

# 멸종위기어류 다묵장어 *Lethenteron reissneri* (Petromyzontiformes: Petromyzontidae)의 분포 및 서식지 특성

고명훈 · 문신주 · 홍양기 · 이진영 · 방인철\*

순천향대학교 생명시스템학과

**Distribution Status and Habitat Characteristics of the Endangered Species, *Lethenteron reissneri* (Petromyzontiformes: Petromyzontidae) in Korea by Myeong-Hun Ko, Shin-Joo Moon, Yang-Ki Hong, Gun-Young Lee and In-Chul Bang\*** (Department of Life Sciences and Biotechnology, Soonchunhyang University, Asan 336-745, Korea)

**ABSTRACT** The distribution status and habitat characteristics of the endangered species, *Lethenteron reissneri* were investigated in 2011~2012 in Korea. During the study period, *L. reissneri* were collected 60 stations among 755 sampling stations investigated. The total numbers of ammocoetes and adults were 208 and 435, respectively from eight stations of the Han River drainage system, four stations of Geum River drainage system, 32 stations of Seomjin and Yeongsan River drainage systems, and 16 stations of Nakdong River drainage system. The Han and Geum river drainage systems, the Sapkyo Stream and independent streams running toward the East Sea were estimated to have suffered sudden reductions of population density, whereas the Seomjin River drainage system showed increased population density compared with historic occurrence records. *L. reissneri* inhabited the middle-upper stream of clean water with well-developed rapids and lots of aquatic organisms. According to IUCN Red List categories and criteria *L. reissneri* was assessed to be vulnerable (VU) [B2ab(ii,iii,iv,v);D1] because of the rapid reduction of the occupying areas and the small number of mature individuals. Besides the distribution status and habitat characteristics we discussed the conservation strategies of *L. reissneri*.

**Key words :** *Lethenteron reissneri*, lamprey, distribution, endangered species

## 서론

우리나라에는 39과 213종의 담수어류가 서식하는 것으로 알려졌으나(김과 박, 2007), 최근 수 십년 동안 급격한 근대화 및 인구증가 등의 결과 무분별한 개발과 환경오염, 대형 댐과 하구둑의 건설, 외래종의 도입 등으로 인해 수서 생태계가 교란되면서 많은 담수어류의 서식지와 개체수가 급격히 감소하였고, 특히 서호납줄갱이 *Rodeus honda*와 종어 *Leiocassis longirostris* 2종은 절멸한 것으로 보고되고 있다(김 등, 2006; 김과 박, 2007; 국토해양부, 2010; 국립생

물자원관, 2011). 이에 환경부는 멸종위험이 있는 어류를 보호하기 위하여 1997년 12종, 2005년 18종, 2012년 25종을 멸종위기종으로 지정하여 보호하고 있다(환경부, 2005; 2012). 한편, 세계자연보전연맹(IUCN)은 멸종위기종의 객관적인 선정 및 보호를 위하여 적색목록 평가기준을 제시한 바 있는데, 개체군의 수와 크기, 점유면적, 변화양상 등을 멸종위기종의 평가에 중요한 기준으로 제시하였다(IUCN, 2001). 우리나라에서는 2011년 어류의 적색자료집을 발간하였으나 객관적인 자료의 부족으로 인하여 감소경향과 점유면적 등의 자료만을 근거로 평가·선정한 바 있다(국립생물자원관, 2011). 따라서 정확한 멸종위험을 평가하고 장기적인 관리 및 보전을 위해서는 지속적으로 정확한 개체군의 분포 및 서식개체수 현황을 파악하는 것이 무엇보다

\*Corresponding author: In-Chul Bang Tel: 82-41-530-1286  
Fax: 82-41-530-1638, E-mail: incbang@sch.ac.kr

중요하다.

칠성장어류(lampreys)는 칠성장어목(Petromyzontiformes)에 속하는 어류로 전세계적으로 3과 10속 39종이 보고되고 있으며(Renaud, 2011), 유생기(ammocoetes)와 성어기(adults)로 나누어지는 독특한 생활사를 가지고 있는데, 성어기에는 기생성(parasitical fish, 18종)과 비기생성으로 나누어진다(Potter and Gill, 2003; Nelson, 2006; Renaud, 2011). 칠성장어류는 많은 나라에서 식용 및 약용, 경제적, 문화적으로 중요한 어종으로 주목 받아왔으나 최근 대부분의 종이 개체수가 급격히 감소하고 있어 멸종위기종이나 멸종위협종으로 지정·보호되고 있다(Tuunainen *et al.*, 1980; Valtonen, 1980; Masters *et al.*, 2006; 김과 박, 2007). 우리나라의 칠성장어류는 칠성장어 *Lethenteron japonicum*와 다목장어 *L. reissneri*, 칠성말배뿔 *L. morii* 3종이 보고되었으나 칠성말배뿔은 압록강에만 서식하는 것으로 보고되고 있어 실제로 칠성장어와 다목장어 2종만이 서식하고 있는데(김, 1997; 김 등, 2005; 김과 박, 2007), 최근 개체수가 급격히 감소하고 멸종위협이 증가하여 환경부지정 멸종위기종으로 지정되어 보호받고 있다(환경부, 2005, 2012; 국립생물자원관, 2011). 이중 다목장어는 1869년 Dybowski가 아무르(Amur) 지역에서 채집하여 신종으로 보고한 종으로, 러시아와 중국북부, 우리나라, 일본에 서식하는 것으로 알려졌으며(Dybowski, 1869; 김, 1997; Nakabo, 2002; 김과 박, 2007), 우리나라에서는 제주도 를 제외한 한강 이남지역에 서식하는 것으로 알려졌다(김, 1997; 김과 박, 2007).

다목장어에 관한 연구는 유생의 미소서식지 선택 및 특징(Sugiyama and Goto, 2002; Yamazaki, 2007)과 산란시기 및 산란장의 특징(Yamazaki and Goto, 2000; Takayama, 2002), 포란수 및 난경(Yamazaki *et al.*, 2001), 초기발생(Tahara, 1988) 등의 연구가 이루어진 바 있다. 또한 최근 우리나라와 일본에 서식하는 다목장어류는 형태적, 분자생물학적으로 아무르 집단과 차이를 보여 별종의 가능성이 대두되고 있다(Shim, 1992; Yamazaki and Goto, 1997; Yamazaki *et al.*, 1999, 2003, 2006).

우리나라 다목장어의 분포 및 서식현황은 Shim(1992)의 한국산 칠성장어류의 계통분류학적 연구에서 일부 서식지역이 보고되었고, 환경부의 멸종위기종 분포조사(ME, 1990s~2008)와 전국자연환경조사(ME, 1997~2008)의 출현기록이 있을 뿐 아직까지 정확한 서식지역 및 분포현황을 밝히기 위한 조사는 시도되지 않았다. 또한 다목장어는 유생기와 성어기로 나누어지는 독특한 생활사를 가지고 있고 비교적 체형이 가늘고 길어 일반적인 어류 채집도구로는 채집에 무리가 있기 때문에 생태적 특성을 고려한 채집방법을 고안해야 하는데, Moser *et al.* (2007)은 칠성장어류의 생태적 특성을 반영한 과학적 채집방법에 대해 논의한 바 있다.

따라서 본 연구에서는 우리나라 멸종위기종 다목장어의

과거 출현기록을 정리 분석하고, 생태적 특징을 고려한 정밀조사로 현재의 다목장어의 분포 및 서식현황을 밝히고, 멸종위협정도를 평가하여 보전방향을 제시하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 문헌조사

다목장어 *Lethenteron reissneri*의 과거 서식현황을 알아보기 위하여 Shim(1992)의 채집기록과 환경부 멸종위기종의 분포조사(ME, 1990s~2008)를 분석·취합하였으며, 1997년부터 2008년까지의 환경부 전국자연환경조사에서 출현한 다목장어의 기록을 취합하여 분포지역을 추정하였다(ME, 1997~2008).

### 2. 채집허가 및 조사지점

다목장어는 환경부 멸종위기 야생생물 II급으로 지정되어 있기 때문에 한강유역환경청(허가번호 제2011-14호), 원주지방환경청(허가번호 제2011-29호), 금강유역환경청(허가번호 제2011-06호), 전주지방환경청(허가번호 제2011-6호), 영산강유역환경청(허가번호 제2011-5호), 대구지방환경청(허가번호 제2011-07호), 낙동강유역환경청(허가번호 제2011-7호)의 포획허가를 받은 후 조사를 실시하였다. 현장 조사는 이전 문헌조사(Shim, 1992; ME, 1990s~2008; ME, 1997~2008)에서 출현했던 지역이나 그 인근 지역, 또는 서식여건이 좋은 지역을 중심으로 2011년부터 2012년까지 Fig. 1과 같이 4개 권역으로 나누어 모두 755개 지점을 조사하였다.

