

# 금강수계에서 하상재료에 따른 어류의 서식 및 분포

## Inhabitation and distribution of fish to stream bed in the Geum river basin

김정곤\* · 허준욱\*\* · 박진우\*\*\* · 김경훈\*\*\*\* · 우효섭\*\*\*\*\*

Jeongkon Kim, Jun Wook Hur, Jin-Woo Park, Kyung Hoon Kim, Hyo Seop Woo

### 요 지

금강수계에서 2007년 10월부터 2009년 10월까지 17개 지점을 대상으로 어류 모니터링과 하상재료를 조사하였다. 하상재료는 사립자 크기에 따라 6단계(실트, 모래, 가는자갈, 굵은자갈, 호박돌 및 전석)로 나누었으며, 각각 3개 지점씩 선정하여 조사하였다. 조사결과 모든 지점에서 채집된 어류는 10과 49종 7,316개체였다. 하상재료 중 실트~굵은자갈에서 피라미(*Zacco platypus*)가 가장 높은 출현율을 보였으며, 호박돌~전석에서는 참갈겨니(*Zacco koreanus*)가 우점하는 것으로 나타났다. 생물다양도 및 우점도는 가는자갈~굵은자갈에서 최적 상태를 보였으며, 정량적서식지평가(QHEI)와 생물보전지수(IBI)는 하상재료가 커짐에 따라 점수가 증가하여 최적 상태를 나타내었다.

**핵심용어** : 하상재료, 물리적 서식지, 어류, QHEI, IBI

### 1. 서론

하천에서 어류의 서식 및 분포는 주변 환경이 산간 및 평야지대에 따라 영향을 받으며, 특히 평야지대에 서식하는 어종일수록 환경요인에 대한 내성이 강한 것으로 보고하였다(Hubbs and Hettler, 1964; Matthews and Hill, 1980). 수계 시스템은 발원지로부터 하구까지 지속적으로 물리적 변동에 따라 흐름이 변화하고 서식하는 어류의 종 다양성도 변화 될 수 있다. 우리나라의 산간계곡 하천은 폭이 좁고 유속이 빠르며, 하상재료는 전석(boulders)과 호박돌(cobbles)로 대부분 이루어져 있다. 하류로 내려갈수록 폭과 수심은 증가하며, 유속이 느려지고 하상재료의 사립자 크기는 작아지는게 일반적이다. 하천에 서식하는 어류들도 물리적인 조건에 따라 서식하는 종들이 다르며, 각각의 조건에 적응하며 살아간다. 한편, 하천에 서식하는 어류는 각 종의 특이성이 있어 먹이습성, 서식지 형태 및 하상재료의 구성 등에 따라 최적의 서식장소가 달라질 수 있다.

우(2004)는 하천의 하상재료를 사립자의 크기에 따라 24등급으로 분류하였다. 이러한 분류는 제일 작은 아주 잔 점토(very fine clay)로부터 크기가 커지면서 매우 큰 전석(very large boulders)으로 구분된다. 하상재료에 따라 모래에 서식하는 어류와 호박돌 및 전석 밑에 서식하는 어류로 나누어 질 것이며, 또한 모든 하상재료에 광범위하게 분포하는 어종도 있을 것이다. 지금까지 어류의 분포 및 서식은 도감 등에 일반적으로 나타나 있으나, 각각의 어종에 대한 물리적 서식지중 하상재료에 따라 출현율을 조사한 자료는 부족하다.

따라서 본 연구에서는 금강수계를 대상으로 물리적 서식지 조건인 하상재료의 크기에 따라 17개 지점을 선정하여, 각각의 조건에 대한 어류의 출현 양상과 건강성을 평가하였다.

