

## 하천유지유량 결정 방법의 개발 및 적용: I. 산정 방법 Development of a Method for Determining the Instream Flow and Its Application: I. Estimation Method

김 규 호\* · 이 진 원\* · 홍 일 표\* · 우 호 섭\*\*  
Kim, Kyu-Ho · Lee, Jin-Won · Hong, Il-Pyo · Woo, Hyoseop

### Abstract

Methods for determining the instream flow in the stream were explored and examined through careful reviews and evaluations of available literatures. Development of the instream flow estimation method is based on the reviewed results and methods which can be used within the acceptable levels. The newly-developed method was tested on the streams which require maintaining some riverine functions, such as the instream flow and river-management flow at the specific channel reach or representative station of the river. The riverine functions mainly considered in this study are the minimum flow, water quality conservation, fish habitat rehabilitation and conservation, riverine aesthetics, river navigation and recreation, and so on. As a result, the newly-developed instream flow estimation method is expected to be used effectively for determining the instream flow, which is necessary in order to maintain the natural or artificial riverine functions.

### 요 지

기존 하천유지유량 결정 방법을 문헌 조사와 항목별 조사 방법 등을 통해 검토하고, 검토 결과를 바탕으로 산정 가능한 항목과 방법에 따라 하천유지유량 결정 방법의 개발 방향을 결정하였다. 이에 따라 하천의 정상적인 기능 유지에 필요한 주요 항목별 필요유량 결정 방법, 구간 및 대표지점에 대한 하천유지유량과 하천관리유량의 결정 방법을 개발하였다. 고려한 항목은 주로 갈수량, 수질 보전, 어류 서식처의 복원 및 보전, 하천 경관, 수상 이용 등이고, 이와 같은 하천의 자연 및 인위적 기능을 유지하는데 필요한 하천유지유량의 결정방법은 효율적인 하천관리에 필요한 방법을 제공할 수 있을 것이다.

\* 한국건설기술연구원 수자원연구실 선임연구원  
\*\* 한국건설기술연구원 수자원연구실 실장

## 1. 서 론

최근에 하천수질이 악화되고 물수요량이 증대됨에 따라 하천의 고유 기능이 악화되어 사회적으로 하천의 유지관리 문제가 중요시되고 있는 점을 감안할 때, 하천환경의 일부로 취급되고 있는 하천유지유량 차원에서 보다 중요한 것은 깨끗하고 충분한 물을 확보하여 하천 고유의 정상적인 기능을 유지할 수 있는 맑은 물을 하천에 흐르도록 하는 것이라고 할 수 있다. 지금까지 국내에서는 하천유지유량으로 단순히 기준갈수량(특히 하천정비기본계획 등에서 적용되어 왔음), 환경보전유량이나 희석유량, 또는 평균갈수량과 수질을 고려한 하천관리유량을 결정하여 하천유지관리에 적용하여 왔다. 그러나 하천환경을 종합적으로 고려하고, 맑고 충분한 하천유량이 유지될 수 있도록 계획하고 관리하기 위해서는 수질 보전, 어류 등 하천 생태계의 서식처 복원 및 보전, 하천 경관, 그리고 수상이용 등 하천의 자연 및 인위적 기능을 보전할 수 있는 하천유지유량을 보다 명확히 결정할 수 있는 표준적인 방법을 개발하여 적용할 필요가 있다.

본 연구는 지금까지 적용되어 온 하천유지유량 결정 방법을 문헌 조사와 항목별 조사 방법 등을 통해 검토하고, 이 검토 결과를 바탕으로 산정 가능한 항목과 방법에 따라 하천유지유량 결정 방법의 개발 방향을 설정한다. 그리고 하천의 정상적인 기능 유지에 필요한 주요 항목별 필요유량 결정 방법, 지점보다는 하도구간 및 대표지점에 대한 하천유지유량과 하천관리유량의 결정 방법을 개발한다.

## 2. 하천유지유량 결정 방법과 개발 방향

### 2.1 하천유지유량과 하천관리유량의 정의

본 연구에서 적용되는 하천관리와 관련된 하천유지유량 및 하천관리유량, 그리고 하천유지유량 산정과 관련된 필요유량 등의 개념은 기존에 정의된 개념(서병하 등, 1990; 하천시설기준, 1993)을 다소 수정하여 다음과 같이 정의한다(우효섭과 김규호, 1995).

(1) 갈수량 및 필요유량: 하천특성에 따른 갈수량(본 연구에서는 하천유지유량과 대등하게 취급되고 항목별 필요유량과 비교하는 기준치가 됨)은 하천이 갖는 고유유량으로서 하천 유역이 자연상태일 때를 기준으로 산정하며 주로 기준 갈수량과 평균 갈수량 등이 이용되고 있다.

각 항목별 필요유량은 하천법과 그 시행령, 갈수대책업무규정, 그리고 하천시설기준 등에서 정한 하천의 9가지 기능, 즉 수질보전, 생태계(어류)보전, 경관, 수상이용, 염수침입방지, 하구막힘 방지, 하천관리시설의 보호, 지하수위의 유지, 그리고 어업 등을 만족시킬 수 있는 최소한의 유량으로 정의한다.

(2) 하천유지유량: 하천유지유량은 항목별 필요유량을 조합하여 구간 또는 지점별로 설정한 유량을 갈수량과 비교하여 큰 값을 하천유지유량이라고 정의한다. 하천유지유량은 어떤 하도구간 또는 대표지점에서 자연적 기능과 인위적 기능을 유지하고 보전하기 위해 설정하여 하천관리자가 지정할 수 있는 유량이다. 근본적으로 하천유지유량은 현재상태와 비교하여 앞으로 하천의 수리·수문과 환경조건 등이 크게 바뀌지 않는 이상 변경될 수 없는 유량이지만, 하천에 따라 새롭게 자연적 기능을 강화하거나 수요에 의해 인위적 기능이 증감될 경우에는 이에 맞추어 변경될 수도 있다.

(3) 하천관리유량: 위에서 설정된 하천유지유량과 물수지 분석에 의해 각종 취수 및 용수를 만족하게 하는 이수유량과의 합을 대표 지점(실무에서는 기준 지점으로 사용되고 있음)의 하천관리유량이라고 정의한다. 하천관리유량은 하천관리를 위해 설정하는 유량으로서 전체적으로 볼때 하천의 자연 및 인위적 기능 뿐만 아니라 하천수 이용 기능(구체적으로 취수에 의한 이수유량)을 충족시킬 수 있도록 하천 대표 지점에서 흘러야 할 유량이다.

(4) 하천관리유량의 산정: 하천관리유량은 하천유지유량과 이수유량의 합으로서 산정되며, 이때 하천유지유량의 값으로는 평균갈수량과 항목별 필요유량 중 큰 쪽의 값을 취한다.

### 2.2 하천유지유량 결정 항목의 비교

지금까지 적용된 국내의 하천유지유량 산정시 주로 반영하는 하천 기능을 위한 고려 항목을 검토하고, 현재 및 장래 우리나라 하천의 자연, 사회 및 환경 여건에 맞는 새로운 하천유지유량 결정방법을 개발하기 위한 기본방향을 설정하는데 이용하였다.

표 1에서 보는 바와 같이 같이 하천유지유량을 결정하는데 있어 정량적으로 고려되는 항목들은 주로 대부분 하천의 최소유량으로 보는 갈수량, 수질 보전, 생태계(어류) 복원 및 보전, 하천 경관, 수상 위락 및 수운 등이다. 구미의 경우 이 중 주로 관심 대상 항목은 생태계 보전이며, 하천 생태계의 대표종은 어류를 들고 있다. 일본의 경우 하천 생태계는 물론 수질 보전, 하천 경관, 갈수량 등을 종합적으로 고려하고 있다. 반면에, 우리나라 하천시설기준(1993) 등에는 “하천수운, 어업, 하천 경관, 염해방지, 하구막힘의 방지, 하천관리시설의 보호, 지하수위의 유지, 동식물의 생태보호, 하천 수질보전, 이수유량을 고려하여 하천유지유량을 산

정한다”고 명시되어 있으나, 실제로 지금까지 적용되어 온 연구결과는 대부분이 갈수량과 하천 수질 2개 항목만을 고려하여 하천유지유량을 산정하여 온 것이 사실이다. 특히 수질항목의 경우 외국에서는 단순한 질량보존식부터 비교적 정교한 수질 예측 모형에 이르기까지 다양한 방법을 이용하여 수질을 예측하고 하천유지유량을 산정하고 있다. 우리나라 역시 비교적 정교한 수질예측 모형인 QUAL2E 모형을 이용하여 수질을 예측하여 왔으며, 이 점에서 수질을 고려한 하천유지유량 결정 방법은 상당한 진전이 있는 것으로 여겨진다(우효섭과 김규호, 1995).

