

## 서부 DMZ 인접지역의 담수어류 출현양상

고명훈\* · 고재근<sup>1</sup> · 김형수<sup>2</sup>

이화여대 에코과학부, <sup>1</sup>국립생태원, <sup>2</sup>전북대학교 생물학과

**Appearance Patterns of Freshwater Fish in Western DMZ Adjacent Areas, Gyeonggi-do, Korea. Ko, Myeong-Hun\*, Jae Geun Ko<sup>1</sup> and Hyeong Su Kim<sup>2</sup> (Division of Ecoscience, Ewhawonans University, Seoul 336-745, Korea; <sup>1</sup>National Institute of Ecology, Seocheon 325-813, Korea; <sup>2</sup>Department of Biological Science, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea)**

**Abstract** Appearance patterns of freshwater fish were investigated in the western Demilitarized Zone (DMZ) adjacent areas near Imjin River in Gyeonggi-do, Korea, of 2014. A total of 61 species belonging to 14 families were found in the river during the survey. The dominant and subdominant species were *Zacco platypus* (Relative abundance, 20.3%) and *Zacco koreanus* (12.6%), respectively. Other abundant species include *Rhinogobius brunneus* (9.2%), *Pungtungia herzi* (4.4%), *Acheilognathus yamatsutae* (4.4%), and *Pseudogobio esocinus* (4.0%). Among the residing species, 24 species (39.3%) were endemic to Korea; and 1 species, *Carassius cuvieri*, was non-indigenous species. *Hemibarbus mylodon* is a natural monument, and *Lethenteron reissneri*, *Acheilognathus signifer*, *Pseudopungtungia tenuicarpa*, *Gobiobotia brevibarba*, *G. macrocephala*, and *G. naktongensis* are endangered species in Korea. In addition, *Anguilla japonica* and *Plecoglossus altivelis* are catadromous and amphidromous species, respectively. Among the investigated sites, the lower part of Sami Stream (St. 5, 6) and Gunnarm-dam region (St. 11, 14) are particularly valuable for the conservation of species diversity, because many fish species (33~42 species) including a natural monument and several endangered species inhabit in these regions.

**Key words:** DMZ, ichthyofauna, fish community, Imjin River

## 서 론

DMZ (Demilitarized Zone, 비무장지대)는 1953년 7월 27일 한국전쟁의 정전협정으로 한반도 중부를 동서로 가로지르는 군사분계선 (Military Demarcation Line, MDL) 을 따라 남북으로 각각 2 km씩에 해당하는 지역으로 총 길이 248 km, 전체면적 992 km<sup>2</sup> (현재는 약 907 km<sup>2</sup>)이

다. 정전협정 이후 60여년 동안 DMZ 및 DMZ 인근 민간인출입통제지역 (민통선)은 인간의 간섭이 최소화되면서 독특한 생태계를 형성하며 다양한 생물이 서식하는 것으로 알려지고 있다 (Bureau of Cultural Property, 1974; CHA, 2005).

DMZ 인접지역의 생태계 조사는 1972년부터 1974년까지 문화재관리국과 한국자연보존연구소의 공동연구로 종합학술조사가 이루어졌고 (Bureau of Cultural Property, 1974), 이후 환경부 및 문화재청, 산림청, 지자체 등에 의해 비교적 다양한 생태계 조사가 이루어졌다 (Kangwondo, 1987; Kyonggido, 1987; KFS, 1995; CHA, 2005,

Manuscript received 13 March 2015, revised 19 March 2015,  
revision accepted 23 March 2015  
\* Corresponding author: Tel: +82-2-3277-4630, Fax: +82-2-3277-2385,  
E-mail: hun@jbnu.ac.kr

2006, 2007; ME *et al.*, 2009). 최근 DMZ 및 인접지역에 대한 관심이 높아지면서 생태·경관 보전지역 및 UNESCO 생물권 보전지역 지정, 생태·평화공원 조성, 생태관광 도입방안 등 DMZ의 보전 및 관리계획이 검토되고 있다(ME *et al.*, 2009).

서부 DMZ 인접지역에 대한 담수어류 조사는 1974년 Choi and Jeon에 의해 처음으로 이루어졌으며 이후 Jeon (1987)과 문화재청 (CHA, 2006), ME *et al.* (2009) 등에 의해 이루어졌다. 그 밖에 본 지역 인근에 해당되는 어류 조사는 임진강 본류 및 하구역의 어류상 및 어류군집 (Byeon and Lee, 2006)과 임진강 하구역의 어류군집 (Byeon, 2014) 등이 진행된 바 있다.

그러나 DMZ 인접지역은 군사적 특수성으로 인해 많은 지역이 출입이 제한되고 있기 때문에 국방부의 사전 승인 및 협조가 필요하며, 생태계 조사에도 지뢰 매설 등으로 인해 조사가 매우 제한적이다. 이런 이유로 기존에는 조사지역이 일부로 제한되거나 일회성 조사에 그치는 경우가 많았다.

따라서 본 연구는 서부 DMZ 인접지역의 전체를 대변할 수 있게 지점을 설정하고 계절별로 조사를 실시하여 담수 어류상 및 군집구조 및 DMZ의 독특한 생태적 특징을 밝히고 보전의 기초자료로 활용하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 조사시기

조사지역이 군사지역 및 민통선 지역이 많이 포함되므로 사전에 해당지역 군부대의 협조를 얻어 아래와 같이 춘계, 하계, 추계로 나누어 3회 조사를 실시하였다.

- 1차 조사: 2014년 6월 8일~6월 13일
- 2차 조사: 2014년 8월 25일~8월 29일
- 3차 조사: 2014년 10월 13일~10월 17일

### 2. 조사지점

조사지점은 서부 DMZ 인접지역 중 담수지역인 파주시와 연천군에서 DMZ 인근 10km 이내의 지역으로 다양한 서식장소가 포함되도록 Fig. 1과 같이 19개 지점을 선정하였으며, 각 조사지점의 행정구역 명칭과 하천명은 다음과 같다.

- St. 1: 경기도 파주시 장단면 정동리 (사천)
- St. 2: 경기도 파주시 장단면 조상리 도라산 평화공원

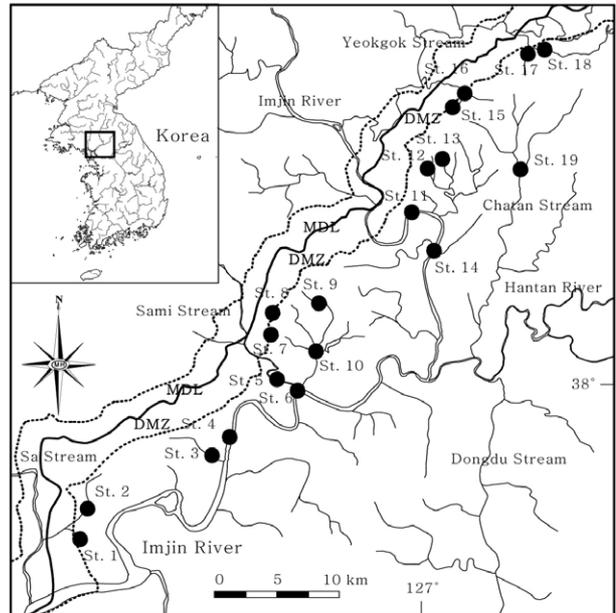


Fig. 1. Study stations of western DMZ adjacent areas, Gyeonggi-do, Korea, 2014. MDL: Military Demarcation Line, DMZ: Demilitarized Zone.

