

생태하천조성사업의 미래 기술개발 방향



박진원

(주)이산 수자원부 이사
watercall@daum.net

1. 생태하천의 개념 정립

생태하천 사업은 국토교통부의 생태하천조성사업과 환경부의 생태하천복원사업으로 이원화되어 추진되고 있다. 그러나 사업의 성격은 명칭의 유사함과는 달리 다소 차이가 있다. 국토교통부와 환경부의 지침, 국가 R&D 연구사업 등의 결과를 토대로 생태하천 조성사업의 개념을 정립한다면 생태하천 조성사업은 하천의 안전성을 충분히 확보하고 하천이 지닌 본래의 자연성과 생태적인 기능, 건전한 물순환을 유지하여 하천본래의 기능을 충분히 발휘할 수 있도록 하는 활동으로 정의할 수 있다.

1) 자연친화적 하천관리에 관한 통합지침(2009, 국토교통부)

- (자연친화적 하천관리) 하천의 치수 및 이수 능력을 고려함과 동시에 풍요로운 하천환경의 보전, 재생 및 복원을 위한 다양한 하천관리 노력
- 자연친화적 하천관리의 목적
 - 홍수피해 저감과 함께 하천과 주변 지역의

자연 생태계를 보전 또는 복원

- 자연 생태공간인 하천 안팎에 다양한 생물 서식공간 확보
- 친수기능을 부여함으로써 국민의 삶의 질 향상
- 지역사회와 연계된 하천변에서 역사·문화 등에 관한 지속적인 하천관리

2) 생태하천 복원 기술지침서(2011, 환경부)

- (생태하천) 하천이 지닌 본래의 자연성과 생태적인 기능이 최대화 될 수 있도록 조성된 하천
- (생태하천 복원) 하천내외의 인공적인 생태계 교란 요인을 제거하여 자연에 가깝게 복원하고 건강한 생태계가 유지될 수 있도록 지원 혹은 관리해 나가는 활동

3) 자연과 인간이 공존하는 생태하천조성기술 개발(Green River) 연구단(2012~2017)

- (하천환경) 물과 유사가 흐르고 이동하는 하천과 주변 공간의 통합체인 하천의 수량, 수질, 생물과 공간 등으로 구성되고 안정화 되는 자연 및 인위적 경관
- (하천환경관리) 하천과 그 유역의 치수와 이수 기능에다 자연보전과 복원, 친수, 공간 기능 등 하천의 환경 기능을 최대화시키고, 그 역기능을 최소화하여 자연과 사회 환경 기능을 보전하거나 창출하는 조직적인 제반 활동



- 하천복원(River or Stream Restoration)
 - 인간의 과도한 개발보다는 환경 측면에서 보호하고 복원시키고자 자연과의 조화를 찾는 일을 말하며, 건강한 하천을 유지하는 생태진화 과정을 다시 찾아 만들거나 스스로 만들도록 유도해 주는 것
 - 과학기술 측면에서 보면 인간의 하천유역 개발로 교란되기 이전의 수생태의 기능과 구조, 그와 관련된 물리, 화학, 그리고 생물학적 특성의 회복을 말하며, 간단한 돌무더기와 같은 생물서식처 창조, 재생, 창출에서부터 하천이 갖는 대규모 물리적 형태의 다양성과 생물 서식 등 개개 요소를 통합하여 복원하는 시스템적 과정
- 자연친화적 하천관리(close-to-nature river management)
 - 하천복원을 목표로 하나 하천의 치수 및 이수 능력을 고려함과 동시에 풍요로운 하천환경의 보전, 재생 및 복원을 위한 다양한 하천관리 노력으로 정의되고, 하천(환경)관리 사업 시 이수, 치수, 환경, 문화, 역사, 경관 등 다양한 기능을 종합적으로 고려하여야 함

