

Research Paper

국가 하천환경관리 체계의 검토와 고찰

전승훈

가천대학교 조경학과

Review and Discussion on Policy and Legal System for River Environments Management in Korea

Seung-Hoon Chun

Dept. Landscape Architecture, Gachon University

요약 : 본 연구는 국가 하천환경의 관리를 위한 법제도적 체계와 정책 추진과정에서 적용하고 있는 하천 환경평가체계에 대해 검토하였으며, 이를 바탕으로 기 제안된 하천환경의 평가분야와 지표의 타당성을 논의함과 동시에 현행 국가정책과의 연계방안을 제시하고자 수행하였다. 국가의 하천환경관리체계는 국토교통부와 환경부로 이원화된 법제도적 체계 속에서 독립적인 위상의 확보가 용이치 않은 가운데 핵심적 사항이라 할 수 있는 국가표준의 하천환경평가체계도 구축되어있지 못한 상태인 것으로 나타났다. 구체적으로 수자원과 수질, 하천환경과 수생태계의 관리측면에서 관련 상위 및 하위의 계획 간 또는 각 계획 내 통합적 접근이 매우 미흡할 뿐 만 아니라 하천환경의 현황조사 및 종합분석과 평가에 따른 계획·설계 과정의 일관성과 실효성 역시 확보되어 있지 못한 것으로 나타났다. 국가 하천환경관리체계의 통합적 접근을 위해서는 일차적으로 국가계획간 위계의 정립과 연계성 확보가 매우 중요한 것으로 판단되었으며, 또한 우리나라 하천환경의 제반 특성을 고려하여 개발된 하천환경평가체계는 기존 평가기법과의 정합성 및 연계성을 바탕으로 시급하게 적용되어야 할 것으로 판단되었다. 특히 하천환경자연도와 하천친수도를 평가하는 하천환경평가체계는 하천유역수자원관리계획에 적합한 하천유역 평가법과 하천기본계획에 적합한 하천수계 평가법으로 구분, 제안하였다.

주요어 : 하천환경, 평가체계, 국가정책, 하천유역 수자원관리계획, 하천기본계획

Abstract : This study was carried out to review the guidelines being used by law and national policy concerned on river environments management and suggest the applicability of newly developed river environment assessment system.

In the current legal system, the national river environment management system is insufficient in securing an independent status in the legal institutional system which is separated to the Ministry of Land, Transport and Infrastructure and the Ministry of Environment. And the river environment assessment system of the national standard, which is a core matter, has not been established yet. In

particular, there is a lack of integrated approach between the upper and lower plan or related plans on water resources, water quality, river environment and aquatic ecosystem management. In addition, the consistency and effectiveness as the process of planning and design according to the current status and comprehensive analysis and evaluation of the river environment were not secured either.

To integrate national river environment management system and improve efficiency, I proposed the establishment of hierarchy and connection between national river plans, and the adoption and application of developed assessment system based on characteristics of river environment in Korea. Finally, I proposed the separated application with dividing the developed assessment system including the naturalness of river environment and suitability of water friendly activity into both assessment method for management plan of water resources of river basins & basic river plan respectively.

Keywords : River environment, Assessment system, National policy, Management plan of water resources of river basins, Basic river plan

I. 서론

오늘날 하천수계 및 하천환경은 고도의 복잡성을 지닌 살아있는 체계로서 광범위한 생물적, 무생물적 요인에 의해 영향을 받는다. 이러한 하천생태계는 자연적인 홍수조절, 생산성, 생태학적 피난처 및 생물종 보존의 핵심적인 역할 뿐만 아니라 운송, 여가 및 관광 등 문화적 경관의 실체로서 중요한 기능을 수행한다고 알려져 있다(Verdonschot 2000; Kamp et al. 2007). 최근 들어 유럽, 북미, 호주 등 선진국을 중심으로 하천생태계를 구성하는 지형과 수리적 특성의 물리·구조, 생물, 수질 및 에메니티 측면을 통합적으로 고려하는 하천환경 관리가 활발하게 이루어지고 있다. 여기에는 하천관리정책의 의사결정 과정을 지원하고 하천복원사업의 성과평가를 위한 측정수단으로서 국가차원의 표준화된 하천환경평가체계의 개발과 적용이 필수적인 과정으로 이해되고 있다.

하천환경 평가체계는 초기에는 하천의 생물학적 및 화학적 특성의 평가가 중심을 이루었으나 점차 이를 기반으로 지형학적 특성을 고려한 하천 서식처 평가가 통합적으로 이루어지고 있다(EC 2000; Parsons & Norris 2004; Belletti et al. 2014). 특히 독일과 호주의 국가표준 하천환경 평가체계는 유역단위의 하천관리를 위하여 서식처의 질을 평가하는 체계이나

이는 사전에 생물학적 및 화학적 평가를 통해 축적된 방대한 자료위에 구축된 평가체계라 할 수 있다.

한편, 국내의 하천환경관리는 국토교통부의 수자원 관리와 환경부의 물 환경관리로 이원화된 법제도적 체계 속에서 독립적인 위상의 확보는 물론 통합적인 접근이 이루어지지 못하고 있는 상태이다. 여기에는 하천환경 관리의 위상강화에 못지않게 중요하게 고려되어야 할 국가표준의 하천환경평가체계가 정립되어 있지 못한 측면도 작용하고 있다고 판단된다. 선진국의 하천환경평가체계는 오랜 기간에 걸쳐 축적된 하천관리의 경험과 학제적 지식 및 기술을 바탕으로 국가표준체계로 발전되어 온 반면(Chun et al. 2014), 국내의 하천환경평가체계는 우리나라 하천환경특성을 충분히 반영하고 있지 못한 상태에서 관련 법제도적 추진체계 역시 미흡하여 실효성 및 일관성이 확보되어 있지 못한 상태라 할 수 있다(Chun et al. 2015). Chun(2016)은 국내 하천환경평가체계의 문제점 및 개선방안 연구에서 하천법 기준의 하천기본계획 수립과정에 적용할 수 있도록 목적과 적용범위의 명확한 설정, 하천유형화 및 평가단위의 체계화, 평가분야 및 평가지표의 정립, 통합적 평가등급화 등으로 구성된 한국형 하천환경평가체계를 제시한 바 있으나, 최근 수자원조사계획법의 신설 등에 따른 국가정책으로의 연계성 확보방안은 마련되어

있지 못한 상태라 판단된다.

본 연구는 국가 하천환경관리정책의 합리적이고 효율적인 실행을 위한 법제도적 기반구축 차원에서 우선적으로 국가 하천환경관리를 위한 법제도적 체계와 정책 추진과정에서 적용하고 있는 하천환경평가체계의 한계와 문제점을 분석하였고, 이를 바탕으로 선행연구에서 제안된 한국형 하천환경평가체계(Chun 2016)의 타당성을 검토·고찰하였으며, 또한 현행 법제도적 추진체계 및 정책과의 연계 및 개선방안을 제시하고자 수행되었다.

