

멸종위기어류 가시고기 *Pungitius sinensis* (Pisces: Gasterosteidae)의 분포현황 및 멸종위협 등급 평가

고명훈*

이화여자대학교 에코과학부

Distribution Status and Threatened Assessment of Endangered Species, *Pungitius sinensis* (Pisces: Gasterosteidae) in Korea by Myeong-Hun Ko* (Division of Ecoscience, Ewha Womans University, Seoul 03760, Republic of Korea)

ABSTRACT Distribution status and threatened assessment of endangered species, *Pungitius sinensis* (Pisces: Gasterosteidae), were investigated from March to October 2015 in Gangwon-do and Gyeongsangbuk-do etc., Korea. During the study period, a total of 854 individual *P. sinensis* were collected from 21 of 71 sampling stations using skimming nets. *P. sinensis* appeared in 23 streams during the past 30 years. However, it was only collected in 12 streams. Therefore, its habitats and populations were drastically reduced. The preferred habitat of *P. sinensis* was pool of the lower stream with lots of aquatic plants. Given these evidences of small occupying areas (84 km²) and drastic reduction in its habitats and populations, *P. sinensis* is considered as an endangered (EN) [B2ab(ii,iii,iv)] species based on IUCN Red List categories and criteria.

Key words: *Pungitius sinensis*, Gasterosteidae, distribution, endangered species, threatened assessment

서론

지난 수십 년 동안 빠른 인구증가와 경제성장, 무분별한 개발, 환경오염 등으로 인하여 수많은 야생동·식물의 개체수와 서식지가 급격히 감소하여 멸종하였거나 멸종위기에 처해 있는 것으로 보고되고 있다(Sala *et al.*, 2000; IUCN, 2001; Sutherland *et al.*, 2009). 멸종위기종의 지정 및 평가는 그 기준이 불명확하여 오랫동안 논란이 되어 왔는데, 세계자연보전연맹(IUCN)은 멸종위기종의 보다 객관적인 선정을 위하여 적색목록 평가기준을 제시하였다(IUCN, 1994, 2001). 우리나라는 2011년 어류의 적색자료집 발간 및 2012년 멸종위기종을 지정하는 데 IUCN의 평가방법을 반영하였으나 대상종의 분포 및 감소 경향 등의 자료가 부족하여 많은 어려움이 있었다(NIBR, 2011; ME, 2012). 따라서 정확한 멸종위기종의 지정 및 장기적이며 체계적인 관리를 위해서는 멸종위기종들의 서

식지 및 개체군의 감소 경향, 서식지 조각화, 서식 개체수 추정 등의 자료 확보가 중요하다.

가시고기 *Pungitius sinensis*는 큰가시고기과(Gasterosteidae)에 속하며 우리나라와 중국, 일본, 러시아에 서식하는 것으로 알려진 소형 어류로(Kim, 1997; Kim and Park, 2007), 최근까지 아종 *P. pungitius sinensis* (Chyung, 1977) 또는 *P. sinensis sinensis*로 사용되고 잔가시고기 *P. sinensis kaibarae*와 아종관계로 보고되었으나(Chae, 1988; Chae and Yang, 1988), Kim *et al.* (1989)은 두 종이 등지느러미 기초막의 색으로 잘 구분되어 가시고기 *P. sinensis*, 잔가시고기 *P. kaibarae* ssp.의 종명으로 기록하였다.

가시고기는 2005년 개체수 및 서식지 감소 등을 근거로 환경부지정 멸종위기야생동·식물 II급으로 지정하였으며 현재까지 법적 보호를 받고 있으며(ME, 2005, 2012), 2011년 우리나라 담수어류의 적색자료집에서는 서식지가 급격히 감소하고 점유 면적이 500 km² 이하(8개 지점, 점유 면적 32 km²)로 나타나 멸종위기종 범주인 취약(VU) B2ab(i,ii,iii,iv)로 평가된 바 있다(NIBR, 2011). 하지만 점유 면적의 기준이 된 전국자

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

연환경조사는 멸종위기종의 분포 및 감소 경향을 파악하는 데 한계를 가지기 때문에 정확한 멸종위협을 평가하기 위해서는 멸종위기종들의 생태적 특성을 고려한 정밀조사가 요구되고 있다(NIBR, 2011; Ko *et al.*, 2013a). 가시고기의 분포 기록은 Jeon (1987), Chae (1988), Choi *et al.* (1990), Yoon (2007), ME (1997~2008) 등이 있으나 대부분 큰 하천 위주로 조사가 진행되어 가시고기의 분포 및 서식현황을 밝히는 데 한계가 있었다. 따라서 본 연구에서는 가시고기의 정밀조사를 실시하여 분포범위 및 서식현황을 밝히고 멸종위협 정도를 평가하여 보전 방향을 제시하고자 한다.

