

□ 공공수역 생태계 재해생물 관리 기술

- 국내의 위해 혹은 재해성 생물에 의한 피해는 녹조 대발생에 의한 상수원 정수처리 비용의 증가, 수산 어로 활동의 피해 등을 제외하고는 직접적인 경제적인 측면보다는 물이용의 저해, 생활의 불편, 생태계의 심미성 저하, 생태계 건강성 악화 등 주로 간접적인 비용으로 나타나며 재화적 가치로 환산하면 시장 규모가 매우 큼
- 생태계 서비스로 나타나는 다양한 가치의 평가와 이용은 세계적으로 연구가 빈약한 분야이며, 국내의 현실도 매우 열악함

3절. 국내외 기술동향

1. 국외 기술동향

□ 하천 환경관리 시스템

○ 미국

- 하천의 오염물질 누출사고와 같은 긴급 상황에 대한 실시간 오염물질 이송, 확산을 모의하고 조기 경보를 위하여 GIS기반의 실시간수질예측시스템인 RiverSpill을 활용하고 있음

○ 유럽

- Danube강을 대상으로 오염사고 위기경보 및 방지시스템(The Danube Accident Emergency Warning and Prevention System, DAEWPS)을 개발하여 국가 경계를 넘는 홍수와 오염물질 누출사고에 대한 예측과 정보를 교환하기 위한 시스템으로 활용하고 있음

○ 일본

- 하천정보센터에서 전국 26개소 국토교통성 강우레이더 및 T/M 자료를 이용하여 유량을 모니터링하고 있으며, 개방형 모델링 시스템(Open Modeling Systems)을 적용한 모델링 기법, GIS 기법과 지능형 모형을 연계한 유출량 예보 모델링과 관련된 연구 등이 수행 중에 있음

□ 유지유량 산정기술

○ 미국

- 갈수량 7day-10year low flow를 이용하고 QUAL2E 모형 등을 적용함, 어류 서식처 조건을 수리량으로 환산하기 위해 IFIM(유지유량 증분 방법) 이용함

○ 일본

- 하천유지유량 산정을 위해 평균갈수량과 기준갈수량의 중간값을 이용하며, QUAL2E를 개선하여 적용하였음, 어류서식처 조건 및 경관유지를 위한 수리 조건을 수리량으로 환산하여 반영함

○ 영국

- Q95와 갈수기 유량을 이용하며, 어업과 수생태계를 고려하기 위해 생물학적 수질지표를 이용함

□ 유사 관리

○ 일본

- 대형댐 하류의 회귀성 어류의 산란처 복원 및 먹이질 개선을 위하여 최근에 전국적인 규모에서 유사환원(sediment replenishment)을 실시함으로써 관련 기술 개발

○ 미국

- 1990년대 이후 캘리포니아주 세크라멘토-샌호아킨 유역의 어류 및 저서생물 군집 복원을 위하여 적극적인 유사 관리를 통한 서식처 지형개선 사업 실시
- 특히, 2010년 트리니티강 개선 사업에서는 유사 공급을 통한 자연 사주지형을 복원에 성공하여 다양한 수생태계 기능 개선을 유도함

○ 스위스, 일본

- 수리구조물 상하류 유사 연속성 확보를 위한 구조적 방안으로 유사바이패스 관련 기술을 개발하였고, 시범 사업을 거쳐 실적용 중에 있음

□ 공공수역 생태계 재해생물 관리 기술

- 세계적으로 생태계 교란 생물이나 재해생물에 대한 관리기술 개발은 국가 별로 많은 관심과 노력을 기울이고 있으나, 자연 생태계의 구성원으로 특정 환경 교란에 반응하여 나타나기 때문에 범용성 있는 기술의 개발이 매우 어려움

- 대상 생물에 대한 특정 고도기술의 개발보다는 서식조건 변경 및 대상생물의 직접적인 제거, 구제에 대한 가이드라인이나 매뉴얼 개발 형태로 접근함

- 특히, 해당 생물의 생리 및 생태에 대한 면밀한 조사와 평가 및 환경위해성의 평가 등을 통한 자료와 지식의 축적과 함께 관련되는 타분야와의 적극적인 협력이 보다 효과적인 관리를 위해 강조되고 있음

□ 어도 운영 및 관리 기술

- 일본, 북미 등에서 경제성 어종의 산란기 이동로 확보를 위해서 많은 투자가 진행되어 다양한 어도기술 개발 연구가 1960년대부터 활발하게 시작됨
- 또한, 대형댐이 주로 조성된 북미의 경우 댐마다 어도와 함께 다양한 조사 및 관람 시설을 병행 설치하여 지속적인 예산반영의 필요성을 유도함
- 한국과 일본, 미국의 하천환경생태분야 관련특허의 동향