- 과 환경의 질 개선 증대 요구
 - 자연친화적 하천관리지침 제정, 하천정비기본계획 수립 규정 개정(96)을 거쳐 오산천, 경안천 등 7개 지구 하천환경정비 사업 착수
- (2000년대) 자연친화적 하천정비 기반 조성
 - 시범사업 평가 등을 통한 성과확산의 시기로 국가정책 차원의 종합계획 수립, 환경친화적 공법 적용 본격화
 - 수자원장기종합계획에 하천환경계획을 포함(01), 국가·지방하천을 대상으로 생태하천 조성사업을 본격 착수
 - 하천환경 복원, 자연형 수질개선 시설 적용, 습지·구하도 복원·수생태 공간 조성을 통합 다양한 생물 서식기반 확대
- (2010년대) 생태하천조성사업의 확대
 - 하천환경사업의 다변화(청계천 복원, 4대강 살리기, 생태하천 조성, 고향의 강 정비 등)
 - 중소도시 생태하천 조성사업으로 도시 주민 삶의 질과 정서 함양, 지역 중심의 어메니티 향상
 - 오산천, 전주천, 함평천(나비 등 생물 테마형), 경안천 등 도시와 전원하천의 생물 서식환경 증진, 수환경 개선, 친수활동 증대로 생태하천 조성에 대한 수요 증대

2. 생태하천조성사업의 목적 및 연혁

1) 생태하천조성사업의 목적

홍수에 안전하면서도 생태·문화가 살아있는 쾌적하고 친환경적인 하천공간을 조성해 안전한 국토, 자연과의 조화와 공존, 하천 개성 창출의 공공복지를 통해 건강한 국민의 삶을 보장

2) 국내 생태하천조성사업의 연혁

- (1990년대) 자연친화적 하천정비방식 태동
 - 92년 기후 변화 대응과 생태계 복원의 Rio 협약(Agenda21), OECD 물환경 지표, UN 환경계획, WHO 등 국제기구의 생물다양성

3) 수질관리 대책 수립

- (1960년대~1990년대) 다목적댐 건설 시 하천 유지유량 확보
- (2000년대 이후) 기후변화 및 하천환경 변화에 따른 수질악화에 대응하기 위한 관계부처 합동 종합대책을 수립하여 추진
 - 댐·보·저수지 연계운영을 통한 녹조저감 및 수질개선 추진, 수질모니터링, 조류경보제 시행, 수질정화 및 오염원 저감 추진
 - 환경부는 하천·호수의 생활환경기준에 TOC 항목을 도입('13)하여 난분해성 유기물질까지 관리 범위를 확대

- 좋은 물 달성 비율은 '05년 77.0%에서 '15년 83.3%로 증가

4) 하천유지유량 확대고시

- (1990년대) 하천유지유량의 법적 근거 마련 ('99) 및 수계별 하천유지유량 산정 연구 수행
- (2000년대 이후) 하천유지유량 산정요령 제정('00), 하천유지유량 고시(국가하천 위주, '06), 하천법 개정('07), 주요 지류하천까지 확대고시('15)
- 25개 하천 60개 지점('06), 아라천('11), 66개 하천 76개 지점 등 15년말까지 113개 지점 고시(변경 또는 중복지점 고려)

3. 해외사례

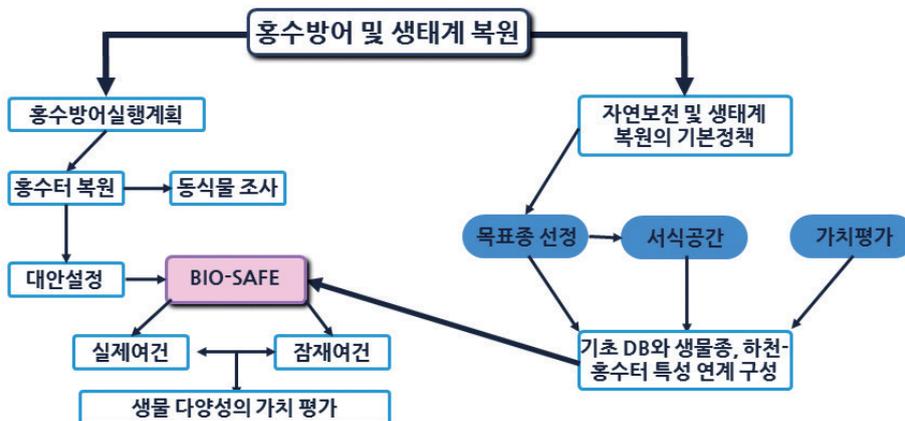
1) 기본방향

미국, 유럽, 호주, 일본 등 주요 선진국들은 기후 변화 대응, 하천 생물다양성 증대 및 생물종 복원을 위해 하천생태계 보전 및 복원 정책을 자체 또는 국가간 통합 조직을 통해 집중 개발하여 활용하고, 관

