

자연형하천의 환경개선을 위한 생태유량산정 연구 A Study of Ecological Flow Assesment for Environmental Development in Natural River

함창학* · 김기형**

Hahm, Chang Hahk · Kim, Gee Hyoung

要 旨

정확한 하천유량은 하천이 지니고 있는 이수, 치수 및 생태기능이 원활이 유지되기 위해서 가장 중요한 항목이다. 특히 하천의 생태기능은 하천의 환경개선에 있어 매우 중요한 기능이다. 하천의 생태유량에 있어서 하천에 서식하는 생물 및 하천지형에 대한 정확한 정보는 중요한 역할을 한다. 본 논문에서는 유역 및 하천의 지형공간자료를 활용하여 시범적으로 하천의 생태유량을 산정하였다. 하천의 환경복원에 있어서 지형공간자료는 매우 중요한 기초 자료로 활용된다.

핵심용어 : 유량산정, 환경유량, 지형공간자료

Abstract

The correct river discharge is a important item to keep a river role of using, controlling and ecology. Especially river role of ecology is very important for environmental development of river. In assesment of ecological flow, exact information of river life and topograph is very important. In this paper, the assesment of environmental flow is conducted using geo-spatial data of basin and river. The geo-spatial data is used as a important basic data in river restoration.

Keywords : Flow Assesment, Ecological Flow, Geo-Spatial Data

1. 서 론

하천의 생태기능은 하천에서 살아가는 각종 생물의 서식조건을 유지함으로써 하천이 환경적으로 건강한 상태를 유지하도록 하는데 매우 중요한 역할을 한다. 최근에는 이를 위해 하천의 특성에 맞는 생태유량을 어떻게 산정하는가가 중요한 문제로 대두되고 있다. 하천의 생태유량은 하천의 생태적 특성 뿐 아니라 하천 고유의 지형특성이 큰 영향을 미친다.

국내의 경우 하천의 지형 특성을 파악하기 위해 GIS의 이용은 보편화 되어 지금까지 GIS는 주로 도로, 지하 매설물 등과 관련하여 주로 이용되고 있다. 또한, HyGIS를 통한 수문관리, 홍수량 산정을 위한 공간정보 생성 등 수자원분야에도 많이 이용되고 있으며 특히, 하천의 유량을 산정하는데 있어서는 아주 중요한 기초 자료를 제공하고 있다.

그러나 외국의 경우에는 단순한 공간정보의 활용뿐 아니라 최근 하천의 생태적 복원을 위한 노력에 있어서 하천별 생태특성에 대한 지형정보가 매우 중요한 역할을 하고 있다. 우리나라의 경우도 하천의 생태적인 복원을 위해서는 하천의 지형에 따른 하천생태특성 정보가 구축되어야 할 것이다. 본 연구에서는 하천의 지형정보를 이용하여 하천의 생태복원을 위한 유량을 시범적으로 산정하였다.

2. 하천생태유량을 위한 연구동향

이미 미국의 경우에는 Poff(1997) 등, Petts(1996) 등이 이수사업에 의해 훼손된 하천의 자연유황의 복원이 생태계의 다양성 확보에 가장 중요한 요소임을 제시하는 등 하천생태유량에 대해 어류만을 고려하는 국내와는 달리 생태계복원을 위하여 수생태계와 수문학적 자

2010년 2월 5일 접수, 2010년 3월 5일 채택

* 정희원 · 인하공업전문대학 지형공간정보과 교수(chhahm@inhac.ac.kr)