대상 특허수	대상국가	한국공개	일본공개	미국등록	PCT공개	합계
분석대상 유효 특허 수		278	424	45	13	760
점유율		37%	55%	2%	6%	100%

□ 국외 수질측정망 운영

- 독일
 - 수질관리는 연방정부-주정부-개별단위(District)로 구분하여 운영하고 있으며 각주마다 독특하고 고유한 표준절차(standard method)에 따라 운영·관리하고 있음으로 주·정부 수질자료는 on line으로 연결되어 많음
- 스페인
 - 9개의 큰 강을 따라 200여개의 측정소가 설치되어 있으며, 그 중 Duero강에는 29개의 측정소가 설치되어 있는데 데이터관리요원 1인을 제외하고 4명의 운영관리요원이 하루에 2~3개 측정소를 방문하여 점검하고 있음
- 일본
 - 수질 및 생태계의 광역적이고 급격한 변화에 대비하기 위해서 하천, 호소, 해역 등에 수질자동측정소 616개를 설치하여 상시 감시체계, 사전 경보체계를 구축하고 있음

□ 국민참여 프로그램

- EU
 - 유역관리 프로그램에 대중 참여를 유도하고 교육, 정보 전달체계 개발, 지역 특이성을 고려한 시민참여 기술개발을 기본으로 함
- 북미
 - 정보확산 및 인식증진을 위해 국내외 시민단체 및 환경단체와의 공조기술 개발 및 체계구축기술 개발에 많은 노력을 기울이고 있음

2. 국내 기술동향

- 하천기능별 하천관리 기술범위는 하천의 이수·치수·환경기능에 따라 구분될 수 있으며, 하천의 기능유지를 위한 큰 범위뿐만 아니라, 개별 하천시설의 계획·설계·준공·유지관리의 단계별 유지관리 기술을 포함함

〈하천기능별 하천관리 기술범위〉

구 분	하천관리 기술범위	비 고
이 수	• 지속가능한 수자원개발 • 효율적인 수자원관리 • 하천유지유량의 확보 • 합리적인 유수사용 조정	계획, 설계 단계
치 수	• 항구적 홍수피해예방 • 하천의 종합적인 정비계획 • 하천구역의 보전	계획, 설계 단계
환 경	• 하천의 보전·복원·이용에 관한 사항 • 수환경(수량·수질) 관리	계획, 설계 단계
시설물 관리	• 제방 등 물길안정시설의 유지관리 • 댐 등 하천수위조절시설의 유지관리 • 운하 등 선박 운항시설의 유지관리 • 인공서식처 등 하천환경시설의 유지관리 • 기타 시설물의 유지관리	준공, 사후평가, 유지관리 단계

〈기술적 지원 분야〉

구 분		주요 내용
치 수	홍수관리	• 이상강우 및 국지성강우 등에 대한 강우예측능력 개선 • 상류부 댐, 중류부 저류 및 다기능보, 하류부 배수갑문 등 다양한 하천시설을 고려한 홍수예보 필요 • 비상상황에 대비한 피난·대피 등 방재기준 마련 • 하천유지용수의 안정적 공급을 위한 댐, 저류지, 다기능보 등의 비홍수기를 대비한 운영방안 정립 필요
	하도관리	• 공사 후 하상변동 상황에 대한 모니터링 기준 및 기술마련 • 실시간 하천측량기술의 개발 • 하천측량정보에 대한 DB구축 및 하상변동현황 평가를 위한 시스템 개발 • 하상변동예측을 위한 강변 모형개발 • 하상퇴적시 하천관리상 지장을 최소화할 수 있는 준설관리계획 수립
	시설물 안전관리	• 하천시설별 유지관리 기준마련 • 하천시설별 모니터링 및 계속시스템 정립
이 수	하천유지 용수	• 댐, 저류지, 다기능보를 고려한 하천유지용수 평가기준정립 • 실시간 물관리를 위한 시스템 정립
	지하수	• 지하수 모니터링 시스템 구축 • 강별 지하수 영향예측 모형의 개발
환 경	수질보전 및 개선	• 수질개선 시설물의 종합운영관리
	환경사고 예방 및 대응	• 상시 수질감시체계 구축 • 비상대처계획의 수립

□ 유지유량 산정기술

○ 국토교통부, K-water

- 대하천의 물리적 환경변화를 고려한 유지유량 산정 및 고시자료를 실증 및 개선하여 장기 수자원 종합계획에 활용 가능한 수량관리 계획 수립
- 장기적으로 수질 및 생태환경을 고려한 유지유량 산정 및 평가 필요

