

양양 남대천과 영덕 오십천의 어도현황과 어류의 이용

The Fishways at Namdae-cheon and Osib-cheon, and the Use of Migratory Fishes.

황 종 서* · 허 협(농어촌진흥공사 농어촌연구원)

Hwang, Chong Seo · Hur, Hyub

Abstract

The fishways on Namdae-cheon and Osib-cheon and the use of migratory fishes were investigated from July 1998 through June 1999. There are three types of fishways on these rivers. Those are baffled fishways, fish ladder, and fish ladder with gabion. Namdae-cheon has 7 baffled fishways and 19 fish ladder, and Osib-cheon has only fish ladder with gabion.

On Namdae-cheon 1,195 fishes of 24 species were collected. Among these fishes 241 fishes of 9 species were anadromous fishes occupying 38% in species and 19% in number. On Osib-cheon 1,015 fishes of 24 species were collected. Among those fishes 240 fishes of 5 species were anadromous fishes occupying 21% in species and 24% in number.

On Namdae-cheon the species number and abundance decreased gradually upstream. The poor structure of fishways seems to have worked as an obstacle to the upstream migration of fishes on Namdae-cheon. On Osib-cheon all the observed fish species except three-spined stickleback (*Gasterosteus aculeatus aculeatus*) which stay and spawn around downstream of river could migrate upstream. The good structure of fishways on this river is thought to have helped upstream fish migration.

I. 서론

우리나라에는 파랑볼우럭 등 외래어종을 포함하여 총 170여종의 담수어가 서식하는데 하구에 보나 댐 같은 수리구조물을 설치하면 이들 중 은어, 뱀장어, 황어 같이 바다와 하천을 왕래하며 서식하는 회유성(diadromous)생물의 이동 통로가 막히게 되어 이들의 상류에 회유가 불가능하게 된다. 또한 이들의 수리구조물은 이 지역에 국지회유(potamodromous)하는 피라미, 산천어 등의 이동 통로를 막게 된다.

우리나라에는 1938년 부산 대동갑분에 설치한 어도가 최초일 것으로 추정되며, 1960년대부터

수산자원보호령이 제정 공포되어 어도설치를 의무화하기 시작하였으며 1997년부터는령이 개정되어 댐에도 어도설치가 의무화 되어, 1999년 현재는 하구와 직접 연결된 하천에서 조사된 어도가 190개이고 하구 첫 번째 수원공에 어도가 없는 내륙에 분포한 어도를 포함하면 전국에 300개 내외의 어도가 있는 것으로 판단된다(황,1998).

본 연구에서는 전국의 하천 중에서 어도를 가장 많이 설치한 동해안의 어도 중 남쪽의 영덕 오십천과 북쪽의 양양 남대천의 어도 현황을 조사하고 어류의 이용을 조사 분석하였다.



그림 1. 양양 남대천 어도 위치도

II. 재료 및 방법

1998년 7월과 9월, 1999년 3월, 4월, 6월의 5회 조사에서 양양 남대천과 영덕 오십천에서 어도의 위치, 형식, 높이, 넓이, 유량조절장치, 어도의 관리상태 등의 현황을 조사하고, 하류에서 4번째까지의 보의 하류와 4번째 보의 상류에서 어류를 조사하여 바다에서 올라오는 소하성 어류가 어디까지 올라오는지를 조사하여 어도의 이용정도를 분석하였다.

어류의 채집은 망목 5mm의 투망, 망목 7mm의 권망, 망목 5mm의 족대 및 망목 2mm의 뜰채를 사용하였으며 현장에서 동정후 어류는 다시 방류하였으며 현장에서 동정이 안 되는 종은 formalin으로 고정하여 상명대학교 전상린 교수의 자문을 받아 동정하였다. 종 동정은 최기철 박사의 담수어류 도감과 검색표를 사용하였다.