재료 및 방법

가시고기 *Pungitius sinensis*의 과거 서식현황은 가시고기와 찬가시고기 *P. kaibarae* ssp.의 구분이 이루어진 1987년 이후부터 보고된 관련 논문 및 도감(Jeon, 1987; Chae, 1988; Kim *et al.*, 1989; Choi *et al.*, 1990; Yoon, 2007)과 전국자연환경조사(ME, 1997-2008), 각 하천에서 보고된 논문(Kim *et al.*, 1996; Nam *et al.*, 2002; Kim *et al.*, 2006a, b; Lee *et al.*, 2010; Byeon and Oh, 2015) 등을 정리하였다. 정밀조사는 가시고기의 서식이 보고된 강원도와 경상북도 일대, 충청북도 제천시의림지를 대상으로 하폭 30 m 이상의 소하천까지 조사하였는데, 가시고기는 대부분 하천 하류 및 기수역에 주로 서식하는 것으로 보고되어(Chae, 1988; Choi *et al.*, 1990) 이곳을 중점적으로 지점을 선정하여 조사하였다(Fig. 1).

조사지점은 모두 71개 지점을 선정하였으며, 출현 지점의 행정구역은 멸종위기종인 본 종의 개체군 보호를 위해 생략하였다. 포획은 2015년 원지방환경청(제2015-35호)과 대구지방환경청(제2015-05호)의 포획허가를 받아 3월부터 10월까지 실시하였다. 채집은 족대(망목 4×4 mm)를 이용하여 지점당 1시간 동안 실시하였고, 채집된 어류는 동정 및 계수 이후 현장에 바로 방류하였으며, 동소출현종의 동정은 Kim (1977)과 Kim and Park (2007)에 따랐다. 서식지 환경은 하폭과 유폭, 수심, 하천형, 하상구조, 수변부 식생, 교란요인 등을 조사하였는데, 하천형은 Kani (1944), 하상구조는 Cummins (1962)의 기준을 응용하여 구분하였다. 멸종위협 등급은 본 조사 결과를 근거로 IUCN (2001)의 적색목록 평가기준에 따라 평가하였는데, 점유 면적 계산은 권고 격자 크기인 2 km 격자를 적용하여 한 칸의 점유 면적을 4 km²로 적용하였다.

결과 및 고찰

1. 과거 출현 지역

1980년대 이후 가시고기 *P. sinensis*가 출현한 지역은 Fig.

1A와 같으며, 출현 지역수는 Jeon (1987)이 10개 지역, Chae (1988) 6개 지역, Kim *et al.* (1989) 3개 지역, Yoon (2007) 10개 지역, 전국자연환경조사(ME, 1997-2008)는 8개 지점, 어류상 보고(Kim *et al.*, 1996; Nam *et al.*, 2002; Kim *et al.*, 2006a, b; Lee *et al.*, 2010; Byeon and Oh, 2015)로 확인된 8개 지역 등이다. 그 밖에 Choi *et al.* (1990)는 16개 지점에서 가시고기가 서식하는 것으로 보고하였으나 지도상 위치가 불명확하여 Fig. 1에 포함시키지 않았다. 출현 지역은 송현천과 배봉천, 자산천, 북천, 쌍천, 물치천, 양양 남대천, 광정천, 화상천, 연곡천, 강릉 남대천, 정동진천, 주수천, 전천, 삼척 오십천, 마읍천, 호산천, 가곡천, 척산천, 백록천, 송천, 형산강, 제천 의림지 23개 하천으로 강원도 송현천부터 경상북도 형산강까지 비교적 넓은 구간이었다. 한강 수계에는 유일하게 제천 의림지에서 서식 기록이 있었는데, 제천 의림지는 일제 강점기 때 함경남도 용흥강의 빙어 *Hypomesus nipponensis*를 이식하는 과정에서 함께 유입되어 서식하게 된 것으로 알려져 있다(Jeon, 1987; Chae, 1988; Kim *et al.*, 1989; Choi *et al.*, 1990). 형산강에 서식하는 가시고기 출현은 Jeon (1987)의 기록이 있으나 이후 출현 기록이 없고 동정 또는 변이에 의한 오동정을 제기한 바 있어(Chae, 1988; Yoon, 2007) 추후 검토가 필요하다.

