

# 금강유역의 환경유량 산정을 위한 다학제간 전문가그룹의 역할

## Role of MET for Environmental Flow Assesment in Guem River Basin

김기형\*, 김정곤\*\*, 서진원\*\*\*, 박상영\*\*\*\*, 장창래\*\*\*\*\* , 고익환\*\*\*\*\*

Geehyoung Kim, Jeonkon Kim, Jinwon Seo, Sangyoung Park, Changlae Jang, Ickhwan Ko

### 요    지

최근 관심을 받고 있는 지속가능한 하천관리는 과거에 이루어졌던 이수 및 치수중심의 하천관리와 90년대 고조된 자연형 하천관리에서 진일보된 하천관리로써, 전체적인 하천시스템을 고려하여 자연과 인간이 함께 하천을 공유할 수 있도록 하기 위한 것이다. 환경유량은 이를 위한 필수적인 요소이며 하천 시스템에 절대적인 영향을 미치게 된다. 따라서 환경유량 산정시에는 하천의 특정 분야만 고려했던 과거와는 달리, 이·치수, 어류, 식생, 저수생물 등 하천의 전체시스템을 고려하여야 한다. 이를 위해 대상 지역의 전체적인 개황을 조사하고 환경유량 산정시 우선적으로 고려되어야 하는 영향인자를 결정하게 되는데 이때 각 분야의 전문가적 견해가 요구되어진다.

하천에 대한 전체적인 시스템 분석은 매우 다양한 방법으로 수행 될 수 있는데 하천의 유황변화, 하도의 변화, 하천을 중심으로 하는 수생 동식물의 변화, 하천에 설치된 수공구조물의 변화 등 여러 분야에 걸쳐 다양한 자료의 수집과 연계분석이 이루어져야 한다. 하천 생태계를 구성하는 가장 기본적인 환경유량의 파악은 이러한 다양한 분야의 연계 분석을 통해 이루어지며, 하천특성에 맞는 적절한 환경유량은 손상된 하천 생태계를 회복하는 근간이 될 수 있다.

환경유량의 영향인자를 결정하기 위해 현장답사를 통한 조사 분석이 수행되는데, 지금까지는 특정분야의 특정 전문가가 현장답사를 실시하고 특정 전문가의 견해에서 결과분석이 이루어져 왔다. 그러나 최근 선진국에서는 다학제간 전문가 그룹(Multi-disciplinary Expert Team, MET)을 통해 하천의 전체 생태시스템을 고려하여 환경유량을 산정하고 이를 유지할 수 있는 방안을 마련하고 있다.

본 연구에서는 금강유역의 환경유량을 산정하기 위하여 다학제간 전문가그룹의 접근방법을 구축하고 하천, 수질, 식생, 어류, 저수생물 등 각 분야별로 국내외의 전문가가 참여하는 MET를 구성하였다. 환경유량 산정을 위한 금강유역의 현장답사에 있어 MET의 기능과 역할을 분석하였으며 현장답사를 통해 금강유역의 전반적인 하천환경을 조사 분석하고 상호간 의견 교환을 통해 도출한 답사결과를 환경유량 산정에 적용하는데 있어 구성된 MET의 기능 및 역할을 현장답사 내용을 중심으로 분석하였다.

### 1. 서 론

최근 관심을 받고 있는 지속가능한 하천관리는 과거에 이루어졌던 이수 및 치수중심의 하천관리와 90년대 고조된 자연형 하천관리에서 진일보된 하천관리로써, 전체적인 하천시스템을 고려하여 자연과 인간이 함께 하천을 공유할 수 있도록 하기 위한 것이다. 환경유량은 이를 위한 필수적인 요소이며 하천 시스템에 절대적인 영향을 미치게 된다. 따라서 환경유량 산정시에는 하천의 특정 분야만 고려했던 과거와는 달리, 이·치수, 어류, 식생, 저수생물 등 하천의 전체시스템을 고려하여야 한다. 이를 위해 대상 지역의 전체적인 개황

