

서식처 유형에 따른 배스 *Micropterus salmoides* 식성의 차이

박종성 · 김수환¹ · 김현태² · 김재구² · 박종영² · 김형수*

국립수산과학원 중앙내수면연구소 내수면양식연구센터, ¹국립생태원 생태연구본부, ²전북대학교 생명과학과

Study on Feeding Habits of *Micropterus salmoides* in Habitat Types from Korea by Jong Sung Park, Su Hwan Kim¹, Hyun Tae Kim², Jae Goo Kim², Jong Young Park² and Hyeong Su Kim* (Inland Aquaculture Research Center, National Institute of Fisheries Science, Changwon 51688, Republic of Korea; ¹Division of Ecological Conservation, National Institute of Ecology, Seocheon 33657, Republic of Korea; ²Department of Biological Science, College of Natural Science, Chonbuk National University, Jeonju 54896, Republic of Korea)

ABSTRACT In order to compared the feeding habits of *Micropterus salmoides* according to the habitat types, the stomach content of a total of 306 *M. salmoides* were investigated from April to September 2016 in the stream and reservoir. As a result, the highest IRI (Index of relative importance) value in *M. salmoides* inhabiting the stream and reservoir were identified as fishes. However, the IRI value of crustaceans and insects as well as fishes in *M. salmoides* inhabiting the reservoir were high, showing a difference in IRI value of *M. salmoides* inhabiting the stream.

Key words: *Micropterus salmoides*, feeding habit, stream, reservoir

서 론

배스 *Micropterus salmoides*는 농어목(Perciformes) 검정우럭과(Centrarchidae)에 속하며 원산지는 미국의 남동부 지역으로 양식 및 낚시를 목적으로 전 세계에 이식되었다(Kim and Park, 2002; Yodo and Iguchi, 2004; Oscoz *et al.*, 2005). 우리나라에서 배스는 자원 조성용으로 수산청에서 1973년 6월 15일 미국의 Louisiana 주의 States of Louisiana wild life and fisheries Comition에서 처음 도입되었고 시험 연구를 통해 포식성과 방류 시 생태계에 끼칠 영향성에 대해 논의된 바 있다(Kim and Kim, 1976). 국내에 도입된 후 배스는 1973년 토코지(철원)와 팔당호에 방류되었으며 그 이후 주요 대형댐 등에 수자원 조성을 목적으로 방류되어 전국의 저수지와 하천 등에 유입되었다(Byeon *et al.*, 1997; Son and Byeon, 2001). 도입된 배스는 많은 포란수(10,000~100,000), 산란 후 알과 치어를 보호하는 생태적 특성과 뚜렷한 천적의 부재로 인해 방류 후 포식자의 생태적 지위를 갖게 되었고 그 분포 범위 또한 급격히 증가하여 현재는 우리나라 하천과 저수지에 넓게 분포하고 있다(Kim *et al.*,

1996; Lee *et al.*, 2002).

하천에 출현하는 것으로 알려진 외래어종은 이스라엘 잉어 *Cyprinus carpio*, 떡붕어 *Carassius auratus*, 초어 *Ctenopharyngodon idella* 등 27종 내외로 보고된 바 있으며(NIE, 2014) 이들은 수중생태계에 많은 영향을 미치고 있다(Ko *et al.*, 2008; Lee *et al.*, 2008). 이 중 배스가 도입된 생태계는 어류의 종다양성이 감소하게 되고 그로 인해 저서 생물과 조류(algae)가 풍부해지면서 먹이사슬 구조와 생태계의 에너지 흐름 그리고 서식처 변화 등에 직·간접적인 영향을 미쳐 생태계 교란을 유발한다고 보고된 바 있다(Carpenter and Kitchell, 1993; Garcia-Berthou and Moreno-Amich, 2000; Takaharu *et al.*, 2015). 이와 같은 이유로 배스는 환경부에서 1998년 2월 19일부터 생태계 교란생물로 지정되었고 법적으로 관리되고 있다(ME, 1998).

담수생태계는 호수, 저수지, 습지대와 같은 정수, 하천과 같은 유수로 구분되며 하천과 달리 호수나 저수지는 흐름이 없고 물이 가워진 형태로 단일 군집구조를 가진다(Dobson and Frid, 2009). 외래종의 도입으로 인한 가장 큰 문제는 생물다양성의 감소이며(Vitousek *et al.*, 1996) 호수나 저수지에서 어류 종다양성이 크게 떨어지는 것으로 보고되었다(Maezono and Miyashita,

*Corresponding author: Hyeong Su Kim Tel: 82-55-540-2720,
Fax: 82-55-546-6292, E-mail: kimk2k@korea.kr

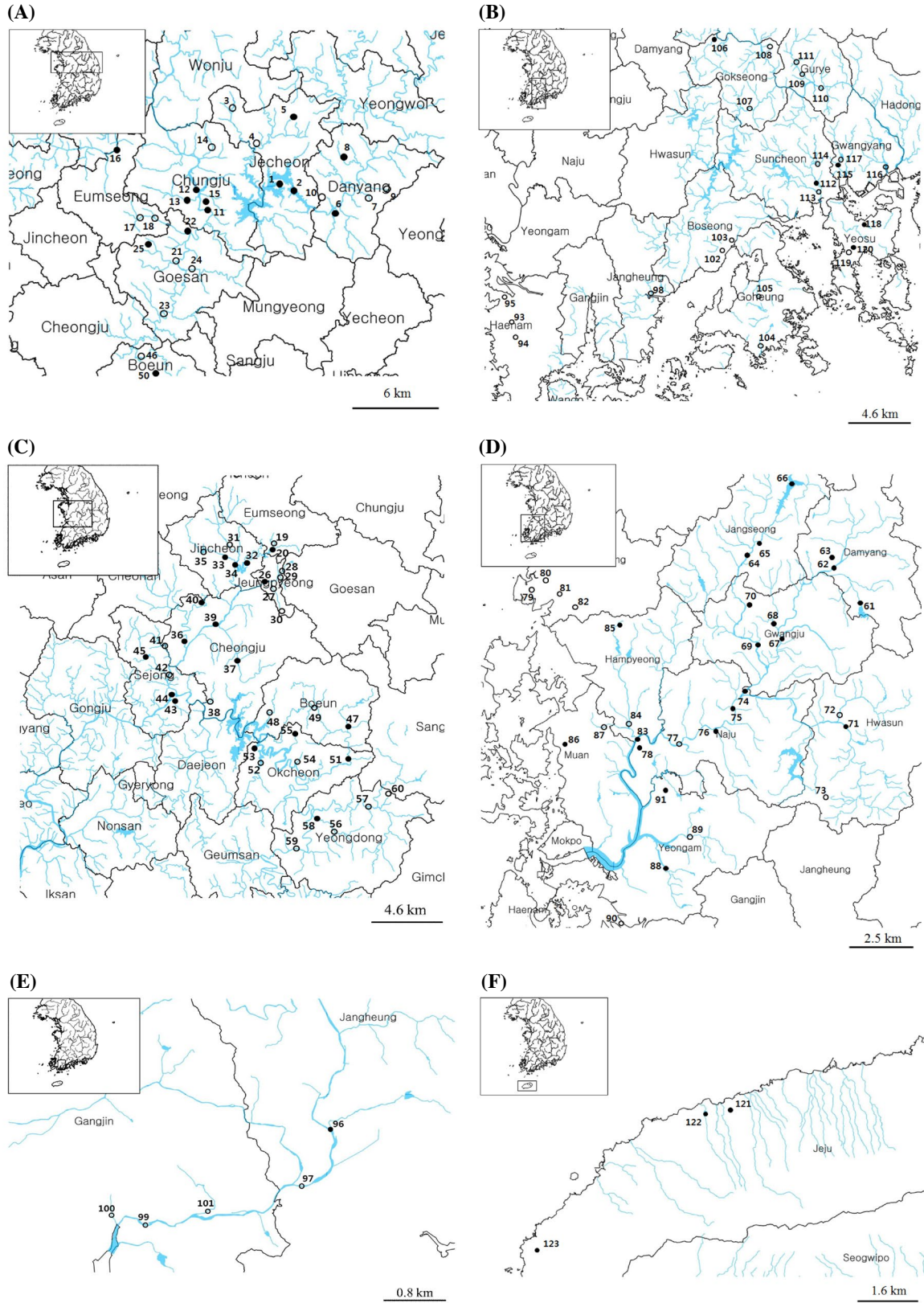


Fig. 1. Map showing the collection stations of *Micropterus salmoides* in Korea. A: Hangang river water system, B: Seomjingang river water system, C: Geumgang river water system, D: Yeongsangang river water system, E: Tamjingang river water system, F: Jeju Island. ● : appearance stations, ○ : no appearance stations.

