

한국고유종 동방종개 *Iksookimia yongdokensis* (Pisces: Cobitidae)의 분포현황과 멸종위협 평가

고명훈* · 한미숙 · 권선만¹

고수생태연구소, ¹국립생물자원관

Distribution Status and Extinction Threat Evaluation of the Korean Endemic Species, *Iksookimia yongdokensis* (Pisces: Cobitidae) by Myeong-Hun Ko*, Mee-Sook Han and Seon-Man Kweon¹ (Kosoo Ecology Institute, Seoul 07952, Republic of Korea; ¹National Institute of Biological Resources, Incheon 22689, Republic of Korea)

ABSTRACT Investigations of distribution status and extinction threat evaluation of the Korean endemic species, *Iksookimia yongdokensis* were undertaken from 2017 to 2018. Among the 22 streams and 97 sampling sites investigated during the study period, samples of *I. yongdokensis* were collected from 9 streams at 37 sites (from Daejongcheon Stream of Gyeongju-si to Songcheon Stream of Yeongdeok-gun). The appearance of *I. yongdokensis* was relatively common in streams such as Hyeongsangang River (15 stations), Yeongdeok Oshipcheon Stream (4 stations), Gokgangcheon Stream (4 stations), Chuksancheon Stream (3 stations) and Daejongcheon Stream (3 stations). The main habitat of *I. yongdokensis* was in pools on flat-land in streams of clean water with slow velocity, and with pebble, gravel and sand bottoms. Previous records of the appearance of *I. yongdokensis*, indicate they were first seen at seven stations including Jangsacheon Stream, but they were not present in Songcheon Stream. Compared to our results there is evidence as noted for a 38.9% reduction in occupancy within 3 generations (10.5 years), and a decline in habitat quality. Therefore, *I. yongdokensis* is now considered vulnerable (VU A2ace) based on the IUCN Red List categories and criteria. The main reasons for the decline were assumed to be dry weathering in the river, the introduction and diffusion of exotic fish species *Micropterus salmoides*, and river refurbishment project.

Key words: *Iksookimia yongdokensis*, spined loach, distribution aspect, extinction threat evaluation

서 론

동방종개 *Iksookimia yongdokensis*는 잉어목(Cypriniformes), 미꾸리과(Cobitidae)에 속하는 참종개속 *Iksookimia* 어류로, 1997년 왕종개 *I. longicorpa*와 구별되는 신종으로 보고되었으며(Kim and Park, 1997), 한국고유종으로 우리나라의 동남부 지역인 형산강과 영덕오십천, 축산천, 송천 일대에만 서식한다(Kim and Park, 1997; Kim and Park, 2007; Kim, 2009). 동방종개는 핵형분석을 통해 4배체 어류로 확인되어 주목받았고(Kim *et al.*, 1999), 그 밖에 난막구조(Park and Kim, 2001), 서식지

특성과 연령, 산란생태(Ko *et al.*, 2016), 초기생활사(Ko *et al.*, 2017a), 활동주기 및 섭식생태(Ko *et al.*, 2018), 분자계통학적 연구(Kwan *et al.*, 2018) 등이 수행되었다.

전 세계적으로 산업화 이후 많은 야생생물들이 멸종하거나 멸종위협에 처하고 생물다양성이 감소하는 것으로 보고되고 있으며(Sala *et al.*, 2000; IUCN, 2019), 우리나라 담수어류도 대형댐과 보의 건설, 무분별한 하천정비공사, 외래종의 도입, 수질오염 등으로 많은 종들이 개체수와 서식지가 감소하고 서호납줄갱이 *Rhodeus hondae*는 절멸, 종어 *Leiocassis longirostris*는 지역절멸된 것으로 보고되고 있다(Jang *et al.*, 2006; Kwater, 2007; Kim and Park, 2007; Ko *et al.*, 2017b, 2018b; NIBR, 2011). 2011년 한국 어류의 적색목록집에는 전

*Corresponding author: Myeong-Hun Ko Tel: 82-70-7370-6612,
E-mail: hun7146@gmail.com

국가자연환경조사(제2~3차)를 기준으로 76종의 멸종위협 등급을 평가한 바 있는데, 동방종개는 우리나라 동남부지역의 하천에만 제한적으로 서식하고 최근 환경오염과 하천개발 등으로 인해 서식지가 감소되어 관심대상종(LC)으로 평가되었다(NIBR, 2011). 하지만 이 적색자료집은 자료 부족으로 인해 평가의 한계가 있었기 때문에 멸종위기종 및 한국고유종들의 정확한 분포와 감소 경향, 원인 등을 파악하기 위한 정밀분포조사가 실시되면서 멸종위협 등급도 재평가되고 있다(Ko, 2016; Ko *et al.*, 2018a, 2018b, 2019).