** 교신저자 · 인천환경공단 환경연구개발팀장(water0418@paran.com)

연유황 관계에 기초를 둔 하천생태계관리 목표유량을 설정하는 것이 하천생태유량에 있어 매우 중요한 과업임을 강조하고 있다. 이는 “유량변동분석법(RVA, Range of Variability Approach)”이라 하며 이수사업에 의해 변동된 자연유황의 유량크기(magnitude), 발생빈도(frequency), 지속기간(duration), 특정유량의 발생시기(timing), 유량의 변화율(rate of change) 범위 등의 유황변동 특성치를 분석하는 것이다. 이 분야는 대학과 기타 연구기관에서 기본적인 하천시스템과 이들의 식물과 동물, 생물학을 연구 및 모형화 하는 수중 연구 생태학자(aquatic research ecologist) 그룹에서 분리되어 하천생태유량을 산정하는 응용위주의 방법으로 대부분 최소유량과 어류를 중심으로 하는 R2-Cross방법, Wetted Perimeter방법, IFIM 등을 개발하였다(Postel 등 2003). 한편, 이들과는 다른 개념으로 하천생태유량을 산정하는 연구그룹이 있는데, 이들은 하천생태계의 건전성을 유지하기 위해서는 최소유량 개념인 하천의 갈수량과 함께 하천이 본래 지니고 있는 하천의 자연유황이 매우 중요하다고 판단하며 하천생태유량의 개념을 포괄적으로 확장하여 환경유량(Environmental Flow)으로 부르고 있다. 환경유량은 유량기준으로 자연유황의 특성을 반영하는데 산정방법은 주로 호주와 남아공에서 개발되기 시작하였으며, Nature Conservancy에서 개발한 “Indicators of Hydrologic Alteration(IHA)”과 eWater CRC(eWater Cooperative Research Centre)에서 개발한 “River Analysis Package(RAP)”이 있다. IHA는 자연상태의 하천유황과 인위적인 영향이 있는 유황을 분석하여 사람이 필요로 하는 물공급과 함께 생태계 보전을 위하여 가능한 유황으로 하천수를 복원하기 위한 기준을 설정하는데 이용되고 있다(이동률 등, 2006). RAP은 하천관리자 및 하천환경, 수리, 수문 관련 과학자와 엔지니어들에게 유용한 몇 개의 모듈로 구성되어 있으며, 개별 모듈은 각각의 하위 메뉴로 구성되어 있다. 환경유량의 산정과정에서 이해 당사자인 정부기관, 엔지니어, 수자원관리자들의 원활한 의사소통에 기여할 목적으로 개발된 RAP은 수리, 수문, 수자원 시스템, 하천 및 생태, 생물 등 다양한 분야의 전문가들이 함께 참여할 수 있도록 구성되어 있다.

우리나라의 경우 수리학자 또는 수문학자 중심의 연구에서 수리학, 수문학 뿐 아니라 생태, 어류, 조류, 식물 등 하천의 생태와 연관된 전반적인 전문분야간 상호연계연구는 이제 시작단계에 있다. 그러나 이러한 연구들은 하천생태유량을 산정하기 위해 각 전문분야간의 연계방안에 대해서는 아직까지 실무적인 방안은 제시하지 못하고 있다.

3. 연구방법

3.1 RAP(River Analysis Package)

본 연구에서는 하천유지유량에 있어 하천생태의 적용을 위해 하천의 환경변화에 따른 하천생태계의 영향을 정량적으로 분석하고 안정된 하천생태계를 유지하기 위한 환경유량을 산정하기 위한 목적으로 호주의 eWater CRC(eWater Cooperative Research Centre)에서 개발한 “River Analysis Package(RAP)”의 활용성을 검토하였다. RAP은 현재 버전 2.0.4가 공개된 상태이며 기본적으로 지형공간 정보를 기초로 하고 있으며, 수리분석(Hydraulic Analysis; HA)모듈, 시계열분석(Time Series Analysis; TSA)모듈, 시계열관리(Time Series Management; TSM)모듈, 생태계반응모델(Ecological Response Model; REM)모듈 등 총 4개의 모듈로 구성되어 있다.

수리분석 모듈은 하천의 수리학적 특성과 생태계 서식조건(e.g. 여울, 소 등)간의 관계를 분석하고 관계식(rating curve)을 도출하기 위하여 개발되었다. 시계열분석 모듈은 일단위 시계열자료를 분석하고 통계학적인 분석과 그래프를 제공하며, 시간에 따른 변화를 분석할 목적으로 개발되었다. TSA 모듈은 유황의 변화에 따른 변화를 모의하고 통계분석을 통한 생태계의 영향들을 분석하는데 사용할 수 있다. 시계열관리 모듈은 시계열자료의 결측치 분석 및 수식을 이용한 시계열자료의 합성, 관계식(rating curve)을 적용한 시계열자료의 생성 등을 수행한다. 생태계반응 모델은 유량-생태계 관계모델의 라이브러리(library)로 구성되어 있다. 생태계반응 모델에서는 어류에 필요한 유량을 산정하기 위해 각종 서식조건을 사용자가 구성할 수 있도록 되어있는데, 수심, 유속뿐 아니라 대상 어종에 필요한 산란, 생육, 먹이, 수온 등의 생태조건도 구성할 수 있다. 따라서 생태계반응 모델을 통해 유량과의 관계를 정량적으로 해석 할 수 있으며 RAP의 나머지 3개의 모듈과 상호보완적으로 사용함으로써 하천생태를 고려한 유량을 산정할 수 있도록 구성되었다.

