

지속가능한 물 관리를 위한 환경유량의 기능정립에 관한 연구

최지용*

Function of Environmental Flows for Sustainable Water
Resources Management

Jiyong Choi

국문요약 ■

ABSTRACT ■

I. 서 론 ■

II. 환경유량의 개념변화와 관리실태 ■

III. 환경유량 기능정립과 발전방안 ■

IV. 결 론 ■

참고문헌 ■

국문 요약

최근 들어 환경생태의 중요성 인식과 풍요롭고 환경적으로 안정된 생활을 영위하고자 하는 국민들의 욕구가 증대하고 있다. 이에 따라 물을 대하는 국민의 요구도 수질 및 수량관리에서 한 걸음 더 나아가 하천의 생태계를 보전하고 하천의 정상적인 기능을 회복시켜 건전한 하천환경 유지에 대한 수요도 증가하고 있다. 이러한 국민의 요구에 부응할 수 있도록 환경유량에 대한 개념을 정립하여 하천관리는 환경유량과 연계하여 취수를 허락하고, 자연에 가깝게 생태계를 보전하고 관리하여야 한다. 우리나라에서 환경유량은 하천관리 측면에서의 하천유지용수 개념으로 도입되었다. 우리나라에서 하천유지용수 산정은 아직도 인간 위주의 용수이용기능을 중점적으로 고려한 것으로 순수한 환경유량의 의미로서 환경생태적 관점에서 정의되고 강조되지 못했다. 환경유량은 하천유지용수에서 더 발전하여 생태계의 건전성 유지에 강조를 둔 새로운 개념으로 전환되어야 한다. 즉, 환경유량은 하천의 기능과 하천이 가지는 본래의 가치를 유지하기 위해 필요한 유량으로 정의하고 이는 각종 경제활동 유지를 위한 용수 공급, 위락, 심미, 수질, 수력발전, 주운 등을 위한 용수와 동일가치 또는 그 이상에서 고려하여야 한다

■ 주제어 ■ 환경유량, 하천생태, 최소유량, 지속가능한 물관리

Abstract

In recent days, people's requests about water resources have been developed from managing quality and quantity of water resources to forming a river environment by restoring normal function of river. To meet these requests, it is necessary to establish the concept of environmental flows. In Korea, the environmental flows was introduced as a concept of river maintenance flows in a sense of river management. The function of river maintenance flows has been changed according to what the major issue is in that age such as navigation, water quality, and prevention of saline water intrusion. As the assesment of river maintenance flows in Korea focused mainly on the function of water usage oriented in human, it could not be defined and emphasized in a sense of ecosystem as a pure meaning of environmental flows. And while the existing river maintenance flows are included the assesment of flows, there is not a practical procedure to supply them and the efficient management in a sense of environment is not performed. The environmental flows should be further developed from the river maintenance flows and changed to a new concept focused on maintaining the health of ecosystem. In other words, the environmental flows should be defined as a necessary flows for maintaining the function of river and its original value, and be considered on the same or higher value of flows for maintenance of economic activity, recreation, and power generation.

■ Keywords ■ environmental flows, river ecosystem, minimum flows, sustainable water resources management

I 서 론

물에 대한 수요는 시대에 따라 새롭게 창출되고 있다. 즉, 수렵채취시대에는 먹는 물 위주에서 농경시대에 접어들면서 농업용수가 새로이 대두되었고, 산업화 시대에는 공업용수가 등장하였다. 산업화 시대 이후, 하천수의 과다이용으로 인한 염수침입 및 주운 등의 문제가 발생하자 하천유지용수 개념이 도입되었다. 그리고 최근 들어 물이 인간의 용도뿐만 아닌 환경유지를 위한 용수의 개념도 새로이 부각되고 있다. 환경을 고려한 용수는 하천유지용수로부터 시작되었으나 하천유지용수는 엄격하게 보면 환경을 위한 용수라기보다는 하천을 사람이 이용하기 위해 고려된 용수로서 순수한 하천환경 자체를 위한 용수라고 볼 수 없다.

그러나 시대에 따라 하천유지용수도 그 범위가 점차 변화되어 희석용수, 물고기를 위한 용수 등이 추가되어 그 의미가 점차 확대되고 있다. 최근 들어 환경생태의 중요성 인식과 풍요롭고 환경적으로 안정된 생활을 영위하고자 하는 국민들의 욕구가 증대됨에 따라 물을 대하는 국민의 요구도 효율적인 수질 및 수량 관리에서 한 걸음 더 나아가 하천의 생태계를 보전하고 하천의 정상적인 기능을 회복시켜 건전한 하천환경을 조성하자는 수요도 강조되고 있다. 이러한 국민의 요구에 부응할 수 있도록 용수에 대한 개념도 재정립하여 지속가능한 물 관리가 되도록 하여야 한다. 지속가능한 하천관리를 위해서는 환경유량과 연계하여 취수를 허락하고, 자연에 가깝게 생태계를 보전하고 여가활동을 관리하여야 할 필요가 있다. 다행히 최근에 와서 하천유지용수에서 한 단계 발전하여 환경유량이란 개념이 물이용에 있어 강조되어 용수를 인간의 입장에서만 고려하지 않고 전체 하천의 환경적 기능을 고려한 용수의 산정과 배분이 요구되고 있다.

우리나라의 환경유량은 지금까지 취수기능에 중점을 둔 환경개선용수 수준까지 발전해 왔으며, 앞으로는 순수한 환경유량의 개념이 정의되고 이를 위한 정책이 강화되어야 한다. 용수의 구분과 정의가 무엇보다 중요한 것은 수량관리를 결정하는 모든 제도나 정책이 이와 같은 용수의 구분과 정의에 바탕을 두기 때문이며 특히 필요용수량의 산정과 배분에 있어 이러한 용수구분은 주요한 지표가 되기 때문이다. 따라서 본 논문에서는 우리나라와 외국의 환경유량개념의 발전과정을 검토하여 우리나라 실정에 맞는 환경유량의 정의와 기능을 제시하고자 한다.

II 환경유량의 개념변화와 관리실태

엄격히 말하면 '환경유량'과 '환경관련용수'를 구분하여야 한다. '환경관련용수'라 함은 생활, 공업, 농업용수 외에 하천을 어업 및 친수 등의 인위적 목적으로 이용하기 위한 하천 기능유지를 고려한 용수를 의미하며, '환경유량'이라 함은 인간과 하천환경을 동등한 입장에서 고려한 용수로 하천자체의 환경생태기능 유지를 위한 용수를 말한다. 우리나라에 '환경관련용수'가 처음 대두된 것은 하천유지용수에서부터 시작되었다. 최근에 와서 하천유지용수에 개념도 변화되고 있으며 또 환경관련용수도 하천유지용수 외에 환경개선용수 등과 같이 환경과 관련된 다양한 용수가 등장하고 있다. 환경관련용수가 궁극적으로 추구해야 될 방향은 환경유량으로의 발달이며 하천관리를 위한 용수수요와 공급에 있어서도 '환경관련용수'보다는 '환경유량'에 초점을 맞추어야 한다. 본 연구에서는 이 둘을 구분하지 않고 '환경유량'으로 부르고자 하며 국내외의 용수구분에 있어 환경개념이 포함되기 시작한 용수의 개념변화와 환경유량의 산정과 공급실태 등을 고찰해 보고자 한다.

1. 환경유량 개념변화

용수의 개념은 물에 대한 수요에 따라 새로운 용도가 대두된다. 우리나라에서는 환경을 고려한 새로운 용수개념은 주운과 염해방지 등을 목적으로 한 하천유지용수라는 이름으로 처음 도입되었다. 외국의 경우도 환경유량이 특정 어종(예:연어)의 이동과 산란을 위해 필요한 용수라는 개념으로 도입되었다. 이와 같이 초창기의 환경유량은 하천의 자체기능 유지보다는 하천의 이용과 경제성 제고를 위한 것으로 인간의 이용 측면에 초점을 두고 있었다. 이와 같은 개념이 점차 발전해 순수한 하천의 생태환경유지를 위해 필요한 용수로 발전되고 있으며 국내외 실태는 다음과 같다.