### 3. 조사방법

다목장어는 비기생성 어류로 유생은 강의 중상류나 저수지의 모래나 펄이 쌓여있는 소(pool)에서 3~4년 서식하고 이후 가을과 겨울에 걸쳐 성어로 변태하여 여울로 소상하여 이듬해 4~6월에 자갈과 돌이 깔려있는 곳에 산란하는 것으로 보고되어(Shim, 1992; 김, 1997; Yamazaki and Goto, 2000; Sugiyama and Goto, 2002; Takayama, 2002; Yamazaki, 2007), 유생과 성어를 모두 채집할 수 있는 3~5월에 유생은 소의 모래나 펄 지역을, 성어는 여울지역을 집중적으로 조사하였다. 채집은 유생까지 채집할 수 있는 족대(망목 2×2 mm)를 제작하여 사용하였으며, 채집된 개체는 마취제 MS-222(Sindel, Canada)로 마취하여 암·수를 구분하여 전장 및 성비, 발달단계 등을 측정된 후 대부분 바로 방류하였으며, 일부 개체는 실험실로 옮겨 외부형태를 조사하였다.

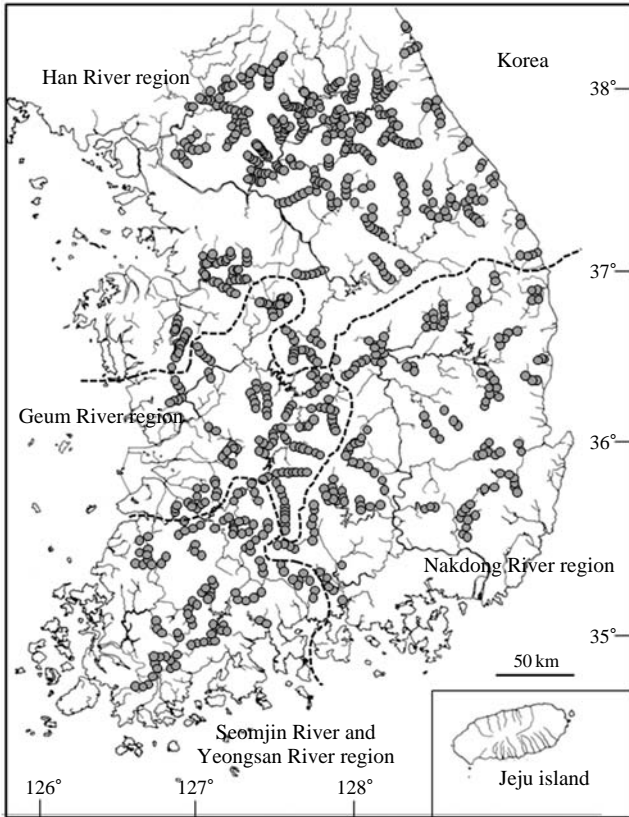


Fig. 1. Map showing the distribution survey stations of *Lethenteron reissneri* in Korea from 2011 to 2012.

4. 서식지 환경

다목장어가 출현한 지역의 물리적 환경요인은 하폭과 유폭, 수심, 고도, 하상구조, 보의 설치 유무 등을 조사하였는데, 하폭과 유폭, 수심 등은 줄자를 이용하여 측정하였고, 하천 형은 Kani (1944)에 따라, 하상구조는 Cummins (1962)의 기준을 응용하였으며, 고도는 Google Earth (Google Inc., 2011)에서 측정하여 사용하였다. 또한 서식지의 기온과 수온, 이화학적 환경요인인 전기전도도(Conductivity)와 용존산소량(DO), pH 등은 디지털온도계 (T-250A, ASAHI, Japan)와 수질측정기 (YSI 556MPS, YSI, USA)를 사용하여 측정하였다.

결과 및 고찰

1. 과거 분포 현황

Shim (1992)은 칠성장어속 어류의 계통분류학적 연구에서 다목장어 *Lethenteron reissneri*의 서식지 41지점을 Fig. 2A와 같이 보고하였는데, 권역별 출현한 지점 수는 한강권역 11개 지점, 금강권역 8개 지점, 섬진강 및 영산강 권역

10개 지점, 낙동강 권역 12개 지점으로 비교적 균등하였으며, 이중 20개체 이상 채집된 지역은 강원도 철원군 김화읍 (23개체)과 갈말읍 (79개체), 충남 공주시 (36개체), 전북 장수군 천천면 (28개체), 전북 남원시 운봉읍 (565개체), 경북 봉화군 봉화읍 (27개체), 경남 하동군 적량면 (31개체) 7개 지점이었으며 전북 남원시 운봉읍이 가장 많이 출현하였다. 환경부의 멸종위기종 분포조사의 일환으로 조사된 다목장어의 서식지역은 57개 지점이었는데 (Fig. 2B), 권역별로는 한강권역 16개 지점, 금강권역 14개 지점, 섬진강 및 영산강 권역 18개 지점, 낙동강 권역 9개 지점으로 섬진강 및 영산강 권역에서 가장 많았다 (ME, 1990s~2008). 또한 환경부 전국자연환경조사에서 출현한 지점은 32개 지점이었으며, 권역별로는 한강권역 7개 지점, 섬진강 및 영산강 권역 8개 지점, 낙동강 권역 17개 지점으로 낙동강 권역이 가장 많았으며 금강권역은 출현하지 않았다 (ME, 1997~2008).

2. 현재의 분포현황

1) 정밀조사를 통한 분포 현황

2011년부터 2012년까지 모두 755개 지점을 조사한 결과 60개 지점에서 유생 208개체, 성어 435개체가 채집되었다 (Fig. 3, Appendix 1). 권역별로 나누어 살펴보면 (Table 1) 한강권역 중 한강은 295개 지점을 조사하여 6개 지점에서 29개체가 채집되었고, 북부 동해안일대는 22개 지점 중 2개 지점에서 186개체의 많은 개체가 채집되었으며, 삼교천에서는 출현하지 않았다. 금강권역의 금강은 118개 지점 중 2개 지점에서 3개체가 출현하였고, 만경강은 1개 지점에서 9개체가, 동진강은 1개 지점에서 21개체가 채집되었다. 섬진강 및 영산강권역의 섬진강은 68개 지점에서 24개 지점에서 292개체가, 영산강은 21개 지점 중 4개 지점에서 35개체가, 탐진강은 15개 지점 중 4개 지점에서 23개체가 채집되었다. 낙동강권역의 낙동강은 116개 지점 중 14개 지점에서 59개체가, 형산강은 8개 지점 중 1개 지점에서 3개체가, 남부 동해안일대는 14개 지점 중 1개 지점에서 2개체가 채집되었다. 따라서 유역면적에 비해 섬진강 및 영산강권역에서 가장 많은 지점수와 채집개체수를 보였으며 한강권역과 금강권역은 유역면적이 넓었으나 적은 지점수에서만 출현하였다. 조사 지점 중 20개체 이상 출현한 지역은 강원도 현내면 배봉리와 명파리 (이상 배봉천), 전북 정읍시 옹동면 산성리 (동진강), 전남 보성군 노동면 금호리, 전남 보성군 북내면 북내리, 전남 보성군 율어면 이동리, 경남 하동군 적량면 동산리, 경남 하동군 횡천면 학리 (이상 섬진강) 8개 지점이었으며 이중 강원도 현내면에서 가장 많은 개체가 채집되었다.