2) 해외 생태하천조성사업의 발전추세

- (유럽) 2002년 European Water Framework Directive 이후 유럽 전체 하천유역에서 생물 다양성 증대 및 하천유역 복원을 위한 프로그램(BIO-SAFE 등)을 단계적으로 추진 중
 - 하천복원사업 종합관리와 모니터링 기법(영국), LAWA의 하천물리구조평가지시시스템(독일), 하천공간 복원 프레임워크(네덜란드) 등을 통합 및 기술지침으로 활용
- (미국) 1960년대 이후 수자원개발법, 홍수터관리법 등의 제정·시행으로 하천유역의 보전 및 복원을 위한 생태수리학, 수문학, 하천생태계의 조사·해석·평가 등 기술의 선도
 - 연방정부 하천수변 복원지침 개발 및 활용으로 국제 하천복원사업의 기술 선도
 - 캘리포니아, 미시시피 등 하천의 홍수터 확보 및 복원 사업의 제도화, 법제화, 기술지침 연계한 기후변화 대응과 생물 서식처 복원사업 추진

홍수위험도 관리와 생물 다양성 복원(BIO-SAFE) 개념 프레임워크



자료 : 수자원정책 비전(한국수자원학회, 2014)

하천지형과 생태 복원 예(미국 Kissimmee강 습지 및 사행하도 복원)



자료 : www.ces.fau.edu/riverwoods/kissimmee.php

- (일본) 1980년대 이후 하천환경 조사와 다자연 하천조성, 자연 공생형 하천, 자연재생사업의 제도화 · 법제화 등을 통해 하천환경관리 정책을 추진
 - 2014년 기준으로 하천공간 복원을 위해 하도개선과 홍수터 복원사업 46개 시행 중(국토교통성)
 - 하천환경조사의 체계화, 자료의 정보화 등
 - 하천과 하구, 연안구역의 생태계 네트워크 형성과 서식처 제공을 위한 연계모델 개발과 복원사업 시행 중(철새의 서식공간 복원, 관리 등)

4. 생태하천조성사업의 기술개발 방향

1) 기술의 한계

- 선진 해외에서는 자연성 회복을 목표로 자연적인 하도변화를 수용하여 하천을 계획 · 정비하는 반면 우리나라에서는 변화를 억제하는 저수로의 자연석 쌓기, 고수부지 수목 식재, 불필요한 시설 도입 등 하천의 특성을 고려하지 않은 생태하천조성기술이 검증없이 도입
- 각종 공법들이 생태계 건전성과 치수상의 안전성에 대한 면밀한 사전 검토 및 전후 모니터링에 의한 분석 · 평가 없이 무분별하게 도입
- 장기적으로 치수적 측면에서 불리한 여건을 형성할 수 있으며 고비용-저효율의 하천사업

으로 전략할 우려

- 근본적인 원인으로는 지형, 생태계, 수환경, 하도 특성 등에 대한 정량적인 특성을 규명하고자 하는 평가기법이나 요소기술의 개발이 충분히 이루어지지 못한 기술적인 문제도 있음
- 우리나라 하천환경에 대한 조사 및 연구는 물론 하천환경 평가기법의 개발 및 각종 공법들에 대한 기술적인 기준 마련이 필요

2) 기술개발 방향

- (하천의 연속성을 고려한 생태하천) 하천 상 · 하류의 연속성과 유역생태계 전체를 고려한 하천 관리로 패러다임을 전환할 필요
 - 하천 횡단구조물을 철거하거나 하천특성에 적합한 생물 이동통로의 개발을 통해 어류의 이동뿐만 아니라, 다양한 생물들의 이동, 토사의 이동, 유기물의 이동 등 하천의 연속성을 고려하는 생태하천조성기술의 개발이 필요
- (수체의 특성을 고려한 생태하천) 우수역, 정수역 등 하천의 물리적 · 수리적 특성에 따른 생태계 구조 및 이를 반영한 생태하천조성기술이 필요
- (고유 생태환경을 고려한 생태하천) 외국에서 개발된 공법의 단순모방에서 벗어나 하천의 하상변동, 하천형태 변화 등 물리적 영향과 수질 변화, 오염된 저니 이송 · 퇴적 등 화학적 영향, 그리고 생태 서식처 변화 등 생물적 영향 등 고유의 특성을 반영할 수 있도록 하는 생태하천조성기술이 요구

