

하천환경사업의 현재와 전망



김규호 ▶▶▶

한국건설기술연구원 수자원환경연구본부
그린리버연구단 단장
khkim1@kict.re.kr

1. 서론

1992년 Rio 정상회담에서 정의한 Agenda21의 물 관리는 “소중한 생태계의 지속가능성을 보장하고, 공평성을 유지하며, 국가경제와 사회복지를 극대화할 수 있도록 하천유역 단위의 수자원과 하천, 토지 및 관련 자원을 통합 개발 관리하는 것”으로 정의되며, 이를 달성하기 위한 필수 수단은 (1) 국가 수자원 및 하천유역 관리 정책, 법령, 투자 자원, (2) 국가 수자원 및 하천유역 관리 조직 체계 및 그 능력 배양, (3) 수자원 및 하천유역 관리를 위한 각종 기술, 행정 및 규제 수단을 통해서 가능하다고 하였다.

최근 하천유역 관리에서 가장 큰 이슈는 기후변화에 따른 홍수와 가뭄, 물 관련 산업의 대응과 적응 관리, 개발 지향적 산업화와 도시화로 사라져가는 하천생태계의 보전과 복원이다. 이를 통해 국민

의 쾌적한 삶과 사회 환경의 안정성을 보장하면서 지속가능한 경제 발전을 통해 국민의 행복 증진과 국토의 건강성을 유지 보전하여야 한다. 따라서 하천유역을 홍수에 안전하며 자연과 인간이 공존하는 터전으로의 복원과 그에 따른 하천생태계 보전, 그리고 중요 생물 보호와 친수기능 등 하천기능의 강화와 융합을 추구하는 하천(환경)사업이 요구된다. 즉, 유역단위의 기상, 지형, 하천구조, 수리와 수문, 수환경, 특히 하천생태계를 보전하고 복원하는 길이라고 말 할 수 있다(WHO, 2005; 한국하천협회, 2013.5).

OECD 2030년 환경전망보고서는 최우선적으로 시급히 대응해야 할 환경문제는 Table 1의 향후 환경전망 신호등에서 기후변화, 생물다양성 손실, 물 부족, 환경오염 및 유독화학물질에 의한 건강에 미치는 영향임을 밝힌 바 있다(OECD, 2008). 이에 따라 새로운 정책 조치가 취해지지 않는다면 지속적 경제 번영을 위한 환경적 기반이 향후 몇 십 년 내에 돌이킬 수 없을 정도로 바뀌는 위험을 초래할 수 있다. 이런 위험을 피하기 위해서는 기후 변화, 생물다양성 감소, 물 부족, 오염 및 유해 화학물질로 인한 건강영향의 "적신호" 환경문제에 대한 시급한 대응 조치가 필요하다고 하였다(OECD, 2012).

Table 1. 2030 OECD 환경전망 신호등

	 [청신호]	 [황신호]	 [적신호]
기후변화		• GDP당 온실가스 배출량 감소	• 지구전체 온실가스 배출 • 기후변화의 증거 증가
생물다양성 및 재생가능 자연자원	• OECD 회원국의 산림지역	• 산림관리 • 보호지역	• 생태계의 질 • 생물종 감소 • 외래종 침입 • 열대림 • 불법 벌목 • 생태계 연속성 단절
물	• OECD 회원국의 점오염원에 의한 수질오염(산업, 지자체)	• 지표 수질 및 하수처리	• 물 부족 • 지하수질 • 농업용 물이용 및 오염
대기질	• OECD 회원국의 SO ₂ & NO _x 배출	• PM & 지표 오존 • 도로 교통오염	• 도심 대기질
폐기물 및 유해화학물질	• OECD 회원국의 폐기물 관리 • OECD 회원국의CFCs 배출	• 생활폐기물 발생 • 개도국의 CFCs 배출	• 유해폐기물 관리 및 운송 • 개도국의 폐기물 관리 • 환경과 제품의 화학물질