II. 연구 방법

1. 연구의 대상 및 적용범위

본 연구는 국토교통부의 수자원조사·계획 및 관리법과 하천법에 근거한 수자원과 하천환경의 관리에 따른 개념정의와 적용대상 하천유역 및 수계를 중심으로 추진되었다. 다만 환경부의 물환경보전법(2018년 1월 시행), 약질 수질·수생태계법에 근거한 수질과 수생태계의 관리 또한 병행하여 검토하였다. 한편 선행연구에서 제시된 하천환경평가를 위한 평가분야와 평가지표 체계를 기준(Chun 2016)으로 국가 하천환경관리의 법제도적 추진체계 및 정책과의 연계방안을 구축하고자 하였다.

2. 국가 하천환경 관리의 법제도적 현황의 검토

1) 법률적 근거 및 추진체계

국토교통부의 수자원과 하천환경 관리, 환경부의 수질 및 수생태계의 물환경 관리에 대해 관련 법률적 규정과 관련 국가계획의 근거를 검토하여 법제도적 측면에서의 통합 관리의 한계와 하천환경관리의 문제점을 분석하였다.

2) 국가정책 및 관련 지침

일차적으로 수자원과 하천환경관리의 주무부처인 국토교통부의 소관 법률인 수자원조사·계획 및 관리법과 하천법, 그리고 환경부의 물환경보전법(수질 및 수생태계 보전법)에 따른 국가정책 및 관련 계획과

지침을 검토하였다. 이를 통해 하천환경 관리의 법제도적 측면에서의 문제점과 한계를 도출하였으며, 특히 가장 핵심적이라 할 수 있는 하천기본계획 수립지침(MOLIT 2015)에 대해서는 현황조사와 종합분석에 이은 계획수립의 단계적 과정중심으로 심층 분석하였다. 아울러 물환경관리 기본계획 수립(ME 2016)시 근간이 되고 있는 수생태계 건강성 조사 및 평가지침(NIER 2016)에 대해서도 상세하게 검토하여 하천환경 관리측면에서의 상호연계 가능성을 제시하였다.

3. 법제도적 추진체계 및 국가정책의 개선방안

1) 법제도적 추진 체계

국가 하천환경 관리의 법제도적 현황의 검토에서 도출된 문제점과 한계를 바탕으로 법률적 규정에 따른 관련 국가계획 간 위계의 정립 및 연계성을 제시하였다. 특히 상위계획으로서 하천유역 수자원관리 계획과 물환경 관리계획, 또한 하위계획으로서 하천기본계획과 비점오염원 종합대책 및 수생태계 복원 계획 사이의 상호 연계방안에 대해 관련 지침과 자료의 공유 및 통합관리의 측면에서 제시하였다.

2) 하천환경평가체계의 구축과 국가정책으로의 연계방안

국가 하천환경관리의 근간이라 할 수 있는 국가 표준의 하천환경평가체계를 구축하기 위하여 선행 연구에서 제시한 하천환경 평가분야 및 평가지표 체계(Chun 2016)를 기준으로 하천환경관리의 상위계획에서 적용할 수 있는 하천유역 평가법과 하위계획에서 적용할 수 있는 하천수계 평가법으로 구분하였으며, 또한 하천환경자연도와 하천친수도로 구분한 하천환경평가의 등급을 설정한 한국형 하천환경 평가체계의 구축을 통해 국가정책의 상위 및 하위계획 간 일관성과 실효성 확보를 위한 연계방안을 제시하였다.

아울러, 본 연구에서 제시한 하천환경 평가분야와 평가지표에 대해서는 기존 평가기법과의 연계활용 및 적용상의 한계를 검토하고, 그 타당성을 고찰하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 국가 하천환경 관리의 법제도적 현황

1) 법률적 근거 및 추진체계

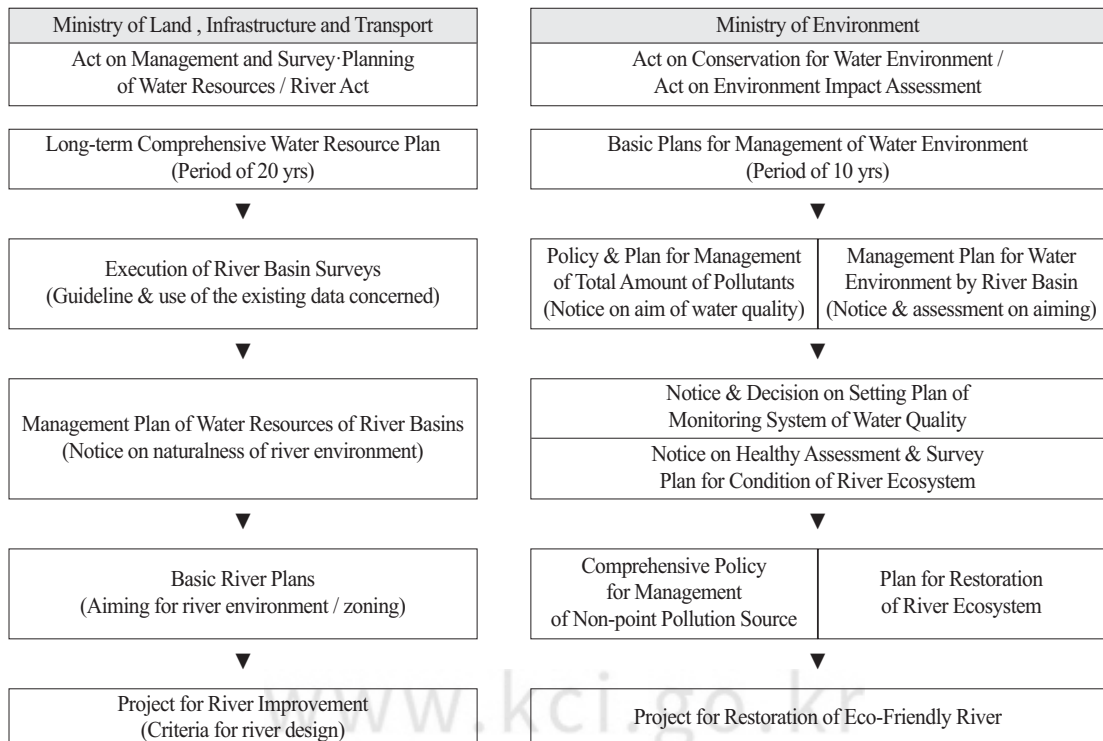
국토교통부 소관 수자원의 조사·계획 및 관리법은 하천관리의 최상위법으로서 하천환경을 포함하는 수자원에 대해 인간의 생활이나 경제활동 및 자연환경 유지 등을 하는 데 이용할 수 있는 자원으로서의 물로 용어정의하고 있다. 또한 수자원의 조사·계획 및 관리법은 국가하천관리의 상위체계인 유역조사의 실시와 수자원장기종합계획의 수립, 하천유역수자원관리계획의 수립을 규정하고 있는데, 수자원장기종합계획은 국가 수자원의 효율적인 이용 및 관리를 위한 20년 단위의 종합계획으로서 하천의 환경보전 및 다목적 이용에 관한 사항을 포함하고 있다. 하천유역수자원관리계획은 하천유역 내 수자원의 통합적 개발·이용, 홍수예방 및 홍수피해 최소화 등을 위한 10년 단위의 관리계획으로서 하천환경관리계획 수립에 관

한 사항과 하천유역의 주요 구역별 하천환경 자연도를 고시하도록 규정하고 있다.

