수정 라리니에식 어도의 국내 적용성 검토

Examination of Modified Larinier pass Fishway in Korea

김선주*, 안민우**, 최경영***, 경민수***

Sun Joo Kim, Min Woo An, Young Kyoung Choi, Min Su Kyoung

요 지

본 연구는 수정 라리니에식 어도를 조립식으로 개발하여 실제 현장에 적용하기에 앞서 수리모형을 통해 어도 경사와 어도내 조류제 형태(평면형, 경사형, 역경사형)를 3가지로 달리하여 각 형태별 유속을 조사하고 실제 우리 나라 토착 민물고기인 갈겨니, 쉬리, 피라미, 금강모치의 소상능력을 시험하였다. 또한 실제 크기의 목재로 만든 조립식 수정 라리니에식 어도를 제작하여 충청남도 공주시 유구천의 농업용 보에 적용하였으며, 2005년 6월부터 10월까지 모니터링을 하여 수정 라리니에식 어도의 국내 하천 적용성에 대해서 검토하였다. 모형실험결과 수심은 6cm(현장 30cm)일때, 조류재의 형태는 평면형과 경사형, 경사는 1/20, 유속은 0.3-0.4m/s에서 어류가 원활하게 소상하는 것으로 나타났고, 어도내 마련된 휴식부에서는 실제 물고기들의 휴식하는 모습이 관찰되었다. 또한 휴식부의 잠공은 하천 유량 조건이 좋을 때보다 갈수기나 홍수기에 어류가 소상하는 통로의 역할뿐만아니라 저서 생물의 이동통로 역할을 할 수 있을 것으로 생각된다. 따라서 본 어도는 조류재의 형태에 따른 다양한 유속대를 제공하여 다양한 어종이 이용할 수 있을 것으로 판단되며, 조립식으로 되어 시공 및 유지관리가 용이하여 우리나라 하천 상황에 적절한 어도로 판단된다.

핵심용어: 수정 라리니에식 어도, 생태수리실험, 하천생태환경, 소상수리조건

1. 서 론

최근에 들어와 하천을 이수와 치수의 대상으로 보는 시각에서 벗어나 인간과 더불어 생태적으로 건전하게 관리해야 할 대상으로 인식하는 경향이 뚜렷하게 나타나고 있다. 이를 반영하는 것이 최근 활발하게 논의되고 있는 하천기능 복원기술의 개발이다. 이는 하천정비나 관리에 있어서 하천의 생태적 기능에 초점을 맞추는 것으로 하천의 생태환경기능의 회복을 포함하고 있다. 이러한 움직임 속에 각종 하천 및 댐관련 사업시 환경에 미치는 영향의 최소화 및 기존의 훼손된 생태계의 복구가 크게 부각되고 있으며 대표적인 시설이 어도 시스템의 설치이다. 우리나라 어도의 경우, 2000년까지는 전국적으로 총 216개가 설치되어 있으며, 계단식과 도벽식이 가장 많고 강원도에 주로 설치되어 있다. 그러나 충청북도와 같이 거의 어도가 시공되지 않은곳도 있고 제대로 설치된 곳도 그리 많지 않다. 2000년 이후, 수산자원 보호령의 의무 개정 이후 보에 어도설치가 의무화되어 어도를 시공하는 사례가 많아지기는 하였으나, 어도 전문가가 많이 없고, 설계경험 또한 부족하여 어도 시공후 평가를 할 기회가 없었으며, 원리를 이해하지 못하고 외국의 사례를 그대로 반영하는 사례가 많았다. 또한, 최근 어도의 설치 목적이 단순히 경제성 어종의 회유만이 목적이 아닌 다양한 어종 뿐만 아니라 저서성 생물의 생태통로로서 그 역할이 변화되고 있다.