3.2 유황자료의 구축

환경유량 연구는 광범위하고 다양한 수리, 수문, 생태자료를 필요로 한다. 특히 어류생태에 적합한 하천조건을 하천유황에 따라 분석기 위해서는 하천지형, 하천내 유속, 하상재료, 어류의 서식특성 등이 동시에 고려되어야 한다. 이를 위해서는 하천지형을 기본으로 하여 유속정보, 하상재료정보, 어류정보 등이 구축된 주제도가 있어야 하나, 아직까지 국내에서 이러한 주제도가

구축된 사례가 없다. 따라서 본 연구에서는 우선 하천 유형에 따른 유량자료를 구축하기 위해 금강유역의 수통과 공주지점을 대상으로 대청댐과 용담댐의 건설 전과 후의 유형에 대한 자료를 K-ModSim 모델을 이용하여 생산하고 생산된 유량을 지형정보를 이용하는 분석틀인 HEC-RAS의 입력자료로 사용하여 공주와 수통지점의 수리특성을 획득하였다. 그리고 여기에 현장조사를 통해 확보한 어류정보를 고려하였다. K-Modsim에서는 금강유역 전체의 위성사진과 유역정보를 입력하고 HEC-RAS에서는 금강 하천정비를 위해 구축된 단면지형을 입력하여 사용하였다.

유량자료 생산을 위한 시나리오로써 수통~공주구간에 대해 1984~2006년까지 23개년의 유량자료를 생산하였다. 해 댐 건설 전 시나리오는 금강수계에 위치한 대청댐과 용담댐이 없다는 조건으로 가정하였고, 댐 건

설 후 시나리오는 1984~2006년까지 대청댐과 용담댐을 현재와 동일하게 운영하는 조건으로 가정하고, 유량자료를 생산하였다. 모델링을 위한 조건으로 용담댐 건설 이전 기간에 대한 댐운영율은 2002~2006년 기간의 용담댐 유입량에 대한 저류량 자료와 K-ModSim에서 제공하는 수문학적 단계표를 사용하여 산정하였다. 목표저류량은 1984~2001년 기간 동안의 운영율을 사용하여 구한 목표저류량을 사용하였으며, 2002~2006년 기간 동안은 실적저류량을 목표저류량으로 가정하고 모의를 수행하였다. 또한, 1984~2006년 기간 동안의 수요량 및 유입량 자료는 Rainfall Runoff Forecasting System(RRFS)을 이용한 추정량을 사용하였다. 또한 유량자료에 영향을 미치는 하도의 변화는 과거 하도형상과 현재 하도형상을 비교검토 하였다.

3.3 어류자료의 구축

국내에 서식하고 있는 한국고유종 및 토착어종들은 여울과 소가 반복되는 하천의 특성을 이용하여 서식하고 산란한다. 이는 다양한 종의 서식을 위해서는 다양한 수환경이 제공되어야 한다는 것을 의미한다. 국내 하천은 노년기 평형 하천으로 대부분 사행을 이루고 있다. 이런 형태의 하천은 여울과 소를 형성하여 다양한 수심 및 유속을 제공하여 다양한 부유성 어종 및 저서성 어종 등 수심 및 유속에 민감하게 반응하는 종의 서식을 가능하게 한다. 따라서 국내 하천의 특성에 맞는 어류생태환경에 따른 생태유량을 산정하기 위해서는 하천의 다양한 물리적 조건에 따른 어류의 분포자료가 필요하다. 그러나 과거 국내 어류조사는 단순히 해당수계 및 하천의 어류분포 현황 파악을 중심으로 이루어져왔기 때문에 유량산정 시 기초자료로 활용하거나 직간접적인 교란요인으로 변화하는 생물상 변화 원인을 분석하는 자료로 활용하기에는 어려움이 있었다. 더욱이