### 2.3 하천유지유량 개발 방향의 설정

우선 하천유지유량 산정 및 결정 방법을 개발하는데 이용할 수 있도록 국내 하천이 하천유지유량 차원에서 갖는 특성을 파악하기 위해 하천유지유량

표 1. 각국의 하천유지유량 고려항목의 비교 (우효섭과 김규호, 1995)

구 분	한 국	일 본	미 국	영 국	비 고
갈수량 (하천 및 유역특성)	평균갈수량 (355 일 갈수량의 연평 균값)	평균갈수량과 기 준갈수량의 중간 값	7day-10year low flow	Q <sub>95</sub> (기준유량), 갈수기 유량	평균갈수량은 우 리나라에서 너무 크다는 의견도 있음
하천 수질	주로 QUAL2E 모형을 적용	단순 질량보존식 적용. 최근에는 QUAL2E 모형을 개량하여 사용	단순 질량보존식 에서 QUAL2E 모형 등을 적용	미파악 (수질예측모형)	QUAL2E 모형 은 적용시 상당 한 비용과 시간 요구
생태계 (주로 어류)	고려하지 않음	하천의 어류서식 처 조건을 수리량 으로 환산(비교적 간단)	어류서식처 조건을 수리량으로 환산 (간단한 방법부터 복잡한 IFIM (Bovee, 1982) 등 다양함)	어업:어종별 차 별화 수중 생태계: 기 존의 생물학적 수질지표 이용	
수상위락	고려하지 않음	주운만 고려 (사 실상 중요하지 않 음)	수상위락을 고려하 여 유지유량 산정 (IFIM 방법)	수상위락 형태별 로 차별화	
경 관	고려하지 않음	경관유지를 위한 수리조건을 수리 량으로 환산	좌 동	경관가치별로 차 별화	
기 타 항 목	고려하지 않음	구체적 방법은 없 으나 정성적으로 고려함	고려하지 않음	수변생태계 및 특별한 환경조건 에 대해서도 고 려	

각 항목별 관련 실태를 조사하였다. 본 연구 대상이 10대 하천 본류 및 제 1차 지류이므로 이에 초점을 맞추어 갈수량, 수질, 생태계(어류), 하천 경관, 수운과 물놀이, 기타 항목에 따라 일반적인 특성과 하천유지유량 간의 관계를 조사하였다. 그러나 해당 하천의 특성을 충분히 고려하여 명확히 판단한다면 본 연구에서 제시한 하천유지유량 개발 방향을 탄력적으로 적용하여 조정할 수도 있을 것이고, 특히 항목별 필요유량 결정을 위해서는 해당 하천의 등급과 하천관리 방향에 따라 필요한 항목만을 고려할 수 있다.

앞 국내의 하천유지유량 결정 방법을 검토한 결과와 우리나라 하천환경 관련 하천실태를 바탕으로 우리 나라 하천의 자연적 여건은 물론 하천 행정제도와 사회적 여건 등을 고려하여 우리 여건에 적합한 하천유지유량 결정방법을 개발하기 위한 기본 방향을 다음과 같이 설정할 수 있었다.

(1) 최소한의 하천유지유량으로 평균갈수량, 항목별 필요유량의 산정 가능성 및 필요성, 그리고 하천유지유량의 설정 및 고시와 유지관리를 고려할 때 10대 하천 및 10대 하천의 제 1차 지류(주로 직할 하천) 정도의 중 대하천을 주요 적용대상으로 한다.

(2) 우리 나라 하천자료의 가용성 및 신뢰도 등을 감안하고, 적용의 용이성 등을 고려하여 적절한 수준의 항목별 필요유량과 하천유지유량 산정 방법을 개발한다.

(3) 하천의 자연적, 사회적 특성에 따라 불요 불급한 하천환경 항목은 고려 대상에서 제외시킬 수 있도록 유연성있는 방법으로 한다.

(4) 하천구간별로 각 하천환경의 항목별 필요유량을 결정하고 구간내 취 배수량을 고려하여 주요 지점별로 하천유지유량/하천관리유량을 산정하는 방법을 채택한다. 산정된 하천유지유량이나 하천관리유량이 과다한 경우 대상 하천의 자연적, 사회적 특성과 하천유지유량의 공급 가능성 등을 고려하여 재검토 한다.

(5) 하천환경의 제반 요소중 갈수량, 하천 수질, 생태계(어류), 수상위락, 그리고 하천 경관 등 하천유지유량으로의 정량화(수리량화)가 가능한 항목에 대해 우리 나라 하천특성에 적합한 하천유지

유량 산정 방법을 개발한다.

(6) 수질을 고려한 하천유지유량 산정은 QUAL2E 등 하천수질 예측 모형을 적용하는 방법을 일차적으로 검토한다.

이러한 개발방향을 바탕으로 하천유지유량 및 하천관리유량의 결정 절차를 흐름도로 제시하면 다음 그림 1과 같다. 먼저 대상 하천 유역의 유황과 수문량을 분석하고, 다음 해당 하천 유역의 자연 및 사회환경 특성을 검토한다. 이를 바탕으로 하천유지유량 산정을 위한 하도 구분과 산정 기준지점을 설정한다. 그리고 갈수량, 수질, 어류, 경관, 수상이용, 기타 등 정량화가 가능한 항목별로 각 구분된 하도에 대해 항목별 필요유량(하천특성에 의한 갈수량 포함)을 산정하고, 기타 항목에 대해서도 가능한 정량적으로 파악한다. 그 다음, 이수유량과 지류유입량에 의한 물수지 결과와 구간별로 설정된 하천유지유량을 고려하여 주요지점에서 하천관리유량을 산정한다. 마지막으로, 이렇게 산정된 구간별 하천유지유량과 주요지점별 하천관리유량이 현실적으로 타당한 지를 평가하여 조정이 필요한 경우 항목별, 구간별 하천유지유량을 재검토한다.

### 3. 하천유지유량 결정 방법의 개발

하천관리의 기준이 되는 하천유지유량을 설정하기 위한 구간 및 대표지점의 각 항목별 필요유량, 하천유지유량, 그리고 하천관리유량 산정 및 결정에 필요한 인자를 조사하는 내용에 대해 개략적인 방법과 기준 등을 제시하였다. 앞에서 결정된 하천유지유량 개발 방향에 따라 하천유지유량 결정 방법에 대한 기본적인 절차의 방법 및 기준을 검토하여 결정하고 실제 적용된 결과를 가지고 피드백하여 검토한다.

#### 3.2 하천특성 파악

대상 하천의 일반적인 특성과 하천유지유량 관련 특성, 유역을 대표하는 대표지점, 그리고 하도 구분 방법과 기준 등을 정하였다. 따라서 하천유지유량 결정 기준과 관련된 일반적인 범위와 내용은 본 연구의 기준을 따르되, 본 연구의 대상 하천이 직

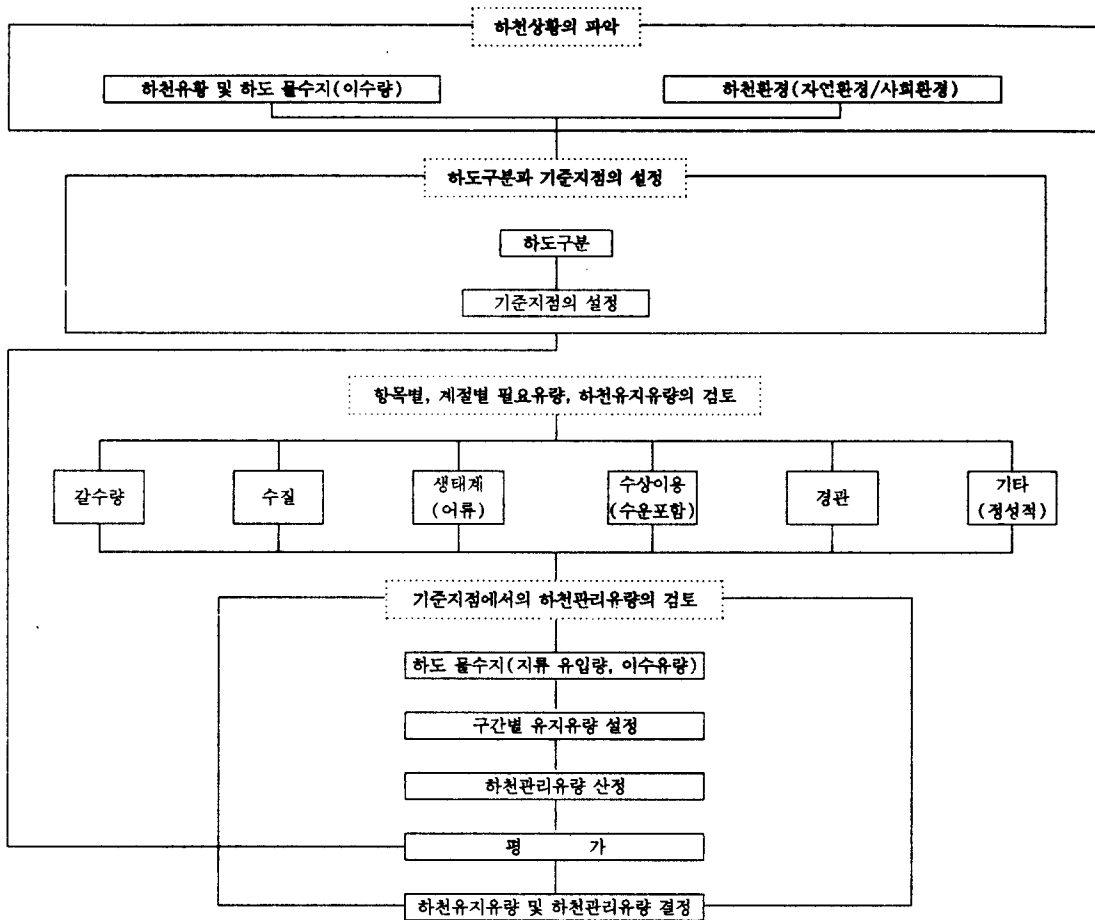


그림 1. 하천유지유량 및 하천관리유량의 산정 절차

할 하천 분류 및 그 하천의 1차 지류인 바, 해당 하천만이 갖는 특성을 고려해야 할 경우에는 필요한 항목을 추가로 조사하고 불필요한 항목이라고 판단되는 경우에는 고려하지 않을 수도 있다.