\* 정회원-수자원연구원 수자원환경연구소 위촉연구원 E-mail: water0418@paran.com

\*\* 정회원-수자원연구원 수자원환경연구소 책임연구원 E-mail: jkkim@kwater.or.kr

\*\*\* 비회원-수자원연구원 수자원환경연구소 선임연구원 E-mail: jinwonseo91@kwater.or.kr

\*\*\*\* 정회원-수자원연구원 수자원환경연구소 선임연구원 E-mail: sypark119@kwater.or.kr

\*\*\*\*\* 정회원-수자원연구원 수자원환경연구소 선임연구원 E-mail: cljang@Kwater.or.kr

\*\*\*\*\* 정회원-수자원연구원 수자원환경연구소장 E-mail: ihko@kwater.or.kr

을 조사하고 환경유량 산정시 우선적으로 고려되어야 하는 영향인자를 결정하게 되는데 이때 각 분야의 전문가적 견해가 요구되어진다.

하천에 대한 전체적인 시스템 분석은 매우 다양한 방법으로 수행 될 수 있는데 하천의 유황변화, 하도의 변화, 하천을 중심으로 하는 수생 동식물의 변화, 하천에 설치된 수공구조물의 변화 등 여러 분야에 걸쳐 다양한 자료의 수집과 연계분석이 이루어져야 한다. 하천 생태계를 구성하는 가장 기본적인 환경유량의 파악은 이러한 다양한 분야의 연계 분석을 통해 이루어지며, 하천특성에 맞는 적절한 환경유량은 손상된 하천 생태계를 회복하는 근간이 될 수 있다.

환경유량의 영향인자를 결정하기 위해 현장답사를 통한 조사 분석이 수행되는데, 지금까지는 특정분야의 특정 전문가가 현장답사를 실시하고 특정 전문가의 견해에서 결과분석이 이루어져 왔다. 그러나 최근 선진국에서는 다학제간 전문가 그룹(Multi-disciplinary Expert Team, MET)을 통해 하천의 전체 생태시스템을 고려하여 환경유량을 산정하고 이를 유지할 수 있는 방안을 마련하고 있다.

본 연구에서는 금강유역의 환경유량을 산정하기 위하여 다학제간 전문가그룹의 접근방법을 구축하고 하천, 수질, 식생, 어류, 저서생물 등 각 분야별로 국내외의 전문가가 참여하는 MET를 구성하였다. 환경유량 산정을 위한 과정에 있어 MET의 역할을 분석하였으며 금강유역의 전반적인 하천환경을 조사 분석하고 상호간 의견 교환을 통해 도출한 결과를 환경유량 산정에 적용하는데 있어 구성된 MET의 기능 및 역할을 현장 답사 내용을 중심으로 분석하였다.

## 2. 환경유량의 산정

### 2.1 환경유량의 개념

환경유량은 일반적으로 하천을 중심으로 하천생태계를 위한 유량을 의미하는데, 문헌에서 그 의미와 정의를 찾아보면 Dyon, Bergkamo & Scanlon(2003)는 물이용이 경쟁화되고 유황이 조절되는 하천, 습지 또는 해안지역의 생태계와 이들이 주는 편익을 보전하기 위하여 공급되는 유황으로 정의하고 있으며 Arthington & Pusey(2003)는 하천 및 지하수 시스템, 홍수터 및 하류의 생물·물리학적 요소와 생태학적 과정들을 유지 또는 복원하는데 필요한 자연유황의 주요 특성치(수량, 빈도, 유량 사상의 발생시기 및 지속기간, 변화율, 변동성 등)라고 하고 있으며 IWMI(2004)에서는 담수에 종속적인 생태계가 유황 조절을 받고 다양한 물 이용자들과 경쟁을 할 경우 생태계의 건전성, 생산성, 서비스 및 이익을 보전하기 위한 공급수량으로 정의하고 있다. 또한 Hirji & Panella(2003)는 하천유량으로 유지되는 하천과 생태계의 건전성을 관리하기 위하여 계획적으로 하천에 유지되고 또는 흘러야하는 시공간적인 분포로 규정되어 있는 수량을 환경유량으로 정의하고 있다. 이러한 정의의 주요한 공통점은 환경유량은 하천의 정상적인 기능 가운데 하천 전체의 생태시스템을 고려한 유량이라는 것이다.

