

전략연구 2014-28

충청남도 생태하천복원사업 실태분석 연구

오혜정·여형범·정옥식·조용현·권순직·장하라·백승희

발 간 사

강과 하천은 물이 흐르는 길입니다. 물길은 토양과 영양염을 옮기고 동·식물과 사람의 이동 수단을 제공합니다. 이 때문에 물길에는 생명과 풍요로움이 자리 잡았고 역사와 문화가 깊이 새겨졌습니다. 물이 흐르는 길은 곧 삶이 흐르는 길이었습니다. 그러나 산업화와 도시화는 물길을 옮기고 오·폐수와 악취가 흐르는 길로 만들어버렸습니다. 이에 따라 물길에 기대어 살던 온갖 생명은 삶의 터전을 잃어버렸습니다. 물길이 맺어온 온갖 관계는 말라버렸습니다.

1990년대 이후 물길을 다시 물과 삶이 흐르는 길로 만들려는 시도가 나타났습니다. 정부는 다양한 이름으로 오염물질을 제거하고 복개된 하천을 다시 열고 굳게 편 물길을 복원하고 콘크리트로 덮인 수변을 풀과 나무로 바꾸는 사업들을 시작했으며, 충남에서도 이러한 정부 정책 변화에 따라 많은 시·군이 하천복원사업을 실시하였습니다. 하지만 그동안 충남 전체의 비전 없이 지자체별로 사업을 추진함에 따라 전체적인 하천복원 현황을 파악하기가 어려웠습니다. 하천에 대한 모니터링도 시기, 항목, 방법 등이 일정하지 않았으며 기 조사된 자료도 쉽게 확인할 수 없어서 하천 상태에 대한 비교 평가나 사업 우선순위 판단의 근거로 삼을 수가 없었습니다. 수질 외에 물리적 상태, 생물상, 수생태계 건강성 등에 대한 모니터링은 거의 이루어지지 않았습니다.

이 연구에서는 충청남도 내 완료된 하천복원사업에 대한 현황파악 및 실태조사를 실시하였습니다. 이를 통해 충남 내 하천의 특성을 반영하는 생태하천복원사업의 목표나 내용을 개발하고, 추진 과정에서 다른 지역과 차별된 거버넌스 방식을 도입하며, 시민 주도로 사후관리나 모니터링을 실시하고 조사·모니터링 자료를 DB화하는 등의 노력이 필요하다고 제안하였습니다. 이 연구에서 제시한 충남도 차원의 생태하천복원기본계획 수립, 생태하천복원사업 지침서(매뉴얼) 개발, 조례 개선 및 제정, DB 구축, 하천활동 활성화 등의 사업을 통해 충남의 물길이 만들어진 생명과 풍요의 관계들이 다시 복원되고 회복되는 기회가 만들어지기를 바랍니다.

2014년 12월 31일
충남발전연구원장 강 현 수

연구 요약

1. 필요성과 목적

전 세계적으로 하천의 환경기능이 중요하다는 인식하에 하천복원의 중심은 ‘하천의 생태적 기능’을 회복시키는 방향으로 진행되었다. 이에 우리나라 역시 과거 하천정비는 주로 이·치수 중심으로 시행되었으나 최근 들어 하천의 자연스러운 모습과 생태계 기능을 중시하는 방향으로 정비사업이 선회하고 있고 생태하천 개념이 하천복원 및 관리의 주요 패러다임으로 자리매김한 상황이다.

현재의 생태하천 복원사업은 1990년대 이후 환경부와 국토부가 경쟁적으로 자연형 하천정비사업과 오염하천정비사업 등 하천의 구조와 기능을 개선해보려는 노력에서 시작되었다. 충청남도 역시 다수의 하천을 대상으로 생태하천 복원사업(고향의 강 사업, 생태하천 조성사업, 물순환형 하천정비사업, 자연형 하천사업 등 유사사업 포함)이 진행되었거나 진행중(또는 계획)에 있으나 이에 대한 현황 및 문제점(사업대상하천 선정 기준, 사업효과, 지역적 차별성 등) 파악, 유지관리 실태파악, 목표 달성 여부 모니터링 등 전반적인 실태파악이 미미한 실정이다. 또한 같은 하천을 대상으로 구간을 달리해 여러 부서에서 사업을 진행하는 등 실태파악 및 진행사항, 복원내용 등 사업 전반적인 내용에 대한 적절한 공유 및 조절 프로세스가 없는 상황이다.

이에 향후 사업의 지속성 및 효율성을 제고하고 충남의 지역적 특색을 살린 건강한 유역의 회복을 위한 복원사업 진행 등을 위해서는 기 진행된 사업 완료 하천의 적정한 실태분석을 통해 사업의 개선 및 추진방향을 제안할 필요성이 있다.

본 연구의 목적은 충청남도 내 기 진행된 생태하천복원사업(유사 생태하천 사업 포함) 대상 하천의 현황 및 실태를 분석하고 그 결과를 토대로 문제점 도출, 복원사업 대상하천 평가, 향후 사업의 성공도 향상을 위한 정책제언 및 과제를 제시하는 데 있다.

2. 주요 연구내용

1) 관련 이론 및 국내 생태하천복원 동향

하천생태계, 하천복원, 생태하천, 생태하천복원 등의 개념을 고찰하고 용어를 정의하였다. 국내 생태하천복원사업 동향으로는 생태하천복원사업과 지방하천정비사업의 역사를 살펴보고 생태하천복원사업 지침의 변화를 검토하였다. 국내 생태하천복원사업 평가 관련 연구동향은 전국단위로 평가한 연구와 시도 및 유역단위로 평가한 연구를 대상으로 고찰하고 본 연구의 차별성을 도출하였다.

2) 충청남도 생태하천 사업현황

충청남도의 그간 생태하천 사업 추진현황을 파악하고 시사점을 도출하기 위하여 목록화를 실시하고 완공된 복원 하천에 대하여 사업명별, 하천유형별, 수계별로 세분화하여 지도화하였다. 또한 향후 사업대상지 선정 및 고려사항 등을 도출하기 위하여 사업이 추진 중이거나 향후 추진될 계획인 하천을 대상으로 구간 중복여부 표기, 하천유형별 표기 등 세분화하여 목록화하고 지도화하였다.

3) 충청남도 생태하천복원사업 실태분석

생태하천복원사업 전·후 특성분석을 비교·평가하기 위하여 충청남도 내 완료된 생태하천 사업 실시하천을 대상으로 스크리닝 현장조사 및 문헌고찰을 실시하여 최종 분석 대상하천(참조하천 포함 9개)을 선정하였다.

대상하천의 물리적 특성평가를 위하여 하천자연도 조사평가를 실시(2014.6~8)하였고 수질평가를 위하여 각종 측정자료를 분석하였으며 생물상 평가를 위하여 저서성 대형무척추 동물 조사(2014.6), 어류 조사(2014.8~9), 조류 조사(2014.9~10) 등을 실시하였다. 이러한 현장조사 결과와 사업 시행 전 문헌조사 결과를 토대로 생태하천복원사업 전·후의 물리적 특성, 수질, 생물상 변화를 비교·분석하였다. 또한 사업 추진과정(사업계획 및 조성 단계와 유지관리 단계)에 대한 분석 및 시사점을 도출하기 위하여 각 시·군 사업 담당공무원을 대상으로 인터뷰 조사를 실시하였다.

4) 결과 고찰을 통한 시사점 도출, 정책제언

연구대상 하천을 중심으로 실태분석 한 결과를 하천별, 특성별, 사업 전·후별 고찰을 통하여 시사점을 도출하고 이의 개선방안을 제시하였다. 이를 토대로 충남도에서 중점적으로 추진해야 할 사항을 중심으로 정책을 제시하였다.

3. 결론(정책 제언)

1) 충남도 소권역 수질 및 수생태계 보전 기본계획 수립을 통한 생태하천복원기본계획 수립 지원

2015년부터 생태하천복원사업이 포괄보조금 시·도 자율편성 사업으로 이관되면서 2015년 이후 신규사업에 대해서는 생태하천복원사업의 시급성, 효과성 등에 대한 시·도의 판단과 역할이 더욱 커질 것으로 판단된다. 한편, 수질 및 수생태계보전에 관한 법률 제26조(소권역 수질 및 수생태계 보전계획의 수립)는 시·군으로 하여금 소권역 수질 및 수생태계보전계획을 수립하도록 하고 있으며, 둘 이상의 시·군이 걸쳐있는 소권역에 대해서는 시·도지사가 계획을 수립하도록 규정하고 있다. 하지만 아직까지 충남에서는 소권역 수질 및 수생태계보전계획의 수립이 거의 진행되지 않고 있다.

이런 상황을 고려할 때, 법정계획인 소권역 수질 및 수생태계 보전계획을 수립하지 못하는 소권역에 대해 충남도에서 직접 계획을 수립하고, 이를 생태하천복원기본계획 수립에 활용하거나 지원하는 방안을 검토할 필요가 있다.

2) 생태하천복원사업 지원 근거 마련을 위한 조례 제정

생태하천복원사업을 지속적으로 추진하기 위해서는 수질 및 수생태 모니터링, 생태하천복원기본계획 수립, 하천활동 단체들에 대한 지원, 강의날 행사 등의 지원을 뒷받침하는 제도적 장치가 필요하다. 현재 충남도의 물통합관리계획과 관련하여 통합물관리 조례(가칭)를 제정하고 이 조례에 생태하천복원기본계획 수립 및 관련 사업 지원에 관한 조항을 담는 방안을 고려해볼 수 있다.

3) 충남 생태하천복원사업 지침서(매뉴얼) 개발

충남도에서는 생태하천복원사업 전반에 관한 지침서나 매뉴얼을 작성하여 담당 공무원이나 이해당사자들이 활용할 수 있도록 지원할 필요성이 있다. 특히 유지관리뿐만 아니라 환경부 생태하천복원사업 지침이 요구하는 전 과정(신규사업 선정기준, 계획수립, 모니터링, 하천 유형별 복원전략, 유지관리, 사후평가, 시민참여 등)에 대한 내용을 포함한다면 보다 활용가능성이 높아질 것이다. 지침서(매뉴얼)에는 포괄보조금 제도의 운영에 대한 내용도 포함되어야 할 것이다.

4) 충남 하천에 대한 조사·모니터링 및 DB 구축 사업

생태하천복원사업 완료 하천을 비롯하여 충남 주요 하천에 대한 수질, 생물상(고유종, 멸종 위기종, 외래종 포함), 수생태계 건강성에 대해 조사·모니터링 실시(환경부 모니터링 지점 제외)하고, 이 자료들을 모아 하천 DB를 구축하고, 향후 신규사업 선정이나 완료 사업 평가를 위한 기반을 구축할 필요가 있다. 또한 충남에 서식하는 생태어종 DB를 활용하여 주요 생태어종에 대한 서식조건 역시 DB화 할 필요가 있다. 더 나아가 역사, 문화 등 하천 중심으로 지역자원을 조사하고 모으는 작업을 통해 사업시행 시 차별성 전략을 수립하고 분명한 복원목표를 설정하는데 도움이 될 것으로 판단된다.

5) 충남 하천네트워크 구축 및 충남 강의날대회 개최를 통한 하천활동 활성화 지원

충청남도 차원에서 시민단체나 주민조직의 하천활동을 지원하는 프로그램을 구상할 필요가 있다. 대표적으로 하천활동에 대한 정보나 실천들을 교류할 수 있도록 충남지역 전체의 하천네트워크를 구축하는 방안을 검토할 수 있다. 또한 충남 국제물포럼 등의 행사와 연계하여 충남 내 하천활동을 수행하는 시민단체나 주민조직들이 함께 모여서 자신들의 사례를 발표함으로써 경험을 나누고, 선진 사례 지역을 방문하거나 초청함으로써 하천활동에 대한 관심과 인식 수준을 높일 수 있는 기회를 만들 필요가 있다. 충남 강의날대회(가칭)를 개최하는 것도 하나의 방법이 될 수 있을 것이다. 충남에서 의욕적으로 추진하고 있는 도량살리기 사례들도 함께 발표되고 교류의 장이 될 수 있을 것이다.

6) 충남 생태하천복원사업 추진 및 지속가능한 하천관리를 위한 재원 마련 및 배분

현재 생태하천복원사업이 기본계획 수립, 모니터링 및 DB 구축, 하천활동 지원, 연구개발, 수질개선 및 수생태계 시범사업 등에 대한 사업비를 포함하지 않기 때문에, 이러한 사업들에 포괄보조금을 집행할 수 있도록 하거나, 이러한 사업들을 위한 새로운 재원을 확보할 필요가 있다. 우선 유지관리 예산 역시 초기 사업비부터 일정 부분 책정할 수 있도록 제도화하여 시·군의 경제적 여건에 상관없이 유지관리가 이루어질 수 있도록 제도를 개선할 필요가 있다. 국토교통부 사업의 경우 초기 사업 예산의 약 20%를 유지관리 비용으로 책정하도록 규정하고 있어, 지자체에서 사업을 시행하고 이후 유지·관리하는 데 상대적으로 자체적인 경제 부담을 줄일 수 있기 때문에 본 사례를 적용하는 것을 고려해 볼 수 있다. 또한 새로운 재원 확보 방안으로 금강수계기금이나 생태계보전협력금을 활용하는 방법을 검토해 볼 수 있다.

7) 충남형 생태하천복원사업 모형 개발 및 시범사업 추진

충남 내 하천의 특성을 반영하는 생태하천복원사업의 목표나 내용을 개발하거나, 추진 과정에서 다른 지역과 차별된 거버넌스 방식을 도입하거나, 시민 주도로 사후관리나 모니터링을 실시하고 조사·모니터링 자료를 DB화하는 등의 노력이 필요하다. 전국에서 유일하게 광역 단위에서 구축한 비오톱 지도를 활용하여 종적·횡적 생태축 연결성을 높일 수 있는 생태하천 복원사업을 계획할 수도 있다. 충남에서 활발하게 진행하고 있는 도랑살리기 사업이나 소하천 정비사업과 연계하거나, 멸종위기종 및 고유종 보전 및 복원 사업과 연계하는 방안도 가능하다. 또한, 하천유형별로 적절한 복원 공법을 실험적으로 적용하거나 유명무실한 어도를 개선하는 등의 기술적 차별성을 꾀할 수도 있을 것이다.

목 차

제1장 서 론

1. 연구의 배경	1
2. 연구의 목적	4
3. 연구의 범위	4
1) 시간적 범위	4
2) 공간적 범위	5
3) 내용적 범위	5
4. 연구의 방법	6
1) 문헌 및 자료조사, 사례조사	6
2) 현장조사	6
5. 연구의 차별성 및 기대효과	9

제2장 관련 이론 및 국내 생태하천복원 동향

1. 생태하천복원 관련 개념 고찰	10
1) 하천생태계의 개념	10
2) 하천복원의 개념	10
3) 생태하천 및 생태하천복원의 개념	12
4) 하천의 공간적 구조 및 기능	14
2. 국내 생태하천복원사업 동향	18
1) 생태하천복원사업 및 지방하천정비사업의 역사	18
2) 생태하천복원사업 지침의 변화	26
3. 국내 생태하천복원사업 평가 동향	31
1) 전국단위 평가	31
2) 시·도 및 유역단위 평가	33

제3장 충청남도 생태하천 사업 현황

1. 충청남도 하천 현황	35
1) 수계현황	35
2) 하천현황	36
2. 충청남도 생태하천 사업 현황	38
1) 사업 추진 현황(2013년 12월말 기준)	38
2) 사업 유형화 및 Mapping	40
3. 충청남도 생태하천 사업 계획	45
1) 사업 추진 계획(2014년 3월 기준)	45
2) 사업 유형화 및 Mapping	47
3) 향후 중·장기 사업 추진 계획	51

제4장 충청남도 생태하천복원사업 실태분석

1. 대상하천 선정	54
1) 대상하천 스크리닝 방법	54
2) 대상하천 스크리닝 현장조사	56
3) 대상하천 선정 결과	70
2. 대상하천 조사	74
1) 생태하천복원 구간의 물리적 특성	74
2) 생태하천복원 구간의 수질	113
3) 생태하천복원 구간의 생물상 평가	114
3. 생태하천복원사업 전·후 특성분석	204
1) 생태하천복원 전·후 물리적 특성 비교	204
2) 생태하천복원 전·후 수질 비교	207
3) 생태하천복원 전·후 생물상 변화 비교	209
4. 충남 생태하천복원사업 추진 과정 분석	229
1) 조사 방법	229
2) 조사 결과	230

제5장 결론 및 정책제언

1. 실태분석 요약 및 고찰	236
1) 현장조사결과 요약 및 고찰	236
2) 사업 전·후 비교결과 요약 및 고찰	246
2. 시사점 도출	252
1) 하천별 문제점 및 개선방안	252
2) 생태하천복원사업 시사점	259
3. 정책제언	265
1) 충남도 소관역 수질 및 수생태계 보전 기본계획 수립을 통한 생태하천복원기본계획 수립 지원	265
2) 생태하천복원사업 지원 근거 마련을 위한 조례 제정	266
3) 충남 생태하천복원사업 지침서(매뉴얼) 개발	266
4) 충남 하천에 대한 조사·모니터링 및 DB 구축 사업	267
5) 충남 하천네트워크 구축 및 충남 강의날대회 개최를 통한 하천활동 활성화 지원	268
6) 충남 생태하천복원사업 추진 및 지속가능한 하천관리를 위한 자원 마련 및 배분	269
7) 충남형 생태하천복원사업 모형 개발 및 시범사업 추진	270
부 록	273
참고 문헌	323

표 목 차

[표 2-1] 하천복원의 시대적 정의(Dufour and Piegay, 2009)	11
[표 2-2] 하천의 복원과 관련된 용어의 포괄적 정의	13
[표 2-3] 환경부 생태하천 복원 투자실적 및 계획	23
[표 2-4] 국토해양부 지방하천 사업	25
[표 3-1] 충청남도 수계별 유역현황	35
[표 3-2] 충청남도 수계별 하천현황	37
[표 3-3] 생태하천 사업 조성 현황(2013년 12월 기준)	39
[표 3-4] 기 완료 생태하천 사업 주요내용	41
[표 3-5] 생태하천 사업 추진 중 현황(2014년 3월 기준)	46
[표 3-6] 2014년 추진 생태하천 사업 주요내용	47
[표 3-7] 향후 중·장기 추진 생태하천 사업 계획 주요내용	52
[표 4-1] 2000년 이후~2012년까지 완료된 생태하천 사업(스크리닝 대상 하천 선정)	54
[표 4-2] 조사 대상하천 선정	71
[표 4-3] 조사 대상하천 자료 현황	72
[표 4-4] 청지천 하천자연도 평가	75
[표 4-5] 유구천 하천자연도 평가	75
[표 4-6] 하천의 물리적 구조 평가항목	79
[표 4-7] 천안천 하천자연도 평가	83
[표 4-8] 원성천 하천자연도 평가	86
[표 4-9] 온양천 하천자연도 평가	90
[표 4-10] 유구천 하천자연도 평가	93

[표 4-11] 청지천 하천자연도 평가	96
[표 4-12] 해미천 하천자연도 평가	100
[표 4-13] 당진천 하천자연도 평가	103
[표 4-14] 판교천 하천자연도 평가	106
[표 4-15] 봉황천 하천자연도 평가	110
[표 4-16] 조사 대상하천 수질자료 목록 현황	113
[표 4-17] 조사 대상하천 사업시행 전 평균 수질	114
[표 4-18] 조사유형별 대상하천의 생물상 자료 유무	115
[표 4-19] 하천별 생태하천 복원사업 전·후의 생물상 자료 유무	115
[표 4-20] 대상 하천 복원사업 완료 전·후의 주요 생물상 출현종 수	116
[표 4-21] 수생태계 건강성 조사 및 평가결과	118
[표 4-22] 비오톱 지도 구축 생물상 조사결과	119
[표 4-23] 환경질 및 오수 생물계열 평가표	124
[표 4-24] 저서동물지수(BMI)를 이용한 생물등급의 판정	124
[표 4-25] 천안천 각 조사지점의 서식환경	125
[표 4-26] 천안천에서 확인된 저서성 대형무척추동물 목록	126
[표 4-27] 천안천에서 출현한 저서성 대형무척추동물의 우점종 및 우점율(%)	127
[표 4-28] 천안천 각 조사지점의 저서성 대형무척추동물 군집지수값	128
[표 4-29] 천안천 각 조사지점에서 ESB를 이용한 환경질 및 오수생물계열 평가	128
[표 4-30] 천안천 각 조사지점에서 저서동물지수(BMI)를 이용한 생물등급의 판정	129
[표 4-31] 원성천 각 조사지점의 서식환경	129
[표 4-32] 원성천에서 확인된 저서성 대형무척추동물 목록	130
[표 4-33] 원성천에서 출현한 저서성 대형무척추동물의 우점종 및 우점율(%)	131
[표 4-34] 원성천 각 조사지점의 저서성 대형무척추동물 군집지수값	132
[표 4-35] 원성천 각 조사지점에서 ESB를 이용한 환경질 및 오수생물계열 평가	132
[표 4-36] 원성천 각 조사지점에서 저서동물지수(BMI)를 이용한 생물등급의 판정	133
[표 4-37] 온양천 조사지점의 서식환경	133

[표 4-38] 온양천에서 확인된 저서성 대형무척추동물 목록	134
[표 4-39] 온양천에서 출현한 저서성 대형무척추동물의 우점종 및 우점율(%)	135
[표 4-40] 온양천 각 조사지점의 저서성 대형무척추동물 군집지수값	136
[표 4-41] 온양천 각 조사지점에서 ESB을 이용한 환경질 및 오수생물계열 평가	136
[표 4-42] 온양천 각 조사지점에서 저서동물지수(BMI)를 이용한 생물등급의 판정	136
[표 4-43] 유구천 각 조사지점의 서식환경	137
[표 4-44] 유구천에서 확인된 저서성 대형무척추동물 목록	137
[표 4-45] 유구천에서 출현한 저서성 대형무척추동물의 우점종 및 우점율(%)	139
[표 4-46] 유구천 각 조사지점의 저서성 대형무척추동물 군집지수값	140
[표 4-47] 유구천 각 조사지점에서 ESB을 이용한 환경질 및 오수생물계열 평가	141
[표 4-48] 유구천 각 조사지점에서 저서동물지수(BMI)를 이용한 생물등급의 판정	141
[표 4-49] 청지천 각 조사지점의 서식환경	142
[표 4-50] 청지천에서 확인된 저서성 대형무척추동물 목록	143
[표 4-51] 청지천에서 출현한 저서성 대형무척추동물의 우점종 및 우점율(%)	144
[표 4-52] 청지천 각 조사지점의 저서성 대형무척추동물 군집지수값	145
[표 4-53] 청지천 각 조사지점에서 ESB을 이용한 환경질 및 오수생물계열 평가	145
[표 4-54] 청지천 각 조사지점에서 저서동물지수(BMI)를 이용한 생물등급의 판정	146
[표 4-55] 해미천 각 조사지점의 서식환경	146
[표 4-56] 해미천에서 확인된 저서성 대형무척추동물 목록	147
[표 4-57] 해미천에서 출현한 저서성 대형무척추동물의 우점종 및 우점율(%)	148
[표 4-58] 해미천 각 조사지점의 저서성 대형무척추동물 군집지수값	149
[표 4-59] 해미천 각 조사지점에서 ESB을 이용한 환경질 및 오수생물계열 평가	150
[표 4-60] 해미천 각 조사지점에서 저서동물지수(BMI)를 이용한 생물등급의 판정	150
[표 4-61] 당진천 각 조사지점의 서식환경	151
[표 4-62] 당진천에서 확인된 저서성 대형무척추동물 목록	152
[표 4-63] 당진천에서 출현한 저서성 대형무척추동물의 우점종 및 우점율(%)	153
[표 4-64] 당진천 각 조사지점의 저서성 대형무척추동물 군집지수값	154

[표 4-65] 당진천 각 조사지점에서 ESB를 이용한 환경질 및 오수생물계열 평가	154
[표 4-66] 당진천 각 조사지점에서 저서동물지수(BMI)를 이용한 생물등급의 판정	154
[표 4-67] 관교천 각 조사지점의 서식환경	155
[표 4-68] 관교천에서 확인된 저서성 대형무척추동물 목록	156
[표 4-69] 관교천에서 출현한 저서성 대형무척추동물의 우점종 및 우점율(%)	157
[표 4-70] 관교천 각 조사지점의 저서성 대형무척추동물 군집지수값	158
[표 4-71] 관교천 각 조사지점에서 ESB를 이용한 환경질 및 오수생물계열 평가	158
[표 4-72] 관교천 각 조사지점에서 저서동물지수(BMI)를 이용한 생물등급의 판정	158
[표 4-73] 봉황천 각 조사지점의 서식환경	159
[표 4-74] 봉황천에서 확인된 저서성 대형무척추동물 목록	159
[표 4-75] 봉황천에서 출현한 저서성 대형무척추동물의 우점종 및 우점율(%)	161
[표 4-76] 봉황천 각 조사지점의 저서성 대형무척추동물 군집지수값	162
[표 4-77] 봉황천 각 조사지점에서 ESB를 이용한 환경질 및 오수생물계열 평가	163
[표 4-78] 봉황천 각 조사지점에서 저서동물지수(BMI)를 이용한 생물등급의 판정	163
[표 4-79] 천안천에서 확인된 어류 목록	165
[표 4-80] 천안천에서 출현한 어류의 우점종 및 우점율(%)	166
[표 4-81] 천안천의 어류 군집지수	167
[표 4-82] 원성천에서 확인된 어류 목록	167
[표 4-83] 원성천에서 출현한 어류의 우점종 및 우점율(%)	168
[표 4-84] 원성천의 어류 군집지수	169
[표 4-85] 온양천에서 확인된 어류 목록	170
[표 4-86] 온양천에서 출현한 어류의 우점종 및 우점율(%)	171
[표 4-87] 온양천의 어류 군집지수	172
[표 4-88] 유구천에서 확인된 어류 목록	172
[표 4-89] 유구천에서 출현한 어류의 우점종 및 우점율(%)	173
[표 4-90] 유구천의 어류 군집지수	173
[표 4-91] 청지천에서 확인된 어류 목록	174

[표 4-92] 청지천에서 출현한 어류의 우점종 및 우점율(%)	175
[표 4-93] 청지천의 어류 군집지수	176
[표 4-94] 해미천에서 확인된 어류 목록	176
[표 4-95] 해미천에서 출현한 어류의 우점종 및 우점율(%)	177
[표 4-96] 당진천에서 확인된 어류 목록	178
[표 4-97] 당진천에서 출현한 어류의 우점종 및 우점율(%)	178
[표 4-98] 당진천의 어류 군집지수	179
[표 4-99] 판교천에서 확인된 어류 목록	180
[표 4-100] 판교천에서 출현한 어류의 우점종 및 우점율(%)	180
[표 4-101] 판교천의 어류 군집지수	181
[표 4-102] 봉황천에서 확인된 어류 목록	182
[표 4-103] 봉황천에서 출현한 어류의 우점종 및 우점율(%)	182
[표 4-104] 봉황천의 어류 군집지수	183
[표 4-105] 천안천, 원성천에서 확인한 조류목록	185
[표 4-106] 천안천의 조류 조사 위치 및 개체수	186
[표 4-107] 원성천의 조류 조사 위치 및 개체수	187
[표 4-108] 온양천에서 확인한 조류목록	188
[표 4-109] 온양천의 조류 조사 위치 및 개체수	189
[표 4-110] 유구천에서 확인한 조류목록	190
[표 4-111] 유구천의 조류 조사 위치 및 개체수	191
[표 4-112] 청지천에서 확인된 조류목록	192
[표 4-113] 청지천의 조류 조사 위치 및 개체수	193
[표 4-114] 해미천에서 확인된 조류목록	195
[표 4-115] 해미천의 조류 조사 위치 및 개체수	196
[표 4-116] 당진천에서 확인된 조류목록	197
[표 4-117] 당진천의 조류 조사 위치 및 개체수	198
[표 4-118] 판교천에서 확인된 조류목록	199

[표 4-119]	판교천의 조류 조사 위치 및 개체수	200
[표 4-120]	봉황천에서 확인된 조류목록	202
[표 4-121]	봉황천의 조류 조사 위치 및 개체수	203
[표 4-122]	생태하천복원 전·후 하천자연도 평가 결과 비교	204
[표 4-123]	생태하천복원 전·후 하천자연도 평가 최상위·최하위 항목 결과 비교	206
[표 4-124]	생태하천복원 전·후 출현한 저서성 대형무척추동물의 우점종 및 우점율(유구천)	212
[표 4-125]	생태하천복원 전·후 저서성 대형무척추동물의 우점종 및 우점율(당진천)	212
[표 4-126]	생태하천복원 전·후 저서성 대형무척추동물의 우점종 및 우점율(판교천)	213
[표 4-127]	생태하천복원 전·후 저서성 대형무척추동물의 군집지수(유구천)	213
[표 4-128]	생태하천복원 전·후 저서성 대형무척추동물의 군집지수(당진천)	214
[표 4-129]	생태하천복원 전·후 저서성 대형무척추동물의 군집지수(판교천)	214
[표 4-130]	생태하천복원 전·후 ESB지수를 이용한 환경질 및 오수생물계열 평가(유구천)	215
[표 4-131]	생태하천복원 전·후 ESB지수를 이용한 환경질 및 오수생물계열 평가(당진천)	216
[표 4-132]	생태하천복원 전·후 ESB지수를 이용한 환경질 및 오수생물계열 평가(판교천)	216
[표 4-133]	생태하천복원 전·후 저서동물지수(BMI)를 이용한 생물등급의 판정(유구천)	217
[표 4-134]	생태하천복원 전·후 저서동물지수(BMI)를 이용한 생물등급의 판정(당진천)	218
[표 4-135]	생태하천복원 전·후 저서동물지수(BMI)를 이용한 생물등급의 판정(판교천)	218
[표 4-136]	생태하천복원 전·후 어류의 우점종 및 우점율(유구천)	223
[표 4-137]	생태하천복원 전·후 어류의 우점종 및 우점율(해미천)	223
[표 4-138]	생태하천복원 전·후 어류의 우점종 및 우점율(당진천)	224
[표 4-139]	생태하천복원 전·후 어류의 군집지수(유구천)	225
[표 4-140]	생태하천복원 전·후 어류의 군집지수(당진천)	225
[표 4-141]	시·군 생태하천복원사업 담당 공무원 인터뷰 조사 일정	229
[표 4-142]	시·군 생태하천복원사업 인터뷰 질문지	230
[표 5-1]	하천별 하천자연도 평가 결과 비교	236
[표 5-2]	하천별 하천자연도 평가 결과 최상위·최하위 항목	240

[표 5-3] 하천별 최근 수질 농도	241
[표 5-4] 하천별 생물상별 출현종수 및 개체수	242
[표 5-5] 하천별 생물상별 군집지수 비교	244
[표 5-6] 생태하천복원 전·후 하천자연도 평가 변화	246
[표 5-7] 생태하천복원 전·후 수질 변화(BOD)	247
[표 5-8] 생태하천복원 전·후 수질 변화(T-P)	247
[표 5-9] 생태하천복원 전·후 생물상 변화	248
[표 5-10] 생태하천복원 대상하천 전체 순위 비교	250
[표 5-11] 생태하천 사업 중복 현황	263

그림 목 차

[그림 1-1] Healthy watershed concept	1
[그림 1-2] 연구흐름도 및 사업 평가틀 체계	8
[그림 2-1] 하천의 현실적인 관리 선택에 대한 체계화	12
[그림 2-2] 하천특성을 고려한 생태하천복원사업 개념도	14
[그림 2-3] 하천연속체 개념을 이용한 하천 생물군집의 종적 구조(The River Continuum Concept)	15
[그림 2-4] 하천구간의 횡단구조(A cross section of a river corridor)	16
[그림 2-5] 하천의 이용적인 측면	16
[그림 2-6] 하천의 자연적인 측면	17
[그림 2-7] 환경부 자연형 하천복원사업 완료하천(2002~2006)	20
[그림 2-8] 환경부 1~2단계 자연형 하천복원사업(2007~2015)	22
[그림 3-1] 충청남도 4대 수계도	36
[그림 3-2] 충청남도 하천도	36
[그림 3-3] 충청남도의 완료된 생태하천 사업 현황도	40
[그림 3-4] 충청남도의 완료된 생태하천 사업 사업명별 현황도	42
[그림 3-5] 충청남도의 완료된 생태하천 사업 하천유형별 현황도	43
[그림 3-6] 충청남도의 완료된 생태하천 사업 수계별 현황도	44
[그림 3-7] 충청남도의 추진 중인 생태하천 사업 현황도	45
[그림 3-8] 충청남도의 추진 중인 생태하천 사업 사업명별 현황도	48
[그림 3-9] 충청남도의 추진 중인 생태하천 사업 하천유형별 현황도	49
[그림 3-10] 충청남도의 추진 중인 생태하천 사업 수계별 현황도	50
[그림 3-11] 충청남도 기 완료 및 추진 중인 생태하천 사업 중복 확인	51

[그림 3-12] 충청남도 생태하천 사업 중장기계획 현황도	53
[그림 4-1] 1차 대상하천 토지이용현황도	55
[그림 4-2] 대상하천 선정 절차	56
[그림 4-3] 스크리닝 대상하천 현황도	57
[그림 4-4] 천안천 하천조사 구간	58
[그림 4-5] 원성천 하천조사 구간	59
[그림 4-6] 온양천 하천조사 구간	60
[그림 4-7] 해미천 하천조사 구간	61
[그림 4-8] 판교천 하천조사 구간	62
[그림 4-9] 청지천 하천조사 구간	63
[그림 4-10] 당진천 하천조사 구간	64
[그림 4-11] 유구천 하천조사 구간	65
[그림 4-12] 온천천 하천구간 조사	66
[그림 4-13] 삭선천 하천조사 구간	67
[그림 4-14] 성정천 하천구간 조사	68
[그림 4-15] 대판천 하천조사 구간	69
[그림 4-16] 최종 선정 조사대상 하천도	70
[그림 4-17] 조사대상 하천 토지이용현황도	71
[그림 4-18] 대상하천 하천자연도	74
[그림 4-19] 하천 수변환경 권역 구분 및 조사내용	76
[그림 4-20] 천안천 단면도	82
[그림 4-21] 천안천7 전경	82
[그림 4-22] 천안천7 제내지(우안)	83
[그림 4-23] 천안천7 제내지(좌안)	83
[그림 4-24] 천안천 하천자연도 평가 등급도	85
[그림 4-25] 원성천 단면도	85

[그림 4-26] 원성천3 전경	86
[그림 4-27] 원성천3 제내지(우안)	86
[그림 4-28] 원성천3 제내지(좌)	86
[그림 4-29] 원성천 하천자연도 평가 등급도	88
[그림 4-30] 온양천 단면도	89
[그림 4-31] 온양천3 전경	89
[그림 4-32] 온양천3 제내지(우안)	89
[그림 4-33] 온양천3 제내지(좌안)	89
[그림 4-34] 온양천 하천자연도 평가 등급도	91
[그림 4-35] 유구천 단면도	92
[그림 4-36] 유구천5 전경	92
[그림 4-37] 유구천5 제내지(우안)	93
[그림 4-38] 유구천5 제내지(좌안)	93
[그림 4-39] 유구천 하천자연도 평가 등급도	95
[그림 4-40] 청지천 단면도	95
[그림 4-41] 청지천12 전경	96
[그림 4-42] 청지천12 제내지(우안)	96
[그림 4-43] 청지천12 제내지(좌안)	96
[그림 4-44] 청지천 하천자연도 평가 등급도	98
[그림 4-45] 해미천 단면도	99
[그림 4-46] 해미천6 전경	99
[그림 4-47] 해미천6 제내지(우안)	99
[그림 4-48] 해미천6 제내지(좌안)	99
[그림 4-49] 해미천 하천자연도 평가 등급도	101
[그림 4-50] 당진천 단면도	102
[그림 4-51] 당진천6 전경	102
[그림 4-52] 당진천6 제내지(우안)	103

[그림 4-53] 당진천6 제내지(좌안)	103
[그림 4-54] 당진천 하천자연도 평가 등급도	105
[그림 4-55] 판교천 단면도	105
[그림 4-56] 판교천3 전경	106
[그림 4-57] 판교천3 제내지(우안)	106
[그림 4-58] 판교천3 제내지(좌안)	106
[그림 4-59] 판교천 하천자연도 평가 등급도	108
[그림 4-60] 봉황천 단면도	109
[그림 4-61] 봉황천4 전경	109
[그림 4-62] 봉황천4 제내지(우안)	109
[그림 4-63] 봉황천4 제내지(좌안)	109
[그림 4-64] 봉황천 하천자연도 평가 등급도	112
[그림 4-65] 저서성 대형무척추동물 및 어류 조사지점도	120
[그림 4-66] 저서성 대형무척추동물 조사방법	121
[그림 4-67] 저서성 대형무척추동물 주요 우점종 사진(천안천)	127
[그림 4-68] 저서성 대형무척추동물 주요 우점종 사진(원성천)	131
[그림 4-69] 저서성 대형무척추동물 주요 우점종 사진(온양천)	135
[그림 4-70] 저서성 대형무척추동물 주요 우점종 사진(유구천)	140
[그림 4-71] 저서성 대형무척추동물 주요 우점종 사진(청지천)	144
[그림 4-72] 저서성 대형무척추동물 주요 우점종 사진(해미천)	149
[그림 4-73] 저서성 대형무척추동물 주요 우점종 사진(당진천)	153
[그림 4-74] 저서성 대형무척추동물 주요 우점종 사진(판교천)	157
[그림 4-75] 저서성 대형무척추동물 주요 우점종 사진(봉황천)	162
[그림 4-76] 어류 조사방법	164
[그림 4-77] 천안천에서 확인된 어류 주요 종	166
[그림 4-78] 원성천에서 확인된 어류 주요 종	169
[그림 4-79] 온양천에서 확인된 어류 주요 종	171

[그림 4-80] 유구천에서 확인된 어류 주요 종	173
[그림 4-81] 청지천에서 확인된 어류 주요 종	175
[그림 4-82] 해미천에서 확인된 어류 주요 종	177
[그림 4-83] 당진천에서 확인된 어류 주요 종	179
[그림 4-84] 판교천에서 확인된 어류 주요 종	181
[그림 4-85] 봉황천에서 확인된 어류 주요 종	183
[그림 4-86] 원성천의 유일한 수면 노출지역	185
[그림 4-87] 청지천의 중간지점(좌) 및 하류 지점(우)	192
[그림 4-88] 해미천 현황	194
[그림 4-89] 당진천의 하천 내부(좌) 및 전경(우)	197
[그림 4-90] 판교천의 수면 노출부	199
[그림 4-91] 봉황천 내 위치한 하중도 및 모래톱	201
[그림 4-92] 생태하천복원 전·후 하천자연도 평가 결과 변화	205
[그림 4-93] 생태하천복원 전·후 수질변화	208
[그림 4-94] 생태하천복원 전·후 저서성 대형무척추동물 출현종수 및 개체수 변화(유구천)	210
[그림 4-95] 생태하천복원 전·후 저서성 대형무척추동물 출현종수 및 개체수 변화(당진천)	210
[그림 4-96] 생태하천복원 전·후 저서성 대형무척추동물 출현종수 및 개체수 변화(판교천)	211
[그림 4-97] 생태하천복원 전·후 담수어류 출현종수 변화(천안천)	219
[그림 4-98] 생태하천복원 전·후 담수어류 출현종수 변화(유구천)	220
[그림 4-99] 생태하천복원 전·후 담수어류 출현종수 변화(해미천)	221
[그림 4-100] 생태하천복원 전·후 담수어류 출현종수 변화(당진천)	222
[그림 4-101] 생태하천복원 전·후 담수어류 출현종수 변화(판교천)	222
[그림 4-102] 생태하천복원 전·후 조류 출현종수 변화(유구천)	226
[그림 4-103] 생태하천복원 전·후 조류 출현종수 변화(해미천)	227
[그림 4-104] 생태하천복원 전·후 조류 출현종수 변화(당진천)	228
[그림 4-105] 생태하천복원 전·후 조류 출현종수 변화(판교천)	228

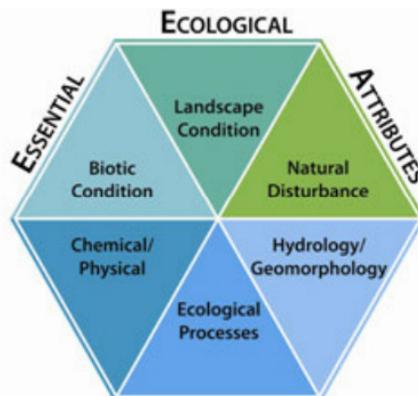
[그림 5-1] 조사대상 하천의 물리적특성 분포	237
[그림 5-2] 참조하천(봉황천)과 생태하천복원 하천의 평가 비교	238
[그림 5-3] 해미천과 생태하천복원 하천의 평가 비교	239
[그림 5-4] 조사하천별 ESB 지수	245
[그림 5-5] 조사하천별 BMI 지수	245
[그림 5-6] 하천별 하천자연도 평가결과	246
[그림 5-7] 직선형으로 조성중인 하천(당진천)	253

제1장 서론

1. 연구의 배경

■ 하천복원 및 관리 패러다임의 전환

전 세계적으로 하천의 환경기능이 중요하다는 인식하에 하천복원의 중심은 ‘하천의 생태적 기능’을 회복시키는 방향으로 진행되었다. 유역이 건강한 상태이고 하천이 아름답고 자연스러운 상태이면 하천과 유역은 다음과 같은 편익을 우리에게 제공한다(USEPA, 2009).

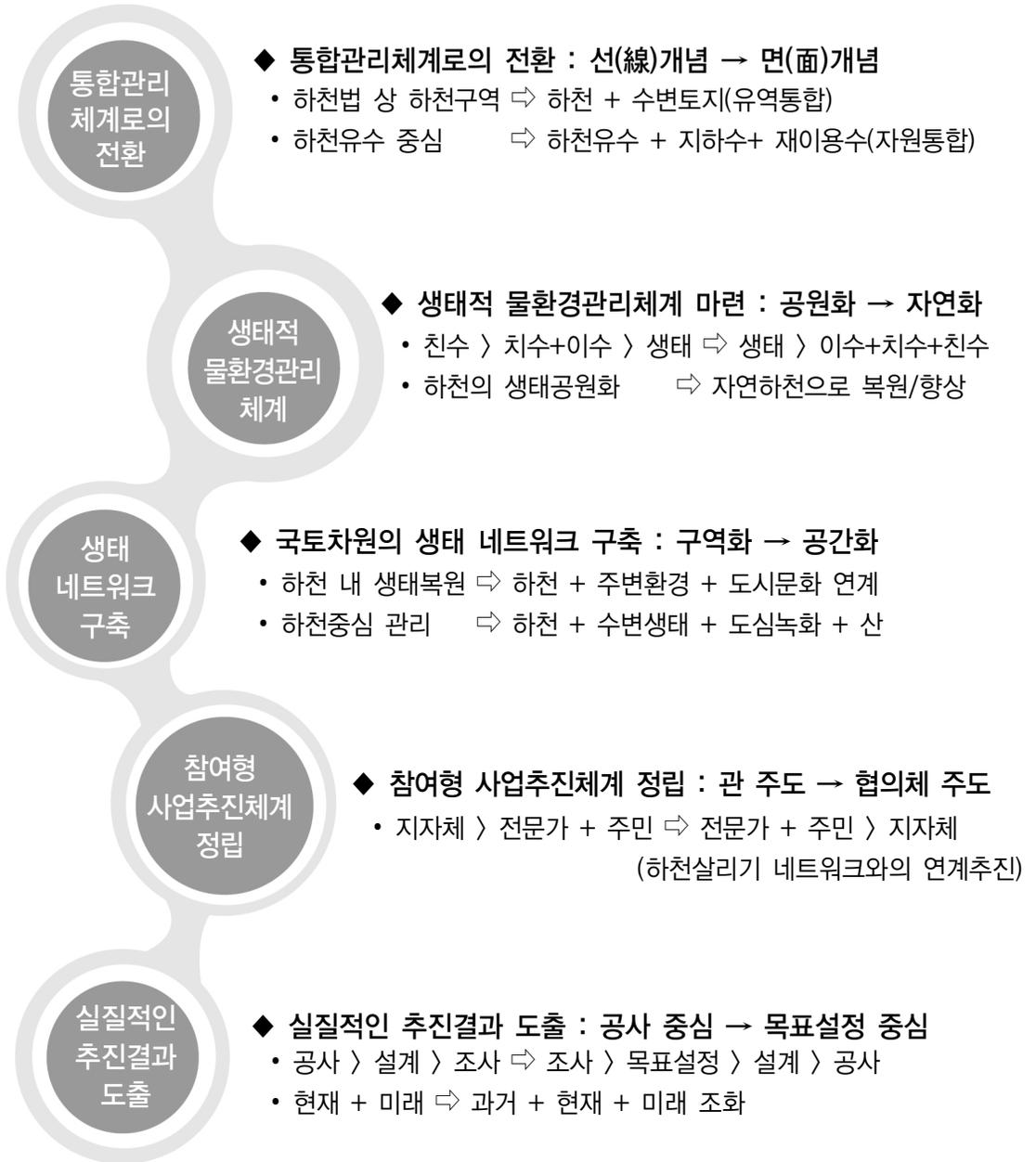


자료 : USEPA OMOW 홈페이지

[그림 1-1] Healthy watershed concept

- 기후변화, 외래종, 미래의 토지이용 변화 등에 대한 저항성
- 탄소저장능력, 온실효과 유발가스 상쇄효과
- 어류, 양서류, 조류, 곤충 등의 서식처, 동물과 조류의 서식공간 제공
- 낚시, 친수활동, 관광까지 다양한 레저 활동 장소 제공
- 산불 등 자연재해 저감효과로 인한 경제적 비용 감소
- 식수원으로 사용되는 지표수 및 지하수 보호를 통한 처리비용 저감 등

이에 우리나라 역시 과거 하천정비는 주로 아·치수 중심으로 시행되었으나 최근 들어 하천의 자연스러운 모습과 생태계 기능을 중시하는 방향으로 정비사업이 선회하고 있고 생태하천 개념이 하천복원 및 관리의 주요 패러다임으로 자리매김한 상황이다.



■ 우리나라의 하천사업

현재의 생태하천 복원사업은 1990년대 이후 환경부와 국토부가 경쟁적으로 자연형 하천정비사업과 오염하천정비사업 등 하천의 구조와 기능을 개선해보려는 노력에서 시작되었다. 개념적으로 이 사업은 하천이 본래 가지고 있던 상태로 복원의 의미가 강해야 하지만 최근에는 친수개념이 강조된 사업들이 일반적인 상황이다. 하천의 복원은 친환경적 삶을 중요시하는 최근 트렌드와 맞물려 각 지역의 하천이 깨끗하고 자연적이어야 한다는 방향으로 의식의 변화가 일어나고 있고 현재 지자체들에서 관련 사업이 활발히 진행 중이다. 현재 완공되었거나 진행 중인 생태하천은 하천의 정화기능 증대와 주민들의 친수활동을 위한 시설 설치 위주의 복원이라고 보는 것이 적절하다.

환경부는 1987년부터 오염하천정화사업으로 자연형 하천정화사업을 시작하였고 2006년 물환경관리 기본계획 마련을 계기로 수질개선 및 수생태계 복원에 초점을 둔 하천사업을 진행 중이며 2010년 사업명을 생태하천 복원사업으로 구체화하면서 중장기 추진계획을 발표했다. 이 추진계획은 마을 앞 도랑·실개천부터 도심하천에 이르는 지류-본류-하류로 연결되는 생태계 복원을 목표로 식생호안, 여울·소·습지 등을 조성하고 하천별로 깃대종을 선정, 서식지를 복원하며, 1사1하천 운동 같은 참여형 지역하천 되살리기 캠페인 등을 포함하여 하천복원에 대한 국민의 관심을 향상시키고자 하였다(환경부, 2010).

환경부는 1987~2012년까지 340개 하천에 2조 909억원(국고 1조 3,254억원)을 들여 생태하천복원사업(자연형 하천정화사업)을 추진하였다. 최근 4년간의 환경부 국고보조 예산을 보면 생태복원 하천 수가 꾸준한 증가추세를 알 수 있다.

■ 충청남도의 하천사업

충청남도 역시 다수의 하천을 대상으로 생태하천 복원사업(고향의 강 사업, 생태하천 조성 사업, 물순환형 하천정비사업, 자연형 하천사업 등 유사사업 포함)이 진행되었거나 진행중(또는 계획)에 있으나 이에 대한 현황 및 문제점(사업대상하천 선정 기준, 사업효과, 지역적 차별성 등) 파악, 유지관리 실태파악, 목표 달성 여부 모니터링 등 전반적인 실태파악이 미미한 실정이다.

또한 같은 하천을 대상으로 구간을 달리해 여러 부서에서 사업을 진행하는 등 실태파악 및 진행사항, 복원내용 등 사업 전반적인 내용에 대한 적절한 공유 및 조절 프로세스가 없는 상황이다.

■ 충청남도 하천사업의 실태파악 및 관리방안 마련 필요

이에 향후 사업의 지속성 및 효율성을 제고하고 충남의 지역적 특색을 살린 건강한 유역의 회복을 위한 복원사업 진행 등을 위해서는 기 진행된 사업 완료 하천의 적정한 실태분석을 통해 사업의 개선 및 추진방향을 제안할 필요성이 있다.

2. 연구의 목적

본 연구의 목적은 충청남도 내 기 진행된 생태하천복원사업(유사 생태하천 사업 포함) 대상 하천의 현황 및 실태를 분석하고 그 결과를 토대로 문제점 도출, 복원사업 대상하천 평가, 향후 사업의 성공도 향상을 위한 정책제언 및 과제를 제시하는 데 있다.

- 다양한 주체들에 의해 충청남도에서 진행하고 있는 하천복원 사례들의 추진현황 조사 (목록화)
- 복원 결과가 하천환경 및 생태계에 어떤 영향을 주었는지 파악
- 실태조사와 더불어 정책적 참고사항을 제시하고 사업의 긍정적 혹은 부정적 측면에 대한 향후 개선 및 보안방안을 제안

3. 연구의 범위

1) 시간적 범위

사례하천의 현장답사, 하천자연성 조사, 생물상 조사 등은 2014년 4월 ~ 9월에 실시하였다. 기타 하천관련 행정자료, 통계자료 및 문헌자료는 2013년 말 기준으로 조사하되 일부 확보 가능한 통계는 최근자료로 수록하였다.

2) 공간적 범위

충청남도 내 생태하천 사업을 실시 및 계획한 하천을 대상으로 문헌 조사하였으며, 충청남도 생태하천 사업을 실시한 하천을 대상으로 스크리닝 과정을 거쳐 사례하천을 선정하여 본 연구의 현장조사 지역으로 설정하였다.

3) 내용적 범위

- 국내 생태하천복원 동향
 - 생태하천복원 관련 개념 고찰
 - 생태하천복원사업 및 지방하천정비사업의 역사
 - 생태하천복원사업 지침의 변화
 - 국내 생태하천복원사업 평가 관련 선행연구 고찰
- 충남 생태하천 사업현황 및 계획
 - 사업 추진 현황 목록화, 유형화, Mapping
 - 사업 계획 현황 목록화, 유형화, Mapping
- 충청남도 생태하천복원사업 실태분석
 - 생태하천복원사업 조사 대상하천 선정
 - 대상하천 자료조사(수질 등), 문헌조사, 현장조사(자연성 평가 등 물리적 특성, 어류, 조류, 저서성대형무척추동물 등 생물상), 충남 생태하천복원사업 추진 과정 분석을 위한 인터뷰 조사 등을 통한 실태분석, 문제점 도출
 - 대상하천 사업 평가 및 고찰
- 정책제언
 - 실태분석을 토대로 한 문제점 및 시사점 도출
 - 충남에서 시행해야 할 정책과제 제언
 - 추후 연구가 필요한 관련 향후 과제 도출

4. 연구의 방법

1) 문헌 및 자료조사, 사례조사

생태하천복원 개념 고찰, 사업진행 현황, 유역특성, 관련 제도 및 정책동향 분석, 시사점 도출 등을 조사하기 위하여 정부 및 충청도에서 출간된 통계, 하천복원 관련 문헌 및 법률 그리고 websites를 통하여 각종 관련 자료를 조사하였다. 향후 과제 도출을 위하여 국내외 하천생태복원 우수사례 및 사후관리 우수하천을 현장 답사하였다.

2) 현장조사

- 모니터링 대상하천 선정을 위한 사전 현장답사 및 선정
 - 하천복원 이후 수생태계가 안정화되는 2년 이상이 경과한 사업을 우선적으로 선정
 - 현재 생태하천 복원공사가 완료된 후 1년 이상의 시간이 지나 호우기와 결빙기를 모두 1차례 이상 거친 하천
 - 복원시행 하천 7개, 참조하천 1개, 하천정비시행 하천 1개
- 대상하천 하천자연성 조사·평가
- 대상하천 생물상(어류, 조류, 저서성 대형무척추동물) 조사·평가
- 대상하천 사업 관련 심층 인터뷰 실시
 - 현행 사업시행 및 완료시 유지관리의 문제점 파악, 시사점 도출 및 충남의 여건에 맞는 향후 사업추진방안을 모색하기 위하여 기 추진 지자체 담당자 등과의 심층 인터뷰를 실시
 - 조사 시기 : 2014년 7월
 - 인터뷰 대상 : 공무원, 전문가 등
 - 인터뷰 내용 : 생태하천복원사업 배경 및 진행사항, 사후관리, 모니터링 등에 관한 사항
- 연구회구성 및 워크샵, 연구자문회의 개최
 - 생태하천복원사업 실태분석 및 평가, 모니터링, 시사점 및 정책과제 도출 등을 위한 생태하천복원 연구회 구성 및 전문가 자문회의 개최(수시)

- 워크숍 개최
- 토론 및 자문내용을 토대로 연구내용의 보완 및 수정
- 향후 연구성과 워크숍의 개최를 통해 연구결과를 공유, 전파, 홍보



[그림 1-2] 연구흐름도 및 사업 평가들 체계

5. 연구의 차별성 및 기대효과

현재 국내에서는 하천환경을 구성하는 기초 생태자료의 장기적인 수집 및 분석이 부족한 상태에서 하천별 생태하천 복원사업이 비슷한 형태로 이루어지고 있는 상황이다. 하천복원의 형태는 기존의 이·치수 중심의 획일적인 하천정비에서 환경적 기능을 고려한 생태하천복원 사업으로 발전되었으나 실제로는 친수기능 확대 및 일부 시설 설치 중심으로 확대되고 있는 실정이다. 또한 시행하천의 다양한 환경항목을 구분하고 항목별 모니터링 및 지역특성을 고려한 복원방안을 유도하는 등에 대한 구체적인 연구도 많지 않다.

특히, 충청남도 내 복원사업을 실시한 하천을 대상으로 하천자연성 및 수생태 건강성, 생물상 평가, 수질유량 현황 등 하천특성을 모니터링하고 개선점을 도출하는 등의 연구 및 이의 관리방향을 제시하는 정책적 연구물이 없는 상태이다.

반면, 본 연구에서는 기 진행된 생태하천복원사업 실시하천을 대상으로 하천의 물리적, 자연적, 화학적 특성을 조사분석하고 평가하여 이의 시사점을 도출하고 해당하천의 유지관리 실태를 파악하여 사업 시행 및 사후관리시의 문제점 및 개선방안을 도출하여 이를 정책적으로 활용하고자 한다.¹⁾ 이미 국가적으로 추진하고 있는 하천관리의 개념과 전략, 그리고 복원의 방향을 충청남도에서 이해하는 차원을 넘어서 타 지자체에 수범되는 생태 하천복원사업 시행 및 관리의 방향을 설정하고자 하였다. 또한, 사업이 완료된 하천의 자연성 혹은 생태성, 수질이 개선되었는지를 잠정적으로 평가하고 이를 향후 관리방향에 반영하고자 한다.

1) 물리적, 생물학적 현장조사 후 필요한 하천현황 및 생물상에 대한 현장사진을 기록하고 수록하였다. 본 보고서 내 사진의 출처가 없는 경우 본 연구에서 직접 촬영한 사진 자료이다.

제2장 관련 이론 및 국내 생태하천복원 동향

1. 생태하천복원 관련 개념 고찰

1) 하천생태계의 개념²⁾

하천이란 지표수가 모여서 중력에 의하여 높은 데서 낮은 데로, 비교적 일정한 곳을 따라 흐르는 자연의 물길을 뜻한다. 하천생태계는 시간에 따라 변화하는 역동적인 우수생태계로, 물과 수변에서 생물간, 무생물간, 생물과 무생물간 상호작용이 일어나는 공간이며, 하천복원에서 중요한 기본 단위이다.

2) 하천복원의 개념³⁾

하천복원(河川復元)이란 치수나 기타 다른 목적의 하천사업이나 불량한 유역관리에 의해 훼손된 하천의 생물 서식처, 자정, 경관과 친수성 등 환경적 기능을 되살리기 위해 하도와 하천변을 원 자연 상태에 가깝게 되돌리는 것이다.

2) 경남발전연구원, 2008; 서울시정개발연구원, 2007(발췌정리)

3) 서울시정개발연구원, 2005; 한영해, 2005(발췌정리)

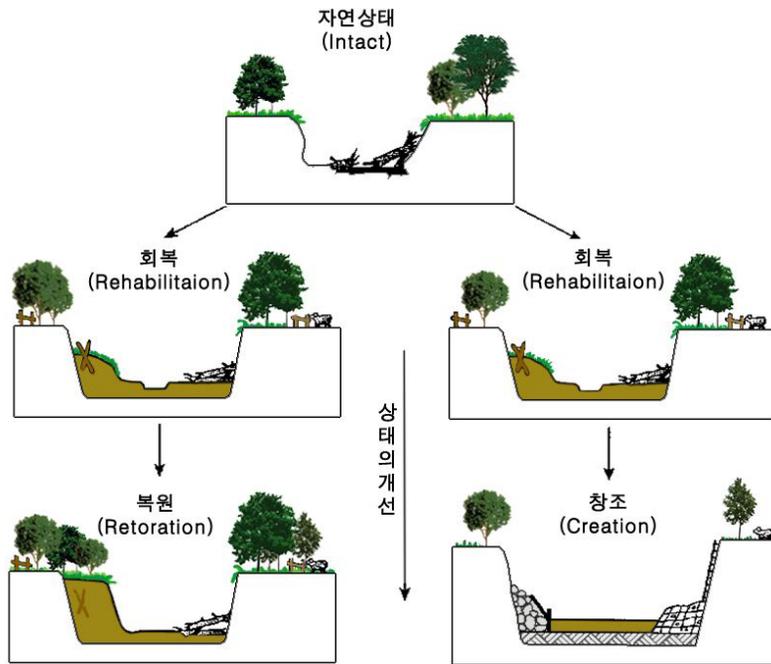
[표 2-1] 하천복원의 시대적 정의(Dufour and Piegay, 2009)

정 의	근 거
하천복원은 회복을 증대시키는 과정으로서 교란되지 않은 주변 지역 생태계로 되돌리는 것	Gore(1985) cited by Brookes and Shields(1966)
하천복원은 교란 전 상태로 생태계의 구조적, 기능적으로 완전히 되돌리는 것	Cairns(1991)
생태복원은 훼손된 서식처에서 생태계기능과 과정을 회복하는 것으로서 반드시 교란 전 상태로 되돌리는 것이 필요하지 않음	NRC(1992) cited by FISRWG(1998)
하천회복은 훼손된 서식처에서 생태계 기능과 과정을 회복하는 것으로서 반드시 교란 전 상태로 되돌리는 것이 필요하지 않음	Dunster and Dunster(1996) cited by FISRWG(1998)
하천복원은 자연적인 수문/지형 및 생태적 과정을 다시 확립하고 손실, 손상 되고 변형된 생물적 요소들을 대체함으로써 훼손된 유역 시스템에서 생태적 건전성을 회복하도록 지원하는 것	WWF/IUNC(2005)

자료 : 한국건설기술연구원, 2011(발체정리)

하천의 친수성과 오염정화 기능은 이러한 생태계의 복원을 통해 얻어진다. 하천복원은 하천에 교란을 주는 활동이나 자연적인 회복을 막는 활동 등을 가능하면 억제하는 것으로부터 시작된다. 여기서 특히 하천에 지속적으로 작용하는 교란활동을 제거하거나 저감시키는 활동을 '교정(remediation)'이라 한다. 하천복원의 다음 단계는 교란으로부터 훼손된 하천을 적극적으로 복원하는 것이다. 여기서 하천복원의 대상은 기본적으로 하도를 포함한 홍수터, 강덕, 제방 등이다.

그러나 완전한 의미의 하천복원은 경관생태적으로 하천과 연속한 주변 회랑과 같은 수변을 포함한다. 따라서 넓은 의미의 하천복원은 수변복원(水邊渡元, stream corridor restoration)이다. 하천 복원에서 우선적으로 검토되어야 할 사항은 하천에 교란을 주는 요인을 찾아내어 그러한 교란 요인을 제거하거나 억제시킴으로써 더 이상의 교란이 계속되지 않게 하거나 경감시키는 것이다.



자료 : 환경부, 2011

[그림 2-1] 하천의 현실적인 관리 선택에 대한 체계화

3) 생태하천 및 생태하천복원의 개념⁴⁾

생태하천은 하천이 지닌 본래의 자연성과 생태적 기능이 최대화 될 수 있도록 조성된 하천이다. 생태하천복원은 하천 내·외의 인공적인 생태계 교란요인을 제거하여 자연에 가깝게 복원하고 건강한 생태계가 유지될 수 있도록 지원 혹은 관리해 나가는 활동을 뜻한다.

4) 서울시정개발연구원, 2005; 한영해, 2005; 국토해양부, 2008(발췌정리)

[표 2-2] 하천의 복원과 관련된 용어의 포괄적 정의

구 분	정 의
하천복원	인공적인 하천, 또는 기능이 상실된 하천을 자연에 가깝게 하천 본래의 기능과 형태로 회복시켜주는 것을 의미하며, 주로 생태 서식지(서식처)의 보전, 복원에 중점을 두고 있음. 넓은 의미에서 복원의 대상은 하도는 물론 홍수터, 강터, 제방을 포함하는 수변까지 포괄하며, 치수와 이수를 위한 요소들도 포함.
자연형 하천복원	하천복원은 본래 의미상 자연상태의 하천 모습에 가깝게 유지 혹은 회복하도록 하는 계획을 의미하는 것임. 이때 자연에 가깝거나 자연상태와 근접한 하천의 형태와 기능으로 복원한다는 의미가 강조된 것으로 볼 수 있음.
생태하천 복원	자연적 하천형태를 조성하여 다양한 생태적 구성요소와 기능이 작동할 수 있도록 하고 하천이 생태계의 구성요소로 지닌 기능에 초점을 두는 개념. 최근 다양한 논의를 통해 강조되고 있는 생태하천의 전제 조건은 인간과 자연의 조화에 의한 상생이며, 생물서식지(서식처), 종횡적 연결성, 유지유량, 자정작용, 역동성 등을 포함하는 생태계 구조와 기능 회복에 기본을 두고 이를 통해 이수과 치수의 목적을 달성하도록 하는데 있음.
보전*	하천의 고유한 구조와 기능이 생태계 스스로 자기조절이 되는 상태로 유지되면서 생태적 기능 및 서비스적 측면을 활용하되 스스로의 천이과정이 보장되는 것
보존*	원래 그대로의 모습으로 유지되거나 스스로의 천이과정을 통해 유지시키는 것으로 일체의 인위적 영향을 배제하는 것
개선*	열악해진 생태계에 외부적인 보조를 가함으로써 생태계 기능을 부활시킬 수 있도록 하는 것으로 생태계의 일부를 이용하고자 하는 측면이 강조된 일련의 행위
원생복원*	훼손된 환경에 대한 교정의 노력이 적극적으로 수행되는 일련의 과정 중 원래 존재하던 상태로 회귀하는 것
회복*	정확한 회귀는 아니지만 기능이나 구조에서 거의 유사한 상태로 회복시키는 것으로 자연 생태계의 기능이 잘 나타날 수 있도록 하는 것에 중점을 두는 행위
교정	생태적 온전성 회복보다는 이용 목적으로 생태적 피해를 개선하는 과정을 의미하며, 환경 및 생태 문제에 대한 속성의 부분적 해결책
재생*	적극적인 복원형태로 하천 그 자체는 물론 홍수터 및 유역을 대상으로 하는 것으로 근본적인 하천의 생태적 기능 회복에 주안점을 둔 행위
대체복원*	원래의 생태계로 회귀가 불가능한 경우 구조적으로 완전히 다르지만 자연 생태계의 기능을 원활히 수행하도록 하는 교정에 중점을 두는 행위

출처 : 환경부(2007) 수정

* : 이들 개념은 (자연형) 하천복원 혹은 생태하천의 개념 속에 포함됨.



자료 : 환경부, 2011

[그림 2-2] 하천특성을 고려한 생태하천복원사업 개념도

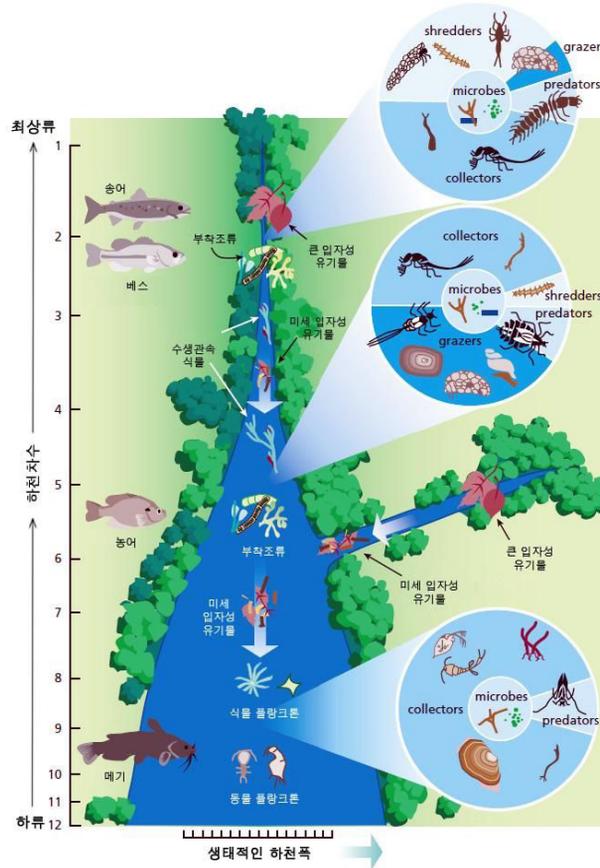
4) 하천의 공간적 구조 및 기능⁵⁾

(1) 하천의 공간적 구조

가. 하천의 종적 구조

일반적인 하천의 종적 구조는 하류로 갈수록 배수면적과 유량이 증가함으로 인하여 수로 폭과 수심이 증가하며, 이와 관련된 구조적인 변화가 수로, 홍수터 및 수변에서도 발생하여 침식 및 퇴적 과정에도 변화가 일어난다. 제1구역인 원류(headwater)는 보통 경사가 가장 급하며, 이 구역에서는 유역 사면으로부터 침식된 유사(流砂, sediment)가 하류로 이동한다. 제2구역은 운반구역(transfer zone)으로서 침식된 물질들의 일부를 받아들인다. 이 구역의 대체적인 특성으로서 홍수터가 넓고, 수로가 사행하는 형태이다. 제3구역은 하천경사가 평탄해지며, 퇴적이 주로 일어나는 구역(depositional Zone)이다. [그림 2-3]은 하천의 종적 구조에 따른 생문군집 현황을 설명한다.

5) 서울시정개발연구원, 2005; 국토해양부, 2008(발췌정리)

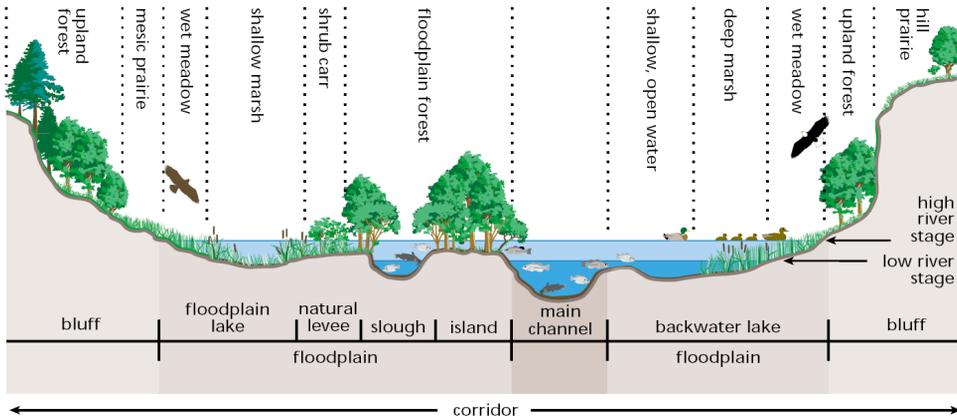


자료 : USDA, 1998, Stream Corridor Restor

[그림 2-3] 하천연속체 개념을 이용한 하천 생물군집의 종적 구조(The River Continuum Concept)

나. 하천의 횡적 구조

대부분의 하천 횡단면은 하도, 홍수터 및 천이고지 등 세 가지 요소로 구성되어 있다([그림 2-4] 참조). 하도(stream channel)는 연중 적어도 얼마간의 기간 동안은 물이 흐르는 부분이다. 하도의 한쪽 또는 양쪽 측면에 위치하는 홍수터(floodplain)는 시시때때로 홍수에 범람되는 변동성이 매우 큰 지역임이다. 천이고지(upland fringe)는 홍수터의 한쪽 또는 양쪽에 위치하는 대지의 한 부분으로서 홍수터와 주변 경관을 연결하는 천이구역의 역할을 한다.



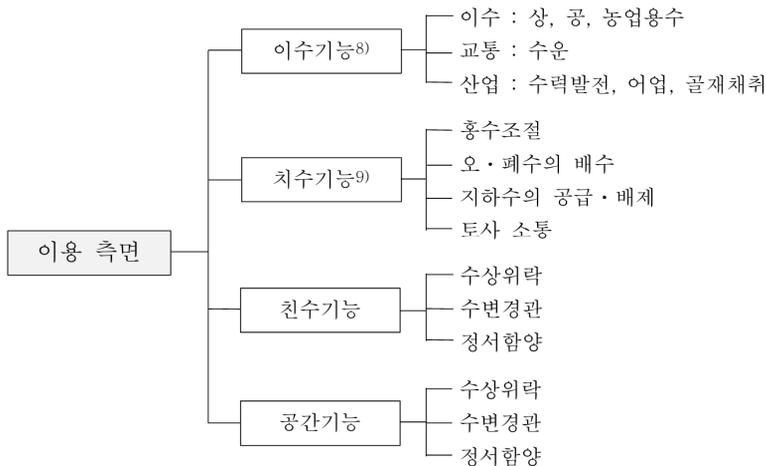
자료 : Sparks, Bioscience, vol 45, p170

[그림 2-4] 하천구간의 횡단구조(A cross section of a river corridor)

(2) 하천의 기능

가. 이용적 측면

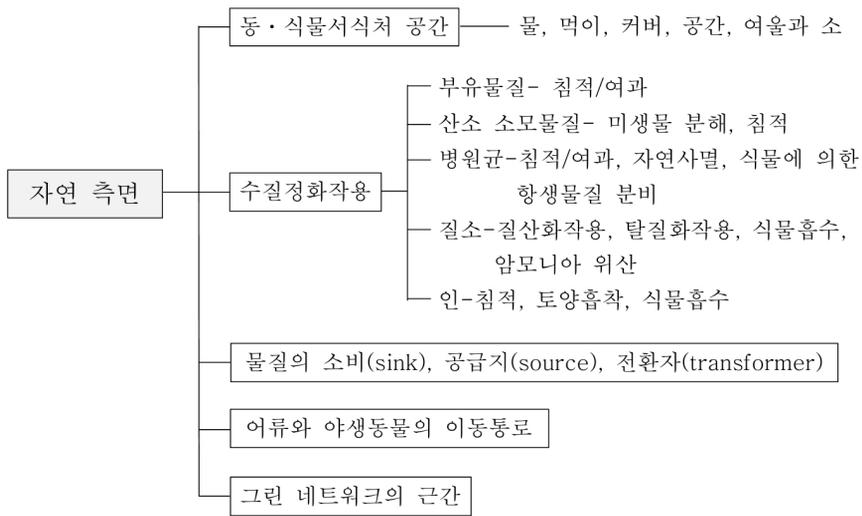
하천의 주 기능 중 하나는 하천을 기반으로 건설된 도시를 지원하는 것이다. 기존의 상·공·농업용수로의 이용을 위한 이수기능과 홍수조절을 위한 치수기능을 중심으로 도시의 자연환경에 대한 관심이 모아지면서 수상과 수변의 환경을 이용하는 친수기능과 공간기능이 중요한 하천의 기능으로 부각되었다. 하천의 다양한 이용적 측면을 [그림 2-5]에 나타냈다.



[그림 2-5] 하천의 이용적 측면

나. 자연적 측면

하천의 자연적 측면은 하천으로 인해 형성된 생태계를 통해 인간을 포함한 동식물이 살아가는 기본적인 터전의 기능을 말하며, 인간을 포함한 동·식물의 서식처 기능, 환경의 중요 구성 요소인 물의 재환을 위한 수질정화기능, 환경에너지의 흐름을 운용하는 소비, 공급, 전환의 기능, 야생동물의 이동통로기능, 육상권(도심)의 녹지를 연결시켜주는 그린 네트워크 기능이 있다([그림 2-6] 참조).



[그림 2-6] 하천의 자연적인 측면

2. 국내 생태하천복원사업 동향

1) 생태하천복원사업 및 지방하천정비사업의 역사

(1) 환경부 생태하천복원사업의 역사⁶⁾

● 수질개선을 위한 '오염하천 정화사업' 착수(1986년)

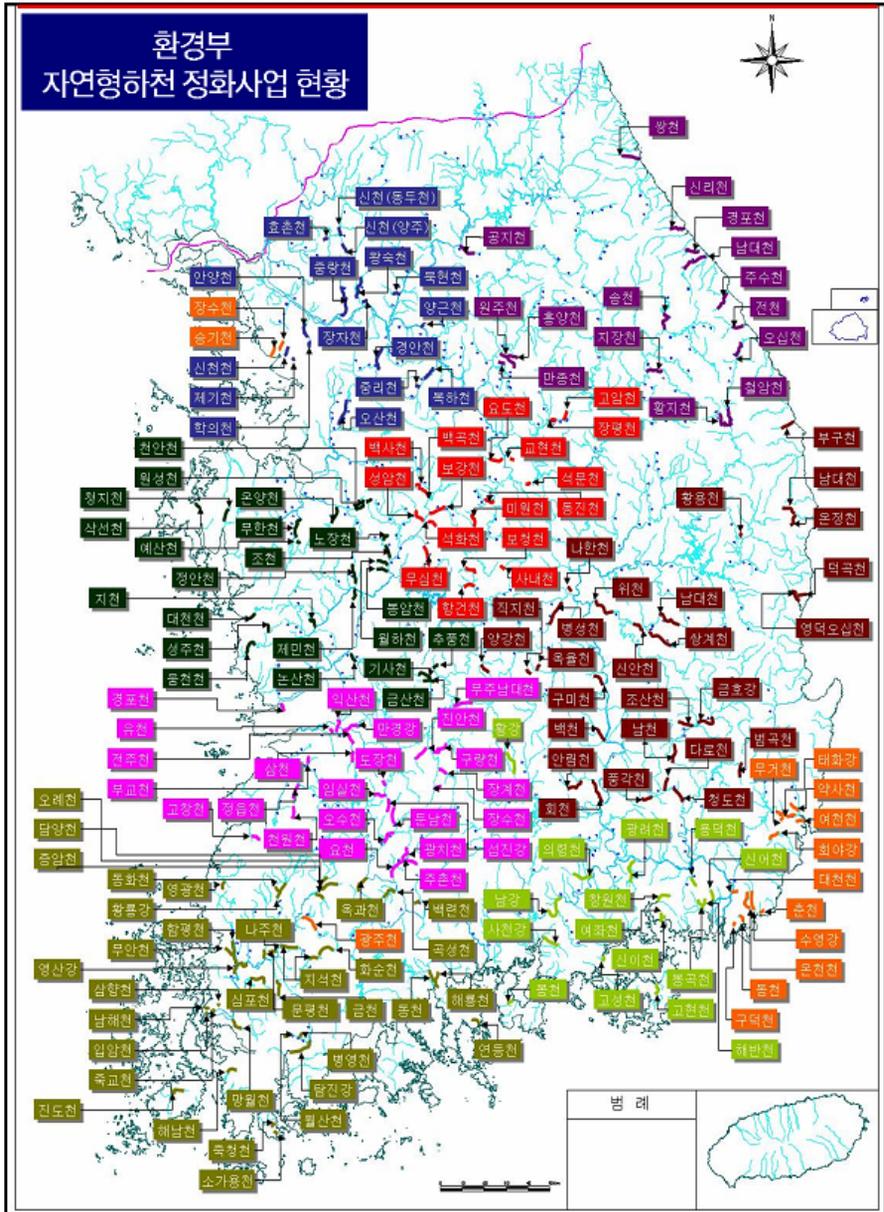
1986년에 착수된 '오염하천 정화사업'은 환경부 하천사업의 효시가 된 사업으로서 하상정비, 퇴적오니 준설 등 수질개선에 한정하여 추진되었다. 1986년 당시 88올림픽 요트경기장으로 사용될 부산 수영강의 수질오염문제가 부각되었다. 1986년 7월 한국수질보전학회에 전국의 하천을 대상으로 정화 사업 필요성에 대한 검토를 의뢰하였으며 1987년 6월 조사 결과에 따라 전국 44개 하천을 정화사업 대상지로 선정하였다. 1990년 12월 하천정화사업계획을 수립할 때 25개 하천을 추가하였고, 1991년 7월 환경개선중기종합계획을 수립할 때 13개 하천을 새롭게 추가하여 총 82개 하천을 대상지로 선정하였다. 대상하천은 하천오염도가 생물학적 산소 요구량이(biological oxygen demand, BOD) 10ppm 이상인 오염우심하천, BOD 5ppm 이상인 상수원 유입하천, 악취발생 및 주민생활환경을 침해하는 도시관류하천, 중금속이 다량 퇴적된 공단관류하천, 농업용수 등 용수이용 목적을 저해하는 하천 등이었다(환경부, 2004, 자연형 하천정화사업 업무편람). 환경부에서 2002년부터 2006년까지 추진 완료한 자연형 하천복원사업을 [그림 2-7]에 나타냈다.

● 수생태 회복의 개념을 내포한 '자연형하천 정화사업' 추진(2002년)

1990년대 말까지 대부분의 오염하천정화사업은 퇴적오니를 준설하고 하상을 정비하는 사업이라 하천 자정능력의 회복 및 수질정화효과가 미흡하였다. 게다가 1994년 하수도업무가 환경부로 일원화된 후 하수도사업의 투자 증대로 하천의 수질이 크게 개선되어 오염하천정화사업의 필요성이 하락하였다. 이에 따라 수질개선 중심의 사업에서 탈피하여 수생태 회복의

6) 다음 문헌을 참고하여 정리하였음. 환경부, 2005, 자연형하천정화사업 종합평가 및 지원기준 마련을 위한 연구. 환경부, 2007, 생태하천 만들기 10년계획(2006-2015). 환경부, 2009, 생태하천 복원사업 설계도서 기술검토 및 사례분석을 통한 개선방안 연구. 환경부, 2010, 생태하천 복원사업 중장기 추진계획. 강형식 외, 2012, 기후변화를 고려한 지류하천 관리 및 수생태 복원방향, KEI.

개념을 도입하여 2002년부터 '자연형하천 정화사업'을 추진하였는데, 수생식물 식재, 습지 조성 등을 통한 수질개선과 함께 여울, 소, 어도 설치 등을 통한 하천생태계 복원도 함께 고려하였다. 다만 환경부의 정책방향은 수질 중심에서 수생태 복원으로 전환하였으나, 지자체의 사업방향은 수질중심적인 사업목표 설정에 머무르며, 생태계 복원보다는 주민들의 이용성과 편의성에 중점을 둔 친수공간 조성에만 주력하여 하천공원화 사업에 그치는 한계를 보였다.

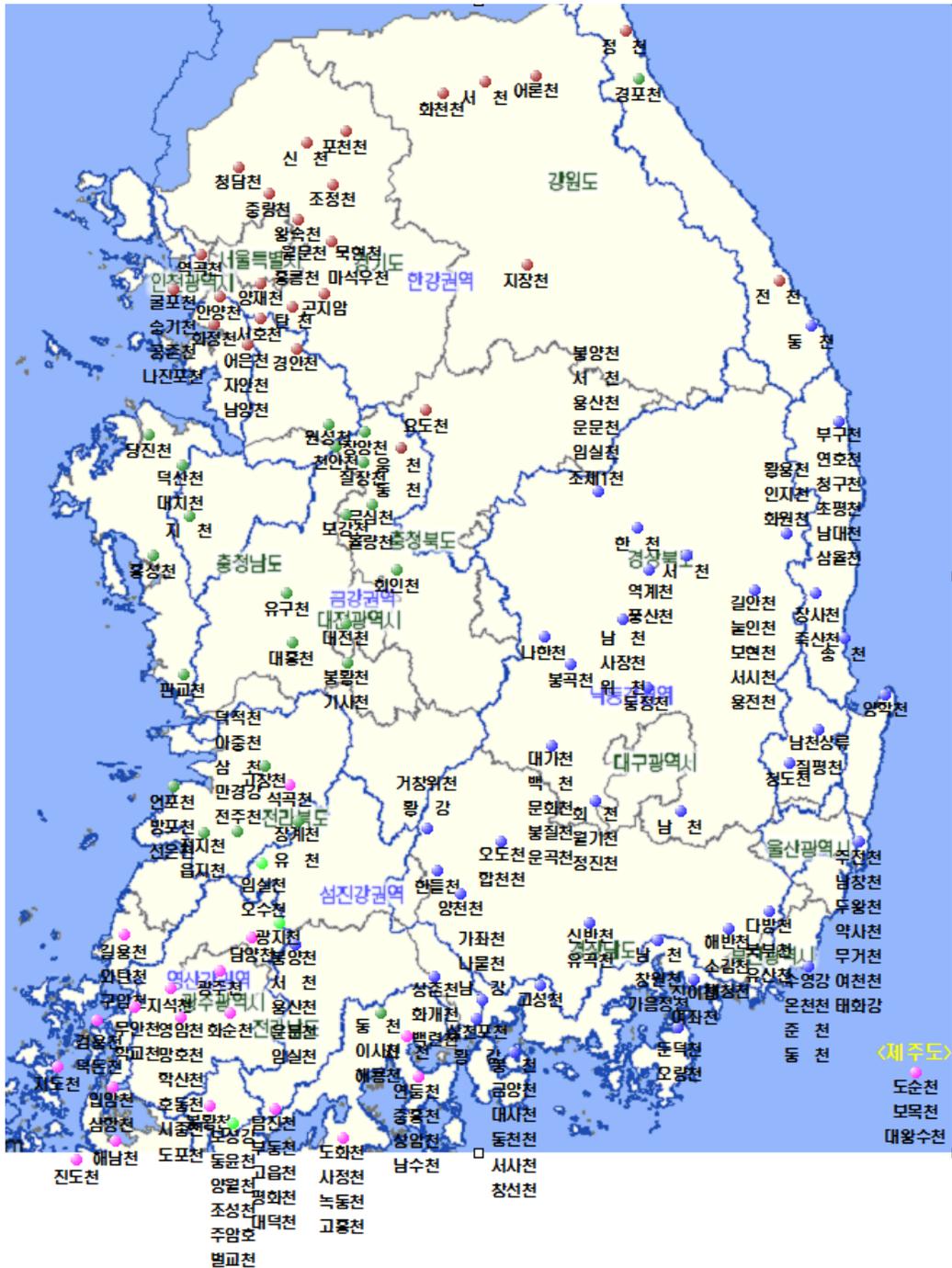


[그림 2-7] 환경부 자연형 하천복원사업 완료하천(2002~2006)

• 생태하천복원사업 추진(2007년)

2006년 '물고기가 뛰놀고 아이들이 떡 감을 수 있는 물환경 조성'을 목표로 '물환경관리 기본계획'을 수립하였다. 2007년에는 '물환경관리 기본계획'에 근거하여 '생태하천 만들기 10년 계획(2006~2015년)'을 수립하였다. 5대 정책목표로 야생동식물 서식공간 제공, 자연친화적 시민휴식공간 확보, 하천의 생태적 건강성 유지, 주민 참여기반 구축, 제도 및 행정지원체계 구축을 제시하였다. 생태하천복원사업의 추진방향으로 지점 단위의 사업추진 체계에서 하천의 연결성에 기초한 종적 네트워크 개념으로 확대하였고, 저수로에서 제방 너머의 녹지대까지의 연결성을 강조한 횡적 네트워크 개념을 도입하였으며, 단기간의 토목공사 수행 중심의 관행적 체계에서 탈피하여 복원 목표의 설정과 이를 달성하기 위한 과정 중심의 사업 체계로 변환을 모색하고, 이를 위해 모니터링 개념 도입, 관 중심의 사업 추진 체계에서 주민과 전문가 집단이 참여하여 민 중심의 사업 추진 체계로의 전환 제시 등을 제시하였다.