### (사천)

- St. 3: 경기도 연천군 장남면 고량포리 (임진강)
- St. 4: 경기도 연천군 장남면 고량포리 고량포구 (임진강)
- St. 5: 경기도 연천군 장남면 원당리 사미천교 (사미천)
- St. 6: 경기도 연천군 장남면 원당리 (사미천)
- St. 7: 경기도 연천군 백학면 두현리 (사미천)
- St. 8: 경기도 연천군 백학면 두현리 (사미천)
- St. 9: 경기도 연천군 백학면 작동리 (석장천)
- St. 10: 경기도 연천군 백학면 두일리 (석장천)
- St. 11: 경기도 연천군 중면 횡산리 (임진강)
- St. 12: 경기도 연천군 중면 중사리 (적거천)
- St. 13: 경기도 연천군 중면 적거리 (적거천)
- St. 14: 경기도 연천군 군남면 삼거리 북삼교 (임진강)
- St. 15: 경기도 연천군 신서면 덕산리 (역곡천)
- St. 16: 경기도 연천군 신서면 덕산리 (역곡천)
- St. 17: 경기도 연천군 신서면 중사리 (역곡천)
- St. 18: 경기도 연천군 신서면 판교리 (역곡천)
- St. 19: 경기도 연천군 신서면 도신리 방야교 (차탄천)

### 3. 조사방법

채집은 투망 (망목 6×6 mm)과 족대 (4×4 mm) 등을 이용하여 지점별로 투망은 10회, 족대는 1시간 동안 실시하였다. 채집된 개체는 현장에서 육안으로 동정·개

수한 후 생태계 보전을 위하여 현지에서 바로 방류하였다. 어류의 동정은 Kim (1997)과 Kim and Park (2002), Kim *et al.* (2005b)에 따랐으며, 분류체계는 Nelson (2006)에 따라 목록을 정리하였다. 서식환경인 하폭 및 유폍, 수심 등은 거리 측정용 망원경 (Yardage pro Tour XL, BUSHNELL, Japan)과 줄자를 이용하여 측정하였으며, 하천형은 Kani (1944)의 방법에 따라, 하상구조는 Cummine (1962)의 방법을 응용하여 사용하였다.

#### 4. 군집분석

군집분석은 각 조사지점에서 출현한 종과 개체수를 기준으로 우점도 (McNaughton, 1967)와 다양도 (Margalef, 1958), 균등도 (Pielou, 1966), 종풍부도 (Margalef, 1958)를 산출하였다.

### 결과 및 고찰

#### 1. 조사지점의 환경

조사지점들의 하폭과 유폍, 수심, 하천형, 하상 구성 등은 Table 1과 같다. DMZ 인접지역으로 대부분 오염원이 없어 물이 맑았으며 주변은 주로 산이나 농경지 등으로 이루어져 있어 비교적 환경이 잘 보전되어 있었

다. 하천유형은 크게 강과 하천, 저수지로 구분되었는데, 강은 임진강 본류로 St. 4, 11, 14로 3개 지점이고 저수지는 St. 1, 2, 7, 15로 4개 지점이었으며 나머지는 모두 하천이었다. St. 4는 임진강 하류부로 기수역이었으며, 나머지는 지점들은 모두 순 담수지역이었다.

#### 2. 어류상과 군집분석

##### 1) 어류상

각 지점별로 채집된 종 목록과 개체수, 상대풍부도는 Table 2와 같다. 서부 DMZ 인접지역에서 채집된 어종은 14과 61종으로 모두 15,146개체가 확인되었다. 과별 어종 수는 잉어과 (Cyprinidae)가 38종 (상대풍부도, 62.3%)으로 가장 많았으며, 그 다음은 미꾸리과 (Cobitidae) 5종 (8.2%), 동자개과 (Bagridae)와 망둑어과 (Gobiidae) 3종 (4.9%), 메기과 (Siluridae)와 꺾지과 (Centropomidae) 2종 (3.3%), 칠성장어과 (Petromyzonidae)와 뱀장어과 (Anguillidae), 종개과 (Balitoridae), 통가리과 (Amblycipitidae), 바다빙어과 (Osmeridae), 송사리과 (Adrianichthyidae), 독중개과 (Cottidae), 동사리과 (Odontobutidae)가 1종 (1.6%)씩 출현하였다.

지점별 출현 종수는 3종에서 42종까지 다양하였다. 가장 많은 종이 출현한 지점은 St. 14로 42종이 확인되었고 그 다음은 St. 5에서 38종, St. 6에서 35종, St. 11에서

**Table 1.** Physical characteristics of each station in western DMZ adjacent areas, Gyeonggi-do, Korea.

Stations	River width (m)	Water width (m)	Water depth (m)	River type*	Botto structure (%)**						Remarks
					M	S	G	P	C	B	
St. 1	25~30	20~25	0.3~1.2	—	80		10	10			Reservoir
St. 2	30~35	25~30	0.3~1.0	—	40		60				Reservoir
St. 3	15~20	2~4	0.2~0.5	Bb	70	10			10	10	Stream
St. 4	250~300	170~200	1.0~3.0	Bc	60	10		10	10	10	River
St. 5	80~100	20~60	0.3~1.5	Bb		10	10	10	40	30	Stream
St. 6	150~200	60~80	0.3~1.2	Bb-Bc	10	10	20	50	10		Stream
St. 7	40~50	35~40	1.0~3.0	—	90	10					Reservoir
St. 8	8~10	2~3	0.3~1.0	Aa		20	30	20	10	20	Stream
St. 9	5~8	1~2	0.2~0.5	Aa	40			10	20	30	Stream
St. 10	40~50	10~20	0.3~1.0	Bb	20	10	20	40	10		Stream
St. 11	250~300	50~80	0.3~1.2	Bb			10	10	50	30	River
St. 12	3~5	1~2	0.3~1.0	Aa-Bb	80			10	10		Stream
St. 13	10~12	4~6	0.3~1.2	Aa-Bb	80			10	10		Stream
St. 14	400~500	50~150	0.3~2.0	Bb	10		10	50	20	10	River
St. 15	40~45	35~40	1.0~1.5	—	90			10			Reservoir
St. 16	15~20	3~5	0.3~1.0	Aa-Bb			20	60	20		Stream
St. 17	20~30	5~25	0.3~1.0	Aa-Bb			10	50	40		Stream
St. 18	50~70	40~50	0.3~1.0	Bb			20	50	30		Stream
St. 19	80~100	30~50	0.3~0.5	Bb		10	30	40	20		Stream

\*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~>256 mm) - modified Cummins (1962).