따라서 본 연구에서는 처음으로 동방종개의 정밀분포조사를 실시하여 분포현황과 서식지 특징을 밝히고 과거출현기록과 비교하여 감소경향을 추정 및 멸종위협 등급을 평가하며 관리방안을 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

동방종개 *I. yongdokensis*의 시기별 분포양상은 전국자연환경조사(ME, 1997~2006; 2007~2011), 하천수생태건강성평가(NIER, 2007~2015), 서식지역의 어류상 논문 등을 고려하여 1980~2006년, 2007~2015년, 2017~2018(본 조사)로 구분하였다. 1980~2006년은 제2차 전국자연환경조사(ME, 1997~2006)와 영덕오십천(Yang and Kang, 1988), 형산강(Yang and Lim, 1980) 등의 어류상 논문, 동방종개 신종기제 논문(Kim and Park, 1997) 등이 있으며, 2007~2015년은 제3차 전국자연환경조사(ME, 2007~2011)와 하천수생태건강성평가(NIER, 2007~2015), 국립생물자원관 표본기록(NIBR, 2006~2014), 해당시기에 발표된 어류상 논문(Kim *et al.*, 2011) 등이 있다. 조사지역은 형산강부터 송천까지 4배체로 보고되어(Kim *et al.*, 1999) 형산강 일대인 대종천부터 송천 일대까지만 조사지역으로 설정하였고, 문헌조사에서 이 지역 외에 출현한 동방종개 기록은 모두 왕종개로 간주하여 제외시켰다. 또한 동방종개가 1997년에 신종으로 보고되었기 때문에(Kim and Park, 1997) 이 지역에서 1997년 이전에 보고된 왕종개는 모두 동방종개로 간주하였다.

분포조사는 과거의 출현지점과 서식지가 양호하여 출현이 예상되는 지역을 중심으로 22개 하천 97개 지점을 선정하여 1차(2017년)와 2차(2018년)로 2회 조사를 실시하였는데, 지점 간 거리는 IUCN(2001)의 권고 격자(2×2 km)를 고려하여 2~5 km 간격으로 지점을 선정하였다. 채집은 3월부터 10월까지 족대(망목 4×4 mm)를 이용하여 지점당 30분 동안 실시하였으며, 채집된 어류는 현장에서 종과 개체수를 확인한 후 바로 방류하였다. 서식지 환경은 하폭과 유폍, 수심, 하천형, 하상구조, 교란요인 등을 조사하였는데, 하천형은 Kani(1944)에 따라, 하상구조는 Cummins(1962)의 기준을 응용하였다. 멸종

위협 등급은 과거 문헌과 본 조사 결과를 근거로 IUCN(2001)의 적색목록 평가기준에 따라 평가하였는데, 개체수의 감소경향, 출현 및 점유면적, 조각화 및 지소(location) 수 등을 계산하여 평가하였다. 개체수의 감소경향은 본 조사 결과를 동방종개의 3세대인 10.5년(Ko *et al.*, 2016)을 근거로 2007~2015년의 출현기록과 비교하여 추정하였다.

결과 및 고찰

1. 시기별 분포

1) 1980~2006년

1980~2006년의 동방종개 *I. yongdokensis*는 어류상 논문과 제2차 전국자연환경조사 등에서 서식이 보고되었다(Fig. 1A). 어류상 논문은 영덕오십천과 형산강에서 조사되었는데, 형산강에서는 1980년 본류를 중심으로 상류에서 하류까지 8개 지점에서(Yang and Lim, 1980), 1994년에는 하류 1개 지점에서 서식이 확인되었고(Yang and Chae, 1994), 영덕오십천에서는 1988년 중·하류의 7개 지점에서 서식이 확인되었다(Yang and Kang, 1988). 이후 제2차 전국자연환경조사에서는 영덕오십천(3개 지점), 곡강천(3개), 형산강(12개), 냉천(1개), 대종천(1개) 등 5개 하천 20개 지점에서 서식이 확인되었다. 그리고 1997년에는 동방종개를 신종보고하면서 형산강(2개 지점)과 영덕오십천(1개), 축산천(1개), 송천(1개)에 서식하는 것이 보고되었다(Kim and Park, 1997).

2) 2006~2015년

제3차 전국자연환경조사로 형산강(12개 지점), 영덕오십천(11개), 축산천(4개), 곡강천(6개), 송천(1개), 지경천(1개), 광천(1개), 고현천(1개), 대종천(1개) 등 9개 하천 38개 지점에서 출현하였다(ME, 2007~2011). 하천수생태건강성평가에서는 영덕오십천(4개), 형산강(3개), 대종천(3개), 송천(1개), 곡강천(1개), 냉천(1개) 등 6개 하천 13개 지점에서(NIER, 2007~2015), 국립생물자원관 표본기록에서는 영덕오십천(1개), 곡강천(1개), 형산강(1개)에서 표본이 확보되었다(NIBR, 2006~2014). 그 외 영남지역 호수의 어류상 조사에서 곡강천(1개)과 형산강(1개)에서(Kim *et al.*, 2011), 다변수모델 평가에서 형산강지류 기계천(1개)에서 서식이 보고되었다(Kim and An, 2010, Fig. 1B).