1) 국내 실태

하천유지용수라는 개념은 1965년 수립된 수자원장기종합10개년계획(1966~1975)에서 주운수심 유지와 염수피해 방지를 위한 언급이 있었으나 구체적인 산정과 공급은 이루어지지 않았다. 1971년 하천법과 동 시행령에서 하천유지용수를 규정하였고 이어 수자원장기종합개발계획(1981~2001)에서 염수침입방지 유량보전을 위해 하천유지용수를 산정하였다. 이

후 70년대 이후 급속한 산업화와 도시화로 인한 각종 용수이용의 급증과 함께 하천 수질오염의 심화됨에 따라, 수자원장기종합개발계획(1991~2001)에서는 오염물질의 희석과 갈수량 보장 등을 목적으로 하천유지유량을 설정하였다. 2000년대 이후 친수환경에 대한 수요 증가로 지자체에서 도시하천복원사업을 시행함에 따라 소하천에서도 하천유지용수 공급이 대두되었고, 서울, 대구, 안양 등에서는 하천수, 하수처리수, 지하수 등을 이용해 하천유지용수를 공급하고 있다. 최근에는 사회적으로 환경문제가 크게 대두되면서 기존의 단순한 수질개선을 넘어 생태계, 경관, 수상이용 등 인간과 자연에게 있어 다양한 환경기능을 만족시키는 하천유지유량 설정이 필요하게 되어 이러한 요구가 고려되도록 하천유지유량의 개념과 산정방법이 변화되어 왔다. <표1>은 시대에 따라 변화하고 있는 우리나라 환경관련용수의 개념변화를 나타낸다.

표1 환경관련용수 개념변화

년대	환경관련용수 개념	적 용
1970년대	유지용수개념 최초 언급(1965)	수자원장기종합10개년계획(1966~1975)
1980년대	염수침입방지 유량보전	수자원장기종합개발계획 (1981~2001)
1990년대	오염물질 희석	수자원장기종합개발계획 수정(1991~2001)
2000년대	갈수량 또는 수질, 생태 등 필요유량	수자원장기종합계획(2001~2020)

자료 : 고익환, 2007에서 정리

우리나라에서는 하천에서의 환경유량은 하천유지유량이라는 개념에서 시작하였고, 현재도 하천법에서는 하천유지유량¹⁾으로 정의하고 있다. 하천관리를 위한 하천유지유량 및 관리유량은 기본적으로 이수관리와 하천환경관리를 바탕으로 하천개발과 이용을 위한 인위적 기능, 하천의 환경과 생태계 보전 등을 위한 자연적 기능을 유지하고 관리하는 데 필요한 하천유량이다. 자연적 기능은 하천이 갖는 고유한 유량에 의해 유지가 가능한 것으로서 하천고유의 갈수량 유지, 어류 등과 같은 수생생물의 생태계 보호, 정서함양 공간으로서의 하천경관, 그리고 하류부 지하수 취수를 위한 지하수위 유지 등이다. 인위적인 기능은 하천이 갖는 고유의 유량만으로는 실질적으로 인간이 필요에 의해 요구하는 하천의 기능을 유

1) 하천법 제20조(하천유지유량) ①건설교통부장관은 제50조 제1항의 규정에 따른 생활·공업·농업·환경개선·발전·주운 등의 하천수 사용을 고려하여 하천의 정상적인 기능 및 상태를 유지하기 위하여 필요한 최소한의 유량(이하 "하천유지유량"이라 한다)을 정하여 중앙하천관리위원회의 심의를 거쳐 이를 고시하여야 한다.(07. 3. 6 국회의결)

지하기 어렵기 때문에 인위적인 요인으로 하천의 기능을 강화하거나 특정 목적으로 이용하기 위해 설정된 기능들로서 하천관리를 위해 개발된 각종 시설물의 보호, 하천을 교통 및 관광수단으로 이용하는 하천주운, 악화된 수질을 개선하기 위한 수질보전, 하구에서 조류침입에 따른 염수침입 방지, 하구에서 유사퇴적에 의한 하구막힘 방지, 우수점용 허가에 따른 이수유량 등이다(건설교통부, 2000).

한편, 2006년에 보완된 국가 수자원장기종합계획에 자연·사회 환경 개선을 위한 용수의 필요성과 확보를 위한 기본방향이 제시되어 있다. 이 보고서에는 그동안 주로 대하천 하류에 한정되어 계획된 하천유지유량의 대상 하천을 지류하천, 도시하천 등으로 확대하고 수질, 생태계, 친수환경 개선 등을 종합적으로 고려해야 할 필요성이 강조되고 있다(건설교통부, 2006). 또한, 최근 통과된 하천법에서는 유지유량을 ‘생활·공업·농업·환경개선·발전 등 우수사용을 고려하여 하천의 정상적인 기능 및 상태를 유지하기 위하여 필요한 최소한의 유량’으로 정의하고 있다. <표2>는 개정 전후의 하천유지유량 관련 내용을 대비하여 보여 주고 있다. 이러한 새로운 움직임은 최근 도시하천의 수질, 친수공간, 경관 등 생활환경 또는 자연환경의 유지, 개선을 위한 지자체의 신규수량의 요구가 증가함에 따라 하천관리에서 이를 적극적으로 반영해 주기 위한 것이다. 그러나 새롭게 도입된 환경개선용수도 엄격한 의미의 환경유량과는 거리가 있는 하천의 친수기능 강화기능이 크다.

표2 하천유지유량관련 하천법의 산구조문 비교

개정 전	개정 후
제20조(하천유지유량) ①건설교통부장관은 하천의 정상적인 기능 및 상태를 유지하기 위하여 필요한 최소한의 유량 (이하 “하천유지유량”이라 한다)을 정하여 제60조의 규정에 의한 중앙하천관리위원회의 심의를 거쳐 이를 고시하여야 한다.	제20조(하천유지유량) ①건설교통부장관은 제50조 제1항의 규정에 따른 생활·공업·농업·환경개선·발전·주운 등의 하천수 사용을 고려하여 하천의 정상적인 기능 및 상태를 유지하기 위하여 필요한 최소한의 유량 (이하 “하천유지유량”이라 한다)을 정하여 제60조의 규정에 의한 중앙하천관리위원회의 심의를 거쳐 이를 고시하여야 한다.

2) 국외 실태

원래 구미에서 통용되는 하천유지유량(instream flows)은 생·공·농업용수로 이용하기 위한 하천수 취수와 같은 “하천 밖(offstream use)” 사용자를 위해 취수하는 수량과는 별도로 자연상태에서 하천 내에 유지되어야 하는 하천유량을 말한다(고익환, 2007). 미국에서는 1970년대부터 미내무성 산하 어류 및 야생동물국(Fish and Wildlife Service)에서 유지유

량 증분법(Instream Flows Incremental Methodology, IFIM)에 의한 어류의 어종별, 성장 단계별, 서식처조건별 수량을 환산하여 하천유지유량으로 정의하고 이를 결정하기 위한 연구가 심도 깊게 진행되었다. 또, 최근 미국의 워싱턴 주(Postel, S., B. Richter. 2003)에서는 하천유지유량을 “어류, 야생동식물, 경관, 레크리에이션, 주운, 수질, 기타 환경가치 등과 같은 하천 내(instream) 자원과 가치를 보전 및 보호하기 위하여 필요한 유량”으로 정의하고 있다.

일본은 “하천에서 유수의 정상적인 기능을 유지하기 위하여 필요한 유량을 정상유량”으로 규정하고, 주운, 어업, 관광, 유수의 청결유지, 염해방지, 하구폐색방지, 하천관리시설의 보호, 지하수위의 유지, 경관, 동식물의 서식지 또는 생육지의 상황, 사람과 하천과의 접촉 확보 등을 종합적으로 고려하여 하천유지유량을 정의하고 있다.

2. 환경유량 산정

하천유지용수의 산정기법도 하천을 이용하는 국가나 지역의 특성에 따라 다양하다. 따라서 필요 유량산정법은 그 사회의 용수에 대한 인식이 반영되어 초기에는 하천의 물리적 기능유지용수 차원에서 시작하였고, 중기에는 하천의 경제성 유지에 초점을 두었으며, 최근에는 하천의 생태계 유지 등 자연자원의 지속가능성 등에 중점을 둔 산정이 이루어지고 있다.