이 계획에서는 국가수자원관리종합정보시스템(한국수자원공사)의 하천개수율, 제방상태, 호안재료 등을 참고하여 하천상태를 자연하천(1등급), 자연형 하천(2등급), 생태계 일부 훼손(3, 4등급), 생태계 훼손 심각(5등급) 등으로 구분하여 추정하고, 2015년까지 훼손된 지방하천(12,077km)의 25%(3,019km)를 자연형 하천으로 생태복원(2002~2006 환경부의 자연형 하천정화사업 실적 346km 포함)하고, 하천자연도 1-2등급(사진자료 등을 토대로 추정)을 55%에서 66%로 개선하겠다는 목표를 제시하였다. 또한 전국의 모든 하천을 대상으로 하천별 수생태계 보전 실태, 유역내 자연환경과 경관우수지역 등을 종합적으로 평가검토하여 수생태 건강성 회복 로드맵을 작성하도록 하였다. 로드맵 상에 수생태계 우수지역, 회복중인 지역, 복원대상 지역으로 구분하여 우수지역은 현재의 자연환경과 경관상태를 유지·보전, 회복중인 지역은 자연 스스로 회복될 수 있도록 관찰·평가하되 회복이 어렵다고 판단될 경우에 한하여 복원사업을 추진하였으며, 복원대상 지역은 주변지역 자연환경과의 연장선에서 수변생태벨트 조성 등과 연계될 수 있는 복원사업을 추진하도록 하였다.



[그림 2-8] 환경부 1~2단계 자연형 하천복원사업(2007~2015)

● 생태하천복원사업의 다변화

2010년에는 ‘생태하천 복원사업 중장기 추진계획’을 수립하여 도랑, 실개천부터 지류~본류 하구로 연결되는 생태계 복원을 추진하였다. 건천화된 도심하천의 유지유량 확보, 물순환 체계 구축, 깃대종 복원 등 생물서식처 복원사업 집중 추진 등의 기본방향을 제시하였다. 하천 생태계 복원사업, 도심하천 생태복원사업, 우리마을 도랑 살리기 사업, 어도(fishway) 복원사업, 하구석호 생태계 복원사업, 강 발원지 물길복원사업, 깃대종 복원 특성화 사업 등 하천의 여건과 특성에 맞도록 전문화된 하천사업을 추진하였다.

이 가운데 도심하천 생태복원사업은 도심의 메마른 하천에 맑고 풍부한 물을 공급하고 콘크리트로 복개되어 사라진 옛 물길을 복원하자는 목적으로 추진되었다. 기 추진중이던 대전시 대전천, 전주시 노송천, 밀양시 해천이 선도사업으로 선정되었으며, 지자체 수요조사 및 현장 조사를 통해 1단계 착수지역 10개 하천 선정 및 협약식이 개최되었고(2009.4.21), 2010년 2단계 사업 10개 하천이 선정되었다(2010.5.10). 환경부와 국토부의 합의에 따라 사업목적에 따라 주관부처를 선정하고 사업을 신청하도록 하였다. 2단계인 2010년부터는 환경부가 이 사업을 주관하였으며, 충남의 경우 아산시 온천천이 1단계 대상사업으로 선정되었고(1.7km, 2009~2012, 국비 347억원, 지방비 149억원, 총 496억원), 천안시 성정천이 2단계 대상사업으로 선정되었다(1.2km, 2010~2012, 국비 84억원, 지방비 36억원, 총 120억원). 2011년부터는 사업의 명칭이 '도심하천 생태복원사업'으로 변경되고 10개 하천이 선정되었다. 2013년까지 매년 10개 하천을 선정하여 총 50개의 하천을 복원할 계획을 발표한 바 있다.

환경부는 1989~2011년 동안 339개 하천 833 km 구간에 대해 1조 8521억원을 투입하였으며, 2015년까지 412개 하천(1,667km)을 대상으로 생태복원을 추진할 계획이다.

[표 2-3] 환경부 생태하천 복원 투자실적 및 계획

구분		총계	'87~' 06	2007	2008	2009	2010	2011	2012
사업비	계	18,521	9,576	1,106	1,297	2,741	1,865	1,936	2,397
	국비	11,630	5,754	712	811	1,807	1,235	1,311	1,624
	지방비	6,891	3,822	394	486	934	630	625	773
사업수(개소)		1,187	712	63	81	91	107	133	154
하천수 (개소, 누계)		339	229	239	254	271	298	339	375

자료 : 환경부(2012) 내부자료

(2) 국토부 지방하천정비사업의 역사7)

• 하천의 인공화

산업화와 도시화가 본격적으로 시작된 1960~1970년대는 사회기반시설이 집중적으로 개발되었고, 특히 하천에서는 홍수피해 경감과 이수 목적의 대규모 다목적댐 개발 등을 시행하였다. 이러한 치수 및 이수 위주의 사업은 하천의 인공화라는 결과를 가져왔다.

• 자연친화적 하천관리 사업 추진

1990년부터 하천환경의 종합적인 보전 및 복원을 위한 하천환경관리계획 조사 및 시행 방향에 대한 지속적인 검토가 이루어졌다. 1994년 이후 독일과 일본의 선진기술을 도입하여 국내 여건에 맞는 자연형 하천설계기법을 개발하기 시작했으며, 자연형공법 개발 및 적용 등 기초기술 축적을 위한 연구조사 사업이 진행되었다. 1998년부터 하천 생태계를 보전하고 삶의 질 향상을 도모하기 위한 하천환경정비 시범사업을 오산천 등 7개 하천에서 시행하였다.

1999년 개정 하천법에서는 처음으로 하천환경의 개념이 도입되었으며 하천법 개정 이후 2000년대에는 본격적인 자연친화적 하천사업 시행되었다. 국토부는 2000년부터 하천 관리청과 생태전문가, 하천설계 전문가, 환경단체 관계자, 그리고 전문 연구진 등이 협력하여 국내 하천에 적합한 ‘자연친화적 하천관리 지침(2002)’을 개발하여 적용하였다. 2007년 개정된 하천법에서는 자연친화적 하천 사업 및 관리에 대한 내용이 강화되었다.

• 하천관리사업 이원화 추진 관련 합의 및 지방하천정비사업의 정리

국토부와 환경부는 2007년 하천관리사업 이원화 추진 관련 합의서(2007.5)를 작성하였다. 국토부(당시 건설교통부)는 토공, 호안공(식생 등 포함), 제방, 하천시설물 철거, 하도준설, 어도설치 등 하천정비와 관련한 공종을 시행하고, 환경부는 수질개선사업(하상여과시설, 퇴적오니 준설), 수생동식물 정착 및 육성을 위한 연구 및 시범사업, 수생태계 모니터링 및 생태지도 작성을 시행하기로 합의하였다. 또한 하천관리에 대한 통합지침(안)을 마련하기로 하였다. 이후 국토부와 환경부는 지방하천의 자연친화적 하천사업에 국고를 지원하는 경우 지원 주체

7) 다음 문헌을 참고하여 정리하였음. 국토해양부, 2009, 자연친화적 하천관리에 관한 통합지침. 강형식 외, 2012, 기후변화를 고려한 지류하천 관리 및 수생태 복원방향, KEI.

등에 대해 합의한 '지방하천관리사업 추진관련 합의서'(2009.4.23)를 작성하였다.⁸⁾

한편 국토부는 '자연친화적 하천관리에 관한 통합지침(2009)'을 마련하여 하천의 다양한 기능을 종합적으로 고려하고, 서로 연계될 수 있는 통합지침을 제시하여 효율적이고 일관성 있는 하천관리사업의 시행을 제고하고자 하였다.

현재 국토부의 지방하천정비사업은 '지방하천 정비사업 종합계획'(2011.6)에 따라 하천재해예방사업⁹⁾, 생태하천조성사업, 고향의 강 사업, 물순환형 수변도시 조성사업으로 구분되어 중기(2012~2018), 장기(2019~2027) 목표에 따라 수행되고 있다.

[표 2-4] 국토해양부 지방하천 사업

관련계획	목적 및 특징
생태하천 조성사업	<ul style="list-style-type: none"> - 기존 하천재해예방사업, 유역종합치수계획, 하천기본계획 등 기 수립되어 있는 각종 관련 계획을 면밀히 분석·검토 - 지자체 등에서 계획하고 있는 하천 유역 내 문화관광지역 개발사업 및 지역 주민의 정서함양과 생태하천 조성 및 보존 등을 위한 생태하천 조성사업을 검토·반영하여 홍수에 안전하면서도 문화생태가 살아 있는 쾌적하고 친환경적인 하천공간으로 정비
고향의 강 사업	<ul style="list-style-type: none"> - 역사문화적 요소를 하천사업에 접목하여 지역특성을 살리고 지역 주민과 함께하는 하천공간 조성 - 홍수에 안전하고 수량이 풍부하며, 다양한 생물이 서식하도록 고유한 역사, 문화 공간과 연계한 친수공간을 조성하는 등 과거, 현재, 미래가 공존하며 정감 어린 아름다운 하천을 조성
물순환형 수변도시	<ul style="list-style-type: none"> - 4대강 살리기 사업을 통해 4대강 본류의 풍부한 물을 인접 건천화된 자유하천 물길 복원에 활용하여 4대강 살리기 사업 효과를 지역 사회와 공유 - 지류류하천 물길 복원을 통하여 생태환경 개선 및 녹색 수변공간 창출
하천재해 예방사업	<ul style="list-style-type: none"> - 하도개선사업과 수해상습지개선사업이 하천재해예방사업으로 통합됨에 따라 『전국하도개선 및 유지관리사업기본계획』과 ‘05년도에 수립한 『수해상습지개선사업 IV단계 기본계획(2005.12)』을 단일 기본계획으로 보완하여 일관성 있고 체계적인 사업시행의 기초자료로 활용

자료: 강형식 외, 2012

8) 환경부·국토부 합의(2007.5) 및 감사통보(2007.9)에 따라 하천관리 소관사업을 협의·조정토록 결정하였으며, 국무총리실 국무차장 임회하에 양 부처 차관이 최종 합의를 완료하였음(2009.4.23). 주요 합의 내용은 사업목적(수질개선: 환경부, 하천정비: 국토해양부)에 따라 주관부처를 결정, 주관부처에서 사업을 총괄토록 하였으며, 사업목적이 불분명한 경우 지자체의 의견을 들어 주관부처를 확정하도록 하였음(환경부 내부자료).

9) 하천재해예방사업은 기존의 하도개선사업, 수해상습지개선사업, 수계치수사업 등을 통합하여 시행하는 사업이다.

2) 생태하천복원사업 지침의 변화

(1) 오염하천정화사업(자연형 하천정화사업) 추진지침

• 2002년 지침의 주요 내용

지방양여금법 제11조 및 환경부 훈령 제510호(2002.1.31) 양여금집행관리통합지침에 근거한다. 그간의 오염하천정화사업은 하천 생태계에 대한 고려가 부족하였으므로 앞으로는 이·치수는 물론 하천이 가지는 수질정화기능, 친수기능, 생태적 공간으로서 하천의 본래 기능과 조화된 하천환경을 조성해야 한다.

하도, 저수로, 고수부지, 제방 등 하천의 물리적 기반을 자연형으로 복원하여 수질개선을 위한 자정기능, 동식물의 서식처로서 생태적 기능, 심미적 공간으로서 친수기능을 제고하고 하천의 이·치수 기능 유지함을 목적으로 한다.

자연형 하천정화사업을 전제로 지원하고, 오염이 심한 하천, 상수원 보호를 위해 우선적으로 수질을 개선해야 할 하천, 하천의 자연성이 크게 훼손되거나 왜곡되어 있는 하천을 선정한다. 양여금 지원비율은 광역시 30%, 도청소재지 60%, 시·군 70%이다. 계획단계에는 하천정화사업기본계획 수립, 하천의 수량·수질관리 목표 설정, 분류-지천 및 상-하류간 연속성 확보, 하천의 물리적 특성이 같은 경우 동일 사업구간으로 시행한다. 설계 및 시공단계에는 하천의 환경 기능을 최대한 반영하고, 인위적 소재 사용을 가급적 배제한다. 어류의 이동성을 확보하며, 갈수기 및 홍수시의 문제점 검토와 대책을 수립하고, 유지관리를 간편화 한다. 사후관리 단계에서는 사업 완료 후 5년 동안 3월(갈수기)과 9월(홍수시) 사업구간의 물리적, 화학적, 생물학적 특성을 조사하여 사업의 목적달성 여부 평가, 유지관리 방안 수립, 하천 감시자 파견 및 주민 홍보를 실시한다.

사업추진부서는 지자체 환경담당부서에서 추진하는 것을 원칙으로 한다(2001 감사원 지적 사항). 시·도는 '자연형 하천정화 심의위원회'를 구성 및 운영하고, 환경영향평가를 실시한다. 기타 고려사항으로, 하천정비사업과 내용이 중복되지 않도록 하되 동일 하천에서는 사업이 연계되도록 하고, 하수처리장 및 하수관거 설치계획과 연계되도록 협의하여 사업의 효율성을 제고한다.

• 2004년 지침의 주요 수정 내용

계속사업, 시·도의 사업 우선순위 결과 반영, 자연형 하천기본종합계획을 수립한 하천(수계), 자연정화 기능을 활용한 수질개선사업(비점오염물질저감사업 설치사업)의 순으로 예산 지원을 우선한다.

양여금 지원비율은 시·군의 3년간 평균재정력지수에 따라 3등급 구분(70%, 75%, 80%)한다. 자연형 하천정화사업 계획수립시 관련계획 파악, (비)점오염원 영향 분석, 자연형 하천정화사업의 목표와 지표 설정, 물리적 환경과 생물생태와의 관계 조사, 재해방지대책 마련, 전문가의 참여 또는 자문, 자연형하천정화심의회 및 유역환경청 심의를 착안한다. 자연형 하천정화사업 기본(종합) 계획은 적어도 2005년까지 마련한다. 자연형하천정화사업에 대한 구체적인 설명내용은 자연형하천정화사업 업무편람(환경부, 2004), 자연친화적 하천관리지침(건교부, 2002), 자연형하천정비기법(행자부, 2002)을 참조한다.

(2) 생태하천 복원사업 추진지침

생태하천 복원사업 추진지침은 2009년 처음 만들어져 총 일곱 차례의 개정이 이루어졌다.¹⁰⁾ 최근 2014년에는 국토부의 지방하천정비사업과의 관계를 고려하여 전면적으로 개정되었다. 여기서는 1차 개정(2010년), 2차 개정(2011년), 5차 개정(2012년), 6차 개정(2014년)의 주요 변화 내용을 다루도록 한다.

• 생태하천 복원사업 추진지침 1차 개정 (2010.3.25)

수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 제19조의 2(수질 및 수생태계 보전조치 권고), 제69조(국고보조), 환경정책기본법 제33조(지방자치단체에 대한 재정지원 등), 자연환경보전법 제54조(국고보조)에 근거한다.

10) 생태하천 복원사업 추진지침(예·결산, 사업관리) 신규 제정 (2009.4.6)
생태하천 복원사업 추진지침(예·결산, 사업관리) 1차 개정 (2010.3.25)
생태하천 복원사업 추진지침(예·결산, 사업관리) 2차 개정 (2011.1.6)
생태하천 복원사업 추진지침(예·결산, 사업관리) 3차 개정 (2011.3.18)
생태하천 복원사업 추진지침(예·결산, 사업관리) 4차 개정(2012.3.19)
생태하천 복원사업 추진지침 (예·결산, 사업관리) 5차 개정 (2012.10.15)
생태하천 복원사업 업무지침 6차 전부개정 (2014.2.26)
생태하천 복원사업 업무처리지침 7차 개정 (2014.12.3)

1) 유역개념의 통합적 하천관리, 2) 하천중심의 종·횡적 생태 네트워크 구축, 3) 건전한 물 순환 체계 구축, 4) 하천 생태계의 건강성 회복, 5) 갯대종 등 생물종 복원 중심의 하천사업 추진, 6) 도심 복개하천 철거 및 풍부한 물환경 조성, 7) 하천별 특성 살리기, 8) 협의체 중심의 사업추진, 9) 주민 참여형 사후관리를 추진방향으로 한다.

예산편성의 기본방향은 집행률 제고를 우선으로 고려(계속사업은 사업진도 및 예산집행실적 평가, 신규사업은 사업추진을 위한 사전준비가 잘 갖추어져 있는 자자체)하고, 국가 환경정책 목표를 달성하기 위해 정부 정책상 필요하다고 인정되는 사업을 고려(4대강살리기, 환경부 중장기계획, 수변생태벨트 조성사업 등)한다. 예산신청 방법은 '수질개선 및 생태계 복원'을 목적으로 하는 하천사업을 신청하며, 하천재해예방 등 치수 목적의 하천정비사업은 국토해양부 소관이다.

환경부의 시범사업으로 추진하는 지자체, 1사 1하천 운동 등 기업이 함께 참여하여 추진하는 사업, 훼손이 심한 하천으로 수질개선 및 생태계 복원 계획이 구체적이고 현실성이 있는 하천, 두 개 이상의 자치단체가 동시에 생태하천 복원사업을 추진하고자 하는 하천, 국가 환경정책 목표 달성을 위해 필요하다고 인정되는 하천을 우선지원한다. 재원 분담비율은 총사업비의 70%를 시·군이 분담하고, 50%를 광역시에서 지원한다.

- 사업계획서 제출: 사업개요(사업구분, 사업필요성, 사업목표, 사업내용), 사업추진현황, 예산안 요구내역, 사업대상 적정성(생태하천 복원사업 기본계획 수립 여부, 하천기본계획 수립 여부 및 생태하천 복원사업 기본계획과의 연계 여부, 하천정비 현황, 환경기초시설 설치현황 및 계획, 사업추진 부서), 하천현황(하천개황, 복개현황, 수질현황, 이수현황, 오염원 현황, 생태계 현황, 보 및 어도 설치현황¹¹⁾), 위치도 및 하천현황 사진)
- 수생태계 모니터링 및 평가 사업계획서 제출(사업목적 및 필요성, 하천현황, 모니터링 내용 및 방법, 소요예산, 향후 활용방안)
- 하천 생태지도 제작 사업계획서 제출(사업목적 및 필요성, 하천현황, 생태지도 작성 내용 및 방법, 소요예산, 향후 활용방안)

11) Fish-way 복원사업일 경우에만 내용 포함

● 생태하천 복원사업 추진지침 2차 개정 (2011.1.6)

- 재원분담: 총사업비의 60%(시·군), 50%(광역시) 지원
- 예산안 편성방법: 사업내역은 기본계획 수립시 개략사업비를 공종별로 구체적으로 작성. 설계비는 사전환경조사 비용도 반영, 토지보상비는 수질개선 및 생태복원 등 생태하천 복원사업에 필요한 지역의 토지매입(건물 보상 포함) 예산 및 기금운용계획(기재부) 토지매입비 세부지침 참조
- 사후관리: 시군구 등 보조사업자는 완공 후 유지관리계획 별도 수립 시행. 완공이후 지속적인 수질 및 수생태계 모니터링 및 평가 실시, 완공 이후 수생태계 사전·사후 모니터링 결과를 토대로 하천 생태지도 제작

● 생태하천 복원사업 추진지침 5차 개정 (2012.10.15)

- 자연생태 전문가 배제, 사후모니터링 체계 미흡 등의 미비점 보완
- 기본 및 실시설계 등 용역발주, 생태하천 심의위원회 구성 등 사업추진 과정에서 자연생태전문가를 참여토록 하여 자연생태 전문인력의 현장참여 확대
- 생태하천복원 기본계획 수립을 의무화(관내 생태하천 복원 기본계획, 국고보조신청 하천에 대한 추진계획)하여 수생태계 사전조사, 대조하천 비교 평가를 통한 복원목표를 설정하여 하천복원 방향을 명확히 하여 사업의 내실화 유도 (2014년 예산신청 시는 기본계획 수립 사업에 우선권 부여, 2015년부터 의무화 시행)
- 환경부(본부)에서 수행중인 기본 및 실시설계 기술검토 업무를 현장 사정을 잘 아는 유역(지방)환경청으로 이관하여 행정절차 소요기간 단축, 예산집행률 제고
- 사업 완료 후 모니터링, 시설 유지관리, 사업성과 조사(주민만족도 등) 이행을 의무화하고, 일정기간(5년) 동안 보고토록 조치 (사후모니터링 조사를 이행하지 않거나, 조사 결과 보완·개선이 필요한 사항에 대한 유역(지방)청의 권고를 이행하지 않은 보조사업이 있는 시·군은 익년도 신규사업 선정 및 계속사업 예산편성 우선순위 검토시 이를 감안하여 후순위로 배정)

● 생태하천 복원사업 업무지침 6차 전면개정 (2014.2.26)

- 개정 배경: 지방자치단체에서 생태하천복원사업 추진시 사업목적 불명확, 획일화된 복원 계획을 수립하는 등 그동안 나타난 문제점을 해소하고, 환경부-국토부간 '지방하천정비사업 및 생태하천복원사업의 효율적 추진지침' 제정(2014.2.17)에 따라 동 지침내용을 반영하기 위해 '생태하천복원사업 업무처리지침'을 전면 개정
- 사업계획 수립의 기본방향: 생태하천복원사업을 추진하고자 하는 지방자치단체장은 생태하천복원사업 추진으로 유역의 수질개선 및 수생태계 복원효과 극대화, 예산의 효율적 사용 등을 도모할 수 있도록 사업계획을 수립하여야 함
- 사업 추진시 주요 문제점: 사업 목적 불명확, 획일화된 복원계획 수립, 모니터링 및 시설 유지관리 미흡
- 생태하천 복원의 기본방향: ① "수생태계 건강성"의 회복에 초점을 두고 사업계획을 수립, ② 유역통합관리에 근거한 복원계획의 수립·추진, ③ 하천의 종적 연속성, 횡적 연속성이 확보될 수 있도록 계획을 수립, ④ 깃대종 선정 등을 통하여 계획 단계에서부터 복원의 목표상을 고려, ⑤ 도심 하천의 물길 회복 및 생태공간 조성, ⑥ 하천별 특성 살리기
- 사업타당성 검토 : ① 사업필요성 및 관련 계획 검토(사업의 필요성 검토, 관련 법규 검토, 지역의 개발계획 및 환경기초시설 설치계획 등 관련 계획과의 연관성을 검토하여 사업의 추진가능 여부 검토, 타부서 사업과의 연관성 검토·협의) ② 하천의 물리, 화학, 생물학적 조사 및 관련 자료 확보 ③ 사업구간 선정(복원하고자 하는 하천의 전체 구간에 대하여 수질 오염과 생태계의 훼손 또는 교란을 일으키는 주요 원인을 파악하고 그 결과를 토대로 복원사업이 필요한 하천 구간 및 수변지역을 선정, 동일 하천구간에 다른 하천 사업과 병행하여 추진하는 사업인지 검토, 사업부지의 토지소유권에 다른 검토사항), ④ 사업내용 결정(목표수질 및 개선방안을 제시, 목표생물종에 대한 생태적 특성을 조사하여 반영, 환경생태유량 확보계획은 안정적 확보 가능성, 유지관리 비용 등을 고려)
- 재원분담 [수정]: 국고 50% 지원

3. 국내 생태하천복원사업 평가 동향

1) 전국단위 평가

(1) 환경부, 2005, 자연형하천정화사업 종합평가 및 지원기준 마련을 위한 연구
한정된 재원을 효율적으로 집행하기 위해 합리적인 지원기준과 사후관리 방안을 마련할 필요성이 대두되었다. 환경부는 2005년 한국과학기술연구원에 연구용역을 발주하여 그동안의 하천정화사업을 평가하는 작업을 진행하였다. 당시 한국과학기술연구원은 7개 하천을 선정하여 현장조사 및 인터뷰 등을 실시하였고, 충남에서는 예산군의 예산천과 서산시의 청지천이 종합평가 대상하천으로 선정되었다. 예산천의 경우 비교적 농촌 지역 내 하천이라는 점에서, 청지천은 철새도래지 인근이며 식생에 의한 정화 및 관리 실태를 파악하고자 선정되었다.

종합평가 결과 하천 건천화로 인한 유량 확보 어려움, 비점오염원의 하천 유입으로 수질관리에 근본적 어려움, 하천사업 추진부서의 이원화, 전시성 및 인위적 공간 과다, 주민들의 선호도 및 이해관계 상이함 등이 문제로 지적되고 사업추진의 시스템화 및 지속적 유지관리 강화 필요성 등이 제기되었다.

(2) 환경부, 2009, 생태하천 복원사업 설계도서 기술검토 및 사례분석을 통한 개선방안 연구

• 연구 배경 및 목적

연구배경으로 환경부는 수생태의 복원과 하천 공간의 물리적 회복을 목표로 생태하천복원 사업을 추진하고 있으며 그 예산과 규모가 매년 증가하고 있지만 환경부가 추구하는 정책방향과 다르게 여전히 과거의 공원하천에 맞추어진 친수성이 중시되고 있다는 점을 제시하였다. 설계를 담당하는 엔지니어들 또한 과거 정비하천의 수준에서 크게 벗어나지 못하였고, 하천복원에 앞서 하천의 과거 모습을 이해할 수 있는 자료나 기록도 부족하며, 대부분의 사업들이 단기간에 끝나는 성과 위주로 진행되다 보니 사업 전·후 모니터링 절차가 형식적으로 진행되고 있다는 점을 지적하였다.

환경부가 추진하는 생태하천복원사업의 기본계획, 기본 및 실시설계서를 분석하여 사업의

목적과 관계가 없거나 하천의 공원화를 유도하는 부적절한 사업 항목은 사전에 차단하여 국고의 낭비를 방지하는 동시에 사업 대상 하천의 여건에 적합한 기술과 공법들을 제시함으로써 훼손된 하천의 복원이라는 본래의 사업 목적 달성을 유도하는 것을 연구의 목적으로 제시하였다.

- 설계서 검토 결과

하천복원이 불필요한 하천을 사업대상으로 선정, 저수로 중심의 협소한 시각으로 복원계획 추진, 여건에 맞지 않는 부적절한 공법의 선택, 건천화에 대한 대응책 수립이 미흡, 수질이 불량한 하천에 대한 수질개선 대책 미흡, 지자체 담당자의 생태하천에 대한 그릇된 인식 및 전문 지식 부족, 설계도서 검토의견 미반영, 모니터링에 대한 인식 부족 등의 문제가 공통적으로 나타나고 있음을 밝혔다.

(3) 환경부, 환경관리공단, 2014, 생태하천복원사업 사업효과 분석 연구

- 연구의 배경 및 목적

물환경관리기본계획(2006) 수립에 따라 수질개선 및 수생태계 복원에 초점을 둔 생태하천 복원사업이 지속적으로 시행되어 왔으며, 생태하천 복원사업이 완료되어 생태적으로 안정화된 하천에 대하여 하천 현황과 운영·관리 실태조사 및 선진화된 사업효과 분석 필요성이 대두되었다. 생태하천 조성사업에 따른 효율적이고 객관성 있는 효과분석을 통하여 생태하천 중장기 복원 추진계획 수립의 기초자료로 활용하고, 사후관리를 위한 제도적, 행정적 개선방안을 마련하는 것이 목적이다.

- 대상하천 선정요건

생태하천 복원사업 완료 후 2~3년 이상 경과하여 수생태계가 안정화된 하천, 생태하천복원의 개념이 도입된 2007년도부터 2010년까지 생태하천 복원사업이 준공된 하천, 생태하천 복원사업 추진사례에서 제시된 하천, 복원 전·후 사업효과 분석을 위해 사전모니터링을 기수행한 하천을 대상하천으로 선정하였다.

- 연구 주요 내용

경기도 학의천, 인천 송기천, 충북 무심천, 충남 판교천, 대전 갑천, 경북 동정천, 대가천, 경남 대천천, 전북 전주천, 선은천을 사업효과 분석 대상하천으로 선정하였다. 물리적 조사(입도분석, 하천자연도 평가, 하천단면 변화), 화학적 조사(수질분석, 하천퇴적물 분석), 생태계

조사(육상동물상, 육수동물상), 수생태건강성 조사(부착조류, 저서성대형무척추동물, 어류, 서식 및 수변환경, 생물서식처 평가)를 실시하였다. 하천별 시설물 현황 및 유지관리 현황(예산, 관리조직, 모니터링 여부 등)을 조사하고, 설문조사를 통해 만족도 및 경제적 효과를 분석하였다.

2) 시·도 및 유역단위 평가

(1) 송미영, 2011, 생태하천 유지관리를 위한 기초 연구, 경기개발연구원.

경기도에서 생태하천복원사업이 완료된 하천을 대상으로 유지관리 현황을 조사하였다. 실태조사 결과, 생태하천의 개념과 상이한 사업 추진, 유지관리 필요성 및 비용의 증대, 유지관리를 위한 제도적 여건 미흡, 현장 적용 가능한 가이드라인 부재 및 운용 미흡 등의 문제점들이 공통적으로 드러나고 있었다.

생태하천복원은 개념적으로나 현실적으로 수계의 규모, 여건에 따라 다양한 하천 복원 모델 및 복원 목적의 구체화 등이 전제되어야 하나 현재 하천 규모나 위치에 관계없이 기존 성공 사례들이 무차별적으로 도입 중이다. 생태하천 복원시에는 자연의 원리를 따르지 않는 구조 및 시설은 가능한 배제하여 하천이 에너지나 비용의 최소 투입으로도 구조와 기능을 유지하도록 하여야 한다. 만일 친수시설을 중시하고 치수 중심으로 저수호안이나 하천 폭을 확대하게 되면 유지유량의 인위적 확보를 위해 고비용 고에너지 복원을 부추기게 되는 것이다. 생태하천 조성 후 인위적 시설들이 포함되어 반복되는 유지관리가 필수 요건이 되면서 이에 수반되는 비용도 하천 당 수억원 수준으로 투입되고 있다. 이 연구에서는 유지관리의 원칙으로 하천 이용 목적별 차등, 수혜자 부담, 기존 제도 활용 및 연계 강화를 제시하고 있다.

(2) 이용곤 외, 2011, 경남 생태하천복원사업의 현황과 개선방안, 경남발전연구원

• 현황 분석 결과

경남의 생태하천 및 일반하천을 조사한 결과, 하천에는 대부분 보가 설치되어 있는 것으로 나타났고 유속이 빠른 경우와 주변에 농경지가 있는 경우는 보가 설치되어 있어 하천생태계의 종적 네트워크를 단절시키고 있었다. 주거밀집지역에 하천경사가 급한 경우(상류)에 옹벽과 바닥이 콘크리트로 되어 있어 하천이라기보다는 물이 흘러가는 통로로만 사용되고 있는 것으

로 나타났다. 또한 하천 주변에 있는 도시가 급격하게 발전할 경우 하천을 복개한 사례도 있었다.

주민들의 접근이 가능한 거리에 있는 하천의 경우 주민들의 편의를 위해 친수시설 및 공원화가 된 하천이 주류를 이루고 있었다. 또한 주민들의 참여가 미흡하였다. 이는 생태하천의 특성상 장기간에 걸쳐 철저한 준비 과정과 하천의 특성을 잘 파악하고, 특히 인근 주민의 의견을 수렴하여 이루어져야 하나 회계연도에 맞춰서 완료하여야 하기 때문에 실제로 생태하천을 이용하는 가장 가까운 생활권에 주거 하고 있는 주민들의 의견을 무시되고 있는 실정이다.

- 경상남도 생태하천복원 원칙 및 정책과제 제언

생태하천복원 원칙으로 홍수에 안전한 하천, 생태적으로 건강한 하천, 지속가능한 하천을 제시하였다. 하천중심의 종횡적 생태 네트워크 단절의 회복(무독성 투수포장재 또는 데크 활용, 어도설치, 복개하천 제거), 지방하천의 건천화 개선(홍수총량제 도입, 저영양개발, 빗물활용), 하천 생태계의 건강성 회복(수생태계 건강성 회복에 초점, 하천정비사업의 패러다임 전환, 경상남도 지방하천자료집 발간), 주민 참여 증대(생태하천협의체 구성, 자문기구 활용, 하천학교 설립), 모니터링 예산확보 등의 정책과제를 제언하였다.

(3) 강형식 외, 2012, 기후변화를 고려한 지류하천 관리 및 수생태 복원방향, KEI

- 지자체 생태하천복원 담당자 면담 결과(낙동강 유역)

복원사업 대상지 선정 방안으로 도심지역의 도시하천을 위주로 추천하였다. 생태복원보다는 시설물을 도입한 공원하천 형태로 조성하는 것이 사업의 가시적인 효과가 크고 주민의 이용이 많을 것으로 기대하였다.

생태하천복원사업 후 생태 모니터링에 대한 규정이 없는 실정이다. 수질 및 주민만족도 조사 결과만을 환경부에 보고하며, 생태복원에 대한 관심이 높은 지자체만 모니터링을 적극 시행하고 있다. 재정자립도가 낮은 지자체는 모니터링 예산 책정을 회피하는 경향이 있다. 환경부가 2007년부터 매년 전국적으로 시행하는 수생태계 건강성 조사 및 평가는 구체적인 생태 현황 모니터링 자료로 한계가 있다고 지적하였다(연 2회 단발적 조사, 조사지점 부족).

대부분의 지자체에서 예산 확보의 어려움으로 인해 사업 이후 지속적인 유지관리가 이루어지지 못하고 있다. 환경부 사업의 사업비에 유지관리 비용이 포함되어 있지 않으며, 유지관리 체계 및 강제성이 없다.

제3장 충청남도 생태하천 사업 현황

1. 충청남도 하천 현황

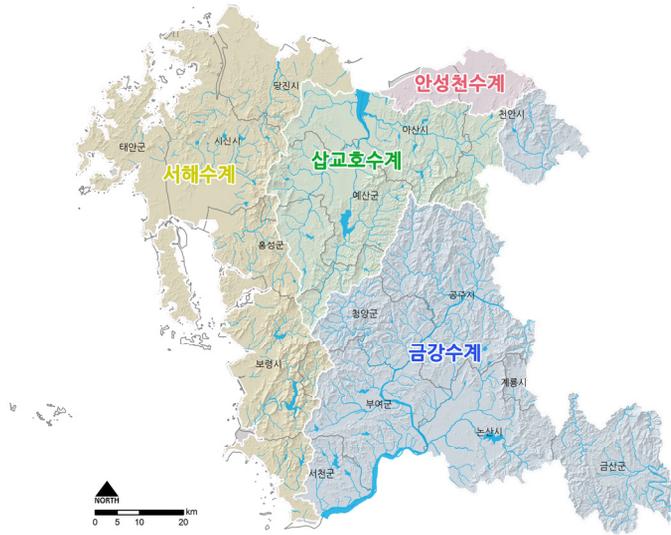
1) 수계현황

충청남도는 금강, 삽교호, 서해 및 안성천수계 등 총 4개의 수계로 구분할 수 있으며, 국가 하천인 금강과 전국 10대 하천에 포함되는 삽교천 및 안성천 등이 위치하고 있다. 전라북도 장수군 뜯봉샘에서 발원한 금강은 총길이 395.9km로 용담호, 대청호를 거쳐 제1지류하천인 갑천, 미호천과 합류 후 유구천, 지천, 금천, 석성천, 논산천 등의 하천과 합류하여 금강호(금강하구연)를 지나 서해와 연결된다. 삽교천은 홍성군 조건산에서 발원하여 북류하는 하천으로, 예산군 신암면 하평리 부근의 무한천과 아산시 인주면 신문리 부근의 곡교천이 합류하여 삽교호로 유입되는 하천이다. 안성천은 경기도 용인에서 서류하여 아산만으로 유입하는 도중 천안시 입장면과 성환읍으로 흐르는 입장천, 성환천과 합류하여 경기도와의 경계를 흐르는 하천이다.

[표 3-1] 충청남도 수계별 유역현황

구 분	유역면적(km ²)	점유율(%)	해당 시·군
합계	8,673.0	100.0	15개 시·군
금강	3,843.0	44.3	천안(7.0%), 공주(24.5%), 논산(14.4%), 계룡(1.6%), 금산(15.0%), 부여(14.8%), 서천(4.6%), 청양(9.3%)
삽교호	1,668.1	19.2	천안(11.8%), 아산(25.1%), 당진(11.7%), 청양(7.4%), 홍성(11.2%), 예산(31.4%)
서해	2,863.2	33.0	보령(20.3%), 서산(25.7%), 당진(17.6%), 부여(2.0%), 서천(6.5%), 홍성(9.4%), 예산(0.6%), 태안(17.9%)
안성천	298.7	3.4	천안(58.6%), 아산(41.4%)

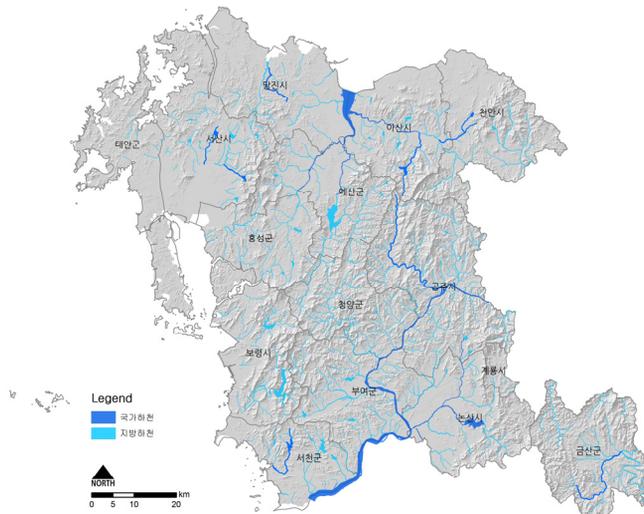
주) GS 분석에 의하여 계산한 값임



[그림 3-1] 충청남도 4대 수계도

2) 하천 현황

충청남도 4대 수계별 국가 및 지방하천 분포 현황([그림 3-2])과 해당 자치단체의 하천 현황은 아래 표와 같다.



[그림 3-2] 충청남도 하천도

[표 3-2] 충청남도 수계별 하천현황

수계	시·군	하천 개소수		
		국가	지방	합계
합계	-	9	537	546
금강	천안시	-	9	9
	공주시	-	84	84
	논산시	3	27	30
	계룡시	-	5	5
	금산군	1	34	35
	부여군	-	43	43
	서천군	-	10	10
	청양군	-	38	38
삼교호	천안시	-	10	10
	아산시	1	26	27
	당진시	-	7	7
	청양군	-	11	11
	홍성군	-	11	11
	예산군	2	30	32
서해	보령시	-	31	31
	아산시	-	1	1
	서산시	-	44	44
	당진시	-	14	14
	부여군	-	6	6
	서천군	-	10	10
	홍성군	-	21	21
	예산군	-	3	3
	태안군	-	7	7
안성천	천안시	1	10	11
	아산시	-	11	11

자료 : 국토교통부, 한국하천일람

2. 충청남도 생태하천 사업 현황

1) 사업 추진 현황(2013년 12월말 기준)

충청남도 내부자료 및 시·군 자료, 환경부, 국토교통부 등의 자료를 통해 생태하천 사업 추진 현황에 대한 목록화를 실시하였다.

충청남도에서 2013년까지 완공한 생태복원 하천(환경부 사업)은 12개 시·군 26개 하천으로 각각의 사업명은 공사가 시작된 시기에 따라 조금씩 다르나 자연형하천복원사업이나 오염하천정화사업이 생태하천의 전신임을 볼 때 유사한 사업으로 통합하여 정리하는 것이 적절할 것으로 판단된다.

환경부 사업 중 당초 조사 자료에서는 은천천, 덕산천, 대치천, 성정천, 왕포천에 대한 생태하천 사업이 2012~2013년에 완료된 것으로 조사되었으나 현지 조사 및 담당자 확인조사 결과 예산문제 등으로 인해 현재 공사가 진행 중인 것으로 확인되어 완료 목록에서 삭제하였다.

또한 충청남도에서 2013년까지 완공한 지방하천정비사업 중 생태하천조성사업, 고향의 강사업, 물순환형 하천정비사업(국토부 사업)은 2개 시·군 2개 하천으로 조사되었다.

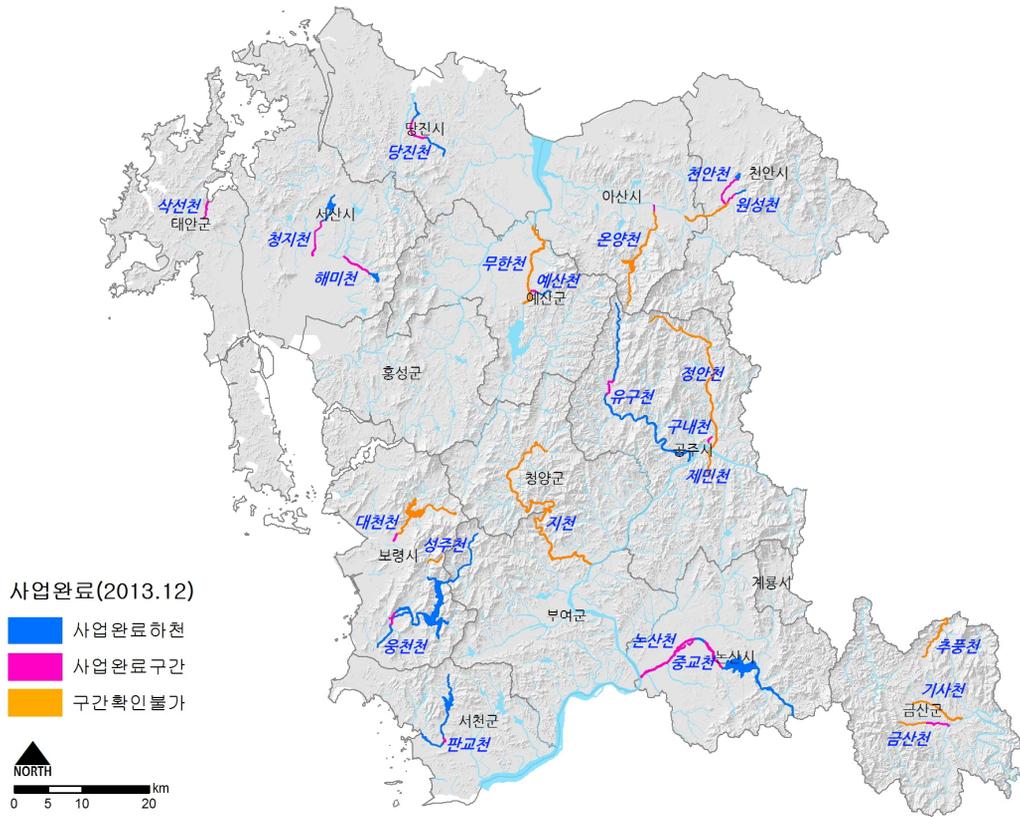
국토교통부 사업 중 당초 조사 자료에서는 홍성군 대판천에 대한 사업이 2012년에 완료된 것으로 조사되었으나 현지 조사결과 공사가 진행 중인 것으로 확인되어 목록에서 삭제하였다.

생태하천 사업목록화 과정에서 무한천, 덕산천, 곡교천 등의 경우 구간을 달리하여 환경부 사업과 국토부 사업이 병행되어 진행되었거나 진행되고 있는 것으로 나타났으며 이에 대하여 추가적인 사업 내용을 파악하여 문제점을 제시하고 시사점 도출시 활용하였다.

[표 3-3] 생태하천 사업 조성 현황(2013년 12월 기준)

사군	하천명	사업기간	사업량 (km)	총 사업비(백만원)				
				계	국비	양여금	도비	시군비
보령시	대천천	90~95	3.24	3,910	-	2,336	787	787
금산군	금산천	92	1.86	1,603	-	1,122	240.5	240.5
논산시	소하천 (중교천)	94~95	3.00	1,183.8	-	651	266.4	266.4
청양군	지천	94~95	3.90	775	-	426.2	174.4	174.4
천안시	천안천	95	3.70	180	-	99	40.5	40.5
공주시	제민천	95	2.70	100	-	55	22.5	22.5
아산시	온양천	95	2.52	455	-	250	102.5	102.5
논산시	논산천	96	1.40	1,100	-	605	247.5	247.5
공주시	정안천	97~98	2.50	973	-	535	219	219
예산군	무한천	97	1.40	462	-	254	104	104
보령시	성주천	01~03	3.80	3,300	-	1,815	-	1,485
서산시	청지천	01~06	10.00	8,240	-	4,835	-	3,405
금산군	추풍천	00~01	5.40	5,088	-	3,087	-	2,001
예산군	예산천	01~03	1.00	1,420	-	994	-	426
보령시	웅천천	02~04	2.20	2,925	-	2,048	-	877
아산시	온양천	03~05	2.50	3,395	821	1,487	-	1,087
보령시	대천천	03~05	1.35	1,204	-	896	-	308
금산군	금산천	03~06	2.69	1,787	-	1,319	-	468
공주시	구내천	04	1.36	875	-	700	-	175
태안군	삭선천	05~06	3.36	1,172	-	804	-	368
금산군	기사천	05	0.50	963	674	-	-	289
천안시	천안천	05~09	5.45	50,898	10,020	-	-	40,878
천안시	원성천	05~07	3.12	6,860	1,712	-	-	5,148
공주시	유구천	06~09	3.00	5,263	2,984	-	-	2,279
서천군	판교천	06~09	1.30	1,965	1,376	-	-	589
당진시	당진천	06~09	4.30	7,588	5,312	-	-	2,276
서산시	해미천	09~12	4.00	7,100	-	-	-	-
논산시	논산천	09~13	8.92	28,783	-	-	-	-

자료 : 충청남도, 2014(발췌정리)



[그림 3-3] 충청남도의 완료된 생태하천 사업 현황도

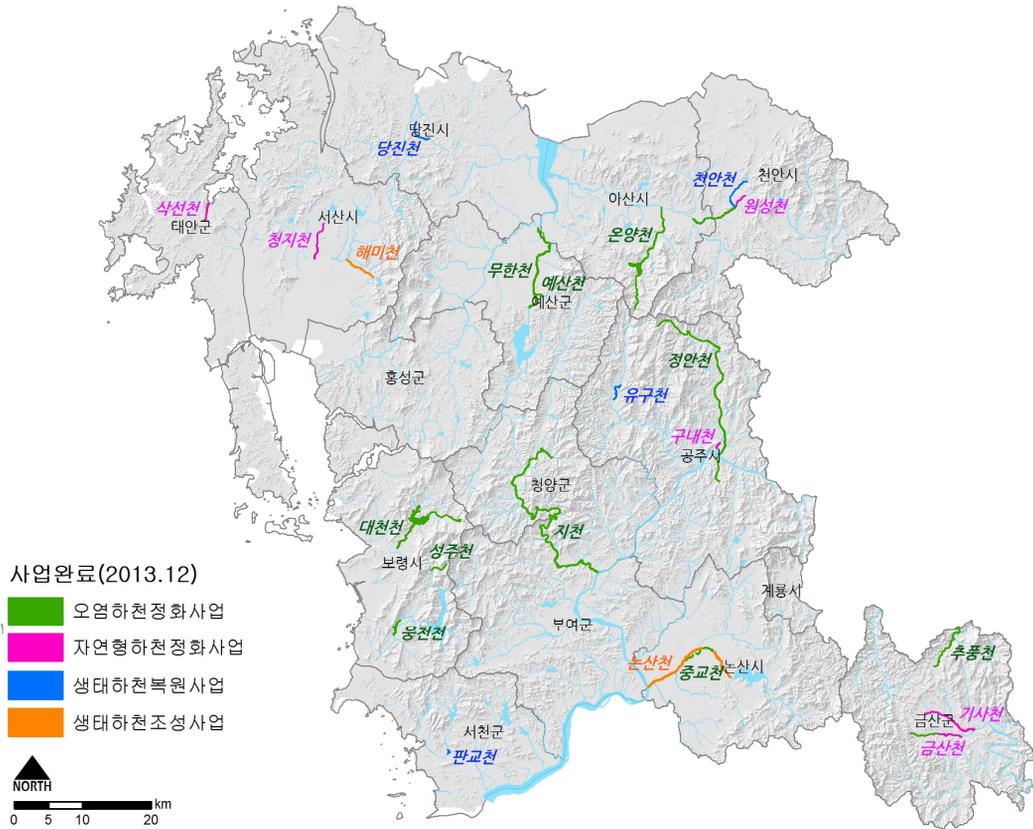
2) 사업 유형화 및 Mapping

충청남도에서 2013년까지 완공한 생태복원 하천에 대하여 사업명별, 하천유형별, 수계별로 세분화하여 목록화하고 지도화하였다.

[표 3-4] 기 완료 생태하천 사업 주요내용

시군	하천명	사업기간	사업량 (km)	사업목표 및 내용	해당수계	하천유형	사업명
보령시	대천천	90~95	3.24	수질개선	서해	도농	오염하천정화사업
금산군	금산천	92	1.86	수질개선	금강	도농	오염하천정화사업
논산시	소하천 (중교천)	94~95	3.00	수질개선	금강	도시	오염하천정화사업
청양군	지천	94~95	3.90	수질개선	금강	농촌	오염하천정화사업
천안시	천안천	95	3.70	수질개선	삼교	도시	오염하천정화사업
공주시	제민천	95	2.70	수질개선	금강	도시	오염하천정화사업
아산시	온양천	95	2.52	수질개선	삼교	도농	오염하천정화사업
논산시	논산천	96	1.40	수질개선	금강	도농	오염하천정화사업
공주시	정안천	97~98	2.50	수질개선	금강	농촌	오염하천정화사업
예산군	무한천	97	1.40	수질개선	삼교	농촌	오염하천정화사업
보령시	성주천	01~03	3.80	수질개선	서해	농촌	오염하천정화사업
금산군	추풍천	00~01	5.40	수질개선	금강	농촌	오염하천정화사업
예산군	예산천	01~03	1.00	수질개선	삼교	도시	오염하천정화사업
보령시	웅천천	02~04	2.20	수질개선	서해	농촌	오염하천정화사업
아산시	온양천	03~05	2.50	수질개선	삼교	도농	오염하천정화사업
보령시	대천천	03~05	1.35	수질개선	서해	도시	오염하천정화사업
서산시	청지천	01~06	10.00	수질개선, 자연형 하천조성	서해	평지농촌	자연형하천정화사업
금산군	금산천	03~06	2.69	수질개선, 자연형 하천조성	금강	도시	자연형하천정화사업
공주시	구내천	04	1.36	수질개선, 자연형 하천조성	금강	농촌	자연형하천정화사업
태안군	삭선천	05~06	3.36	수질개선, 자연형 하천조성	서해	농촌	자연형하천정화사업
금산군	기사천	05	0.50	수질개선, 자연형 하천조성	금강	농촌	자연형하천정화사업
천안시	원성천	05~07	3.12	수질개선, 자연형 하천조성	삼교	도시	자연형하천정화사업
천안시	천안천	05~09	5.45	수질개선, 수생태계 복원	삼교	도시	생태하천복원사업
공주시	유구천	06~09	3.00	수질개선, 수생태계 복원	금강	도농	생태하천복원사업
서천군	판교천	06~09	1.30	수질개선, 수생태계 복원	금강	도농	생태하천복원사업
당진시	당진천	06~09	4.30	수질개선, 수생태계 복원	삼교	도시	생태하천복원사업
서산시	해미천	09~12	4.00	친환경 친수공간조성, 하천정비	서해	도농	생태하천조성사업
논산시	논산천	09~13		친환경 친수공간조성, 하천정비	금강	도농	생태하천조성사업

사업명별로 살펴보면, 오염하천정화사업이 8개 시·군 16개 하천으로 57.1%를 차지하였고, 자연형하천정화사업이 5개 시·군 6개 하천으로 21.4%, 생태하천복원사업이 4개 시·군 4개 하천으로 14.3%, 생태하천조성사업이 2개 시·군, 2개 하천으로 7.2%를 차지하여 오염형하천정화사업이 가장 많이 실시되었음을 알 수 있다.

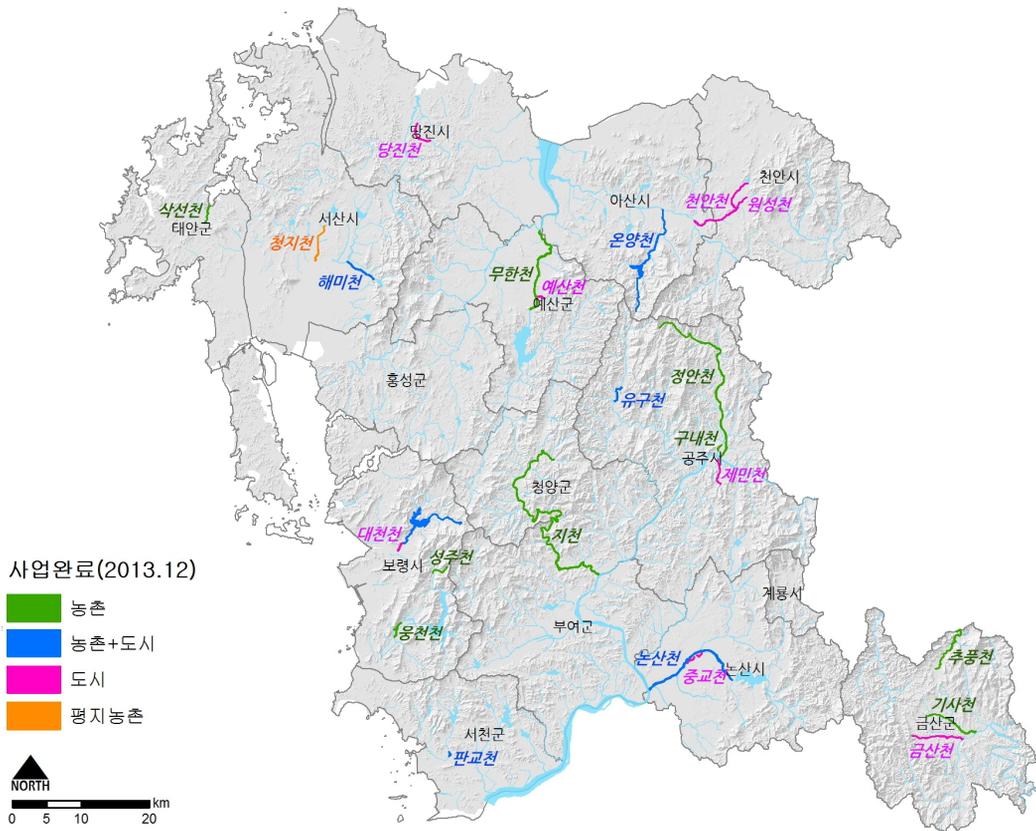


[그림 3-4] 충청남도의 완료된 생태하천 사업 사업명별 현황도

하천유형별로 살펴보면, 도시형 하천이 7개 시·군 9개 하천, 농촌형 하천이 6개 시·군 9개 하천, 도농(도시+농촌)형 하천이 7개 시·군 9개 하천, 평지농촌형 하천이 1개 시·군 1개 하천으로 나타나 하천유형별로 균형적인 사업이 이루어졌다고 판단된다. 다만, 산지형 하천에 대해서는 생태하천 사업이 진행되지 않은 것으로 나타났다.

⇒ 하천유형회는 도시형 하천, 산지형 하천, 평지농촌형 하천으로 분류

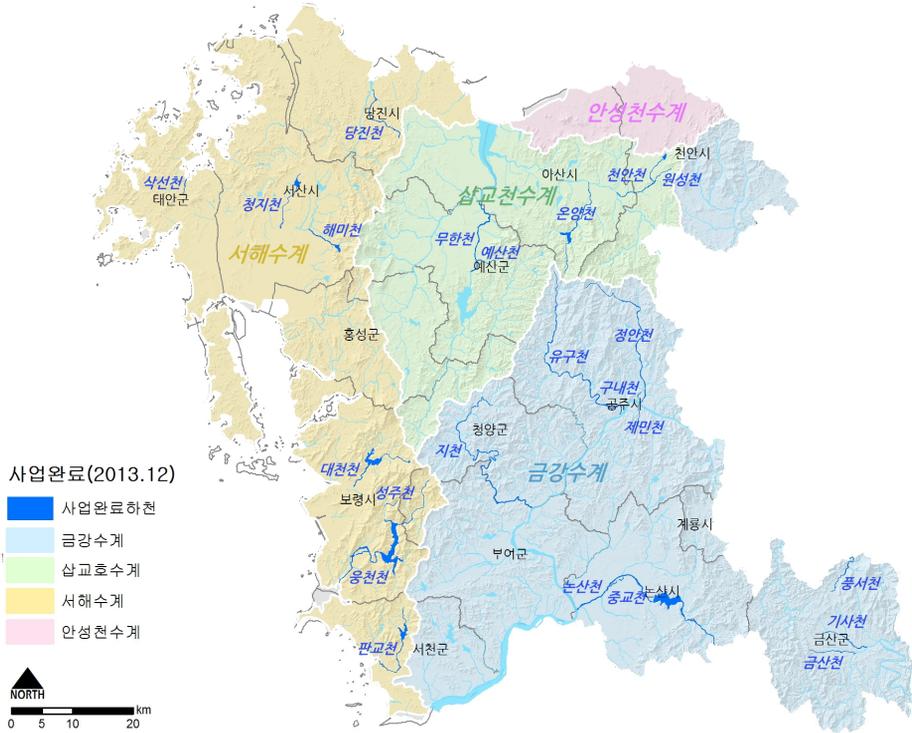
하천유형화에서는 우선 인간에 의한 하천변형이 심한 도시형 하천과 그 정도가 약한 전원하천으로 구분하였고, 전원하천은 다시 하천지형학적 특성에 따라 산지형 하천과 평지농촌형 하천으로 재 구분. 이처럼 하천을 구분한 이유는 하천관리의 여건상 비자연적인 특성 측면에서 큰 차이를 보이는 도시와 농촌 두 가지 경우의 하천상황을 구분하여 파악함과 동시에, 자연적 특성이 상이한 산지하천과 평지하천의 경우를 구분하여 살펴보고자 하였기 때문¹²⁾



[그림 3-5] 충청남도의 완료된 생태하천 사업 하천유형별 현황도

12) 조용현(1997) “생태적 복원을 위한 중소하천 자연도 평가방법 개발”, 서울대

수계별로 살펴보면, 금강수계가 5개 시·군 13개 하천으로 46.4%를 차지하였으며, 삼교호수계가 4개 시·군 8개 하천으로 28.6%, 서해수계가 3개 시·군 7개 하천으로 25.0%를 차지하는 것으로 나타나 절반에 가까운 사업이 금강수계에서 진행되었음을 알 수 있다.



[그림 3-6] 충청남도의 완료된 생태하천 사업 수계별 현황도

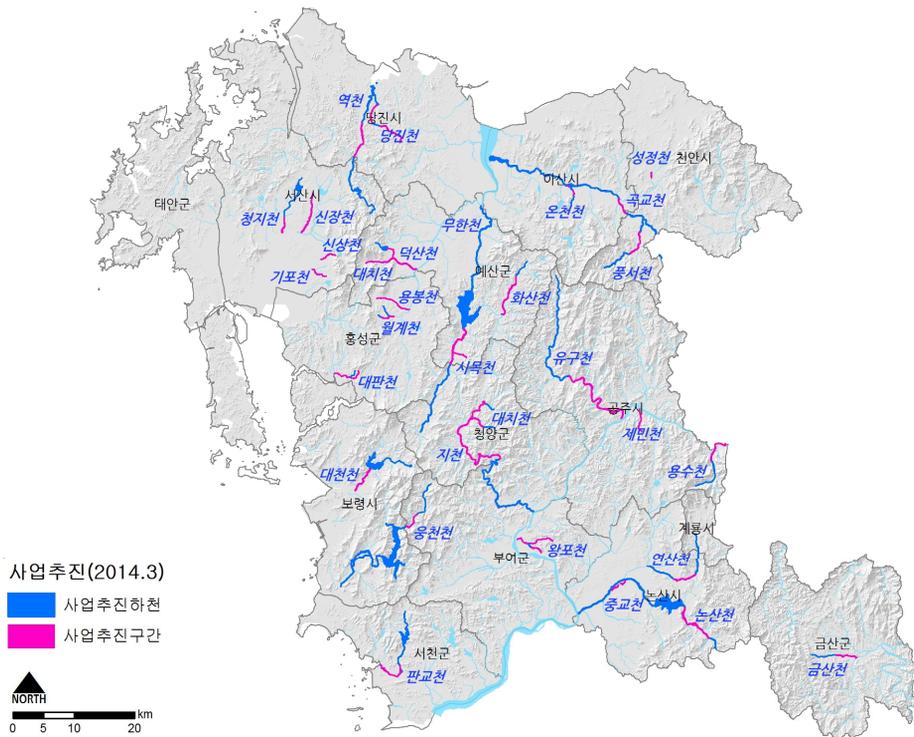
기 완료 생태하천 사업의 목록화를 통해 대천천, 금산천, 천안천, 온양천, 논산천 등 5개 하천에서 동일 하천에 대한 생태하천 사업이 진행된 것을 확인하였으며, 특히 대천천, 금산천, 온양천은 동일한 사업인 오염하천정화사업이 진행된 것으로 나타났다. 논산천의 경우 2009년~2013년에 진행된 생태하천 조성사업의 구간이 1996년에 진행된 오염하천정화사업의 구간을 포함하는 사업 구간의 중복이 나타났다. 타 하천의 경우 2000년 이전에 진행된 사업의 사업구간을 확인할 수 없어 비교에 한계가 있었으나, 향후 생태하천 사업 선정시 과거 사업과의 하천 또는 해당 사업 구간의 중복 여부를 확인하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

3. 충청남도 생태하천 사업 계획

1) 사업 추진 계획(2014년 3월 기준)

현재 충청남도에서 생태하천 공사 중이거나 향후 공사 예정인 하천(환경부, 국토교통부 사업 포함)은 13개 시·군 29개 사업, 33개 하천으로 총 사업비는 5,906억원(국비 3,574, 도비 471, 시·군비 1,861)이고 이 중 2014년 총 사업비는 772억원(국비 469, 도비 72, 시·군비 231) 규모이다. 사업별 현황을 살펴보면 생태하천복원사업 10개, 생태하천조성사업 8개, 고향의 강 사업 10개, 물 순환형 하천정비사업 1개로 수질관리과 시행 사업은 10개, 치수방재과 시행 사업은 19개이다.

또한 2014년 현재 사업이 진행 중인 하천 중 계속 사업은 28개, 2014년 신규사업은 1개로 조사되었다.



[그림 3-7] 충청남도의 추진 중인 생태하천 사업 현황도

[표 3-5] 생태하천 사업 추진 중 현황(2014년 3월 기준)

구분	시군	하천명	사업기간	사업량 (km)	총 사업비(백만원)			
					계	국비	도비	시군비
계속	천안시	성정천	09~14	1.077	12,000	8,400	-	3,600
계속	아산시	오천천	10~15	0.98	49,561	34,693	-	14,868
계속	부여군	왕포천	11~16	0.5	4,358	3,051	-	1,307
계속	예산군	덕산대치천*	07~14	5.85	14,511	10,158	-	4,353
계속	공주시	유구천	12~16	10	12,000	7,200	-	4,800
계속	서천군	판교천	12~16	6.5	10,000	6,000	-	4,000
계속	예산군	무한천*	12~16	7	15,000	9,000	-	6,000
계속	아산시	곡교천	13~16	32,000m ²	12,000	7,200	-	4,800
계속	당진시	역천	13~17	9	17,000	10,200	-	6,800
신규	서산	기포천 등*	14~16	11	50,700	25,350	-	25,350
계속	공주시	제민천	11~14	0.46	26,975	16,185	3,237	7,553
계속	공주시	용수천	13~17	0.29	27,149	16,289	3,258	7,602
계속	아산시	곡교천	11~14	1.81	20,440	12,264	2,453	5,723
계속	논산시	연산천	12~15	1.07	13,966	8,380	1,676	3,910
계속	청양군	지천	09~14	0.58	15,723	9,434	1,887	4,402
계속	홍성군	용봉천	10~15	1.74	16,000	9,600	1,920	4,480
계속	홍성군	대판천	13~16	1.01	14,148	8,489	1,698	3,961
계속	예산군	덕산천	10~15	1.07	15,260	9,156	1,831	4,273
계속	천안시	풍서천	11~15	0.71	24,242	14,545	2,909	6,788
계속	보령시	대천천	11~16	1.01	22,166	13,300	2,660	6,206
계속	서산시	청지천	13~17	0.44	29,938	17,963	3,592.5	8,382.5
계속	논산시	논산천	12~16	0.55	35,162	21,098	4,219	9,845
계속	당진시	당진천	11~15	1.72	16,384	9,830	1,966	4,588
계속	금산군	금산천	11~15	0.59	14,769	8,862	1,772	4,135
계속	부여군	웅천천	13~17	0.34	8,890	5,334	1,067	2,489
계속	청양군	대치천	11~16	0.81	29,820	17,892	3,578	8,350
계속	홍성군	월계천	12~15	0.65	7,359	4,415	883	2,061
계속	예산군	화산천	11~15	1.06	29,300	17,580	3,516	8,204
계속	논산시	중교천	13~16	0.22	25,817	15,490	3,098	7,229

주) 1) 재원비율의 경우 생태하천복원사업은 국비 60%, 시·군비 40%, 생태하천조성사업 등은 국비 60%, 도비 12%, 시·군비 28%임
 2) 생태하천복원사업은 수질관리과 소관이며 기타 생태하천조성사업, 고향의 강 정비사업, 물순환형 하천정비사업은 치수방재과 소관임
 * 덕산·대치천 사업은 덕산천, 대치천을 포함하며, 무한천 사업은 무한천, 시목천을 포함하고, 기포천 사업은 기포천, 신상천, 신장천을 포함함

자료 : 충청남도, 2014(발체정리2) 사업 유형화 및 Mapping

2) 사업 유형화 및 Mapping

충청남도에서 2014년에 추진 중인 생태복원 하천에 대하여 사업명별, 하천유형별, 수계별로 세분화하여 목록화하고 지도화하였다.

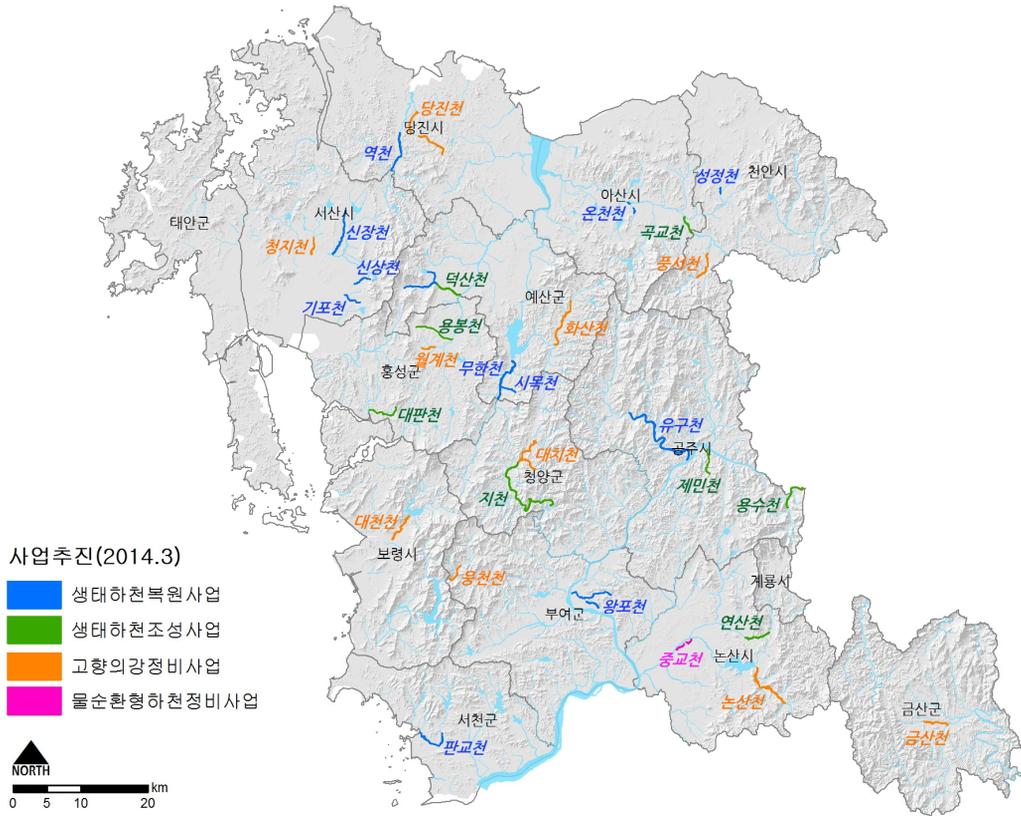
[표 3-6] 2014년 추진 생태하천 사업 주요내용

사군	하천명	사업기간	사업량(km)	사업내용	해당수계	하천유형	사업명
천안시	성정천	09~14	1.077	생태하천호안조성, 수질정화시설, 하상퇴적토주설, 하천유지용수 공급	삼교호	도시	생태하천복원사업
부여군	왕포천	11~15	0.5	습지조성, 생태유지용수 공급, 생태공원 조성	금강	농촌	생태하천복원사업
아산시	은천천	09~15	0.98	복개구조물 철거, 생태하천 조성, 하상여과시설	삼교호	도시	생태하천복원사업
예산군	덕산대치천*	08~15	5.85	자연형 하천조성	삼교호	농촌	생태하천복원사업
공주시	유구천	12~16	16.0	생태복원공간 조성, 수질정화습지, 생태서식지조성, 자연형 호안	금강	도농	생태하천복원사업
서천군	판교천	12~16	6.5	생태둑병 및 습지 등 생물서식지 조성, 생태유지용수 공급, 기수역 복원	서해	농촌	생태하천복원사업
예산군	무한천*	12~16	9.0	조류서식지 조성, 하도습지 조성, 비오톱연못, 수질정화습지 조성	삼교호	농촌	생태하천복원사업
아산시	곡교천	12~15	32,000㎡	생태학습시설, 인공식물섬, 정화수로, 비점오염저감시설, 실시간 수질 모니터링 시스템, 생태습지와 관련된 기존 시설물의 개량	삼교호	도시	생태하천복원사업
당진시	역천	13~17	9.0	생태학습장 조성, 수질정화습지, 비오톱조성, 가로수 및 탐방테크 설치, 생태둑병, 산책로 조성, 생태호안, 생태어도 조성, 수생식물 관찰원	서해	도시	생태하천복원사업
서산시	기포천 등	14~16	12.69	생태습지조성, 복개철도, 하도정비	서해	도시	생태하천복원사업
공주시	제민천	11~14	3.7	축제 및 호안공, 교량신설, 생태습지조성	금강	도시	생태하천조성사업
공주시	옹수천	13~17	8.0	축제 및 호안공	금강	도시	생태하천조성사업
아산시	곡교천	11~14	2.83	호안공, 자전거도로, 체육시설	서해	도시	생태하천조성사업
논산시	연산천	12~15	4.0		금강	농촌	생태하천조성사업
청양군	지천	09~14	9.7	호안공, 보 및 세월교, 자전거도로	금강	농촌	생태하천조성사업
홍성군	용봉천	10~15	6.18	축제 및 호안공, 교량, 배수통관 및 배수동문	서해	도시	생태하천조성사업
홍성군	대판천	13~16	4.0	축제, 교량, 박스암거, 낙차공	서해	농촌	생태하천조성사업
예산군	덕산천	10~15	4.1	호안공, 자전거도로, 생태서식지	삼교호	농촌	생태하천조성사업
천안시	풍서천	11~15	4.3	축제 및 호안, 친수공간조성	삼교호	농촌	고향의 강 정비사업
보령시	대천천	11~16	5.6	제방축제 및 호안, 자전거도로, 교량	서해	도시	고향의 강 정비사업
서산시	청지천	13~17	3.4	친수공간 및 생태하천, 교량	서해	농촌	고향의 강 정비사업
논산시	논산천	12~16	7.69		금강	농촌	고향의 강 정비사업
당진시	당진천	11~15	9.44	하천정비, 산책로, 광장조성	삼교호	도시	고향의 강 정비사업
금산군	금산천	11~15	3.5	저수호안, 기동보	금강	도시	고향의 강 정비사업
부여군	웅천천	13~17	3.0		서해	농촌	고향의 강 정비사업
청양군	대치천	11~16	8.0		삼교호	농촌	고향의 강 정비사업
홍성군	월계천	12~15	2.4	호안정비, 산책로, 인도교, 친수공간 조성	서해	도시	고향의 강 정비사업
예산군	화산천	11~15	7.8	축제 및 호안공, 구조물공, 교량공	삼교호	농촌	고향의 강 정비사업
논산시	중교천	13~16	2.87		금강	도시	물순환형하천정비사업

* : 덕산·대치천 사업은 덕산천, 대치천을 포함하며, 무한천 사업은 무한천, 시목천을 포함하고, 기포천 사업은 기포천, 신상천, 신장천을 포함함

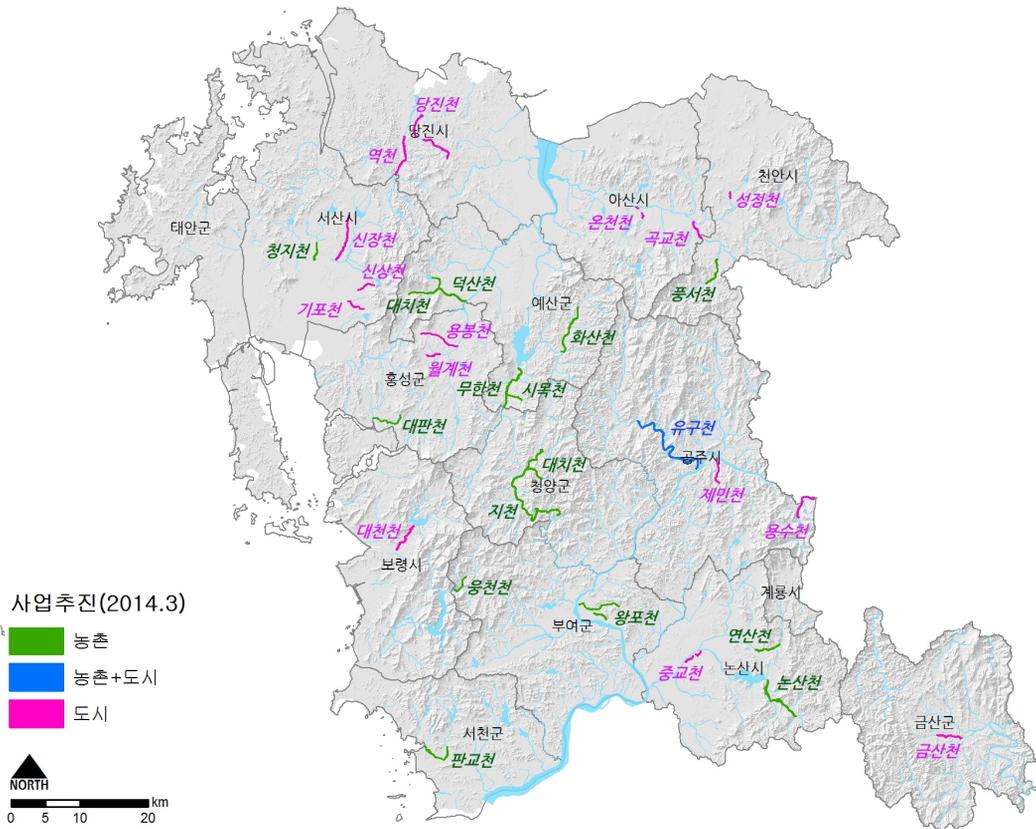
자료 : 충청남도, 2014(발췌정리)

각 사업은 환경부의 생태하천복원사업, 국토부의 생태하천조성사업, 고향의 강사업, 물순환형하천정비사업으로 구분되는데, 생태하천복원사업이 8개 시·군 14개 하천으로 42.4%를 차지하였으며, 생태하천조성사업이 6개 시·군 8개 하천으로 24.2%, 고향의 강 정비사업이 10개 시·군 10개 하천으로 30.3%, 물순환형하천정비사업이 1개 시·군 1개 하천으로 3.0%를 차지하였다.



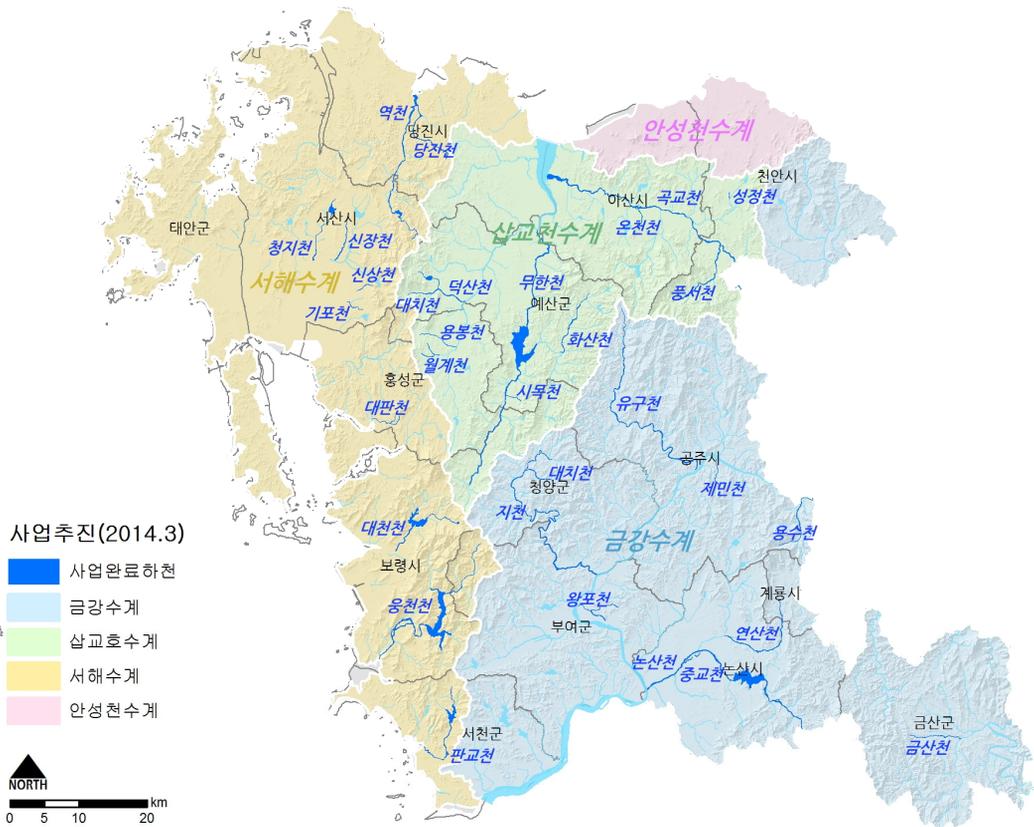
[그림 3-8] 충청남도의 추진 중인 생태하천 사업 사업명별 현황도

하천유형별로 살펴보면, 도시형 하천이 9개 시·군 16개 하천, 농촌형 하천이 8개 시·군 16개 하천, 도농(도시+농촌)형 하천이 1개 시·군 1개 하천으로 나타나 하천유형별로 균형적인 사업이 이루어졌다고 판단된다. 다만, 산지형 하천에 대해서는 생태하천 사업이 진행되지 않은 것으로 나타났다.



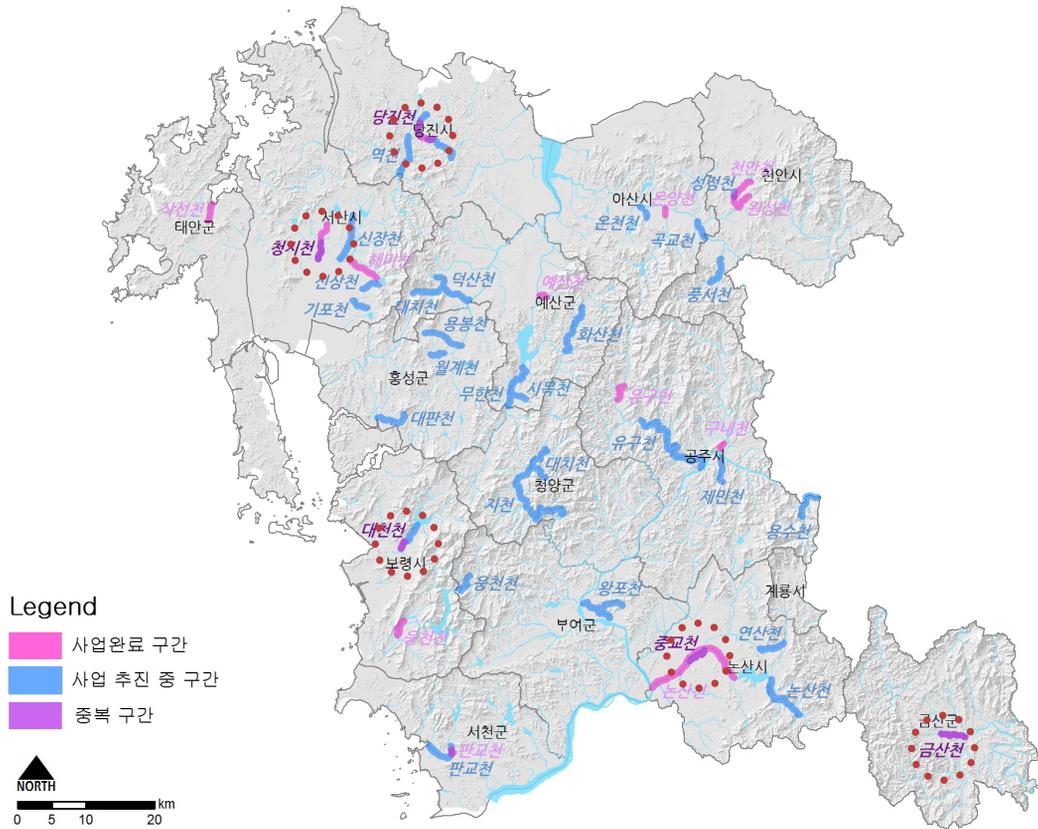
[그림 3-9] 충청남도의 추진 중인 생태하천 사업 하천유형별 현황도

수계별로 살펴보면, 금강수계가 5개 시·군 9개 하천으로 27.2%를 차지하였으며, 삼교호수계가 5개 시·군 12개 하천으로 36.4%, 서해수계가 7개 시·군 12개 하천으로 36.4%를 차지하여 삼교호수계와 서해수계에 대한 생태하천 사업 추진 비율이 높은 것으로 나타났다.



[그림 3-10] 충청남도의 추진 중인 생태하천 사업 수계별 현황도

기 완료 사업과 추진 중인 사업에 대한 목록화를 통해 생태하천 사업에 대한 중복 여부를 조사하였다. 비교결과, 10개 시·군 12개 하천에서 사업이 중복 추진되고 있는 것으로 나타났으며, 당진천, 청지천, 대천천, 중교천, 금산천 등 5개 하천은 사업구간이 중복되는 것으로 나타났다. 이러한 생태하천 사업의 목록화 및 DB 구축을 통해 기 추진 사업과의 중복 하천, 중복 구간을 확인할 수 있으며, 체계적인 DB 구축을 통해 향후 관련 사업 계획 시에 활용할 수 있을 것으로 판단된다.



[그림 3-11] 충청남도 기 완료 및 추진 중인 생태하천 사업 중복 확인

3) 향후 중·장기 사업 추진 계획¹³⁾

현재 충청남도에 계획된 중장기 생태하천 사업(국토교통부)은 11개 시군 24개 사업으로 총 사업비는 2,955억원 규모이다. 사업별 현황을 살펴보면 생태하천복원사업 19개 사업 18개 하천(삽교천1, 삽교천2 포함), 고향의 강 정비사업 3개 하천, 물 순환형 하천정비사업 2개 하천이 계획되어 있다. 이 중 중기 사업이 8개소, 장기 사업이 16개소로 나타났으며, 수계별로는 금강 수계가 15개소로 62.5%를 차지하고, 삽교호 수계가 8개소 33.3%, 안성천 수계가 1개소로 계획되었다.

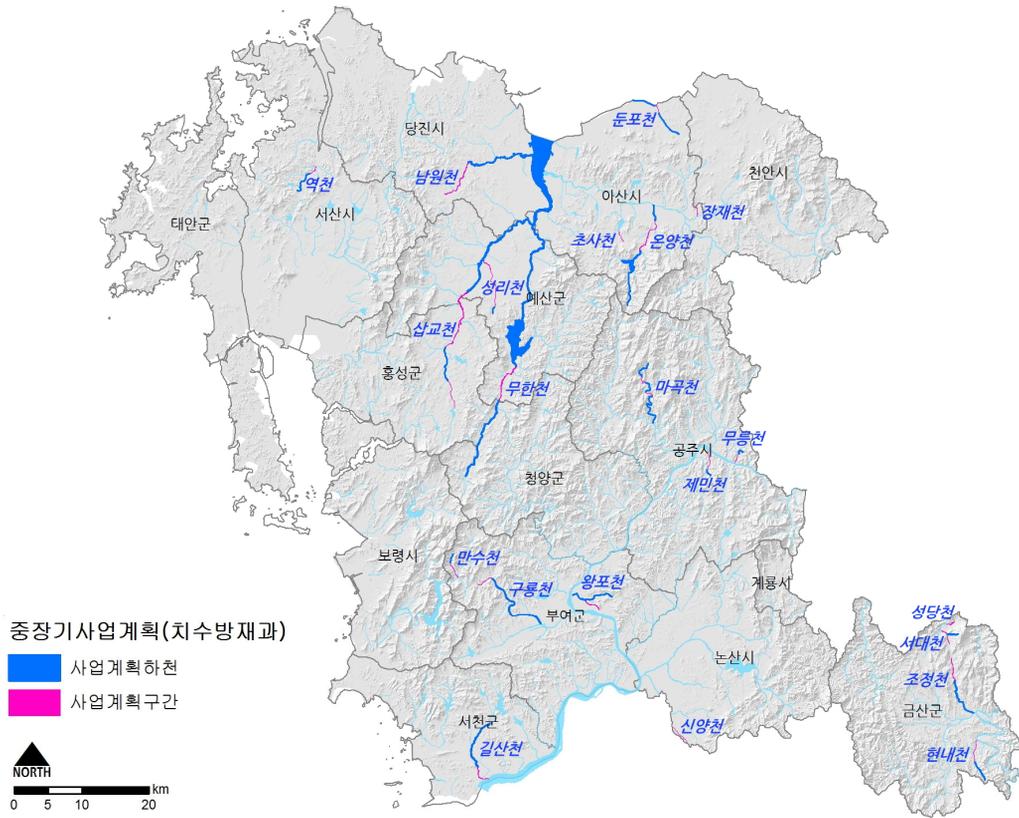
13) 국토해양부, 지방하천 정비사업 종합계획, 2011.6
 국토해양부, 고향의 강 정비사업 기본계획, 2011.6
 국토해양부, 물순환형 하천정비 기본계획, 2010.12

현재 계획 중인 사업에서 중복 사업 하천은 마곡천, 삼교천, 왕포천 등 3개 하천으로 나타났으며, 마곡천, 삼교천의 경우 사업 구간이 일치하지는 않았으나 왕포천은 생태하천조성사업과 물순환형 하천정비사업 간에 일부 구간이 중복되는 것으로 나타났다. 생태하천조성사업과 물순환형 하천정비사업은 실시 목적이 다르지만 하나의 하천에서 사업이 진행될 예정이므로 하천전체에 대한 분석을 통해 목표를 설정하고 구간별 전략을 작성한 후 두 사업 간의 연계를 통해 사업효과를 극대화하고 중복시설은 최소화해야 할 것으로 판단된다.

