

# 탐진강 유역의 어도의 현황과 개선책

金 鎮 洪\*

## 1. 서론

탐진강 유역은 한반도의 남부에 위치하고 있으며 유역면적은 506 km<sup>2</sup>이고 유로연장은 55km이다. 탐진강은 유역의 북쪽에 위치한 중성산에서 발원하여 급경사의 산간계곡을 따라 동남진하여 흐르다 장흥군 유치면 송정리에 이르러 유치천과 합류하고 남진하여 금강천과 합류한 후 강진평야를 서진하다 강진읍에서 남쪽으로 급선회하여 강진만으로 유입된다. 탐진강에는 옛부터 귀한 어종인 은어의 서식처로 잘 알려져 있으며 은어의 이동을 위해 보에 어도가 다수 설치되어 있다. 그러나 어도설계가 어류이동에 적합치 못하고 축조된 지 오래되어 유지관리가 부실하여 어도로서 기능을 발휘하지 못하고 있다. 어류가 어도를 따라 이동하기 위해서는 이동을 쉽게하기 위한 흐름의 적정유속과 도약수심을 갖추어야 하며, 와류나 순환류 등을 발생시키지 말아야 하고, 어도 내에서 어류의 체체시간이 길어서는 안되는 등의 여러 조건을 갖추어야 한다. 또한 어류를 쉽게 유인할 수 있는 유인수의 방류대책도 마련되어야 한다. 따라서 어도에 관한 수리학적 분석을 실시함으로써 어류가 피로를 느끼지 않고 최단시간 내에 이동을 하기 위한 효율적인 어도설계 기법이 요구된다.<sup>1),2)</sup>

본 연구에서는 남해안의 탐진강에 설치되어 있는 기존 어도를 수리학적으로 조사, 분석하여 어류이동의 효율성을 검토하여 문제점과 개선책을 지적함으로써 효율적인 어도설계 방향을 제시하고자 한다.

## 2. 탐진강어류의 생태학적 특성

탐진강에 서식하는 어류는 은어, 뱀장어, 각시붕어의 3종이 조사된 것으로 알려져 있다.<sup>3)</sup> 이들 중 회유성어류는 은어, 뱀장어, 두줄망둑, 꼭저구, 웅어 등이며 이들은 어도를 이용할 것으로 예상된다. 은어와 뱀장어는 어도를 이용하는 것으로 조사, 확인되었다. 또한 피라미, 남자루, 가시납지리, 각시붕어 등 14종은 어도를 이용하여 국지회유하고 있음이 확인되었다. 여기서 회유(migration)란 계절이나 시기에 따라 어떤 정해진 방향으로 이동하는 것을 말한다. 회유 중 소하회유(anadromous migration)란 담수에서 부화되어 잠시동안 담수에서 지내다가 해수역으로 내려가 성장한 후 산란을 위해 하천으로 올라오는 것을 말하며, 이와 반대로 강하회유(catadromous migration)란 해수역에서 부화하여 하천을 거슬러 올라와 담수에서 성장한 후 산란을 위해 해수역으로 내려가는 것을 말한다. 한편 양측회유란 담수에서 산란한다는 점에서는 소하회유와 같으나 부화직후 해수역으로 내려간 후, 곧이어 담수로 올라와 담수에서 성장한 후 산란하는 것을 말한다. 탐진강에 서식하고 있는 회유성어류 중 은어와 꼭저구는 양측회유, 뱀장어는 강하회유, 웅어와 두줄망둑은 소하회유에 속한다. 소하회유는 어류 생태학적 특성상 모천회유에 속하는 점이 많다. 모천회유란 어떤 개체가 하천에서 부화하여 바다로 내려가 성장한 후 다시 동일하천에 돌아와 산란하는 현상을 말한다. 탐진강에 서식하는 1차담수어(primary freshwater fish) 중 국지회유성 어류가 많은 것은 이들 대부분이 여름철에는 정(正)의 주류성(走流性)을 발휘하여 수온이 적절하고 유량도 비교적 많은 상류로 올라갔다가, 가을 수온이 내려가고 유량이 줄면 물이 많은 평야지대의 하천으로 내려오는 본능적인 현상이 있기 때문이다. 참고로 1차담수어란 민물에서만 일생을 지내는 담수어를 말하며, 2차담수어(secondary freshwater fish)란 담수와 해수를 왕래하는 어류를 말하는 것으로 소하회유, 강하회유, 양측회유가 이에 속한다 할 수 있다.