Table 2. Continued.

Scientific name	Stations																			Total	RA* (%)	Remarks**
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19			
<i>Erythroculter erythropterus</i>					2	42														44	0.29	
<i>Opsarichthys uncirostris amurensis</i>				35	33	63			11	8				34						184	1.21	
<i>Hemiculter eigenmanni</i>						1														1	0.01	E
<b>Balitoridae</b>									10						29				37	76	0.50	
<i>Orthrias nudus</i>																						
<b>Cobitidae</b>																						
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>		3	6		4	1	1	4	5	12	86	20	2	19	36	3			1	202	1.33	
<i>Misgurnus mizolepis</i>			1																	1	0.01	
<i>Koreocobitis rotundicaudata</i>					12				13				10						13	48	0.32E	
<i>Iksookimia koreensis</i>					12			10	27	1	1	16	43	7	6	77				200	1.32	E
<i>Cobitis lutheri</i>					9	1													10	10	0.07	
<b>Bagridae</b>																						
<i>Pseudobagrus koreanus</i>					26		1		7			1							1	36	0.24	E
<i>Leiocassis ussuriensis</i>									1											1	0.01	
<i>Leiocassis nitidus</i>				10																10	0.07	
<b>Siluridae</b>																						
<i>Silurus asotus</i>				1		1	4		1	2			1							10	0.07	
<i>Silurus microdorsalis</i>										4			1							5	0.03	E
<b>Amblycipitidae</b>																						
<i>Liobagrus andersoni</i>					9	6			8				21							44	0.29	E
<b>Osmeridae</b>																						
<i>Plecoglossus altivelis</i>					1	1														2	0.01	A
<b>Adrianichthyidae</b>																						
<i>Oryzias sinensis</i>																				387	2.56	
<b>Cottidae</b>																						
<i>Trachidermus fasciatus</i>				1			1													2	0.01	
<b>Centropomidae</b>																						
<i>Siniperca scherzeri</i>					3	1			5				2							11	0.07	
<i>Coreoperca herzi</i>					14				17				35				4	2		72	0.48	E
<b>Odontobutidae</b>																						
<i>Odontobutis interrupta</i>		12	1		2	2	2	7	9	5	5	1	3	2	1					57	0.38	E
<b>Gobiidae</b>																						
<i>Rhinogobius brunneus</i>			18		277	707	43	4	61	77			177							32	1,396	9.22
<i>Tridentiger brevispinis</i>				38	171	70			1											280	1.85	L
<i>Synechogobius hasta</i>							1													1	0.01	
Number of species	7	4	11	13	38	35	6	7	4	25	33	4	5	42	8	3	12	17	20	61		
Number of individuals	775	87	214	215	1,856	1,793	65	217	492	1,502	1,324	110	306	3,456	454	110	399	528	1,243	15,146		

\*RA: relative abundance (%), \*\*En-I and En-II: endangered species rank I and II, N: Natural monument, E: endemic species, A: amphidromous species, C: catadromous species, L: land-locked species, Ex: Exotic species.

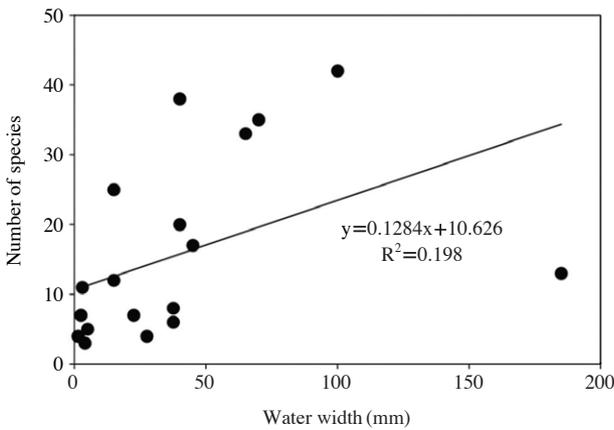


Fig. 2. Relationship between water width and number of species collected at each station of western DMZ adjacent areas, Gyeonggi-do, Korea, 2014.

33종 순으로 조사되었다. 또한 20종 이상 30종 미만으로 출현한 지점은 St. 10 (25종)과 St. 19 (20종)이었으며, 10종 이상 20종 미만은 St. 18 (17종), St. 4 (13종), St. 17 (12종), St. 3 (11종)이었다. 그 밖의 지점은 10종 미만이었으며 가장 적게 출현한 지점은 St. 16 (3종)이었다. 지점별 출현 종수는 대체적으로 유폭이 넓어짐에 따라 증가하는 경향을 보여주고 있는데 (Fig. 2), 유폭이 10m 이내인 지점은 3~11종이, 유폭 15~50m인 지점은 12~20종, 유폭 50~100m인 지점은 33~42종이 출현하였다. 서식지가 저수지인 St. 1, 2, 7, 15는 유폭이 22.5~37.5m이지만 종수는 4~8종으로 비교적 적은 종이 확인되었다. 또한 St. 4는 유폭이 170~200 (185)m로 가장 넓었으나 13종의 적은 종이 출현하였다. 이는 이 지점이 기수역이고 정수역으로 수심이 비교적 깊으며 유폭이 매우 넓기 때문에 투망과 족대로의 채집에 한계가 있기 때문으로 판단된다.

출현종 중 법적보호종은 문화재청지정 천연기념물 어름치 (*Hemibarbus mylodon*) 1종, 환경부지정 멸종위기야생생물 (ME, 2012) I급 흰수마자 (*Gobiobotia naktongensis*) 1종, II급 가는돌고기 (*Pseudopungtungia tenuicarpa*), 다목장어 (*Lethenteron reissneri*), 꾸구리 (*G. macrocephala*), 돌상어 (*G. brevibarba*), 묵납자루 (*Acheilognathus signifer*) 5종이 확인되어 법적보호종은 모두 7종이었다. 흰수마자와 다목장어는 사미천 (St. 5, 6)에서만 소수 서식이 확인되었으며, 어름치와 꾸구리, 돌상어는 임진강 군남댐 인근 (St. 11, 14)과 사미천 (St. 5, 6)에서 집단으로 서식하고 있었다. 가는돌고기는 임진강 인근 (St. 11, St. 14)에서만, 묵납자루는 사미천 (St. 5)과 임진강 군남

댐 인근 (St. 11, 14), 역곡천 상류부 (St. 17, 18)에서 서식이 확인되었다.