1) 국내 실태

현재 하천유지유량의 산정은 이론적으로는 자연갈수량을 비롯한 수질, 생태, 수상이용, 경관, 기타 항목 등을 만족하는 항목별 필요유량을 산정하고, 이들을 비교 검토하여 각 항목을 모두 만족하는 최소유량을 하천유지유량으로 결정하고 유역의 이수상황, 유량의 공급 능력 등을 검토하여 하천유지유량을 고시하고 있다. 하천유지유량 설정 목적은 하천 계획 혹은 관리를 위한 특정 유량을 설정하기 위함이며, 동시에 미래의 가능한 하천의 수량을 파악하고 생태보전 등을 위한 하천복원의 목표수량을 설정하기 위한 목적을 가지고 있다. 하천유지유량은 주운, 어업, 수질, 염해방지, 생태계 등에서 주 관심이 무엇인가에 따라 변하여 왔지만, ‘하천유지유량 결정방법의 개발 및 적용(건설교통부, 2000)’에서 하천환경개념을 도입한 하천유지유량 산정기법이 제시되었으나 법적인 고시는 시행되지 않았다. 갈수 관리 차원에서 관리유량 설정은 건설교통부에서 수행하는 ‘낙동강 수계 하천수이용 실태 조사 및 하천유지유량 산정(건설교통부, 1997)’사업에서 제시되었다.

한편 우리나라에서 하천유지유량에 하천생태 개념을 도입한 시초는 수자원공사가 1995년 최초로 국내 하천에 서식하는 145종의 담수성 어류에 대해 서식처 제공 및 이동에 필요한 유량을 산정한 것이다. 이어 김규호(1999) 등은 이 연구를 바탕으로 금강유역 여울을 대상으로 물고기서식처 환경 중 특히, 수심과 유속 등 수리조건을 유지하기 위한 최소유량 산정방법을 제시하였다. 이 방법은 하천에서 특정 한계구간, 주로 여울에서 어류이동에 필요한 수심과 유속을 확보할 수 있는 통과유량을 제시한 것으로, 이는 하천유지용수와 관련된 어류 서식공간에 대한 해석과 평가라기보다는 어류이동에 필요한 수심과 유속조건을 설정한 것이다. 서식처모의는 생태학적 접근방법인 점증유량방법론(IFIM)의 물리적 서식처모의시스템을 적용하였다. 서식처모의를 위해 유량변화에 서식환경변화가 민감한 여울구간에서 수리(수심, 유속, 하상 재료) 및 수질조건(수온, 용존산소)을 모의하였다. 그리고 기존어류 서식환경 조사결과와 전문가 의견을 이용하여 서식처 적합도 기준을 작성하여 이를 바탕으로 면적-유량관계를 모의하여 대상어종의 성장단계별 최적유량을 제시하였다.

표3 주요 댐별 하천유지유량 결정 내용

댐	하천유지유량 개념	하천유지유량 결정 및 지정유량	관련문헌
함천 다목적댐	- 없음	- 댐하류에서 1월부터 12월까지 1.5CMS를 유지하도록 함	- 다목적댐 운영실무 편람 (수자원공사, 1994) - 함천 다목적댐 공사지
남강 다목적댐	- 없음	- 지정하지 않음	- 다목적댐 운영실무 편람 (수자원공사, 1994) - 남강다목적댐 공사지
대청 다목적댐	- 염수침입방지 - 염수침입방지 - 수질보전 - 없음	- 강경에서 30CMS를 유지하여 염수침입 방지하여 농업용수 취수 가능 - 하구언 건설 이전 : 30CMS 하구언 건설 이후 : 8CMS - 하구 : 22CMS(1991), 76CMS(2001) - 지정하지 않음	- 대청 다목적댐 티당성조사보고서 (건설부/수자원공사, 1973) - 대청 다목적댐 용수사업 운영방안 연구 (산개공, 1978) - 금강하구둑 건설 환경영향평가서(농진공, 1983) - 다목적댐 운영실무 편람 (수자원 공사, 1994)
섬진강 다목적댐	- 없음	- 지정하지 않음	- 다목적댐 운영실무 편람 (수자원공사, 1994)

자료 : 최지용, 2005에서 정리

2) 국외 실태

환경유량에 대한 관심은 1960년대 초 미국에서 어류 특히 연어와 같은 경제성 어종의 서식처 보전을 위한 연구가 맨 처음 시작되었다. 이러한 연구는 주로 하천생태계 전체보다는 그 하위의 위상을 갖는 특정 어종에 필요한 유량만을 평가하였고, 이를 수자원 정책과 하천관리용 추천유량을 설정하는 데 이용하였다. 이 추천유량은 일반적으로 어류가 하도를 통과할 수 있고, 충분한 서식공간을 제공하거나 적절한 수준의 수온 또는 용존산소를 확보하는 데 필요한 최소유량을 지정하는 것이었다. 어류 서식처 해석을 통한 하천유지유량연구는 크게 세 가지 방향에서 이루어져 왔다. 먼저 일정유량비율법으로 유허곡선을 이용하여 특정 추천유량을 설정할 수 있는 과거 유량자료에 의한 경험적인 방법이다. 두 번째는 수리학적 방법으로 유량에 따른 하폭, 수심, 유속, 운반 등의 관계를 기준으로 산정한다. 세 번째는 서식처모의방법으로서 이 방법은 어류서식처 공간에서 어류 서식에 적합한 최적 수리조건을 결정하는 것이다. 이 방법에는 유량점증방법론에 따른 물리적 서식처모의 시스템이 가장 널리 이용되고 있다.

미국에서의 하천유지용수 산정은 IFIM의 발달에 따라 과학적으로 접근되고 있다. IFIM은 하천유지용수기준의 배경, 양적인 영향분석, 물수지, 그리고 학제 간의 분석을 토대로 이루어졌다. 즉, IFIM은 학제 간의 연구팀에 의해 개발되었고, 해당 하천 내에서 물공급과 서식지의 기본적인 이해와 기술에 기초한다. 기본이 되는 수문현상을 기술하기 위해 시기 별 흐름체계의 시계열적인 분석이 중요하다. 용수배분의 효율화를 위해 이용자 간 갈등 현상과 보완적인 물이용을 명시하고, 각 사용자의 요구를 고려하여 평가하고, 다양한 수요자가 이해할 수 있도록 하고 있다. 이러한 결정을 위해 공학자, 수문학자, 생물학자, 레크레이션 계획가, 법률가, 정치학자 등 다양한 부문의 전공자가 참여한다. 이러한 학제 간의 노력을 통해 간단한 취수에서부터 복잡한 유역변경에 이르기까지 다양한 하천유지용수 문제를 다루고 있다.

3. 환경유량 배분 및 공급

우리나라에서는 하천유지용수를 산정하여 이를 국가 용수수요계획에서 배분하고 있으나 공급하는 방안은 미흡하다. 미국의 경우는 취수와 연계하여 관리하고 있으며, 영국의 경우도 갈수량기준을 활용해 취수와 연계하고 있으며, 기타 유럽국가의 경우도 환경유량에 대한 중요성 인식으로 최근 구체적 배분 및 공급방안을 모색하고 있다.

1) 국내 실태

과거 70년대까지는 하천유지용수에 대한 배분이 없었으나 80년대 이후부터 유지용수에 대한 배분이 지속적으로 증가하고 있어 유지용수에 대한 중요성이 인식되고 있음을 보여 주고 있다. 1965년에는 총 이용량 산정에 유지용수를 고려하지 않았으나 1980년에는 25억 m^3 , 1990년에는 36억 m^3 , 그리고 1998년에는 72억 m^3 을 고려하였다. 이와 같이 과거 20년간 유지용수에 대한 수요량을 288%나 증가시켜 고려하였으며 수자원배분에 있어 유지용수를 증가시켜 왔다. 한편 정부의 용수별 장기 전망(건설교통부, 2006.7)에 따르면 총 용수는 2006년의 351억 m^3 중 유지용수가 77.4억 m^3 에서 2011년에는 374억 m^3 중, 83.7억 m^3 이고 이후 2020년에는 용수수요는 380억 m^3 으로 증가하지만 하천유지용수는 2011년 값을 유지하는 것으로 산정하고 있다.