탐진강에 서식하는 2차담수어 중 어도를 이용하는 주요 어류로서 은어와 뱀장어를 들 수 있는데 이들에 대한 특성을 언급하면 다음과 같다.<sup>4)</sup>

### 가. 뱀장어

전 길이는 130cm이다. 몸이 가늘고 길며 둥근 원통형으로서 주둥이는 뾰족하고 입은 크다. 담수에서 살다 늦여름에 산란을 위해 바다로 내려가 심해에서 산란하는 강하회유에 속한다. 부화된 새끼뱀장어는 몸이 투명하고 납작하나 변태를 거듭하면서 강하구에 도달하면 흰색의 실뱀장어가 된

\* : 광주대학교 공과대학 토목공학과

다. 실뱀장어는 2월~5월에 몸 길이가 5~6cm 되며 담수역으로 올라온다. 담수역에서 성장하여 2주 후 몸 길이는 약 16cm 정도 되며 5~12년 담수에서 살다 산란을 위해 8월~12월 해수역으로 내려가는데 이때의 몸 길이는 수컷이 40~60cm, 암컷은 50~90cm 정도 성장한다. 뱀장어는 전형적인 야행성어류에 속한다. 실뱀장어의 순항속도는 약 15 cm/s로 작지만 돌진속도는 약 80cm/s로 알려져 있다. 여기서 순항속도란 장시간 계속해서 움직일 수 있는 속도를 말하며, 돌진속도란 순간적으로 앞으로 돌진할 수 있는 최대속도를 말한다. 뱀장어는 물 밖에 내놓아도 오랫동안 죽지 않으며 주촉성(走觸性: thigmotaxis; 고체에 달라붙는 경향)이 강하여 들 틈 사이의 흐름이 완만한 곳을 통해 이동이 가능하다.

나. 은어

전 길이는 20cm 정도. 몸은 옆으로 납작하고 길다. 머리는 크고 주둥이는 끝이 뾰족하다. 입은 주둥이의 끝에 열리며 색깔은 등과 몸의 옆면, 위쪽은 짙은 황녹색이고 배는 은백색이다. 바다의 연안에서 성장 후 치어가 된 은어는 몸 길이가 10cm 정도 되며 3월~5월 산란을 위해 하천을 거슬러 올라와 물이 맑은 상류, 중류에 도달한 후 모래나 자갈이 깔려 있는 곳에 세력권을 형성한 후 산란한다. 세력권을 마련하지 못한 은어는 계속 상류로 거슬러 올라간다. 주로 들에 부착된 들말이나 파랑말을 먹고 산다. 산란기의 수컷은 가슴지느러미와 뒷지느러미의 가장자리가 붉은 색을 띠고, 턱은 은백색을 띤다. 담수에서 성장한 은어는 그해 9월~11월에 산란을 한 후 산란된 은어 새끼는 바다로 내려가 연안에서 성장하는 양측회유에 속한다. 은어는 주행성의 시각어(視覺魚)이지만, 측각도 예민하여 하천수의 2.5ppm과 2.0ppm을 구별할 수 있다고 한다. 순항속도는 40~110 cm/s, 돌진속도는 120~178 cm/s 정도로 비교적 크며 특히 치어는 몸 길이에 비해 돌진속도가 매우 큰 점이 특징이다.

은어는 우리나라 거의 전국적으로 분포하며 중국, 대만, 일본에도 분포하는 것으로 알려져 있다. 최근에는 수질오염으로 멸종된 하천이 더러 있다. 그림-1은 은어(치어)의 유속과 유영속도와의 관계를 나타내며 (여기서 그림의 숫자는 몸 길이를 나타낸다), 표-1은 일본의 中村堰과 江戸川에서 조사된 것으로 소상 은어(치어)의 도약높이를 나타낸다.<sup>5)</sup> 표에 의하면 평균 도약높이는 약 40cm 정도이며, 최대 60cm까지 도약이 가능하다.