[표 3-7] 향후 중장기 추진 생태하천 사업 계획 주요내용

사군	하천명	사업기간	사업량 (km)	사업비 (백만원)	해당수계	사업명
공주시	마곡천	장기 사업	1.00	4,600	금강	생태하천조성사업
공주시	무릉천	중기 사업	2.50	6,300	금강	생태하천조성사업
금산군	성당천	장기 사업	2.80	3,400	금강	생태하천조성사업
금산군	서대천	중기 사업	1.00	4,800	금강	생태하천조성사업
금산군	조정천	중기 사업	4.60	11,300	금강	생태하천조성사업
금산군	현내천	장기 사업	4.20	5,900	금강	생태하천조성사업
논산시	신양천	중기 사업	4.35	12,800	금강	생태하천조성사업
당진시	남원천	장기 사업	6.90	22,200	삼교호	생태하천조성사업
부여군	구룡천	장기 사업	3.00	13,700	금강	생태하천조성사업
부여군	만수천	중기 사업	1.60	3,800	금강	생태하천조성사업
부여군	왕포천	장기 사업	3.30	8,700	금강	생태하천조성사업
서산시	성연천	장기 사업	1.80	8,300	금강	생태하천조성사업
아산시	둔포천	장기 사업	1.50	12,700	안성천	생태하천조성사업
아산시	초사천	장기 사업	2.60	14,200	삼교호	생태하천조성사업
예산군	무한천	장기 사업	5.90	12,100	삼교호	생태하천조성사업
예산군	성리천	장기 사업	8.00	46,000	삼교호	생태하천조성사업
천안시	장재천	중기 사업	4.00	5,000	삼교호	생태하천조성사업
홍성군	삼교천1	장기 사업	14.00	27,100	삼교호	생태하천조성사업
홍성군	삼교천2	중기 사업	4.50	14,800	삼교호	생태하천조성사업
공주시	마곡천	장기 사업	1.70	5,237	금강	고향의 강 정비사업
서천군	길산천	중기 사업	2.30	9,926	금강	고향의 강 정비사업
아산시	온양천	장기 사업	6.20	19,903	삼교호	고향의 강 정비사업
공주시	제민천	장기 사업	3.50	8,159	금강	물순환형하천정비사업
부여군	왕포천	장기 사업	3.80	14,551	금강	물순환형하천정비사업

주) 1) 중기 사업은 2018년 까지 추진 계획 중인 사업이며, 장기 사업은 2018년 이후 추진 계획 중인 사업임



[그림 3-12] 충청남도 생태하천 사업 중장기계획 현황도

제4장 충청남도 생태하천복원사업 실태분석

1. 대상하천 선정

1) 대상하천 스크리닝 방법

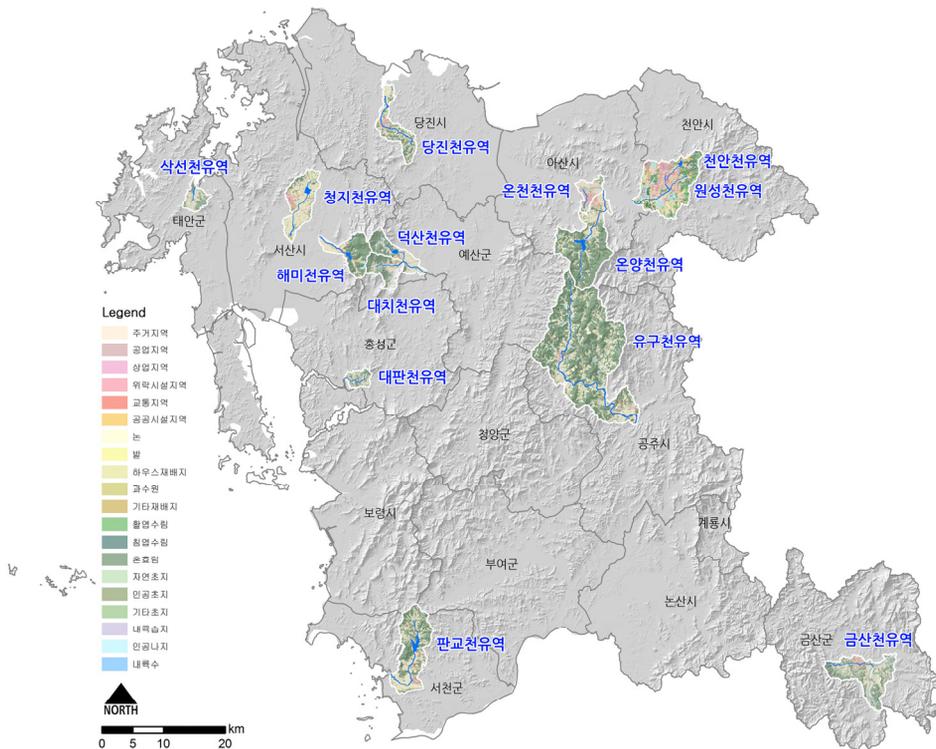
충청남도 내 완료된 생태하천 사업(생태하천복원사업, 생태하천조성사업, 고향의 강 사업, 물순환형 하천정비 사업 등) 실시 하천을 1차 대상으로 고찰하였다. 이 때 자연형 하천, 생태하천의 개념이 도입된 시점인 2000년 이후의 사업을 선별적으로 고려하였다. 또한 사업 완료 후 2년 이상 경과하여 수생태계가 안정화된 하천(특히 하천변 식생과 구조가 정착된 하천)을 고려하여 선정하였다.

[표 4-1] 2000년 이후~2012년까지 완료된 생태하천 사업(스크리닝 대상 하천 선정)

시·군	하천명	완공시기	사업량(km)	사업명	해당수계	하천유형	현장조사여부
금산군	금산천	2006	2.69	자연형하천정화	금강	도시	×
공주시	유구천	2009	3.00	생태하천 복원	금강	도시+농촌	○
서산시	청지천	2006	10.00	자연형하천정화	서해	평지농촌	○
아산시	온양천	2005	2.50	오염하천정화	삼교	도농	○
태안군	삭선천	2006	3.36	자연형하천정화	서해	농촌	○
천안시	천안천	2009	5.45	생태하천 복원	삼교	도시	○
천안시	원성천	2007	3.12	생태하천 복원	삼교	도시	○
서천군	판교천	2009	1.30	생태하천 복원	금강	도농	○
당진시	당진천	2009	4.30	생태하천 복원	삼교	도시	○
예산군	덕산,대치천	진행중*	5.85	생태하천 복원	삼교	농촌	○
아산시	온천천	진행중*	1.08	생태하천 복원	삼교	도시	○
서산시	해미천	2012	4.00	생태하천 조성	서해	도농	○
천안시	성정천	진행중*	3.30	복원, 조성, 청계천	안성	도시	○
홍성군	대판천	진행중*	4.00	생태하천 조성	서해	농촌	○

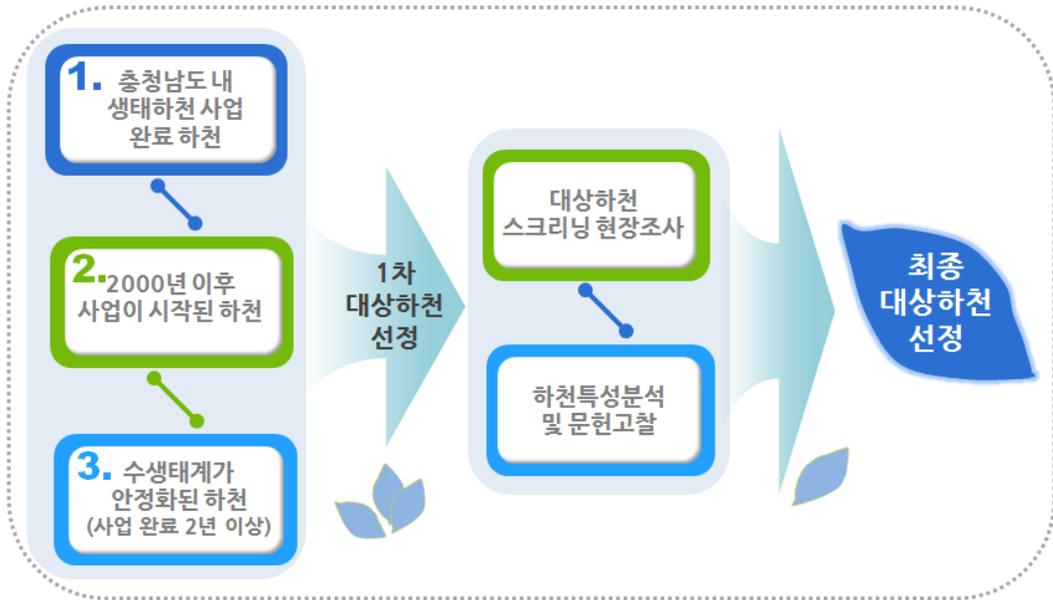
* 자료 수집시 2012년 완료 하천으로 조사되었으나 현지 조사시 공사 진행 중인 것으로 나타남

1차 해당 하천유역을 대상으로 토지이용현황, 비오톱 현황 등 하천특성을 분석하고 관련 문헌을 고찰하는 등의 내부작업을 거쳤다. 이 때 다음과 같이 유역별 토지이용 특성을 분석하고 그 결과를 토대로 도시지역, 농지지역, 산지지역 하천으로 유형별 하천을 그룹핑하여 그 특성을 고찰하였다.



[그림 4-1] 1차 대상하천 토지이용현황도

문헌 고찰 및 하천유역 특성분석 후 1차 선정된 하천을 대상으로 공동연구진과 현지조사 후 대상하천 선정 적정여부를 검증하고 대상지역으로 확정하는 과정을 거쳐 최종 대상하천으로 선정하였다.



[그림 4-2] 대상하천 선정 절차

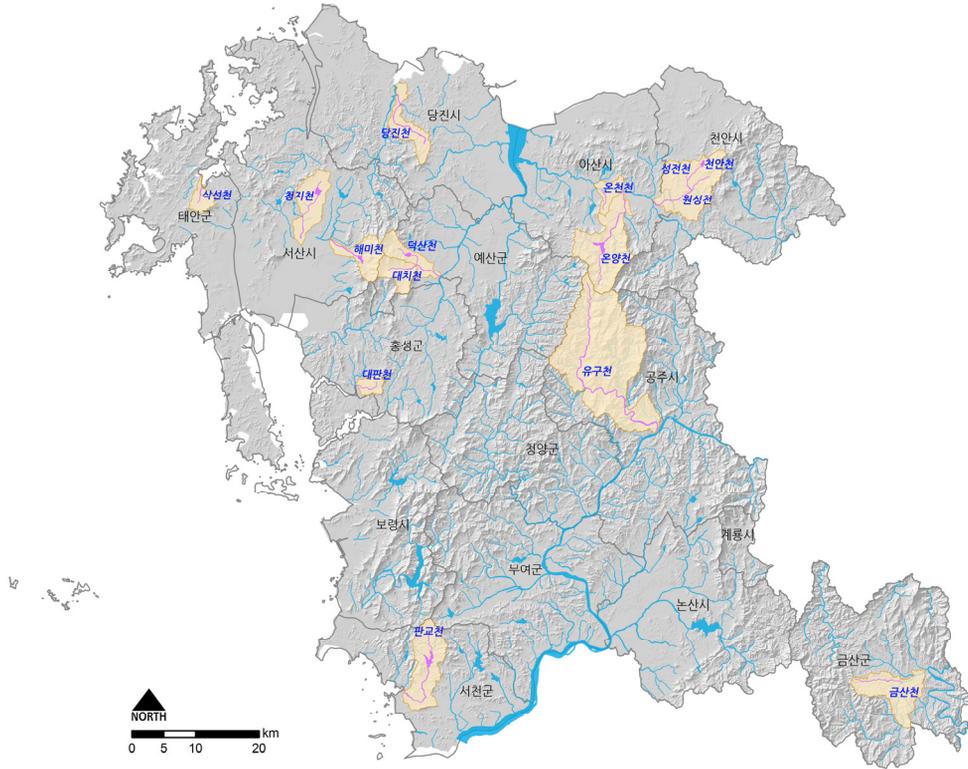
2) 대상하천 스크리닝 현장조사

(1) 현장조사 방법

최종 대상하천을 선정하기 위하여 공동연구진과 스크리닝 현장조사를 실시(2014. 5)하였으며, 각 하천별 사업구간을 도보로 이동하면서 하천환경을 조사하고 기록하였다. 특이사항 및 주안점 등에 대하여 향후 조사시 고려될 수 있도록 목록화하는 작업을 병행하여 실시하였다.

(2) 현장조사 하천

최종 대상하천을 선정하고 확정하기 위하여 13개 하천을 대상으로 현장조사를 실시하였다.



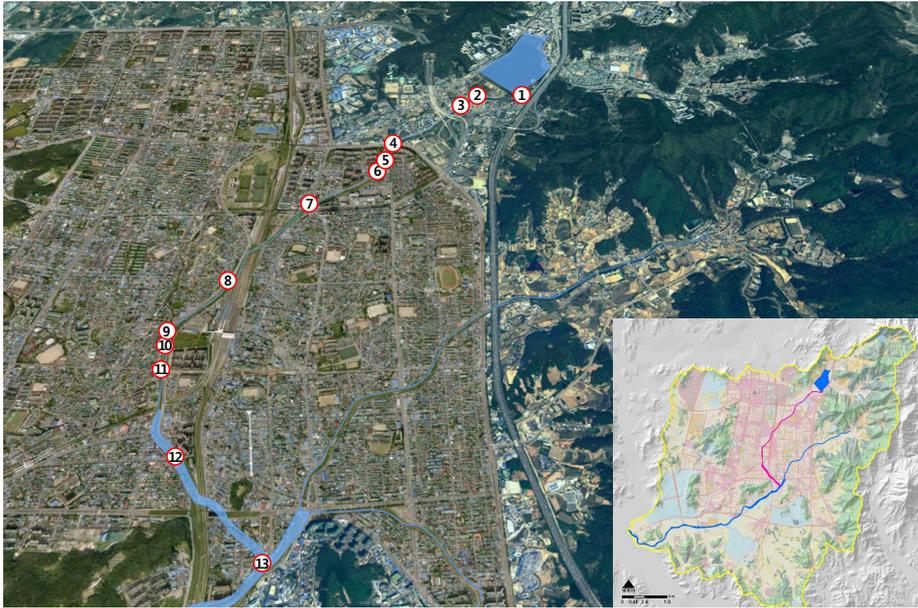
[그림 4-3] 스크리닝 대상하천 현황도

(3) 현장조사 결과

각 하천별 하천환경 개황을 수록하고 대상하천 선정 여부를 결정하였다.

① 천안천

천안천은 하천 상류 발원지부터 도심을 통과하는 하천으로 구간별 목표를 달리하여 사업을 시행하였으며 수변환경의 경우 비교적 안정화가 진행된 것으로 판단되어 본 연구의 조사대상 하천으로 선정하였다.

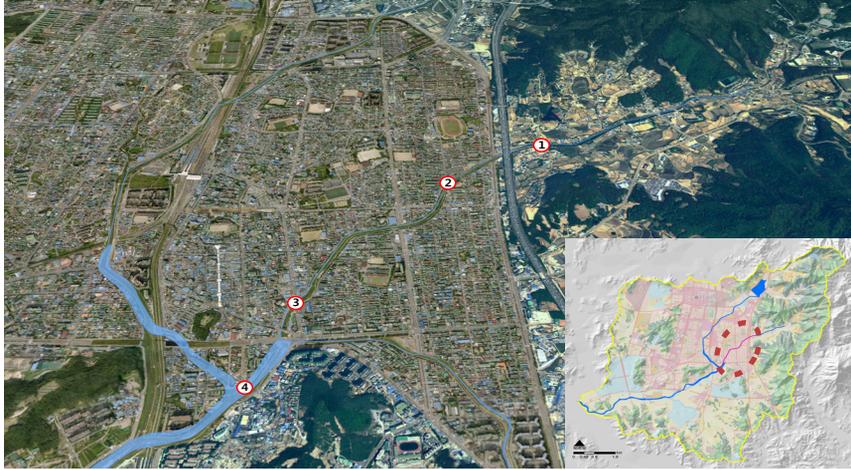


[그림 4-4] 천안천 하천조사 구간



② 원성천

전형적인 도심하천으로 비교적 안정화가 진행되어 본 연구 조사대상 하천으로 선정하였다.

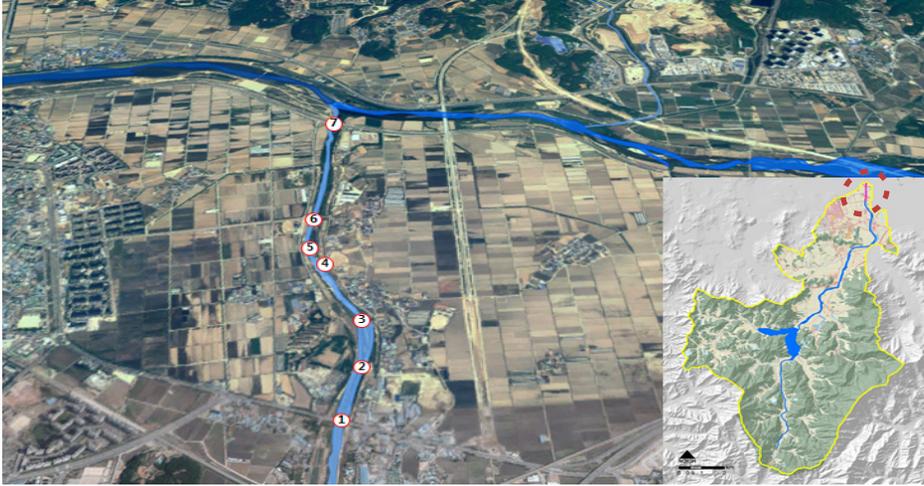


[그림 4-5] 원성천 하천조사 구간



③ 온양천

현장 조사결과 하천환경 안정화가 진행되어 본 연구의 조사대상 하천으로 선정하였다.

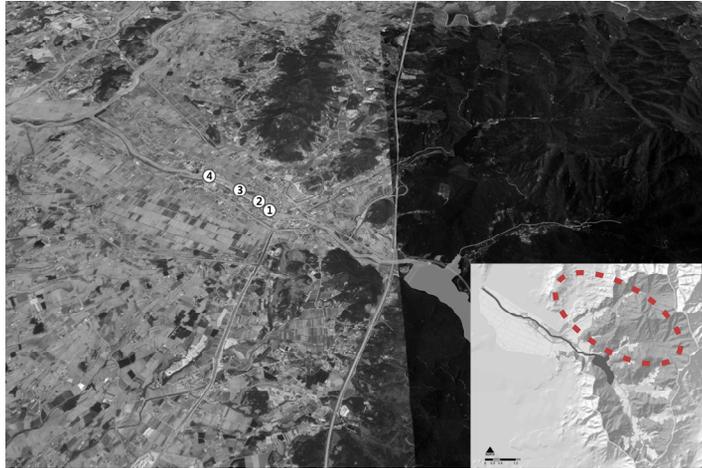


[그림 4-6] 온양천 하천조사 구간



④ 해미천

생태하천 조성사업이 완료된 지점으로 환경부 사업과 비교하기 위하여 조사대상 하천으로 선정하였다.



[그림 4-7] 해미천 하천조사 구간



⑤ 판교천

생태하천 복원사업이 완료된 지점으로 본 연구의 조사대상 하천으로 선정하였다.

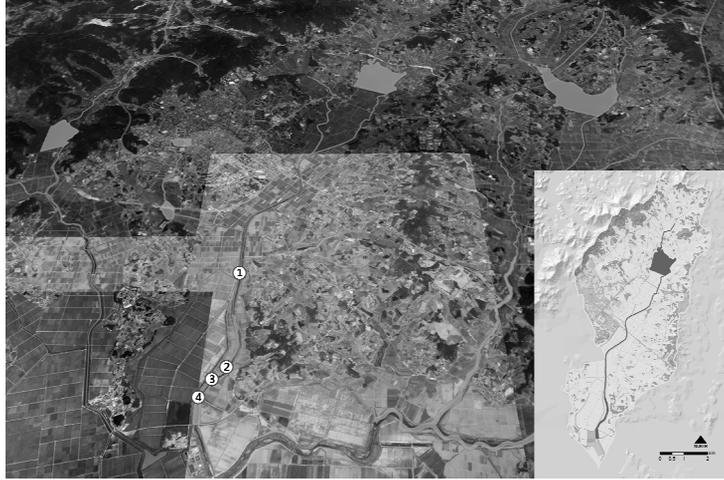


[그림 4-8] 판교천 하천조사 구간



⑥ 청지천

생태하천 복원사업이 완료된 지점으로 안정화가 진행되어 조사대상 하천으로 선정하였다.



[그림 4-9] 청지천 하천조사 구간



⑦ 당진천

전형적인 도심하천 구간으로 사업완료 후 안정화되어 본 연구의 조사대상으로 선정하였다.

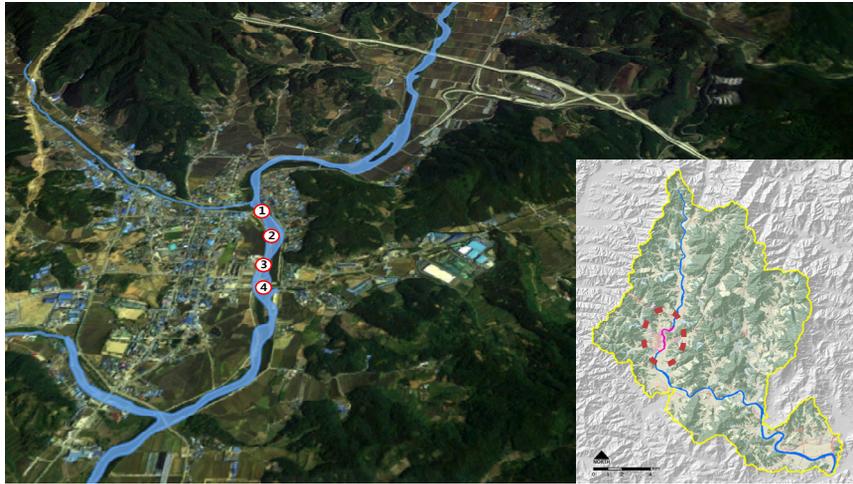


[그림 4-10] 당진천 하천조사 구간



⑧ 유구천

평지농촌하천 구간으로 사업완료 후 안정화되어 조사대상 하천으로 선정하였다.



[그림 4-11] 유구천 하천조사 구간



⑨ 온천천

온천천의 경우 자료상 기 완료된 것으로 조사되어 현지조사를 갔으나 현재 공사가 진행 중으로 조사대상 하천에서 제외하였다.

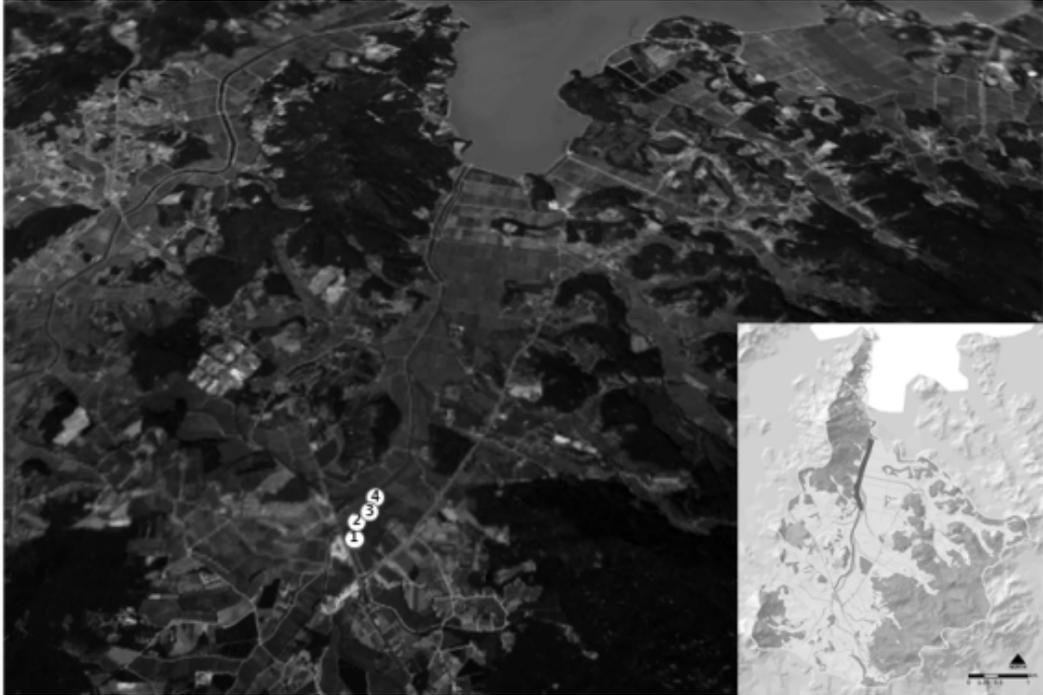


[그림 4-12] 온천천 하천구간 조사



⑩ 삭선천

삭선천의 경우 현장조사 결과 하천유량이 매우 적고 일부 구간은 공사 중인 것으로 나타나 조사대상 하천에서 제외하였다.



[그림 4-13] 삭선천 하천조사 구간



① 성정천

성정천의 경우 당초 예상 보다 사업 일정이 연장되어 현재 공사가 진행 중인 것으로 나타나 조사대상 하천에서 제외하였다.

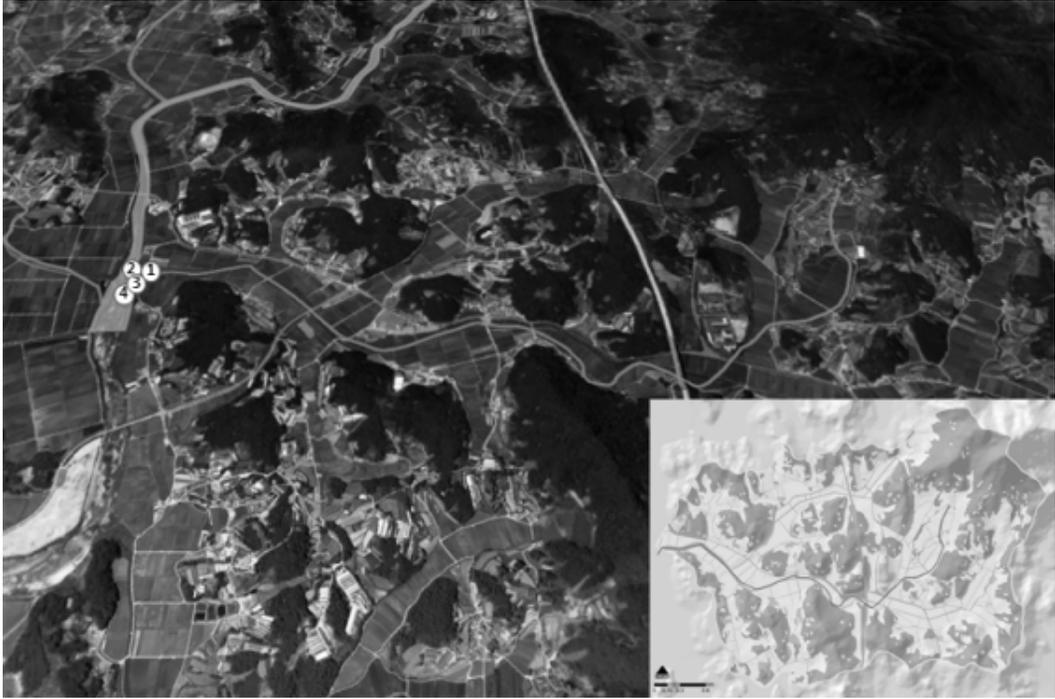


[그림 4-14] 성정천 하천구간 조사



⑫ 대판천

대판천은 현장조사 결과 하천의 유량이 적고 하천의 특성을 대표할 만한 지점 등이 매우 적으며 일부 공사 중으로 조사대상에서 제외하였다.



[그림 4-15] 대판천 하천조사 구간



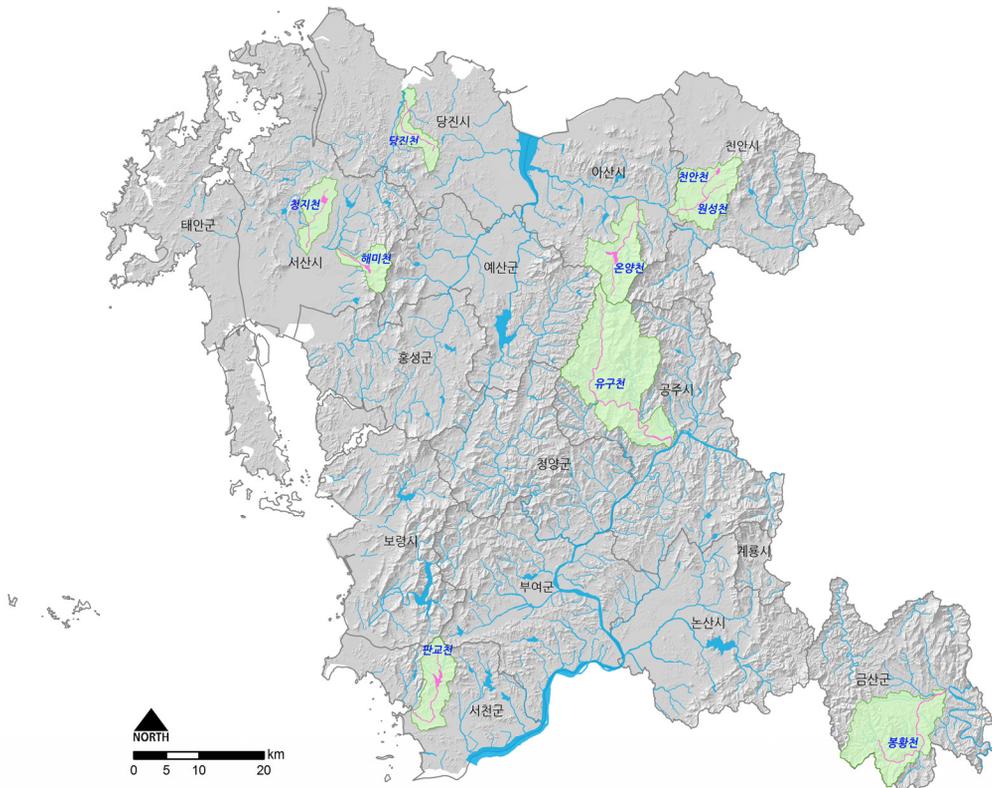
①지점 상류방향

④지점 하류방향

3) 대상하천 선정 결과

일련의 대상하천 선정 절차(1차 선정 하천을 대상으로 문헌과 현지조사를 병행)를 거쳐 충청남도 내 사업 완료된 총 8개 하천을 선정하였고 조사구간은 전체 하천공사가 이루어진 청지천을 제외하고 대체로 5km 내외이다. 또한 환경부 수생태계 조사자료와 기존 문헌 자료 등을 토대로 자연하천의 모습을 참고하기 위하여 참조하천(봉황천)을 추가적으로 선정하였다.

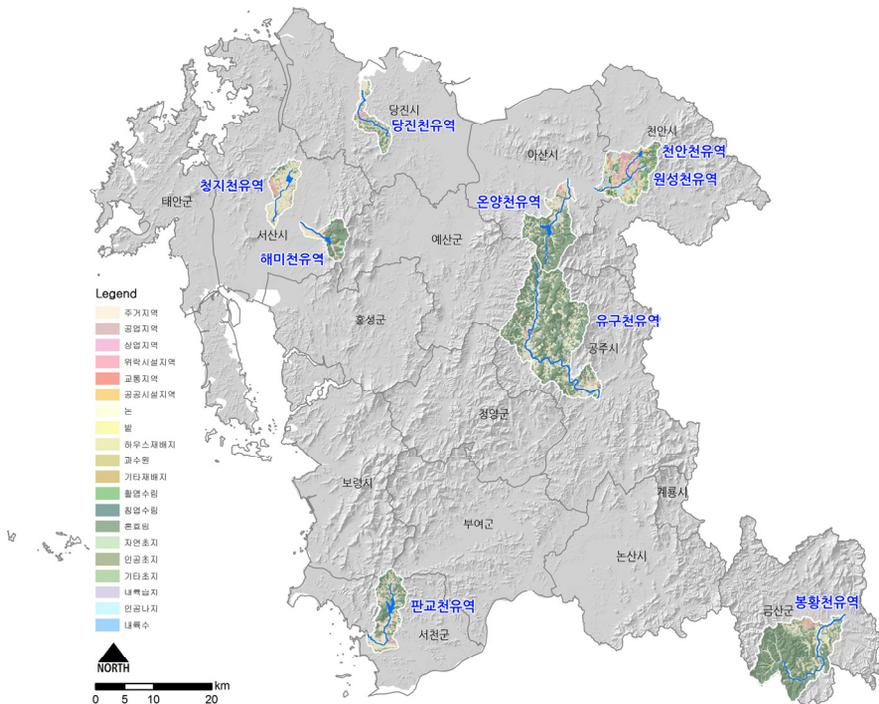
환경부에서 수행한 ‘수생태계 건강성 조사 및 평가’에서 조사한 하천 중 서식 및 수변환경(자연성 등급)이 ‘양호’ 이상으로 평가된 하천들을 고려한 다음 부착돌말지수(trophic diatom index, TDI), 한국오수생물지수(korean saprobic index, KSI), 생물보전지수(index of biological integrity, IBI), 생물서식처 평가 등에서 ‘양호’ 및 ‘최적’ 이상을 받은 하천을 고려하여 검토한 결과를 토대로 참조하천을 선정하였다.



[그림 4-16] 최종 선정 조사대상 하천도

[표 4-2] 조사 대상하천 선정

시군	하천명	사업내용	조사위치	조사구간(km)	사전모니터링 수행여부	사업명	
천안시	천안천	자연형 호안조성 등	신부동(천호지)~용곡동	5.45	○	생태하천 복원	
천안시	원성천	자연형 호안조성 등	유량동~원성동	3.12	○	생태하천 복원	
아산시	온양천	식생대, 자동보, 오니준설 등	온천교~곡교천 합류전	2.50	×	오염하천정화	
공주시	유구천	보개량, 어도설치 등	유구교~유마교	3.00	○	생태하천 복원	
서산시	청지천	자연형 호안조성 등	서산시 수석동	10.00	○	자연형하천정화	
서산시	해미천	-	수립	4.00	○	생태하천 조성	
당진시	당진천	자연형 호안조성 등	대덕교~우두교	4.30	○	생태하천 복원	
서천군	판교천	자연형 호안조성 등	사곡리~군사리	1.30	×	생태하천 복원	
금산군	봉황천	참조하천					



[그림 4-17] 조사대상 하천 토지이용현황도

[표 4-3] 조사 대상하천 자료 현황

시군	하천명	사업목표	문헌 목록
천안시	천안천	수질정화시설, 친수하천 공간 확보, 주민의 심미적 만족에 기여	<ul style="list-style-type: none"> · 생태계가 살아 숨쉬는 건강한 하천만들기(환경부, 2011)¹⁴⁾ · 생태하천복원사업 추진현황(충청남도, 내부자료) · 천안천수계 하천정비기본계획 수립(천안시, 2001) · 금강 대권역 수생태계 건강성 조사 및 평가 최종보고서(국립환경과학원, 2009) · 금강 대권역 수생태계 건강성 조사 및 평가 최종보고서(국립환경과학원, 2010) · 금강 대권역 수생태계 건강성 조사 및 평가 최종보고서(국립환경과학원, 2011)
	원성천	수질정화시설, 친수공간 조성(산책로 조성 등)	<ul style="list-style-type: none"> · 생태계가 살아 숨쉬는 건강한 하천만들기(환경부, 2011) · 생태하천복원사업 추진현황(충청남도, 내부자료) · 천안천수계 하천정비기본계획 수립(천안시, 2001) · 금강 대권역 수생태계 건강성 조사 및 평가 최종보고서(국립환경과학원, 2009) · 금강 대권역 수생태계 건강성 조사 및 평가 최종보고서(국립환경과학원, 2010) · 금강 대권역 수생태계 건강성 조사 및 평가 최종보고서(국립환경과학원, 2011)
아산시	운양천		<ul style="list-style-type: none"> · 운양천 하천정비기본계획 수립(아산시, 1990)
공주시	유구천	수질정화시설, 오염된 하천의 자정능력 향상, 하천 본래의 기능회복	<ul style="list-style-type: none"> · 충청남도 광역생태네트워크 구축을 위한 자연환경조사 연구 1차년도(충청남도, 2007) · 충청남도 광역생태네트워크 구축을 위한 자연환경조사 연구 2차년도(충청남도, 2009) · 생태하천복원사업 추진현황(충청남도, 내부자료) · 하천과 문화(KRA, 2010) · 유구천 정비사업 실시설계 사전환경성검토서(공주시, 2007) · 제3차 전국자연환경조사(환경부, 2009) · 제2차 전국자연환경조사(환경부, 2001) · 공주시 생태(비오름)지도 작성 연구용역(공주시, 2010) · 금강 대권역 수생태계 건강성 조사 및 평가 최종보고서(국립환경과학원, 2009) · 금강 대권역 수생태계 건강성 조사 및 평가 최종보고서(국립환경과학원, 2010) · 금강 대권역 수생태계 건강성 조사 및 평가 최종보고서(국립환경과학원, 2011)

14) 하천사업내용, 복원방향

[표 4-3] 조사 대상하천 자료 현황(계속)

시군	하천명	사업목표	문헌 목록
서산시	청지천	수질정화시설, 아름다운 도시경관 제공, 시민의 휴식공간 제공, 친수 여가공간 조성	<ul style="list-style-type: none"> · 자연형하천정화사업 종합평가 및 지원기준 마련을 위한 연구(환경부, 2005)¹⁵⁾ · 충청남도 하천유형별 실태분석 및 복원방안(충남발전연구원, 2009) · 충청남도 광역생태네트워크 구축을 위한 자연환경조사 연구(충청남도, 2007) · 충청남도 광역생태네트워크 구축을 위한 자연환경조사 연구 2차년도(충청남도, 2009) · 생태하천복원사업 추진현황(충청남도, 내부자료) · 제3차 전국자연환경조사(환경부, 2006) · 서산시 생태지도 구축(비오름 지도) 용역(서산시, 2010) · 금강 대권역 수생태계 건강성 조사 및 평가 최종보고서(국립환경과학원, 2009) · 금강 대권역 수생태계 건강성 조사 및 평가 최종보고서(국립환경과학원, 2010) · 금강 대권역 수생태계 건강성 조사 및 평가 최종보고서(국립환경과학원, 2011)
	해미천	친수하천(국토부)	<ul style="list-style-type: none"> · 해미천 하천기본계획 사전환경성검토서(서산시, 2010) · 서산시 생태지도 구축(비오름 지도) 용역(서산시, 2010)
당진시	당진천	수질개선, 수생태계의 건강성 회복, 생태계 복원, 시민들의 여가·휴식 공간으로서의 역할 증대	<ul style="list-style-type: none"> · 생태하천복원사업 추진현황(충청남도, 내부자료) · 생태계가 살아 숨쉬는 건강한 하천만들기(환경부, 2011) · 당진천 자연형 하천정화사업 기본 및 실시설계 사전환경성검토서(당진시, 2006) · 제2차 전국자연환경조사(환경부, 2000) · 제3차 전국자연환경조사(환경부, 2006) · 금강 대권역 수생태계 건강성 조사 및 평가 최종보고서(국립환경과학원, 2009) · 금강 대권역 수생태계 건강성 조사 및 평가 최종보고서(국립환경과학원, 2010) · 금강 대권역 수생태계 건강성 조사 및 평가 최종보고서(국립환경과학원, 2011)
서천군	판교천	수질정화시설, 동식물의 서식처 제공, 하천의 지정능력 향상, 친수공간 조성을 통한 휴식공간 제공	<ul style="list-style-type: none"> · 생태하천 복원사업 사업효과 분석 연구(환경부, 2014)¹⁶⁾ · 생태계가 살아 숨쉬는 건강한 하천만들기(환경부, 2011) · 생태하천복원사업 추진현황(충청남도, 내부자료) · 판교천 자연형 하천정화 사업 사전환경성검토서(서천군, 2006) · 판교천 등 3개 하천 하천기본계획 사전환경성검토서(충청남도, 2010) · 제3차 전국자연환경조사(환경부, 2010) · 서천군 생태지도 제작용역(서천군, 2011)
금산군	봉황천	참조하천	

15) 평가대상 선정사유 : 식생에 의한 정화 및 관리실태, 서해안 철새도래지 인접 조사는 육안 물리적 평가 및 설문조사 실시

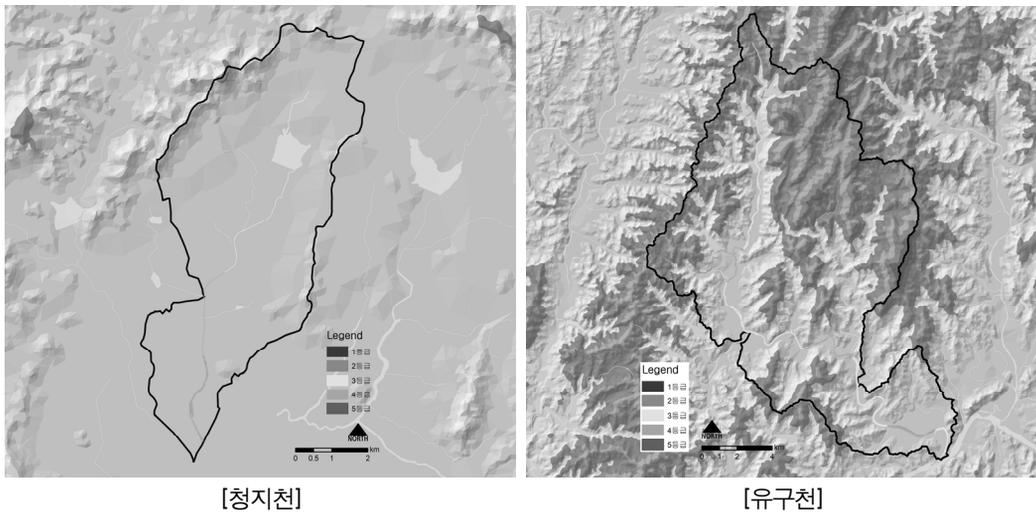
16) 입도, 수질, 물리적 특성, 동·식물상 등 조사 실시

2. 대상하천 조사

1) 생태하천복원 구간의 물리적 특성

(1) 기존 문헌자료 조사

하천의 물리적 특성을 나타내는 하천자연성 평가 자료는 충청남도 광역생태네트워크 구축을 위한 자연환경조사 1차, 2차 연구자료를 이용하였고, 대상하천 중 유구천과 청지천의 경우 하천자연성 평가가 이루어졌으며 약 3~4등급을 나타내었다.



[그림 4-18] 대상하천 하천자연도

[표 4-4] 청지천 하천자연도 평가

특성 및 세부 평가 항목	수로의 발달					종단면			횡단면				
	등급 평균	수로의 굴곡	측방 침식	종사주	특수한 수로 구조	등급 평균	횡구조물	흐름의 다양성	등급 평균	횡단면 유형	제방 재료	폭 다양성	하천 상부 구조물
평가 결과	5.0	3.5	5.0	5.0	5.0	4.5	4.0	5.0	3.0	4.0	2.5	4.0	2.0
특성 및 세부 평가 항목	하상구조				저수로변 구조					하천주변			
	등급 평균	하상저질 유형	저질 다양성	자연적인 특수한 하상구조	등급 평균	저수로 변 식생	호안공	특수한 저수로변 구조	미지형과 식생에 의한 저수로변 중병향 배열	등급 평균	인접 토지 이용	하천변 대상 수림	자연스럽지 않은 주변 구조
평가 결과	2.0	-	0.0	4.0	4.0	3.0	4.0	5.0	4.0	3.0	4.0	3.0	1.0

자료 : 충청남도 광역생태네트워크 구축을 위한 자연환경조사자료, 2007~2010

[표 4-5] 유구천 하천자연도 평가

특성 및 세부 평가 항목	수로의 발달					종단면			횡단면				
	등급 평균	수로의 굴곡	측방 침식	종사주	특수한 수로 구조	등급 평균	횡구조물	흐름의 다양성	등급 평균	횡단면 유형	제방 재료	폭 다양성	하천 상부 구조물
평가 결과	5.0	4.0	5.0	4.0	5.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	3.0	2.0
특성 및 세부 평가 항목	하상구조				저수로변 구조					하천주변			
	등급 평균	하상저질 유형	저질 다양성	자연적인 특수한 하상구조	등급 평균	저수로 변 식생	호안공	특수한 저수로변 구조	미지형과 식생에 의한 저수로변 중병향 배열	등급 평균	인접 토지 이용	하천변 대상 수림	자연스럽지 않은 주변 구조
평가 결과	3.0	-	3.0	3.0	4.0	3.0	5.0	5.0	3.0	4.0	5.0	4.0	4.0

자료 : 충청남도 광역생태네트워크 구축을 위한 자연환경조사자료, 2007~2010

(2) 현장조사 및 평가

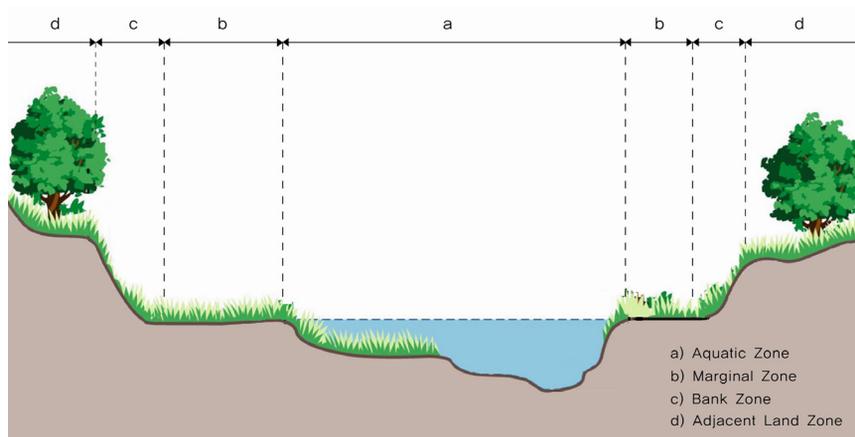
가. 조사시기

본 연구대상하천의 하천자연도 평가를 위한 현장조사는 우기시를 피하여 2014년 6~8월에 실시하였다.

나. 조사 및 평가방법

하천자연도 평가 및 향후 시사점 도출의 보조자료로서 사용할 목적으로 조사구간별로 조사구간을 대표하는 지점에서 현장조사를 통해 목측 가능한 다양한 항목을 하천환경 조사표에 따라 조사하였다(환경부, 2011).

- 조사내용
 - 일반사항 : 하천명, 행정구역, 조사구간, 하천크기, 하천현황, 조사자, 조사일 기상 등
 - 횡단부위별 특성: 재료, 식생, 제원, 경관
- 하천의 자연환경조사를 위한 야장양식
 - 관리범위 내 하천 수변환경조사를 위한 야장에는 하천명, 지점번호, 수역권·수제권·제방권의 폭과 하상재질, 저수호안의 재질 및 식생단면도 등을 포함하고 있다.



- (a) 수역권(aquatic zone) : 흐름형태, 하상변화, 하도 특성, 식생유형 조사
- (b) 수제권(marginal zone) : 하도 특성, 식생유형 조사, 토지이용 등 조사
- (c) 제방권(bank zone) : 지형, 식생유형 등 조사
- (d) 하천주변권(adjacent land zone) : 지형, 식생유형, 토지이용 등 조사

[그림 4-19] 하천 수변환경 권역 구분 및 조사내용

■ 야장기입 세부내용

① 구간 개요

- 하천명
 - 법정 하천명을 기재하되, 국가/지방1급/지방2급 하천 여부를 괄호안에 부기하였다.(예: 금천(지방1급) ≠ 금천(지방2급))
- 행정구역
 - 조사구간 또는 조사지점이 속한 행정구역을 기입하였다.
- 조사구간
 - 제3자가 조사구간을 방문시 조사구간을 재확인할 수 있도록 주요 식별 지형지물 또는 교량명칭 등을 표기하였다.
- 하천크기
 - 하폭은 제외지의 폭으로서 수로측 제방사면이 시작되는 지점에서 반대편 제방의 수로측 제방사면 최상단 지점까지의 폭을 측정하여 기입하였다.
 - 저수로폭은 좌우 저수호안 사이의 폭을 지칭하며, 유량이 부족하여 수면이 저수로폭을 채우지 못한 채 흐르는 경우 추가로 수면폭을 측정하여 부기하였다.(예: 저수로폭 10m(수면폭 2m))
 - 수심은 수로 중앙부 평균수심을 측정하여 기입하였다.
- 하천현황
 - 하천의 현재 상태를 가급적 자세히 상술하였다.
- 조사자
 - 조사에 참여한 인력 전원의 성명을 모두 기입하였다.
- 조사일시 및 기상현황
 - 조사 일시를 기입하고, 조사당시의 기상현황을 약술하였다.
- Key Map
 - 조사구간 또는 지점에 대한 이해를 돕도록 위치 안내도를 삽입하였다.

② 하천횡단 부위별 특성

● 재료 분포

- 제방상단, 제방사면, 고수부지, 저수호안, 저수로 등 하천횡단 부위별로 지반표면의 주재료 (흙, 점토, 미사, 모래, 자갈, 호박돌, 목재, 돌망태, 계비온, 메쌓기 석축, 콘크리트 블럭, 찰쌓기 석축, 콘크리트 등)를 표기하되, 하천횡단부위 자체가 존재하지 않는 경우에는 ‘-’ 표기를 하였다.

● 식생 분포

- 제방상단, 제방사면, 고수부지, 저수호안, 저수로 등 하천횡단 부위별로 목본과 초본을 구분하여 주요 출현하는 식물 종의 목록을 표기하고, 우점종은 한 번 더 표기하였다.
- 하천횡단부위 자체가 존재하지 않는 경우에는 반드시 ‘-’ 표기를 하며, 식물 종이 없는 경우 ‘X’로 표기하였다.

● 경관

- 제방상단, 제방사면, 고수부지, 저수호안, 저수로 등 하천횡단 부위별로 좌우안을 구분하여 최소 1매의 사진을 촬영하는 것을 원칙으로 하였다.
- 사진촬영방향은 가급적 상류방향을 향하여 촬영하였다.

③ 하천 단면도 및 횡단 현황사진

● 하천 단면도

- 하천 제원 간이측량 결과를 토대로 현장에서 개략 하천단면도를 작성하고, 조사 후 실내에서 하천 단면도를 정리하여 제작, 삽입하였다.
- 하천단면도 표기범위는 제방과 제내지 일부(최소30m)를 포함하도록 하였다.

● 횡단 현황사진

- 하천의 전체적인 횡단 현황을 손쉽게 파악할 수 있도록 현장에서 파노라믹 사진을 촬영하여 삽입하였다.

■ 하천환경 현장조사 결과 정리

하천환경조사표는 실내에서 야장의 정서, 사진작업, CAD 도면제작 및 삽입 과정을 통하여 정리하였다.

■ 평가방법

하천의 물리적 구조의 평가는 수로의 발달, 종단면, 횡단면, 하상구조, 저수로변 구조, 하천 주변 등을 그 내용으로 하며, 평가방법은 다음과 같다(환경부, 2011).

- 평가목적 : 하천 구간별 하천복원 방향 설정
- 평가근거 : 하천자연환경조사 자료 + 평가지에 의한 현장조사
- 평가척도 : 1등급(자연스러운)~5등급(극심하게 훼손된)
- 평가내용 : 물리적 환경 중심의 생물서식조건 = 하천생태계의 구조 질
- 평가항목 : 수로의 발달, 종단면, 횡단면, 하상구조, 저수로변 구조, 하천주변(총 6 항목)
- 평가단위 : 조사구간
- 평가결과 표현 : 평가도면
- 관련자료 : 수계망, 수치지형도, 토지피복도(이상 1:25,000), 수치도로망도(국가교통 DB), 농업진흥구역도, 생태경관보전지역도, 습지보호지역도, 동·식물 분포도, 야생동·식물보호구역도, 수치표고모델(DEM), 용도지역지구도

■ 평가결과 표기방법

하천자연도 평가지 기입사항을 Microsoft Excel 파일에 입력하여, GIS DB의 속성정보로 연동시키고, 기초 통계를 작성하였다.

[표 4-6] 하천의 물리적 구조 평가항목

부문	항목	평가내용	점수	평가기준	등급식별 견본제시
수로의 발달	수로의 굴곡	저수로 사행 정도	1	사행하는	도형, 사진
			2	강하게 휨	“
			3	가볍게 휨	“
			4	약하게 휨	“
			5	직선의	“
	측방 침식	수류의 수로변 침식의 빈도와 강도	1	강하고, 빈번한	사진
			2	강하고, 드문	“
			3	약하고, 빈번한	“
			4	약하고, 드문	“
			5	없는	

[표 4-6] 하천의 물리적 구조 평가항목(계속)

부문	항목	평가내용	점수	평가기준	등급식별 견본제시
수로의 발달	종사주	퇴적에 의한 종방향 사주 발달 정도, 사주 종류 수	1	3 종 이상	사진
			2	3 종	
			3	2 종	
			4	1 종	
			5	없음	
	특수한 수로 구조	자연적으로 형성된 특이하고 희귀한 수로 내 구조	1	3 종 이상	사진
			2	3 종	
			3	2 종	
			4	1 종	
			5	없음	
횡단면	횡 구조물	어류 이동을 방해하는 인공구조물의 방해 정도	1	횡구조물이 없음	사진
			2	우회로 있는 낙하, 울퉁불퉁한 경사수로	
			3	어도를 가진 낙하	
			4	평평한 경사수로, 0.3 ~ 0.4m 낙하	
			5	0.7m 이상 낙하	
	흐름의 다양성	종방향과 횡방향의 물 흐름의 다양성	1	매우 큰	도형, 사진
			2	큰	
			3	적당한	
			4	경미한	
			5	없음	
횡단면	횡단면 유형	하천 전체 횡단면 형상의 변경 정도	1	자연단면	사진
			2	자연단면에 가까운	
			3	변화 없는, 오래된	
			4	사다리꼴 규칙측면	
			5	직사각형 규칙측면	
	제방 재료	고수제방 호안 재료의 인공화 정도	1	인공 제방이 없음	사진
			2	흙 제방	
			3	버드나무, 목책, 자연석 인공제방	
			4	투수성 비자연소재 인공제방	
			5	불투수 콘크리트 제방	
	폭 다양성	저수로 수제선 폭 다양성	1	매우 큰	도형, 사진
			2	큰	
			3	적당한	
			4	경미한	
			5	없음	
	하천 상부 구조물	교량 등 하천상부구조물의 국지적 횡단면 변경 정도	1	하천상부구조물이 없는	사진
			2	수류가 좁아지지 않는, 강변이 차단되지 않는	
			3	수류가 좁아지는	
			4	강변이 차단되는	
			5	수류가 좁아지고 차단되는	

[표 4-6] 하천의 물리적 구조 평가항목(계속)

부문	항목	평가내용	점수	평가기준	등급식별 견본제시
하상구조	저질 다양성	하상저질의 다양성	1	매우 큰	도형,사진
			2	큰	“
			3	적당한	“
			4	경미한	“
			5	없는	“
	특수한 하상 구조	자연 발생하는 특수한 지형들의 출현 종류 수	1	3종 이상	사진
			2	3종	“
			3	12종	“
			4	1종	“
			5	없는	“
저수로변 구조	저수로변 식생	저수로변 식생 유무와 식물군락의 유형	1	자연조건에 의해 없는	사진
			2	갈대, 달뿌리풀 순군락	“
			3	초지, 저관목	“
			4	침식에 의해 없는	“
			5	차단공 때문에 없는	“
	호안공	저수로 호안공의 종류 및 인공화 정도	1	거석 + 식생호안	사진
			2	목책공	“
			3	사석 혹은 석축 호안	“
			4	콘크리트 옹벽, 포장	“
			5	호안공이 없음	“
	특수한 저수로변 구조	저수로변에 수류에 의해 자연적으로 형성된 특수한 구조	1	3종 이상	사진
			2	3종	“
			3	2종	“
			4	1종	“
			5	없음	“
저수로변 종방향 배열	미지형과 식생에 의한 저수로변 종방향 배열 다양성	1	매우 큰	도형,사진	
		2	큰	“	
		3	적당한	“	
		4	경미한	“	
		5	없는	“	
하천주변	인접 토지 이용	지배적인 토지이용의 인공화 정도	1	자연상태의 숲 10% 이상	사진
			2	자연 초지, 저목림 10% 이상, 과수원 10 ~ 50%	“
			3	과수원 50% 이상, 경작지 10 ~ 50%	“
			4	경작지 50% 이상, 밀집이용시설 10 ~ 50%	“
			5	시가지, 주거지 등 밀집이용시설 50%이상	“
	하천변 대상 수림	하천변 대상 수림의 차폐율	1	완전한, 90% 이상	사진
			2	경미하게 다공성, 70 ~ 90%	“
			3	다공성, 30 ~ 70%	“
			4	과도하게 없는, 10 ~ 30%	“
			5	없는, 10% 미만	“
	자연스럽지 않은 주변 구조	자연스러운 저수로변 혹은 하천변에 어울리지 않는 시설 혹은 경관	1	인공시설물이 없는	사진
			2	인공시설물	“
			3	소로, 하천과 조화되지 않는 인공시설	“
			4	제방도로, 고수부지 주차장, 나지	“
			5	복개된, 쓰레기 퇴적물	“



[그림 4-22] 천안천7 제내지(우안)



[그림 4-23] 천안천7 제내지(좌안)

천안천에 대한 조사결과를 토대로 평가한 하천자연도 평가 총괄 등급은 4등급으로 나타났으며 각 평가항목별로 세부적인 등급은 아래와 같다.

[표 4-7] 천안천 하천자연도 평가

특성 및 세부 평가 항목	수로의 발달					종단면			횡단면				
	등급 평균	수로의 굴곡	측방 침식	종사주	특수한 수로 구조	등급 평균	횡구조 물	흐름의 다양성	등급 평균	횡단면 유형	제방 재료	폭 다양성	하천 상부 구조물
평가 결과	4.9	1.9	1.1	1.1	1	3.4	3.5	2	3.2	3.8	3.2	1	4.1
특성 및 세부 평가 항목	하상구조				저수로변 구조					하천주변			
	등급 평균	하상저질 유형	저질 다양성	자연적인 특수한 하상구조	등급 평균	저수로 변 식생	호안공	특수한 저수로변 구조	미지형과 식생에 의한 저수로변 중영향 비열	등급 평균	인접 토지 이용	하천변 대상 수림	자연스럽지 않은 주변 구조
평가 결과	4.5	잔자갈, 조약돌	1.9	1.5	4.1	2.9	2.9	1	1.2	4	1	1	3

천안천 수로의 발달부분의 등급 평균값은 4.9로 나타났다. 항목별 점수평 균을 살펴보면 수로의 굴곡은 평균 1.9로 약하게 휜 형태를 보였다. 측방침식의 경우 1.1로 한 구간에서만 나타났다. 종사주의 평균 점수 1.1로 천안천1에서만 1종이 나타났고 다른 구간에는 없었으며 특수한 수로구조의 평균 점수는 1로 전 구간에 없는 것으로 나타났다.

천안천 종단면부문의 등급 평균값은 3.4로 나타났다. 항목별 점수평 균을 살펴보면 횡구조물의 경우 3.5로 나타났으며 평균적으로 어도를 가졌거나 경사수로 를 가진 낙하가 있는 것으로 나타났다. 흐름의 다양성의 경우에는 2로 경미하였다.

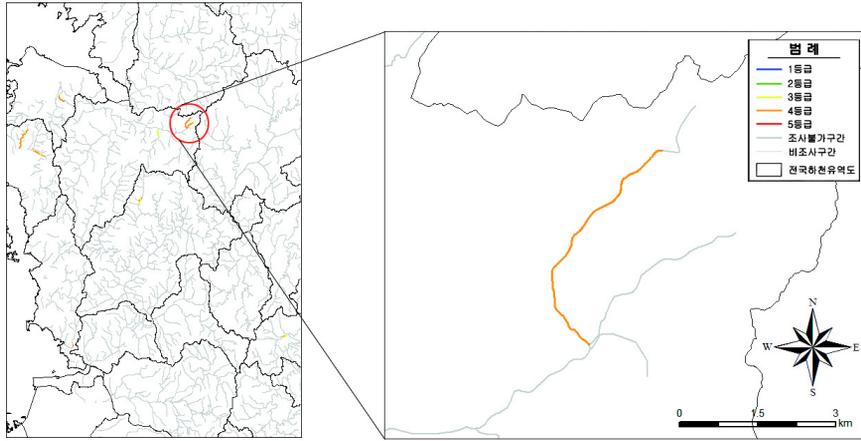
천안천 횡단면 부문의 등급 평균값은 3.2로 나타났다. 항목별 점수평 균을 살펴보면 횡단면 유형은 3.8로 천안천1 구간이 사다리꼴 유형이고 나머지는 자연단면에 가까운 유형이었다. 제방재료는 3.2로 버드나무, 목책, 돌망태, 자연석 제방이었다. 폭의 다양성은 1로 없었으며 하천 상부 구조물은 4.1로 수류에 영향을 주지 않았다.

천안천 하상구조 부문의 등급 평균값은 4.5로 나타났다. 하상저질의 유형은 주로 잔자갈, 조약돌로 된 유형이 나타났다. 항목별 점수평 균을 살펴보면 저질의 다양성은 1.9로 경미한 수준이었다. 자연적인 특수한 하상구조는 1.5로 일부 구간에만 1종이 나타났다.

천안천의 저수로변 부문의 등급 평균값은 4.1로 나타났다. 항목별 점수평 균을 살펴보면 저수로변 식생의 경우, 2.9로 초지, 수목 등이 많았다. 호안공의 경우 2.9로 돌망태, 거석, 사석 혹은 목책공이 나타났다. 특수한 저수로변 구조는 1로 우안과 좌안 모두에서 없는 것으로 나타났다. 미지형과 식생에 의한 저수로변 종방향 배열은 1.2로 천안천1 지점에만 1종 정도 있는 수준이다.

천안천 하천주변 부문의 등급 평균값은 4로 나타났다. 항목별 점수평 균을 살펴보면 인접토지 이용은 1로 주로 시가지, 주거지 밀집이용시설로 이용된다. 하천변 대상 수림의 경우 1로 없는 수준으로 나타났으며 자연스럽지 않은 주변 구조는 3으로 제외지에서는 인공시설물이 위치하며 제방은 주로 차도로 사용되었고 제내지는 하천과 어울리지 않는 인공시설이 있는 것으로 나타났다.

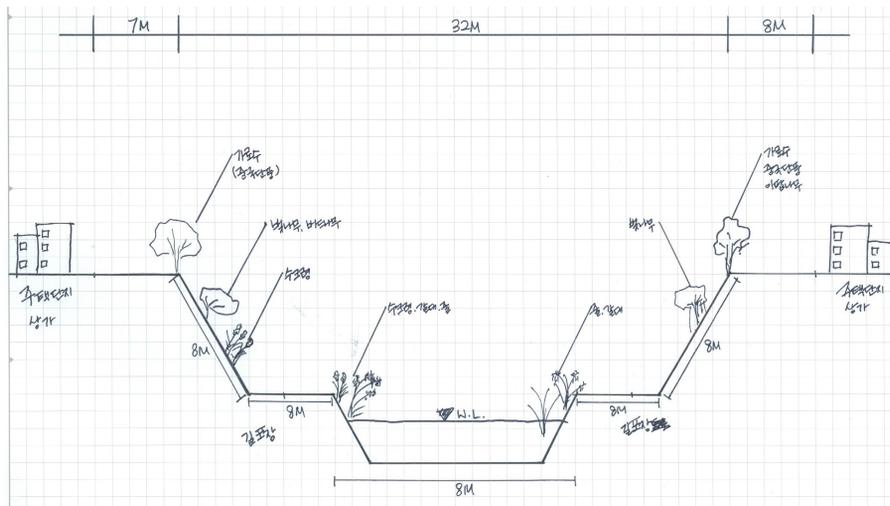
환경부 하천자연도 평가에서 평가된 과거자료(2011~2012)와 비교해보면 전체적인 등급은 같고 조사구간의 세분화에 따른 소수점 자리정도의 차이만 있는 것으로 나타났으며 물리적 구조는 비교적 유사하게 유지되고 있는 것으로 나타났다.



[그림 4-24] 천안천 하천자연도 평가 등급도

② 원성천

원성천은 유로 면적 7.79km², 유로 연장 3.5km의 하천으로 천안 도심으로 흐르는 하천으로 태조봉 서쪽 편에서 발원하여 태조산 공원을 지난다. 왕자산 남쪽 편에서 발원하는 하천과 합류하여 흐르고 유량동을 지나 도심 동남쪽 구역의 중심 지역인 원성동을 지나면서 삼룡천을 합류시키고 새로이 개설된 천안천에 합류한다. 본 연구의 조사구간은 원성천 전 구간에 해당한다.



[그림 4-25] 원성천 단면도



[그림 4-26] 원성천3 전경



[그림 4-27] 원성천3 제내지(우안)

[그림 4-28] 원성천3 제내지(좌)

원성천에 대한 조사결과를 토대로 평가한 하천자연도 평가 총괄 등급은 4등급으로 나타났으며 각 평가항목별로 세부적인 등급은 다음과 같다.

[표 4-8] 원성천 하천자연도 평가

특성 및 세부 평가 항목	수로의 발달					종단면			횡단면				
	등급 평균	수로의 굴곡	측방 침식	종사주	특수한 수로 구조	등급 평균	형구조 물	흐름의 다양성	등급 평균	횡단면 유형	제방 재료	폭 다양성	하천 상부 구조물
평가 결과	4.8	1.8	1	1.5	1.5	3.3	4	1.8	3.3	2	3.3	2	4
특성 및 세부 평가 항목	하상구조				저수로변 구조				하천주변				
	등급 평균	하상저질 유형	저질 다양성	자연적인 특수한 하상구조	등급 평균	저수로 변 식생	호안공	특수한 저수로변 구조	미지형과 식생에 의한 저수로변 중방향 배열	등급 평균	인접 토지 이용	하천변 대상 수림	자연스럽지 않은 주변 구조
평가 결과	4.7	잔자갈, 조약돌	2.2	1.3	3.8	3	3.6	1	1.4	4	1	1.2	3

원성천 수로의 발달부문의 등급 평균값은 4.8로 나타났다. 항목별 점수평균을 살펴보면 수로의 굴곡은 평균 1.8로 약하게 휜 형태를 보였다. 측방침식의 경우 1로 모두 없는 것으로 나타났다. 종사주의 평균 점수 1.5와 특수한 수로구조의 평균 점수는 1.5로써 평균 점수는 낮으나 원성천1 구간에 종사주 종수 2종, 특수한 수로구조 종수 3종이 나타나며 특정 구간에 종수가 많이 나오는 경향을 보였다.

원성천 중단면부문의 등급 평균값은 3.3으로 나타났다. 항목별 점수평균을 살펴보면 횡구조물의 경우 4로 나타났으며 한 구간을 제외하면 횡구조물이 없거나 우회로나 경사수로를 가진 낙하가 있었다. 흐름의 다양성의 경우에는 1.8로 경미하였다.

원성천 횡단면부문의 등급 평균값은 3.3으로 나타났다. 항목별 점수평균을 살펴보면 횡단면 유형은 2로 모든 구간이 규칙적인 사다리꼴 유형이었다. 제방재료는 3.3로 버드나무, 목책, 돌망태, 자연석 제방이었다. 폭의 다양성은 2로 경미한 수준이었고 하천 상부 구조물은 4로 수류에 영향을 주지 않았다.

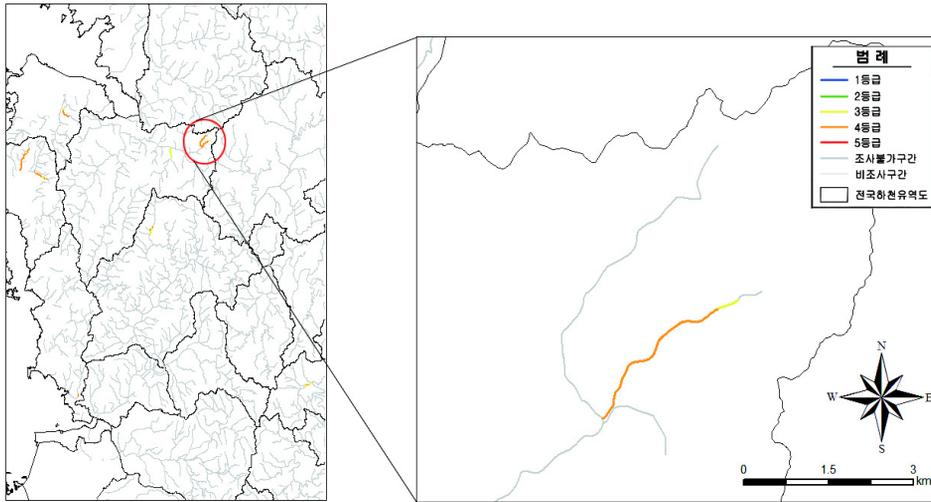
원성천 하상구조부문의 등급 평균값은 4.7로 나타났다. 하상저질의 유형은 주로 잔자갈, 조약돌로 된 유형이 나타났다. 항목별 점수평균을 살펴보면 저질의 다양성은 2로 경미한 수준이었다. 자연적인 특수한 하상구조는 1.3으로 거의 없는 것으로 나타났다.

원성천의 저수로변부문의 등급 평균값은 3.8로 나타났다. 항목별 점수평균을 살펴보면 저수로변 식생의 경우, 3으로 초지, 수목 등이 많았다. 호안공의 경우 3.6으로 식생호안이거나 돌망태, 거석, 사석 혹은 목책공이 나타났다. 특수한 저수로변 구조는 1로 우안과 좌안 모두에서 없는 것으로 나타났다. 미지형과 식생에 의한 저수로변 종방향 배열은 1.4로 전체적으로 1종 정도 있거나 없는 수준이다.

원성천 하천주변부문의 등급 평균값은 4로 나타났다. 항목별 점수평균을 살펴보면 인접 토지 이용은 1로 주로 시가지, 주거지 밀집이용시설로 이용된다. 하천변 대상 수립의 경우 1.2로 없는 수준으로 나타났으며 자연스럽지 않은 주변 구조는 3으로 제외지에서는 인공시설물이 위치하며 제방은 주로 차도로 사용되었고 제내지는 하천과 어울리지 않는 인공시설이 있는 것으로 나타났다.

환경부 하천자연도 평가에서 평가된 과거자료(2011~2012)와 비교해보면 총괄 등급평균의 경우에는 4에서 4로 변동되지 않았고 항목별 등급들 사이에 약간의 차이가 있으나 총괄등급에는 영향을 미치지 못했다. 대부분의 경우 과거자료의 값과 크게 차이가 나지 않는 결과

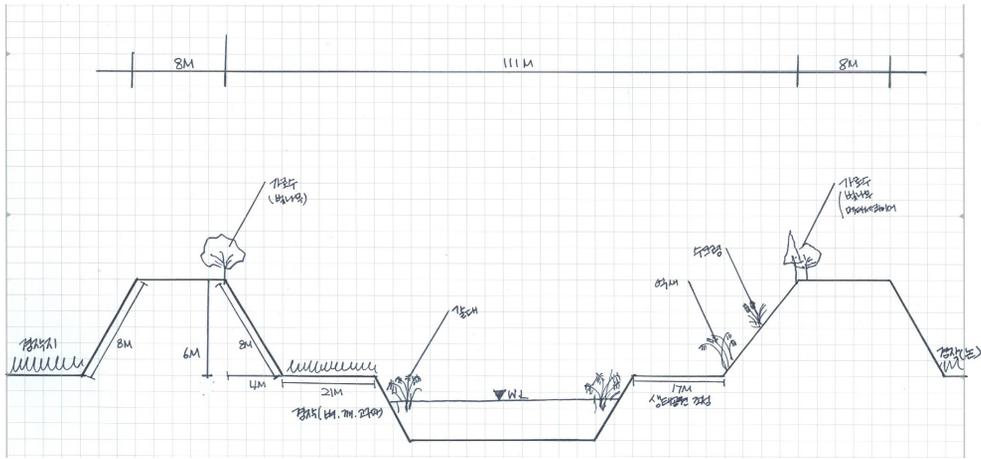
값을 가졌으며 종단면의 경우에는 2.5에서 3.3로 낮아졌으며 횡구조물 유형에서는 이번 조사 결과가 점수가 좋게 나왔으나 흐름의 다양성부분에서 큰 점수 차이가 나므로 등급이 떨어졌고 횡단면의 경우에는 4에서 3.3로 높아졌으며 제방재료부분에서 가장 큰 차이가 나타났는데 이 이유로는 과거자료의 관측지점은 지점으로부터 상류 2km구간이고 이번조사에서는 500m간격으로 세분화해서 이루어졌기 때문에 값에 차이가 나는 것으로 판단된다.



[그림 4-29] 원성천 하천자연도 평가 등급도

③ 온양천

온양천은 준용하천으로 하구는 곡교천에 유입하며 충청남도 아산시 송악면 및 온양동, 배방읍 등 1개도, 1개시, 1개면, 1개동, 1개읍을 포함하고 있는 하천으로서 유역면적은 89.85km², 유로연장은 16.5km(준용하천구간), 유역평균폭은 5.45km로 온양천 본류의 하천경사는 하류부가 1/346, 중류부가 1/183 그리고 상류부가 1/96이다. 본 연구의 조사구간은 생태하천사업을 실시한 신동 온천교에서부터 곡교천 합류지점까지로 한정하였다.



[그림 4-30] 온양천 단면도



[그림 4-31] 온양천3 전경



[그림 4-32] 온양천3 제내지(우안)

[그림 4-33] 온양천3 제내지(좌안)

온양천에 대한 조사결과를 토대로 평가한 하천자연도 평가 총괄 등급은 3등급으로 나타났으며 각 평가항목별로 세부적인 등급은 다음과 같다.

[표 4-9] 온양천 하천자연도 평가

특성 및 세부 평가 항목	수로의 발달					종단면			횡단면				
	등급 평균	수로의 굴곡	측방 침식	중사주	특수한 수로 구조	등급 평균	횡구조물	흐름의 다양성	등급 평균	횡단면 유형	제방 재료	폭 다양성	하천 상부 구조물
평가 결과	4	2.8	2.3	2.3	1.8	2.3	4.8	3	2.3	4	4	2.5	4.5
특성 및 세부 평가 항목	하상구조				저수로변 구조					하천주변			
	등급 평균	하상저질 유형	저질 다양성	자연적인 특수한 하상구조	등급 평균	저수로 변 식생	호안공	특수한 저수로변 구조	미지형과 식생에 의한 저수로변 종방향 배열	등급 평균	인접 토지 이용	하천변 대상 수립	자연스럽지 않은 주변 구조
평가 결과	3.8	잔자갈, 조약돌	2.3	2.3	2.5	3.9	5	2	3.1	3.8	1.6	1.6	3.5

온양천 수로의 발달부문의 등급 평균값은 4로 나타났다. 항목별 점수평 균을 살펴보면 수로의 굴곡은 평균 2.8로 가בע게 흰 형태를 보였다. 측방침식의 경우 2.3으로 약하고 드물게 나타났다. 중사주의 평균 점수 2.3으로 구간에서 평균적으로 1종이 나타났다. 특수한 수로구조의 평균 점수는 1.8로 한 구간을 제외하고 모두 1종이 나타났다.

온양천 종단면부문의 등급 평균값은 2.3으로 나타났다. 항목별 점수평 균을 살펴보면 횡구조물의 경우 4.8로 대부분의 지역에서 흰 구조물이 없는 것으로 나타났다. 흐름의 다양성의 경우에는 3으로 적당한 수준으로 나타났다.

온양천 횡단면부문의 등급 평균값은 2.3으로 나타났다. 항목별 점수평 균을 살펴보면 횡단면 유형은 4로 자연 단면에 가까운 유형이었다. 제방재료는 4로 흙으로 만든 인공제방이었다. 폭의 다양성은 2.5로 없었으며 하천 상부 구조물은 4.1로 수류에 영향을 주지 않았다.

온양천 하상구조부문의 등급 평균값은 3.8로 나타났다. 하상저질의 유형은 주로 잔자갈, 조약돌로 된 유형이 나타났다. 항목별 점수평 균을 살펴보면 저질의 다양성은 2.3으로 경미한 수준이었다. 자연적인 특수한 하상구조는 2.3으로 대부분 지점에서 1종 나타났다.

온양천의 저수로변부분의 등급 평균값은 2.5로 나타났다. 항목별 점수평균을 살펴보면 저수로변 식생의 경우, 3.9로 갈대, 달뿌리풀 등 순군락이 많았다. 호안공의 경우 5로 호안공이 없었다. 특수한 저수로변 구조는 2로 모든 구간에서 1종 정도 나타났다. 미지형과 식생에 의한 저수로변 종방향 배열은 3.1로 적당한 수준으로 나타났다.

온양천 하천주변부분의 등급 평균값은 3.8로 나타났다. 항목별 점수평균을 살펴보면 인접토지 이용은 1.6으로 시가지, 주거지 밀집이용시설과 경작지 등으로 나타났다. 하천변 대상수림의 경우 1.6으로 과도하게 없는 수준으로 나타났으며 자연스럽지 않은 주변 구조는 3.5로 제외지에서는 인공시설물이 없고 제방은 주로 차도로 사용되었고 체내지는 하천과 어울리지 않는 인공시설이 있는 것으로 나타났다.

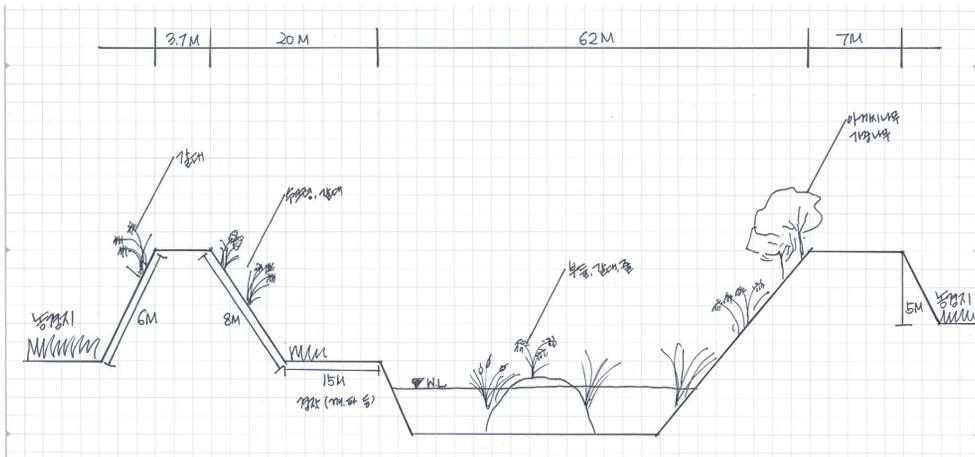
환경부 하천자연도 평가에서 평가된 과거자료(2011~2012)와 비교해보면 전체적인 등급이 4에서 3으로 상향되었다. 종단면의 등급이 4에서 2.8로 상향되었는데 횡구조물 유형 평가에서 이전보다 좋은 점수를 받았고 흐름의 다양성에서도 점수가 많이 상승한 것이 등급상승의 주요 요인으로 보인다. 그 외에도 여러 부분에서 소수점 단위로 점수가 상향된 것이 등급상승에 영향을 주었고 이러한 점수 상향의 원인으로는 조사구간 세분화에 따른 평가구간의 차이에서 비롯된 것으로 보인다.



[그림 4-34] 온양천 하천자연도 평가 등급도

④ 유구천

유구천은 금강 하구로부터 약 92km 상류지점에서 금강본류 우안측으로 유입되는 금강 제 1지류로서, 유역면적은 285.25km², 유로연장은 39.8km에 이르고 있다. 유역의 형상은 대체적으로 장방형을 이루고 있고, 유역경계는 남쪽에서 금강 본류 및 지류인 잉화달천 유역, 어천유역과, 북쪽에서는 삽교천의 지류인 곡교천 유역, 동쪽은 금강의 지류인 지천유역 및 삽교천의 지류인 무한천 유역, 서쪽은 정안천 유역 및 도천 유역의 순으로 접경을 이루고 있다. 본 연구의 조사구간은 생태하천사업을 실시한 석남교 상류의 보에서부터 백교천 합류지점까지로 한정하였다.



[그림 4-35] 유구천 단면도



[그림 4-36] 유구천5 전경



[그림 4-37] 유구천5 제내지(우안)



[그림 4-38] 유구천5 제내지(좌안)

유구천에 대한 조사결과를 토대로 평가한 하천자연도 평가 총괄 등급은 3.3등급으로 나타났다으며 각 평가항목별로 세부적인 등급은 다음과 같다.

[표 4-10] 유구천 하천자연도 평가

특성 및 세부 평가 항목	수로의 발달					종단면			횡단면				
	등급 평균	수로의 굴곡	측방 침식	중사주	특수한 수로 구조	등급 평균	횡구조물	흐름의 다양성	등급 평균	횡단면 유형	제방 재료	폭 다양성	하천 상부 구조물
평가 결과	3.9	2.3	1.9	2.7	2.6	4	2.9	1.7	2.6	3.7	3.9	1.9	4.6
특성 및 세부 평가 항목	하상구조				저수로변 구조					하천주변			
	등급 평균	하상지질 유형	저질 다양성	자연적인 특수한 하상구조	등급 평균	저수로 변 식생	호인공	특수한 저수로변 구조	미지형과 식생에 의한 저수로변 중방향 배열	등급 평균	인접 토지 이용	하천변 대상 수립	자연스럽지 않은 주변 구조
평가 결과	4.9	잔자갈, 조약돌	2	1.1	4	3.1	4.9	1.2	2.2	4	1.8	1.2	3.4

유구천 수로의 발달부문의 등급 평균값은 3.9로 나타났다. 항목별 점수평 균을 살펴보면 수로의 굴곡은 평균 2.3으로 약하게 휘 형태를 보였다. 측방침식의 경우 1.9로 유구천5구간을 제외한 모든 구간에 약하고 드문 측방침식이 나타났다. 중사주의 평균 점수 2.7과 특수한 수로구조의 평균 점수는 2.6으로서 조사지점의 중수가 1종에서 2종씩 나타나는 것으로 파악된다.

유구천 종단면부문의 등급 평균값은 4로 나타났다. 항목별 점수평균을 살펴보면 횡구조물의 경우 2.9로 나타났으며 두 구간을 제외하면 횡구조물이 있었다. 흐름의 다양성의 경우에는 1.9로 경미하였다.

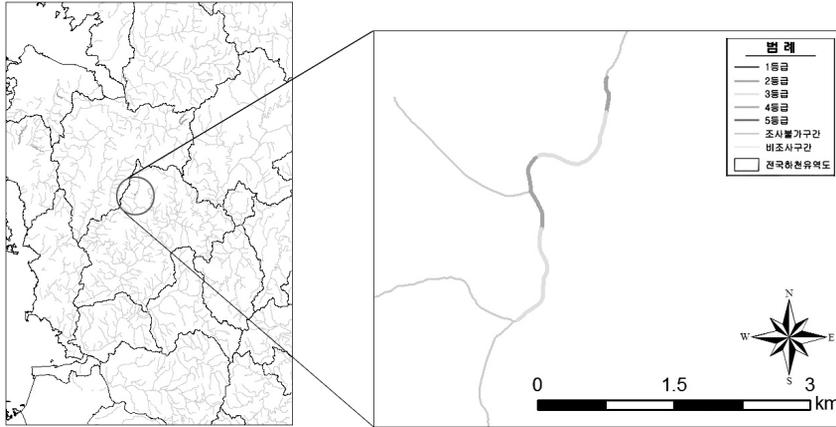
유구천 횡단면부문의 등급 평균값은 2.6로 나타났다. 항목별 점수평균을 살펴보면 횡단면 유형은 3.7로 한 구간을 제외하고는 자연에 가까운 유형이었다. 제방재료는 3.9로 흙으로 만든 인공제방이었다. 폭의 다양성은 1.9로 경미한 수준이었고 하천 상부 구조물은 4.6으로 대체로 없거나 수류에 영향을 주지 않는 수준이었다.

유구천 하상구조부문의 등급 평균값은 4.9로 나타났다. 하상저질의 유형은 주로 잔자갈, 조약돌로 된 유형이 나타났다. 항목별 점수평균을 살펴보면 저질의 다양성은 2로 경미한 수준이었다. 자연적인 특수한 하상구조는 1.1로 거의 없는 것으로 나타났다.

유구천의 저수로변부문의 등급 평균값은 4로 나타났다. 항목별 점수평균을 살펴보면 저수로변 식생의 경우, 3.1로 초지, 수목 등이 많았다. 호안공의 경우 4.9로 거의 모든 구간에서 호안공이 없는 것으로 나타났다. 특수한 저수로변 구조는 1.2로 우안과 좌안 모두에서 거의 없는 것으로 나타났다. 미지형과 식생에 의한 저수로변 종방향 배열은 2.2로 전체적으로 1종 정도 있는 수준이다.