2003; Maezono *et al.*, 2005). 따라서 도입된 배스의 영향을 파악하는 연구들은 주로 정수역에서 많이 수행되었다(Braun and Walser, 2011). 국내에서도 각각 하천, 호를 대상으로 한 배스의 식성 연구가 진행된 바 있으나(Jang *et al.*, 2006; Lee *et al.*, 2009) 배스가 유입된 유수역에서의 연구는 미진한 실정으로 옥정호와 유입하천에 배스의 식성을 비교한 연구(Ko *et al.*, 2008)가 진행된 바 있으나 다양한 조사지점을 통해 하천 유형에 따른 배스의 영향을 더 면밀히 파악하기 위한 연구는 진행된 바 없다.

따라서 본 연구의 목적은 배스 서식실태 조사의 일환으로 광주광역시와 전라남도, 세종특별시와 충청북도, 제주특별자치도 지역을 중심으로 저수지와 호수의 정수역과 하천의 유수역을 구분하여 배스의 식성을 조사하고 배스가 각각의 수중생태계에서 미치는 영향에 대해 논의하고자 한다.

재료 및 방법

1. 표본 채집

분석에 사용된 배스는 2016년 4월 6일부터 9월 30일까지 광주광역시, 전라남도, 세종특별시, 충청북도, 제주특별자치도 지역 일대에서 이루어졌다. 조사지점은 지역별로 1~5개 지점씩 하천과 저수지를 나누어 선정하였으며 조사 지점의 행정 구역 명칭 및 하천명 그리고 GPS좌표는 부록과 같다. 전체 123개의 조사지점 중 59개의 조사지점에서 배스를 확인하였으며, 충청북도, 세종특별시 지역의 한강, 금강, 단양천 등 18개 하천과 강 그리고 8개의 저수지와 전라남도와 광주광역시 지역의 영산강, 탐진강, 옥과천 등 14개의 하천과 강 그리고 7개의 저수지에서 배스의 출현을 확인하였다(Fig. 1). 배스의 출현이 확인된 지점에서 동서출현종은 Kim and Park (2002)에 따라 동정하였다.

채집은 투망(망목, 7×7 mm)과 루어 낚시를 이용하였으며 채집된 개체는 현장에서 마취제(MS-222)로 마취하여 안락사 시킨 후 10% 포르말린용액으로 고정하였다. 고정된 표본은 실험실로 가져와 전장, 체장과 체중을 측정하였다.

2. 먹이생물의 분석

소화관 내용물은 위를 절개하여 먹이생물을 꺼낸 후 분류군의 종류와 무게를 조사하였다. 어류는 Kim and Park (2002)에 따라 동정하였으며, 수서곤충의 동정은 Kim *et al.* (2013)에 따랐으며, 먹이생물의 분류는 동정이 가능한 수준까지 분석하였다. 먹이생물의 분석 결과는 먹이생물의 상대풍부도(Relative abundance, RA), 생체량비, 출현빈도, 상대중요성지수 순으로 나타내었고 출현빈도(F_i)와 상대중요성지수(Index of relative importance, IRI) (Pinkas *et al.*, 1971)는 다음의 식을 이용하여 구하였다.

$$F_i = A_i / N \times 100$$

(A_i : i 먹이생물이 발견된 어류의 개체수, N : 먹이생물이 발견된 어류의 총 개체수)

$$IRI = (N + W) \times F$$

(N : 위 내용물에서 발견된 총 먹이 개체수 중 해당 먹이생물이 차지하는 백분율, W : 위 내용물의 전체 무게 중 해당 먹이생물의 무게가 차지하는 백분율, F : 해당 먹이 생물의 출현빈도)

결 과

1. 체장 분포

채집된 배스는 총 306개체로 하천에서는 163개체(체장 범위 30~340 mm)가 채집되었고 저수지에서는 143개체(체장 범위는 50~270 mm)가 확인되었다. 하천과 저수지 모두 50~150 mm 범위의 집단이 각각 116개체(71.2%), 104개체(63.8%)로 대부분을 차지하였다(Fig. 2).

2. 하천의 먹이생물 분석

하천에 서식하는 배스는 모두 163개체가 채집되었고 114개체에서 먹이생물이 관찰되어 공복률은 30.1%로 나타났으며 먹이 생물의 수는 397개체(1개체 당 평균 3.5개체)였다. 먹이생물 분석 결과는 Table 1과 같다. 개체수에 대한 상대풍부도(relative abundance)는 곤충류(Insecta)가 65.3%로 가장 높았고 어류(fishes) 29.0%, 갑각류(Crustacea) 5.4%, 거미류(Araneae), 빈모류(Oligochaeta)가 각각 0.2% 순이었다. 생체량 분석에서는

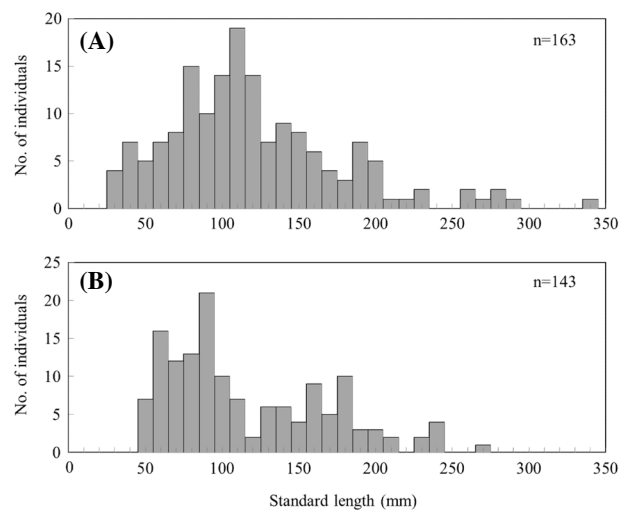


Fig. 2. Standard length frequency of *Micropterus salmoides* in the stream (A) and reservoir (B) from 2016.

Table 1. Stomach content of *Micropterus salmoides* by frequency of total number (TN), total weight (TW), total occurrence (TO) and index of relative importance (IRI) in the stream from 2016

Locality	Jincheon (n=12)	Eumseong (n=1)	Cheongju (n=14)	Okcheon (n=11)	Boeun (n=1)	Jeungpyeong (n=7)	Sejong (n=4)	Goesan (n=6)	Chungju (n=9)	Danyang (n=10)	Jecheon (n=3)	Yeongdong (n=7)	Gwangju (n=8)	Gokseong (n=3)	Naju (n=9)	
Prey organisms	TN	TN	TN	TN	TN	TN	TN	TN	TN	TN	TN	TN	TN	TN	TN	
Phylum Annelida			1													
Class Oligochaeta																
Phylum Arthropoda																
Class Crustacea				2			1	1	2	4	6		2	2		
Decapoda																
Isopoda													2			
Class Arachnida																
Araneae																
Class Insecta	2		23	1			1					2				1
Ephemeroptera	1		4				1		1			3				
Odonata																
Hemiptera				1			5									
Trichoptera			1													
Coleoptera			1													
Diptera			137						1							
Phylum Chordata																
Class Osteichthyes																
Class Carassius	5	1												1		
<i>Squalidus chankaensis tsuchigae</i>																
<i>Microphysogobio yaluensis</i>																
<i>Zacco platypus</i>	1		3						1			1				4
<i>Rhodeus uyekii</i>																
<i>Lepomis macrochirus</i>				1												
<i>Micropterus salmoides</i>			1													
<i>Rhinogobius brunneus</i>				3		1		4			4					
Achelognathinae fish																
Unidentified fish	25		1	3	3	4	2	2	4	8		1	3	3	12	
Total	34	1	172	11	3	5	10	7	8	13	10	8	8	6	16	