유지용수공급은 댐 운영 시 고려하고 있으며 특히 최근 들어 환경유량의 중요성이 인식되고 생태계 보호 또는 복원을 위한 용수공급도 이루어지고 있으며 그 사례가 영천도수로이다. 영천댐 용수의 유역 외 이동으로 하류지역의 하천용수감소로 각종 생태문제가 발생하여 임하댐에서 영천댐까지 도수로를 건설하여 유지용수를 공급하고 있다. 그리고 최근 들어 도시 내 소하천을 중심으로 한 친수기능 증대와 자연형 하천 조성사업으로 인해 하천 유지용수 공급수요가 증대되어 하수처리수, 하류에서 하천수 유입, 지하철 유출수 등을 활용하여 공급하는 사례가 늘어나고 있다.

2) 국외 실태

환경유량 배분과 공급은 미국에서 가장 활발히 이루어지므로 미국을 중심으로 기술하고자 한다. 미국은 1970년 National Environmental Policy Act(NEPA) 제정 이후, 연방에서 지원되는 물 프로젝트의 평가에 있어 하천유지용수에 대한 관심이 증가하였다. 여러 가지 물개발사업 대안을 평가하기 위해 하천 내 흐름의 점증적인 변화에 대한 영향을 양적으로 나타내는 방법이 필요했다. 이는 특정 어종의 생활주기와 하천흐름과의 관계 규명, 즉 어류 이동통로, 부화장소, 그리고 성장습관 대 흐름으로부터 발전된 서식지 기능 간의 관계 연구이다. 이 연구는 어류군과 흐름체계의 물리적·화학적 속성을 상호 관련시키는 분석의 형태를 취했다. 이러한 요소들은 어류 생산성의 변화와 밀접한 관련이 있는 것으로 나타났고 주요 고려항목은 유속, 수심, 하상구조물, 하상구성물질, 수온, 용존산소, 총 알칼리도, 혼탁도, 수체를 통과하는 빛 등이다.

이와 같은 생태에 바탕을 둔 정확한 수요량을 산정하고, 일부 주에서는 이를 공급하기 위해 수리권활용, 취수제한 등 다양한 방법을 통해 공급하고 있다. 예를 들면 1992년 미국 하원에서는 가장 큰 연방관개 사업의 하나인 캘리포니아 센트럴 밸리사업에서 연간 약 10억㎡의 관개용수를 야생생물과 자연생태계를 보전하는 데 필요한 용수로 전환하는 법안이 통과되었다. 이 법안은 연어의 생산량을 증가시키는 데 목적이 있었다. 1994년에는 샌프란시스코만 하구에서 관개용수와 생활용수로 도수하는 양을 일정량으로 제한하는 데 합의하였다. 주민들은 장기적으로는 수환경개선과 함께 경제활동이 향상될 것으로 전망하고 있다.

한편 독일의 경우, 환경유량을 고려한 예로, 남부 바이에른 주 레호강을 들 수 있다. 레호강 수계에는 1992년 1만 가구에 전력을 공급하기 위하여 수력발전용 댐이 건설되었고, 댐으로 인한 환경적인 피해를 줄이기 위해서 하천수량유지, 물고기 이동로, 박쥐 서식지 보호 등의 환경보전을 위한 보조댐 등이 건설되었다. 이러한 환경보전을 위한 조치에 소요된 비용은 총 공사비 590억 원의 21%인 125억 원이었다. 이는 수자원개발시 환경유량을 공급하여 환경보전과 조화를 이루려는 시도로 볼 수 있다.

4. 환경유량 관리

환경유량 관리는 각국의 수질기준에서 생태관련 항목을 비교 검토함으로써 환경유량의 관리 정도를 간접적으로 평가하고자 한다. 수질관리기준 항목은 당해 국가의 수질관리에 관해 가장 중요하다고 생각하는 항목을 중심으로 이루어지기 때문에 환경유량의 관리실태는 수질기준에서 생태항목의 도입정도에 따라 평가할 수 있다.

1) 국내 실태

우리나라는 하천이나 호소의 물 관리는 이때까지는 인간의 각종 경제활동에 부응하기 위한 것을 주 목적으로 이루어져 왔다. 이에 따라 하천의 용수관리를 위한 수질평가는 해당 수역의 인위적 물 용도에 부합할 수 있는 물리적, 화학적 요소에 의하여 평가되어 왔다. 그러나 생물학적 지표를 이용해 수질을 종합 평가하는 방안은 이화학적 지표와 같은 간접적인 평가방법보다는 수중에 사는 생물 그 자체를 이용하여야 생태계의 건전성과 용수이용의 안정성이 정확하게 평가될 가능성이 높아지며 생물학적 지표는 오염물질들의 복합적이고도 과거 장기간의 영향까지도 종합적으로 나타내 주는 특성이 있다. 다행히 우리나라도 최근 들어 공공수역의 환경생태기능의 중요성이 부각됨에 따라 물리화학적 지표중심의 단편

적, 이화학적 측정자료만 가지고는 공공수역의 수질 환경생태를 정확하게 파악하는 것이 곤란하다는 비판이 제기되어 2007년부터 수질환경기준을 대폭 개선하여 생물지표 등을 도입하여 평가하는 방안을 운영하고 있다. 그리고 물환경관리기본계획(2006-2015)에서도 수생태 건전성 회복을 주요 정책목표로 하여 추진하고 있는 등 환경유량관리를 강화하고 있다.

2) 국외 실태

환경유량에 대한 관리는 각 국가별 물자원 실태와 경제 수준에 따라 차이가 크다. 선진국의 경우 인간이 음용하고 생산하는 데 소요되는 물이 해결된 이후 환경에 대한 중요성이 부각되는 반면, 물자원이 부족하고 열악한 국가의 경우 환경유량에 대한 개념도 없다. 선진국의 경우, 국민의 물에 대한 인식을 반영하여 갈수록 환경생태적 측면이 중요함에 따라 환경유량 및 생태를 고려한 물 관리가 중요해지고 있다.

미국은 DO(Dissolved Oxygen) 등 이화학적 지표뿐만 아니라 생물학적 지표를 이용하여 수질을 종합적으로 평가하고 있다. 미연방환경보호청(EPA, Environmental Protection Agency)은 “수산 및 수영 가능한(fishable and swimmable) 수질”이란 비수치적 목표를 달성하기 위해 음용수 관련 95개 항목, 독성물질 126개 항목에 대한 수질기준치(criteria)를 설정하고 있으며 이를 바탕으로 각 주정부 혹은 절차에 따라 EPA 직권으로 수체 또는 그 일부구간에 대한 수질환경기준(standard)을 설정하고 있다. 여러 주정부는 청정수법의 총량관리(TMDL, Total Maximum Daily Load) 대상지역을 결정하는 기준으로서 EPA가 제시한 생물학적 수환경평가법(RBP, Rapid Bioassessment Protocol, 1998. 11. 2nd edition)을 따르고 있다. RBP에 의해 손상된 지역(impaired zone)과 손상 안 된 지역(natural zone)으로 구분하고, 손상된 수체는 총량관리 대상지역이 된다. RBP에 적용되는 분류군은 부착조류와 저서성대형무척추동물 및 어류(이 중 어류는 수환경의 장기변화 지표로 이용됨)가 활용되어 수생태관리를 적극적으로 추진하고 있다.

일본은 현재 생활환경기준으로 8개 항목을 설정하고 있으며, 건강보호기준으로는 규제대상 23개 항목과 모니터링 대상 25개 항목을 설정하고 있다. 환경청 수질보전국 주관으로 1984년 이후 생물 모니터링 및 생물학적 수질평가를 지속적으로 실시(초반기에는 대상생물로 조류 등이 포함되어 있었으나, 현재는 저서성대형무척추동물 단일 분류군만 조사)하고 있다. 수질평가법은 저서성대형무척추동물의 총 16개 분류군으로 구성된 “수생생물에 의한 육안적 수질판정법”에 의하고 있다. 아울러 환경청 수질보전국에서는 영국의 저서성대형무척추동물에 의한 수질평가지수를 일본 하천수계에 원용하여 일본 실정에 맞는 수질평가지

수를 개발하여 적용을 검토 중에 있다.