유구천 하천주변부문의 등급 평균값은 4로 나타났다. 항목별 점수평균을 살펴보면 인접 토지 이용은 1.8로 주로 논, 밭 등 경작지로 이용된다. 하천변 대상 수림의 경우 1.2로 없는 수준으로 나타났으며 자연스럽지 않은 주변 구조는 3.4로 제외지에서는 하천과 어울리지 않은 인공시설물과 기타 인공시설물이 위치하며 제방은 주로 차도로 사용되었고 제내지는 하천과 어울리지 않는 인공시설이 있는 것으로 나타났다.

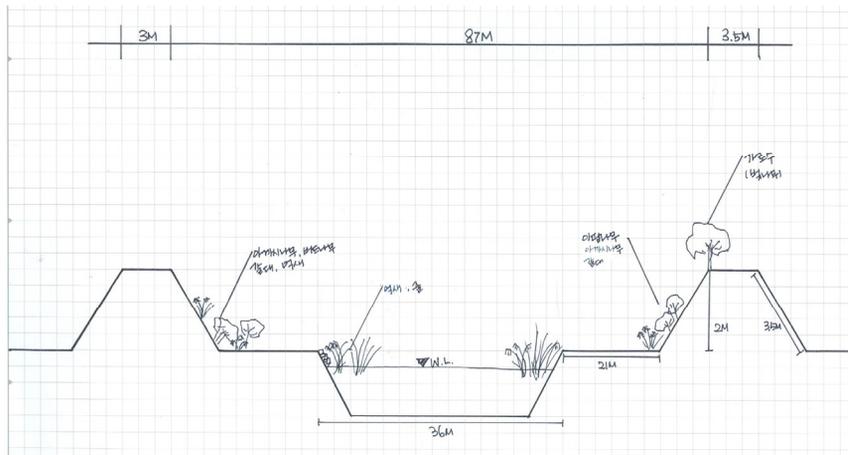
환경부 하천자연도 평가에서 평가된 과거자료(2011~2012)와 비교해보면 총괄 등급평균의 경우에는 4에서 3.3으로 좋아졌고 부분별 평가에서 이전 조사보다 대부분의 경우 소수점 단위에 점수 상향이 등급 상향의 이유로 판단된다. 종단면의 경우에는 5에서 4로 높아졌으며 횡구조물 유형에서 많은 점수 차이가 나타났다. 이것은 과거자료의 측정지점과 이번 조사지역 전반이 위치상 동일하나 세부적으로 나누어서 횡구조물 유형이 좋은 구간들이 나타났기 때문이라 판단된다. 하상구조의 경우에는 4에서 4.9로 내려갔고 자연적인 특수한 하상구조에서 점수 차이가 있는데 이는 전체조사 구간 중 종수를 보유한 구간은 유구천5 지점뿐인데 조사 구간이 세분화되면서 나타난 형상으로 판단된다.



[그림 4-39] 유구천 하천자연도 평가 등급도

⑤ 청지천

청지천은 총 연장 7.95km, 유로 연장 11km, 유역 면적 42.23km²에 달하고, 충청남도 서산시 음암면 대미산에서 발원하여 음암면 상흥리의 잠홍저수지에 모였다가 남쪽으로 흘러 잠홍동, 석림동, 수석동, 석남동, 오남동, 양도동을 거쳐 천수만에 유입된다. 청지천 유역에는 들이 넓게 펼쳐져 있어 수박밭과 고방다리들이 형성되어 있다. 본 연구의 조사구간은 생태하천사업을 실시한 청지천 전구간이다.



[그림 4-40] 청지천 단면도



[그림 4-41] 청지천12 전경



[그림 4-42] 청지천12 제내지(우안)

[그림 4-43] 청지천12 제내지(좌안)

청지천에 대한 조사결과를 토대로 평가한 하천자연도 평가 총괄 등급은 3.9등급으로 나타났다. 각 평가항목별로 세부적인 등급은 다음과 같다.

[표 4-11] 청지천 하천자연도 평가

특성 및 세부 평가 항목	수로의 발달					종단면			횡단면				
	등급 평균	수로의 굴곡	측방 침식	종사주	특수한 수로 구조	등급 평균	횡구조 물	흐름의 다양성	등급 평균	횡단면 유형	제방 재료	폭 다양성	하천 상부 구조물
평가 결과	5	1.5	1	1.2	1.2	3.2	4.5	1.1	3.1	3.2	3.6	1.1	4.4
특성 및 세부 평가 항목	하상구조				저수로변 구조					하천주변			
	등급 평균	하상저질 유형	저질 다양성	자연적인 특수한 하상구조	등급 평균	저수로 변 식생	호안공	특수한 저수로변 구조	미지형과 식생에 의한 저수로변 종방향 배열	등급 평균	인접 토지 이용	하천변 대상 수림	자연스럽지 않은 주변 구조
평가 결과	4.9	점토, 진창	1.1	1.1	3.9	3.2	3.7	1	1.2	3.9	2	1.1	3.7

청지천 수로의 발달부문의 등급 평균값은 5로 나타났다. 항목별 점수평균을 살펴보면 수로의 굴곡은 평균 1.4로 직선이거나 약하게 휜 형태를 보였다. 측방침식의 경우 1로 없게 나타났다. 종사주의 평균 점수 1.2로 일부구간에서만 1종에서 2종 나타났다. 특수한 수로구조는 1.2로 3개 구간에서만 1종 나타났다.

청지천 중단면부문의 등급 평균값은 3.2로 나타났다. 항목별 점수평균을 살펴보면 횡구조물의 경우 4.5로 없거나 있어도 경사수로로 나타났다. 흐름의 다양성의 경우에는 1.1로 한 구간을 제외하면 없는 수준이었다.

청지천 횡단면부문의 등급 평균값은 3.1로 나타났다. 항목별 점수평균을 살펴보면 횡단면 유형은 3.2로 변화 없는 오래된 단면 유형이었다. 제방재료는 3.6으로 대부분 흙으로 만든 인공제방이었다. 폭의 다양성은 1.1로 거의 모든 구간이 없었으며 하천 상부 구조물은 4.4로 수류에 영향을 주지 않았다.

청지천 하상구조부문의 등급 평균값은 4.9로 나타났다. 하상저질의 유형은 주로 점토, 진창으로 된 유형이 나타났다. 항목별 점수평균을 살펴보면 저질의 다양성은 1.1로 한 구간을 제외하면 없는 수준이었다. 자연적인 특수한 하상구조는 1.1로 한 구간을 제외하면 없는 수준이었다.

청지천의 저수로변부문의 등급 평균값은 3.9로 나타났다. 항목별 점수평균을 살펴보면 저수로변 식생의 경우, 3.2로 초지, 수목 등이 많았다. 호안공의 경우 3.7로 일부 구간들은 호안공이 없었으나 대부분 구간에서 돌망태, 거석, 사석 혹은 목책공을 사용한 호안공이 있었다. 특수한 저수로변 구조는 1로 없는 것으로 나타났다. 미지형과 식생에 의한 저수로변 종방향 배열은 1.2로 대부분 구간은 없고 있는 구간도 경미한 수준으로 나타났다.

해미천 하천주변부문의 등급 평균값은 3.9로 나타났다. 항목별 점수평균을 살펴보면 인접토지 이용은 2로 논, 밭 등 경작으로 나타났다. 하천변 대상 수립의 경우 1.1로 한 구간을 제외하면 없는 수준이었다. 자연스럽지 않은 주변 구조는 3.7로 제외지에서는 한 구간의 우안부분을 제외하고는 인공시설물이 없었으며 제방은 주로 차도로 사용되었고 제내지는 주로 기타 인공시설이 있는 것으로 나타났다.

환경부 하천자연도 평가에서 평가된 과거자료(2011~2012)와 비교해보면 전체적인 등급이 4에서 3.9로 미미하게 상향되었다. 부분별 등급의 차이를 보면 수로발달 등급평균이 3.8에서 5로 내려갔고 그 외에 다른 부분들의 등급은 소수점 단위로 조금씩 변동이 있으나 전반적

으로 높아진 것으로 나타난다. 수로발달에서 수로의 굴곡점수, 종사주 점수에서 1점 이상의 차이를 보이는데 이것 같은 경우 이전 조사에 비해 조사구간이 세분화되었기 때문에 차이가 난 것으로 보인다. 또한 조사지점이 한 구간 추가되어 평균값의 차이가 난 것으로 판단된다. 하상저질 유형 부분이 큰 차이가 있는데 이는 2011년 당시 조사자의 오류로 판단된다.



[그림 4-44] 청지천 하천자연도 평가 등급도

⑥ 해미천

해미천은 산수저수지를 기점으로 도당천 합류점까지 총연장 8.8km, 유로 연장 9.66km, 유역 면적 31.62km²이다. 해미천의 양쪽으로는 비교적 넓은 충적지가 형성되어 논이 펼쳐져 있고 자유 곡류하는 하천으로 하천의 폭이 좁고 수심이 얇다.

해미천의 분류는 도당천으로, 도당천의 제1지류가 해미천이다. 가야봉 대곡리에서 발원하여 여러 물줄기들이 해미면의 휴암리와 산수리에 걸쳐 있는 산수저수지에 모여 시작되며 해미면 유암리와 저성리, 조산리, 전천리, 응평리 등을 거쳐 도당천과 합류한다. 서쪽으로 흘러 해미면 앞을 지나 석문봉 아래의 황락저수지에서 내려오는 물과 합쳐진 뒤 전천리와 귀밀리를 지나 태안반도의 천수만으로 유입된다. 귀밀리 아래쪽의 하류 지역에서는 음암면에서 흘러 내려오는 대교천과 합류하여 간월호로 유입되며, 덕지천과 서산시 동쪽에서 흘러 내려오는 청지천과 합류한다. 본 연구의 조사구간은 생태하천사업을 실시한 휴암리 30 앞 보지점에서부터 도당천 합류지점까지로 한정하였다.

해미천에 대한 조사결과를 토대로 평가한 하천자연도 평가 총괄 등급은 3.6등급으로 나타났다. 각 평가항목별로 세부적인 등급은 다음과 같다.

[표 4-12] 해미천 하천자연도 평가

특성 및 세부 평가 항목	수로의 발달					종단면			횡단면				
	등급 평균	수로의 굴곡	측방 침식	중사주	특수한 수로 구조	등급 평균	횡구조물	흐름의 다양성	등급 평균	횡단면 유형	제방 재료	폭 다양성	하천 상부 구조물
평가 결과	4.7	1.7	1.3	1.3	1.5	3.5	3.2	1.4	2.6	4	3.7	1.6	4
특성 및 세부 평가 항목	하상구조				저수로변 구조					하천주변			
	등급 평균	하상저질 유형	저질 다양성	자연적인 특수한 하상구조	등급 평균	저수로 변 식생	호안공	특수한 저수로변 구조	미지형과 식생에 의한 저수로변 종방향 배열	등급 평균	인접 토지 이용	하천변 대상 수립	자연스럽지 않은 주변 구조
평가 결과	4.6	점토, 진창	1.5	2	3.4	3.6	4.3	1	2.1	3.5	1.9	2	3.6

해미천 수로의 발달부문의 등급 평균값은 4.7로 나타났다. 항목별 점수평 균을 살펴보면 수로의 굴곡은 평균 1.7로 약하게 휜 형태를 보였다. 측방침식의 경우 1.3으로 거의 없고 일부구간에 약하고 드물게 나타났다. 중사주의 평균 점수 1.3으로 일부구간에서만 1종에서 2종 나타났다. 특수한 수로구조는 1.5로 4개 구간을 제외하고 1종이 나타났다.

해미천 종단면부문의 등급 평균값은 3.5로 나타났다. 항목별 점수평 균을 살펴보면 횡구조물의 경우 3.2로 어도를 가졌거나 경사수로로 나타났다. 흐름의 다양성의 경우에는 1.4로 없는 수준이었다.

해미천 횡단면부문의 등급 평균값은 2.6으로 나타났다. 항목별 점수평 균을 살펴보면 횡단면 유형은 4로 자연 단면에 가까운 유형이었다. 제방재료는 3.7로 대부분 흙으로 만든 인공제방이었다. 폭의 다양성은 1.6으로 경미하거나 없었으며 하천 상부 구조물은 4로 수류에 영향을 주지 않았다.

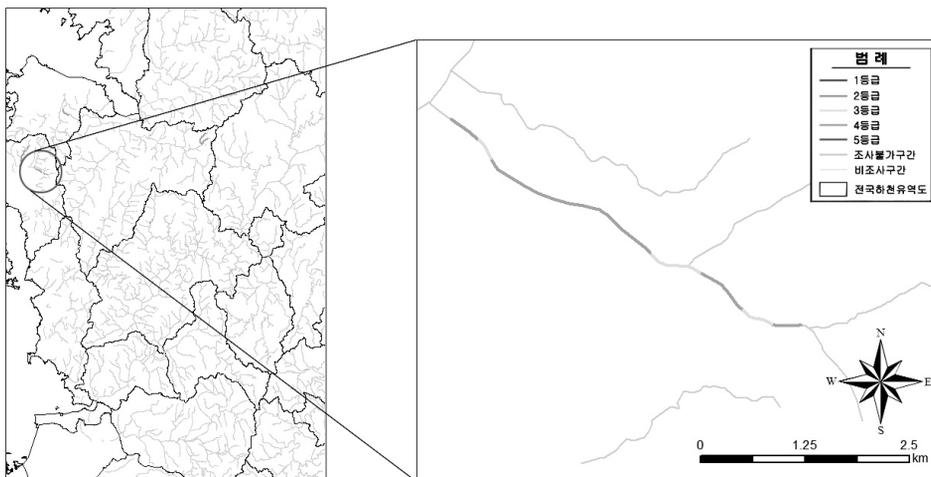
해미천 하상구조부문의 등급 평균값은 4.6으로 나타났다. 하상저질의 유형은 주로 점토, 진창으로 된 유형이 나타났다. 항목별 점수평 균을 살펴보면 저질의 다양성은 1.5로 경미하거나

없는 수준이었다. 자연적인 특수한 하상구조는 2로 특정 구간에서 3종 정도 나타났으나 대부분 구간이 1종이거나 나타나지 않았다.

해미천의 저수로변부문의 등급 평균값은 3.4로 나타났다. 항목별 점수평균을 살펴보면 저수로변 식생의 경우, 3.6으로 갈대, 달뿌리풀 등 순군락이 많았다. 호안공의 경우 4.3으로 대부분 식생 호안공이었다. 특수한 저수로변 구조는 1로 없는 것으로 나타났다. 미지형과 식생에 의한 저수로변 종방향 배열은 2.1로 경미한 수준으로 나타났다.

해미천 하천주변부문의 등급 평균값은 3.5로 나타났다. 항목별 점수평균을 살펴보면 인접 토지 이용은 1.9로 논, 밭 등 경작으로 나타났다. 하천변 대상 수림의 경우 2로 과도하게 없는 수준으로 나타났으며 자연스럽지 않은 주변 구조는 3.6으로 제외지에서는 인공시설물이 없고 제방은 주로 차도로 사용되었고 제내지는 하천과 어울리지 않는 인공시설이 있는 것으로 나타났다.

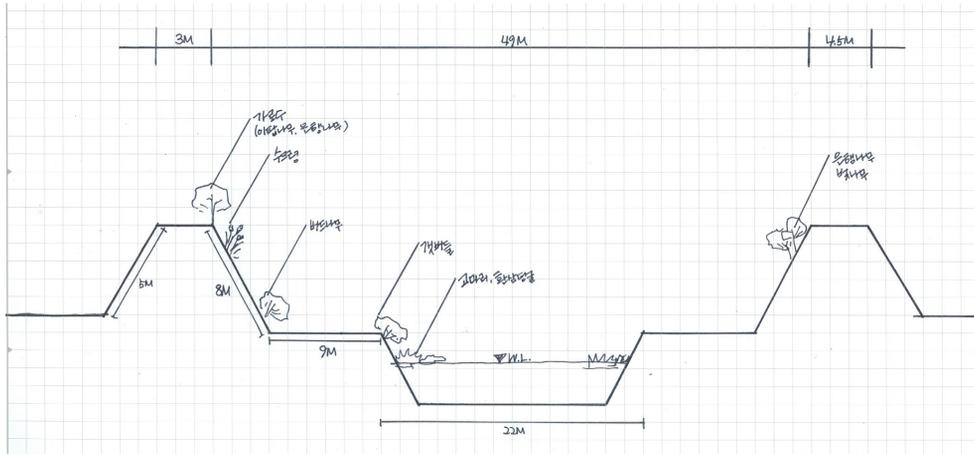
환경부 하천자연도 평가에서 평가된 과거자료(2011~2012)와 비교해보면 전체적인 등급이 4에서 3.6으로 상향되었다. 측방침식의 경우 3에서 1.3, 종사주의 경우 2.7에서 1.3, 횡단면 유형의 경우 2에서 4, 하천 상부 구조물은 1.7에서 4, 하상저질 유형은 5에서 2.1로 큰 차이를 보인다. 횡단면 유형의 경우에는 점수가 2에서 4로 급격히 상승하였는데 이는 조사자의 차이에 따른 평가 점수가 다르게 나타난 것으로 판단된다. 차이가 큰 항목의 경우에는 이전 조사가 2011년 아직 하천사업이 완료되지 않은 시점에 행해진 것이기 때문에 조사 값의 차이가 생긴 것으로 본다.



[그림 4-49] 해미천 하천자연도 평가 등급도

⑦ 당진천

당진천은 유로 연장 15.4km, 유로면적 41.58km²에 달하고, 아미산에서 발원하여 북동류하여 순성면 성북리에서 몇 번의 만곡을 이룬후 북서류한 후 당진읍의 읍내지역의 서부 외곽을 흐른 뒤 유향을 북으로 하여 흐르다가 금암리에서 시곡천과 합류한 뒤 다시 북류하여 고대면과 송산면의 경계를 흐른 뒤 아산만으로 유입된다. 본 연구의 조사구간은 생태하천사업을 실시한 당진읍 대덕리 대덕교에서부터 당진읍 우두리 우두교까지로 한정하였다.



[그림 4-50] 당진천 단면도



[그림 4-51] 당진천6 전경



[그림 4-52] 당진천6 제내지(우안)



[그림 4-53] 당진천6 제내지(좌안)

당진천에 대한 조사결과를 토대로 평가한 하천자연도 평가 총괄 등급은 3.9등급으로 나타났다으며 각 평가항목별로 세부적인 등급은 다음과 같다.

[표 4-13] 당진천 하천자연도 평가

특성 및 세부 평가 항목	수로의 발달					종단면			횡단면				
	등급 평균	수로의 굴곡	측방 침식	종사주	특수한 수로 구조	등급 평균	횡구조 물	흐름의 다양성	등급 평균	횡단면 유형	제방 재료	폭 다양성	하천 상부 구조물
평가 결과	4.9	1.8	1	1.4	1.1	3	5	1.3	3	4	3.2	1	4.6
특성 및 세부 평가 항목	하상구조				저수로변 구조					하천주변			
	등급 평균	하상저질 유형	저질 다양성	자연적인 특수한 하상구조	등급 평균	저수로 변 식생	호안공	특수한 저수로변 구조	미지형과 식생에 의한 저수로변 중병향 배열	등급 평균	인접 토지 이용	하천변 대상 수림	자연스럽지 않은 주변 구조
평가 결과	4.9	잔자갈, 조약돌, 모래	1.1	1.1	4	3	3	1	1.2	4	1	1	2.9

당진천 수로의 발달부문의 등급 평균값은 4.9로 나타났다. 항목별 점수평 균을 살펴보면 수로의 굴곡은 평균 1.8로 몇 개의 지점을 제외하고는 직선의 형태로 나타났다. 측방침식의 경우 1로 없게 나타났다. 종사주의 평균 점수 1.4로 일부구간에서만 1종에서 2종 나타났다. 특수한 수로구조는 1.1로 한 구간에서만 1종이 나타났다.

당진천 종단면부문의 등급 평균값은 3으로 나타났다. 항목별 점수평균을 살펴보면 횡구조물의 경우 5로 없는 것으로 나타났다. 흐름의 다양성의 경우에는 1.3으로 두 구간을 제외하면 없는 수준이었다.

당진천 횡단면부문의 등급 평균값은 3으로 나타났다. 항목별 점수평균을 살펴보면 횡단면 유형은 4로 자연 단면에 가까운 유형이었다. 제방재료는 3.2로 대부분 버드나무, 목책, 돌망태, 자연석을 사용한 제방이었다. 폭의 다양성은 1로 모든 구간이 없었으며 하천 상부 구조물은 4.6으로 없거나 있어도 수류에 영향을 주지 않는 수준이었다.

당진천 하상구조부문의 등급 평균값은 4.9로 나타났다. 하상저질의 유형은 주로 잔자갈, 조약돌, 모래로 된 유형이 나타났다. 항목별 점수평균을 살펴보면 저질의 다양성은 1.1로 한 구간을 제외하면 없는 수준이었다. 자연적인 특수한 하상구조는 1.1로 한 구간을 제외하면 없는 수준이었다.

당진천의 저수로변부문의 등급 평균값은 4로 나타났다. 항목별 점수평균을 살펴보면 저수로변 식생의 경우, 3으로 초지, 수목 등이 많았다. 호안공의 경우 3으로 모든 구간에서 돌망태, 거석, 사석 혹은 목책공을 사용한 호안공이 있었다. 특수한 저수로변 구조는 1로 없는 것으로 나타났다. 미지형과 식생에 의한 저수로변 종방향 배열은 1.2로 대부분 구간은 없고 있는 구간도 경미한 수준으로 나타났다.

해미천 하천주변부문의 등급 평균값은 4로 나타났다. 항목별 점수평균을 살펴보면 인접 토지 이용은 1.1로 한 구간을 제외하면 논, 밭 등 경작으로 나타났다. 하천변 대상 수립의 경우 1로 한 구간을 제외하면 없는 수준이었다. 자연스럽지 않은 주변 구조는 2.9로 제외지에서는 인공시설물이 없는 구간도 있었지만 대체로 하천과 어울리지 않는 인공시설물이 있었다. 제방은 주로 차도로 사용되었고 체내지는 주로 천과 어울리지 않는 인공시설물이 있는 것으로 나타났다.

환경부 하천자연도 평가에서 평가된 과거자료(2011~2012)와 비교해보면 전체적인 등급이 4에서 미미하게 3.9로 상향되었다. 전반적으로 소수점 차이로 상승하였고 종단면 횡구조물에서 점수 차이가 1.7 정도 차이가 있는데 이번 조사와 비교자료로 사용한 지점에 범위가 더 넓기 때문에 이전조사 자료에서 횡단면 점수가 낮게 나온 것으로 판단된다. 또한 횡단면에서 횡단면 유형의 2점 정도 차이가 있지만 이는 조사자의 기준 차이로 인한 오차로 판단된다.



[그림 4-56] 판교천3 전경



[그림 4-57] 판교천3 제내지(우안)

[그림 4-58] 판교천3 제내지(좌안)

판교천에 대한 조사결과를 토대로 평가한 하천자연도 평가 총괄 등급은 5등급으로 나타났으며 각 평가항목별로 세부적인 등급은 다음과 같다.

[표 4-14] 판교천 하천자연도 평가

특성 및 세부 평가 항목	수로의 발달					종단면			횡단면				
	등급 평균	수로의 굴곡	측방 침식	종사주	특수한 수로 구조	등급 평균	횡구조 물	흐름의 다양성	등급 평균	횡단면 유형	제방 재료	폭 다양성	하천 상부 구조물
평가 결과	5	2	1	1	1	3	5	2	3.3	2	4	1	3
특성 및 세부 평가 항목	하상구조				저수로변 구조				하천주변				
	등급 평균	하상지질 유형	저질 다양성	자연적인 특수한 하상구조	등급 평균	저수로 변 식생	호안공	특수한 저수로변 구조	미지형과 식생에 의한 저수로변 중병향 배열	등급 평균	인접 토지 이용	하천변 대상 수림	자연스럽지 않은 주변 구조
평가 결과	5	점토, 진창	2	1	4	3	3	1	1.3	4	1.3	2	3.2

관교천 수로의 발달부문의 등급 평균값은 5로 나타났다. 항목별 점수평균을 살펴보면 수로의 굴곡은 평균 5로 사행하는 형태를 보였다. 측방침식의 경우 1로 조사 구간 모두 측방침식이 없었다. 종사주의 평균 점수와 특수한 수로구조의 평균 점수는 1로서 조사지점의 종수가 없는 것으로 파악된다.

관교천 중단면부문의 등급 평균값은 3으로 나타났다. 항목별 점수평균을 살펴보면 횡구조물의 경우 5로 나타났으며 모두 횡구조물이 없었다. 흐름의 다양성의 평균 점수는 2점으로 경미한 것으로 나타났다.

관교천 횡단면부문의 등급 평균값은 3.3으로 나타났다. 항목별 점수평균을 살펴보면 횡단면 유형은 2로 변화 없는 오래된 단면 유형을 보였고, 제방은 인공 흙제방을 이용하였다. 또한 폭의 다양성은 1로 없는 수준이었고 하천 상부 구조물은 3으로 수류를 좁게 하였다.

관교천 하상구조부문의 등급 평균값은 5로 나타났다. 하상저질의 유형은 주로 점토, 진창으로 된 유형이 나타났다. 항목별 점수평균을 살펴보면 저질의 다양성은 2로 경미한 수준이었다. 자연적인 특수한 하상구조는 1로 없는 것으로 나타났다.

관교천의 저수로변부문의 등급 평균값은 4로 나타났다. 항목별 점수평균을 살펴보면 저수로변 식생의 경우, 3으로 초지, 수목 등이 많았다. 호안공의 경우 3으로 모든 구간에서 돌망태, 거석, 사석, 혹은 목책공을 이용한 호안공이 이루어졌다. 특수한 저수로변 구조는 1로 우안과 좌안 모두에서 없는 것으로 나타났다. 미지형과 식생에 의한 저수로변 종방향 배열은 1.3으로 전체적으로 없는 수준이다.

관교천 하천주변부문의 등급 평균값은 4로 나타났다. 항목별 점수평균을 살펴보면 인접 토지 이용은 1.3으로 주로 시가지나 주거지 등으로 이용된다. 하천변 대상 수립의 경우 2로 과도하게 없는 수준으로 나타났으며 자연스럽지 않은 주변 구조는 3.2로 제외지에서는 하천과 어울리지 않는 인공시설물과 기타 인공시설물이 위치하며 제방은 주로 차도로 사용되었고 제내지는 하천과 어울리지 않는 인공시설이 있는 것으로 나타났다.

환경부 하천자연도 평가에서 평가된 과거자료(2011~2012)와 비교해보면 수로 발달의 등급 변화는 4에서 5로 1등급 낮아졌으며 종사주의 수와 측방침식여부에서 약간의 점수 차이를 보이며 대부분의 경우 소수점 정도의 점수 변동이 이루어졌다. 저수로변 구조는 3에서 4로 1등급 낮아졌으며 호안공 점수와 미지형과 식생에 의한 저수로변 종방향 배열 점수에서 차이가 나타나 떨어진 것으로 보인다. 이 이유로는 과거자료의 관측지점은 지점으로부터 상류

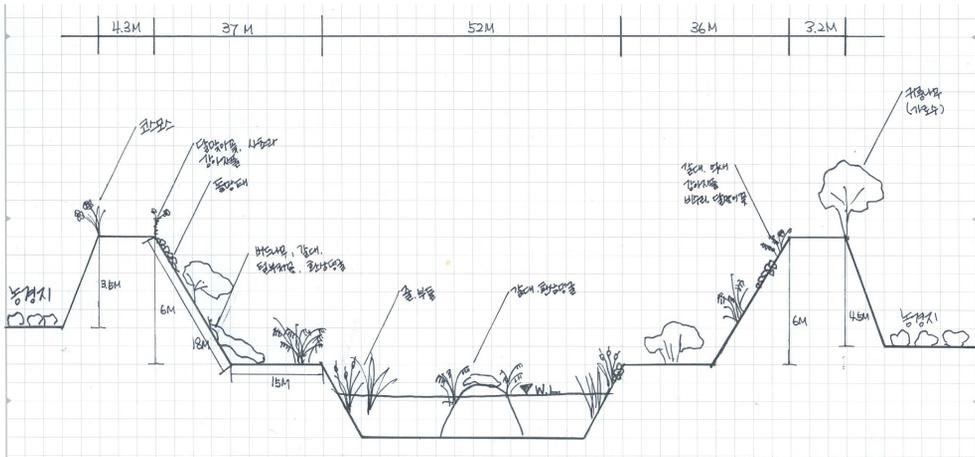
2km구간이고 이번조사에서는 사업구간길이 600m내에서 이루어졌기 때문에 값에 차이가 나는 것으로 판단된다.



[그림 4-59] 판교천 하천자연도 평가 등급도

⑨ 봉황천

봉황천은 금강분류에 유입하는 하천으로 유역면적은 244.2km², 유로연장 310km이다. 유역은 금강분류의 제1지류로 대청댐 상류에 위치하며 유역의 서쪽으로 금강 제1지류인 논산천 유역과 접하고, 북측으로는 금강의 제2지류인 유등천 유역과 접하며 남측은 행정구역상 전라북도와 접하고 있다. 하천의 형상은 굴곡된 "S"자 형태를 이루고 있으며, 금강 전체 유역면적의 약 2.47%를 차지하고 있다. 본 연구의 조사구간은 생태하천사업을 실시한 기사천 합류구간에서부터 금강 합류지점까지로 한정하였다.



[그림 4-60] 봉황천 단면도



[그림 4-61] 봉황천4 전경



[그림 4-62] 봉황천4 제내지(우안)



[그림 4-63] 봉황천4 제내지(좌안)

봉황천에 대한 조사결과를 토대로 평가한 하천자연도 평가 총괄 등급은 3.6등급으로 나타났으며 각 평가항목별로 세부적인 등급은 다음과 같다.

[표 4-15] 봉황천 하천자연도 평가

특성 및 세부 평가 항목	수로의 발달					종단면			횡단면				
	등급 평균	수로의 굴곡	측방 침식	중사주	특수한 수로 구조	등급 평균	횡구조물	흐름의 다양성	등급 평균	횡단면 유형	제방 재료	폭 다양성	하천 상부 구조물
평가 결과	3.6	2	1.8	3.4	2.6	3.2	4.2	2.4	2.4	4	3.5	1.8	4.6
특성 및 세부 평가 항목	하상구조				저수로변 구조					하천주변			
	등급 평균	하상저질 유형	저질 다양성	자연적인 특수한 하상구조	등급 평균	저수로 변 식생	호안공	특수한 저수로변 구조	미지형과 식생에 의한 저수로변 종방향 배열	등급 평균	인접 토지 이용	하천변 대상 수립	자연스럽지 않은 주변 구조
평가 결과	3.2	조약돌, 호박돌	2.2	3	3.2	3.6	4.8	1.3	2.3	3.6	2.3	2.1	3.4

봉황천 수로의 발달부문 등급 평균값은 3.6으로 나타났다. 항목별 점수평 균을 살펴보면 수로의 굴곡은 평균 2로 약하게 흰 형태를 보였다. 측방침식의 경우 1.8로 조사 구간 모두 측방 침식이 없거나 약하고 드문 경향이 나타났다. 중사주의 평균 점수는 3.4로서 조사지점의 중수가 2~3정도 있는 것으로 파악된다. 특수한 수로구조에서는 2.6로 나타났는데 조사지점의 중수가 1~2정도 되며 섬 형성, 수류 확장, 수류 협착화 등이 이루어졌다.

봉황천 종단면부문의 등급 평균값은 3.2로 나타났다. 항목별 점수평 균을 살펴보면 횡구조물의 경우 4.2로 나타났으며 한 구간을 제외하고는 모두 횡구조물이 없었다.

봉황천 횡단면부문의 등급 평균값은 2.4로 자연에 가까운 유형을 보였다. 제방 재료도 3.5로 인공 흙제방과 돌망태를 이용하였다. 폭의 다양성은 경미한 수준이었지만 하천 상단의 구조물이 없는 지점이 많았다.

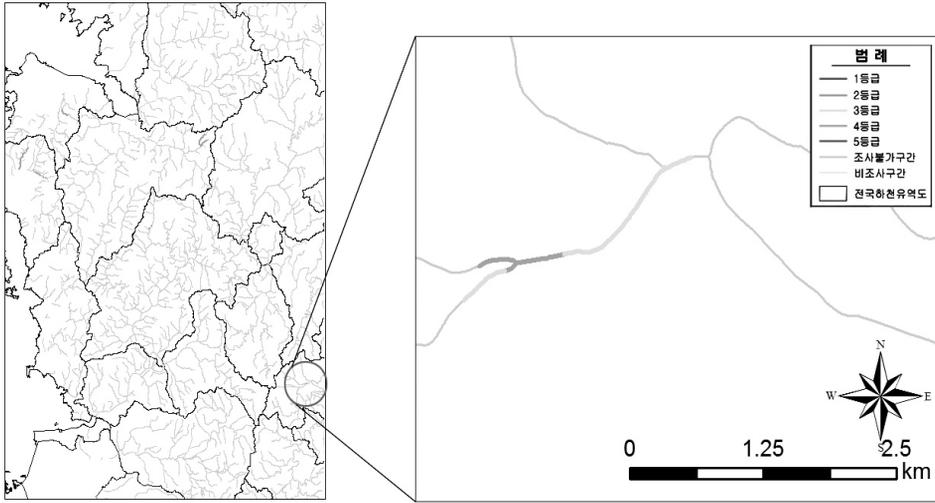
봉황천 하상구조부문의 등급 평균값은 3.4로 나타났다. 하상저질의 유형은 주로 조약돌, 호박돌로 된 유형이 많았으며 1구간과 2구간의 경우에만 모래와 잔자갈, 모래의 유형으로 나타났다. 항목별 점수평 균을 살펴보면 저질의 다양성은 2.6수준으로 적당한 수준에 조금 부족하

였다. 자연적인 특수한 하상구조는 3으로 평균적으로 종수가 2개정도 나타났으며 깊고 천천히 흐르는 물과 소용돌이치는 물의 유형은 나타나지 않았다.

봉황천의 저수로변부문의 등급 평균값은 3.2로 나타났다. 항목별 점수평균을 살펴보면 저수로변 식생의 경우, 3.6로 초지, 수목, 갈대, 달뿌리풀 등이 많았다. 호안공의 경우 4.8로 거의 모든 구간에서 호안공이 없는 상태임을 나타낸다. 특수한 저수로변 구조는 1.3으로 우안과 좌안 모두에서 거의 없는 것으로 나타났다. 미지형과 식생에 의한 저수로변 종방향 배열은 2.3으로 전체적으로 경미한 수준이다.

봉황천 하천주변부문의 등급 평균값은 3.6으로 나타났다. 항목별 점수평균을 살펴보면 인접 토지 이용은 2.3으로 주로 논, 밭 등의 경작지로 이용되며 우안 한 구간만이 자연 상태의 산림과 인접하였다. 하천변 대상 수립의 경우 2.1로 과도하게 없는 수준으로 나타났으며 자연스럽지 않은 주변 구조는 3.4로 제외지에서는 인공시설물이 거의 없었으나 제방은 차도로 사용되었고 제내지는 하천과 어울리지 않는 인공시설이 있는 것으로 나타났다.

환경부 하천자연도 평가에서 평가된 과거자료(2011~2012)와 비교해보면 수로의 발달의 등급 변화는 4에서 3.6으로 약간 좋아졌으며 주로 종사주의 수와 특수한 수로구조의 종수가 증가함에 따라 등급이 상향된 것으로 보인다. 종단면의 경우에는 2에서 3.2로 떨어진 것이 나타난다. 이것은 이번 조사구간 내에 횡구조물에 의한 점수 하락과 흐름의 다양성 측면에서 평균적으로 0.6정도 낮은 점수가 나온 것이 등급변화에 영향을 준 것으로 보인다. 하천주변 등급평균의 경우에는 3에서 3.6으로 약간 나빠진 것을 알 수 있는데 인접토지 이용에서 큰 차이를 보인다. 이는 과거자료의 측정지점 인접 토지 이용이 산림 인근에서 측정되었기 때문이고 과거자료의 측정지점은 이번 조사의 봉황천2지점에 해당되고 이번 조사에는 하류 3지점이 추가되어 자료값에 차이가 생겼다. 총괄 등급평균의 경우에는 3으로 변동이 없었으며 세부적인 등급의 차이는 하류 3지점에 추가로 인한 자료값의 차이 때문이다.



[그림 4-64] 봉황천 하천자연도 평가 등급도

2) 생태하천복원 구간의 수질

(1) 기존 문헌자료 조사

가. 조사 및 분석방법

하천의 물리적인 구조만으로 하천이 가진 자연도 및 건강성을 판단하기 어려우므로, 생태하천복원 공사가 시행된 구간에 대한 공사 전·후 수질의 변화를 조사하여 개선 여부를 파악하고자 하였다. 수질자료는 기존의 문헌과 환경부, 충청남도, 시·군 등의 자료들을 수집하여 이용하였으며, 이때 기존 자료 중 생태하천복원 사업 구간과 수질 조사 구간이 일치하는 것만을 선택하여 분석을 실시하였다.

[표 4-16] 조사 대상하천 수질자료 목록 현황

시·군	하천명	자료 보유 현황			
		환경부 ¹⁾	충청남도 ²⁾	시·군 ³⁾	기본계획 및 실시설계 ⁴⁾
천안시	천안천	○	○	×	○
천안시	원성천	○	×	×	○
아산시	온양천	×	○	○	×
공주시	유구천	○	○	○	○
서산시	청지천	○	○	×	○
서산시	해미천	×	○	○	○
당진시	당진천	○	○	○	○
서천군	판교천	○	○	○	×
금산군	봉황천	-	-	-	참조하천

주) 1) <http://water.nier.go.kr>(각 년도)

2) 충남 물통합관리시스템(각 년도)

3) 해당 하천 시·군별 자체 측정자료(각 년도)

4) 해당 하천별 정비기본계획 및 실시설계보고서

나. 조사결과

조사결과 사업 시행 전 하천의 평균수질은 천안천, 원성천, 청지천의 경우 등급 외로 개선이 시급한 것으로 나타났으며 당진천 역시 도심하천으로서의 기능이 불가능 한 수준이므로 개선이 필요한 것임을 알 수 있었다.

[표 4-17] 조사 대상하천 사업시행 전 평균 수질

사군	하천명	수질농도(mg/L)					비고
		BOD	COD	T-N	T-P	SS	
천안시	천안천	19.91	16.02	8.958	0.681	18.05	2000~2009년 평균*
천안시	원성천	11.20	11.25	5.965	0.457	25.65	2000~2007년 평균*
아산시	온양천	-	-	-	-	-	자료 없음
공주시	유구천	-	-	-	-	-	자료 없음
서산시	청지천	16.44	12.68	6.170	0.350	21.56	1996~2006년 평균*
서산시	해미천	1.40	3.37	2.322	0.042	0.00	2008~2012년 평균**
당진시	당진천	9.75	7.80	4.402	0.227	22.84	2000~2009년 평균*
서천군	판교천	-	-	-	-	-	자료 없음
금산군	봉황천	-	-	-	-	-	자료 없음

* 사전환경성 검토 자료, ** 환경부 측정망 자료

3) 생태하천복원 구간의 생물상 평가

(1) 기존 문헌자료 조사

대상하천을 기준으로 생태하천 복원사업 전과 후의 생물상을 비교하기 위하여 기존 문헌 자료를 최대한 수집하였다. 그러나 대부분의 조사대상 하천에서 문헌마다 조사 분류군과 지점, 시기 등의 차이가 있었으며, 식물상, 조류, 양서·파충류에 대한 자료는 대부분 부족하였다. 특히 하천의 규모가 작고 특정 지역에 소재하는 하천은 국가의 조사 사업 대상이 아닌 경우가 많아 자체 조사나 연구 자료가 있지 않은 한 자료 자체가 매우 부족하였다.

대상하천 구간을 대상으로 기존의 생물상 자료를 검토한 결과, 분류군 별로 어류와 저서성 대형무척추동물 두 종류에 대해 각종 조사자료가 존재했으며 비교 검토가 가능하였다. 따라서 어류, 저서성 대형무척추동물을 중심으로 환경부의 전국자연환경조사, 국립환경과학원의 수생태계 건강성 조사 및 평가, 각 하천의 사전환경영향평가 보고서, 충청남도 각 시군에서 수행한 비오톱지도 구축 DB를 활용하여 사전 조사 및 분석을 실시하고자 하였다.

[표 4-18] 조사유형별 대상하천의 생물상 자료 유무

하천명	전국자연환경조사	수생태건강성 조사 및 평가	사전영향평가	비오름
천안천	×	○	○	×
원성천	×	○	○	×
온양천	×	×	×	×
유구천	○	○	○	○
청지천	○	○	×	○
해미천	×	×	○	○
당진천	○	○	○	×
판교천	○	○	○	○

[표 4-19] 하천별 생태하천 복원사업 전·후의 생물상 자료 유무

하천명	식물상		조류		양서·파충류		어류		저서성무척추	
	전	후	전	후	전	후	전	후	전	후
천안천	○	×	×	×	×	×	○	×	×	×
원성천	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×
온양천	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
유구천	○	×	○	×	○	×	○	○	○	×
청지천	×	×	×	×	×	×	×	○	×	×
해미천	○	×	○	×	○	×	○	×	○	×
당진천	○	×	○	×	○	×	○	×	○	×
판교천	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

○ : 자료 보유, X : 자료 파악 불가

대상하천의 복원사업 구간과 이전 조사지점의 위치가 일치하지 않는 점과 복원사업이 2000년대 초반부터 최근까지 이루어져 이전의 자료들이 사업 후 자료에 비하여 부족하였다. 그러나 전체 하천의 생물상을 비교하고자 하였으며, 이를 사전영향평가 결과를 통하여 보완하여 최대한 제시하였다.

[표 4-20] 대상 하천 복원사업 완료 전·후의 주요 생물상 출현종 수

하천명	분류군	복원사업 완료 전		복원사업 완료 후	
천안천 2009		2005		미확보	
	식물상	-		ND	
	조류	ND		ND	
	양서파충류	ND		ND	
	어류	3과 3종		ND	
	저서무척추동물	ND		ND	
원성천 2007		2005			
	식물상	-		ND	
	조류	ND		ND	
	양서파충류	ND		ND	
	어류	ND		ND	
	저서무척추동물	ND		ND	
온양천 2005		미확보		미확보	
	식물상	ND		ND	
	조류	ND		ND	
	양서파충류	ND		ND	
	어류	ND		ND	
	저서무척추동물	ND		ND	
유구천 2009		2006		2010*	
	식물상	60과 154종		-	
	조류	22종		-	
	양서파충류	3과 5종		-	
	어류	4과 11종		7과 26종	
	저서무척추동물	17과 24종			
청지천 2006		미확보		2010*	
	식물상	ND		ND	
	조류	ND		ND	
	양서파충류	ND		ND	
	어류	ND		7과 14종	
	저서무척추동물	ND		ND	
해미천 2012		2010		2010*	
	식물상	42과 118종		21종 우점	
	조류	16과 23종		29종	
	양서파충류	6과 10종		3종	
	어류	출현종 없음		ND	
	저서무척추동물	18과 25종		ND	
당진천 2009		2006		미확보	
	식물상	42과 97종		ND	
	조류	9과 10종		ND	
	양서파충류	5과 7종		ND	
	어류	3과 4종		ND	
	저서무척추동물	13과 15종		ND	
판교천 2009		2006		2011*	
	식물상	50과 133종		ND	
	조류	8과 11종		ND	
	양서파충류	2과 3종		ND	
	어류	1과 2종		5과 16종	
	저서무척추동물	17과 23종		ND	
				2014	
	식물상			44과 93종	
	조류			6과 7종	
	양서파충류			3과 4종	
	어류			4과 6종	
	저서무척추동물			21과 27종	

* : 바이오톱 조사

- 수생태계 건강성 평가 자료

환경부는 2006년 물환경관리 기본계획에서 제시한 “생태적으로 건강하고 유해물질로부터 안전한 물” 구현을 목표로 수생태계 건강성 보전 및 관리를 위한 정책을 수행하고 있다. 부착돌말류, 저서성대형무척추동물, 어류, 서식 및 수변환경을 조사하고 각 생물상과 하천환경 조사 결과를 지수화하여 하천 생태계의 환경(건강성)을 평가하는 것을 목적으로 한다.

부착돌말류는 수질 영양상태(TN, TP) 및 수질 환경변화에 민감하며 기질에 장기간 부착하여 서식함으로써 수생태계 건강성을 판단하는 생물로 활용한다. 부착조류를 이용한 TDI(부착돌말지수)는 각 지점에서 출현한 종의 상대밀도, 종의 오염민감도, 종의 출현도에 따른 지표값을 사용하여 계산한다.

저서성 대형무척추동물은 수생태계에서 1차 생산자와 고차소비자를 연결하는 하위 소비자이며, 환경변화에 민감하고 지표성이 뛰어나 수질평가 지표생물로 활용된다. KSI(한국오수생물지수)는 출현한 각 지표생물군의 오탁계급치 및 지표가중치를 적용하여 산출하며, 생물등급기준에 따라 판정한다.

어류는 수생태계 최상위 소비자이며 장시간 서식하고 육안으로 동정이 용이하여 수질평가 지표생물로 많이 활용된다. IBI(생물보전지수)는 8개의 어류 평가 메트릭 모델에 의거하여 평가한다.

서식 및 수변환경은 생물 분류군의 지수를 생물의 서식처 및 하천의 수환경 특성과 연결하여 평가하므로 하천의 외적 정보를 제공한다. 서식수변환경지수는 10개 항목을 평가한 후 하천 수생태계 건강성 평가 척도를 이용하여 등급을 평가한다.

본 연구에 해당하는 대상하천의 수생태계건강성 평가결과를 알아보기 위하여, 국립환경과학원의 수생태계 건강성 조사 및 평가 보고서를 인용하여 정리하였다. 이용 가능한 대상하천은 천안천, 원성천 등 총 6개 하천에 해당된다.

[표 4-21] 수생태계 건강성 조사 및 평가결과

수계	중권역	하천명	조사 구간수 (개)	부착조류 (TDI)		저서성대형 무척추동물(KSI)		어류 (IBI)		서식 및 수변환경 (서식수변환경지수)	
				지수	등급	지수	등급	지수	등급	지수	등급
삼교호	삼교천	천안천	3	42.4	보통	26.3	불량	26.7	보통	46.3	보통
		원성천	1	43.6	보통	40.7	보통	46.9	보통	42.5	보통
금강	금강공주	유구천	1	55.9	양호	81.4	최적	65.7	양호	50.0	보통
기타	부남방조제	청지천	1	50.5	양호	10.8	불량	15.7	불량	45.0	보통
	대호방조제	당진천	1	44.7	보통	38.8	보통	53.2	보통	25.0	불량
	금강서해	판교천	1	33.2	보통	37.5	보통	25.0	보통	57.5	양호

자료 : 국립환경과학원, 수생태계 건강성 조사 및 평가(금강대권역), 2011.

평가결과를 하천별로 살펴보면 천안천의 수생태계 건강성 평가는 4개 분야 중 3개 분야에서 ‘보통(C등급)’으로 평가되었고, 저서성 대형무척추동물 분야의 건강성은 ‘불량(D등급)’으로 평가되었다. 원성천은 부착조류, 저서성 대형무척추동물, 어류, 서식 및 수변환경, 4개 분야가 ‘보통(C등급)’으로 평가되었다.

청지천은 부착조류 건강성이 ‘양호(B등급)’로 평가되었고, 나머지 3개 분야에서는 ‘불량(D등급)’으로 평가되었다. 당진천은 서식 및 수변환경 건강성이 ‘불량(D등급)’으로 평가되었고, 나머지 3개 분야에서는 ‘보통(C등급)’으로 평가되었다. 판교천은 서식 및 수변환경 건강성이 ‘양호(B등급)’로 평가되었고, 나머지 3개 분야에서는 ‘보통(C등급)’으로 평가되었다.

천안천, 원성천, 청지천, 당진천, 판교천 5개 하천의 부착조류 건강성은 ‘양호(B등급)’, 저서성 대형무척추동물, 어류, 서식 및 수변환경 건강성은 ‘보통(C등급)’으로 평가되었다.

• **비오름 지도 구축 자료**

충청남도 각 시·군은 2009년부터 2014년까지 관내 생태현황을 조사하여 생태지도(비오름 지도)를 제작하였다. 토지이용현황도, 현존식생도, 야생동물현황도를 구축하였으며, 하천생태계 조사는 주요 생물상, 멸종위기종, 천연기념물 출현여부 등을 조사하였다.

본 연구의 대상하천에 해당하는 유구천, 청지천, 해미천, 판교천을 중심으로 조사시기, 결과

를 수집하여 정리하였으며, 기타 비오톱 지도를 통하여 사전 구축된 데이터베이스(DB)를 대 상하천 현장조사에 사전 참고 자료로 활용하였다.

[표 4-22] 비오톱 지도 구축 생물상 조사결과

하천명	분류군	조사시기	조사결과		
			출현종수	우점종	멸종위기종
유구천	어류	2009.09.~11. 2010.04.~06.	7과 26종	피라미	흰수마자(Ⅰ급)
청지천	어류	2010.05.~06.	7과 14종	붕어	-
해미천	식생	2009.09.~11. 2010.04.~06.	21종 우점	갈대 등	-
	조류	2008.12.~2009.01. 2009.12.~2010.01.	29종	참새	흰목물떼새(Ⅱ급)
	포유류	2010.05.~06.	3종	너구리	-
	양서·파충류	2010.05.~06.	3종	청개구리	-
판교천	어류	2009.09.~05.	5과 16종	피라미, 치리	-

(2) 저서성 대형무척추동물 현장조사 및 분석

전 세계적으로 인간으로 인한 자연 훼손 및 환경오염이 심해지는 가운데 많은 생물종들이 빠른 속도로 사라지고 있다(OECD, 2012). 최근 우리나라의 경우 도시화, 산업화로 인한 서식지 감소, 기후변화 등으로 우리나라의 생물다양성이 심각하게 위협받고 있고, 생물다양성의 위기를 초래하는 커다란 요인으로는 동식물 서식지의 감소를 들 수 있다(환경부, 2012). 특히, 우리나라와 같은 경우 인간 활동에 의해 야기되는 오염원과 스트레스가 가장 많이 축적되는 생태계가 담수생태계이다(이, 2006).

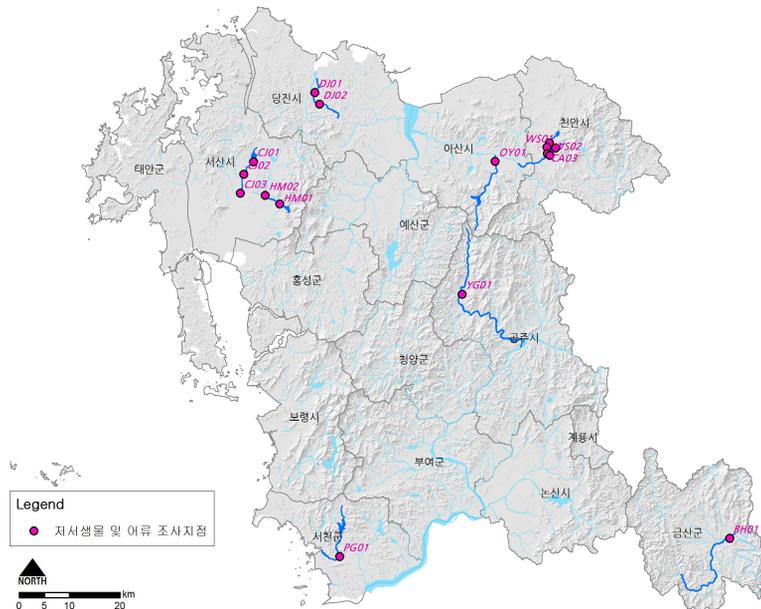
하천생태계는 물의 흐름을 따라 긴 통로로 이루어지며, 물이라는 매체에 의하여 외부와 구별되는 독립적인 생태계일 뿐만 아니라, 고도차에 따라 물이 한 방향으로 지속적으로 흐르고, 물의 통로를 따라 유역 환경이 변하며, 또한 다양한 유역환경의 영향을 생태계 내에서 지속적으로 받기 때문에 매우 복잡한 생태계이다. 이런 특성을 고려하여 하천생태계를 하나의 "연속성의 개념(river continuum concept)"으로 보고 있다(Vannote et al., 1980).

저서성 대형무척추동물은 하천생물 중에서 가장 다양하고 풍부한 무리일 뿐만 아니라, 영양 단계의 저차 소비자(1차 또는 2차 소비자가 대부분)의 역할을 하기 때문에 하천생태계의 구성원으로서 중요하다(Hynes, 1970; Ward, 1992; William & Feltmate, 1992). 또한 이들은 하천생태계의 다양한 환경요인과 서식처에 따라 적응방식이 다양하고, 수질환경에 대하여 민감하게 반응하는 종이 많으므로 순수생태학적 연구뿐만 아니라, 지표종으로 이용되는 등 응용 연구에도 좋은 재료가 된다(Boon, 1988; Dudgeon, 1994, 1995; Minshall, 1988; Reice & Wolemberg, 1993; Rosenberg & Resh, 1993).

가. 조사 시기 및 지점

저서성 대형무척추동물의 출현 및 활동시기를 고려하여 2014년 6월 19일~21일까지 현장 조사를 수행하였다.

저서성 대형무척추동물의 조사지점은 하천의 길이를 고려하여 총 16개 지점의 조사를 실시하였으며, 하천별로는 천안천(3지점), 원성천(2지점), 온양천(1지점), 유구천(1지점), 청지천(3지점), 해미천(2지점), 당진천(2지점), 판교천(1지점), 봉황천(1지점)을 선정하여 조사하였다.



[그림 4-65] 저서성 대형무척추동물 및 어류 조사지점도

나. 조사 및 분석방법

저서성 대형무척추동물의 채집은 지점별로 Surber sampler(30×30 cm, mesh size : 1 mm) 등을 사용하여 채취한 후 지름 1mm 체를 이용하여 정량시료를 얻었다([그림 4-66]). 저서성 대형무척추동물의 생태적 특성을 고려하여 Scoop net을 이용하여 미소서식처(riffle-run-pool sequence)에 따라 정성채집을 수행하였다. 채집된 채집물은 현장에서 90% 에틸알코올로 고정하였고, 실험실로 옮긴 후 골라내어 80% 에틸알코올에 보존하였다.

저서성 대형무척추동물의 동정은 Merritt and Cummins(1996), Kawai(1985), 윤(1988, 1995), 권(1990), 권 등(1993, 2001), 권 등(2013), 원 등(2005)에 준하여 해부현미경(OLYMPUS SZ40)하에서 동정하였다. 동정된 학명의 체계 및 국명은 한국곤충명집(한국곤충학회, 1994), 한국동물명집(한국동물분류학회, 1997)에 의거하여 작성하였다.



Surber sampler 정량조사



Scoop net 정성조사

[그림 4-66] 저서성 대형무척추동물 조사방법

우점종은 동일 지역에서 출현한 개체수의 비율을 고려하여 선정하였으며, 우점도 지수는 McNaughton's dominance index(DI)의 방법에 의하여 산출하였다(McNaughton, et al. 1970). 종 다양도는 Shannon - Wiener Function(H') (Shannon & Wiener, 1949)을 따랐고 균등도는 Pielou(1966), 종풍부도는 Margaref(1958)의 계산에 따랐다.

① 군집분석

모집단과 군집을 기술하는 중요 측정값으로는 밀도(Density), 우점도(Dominance), 상대밀도(Relative density), 종다양도(Biodiversity) 등이 있으며, 이들 측정값으로 다른 중요한 생태측정을 하게 된다. 우점종은 동일 지역에서 출현한 개체수의 비율을 고려하여 선정하였으며, 우점도 지수는 McNaughton's dominance index(DI)의 방법에 의하여 산출하였다(McNaughton, et al. 1970). 종 다양도는 Shannon - Wiener Function(H') (Shannon & Wiener, 1949)을 따랐고 균등도는 Pielou(1966), 종풍부도는 Margaref(1958)의 계산에 따랐다(Ludwig et al. 1988).

• 우점도(Dominance Index : D. I)

환경의 변화가 악화될수록 특정종의 우세가 나타나므로, 어떤 우점종이 군집에서 가지는 상대적인 비를 산출한다면 환경의 변화에 대한 명료한 지표로서 이용될 수 있다는 관점에서 도출된 지수이다. 각 조사지점별로 개체수 현존량에 의하여 우점도를 산출한다(McNaughton, 1970).

$$DI = ni/N$$

DI : 우점도 지수,

N : 총개체수, ni : 제 i 번째 종의 개체수

• 다양도(Biodiversity Index : H')

Margalef(1968)의 정보이론(information theory)에 의하여 유도된 Shannon-Weaver function(Pielou, 1966)을 사용하여 산출한다. 이는 동물군집의 종 풍부도와 개체수의 상대적 균형성을 뜻하는 것으로 군집의 복잡성을 나타낸다.

$$H' = -\sum Pi (Ln/Pi)$$

H' : 다양도, S : 전체 종수

Pi : i 번째에 속하는 개체수의 비율 (ni/N)으로 계산

(N : 군집내의 전체 개체수, ni : 각 종의 개체수)

- **균등도(Evenness Index : E')**

균등도는 각 지수의 최대치에 대한 실제치의 비로서 표현된다. 각 다양도 지수는 군집내 모든 종의 개체수가 동일할 때 최대가 되므로 결국 균등도 지수는 군집내 종구성의 균일한 정도를 나타내는 것으로 Pielou(1975)의 식을 사용하여 산출한다.

$$E' = H' / \ln(S)$$

E' : 균등도, H' : 다양도, S : 전체 종수

- **풍부도(Richness Index : R')**

종풍부도 지수는 총 개체수와 총 종수만을 가지고 군집의 상태를 표현하는 지수로서, 지수가 높을수록 종의 구성이 풍부하게 되므로 환경의 정도가 양호하다는 것을 전제로 하고 있다. 본 조사에서는 대표적인 지수인 Margalef(1958)의 지수를 사용하여 산출한다.

$$R' = (S-1) / \ln(N)$$

R' : 풍부도, S : 전체 종수, N : 총 개체수

② **저서성 대형무척추동물 생태점수(ESB)**

각 조사수역의 환경질의 평가와 생태환경 관리기준의 판정을 위하여 ESB지수(Kong, 1997)를 이용 분석하였다.

$$ESB = \sum_{i=1}^4 (S_i \cdot Q_i) \quad \text{환경부(1997)}$$

ESB : Ecological score of benthic macroinvertebrate community (저서성 대형무척추동물 생태점수)

Q_i : Environmental quality score of individual taxa(개별분류군환경질점수)

S_i : Species frequency to I environmental quality(i 환경질에 대한 출현총합)

환경질 및 오수생물계열에 대한 ESB의 환경질 및 평가는 [표 4-23]을 기초로 한다. 개별 종의 환경질 등급(환경질 score 4 : very clean, 환경질 score 3 : clean, 환경질 score 2 : polluted, 환경질 score 1 : very polluted)

[표 4-23] 환경질 및 오수 생물계열 평가표

환경질의 평가				오수생물계열의 평가	
ESB	환경상태	지역구분	수질등급	ESB	오수생물계열
81 이상	매우양호	최우선보호수역	I	51 이상	빈부수성
61-80	양호	우선보호수역			
41-60	다소양호	보호수역	II	21-50	β - 중부수성
26-40	다소불량	개선수역			
13-25	불량	우선개선수역	III	9-20	α - 중부수성
12 이하	매우불량	최우선개선수역	IV-V	8 이하	강부수성

③ 저서동물지수(BMI)

환경부 수생태계 건강성 평가에서 제시된 바 있는 저서성 대형무척추동물을 이용한 생물평가 기법인 저서동물지수(BMI)를 이용하여 각 지점의 수생태계 건강성을 분석하였다([표 4-24]).

$$BMI = (4 - \frac{\sum_{i=1}^n (s_i \cdot h_i \cdot g_i)}{\sum_{i=1}^n (h_i \cdot g_i)}) \times 25 \quad \text{환경부(2012)}$$

- BMI* 저서동물지수(Benthic Macroinvertebrate Index)
- i* 지정된 지표생물군의 일련번호(Number assigned to the taxon)
- n* 출현한 지표생물군의 총수(Number of species)
- s_i* 지표생물군의 단위오탁지수(Unit saprobic value of the species *i*)
- h_i* 지표생물군의 출현도(Frequency of the species *i*)
- g_i* 지표생물군의 지표가중치(Indicator weight value of the species *i*)

[표 4-24] 저서동물지수(BMI)를 이용한 생물등급의 판정

생물등급	저서동물지수(BMI)	환경 상태	표현색
A	80 ≤ ~ 100	최상	파랑
B	60 ≤ ~ < 80	양호	초록
C	45 ≤ ~ < 60	보통	노랑
D	0 ~ < 45	불량	빨강

다. 조사 및 분석결과

① 천안천

• 대상하천 서식환경

천안천의 각 조사지점에 대한 서식환경은 다음과 같다.

[표 4-25] 천안천 각 조사지점의 서식환경

서식지	서식환경	
	조사지점	CA01
	유역환경	주거밀집지
	제방	자연형 + 석축
	수변식생	초본
	하상구조	실트 > 모래 > 호박돌
	조사지점	CA02
	유역환경	주거밀집지
	제방	석축
	수변식생	초본 > 관목
	하상구조	실트 > 모래 > 호박돌
	조사지점	CA03
	유역환경	주거밀집지
	제방	석축 + 콘크리트수직벽
	수변식생	초본
	하상구조	모래 > 실트

• 저서성 대형무척추동물상

천안천에서 확인된 저서성 대형무척추동물은 총 3문 6강 10목 12과 16종 29,267개체의 서식 분포가 확인되었다. 각 분류군별로 살펴보면 연체동물문 4종, 환형동물문 3종, 절지동물문 9종이 조사되었고, 절지동물문에는 연갑각이 1종, 곤충강이 8종으로 곤충강에는 하루살이목 1종, 잠자리목 1종, 노린재목 1종, 파리목 4종, 날도래목 1종의 서식이 확인되었다([표 4-26]). 환경부에서 지정한 멸종위기야생생물 및 특이종은 서식을 확인하지 못하였다.

[표 4-26] 천안천에서 확인된 저서성 대형무척추동물 목록

종 명	국 명	CA01	CA02	CA03
<i>Radix (Radix) auricularia</i> (Linnaeus)	물달팽이		6	
<i>Physa acuta</i> Draparnaud	원돌이물달팽이	6	28	39
<i>Hippeutis cantori</i> (Benson)	수정또아리물달팽이	6		
<i>Corbicula (Corbiculina) leana</i> Prime	참재첩	6		
<i>Branchiura sowerbyi</i> Beddard	아가미지렁이		311	
<i>Limnodrilus gotoi</i> Hatai	실지렁이	2,489	16,533	3,867
<i>Erpobdella lineata</i> Müller	들거머리	106		28
<i>Asellus hilgendorffii</i> Bovalius	물벌레		28	172
<i>Baetis fuscatus</i> (Linnaeus)	개똥하루살이	722		333
<i>Paracercion calamorum</i> (Ris)	등검은실잠자리	6		
<i>Appasus japonicus</i> Vuillefroy	물자라		6	
Chironomidae sp.1	갈따구류 sp.1	356		78
Chironomidae sp.2	갈따구류 sp.2			6
Chironomidae sp.6	갈따구류 sp.6	2,311	1,622	44
Tanypodinae sp.	늪갈따구류	89		11
<i>Cheumatopsyche brevilineata</i> Iwata	꼬마줄날도래	61		
출현 종수		11	7	9
출현 개체수(개체/m ²)		6,156	18,533	4,578

- 우점종 및 우점율

천안천의 각 조사지점에서 확인된 저서성 대형무척추동물의 우점종은 CA01에서 실지렁이와 깔따구 sp.6이 각각 40.4%와 37.5%, CA02에서 실지렁이와 깔따구 sp.6이 각각 89.2%와 8.8%, CA03에서 실지렁이와 개똥하루살이가 각각 84.5%와 7.3%로 조사되어 단위면적당 특정 종의 상대밀도가 매우 높게 서식하는 것으로 조사되어 군집구조가 단순함을 간접적으로 나타내고 있다([표 4-27] 및 [그림 4-67]).

[표 4-27] 천안천에서 출현한 저서성 대형무척추동물의 우점종 및 우점율(%)

조사지점	우점종 및 우점율(%)			
	제1우점종	우점율(%)	제2우점종	우점율(%)
CA01	실지렁이	40.4	깔따구 sp.6	37.5
CA02	실지렁이	89.2	깔따구 sp.6	8.8
CA03	실지렁이	84.5	개똥하루살이	7.3



원돌이물달팽이



실지렁이



개똥하루살이



깔따구 sp.6

[그림 4-67] 저서성 대형무척추동물 주요 우점종 사진(천안천)

- **군집분석**

일반적으로 우점도지수(DI)는 지수값이 1에 가까울수록 생태계 내의 군집이 매우 단순함을 의미하며, 반대로 생물다양성과 안정성이 높은 생태계에서의 우점도지수는 낮게 나타난다. 종 다양도지수(H)는 지수값이 높을수록 다양한 종이 안정적으로 서식하고 있음을 의미한다. 균 등도지수(J)는 종 조성이 어느 정도 균일한가를 보여주는 것으로 안정적인 생태계에서는 높은 값을 나타낸다. 풍부도지수(R1)는 값이 높을 수록 하천에 서식하는 생물종에 의한 생태적 안정성이 높음을 의미한다. 본 조사지점의 경우 우점도지수 값은 0.780~0.980, 다양도지수 값은 0.589~1.951, 풍부도지수 값은 0.611~1.146, 균등도지수 값은 0.210~0.564의 범위로 나타나 생물다양성 및 서식지 안정성이 낮은 지역으로 판단되어진다. 상류지역에 비하여 중·하류지역의 환경상태가 더 불량한 것으로 조사되었다([표 4-28]).

[표 4-28] 천안천 각 조사지점의 저서성 대형무척추동물 군집지수값

지점	군집지수	우점도	다양도	풍부도	균등도
CA01		0.780	1.951	1.146	0.564
CA02		0.980	0.589	0.611	0.210
CA03		0.917	0.960	0.949	0.303

- **저서성 대형무척추동물 생태점수(ESB)**

천안천에서 확인된 저서성 대형무척추동물을 대상으로 ESB 생태점수를 분석한 결과, 상류지역인 CA01의 경우 “불량”한 환경상태 우선개선수역, 수질등급은 “Ⅲ등급”, 오수생물계열평가는 “ α -중부수성”수역으로 조사되었다. 중·하류지역의 경우 “매우불량”한 환경상태 최우선개선수역, 수질등급 “Ⅳ-Ⅴ등급”, 오수생물계열평가는 “ α -중부수성”수역으로 조사되었다([표 4-29]).

[표 4-29] 천안천 각 조사지점에서 ESB을 이용한 환경질 및 오수생물계열 평가

지점	생태점수 (ESB)	환경질 평가			오수생물계열 평가
		환경상태	지역구분	수질등급	
CA01	19	불량	우선개선수역	Ⅲ	α -중부수성
CA02	9	매우불량	최우선개선수역	Ⅳ-V	α -중부수성
CA03	11	매우불량	최우선개선수역	Ⅳ-V	α -중부수성

- 저서동물지수(BMI)

천안천에서 확인된 저서성 대형무척추동물을 대상으로 BMI를 분석한 결과, 전체적으로 BMI 값이 6.2~10.1의 범위로 조사되어 생물등급 “D”에 환경상태는 “불량”한 것으로 조사되었다([표 4-30]).

[표 4-30] 천안천 각 조사지점에서 저서동물지수(BMI)를 이용한 생물등급의 판정

지점	저서동물지수(BMI)	생물등급	환경상태	표현색
CA01	10.1	D	불량	빨강
CA02	6.2	D	불량	빨강
CA03	8.5	D	불량	빨강

② 원성천

- 대상하천 서식환경

원성천의 각 조사지점에 대한 대략적인 서식환경은 다음과 같다.

[표 4-31] 원성천 각 조사지점의 서식환경

서식지	서식환경	
	조사지점	WS01
	유역환경	주거밀집지
	제방	큰크리트수직벽
	수변식생	초본
	하상구조	모래 > 실트 > 자갈
	조사지점	WS02
	유역환경	주거밀집지
	제방	자연형 + 석축
	수변식생	초본
	하상구조	모래 > 실트 > 자갈

• 저서성 대형무척추동물상

원성천에서 확인된 저서성 대형무척추동물은 총 3문 4강 9목 11과 16종 1,789개체의 서식 분포가 확인되었다. 각 분류군별로 살펴보면 연체동물문 3종, 환형동물문 4종, 절지동물문 9종이 조사되었고, 절지동물문에는 곤충강에 속하는 하루살이목 1종, 잠자리목 2종, 노린재목 1종, 파리목 4종, 날도래목 1종의 서식이 확인되었다([표 4-32]). 환경부에서 지정한 멸종위기야생생물 및 특이종은 서식을 확인하지 못하였다.

[표 4-32] 원성천에서 확인된 저서성 대형무척추동물 목록

종 명	국 명	WS01	WS02
<i>Radix (Radix) auricularia</i> (Linnaeus)	물달팽이	11	
<i>Physa acuta</i> Draparnaud	원돌이물달팽이	6	6
<i>Hippeutis cantori</i> (Benson)	수정또아리물달팽이	6	6
<i>Limnodrilus gotoi</i> Hatai	실지렁이	133	44
<i>Alboglossiphonia lata</i> (Oka)	조개넙적거머리	6	6
<i>Toryx tagoi</i> (Oka)	개구리넙적거머리	6	
<i>Erpobdella lineata</i> Müller	돌거머리	89	33
<i>Baetis fuscatus</i> (Linnaeus)	개똥하루살이	117	50
<i>Orthetrum albistylum</i> Selys	밀잠자리	6	
<i>Sympetrum eroticum</i> (Selys)	두점박이좀잠자리		6
<i>Appasus japonicus</i> Vuillefroy	물자라		6
Chironomidae sp.1	갈따구류 sp.1	6	111
Chironomidae sp.2	갈따구류 sp.2		44
Chironomidae sp.4	갈따구류 sp.4	867	67
Tanypodinae sp.	늪갈따구류		44
<i>Cheumatopsyche brevilineata</i> Iwata	꼬마줄날도래	28	89
출현 종수		12	13
출현 개체수(개체/㎡)		1,278	511

- 우점종 및 우점율

원성천의 각 조사지점에서 확인된 저서성 대형무척추동물의 우점종은 WS01에서 깔따구 sp.4와 실지렁이가 각각 67.8%와 10.4%, WS02에서 깔따구 sp.1과 꼬마줄날도래가 각각 21.7%와 17.4%로 조사되어 단위면적당 특정 종의 상대밀도가 매우 높게 서식하는 것으로 조사되어 군집구조가 단순함을 간접적으로 나타내고 있다([표 4-33] 및 [그림 4-68]).

[표 4-33] 원성천에서 출현한 저서성 대형무척추동물의 우점종 및 우점율(%)

조사지점	우점종 및 우점율(%)			
	제1우점종	우점율(%)	제2우점종	우점율(%)
WS01	깔따구 sp.4	67.8	실지렁이	10.4
WS02	깔따구 sp.1	21.7	꼬마줄날도래	17.4



실지렁이



돌거머리



깔따구 sp.1



꼬마줄날도래

[그림 4-68] 저서성 대형무척추동물 주요 우점종 사진(원성천)

- **군집분석**

본 조사지점의 경우 우점도지수 값은 0.391~0.783, 다양도지수 값은 1.687~3.159, 풍부도지수 값은 1.538~1.924, 균등도지수 값은 0.471~0.854의 범위로 나타나 상류지역보다 하류지역의 군집이 양호한 것으로 나타나고 있으나, 출현종수가 적고 전체적으로는 생태적으로 불안정한 환경으로 판단되어진다([표 4-34]).

[표 4-34] 원성천 각 조사지점의 저서성 대형무척추동물 군집지수값

지점	군집지수	우점도	다양도	풍부도	균등도
WS01		0.783	1.687	1.538	0.471
WS02		0.391	3.159	1.924	0.854

- **저서성 대형무척추동물 생태점수(ESB)**

원성천에서 확인된 저서성 대형무척추동물을 대상으로 ESB 생태점수를 분석한 결과, 전구간에서 “불량”한 환경상태 우선개선수역, 수질등급 “Ⅲ등급”, 오수생물계열평가는 “ α -중부수성”과 “ β -중부수성”수역으로 조사되었다. 중·하류지역의 경우 “매우불량”한 환경상태 최우선개선수역, 수질등급 “Ⅳ-Ⅴ등급”, 오수생물계열평가는 “ α -중부수성”수역으로 조사되었다([표 4-35]).

[표 4-35] 원성천 각 조사지점에서 ESB을 이용한 환경질 및 오수생물계열 평가

지점	생태점수(ESB)	환경질 평가			오수생물계열 평가
		환경상태	지역구분	수질등급	
WS01	20	불량	우선개선수역	Ⅲ	α -중부수성
WS02	21	불량	우선개선수역	Ⅲ	β -중부수성

- **저서동물지수(BMI)**

원성천에서 확인된 저서성 대형무척추동물을 대상으로 BMI를 분석한 결과, BMI 값은 17.6~34.1의 범위로 조사되어 생물등급 “D”에 환경상태는 “불량”한 것으로 조사되었다([표4-36]).

[표 4-36] 원성천 각 조사지점에서 저서동물지수(BMI)를 이용한 생물등급의 판정

지점	저서동물지수(BMI)	생물등급	환경상태	표현색
WS01	17.6	D	불량	빨강
WS02	34.1	D	불량	빨강

③ 온양천

• 대상하천 서식환경

온양천의 조사지점에 대한 서식환경은 다음과 같다([표 4-37]).

[표 4-37] 온양천 조사지점의 서식환경

서식지	서식환경	
		조사지점
	유역환경	주거지, 농경지
	제방	석축 + 자연형
	수변식생	초본 > 관목
	하상구조	잔자갈 > 모래 > 실트

• 저서성 대형무척추동물상

온양천에서 확인된 저서성 대형무척추동물은 총 3문 5강 8목 13과 17종 2,600개체의 서식 분포가 확인되었다. 각 분류군별로 살펴보면 연체동물문 3종, 환형동물문 2종, 절지동물문 12종이 조사되었고, 절지동물문에는 곤충강에 속하는 하루살이목 4종, 잠자리목 2종, 노린재목 1종, 딱정벌레 1종, 파리목 3종, 날도래목 4종의 서식이 확인되었다([표 4-38]). 환경부에서 지정한 멸종위기야생생물 및 특이종은 서식을 확인하지 못하였다.

[표 4-38] 온양천에서 확인된 저서성 대형무척추동물 목록

종 명	국 명	OY01
<i>Radix (Radix) auricularia</i> (Linnaeus)	물달팽이	6
<i>Physa acuta</i> Draparnaud	원돌이물달팽이	6
<i>Unio (Nodularia) douglasiae</i> Griffith & Pidgeon	말조개	6
<i>Limnodrilus gotoi</i> Hatai	실지렁이	78
<i>Erpobdella lineata</i> Müller	돌거머리	22
<i>Potamanthus formosus</i> Eaton	작은강하루살이	6
<i>Ephemerella setigera</i> Bajkova	범꼬리하루살이	11
<i>Uracanthella punctisetae</i> (Matsumura)	등줄하루살이	33
<i>Baetis fuscatus</i> (Linnaeus)	개똥하루살이	2,111
<i>Appasus japonicus</i> Vuillefroy	물자라	6
<i>Tipula latemarginata</i> Alexander	애아이노각다귀	6
Chironomidae sp.1	갈따구류 sp.1	122
Chironomidae sp.2	갈따구류 sp.2	44
<i>Cheumatopsyche brevilineata</i> Iwata	꼬마줄날도래	83
<i>Hydropsyche kozhantschikovi</i> Martynov	줄날도래	28
<i>Hydropsyche valvata</i> Martynov	흰점줄날도래	28
<i>Psychomyia</i> KUa	통날도래 KUa	6
출현 종수		17
출현 개체수(개체/m ²)		2,600

• 우점종 및 우점율

온양천의 조사지점에서 확인된 저서성 대형무척추동물의 우점종은 OY01에서개똥하루살이와 갈따구 sp.1이 각각 81.2%와 4.7%로 조사되어 단위면적당 특정 종의 상대밀도가 매우 높게 서식하는 것으로 조사되어 군집구조가 단순함을 간접적으로 나타내고 있다([표 4-39] 및 [그림 4-69]).

[표 4-39] 온양천에서 출현한 저서성 대형무척추동물의 우점종 및 우점율(%)

조사지점	우점종 및 우점율(%)			
	제1우점종	우점율(%)	제2우점종	우점율(%)
OY01	개똥하루살이	81.2	깔따구 sp.1	4.7



개똥하루살이



등줄하루살이



깔따구 sp.1



꼬마줄날도래

[그림 4-69] 저서성 대형무척추동물 주요 우점종 사진(온양천)

- **군집분석**

본 조사지점의 경우 우점도지수 값은 0.859, 다양도지수 값은 1.308, 풍부도지수 값은 2.035, 균등도지수 값은 0.320으로 나타나 생물다양성 및 서식지 안정성이 낮은 지역으로 판단되어진다([표 4-40]).

[표 4-40] 온양천 각 조사지점의 저서성 대형무척추동물 군집지수값

지점	군집지수	우점도	다양도	풍부도	균등도
OY01		0.859	1.308	2.035	0.320

- 저서성 대형무척추동물 생태점수(ESB)

온양천에서 확인된 저서성 대형무척추동물을 대상으로 ESB 생태점수를 분석한 결과, 전체적으로 “다소양호”한 환경상태 보호수역, 수질등급은 “II 등급”, 오수생물계열평가는 “β-중부수성”수역으로 조사되었다([표 4-41]).

[표 4-41] 온양천 각 조사지점에서 ESB을 이용한 환경질 및 오수생물계열 평가

지점	생태점수 (ESB)	환경질 평가			오수생물계열 평가
		환경상태	지역구분	수질등급	
OY01	41	다소양호	보호수역	II	β-중부수성

- 저서동물지수(BMI)

온양천에서 확인된 저서성 대형무척추동물을 대상으로 BMI를 분석한 결과, OY01의 경우 BMI 값이 21.6으로 조사되어 생물등급 “D”에 환경상태는 “불량”한 것으로 조사되었다([표 4-42]).

[표 4-42] 온양천 각 조사지점에서 저서동물지수(BMI)를 이용한 생물등급의 판정

지점	저서동물지수(BMI)	생물등급	환경상태	표현색
OY01	21.6	D	불량	빨강

④ 유구천

• 대상하천 서식환경

유구천의 각 조사지점에 대한 서식환경은 다음과 같다([표 4-43]).

[표 4-43] 유구천 각 조사지점의 서식환경

서식지	서식환경	
	조사지점	YG01
	조사지점	YG01
	유역환경	주거지, 농경지, 산림
	제방	자연형
	수변식생	초본 > 관목
	하상구조	자갈 > 호박돌 > 모래

• 저서성 대형무척추동물상

유구천 1개 지점에 대한 현지조사에서 확인된 저서성 대형무척추동물은 총 3문 4강 8목 22과 32종 1,939개체의 서식 분포가 확인되었다. 각 분류군별로 살펴보면 연체동물문 5종, 환형동물문 1종, 절지동물문 26종이 조사되었고, 절지동물문에는 곤충강에 속하는 하루살이 목 13종, 잠자리목 2종, 파리목 4종, 날도래목 7종의 서식이 확인되었다([표 4-44]). 환경부에서 지정한 멸종위기야생생물의 서식을 확인하지 못하였으나, 국외반출승인대상종 2종(강하루살이, 노란축범잠자리), 한반도고유종 1종(강하루살이)의 서식이 확인되었다.

[표 4-44] 유구천에서 확인된 저서성 대형무척추동물 목록

종 명	국 명	YG01
<i>Cipangopaludina chinensis malleata</i> (Reeve)	논우렁이	
<i>Semisulcospira libertina</i> (Gould)	다슬기	50
<i>Radix (Radix) auricularia</i> (Linnaeus)	물달팽이	6
<i>Physa acuta</i> Draparnaud	원돌이물달팽이	6
<i>Gyraulus convexiusculus</i> (Hutton)	또아리물달팽이	

[표 4-44] 유구천에서 확인된 저서성 대형무척추동물 목록(계속)

종 명	국 명	YG01
<i>Oxyloma hirasei</i> (Pilsbry)	뽕족째물우렁이	11
<i>Corbicula (Corbiculina) leana</i> Prime	참재첩	33
<i>Limnodrilus gotoi</i> Hatai	실지렁이	6
<i>Erpobdella lineata</i> Müller	돌거머리	
<i>Choroterpes (Euthraulius) altioculus</i> Kluge	세갈래하루살이	389
<i>Rhoenanthus coreanus</i> (Yoon & Bae)	강하루살이	39
<i>Ephemera orientalis</i> McLachlan	동양하루살이	6
<i>Ephemerella setigera</i> Bajkova	범꼬리하루살이	39
<i>Uracanthella punctisetae</i> (Matsumura)	등줄하루살이	161
<i>Caenis nishinoae</i> Malzacher	등딱지하루살이	11
<i>Ecdyonurus bajkovae</i> Kluge	몽당하루살이	17
<i>Ecdyonurus kibunensis</i> Imanishi	두점하루살이	
<i>Ecdyonurus levis</i> (Navás)	네점하루살이	44
<i>Epeorus pellucidus</i> (Brodsky)	부채하루살이	22
<i>Acentrella gnom</i> (Kluge)	깨알하루살이	39
<i>Baetis fuscatus</i> (Linnaeus)	개똥하루살이	100
<i>Cloeon dipterum</i> (Linnaeus)	연못하루살이	11
<i>Nigrobaetis bacillus</i> (Kluge)	깜장하루살이	6
<i>Calopteryx atrata</i> Selys	검은물잠자리	
<i>Calopteryx japonica</i> Selys	물잠자리	
<i>Paracercion calamorum</i> (Ris)	등검은실잠자리	6
<i>Davidius lunatus</i> (Bartenef)	쇠촉범잠자리	
<i>Lamelligomphus ringens</i> (Needham)	노란촉범잠자리	33
<i>Macromia amphigena</i> Selys	잔산잠자리	
<i>Orthetrum albistylum</i> Selys	밀잠자리	
<i>Lyriothemis pachygastra</i> (Selys)	배치레잠자리	
<i>Antocha</i> KUa	명주각다귀 KUa	6
<i>Tipula</i> KUa	각다귀 KUa	

[표 4-44] 유구천에서 확인된 저서성 대형무척추동물 목록(계속)

종 명	국 명	YG01
Chironomidae sp.1	깔따구류 sp.1	22
Chironomidae sp.2	깔따구류 sp.2	6
Chironomidae spp. (red type)	깔따구류(붉은색)	
Tanypodinae sp.	늪깔따구류	22
<i>Rhyacophila nigrocephala</i> Iwata	검은머리물날도래	94
<i>Hydroptila</i> KUa	애날도래 KUa	6
<i>Glossosoma</i> KUa	광택날도래 KUa	
<i>Cheumatopsyche brevilineata</i> Iwata	꼬마줄날도래	544
<i>Hydropsyche kozhantschikovi</i> Martynov	줄날도래	150
<i>Hydropsyche valvata</i> Martynov	흰점줄날도래	33
<i>Psychomyia</i> KUa	통날도래 KUa	11
<i>Hydatophylax nigrovittatus</i> McLachlan	띠무늬우묵날도래	
<i>Neophylax ussuriensis</i> Martynov	가시우묵날도래	
<i>Mystacides</i> KUa	청나비날도래 KUa	11
출현 종수		32
출현 개체수(개체/m ²)		1,939

• 우점종 및 우점율

현지조사에서는 꼬마줄날도래와 세갈래하루살이가 각각 28.1%와 20.1%로 조사되어 비교적 균집구조 및 생태적 안정성이 높은 지역으로 판단되어진다([표 4-45] 및 [그림 4-70]).

[표 4-45] 유구천에서 출현한 저서성 대형무척추동물의 우점종 및 우점율(%)

조사지점	우점종 및 우점율(%)			
	제1우점종	우점율(%)	제2우점종	우점율(%)
YG01	꼬마줄날도래	28.1	세갈래하루살이	20.1



다슬기



세갈래하루살이



노란측범잠자리



꼬미줄날도래

[그림 4-70] 저서성 대형무척추동물 주요 우점종 사진(유구천)

- 군집분석

현지조사의 경우 우점도지수 값은 0.481, 다양도지수 값은 3.611, 풍부도지수 값은 4.095, 균등도지수 값은 0.722로 나타나 비교적 안정된 서식환경을 유지하고 있는 것으로 판단되어 진다([표 4-46]).

[표 4-46] 유구천 각 조사지점의 저서성 대형무척추동물 군집지수값

지점	군집지수	우점도	다양도	풍부도	균등도
YG01		0.481	3.611	4.095	0.722

- 저서성 대형무척추동물 생태점수(ESB)

현장조사에서 확인된 저서성 대형무척추동물을 대상으로 ESB 생태점수를 분석한 결과, “매우양호”한 환경상태 최우선개선수역, 수질등급 “I등급”, 오수생물계열평가는 “빈부수성”수역으로 조사되었다([표 4-47]).

[표 4-47] 유구천 각 조사지점에서 ESB을 이용한 환경질 및 오수생물계열 평가

지점	생태점수 (ESB)	환경질 평가			오수생물계열 평가
		환경상태	지역구분	수질등급	
YG01	92	매우양호	최우선보호수역	I	빈부수성

- 저서동물지수(BMI)

현지조사를 통하여 확인된 저서성 대형무척추동물을 대상으로 BMI를 분석한 결과, BMI 값이 65.7로 조사되어 생물등급 “B”에 환경상태는 “양호”한 것으로 조사되었다([표 4-48]).

