

우리나라의 하천유지유량과 환경개선용수, 그리고 환경유량 Instream Flow, Environmental Improvement Water of Korea and Environmental Flow

강성규*, 이동률**, 문장원***, 최시중****, 서재승*****

Seong Kyu Kang, Dong-Ryul Lee, Jang Won Moon, Si Jung Choi, Jae Seung Seo

요 지

통합수자원의 관리(IWRM)에 대한 명확한 용어의 기원과 정의는 내려져 있지 않으나, 1992년 더블린에서 열린 물과 환경에 대한 국제 컨퍼런스에서는 통합수자원관리에 적합한 가이드라인 성격의 원칙을 정하였다. 또한 GWP(2000)는 '생태계의 근본을 지키면서 최대한의 사회, 경제적 가치 창출을 위한 물과 육지, 그리고 이와 관련된 자원을 관리하고 개발하는 과정'으로 통합수자원관리에 대한 일반적인 정의를 내리고 있다. 한편 우리나라에서 하천유지유량의 개념이 문서상으로 나타나기 시작한 것은 1960년대이며, 1995년에 그 구체적인 산정방법이 정립되었고, 1999년 전국 4대강 수계의 하천유지유량이 산정되었다. 이 값들은 2006년 60개 지점에 대해 고시되었으며, 같은 해 환경개선용수의 개념이 정립되고 2007년 개정된 하천법에 보완된 하천유지유량의 개념이 출현 하였다. 하천유지유량 산정방법 또한 보완되어 2007년부터 금강권역을 시작으로 하천유지유량 재 산정 작업이 시작되어 현재 진행되고 있다. 해외의 경우 1990년대 중반 호주와 남아프리카공화국, 미국 등에서는 하천생태계, 특정 유량이 아닌 전체적인 변동성(유황)을 중요시하는 환경유량의 개념이 정립되어 활발히 연구되고 있다. 본 연구에서는 통합수자원관리와 우리나라의 하천유지유량 및 환경개선용수, 그 중요성이 더욱 강조되고 있는 환경유량의 관계를 살펴보고 향후 하천수 관리에 대한 방향성을 제시하였다.

핵심용어 : 통합수자원관리, 하천유지유량, 환경개선용수, 환경유량

1. 서론

강이나 습지, 호수의 물과 수생태계는 인류에 다양한 재화와 용역을 제공한다. 음용의 물이나, 식용 물고기 혹은 자연 경관과 물놀이, 홍수방어 및 물이용 등이 그것이다. 이와 같은 고유의 가치로 인해 인류의 주요 문명의 발원지는 큰 강 주변이었고 하천과 홍수터는 삶의 터전이 되어왔다. 그러나 물은 무한정한 자원으로 인식되어 왔으며, 하천의 물이 자연·사회 환경에 주는 영향을 정량적으로 평가하는 것이 어려워 다른 자연자원에 비해 과소평가되어 왔다.

하천유지유량은 생태계를 포함하는 하천의 자연환경과 그 기능을 위해 하천을 흘러야 하는 물을 일컫는 것으로 해외에서는 물고기보호를 위한 유량으로 시작되었다. 우리나라에서는 주로 주운

* 정회원 · 한국건설기술연구원 전임연구원 · e-mail : skkang@kict.re.kr

** 정회원 · 한국건설기술연구원 연구위원 · e-mail : dryl@kict.re.kr

*** 정회원 · 한국건설기술연구원 수석연구원 · e-mail : jwmoon@kict.re.kr

**** 정회원 · 한국건설기술연구원 전임연구원 · e-mail : sjchoi@kict.re.kr

***** 정회원 · 한국건설기술연구원 연구위원 · e-mail : jsseo@kict.re.kr

과 농업용수 취수를 위한 하구의 염수침입방지를 위한 용수, 수질개선을 위한 회석용수로서의 개념이 주를 이루어 왔다. 하천의 기능을 주로 홍수방어와 물이용으로 인식하던 시대에서 자연환경 보호와 삶의 질 향상을 위한 하천환경의 기능 또한 중요하게 인식하게 된 오늘날, 하천유지유량의 개념과 관리는 매우 중요하게 되었다. 본 연구에서는 하천유지유량과 환경개선용수 및 환경유량의 개념을 비교하고 하천수 관리의 방향을 제시 하였다.

