

멸종위기어류 한강납줄개 *Rhodeus pseudosericeus* (Pisces: Cyprinidae)의 분포양상 및 멸종위협 평가

고명훈* · 한미숙 · 권선만¹

이화여자대학교 에코과학부, ¹국립생물자원관

Distribution Aspect and Extinction Threat Evaluation of the Endangered Species, *Rhodeus pseudosericeus* (Pisces: Cyprinidae) in Korea by Myeong-Hun Ko*, Mee-Sook Han and Sun-Man Kwan¹ (Division of Ecoscience, Ewha Womans University, Seoul 03760, Republic of Korea; ¹National Institute of Biological Resources, Incheon 22689, Republic of Korea)

ABSTRACT The distribution aspect and extinction threat evaluation of the endangered species, *Rhodeus pseudosericeus* were investigated from 2012 to 2017 in Korea for the subject of this study. The number of appearance sites in the past literature of available and identified *R. pseudosericeus* was 26. During the study period, the samples of *R. pseudosericeus* were collected in 44 sites (Hangang River 35 sites, Sapgyocheon Stream 4 sites, Daechoncheon Stream 5 sites) among the noted 214 sampling stations investigated. Among these, the newly appearance streams were Illicheon Stream, Samsancheon Stream, Bangecheon Stream and Hanpocheon Stream in the Hangang River. In addition, the habitats and populations in the upper Seomgang River (Hoengseong Dam), lower Heukcheon Stream, Muhancheon Stream and Daechoncheon Stream decreased due to dam construction, river work, water pollution, and the spread of the exotic species *Micropterus salmoides*. The main habitat of *R. pseudosericeus* was the middle-upper stream of clean water with slow water velocity, sand-pebble bottoms and lots of aquatic plants. Given this evidence as noted for the 30.2% reduction in occupancy within 10 years, due to the qualitative decline of habitat, the overfishing risk of ornamental fish and the spread of *M. salmoides*, in this case *R. pseudosericeus* is considered to be Vulnerable (VU A2cde) based on the IUCN Red List categories and criteria.

Key words: *Rhodeus pseudosericeus*, Acheilognathinae, distribution, endangered species, extinction threat evaluation

서 론

한강납줄개 *Rhodeus pseudosericeus*는 한국 고유종으로 잉어과(Cyprinidae), 납자루아과(Acheilognathinae)에 속하는 소형어류이며(Kim and Park, 2007), 2012년 이후부터는 환경부의 멸종위기야생생물 II급으로 지정되어 법적 보호를 받고 있다(ME, 2012). 한강납줄개는 납줄개 *R. sericeus*로 Uchida (1939)에 의해 함경북도 동해안에 서식하는 것으로 처음 보

고되었고, 이후 Chae and Yang (1993)에 의해 한강 수계인 섬강(공근면)에 서식하는 것으로 보고된 후 섬강 상류부에 넓게 서식하는 것으로 보고되었다(Song *et al.*, 1995; Byeon, 1998). 2001년 Arai *et al.*은 한강(섬강과 흑천)에 서식하는 납줄개를 한강납줄개 *R. pseudosericeus*로 신종 보고하였고, 이후 남한강 지류인 주천강과 금당천, 북한강 지류인 조종천, 서해 독립수계인 무한천과 대천천에도 서식하는 것으로 알려졌다(ME, 1997~2012; NFRDI, 2009; Ko *et al.*, 2011; Song *et al.*, 2013; Jeon and Suk, 2014).

한강납줄개의 분포에 관한 연구는 기재 논문인 Chae and Yang (1993)과 Arai *et al.* (2001)이 있고 출현기록은 지역별 어

*Corresponding author: Myeong-Hun Ko Tel: 82-2-3277-4630, Fax: 82-2-3277-2385, E-mail: hun@jbnu.ac.kr