과거 다목장어의 정밀 분포조사가 이루어지지 않아 본 결과와 직접적인 비교가 힘들지만 1990년대부터 2008년까지

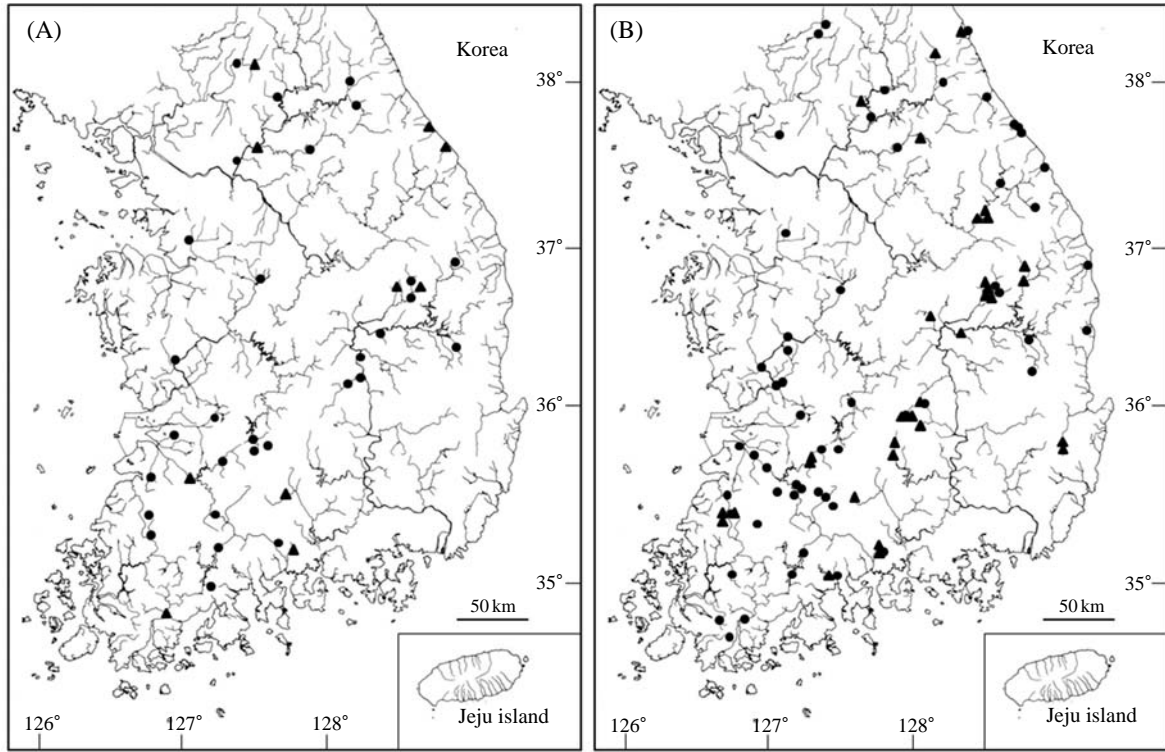


Fig. 2. Before appearance localities of *Lethenteron reissneri* in Korea. A: Shim (1992); black circle: collected by Shim, J.H., black triangle: collected by Choi, G.C., B: ME; black circle: Distribution survey of endangered species by ME (1990s~2008), black triangle: National Environment Investigation of Freshwater fish by ME (1997~2008).

Table 1. Number of survey stations and individuals of *Lethenteron reissneri* in Korea from 2011 to 2012

| Region                            | Rivers             | Survey stations | Appearance stations | No. of individuals |      |       |
|-----------------------------------|--------------------|-----------------|---------------------|--------------------|------|-------|
|                                   |                    |                 |                     | Am*                | Ad** | Total |
| Han River region                  | Han R.             | 295             | 6                   | 2                  | 27   | 29    |
|                                   | Sapgyo S.          | 54              | —                   | —                  | —    | —     |
|                                   | Northeastern coast | 22              | 2                   | 156                | 30   | 186   |
| Geum River region                 | Geum R.            | 118             | 2                   | —                  | 3    | 3     |
|                                   | Mangyeong R.       | 12              | 1                   | 8                  | 1    | 9     |
|                                   | Dongjin R.         | 12              | 1                   | 19                 | 2    | 21    |
| Seomjin R. and Yeongsan R. region | Seomjin R.         | 68              | 24                  | 28                 | 264  | 292   |
|                                   | Yeongsan R.        | 21              | 4                   | 10                 | 25   | 35    |
|                                   | Tamjin R.          | 15              | 4                   | —                  | 23   | 23    |
| Nakdong R. region                 | Nakdong R.         | 116             | 14                  | 2                  | 57   | 59    |
|                                   | Hyeongsan R.       | 8               | 1                   | —                  | 3    | 3     |
|                                   | Southeastern coast | 14              | 1                   | 2                  | —    | 2     |
| Total number                      |                    | 755             | 60                  | 208                | 435  | 643   |

\*Am: ammocoetes; Ad\*\*: adults

지의 출현지역 (Shim, 1992; ME, 1990s~2008; 1997~2008) 과 비교하여 보면, 한강권역에서 임진강 상류부와 동해안의 배봉천은 지속적으로 서식이 확인되고 있으나 북한강 중상류지역과 남한강 상류지역, 북부동해안, 삼교천 등에서는 거의 채집이 되지 않아 급격히 개체수가 감소하였거나 소멸

한 것으로 판단된다. 금강권역에서는 금강 상류인 무주군 일대 2개 지점, 만경강과 동진강 상류에 1개 지점에서만 서식이 확인되어 기존 분포지역인 금강 중하류 지역과 용담댐 상류지역에서 급격히 감소한 것으로 추정된다. 반면 영산강 및 섬진강 권역에서는 비교적 기존 출현지역에 지속

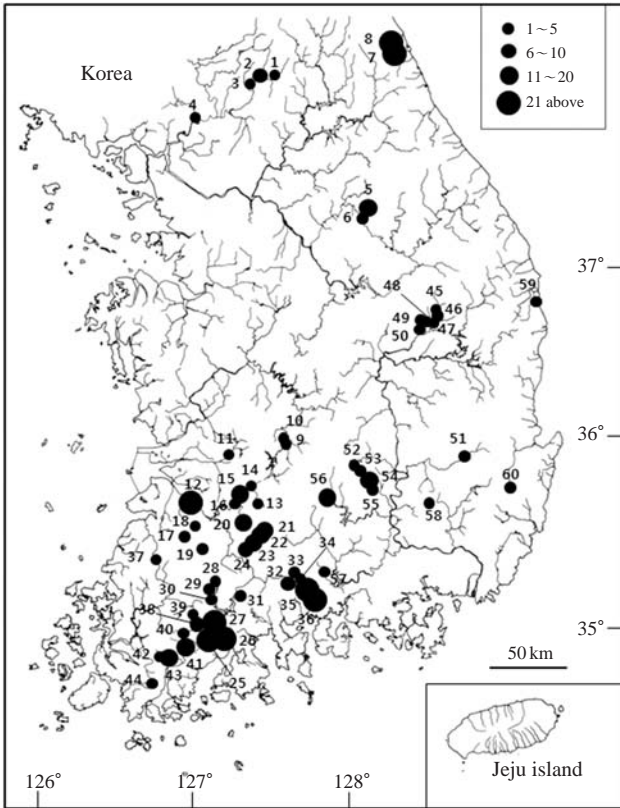


Fig. 3. Appearance stations of *Lethenteron reissneri* in Korea from 2011 to 2012. Data of appearance locality is shown in Appendix 1.

적으로 서식하고 있었으며, 특히 섬진강 지역에서는 본 정밀조사로 보다 많은 지역에 다수의 개체가 서식하고 있는 것이 밝혀져 주목되었다. 낙동강 권역에서는 내성천과 회천, 황강, 형산강 등은 현재에도 서식이 확인되고 있으나 낙동강 상류인 임하댐 상류지역 및 영강, 감천, 남강 일대는 서식이 확인되지 않아 급격히 개체수가 감소하였거나 소멸한 것으로 추정되는데, 특히 Shim (1992)의 조사에서 가장 많이 서식하던 지역인 전북 남원시 운봉읍에서는 서식이 확인되지 않았다. 따라서 영산강 및 섬진강권역을 제외한 한강권역과 금강권역, 낙동강 권역에서 급격한 개체수 및 서식지 감소가 있는 것으로 추정되며, 이들 지역과 많은 개체가 확인된 섬진강 지역을 비교·분석해 보면 감소원인은 도시화 및 서식지 개발, 하천공사, 수질오염 등으로 추정되나 추후 정확한 원인을 밝히기 위해서는 추가 조사가 필요하다고 판단된다.

2) 다목장어 출현지역의 서식지 특징

다목장어가 출현한 지점은 유폍 10~113 m, 수심 8~100 cm, 고도 7~509 m의 Bb 형 하천으로 수생식물이 많이 서식하고 소와 여울이 발달한 곳이었는 데 (Table 2), 이 중 80% 이상의 지점이 유폍 10~60 m, 수심 10~50 cm, 고도 0~250

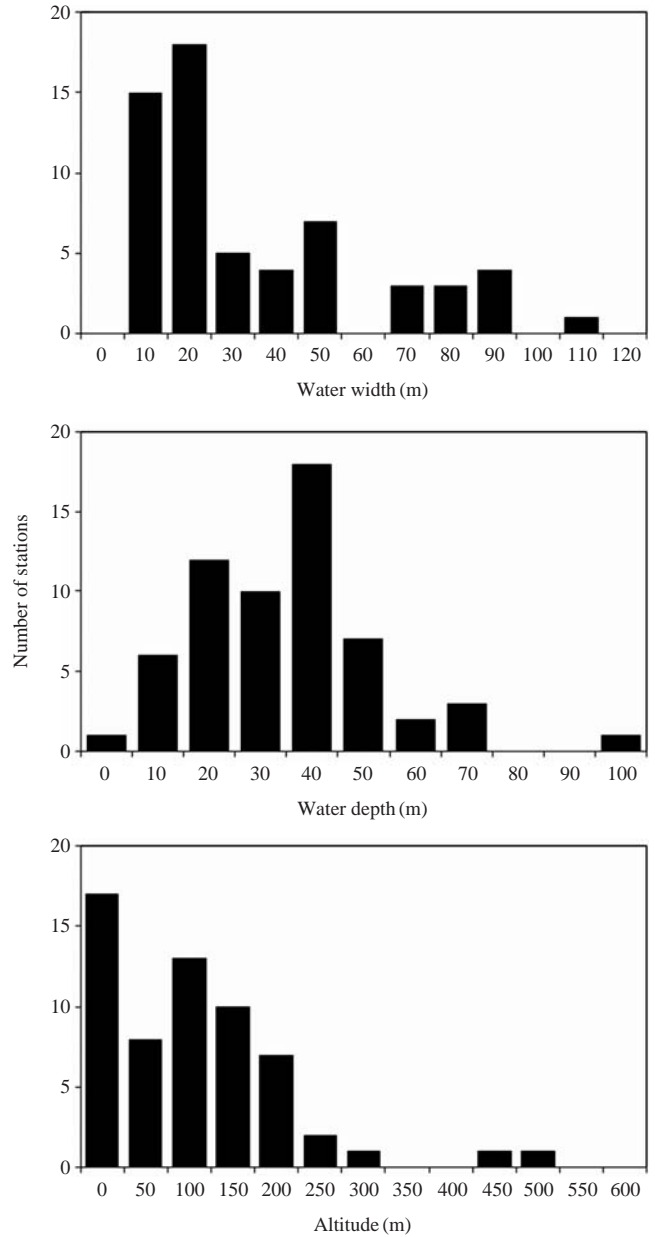


Fig. 4. Water width, water depth and altitude of appearance stations of *Lethenteron reissneri* in Korea from 2011 to 2012.