2. 하천유지유량과 환경유량

2.1 해외의 하천유지유량과 환경유량

서양에서 하천유지유량의 개념은 최초 1940년대 미국 서부에서 하천수의 고갈이 연어와 같은 낚시 대상의 어종의 감소를 가져온다는 사례연구에서 시작되었다(Moore, 2004). 또한 20세기 중반 이전에는 구조물(댐과 보)에 의한 회유성 어종의 이동을 주로 고려하였으나, 대댐의 건설이 많았던 1950년대 이후 이들에 의한 저류와 방류, 취수에 의한 생태계의 영향을 고려하기 시작하였다(Richter et al., 2009). 하천유지유량 산정을 위한 개념과 과학적 탐구, 구체적인 방법론은 1970년대 등장하였다. 특히 Bovee(1978)에 의해 IFIM(Instream Flow Incremental Methodology)이 소개되기 전에는 일평균 유량의 일정 비율을 물고기 보호를 위한 유량으로 정의하는 최소유량(Minimum flow)의 개념이 미국과 영국의 하천유지유량의 주된 설정 방식이었다(Tennant, 1976). 이 IFIM 방법의 핵심은 대상어종의 서식처 조건과 하천의 수리학적 조건을 연계하여 유량을 결정하는 물리적 서식처 모의 방법(Physical HABitate SIMulation) 이다. 이 방법은 물고기의 개체수와 적합서식처의 관계, 생물학적 현실성이 떨어진다는 지적이 있으나 지금까지 개발된 어떤 방법보다도 적용성이나 정확성에서 인정받는 방법이다. Petts(2009)는 하천유지유량 평가를 위한 주된 방법을 Richter et al(1997)에 의해 개발된 유량변동분석법(RVA, Range of Variability Approach)로 대변되는 수문학적 방식, PHABSIM과 그로부터 파생된 방법으로 대표되는 서식처 접근방식, 전문가 집단에 의한 의사결정방법 등 세 가지로 구분하였으며, 향후 하천유지유량 설정을 위해서

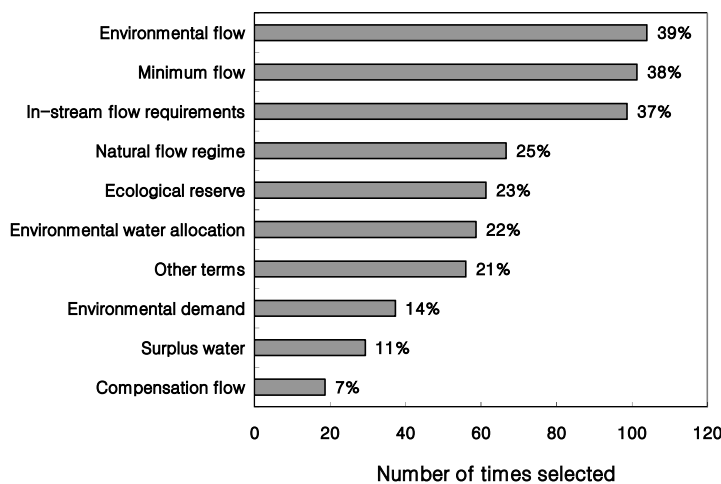


그림 1. 용어의 적합성(Moore, 2004)

는 기후변화 및 패턴, 지형적 변화 및 순환, 생물학적 다양성 및 전통과 관습의 조화를 고려해야 한다고 하였다.