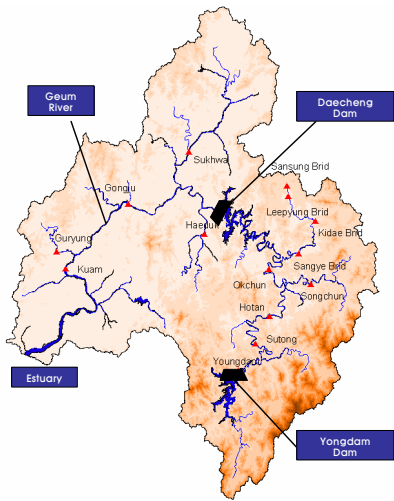


그림 1. 유량자료 구축 구간



그림 2. 위성사진을 이용한 하도변화 분석



그림 3. 어류모니터링 지역 위성사진

하천에 따른 어류정보가 수록된 주제도는 국내에서는 전혀 시도되지 않은 상태이다. 따라서 본 연구에서는 어종별 서식환경 특성을 파악하여 어류 생태계에 필요한 적정 유량 산정에 요구되는 객관적인 기초 자료를 구축하기 위해 금강을 대상으로 모니터링을 통해 시범적으로 구축된 어류자료를 활용하였다. 그림 3은 어류 모니터링 조사지역을 보여주고 있다.

4. 하천생태유량의 평가

4.1 유황분석을 통한 평가

수통지점과 공주지점에 대한 RAP을 이용한 시계열 자료의 통계분석 결과는 표 1과 같다. 수통지점의 경우 용담댐의 건설로 인하여 저유량(Percentile 90)은 상당 부분 증가하였으며, 고유량(Percentile 10)은 감소한 것으로 분석되었다. 금강수계 하류 공주지점에 대하여 산출된 유량자료는 대청댐의 건설에 그다지 큰 영향은 받지 않은 것으로 분석되었다. 그러나 용담댐의 건설은 공주지점의 저유량(Percentile 90)에 해당하는 유량을 크게 증가시켰으나, 고유량(Percentile 10) 부분의 영향은 크지 않은 것으로 분석되었다. 평균유량의 경우 공주지점은 댐 건설 이전에 비해 댐 건설 이후의 유량이 다소 증가하였으나 수통지점의 경우는 댐 건설 이전에 비해 댐건설 이후 평균유량이 오히려 감소하였는데, 이는 용담댐에서 금강분류가 아닌 전주권으로 용수가 공급되기 때문으로 판단된다.

유량지속시간 곡선(Flow Duration Curve, FDC)은 시계열자료의 범위(range)와 퍼진 정도를 분석하기 위해 사용되는데 유량 뿐 만 아니라 모든 시계열자료의 분석에 사용되어질 수 있으며, 모든 자료를 크기 순서대로 나열하고 그에 해당하는 백분율(%)과 함께 그래프로 나타낸다. 그래프에서 백분율(%)은 특정 유량을 초과하는 시간의 비율을 나타낸다. 분석결과 용담댐 건설 후에 증가된 저유량을 확인할 수 있었으며, 고유량 부분의 변화는 미미하였다(그림 4). 유량지속시간그래프 분석 결과, 공주지점의 유량변화는 대청댐 건설의 영향은 미미하였고, 용담댐의 건설에 따라서 저유량과 중간유량이 증가한 것으로 분석되었다(그림 5).