[표 4-48] 유구천 각 조사지점에서 저서동물지수(BMI)를 이용한 생물등급의 판정

지점	저서동물지수(BMI)	생물등급	환경상태	표현색
YG01	65.7	B	양호	초록

⑤ 청지천

- 대상하천 서식환경

청지천의 각 조사지점에 대한 서식환경은 다음과 같다([표 4-49]).

[표 4-49] 청지천 각 조사지점의 서식환경

서식지	서식환경	
	조사지점	서식환경
	조사지점	CJ01
	유역환경	산림, 농경지
	제방	자연형 + 돌망태
	수변식생	관목 > 초본
	하상구조	자갈 > 모래 > 실트
	조사지점	CJ02
	유역환경	산림
	제방	자연형
	수변식생	초본 > 관목
	하상구조	수심이 깊고 물이 탁해서 확인할 수 없음
	조사지점	CJ03
	유역환경	농경지
	제방	자연형
	수변식생	초본
	하상구조	수심이 깊고 물이 탁해서 확인할 수 없음

● 저서성 대형무척추동물상

청지천에서 확인된 저서성 대형무척추동물은 총 4문 5강 12목 18과 22종 19,444개체의 서식 분포가 확인되었다. 각 분류군별로 살펴보면 편형동물 1종, 연체동물문 3종, 환형동물문 3종, 절지동물문 15종이 조사되었고, 절지동물문에는 곤충강에 속하는 하루살이목 1종, 잠자

리목 2종, 노린재목 2종, 딱정벌레 1종, 파리목 6종, 날도래목 3종의 서식이 확인되었다([표 4-50]). 환경부에서 지정한 멸종위기야생생물은 서식을 확인하지 못하였고, 국립환경과학원에서 선정한 분포특이종(NIER종) 1종(별날도래)이 조사되었다.

[표 4-50] 청지천에서 확인된 저서성 대형무척추동물 목록

종 명	국 명	CJ01	CJ02	CJ03
<i>Dugesia japonica</i> Ichikawa & Kawakatsu	플라나리아	6		
<i>Parafossarulus manchouricus</i> (Böurguignat)	쇠우렁이		6	
<i>Physa acuta</i> Draparnaud	원돌이물달팽이		6	6
<i>Hippeutis cantori</i> (Benson)	수정또아리물달팽이		6	
<i>Limnodrilus gotoi</i> Hatai	실지렁이	78	133	89
<i>Alboglossiphonia lata</i> (Oka)	조개넙적거머리		39	
<i>Erpobdella lineata</i> Müller	돌거머리		233	6
<i>Baetis fuscatus</i> (Linnaeus)	개똥하루살이	11		
<i>Ischnura asiatica</i> (Brauer)	아시아실잠자리	6		
<i>Platycnemis phyllopoda</i> Djakonov	방울실잠자리	6		
<i>Ranatra chinensis</i> Mayr	게아재비	6		
<i>Appasus japonicus</i> Vuillefroy	물자라		6	
<i>Helochares nipponicus</i> Hebauer	좀물땡땡이		6	
<i>Tipula</i> KUa	각다귀 KUa	11		
Chironomidae sp.1	깔따구류 sp.1	1,489	2,444	4,311
Chironomidae sp.2	깔따구류 sp.2	89		
Chironomidae sp.6	깔따구류 sp.6	44	533	711
Tanypodinae sp.	늪깔따구류	111	222	1,200
Empididae sp.	춤파리류			6
<i>Cheumatopsyche brevilineata</i> Iwata	꼬마줄날도래	7,600		17
<i>Hydropsyche kozhantschikovi</i> Martynov	줄날도래			6
<i>Ecnomus tenellus</i> (Rambur)	별날도래			6
출현 종수		12	11	10
출현 개체수(개체/㎥)		9,456	3,633	6,356

- 우점종 및 우점율

청지천의 각 조사지점에서 확인된 저서성 대형무척추동물의 우점종은 CJ01에서 꼬마줄날도래와 깔따구 sp.1이 각각 80.4%와 15.7%, CJ02에서 깔따구 sp.1와 깔따구 sp.6이 각각 67.3%와 14.7%, CJ03에서 깔따구 sp.1와 늪깔따구류가 각각 67.8%와 18.9%로 조사되어 단위면적당 특정 종의 상대밀도가 매우 높게 서식하는 것으로 조사되어 군집구조가 단순함을 간접적으로 나타내고 있다([표 4-51] 및 [그림 4-71]).

[표 4-51] 청지천에서 출현한 저서성 대형무척추동물의 우점종 및 우점율(%)

조사지점	우점종 및 우점율(%)			
	제1우점종	우점율(%)	제2우점종	우점율(%)
CJ01	꼬마줄날도래	80.4	깔따구 sp.1	15.7
CJ02	깔따구 sp.1	67.3	깔따구 sp.6	14.7
CJ03	깔따구 sp.1	67.8	늪깔따구류	18.9



실지렁이



돌거머리



깔따구 sp.1



꼬마줄날도래

[그림 4-71] 저서성 대형무척추동물 주요 우점종 사진(청지천)

- **군집분석**

본 조사지점의 경우 우점도지수 값은 0.820~0.961, 다양도지수 값은 0.953~1.608, 풍부도지수 값은 1.278~1.542, 균등도지수 값은 0.266~0.465의 범위로 나타나 생물다양성 및 서식지 안정성이 낮은 지역으로 판단되어진다([표 4-52]).

[표 4-52] 청지천 각 조사지점의 저서성 대형무척추동물 군집지수값

지점	군집지수	우점도	다양도	풍부도	균등도
CJ01		0.961	0.953	1.479	0.266
CJ02		0.820	1.608	1.542	0.465
CJ03		0.867	1.341	1.278	0.404

- **저서성 대형무척추동물 생태점수(ESB)**

청지천에서 확인된 저서성 대형무척추동물을 대상으로 ESB 생태점수를 분석한 결과, 전체적으로 “불량”한 환경상태의 우선개선수역, 수질등급은 “Ⅲ등급”, 오수생물계열평가는 “β-중부수성”수역으로 조사되었다([표 4-53]).

[표 4-53] 청지천 각 조사지점에서 ESB를 이용한 환경질 및 오수생물계열 평가

지점	생태점수 (ESB)	환경질 평가			오수생물계열 평가
		환경상태	지역구분	수질등급	
CJ01	24	불량	우선개선수역	Ⅲ	β-중부수성
CJ02	16	불량	우선개선수역	Ⅲ	α-중부수성
CJ03	19	불량	우선개선수역	Ⅲ	α-중부수성

- **저서동물지수(BMI)**

청지천에서 확인된 저서성 대형무척추동물을 대상으로 BMI를 분석한 결과, CJ01의 경우 BMI 값이 64.3으로 조사되어 생물등급 “B”에 환경상태는 “양호”한 것으로 나타났으나, CJ02와 CJ03의 경우 BMI 값이 각각 13.4와 28.8로 조사되어 생물등급 “D”에 환경상태는 “불량”한 것으로 조사되었다([표 4-54]).

[표 4-54] 청지천 각 조사지점에서 저서동물지수(BMI)를 이용한 생물등급의 판정

지점	저서동물지수(BMI)	생물등급	환경상태	표현색
CJ01	64.3	B	양호	초록
CJ02	13.4	D	불량	빨강
CJ03	28.8	D	불량	빨강

⑥ 해미천

• 대상하천 서식환경

해미천의 각 조사지점에 대한 서식환경은 다음과 같다([표 4-55]).

[표 4-55] 해미천 각 조사지점의 서식환경

서식지	서식환경	
	조사지점	HM01
	유역환경	주거밀집지
	제방	자연형 + 콘크리트수직벽
	수변식생	초본
	하상구조	모래 > 잔자갈 > 자갈
	조사지점	HM02
	유역환경	주거밀집지
	제방	자연형
	수변식생	초본
	하상구조	모래 > 실트 > 잔자갈

- 저서성 대형무척추동물상

해미천에서 확인된 저서성 대형무척추동물은 총 4문 6강 10목 22과 27종 4,428개체의 서식 분포가 확인되었다. 각 분류군별로 살펴보면 편형동물문 1종, 연체동물문 5종, 환형동물문 2종, 절지동물문 19종이 조사되었고, 절지동물문 곤충강에 속하는 하루살이목 5종, 잠자리목 5종, 노린재목 1종, 파리목 5종, 날도래목 3종의 서식이 확인되었다([표 4-56]). 환경부에서 지정한 멸종위기야생생물 및 특이종은 서식을 확인하지 못하였다.

[표 4-56] 해미천에서 확인된 저서성 대형무척추동물 목록

종 명	국 명	HM01	HM02
<i>Dugesia japonica</i> Ichikawa & Kawakatsu	플라나리아	50	
<i>Physa acuta</i> Draparnaud	인돌이물달팽이		11
<i>Hippeutis cantori</i> (Benson)	수정또아리물달팽이		28
<i>Laevapex nipponicus</i> (Kuroda)	민물삿갓조개		6
<i>Oxyloma hirasei</i> (Pilsbry)	뽕족뺨물우렁이	6	
<i>Corbicula (Corbiculina) leana</i> Prime	참재첩	6	
<i>Limnodrilus gotoi</i> Hatai	실지렁이	78	89
<i>Erpobdella lineata</i> Müller	돌거머리		6
<i>Ephemera orientalis</i> McLachlan	동양하루살이	6	
<i>Ephemerella setigera</i> Bajkova	범꼬리하루살이	200	
<i>Uracanthella punctisetae</i> (Matsumura)	등줄하루살이	1,267	
<i>Ecdyonurus levis</i> (Navás)	네점하루살이	78	
<i>Baetis fuscatus</i> (Linnaeus)	개똥하루살이	1,433	
<i>Calopteryx atrata</i> Selys	검은물잠자리	6	
<i>Paracercion calamorum</i> (Ris)	등검은실잠자리		6
<i>Ischnura asiatica</i> (Brauer)	아시아실잠자리	6	
<i>Platycnemis phyllopoda</i> Djakonov	방울실잠자리	6	
<i>Sympetrum striolatum</i> Charpentier	대륙좁잠자리		6
<i>Appasus japonicus</i> Vuillefroy	물자라	6	
<i>Antocha</i> KUa	명주각다귀 KUa	28	
Ceratopogonidae sp.	등에모기류	6	

[표 4-56] 해미천에서 확인된 저서성 대형무척추동물 목록(계속)

종 명	국 명	HM01	HM02
Chironomidae sp.1	깔따구류 sp.1	122	
Chironomidae sp.6	깔따구류 sp.6		233
Tanypodinae sp.	늪깔따구류	28	
<i>Glossosoma</i> KUa	광택날도래 KUa	6	
<i>Cheumatopsyche brevilineata</i> lwata	꼬마줄날도래	378	
<i>Hydropsyche kozhantschikovi</i> Martynov	줄날도래	333	
출현 종수		20	8
출현 개체수(개체/㎡)		4,044	383

• 우점종 및 우점율

해미천의 각 조사지점에서 확인된 저서성 대형무척추동물의 우점종은 HM01에서 개똥하루살리와 등줄하루살이가 각각 35.4%와 31.3%, HM02에서 깔따구 sp.6와 실지렁이가 각각 60.9%와 23.2%로 조사되어 하류지역의 경우단위면적당 특정 종의 상대밀도가 매우 높게 서식하는 것으로 조사되어 군집구조가 단순함을 간접적으로 나타내고 있다([표 4-57] 및 [그림 4-72]).

[표 4-57] 해미천에서 출현한 저서성 대형무척추동물의 우점종 및 우점율(%)

조사지점	우점종 및 우점율(%)			
	제1우점종	우점율(%)	제2우점종	우점율(%)
HM01	개똥하루살이	35.4	등줄하루살이	31.3
HM02	깔따구 sp.6	60.9	실지렁이	23.2



실지렁이



개똥하루살이



등줄하루살이



갈따구 sp.6

[그림 4-72] 저서성 대형무척추동물 주요 우점종 사진(해미천)

• 군집분석

본 조사지점의 경우 우점도지수 값은 0.668~0.841, 다양도지수 값은 1.701~2.552, 풍부도지수 값은 1.177~2.288, 균등도지수 값은 0.567~0.591로 나타나 상류지역의 경우 비교적 생태적 안정성이 높으나, 하류지역의 상류지역에 비하여 출현종수 및 개체밀도가 감소하여 상대적으로 서식지의 불안정한 것으로 판단되어진다([표 4-58]).

[표 4-58] 해미천 각 조사지점의 저서성 대형무척추동물 군집지수값

지점	군집지수	우점도	다양도	풍부도	균등도
HM01		0.668	2.552	2.288	0.591
HM02		0.841	1.701	1.177	0.567

- 저서성 대형무척추동물 생태점수(ESB)

해미천에서 확인된 저서성 대형무척추동물을 대상으로 ESB 생태점수를 분석한 결과, 상류 지역의 경우 “다소양호”한 환경상태 보호개선수역, 수질등급 “II등급”, 오수생물계열평가는 “빈부수성”수역으로 조사되었고, 하류지역의 경우 “매우불량”한 환경상태 최우선개선수역, 수질등급 “IV-V등급”, 오수생물계열평가는 “ α -중부수성”수역으로 조사되었다([표 4-59]).

[표 4-59] 해미천 각 조사지점에서 ESB을 이용한 환경질 및 오수생물계열 평가

지점	생태점수 (ESB)	환경질 평가			오수생물계열 평가
		환경상태	지역구분	수질등급	
HM01	56	다소양호	보호수역	II	빈부수성
HM02	10	매우불량	최우선개선수역	IV-V	α -중부수성

- 저서동물지수(BMI)

해미천에서 확인된 저서성 대형무척추동물을 대상으로 BMI를 분석한 결과, 전체적으로 BMI 값이 16.7~40.6의 범위로 조사되어 생물등급 “D”에 환경상태는 “불량”한 것으로 조사되었다([표 4-60]).

[표 4-60] 해미천 각 조사지점에서 저서동물지수(BMI)를 이용한 생물등급의 판정

지점	저서동물지수(BMI)	생물등급	환경상태	표현색
HM01	40.6	D	불량	빨강
HM02	16.7	D	불량	빨강

⑦ 당진천

- 대상하천 서식환경

당진천의 각 조사지점에 대한 서식환경은 다음과 같다([표 4-61]).

[표 4-61] 당진천 각 조사지점의 서식환경

서식지	서식환경	
	조사지점	DJ01
	유역환경	주거밀집지
	제방	자연형 + 석축
	수변식생	초본 > 관목
	하상구조	잔자갈 > 자갈 > 모래
	조사지점	DJ02
	유역환경	농경지, 주거지
	제방	자연형 + 석축
	수변식생	초본
	하상구조	모래 > 실트 > 자갈

• 저서성 대형무척추동물상

당진천 2개 조사지점에 대한 현지조사를 통하여 당진천에서 확인된 저서성 대형무척추동물은 총 3문 4강 9목 18과 25종 1,150개체의 서식 분포가 확인되었다. 각 분류군별로 살펴보면 연체동물문 3종, 환형동물문 3종, 절지동물문 19종이 조사되었고, 절지동물문에는 곤충강에 속하는 하루살이목 5종, 잠자리목 3종, 노리재목 1종, 파리목 8종, 날도래목 2종의 서식이 확인되었다([표 4-62]).

[표 4-62] 당진천에서 확인된 저서성 대형무척추동물 목록

종 명	국 명	DJ01	DJ02
<i>Radix (Radix) auricularia</i> (Linnaeus)	물달팽이		6
<i>Physa acuta</i> Draparnaud	윈돌이물달팽이	6	
<i>Hippeutis cantori</i> (Benson)	수정또아리물달팽이	6	6
<i>Limnodrilus gotoi</i> Hatai	실지렁이	61	6
<i>Alboglossiphonia lata</i> (Oka)	조개넙적거머리		6
<i>Erpobdella lineata</i> Müller	돌거머리	6	
<i>Ephemera orientalis</i> McLachlan	동양하루살이	6	
<i>Uracanthella punctisetae</i> (Matsumura)	등줄하루살이		6
<i>Baetis fuscatus</i> (Linnaeus)	개똥하루살이	239	239
<i>Cloeon dipterum</i> (Linnaeus)	연못하루살이	6	
<i>Labiobaetis atrebatinus</i> (Eaton)	입술하루살이	6	
<i>Calopteryx atrata</i> Selys	검은물잠자리	6	
<i>Ischnura asiatica</i> (Brauer)	아시아실잠자리	6	6
<i>Platycnemis phyllopoda</i> Djakonov	방울실잠자리	6	6
<i>Appasus japonicus</i> Vuillefroy	물자라		6
<i>Tipula latemarginata</i> Alexander	애아이노각다귀	6	
<i>Simulium</i> sp.	먹파리류		17
Chironomidae sp.1	깔따구류 sp.1		61
Chironomidae sp.2	깔따구류 sp.2		28
Chironomidae sp.4	깔따구류 sp.4	39	
Chironomidae sp.6(non-red type)	깔따구류 sp.6	28	
Tanypodinae sp.	늪깔따구류	67	11
<i>Tabanus kinoshitai</i> Kono & Takahasi	여린황등에	6	
<i>Cheumatopsyche brevilineata</i> Iwata	꼬미줄날도래	200	
<i>Hydropsyche kozhantschikovi</i> Martynov	줄날도래	6	
출현 종수		18	13
출현 개체수(개체/㎡)		700	400

- 우점종 및 우점율

현지조사 DJ01에서 개똥하루살이와 꼬마줄날도래가 각각 34.1%와 28.6%, DJ02에서 개똥하루살이와 깔따구 sp.1이 각각 59.7%와 28.6%로 조사되었다([표 4-63] 및 [그림 4-73]).

[표 4-63] 당진천에서 출현한 저서성 대형무척추동물의 우점종 및 우점율(%)

조사지점	우점종 및 우점율(%)			
	제1우점종	우점율(%)	제2우점종	우점율(%)
DJ01	개똥하루살이	34.1	꼬마줄날도래	28.6
DJ02	개똥하루살이	59.7	깔따구 sp.1	15.3



물달팽이



줄새우



개똥하루살이



꼬마줄날도래

[그림 4-73] 저서성 대형무척추동물 주요 우점종 사진(당진천)

- **군집분석**

현지조사의 경우 우점도지수 값은 0.627~0.750, 다양도지수 값은 2.146~2.757, 풍부도지수 값은 2.003~2.595, 균등도지수 값은 0.580~0.661의 범위로 나타났다([표 4-64]).

[표 4-64] 당진천 각 조사지점의 저서성 대형무척추동물 군집지수값

지점	군집지수	우점도	다양도	풍부도	균등도
DJ01		0.627	2.757	2.595	0.661
DJ02		0.750	2.146	2.003	0.580

- **저서성 대형무척추동물 생태점수(ESB)**

현장조사에서 확인된 저서성 대형무척추동물을 대상으로 ESB 생태점수를 분석한 결과, 상류지역은 “다소불량”한 환경상태의 개선수역, 수질등급 “Ⅱ등급” 오수생물계열평가는 “β-중부수성”수역으로 조사되었고, 하류지역은 “불량”한 환경상태의 우선개선수역, 수질등급 “Ⅲ등급” 오수생물계열평가는 “β-중부수성”수역으로 조사되었다([표 4-65]).

[표 4-65] 당진천 각 조사지점에서 ESB을 이용한 환경질 및 오수생물계열 평가

지점	생태점수(ESB)	환경질 평가			오수생물계열 평가
		환경상태	지역구분	수질등급	
DJ01	40	다소불량	개선수역	Ⅱ	β-중부수성
DJ02	25	불량	우선개선수역	Ⅲ	β-중부수성

- **저서동물지수(BMI)**

현지조사를 통하여 확인된 저서성 대형무척추동물을 대상으로 BMI를 분석한 결과, 값이 29.3~36.8의 범위로 조사되어 생물등급 “D”에 환경상태는 “불량”한 것으로 조사되었다.

[표 4-66] 당진천 각 조사지점에서 저서동물지수(BMI)를 이용한 생물등급의 판정

지점	저서동물지수(BMI)	생물등급	환경상태	표현색
DJ01	36.8	D	불량	빨강
DJ02	29.3	D	불량	빨강

⑧ 판교천

• 대상하천 서식환경

판교천의 각 조사지점에 대한 서식환경은 다음과 같다([표 4-67]).

[표 4-67] 판교천 각 조사지점의 서식환경

서식지	서식환경	
	조사지점	PG01
	유역환경	주거밀집지
	제방	자연형
	수변식생	초본
	하상구조	모래 > 실트 > 자갈

• 저서성 대형무척추동물상

판교천 1개 조사지점에 대한 현지조사를 통하여 판교천에서 확인된 저서성 대형무척추동물은 총 3문 4강 4목 5과 8종 1,450개체의 서식 분포가 확인되었다. 각 분류군별로 살펴보면 연체동물문 1종, 환형동물문 4종, 절지동물문 3종이 조사되었고, 절지동물문에는 곤충강에 속하는 파리목 3종의 서식이 확인되었다([표 4-68]).

[표 4-68] 판교천에서 확인된 저서성 대형무척추동물 목록

종 명	국 명	PG01
<i>Cipangopaludina chinensis malleata</i> (Reeve)	논우렁이	
<i>Radix (Radix) auricularia</i> (Linnaeus)	물달팽이	
<i>Physa acuta</i> Draparnaud	윈돌이물달팽이	
<i>Gyraulus convexiusculus</i> (Hutton)	또아리물달팽이	
<i>Hippeutis cantori</i> (Benson)	수정또아리물달팽이	6
<i>Branchiura sowerbyi</i> Beddard	아가미지렁이	6
<i>Limnodrilus gotoi</i> Hatai	실지렁이	267
<i>Alboglossiphonia lata</i> (Oka)	조개넙적거머리	72
<i>Glossiphonia complanata</i> (Linnaeus)	갈색넙적거머리	6
<i>Uracanthella punctisetae</i> (Matsumura)	등줄하루살이	
<i>Calopteryx japonica</i> Selys	물잠자리	
<i>Ischnura asiatica</i> (Brauer)	아시아실잠자리	
<i>Orthetrum albistylum</i> Selys	밀잠자리	
<i>Laccotrepes japonensis</i> Scott	장구애비	
<i>Sigara substriata</i> (Uhler)	방물벌레	
<i>Gerris (Gerris) latiabdominis</i> Miyamoto	애소금쟁이	
<i>Oreodytes natrix</i> (Sharp)	노랑무늬물방개	
<i>Helochares nipponicus</i> Hebauer	좀물땡땡이	
<i>Tipula</i> KUa	각다귀 KUa	
<i>Tipula latemarginata</i> Alexander	애아이노각다귀	
<i>Tipula</i> sp.1	각다귀 sp.1	
<i>Psychoda</i> KUa	나방파리 KUa	6
<i>Dixa</i> KUa	별모기 KUa	
Chironomidae sp.1	갈따구류 sp.1	
Chironomidae sp.2	갈따구류 sp.2	
Chironomidae sp.3	갈따구류 sp.3	
Chironomidae sp.4	갈따구류 sp.4	
Chironomidae sp.6(non-red type)	갈따구류 sp.6	1,067
Tanypodinae sp.	늪갈따구류	22
출현 종수		8
출현 개체수(개체/m ²)		1,450

- 우점종 및 우점율

현지조사에서는 깔따구 sp.6와 실지렁이가 각각 73.6%와 17.4%로 조사되었다. 단위면적당 특정 종의 상대밀도가 매우 높게 서식하는 것으로 조사되어 군집구조가 단순함을 간접적으로 나타내고 있다([표 4-69] 및 [그림 4-74]).

[표 4-69] 판교천에서 출현한 저서성 대형무척추동물의 우점종 및 우점율(%)

조사지점	우점종 및 우점율(%)			
	제1우점종	우점율(%)	제2우점종	우점율(%)
PG01	깔따구 sp.6	73.6	실지렁이	17.4



원돌이물달팽이



실지렁이



등줄하루살이



깔따구 sp.6

[그림 4-74] 저서성 대형무척추동물 주요 우점종 사진(판교천)

- **군집분석**

현지조사의 경우 우점도지수 값은 0.920, 다양도지수 값은 1.206, 풍부도지수 값은 0.962, 균등도지수 값은 0.402로 나타났다([표 4-70]).

[표 4-70] 판교천 각 조사지점의 저서성 대형무척추동물 군집지수값

지점	군집지수	우점도	다양도	풍부도	균등도
PG01		0.920	1.206	0.962	0.402

- **저서성 대형무척추동물 생태점수(ESB)**

현지조사의 경우 “매우불량”한 환경상태의 최우선개선수역으로 조사되었고, 수질등급은 “IV-V등급”으로 조사되었으며 오수생물계열평가는 “α-중부수성”수역으로 조사되었다.

[표 4-71] 판교천 각 조사지점에서 ESB을 이용한 환경질 및 오수생물계열 평가

지점	생태점수 (ESB)	환경질 평가			오수생물계열 평가
		환경상태	지역구분	수질등급	
PG01	12	매우불량	최우선개선수역	IV-V	α-중부수성

- **저서동물지수(BMI)**

판교천에서 확인된 저서성 대형무척추동물을 대상으로 BMI를 분석한 결과, 현지조사에서 BMI 값이 11.5로 조사되어 생물등급 “D”에 환경상태는 “불량”한 것으로 조사되었다.

[표 4-72] 판교천 각 조사지점에서 저서동물지수(BMI)를 이용한 생물등급의 판정

지점	저서동물지수(BMI)	생물등급	환경상태	표현색
PG01	11.5	D	불량	빨강

⑨ 봉황천

• 대상하천 서식환경

봉황천의 조사지점에 대한 서식환경은 다음과 같다([표 4-73]).

[표 4-73] 봉황천 각 조사지점의 서식환경

서식지	서식환경	
	조사지점	BH01
	조사지점	BH01
	유역환경	농경지, 산림
	제방	자연형 + 돌망태
	수변식생	초본 > 관목
	하상구조	모래 > 잔자갈 > 자갈

• 저서성 대형무척추동물상

봉황천에서 확인된 저서성 대형무척추동물은 총 4문 4강 9목 25과 40종 11,978개체의 서식 분포가 확인되었다. 각 분류군별로 살펴보면 편형동물문 1종, 연체동물문 10종, 환형동물문 1종, 절지동물문 28종이 조사되었고, 절지동물문 곤충강에 속하는 하루살이목 13종, 잠자리목 1종, 딱정벌레목 3종, 파리목 5종, 날도래목 6종의 서식이 확인되었다([표 4-74]). 환경부에서 지정한 멸종위기야생생물은 확인하지 못하였으나, 국외반출승인대상종 5종(강우렁이, 주름다슬기, 곱체다슬기, 강하루살이, 노란측범잠자리), 한반도고유종 2종(주름다슬기, 강하루살이), 국립환경과학원에서 선정한 분포특이종(NIER종) 1종(깃동하루살이)의 서식을 확인하였다.

[표 4-74] 봉황천에서 확인된 저서성 대형무척추동물 목록

종 명	국 명	BH01
<i>Dugesia japonica</i> Ichikawa & Kawakatsu	플라나리아	6
<i>Cipangopaludina chinensis malleata</i> (Reeve)	논우렁이	6
<i>Sinotaia quadrata</i> (Benson)	강우렁이	6

[표 4-74] 봉황천에서 확인된 저서성 대형무척추동물 목록(계속)

종 명	국 명	BH01
<i>Semisulcospira forticosta</i> (v. Martens)	주름다슬기	6
<i>Semisulcospira gottschei</i> (v. Martens)	곳체다슬기	6
<i>Semisulcospira libertina</i> (Gould)	다슬기	6
<i>Radix (Radix) auricularia</i> (Linnaeus)	물달팽이	6
<i>Physa acuta</i> Draparnaud	원돌이물달팽이	6
<i>Hippeutis cantori</i> (Benson)	수정또아리물달팽이	6
<i>Laevapex nipponicus</i> (Kuroda)	민물삿갓조개	11
<i>Oxyloma hirasei</i> (Pilsbry)	뽕족뺨물우렁이	6
<i>Corbicula (Corbiculina) fluminea</i> (Müller)	재첩	
<i>Limnodrilus gotoi</i> Hatai	실지렁이	6
<i>Choroterpes (Euthraulius) altiocularis</i> Kluge	세갈래하루살이	6
<i>Potamanthus formosus</i> Eaton	작은강하루살이	
<i>Rhoenanthus coreanus</i> (Yoon & Bae)	강하루살이	339
<i>Ephemera orientalis</i> McLachlan	동양하루살이	50
<i>Ephemerella setigera</i> Bajkova	범꼬리하루살이	6
<i>Uracanthella punctisetae</i> (Matsumura)	등줄하루살이	1,844
<i>Caenis nishinoae</i> Malzacher	등딱지하루살이	33
<i>Isonychia japonica</i> (Ulmer)	빗자루하루살이	
<i>Isonychia ussurica</i> Bajkova	깃동하루살이	11
<i>Ecdyonurus levis</i> (Navás)	네점하루살이	11
<i>Epeorus pellucidus</i> (Brodsky)	부채하루살이	11
<i>Acentrella gnom</i> (Kluge)	깨알하루살이	
<i>Baetiella tuberculata</i> (Kazlauskas)	애호랑하루살이	17
<i>Baetis fuscatus</i> (Linnaeus)	개똥하루살이	322
<i>Baetis ursinus</i> Kazlauskas	방울하루살이	317
<i>Nigrobaetis bacillus</i> (Kluge)	깜장하루살이	11
<i>Lamelligomphus ringens</i> (Needham)	노란촉범잠자리	11
<i>Protohermes xanthodes</i> Navás	노란뱀잠자리	
Elmidae sp. (larva)	여울벌레류	56

[표 4-74] 봉황천에서 확인된 저서성 대형무척추동물 목록(계속)

종 명	국 명	BH01
<i>Stenelmis</i> sp.	긴다리여울벌레류	17
<i>Mataeopsephus</i> KUa	넓은물삿갓벌레 KUa	6
<i>Antocha</i> KUa	명주각다귀 KUa	156
Ceratopogonidae sp.	등에모기류	
Chironomidae sp.1	깔따구류 sp.1	39
Chironomidae sp.3	깔따구류 sp.3	11
Chironomidae sp.4	깔따구류 sp.4	6
Tanypodinae sp.	늪깔따구류	11
<i>Rhyacophila nigrocephala</i> lwata	검은머리물날도래	6
<i>Cheumatopsyche brevilineata</i> lwata	꼬마줄날도래	1,378
<i>Cheumatopsyche</i> KUa	꼬마줄날도래 KUa	
<i>Hydropsyche kozhantschikovi</i> Martynov	줄날도래	1,556
<i>Hydropsyche orientalis</i> Martynov	동양줄날도래	222
<i>Hydropsyche valvata</i> Martynov	흰점줄날도래	5,444
<i>Macronema radiatum</i> McLachlan	큰줄날도래	
<i>Psychomyia</i> KUa	통날도래 KUa	11
출현 종수		40
출현 개체수(개체/m ²)		11,978

• 우점종 및 우점율

현지조사에서는 BH01에서 흰점줄날도래와 등줄하루살이가 각각 45.5%와 15.4%로 조사되어 비교적 안정된 서식환경을 유지하고 있고, 군집구조도 안정된 종조성을 유지하는 것으로 조사되었다.

[표 4-75] 봉황천에서 출현한 저서성 대형무척추동물의 우점종 및 우점율(%)

조사지점	우점종 및 우점율(%)			
	제1우점종	우점율(%)	제2우점종	우점율(%)
BH01	흰점줄날도래	45.5	등줄하루살이	15.4



등딱지하루살이



등줄하루살이



줄날도래



흰점줄날도래

[그림 4-75] 저서성 대형무척추동물 주요 우점종 사진(봉황천)

- 군집분석

현지조사의 경우 우점도지수 값은 0.609, 다양도지수 값은 2.599, 풍부도지수 값은 4.153, 균등도지수 값은 0.488로 조사되어 서식지의 안정성이 비교적 잘 유지되고 있는 것으로 판단되어진다.

[표 4-76] 봉황천 각 조사지점의 저서성 대형무척추동물 군집지수값

지점	군집지수	우점도	다양도	풍부도	균등도
BH01		0.609	2.599	4.153	0.488

- 저서성 대형무척추동물 생태점수(ESB)

현지조사에서 확인된 저서성 대형무척추동물을 대상으로 ESB 생태점수를 분석한 결과, “매우양호”한 환경상태 최우선보호수역, 수질등급 “I 등급”, 오수생물계열평가는 “빈부수성”수역으로 조사되었다.

[표 4-77] 봉황천 각 조사지점에서 ESB을 이용한 환경질 및 오수생물계열 평가

지점	생태점수 (ESB)	환경질 평가			오수생물계열 평가
		환경상태	지역구분	수질등급	
BH01	110	매우양호	최우선보호수역	I	빈부수성

- 저서동물지수(BMI)

봉황천에서 확인된 저서성 대형무척추동물을 대상으로 BMI 지수를 분석한 결과, 현지조사에서 61.4로 조사되어 생물등급 “B”에 환경상태는 “양호”한 것으로 조사되어 양호한 환경을 유지하고 있는 것으로 조사되었다.

[표 4-78] 봉황천 각 조사지점에서 저서동물지수(BMI)를 이용한 생물등급의 판정

지점	저서동물지수(BMI)	생물등급	환경상태	표현색
BH01	61.4	B	양호	초록

(3) 담수어류 현장조사 및 분석

가. 조사시기 및 지점

어류의 활동시기와 유량을 고려하여 2014년 8월 30일~9월 4일까지 조사를 수행하였다. 어류의 조사지점은 생태하천복원사업 구간 연장(km)에 따라 청지천(3지점), 온양천(1지점), 천안천(3지점), 원성천(2지점), 유구천(1지점), 판교천(1지점), 당진천(2지점), 해미천(2지점), 봉황천(1지점)을 선정하였으며, 저서성 대형무척추동물의 조사구간과 일치하고자 하였다.

나. 조사 및 분석방법

어류의 채집은 투망(망목 : 5×5mm), 족대(망목 : 5×5mm)를 사용하였다. 채집된 어류는 현장에서 동정 및 개수하였으며, 일부는 고정하여 실내에서 동정하였다. 어류의 동정은 内田, 1939; 정, 1977; 김, 1997; 김과 박, 2002; 최 등, 2002을 기준으로 하였으며, 분류 체계는 Nelson(1994)을 따랐다. 군집분석을 위하여 우점도(McNaughton, 1967), 다양도(Shannon-Wiener function, 1963), 종풍부도(Margalef, 1958), 균등도(Pielou, 1975)를 각각 구하였다.



투망 현장조사



족대 현장조사

[그림 4-76] 어류 조사방법

다. 조사 및 분석결과

① 천안천

• 어류상

천안천 3개 지점에서 채집된 어류는 총 3과 7종 79개체였다. 멸종위기야생생물 및 천연기념물은 출현하지 않았으며, 위해야생생물과 한국고유종은 채집되지 않았다. 각 분류군별로 살펴보면 잉어과 5종, 미꾸리과 1종, 망둑어과 1종을 확인하였다.

[표 4-79] 천안천에서 확인된 어류 목록

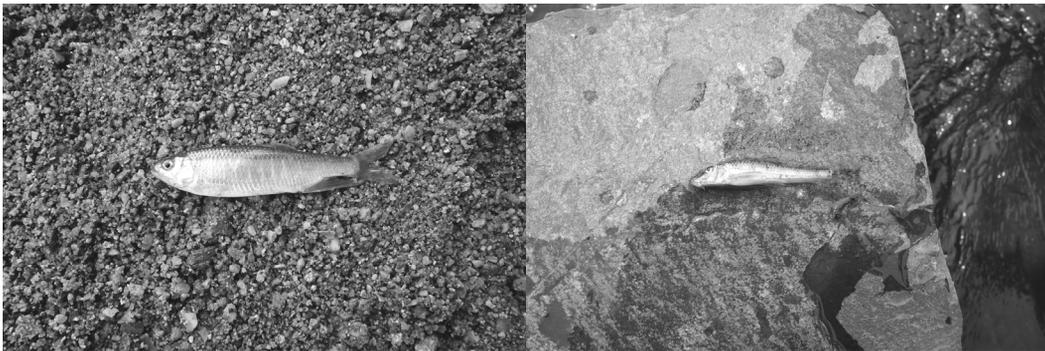
학 명	국 명	CA01	CA02	CA03
Cyprinidae	잉어과			
<i>Cyprinus carpio</i>	잉어		2	
<i>Carassius carassius</i>	붕어		6	2
<i>Acheilognathus lanceolatus</i>	납자루			
<i>Pseudorasbora parva</i>	참붕어			
<i>Hemibarbus longirostris</i>	참마자			
<i>Pseudogobio esocinus</i>	모래무지	3		3
<i>Rhynchocypris oxycephalus</i>	버들치	5		
<i>Zacco platypus</i>	피라미	20		15
<i>Opsariichthys uncirostris amurensis</i>	끄리			
<i>Hemiculter eigenmanni</i>	치리*			
Cobitidae	미꾸리과			
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	미꾸리	4	13	4
Siluridae	메기과			
<i>Silurus asotus</i>	메기			
Centrarchidae	검정우럭과			
<i>Micropterus salmoides</i>	큰입배스			
<i>Lepomis macrochirus</i>	블루길			
Odontobutidae	동사리과			
<i>Odontobutis platycephala</i>	동사리			
<i>Odontobutis interrupta</i>	얼룩동사리*			
Gobiidae	망둑어과			
<i>Rhinogobius brunneus</i>	밀어			2
과		2	3	2
종		4	4	4
개체수		32	23	24
총 과 종		3과 7종 79개체		

- 우점종 및 우점율

천안천의 각 조사지점에서 확인된 우점종은 CA01에서 파리마와 버들치가 각각 62.5%와 15.6%, CA02에서 미꾸리와 붕어가 각각 40.6%와 26.1%, CA03에서 피라미와 미꾸리가 각각 46.9%와 16.7%로 조사되어 특정종의 우점율이 높은 것으로 나타났다.

[표 4-80] 천안천에서 출현한 어류의 우점종 및 우점율(%)

조사지점	우점종 및 우점율(%)			
	제1우점종	우점율(%)	제2우점종	우점율(%)
CA01	피라미	62.5	버들치	15.6
CA02	미꾸리	40.6	붕어	26.1
CA03	피라미	46.9	미꾸리	16.7



피라미

모래무지



미꾸리

버들치

[그림 4-77] 천안천에서 확인된 어류 주요 종

- **군집분석**

본 조사지점의 경우 우점도지수 값은 0.78~0.83, 다양도지수 값은 1.06~1.10, 풍부도지수 값은 0.87~0.96, 균등도지수 값은 0.76~0.79의 범위로 나타나 비교적 다양한 종이 서식하나 개체군의 분포가 고르지 못한 것으로 판단된다.

[표 4-81] 천안천의 어류 군집지수

지점 \ 군집지수	우점도	다양도	풍부도	균등도
CA01	0.78	1.07	0.87	0.77
CA02	0.83	1.10	0.96	0.79
CA03	0.79	1.06	0.94	0.76

② 원성천

- **어류상**

원성천 2개 지점에서 채집된 어류는 총 2과 5종 77개체였다. 멸종위기야생생물 및 천연기념물은 출현하지 않았으며, 위해야생생물과 한국고유종은 채집되지 않았다. 각 분류군별로 살펴보면 잉어과 4종, 미꾸리과 1종을 확인하였다.

[표 4-82] 원성천에서 확인된 어류 목록

학 명	국 명	WS01	WS02
Cyprinidae	잉어과		
<i>Cyprinus carpio</i>	잉어		
<i>Carassius carassius</i>	붕어	4	29
<i>Acheilognathus lanceolatus</i>	납자루		
<i>Pseudorasbora parva</i>	참붕어		
<i>Hemibarbus longirostris</i>	참마자		

[표 4-82] 원성천에서 확인된 어류 목록(계속)

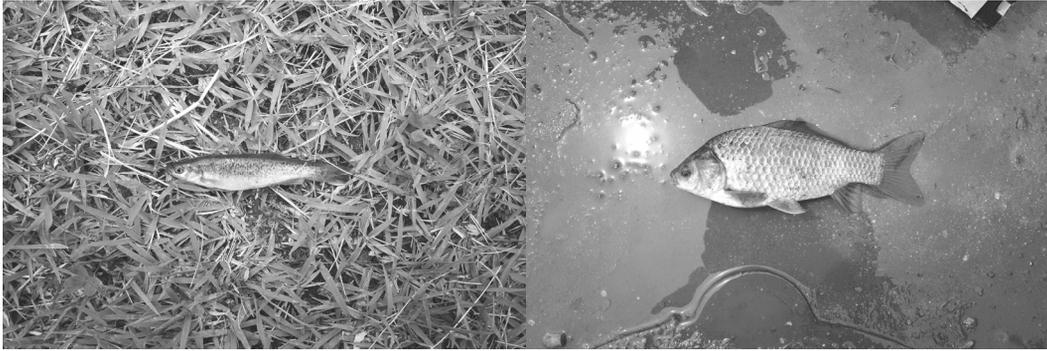
학명	국명	WS01	WS02
<i>Pseudogobio esocinus</i>	모래무지		4
<i>Rhynchocypris oxycephalus</i>	버들치	12	
<i>Zacco platypus</i>	피라미	18	8
<i>Opsariichthys uncirostris amurensis</i>	끄리		
<i>Hemiculter eigenmanni</i>	치리*		
Cobitidae	미꾸리과		
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	미꾸리	1	1
Siluridae	메기과		
<i>Silurus asotus</i>	메기		
Centrarchidae	검정우럭과		
<i>Micropterus salmoides</i>	큰입배스		
<i>Lepomis macrochirus</i>	블루길		
Odontobutidae	동사리과		
<i>Odontobutis interrupta</i>	얼룩동사리*		
Gobiidae	망둑어과		
<i>Rhinogobius brunneus</i>	밀어		
과		2	2
종		4	4
개체수		35	42
총 과 종		2과 5종 77개체	

• 우점종 및 우점율

원성천의 각 조사지점에서 확인된 우점종은 WS01에서 피라미, 버들치가 각각 51.4%와 34.3%, WS02에서 붕어와 피라미가 각각 69.0%와 19.0%로 조사되어 특정종의 우점율이 높은 것으로 나타났다.

[표 4-83] 원성천에서 출현한 어류의 우점종 및 우점율(%)

조사지점	우점종 및 우점율(%)			
	제1우점종	우점율(%)	제2우점종	우점율(%)
WS01	피라미	51.4	버들치	34.3
WS02	붕어	69.0	피라미	19.0



버들치

붕어

[그림 4-78] 원성천에서 확인된 어류 주요 종

- **군집분석**

본 조사지점의 경우 우점도지수 값은 0.86, 다양도지수 값은 0.88~1.06, 풍부도지수 값은 0.80~0.84, 균등도지수 값은 0.64~0.76의 범위로 나타났다. 전체적으로 종 다양도가 낮고, 특정종의 우점도가 높았다.

[표 4-84] 원성천의 어류 군집지수

지점	군집지수	우점도	다양도	풍부도	균등도
WS01		0.86	1.06	0.84	0.76
WS02		0.88	0.88	0.80	0.64

③ 온양천

• 어류상

온양천 1개 지점에서 채집된 어류는 총 4과 8종 69개체였다. 멸종위기야생생물 및 천연기념물은 출현하지 않았으며, 위해야생생물인 큰입배스와 블루길 2종이 서식하였다. 한국고유종은 얼룩동사리 1종이 채집되었다. 각 분류군별로 살펴보면 잉어과 4종, 검정우럭과 2종, 동사리과 1종, 망둑어과 1종을 확인하였다.

[표 4-85] 온양천에서 확인된 어류 목록

학명	국명	OY01
Cyprinidae	잉어과	
<i>Cyprinus carpio</i>	잉어	
<i>Carassius carassius</i>	붕어	10
<i>Acheilognathus lanceolatus</i>	납자루	
<i>Pseudorasbora parva</i>	참붕어	
<i>Hemibarbus longirostris</i>	참마자	5
<i>Pseudogobio esocinus</i>	모래무지	20
<i>Rhynchocypris oxycephalus</i>	버들치	
<i>Zacco platypus</i>	피라미	10
<i>Opsariichthys uncirostris amurensis</i>	끄리	
<i>Hemiculter eigenmanni</i>	치리*	
Cobitidae	미꾸리과	
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	미꾸리	
Siluridae	메기과	
<i>Silurus asotus</i>	메기	
Centrarchidae	검정우럭과	
<i>Micropterus salmoides</i>	큰입배스	2
<i>Lepomis macrochirus</i>	블루길	3
Odontobutidae	동사리과	
<i>Odontobutis interrupta</i>	얼룩동사리*	1
Gobiidae	망둑어과	
<i>Rhinogobius brunneus</i>	밀어	18
과		4
종		8
개체수		69
총 과 종		4과 8종 69개체

주 * : 한국고유종

- 우점종 및 우점율

온양천의 조사지점에서 확인된 저서성 대형무척추동물의 우점종은 OY01에서 모래무지와 밀어 각각 29.0%와 26.1%로 조사되어 특정종의 우점율이 낮은 것으로 나타났다.

[표 4-86] 온양천에서 출현한 어류의 우점종 및 우점율(%)

조사지점	우점종 및 우점율(%)			
	제1우점종	우점율(%)	제2우점종	우점율(%)
OY01	모래무지	29.0	밀어	26.1



모래무지

참마자



밀어

블루길

[그림 4-79] 온양천에서 확인된 어류 주요 종

- 군집분석

본 조사지점의 경우 우점도지수 값은 0.55, 다양도지수 값은 1.76, 풍부도지수 값은 1.65, 균등도지수 값은 0.85로 나타나 어류 다양성이 비교적 높고, 서식지가 안정된 상태인 것으로 판단된다.

[표 4-87] 온양천의 어류 군집지수

지점	군집지수	우점도	다양도	풍부도	균등도
OY01		0.55	1.76	1.65	0.85

④ 유구천

• 어류상

유구천 1개 지점에서 채집된 어류는 총 3과 3종 12개체였다. 멸종위기야생생물 및 천연기념물은 출현하지 않았으며, 위해야생생물은 큰입배스 1종이 서식하였다. 한국고유종은 얼룩동사리 1종이 채집되었다. 각 분류군별로 살펴보면 잉어과 1종, 검정우럭과 1종, 동사리과 1종을 확인하였다.

[표 4-88] 유구천에서 확인된 어류 목록

학명	국명	YG01
Cyprinidae	잉어과	
<i>Zacco platypus</i>	피라미	3
Centrarchidae	검정우럭과	
<i>Micropterus salmoides</i>	큰입배스	8
Odontobutidae	동사리과	
<i>Odontobutis platycephala</i>	동사리	
<i>Odontobutis interrupta</i>	얼룩동사리*	1
과		3
종		3
개체수		12
총과종		3과 3종

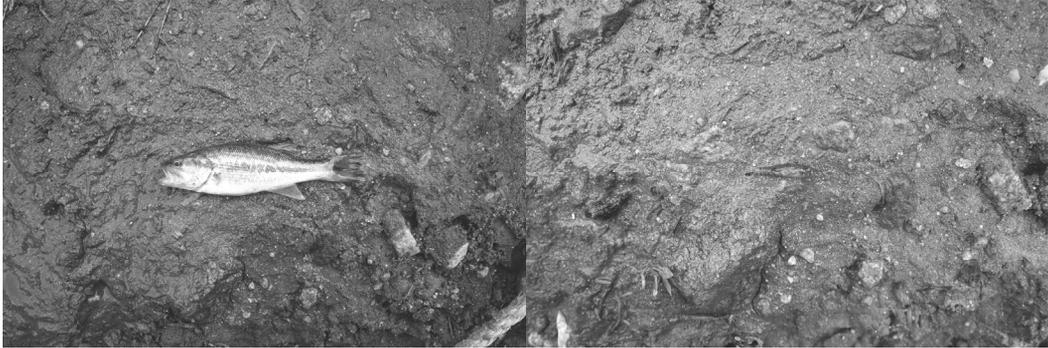
주 * : 한국고유종

• 우점종 및 우점율

현지조사에서는 큰입배스와 피마리의 우점율이 각각 66.7%와 25.0%로 조사되어 위해야생동물인 큰입배스의 우점율이 매우 높은 것을 확인하였다.

[표 4-89] 유구천에서 출현한 어류의 우점종 및 우점율(%)

조사지점	우점종 및 우점율(%)			
	제1우점종	우점율(%)	제2우점종	우점율(%)
YG01	큰입배스	66.7	피라미	25.0



큰입배스

얼룩동사리

[그림 4-80] 유구천에서 확인된 어류 주요 종

- **군집분석**

현지조사의 경우 우점도지수 값은 0.92, 다양도지수 값은 0.82, 풍부도지수 값은 0.80, 균등도지수 값은 0.75 나타나 특정종이 우점하고 생태적 안정성이 낮은 것으로 판단된다.

[표 4-90] 유구천의 어류 군집지수

지점	군집지수	우점도	다양도	풍부도	균등도
YG01		0.92	0.82	0.80	0.75

⑤ 청지천

- **어류상**

청지천 3개 지점에서 채집된 어류는 총 3과 9종 117개체였다. 멸종위기야생생물 및 천연기념물은 출현하지 않았으며, 위협야생생물인 큰입배스 1종이 서식하였다. 한국고유종은 치리 1종이 채집되었다. 각 분류군별로 살펴보면 잉어과 7종, 미꾸리과 1종, 검정우렁과 1종을 확인하였다.

[표 4-91] 청지천에서 확인된 어류 목록

학 명	국 명	CJ01	CJ02	CJ03
Cyprinidae	잉어과			
<i>Cyprinus carpio</i>	잉어			9
<i>Carassius carassius</i>	붕어	1	25	3
<i>Acheilognathus lanceolatus</i>	납자루	1	3	
<i>Pseudorasbora parva</i>	참붕어		1	
<i>Hemibarbus longirostris</i>	참마자			
<i>Pseudogobio esocinus</i>	모래무지		6	
<i>Rhynchocypris oxycephalus</i>	버들치			
<i>Zacco platypus</i>	피라미	22	1	
<i>Opsariichthys uncirostris amurensis</i>	끄리			
<i>Hemiculter eigenmanni</i>	치리*	28	8	
Cobitidae	미꾸리과			
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	미꾸리			3
Siluridae	메기과			
<i>Silurus asotus</i>	메기			
Centrarchidae	검정우럭과			
<i>Micropterus salmoides</i>	큰입배스	3	3	
<i>Lepomis macrochirus</i>	블루길			
Odontobutidae	동사리과			
<i>Odontobutis interrupta</i>	얼룩동사리*			
Gobiidae	망둑어과			
<i>Rhinogobius brunneus</i>	밀어			
과		2	2	2
종		5	7	3
개체수		55	47	15
총 과 종		3과 9종 117개체		

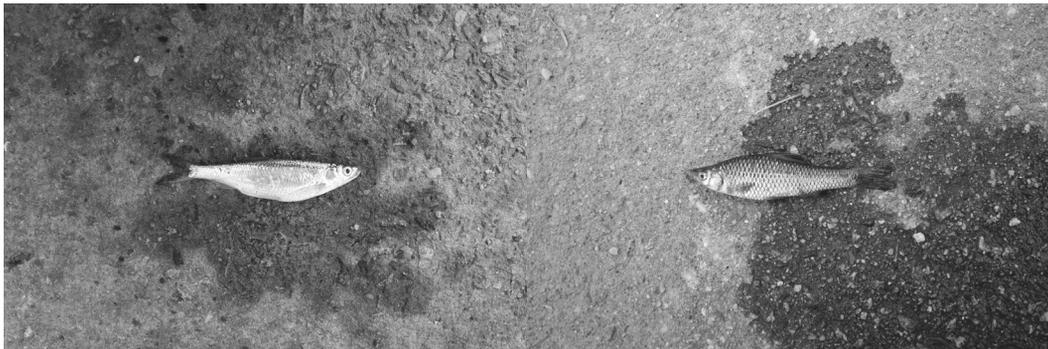
주) * : 한국고유종

● 우점종 및 우점율

청지천의 각 조사지점에서 확인된 어류의 우점종은 CJ01에서 치리와 피라미가 각각 50.9%와 40.0%, CJ02에서 붕어와 치리가 각각 53.2%와 17.0%, CJ03에서 잉어, 붕어와 미꾸리가 각각 60.0%와 20.0%로 조사되어 특정종의 우점율이 높은 것으로 나타났다.

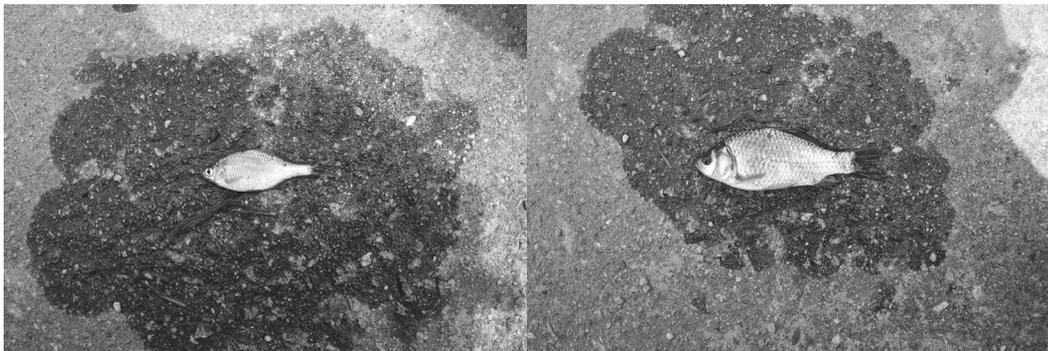
[표 4-92] 청지천에서 출현한 어류의 우점종 및 우점율(%)

조사지점	우점종 및 우점율(%)			
	제1우점종	우점율(%)	제2우점종	우점율(%)
CJ01	치리	50.9	피라미	40.0
CJ02	붕어	53.2	치리	17.0
CJ03	잉어	60.0	붕어, 미꾸리	20.0



치리

참붕어



납자루

붕어

[그림 4-81] 청지천에서 확인된 어류 주요 종

• 군집분석

본 조사지점의 경우 우점도지수 값은 0.70~0.91, 다양도지수 값은 0.95~1.42, 풍부도지수 값은 0.74~1.56, 균등도지수 값은 0.63~0.86의 범위로 나타나 생물다양성 및 서식지 안정성이 낮은 지역으로 판단되어진다.

[표 4-93] 청지천의 어류 군집지수

지점	군집지수	우점도	다양도	풍부도	균등도
CJ01		0.91	1.01	1.00	0.63
CJ02		0.70	1.42	1.56	0.73
CJ03		0.80	0.95	0.74	0.86

⑥ 해미천

• 어류상

해미천 2개 지점에서 채집된 어류는 총 1과 1종 152개체였다. 멸종위기야생생물 및 천연기념물은 출현하지 않았으며, 각 분류군별로 살펴보면 잉어과 1종을 확인하였다.

[표 4-94] 해미천에서 확인된 어류 목록

학 명	국 명	HM01	HM02
Cyprinidae	잉어과		
<i>Cyprinus carpio</i>	잉어		
<i>Carassius carassius</i>	붕어		
<i>Acheilognathus lanceolatus</i>	납자루		
<i>Pseudorasbora parva</i>	참붕어		
<i>Hemibarbus longirostris</i>	참마자		
<i>Pseudogobio esocinus</i>	모래무지		
<i>Rhynchocypris oxycephalus</i>	버들치		
<i>Zacco platypus</i>	피라미	5	147
<i>Opsariichthys uncirostris amurensis</i>	끄리		
<i>Hemiculter eigenmanni</i>	치리*		
Cobitidae	미꾸리과		
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	미꾸리		
Siluridae	메기과		
<i>Silurus asotus</i>	메기		
Centrarchidae	검정우럭과		
<i>Micropterus salmoides</i>	큰입배스		
<i>Lepomis macrochirus</i>	블루길		
Odontobutidae	동사리과		
<i>Odontobutis interrupta</i>	얼룩동사리*		
Gobiidae	망둑어과		
<i>Rhinogobius brunneus</i>	밀어		
	과	1	1
	종	1	1
	개체수	5	147
	총 과 종	1과 1종 152개체	

- 우점종 및 우점율

해미천의 각 조사지점에서 확인된 우점종은 HM01에서 피라미가 100.0%, HM02에서도 피라미가 100.0%로 조사되었으며, 어류상이 매우 단순화된 구조라고 판단된다.

[표 4-95] 해미천에서 출현한 어류의 우점종 및 우점율(%)

조사지점	우점종 및 우점율(%)			
	제1우점종	우점율(%)	제2우점종	우점율(%)
HM01	피라미	100.0	-	-
HM02	피라미	100.0	-	-



피라미(수컷)

피라미(암컷)

[그림 4-82] 해미천에서 확인된 어류 주요 종

- 군집분석

과거(2010년)에는 어류 출현종이 없었으며, 본 조사에서는 피라미 단 1종만 채집되었다. 다양도지수가 매우 낮고, 우점도가 매우 높은 지점으로 본 하천은 군집분석을 실시하지 않았다.

⑦ 당진천

- 어류상

당진천 2개 지점에서 채집된 어류는 총 2과 6종 35개체였다. 멸종위기야생생물 및 천연기념물은 출현하지 않았으며, 위해야생생물은 확인되지 않았다. 한국고유종은 얼룩동사리 1종이 채집되었다. 각 분류군별로 살펴보면 잉어과 5종, 동사리과 1종을 확인하였다.

[표 4-96] 당진천에서 확인된 어류 목록

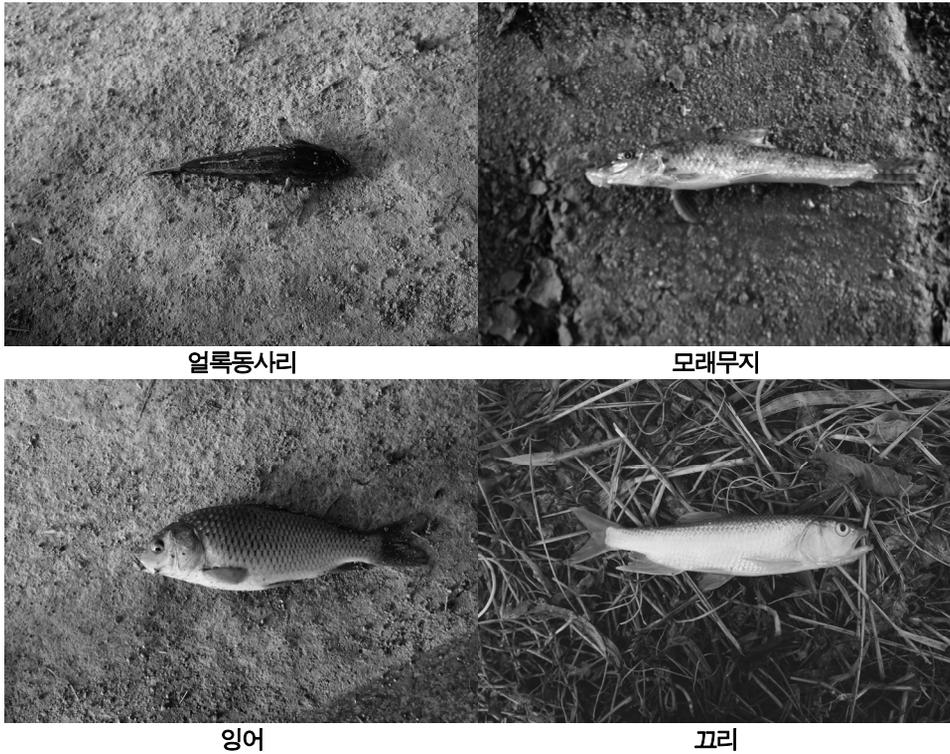
학 명	국 명	DJ01	DJ02
Cyprinidae	잉어과		
<i>Cyprinus carpio</i>	잉어	1	1
<i>Carassius carassius</i>	붕어		1
<i>Pseudogobio esocinus</i>	모래무지	6	3
<i>Zacco platypus</i>	피라미	9	10
<i>Opsariichthys uncirostris amurensis</i>	끄리	3	
Odontobutidae	동사리과		
<i>Odontobutis interrupta</i>	얼룩동사리*		1
과		1	2
종		4	5
개체수		19	16
총 과 종		2과 6종 35개체	

• 우점종 및 우점율

현지조사 DJ01에서 피라미, 모래무지가 각각 47.4%와 31.6%, DJ02에서도 피라미, 모래무지가 각각 62.5%와 18.8%로 조사되어 피라미와 모래무지가 우점하였다.

[표 4-97] 당진천에서 출현한 어류의 우점종 및 우점율(%)

조사지점	우점종 및 우점율(%)			
	제1우점종	우점율(%)	제2우점종	우점율(%)
DJ01	피라미	47.4	모래무지	31.6
DJ02	피라미	62.5	모래무지	18.8



[그림 4-83] 당진천에서 확인된 어류 주요 종

- **군집분석**

현지조사의 경우 우점도지수 값은 0.79~0.81, 다양도지수 값은 1.13~1.16, 풍부도지수 값은 1.02~1.44, 균등도지수 값은 0.70~0.84의 범위로 나타났다.

[표 4-98] 당진천의 어류 군집지수

지점	군집지수	우점도	다양도	풍부도	균등도
DJ01		0.79	1.16	1.02	0.84
DJ02		0.81	1.13	1.44	0.70

⑧ 판교천

• 어류상

판교천 1개 지점에서 채집된 어류는 총 3과 4종 11개체였다. 멸종위기야생생물 및 천연기념물은 출현하지 않았으며, 한국고유종은 채집되지 않았다. 위해야생생물인 큰입배스 1종을 채집하였다. 각 분류군별로 살펴보면 잉어과 2종, 미꾸리과 1종, 검정우럭과 1종을 확인하였다.

[표 4-99] 판교천에서 확인된 어류 목록

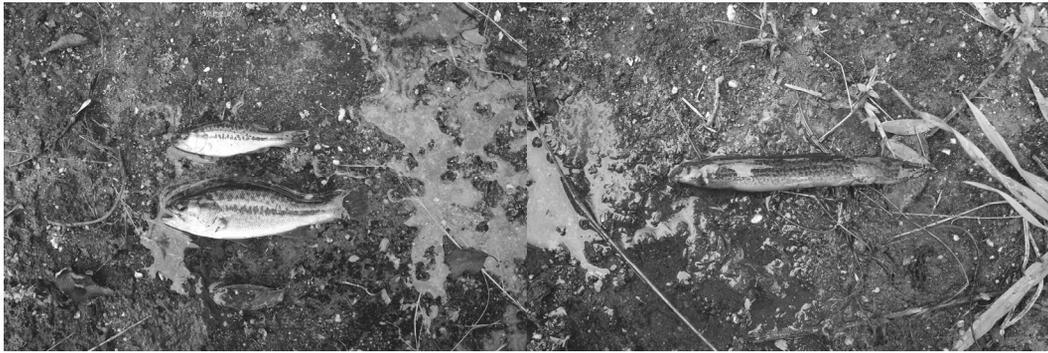
학 명	국 명	PG01
Cyprinidae	잉어과	
<i>Carassius carassius</i>	붕어	2
<i>Zacco platypus</i>	피라미	2
Cobitidae	미꾸리과	
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	미꾸리	4
Centrarchidae	검정우럭과	
<i>Micropterus salmoides</i>	큰입배스	3
과		3
종		4
개체수		11
총 과 종		3과 4종 11개체

• 우점종 및 우점율

현지조사에서 우점종은 미꾸리와 큰입배스 각각 36.4%와 27.3%로 조사되었다. 주변 논영향으로 미꾸리의 우점율이 높은 것으로 판단된다.

[표 4-100] 판교천에서 출현한 어류의 우점종 및 우점율(%)

조사지점	우점종 및 우점율(%)			
	제1우점종	우점율(%)	제2우점종	우점율(%)
PG01	미꾸리	36.4	큰입배스	27.3



큰입배스

미꾸리

[그림 4-84] 판교천에서 확인된 어류 주요 종

- **군집분석**

현지조사의 경우 우점도지수 값은 0.64 다양도지수 값은 1.34, 풍부도지수 값은 1.25, 균등도지수 값은 0.97로 나타났다. 출현 종이 적고, 군집구조가 비교적 단순한 상태로 조사되었다.

[표 4-101] 판교천의 어류 군집지수

지점	군집지수	우점도	다양도	풍부도	균등도
PG01		0.64	1.34	1.25	0.97

⑨ **봉황천**

- **어류**

봉황천 1개 지점에서 채집된 어류는 총 2과 7종 27개체였다. 멸종위기야생생물 및 천연기념물은 출현하지 않았으며, 위해야생생물과 한국고유종은 채집되지 않았다. 각 분류군별로 살펴보면 잉어과 6종, 검정우럭과 1종을 확인하였다.

[표 4-102] 봉황천에서 확인된 어류 목록

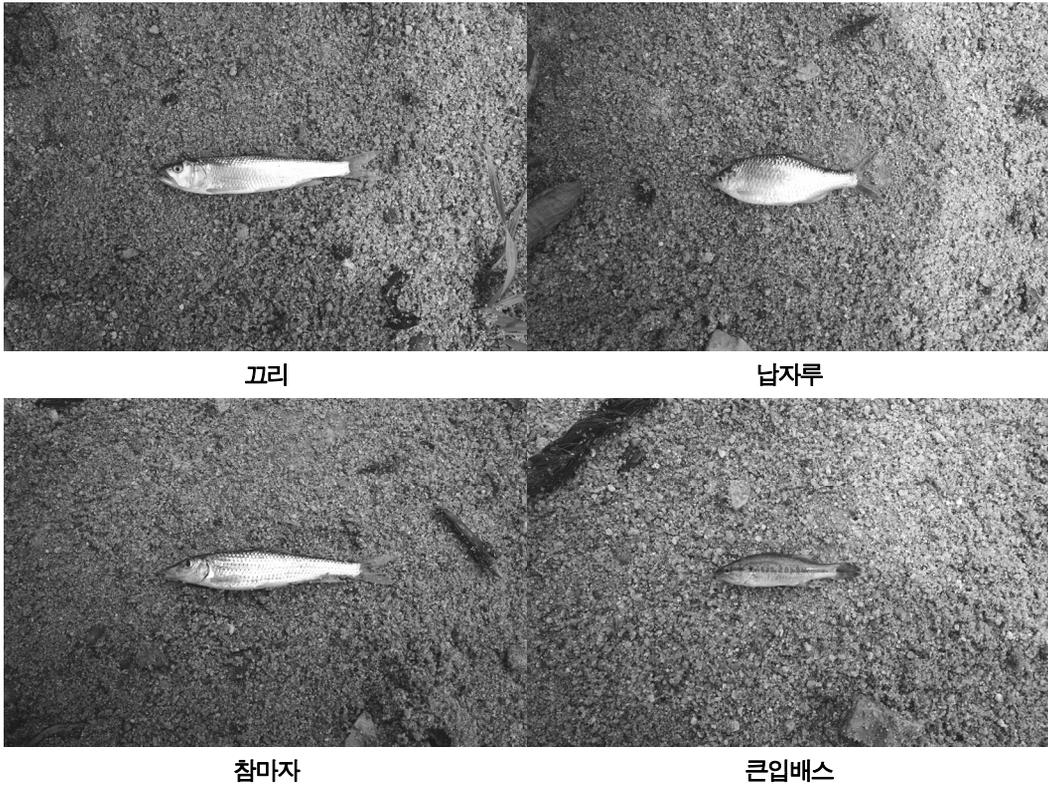
학 명	국 명	BH01
Cyprinidae	잉어과	
<i>Carassius carassius</i>	붕어	1
<i>Acheilognathus lanceolatus</i>	납자루	4
<i>Hemibarbus longirostris</i>	참마자	1
<i>Pseudogobio esocinus</i>	모래무지	5
<i>Zacco platypus</i>	피라미	11
<i>Opsariichthys uncirostris amurensis</i>	끄리	4
Centrarchidae	검정우럭과	
<i>Micropterus salmoides</i>	큰입배스	1
과		2
종		7
개체수		27
총 과 종		2과 7종 27개체

• 우점종 및 우점율

현지조사 결과 BH01에서 피마리와 모래무지가 각각 40.7%와 18.5%로 조사되어 비교적 안정된 서식환경을 유지하고 있고, 군집구조도 안정된 것으로 조사되었다.

[표 4-103] 봉황천에서 출현한 어류의 우점종 및 우점율(%)

조사지점	우점종 및 우점율(%)			
	제1우점종	우점율(%)	제2우점종	우점율(%)
BH01	피라미	40.7	모래무지	18.5



[그림 4-85] 봉황천에서 확인된 어류 주요 종

- **군집분석**

현지조사 결과 우점도지수 값은 0.59, 다양도지수 값은 1.61, 풍부도지수 값은 1.82, 균등도 지수 값은 0.83로 조사되어 어류 다양성이 높고, 서식지가 안정된 상태인 것으로 판단된다.

[표 4-104] 봉황천의 어류 군집지수

지점	군집지수	우점도	다양도	풍부도	균등도
BH01		0.59	1.61	1.82	0.83

(4) 조류 현장조사

가. 조사시기 및 지점

조사는 2014년 9월 하순부터 10월 중순까지 실시하였으며 대상 하천별 1회씩 진행되었다. 저서무척추동물 및 어류와 동일한 지점을 조사하였다.

나. 조사방법

조사 대상 하천을 따라 도보 혹은 차량을 이용하여 이동하면서 출현하는 모든 조류에 대해 전수조사를 실시하였다. 조사 대상은 제외지 지역에 앉아서 취식 혹은 휴식하는 개체에 한하며 상공을 이동 중이거나 제내지의 개체는 대상에서 제외하였다. 조류가 이동하는 경우 조사 진행 방향과 조류의 이동 방향을 고려하여 중복 합산을 최소화하였다.

다. 조사결과

① 천안천 및 원성천

● 대상 하천 서식지 현황

두 하천 모두 도심형 하천으로 하폭이 좁고 양측으로 조성된 산책로로 이용하는 사람이 많은 관계로 많은 방해요인이 발생하고 있었다. 원성천의 경우 수생식물이 밀생하거나 환삼덩굴로 덮여 있어 수공간 노출지역이 다리 아래에 국한되어 있었다. 따라서 수조류의 서식 공간이 매우 부족한 실정이었다. 천안천의 경우 원성천과의 합수 지역을 제외하곤 수생식물의 서식 밀도는 낮지만 도심 지역의 경우 하폭이 좁고 왕래하는 사람이 많아 또한 수조류의 휴식 및 취식 공간이 부족한 실정이었다.



[그림 4-86] 원성천의 유일한 수면 노출지역

• 조류 서식 현황

원성천의 경우 조사 대상 하천 중 가장 적은 종수(3종)와 개체수(9개체)를 기록하였다. 특히 수조류의 경우 쇠백로 1종에 불과하다. 이는 실제 하천 폭이 협소하고 수생식물이 밀생하거나 환삼덩굴로 덮임에 따라 수조류의 서식 공간이 부재한 까닭인 것으로 보인다. 관찰된 쇠백로의 경우 원성천에서 유일하게 수면이 노출된 다리 아래에서 관찰되었다.

[표 4-105] 천안천, 원성천에서 확인한 조류목록

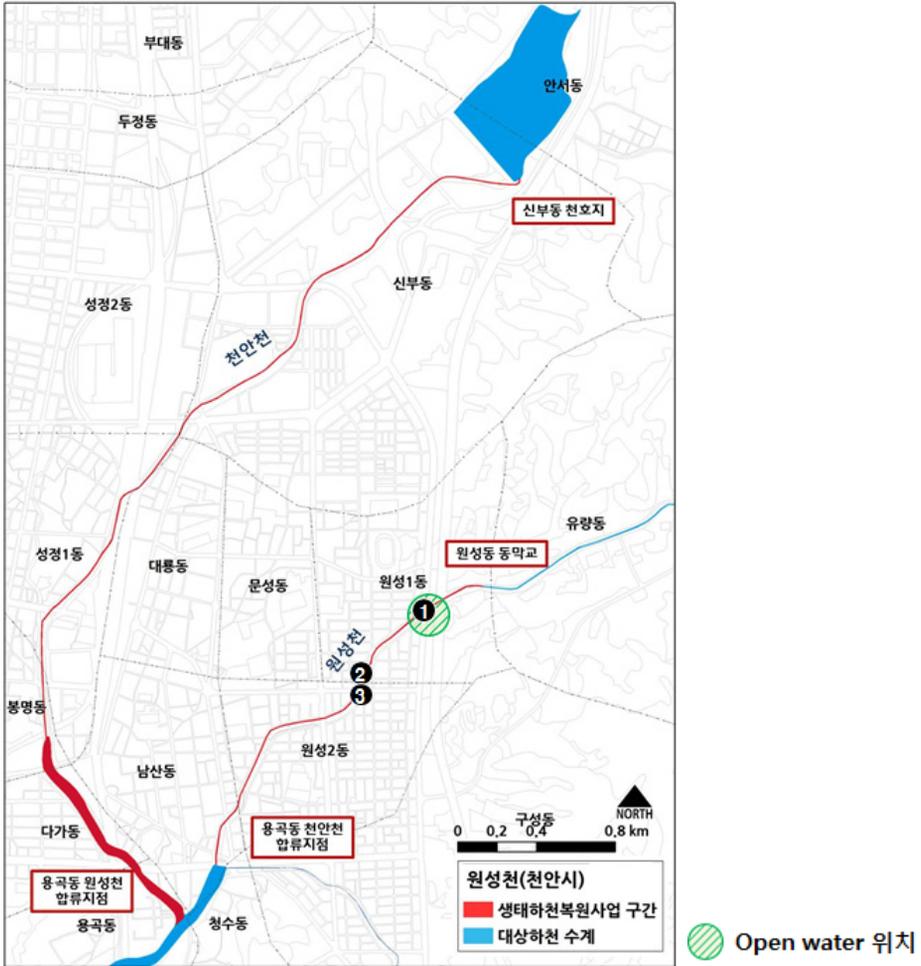
국명	학명	천안천	원성천
노랑할미새	<i>Motacilla cinerea</i>	2	
쇠백로	<i>Egretta garzetta</i>	2	1
알락할미새	<i>Motacilla alba leucopsis</i>	3	
중대백로	<i>Ardea alba modesta</i>	1	
직박구리	<i>Microscelis amaurotis</i>		3
참새	<i>Passer montanus</i>		5
흰뺨검둥오리	<i>Anas poecilorhyncha</i>	12	
합계	종수	5	3
	개체수	20	9

[표 4-106] 천안천의 조류 조사 위치 및 개체수



지점명	조류(국명)	개체수	비고
1	중대백로	1	작은바위 위치 - 하중도
	흰뺨검둥오리	8	
2	흰뺨검둥오리	4	-
3	쇠백로	2	여울 형성
	알락할미새	3	
	노랑할미새	2	

[표 4-107] 원성천의 조류 조사 위치 및 개체수



지점명	조류(국명)	개체수	비고
1	쇠백로	1	다리 밑
2	참새	5	가로수
3	직박구리	3	가로수

② 은양천

• 대상 하천 서식지 현황

조사 대상 구간 양측에 위치한 도로에 의해 방해요인이 발생하지만 하폭이 넓고 농경지 및 식생지역이 완충지역 역할을 하고 있어 안정된 취식이 보장되어 있었다. 다만 일부 구간을 제외하곤 수심이 대체로 깊어 오리류의 서식이 유리한 지역이었다.

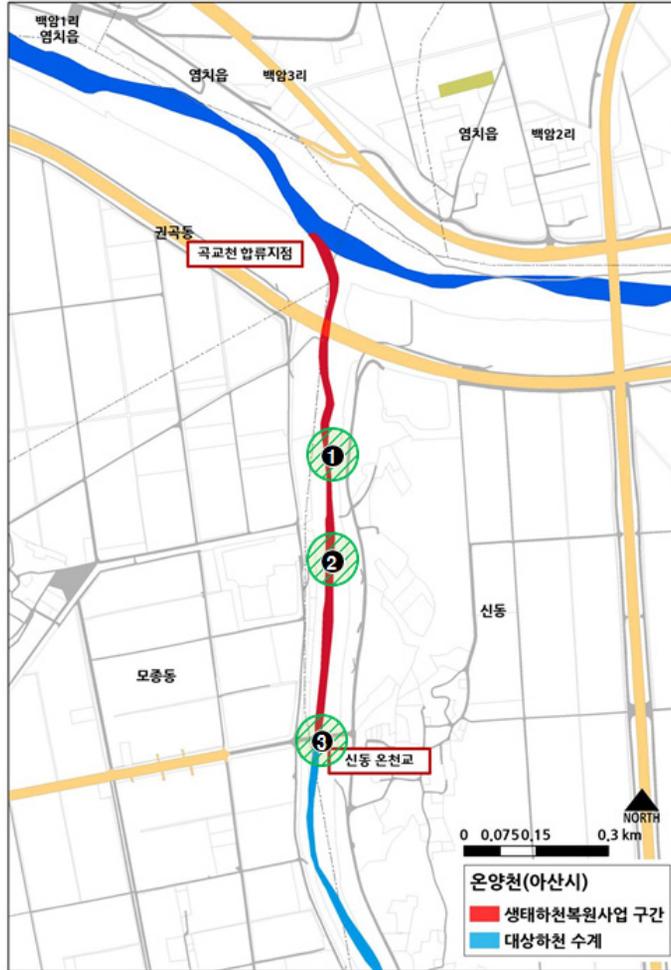
• 조류 서식 현황

흰뺨검둥오리, 쇠백로, 왜가리, 중대백로, 참새 등 5종이 관찰되었으며 흰뺨검둥오리를 제외한 4종의 경우 신동교 아래 수면이 노출되고 수심이 낮은 신동교 아래에서 모두 관찰되었다. 수공간의 면적을 넓히고 일부 공간의 식생을 제거하는 등 휴식처를 제공할 시에 보다 많은 수조류의 서식이 가능할 것으로 보인다.

[표 4-108] 은양천에서 확인한 조류목록

국명	학명	은양천
쇠백로	<i>Egretta garzetta</i>	5
왜가리	<i>Ardea cinerea</i>	1
중대백로	<i>Ardea alba modesta</i>	1
참새	<i>Passer montanus</i>	6
흰뺨검둥오리	<i>Anas poecilorhyncha</i>	84
합계	종수	5
	개체수	97

[표 4-109] 온양천의 조류 조사 위치 및 개체수



지점명	조류(국명)	개체수	지점명	조류(국명)	개체수
1	흰뺨검둥오리	38	3	흰뺨검둥오리	42
	쇠백로	2		중대백로	1
2	왜가리	1		참새	6
	흰뺨검둥오리	4	-	-	
	쇠백로	3	-	-	

③ 유구천

• 대상 하천 서식지 현황

조사 대상 구간의 하단의 경우 수생식물이 밀생하고 있어 일부 보 지역에 대해서만 소수의 조류가 휴식을 취할 수 있을 만큼 휴식 및 취식 공간이 매우 부족하였다. 조사 대상 중간 지점의 경우 유구읍내 지역에 해당되며 모든 수공간이 노출된 반면 하천 양쪽에 위치한 도로에 의해 방해요인의 발생 빈도가 매우 높게 나타나고 있었다. 상단 지점의 경우 고현천과 합수부 지역에 폭 넓은 얇은 수심 공간 및 습초지대가 형성되어 있으며 은폐되어 비교적 잘되어 있어 안정된 휴식과 취식이 보장되어 있었다.

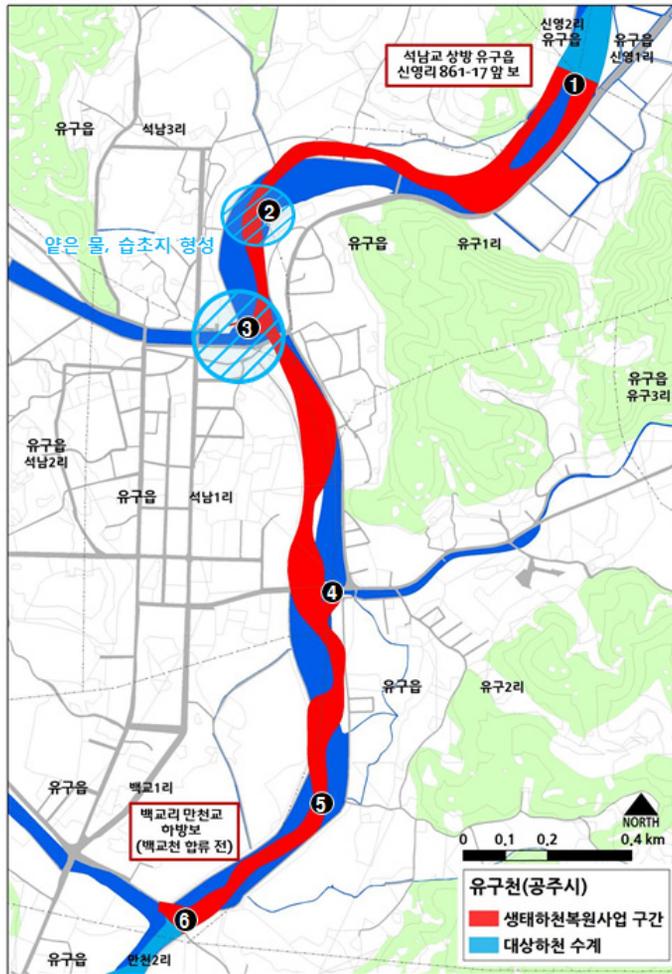
• 조류 서식 현황

흰뺨검둥오리, 중대백로, 왜가리, 쇠백로, 논병아리, 알락할미새 등 6종의 조류를 관찰할 수 있었다. 관찰조류 대부분 고현천과 합수지역에 형성된 얇은 물 지역과 습초지 지역에서 관찰되었다. 유구천의 경우 하폭이 넓은 것에 비해 조류 종 및 개체수가 적게 관찰되었다. 이는 조사 구간 하단(만천교-유마교)의 경우 수조류의 서식공간 부재하고 유구읍내 구간의 경우 양측에서 발생하는 방해요인에 의한 것으로 판단된다.

[표 4-110] 유구천에서 확인한 조류목록

국명	학명	유구천
논병아리	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	1
쇠백로	<i>Egretta garzetta</i>	2
알락할미새	<i>Motacilla alba leucopsis</i>	3
왜가리	<i>Ardea cinerea</i>	2
중대백로	<i>Ardea alba modesta</i>	1
흰뺨검둥오리	<i>Anas poecilorhyncha</i>	29
합계	종수	6
	개체수	38

[표 4-111] 유구천의 조류 조사 위치 및 개체수



지점명	조류(국명)	개체수	비고	지점명	조류(국명)	개체수	비고
1	흰뺨검둥오리	8	-	3	쇠백로	1	합수부 지역 얕은물
	흰뺨검둥오리	13			흰뺨검둥오리	4	
2	중대백로	1	습초지 형성	4	흰뺨검둥오리	2	보
	왜가리	1		5	흰뺨검둥오리	2	
	쇠백로	1		6	왜가리	1	
	논병아리	1		6	알락할미새	3	

④ 청지천

● 대상 하천 서식지 현황

조사 대상 구간 상류의 경우 하천 내부에 밀생한 초본류와 양측의 교목, 아교목층으로 인해 수공간은 전혀 노출되어 있지 않았다. 중간지점의 경우 수공간 및 하상이 드러난 면적이 많으며 하류지역에는 친수공간이 위치하거나 깊은 수심이 유지되고 있었다.



[그림 4-87] 청지천의 중간지점(좌) 및 하류 지점(우)

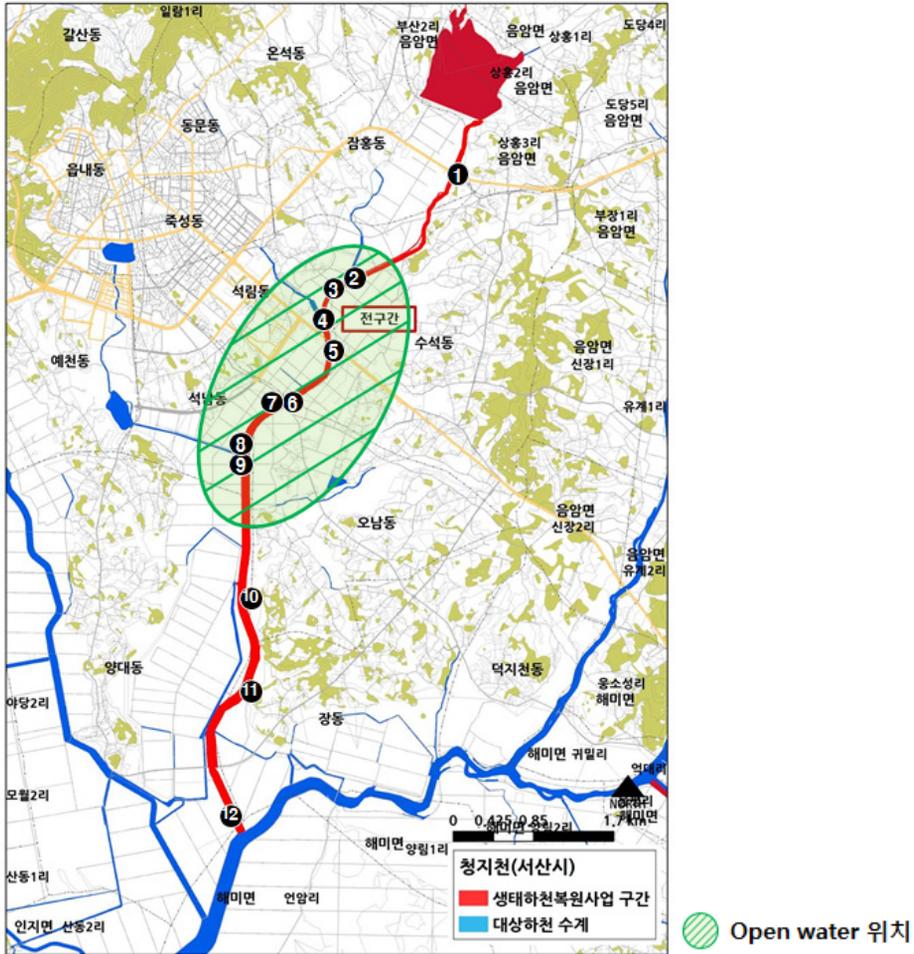
● 조류 서식 현황

붉은머리오목눈이, 깍도요, 알락할미새 등 8종의 조류가 관찰되었다. 상류 지역의 식생 밀집지역에서는 붉은머리오목눈이 외 다른 수조류의 서식은 불가능할 것으로 보인다. 하천 중간 지점에서부터 하상이 노출되고 또한 수생식물 분포 면적이 줄면서 수면 공간이 넓게 드러남에 따라 수조류의 서식지로 적합한 조건들을 갖추었으며 실제 다양한 수조류가 관찰되었다. 하류 지역의 경우 수면 공간이 좁고 수심이 깊어짐에 따라 수조류의 서식 또한 줄었다.