하도 구분 및 대표지점의 설정, 각 항목별 필요 유량의 결정, 하천유지유량 및 하천관리유량의 결정, 그리고 이수유량의 조사를 위하여 유역 및 하천 특성을 파악하는 방법과 하천구간의 범위를 검토하는 방법 등을 검토한다. 특히, 유역 및 수문 특성 조사, 하천유지유량을 정확히 산정할 수 있는 실측된 수문자료의 수집 및 정리, 수리 및 수문 분석 등을 통해 하천의 수리 수문 특성을 조사한다.

하천의 특성치, 하도 구간, 하천유지유량 산정 구간, 계획 기준점, 지류와 본류의 구간 특성, 하천

의 유출입 유량, 유로의 수운계획, 그리고 하천부지의 활용 방안 등 해당 유역의 자연 특성과 이용 계획 및 방안에 대해 조사한다.

### 3.2 하도 구분 및 대표지점 설정 방법

현재까지 하천유지유량은 하천관리의 기준이 되는 특정 지점을 통과하는 유량을 조사하여 설정하는 데 주안점을 두어 왔으나, 하천 유역관리를 위한 이수 및 하천환경 차원에서는 지점보다는 하천의 구간 및 대표지점에 대해 하천유지유량을 설정하여 관리하는 것이 유용한 결과를 가져다준다. 특히 앞으로 어떤 하천 구간 내에서 취수허가가 요구되거나 기타 하천유량의 유출입과 물수지량의 변화

등이 발생하게 되면 구간내 하천유지유량의 유지 여부에 대해 하천관리자는 검토할 필요가 있다. 즉 하천관리가 수량 측면에서 지점관리보다는 구간관리가 더욱더 적절하고 하천 기능유지에 적극적인 대책이라고 볼 수 있다.

### 3.2.1 하천환경의 파악

하천의 구성, 하천 환경(하천 정비, 하천 이용 상황과 같은 이치수 특성보다는 하천의 환경적인 특성을 말함) 상황을 고려하여 하도를 구분하되 동일한 특성을 갖거나 하천지류, 이수유량의 취수 지점, 유량관측 지점 등을 고려하여 구분한다.

### 3.2.2 대표지점의 설정

실제 하천에서는 하천유량이 자연적, 인위적 요인에 의해 복잡하게 종단적인 변화를 나타내고, 하천관리를 위한 하천환경 및 하도 특성도 종단적으로 다른 특성을 나타내는 경우가 많다. 따라서 하천유지유량과 하천관리유량을 검토·설정할 때는 해당 하천의 하천환경(여기서 하천환경은 하천의 기능 등에 따른 실태를 말함)에 대한 종단 특성을 바탕으로 하도를 구분하고 각 구간에 대해 검토한다.

대표 지점은 하천구분에 따라 설정된 구간에 따라 설정하고 기준지점과 보조기준지점으로 구분한다. 이 대표 지점들은 고려하는 필요유량의 산정 방식이나 필요유량 산정에 필요한 한계구간을 어떻게 설정하여 이용하느냐에 좌우되지만, 일반적으로 갈수량, 수질보전 유량의 산정 기준이 되는 지점을 우선적으로 고려하고, 나머지 생태계, 경관, 수상 이용, 기타 항목에 대한 구간은 특별히 결정한 한계구간을 이용하는 것이 바람직하다.

## 3.3 각 항목별 필요유량 결정 기준

하천유지유량 산정 기준이 되는 갈수량과 항목별 필요유량 결정 방법 및 기준을 제시한다.

### 3.3.1 유역특성에서 본 갈수량

갈수량의 기준을 기준갈수량 또는 평균갈수량, 아니면 다른 갈수량으로 선택하느냐 하는 것은 하

천유지유량의 산정에 양적으로 민감하게 작용한다. 갈수량을 산정하는 방법은 앞에서 언급한 바와 같이 매년의 유량자료를 크기순으로 나열하여 1년에 355일을 유지하는 유량을 산정하고, 분석 대상 기간의 매년 갈수량을 산술 평균한 것이 평균갈수량이고, 10년-1위 또는 2위에 해당하는 유량이나 재현기간 10년에 해당하는 유량이 기준갈수량이다. 하천유지유량을 산정하는데 기준이 되는 갈수량으로 과거에는 통상 기준갈수량이 이용되었으나, 개정된 하천시설기준(1993) 등에 따르면 평균갈수량을 기준으로 삼게 되어 있다. 본 연구에서는 직할 하천을 대상으로 하천유지유량 산정시 갈수량은 평균갈수량을 기준으로 하되, 갈수량을 제외한 나머지 검토항목에서 산정되는 필요유량만을 고려하여 산정한 하천유지유량을 평균갈수량 및 기준갈수량과 비교한다.

### 3.3.2 수질보전을 위한 필요유량

하천수질을 보전하기 위한 필요유량을 산정하는 방법과 기준으로 하천에 유입되는 오염수를 처리하는 목표 년도별 환경기초시설의 완성여부에 따라 하천 수질을 예측하여 하천수질환경기준, 즉 해당 하천에 따라 정해진 목표 수질을 만족시키기 위한 필요유량을 산정한다. 이를 위해 다음과 같은 내용을 위주로 조사하는 것이 일반적이다(서동일, 1995).

먼저, 국내에서 하천에 유입될 수 있는 오염원을 조사하고 하천수의 수질을 개선하기 위한 대책과 더불어 공식적으로 제시된 목표수질기준은 주로 환경처의 한강, 낙동강, 금강, 영산강 대권역 수질보전계획(1992)을 예로 들 수 있다. 따라서 어떤 하천을 희석용수로 수질을 개선하기 위해 필요유량을 산정 하고자 할 때는 이 기준을 이용하는 것이 일반적이다. 본 연구에서는 환경처에서 제시한 환경연감(1988-1993)과 한강, 낙동강, 금강, 영산강 대권역 수질보전 계획(1992) 상의 수질환경기준(목표수질)을 기준으로 하여 목표 년도별 목표수질을 설정한다.

둘째로, 수질모형을 이용하여 수질을 예측하기 위해서는 모형에 사용되는 반응계수의 보정과 검증이 선행되어야 하므로 본 연구에서는 대상 지역에

서 주로 유량이 풍부하지 않은 10월에서 익년 4월까지의 갈수기에 유량과 수질을 동시에 측정하여 반응계수의 보정 자료로 사용한다. 또한, 대상 수계의 수질 예측을 위해 목표 년도별, 지점별 오염부하량을 산정하며, 오염부하량은 인구, 가축, 토지이용, 산업폐수, 기타 내수면 양식장 등에 대해 BOD, SS, TN, TP 등의 지역별 오염원을 조사하고, 오염물질이 수계로 전달되는 특성을 고려하여 산정한다.

셋째로, 수질 예측 모형을 적절하게 선정하기 위해 개발된 수질 예측 모형 또는 개발할 수질 예측 모형이 해당 하천의 특성을 충분히 반영하여 수질을 예측할 수 있는 지에 초점을 맞추어야 한다. 현실적으로 각 모형들은 개발된 하천유역이나 환경에 적합하게 이루어진 것으로 특정한 수질 예측 모형을 모든 하천에 적용하기에는 어려움이 많이 따른다. 각 모형은 개발된 목적과 환경에 따라 다양하게 적용할 수 있고 그 적용 범위도 모형에 따라 상당한 차이가 난다. 따라서 해당 하천의 규모와 개발 특성, 수질 개선책과 목표 수질의 설정여부 등을 고려하여 구간별로 수질을 예측할 수 있는 모형을 선정한다.

마지막으로, 해당 지점들에 대해 목표수질을 만족하는 유량을 산정하기 위해 Streeter-Phelps식 또는 QUAL2E 등과 같은 수질예측 모형을 사용하

여 상류에서 유입 유출량을 변화시키면서 적절한 유량을 계산한다. 본 연구에서 수질보전을 위한 필요유량은 다음 그림 2와 같은 절차에 따라 산정한다.

### 3.3.3 생태계를 고려한 필요유량

하천 생태계에서 유량의 변화는 어류뿐만 아니라 하천의 모든 생물에 큰 영향을 미친다. 특히 어류의 서식처, 산란장소, 산란한 알 등에는 유량의 변화가 치명적인 영향을 미치기 때문에 하천유지유량의 산정 대상은 어류 생태계를 고려하는 것이 일반적이다(최기철, 1995). 이에 따라 하천 생태계 중에서 고등 동물인 어류 서식처를 보전하기 위한 필요유량을 산정하기 위해 하천에 서식하는 동식물 중 어류의 조사 방법과 우리나라 민물고기의 현황 및 대표어종의 선정 방법을 검토하고, 이러한 어류의 서식처 환경에 따른 한계구간의 설정 방법과 필요유량의 유량의 결정 방법은 다음과 같다.