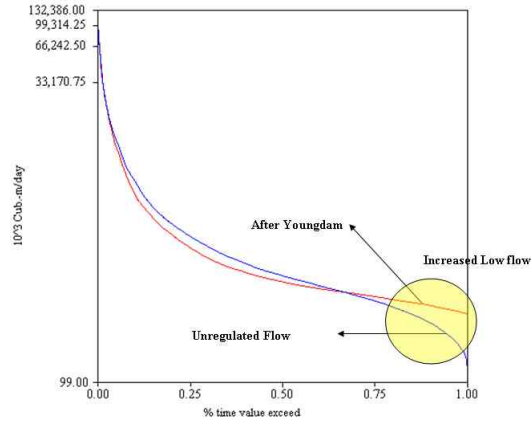


그림 4. 수통지점의 용담댐 건설전후 유량지속시간 분석

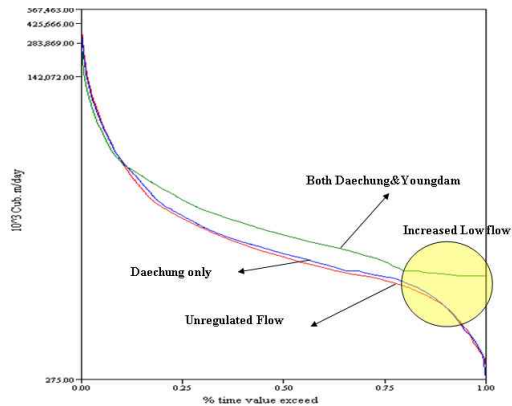


그림 5. 공주지점의 대청댐, 용담댐 건설전후 유량지속시간 분석

전체기간에 대한 홍수빈도 분석(Partial Duration Flood Frequency Curve)은 1년, 2년, 5년, 10년의 재현기간(Annual Return Interval, ARI) 대하여 수행하였다(그림 6). 댐의 건설과 더불어 확률적으로 계산된 홍수의 크기는 줄어든 것으로 분석되었다. 따라서 대청댐과 용담댐은 댐 건설 이전과 비교하여 금강분류에 대해 홍수기 유량을 감소시키고 저수기 유량을 증가시키는 효과가 있는 것으로 분석되었다.

표 1. 수통, 공주 지점 시계열 유량자료의 통계 분석 결과, (단위: 10³m³/Day)

구분	수통지점		공주지점		
	용담댐 이후	용담댐 이전	대청, 용담댐 이전	대청댐 이후, 용담댐 이전	대청, 용담댐 이후
고유량	3,793.8	4,897.7	24,647.1	25,080.1	24,197.5
저유량	441	313.7	1,232	1,234.4	2,414
평균유량	2,498.1	2,705.5	12,955.4	12,790.6	12,725.8

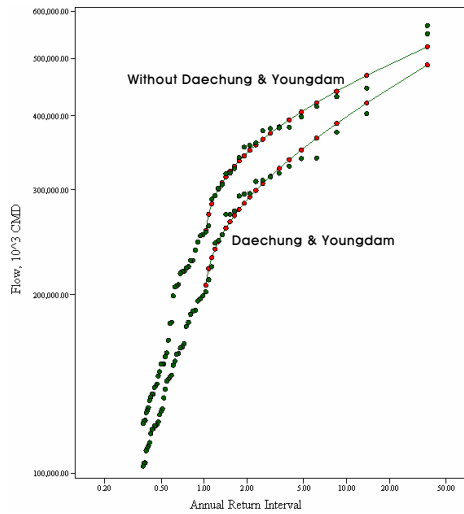


그림 6. 홍수 빈도 분석 결과

4.2 사상분석을 통한 어류생태 환경 평가

하천 유량의 시계열적 변화는 생태계에 잠재적인 영향을 가지고 있다. 저유량 상태의 지속으로 인한 건천화는 하천의 단절을 가져와 어류 등의 이동에 영향을 미치며, 산란기의 급격한 유량변동은 잠재적으로 어류 생태계에 영향을 줄 수 있다. 따라서 유량의 변동 폭, 변동기간 등을 통해 간접적으로 어류의 생태서식환경에 대한 평가를 할 수 있는데, 이를 위한 분석이 사상분석(Spells analysis)이며 RAP에서 사용된 모든 시계열 자료에 대한 사상을 분석하기 위하여 사용된다. 이때 사상이라 함은 유량이 설정된 임계치 이상 또는 이하일

경우에 해당하는 기간을 말하며, 각각 High spell, Low spell로 정의된다. RAP에서 사상분석은 임계값, 최소지속시간, 단독조건의 매개변수를 이용하여 분석한다.