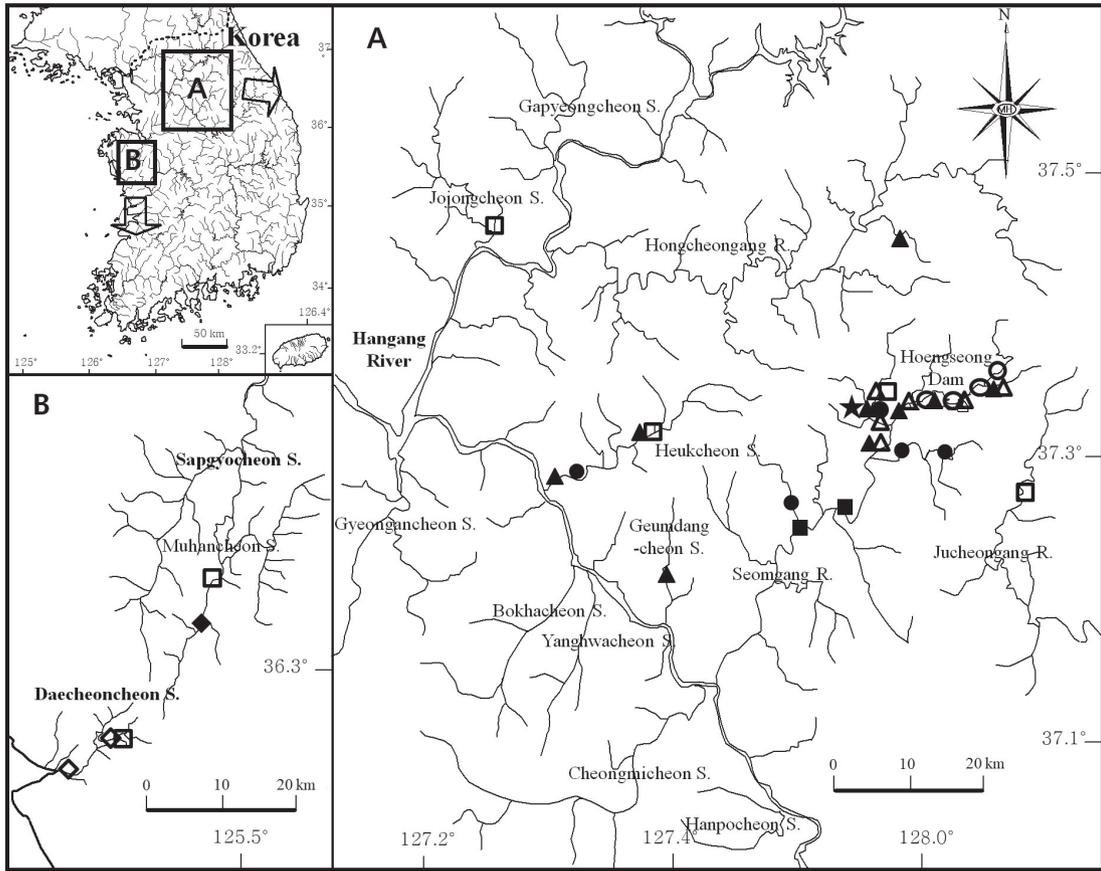


Fig. 1. Appearance stations of *Rhodnius pseudosericeus* in Korea from 1997 to 2014. ★: Chae and Yang (1993), ○: Song *et al.* (1995), △: Byeon (1998), ●: Arai *et al.* (2001), ▲: ME (1997-2012), ◆: NFRDI (2009), ■: Ko *et al.* (2011), ◇: Song *et al.* (2013), □: Jeon and Suk (2014).

류상 보고 (Song *et al.*, 1995; Byeon, 1998; Choi *et al.*, 2005; NFRDI, 2009; Ko *et al.*, 2011; Song *et al.*, 2013)와 전국자연환경조사 (ME, 1997~2008)가 있으며 그 밖에 산란 특성 (Kim *et al.*, 2017), 초기생활사 (Kim *et al.*, 2006), 자어의 피부 구조 (Kim *et al.*, 2008), 목납자루와의 잠종 (Kim *et al.*, 2014), 유전자 분석 (Jeon and Suk, 2014) 등이 있다. 2011년 적색목록집에는 한강납줄개가 점유면적이 적고 서식지의 질적 하락이 가속화되고 있어 위기 (EN) B2ab (i,ii,iii,iv)로 평가된 바 있다 (NIBR, 2011). 그러나 아직까지 출현지역 전체를 아우르는 분포 및 서식양상 조사는 이루어지지 못하였다.

멸종위기종의 지정은 선정기준에 따라 크게 달라져 오랫동안 논란이 되어 왔다. 세계자연보전연맹 (IUCN)은 보다 객관적인 멸종위기종 선정을 위해 적색목록 평가기준을 제시하였는데, 개체수의 감소와 출현면적, 점유면적, 지소 (location) 또는 아개체군 수, 성숙개체수 등을 중요한 평가요인으로 사용하였다 (IUCN, 2001). 2011년 한국 어류의 적색자료집과 2005년과 2012년 멸종위기종의 지정 등에는 이들을 평가하는 객관적인 자료가 부족하여 많은 어려움이 있어 왔다 (ME, 2005, 2012; NIBR, 2011). 따라서 멸종위기종의 지정 및 효율적인

관리를 위해서는 멸종위기종의 전체를 아우르는 분포조사를 통해 변화양상을 파악하여 멸종위협 등급을 평가하고 위협요인을 밝혀내는 것이 무엇보다 중요하다.

따라서 본 연구에서는 멸종위기종인 한강납줄개의 과거 출현기록을 분석·정리하여 기존 출현지역을 정리하고, 과거 출현지역 및 출현 예상지역에 대해 정밀 분포조사를 실시하여 분포양상 및 서식지 특징, 감소원인 등을 밝히며, 과거 출현기록과 분포조사 결과를 통해 최종적으로 멸종위협 등급을 평가하고 관리방안을 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

한강납줄개 *R. pseudosericeus*의 과거 서식현황은 신종 보고 전의 납줄개 *R. sericeus*를 포함하여 현재까지 기록된 논문 및 보고서 (Chae and Yang, 1993; Song *et al.*, 1995, 2013; Byeon, 1998; Arai *et al.*, 2001; Choi *et al.*, 2005; NFRDI, 2009; Ko *et al.*, 2011; Jeon and Suk, 2014)와 전국자연환경조사 (ME, 1997~2012) 자료를 검토하였다.