[표 4-112] 청지천에서 확인된 조류목록

국명	학명	청지천
깍작도요	<i>Actitis hypoleucos</i>	6
깍도요	<i>Gallinago gallinago</i>	1
멧비둘기	<i>Streptopelia orientalis</i>	4
붉은머리오목눈이	<i>Paradoxornis webbianus</i>	5
쇠백로	<i>Egretta garzetta</i>	20
알락할미새	<i>Motacilla alba leucopsis</i>	4
왜가리	<i>Ardea cinerea</i>	9
중대백로	<i>Ardea alba modesta</i>	30
합계	종수	8
	개체수	79

[표 4-113] 청지천의 조류 조사 위치 및 개체수



지점명	조류(국명)	개체수	지점명	조류(국명)	개체수	지점명	조류(국명)	개체수
1	붉은머리오목눈이	5	5	알락할미새	1	8	왜가리	1
	중대백로	1		왜가리	1		쇠백로	2
2	깍도요	1	6	깍작도요	3	9	왜가리	1
	알락할미새	1		멧비둘기	4		쇠백로	1
3	쇠백로	1	7	왜가리	3	10	깍작도요	2
4	왜가리	1		쇠백로	9		11	중대백로
	알락할미새	2	중대백로	6	깍작도요	1		
	쇠백로	6	쇠백로	1	12	중대백로	2	
5	중대백로	9	8	중대백로		1	왜가리	2
	중대백로	1		중대백로	7	-	-	

⑤ 해미천

● 대상 하천 서식지 현황

상류지역의 경우 갈대가 밀생하고 있었으며 육상화가 진행되고 있었다. 해미읍내 구간의 경우 수면이 노출되어 있지만 친수공간으로 방해요인의 발생이 용이한 지역이었다. 하류 지점의 경우 수생식물을 비롯하여 아교목층이 밀생하고 있었으며 보가 위치한 지역에서만 수공간이 노출되어 있었으며 수조류도 이 지역에 국한되어 분포하고 있었다. 하류 지역 양측에 위치한 넓은 면적의 농경지의 경우 수조류의 먹이처로 이용될 것으로 보인다.



갈대가 밀생한 해미천 상류



읍내 구간에 조성된 친수공간



식생으로 덮인 해미천 하류지역



해미천 하류에 위치한 보

[그림 4-88] 해미천 현황

● 조류 서식 현황

조사 대상 하천중 가장 많은 개체수의 조류가 관찰되었다. 특히 오리류의 개체수가 대부분이었으며 이는 먹이 공급처인 논이 하천 옆에 넓게 조성되어 있기 때문인 것으로 보인다. 보가

설치된 지역을 제외하곤 하천 대부분이 수생식물로 덮여있거나 방해요인이 많이 발생하는 친수공간인 것 탓에 대부분의 지역에서는 수조류가 관찰되지 않았다.

[표 4-114] 해미천에서 확인된 조류목록

국명	학명	해미천
붉은머리오목눈이	<i>Paradoxornis webbianus</i>	4
쇠백로	<i>Egretta garzetta</i>	8
쇠오리	<i>Anas crecca</i>	33
알락할미새	<i>Motacilla alba leucopsis</i>	3
왜가리	<i>Ardea cinerea</i>	3
중대백로	<i>Ardea alba modesta</i>	22
흰뺨검둥오리	<i>Anas poecilorhyncha</i>	200
합계	종수	7
	개체수	273

[표 4-115] 해미천의 조류 조사 위치 및 개체수



지점명	조류(국명)	개체수	지점명	조류(국명)	개체수	지점명	조류(국명)	개체수
1	쇠오리	12	3	쇠오리	4	4	흰뺨검둥오리	2
	흰뺨검둥오리	33		흰뺨검둥오리	130		중대백로	2
	쇠백로	4		5	쇠오리	8	쇠오리	9
	중대백로	2			알락할미새	2	알락할미새	1
2	중대백로	4	3	중대백로	14	6	붉은머리오목눈이	4
	쇠백로	2		왜가리	3		-	-
	흰뺨검둥오리	35		쇠백로	2		-	-

⑥ 당진천

• 대상 하천 서식지 현황

도심형 하천으로 도심지 구간에서는 수공간 면적이 좁고 수생식물로 덮여 있어 수조류의 서식 공간은 매우 부족한 실정이었다. 오히려 수공간 옆에 조성된 넓은 면적의 초지대 및 육상 공간을 이용하는 육상조류를 쉽게 관찰할 수 있었다.



[그림 4-89] 당진천의 하천 내부(좌) 및 전경(우)

• 조류 서식 현황

8종 27개체가 관찰되었다. 하지만 관찰조류 대부분 육상조류이며 수조류는 쇠백로와 중대백로 등 2종에 불과하다. 이는 우선 수공간 면적이 좁은 반면 육상공간 면적이 넓은 것과 더불어 수공간 또한 식생으로 덮여 실제 수조류의 서식 공간이 좁기 때문 인 것으로 보인다.

[표 4-116] 당진천에서 확인된 조류목록

국명	학명	당진천
까치	<i>Pica pica</i>	7
때까치	<i>Lanius bucephalus</i>	1
멧비둘기	<i>Streptopelia orientalis</i>	1
방울새	<i>Carduelis sinica</i>	2
붉은머리오목눈이	<i>Paradoxornis webbianus</i>	5
쇠백로	<i>Egretta garzetta</i>	3
중대백로	<i>Ardea alba modesta</i>	1
참새	<i>Passer montanus</i>	7
합계	종수	8
	개체수	27

[표 4-117] 당진천의 조류 조사 위치 및 개체수



지점명	조류(국명)	개체수	지점명	조류(국명)	개체수
1	붉은머리오목눈이	5	7	방울새	2
2	쇠백로	1	8	까치	1
3	참새	3	9	참새	2
	중대백로	1		10	때까치
4	쇠백로	1	11		까치
5	까치	2		11	멧비둘기
	참새	2	까치		3
6	쇠백로	1		-	

⑦ 판교천

• 대상 하천 서식지 현황

판교천의 경우 하폭이 좁고 하천 양쪽 제방에 산책로가 위치하거나 차량의 이동이 보장되어 있어 방해요인의 발생이 많았다. 조사 당시 일부 공간([그림 4-90])을 제외하고 대상지 전역은 수생식물에 덮여 있어 휴식, 취식공간이 매우 부족한 상황이었다.



[그림 4-90] 판교천의 수면 노출부

• 조류 서식 현황

붉은머리오목눈이, 물총새, 중대백로, 왜가리 등 4종을 관찰할 수 있었으며 붉은머리오목눈이의 경우 육상화된 하천내부에 서식하는 아교목층에서 관찰되었으며 그 외 종의 경우 수면이 노출된 지역에서 취식활동을 하고 있었다. 밀생하는 수생식물에 의한 수조류의 서식 공간 부재와 하천 양측 제방에 조성된 길에 의한 방해요인 유입에 따라 서식 조류의 수가 적은 것으로 판단된다.

[표 4-118] 판교천에서 확인된 조류목록

국명	학명	판교천
물총새	<i>Alcedo atthis</i>	1
붉은머리오목눈이	<i>Paradoxornis webbianus</i>	10
왜가리	<i>Ardea cinerea</i>	1
중대백로	<i>Ardea alba modesta</i>	1
합계	종수	4
	개체수	13

[표 4-119] 판교천의 조류 조사 위치 및 개체수



지점명	조류(국명)	개체수	지점명	조류(국명)	개체수
1	붉은머리오목눈이	10	3	중대백로	1
2	물총새	1	4	왜가리	1

⑧ 봉황천

• 대상 하천 서식지 현황

다양한 수심을 비롯하여 하폭이 넓고 완만한 경사와 모래가 노출된 하중도 위치하며 적절한 수생식물이 분포하는 등 다양한 종적, 횡적으로 서식지 구조를 지니고 있었다. 다만 낚시를 하거나 천렵하는 사람들로 인해 하천 내부에서의 직접적이며 강도 높은 방해요인이 많이 발생하고 있었다.



[그림 4-91] 봉황천 내 위치한 하중도 및 모래톱

• 조류 서식 현황

흰뺨검둥오리, 중대백로, 왜가리, 알락할미새, hing동새 등 11종의 조류가 관찰되었다. 조사 구간이 짧은 것에 비해 조사 하천 중 가장 많은 조류 종이 관찰되었다. 다양한 수심, 다양한 하상구조, 여울 진 곳, 정수공간 등 서식지 구조가 다양함에 따라 다양한 종의 수조류 서식이 가능한 것으로 보인다. 관찰된 것으로 보인다. 특히 하상이 노출된 지역이 분포함에 따라 큰부리까마귀, 알락할미새, hing동새 등도 취식이 가능한 공간이 하천 내부에 마련되었다.

[표 4-120] 봉황천에서 확인된 조류목록

국명	학명	봉황천
갯작도요	<i>Actitis hypoleucos</i>	3
논병아리	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	2
쇠물닭	<i>Gallinula chloropus</i>	1
쇠백로	<i>Egretta garzetta</i>	2
쇠오리	<i>Anas crecca</i>	8
알락할미새	<i>Motacilla alba leucopsis</i>	3
왜가리	<i>Ardea cinerea</i>	6
중대백로	<i>Ardea alba modesta</i>	4
큰부리까마귀	<i>Corvus macrorhynchos</i>	25
흰뺨검둥오리	<i>Anas poecilorhyncha</i>	44
항등새	<i>Anthus hodgsoni</i>	1
합계	종수	11
	개체수	99

[표 4-121] 봉황천의 조류 조사 위치 및 개체수



지점명	조류(국명)	개체수	비고	지점명	조류(국명)	개체수	비고
1	흰뺨검둥오리	12	-	4	흰뺨검둥오리	2	-
	중대백로	1			논병아리	2	
	왜가리	2		5	쇠물닭	30	-
	쇠백로	2					
2	알락할미새	3	-	6	흰뺨검둥오리	25	하중도
	횡등새	1			큰부리까마귀	2	
3	갑작도요	3	보		중대백로	4	
	중대백로	1			왜가리	8	
					쇠오리	1	

3. 생태하천복원사업 전·후 특성분석

1) 생태하천복원 전·후 물리적 특성 비교

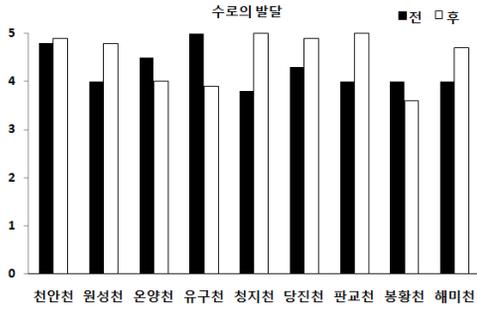
(1) 하천별 하천자연도 평가 결과 변화

생태하천복원사업 하천 7개, 참조하천 1개, 생태하천조성사업 하천 1개 전체에 대한 하천의 물리적구조 등급 평가 결과는 다음과 같다(표 4-122). 생태하천복원 이전의 하천들은 대부분 4등급으로 평가되었고 9개 중 8개의 하천이 4등급으로 나타났고 나머지 1개 하천만 3.9등급으로 평가되었다. 하지만 생태하천복원 이후의 하천들은 3~4등급으로 평가되었고, 9개 중 3개 하천이 4등급으로 가장 대표적인 수준으로 나타났다. 물리적구조로 평가한 하천 중에 3.2등급이 가장 높은 등급으로 봉황천 1개 하천이 있고, 4등급 판정을 받은 천안천, 원성천, 판교천 3개 하천이 가장 낮게 평가되었다.

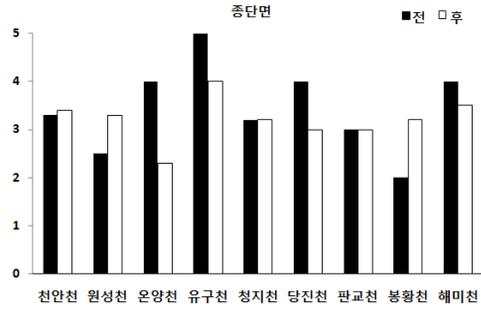
[표 4-122] 생태하천복원 전·후 하천자연도 평가 결과 비교

하천명	수로의 발달		종단면		횡단면		하상구조		저수로변 구조		하천주변		평균/등급	
	전	후	전	후	전	후	전	후	전	후	전	후	전	후
천안천*	4.8	4.9	3.3	3.4	3.0	3.2	4.3	4.5	4.0	4.1	4.0	4.0	3.9	4.0
원성천*	4.0	4.8	2.5	3.3	4.0	3.3	4.5	4.7	4.0	3.8	4.0	4.0	4.0	4.0
운양천*	4.5	4.0	4.0	2.3	2.9	2.3	4.5	3.8	3.0	2.5	4.0	3.8	4.0	3.3
유구천*	5.0	3.9	5.0	4.0	3.0	2.6	4.0	4.9	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.3
청지천*	3.8	5.0	3.2	3.2	3.4	3.1	5.0	4.9	3.8	3.9	4.0	3.9	4.0	3.9
당진천*	4.3	4.9	4.0	3.0	3.8	3.0	5.0	4.9	4.0	4.0	3.8	4.0	4.0	3.9
판교천*	4.0	5.0	3.0	3.0	3.0	3.3	5.0	5.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
봉황천**	4.0	3.6	2.0	3.2	2.0	2.4	3.0	3.2	3.0	3.2	3.6	3.6	4.0	3.2
해미천***	4.0	4.7	4.0	3.5	4.0	2.6	5.0	4.6	3.0	3.4	4.0	3.5	4.0	3.6

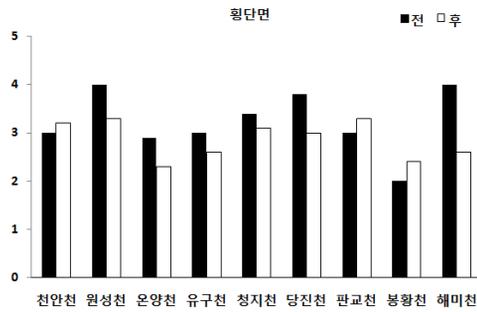
* 생태하천복원사업, ** 참조하천, *** 생태하천조성사업



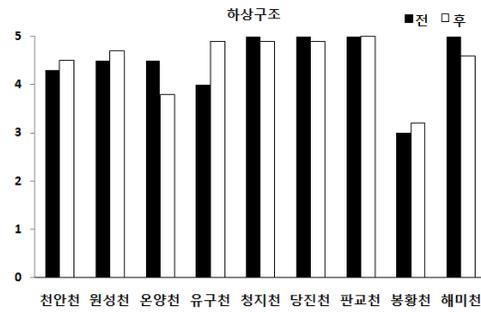
[수로의 발달]



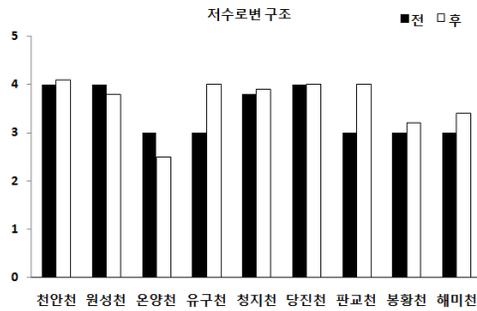
[종단면]



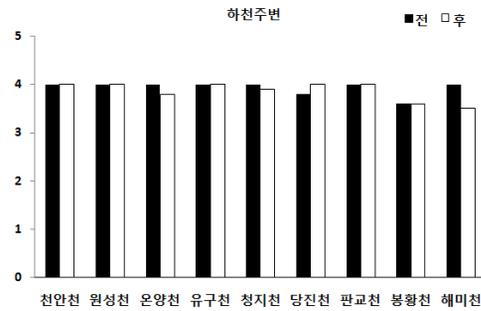
[횡단면]



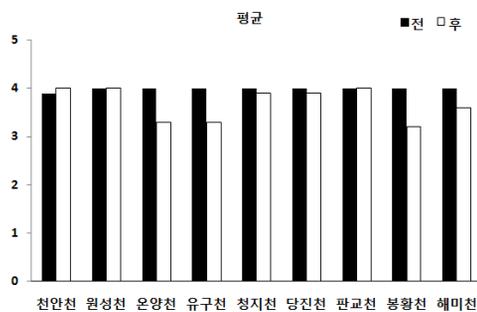
[하상구조]



[저수로변 구조]



[하천 주변]



[평균 등급]

[그림 4-92] 생태하천복원 전·후 하천자연도 평가 결과 변화

(2) 하천별 하천자연도 평가 최상위·최하위 항목 결과 변화

하천의 물리적특성 평가에서 생태하천복원 사업 전·후 하천의 최상위, 최하위로 나타난 항목들을 하천별로 살펴보았다([표 4-123]). 생태하천복원 사업 이전 하천에서 전체적으로 최상위로 평가된 항목은 ‘횡단면’과 ‘종단면’이고, 최하위로 평가된 항목은 ‘하상구조’였다. 하지만 생태하천복원 사업 이후 하천에서는 ‘횡단면’ 항목이 최상위로 평가되었고, ‘수로의 발달’ 항목이 최하위로 평가되었다. 이는 오히려 사업을 통해 수로의 단편화를 초래하는 기법들이 다수 도입되고 있음을 시사한다고 할 수 있다. 하천의 물리적특성 평가를 실시한 9개 하천 중 참조하천인 봉황천을 제외하고 가장 높은 등급으로 평가된 온양천과 유구천은 사업 이전과 사업 이후에 모두 ‘횡단면’이 최상위였지만, 최하위로 평가된 항목은 사업 이전은 ‘수로의 발달’로 동일하지만 사업 이후에는 각각 ‘수로의 발달’과 ‘하상구조’가 최하위로 평가되었다. ‘종단면’ 항목은 생태하천복원사업 시 어도 설치 등으로 개선정도가 큰 것으로 판단된다. 참조하천인 봉황천은 하천 구조물이 적어 종적·횡적 연결성이 뛰어난 것으로 나타났다.

[표 4-123] 생태하천복원 전·후 하천자연도 평가 최상위·최하위 항목 결과 비교

하천명	최상위					최하위				
	항목		점수		비고	항목		점수		비고
	전	후	전	후		전	후	전	후	
천안천*	횡단면	횡단면	3.0	3.2	↑	수로의 발달	수로의 발달	4.8	4.9	↑
원성천*	종단면	종단면, 횡단면	2.5	3.3	↑	하상구조	수로의 발달	4.5	4.8	↑
온양천*	횡단면	종단면, 횡단면	2.9	2.3	↓	수로의 발달, 하상구조	수로의 발달	4.5	4.0	↓
유구천*	횡단면, 저수로변 구조	횡단면	3.0	2.6	↓	수로의 발달, 종단면	하상구조	5.0	4.9	↓
청지천*	종단면	횡단면	3.2	3.1	↓	하상구조	수로의 발달	5.0	5.0	-
당진천*	횡단면, 하천주변	종단면, 횡단면	3.8	3.0	↓	하상구조	수로의 발달, 하상구조	5.0	4.9	↓
판교천*	종단면, 횡단면, 저수로변 구조	종단면	3.0	3.0	↓	하상구조	수로의 발달, 하상구조	5.0	5.0	-
봉황천**	종단면	횡단면	2.0	2.4	↑	수로의 발달	수로의 발달, 하천주변	4.0	3.6	↓
해미천***	저수로변 구조	횡단면	3.0	2.6	↓	하상구조	수로의 발달	5.0	4.7	↓

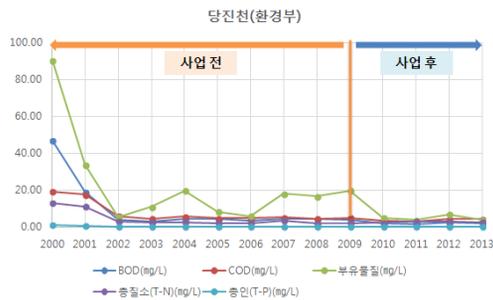
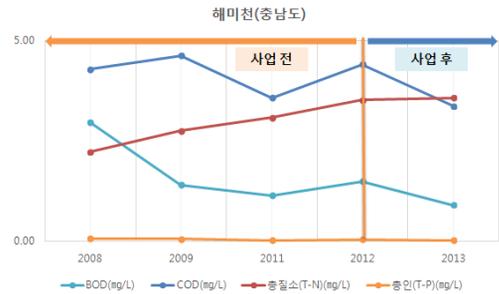
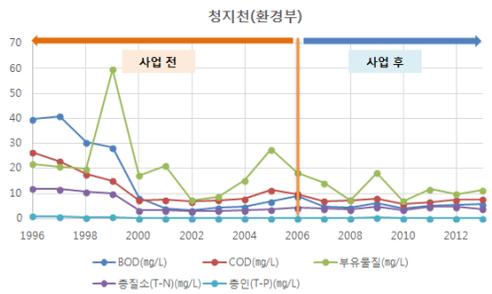
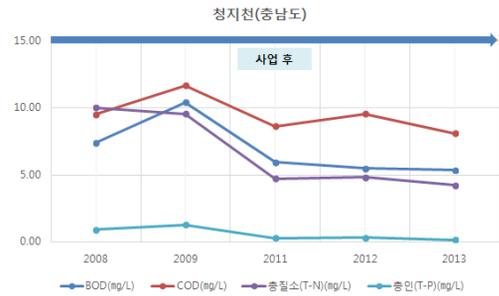
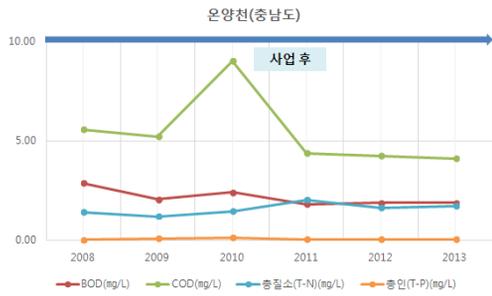
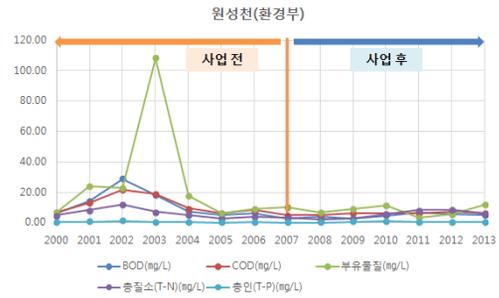
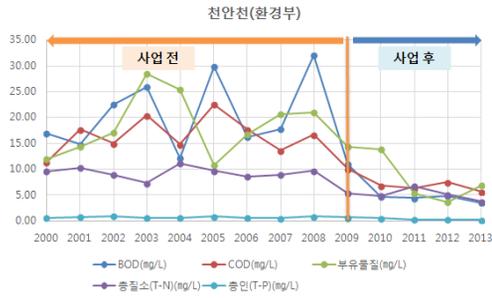
* 생태하천복원사업, ** 참조하천, *** 생태하천조성사업

2) 생태하천복원 전·후 수질 비교

생태하천복원사업이 시행된 전체 하천에 대하여 수질을 비교하기 위하여 자료를 확인 한 결과 전·후 시점을 모두 확인 가능한 하천은 청지천, 천안천, 원성천, 당진천, 해미천으로 5개 하천이 가능한 것으로 나타났다. 수질비교 항목으로는 BOD, COD, SS, T-N, T-P의 5개 항목을 선정하였다.

유구천과 판교천의 경우 사업 구간과 수질측정 지점이 이격하여 위치하므로 수질비교 변화 분석 지점에서는 제외하였고, 온양천은 현재 충청남도에서 모니터링 하고 있으나 사업 전의 모니터링 자료가 없어 전·후 비교는 어려운 것으로 나타났다. 천안천과 원성천 등의 도심오염 하천의 경우는 뚜렷한 수질개선의 효과가 있는 것으로 나타났으나 그 외 하천은 수질개선이나 악화 등의 일관성이 없어 유의미한 결론을 내기는 어려운 것으로 나타났다.

수질은 하천 주변의 오염물질 배출 및 다양한 유역 상황에 영향을 받는 것으로 생태하천복원 사업을 시행했다고 해서 수질관리에도 개선효과가 있다고 판단하기는 어렵다는 점을 확인시켜주는 결과이다. 그러나 대부분 수질항목들에서 수질이 개선되고 있는 경향이 나타났다.



[그림 4-93] 생태하천복원 전·후 수질변화

3) 생태하천복원 전·후 생물상 변화 비교

복원 전·후의 생물상 변동은 생태하천을 복원한다는 목적에 맞게 생태복원력이 회복되고 있는지 평가할 수 있는 수단 중 하나이다. 조사 자료가 부족한 일부 하천들은 추후 추가 조사 및 자료 확보를 통하여 재평가될 수 있을 것이나 본 연구에서는 기존에 확보된 자료 및 현장조사 결과를 토대로 대상 하천의 생태건강성을 살펴보고자 하였다.

(1) 저서성 대형무척추동물

사업 전의 자료는 대상하천의 하천기본계획, 실시설계, 사전환경성검토서의 결과를 사용하였으며, 사업 후의 자료는 본 연구의 현장조사 결과를 사용하였다. 비오톱 조사결과는 조사지점이 대상하천의 사업구간과 일치하지 않아 사업 전·후 비교를 할 수 없어 제외하였다.

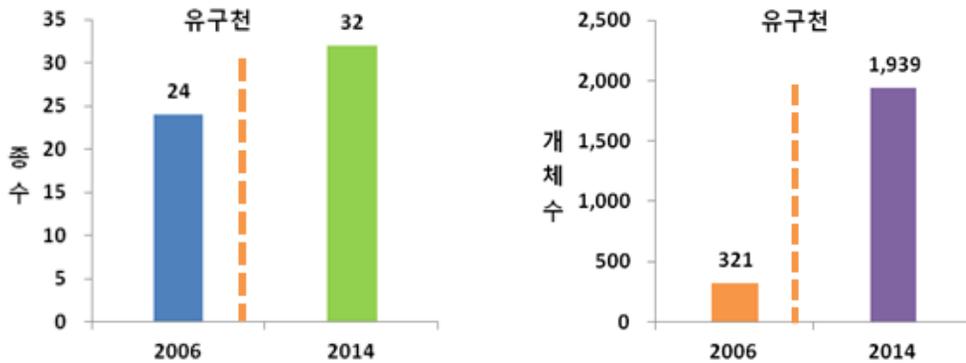
생태하천복원사업이 시행된 전체 하천에 대하여 저서성 대형무척추동물상 변화를 비교하기 위하여 자료를 확인 한 결과 전·후 시점을 모두 확인 가능한 하천은 유구천, 당진천, 판교천 3개 하천으로 나타났다.

가. 하천별 출현종수 및 개체수의 변화

① 유구천

유구천은 사업 후 저서성 대형무척추동물의 출현종수가 증가(24종→32종)하는 것으로 나타났다. 개체수 또한 사업 전¹⁷⁾ 321개체에서 사업 후 1,939개체로 크게 증가한 것으로 확인되었으며, 특히 한반도고유종인 강하루살이가 서식하는 것으로 조사되었다. 이는 서식환경 및 수질이 사업 전에 비해 개선되었기 때문으로 판단된다.

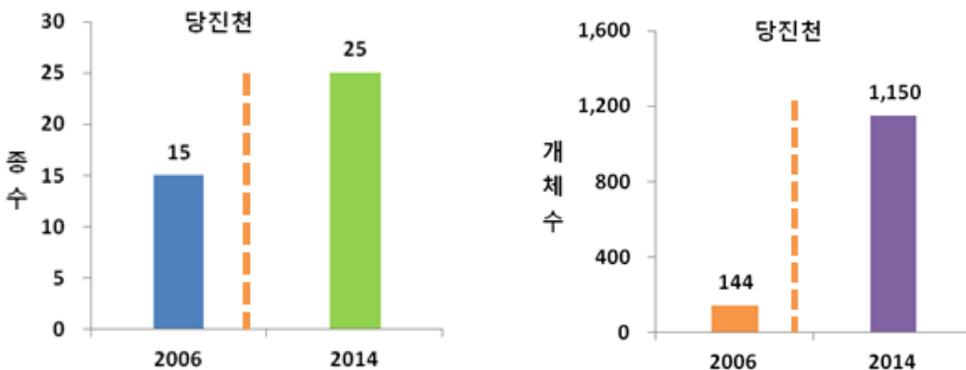
17) 유구천 자연형하천 정화사업 기본 및 실시설계 사전환경성검토서(2006)



[그림 4-94] 생태하천복원 전·후 저서성 대형무척추동물 출현종수 및 개체수 변화(유구천)

② 당진천

당진천은 사업 완료 전에 비하여 출현종수가 증가하여 14과 15종에서 18과 25종으로 증가한 것으로 나타났으며, 개체수 또한 사업 전¹⁸⁾5개 지점 144개체에서 사업 후 2개 지점 1,150개체로 증가한 것으로 나타났다. 특히 깔따구류의 수가 줄고 하루살이류의 수가 늘어나는 등 생태건강성이 향상되었음을 알 수 있다.

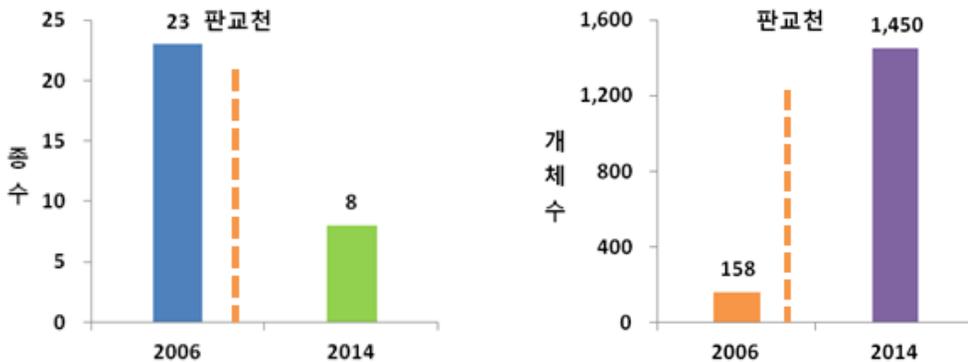


[그림 4-95] 생태하천복원 전·후 저서성 대형무척추동물 출현종수 및 개체수 변화(당진천)

18) 당진천 자연형하천 정화사업 기본 및 실시설계 사전환경성검토서(2006)

③ 판교천

판교천은 사업 후 저서성 대형무척추동물의 출현종수가 사업 완료 전에 비해 오히려 급격히 감소(23종→8종)하는 것으로 나타났고 개체수는 사업 전¹⁹⁾ 158개체에서 사업 후 1,450개체로 증가하였으나 깔따구류가 약 1,000개체, 실지렁이 260개체 등 특정 종의 상대밀도가 매우 높은 것으로 확인되었다. 판교천 사업구간의 경우 하천이 수로 역할을 함에 따라 생태유량 확보가 어렵고 유역으로부터 오염원의 영향을 크게 받는 등의 요인에 의해 종수가 오히려 감소하고 오수성 저서생물의 개체수가 증가한 것으로 판단된다. 따라서 하천 유지유량확보 방안이 강구되어야 할 것으로 판단된다.



[그림 4-96] 생태하천복원 전·후 저서성 대형무척추동물 출현종수 및 개체수 변화(판교천)

나. 하천별 우점종 및 우점률 변화

① 유구천

사업 전 유구천의 각 조사지점에서 확인된 저서성 대형무척추동물의 우점종은 대부분 깔따구 sp.1, 깔따구류와 줄날도래였고, 사업 후에는 꼬마줄날도래와 세갈래하루살이가 우점종으로 출현하였다. 과거 자료와 비교하였을 때 출현종수 및 개체수 측면에서 현재 환경상태가 좋아진 것으로 판단할 수 있으나 문헌자료의 전반적인 자료가 비전문가에 의한 조사자료로

19) 판교천 자연형하천 정화사업 사전환경성검토서(2006)

신뢰도가 매우 낮아 객관적인 절대 비교는 어려울 것으로 판단되어진다.

[표 4-124] 생태하천복원 전·후 출현한 저서성 대형무척추동물의 우점종 및 우점율(유구천)

조사지점		우점종 및 우점율(%)			
		제1우점종	우점율(%)	제2우점종	우점율(%)
사업전 (2006)	1	깔따구 sp.1	17.2	줄날도래	16.4
	2	깔따구 sp.1	16.5	깔따구류	16.5
	3	깔따구류	25.5	깔따구 sp.1	19.6
사업후(2014)		꼬마줄날도래	28.1	세갈래하루살이	20.1

② 당진천

사업 전 당진천의 각 조사지점에서 확인된 저서성 대형무척추동물의 우점종은 대부분 왕잠자리, 물달팽이, 물잠자리, 게아재비, 개똥하루살이, 줄새우가 주요 우점종으로 출현하였고, 사업 후인 본 현지조사에서는 1지점에서 개똥하루살이와 꼬마줄날도래가 각각 34.1%와 28.6%, 2지점에서 개똥하루살이와 깔따구 sp.1이 각각 59.7%와 28.6%로 조사되었다. 사업 전과 비교하였을 때 종수, 개체수 뿐만 아니라 하상여건이 양호할 때 출현하는 꼬마줄날도래가 우점하는 것으로 나타났으므로 생태적 안정성이 비교적 증가한 것으로 판단된다.

[표 4-125] 생태하천복원 전·후 저서성 대형무척추동물의 우점종 및 우점율(당진천)

조사지점		우점종 및 우점율(%)			
		제1우점종	우점율(%)	제2우점종	우점율(%)
사업전 (2006)	1	왕잠자리	38.5	게아재비	23.1
	2	물달팽이	33.3	물잠자리	23.8
	3	물달팽이	47.6	개똥하루살이	19.0
	4	물잠자리	24.5	줄새우	22.4
	5	물달팽이	36.8	물달팽이	31.6
사업후(2014)_DJ01		개똥하루살이	34.1	꼬마줄날도래	28.6
사업후(2014)_DJ02		개똥하루살이	59.7	깔따구 sp.1	15.3

③ 판교천

사업 전 문헌조사에서 확인된 판교천의 저서성 대형무척추동물의 우점종은 등줄하루살이와 깔따구 sp.6가 각각 14.6%로 나타났고, 사업 후에는 깔따구 sp.6와 실지렁이가 각각 73.6%와 17.4%로 우점하는 것으로 나타났다. 사업 후 오히려 단위면적당 특정 종의 상대밀도가 매우 높게 서식하는 것으로 조사되어 군집구조가 단순함을 간접적으로 나타내고 있다고 할 수 있다.

[표 4-126] 생태하천복원 전·후 저서성 대형무척추동물의 우점종 및 우점율(판교천)

조사지점	우점종 및 우점율(%)			
	제1우점종	우점율(%)	제2우점종	우점율(%)
사업전(2006)	등줄하루살이	14.6	깔따구 sp.6	14.6
사업후(2014)	깔따구 sp.6	73.6	실지렁이	17.4

다. 하천별 군집지수 변화

① 유구천

사업 전 문헌조사에서 확인된 유구천의 우점도지수 값은 0.329~0.451, 다양도지수 값은 3.224~3.769, 풍부도지수 값은 2.811~4.083, 균등도지수 값은 0.847~0.901의 범위로 나타났고, 사업 후의 경우 우점도지수 값은 0.481, 다양도지수 값은 3.611, 풍부도지수 값은 4.095, 균등도지수 값은 0.722로 나타나 비교적 안정된 서식환경을 유지하고 있는 것으로 판단되어진다.

[표 4-127] 생태하천복원 전·후 저서성 대형무척추동물의 군집지수(유구천)

지점	군집지수	우점도	다양도	풍부도	균등도
	사업전 (2006)	1	0.336	3.769	4.083
2		0.329	3.681	3.601	0.901
3		0.451	3.224	2.811	0.847
사업후(2014)		0.481	3.611	4.095	0.722

② 당진천

사업 전 문헌조사에서 확인된 당진천의 우점도지수 값은 0.469~0.684, 다양도지수 값은 1.786~2.782, 풍부도지수 값은 1.019~2.056, 균등도지수 값은 0.800~0.919의 범위로 나타났고, 사업 후의 경우 우점도지수 값은 0.627~0.750, 다양도지수 값은 2.146~2.757, 풍부도지수 값은 2.003~2.595, 균등도지수 값은 0.580~0.661의 범위로 나타났다. 사업 후 풍부도 지수값이 상승한 것으로 나타나 생태적 안정성이 높아진 것으로 판단된다.

[표 4-128] 생태하천복원 전·후 저서성 대형무척추동물의 군집지수(당진천)

지점	군집지수	우점도	다양도	풍부도	균등도
사업전(2006)	1	0.615	2.134	1.559	0.919
	2	0.571	2.332	1.642	0.902
	3	0.667	2.069	1.338	0.800
	4	0.469	2.782	2.056	0.878
	5	0.684	1.786	1.019	0.893
사업후(2014)_DJ01		0.627	2.757	2.595	0.661
사업후(2014)_DJ02		0.750	2.146	2.003	0.580

③ 판교천

사업 전 우점도지수 값은 0.291, 다양도지수 값은 3.974, 풍부도지수 값은 4.346, 균등도지수 값은 0.878로 나타났고, 사업 후 우점도지수 값은 0.920, 다양도지수 값은 1.206, 풍부도지수 값은 0.962, 균등도지수 값은 0.402로 나타나 사업 전에 비하여 사업 후 출현 종수가 적고 군집구조가 단순하며 생태적으로 불안정한 환경으로 전반적으로 지수값이 나빠진 것으로 조사되었다.

[표 4-129] 생태하천복원 전·후 저서성 대형무척추동물의 군집지수(판교천)

지점	군집지수	우점도	다양도	풍부도	균등도
사업전(2006)		0.291	3.974	4.346	0.878
사업후(2014)		0.920	1.206	0.962	0.402

라. 하천별 저서성 대형무척추동물 생태점수(ESB 지수) 변화

① 유구천

사업 전 문헌자료를 통하여 나타난 유구천에서 확인된 저서성 대형무척추동물을 대상으로 ESB 생태점수를 분석한 결과, 상류지역에서는 “다소양호”한 환경상태 보호수역, 수질등급 “II 등급”, 오수생물계열평가는 “빈부수성”수역으로 조사되었다. 중·하류지역의 경우는 “다소불량”한 환경상태 개선수역, 수질등급 “II등급”, 오수생물계열평가는 “β-중부수성”수역으로 조사되었다. 사업 후 비교를 위해 실시되었던 현장조사에서 확인된 저서성 대형무척추동물을 대상으로 ESB 생태점수를 분석한 결과, “매우양호”한 환경상태 최우선개선수역, 수질등급 “I등급”, 오수생물계열평가는 “빈부수성”수역으로 조사되어 대체적으로 환경질 평가 등급이 상향된 것으로 나타났다.

[표 4-130] 생태하천복원 전·후 ESB지수를 이용한 환경질 및 오수생물계열 평가(유구천)

지점		생태점수 (ESB)	환경질 평가			오수생물계열 평가
			환경상태	지역구분	수질등급	
사업전 (2006)	1	56	다소양호	보호수역	II	빈부수성
	2	39	다소불량	개선수역	II	β-중부수성
	3	28	다소불량	개선수역	II	β-중부수성
사업후(2014)		92	매우양호	최우선보호수역	I	빈부수성

② 당진천

사업 전 문헌자료를 통하여 나타난 당진천에서 확인된 저서성 대형무척추동물을 대상으로 ESB 생태점수를 분석한 결과, 대부분의 지역에서 “매우불량” 또는 “불량”한 환경상태로 최우선개선수역 또는 개선수역, 수질등급 “III등급” 또는 “IV-V등급”, 오수생물계열평가는 “α-중부수성” 이나 “빈부수성”수역으로 조사되었다. 사업 후 비교를 위해 실시되었던 현장조사에서 확인된 저서성 대형무척추동물을 대상으로 ESB 생태점수를 분석한 결과, 상류지역은 “다소불량”한 환경상태의 개선수역, 수질등급 “II등급” 오수생물계열평가는 “β-중부수성”수역으로 조사되었고, 하류지역은 “불량”한 환경상태의 우선개선수역, 수질등급 “III등급” 오수생물계열평가는 “β-중부수성”수역으로 조사되어 약간 평가등급이 상향된 것으로 나타났다.

[표 4-131] 생태하천복원 전·후 ESB지수를 이용한 환경질 및 오수생물계열 평가(당진천)

지점		생태점수 (ESB)	환경질 평가			오수생물계열 평가
			환경상태	지역구분	수질등급	
사업전 (2006)	1	11	매우불량	최우선개선수역	IV-V	α -중부수성
	2	10	매우불량	최우선개선수역	IV-V	α -중부수성
	3	11	매우불량	최우선개선수역	IV-V	α -중부수성
	4	17	불량	우선개선수역	Ⅲ	α -중부수성
	5	7	매우불량	최우선개선수역	IV-V	강부수성
사업후(2014)_DJ01		40	다소불량	개선수역	Ⅱ	β -중부수성
사업후(2014)_DJ02		25	불량	우선개선수역	Ⅲ	β -중부수성

③ 판교천

판교천 사업 전 문헌조사에서 확인된 저서성 대형무척추동물에 대상으로 ESB 생태점수를 분석한 결과, “다소양호”한 환경상태의 보호수역으로 조사되었고, 수질등급은 “II등급”으로 조사되었으며 오수생물계열평가는 “ β -중부수성”수역으로 조사되었다. 그러나 사업 후 평가를 위하여 실시하였던 현지조사 결과 “매우불량”한 환경상태의 최우선개선수역으로 조사되었고, 수질등급은 “IV-V등급”으로 조사되었으며 오수생물계열평가는 “ α -중부수성”수역으로 오히려 지수가 다소 불량하게 평가되었다. 이는 하천의 유량 감소, 하천의 자정능력 감소, 오염원 유입 증가 등에 따른 수질악화가 큰 원인인 것으로 판단된다.

[표 4-132] 생태하천복원 전·후 ESB지수를 이용한 환경질 및 오수생물계열 평가(판교천)

지점		생태점수 (ESB)	환경질 평가			오수생물계열 평가
			환경상태	지역구분	수질등급	
사업전(2006)		43	다소양호	보호수역	Ⅱ	β -중부수성
사업후(2014)		12	매우불량	최우선개선수역	IV-V	α -중부수성

마. 하천별 저서동물지수(BMI 지수) 변화

① 유구천

사업 전 유구천에서 확인된 저서성 대형무척추동물을 대상으로 BMI 지수를 분석한 결과, 상류지역은 BMI 값이 63.8로 조사되어 생물등급 “B”에 환경상태는 “양호”한 것으로 조사되었고, 중·하류지역은 BMI 값이 각각 50.7과 54.1로 조사되어 생물등급 “C”에 환경상태는 “보통”인 것으로 조사되었다. 사업 후 지수변화 확인을 위해 실시된 현장조사 결과를 토대로 BMI 지수를 분석한 결과, BMI 값이 65.7로 조사되어 생물등급 “B”에 환경상태는 “양호”한 것으로 조사되었다. 이처럼 유구천의 경우는 종수, 개체수, 군집지수, ESB 지수 뿐만 아니라 BMI 지수로 평가한 하천의 상태 및 저서성 대형무척추동물의 생물상이 대체적으로 개선된 것으로 나타났다.

[표 4-133] 생태하천복원 전·후 저서동물지수(BMI)를 이용한 생물등급의 판정(유구천)

지점		저서동물지수(BMI)	생물등급	환경상태	표현색
사업전 (2006)	1	63.8	B	양호	초록
	2	50.7	C	보통	노랑
	3	54.1	C	보통	노랑
사업후(2014)		65.7	B	양호	초록

② 당진천

사업 전 당진천에서 확인된 저서성 대형무척추동물을 대상으로 BMI를 분석한 결과, 지점 1과 4의 BMI 값은 70.3과 60.1로 조사되어 생물등급 “B”에 환경상태는 “양호”한 것으로 조사되었고, 지점 2, 3, 5의 BMI 값은 50.2~57.3으로 조사되어 생물등급 “C”에 환경상태는 “보통”인 것으로 조사되었다. 사업 후 지수변화 확인을 위해 실시된 현장조사 결과를 토대로 BMI를 분석한 결과, 값이 29.3~36.8의 범위로 조사되어 생물등급 “D”에 환경상태는 “불량”한 것으로 조사되어 개체수와 종수가 늘어났음에도 불구하고 BMI 지수를 이용한 생물등급은 다소 불량하게 나타나 이에 대한 하천의 기능적 측면이 안정되지 못한 것으로 판단된다.

[표 4-134] 생태하천복원 전·후 저서동물지수(BMI)를 이용한 생물등급의 판정(당진천)

지점	저서동물지수(BMI)	생물등급	환경상태	표현색	
사업전 (2006)	1	70.3	B	양호	초록
	2	50.2	C	보통	노랑
	3	50.3	C	보통	노랑
	4	60.1	B	양호	초록
	5	57.3	C	보통	노랑
사업후(2014)_DJ01	36.8	D	불량	빨강	
사업후(2014)_DJ02	29.3	D	불량	빨강	

③ 판교천

판교천에서 확인된 저서성 대형무척추동물을 대상으로 BMI를 분석한 결과, 사업 전 BMI 값이 37.8로 조사되어 생물등급 “D”에 환경상태는 “불량”한 것으로 조사되었고, 사업 후에도 BMI 값이 11.5로 조사되어 생물등급 “D”에 환경상태는 “불량”한 것으로 조사되었다.

[표 4-135] 생태하천복원 전·후 저서동물지수(BMI)를 이용한 생물등급의 판정(판교천)

지점	저서동물지수(BMI)	생물등급	환경상태	표현색
사업전(2006)	37.8	D	불량	빨강
사업후(2014)	11.5	D	불량	빨강

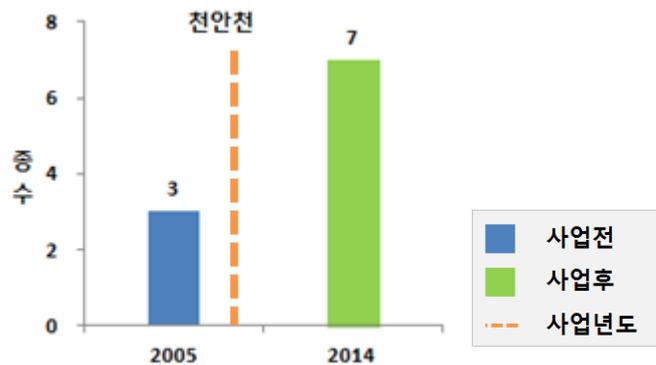
(2) 담수어류

생태하천복원 사업 전·후 담수어류상의 변화를 알아보기 위하여 사업구간에 출현한 어류종수를 비교하였다. 사업 전의 자료는 대상하천의 하천기본계획, 실시설계, 사전환경성검토서의 결과를 사용하였으며, 사업후의 자료는 본 연구의 현장조사 결과를 사용하였다. 비오톱 조사 결과는 조사지점이 대상하천의 사업구간과 일치하지 않아 사업 전·후 비교를 할 수 없어 제외하였다. 일부 자료는 개체수가 기록되지 않아 군집분석의 비교는 불가하였으며, 천안천, 유구천, 해미천, 당진천, 판교천 5개 하천의 전·후 어류상 비교가 가능한 것으로 나타났다.

가. 하천별 출현종수 및 개체수의 변화

① 천안천

천안천의 사업이 완료된 2009년을 기준으로 사업 전(2005)²⁰⁾의 출현종수는 3종이었으나, 사업 후(2014)의 출현종수는 7종으로 나타났다. 본 조사에서만 채집된 종은 잉어, 모래무지, 버들치, 피라미, 밀어 5종이었다. 사업 전·후 법정보호종, 한국고유종, 위해야생생물은 출현하지 않았다. 천안천의 하상은 모래이며, 하천의 탁도가 낮았다. 여울, 소가 부분적으로 발달하였으며, 수생식물이 우거져 어류의 서식처를 제공하였다.

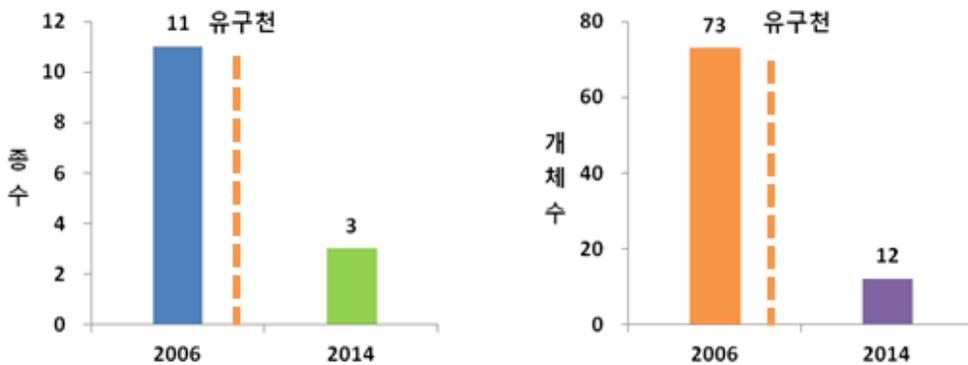


[그림 4-97] 생태하천복원 전·후 담수어류 출현종수 변화(천안천)

20) 천안천, 원성천 자연형 하천정화사업(2005)

② 유구천

유구천의 사업이 완료된 2009년을 기준으로 사업 전(2006)²¹⁾의 출현종수는 11종이었으나, 사업 후(2014)의 출현종수는 3종으로 나타났으며, 개체수는 사업 전 73개체에서 12개체로 감소하였다. 사업 전 결과에서는 나타나지 않았으나 본 조사에서만 위해야생생물인 배스 1종이 확인되었다. 사업 전·후 법정보호종은 출현하지 않았다. 한국고유종은 사업 전 돌마자, 참종개, 얼룩동사리, 동사리 4종이 채집되었으나 사업 후는 동사리 1종이 채집되었다. 현장조사시 유마교 상방은 유구천 우렁이 축제를 진행 중이었다. 유마교 하방은 녹조가 번성하고 하상은 혐기성 뻘이었으며, 육안으로도 배스가 관측되었다. 사업 전에 서식하였던 납자루, 참붕어, 줄물개, 모래무지, 갈겨니 등의 개체수는 줄고, 위해야생생물인 배스의 개체수가 증가하였다. 담당공무원 인터뷰 및 주민 탐문조사 결과, 유구천의 대상지점에 대부분의 종이 서식하지 않으며, 배스가 번성하는 것을 확인할 수 있었다. 또한 투망 조사시 수백 마리의 황소개구리 올챙이가 채집되었다. 따라서 외래종 퇴치사업이 별도로 진행되어야 할 것으로 판단된다.

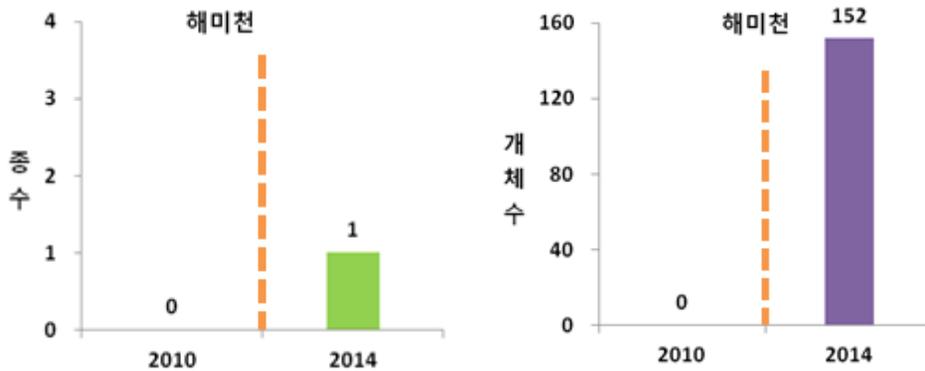


[그림 4-98] 생태하천복원 전·후 담수어류 출현종수 변화(유구천)

21) 유구천 자연형하천 정화사업 기본 및 실시설계 사전환경성검토서(2006)

③ 해미천

해미천의 사업이 완료된 2012년을 기준으로 사업 전(2010)²²⁾의 출현종수는 0종이었으나, 사업 후(2014)의 출현종수는 1종으로 나타났다. 피라미 단 1종만이 채집되었으며, 사업 전·후 모두 어류군집이 매우 단일화된 상태이다.



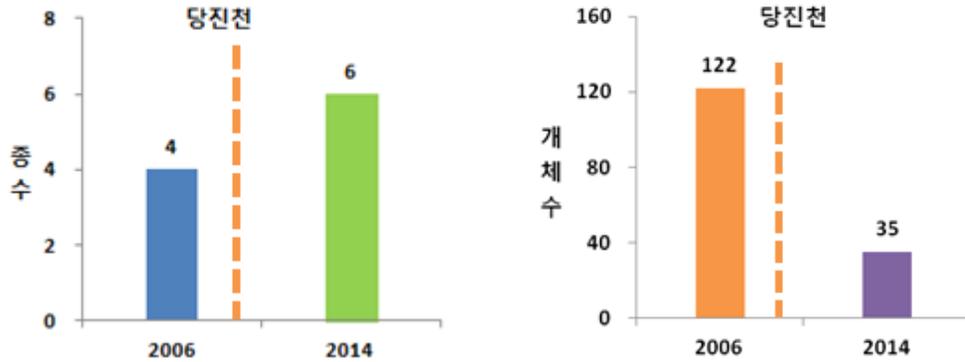
[그림 4-99] 생태하천복원 전·후 담수어류 출현종수 변화(해미천)

④ 당진천

당진천의 사업이 완료된 2009년을 기준으로 사업 전(2006)²³⁾의 출현종수는 4종이었으나, 사업 후(2014)의 출현종수는 6종으로 나타났다. 개체수는 사업 전 122개체에서 사업 후 35개체로 감소하였다. 사업 전과 비교하여 종수는 증가하였으며, 사업 전은 당진천 5개 지점을 조사하였으나 사업 후 본 조사에서는 사업구간에 따라 3개 지점을 조사하여 채집된 개체수가 사업 전에 비하여 적은 것으로 판단된다. 본 조사에서만 채집된 종은 잉어, 모래무지, 꼬리, 얼룩동사리 4종이었다. 사업 전·후 범정보호종은 출현하지 않았다. 한국고유종은 사업 전 조사에서는 채집되지 않았으나 사업 후 조사에서는 얼룩동사리 1종이 채집되었다. 조사 전일에 많은 양의 강수가 있었으며, 어류의 상·하류의 이동이 비교적 원활한 것으로 판단된다.

22) 해미천 하천기본계획 사전환경성검토서(2010)

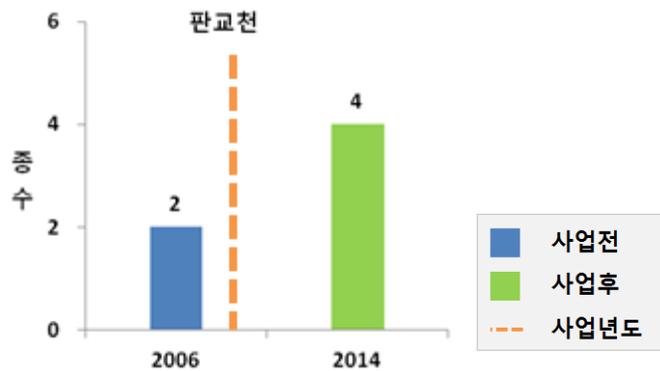
23) 당진천 자연형하천 정화사업 기본 및 실시설계 사전환경성검토서(2006)



[그림 4-100] 생태하천복원 전·후 담수어류 출현종수 변화(당진천)

⑤ 판교천

판교천의 사업이 완료된 2009년을 기준으로 사업 전(2006)²⁴⁾의 출현종수는 2종이었으나, 사업 후(2014)의 출현종수는 4종으로 나타났다. 본 조사에서만 채집된 종은 피라미, 미꾸리, 위해야생생물인 큰입배스 3종이었다. 사업 전·후 법정보호종, 한국고유종은 출현하지 않았다. 하폭이 좁고, 하천의 유량이 적으나 수생식물이 번성하여 서식하였다.



[그림 4-101] 생태하천복원 전·후 담수어류 출현종수 변화(판교천)

24) 판교천 자연형하천 정화사업 사전환경성검토서(2006)

나. 하천별 우점종 및 우점률의 변화

① 유구천

유구천 자연형하천 정화사업 기본 및 실시설계 사전환경성검토서(2006)에서 확인된 어류의 우점종은 피라미, 갈겨니, 붕어가 주요 우점종으로 출현하였다. 현지조사에서는 큰입배스와 피마리가 각각 66.7%와 25.0%로 조사되어 위해야생동물인 큰입배스의 우점율이 매우 높은 것을 확인하였다.

[표 4-136] 생태하천복원 전·후 어류의 우점종 및 우점율(유구천)

조사지점		우점종 및 우점율(%)			
		제1우점종	우점율(%)	제2우점종	우점율(%)
문헌 자료 (2006)	1	갈겨니	30.9	피라미	22.1
	2	피라미	56.2	갈겨니	15.1
	3	피라미	53.9	붕어	7.9
YG01		큰입배스	66.7	피라미	25.0

② 해미천

해미천의 각 조사지점에서 확인된 우점종은 HM01에서 피라미가 100.0%, HM02에서도 피라미가 100.0%로 조사되었으며, 해미천 하천기본계획 사전환경성검토서(2010)에서는 출현종이 없었다. 어류상이 매우 단순화된 구조라고 판단된다.

[표 4-137] 생태하천복원 전·후 어류의 우점종 및 우점율(해미천)

조사지점		우점종 및 우점율(%)			
		제1우점종	우점율(%)	제2우점종	우점율(%)
문헌조사 (2010)		-	-	-	-
HM01		피라미	100.0	-	-
HM02		피라미	100.0	-	-

③ 당진천

문헌자료(2006)에서 확인된 당진천 어류의 우점종은 대부분 붕어, 피라미가 주요 우점종으로 출현하였다. 현지조사 DJ01에서 피라미, 모래무지가 각각 47.4%와 31.6%, DJ02에서도 피라미, 모래무지가 각각 62.5%와 18.8%로 조사되었다. 사업 전에는 하천 오염도에 내성이 강한 붕어의 우점율이 매우 높았으나 사업 후 피라미, 모래무지가 우점하는 것을 확인하였다.

[표 4-138] 생태하천복원 전·후 어류의 우점종 및 우점율(당진천)

조사지점		우점종 및 우점율(%)			
		제1우점종	우점율(%)	제2우점종	우점율(%)
문헌 자료 (2006)	1	붕어	75.0	피라미	25.0
	2	붕어	95.7	피라미	4.3
	3	붕어	91.4	피라미	8.6
	4	피라미	71.4	참종개, 밀어	14.3
	5	참종개	50.0	피라미	33.3
DJ01		피라미	47.4	모래무지	31.6
DJ02		피라미	62.5	모래무지	18.8

다. 하천별 군집지수 변화

① 유구천

일반적으로 우점도지수(DI)는 지수값이 1에 가까울수록 생태계 내의 군집이 매우 단순함을 의미하며, 반대로 생물다양성과 안정성이 높은 생태계에서의 우점도지수는 낮게 나타난다. 종 다양도지수(H')는 지수값이 높을수록 다양한 종이 안정적으로 서식하고 있음을 의미한다. 균 등도지수(J')는 종 조성이 어느 정도 균일한가를 보여주는 것으로 안정적인 생태계에서는 높은 값을 나타낸다. 풍부도지수(R1)는 값이 높을 수록 하천에 서식하는 생물종에 의한 생태적 안정성이 높음을 의미한다. 유구천 자연형하천 정화사업 기본 및 실시설계 사전환경성검토서(2006)에서 유구천의 우점도지수 값은 0.53~0.71, 다양도지수 값은 0.68~0.92, 풍부도지수 값은 5.37~7.18, 균등도지수 값은 0.66~0.81의 범위로 나타났고, 현지조사의 경우 우점도지수 값은 0.92, 다양도지수 값은 0.82, 풍부도지수 값은 0.80, 균등도지수 값은 0.75 나타나 현재 특정종이 우점하고 생태적 안정성이 낮은 것으로 판단된다.

[표 4-139] 생태하천복원 전·후 어류의 군집지수(유구천)

지점		군집지수	우점도	다양도	종풍부도	균등도
문헌 자료 (2006)	1		0.53	0.92	7.09	0.81
	2		0.71	0.68	5.37	0.66
	3		0.62	0.78	7.18	0.66
YG01			0.92	0.82	0.80	0.75

② 당진천

일반적으로 우점도지수(DI)는 지수값이 1에 가까울수록 생태계 내의 군집이 매우 단순함을 의미하며, 반대로 생물다양성과 안정성이 높은 생태계에서의 우점도지수는 낮게 나타난다. 종 다양도지수(H')는 지수값이 높을수록 다양한 종이 안정적으로 서식하고 있음을 의미한다. 균 등도지수(J')는 종 조성이 어느 정도 균일한가를 보여주는 것으로 안정적인 생태계에서는 높은 값을 나타낸다. 풍부도지수(R1)는 값이 높을 수록 하천에 서식하는 생물종에 의한 생태적 안정성이 높음을 의미한다. 문헌자료를 통하여 나타난 당진천의 우점도지수 값은 0.47~0.68, 다양도지수 값은 1.24~1.93, 풍부도지수 값은 0.80~0.96, 균등도지수 값은 1.01~2.05의 범 위로 나타났고, 현지조사의 경우 우점도지수 값은 0.79~0.81, 다양도지수 값은 1.13~1.16, 풍부도지수 값은 1.02~1.44, 균등도지수 값은 0.70~0.84의 범위로 나타났다.

[표 4-140] 생태하천복원 전·후 어류의 군집지수(당진천)

지점		군집지수	우점도	다양도	종풍부도	균등도
문헌 자료 (2006)	1		0.55	1.55	0.96	1.67
	2		0.57	1.62	0.90	1.64
	3		0.67	1.43	0.80	1.33
	4		0.47	1.93	0.88	2.05
	5		0.68	1.24	0.89	1.01
DJ01			0.79	1.16	1.02	0.84
DJ02			0.81	1.13	1.44	0.70

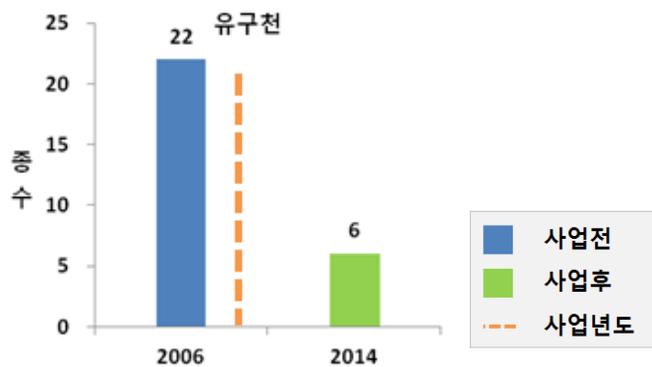
(3) 조류

생태하천복원 사업 전·후 조류상의 변화를 알아보기 위하여 사업구간에 출현한 조류종수를 비교하였다. 사업 전의 자료는 대상하천의 하천기본계획, 실시설계, 사전환경성검토서의 결과를 사용하였으며, 사업 후의 자료는 본 연구의 현장조사 결과를 사용하였다. 비오톱 조사결과는 조사지점이 대상하천의 사업구간과 일치하지 않아 사업 전·후 비교를 할 수 없어 제외하였다. 유구천, 해미천, 당진천, 판교천 4개 하천의 경우 사업 전·후 조류상 비교가 가능한 것으로 나타났다.

가. 하천별 출현종수의 변화

① 유구천

유구천 사업 완료 전²⁵⁾의 조류 출현종수는 22종(천연기념물 제323호 황조롱이 1개체가 유마교 상공에서 관찰)이었으나 사업 후 6종으로 종수가 감소한 것으로 나타났다. 유구천은 하폭이 넓은 것에 비해 조류 종 및 개체수가 적게 관찰되었는데 이는 만천교에서 유마교의 경우 수조류의 서식공간이 부재하고 유구읍내 구간의 경우 양측에서 발생하는 방해요인에 의한 것으로 판단된다.

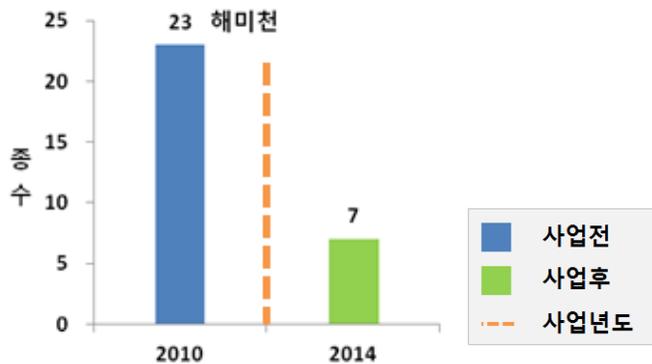


[그림 4-102] 생태하천복원 전·후 조류 출현종수 변화(유구천)

25) 유구천 자연형하천 정화사업 기본 및 실시설계 사전환경성검토서(2006)

② 해미천

해미천 사업 완료 전²⁶⁾의 조류 출현종수는 23종(천연기념물인 황조롱이 1개체가 조사구역 내에서 관찰, 천연기념물이자 멸종위기야생생물 II급인 고니가 해미천 하류부 상공에서 관찰)이었으나 사업 후 7종의 조류가 관찰되는 등 출현종수가 감소한 것으로 나타났다. 그러나 적은 종수에 비해 개체수는 비교적 많은 것으로 관찰되었는데 특히 오리류가 대부분을 차지하였다. 출현종수의 감소는 하천 대부분이 수생식물로 덮여있거나 방해요인이 많이 발생하는 친수공간이 원인인 것으로 판단된다.



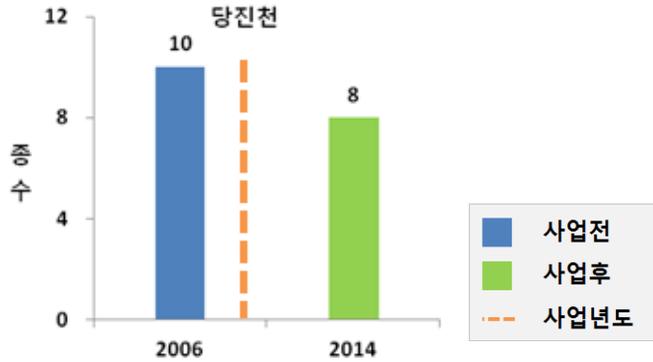
[그림 4-103] 생태하천복원 전·후 조류 출현종수 변화(해미천)

③ 당진천

당진천 사업 완료 전²⁷⁾의 조류 출현종수는 10종이었으나 사업 후 8종의 조류를 관찰할 수 있었다. 사업 전·후 모두 법정보호종은 출현하지 않았다.

26) 해미천 하천기본계획 사전환경성검토서(2010)

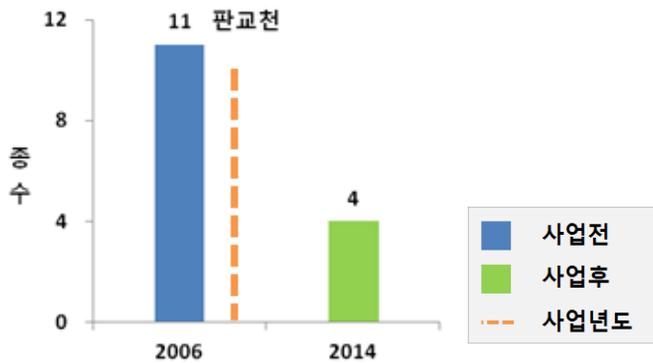
27) 당진천 자연형하천 정화사업 기본 및 실시설계 사전환경성검토서(2006)



[그림 4-104] 생태하천복원 전·후 조류 출현종수 변화(당진천)

④ 판교천

판교천 사업 완료 전²⁸⁾의 조류 출현종수는 11종이었으나 사업 후 4종의 조류를 관찰할 수 있었다. 사업 전·후 법정보호종은 출현하지 않았다. 판교천의 경우 밀생하는 수생식물로 인해 수조류의 서식공간 부족과 하천 양측 제방에 조성된 길에 의한 방해요인 등으로 조류 수가 적은 것으로 판단된다.



[그림 4-105] 생태하천복원 전·후 조류 출현종수 변화(판교천)

28) 판교천 자연형하천 정화사업 사전환경성검토서(2006)

4. 충남 생태하천복원사업 추진 과정 분석

1) 조사 방법

(1) 문헌 조사

생태하천복원사업 기본 및 실시절계, 신문기사, 환경부 보고 자료, 환경부 생태하천복원사업 평가 자료 등의 문헌을 검토하여 대략적인 사업 배경 및 목적, 추진 주체, 사업 기간, 사업 추진상의 문제점 등을 조사하였다.

(2) 인터뷰 조사

문헌 조사 자료를 바탕으로 질문지를 작성하고, 각 시·군 생태하천복원사업 담당 공무원을 대상으로 인터뷰 조사를 실시하였다. 시·군의 담당자가 대상 사업이 오래되어 생태하천복원사업의 자세한 내용을 알지 못하는 경우 사업 당시 담당자도 인터뷰 대상에 포함시켜 진행하였다.

[표 4-141] 시·군 생태하천복원사업 담당 공무원 인터뷰 조사 일정

시·군	일자	인터뷰 대상자	대상 하천
서천군	2014.7.23	환경과	판교천
공주시	2014.7.24	환경과	유구천
서산시	2014.7.24	건설과, 환경과	청지천, 해미천
아산시	2014.7.25	건설과, 환경과	온양천
천안시	2014.8.13	환경과	천안천, 원성천
당진시	2014.8.13	환경과	당진천

질문지는 사업 계획 및 조성 단계에 대한 질문들과 유지·관리 단계에 대한 질문들로 크게 구성하였다. 사업 계획 및 조성 과정 관련 질문으로 ① 누가 왜 이 사업을 제안하고 추진했는지, ② 지자체 내 전체 하천에 대한 포괄적인 계획이 있었는지를 물었다. 유지·관리 단계에 대한 질문으로 ③ 사후조사 및 모니터링 실시 여부, ④ 유지관리 비용 및 내용, ⑤ 하천(운동)단체 참여 정도, ⑥ 사업 확대 계획을 물었다. 추가적으로 ⑦ 생태하천복원사업의 제도적인 개선점을 질문하였다.²⁹⁾

29) 이 외에 생태하천복원사업 지침서(매뉴얼)를 작성 및 인계인수 여부와 생태하천복원사업 추진 과정의 반대나 갈등 여부를 질문하였지만 대상 시·군에서는 지침서 작성이나 갈등은 없는 것으로 응답하였다.

[표 4-142] 시·군 생태하천복원사업 인터뷰 질문지

구분	질문 내용
계획·조성 단계	누가 왜 이 사업을 제안하고 추진했는가?
	지자체 내 전체 하천에 대한 포괄적인 계획이 있었는가?
유지·관리 단계	사후조사 및 모니터링을 실시했는가?
	유지·관리 비용이나 내용은 어떠한가?
	하천(운동)단체는 활발하게 참여하는가?
제도 개선 사항	사업을 확대할 계획이 있는가? 생태하천복원사업의 개선점은 무엇인가?

2) 조사 결과

인터뷰 결과를 중심으로 사업 추진 과정을 분석하면 다음과 같다. 사업 확대 여부에 대해 시·군 담당자들은 제도가 개선되어야 사업 확대가 가능하다는 입장을 표했기 때문에 사업을 확대할 계획이 있는가라는 질문은 인터뷰 과정에서 제도 개선 사항에 대한 질문으로 다시 해석되었다. 이 때문에 여기서는 ⑥ 지자체가 생태하천복원사업을 지속적으로 추진할 수 있는가, ⑦ 생태하천복원사업의 범위와 내용(공법)은 적절한가로 바꾸어 정리하였다. 6개 시·군별 인터뷰 결과는 부록에 제시하였다.

① 누가 왜 제안하고 추진했나?

대부분의 생태하천복원사업은 시민들의 강력한 요구보다는 행정에서 제안하고 추진하였다. 예외적으로 당진시 당진천의 경우 환경단체들이 당진천 살리기 등의 운동을 전개한 바 있으며, 공주시 유구천의 경우 1사1하천 운동에 참여한 기업이 생태하천복원사업 추진을 제안한 바 있다.

해당 하천에서는 수질 개선, 유지유량 확보, 수해 예방, 하천부지 경작지 관리 등의 과제들이 있었으며 지자체는 환경부나 국토부의 지원사업을 활용하여 이런 과제들을 해결하고자 하였다. 수질 문제가 우선인 경우 환경부서에서, 치수 문제가 우선인 경우 건설부서에서 주로

사업을 추진하였다. 하지만 사업 성격과 주관 부서가 합치되지 않아 사업 제안, 시행, 사후관리 등의 과정별로 담당 부서가 달라지는 경우도 볼 수 있었다.

서산시 청지천의 경우 환경과에서 고향의 강 사업 예산을 확보하였으나 도시과에서 진행을 담당하고 있다. 아산시 온양천의 경우 수질 개선이 주된 목표였으나 사업 당시 환경과가 없어서 건설과 수질팀이 사업을 추진하였으며, 환경과가 만들어진 후에도 건설과가 치수 측면의 유지관리를 담당하고 있다. 다만 환경과에서는 생태교란식물 제거를 따로 추진하고 있다. 당진시 당진천의 경우 환경과에서 사업을 추진하고 유지관리를 담당하고 있지만 유지관리를 위한 예산이 부족하고 친수공간에 대한 민원이 증가함에 따라 건설과에서 유지관리를 담당할 필요성을 제기하고 있다. 현재 건설과는 당진천 타 구간에서 고향의 강 사업 기본계획을 수립하고 있기도 하다.

② 장기적인 계획 하에 제안되었나?

시군의 행정구역 내에 있는 연결된 모든 하천이나 여러 시군에 걸쳐 있는 하천에 대한 종합적인 검토는 없었다. 현재 법 체계에서 시군은 소하천정비종합계획, 소하천정비중기계획, 소하천정비시행계획, 수도정비기본계획, 물수요관리기본계획, 물재이용관리계획, 소권역 수질 및수생태계보전계획, 오염총량관리시행계획, 하수도정비기본계획을 수립할 의무가 있다. 문제는 이런 계획들이 서로 잘 맞지 않아 생태하천복원사업의 선정이나 추진 시에 반영되지 않는다는 점이다. 게다가 생태하천복원사업과 직접 연결되는 소권역 수질및수생태계보전계획은 전국적으로 거의 수립되지 않았으며, 그나마 수생태계보다는 수질에 초점이 맞추어져 있는 형편이다.

생태하천복원사업이 장기적인 계획 하에 진행되지 않았기에, 구간이 중첩되지 않는다 하더라도 같은 하천에 상이한 하천사업이 중복되어 시행되는 경우도 있다. 같은 구역이라면 하천 유지용수 확보, 수질오염원 관리, 수생태계 보전 등을 위해 우선순위, 통합관리방안, 모니터링 계획 등이 함께 수립될 필요가 있다. 담당 공무원들도 이러한 필요성에 대해서는 인식하고 있지만 담당 업무의 경계, 예산 확보 어려움, 법적 규정 미비 등의 이유로 시행하지 못하고 있다.

③ 하천에 대한 모니터링과 평가는 얼마나 진행되고 있는가?

생태하천복원사업의 기본계획 및 실시계획에서도 수질, 수생태계 건강성 등에 대한 구체적인 목표나 지표를 제시하지 않고 있다. 또한 생태하천복원사업 전이나 후에 체계적인 수질 및 수생태계 조사 모니터링은 수행되지 않고 있다.

사전환경성검토 시 수질을 측정할 경우가 있고, 사후에는 기존에 설치된 수질측정망 자료를 이용하거나 연 2회 수질 조사를 시행하여 환경부에 보고하는 정도이다. 수생태계 건강성에 대한 조사 모니터링은 전혀 진행되고 있지 않았다. 다만 육안이나 냄새로 확인할 수 있는 외래식물이나 악취 등에 대한 민원에 대해서는 적극적으로 대응하고 있는 편이었다. 외래식물이나 외래어종의 출현에 대해서는 담당자가 인식을 하고 있었으며 외래식물 제거 등을 위해 유지관리비를 투입하고 있기도 했다. 국토부의 예산 지원을 받는 생태하천조성사업(고향의 강 사업 등)은 수질 및 수생태계에 대한 모니터링 의무가 없어 특별한 조사를 실시하지는 않고 있었다.

④ 유지관리에서 수질 및 수생태계 기능 회복에 초점을 맞추고 있는가?

하천별로 유지관리의 비용과 내용에 차이가 있다. 지자체의 재정 형편이나 시민들의 접근성 정도 등에 따라 이런 차이가 나타나는 것으로 보인다. 해당 사업 하천에 특정하여 유지관리를 시행하기 보다는 시군내 전체 하천관리를 위한 예산을 나누어 쓰고 있다. 현재 진행 중인 생태하천복원사업이 완료될 경우 유지관리 비용이 더 늘어날 것으로 예상된다.

서천군은 연간 1,800만원의 예산을 들여 제초나 전지사업을 실시하는 수준이며, 이조차도 '수질환경우수마을' 및 '비점오염관리시설' 사업과 연계하여 추진하는 형편이다. 당진시도 식생 관리와 외래종 퇴치를 위해 연간 4천만원 정도의 예산을 수립하고 있다 공주시는 매년 5,000만원을 유지관리 비용으로 지출하고 있으며 이와 별도로 하천 주변 정자나 화장실 설치 등을 추진하고 있다. 아산시도 치수 측면의 유지관리는 건설과에서 담당하고 있으며 환경과에서 연간 5,000만원의 예산을 책정하여 생태교란식물 제거를 추진하고 있다. 이밖에 1사1하천 운동의 일환으로 현대자동차, 신도리코 등 지역기업들이 하천 일부 구간에 조성된 시설들에 대한 관리를 지속적으로 담당하고 있다. 천안시는 행정구역 내 하천들에 대한 유지관리비용으로 8억원을 책정하여 친수시설 관리와 재해예방에 사용하고 있다.

지자체 담당 공무원들은 특히 수생태계 보전을 위한 모니터링 및 유지관리 예산을 확보하기가 어렵다는 점을 지적했다.

⑤ 시민들은 활발하게 참여하는가?

하천복원의 성공적인 사례들은 시민들이 하천복원 및 유지관리 과정에 협력하고, 감시하고, 제안하고, 활용하는 활동이 필수적인 요소임을 보여주고 있다. 일례로 전주천은 전주생태하천협의회가 전주천 자연형하천 조성사업 실시설계의 내용을 문제 삼고 생태복원 방식으로 재설계하도록 협의하고, 지자체 예산 지원을 바탕으로 하천 모니터링을 지속적으로 실시하며, 하천지킴이 양성학교 등의 교육활동을 진행하고 있다.

하지만 충남 생태하천복원사업의 대상 하천들에서는 주민들이 사업 제안 및 기본계획 수립, 실시설계 수립, 조성, 사후관리 등에 적극적으로 참여한 사례를 찾기 어려웠다. 하천활동을 주제로 하는 시민단체나 주민조직도 아직 설립되지 않았다. 공주시 유구천 사례에서 기업이 하천활동을 실시하고, 당진시 당진천 사례에서 환경단체가 당진천살리기를 요구하기는 했지만, 하천을 주제로 하는 지속적인 활동으로 보기는 어렵다. 행정에서도 시민단체나 주민조직이 생태하천복원사업의 중요한 주체라 보고 협력을 요청하기보다는 생태하천복원사업으로 조성된 하천을 즐기거나 민원을 제기하는 수동적인 대상으로 보는 경향이 컸다.

이 때문에 기본계획이나 실시설계의 문제점에 대한 검토는 전문가들이 참여하는 환경영향평가나 충청남도 생태하천복원심의위원회에서만 다루어졌다. 기술적인 검토를 넘어서 해당 하천의 독특한 역사, 문화, 생태, 환경적 고유성에 대한 검토는 부족할 수밖에 없다.

⑥ 지자체는 생태하천복원사업을 지속적으로 추진할 수 있는가?

국토부가 주관하는 지방하천정비사업(생태하천조성사업, 고향의 강 사업)은 도비(12%)가 지원되는데 반해 생태하천복원사업에 대해서는 충남도에서 예산을 지원하지 않는다. 시군 담당자들은 앞으로 지방비 부담률이 50%로 축소되면 재정 여건이 열악한 지자체에서 생태하천복원사업을 추진하기 어려울 것이라 전망한다. 환경부에서 국비 지원 비율을 지금보다 높여야 지자체에서 생태하천복원사업 참여가 가능하다는 말이다.

현재 환경부는 생태하천복원사업을 신청하기 위해서는 지자체 내 모든 하천에 대한 생태하천복원기본계획 수립을 요구하고 있다. 이러한 환경부 지침 개정과 관련하여 법령이 아닌 지침으로 강제성이 없으며, 사업이 선정되지 않을 경우 의회 등에서 예산 낭비로 지적될 수 있어 시군에서 적극적으로 추진하기 어려울 것이라 대답했다. 환경부의 예산 지원이 확실하게 결정되지 않은 상황에서는 기본계획 수립 예산 확보조차도 쉽지 않다고 말하는 시군도 있었다. 이와 함께 충청남도에서 시군의 의견을 반영하여 충청도 내 전체 하천에 대한 계획과 우선순위를 설정하면 좋겠다는 의견이 있었다. 생태하천복원사업의 추진 과정에서 도의 역할을 높일 필요가 있다는 지적이었다.

생태하천복원사업의 계획수립, 환경영향평가, 심의 등의 절차도 개선할 필요가 있다고 지적했다. 환경부와 충청도 생태하천심의위원회 등은 평가와 심의를 위해 구체적인 자료를 요구하는데 이러한 자료는 실시설계 완료 시점에서나 가능하다. 환경부는 70% 수준에서 제출하라고 하지만 실제로는 100% 수준의 자료를 요구한다. 이 때문에 공사 진행 기간이 늘어나며, 심의 의견이 실시계획의 큰 변경을 요구하는 경우 이를 반영하기 위해 사업은 더 늦어진다. 시군 담당자들은 기본구상이나 기본계획 수립 단계에서 영향평가나 심의를 실시함으로써 사업의 예측성을 높일 필요가 있다고 말했다.

⑦ 생태하천복원사업의 범위와 내용(공법)은 적절한가?

생태하천복원사업은 수질뿐만 아니라 수생태계의 복원도 목표로 제시하고 있지만 실제 각 하천의 실시계획은 수생태계를 복원하기 위한 지침을 충실하게 따르지 못하고 있었다. 제 기능을 수행할 수 없는 어도, 하천에 적절하지 않는 식생 식재, 수서곤충과 물고기가 서식할 수 있는 환경 조성 실패, 새가 먹이를 찾거나 쉴 수 있는 공간 조성 실패 등을 예로 들 수 있다.

또한 현재 생태하천복원사업은 하천 내(제외지)로 국한되어 있다. 유지용수 확보나 수질오염 저감을 위해서는 도시 전반의 토지이용, 빗물관리, 저류지설치, 상류 저수지 관리 등이 필요하지만 이런 사업들을 포함하지는 못한다. 하천 외에서 필요한 사업들에 대한 통합적인 구상이 필요하다. 예를 들어 서산시 해미천은 겨울에 건천이 되어 유량확보가 필요하지만 예산 문제로 진행하지 못하고 있다. 청지천처럼 유지용수 확보를 위해 하수종말처리장 방류수를 백평평하여 방류하는 방법도 있지만, 수질이나 예산 문제로 이런 방법이 여의치 않은 경우 도시

계획 등에서 유지용수를 확보하는 방안을 미리 포함할 필요가 있다. 수질 관리 측면에서도 초기우수 관리를 위해 저류조 등의 도입이 필요하다는 요구도 있다. 저류조 설치의 경우 미리 계획에 반영되지 못하면 사업 완료 후에는 예산, 공간 문제 등으로 인해 설치가 어렵다. 하천 사업이 아니라 도시계획 등에서 저류조, 습지조성, 빗물저류 등 초기우수를 관리할 수 있는 방안을 포함하도록 하는 것도 방안이 될 수 있을 것이다.

생태하천복원사업이 끝난 후에 구간 내에 주민 서비스를 위한 최소한의 편의시설 설치가 필요하다는 민원이 계속 제기된다. 환경부는 인공시설의 설치를 일률적으로 제한하는데, 이 때문에 하천 주변의 시민들이 하천을 이용하는 혜택을 얻지 못해 사업에 대한 만족도가 크게 떨어진다는 것이다. 공무원들은 시민들의 공감을 얻지 못하면 향후 생태하천복원사업을 적극적으로 추진하기는 어려울 것이라고 답한다. 편의시설 등에 대한 예산은 일정 비율을 넘지 못하도록 제한하더라도 편의시설을 넣을 수 있도록 지침이 바뀔 필요성을 제시하기도 한다.

제5장 결론 및 정책제언

1. 실태분석 요약 및 고찰

1) 현장조사결과 요약 및 고찰

(1) 물리적 특성

가. 하천별 종합결과

생태하천 8개, 참조하천 1개에 대한 하천의 물리적구조 등급 평가 결과 조사대상 하천들은 3~4등급으로 평가되었고 이 가운데 6개 하천이 4등급이었다. 참조하천인 봉황천이 3등급으로 가장 좋게 평가되었으며 온양천, 유구천도 3등급으로 높은 등급(양호)을 보였다([표 5-1] 참조). 다른 하천들은 모두 4등급 ‘보통’이었으며 천안천과 원성천의 평가 결과가 가장 낮았다. 예상과 달리 생태하천복원 사업이 실시된 하천들도 4등급으로 ‘보통’ 판정을 받았으며, 이 하천들은 생태하천조성 사업이 실시된 해미천보다도 평가 결과가 낮았다([그림 5-1] 참조).

