2-10] 물수요관리의 종류	31
[표 2-11] 소하천의 규모	32
[표 2-12] 하천관리체계	32
[표 2-13] 하천등급별 관리체계	33

그림 차례

[그림 1-1] 대전시 하천의 언론 검색어	4
[그림 2-1] 수질오염총량제에서 정의하는 소유역의 구분	12
[그림 2-2] 하천 모니터링: 용호천 종점 현장	13
[그림 2-3] 하천 모니터링: 용호천 시점 현장	13
[그림 2-4] 대전광역시 115개 하천 현황도	21
[그림 2-5] 갑천 모니터링 지점의 BOD 수질변화 (1996~2010년)	24
[그림 2-6] 갑천 모니터링 지점의 T-P 수질변화 (1996~2010년)	25
[그림 2-7] 갑천3 및 갑천5 지점의 BOD 비교 (1996~2010년)	26
[그림 2-8] 갑천3 및 갑천5 지점의 T-P 비교 (1996~2010년)	27
[그림 3-1] 창원시 소하천관리 과업위치도	74
[그림 3-2] 대방천 현황 및 구간조정 사유	75
[그림 3-3] 대방천 하도의 횡단 현황	76
[그림 3-4] 소하천의 공간환경 관리방안	77
[그림 3-5] 소하천의 수질보전 대책	77
[그림 3-6] 하천공간 정비계획, 아름다운 소하천 가꾸기	77
[그림 3-7] 시나리오에 따른 소하천 홍수량 산정	78
[그림 3-8] 소하천 시설물, 자연형 어도 시공사례	78
[그림 3-9] 주민참여형 수질개선 거버넌스 모델	83

연구의 개요

- 1절. 연구의 배경 및 필요성
- 2절. 연구의 목적
- 3절. 연구방법 및 주요내용

1장

1장 연구의 개요

1절. 연구의 배경 및 필요성

1) 배경

○ 대전시 하천의 특성

- 대전시는 국가하천 4개소 352.82 km, 지방하천 26개소 119.81 km, 소하천 85개소 131.81 km가 지정되어 있음
- 총 115개소로 대전시 곳곳에 모세혈관처럼 넓게 퍼져있으며 북쪽으로 금강, 대전시 증양을 관통하는 갑천, 갑천의 지류인 유등천 그리고 유등천의 지류인 대전천은 대전을 대표하는 하천임
- 대부분 BOD 기준으로 II등급의 하천수질을 가지고 있으며 하류로 갈수록 많은 오염이 누적되어 수질이 악화되고 있음
- 원도심을 통과하는 유등천 하류 및 대전천 하류는 비점오염 배출에 의한 전형적인 도심하천의 특성을 가지며, 고수부지에는 주차장 및 도로가 이용되고 있음
- 유등천 합류 이후의 갑천 하류는 200~300 m의 넓은 하폭을 가지고 있지만 유량이 적어 유속이 낮아지는 특성이 있음
- 갑천 및 유등천 상류는 양호한 하천환경을 유지하여 감돌고기, 미호종개와 같은 맑은 하천의 지표종을 보유하는 등 구간별로 우수한 환경을 보유하고 있음
- 반면, 대부분의 소하천은 관리계획이 수립되어 있지 않고 홍수방지를 위한 정비 위주로만 관리가 되어있는 상황임
- 갑천 상류는 논산시 일부를 통과하여 대전시에 연결이 되는데 비교적 양호한 수질을 보이며, 두계천은 계룡시를 통과하여 갑천에 합류하게 되

- 는데 하수처리장 방류수 등이 유입되어 유입수질은 양호하지 않은 편임
- 유등천 상류는 금산군의 일부를 거쳐 대전시로 연결이 되며 양호한 수질을 보이고 있음

○ 하천관리의 문제점

- 오염을 배출하는 인구의 증가
- 생산활동에 의한 오염배출의 다양화 : 산업, 축산, 농업, 양식의 배출
- 미흡한 하수도시설의 존재 : 하수관거 오점·누수·월류, 단독정화 시설
- 많은 비점배출오염의 존재 : 도로 등 대지에서의 오염물질 유출, 축산 및 농업에 사용된 비료 및 농약 등의 유출
- 하천 시설물 : 하상도로, 하상주차장, 갑천가동보, 농업용 보 등 생활의 편의시설로 인한 오염물질의 퇴적 및 유출
- 불명오염원 : 오염원으로 모니터링되지 않은 오염물질의 배출로 예측되지 않는 수질의 악화 발생



[그림 1-1] 대전시 하천의 뉴스 검색어

2) 필요성

- 하수도시설과 같이 모든 지자체에 적용할 수 있는 개선방안에의 한계
 - 하천의 수질관리를 위해서는 많은 양의 오수를 깨끗하게 처리하여 배출시키는 하수도시설의 보급이 우선시되었음
 - 대전시는 대부분의 지역에 하수처리시설이 보급되어 98% 이상의 보급률을 나타내며, 대전하수처리장 및 대덕산단환경사업소는 고도처리 및 3차처리가 적용되었음
 - 이러한 하수도시설은 하천관리에 있어 가장 기초가 되는 것으로 거의 보급이 완료되었음
 - 이제는 하천 생활환경을 개선할 수 있도록 도심하천, 마을하천 등의 수질, 생태, 경관 등에 대한 계획을 수립할 필요가 있음
- 하천관리 계획의 방향 전환이 필요
 - 수많은 하천관리 계획이 진행되었지만 대부분 강의 최하류의 수질을 개선하기 위한 계획이 대부분이었음
 - 지금까지 하천 수질의 관리를 위한 계획은 하수처리시설의 건설 및 고도화가 주를 이루었음
 - 사람들의 왕래가 잦은 곳은 넓은 강이 아니라 미세하게 퍼져있는 소하천이며 앞으로는 물 관리 목적에 맞는 계획을 진행하여야 함
- 지속가능한 도시를 유지하기 위한 환경 인프라의 구성이 필요
 - 지속가능성을 위해 하천의 이수, 치수, 유량, 수질, 생태계 지수가 이용되고 있으며, 이러한 기능의 개선을 위한 환경 인프라가 조성되어야 함
- 살기 좋은 도시를 만들기 위한 지자체의 노력이 필요
 - 홍수가 없는 안전한 도시, 자연과 함께 살아가는 생태도시, 휴식공간이 풍부한 쾌적한 하천도시 등은 시민들이 정착하여 살아가는데 중요한 역할을 수행할 수 있음

2절. 연구의 목적

- 대전시 갑천 주요지점의 수질변화 검토
 - 도심 상류, 중류, 하류, 최하류의 수질 변화를 조사함으로써 대전시의 수질관리 정책의 성과를 검토할 수 있음
- 대전시 하천의 수질을 악화시키거나 개선한 요인의 분석
 - 대전시에서 이루어진 수질관리 관련 사업 및 정책들을 조사하고, 이러한 사업·정책의 시기와 갑천 지점별 수질변화를 비교함으로써 각 정책의 실효성을 검토할 수 있음
- 소하천을 관리하는 종합계획 및 국내외 선진사례 검토
 - 소하천관리종합계획은 소하천관리법에 관리청(대전시의 경우 5개 구청)에서 수행하도록 되어 있지만, 해당 관리청에서는 이에 대한 관리방향이 수립되어 있지 않음
 - 소하천관리종합계획, 소하천관리중기계획, 소하천관리시행계획에 대한 추진방법을 검토하여 소하천관리의 특성을 파악함
 - 법률 및 계획에 소하천관리 방법은 대부분 홍수예방에 집중되어 있는 상황에서 지역주민, 수질, 생태계, 인문·문화·사회가 어우러질 수 있는 사례를 검토하여 대전시에 적용할 수 있는 방안을 마련
- 대전시의 하천환경을 개선하기 위한 관리방안 제시
 - 소하천관리법, 국내외 사례 등을 검토하여 소하천 관리에 필요한 주요요소를 검토
 - 지속가능한 도시의 유지를 위하여 대전시에 바람직한 소하천 관리방안을 제시

3절. 연구방법 및 주요내용

1) 연구방법

- 대전시의 하천 수질 모니터링 결과 조사 및 검토
 - 환경부 수질측정망 물환경정보시스템¹⁾
 - 대전광역시 보건환경연구원 하천 모니터링 자료의 조사 및 검토²⁾
 - 수질오염총량제 1, 2, 3, 4단계 기본계획의 수질·유량 모니터링 데이터 활용³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾
- 모니터링 결과의 분석
 - 갑천 주요지점의 수질(BOD, T-P) 변화 제시
 - 대전시의 하천 관련 관리계획의 조사(수립년도, 목적 등)
- 대전시 하천관리를 위해 검토할 요인
 - 도시의 팽창, 인구의 증가
 - 가정에서 발생하는 오수를 미처리 후 하천에 방류하는 상황 : 대전천, 유등천, 갑천 하류의 후질 악화
 - 하수도시설의 설치 : 하수관거, 하수처리장 등의 설치로 인한 하천수질의 개선
 - 미처리구역의 존재 : 처리효율이 높은 하수처리시설이 적용되지 않아 남아있는 미흡한 오수처리
 - 하수관거 재정비 사업의 진행 : 합류식관거의 분류식관거 전환으로 인한 CSOs의 배출 감소

1) 환경부, <http://water.nier.go.kr/publicMain/mainContent.do>, 물환경정보시스템

2) 대전광역시, <https://www.daejeon.go.kr/hea/index.do>, 대전광역시 보건환경연구원 자료실

3) 대전광역시(2005), 대전광역시 수질오염총량제 제1단계 기본계획

4) 대전광역시(2010), 대전광역시 수질오염총량제 제2단계 기본계획

5) 대전광역시(2015), 대전광역시 수질오염총량제 제3단계 기본계획

6) 대전광역시(2020), 대전광역시 수질오염총량제 제4단계 기본계획

- 대전하수처리장 고도처리 : T-N의 제거율 향상. BOD 및 T-P의 제거율 향상에도 기여
 - 대전하수처리장 3차처리 : T-P의 제거율 향상. BOD 및 T-N의 제거율 향상에도 기여
 - 비점오염원의 관리 : 합류식지역의 저류조, 미세먼지 저감을 위한 청소차, 물순환선도도시 및 비점오염원관리지역의 지정 등
 - 불명오염원의 관리 : 화암펌프장의 오점, 대전산업단지 미처리 배출 등의 확인 및 조치. 아직도 알 수 없는 오염물질의 확인 필요
 - 수질오염총량제 : 배출농도의 규제에서 배출부하량 규제를 시작함으로써 다양한 하천관리 방안을 제시
 - 하천의 유통을 막는 구조물 : 갑천가동보, 농업용보, 하수관거 등
- 오염원 및 정책 변화에 따른 수질변화 검토
- 비교 가능한 1996~2020년도의 갑천수질, 그리고 하천관리를 위한 다양한 사업들의 수립년도를 비교함으로써 정책이 수질에 어떠한 영향을 검토

2) 주요내용

- 대전시 하천현황 및 소하천 관리 사례
 - 하천현황 조사, 하천수질의 변화
 - 소하천 관리에 대한 국내외 사례
- 대전시 소하천 관리방안의 제안
 - 소하천 모니터링 계획의 수립
 - 소하천정비종합계획 등의 수립

대전시 하천현황 및 소하천 관리 사례

- 1절. 대전시 하천현황 조사
- 2절. 대전시 하천수질의 변화
- 3절. 소하천 관리방안 조사 및 검토

2장

2장 대전시 하천현황 및 소하천 관리 사례

1절. 대전시 하천현황 조사

1. 대전시 유역의 분류

1) 국토해양부 및 대전광역시에서 고시한 하천의 분류

○ 대전시 하천 총괄

- 대전시는 금강, 갑천, 유등천, 대전천의 국가하천 4개소, 주원천을 비롯한 지방하천 26개소, 사성천을 비롯한 소하천이 85개소가 있음

[표 2-1] 대전시 하천 총괄

	개소수 (개)	하천연장 (km)	비 고
합 계	115	342.82	
국가하천	4	91.06	
지방하천	26	119.81	
소 하 천	85	131.81	

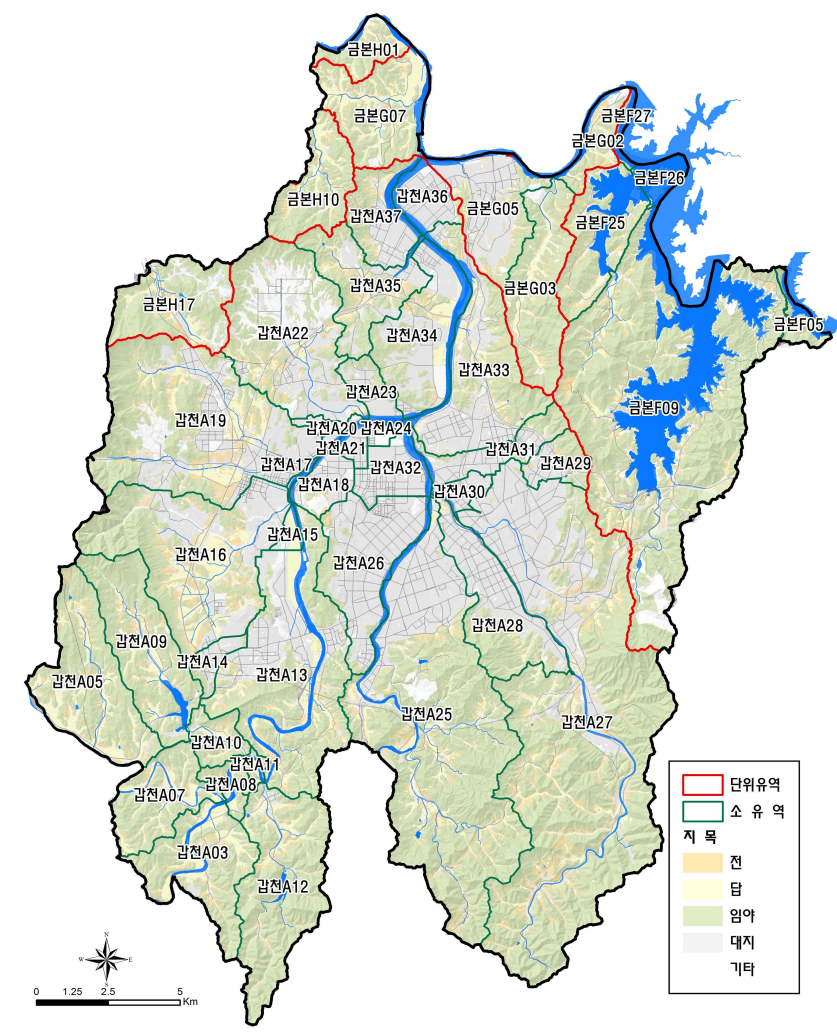
○ 대전시 하천의 흐름 조사

- 본 연구에서는 대전광역시 하천일람을 참조하여 국가하천과 지방하천을 조사하였으며, 위치가 불분명한 소하천을 현장 조사하여 [표 2-2]~[표 2-7]와 같이 유수의 계통에 따른 세부내용을 제시할 수 있었음
- 소하천 중 가진개천 및 사기점골천과 같이 두 개의 자치구에 연속하여 위치하는 소하천도 있었음

2) 수질오염총량제 수립을 위한 유역의 구분

○ 소유역의 구분

- 물의 흐름에 따라 목표지점인 갑천A에 미치는 영향을 파악하기 위하여 [그림 2-2]와 같이 단위유역과 소유역을 구분하였음



[그림 2-1] 수질오염총량제에서 정의하는 소유역의 구분

2. 대전시 하천 조사방법

1) 대전시 하천일람의 검토

○ 하천일람

- 국가하천 및 지방하천은 대부분 정확한 위치를 제시하고 있었지만, 대전천의 경우 지방하천 및 국가하천의 시점이 과거와 변동하여 현장 답사에서 최종 확인하는 절차를 거침

2) 소하천의 직접 조사

○ 자료의 오류 확인을 위한 현장조사 수행

- 85개 소하천의 시점 및 종점이 일치하지 않는 경우가 많이 발생하여 모든 소하천에 대하여 좌표를 확인하고 현장을 답사하는 과정을 거침
- 모든 소하천의 시점 및 종점을 GPS 좌표화하고 가장 인접한 주소를 확인하는 절차를 수행하였음
- 또한, 하천의 환경을 검토할 수 있도록 하상구조, 정비상태, 인근 오염물질의 영향 등을 동시에 확인하였음



[그림 2-2] 하천 모니터링: 용호천
종점 현장



[그림 2-3] 하천 모니터링: 용호천
시점 현장

3. 대전시 하천의 분류

1) 금강유역

○ 금강유역 하천의 특징

- 금강유역에는 국가하천 1개소, 지방하천 2개소, 소하천 11개소가 있었으며 금강에 직유입되는 하천들은 비교적 양호한 수질을 보였음
- 용호천 및 주원천이 규모가 있는 지방하천이었으며 그 인근에는 오염원이 많이 분포하지 않았음

[표 2-2] 대전시 유수의 계통에 따른 하천의 구분 - 금강 유역

하천 구분			하천명	유수의 계통					하천 길이 (km)	
국가	지방	소		본류	제1지류	제2지류	제3지류	제4지류		제5지류
1			금강	금강						34.14
		5	사성천	금강	사성천					0.50
		4	절골천	금강	절골천					0.54
		3	신상천	금강	신상천					2.56
	2		주원천	금강	주원천					3.18
		1	비룡천	금강	비룡천					2.62
		24	가래울천	금강	가래울천					0.80
		2	효평천	금강	효평천					3.02
		85	배오개천	금강	배오개천					1.39
		84	삼곡천	금강	배오개천	삼곡천				0.70
		86	고릿골천	금강	고릿골천					0.82
		87	미호천	금강	미호천					0.65
	3		용호천	금강	용호천					8.70
		81	산디천	금강	용호천	산디천				3.30

2) 갑천유역

○ 갑천유역 상류의 특징

- 갑천유역 상류에는 국가하천 1개소, 지방하천 2개소, 소하천 15개소가 있었음
- 두계천의 규모가 컸으며 계룡시로부터 유입되는 오염배출이 많았음

[표 2-2] 대전시 유수의 계통에 따른 하천의 구분 - 갑천유역 1

하천 구분			하천명	유수의 계통						하천 길이 (km)
국가	지방	소		본류	제1지류	제2지류	제3지류	제4지류	제5지류	
2			대전	갑천	금강	갑천				33.53
	4		대전	갑천	금강	갑천				6.18
		44	대전	새골천	금강	갑천	새골천			1.21
		39	대전	활동천	금강	갑천	활동천			0.90
		43	대전	장비탕천	금강	갑천	장비탕천			0.54
		42	대전	와촌천	금강	갑천	와촌천			1.43
		48	대전	되창이천	금강	갑천	되창이천			1.05
	5		대전	두계천	금강	갑천	두계천			12.55
		59	대전	안골천	금강	갑천	두계천	안골천		0.80
		60	대전	별말천	금강	갑천	두계천	별말천		1.60
		78	대전	한당골천	금강	갑천	두계천	한당골천		0.88
		61	대전	세동천	금강	갑천	두계천	세동천		6.70
		62	대전	방죽천	금강	갑천	두계천	방죽천		0.85
		63	대전	나무골천	금강	갑천	두계천	나무골천		1.30
		45	대전	덧고개천	금강	갑천	두계천	왕대천	덧고개천	1.73
		52	대전	원정천	금강	갑천	두계천	원정천		0.80
		47	대전	후곡천	금강	갑천	두계천	후곡천		1.26
		46	대전	덕골천	금강	갑천	두계천	덕골천		1.48

○ 갑천유역 종류의 특징

- 갑천유역 종류에는 지방하천 1개소 및 소하천 15개소가 있었음
- 장태산이 포함된 매노천 유역은 대부분 소규모 하천이었으며 농촌 및 산촌의 특성을 보였음
- 금곡천 유역은 소규모 하천을 포함하였으며 농촌 및 산촌의 특성을 보였음

