

# 한강하류부 잠실수중보 어도의 어류소상 효과 조사

박상덕<sup>1)</sup>, ○신승숙<sup>2)</sup>, 안효윤<sup>3)</sup>, 마수봉<sup>3)</sup>, 황중서<sup>4)</sup>, 조용현<sup>5)</sup>

## 1. 서 론

한강 하류부는 1986년에 하천종합개발사업을 기점으로 하여 큰 변화가 발생되었다. 하천의 치수와 이수 기능을 강화하는데 주안점을 둔 당시의 종합개발사업은 하천의 생태환경 기능이 미흡하게 처리되었다. 하천 공간은 하천생태계를 위한 공간이 아닌 인간을 위한 친수공간으로 변질되었고, 서해안과 하천을 왕래하는 회유성 어류들은 더 이상 한강 하류부 일대에서 서식처나 산란처를 찾아 쉽게 이동할 수 없게 되었다. 한강 하류부의 회유성 어류 이동환경을 악화시킨 가장 큰 원인은 잠실수중보의 존재라고 할 수 있다. 잠실수중보를 전후하여 회유성 어류상이 한강개발사업 이후 크게 다르게 나타나고 있다. 잠실수중보 직하류에서 많이 출현하고 있는 대부분의 회유성 어류들이 잠실 수중보 상류에서는 거의 나타나지 않고 있다. 이는 잠실수중보가 한강 하류부 회유성 어류의 이동환경에 큰 장애물이 되고 있음을 나타낸다. 잠실수중보 건설 당시에도 이러한 상황이 있을 것을 예견하고 회유성 어류의 이동환경을 보전하기 위해서 계단식 어도를 설치하였다. 그러나 그동안 여러 연구자들에 의하여 한강에서 조사된 어류상을 보면 잠실수중보의 기능이 제대로 발휘되지 못하고 있는 것으로 추정되어왔다.

이와 같이 잠실수중보 어도가 한강 하류부의 회유성 어류 이동생태에 중요한 역할을 하는 것으로 판단되고 있음에도 불구하고 이에 대한 정량적인 조사연구는 전혀 없는 실정이다. 이는 한강종합개발사업으로 파괴된 하천생태환경을 복원하기 위하여 한강하류부에 대한 각종 개선방안을 수립하는데 한계요인으로 작용하고 있다. 따라서 본 연구에서는 한강하류부의 어류 서식환경을 개선하기 위한 기초적인 연구의 일환으로서 잠실수중보 어도의 어류소상 효과를 조사 분석하였다.

## 2. 잠실수중보 어도 및 어류분포

잠실수중보는 표 1과 그림 1에서 알 수 있는 것처럼 총 연장은 873m이며, 한강 우안에서부터 가동보(可動狀), 어도(魚道), 고정보(固定狀)의 순으로 설치되어 있다.

표 1. 잠실수중보 및 어도의 주요 제원

보		어도	
구 분	내 용	구 분	내 용
위치	광진구 자양동-송파구 잠실동, 잠실대교 직하류부	형식	계단식(콘크리트)
설치기간	1984. 12. ~ 1986. 6. 10.	폭	22.5 m
길이	873 m	길이	28.3 m
구성	고정보 : 650.5m, 가동보 : 200m, 어도 : 22.5m	높이	2.9 m
가동보	수문형식 : 강재롤러게이트 수문규모(길이×높이) : 36.0m×3.7m, 수문의 수 : 5 구체마루표고 : 2.9 EL.m 구체 하상표고 : 상류 1.4EL.m, 하류 -1.5EL.m 피어의 수 : 6, 피어의 경간 : 40m	경사	0.102
		격벽의 두께	0.3 m
		웅덩이 규모 (가로×길이×깊이)	22.5m×3.7m×1.0m
고정보	형 식 : 콘크리트 중력식 마루표고 : 6.2 EL.m, 높 이 : 12.2m (마루표고~기반암) 감세공형식 : 롤러버켓 하상표고 : 상류 2.9 EL.m, 하류 -1.5 EL.m 보 상하류간 낙차 : 3.0~3.5m(조위변동영향)	최대낙차	0.5 m(어도출구부)
		출구부 수심	0.2 m(만수위시)
		어도 폭원비	2.58 % (어도폭/수로폭)