공주지점과 수통지점 중 공주지점에 대해 사상분석을 실시하였다. High Spell 분석시 임계값은 대청, 용담댐 건설 전 평균유량의 5배(64,777×103m³/Day)를 설정하여 분석을 수행하였으며, Low Spell 분석은 평균유량의 0.5배(6,477×103m³/Day)를 설정하여 분석을 수행하였다. 사상분석 결과는 Low Spell에 해당하는 부분이 High Spell 부분보다 영향을 더 많이 받은 것으로 분석되었다(표 2). 이는 댐 건설 이후 갈수기에 방류하는 유량이 댐건설 이전의 갈수기 유량보다 많아졌다는 것을 의미하며 그 결과 산란기에 어류생태환경에 영향을 끼쳤을 가능성이 있음을 시사하는 것이다.

4.3 어류서식조건 모의를 통한 평가

금강수계에 대한 어류생태 모니터링 결과를 바탕으로 대표어종을 선택하고 수리학적 특성과의 상관관계를 분석하였다. 대표어종의 선정기준은 경제성 어종, 토착 어종, 멸종위기종(보호어종)으로 구별될 수 있으며, 본 연구에서는 멸종위기종인 “감돌고기”를 대상으로 RAP을 이용하여 분석을 수행하였다. 감돌고기의 산란기는 5~6월로 알려져 있으며, 주로 돌 밑이나 바위틈에 산란을 하고 산란수심은 30~90cm, 산란 유속은 10~20cm/sec인 것으로 알려져 있다.

RAP을 이용한 분석절차는 유량자료 생성, 지형자료 및 수리학적 특성자료 생성, 생태반응해석 등 크게 3개의 단계를 거쳐 수행된다.

표 2. 공주지점 시계열 유량자료의 High and Low Spell 분석 결과(단위: 10³m³/Day)

Whole Period	Unregulated flow	Daechung Only	Both Daechung & Youngdam
Number of Low Spell	459	453	644
Longest Low Spell	116	116	116
Mean Magnitude of Low Spell	2,927.4	3,079.5	3,795.9
Mean Duration of Low Spell	12.7	12.7	7.3
Total Duration of Low Spell	5,860	5,787	4,735
Total of periods Between Low Spells	2,365	2,438	3,513
Mean period Between Low Spells	5.1	5.3	5.4
Longest period Between Low Spells	79	79	67
Number of High Spell	130	128	130
Longest High Spell	11	10	10
Mean Magnitude of High Spell	166,948.7	159,074.8	131,199.0
Mean Duration of High Spell	2.8	2.6	2.1
Total Duration of High Spell	366	344	274
Total of periods Between High Spells	7,773	7,795	7,788
Mean period Between High Spells	60.2	61.3	60.3
Longest period Between High Spells	354	400	354

K-Modsim을 이용하여 금강의 물수지분석을 통해 유량자료를 생성한 후 이를 지형자료와 함께 HEC-RAS의 입력자료로 사용하여 대상 하도에 대한 수심, 유속, 운변 등 각종 수리학적 특성을 생성하게 된다. HEC-RAS에서 생성된 자료는 RAP의 입력자료로 사용되며 RAP의 ERM모듈을 통해 대상어중에 대한 어류서식조건을 모의하고 적정유량을 산정하게 된다(그림 7).

이때 하천지형별 하천특성, 어류특성의 주제도가 있는 경우에는 분석단계에서 소요되는 시간을 절약할 수 있으며 정확도를 향상할 수 있다. 각 단계에서 생성된 결과는 다음단계의 입력자료로 활용되기 때문에 어느 한 단계의 결과에 대한 신뢰도가 낮아지면 최종 결과에 대한 신뢰도는 매우 작아지게 된다. 특히 지형자료는 각 단계에서 공통적으로 사용되는 매우 중요한 기본자료이므로 구축된 지형자료의 정확성은 전체 결과에 결정적인 영향을 미칠 수 있다.

본 모의에서 사용된 지형자료는 대청댐 하류 현도교~공주대교까지 45.395km 구간의 지형자료를 사용하였으며, 유량자료는 2002~2004년까지 12개의 강우조건으로 생성된 유량을 적용하였다. 그림 8의 우측 그래프는 상

류, 중류, 하류의 횡단면과 수위변화를 나타낸다. 그래프 하단의 유량(Discharge) 조절막대를 조절해 가면서 각 단면에서의 수심변화를 직관적으로 탐색할 수 있다.