[표 2-3] 대전시 유수의 계통에 따른 하천의 구분 - 갑천유역 2

하천 구분			하천명	유수의 계통						하천 길이 (km)
국가	지방	소		본류	제1지류	제2지류	제3지류	제4지류	제5지류	
	6		매노천	금강	갑천	매노천				3.82
		41	장안천	금강	갑천	매노천	장안천			3.13
		55	원장안천	금강	갑천	매노천	원장안천			0.60
		54	용태울천	금강	갑천	매노천	용태울천			0.87
		53	산직천	금강	갑천	매노천	산직천			0.70
		40	정각천	금강	갑천	매노천	정각천			1.06
		50	금곡천	금강	갑천	금곡천				2.29
		65	성북천	금강	갑천	금곡천	성북천			4.00
		67	홀목천	금강	갑천	금곡천	성북천	홀목천		0.78
		66	산정이천	금강	갑천	금곡천	성북천	산정이천		1.10
		64	삼한천	금강	갑천	금곡천	삼한천			1.00
		49	내금곡천	금강	갑천	금곡천	내금곡천			0.90
		57	등골천	금강	갑천	등골천				1.20
		38.58	가진개천	금강	갑천	가진개천				0.76
		56	빼울천	금강	갑천	빼울천				1.06
		51	구봉천	금강	갑천	구봉천				4.60

○ 갑천유역 하류의 특징

- 갑천유역 하류에는 지방하천 6개소, 소하천 6개소로 비교적 규모가 큰 하천이 많이 있었음
- 진잠천은 대전시에서 새로이 개발된 도안지구를 가로지르며, 하수배제는 분류식으로 되어 CSOs의 유출은 없지만 도로 등에서 배출되는 오염물질의 영향을 받고 있음
- 유성천과 반석천은 20~40년 전에 개발된 곳으로 CSOs의 배출은 없지만 오점 및 도로유출 등으로 비점오염이 발생하고 있음
- 갑천 하류로 갈수록 하천의 구배가 낮으며 시민들과의 접촉 가능성이 커짐을 확인할 수 있었음

[표 2-4] 대전시 유수의 계통에 따른 하천의 구분 - 갑천유역 3

하천 구분			하천명	유수의 계통						하천 길이 (km)
국가	지방	소		본류	제1지류	제2지류	제3지류	제4지류	제5지류	
	7		진잠천	금강	갑천	진잠천				5.92
		68	주암천	금강	갑천	진잠천	주암천			1.06
	8		성전천	금강	갑천	진잠천	성전천			1.85
		69	학하천	금강	갑천	진잠천	학하천			1.74
	9		화산천	금강	갑천	진잠천	화산천			4.50
	10		유성천	금강	갑천	유성천				7.13
	11		반석천	금강	갑천	유성천	반석천			7.40
	12		대전	탄동천	금강	갑천	탄동천			7.00
		72	대전	추목천	금강	갑천	탄동천	추목천		0.83
		73	대전	장동천	금강	갑천	탄동천	추목천	장동천	1.35
		70	대전	호박골천	금강	갑천	탄동천	호박골천		1.80
		71	대전	아래터골천	금강	갑천	탄동천	호박골천	아래터골천	0.60

3) 유등천유역

○ 유등천유역의 특징

- 유등천유역은 국가하천 1개소, 지방하천 4개소, 소하천 12개소가 있음
- 유등천은 금산군 북쪽에서 발원하여 유입되며 상류는 지대가 높아 하천 구배가 가파른 산촌의 특성이 많이 나타남

[표 2-5] 대전시 유수의 계통에 따른 하천의 구분 - 유등천유역

하천 구분			하천명	유수의 계통					하천 길이 (km)	
국가	지방	소		본류	제1지류	제2지류	제3지류	제4지류		제5지류
3			유등천	금강	갑천	유등천				15.53
		29	방아미천	금강	갑천	유등천	방아미천			0.75
	13		정생천	금강	갑천	유등천	정생천			3.71
		35	서당천	금강	갑천	유등천	정생천	서당천		1.10
		36	상정천	금강	갑천	유등천	정생천	서당천	상정천	0.85
	14		금동천	금강	갑천	유등천	정생천	금동천		3.06
		32	금동천	금강	갑천	유등천	정생천	금동천		1.45
		31		금강	갑천	유등천	정생천	금동천	답적골천	5.02
		37		금강	갑천	유등천	정생천	금동천	새내기천	1.34
	15	27	구완천	금강	갑천	유등천	구완천			1.50
			구완천	금강	갑천	유등천	구완천			0.80
		28	배나무골천	금강	갑천	유등천	구완천	배나무골천		1.73
		26	청룡골천	금강	갑천	유등천	구완천	청룡골천		1.04
		33	목달천	금강	갑천	유등천	구완천	목달천		1.95
		30	독정천	금강	갑천	유등천	구완천	목달천	독정천	0.88
		13.34	사기점골천	금강	갑천	유등천	구완천	목달천	사기점골천	0.55
	23		과례천	금강	갑천	유등천	과례천			2.50

4) 대전천유역

○ 대전천유역 상류의 특징

- 대전천유역 상류에는 지방하천 1개소, 소하천 18개소가 존재하며, 규모가 작은 산촌 및 농촌의 특징을 가지고 있음

[표 2-6] 대전시 유수의 계통에 따른 하천의 구분 - 유등천유역 2

하천 구분			하천명	유수의 계통					하천 길이 (km)	
국가	지방	소		본류	제1지류	제2지류	제3지류	제4지류		제5지류
	1		대전천	금강	갑천	유등천	대전천			13.76
		21	먹티천	금강	갑천	유등천	대전천	먹티천		0.95
		22	당골천	금강	갑천	유등천	대전천	당골천		1.05
		21	산직천	금강	갑천	유등천	대전천	산직천		1.30
		20	대전천	금강	갑천	유등천	대전천	한허골천		1.17
		19	대전천	금강	갑천	유등천	대전천	백자등천		1.40
		16	대전천	금강	갑천	유등천	대전천	뒷골천		0.90
		17	대전천	금강	갑천	유등천	대전천	큰골천		0.95
		18	대전천	금강	갑천	유등천	대전천	곡남천		1.42
		25	산정말천	금강	갑천	유등천	대전천	산정말천		0.70
		14	대전천	금강	갑천	유등천	대전천	소룡골천		2.45
		15	대전천	금강	갑천	유등천	대전천	머들령천		0.83
		6	알미천	금강	갑천	유등천	대전천	알미천		4.74
		10	대전천	금강	갑천	유등천	대전천	알미천	숯골천	0.60
		11	대전천	금강	갑천	유등천	대전천	알미천	송문천	1.90
		12	안골천	금강	갑천	유등천	대전천	안골천		1.35
		8	곤령천	금강	갑천	유등천	대전천	곤령천		2.05
		7	낭월천	금강	갑천	유등천	대전천	낭월천		1.80
		9	절암천	금강	갑천	유등천	대전천	절암천		2.65

○ 대전천유역 하류 및 금강하류유역의 특징

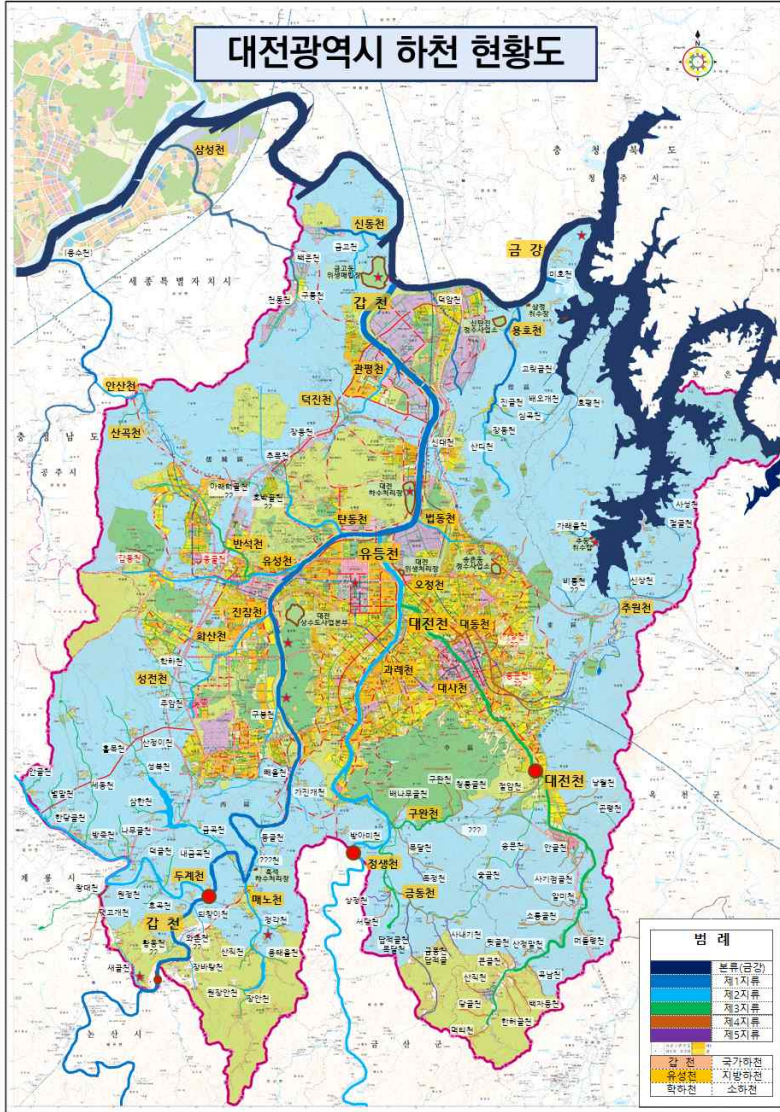
- 대전천 하류에는 국가하천 1개소, 지방하천 6개소 및 소하천 1개소가 존재하며 전형적인 도심하천의 특성을 보이고 있음
- 금강하류유역에는 지방하천 4개소와 소하천 4개소가 존재하며, 대전과 학비즈니스벨트가 입지하는 지역에 위치하여 인근의 토지이용 변화가 큰 특징이 있음

[표 2-7] 대전시 유수의 계통에 따른 하천의 구분 - 대전천유역, 금강하류유역

하천 구분			하천명	유수의 계통						하천 길이 (km)
국가	지방	소		본류	제1지류	제2지류	제3지류	제4지류	제5지류	
4			대전천	금강	갑천	유등천	대전천			7.86
	24		대사천	금강	갑천	유등천	대전천	대사천		2.20
	16		대동천	금강	갑천	유등천	대전천	대동천		4.36
	25		오정천	금강	갑천	유등천	오정천			3.70
	26		법동천	금강	갑천	법동천				2.70
		80	신대천	금강	갑천	신대천				2.10
	17		관평천	금강	갑천	관평천				3.50
	18		덕진천	금강	갑천	관평천	덕진천			1.28
	19		신동천	금강	신동천					3.43
		77	금고천	금강	신동천	금고천				2.50
	20		삼성천	금강	삼성천					1.65
		74	구룡천	금강	삼성천	구룡천				2.00
		75	천동천	금강	삼성천	천동천				2.25
		76	백운천	금강	삼성천	백운천				0.60
	21		안산천	금강	용수천	안산천				3.74
	22		산곡천	금강	용수천	안산천	산곡천			1.50

5) 하천 현황도

- 본 연구에서는 대전시 115개의 하천 현황을 전수조사하여 [그림 2-2]와 같이 하천 현황도를 제시함



[그림 2-4] 대전광역시 하천 현황도

2절. 대전시 하천수질의 변화

1. 주요 하천의 연도별 변화

1) 대전시 하수도사업 주요 내용

- 1977 : 위생처리장 관리소 설치
- 1983~1989 : 대전하수처리장 1처리장
- 1990 : 위생처리장 하수처리장으로 연계 처리
- 1990~1994 : 대전하수처리장 2처리장
- 1993~1997 : 대전하수처리장 3처리장
- 1996~2000 : 대전하수처리장 4처리장
- 2005 : 수질오염총량제 시작
- 2005 : 흑석처리장 준공
- 2005~2008 : 대전하수처리장 1,2,3처리장 고도개선공사
- 2009 : 자운대오수처리장 3차처리
- 2006~2010 : 하수관거 개선사업(분류식화) 1차
- 2009~2010 : CSOs 제거 저류조 설치
- 2010~2012 : 대전하수처리장 4처리장 고도개선공사
- 2010~2012 : 대전하수처리장 총인처리시설공사
- 2011~2013 : 하수관거 개선사업(분류식화) 2차
- 2014 : 화암펌프장 오점, 대전1·2산업단지 월류배출 개선
- 2011~2020 : 대전1·2산업단지 오점배출의 개선

2) 갑천 수질측정 지점

○ 갑천 내 수질측정 지점

- 갑천에는 대전광역시 및 환경부 금강물환경연구소에서 총 6개소의 수질 측정지점이 있음
- 갑천1 지점은 대전시에서 도시화된 최상류 지역에 속하는 지점이지만, 최근 도시가 확장됨에 따라 도시의 영향을 일부 받고 있음
- 갑천2 지점은 도시 상류에 해당하는데, 신도시지역이 위치하고 모두 분류식화 지역에 해당하여 CSOs와 같은 생활계 오염배출은 거의 없는 특성을 보임
- 갑천3지점은 도시 중류에 해당하며, 1980년대 이후 형성된 도시를 포함하고 있지만 대부분 분류식지역에 의한 영향을 받고 있음
- 갑천4지점은 갑천 하류에 해당하며, 대전천과 유등천, 원도시 및 합류식 지역의 오염이 갑천중류의 오염과 합류된 후 대전하수처리장 배출수가 포함되는 특성을 가짐
- 갑천5와 갑천5-1지점은 갑천 최하류에 해당하며 갑천4지점의 상황과 하류비점오염이 합류된 특성을 보임

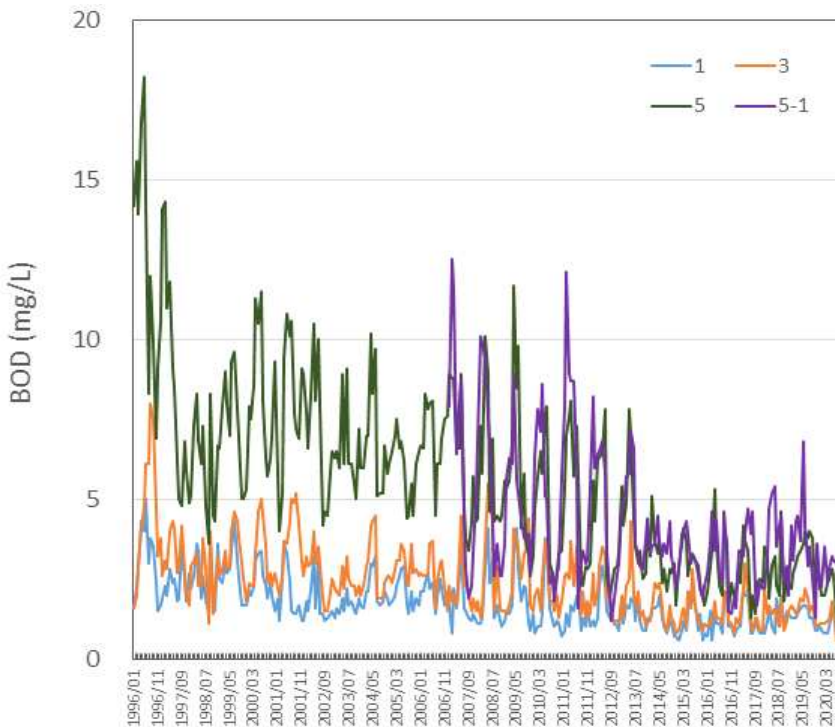
[표 2-8] 대전시 갑천 수질측정 지점

지 점	위 치	운영시작년도	측정기관
갑천1	대전광역시 서구 정림동 가수원교	1989	대전광역시
갑천2	대전광역시 서구 월평동 만년교	1992	대전광역시
갑천3	대전광역시 서구 삼천동 대덕대교	1989	대전광역시
갑천4	대전광역시 유성구 전민동 갑천교	1992	대전광역시
갑천5	대전광역시 유성구 신구교	1989	대전광역시
갑천5-1	대전광역시 유성구 문평동 금강 합류 0.5k m전	2007	금강물환경연구소

3) 주요지점의 모니터링 결과

○ BOD

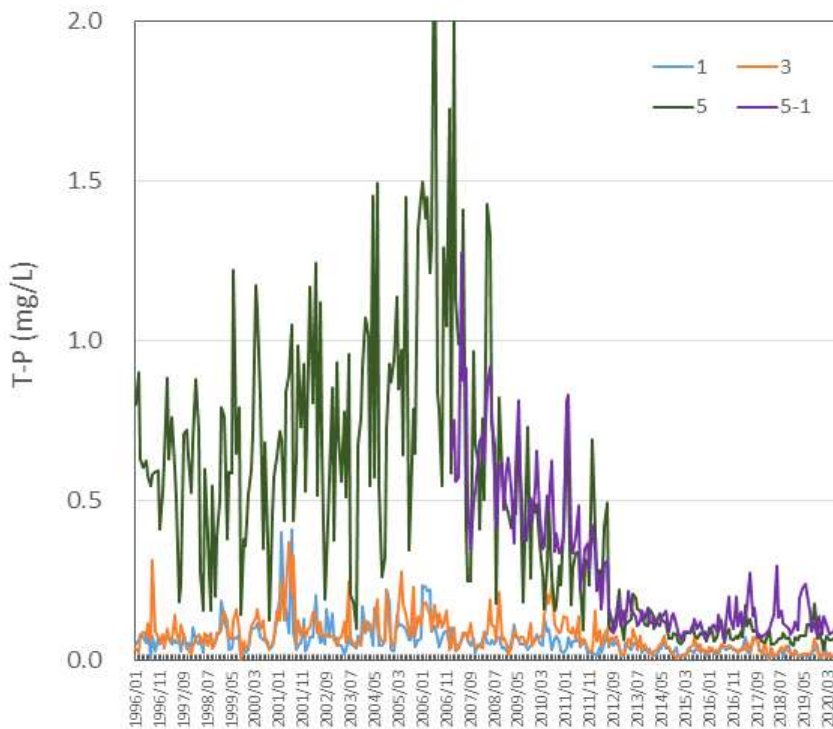
- 하수도 시설이 설치되지 않았을 경우 대전천 및 갑천하류의 수질이 50 mg/L 이상을 나타내기도 하였지만, 1989년 대전하수처리장을 도입한 이후 갑천 하류도 15 mg/L 이하를 꾸준히 유지하게 되었음
- 2005년부터 수질오염총량제가 시작되어 하수도시설의 개선 및 비점오염원의 관리가 이루어져 갑천의 수질이 점차 개선되었음
- 대전시의 대표적인 점배출시설인 대전하수처리장에서 2012년 총인처리시설을 설치함으로써 BOD 또한 갑천5 지점에서 5 mg/L 이하로 유지할 수 있는 계기가 마련됨



[그림 2-5] 갑천 모니터링 지점의 BOD 수질변화 (1996~2010년)

○ T-P

- BOD와 마찬가지로 하수도시설을 설치한 1989년 이후 갑천을 비롯한 전체 하천의 수질개선이 이루어짐
- 갑천상류의 T-P 수질변화는 크지 않았지만, 대전하수처리장 배출수가 포함된 갑천5 지점은 위생처리장 분뇨, 위생매립장 침출수 등을 함께 처리함으로써 농도가 증가하는 경향을 보임
- 2008년 대전하수처리장의 고도처리시설 도입 및 2006년 이후의 하수관거 개선(분류식화)로 갑천 모든 곳에서 수질의 개선이 이루어짐
- 2012년 대전하수처리장의 총인처리시설 도입으로 갑천 모든 곳에서 0.1 mg/L 이하를 유지할 수 있게 됨