[주] 청신호 = 관리가 잘된 또는 최근 상당한 성과가 있으나 경각심을 가져야할 환경문제. 황신호 = 현안 과제로서 관리가 개선되거나, 현 상황이 불확실한 환경문제 또는 과거관리가 잘 되었으나 현재는 그렇지 않은 환경문제. 적신호 = 관리가 안 되어 심각 또는 악화 상황에 있으며, 시급한 관심이 필요함을 뜻함

2. 하천환경 사업의 현황과 미래

우리나라에서 하천환경기술 개발과 사업은 1990년대 후반에서 2000년도 초반에 본격적으로 시작되었고, 그 동안 사회와 하천 행정상의 수요로 선진국과 같이 포괄적이고 기본적인 절차와 기술은 비교적 잘 제시된 바 있다(국토해양부, 2009). 하지만, 지형과 지리, 하천, 생태, 수질분야 등 다양한 전문가가 참여하여 하천유역 시스템의 다양성과 역동성, 하천 고유의 중형적 연결성을 고려한 하천환경기술은 구체화 되지 못한 상태이다. 또한 이 기술을 국가 하천계획과 설계에의 반영 및 시행, 그리고 사업 후 모니터링 및 유지관리에 적용될 필요가 있다.

근래 각 부처 주관 하천환경 및 복원사업, 4대강 살리기 사업 등으로 하천환경에 대한 국민의 관심이 높아지고 있고, 앞으로도 지류와 다른 수계의

자연친화적 생태하천 조성이 추진될 예정이며, 국토교통부의 하천환경사업 비전인 '생명이 살아있는 물 환경 조성'에 따라 미래 지향적, 창조적 하천환경사업이 지속될 것이다.

2.1 다양한 하천환경사업과 그 추이

세계적으로 하천환경사업을 선도하고 있는 네덜란드와 유럽에서는 홍수에도 안전하며 하천생물에게 서식처를 제공하는 하천홍수터를 공간 개념에서 복원하고자 하는 'Room for the river' (EU Water Framework Directive, 2000) 정책이 채택되면서 전 세계적인 하천복원의 추세로 끌리고 있다. 특히 독일, 스위스, 일본 등에서 시작된 하천환경 복원은 이후 미국, 유럽권 선진국을 중심으로 하천 공간 복원사업과 친수 공간, 즉 Waterfront 사업을 다양하게 추진해 나가고 있다.

우리나라는 하천의 지형과 구조 복원, 통수능 확보 및 홍수량 분담을 위한 하천공간 재생 기술은 현재 천변저류지를 조성하는 저류공간의 계획단계에 머물러 있다. 이 중에서도 홍수에 안전하면서 하천의 옛 모습을 되찾고, 하천생태환경의 보전 및 복원을 위한 생물서식 공간 중심의 대책이나 기술 개발, 법의 시행 및 제도화는 구체화 되지 않고 있다. 특히 하천환경의 변화에 따른 멸종위기종이나 유역 및 국가간 중요종과 같이 복원시키고자 하는 복원 목표종에 대한 대체서식처 조성 기술을 포함한 유역차원의 Green Network 조성 기술은 초기 단계에 있다.

최근에 국내외적으로 물 관리 분야의 다양한 대책사업 및 이상기후 변화에 대응하기 위하여 하천환경 복원의 패러다임이 변화되었고, 하천환경 분야, 주로 수질개선·생태복원 등의 기술 개발 및 이를 산업화한 해외 진출이 개발도상국 등에서 매우 중요해질 것으로 전망된다. 주로 국토교통부 주관의 '4대강 살리기 사업', '지방하천 살리기 사업', '고향의 강 사업' 등 많은 중대형 사업이 진행되고 있어 자연친화적 하천조성은 향후 국내 하천사업의 주된 방향으로서 점진적으로 수요가 확대될 것으로 본다.