유럽연합은 회원국에 대한 수질환경기준을 의무규정(ordinance), 지침규정(directive), 권고규정(recommendation)으로 구분하여 제시하고 있다. 수질환경기준지침에 음용수원 지표수 수질기준, 수욕장 용수원 수질기준, 담수어 서식 수질기준을 구분하여 설정하고 있으며, 지표수 수질기준 39개 항목, 수욕관련 수질기준 10개 항목, 연어류와 잉어류 서식을 위한 14개 항목의 권고기준과 의무기준 및 총 아연과 용해성구리에 대한 특별규정을 두고 있다.

프랑스는 유럽연합의 환경기준을 적용함과 아울러 최근 프랑스 물관리기구에서는 새로운 평가시스템(SEQ, Système d'Evaluation de la Qualité)을 개발 중이다. 이 중 이화학적 수질평가시스템(Water-SEQ)은 이미 개발되었으며, 물리적 환경평가시스템(Physical-SEQ)과 생물학적 수질평가시스템(Bio-SEQ)은 개발이 진행 중이다.

III 환경유량 기능정립과 발전방안

하천, 호수, 지하수 시스템은 그 자체 기능을 유지함과 동시에 인간의 이용과 편익을 위해 서 적절한 수량과 수질이 보장된 물을 필요로 한다. 이때 필요한 물을 '환경유량(environmental flows)'이라 한다. 우리나라에서는 환경유량이 하천유지용수란 개념으로 도입·발전되어 왔고 최근에 들어와 환경생태적 관점이 부각되어 생태를 고려한 환경유량으로의 중요성이 인식되고 있다.

역사상으로 보면 물은 그 이용으로부터 단기간의 경제적 성장을 극대화하는 것에 강조를 두고 관리되어 왔다. 이로 인해 물과 관련된 자연자원의 보존, 생물종의 보호, 물과 관련된 다양한 생태계 관리에 미흡하여 현재 생태계에 여러 문제를 야기하고 있다. 따라서 수자원 관리에 있어서 생태계의 건전성 유지에 비중을 두고 물의 이용과 배분이 이루어지는 정책이 필요하며 이를 위해 환경유량도 이를 반영하여 정의되어야 한다. 여기서 생태계의 건전성에 기반을 둔 정책이란 시간과 공간적인 한계 내에서 생태계를 이해하고 물에 기반을 둔 타 개체의 영향을 파악하여 이를 고려함을 의미한다. 즉, 환경적 관점에서의 용수관리는 하천수 이용의 관점에서 어느 일방을 완전히 배제시키지 않고 전체 환경적인 지속가능성을 유지할 수 있도록 하는 것이다. 본 장에서는 환경유량에 대한 국내 물에 대한 수요와 의식 변화를 고려한 환경유량에 대한 정의와 기능에 대해 정립하고자 한다.

1. 환경유량에 관한 국내 인식

우리나라에서는 환경유량이 하천유지용수와 유사한 개념으로 인식되고 있다. 실제 금년에 개정된 하천법에서도 환경개선용수를 추가는 하였으나 이 역시 인간의 하천이용측면을 강조한 유지용수개념으로 정의하고 있다. 현재 하천유지용수가 환경유량의 역할을 하고 있다고 보며 하천유지용수에 환경개선용수라는 의미를 포함하기는 하였으나 아직도 완벽한 환경유량으로 정의되어 있지 못하다.

이와 같이 1960년대 하천유지용수 개념이 도입된 이후 시간이 갈수록 그 개념이 점차 변화하고 있다. 최근 조사(국토연구원, 2006)<표4>에서 환경용수²⁾에 대한 인식수준을 설문 조사에서 하천유지유량과 환경용수 간의 관계에 대하여 환경용수 개념을 포함하도록 하천유지유량의 개념을 수정·보완하여야 한다는 항목에 대한 응답비율이 전체의 40.2%로 가장 높다. 이에 이어 환경용수는 하천유지용수를 포함하는 광의의 개념이라는 항목에 대한 응답비율이 높게 나타난다. 이를 통하여 전체적으로는 하천유지용수의 개념을 수정·보완하여 환경용수를 포함하도록 하여야 한다는 견해가 우세하지만 환경용수가 개념적으로 하천유지용수를 포함한다는 견해와 서로 별개의 개념이라는 견해 역시 상당한 비율을 차지하여, 환경용수와 하천유지용수가 개념적으로 혼돈되고 있음이 드러나고 있다.

표4 하천유지유량과 환경용수량 간의 개념적 관계

응답항목	설문응답자						
	전 체	중 앙 공무원	지 방 공무원	연구원	교 수	환 경 단 체	수자원 공 사
서로 별개의 개념	25.2	26.0	12.7	22.2	18.5	28.0	55.9
환경용수가 광의	34.3	22.0	52.7	25.0	40.7	36.0	20.6
하천유지유량의 개념을 수정 및 보완하여 환경유량을 포함	40.2	50.0	34.5	52.8	40.7	36.0	23.5
기 타	0.4	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
합 계	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

자료 : 국토연구원(2006)

2) 여기서 환경용수로 사용한 것은 본 설문을 실시한 연구자가 설정한 용어를 존중하여 사용하였다. 환경용수라 함은 필요에 의해 물을 공급, 관리하는 인간의 입장에서 관점이며 환경유량은 필요에 의한 것이든, 자연적인 것이든 하천의 입장에서 하천에 흐르는 물을 의미한다. 환경용수는 인간의 필요에 의해 물을 공급하는 입장이고, 환경유량은 하천의 입장에서 하천의 자연적인 기능유지를 위한 유량으로 인식하는 것이 적절하다고 판단된다.

설문대상그룹 간에서도 견해의 차이를 확인할 수가 있다. 같은 공무원 그룹에서 중앙공무원의 경우는 환경용수 개념을 포함하도록 하천유지유량의 개념을 수정·보완하여야 한다는 항목이 가장 높은 응답비율을 보이는 반면, 지방공무원의 경우는 환경용수가 개념적으로 하천유지용수를 포함한다는 항목이 가장 높은 응답비율을 나타내고 있다. 수자원공사 소속 전문가들의 경우에는 환경용수와 하천유지용수는 별도의 개념으로 구분된다는 항목이 55.9%의 가장 높은 응답비율을 나타낸다.

환경용수량과 하천유지유량을 별도의 용수사용으로 규정할 경우, 환경용수의 법적 지위에 대하여 설문을 하였다<표5>. 그 결과, 전체적으로는 하천유지용수와 동등하게 취급되어야 한다는 항목에 대한 응답비율이 39.8%로 가장 높다. 이어 환경용수의 법적 지위는 생·공용수보다 하위라는 항목에 대한 응답비율이 높게 나타난다. 이를 통하여, 전체적으로는 환경용수의 법적 지위가 하천유지용수처럼 타 용수사용에 우선되는 것으로 나타나지만 생·공용수보다 그 우선순위가 낮다는 견해 역시 상당한 수준의 지지를 받고 있다.