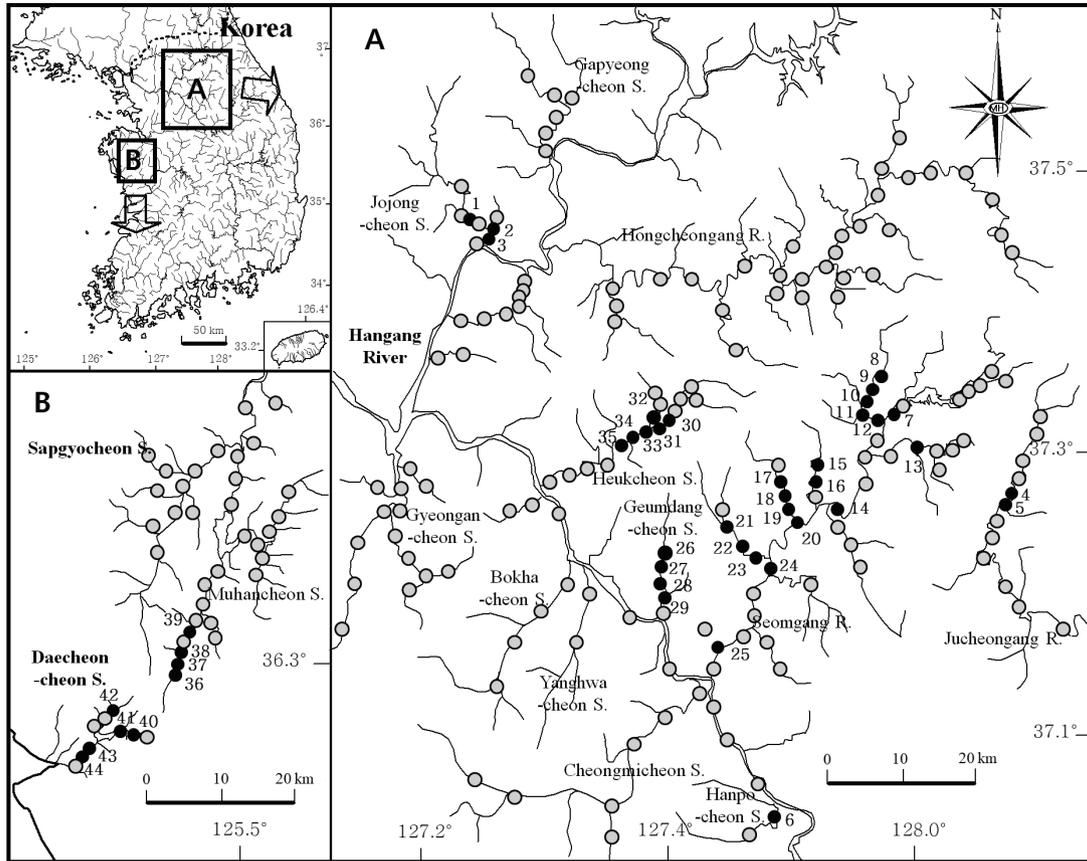


Fig. 2. Appearance stations of *Rhodeus pseudosericeus* in Korea from 2012 to 2017. ●: appearance stations, ○: no appearance stations.

본포조사는 과거의 출현지역 및 출현이 예상되는 지역을 중심으로 지점 간 2~5 km 간격으로 1차(2012년), 2차(2014년), 3차(2017년)로 나누어 조사를 실시하였다. 조사는 한강유역환경청, 원주지방환경청, 금강유역환경청의 포획허가를 받은 후 실시하였다. 조사는 Fig. 2와 같이 모두 214개를 조사하였고, 출현 지점의 행정구역은 개체군 보호를 위해 생략하였다. 채집은 투망(망목 6×6 mm)과 족대(망목 4×4 mm) 등을 이용하여 지점 당 1시간 동안 실시하였으며, 채집된 어류는 현장에서 종과 개체수를 확인한 후 바로 방류하였다. 서식지 환경은 하폭과 유폍, 수심, 하천형, 하상구조, 수변 식생, 교란요인 등을 조사하였는데, 하천형은 Kani (1944)에 따라, 하상구조는 Cummins (1962)의 기준을 응용하여 사용하였다. 수환경은 수온과 용존산소량(DO), 전기전도도(conductivity), pH, 염도 등을 2017년 3월부터 5월까지 측정하여 비교하였다.

멸종위협 등급은 과거 문헌과 본 조사 결과를 근거로 IUCN (2001)의 적색목록 평가기준에 따라 평가하였는데, 개체군 감소경향, 출현범위, 점유면적, 파편화 및 지소 수 등을 계산하여 평가하였다. 개체군 감소경향은 IUCN (2001)에 따라 본 종의 3세대 길이가 10년 미만(7.5년)이기 때문에(Kim *et al.*, 2017) 10년을 기준으로 감소경향을 추정하였다.

결과 및 고찰

1. 과거 출현지역(1997~2014)

한강납줄개 *R. pseudosericeus*의 보고는 Chae and Yang (1993)에 의해 강원도 횡성군 공근면의 섬강에서 납줄개 *R. sericeus*로 처음 보고되었고, 이후 Song *et al.*(1995)에 의해 섬강 상류인 횡성군 갑천면 일대(횡성댐 수몰 전) 4개 지점에서, Byeon(1998)에 의해 섬강 중상류인 횡성군 갑천면과 공근면, 횡성읍 6개 지점에서 서식이 보고되었다. 2001년 Arai *et al.* 등에 의해 신중 한강납줄개 *R. pseudosericeus*으로 보고되면서 한강의 섬강과 흑천 5개 지점에 서식하는 것으로 보고되었고, 제 2~3차 전국자연환경조사에서는 한강의 흑천과 금당천, 섬강, 홍천강 9개 지점에 서식하는 것으로 보고되었다(ME, 1997~2012). 또한 Choi *et al.*(2005)는 횡성댐 예정지에서, Ko *et al.*(2011)은 섬강 중류 2개 지점에서 서식함을 보고하였고, NFRDI (2009)는 충남 청양군의 무한천(삼교천 수계) 상류에서, Song *et al.*(2013)은 충남 보령시 대천천 2개 지점에 서식하는 것으로 보고하였으며, Jeon and Suk (2014)은 한강(섬강, 흑천, 주천강, 조종천)과 삼교천(무한천), 대천천 6개 지점에서

