

2차원 물리서식처 모의를 이용한 금강수계 주요 지류에서의 어류서식처 최적유량 산정

Estimation of Optimum Flow for Fish Habitat for Major Tributaries in Gurm River Basin Using Two Dimensional Physical Habitat Simulation

오국열* · 정상만** · 이주현*** · 서형덕****

Oh, KukRyul · Jeong, SangMan · Lee, JooHeon · Seo, HyungDeok

Abstract

The results of research, which proposes the optimum flow considering the habitation environment of fishes in determining the instream flow, have been drawn by many researchers in Korea. In this study, the relations of weighted usable area to discharge are researched. In addition, River2D, which is the simulation model of 2D physical habitats, is applied to the main tributaries of the Geum River basin on the instream flow incremental methodology proposed in the U.S. in order to calculate optimum flow in each growth step of fish, which are the dominant species living in the river, considering the habitat of fishes in streams.

Key words : Instream Flow, WUA, River2D

요 지

최근 하천의 유지유량을 결정함에 있어 어류의 서식환경을 고려하여 최적의 유량규모를 제시하는 연구결과가 국내 여러 연구자에 의해서 제시되고 있다. 본 연구에서는 하천에서의 어류서식처를 고려한 최적의 유량을 산정함에 있어 미국에서 제시된 유지유량증분 방법론(Instream Flow Incremental Methodology)에 근본을 두고 가중가용면적(Weighted Usable Area)-유량관계를 찾아 2차원 물리서식처 모의 모형인 River2D를 금강수계 주요지류에 적용하여 금강의 우점종인 피라미의 성장단계별 최적의 유량을 산정하고자 한다.

핵심용어 : 유지유량, 가중가용면적, River2D

1. 서 론

지금까지의 생태학적 하천유지유량 산정에는 어류 생태계 보전을 위한 구체적인 산정기준이나 방법보다는 유역이 갖는 고유의 갈수량과 같은 일정유량을 지배적인 인자로 보아왔으며, 어류 생태계 서식환경의 정량적 평가에 대한 만족도나 유지수준의 조사가 부족한 실정이다. 따라서 수생 생태계에서 하천 어류서식환경을 보호하고 유지하기 위해서는 어류서식처를 고려한 최적유량 확보가 선행되어야 한다.

국내에서는 강정훈 등(2004), 이주현 등(2006)에 의해 1차원적인 연구만 진행되고 있는데 반하여 국외에서는 최근 2차원 수리모형이 개발되어 이를 적용한 연구가 활발히 진행되고 있다. Crowder(2000)는 2차원 모형을 이용하여 생태학적 서식규모에 관한 연구를 토대로 서식환경에 대해 분석하였고, Lacey(2004)는 River2D 모형을 이용해서 송어 서식처 해석을 홍수전과 홍수후로 구분하여 유속과 수심을 비교하여 추천유량을 제시하였다.

본 연구에서는 어류의 미시서식처를 고려한 최적유량을 산정함에 있어 2차원 물리서식처 모의 모형인

* 공주대학교 건설환경공학과 · 석사과정 · E-mail : kroh@kongju.ac.kr

** 정회원 · 공주대학교 건설환경공학부 · 교수

*** 정회원 · 중부대학교 사회기반시스템공학과 · 부교수

**** 공주대학교 건설환경공학과 · 석사과정

River2D를 이용하여 가중가용면적(WUA)-유량 관계를 찾아 최적유량을 산정하였다. 대상 지점으로는 금강수계의 지류구간인 심천, 구룡, 논산, 수춘 4개 지점에 적용하였고, 대상어종으로는 금강의 우점종인 피라미를 선정하였으며, 피라미의 성어기와 산란기의 성장단계를 분류하여 서식처 분석을 실시하였다.

2. 본 론

2.1 연구대상지점

본 연구에서는 금강수계의 지류구간인 심천, 구룡, 논산, 수춘 4개 지점을 연구 대상지점으로 선정하였고 각 지점별 특성은 표 1에 제시하였다.

표 1. 연구대상지점특성

대상지점	수 량	수 질	유 속	하상재료
심 천	보통	양호	0.25m/s 이상	자갈 과 모래
구 룡	보통	양호	0.36m/s 이하	모래, 자갈, 호박돌
논 산	비교적 풍부함	양호	0.24m/s 이상	모래 및 잔자갈
수 춘	보통	양호	0.38m/s 이하	자갈 및 잔자갈

2.2 서식처 적합도 기준(Habitat Suitability Criteria)

본 연구에서 River2D의 구동에 필요한 서식처 적합도 지수(HSC)는 낙동강 유역조사(건설교통부, 한국수자원공사, 2004) 시 작성된 결과를 이용하였으며 그림 1과 2는 피라미의 성어기와 산란기에 대한 유속, 수심, 하도지수의 적합도 곡선이다.