이상과 같은 상위법의 근거해서 하천법은 국가하천과 지방하천으로 지정된 하천에 대해 하천의 이용 및 자연친화적 관리에 필요한 기본적인 사항 등을 내용으로 하는 10년 단위의 하천기본계획을 수립하도록 규정하고 있는데, 이는 상위계획인 하천유역 수자원관리계획을 기본으로 하도록 되어있다. 하천기본계획의 하천환경 부분은 자연친화적 하천 조성에 관한 사항과 하천의 환경보전과 적절한 이용에 관한 사항으로 되어 있으며, 아울러 하천구역 안에서 하천환경 등의 보전 또는 복원이나 하천공간의 활용 등을 위하여 필요한 경우에는 보전지구·복원지구 및 친수지구를 지정할 수 있도록 되어 있다.

한편 환경부의 물환경 보전법은 약칭 수질·수생태계법으로서 물 환경에 대해 사람의 생활과 생물의 생육에 관계되는 물의 질(수질) 및 공공수역의 모든 생물과 이들을 둘러싸고 있는 비생물적인 것을 포함한

Table 1. Legislative Management System for River Environment in Korea



수생태계를 총칭하는 것으로 용어정의하고 있다.

물환경 보전법에 의한 국가 물환경관리 기본계획은 공공수역의 물환경을 관리·보전하기 위하여 10년 마다 수립하는 최상위 계획으로서 관련 하위계획 수립의 기준이 되고 있다. 관련 하위계획으로서 수계영향권별 물환경 관리계획과 수질오염물질의 총량관리에 따른 오염총량관리 기본방침 및 기본·시행계획의 수립, 그리고 비점오염원관리 종합대책 및 수생태계 복원계획이 수립되는 추진체계로 되어 있다. 또한 물환경 보전법상 구체적으로 규정되어있는 사항은 물환경 목표기준의 결정·고시 및 달성여부 평가, 오염총량목표수질의 고시, 수질측정망 설치계획의 결정·고시, 그리고 수생태계 현황조사계획의 수립·고시 및 건강성 평가·공개 등이 있는 것으로 분석되었다.

Table 1에 나타낸 바와 같이 우리나라 하천유역 수계의 하천환경관리체계는 국토교통부와 환경부의 소관 법률과 국가정책에 따라 이원화된 구조로 되어 있어 통합적 접근이 용이치 않은 상황이라 할 수 있다. 구체적으로 살펴보면 국토교통부는 수자원이라는 법적 용어를 통해 이용할 수 있는 자원으로서의 물에 대한 관리를 핵심적인 정책기조로 삼아, 하천환경, 즉 자연환경 유지를 포함하고 있는 반면, 환경부는 물환경이라는 법적 용어로 규정하면서 인간의 생활과 생물의 생육에 관계되는 수질과 수생태계의 관리를 핵심적인 정책기조로 판단하고 있다. 따라서 인간 중심의 수자원과 수질의 관리를 핵심으로 하는 반면 자연환경에 대해서는 하천환경과 수생태계라는 서로 다른 용어를 사용함으로써 관점의 차이를 보여주고 있을 뿐 핵심가치들 사이의 부가적인 서비스로 관리하고 있는 것으로 판단된다.

2) 국가정책계획 및 관련 지침

(1) 유역조사

유역조사는 수자원의 조사·계획 및 관리법에 근거한 것으로서 하천유역의 관리 및 국가개발계획의 수립 등에 필요한 정보 제공을 위하여 하천유역의 특성 및 기본 현황, 하천유역의 이수 및 치수 현황, 하천환경 현황 등을 파악하는 것으로서 유역조사지침으로 규정되어있다.

유역조사지침(MOLIT 2016)은 유역조사를 체계적이고 지속적으로 시행함으로써 수자원장기종합계획, 하천유역종합치수계획 등 수자원정책의 수립에 필요한 일관성 있고 신뢰성 있는 기초정보를 제공함을 목적으로 하고 있으며, 기본현황조사에 이어 치수 및 이수조사, 환경생태조사 등 4개 조사유형으로 크게 구분된다. 이 중 환경생태조사는 문헌 및 통계조사를 기본으로 환경기초시설현황조사, 수질조사(수질측정망과 오염부하량), 생태환경(어류, 조류, 포유류, 양서류, 파충류, 식생, 식물성 및 동물성 플랑크톤, 저서 무척추동물, 천연기념물 및 멸종위기종 등)과 현장조사에 의한 하천공간조사(하천공간활용조사) 등의 조사항목으로 구분되어 있으며, 특히 생태환경의 생물종의 경우 전국자연환경조사 등의 문헌자료 조사를 통한 1년 주기의 유역별 정리방법으로 되어 있는 상태이다.

한편 유역조사 지침에서 조사·정리하여 구축하고 있는 국가수자원관리종합정보시스템(WMAIS)의 자료가 수자원장기종합계획과 하천유역수자원관리계획의 수립에 적합한지 검토할 필요가 있다. 수질조사의 경우 수질측정망을 통한 상시측정 자료와 5년 주기의 오염 부하량 자료가 구축되고 있기 때문에 하천환경관리의 상위계획 수립에 큰 문제가 없을 것으로 판단된다. 하지만 생태환경의 식생과 동물상 자료는 전국자연환경조사 자료에 의한 것으로서 조사의 목적과 조사지역, 조사방법 등이 상이하기 때문에 자료의 가용성이 매우 낮은 것으로 판단된다.

(2) 수자원장기종합계획과 하천유역수자원관리계획

수자원장기종합계획(2011-2020)은 사람과 자연이 바라는 지속가능한 물관리의 기초아래 물이용 종합계획, 치수 종합계획, 하천환경 종합계획으로 수립되어 있으며, 하천환경 관련 핵심내용은 하천환경평가체계의 구축이 부분이라 할 수 있다. 하천의 자연도, 수질, 서식환경, 친수성 등 4개 분야를 종합적으로 고려한 하천환경 평가분석을 통해 하천환경정비의 필요여부 등 당해 하천의 관리목표를 제시하고 하천정비 후 사업성 평가를 수행할 수 있는 평가체계를 제시한 바 있다(MOLIT 2011).