Table 1. Habitat characteristics of appearance stations of *Rhodius pseudosericeus* in Korea from 2012 to 2017

St.	River width (m)	Water width (m)	Water depth (cm)	River types*	Bottom substratum (%)**										Weir	Conductivity (μS/cm)	Dissolved oxygen (mg/L)	pH	Salinity (%)	River	Etc***
					M	S	G	P	C	B	No. of individuals										
					2012				2017												
1	80~100	20~40	0.5~1.2	Bb	20	40	20	10	30	40	-	-	-	4	210	7.83	7.41	0.10	Jojongcheon S.		
2	60~80	10~40	0.3~1.0	Bb	40	40	20	30	10	10	1	3	1	0	199	10.38	7.74	0.09	Jojongcheon S.		
3	50~70	40~60	0.3~1.5	Bb	10	40	10	10	20	10	2	0	1	1	107	11.35	6.90	0.05	Jojongcheon S.	RW	
4	100~120	20~80	0.3~1.5	Bb	20	10	10	10	50	10	3	143	25	0	293	9.17	6.61	0.19	Jucheongang R.	RW	
5	60~70	20~50	0.3~1.5	Bb	30	10	20	20	20	20	-	3	0	0	305	10.05	6.77	0.12	Jucheongang R.		
6	100~120	40~50	0.3~1.2	Bb	20	10	40	50	20	20	-	-	5	118	9.70	6.82	0.08	Hanpocheon S.			
7	70~80	30~60	0.3~1.0	Bb	20	10	40	30	30	20	1	35	4	0	136	8.05	6.54	0.06	Seomgagng R.	RW	
8	60~70	40~50	0.3~1.5	Bb	20	10	20	10	20	30	0	2	2	0	119	8.89	6.82	0.06	Seomgagng R.	RW	
9	50~60	40~50	0.3~0.7	Bb	50	50	20	20	20	10	10	2	3	0	117	8.41	6.75	0.06	Seomgagng R.	RW	
10	50~60	40~50	0.3~1.2	Bb	20	30	20	30	20	30	35	5	6	0	118	8.21	6.82	0.06	Seomgagng R.	RW	
11	80~100	30~80	0.3~1.2	Bb	20	10	30	30	10	20	10	26	-	10	131	8.21	6.85	0.06	Seomgagng R.		
12	70~80	40~50	0.3~1.0	Bb	30	10	20	10	30	20	5	5	5	0	128	8.42	6.62	0.06	Seomgagng R.		
13	60~70	30~50	0.3~1.5	Bb	10	10	20	50	20	10	1	1	0	0	304	10.48	7.47	0.15	Seomgagng R.		
14	140~160	40~70	0.3~0.8	Bb	15	5	10	40	30	1	1	0	0	0	347	7.47	7.42	0.17	Seomgagng R.		
15	40~60	10~40	0.3~1.5	Aa-Bb	10	30	10	20	20	10	-	45	35	0	221	8.23	7.57	0.11	Seomgagng R.		
16	40~50	10~30	0.3~1.2	Bb	10	10	10	20	40	20	0	10	3	0	220	8.31	7.55	0.10	Seomgagng R.		
17	40~50	20~40	0.3~1.2	Bb	10	40	20	20	20	10	55	125	120	0	105	9.44	7.65	0.06	Seomgagng R.		
18	70~90	20~50	0.3~1.2	Aa-Bb	20	20	10	50	20	10	15	0	12	0	97	10.78	7.23	0.05	Seomgagng R.	RW	
19	40~50	30~35	0.3~2.0	Bb	30	30	20	40	10	33	15	75	5	0	125	10.42	7.33	0.66	Seomgagng R.		
20	140~160	70~80	0.3~1.2	Bb	5	60	10	10	30	50	4	0	0	0	456	11.24	7.37	0.22	Seomgagng R.		
21	60~80	20~40	0.3~1.0	Bb	10	60	10	10	20	20	25	2	5	0	189	10.54	7.34	0.13	Seomgagng R.	RW	
22	80~100	10~50	0.3~1.0	Bb	10	40	10	20	10	10	33	3	45	0	245	8.67	7.60	0.16	Seomgagng R.		
23	80~100	30~60	0.3~1.0	Bb	40	40	10	10	20	10	0	1	2	0	245	9.18	7.54	0.11	Seomgagng R.		
24	150~180	60~120	0.3~1.2	Bb	40	30	10	20	10	20	12	0	0	0	256	8.56	7.44	0.10	Seomgagng R.	RW	
25	50~60	5~20	0.3~0.5	Aa-Bb	20	80	10	10	10	10	6	0	0	0	219	7.43	7.38	0.10	Seomgagng R.	RW	
26	80~100	30~50	0.3~0.8	Bb	80	20	10	20	40	10	1	0	6	0	181	12.36	7.50	0.09	Geumdangcheon S.		
27	80~100	40~60	0.5~1.2	Bb	10	50	10	20	10	10	-	-	1	0	224	13.18	7.18	0.10	Geumdangcheon S.		
28	70~80	10~20	0.3~1.0	Bb	10	40	20	20	30	10	2	2	2	0	236	13.12	7.18	0.11	Geumdangcheon S.		
29	70~80	10~30	0.3~1.5	Bb	10	90	20	20	30	10	7	3	7	0	237	12.55	7.23	0.11	Geumdangcheon S.	MS	
30	90~100	40~80	0.3~1.2	Bb	30	30	20	40	10	10	15	16	10	0	154	8.79	7.32	0.07	Heukcheon S.		
31	80~100	30~60	0.3~1.2	Bb	10	20	10	20	30	40	8	-	5	0	177	9.12	7.38	0.08	Heukcheon S.		
32	60~80	40~60	0.5~1.2	Aa-Bb	10	20	20	40	30	27	0	-	5	0	156	9.75	7.34	0.06	Heukcheon S.		
33	130~150	60~110	0.3~1.2	Bb	10	20	10	40	20	20	15	69	0	0	170	8.45	7.35	0.08	Heukcheon S.		
34	110~130	40~60	0.3~1.5	Bb	20	20	10	20	30	10	-	8	8	0	168	9.14	6.75	0.08	Heukcheon S.		
35	140~150	30~100	0.3~1.5	Bb	20	20	20	20	30	10	5	0	0	0	183	12.41	7.34	0.09	Heukcheon S.		
36	40~50	30~40	0.3~1.2	Bb	60	10	20	10	20	10	0	25	3	0	183	9.84	7.10	0.09	Muhancheon S.	RW	
37	60~70	25~30	0.5~1.2	Bb	30	10	10	30	20	10	2	-	0	0	202	10.05	7.34	0.09	Muhancheon S.		
38	40~50	5~20	0.3~1.0	Bb	50	10	10	10	20	10	3	125	2	0	202	9.10	7.03	0.10	Muhancheon S.	RW	
39	50~60	30~40	0.3~1.5	Bb	10	10	10	20	30	30	55	102	12	0	214	9.6	7.44	0.10	Muhancheon S.	RW, MS	
40	40~50	10~40	0.3~1.0	Aa-Bb	20	40	20	10	10	10	4	8	37	0	195	10.51	7.64	0.11	Daechoncheon S.		
41	30~40	10~20	0.3~1.2	Bb	10	10	10	20	40	20	16	13	7	0	254	8.42	7.22	0.12	Daechoncheon S.		
42	30~40	10~20	0.3~1.0	Bb	10	10	10	20	20	30	-	2	0	0	184	9.87	7.28	0.09	Daechoncheon S.		
43	60~80	10~20	0.3~0.5	Bb	10	10	10	20	50	30	-	2	0	0	394	9.98	6.87	0.19	Daechoncheon S.	RW	
44	80~100	40~50	0.3~0.5	Bb	20	30	50	30	50	30	-	5	0	0	176	7.52	6.54	0.08	Daechoncheon S.	RW, MS	