표-1 소상 은어의 도약 높이

도약 높이(cm)	中村堰	江戸川
0~10	1	13
11~15	1	6
16~20	3	3
21~25	3	
26~30	8	1
31~35	13	
36~40	58	
41~45	39	
46~50	30	
51~55	4	
56~60	1	
측정숫자	161	23
평균높이(cm)	39.68	10.7
약평균 (1%)	39.68±11.95	-

### 3. 탐진강 어도의 현황 및 문제점

탐진강에는 옛부터 귀한 어종인 은어의 서식처로 잘 알려져 있으며 은어의 소상을 위해 10곳의 보에 어도가 다수 설치되어 있다. 그림-2는 현지 조사된 탐진강 본류에 설치된 보를 나타내고 있다. 조사 대상 지역은 탐진강 하구부터 탐진댐 설치 지점까지이며 총 14곳에 보가 설치되어 있었고, 이 중 어도가 설치된 보는 총 10군데이었다. 어도가 설치된 보를 하류에서부터 언급하면 다음과 같다.

가. 상수도취수보

하구에서 첫번째 보로서 강진군 군동면 덕천리에 소재한다. 관리기관은 강진군청이며, 보의 좌

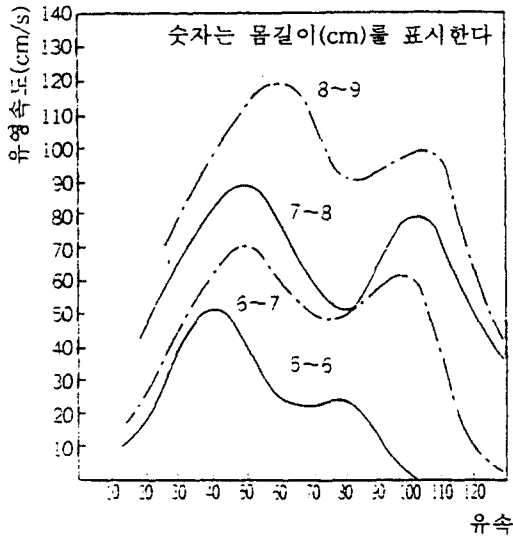


그림-1 은어(치어)의 유속과 유영속도와의 관계

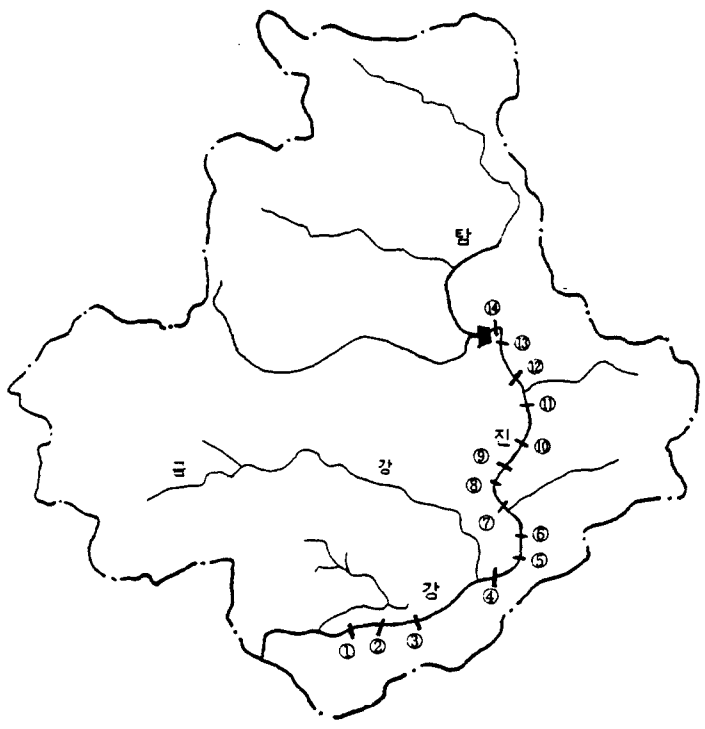
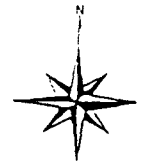