21세기 지구환경 보전 종합계획인 Agenda21에 의해 국제 환경규제 강화와 환경-무역 연계 협정에 따른 친환경 기술 수요가 급증하고 있다. 특히 차세대 유망 산업으로 환경을 혼합한 수자원 관리시장이 주목을 받고, 전 세계 물 시장 규모는 지난 20세기 산업화와 도시화로 인해 크게 성장하여 2006년 기준으로 약 2,600억 달러 규모로 추산되며 향후 10년간 5.5% 성장을 지속하여 2016년 연간 6,290억 달러의 시장을 형성할 것으로 전망된다.

국내 정부 계획에 따르면, 2008~2010년에 투입하는 물산업 관련 예산은 5조 5,306억원(48.6억\$)이며, 2011~2012년에 3조 9,604억 원(34.8억\$)의 투입을 계획하여 왔으며, 관련 국내 시장은 하천정화/복원/정비사업 및 물 재이용 사업 분야

로 2009년 현재 20,000억원 2015년에는 50,000억원으로 추정되고, 자연형 하천복원분야 투자계획은 2015년까지 총 20,758억원으로 총 환경관련 투자의 39.9%를 차지한다(국토해양부/한국건설교통기술평가원, 2012).

2.2 국내 하천환경사업의 변화와 전망

국토교통부에서는 1998년부터 경기도 오산천을 시작으로 전국의 국가하천에 대해 자연친화적 '하천환경정비 시범사업'을 시행해 왔으며, 2005년부터 전국 도시하천을 대상으로 도시별 '테마형 도시생태하천 조성사업'이 필요한 울산시 태화강(수질 개선, 도심내 생태수변공간 조성), 함평시 함평천(지역 나비 축제와 연계한 나비 생태공원 조성; Fig. 1 참조) 등 50개 지구를 선정하여 2011년까지 사업비 1조1,810억원을 투자하여 301km를 시행한 바 있다.

또한 4대강사업과 병행하여 2010년부터 '고향의 강' 사업을 전국 중소하천에 추진 중(2010년에 15개 하천, 2011년 이후 230개 하천)이며, 이 사업은 하천공간의 재생, 수변 어메니티 조성, 하천소재 및 하천내 수질정화 관련 기술 수요가 급증할 것으로 예상된다. 특히 '4대강 살리기 사업'이 사업이 완공되면 홍수와 환경 기능이 보강된 유지관리(적용관리) 기술 수요가 급증할 것으로 판단된



Fig. 1. 함평천 홍수터와 구하도의 생물 서식공간 복원(김성환, 2013)

다. ‘고향의 강’ 사업은 연 예산 약 7천억 원, 한강 르네상스 사업과 같은 지자체 자체사업(연간 1,000억원)의 추진으로 하천환경 관련 사업은 연간 1조원 이상으로 추정된다.

각종 설문조사 결과, 향후 지향해야 할 하천관련 생태, 친수하천 기술의 개발방향은 쾌적하고 안전한 수변공간 조성기술의 개발과 생태네트워크 구축 등으로 나타난 바 있다. 기존 Ecoriver21 연구개발사업, EcoSTAR 사업 등과 같은 기존 하천관련 기술개발 사업과 정책적으로 연계하고, 앞에서 제시한 Green River 연구개발 사업과 같은 새로운 기술의 확장과 고도화가 필요한 것으로 나타난 바 있다.

3. 국내 하천환경사업의 개선 의견

하천은 우리가 이 땅에서 살아가는 한 후세들이 영원히 함께할 불가분의 관계에 있는 우리 생활과 생물의 터전이다. 이러한 여건에 따라 최근 정부에서는 지속가능한 수자원 관리와 더불어 하천 생태계의 보전과 복원을 통한 쾌적한 삶과 사회 환경의 안정성을 보장하면서 창조적 경제발전과 국민 복지 및 생태환경을 통한 치유 기능 등의 기술이 필요함을 제시한 바 있다(국가과학기술위원회, 2012.4; 국가과학기술심의회, 2013.7).

한편, 현재 연평균 1조 원 이상의 정부예산(국토해양부, 환경부, 행정안전부, 지자체 등)이 친환경 하천사업에 투입되어 다양한 하천생태복원 사업이 시행되고 있으나, 다음과 같은 환경, 사회 경제, 제도적 문제점이 유발되기도 한다.