### 2.2 환경유량 산정을 위한 절차

대부분의 자연하천에 있어 홍수, 오랜 기간의 하도변화, 홍수시 피해 방지를 위한 각종 수리구조물 설치 등 자연적 또는 인위적인 요인으로 인해 하천생태계를 위한 환경유량은 끊임없

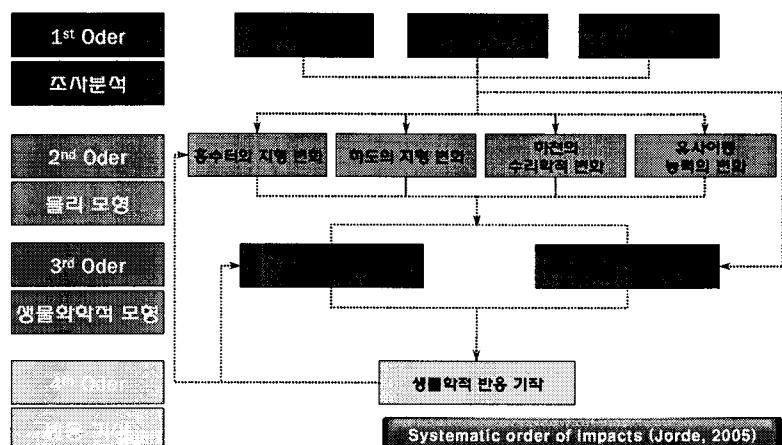


그림 1. 하천 생태시스템 영향 분석을 위한 단계

이 변화하고 있다. 이러한 환경유량의 변화를 정량적으로 분석하고 파악하는 것은 하천의 생태적인 기능을 유지하고 지속적인 하천관리를 위한 기본적인 사항이다. 결국 환경유량은 하천 변화에 따른 하천 본연의 기능을 유지시키기 위해 필요한 유량인 것이다. 따라서 하천에 필요한 환경유량을 산정하기 위해서는 하천의 생태적인 기능을 위한 자연적인 하천공간 특성을 파악하고 이를 평가하여 반영할 수 있도록 하는 것이 중요하다(그림 2.1).

각각의 단계는 전체 분석 절차에 있어 서로 분리된 단계로 분석이 이루어지나, 각 단계의 분석 결과는 다음 분석단계를 수행하기 위한 경계조건을 제공하게 된다. 이러한 개념의 모형은 Jorde(2005)에 의해 제안되어 환경유량을 산정하는데 기본적인 개념 모형으로 사용된다.

### 2.3 MET(Multi-disciplinary Expert Team)의 도입

그림 1에서 보이고 있는 하천환경 영향인자 분석을 위해서는 다학제간 전문가 그룹(Multi-disciplinary Expert Team; MET)의 구성을 통해 상호 전문적인 의견교환과 견해를 정리하고 이를 바탕으로 하천 생태계를 회복하기 위한 조건을 설정하고 전문가 평가를 통해 시나리오 분석과 모형을 이용한 모의를 통해 최적의 하천생태 조건을 결정하여 최종적으로 이를 만족할 수 있는 환경유량을 선정함으로써 지속가능한 하천관리를 수행하게 되는 것이다(그림 2).

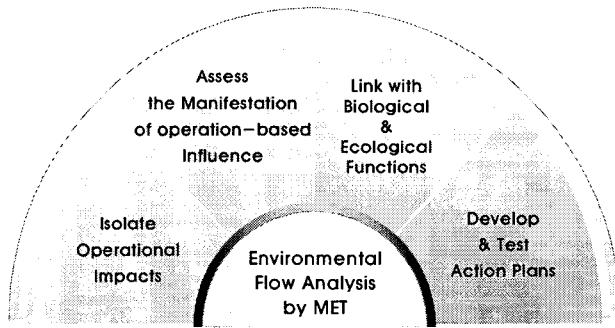


그림 2. 다학제간 전문가그룹을 통한 영향분석 및 개선방안 마련

본 연구에서는 환경유량 산정을 위해 MET를 구성하고 준비단계, 일반화단계, 개념적 검토단계, 전문가 평가단계, 시나리오 분석 및 모델링 단계, 테스트 및 의견 조정 단계 등 모두 6개 단계를 거쳐 수행하고 이를 통해 하천환경의 인자를 분석함으로써 하천생태계를 회복하기 위한 환경유량을 설정하도록 하였다(그림 3).