+: less than 0.1%

Table 1. Continued

Locality	Total (n = 163)												
	Gwangyang (n = 1)	Damyang (n = 12)	Muan (n = 9)	Suncheon (n = 6)	Yeosu (n = 10)	Yeongam (n = 1)	Jangseong (n = 12)	Jangheung (n = 1)	Hampyeong (n = 5)	IRI (%)			
Prey organisms	TN	TN	TN	TN	TN	TN	TN	TN	TN	TN	TW (%)	TO (%)	IRI (%)
Phylum Annelida													
Class Oligochaeta										1	0.2	+	0.7
Phylum Arthropoda													
Class Crustacea													
Decapoda										20	5.0	2.9	9.2
Isopoda										2	0.5	+	1.3
Class Arachnida													
Araneae							1			1	0.2	+	0.7
Class Insecta													
Ephemeroptera			4		2		15			50	12.4	0.3	13.8
Odonata	1		1		5		5			23	5.7	2.2	10.5
Hemiptera										28	6.9	0.1	2.0
Trichoptera		1			3			1		6	1.5	0.1	3.9
Coleoptera		1			1					3	0.7	0.3	2.0
Diptera			12		3		1			154	38.1	0.2	9.2
Phylum Chordata													
Class Osteichthyes													
<i>Carassius Carassius</i>										6	1.5	16.7	1.3
<i>Squalidus chankaensis tsuchigae</i>										1	0.2	9.1	0.7
<i>Microphysogobio yaluensis</i>								1		1	0.2	1.2	0.7
<i>Zacco platypus</i>										10	2.5	17.6	3.3
<i>Rhodeus uyekii</i>		1								1	0.2	3.6	0.7
<i>Lepomis macrochirus</i>										1	0.2	1.2	0.7
<i>Micropterus salmoides</i>										1	0.2	0.1	0.7
<i>Rhinogobius brunneus</i>			2					1		15	3.7	7.2	7.2
Acheilognathinae fish										1	0.2	0.7	0.7
Unidentified fish	3	3	3	1			1	1		80	19.8	36.2	30.9
Total	1	6	22	1	14	0	23	1	3	404	100	100	100

+: less than 0.1%

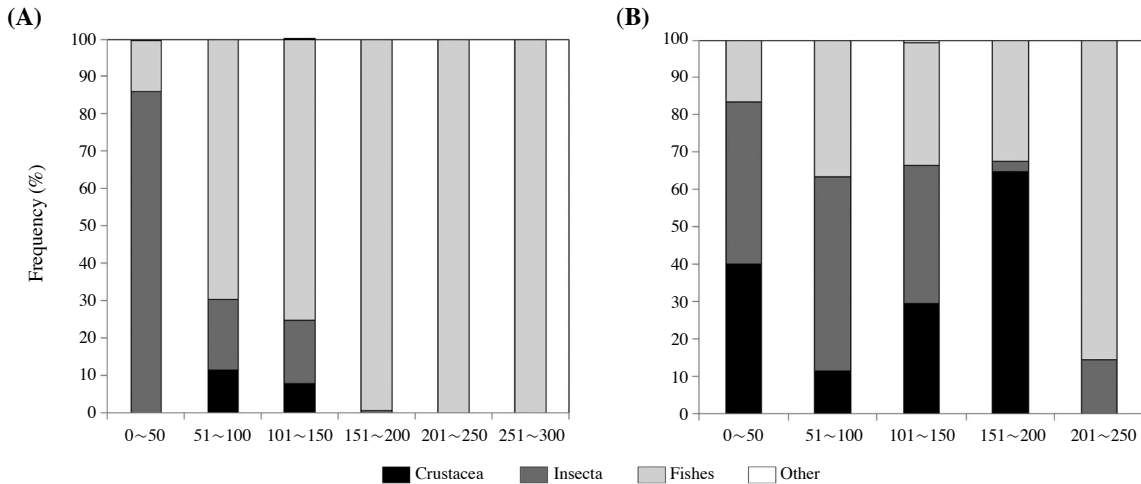


Fig. 3. Ontogenetic changes in feeding habits of *Micropterus salmoides* by index of relative importance (IRI) of stomach contents in stream (A) and reservoir (B) from 2016.

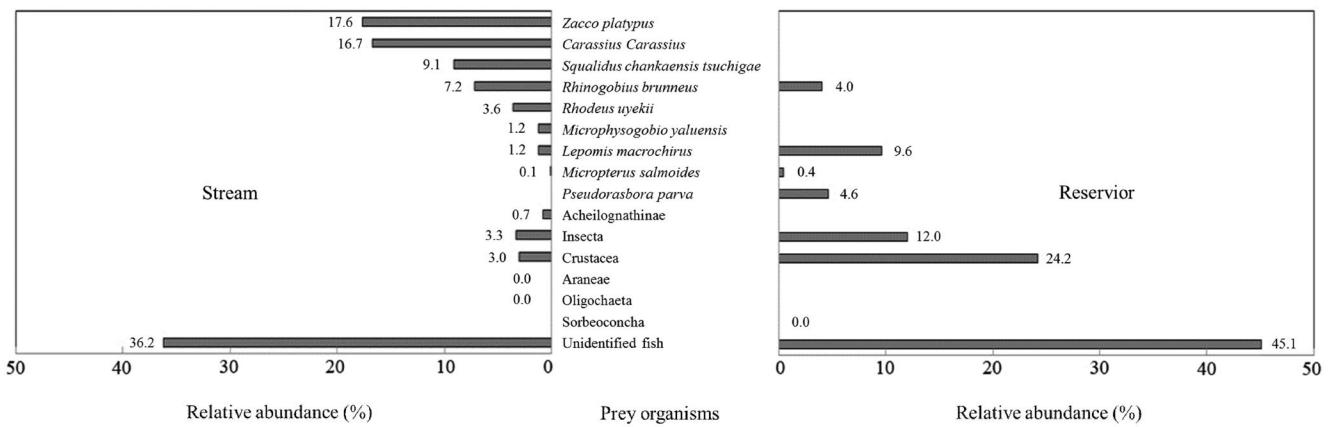


Fig. 4. Relative abundance (body weight) of stomach contents in *Micropterus salmoides* between the stream and reservoir from 2016.

어류가 93.6%로 가장 높았고 곤충류가 3.3%, 갑각류가 2.9% 순으로 높았다. 출현빈도의 경우도 어류가 가장 높은 값인 46.7%, 곤충류 41.1%, 갑각류 10.5%, 거미류와 빈모류가 각각 0.7%를 기록하였다. 개체수에 대한 상대풍부도, 생체량, 출현빈도를 이용한 상대중요성지수에 의한 결과에서 어류가 73.0%로 중요한 먹이생물이 어류임이 확인되었다. 그 밖의 먹이생물은 곤충류 24.2%, 갑각류 2.8%였다.

먹이생물 중 섭취된 어류는 미동정 어류를 제외하면 총 8종으로 중요한 먹이생물은 밀어 *Rhinogobius brunneus*가 3.0%로 가장 높았고, 피라미 *Zacco platypus* 2.5%로 두 번째로 높은 값을 나타냈다. 그 밖에 붕어 *Carassius Carassius*, 참몰개 *Squalidus chankaensis tsuchigae*, 돌마자 *Microphysogobio yaluensis*, 블루길 *Lepomis macrochirus*, 배스 등을 섭취하였다.

하천에서 채집된 배스 중 먹이를 섭취한 개체를 50 mm 간격으로 나누어 먹이생물의 조성변화를 분석하였다(Fig. 3A). 체장

50 mm 이하에서는 곤충류가 85.8%로 가장 높았으며 체장 51 mm 이상부터는 중요한 먹이생물이 어류로 체장 51~100 mm 일 때 69.8%, 101~150 mm일 때 75.3%, 151~200 mm일 때 99.4%로 높게 나타났다.

하천에서 배스가 출현한 지점의 동소출현종은 Table 2와 같다. 채집된 어류의 우점종은 피라미 37.99%, 아우점종은 치리 *Hemiculter eigenmanni* 7.08%였으며 그 다음으로 모래무지 *Pseudogobio esocinus* 4.03%, 참몰개 3.98% 등의 순으로 우세하게 나타났다.

한편 섭취된 어류 중 배스의 공식이 확인된 지역은 충북 청주의 무심천에서 배스 1개체가 확인되었다.