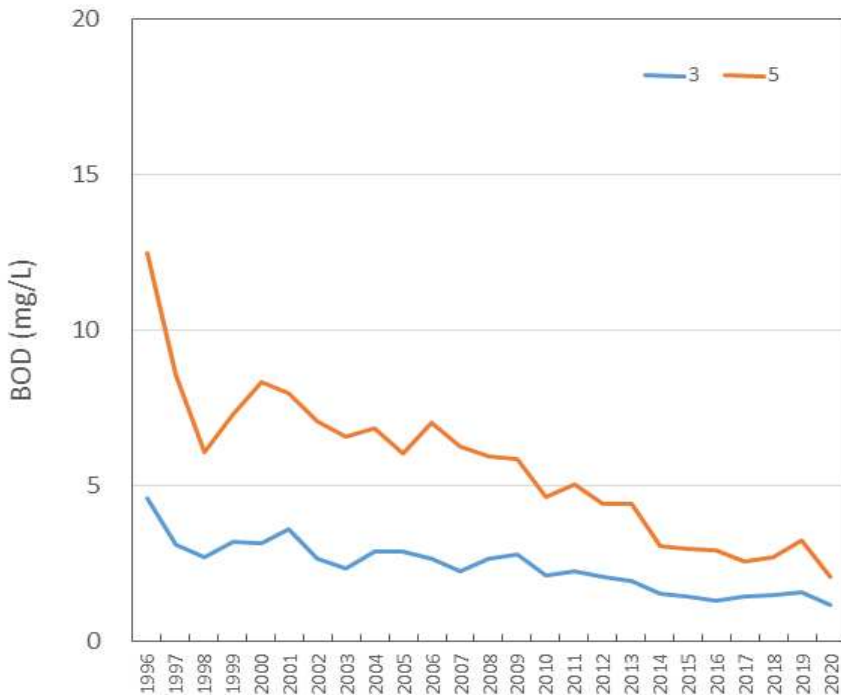


[그림 2-6] 갑천 모니터링 지점의 T-P 수질변화 (1996~2010년)

4) 수질 악화구간의 수질 변화

○ BOD

- 갑천 모니터링 지점 중 갑천1, 갑천3 및 갑천5, 갑천5-1의 수질 변화를 검토함
- 1996년의 갑천1, 갑천3 및 갑천5 지점 수질은 3.0, 4.6, 12.5 mg/L로 갑천5 지점의 하수처리장 영향이 컸음을 알 수 있었음
- 2010년에는 각각의 수질이 1.5, 2.1, 4.6 mg/L로 도심의 비점오염 배출과 하수처리장 배출이 급감했음을 알 수 있음
- 2019년에는 각각의 수질이 1.3, 1.6, 3.3 mg/L로 도심 비점오염 배출 개선 및 하수처리장 고도화가 이루어졌음을 알 수 있음



[그림 2-7] 갑천3 및 갑천5 지점의 BOD 비교 (1996~2010년)

○ T-P

- 1996년의 갑천1, 갑천3 및 갑천5 지점 수질은 0.059, 0.090, 0.615 mg/L로 갑천5 지점에서 하수처리수의 영향이 컸음을 알 수 있음
- 2010년에는 각각의 수질이 0.065, 0.124, 0.301 mg/L로 중류의 비점 배출이 증가하고 하수처리장 배출이 감소했음을 알 수 있음
- 2019년에는 각각의 수질이 0.018, 0.022, 0.089 mg/L로 도심 비점오염 및 하수처리장 고도화가 크게 이루어졌음을 알 수 있음
- 2019년과 2020년의 1~6월의 건기수질은 갑천5에서 0.079 mg/L에서 0.059 mg/L로 감소하였는데, 이는 갑천가동보가 수위를 낮춤으로써 하천퇴적물의 영향이 줄어들었기 때문으로 판단됨



[그림 2-8] 갑천3 및 갑천5 지점의 T-P 비교 (1996~2010년)

3절. 소하천 관리방안 조사 및 검토

1. 소하천 관련 법령 및 제도

1) 관련 법령

(1) 법률적 정의

- 국가 및 지방하천 관리의 근거가 되며, 물리적 의미의 하천과 관리차원에서 의미를 포함하고 있음
- 1961년 하천법 제정 : “공공의 이해에 밀접한 관계가 있는 하천으로서 대통령령으로 그 명칭과 구간이 지정된 것을 말한다.(하천법 제2조)”고 규정
- 1971년 하천법 개정 : 하천법을 개정하면서 하천구역의 개념을 도입하여 정의를 보다 명확히 함. “하천구역이라 함은 하천의 유수가 계속하여 흐르는 토지 및 지형과 당해 토지에 있어서의 초목생장의 상황, 기타의 상황이 하천의 유수가 미치는 부분으로서 매년 1회 이상 상당한 유속으로 흐른 형적을 나타내고 있는 토지로서 대홍수 기타 이상한 천연현상에 의하여 일시적으로 그 상황을 나타내고 있는 토지를 제외함(하천법 제2조 제1항 제2호)”
- 1981년 하천법 개정 : “하천이라 함은 공공의 이해에 밀접한 관계가 있는 유수의 계통(수계)으로서 그 수계의 하천구역과 하천부속물을 포함하는 것을 말한다.(하천법 제2조 제1항 제1호)”
- 우리나라 소하천의 법률적 정의 : “일시적이 아닌 유수가 있거나 있을 것이 예상되는 구역으로서 평균하폭이 2m 이상이고 시점에서 종점까지의 연장이 500미터 이상인 것이어야 함. 다만, 재해의 예방이나 생활환경의 개선을 위하여 소하천으로 지정할 특별한 필요가 있는 경우는 그

러하지 아니함(소하천정비법시행령 제2조)”

- 현재 소하천은 국가하천 및 지방하천과는 다르게 하천법의 적용을 받지 않고 소하천정비법에 규정되어 있어 ‘정비’의 개념이 법률 명칭에 포함되어 있음. 소하천정비법에서는 소하천의 지정은 이에 근거하여 “하천법의 적용 또는 준용을 받지 아니하는 하천으로서 시장·군수 또는 자치구의 구청장이 그 명칭과 구간을 지정·고시한 것”으로 설정됨

(1) 관련 법

○ 하천법

- 1961년에 제정되었으며, 이후 10여 차례 이상 개정을 하였으며, 최근에는 2007년 4월 6일에 전부 개정된 바 있음
- 새로 개정된 하천법의 주요내용 : 기존의 지방 1·2급 하천을 통합하여 국가하천과 지방하천으로 구분하는 등급을 조정함. 하천구역 제외 지역 등을 홍수관리구역으로 지정. 수문조사 실시를 위한 수문조사 기본계획을 수립함. 하천에 대한 국유제의 폐지 및 토지매수 청구제 일부 도입함

○ 소하천정비법

- 소하천의 정비·이용·관리 그리고 보전에 관한 사항을 규정함
- 재해 예방 및 생활환경 개선을 위하여 소하천을 효율적으로 관리하려는 목적에서 제정됨(1995년)
- 소하천정비법이 제정됨으로써 소하천에의 투자 및 정비가 촉진되고 체계화되는 계기가 됨
- 이 법에 의하여 관리청은 행정안전부령이 정하는 바에 의하여 소하천에 대한 정비 방향의 지침이 될 소하천정비종합계획을 수립한 후 특별시장·광역시장 또는 도지사의 승인을 얻어야 함
- 이 종합계획에는 기본방침, 수계별 소하천망의 구성, 재해예방 및 환경

개선과 수질보전에 관한 사항, 소하천의 다목적 이용과 주민의 소득증대에 관한 사항 등이 포함됨

- 시·도지사가 종합계획을 승인한 때에는 다른 법률에 의하여 수립된 그 지역에 관한 개발계획과의 관련성을 검토하도록 함
- 관리청은 소하천 정비 등에 소요되는 비용 중의 일부를 관계중앙행정기관이나 시 또는 도로부터 보조받을 수 있음
- 소하천 구역에서 물이나 토지를 점용하고 소하천 부속물을 점용·신축·개선·변경 또는 제거하는 등의 행위를 하려고 하는 자는 행정안전부령이 정하는 바에 따라 관리청의 허가를 받아야 함
- 관리청은 대통령령이 정하는 소하천의 정비 등으로 생긴 폐천부지를 새롭게 소하천에 편입된 타인의 토지와 교환할 수 있음
- 소하천정비법은 총칙, 소하천의 정비, 소하천의 보전, 보칙, 벌칙으로 나뉘어지 전문 28조와 부칙으로 이루짐. 하위법령에 소하천정비법시행령과 시행규칙이 있음

○ 소하천 시설기준

- 소하천 정비사업의 추진에 있어 공무원이나 실무자들이 소하천의 조사, 계획수립, 시설물 설계, 시공 그리고 유지관리에 대한 업무수행을 효율적으로 유도하기 위해서 1999년에 만들어짐
- 하천법에 의하여 정해진 하천을 위주로 적용한 하천시설기준, 적용법령, 지정 및 관리, 인·허가 업무, 유지관리 그리고 관할구역 등에서 차이점이 있음
- 소하천 시설기준은 모두 12장으로 구성되어 있으며 총론, 조사, 측량, 설계수문량 산정, 하천환경정비 및 관리, 이수계획 및 하천관리유량, 소하천종합정비계획, 하도시설, 취·배수시설, 수방시설, 저류지시설, 환경보전시설 등을 주요내용으로 하고 있음

2) 관리 체계

(1) 하천의 구분

○ 우리나라 하천의 구분

- [표 2-1]에는 기존의 하천 구분이 4단계로 구성되어 있음을 나타내고 있음. 2008년부터는 하천등급체계가 국가하천과 지방하천으로 단순화됨으로써 3단계로 조정됨⁷⁾
- 실제 관리대상은 지방하천까지 구분되고(2단계) 적용되는 법과 관리청이 상이하고 지역적인 구분이 모호하여 하천과 소하천을 명확히 구분하여 종합적인 관리를 하기 힘든 체계를 가지고 있음

[표 2-1] 물수요관리의 종류

등급 구분		관리청	관리자	개소수	연장 (km)
국가하천		국토해양부	국토해양부장관	61	2,981
지방하천 (2008년 이후)	지방1급	시·도	시·도지사	52	1,146
	지방2급	시·도	시·도지사	3,772	25,695
	소 계			3,824	26,841
소하천		시·도	시장,군수,구청장	22,664	35,815
합 계				26,662	62,896

○ 소하천의 규모 구분

- [표 2-2]에는 소하천의 규모를 구분하였으며 산지, 평야로 구분됨⁸⁾
- 반면 소하천은 도심, 농촌, 산림, 연안 등과 같이 지역적으로 분류가 되어있지 않아 앞으로 하천특성별 분류가 필요함

7) 건설교통부 보도자료(2007.12.20.)

8) 국립방재연구소 (1999), 소하천 시설기준

[표 2-2] 소하천의 규모

지 역	유역면적 (km ²)	유로연장 (km)	수로폭 (m)	비 고
산 지	10.5 이내	5.0 이내	2~10	
평 야	5.5 이내	4.0 이내	2~10	

(2) 소하천 관리체계

○ 관리의 담당⁹⁾

- 국가하천의 지정 및 공사는 국토해양부가 담당하며, 유지관리는 시·도가 담당함
- 지방하천(이전 지방1급하천, 지방2급하천)의 지정, 공사 및 유지관리는 시·도에서 담당함
- 소하천의 지정은 시·도가 담당하며 유지관리는 시·군·구에서 담당함

[표 2-3] 하천관리체계

구 분	지 정	관 리		비 고
		하천공사	유지·관리	
국가하천	국토해양부	국토해양부	시·도 (국가보조 가능)	국유
지방하천 (2008년 통합)	시·도	시·도 (국가보조 가능)	시·도	국유, 공유, 사유
	시·도	시·도 (국가보조 가능)		국유, 공유, 사유
소하천	시·군·구	시·군·구	시·군·구	국유, 공유, 사유

○ 하천 관리체계 및 범위

- 하천의 관리체계는 하천의 범위에 따라 주체가 다르며, 주체에 따라 관

9) 건설교통부, 수자원기획관실 업무편람

리계획, 관리내용, 주무사업이 다르게 운영됨¹⁰⁾

- [표 2-4]에는 하천관리체계를 개략적으로 제시하고 있는데, 산지 또는 산림에서의 피해를 방지하기 위해서 산림청이 사방댐 사업을 수행 중이며 소하천에서는 시·군·구 소하천 정비종합계획에 따라 관리가 이루어짐
- 소하천에 포함된 저수지는 농림수산부에서 관리를 함
- 지방하천은 시·도에서 하천기본계획에 따라 관리를 수행하고, 하천에서 발생하는 수질오염을 막기 위한 임무는 환경부에서 맡고 있음
- 국가하천은 국토해양부에서 하천기본계획과 유역종합 치수계획에 따라 관리를 수행함

[표 2-3] 하천등급별 관리체계

구 분	관리주체	계획수립	수해복구	비 고
하천 관리 체계	계 곡 (산림청)	사방댐 사업	소방방재청, 지자체	저수지 (농림부)
	소하천 (시·군·구)	소하천정비종합계획 (시·군·구)		
	지방2급 (시·도)	하천기본계획 (시·도)		오염하천 정화사업 (환경부)
	지방1급 (시·도)	하천기본계획 (시·도)		
	국가하천 (건설교통부)	하천기본계획 유역종합치수계획 (건설교통부, 지방국토관리청)	중앙정부	

10) 건설교통부 (2007), 효율적인 수계별 하천관리방안 연구 재인용

3) 우리나라 소하천의 관리

(1) 소하천 관리계획

○ 소하천정비법

- 소하천정비법에 의하여 시장, 군수, 구청장이 지정·관리함
- 소하천정비는 관리청이 10년마다 소하천정비 종합계획을 수립하여 시·도지사에게 보고하며, 5년마다 소하천정비 중기계획을 작성함

○ 소하천정비 종합계획의 내용

- 소하천의 정비에 관한 기본방침
- 수계별 소하천망의 구성
- 재해예방 및 환경개선과 수질보전에 관한 사항
- 소하천의 다목적 이용과 주민의 소득증대에 관한 사항
- 기타 대통령령이 정하는 사항

○ 소하천정비 중기계획의 내용

- 연도별 소하천정비사업계획
- 연도별 재원조달대책, 소하천정비의 효과에 관한 사항

○ 중앙정부(소방방재청)의 소하천 관련 주요업무

- 소하천정비종합계획의 수립·추진 및 소하천 정비제도의 운영·지도
- 댐 및 저수지 안전성 제고를 위한 관리·점검
- 풍수해저감종합계획의 수립 승인 및 지원
- 하천구역에 대한 재난 예·경보시스템 구축 지원

(2) 소하천 관련 정책과제

○ 소하천시설기준 작성

- 소하천의 계획설계, 시공, 유지관리를 위한 새로운 시설기준 작성
- 소하천관리대상 전산화 방안 제시
 - 유역관리 개념의 DB 확립
- 소하천정비법 정비
 - 소하천의 분류에 따른 소하천시설기준과 사회·자연여건 고려
- 소하천의 특성을 고려한 설계 수문량 산정방법 및 설계기법 도출
 - 소하천 특성을 고려한 설계 수문량 산정방법 제시
 - 소하천 특성을 고려한 하도설계기법 제시
- 피해사례를 중심으로 한 소하천 유형별 적정 설계빈도 산정
 - 피해사례 등을 고려한 적정 설계빈도 (산지지역, 평야지역, 도시지역)
- 소하천시설에 대한 강화된 방재기준
 - 소하천 시설물 홍수저감방안 및 소하천방재기준
 - 배수위 및 수충부 영향 개선효과를 수치모형 등을 사용한 정량적 분석
- 자연친화적 정비공법의 치수 안전성 확보
 - 사용하는 재료에 대한 최대 허용유속 지표의 제시
 - 사용하는 재료별 수위상승 영향의 분석
 - 정비공법 설치 위치에 따른 세굴 및 퇴적 양상의 분석
 - 국내의 하천특성에 맞는 정비공법으로 치수안전성의 제시

(3) 국내 소하천 관리의 개선점¹¹⁾

- 치수·이수 중심의 소하천 정비에 따른 생태적 기능 약화
 - 소하천을 치수·이수 목적으로 콘크리트 옹벽 및 호안블록 중심으로 정비

11) 김익재, 한대호 (2008), 수생태계 보호를 위한 소하천 관리 방안, KEI, RE-09, pp.36-42

하여 기존의 수생태계가 파괴되고 서식환경이 훼손됨

○ 수생태계 연결고리를 고려하지 않는 소하천 관리

- 우리나라 법에 따라 관리 대상구역이 구분되어 있으며 관리주체도 달라 전체적인 틀에서 하천생태계의 연속성 및 연결성을 유지할 수 있는 관리 시스템이 없음

○ 소하천의 건천화

- 강우 시를 제외하고 대부분의 시기에 물이 흐르지 않는 현상이 발생하고 있으며, 강우 시 물길의 역할만 수행하는 경우가 많음

○ 소하천을 고려하지 않은 하천관리 체계 및 제도

- 소하천의 관리가 하천, 지역, 수생태, 수해이력 등을 고려하지 않고 관리되고 있음. 관리주체가 다르고 여러 기관이 한꺼번에 관리를 하여 효율성과 소하천의 전반적 상황이 반영되지 않으므로 소하천에 대한 종합적 관리가 필요함

○ 소하천에 대한 생태적 기본자료 및 결과 미비

- 소하천은 피해복구 상황이나 정비 길이 이외에 정확한 위치, 현황, 물리적 현황, 수생태계 특성 등 기초적 자료가 거의 없음

○ 소하천의 정의와 지정이 모호함

- 소하천은 소하천정비법을 기준으로 평균하폭이 2 m 이상이고 유로연장이 500 m로 정의되어 있으며 관할청에서 관리하도록 되어 있음
- 반면 소하천은 폭이나 연장과 상관없이 상호간에 연결되어 흐르는 경우가 대부분이며, 하나의 하천이 많은 지역을 흐르기 때문에 법령이나 행정적 관리책임에 대한 구분과 지정은 관리에 어려움을 유발함

○ 소하천 생태계 보호 필요성에 대한 인식의 부족

- 환경의식의 향상으로 생태계에 대한 관심이 많아지고 있지만 소하천은 위치상 접근이 좋지 않은 곳이 있으며 관리상태가 좋지 않고 공간적으

로 협소하여 중요성이 인식되지 못하고 있음

○ 소하천 정비의 물리적 환경 문제점

- 소하천에 대해서 기존의 자연형 복원과 동일한 정비의 방법을 적용하는 등 수생태 복원이나 보호에 대한 배려가 부족함
- 수생태계 보호를 위한 소하천 관리 및 정비의 문제점은 제도적, 기술적, 수질 및 유량의 유지, 소하천 특성의 차이, 수하천 정비 개념, 소하천 평가, 소하천에 대한 인식 부족 등이 있음

○ 소하천 정비의 인문·사회적 문제점

- 역사적으로 유적지인 하천과 주변 경관이 소하천정비사업으로 손실되는 경우가 있음
- 소하천의 관리는 국토 및 하천의 생태계 보호 측면에서도 중요하며, 하천 발원지의 보호 및 역사문화와 유적지 보전에도 영향을 주게 됨

2. 국내외 하천관리 방향

1) 국내 관리현황

○ SWMM 모델을 이용한 지속 가능한 도시 소하천 관리를 위한 LID기법의 적용 방안 연구¹²⁾

- 도시하천의 지속가능 관리를 위해서는 적절한 유역관리가 필수적임
- 대전시 관평천 상류유역은 그린벨트로 보호되어 있지만 농경활동이나 도로공사 등의 요인으로 지속적인 문제가 있음
- 적절한 수자원 관리계획을 위해서는 수질뿐만 아니라 유량의 문제도 고려되는 것이 바람직함
- SWMM을 이용한 유량 및 수질의 예측은 하천유역을 개발하거나 관리 계획을 수립할 경우 LID 기법을 포함한 수자원기법 선택에 도움을 줄 수 있을 것임

