

# 하천복원 기술개발 5년의 연구성과!

## -자연과 함께하는 하천복원 기술개발 연구단-



**김 한 태 ▶▶▶**  
한국건설기술연구원 연구위원  
htkim@kict.re.kr



**우 효 섭 ▶▶▶**  
한국건설기술연구원 원장  
hswoo@kict.re.kr

‘자연과 함께하는 하천복원 기술개발’ 연구단(이코리버21 연구단)은 지난 5년 동안의 연구성과를 중심으로 특집 기사를 학회지에 게재한다. 우선 이코리버21 연구단의 구성, 연구성과 및 활용실적 등을 소개하고, 다음은 연구단 각 세부과제, 1) 하천유사와 오염을 고려한 하도의 친환경 이용기술 개발, 2) 홍수터 보전/복원기술 개발, 3) 생물 서식환경 조성기술 개발, 4) 하천계획 평가 및 적응관리 기술 개발 의 연구성과를 소개한다(김한태, 우효섭).

### 1. 머릿말

국내에서 하천환경의 보전, 복원에 관한 구체적인 기술과 가이드라인이 없는 상태에서 1990년대 말부터 지자체별로 경제적으로 하천환경 개선, 복원사업을 추진해왔다. 그 결과 홍수에 취약한 공법의 도입, 과도한 시설의 도입, 나아가 또 다른 인공하천의 조

성 등 시행착오가 있었던 것도 사실이다. 이에 따라 국내 여건에 맞고 일관된 하천복원기술의 개발이 절실히 필요했던 시점에서 2006년부터 하천복원에 대한 국가 R&D 연구를 진행하게 되었다. 본 연구는 하천의 치수 및 구조적 안전성 등을 보장하면서 자연성, 생태성을 복원시켜 생태적, 경제적으로 지속가능한 하천관리를 실현하기 위한 관련 기술과 가이드라인을 개발하는 것을 목표로 추진되었다.

2006년부터 시작하여 2011년에 마무리된 본 연구사업은 많은 성과를 거두었다. 2009년부터 시작한 ‘4대강 살리기 마스터플랜’에 폐천 및 구하도 복원기술, 천변저류지 조성 기술, 생물서식처 조성 기술, 하상변동 분석 기술 등을 포함시켰으며, 나아가 낙동강 17공구 외 5개소에 어류 물리서식처 평가를 실시하여 4대강 살리기 사업 기본설계에 기술을 지원하였다.

또한, 2009년에 1차적으로 하천복원 관련 내용을 수록한 15종 기술보고서를 관련 지자체 및 공공기관, 4대강 공구의 설계사 등에 보급하였으며, 2011년 12월에는 2차로 기술보고서 28종을 출간하여 보급한다. 아울러, 연구단에서는 서울시, 완주군, 성남시 등 지방자치단체와 기술지원 협약을 맺고, 하천복원 관련 기술의 보급에 노력하였다.

국외 선진기술의 확산을 위한 노력으로서 URBEM 가이드라인 워크숍, 2회에 걸친 연구단 주최 국제공동워크숍, 제8차 국제생태수리학회 국내유치 등을 통해 연구성과의 국제적 홍보 및 위상을 제고 하였으며, 국내·외 기술 교류의 장을 조성하였다.

그 외 연구성과 및 자료 등 8건을 DB로 만들고, 하

천복원관련 소프트웨어 20건, 특히 15건을 등록하였다. 학술적으로는 SCI 논문 36편, 학술지 논문 127편 등 상당한 성과를 거두었다.

마지막으로 5년간의 연구를 집대성한 하천복원 통합매뉴얼을 제작하였다. 이 매뉴얼은 현장 및 실무에 직접 활용할 수 있는 내용 위주로 구성하고, 하천복원 과정의 순서에 따라 내용을 수록하였다. 또한, 본 연구단의 성과를 다수 포함하여 국내에 적합하고 검증된 기술과 내용을 수록하여 하천복원 설계자, 시공자 및 정책입안자, 실무자는 물론 관련 연구자에게도 많은 정보와 지식을 제공할 것으로 기대한다.