- (1) 우선 기후변화와 그에 따른 이상 기후는 극한 홍수와 가뭄으로 하천 수환경과 생태계의 변화를 초래하고 있으며, 이에 따라 하천공간과 하천시설물의 고유 기능과 생태 기능의 조화를 통한 대응이 매우 시급하고, 하천생태계를 보전하고 복원을 위해 하도를 넘어 제내지 홍수터와 하구를 포함한 하천유역 전체를 아우르는 생물 서식처와 하천 홍수터 공간 보전, 복원 및 재생 사업이 다양하게 추진될 필요가 있다(De Nooij et al., 2001).
- (2) 향후 하천사업을 주도할 하천환경사업이 국가 하천계획에서 주도권을 갖지 못하고 현 하천기본계획 등에서 부분 계획 및 별도 사업의 형태로 추진되어 왔다(국토해양부, 2012.9).
- (3) 하천환경사업의 필수인 표준적인 절차를 통한 목적 달성 여부, 사업의 지속성, 하천환경의 지속성을 고려한 절차 및 기술에 대한 실험실증과 현장 적용성, 그리고 국토환경 관리 지표로의 발전이 부족해 보이고, 다양한 다학제간 전문가 참여를 통한 의사결정 체계 수립과 시행의 미흡, 사업의 지속 가능한 계획과 시행, 유지관리 문제점 지적 등이다.
- (4) 과도한 시설 도입과 하천의 장식화 등으로 홍수에 취약하여 파손 및 유실 발생하여 투

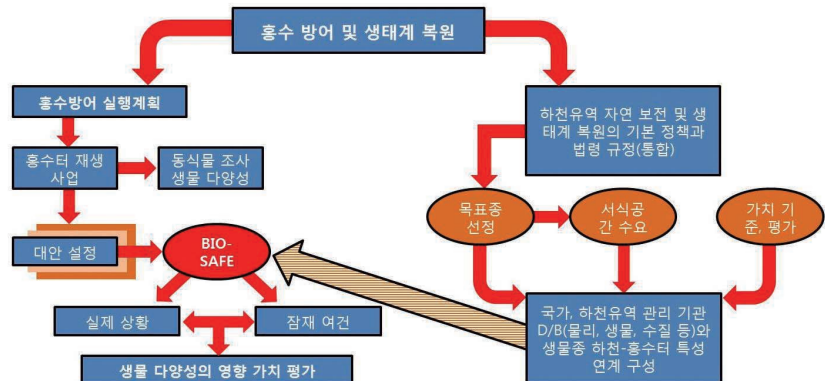


Fig. 2. 유럽 라인과 뮌스터 강 유역의 홍수 위험도 관리와 생물 다양성 복원 (BIO-SAFE) 개념 프레임워크(De Nooij et al., 2001)

자 효율성 논란으로 사업 추진동력의 주춤, 특히 토사 퇴적 및 세굴 등의 하상변동에 의한 하천 고유 기능 상실과 하천의 접근성과 친수성의 상실 등이다.

- (5) 하천유역 자체의 시스템적 구조에 따른 본류와 지류, 지류 하천횡단구조물에서 발생하는 이동 장애, 생물 이동과 서식 등의 연결성 단절로 인한 생태복원 효과 미미와 관심 감소 등이다.

하천환경사업은 각 나라의 국토, 지리, 기후, 생물, 생태, 국토 이용관리와 정책 등이 자연과 사회경제, 인문사회, 현지 환경에 맞는(Ad-Hoc) 최적 기술 개발이 필요하며, 하천유역에 발생하는 각종 인자의 복잡성으로 인해 전문가 집단 간의 다학제간 융복합 연구가 필수적이다. 국내의 경우 부분적인 다학제간 융복합 연구 수행이 이루어지고 지고 있으나 개발된 기술의 융합, 과학 기반의 실증과 현장 적용성이 미흡한 실정이다.