표5 환경용수의 법적 지위

설문응답자	전 체	중 앙 공무원	지 방 공무원	연구원	교 수	환 경 단 체	수자원 공 사
응답항목							
하천유지용수와 동등	39.8	36.2	54.5	37.8	43.4	40.0	17.6
하천유지용수보다 낮고 생·공용수보다 상위	15.1	12.8	14.5	13.5	20.8	28.0	2.9
생·공용수와 동등	11.2	10.6	10.9	10.8	5.7	20.0	14.7
생·공용수보다 하위	30.3	34.0	20.0	29.7	30.2	8.0	58.8
기 타	3.6	6.4	0.0	8.1	0.0	4.0	5.9
합 계	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

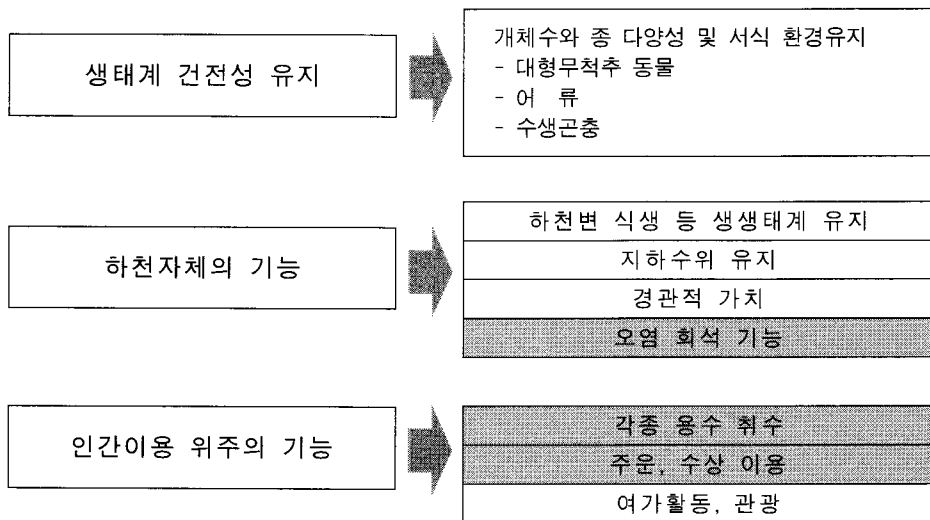
자료 : 국토연구원(2006)

2. 환경유량의 기능정립

환경유량에 대한 주요국의 개념은 미국과 호주의 경우는 용수개발 및 수력발전 등으로 인한 하천수량 감소에 따른 생태계 문제에 주안점을 두는 반면, 일본의 경우는 “정상유량”의 개념을 도입하여 유수의 정상적인 기능³⁾을 유지하기 위한 유량으로서 환경유량을 인식

하고 있다는 점에서 차이가 보인다. 호주의 경우는 생물다양성을 보존하기 위하여 유지되는 담수의 양(fresh water flows), 즉 생물이 계(system)를 통하여 진화해 나갈 수 있도록 자연유량을 허용하고 강 하류나 하구 시스템을 유지하기 유량으로 정의하여 적극적인 환경유량의 개념을 선택하고 있다는 점이 특징이다. 우리나라의 환경유량 개념은 시대적인 인식 변화와 기능요구에 따라 발전해 왔다. 하천유지유량은 그동안 주운, 염수침입 방지, 수질 개선 기능을 주목적으로 검토되어 왔으며, 이러한 목적으로 확보한 하천유량은 하천의 자연적인 기능에도 어느 정도 도움이 되었음은 부인할 수 없다. 그러나 생태계적 관점에서 보면 환경유량은 인간만이 아니라 하천 및 강에 의지하여 살아가고 있는 생물, 무생물의 에너지흐름 및 물질순환, 계의 발전과 진화 및 제어를 위해 필요한 유량으로 정의되어야 하고 이를 위해 환경유량은 크게 하천의 생태계 건전성유지와 하천이 가진 고유기능 유지와 더불어 더 나아가 하천이 소속된 유역의 생태가치 유지 및 제고기능을 담당토록 산정되고 관리해야 한다.

그림1 환경유량 기능 정립



주 : 음영부분은 현재까지 우리나라 환경유량 공급에서 중요시되어 온 부분임

3) 정상적인 기능으로 주운, 어업, 관광, 염해 방지, 지하수위 유지, 동식물의 보호 등을 설정하였다

1) 생태계의 건전성 유지

육상생태계는 하천의 흐름과 같은 물리적 기작, 수질, 수온, 먹이연쇄와 같은 다수의 생물적·물리적 조건에 의존하고 있다. 하천 생태계는 지구상에 알려진 어종(魚種)의 41%와 멸종 위기에 처한 희귀종의 대부분을 포함하여 방대한 생명체를 가지고 있다(Moyle and Cech, 1996). 불과 지난 수 십년 동안 인간위주 물이용은 생태계의 중요한 기능 및 작용을 붕괴시켜 왔다. 자연수계로 흘러 들어가는 물의 양과 질은 어류 및 기타 수생생물의 서식지에 큰 영향을 준다. 예를 들면, 이주성 어종은 그들의 생명주기 중 특정 시점에서 어느 정도의 최소유량을 필요로 한다. 대부분의 생물종들은 주어진 수계에서 생존하기 위하여 충족되어야만 하는 특정 수온, 수질 및 기타 필수조건을 가지고 있다. 이러한 생태적 건전성을 유지할 수 있도록 하천관리를 하는 것이 경제적인 측면에서도 중요하다.

2) 하천 자체의 기능 유지

담수는 자연수로 또는 자연수계가 속해있는 계(system) 그 자체만으로도 여러 가지 기능을 한다. 이러한 하천 자체의 기능(서비스)들은 당연한 것으로 받아들여져 유역개발 결정 시 그 가치가 적절히 평가되지 않거나 고려되지 않기 때문에, 그 서비스가 손실되기도 한다. 하천에서의 대부분의 편익은 강한 “공공재”의 특성을 가지고 있어 시장에서의 완전한 가치를 이해하는 것은 어렵다. 하천 자체의 기능에는 유역으로부터 흘러 들어온 오염물질을 희석하는 기능, 여가 또는 휴식의 장소로써 이용되는 기능, 하천 자체가 있다는 것만으로도 사람들이 가지는 존재적 기능을 들 수 있다.

(1) 오염물질 희석의 기능

담수는 인류의 생활과 가장 밀접한 관계가 있으며 인위적 활동에 의해 배출되는 각종 오염의 희석 및 순환의 장으로서의 기능을 하고 있다. 최근 담수의 오염 희석기능 상실로 각종 어패류 및 조류의 폐사사건이 빈번히 나타나고 있다. 도시 및 산업체가 환경으로 오염물질을 방출하기 전에 폐수를 처리하도록 하는 법규를 통과시키기 시작한 1970년까지 ‘희석’은 오염관리의 기본적인 접근방식이였다. 실제로 현재까지도 많은 국가에서는 자연수계의 희석능력에 크게 의존하고 있다. 대부분의 국가 중 수계에 상당한 양의 침전물, 살충제 및 합성비료를 방출하는 농장 유출수 및 기타 비점원에 대해 관리하는 지역은 거의 없다. 오염물질의 농도가 높거나 독성이 있는 경우, 또는 사람들이 안전한 식수공급 및 적절한 위생설

비의 이용이 불충분한 경우, 희석 자체만으로 양호한 수질과 인간의 건강을 유지하는 것은 불가능하다. 그러나 이러한 희석기능마저 없다면, 상황은 더욱 악화될 것이 분명하다.

하천의 기능으로서 희석의 가치를 평가할 수 있는 한 가지 방법은 폐수에서 모든 오염물질을 기술적으로 제거하는 데 소요되는 비용을 추정하는 것이다. 여기서 농업 유출수 또한 질산염, 살충제 등 비점오염원을 제거하기 위한 처리비용까지 고려한다면 수로의 오염물질의 희석기능의 가치는 상당히 과소평가되어 왔음을 알 수 있다. 오염부하량이 종종 자연이 흡수/처리하거나 희석할 수 있는 양을 초과하고 있기 때문에, 사회에서 이미 이 가격의 일부에 대해 지불하고 있다. 그러나 자연적인 희석작용이 완전히 없다면, 수질오염을 무해하거나 허용할 수 있는 수준으로 유지하는 비용은 크게 증가하게 될 것이다. 따라서 하천의 오염물질 희석기능도 하천의 중요한 기능 중의 하나이다.