## 2. 연구목표 및 연구내용/범위

본 연구사업의 최종목표는 하천의 치수 및 구조적 안전성 등의 보장과 함께 자연성/환경성을 보전, 복원시켜서 생태적, 경제적으로 지속가능한 하천관리를 실현시키는 '자연과 공생하는 하천'을 구현하기 위한 기술을 개발하고, 개발된 기술과 연구결과를 집대성하여 최종적으로 '통합 하천 복원 매뉴얼' 제시하는 것이다(그림 1).



그림 1. 이코리버21 연구사업의 최종목표

또한, 인간과 자연이 더불어 살 수 있는 하천을 조성하고 복원하기 위해 필요한 기술을 개발하여 하천의 치수 기능을 확보하고 환경 기능을 보전, 개선, 복원함으로써, 선진국 수준의 공공복지와 삶의 질을 구현하겠다는 임무를 수행하며 더불어, 하천을 인간과 자연이 공존하는 국토환경의 한 부분으로 조성하고, 조성된 하천의 자연성을 다음 세대에 넘겨주고, 국민의 생활환경 보전, 복원에 대한 욕구를 충족시킨다는 두 가지의 비전을 제시하고 있다.

본 연구개발의 내용은 기반기술을 중심으로 ①홍수터 개발 기준마련 및 평상 시 활용방안 수립 기술, ②하천 유사와 오염을 고려한 하도의 친환경 이용기술 개발, ③

홍수터 보전 및 복원 기술, ④생물 서식환경 조성 기술, ⑤하천계획, 평가 및 적응관리 기술, 등 크게 5가지로 구분된다.

연구개발의 범위는 공간적으로 전국의 국가, 지방, 소하천 등 법정하천을 대상으로 하며, 하도(상시 물이 흐르는 구간), 홍수터(홍수



그림 2. 이코리버21 연구사업의 내용 및 범위

시 잠기는 하천구역), 하천 시설물(제방, 댐, 보, 수문 등) 및 하천과 경관 생태적으로 연속성이 있는 인접 구역 등을 망라한다. 그 개념은 그림 2와 같다. 기능적 범위는 하천의 이, 치수 기능을 보장하면서 하천의 환경적 기능 즉, 생물서식처, 경관 등을 보전, 복원하기 위해 필요한 기술에 초점을 맞추었다.

### 3. 연구추진 체계 및 전략

본 연구사업은 그림 3과 같이 기술의 실용화 및 통

합을 전제로 하는 단계별 연구추진 전략을 세워 진행하였다. 먼저, 1단계는 요소기술/기법 개발 및 시범사업 추진 단계(1, 2차년도), 2단계는 시범사업을 통한 개발기술의 적용 단계(3, 4차년도), 3단계는 요소기술/기법 및 현장적용 기술의 통합 단계(5차년도)로서 1, 2단계를 진행하면서 현장 적용성이 확보된 기술과 시범사업 등의 모니터링에 의해 검증된 기술을 확보하여 정부, 지자체 및 업체에 기술을 보급하였다. 아울러, 그 동안의 연구결과, 실증실험, 현장적용을 바탕으로 국내 하천복원 연구 및 실무에 활용할 수 있는 '하천복원 통합매뉴얼'을 제작하여 발간하였다.