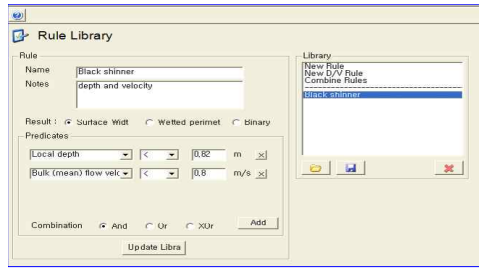


그림 9. 감돌고기의 생태조건 생성

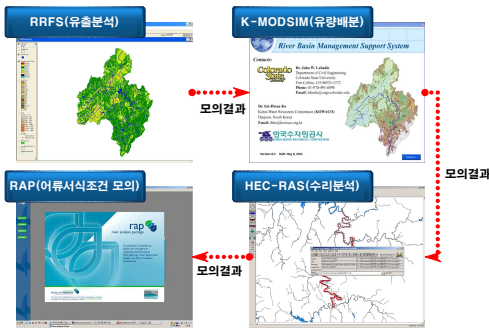


그림 7. 어류서식조건 모의 절차

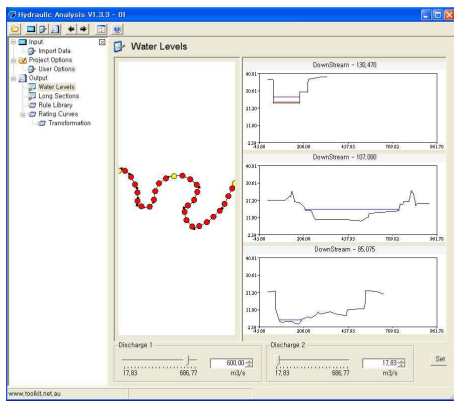
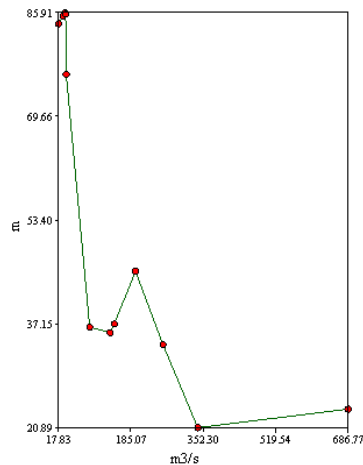
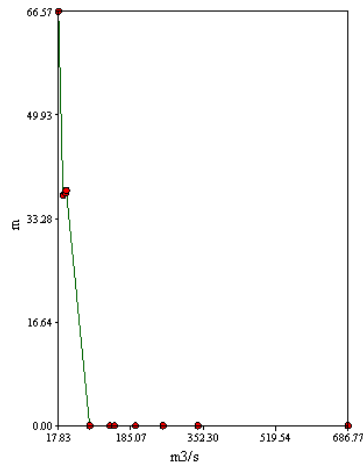


그림 8. 하천구간별 수리학적 조건 탐색



(a) 산란수심 Rating Curve



(b) 산란유속 Rating Curve

그림 10. 감돌고기 산란조건과 수리학적 조건간의 Rating Curve

RAP의 수리분석모듈(HA)을 사용하여 감돌고기 산란조건, 서식조건 등을 생성하고 하천구간과의 상관관계를 분석하는 Rating Curve 분석하였다. 그림 9에서 선택된 단면 및 구간에 대하여 감돌고기 산란조건, 서식조건 등 생태조건을 적용하여 계산된 Rating Curve는 그림 10과 같다. 그림 10에서 X축은 유량이고, Y축은 주어진 감돌고기 수심 및 유속에 대한 산란조건을 만족하는 구간의 길이를 나타낸다. 즉, 분석구간인 현도~공주까지의 구간에 있어 유량이 약 350cms 이상인 경우 감돌고기의 산란에 적합한 수심이 유지되는 구간은 거의 없는 것으로 나타났으며, 유량이 약 40cms 이상인 경우 감돌고기의 산란에 적합한 유속이 유지되는 구간은 거의 없다는 것을 나타내는 것이다. 따라서 현도~공주까지의 구간에 대해서는 현재 감돌고기가 발견되고 있지는 않지만, 감돌고기가 있다는 가정 하에 감돌고기의 산란에 적합한 수심과 유속을 유지하기 위해서는 감돌고기의 산란기에는 약 40cms 이하의 유량이 유지되어야 한다는 것을 알 수 있다.