*Kami (1944), **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~mm) - modified Cummins (1962), ***RW: river work; MS: appearance of *Micropterus salmoides*.

서식함을 보고하였다. 따라서 본 조사 이전에 서식이 알려진 지점은 모두 26개였다(Fig. 1).

2. 분포조사(2012~2017)

한강납줄개의 서식지역을 알아보기 위해 2012년부터 2017년까지 3차에 걸쳐 214개 지점을 조사한 결과 44개 지점에서 1,697개체를 채집하였다(Fig. 2, Table 1). 조사 차수별 서식이 확인된 지점수와 개체수는 1차 조사 31개 지점 433개체, 2차 조사 30개 지점 727개체, 3차 조사 33개 지점 537개체였다. 한강 수계에서는 171개 지점을 조사하여 35개 지점에서 서식을 확인하였는데, 출현지점은 조종천 3개(St. 1~3), 주천강 2개(St. 4~5), 한포천 1개(St. 6), 섬강 19개(St. 7~25), 금당천 4개(St. 26~29), 흑천 6개(St. 30~35)에서 서식이 확인되었다. 무한천은 34개 지점을 조사하여 4개 지점(St. 36~39)에서 서식을 확인하였고, 대천천은 9개 지점을 조사하여 5개 지점(St. 40~44)에서 서식을 확인하였다. 하지만 기존 서식지 인근 지역인 한강 지류 북한천과 양화천, 청미천, 경안천, 흥천강, 가평천 등에서는 서식을 확인할 수 없었다.

3. 서식지 및 개체군 변동

과거 출현 26개 지점에서의 분포조사(2012~2017) 결과 16개 지점에서만 서식이 확인되어 38.5%의 서식지 감소가 일어났다. 본 조사에서 새로 서식이 확인된 하천은 섬강의 일리천(St. 15~16)과 삼산천(St. 21~24), 반계천(St. 25), 섬강 중하류(St. 20, 24), 남한강 지류 한포천(St. 6)이었으며, 기존 서식지보다 넓게 서식하는 것으로 나타난 하천은 북한강 지류 조종천(St. 1~3), 섬강 지류 금계천(St. 8~12)과 이리천(St. 17~19), 남한강 지류 금당천(St. 26~29)과 흑천(St. 30~35), 독립수계인 상교천(St. 36~39)과 대천천(St. 40~44)이었다.

반대로, 과거에 출현하였으나 본 조사에서 출현하지 않은 곳은 섬강 상류부(횡성댐)와 전천(횡성군)의 상류부인 정금리, 그리고 흑천 하류부, 흥천강 상류 등이다. 특히 섬강 상류부는 1995~2001년에 넓은 서식분포를 보였으나(Song *et al.*, 1995; Byeon, 1998; Choi *et al.*, 2005) 본 조사에서는 서식이 확인되지 않았다. 이러한 원인은 섬강 상류부에 횡성댐(2000년 11월 준공)이 건설되면서 한강납줄개의 서식지 자체가 댐 내로 수몰되거나 댐의 건설 영향으로 인해 소멸되거나 감소한 것으로 추측되며, 횡성댐 건설 이후에도 육식성 어종인 썩리의 급격한 증가 및 외래어종인 배스의 확산, 무지개송어의 방류 등으로 인해 한강납줄개를 비롯한 납자루아과 어류의 서식에 큰 영향을 준 것으로 추측되고 있다(Choi *et al.*, 2005; NFRDI, 2008; Ko *et al.*, 2011).