2. 본 연구의 출현 지역

2015년 59개 하천, 71개 지점을 조사한 결과 가시고기는 오호천과 문암천, 물치천, 양양 남대천, 상운천, 광정천, 화상천, 해송천, 연곡천, 강릉남대천, 주수천, 마상천, 전천, 오십천, 마읍천, 궁촌천, 임원천, 호산천, 가곡천, 부구천, 척산천, 금곡천, 백록천 21개 지점에서 854개체가 채집되었다(Fig. 1B, Table 1). 이 중 광정천과 해송천, 주수천, 임원천은 개체수가 100개체 이상씩 채집된 집단서식지였으며, 오호천과 문암천, 상운천, 해송천, 마상천, 궁촌천, 임원천, 부구천, 금곡천 9개 지점은 본 조사에서 처음으로 서식이 확인되었다. 신규로 확인된 하천들은 모두 소규모 하천들로 본 조사에서 소하천까지 조사하였기 때문에 처음으로 서식이 확인된 것으로 판단된다.

기준에 서식하는 것으로 보고된 23개 하천 중 본 조사에서 서식이 확인된 하천은 12개였으며, 송현천과 배봉천, 자산천, 북천, 쌍천, 정동진천, 삼척 오십천, 가곡천, 송천, 형산강, 제천 의림지 11개 하천에서는 서식이 확인되지 않았다. 이 중 정동진천은 2007년에 서식이 보고되었지만(Yoon, 2007) 관광지로 개발되면서 하천이 오염되어 수생동물이 거의 관찰되지 않아 가시고기도 함께 절멸된 것으로 추정된다. 그리고 한강에서 유일한 서식지인 제천의림지는 본 조사에서 서식이 확인되지 않았는데, 동소 출현종으로 외래종인 배스 *Micropterus salmoides*와 블루길 *Lepomis macrochirus*이 집단으로 서식하고 있어 외래종 및 서식지 변화 등으로 절멸된 것으로 추정된