(검토) 도심하천 및 소하천 등에서 발생하고 있는 건천화는 하천의 평가에 심각한 문제점을 부여하고 있음. 도심에서 되도록 자연의 물순환 상황에 맞는 여건을 부여하여야 할 것이며, 지하수 사용의 제한 및 LID기법의 적용은 하천 기능을 높일 수 있을 것임

○ 기후변화를 고려한 빗물이용 활성화 방안 연구 : 주거단지를 중심으로¹³⁾

- 빗물의 불투수층 유출은 하천에 오염의 영향을 미치게 됨
- 이러한 오염을 저감시키는 관련 제도 검토 및 빗물이용시설 운영현황 분석함
- 빗물이용시설의 설계, 설치, 운영과정의 개선방안 제시

12) 한양희, 서동일 (2014), SWMM 모델을 이용한 지속 가능한 도시 소하천 관리를 위한 LID기법의 적용 방안 연구, 대한환경공학회지, 36(10)k pp.691-697

13) 최종수 (2020), 기후변화를 고려한 빗물이용 활성화 방안 연구 : 주거단지를 중심으로, LH연구원, 2020-120

- 빗물이용을 위한 집수방안으로 처리대상 초기 빗물, 건축물 지붕 유출수 수질, 노면살수 유출수 수질, 분산식 저장조 필요
 - 주거단지에서의 빗물이용 방안을 위한 노면살수로 폭염 저감, 노면살수로 미세먼지 저감, 우선적용 대상, 미스트 분사에 의한 온도 저감
- (검토) 도심의 강우 시에 빗물은 대부분은 침투되지 못하고 도심하천으로 유출되고 있음. LID기법 등을 적용하고 있지만, 하천으로 유출되는 빗물은 오염물질을 포함하여 개별유출 및 CSOs 형태로 하천을 오염시키게 됨. 상수원을 다양하게 하는 방법으로 빗물을 이용하면 사자원 개발의 부담을 적게 할 수 있으며 하천에의 오염물질 배출을 감소시킬 수 있음

○ UAV 열화상영상을 활용한 도시 소하천 주변 Hot Cool 표면 비교평가¹⁴⁾

- 산업화 및 도시화의 진행으로 인공열과 오염물질은 도시의 상공 기온을 주변 지역보다 높게 하는 열섬이라는 기후현상을 유발함
 - 각 국가는 도시 녹화사업, 도로 포장재의 개선, 바람길의 조성 등과 같은 대안을 제시하고 있음
 - 도시의 소하천과 하면 식생은 도시의 대표적 투수공간으로 바람길의 역할을 수행하므로 도시의 열섬현상 완화를 위한 중요한 기능을 수행함
 - UAV(Unmanned Aerial Vehicle)은 낮은 고도에서 고해상도 영상을 제공하므로 미시적 영역의 데이터를 취득하여 TIR(Thermal Infrared) 영상으로 온도값을 가시화 함
 - 결과로 수공간과 같은 투수공간에서는 상대적으로 낮은 표면 온도를 갖지만, 불투수 공간에서는 높은 온도를 보임
- (검토) 하천을 관리하는데 있어 현장 조사는 짧은 시간에 이루어져야 하는 어려움이 있음. 드론 등을 이용한 열화상영상은 열섬현상 등을 검토

14) 박성일, 이정주, 황영석, 엄정섭 (2018), UAV 열화상 영상을 활용한 도시 소하천 주변 Hot Cool 표면 비교 평가, 대한공간정보학회 학술대회, pp.25-26

하는데 매우 효과적이며 앞으로 더욱 활성화 될 것으로 판단됨

○ 건천화된 농촌소하천의 시·공간적 수문 수질 특성분석¹⁵⁾

- 관개 저수지 하류에 위치한 하천의 고갈을 조사하기 위해 농촌의 소규모 하천 흐름의 시각적, 공간적 특성을 분석함
- 봉현천에서 하류로 진행함에 따라 T-N과 T-P가 증가하는 동안 SS, 탁도, TOC, COD의 농도는 감소함
- 하천이 고갈되는 것을 정량화하고 흐름의 양을 결정하려면 저수지 하류에 위치한 농촌 하천에 대한 지속적인 모니터링이 필요함

(검토) 도심하천과 농촌소하천은 하천유지유량 및 수질의 변화가 매우 큰 것으로 조사되고 있음. 또한 주변의 토지 활용에 따라 오염물질 특성이 다양하게 나타남. 농촌의 경우 농업에 사용되는 영양염류의 관리가 필요시 되며, 도시의 경우 도로에서 유출되는 오염물질의 관리가 필요함

○ 경기도 내 소하천 관리를 위한 기초연구¹⁶⁾

- 경기도 대표 소하천인 양근천에서 하천현황자료를 수집하여 소하천의 총괄적인 하천 수질관련 데이터베이스를 구축하고 이를 경기도 수환경 관리정책의 기초자료로 활용하고 지속가능한 하천관리체계를 수립하고자 하였음
- 소하천 관리를 위해 지역의 경사 특성, 지질특성, 기온, 강수량, 습도, 인구 인구밀도, 유역 총면적, 지역별 면적, 사업소의 수, 환경기초시설, 유량을 조사함
- 수질로는 소온, pH, EC, DO, BOD, COD, T-N, T-P, 클로로필-a, SS, Cu, Zn, Cd, Pb를 조사함
- 오염원으로는 생활계, 축산계, 산업계, 자연계 등으로 나누어 소유역별로

15) 이예은, 김상민 (2013), 건천화된 농촌소하천의 시·공간적 수문 수질 특성분석, Journal of the Korean Society of Agricultural Engineers, 55(6), pp.177-186

16) 권순국, 조강현, 심재한, 박병훈, 송인홍, 홍영진, 최인욱, 성현찬 (2000), 경기연구원

오염원 현황 및 발생부하량 및 배출부하량을 구함

- 생태환경으로는 수생식물, 어류, 양서·파충류, 수서곤충, 조류에 대하여 조사함
- 수질예측을 위하여는 최근 적용 실적이 있는 WASP5 모형을 사용함
- 오염원의 예측은 양근천 유역의 인구증가 추이 등을 참고하여 산정함
- 양근천의 목표수질을 하천수질기준 I등급으로 설정하고, 이를 위해 삭감 계획을 수립함

(검토) 경기도와 마찬가지로 대전시 또한 관리를 위한 기초연구가 필요함. 기초연구에서는 소하천관리 방향을 제시하고 소하천 관리계획에서 이루어질 수질의 조사, 유량의 측정, 소하천 유역의 오염원 구분 및 배출부하량 산정, 생태환경의 조사, 수질예측, 인문·사회적 특성을 지자체 자체적으로 조사·제시하는 것이 필요함

○ 대전 주요 소하천 오염실태조사 및 수질관리 방안 연구¹⁷⁾

- 대전시의 주요 지천들은 3대하천인 갑천, 유등천, 대전천보다 오염도가 높은 것으로 나타나며 본류의 수질에 영향을 미치는 것으로 파악됨
- 대부분의 지류하천은 수질오염원 분포, 발생 및 유입특성에 대한 자료 및 관리가 전무한 실정임
- 결론으로 ①앞으로 3대하천의 갈수기 건천화 해결을 위한 빗물관리가 필요하며 ②3대하천의 관리를 위한 소하천 관리는 필수적이고 ③대전시 합류식 관거로 인한 강우 시 오염도 증가에 따른 대책 마련이 필요함

(검토) 대전시 소하천에의 오염물질은 임야에서 자연적으로 유출되는 토지 계 배출이 기저유출로 작용함. 타 지역보다는 양이 적지만 축산계 개별배출에 의한 오염물질이 있으며, 농업지역에서의 퇴비 및 비료에 의한 배출이 있음. 소하천 유역은 인구밀도가 높지 않고 비점배출의 비율이 높은 특성이 있는데. 수질관리를 위해서는 적정 축산

17) 최익성, 서동일 (2011), 대전 주요 소하천 오염실태조사 및 수질관리 방안 연구, 대한상하수도학회·한국물환경학회 추계학술발표회, p.633-634

및 농업기법을 적용하여 최소한의 오염물질 배출의 유도가 필요함

○ 도시 소하천, 대전 탄동천, 수질개선 대안 수립을 위한 QUAL2K 수질모델 구축과 제외지 인공습지공법 적용 효율 평가¹⁸⁾

- 도시 하천은 주민의 생활공간의 일부로 환경적 지속성을 위하여 자연 친화환경적으로 관리가 바람직함. 반면에 현재는 홍수예방 또는 조경공사와 비슷한 하천정비만 되어있어 하천의 수질보전 및 관리를 위한 지속 가능 수질관리 방안 수립이 필요함

- 탄동천에의 수질조사를 진행하고 전체적인 진단을 실시하였으며, 상류에 위치한 오수처리장 방류수와 신성교 부근에서의 관거유출수가 주요오염원으로 발견됨

- 수질관리 대책으로 하수처리장 고도처리시설 도입과 신성교 부근에 인공습지를 설계하여 수질개선을 제안하였으며 QUAL2K를 이용하여 개선효과를 예측함

(검토) 대전시 주요 하천인 갑천의 최종 관리의 효과를 높이기 위해서는 소하천의 관리가 적용되어야 함. 소하천에서 관리되는 내용이 갑천에 미치는 영향을 예측하기 위해서는 QUAL2K를 비롯한 적정 모델링을 이용하여 미래의 모습을 예측할 수 있을 것이며, 비용대비 효과가 높은 관리계획도 제시할 수 있음

○ 도시 소하천의 수위 변동: 양재천 사례 연구¹⁹⁾

- 도시 소하천은 하도정비의 결과로 완충용량이 작은 경우가 많고, 강우 시 많은 우수가 유입되어 큰 유량변동을 나타냄

- 빠른 유속은 하천에 퇴적토를 이동시키며 외부에서 새로운 미세입자의 유입을 초래함. 퇴적토 또는 미세입자에 오염물질이 함유되어 있으면 하류에 오염부하를 증가시키는 원인이 될 수 있음

18) 윤진호, 서동일 (2013), 도시 소하천, 대전 탄동천, 수질개선 대안 수립을 위한 QUAL2K 수질모델 구축과 제외지 인공습지공법 적용 효율 평가, 대한환경공학회지, 35(3), pp.192-199

19) 김연태, 박종훈, 정의진, 우남철 (2017), 도시 소하천의 수위 변동: 양재천 사례 연구, 대한지질학회 학술대회, pp.477

- 강우 초기에 우수에 의한 비점오염원의 유입 증가는 우수처리시설로 처리하려 노력을 하였지만 최근의 강한 집중호우는 그 용량의 산정을 어렵게 하고 있으며 우수처리시설을 통하지 않고 하천으로 직접 유출하는 양도 증가하게 됨

(검토) 하천의 수위변동 분석은 유역 내 기저유출 등 하천수를 공급하는 인자를 도출하고, 하천의 수위와 강우량의 상관관계를 도출함으로써 미세입자의 유입 또는 퇴적토의 재배치를 초래할 수 있는 경우의 경향을 평가할 수 있음

○ 도심소하천 식생조사에서 UAV 근적외선영상 적용가능성 평가²⁰⁾

- VAR NIR(Unmanned Aerial Vehicle Near Infrared) 영상은 낮은 고도에서 사용할 수 있어 도심의 소하천과 같이 폭이 좁은 표적(10 m 내외)에의 정보를 제공할 수 있음
- 도심 소하천의 식생조사에서 거시적으로 정량화되고 객관적 데이터가 부족했던 한계를 극복할 수 있음
- UAV NIR 영상은 식생과 수공간 사이의 분광특성으로 식별이 가능함. NIR 영상은 샘플에 대한 식생 활력도와 식생과 뚜렷하게 구분되는 인공적 제방의 분포, 투수면과 불투수면의 구별이 가능함

(검토) 근적외선영상과 같은 기법의 활용은 도심 소하천을 생태적으로 모니터링을 수행하여 다양한 정보를 제공할 수 있으며, 현장 조사시간을 단축할 수 있어 앞으로 적극 적용하여야 할 방법으로 판단됨

○ 모래하천과 자갈하천에서 물리인자와 생태인자의 상관성: 한강유역의 중소하천을 중심으로²¹⁾

- 생물에는 종류에 따라 환경을 지시하는 지시종이 있으며, 이들 대부분은 서식처 한계성이 뚜렷함

20) 이정주, 황영석, 박성일, 엄정섭 (2019), 도심소하천 식생조사에서 UAV 근적외선영상 적용가능성 평가, 대한공간정보학회 학술대회, pp.121-122

21) 김창환, 김혜주, 이두한 (2007), 모래하천과 자갈하천에서 물리인자와 생태인자의 상관성: 한강유역의 중소하천을 중심으로, 대한토목학회 학술대회, pp.1481-1484

- 호수 및 하천에서 저서생물 및 부착생물 및 어류는 수질과 상관성을 나타내는 지시종으로 알려져 있지만 식물은 일부의 종에 국한되어 있음
- 생물의 지시성만으로 하천의 환경을 모두 평가하는 것이 어려우므로 하천수질도 하천평가에 포함하여야 함
- 더불어 생물종과 수질만으로 하천 자연성, 특히 복합적 하천의 생태성을 평가하는데 어려움이 있어 하천의 물리적 구조를 포함하기도 함
- 이에 LAWA에서 제시하는 물리적 구조 측정항목 25개 중 하천유형에 관련이 있는 9개의 항목을 고려함

(검토) 대전시 하천을 관리함에 있어 치수(유량), 이수, 수질, 생태계에 대한 내용이 분리되어 관리가 되어 왔음. 하지만 하천환경은 어느 하나의 평가로 이루어질 수 없으며 모든 요소가 중첩되어 평가하고 관리되어야 할 것임

○ 비용편익 분석을 통한 소하천유역의 저류조 설치 타당성 분석연구²²⁾

- 소하천 유역의 홍수와 가뭄 예방을 위한 저류조에 비용·편익분석으로 경제적 타당성을 분석하고자 하였음
- 저류조 용량에 따른 설치비용을 산정하고, 설치에 따른 편익요소인 피해 금액, 복구금액으로 비용·편익분석을 실시함
- 분석 결과 홍수와 가뭄이 12회 발생하는 경우 임계점이 형성되어, 이후에 편익비용이 나타난다고 나타남

(검토) 저류조는 홍수와 가뭄에 적용될 수 있지만 도심에서는 강우시 합류식하수관거 월류량(CSOs)의 저류에 의한 수질개선 효과를 볼 수 있음. 이는 비점오염물질을 저감함으로써 발생할 수 있는 편익으로 비용·편익을 분석할 수 있을 것임. 더불어 저류조의 설치 대중화는 CSOs의 유출 저감은 도시의 하천 퇴적물을 감소시켜 수질 및 수생태계를 개선시키는 효과를 볼 수 있을 것임

22) 서세덕, 이승욱, 박형근 (2016), 비용편익 분석을 통한 소하천유역의 저류조 설치 타당성 분석 연구, 대한토목학회논문집, 36(1), pp.134-141

○ 생물증강법을 이용한 도심 오염 소하천의 친환경적 수질정화 및 악취제어²³⁾

- 대상 하천인 호계천은 수 십년 동안 대부분 콘크리트 구조물로 덮여있어 상류의 하수오염, 하류의 범람 등 심각한 오염을 일으켜 인근 주민들이 민원이 많았음
- 장마철을 포함하여 수개월 동안 미생물 증강(BM-2)를 적용한 후에 호계천의 수질 및 악취변화를 조사함
- 미생물 제제처리를 적용한 결과 상류에 비하여 중류에서는 악취가 65%, 하류에서는 19%가 감소함

(검토) 미생물제제는 오염되어 있는 도심하천의 수질 및 악취를 감소시킬 수 있는 관리방안으로 될 수 있음. 근본적인 관리방안으로 적용하기 보다는 민가와 가깝거나 활동이 있는 소규모 하천에 적용할 수 있을 것임

○ 소하천 개발의 유감²⁴⁾

- 도심지 간선도로를 확장하는데에 많은 재원이 필요하고 신설에도 많은 시간이 소요되어 시가지 중심지나 도시 외곽의 소하천을 많이 이용함
- 청주시에서는 무료주차장으로 사용하고자 무심천 시내 고수부지를 콘크리트로 포장하였으며 이의 활용을 넓혀왔음
- 이후 청주대교에서 청남교를 거치는 도로공학 용어도 없는 하마도로란 명칭으로 고수부지를 포장하여 친수성 하천이 아닌 삭막한 하천으로 바꾸어 놓음
- 정치가와 행정가는 이러한 것이 과연 시민을 위한 건설행정인지 판단하여야 할 것임

(검토) 현재에도 남아있는 고수부지의 도로 및 주차장에 대한 존치여부 및

23) 장재수, 송지경, 김인수, 유장연, 고성철 (2015), 생물증강법을 이용한 도심 오염 소하천의 친환경적 수질정화 및 악취제어, 미생물학회지, 51(4), pp.389-397

24) 안상진 (1996), 소하천 개발의 유감, 대한토목학회지, 44(6), pp.8-9

관리방안을 다시 검토하여야 함. 더불어 고수부지 위의 도로와 함께 하천으로 빗물을 유출하는 도로 및 그 유출수에 대해서도 도로시설 관리자의 책임이 따라야 할 것임. 도심하천의 주요 오염원이 도로 유출수 및 CSOs인 것을 감안하여 관리방안을 제시하여야 함

○ 소하천 경관정비 모의시스템에 관한 연구²⁵⁾

- 하천경관을 정비하는 것은 개발의 목표와 방향을 설정하하는데 있어, 하천에 대한 자연적 특성과 주변의 사회적 특성 등을 계획수립에 고려하여 정비구역을 구획하고 기능적인 공간을 배치하여야 함
- 하천정비 후의 환경시설은 운영이나 유지에서 지역주민에 의존하는 경우가 많음
- 환경친화적인 하천경관을 위한 종합적인 판단기법으로 정비 후의 상황을 정비하기 전에 시각적으로 나타내는 기술적 수단임. 그 중 경관모의 방법 중 쉽게 응용할 수 있는 사진처리기법을 이용함
- 농촌유역 소하천을 대상으로 ①생태환경보전형, ②친수접근형, ③이·치수 관리형으로 나누고 유형별로는 하천 친수공간 그리고 경관정비에 관련한 시설이나 공간배치 등에 관한 예상 경관을 제시할 수 있음
- 하천경관에 검토되는 요소는 하천, 하천주변 상황, 통과 구조물, 영향인자, 인간활동, 생태계, 변화 요인을 둠

(검토) 하천경관정비는 하천이 가지는 환경적인 요소를 최대한 살려서 인근 주민들의 생활하는 환경을 보다 풍요롭게 만들 수 있는 계획이 이루어져야 함. 이는 계획 초기 단계에서부터 최대한 많은 변수들을 적용하여 이루어져야 할 것임

○ 소하천 내의 보가 수위-유량관계에 미치는 영향 분석²⁶⁾

25) 김선주, 윤경섭, 이광야, 박성삼 (1997), 소하천 경관정비 모의시스템에 관한 연구, 한국농공학회지, 39(5), pp.86-96

26) 송광덕, 김갑순, 문명진, 황경섭, 이형진 (2014), 소하천 내의 보가 수위-유량관계에 미치는 영향 분석, 대한상하수도학회·한국물환경학회 공동학술발표회, pp.654-655

- 소하천은 길이가 짧고 하폭이 좁으며 유량이나 수질의 변동 폭이 큼
- 또한, 주변 농경지 등에 물을 이용하기 위해 가동보, 월류보 등 목적에 따른 보들이 많이 존재하여, 보에 의하여 상·하류간의 유량 역전현상이 보이기도 함
- 소하천에서 수위-유량 관계곡선 도출 결과 가동보 및 월류보의 영향으로 하천의 수위-유량관계 곡선이 이분화 되었음

(검토) 도심의 가동보 및 월류보는 하천의 유량변화, 수질 및 생태계에 영향을 미치게 됨. 하천에서 경관 등을 위해 보를 설치하기도 하지만 하천을 모두 가로막는 보만이 해결방안이 되는 것은 아니라고 판단됨. 앞으로 도심에서는 보의 위치 및 목적에 따라 존치 및 해체 등 관리방안의 완전 재검토가 요구됨