한강납줄개가 출현한 44개 지점 중 조사기간 내 15개 지점

에서 하천공사가 진행되었고, 이로 인해 1차 또는 2차에 채집되었으나 3차에 출현되지 않은 지점은 6개이고 개체수가 급격히 감소한 지점은 9개로 나타나 하천공사가 서식지 및 개체수 감소에 중요한 요인으로 나타났다. 또한 금당천(St. 29)과 무한천(St. 39)은 배스가 확산되면서 개체수가 급격히 감소한 것으로 추정되었는데, 배스는 주로 정수역에 서식하고 포식성이 강하기 때문에 납자루아과를 비롯한 소형 토착어류의 직접적인 감소 원인으로 보고되고 있다(Son, 1994; Jang *et al.*, 2006; Ko *et al.*, 2008). 특히 무한천의 경우 1차 조사에는 한강납줄개를 비롯한 가시납지리 *Acheilognathus chankaensis*와 납지리 *A. rhombus*, 각시붕어 *R. uyekii*, 떡납줄갱이 *R. notatus* 등 납자루아과 어류가 비교적 높은 비율로 광범위하게 서식하고 있었지만 3차 조사에는 배스의 확산 및 하천공사로 인해 서식지와 개체수가 급격히 감소한 것으로 조사되었다. 지점 5, 13, 14, 20, 24, 43은 1차 또는 2차 조사에서 서식이 확인되었으나 3차 조사에는 서식이 확인되지 않았는데, 이 지점들은 공통적으로 전기전도도가 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 이상으로 수질이 좋지 않은 것으로 나타나 수질악화가 한강납줄개의 서식에 영향을 미친 것으로 추측되었다. 보통 하천에서 수질이 나빠지면 서식 및 분포에 영향을 주는데, 민감종은 감소하고 내성종은 증가하는 것으로 보고되고 있다(Moyle and Cech, 2000; Ko *et al.*, 2017).

4. 서식지 특징

본 조사에서 한강납줄개가 출현한 지점은 하폭 30~180 m, 유평 10~120 m, 수심 0.3~1.5 m의 중·소형 하천으로 대부분 투명하고 맑은 물이었고, 하천형은 대부분 Bb형, 하상구조는 주로 모래와 돌, 자갈 등의 순으로 높은 비율이었다(Table 1). 한강납줄개가 많이 서식하는 장소의 미소서식지는 소(pool)를 형성하고 있는 정수역으로 유속이 느리고 수심 0.3~1.0 m이며 수변부에는 달뿌리풀 *Phragmites japonica*와 고마리 *Persicaria thunbergii*, 갯버들류(pussy willow) 등의 수생식물이 많이 서식하고 있어 휴식과 도피가 가능한 곳이었다. 또한 하상은 모래와 자갈, 펄 등으로 이루어져 있어 산란시 숙주가 되는 담수조개에 속하는 석패과(Unionidae)의 말조개 *Unio douglasiae*와 작은말조개 *U. douglasiae sinuolatus*, 작은대칭이 *Anodonta arcaiformis flavotincta* 등이 많이 서식하는 곳이었다. 따라서 한강납줄개의 주요 서식지는 물이 맑고 유속이 느린 소로 수생식물이 많고 하상은 자갈과 돌이 많아 숙주조개가 많이 서식하는 곳이며 배스가 유입되지 않은 곳이었다.

출현지점 중 보가 설치된 지점은 35개(79.5%)로 비교적 높은 편이었다. 일반적으로 하천에 설치된 보는 서식지 변화를 가져오고 어류의 소상 및 강하에 큰 문제를 일으키는데, 특히

회유성 어류에 있어서는 서식지의 단절 및 협소화 등의 문제를 발생시키는 것으로 보고되고 있다(Ko *et al.*, 2007, 2013a, 2013b; Lee *et al.*, 2010; MAFRA, 2010). 하지만 소규모 하천에서 보의 설치는 유속을 늘리고 유속을 감소시켜 모래와 자갈의 하상구조를 만들며 수생식물이 서식하기 좋은 환경을 만들기 때문에 오히려 한강납줄개가 서식할 수 있는 환경을 만드는 것으로 확인되었다.