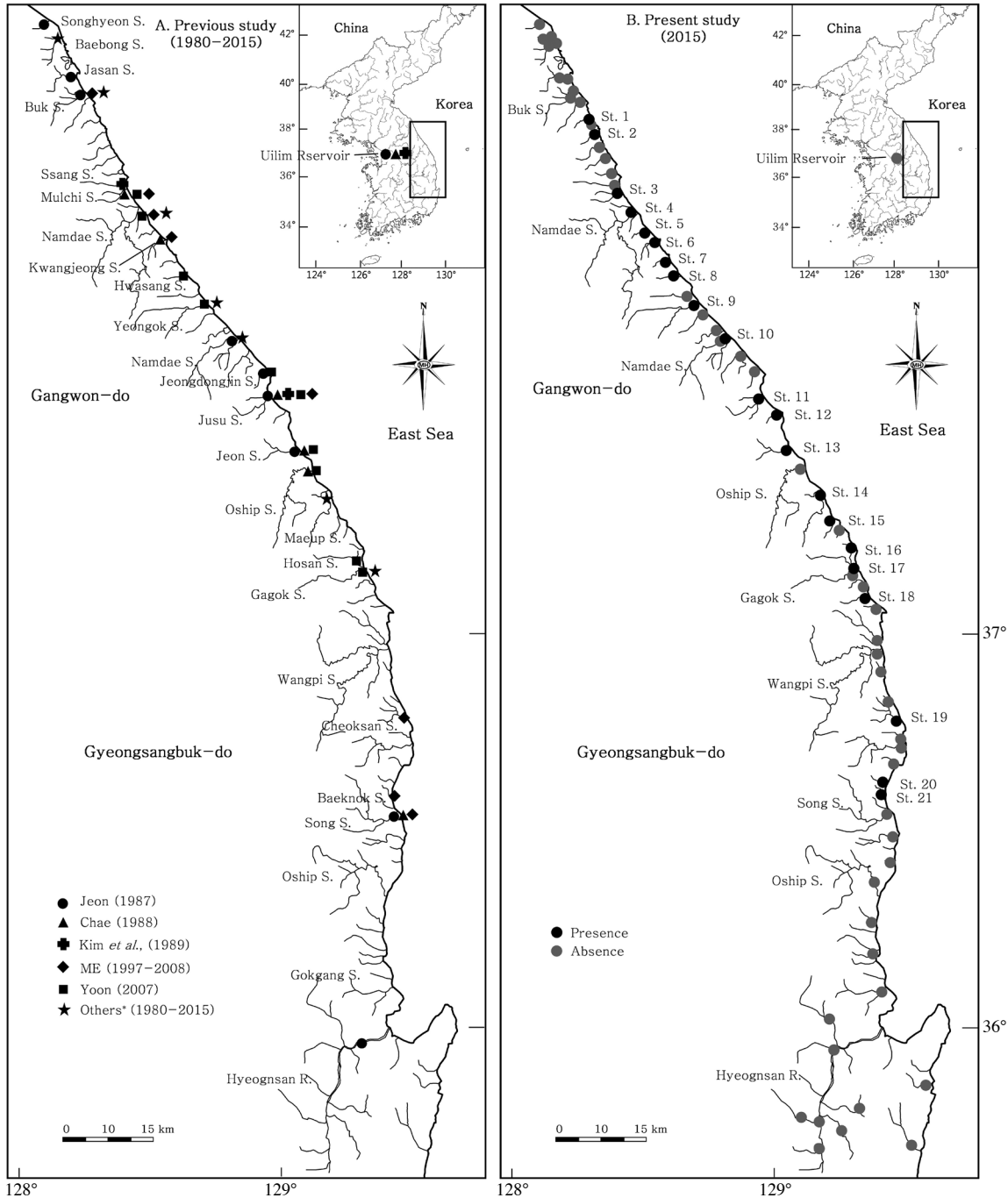


Fig. 1. Previous and present occurrence of *Pungtius sinensis* in Korea. *Others: Kim *et al.*, 1996; Nam *et al.*, 2002; Kim *et al.*, 2006a, b; Lee *et al.*, 2010; Byeon and Oh, 2015.

다. 강원도 북부에 위치한 송현천과 배봉천, 자산천, 북천 등은 과거 가시고기와 잔가시고기 *P. kaibarae*의 혼서지로 알려졌으나 (Jeon, 1987; Lee *et al.*, 2010; Ko *et al.*, 2013b; NIE, 2014) 본 조사에서는 잔가시고기만이 집단으로 서식할 뿐 가시고기는 출현하지 않아 잔가시고기와 서식지 경쟁에서 밀리거나 환경변화 등의 영향으로 개체수가 급격히 감소했을 것으로 추

정된다. 또한 쌍천과 삼척오십천, 가곡천, 송천 등도 하천공사 및 유로변경 등의 환경변화로 인해 급격히 감소하거나 사라진 것으로 추정된다. 본 조사에서 가시고기와 잔가시고기가 혼서하는 곳은 오호천과 물치천, 강릉 남대천 3개 하천이었으며, 남방한계는 현재 경상북도 영덕군의 백록천이었으나, 최근까지 인근의 송천 (Jeon, 1987; Chae, 1988; ME, 1997-2008)에서

Table 1. Habitat characteristics of collected stations of *Pungitius sinensis* in Korea, 2015