하지만 하천환경 종합계획의 내용을 살펴보면 물 이용과 치수 부문에 비해 현황 및 여건변화에 따른 전망과 특성평가 매우 미흡한 것으로 판단되었다. 특히 하천환경평가의 4개 분야도 생물상이 부재한 가운데 자연도와 서식환경의 중복성 문제, 그리고 평가 등급산정에 따른 세부기준의 적정성 검증이 부족한 것으로 판단되었다.

수자원장기종합계획에 이은 하천유역수자원관리 계획은 기존의 하천유역종합치수계획을 대체하고 있는 것으로서 상위 및 하위계획간 정합성을 확보하기 위하여 이수 및 치수계획과 하천환경계획 부문으로 수립되며, 각각 치수안정도 및 이수안정도, 그리고 하천환경 자연도 고시를 규정하고 있을 뿐 구체적인 지침은 마련되어 있지 못한 상태이다. 향후 하천유역의 주요 구역의 구분에 따른 하천환경 조사자료를 적정하게 구축된 다음, 이를 바탕으로 하천환경 자연도 산정이 이루어져야 할 것이다. 따라서 관련 지침의 제정 시 유역조사 지침과 연계된 실효성 있는 방안이 도출되어야 할 것이다.

(3) 하천기본계획

하천기본계획은 유역 및 하천현황과 종합분석에 이은 하천정비 및 관리계획의 과정으로 이루어지는데, 하천환경 분야를 구체적으로 살펴보면 유역 및 하천 현황에서 하천특성의 하천환경 부문, 종합분석에서 하천환경특성 분석, 하천 정비 및 관리계획에서 하천환경 종합계획과 하천공간 관리계획으로 구분되며, 전자는 하천환경목표 설정 등 기본방향의 설정에 이은 하천환경정비 및 관리계획(수환경 개선계획과 공간환경 개선계획, 고수부지·폐천부지 등 관리계획), 후자는 보전·복원·친수지구를 구분한 다음 지구별 하천 정비 및 관리계획을 설정하도록 되어있다.

하천기본계획 수립 지침상의 문제점을 살펴보면 우선적으로 상위계획인 수자원장기종합계획 및 하천 유역수자원관리계획의 환경관리계획 및 하천환경 자연도 고시와 연계성이 확보되어 있지 못한 실정으로 관련 지침 제·개정 시 고려되어야 할 것이다. 또한 유역조사 지침의 구축자료 역시 가용성이 매우 낮기 때문에 이에 대한 대책 역시 시급하게 강구되어야 할 것이다.

다음으로 조사단계인 유역 및 하천현황 부문을 살펴보면, 환경시설물 현황, 환경영향평가 등 결과조사, 유역의 오염원 및 수질조사, 유역의 오염부하량 산정 등은 조사구간이나 조사지점 등의 정합성 확보 외에는 큰 문제가 없다고 판단된다. 하지만 하천생태 현황의 경우 전략 환경영향평가와 연계하여 조사결과의 공유·활용 및 일반적인 생태계 영향평가방법의 적용, 그리고 자연친화적 하천관리에 관한 통합 지침과 수생태 건강성 조사계획 수립 및 지침, 생태자연도 작성 지침 등을 고려하도록 되어 있는바 먼저 환경영향평가의 경우 상호 조사목적이 상이하기 때문에 적용상의 근본적인 한계가 있다고 판단되지만 조사체계의 정합성 확보여하에 따라 공유·활용성이 결정될 수 있을 것이다. 다른 한편으로 생물상과 생물서식처에 대한 조사항목과 내용이 복잡하고 관련 지침도 표준화되어 있지 못하기 때문에 실무적용과정에서 많은 어려움이 예상되므로 하천환경의 종합분석에 따른 종합계획에서 요구하는 수준으로의 체계화가 이루어져 할 것으로 판단되었다(Table 2).

한편, 종합분석 단계에서 하천환경의 특성분석은 물리특성, 생물서식성, 수환경성(수질)에 대해 수행하여 하천환경 목표와 기본방향 설정에 참고하도록 되어있으나, 수환경성 외의 다른 지표의 세부 평가기

Table 2. Survey system of river ecosystem on criteria for setting of river master plan

Survey items & contents	Survey method
Flora & fauna (specially flagship species in watershed), habitats, etc	Sharing with data in strategic environment assessment
Mapping of the present distribution of fauna (Bird, amphibian, invertebrate, fish, insect) & flora (emergent, submersed, riparian vegetation)	Method for environment impact assessment
Mapping for distribution of habitats by use of river corridor survey	Guidelines & criteria concerned
Mapping for river ecosystem showing section to be conserved and improved (flora & fauna, riparian environment, habitats, riparian vegetation)	

준은 제시되어 있지 않은 상태이다. 또한 이들 평가 지표는 앞서의 수자원장기종합계획에서 상세한 기준 없이 제시되었던 것으로서 과학적 타당성이 결여된 것으로 판단된다. 더욱이 물리특성과 생물서식성은 생물서식에 필요한 비생물적 환경요인을 다 같이 중복하여 구성하고 있는 반면, 정작 생물상은 배제되어 있을 뿐 만 아니라 과학적 근거나 세부 평가기준이 없는 평가지표라 할 수 있다. 궁극적으로 앞서의 조사단계에서 얻어진 자료를 기준으로 평가할 수 있는 방법이나 연계방안 역시 제시되어 있지 못한 상태에서 근본적인 한계를 지니고 있다고 할 수 있다. 더욱이 자연친화적 하천관리 통합지침(MOLIT 2009a)의 경우도 물리, 화학, 공간 등 3개 분야의 경우도 하천환경의 조사결과와는 무관한 별도의 평가기법이 제시되어 있는데, 그 복잡한 구조는 차치하더라도 우리나라 하천환경의 특성을 종합적으로 반영하기에는 매우 미흡한 것으로 판단되었다(Chun 2016).

마지막 단계에서 하천환경 관련 내용을 살펴보면 종합분석단계의 평가지표의 적용결과를 바탕으로 한 하천환경의 목표 설정과 기본방향에 따른 하천환경정비 및 관리계획과 지구구분 등 하천공간 관리계획이 상호 연계되지 못하여 통합적으로 수립되고 있지 않은 것으로 분석되었다. 또한 하천환경 목표설정의 타당성 또한 미흡한 가운데 생태공간조성과 수질개선 등 수 환경 개선계획 등 세부 하천환경 관리프로그램의 지구별 중복성과 비효율성의 문제, 나아가 그 실효성 또한 확보되기 어려운 구조인 것으로 판단되었다. 이들 문제는 궁극적으로 앞서 검토한 바와 같이 일관성이 결여된 하천환경의 조사 및 종합분석, 평가지표의 적용과정, 그리고 이들 결과의 기본계획 수립과정으로의 실질적인 연계성 확보가 매우 미흡한 데 기인하는 것으로 볼 수 있다. 특히 하천공간 관리계획의 경우 지구구분에 따른 지구별 하천정비 및 관리계획이 수립되는 구조로서 치수 및 이수 등 수자원과 하천환경 및 친수 등한 통합적 하천관리의 기본 틀임에도 불구하고 하천환경 종합계획과의 연계구조 및 타당성 있는 지구구분의 기준이 제시되어 있지 못한 것으로 판단되었다(Park BJ et al. 2003; MOLIT 2009b).