한편 서양의 하천유지유량은 우리와 달리 주로 생태계를 그 대상으로 하며, 최초 대표 어종에서 생태계의 다양성을 고려하는 방향으로, 특정 유량에서 유황을 고려하는 방식으로 발전하고 있으며, Instream flow와 Environmental flow를 같은 개념으로 이용하고 있다. 다만 Instream flow와 Minimum flow는 1970년대 후반 함께 나타난 용어로 현재로는 Environmental flow(환경유량)이라는 용어가 더 자주 쓰이는 것으로 보인다. Moore(2004)는 이와 관련된 연구로 설문조사를 실시하여 그림 1과 같이 나타내었으며 각종 문헌에 나타나는 환경유량의 정의를 표 1과 같이 정리하였다.

표 1. 문헌에 정의된 환경유량의 개념(Moore, 2004)

- Dyon, Bergkamo & Scanlon (2003): 물이용이 경쟁화되고 유량이 조절되는 하천, 습지 또는 해안지역의 생태계와 이들이 주는 편익을 보전하기 위하여 공급되는 유량
- 4th International Ecohydraulics Symposium: 하도, 강둑, 습지, 홍수터 또는 하구 건전성을 유지하기 위하여 하천시스템에 남아 있거나 공급해야하는 물
- Arthington & Pusey (2003): 하천 및 지하수 시스템, 홍수터 및 하류의 생물·물리학적 요소와 생태학적 과정들을 유지 또는 복원하는데 필요한 자연유량의 주요 특성치(수량, 빈도, 유량사상의 발생 시기 및 지속기간, 변화율, 변동성 등)들의 유지 또는 부분적인 복원
- Tharme (2003): 중요한 대표 생태계의 특성을 보전하기 위하여 하천과 하천의 홍수터로 흘러야 하는 자연 상태의 유량
- IWMI (2004): 담수에 종속적인 생태계가 유량 조절을 받고 다양한 물 이용자들과 경쟁을 할 경우 생태계의 건전성, 생산성, 서비스 및 이익을 보전하기 위한 공급수량
- Hirji & Panella (2003): 하천유량으로 유지되는 하천과 생태계의 건전성을 관리하기 위하여 계획적으로 하천에 유지되고 또는 흘러야하는 시공간적인 분포로 규정되어 있는 수량
- Brown & King (2003): 환경유량은 하천의 모든 요소들을 포괄하는 종합적인 용어. 환경유량은 시간에 따라 동적(動的)이며 자연유량의 변동에 대한 필요성을 정식으로 인정하고 있고, 사회와 경제적 문제뿐만 아니라 생물·물리학적 쟁점들도 다루고 있음

2.2 우리나라의 하천유지유량과 환경개선용수



그림 2. 하천유지유량 고시지점

우리나라에서 “하천유지유량”은 그 용어 보다는 개념이 먼저 「하천법」에 등장하였다. 1971년 개정된 「하천법 시행령」(제5783호)의 제11조(하천정비기본계획의 작성) 제2호에 “하천의 유효한 이용과 유수의 정상적 기능 및 상태의 유지에 관한 사항에 대하여는 하천의 점용, 배의 운항, 어업, 관광, 유수의 청결한 유지, 염해의 방지, 하구폐색의 방지, 하천부속물의 보호와 지하수위의 유지, 기타 사항을 종합적으로 고려하여야 한다.”고 규정하고 있다. 그 이후 하천시설기준(건설부, 1980 및 1993)에 하천유지유량이라는 용어가 등장하며 1995년 구체적인 하천유지유량의 정의와 산정 방법이 정립되었다(하천유지유량 산정방안 연구, 한국수자원공사). 또한 1997년부터 1999년까지 5대강 수계의 주요 하천에 대해 하천유지유량이 산정되었으며, 이후 1999년 「하천법」 전부개정(제5893호)에 의해 법적 근거를 가지게 되었다. 이 하천유지유량은 「하천법」 제20조에 “하천의 정상적인 기능 및 상태를 유지하기 위하여 필요한 최소한의 유량”으로 정의되었다. 1999년 산정 완료된 하천유지유량은 그림2와 같이 2006년 전국 5대 수계 60개 지점에 고시되어 관리되고 있다.

