

하도내 어류서식처 조성을 위한 2차원 수리동역학 모형의 적용

Evaluation of Fish Habitat Enhancement technique using 2-D Hydrodynamic Model

길준택*, 이주헌**, 정상만***, 오국열****

Jun Taek Gil, Joo Heon Lee, Sang Man Jeong, Kuk Ryul Oh

요 지

최근 경제발전과 산업화를 통한 도시화로 인하여 많은 자연하천이 심하게 훼손되고 있으며 도시하천의 경우 치수의 효율성을 강조한 하천정비를 실시함으로써 하천의 외경은 깨끗하게 바꾸어 놓았지만 그로 인한 하천생태계의 파괴가 문제점으로 대두되고 있다. 이에 따라 생태적으로 훼손된 하천의 생태복원이 최근 들어 활발히 추진되고 있으며 하천변의 식물 및 어류 등 다양한 생물에 대한 서식공간의 마련이 주요 이슈로 연구되어지고 있다.

본 연구에서는 2차원 수리서식모형인 River2D를 대표적인 도시하천인 대전천에 적용하여 대전천의 멸종위기에 처해 있는 감돌고기 및 우점종인 피라미를 대상으로 대상 어류의 서식처 제공을 위한 수리학적 분석을 시도하였다. 또한 자연친화적 서식처 개선 공법으로서 거석을 하도 내에 배치함에 따른 가중가용면적의 변화를 비교·검토하였으며 감돌고기를 위한 최적의 서식처 개선 방안을 제시하였다. 현재 상태의 대상하천에 대한 어류서식처를 모의분석한 결과, 현재 직선화되고 단조로운 하천흐름은 피라미의 서식환경에 적합한 것으로 나타났으며 가중가용면적의 경우 감돌고기에 비하여 피라미가 약 20배정도 크게 나타났다. 어류서식처 조성공법의 WUA를 산정한 결과 V형 여울공법이 감돌고기의 서식환경을 360%, 징검다리 거석공법이 60%, 외톨이 거석공법이 8% 이상 상승시키는 것으로 나타났다. 반면, 거석(Boulder)을 적절히 배치하여 서식처를 개선하는 방법의 경우에도 거석간 간격을 3.5m로 하여 배치하는 경우가 가장 효율적인 것으로 나타났으며 거석을 이용한 여러 가지의 배치형태 중에서 수류를 중앙으로 집중시켰을 때 감돌고기의 서식처가 급격하게 상승하는 것으로 나타났다. 따라서 하도 내 거석의 배치시 하도 및 대상어종의 특성을 고려하여 적절한 배치간격 및 배치방법을 연구하여 시행되어야 할 것이다.

핵심용어: River2D, 어류서식처, 하천복원, 징검다리 거석공법

1. 서론

오랜 옛날 하천은 사람들의 삶에 있어 가장 소중한 역할을 해왔다. 하지만 이후 생활수준의 향상 및 인구가 늘어남에 따라 하천이 오염되면서 하천 본래의 기능을 상실했다. 하천의 기능중에서

* 정회원 · (주)한국종합기술 수자원부 사원 · E-mail : june79ms@paran.com
** 정회원 · 중부대학교 토목공학과 부교수 · E-mail : leejh@joongbu.ac.kr
*** 정회원 · 공주대학교 건설환경공학과 교수 · E-mail : smjeong@kongju.ac.kr
**** 정회원 · 공주대학교 건설환경공학과 박사과정 · E-mail : kroh@kongju.ac.kr

가장 기본적인 것은 생태 서식처를 제공하는 기능이다. 즉, 하천생태계에서 중심이 되는 것은 수중 생태계의 어류로서 하천의 어류서식처, 산란장소 및 조건, 그리고 서식공간 등은 유속 및 수심에 따라 대단히 큰 영향을 받기 때문에 어류의 서식환경에 대한 신중한 고려가 필요하다.