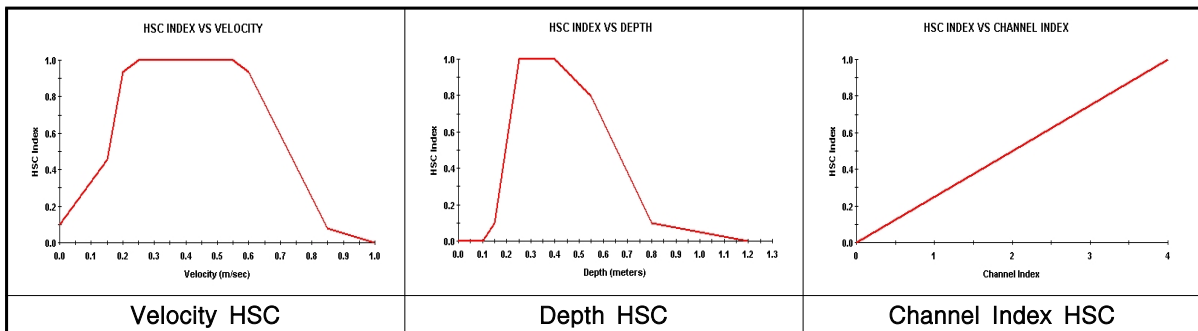


그림 1. Habitat Suitability Criteria (성어기)

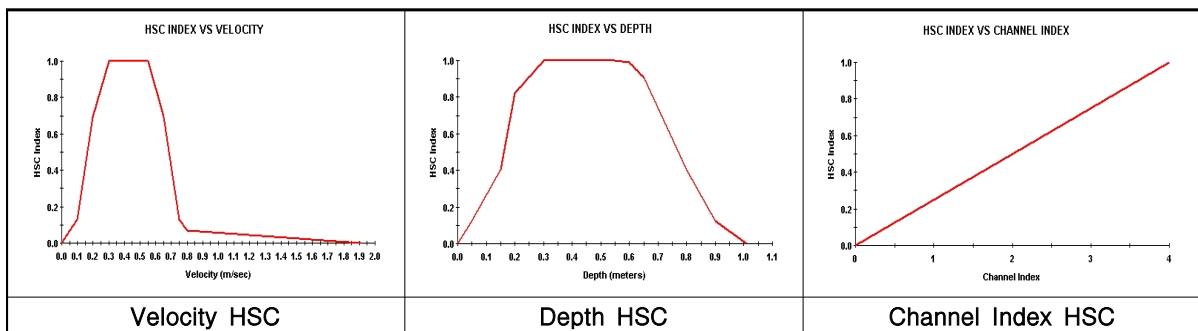


그림 2. Habitat Suitability Criteria (산란기)

본 연구에서는 식 1과 같은 곱셈방법을 이용하여 복합서식처 적합도 지수 C_i 를 산정하게 된다.

$$C_i = f(v)_i \times f(d)_i \times f(c)_i \quad (1)$$

여기서 C_i =셀 i 의 복합 서식처 적합도 지수, v_i =셀 i 의 유속에 대한 서식처 적합도 지수, d_i =셀 i 의 수심에 대한 서식처 적합도 지수, c_i =셀 i 의 하도지수에 대한 서식처 적합도 지수이다.

다음으로 셀면적에 복합 서식처 적합도 지수를 곱하여 식 2와 같은 방법으로 WUA를 산정하여 WUA-유량간의 관계 곡선을 통해 어류 서식에 적합한 최적의 유량을 결정할 수 있다.

$$WUA = \sum_{i=1}^n A_i \times C_i \quad (2)$$

여기서 A_i 는 i 셀의 면적이다.

2.3 2차원 물리서식처 모의 모형(River2D)

River2D의 구성은 크게 세가지 모형으로 구성되어 있다. R2D_BED에서 지형파일을 입력하고 R2D_Mesh에서 유한요소망을 구축한 다음 R2D_Habitat에서 WUA를 모의하게 된다.