St.	River width (m)	Water width (m)	Water depth (cm)	Altitude (m)	River types*	Bottom substratum (%)**						No. of individuals	Stream
						M	S	G	P	C	B		
1	30~40	10~20	0.3~1.5	4	Bc	30	70					4	Ohochon S.
2	80~100	10~50	0.3~2.0	4	Bc	10	10	20	30	20	10	8	Munam S.
3	80~100	10~30	0.3~1.0	6	Bb	20		10	20	40	10	20	Mulchi S.
4	300~400	100~150	0.3~1.2	6	Bb				20	50	30	5	Namdae S. (Yangyang)
5	25~30	3~10	0.3~0.5	5	Bc		70			10	20	9	Sangun S.
6	60~80	50~70	0.5~1.2	7	Bc	80	20					188	Kwngjeong S.
7	50~60	20~30	0.5~1.2	6	Bc	20	80					170	Haesong S.
8	70~80	50~60	0.5~1.2	6	Bc	10	90					25	Hwasang S.
9	150~180	50~100	0.3~1.5	7	Bc		60		20	10	10	5	Yeongok S.
10	100~120	30~50	0.3~1.2	10	Bb-Bc	20	60		10		10	5	Namdae S. (Gangneung)
11	130~150	10~20	0.3~0.8	4	Bc			10	30	40	20	135	Jusu S.
12	30~40	10~15	0.3~1.0	5	Bc	80	10			10		18	Masang S.
13	130~150	25~30	0.3~1.2	6	Bb-Bc	30	10	10	20	30		68	Jeon S.
14	100~120	60~80	0.3~1.5	6	Bc	70	30					17	Maeup S.
15	60~80	40~50	0.3~1.5	4	Bc		20	10	50	20		23	Gungchon S.
16	40~50	3~20	0.3~1.0	8	Bc	30			40	30		119	Imwon S.
17	60~80	20~30	0.3~0.7	6	Bb				20	50	30	18	Hosan S.
18	80~100	10~15	0.3~0.6	7	Bb		10	10	20	40	20	7	Bugu S.
19	80~100	40~80	0.3~1.2	7	Bc	20	60	20				3	Cheoksan S.
20	40~50	10~20	0.3~1.0	8	Bb	10	20	20	30	10	10	2	Geumgok S.
21	30~40	10~20	0.3~0.5	5	Bc	10	90					5	Baeknok S.

*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).

서식이 확인된 바 있어 추후 지속적인 확인이 필요하다.

이 필요하다고 판단된다.

3. 서식지 특징

가시고기가 출현한 지역의 수문학적 환경은 Table 1과 같다. 출현 지역은 공통적으로 고도가 10 m 이하로 낮고 하천 하류부의 소(pool)가 형성된 곳으로, 유폍은 최소 3 m부터 최대 150 m까지 비교적 다양하였고, 수심은 0.3~2.0 m, 하천형은 대부분 Bc형이었다. 하상은 주로 펄과 모래가 많은 곳에서 서식하였으나 자갈과 돌의 비율이 높은 곳에서도 다수 확인되었다. 가시고기는 특히 수생식물인 갈대 *Phragmites communis*와 달뿌리풀 *Phragmites japonica*, 부들 *Typha orientalis*, 말즘 *Potamogeton crispus*, 고마리 *Persicaria thunbergii*, 갯버들 (pussy willow) 등이 많이 서식하는 곳에서 높은 비율로 서식하고 있어 주목되었다. 동서출현어종은 9과 30종이 출현하였는데, 피라미 *Zacco platypus* (16.3%), 연어 *Oncorhynchus keta* (16.3%), 꼭저구 *Chaenogobius urotaeni* (5.8%), 잔가시고기 (5.3%), 날망둑 *Chaenogobius castaneus* (4.5%), 은어 *Plecoglossus altivelis* (4.2%), 황어 *Tribolodon hakonensis* (3.8%), 밀어 *Rhinogobius brunneus* (3.5%), 송사리 *Oryzias latipes* (2.1%), 민물검정망둑 *Tridentiger brevispinis* (1.7%) 등의 순이었다. 가시고기의 서식조건은 하천 하류부의 소가 형성되고 수생식물이 많이 서식하는 곳으로 나타났으나 정확한 서식조건 및 감소원인을 밝히기 위해서는 정량적인 서식지 모델링 분석

4. 멸종위협 평가 및 보전 방향

본 조사를 통하여 가시고기는 21개 하천(지점)에서 서식이 확인되어 점유 면적 84 km² (지점당 4 km² (IUCN, 2001))이었다. 과거(1980~2015) 출현 지역 23개 하천 중 본 조사에서 서식이 확인된 하천은 12개였으며, 10년 이내 출현 지역도 18개 중 11개 하천에서만 서식이 확인되어 38.9%가 감소되었다 (Fig. 1). 또한 개체수가 보고된 연곡천(Kim *et al.*, 2006a)과 강릉남대천(Kim *et al.*, 1996), 마읍천(Nam *et al.*, 2002) 등도 과거에 비해 개체수가 급격히 감소하고 있어 전체적으로도 개체수가 감소한 것으로 추정된다. 조사된 결과를 IUCN 적색목록 기준지침서에 따라 멸종위협 등급을 평가하면, 서식지 및 개체수가 급격히 감소하고 작은 점유 면적(84 km²) 등으로 멸종위기종 범주인 위기(EN) [B2ab(ii,iii,iv,v)]로 평가되었다.