3) 2017~2018년 정밀분포조사

동방종개가 서식하였거나 서식지가 양호하여 출현이 예상되는 22개 하천 97개 지점을 조사한 결과 동방종개는 9개 하천 37개 지점에서 546개체가 채집되었다(Fig. 1C). 출현하천은 형산강(15개 지점), 영덕오십천(7개), 곡강천(4), 축산천(3

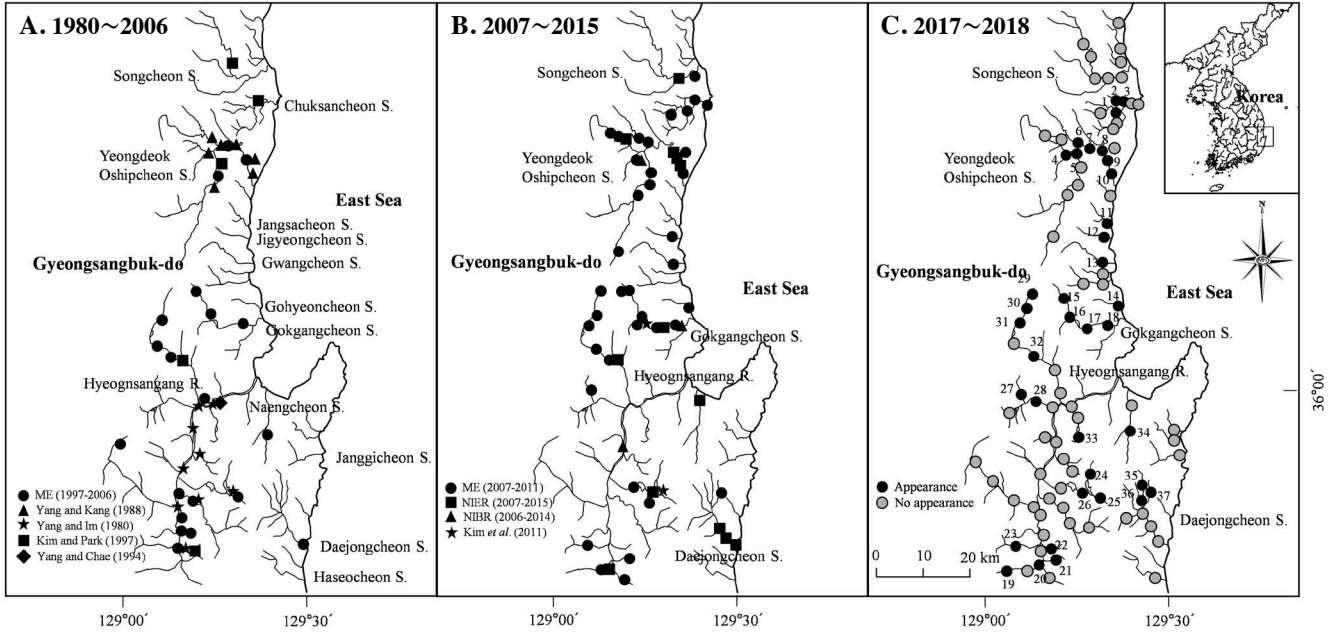


Fig. 1. Distribution change of *Iksookimia yongdokensis* in Korea from 1980 to 2018. ME (1997~2006): The 2nd national environment investigation of freshwater fish, ME (2007~2011): The 3rd national environment investigation of freshwater fish, #NIER (2007~2015): Appearance site of river and stream ecosystem health assessment, #NIBR (2006~2014): Appearance site of *I. yongdokensis* specimens in National Institute of Biological Resources.

개), 대중천 (3개), 장사천 (1개), 지경천 (1개), 광천 (1개), 냉천 (1개)로 나타나 형산강과 영덕오십천, 곡강천, 축산천, 대중천에서 서식지역이 넓게 확인되었다. 출현개체수는 지점별로 큰 차이를 보였는데, 축산천과 영덕오십천, 지경천, 광천, 고현천은 하천 하류부에서, 곡강천과 대중천은 중·상류부에서, 형산강은 상류부에서 비교적 많은 개체가 채집되었다 (Fig. 1C). 1980~2006년 출현지점 35개를 조사한 결과 13개 지점에서만 서식이 확인되어 감소율은 62.9%였으며, 2006~2015년 출현지점 36개를 조사한 결과 22개 지점에서만 서식이 확인되어 감소율은 38.9%였다.

2. 서식양상

본 조사의 동방중개 서식을 과거 분포 결과와 비교하면, 과거에 서식하였으나 본 조사에서 확인되지 않은 하천은 송천 1개였는데, 송천은 동방중개의 북방한계 분포지역으로 알려져 왔으나 (Kim and Park, 1997; ME, 2007~2011; NIER, 2007~2015), 본 조사에서 이전 분포가 확인된 지점을 포함하여 5개 지점을 조사하였으나 서식이 확인되지 않았다. 처음으로 서식이 확인된 하천은 장사천이었으며 하천 하류부에서 서식하고 있었다.

하천별 서식양상 및 감소경향을 살펴보면, 형산강은 서식하천 중 가장 많은 출현지점수를 보이고 있는데, 주로 상류부인

형산강 상류부와 기계천, 북천, 칠평천, 왕신천에 서식하는 것으로 나타났다. 1980~2006년도에는 형산강 중·하류부터 상류까지 폭넓게 서식한 것으로 보고된 바 있어 (Yang and Lim, 1980; ME, 1997~2006) 최근 형산강 중·상류부터 하류까지는 급격히 개체수가 감소하였거나 소멸한 것으로 추정되었다. 영덕오십천은 형산강 다음으로 많은 출현지점수를 보인 하천으로, 중·하류 지역에 폭넓게 서식하고 있어 중·상류부를 제외하고 비교적 1980~2006년, 2007~2015년과 유사하였다. 과거에는 중·상류부 (영덕오십천과 대서천)에도 폭넓게 서식하는 것으로 보고되었으나 (Yang and Kang, 1988; ME, 1997~2006, 2007~2015; NIER, 2007~2015) 본 조사에서는 서식이 확인되지 않아 서식지가 감소한 것이 확인되었다. 대중천은 동방중개의 남방한계 하천으로 상류부터 하류까지 폭넓게 서식하였으나 (ME, 1997~2006, 2007~2015; NIER, 2007~2015), 본 조사에서는 상류에서만 서식이 확인되어 서식처가 급격히 감소하였다. 축산천은 상류부터 최하류까지 서식이 보고되었으나 (ME, 2007~2015), 본 조사에서는 중류에서만 서식이 확인되어 서식범위가 축소되었다.