이에 본 연구에서는 생태적 특성을 반영 할 수 있는 River2D 모형을 이용하여 가중가용면적(WUA ; Weighted Usable Area)을 산정하였다. 여기서는 도시하천과 같은 단조로운 흐름으로 인하여 다양한 서식처를 제공하지 못하고 있는 환경에 대하여 분석하였다. 이는 하천정비로 인하여 도시하천과 같은 직선형 하천도 하도 내 거석을 배치함에 따라 어류서식처 조성 관계를 분석함으로써 유속 및 수심의 다양한 형태를 조성하고자 한다. 즉, 거석(Boulder)을 이용하여 하천에 다양한 종류의 어류가 서식할 수 있는 직접적인 환경을 조성해 주는 것이다. 어류서식처의 조성을 위한 방법으로 기존의 인위적으로 조성한 어류서식처 조성기법을 비교 분석하고 친환경적인 공법의 대안으로 거석(Boulder)을 하도 내 배치함 따른 흐름분석과 미시적 서식처조건을 고려하여 어류서식처 보호 및 유지를 위한 가중가용면적(WUA)을 산정한다.

이와 같이 본 연구에서는 이제까지의 하천에 대해 수행되어져 왔던 획일적인 방향보다는 전환과 대안 그리고 미래지향적인 방향으로 구체적인 방안을 제시함으로써 친환경적인 어류서식처 조성을 위한 계기를 마련하고자 한다.

2. 대상구간 및 모델개요

2.1 대상구간

본 연구에서는 대전광역시에 위치한 대전천의 일부구간을 대상지점으로 선정하였다. 대전천은 도심을 흐르는 전형적인 도시하천이다. 이에 대상구간은 도시하천의 매우 단조로운 흐름을 형성하는 직선구간을 선정함으로써 현재 도시하천의 문제점 및 서식처 조건을 분석할 기본 자료로 활용할 수 있을 것으로 판단된다. 선정된 위치는 대전천의 보문교(Bomun Bridge) 상류 200m 지점을 선정하였으며, 대상구간은 총 연장 100m로서 대전천 중·하류역에 해당한다.

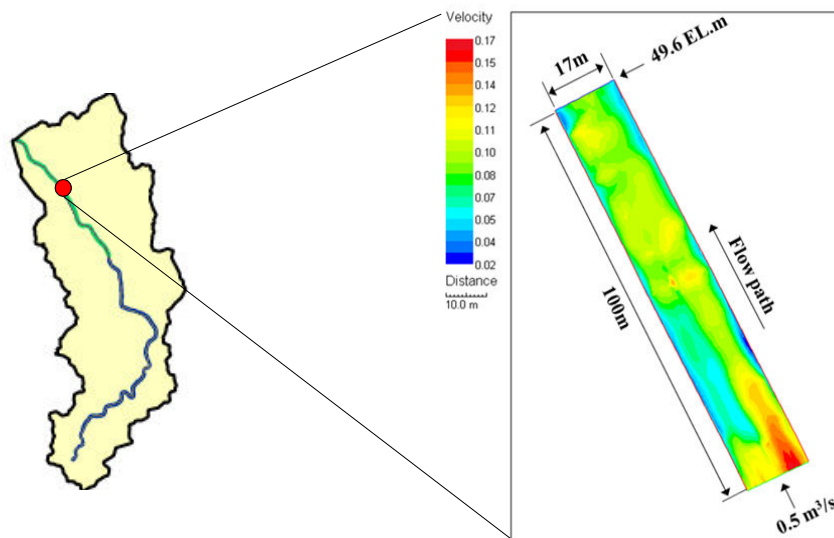


그림 1. 대상구간의 현황도

2.2 River2D 모델의 개요

본 연구를 수행하기 위하여 적용한 2차원 수리서식모형인 River2D모형은 생태적 특성을 반영할 수 있는 유량 점중 방법론(IFIM)의 기본 개념에 입각하여 유량에 따른 가중가용면적(WUA ; Weighted Usable Area)을 산정한다. 이 어류서식처 모형은 불규칙한 삼각지형망의 구축에 사용된 PHABSIM의 가중가용면적과 같은 방법으로 접근할 수 있으며, WUA는 하천내 하도공간에서의 물리서식처를 나타낸다.