그림-2 탐진강 보의 설치 지점

안과 중앙 그리고 우안의 3곳에 각각 평면경사어도와 계단식어도가 2개소씩 총 6개소 설치되어 있다. 계단식어도는 폭이 3m이고 길이는 6m로서 격벽과 pool이 3단으로 구성되어 있다. 따라서 1개의 pool은 폭 3m, 간격이 2m로 되어 있다. 계단식어도 바닥에는 흐름의 유속을 줄이기 위해 큰 돌맹이를 몇 개 설치해 놓고 있어 어류의 휴식터를 제공하고 있다. 그러나 돌맹이 사이로 유속이 큰 국소흐름이 발생할 수 있고, 이물질(나뭇가지, 풀잎 등)이 걸 수가 있으므로 주의할 요한다. pool바닥에는 퇴사가 진행되지 않았고 어도의 입구와 출구에도 하상변동이 거의 없어 유지관리는 비교적 잘 되어 있다. 그러나 계단식어도에는 격벽에 notch나 측벽에 돌출부 등 어류의 소상을 용이하게 하는 구조물이 설치되지 않아 이의 개선책이 요구된다. 이는 상수도취수보의 어도에도 국한된 것이 아니고 탐진강 어도 전체에 해당된다. 한편 평면경사어도는 폭이 1m이고, 높이 1.5m이며, 길이는 6m로서 급경사에 속해 어류의 소상은 사실상 불가능하다. 따라서 유인수로 기능 밖에 하지 못하는데 어도 끝단에 큰 돌이 설치되어 있어 흐름의 유속이 줄어들므로 유인기능을 약하게 하고 있다. 중요한 사실은 계단식어도나 평면경사어도 모두 출구(흐름의 유입부) 바닥 높이가 보의 월류 높이와 같아, 평상시에는 어도로 물이 흐르지 않고 물이 보 전체를 월류할 때만 어도에도 물이 흐르므로 어류의 유인기능이 전혀 고려되고 있지 않다는 점이다. 이 사실은 탐진강어도 전체가 그러하므로 어도 유입부의 바닥표고를 보의 월류표고보다 낮추게 하여 어류의 소상기에는 물이 어도로만 흐르게 함으로써 어도의 유인기능을 살려야 할 것이다. 또한 어도 측벽은 격벽보다 높아야 하나 측벽과 격벽의 높이가 같아 흐름이 도중에서 측벽을 월류하므로 어도 유인기능을 약하게 하고 있다. 따라서 측벽 높이를 격벽 높이보다 높게 하되 격벽 월류수심 이상으로 취함으로써 물이 어도의 측벽을 월류하지 않고 어도로만 흐르게 하여 유인기능을 강화시켜야 할 것이다.

상수도취수보의 좌안 하류에는 고수부지가 넓게 분포하고 있어 사실상 어류의 어도로의 접근이 불가능하다. 따라서 고수부지를 어도 하류지점부터 20~30m까지 제거함으로써 어류의 접근을 가능케 하여야 한다. 한편 어류는 하천 양안을 따라 소상하는 경향이 많으므로 보의 중앙에 설치된 어도는 어류의 이용률이 적다.

#### 나. 어상보

하구에서 2번째 보로서 강진군 군동면 덕천리에 소재하며 상수취수를 목적으로 설치된 보이다. 관리기관은 강진군청이며 보의 좌안과 우안, 그리고 중앙에 평면경사어도 5개소, 계단식어도 3개소 총 8개소가 설치되어 있어 1개의 보에 가장 많은 어도가 설치되어 있다. 평면경사어도는 1개소가 폭 3m로서 1m씩 3개 어도로 구성되어 있다. 어도 내부에는 흐름의 유속을 줄이기 위해 높이 5cm 정도의 도류벽을 설치하고, 측벽도 설치되어 있어 다른 보에 설치된 평면경사어도에 비해 비교적 개선된 어도라 할 수 있다. 그러나 도류벽의 높이가 작고 설치형태가 서로 맞물려 있지 않아 유속 감쇄효과가 거의 없다. 더구나 어도경사가  $S=1/6$ 로서 급경사에 속하므로 어류소상이 거의 불가능하다. 따라서 도류벽의 높이를 20cm이상으로 하되 서로 맞물리게 설치함으로써 도류벽식어도 형태로 바꾸는 것이 바람직하다. 계단식어도는 pool과 격벽 구조로 되어 있으며 1개의 pool은 폭이 3m이고, 간격이 1m로 되어 있다. 그러나 격벽에 notch, 측벽에 돌출부가 없어 어류 소상을 힘들게 하고 있다. 또한 어도 유입부의 바닥표고가 보의 월류표고와 같아 물이 어도로만 흐르지 않고 있다. 어상보는 상수도취수보와 마찬가지로 유지관리가 잘 되어 있어 어도 내에 퇴사현상도 보이지 않고, 어도 입구와 출구에도 하상변동은 없다. 그러나 좌안 어도 하류부에는 고수부지가 있어 어류의 접근이 불가능하다. 따라서 어도 하류 20~30m 지점까지 고수부지를 없애므로써 어류 접근을 가능케 하여야 할 것이다.