\* 정회원 · 한국수자원공사 K-water 연구원 수자원연구소 수석연구원 · E-mail : jkkim@kwater.or.kr

\*\* 비회원 · 한국수자원공사 K-water 연구원 수자원연구소 위촉연구원 · E-mail : fishhur@kwater.or.kr

\*\*\* 비회원 · 한국수자원공사 K-water 연구원 수자원연구소 위촉연구원 · E-mail : bodyorsoul@kwater.or.kr

\*\*\*\* 비회원 · 한국수자원공사 K-water 연구원 수자원연구소 위촉연구원 · E-mail : fishkim@kwater.or.kr

\*\*\*\*\* 정회원 · 한국건설기술연구원 하천해안항만연구실 연구위원 · E-mail : hswoo@kict.re.kr

## 2. 현장조사 및 분석방법

### 2.1 조사지점 및 하상재료 분석

본 조사는 2007년 10월부터 2009년 10월까지 금강수계를 대상으로 본류 및 지류에서 하상재료 조사를 기초로 하여 사립자 크기에 따라 실트(Silts, Si), 모래(Sand, Sa), 가는자갈(Fine gravels, Fg), 굵은자갈(Coarse gravels, Cg), 호박돌(Cobbles, Co) 및 전석(Boulders, Bo)으로 분류하였다. 하상재료의 구분은 우(2004)의 사립자 크기 등급에 따라 Si (<0.1 mm), Sa (0.1~2.0 mm), Fg (1.0~50.0 mm), Cg (50.0~100.0 mm), Co (100.0~300.0 mm) 및 Bo (>300.0 mm)로 분류하였다. 하상재료에 따른 조사지점은 Si.1 : 삼교천 충의대교, Si.2 : 동진강 대각교, Si.3 : 정읍천 정읍천대교, Sa.1 : 금강 부강교, Sa.2 : 미호천 북일교, Sa.3 : 유구천 동대교, Fg. 1 : 갑천 만년교, Fg.2 : 지천 지천교, Fg.3 : 논산천 이호교, Cg.1 : 금강, 수통교, Cg.2 : 금강 잠수교, Cg.3 : 만경강 용봉교, Co.1 : 초강천 돈대교, Co.2 : 초강천 월유교, Co.3 : 초강천, 송천교, Bo.1 : 초강천 물한계곡, Bo.2 : 금강 연화교였다. 각 조사지점의 하상재료 분포는 그림 2와 같다.

하상재료 조사는 봄(2~3월)과 가을(10~11월)에 2회 실시하였다. 조사방법은 50×50 cm 방형구를 사용하여 카메라로 지점 당 30개 이상 촬영한 후, 컴퓨터 화면에서 각각의 하상재료 크기를 측정 및 계수하여 면적비율로 하상분포도를 산출하였다. 또한 사진촬영으로 구분되지 않는 모래이하의 크기는 상법에 따라  $D_{50}$ 으로 분석하였다.