(2) 여가활동의 장으로서의 기능

담수계는 수영, 낚시, 래프팅과 같은 수많은 다양한 레크리에이션의 기회를 제공한다. 대부분의 다른 하천상의 편익과 같이, 여가활동의 장으로 이용될 수 있는 기능은 "공공재"적 특성을 갖고 있으며, 시장에서의 완전한 가치를 구하기 어렵다. 야외활동의 향유가 증가 추세에 있는 우리나라와 같은 국가의 경우, 많은 수의 사람들이 이와 같은 레크리에이션 서비스로부터 이익을 얻는다. 그러나 이와 같은 향유에 대한 총 가치를 평가하는 일은 어렵다. 다행스럽게도, 경제학자들은 레크리에이션에 대한 담수계의 가치를 추정하고 이를 학술적으로 증명하고 있다. 이와 같이 하천이 여가활동의 장으로서 기능을 하는 것이 중요한 하천 기능으로 부각되고 있다.

3) 생태가치 유지 및 제고기능

생태계 유지유량이 기타 용수 수요에 비해 덜 중요시되어 온 이유는 어류, 물새 및 야생동물의 서식지로서의 자연적인 강, 호소 및 습지의 가치는 수익자 및 이익이 불명확하고 간접적이어서 추정하기 어렵기 때문이다. 어떤 경우, 서식지로서의 가치가 파괴되고 손상되었을 경우에만, 이와 같은 가치들이 명확히 눈에 보이게 된다. 이에 비해 산업용수, 가정용수, 농업용수 등의 경우 용수의 공급으로 인한 수익자의 이익이 명확하고, 따라서 이에 대한 가치를 추정하는 것이 가능하다. 최근 미국 서부지역의 경우, 강 및 습지와 같은 수생 서식지의 보호를 위하여 보다 많은 물의 확보를 목표로 19건의 물 관련 거래가 형성되었다

(Smith and Vaughan 1995). 근래에 들어와 어종, 조류의 개체 수 및 야생동물을 보호하고자 하는 대중적 관심의 증가와 물 시장(water markets)의 등장으로 수생 생태계가 제공한 주요 서식지에 시장가치를 부여하기 시작했다. 이와 같이 새롭게 대두되는 가치에 대해 담수생태계인 하천이 가장 핵심적인 기능을 담당하고 있다.

3. 환경유량의 발전방향

환경유량은 하천을 바탕으로 살아가는 인간을 포함한 모든 생물의 적절한 지속가능성을 고려해 산정하고 관리하여야 한다. 그러나 하천이 유지되어야 할 적절한 상태는 나라마다 지역마다 다르므로 어떤 특정 하천에 적절한 환경유량은 환경적, 경제적, 사회적 가치와 하천 용수의 용도 간 균형을 어떠한 방식으로 맞춰야 할지에 결정된다. 이는 생태적 이득만이 환경유량의 목적이 아님을 의미한다. 환경유량은 생태적 요구와 더불어 생활, 농업, 공업, 위락 등의 요구를 만족시키는 할당 사이에 균형을 맞추어야 한다. 무엇보다도 환경유량은 하천 및 유역 시스템 전체적인 맥락에서 고려되어야 한다. 물리적 관점에서 보면 이는 습지 및 범람원을 포함하며 지하수 시스템을 고려하면서 하천의 수원에서 연안 및 해안 지역에 걸쳐 있는 시스템을 염두에 두어야 함을 의미한다. 가치적 관점에서는 전체적인 시스템과 연관된 환경적, 경제적, 사회적, 문화적 가치의 고려를 의미한다. 용수가 소비적 용도로 과잉 할당되고 있는 하천 시스템에서는 소비적 용도를 줄이고 하천 생태계를 유지하기 위해 환경유량을 확보하여야 한다.

1) 환경유량 산정

하천관리자는 유수의 정상적인 기능 및 상태를 유지하기 위하여 필요한 수량, 즉 하천 유지유량을 설정하여 고시하도록 하였다. 그러나 대부분의 이와 같은 개념은 국가하천(대하천)의 주요지점에 대해 적용되는 개념으로 중소하천이나 도시하천에 대해서는 하천유지용수 산정에 대한 구체적인 방법이 거론된 적이 없다. 국가하천의 경우 유지용수 산정 시에 하천법에서 언급하는 여러 요소를 고려하지만 최종 산정은 평균갈수량이 대부분이다.

하천환경에 대한 문제는 궁극적으로 “하천에서 일어나는 전체적인 하천의 생태시스템을 유지할 수 있는 유량을 어떻게 산정하고 확보하여 공급할 수 있는가?”에 대한 사항으로서, 결국은 생태시스템을 반영하는 환경유량에 대한 문제로 귀착된다. 이 문제를 해결하기 위해서는 기본적으로 하천의 생태시스템과 관련된 모든 분야가 연계되어 고려되어야만 한다.

그러나 국내 현 여건상 많은 어려움과 제약이 있기 때문에 지금까지는 특정분야에 국한된 연구를 통해 유지유량을 산정해 왔다. 특히 하천의 생태시스템에 있어 비교적 관찰이 쉽고 하천생태의 상위그룹에 속하는 어류를 대상으로 하는 어류생태가 하천의 전체 생태를 대표하는 것으로 간주하여 어류생태유량은 생태유량이라는 식의 접근이 일반적이었다. 앞으로는 하천 본연의 모습을 되찾고 건강한 하천 생태시스템을 유지함으로써 인간과 자연이 공존할 수 있는 지속적인 하천관리를 위해서는 어류뿐 아니라 계절에 따른 하천의 생태반응을 고려하여 적정유량을 산정하여야 한다(고익환, 2007).

환경유량을 정하기 위해서는 명확한 하천 목표와 용도 시나리오가 정의되어야 한다. 목표는 용수 할당에 대한 기준을 마련하도록 측정가능한 지표를 사용해야 한다. 예를 들면 유용한 목표로는 '1980년대 수준으로 어류종 다양성 유지', '하류 습지의 90 % 유지' 등을 꼽을 수 있다. 사회적 정치적 목표는 언뜻 보기에는 환경유량의 목표에 비해 덜 유용해 보일 수도 있으나 '주민의 요구수량 80% 이상 유지' 등도 목표로서 매우 실질적이며 유용하다. 환경유량을 산정하는 것은 가치에 대한 수요이기 때문에 하천 목표를 정하는 것은 매우 사회적 과정이다. 따라서 성공적인 환경유량 산정은 과학자 및 전문가뿐만 아니라 다양한 이익 집단의 대표자들이 참여가 요구된다. 참여하는 모든 이들은 환경유량의 설정 및 관리에 무엇이 수반되어야 하는지를 기본적으로 이해해야 한다. 그리고 용수량 산정에 있어 우리나라의 기후 및 지역의 특성을 반영하여 산정하여야 하고 반드시 많은 물이 흘러야만 건강한 것이 아니고 여건 분석결과 일정기간 건천인 경우에는 이도 충분히 환경유량 산정에 반영하여야 한다. 이는 우리나라와 같은 기후여건에서 소규모 하천까지 365일 내내 물이 흘러야 생태적으로 건전한 것은 아니고 하천 특성에 따라 갈수기에는 건천화되는 것도 우리나라 하천의 특성임을 고려해야 한다.

2) 환경유량 공급

용수공급에서의 하천유지 및 생태환경을 위한 환경유량의 공급 및 배분방안은 “생태적으로 건전한 물의 이용” 측면에서 볼 때 대단히 중요한 과제이며, 이러한 목적의 용수공급을 위하여 많은 연구를 하여야 한다. 외국의 앞선 연구 사례와 실행은 우리의 환경유량 공급 및 배분에 많은 시사점을 주고 있다. 즉, 생태에 바탕을 둔 정확한 수요량을 산정하고, 이를 공급하기 위해 수리권활용, 취수제한, 하천수량유지, 물고기 이동로, 조류서식지 보호 등의 환경보전을 위한 보조댐 건설 등을 통하여 환경유량 공급을 모색할 필요성이 있다.