가시고기에 관한 연구는 분류학적 연구(Chae, 1988; Chae and Yang, 1988; Kim *et al.*, 1989; Takahashi *et al.*, 2001; Chae and Seo, 2003; Yoon, 2007; Hwang *et al.*, 2012) 외에 성적이형(Chae and Yang, 1990), 생식행동(Lee, 2001) 등이 있을 뿐 생태학적, 보전학적 연구는 거의 전무한 실정이다. 따라서 가시고기의 체계적인 보전을 위해서는 주기적이고 지속적인 모니터링을 통한 서식지와 개체군 변동 확인과 멸종위협 요인분석, 기초 생태학적 연구 등이 이루어져야 할 것으로 판단된다.

요 약

우리나라 멸종위기어류 가시고기 *Pungitius sinensis*의 분포 양상 및 멸종위협 등급을 평가하기 위하여 2015년 3월부터 10월까지 강원도와 경상북도 등에서 정밀조사를 실시하였다. 조사 결과 71개 조사지점 중 21개 하천(지점)에서 854개체가 채집되었다. 과거 30여 년 동안 가시고기는 23개 하천에서 서식이 확인되었으나 이 지점들에 대한 본 조사 결과 12개 하천에서만 서식이 확인되는 등 서식지 및 개체수가 급격히 감소하였다. 가시고기의 서식지 특징은 하천 하류의 소(pool)가 형성되고 수생식물이 많이 서식하는 곳이었다. IUCN 적색목록 기준지침서에 따라 멸종위협 등급을 평가하면, 서식지 및 개체수의 급격한 감소와 작은 점유 면적(84 km²) 등으로 위기(EN) [B2ab(ii,iii,iv,v)]로 평가되었다.

사 사

본 논문은 정부(환경부)의 재원으로 국립생물자원관의 지원을 받아 수행하였으며(ex; NIBR201521101), 본 연구에 도움을 주신 국립생물자원관의 권선만, 오현경 연구사님과 채집에 도움을 준 고현숙 님께 감사드립니다.