3. 저수지의 먹이생물 분석

저수지에 서식하는 배스는 모두 143개체가 확인되었고 114

Table 2. Fish species composition investigated in the stream and reservoir from 2016

Species/Korean name	Stream		Reservoir	
	Total	R.A. (%)	Total	R.A. (%)
Clupeidae 청어과				
<i>Konosirus punctatus</i> , 전어	2	0.05		
Cyprinidae 잉어과				
<i>Rhodeus uyekii</i> , 각시붕어*	4	0.10		
<i>Rhodeus notatus</i> , 떡납줄갱이	2	0.05		
<i>Acheilognathus chankaensis</i> , 가시납지리	55	1.33	5	0.41
<i>Acheilognathus macropterus</i> , 큰납지리	2	0.05		
<i>Acheilognathus koreensis</i> , 칼납자루*	3	0.07		
<i>Acheilognathus lanceolata</i> , 납자루	157	3.79		
<i>Acheilognathus rhombeus</i> , 납지리	94	2.27	7	0.58
<i>Acheilognathus yamatsutae</i> , 줄납자루*	50	1.21		
<i>Carassius auratus</i> , 붕어	155	3.74	126	10.36
<i>Carassius cuvieri</i> , 떡붕어**	26	0.63	37	3.04
<i>Coreoleuciscus splendidus</i> , 쉬리*	5	0.12		
<i>Cyprinus carpio</i> , 잉어	27	0.65	18	1.48
<i>Erythroculter erythropterus</i> , 강준치	5	0.12	1	0.08
<i>Hemibarbus labeo</i> , 누치	54	1.30	4	0.33
<i>Hemibarbus longirostris</i> , 참마자	103	2.49		
<i>Hemiculter eigenmanni</i> , 치리*	293	7.08	78	6.41
<i>Microphysogobio yaluensis</i> , 돌마자*	28	0.68	1	0.08
<i>Opsariichthys uncirostris amurensis</i> , 끄리	157	3.79	34	2.80
<i>Pseudogobio esocinus</i> , 모래무지	167	4.03	2	0.16
<i>Abbottina rivularis</i> , 벼들매치	3	0.07	1	0.08
<i>Pseudorasbora parva</i> , 참붕어	5	0.12	16	1.32
<i>Pungtungia herzi</i> , 돌고기	133	3.21	2	0.16
<i>Sarcocheilichthys nigripinnis morii</i> , 중고기*	14	0.34		
<i>Sarcocheilichthys variegata wakiyae</i> , 참중고기*	55	1.33		
<i>Squalidus chankaensis tsuchigae</i> , 참몰개*	165	3.98	27	2.22
<i>Squalidus gracilis majimae</i> , 긴몰개*	26	0.63		
<i>Squalidus japonicus coreanus</i> , 몰개*	14	0.34		
<i>Tribolodon hakonensis</i> , 황어	5	0.12		
<i>Zacco temmincki</i> , 갈겨니	114	2.75		
<i>Zacco koreanus</i> , 참갈겨니*	86	2.08		
<i>Zacco platypus</i> , 피라미	1573	37.99	149	12.25
Cobitidae 미꾸리과				
<i>Cobitis lutheri</i> , 점줄종개	8	0.19	5	0.41
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i> , 미꾸리	2	0.05		
Siluridae 메기과				
<i>Silurus asotus</i> , 메기			4	0.33
Bagridae 동자개과				
<i>Pseudobagrus fulvidraco</i> , 동자개	4	0.10	1	0.08
<i>Pseudobagrus koreanus</i> , 눈동자개*	8	0.19		
Amblycipitidae 통가리과				
<i>Liobagrus mediadiposalis</i> , 자가사리*	1	0.02		
Osmeridae 바다빙어과				
<i>Hypomesus nipponensis</i> , 빙어			36	2.96
<i>Plecoglossus altivelis</i> , 은어	2	0.05		
Mugilidae 승어과				
<i>Mugil cephalus</i> , 승어	10	0.24	21	1.73
Moronidae 농어과				
<i>Lateolabrax japonicus</i> , 농어			8	0.66
<i>Lateolabrax maculatus</i> , 점농어	3	0.07		
Centropomidae 꺾지과				
<i>Coreoperca herzi</i> , 꺾지*	7	0.17		
<i>Siniperca herzeri</i> , 쏘가리	4	0.10		

Table 2. Continued

Species/Korean name	Stream		Reservoir	
	Total	R.A. (%)	Total	R.A. (%)
Centrarchidae 검정우럭과				
<i>Lepomis macrochirus</i> , 블루길**	223	5.39	302	24.84
<i>Micropterus salmoides</i> , 배스**	233	5.63	282	23.19
Odontobutidae 동사리과				
<i>Odontobutis interrupta</i> , 얼룩동사리*	13	0.31		
<i>Odontobutis platycephala</i> , 동사리*	2	0.05	2	0.16
Gobiidae 망둑어과				
<i>Acanthogobius flavimanus</i> , 문절망둑	3	0.07		
<i>Synechogobius hastus</i> , 풀망둑	1	0.02		
<i>Rhinogobius brunneus</i> , 밀어	20	0.48	45	3.70
<i>Tridentiger brevispinis</i> , 민물검정망둑	15	0.36		
Channidae 가물치과				
<i>Channa argus</i> , 가물치			2	0.16
Family		12		11
Species		50		27
Number of individuals		4,141		1,216

*: Endemic species of Korea, **: Exotic species, RA: Relative abundance

개체에서 먹이생물이 관찰되어 공복률은 20.3%로 나타났으며 먹이 생물의 수는 1,499개체(1개체 당 평균 13.1개체)였다. 먹이생물을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 개체수에 대한 상대 풍부도는 곤충류가 80.4%로 가장 높았고, 갑각류 11.9%, 어류 7.6%, 흡강목(Sorbeoconcha)이 각각 0.1% 순이었다. 생체량 분석에서는 어류가 63.8%로 가장 높았고, 갑각류 24.2%, 곤충류 12.0% 순으로 높았다. 출현빈도의 경우도 어류가 가장 높은 값인 41.6%, 곤충류 33.7%, 갑각류 24.2%, 흡강목이 0.6%를 각각 기록하였다. 특히 곤충류 개체수가 많았는데, 이는 전남 담양군의 대흥저수지에서 채집된 체장이 작은 어린 개체(50 mm 이하)에서 파리목이 1,023개체가 확인된 결과로 개체수는 많았지만 생체량과 출현빈도는 어류에 비해 낮은 것으로 나타났다. 개체수에 대한 상대 풍부도, 생체량, 출현빈도를 이용한 상대중요성지수에 의한 결과에서 어류가 47.0%로 중요한 먹이생물은 어류임이 확인되었다. 그 밖의 먹이생물은 곤충류 29.6%, 갑각류 23.4%였다.

먹이생물 중 섭식된 어류는 미동정 어류를 제외하면 총 4종으로 중요한 먹이생물은 블루길이 1.7%로 가장 높았고, 밀어가 0.9%로 두 번째로 높은 값을 나타냈다. 그 밖에 참붕어 *Pseudorasbora parva*, 배스 등을 섭식하였다.

저수지에서 채집된 배스 중 먹이를 섭식한 개체를 50 mm 간격으로 나누어 먹이생물의 조성변화를 분석하였다(Fig. 3B). 체장 200 mm 이하에서는 곤충류와 갑각류가 가장 중요한 먹이생물이었다. 체장 50 mm 이하일 때 곤충류가 43.3%였으며 체장 51~100 mm일 때 갑각류가 52.0%였고 체장 100~150 mm일 때 갑각류가 37.0%, 체장 151~200 mm일 때 곤충류가 65.0%로

높게 나타나 크기군 별 가장 중요한 먹이생물이었다. 201~250 mm에서는 중요한 먹이생물이 어류(85.6%)로 확인되었다.

저수지에서 배스가 출현한 지점의 동소출현종은 Table 2와 같다. 채집된 어류의 우점종은 피라미 12.25%, 아우점종은 붕어 10.36%였으며 그다음으로 치리 6.41%, 밀어 3.70% 등의 순으로 우세하게 나타났다.

한편 섭식된 어류 중 배스의 공식이 확인된 지역은 충북 충주의 추평저수지에서 배스 2개체, 충북 영동의 난곡저수지에서 배스 1개체가 확인되었다.

4. 하천과 저수지의 먹이생물 비교

하천과 저수지를 나누어 먹이생물을 중량비로 비교하였다(Fig. 4). 하천에서 채집된 개체(n=163)에서는 미동정 어류 36.2%, 피라미 17.6%, 붕어 16.7%로 높게 나타났으며 참물개 9.1%, 밀어 7.2%, 각시붕어 3.6%, 곤충류 3.3%, 갑각류 3.0%, 블루길 1.2%, 돌마자 1.2%, 납자루아과 어류 0.7%, 배스 0.1% 등의 순으로 나타났다. 저수지에서 채집된 개체(n=141)에서는 미동정 어류 45.7%, 갑각류 23.7%, 곤충류 11.9%, 블루길 9.7%, 참붕어 4.7%, 밀어 4.1%, 배스 0.2% 등의 순으로 나타났다. 하천과 저수지에 서식하는 배스의 먹이 생물은 공통적으로 어류가 매우 높게 나타났으나 하천에 비해 저수지의 배스는 어류의 어종이 단순하고 갑각류와 곤충류의 비율이 상대적으로 높게 나타났으며 상대중요성지수에서도 어류는 하천과 저수지에서 각각 73.0%, 47.0%로 섭식 차이가 나타났다(Fig. 5).