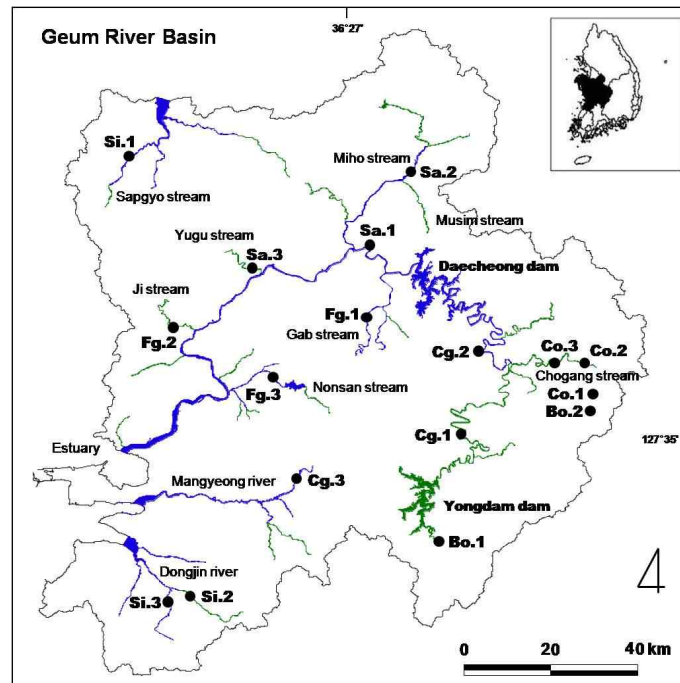


그림 1. 금강수계에서 어류 및 하상재료 조사 지점

### 2.2 건강성평가

어류채집은 조사점점 상·하류 각각 200 m 구간에서 60분씩 실시하였으며, 소, 여울 및 흐름이 있는 유수역(run)을 모두 포함하여 조사하였다. 어류의 채집은 투망(망목크기, 5×5 mm) 및 족대(3×3 mm)를 사용하였다. 투망은 정량적 조사를 수행하기 위하여 20회씩 동일하게 투척하였으며,

죽대는 하천 좌·우안 식생주변과 호박돌 주변에서 채집하였다. 소, 여울 및 유수역에서 투망의 투척 횟수는 가급적 횟수를 같게 하였으며, 죽대로 채집 시간도 동일하게 실시하였다. 조사는 하류로부터 상류로 올라가면서 하천을 지그재그(zigzag)로 채집하였다. 현장에서 채집된 어류는 동정이 가능한 종은 현장에서 확인한 후 방류하였다.

생물보전지수(Index of biological integrity, IBI)는 생태지표 4개, 먹이습성지표 3개 및 풍부도 및 건강성지표 3개로 구성된 총 8~10개의 지표를 사용하였으며, 각 지표에 대한 점수분류(1~5점) 및 기준선정(하천차수 및 어류 습성 등)은 Karr (1981)과 안 등(2001)이 제시한 방법을 이용하였다. 각각의 지표점수를 합산하여 최적(50~47), 최적-양호(46~43), 양호(42~38), 양호-보통(37~35), 보통(34~29), 보통-악화(28~26), 악화(25~18), 악화-최악(17~14) 및 최악(<13)으로 분류하였다. 정량적서식지평가(Qualitative habitat evaluation index, QHEI)는 Plafkin et al. (1989)의 방법에 10개의 항목을 선택하여 적용하였다. 각 변수는 최적(200~162), 최적-양호(161~149), 양호(148~104), 양호-보통(103~91), 보통(90~46), 보통-악화(44~33) 및 악화(<32)상태로 구분하였으며, 각 10개의 점수를 합산하여 하천의 물리적 건강성을 평가하였다.