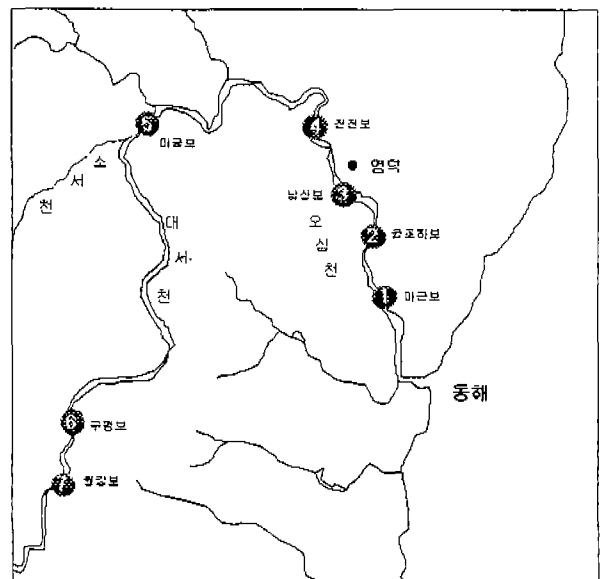


그림 2. 영덕 오십천 어도 위치도

III. 결과 및 고찰

1. 어도현황

그림 1에서 보는 바와 같이 양양 남대천에는 19개 수원공에 어도가 설치되었으며 그 제원과 관리상태는 표1과 같다.

양양 남대천에는 현재 사용이 가능한

표 1. 2개 하천의 어도현황

하천	수원공수	형식	어도수	평균제원(m)			특징
				폭	길이	높이	
양양 남대천	19	계단식	19	2.71	19.07	1.28	유량조절 장치로 모두 낙낙관이 있고 경사가 급하여 하류가 세굴된 것이 많다.
		도벽식	7	2.43	13.66	1.10	
		소계	26	2.63	17.61	1.23	
영덕 오십천	7	계단식	7	5.29	44.23	2.49	모두 낙낙관이 있고 풀에 들망태를 넣고 경사가 완만하고 세굴된 곳이 없다.
계	26		33	3.19	23.26	1.50	

어도가 19개 수원공에 26개소가 설치되어 있으며, 유량조절장치로 모두 낙낙관이 있으며, 관리상태가 불량하여 하류가 심하게 세굴된 곳이 많았다. 어도의 형식은 계단식이 70%이고, 도벽식이 30%로 최근에 새로 시공하는 것은 모두 계단식이다. 어도의 평균제원은 남대천의 계단식은 폭 2.7m, 길이 19.07m, 높이 1.28m로 도벽식에 비하여 조금 컸다.

영덕 오십천에는 현재 사용하고 있는 어도는 모두 계단식이고 어도의 풀(pool)에 직경 0.5m의 들망태를 넣어 일종의 여울식 같은 역할을 하게 하였으며, 평균제원은 폭 5.29m, 길이 44.23m 높이는 2.49m였다.

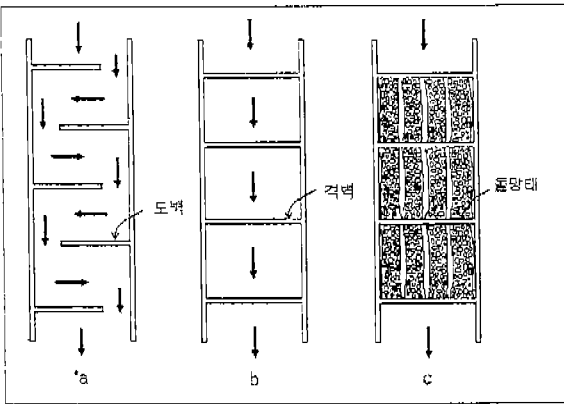


그림 3 양양과 영덕에서 조사된 어도 형식(a:도벽식 b:계단식 c:계단식에 들망태를 넣은 것)

2개 하천의 어도를 비교하면 양양 남대천의 어도가 영덕 오십천의 어도보다 폭, 길이,

수위차 등에서 모두 절반 정도로 규모가 작고, 양양 남대천에는 아직 소규모의 도벽식 어도가 남아있는 반면에 영덕오십천에는 당초의 수로식이나 암거식어도를 모두 들망태를 넣은 계단식 어도로 바꾸었다.

이 어도의 규모는 황(1991)이 조사한 전국평균치보다 영덕의 어도는 폭과 높이는 2배, 길이는 3배 컸으며, 양양의 어도는 큰 차이가 없다. 황(1998)이 조사한 전국의 평균치 폭 3.2m, 길이 20.2m, 높이 2.5m와 비교하면 영덕은 폭과 길이는 2배 정도 규모가 크고 높이는 같아 어도의 경사가 크게 완화되었음을 알 수 있고 양양은 평균치와 비슷하였다. 蔭邊(1989)이 조사한