m인 중·상류 지역이었다 (Fig. 4). 출현지역의 수질은 모두 맑고 투명하였으며, 전기전도도 (conductivity)가 60~100  $\mu\text{s/cm}$ 로 비교적 낮았고, 용존산소량은 10~12 mg/L로 비교적 높았다. 또한 pH는 5~8의 범위를 보였으며, 염도는 0.01~0.07 psu로 순 담수로 나타났다 (Table 3).

유생과 성어는 출현지역의 서식지 차이를 보였는데, 유생은 공통적으로 달뿌리풀 *Phragmites japonica*과 갯버들 (pussy willow)류, 부들 (cattail)류 등이 많이 서식하는 소지역으로 낙엽이나 죽은 수초가 많이 쌓여있고 수심 50~100

Table 2. Habitat characteristics of appearance stations of *Lethenteron reissneri* in Korea from 2011 to 2012

| St. | River width (m) | Water width (m) | Water depth (cm) | Altitude (m) | River types | Bottom substratum (%) <sup>*</sup> |    |    |    |    |    | Weir | Collected area type |
|-----|-----------------|-----------------|------------------|--------------|-------------|------------------------------------|----|----|----|----|----|------|---------------------|
|     |                 |                 |                  |              |             | M                                  | S  | G  | P  | C  | B  |      |                     |
| 1   | 111             | 51              | 25               | 225          | Bb          |                                    | 10 | 10 | 20 | 50 | 10 | ○    | riffle              |
| 2   | 254             | 113             | 35               | 197          | Bb          |                                    | 30 |    | 10 | 20 | 40 | ○    | riffle              |
| 3   | 90              | 85              | 60               | 120          | Bb          | 20                                 | 10 | 10 | 20 | 40 |    | ○    | run                 |
| 4   | 220             | 75              | 15               | 7            | Bb          |                                    | 80 | 20 |    |    |    |      | run                 |
| 5   | 67              | 23              | 40               | 495          | Bb          |                                    | 10 |    | 10 | 30 | 50 | ○    | riffle              |
| 6   | 49              | 20              | 40               | 509          | Bb          |                                    | 30 | 20 | 10 | 20 | 20 | ○    | riffle              |
| 7   | 50              | 21              | 65               | 18           | Bb          | 20                                 | 10 | 20 | 30 | 15 | 5  | ○    | riffle, pool        |
| 8   | 35              | 10              | 45               | 7            | Bb-Bc       | 10                                 | 20 | 10 | 30 | 20 | 10 | ○    | riffle, pool        |
| 9   | 144             | 85              | 35               | 171          | Bb          |                                    |    | 10 | 10 | 50 | 30 |      | riffle              |
| 10  | 181             | 78              | 35               | 175          | Bb          |                                    | 30 | 10 |    | 20 | 40 | ○    | riffle              |
| 11  | 190             | 95              | 30               | 46           | Bb          |                                    | 10 | 10 |    | 20 | 60 | ○    | pool                |
| 12  | 122             | 54              | 45               | 23           | Bb          | 20                                 | 10 | 10 | 20 | 30 | 10 | ○    | pool                |
| 13  | 63              | 30              | 35               | 300          | Bb          |                                    |    |    | 10 | 40 | 50 | ○    | riffle              |
| 14  | 45              | 16              | 40               | 283          | Aa-Bb       |                                    |    | 10 | 20 | 50 | 20 | ○    | pool                |
| 15  | 106             | 35              | 50               | 244          | Bb          | 70                                 | 20 |    |    |    | 10 |      | pool                |
| 16  | 120             | 56              | 45               | 223          | Bb          |                                    | 10 | 10 | 20 | 30 | 20 | ○    | riffle, pool        |
| 17  | 45              | 27              | 50               | 286          | Bb          |                                    | 20 | 20 | 20 | 40 |    | ○    | riffle              |
| 18  | 100             | 28              | 100              | 213          | Bb          |                                    | 20 | 20 | 20 | 40 |    | ○    | run                 |
| 19  | 44              | 25              | 75               | 114          | Bb          | 20                                 | 20 | 10 | 20 | 30 |    | ○    | pool                |
| 20  | 53              | 18              | 15               | 180          | Bb          |                                    |    |    | 30 | 50 | 20 | ○    | riffle              |
| 21  | 130             | 40              | 13               | 186          | Bb          |                                    |    |    | 20 | 50 | 30 | ○    | riffle              |
| 22  | 150             | 45              | 50               | 161          | Bb          |                                    |    | 10 | 20 | 40 | 30 | ○    | riffle              |
| 23  | 165             | 95              | 25               | 131          | Bb          |                                    | 10 | 10 | 20 | 40 | 20 | ○    | riffle              |
| 24  | 140             | 30              | 30               | 118          | Bb          |                                    | 5  | 15 | 20 | 50 | 10 | ○    | riffle              |
| 25  | 90              | 85              | 35               | 149          | Bb          |                                    | 5  | 10 | 15 | 40 | 30 | ○    | riffle              |
| 26  | 35              | 12              | 20               | 111          | Bb          |                                    |    | 10 | 30 | 50 | 10 | ○    | riffle              |
| 27  | 36              | 10              | 25               | 136          | Bb          |                                    | 10 | 20 | 20 | 40 | 10 | ○    | riffle              |
| 28  | 90              | 50              | 25               | 193          | Bb          |                                    |    |    | 20 | 50 | 30 | ○    | riffle              |
| 29  | 33              | 50              | 40               | 181          | Bb          |                                    | 10 | 10 | 20 | 40 | 20 | ○    | riffle              |
| 30  | 73              | 15              | 45               | 125          | Bb          | 10                                 | 20 | 20 | 30 | 20 |    | ○    | pool                |
| 31  | 55              | 10              | 30               | 59           | Bb          |                                    |    | 10 | 10 | 50 | 30 | ○    | riffle              |
| 32  | 65              | 28              | 25               | 9            | Bb          |                                    | 20 | 10 | 10 | 35 | 25 | ○    | riffle              |
| 33  | 80              | 15              | 20               | 7            | Bb          |                                    | 10 | 10 | 50 | 30 |    | ○    | riffle              |
| 34  | 92              | 42              | 15               | 15           | Bb          |                                    |    | 10 | 20 | 40 | 30 | ○    | riffle              |
| 35  | 60              | 22              | 40               | 47           | Bb          |                                    |    |    | 20 | 30 | 50 | ○    | riffle              |
| 36  | 64              | 20              | 75               | 64           | Bb          |                                    |    | 10 | 30 | 40 | 20 | ○    | riffle              |
| 37  | 87              | 13              | 55               | 42           | Bb          | 40                                 | 30 | 10 | 0  | 10 | 10 | ○    | riffle              |
| 38  | 105             | 26              | 45               | 65           | Bb          | 5                                  | 20 | 20 | 15 | 30 | 10 | ○    | pool                |
| 39  | 124             | 23              | 35               | 73           | Bb          |                                    | 5  | 15 | 20 | 55 | 5  | ○    | riffle              |
| 40  | 70              | 20              | 45               | 103          | Bb          |                                    |    | 5  | 5  | 50 | 40 | ○    | riffle              |
| 41  | 152             | 35              | 50               | 37           | Bb          |                                    |    | 10 | 20 | 30 | 40 | ○    | riffle              |
| 42  | 65              | 20              | 45               | 47           | Bb          |                                    | 10 | 10 | 30 | 40 | 10 | ○    | riffle              |
| 43  | 70              | 18              | 25               | 39           | Bb          |                                    | 20 | 10 | 10 | 40 | 20 | ○    | riffle              |
| 44  | 53              | 15              | 40               | 31           | Bb          |                                    |    | 10 | 20 | 50 | 20 | ○    | riffle              |
| 45  | 56              | 14              | 40               | 207          | Bb          |                                    |    | 20 | 30 | 50 |    | ○    | riffle              |
| 46  | 58              | 14              | 40               | 201          | Bb          |                                    | 20 | 20 | 20 | 40 |    | ○    | riffle              |
| 47  | 57              | 13              | 25               | 183          | Bb          |                                    | 40 |    | 10 | 20 | 30 |      | riffle              |
| 48  | 118             | 20              | 15               | 159          | Bb          |                                    | 5  | 5  | 20 | 60 | 10 | ○    | riffle              |
| 49  | 90              | 29              | 25               | 115          | Bb          |                                    | 10 | 10 | 10 | 50 | 20 | ○    | riffle, pool        |
| 50  | 42              | 20              | 48               | 108          | Bb          | 5                                  | 5  | 10 | 30 | 40 | 10 | ○    | pool                |
| 51  | 126             | 20              | 35               | 104          | Bb          |                                    |    |    | 30 | 60 | 10 | ○    | riffle              |
| 52  | 100             | 53              | 40               | 111          | Aa-Bb       |                                    | 10 | 10 | 20 | 40 | 20 | ○    | riffle              |
| 53  | 133             | 37              | 45               | 75           | Bb          |                                    |    | 10 | 20 | 30 | 10 | ○    | riffle              |
| 54  | 280             | 93              | 8                | 48           | Bb          |                                    | 20 | 10 | 10 | 50 | 10 | ○    | riffle              |
| 55  | 214             | 75              | 10               | 33           | Bb          |                                    | 5  | 10 | 15 | 60 | 0  | ○    | riffle              |
| 56  | 82              | 40              | 50               | 231          | Bb          |                                    |    |    | 10 | 30 | 60 | ○    | riffle              |
| 57  | 157             | 96              | 23               | 62           | Bb          |                                    |    |    | 10 | 40 | 50 | ○    | riffle              |
| 58  | 168             | 57              | 75               | 85           | Bb          |                                    |    | 10 | 20 | 40 | 30 | ○    | riffle              |
| 59  | 96              | 13              | 55               | 14           | Bb          | 20                                 | 5  | 15 | 15 | 30 | 5  | ○    | pool                |
| 60  | 105             | 25              | 25               | 68           | Bb          |                                    |    | 10 | 20 | 40 | 30 | ○    | riffle              |