#### (1) 민물고기 조사 방법 및 현황 조사

일반적으로 하천 생태계는 그 서식환경에 따라 민감하게 변화한다. 따라서 하천생태계를 조사하고자 할 때에는 조사의 목적과 방법을 명확하게 설정하여야 한다. 즉 무엇을 위한 조사이며 어떻게 조사하여야 조사목적에 부합되는 결과를 얻을 수 있는가를 면밀히 검토하여 선정하여야 한다.

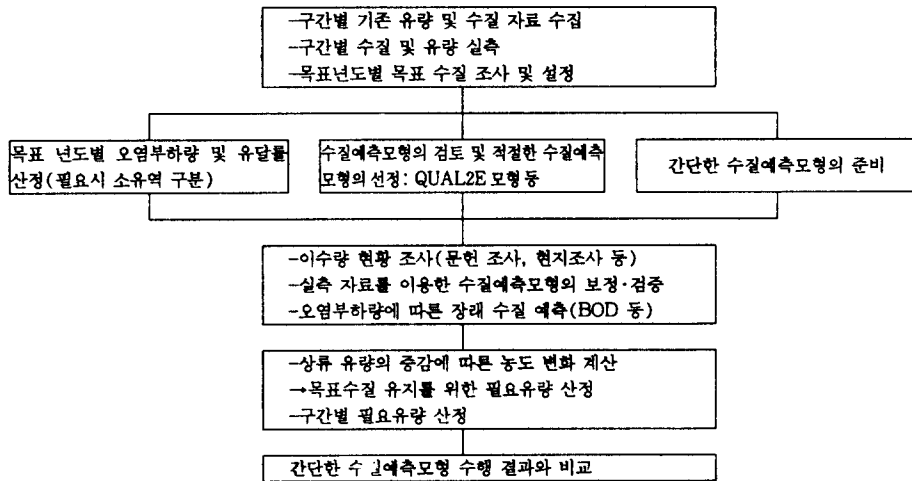


그림 2. 수질예측 모형을 이용한 수질보전을 위한 필요유량의 결정방법

국내에서 어류를 조사하기 위해서 사용되고 있는 방법은 투망, 자망, 권망, 삼각망, 반도 등 각종 그물과 채, 육안관찰 등으로 조사한다. 이들 조사 방법은 조사 위치와 조사 목적에 따라 달라지며, 하천관리를 위한 하천생태계의 구조와 기능을 밝히기 위한 어류조사라면 어떤 물고기가 어느 시기에 어디에서 살고 있는지를 조사할 뿐만 아니라 얼마나 살고 있는지도 알아야 한다. 아직까지 체계적인 어류 조사 방법이 개발되어 있지는 않음바, 어류학자 등과 같은 생태학자들의 조사 방법과 의견을 따르는 것이 더 좋을 것이다.

우리 나라 하천에는 하천개수와 하천오염으로 서식환경이 변화되기 전부터 현재까지 대략 145여종의 어종이 서식하고 분포하는 개체수도 대단히 많은 것으로 조사되었다. 이는 그 동안 국내의 어류학자들에 의해 최근까지 30년 동안에 걸쳐 전국 각지에서 조사된 것으로 총 844,530 개체수에 이른다. 이 조사를 바탕으로 채집된 개체수와 비율로 볼 때, 우리 나라에서 가장 우세한 종은 피라미로 전체의 20% 정도를 점하고 있어 가장 흔하게 볼 수 있으며, 그 다음은 붕어로 11% 정도를 점하고 있다. 이 중 그 동안 출현 개체수가 가장 적은 것은 젓뱅어와 모샘치로 각각 2개체와 1개체만 채집되었다. 그리고, 철갑상어, 칼상어, 대황어, 국수뱅어, 붕통뱅어, 실뱅어, 다비라납지리, 서호납줄개, 뱀어, 종어 등 우리 나라에서 멸종되었거나 기수역(汽水域)에서 서식하여 하천구역 범위를 벗어나는 10종은 대상어종에서 제외하였다(최기철과 이원규, 1994; 최기철, 1995).

## (2) 대표어종의 선정

하천 생태계에서 유량의 변화는 어류뿐만 아니라 하천의 모든 생물에 큰 영향을 미친다. 특히 어류의 서식처, 산란장, 산란한 알 등에는 유량의 변화가 치명적인 영향을 미치기 때문에 하천유지유량 결정시 어류생태를 고려하는 것이 바람직하다. 그러나 모든 종의 하천내 어류를 고려한다는 것은 아직까지 어류에 대한 기초적인 연구 부족으로 모든 생태계를 완전히 이해할 수 없으며, 시간과 경비 등 여러 가지 요인으로 불가능하다. 따라서 우리가 흔히 접할 수 있고 쉽게 이해할 수 있는 대표어종을 선정하여 관리함으로써 어류는 물론 하천 생태

계가 보존될 수 있도록 하고, 하천개발과 서식 환경의 변화에 따른 어류 감소 및 변화에 대처해 나가는 것이 대단히 중요하다.

### (3) 대표어종의 선정 원칙

하천에 서식하는 145종의 어류중에서 대표어종은 다음과 같은 원칙으로 선정한다.

1) 어떤 하나의 하천을 상류에서 하류에 이르기까지 열목어 구역, 버들치 구역, 갈겨니 구역, 피라미 구역, 붕어 구역, 그리고 웅어 구역의 6 구역으로 구분한다(그림 3 참조).

2) 대표어종과 대리어종 : 대표어종은 구역을 대표할 수 있는 종, 대리어종은 대표어종을 대신할 수 있는 종을 말한다.

3) 대표어종과 대리어종은 출현빈도 서열 순위를 우선적으로 고려하고 널리 분포하는 종을 선택한다.

4) 미꾸리, 미꾸라지, 각시붕어 등 주로 웅덩이(沼)에서 살고 소에서 산란하는 종은 유량 변화에 민감하지 않는 종들로서 대표어종이나 대리어종에서 제외한다.

5) 대표어종과 대리어종은 구간별로 각각 한 종, 3~7 종씩을 선정한다.

6) 대리어종을 다수 선정하여 활용 가치를 높일도록 한다.

7) 원칙(2)에 따라 대표어종과 대리어종을 선정했을 경우라도 열목어와 독종개, 웅어와 밀어의 경우처럼 '구역' 명은 일반인에게 잘 알려진 종을 택한다.

8) 하천유지유량을 기준으로 하면 웅어 구역은 삭제해도 무방하나 대표어종의 선정 체계상 포함시키는 것이 효과적이다.

위 선정원칙에 따라 대표어종과 대리어종을 선정하면 표 2 및 그림 3과 같다. 그림 3은 선정된 6종의 대표어종이 전형적인 하천에서 서식하거나 분포하는 위치를 상중하류로 구분하여 나타낸 것으로서 각 구역에 해당하는 대표어종의 사진을 표시하였다. 전형적인 하천의 상류 계곡하천에는 맑고 깨끗한 물에서 서식하는 열목어 구역과 버들치 구역이 분포하고, 중류 계곡하천에는 갈겨니 구역, 하천 중류에는 피라미 구역, 그리고 유량이 풍부하고 하폭이 넓으며 하상재료가 비교적 고른 하천 하류



표 2. 대표어종과 대리어종 일람표

구분	대표어종	대리어종	하천유형 (생태계분포)
멸목어	뚝중개(59)	멸목어(110), 산천어(113)	산지계류형
버들치	버들치(4)	관강모치(36), 종개(37), 버들개(39)	산지계류형
갈겨니	갈겨니(3)	참아자(20), 쉬리(21), 썩지(28), 통가리(41), 은어(42), 배가사리(44), 자가사리(45)	중간계류형
피라미	피라미(1)	물아자(5), 긴물개(10), 물고기(11), 모래무지(13), 동사리(16), 누치(22), 꼬리(31)	중류형
붕어	붕어(2)	참붕어(8), 왜물개(12), 치리(15) 송사리(24), 잉어(40)	평지하류형
용어	밀어(14)	꼭지구(34), 용어(35), 검정망둑(43)	기수구역형

주: ( )안의 숫자는 우리 나라에서 출현빈도에 따른 민물고기 서열임

와 조수가 영향을 미치는 구간에는 붕어 구역과 용어 구역이 차례대로 위치한다.

그림 4는 대표어종의 선정 방법에 따라 전체 어종 중에서 우리 나라 하천 특성에 맞는 대표어종과

대리어종을 선정하는 전형적인 흐름도이다. 여기서 선정하는 대표어종과 대리어종은 사회적으로나 생태환경적으로 보전가치가 높고 하천관리 차원에서 보호 대상이 되는 어종들로서 하천유지유량을 통해 적절한 수리 조건을 제공하기 위한 판단의 대상이다. 따라서 국내 하천에는 이 범위에 속하는 대표어종과 대리어종을 대상으로 하천관리와 하천유지유량을 유지하는 대책이 필요하지만, 해당 하천에 따라 그 특성이 달라 대상 어종을 달리 선정할 필요가 있을 경우에는 이 대표어종 선정 기준과 방법에 따라 다른 어종을 대상어종으로 포함시킬 수도 있다.