* 정회원·건국대학교 생명환경과학대학 교수 · E-mail: sunjoo@konkuk.ac.kr
** 정회원·(주)자연과환경 환경생태연구소 연구소장· E-mail: kaos61@hanmail.net
*** 정회원·(주)자연과환경 환경생태연구소 연구원· E-mail: bioblock@unitel.co.kr
*** 정회원·(주)자연과환경 환경생태연구소 연구원· E-mail: s9152@hanmail.net

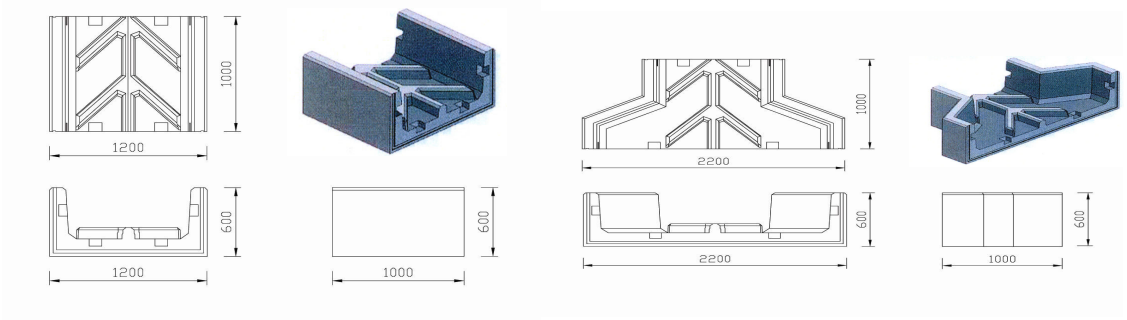
따라서 본 연구에서는 다양한 어종이 이용할 수 있으며, 경관적으로도 뛰어난 수정 라리니에식 어도의 국내 적용성 검토를 위해 1/5 축소모형을 제작하여 수리모형실험을 수행하였으며, 충청남도 공주시 유구천 중류에 위친한 보에 실제 모형의 목재어도를 제작하여 적용 시험을 하였다. 또한 2005년 6월부터 10월까지 모니터링을 통하여 수정라리니에식 어도의 국내 하천 적용성을 검토하였다. .

2. 재료 및 방법

2.1 수리모형실험

2.1.1 실험방법 및 절차

본 연구는 우리 나라에는 설치되어 있지 않은 수정 라리니에식 어도에 대한 수리특성 및 생태실험을 위한 것이다. 수리모형실험에서는 어도의 경사, 조류제 형태, 어류의 종류에 따라서 어도의 유속 및 소상기능이 어떻게 달라지는 지를 실험을 통하여 평가하고자 하였다. 실험을 위한 어도시설의 대략적인 구조는 상류부 수조, 어도, 하류부 수조, 유량공급장치로 이루어져 있다. 실험어도는 아크릴로 제작되었으며, 어도의 경사를 조절할 수 있게 하였다. 그림 1은 조립식 수정 라리니에식 어도 블록이고, 그림 2는 수리실험 장치의 구성도면이며, 그림 3은 실험장치의 모습이다. 모형내 공급유량은 순간유량계와 유속계를 이용하여 확인하였다. 또한, 각 실험마다 유속을 측정하였으며 회전식 유속계를 사용하였다. 어도의 어류소상 및 흐름은 6mm 비디오로 촬영하였다.