○ 한국건설기술연구원 「에코리버21연구단」

- 하천의 치수 및 구조적 안전성 확보, 자연성 및 환경성 보전, 생태적 및 경제적 지속가능한 하천관리 실현을 위한 기술개발 수행
- 치수 위주의 홍수터 및 하도관리 기술과 생물서식환경조성 설계 기술개발 내용을 수행하였음

□ 하천 유사 및 하도관리

○ 첨단하천관리기술연구단에서 수행 중인 다기능보 배사효율 극대화 및 하류 세굴 방지 방안 연구의 성과와 연계할 수 있는 수리구조물의 구조적 개선 및 운영방안에 대한 기술적 검토가 필요함

○ 2010년 양양발전소 하부댐 하류역을 대상으로 유사공급의 최초 국내사례가 보고되었으나, 생물서식처 관리 및 수생태계 복원까지 연구를 발전시키지 못하였음

□ 공공수역 생태계 재해생물 관리 기술

- 국내에서 녹조 제어 및 관리기술을 제외하고는 유해 혹은 재해생물 관리와 구제에 뚜렷한 대책과 기술이 개발되지 않은 상태임
- 현재의 수준으로는 일부 위해 및 재해 잠재생물(큰빗이끼벌레, 끈벌레 등)에 대한 기초 수준의 생활사 및 생태 연구가 진행되고 있는 실정

□ 어도 운영 및 관리 기술

- 국토부, 환경부, 해양부, 농림부가 공동기준으로 제시하고 있는 하천설계기준 어도편은 어도 형식별 기준을 설정하고 있고, 이에 따라 다양한 기술이 알려져 있음, 이러한 기술의 대부분은 어도형태에 따른 블록 제품임
- 대하천에 필요한 실질적인 기술은 어도 길이에 적합하도록 길이에 따른 휴식과 서식공간의 배치기술, 수리적 대응, 중형단면과 이의 설계 및 시공, 하천어류의 유인 시설 및 기술로, 항목별 현장평가와 실내 수리시험을 통하여 대하천 어도 기준이 제시되어야 함

□ 빅데이터 처리 및 활용기술

○ 축적된 물관리 기술에 대한 정보를 요약 및 전달하기 위한 기술로 최근에 빅데이터에 대한 관심 증대

○ 빅데이터를 이용한 신규 서비스 발굴 및 기회, 데이터 분석기술 등은 최근 3년간 빠르게 증진되고 있으나 물관리 기술개발에 적용은 미비하고, 현재까지 축적된 자료, 정보량에 비해 활용성이 부족함

□ 국가 수량 및 수환경 측정망 현황

○ 국토부, 환경부, 농식품부 등

- 수위측정망, 수질측정망, 지하수측정망, 토양측정망 등이 중점관리 지점 위주의 자동측정지점이 구축 및 운영되고 있으며 많은 공공수역에 대해서는 수동측정방식이 적용되고 있음

- 수량, 수질, 생태를 통합 관리에 필요한 유량, 수환경 모니터링 지점 및 횡수에 일관성이 부족한 실정이며 특히, 생태환경 자료에 대한 불확실성 개선에 대한 연구가 미흡함

○ 환경부

- 수생태계 현황 조사 및 건강성 평가를 2007년부터 진행중이며, 4대강 하천 수생태계 측정망의 조사지점이 960개 지점으로 운영되고 있으며 하천생태계 복원사업의 기초자료로 활용하고자 함

3. 특허분석

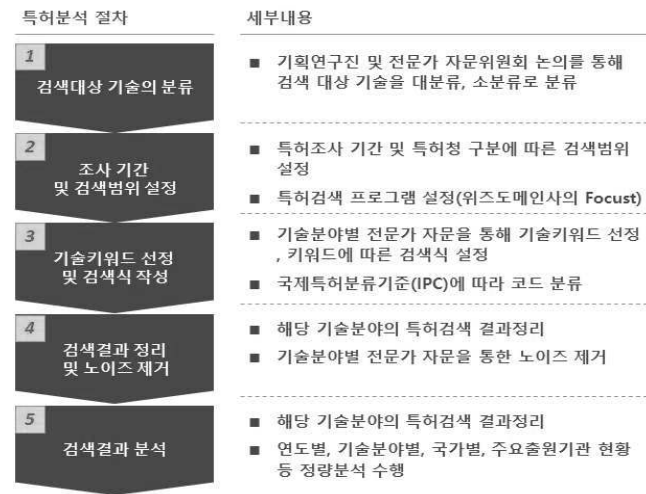
가. 특허 조사방법

□ 분석 목적

- 특허조사는 특허기술정보를 기술 분야별로 조사, 분류, 가공, 분석함으로써 과거부터 현재까지의 기술동향, 주요 주체별 특허동향을 파악하여 동 연구 기획의 중점추진분야 설정을 위한 객관적인 근거를 제시하기 위함임