(4) 대표어종의 서식처 환경

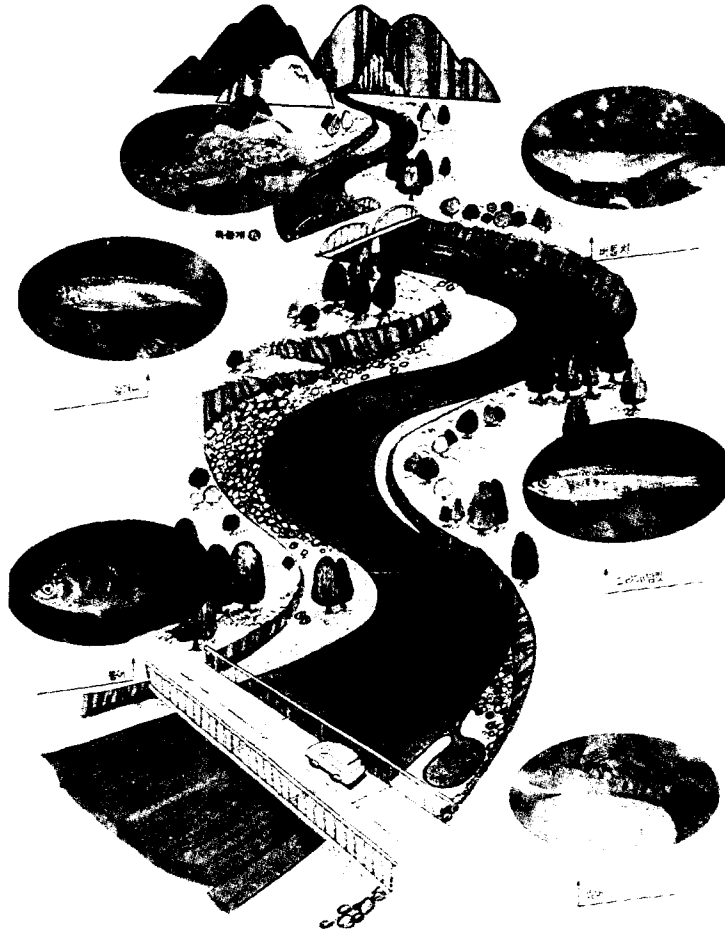


그림 3. 전형적인 하천 구역별 대표 어종 분포

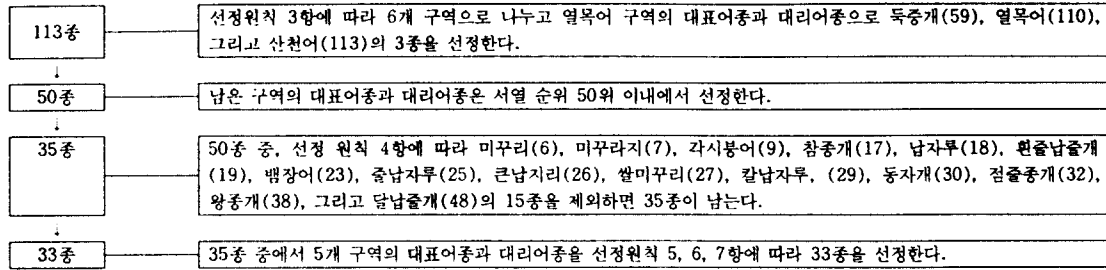


그림 4. 대표어종의 선정

표 3. 대표어종과 대리어종 33종의 생태적 요구 조건 (최기철, 1995)

대표어종, 대리어종	구역	표리	순위	수질	수온 (℃)	DO (ppm)	산란처	치어기 (월)	성장기 (월)	동면기 (월)	월동장소	BOD (ppm)	pH
산천어	열	리	113	1	20-	9+	민여울	3~11	3~11	12~3	바위밀, 소	0~2.5	7.0
독중개	열	표	59	1	20-	9+	바위	6~11	4~11	12~3	바위밀, 소	0~2.5	7.0
열목어	열	표	110	1	20-	9+	민여울	5~11	3~11	12~2	바위밀, 소	0~2.5	7.0
버들치	버	표	4	1	20-	9+	민여울	5~10	4~10	11~3	돌,소,바위밀	0~2.5	7.0
금강모치	버	리	36	1	20-	9+	민여울	6~10	4~10	11~3	돌,소,바위밀	0~2.5	7.0
종개	버	리	37	1	20-	5+	민여울	6~10	4~10	11~3	돌,소,바위밀	0~2.5	7.0
버들개	버	리	39	1	20-	5+	민여울	5~10	4~10	11~3	돌,소,바위밀	0~2.5	7.0
갈겨니	갈	표	3	2	25-	5+	민여울	7~10	4~10	11~3	돌,소,바위밀	2.5~5	6.5~7.5
참마자갈	갈	리	20	2	25-	5+	민여울	7~10	4~10	11~3	돌,소,바위밀	2.5~5	7.0
쉬리	갈	리	21	2	25-	5+	민여울	7~10	4~10	11~3	돌,소,바위밀	2.5~5	7.0
찍지	갈	리	28	2	25-	5+	돌	7~10	4~10	11~3	돌,소,바위밀	2.5~5	7.0
통가리	갈	리	41	2	25-	5+	돌	7~10	4~10	11~3	돌,소,바위밀	2.5~5	7.0
은어	갈	리	42	2	25-	5+	돌, 자갈	11~4	4~10	11~3	돌바위밀, 바다	2.5~5	7~8
배가사리	갈	리	44	2	25-	5+	민여울	7~10	4~10	11~3	돌,소,바위밀	2.5~5	7.0
자가사리	갈	리	45	2	25-	5+	돌	7~10	4~10	11~3	돌,소,바위밀	2.5~5	7.0
괴라미	괴	표	1	2	30-	3+	민여울	7~10	4~10	11~3	돌,소,바위밀	2.5~5	7.0
돌마자	괴	리	5	2	30-	3+	민여울	7~10	4~10	11~3	돌,소,바위밀	2.5~5	7.0
긴물개	괴	리	10	2	30-	3+	민여울, 수초	7~10	4~10	11~3	돌,소,바위밀	2.5~5	7.0
돌고기	괴	리	11	2	30-	3+	돌	7~10	4~10	11~3	돌,소,바위밀	2.5~5	7.0
모래무지	괴	리	13	2	30-	3+	모래	7~10	4~10	11~3	돌, 모래속	2.5~5	7.0
동사리	괴	리	16	2	30-	3+	돌	6~10	4~10	11~3	돌, 소	2.5~5	7.0
누치	괴	리	22	2	30-	3+	민여울	6~10	4~10	11~3	돌,소,바위밀	2.5~5	7.0
끄리	괴	리	31	2	30-	3+	민여울	7~10	4~10	11~3	돌,소,바위밀	2.5~5	7.0
붕어	붕	표	2	3	30-	2-	여울,수초	6~10	4~10	11~3	돌, 켄	5~10	7.0
참붕어	붕	리	12	3	30-	2+	돌,수초	6~10	4~10	11~3	돌,소,바위밀	5~10	7.0
왜물개	붕	리	8	3	30-	2+	소	7~10	4~10	11~3	해감, 켄	5~10	6~7
치리	붕	리	15	3	30-	2-	민여울	7~11	4~10	11~3	돌, 바위밀	5~10	6~7
송사리	붕	리	24	3	30-	2-	수초	6~10	4~10	11~3	해감, 소	5~10	6~7
잉어	붕	리	40	3	30-	2-	여울,수초	6~10	4~10	11~3	수초, 소	5~10	6~7
밀어	웅	표	14	3	30-	2+	민여울	7~11	3~11	12~3	돌, 바위밀	5~10	7~8
꽃저구	웅	리	34	3	30-	2-	민여울	7~10	4~10	11~3	돌, 바위밀	5~10	7~8
웅어	웅	리	35	3	30-	2-	갈대	6~11	5~11	12~2	바다	5~10	7~8.5
점정당독	웅	리	43	3	30-	2+	민여울	7~11	4~11	11~3	돌, 바위밀	5~10	7~8

주) 구역: 열(열목어 구역), 버(버들치 구역), 갈(갈겨니 구역), 괴(괴라미 구역), 붕(붕어 구역), 웅(웅어 구역)

대표어종과 대리어종: 표(대표어종), 리(대리어종), 수질: 1(1급수), 2(2급수), 3(3급수), 수온: 한 여름의 수온.