동방중개가 주로 서식하는 지역은 물이 맑은 하천 중·상류부터 중·하류의 평지형 (Bb type) 또는 계곡·평지형 (Aa-Bb type) 하천으로 하폭 10~150 m, 유폍 3~110 m, 수심 0.3~1.5 m이고 하상은 주로 돌과 자갈, 잔자갈, 모래 등으로 이루어진 소나 유속이 느린 여울부였다. 특히 바닥이 딱딱하지 않아 동

Table 1. Habitat characteristics of appearance stations of *Iksookimia pacifica* in Korea from 2017 to 2018

St.	River width (m)	Water width (m)	Water depth (m)	River types*	Bottom substratum*(%)**						No. of individuals***			River	Etc***	
					M	S	G	P	C	B	2017	2018	Total			
1	60~70	20~30	0.3~1.0	Aa-Bb			20	40	30	10	1		1	Chuksancheon S.	RW	
2	100~110	20~50	0.3~1.5	Bb		10	20	40	30		25	14	39	Chuksancheon S.	RRP,W	
3	100~120	10~20	0.3~1.0	Bb		30	10	20	20	10	5	3	8	Chuksancheon S.	W	
4	50~60	20~30	0.3~1.5	Aa-Bb			20	30	30	20			1	Yeongdeok Oshipcheon S.	W	
5	60~80	5~10	0.3~1.5	Aa-Bb			20	40	30	10	2	7	9	Yeongdeok Oshipcheon S.		
6	80~100	30~60	0.3~1.5	Bb				30	50	20	5	8	13	Yeongdeok Oshipcheon S.	W	
7	130~150	40~80	0.3~1.5	Bb				20	50	30	5	2	7	Yeongdeok Oshipcheon S.	W	
8	130~150	80~110	0.3~1.5	Bb		10	10	30	30	20	3	5	8	Yeongdeok Oshipcheon S.	W	
9	130~150	40~80	0.3~1.3	Bb			20	40	30	10	45	25	70	Yeongdeok Oshipcheon S.	W	
10	130~150	50~110	0.3~1.5	Bb				20	50	30	-	1	1	Yeongdeok Oshipcheon S.	W	
11	60~80	30~40	0.5~1.5	Bb		70	10	10		10	-	18	18	Jangsacheon S.		
12	60~80	3~10	0.3~0.7	Aa		20	10	20	30	20	24	5	29	Jigyeongcheon S.	W	
13	60~80	10~20	0.3~1.5	Aa-Bb				20	40	40	15	5	20	Gwangcheon S.		
14	30~40	10~15	0.3~1.0	Bb	20	10	40	30			22	18	40	Gohyeoncheon S.		
15	25~30	10~15	0.3~1.5	Aa-Bb			20	50	20	10	3	3	6	Gokgangcheon S.		
16	80~100	20~30	0.5~1.5	Bb		10	10	20	40	20	15	7	22	Gokgangcheon S.		
17	80~100	20~30	0.3~1.0	Aa-Bb			10	20	40	30	5	2	7	Gokgangcheon S.		
18	100~120	40~60	0.3~1.5	Bb	50	30	10	10					2	2	Gokgangcheon S.	RRP,W
19	30~40	10~15	0.3~1.2	Aa-Bb			10	20	40	30	3	2	5	Hyeongsnagang R.	W	
20	80~100	30~40	0.5~1.2	Aa-Bb		10	30	40	20		5	3	8	Hyeongsnagang R.	W	
21	40~50	10~20	0.3~1.5	Aa-Bb				20	50	30	2	3	5	Hyeongsnagang R.	W	
22	15~20	5~10	0.3~1.0	Aa-Bb		20	30	40	10		1		1	Hyeongsnagang R.		
23	60~70	3~15	0.3~1.0	Aa-Bb			30	40	30		1	2	3	Hyeongsnagang R.		
24	40~50	5~8	0.3~1.0	Aa			20	40	20	20	3	2	5	Hyeongsnagang R.		
25	30~40	5~15	0.3~1.2	Aa		10	20	40	20	10	26	12	38	Hyeongsnagang R.	W	
26	70~80	10~40	0.3~1.5	Aa-Bb	30		20	20	30				3	3	Hyeongsnagang R.	RRP,W
27	10~15	3~8	0.3~1.5	Aa			20	50	20	10	8	7	15	Hyeongsnagang R.		
28	100~120	30~40	0.3~1.5	Bb		10	20	30	40		2	2	4	Hyeongsnagang R.		
29	25~30	5~10	0.3~1.0	Aa		10	20	20	30	20	5	2	7	Hyeongsnagang R.		
30	80~100	20~40	0.3~1.2	Aa-Bb				10	30	60			3	3	Hyeongsnagang R.	W
31	80~100	5~10	0.3~1.2	Aa-Bb		10		20	30	40	23	8	31	Hyeongsnagang R.		
32	100~120	30~40	0.3~1.2	Bb			20	30	40	10	2	2	4	Hyeongsnagang R.	W	
33	40~50	10~40	0.3~1.5	Bb		20	20	10	20	30	3	43	46	Hyeongsnagang R.	W	
34	80~100	5~10	0.3~0.7	Aa-Bb			10	30	40	20			15	15	Naengcheon S.	
35	15~20	2~4	0.5~1.0	Aa			20	20	30	30	7		7	Daejongcheon S.		
36	15~20	1~3	0.3~0.5	Aa-Bb			20	20	30	30	2	3	5	Daejongcheon S.		
37	20~30	5~10	0.3~1.2	Aa		10	20	30	30	10	12	28	40	Daejongcheon S.	W	