Table 3. Stomach content of *Micropterus salmoides* by frequency of total number (TN), total weight (TW), total occurrence (TO) and index of relative importance (IRI) in the reservoir from 2016

Reservoir	Daeheung (n=8)		Seodae (n=18)		Gwangi (n=5)		Geumji (n=7)		Jangseong (n=9)		Geumgye (n=10)		Gwangyeong (n=8)		Soosan (n=3)		Yongsu (n=8)		Wonnam (n=1)		Ohchang (n=10)		Jonggok (n=14)	
	TN	TN	TN	TN	TN	TN	TN	TN	TN	TN	TN	TN	TN	TN	TN	TN	TN	TN	TN	TN	TN	TN	TN	TN
Phylum Mollusca																								
Class Gastropoda																								
Sorbeoconcha																								1
Phylum Arthropoda																								
Class Crustacea																								
Decapoda			85				1		2						1			4						19
Isopoda																		3						
Class Insecta																								
Ephemeroptera			1				4											2						
Odonata	1		5			10									1			1						1
Hemiptera			57																					
Trichoptera	2					4												4						
Coleoptera																								
Diptera	1013		10			42												9						
Phylum Chordata																								
Class Osteichthyes																								
<i>Pseudorasbora parva</i>																								
<i>Lepomis macrochirus</i>	2																						15	1
<i>Micropterus salmoides</i>			1						2															8
<i>Rhinogobius brunneus</i>	3		3		1		8				4		5									12	7	
Unidentified fish																								
Total	1,021		162		61		9		4		4		6		1		23		0			29		37

+ : less than 0.1%

Table 3. Continued

Reservoir	Kobok (n=6)		Sosu (n=10)		Chupyong (n=10)		Biryongdam (n=10)		Nangok (n=2)		Songam (n=3)		Dujeong (n=1)		Total (n=143)				
	TN		TN		TN		TN		TN		TN		TN		TN (%)	TW (%)	TO (%)	IRI (%)	
Prey organisms																			
Phylum Mollusca																			
Class Gastropoda																			
Sorbeoconcha																			
Phylum Arthropoda																			
Class Crustacea																			
Decapoda	3	16			16				2						151	24.2	22.5	23.3	
Isopoda	19									6					28	+	1.7	0.1	
Class Insecta																			
Ephemeroptera	9						2								23	0.1	5.1	0.2	
Odonata	6	4				1									30	5.8	8.4	2.0	
Hemiptera															57	0.2	5.6	0.7	
Trichoptera	2														12	+	2.8	0.1	
Coleoptera											1				1	+	0.6	+	
Diptera	3						2			2		1			1,082	5.8	11.2	26.6	
Phylum Chordata																			
Class Osteichthyes																			
<i>Pseudorasbora parva</i>	1														1	0.1	4.6	0.1	
<i>Lepomis macrochirus</i>															18	1.2	9.6	1.7	
<i>Micropterus salmoides</i>										1					3	0.2	0.4	+	
<i>Rhinogobius brunneus</i>															17	1.1	4.0	0.9	
Unidentified fish	4	2			10		13					2	1		75	5.0	29.2	44.4	
Total	47	23			30		21		10	10		10	1		1,499	100	100	100	100

+ : less than 0.1%

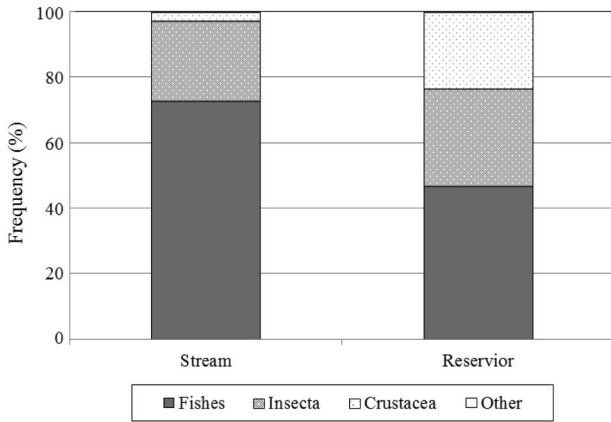


Fig. 5. Index of relative importance (IRI) of stomach contents in *Mic-ropterus salmoides* between the stream and reservoir from 2016.

고 찰

배스는 수산 자원이나 레저를 위해 이탈리아, 케냐, 일본 등 여러 나라에 이식되었다(Britton and Harper, 2006; Takamura, 2007; Orru *et al.*, 2010). 배스가 유입된 지역에서는 강한 포식 성으로 인해 어류종다양성이 감소되고 이에 따라 생물다양성 감소에 영향을 미치는 것으로 보고되고 있어 여러 나라에서 배스의 먹이생물 분석에 대한 연구가 수행되었다. 배스는 주로 어류와 갑각류 그리고 곤충류를 섭식하고 연체동물, 양서류, 파충류, 동물플랑크톤도 섭식하는 것으로 보고되었으며 본 연구 결과에서도 하천과 저수지 모두 배스는 주로 어류, 갑각류, 곤충류를 섭식하는 것으로 확인되었다(Yodo and Kimura, 1998; Lee *et al.*, 2009; Braun and Walser, 2011).

하천과 저수지에 서식하는 배스의 중요한 먹이생물은 어류로 차이가 없었으나 하천에 비해 저수지에 서식하는 배스의 먹이생물에서 어종이 단순한 것으로 나타났다. 또한 배스가 출현한 지점의 하천과 저수지의 동소출현종에서도 각각 50종, 27종으로 하천에 비해 저수지에서 어류의 다양성이 낮았다. 옥정호와 유입 하천에서 배스의 먹이생물을 분석한 Ko *et al.* (2008)의 연구결과에서도 유입하천보다 옥정호에서 배스가 섭식한 어류의 다양성이 낮은 것으로 확인되어 본 연구결과와 유사한 것으로 나타났다.

체장에 따른 먹이 변화에 있어 하천에 서식하는 배스는 성장함에 따라 갑각류와 곤충류에서 어류로의 먹이 전환이 일어났으며 국내에서 조사된 배스의 식성연구에서 배스의 먹이생물은 성장함에 따라 갑각류, 지각류, 수서곤충에서 어류로의 먹이 전환이 일어나는 것으로 보고된 바 있다(Ko *et al.*, 2008; Lee *et al.*, 2009). 그러나 저수지에 서식하는 배스에서는 이 같은 경향이 확인되지 않았으며 배스의 먹이생물은 종 풍부도에 의해 결정되는 것으로 보고되고 있어(Lorenzoni *et al.*, 2002) 하천에 비해 낮은

종 다양성과 풍부도를 보이는 저수지의 특성(Kim *et al.*, 2005; Kim *et al.*, 2011)이 반영된 결과로 생각된다.

한편 먹이생물 중 어류가 차지하는 비율은 하천에 서식하는 배스의 중량비와 상대중요성지수가 각각 93.6%, 73.0%인 것에 비해 저수지에 서식하는 배스에서 중량비와 상대중요성지수는 각각 63.8%, 47.0%로 상대적으로 낮아 저수지에서는 어류 뿐 아니라 갑각류와 곤충류가 중요한 먹이원으로 이용되는 것으로 판단되었다. 일반적으로 어류를 섭식하는 것으로 알려진 배스는 브라질의 Joao pinheiro stream에 도입된 지 50년이 지난 후 곤충류를 주로 섭식하였고 아프리카의 Kowie river의 배스는 갑각류가 주 먹이원이라는 연구결과가 보고되었다(Wasserman *et al.*, 2011; Garcia *et al.*, 2014). 또한 국내에서도 갑각류가 풍부한 용담호에서 배스 먹이생물의 70%가 갑각류인 것으로 조사되었다(Lee *et al.*, 2009). 이처럼 배스는 영양단계에 따라 이용 가능한 먹이원을 주로 섭식하며(Costantini *et al.*, 2018) 배스가 댐에 처음으로 유입되면 여기에 많이 서식하던 어류와 새우류를 주로 섭식하나 시간이 지나면서 이들의 비율이 감소하게 되어 다른 어류나 생물들을 섭식하는 것으로 변하게 되는 것으로 보고된 바 있어(Ko *et al.*, 2008) 저수지에서 배스의 소화관 내용물은 갑각류와 곤충류의 비율이 하천에 비해 높게 나타난 것으로 추정된다.