\*M: Mud (~0.1 mm), S: Sand (0.1~2 mm), G: Gravel (2~16 mm), P: Pebble (16~64 mm), C: Cobble (64~256 mm), B: Boulder (256&lt; mm).

Table 3. Water quality measured of appearance stations of *Lethenteron reissneri* in Korea from 2011 to 2012

| Rivers          | Stations          | Water temperature (°C) | Conductivity (µs/cm) | DO (mg/L) | pH      | Salinity (psu) |
|-----------------|-------------------|------------------------|----------------------|-----------|---------|----------------|
| Gimhawnamdae S. | 1,2,3             | 11.3~14.5              | 60~100               | 9.8~11.1  | 7.1~7.7 | 0.01~0.02      |
| Jucheon R.      | 5,6               | 8.4~9.1                | 91~150               | 12.3~12.9 | 5.9~6.4 | 0.06~0.07      |
| Baebong S.      | 7,8               | 8.4~8.7                | 45~46                | 10.6~11.8 | 5.6~7.3 | 0.03           |
| Geum R.         | 9,10              | 14.2~15.0              | 73~80                | 10.3~11.0 | 6.0~7.1 | 0.03~0.04      |
| Seomjin R.      | 13,14,15,16       | 10.0~11.8              | 90~111               | 10.0~10.6 | 5.4~6.8 | 0.05~0.07      |
| Osu S.          | 20                | 5.6                    | 65                   | 12.8      | 6.1     | 0.05           |
| Yo S.           | 21,22,23,24       | 5.6~11.0               | 65~98                | 11.8~12.8 | 5.5~6.1 | 0.05~0.06      |
| Boseong R.      | 25,26             | 7.5~10.4               | 66~78                | 11.1~11.8 | 4.8~5.6 | 0.05           |
| Yureo S.        | 27                | 13.2                   | 76                   | 9.6       | 4.8     | 0.05           |
| Dongbuk S.      | 28,29,30          | 9.5~10.8               | 65~71                | 9.6~12.6  | 4.3~4.8 | 0.04~0.05      |
| Agyang S.       | 32                | 12.6                   | 65                   | 11.6      | 5.9     | 0.04           |
| Heongcheon R.   | 33,34,35,36       | 8.5~10.5               | 46~52                | 11.1~11.5 | 7.4~7.8 | 0.01~0.03      |
| Jisuk S.        | 38,39             | 7.5~10.5               | 74~80                | 11.5~12.8 | 6.5~6.8 | 0.04~0.05      |
| Tamjin R.       | 40,41,42,43       | 9.9~15.0               | 78~81                | 10.3~11.6 | 6.8~8.1 | 0.04~0.05      |
| Gyegok S.       | 44                | 9.4                    | 98                   | 11.7      | 5.4     | 0.07           |
| Naeseong S.     | 45,46,47,48,49,50 | 12.2~12.9              | 96~112               | 10.2~11.7 | 4.9~6.6 | 0.06~0.07      |
| Jaho S.         | 51                | 16.6                   | 134                  | 9.7       | 5.2     | 0.08           |
| Hoe S.          | 52,53,54,55       | 8.6~15.1               | 51~96                | 5.8~9.8   | 4.5~5.6 | 0.03~0.06      |
| Hwang R.        | 56                | 12.3                   | 46                   | 10.0      | 6.6     | 0.02           |
| Deokcheon R.    | 57                | 12.1                   | 47                   | 9.6       | 8.8     | 0.03           |
| Miryang R.      | 58                | 13.4                   | 142                  | 13.5      | 6.0     | 0.09           |
| Wangpi S.       | 59                | 12.7                   | 125                  | 9.0       | 5.1     | 0.07           |
| Hyeongsan R.    | 60                | 13.4                   | 142                  | 13.5      | 6.0     | 0.09           |

cm이며 하상은 펄과 모래로 이루어진 곳에서 서식하고 있어 일본 다목장어 유생의 서식지와 유사하였다(Yamazaki, 2007). 성어는 유생이 서식하는 소 위쪽의 자갈과 돌이 쌓여 있는 여울부에서 주로 채집되었다. 보(weir)가 설치되어 있는 경우 보 아래의 여울부에서 주로 채집되었는데, 다목장어는 유생에서 성체로 변태 후 산란을 위하여 가을부터 이른 봄에 상류부로 소상하여 이듬해 5~6월에 자갈과 돌이 쌓여 있는 곳에 산란하는 것으로 알려져 있어(Shim, 1992; Yamazaki and Goto, 2000; Sugiyama and Goto, 2002; Takayama, 2002), 산란을 위하여 상류의 여울로 소상한 개체가거나 보로 인하여 더 이상 소상하지 못하고 가장 가까운 여울부에 머물던 개체들로 판단된다.

우리나라는 벼농사를 짓는 농경문화가 발달되어 있고 이로 인해 대부분의 하천에 물을 공급하기 위한 보가 34,012개 설치되어 있으며 이중 어도가 설치된 보는 5,081개로 어도 설치율은 14.9%에 불과하다(농림수산식품부, 2010). 이로 인해 많은 어류의 소상 및 하강에 큰 문제를 야기하고 있는데, 특히 회유성 어류에 있어서는 서식지의 단절 및 협소화 등의 문제를 야기시키는 것으로 보고되고 있다(고 등, 2007; 이 등, 2010; 농림수산식품부, 2010; 고 등, 2013). 본 조사결과에서도 다목장어 성어는 보 아래쪽에서 많이 채집되고 있어, 보가 상류로의 소상에 큰 장애물로 작용하는 것으로 판단된다. 따라서 다목장어의 안정된 서식 및 자유로운 이동을 위해서는 하천에 설치된 보에 소상이 가능한 어도의 설치가 꼭 필요하다고 사료된다.