한국고유종은 각시붕어 (*Rhodeus uyekii*), 묵납자루, 줄납자루 (*A. yamatsutae*), 가는돌고기, 쉬리 (*Coreoleuciscus splendidus*), 참중고기 (*Sarcocheilichthys variegatus wakiyae*), 중고기 (*S. nigripinnis morii*), 긴몰개 (*Squalidus gracilis majimae*), 몰개 (*S. japonicus coreanus*), 어름치, 왜매치 (*Abbottina springeri*), 꾸구리, 돌상어, 흰수마자, 돌마자 (*Microphysogobio yaluensis*), 배가사리 (*M. longidorsalis*), 참갈겨니 (*Zacco koreanus*), 치리 (*Hemiculter eigenmanni*), 새코미꾸리 (*Koreocobitis rotundicaudata*), 참중개 (*Iksookimia koreensis*), 눈동자개 (*Pseudobagrus koreanus*), 미유기 (*Silurus microdorsalis*), 통가리 (*Liobagrus andersoni*), 꺾지 (*Coreoperca herzi*), 얼룩동사리 (*Odontobutis interrupta*) 25종 (40.1%)이 확인되었다. 외래종은 떡붕어 (*Carassius cuvieri*) 1종이었고, 회유성 어류 중 강하성 (catadromous) 어류는 뱀장어 (*Anguilla japonica*) 1종이 채집되었으며, 양측회유성 (amphidromous) 어류는 은어 (*Plecoglossus altivelis*) 1종이 채집되었다. 또한 육봉형 어류는 다목장어와 밀어 (*Rhinogobius brunneus*) 2종이었다.

### 2) 우점종 및 군집분석

서부 DMZ 인접지역 전체의 우점종은 피라미 (*Zacco platypus*, 상대풍부도, 20.3%), 아우점종은 참갈겨니 (12.6%)였으며, 그 다음으로 밀어 (9.2%), 돌고기 (*Pungtungia herzi*, 4%), 줄납자루 (4.4%), 모래무지 (*Pseudogobio esocinus*, 4.0%), 돌마자 (3.9%), 흰줄납줄개 (*Rhodeus ocellatus*, 3.4%), 긴몰개 (3.3%), 쉬리 (3.1%), 대륙송사리 (*Oryzias sinensis*, 2.6%), 참마자 (*Hemibarbus longirostris*, 2.6%), 붕어 (*Carassius auratus*, 2.0%) 등의 순으로 우점하였다. 지점별 우점종은 피라미와 참갈겨니가 6개 지점, 밀어 2개 지점, 대륙송사리와 왜몰개 (*Aphyocypris chinensis*), 미꾸리 (*Misgurnus anguillicaudatus*), 버들치 (*Rhynchocypris oxycephalus*), 붕어는 1개 지점에서 우점종이었으며, 아우점종은 버들치가 4개 지점, 잉어 (*Cyprinus carpio*)와 피라미, 참갈겨니가 2개 지점, 붕어와 흰줄납줄개, 줄납자루, 납지리 (*A. rhombeus*), 돌고기, 긴몰개, 돌마자, 민물점정망둑 (*Tridentiger brevispinis*), 밀어는 1개 지점에서 아우점종으로 나타났다 (Table 2).

각 지점별 우점도와 다양도, 균등도, 종풍부도는 Table 3과 같다. 우점도는 St. 2, 9, 12, 13이 0.928~0.974로 매우 높았고 그 다음은 St. 1, 7, 8이 0.779~0.800으로 높았으며 St. 3, 4, 5, 11, 14, 19가 0.355~0.491로 낮

**Table 3.** Community indices at each station of west DMZ adjacent areas, Gyeonggi-do, Korea.

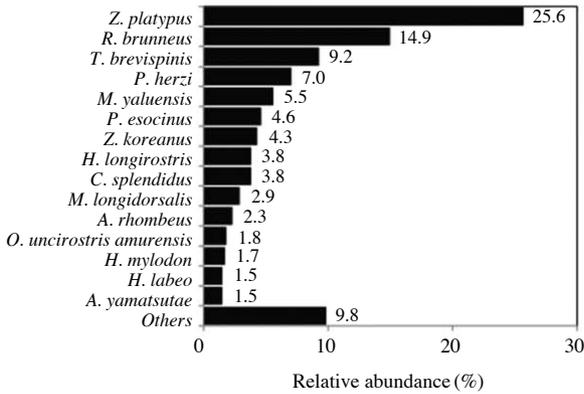
Stations	Dominance	Diversity	Evenness	Species richness
St. 1	0.782	1.262	0.648	0.902
St. 2	0.943	0.564	0.407	0.672
St. 3	0.491	1.834	0.765	1.864
St. 4	0.433	2.055	0.801	2.234
St. 5	0.406	2.666	0.733	4.916
St. 6	0.576	2.031	0.571	4.538
St. 7	0.800	1.023	0.571	1.198
St. 8	0.779	1.098	0.565	1.115
St. 9	0.974	0.508	0.366	0.484
St. 10	0.623	1.929	0.599	3.281
St. 11	0.440	2.604	0.745	4.452
St. 12	0.945	0.629	0.454	0.638
St. 13	0.928	0.586	0.364	0.699
St. 14	0.355	2.807	0.751	5.032
St. 15	0.643	1.518	0.730	1.144
St. 16	0.673	0.733	0.667	0.425
St. 17	0.672	1.572	0.633	1.837
St. 18	0.652	1.779	0.628	2.552
St. 19	0.438	2.344	0.782	2.667

았다. 다양도는 St. 14가 2.807로 가장 높았고 그 다음은 St. 5, 11, 19가 2.344~2.666으로 높게 나타났으며 St. 12, 16이 0.629~0.733으로 낮았고 St. 2, 9, 13이 0.508~0.586으로 가장 낮았다. 균등도는 St. 4가 0.801로 가장 높았고 St. 19, 3, 14, 11순으로 0.730~0.782로 높았으나 St. 2, 12가 0.407~0.454로 낮았고 St. 9, 13이 0.364~0.366으로 가장 낮았다. 종풍부도는 St. 14가 5.032로 가장 높았고 St. 5, 6, 11이 4.452~4.916으로 높았으나 St. 1, 2, 12, 13은 0.638~0.902로 낮았고 St. 9, 16은 0.425~0.484로 가장 낮았다.

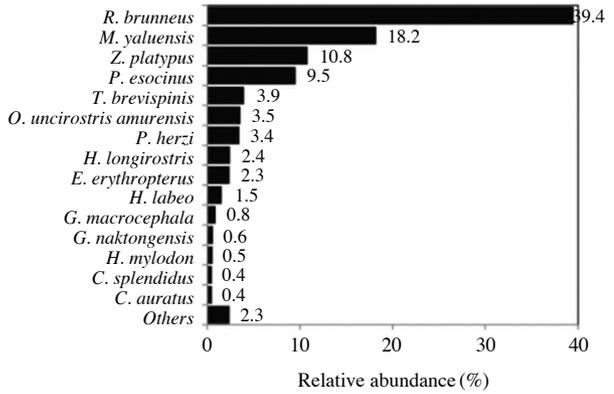
**3) 중점 보호지역**

본 조사에서 주목할 첫 번째 지역은 가장 많은 종과 많은 법적보호종이 출현한 휴전선 인근의 군남댐(임진강) 상부(St. 11)와 하부(St. 14)이다. St. 11은 7과 33종이, St. 14는 8과 42종이 채집되어 이 지역에서는 모두 8과 44종이 서식하고 있었다. 종 구성을 살펴보면, St. 11의 우점종은 참갈겨니(18.2%), 아우점종은 피라미(14.3%)이며 줄납자루(5.9%), 밀어(4.3%), 모래무지(4.3%),