5. 멸종위협 평가 및 보전방향

IUCN (2001) 평가기준에 따라 멸종위협을 평가하면, 평가기준 A와 B로 평가가 가능하였다. 평가기준 A의 경우 한강납줄개의 개체군 감소는 3세대가 10년 미만이기 때문에(7.5년, Kim *et al.*, 2017) 10년간 변화양상을 조사하였다. 2007년부터 2016년까지의 출현 지점은 43개 지점(2012~2014년 본 조사에서 41개 지점, Jeon and Suk (2014) 1개 지점, ME (1997~2012) 1개 지점)이며, 2017년 같은 조사지점 43개를 조사한 결과 30개 지점에서만 서식이 확인되어 점유율은 30.2%가 감소하였다. 한강납줄개의 감소 원인은 명확히 밝혀지지 않았고, 점유면적은 점점 감소하고 있으며, 서식지의 질은 하천공사와 수질 오염 등으로 하락하는 것으로 추측되었다. 또한 한강납줄개는 관상용으로 가치가 높아 남획 위험이 있으며, 외래종 배스의 확산으로 인해 서식지 및 개체수 감소에 영향을 주는 것으로 추측되었다. 이러한 근거로 A 기준의 등급은 취약(VU A2cde)으로 평가되었다. 평가기준 B에서는 2017년 기준 출현범위 7,934 km², 점유면적 132 km²이며, 지소수는 11개이고 점유면적과 서식지 질, 성숙개체수가 지속적으로 감소하고 있었으나 극심한 개체군 변동은 관찰되지 않아 근접한 취약(Near meets VU B1b(ii,iii,v) + B2b(ii,iii,v))으로 평가되었다. 따라서 한강납줄개의 최종 멸종위협 등급은 멸종위기 등급에 해당하는 취약(VU A2cde)으로 평가되었다.

한강납줄개는 과거 횡성댐 건설의 영향으로 급격한 서식지 감소를 겪은 바 있으며, 본 조사를 통해 하천공사와 수질오염, 외래종 배스의 확산 등의 요인으로 인해 서식지와 개체수가 점차적으로 감소하는 것으로 추측되고 있다. 한강납줄개의 보전학적 연구는 아직까지 이루어진 바 없으며, 생태에 관한 연구도 산란특성(Kim *et al.*, 2017)과 초기생활사(Kim *et al.*, 2006)를 제외하고 전무한 실정이다. 따라서 한강납줄개의 체계적인 보전을 위해서는 1) 우선적으로 산란숙주가 되는 조개류와 함께 기초 생태학적 조사가 필요하고, 2) 정확한 서식조건 및 멸종위협 요인을 밝히기 위한 정량적 서식지 모델링 분석이 필요하며, 3) 서식지 보호 방안 및 멸종위협을 제거하기 위한 연구와 4) 인공증식 기술을 개발하여 소멸 또는 심각한 감소지역에 대한 치어 방류 등의 복원학적 노력이 필요하다고 판단된다.

요 약

우리나라 멸종위기어류 한강납줄개 *R. pseudosericeus*의 분포양상 및 멸종위협 등급을 평가하기 위해 과거 문헌 기록을 정리하고 2012년부터 2017년까지 분포조사를 실시하였다. 과거에 출현한 지점 수는 26개였으며, 분포조사는 214지점을 조사하여 44개 지점(한강 35개, 삽교천 4개, 대천천 5개 지점)에서 서식을 확인하였다. 한강의 일리천과 삼산천, 반계천, 한포천은 처음으로 서식이 확인되었으나 섬강의 횡성댐 일대와 흑천 하류, 무한천, 대천천 등은 댐건설과 하천공사, 수질오염, 외래종 배스의 확산 등으로 심각한 서식지 및 개체수가 심각하게 감소하고 있었다. 한강납줄개의 주요 서식지는 물이 맑은 하천 중·상류 정수역의 모래와 자갈의 비율이 높고 수생식물이 많은 곳이었다. IUCN 적색목록 기준지침서에 따라 멸종위협 등급을 평가하면, 10년 이내 점유면적 30.2%의 감소와 서식지의 질적 하락, 관상용으로 남획 위험, 외래종 배스의 확산 등으로 멸종위기 등급인 취약(VU A2cde)으로 평가되었다.

사 사

본 연구는 환경부 국립생물자원관의 멸종위기종 분포조사 일환으로 조사되었으며, 본 조사가 진행될 수 있도록 협조하여주신 국립생물자원관의 김병직 박사님과 오현경 박사님, 반정은 선생님, 이정연 선생님께 감사드립니다.

REFERENCES

- Arai, R., S.R. Jeon and T. Ueda. 2001. *Rhodeus pseudosericeus* sp. nov., a new bitterling from South Korea (Cyprinidae, Acheilognathinae). *Ichthyol. Res.*, 48: 275-282.
- Byeon, H.K. 1998. Ichthyofauna and fish community in the Seom River. *Institute Basic Sci. Sangmyung Univ.*, 11: 1-10. (in Korean)
- Chae, B.S. and H.J. Yang. 1993. A new distributional record of an Acheilognathine fish, *Rhodeus sericeus* (Pallas) (Cyprinidae, Pisces) in South Korea. *Korean J. Zool.*, 36: 175-180.
- Choi, J.K., J.S. Choi, H.S. Shin and S.C. Park. 2005. Study on the dynamics of the fish community in the Lake Hoengseong Region. *Korean J. Limnol.*, 38: 188-195. (in Korean)
- Cummins, K.W. 1962. An evolution of some techniques for the collection and analysis of benthic samples with special emphasis on lotic waters. *Am. Midl. Nat.*, 67: 477-504.
- IUCN. 2001. IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. IUCN Species Survival Commission. IUCN, ii + 30pp.
- Jang, M.H., G.J. Joo and M.C. Lucas. 2006. Diet of introduced