한편 1990년대 후반 하천의 복원에 대한 연구가 활발

히 진행되고, 청계천 등 하천의 복원사업이 진행되는 과정에서 “환경개선용수”의 개념이 등장하게 된다. 이미 건전화된 중소하천에 인위적인 물의 공급이 진행되면서 그 혜택과 형평성의 논란이 있었다. 2006년 정부는 그해 발표된 “수자원장기종합계획”에서 제시하고 있는 자연·사회환경 개선을 고려한 용수의 확보 필요성에 따라 새로운 하천유지유량의 산정 방법 및 개념을 도입하였다. “자연·사회환경 개선을 고려한 하천유지유량 산정방안 연구(건설교통부, 2007)”에서는 하천수 허가와 개념적으로 충돌하고 있는 하천유지유량 산정방법을 개선하였으며, 이때 환경개선용수의 개념 역시 정립하였다. 환경개선용수의 가장 큰 특성은 국가에 하천수 사용의 허가를 받으며, 그 비용을 부담한다는 점이다. 표 2는 하천유지유량과 환경개선용수를 항목별로 비교한 내용이다.

표 2. 하천유지유량과 환경개선용수(건설교통부, 2007)

구 분	하천유지유량	환경개선용수
목 적	- 자연환경 보전	- 사회환경 개선
발생원인	- 자체유역의 물순환체계에 따라 자연적으로 발생	- 사회환경 개선을 위해 사용자가 요구하는 경우에만 발생
적용구간	- 하천유역 상·하류의 연속된 전구간	- 하천 일부구간 및 일부지역
수혜대상	- 국민 및 자연환경(생태계)	- 환경개선용수 요구자(지자체, 단체 및 개인 등)
수 리 권	- 하천법에 의거, 국가가 고시 및 관리	- 하천법에 의거, 이용자가 유수사용허가를 득하여 이용
기 능	- 자연환경 보전 - 하천 생태계 보전	- 관광, 하천문화행사를 위한 하천경관 개선 - 물놀이 등 레크리에이션을 위한 친수공간 개선
비용부담	- 국가	- 환경개선용수 요구자(지자체, 단체 및 개인 등)

또한 기존의 하천유지유량은 대부분의 지점에서 갈수량을 기준으로 결정하고 고시하였으나, 이 갈수량은 하천수 허가의 상한으로 최대로 허가된 수량을 모두 취수한다면 하천에 남아 있는 하천유지유량으로 이용될 물이 없다는 모순점이 있었다. 이 연구의 결과로 2009년 “하천유지유량 산정요령”이 수정, 보완되어 하천유지유량의 필요유량 항목에서 갈수량이 제외되었으며, 하천유지유량을 고시할 경우, 현재 확보가 가능한 양과 새로이 확보가 필요한 양으로 나누어 고시하도록 변화하였다.

이러한 개념 재정립과 수자원 여건의 변화로 2007년 전부 개정된 「하천법」에서는 하천유지유량을 제51조에 “생활·공업·농업·환경개선·발전·주운 등의 하천수 사용을 고려하여 하천의 정상적인 기능 및 상태를 유지하기 위하여 필요한 최소한의 유량”으로 정의하고 국가가 확보를 위해 노력할 것을 규정하였다.