#### 다. 장산리보

강진군 군동면 장산리에 소재하며 강진농지개발조합이 관리하고 있다. 장산리보는 상수도취수보와 마찬가지로 보의 좌안, 중앙, 우안에 각각 평면경사어도와 계단식어도 2개소씩 총 6개소 설치되어 있다. 계단식어도는 폭이 3m이며 격벽과 pool이 4단으로 설치되어 있다. 1개의 pool은 폭이 3m이고 간격은 최상류부가 1.0m, 하류부의 나머지 3개가 1.5m로 되어 있다. 따라서 어도의 총 길이는 5.5m이다. 격벽에는 notch가 없고 측벽에 돌출부도 설치되어 있지 않다. Pool 바닥은 많이 파손되어 물이 바닥으로 새고 있다. 평면경사어도는 폭이 1m이고 길이가 5.5m인데 계단식어도와 마찬가지로 격벽이 최상류부에 1.0m, 하류부에 1.5m 간격으로 3군데 설치되어 있는 점이 다른 곳의 평면경사어도와 다르다. 어도 유입부의 높이가 보의 월류높이와 같아 유인기능이 없는 점은 다른 곳의 어도와 같은 현상이다. 장산리보의 어도는 축조된 지 오래되어 대체적으로 유지관리가 부실하다. 어도 끝단은 거의 파손되었고 측벽 및 바닥도 부분파손되어 보수대책이 요망된다. 또한 보 하류부의 바닥보호공과 기존 하천과의 접속부 전체가 하상세굴로 인해 60cm이상의 낙차가 발생되어 어류의 도약 소상이 사실상 불가능하다. 따라서 하상보호공을 연장 설치하든지 아니면 접속부에 흐름의 유속에 대응되는 직경의 자갈을 포설함으로써 낙차를 30cm 이하로 줄여야 할 것이다. 한편 계단식어도의 끝단에는 턱이 설치되어 있어 어류 소상에 지장을 준다. 턱을 없애는 것이 소상에 이롭다.

장산리보는 소형트럭과 경운기 등의 교통 소통을 위해 아예 어도 입구를 막아버렸으며 대신 직경 30cm의 pvc pipe를 orifice형식으로 어도 유입부에 설치하였으나 이 역시 입구가 막혀 물이 흐르지 않으므로 어도로서 기능을 잃고 있다. 따라서 어도로서 기능을 회복하기 위해서는 보를 더

서 어도 유입부를 만들어 주되, orifice는 소상어류의 특성(주행성)을 고려할 때 바람직하지 못하며 더우기 orifice를 통한 흐름의 유속이  $v=1.0\text{m/s}$  이상이 되어 어류의 소상이 불가능하므로 제거해야 할 것이다.