(4) 물환경관리 기본계획

제2차 물환경관리 기본계획(2016-2025)은 수질, 수량관리 및 수생태계보전을 위한 최상위 계획으로서 핵심전략으로서 건강한 물순환 체계의 확립, 유역통합관리로 깨끗한 물 확보, 수생태계 건강성 제고로 생태계서비스 증진, 안전한 물환경 기반조성, 물환경의 경제·문화적 가치창출 등으로 구성되어있는데, 국가 하천환경관리체계와 직접적으로 연관된 항목은 수생태계 건강성 제고로 생태계서비스 증진이라 할 수 있다. 한편 환경부는 1987년부터 2015년까지 2조원 이상의 예산이 투입된 1,813개 사업(사업연장, 1,250km)의 생태하천복원사업을 추진하였으며, 또한 2007년부터 2013년까지 하천의 부착조류, 저서생물, 어류, 서식환경 등에 대한 조사를 통한 수생태계 건강성 평가체계를 정립하였으나 수생태계 건강성 확보를 위한 명확한 정책목표의 설정과 정책적 활용성은 미흡한 것으로 자체 판단한 바 있다(ME 2016).

이에 따라 제2차 물환경관리 기본계획에서는 수생태계 건강성을 5단계(A~E)로 구분하고 전국 수체의 수생태계 건강성을 양호(B)등급 이상으로 유지하고 회복시키는 정책목표를 설정하였으며, 이를 위한 조사·평가지점을 2014년 기준의 960개에서 3,000개까지 확대하고 조사주기는 현행 1년에서 3년으로 조정하는 계획을 수립하였다. 또한 건강성 조사평가 결과 등급이 낮은 구간에 대해서는 수생태계 훼손원인 진단·분석체계를 마련하고 수질오염, 환경생태유량 부족, 수온변화, 하천의 중·횡적 연결성 부족 등 수생태계 건강성이 훼손된 주요 원인을 조사하여 각 원인의 상대적인 중요도에 따른 관리전략을 이행토록 하였다(ME 2016).

따라서 이와 같은 기본계획의 수립과 실행의 근간이 되는 수생태계 건강성 조사 및 평가지침(NIER 2016)의 적정성을 검토할 필요가 있다. 우선적으로 국토교통부의 하천관리체계, 특히 하천환경의 관리 측면에서 볼 때 환경부의 수생태계 건강성 관리체계는 하천유역으로 분산된 하천수계의 경관생태학적 구조를 포괄하지 못하는 한계를 지니고 있다. 즉 하천유역에서부터 기원하는 오염총량목표수질의 관리

를 위해 설치·운영되고 있는 수질측정망과 연동된 수생태계의 조사 및 평가지점의 선정을 통한 하천수계의 고유성 평가는 그 한계가 있을 수밖에 없으며, 이들 평가에 근거한 하천수계의 관리 역시 하천공간의 횡적 연속성 회복과 다양한 수변 생물상과 이들의 서식환경관리 측면에서 크게 미흡할 수밖에 없다고 판단된다. 또한 미래의 통합적 하천유역관리는 수자원과 수질관리의 통합적 접근 외에도 하천유역의 토지이용과 친수요구도 등 다양한 경제적 서비스와 생태적 서비스의 연계성 확보를 기반으로 하고 있으나 수생태계 중심의 접근만으로는 실현되기 어려운 구조라 할 수 있다.

또 다른 한편으로 저서무척추동물의 평가체계는 소하천의 중·상류 하천평가에 적합하고 샘플처리 및 중 수준의 전문가 동정이 요구되는 한계를 지니고 있으며, 어류의 평가체계 역시 채집 방법 및 상·하류 특성에 따른 오차발생의 한계가 있는 것으로 판단되었다. 또한 수변식생의 평가체계 역시 샘플링 문제와 더불어 평가요소의 타당성, 그리고 6가지 평가요소의 타당성과 복잡한 산정과정 등의 한계가 있는 것으로 판단되고, 서식 및 수변환경의 평가체계도 하천수계의 상·중·하류의 고유한 특성을 반영하고 있지 못할 뿐 만 아니라 평가의 일관성 확보도 여의치 않은 것으로 판단되었다.

2. 법제도적 추진체계 및 국가정책의 개선방안

1) 법제도적 추진 체계

가장 바람직한 국가 하천환경의 관리체계는 국토교통부의 수자원조사법과 하천법, 환경부의 물환경보전법 등의 통합을 통한 수자원과 수질 및 수생태계의 기능관리가 합쳐지고, 이들 통합된 수량 및 수질관리와 하천환경 관리가 일원화되는 것이라 할 수 있을 것이다. 물론 양 부처의 소관 법령의 통합이나 기능의 일원화에 상관없이 실질적으로 수자원과 하천환경의 통합적 접근이나 수질과 수생태계의 통합적 관리 등이 매우 중요한 과제라 할 수 있을 것이다.

한편, 양 부처의 관련 법률의 통합에 따른 수자원과 수질관리의 일원화에 관계없이 상위계획간 위계

정립이 필요하며, 또한 이를 통해 연계성 확보방안이 강구되어야 할 것이다. 따라서 수자원장기종합계획은 물환경 기본계획, 하천유역수자원관리계획은 물환경 관리계획 및 오염총량기본계획과 동급 위계를 적용함으로써 관련 사항에 대해 유역차원의 상호 통합적인 접근이 이루어져야만 한다. 또한 하천기본계획은 비점오염원종합대책 및 수생태계 복원계획을 충분히 반영하고 연계하여 수립되어야만 할 것이다.

앞서 검토한 바와 같이 수자원장기종합계획과 물환경관리 기본계획은 국가차원의 장기계획으로 미래의 변화 및 전망과 목표 대비 성과 평가에 따른 비전과 기본방향 및 추진계획을 제시하는 것인 바, 이는 실행계획인 하위계획의 추진성과에 대한 객관적인 평가를 반영하여 수립되어야함에도 불구하고 이에 대한 고려가 미흡한 것으로 판단된다.