○ 소하천 물 환경교육 프로그램을 위한 백천에 대한 환경학적 탐구²⁷⁾

- WEES는 교사가 지역환경을 탐구교육에 통합하는 전문성을 높이도록 하는 프로그램임
- 백천에서 문학연구, 현장연구, 수질모니터링에 대하여 환경연구의 관점에서 살펴 봄
- 백천은 비교적 좁은 범위에서 다양한 수생태계화 수질특성을 탐구하는 것이 가능하였음. 농촌지역을 흐르는 소하천으로 계절 변화와 지질특성과 같은 자연환경, 그리고 주변의 토지이용과 같은 인간활동의 영향으로 수질특성이 다르게 나타남

(검토) 하천관리에 대한 접근이 생태계를 포함한 바람직한 하천을 유지하기 위한 것만이 아닌, 이를 바탕으로 환경과 인간의 활동이 깊은 관계가 있음을 전달할 수 있어야 함. 이를 위해서는 환경의 중요성을 전달할 수 있도록 환경교육 프로그램을 수립하고 다양화하는 방안이 필요함

27) 김정화, 이두곤 (2010), 소하천 물 환경교육 프로그램을 위한 백천에대한 환경학적 탐구, 환경교육, 23(4), pp.82-95

○ 소하천 유역의 지하수 함양량 산정²⁸⁾

- 지하는 수문의 순환에 의하여 지표로 떨어진 물 중에서 증발되지 않고 남은 물이 토양대, 중간대, 모관대를 거쳐 포화대로 이동하면서 형성됨
- 지하수 함양은 물수지분석 방법과 기상, 수문, 식생, 토양 및 지질자료 등과 같은 지하수 관련 자료를 이용하여 산정함
- 연구지역에서 지하수 함양량은 연평균 강우량 중에서 증발산량 51.08%, 직접유출량 13.10%를 제외한 35.82%가 산정됨

(검토) 도심하천의 하천유지유량이 감소하는 큰 이유는 직접유출량이 증가하면서 땅 속으로 침투하는 지하수 함양량이 감소하는 데 있음. 하천유지유량의 감소는 양호한 수질의 수자원이 감소함으로써 하천의 적절한 운영에 어려움이 발생하게 되므로, LID를 비롯한 하천유지유량 확대방안을 적극적으로 적용하여야 함

○ 소하천 정비사업의 개선방안: 소하천정비법을 중심으로²⁹⁾

- 하천 중에서 도랑 혹은 실개천으로 불리우는 소하천은 훼손 정도가 심하지만, 소하천 대부분이 수계의 발원지로서 수질, 수량 및 수생태계의 보호를 위해 중요한 의미가 있음
- 소하천이 수해예방 차원에서 호안과 제방이 콘크리트로 직강화 되었으며, 도심 소하천은 도시의 팽창 및 교통문제로 대부분이 복개되어 오수의 통로나 주차장, 도로 등으로 이용되고 있음
- 농촌의 소하천은 비료, 농약, 축산폐수 등으로 오염되고 있으며, 관개용 수로도 이용되어 평상시 하천은 거의 말라버리고 각종 쓰레기가 방치되어 생태계의 모습을 찾아보기 어려움
- 이에 소하천 정비에는 ①복개하천은 생태형 또는 자연형 하천으로 복원되어야 함 ②소하천 수변관리가 필요함 ③하천과 소하천 관리의 일원화

28) 이충모, 함세영, 김강주, 추연우, 오윤영 (2015), 대한지질학회 학술대회, pp.481

29) 공라경 (2015), 소하천 정비사업의 개선방안: 소하천정비법을 중심으로, 수산해양교육연구, 27(3), pp.841-852

가 필요함 ④문제의 해결방안으로 소하천정비법 폐지와 소하천관리법의 도입이 필요함

(검토) 소하천 정비사업은 지금과 같이 국가하천, 지방하천 위주로 구성되어 있는 하천관리에서 그 영역을 확장시킬 필요가 있음. 대부분의 하천 유역의 소하천이 대부분을 차지하며, 하천의 최종 단계인 강을 평가하는데 있어도 결국은 소하천의 평가가 종합된 것이라고 볼 수 있음. 이에, 소하천에 대한 관리계획을 수립함과 동시에 규모가 큰 하천과는 구분된 관리방안을 진행할 필요가 있음

○ 소하천 홍수 및 가뭄예방을 위한 저류조 용량 산정³⁰⁾

- 이상기후의 영향은 홍수피해와 가뭄피해를 빈번히 발생시키고 있음
- 이러한 자연재해를 예방하기 위한 예방책으로 저류조 설치가 도시 홍수 예방으로 주목받고 있지만 가뭄피해 예방법은 전무한 상황임
- 이에, 소하천의 홍수 및 가뭄예방을 위하여 저류조의 용량을 산정하고 수리모형으로 그 효과를 분석할 수 있음. 또한, 설치 전·후를 정량적으로 분석하여 저류조 설치비용에 대한 비용편익분석을 실시할 수 있음

(검토) 소하천에서 발생할 수 있는 문제로 빗물에 의한 범람이 있으며, 저류조는 그 해결방법이 될 수 있음. 또한, 농촌지역에서는 저류조를 운영함으로써 가뭄 시 농업활동을 유지시킬 수 있는 방안으로도 이용될 수 있을 것임. 단, 저류조를 이용하는데 있어 침전된 퇴적물이 수질에 미치는 영향 및 관리방안에의 제안은 추가되어야 할 것임

○ 수생태 보호를 위한 소하천 관리 방안³¹⁾

- 소하천은 전체 국토 또는 유역에서 해당 범위가 매우 넓고 자연적, 사회적으로 다양한 특성을 지니고 있음
- 소하천 연구의 목적으로 ①우리나라 소하천 수생태 건강성 평가의 분석

30) 서세덕, 박형근 (2015), 소하천 홍수 및 가뭄예방을 위한 저류조 용량 산정, 대한토목학회 학술대회, pp.5-6

31) 김익재, 한대호 (2008), 수생태계 보호를 위한 소하천 관리 방안, KEI, RE-09

②수변 토지피복변화 분석으로 소하천 수생태 건강성 평가임

- 소하천 수생태계를 보호하기 위해서는 ①소하천 생태계를 보호하고 효율적으로 관리하기 위한 하천특성에 근거한 하천분류의 표준화가 필요함 ②소하천 수변관리를 통한 수생태계 보화방안 수립이 필요함 ③소하천 수생태계의 보호에 시급하게 필요하지만 부정적 영향을 최소화하기 위한 소하천 정비사업의 개선이 요구됨 ④궁극적으로 소하천의 지속적·효율적 관리를 위하여 소하천 유역관리모델에 대한 연구개발이 필요함 ⑤수생태계 보호를 위한 소하천의 적절한 관리를 위해 향후 과제의 정리가 필요함

(검토) 하천관리를 비롯하여 소하천에도 수생태계를 고려할 수 있는 계획이 필요함. 소하천에 대한 하천관리 관련 계획이 이루어진 사례가 없지만 향후에는 본 연구에 대한 결과를 최대한 적용하여 소하천관리계획을 수립할 필요가 있음. 특히 하천의 주요 특성인 치수, 이수, 수질과 더불어 생태계, 경관, 인문·사회·역사 및 공동체가 어우러진 계획이 추진되어야 할 것임

○ 실규모 실험을 활용한 소하천 관리³²⁾

- 소하천을 가로지르는 시설물 중에 교량을 실물실험 기반으로 유송잡물에 의한 파괴실험 및 집적실험을 통하여 향후 적용방안을 고찰함
- 하천 등에 설치된 하도시설물은 하천복원 등 환경사업으로 제안되고 있지만, 구조물에 대한 치수안정성 기준이 부족하여 활용에 문제가 있으며, 홍수가 발생할 경우 피해가 발생하는 경우가 많음

(검토) 초목과 같은 유송잡물은 하천구조물에 걸려 수위의 상승 및 하천수의 도시범람과 같은 문제를 발생시키기도 함. 하천구조물을 개선하는 방법도 있지만 대부분 입야에서 발생하는 유송잡물이 발생하거나 배출하지 않도록 하는 것도 중요한 방법이라 판단됨. 이러한 배

32) 여흥구, 김성중, 강준구 (2015), 실규모 실험을 활용한 소하천 관리, 대한토목학회지, 63(2), pp.43-47

출의 역제는 상수원 유역의 경우 호소 퇴적을 방지하여 수질개선을 유도할 수 있으며, 유송잡물을 제거하기 위한 비용을 감소시키는 효과도 얻을 수 있을 것임

○ 영산강수계 소하천의 오염부하량 평가에 관한 연구³³⁾

- 수질오염총량제의 시행에 따라 운영 중인 단위유역 경계지점의 측정 모니터링 자료로 오염부하량을 분석함으로써 오염배출 활용방안에 대해 기여할 수 있음

- 모니터링 자료를 분석함으로써 오염물질이 많이 배출되는 유역을 판단할 수 있으며, 목표수질 대비 초과율을 산정할 수 있었음

- 수질오염총량제 측정망 목적에 맞게 이행평가 등에 활용할 수 있음

(검토) 유역별로 배출부하량을 산정함과 동시에 발생·배출되는 오염원을 구분함으로써 관리 및 삭감방안을 제시할 수 있음. 소하천은 수질오염총량제의 소유역과 일치하지 않으므로 관리 소하천에 맞게 유역도 및 점유율 등을 도출하여 소하천관리계획에 적용할 수 있을 것임

○ 중소하천 물환경 개선을 위한 용배수로 관리 및 활용방안³⁴⁾

- 중소하천 물환경이 당면한 어려움 중에서 용배수로의 현황과 수리시설 정비사업의 문제점이 있음

- 약 48-62%의 가용수자원이 농촌수로로 이용되는데 많은 용업용수가 용수로와 배수로를 따라 이동하고 배출되면서 중소하천의 수량과 수질변화에 영향을 줄 수 있음

- 특히 강우 시 통상적인 농경지 오염원 배출량 산정치보다 높은 비점오염원 기여도가 예상됨

(검토) 비점오염 저감을 위한 용배수로의 관리방안으로 농촌지역에서 자연

33) 하돈우, 심홍빈, 김해성, 김윤수, 조소현, 송창수, 강태구, 김영석 (2018), 영산강수계 소하천의 오염부하량 평가에 관한 연구, Journal of Korean Society on Water Environment, 34(1), pp.1-9

34) 김액재, 박종윤, 김교범, 곽효은 (2018), 소하천 물환경 개선을 위한 용배수로 관리 및 활용방안, KEI, 2018-11

형 저감시설과 주민참여를 통하여 운영·관리되고 있는 자연정화 습지 등의 운영이 필요함. 이를 통하여 용배수로, 도랑 및 소하천, 농촌마을의 하천 수질개선, 친수환경, 경관개선 등과 같이 다양한 역할을 수행하는 실제 사례를 제시할 수 있을 것으로 판단됨

○ 지방자치단체의 소하천 관리방식에 대한 소고: 방재가치와 환경가치의 조화를 중심으로³⁵⁾

- 지구 온난화에 따른 이상기후로 자연재해가 빈발하고 있으며 도시계획상 하천에 대한 방재기능이 강화되고 있음
- 지방자치단체의 예방관리적 차원의 소하천 관리활동이 자연형 소하천으로 복원되지 못함으로써 소하천의 생태 및 환경가치가 훼손되어 국토의 말초신경과 같은 소하천의 기능이 상실되고 있음
- 방안으로 ①지역도시의 많은 소하천에 대한 관리가 지방자치단체에 의해 관리될 수 있도록 관련 법규가 강화되어야 함 ②방재시설의 개념범위를 엄격히 적용함으로써 방재라는 미명으로 소하천들이 콘크리트로 무분별하게 정비되는 형태가 억제되어야 함 ③지방자치단체의 환경에 대한 행정마인드가 변화되어야 함

(검토) 대부분의 소하천이 방재 외의 목적으로는 관리가 되지 않는 문제점이 있음. 일부 NGO를 중심으로 소하천이 관리된 사례가 있지만 행정력 및 재원이 지속적으로 지원되지 않아 지속가능한 관리가 이루어지는데 어려움이 있음. 앞으로는 법률적으로 소하천의 환경을 고려한 관리방안을 명시하고 체계적 관리를 추진함으로써 모세혈관과 같은 소하천이 건강하게 관리되어야 할 것임

○ 최소하천유출량을 고려한 지하수 개발가능량 산정방안³⁶⁾

- 안전채수량은 지하수 양수와 함양의 균형에 초점을 맞춘 것으로 자연적

35) 손진아 (2010), 지방자치단체의 소하천 관리방식에 대한 소고: 방재가치와 환경가치의 조화를 중심으로, 한국행정과 정책연구, 8(2), pp.33-54

36) 정일문, 이정우 (2013), 최소하천유출량을 고려한 지하수 개발가능량 산정방안, The Journal of Engineering Geology, 23(4)k, pp.375-380

으로 자연적 배출 지하수 유출량에 대해서 고려하지는 못하는 한계가 있어, 기존의 안전채수량을 재평가함으로써 자연 지하수 배출량과 하천 대수층 상호작용이 고려된 수정 안전채수량 개념을 제시함

- 무심천 유역에서는 갈수량에 해당하는 2.4 CMS를 최소하천유출량으로 결정하여 적용한 결과 86 mm/년의 개발가능량이 산정됨

(검토) 지하수, 하천유지유량, 수자원은 상호 간에 연결되어 있으며 조화롭게 유지될 필요가 있음. 빗물을 토양에 함양시킴으로써 지하수를 확보하고 하천에 다시 유출됨으로써 하천유지유량을 확보하게 됨. 반면에 무분별한 지하수의 사용은 도심의 하천유지유량의 감소과 수질 및 생태계에 악영향을 미칠 수 있으므로 조화롭게 활용할 수 있는 기준을 정립할 필요가 있음

○ 홍수예警보를 위한 소하천 GIS DB 구축³⁷⁾

- 소하천 홍수의 예警보를 위해 홍수통제소, 수자원공사 등의 관련부서의 GIS 하천관망도 및 관련 DB 구축이 미비한 상황임
- 기존에 관리되고 있는 국가하천, 지방하천과 새로이 구축되는 소하천의 하천정보를 연계하는 내용에 있어서 취약성이 존재하고 있음

(검토) 소하천의 홍수예警보를 위한 DB는 언제나 일정한 것이 아니고 지속적으로 변화하고 있음. 높은 효용성을 위한 소하천 DB를 구축하기 위하여 소하천관리계획소하천 단면정보, 유역정보 등이 표준 DB로 지속적으로 구축되어야 할 것임

○ 효율적 저수지관리를 통한 소하천의 건천화 방지³⁸⁾

- 최근 기후변화는 장마 뒤에 집중호우의 출현이 잦아들고 강우일수 및 강우강도가 높아지고 있으며, 내륙의 경우에는 봄과 가을에 상습적 건조와 가뭄으로 농작물에 피해를 주고 있음

37) 김기홍, 김호성, 모세환, 정수 (2013), 한국측량학회 학술대회자료집, pp.321-322

38) 한승희, 민관식 (2012), 효율적 저수지관리를 통한 소하천의 건천화 방지, 한국측량학회 학술대회자료집, pp.411-414

- 수자원의 효율적 관리를 위해서는 사전에 수량예측 및 관리를 하기 위한 시스템의 구축이 필요하며, 이는 지리정보시스템을 활용하여 체계적인 하천유지용수 공급체계를 마련할 수 있음

(검토) 과거 저수지는 가뭄 시 농업용수의 공급을 위해 조성되었으며, 현재 심해지는 가뭄의 관리 및 하천유지용수의 관리를 위해 다시 관심이 증가하고 있음. 효율적인 공간분석을 위해 GIS를 이용할 수 있지만, 단지 물의 저류량만을 위한 것이 아니라 수질, 생태, 인접한 주민들과의 관계를 통합하여 최종적 결론을 도출할 필요가 있음

2) 국외 관리현황

○ 소규모 강 유역에서의 수문학적 내용에 해단 기후변화 영향³⁹⁾

- 기후변화에 의하여 수문학과 관련된 대부분의 자연과정에 대한 관련성이 있음
- 기후변화에 의해 하천 흐름에 대한 지표 및 지하수에 대한 영향의 모델을 진행함
- 기후변화 영향은 수자원 관리와 생태계의 지속가능성에 많은 영향을 미치게 될 것임

(검토) 기후변화로 인해 자연환경이 변화되고 있는 상황에서 하천 또한 대응 및 적응해야 함. 특히 우리나라에서 강수량의 변화는 집중호우가 증가함으로써 평상시 하천유지유량의 감소, 도심 유출량의 증가, 적은 유량 및 수질 증가에 의한 생태계 유지의 어려움이 예측됨. 이에 배출오염원 감소, 하천유지유량의 증대 및 생태계 다양화를 위한 계획의 수립방안의 추진이 요구됨

39) Dario Pumo, Domenico Caracciolo, Francesco Viola, Leonardo V. Noto (2016), Climate change effects on the hydrological regime of small non-perennial river basins, Science of the Total Environment, 542, PP.76-92

○ 오염되지 않은 작은 강에 의한 미량 원소가 바다에 기여하는 내용 : 저수지 및 하수처리장의 효과⁴⁰⁾

- 4가지 형태의 작은 강에서 유입되는 하구로의 미량 원소 기여에 대하여 조사를 함
- 인간에 의하여 변화되는 작은 강에서의 변화는 결국 하구에 교란을 일으키게 됨

(검토) 중금속과 같은 미량 오염물질은 발생원에 대한 관심 및 모니터링이 진행되지 않아 상호 연관관계를 구축하기 어려웠지만, 흐름에 따라 하류에 축적되는 경향이 있음을 알 수 있음. 이는 중금속 뿐만 아니라 영영염류의 유출로 바다의 적조를 유발할 수 있을 것으로 보임. 이에, 오염물질 발생원에서 최대한 제거를 하는 물관리 방안이 보다 강화되어 추진될 필요가 있음

○ Kinu강의 제방 붕괴로 인한 침수에 대한 작은 강의 영향⁴¹⁾

- 20015년 태풍에 의한 전례에 없는 강우가 있었고, Kinu강 등에 제방의 붕괴 등 여러 곳에서 홍수피해 및 퇴적물 재해가 발생함
- 범람원의 중앙을 흐르는 작은 강이 하류의 조기 침수 원인으로 추정됨
- 침수의 원인이 되는 강의 영향을 위해 결합침수 모델을 개발하였으며, 홍수가 빠르게 통과하도록 하여 침수면적을 줄일 수 있었음

(검토) 기후변화 및 태풍은 강우강도를 높게 하여 모든 하천에 통수기능에 대한 부담을 가중시키고 있음. 대전시는 지방하천에 대해서는 치수 기능이 확보가 되었지만, 변화하는 환경에 대응하는 계획이 없는 소하천의 경우 치수의 계획을 수립할 필요가 있음

40) Miguel Angel Alvarez-Vazquez, Ricardo Prego, Miguel Caetano, Elena De Una Alvarez, Marylo Doval, Susana Calvo, Carlos Vale (2017), Contributions of trace elements to the sea by small uncontaminated rivers: Effects of a water reservoir and a wastewater treatment plant, Chemosphere, 178, PP.173-186

41) M.A.C. Niroshinie, Kazuaki Ohtuski, Yasuo Nihei (2016), Effect of small rivers for the inundations due to levee failure at Kinu River in Japan, Procedia Engineering, 154, pp.794-800

○ MaeKlong강 유역에 있는 작은 강에서 어종, 상대적인 다양성 및 환경적인 연관성⁴²⁾

- 태국 서부의 일부 개발된 강에서 96개 지점에서 79종의 어종이 조사됨
- 풍부도는 수심 및 온도와 음의 상관관계를 보인 반면, 종수는 하천 배출과 양의 상관관계를 보였음
- 종 분포에 영향을 미치는 화학적, 물리적 요인이 있었으며 높이, 하천 배출량, 폭, 깊이도 영향을 주었음