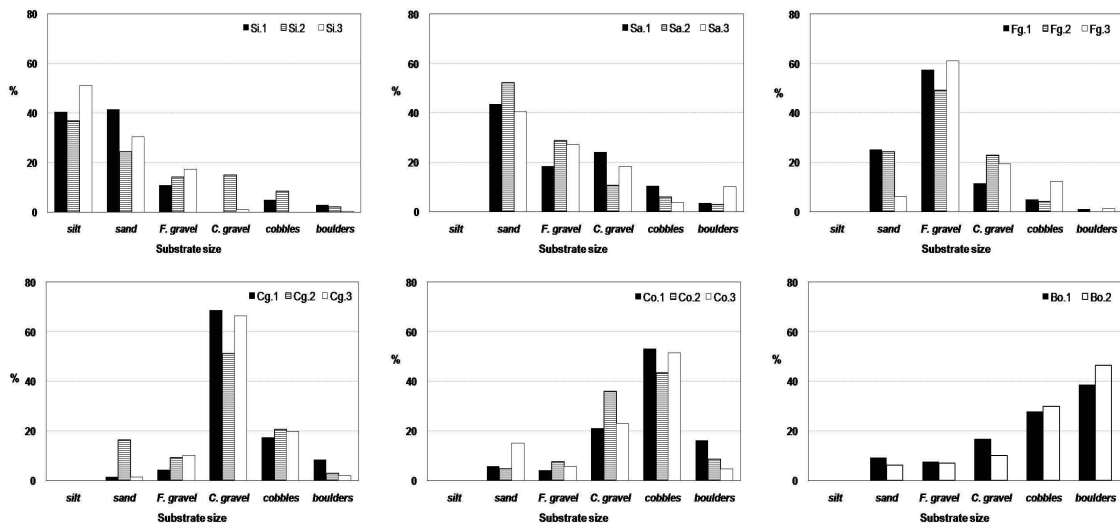


그림 2. 6단계의 지점별 하상재료 분포율 비교

### 3. 결과 및 토의

#### 3.1 모니터링 결과

하상재료에 따른 어류의 출현은 Si (28종), Sa (22종), Fg (36종), Cg (31종), Co (27종), Bo (17종)으로 모두 49종이 채집되어, Fg에서 가장 많은 종이 출현하였다. 피라미(*Zacco platypus*)는 Silt, Sand, Fine gravel 및 Coarse gravel 지점에서 높게 나타났다. 참갈겨니(*Zacco koreanus*)는 Cobble 및 Boulder 지점에서 높은 출현을 보였다.

#### 3.2 소, 유수역 및 여울에서 어류의 출현율

각각의 하상재료에 따라 유수역에서 가장 많은 출현율을 보였으며, 하상재료가 작을수록, 소에서 출현율이 높았다. 여울은 뚜렷한 경향은 없었으나, Fg와 Cg 지점에서 높은 출현을 보였다. 이러한 것은 여울지점의 하상재료가 가는자갈 및 굵은자갈로 이루어졌기 때문으로 사료된다.

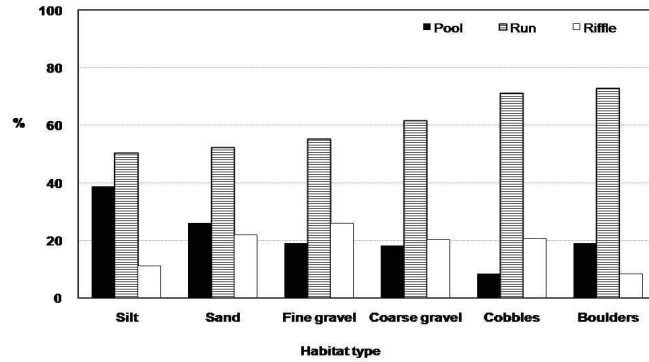


그림 3. 6단계의 하상재료에서 물리적 서식조건인 소, 여울 및 유수역에서 어류의 출현율

### 3.3 건강성 평가

우점도는 각각 Si (0.7±0.1), Sa (0.7±0.1), Fg (0.6±0.1), Cg (0.6±0.1), Co (0.7±0.1), Bo (0.8±0.2)의 결과로 균집안정도에서 다소안정 상태로 나타났다(우점도 점수 기준 : 0.9~1.0 : 매우 불량, 0.7~0.9 : 불량, 0.5~0.7 : 다소양호 및 안정, 0.25~0.5 : 양호 및 안정, <0.25 : 매우양호). 다양도는 Si (1.5±0.2), Sa (1.5±0.3), Fg (1.7±0.3), Cg (1.7±0.2), Co (1.5±0.4), Bo (1.0±0.8)의 결과로 균집안정도에서 불량으로 나타났다(다양도 점수 기준 : <1.0 : 매우불량, 1.0~2.0 : 불량, 2.0~3.0 : 다소양호, 3.0~4.0 : 양호, >4.0 : 매우양호). IBI는 Si (20.3±1.8), Sa (24.7±1.2), Fg (25.7±1.8), Cg (32.3±3.2), Co (33.4±2.3), Bo (32.1±8.6)으로 하상재료가 커짐에 따라 높아지는 경향을 보였다. QHEI는 Si (126.7±12.4), Sa (143±4.4), Fg (146.1±12.0), Cg (162.3±7.4), Co (169.2±1.3), Bo (169.2±1.2)으로 하상재료가 커짐에 따라 높아지는 경향을 보였다(그림 4).