다음으로 하천유역 수자원관리계획과 물환경 관리계획의 연계성 확보는 유역차원의 접근이라는 공통의 인식과 관점에서 시작되어야 한다. 실제적으로 유역차원의 집약적인 토지이용과 육상생태계의 훼손과 교란, 제방을 통한 하천구역의 횡적 단절로 인한 수변생태계의 훼손, 그리고 점 및 비점오염원의 부하량 증대 등의 문제는 수자원과 수질, 그리고 생태계관리의 통합적 접근을 통해서만이 실효성 있는 대책과 관리가 이루어질 수 있을 것으로 판단된다. 예를 들어 이수 및 치수 등 수자원관리의 효과가 기대되는 강변저류지의 경우 생태 및 친수기능을 부가하여 비점오염원을 관리하는 수변구역과 통합적으로 조성하도록 하는 것이다.

따라서 하천유역수자원관리계획 수립 시 하천환경관리계획의 실효성을 확보하는 것이 무엇보다 중요하기 때문에 법적 고시항목인 하천환경 자연도의 산정을 위한 평가체계가 시급히 정립되어야만 할 것이다. 이를 위해서는 우선적으로 간편하면서도 신속하게 유역차원에서 통합적으로 하천환경을 평가할 수 있는 한국형 하천환경평가체계의 개발 및 적용이 요구되며, 동시에 유역조사 지침의 개정이나 하천유역 수자원관리지침의 제정 시 유역차원의 육상생태계 및 하천생태계에 대해 구축된 환경부 자료의 가용성을 높일 수 있는 방안의 모색 및 현장조사의 강화를 통

해 하천환경자연도의 산정에 필요한 자료의 구축이 선행되어야만 한다.

한편으로 상위계획에 따른 실행계획으로서 하천기본계획과 비점오염원 종합대책 및 수생태계 복원계획 역시 연계성이 확보되어야 하며, 앞서 지적한 계획의 실효성 확보나 평가체계의 문제 등은 신속하게 개선되어야만 할 것이다. 따라서 비점오염원 종합대책 및 수생태계 복원계획의 경우 하천기본계획으로 통합될 필요가 있으며, 수생태계 건강성 평가지침의 경우 하천기본계획 수립지침과의 평가단위 등 공간적 정합성이 확보되도록 해야 할 것이다. 또한 하천기본계획 수립 지침상의 조사·분석 및 평가체계의 일관성

이 확보되어야 하고, 나아가 하천공간관리계획과 하천환경 종합계획의 일원화에 따른 연계성 또한 확보되도록 지침의 개정이 요구된다. 따라서 하천기본계획 수립지침의 개정 시 하천환경의 특성에 대해 종합적이면서도 정밀하게 진단·평가할 수 있는 한국형 하천환경평가체계의 개발 및 적용이 조속히 이루어져야 하며, 이를 통한 하천환경의 목표등급 설정이나 지구지정의 정량적 기준이 마련되어야만 할 것이다.

2) 하천환경평가체계의 구축과 국가정책으로의 연계방안

(1) 하천환경평가체계의 구축과 적용방안

자연과 인간이 공존하는 생태하천 조성기술개발

Table 3. Linkage of assessment system for river environment with national policy concerned

Section		Assessment Method for River Basin		Assessment Method for River					
Scope		Management Plan for Water Resources of River Basins		Basic River Plan					
		River noticed in River Basins		All River Managed by National & Local Governments					
Aim		Notice on Naturalness of River Environment		Aiming for River Environment		Zoning			
Assessment Unit		Total River Channel (Sites or Points)		Segment & Reach of River Channel					
Guidelines & Criteria		Execution of River Basin Surveys		Basic River Plan (Share with Data in Strategic Environment Assessment)					
		Management Plan for Water Resources of River Basins							
Naturalness for River Environment		Physical Factors		Biological Factors		Chemical Factors			
		1th Step		Assessment Indicators					
				5-5-6		10-6-11			
		2th Step		Five Grades by Quantitative Criteria of Assessment Indicators					
				Physical Factors	Biological factors				Chemical Factors
					Vegetation	Invertebrate	Fish	Bird	
30	20			30	20				
40	40			20					
Suitability Index for Water Friendly		Five Grades							
		Assessment Indicators							
		5			10				
Practical Uses		Five Grades							
		Aiming for River Environment							
		Zoning							
		Con. ^a	Buf. ^b	Waf. ^c	Res. ^d				
		NRE ^e I/II	NRE III/IV				NRE V		
SIWR ^f									
		III~V		I / II					

Con.^a (Conservation), Buf.^b (Buffer), Waf.^c (Water friendly), Res.^d (Restoration), NRE^e (Naturalness for river environment), SIWR^f (Suitability index for water friendly river)

연구단에서는 지난 5년간(2012-2017) 한국형 표준화된 하천환경평가체계를 개발하여 왔으며, 우선적으로 하천기본계획 수립 지침으로의 적용을 위하여 평가단위 체계화에 따른 평가분야와 평가지표, 그리고 하천자연도 및 하천친수도 평가방법을 중심으로

한 하천수계 평가법을 제시한 바 있다(Chun 2016). 본 연구에서는 최근 수자원조사·계획 및 관리법의 제정에 따른 하천환경 자연도의 고시가 법적으로 규정됨에 따라 하천유역 수자원관리계획에 의한 하천환경 자연도를 평가할 수 있는 하천유역 평가법을 제안

Table 4. Assessment system for river environment composed of assessment indicators by four factors

Section		Assessment Method for River Basin	Assessment Method for River
Assessment Items		Assessment Indicators	
Physical Factors	Channel & Hydrology	Velocity / Depth Combinations	
		Frequency of Riffles & Channel sinuosity	
		-	Epifaunal Substrate / Available Cover
		-	Embeddedness
	Marginal of Bank	Channel Flow Status	
		Cross-section Status	
			Channel Stability
		Channel Alteration	
Biological Factors	Vegetation	Constructions of Cross-section	
		Vegetation Diversity Index	
		-	Vegetation Complexity Index
	Invertebrates	Vegetation Naturalness Index	
		Benthic Invertebrates Tolerance Index	
Fish	Fish Species Biotic Index		
Birds	Avian Biotic Index		
Chemical Factors		DO	
		-	pH
		TOC	
		-	BOD
		SS	
		-	Electric Conductivity
		TP	
		-	Turbidity
		TN	
		Chlorophyll-a	Total Coliforms
	Thermotolerant Coliforms		
Water Friendly Factors	History & Culture	Facility & Site Retained	
		-	Cultural Events
	Landscape	Visual Quality toward Inside of Bank	
		-	Visual Quality toward Outside of Bank
	Potential Use	Near Residential Density	
		-	Accessibility
	Requirement for Water Friendly	Existing Uses	
		-	Land Uses of Floodplain
Project Proposed			
	-	Land Uses of Riparian Area	

하였다(Table 3, Table 4).