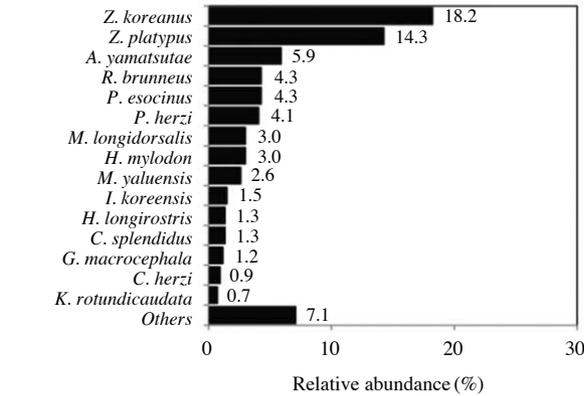
**(A) St. 5**



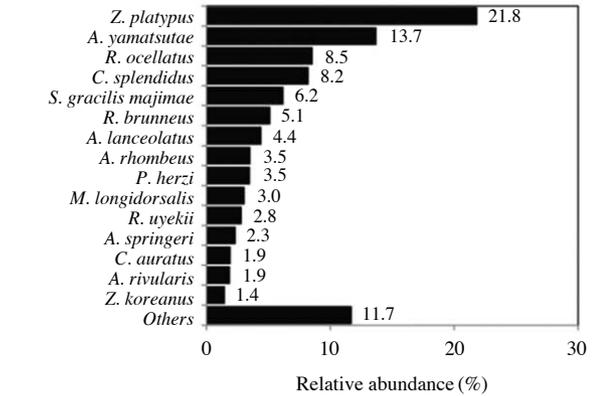
**(B) St. 6**



**(C) St. 11**



**(D) St. 14**



**Fig. 3.** Relative abundance of the fish species found between lower Sami Stream (St. 5, 6) and Imjin River (St. 11, 14) in western DMZ adjacent areas, Gyeonggi-do, Korea, 2014.

돌고기(4.1%), 어름치(3.0%), 돌마자(3.0%) 등의 순으로 우세하게 나타났으며 (Fig. 3C), St. 14의 우점종은 피라미(21.8%), 아우점종은 줄납자루(13.7%)이며 흰줄납줄개(8.5%), 쉬리(8.2%), 긴몰개(6.2%), 밀어(5.1%), 납자루(4.4%), 납지리(3.5%), 돌고기(3.5%) 등의 순으로 우세하게 나타났다(Fig. 3D). 이 지역에서 법적보호종은 천연기념물 어름치와 멸종위기야생생물인 가는돌고기, 들상어, 꾸구리, 목납자루로 모두 5종이 집단으로 서식하고 있었고, 납자루아과 어류인 목납자루와 흰줄납줄개, 각시붕어, 떡납줄갱이(*R. notatus*), 납자루(*A. lanceolatus*), 줄납자루, 납지리, 가시납지리(*A. chankaensis*) 등이 분류 및 하변부 우각호에 집단으로 서식하고 있었으며, 군집 분석에 있어서도 우점도(St. 11: 0.440, St. 14: 0.355)는 매우 낮고 다양도(St. 11: 2.604, St. 14: 2.807)와 균등도(St. 11: 0.745, St. 14: 0.751), 종풍부도(St. 11: 4.452, St. 14: 5.032)는 매우 높게 나타나 주목되었다.

두 번째로 주목할 지역은 임진강 지류에 해당하는 사미천 하류부(St. 5, 6)이다. St. 5는 9과 38종, St. 6은 10과 35종이 채집되어 모두 12과 48종의 많은 어류가 서식하고 있었다. 종 구성을 살펴보면, St. 5의 우점종은 피라미(25.6%), 아우점종은 밀어(14.9%)이며 민물검정망둑(9.2%), 돌고기(7.0%), 돌마자(5.5%), 모래무지(4.6%), 참갈겨니(4.3%), 참마자(3.8%), 쉬리(3.8%) 등의 순으로 우세하게 서식하고 있었고(Fig. 3A), St. 6의 우점종은 밀어(39.4%), 아우점종은 돌마자(18.2%)이며 피라미(10.8%), 모래무지(9.5%), 민물검정망둑(3.9%), 끄리(3.5%), 돌고기(3.4%) 등의 순으로 우세하게 서식하고 있었다(Fig. 3B). 이 지역에서 법적 보호종은 천연기념물 어름치와 멸종위기야생생물 다목장어, 목납자루, 들상어, 꾸구리, 흰수마자르 모두 5종이 서식하고 있다. 이중 다목장어와 흰수마자는 임진강에서 매우 희귀하게 서식하는 것으로 보고되고 있는데, 다목장어는 물이 맑고 낙엽이 쌓인 펄이나 모래에 서식하는 종으로 최근 매우 급속하게 서식지역이 감소하고 있으며 임진강에서는 사미천과 김화 남대천에만 매우 희소하게 서식하고 있는 것으로 보고된 바 있다(Ko *et al.*, 2013). 흰수마자는 모래여울이 형성된 낙동강과 금강, 한강, 임진강에 서식하는데(Mori, 1935; Jeon and Son, 1983; Choi *et al.*, 1990), 한강 수계에서는 한강 하류부(Chae, 2004)와 청미천(MLTL, 2010) 그리고 임진강의 사미천(Jeon and Son, 1983)에서만 소수 서식하는 것으로 보고된 바 있다. 사미천 하류는 낙엽이 쌓인 펄 지역과 일부 모래여울이 형성되어 있어 이들의 서식이 가능한 것으로 추정되며 지역적으로 매우 중요한 서식지로 판단된다. 군집분석에 있어서도

우점도(St. 5: 0.433, St. 6: 0.406)는 매우 낮고 다양도(St. 5: 2.055, St. 6: 2.666)와 균등도(St. 5: 0.801, St. 6: 0.733), 종풍부도(St. 5: 2.234, St. 6: 4.916)는 매우 높게 나타났다.

따라서 경기도 연천군의 군남댐 일대(St. 11, 14)와 사미천 하류부(St. 5, 6)는 서식지가 비교적 잘 보존되어 있어 다양한 많은 종이 서식하고 있고 군집분석 결과 군집구조는 안정되고 생태 건강성이 매우 높게 나타났으며 특히 지점별 법적보호종인 천연기념물 어름치 1종과 3~4종의 멸종위기종이 서식하고 있어 보존가치가 매우 높다고 판단된다. 앞으로 본 지역은 천연기념물 또는 자연보호구역으로 지정하여 관리하는 등의 적극적인 보호와 지속적인 관심이 요구된다.