하천에 서식하는 어류의 생태계는 매우 다양한 특성을 갖고 있다. 선정된 대표어종에 따라 서식처 요구 조건이 각각 차이가 나게 된다. 표 3은 대표

어종과 대리어종의 생태적 요구 조건을 나타낸 일람표이다. 이것은 그 동안의 민물고기 연구 결과를 분석하여 성장단계별 대표어종과 대리어종의 생태

표 4. 대표어종의 서식처 수리 조건 (최기철, 1995)

어종	수 심 (cm)			유 속 (cm/sec)		
	산란	처여	성어	산란	처여	성장
산천어	9~10 (20~40)	봄~가을 (10~20)	봄~가을 (30~100)	10~40	*20~40	30~120
독중개	4~5 (20~30)	봄~가을 (20~30)	봄~가을 (30~60)	*10~30	20~50	30~120
얼룩어	3~4 (20~30)	봄~가을 (20~30)	봄~가을 (30~120)	*10~30	20~50	30~120
버들치	4~5 (10~20)	여름~가을 (20~30)	봄~가을 (30~50)	*10~30	20~40	30~120
버들개	4~5 (10~20)	여름~가을 (20~30)	봄~가을 (30~50)	*10~30	20~30	30~100
금강모치	4~5 (10~30)	여름~가을 (20~30)	봄~가을 (30~80)	*10~20	20~30	30~100
종개	4~5 (10~30)	여름~가을 (10~20)	봄~가을 (20~60)	*10~20	10~20	30~100
갈겨니	5~7 (5~30)	여름~가을 (10~20)	봄~가을 (20~50)	5~10	20~30	30~80
참마자	5~7 (10~30)	여름~가을 (10~20)	봄~가을 (20~40)	5~10	20~30	30~70
쉬리	5~7 (10~30)	여름~가을 (20~30)	봄~가을 (20~50)	10~20	20~30	30~80
럭지	5~6 (10~30)	여름~가을 (20~50)	봄~가을 (30~100)	10~20	20~30	30~80
퐁가리	5~6 (10~30)	여름~가을 (20~50)	봄~가을 (30~100)	10~20	20~30	30~80
은어	9~10 (30~60)	가을~겨울 (50~150)	봄~여름 (20~50)	10~30	30~40	30~50
배가사리	5~6 (10~30)	여름~가을 (20~50)	봄~가을 (30~50)	10~20	30~40	30~60
자가사리	6~8 (5~30)	여름~가을 (20~50)	봄~가을 (30~50)	10~20	20~30	30~80
피라미	4~5 (10~20)	여름~가을 (10~30)	봄~가을 (20~50)	10~10	10~20	30~60
뿔마자	6~8 (10~30)	여름~가을 (10~20)	봄~가을 (20~50)	5~10	10~10	30~60
건물개	5~6 (10~30)	여름~가을 (10~30)	봄~가을 (20~50)	10~20	20~30	30~50
뿔고기	5~6 (10~30)	여름~가을 (10~30)	봄~가을 (20~50)	10~20	20~30	30~50
모래무지	5~6 (10~30)	여름~가을 (10~30)	봄~가을 (20~50)	5~10	10~20	30~50
등사리	4~5 (10~30)	여름~가을 (10~20)	봄~가을 (20~50)	10~20	20~30	30~50
누치	5 (20~70)	여름~가을 (10~50)	봄~가을 (30~200)	10~20	20~30	30~50
고리	5~6 (10~30)	여름~가을 (10~50)	봄~가을 (30~200)	10~20	20~30	30~50
봉어	5~6 (20~50)	여름~가을 (10~40)	봄~가을 (30~200)	5~10	10~20	20~30
참봉어	5~6 (10~30)	여름~가을 (10~20)	봄~가을 (30~50)	5~10	10~20	20~30
뽕물개	5~6 (10~20)	여름~가을 (10~30)	봄~가을 (20~50)	5~20	10~15	20~30
치리	6~7 (20~40)	여름~가을 (20~60)	봄~가을 (30~100)	5~10	10~20	20~30
송사리	5~7 (10~20)	여름~가을 (5~50)	봄~가을 (30~50)	5~10	10~20	20~30
잉어	5~6 (20~40)	여름~가을 (10~50)	봄~가을 (30~100)	5~10	10~20	20~30
밀어	5~7 (10~30)	여름~가을 (10~20)	봄~가을 (30~50)	5~10	10~20	20~30
뚝배기	5~7 (10~30)	여름~가을 (10~20)	봄~가을 (20~50)	5~10	10~20	20~30
용어	4~5 (10~30)	가을~겨울 (30~200)	봄~여름 (30~200)	5~10	10~20	20~30
검정망둑	5~7 (10~30)	여름~가을 (10~50)	봄~가을 (30~50)	5~10	10~20	20~30

주) 자료: 하천관리를 위한 어류 서식처 구조에 관한 조사(최기철, 1995). \*는 어류 전문가의 추정치임

환경에 대한 적합 조건과 어종이 선호하는 수질 등에 대해 나타낸 것이다. 그리고 표 4는 이 대표어종과 대리어종의 서식처 수리조건을 나타낸 것이다. 이 표는 그 동안 조사된 국내 어종에 대해 조

사된 내용을 문헌에서 발췌하여 요약한 것으로 해당 하천에서 선정된 대표어종과 대리어종의 서식처 수리 조건을 이용하여 필요한 유량을 환산할 수 있고, 하천관리자가 어류를 위한 유량을 유지하도록 하는데 참고가 될 것이다. 따라서 하천 생태계중 어류를 위한 필요유량을 산정하기 위해서는 표 4에 제시된 성장단계별 서식처 수리 조건을 검토하고, 대상 하천의 대표어종을 선정한 후 대표어종 모두를 만족하거나 구간에 따라 선정된 대표어종의 서식처 수리 조건(즉, 수심과 유속, 하천에 따라 하상재료)을 만족하는 유량을 수리학적 방법으로 계산한다.

(5) 한계구간의 설정 방법

어류 조사를 위한 한계구간을 설정할 때에는 구간별 대표어종을 설정한 것과 같이 생태환경을 조사하여야 한다. 특히 서식처 환경으로 하천 형태, 수리적 인자(유속, 수심, 하상재료 등), 어류의 이동 및 서식형태, 그리고 산란처로서 산란습성 및 형태, 산란시기 등을 고려하여 설정하여야 한다. 일반적으로 하천에 유량이 감소하는 경우 여울에서 수심이나 유속 등 서식처 수리조건이 먼저 한계에 달하게 되므로 한계구간은 통상 여울에 주목할 필요가 있다(우효섭과 김규호, 1995).

여울조사는 배나 고무보트를 타고 대상구간을 직접 내려오면서 조사할 필요가 있다. 여울의 폭(하폭), 길이(여울의 시작 점에서 끝나는 곳까지의 종단길이), 여울의 경사, 하상재료 등을 조사한다. 다음, 여울 전체 폭에 대해 단면측량을 한다. 이 자료는 특히 여울지점에서 유량과 수심과의 관계를 도출하는데 중요한 자료이다. 풍수기에는 이러한 여울들이 잘 나타나지 않으므로 여울조사는 갈수기, 갈수기도 최대한 어류활동이 전혀 없는 동절기보다 어류가 본격적으로 활동하기 시작하는 봄철에 선정하되 가능하면 어류의 성장단계에 따라 조사구간을 구분하는 것이 좋다.

(6) 필요유량의 산정 방법

선정된 수리조건이 대상구간의 한계여울에서 요구하는 유량을 산정하게 된다. 유량산정은 HEC-2 등 기존의 부등류 계산 모형을 이용할 수도 있으나, 관련 자료의 가용성과 신뢰도 등을 고려하면 등류계산으로도 수행될 수 있을 것이다. 다만 여울

의 형성이 비교적 약하여 여울 하류의 흐름이 여울 자체에 배수 영향을 미치는 경우 등류계산 방법은 적용할 수 없을 것이다. 한계단면에서 등류계산을 위해서는 Manning의 평균유속공식을 이용할 수도 있다. Manning 공식을 그대로 적용하여 수위-유량관계를 도출하기보다는 한계 여울의 직상 하류에 유량자료가 있는 경우에 이 자료를 이용하여 한계 여울 지점에서 수위(또는 수심)-유량관계를 만들어 이용하는 것이 좋다.

### 3.3.4 경관을 고려한 필요유량

하천의 자연 경관을 유지시키기 위해 필요한 유량의 결정방법을 검토하여 제시한다. 우리 나라에서 경관을 고려한 하천유지유량을 결정하는 방법은 일본 건설성의 正常流量 檢討의 手引(案) (1992)에서 이용하는 방식을 채택하는 것이 비교적 간편하고 실무에 다소 쉽게 적용할 수 있을 것이다. 다소 심미적인 관점에서 기술한 미국식 방법은 지역성이 강하며 연간 수량이 풍부한 하천에 적용되는 방법이며, 대체적으로 연구 수준에 머무르는 성향이 강하다. 따라서, 우리 나라에서 경관을 고려한 필요유량 결정에는 미국식 방법보다는 지형 및 하도 특성이 비슷한 일본 건설성 방법을 근간으로 하여 적용한다.

대상구간은 하천관리 측면에서 적절하다고 판단되는 구간에서 경관 평가상 문제가 없는 지를 검토한 후 최종 대상구간으로 확정한다. 경관은 인간이 경관대상을 바라볼 때 느끼는 심미적인 현상으로 인간의 존재가 중요하다. 여기서, 인간이 바라보는 위치인 조사 지점을 '시점'이라 하며 시점 주변 장소를 일반적으로 '시점장'이라 부른다. 한편, 사람이 풍경을 바라볼 때 주로 보는 형체를 '대상'이라 부르고, 대상이 존재하는 공간을 일반적으로 '대상장'이라 부른다. 따라서 경관은 경관대상과 관찰자가 있어만 한다. 경관을 설계하고 평가할 때 대상과 시점장을 어디로 할 것인가는 매우 중요하다. 그 다음 수면폭, 유속, 수심, 하폭, 그리고 사주의 크기 등 유량 변화에 따른 물리적인 요소들의 변화가 경관에 미치는 영향을 관찰한다. 이와 같이 파악한 유량의 변동과 경관과의 관계에 대한 평가를 실시한 결과를 근거로 하여 필요유량을 산정한다.