한국형 표준화된 하천환경평가체계는 기본적으로 우리나라 하천환경의 특성에 적합하면서도 경관생태학적 측면에서 현존상태를 종합적으로 진단·평가할 수 있도록 구축되었으며, 나아가 과학적인 자료수집으로 신뢰성 있는 공간정보체계의 구축에 따른 국가의 정책계획과의 연계성 확보에 중점을 두었다. Table 3과 Table 4에 나타난 바와 같이 한국형 하천환경평가체계는 하천환경을 구성하는 물리특성과 생물특성, 수질특성, 그리고 친수특성 등 4개 분야에 대해 각각의 평가항목과 평가지표를 적용하여 하천수계 또는 하천수계의 구간으로 구분된 평가단위별 5등급을 평가한 다음 분야별 가중치를 적용한 하천환경자연도와 하천친수도를 산정하는 방식으로 이루어졌다.

한편, 한국형 하천환경평가체계의 하천유역 평가법과 하천수계 평가법은 적용범위와 목적, 그리고 평가대상에 따라 구분된 것이나 상위와 하위계획간 일관성 및 연계성 또한 확보되도록 구성하였다. 즉 하천유역 평가법은 광범위한 유역규모를 보다 신속하게 평가할 수 있도록 핵심 평가지표중심의 평가법인 반면, 하천수계 평가법의 경우 상대적으로 규모가 작은 하천수계의 하천구간을 정밀하게 평가함으로써 세부 실행계획의 근간을 구축할 수 있는 평가법이라 할 수 있다(Table 4).

따라서 하천유역 평가법의 경우 하천유역 수자원 관리계획 수립에 따른 하천환경 자연도의 산정 및 고시를 목적으로 한 방법으로서 중권역 모든 수계의 전체구간을 하나의 평가등급으로 평가하는 기법이라 할 수 있다. 반면 하천수계 평가법은 하천기본계획 수립에 따른 하천수계의 하천구간별 하천환경자연도 및 하천친수도를 산정하여 하천환경 목표등급의 설정과 지구(보전, 복원, 완충, 친수)지정에 반영할 수 있는 기법이라 할 수 있다(Table 3).

(2) 기존 하천경평가기법과의 연계성 확보 및 개선방안

국가 하천환경평가체계를 검토한 바와 같이 수자원 장기종합계획과 하천기본계획의 평가체계의 중복성

및 타당성의 문제와 더불어 자연친화적 하천관리의 통합지침과 수생태계 건강성 평가지침의 경우 평가분야 및 항목·지표와 기준에서 다양한 문제가 있는 것으로 판단되었다. 따라서 이에 대한 대안으로서 제시된 한국형 하천환경평가체계의 타당성과 함께 기존 평가기법과의 연계성 확보에 대해 고찰하고자 한다.

일차적으로 평가분야의 문제로서 하천환경 및 수생태계는 앞서 지적한 바와 같이 인간중심의 하천관리에서 중요하게 다뤄져왔던 수자원과 수질측면 외에도 자연환경과 인간의 공존의 문제이기 때문에 자연생태계를 구성하고 있는 비생물적 요인과 생물적 요인을 핵심적인 구성요소로 인식해야만 한다. 또한 인간과의 공존 관계에서 중시하는 생태적 서비스로서의 하천환경 또한 중요하게 고려되어야만 할 것이다. 따라서 하천환경의 분야는 물리특성과 생물특성, 수질특성, 그리고 친수특성 등 4개 분야가 종합적으로 고려되는 것이 바람직하다고 판단된다.

다음으로 평가지표와 기준의 문제로서 이는 세부 지표와 기준측면에서 함께 검토되어야 할 사항이며, 가능한 우리나라 하천환경의 자연적인 형성과정과 인위적인 정비 및 관리과정에 따른 제반 특성을 충분히 반영할 수 있어야 한다. 또한 단순히 학술적 차원만이 아닌 실무 적용성을 고려하여 실행가능한 수준이 되도록 해야만 한다. 아울러 선진국의 사례를 검토하여 단순히 맹목적인 모방이 아니라 우리나라 여건에 대한 적합성이 과학적으로 검증되어야 하며, 나아가 기존의 평가기법에서 제시하고 있는 지표와 기준의 적합성 검토 및 연계방안이 모색될 필요가 있다.

따라서 모든 상위 또는 하위의 하천계획 수립은 조사 자료를 기준으로 한 분석·평가 및 계획으로의 프로그래밍되는 일련의 과정이 기본전제가 되기 때문에 모든 분야의 평가지표와 기준의 적용결과는 이러한 단계적 과정에서 일관성 있게 반영되어야 한다. 앞서의 법제도적 측면에서 제안한 바와 같이 상위계획에 따른 실행계획으로서 하천기본계획은 하천관리의 매우 핵심적인 과정이라 할 수 있다. 현행 하천기본계획 수립지침(MOLIT 2015)의 경우 하천생태현황 조사항목과 내용 및 방법의 중복성 배제와 표준화를 위해서는 하천환경평가체계와의 공간적 정합성이

전제되어야 할 뿐 만 아니라 앞서 제시된 평가분야에 따른 평가지표 및 기준과의 일관성 또한 확보되도록 개정되어야 할 것으로 판단되었다. 한편, 자연친화적 하천관리의 통합 지침에서 제시된 평가분야 및 평가지표의 경우 생물분류군과 물리적 서식환경이 혼합된 매우 복잡한 체계내지는 외국사례의 단순 적용 등으로 실무적 활용성 매우 낮은 상태이기 때문에 전면적으로 개정될 필요가 있다(Chun 2016). 수생태계의 건강성 조사 및 평가체계의 경우 생물분야(어류 및 저서성 무척추동물)의 평가지표와 기준이 하천수계의 구간특성에 대한 고려 측면에서 다소 미흡하다고 판단되나 하천수계 및 평가단위의 정합성이 확보된다면 평가방법으로서 대체내지는 병행도 가능할 것으로 판단되었다. 아울러 전략환경영향평가 자료의 공유 및 활용은 기본적으로 조사체계의 정합성 확보가 전제되어야 할 것으로 판단되었으며, 다른 한편으로 환경영향평가서와의 차별성을 위해 경관생태학적 측면에서의 연결성과 핵심·거점지역의 보전, 그리고 법적 보호종의 개체군과 서식지를 중점적으로 평가하는 것이 바람직하다고 판단된다.

IV. 결론 및 제언

최근 국가적으로 물 관리의 일원화가 논의되고 있는 가운데 국토교통부의 수자원조사·계획 및 관리법에 의한 하천유역수자원관리계획의 수립 및 하천환경자연도의 고시가 규정되었으며, 또한 환경부의 물환경 보전법 시행으로 물환경 목표기준의 고시 및 평가, 수생태계 현황조사계획의 고시 및 건강성 평가 등이 강화되고 있는 추세이다.