3) 수계별 전장빈도 및 체색

수계별 채집된 성어의 지리적 전장분포 양상은 Fig. 5와 같이 나타났으며 가장 작은 개체는 전장 114 mm(배봉천, 수컷), 가장 큰 개체는 219 mm(섬진강, 암컷)였다. 한강집단을 제외하고 다른 지역 모두에서 암컷이 수컷보다 3~25 mm가 더 컸으나 대부분 중복되는 경향을 보였다. 암컷은 한강집단이 163±13.8 mm로 가장 컸고, 그 다음으로 낙동강집단 160±13.5 mm, 금강집단 156±7.1 mm, 섬진강집단과 탐진강집단, 영산강집단은 유사하게 144~147 mm였으며, 배봉천집단이 133±8.4 mm로 가장 작았다. 수컷도 한강집단이 168±13.9 mm로 가장 컸고 그 다음으로 낙동강집단 151±16.7 mm, 섬진강집단과 탐진강집단, 영산강집단은 유사하게 137~142 mm였으며, 배봉천집단이 125±6.8 mm로 가장 작았다. 따라서 전체적인 전장크기는 한강집단이 다른 집단에 비해 10~40 mm가 더 커서 구별되는 특징을 보였다. 체색에 있어서는 배봉천과 금강, 섬진강, 영산강, 탐진강, 낙동강 등의 집단은 비교적 체색이 밝으며 특별한 무늬가 없으나 한강집단은 비교적 체색이 진하고 얼룩무늬가 있는 개체가 많으며 등쪽을 따라 밝은 띠가 형성되어 있어 구별되었다. Shim(1992)는 한강의 다목장어가 다른 집단들과 달리 유생기의 꼬리지느러미의 체색과 성어의 상순치, 단백질 전기영동상의 차이점 등으로 별종의 가능성을 제기한 바 있으며, 최근 일본에 서식하는 다목장어류는 기존 다목장어 *Lethenteron reissneri*와 구별되는 *Lethenteron* sp. N과 *L. sp. S*로 보고되고 있으며(Yamazaki and Goto, 1996;

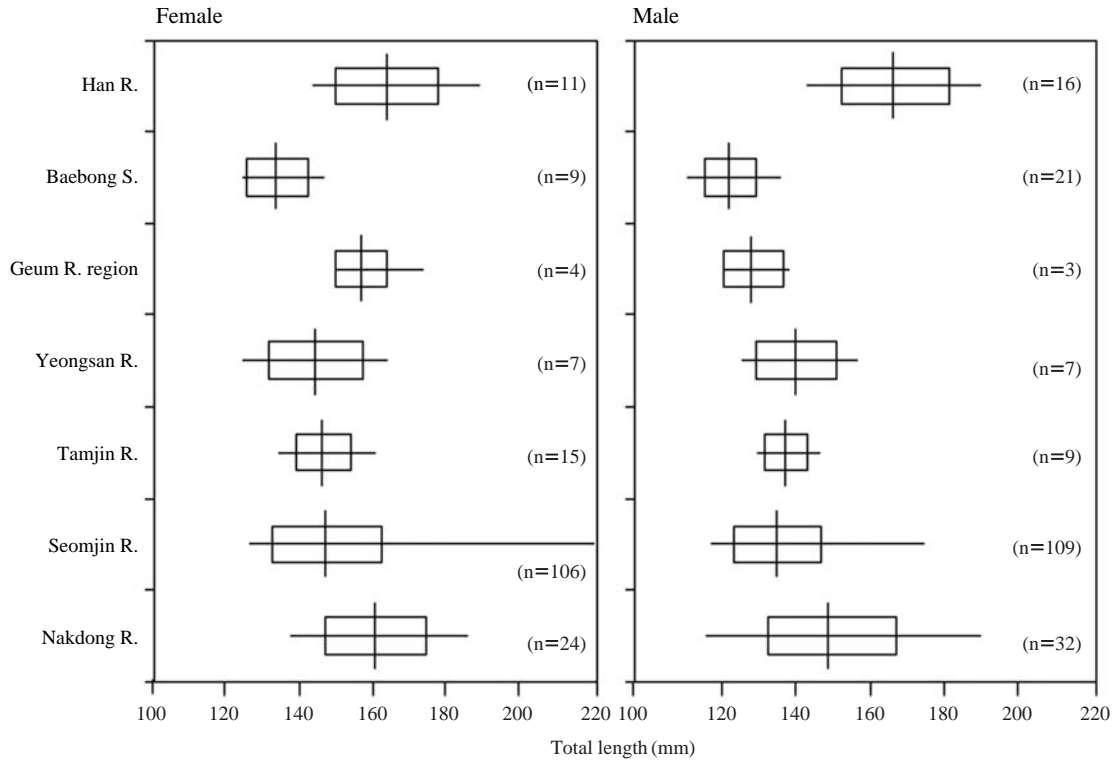


Fig. 5. The geographical variation of the total length in *Lethenteron reissneri* in Korea. The diagram indicates the mean (vertical line), standard deviation (rectangle), and range (horizontal line). \*Geum River region: Geum River (male 2), Mangyeong River (female 2, male 1) and Dongjin River (female 2).

1997; Yamazaki *et al.*, 1999, 2003, 2006), 우리나라의 배봉천과 낙동강에 서식하는 개체는 *L. sp. S*에 속한다고 보고되었다(Yamazaki *et al.*, 1999, 2006). 따라서 우리나라에 서식하는 다목장어류의 분류학적 재검토가 필요하다고 판단된다.

### 3. 멸종위협 평가 및 보전방향

세계보전연명(IUCN)은 2001년 멸종위기에 처한 종들의 객관적이고 투명한 평가를 통해 체계적으로 보호하기 위하여 적색목록(Red List) 범주와 기준지침서를 발간하였다(Version 3.1; IUCN, 2001). 우리나라에서는 이를 근거로 2011년 어류의 적색자료집(국립생물자원관, 2011)을 발간하였는데, 객관적인 자료가 부족하여 ME(1997~2008)의 출현자료 및 감소경향 등의 자료를 근거로 적색목록을 평가·선정하였으며, 다목장어는 취약(Vulnerable) B2ab(i,ii,iii,iv)으로 평가된 바 있다. 본 정밀 분포조사 결과를 적용하여 보면, 다목장어는 과거에 정확한 분포 및 서식개체수를 알 수 없으나 과거의 분포자료(Shim, 1992; ME, 1990s~2008, 1997~2008)와 비교하여 볼 때 한강과 금강, 낙동강 일부에서 서식지가 급격히 감소하고 조각화 되는 것으로 추정되며, 출현지역이 60개 지점으로 점유면적 500 km<sup>2</sup> 이하이고, 성숙한 성어의 수가 436개체로 1,000개체 이하로 나타나

취약(Vulnerable) B2ab(ii,iii,iv,v);D1으로 평가되었다.

특정한 생활사를 가지고 있는 다목장어의 체계적인 보전을 위해서는 아직까지 분류학적으로 많은 논란이 되고 있는 무악류의 분류학적 규명이 선행되어야 한다. 그리고 현재 비교적 많은 지점에서 출현하고 있으나 대부분 서식개체수가 소수이고 서식시간 단절 및 조각화 되어 있기 때문에 시급히 보전학적 연구가 필요한데, 다목장어의 보전학적 연구는 2011년부터 기초적인 연구만이 이루어지고 있는 실정이다(국토해양부, 2011, 2012). 따라서 체계적인 보전학적 연구를 위해서는 지속적인 서식현황 파악 및 기초생태조사, 유전다양성 및 유전적 집단구조 분석, 부화기법 및 인공종묘생산기술 개발 등의 연구가 상호 보완적으로 이루어져야 할 것이다.

### 요 약

우리나라 멸종위기어류 다목장어의 분포 및 서식지 특징을 밝히기 위해 2011년부터 2012년까지 분포조사를 실시하였다. 조사기간 동안 모두 755개 지점을 조사한 결과 한강권역에서 8개 지점, 금강권역에서 4개 지점, 섬진강 및 영산강권역에서 32개 지점, 낙동강권역에서 16개 지점 등 모



두 60개 지점에서 유생 208개체, 성어 435개체를 채집하였다. 과거의 출현지역과 비교하면 한강 및 금강, 동해안 독립 하천, 삼교천 등에서 급격히 감소한 것으로 추정된 반면, 섬진강은 과거보다 많은 출현지점과 개체수가 확인되었다. 출현지역의 서식지 특징은 물이 맑고 소와 여울이 잘 발달한 중상류 지역으로 수생식물이 많이 서식하는 곳이었다. 다목장어의 분포양상을 세계자연보전연맹(IUCN) 적색목록 기준 지침서에 따라 평가한 결과 일부 지역에서 서식지역이 급격히 감소하고 있고 출현 지점수와 채집된 성어 수 등을 고려할 때 취약(VU) B2ab(ii,iii,iv,v);D1으로 평가되었으며, 그 밖에 다목장어의 보전 방안에 대해 논의하였다.

## 사 사

환경부 멸종위기종 분포조사(ME, 1990s~2008) 및 환경부 전국자연환경조사(ME, 1997~2008)의 자료를 제공하여 주신 국립생물자원관 구연봉 박사님과 김병직 박사님, 권선만 박사님께 감사드립니다.

## 인 용 문 헌

고명훈 · 김익수 · 박종영 · 이용주. 2007. 옥정호 옥봉형 은어 *Plecoglossus altivelis* (Pisces: Osmeridae)의 성장과 보에 따른 영향. 한국어류학회지, 19: 142-153.

고명훈 · 문신주 · 방인철. 2013. 고성 배봉천의 어류군집과 멸종위기어종의 서식현황. 생태와 환경, 46(2): 192-204.

국립생물자원관. 2011. 한국의 멸종위기 야생동·식물 적색자료집 (어류). 국립생물자원관, pp. 64-65.