*Kani (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). ***: not survey, #RRP: river refurbishment project, W: weir.

방종개가 쉽게 파고 들어갈 수 있는 자갈과 잔자갈, 모래가 쌓여 있는 소에 많은 개체가 서식하고 있었다. 동방종개 집단 서식지인 축산천에서는 최근에 하폭 50~70 m, 유폭 10~30 m (하천형 Bb type)이고 느린 여울부와 소(유속 3.8~4.6 cm/sec)의 수심은 깊으며 (0.5~0.7 cm) 자갈과 돌바닥(하상크기

5.5~6.1 cm)에 주로 서식하는 것으로 보고된 바 있다(Ko et al., 2016). 동방종개는 하천에 따라 서식범위에 차이를 보였는데, 형산강과 대종천과 같이 하폭과 유폭이 좁더라도 경사각이 작고 자갈과 잔자갈, 모래가 쌓여 있는 소가 있으면 서식하는 경우가 많았으나 영덕오십천과 같이 하폭과 유폭이 넓어도

경사각이 크고 하상이 큰돌과 돌, 암반으로 이루어진 곳에서는 거의 서식하지 않았다.

3. 감소요인

동방종개의 감소요인은 크게 기후변화에 따른 가뭄과 홍수, 외래종의 도입, 하천 개보수 사업 등으로 확인하였다. 동방종개의 첫 번째 감소요인은 기후변화에 따른 가뭄과 홍수로, 2018년 6~7월은 심각한 가뭄으로 인해 많은 하천이 건천화되었는데 (WEIS, 2019), 영덕오십천의 중·상류부터 중·하류부, 형산강의 기계천 중·하류부, 곡강천 중·하류부, 송천 중·하류부 등이 건천화되어 물이 아예 없거나 작은 웅덩이에만 물이 소량 있었다. 이러한 건천화 지역은 하천별 서식지 감소지역과 매우 유사한 경향을 보여 동방종개의 서식지 감소의 큰 위협요인으로 판단되었다. 또한 2018년 10월 6일의 집중호우(포항 기준 1일 182.7 mm)로 인해 (WEIS, 2019) 동방종개 서식지역의 하천 지형이 대폭 변화되어 서식에도 큰 변화가 야기되었는데, 물길이가 바뀌거나 소(pool)가 퇴적물로 메워져 알아지지거나 여울로 바뀌기도 하였고 하상이 자갈과 모래에서 큰돌과 돌로 바뀌기도 하는 등 서식지에 큰 변화가 생겼다.

동방종개의 두 번째 감소요인은 육식성 외래어종의 확산으로 추정된다. 동방종개는 형산강 본류구간에 1980~2006년까지 폭넓게 서식하고 있었으나 2007~2015년에는 거의 서식하지 않는 것으로 나타나 급격한 감소를 보였다. 현재 형산강에 출현하는 외래어종은 배스 *Micropterus salmoides*와 블루길 *Lepomis macrochirus*, 향어 *Cyprinus carpio* (Israeli type), 떡붕어 *Carassius cuvieri* 4종이 서식하고 있으며 (ME, 1997~2006, 2007~2011; NIER, 2007~2015; Yoo *et al.*, 2009; NIE, 2017), 이 중 생태계교란야생생물은 배스와 블루길 2종이 포함된다. 우선 블루길은 형산강에서 1980년에 처음으로 출현기록이 있어 (Yang and Lim, 1980) 1970년대에 처음 유입된 것으로 추정되며, 이후 형산강 하류부 (Yang and Chae, 1994)와 제2차 전국 자연환경조사에서 형산강지류 남천(2001년, 2개 지점)에서 채집되었다 (ME, 1997~2006). 이후 2009년 경주시의 7개 저수지에서 (Yoo *et al.*, 2009), 2010년 형산강 본류 3개 지점 (Kim and An, 2010)에서 서식이 확인되었고, 지속적으로 본류와 저수지를 중심으로 서식이 보고되고 있었다 (NIER, 2007~2015; NIE, 2017). 블루길은 주로 동물성플랑크톤, 수서곤충, 새우류, 일부 계절에 따라 어류의 알이나 치어를 섭식하는 것으로 알려져 있어 (Kim and Park, 2007), 블루길의 유입 및 확산이 동방종개의 감소원인이라는 근거를 찾기 힘들었다.

