

PHABSIM 모형을 이용한 자연형 하천의 어류서식처 평가

Evaluation of Fish Habitat in Close-to-Nature Stream Using PHABSIM Model

김석규* , 김철** , 이승휘*** , 권은호****

Souk Gyu Kim, Chul Kim, Seung Whi Lee, Eun Ho Kwon

요지

최근 들어 우리나라는 여러 하천을 자연형 하천으로 정비하고 있다. 자연형 하천은 콘크리트로 정비된 하천에 대해 여러 가지 친환경적 공법을 적용함으로써 자연과 가까운 하천으로 복원하려는 목표로 여러 곳에서 시공되고 있다. 자연형 하천 공사로 인해 변화된 하천의 환경을 조사·분석하여 공사로 인한 효과를 분석함으로써 하천공사의 타당성을 검증해야 할 것이다. 공사 효과의 분석은 공사후 하천의 생태계를 평가함으로써 이루어지는데 생태계 중에서 어류가 차지하는 역할이 매우 중요하다. 따라서, 하천공사후 어류서식처에 대한 평가는 하천의 종합적인 평가시에 큰 의미를 갖는다고 할 수 있다.

본 연구에서는 진라북도 순창군에 위치하고 있는 경천을 대상으로 자연형 하천 공사후의 하천에 대한 어류서식처 평가를 실시하였다. 평가를 위해 사용한 방법은 미국 USGS에서 개발되어 사용되고 있는 물리적 서식처 모의 시스템인 PHABSIM 모형을 이용하였다. 3년동안의 모니터링을 통해 우점종인 피라미와 갈겨니에 대해 치어기, 성장기, 성숙기 단계에 대한 서식처와 유량의 함수를 개발하고 어류의 성장단계별로 최적유량을 산정하였다.

핵심용어 : PHABSIM 모형, 어류서식처, 자연형 하천, 우점종

1. 서론

하천 정비에 있어 이수나 치수에 역점을 두어 인공화가 진행된 하천에 대해 1990년대에 들어서면서 물고기를 비롯한 다양한 생물이 유기적 연관관계를 갖으면서 서식처 역할을 하는 장소로서 하천을 다시 보려는 의도가 강하게 대두되었다. 이러한 상황에서 자연형 하천 공사가 시도되고 있는데 그곳에 서식하는 생물에게 긍정적인 영향을 미칠 뿐 아니라 궁극적으로 인간생활의 질을 향상시킬 것이다. 더욱이 하천의 풍부한 자연 환경에 대해 개발에 따른 영향을 저감시키거나 생물에게 양호한 생식 및 생육장을 비롯한 서식처를 새롭게 형성하므로 자연형 하천에 관한 개념을 염두에 둔 공사의 요구가 갈수록 증대되고 있는 실정이다. 이러한 요구에서 정비된 자연형 하천은 공사로 인해 변화된 하천의 환경을 조사·분석하여 공사로 인한 효과를 분석하고 하천에 대한 여러 가지 관점의 평가를 실시할 필요가 있다. 특히, 하천의 생태계 평가는 현재의 하천환

* 정회원 · 호남대학교 토목환경공학과 박사수료 · E-mail : ksg8493@dreamwiz.com

** 정회원 · 호남대학교 토목환경공학과 부교수 · E-mail : kuchul@honam.ac.kr

*** 정회원 · 호남대학교 생명과학과 부교수 · E-mail : seungwhi@honam.ac.kr

****정회원 · 호남대학교 생명과학과 석사과정 · E-mail : caiser77@hanmail.net

경의 상태와 양호정도에 대한 판단의 기준이 되며 생태계 중에서도 어류가 차지하는 역할은 매우 중요하므로 하천 공사후의 어류서식처를 평가하는 일은 생태계 평가에 있어서 큰 의미를 갖는다고 할 수 있다.

하천의 어류는 섭식과 생활, 산란과 부화, 휴식과 피난을 위한 은신처 등의 적절한 서식처 공간이 필요하다. 하천의 크기에 관계없이 완전한 서식처를 제공하기 위해서는 하천 자체가 어류 서식에 적합하게 형성되어 있는 하도의 구성과 형상을 통한 적절한 흐름 영역이 요구된다. 어류의 산란처와 피난처, 성장단계별 서식 조건과 같은 특성이 변화되면 어류상의 변화가 발생한다. 자연 유량이 아닌 조절된 유량과 유사 이송 영역의 변화, 직강화 같은 하도 개수에 따른 하천의 지형학적 변화는 하도의 수리학적 특성, 하상재료 특성, 가용한 공간과 피난처를 변화시킨다. 하천의 서식처 구조는 미시 서식처에 대한 것으로서 모형에 필요한 자료는 수심과 유속, 하상재료 등이다. 모의는 대상 어종에 대한 적합도 지수를 바탕으로 유량에 따른 가용 서식처 공간을 계산하는 것이다.