첫 번째 단계에서는 MET를 구성하고 현황자료 및 관련 통계자료와 전반적인 정보를 수집하고 검토하며 두 번째 단계에서는 환경유량을 산정하고자 하는 대상 하천의 1차 답사를 통해 유량상태에 대한 현황을 파악한다. 세 번째 단계에서는 개념적 모델을 정립하고 유량-생태간 관련, 획득한 정보와 수집한 자료에 대한 차이를 분석하고 네 번째 단계에서 2차 현장 답사를 통해 수행하고자 하는 유량-생태간의 구체적이고 세부적인 목표와 우선순위를 결정한다. 다섯 번째 단계에서 환경유량 산정을 위한 수치모형을 이용하여 환경유량 산정을 위한 조건, 변수 등을 결정하고 마지막 여섯 번째 단계에서 각 분야의 전문가들과 심도있는 논의를 통해 이전단계에서 가정한 시나리오 및 모의결과를 분석하고 필요하면 이를 다시 수정하는 작업을 거쳐 환경유량을 산정하게 된다. 환경유량은 단순히 어류생태만을 고려하는 것이 아니라 하천의 전반적인 생태시스템을 모두 고려하고 이를 위

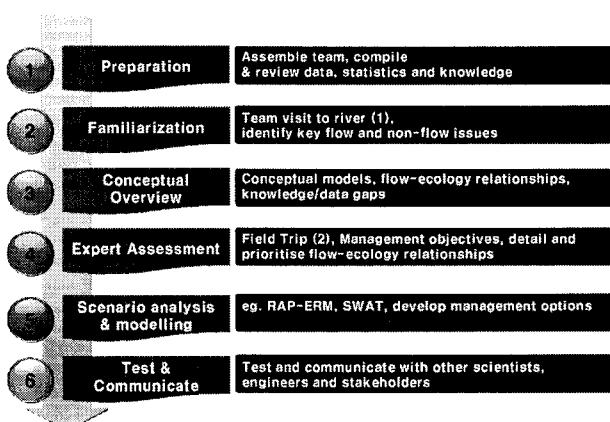


그림 3. 금강유역에 적용한 하천환경 인자의 분석 과정

해 각 분야의 전문들로 구성된 MET를 통해 수행되는 다학제간 분석이 필요한 부분이다

### 3.MET의 역할

이상에서 언급한 것과 같이 본 연구에서 금강유역의 환경 유량을 산정하기 위해 4단계의 개념적 분석을 기본으로 6단계의 절차를 통해 하천환경에 영향을 미치는 인자를 도출하고 도출된 인자의 조정을 통해 환경유량을 산정하도록 하였는데, 이때 도출된 인자가 어류, 조류, 식생, 수리, 수문, 수질 등 각 분야별로 미치는 환경적 영향을 최소화할 수 있도록 하기 위한 방안을 마련하게 된다. 이를 위해 반드시 필요한 것이 MET(다학제간 전문가 그룹)이다(표 1).

기존에는 이러한 MET의 구성없이 특정 분야의 전문가가 하천생태계의 상황을 파악하고 해결방안을 제시하는 것이 일반적이었다. 그러나 하천생태를 고려하여 지속 가능한 하천 관리가 될 수 있도록 하기 위한 환경 유량을 산정함에 있어 보다 구체적이고 건강한 하천 생태계 유지를 위해서는 앞으로 MET의 구성은 필수적이라 할 것이다. 본 연구에서는 대상

유역인 금강유역의 환경유량 산정을 위해 6개 단계별 분석을 수행함에 있어 각 분야별 전문성을 제고하기 위한 MET를 구성하였다. 본 연구를 위해 구성한 MET에는 하천계획, 수리, 수문, 지형, 수질, 어류, 저서생물, 식생 등 각 분야에 대해 호주 eWater CRC와 수자원공사의 많은 전문가가 참여하였다.

수자원공사와 호주간 공동으로 구성된 MET를 중심으로 수문자료 및 하천의 수리학적 자료 분석을 통해 유량-생태간 영향인자를 분석하고 유량사상에 대한 분석을 통해 환경유량 산정모형을 통해 도출된 결과를 분석하고 이를 바탕으로 환경유량을 평가하게 된다(그림 4).