3. 2차원 River2D 모형의 적용 및 결과

심천지점에서 성어기, 산란기 최적유량은 각각 $7\text{m}^3/\text{s}$, $5\text{m}^3/\text{s}$ 이고, 가중가용면적(WUA)은 성어기 $973(\text{m}^2/1000\text{m})$, 산란기 $1073(\text{m}^2/1000\text{m})$ 으로 나타났고 그림 3에 나타내었다.

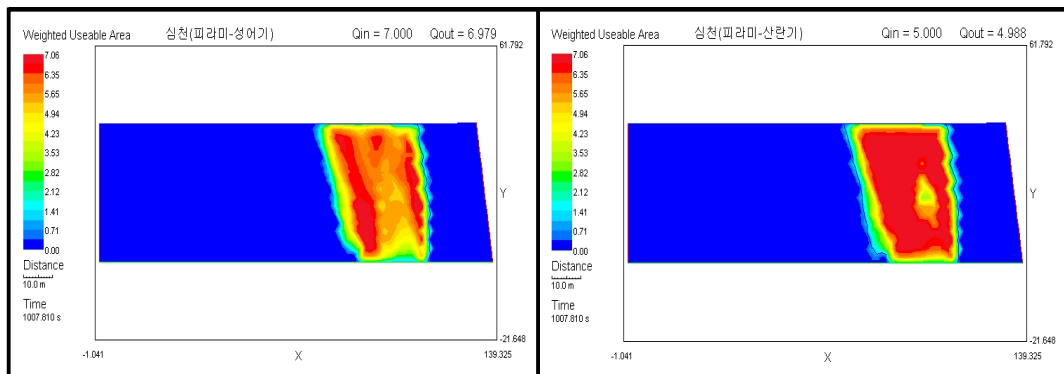


그림 3. 심천지점의 성어기, 산란기 가중가용면적

구룡지점에서 성어기, 산란기 최적유량은 $3\text{m}^3/\text{s}$ 이고 가중가용면적(WUA)은 성어기 $895(\text{m}^2/1000\text{m})$, 산란기 $1068(\text{m}^2/1000\text{m})$ 로 나타났고 그림 4에 나타내었다.

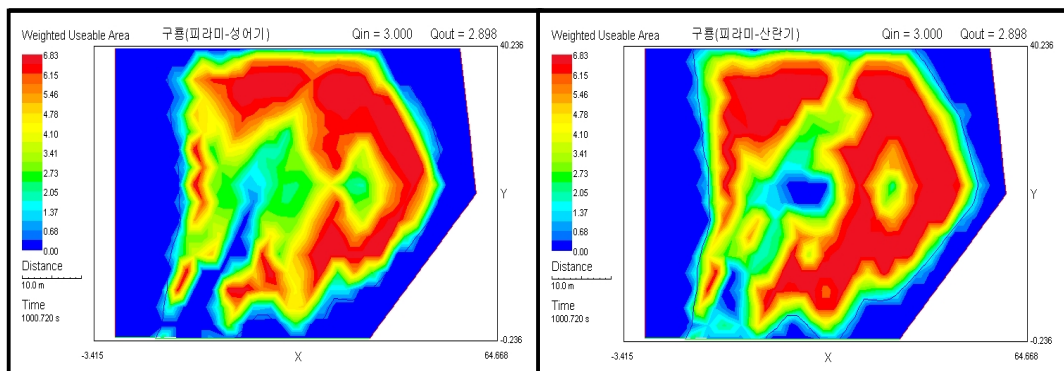


그림 4. 구룡지점의 성어기, 산란기 가중가용면적

논산지점에서 성어기, 산란기 최적유량은 $4\text{m}^3/\text{s}$ 이고 가중가용면적(WUA)은 성어기 $1100(\text{m}^2/1000\text{m})$, 산란기 $1263(\text{m}^2/1000\text{m})$ 로 나타났고 그림 5에 나타내었다.