본 연구에서는 국가 하천환경관리정책의 합리적이고 효율적인 실행을 위한 법제도적 기반구축 차원에서 우선적으로 국가 하천환경관리를 위한 법제도적 체계와 정책 추진과정을 검토하였으며, 특히 이들 과정에서 적용하고 있는 하천환경평가체계의 한계와 문제점을 중점적으로 분석하였다. 또한 이러한 분석 결과를 바탕으로 선행연구에서 제안된 한국형 하천환경평가체계(Chun 2016)의 타당성을 검토·고찰하였으며, 아울러 현행 법제도적 추진체계 및 정책과의

연계 및 개선방안을 제시하고자 하였다.

국가 하천환경관리체계의 법제도적 기준 및 정책의 추진과정, 그리고 하천환경평가체계의 적용성을 검토한 결과 다음과 같은 결과를 도출하였다. 첫째, 우리나라 하천유역 수계의 하천환경관리체계는 국토교통부의 수자원과 하천환경의 관리와 환경부의 수질과 수생태계의 관리로 이원화된 법제도적 체계 속에서 독립적인 위상의 확보가 용이치 않은 가운데 국가표준의 하천환경평가체계도 구축되어있지 못한 상태로 판단되었다. 둘째, 국가정책계획과 관련 지침을 검토한 결과 상위계획이라 할 수 있는 수자원장기종합계획 및 하천유역수자원관리계획과 연계된 유역조사지침에 따른 자료의 가용성은 수질자료 외에는 매우 낮은 상태로 판단되었다. 반면 물환경 기본계획과 물환경관리계획의 경우 수생태계 건강성 조사 및 평가지침에 따른 평가는 수질과 수서생물분야의 경우 타당성이 확보되었다고 판단되나 전체적으로는 충분치 않은 상태라 할 수 있다. 셋째, 하천기본계획 수립 및 관련 지침의 경우 하천환경의 현황조사 및 종합분석에 따른 하천환경정비 및 관리계획으로 이어지는 과정에서 일관성과 실효성이 확보되어 있지 못한 상태로 분석되었는데, 이는 평가의 목적과 평가단위, 평가분야 및 지표와 기준 등 전반적인 하천환경평가체계의 한계와 문제점에 기인한다고 판단되었다.

이상과 같은 연구결과를 바탕으로 본 연구에서는 다음과 같은 결론 및 제언을 제시하고자 한다. 첫째, 국토교통부와 환경부로 이원화된 하천환경관리체계의 통합이 선행되어야 하지만 우선적으로 시급한 것은 하천환경관리의 위상 확보 및 수자원과의 통합적 접근, 그리고 수질과 수생태계 관리의 통합적 접근이 요구된다 하겠다. 아울러 양 부처의 국가계획간 위계의 정립이 요구되는 바, 수자원장기종합계획과 물환경관리 기본계획, 하천유역수자원관리계획과 물환경관리계획, 하천기본계획과 수질측정망 설치계획 및 수생태계 현황조사계획·건강성 평가에 따른 비점오염원관리 종합대책 및 수생태계 복원계획사이의 실제적인 연계성 확보가 매우 중요한 것으로 판단되었다. 둘째, 선행연구에서 제안된 하천환경평가체계는 하천수계 평가방법으로서 하천기본계획 수립에 따른 하

천수계의 하천구간별 하천환경자연도 및 하천친수도를 산정하여 하천환경 목표등급의 설정과 지구(보전, 복원, 완충, 친수)지정에 반영할 수 있는 기법이라 할 수 있는 반면, 이를 간소화하되 일관성을 유지한 채 하천유역 수자원관리계획 수립에 따른 하천환경자연도의 산정 및 고시를 위한 평가대상 중권역의 모든 수계의 전체구간을 하나의 평가등급으로 평가할 수 있는 하천유역 평가법을 제안하였다. 셋째, 제안된 하천환경평가체계와 기존 평가기법의 연계성을 검토한 결과 하천환경 현황조사에 따른 분석·평가 및 계획 프로그램의 일관성 및 실효성 확보를 위하여 하천 기본계획 수립 지침의 전면적인 개정이 요구되며, 또한 수생태계 건강성 조사 및 평가지침과 전략환경영향평가의 경우 공간적 적합성 확보를 전제로 공유 및 활용이 가능할 것으로 판단되었다.

사 사

본 연구는 국토교통부 물관리연구사업의 연구비지원(12기술혁신C02)에 의해 수행되었습니다.

References

- Belletti B, Rinaldi M, Buijse D, Gurnell AM, Mosselman E. 2014. A review of assessment methods for river hydromorphology. *Environmental Earth Sciences*. 73: 2079-2100.
- Chun SH, Park SG, Chae SK. 2014. Review of some advanced stream environmental assessment systems. *Journal of Korean Society of Hazard Mitigation*. 14:355-362. [Korean Literature]
- Chun SH, Kim CB, Kim WR, Park SG, Chae SK. 2015. Analysis of Stream Environmental Assessment Systems in Korea: Focus on the Biological Aspect. *Ecology and Resilient Infrastructure*. 2(2): 108-117. [Korean Literature]
- Chun SH. 2016. Some problems and improvement of domestic system for river environment assessment. *Journal of Korean Society of Hazard Mitigation*. 16: 305-317. [Korean Literature]
- EC. 2000. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 Establishing a Framework for Community Action in the Field of Water Policy. *Official Journal of the European Communities*. 327: 1-73.
- Kamp U, Binder W, Holzl K. 2007. River habitat monitoring and assessment in Germany. *Environmental Monitoring and Assessment*. 127: 209-226.
- Park BJ, Sung YD, Kang TH. 2003. Suggestion for Assessment of River Naturalness considering River Characteristics in Korea. *J. Korea Water Resour. Assoc.* 36(6): 92-103. [Korean Literature]
- MOLIT. 2009a. Integrated Guideline for Nature-friendly Management of Stream Corridor, p. 98.
- MOLIT. 2009b. Criteria and Explanation for Design of Stream Corridor, p. 587.
- MOLIT. 2011. Long-term Comprehensive Water Resource Plan (2011-2020), p. 253.
- MOLIT. 2015. Guideline for Setting up of Basic River Plans, p. 67.
- MOLIT. 2016. Guideline of River Basin Surveys, p. 19.
- ME. 2016. Masterplan for Water Environments, p. 80.
- MOLIT. 2017. Guideline for Assessment System of River Environments, p. 148.
- NIER. 2016. Survey and Evaluation Method for River and Stream Ecosystem Health Assessment, p. 123.
- Parsons M, Norris R. 2004. Development of a standardized approach to habitat assessment

in Australia. Environmental Monitoring and Assessment. 98: 109-130.
Verdonschot PFM. 2000. Integrated ecological

assessment methods as a basis for sustainable catchment management. Hydrobiologia. 422/423: 389-412.