표 2. 양양 남대천 어도 어류조사 결과

구분	입천보 밀	북평보 밀	범부보 밀	제궁보 밀	제궁보 위	계	
전체	종수	21	15	12	13	9	24
	개체수	327	201	221	199	247	1,195
소하성 어종	종수(%)	9(43)	5(33)	3(25)	2(15)	1(11)	9(38)
	개체수(%)	145(44)	57(28)	12(5)	11(6)	8(3)	233(19)
	종명	철성장어, 연어, 은어, 황어, 뱀장어, 큰가시고기, 송어, 꼭저구, 한독중개	은어, 황어, 뱀장어, 꼭저구, 한독중개	은어, 황어, 꼭저구	은어, 황어, 꼭저구	은어, 꼭저구	은어

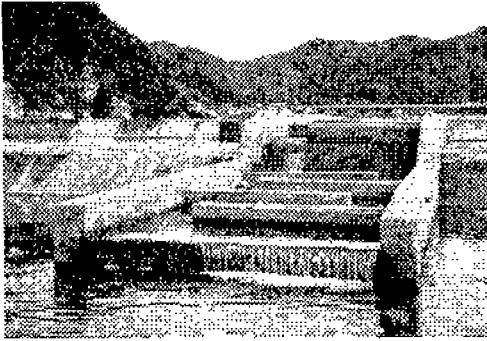


그림 4. 북평보 도벽식어도 개수전

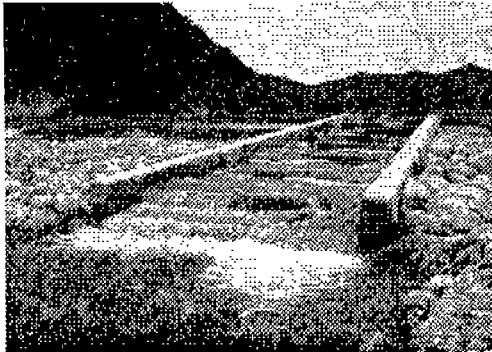


그림 5 북평보 도벽식어도 개수 후

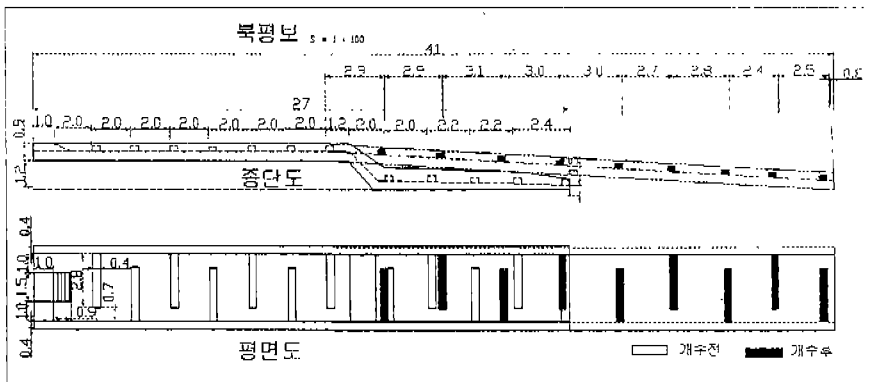


그림 6. 북평보 도벽식어도 개선

일본 어도의 평균세원은 폭은 2m 이하가 50%, 길이는 20m 이하가 68%, 높이는 1.5m 이하가 65%이며 양양 남대천은 일본 어도의 평균 세원과 비슷하고 영덕은 일본 어도의 세원보다 훨씬 규모가 크고 경사가 완만하였다.

2. 어류의 이용

은어와 황어와 같이 바다에서 올라오는 소하성 어류가 어도를 이용하여 어디까지 올라오는지를 조사하기 위하여 하구에서 첫번째 수원공의 어도로부터 4번째 보의 하류와 상류에서 조사한 어류는 표2 및 3과 같다.

양양 남대천에서는 표 2에서 보는 바와 같이 총 24종 1,195개체를 채집하였는데 이 중에서 9종 (38%) 233(19%)개체가 소하성어류였다. 하구에서 첫번째 어도인 임천보 아래에서는 칠성장어, 은어, 은어 중 9종의 소하성 어류가 채집되었다. 임천보 어도를 통과하여 북평보 아래에서 조사된 소하성 어류는 이들 9종 중에서 은어, 황어, 꺾저구, 뱀장어, 한복중개의 5(33%)종이 조사되어 연어, 칠성장어, 큰가시고기, 송어 4종은 임천보 어도 상류에서

는 조사되지 않았다. 이들 4종은 주로 하구에서 산란 서식하는 종이라 상류로 올라가지 않는 종이다. 3번째 어도인 빔부보 아래에서는 은어, 황어, 꺾저구 3종만 조사되었으며, 4번째인 제강보 상류에서 조사된 소하