배스가 도입된 생태계에는 섭식 가능한 먹이원이 부족할 때 먹이 경쟁으로 인해 동종 간 공식이 일어나는 것으로 보고된 바 있다(Hossain *et al.*, 2013). 본 연구에서도 하천과 저수지에서 배스의 공식현상이 확인되었다. 특히 저수지에서는 공식현상이 하천에 비해 많았는데 이는 갑각류와 곤충류의 섭식비율이 저수지에서 더 높게 확인된 결과와 유사하게 공간과 먹이원의 제한성 때문으로 생각된다. 저수지의 경우 하천의 청소부 역할을 하는 갑각류의 집중적인 감소로 인해 수중생태계의 자정능력 상실과 더불어 수질오염과 부영양화의 가속화로 이어지게 되며(Walsh *et al.*, 2016), 결국 수중생태계의 건강성 악화는 더 나아가 육상 생태계의 교란으로 이어질 수 있는 잠재적 위험요인으로 작용될 수 있을 것으로 생각된다(Rivero, 1937; Zaret and Paine, 1973).

최근 국내에서는 많은 배스 퇴치 관련 연구가 진행되었다. 낚시, 효과적인 배스의 어획을 위한 적절한 어구 활용, 인공 산란장 활용, 산란장을 지키는 수컷의 제거, 당년생 치어의 제거 등과 같은 구제 방안이 제시되고 있다(ME, 2014; KNPRI, 2014). 퇴치를 위한 노력뿐 아니라 우리나라 수산자원으로써 레저 낚시로의 활용 및 음식 레시피 개발 등과 같은 다방면의 활용 방안이 필요할 것으로 생각된다.

요 약

서식처 유형에 따른 배스의 식성을 비교하기 위해 하천과 저

수지에서 2016년 4월부터 9월까지 306개체의 배스를 채집한 후 먹이생물을 분석하였다. 그 결과 하천과 저수지에 서식하는 배스의 가장 중요한 먹이생물은 어류로 확인되었다. 그러나 저수지에 서식하는 배스의 소화관 내용물에는 어류뿐 아니라 갑각류와 곤충류의 비율도 높게 나타나 하천에 서식하는 배스와 섭식 차이를 보였다.

사 사

이 논문은 2019년도 국립수산물과학원 수산시험연구사업 향어, 메기 품종개량 연구(R2019002)의 지원으로 수행된 연구입니다. 지도 제작에 도움을 주신 국립생태원 윤정도 선생님께 감사드립니다.

REFERENCES

- Braun, C.D. and C.A. Walser. 2011. Distribution and diet of large-mouth bass (*Micropterus salmoides*) in the Lower Boise river, Idaho. West. N. Am. Nat., 71: 316-326.
- Britton, J.R. and D.M. Harper. 2006. Length-weight relationships of fish species in the freshwater rift valley lakes of Kenya. J. Appl. Ichthyol., 22: 334-336.
- Carpenter, S.R. and J.F. Kitchell. 1993. Trophic cascade in lakes. Cambridge University Press, Cambridge, 400pp.
- Costantini, M.L., P. Carlino, E. Calizza, G. Careddu, D. Cicala, S.S. Caputi, F. Florentino and L. Rossi. 2018. The role of alien fish (the centrarchid *Micropterus salmoides*) in lake food webs highlighted by stable isotope analysis. Freshw. Biol., 63: 1130-1142.
- Dobson, M. and C. Frid. 2009. Ecology of aquatic system. Oxyford University Press Inc., New York, 321pp.
- Garcia, D.A.Z., A.D.A Costa, G.L.A. Leme and M.L Orsi. 2014. Biology of black bass *Micropterus salmoides* (Lacepede, 1802) fifty years after the introduction in a small drainage of the upper Parana river basin, Brazil. Biodiversitas, 14: 180-185.
- Garcia-Berthou, E. and R. Moreno-Amich. 2000. Introduction of exotic fish into a Mediterranean lake over a 90-year period. Archiv für Hydrobiologie, 149: 271-284.
- Hossain, M.M., G. Perhar, G.B. Arhonditsis, T. Matsuishi, A. Goto and M. Azuma. 2013. Examination of the effects of large-mouth bass (*Micropterus salmoides*) and bluegill (*Lepomis macrochirus*) on the ecosystem attributes of lake Kawahara-oike, Nagasaki, Japan. Ecol. Inform., 18: 149-161.
- Jang, M.H., G.J. Joo and M.C. Lucas. 2006. Diet of introduced large-mouth bass in Korean rivers and potential interaction with native fishes. Ecol. Freshw. Fish, 15: 315-320.
- Jeon, S.R., Y.M. Son, H.B. Song and H.G. Byeon. 1997. Feeding habit of bluegill, *Lepomis macrochirus*, introduced at Lake Paldang. Korean J. Limnol., 30: 75-84. (in Korean)
- Kim, C.H., W.O. Lee, J.K. Lee and K.E. Hong. 2005. The ichthyofauna in lake Cheongpyeong Korea. Korean J. Ichthyol., 17: 123-130. (in Korean)
- Kim, D.H., S.O. Hwang, H.J. Yang, S.R. Jeon, S.S. Choi, I.S. Kim and C.G. Choi. 1996. Studies on the distribution and effect of the exotic fishes in dam reservoir. K-water, 258pp.
- Kim, I.S. and J.Y. Park. 2002. Freshwater fishes of Korea. Kyohak publishing, Seoul, 467pp. (in Korean)
- Kim, J.D. and G.S. Kim. 1976. Experiment of the Large mouth bass (*Micropterus salmoides*) transplanted (I) (Studies on the feed habit and growth). Bull. Nat. Fish Hat., 1: 53-75.
- Kim, M.C., S.P. Cheon and J.K. Lee. 2013. Invertebrates in Korean freshwater ecosystems. Geobook publishing, Seoul, 483pp. (in Korean)
- Kim, S.G., Y.H. Kang, G.B. Hong, D.U. Yoo, H.Y. Suk, B.S. Chae, H.S. Kim and U.W. Hwang. 2011. Ichthyofauna and community structure from 21 Lakes in the yeungnam are including Gyeongsangbuk-do and Gyeongsangnam-do provinces, Korea. Korean J. Ichthyol., 23: 288-299. (in Korean)
- KNPRI (Korea National Park Research Institute). 2014. Management plan of invasive alien species (*Micropterus salmoides*, *Lepomis macrochirus*). Korea National Park Research Institute, 140pp. (in Korean)
- Ko, M.H., J.Y. Park and Y.J. Lee. 2008. Feeding habits of an introduced large mouth bass, *Micropterus salmoides* (Perciformes; Centrarchidae), and its influence on ichthyofauna in the lake Okjeong, Korea. Korean J. Ichthyol., 20: 36-44. (in Korean)
- Lee, W.O., C.B. Kang, H.W. Park, M.C. Han, H.G. Byeon, J.K. Meyong, C.H. No, G.P. Hong, H.B. Song, B.S. Chae, G.H. Han, J.R. Ko and Y.P. Hong. 2002. The introduced fishes of Korea. 2002 the ichthyological society of Korea symposium, 128pp. (in Korean)
- Lee, W.O., K.H. Kim, J.H. Kim and K.E. Hong. 2008. Study of freshwater fish fauna and distribution of introduced species of Mankyeong river, Korea. Korean J. Ichthyol., 20: 198-209. (in Korean)
- Lee, W.O., H. Yang, S.W. Yoon and J.Y. Park. 2009. Study on the feeding habits of *Micropterus salmoides* in lake Okjeong and lake Yongdam, Korea. Korean J. Ichthyol., 21: 200-207. (in Korean)
- Lorenzoni, M., M. Corboli, A.J.M. Dorr, G. Giovinazzo, S. Selvi and M. Mearelli. 2002. Diets of *Micropterus salmoides* Lac. and *Esox lucius* L. in Lake Trasimeno (Umbria, Italy) and their diet overlap. Bull. Fr. Pêche Piscic., 365-366: 537-547.
- Maazono, Y., R. Kobayashi, M. Kusahara and T. Miyashita. 2005. Direct and indirect effects of exotic bass and bluegill on exotic and native organisms in farm pond. Ecol. Appl., 15: 638-650.
- Maazono, Y. and T. Miyashita. 2003. Community-level impacts induced by introduced largemouth bass and bluegill in farm ponds in Japan. Biol. Conserv., 109: 111-121.
- ME (Ministry of Environment). 1998. Enforcement decree of the natural environment conservation act (Law no. 15639).