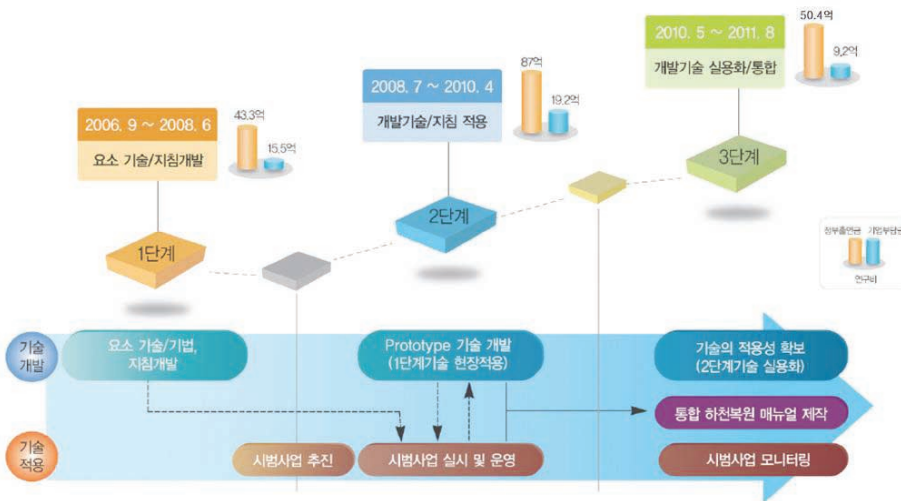


그림 3. 이코리버21 연구추진 체계



그림 4. 이코리버21 연구단 조직

#### 4. 연구조직

연구단은 4개의 세부 연구과제와 1개의 관리조직으로 구성되며, 정기적인 자문과 자체평가를 위한 자문위원회와 하천복원 통합매뉴얼 제작을 위한 제작위원회를 두고 있다. 지난 5년간 연구과제를 수행한 연구단 인원은 산·학·연 총 316명이다(그림 4).

#### 5. 연구성과 및 활용실적

##### 5.1 정량적 연구성과

이코리버21 연구단은 2006년 9월에 발족하여 2011년 8월에 종료가 되었다. 본 연구사업의 주요 정량적 연구성과를 나열하면 표 1과 같다.

이중 SCI급 논문은 총 36편으로서 2008년에 1편, 2009년에 8편, 2010년에 13편, 2011년에 14편으로

표 1. 이코리버21 연구단의 정량적 연구성과

성과물 명칭	실적
학술지 게재 논문건수	163(36편은 SCI급 논문)
학술회의 발표 논문 건수	510
특허 출원	15
프로그램 등록	20
자료 DB구축	8
국제공동연구	5

연차를 거듭할수록 편수가 증가되었다. 홍수터 현황 정보 등 DB 8건(그림 5), 호안안정성 평가 소프트웨어 20개(그림6), 오염된 준설퇴적토 안정화방법 등 15개의 특허를 등록하였다.



그림 5. 홍수터(고수부지)의 수목식재 DB

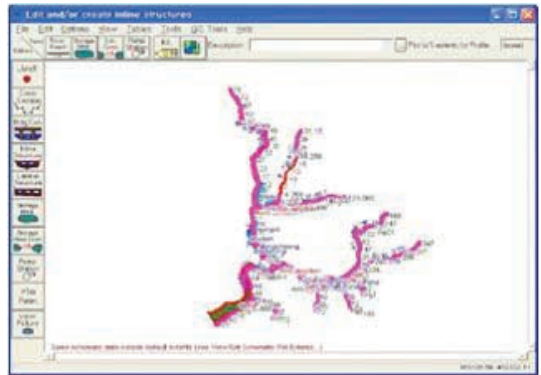


그림 6. 개발 소프트웨어(강변저류지 홍수저감 평가모형)

매뉴얼 소개 (머리말, 구성, 집필진)		
1장	서론	하천복원의 정의 및 연혁
2장	하천 특성과 교란	하천의 물리/화학/생물적 특성 및 하천교란
3장	하천 조사 및 평가	복원계획을 위한 조사(물리/화학/생물) 및 평가
4장	복원 계획의 수립	복원모델선정, 우선순위, 유지관리, 마스터 플랜, 사회·경제성 평가
5장	복원설계	복원설계가이드, 분야별 설계 지침/사례
6장	복원 공법의 적용 및 시행	복원공법 적용가이드, 공법 소개
7장	모니터링 및 적응관리	사업후 모니터링(물리/화학/생물) 및 평가, 적응관리

부록 : 관련사이트, 용어설명



그림 7. 통합매뉴얼 구성(좌) 및 표지사진(우)

본 연구단 연구성과 중 가장 중요한 성과로 기술보고서와 통합매뉴얼이 있다. 기술보고서는 2009년 10월 15종의 보고서를 1차로 배포하였으며, 2011년 12월에 2차로 28종의 보고서를 발간하였다.