(검토) 하천 수생태계 다양화를 위해서 하천의 구조, 유량 및 수질에 대한 적정 기준에 대한 연구가 진행되고 있음. 대전시 또한 생태계의 다양화를 위해 기본적으로 유지해야 할 하천 환경을 유지하여야 하며, 감돌고기 및 미호종개와 같은 특정 종을 위한 환경조성도 필요함

○ 모니터링 및 모델링을 통해 결정된 작은 강에서의 4가지 유기 미량 오염물질의 현장 제거⁴³⁾

- 유기미량오염물질(OMP)는 지표수에서 널리 검출이 되고 있으나, 하천 시스템에서 이러한 화합물의 제거과정은 완전히 밝혀지지 않았음
- 하수처리장 폐수와 유출되는 강에 대해 모니터링이 되었으며, 이를 근거로 오염물질에 대한 mass-balance를 구하게 됨
- 모니터링 결과 benzotriazole 및 carbamazepine의 제거가 이루어지지 않았으며, diclofenac은 광 강도와 일치하는 제거를 나타냄
- 강에서 가장 높은 제거율은 아마도 휘발, 수착 및 생분해로 인해 갈락솔라이드로 볼 수 있음

42) Sampan Tongnunui, Frederick W.H. Beamish, Chunte Kongchaiya (2016), Fish species, relative abundances and environmental associations in small rivers of the Mae Klong River basin in Thailand, Agriculture and Natural Resources, 50, pp.408-415

43) Andrea F. Brunsch, Alette A.M. Langenhof, Huub H.M. Rijnaarts, Alexander Ahring, Thomas L. ter Laak (2019), In situ removal of four organic micropollutants in a small river determined by monitoring and modelling, Environmental Pollution, 252, pp.758-766

(검토) 오염물질을 비롯해 미량오염물질은 발생한 곳의 농도가 배출되는 하천의 농도보다 높은 경우가 대부분임. 하지만 본 연구에서와 같이 현장제거가 가능하며 휘발, 수착, 생분해 등으로 OMP를 제거할 수 있음. 단, 대전시에서 이를 적용할 경우에는 해당 하천의 오염물질 특성을 정밀 모니터링한 후 적용할 필요가 있음. 더불어 발생원에서 오염물질을 최대한 제거시키는 방안도 제시하여야 함

○ AHP에 의한 소하천의 수력발전소 선정⁴⁴⁾

- 수력발전은 강 바닥을 따라 흐르는 수체의 위치 에너지를 이용하여 기계적 에너지로 변환한 다음 전기 에너지로 변환하여 얻음
- 소형 수력 발전소는 설치된 전력 용량이 10 MW 미만이며 전기를 생성하기 위해 강 흐름의 일부를 전환할 때 강이 흐르는 것으로 간주함
- 여러 분야에서 복잡한 결정을 내릴 때, 다양한 대안을 선택하는 것을 포함하여 환경 의사결정에 다중 기준 기술을 사용하는 것이 중요하며, 최상의 대안을 선택할 수 있는 AHP 방법이 있음
- ROR 식물 선택을 위해 확인된 주요 기준은 보호 동물 군, 어류 개체군, 수질, 경관, 흐름체제, 식생임

(검토) 우리나라에서 수위의 차가 있고 유량이 확보되는 곳에서 수력발전을 도입하고 있으며, 하수처리장에서도 수위차를 이용하여 적용하고 있음. 에너지원의 다양화를 위해서 적정 위치가 있다면 앞으로도 적용할 수 있을 것으로 판단됨

○ 강 흐름의 미학적 가치 : 크고 작은 강의 흐름 선호도 평가⁴⁵⁾

- 강의 사용에 대한 수요의 증가로 인해 강 흐름의 사회경제적 가치가 증

44) Jose Luis Fuentes-Bargues, Pablo Sebastian Ferrer-Gisbert (2015), Selecting a small run-of-river hydropower plant by the analytic hierarchy process (AHP): A case study of Mi.no-Sil river basin, Spain, Ecological Engineering, 85, pp.307-316

45) Yvonne Pfluger, Allan Rackham, Scott Larned (2010), The aesthetic value of river flows: An assessment of flow preferences for large and small rivers, Landscape and Urban Planning, 95, pp.68-78

가하고 있음

- 미적 품질을 보호하는 것은 하천관리에서 점점 더 중요하게 인식되어지고 있음
- 뉴질랜드 강을 보여주는 온라인 사진 조사에서 우리는 강 사용자의 흐름 선호도에 대한 강 크기 또는 계획형태의 영향과 흐름의 미학적 가치를 다루었음
- 작은 강에서는 높은 흐름과 작은 독이 선호되고, 큰 강에서는 중간 또는 낮은 흐름과 낮은 탁도가 선호되는 것으로 나타남

(검토) 과거보다 앞으로 강에 대한 미학적 가치가 증가할 것으로 판단됨.
본 연구에서 제시한 바와 같이 유량, 유속, 하천 폭, 독의 크기 등이 하천을 평가하는 요소로 추가되어야 할 것임

○ 소규모 강 수력발전의 물-에너지-생태계 연계 : 최적의 설계 및 정책⁴⁶⁾

- 소규모 강 수력발전은 전 세계 재생에너지 목표 달성에 크게 기여할 수 있음
- 반면에 에너지 생산을 위한 하천의 착취는 환경 영향과 이해 관계가 간의 갈등을 유발하기 때문에 최적의 수자원 할당 전략이 필요함
- 사전에 정의된 환경규정을 준수하는 다목적 설계는 생태기능을 보호하지 않고도 상당한 경제적 손실을 수반하게 되지만, 환경흐름이 합법적 값에 따른 결정 변수로 간주되면 경제적으로 매력적이고 생태학적으로 효과적인 식물의 구성이 나타남
- 재생가능 에너지 정책은 사전에 대규모 설치에 불이익을 주는 계획을 피해야 함. 이러한 접근은 추가적인 생태계 서비스를 고려할 때 효과적인 수력발전 설계, 관리 및 정책을 식별하는 객관적 기반을 제공하므로 하천 에너지 생산의 지속가능 강화를 지원하게 됨

46) S. Basso, G. Lazzaro, M. Bovo, C. Soulsby, G. Botte (2020), Water-energy-ecosystem nexus in small run-of-river hydropower: Optimal design and policy, Applied Energy, 280, 115936

(검토) 비교적 규모가 큰 하천 및 강에서 수력발전이 적용되고 있으며, 앞으로 이를 적용할 때에는 에너지 뿐만이 아니라 생태계를 고려한 계획이 이루어져야 할 것임

○ 작은 도심하천이 도시의 냉각 효과에 미치는 영향⁴⁷⁾

- 도시화로 인한 온난화는 심각한 환경 문제가 되고 있으며, 도시계획자는 도시의 대기온도를 낮추는 열 완화 전략을 고려하여야 함
- 도시하천은 하천 냉각효과(RCE)로 알려진 현열의 증발 및 전달을 통해 도시 열을 줄이는 데 중요한 역할을 함
- 여름철 서로 다른 시간대에 RCE와 도시형태 사이의 관계를 결정하기 위하여, 서울 청계천의 하천 냉각강도(RCI)와 하천 냉각거리(RCD)를 계산하기 위한 상세한 현장 측정을 진행함
- 청계천 평균 RCI는 0.46°C이고 14시의 평균 RCD는 37.2 m로 나타나며, 좁은 거리와 낮은 건물이 RCE를 개선할 것으로 나타남
- 하천을 둘러싼 도시형태가 RCE에 영향을 미칠 수 있음을 보여줌
- 조경 및 도시계획자는 도시형태를 도시열과 RCE에 영향을 미치는 변수로 고려하여야 할 것임

(검토) 도심하천은 도시의 열 순환에 영향을 미치고 있음. 도심의 콘크리트 구조물에 비하여 낮에는 에너지를 흡수하고 밤에는 에너지를 방출하는 특성을 가지고 있음. 도심하천은 기온이 높은 낮에는 도심 온도를 낮출 수 있을 것으로 평가되지만 시간에 따라 하천이 도심의 온도에 미치는 영향은 변화하므로 시계열적인 검토가 필요함

○ 작은 도시하천과 저수지의 거대 무척추동물에 대한 빗물 유출의 영향⁴⁸⁾

47) Chae Yeon Park, Dong Kun Lee, Takashi Asawa, Akinobu Murakami, Ho Gul Kim, Myung Kyoon Lee, Ho Sang Lee (2019), Influence of urban form on the cooling effect of a small urban river, Landscape and Urban Planning, 183, pp.26-35

48) Ryszard Gołdyn, Barbara Szpakowska, Dariusz Swierk, Piotr Domek, Jan Buxakowski, Renata Dondajewska, Danuta Barałkiewicz, Adam Sajnog (2018), Influence of stormwater runoff on macroinvertebrates in a small urban river and a reservoir, Science of The Total Environment, 625, pp.743-751

- 빗물이 저서 거대 무척추동물에 미치는 영향은 두 번의 연가 주기로 연구를 진행하였으며, 빗물 하수도에 의해 작은 도시하천으로 유출되는 5개의 작은 집수유역에 위치한 작고 얇은 저수지를 대상으로 함
 - 대상지에는 자동차공장, 유리공장 및 쇼룸, 자동차서비스 회사, 단독주택, 아파트블록 등이 있는 주거지역에 위치함
 - 자동차와 관련된 지역은 저서성 거대 무척추 동물에게 가장 큰 영향을 미쳤으며, 이는 중금속을 포함한 많은 빗물과 오염 때문으로 나타남
 - 주거용 다가구 주택에서의 빗물은 가장 적은 영향을 미쳤음
 - 저수지의 거대 무척추 동물은 강에 있는 것보다 더 광범위한 변화를 나타내는 것으로 나타남
 - 4개 저수지 폭포는 강의 수질을 현저하게 향상시켰으며, 이는 위와 아래의 관측소와 비교하여 아래 관측소에서 계산된 거대 무척추 동물의 종 구성, 풍부한 바이오매스 및 지표에 의하여 확인이 되었음
- (검토) 도심에서 빗물은 불투수층의 오염물질과 결합하여 도심하천 및 저수지로 유출이 되어 중대형동물보다 크기가 작은 무척추동물에 보다 큰 영향을 주게 됨. 되도록 도심하천에 독성이 있는 오염물질의 유출을 저감시켜야 조화로운 생태계가 유지될 것이며, 도로의 독성이 있는 오염물질 제거를 위한 제안이 필요함

○ 작은 도시지역의 열섬에 미치는 하천의 영향⁴⁹⁾

- 펜실베이니아 중부의 강으로 나뉘어진 작은 도시지역의 도시열섬(UHI)를 조사함
- 많은 인구가 도시지역에 거주하기 때문에 폭염시 사망률 증가, 에너지 비용 상승 및 대기오염 증가로 인해 UHI에 대한 연구가 필수적임
- 19개 도시관측소와 1개 시골 기준관측소에서 시간별 온도를 수집함
- 연평균 2.25°C의 UHI가 밤, 여름, 가장 도시화 된 지역에서 가장 강하

49) Ashley N. Moyer, Timothy W. Hawkins (2017), River effects on the heat island of a small urban area, Urban Climate, 21, pp.262-277

고 하천에서 다 가깝다는 것을 나타냄

- 하천에서 거리가 1000 m 증가할 때마다 UHI는 계절에 따라 0.6℃에서 0.3℃로 감소함
 - 하천은 야간에 더 따뜻한 온도와 습도를 높여 UHI를 향상시키게 됨
- (검토) 도심하천은 도심의 온도를 낮추는데 확실한 효과가 있음. 또한, 시간대에 따라 도심하천과 도심의 콘크리트간의 열교환에 변화가 발생하므로 시계열적인 검토가 필요함

○ 중소규모 하천의 오염경로를 파악하기 위한 수질의 실시간 모니터링⁵⁰⁾

- 지표수에 대한 수질기준은 지속적으로 증가하여 수질정책에 대한 새로운 과제를 제시하고 있음
- 집수구역에서 다양한 영향의 출처와 유출경로에 대한 정확한 지식은 모든 관리활동에 특히 중요하며, 높은 시간적 해상도를 가진 온라인 측정은 특히 중소규모 집수지에서 특히 적합함
- 다양한 매개변수를 실시간으로 모니터링 할 수 있도록 상용센서와 습식 화학분석기가 결합 된 모바일 측정 스테이션을 적용하게 됨

(검토) 하천의 모니터링은 동일 시간대에 여러 지점을 모니터링하거나, 정화되는 시스템을 검토하기 위하여 하천의 유속을 고려한 동일 조건의 수체를 모니터링 할 필요가 있음. 이러한 세세한 모니터링을 위해서 실시간 모니터링을 위한 TMS를 확대할 필요가 있음

○ 위성데이터를 사용한 소규모 하천 부유물질 정량화⁵¹⁾

- 하천의 부유물질 관리를 위해서는 퇴적물에 대한 정보가 필요하며, 현장

50) Angelika M. Meyer, Christina Klein, Elisabeth Funfrocken, Ralf Kautenburger, Horst P. Beck (2019), Real-time monitoring of water quality to identify pollution pathways in small and middle scale rivers, Science of The Total Environment, 651, Part 2, pp.2323-2333

51) Celso M. Isidro, Neil McIntyre, Alex M. Lechner, Ian Callow (2018), Quantifying suspended solids in small rivers using satellite data, Science of The Total Environment, 634, pp.1554-1562

샘플링은 업스트림 소스의 통합 영향만을 설명 가능함

- 위성 이미지의 표면 반사율을 사용하여 TSS 농도를 추정하는 경험적 모델을 사용하여 공간적으로 연속적인 지도를 제공할 수 있음

(검토) 하천 모니터링은 직접 현장에 방문하여 샘플링과 측정하는 방법이 일반적임. 하지만 인력 및 비용이 소요되어 중요성이 큰 지점에 대해서만 이루어져 시계열적인 분석 및 공간연속적인 분석이 이루어지기 어려움. 위성데이터 영상을 이용한 간접 측정은 시계열적 및 공간연속적 예측이 가능하여 보다 정밀한 검토 및 예측이 가능할 것으로 판단됨

○ 작은 도시하천 복원을 위한 모델기반 설계⁵²⁾

- 독일 베를린의 작은 도시의 Panke를 복원하기 위한 모델기반 디자인
- 고해상도 2D 수리학 모델링과 서식지 모델링 및 하천 생태학 전문지식 등을 고도로 반복적인 방식으로 결합
- 어류에 대한 서식지 적합성 맵이 개발되었으며 수력 선호도가 다른 그룹을 포함하여 서식지에 대한 적합성을 평가함
- 모델기반 디자인을 사용하여 수생 초목뿐만 아니라 수영장, 물결, 강둑, 사멸 나무 등을 포함하는 Panke에 대한 선호 변형을 개발함
- 개선조치 설계를 위한 모델기반 접근 방식은 하천 형태의 현재 단점, 새로운 서식지 생성 우선순위 및 예상되는 적절 지역의 증가에 대한 정량적 정보에 대한 정보를 제공함

(검토) 하천 복원은 과거 무작위로 진행이 되었던 개발사업을 원래의 상태로 되돌리기 위한 것임. 하지만 하천은 다양한 모습을 가지지만 복원방법은 일률적으로 이루어지는 모습이 있었음. 수리학 모델링 및 서식지 모델링은 해당 하천의 모습을 예측할 수 있어, 하천별 원하

52) Carsten Lange, Matthias Schneider, Michael Mutz, Martin Haustein, Martin Halle, Michael Seidel, Heiko Sieker, Christian Wolter, Reinhard Hinkelmann (2015), Model-based design for restoration of a small urban river, Journal of Hydro-environment Research, 9(2), pp.226-236

는 모습으로의 복원을 위해 거쳐야 할 방안임

○ 소규모 하천 유역에 대한 수질모델링⁵³⁾

- 작은 하천에서의 수질모델링은 실용적이고 경제적인 관점에서 중요성이 덜하다고 간주되기도 함
- 복잡한 모델의 사용이 불가능할 때 탄소와 질소화합물의 관점에서 작은 하천 유역의 수질을 설명하기 위해 간단한 모델을 설정할 수 있음
- 짧은 하천에서 점 및 비점오염원이 정화역학만큼 중요한 모델 반응을 형성하는데 핵심적인 역할을 함
- 형태, 수리학 및 식생 측면에서 다양한 하천 특성은 가변 매개변수의 도입이 필요하므로 원래의 단순한 모델구조를 복잡하게 함

(검토) 도심하천은 작은 도랑에서 시작하여 소하천, 지방하천, 국가하천들 거쳐 강으로 흐르는 핏줄과 같은 흐름을 가지고 있음. 대전시는 지금까지 국가하천을 중심으로 하천관리가 되었지만 향후 소하천 및 도랑에서의 관리가 진행될 것임. 이러한 관리가 대전시 전체에 미치는 영향을 이해하고 예측·관리하기 위해서는 수질모델링이 도입되어 소하천관리의 우선순위 및 관리효과 등을 검토할 수 있을 것임

53) Stefano Marsili-Libelli, Elisabetta Giusti (2008), Water quality modelling for small river basins, Environmental Modelling & Software, 23(4), pp.451-463

대전시 소하천 관리방안의 제안

- 1절. 소하천 모니터링 계획의 수립
- 2절. 소하천정비종합계획 등의 수립

3장

3장 대전시 소하천 관리방안의 제안

1절. 소하천 모니터링 계획의 수립

1) 모니터링 실행 주체

○ 모니터링 주체

- 소하천관리종합계획의 수립 및 관리는 대전시의 경우 5개 구에서 진행하여야 함
- 소하천 관리의 모니터링 주체는 구가 되며 마을협의체, 비영리법인 등이 모니터링을 위탁하는 방향이 적합할 것으로 판단됨
- 구는 위탁한 내용을 관리하기 위하여 매년 관리보고서를 제출받아 관리할 필요가 있음
- 모니터링은 어느 하나의 조직이 수행하는 것이 아니라 구가 소하천관리종합계획의 수립과 동시에 행정·재원의 지원을 수행하고, 마을협의체 및 비영리 법인 등이 직접 모니터링 및 관리를 수행하며, 소하천 전체의 검토를 연구기관 및 소하천관리센터(가칭) 등이 지원하는 형태가 적합할 것으로 판단됨

2) 모니터링 항목

○ 치수, 이수 관련

- 소하천 유량
- 하천 폭
- 소하천 호안의 상태 (물리적 구성, 훼손 여부 등)
- 소하천 바닥의 상태 (물리적 구성, 훼손 여부 등)

○ 수질 관련

- 하천등급에 관련한 수질항목 (pH, DO, BOD, SS, T-N, T-P, 대장균군, 일반세균 등)
- 소하천 특성으로 필요한 수질항목의 추가

○ 경관, 생태계 관련

- 식생의 구성 (외래종의 유무 포함)
- 어류, 조류, 포유류, 양서·파충류 등 (외래종의 유무 포함)

3) 모니터링 주기

○ 유량 관련

- 유량 특성을 검토할 수 있도록 갈수기, 저수기, 평수기, 홍수기별로 1회 이상 측정

○ 수질 관련

- 수질 특성을 검토할 수 있도록 갈수기, 저수기, 평수기, 홍수기별로 1회 이상 측정

○ 경관, 생태계 관련

- 경관 및 생태계 특성을 검토할 수 있도록 계절별 1회 이상 측정

○ 기타

- 퇴적물, 하천쓰레기, 영농폐기물, 인근 시설 등의 변화를 조사

4) 모니터링 사례

○ 먹티천

- 먹티천은 대전천 최상류에 위치한 소하천으로 0.95 km의 연장을 가짐

본류	제1지류	제2지류	제3지류	제4지류	제5지류	하천등급
금강	갑천	유등천	대전천	먹티천		소하천

시점: 동구 하소동 산29-1(산내동 561), N36.207953, E127.429321, 264 m
 종점: 동구 하소동 471, N36.210168, E127.438894, 204 m (기울기 63/1,000)