$$WUA = \sum_{i=1}^n [f(V_i, D_i, C_i) \cdot A_i] \quad \text{Eq.(1)}$$

3. 대상어종의 선정

도시하천의 하천생태계가 서식처로서의 기능이 약화됨에 따라 어류의 다양성 확보 및 서식처 증대를 위한 방안으로 멸종위기보호어종인 감돌고기를 대표어종으로 선정하였으며 현재 대전천의 우점종인 피라미를 대리어종으로 선정하였다. 이와 같이 대상어종을 선정함으로써 현재 하천의 서식처 환경과 멸종위기에 처한 감돌고기가 대전천으로 돌아올 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

4. 모의결과

4.1 대상구간의 모의

대상구간의 현재의 상태를 모의한 결과 감돌고기가 피라미에 비하여 가중가용면적이 95.28% 작은 것으로 나타났으며, 갈수량(Q355) 규모의 유량(0.5cms)에서는 대전천의 경우 감돌고기보다는 피라미의 서식환경에 적합한 것으로 나타났다. 표 1은 각각 대상구간의 WUA 현황 및 분포도를 나타낸다.

표 1. 대상구간의 가중가용면적(WUA) 구동결과

대상어종	감돌고기	피라미
대상구간 WUA (m ²)	51.82	1097.88

4.2 기존어류서식처 조성공법

기존 어류서식처 조성공법으로서 징검다리 거석공법, V형 여울공법, 외돌이 거석공법을 모의한 결과 세가지 공법 모두 감돌고기의 가중가용면적(WUA)이 증가되는 것으로 나타났다. 특히 V형 여울이 감돌고기의 서식환경에 적합한 유속이 형성되고 그 영향이 하류까지 늘어나는 것으로 나타났다. 반면 감돌고기의 WUA가 증가하는 효과에 비하여 피라미의 서식환경이 감소하는 효과는 매우 미비한 수준으로 나타났다.

표 2. 기존의 하도 내 어류서식처 조성공법에 따른 WUA 구동결과

구분	대표어종 (감돌고기)		대리어종 (피라미)	
	WUA	Difference(%)	WUA	Difference(%)
거석 배치 無	51.82	-	1097.88	-
징검다리 거석공법	83.16	60.5	1068.82	-2.6
V형 여울공법	240.60	364.3	922.87	-15.9
외톨이 거석공법	56.05	8.2	1091.95	-0.5