<수로형> <휴식형>

그림 1. 조립식 수정 라리니에식 어도 블록

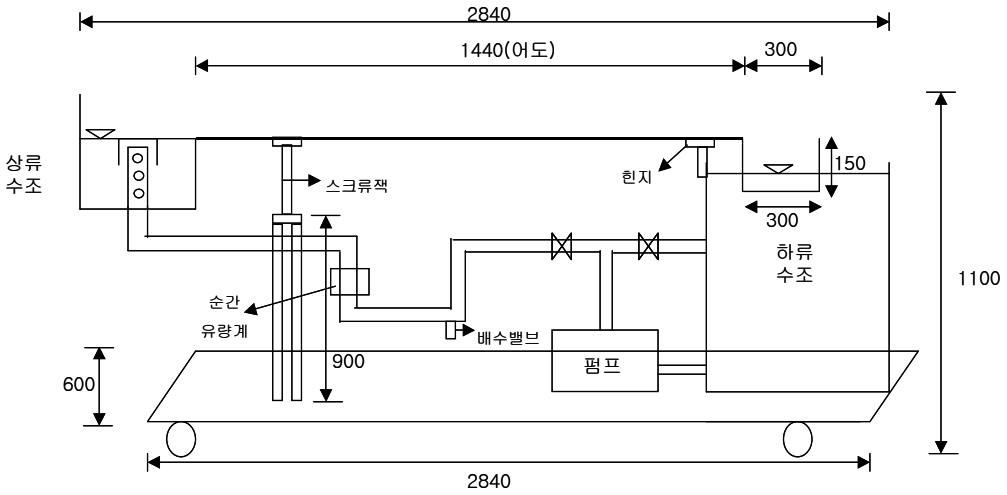
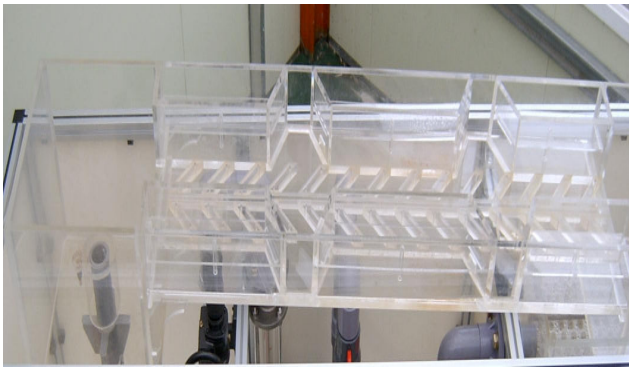


그림 2. 수리모형 실험장치 구성



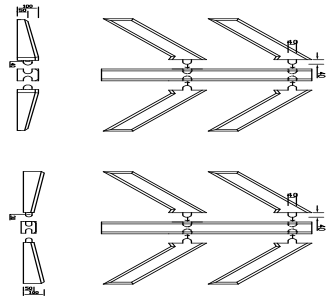


그림 3. 수리모형 실험장치 및 조류제의 형태

실험의 절차는 실험유량을 공급하고 흐름이 정상상태에 도달되면 유속을 측정하고, 실험어류 10마리를 하류단에 투입하여 일정시간 경과후에 어도 상류단 수조에 소상한 어류를 조사하였다. 실험용수의 공급은 실험어류가 선호하는 적정온도를 고려하여 수온 11~15℃의 지하수가 이용되었다.

실험 대상어종은 우리 나라 토착어종인 갈겨니(*Zacco temminckii)*, 쉬리(*Coreoleuciscus splendidus*), 피라미(*Zacco platypus*), 금강모치(*Moroco kumgangensis)*가 사용되었다.

표 1. 어도 생태수리실험 실험 조건

구 분			실험조건	비 고
수리적 조건	유량(m3/sec)		0.00038~0.00051	
	어도 경사		1/15~1/20	
생태적 조건	어종		갈겨니, 쉬리 피라미, 금강모치	
	투입어수(마리)		8~10	
	수온(℃)		11~15	
실험어류 특성	갈겨니	체장(cm)	5~8	
		중량(g)	1.1~5.3	
	쉬리	체장(cm)	6~8	
		중량(g)	3.3~6.2	
	피라미	체장(cm)	5~8	
		중량(g)	2.1~7.2	
	금강모치	체장(cm)	5~7	
		중량(g)	1.8~6.5	
실험기간			2005. 3 ~ 6.	