이 하천환경사업은 사회적 수요 및 표준화 과정, 세계 및 국가 하천관리 패러다임의 변화에도 불구하고, 독립 또는 치수계획에서 융합 내지 대등한 법적 위상과 국가하천계획에서 아직까지는 주도권을 갖지 못하고, 현재의 하천법상 유역종합치수계획, 하천기본계획 등에서 부분 계획 및 별도 사업의 형태로 추진되어 왔다.

이를 위해서는 자연친화적 하천관리 개념에 따른 하천환경 및 홍수관리 사업은 기본적으로 하천유역을 대상으로 지형 및 토지 이용 계획, 홍수와 생태 수리수문과 생태계의 종적 연계, 수생역인 하도와 홍수터와 육상의 횡적 연결성의 확보, 그리고 하도내 생물 서식처 및 생태 환경 조건 개선을 위해 사전 하천환경조사 및 자연도 평가, 유역 공간 지형에 근거로 수리수문과 수환경의 연계 해석, 관련 계획의 수립 및 설계, 단계적 공사와 모니터링, 유지관리의 표준 절차에 따른 것이 가장 바람직하다.

또한 국내 대부분의 하천환경기술은 일부 하도 개량 및 복원을 위한 생물 서식처 공법과 하도내 구조물 개선, 특히 호안의 구조개선과 식생 블록 호안 등 일부 호안공법 개발을 중심으로 이어져 왔다. 반면에 우리 하천의 물리, 화학, 생물, 기후학적 다양성에 입각한 하천환경 개선 및 복원을 위한 사회적 수요와 산업구조 기반은 어느 정도 형성되어 있으나, 공간상 하천유역, 개념상 하천스스로의 조성(自持, self-sustaining), 그리고 대체 서식처 또는 복원기술을 포함한 유역차원의 Green Network 조성기술의 개발이 필요하다.

4. 하천환경사업의 활성화 방안

우리나라 하천관리 주무부처인 국토교통부는 2000년대 들어 국민의 삶의 질 향상과 다음 세대를 위한 깨끗하고 살기 좋은 국토환경의 조성, 복원 차원에서 하천의 환경적 기능의 개선, 복원사업을 시작하였으며, 2005년 이후부터 전국을 대상으로 본격적인 사업 계획을 수립하고 시행 중에 있다. 여기에는 국토의 균형 발전 및 고품격 국토환경 조성을 위한 4대강 살리기 사업과 연계한 하천유역 단위의 생태하천 조성, 하천수질 개선, 유역단위 생태계 복원 등 하천환경 전문분야에 대한 문제 해결 대책, 사업 후의 유지관리 대책, 이 후의 국가 하천 및 지천 살리기, 고향의 강 사업 등 다양한 하천사업을 위한 지속적인 기술 개발과 법의 반영, 법정 계획 수립 및 시행의 제도화가 필요한 상태이다.

자연친화적 관리는 하천의 물리(하천 지형, 수리수문, 생물(동식물), 화학(수질), 그리고 친수(자연과 인간 공존의 터전)의 4대 요소를 포괄한 방향으로 정해서 하천유역을 상대로 법과 제도적 뒷받침이 필요하다. 이는 기본적으로 구간 단위가 아닌 중규모 수계나 유역, 앞 4대 요소의 조화, 사전 하천환경의 조사와 평가, 계획, 설계(시공 포함), 유

지관리, 모니터링이라는 표준 절차를 거치는 것이 가장 바람직하다.

외국에서는 하천환경조사와 평가, 생태 복원 지표의 설정, 특히 하천생태 환경관리 구간의 지정과 복원에 우선권을 두고 있다. 여기에서는 강우, 홍수량과 같은 사전 수문조사와 설계홍수량 산정, 그에 따른 홍수계획이 선순환 구조로 이루어진 것과 같다. 현재 우리나라는 유역조사나 다른 하천조사에서 하천환경 조사 기법은 제시되어 있지만, 실제 조사 사업이 시행되지 않아 하천환경계획 수립에 한계가 있는 실정이다. 따라서 하천기본계획 수립 대상 수계에 대한 사전 하천환경조사와 평가(주요교란과 자연도)를 어떤 기간과 예산, 대상지를 중심으로 추진 할 건지가 중요한 문제이다.