### 3. 과거 어류상과의 비교

서부 DMZ 인접지역의 담수어류 조사는 Choi and Jeon (1974)에 의해 3개 지역 9개 지점에서 19과 47종이 보고된 후 Jeon (1987)에 의해 4개 지역 21개 지점에서 14과 46종, CHA (2006)에 의해 4개 지점에서 9과 37종, ME *et al.* (2009)에 의해 8개 지점에서 10과 30종이 서식하는 것으로 보고된 바 있다(Table 4). 본 조사에서는 19개 지점에서 모두 14과 61종이 채집되어 서부 DMZ 인접지역의 담수어류 조사에서는 가장 많은 종을 확인하였다.

하지만 기존 조사 및 본 연구에서는 임진강 하류의 기수역은 조사지역에 거의 포함되지 않았는데, Byeon and Lee (2006)는 임진강인 DMZ 인근부터 하구역까지 6개 지점에서 투망과 족대, 자망, 징치망 등으로 조사하여 담수어류뿐만 아니라 다수의 해산어류 및 회유성 어종이 포함된 23과 80종이 서식하는 것으로 보고하였고, Byeon (2014)은 임진강 기수역 3개 지점에서 연안개량 안강망을 이용하여 다수의 해산어가 포함된 18과 42종이 출현하는 것으로 보고한 바 있다. 따라서 임진강 하류부의 기수역에는 독특한 생태계를 형성하여 많은 담수어류뿐만 아니라 본 조사에서 출현하지 않은 많은 해산어와 회유성 어종이 서식하는 것으로 사료된다.

본 결과를 기존 조사와 비교하여 보면, 새롭게 서식이 확인된 종은 다목장어, 흰줄납줄개, 흰수마자, 치리 4종이었다. 이중 다목장어와 흰수마자, 치리는 사미천 하류(St. 5, 6)에서 서식이 확인되었고, 흰줄납줄개는 파주시 장단면 사천(St. 1)과 사미천 하류(St. 6), 군남댐 아래(St. 14)에서 서식이 확인되었다. 그리고 기수역의 해산어류를 제외하고 본 조사에서 출현하지 않은 종은 다비

**Table 4.** Historical record of ichthyofauna of western DMZ adjacent areas, Gyeonggi-do, Korea.

Scientific name	Choi and Jeon (1974)	Jeon (1987)	CHA (2006)	Byeon and Lee (2006)	ME <i>et al.</i> (2009)	Byeon (2014)	Present study	Remarks*
<b>Petromyzonidae</b>								
<i>Lethenteron reissneri</i>							○	En-II, L
<b>Anguillidae</b>								
<i>Anguilla japonica</i>	○	○		○		○	○	C
<b>Engraulidae</b>								
<i>Coilia ectens</i>	○			○		○		An
<i>Coilia mystus</i>	○							An
<i>Thryssa kammalensis</i>				○				
<i>Thryssa hamiltoni</i>				○				
<b>Clupeidae</b>								
<i>Sardinella zunasi</i>				○				
<i>Konosirus punctatus</i>						○		
<b>Cyprinidae</b>								
<i>Cyprinus carpio</i>	○	○	○	○		○	○	
<i>Carassius auratus</i>	○	○	○	○	○	○	○	
<i>Carassius cuvieri</i>				○		○	○	Ex
<i>Ctenophayngodon idellus</i>						○		Ex
<i>Rhodeus ocellatus</i>							○	
<i>Rhodeus uyekii</i>			○	○			○	
<i>Rhodeus notatus</i>				○			○	E
<i>Acheilognathus lanceolatus</i>		○	○	○	○	○	○	
<i>Acheilognathus signifer</i>	○	○		○	○		○	En-II, E
<i>Acheilognathus yamatsutae</i>			○	○	○		○	E
<i>Acheilognathus rhombeus</i>			○	○		○	○	
<i>Acheilognathus chankaensis</i>				○			○	
<i>Acheilognathus tabira</i>	○							
<i>Pseudorasbora parva</i>		○	○	○	○		○	
<i>Pungtungia herzi</i>	○	○	○	○	○		○	
<i>Pseudopungtungia tenuicorpa</i>				○	○		○	En-II
<i>Coreoleuciscus splendidus</i>	○	○	○	○	○		○	
<i>Ladislavia taczanowskii</i>				○				
<i>Sarcocheilichthys nigripinnis czerskii</i>	○							
<i>Sarcocheilichthys variegatus wakiyae</i>		○	○	○			○	E
<i>Sarcocheilichthys nigripinnis morii</i>			○	○			○	E
<i>Gnathopogon strigatus</i>	○			○			○	E
<i>Squalidus gracilis majimae</i>		○		○	○		○	
<i>Squalidus japonicus coreanus</i>	○			○			○	
<i>Hemibarbus labeo</i>	○	○	○	○	○	○	○	
<i>Hemibarbus longirostris</i>	○	○	○	○	○		○	
<i>Hemibarbus mylodon</i>	○	○		○	○		○	N, E
<i>Pseudogobio esocinus</i>	○	○	○	○	○		○	E
<i>Abbottina rivularis</i>				○			○	
<i>Abbottina springeri</i>				○			○	E
<i>Gobiobotia macrocephala</i>		○	○	○	○		○	En-II, E
<i>Gobiobotia brevibarba</i>	○		○	○			○	En-II, E
<i>Gobiobotia naktongensis</i>							○	En-II, E
<i>Microphysogobio yaluensis</i>		○	○	○	○		○	E
<i>Microphysogobio koreensis</i>	○							
<i>Microphysogobio jeoni</i>			○	○		○		E
<i>Microphysogobio longidorsalis</i>	○		○	○			○	E
<i>Saurogobio dabryi</i>	○		○	○		○		
<i>Rhynchocypris oxycephalus</i>	○	○			○		○	
<i>Aphyocypris chinensis</i>	○	○		○		○	○	
<i>Zacco teminckii</i>	○	○		○				

Table 4. Continued.