- 1) 강릉대학교 토목공학과 교수, sdpark@kangnung.ac.kr
- 2) 강릉대학교 대학원 토목공학과 박사과정, cewsook@hanmail.net
- 3) 강릉대학교 대학원 토목공학과 석사과정
- 4) 하천생태복원연구소 소장
- 5) 서울시정개발연구원 부연구위원, 이학박사, yhcho78@sdi.re.kr

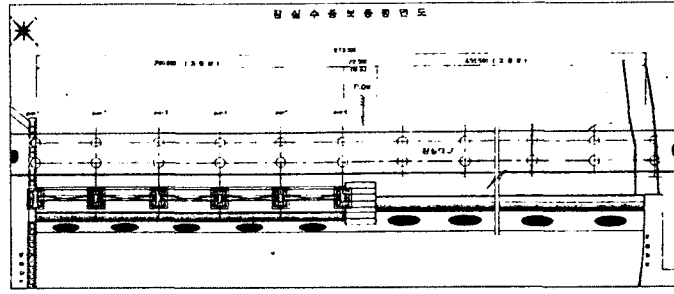


그림 1. 잠실수중보 평면도

잠실 수중보 하류는 신곡수중보의 영향으로 수심의 변화가 작아 호소화 되었으므로 어류도 붕어, 잉어, 살치 등 고인물을 좋아하는 어류가 우점종 이었다. 현재 한강 잠실 수중보 하류는 호소성 생태계의 특징을 많이 보이며, 상류는 홍수에 의하여 여울과 소, 중도와 모래톱 등이 형성되어 유수성 생태계로 바뀌어가고 있는 것으로 판단된다. 한강개발 이전에 한강하류에서 조사된 바다와 하천을 회유하는 회유성 어류는 뱀장어, 잉어, 붕어, 은어, 붕붕뱅어, 줄공치, 송어, 꺾정어, 농어, 가실망둑, 황복의 11종이었는데 한강 개발 이후에는 잠실 수중보 상류에서는 현재까지도 뱀장어 1종만 조사되고 있다. 잠실 수중보 하류에서는 1987년에는 뱀장어, 은어, 꺾정어, 꼭저구만 조사되었으며, 1990년에는 뱀장어만 조사되어 회유성 어류가 가장 빈약하였으며 이후 다시 회복되기 시작하여 2000년에는 뱀장어, 붕어, 은어, 첫뱅어, 송어, 가승어, 줄공치, 꺾정어, 점농어, 풀망둑, 꼭저구, 황복 13종이 조사되어 한강 개발 이전보다 많은 어종이 조사되었다. 현재 한강개발 이전에 조사되던 어종 중에서 조사되지 않는 것은 잉어, 붕붕뱅어 2종이며, 새로 조사된 것은 첫뱅어, 가승어, 풀망둑, 꼭저구 4종이다. 이런 결과로 보아 회유성 어류는 한강 개발 이전과 비슷하게 회유하는 것으로 보이는데 이는 하상의 변화보다는 한강의 수질이 상당히 개선된 것이 원인으로 판단된다

### 3. 소상효과 조사방법과 장치

어도에 대한 어류의 소상효과를 조사하는 방법에는 간접조사법과 직접조사법으로 구분된다. 간접조사법은 어류분포조사법과 수리모형실험조사법이 있고 직접조사법은 설치어도조사법과 어도생태수리실험조사법이 있다. 본 연구에서 사용된 설치어도조사법은 하천에 설치된 어도로 소상하는 어류를 직접 관찰하거나 포획하여 어도의 소상효과를 판단하는 방법이다. 이 방법은 어도의 어류 소상효과를 정량적으로 판단할 수 있는 정확한 방법이라고 할 수 있으나 어도 이용 어류의 관찰이나 포획이 용이하지 않은 단점이 있다. 본 연구에서는 그림 2에 나타낸 것처럼 어류포획장치를 제작하여 어도의 출구에 설치하고 일정한 시간이 경과한 후 어도를 거쳐 어류포획장치에 들어간 어류를 채집하고 그 어류의 개체 특성들을 조사하였다. 또한 어도의 소상기능에 영향을 미칠 수 있는 요인을 파악하기 위하여 잠실수중보 상하류의 수위자료를 수집하여 분석하였다.