[표 5-1] 하천별 하천자연도 평가 결과 비교

하천명	수로의 발달	종단면	횡단면	하상구조	저수로변 구조	하천주변	평균점수
천안천*	4.9	3.4	3.2	4.5	4.1	4.0	4.0
원성천*	4.8	3.3	3.3	4.7	3.8	4.0	4.0
온양천*	4.0	2.3	2.3	3.8	2.5	3.8	3.3
유구천*	3.9	4.0	2.6	4.9	4.0	4.0	3.3
청지천*	5.0	3.2	3.1	4.9	3.9	3.9	3.9
당진천*	4.9	3.0	3.0	4.9	4.0	4.0	3.9
판교천*	5.0	3.0	3.3	5.0	4.0	4.0	4.0
봉황천**	3.6	3.2	2.4	3.2	3.2	3.6	3.2
해미천***	4.7	3.5	2.6	4.6	3.4	3.5	3.6

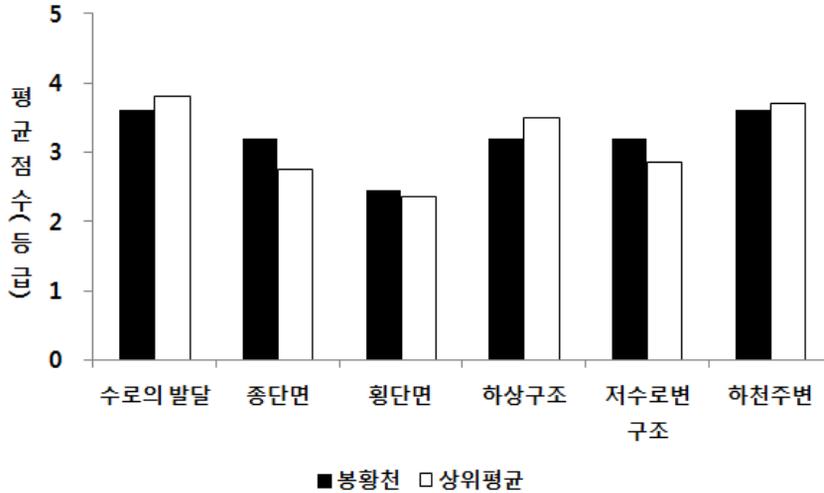
* 생태하천복원사업, ** 참조하천, *** 생태하천조성사업



[그림 5-1] 조사대상 하천의 물리적특성 분포

나. 참조하천과의 비교

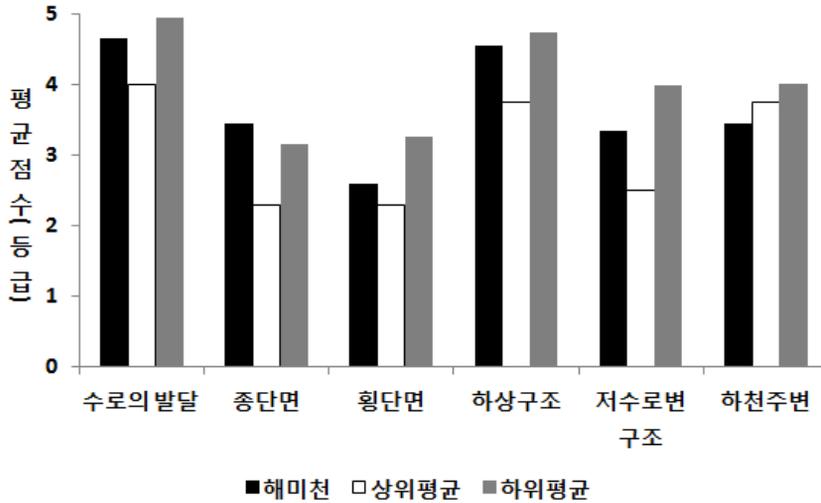
참조하천으로 선정 평가한 봉황천의 결과를 생태하천복원사업에서 상위로 평가된 그룹에 속한 온양천, 유구천과 비교하는 것도 의의가 있을 것이다. 온양천과 유구천은 종단면, 횡단면, 저수로변 구조가 봉황천에 비해 평가 결과가 좋았다. 이는 온양천과 유구천의 경우 구조물을 걷어내고 흐름의 다양성을 유도하는 여울과 소 등을 계획적으로 설치하였기 때문인 것으로 판단된다. 실제 조사에서 봉황천의 횡구조물 개수나 흐름의 다양성, 저수로변 수류에 의해 형성된 구조가 온양천과 유구천보다 좀 더 다양하고 양호한 것으로 평가되었지만 이 역시 좋은 등급은 아니었기에 큰 차이가 있지는 않다. 이렇게 볼 때 생태하천복원사업에서 적절한 하천기법을 도입할 경우 사업이 실시되지 않은 하천에 비해 물리적구조의 개선을 가져올 수 있다고 볼 수 있다. 다만 온양천, 유구천, 봉황천 모두 하천변 토지이용은 4등급으로 평가되었는데, 하천변 토지이용은 생태하천사업을 통해 개선하기 어렵다는 점에서, 현재 평가항목의 변별성이 부족하다고 볼 수 있다. 다만 생태하천복원사업에서 생태성이 양호하게 평가된 하천이라도 수로의 발달, 하상구조, 하천주변 측면은 나쁘게 평가되는 것으로 보다 수로의 사행화, 주변의 오염시설 등을 적극적으로 관리할 방안과 생태하천복원사업 이후 하천변 주차장, 공장, 쓰레기 폐기 등을 함께 고려한 유지관리 방안 모색이 필요할 것이다.



[그림 5-2] 참조하천(봉황천)과 생태하천복원 하천의 평가 비교

다. 생태하천조성사업 하천과의 비교

일반적인 하천정비 사업이 실시된 하천으로 조사된 해미천을 생태하천복원사업의 결과와 비교하였다. 해미천은 양호한 판정을 받은 생태하천복원 상위그룹인 온양천, 유구천과 비교하면 하천주변 항목을 제외하고 모든 평가항목에서 점수가 나쁘게 나타났다. 횡단면 항목을 제외한 다른 항목에서 대부분 1등급 이상의 차이를 보였으며, 종단면과 저수로변 구조가 가장 큰 차이를 보였다. 그러나 해미천은 온양천과 유구천 외 하천들보다는 대체적으로 좋은 평가를 받았다. 특히 종단면 항목에서 큰 차이를 보이는데 이는 최근에 시행되는 일반하천정비 사업에서 어도 설치 등 생태성의 개념이 일부 도입되었기 때문이다. 반면, 온양천과 유구천 외 생태하천복원 사업들은 인위적 정비인 과거의 이·치수, 재해예방 토목공사와 비교할 때 주변 산책로 및 자전거도로, 주민편의 시설 정도만이 추가되었을 뿐 생태적 측면에서 큰 개선이 없었기 때문이다.



[그림 5-3] 해미천과 생태하천복원 하천의 평가 비교

라. 물리적 특성의 최상·하위 항목 결과 비교

이번에 평가한 하천의 물리적 특성 평가에서 하천변 토지이용 측면을 제외한 최상위, 최하위로 나타난 항목들을 하천 별로 살펴보는 것도 향후 사업 방향의 설정에 도움이 될 것이다.

생태하천복원 사업 하천에서 전체적으로 최상위로 평가된 항목은 8개 하천에서 가장 좋게 평가된 ‘종단면’, ‘횡단면’이었고 최하위는 ‘수로의 발달’이었다. 생태하천복원 하천 중 상위 평가를 받은 온양천과 유구천은 ‘종단면, 횡단면’ 항목에서 최상위였으나, ‘수로의 발달’ 항목이 최하위였고, 하위 평가를 받은 천안천, 원성천, 판교천은 ‘종단면’이 최상위인데 반해 ‘수로의 발달, 하상구조’가 최하위로 평가되었다.

생태하천복원 하천에서 최상위 평가를 많이 받은 ‘횡단면’ 항목이 생태하천조성 하천(해미천)에서도 최상위로 평가되는 것으로 보아 하천사업에서 횡적연결성이 기술적으로 잘 적용되고 이후 안정화가 이루어지면서 유형 및 폭이 다양화되고 있는 것으로 판단된다. 최하위 평가를 많이 보인 ‘수로의 발달’ 항목도 생태하천복원 사업과 생태하천조성 사업에서 유사하게 나타났다. 참조하천인 봉황천과 비교해보아도 최상위와 최하위 해당 항목이 큰 차이를 보이지 않는다.

이러한 내용들을 볼 때 향후 진행되는 생태하천복원 사업에서는 ‘종단면, 횡단면’ 항목뿐만 아니라 수로의 발달 및 하상구조 등에서 각 하천별 고유한 특성이 반영되도록 추진할 필요가 있음을 알 수 있다. 하천의 사행화 및 종사주 발달 등을 유도할 수 있는 기법들이 도입되어야 할 것이다.

[표 5-2] 하천별 하천자연도 평가 결과 최상위·최하위 항목

하천명	평균점수	등급	최상위		최하위	
			항목	점수	항목	점수
천안천 [*]	4.0		횡단면	3.2	수로의 발달	4.9
원성천 [*]	4.0		종단면, 횡단면	3.3	수로의 발달	4.8
온양천 [*]	3.3		종단면, 횡단면	2.3	수로의 발달	4.0
유구천 [*]	3.3		횡단면	2.6	하상구조	4.9
청지천 [*]	3.9		횡단면	3.1	수로의 발달	5.0
당진천 [*]	3.9		종단면, 횡단면	3.0	수로의 발달, 하상구조	4.9
판교천 [*]	4.0		종단면	3.0	수로의 발달, 하상구조	5.0
봉황천 ^{**}	3.2		횡단면	2.4	수로의 발달, 하천주변	3.6
해미천 ^{***}	3.6		횡단면	2.6	수로의 발달	4.7

^{*} 생태하천복원사업, ^{**} 참조하천, ^{***} 생태하천조성사업

(2) 수질

현재 생태하천복원사업이 이루어진 하천들의 수질은 BOD 기준 약 Ia ~ IV등급을 보이고 있다. 이 가운데 천안천, 원성천, 청지천의 경우, 사업 전에 비해 수질이 현저하게 개선되긴 하였지만, 친수공간으로 이용하기에는 여전히 부적절한 수질등급을 나타내고 있다.

[표 5-3] 하천별 최근 수질 농도

하천명	BOD	COD	TN	TP	비고
천안천 ¹⁾	4.35	6.58	5.101	0.292	생태하천복원사업
원성천 ²⁾	4.75	6.17	5.602	0.503	생태하천복원사업
온양천 ³⁾	2.16	5.42	1.575	0.068	생태하천복원사업
유구천	-	-	-	-	생태하천복원사업
청지천 ⁴⁾	5.04	7.06	4.092	0.203	생태하천복원사업
청지천 ⁵⁾	5.79	7.93	5.559	0.483	
당진천 ⁶⁾	2.13	3.90	2.661	0.067	생태하천복원사업
판교천	-	-	-	-	생태하천복원사업
봉황천	-	-	-	-	참조하천
해미천 ⁷⁾	0.91	3.36	3.578	0.028	생태하천조성사업

1) 2010~2013년 평균(환경부 측정망), 2, 3) 2008~2013년 평균(환경부 측정망), 4) 2007~2013년 평균(환경부 측정망), 5) 2008~2013년 평균(충청남도 측정망), 6) 2010~2013년 평균(환경부 측정망) 7) 2013년 평균(충청남도 측정망)

(3) 생물상

가. 하천별 출현종 및 개체수 종합결과

조사대상인 하천과 참조하천에서 출현한 저서성 대형무척추동물의 종수는 참조하천으로 선정된 봉황천에서 총 4문 4강 9목 25과 40종으로 가장 많았다. 어류는 청지천, 온양천, 봉황천, 천안천에서 가장 많은 종수가 출현하였으며, 조류는 봉황천에서 가장 많은 종이 출현하였다. 저서성 대형무척추동물은 판교천에서 가장 적게 출현하였고, 어류는 해미천, 조류는 원성천에서 가장 적게 출현하였다.

[표 5-4] 하천별 생물상별 출현종수 및 개체수

하천명	저서성 대형무척추동물		담수어류		조류		비고
	출현종수	개체수	출현종수	개체수	출현종수	개체수	
천안천*	16	29,267	7	79	5	20	생태하천복원사업
원성천*	16	1,789	5	77	3	9	생태하천복원사업
온양천*	17	2,600	8	69	5	97	생태하천복원사업
유구천*	32	1,939	3	12	6	38	생태하천복원사업
청지천*	22	19,444	9	117	8	79	생태하천복원사업
당진천*	25	1,150	6	35	8	27	생태하천복원사업
판교천*	8	1,450	4	11	4	13	생태하천복원사업
봉황천**	40	11,978	7	27	11	99	참조하천
해미천***	27	4,428	1	152	7	273	생태하천조성사업

* 생태하천복원사업, ** 참조하천, *** 생태하천조성사업

나. 하천별 군집지수 분석 결과

하천별 군집지수 분석을 통해 하천별 건강성을 평가해볼 수 있다. 여기서는 저서성 대형무척추동물과 어류의 군집지수를 분석하였다. 먼저 저서성 대형무척추동물의 군집지수 결과 전반적으로 해미천이 그 외 하천들에 비해 양호한 상태를 보였다. 종다양성지수는 봉황천, 원성천, 유구천, 당진천, 해미천 등 일부 하천에서 높게 나타났는데, 다른 하천들보다 저서성 대형무척추동물 서식처의 안정성이 우위를 차지하는 것으로 파악되었다. 우점도 지수가 높은 하천은 판교천, 천안천, 온양천, 청지천의 순이었다. 이러한 하천은 다양한 종이 서식할 수 있는 환경이 아닌 특정 저서성 대형무척추동물이 우점하여 서식하고 있는 상태로 판단된다.³⁰⁾ 군등도지수는 종이 얼마나 고르게 분포하고 있는지 알 수 있는 척도로 안정적인 상태에서는 높은 값을 나타내는데, 유구천, 원성천, 당진천 순으로 군등도지수가 높았다. 종풍부도지수가 높은 하천은 봉황천, 유구천이었는데, 종풍부도지수는 군집을 종합적으로 비교하는데 유용한 지수이다. 봉황천과 유구천이 타 하천에 비하여 저서성 대형무척추동물의 건강성이 양호하다고 판단된다. 다음으로, 어류의 군집지수 결과는 참조하천인 봉황천과 대상하천인 온양천에서 양

30) 우점도는 지수값이 클수록 특정종이 전체 군집에서 차지하는 비율이 높다는 것을 의미한다.

호하였다. 종다양성지수는 봉황천, 온양천에서 상대적으로 높게 나타났으며, 다양도지수가 높은 봉황천, 온양천에서 우점도가 가장 낮았다. 균등도지수가 높은 하천은 판교천, 봉황천, 온양천이었으며, 서식하는 종의 분포가 비교적 고른 상태이다. 종풍부도지수가 가장 높은 하천은 봉황천, 온양천으로 다양한 종이 서식하고, 어류 건강성이 양호한 하천으로 판단된다.

또한 사업 전 자료가 있는 하천을 대상으로 사업 전·후 하천별 출현종 수를 비교함으로써 생태하천복원 사업의 효과를 추정해볼 수 있다. 여기서는 저서성 대형무척추동물, 어류, 조류의 출현종 수를 비교해도록 한다. 먼저, 저서성 대형무척추동물은 유구천, 당진천, 판교천에서 전·후 비교가 가능하다. 비교 결과 유구천, 당진천에서 종다양도가 상향하였으나 판교천에서는 오히려 출현종이 15종 감소하였다.³¹⁾ 다음으로, 어류는 천안천, 유구천, 당진천, 판교천, 해미천에서 사업 전·후 비교가 가능하다. 비교 결과 천안천, 당진천, 판교천, 해미천에서 출현종이 늘었고, 유구천에서 출현종이 줄었다. 유구천은 11종에서 3종으로 크게 감소하였는데, 위협야생생물인 배스가 번성하여 한국고유종의 개체가 감소한 것으로 보인다. 마지막으로, 조류는 유구천, 당진천, 판교천, 해미천에서 사업 전·후 비교 가능하다. 모든 하천에서 출현종수가 감소하였다. 특히 유구천, 해미천은 사업 후 16종이 감소하였다. 이는 사업 전 조사에서는 제내지까지 범위를 포함하여 상대적으로 출현종수가 많게 조사되었기 때문일 수도 있지만, 사업 후 조정 등의 공사로 조류가 휴식처 및 취식지로 이용할 수 있는 공간이 줄어들었기 때문일 수도 있다.

31) 저서성 대형무척추동물 생태점수(ESB 지수) 또한 유구천과 당진천은 높아졌으나 판교천은 떨어져 9개 대상하천 중 가장 나쁜 점수를 보였다. 저서동물지수(BMI 지수)는 유구천에서는 높아졌으나, 당진천, 판교천에서는 낮아졌다. 유구천, 당진천은 사업 후 저서성 대형무척추동물의 서식환경이 개선되었으나 판교천은 사업 후 저서성 대형무척추동물의 서식 환경의 질이 낮아진 것으로 판단된다.

[표 5-5] 하천별 생물상별 군집지수 비교

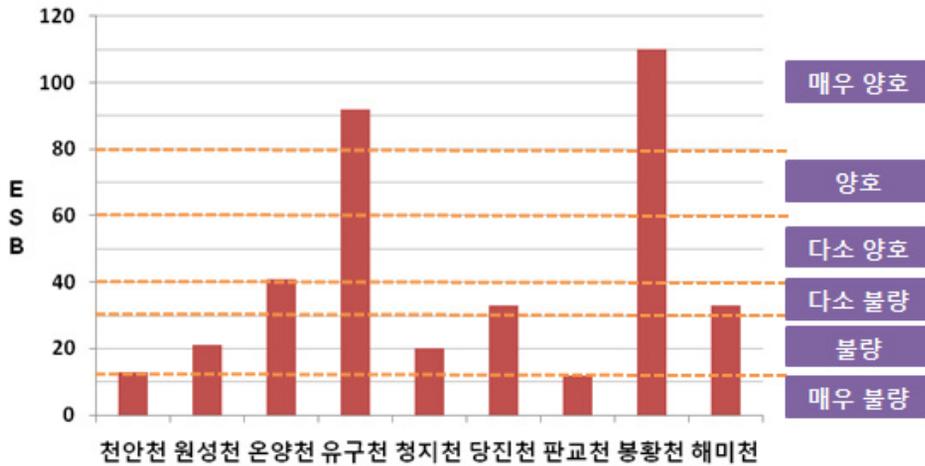
하천명	저서성 대형무척추동물				담수어류				비고
	종다양도지수	우점도지수	균등도지수	종풍부도지수	종다양도지수	우점도지수	균등도지수	종풍부도지수	
천안천*	1.167	0.892	0.359	0.902	1.08	0.80	0.77	0.92	생태하천복원사업
원성천*	2.423	0.587	0.663	1.731	0.97	0.87	0.70	0.82	생태하천복원사업
온양천*	1.308	0.859	0.320	2.035	1.76	0.55	0.85	1.65	생태하천복원사업
유구천*	2.508	0.481	0.724	4.095	0.82	0.92	0.75	0.80	생태하천복원사업
청지천*	1.301	0.883	0.378	1.433	1.13	0.80	0.74	1.10	생태하천복원사업
당진천*	2.452	0.689	0.621	2.299	1.15	0.80	0.77	1.23	생태하천복원사업
판교천*	1.206	0.920	0.402	0.962	1.34	0.64	0.97	1.25	생태하천복원사업
봉황천**	2.599	0.609	0.488	4.153	1.61	0.59	0.83	1.82	참조하천
해미천***	2.127	0.755	0.579	1.733	-	-	-	-	생태하천조성사업

* 생태하천복원사업, ** 참조하천, *** 생태하천조성사업

다. 하천별 생물학적 지수 분석 결과

① 저서성 대형무척추동물 생태점수(ESB 지수)

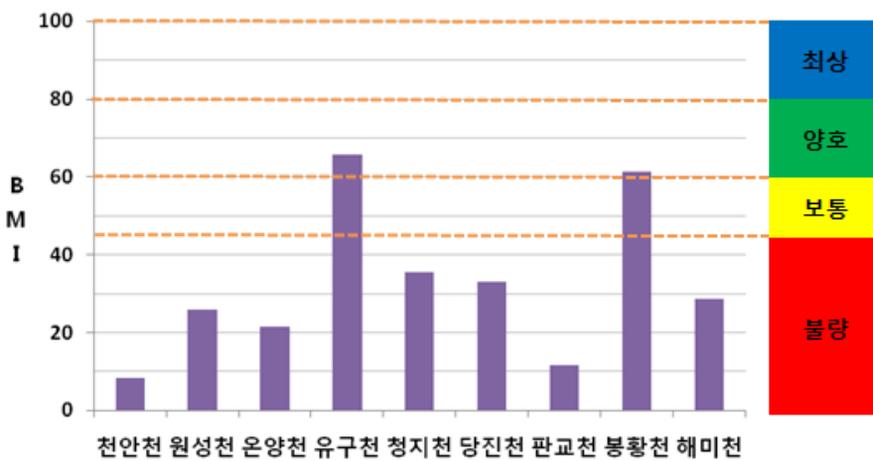
저서성 대형무척추동물을 이용한 수환경 평가방법으로 활용되는 ESB 지수는 환경부 전국 자연환경조사 등 하천조사에서 가장 많이 활용되는 평가방식이다. ESB 지수 분석 결과 9개 하천 중 유구천, 봉황천 2개 하천이 매우 양호한 상태이었으며, 온양천, 당진천, 해미천 3개 하천은 다소 불량, 천안천, 원성천, 청지천 3개 하천은 불량, 판교천 1개 하천은 매우 불량의 상태로 나타나 출현종 및 개체수 변화나 군집지수에 의한 결과와 유사한 경향을 보였다. ESB 지수 평가 결과, 가장 양호한 수환경을 나타낸 하천은 참조하천인 봉황천이었고 가장 불량한 하천은 판교천이었다.



[그림 5-4] 조사하천별 ESB 지수

② 저서동물지수(BMI 지수)

BMI 지수는 환경부 수생태계건강성평가의 저서성 대형무척추동물조사 결과 분석에 활용되는 평가 방식이다. 분석 결과 참조하천인 봉황천, 유구천은 양호 상태로 평가되었으며, 그 외 7개 하천은 불량한 상태로 평가되었다.



[그림 5-5] 조사하천별 BMI 지수

2) 사업 전·후 비교결과 요약 및 고찰

(1) 물리적 특성

대부분의 하천에서 종단면, 횡단면 구조가 개선되면서 하천자연도 역시 개선된 것으로 나타났다. 하천 구간별로 횡구조물이 제거되고 다양한 식생이 식재되었다. 반면 직강화 구조나 낙차공 등 횡단 시설물을 남겨놓거나, 하천을 따라 횡단폭의 다양성이 없는 보행로와 자전거 도로를 저수로에 인접하여 설치하는 사업 등은 향후 지양되어야 할 것이다.

[표 5-6] 생태하천복원 전·후 하천자연도 평가 변화

하천명	평균점수 변화			등급 변화		비고
	전	후	변화폭	전	후	
천안천 [*]	3.9	4	↑ 0.1	4	4	조금 영향
원성천 [*]	4	4	-	4	4	영향 없음
온양천 [*]	4	3.3	↓ 0.7	4	3	평가 개선
유구천 [*]	4	3.3	↓ 0.7	4	3	등급 변화
청지천 [*]	4	3.9	↓ 0.1	4	4	조금 영향
당진천 [*]	4	3.9	↓ 0.1	4	4	조금 영향
판교천 [*]	4	4	-	4	4	영향 없음
봉황천 ^{**}	4	3.2	↓ 0.8	4	3	등급 변화
해미천 ^{***}	4	3.6	↓ 0.4	4	4	조금 영향

^{*} 생태하천복원사업, ^{**} 참조하천, ^{***} 생태하천조성사업



[그림 5-6] 하천별 하천자연도 평가결과

(2) 수질

생태하천 사업 이후 대부분 하천의 수질이 BOD, T-P 기준으로 개선된 것으로 나타났다. 특히 도심을 관통하는 하천의 경우 효과가 매우 컸다. 다만 이렇게 효과가 크게 나타난 것은 유역 오염원 저감사업과 동시에 시행하였기 때문으로 판단된다.

[표 5-7] 생태하천복원 전·후 수질 변화(BOD)

하천명	BOD 농도 변화			등급 변화		비고
	전	후	변화폭	전	후	
천안천*	19.9	4.4	↓ 15.5	VI	III	등급 변화
원성천*	11.2	4.8	↓ 6.4	VI	III	등급 변화
온양천*	-	2.16	-	-	II	-
유구천*	-	-	-	-	-	-
청지천*	16.4	5.4	↓ 11.0	VI	IV	등급 변화
당진천*	1.4	0.9	↓ 0.5	I b	I a	등급 변화
판교천*	9.8	2.1	↓ 7.7	V	II	등급 변화
봉황천**	-	-	-	-	-	-
해미천***	-	-	-	-	-	-

* 생태하천복원사업, ** 참조하천, *** 생태하천조성사업

[표 5-8] 생태하천복원 전·후 수질 변화(T-P)

하천명	T-P 농도 변화			등급 변화		비고
	전	후	변화폭	전	후	
천안천*	0.681	0.292	↓ 0.389	VI	IV	등급 변화
원성천*	0.457	0.503	↓ 0.046	V	VI	등급 변화
온양천*	-	0.068	-	-	II	-
유구천*	-	-	-	-	-	-
청지천*	0.350	0.340	↓ 0.010	V	V	영향 없음
당진천*	0.042	0.028	↓ 0.014	II	I b	등급 변화
판교천*	0.227	0.067	↓ 0.016	IV	II	등급 변화
봉황천**	-	-	-	-	-	-
해미천***	-	-	-	-	-	-

* 생태하천복원사업, ** 참조하천, *** 생태하천조성사업

(3) 생물상

대상하천들과 참조하천의 수환경 상태를 비교한 결과와 하천 자체의 생물상 변화를 분석한 결과로 판단해 볼 때, 하천 복원 이후 대체적으로 생물상의 출현종수가 증가하고 생태기능상으로도 일부 개선된 영향이 나타나고 있음은 틀림없다. 다만 판교천은 갈수기에 하천의 유량 확보 및 오염원 관리가 어려워 오히려 악화된 모습을 보였다. 하지만, 판교천을 제외한 하천들에서도 긍정적으로 변화한 생태적 기능이 아직까지는 충분히 안정되지 못한 모습들을 보이고 있다. 또한 저서성 대형무척추 동물은 사업 후 종수, 개체수, 군집지수, 생물학적 지수가 대부분 증가했으나 어류 및 조류에서는 다른 결과를 보이기도 했다. 특히 조류의 경우 출현종수가 대부분 감소하였는데 이는 수조류가 휴식할 수 있는 수공간을 생태하천복원사업을 통해 확보하지 못하기 때문으로 판단된다. 따라서 복원사업 설계시 어류, 저서성대형무척추동물을 주요 대상으로 복원하되, 조류의 서식지 공간을 확보할 수 있는 전략이 병행되어야 할 것으로 판단된다. 덧붙여 해당 하천들에 대한 생태적 기능 변화를 보다 정확하게 판단하기 위해서는 좀 더 시간을 두고 지속적으로 모니터링할 필요가 있다.

[표 5-9] 생태하천복원 전·후 생물상 변화

하천명	저서성 대형무척추동물											
	종수			개체수			군집지수			종풍부도		
	전	후	변화	전	후	변화	전	후	변화	전	후	변화
천안천	-	16	-	-	29,267	-	-	1.167	-	-	0.902	-
원성천	-	16	-	-	1,789	-	-	2.423	-	-	1.731	-
온양천	-	17	-	-	2,600	-	-	1.308	-	-	2.035	-
유구천	24	32	↑8	321	1,939	↑1,618	3.558	3.611	↑0.053	3.498	4.095	↑0.597
청지천	-	22	-	-	19,444	-	-	1.301	-	-	1.433	-
당진천	15	25	↑10	144	1,150	↑1,006	2.221	2.452	↑0.231	1.523	2.299	↑0.776
판교천	23	8	↓15	158	1,450	↑1,292	3.974	1.206	↓2.768	4.346	0.962	↓3.384
봉황천*	-	40	-	-	11,978	-	-	2.599	-	-	4.153	-
해미천**	-	27	-	-	4,428	-	-	2.127	-	-	1.733	-

하천명	저서성 대형무척추동물 생물학적지수						어류			조류		
	ESB 지수			BMI 지수			종수			종수		
	전	후	변화	전	후	변화	전	후	변화	전	후	변화
천안천	-	13	-	-	8.3	-	3	7	↑4	-	5	-
원성천	-	21	-	-	25.9	-	-	5	-	-	3	-
온양천	-	41	-	-	21.6	-	-	8	-	-	5	-
유구천	41	92	↑51	56.2	65.7	↑9.5	11	3	↓8	22	6	↓16
청지천	-	20	-	-	35.5	-	-	9	-	-	8	-
당진천	11	33	↑22	57.6	33.1	↓24.5	4	6	↑2	10	8	↓2
판교천	43	12	↓31	37.8	11.5	↓26.3	2	4	↑2	11	4	↓7
봉황천*	-	110	-	-	61.4	-	-	7	-	-	11	-
해미천**	-	33	-	-	28.7	-	0	1	↑1	23	7	↓16

* 생태하천복원사업, ** 참조하천, *** 생태하천조성사업

(4) 종합고찰

복원사업 대상 중 하위로 평가된 하천들은 물리적 특성이 생태적 개념을 제대로 구현하지 못했고, 인위적 정비인 과거의 이·치수, 재해예방 토목공사에서 다소 변형되어 친수성에 주안점을 둔 정비 형태가 많이 나타났다.

물리적 특성으로 본 하천의 순위와 수생태계건강성 평가에서 활용하고 있는 출현종수와 군집 및 건강성지수들을 토대로 한 평가의 순위가 서로 일치하지 않은 점이 주목해야 할 결과이다. 일부 하천에서 생태하천복원 결과 하천의 물리적 구조는 개선이 된 반면 수생태계건강성은 여전히 기대치에 도달하지 못했음을 의미하기 때문이다. 이는 물리적 특성과 생물상 평가가 하천복원사업의 평가 시 상호 보완이 필요한 기준임을 확인시켜 줌과 동시에 물리적 복원의 주체들이 생물들의 서식처로써의 하천복원에 관심을 집중하여야 하고 관련 기법을 보완할 필요성을 제기하는 것이다.

조사 결과에서 보여주듯이 하천의 물리적 구조의 개선과 복원이 그곳에 서식하는 생물상의 복원과 직접적인 상관성이 부족한 점은 앞으로 기존 복원방식이 개선 보완되어야 함을 의미한다. 이를 위해 복원사업 시행 이후 사후평가 및 환류체계를 구축하고 복원사업 대상하천을 선정하는 기준도 보다 구체화되어야 할 것이다.

대상하천의 생물상 평가는 자료의 조사 시점, 각 자료의 양적 질적 조건이 다르기 때문에 일관성 있게 동시 조사된 물리적 평가와 같이 수치로 표현하거나 순위를 결정하기에는 무리가 있다. 그러나 상호비교 측면에서 분석된 군집지수들과 수생태계건강성 평가 결과들을 상호 비교해 보는 것은 의미가 있을 것으로 보인다. 저서성 대형무척추동물 종다양도지수는 유구천과 당진천이 상위인 반면 천안천, 판교천, 청지천 등이 하위였다. 종이 다양하면서도 충분한 개체수가 나타남을 의미하는 저서성 대형무척추동물 종풍부도는 종다양도지수와 보완된 참조지수로 확인해 보는 수준에서 활용하면 되는데, 다양도가 높으나 풍부도가 낮은 하천인 원성천은 군집구조가 불안정하다고 볼 수 있다. 또한 어류 종다양도지수는 온양천, 판교천이 상위인 반면, 유구천, 해미천 등이 하위였다. 이는 저서성 대형무척추동물의 순위와는 상반되는 결과로 두 생물상이 반드시 양의 상관관계에 있는 것은 아닌 것으로 나타났으며 따라서 어류 및 저서성 대형무척추동물 모두 서식가능한 물리적 기법을 도입해야 할 것으로 판단된다. 참조하천인 봉황천은 두 생물상뿐만 아니라 대부분의 항목에서 상위를 차지하는 등 적절하게 참조하천으

로 선정된 것으로 판단된다.

ESB 지수는 유구천, 온양천이 다소 양호하게 평가되어 상위인 반면, 판교천, 천안천 등이 하위였다. BMI 지수는 유구천, 청지천이 상위인 반면, 천안천, 판교천 등이 하위였다. 유구천은 생물지수 분석결과 공통적으로 상위에 위치하였으나, 판교천은 하위로 평가되어 생물등급이 좋지 않았다.

[표 5-10] 생태하천복원 대상하천 전체 순위 비교

하천명	물리적 특성	수질 (BOD)	생물상 평가							
			저서성 대형 무척추동물				어류		조류	
			군집지수		ESB지수	BMI지수	군집지수		종수	개체수
			종다양도	종풍부도			종다양도	종풍부도		
천안천*	5	4	9	9	7	9	6	6	5	7
원성천*	5	5	4	6	5	6	7	7	7	9
온양천*	2	3	6	4	3	7	1	2	5	3
유구천*	2	-	2	2	2	1	8	8	4	5
청지천*	4	6	7	7	6	3	5	5	2	4
당진천*	4	1	3	3	4	4	4	4	2	6
판교천*	5	2	8	8	8	8	3	3	6	8
봉황천**	1	-	1	1	1	2	2	1	1	2
해미천***	3	-	5	5	4	5	9	9	3	1

* 생태하천복원사업, ** 참조하천, *** 생태하천조성사업

주) 각 평가방법 별로 하천복원 대상하천 순위를 산술평균하여 적용함

결론적으로 군집지수나 수생태계건강성 지수간에도 하천마다 순위가 다소 상이하고, 생물상을 포함한 건강성지수와 물리적 특성을 토대로 하는 평가의 순위가 동일하지도 상호 부합되지도 않는다는 점은 확인할 수 있었다. 다시 말하면 물리적 구조의 변경이나 복원이 반드시 생물서식처나 수생태계 기능 회복으로 직접 연관되지 않음을 확인해 볼 수 있었다는 것이다. 이 과정을 통해 기존에 평가된 물리적 구조가 하천의 서식처로서의 기능과 생태기능성으로 연결되지 못하는 부분에 대한 규명이 필요하고 이를 개선하려는 노력이 필요함을 알 수 있었다. 조사 대상 하천 중 일부는 생태하천이 표방하는 물리적 특성을 잘 갖춘 듯이 평가된 반면 실제 서식 생물상을 적용한 평가에서는 상대적으로 평가가 낮아지는 결과를 보이기도 했다.

이처럼 하천의 물리적 서식처의 변화와 인위적 복원에 따른 노력은 생물상이나 생물의 서식처로 비례하여 나타나는 것이 아님을 알 수 있다. 물론 아직까지 복원 사업 후 충분한 시간이 지나지 않아 해당 구간이 서식공간으로 안정되지 못했을 수도 있고, 물리적 요인 외에 이화학적인 다른 요인들이나 유역내 별도 요인들에 의해 생물종수나 관련 지표들이 나쁜 경우일 수도 있다. 그러나 본 연구에서의 평가를 통해 물리적 특성이나 구조를 복원하기만 하면 하천의 생태적 기능과 생태건강성이 돌아올 것이라는 일반적 기대를 벗어나 좀 더 다양한 분석과 시도가 이 분야에서 필요함을 알 수 있었다. 이는 생태하천이 개념적으로는 도입되고는 있으나 현실적으로 친수와 공원의 필요성에 무게가 주어지는 상황임을 보여주는 것이다. 앞으로 우리들의 과제는 폭발적으로 증가하는 하천공간에 대한 수요를 수용하면서도 하천의 자연성과 생태적 기능을 회복시킬 수 있는 절충점을 찾아가고 그 과정에서 제방은 물론 저수로와 제내지에까지 다양하게 활용할 수 있는 설계 기법들이 도입 적용되어야 할 것이다.

2. 시사점 도출

1) 하천별 문제점 및 개선방안

현재 생태하천 복원사업이 이루어진 조사대상 하천에 있어서 대부분의 하천은 수생태 복원에 대한 궁극적인 목적을 벗어나 있는 곳이 많은 것으로 확인되었다. 생태하천 복원사업 및 기타 유사한 사업이 이루어진 하천은 대부분이 물길의 폭을 좁히고, 자전거도로 및 체육시설을 설치하여 하천의 자연정화능력을 감소시키고 있을 뿐만 아니라 하천환경에 적합하지 않는 조경식물을 밀생시켜 유기오염을 가중시키고 있는 지역이 많은 것으로 판단된다. 특히, 하도 내에 부들, 노랑어리연꽃 등을 식재 등 조경식물의 식재에 있어서 생육특성에 적합하지 않은 식물들을 대량으로 식재한 곳도 확인하였다. 이러한 부분은 계획단계에서 전문가와 상의를 거쳐 식재 종류 및 면적을 정할 필요가 있을 것으로 판단된다.

(1) 공통사항

가. 구조적 다양성 제공 필요

일부 하천을 제외하고 조사 대상 하천 대부분은 단조로운 서식지 형태를 보이고 있으므로 수조류 및 생물의 다양성을 확보하기 위해서는 다양한 수심 및 하안 형태 조절, 하중도 조성, 커버(cover)제공 등을 통한 다양성 확보가 우선적으로 필요하다.

나. 굴곡진 하천 조성(사행천) 유도

대부분의 하천이 직선화된 형태를 보이고 있다. 하천 생물의 서식지 역할을 제고하기 위해서는 굴곡을 주어 하안선을 길게 조성해야 할 것이다. 긴 하안선은 수공간의 면적을 넓히고 다양한 식물 및 생물에게 더 서식공간을 제공하게 된다.



[그림 5-7] 직선형으로 조성중인 하천(당진천)

다. 안정된 휴식처 및 취식지 제공

대상하천 대부분의 경우 하천 양측으로 도로 및 산책로가 조성되어 있어 방해요인이 빈번하게 발생하고 있다. 서식 공간 부재를 비롯하여 빈번한 방해요인으로 인해 조사 대상 하천의 서식지 질은 매우 낮은 상황이다. 하천의 수조류 서식지 기능을 강화하기 위해서는 서식 공간 조성 뿐 만 아니라 일부 구간에서라도 한 쪽에만 이동로를 조성하고 은폐 공간을 두어 방해요인 발생시 절대적인 안정과 취식을 할 수 있는 공간 조성이 필요하다.

(2) 하천별 개선사항

① 천안천

천안천의 경우 저서성 대형무척추동물을 이용한 수생태 건강성 평가 결과 전 구간에서 “불량”한 환경상태를 보이고 있다. 본 하천이 도심을 관통하고 있는 하천으로 점오염원 및 비점오염원에 의한 심각한 영향을 받고 있는 것으로 판단되어진다. 또한 수변지역에 자전거도로 및 기타 시설물을 설치하여 물길의 폭이 좁아지고, 물이 정체되고 검은색의 오니가 쌓여 있는 것을 쉽게 확인할 수 있었는데, 추후에 악취 및 모기류와 같은 위해생물의 대발생 등을 초래할 수 있다. 따라서 적절한 관리대책의 모색이 필요한 실정이다.

하폭이 좁고 하천 이용이 많은 관계로 저서성 대형무척추동물상 뿐만 아니라 수조류의 서식처로서도 한계가 있다. 시민에게 휴식공간 제공을 우선으로 삼는 것이 보다 현실적이지만 수조류의 서식처 기능도 함께 추가하고자 한다면 수공간의 면적을 넓힐 수 있는 구간을 확보하고 이 구간에 대해서만 산책로를 제방 밖으로 인도하여 위협요인을 제거하여야 한다.



<수변지역>



<하상상태>

② 원성천

원성천의 경우 저서성 대형무척추동물을 이용한 수생태 건강성 평가 결과 전 구간에서 “불량”한 환경상태로 나타나고 있다. 물길의 폭이 좁은 상태에서 자전거도로 및 체육시설을 과다하게 설치하여 수변에 생물의 서식공간이 매우 적기 때문이다. 이는 수조류의 서식처 한계로도 등장한다. 도심구간 하천으로 시민의 휴식 및 친수공간으로서의 역할이 우선시 될지라도 생물들의 서식처 기능을 보완하기 위해서는 일부 구간의 경우 수공간을 넓히거나 산책로의 이용을 제한하는 등 위협요인을 제거할 필요가 있다.



<자전거 도로>



<체육시설>

③ 온양천

온양천의 경우 저서성 대형무척추동물을 이용한 수생태 건강성 평가 결과 불량한 상태로 조사되었으나, ESB로 분석할 경우 “다소양호”한 환경으로 조사되었다. 본 조사구간의 경우 일부는 생물서식공간이 유지되는 곳이 존재하지만, 일부의 경우 인위적으로 조경식물을 식재하여 공원형태로 조성되어져 있었고, 수변지역에 넓은 면적의 경작지에서 경작이 이루어져 유기물의 유입이 발생되고 수질오염 및 생물의 서식을 저해하는 요인으로 작용할 수 있다.

따라서 우선적으로 가능한 한 경작지의 경작을 제한하고, 농경지로 이용되거나 환삼덩굴 등으로 덮여있는 육상공간 일부 제거하여 수공간을 양측으로 넓힐 필요가 있다. 또한 일부 공간에 하중도를 조성한다면 얇은 물을 선호하는 종에게 서식지를 제공함과 동시에 휴식처 기능을 북돋아 보다 다양한 수조류의 서식을 가능케 할 것이다.



<하천부지 내 경작지>

④ 유구천

유구천의 경우 저서성 대형무척추동물을 이용한 수생태 건강성 평가 결과 전 구간에서 “양호”한 환경상태로 조사되었다. 일부구간의 경우 수변지역에 자전거도로 및 인공연못 조성되어 있고 수변지역에 석축을 쌓아 생물의 서식공간이 감소되어 있는 곳이 있으나 일부 구간은 공사가 제한적으로 이루어져 생물의 서식공간이 잔존해 있는 것으로 확인 할 수 있었다. 그러나 수변지역에 연못을 조성한 부분에 있어서 자연적인 물길을 이용하지 않고 인위적으로 연못을 조성하여 수중 및 수변에 식물들이 과밀하게 생육하고 있었고, 대부분의 식물이 원래의 서식지와 적합하지 않은 조경식물로 이루어져 있었다.

따라서 남단의 일부 식생을 제거하여 수공간을 넓힘과 동시에 수면을 노출시키고 읍내 구간의 경우 은폐 식재를 통해 사람의 이동이나 차량을 가려서 방해요인을 저감시키면 보다 많은 수생물 및 수조류의 서식이 가능할 것으로 보인다.



<자전거 도로>



<조성된 연못>

⑤ 청지천

청지천의 경우 저서성 대형무척추동물을 이용한 수생태 건강성 평가 결과 상류지역은 양호한 상태를 유지하고 있으나, 중·하류지역은 불량한 환경상태로 나타나고 있다. 특히, 중·하류지역의 경우 물길은 석축을 사용하여 인위적으로 조성되어져 있어 수심이 깊어지고 미소서식처가 감소하여 하천에 생물이 자연적으로 유입되는 것을 저해하므로 수생태 건강성을 증진시키는데 있어 큰 효과를 얻을 수 없을 것으로 판단된다. 또한 하류지역에도 유사한 형태 사업(청지천 고향의 강 정비사업)이 진행되고 있는데, 기존의 공법과 유사하게 진행되고 있었다. 이러한 공사가 지속적으로 진행될 경우 하천의 자연성이 낮아지고, 자연적으로 형성된 미소서식처가 단순해져 생물서식지가 감소될 수 있다.

상류지역과 하류지역에서 식생 제거를 통해 수면 노출 면적을 넓일 필요가 있다. 또한 하폭이 좁은 지역의 경우 은폐 식재 또는 은폐막 조성을 통해 방해를 최소화할 필요가 있다.



<수변지역>



<하류부 공사현황>

⑥ 해미천

해미천의 경우 저서성 대형무척추동물을 이용한 수생태 건강성 평가 결과 전 구간에서 “불량”한 환경상태로 나타나고 있다. 해미천의 경우 하도 내에 자전거도로 및 공원형태로 조성되어 있어 물길의 폭이 좁아져 있고, 하도 내에 부들과 같은 하천에 생육이 적합하지 않은 식물들을 밀생하여 식재하여 설계단계에서 생태학자의 자문이 필요할 것으로 판단되어진다. 하류 지역 양측에 위치한 넓은 면적의 논으로 인해 다양하고 많은 개체수의 수조류가 이용할 것으로 보이나 실제로 보 설치 지역에 많은 개체의 수조류가 이용하고 있었다. 따라서 전반적으로 수공간의 면적을 넓히고 은폐소 설치를 통해 은폐를 통한 안정됨을 제공함과 동시에 조류 관찰소로 이용한다면 서식처 제공과 동시에 관찰을 통한 생태관광 및 교육의 장으로도 이용할 수 있을 것이다.



<하도내 자전거도로>



<하도내 식재된 부들>

⑦ 당진천

당진천의 경우 저서성 대형무척추동물을 이용한 수생태 건강성 평가 결과 문헌자료(2006)와 비교하였을 때 공사전보다 더 악화된 “불량”한 환경상태로 나타나고 있는데, 출현종수 및 개체수 측면에서 볼 때 문헌자료의 신뢰도가 낮아 단순하게 비교하기에는 매우 어려운 것으로 판단된다. 조사구간의 하류부에서도 유사한 공사가 진행되고 있었는데, 하천을 전체적으로 훼손하여 공사가 이루어질 경우 하천의 생물서식 공간이 회복되는데 상당한 시일이 소요될 것이고, 물길이 좁은 하천에서 수변지역을 석축으로 조성할 경우 미소서식처를 감소시켜 생물다양성이 상당히 저해될 것이다. 따라서 사업 후의 청사진을 그려보고 목적에 맞는 시공이 필요할 것이며 수조류의 서식지 기능을 강화하기 위해서는 우선 육상공간을 줄이고 수공간을 넓히는 등의 작업이 필요할 것이다. 수면 노출을 위해 수생식물 제거도 필요하다. 시민의 이용이 어느 정도 있는 곳이므로 하천 전체에 대해서 서식지 조성은 사회 경제적 여건상 여러 가지로 한계가 있다. 따라서 도시 구간 중 한 곳이라도 지정하여 제외지 전체를 수공간으로만 조성하고 얕은 수심이 유지되는 곳을 조성한다면 보다 많은 수조류의 서식이 가능할 것이다.



<하도내 전경>



<하류지역 공사 전경>

⑧ 판교천

판교천의 경우 저서성 대형무척추동물을 이용한 수생태 건강성 평가 결과 전 구간에서 “불량”한 환경상태로 나타나고 있다. 판교천의 경우에 있어서 수변 및 하도 내에 너무 많은 식물들이 식재되어 있어 식물의 자연적 정화효과보다는 이들에 의한 유기물오염이 발생할 수 있을 것으로 보인다. 본 하천의 경우 일부구간에서는 식재되어 있는 식물의 제거와 하천환경에 적합하지 않은 노랑어리연꽃과 같은 식물들의 제거가 필요할 것이다.



〈하도에 식재되어 있는 식물〉

⑨ 봉황천 (참조하천)

봉황천은 참조하천으로 하천환경상태가 양호하나 일부 구간의 하천 내부에서 진행되는 천렵과 낚시로 인해 발생하는 방해요인만 관리된다면 서식지 질은 더욱 높아질 것으로 보인다. 그리고 양측의 제방에 포장도로가 개설되어 있지만 하폭이 넓은 관계로 방해는 덜하지만 대형 수조류의 경우 취식과 휴식에 방해가 되므로 농번기를 제외하고 제방의 한쪽은 출입을 통제할 필요가 있다.

2) 생태하천복원사업 시사점

(1) 생태하천복원사업의 정당성 확보와 충남도의 역할 증대 필요

2015년부터 환경부의 생태하천복원사업은 시도 포괄보조사업으로 이관되었다. 이제 지자체는 지역실정과 주민수요를 고려하여 포괄보조사업 중에서 자율적으로 사업을 선택하게 된다. 포괄보조사업 구조에서 생태하천복원사업이 다른 사업들에 비해 우선적으로 추진될 수 있을지에 대한 의문이 제기될 수 있다. 예를 들어 해당 시·군의 민선6기 당선자들의 공약을 보면 생태하천복원사업은 주요 공약으로 채택되지 못하였음을 알 수 있다.³²⁾ 민선6기 당선자들의

32) 천안시는 안전, 임대주택, 긴급복지, 첨단산업, 호수공원을 주된 공약으로 제시하였다. 천안시 전체 하천 및 호소의 생태복원 및 친수공간 조성보다는 호수공원 조성에 초점을 맞추고 있다. 아산시는 전국체전, 대중교통, 종합병원, 교육/보육, 복지를 주된 공약으로 제시하였다. 생태하천복원사업은 공약 우선순위에 들지 못한다. 공주시는 기업유치, 주택확충, 관광, 농촌경제, 보육지원을 주된 공약으로 제시하였다. 생태하천복원사업은 공약 우선순위에 들지 못한다. 당진시는 농산물수출, 원도심개

핵심 공약으로만 판단하면 생태하천복원사업에 대한 우선순위가 다른 포괄보조금 사업들(지역공동체 일자리 지원, 지역전략식품산업육성, 지역자율형 사회서비스 투자, 문화시설 확충 및 운영, 관광자원 개발, 농업기반정비, 어업기반정비, 산림경영자원 육성, 전통시장 및 중소기업물류기반 지원, 청소년시설 확충, 상수도시설 확충 및 관리, 대중교통 지원 등)에 비해 높을 것인지 의문이다. 다행히도 충청남도 민선6기 당선자의 핵심공약에 자연형 하천 복원(금강수계 지류하천 103개 하천, 삼교천 수계 지류하천 63개)의 내용이 들어있다는 점에서 충청남도는 생태하천복원사업을 의욕적으로 추진할 수 있을 것으로 예상된다.

다만, 지금까지 생태하천복원사업의 추진 과정에서 충남도는 생태하천복원심의위원회를 운영하는 것 외에 특별한 역할을 담당하지 못했다는 점에서, 시·군 생태하천복원사업을 조율하고 매개할 수 있는 역량 확보가 중요할 것으로 판단된다. 환경부의 생태하천복원사업 지침은 재정, 담당 인력, 하천단체, 기초 자료 조사 등의 역량이 부족한 시·군으로서는 감당하기 어려운 절차와 과정을 요구하고 있기 때문이다. 이런 점에서 충남도의 역할이 지금보다 더욱 커질 필요가 있다. 충남 하천의 특성, 주요 생물종, 충남 하천에 대한 정보, 적절한 기술, 관련 계획, 관련 정책, 예산 확보 방안, 성공 사례 등을 담은 지침서(매뉴얼)를 개발·보급하고 시·군의 생태하천복원기본계획 수립을 지원하고 하천 모니터링을 실시하는 등의 추가적인 역할이 필요할 것이다.

(2) 환경부의 지침 개선 및 예산 지원 확대 필요

생태하천복원사업에 대한 환경부의 지침은 한편으로 정교해지고 다른 한편으로 강화되고 있지만 이를 따라가야 하는 지자체의 역량을 지원하는 체계는 전혀 마련되지 못하고 있다. 이 때문에 특히 재정 여건이 열악한 지자체가 생태하천복원사업을 추진하기가 더욱 어려워지고 있다.

예를 들어, 환경부는 시·군 별로 생태하천복원기본계획을 수립할 것을 요구하고 있다.³³⁾ 하

발/전통시장, 취약계층/일자리, 시정자문/자치위원회, 수질/난개발을 주된 공약으로 제시하였다. 삼교천 수질 3급수 달성이 세부공약으로 포함되어 있기 때문에 삼교천 유역 내 하천에 대한 생태하천복원사업 추진이 예상된다. 서산시는 식품생산/향토산업, 노인복지타운/경로당, 상정공원/테마파크, 문화예술역사관, 문화예술회관/배후휴양지를 주된 공약으로 제시하였다. 생태하천복원사업은 공약 우선순위에 들지 못한다. 서천군은 지역경제, 농축어업, 관광/문화예술/생활체육, 균형개발/군민숙원사업, 생태환경/교육복지기반을 주된 공약으로 제시하였다. 세부공약에서는 판교천을 생태하천으로 복원하겠다고 제시할 뿐 다른 하천에 대한 언급은 없다.

지만 생태하천복원기본계획이 법정계획이 아니고, 기본계획을 수립했다고 해서 개별 대상하천의 생태하천복원계획이 채택된다는 보장도 없다. 이로 인해서 지자체 담당 공무원들은 예산 확보나 사업 추진이 확실히 보장되지 않은 상태에서 생태하천복원기본계획을 수립하는데 부담을 느끼고 있다. 인터뷰에서 대부분의 담당 공무원들은 시·군 단위에서 생태하천복원기본계획을 수립하기 위한 별도의 예산을 마련할 여력이 없다고 답하였다.

또한 지자체가 환경부 지침에 따라 생태하천복원사업을 추진하기 위해서는 행정구역 내 모든 하천에 대한 상세한 정보(수리, 지형, 수질, 생물상, 수생태계, 하천자연도 등)를 얻기 위한 비용과 사업 후 모니터링과 유지·관리를 위한 비용, 하천 관련 협의체 등의 운영 비용, 하천교육 및 하천문화활동을 위한 지원비 등을 위한 비용을 확보해야 한다. 환경부는 기본 및 실시계획과 공사비와 공사중 모니터링비 외에는 예산을 지원하지 않기 때문이다. 게다가 생태하천복원사업의 국고 보조율이 50%로 낮아짐에 따라 지자체가 부담해야 하는 비용은 상대적으로 더욱 증가하게 된다.

재정 여건이 열악한 시·군에서 생태하천복원기본계획 수립 및 모니터링 등을 위한 비용을 어떻게 확보할 수 있을지, 충남도나 유역청, 환경부가 이를 어떻게 지원할 수 있을지 등지에 대한 대책 마련이 필요하다.

(3) 하천사업의 통합적 관리 필요

충남 내 생태하천복원사업 및 지방하천정비사업 완료 및 진행 현황을 살펴보면 동일하천의 동일구간 또는 인접구간에서 중복해서 실시되고 있는 것을 알 수 있다. 최근 환경부와 국토부의 협약에 따라 동일구간 또는 인접구간에서는 생태하천복원사업과 지방하천정비사업을 신청하지 못하도록 지침을 개정하였다. 하지만 단순히 동일구간이나 인접구간에서 생태하천복원사업이나 지방하천정비사업이 시행되면 안된다는 수준이 아니라 생태하천복원사업 대상 하천

33) 환경부는 1987년 수질개선에 중점을 둔 오염하천정화사업, 2002년 자연형 하천 복원에 초점을 둔 자연형 하천복원사업에 이어, 2009년부터 수생태계 건강성 회복에 초점을 맞춘 생태하천복원사업을 추진해오고 있다. 2009년 생태하천복원사업 지침을 수립한 이후 실제 사업들이 생태하천복원사업의 방향 및 원칙에 맞도록 유도하기 위해 총 7차에 걸쳐 지침을 수정한 바 있다. 수정된 지침에 따르면 2015년부터 생태하천복원사업을 신규로 신청하기 위해서는 지자체 단위로 행정구역 내 모든 하천을 포함한 생태하천복원기본계획을 수립하고, 이에 기초하여 대상하천의 생태하천복원계획을 제출해야 한다.

과 사업구간을 어떻게 선정해야 할 것인가에 대한 보다 구체적인 기준이 충남 차원에서 제시 될 필요가 있다. 충남 하천의 유량, 수질, 생물상, 수생태 건강성 현황을 데이터베이스화하고, 이를 통해 유역 단위 개념의 복원계획을 수립하며 생태하천 복원 우선지점을 선정할 수 있도록 해야 할 것이다.

또한 생태하천복원사업과 지방하천정비사업의 뿐만 아니라 도량살리기, 소하천정비, 멸종 위기종 관리, 농업용수로 및 농업용저수지 개선 사업, 도시개발사업 등 연관된 사업들을 통합 적으로 관리할 필요도 있다. 하천의 수질 및 수생태 건강성은 상류부터 하류까지 종적인 연결 성과 산림부터 하천에 이르는 횡적인 연결성에 영향을 받기 때문이다. 이를 위해 여러 분야로 흩어져 있는 각종 하천 관련 계획들을 충남도 또는 시·군 단위별로 통합하는 작업이 필요할 것으로 보인다. 충남도 내 하천을 종합적으로 관리하는 하천관리종합계획(가칭)을 새롭게 수립하거나, 환경부 지침이 요구하는 생태하천복원기본계획을 수립할 때 이러한 통합적 관리 원칙을 충분히 반영할 필요가 있다.

[표 5-11] 생태하천 사업 중복 현황

연번	하천명	사업연도	사업명	준공여부	비고	시군
1	금산천	1992	오염하천정화사업	기완료	구간확인불가	금산군
		2003~2006	자연형하천정화사업	기완료	구간 일치	금산군
		2011~2015	고향의 강 정비사업	추진중	구간 일치	금산군
2	무한천	1997	오염하천정화사업	기완료	구간 불일치	예산군
		2012~2016	생태하천복원사업	추진중	구간 일치	예산군
		장기(2018년이후)	생태하천조성사업	계획중	구간 일치	예산군
3	중교천	1994~1995	오염하천정화사업	기완료	구간 일치	논산시
		2013~2016	물순환형하천정비사업	추진중	구간 일치	논산시
4	당진천	2006~2009	생태하천복원사업	기완료	일부구간일치	당진시
		2011~2015	고향의 강 정비사업	추진중	일부구간일치	당진시
5	대천천	1990~1995	오염하천정화사업	기완료	구간확인불가	보령시
		2003~2005	오염하천정화사업	기완료	일부구간일치	보령시
		2011~2016	고향의 강 정비사업	추진중	일부구간일치	보령시
6	왕포천	2011~2016	생태하천복원사업	추진중	일부구간일치	부여군
		장기(2018년이후)	생태하천조성사업	계획중	일부구간일치	부여군
		장기(2018년이후)	물순환형하천정비사업	계획중	일부구간일치	부여군
7	제민천	1995	오염하천정화사업	기완료	구간확인불가	공주시
		2011~2014	생태하천조성사업	추진중	일부구간일치	공주시
		장기(2018년이후)	물순환형하천정비사업	계획중	일부구간일치	공주시
8	청지천	2001~2006	자연형하천정화사업	기완료	일부구간일치	서산시
		2013~2017	고향의 강 정비사업	추진중	일부구간일치	서산시
9	곡교천	2011~2014	생태하천조성사업	추진중	구간 불일치	아산시
		2013~2016	생태하천복원사업	추진중	구간 불일치	아산시
10	논산천	1996	오염하천정화사업	기완료	구간확인불가	논산시
		2009~2013	생태하천조성사업	기완료	구간 불일치	논산시
		2012~2016	고향의 강 정비사업	추진중	구간 불일치	논산시
11	덕산천	2007~2014	생태하천복원사업	추진중	구간 불일치	예산군
		2010~2015	생태하천조성사업	추진중	구간 불일치	예산군
12	마곡천	장기(2018년이후)	생태하천조성사업	계획중	구간 불일치	공주시
		장기(2018년이후)	고향의 강 정비사업	계획중	구간 불일치	공주시
13	삽교천	중기(2018년까지)	생태하천조성사업	계획중	구간 불일치	홍성군
		장기(2018년이후)	생태하천조성사업	계획중	구간 불일치	홍성군
14	온양천	1995	오염하천정화사업	기완료	구간확인불가	아산시
		2003~2005	오염하천정화사업	기완료	구간 불일치	아산시
		장기(2018년이후)	고향의 강 정비사업	계획중	구간 불일치	아산시
15	웅천천	2002~2004	오염하천정화사업	기완료	구간 불일치	보령시
		2013~2017	고향의 강 정비사업	추진중	구간 불일치	부여군
16	유구천	2006~2009	생태하천복원사업	기완료	구간 불일치	공주시
		2012~2016	생태하천복원사업	추진중	구간 불일치	공주시
17	판교천	2006~2009	생태하천복원사업	기완료	구간 불일치	서천군
		2012~2016	생태하천복원사업	추진중	구간 불일치	서천군
18	지천	1994~1995	오염하천정화사업	기완료	구간확인불가	청양군
		2009~2014	생태하천조성사업	추진중	-	청양군
19	천안천	1995	오염하천정화사업	기완료	구간확인불가	천안시
		2005~2009	생태하천복원사업	기완료	-	천안시

(4) 생태계 기반 복원 목표 설정 및 사후관리 필요

환경부의 생태하천복원사업 지침에서는 사업 완료 후 사후관리계획에 수질뿐만 아니라 유량, 하천자연도, 생물상, 수생태계 건강성 등에 대한 모니터링을 요구한다. 하지만 실제 생태하천복원사업들의 기본계획이나 실시설계에서는 이러한 목표가 분명하게 제시되지 않고 있으며, 특히 수생태계 건강성에 대한 내용을 포함하고 있지 않은 경우가 많다. 대부분 물리적 공간의 정비에만 초점을 맞추고 있다. 그 결과 물리적 특성은 개선되었지만 생물다양성이나 수생태계 건강성은 개선되지 않은 결과를 낳고 있다.³⁴⁾ 생태계 건강성에 기반한 복원 목표 설정 및 사후관리 방안 마련이 필요하다.

(5) 하천 유형별 차별화된 복원 전략 필요

대상 하천이 산지하천인지 농촌하천인지 도시하천인지 등에 따라 생태하천복원사업의 목표 및 방법이 차별화되어야 할 필요가 있다. 농촌하천은 수질과 관련해서 점오염원보다 비점오염원에 의한 수질오염이 크고, 농업용수 이용을 위한 보로 인해 상·하류의 생태적 단절과 자정능력 저하의 문제를 갖는다. 농촌하천에서는 비점오염원 저감시설 설치와 자정능력 회복이 중요할 것이다. 도시하천은 하수도 정비 상황에 따라 수질이 결정되는 경우가 많으며, 하천 주변의 투수층이나 저류지 확보, 초기 우수로 인한 오염원 관리, 유지유량 확보 등이 중요하다.

34) 물리적 구조 중에서 종단면과 하안구조의 개선이 여타 물리적 특성에 비해 미흡한 점은 향후 사행 구조의 복원, 여울과 소의 조성, 다양한 하안정비 등을 통해 제고되어야 할 것이다. 또한 새로 복원된 하천에서도 직강화 구간이 남아있거나 낙차공 등 횡단 시설물이 잔존하고 과다하게 저수로에 인접하여 보행 혹은 자전거도를 설치하는 방식은 개선되어야 한다. 중장기적으로는 하천과 인접한 수변지역의 토지이용에 대한 가이드라인의 개발이 필요하고 이를 도시계획 등과 연계하여 효과적으로 강제하는 방안이 고려되어야 할 것이다.

3. 정책제언

1) 충남도 소권역 수질 및 수생태계 보전 기본계획 수립을 통한 생태하천복원기본계획 수립 지원

2015년부터 생태하천복원사업이 포괄보조금 시도 자율편성 사업으로 이관되었다. 그동안 충남도를 비롯한 시·도는 생태하천복원사업에 대해 심의위원회를 개최하는 것 외에는 특별한 역할을 담당하지 않았으나, 2015년 이후 신규사업에 대해서는 생태하천복원사업의 시급성, 효과성 등에 대한 시·도의 판단과 역할이 더욱 커질 것으로 판단된다. 이와 별도로 시·군 담당 공무원과의 인터뷰에서 확인되듯이 시·군은 생태하천복원사업에서 충남도의 역할 확대를 요구하고 있다. 특히 환경부의 개정된 생태하천복원사업 지침은 시·군별로 행정구역 내 하천을 모두 포함하는 생태하천복원기본계획 수립³⁵⁾을 요구하고 있는데, 시·군은 충남도에서 기본계획을 직접 수립하거나 지원해줄 것을 요구하고 있다.

한편, 수질 및 수생태계보전에 관한 법률 제26조(소권역 수질 및 수생태계 보전계획의 수립)는 시·군으로 하여금 소권역 수질 및 수생태계보전계획을 수립하도록 하고 있으며, 둘 이상의 시·군이 걸쳐있는 소권역에 대해서는 시·도지사가 계획을 수립하도록 규정하고 있다. 제27조(환경부장관 또는 시·도지사에 의한 소권역계획의 수립)는 시·군이 특별한 사유 없이 소권역계획을 수립하지 않은 경우 시·도지사가 소권역계획을 수립할 수 있도록 하고 있다(2013.7.20 개정 2014.1.31 시행). 시·군이나 시·도가 소권역계획을 수립하지 않은 경우 환경부장관이 소권역계획을 직접 수립하고 시·군은 이 계획을 수행해야 한다. 하지만 아직까지 충남에서는 소권역 수질 및 수생태계보전계획의 수립이 거의 진행되지 않고 있다.

이런 상황을 고려할 때, 법정계획인 소권역 수질 및 수생태계 보전계획을 수립하지 못하는 소권역에 대해 충남도에서 직접 계획을 수립하고, 이를 생태하천복원기본계획 수립에 활용하거나 지원하는 방안을 검토할 필요가 있다. 이를 위해서는 환경부 생태하천복원사업 지침에서 요구하는 생태하천복원기본계획의 내용을 뒷받침할 수 있도록, 수질뿐만 아니라 수생태계 건강성 분야를 충분히 포함하는 것이 필요할 것이다.

35) 최근 개정된 생태하천복원사업 업무처리지침(7차 개정, 2014.12)에 따르면 생태하천복원계획을 수립하여 시·도에 제출하고, 시·도지사는 하천기본계획 등 상위계획 부합여부 등을 검토하여 관할 유역·지방 환경청장의 사전심의를 득한 후 신규사업을 신청하여야 한다.(2016년부터 예산 신청 시 “생태하천복원계획” 수립 후 사전심의 의무화)

2) 생태하천복원사업 지원 근거 마련을 위한 조례 제정

생태하천복원사업을 지속적으로 추진하기 위해서는 수질 및 수생태 모니터링, 생태하천복원기본계획 수립, 하천활동 단체들에 대한 지원, 강의날 행사 등의 지원을 뒷받침하는 제도적 장치가 필요하다. 충청남도는 2001년 충청남도 수질환경보전 조례를 제정한 바 있었다. 하지만 수질환경보전 조례는 수질에만 초점을 맞추고 있어 수생태계 건강성 증진을 주요한 목표로 제시하는 생태하천복원사업을 지원할 수 있는 내용을 포함하고 있지 못하였다. 게다가 충청남도는 2014년 이 조례를 폐지하였다. 때문에 수생태계 건강성 목표 설정, 수생태계 건강성 증진사업 추진, 수질 및 수생태계 보전 기본계획(또는 생태하천복원기본계획)수립 등의 내용을 포함하는 새로운 조례 제정이 필요하다.

현재 충청남도의 물통합관리계획과 관련하여 통합물관리 조례(가칭)를 제정하고 이 조례에 생태하천복원기본계획 수립 및 관련 사업 지원에 관한 조항을 담는 방안을 고려해볼 수 있다. 이미 수원시가 ‘수원시 통합 물관리 기본 조례’(2009.1.8)를 제정한 바 있으며, 경기도도 ‘경기도 물관리 기본 조례’(2015.1.5)를 제정하여, 수질 및 수생태계 보전과 관련한 내용을 포함하는 통합 물관리 기본계획 수립을 규정하고 있다.

3) 충남 생태하천복원사업 지침서(매뉴얼) 개발

충남도 내 시군에 따라 생태하천복원사업이나 지방하천정비사업(생태하천조성사업, 고향의 강 사업)의 관리 주체가 환경과인 경우도 있고 건설과인 경우도 있다. 계획 수립은 환경과에서, 사업 집행은 건설과에서, 사후관리는 환경과에서 시행하는 경우도 있다. 생태하천복원사업과 지방하천정비사업이 동시에 벌어지는 경우 동일 하천 또는 인근 하천에서 담당 부서가 달라지기도 한다. 생태하천복원사업이 포괄보조금 시도 자율편성 사업이 되면서 충청남도 내에서도 생태하천복원사업과 지방하천정비사업의 추진과 관리를 어느 부서가 어떻게 맡아야 하는지에 대한 혼란이 야기될 수 있다. 게다가 시군의 생태하천복원사업이나 지방하천정비사업 담당자들은 업무 이동에 따라 관련 사업에 대한 상세한 지침이나 이해 없이 사업을 추진해야 하는 어려움을 지적하고 있다.

이런 점을 고려할 때, 충남도에서 생태하천복원사업 전반에 관한 지침서나 매뉴얼을 작성하여 담당 공무원이나 이해당사자들이 활용할 수 있도록 지원할 필요성이 있다. 경기도의 경우 2014년 6월 '경기도 생태하천 복원사업 적절성 평가 및 유지관리 방안' 연구용역을 통해 '경기도 생태하천 유지관리 매뉴얼'을 제작한 바 있다. 충남도에서는 유지관리뿐만 아니라 환경부 생태하천복원사업 지침이 요구하는 전 과정(신규사업 선정기준, 계획수립, 모니터링, 하천유형별 복원전략, 유지관리, 사후평가, 시민참여 등)에 대한 내용을 포함한다면 보다 활용가능성이 높아질 것이다. 지침서(매뉴얼)에는 포괄보조금 제도의 운영에 대한 내용도 포함되어야 할 것이다.³⁶⁾

4) 충남 하천에 대한 조사·모니터링 및 DB 구축 사업

그동안 충남 전체의 기본계획이나 비전 없이 지자체별로 생태하천복원사업이나 지방하천정비사업을 추진하고 사업 추진 일정이나 내용이 수시로 변경됨에 따라 각 사업의 추진 배경, 계획 수립, 진행 정도, 문제점, 평가 등에 대한 전체적인 상황을 파악하기가 어려웠다. 하천에 대한 모니터링도 시기, 항목, 방법 등이 일정하지 않았으며 기 조사된 자료도 쉽게 확인할 수 없어서 하천 상태에 대한 비교 평가나 사업 우선순위 판단의 근거로 삼을 수가 없었다. 또한 수질뿐만 아니라 물리적 상태, 생물상, 수생태계 건강성 등에 대한 모니터링은 거의 이루어지지 않았다.

이런 점에서 생태하천복원사업 완료 하천을 비롯하여 충남 주요 하천에 대한 수질, 생물상(고유종, 멸종위기종, 외래종 포함), 수생태계 건강성에 대해 조사·모니터링 실시(환경부 모니터링 지점 제외)하고, 이 자료들을 모아 하천 DB를 구축하고, 향후 신규사업 선정이나 완료사업 평가를 위한 기반을 구축할 필요가 있다.

36) 대상하천 우선순위 설정 기준(안), 충남형 복원사업 수행시 주요 고려사항, 하천유형별 복원전략 등에 대한 간략한 내용을 부록(1,2,3)에 첨부하였다.

수생태 DB 구축 후 충남에 서식하는 생태어종 DB를 활용하여 주요 생태어종에 대한 서식 조건 역시 DB화 할 필요가 있다. 이를 활용하여 복원하고자 하는 생태어종에 적합한 물리적, 이화학적 서식조건 정보를 제공할 수 있을 것이다.

또한 유역내 하천을 중심으로 수질 및 수생태 DB 뿐만 아니라 역사, 문화, 특징 등 하천 중심으로 지역자원을 조사하고 모으는 작업을 통해 사업시행 시 차별성 전략 및 분명한 복원 목표 설정에 도움이 될 것이다. 더불어 생태하천복원사업 실시 전 계획수립 단계, 생태하천복원사업 실시 및 시행 현황, 사업 후 유지 관리 등 하천별 전반에 대한 정보 역시 체계화하여 관리해야 할 것이다.

5) 충남 하천네트워크 구축 및 충남 강의날대회 개최를 통한 하천활동 활성화 지원

각 시·군의 생태하천복원사업 추진 과정에 대한 분석 결과, 주로 행정에서 제안하고 추진하였고, 하천활동을 주제로 하는 시민단체나 주민조직 등의 결성과 활동이 매우 미흡하였음을 확인할 수 있었다. 전주천, 안양천, 수원천, 온천천(부산) 등 생태하천복원사업의 모범적인 사례들을 보면 시민단체나 주민조직이 생태하천복원사업의 전 과정에 개입함으로써 사업의 효과성과 수용성을 높이고 있다. 행정과 전문가와 시공업체 위주로 사업이 진행된 하천은 잘못된 어도 설치나 식물 식재처럼 현장에 적합하지 않은 공법이 적용되어 예산이 낭비되거나 결국 주민들이 사업의 취지를 이해하지 못하고 편의시설의 확충을 요구하는 민원을 제기하는 등의 한계를 낳는다.

환경부 또한 이러한 점을 인식하여 생태하천복원사업을 추진할 때 시민단체나 주민조직들이 참여하는 협력적인 거버넌스를 구축하고, 하천교육이나 하천문화활동 등으로 이어질 수 있도록 지원할 것을 요구하고 있다. 하지만 충남도 내 시·군에서는 시민단체나 주민조직의 결성이 미흡하고, 시민들의 하천활동(감시, 정화, 교육, 문화활동)을 지원할 수 있는 역량도 부족하다.

이런 한계를 극복하기 위해 충청남도 차원에서 시민단체나 주민조직의 하천활동을 지원하는 프로그램을 구상할 필요가 있다. 대표적으로 하천활동에 대한 정보나 실천들을 교류할 수 있도록 충남지역 전체의 하천네트워크를 구축하는 방안을 검토할 수 있다. 인천광역시, 경기도 수원시, 경기도 고양시, 부산광역시 등이 대표적인 사례이다.

또한 충남 국제물포럼 등의 행사와 연계하여 충남 내 하천활동을 수행하는 시민단체나 주민조직들이 함께 모여서 자신들의 사례를 발표함으로써 경험을 나누고, 선진 사례 지역을 방문하거나 초청함으로써 하천활동에 대한 관심과 인식 수준을 높일 수 있는 기회를 만들 필요가 있다. 충남 강의날대회(가칭)를 개최하는 것이 하나의 방법이 될 수 있을 것이다. 충남에서 의욕적으로 추진하고 있는 도량살리기 사례들도 함께 발표되고 교류할 수 있다. 강살리기네트워크를 중심으로 매년 진행되고 있는 전국 강의날대회나 전주시의 전주 강의날대회 사례를 참고할 수 있을 것이다.

6) 충남 생태하천복원사업 추진 및 지속가능한 하천관리를 위한 재원 마련 및 배분

생태하천복원사업이 포괄보조금 사업으로 편입되면서 생태하천복원사업이 축소될 것이라고 우려할 수도 있다. 생태하천복원사업보다는 다른 포괄보조금 대상 사업들에 예산이 우선적으로 투자될 수 있기 때문이다. 하지만 동시에 지방정부의 재정 운용 자율성이 확대되면서 생태하천복원사업의 효과성을 높일 수 있는 가능성도 있다. 위에서 제시한 충남도 차원의 생태하천복원기본계획 수립, 생태하천복원사업 지침서(매뉴얼) 개발, 조례 개선 및 제정, DB 구축, 하천활동 활성화 등이 추진된다면 이런 가능성은 더욱 커질 것이다.

현재 생태하천복원사업이 기본계획 수립, 모니터링 및 DB 구축, 하천활동 지원, 연구개발, 수질개선 및 수생태계 시범사업 등에 대한 사업비를 포함하지 않기 때문에, 이러한 사업들에 포괄보조금을 집행할 수 있도록 하거나, 이러한 사업들을 위한 새로운 재원을 확보할 필요가 있다.

우선 유지관리 예산 역시 초기 사업비부터 일정 부분 책정할 수 있도록 제도화하여 경제적 여건에 상관없이 유지관리가 이루어질 수 있도록 제도를 개선할 필요가 있다.³⁷⁾ 지자체는

생태하천복원사업으로 인한 혜택을 직접 받기 때문에 생태하천복원사업 이후의 관리비용을 부담해야 하는 것이 마땅하다고 할 수 있으나, 재정자립도가 낮은 지자체의 경우 유지관리 비용으로 예산을 따로 책정하는 것이 어려워 사업추진을 기피할 수 있기 때문이다.

또한 새로운 재원 확보 방안으로 금강수계기금이나 생태계보전협력금을 활용하는 방법을 검토해 볼 수 있다. 현재 체계 내에서도 금강수계기금의 환경기초조사 사업 예산을 충남도 내 하천에 대한 모니터링 및 DB 구축과 생태하천복원기본계획 수립을 위해 사용할 수 있을 것으로 보인다. 또한 자연환경보전법에 따라 부과되는 생태계보전협력금³⁸⁾을 시범사업, 하천활동 지원, 연구개발 등에 활용할 수 있도록 제도 개선을 건의할 필요가 있다.

7) 충남형 생태하천복원사업 모형 개발 및 시범사업 추진

충남 내 생태하천복원사업을 조사한 결과, 공주시 유구천이나 아산시 온양천의 경우 기업체들의 1사1하천 활동이 활발한 편이라는 점을 제외하곤 다른 지역과 차별되는 특징을 발견하기는 어려웠다. 사업의 비전이나 목표, 사업 내용, 계획 수립 및 집행 과정의 거버넌스, 사후관리 및 모니터링 과정 등은 비슷한 모습을 보이고 있다.

충남 내 하천의 특성을 반영하는 생태하천복원사업의 목표나 내용을 개발하거나, 추진 과정에서 다른 지역과 차별된 거버넌스 방식을 도입하거나, 시민 주도로 사후관리나 모니터링을 실시하고 조사모니터링 자료를 DB화하는 등의 노력이 필요하다. 전국에서 유일하게 광역 단위에서 구축한 비오톱 지도를 활용하여 종적·횡적 생태축 연결성을 높일 수 있는 생태하천복원사업을 계획할 수도 있다. 충남에서 활발하게 진행하고 있는 도랑살리기 사업이나 소하천정비사업과 연계하거나, 멸종위기종 및 고유종 보전 및 복원 사업과 연계하는 방안도 가능하다.

37) 국토교통부 사업의 경우 초기 사업 예산의 약 20%를 유지관리 비용으로 책정하도록 규정하고 있어, 지자체에서 사업을 시행하고 이후 유지·관리하는 데 상대적으로 자체적인 경제 부담을 줄일 수 있기 때문에 본 사례를 적용하는 것을 고려해 볼 수 있다.

38) 생태계보전협력금 교부금(생태계보전협력금 정수액의 50%)은 생태계·생물종의 보전·복원사업, 오수처리시설 등의 설치 지원, 자연환경보전·이용시설의 설치·운영, 자연환경 보전의식을 높이기 위한 국민운동의 추진사업, 생태축을 구축하기 위한 조사·연구사업 등에 사용하도록 규정하고 있다. 생태계보전협력금 반환사업은 소생태계 조성사업, 생태통로 조성사업, 대체 자연 조성사업, 자연환경보전·이용시설의 설치사업, 훼손된 생태계의 복원을 위한 사업을 추진할 수 있다. 다만 반환사업은 생태계보전사업을 납부한 자나 자연환경보전사업 대행자만 실시할 수 있으므로 시·군이나 충남도가 반환사업을 시행하기 위해서는 반환사업 시행 주체에 대한 제도 개선이 필요할 것이다.

하천유형별로 적절한 복원 공법을 실험적으로 적용하거나 유명무실한 어도를 개선하는 등의 기술적 차별성을 피할 수도 있을 것이다. 환경부의 생태하천복원사업 지침에서 허용하지 않는 설비들에 대해서도 부정적인 영향을 개선할 기술적인 방법을 개발하는 연구를 진행할 수도 있다. 덧붙여 생태하천복원사업 기본계획 및 실시설계나 심의위원회 검토 등의 절차를 개선하여 적용하는 것도 가능할 것이다.³⁹⁾

39) 시·군 담당자들은 실시설계 단계에서 기본 방향에 대한 재검토 요구가 있을 경우 사업 진행이 매우 늦어진다는 점에서 기본 구상이나 기본계획 수립 단계에서 심의위원회의 심의를 받도록 하고, 충남도와 환경부의 심의를 동시에 받도록 하는 등의 제도 개선을 건의하고 있다.

부 록

- 부록 1 대상하천 우선순위 설정 및 전략(안)
- 부록 2 충남형 복원사업 수행시 고려사항(안)
- 부록 3 하천 유형별 복원 전략
- 부록 4 국내외 생태하천 사례분석
- 부록 5 하천 현장사진
- 부록 6 하천별 생물상 사업 전·후 목록
- 부록 7 하천별 하천자연도 평가 자료
- 부록 8 시·군별 인터뷰 결과

[부록 1] 대상하천 우선순위 설정 및 전략(안)

1. 1차 스크리닝

- 하천수질이 4등급 이상인 경우(금강수계의 경우 3등급 이상)
- 하천자연성 평가 기준 4등급 이상인 경우
- 수생태 건강성 평가 보통(C등급 이상)
 - 자료가 없을 경우 각 시군 및 도 자료의 어류, 저서성 대형무척추동물 등의 자료 이용

2. 그룹 설정

- 1차 스크리닝 결과 3가지에 모두 해당되는 경우 1그룹
- 1차 스크리닝 결과 2가지에 해당하는 경우 2그룹
- 1차 스크리닝 결과 1가지에 해당하는 경우 3그룹으로 설정

3. 그룹별 복원목표 설정(공통사항)

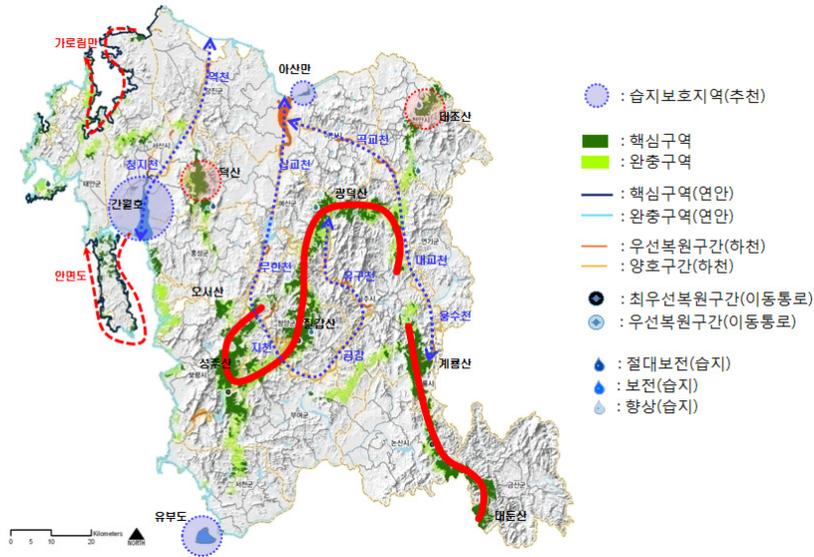
4. 세부목표 및 전략 수립

- 기본계획 수립시 물리적, 이화학적, 생물학적 특성의 세부사항을 살펴 목표를 보다 구체적으로 설정하고 방향을 제시(수질 : BOD, TP 등, 물리적 특성 : 하상구조, 하천주변 등, 생물학적 특성 : 저서성 대형무척추동물, 어류, 부착조류, 조류, 양서파충류 등)
 - 깃대종이나 목표종이 설정되었어도 전반적인 생물 종 다양성 회복을 위해 기타 지역자생종에 대한 서식처 고려방안 강구
- 하천유형별 복원 전략을 수립하고 사업 대상 구간 뿐만 아니라 하천 전체, 연접 하천, 유역 등을 통합적으로 고려한 계획 수립 필요
- 충청남도 광역생태네트워크(하천생태축은 좀 더 면밀히 고려) 및 비오톱지도를 고려하고 참고하여 방향 설정
- 경관생태학적 관점에서의 관리 방향 고려

[부록 2] 충남형 복원사업 수행시 주요 고려사항(안)

- 하천복원사업을 실시할 경우 유역오염원 저감 등 유역관리 방안이 동시에 고려되는 등 사업의 집중을 통해 효과를 극대화하는 방안을 모색
 - 향후 예상되는 오염물질 상태 예측 후 지속적인 목표관리를 위한 방안 또한 고려되어야 할 것으로 판단됨
 - 하천복원 후 발생할 수 있는 수질오염물질 증가부분은 사전에 철저히 검토하여 대안을 제시하고 설계에 반영할 필요가 있음
- 하천복원사업이 구간의 계획일지라도 하천 전체 및 연계하천의 기본 분석과 방향과 일치한 복원방향이 수립될 수 있도록 해야 함
- 도심구간 생태하천복원사업이나 조성사업의 경우 설계시 초기우수 관리를 위한 저류조 등의 도입 등 우수관리방안 고려
- 지역자생식물 식재 유도
- 외래종 퇴치사업, 생태계 교란식물 제거사업, 멸종위기종 복원사업 등 위협요인 제거 사업 병행
- 자연적 교란(자연 재해), 인공적 교란(점교란원, 비점교란원, 외래종도입 등) 등 생태계 교란인자 고려 후 위협요인 제거방안 제시
- 기후변화에 대응하기 위하여 적정 수량과 수질의 최적 생태복원용수 확보 방안 도출(의 사결정지원시스템 활용)
- 우선적으로 생태계 현황조사 결과를 바탕으로 대표 어종을 선정하고(깃대종 등) 그에 적합한 수질·수량 기준 범위를 설정
 - 수리 및 수질 개선사항 도출 용이
- 제외지의 경우 생물들이 서식 및 은신할 수 있는 공간 계획 필요
- 하천의 동식물 분포현황 및 고유종, 희귀종, 법적보호종의 서식현황 등 하천생태계에 대한 기초조사를 실시하고 기초조사 내용을 바탕으로 생물종 보전·복원 중심의 하천사업계획을 수립·추진
- 횡적네트워크 연결을 위해 이웃 사업과 연계하여 수립대 조성하는 방안 검토
- 사석부설 구간의 경우 수제 등을 도입하여 수중생물의 서식처를 제공하는 방안 고려
- 유량변동에 따른 계절별·상황별 유지관리 계획 수립

- 생태계의 종적·횡적 연결성 확보를 위해서 충남은 광역생태축 고려, 충남광역생태네트워크 구축을 위한 자연환경조사 자료와 비오톱 지도를 활용하는 방안 고려
 - 현재 충남의 경우 산림, 하천, 연안을 고려한 광역생태네트워크를 실현하기 위하여 생태축을 설정하였음. 하천생태축으로 설정되어 있는 하천은 인근 산림축과의 연계방안, 하천축으로서의 역할을 할 수 있도록 기능을 강화할 필요가 있음



[그림 1] 충청남도 광역생태네트워크 생태축

- 충남형 하천유형별 복원전략 및 사업 실시 (도시, 농촌, 산지)
- 하천별 오염원, 부하량, 하천자연도, 비오톱 등급도, 토지이용현황, 생물분포현황 등과 연계한 시설 배치 및 구상 필요
- 친수시설의 집약화, 관리 : 시설이 있더라도 완충시설 설치 등으로 보완방안 모색, 최대한 자연시설 위주로 설치
- 호안의 경우 현재의 식생+돌 위주의 조성보다는 식생을 위주로 조성하는 구간, 식생+돌로 조성하는 구간, 돌만 조성하는 구간, 모래톱(조류의 경우 휴식처로 필요) 조성구간 등 다양한 방식으로 서식공간을 배치

[부록 3] 하천 유형별 복원 전략

[표 1] 도시형 하천의 관리 및 복원방안

관리 및 복원방안	세부사항
유역의 환경용량 설정 및 수질개선	도시지역은 오염원이 밀집되어 있고 개발의 압력이 매우 큰 지역으로 환경용량 및 관리목표를 설정한 후 그에 따른 수질개선이 우선되어야 한다.
토지수용과 자투리 공간을 활용한 녹지조성	도시지역은 하천변 토지확보에 어려움이 있다. 따라서 토지수용이 가능한 곳은 토지 확보를 하여 녹지조성이 필요하며, 자투리 공간을 효율적으로 활용하여 녹지를 조성하는 것이 필요하다. 또한 주변의 아파트단지와 연계하여 녹지를 활용하는 것도 좋은 방법이 될 수 있다.
제외지의 인공 구조물 제거	도시지역의 제외지는 대부분 사람들의 이용으로 인해 교란이 심각하다. 특히 고수부지의 경우 주차장, 운동공간(축구장, 산책로 등)으로의 이용이 많음으로 이것을 제내지로 옮기고 습지나 녹지를 조성하여야 한다. 그리고 제방과 호안의 안전성 검토를 하여 인공구조물이 불필요한 구간은 자연 상태로 돌려놓거나 식생호안으로 조성하여야 한다.
보 및 낙차공 등의 물길 차단 구조물의 제거	보나 낙차공은 물길을 단절하여 어류의 이동을 막고, 하천을 변화시키며, 수질을 악화시키는 요인으로 필요성 검토를 통해 제거하거나 어도를 설치하여야 한다.
도로의 공간을 활용한 가로 녹지 조성과 생태통로 조성	도시의 하천은 제방상단을 따라서 도로를 조성하는 경우가 많다. 도로는 제거하기에 어려움이 있으므로 도로의 갯길이나 제내지, 제외지의 제방사면을 활용하여 녹지를 조성해 주어야 한다. 또한 로드킬의 감소와 동물들의 이동을 원활히 하기 위한 생태통로 의 조성도 필요하다.
모니터링과 관리방안 수립	모니터링을 통하여 복원효과를 검증하고 관리방안을 수립하여 복원효과를 유지하고 인근 주민들과의 대화를 통해 주민들의 불편사항 또한 해결해야 한다.