Scientific name	Choi and Jeon (1974)	Jeon (1987)	CHA (2006)	Byeon and Lee (2006)	ME <i>et al.</i> (2009)	Byeon (2014)	Present study	Remarks*
<i>Zacco koreanus</i>					○		○	E
<i>Zacco platypus</i>	○	○	○	○	○	○	○	
<i>Opsariichthys uncirostris amurensis</i>	○	○	○	○		○	○	
<i>Erythroculter erythropterus</i>				○		○	○	
<i>Hemiculter eigenmanni</i>							○	E
<i>Hemiculter leucisculus</i>		○		○		○		
<b>Balitoridae</b>								
<i>Orthrias toni</i>	○	○						
<i>Orthrias nudus</i>							○	
<i>Lefua costata</i>	○	○			○			
<b>Cobitidae</b>								
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	○	○		○	○	○	○	
<i>Misgurnus mizolepis</i>		○					○	
<i>Koreocobitis rotundicaudata</i>	○	○	○	○			○	E
<i>Iksookimia koreensis</i>	○	○	○	○	○		○	E
<i>Cobitis lutheri</i>	○	○					○	
<b>Bagridae</b>								
<i>Pseudobagrus fulvidraco</i>	○	○		○		○		
<i>Pseudobagrus koreanus</i>				○			○	E
<i>Leiocassis ussuriensis</i>				○			○	
<i>Leiocassis nitidus</i>				○		○	○	
<b>Siluridae</b>								
<i>Silurus asotus</i>	○			○	○	○	○	
<i>Silurus microdorsalis</i>				○			○	E
<b>Amblycipitidae</b>								
<i>Liobagrus andersoni</i>	○	○	○	○			○	E
<b>Osmeridae</b>								
<i>Hypomesus nipponensis</i>						○		
<i>Plecoglossus altivelis</i>	○	○		○		○	○	Am
<b>Salangidae</b>								
<i>Protosalanx chinensis</i>	○							
<i>Neosalax anderssoni</i>						○		
<b>Adrianichthyidae</b>								
<i>Oryzias latipes</i>		○						
<i>Oryzias sinensis</i>				○	○		○	
<b>Hemirhamphidae</b>								
<i>Hyporhamphus intermedius</i>				○		○		
<b>Mugilidae</b>								
<i>Mugil cephalus</i>	○		○	○		○		
<i>Chelon haematocheilus</i>			○	○	○	○		
<b>Cottidae</b>								
<i>Trachidermus fasciatus</i>	○	○	○	○		○	○	
<b>Moronidae</b>								
<i>Lateolabrax japonicus</i>		○						
<i>Lateolabrax maculata</i>				○		○		
<b>Centropomidae</b>								
<i>Coreoperca herzi</i>	○	○	○	○			○	E
<i>Siniperca scherzeri</i>	○	○	○	○	○		○	
<i>Siniperca scherzeri</i> (albino type)					○			N
<b>Centrarchidae</b>								
<i>Micropterus salmoides</i>				○				Ex
<i>Lepomis macrochirus</i>				○				Ex
<b>Sciaenidae</b>								
<i>Collichthys lucidus</i>						○		

Table 4. Continued.

Scientific name	Choi and Jeon (1974)	Jeon (1987)	CHA (2006)	Byeon and Lee (2006)	ME <i>et al.</i> (2009)	Byeon (2014)	Present study	Remarks*
<b>Leiognathidae</b>								
<i>Leiognathus nuchalis</i>				○				
<b>Callyonimidae</b>								
<i>Repomucenus olidus</i>			○	○		○		
<b>Eleotridae</b>								
<i>Eleotris oxycephala</i>	○	○						
<b>Odontobutidae</b>								
<i>Odontobutis platycephala</i>	○		○	○	○			E
<i>Odontobutis interrupta</i>		○		○			○	E
<b>Gobiidae</b>								
<i>Acanthogobius lactipes</i>				○				
<i>Acanthogobius luridus</i>		○				○		
<i>Synechogobius hasta</i>			○	○		○	○	
<i>Lophiodobius ocellicauda</i>				○		○		
<i>Acanthogobius flavimanus</i>		○						
<i>Periophthalmus modestus</i>		○						
<i>Rhinogobius brunneus</i>	○	○	○	○	○	○	○	L
<i>Rhinogobius giurinus</i>			○	○				
<i>Tridentiger trigonovephalus</i>		○						
<i>Tridentiger bifasciatus</i>			○	○	○	○		
<i>Tridentiger brevispinis</i>			○	○		○	○	
<i>Tridentiger barbatus</i>						○		
<i>Tridentiger nudicervispinis</i>		○						
<i>Chaenogobius urotaenia</i>	○	○		○		○		
<i>Ctenotrypauchen microcephalus</i>				○				
<i>Odontamblyopus lacepedii</i>						○		
<b>Belontiidae</b>								
<i>Macropodus ocellatus</i>	○			○	○			
<b>Channidae</b>								
<i>Channa argus</i>	○			○				
<b>Cynoglossidae</b>								
<i>Cynoglossus robustus</i>						○		
<b>Tetraodontidae</b>								
<i>Takifugu obscurus</i>	○			○		○		An
Number of family	19	14	9	23	10	18	14	
Number of species	47	46	37	80	30	42	61	

\*En-I and En-II: endangered species rank I and II, N: natural monument, E: endemic species, Am: amphidromous species, An: anadromous, C: catadromous species, L: land-locked species, Ex: exotic species.

라납지리 (*A. tabira*), 새미 (*Ladislavia taczanowskii*), 북방중고기 (*S. n. czerskii*), 모래주사 (*M. koreensis*), 뽕경모치 (*M. jeoni*), 두우쟁이 (*Saurogobio dabryi*), 갈겨니 (*Z. teminckii*), 살치 (*H. leucisculus*), 종개 (*Orthrias toni*), 찰미꾸리 (*Lefua costata*), 동자개 (*P. fulvidraco*), 붕통뱅어 (*Protosalanx chinensis*), 송사리 (*Oryzias latipes*), 황쏘가리 (*Siniperca scherzeri*, albino type), 베스 (*Micropterus salmoides*), 블루길 (*Lepomis macrochirus*), 동사리 (*O. platycephala*), 갈문망둑 (*R. giurinus*), 민물두줄망둑 (*T. bifasciatus*), 꼭저구 (*Chaenogobius urotaenia*), 버들붕어

(*Macropodus ocellatus*), 가물치 (*Channa argus*), 황복 (*Takifugu obscurus*) 등이다. 이중 갈겨니와 종개, 송사리는 최근 분류학적 검토로 인해 참갈겨니와 대륙종개, 대륙송사리로 각각 종명이 바뀌었으며 (Kim and Lee, 1992; Kim and Park, 2002; Kim *et al.*, 2005a; Park *et al.*, 2006), 다비라납지리와 북방중고기, 모래주사는 Kim (1997)과 Kim and Park (2002), Kim *et al.* (2005b)의 분포 범위를 볼 때 임진강에 서식하는 종이 아니므로 오동종된 것으로 추정된다. 그리고 살치와 동자개, 붕통뱅어, 베스, 블루길, 갈문망둑, 민물두줄망둑, 가물치, 황복 등은 임진강

하류부에 출현했던 종으로 본 조사가 임진강 하류부가 거의 포함하지 않았기 때문에 채집되지 않은 것으로 추정되며, 새미와 뽕경모치, 두우쟁이, 쌀미꾸리, 황쏘가리, 동사리, 꼭저구, 버들붕어 등은 서식개체수가 급격히 줄거나 희귀하게 서식하는 종이어서 채집되지 않은 것으로 판단된다.