□ 분석절차

- 동 기획에서는 검색대상 기술을 분류하고 조사기간 및 검색범위 설정, 기술 키워드 선정 및 검색식 설정, 특허 DB 검색 및 노이즈 제거를 거쳐 분석 대상을 확정하여 분석하는 절차를 따름



[그림 2-3-1] 특허분석 프로세스

□ 분석범위

- 특허검색은 6개 대분류, 3개 소분류를 기준으로 한국, 미국, 일본, 유럽, 중국 및 PCT에서 2005년 이후 공개, 등록된 특허를 대상으로 함
- 검색은 위즈도메인사의 Focust를 활용하였으며, 검색식 작성시 기술분야별로 특허청에서 제공하는 국제특허분류(IPC) 프로그램을 통해 section을 구분하여 1차적으로 노이즈를 제거함

나. 특허 정량분석

- 4개의 대분류별로 특허 검색수는 하천환경 적응관리기술 분야는 631건, 공공수역 건전성 확보기술 분야는 333건, 하천 연속성 확보기술은 1,159건, 정보통합관리 및 운영기술 분야는 378건으로 총 2,501건으로 조사되었음
- 분야별 년도에 따른 특허수는 연평균 10.5% 증가율을 보였으며 2010년부터 2012년 사이에 증가경향이 높다가 이후 다시 감소하는 것을 확인할 수 있었음
- 하천환경 적응관리 기술 분야는 연평균 9.6%의 증가추세를, 공공수역 건전성 확보기술 분야는 21.9%, 하천 연속성 확보기술 분야는 12.1%, 정보 통합관리 및 운영기술 분야는 26.3%의 증가율을 나타내었음



[그림 2-3-2] 최근10년 기획연구관련 특허건수 변화



[그림 2-3-3] 최근10년 기획연구관련 특허의 분야별 현황

4. 논문분석

가. 논문 조사방법

□ 분석 목적

- 논문조사는 논문문헌정보를 기술 분야별로 조사, 분류, 가공, 분석함으로써 과거부터 현재까지의 기술동향, 주요 주체별 논문동향을 파악하여 본 연구 기획의 중점추진분야 설정을 위한 객관적인 근거를 제시하기 위함임

□ 분석절차

- 동 기획에서는 검색대상 기술을 분류하고 조사기간 및 검색범위 설정, 기술 키워드 선정 및 검색식 설정, 논문 DB 검색 및 노이즈 제거를 거쳐 분석 대상을 확정하여 분석하는 절차를 따름



[그림 2-3-4] 논문분석 프로세스

□ 분석범위

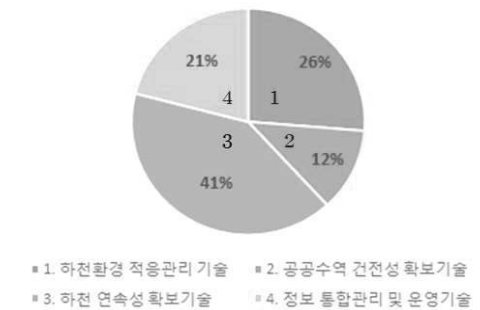
- 논문검색은 6개 대분류, 3개 소분류를 기준으로 2005년 이후 발표된 문헌을 대상으로 함
- 검색은 Thomson innovation 프로그램을 활용함(web of science)

나. 논문 정량분석

- 4개의 대분류별로 논문 검색수는 하천환경 적응관리기술 분야는 671건, 공공수역 건전성 확보기술 분야는 303건, 하천 연속성 확보기술은 1,043건, 정보통합관리 및 운영기술 분야는 535건으로 총 2,552건으로 조사되었음
- 분야별 년도에 따른 논문수는 연평균 12.3% 증가율을 보였으며 2009년까지 완만한 증가세를 보이다가 점차 활발해지는 것을 확인할 수 있었음
- 하천환경 적응관리 기술 분야는 연평균 12.6%의 증가추세를, 공공수역 건전성 확보기술 분야는 19.1%, 하천 연속성 확보기술 분야는 12.1%, 정보 통합관리 및 운영기술 분야는 16.4%의 증가율을 나타내었음



[그림 2-3-5] 최근10년 기획연구관련 논문진수 변화



[그림 2-3-6] 최근10년 기획연구관련 논문의 분야별 현황

- 대분류 4개 분야별 논문의 국가별 현황을 분석한 결과, 모든 분야에서 미국에서의 논문발표 현황이 가장 많았으며 다음으로 네덜란드, 영국, 독일에서 논문 검색수가 많은 것으로 분석되었음



[그림 2-3-7] 대분류 분야의 국가별 논문 현황