국토해양부. 2010. 4대강 수계 멸종위기어종 증식 및 복원. 순천향대학교, 489pp.

국토해양부. 2011. 4대강 수계 멸종위기어류 증식 · 복원 연구(II). 순천향대학교, 363pp.

국토해양부. 2012. 4대강 수계 멸종위기어류 증식 · 복원 연구(III). 순천향대학교, 422pp.

김익수. 1997. 한국동식물도감 제37권 동물편(담수어류). 교육부, 629pp.

김익수 · 김용식 · 김홍주 · 한상훈 · 방인철 · 채병수 · 송호복 · 강연중. 2006. 한국의 멸종위기 야생동식물 현황과 보존. 전북대학교 부설 생물다양성연구소.

김익수 · 박종영. 2007. 한국의 민물고기. 교학사, 467pp.

김익수 · 최 윤 · 이충렬 · 이용주 · 김병직 · 김지현. 2005. 원색한국어류대도감. 교학사, 615pp.

농림수산식품부. 2010. 전국어도실태조사 및 DB구축 연구. 275pp.

이완옥 · 고명훈 · 백재민 · 김대회 · 전형주 · 김정환. 2010. 고성 북천의 어류상 및 어류군집의 특성. 한국어류학회지, 22: 238-248.

환경부. 2005. 야생동 · 식물 보호법(법률 제1716호).

환경부. 2012. 야생생물 보호 및 관리에 관한 법률(법률 제10977호).

Cummins, K.W. 1962. An evolution of some techniques for the collection and analysis of benthic samples with special emphasis on lotic waters. Amer. Midl. Nat'l., 67: 477-504.

Dobowski, B.I. 1869. Vorläufige Mittheilungen über die Fishchfauna des Ononflusses und des Ingoda in Transbaikalien. Verh. K. K. Zool. Bot. Ver. Ges. Wien V., 19: 945-958.

IUCN. 2001. IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, U.K. ii+30pp.

Kani, T. 1944. Ecology of mountain stream insects. Reserch history, Tokyo. (in Japanese)

Masters, J.E.G., M.H. Jang, K. Ha, P.D. Bird and P.A. Frear. 2006. The commerical exploitation of a protected anadromous species, the river lamprey (*Lampetra fluviatilis* (L.)), in the tidal River Ouse, northeast England. Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst., 16: 77-92.

ME (Ministry of Environment). 1990s-2008. Distribution survey of endangered species (*Lethenteron reissneri*).

ME (Ministry of Environment). 1997-2008. National Environment Investigation of Freshwater fish.

Moser, M.L., J.M. Butzerin and D.B. Dey. 2007. Capture and collection of lampreys: the state of the science. Rev. Fish. Bio. Fisheries, 14: 45-56.

Nakabo, T. 2002. Fishes of Japan with pictorial keys to the species, English edition. Tokai University Press, 1749pp.

Nelson, J.S. 2006. Fishes of the World. John Wiley & Sons, Inc., pp. 139-143.

Potter, I.C. and H.S. Gill. 2003. Adaptive radiation of lampreys. J. Great Lakes Res., 29: 95-112.

Renaud, C.B. 2011. Lampreys of the Word. An annotated and illustrated catalogus of lamprey species known to date. FAO Species Catalogue for Fishery Purposes No. 5, 109pp.

Shim, J.H. 1992. A Systematic Study on the geus *Lampetra* (Agnatha, Petromyzonidae) from Korea. Chonbuk National University. Doctoral Thesis, 150 pp. (in Korean)

Sugiyama, H. and A. Goto. 2002. Habitat selection by larvae of a fluvial lamprey, *Lethenteron reissneri*, in a small stream and an experimental aquarium. Ichthyol. Res., 49: 62-68.

Tahara, Y. 1988. Normal stages of development in the lamprey, *Lampetra reissneri* (Dybowski). Zool. Sci., 5: 109-118.

Takayama, M. 2002. Spawning activites and physical characteristics of the spawning ground of *Lethenteron reissneri* at the headstream of the Himekawa River, central Japan. Ichthyol. Res., 49: 165-170.

Tuunainen, P., E. Ikonen and H. Auvinen. 1980. Lampreys and lamprey fisheries in Finland. Can. J. Fish Aquat. Sci., 37: 1953-1959.

Valtonen, T. 1980. European river lamprey (*Lampetra fluviatilis*) fishing and lampery populations in some rivers running into Bothnian Bay, Finland. Can. J. Fish Aquat. Sci., 37: 1967-

- 1973.
- Yamazaki, Y. 2007. Microhabitat use by the larvae of cryptic lamprey species in *Lethenteron reissneri* in a sympatric area. Ichthyol. Res., 54: 24-31.
- Yamazaki, Y. and A. Goto. 1996. Genetic differentiation of *Lethenteron reissneri* populations, with reference to the existence of discrete taxonomic entities. 1996. Ichthyol. Res., 43: 283-299.
- Yamazaki, Y. and A. Goto. 1997. Morphometric and meristic characteristics of two groups of *Lethenteron reissneri*. Ichthyol. Res., 44: 15-25.
- Yamazaki, Y. and A. Goto. 2000. Breeding season and nesting assemblages in two forms of *Lethenteron reissneri*, with reference to reproductive isolating mechanisms. Ichthyol. Res., 47: 271-276.
- Yamazaki, Y., A. Goto, H.K. Byeon and S.R. Jeon. 1999. Geographical distribution patterns of the two genetically divergent forms of *Lethenteron reissneri* (Pisces: Petromyzotidae). Biogeography, 1: 49-56.
- Yamazaki, Y., A. Goto. and M. Nishida 2003. Mitochondrial DNA sequence divergence between two cryptic species of *Lethenteron*, with reference to an improved identification technique. J. Fish Biol., 62: 591-609.
- Yamazaki, Y., R. Yokoyama, M. Nishida and A. Goto. 2006. Taxonomy and molecular phylogeny of *Lethenteron* lampreys in eastern Eurasia. J. Fish Biol., 68 (Supplement): 251-269.
- Yamazaki, Y., S. Konno and A. Goto. 2001. Interspecific differences in egg size and fecundity among Japanese lampreys. Fish. Sci., 67: 375-377.

Appendix 1. Prefectures and number of individuals of appearance stations of *Lethenteron reissneri* in Korea from 2011 to 2012