REFERENCES

- Byeon, H.K. and J.K. Oh. 2015. Fluctuation of fish community and inhabiting status of introduced fish in Gangnungnamdae Stream, Korea. Korean J. Environ. Ecol., 29: 718-728. (in Korean)
- Chae, B.S. 1988. Classification on the Eightspine Stickleback (*Pungitius sinensis*, Gasterosteidae) to the morphological characteristics. Kyungpook National University. Doctoral Thesis, 82pp. (in Korean)
- Chae, B.S. and B.K. Seo. 2003. Phylogenetic study on the genus *Pungitius* (Pisces: Gasterosteidae) populations by RAPD analysis. Korean J. Ichthyol., 15: 12-18.
- Chae, B.S. and H.J. Yang. 1988. Comparison of the morphology between two populations of eightspine stickleback, *Pungitius sinensis kaibararae* (Tanaka). Korean J. Limnol., 21: 79-91. (in Korean)
- Chae B.S. and H.J. Yang. 1990. Sexual dimorphism of *Pungitius sinensis* (Gasterosteidae). Korean J. Zool., 33: 260-265. (in Korean)
- Choi, K.C., S.R. Jeon, I.S. Kim and Y.M. Son. 1990. Coloured Illustrations of the Freshwater Fishes of Korea. Hyangmun Publishing Co. Ltd., Seoul. 277pp. (in Korean)
- Chyung, M.K. 1977. The Fishes of Korea. Iljisa, Seoul, 727pp. (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. Amer. Midl. Nat'l., 67: 477-504.
- Hwang, D.S., H.B. Song and J.S. Lee. 2012. Complete mitochondrial genome of the Amur stickleback *Pungitius sinensis* (Gasterosteiformes, Gasterosteidae). Mitochondrial DNA, 23: 293-294.
- IUCN. 1994. IUCN Red List Categories. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, U.K., 21pp.
- IUCN. 2001. IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. IUCN Species Survival Commission. IUCN, ii + 30pp.
- Jeon, S.R. 1987. Studies on the key and distributions of the Cottid and Gasterosteid peripheral fresh-water fishes from Korea. Sangmyungwomans University Symposium, 19: 549-576. (in Korean)
- Kani, T. 1944. Ecology of Torrent-inhabiting Insects. In: Furukawa, J. (ed.), Insect I. Kenkyu-sha, Tokyo, pp. 171-317. (in Japanese)
- Kim, C.H., K.E. Hong, J.H. Kim and K.H. Kim. 2006a. Ichthyofauna in Yeongok Stream, Gangneung, Korea. Korean J. Ichthyol., 18: 244-250. (in Korean)
- Kim, C.H., W.O. Lee, K.E. Hong, C.H. Lee and K.H. Kim. 2006b. Ichthyofauna and fish community structure in Namdae Stream, Korea. Korean J. Ichthyol., 18: 112-118. (in Korean)
- Kim, I.S. 1997. Illustrated Encyclopedia of Fauna & Flora of Korea, Vol. 37, Freshwater Fishes. Ministry of Education, Yeongi, 518pp. (in Korean)
- Kim, I.S. and J.Y. Park. 2007. Freshwater Fishes of Korea. Kyohak Publishing Co., Ltd., Seoul, 467pp. (in Korean)
- Kim, I.S., C.H. Yoon and J.H. Lee. 1989. Morphological variation and karyotype of the Korean species of sticklebacks, (Pisces, Gasterosteidae) in Korea. Korean J. Syst. Zool., 5: 107-119.
- Kim, Y.U., J.G. Myung, K.H. Han and J.R. Koh. 1996. The fish fauna of Namdae Stream in Kangreung, Korea. J. Korean Fish. Soc., 29: 262-266. (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., 192-204. (in Korean)
- Ko, M.H., S.J. Moon, Y.K. Hong, G.Y. Lee 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)
- Lee, J.H. 2001. The Comparison of the Reproductive Behavior between *Pungitius sinensis sinensis* and *P. sinensis kaibararae* in Korea. Korea National University of Education. Master Thesis, 38pp. (in Korean)
- Lee, W.O., M.H. Ko, J.M. Baek, D.H. Kim, H.J. Jeon and K.H. Kim. 2010. Characteristics of fish fauna and community structure in Buk Stream of Goseong, Korean J. Ichthyol., 22: 238-248. (in Korean)

- ME (Ministry of Environment). 1997-2008. 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)
- Nam, M.M., Y.H. Kang, B.S. Chae and H.J. Yang. 2002. On the geographical distribution of freshwater fishes in the Gagok and Maeup Streams flowing into the East Sea, Korea. *Korean J. Ichthyol.*, 14: 269-277. (in Korean)
- NIBR (National Institute of Biological Resources). 2011. Red Data Book of Endangered Fishes in Korea. Ministry of Environment, Incheon, 202pp. (in Korean)
- NIE (National Institute of Ecology). 2014. Ecological Survey of Near DMZ Area (Eastern GOP Region). 192pp. (in Korean)
- 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.
- Sutherland, W.J., W.M. Adams, R.B. Aronson, R. Aveling, T.M. Blackburn, S. Broad, G. Ceballos, I.M. Cote, R.M. Cowling, G.A.B. Da Fonseca, E. Dinerstein, P.J. Ferraro, E. Fleishman, C. Gascon, M. Hunter Jr., J. Hutton, P. Kareiva, A. Kuria, D.W. Macdonald, K. Mackinnon, F.J. Madgwick, M.B. Mascia, J. Mcneely, E.J. Milnergulland, S. Moon, C.G. Morley, S. Nelson, D. Osborn, M. Pai, E.C.M. Parsons, L.S. Peck, H. Possingham, S.V. Prior, A.S. Pullin, M.R.W. Rands, J. Ranganathan, K.H. Redford, J.P. Rodriguez, F. Seymour, J. Sobel, N.S. Sodhi, A. Stott, K. Vance-borland and A.R. Watkinson. 2009. One hundred questions of importance to the conservation of global biological diversity. *Conserv. Biol.*, 23: 557-567.
- Takahashi, H., K. Tanaka and A. Gato. 2001. Phylogeography of lateral plate dimorphism in the freshwater type of ninespine sticklebacks, genus *Pungitius*. *Ichthyol. Res.*, 48: 143-154.
- Yoon, J.D. 2007. Geographic Distribution and Taxonomic Characteristics of Genus *Pungitius*. Pusan National University, Master Thesis, 42pp. (in Korean)