배스는 정확히 언제 어떠한 경로로 유입되었는지는 알 수 없으나 기록상 2008년 형산강 본류에서 하천수생태건강성평가로 처음 서식이 기록되었고 (NIER, 2007~2015), 2010년에는 형산강 상류부터 하류까지 폭넓게 서식하는 것이 보고되었

으며 (Kim and An, 2010), 2017년 외래생물 전국서식실태조사 (NIE, 2017)와 본 조사에서도 형산강 중·상류부터 하류까지 폭넓게 서식하고 있는 것이 확인되었다. 배스는 이러한 기록을 근거로 형산강에 2000년대 초·중반에 유입되어 형산강 본류를 중심으로 급격히 확산된 것으로 추정되었다. 배스는 상대적으로 크기가 크고 포식성이 매우 강하며 우리나라에 천적이 거의 없기 때문에 강과 호소에서 급격히 확산되고 있으며 이로 인해 소형 한국고유종 및 자생종의 개체수와 서식지의 직접적인 감소원인으로 보고되고 있다 (Jang *et al.*, 2006; Ko *et al.*, 2008, 2018b; NIE, 2015, 2016, 2017, 2018; Park *et al.*, 2019). 배스는 하천 중층에 주로 서식하지만 식성분석 결과 섭식된 어류는 표층성, 중층성뿐만 아니라 밀어 *Rhinogobius brunneus*와 민물검정망둑 *Tridentiger brevispinis*, 줄종개 *Cobitis tetralineata*, 돌마자 *Microphysogobio yaluensis* 등의 저서성 어류까지도 많이 섭식하는 것으로 나타나 폭넓은 섭식영역을 보인다 (Ko *et al.*, 2008; Park *et al.*, 2019). 형산강에서 동방종개가 급격히 감소한 시기(2007~2015)와 배스의 도입 및 확산시기가 거의 일치하는 것으로 나타났으며, 배스가 서식하는 형산강 중·상류부터 하류구간에 동방종개가 더 이상 채집되지 않는 점으로 볼 때, 이 지역에서 동방종개 서식지 감소는 배스의 도입 및 확산이 주원인으로 추정되었다.

동방종개의 세 번째 감소요인은 무분별한 하천 개보수 공사이다. 조사기간 동안 동방종개가 출현한 4지점 (St. 1, 2, 18, 26)에서 하천 개보수 공사가 진행되고 있었는데, 철로공사로 인해 하천일부가 변형되는 경우도 있었지만 (St. 2), 하천 개보수 공사 또는 수해복구 공사로 인해 하상과 하천의 독을 동시에 훼손하고 있어 (St. 1, 18, 26) 동방종개의 직접적인 분포와 서식지에 큰 영향을 미치고 있었다.

4. 멸종위협 평가 및 보전방향

동방종개의 멸종위협 정도를 확인하기 위해 IUCN (2001)의 평가 기준 A와 B로 평가하였다. 평가기준 A의 경우 동방종개의 1세대가 3.5년으로 추정되어 (Ko *et al.*, 2016) 3세대는 10.5년으로 계산하였다. 이에 감소경향은 본 조사 결과와 2007~2015년에 출현결과를 비교하였는데, 본 조사 97개 지점 중 2007~2015년에 출현한 지점은 36개였고 이 중 22개 지점에서 서식이 확인되어 감소율은 38.9%로 나타났다. 동방종개의 감소 원인은 아직 해소되지 않았고, 출현범위 및 점유면적이 점점 감소하고 있으며, 서식지의 질은 가뭄과 홍수, 하천공사 등으로 하락되고 있었다. 형산강의 경우 외래종 배스의 확산으로 인해 서식지 및 개체수 감소에 영향을 주었다. 이러한 근거로 멸종위협 등급은 멸종위기 범주인 취약 (VU A2ace)으로 평가되었다. 평가기준 B에서는 2017~2018년 기준 출현범위가 약 1,662 km², 점유면적 148 km² (37지점 × 4 km²)이며, 단절된 지소 수는

13개이고 극심한 개체군 변동은 관찰되지 않아서 근접한 취약 (Near meets VU B1b (i, ii, iii) + B2b (i, ii, iii))으로 평가되었다. 따라서 동방종개의 최종 멸종위협 등급은 멸종위협 등급이 보다 높게 나타난 평가기준 A에 따라 멸종위기 범주에 해당하는 취약(VU A2ace)으로 평가되었다.

동방종개의 서식범위에 대해서는 논란이 되고 있는데 (ME, 1997~2006, 2007~2011; NIER, 2007~2015), 현재는 4배체로 알려진 대종천부터 송천까지만 서식하는 것으로 알려져 있다 (Kim and Park, 1997; Kim *et al.*, 1999). 대종천 아래의 태화강부터 회야강 일대에 서식하는 집단은 2배체이기 때문에 왕종개로 판단하고 있지만 반문 및 골질반의 형태가 섬진강 및 낙동강에 서식하는 왕종개보다 동방종개와 유사하다고 보고된 바 있다 (Kim *et al.*, 1991). 따라서 추후 이 집단에 대한 분류학적 위치를 밝히기 위한 형태분석 및 분자생물학적 연구가 필요하다고 생각된다.