본 연구사업의 핵심적 연구성과인 ‘하천복원 통합매뉴얼’은 기존의 제한된 경험과 전문성이 결핍되어 현장적용성이 미흡한 매뉴얼에 대해 국내하천여건에 적합하고 하천생태, 수리/수문 등의 분야와 현장실무경험이 연계 통합된 매뉴얼의 제작 및 보급의 필요성에 의해 제작이 추진되었다. 현장 및 실무에 직접 활용할 수 있는 내용위주로 구성하고 향후 업그레이드된 내용을 첨부할 수 있도록 바인더 형식을 택하였으며, 요약매뉴얼을 별도 제작하여 현장에서의 활용도를 고려하여 제작하였다(그림 7).

## 5.2 연구성과의 활용

본 연구사업이 3차년도 중간 시점에 시의적절하게 국책사업인 ‘4대강 살리기 사업’이 시작됨에 따라 그동안 개발된 기술을 활용할 수 있는 기회가 주어지게 되었다. 이에 본 연구단에서는 다 수의 개발된 기술을 ‘4대강 살리기 사업’ 마스터플랜에 반영하고 기술설명회 등을 통하여 기술보급과 확산에 노력하였다.

위에서 언급한 기술 외, ‘4대강 살리기 사업’ 설계

에 필요한 홍수터 현황 조사자료(낙동강 권역)와 홍수터 수목 선정 기준, 생태·수질을 고려한 저류지 및 생태습지 선정기준, ‘4대강 살리기 사업’에서 조성될 일부 생태공원, 체육시설에 대한 설계기준 등을 제공하였다.

또한, ‘4대강 살리기 사업’에서 발생이 예상되는 오염된 준설토의 효과적 처리 기법, 하상 준설 후 발생 가능한 하상변동에 대한 안정화도 설계와 안정화 기법 등이 본 연구에서 개발된 기술은 향후 적용이 가능하며, 생태습지 조성 및 유지관리에 기술, 수변공간 창출에 필요한 설계기법 등은 본 연구에서 개발된 기술을 활용할 수 있을 것이다.

## 5.3 기술보급 및 홍보활동

이코리버21 연구단에서는 개발된 기술의 보급과 확산을 위하여 지방자치단체와 기술지원 양해각서를 체결하였다. 2007년, 서울시 한강르네상스사업과 MOU를 맺고 하천복원 관련기술을 지원하였으며, 2008년, 완주군과는 만경강 구하도 복원에 대한 기술지원 체결하고 설계기술을 보급하였다(그림 9). 2009년에는 성남시와 탄천의 생물서식지 조성에 관련 MOU를 맺고 시범사업을 진행하였다.

2009년 3월에는 EU가 제작한 ‘도시하천 유역 향

상기법(URBEM) 가이드라인’ 워크숍을 개최하여 관련 엔지니어링 업체 전문가와 교수, 학생 등 57명이 교육에 참가하였고 국내 하천을 모델로 설계실습과 URBEM 가이드라인 프로그램(CD)을 제공하는 교육방식은 참가자들에게 많은 호응을 얻었다. 또한, 4월에는 외국의 전문가 6명을 초청하여



그림 8. ‘4대강 살리기 사업’ 마스터플랜에 반영된 이코리버21 연구단 개발기술



그림 9. 완주군과 기술지원 MOU 체결

국제워크숍을 개최하여 하천복원의 선진기술과 연구를 접하고, 국내 전문가와의 교류의 기회를 만들었다(그림 10).

2010년 9월에는 하천복원 관련 국제학회 중 가장 권위 있는 국제생태수리학회(International Symposium on Ecohydraulics 2010; ISE 2010) 8차 대회를 서울에서 유치하였다(<http://ise-2010.org>). 2010년 9월 12에서 16일까지, 코엑스에서 열린 학회에서 국내 337명 국외 228명이 참가 하였으며 이코리버21연구단에서도 145명이 참가하여 50편의 논문을 발표하였다. ISE2010은 대회 참가자 수, 발표 논문의 질, 세션별 참가자 수, 프로그램의 다양성(쇼트코스, 마스터클래스, 특별세션, 워크숍 등), 외국참가자 비율 등 여러 면에서 성공적이었다.