상관성분석에서 어류의 우점도와 다양도 지수는 불량~보통의 상태였고, IBI는 Si~Fg에서 불량~보통, Cg~Bo에서 보통~양호의 점수를 나타내었으며, QHEI는 Si~Fg에서 양호, Cg~Bo에서 최적의 점수를 보였다(그림 5).

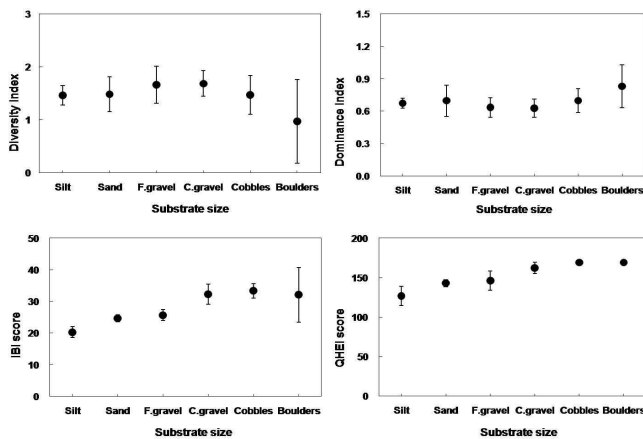


그림 4. 다양도, 우점도, IBI 및 QHEI

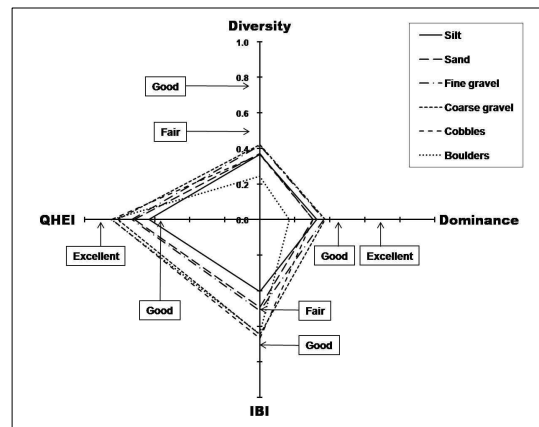


그림 5. 생물다양도와 물리적 서식지와의 상관성 분석

## 감사의 글

본 연구는 국토해양부 건설기술혁신연구개발사업의 일환으로 진행되는 ‘자연과 함께하는 하천복원기술개발(Ecoriver 21)’ 중 ‘어류생태 모니터링 및 조절하천 유지유량 확보기술(3-1과제)’ 지원으로 이루어진 연구 성과입니다.

## 참고문헌

1. Hubbs, C. and Hettler, W.F. (1964). Observations on the tolerance of high temperatures and low dissolved oxygen in natural waters by *Crenichthys baileyi*, The Southwestern Naturalist, 9, 245-248.
2. Matthews, W.J. and Hill, L.G. (1980). Habitat partitioning in the fish community of a southwestern river, Southwest. Nat., 25, 51-66.
3. 우효섭(2004). 하천수리학, 청문각, pp. 362-363.
4. 김익수, 박종영(2002). 한국의 민물고기, 교학사, 467 pp.
5. Karr, J.R. 1981. Assessment of biotic integrity using fish communities. Fisheries 6: 21-27.
6. 안광국, 정승현, 최신석(2001), 생물보전지수(Index of Biological Integrity) 및 서식지 평가지수(Qualitative Habitat Evaluation Index)를 이용한 평창강의 수환경 평가, pp. 155-158.
7. Plafkin, J.L., M.T. Barbour, K.D. Porter, S.K. Gross, and R.M. Hughes. 1989. Rapid assessment protocols for use in streams and rivers: benthic macroinvertebrates and fish, EPA/444/4-89-001, Office of Water Regulations and Standards, U.S.EPA, Washington, DC, USA.