- ME (Ministry of Environment). 2014. Study on the development of effective fishing method for invasive alien species (II). Ministry of Environment, 224pp. (in Korean)
- NIE (National Institute of Ecology). 2014. Present and future of invasive alien species. National Institute of Ecology, 237pp. (in Korean)
- NIFS (National Institute of Fisheries Science). 2009. Distribution, utilization and management strategy of introduced freshwater fish. National Institute of Fisheries Science, 125pp. (in Korean)
- Orru, F., A.M. Deiana and A. Cau. 2010. Introduction and distribution of alien freshwater fishes on the island of Sardinia (Italy): an assessment on the basis of existing data sources. *J. Appl. Ichthyol.*, 26: 46-52.
- Oscoz, J., P.M. Leunda, F. Campos, M.C. Escala, C. Garcia-Fresca and R. Miranda. 2005. Spring diet composition of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, in the Urederra river (Spain). *Int. J. Limn.*, 41: 27-34.
- Pinkas, L., M.S. Oliphant and I.K.K. Iverson. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California water. *Calif. Dept. Fish Game. Fish Bull.*, 152: 1-105.
- Rivero, L.H. 1937. The introduced largemouth bass, a predator upon native Cuban fishes. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 66: 367-368.
- Son, Y.M. and H.G. Byeon. 2001. Feeding habit of main carnivorous fish (*Erthrocultus erythropterus*, *Opsariichthys uncirostris* and *Micropterus salmoides*) at Lake Paldang. *Inst. Bas. Sci. Seowon Univ.*, 15: 61-78. (in Korean)
- Takamura, K. 2007. Performance as a fish predator of largemouth bass (*Micropterus salmoides* (Lecepede)) invading Japanese freshwaters: a review. *Ecol. Res.*, 22: 940-946.
- Takaharu, N., N. Takamura, M. Nakagawa, Y. Kadono, T. Tanaka and H. Mitsuhashi. 2015. Environmental and biotic characteristics to discriminate farm ponds with and without exotic largemouth bass and bluegill in western Japan. *Limnology*, 16: 139-148.
- Vitousek, P.M., C.M. D'Antonio, L.L. Loope and R. Westbrooks. 1996. Biological invasions as global environmental change. *Am. Sci.*, 84: 468-477.
- Walsh, J.R., S.R. Carpenter and M.J.V. Zanden. 2016. Invasive species triggers a massive loss of ecosystem services through a trophic cascade. *P. N. A. S.*, 113: 4081-4085.
- Wasserman, B.J., N.A. Strydom and O.L.F. Weyl. 2011. Diet of largemouth bass, *Micropterus salmoides* (Centrarchidae), an invasive alien in the lower reaches of an Eastern Cape river, South Africa. *Afr. Zool.*, 46: 378-386.
- Yodo, T. and K. Iguchi. 2004. A review on the black bass problem referring to the historical background in Japan. *Bull. Fish. Res. Agen.*, 12: 10-24.
- Yodo, T. and S. Kimura. 1998. Feeding habits of largemouth bass in lake Shorenji and Nishinoko, central Japan. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 64: 26-38. (in Japanese)
- Zaret, T.M. and R.T. Paine. 1973. Species introduction in a tropical lake. *Science*, 182: 449-455.

부 록

(1) 충청북도, 세종특별시

- St. 1: 충북 제천시 청풍면 용곡리, 36°58'55.94"N 128°7'18.67"E
- St. 2: 충북 제천시 수안면 원대리 (한강), 36°56'44.29"N 128°13'50.48"E
- St. 3: 충북 제천시 백운면 운하리 (운하천), 37°12'59.71"N 128°0'13.53"E
- St. 4: 충북 제천시 백운면 애련리 (제천천), 37°5'49.73"N 128°3'9.81"E
- St. 5: 충북 제천시 모산동 (비룡담저수지), 37°11'10.10"N 128°12'20.58"E
- St. 6: 충북 단양군 단성면 중방리 (단양천), 36°55'51.71"N 128°19'13.44"E
- St. 7: 충북 단양군 단양읍 천동리 (솔티천), 36°57'48.08"N 128°25'12.28"E
- St. 8: 충북 단양군 어상천면 연곡리 (어곡천), 37°4'27.49"N 128°19'57.64"E
- St. 9: 충북 단양군 가곡면 어의곡리 (하일천), 36°59'19.55"N 128°27'29.00"E
- St. 10: 충북 단양군 적성면 상리 (적성저수지), 36°58'18.84"N 128°16'43.68"E
- St. 11: 충북 충주시 단월동 (달천), 36°56'22.99"N 127°55'14.99"E
- St. 12: 충북 충주시 칠금동 (한강), 36°59'19.98"N 127°53'31.95"E
- St. 13: 충북 충주시 대소원면 영평리 (요도천), 36°58'40.94"N 127°48'45.89"E
- St. 14: 충북 충주시 엄정면 신만리 (월곡천), 37°5'38.50"N 127°55'52.44"E
- St. 15: 충북 충주시 엄정면 추평리 (추평저수지), 36°57'44.89"N 127°55'8.93"E
- St. 16: 충북 음성군 감곡면 주천리 (청기천), 37°5'24.87"N 127°37'9.20"E
- St. 17: 충북 음성군 음성읍 평곡리 (음성천), 36°55'6.20"N 127°42'0.56"E
- St. 18: 충북 음성군 소이면 대장리 (음성천), 36°55'5.93"N 127°45'11.57"E
- St. 19: 충북 음성군 원남면 삼용리 (초평천), 36°53'31.30"N 127°35'43.40"E
- St. 20: 충북 음성군 원남면 조촌리 (원남저수지), 36°52'8.04"N 127°36'22.07"E
- St. 21: 충북 괴산군 괴산읍 대덕리 (동진천), 36°48'32.59"N 127°48'48.70"E
- St. 22: 충북 괴산군 불정면 창산리 (음성천), 36°52'51.98"N 127°50'24.12"E
- St. 23: 충북 괴산군 청천면 도원리 (달천), 36°40'36.21"N 127°46'40.52"E
- St. 24: 충북 괴산군 칠성면 도정리 (쌍천), 36°47'22.38"N 127°51'30.70"E
- St. 25: 충북 괴산군 소수면 길선리 (소수저수지), 36°52'14.37"N 127°43'10.17"E
- St. 26: 충북 증평군 증평읍 연탄리 (보강천), 36°47'2.00"N 127°34'19.40"E
- St. 27: 충북 증평군 증평읍 중천리 (삼기천), 36°46'57.03"N 127°35'45.38"E
- St. 28: 충북 증평군 도안면 석곡리 (보강천), 36°48'54.93"N 127°37'42.71"E
- St. 29: 충북 증평군 도안면 도당리 (문방천), 36°48'4.46"N 127°37'22.26"E
- St. 30: 충북 증평군 증평읍 울리 (삼기저수지), 36°42'56.15"N 127°37'38.68"E
- St. 31: 충북 진천군 이월면 삼용리 (미호천), 36°53'34.34"N 127°28'0.48"E
- St. 32: 충북 진천군 초평면 용정리 (초평천), 36°50'15.70"N 127°31'33.80"E
- St. 33: 충북 진천군 진천읍 성석리 (백곡천), 36°51'9.16"N 127°27'52.28"E
- St. 34: 충북 진천군 문백면 구곡리 (미호천), 36°49'34.98"N 127°29'37.03"E
- St. 35: 충북 진천군 백곡면 사송리 (백곡저수지), 36°52'6.32"N 127°23'13.85"E
- St. 36: 충북 청주시 흥덕구 오송읍 쌍청리 (병천천), 36°38'25.00"
127°20'53.60"E
- St. 37: 충북 청주시 상당구 남일면 효촌리 (무심천), 36°35'13.51"N
127°30'2.67"E
- St. 38: 충북 청주시 서원구 현도면 시목리 (외천천), 36°29'37.35"N
127°24'45.46"E
- St. 39: 충북 청주시 청원구 오창읍 신평리 (미호천), 36°41'2.40"N
127°26'4.90"E
- St. 40: 충북 청주시 청원구 오창읍 성산리 (오창저수지), 36°44'3.73"N
127°24'32.43"E
- St. 41: 세종특별자치시 전동면 심중리 (조천), 36°38'47.45"N 127°16'13.59"E
- St. 42: 세종특별자치시 연서면 월하리 (미호천), 36°34'24.76"N 127°18'10.13"E
- St. 43: 세종특별자치시 연기면 세종리 (용수천), 36°27'54.74"N 127°16'6.04"E
- St. 44: 세종특별자치시 연기면 세종리 (금강), 36°29'56.71"N 127°17'53.95"E