또한, 연구성과를 홍보하고 확산하기 위한 노력의 일환으로 20여개의 국내외 행사에 참여하여 홍보부스를 운영하였으며, 학회에서 특별세션을 구성하여

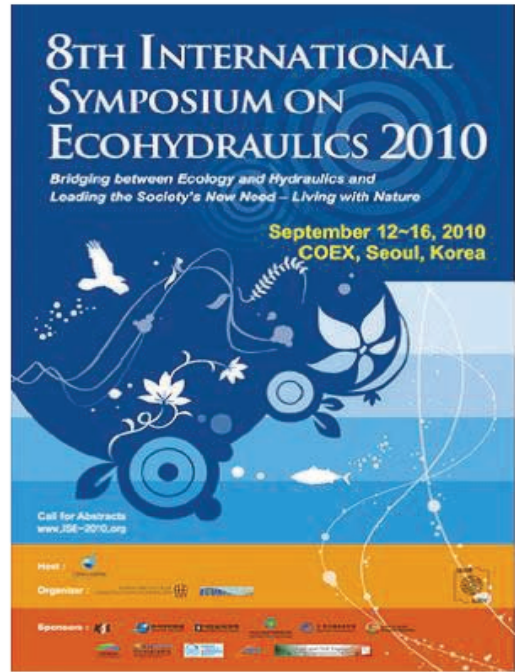


그림 11. 8th International Symposium on Ecohydraulics 2010 포스터

기술보급에 앞장섰다(표 2). 특히, '4대강 살리기 사업'에의 기술적용을 위한 4대강 살리기 추진본부 및 관련 공무원들에게 본 연구단의 기술을 설명하는 자리를 마련하여 기술 확산에 기여하였다(그림 12).

이코리버21연구단에서는 지난 5년 동안 수행한 연구개발 성과 중 하나로서, 하천복원 사업에 직·간접적으로 활용할 수 있는 기술을 선별하여 2009년 1차



그림 10. URBEM 가이드라인 워크숍(左), 하천복원 국제워크숍(右)



(a) 대한토목학회 4대강 특별세션



(b) '4대강 살리기 사업' 관련 R&D 기술설명회 및 간담회

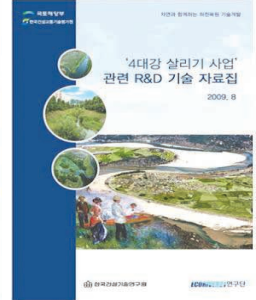


그림 12. 연구성과 홍보 및 확산 노력

표 2. 연구성과 홍보 및 확산을 위한 노력

개최일자	행사명
2009. 3. 16~3. 22	제5차 세계물포럼(WWF)-엑스포 홍보부스 운영(타키, 이스탄불)
2009. 4. 27~4. 30	제5회 하천협회 연찬회 홍보부스 운영 (대전 컨벤션 센터)
2009. 5. 21~5. 22	한국수자원학회 학술발표회 홍보부스 운영(강원도, 평창)
2009. 7. 23	'4대강 살리기 사업' 관련 R&D 기술설명회 및 간담회(과천청사)
2009. 10. 22~10. 23	대한토목학회 정기학술대회 홍보부스 운영(강원도 둔내)
2009. 10. 22	대한토목학회 정기학술대회 4대강 특별세션 개최
2010. 9. 12~9. 16	국제생태수리학회 심포지엄 개최 홍보부스 운영(코엑스)
2010. 12. 10	4대강살리기 사업관련 R&D 기술설명회 (K-water 4대강 사업본부)
2011. 3. 27~3. 28	하천협회 연찬회 참가 이코리버21연구단 홍보부스 운영 (제주컨벤션센터)
2011. 5. 20	한국수자원학회 참가 이코리버21연구단 홍보부스 운영