자료: 오혜정·조용현·김도훈, 2009, 충청남도 하천유형별 실태분석 및 복원방안, 충남발전연구원

[표 2] 평지농촌형 하천의 관리 및 복원방안

관리 및 복원방안	세부사항
하천생태유량 확보 및 수질 개선	농촌지역은 하천수를 농업용수로 이용하기 때문에 저수기 및 갈수기에 하천의 유량이 매우 적어지는 특성을 나타낸다. 따라서 무엇보다 하천의 생태유량 확보가 우선되어야 하고, 축사 및 농약 등의 원인으로 인한 오염물질을 제거하기 위해 저류지의 설치 및 수변공간의 조성 등이 필요하다.
수변녹지의 조성	제내지의 농경지에서 사용하는 비료, 살충제, 제초제의 사용으로 인한 피해 최소화과 생물다양성 증진을 위해 수변녹지를 조성한다.
제외지의 인공구조물의 제거	제외지의 구조물 즉, 콘크리트제방, 콘크리트호안 등을 안전성 검토를 통해 불필요한 구간은 제거하여 자연성을 높이기 위한 녹지의 조성 과 하천식생의 식재가 필요하다.
보 및 낙차공 등의 물길 차단 구조물의 제거	보나 낙차공은 물길을 단절하여 어류의 이동을 막고, 하천을 변화시키며, 수질을 악화시키는 요인으로 필요성 검토를 통해 제거하거나 어도를 설치하여야 한다.
다양한 사주의 유도	평지 농촌형 하천은 물의 흐름과 농업용수 확보를 위하여 하천이 정비되어 직선화되거나 평탄화 되어있어 어류나 식물의 서식처가 거의 없다. 따라서 종사주, 횡사주, 하중주 등의 사주를 유도하여 생물다양성을 높여야 한다.
모니터링과 관리방안 수립	모니터링을 통한 복원효과를 검증하고 관리방안을 수립하여 복원효과를 유지하도록 한다.

자료: 오혜정·조용현·김도훈, 2009, 충청남도 하천유형별 실태분석 및 복원방안, 충남발전연구원

[표 3] 산지형 하천의 관리 및 복원방안

관리 및 복원방향	세부사항
산림과 하천의 연결성 확보를 위한 연결 녹지 확보	산림과 하천사이에는 많지는 않지만 주거지나 인공 구조물이 있거나 농경지가 있다. 때문에 산림과 하천의 연결성확보를 위한 연결녹지 조성 과 연결녹지를 조성하기 어려운 지역은 동물들의 안전한 이동과 민가의 유해동물 피해를 줄이기 위한 유도휀스 조성이 필요하다.
점오염원에 대한 저감방안 확보	산림지역의 하천에서의 점오염원은 음식점, 축사 등의 오염원 배출이 있을 수 있으므로 하천주변으로 정화식물과 완충녹지를 조성하여 하천으로 오염원의 유입을 최소화 하여야 한다.
인공구조물로 인한 콘크리트 옹벽의 녹화	하천 제방상단에 식당이나 펜션 등 건축물이 들어서면서 토양침식을 방지하기 위한 콘크리트 옹벽이 만들어진다. 이 같은 옹벽은 미관상 좋지 않고 동물들의 이동을 단절하고 있어 녹화를 하거나 제거가 필요하다.
모니터링과 관리방안 수립	모니터링을 통한 복원효과를 검증하고 관리방안을 수립하여 복원효과를 유지하도록 한다.

자료: 오혜정·조용현·김도훈, 2009, 충청남도 하천유형별 실태분석 및 복원방안, 충남발전연구원

[부록 4] 국내·외 생태하천 사례분석

1. 생태하천 사업(복원) 사례분석

1) 국내 하천관리 및 복원 사례분석

(1) 서울시 강남구의 양재천 사업

- 1995년 최초의 자연형 하천복원계획 양재천은 하천 본래의 기능을 최대한 유지하면서 친수공간을 도모한 자연형 도시하천만들기 사업
 - 양재천 사업은 강남구를 관류하는 지방 2급 하천의 약 4km구간을 대대적으로 정비하여 주민들의 휴식 및 운동의 장을 제공. [그림 5]는 양재천 공원화 사업의 사진으로 도시하천을 조경하천으로 꾸며 시민들의 호응을 받은 사례
 - 이 사업의 영향은 유사한 조건을 가진 지자체에 널리 퍼져 서울시의 우의천, 수원시 수원천 등 지금까지 지방의 하천환경개선사업의 선례가 되었음. 이러한 사업의 일차적인 목적은 하천의 친수성을 재창조하는 것으로, 하천의 환경 기능 중에서 공간, 경관, 친수성 기능을 강조한 것
 - 기존의 하천종합개발사업은 중대하천을 대상으로 단순히 고수부지의 친수성을 강조하였지만, 양재천의 경우는 중소하천을 대상으로 고수부지는 물론 하도와 수중의 자연성을 강조



자료 : 하천복원연구회, 하천복원사례집, 2007

[그림 2] 서울시 강남구 양재천 공원화



자료 : 충남발전연구원, 오혜정 외, 충청남도 하천유형별 실태분석 및 복원방안 2009

[그림 3] 수원시 수원천 복원

(2) 오산천 하천환경정비사업

- 국내 최초로 국토해양부가 주관한 생태 서식처 회복을 의도한 하천환경개선 사업
 - 오산천은 1998-2000년에 1차 완료된 사업으로, 안성천의 지류인 오산천 3km 구간에 대해 하천 환경의 재정비를 꾀한 것. 이 사업의 목적은 서울시 강남구의 양재천과 달리 하천의 환경 기능 중 생태서식처의 회복을 위한 것으로서, 따라서 조경 위주의 하천 사업이 아닌 하천의 자연성 회복에 초점을 맞추었음. 이 사업은 그 성과가 만족스럽지 못한 점이 일부 있으나, 국내 최초로 생태서식처 회복을 의도한 하천환경개선 사업이었는데 그 의의가 있음

(3) 소하천정비사업

- 자연형 소하천 정비사업으로 인해 시멘트 블럭에 따른 자연 훼손을 막고, 자연친화적 공법인 호안 공법을 적용. 제방내 초화류가 활착되도록 하여, 민물어류의 서식환경을 만들
 - 소하천정비법에 의해 추진되는 소하천정비사업은 대상 하천이 대부분 지리적으로 주민들과 밀접한 관계가 있으므로 하천환경을 적극 고려하는 것이 중요. 정부에서는 2000년 이후 전국적으로 하천환경을 고려한 소하천정비 시범사업을 추진하고 있음. [그림 8]은 소하천 정비사업의 일환으로 수변을 다양하게 꾸민 하천을 보여줌



자료 : 환경부, 생태하천복원기술지침서, 2011

[그림 4] 오산천 하천환경정비사업



자료 : 충남발전연구원, 오혜정 외, 충청남도 하천유형별 실태분석 및 복원방안, 2009

[그림 5] 양평군 소하천 정비사업

(4) 경포천 생태하천복원사업

- 경포호와 생태습지원 및 경포천을 연결하여 수생태계를 보존하고, 해수와 담수가 교차하는 기수성 생태습지를 조성, 호안산책로와 송림, 생태습지원을 연결한 탐방로 설치 및 경포호와 경포천 하구 연접부분의 호안정비 실시



[유지용수 확보]



[조류서식처, 기존 식생대 보존]

자료 : 충남발전연구원, 오혜정 외, 충청남도 하천유형별 실태분석 및 복원방안, 2009

[그림 6] 경포천 생태하천복원사업

(5) 자연형 하천관리 및 복원방안에 관한 연구

- 국내여건에 맞는 자연형 하천공법의 개발에 대한 연구를 통해 자연형 하천 계획과 공법에 대한 연구가 본격적으로 시작
 - 국내에서는 1980년대 말부터 하천 전문가들 사이에 하천 환경의 보전과 개선이 필요성에 대한 공감대가 형성되기 시작하였음. 국내 자연형 하천공법의 기초라 할 수 있는 “하천환경 기초공사”가 1991년부터 1996년까지 국토해양부와 건설기술연구원에서 수행되었고, 한국건설기술연구원에서 1996년부터 환경부 G-7과제로서 “국내여건에 맞는 자연형 하천공법의 개발”을 연구하는 등 1990년대 들어 자연형 하천 계획과 공법에 대한 연구가 본격적으로 시작되었음. 1990년대 중반에는 하천복원 측면에서 생태, 조경 전문가들에 의해 자연생태에 가까운 하천구간을 대상으로 하천 생태계 구조와 기능에 대한 지속적인 연구도 병행되었음
- 하천정비기본계획이 수립된 하천을 대상으로 하천환경특성 분석을 통해 우선사업 대상 구역 선정
 - “국가하천 도시구간 하천환경정비 기본조사(2004, 건설교통부)”는 국가하천 중 시급 도시구간을 관류하는 하천구간에 대하여 하천환경정비사업 기본계획을 수립하기 위한 조사보고서임. 이 조사에서는 전체 국가 하천구간 중 하천정비기본계획이 수립된 시급 이상의 도시를 관류하는 총 47개 하천 1,417.75km를 대상으로 현지조사를 통해 수변환경을 조사하고 33개 “하천환경정비 우선사업 대상구간”을 선정했음

2) 국외 하천관리 및 복원 사례분석

(1) 영국의 하천복원

- 영국에서의 하천복원은 과거로부터 교란되어 온 하천의 물리적 형태를 원상으로 복귀시키는 것을 의미. 지속 가능한 유역관리를 위해 하천환경의 개선이 필수적이라는 공감 하에 환경청 주관으로 하천복원사업이 추진되고 있음. 하천복원은 하천수로와 하안 복원을 비롯하여 어도 확보, 범람원 복원의 3가지 관점에서 이루어지고 있음. 하천 수로와 하안이 새로운 생물종의 서식을 가능하게 하고 제방 등 하천의 외형은 재조정하는 방향으로 추진. 암거를 철거하고 하상을 재정비하는 것을 하천복원 범주에 포함하며 물의 흐름을 방해하는 보를 정비하여 어도를 확보하는 것도 중요하게 취급

[표 4] 영국 환경청이 추진하는 하천복원사업의 3가지 주안점

주안점	내용
하천수로와 하안 복원	<ul style="list-style-type: none"> • 수달과 물총새와 같은 새로운 서식종 확보 • 둑 모양 재증, 배수관 복원 • 하상과 하안, 유로 변경 • 곡류구간 복원, 하상 구성물질 및 곡선류 하천 유속의 차별화 • 인공하상과 제방을 자연재질로 교체 • 과도한 토사퇴적으로부터 하천 서식종을 보호하기 위해 실트, 모래, 자갈로 된 트랩 설계 • 나무와 관목류, 하도내 완충물 설계
어도확보	<ul style="list-style-type: none"> • 친환경 보 복원 • 보 대신 곡류하도 또는 여울 복원 • 배수거 철거 및 차단물 제거 • 건천화된 하천의 유지용수 확보
범람원 복원	<ul style="list-style-type: none"> • 연목과 습지 복원 • 원 범람원지형복원 • 범람원상에 습지식물 복원 • 범람원의 지하수면 상승 및 홍수 유도 • 하천복원에 의한 습지 재조정 • 하폭감소, 하상 상승, 범람원의 홍수 증가

자료 : 경기개발연구원, 2010(발췌정리)

(2) 스위스의 하천재생(Wiederbelebung)

- 스위스에서는 1983년에 하천관리 주안점이 종래의 수질관리에서 하천의 생태적 복원으로 크게 전환되었음. 취리히주 치수 및 하천토목국(Amt für Gewässerschutz und

Wasserbau, Canton Zurich)에 따르면, 자연형 하천복원의 실시 과정은 우선적으로 정비가 필요한 구간에 대해서 부분적으로 자연형 하천복원을 실시하고 있으며, 도시 내에서는 과도한 토지매입 비용 때문에 자연형 하천복원이 곤란하여 주로 교외지역에 시도되고 있다고 함

- 보다 풍부한 자연을 형성하기 위해 자연형 하천복원 공법선정에 있어서 우선순위를 정하고 있는데, 생물재료(식물)에 의한 공법, 혼합재료(식물과 나무 또는 석재의 병용)에 의한 공법, 견고한 재료(목재, 석재, 콘크리트)에 의한 공법 등의 순임
- 하천 홍수류가 격하고, 하안의 침식 강도가 큰 경우에는 우선 순위가 낮은 공법도 선정되고 있으나, 동시에 자연형 낙차공 등을 이용하여 홍수류를 완화시키고, 우선 순위가 높은 공법이 선정될 수 있게 하는 노력도 행해지고 있음

(3) 독일의 하천재자연화

- 독일은 1960년대부터 심각해진 자연 훼손에 대한 반성으로 1976년에 연방자연보호법을 제정하기에 이르렀고, 이 법을 근거로 하여 하천의 생태적 복원운동이 본격화되었음. 주요한 하천 복원 조치로서는 하도 직선화 배제 및 자연형태 복원, 자연재료의 활용, 저수로 선형의 자연적 변화 조성, 고수부지 등의 재자연화 등을 들 수 있음
- 특히 독일의 하천복원 활동은 주민 참여에 의한 운동으로 전개되고 있으며, Rheinland-Pfalz주의 푸른 운동(Aktion Blau)은 그 대표적 운동임. 독일은 하천의 재자연화를 실현하기 위한 구체적인 공법으로서 근자연 하천공법(Naturnahen Wasserbaus)을 개발하여 모든 하천공사에 활용하고 있음
- 근자연형 하천공법의 내용은 첫째 하천의 직선화를 배제하고, 하천의 자연적(동적) 형태를 최대한 고려하며, 둘째 도시내의 중소하천의 자연복원사업이 중심적인, 그리고 종합적인 자연복원사업이 되도록 추진하며, 셋째 충분한 자료조사로 장래 하상변화를 예측하여 자연적 하상이 복원되도록 하고, 넷째 하천정비에 가급적 자연재를 사용하며, 다섯째 하안의 수제선(수역과 육역의 경계선)의 자연적 변화를 최대한 배려하고, 여섯째 수변공간의 보전 및 이용에 관한 합리적 계획을 도출하는 것 등을 포함하고 있음

(4) 일본의 다자연하천 조성

- 일본의 대부분 하천은 높은 산지에서 바다로 유입되는 특성을 가지고 있어 홍수, 산사태 등과 같은 재해를 유발하는 경향이 강함. 따라서 하천관리는 홍수예방을 위하여 하천수로 폭을 넓히는 사업, 제방이나 대규모의 저류조 축조, 홍수시 우수를 배제하기 위한 수로 건설 등 치수에 비중을 두어 왔음. 특히, 도시지역에서는 홍수 방지를 위해 하천변에 우수 침투용 아스팔트나 콘크리트를 축조하여 지하에 빗물을 저장할 수 있는 시스템과 대규모 지하 우수 배제용 터널 구축 등이 건설되고 있음. 그러다가 하천의 치수와 이수가 가능하게 되자 하천을 자연친화적으로 개발하기 위한 노력이 시도되었음. 1896년 근대적 하천관리 행정체계가 시작된 이래, 1964년에 통합관리체계가 구축되었으나 환경보전 가치 개념이 도입된 하천법 개정은 1997년에 이르러서야 만들어 졌음

[표 5] 일본 하천법의 개정 과정

구분	개 념	세부 내용
1896년	근대적 하천관리 행정체제 태동	<ul style="list-style-type: none"> • 홍수조절 및 관리 필요성 인식 • 초기 행정체제 구축
1964년	통합관리체제 구축	<ul style="list-style-type: none"> • 홍수 조절과 물의 용도별 사용체제 구축 • 물사용법 제정
1997년~현재	사회·경제적 상황을 반영한 행정체제 지향	<ul style="list-style-type: none"> • 홍수조절, 하천의 용도별 이용, 환경보전가치 개념 도입 • 지역주민의 의사를 고려한 하천개발계획수립

자료 : 경기개발연구원, 2010(발췌정리)

- 일본은 다자연형 하천공법이라는 명칭으로 외국의 복원기법들을 수정·보완하는 연구개발을 활발하게 진행시키고 있는데, 중앙정부에서 통일적인 복원 방법을 하달하는 형식이 아니라 각 지방자치단체의 독창적이고 다양한 시험적 노력을 권장하고 있음
- 일본의 다자연형 하천 건설을 위한 설계 원칙을 살펴보면, 첫째로 풍부한 생태계의 보전과 창출을 위해서는 생물에 있어서 다양성이 풍부한 환경조건 창출과 생물의 생존역인 수면이나 녹지를 확대할 것을 주장하였음. 둘째, 아름다운 풍경의 형성을 위해서는 강다운 강의 부활, 세련된 디자인을 갖는 풍경 조성, 소극적이고 밝고 화려한 풍경 조성, 싫증나지 않는 밀고 당김이 좋은 풍경의 조성을 제시하였음



자료 : 충남발전연구원, 오혜정 외, 충청남도 하천유형별 실태분석 및 복원방안, 2009

[그림 7] 일본의 다자연형 하천복원(연구 및 적용)을 시행하고 있는 지역

(5) 미국의 하천복원

- 미국에서는 1980년대 말부터 연방정부와 주정부 하천관련기관들을 중심으로 각기 자연형 하천계획과 공법에 관한 지침서를 만들어 이용하다가, 1998년 말에는 이러한 기관들이 공동으로 참여하여 하천복원에 관한 종합적인 지침서를 발간하였음
- 미국의 USDA에서는 “수변복원 - 원리, 과정, 실무(Stream Corridor Restoration: Principles, Processes, and Practice; USDA, 1998)” 수변복원 가이드라인을 작성하였는데 이것은 그 지역의 시민 단체나 NGO 등이 주체가 되고 정부는 일부 재정과 기술 지원을 한다는 점이 특별함. 1998년 말에는 15개의 연방 정부 물·토지 관련 기관들이 공동으로 참여하는 ‘수변 복원(stream corridor restoration) - 원리, 과정, 실무’라는 하천복원에 관한 종합적인 지침을 만들었음
- 이 가이드라인에서 제시한 수변복원의 기본적인 순서와 절차는 담당조직의 구성/ 문제와 기회의 확인/ 사업의 목표와 목적 설정/ 대안의 설정과 평가/ 설계와 시공/ 모니터링과 평가, 적응 등의 과정을 거침. 그러나 이 자료는 기본적으로 손상이 된 하천의 복원 설계보다는 손상이 안 된 하천의 구조와 기능 이해에 더 중점을 두고 있으며, 특히 하천 수문, 수리, 형태 등에 관한 수치 해석의 소개가 미흡함

3) 국내·외 하천관리 및 복원 사례의 시사점

(1) 국내·외 사례 비교·분석

[표 6] 국내·외 사례비교 분석

구분	국내 사례	국외 사례
조성목적	· 친환경적 보전의 시범사업	· 생태계 복원, 환경정화, 개발악영향의 저감 등 다목적 사업, 실험사업
연구, 계획	· 단편적, 일시적 조사연구 · 물리적 조성계획 중시	· 형성과정과 맥락을 중시하는 시공간적 연구와 계획
생태기반/주요시설	· 사업지구 단위의 완결성, · 서식처 보다 생물종 중시, 편의시설과다· 분절된 서식처	· 주변지역과의 맥락 중시, 생태적 기반 중시, 편의시설보다 생태해설 시설
연구/기술수준	· 5-6년부터 시행, 시행착오를 겪고 있는 초보단계	· 15-20년 전부터 지속적으로 시행, 학술적 기초연구와 응용적 실험사업의 연계, 모니터링을 통한 보완 관리
참여/지원그룹	· 단일 사업주체일 경우가 많음	· 다양한 관련단체, 이익집단의 참여, 기관/단체의 행정·재정적 지원

(2) 국내·외 하천관리 및 복원사례의 시사점

- 유럽의 복원사례는 홍수터를 자연에 가까운 원래의 형태로 되돌리는 홍수터 복원에 초점을 맞추고 있음. 국내에서 천변저류지에 대한 관심이 고조되는 시점임을 고려하면 유럽의 사례는 국내에 많은 시사점을 준다고 할 수 있음. 국내의 하천환경정비시 유럽의 사례가 주는 주요 시사점은 다음과 같음
 - 유럽의 경우 홍수터 보전 및 복원에 대한 공감대가 넓게 형성되어 있어 대규모 복원사업이 가능하나 국내에서는 그 공감대 형성이 초기 단계임을 감안할 필요가 있음
 - 하도 내 공법 위주의 복원보다는 홍수터 복원이 환경보전 측면과 치수적 측면에서 보다 효과적이며 토지확보가 실질적으로 중요한 문제임
 - 하천환경보전사업을 위해서는 주민, 환경단체와의 상호협력이 필요함
 - 유럽 하천의 경우 유황변동이 적고 하안부에 수림이 번성하는 것은 유럽하천의 대표적인 풍경으로 국내와 같은 유황변동이 큰 하천에서는 나타나지 않는 특징으로 유럽의 하천정비 기술을 도입 할 때에는 주의하여야 함

- 미국의 수변복원 가이드라인은 우선 그 나라 하천의 자연적, 사회적 특성이 우리와는 상당히 다르기 때문에 참고로 쓸 수는 있어도 직접 이용하기는 어려움. 더욱이 하천복원에서 수지 모형의 응용에 대해 소개가 미흡하고 특히 치수 검토가 없다는 근본적인 한계가 있음. 그 밖의 다른 나라에서 개발된 가이드라인들도 국내의 경우 토지 이용의 제한이 있다는 점에서 역시 한계가 있음. 그럼에도 불구하고 이러한 가이드라인들은 자연형 하천계획, 설계, 공법 등이나 하천 복원의 개념 정립과 체계적인 사업 관리, 적용기술 등에 대해서 유용한 참고가 될 것임
- 우리나라는 현재 치수 위주로 정비된 하천에 자연성을 회복시키기 위해서 많은 연구와 실행을 하고 있음. 그러나 독일, 스위스 및 일본 등은 이미 오래 전부터 실시해 오면서 실행에 대한 검증도 거친 상태이지만 우리나라는 자연형 하천으로 복원하는 초기단계에 머물러 있는 실정. 따라서 외국의 자연형 하천 모델을 국내에 직접 적용하는 데는 문제가 발생할 것으로 예상되기 때문에 시행착오를 최소화하기 위해서는 다양한 연구수행 및 방법 개발이 필요할 것임
- 지금까지 살펴본 하천관리 및 복원에 대한 외국사례의 분석을 통하여 생태적 하천관리 및 복원에 있어서 고려해야할 인자들을 종합해보면 아래의 <표 4>와 같음. 이들 고려인자들 중에서 국내의 하천관리 및 수변복원에서 고려되는 인자들을 체크해 봄으로써, 차후 바람직한 복원을 위해 추가로 고려해야할 인자들을 도출할 수 있을 것으로 판단됨

[표 7] 하천관리 및 복원에 있어서의 고려인자

고려 항목		국외사례 고찰을 통해 도출된 주요 고려인자
하천 주변환경 인자	유역특성	· 기후 환경, 입지환경, 지표수 및 지하수의 저류/함양/공급
	인접 토지이용	· 도심지, 주택단지, 농지, 산림 및 미개척지
	주변 구조	· 인공시설물, 제방도로, 고수부지 주차장, 나지, 하천 복개, 하천변 수림
하천 구조 관련 인자	수로 발달	· 하천 형태, 저수로의 사행정도, 수로의 발달, 굴곡, 소 및 여울의 분포, 수제, 측방침식, 종사주, 하천 내 구조물(댐, 보, 교각), 만곡부
	수로 종단면	· 하상 경사, 횡 구조물, 횡사주, 흐름 특성, 역류 및 정체
	수로 횡단면	· 수로의 폭, 횡단면 유형, 하천상부 구조물, 하천의 깊이
	하상 구조	· 하상 구조, 저질 유형, 저질의 다양성, 하상공, 하천 유사량, 세굴 및 퇴적, 준설
	저수로변 구조	· 제방 및 호안 특성, 호안 재료, 호안공, 수변 유형, 수변 토지이용, 저수로변 식생
수리/ 수문 관련 인자		· 수위, 유속, 유량, 흐름의 형태, 홍수 및 저수의 시간적 분포
수질 및 오염원 관련 인자		· 수온, 수질, 저니질, 점오염원, 비점오염원, 오염 부하량, 영양염의 순환
생태계 인자	식생 환경	· 수생식물상, 수변 식생분포, Biomass의 생산량, 수변 토양, 토양 수분
	동물상	· 부착조류, 저서동물, 육상곤충, 어패류, 소동물, 조류 서식환경, 산란/생육/대피 장소, 생물 간의 상호작용(경쟁, 포식, 질병, 기생), 목표 생물종 및 서식환경 설정
	생태계 교란인자	· 자연적 교란(자연 재해), 인공적 교란(점교란원, 비점교란원, 외래종도입 등)
사회/문화적 인자		· 문화사적지, 수변 녹지경관, 친수시설 및 하천 이용실태
기타 고려인자		· 하천 및 수자원 관련 법령/제도, 지역 주민들의 관심 유도, 기술적 지원을 위한 전문가 자문기구, 사업 수행을 위한 행정기관의 의지

자료 : 서울특별시, 2002, 한강생태계 조사연구, 생태적 하천복원 사례집 발췌함

- 이미 선진국의 하천복원 사례에서 살펴보았듯이 앞으로의 하천관리는 더 이상 특정 기능만이 강조되는, 특정 전문가만의 고유영역이 아니라, 치수, 이수, 환경기능이 함께 추구되고 특히 인간과 자연이 함께 공생하기 위한 복합적인 환경관리로서 취급되어야 할 것임. 특히 인간만을 위한 그리고 당대의 이용에 국한된 한시적 자원으로서가 아니라 지속적으로 보호·복원되고 후손들에게 상속되어야 할 귀중한 자원이라는 인식에서 출발해야 할 것임

[부록 5] 하천 현장사진

[천안천 전경 및 사업 시설물]



[원성천 전경 및 사업 시설물]



[온양천 전경 및 사업 시설물]



[유구천 전경 및 사업 시설물]



[청지천 전경 및 사업 시설물]



[해미천 전경 및 사업 시설물]



[당진천 전경 및 사업 시설물]



[판교천 전경 및 사업 시설물]



[부록 6] 하천별 생물상 사업 전·후 목록

[표 8] 유구천에서 확인된 저서성 대형무척추동물 목록

종 명	국 명	문헌자료(2006)			YG01
		1	2	2	
<i>Cipangopaludina chinensis malleata</i> (Reeve)	논우렁이	8	3	8	
<i>Semisulcospira libertina</i> (Gould)	다슬기	3	3	5	50
<i>Radix (Radix) auricularia</i> (Linnaeus)	물달팽이	10	7	5	6
<i>Physa acuta</i> Draparnaud	원돌이물달팽이				6
<i>Gyraulus convexiusculus</i> (Hutton)	또아리물달팽이	3	4	2	
<i>Oxyloma hirasei</i> (Pilsbry)	뽕족짬물우렁이				11
<i>Corbicula (Corbiculina) leana</i> Prime	참재첩				33
<i>Limnodrilus gotoi</i> Hatai	실지렁이	10	12	12	6
<i>Erpobdella lineata</i> Müller	돌거머리	6	4	2	
<i>Choroterpes (Euthraulus) altioculus</i> Kluge	세갈래하루살이				389
<i>Rhoenanthus coreanus</i> (Yoon & Bae)	강하루살이				39
<i>Ephemera orientalis</i> McLachlan	동양하루살이				6
<i>Ephemerella setigera</i> Bajkova	범꼬리하루살이				39
<i>Uracanthella punctisetae</i> (Matsumura)	등줄하루살이				161
<i>Caenis nishinoae</i> Malzacher	등딱지하루살이				11
<i>Ecdyonurus bajkovae</i> Kluge	몽당하루살이				17
<i>Ecdyonurus kibunensis</i> Imanishi	두점하루살이	4			
<i>Ecdyonurus levis</i> (Navás)	네점하루살이	7			44
<i>Epeorus pellucidus</i> (Brodsky)	부채하루살이	3	2		22
<i>Acentrella gnom</i> (Kluge)	깨알하루살이				39
<i>Baetis fuscatus</i> (Linnaeus)	개똥하루살이	2			100
<i>Cloeon dipterum</i> (Linnaeus)	연못하루살이				11
<i>Nigrobaetis bacillus</i> (Kluge)	깜장하루살이				6
<i>Calopteryx atrata</i> Selys	검은물잠자리	2	2	3	
<i>Calopteryx japonica</i> Selys	물잠자리	17	4	7	
<i>Paracercion calamorum</i> (Ris)	등검은실잠자리	1	1		6
<i>Davidius lunatus</i> (Barteneff)	쇠촉범잠자리		3		

[표 8] 유구천에서 확인된 저서성 대형무척추동물 목록(계속)

종 명	국 명	문헌자료(2006)			YG01
		1	2	2	
<i>Lamelligomphus ringens</i> (Needham)	노란촉범잠자리				33
<i>Macromia amphigena</i> Selys	잔산잠자리			7	
<i>Orthetrum albistylum</i> Selys	밀잠자리	1	2	1	
<i>Lyriothemis pachygastra</i> (Selys)	배치레잠자리		2	3	
<i>Antocha</i> KUa	명주각다귀 KUa				6
<i>Tipula</i> KUa	각다귀 KUa	2	3	1	
Chironomidae sp.1	갈따구류 sp.1	23	14	20	22
Chironomidae sp.2	갈따구류 sp.2				6
Chironomidae spp. (red type)	갈따구류(붉은색)	5	14	26	
Tanypodinae sp.	늪갈따구류				22
<i>Rhyacophila nigrocephala</i> Iwata	검은머리물날도래				94
<i>Hydroptila</i> KUa	애날도래 KUa				6
<i>Glossosoma</i> KUa	광택날도래 KUa	3			
<i>Cheumatopsyche brevilineata</i> Iwata	꼬마줄날도래				544
<i>Hydropsyche kozhantschikovi</i> Martynov	줄날도래	22	5		150
<i>Hydropsyche valvata</i> Martynov	흰점줄날도래				33
<i>Psychomyia</i> KUa	통날도래 KUa				11
<i>Hydatophylax nigrovittatus</i> McLachlan	띠무늬우묵날도래	1			
<i>Neophylax ussuriensis</i> Martynov	가시우묵날도래	1			
<i>Mystacides</i> KUa	청나비날도래 KUa				11
출현 종수		21	17	14	32
출현 개체수(개체/m ²)		134	85	102	1,939

[표 9] 당진천 문헌자료(2006)에서 확인된 저서성 대형무척추동물 목록

종 명	국 명	문헌자료(2006)				
		1	2	3	4	5
<i>Cipangopaludina chinensis malleata</i> (Reeve)	논우렁이				11	
<i>Radix (Radix) auricularia</i> (Linnaeus)	물달팽이		39	111	50	33
<i>Physa acuta</i> Draparnaud	원돌이물달팽이		11		28	39
<i>Gyraulus convexiusculus</i> (Hutton)	또아리물달팽이		6	17	28	
<i>Limnodrilus gotoi</i> Hatai	실지렁이		22			
<i>Whitmania pigra</i> Whitman	말거머리	6				
<i>Hirudo nipponica</i> Whitman	참거머리		11		11	
<i>Palaemon paucidens</i> De Haan	줄새우				61	
<i>Baetis fuscatus</i> (Linnaeus)	개똥하루살이			44		
<i>Calopteryx japonica</i> Selys	물잠자리	11	28	39	67	28
<i>Ischnura asiatica</i> (Brauer)	아시아실잠자리	11				
<i>Anax parthenope julius</i> (Brauer)	왕잠자리	28				
<i>Nepa hoffmanni</i> Esaki	메추리장구애비				6	
<i>Ranatra chinensis</i> Mayr	게아재비	17		6	11	6
Chironomidae sp.6(non-red type)	갈따구류 sp.6			17		
출현 종수		5	6	6	9	4
출현 개체수(개체/㎡)		72	117	233	272	106

[표 10] 판교천에서 확인된 저서성 대형무척추동물 목록

종 명	국 명	문헌자료 (2006)	PG01
<i>Cipangopaludina chinensis malleata</i> (Reeve)	논우렁이	1	
<i>Radix (Radix) auricularia</i> (Linnaeus)	물달팽이	6	
<i>Physa acuta</i> Draparnaud	원돌이물달팽이	7	
<i>Gyraulus convexiusculus</i> (Hutton)	또아리물달팽이	2	
<i>Hippeutis cantori</i> (Benson)	수정또아리물달팽이		6
<i>Branchiura sowerbyi</i> Beddard	아가미지렁이		6
<i>Limnodrilus gotoi</i> Hatai	실지렁이	8	267
<i>Alboglossiphonia lata</i> (Oka)	조개넙적거머리		72
<i>Glossiphonia complanata</i> (Linnaeus)	갈색넙적거머리		6
<i>Uracanthella punctisetae</i> (Matsumura)	등줄하루살이	23	
<i>Calopteryx japonica</i> Selys	물잠자리	2	
<i>Ischnura asiatica</i> (Brauer)	아시아실잠자리	6	
<i>Orthetrum albistylum</i> Selys	밀잠자리	3	
<i>Laccotrephes japonensis</i> Scott	장구애비	5	
<i>Sigara substriata</i> (Uhler)	방물벌레	2	
<i>Gerris (Gerris) latiauricularis</i> Miyamoto	애소금쟁이	3	
<i>Oreodytes natrix</i> (Sharp)	노랑무늬물방개	2	
<i>Helochares nipponicus</i> Hebauer	좀물땡땡이	1	
<i>Tipula</i> KUa	각다귀 KUa	6	
<i>Tipula latemarginata</i> Alexander	애아이노각다귀	2	
<i>Tipula</i> sp.1	각다귀 sp.1	3	
<i>Psychoda</i> KUa	나방파리 KUa		6
<i>Dixa</i> KUa	별모기 KUa	3	
Chironomidae sp.1	깔따구류 sp.1	15	
Chironomidae sp.2	깔따구류 sp.2	18	
Chironomidae sp.3	깔따구류 sp.3	11	
Chironomidae sp.4	깔따구류 sp.4	6	
Chironomidae sp.6(non-red type)	깔따구류 sp.6	23	1,067
Tanypodinae sp.	늪깔따구류		22
출현 종수	23	8	
출현 개체수(개체/㎡)	158	1,450	

[표 11] 천안천에서 확인된 어류 목록

학 명	국 명	문헌자료 (2005)	CA01	CA02	CA03
Cyprinidae	잉어과				
<i>Cyprinus carpio</i>	잉어			2	
<i>Carassius carassius</i>	붕어	○		6	2
<i>Acheilognathus lanceolatus</i>	납자루				
<i>Pseudorasbora parva</i>	참붕어				
<i>Hemibarbus longirostris</i>	참마자				
<i>Pseudogobio esocinus</i>	모래무지		3		3
<i>Rhynchocypris oxycephalus</i>	버들치		5		
<i>Zacco platypus</i>	피라미		20		15
<i>Opsariichthys uncirostris amurensis</i>	끄리				
<i>Hemiculter eigenmanni</i>	치리*				
Cobitidae	미꾸리과				
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	미꾸리	○	4	13	4
Siluridae	메기과				
<i>Silurus asotus</i>	메기				
Centrarchidae	검정우럭과				
<i>Micropterus salmoides</i>	큰입배스				
<i>Lepomis macrochirus</i>	블루길				
Odontobutidae	동사리과				
<i>Odontobutis platycephala</i>	동사리	○			
<i>Odontobutis interrupta</i>	얼룩동사리*				
Gobiidae	망둑어과				
<i>Rhinogobius brunneus</i>	밀어				2
과		3	2	3	2
종		3	4	4	4
개체수		-	32	23	24
총 과 종		3과 3종	3과 7종 79개체		

[표 12] 유구천에서 확인된 어류 목록

학 명	국 명	문헌자료(2006)			YG01
		1	2	3	
Cyprinidae	잉어과				
<i>Carassius carassius</i>	붕어	1	3	7	
<i>Rhodeus notatus</i>	떡납줄갱이			2	
<i>Acheilognathus lanceolatus</i>	남자루	1	3	7	
<i>Pseudorasbora parva</i>	참붕어		1	2	
<i>Pungtungia herzi</i>	돌고기	5		3	
<i>Gnathopogon strigatus</i>	줄물개	3	2		
<i>Hemibarbus longirostris</i>	참마자	2		2	
<i>Pseudogobio esocinus</i>	모래무지	2	4	6	
<i>Microphysogobio yaluensis</i>	돌마자*			2	
<i>Rhynchocypris oxycephalus</i>	버들치	5			
<i>Zacco temmincki</i>	갈겨니	21	11	3	
<i>Zacco platypus</i>	피라미	15	41	48	3
<i>Opsariichthys uncirostris amurensis</i>	끄리	1	1		
Cobitidae	미꾸리과				
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	미꾸리	1	3		
<i>Iksookimia koreensis</i>	참종개	2			
Bagridae	동자개과				
<i>Pseudobagrus fulvidraco</i>	동자개			1	
Centrarchidae	검정우렁과				
<i>Micropterus salmoides</i>	큰입배스				8
Odontobutidae	동사리과				
<i>Odontobutis platycephala</i>	동사리	3	2	3	
<i>Odontobutis interrupta</i>	얼룩동사리*			1	1
Gobiidae	망둑어과				
<i>Rhinogobius brunneus</i>	밀어	6	2	1	
과		4	4	4	3
종		14	11	15	3
개체수		68	73	89	12
총 과 종		4과 14종	4과 11종	4과 15종	3과 3종

[표 13] 판교천에서 확인된 어류 목록

학 명	국 명	문헌자료 (2006)	PG01
Cyprinidae	잉어과		
<i>Cyprinus carpio</i>	잉어		
<i>Carassius carassius</i>	붕어	○	2
<i>Acheilognathus lanceolatus</i>	납자루		
<i>Pseudorasbora parva</i>	참붕어	○	
<i>Hemibarbus longirostris</i>	참마자		
<i>Pseudogobio esocinus</i>	모래무지		
<i>Rhynchocypris oxycephalus</i>	버들치		
<i>Zacco platypus</i>	피라미		2
<i>Opsariichthys uncirostris amurensis</i>	끄리		
<i>Hemiculter eigenmanni</i>	치리*		
Cobitidae	미꾸리과		
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	미꾸리		4
Siluridae	메기과		
<i>Silurus asotus</i>	메기		
Centrarchidae	검정우럭과		
<i>Micropterus salmoides</i>	큰입배스		3
<i>Lepomis macrochirus</i>	블루길		
Odontobutidae	동사리과		
<i>Odontobutis interrupta</i>	얼룩동사리*		
Gobiidae	망둑어과		
<i>Rhinogobius brunneus</i>	밀어		
	과	1	3
	종	2	4
	개체수	-	11
	총 과 종	1과 2종	3과 4종 11개체

[표 14] 당진천 문헌자료(2006)에서 확인된 어류 목록

학 명	국 명	문헌자료(2006)				
		1	2	3	4	5
Cyprinidae	잉어과					
<i>Carassius carassius</i>	붕어	3	67	32		
<i>Zacco platypus</i>	피라미	1	3	3	5	2
Cobitidae	미꾸리과					
<i>Iksookimia koreensis</i>	참종개				1	3
Gobiidae	망둑어과					
<i>Rhinogobius brunneus</i>	밀어				1	1
	과	1	1	1	3	2
	종	2	2	2	3	3
	개체수	4	70	35	7	6
	총 과 종	3과 4종 122개체				

[표 15] 해미천에서 확인된 어류 목록

학 명	국 명	문헌조사 (2010)	HM01	HM02
Cyprinidae	잉어과			
<i>Cyprinus carpio</i>	잉어			
<i>Carassius carassius</i>	붕어			
<i>Acheilognathus lanceolatus</i>	납자루			
<i>Pseudorasbora parva</i>	참붕어			
<i>Hemibarbus longirostris</i>	참마자			
<i>Pseudogobio esocinus</i>	모래무지			
<i>Rhynchocypris oxycephalus</i>	버들치			
<i>Zacco platypus</i>	피라미		147	5
<i>Opsariichthys uncirostris amurensis</i>	그리			
<i>Hemiculter eigenmanni</i>	치리*			
Cobitidae	미꾸리과			
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	미꾸리			
Siluridae	메기과			
<i>Silurus asotus</i>	메기			
Centrarchidae	검정우럭과			
<i>Micropterus salmoides</i>	큰입배스			
<i>Lepomis macrochirus</i>	블루길			
Odontobutidae	동사리과			
<i>Odontobutis interrupta</i>	얼룩동사리*			
Gobiidae	망둑어과			
<i>Rhinogobius brunneus</i>	밀어			
과		0	1	1
종		0	1	1
개체수		0	147	5
총 과 종		0과 0종	1과 1종	152개체

[표 16] 유구천 조류 목록

학 명	국 명	문헌조사 (2006)	유구천
<i>Tachybaptus ruficollis</i>	논병아리		1
<i>Butorides striata</i>	검은댕기해오라기	1	
<i>Ardea alba modesta</i>	중대백로		1
<i>Egretta intermedia</i>	중백로	2	
<i>Egretta garzetta</i>	쇠백로	4	2
<i>Ardea cinerea</i>	왜가리	3	2
<i>Anas poecilorhyncha</i>	흰뺨검둥오리	5	29
<i>Falco tinnunculus</i>	황조롱이	1	
<i>Phasianus colchicus</i>	꿩	3	
<i>Charadrius dubius</i>	꼬마물떼새	3	
<i>Streptopelia orientalis</i>	멧비둘기	8	
<i>Cuculus canorus</i>	빠꾸기	2	
<i>Dendrocopos kizuki</i>	쇠딱다구리	1	
<i>Hirundo rustica</i>	제비	15	
<i>Motacilla alba leucopsis</i>	알락할미새		3
<i>Microscelis amaurotis</i>	직박구리	7	
<i>Lanius bucephalus</i>	때까치	2	
<i>Paradoxornis webbianus</i>	붉은머리오목눈이	8	
<i>Acrocephalus orientalis</i>	개개비	1	
<i>Parus major</i>	박새	4	
<i>Emberiza elegans</i>	노랑턱멧새	2	
<i>Passer montanus</i>	참새	22	
<i>Sturnus cineraceus</i>	찌르레기	1	
<i>Garrulus glandarius</i>	어치	1	
<i>Pica pica</i>	까치	18	
총		22	1
개체수		114	147

[표 17] 해미천 조류 목록

학 명	국 명	문헌조사 (2010)	해미천
<i>Tachybaptus ruficollis</i>	논병아리		
<i>Nycticorax nycticorax</i>	해오라기		
<i>Ardea alba modesta</i>	중대백로		22
<i>Egretta garzetta</i>	쇠백로	+	8
<i>Ardea cinerea</i>	왜가리	+	3
<i>Anser albifrons</i>	쇠기러기	++	
<i>Cygnus columbianus</i>	고니	++	
<i>Anas platyrhynchos</i>	청둥오리	+++	
<i>Anas poecilorhyncha</i>	흰뺨검둥오리	+++	200
<i>Anas crecca</i>	쇠오리	+++	33
<i>Mergus merganser</i>	비오리		
<i>Buteo buteo</i>	말뚝가리	+	
<i>Falco tinnunculus</i>	황조롱이	+	
<i>Phasianus colchicus</i>	꿩	++	
<i>Vanellus vanellus</i>	댕기물떼새	++	
<i>Streptopelia orientalis</i>	멧비둘기	+++	
<i>Motacilla alba leucopsis</i>	알락할미새		3
<i>Motacilla alba lugens</i>	백할미새	+	
<i>Microscelis amaurotis</i>	직박구리	++	
<i>Phoenicurus auroreus</i>	딱새	+	
<i>Turdus naumanni</i>	노랑지빠귀	+	
<i>Paradoxornis webbianus</i>	붉은머리오목눈이	+++	4
<i>Aegithalos caudatus</i>	오목눈이	++	
<i>Parus major</i>	박새	+	
<i>Emberiza elegans</i>	노랑털멧새	++	
<i>Emberiza rustica</i>	숙새	++	
<i>Passer montanus</i>	참새	+++	
<i>Pica pica</i>	까치	++	
총		23	7
개체수		-	273

1. 출현빈도 + : 5개체 미만, ++ : 5~10개체, +++ : 10개체 이상

[표 18] 당진천 조류 목록

학 명	국 명	문헌조사(2006)			당진천
		1구간	2구간	3구간	
<i>Ardea alba modesta</i>	중대백로			1	1
<i>Egretta garzetta</i>	쇠백로				3
<i>Ardea cinerea</i>	왜가리	1			
<i>Anas poecilorhyncha</i>	흰뺨검둥오리	8		24	
<i>Streptopelia orientalis</i>	멧비둘기	6	4	5	1
<i>Paradoxornis webbianus</i>	붉은머리오목눈이				5
<i>Motacilla alba leucopsis</i>	알락할미새		2	2	
<i>Carduelis sinica</i>	방울새				2
<i>Phoenicurus aureus</i>	딱새			2	
<i>Parus major</i>	박새	2			
<i>Emberiza rustica</i>	숙새			3	
<i>Passer montanus</i>	참새	8	4	10	7
<i>Pica pica</i>	까치	8	5	4	7
<i>Lanius bucephalus</i>	때까치				1
종		6	4	8	8
개체수		33	15	51	27

[표 19] 판교천 조류 목록

학 명	국 명	문헌조사 (2006)	판교천
<i>Nycticorax nycticorax</i>	해오라기	5	
<i>Ardea alba modesta</i>	중대백로	12	1
<i>Egretta garzetta</i>	쇠백로	6	
<i>Ardea cinerea</i>	왜가리	3	1
<i>Charadrius dubius</i>	꼬마물떼새	2	
<i>Alcedo atthis</i>	물총새		1
<i>Streptopelia orientalis</i>	멧비둘기	3	
<i>Hirundo rustica</i>	제비	3	
<i>Paradoxornis webbianus</i>	붉은머리오목눈이		10
<i>Motacilla alba leucopsis</i>	알락할미새	1	
<i>Passer montanus</i>	참새	25	
<i>Sturnus cineraceus</i>	찌르레기	2	
<i>Pica pica</i>	까치	6	
종		11	4
개체수		68	13

[부록 7] 하천별 하천자연도 평가 자료

[표 20] 천안천 하천자연도 평가

특성 및 세부 평가 항목	수로의 발달					종단면			횡단면				
	등급 평균	수로의 굴곡	측방 침식	중사주	특수한 수로 구조	등급 평균	횡구조 물	흐름의 다양성	등급 평균	횡단면 유형	제방 재료	폭 다양성	하천 상부 구조물
평가 결과	4.8	2.3	1.3	1.3	1	3.3	3.5	2	3	3.5	4	1	4
특성 및 세부 평가 항목	하상구조				저수로변 구조					하천주변			
	등급 평균	하상저질 유형	저질 다양성	자연적인 특수한 하상구조	등급 평균	저수로 변 식생	호안공	특수한 저수로변 구조	미지형과 식생에 의한 저수로변 중방향 배열	등급 평균	인접 토지 이용	하천변 대상 수림	자연스럽지 않은 주변 구조
평가 결과	4.3	잔자갈, 조약돌	2	1.8	4	3	2.1	1	1.3	4	1	1	3

자료 : 환경부, 2011~2012

[표 21] 원성천 하천자연도 평가

특성 및 세부 평가 항목	수로의 발달					종단면			횡단면				
	등급 평균	수로의 굴곡	측방 침식	중사주	특수한 수로 구조	등급 평균	횡구조 물	흐름의 다양성	등급 평균	횡단면 유형	제방 재료	폭 다양성	하천 상부 구조물
평가 결과	4	3	1	3	1	2.5	3.5	4	4	2	1	2	3
특성 및 세부 평가 항목	하상구조				저수로변 구조					하천주변			
	등급 평균	하상저질 유형	저질 다양성	자연적인 특수한 하상구조	등급 평균	저수로 변 식생	호안공	특수한 저수로변 구조	미지형과 식생에 의한 저수로변 중방향 배열	등급 평균	인접 토지 이용	하천변 대상 수림	자연스럽지 않은 주변 구조
평가 결과	4.5	잔자갈, 조약돌, 거석	2	1	4	3	3.5	1	2.5	4	1.3	2	3.6

자료 : 환경부, 2011~2012

[표 22] 은양천 하천자연도 평가

특성 및 세부 평가 항목	수로의 발달					종단면			횡단면				
	등급 평균	수로의 굴곡	측방 침식	종사주	특수한 수로 구조	등급 평균	횡구조 물	흐름의 다양성	등급 평균	횡단면 유형	제방 재료	폭 다양성	하천 상부 구조물
평가 결과	4.5	1.5	2	2.5	1	4	2	2	2.9	2	3.5	2	4
특성 및 세부 평가 항목	하상구조				저수로변 구조					하천주변			
	등급 평균	하상지질 유형	저질 다양성	자연적인 특수한 하상구조	등급 평균	저수로 변 식생	호안공	특수한 저수로변 구조	미지형과 식생에 의한 저수로변 종방향 배열	등급 평균	인접 토지 이용	하천변 대상 수림	자연스럽지 않은 주변 구조
평가 결과	4.5	호박돌, 조약돌	1.5	1.5	3	3	5	2	2	4	1.1	1.5	3.3

자료 : 환경부, 2011~2012

[표 23] 유구천 하천자연도 평가

특성 및 세부 평가 항목	수로의 발달					종단면			횡단면				
	등급 평균	수로의 굴곡	측방 침식	종사주	특수한 수로 구조	등급 평균	횡구조 물	흐름의 다양성	등급 평균	횡단면 유형	제방 재료	폭 다양성	하천 상부 구조물
평가 결과	5	2	1	2	1	5	2.9	1.7	3	2	4	3	2
특성 및 세부 평가 항목	하상구조				저수로변 구조					하천주변			
	등급 평균	하상지질 유형	저질 다양성	자연적인 특수한 하상구조	등급 평균	저수로 변 식생	호안공	특수한 저수로변 구조	미지형과 식생에 의한 저수로변 종방향 배열	등급 평균	인접 토지 이용	하천변 대상 수림	자연스럽지 않은 주변 구조
평가 결과	4	잔지갈, 조약돌	2	2	3	3	5	1	3.5	4	1	2	4

자료 : 환경부, 2011~2012

[표 24] 청지천 하천자연도 평가

특성 및 세부 평가 항목	수로의 발달					종단면			횡단면				
	등급 평균	수로의 굴곡	측방 침식	종사주	특수한 수로 구조	등급 평균	횡구조 물	흐름의 다양성	등급 평균	횡단면 유형	제방 재료	폭 다양성	하천 상부 구조물
평가 결과	3.8	3	1.8	2.6	1	3.2	4.4	1.6	3.4	2	3.6	2	3
특성 및 세부 평가 항목	하상구조				저수로변 구조					하천주변			
	등급 평균	하상지질 유형	저질 다양성	자연적인 특수한 하상구조	등급 평균	저수로 변 식생	호안공	특수한 저수로변 구조	미지형과 식생에 의한 저수로변 종방향 배열	등급 평균	인접 토지 이용	하천변 대상 수림	자연스럽지 않은 주변 구조
평가 결과	5	호박돌, 조약돌	1.4	1	3.8	3.7	3.8	1	1.9	4	2	1	4

자료 : 환경부, 2011~2012

[표 25] 해미천 하천자연도 평가

특성 및 세부 평가 항목	수로의 발달					종단면			횡단면				
	등급 평균	수로의 굴곡	측방 침식	종사주	특수한 수로 구조	등급 평균	횡구조 물	흐름의 다양성	등급 평균	횡단면 유형	제방 재료	폭 다양성	하천 상부 구조물
평가 결과	4	1.7	3	2.7	1	4	1.7	2.3	4	2	3.3	1.7	1.7
특성 및 세부 평가 항목	하상구조				저수로변 구조					하천주변			
	등급 평균	하상지질 유형	저질 다양성	자연적인 특수한 하상구조	등급 평균	저수로 변 식생	호안공	특수한 저수로변 구조	미지형과 식생에 의한 저수로변 종방향 배열	등급 평균	인접 토지 이용	하천변 대상 수림	자연스럽지 않은 주변 구조
평가 결과	5	잔자갈, 조약돌	2	1	3	3.5	5	1	2	4	2.2	2.3	4.1

자료 : 환경부, 2011~2012

[표 26] 당진천 하천자연도 평가

특성 및 세부 평가 항목	수로의 발달					종단면			횡단면				
	등급 평균	수로의 굴곡	측방 침식	종사주	특수한 수로 구조	등급 평균	횡구조 물	흐름의 다양성	등급 평균	횡단면 유형	제방 재료	폭 다양성	하천 상부 구조물
평가 결과	4.3	2.3	2.8	1.8	1	4	3.3	1.5	3.8	2	3	1.8	3.5
특성 및 세부 평가 항목	하상구조				저수로변 구조					하천주변			
	등급 평균	하상저질 유형	저질 다양성	자연적인 특수한 하상구조	등급 평균	저수로 변 식생	호안공	특수한 저수로변 구조	미지형과 식생에 의한 저수로변 종방향 배열	등급 평균	인접 토지 이용	하천변 대상 수림	자연스럽지 않은 주변 구조
평가 결과	5	잔지갈, 조약돌	2	1	4	2.3	3.3	1	1.6	3.8	1.5	1.9	3.8

자료 : 환경부, 2011~2012

[표 27] 판교천 하천자연도 평가

특성 및 세부 평가 항목	수로의 발달					종단면			횡단면				
	등급 평균	수로의 굴곡	측방 침식	종사주	특수한 수로 구조	등급 평균	횡구조 물	흐름의 다양성	등급 평균	횡단면 유형	제방 재료	폭 다양성	하천 상부 구조물
평가 결과	4	2	2	3	1	3	5	1	3	3	4	2	4
특성 및 세부 평가 항목	하상구조				저수로변 구조					하천주변			
	등급 평균	하상저질 유형	저질 다양성	자연적인 특수한 하상구조	등급 평균	저수로 변 식생	호안공	특수한 저수로변 구조	미지형과 식생에 의한 저수로변 종방향 배열	등급 평균	인접 토지 이용	하천변 대상 수림	자연스럽지 않은 주변 구조
평가 결과	5	거석	2	1	3	3	5	1	2	4	1.7	2	3.5

[표 28] 봉황천 하천자연도 평가

특성 및 세부 평가 항목	수로의 발달					종단면			횡단면				
	등급 평균	수로의 굴곡	측방 침식	종사주	특수한 수로 구조	등급 평균	횡구조 물	흐름의 다양성	등급 평균	횡단면 유형	제방 재료	폭 다양성	하천 상부 구조물
평가 결과	4	4	1	2	1	2	5	2.4	2	4	4.5	3	4
특성 및 세부 평가 항목	하상구조				저수로변 구조					하천주변			
	등급 평균	하상지질 유형	저질 다양성	자연적인 특수한 하상구조	등급 평균	저수로 변 식생	호안공	특수한 저수로변 구조	미지형과 식생에 의한 저수로변 종방향 비열	등급 평균	인접 토지 이용	하천변 대상 수림	자연스럽지 않은 주변 구조
평가 결과	3	모래, 잔자갈	3	3	3	4	5	1	3	3.6	3.4	1.5	4.4

자료 : 환경부, 2011~2012

[부록 8] 시·군별 인터뷰 결과

1. 서천군

1) 계획 · 조성 단계

판교천은 과거에는 본천이었으며, 참게가 올라와 서식하는 하천이었다. 판교천 정비 이후 농업용수를 흘려보내는 수로 기능만을 담당하게 되었다. 수로화된 판교천에 오수가 흘러들어 수질오염이 심각하였다.

판교천 생태하천복원사업은 서천군에서 제안하였다. 판교천 전체 구간에 대한 계획을 수립하지는 못하고 사업 구간에 대해서만 기본계획(2005년)과 실시계획(2006년)을 수립하였다. 사업 자체에 대해서는 별다른 반대는 없었다.

2) 유지 · 관리 단계

판교천 복원구간의 유지·관리는 ‘수질환경우수마을’ 및 ‘비점오염관리시설’ 조성 및 관리 사업과 연계하여 실시하고 있다. 모두 서천군에서 부담한다. 연간 700만원 정도의 경비와 1,100만원 정도의 인건비가 소요된다. 경비 중 비점오염관리시설 전기료 300만원을 제외하면 유지·관리는 제초나 전지사업 정도에 그치고 있다.

사후 모니터링은 연 2회 수질 조사 정도만 실시하고 있다. 수변생태계나 외래종에 대한 조사·평가는 실시하지 않는다. 모니터링을 실시하려면 모니터링을 위한 비용을 확보해야 하는데 서천군에서 이러한 비용을 마련할 수 있는 여건이 안 된다.

장항읍에 위치한 ‘풍농’이 판교천에 대해 ‘1사 1하천 운동’을 시행하고 있으나 판교천에 인접해 있는 기업이 아니라서 적극적인 하천활동이 이루어지지 않는다는 점 외에 비영리단체인 금강유역환경생태연합(그린스타트 활동 진행)에서 하천 교육 등을 실시하기도 한다.

판교천 관리와 관련된 몇 가지 이슈가 있다. 먼저 판교천의 유량확보 문제가 있다. 판교천은

현재 상류의 농업용 저수지의 물을 흘려보내는 수로 역할을 하고 있어서 농업용수가 필요할 때를 제외하곤 물이 많이 흐르지 않는다. 저수지를 관리하는 한국농촌공사와 저수지 물을 흘려보내는 협약을 추진할 필요가 있다. 특히 갈수기 때 유량 확보가 필요하다. 유지용수 확보를 위해 하수처리수를 이용하는 방법도 있는데 하수처리수의 수질 문제나 비용 등의 문제가 많다. 두 번째 이슈는 주민들이 친수공간 확보를 요구한다는 점이다.

3) 제도 개선 요구

생태하천복원사업의 일부 구간에서는 친수공간 조성이 필요하다. 환경에 피해를 입히지 않는 범위 내에서 주민들이 접근하고 이용할 수 있어야 한다. 또한 유지·관리나 모니터링을 위한 비용을 서천군에서 담당하기 어렵다. 금강수계기금이나 생태계보전협력금 등의 활용이 필요하다.

생태하천복원사업에 대해서는 충남도에서 예산을 지원하지 않는다. 지방비 부담률이 50%로 축소되면 재정 여건이 열악한 지자체에서 생태하천복원사업을 추진하기는 어려울 것이다. 더구나 사업 추진 여부가 확실하게 결정되지 않은 상황에서는 기본계획 수립 예산 확보조차도 쉽지 않다. 시·군의 재정 여건을 고려하여 기본계획이나 실시계획에 대해서는 국비 지원이 우선적으로 필요하다.

2. 공주시

1) 계획 · 조성 단계

유구천 주변에는 경작지와 비점오염원이 많아 복원사업 전 유구천의 수질은 3등급 정도였다. 사업구간 하류에 하수처리장을 건설한 바 있으며(2005년), 공주대학교에서 환경부 용역을 받아 주민의식 조사를 실시한 바 있다(2005~2006년).

유구천 인근에 위치한 기업인 웅진코웨이에서 1사 1하천 운동의 일환으로 환경부에 유구천

생태하천복원사업을 제안하였다. 웅진코웨이는 사업구간 상류에 습지 등을 조성하였다.

생태하천복원사업에 대해 주민들은 사업 필요성을 느끼지 못하고 경작자들의 경우 부정적인 의견도 많았으나 사업 후에는 긍정적인 평가를 내리고 있다.

2) 유지·관리 단계

사업 구간에 대해 유지·관리 비용으로 인건비 2,000만원을 포함하여 5,000만원을 사용하고 있다. 모두 공주시 자체 예산이다. 하천주변 정자 설치(개소당 700만원), 화장실 설치(1억원) 등 편의시설 설치도 추진하고 있다.

수질 조사의 경우 유구천 전 구간에 걸쳐 26개 지점에서 실시하고 있다. 외래식물의 경우는 관리를 잘 하고 있다. 하지만 외래종인 배스의 경우 관리가 거의 불가능하다.

웅진코웨이 산하 업체들 중심으로 연 2회 하천정화활동을 시행하고 있으며(1사 1하천), 읍사무소, 민간단체, 학교 등에서 협조하고 있다. 유구천 사업구간은 아니지만, 푸른공주21에서 충남도 도량살리기 사업의 일환으로 11개 마을에 대한 하천교육을 실시하고 있다.

유지·관리 관련 주요 현안으로 시민들의 이용이 어렵다는 민원이 끊임없이 제기되고 있다. 생태하천복원사업은 제외지 하상 또는 산책길에 콘크리트를 사용할 수 없는데 콘크리트를 이용하지 않으면 파손이 쉽게 되고 유지·관리가 어렵다. 또한 흙길은 울퉁불퉁하여 노인들이 걷기에 위험한 문제가 있다.

3) 제도 개선 요구

생태하천복원사업 구간 내에 주민 서비스를 위한 최소한의 편의시설 설치가 필요하다. 환경부는 인공시설의 설치를 일률적으로 제한하는데, 이 때문에 하천 주변의 시민들이 하천을 이용하는 혜택을 얻지 못해 사업에 대한 만족도가 크게 떨어진다. 시민들의 공감을 얻지 못하면 향후 생태하천복원사업을 적극적으로 추진하기는 어려울 것이다. 편의시설 등에 대한 예산은 일정 비율을 넘지 못하도록 제한하더라도 편의시설을 넣을 수 있도록 지침이 바뀔 필요가 있다.

공주시 전체 하천을 대상으로 하는 계획은 없다. 재해안전관리계획에 부분적으로 포함될 뿐이며, 수질과 생태분야를 다루지도 않는다. 공주시 전체 하천에 대한 계획 수립은 치수 부문이

면 가능하겠지만 수질·수생태 부문에 대해서는 예산이 없어 계획수립이 어렵다. 충남도에서 시·군의 의견을 반영하여 충남도 내 전체 하천에 대한 우선순위를 설정하면 좋겠다. 생태하천 복원사업의 추진 과정에서 도의 역할을 높일 필요가 있다.

생태하천복원사업의 계획수립, 환경영향평가, 심의 등의 절차도 개선할 필요가 있다. 환경부와 충남도 생태하천심의회 등은 평가와 심의를 위해 구체적인 자료를 요구하는데 이러한 자료는 실시설계 완료 시점에서나 가능하다. 환경부는 70% 수준에서 제출하라고 하지만 실제로는 100% 수준의 자료를 요구한다. 이 때문에 공사 진행 기간이 늘어나며, 심의 의견이 실시계획의 큰 변경을 요구하는 경우 이를 반영하기 위해 사업은 더 늦어진다. 기본구상이나 기본계획 수립 단계에서 영향평가나 심의를 실시함으로써 사업의 예측성을 높일 필요가 있다.

3. 서산시

1) 계획·조성 단계

서산시 생태하천조성사업의 진행은 환경생태과에서 수행하였으며, 사전환경성검토시 수질을 측정할 바 있다. 서산시 전체 하천의 계획은 수립되지 않았으며, 환경부의 생태하천복원사업을 추진하는 3개 하천에 대해서는 진행 중에 있다.

고향의 강 사업의 경우 지자체에서 제안하여 국가사업으로 진행한다. 청지천 생태하천조성사업(고향의 강 사업)의 경우 간월호 등과 연계하여 관광효과를 증대시키기 위해 2011년 사업을 신청하였다. 환경과에서 청지천 사업의 예산을 확보하였고, 진행은 도시과에서 담당하고 있다. 수질부문과 치수부문의 업무가 이원화되어 있으나 업무 과중으로 인해 어느 한 부서로 업무를 일원화하기가 어렵다.

2) 유지·관리 단계

국토해양부의 생태하천조성사업은 모니터링이나 만족도 조사 의무가 없기 때문에 모니터링

등을 수행하지 않았다.

외래종이나 교란종 관리는 따로 이루어지지 않는다. 해미천에는 하천활동을 하는 1사 1하천 기업이나 민간단체는 없다.

3) 제도 개선 요구

해미천은 겨울에 건천이 되어 유량확보가 필요하지만 예산 문제로 진행하지 못하고 있다. 청지천의 경우 유지용수 확보를 위해 하수종말처리장 방류수를 백범평하여 방류하고 있다.

생태하천조성사업의 경우 도비가 12% 지원되지만 유지·관리는 지자체에서 전적으로 담당해야 하기 때문에 예산 수립이 어렵다.

4. 아산시

1) 계획 · 조성 단계

사업 전 온양천의 상류는 상수원보호구역이었으며 오염원이 적고 수질 등급이 높았으나, 중하류는 하수관거 사업을 통한 수질 개선, 경작지 관리, 수해 예방 등의 필요성이 있었다.

당시 환경보전과가 만들어지기 전이라 건설과의 수질팀을 중심으로 TF를 구성하여 진행하였다. 생태하천복원은 주민들의 요구보다는 당시 지자체장의 의지가 크게 작용했다. 주민들은 치수에 더 관심이 높았다.

2) 유지 · 관리 단계

유지·관리는 주로 건설과에서 담당하고 있다. 앞으로는 환경과에서도 예산 책정 및 관리 부담이 필요할 것으로 보인다. 유지·관리는 주로 치수 관점에서 이루어지고 있다. 환경과에서는 연간 5,000만원의 예산을 책정하여 생태교란식물 제거를 적극적으로 추진하고 있다. 수질이

나 생태계 관련 모니터링을 수행하지는 않는다. 하천이 여러 지자체를 포함하고 있기 때문에 모니터링에 도비와 국비가 매칭 되어야 할 것으로 보인다.

하천활동을 수행하는 기업이나 민간단체는 매우 많다. 1사 1하천 사업에는 현대자동차, 신도리코, 삼성디스플레이, 삼성코닝정밀소재, 순천향대학교 등 5개 기업이 참여하고 있으며, 천안아산환경운동연합, 아산YMCA, 새마을운동협의회, 의제21 등이 하천활동이나 하천환경교육 등을 진행하고 있다. 환경운동연합은 물환경해설사 양성 프로그램도 운영하고 있다.

온양천 주변의 가축분뇨로 인한 악취, 개별입지 공장들의 폐수 문제 등의 이슈가 있다. 또한 천변에 경작지가 다시 생기는 등의 문제가 발생하고 있다.

3) 제도 개선 요구

아산시는 곡교천, 온천천, 매곡천, 온양천 등에서 생태하천복원사업과 생태하천조성사업을 신규로 추진하고 있다. 곡교천, 온천천, 온양천 사업은 건설과에서 추진하고 있고, 매곡천의 경우 환경과에서 추진하여 선정되었다. 아산시가 생태하천 사업을 여러 개 진행하고 있지만, 아산시 전체 하천에 대한 생태하천복원기본계획을 수립할 계획은 없다. 기본계획 수립을 추진하더라도 하천을 공유하는 천안시와 공동으로 진행할 필요가 있으며, 충남 차원의 생태하천복원기본계획 수립이 더 필요할 것으로 보인다.

5. 천안시

1) 계획 · 조성 단계

하천정비사업 신청에 대한 주민의 요구는 없었으며 처음에는 오히려 반대하였다. 천안시에서 당시 주차장, 수질, 건천화 문제 등을 이유로 사업을 신청하였다. 천안천은 상류에 완충녹지나 농경지 등이 없고, 경사가 급해 치수에 어려움이 있다.

2) 유지·관리 단계

8억원 정도의 유지관리비용은 지방비로 부담하고 있고, 실제 집행은 관할 구청에서 이루어진다. 유지관리비는 대부분 친수시설 관리와 재해예방에 사용되고 있다. 사업 이후 환경과에서 2년 정도 의무적으로 사후조사를 실시하였다. 이 외에 모니터링을 진행하고 있지는 않다.

천안천에서는 상명대가 1사 1하천 운동에 참여하고 있다. 따로 생태하천복원사업에 관여하는 민간단체는 없다.

원성천은 합류식 하수관거 구간은 비가 올 경우 심각한 수질 오염을 일으킨다. 초기 우수를 제어할 수 있는 방안이 필요하다.

3) 제도 개선 요구

생태하천복원기본계획 수립을 요구하는 환경부 지침 개정과 관련하여 법령이 아닌 지침으로 강제성이 없으며, 사업이 선정되지 않을 경우 의회 등에서 예산 낭비로 지적될 수 있어 천안시에서 적극적으로 추진하기 어려울 것으로 보인다. 환경부에서 국비 지원 비율을 지금보다 높여야 지자체에서 생태하천복원사업 참여가 가능할 것이다.

6. 당진시

1) 계획·조성 단계

당진천의 당진 구간은 하류에 위치하고 있으며 강우 시 유달시간이 매우 빨라서 재해에 취약하다. 1998년 당진천에서 물이 넘친 사례가 있다. 사업 전의 당진천은 하수관거의 역할을 하고 있었으며, 수질 오염, 건천화, 재해위험성, 악취 등의 문제가 있었다.

사업 이전 당진환경운동연합 등 환경단체에서 당진천 살리기를 요구했고, 자연보호협회나 1사 1하천 운동 등을 통해 벚나무 식재 등을 공동으로 시행하기도 하였다. 당진시민들은 생태

복원보다는 편의시설이나 산책길 조성 등의 요구가 많았지만, 지자체장의 의지로 생태하천복원사업을 추진하였다. 생태하천복원사업이기 때문에 시멘트 포장 등의 치수 사업은 시행하지 못했다. 현재 오수관 분리 작업이 완료되었고 하수처리수 방류를 위한 관로 건설 작업이 진행되고 있다. 당진천 사업에 대해 의회와 일부 주민들은 친수시설이나 편의시설도 없는데 사업비가 과다하다는 지적을 하기도 하였다.

2) 유지·관리 단계

사후 모니터링의 경우 수질검사만 수행하고 있다. 당진천 생태하천복원 사업 후의 하천관리는 현재 환경과에서 진행하고 있다. 연간 2,000만원의 지자체 예산으로 식생관리 위주로 유지관리를 실시하고 있다. 외래종과 관련하여 인부를 고용하여 외래종 퇴치 및 제거하고 있다(별도 예산 2천만원). 하지만 앞으로 유지·관리 업무를 하천팀으로 이관할 필요성도 있다. 사업 이후 친수공간(주민이용 관련, 자전거도로 진입계단 등)에 대한 요구가 증가하고 있다. 또한 당진천은 상류에 계곡이 없고 그나마 농업용수로 이용하여 건천화 우려가 있고, 강우강도가 커서 재해 우려가 있는 하천이다. 최근 훼손 지역의 보수를 위한 예산 수립을 추진하고 있다. 그리고 건설과에서 당진천 타 구간에 고향의 강 사업 기본계획을 수립하고 있다.

1사1하천은 현재 유명무실하다. 자연보호협회, 당진환경연합, 밝은사회국제클럽 등에서 하천교육 등을 진행하고 있는 수준이다.

3) 제도 개선 요구

당진시 내 하천들에 대한 수질·생태 분야의 기본계획은 수립하지 않았다. 도에서 추진하는 것이 바람직하다.

초기우수 관리를 위해 저류조 등의 도입이 필요하다. 저류조 설치의 경우 사업 완료 후에는 예산, 공간 문제 등의 어려움이 있으므로 도심구간 생태하천복원사업이나 생태하천조성사업 설계시 포함되도록 하는 것이 바람직하다. 하천사업이 아니라 도시계획 등에서 저류조, 습지 조성, 빗물저류 등 초기우수를 관리할 수 있는 방안을 포함하도록 하는 것도 방안이 될 수 있을 것이다.

참고 문헌

- 1) 경기개발연구원, 2007, 하천의 자연도 및 생태건강성 평가를 통한 경기도 하천복원 전략.
- 2) 경기개발연구원, 2010, 경기도 생태하천복원 실태조사.
- 3) 경기개발연구원, 2011, 생태하천 유지관리를 위한 기초 연구.
- 4) 공주시, 2007, 유구천 정비사업 실시설계 사전환경성검토서.
- 5) 공주시, 2010, 공주시 생태(비오톱)지도 작성 연구용역.
- 6) 국립환경과학원, 1997, 제2차 전국자연환경조사 지침서.
- 7) 국립환경과학원, 2009, 수생태계 건강성 조사 및 평가 최종보고서(금강 대권역).
- 8) 국립환경과학원, 2010, 수생태계 건강성 조사 및 평가 최종보고서(금강 대권역).
- 9) 국립환경과학원, 2011, 수생태계 건강성 조사 및 평가 최종보고서(금강 대권역).
- 10) 국립생물자원관, 2011, 한반도 고유종 총람, 451pp.
- 11) 권순직·전영철·박재홍, 2013, 물속생물도감, 자연과생태, 791pp.
- 12) 권오길, 1990, 한국동식물도감 제32권 동물편 (연체동물 I), 문교부, 446pp.
- 13) 권오길·민덕기·이종락·이준상·계종길·최병래, 2001, 신원색한국패류도감, 아카데미서적, 332pp.
- 14) 김석규·김철·정장면, 2005, 하천정비 전후의 하천자연도 평가, 한국수자원학회 학술대회지.
- 15) 김훈수, 1977, 한국동식물도감 제19권 동물편(새우류), 문교부.
- 16) 당진시, 2006, 당진천 자연형 하천정화사업 기본 및 실시설계 사전환경성검토서.
- 17) 배연재·박선영·황정미, 1998, 깔장하루살이(하루살이목: 꼬마하루살이과) 유충의 기재 및 한국산 꼬마하루살이과 유충의 검색표, 한국육수학회지 31(4): 282-286.
- 18) 서산시, 2006, 판교천 자연형 하천정화 사업 사전환경검토서.
- 19) 서산시, 2010, 서산시 생태지도(비오톱 지도) 구축.
- 20) 서산시, 2010, 해미천 하천기본계획 사전환경성검토서.
- 21) 서울특별시, 2002, 한강생태계 조사연구, 생태적 하천복원 사례집.
- 22) 서천군, 2006, 판교천 자연형 하천정화 사업 사전환경성검토서.
- 23) 송광래, 1995, 한국산 거머리강(환형동물문)의 분류, 고려대학교 석사학위논문, 57pp.
- 24) 원두희·권순직·전영철, 2005, 한국의 수서곤충, 생태조사단, 415pp.
- 25) 원두희·전영철·권순직·황순진·안광국·이재관, 2006, 저서성 대형무척추동물을 이용한 한국오수생물지수의 개발과 생물학적 하천환경평가 적용, 한국물환경학회지 22(5): 769-784.

- 26) 윤일병, 1988, 한국동식물도감 제30권 동물편(수서곤충류), 문교부.
- 27) 윤일병, 1995, 수서곤충검색도설, 정행사, 262pp.
- 28) 이병국, 2006, 수생태계 복원을 위한 제도정비 방안과 추진전략, 한국환경정책평가연구원.
- 29) 정광수, 2011, 한국의 잠자리 유충, 자연과생태, 399pp.
- 30) 조용현, 1997, 생태적 복원을 위한 중소하천 자연도 평가방법 개발, 서울대학교 공학박사학위논문.
- 31) 충청남도, 2010, 판교천 등 3개하천 하천기본계획 사전환경성검토서.
- 32) 하천복원연구회, 2006, 하천복원 사례집, 청문각.
- 33) 한국건설기술연구원, 2002, 국내 여건에 맞는 자연형 하천 공법의 개발: 사람과 생물이 어우러지는 자연환경의 보전, 복원, 창조기술의 개발.
- 34) 한국건설기술연구원, 2011, 하천복원 통합매뉴얼.
- 35) 한국곤충학회, 1994, 한국곤충명집, 한국곤충학회 건국대 출판부, 744pp.
- 36) 한국동물명집, 1997, 한국동물명집, 아카데미서적.
- 37) 한국동물분류학회, 1997, 한국동물명집, 아카데미서적, 488pp.
- 38) 한국정책평가연구원, 2012, 기후변화를 고려한 지류하천관리 및 수생태 복원방향.
- 39) 환경부, 2000, 제2차 전국자연환경조사.
- 40) 환경부, 2005, 야생동·식물보호법, 법률 제7457호.
- 41) 환경부, 2006, 자연형 하천정화사업 연찬회 발표자료.
- 42) 환경부, 2006, 제3차 전국자연환경조사.
- 43) 환경부, 2007, 생태하천 만들기 10년 계획.
- 44) 환경부, 2007, 수생태 건강성 회복을 위한 하천복원 모델과 기준, 조사계획 수립연구 최종보고서.
- 45) 환경부, 2009, 제3차 전국자연환경조사.
- 46) 환경부, 2010, 생태하천 중장기 종합계획 보고서.
- 47) 환경부, 2010, 제3차 전국자연환경조사.
- 48) 환경부, 2011, 국가기후변화생물지표종.
- 49) 환경부, 2011, 국외반출입규제대상 생물종 목록.
- 50) 환경부, 2011, 생태하천복원기술 지침서.
- 51) 환경부, 2012, 멸종위기 야생동·식물목록.
- 52) 환경부, 2012, 한국의 생물다양성 보고서.
- 53) 황순진·김난영·원두희·안광국·이재관·김창수, 2006, 돌말(Epilithic Diatom)을 이용한 국내 주요 하천(금강, 영산강, 섬진강)의 생물학적 수질평가, 한국물환경학회지 22(5): 784-795.

- 54) 황순진·김난영·원두희·안광국·이재관·김창수·신재기, 2006, 우리나라 생물학적 물환경평가의 현황과 미래, 한국물환경학회지 22(5): 757-767.
- 55) 황정훈, 2006, 한국산 날도래목의 분류학적 연구, 고려대학교 박사학위 논문 251pp.
- 56) Allan, J. D., 1995, Stream ecology, Structure and function of running waters, Chapman and Hall, London.
- 57) Ball, J., 1982, Stream Classification Guidelines for Wisconsin, Wisconsin Department of Natural Researchs Technical Bulletin, Madison, Wisconsin.
- 58) Berger, H., 1993, Ecological restoration and nonindigenous plant species: A review, Restoration Ecology.
- 59) Boon, P. J., 1988, The impact of river regulation on invertebrate communities in the U.K. Regulated Rivers: Research and Management, 2: 389-409.
- 60) Department of Agriculture-Forest Service, intermountain Region, Ogden, Utah.
- 61) Dudgeon, D., 1994, Functional assessment of the effects of increased sediments loads resulting from riparian-zone modification of a Hong Kong stream, Verh, Internat, Verein, Limnol, 25: 1790-1792.
- 62) Dudgeon, D., 1995, Environmental impacts of increased sediment loads caused by channelization: A case study of biomonitoring in a small river in Hong Kong, Asian J. Environmental Management, 3(1): 69-77.
- 63) Duff, D.A., F.A. Mangum and R. Maw (editors), 1989, Fisheries Survey Handbook.
- 64) Dunham, D. and A. Collotzi, 1975, The Transect Method of Stream Survey, U.S.
- 65) EU, 2002, Urban River Basin Enhancement Methods.
- 66) Hynes, H. B. N., 1970, The Ecology of Running Waters, Univ. Toronto Press, Toronto.
- 67) Reice, S. R. and M. Wohleberg, 1993, Monitoring freshwater benthic macroinvertebrates and benthic processes: measures for assessment of ecosystem health, p. 287-305 In D. M. Rosenberg and V. H. Resh (eds.) Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates, Cahpman and Hall, New York.
- 68) Rosenberg, D. M. and V. H. Resh, 1993, Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates, Chapman and Hall, New York, 488pp.

- 69) Kawai, T., 1985, An illustrated book of aquatic insects of Japan, 東海大學出版會.
- 70) Margalef, R., 1958, Temporal succession and spatial heterogeneity in natural phytoplankton, In perspectives in marine biology, Univ. of California Press, pp. 323-349.
- 71) McNaughton, S. J. and L. L. Wolf, 1970, Dominance and the niche in ecological systems, Science 167: 131-139.
- 72) Merritt, R. W. and K. W. Cummins, 1996, An Introduction to the Aquatic Insects of North America, 3rd ed, Kendall/Hunt Publ. Co.
- 73) Minshall, G. W., 1988, Stream ecosystem theory: a global perspective, J. N. Benthol, Soc, 7(4):263-288.
- 74) OECD, 2012, OECD Environmental Outlook to 2050, The Consequences of Inaction.
- 75) Pielou, E. C., 1966, The measurement of diversity in different types of biologic collections, J. Theor. Biol. 13: 131-144.
- 76) Shannon, C. E. and W. Weaver, 1949, The Mathematical Theory of Communication. University of Illinois Press, Urbana.
- 77) U.S. Department of Agriculture-Forest Service, intermountain Region, Ogden, Utah.
- 78) USDA, 1998, Stream Corridor Restoration - Principles, Processes, and Practices, Federal Interagency Stream Corridor Restoration Working Group.
- 79) Vannote, R. L., G. W. Minshall, K. W. Cummins, J. R. Sedell and C. E. Cushing, 1980, The river continuum concept, Can. J. Fish. Aquat. Sci. 37: 130-137.
- 80) Ward, J. V., 1992, Aquatic insect ecology, 1, Biology and habitat, John Wiley and Sons, Inc., New York.
- 81) Willams, D. D. and B. W. Feltmate, 1992, Aquatic Insects, C·A·B International, Wallingford, UK.

■ 집 필 자 ■

연구책임 · 오혜정 책임연구원 (충남발전연구원 환경생태연구부)
공동연구 · 여형범 책임연구원 (충남발전연구원 환경생태연구부)
정옥식 책임연구원 (충남발전연구원 환경생태연구부)
조용현 교수 (공주대학교 조경학과)
권순직 책임연구원 ((주)생태자원연구소)
장하라 연구원 (충남발전연구원 환경생태연구부)
백승희 연구원 (충남발전연구원 환경생태연구부)
연구자문 · 이동근 교수 (서울대학교 조경학과)
성현찬 교수 (단국대학교 조경학과)

전략연구 2014-28 · 충청남도 생태하천복원사업 실태분석 연구

글쓴이 · 오혜정 · 여형범 · 정옥식 · 조용현 · 권순직 · 장하라 · 백승희
발행자 · 강현수 / 발행처 · 충남발전연구원
인쇄 · 2014년 12월 31일 / 발행 · 2014년 12월 31일
주소 · 충청남도 공주시 연수원길 73-26 (314-140)
전화 · 041-840-1274(환경생태연구부) 041-840-1114(대표) / 팩스 · 041-840-1289
ISBN · 978-89-6124-278-3 03350

<http://www.cdi.re.kr>

© 2014, 충남발전연구원

- 이 책에 실린 내용은 출처를 명기하면 자유로이 인용할 수 있습니다.
무단전재하거나 복사, 유통시키면 법에 저촉됩니다.
- 연구보고서의 내용은 본 연구원의 공식 견해와 반드시 일치하는 것은 아닙니다.