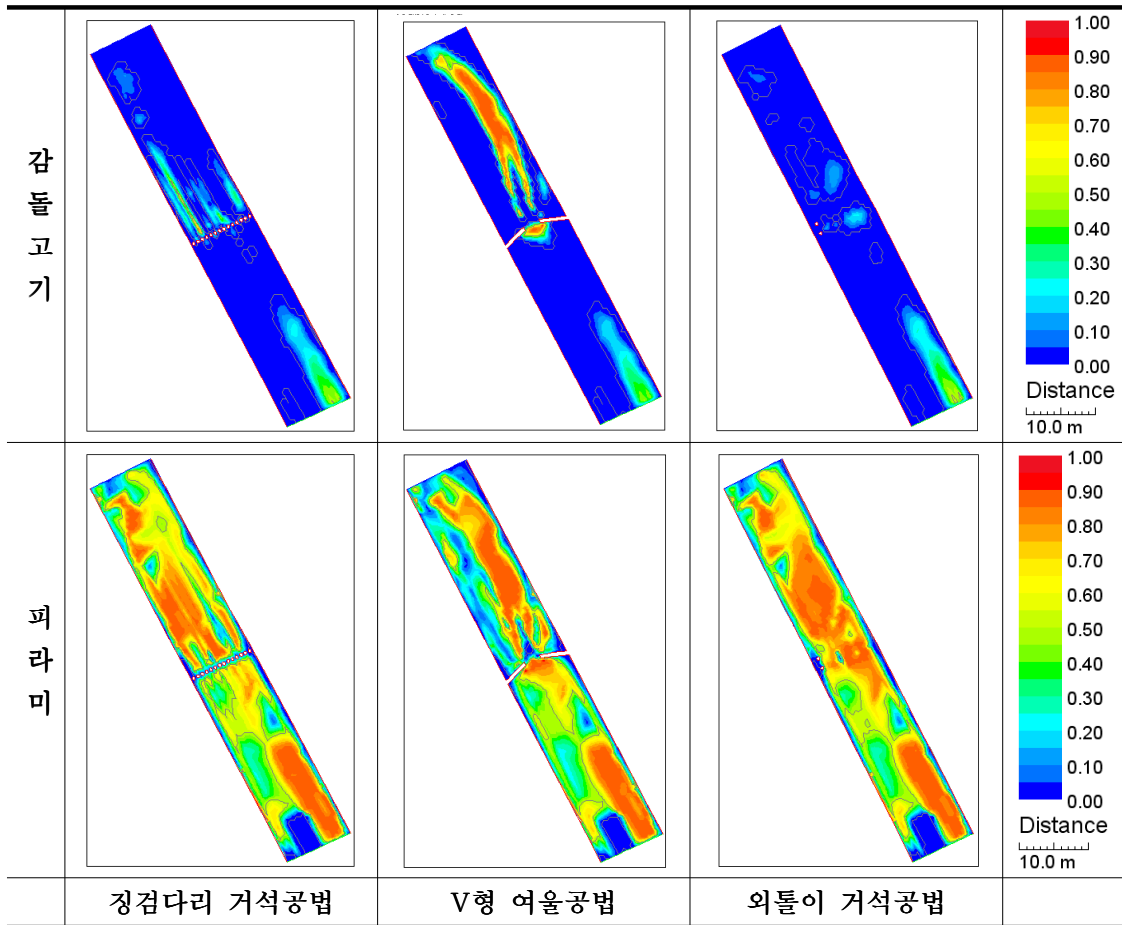


그림 2. 기존의 하도 내 WUA 분포도

4.3 거석 갯수에 따른 모의결과

한 단면에 원형 1.5m의 거석(Boulder)을 추가적으로 같은 간격으로 배치시키면서 가증가용면적(WUA)변화를 분석한 결과 대상구간은 거석의 개수를 4개로 증가시켰을 때 즉 거석의 간격이 3.5m 일 때 가장 큰 비율로 가증가용면적이 증가하였다. 그리고 1개의 거석 배치시 상대적으로 유속이 빠르게 형성된 곳에 거석(Boulder)을 배치함으로써 감돌고기의 가증가용면적(WUA)이 증가하는 것으로 나타났다.

표 3. 거석의 개수에 따른 WUA 결과 및 거석간격

감돌고기				
구분	거석갯수(개)	거석간격(m)	WUA(m ²)	Difference(%)
-	無	-	51.82	-
A1	1	15.5	53.20	2.66
A2	2	14	56.01	5.28
A3	3	6	67.84	21.12
A4	4	3.5	85.04	25.35
A5	5	2.25	89.57	5.33
A6	5개 이상	1.5	92.38	4.25