그림 13. 하천복원 기술보고서 28종 발간(2차)

표 3. 이코리버21 연구단 기술보고서(2차) 리스트(2011년 11월)

No	기술보고서명(성격 : 일반, 가이드라인, 자료집)	대표저자
1	자연과 함께하는 하천복원기술개발 연구단 운영보고서	우효섭
2	저서성 대형 무척추동물을 이용한 하천생태계 평가기법의 적용	원두희
3	국내 하천유형과 잠재 자연하천의 식생	김혜주
4	유역홍수저감효과 극대화 방안	김중훈
5	댐 하류 하천에서 식생천이 예측 기법	조강현/이남주
6	수제가 하천환경에 미치는 영향에 관한 연구	Tsujimoto/안홍규
7	하상변동 계산 가이드라인	류권규
8	하상유지공 설계 가이드라인	류권규
9	소규모 비시가치화 지역의 강우유출 모의 시스템 적용 매뉴얼 -분포형 모형을 중심으로-	김원재
10	하천 조도계수 산정 가이드라인	김 원
11	하천 수목 영향평가 및 유지관리 가이드라인	김 원
12	폐천 및 구하도 복원 가이드라인	여흥구
13	강변저류지 조성 가이드라인	안태진
14	하천조사 현장적용 매뉴얼	배연재
15	CASIMIR모형에 관한 매뉴얼 및 국내적용 사례	Jorde/김규호/정상화
16	어류생태 모니터링 가이드라인	김정곤
17	호안설계 가이드라인	김 철
18	하천식생복원 모델 정립 및 수리적 안정성 검토 가이드라인	이창석
19	하천 어메너티 유형별 복원계획 가이드라인	변금옥
20	하천복원사업 사회·경제성 평가 가이드라인	김종원
21	하천교란 평가 및 적응관리 가이드라인	신재기
22	하천복원을 위한 거석수제 설계 가이드라인	Fotis/최성욱
23	복원하천의 수리학적 모니터링 매뉴얼	윤병만
24	국내 실측 조도계수 자료집	김 원
25	국외 수목저항 산정기술 현황	Dittrich/김 원
26	국내 폐천 구하도 현황 자료집	여흥구
27	모래하천의 식생이입과 물리환경 조사	우효섭
28	하천 생물서식처 유형 자료집	안홍규

로 기술보고서 15종을 발간하였으며, 올해 12월에 2차 기술보고서 28종을 발간하여 정부주요기관 및 설계·건설시공업체에 배포할 예정이다.

## 6. 맺음말

과제를 수행해온 지난 5년간 하천복원 분야의 기술향상을 위해 많은 노력을 기울여 왔다. '4대강 살리기 사업'이 추진됨에 따라 개발된 기술을 활용할 수 있는 기회가 주어졌고, 한국건설기술연구원의 안동 하천시험센터가 완공됨에 따라 개발된 기술의 검증을 추진할 수 있었다. 향후, 이코리버21연구단 연구성과들의 활용성을 제고하기 위해 사후관리를 통해 개발기술의 정책반영, 기술이전, 기술보급 등을 해야 할 것이다. 이코리버21연구단은 개발기술의 실무활용성을 높이기 위해 통합매뉴얼, 기술보고서는 관련 정부기관 및

설계, 시공사에 200여 기관에 배포할 예정이며, DB, 소프트웨어, 보고서 등은 지속적으로 이코리버21 연구단 홈페이지 (<http://www.ecoriver21.re.kr/>)를 통하여 정보를 제공할 계획이다. 또한 본 사업 연구성과의 보급 및 확산과 하천복원 관련 타 연구사업과의 연계를 위하여 하천복원 교육프로그램 개발 및 사이버 교육, 홍보매체 개발을 목적으로 필요한 연구를 추진할 계획이다.

## 감사의 글

본 연구는 국토해양부 및 한국건설교통기술평가원 건설핵심기술연구개발사업인 자연과 함께하는 하천복원 기술개발(06건설핵심B01)의 지원으로 수행되었습니다. 🌊