## 적 요

서부 DMZ 인접지역의 담수어류 출현양상을 밝히기 위하여 2014년 조사를 실시하였다. 조사기간 동안 채집된 어류는 14과 61종이었고, 우점종은 피라미 (*Zacco platypus*, 상대풍부도 20.3%), 아우점종은 참갈겨니 (*Z. koreanus*, 12.6%)였고, 그 밖에 밀어 (*Rhinogobius brunneus*, 9.2%), 돌고기 (*Pungtungia herzi*, 4%), 줄납자루 (*Acheilognathus yamatsutae*, 4.4%), 모래무지 (*Pseudogobio esocinus*, 4.0%) 등의 순으로 우세하게 출현하였다. 출현종 중 고유종은 25종 (40.1%)이었고, 외래어종은 떡붕어 (*Carassius cuvieri*) 1종이었다. 천연기념물은 어름치 (*Hemibarbus mylodon*) 1종이었고, 멸종위기야생생물은 I급의 흰수마자 (*Gobiobotia naktongensis*)와 II급의 다목장어 (*Lethenteron reissneri*), 묵납자루 (*A. signifer*), 가는돌고기 (*Pseudopungtungia tenuicarpa*), 돌상어 (*G. brevibarba*), 꾸구리 (*G. macrocephala*) 6종이었으며, 회유성 어종은 뱀장어 (*Anguilla japonica*, 강하성)와 은어 (*Plecoglossus altivelis*, 양측회유성) 2종이 채집되었다. 조사지역 중 사미천 하류부 (St. 5, 6)와 군남댐 인근 (St. 11, 14)은 서식지가 다양하고 인위적 교란이 적어 33~42종의 많은 종이 서식하고 있었는데, 특히 천연기념물 1종과 멸종위기야생생물 3~5종이 집단으로 서식하고 있어 보전가치가 매우 높았다.

## 사 사

본 연구는 국립생태원의 “DMZ 일원 생태계조사” 일환으로 이루어졌으며, 조사에 도움을 주신 국립생태원의 최승세 박사님과 이승혁 선생님께 감사드립니다.

## REFERENCES

- Bureau of Cultural Property (Ministry of Culture and Information Republic of Korea). 1974. The Reports on the Scientific Survey of near the DMZ. The Report of the Korean Association for Conservation of Nature No. 7, 316p. (in Korean)
- Byeon, H.K. 2014. Fish community and upstream of glass eels (*Anguilla japonica*) in the Imjin River estuary, Korea. *Korean Journal of Ecology and Environment* **47**: 31-38. (in Korean)
- Byeon, H.K. and W.O. Lee. 2006. The ichthyofauna and fish community in the lower course of the Imjin River. *Korean Journal of Limnology* **39**: 32-40. (in Korean)
- CHA (Cultural Heritage Administration). 2005. The Reports on the Basal Resources Survey of Natural Miscarriage in Near the DMZ (Central Region). Gyeongmun Publishing Co. Ltd., 474p. (in Korean)
- CHA (Cultural Heritage Administration). 2006. The Reports on the Basal Resources Survey of Natural Miscarriage in Near the DMZ (Western Region). Gyeongmun Publishing Co. Ltd., 463p. (in Korean)
- CHA (Cultural Heritage Administration). 2007. The Reports on the Basal Resources Survey of Natural Miscarriage in Near the DMZ (Eastern Region). Gyeongmun Publishing Co. Ltd., 378p. (in Korean)
- Chae, B.S. 2004. The Present Situation and Protection Measures of *Gobiobotia naktongensis*, Mori. Abstract 2004 Autumn Meeting of the Ichthyological Society of Korea. p. 47-57. (in Korean)
- Choi, K.C. and S.R. Jeon. 1974. Survey on the fresh-water fish fauna aside from the DMZ. In: The reports on the scientific survey of near the DMZ. Bureau of Cultural Property Ministry of Culture and Information Republic of Korea. The report of the Korean association for conservation of nature, p. 258-285. (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, p. 85-86. (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. *The American Midland Naturalist* **67**: 477-504.
- Jeon, S.R. 1987. Fresh-water fish fauna of near DMZ area of Kyonggi-do, Korea. The reports on the resources survey of near the DMZ (Gyeonggi-do). Kyonggi-do, p. 421-447. (in Korean)
- Jeon, S.R. and Y.M. Son. 1983. Studies on the distribution of *Gobiobotia naktongensis* Mori (Gobiobotinae, Cyprinidae) from Korea. *Korean Journal of Limnology* **16**: 21-26. (in Korean)
- Kangwondo. 1987. Regional Resources Survey Report of near DMZ area of Kangwon-do, Korea. (in Korean)
- Kani, T. 1944. Ecology of Mountain Stream Insects. Research history, Tokyo. (in Japanese)
- KFS (Korea Forest Service). 1995-2000. Forest Ecosystem Survey Comprehensive Report in DMZ Area and Neighbor-

- ing Area. Korea Forestry Research Institute, Seoul, p. 358-387. (in Korean)
- Kim, I.S. 1997. Illustrated Encyclopedia of Fauna & Flora of Korea, Vol. 37, Freshwater Fishes. Ministry of Education, Yeongi, 518p. (in Korean)
- Kim, I.S. and E.H. Lee. 1992. New record of the ricefish, *Oryzias latipes sinensis* (Pisces, Oryziidae) from Korea. *Korean Journal of Systematic Zoology* **8**: 177-182.
- Kim, I.S. and J.Y. Park. 2002. Freshwater Fishes of Korea. Kyohak Publishing, Seoul 465p. (in Korean)
- Kim, I.S., M.K. Oh and K. Hosoya. 2005a. A new species of Cyprinid fish, *Zacco koreanus* with redescription of *Z. temminckii* (Cyprinidae) from Korea. *Korean Journal of Ichthyology* **17**: 1-7.
- Kim, I.S., Y. Choi, C.L. Lee, Y.J. Lee, B.J. Kim and J.H. Kim. 2005b. Illustrated Book of Korean Fishes. Kyohak Publishing, Seoul, 615p. (in Korean)
- Ko, M.H., S.J. Moon, Y.K. Hong, G.Y. Lee and I.C. Bang. 2013. Distribution status and habitat characteristics of the endangered Species, *Lethenteron reissneri* (Petromyzontiformes: Petromyzontidae) in Korea. *Korean Journal of Ichthyology* **25**: 189-199. (in Korean)
- Kyonggido. 1987. Regional Resources Survey Report of near DMZ area of Kyonggi-do, Korea. (in Korean)
- Margalef, R. 1958. Information theory in ecology. *General Systems* **3**: 36-71.
- McNaughton, S.J. 1967. Relationship among functional properties of California Grassland. *Nature* **216**: 168-169.
- ME (Ministry of Environment). 2012. Conservation and Management Laws of Wildlife (Law No. 10977). (in Korean)
- ME (Ministry of Environment), KFS (Korea Forest Service) and CHA (Cultural Heritage Administration). 2009. The Status Reports of Ecology, Forest and Cultural Assets in the Western DMZ. 311p.
- Mori, T. 1935. Descriptions of two new genera and seven new species of Cyprinidae from Korea. *Annotations in Zoology* **15**: 171-173.
- Nelson, J.S. 2006. Fishes of the World. John Wiley & Sons, Inc., 601p.
- Park, M.K., I.S. Kim and J.Y. Park. 2006. Morphological characters and geographical distributions of Korean ricefish (Pisces, Oryziidae), *Oryzias*. *Korean Journal of Ichthyology* **18**: 163-169.
- Pielou, E.C. 1966. Shannon's formula as a measure of diversity. *The American Naturalist* **100**: 463-465.