### 3.3.5 수상이용을 고려한 필요유량

#### (1) 수운을 고려한 필요유량

수운을 위한 수리학적 조건은 수운계획에 따라 책정된 선박(표준 선박과 계획 선박, 수운 물동량 등) 운항에 필요한 수리학적 조건을 조사한다. 조사 항목은 주로 수운구간 및 평균유속 조사와 결정, 배의 홀수와 수면폭 결정 및 선박용량 조사(최소 수심, 적정 수로폭, 곡류부 폭, 그리고 홀수), 수운을 위한 필요유량 및 유지기간 분석, 그리고 필요유량의 결정 등이다. 특히 수운계획은 상류에 설치된 댐 또는 건설계획에 따른 유량확보 방안과 맞추어 검토하고 댐방류 조건을 검토하되, 수운용 필요유량은 공급 차원에서 결정하는 것이 적절하다.

#### (2) 여가활동(물놀이)을 고려한 필요유량

여가활동에 따른 하천유지유량을 결정하기 위해서는 하천에서 가능한 여가활동을 과거와 현재, 미래를 통하여 검토하고 하천의 기능에 따른 여가활동을 계절별로 조사한다(표 5 참조). 그리고 하천 형태에 따라 이루어지는 물놀이 활동이 달라질 수가 있다. 가능한 하도를 형태학적으로 분류하면 이에 적합한 여가활동의 범위를 알 수 있다. 그리고 계절별로 구분된 여가활동에 따라 하천환경 조건을 검토하여 제시하고 수심, 유속, 수면폭, 하천 개발 전후의 조도계수, 구간거리, 유사퇴적, 수질 및 강어귀의 환경조건 등 수리학적 조건을 조사하고 정량화가 가능한 수리학적 조건을 제시한다. 또한 여가활동에 따른 수리학적 조건을 필요유량으로 전환하고 구간과 계절에 따른 여가활동을 고려하여 필요유량을 산정한다(Hyra, 1978).

표 5. 물놀이 활동범위와 활동방식 (Silliman, 1979)

활동범위 활동방식	물에서 직접 이루어지는 활동	물에 접근하여 이루어지는 활동	물과 직접적인 관계없이 하천부지에서 이루어지는 활동
보존성 활동	야생 및 수생생물 관찰 환경조사 및 연구	와 동	와 동 소규모 운동 시설
수동적 활동	낚시, 카누타기, 카누 집안시설, 조정경기, 급류타기, 사냥	소풍, 하이킹, 자전거 타기, 사냥, 캠핑, 산 책, 동식물관찰	사냥 소규모 운동 시설
적극적 활동	수영 및 맥관기, 현열 보트타기, 수상스키	캠핑(차량이용)	구기장, 테니스장, 대 규모 운동 시설

### 3.3.6 기타 항목을 고려한 필요유량

위에서 고려한 항목 외에 추가로 필요한 항목에 대하여 필요유량 결정방법을 검토하되, 주로 염수

침입방지, 유사 퇴적에 의한 하구막힘 방지, 목재 등으로 만들어진 하천시설물의 보호, 그리고 하구 지하수 취수를 보장하는 지하수위의 유지 등에 대해서는 필요유량 산정이 가능한 수준에서 적용하고 하천에 따라 불필요한 항목은 제외한다.

### 3.4 하천유지유량/하천관리유량 결정 방법

각 항목별 필요유량 결정 기준에서 파악된 각 항목별 필요유량을 조합하여 하천유지유량을 결정하고, 여기에 이수유량을 더한 하천관리유량을 결정하는 방법을 제시하였다.

#### (1) 이수유량의 검토

이수유량은 대표지점(기준지점 및 보조기준지점)에서 구간별 필요유량에 따른 하천유지유량을 결정하고 하천관리유량을 설정하기 위한 하천의 취수량이다. 해당 하천의 각종 용수별 이수유량(허가, 기득)과 취수위치의 실태를 근거로 연간 물사용 상황(보통 허가량을 기준으로 함)을 계절 또는 연별로 검토하고, 필요에 따라 하천이 확보해야 하는 이수유량을 기간별로 설정한다. 여기서 말하는 이수유량은 허가 및 기득 수리권에 해당하는 유량을 대상으로 하되, 기득 수리권은 법적으로 허가된 양을 전제로 하고 허가를 얻기 위해 신고된 이수유량이 적절한 양인지 아닌지는 하천관리자의 의견에 따른다(우효섭과 김규호, 1995).

1) 보통 하천의 물사용 상황 실태를 조사해 보면 농업용수가 대부분을 차지하는 경우로서 주로 관개기간과 비관개기간의 이수유량이 크게 차이가 날 경우에는 필요에 따라 이수유량을 기간별로 설정하는 것이 필요하다. 기간별 구분은 연간 물사용 패턴을 도식적으로 작성하여 기간을 구분한다.

2) 구간 및 대표지점내에 위치하는 취수지점과 취수 허가량을 파악하여 구분된 구간과 대표지점을 함께 세로 방향(또는 가로 방향)으로 도시한다. 그리고 특별히 계절별 필요유량을 구분해야 할 경우에는 설정한 기간별 이수유량에 따라 수리권량의 최대치와 취수 위치를 종단적으로 표시하여 파악한다. 유역에서 사용된 각종 이수유량의 환원수(회귀수)는 과거에 조사된 결과를 이용하여 정량적으로 파악할 수 있는 경우에는 직접 이용한다.

3) 유역내 주요 수위 및 유량 관측지점 측정된 자료를 기본으로 설정된 평균 갈수량을 기준으로 지류 유입량 및 구간 유역 유입량, 각종 이수유량의 환원수(회귀수)를 설정하여 전구간에 따라 도시한다.

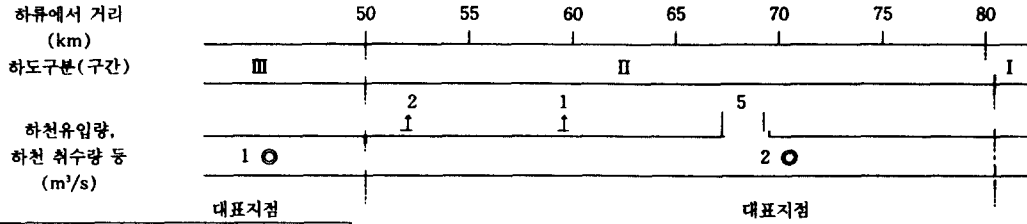
#### (2) 조사 지점 필요유량의 산정

지점별 필요유량은 유수의 정상적인 기능을 유지하기 위한 9개 주요 항목에 맞는 필요유량을 산정하기 위해 선정된 구간내 다수의 조사지점에 대한 필요유량을 산정하여 조사구간의 필요유량으로 설정한다. 구간별로 조사지점의 필요유량, 지류 및 구간 유역 유입량, 취수량을 도시하여 검토한다. 이때 지나치게 큰 유량이 나타나거나 위치가 불명확한 경우는 다시 확인하여 도시한다. 특히 지류 유입량과 이수유량은 대표지점 상하류를 명확히 구분하여 표시하여야 한다.

#### (3) 구간 필요유량 및 하천유지유량의 산정

구간 필요유량은 원칙적으로 앞에서와 같은 방법에 따라 구간별 유입량, 취수량을 고려하여 해당 구간을 만족하는 상류 유입량을 그림 5와 같이 항목별 구간 필요유량으로 설정한다. 그리고 구간 하천유지유량은 먼저 구간 필요유량의 최대치를 선정하는 것으로 위 조사 지점에 의한 구간 필요유량 산정(본 연구에서는 '구체적인 산정법'으로 부르기로 함) 또는 구간 대표 필요유량의 산정(여기서는 '간략법'으로 부르기로 함)에 따라 산정된 구간 필요유량은 구간 전체를 만족하는 것으로서 하천의 정상적인 각 기능을 유지하는데 필요한 유량이다.

구간 하천유지유량은 항목별 필요유량 중에서 최대치를 택하는 것을 원칙으로 하나 하천구간에 따라서는 특별한 기능을 강조하거나 중요시할 경우를 고려하여 그 항목의 필요유량을 구간 필요유량으로 설정할 수도 있다. 그리고 갈수량을 검토하는데, 구간내 대표지점에서 산정되거나 추정된 갈수량(기준갈수량 또는 평균갈수량) 이상을 확보(또는 유지)하는 값을 설정한다. 여기서 갈수량은 유량조절 시설이 없는 중소 자연하천은 기준 갈수량, 중대 하천은 평균갈수량 정도를 설정할 수도 있다. 이와 같이 산정된 구간 필요유량 최대치와 추정된 갈수량(실제로 평균갈수량)을 비교하여 큰 값을



항 목	조사 지점		필요 유량	
	No.1	No.2		
하천유지유량 검토 항목	수질보전	구간 필요유량	34	
	생태계	구간 필요유량	30	
	수운 및 수상이용	구간 필요유량	7	
	경 관	No.1	10	10 12 13 8>7
		No.2	11	
		No.3	7	
		구간 필요유량	8	
	염해방지	구간 필요유량	-	
	하구막힘 방지	구간 필요유량	-	
	하천관리 시설보호	구간 필요유량	-	
지하수위 유지	구간 필요유량	4 (대표지점의 평균갈수량)		
동식물 보호	구간 필요유량	30 (여기서는 생태계와 동일하게 봄)		
평균 갈 수 량		4		
구간별 하천유지유량		34 (최대치(갈수량, 항목별 구간 필요유량))		
이 수 유 량		3 (대표지점 하류의 취수량)		

그림 5. 구간별 필요유량과 하천유지유량 검토 방법 (예)

구간 하천유지유량으로 결정한다.