성 어류는 은어 1종이었다. 이와 같이 북평보 상류에서 조사되는 소하성 어류의 종수와 개체수가 급격히 줄어드는 것은 북평보의 도벽식 어도가 그림4에서 보는 바와 같이 구조가 나빠서 소하성 어류가 통과하지 못하였기 때문이다. 북평보 어도는 1999년 6월 그림 5와 6에서 보는 바와 같이 개수 공사를 끝냈으나 공사후 어류의 이용은 아직 조사하지 못하였다. 북평보 상류에서 조사된 은어는 공수전 계곡에 내수면 연구소에서 방류한 것일 수 있으며, 꺾저구는 배에 빨판이 있어 경사진 곳도 쉽게 올라갈 수 있으며, 황어는 치어가 홍수때 올라간 것으로 판단된

다.

영덕 오십천에서는 표 3에서 보는 바와 같이 총 24종 1,015개체의 어류를 채집하였는데 이중에서 소하성 어류는 은어, 황어 등 5종(21%), 240(24%)개체였다. 영덕 오십천에서는 하구에서 첫 번째 수원공의 어도 하류에서 채집된 어류가 5종으로 양양 남대천의 절반 정도로 적었으나 4번째 수원공의 어도 상류에서도 큰가시고기 1종을 제외하고는 모두 조사되어 영덕 오십천의 어도는 소하성 어류가 잘 이용하고 있음을 알 수 있다. 큰가시고기는 보통 상류까지는 올라가지 않는 종이다.

표 3. 영덕 오십천 어도 이용조사 요약

구분	마근보 밀	금호하보 밀	남산보 밀	천전보 밀	천전보 상류	계	
전체	종수	17	20	15	15	16	24
	개체수	207	170	206	196	236	1015
소하성 어종	종수(%)	5(29)	4(20)	4(27)	4(25)	4(25)	5(21)
	개체수(%)	87(42)	39(23)	45(22)	41(21)	28(12)	240(24)
어종	종명	은어, 황어, 뱀장어, 큰가시고기, 꼭저구	은어, 황어, 뱀장어, 꼭저구	은어, 황어, 뱀장어, 꼭저구	은어, 황어, 뱀장어, 꼭저구	은어, 황어, 뱀장어, 꼭저구	

영덕 오십천에서 양양 남대천보다 다양하고 많은 물고기가 어도를 이용하는 것은 영덕 오십천은 어도를 모두 계단식으로 다시 설치하고 그림 3-c에서 보는 바와 같이 풀(pool)에 들망태를 넣어 유속을 줄였기 때문으로 판단된다.

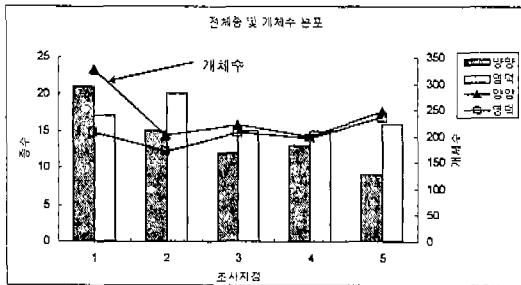


그림 7. 하천별 조사 지점별 채집 어류

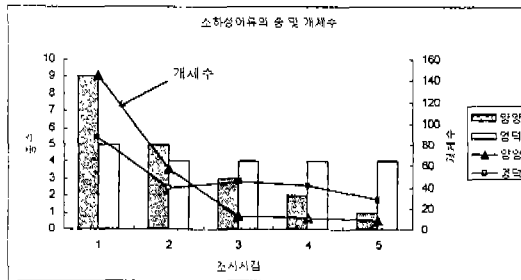


그림 8. 하천별 조사지점별 채집된 소하성 어류 조사지점 : 숫자는 하구에서 가까운 순서

양양 남대천과 영덕 오십천의 채집된 어류를 비교하면 그림 7에서 보는 바와 같이 양양 남대천은 상류로 올라갈수록 종수와 개체수가 줄어드는 경향이며, 영덕 오십천에서는 상하류의 어류상의 변화가 작았다. 채집된 개체수는 두 하천에서 큰 차이는 없었다.