- (하천유량이 유지되는 생태하천) 기준갈수량 등 일률적인 하천유지유량에서 벗어나 하천의 특성을 고려한 하천유지유량 산정 및 유지용수 확보를 위한 생태하천조성기술이 요구
- (하도가 역동적인 생태하천) 하천의 다양한 서식처 조성과 다양한 수생식물대 조성을 위해서는 자연의 수리적 작용에 의해 만들어지는 사행수로가 필수적
 - 치수의 안전성과 서식처의 다양성을 동시에 달성하는 수로조성 기술의 개발이 필요
 - 하안과 제방사면의 식생복원 기술, 생태적 추이대(ecotone)의 기능 회복, 식생여과대 복원을 통한 자연정화기능 확보, 하천 생물종의 서식처 제공 등의 기술이 필요
- (유역개념이 적용된 생태하천) 건강한 생물상의 형성을 위해서 하천과 호수 등의 수중생태계, 수변 식생대, 육상식생대의 종⋅형적 연계가 필요
 - 이러한 생태벨트 조성은 생물의 생활상과 주변의 지리적, 지형적, 환경학적 특성을 고려한 기술의 개발의 필요
 - 생태벨트는 비점오염원 관리차원에서의 하천변 완충식생대 및 수변녹지 확보, 자연형 하천수로 개선, 천변 습지 등의 생태계 관리 기술과도 연계

5. 결론 및 제안

하천설계기준에 따르면 하천사업은 하천의 안정성을 충분히 확보하고 자연의 다양성과 건전한 물순환을 유지하며 하천본래의 기능을 충분히 발휘할 수 있도록 계획되고 실시되어야 한다고 제시하고 있다. 방법론의 차이는 있겠지만 미국, 유럽, 일본 등도 이러한 목표를 가지고 하천생태계 보전 및 복원 정책을 추진하고 있을 것으로 사료된다.

하천을 본래의 모습으로 되돌리기 위해서는 물리

적인 복원도 필요하지만 생물서식처 복원을 통한 생물 다양성 증대가 필수적이다. 생태하천조성사업을 통해 생명이 살아있는 물환경을 구축하고 자연과 인간의 상생, 사회적·경제적 가치 창출, 국민의 공공 복리 향상 등을 추구해야 할 것이다.

마지막으로 지속가능한 생태하천조성기술의 개발과 함께 조성사업의 활성화를 위한 제안사항은 다음과 같다.

1) 하천환경 조사와 평가

- 하천환경(하천 물리, 화학, 생물 등) 조사와 평가기법의 체계화, 이를 DB화하여 관리할 수 있는 정보시스템의 구축 및 운영이 필요
 - 국토교통부-환경부-행정안전부의 분리된 생태계 지표의 통합 및 평가체계 개발이 요구

2) 하천유역수자원관리계획

- 수자원의 조사·계획 및 관리에 관한 법률의 하천유역수자원관리계획에서 유역기반 하천복원 목적과 목표를 구체화하는 것이 필요
 - 환경지표 개발 및 분석, 국가 하천환경 개선 목표, 지역환경 목표 등의 제시

3) 유역단위 하천복원 프레임워크

- 기후변화 대응과 생물 서식공간 확대를 위한 하천공간 복원 프레임워크 개발이 필요
- 복원대상 생물종의 다양성 확대, 하천생태 서식처 해석 기법 등의 개발과 적용, 교육과 하천역사 문화 등 다차원적 활용 대책 등을 개발

4) 생물서식처 해석기술 개발과 적용

- 자연친화적 하천환경 관리로 하천 생물 다양성 증대 및 지속성 보장을 위한 프로그램의 개발이 필요(생태계의 구조 및 기능 조사, 하천의 구조 및 생태 서식환경 조사, 하천생물 서식처 해석기법 개발 및 개선, 하천 유지유량 산정 고도화 등)