2.1.2 실험 결과

수로식 어도의 일종인 휴식부가 있는 수정 라리니에식 어도로서 어도내 조류제의 형태를 평면형, 경사형, 역경사형 3가지로 변화시켜 그에 따라 나타나는 유속을 측정하고 토착어종의 소상효과를 실험한 결과 평면형과 경사형에서 모든 종들이 소상을 하였고, 이용 위치는 어도의 가운데보다는 양쪽옆을 이용해서 소상하였다. 어도 경사가 1/20일 경우 유속은 0.35~0.41m/s의 범위를 타나내었으며, 휴식부에서는 0.07m/s의 유속이 측정되었다. 어도 경사가 1/15일 경우 0.48~0.54의

범위를 나타내었다. 단지 역경사형에서는 갈겨니와 피라미는 소상하지 못했다. 이는 어도내 유속의 영향도 있지만 실험장소의 환경과 소음이 영향을 미친 것으로 판단된다.

2.2 현장 적용 시험

2.2.1 대상지역 및 적용

어도 적용 대상지역은 유구천 중류로 하폭은 50~70m, 유폭은 7~15m이다. 여울이 보 하류에는 여울이 형성되어 있고 수심은 50~100cm이었으며, 수량은 다소 풍부하다. 수변부는 갈대군락이 다량으로 생육하고 있다. pH는 6.67이었으며, DO는 9.35mg/L로 조사되었다.

대상하천에 서식하고 있는 어류는 피라미, 돌마자, 참마자, 모래무지, 잉어, 붕어, 이스라엘 잉어, 끄리, 줄몰개, 돌고기, 메기, 얼룩동사리, 미꾸라지, 참종개, 점줄종개, 피라미등 16종으로 조사되었다.

현장에 적용된 어도는 목재로 제작된 실물 크기의 어도로서 조류제의 형태는 평면형을 사용하였고 현장의 여건상 경사는 1/15였으며 유인수 효과를 얻을 수 있도록 보의 중간부분에서 약간 왼쪽에 설치되었다. 또한 모니터링을 위해 비디오와 트랩을 어도에 설치하였다.

그림 4. 대상지역 전경

그림 5. 어도 설치 후 전경

2.2.2 현장 적용 결과

유구천에 설치한 조립식 어도에서 2005년 6월부터 10월까지 유속과 이용효율을 조사한 결과 유속의 경우 평균 0.65~1.785m/s유속분포를 보였으며, 어도 이용어종은 피라미가 대부분이고 돌마자, 참마자 3종으로 조사되었다. 이는 은어나 피라미와 같이 유영력과 도약력이 좋은 어종만 어도를 이용하는 것으로 알고있으나 대상하천에 서식하는 어류가 유영력이나 도약력에 관계없이 어도를 이용하는 것으로 조사되었다. 이런 단순한 모니터링 결과는 현장의 여건상 평균 수심의 확보에 어려움이 있었으며, 비디오 촬영시간의 한계 때문인 것으로 판단된다. 그러나 이들 종들도 대상하천에서는 중요한 생태학적 의미를 부여하는 종으로 볼 수 있다.

3. 결 론

본 연구는 하천의 어류생태 보전에 중요한 역할을 하는 어도 중 우리나라에 설치 되어 있지 않은 수정 라리니에식 어도에 관한 국내 적용성 검토를 위해 수리모형 실험과 현장 적용실험을 실시하였다. 수리모형실험의 결과 현장적용 실험 결과 국내 하천에 적용이 가능하다고 판단된다.

앞으로 실제 어도의 제품생산 및 여러 하천의 다양한 적용을 통해 더 많은 자료를 구축해야 한다고 판단된다. 또한 어류의 생태학적인 특성과 어도의 수리학적인 특성 사이의 관계에 대한 연구가 꾸준히 이루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. 김진홍, 김철(1994). 어족의 소상을 위한 계단식어도 수리특성에 관한 연구, 한국수문학회지, 제27권 제2호, pp. 63-72
2. 농어촌진흥공사(1997). 어도의 설계지침
3. 농업기반공사(2004). 하천의 어도를 비롯한 생태통로 기술개발, pp. 120-130.
4. 박상덕(1996). 수리실험에 의한 어도의 기능분석, 대한토목학회 학술발표회 논문집(Ⅱ), pp. 51-54.
5. 박상덕(2000). 어도와 어류 역학, 한국수자원학회 논문집, 제33권 제2호, pp.31-40.