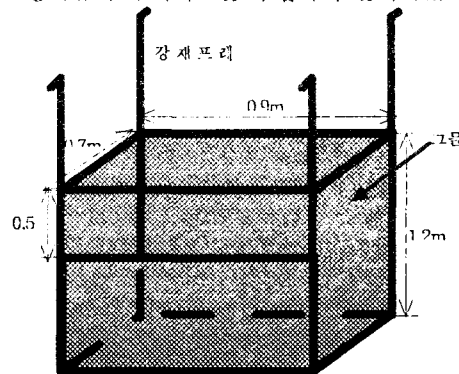
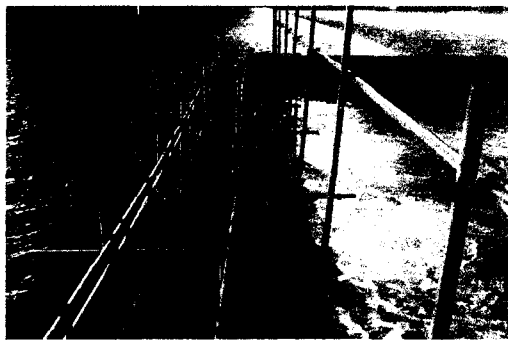


그림 2. 어류포획장치 및 설치

### 4. 어류 소상결과 및 분석

어도의 어류소상 효과조사 기간은 2002. 5. 14 17:00부터 2002. 6. 8. 10:00까지로서 4차에 걸쳐 이루어졌다. 표 2는 그 조사결과를 보여주는데, 조사기간 동안 소상한 어류는 단 두 가지 종류 강준치와 누치가 채집되었다. 어도를 통하여 소상한 강준치는 체장이 29cm 이상이었고 중량은 0.24 kg 이상으로 나타났다. 강준치에 비하여 누치는 매우 적은 3개체만 어도를 이용하였다. 표 4에서 한계류 유속은 어도출구부의 낙하류에 대

한 유속이며 1차 조사에서는 1.5~1.85m/sec, 2차 조사에서는 1.46~2.06m/sec의 유속범위를 나타낸다. 1차 조사에서는 한 개체의 어류도 소상하지 않았으나 그 이후에는 많은 개체가 어도를 이용하였다. 따라서 어류의 소상에 유속의 하한계가 중요한 역할을 할 것으로 판단된다. 소상한 강준치의 전장 및 체장과 중량의 관계는 그림 3에 나타낸 것과 같이 지수적인 관계를 나타낸다. 표 2에서 소상율은 단위시간당 소상어류를 의미하며 소상능력은 단위중량당 단위시간당 소상어 수를 의미한다. 그림 4는 어도 효과조사 기간동안 어도 출구부의 수심변동을 나타낸 것이다. 조사기간 동안의 평균수심은 큰 변화를 나타내지 않았으나 최소수심은 상대적으로 큰 차이를 나타내고 있다. 그러나 어류의 소상이 많은 3차와 4차의 수심이나 유속특성이 1차와 2차의 수심이나 유속특성과 현저한 차이를 보이지는 않는다. 그럼에도 소상결과에 큰 차이가 나타나는 것으로 볼 때 어도를 이용하는 어류의 소상은 유속이나 수심과 같은 수리조건에 민감한 것으로 판단된다.

표 2. 소상시의 조건 및 결과

조사일시	1차조사		2차조사		3차조사		4차조사	
	2002. 5. 18. 7:30~10:00		2002. 5. 24. 9:30~10:30		2002. 5. 29. 9:30~11:30		2002. 6. 8. 10:00~11:00	
조사시간 (hr)	86.5		143.5		119		238.5	
월류수심 (cm)	최소	34.5	32.5		33.6		32.7	
	최대	52.4	65.3		50.9		51.4	
	평균	39.8	39.8		39.6		39.1	
한계류 유속 (m/sec)	최소	1.50	1.46		1.48		1.46	
	최대	1.85	2.06		1.82		1.83	
소상어수 (마리)	0		누치 : 2 강준치 : 6	누치 : 1 강준치 : 206	강준치 : 149			
소상어 특성	전장 (cm)	-	누치 : 43.0 강준치 : 49.5~58.0	누치 : 39.0 강준치 : 40.5~61.5	강준치 : 34.5~60.5			
	체장 (cm)	-	누치 : 38.5 강준치 : 42.0~50.0	누치 : 32.8 강준치 : 33.5~54.5	강준치 : 29.0~52.5			
	중량 (kg)	-	누치 : 0.49 강준치 : 0.54~1.10	누치 : 0.45 강준치 : 0.36~1.48	강준치 : 0.24~1.50			
소상율 (마리/hr)	강준치	0	0.042		1.731		0.625	
	누치	0	0.014		0.008		0	
소상능력 (마리/hr/g)	강준치	-	$5.79 \times 10^{-3}$		$2.53 \times 10^{-3}$		$1.25 \times 10^{-3}$	
	누치	-	$2.83 \times 10^{-3}$		$1.78 \times 10^{-3}$		-	