동방종개는 본 조사 결과 서식지가 급격히 감소하여 IUCN 기준으로 멸종위기 범주에 해당하는 취약으로 평가되었기 때문에 환경부의 멸종위기종 목록에 추가로 지정하여야 할 것이다. 또한 감소원인은 심각한 가뭄과 외래종 배스의 확산, 무분별한 하천 개보수 공사 등으로 추정되었기 때문에 이러한 문제를 해결할 수 있는 장기적인 보전방안이 필요하다고 생각되는데, 특히 배스의 확산과 서식지 훼손을 야기하는 무분별한 하천공사를 막기 위한 대책수립은 빠른 시일 내에 필요하다고 판단되었다.

요 약

우리나라 고유종 동방종개 *Iksookimia yongdokensis*의 분포 현황 및 멸종위협을 평가하기 위하여 처음으로 정밀분포조사를 2017년부터 2018년까지 2회 실시하였다. 동방종개는 조사 기간 중 22개 하천, 97개 지점을 조사하여 9개 하천, 37개 지점 (경주시 대종천~영덕군 축산천)에서 서식을 확인하였다. 서식 지점 수는 형산강 (15개 지점), 영덕오십천 (4개), 곡강천 (4개), 축산천 (3개), 대종천 (3개) 등의 순으로 많았으며, 주로 평지형 하천의 물이 맑고 유속이 느리며 자갈과 잔자갈, 돌, 모래가 쌓여 있는 소 (pool)에 서식하고 있었다. 본 결과를 과거 출현기록과 비교하면, 처음으로 장사천에서 서식을 확인하였고 7개의 신규 서식지를 발굴하였으나, 과거 서식지인 송천에서는 서식을 확인하지 못하였다. 동방종개의 멸종위협 등급을 IUCN 평가기준에 따라 평가했을 때 서식지 (점유면적)가 3세대 (10.5년) 동안 38.9%가 감소하고, 서식지의 질이 하락하였기 때문에 취약 (VU A2ace)으로 평가되었다. 주된 감소요인은 가뭄으로 인한 하천 건천화, 외래종 배스 *Micropterus salmoides*의 도입 및 확산, 하천의 개보수 사업 등이었다.

사 사

본 연구는 환경부 국립생물자원관의 ‘2017년 IUCN 적색목록 현황평가’와 ‘2018년 보호야생생물 관찰평가 및 관리’ 사업의 일환으로 조사되었으며, 본 조사가 진행될 수 있도록 협조하여주신 국립생물자원관의 이소희 선생님께 감사드립니다.

REFERENCES

- 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.*, 67: 477-504.
- IUCN. 2001. IUCN red list categories and criteria: Version 3.1. IUCN Species Survival Commission. IUCN, ii + 30pp.
- IUCN. 2019. IUCN Red List of threatened species. Retrieved from <http://www.iucn.org/resources/conservation-tools>. version (12/2019).
- 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.
- Kani, T. 1944. Ecology of torrent-inhabiting insects, pp. 171-317. In: *Insect I* (Furukawa, J., ed.). Kenkyu-sha, Tokyo. (in Japanese)
- Kim, I.S. 2009. A review of the spined loaches, family Cobitidae (Cypriniformes) in Korea. *Korean J. Ichthyol.*, 21 (supplement): 7-28.
- Kim, I.S. and J.Y. Park. 1997. *Iksookimia yongdokensis*, a new cobitid fish (Pisces: Cobitidae) from Korea with a key to the species of *Iksookimia*. *Ichthyol. Res.*, 44: 249-256.
- Kim, I.S. and J.Y. Park. 2007. *Freshwater fishes of Korea*. Kyohak Publishing, Seoul, 467pp. (in Korean)
- Kim, I.S., J.Y. Park and T.T. Nalbant. 1999. The far-east species of the genus *Cobitis* with description of three new taxa (Pisces; Ostariophysi; Cobitidae). *Trav. Mus. Nat. Hist. Nat. 'Griore Antipa'* 44: 373-391.
- Kim, J.B., J.H. Kim and S.Y. Yang. 1991. Geographic variation of lamina circularis in *Cobitis longicorpus* (Pisces: Cobitidae). *Korean J. Zool.*, 34: 103-109. (in Korean)
- Kim, S.K., Y.H. Kang, G.B. Hong, D.U. Yoo, H.Y. Suk, B.S. Chae and U.W. Hwang. 2011. Ichthyofauna and community structure from 21 lakes in the Yeungnam area including Gyeongsangbukdo and Gyeongsangnam-do Provinces, Korea. *Korea J. Ichthyol.*, 23: 288-299. (in Korean)
- Kim, S.Y., J.Y. Park and I.S. Kim. 1999. Chromosome of spined loach, *Iksookimia yongdokensis* (Pisces: Cobitidae) from Korea. *Korean J. Ichthyol.*, 11: 172-176.
- Kim, Y.P. and K.G. An. 2010. Evaluations of ecological habitat, chemical water quality, and fish multi-metric model in Hyongsan River watershed. *Korean J. Limnol.*, 43: 279-287. (in Korean)