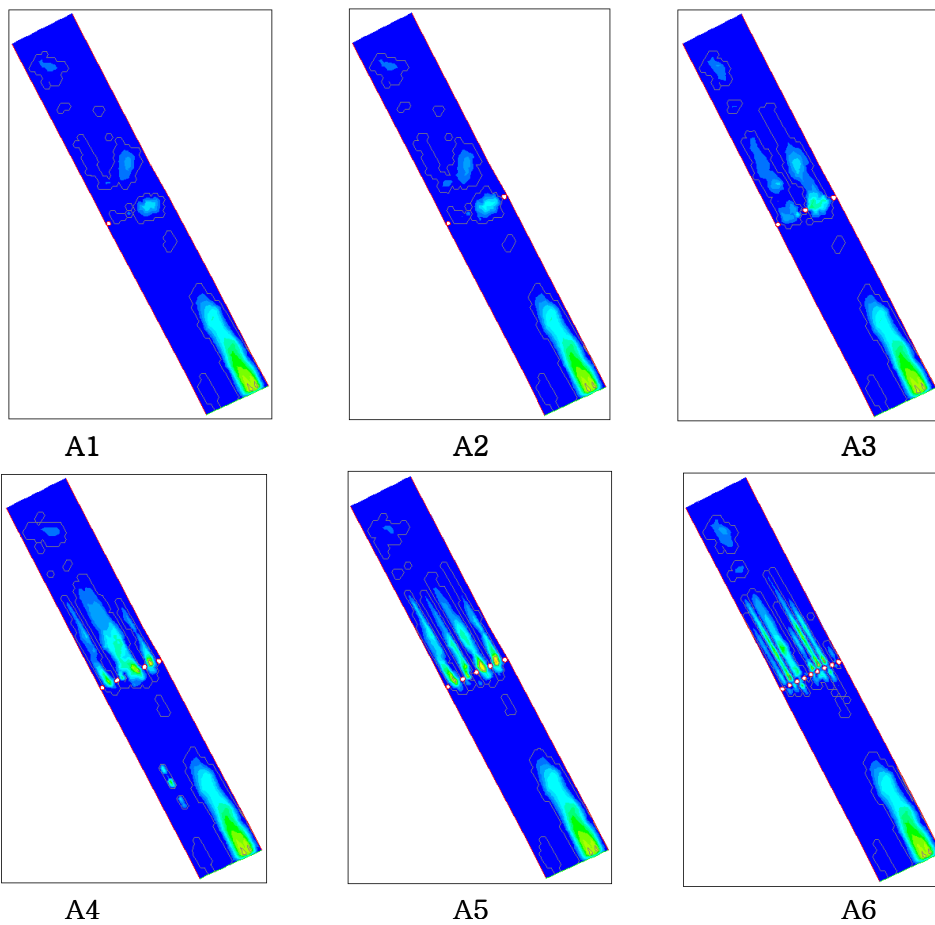


그림 3. 거석 추가 배치에 대한 WUA 분포도

5. 결론

본 연구에서는 자연친화적인 거석을 하도 내 배치함으로써 도시하천의 어류 서식환경 및 멸종 위기 어류서식처의 확대 방안을 제시하였다. 이를 위하여 2차원 수리서식처 모형인 River2D를 적용하였으며 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 대전천 대상구간의 현재 가중가용면적(WUA)을 산정한 결과 대표어종으로 선정된 감돌고기와 피라미의 경우 각각 51.82m²와 1098m²로서 피라미의 가중가용면적이 감돌고기의 가중가용면적 보다 20배 정도 크게 산정되었다. 이는 도시하천의 단조로운 흐름은 피라미의 서식환경에 적합한 것으로 판단되며, 멸종위기어류인 감돌고기의 서식환경에 적합하지 않는 것으로 나타났다.
2. 하도 내 거석(Boulder)을 배치 함으로서 감돌고기의 가중가용면적(WUA)이 약 69~96%까지 증가되는 것으로 나타났으며, 거석(Boulder)간의 간격이 3.5m 일 때 가장 큰 비율로 가중가용면적(WUA)이 증가하였다.
3. 기존의 어류서식처 조성공법의 WUA를 산정한 결과 V형 여울공법이 감돌고기의 서식환경을 360%, 징검다리 거석공법 60%, 외톨이 거석공법 8% 이상 상승시키는 것으로 나타났다.
4. 본 연구와 같은 어류서식처 모의를 통해 생물의 다양성 확대에 있어서 기존의 인위적인 공법의 대안으로 친환경적인 거석을 이용한 방법을 대안으로 제시하였다. 향후 거석 배치에 따른 실측을 통하여 보다 정량적인 값을 도출함으로써 하천복원시 적용가능한 자료로 이용될 수 있을것이라 사료된다. 그리고 어류의 서식처 조성을 위해서는 대상하천 및 하천구역에 서식할 수 있는 어종을 정확히 판단하여야 하며 그들의 생태적 특성 파악 또한 우선되어야 할 것이다.

참고문헌

1. 대전시 (1986), 대전천 하천정비기본계획
2. 정상만, 이주현, 김도희 (2006), 어류서식처 모의를 위한 1차원모형 및 2차원 수리모형 적용, 한국수자원학회.
3. 하천복원연구회 (2006), 하천복원사례집, 청문각.
4. 환경부(2002), 하천복원가이드라인. 한국건설기술연구원.
5. D. W. Crowder (2000), Using Two-Dimensional Hydrodynamic Models at Scales of Ecological Importance, Journal of Hydrology 230(2000).