#### 라. 박지리보

장흥군 장흥읍 박지리에 소재하며 장흥군청이 관리하고 있다. 이 보에는 좌안부터 평면경사어도 2개소, pool 간격이 좁은 (따라서 pool 역할을 하지 못하는) 계단식어도 1개소, 방조망이 설치된 평면식어도 1개소, pool에 감세공이 설치된 계단식어도 1개소로서 총 5개소가 설치되어 있으나 종류는 4종류나 되어 탐진강에 설치된 어도 가운데 가장 다양하다. 보 옆에는 장흥의 명물인 은어를 보호하자는 안내판이 설치되어 있어 은어보호를 위한 장흥군의 노력을 알 수 있다. 먼저 좌안 측에 설치되어 있는 첫 번째, 두 번째의 평면경사어도는 폭이 각각 10m, 5m이며 연장이 10m로서 측벽, 격벽이 없으며 유속을 줄이기 위한 감세공도 설치되어 있지 않아 어도라기 보다는 경사도로 같은 느낌을 준다. 이같은 형식은 박지리보 상류에 위치하는 보에서 계속 발견되는데 급경사이므로 어류가 소상할 수도 없고 월류수심도 낮고 해서 어도로서의 기능을 전혀 발휘할 수 없는 구조물이다. 좌안 측에서 세 번째의 어도는 계단식어도이기는 하나 격벽 두께가 50cm인 반면 pool 간격은 20cm로서 격벽을 월류하는 흐름이 pool에서 격렬한 와류를 일으키므로 어류가 있을 수가 없고 따라서 도약 소상이 불가능하다. 마치 사람이 올라가는 계단과 흡사한 구조로 되어 있어 계단식어도로서의 기능을 갖추지 못하고 있다. 계단식어도는 적어도 pool 사이의 간격이 1m 이상 되어야 한다. 반면에 격벽 두께는 두꺼우면 소상에 이롭지 못하다. 격벽 두께는 5~10cm 정도가 적당하다. 네 번째의 어도는 격벽이 설치된 평면식어도로서 폭이 1.8m이고, 탐진강에서는 유일하게 새들에 의한 피해가 없도록 방조망이 어도 위에 설치되어 있다. 그러나 이 어도도 격벽 두께가 1.0m (pool간격도 1.0m임)로서 너무 두껍다. 격벽에는 v자형 notch가 설치되어 있으나 notch 폭이 5cm로 너무 좁아 notch를 통한 어류의 이동은 사실상 불가능하다. 따라서 격벽 두께를 5~10cm로 줄이고 notch 폭은 20cm로 넓히되 형태를 v자형에서 직사각형으로 바꿈으로써, notch를 통한 흐름에 낙차류를 형성시켜 어류의 도약 소상에 적합한 흐름을 제공하는 것이 바람직하다. 방조망 위에는 홍수 때 상류에서 떠 내려온 나뭇가지, 풀잎, 플라스틱 병 등이 쌓여 있어 유지관리가 제대로 안되고 있다. 다섯 번째의 어도는 우안에 연하여 설치되어 있어 설치 위치는 바람직하다. Pool이 있는 계단식어도로서 1개의 pool은 폭이 3m, 간격이 2m로서 모두 7단으로 되어 있다. 따라서 총 연장은 14m이다. 이 어도는 pool 간격이 2m이며 바닥에 유속 감세용 돌을 군데군데 설치하고 있어 하류에서 소상한 어류가 쉬기에는 아주 좋다 할 수 있다. 그러나 pool 낙차가 10cm로서 어류가 도약할 수 있는 도움단기가 사실상 불가능하다. 따라서 pool 사이의 낙차를 30cm 이상 유지시켜 도움단기를 위한 수심을 만들어 주어야 한다. 박지리보 역시 어도 유입부의 바닥 표고가 보의 월류 표고와 같아 물이 보 전체를 월류할 때만 어도로 물이 흐르므로 어류의 유인효과가 없다. 어도 유입부 바닥 표고를 보 월류 표고보다 낮춰 어류 소상기에는 물이 어도로만 흐르게 하여야 할 것이다.

#### 나. 석대보

석대보는 장흥군 장흥읍 기양리에 소재하며 장흥농지개발조합에서 관리하고 있다. 보는 직선이 아니고 가운데가 굽어진 2개의 직선형으로 되어 있다. 보 우안에는 취수구조물이 위치하고 있어 어도는 우안에 설치되어 있지 않다. 이는 취수구로의 어류의 혼입을 방지하기 위해서이다. 보의 폭은 385m, 높이는 1.5m로서 계단식어도 2개소, 평면경사어도 2개소의 총 4개소가 설치되어 있다. 이들 어도는 좌안에 설치되어 있지 않고 좌안에서 20m 떨어져 있어 소상을 극대화 할 수 없다. 계단식어도는 폭이 3m이고 pool과 격벽이 6단으로 구성되어 있으며 1개의 pool은 폭이 3m, 간격이 1m이다. 따라서 어도 총 연장은 6m이다. 이 어도는 측벽 상태가 좋고 pool 사이의 낙차가 25cm이며 어도 내부에 퇴사도 없어 비교적 유지관리가 잘 되어 있는 편이다. 그러나 격벽에 notch가 설치되어 있지 않고 측벽 돌출부도 없어 소상기능이 약화될 우려가 있다. 한편 평면경사어도는 박지리에서 언급한 좌안 측에 설치되어 있는 평면경사어도와 형태가 같아 어도로서의 기능을 상실하고 있다.

#### 바. 관덕리보 및 부춘리보

관덕리보는 장흥군 장흥읍 관덕리에 소재하며 부산교 하류 약 100m 지점에 위치하고 있다. 이곳에는 좌안에 배수구가 2개소 있고 보 중앙에 평면경사어도가 1개소 설치되어 있는데, 배수구는 1개소가 파손되었으므로 평면경사어도는 박지리보 및 석대보와 형태가 같아 어도로서 기능이 없다.