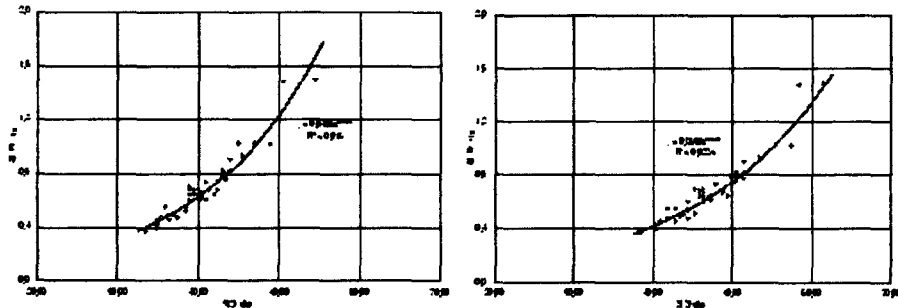


그림 3. 소상어의 전장 및 체장과 중량과의 관계(강준치)

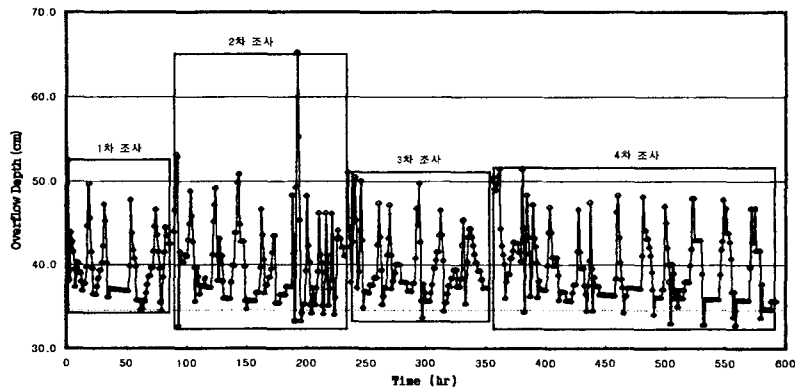


그림 4. 어도 효과조사 기간동안의 어도출구부의 수심변동

## 5. 어도시설의 문제점 및 개선방안

- 잠실수중보 어도의 기능을 저하시키는 주요 문제점
  - ① 어도의 설치위치가 어류의 이동경로를 반영하지 못하였다.
  - ② 어도의 형식이 고전적이 계단식 어도로서 다양한 어류들이 이용하기 곤란하다.
  - ③ 어도의 출구부 낙차가 50cm로서 크고 유량이 많아 유연력이 약한 어류가 이용하기 어렵다.
  - ④ 잠실수중보의 가동보 운영방법이 어도를 고려하여 이루어지지 못하고 있다.
- 한강하류부 잠실수중보의 어도기능을 향상시키기 위한 개선방안
  - ① 저수로 양안에 어도를 추가로 설치한다. 저수로 양안은 어류의 주요한 접근경로가 될 수 있다 또한 고정보를 통하여 전면적으로 유량이 월류하므로 어류가 고정보 하부에 집결되므로 이를 양안으로 유도하여 어류를 상류로 이동시킬 수 있는 어도시설을 추가적으로 설치하여야 한다.
  - ② 기존의 계단식 어도를 다양한 어류가 이용할 수 있는 어도형식으로 개선한다. 기존의 계단식어도의 길이, 내부구조, 어도형식 등을 개선하여 다양한 회유성 어류가 이용할 수 있도록 한다.
  - ③ 잠실수중보의 가동보 운영기준에 어도의 어류이용기능을 고려한다. 가동보의 운영조작 기준에 따라 고정보의 유량과 어도의 유량이 좌우되므로 어도의 어류소상에 필요한 수리학적인 조건을 조성하는 가동보의 운영기준이 되어야 한다.