환경유량의 공급은 당해 국가와 지역에 따라 상이하며 일률적인 공급방안을 마련하기가 어렵다. 따라서 구체적인 공급방안은 유역의 용수이용, 토지이용, 하천이용 등을 종합적으로 고려해야 한다. 특히 우리나라는 건기와 우기의 차이가 크므로 건기 때에도 모든 하천에서 반드시 물이 흐르도록 환경유량을 공급하는 것은 적합하지 않다. 즉, 그 지역과 하천의 생태특성을 고려하여 공급방안을 마련해야 한다. 이전부터 건기 때 물이 흐르지 않았다면 건천도 하나의 하천 특성이므로 이를 반영하여야 하며 이는 앞서 환경유량 산정 때와 동일한 논리로 접근해야 한다. 즉 최악의 갈수기 때는 건천화도 하천생태순환의 한 단면이므로 언제나 충분히 물이 흐르도록 하는 공급하는 것이 목적이 아니라 우리나라 하천의 특성을 고려해 공급방안을 마련해야 한다.

현재 경제적 목적으로 하천용수를 다양하게 활용하고 있으므로 환경유량의 공급은 자연상태와 유사한 수준으로 공급을 요구하기는 무리가 있다. 즉, 인위적 용도로 사용되면서 동시에 모든 측면이 자연적 수준까지 재생될 수 없다. 환경유량을 확보하는 과제의 일부는 자연상태의 어떤 요소가 정의된 용도를 만족시키는 데 중요할지를 결정하는 것이다. 예를 들면 어류 산란을 위해서는 하천변 습지가 최소 기간 동안 침수되어 있어야 한다. 하천 생태계를 유지하기 위해서는 수량, 수질, 시기, 기간 등이 다양하게 적용되어야 한다. 어류 산란 지역 유지를 위한 범람용 용수, 어류 이동을 위한 유량, 침전물과 염분을 씻어 내리기 위한 용수 등은 그러한 다양성이 필요한 예이다.

이상적으로 환경유량에 대한 대책은 유역에 걸친 토지이용, 수리권, 하천용도 등과 통합적으로 고려하여야 한다. 심각하게 손상된 하천에 대해 환경유량 대책만을 적용하는 것은 무의미하며 오히려 악화를 초래할 수도 있다. 예를 들면 평야의 초지 제거로 인해 불안정 상태가 된 하천 제방은 가변적인 용수의 공급에 의해 극심한 침식을 겪을 수도 있다. 또한 심하게 손상되고 오염원 습지 및 범람원에 용수를 공급하게 되면 잡초의 침입 및 오염물질의 확산이 발생할 수도 있다. 따라서 환경유량의 공급은 유역의 상태를 고려하여 종합적으로 판단하여야 하고, 주기적으로 하천 상태가 변화한다면 과학자 및 관리자들은 새로운 상태에 맞춰 환경유량 공급기법을 주기적으로 변경해야 할 것이다.

3) 환경유량 관리

우리나라의 하천 용수관리를 위한 수질평가는 해당 수역의 인위적 물 용도에 부합할 수 있는 물리적, 화학적 요소에 의하여 평가되어 왔다. 그러나 최근의 주요국의 동향은 하천의

생태적 요소에 대한 관리 및 평가가 강조되고 있다. 유럽연합의 경우는 수질환경기준지침에 음용수원 수질기준, 수영 수질기준, 담수어 서식 수질기준을 구분하여 설정하고 있으며, 지표수 수질기준 39개 항목, 수영 수질기준 10개 항목, 연어류와 잉어류 서식을 위한 14개 항목의 권고기준과 의무기준 및 수생태에 대한 총 아연과 용해성구리에 대한 특별규정을 두고 있다 미국의 경우에도 미국은 이화학적 지표뿐만 아니라 생물학적 지표를 주요지표로 이용하여 수질을 종합적으로 평가하고 있다. 우리나라도 2007년부터 시행되는 개정된 수질환경기준에서 도입된 생물지표의 조속한 정착과 더불어 어류, 부착조류, 대형무척추동물 등을 이용하여 생태계의 건전성과 안정성이 확보될 수 있는 종합적인 하천생태평가 기준이 마련해야 할 것으로 판단된다.

IV 결 론

우리나라에서 환경유량은 하천관리 측면에서의 하천유지용수 개념으로 도입되었다. 하천유지용수의 기능은 주운, 어업, 수질, 염해방지, 환경개선 등 유역 및 시대적 관심이 무엇인가에 따라 변하여 왔다. 우리나라에서 하천유지용수는 아직도 인간 위주의 용수이용기능을 중점적으로 고려한 것으로 순수한 환경유량의 의미로서 환경생태적 관점에서 정의되고 강조되지 못했다. 그리고 기존의 하천유지용수는 용수산정에는 포함되어 있으나 실제적인 공급방안이 없는 등 환경적인 측면에서 효율적인 관리가 안되고 있다고 할 수 있다. 최근 들어 하천복원 또는 자연형 하천조성 사업 등에 따라 하천의 자연적 기능에 더하여 어류뿐 아니라 하천의 전체 생태계의 건전성유지에 대한 중요성이 부각되고 있다. 그리고 하천을 이용하는 시민들도 환경개선 및 친수 등의 이용목적에 따라 추가적인 용수를 요구함에 따라, 금년에 개정된 하천법에서도 하천유지유량의 정의에 환경개선을 위한 용수를 포함하도록 하고 있다. 현재는 하천유지용수는 환경개선용수라는 목적을 추가하였지만 진정한 환경유량 의미를 부여하기는 미흡하다. 환경유량이라 함은 하천본래의 기능 유지하면서 어류, 저서생물, 부착조류 등의 서식을 고려한 하천자체의 생태유지를 고려한 용수를 의미한다.

환경유량은 하천의 기능과 하천이 가지는 본래의 가치를 유지하기 위해 필요한 유량으로 정의되어야 하며 이는 각종 경제활동 유지를 위한 용수 공급, 위락, 심미, 주운 등을 위한 용수와 동일가치 또는 그 이상에서 고려하여야 한다. 생활이나 공업용수의 기능은 어디서

나 그 용도와 수요량이 비슷하지만 환경유량은 지역에 따른 기후와 하천의 조건 등을 고려하여 산정되고 공급되어야 하며 갈수기에도 모든 하천에 반드시 환경유량을 공급해야 되는 것이 아니다. 우리나라의 갈수기에는 상당수의 소하천이 건천화되므로 이 역시 생태계의 한 축이므로 이러한 특성도 환경유량의 산정과 공급에 반영하여야 한다. 환경유량의 관리에 있어서도 이제는 취수와 관련하여 하천유량이 최소한의 기준유량 이하로 내려가는 경우 취수를 제한하거나 하천유량이 일정유량을 유지하는 범위에서 취수를 허가하는 방법으로 관리할 필요가 있다. 또한 각종 하천생태관련 지표를 도입하여 환경유량이 하천의 지속가능성을 담보할 수 있도록 관리하여야 한다.

참고문헌

- 건설교통부. 2006. 「수자원장기종합계획(2006-2020)」
- _____. 2000. 「하천유지유량 결정방법의 개발 및 적용」
- _____. 1997. 「낙동강 수계 하천수이용 실태 조사 및 하천유지유량 산정보고서」
- _____. 1998. 「한강수계 하천수사용실태 조사 및 하천유지유량산정보고서」
- 건설부. 1984. 「한강 하천정비기본계획보고서」
- 환경부. 2005. 「물환경관리기본계획 보고서」
- 한국수자원공사. 1995. 「하천유지유량 산정방법의 개발 및 적용」
- 고익환. 2007. “새로운 개념의 하천유지유량 연구 동향” 「태화강보존회 세계물의 날 기념 세미나」
- 김규호. 1999. 「하천어류 서식환경의 평가와 최적유량산정」 연세대학교 수공학연구소.
- 김종원. 2006. 「수리권관련 설문조사자료」 국토연구원.
- 최지용. 1995. “환경용수의 배분과 공급을 위한 연구” 「한국환경정책학회」
- EPA. 1998. *Rapid Bioassessment Protocol*, 2nd edition.
- Moyle, I.B., and J.J. Cech. 1996. *Fishes*, 3rd edition. Upper Saddle River:Prentice-Hall.
- Postel, S., B. Richter. 2003. *Rivers for Life: Managing Water for People and Nature*. Washington D.C.: Island Press.
- <http://www.cwcb.state.co.us/isf/programs/isf1.htm>
- <http://www.deh.gov.au/water/rivers/nrhp/estuarine/chapter3.html#3.1>