하천구조	산지형 400 m - 산지+농지형 400 m - 마을형 150 m
하천폭	2~3 m (V형) - 4~5 m (U형) - 5~10 m (L형)
하천제방	자연형 - 돌망태, 자연석+콘크리트 - 자연석+콘크리트
하천바닥	자연형(자갈) - 자연형(모래 및 자갈) - 자연형(모래 및 자갈)

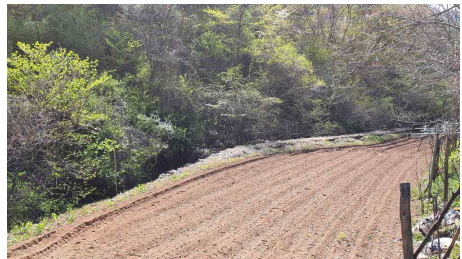
일반특징	
해당 소유역	갑천A00
접근성	- 버스 : 501 (버스정류장 : 가목정마을 14000(만인산공원 방면), 14010(대전제2시립노인병원 방면)
역사 문화 스토리	- 먹티천의 종점은 지방하천 대전천의 지방하천 시점과 일 치함

오염원 (관리 및 영향) 매우나쁨 1, 나쁨 2, 보통 3, 좋음 4, 매우좋음 5

현 장 오 염 조 사	자연 유출	4	임야 나뭇잎, 자연 퇴적물
	퇴적물	4	자연퇴적물 있음
	일반쓰레기	3	생활쓰레기 있음
	영농폐기물	5	영농폐기물 없음
	마을 오수	4	중류 이후 단독정화 오수 유출
	축산 폐수	5	축산 없음
	공장 폐수	5	공장 없음
	기 타		차돌뱅이골, 옷드루골, 아래바시락골, 아래드무골, 가랑이골



상류에 버려진 쓰레기



상류의 농지

인근 주요시설	
주요시설	옛터민속박물관, 대전광역시립 제2노인전문병원, 금산군 중부대학교 충청캠퍼스, 태조태왕태실
자연현황	만인산, 만인산 자연휴양림



옛터민속박물관



만인산 자연휴양림



만인산



중부대학교



대전광역시립 제2노인전문병원

하천 평가		
야생동식물 서식지	3	일반적인 생물다양성을 보임
수질	4	시각적으로 비교적 양호한 수질을 보임
유량	2	유역이 크지 않으며 적은 유량이 흐름
호안 및 제방 보호	4	양호한 제방이 구축되었지만 인공적 특성이 있음
경관, 레크레이션	3	일반적 경관을 가지며 일부구간에서 낚시터로 활용
평균	3.2	

평가 : 대전천 최상류에 입지한 경사도가 큰 산지형 하천으로, 먹티천을 중심으로 농촌과 산촌의 특성을 가진 마을의 특성을 유지하는 것으로 판단됨

관리방안

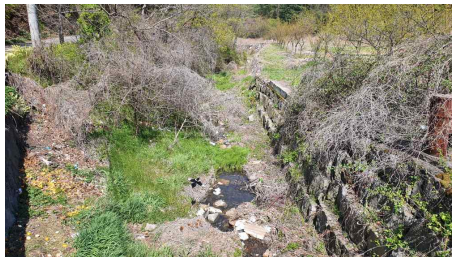
- 하천으로의 쓰레기 및 하천과 밀접한 농지에서 유출되는 오염을 관리
- 낚시터에서의 오염유출이 최소한이 되도록 노력이 필요
- 먹티천을 중심으로 유역주민들의 자발적인 관리가 효율적일 것으로 판단됨



최하류 지점의 먹티천 소개



중류의 소규모 마을



중류에서 바라본 적은 유량



상류의 전형적 산지형 하천의 모습

2절. 소하천정비종합계획의 수립

1. 소하천정비종합계획의 주요 내용

1) 수립 주체⁵⁴⁾

○ 수립의 주체

- 소하천정비법 제3조제1항 : 소하천(소하천시설을 포함)은 특별자치시장·시장·군수 또는 구청장(자치구의 구청장을 말함)이 지정하거나 그 지정을 변경 또는 폐지함

○ 관리청

- 소하천정비법 제3조제6항 : 소하천 등 정비와 그 유지관리는 이 법 또는 다른 법률에 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 소하천을 지정한 특별자치시장·시장·군수 또는 구청장(이하 "관리청"이라 한다)이 관장함
- 대전광역시의 경우 관리청은 동구, 중구, 서구, 유성구, 대덕구와 같은 5개 구가 대상이 됨
- 대전시를 비롯하여 전국적으로 소하천관리종합계획을 수립한 사례는 많지 않음. 이는 계획을 수립하기 위한 재정적 지원이 원활하지 않은 원인이 큰 것으로 판단되어 광역지자체 및 정부부처의 지원이 있어야 할 것으로 판단됨

○ 소하천정비종합계획의 수립

- 관리청은 행정안전부령으로 정하는 바에 따라 소하천 등 정비 방향 지침이 될 소하천정비종합계획을 10년마다 수립하여 시·도지사의 승인을 받아야 함

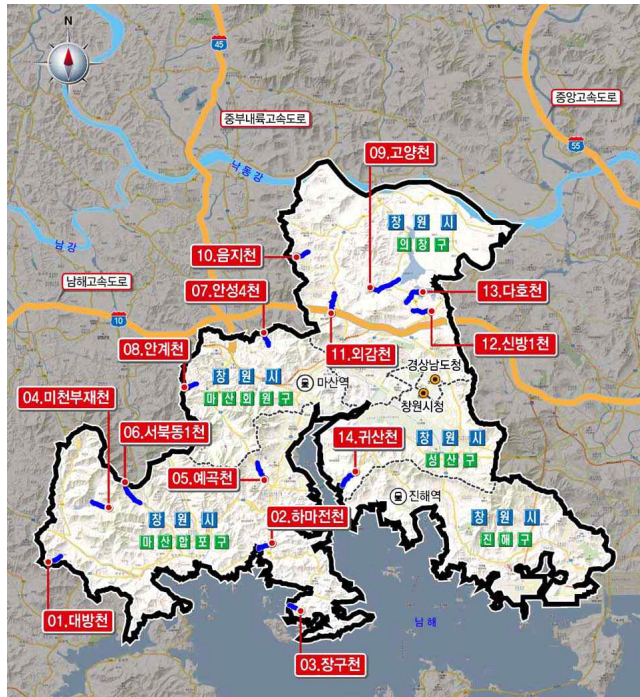
54) 행정안전부 재난경감과 (2020 시행), 소하천정비법

2) 소하천정비 종합계획의 주요 내용

- 소하천 등 정비에 관한 기본 방침
- 수계별 소하천망의 구성
- 재해예방 및 환경개선과 수질 보전에 관한 사항
- 소하천 등의 다목적 이용과 주민의 소득 증대에 관한 사항
- 그 밖에 대통령령으로 정하는 사항

3) 소하천정비 종합계획의 사례 (창원시)

- 서론
 - 과업의 배경, 목적, 범위, 내용



[그림 3-1] 창원시 소하천관리 과업위치도

○ 과업구간 조정

- 조정목적, 조정기준, 조정결과, 구간조정 평가

※ 택지개발사업 등의 유로변경, 하천 본래의 기능 상실, 도로공사 관련계획 등에 의한 선형변경, 본류의 경계 적용, 하천관리 주체가 없는 하천, 주민 생활환경 개선 및 소득증대에 대한 이유로 소하천 구간을 조정

	수계 현황			하천 현황					
	분류	1지류	2지류	3지류	유역면적(km ²)	유로연장(km)	하천연장(km)		
하천 현황	진전천	일암천	대방천		1.112	1.258	0.857		
	<ul style="list-style-type: none"> 깃대봉(EL.528m)에서 발원하여 대방마을을 지나 일암천에 합류하는 소하천임 2002년 1월 소하천정비종합계획을 수립하여 2002년 12월 소하천구역이 고시됨 소하천명은 대방마을의 지명을 이용하여 결정 『일암천 하천기본계획(2010. 3. 경상남도)』에서 대방소하천을 일암천에 포함하여 지정·고시함. 								
과업구간	소하천 위치								
	시점		종점						
	마산합포구 진전면 일암리 1286		마산합포구 진전면 일암리 1218						
	소하천연장(km)								
	기고시(①)	금회조정(②)	증감(②-①)						
	0.600	0.857	▲0.257						
	<ul style="list-style-type: none"> 일암천(지방하천)과 중복지정되어 있어 일암천 상류에서 대방소류지까지 약 857m 대방소하천으로 지정 								
현장조사	상류부			하류부					
									
	<ul style="list-style-type: none"> 하류부 좌안은 산지 및 농경지가 위치하며, 우안은 산지 및 일부구간 도로가 위치 			<ul style="list-style-type: none"> 상류부 호안은 토사사면 및 일부구간 석축으로 되어있으며, 좌안은 산지 및 농경지, 우안 산지 및 일부구간 도로가 위치 					
검토 결과	<ul style="list-style-type: none"> 일암천(지방하천)과 중복지정되어 있어 일암천 상류에서 대방소류지까지 약 857m 대방소하천으로 지정하기 위해 소하천정비종합계획 재수립이 필요 								

[그림 3-2] 대방천 현황 및 구간조정 사유

○ 하천측량

- 지형 현황측량, 종단측량, 횡단측량, 표석매설, 지적도 복사 및 축도



[그림 3-3] 대방천 하도의 횡단 현황

○ 하천의 종합적인 보전과 이용에 관한 사항

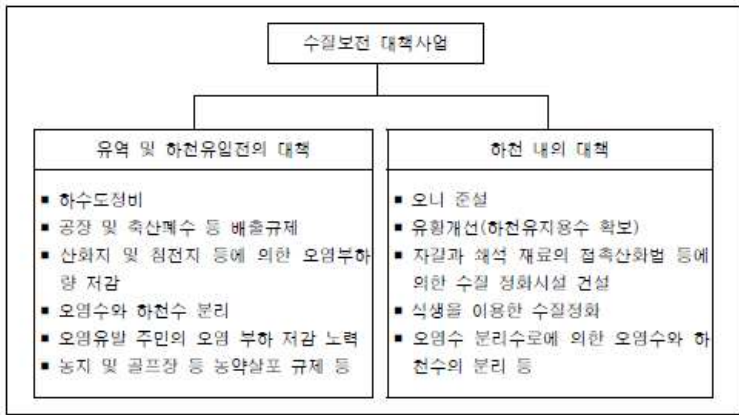
- 유역의 개황, 유역의 특성, 기상 및 수문, 용수이용 현황, 타계획과의 조정, 소하천의 종합적인 정비방향, 소하천망의 구성
- 소하천의 종합적인 정비방향 : 홍수처리계획의 기본방향, 유수의 합리적인 이용에 관한 사항, 하천환경관리에 대한 기본방향, 소하천 정비의 기본방침

○ 재해예방 및 환경개선과 수질보전에 관한 사항

- 재해예방 : 치수사업 연혁, 수해 피해현황, 가뭄 피해현황
- 환경개선과 수질보전 : 지역현황, 소하천의 환경현황, 수질, 사업시행으로 인한 환경영향예측, 저감방안
- 하천환경 정비계획 : 수환경 정비계획, 하천공간 정비계획

하천공간의 기능	하천공간 정비기본방향
	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">하천의 매력유지</div> <ul style="list-style-type: none"> •하도의 형태, 하상재료 등에 유의하여 하천에 서식하는 동·식물의 서식환경 교란을 최소화 <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">자연과의 조화</div> <ul style="list-style-type: none"> •하천의 자정능력 개선을 위한 자연형 공법 적용 <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">자연재료의 사용</div> <ul style="list-style-type: none"> •자연석, 식생 등 자연재료를 이용한 정비 <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">친수공간 창출</div> <ul style="list-style-type: none"> •공원화, 유원지화 등 위락공간을 지양하고, 자연과의 교감을 위주리한 친수활동 지향 •개방적인 공간으로 산책, 경관감상, 청음활동이 가능하도록 정비

[그림 3-4] 소하천의 공간환경 관리방안



[그림 3-5] 소하천의 수질보전 대책



[그림 3-6] 하천공간 정비계획, 아름다운 소하천 가꾸기

○ 소하천정비 기본방향에 관한 사항

- 홍수량 산정, 하상변동 분석

소하천명	산정 지점	유역면적 (km ²)	산정 방법	재현기간별 홍수량 (m ³ /s)					비고
				10년	30년	50년	80년	100년	
대방천	DB0	1.112	①	26	33	35	38	39	
			②	18	23	25	27	29	
			③	25	33	36	39	41	채택
	DB1	0.273	①	7	9	9	10	10	
			②	5	7	7	8	9	
			③	6	8	9	10	10	채택

○ 소하천공사 시행에 관한 사항

- 소하천 개수계획, 기존시설물 검토, 소하천시설물 계획, 소하천시설물 유지관리



[그림 3-8] 소하천 시설물, 자연형 어도 시공사례

○ 치수경제성 분석

- 경제성 분석의 개요, 다차원법에 의한 홍수피해액 산정, 투자효율 분석, 치수경제성분석 결과 및 투자우선 순위

○ 효과분석 및 건의

- 종합적인 효과분석, 건의사항, 고시관련 사항

4) 소하천정비중기계획의 수립

○ 근거

- 소하천정비법 : 관리청은 총리령으로 정하는 바에 따라 5년마다 종합계획에 따른 소하천정비중기계획을 수립하여야 함

○ 내용

- 중기계획에는 연도별 소하천 등 정비에 관한 사항 등 대통령령으로 정하는 사항이 포함되어야 함
- 관리청은 법 제7조제1항에 따라 소하천정비중기계획을 수립하였을 때에는 별지 제6호서식의 소하천정비중기계획 명세서를 작성하여 관리하여야 함

4) 소하천정비시행계획의 수립

○ 근거

- 소하천정비법 : 관리청은 중기계획에 따라 소하천등 정비를 시행하려면 소하천정비시행계획을 수립하여야 함. 다만, 대통령령으로 정하는 경미한 소하천등 정비를 시행하려는 경우에는 그러하지 아니함

○ 내용

- 정비사업의 명칭, 정비사업의 목적 및 개요, 정비사업을 시행하는 자의 명칭 및 주소, 정비사업의 착공 및 준공 예정 연월일, 수용하거나 다용할 다음의 물건 또는 권리에 관한 명세와 그 소유자 및 소유자 외의 권리자의 성명 및 주소 등의 명세, 정비사업 사업지역의 위치도, 실시설계도서, 예정 공정표, 사업비 및 자금의 조달계획서, 준공된 소하천시설의 관리에 관한 사항, 발생 예상 폐천부지의 면적, 자연친화적인 소하천 등 정비에 관한 사항 등 정비사업의 시행에 필요한 사항, 소하천시설의 정비에 관한 사항

2. 대전시 소하천 관리를 위한 추가 관리계획

1) 추가 관리계획의 추진방향

- 소하천 인근의 주민이 주체가 되어 관리할 수 있는 관리계획을 수립
 - 소하천 현장의 주민들이 스스로 관리하는 방안의 운영
 - 소하천 관련 지정, 폐지, 변경, 종합계획 등에 대한 주민의견 수렴
- 관리를 위한 실행근거의 마련 (대전시에는 관련 조례 및 규정이 없음)
 - 광역 소하천관리위원회의 설치 : 종합계획 승인, 소하천 등 정비사업 대상 선정, 경계소하천의 관리방법, 소하천정비사업 추진 및 점검
 - 기초 소하천관리위원회의 설치 : 종합계획 및 중기계획, 소하천 등 정비허가 및 준공, 소하천의 지정·변경 및 폐지, 폐천부지 등의 교환·양여
 - 소하천 재해경감 등을 위한 연구개발사업 및 정보체계의 구축
- 관리를 위한 현장조사 및 관련 데이터의 손쉬운 업데이트
 - 지류·지천별 오염원 정밀조사: 측사, 방치축분, 영농폐기물, 비료사용, 수수토구, 단독정화시설 등
- 소하천 관리보고서의 작성 및 매뉴얼의 제시
 - 이행관리보고서(대장)의 제시 및 작성
 - 소하천 관리실태를 점검하여 유지·보수 또는 불법행위에 대한 시정 등을 위한 시정조치를 실행
- 소하천 관리자를 교육하고 통합운영할 수 있는 소하천관리센터의 운영
 - 보고서의 작성, 관리를 위한 지역주민들의 교육 등
- 적극적인 관리를 일으키는 하천관리 경진대회 및 인센티브 등의 진행
 - 소하천을 관리하는 대행기관의 관리내용 보고회: 잘된 곳은 인센티브 등의 포상과 동시에 내용을 공유하여 관리방안을 전파

2) 관리방향의 사례

- 서화천 수질개선 거버넌스, 대청호보전운동본부
- 유역 현황
 - 서화천 유역에 해당하는 옥천군 군서면, 군북면, 옥천읍은 축사와 농업 지역이 많아 강우 시에는 경작지에서 배출되는 농약과 비료, 퇴비, 축분 등의 비점오염원의 영향으로 대청호내 오염부하가 증가하고 있음
 - 하천이 대청호로 유입되는 추소리 수역은 본류와 연결부의 병목현상으로 체류시간이 길고, 유입 총인 농도가 높아 조류발생빈도가 높음
- 거버넌스 추진을 위한 준비과정
 - 대청호보전운동본부는 대청호 조류대발생(2001년)을 계기로 만들어진 중권역의 민관거버넌스로 52개의 시민사회단체, 64개의 회원마을로 구성되어 있음
 - 기관은 3개 광역시도(대전시, 충청남도, 충청북도), 1개 중앙정부(금강유역환경청), 1개 공기업(수자원공사)로 구성됨
 - 8개 지역네트워크(대전, 무주, 금산, 보은, 옥천, 영동, 청주, 천안·아산)와 정책자문 역할을 하는 정책연구위원회, 부설기관인 대청호유역하천센터로 구성되어 활동하고 있음
- 활동
 - 마을하천가꾸기, 도랑살리기, 친환경마을만들기 등 다양한 주민참여형 실천 활동을 전개
 - 2015년부터 대청호보전운동본부는 대청호 녹조문제의 가장 근원으로 연구되고 있는 서화천 유역의 활동을 시작
- 민관협의체 구성
 - 2015년에 '서화천 유역 신고미만 축사의 가축분뇨 적정처리를 위한 민관협의체 구성 및 실천운동'이라는 사업으로 서화천 유역 중 옥천군 군

서면, 군북면의 방치 가축분뇨를 조사하고 이에 대한 대응으로 총 22곳의 291톤의 방치 가축분뇨를 수거하여 자원화하는 성과를 보임

- 방치된 가축분뇨를 지역주민과 함께 비가림설치를 11곳 200톤 규모를 진행하여 우기시 서화천으로 유출되는 축산폐수를 저감하는 성과
- 서화천 유역의 민·관·학이 함께 거버넌스를 구성하여 타지역 사례를 접목하고, 주민의견을 청취하여 실천하는 활동을 전개하게 됨
- 이외에도 주민간담회, 하천정화활동, 주민환경교육, 선진사례 견학 등 다양한 시도를 통해 여러 당사자의 의견개진을 가능하게 함