(4) 대표지점 하천관리유량의 산정

구간 하천관리유량을 설정 할 때는 그림 6에 나타낸 형태와 같이 대표지점 간의 하천 유입량 및 취수량 등에 의한 정확하고 합당한 물수지가 이루어지도록 전체 구간의 필요유량을 만족하는 하천관리유량을 설정한다. 그리고 각 구간의 하천관리유량을 설정할 때는 다음과 같은 사항을 고려할 필요가 있다.

1) 해당 유역에서 어떤 지류에 대해 하천관리유량을 설정해야 할 경우 먼저 지류의 하천관리유량을 설정하고 본류에서 검토할 때는 지류 유입량으로 취급한다. 또한 구간 필요유량 설정하는 방법과 마찬가지로 대표지점간의 잔류유역 유입량(지류 유입량에 속하지 않는 유역의 유량)도 고려한다.

2) 하천관리유량은 기존의 유량관측 지점의 유량 또는 유역특성에 따른 갈수량과 비교하여 그 타

당성을 검토하여 설정하는 것이 적절하다. 따라서 설정된 값이 지나치게 커질 경우는 설정된 값을 결정하는 지배구간에 대해 하천유지유량을 다시 검토하여 유량확보시설 대책 등을 고려하여 수정할 필요가 있다.

3) 각 구간별 필요유량이 이수유량 또는 하천유지유량에 의해 기간별(계절별)로 설정되어 있는 경우에는 하천관리유량 설정시 전체 구간을 기간별로 구분하고 하천관리유량도 기간별로 설정한다. 그러나, 기간별 구분이 너무 많아지면 연간 하천관리유량의 기간별 변화 양상을 전체 지점에 대해 검토한 상태에서 도식적으로 파악하여 기간수를 줄이는 것이 좋다. 그리고 대표지점 하천관리유량은 구간별 하천유지유량과 구간내 유입량 및 취수량을 고려하여 전구간을 만족시키는 유량을 대표지점별로 산정한다. 이때 하류 구간부터 검토하여 상류로 거슬러 올라가며 필요에 따라서는 매 구간마다 시

작점을 잡고 상류 방향으로 단계적으로 산정해 나간다. 이와 같이 산정된 각 유량을 서로 방향으로 비교하여 이 중에서 최대치를 하천관리유량으로 한다. 즉 대표 지점별 하천관리유량은 그림 6과 같이 하천유지유량에 지점간 유입량은 더하고 지점간 취수량 등은 빼서 하류 구간부터 검토하는 절차를 따라 해당 구간 및 대표지점의 하천관리유량을 산정한다.

대표 지점	A	B	C	D	E	
구간별 하천 유지유량	38.0	28.0	32.0	30.0	30.0	
지점간 유입량	3.6	2.1	12.0	7.5		
지점간 취수량 등	0.7	4.8	2.0	0.2		
기준지점	A 구간	[38]	35	38	28	21
	B 구간		[28]	31	21	14
	C 구간			[32]	22	15
	D 구간				[30]	23
	E 구간					[30]
대표지점 하천관리유량	38	35	38	30	30	

그림 6. 하천유지유량 및 하천관리유량 계산 (예)

#### (5) 하천관리유량의 유지·관리

새로운 취수허가와 하천관리유량을 관리하는 측면에서 보면, 대표지점별로 산정된 하천관리유량을 관리하는 하천관리자에게 새로운 취수허가가 요구될 때는 취수지점의 위치를 정확히 파악하여 취수가 발생하는 대표지점 사이의 이수유량에 허가량을 추가하여 위 절차를 따라 새롭게 하천관리유량을 산정하여 나타내야 한다. 이와 같이 하천유지유량은 특별한 요인이 발생하지 않는 한 변경되지 않는 반면, 하천관리유량은 허가되는 취수량에 따라 새롭게 변화되어야 한다. 하천관리자는 증가된 하천관리유량을 충족시켜주기 위해 지류 유입량이 증가되어 본류 구간으로 유입되지 않는 이상, 취수량 또는 취수기간을 제한하거나 댐건설 또는 기존 댐의 방류량 증가 등의 방안을 마련하여 상류 유입량을 증대하여야 할 것이다.

## 4. 결 론

본 연구는 최근의 사회적 요구에 따라 기존 하천유지유량 결정 방법을 개선하여 하천의 정상적인 기능 유지에 필요한 항목별 필요유량 결정 방법, 그리고 구간 및 대표지점에 대한 하천유지유량과 하천관리유량의 결정 방법을 개발한 것이다. 본 연구를 통하여 얻은 결과를 정리하면 다음과 같다.

(1) 기존에 정의된 하천유지유량과 하천관리유량의 개념에 구체적인 항목별 필요유량의 개념을 도입하여 하천의 정상적인 기능 유지에 적합한 하천유지유량을 정의하고 산정 방법을 개발하였다.

(2) 특정 지점에 대해 산정·고시되는 기존 하천유지유량 산정 방법보다는 하천의 특정 구간을 대표하는 하도 구간과 대표지점에 대해 필요유량, 하천유지유량, 그리고 하천관리유량을 산정할 수 있는 표준적인 방법을 개발하였다.

(3) 본 연구의 하천유지유량 결정 방법은 하천 및 물관리에 대한 새로운 인식의 범위를 세고할 수 있고, 하천관리자가 하천의 취수허가 및 하천유지유량 관리에 직접 활용할 수 있을 것이다.

(4) 본 연구 결과는 하천환경을 종합적으로 고려하여 하천유지유량을 결정하는 방법을 개발함으로써 장차 하천유지유량 결정에 일반적으로 적용이 가능하며, 하천수질을 고려함으로써 보다 실질적인 물수지 분석 및 수자원계획의 신뢰도를 증진시키고, 생태계(어류), 하천경관, 수상이용 등을 고려한 필요유량 결정방법 개발로 적절한 하천관리에 기여할 수 있을 것으로 본다.

(5) 본 연구는 적절한 하천관리를 위해 하천의 물수요 측면에서 하천유지유량과 하천관리유량을 산정하는 방법의 개발에 초점이 맞추어져 있는바, 이 수요에 대응하는 물공급 측면과 하천관리 측면에서 하천유지유량 및 하천관리유량의 설정은 추후 구체적인 검토를 통해 보완할 필요가 있을 것이다.

## 감사의 글

본 연구는 1994-5년에 한국수자원공사에서 한국건설기술연구원에 의뢰한 '하천관리를 위한 하천

유지유량 결정 방법의 개발'의 연구 성과중 중요한 부분만을 재구성한 것으로서 이 연구를 지원해준 한국수자원공사 관계자들에게 심심한 사의를 표한다.

### 참 고 문 헌

- 서동일 (1995). "저수시 수질측정 및 오염부하량 산정." 건기연 '95 용역 보고서, 충남대학교 산업기술연구소.
- 서병하, 정상만, 박상진 (1990). "한강 하천유지유량 조사연구 보고서." 연구보고서, 한국수자원공사.
- 우효섭, 김규호 (1995). "하천유지유량 결정방법의 개발 및 적용." 연구보고서, IPD-'95-2, 한국수자원공사.
- 최기철 (1995). "하천관리를 위한 어류 서식처 구조에 관한 조사." 건기연 '95 용역보고서, 민물고기보전협회.
- 최기철, 이원규 (1994). 우리 민물고기 백가지. 현암사.
- 한강, 낙동강, 금강, 영산강 대권역 수질보전계획. (1992). 환경처 수질보전국.
- 한국환경연감. (1998-1993). 환경처 수질보전국.
- 하천시설기준. (1993). 건설부 수자원국.
- 正常流量 檢討의 手引き(案). (1992). 日本 建設省 河川局 河川環境對策室.
- Bovee, K.D. (1982). "A guide to stream habitat analysis using the instream flow incremental methodology". *Instream Flow Information Paper 12, FWS/OBS-82/26*, Co-operative Instream Flow Group, US Fish and Wildlife Service, Office of Biological Services.
- Hyra, R. (1978). "Methods of assessing instream flows for recreation." *Instream Flow Info. Paper No. 6, FWS/OBS-78/34*, Fish and Wildlife Service, Fort Collins, Colorado.
- Silliman, E.B. (1979). "Site development criteria for riverside recreation." *First Annual National Conference on Recreation Planning and Development*, Snowbird Resort, Snowbird, Utah.

(접수: 1996년 4월 9일)