두 하천의 소하성 어류를 비교하면 그림 8에서 보는 바와 같이 영덕 오십천에서는 종수나 개체수 모두 상하류 큰 차이가 없으나 양양 남대천은 하평보 아래는 종수와 개체수가 많은 반면에 상류로 갈수록 종수 개체수 모두 급격히 줄어들어 양양 남대천에 시공된 어도의 구조가 소하성 어류의 소상에 좋지 않음을 알 수 있다. 양양 남대천의 어도는 영덕 오십천의 어도에 비하여 폭이 좁고, 깊이가 얕아 경사가 급하며, 풀(pool)의 낙차가 크며 고르지 않고, 하류가 세굴되었고 특히 북평보 도벽식 어도는 어도 중앙부의 경사가 급해서 소하성 어류가 이용하기 곤란한 구조였다. 그러나 영덕 오십천의 어도는 모두 계단식어도에 들망태를 넣

은 계단식이고 경사가 완만하고, 폭도 넓으며 위치도 가장자리에 있어 적당하였고 하류의 세굴도 없었다. 그러나 어도의 하류가 퇴적되거나 세굴되는 현상은 일본에도 조사된 자료가 있는 것으로 일본 어도의 16%가 하류가 퇴적되고, 28%는 세굴되어 기능에 문제가 발생하였다(藤邊

(1990). 이런 어도 하류(입구)의 세굴이나 퇴적으로 인한 기능 저하를 막으려면 설계할 때 수리전문가가 참여하고, 세굴을 고려하여 미리 어도의 입구를 현 하상보다 세굴 가능한 깊이까지 내려 시공해 두고, 중요한 어도는 수리모형시험을 실시해서 설계해야 할 것이다.

양 하천 어도에 모두 유량을 조절할 수 있는 각낙관이 설치되어 황(1991)의 조사보다 훨씬 개선되는 등 구조는 많이 개선되었지만 아직도 어류의 소상시에 각낙관을 열지 않아 물이 어도로 흐르지 않는 곳이 있었으며, 평수량은 어도로만 흐를 수 있어야 하는데 폭이 좁아 보 전체로 물이 넘어 흐르고 있어 소하성 어류가 어도의 입구로 유인되기 힘들며, 하류가 세굴되고, 어도에서 물고기를 잡는 등 관리상태가 좋지 않았다.

IV. 결론

1998년 7월부터 1999년 6월까지 양양 남대천과 영덕 오십천의 어도 현황과 소하성 어류의 이용을 조사한 결과는 다음과 같다.

양 하천에서 조사된 어도는 도벽식, 계단식, 돌망태를 넣은 계단식 등 3가지 형식이었으며, 이중 양양 남대천에서는 도벽식이 7개소, 계단식이 19개소이고 영덕 오십천에는 돌망태를 넣은 계단식만 사용되고 있었다.

양양 남대천에서는 총 24종 1,195개체의 어류를 조사하였는데 이중 9종 241개체가 소하성 어류로 종수로는 38%, 개체수로는 19%였다. 영덕 오십천에서는 총 24종 1,015개체의 어류를 조사하였는데 이중 5종 240개체가 소하성어류로 종 수로는 21%이고, 개체수로는 24%이다.

양양 남대천에서는 어도의 구조가 나빠서 상류로 갈수록 소하성 어류의 종수와 개체수가 줄어든 반면 영덕 오십천에서는 어도의 구조가 좋아 큰가시고기처럼 하류에서 산란하는 종 외에는 모두 상류까지 잘 올라갈 수 있었다.

참고문헌

- 박상덕, 1998. 동해안지역 어도시설 및 관리. 수자원학회지 31(4) 28-33
- 篠邊三郎, 1989. 魚道の設置數,形式,勾配ついて-わか國における頭水工魚道の現状(1)-.農土誌. 57(12):67-72.
- 篠邊三郎, 1990. 魚道の規模,流量,遡上魚,管理の狀態-わか國における頭水工魚道の現状(2)-.農土誌. 58(2):27-32.
- 中村俊六, 1993. 人工化が進む河道内で生態環境をより良くするための河川構造物 に 關する研究 科學研究費補助金 研究報告書 研究番號 03650420.
- 黃鍾瑞, 金美. 1991. 淡水湖의 魚道利用에 關한 研究 연구보고서. 농어촌 진흥공사농어촌연구원. 178p.
- 황중서, 1995. 하구에 설치된 어도의 현황과 이용. 국립환경연구원 제1회 환경기술상 기념 세미나 자료집. p.93 ~ 107.
- 황중서의 5, 1997. 양양양수발전소 1-4호기 설계기술용역 하부담 어도설치 연구용역 보고서. 농어촌진흥공사 농어촌연구원, 삼안기술공사. 173p.
- 황중서, 1998. 하구에 설치한 어도 이용에 관한연구 농어촌진흥공사 농어촌연구원 연구 과제보고서. 166p.