3. 결론

우리나라는 비교적 풍부한 연평균 강수량에 반해 강수의 여름 집중 현상, 높은 인구밀도(1인당 강수량의 열세), 짧은 도달시간 등으로 인해 수자원 확보에 매우 불리한 상황에 있다. 이로 인해 서양의 환경유량과 우리의 하천유지유량은 그 개념과 범위가 다르며 많은 방법론에도 불구하고 아직 최소유량 개념으로 하천유지유량이 관리되고 있다. 우리나라에서 하천유지유량을 산정하기 위해 고려해야 할 사항은 수질과 생태계, 경관, 염수침입, 하구막힘, 하천시설물 및 취수원 보호,

지하수위 유지 등 총 8가지 항목이나 실제 하천유지유량을 산정 할 경우 수질과 생태계, 경관의 항목을 주로 고려하고 있으며 이들 중 최대값으로 하천유지유량을 결정한다. 하천유지유량의 산정과 확보 및 관리를 위해서는 다음과 같은 사항을 고려해야 한다.

1. 농업용수 취수를 위한 염수침입 방지 유량은 현실적으로 매우 크며, 향후 농업용수의 수요량 감소, 하구둑 설치 및 수위별 염분 농도를 고려한 취수 매뉴얼 등 상황을 고려하여 산정 항목에서 제외 혹은 조정이 필요하다.
2. 하구막힘을 유량만으로 해소하는 것은 현실적으로 어려울 것으로 판단하며, 생태계 안정 등을 위해 반드시 필요할 경우에 한해 굴착 등 다른 대안을 도입하는 것이 타당하다.
3. 우리나라의 하천유지유량은 인간과 자연환경을 모두 고려하기 때문에 유량과 생태계의 다양성까지 고려하기는 매우 어려운 실정이나, 세계적인 추세 및 연구 결과 등의 도입을 통해 생태계의 고려 대상을 다양화 하는 것이 필요하다.
4. 「하천법」상 하천유지유량이 부족할 경우, 하천수 조정위원회를 열어 하천수 취수를 제한 할 수 있도록 되어 있으나, 일반 대중의 정서상 받아들여지기가 어려우며 자연환경의 보전과 보호가 반드시 필요하다는 인식을 확산 시켜야 한다.
5. 하천유지유량 중 현재 확보가 가능한 유량에 대해서는 국가가 수리권을 신청하여 하천수를 확보할 수 있도록 해야 하며, 새롭게 확보가 필요한 유량은 만료된 하천수 허가, 실제 취수하지 않은 허가 현황 등을 조사하고 회수하여 하천유지유량 항목으로 보호받을 수 있게 하며, 신규 수원 등을 통한 적극적인 확보 노력이 필요하다.
6. 유역의 수자원 총량에 비해 과도하게 허가된 수리권은 단계적으로 회수 하여야 한다.
7. 하천, 특히 중소하천과 도심하천의 하천유지유량을 확보, 관리하기 위한 최선책은 건전한 물순환 체계를 복원하는 것이다.

참 고 문 헌

1. 건설부(1980). 하천시설기준
2. 건설부(1993). 하천시설기준
3. 건설교통부(1997). 자연·사회환경 개선을 위한 하천유지유량 산정방안 연구
4. 한국수자원공사(1995). 하천유지유량 결정방법 및 적용
5. Bovee K. D. (1978). The Incremental Method of Assessing Habitat Potential for Coolwater Species, With Management Implications. AFSSP. pp 340-346
6. Global Water Partnership(2000). Intergrated Water Resources Management
7. Moore, M. (2004). Perception and interpretations of environmental flows and implications for future water resource management - A survey study, Master thesis, Linköping University, Sweden
8. Petts. G. E. (2009). Instream Flow Science for Sustainable River Management. Journal of the American Water Resources Association. Vol 45. No. 5. pp1071-1086
9. Richter, B.D., Baumgatner, J.V., Wigington, R., Braun, D.P. (1997). "How much water does a river need?.", Freshwater Biology, No. 37, pp. 231-249
10. Richter B. D., Williams K., Aarrestad P. (2009). Introduction: Featured Collection on Instream Flows-Recent Advances and the Road Ahead. Journal of the American Water Resources Association. Vol 45. No. 5. pp1069-1070