○ 서화천 유역 주민참여형 수질개선 거버넌스 구성 및 운영

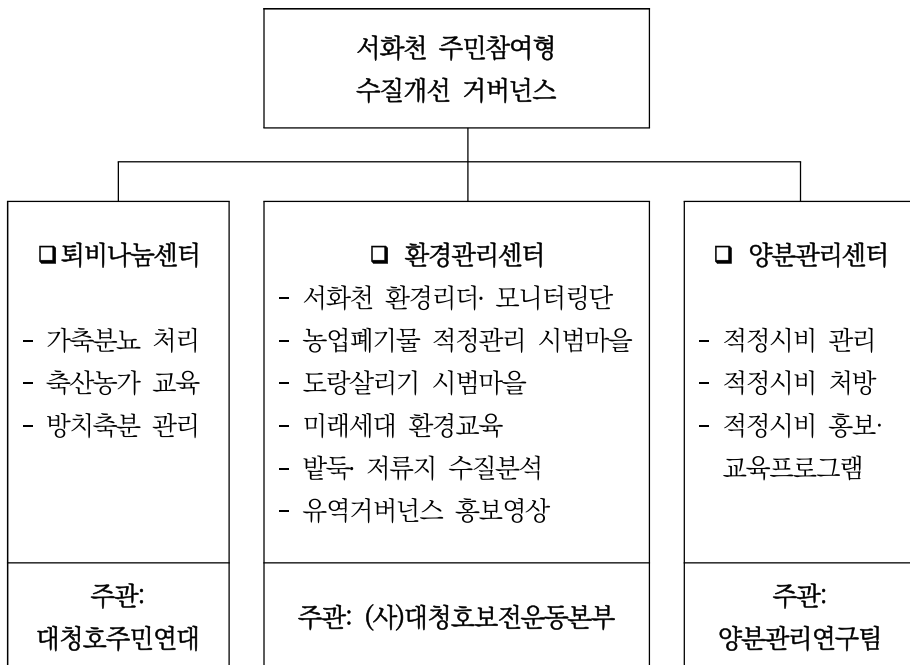
- 거버넌스 민관 공동대표단 구성
- 거버넌스 운영위원회 정례회
- 서화천 뉴역 내 주민들과 소통하는 체계의 확립 간담회 진행
- 민관합동 국토 대청결운동 진행
- 퇴비나눔센터의 활동 공유
- 서화천 수질개선 연구를 shc한 유역관리 모델 제시

○ 서화천 주민환경 리더 및 모니터링단 시범운영

- 서화천 줄기 지역주민들로 환경리더 4명 구성, 반상근 지역활동가 구성
- 금구천~서화천 주변의 일상적인 환경감시, 주민계도, 환경개선 선도마을 운영
- 금강환경지킴이와 연계하여 가축분뇨 방치, 오염행위 등에 대한 상시 대응력 강화
- 서화천 줄기 지역주민들로 모니터링단 10명 구성, 주1회 마을하천감시 및 조사활동
- 모니터링 DB 구축 및 현장 오염원 주민청문조사를 포함하여 민원처리 등 현장대응력이 강화

○ 환경개선 선도마을 시범운영 및 친환경마을 마을비전 수립

- 서화천 유역(2곳)과 금구천 유역(2곳)내 환경개선 선도마을 시범운영
- 대청호 및 하천으로 유입되는 수질오염원을 근원적으로 차단하기 위한 환경교육과 주민실천운동이 전개
- 상시적인 마을방문 및 주민간담회를 통해 주민의견을 최대한 경청, 행정력에 반영될 수 있도록 각종 회의에서 전달
- 폐농약병, 페비닐, 생활쓰레기 수거 및 제초제 없는 마을만들기 등을 통한 마을오염원 ZERO운동을 전개
- 환경개선 선도마을 중 1곳(월전리) 선정, 친환경마을 컨설팅을 통해 농촌어메니티 증진을 포함하는 마을발전계획 수립



[그림 3-9] 주민참여형 수질개선 거버넌스 모델

결론 및 정책제언

1절. 결론

2절. 정책제언

4장 결론 및 정책제언

1절. 결론

1) 대전시 하천

○ 대전시 하천 현황

- 대전시는 금강, 갑천, 유등천, 대전천의 국가하천 4개소, 주원천을 비롯한 지방하천 26개소, 사성천을 비롯한 소하천이 85개소가 있음

○ 소하천 조사 결과

- 85개 소하천의 시점 및 종점이 일치하지 않는 경우가 많이 발생하여 모든 소하천에 대하여 좌표를 확인하고 현장을 답사하는 과정을 거침
- 금강을 본류로 하여 제1지류(갑천), 제2지류(유등천, 두계천, 매노천, 금곡천, 진잠천, 유성천, 탄동천 등), 제3지류(안골천, 장안천, 성북천, 주암천, 반석천, 추목천, 정생천, 구완천, 대전천 등), 제4지류(홀목천, 장동천, 서당천, 금동천, 목달천, 먹티천 등), 제5지류(상정천, 답적골천, 독정천, 솟골천 등)의 우수계통을 하천별로 제시하였으며, 소하천은 대부분 제3지류 이하에 분포하였음

2) 갑천의 수질

○ 갑천 내 수질측정 지점

- 대전광역시 및 환경부 금강물환경연구소의 6개 지점의 수질측정지점 조사결과를 검토함
- 하수도 시설이 설치되지 않았을 경우 대전천 및 갑천하류의 BOD 수질이 50 mg/L 이상을 나타내기도 하였지만, 1989년 대전하수처리장을 도입한 이후 하천 전체의 수질이 크게 개선됨

- 2005년 수질오염총량제의 시작과 함께 하천에 배출되는 점 및 비점오염원의 삭감계획이 적극적으로 수립이 되었음
- 2008년의 고도처리시설 도입, 2012년의 총인처리시설 설치는 T-N과 T-P의 수질 개선만이 아니라 BOD 또한 효과를 얻음. 특히 총인처리시설의 적용은 하수처리장에서의 계절별 유출농도 변화가 거의 없는 안정적인 방류수질을 얻을 수 있었음
- 2019년과 2020년의 건기에 해당하는 1~6월 수질은 갑천3 지점의 0.079 mg/L에서 갑천5 지점에서는 0.059 mg/L로 감소하였는데, 이는 갑천가동보가 수위를 낮춤으로써 유속이 증가하여 하천퇴적물의 영향이 줄어들었기 때문으로 판단됨

3) 소하천 관련 법령 및 소하천 관리방안의 사례

○ 소하천정비법

- 소하천정비종합계획의 수립 : 소하천 등 정비와 그 유지관리는 이 법 또는 다른 법률에 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 소하천을 지정한 특별자치시장·시장·군수 또는 구청장이 관장함
- 소하천정비종합계획에는 ①소하천 등 정비에 관한 기본 방침, ②수계별 소하천망의 구성, ③재해예방 및 환경개선과 수질 보전에 관한 사항, ④소하천 등의 다목적 이용과 주민의 소득 증대에 관한 사항, ⑤그 밖에 대통령령으로 정하는 사항을 제시함
- 소하천정비중기계획의 수립 : 관리청은 총리령으로 정하는 바에 따라 5년마다 종합계획에 따른 소하천정비중기계획을 수립하여야 함
- 소하천정비시행계획의 수립 : 관리청은 중기계획에 따라 소하천등 정비를 시행하려면 소하천정비시행계획을 수립하여야 함

○ 소하천 관리방안의 사례

- 빗물유출의 저감 및 비점오염물질 유입을 저감시키는 LID기법의 적용,

빗물이용의 활성화

- 기후변화 등에 의한 홍수영향의 분석 및 정비방안
- 열화상영상 및 위성데이터를 이용한 도심의 소하천 주변 열섬현상의 저감 모니터링 및 오염물질의 이동경로 분석
- 홍수 및 가뭄의 검토를 위한 소하천 수문·수리 특성 분석
- 소하천의 종합(수리, 수질, 생태계 등) 관리를 위한 방안 및 복원을 위한 모델의 제시
- 소하천의 수질관리 방안 및 실시간 모니터링
- 도시 전체의 수질관리를 위한 수질모델링의 적용
- 소하천유역 저류조 설치 등의 시설 설치에 대한 타당성 분석
- 소하천 경관을 정비하기 위한 검토 시스템의 마련
- 소하천의 보가 수위 및 유량에 미치는 영향
- 소하천의 기능 강화를 위한 환경교육 프로그램의 탐구
- 수생태계 보호를 위한 소하천의 관리

2절. 정책제언

1) 소하천 관리를 위한 모니터링의 추진

○ 모니터링 주체

- 관리의 주체는 구청이 되며, 효율적인 운영 및 관리를 위해 소하천 인근 마을협의체 및 관련 비영리법인 등이 위탁하는 방향이 적합
- 어느 하나의 조직이 수행하는 것이 아니라 구가 소하천관리종합계획의 수립 및 행정·재원의 지원을 수행하고, 마을협의체 등이 직접 모니터링 및 관리를 수행하며, 검토는 연구기관 및 소하천관리센터(가칭) 등이 지원하는 형태가 적합할 것임

○ 모니터링 항목

- 치수, 이수 관련 : 유량, 하천 폭, 소하천 호안의 상태, 소하천 바닥의 상태 (물리적 구성, 훼손 여부 등)

○ 모니터링 주체

- 수질 관련 : 하천등급에 관련한 수질항목 (pH, DO, BOD, SS, T-N, T-P, 대장균군, 일반세균 등)

○ 모니터링 주기

- 유량 관련 : 유량 특성을 검토할 수 있도록 갈수기, 저수기, 평수기, 홍수기별로 1회 이상 측정
- 수질 관련 : 수질 특성을 검토할 수 있도록 갈수기, 저수기, 평수기, 홍수기별로 1회 이상 측정
- 경관, 생태계 관련 : 경관 및 생태계 특성을 검토할 수 있도록 계절별 1회 이상 측정

2) 소하천정비종합계획 등의 추진

- 소하천관리 관련 조례·훈령 및 소하천관리위원회의 설치
 - 소하천관리의 근거가 될 수 있는 「소하천관리위원회 조례(가칭)」의 제정
 - 소하천정비법 제26조에 의거하여 광역소하천관리위원회 및 기초소하천관리위원회를 운영
- 소하천정비종합계획 등의 수립
 - 우선적으로 소하천정비법에서 포함하고 있는 소하천정비종합계획, 소하천정비중기계획 및 소하천정비시행계획을 수행
 - 유로의 변경, 기능의 상실, 선형변경 등 변화하는 소하천의 환경을 적용하기 위하여 현재 고시되어 있는 소하천 구간을 조정

3) 소하천 관리를 위한 추가 관리계획의 수립

- 소하천 인근의 주민이 주체가 되어 관리할 수 있는 관리계획을 수립
- 관리를 위한 실행근거의 마련 (대전시에는 관련 조례 및 규정이 없음)
- 관리를 위한 현장조사 및 관련 데이터의 손쉬운 업데이트
- 소하천 관리보고서의 작성 및 매뉴얼의 제시
- 소하천 관리자를 교육하고 통합운영할 수 있는 소하천관리센터의 운영
- 적극적인 관리를 일으키는 하천관리 경진대회 및 인센티브 등의 진행

참고문헌

- Andrea F. Brunsch, Alette A.M. Langenhof, Huub H.M. Rijnaarts, Alexander Ahring, Thomas L. ter Laak (2019), In situ removal of four organic micropollutants in a small river determined by monitoring and modelling, *Environmental Pollution*, 252, pp.758-766
- Angelika M. Meyer, Christina Klein, Elisabeth Funfrocken, Ralf Kautenburger, Horst P. Beck (2019), Real-time monitoring of water quality to identify pollution pathways in small and middle scale rivers, *Science of The Total Environment*, 651, Part 2, pp.2323-2333
- Celso M. Isidro, Neil McIntyre, Alex M. Lechner, Ian Callow (2018), Quantifying suspended solids in small rivers using satellite data, *Science of The Total Environment*, 634, pp.1554-1562
- Ashley N. Moyer, Timothy W. Hawkins (2017), River effects on the heat island of a small urban area, *Urban Climate*, 21, pp.262-277
- Carsten Lange, Matthias Schneider, Michael Mutz, Martin Haustein, Martin Halle, Michael Seidel, Heiko Sieker, Christian Wolter, Reinhard Hinkelmann (2015), Model-based design for restoration of a small urban river, *Journal of Hydro-environment Research*, 9(2), pp.226-236
- Chae Yeon Park, Dong Kun Lee, Takashi Asawa, Akinobu Murakami, Ho Gul Kim, Myung Kyoon Lee, Ho Sang Lee (2019), Influence of urban form on the cooling effect of a small urban river, *Landscape and Urban Planning*, 183, pp.26-35
- Dario Pumo, Domenico Caracciolo, Francesco Viola, Leonardo V. Noto (2016), Climate change effects on the hydrological regime of small non-perennial river basins, *Science of the Total Environment*, 542, pp.76-92
- Jose Luis Fuentes-Bargues, Pablo Sebastian Ferrer-Gisbert (2015), Selecting a small run-of-river hydropower plant by the analytic hierarchy process (AHP): A case study of Mi.no-Sil river basin, Spain, *Ecological*

- Engineering, 85, pp.307-316
- M.A.C. Niroshinie, Kazuaki Ohtuski, Yasuo Nihei (2016), Effect of small rivers for the inundations due to levee failure at Kinu River in Japan, Procedia Engineering, 154, pp.794-800
- Miguel Angel Alvarez-Vazquez, Ricardo Prego, Miguel Caetano, Elena De Una Alvarez, Marylo Doval, Susana Calvo, Carlos Vale (2017), Contributions of trace elements to the sea by small uncontaminated rivers: Effects of a water reservoir and a wastewater treatment plant, Chemosphere, 178, PP.173-186
- Ryszard Gołdyn, Barbara Szpakowska, Dariusz Swierk, Piotr Domek, Jan Buxakowski, Renata Dondajewska, Danuta Barankiewicz, Adam Sajnog (2018), Influence of stormwater runoff on macroinvertebrates in a small urban river and a reservoir, Science of The Total Environment, 625, pp.743-751
- Sampan Tongnunui, Frederick W.H. Beamish, Chunte Kongchaiya (2016), Fish species, relative abundances and environmental associations in small rivers of the Mae Klong River basin in Thailand, Agriculture and Natural Resources, 50, pp.408-415
- Stefano Marsili-Libelli, Elisabetta Giusti (2008), Water quality modelling for small river basins, Environmental Modelling & Software, 23(4), pp.451-463
- S. Basso, G. Lazzaro, M. Bovo, C. Soulsby, G. Botte (2020), Water-energy-ecosystem nexus in small run-of-river hydropower: Optimal design and policy, Applied Energy, 280, 115936
- Yvonne Pfluger, Allan Rackham, Scott Larned (2010), The aesthetic value of river flows: An assessment of flow preferences for large and small rivers, Landscape and Urban Planning, 95, pp.68-78

건설교통부 보도자료(2007.12.20.)

건설교통부, 수자원기획관실 업무편람

건설교통부 (2007), 효율적인 수계별 하천관리방안 연구 재인용

공라경 (2015), 소하천 정비사업의 개선방안: 소하천정비법을 중심으로, 수산해양교육 연구, 27(3), pp.841-852

국립방재연구소 (1999), 소하천 시설기준

권순국, 조강현, 심재한, 박병훈, 송인홍, 홍영진, 최인욱, 성현찬 (2000), 경기연구원

김기홍, 김호성, 모세환, 정수 (2013), 한국측량학회 학술대회자료집, pp.321-322

김선주, 윤경섭, 이광야, 박성삼 (1997), 소하천 경관정비 모의시스템에 관한 연구, 한
국농공학회지, 39(5), pp.86-96

김연태, 박종훈, 정의진, 우남철 (2017), 도시 소하천의 수위 변동: 양재천 사례 연구,
대한지질학회 학술대회, pp.477

김익재, 박종윤, 김교범, 곽효은 (2018), 소하천 물환경 개선을 위한 용배수로 관리 및
활용방안, KEI, 2018-11

김익재, 한대호 (2008), 수생태계 보호를 위한 소하천 관리 방안, KEI, RE-09

김정화, 이두곤 (2010), 소하천 물 환경교육 프로그램을 위한 백천에대한 환경학적 탐
구, 환경교육, 23(4), pp.82-95

김창환, 김혜주, 이두한 (2007), 모래하천과 자갈하천에서 물리인자와 생태인자의 상관
성: 한강유역의 중소하천을 중심으로, 대한토목학회 학술대회, pp.1481-1484

대전광역시, <https://www.daejeon.go.kr/hea/index.do>, 대전광역시 보건환경연구원
자료실

대전광역시(2005), 대전광역시 수질오염총량제 제1단계 기본계획

대전광역시(2010), 대전광역시 수질오염총량제 제2단계 기본계획

대전광역시(2015), 대전광역시 수질오염총량제 제3단계 기본계획

대전광역시(2020), 대전광역시 수질오염총량제 제4단계 기본계획

박성일, 이정주, 황영석, 엄정섭 (2018), UAV 열화상 영상을 활용한 도시 소하천 주변
Hot Cool 표면 비교 평가, 대한공간정보학회 학술대회, pp.25-26

서세덕, 박형근 (2015), 소하천 홍수 및 가뭄예방을 위한 저류조 용량 산정, 대한토목
학회 학술대회, pp.5-6

- 서세덕, 이승욱, 박형근 (2016), 비용편익 분석을 통한 소하천유역의 저류조 설치 타당성 분석연구, 대한토목학회논문집, 36(1), pp.134-141
- 송광덕, 김갑순, 문명진, 황경섭, 이형진 (2014), 소하천 내의 보가 수위-유량관계에 미치는 영향 분석, 대한상하수도학회 · 한국물환경학회 공동학술발표회, pp.654-655
- 안상진 (1996), 소하천 개발의 유감, 대한토목학회지, 44(6), pp.8-9
- 여흥구, 김성중, 강준구 (2015), 실규모 실험을 활용한 소하천 관리, 대한토목학회지, 63(2), pp.43-47
- 윤진호, 서동일 (2013), 도시 소하천, 대전 탄동천, 수질개선 대안 수립을 위한 QUAL2K 수질모델 구축과 제외지 인공습지공법 적용 효율 평가, 대한환경공학회지, 35(3), pp.192-199
- 이예은, 김상민 (2013), 건천화된 농촌소하천의 시·공간적 수문 수질 특성분석, Journal of the Korean Society of Agricultural Engineers, 55(6), pp.177-186
- 이정주, 황영석, 박성일, 엄정섭 (2019), 도심소하천 식생조사에서 UAV 근적외선영상 적용가능성 평가, 대한공간정보학회 학술대회, pp.121-122
- 이충모, 함세영, 김강주, 추연우, 오윤영 (2015), 대한지질학회 학술대회, pp.481
- 손진아 (2010), 지방자치단체의 소하천 관리방식에 대한 소고: 방재가치와 환경가치의 조화를 중심으로, 한국행정과 정책연구, 8(2), pp.33-54
- 장재수, 송지경, 김인수, 유장연, 고성철 (2015), 생물증강법을 이용한 도심 오염 소하천의 친환경적 수질정화 및 악취제어, 미생물학회지, 51(4), pp.389-397
- 정일문, 이정우 (2013), 최소하천유출량을 고려한 지하수 개발가능량 산정방안, The Journal of Engineering Geology, 23(4), pp.375-380
- 최익성, 서동일 (2011), 대전 주요 소하천 오염실태조사 및 수질관리 방안 연구, 대한상하수도학회 · 한국물환경학회 추계학술발표회, p.633-634
- 최종수 (2020), 기후변화를 고려한 빗물이용 활성화 방안 연구 : 주거단지를 중심으로, LH연구원, 2020-120
- 하돈우, 심홍빈, 김해성, 김윤수, 조소현, 송창수, 강태구, 김영석 (2018), 영산강수계 소하천의 오염부하량 평가에 관한 연구, Journal of Korean Society on Water Environment, 34(1), pp.1-9
- 한양희, 서동일 (2014), SWMM 모델을 이용한 지속 가능한 도시 소하천 관리를 위한

LID기법의 적용 방안 연구, 대한환경공학회지, 36(10)k pp.691-697
한승희, 민관식 (2012), 효율적 저수지관리를 통한 소하천의 건천화 방지, 한국측량학회 학술대회자료집, pp.411-414
행정안전부 재난경감과 (2020 시행), 소하천정비법
환경부, <http://water.nier.go.kr/publicMain/mainContent.do>, 물환경정보시스템



대전세종연구원
DAEJEON SEJONG RESEARCH INSTITUTE

34863 대전광역시 중구 중앙로 85 (선화동)
TEL. 042-530-3500 FAX. 042-530-3508
www.dsi.re.kr