5. 결 론

하천환경개선을 위한 생태유량산정에 있어 기준이 되는 어류정보뿐 아니라 하천의 정확한 지형공간자료는 RAP을 이용한 분석에서 각 단계마다 중요한 기초자료로 활용되고 있으므로 더욱 정밀한 지형공간자료가 구축되면 최근 이루어지고 있는 지자체의 자연형하천 시유량 산정에 매우 효율적으로 활용될 수 있을 것이다.

본 연구에서는 용담댐 하류인 수통부터 대청댐 하류인 공주까지를 대상구간으로 시범적으로 지형공간자료를 이용한 RAP을 활용하여 하천생태유량을 평가하였다. 지형공간자료의 경우 도심지역 이외의 지역은 아직까지 정확한 자료구축이 부족한 상태이며 어류생태에 대한 수리학적 특성 및 기타 서식조건 등의 자료 역시 매우 부족한 상태이다. 따라서 향후 하천의 환경개선을 위해서는 어류생태와 관련된 새로운 형태의 자료 축적과 이를 이용한 어종, 어류특성 및 하천의 수리학적 특성이 반영된 주제도가 구축되어야 하며, 특히 하천에 대한 정확한 지형공간자료는 하천정비에 사용되는 100~200m 간격의 단면자료 이외에 특정 구간에 대해서는 최소한 10m이내의 조밀한 단면자료 구축이 시급하다고 판단된다. 이를 위해서는 수리, 수문, 생태, 지형분야 간 다각적인 협조와 연계가 매우 중요하다. 본 연구를 통해 도출된 결론은 다음과 같다.

첫째, 유형분석을 통한 평가에 있어 수통지점과 공주

지점의 고유량과 저유량은 댐건설 이전과 이후로 구분하여 변화를 보이고 있으며 댐건설 이전에 비해 고유량은 감소하고 저유량은 증가한 것으로 분석되었다. 또한 전 기간에 걸친 유황에 있어서는 공주지점의 경우 댐건설로 평균유량은 증가하였으나 수통지점의 경우 전구적으로 공급되는 유량으로 인해 평균유량은 감소한 것으로 분석되었다.

둘째, 공주지점의 사상(Spell)분석을 통한 평가에 있어서는 댐 건설 이전의 유량을 기준으로 고유량보다는 저유량에 대한 사상(Low Spell)이 고유량에 대한 사상(High Spell)보다 훨씬 영향이 큰 것으로 나타나 어류의 산란기인 3~6월에 해당하는 갈수기에 유량변동 폭이 크게 작용하여 어류생태환경에 영향을 끼쳤을 것으로 판단된다.

셋째, 어류서식조건 모의를 통한 평가에서는 대상어종으로 감돌고기를 선정하였으며 대청댐 하류인 현도~공주지점을 대상으로 모의한 결과 감돌고기의 산란에 적합한 30~90cm 수심과 10~20cm/sec의 유속을 만족하기 위해서는 약 40cms의 유량이 유지되어야 하는 것으로 분석되었다.

감사의 글

이 논문은 2008학년도 인하공업전문대학 교내연구비 지원에 의하여 연구되었음.

참고문헌

1. 이동률, 우효섭 (2006), 생태적으로 지속가능한 하천수 관리방향, 정기학술대회논문집, 대한토목학회, pp.516-519.
2. Petts, G.E. (1996), "Water allocation to protect river ecosystems", Regulated Rivers: Research & Management, Vol. 12, pp.353-365.
3. Poff et.al. (1997). "The natural flow regime", BioScience, Vol.47, No.11, pp.767-764.
4. Postel, S., B. Richter (2003). Rivers for Life: Managing Water for People and Nature, Island Press.
5. 김규호 (1999), 하천 어류서식환경의 평가와 최적유량 산정, 박사학위논문, 연세대학교.
6. 우효섭, 이진원, 김규호 (1998), 물고기 서식처를 고려한 하천유지유량 결정방법의 개발, 한국수자원학회 논문집, 제18권 제II-4호, pp.339-350.
7. 건설교통부 (2007), 자연·사회환경을 고려한 하천유지유량 산정방안 보고서, 건설교통부.