| Stations                    | Prefectures  | No. of individuals* |     |       | River           | River system |
|-----------------------------|--|---------------------|-----|-------|-----------------|--------------|
|                             |  | Am                  | Ad  | Total |                 |              |
| St. 1                       | Eumnae-ri, Gimhwa-eup, Cheorwon-gun, Gangwon-do              |                     | 4   | 4     | Gimhawnamdae S. | Imjin R.     |
| St. 2                       | Toseong-ri, Galmal-eup, Cheorwon-gun, Gangwon-do             |                     | 9   | 9     | Gimhawnamdae S. | Imjin R.     |
| St. 3                       | Guntan-ri, Galmal-eup, Cheorwon-gun, Gangwon-do              | 1                   |     | 1     | Gimhawnamdae S. | Imjin R.     |
| St. 4                       | Jeondong-ri, Baekhak-myeon, Yeoncheon-gun, Gyeonggi-do       | 1                   |     | 1     | Sami S.         | Imjin R.     |
| St. 5                       | Japo-ri, Dunnae-myeon, Hoengseong-gun, Gangwon-do            |                     | 3   | 3     | Jucheon R.      | Han R.       |
| St. 6                       | Seongmun-ri, Dunnae-myeon, Hoengseong-gun, Gangwon-do        |                     | 12  | 12    | Jucheon R.      | Han R.       |
| St. 7                       | BaeBong-ri, Hyeonnae-myeon, Goseong-gun, Gangwon-do          | 111                 | 15  | 126   | Baebong S.      | Baebong S.   |
| St. 8                       | Myeongpa-ri, Hyeonnae-myeon, Goseong-gun, Gangwon-do         | 45                  | 15  | 60    | Baebong S.      | Baebong S.   |
| St. 9                       | Daecha-ri, Muju-eup, Muju-gun, Jeollabuk-do                  |                     | 1   | 1     | Geum R.         | Geum R.      |
| St. 10                      | Naedo-ri, Muju-eup, Muju-gun, Jeollabuk-do                   |                     | 2   | 2     | Geum R.         | Geum R.      |
| St. 11                      | Eumnae-ri, Gosan-myeon, Wanju-gun, Jeollabuk-do              | 8                   | 1   | 9     | Gosan S.        | Mangyeong R. |
| St. 12                      | Sanseong-ri, Ongdong-myeon, Jeongeup-si, Jeollabuk-do        |                     | 2   | 2     | Dongjin R.      | Dongjin R.   |
| St. 13                      | Ungyo-ri, Baegun-myeon, Jinan-gun, Jeollabuk-do              |                     | 2   | 2     | Seomjin R.      | Seomjin R.   |
| St. 14                      | Deokcheon-ri, Maryeong-myeon, jnan-gun, Jeollabuk-do         | 2                   |     | 2     | Seomjin R.      | Seomjin R.   |
| St. 15                      | Yongpo-ri, Seongsu-myeon, Jinan-gun, Jeollabuk-do            | 13                  |     | 13    | Seomjin R.      | Seomjin R.   |
| St. 16                      | Bangsu-ri, Gwanchon-myeon, Imsil-gun, Jeollabuk-do           | 4                   | 4   | 8     | Seomjin R.      | Seomjin R.   |
| St. 17                      | Nongam-ri, Bokheung-myeon, Sunchang-gun, Jeollabuk-do        | 1                   | 1   | 2     | Chunyeong S.    | Seomjin R.   |
| St. 18                      | Obong-ri, Ssangchi-myeon, Sunchang-gun, Jeollabuk-do         | 2                   |     | 2     | Chunyeong S.    | Seomjin R.   |
| St. 19                      | Sandong-ri, Paldeok-myeon, Sunchang-gun, Jeollabuk-do        | 3                   |     | 3     | Gyeong S.       | Seomjin R.   |
| St. 20                      | Yangji-ri, Seongsu-myeon, Imsil-gun, Jeollabuk-do            |                     | 17  | 17    | Osu S.          | Seomjin R.   |
| St. 21                      | Daeron-ri, Beonam-myeon, Jangsu-gun, Jeollabuk-do            |                     | 13  | 13    | Yo S.           | Seomjin R.   |
| St. 22                      | Bujeol-ri, Sandong-myeon, Namwon-si, Jeollabuk-do            |                     | 14  | 14    | Yo S.           | Seomjin R.   |
| St. 23                      | Sikjeong-dong, Namwon-si, Jeollabuk-do                       |                     | 17  | 17    | Yo S.           | Seomjin R.   |
| St. 24                      | Gojuk-dong, Namwon-si, Jeollabuk-do                          |                     | 7   | 7     | Yo S.           | Seomjin R.   |
| St. 25                      | Geumho-ri, Nodong-myeon, Boseong-gun, Jeollanam-do           |                     | 23  | 23    | Boseong R.      | Seomjin R.   |
| St. 26                      | Bongnae-ri, Bongnae-myeon, Boseong-gun, Jeollanam-do         |                     | 20  | 20    | Boseong R.      | Seomjin R.   |
| St. 27                      | Idong-ri, Yureo-myeon, Boseong-gun, Jeollanam-do             |                     | 26  | 26    | Yureo S.        | Seomjin R.   |
| St. 28                      | Imgok-ri, Buk-myeon, Hwasun-gun, Jeollanam-do                |                     | 5   | 5     | Dongbuk S.      | Seomjin R.   |
| St. 29                      | Yasa-ri, Iseo-myeon, Hwasun-gun, Jeollanam-do                |                     | 1   | 1     | Dongbuk S.      | Seomjin R.   |
| St. 30                      | Geomsan-ri, Nam-myeon, Hwasun-gun, Jeollanam-do              | 3                   |     | 3     | Dongbuk S.      | Seomjin R.   |
| St. 31                      | Pyeong-ri, Moksadong-myeon, Gokseong-gun, Jeollanam-do       |                     | 4   | 4     | Moksadong S.    | Seomjin R.   |
| St. 32                      | Chukji-ri, Agyang-myeon, Hadong-gun, Gyeongsangnam-do        |                     | 8   | 8     | Agyang S.       | Seomjin R.   |
| St. 33                      | Dongsan-ri, Jeongnyang-myeon, Hadong-gun, Gyeongsangnam-do   |                     | 44  | 44    | Heongcheon R.   | Seomjin R.   |
| St. 34                      | Hak-ri, Hoengcheon-myeon, Hadong-gun, Gyeongsangnam-do       |                     | 55  | 55    | Heongcheon R.   | Seomjin R.   |
| St. 35                      | Wolpyeong-ri, Hoengcheon-myeon, Hadong-gun, Gyeongsangnam-do |                     | 2   | 2     | Heongcheon R.   | Seomjin R.   |
| St. 36                      | Myeongho-ri, Cheongam-myeon, Hadong-gun, Gyeongsangnam-do    |                     | 1   | 1     | Heongcheon R.   | Seomjin R.   |
| St. 37                      | Jangsan-ri, Hwangnyong-myeon, Jangseong-gun, Jeollanam-do    | 2                   | 2   | 4     | Gwandong S.     | Yeongsan R.  |
| St. 38                      | Hanji-ri, Cheongpung-myeon, Hwasun-gun, Jeollanam-do         | 3                   |     | 3     | Jisuk S.        | Yeongsan R.  |
| St. 39                      | Secheong-ri, Iyang-myeon, Hwasun-gun, Jeollanam-do           | 5                   | 11  | 16    | Jisuk S.        | Yeongsan R.  |
| St. 40                      | Yongmun-ri, Yuchi-myeon, Jangheung-gun, Jeollanam-do         |                     | 2   | 2     | Tamjin R.       | Tamjin R.    |
| St. 41                      | Yongban-ri, Busan-myeon, Jangheung-gun, Jeollanam-do         |                     | 11  | 11    | Tamjin R.       | Tamjin R.    |
| St. 42                      | Hyeonsan-ri, Jakcheon-myeon, Gangjin-gun, Jeollanam-do       |                     | 4   | 4     | Hakdong S.      | Tamjin R.    |
| St. 43                      | Pyeong-ri, Jakcheon-myeon, Gangjin-gun, Jeollanam-do         |                     | 17  | 17    | Hakdong S.      | Tamjin R.    |
| St. 44                      | Seongjin-ri, Gyegok-myeon, Haenam-gun, Jeollanam-do          |                     | 1   | 1     | Gyegok S.       | Gyegok S.    |
| St. 45                      | Bukji-ri, Murya-myeon, Bonghwa-gun, Gyeongsangbuk-do         |                     | 1   | 1     | Naeseong S.     | Nakdong R.   |
| St. 46                      | Docheon-ri, Bonghwa-eup, onghwa-gun, Gyeongsangbuk-do        | 1                   |     | 1     | Naeseong S.     | Nakdong R.   |
| St. 47                      | Hwacheon-ri, Bonghwa-eup, onghwa-gun, Gyeongsangbuk-do       |                     | 1   | 1     | Naeseong S.     | Nakdong R.   |
| St. 48                      | Sinjeon-ri, Anjeong-myeon, Yeongju-si, Gyeongsangbuk-do      |                     | 4   | 4     | Naeseong S.     | Nakdong R.   |
| St. 49                      | Jeogok-ri, Yongmun-myeon, Yecheon-gun, Gyeongsangbuk-do      | 1                   | 2   | 3     | Naeseong S.     | Nakdong R.   |
| St. 50                      | Saengcheon-ri, Yecheon-eup, Yecheon-gun, Gyeongsangbuk-do    |                     | 2   | 2     | Naeseong S.     | Nakdong R.   |
| St. 51                      | Seonwon-ri Imgo-myeon Yeongcheon-si Gyeongsangbuk-do         |                     | 1   | 1     | Jaho S.         | Nakdong R.   |
| St. 52                      | Hajuk-ri, Gacheon-myeon, Seongju-gun, Gyeongsangbuk-do       |                     | 1   | 1     | Hoe S.          | Nakdong R.   |
| St. 53                      | Suryun-ri, Suryun-myeon, Seongju-gun, Gyeongsangbuk-do       |                     | 2   | 2     | Hoe S.          | Nakdong R.   |
| St. 54                      | Nameun-ri, Suryun-myeon, Seongju-gun, Gyeongsangbuk-do       |                     | 18  | 18    | Hoe S.          | Nakdong R.   |
| St. 55                      | Wolsan-ri, Unsu-myeon, Goryeong-gun, Gyeongsangbuk-do        |                     | 2   | 2     | Hoe S.          | Nakdong R.   |
| St. 56                      | Malheul-ri, Mari-myeon, Geochang-gun, Gyeongsangnam-do       |                     | 18  | 18    | Hwang R.        | Nakdong R.   |
| St. 57                      | Wongye-ri, Sugok-myeon, Jinju-si, Gyeongsangnam-do           |                     | 1   | 1     | Deokcheon R.    | Nakdong R.   |
| St. 58                      | Gageum-ri, Iseo-myeon, Cheongdo-gun, Gyeongsangbuk-do        |                     | 4   | 4     | Miryang R.      | Nakdong R.   |
| St. 59                      | Noeum-ri, Geunnam-myeon, Uljin-gun, Gyeongsangbuk-do         | 2                   |     | 2     | Wangpi S.       | Wangpi S.    |
| St. 60                      | Nogok-ri, Naenam-myeon, Gyeongju-si, Gyeongsangbuk-do        |                     | 3   | 3     | Hyeongsan R.    | Hyeongsan R. |
| Total number of individuals |  | 208                 | 436 | 644   |                 |              |

\*Am: ammocoetes; Ad: adults.