### 4. 결 론

하천의 기능을 회복하고 지속적인 하천관리를 위한 환경유량은 하천에 가해진 인공적인 변화로부터 하천 본연의 기능을 회복시키기 위해 필요한 유량으로 하천의 생태적인 기능에 대한 자연적인 하천공간 특성을 파악하고 이를 평가하여 반영할 수 있도록 하는 것이 중요하다. 본 연구에서는 금강유역을 대상으로 환경유

표 1. 호주와 구성된 MET의 전문 분야

Category	K water	eWater CRC
Runoff(hydrology, E2 and/or SWAT)	○	○
RAP	○	○
River hydraulics	○	×
Water quality(Aquatic Chemistry)	○	○
Riverine geomorphology	○	○
Algal ecology	○	×
Fish ecology	○	○
Vegetation ecology(aquatic plant)	○	○
Macro invertebrate	×	○
Water balance analysis	○	×

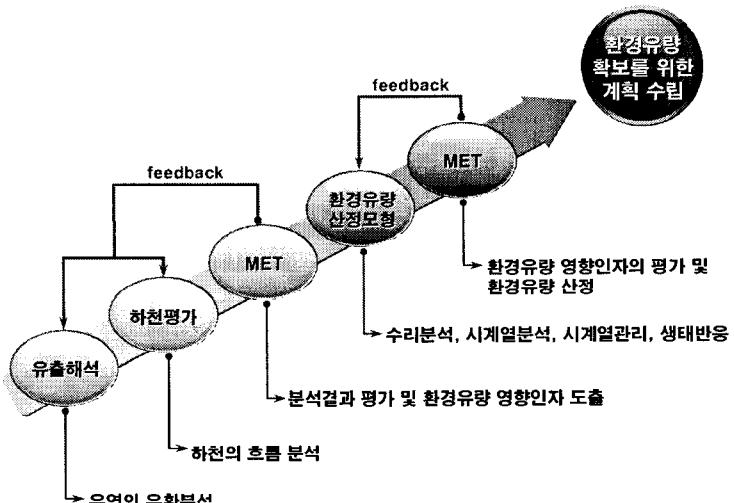


그림 4. 환경유량 산정을 위한 MET의 역할

량을 산정하기 위한 다학제간 전문가 그룹(Multi-disciplinary Team, TEM)을 통해 하천 생태시스템을 분석하고 환경유량 산정 모형을 활용하여 저수지 댐과 연계운영 함으로써 어류 및 식생 등 상태서식처와 사회환경 개선에 필요한 유량을 유지할 수 있는 방안을 적용하고자 하였다. 1차년도에서는 금강유역의 분석 및 환경유량 산정을 위해 각 분야별 전문가로 구성된 MET를 구성하였다. 본 연구를 위해 구성된 MET는 하천계획, 수리, 수문, 지형, 수질, 어류, 저서생물, 식생 등 각 분야별로 호주 eWater CRC와 수자원공사의 전문가들이 참여하였다.

### 참 고 문 헌

1. Arthington, A. H., S. O. Brizga, S. C. Choy, M. J. Kennard, S. J. Mackey, R. O. McCosker, J. L. Ruffini, and J. M. Zalucki. 2000. Environmental flow requirements of the Brisbane River downstream from Wivenhoe Dam. South East Queensland Water Corporation, And Center for Catchment and In-Stream Research, Griffith University, Brisbane.
2. Bunn, S. E. and A. H. Arthington. 2002. Basic principles and ecological consequences of altered flow regimes for aquatic biodiversity. *Environmental Management* 30(4): 492–507.
3. Heins, W. J. and D. C. Mattews. 1987. Historical perspectives on the study of community and evolutionary ecology of North American stream fishes. In: *Community Ecology of North American Stream Fishes* (Eds D. C. Mattews and W. J. Heins) pp 3–7. University of Oklahoma Press: London.
4. Jorde, K. 2006. Reservoir Operations and Ecosystem Losses, The 2nd International Workshop on River Environment, KICT, Korea, pp. 41–66.