본 연구에서는 유량에 따른 물리적 서식처의 변동을 고려하고 하천 유량 범위에 걸쳐 가용한 서식처의 양을 결정하기 위해 모니터링을 통해 선정된 우점종인 어종을 선정하여 성장단계별로 어종이 선호하는 생태학적 서식처 선호도를 결합하여 방법으로 서식처를 모의하고자 한다. 서식처 모의에는 PHABSIM(물리적 서식처 모의 시스템, Physical Habitat Simulatin System) 모형을 사용하며 모의 결과는 가용한 서식처 면적과 하천 유량 사이의 관계가 곡선형태로 나타낸다. 이 곡선에서 개별 어종에 대한 최적 유량을 산정하여 하천 유지유량으로 사용한다. 본 연구의 대상지역은 전라북도 순창군에 위치한 경천으로 자연형 하천 복원 구간은 1.5km이다. 2001년부터 2003년까지 6개의 단면을 횡단측량하였고 정기적으로 수심 및 유속을 측정하여 기초 자료로 사용하였다.

2. 이론적 배경

PHABSIM 모형은 유량, 유속, 수심 등의 흐름특성의 변화에 대한 하도구간내 성장단계별 대상어종의 물리적 서식처 변화를 예측하여 대상어종에 대한 서식처 면적과 유량과의 관계를 통해 서식에 필요한 최적 유량을 산정한다. PHABSIM 모형의 주된 가정은 수중 생물이 수리학적 환경 변동에 따라 직접 반응한다는 것이다. 개별 유기체는 가장 좋아하는 유지 조건을 선택하는 경향이 있어서 유지 조건이 점점 나빠짐으로써 서식처 선호도가 감소하여 이용할 수 있는 조건이 점점 적어진다고 하는 전체를 배경으로 한다. 어류가 이용하기에 적합한 물리적 서식처의 양은 유량에 따라 변하고 PHABSIM 모형은 바로 이 가용 서식처-유량간의 관계를 구한다. PHABSIM 모형에서는 유량에 따른 수위와 유속의 변동을 수리학적으로 모형화할 수 있고 서식처-유량 관계를 구할 수 있다. PHABSIM 모형의 과정에 대한 개념을 그림 1에 나타내었다.

대상어종은 사회적 인지도가 높고 여울, 어도, 징검다리에서 서식하며 다수가 출현하는 우점종과 하천에서 서식하는 멸종위기어종, 보호어종 등을 고려하여 3~5종을 선정한다.