- largemouth bass in Korean rivers and potential interactions with native fishes. *Ecol. Freshwater Fish*, 15: 315-320.
- Jeon, H.B. and H.Y. Suk. 2014. Pseudo but actually genuine: *Rhodeus pseudosericeus* provides insight into the phylogeographic history of the Amur bitterling. *Anim. Cells Syst.*, 18: 275-281.
- Kani, T. 1944. Ecology of Torrent-inhabiting Insects, pp. 171-317. In: *Insect I* (Furukawa, J., ed.). Kenkyu-sha, Tokyo. (in Japanese)
- Kim, C.H., E.J. Kang and J.H. Kim. 2006. Development of egg and early life history of Korean bitterling, *Rhodeus pseudosericeus* (Acheilognathinae). *Korean J. Ichthyol.*, 18: 266-272. (in Korean)
- Kim, C.H., J.Y. Park, M.K. Park, E.J. Kang and J.H. Kim. 2008. Minute tubercles on the skin surface of larvae in the Korean endemic bitterling, *Rhodeus pseudosericeus* (Pisces, Cyprinidae). *J. Appl. Ichthyol.*, 24: 269-275.
- Kim, H.S., J.D. Yun, H. Yang, H.S. Choi and J.H. Lee. 2017. Reproductive characteristics of *Rhodeus pseudosericeus* (Pisces: Acheilognathinae) in the Heukcheon, Namhangang (River), Korea. *Korean J. Ichthyol.*, 29: 235-243. (in Korean)
- Kim, H.S., S.W. Yun, J.G. Ko and J.Y. Park. 2014. Occurrence of a natural hybrid between *Rhodeus pseudosericeus* (Pisces, Cyprinidae) from the Namhangang (river), Korea. *Korean J. Ichthyol.*, 26: 153-158.
- Kim, I.S. and J.Y. Park. 2007. *Freshwater Fishes of Korea*. Kyohak Publishing, Seoul, 467pp. (in Korean)
- Ko, M.H., I.S. Kim, J.Y. Park and Y.J. Lee. 2007. Growth of a landlocked ayu, *Plecoglossus altivelis* (Pisces: Osmeridae) and weir obstruction in Lake Okjeong, Korea. *Korean J. Ichthyol.*, 19: 142-153. (in Korean)
- Ko, M.H., J.Y. Park and Y.J. Lee. 2008. Feeding habits of an introduced large mouth bass, *Micropterus salmoides* (Perciformes; Centrachidae), and its influence on Ichthyofauna in the Lake Okjeong, Korea. *Korean J. Ichthyol.*, 20: 36-44.
- Ko, M.H., S.J. Moon and I.C. Bang. 2011. Study of the fish Community structure and inhabiting status of endangered species *Gobiobotia macrocephala* and *G. brevibarba* in the Seom River, Korea. *Korean J. Limnol.*, 44: 144-154. (in Korean)
- Ko, M.H., S.J. Moon and I.C. Bang. 2013a. Fish community structure and inhabiting status of endangered species in Baebong Stream. *Korean J. Ecol. Environ.*, 46: 192-204. (in Korean)
- Ko, M.H., S.J. Moon, Y.G. Hong and I.C. Bang. 2013b. Distribution status and habitat characteristics of the endangered species, *Lethenteron reissneri* (Petromyzontiformes: Petromyzontidae) in Korea. *Korean J. Ichthyol.*, 25: 189-199. (in Korean)
- Ko, M.H., Y.S. Kwan, W.K. Lee and Y.J. Won. 2017. Impact of human activities on changes of ichthyofauna in Dongjin River of Korea in the past 30 years. *Anim. Cells Syst.*, 21: 207-216.
- Lee, W.O., M.H. Ko, J.M. Bak, D.H. Kim, H.J. Jeon and K.H. Kim. 2010. Characteristics of fish fauna and community structure in Buk Stream of Goseong, Korea. *Korean J. Ichthyol.*, 22: 238-248. (in Korean)
- MAFRA (Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs). 2010. *The National Survey of Low Head Dams and Development of Database in Korea*, 275pp. (in Korean)
- ME (Ministry of Environment). 1997-2012. *National Environment Investigation of Freshwater fish*.
- ME (Ministry of Environment). 2005. *Enforcement of Wildlife Laws (Law No. 7167)*. (in Korean)
- ME (Ministry of Environment). 2012. *Conservation and Management Laws of Wildlife (Law No. 10977)*. (in Korean)
- Moyle, P.B. and J.J. Cech. 2000. *Fishes: an introduction to ichthyology*. 4th ed. Davis: Prentice Hall, 612pp.
- NFRDI. 2008. *Study for Protecting Water Quality of Water Conservation Zone and Substrainable Fishing in the Lake Hoengseong (Second year)*. Kwater, 134pp.
- NFRDI. 2009. *Biota Surveys in River of Yellow Sea Coast (Sapgyo Steam & Muhan Stream)*. In: 2009 Fisheries Research Projects Annual Exam, the Final Evaluation Kits. Inland Fish. Research & Dev. Inst., 632-636. (in Korean)
- NIBR (National Institute of Biological Resources). 2011. *Red Data Book of Endangered Fishes in Korea*. Ministry of Environment, Incheon, pp. 59-60. (in Korean)
- Son, Y.M. 1994. Freshwater ecosystem disturbance by foreign fish species. *Nature conserv.*, 88: 30-33. (in Korean)
- Song, H.B., O.K. Kwon and S.H. Jeon. 1995. Fish fauna of the upper Sum River in Hoengsong. *Korean J. Limnol.*, 28: 225-232. (in Korean)
- Song, M.Y., S.Y. Jung, K.H. Kim, J.M. Baek and W.O. Lee. 2013. Characteristics of fish fauna and community structure in Daecheon Stream in Boryeong, Korea. *Korean J. Environ. Ecol.*, 27: 437-448. (in Korean)
- Uchida, K. 1939. The fishes of Tyosen. Part I. Numatognathi, Even-tognathi. *Bull. Fish Exp. Sta. Gov. Gener. Tyosen*, 90-94. (in Japanese)