부춘리보는 장흥군 장흥읍 부춘리에 소재하며 부산교와 춘정교 중간 지점에 위치하고 있다. 부춘리보에는 좌안에 2개소의 배수구가 있고, 어도는 계단식어도 1개소와 평면경사어도 2개소의 총 3개소가 설치되어 있다. 계단식어도는 폭이 3m로서 우안에 설치되어 있어 위치는 좋으나 형태는 박지리보에 설치된 좌안에서 세 번째의 어도와 같아 어도로서 기능을 갖추고 있지 않다. 평면경사어도 역시 관덕리보의 경우와 동일하며 전체적으로 볼 때 부춘리보의 어도는 수리학적인 면을 고려하지 않은 구조물이라 할 수 있다.

#### 사. 용동보 및 용반리보

용동보는 장흥군 부산면 기동리에 소재하며 용동교 상류 약 50m 지점에 위치하고 있다. 이곳에는 배수구가 2개소 설치되어 있고 어도로는 평면경사어도가 좌안 가까이 설치되어 있는데 형태

는 부춘리보와 동일하여 어도 기능이 없고, 더구나 보 하류단의 하상 보호공과 기존하천과의 접속부의 낙차가 60cm 이상이어서 어류의 도약 소상이 불가능하다.

용반리보는 장흥군 부산면 용반리의 용사마을 인근에 위치하고 있다. 이곳에는 배수구가 2개소 설치되어 있고 어도로는 평면경사어도 1개소가 좌안 측에 설치되어 있는데 형태는 용동보의 경우와 같아 어도 기능이 없다.

#### 아. 지천리보

지천리보는 장흥군 부산면 지천리에 소재하며 탐진댐이 설치되는 지점 하류 약 300m 지점에 위치하고 있다. 이곳에는 배수구가 4개소 설치되어 있고 어도로는 용동보, 용반리보의 경우와 같은 평면경사어도가 2개소 설치되어 있어 이곳까지의 어류 소상이 있었음을 알려주고 있다. 그러나 평면경사어도는 말단부가 파손되어 있었고 형태는 하류 측의 용반리보의 그것과 같다. 마을 주민에 의하면 요즈음은 하류에서 주민들이 온어를 포획하는 바람에 이곳까지 온어가 소상하지 못한다고 하는데, 최근에는 하류의 기동리에서 온어의 소상을 본 적이 있다고 한다. 어도를 통한 어류가 새들보다는 사람들에 의해 더 많이 잡힌다는 사실에 우리 모두가 반성해야 할 것이다.

한편 뱀장어의 소상을 위한 장어어도는 별도로 설치되지 않고 있다. 뱀장어는 유영력과 도약력이 약해서 계단식어도를 이용할 수 없고, 어도 바닥에 돌을 2단으로 촘촘히 채운 평면경사어도가 바람직하다.

#### 4. 결론

지금까지 분석한 탐진강 어도의 현황과 문제점 및 개선책에 대한 내용을 요약하면 다음과 같다.

- ① 어도는 하천의 양안에 설치되도록 한다.
- ② 어도 유입부의 바닥 표고를 보의 월류 표고보다 낮추도록 하여 어도로 물이 흐르도록 한다.
- ③ 어도 측벽은 격벽보다 높게 설치하여 흐름이 어도 중간에서 벗어나지 않도록 한다.
- ④ 어도 격벽에는 notch를 설치하고 측벽에 돌출부 설치가 바람직하다.
- ⑤ 어도에 유인수 방류대책이 마련되어야 한다.
- ⑥ 장어소상용 평면경사형 어도를 설치하는 것이 바람직하다.
- ⑦ 새들 또는 인간에 의한 어류의 피해를 방지하기 위한 보호 대책이 마련되어야 한다.

#### 참고문헌

1. 김진홍(1993), "계단식어도의 수리특성과 어족의 소상효과", 농공기술지 논문집, 3(2).
2. 김진홍, 김철(1994), "어족의 소상을 위한 계단식어도 수리특성에 관한 연구", 한국수문학회지, 27(2).
3. 농어촌진흥공사 농어촌연구원(1991), 담수호의 어도이용에 관한 보고서.
4. 최기철, 전상린, 김익수, 손영목(1990), 원색 한국 담수어 도감, 향문사.
5. 中村中六(1991), 魚道の設計, 山海堂.