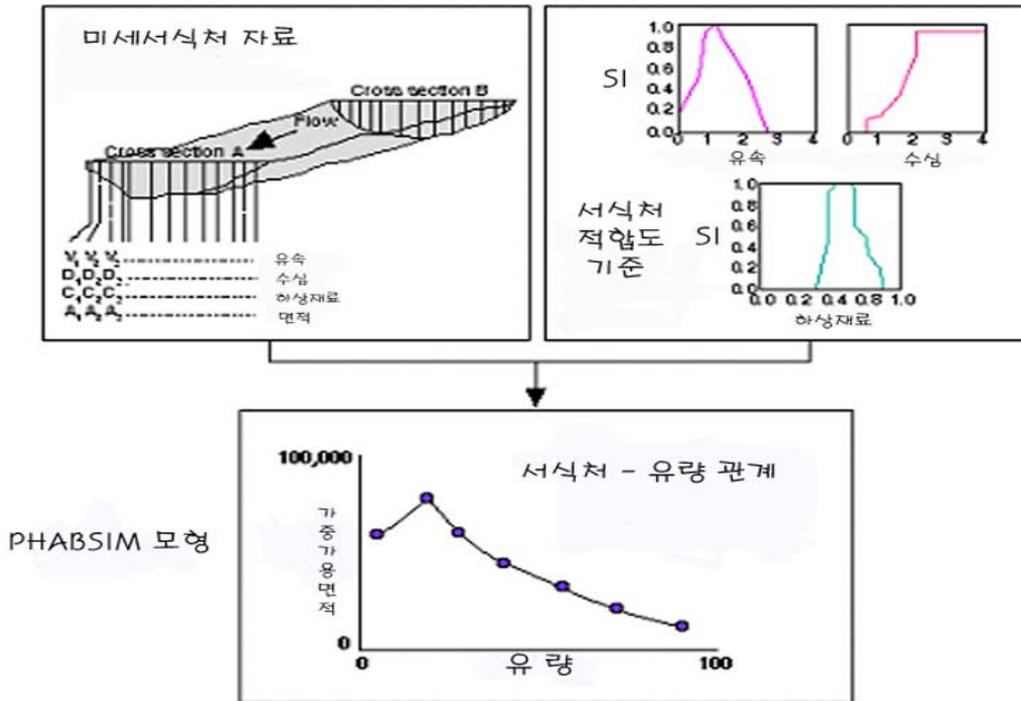


그림 1. PHABSIM 모형의 개념

3. 어류상 조사 및 적용

대상 어종을 선정하기 위해 2000년 8월부터 2003년 12월까지 어류상 조사를 실시하였다. 본 조사에 있어 하천 수변의 국세조사 매뉴얼(한국건설기술연구원, 2002)에 의거하여 투망과 족대로 수리구조물에서 상하 10m의 양안을 중심으로 채집하였다. 투망으로는 20회씩 투척하였고, 족대로는 1.5m ~ 2m씩 20차례에 걸쳐 하류로부터 훑어 올라가며 하천의 가장자리에서 채집하였다. 채집한 어류는 10% 중성 포르말린에 고정하여 광구 플라스틱 병에 담거나 비닐 지퍼 백에 담아 실험실로 운반하였다. 고정된 어류는 실험실로 운반하여 종을 동정하였다. 기본 분류체계는 골표상목 어류는 김익수(1988)의 문헌을 따랐으며, 전반적인 어류의 분류체계는 Nelson(1994)에 의거하였으며, 학명은 한국의 동물명집(한국동물분류학회, 1997)을 참조하였다.

경천의 어류상은 지속적인 모니터링을 통하여 총 2목 6과 31종의 어류가 복원구간에 서식하고, 우점종으로는 피라미, 갈겨니 등으로 조사되었다. 따라서, 본 연구에서는 우점종인 피라미, 갈겨니를 선정하여 성장기, 성숙기, 치어기로 구분하여 서식처 적합도 지수를 문헌을 통해 얻은후 이를 이용하였다. 표 1에 경천의 어류상 조사의 결과를 나타내었다.

표 1. 경천의 어류상 조사

조사일자	00년 8월	00년 9월	00년 10월	01년 3월	01년 4월	01년 5월	01년 6월	01년 8월	02년 3월	02년 4월	02년 5월	02년 6월	02년 7월	03년 2월	03년 3월	03년 8월	03년 9월	03년 10월	03년 12월
종수	14	17	18	18	16	15	24	12	11	15	21	4	16	16	12	24	21	15	12
총개체수	67	139	83	62	161	152	243	113	85	167	222	18	268	293	98	406	379	163	290

4. 참고문헌

1. 건설교통부(1999). 섬진강 수계 치수사업 실시설계 하천환경관리 계획 및 하천환경정비사업보고서.
2. 건설교통부(2003). 경천시범 하천환경 정비사업 사후 모니터링 보고서.
3. 김익수(1988). 한국 담수산 골포상목과 극기상목 어류의 분류. 전북대학교 기초과학연구소 생물학분과 생물학연구연감 8: 83-173.
4. 김철, 김석규(2003). 자연형 하천공법의 모니터링, 한국수자원학회 학술발표회.
5. 배양섭 외 4 인역(2003). 하천수변의 국세조사 매뉴얼 하천편 (생물조사편), 한국건설기술연구원.
6. 안홍규(2003). 생태공학, 정문각.
7. 이승휘, 김철, 김석규, 권은호(2004). 자연형 하천 수리구조물과 어류의 상관관계, 한국습지학회 학술발표회.
8. 이승휘, 김철, 김석규, 권은호(2004). 하천 복원에 따른 어류와 조류의 상관관계, 한국습지학회 학술발표회.
9. 한국건설기술연구원 역(2002). 하천수변 국세조사 매뉴얼[하천편](생물조사편), 건설교통부.
10. 환경부(2002) 하천복원 가이드라인.
11. Margalef, R.(1968). Perspectives in ecological theory, Chicago, University of Chicago Press.
12. McNaughton,s.J.(1967). Relationship among functional properties of California Glassland Nature.
13. Nelson, J. S.(1994). Fishes of the World, John Wiley & Sons.
14. Pielou.E.C.(1966). Shannon's formula as a measure of specific.
15. USGS(2001). PHABSIM for windows, User Manual and Exercises Midcontinent Ecological Science Center.