이를 위해서는 하천법에 따른 법정 계획인 하천기본계획에서 사전 하천환경 조사를 시행하는 방안이 있으나, 이는 시기와 기간, 예산 등으로 조사결과 및 활용의 전문성 부족으로 기술정책의 신뢰도 저하가 우려되는 바, 국토교통부 하천법과 제도상에서 하천환경조사의 제도화가 필요하다고 본다.


하천환경사업을 효과적이고 단계적으로 추진하기 위해서는 하천환경계획의 법제화가 필요하다고 본다. 이를 하천기본계획에 포함하면 현 국토교통부 하천법에 따라 법정 계획으로 연계 추진이 가능하다. 그러나 하천환경기본계획으로 구분하여, 별도 법정계획으로 추진하여 하천관리의 주도적 역

할도 필요하다고 본다. 이를 위해서는 지자체 하천기본계획 수립과 사업 시행의 제도적 확보, 하천기본계획과 이원화로 인한 예산과 추진상의 문제점을 극복해야 할 것이다.

이수와 치수에 하천환경 기능을 보장하기 위한 과거 지형학적 하천공간에 대해 유역종합치수계획의 홍수관리구역, 즉 홍수 및 생태 공간을 연계한 기본 공간을 포함한 하천기본계획의 면적 하도계획(주로 제내지 자연 친화적 하천구역을 포함한 하천내 습지 등 국토교통부 주도의 보전구역 지정과 관리 포함)에서 하천구역 지정과 고시를 좀 더 탄력적이고 단계적으로 시행하여 하천공간 관리를 선도할 필요가 있다(De Nooij et al., 2001).

마지막으로 하천관리 성과관리 지표의 개발과 운영이다. 국토부와 지자체의 하천사업은 지금도 앞으로 하천정비와 하천구역내 하천환경개선 사업이 주류를 이룰 것으로 판단된다. 하천관리는 홍수 리스크 및 하천시설물 관리, 이수 등 물 이용 관리, 하천생태 환경 관리, 친수공간 관리 등에 대한 국토교통부 주요 사업과 지표 개발과 관리가 요구된다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부 물관리연구사업의 연구비 지원(12기술혁신C06)에 의해 수행되었습니다. 

참고문헌

1. 국가과학기술위원회(2012), 2013년도 정부연구개발투자 방향 및 기준, 2012.4
2. 국가과학기술심의회(2013), 제3차 과학기술기본계획(‘13-’17)(안), 2013.7
3. 국토해양부(2009), 자연친화적 하천관리에 관한 통합지침.
4. 국토해양부/한국건설교통기술평가원(2012), 그린리버 연구단 기획보고서
5. 국토해양부(2012), 수자원 계획 체계 개선방안 연구 보고서, 2012.9
6. 한국하천협회(2013), 2013 자연친화적 하천관리 워크숍 : 하천의 생태복원을 고려한 하천관리 정책 방향, 2013.5, 한국하천협회.
7. 김성환(2013), 미래를 지향하는 공간형 하천복원 계획 및 사례, 그린리버연구단 세미나 발표 자료
8. De Nooij, R.J.W. et al.(2001), Development and application of BIO-SAFE : A policy and legislation based model for the assessment of impacts of flood prevention measures on biodiversity in river basins, Final report IRMA-SPONGE project 11, 2001.
9. OECD(2008), OECD Environmental Outlook to 2030, <http://www.oecd.org/environment/indicators-modelling-outlooks/40200582.pdf>
10. OECD(2012), OECD Environmental Outlook to 2050 : The Consequences of Inaction, <http://www.oecd.org/environment/oecdenvironmentaloutlookto2050theconsequencesofinaction.htm>
11. World Health Organization(2005), Ecosystems and human well-being: health synthesis, A report of the Millenium Ecosystem Assessment, Geneva, Switzerland.