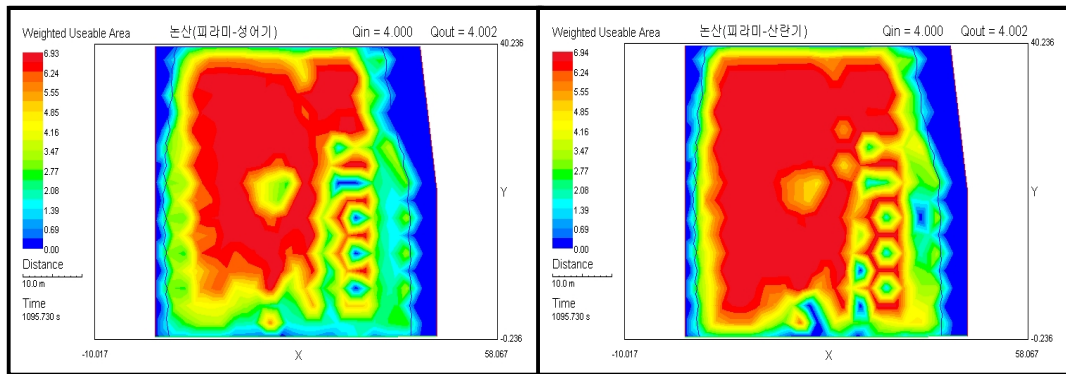


그림 5. 논산지점의 성어기, 산란기 가중가용면적

수촌지점에서 성어기, 산란기 최적유량은 $5\text{m}^3/\text{s}$ 이고 가중가용면적(WUA)은 성어기 $854(\text{m}^2/1000\text{m})$, 산란기 $906(\text{m}^2/1000\text{m})$ 로 나타났고 그림 6에 나타내었다.

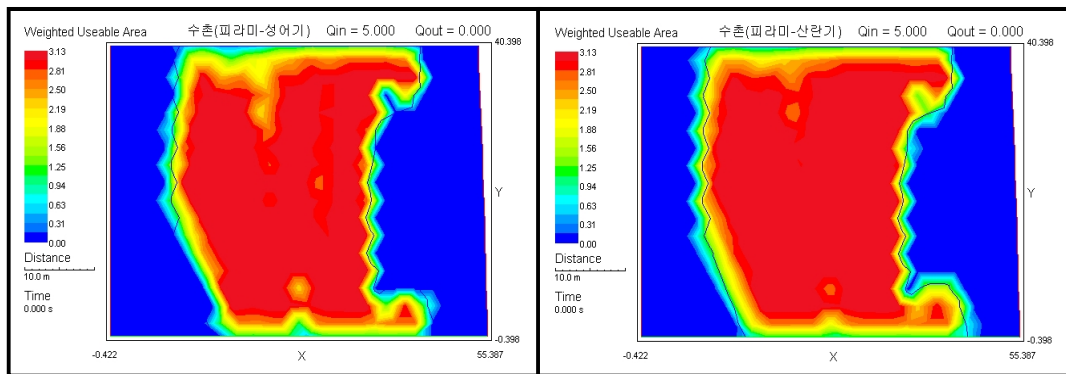


그림 6. 수촌지점의 성어기, 산란기 가중가용면적

4. 결 론

본 연구에서는 2차원 물리서식처 모의 모형인 River2D를 금강수계(심천, 구룡, 논산, 수촌)4개 지점에 적용하여 피라미의 성장단계(성어기, 산란기)별 최적유량을 산정하였다. 이에 따라 기존의 1차원 모형(PHABSIM)이 갖는 한계적인 본류구간과 같은 깊은 곳의 모의나 가중가용면적 계산시 넓은 쉘면적으로 계산되어 크게 산정되어지는 것 등을 보완할 수 있을 것이며 이를 근거로 어류서식처를 고려한 최적유량을 산정함으로써 하천의 생태학적 유지유량산정에 이용될 수 있을 것이다.

참고문헌

1. 강정훈, 이은태, 이주현, 이도훈 (2004) 어류서 식처 조건을 고려한 하천의 필요유량 산정에 관한 연구. 한국수자원학회 논문집, 제37권, 제11호, pp. 915-927
2. 건설교통부, 한국수자원공사 (2004) 낙동강유역조사 보고서, 건설교통부
3. 이주현, 정상만, 이명호, 이용수 (2006). 유지유량 증분 방법론(IFIM)에 의한 한강수계 주요 지류에서의 어류 서식 필요유량 산정. 대한토목학회 논문집, 제26권, 제2B호, pp. 153-160
4. 한국수자원공사 (1995), 하천유지유량 결정 방법의 개발 및 적용, 한국수자원공사조사계획처 IPD-'95-2 연구 보고서, PP. 127-140, 196-214, 414-434.
5. D. W. Crowder (2000). "Using Two-Dimensional Hydrodynamic Models at Scales of Ecological Importance", *Journal of Hydrology* 230(2000) pp.172-191.
6. R. W. Jay Lacey (2004), "Reach Scale Hydraulic Assessment of Instream Salmonid Habitat Restoration", *Journal of the American Water Resources Association(JAWRA)*, Paper No. 01214.