## 6. 결론

본 연구에서는 한강 하류부에 서식하는 회유성 어류의 생태환경을 보호하기 위하여 설치된 잠실수중보 어도의 어류소상 기능을 조사하였으며 그 결과를 정리하면 다음과 같다.

- (1) 잠실수중보의 어류소상기능을 조사하기 위하여 설치어도조사법을 적용하였다. 어도의 출구부에 어류포획장치를 설치하고 어도를 통하여 소상한 어류에 대하여 조사하였다. 잠실수중보의 계단식 어도는 한강에 서식하는 어류의 다양성을 만족하기 어려운 형태이며, 특히 회유성 어류가 전혀 이용할 수 없었다. 이는 어도 내의 월류격벽 최대높이가 50cm로 너무 크고 어도출구부 월류수심이 38cm 이상으로서 낙하류의 유속이 크기 때문이다.
- (2) 조사기간 동안 어류포획장치의 설치에 따른 어도출구부 유속 완화로 잠실수중보의 어도를 이용하여 소상한 어류는 체장 33.5cm 이상의 강준치가 212개체로 대부분이고 32.8cm 이상인 누치가 3개체이었다.
- (3) 잠실수중보는 고정보에서 상시 월류되고 있기 때문에 어류가 어도입구를 찾아 이를 이용하는 것이 어려울 뿐만 아니라, 계단식 어도의 구조가 유연력이 약한 어류에게 불리하게 되어있고 가동보의 운영조작 또한 어도의 기능을 고려하지 않았기 때문에 어도의 어류소상기능은 거의 발휘되지 못하고 있다. 따라서 어도의 구조와 가동보의 운영조작을 개선한다면 어도의 어류소상기능이 향상될 것으로 판단된다.

## 참고문헌

1. 박상덕(2000). "어도와 어류역학". 한국수자원학회지, 제33권 2호, pp.31~40.
2. 박상덕(2001). "어도생태수리실험에 의한 회유성 어류의 소상능력 평가(II)-계단식 어도-". 한국수자원학회 논문집, 제34권 제4호, pp.381~390.
3. 박상덕(2001). "은어 이동통로". 은어가 돌아오는 한강 심포지엄. 서울특별시. pp.49~61.
4. 서울특별시, 시설안전기술공단(1999). 잠실수중보 정밀안전진단 보고서. pp.9~14.
5. 신문섭(1998). "어도의 설계방향". 동해안지역 회유성 어류를 위한 하천 생태환경 보전. 강릉대학교 동해안 지역연구소 심포지엄 발표논문집, pp.7-19~36.
6. 이종남, 신문섭. (1987). 수산토목공학, 경민사, pp.375~463.
7. 최기철 (1996). 우리 민물고기 백가지. 현암사. p.532.
8. 해양수산부, 강릉대학교 (1999). "어도시설 표준모형 개발에 관한 연구", 최종보고서, p.279.
8. 廣瀬利雄, 中村中六(1991). 魚道の設計. 山海堂. p.376
9. 이완옥, 2001. 은어서식 환경으로서 한강의 평가 및 개선방안. 서울특별시 은어가 돌아오는 한강 심포지엄 자료집 p.31~45
10. 변화근, 1998. 제 13장 어류. 서울특별시 한강생태계조사연구보고서, p.357~391
11. 조규송, 변화근, 최재석, 1994. 제 14장 어류. 서울특별시 한강생태계조사연구보고서, p.339~373
12. 전상린, 1990. 제 14장 서울 한강에 서식하는 담수어의 조사연구. 서울특별시 한강생태계조사연구보고서, p.445~453
13. 최기철, 1987. 서울의 한강에 서식하는 담수어에 관하여. 서울특별시 한강생태계조사연구보고서, p.297~322
14. 최백순, 2001. 어도의 회유성 어류 소상능력 평가. 강릉대학교 석사학위 논문