- Ko, M.H. 2016. Distribution status and threatened assessment of endangered species, *Pungitius sinensis* (Pisces: Gasterosteidae) in Korea. Korean J. Ichthyol., 28: 186-191. (in Korean)
- Ko, M.H., H.J. Kim, R.Y. Myung and Y.J. Won. 2018. The activity period and feeding ecology of the Korean eastern spined loach, *Iksookimia yongdokensis* (Pisces: Cobitidae). Korean J. Ichthyol., 30: 27-35. (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. (in Korean)
- Ko, M.H., M.S. Han and S.M Kwan. 2018a. Distribution aspect and extinction threat evaluation of the endangered species, *Cottus hangiongensis* (Pisces: Cottidae) in Korea. Korean J. Ichthyol., 30: 155-160. (in Korean)
- Ko, M.H., M.S. Han and S.M Kwan. 2018b. Distribution aspect and extinction threat evaluation of the endangered species, *Rhodeus pseudosericeus* (Pisces: Cyprinidae) in Korea. Korean J. Ichthyol., 30: 100-106. (in Korean)
- Ko, M.H., M.S. Han and S.M Kwan. 2019. Distribution aspects and extinction threat evaluation of the Korean endemic species, *Iksookimia pacifica* (Pisces: Cobitidae) in Korea. Korean J. Ichthyol., 31: 16-22. (in Korean)
- Ko, M.H., Y.S. Jeon and Y.J. Won. 2016. The habitat, age and spawning characteristics of the Korean eastern spined loach, *Iksookimia yongdokensis* (Pisces: Cobitidae) in the Chuksancheon (stream), Korea. Korean J. Ichthyol., 28: 239-248. (in Korean)
- Ko, M.H., Y.S. Jeon and Y.J. Won. 2017a. Early life history of the eastern Korean tetraploid spined loach, *Iksookimia yongdokensis* (Pisces: Cobitidae), Folia Zool., 66: 153-162.
- Ko, M.H., Y.S. Kwan, K.L. Lee and Y.J. Won. 2017b. Impact of human activities on changes of ichthyofauna in Dongjin River of Korea in the past 30 years. Anim. Cells Syst., 21: 207-216.
- Kwan, Y.S., D. Kim, M.H. Ko, W.O. Lee and Y.J. Won. 2018. Multi-locus phylogenetic analyses support the monophyly and the Miocene diversification of *Iksookimia* (Teleostei: Cypriniformes: Cobitidae). Syst. Biodivers., 16: 1-8.
- Kwater. 2007. A guidebook of rivers in South Korea. Kwater, Daejeon, 582pp. (in Korean)
- ME (Ministry of Environment). 1997-2006. The 2nd national environment investigation of freshwater fish. National Institute of Environmental Research. (in Korean)
- ME (Ministry of Environment). 2007-2011. The 3rd national environment investigation of freshwater fish. National Institute of Environmental Research. (in Korean)
- NIBR (National Institute of Biological Resources). 2011. Red data book of endangered fishes in Korea. Ministry of Environment, Incheon, 202pp. (in Korean)
- NIBR (National Institute of Biological Resources). 2006-2014. Appearance site of *Iksookimia pacifica* specimens in National Institute of Biological Resources. (in Korean)
- NIE (National Institute of Ecology). 2015. Nationwide survey of non-native species in Korea (I). NIE, Seocheon, 342pp.
- NIE (National Institute of Ecology). 2016. Nationwide survey of non-native species in Korea (II). NIE, Seocheon, 516pp.
- NIE (National Institute of Ecology). 2017. Nationwide survey of non-native species in Korea (III). NIE, Seocheon, 671pp.
- NIE (National Institute of Ecology). 2018. Nationwide survey of non-native species in Korea (IV). NIE, Seocheon, 705pp.
- NIER (National Institute of Environmental Research). 2007-2015. River and stream ecosystem health assessment. (in Korean)
- Park, J.S., S.H. Kim, H.T. Kim, J.G. Kim, J.Y. Park and H.S. Kim. 2019. Study on feeding habits of *Micropterus salmoides* in habitat types from Korea. Korean J. Ichthyol., 31: 39-53. (in Korean)
- Park, J.Y. and I.S. Kim. 2001. Fine structures of oocyte envelopes of three related cobitid species in the genus *Iksookimia* (Cobitidae). Ichthyol. Res., 48: 71-75.
- Sala, O.E., F.S. Chapin, J.J. Armesto, E. Berlow, J. Bloomfield, R. Dirzo, H.S. Elisabeth, L.F. Huenneke, R.B. Jackson, A. Kinzig, R. Leemans, M.L. David, H. Mooney, A.O. Martin, N.L. Poff, T.S. Martin, B.H. Walker, W. Marilyn and D.H. Wall, 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. Science, 287, 1770-1774.
- WEIS (Water Environment Information System). 2019. Water data (Precipitation). Retrieved from <http://water.nier.go.kr/waterData>. version (12/2019).
- Yang, H.J. and B.S. Chae. 1994. The ichthyofauna and fish community structure at the downstream of the Hyongsan River. Korean J. Limnol., 27: 23-32.
- Yang, H.J. and W.T. Lim. 1980. A study on the Ichthyofauna in the Hyeongsan River. J. Basic Sci. Kyungpook National Univ., 4: 23-32. (in Korean)
- Yang, H.J. and Y.H. Kang. 1988. On the ichthyofauna and ecological survey of main species in the Oshib River. Research Review of Kyungpook National Univ., 45: 253-267. (in Korean)
- Yoo, D.J., K.H. Han, H.S. Yim, W.I. Seo and S.H. Lee. 2009. Ichthyofauna from reservoirs in Gyeongju-si, Gyeongsangbuk-do, Korea. Korean J. Ichthyol., 21: 38-46. (in Korean)