- St. 45: 세종특별자치시 연서면 고복리 (고복저수지), 36°35'57.97"N
127°13'44.55"E
- St. 46: 충북 보은군 산외면 김탕리 (달천), 36°33'54.70"N 127°42'56.80"E
- St. 47: 충북 보은군 탄부면 임한리 (삼가천), 36°26'3.00"N 127°48'48.00"E
- St. 48: 충북 보은군 회인면 송평리 (회인천), 36°28'31.70"N 127°36'12.00"E
- St. 49: 충북 보은군 보은읍 죽전리 (향건천), 36°28'51.25"N 127°43'8.63"E
- St. 50: 충북 보은군 보은읍 종곡리 (종곡저수지), 36°31'32.30"N
127°45'20.02"E
- St. 51: 충북 옥천군 청산면 예곡리 (보정천), 36°21'6.03"N 127°48'52.44"E
- St. 52: 충북 옥천군 군북면 지오리 (소옥천), 36°20'0.60"N 127°33'38.78"E
- St. 53: 충북 옥천군 군북면 대정리 (금강), 36°23'9.31"N 127°32'32.35"E
- St. 54: 충북 옥천군 안남면 연주리 (금강), 36°20'46.71"N 127°40'1.27"E
- St. 55: 충북 옥천군 안남면 서대리 (서대저수지), 36°24'50.31"N
127°39'51.41"E
- St. 56: 충북 영동군 영동읍 부용리 (영동천), 36°10'23.18"N 127°46'29.18"E
- St. 57: 충북 영동군 황간면 용암리 (초강), 36°14'16.92"N 127°52'23.44"E
- St. 58: 충북 영동군 심천면 각계리 (영동천), 36°12'30.10"N 127°43'16.57"E
- St. 59: 충북 영동군 양산면 수두리 (금강), 36°8'4.26"N 127°39'22.69"E
- St. 60: 충북 영동군 황간면 난곡리 (난곡저수지), 36°15'39.35"N
127°55'46.81"E

(2) 전라남도, 광주광역시

- St. 61: 전남 담양군 고서면 고읍리 (증암천), 35°12'27.20"N126°59'1.26"E
- St. 62: 전남 담양군 담양읍 삼지리 (영산강), 35°16'14.91"N126°56'18.74"E
- St. 63: 전남 담양군 수북면 대흥리 (대흥저수지), 35°17'46.48"N
126°56'14.31"E
- St. 64: 전남 장성군 황룡면 장산리 (황룡강), 35°17'29.64"N126°46'10.87"E
- St. 65: 전남 장성군 장성읍 영천리 (황룡강), 35°19'18.35"N126°47'32.07"E
- St. 66: 전남 장성군 북하면 약수리 (장성호), 35°24'15.60"N126°52'40.32"E
- St. 67: 광주광역시 서구 마륵동 (영산강), 35° 8'28.00"N126°49'40.97"E
- St. 68: 광주광역시 광산구 월곡동 (풍영정천), 35°9'54.70"N126°49'13.10"E
- St. 69: 광주광역시 광산구 선암동 (운수천), 35°08'39.04"N126°47'02.03"E
- St. 70: 광주광역시 광산구 신흥동 (두정저수지), 35°13'10.40"N
126°46'12.37"E
- St. 71: 전남 화순군 능주면 남정리 (지석천), 34°59'51.72"N126°57'37.60"E
- St. 72: 전남 화순군 도곡면 죽청리 (화순천), 35°0'52.42"N126°56'34.92"E
- St. 73: 전남 화순군 청풍면 백운리 (등룡저수지), 34°52'49.10"N
126°57'13.45"E
- St. 74: 전남 나주시 노안면 학산리 (영산강), 35°03'55.06"N126°46'12.05"E
- St. 75: 전남 나주시 삼도동 (영산강), 35°2'8.70"N126°43'59.80"E
- St. 76: 전남 나주시 운곡동 (영산강), 34°59'32.30"N126°42'20.43"E
- St. 77: 전남 나주시 진포동 (영산강), 34°58'37.74"N126°37'57.58"E
- St. 78: 전남 나주시 동강면 양지리 (송암저수지), 34°58'6.62"N126°33'3.04"E
- St. 79: 전남 영광군 염산면 신성리 (불갑천), 35°14'54.59"N126°21'38.70"E
- St. 80: 전남 영광군 백수읍 입암리 (와탄천), 35°19'26.31"N126°27'13.78"E
- St. 81: 전남 영광군 불갑면 자비리 (불갑천), 35°14'46.14"N126°26'49.66"E
- St. 82: 전남 영광군 불갑면 녹산리 (불갑저수지), 35°13'30.52"N
126°30'27.35"E
- St. 83: 전남 함평군 엄다면 학야리 (함평천), 35°1'9.49"N126°31'42.60"E
- St. 84: 전남 함평군 학교면 곡창리 (영산강), 34°58'59.32"N126°32'45.84"E

부 록

- St. 85: 전남 함평군 해보면 금계리 (금계저수지), 35°10'49.97"N
126°34'16.50"E
- St. 86: 전남 무안군 무안읍 평용리 (태봉천), 34°58'15.14"N126°26'32.03"E
- St. 87: 전남 무안군 무안읍 성동리 (성동저수지), 34°59'14.72"N
126°28'57.08"E
- St. 88: 전남 영암군 서호면 엄길리 (학산천), 34°45'42.85"N126°36'8.13"E
- St. 89: 전남 영암군 군서면 도포리 (영암천), 34°49'12.70"N126°38'59.97"E
- St. 90: 전남 영암군 삼호읍 삼호리 (영암호), 34°38'50.00"N126°33'22.19"E
- St. 91: 전남 영암군 신복면 월지리 (금지저수지), 34°53'28.77"N
126°37'31.25"E
- St. 92: 전남 목포시 용해동, 34°47'37.88"N126°24'14.50"E
- St. 93: 전남 해남군 해남읍 북평리 (해남천), 34°34'17.75"N126°32'0.80"E
- St. 94: 전남 해남군 삼산면 봉학리 (삼산천), 34°31'33.93"N126°33'16.30"E
- St. 95: 전남 해남군 마산면 학의리 (오호제), 34°36'33.58"N126°30'48.89"E
- St. 96: 전남 장흥군 유치면 봉덕리 (탐진강), 34°43'33.70"N126°54'27.53"E
- St. 97: 전남 장흥군 장흥읍 순지리 (탐진강), 34°39'15.59"N126°53'12.10"E
- St. 98: 전남 장흥군 안양면 모령리 (모령저수지), 34°38'2.45"N126°58'21.82"E
- St. 99: 전남 강진군 군동면 석교리 (탐진강), 34°38'8.15"N126°48'46.61"E
- St. 100: 전남 강진군 강진읍 학명리 (강진천), 34°37'48.48"N126°45'36.07"E
- St. 101: 전남 강진군 군동면 풍동리, 34°38'34.67"N126°50'36.97"E
- St. 102: 전남 보성군 조성면 매현리 (조성천), 34°47'54.13"N127°15'12.58"E
- St. 103: 전남 보성군 득량면 해평리, 34°45'5.38"N127°12'0.55"E
- St. 104: 전남 고흥군 도화면 사덕리 (도화천), 34°29'43.01"N127°19'28.02"E
- St. 105: 전남 고흥군 고흥읍 호형리, 34°36'8.64"N127°18'3.99"E
- St. 106: 전남 곡성군 옥과면 합강리 (옥과천), 35°19'18.67"N127°10'50.21"E
- St. 107: 전남 곡성군 죽곡면 연화리 (보성강), 35°7'43.08"N127°17'55.22"E

- St. 108: 전남 곡성군 고달면 목동리 (목동제), 35°17'33.09"N127°20'31.93"E
- St. 109: 전남 구례군 광의면 지천리 (시시천), 35°13'26.12"N127°27'37.09"E
- St. 110: 전남 구례군 간전면 양천리 (섬진강), 35°11'17.11"N127°33'12.75"E
- St. 111: 전남 구례군 광의면 구만리 (구만저수지), 35°16'27.75"N
127°25'40.18"E
- St. 112: 전남 순천시 흥래동 (순천동천), 34°56'45.66"N127°29'50.05"E
- St. 113: 전남 순천시 교량동 (순천동천), 34°54'8.29"N127°30'53.13"E
- St. 114: 전남 순천시 왕지동 (용곡저수지), 34°58'40.59"N127°32'35.70"E
- St. 115: 전남 광양시 광양읍 칠성리 (광양서천), 34°58'50.31"N127°34'27.74"E
- St. 116: 전남 광양시 진상면 청암리 (수어천), 35° 0'9.19"N127°43'6.55"E
- St. 117: 전남 광양시 봉강면 지곡리 (백운저수지), 34°59'30.76"N
127°34'59.26"E
- St. 118: 전남 여수시 소라면 덕양리 (광양서천), 34°48'50.32"N127°37'44.85"E
- St. 119: 전남 여수시 소라면 죽림리 (수어천), 34°44'43.97"N127°36'32.39"E
- St. 120: 전남 여수시 소라면 현천리 (관기저수지), 34°45'38.98"N
127°37'48.16"E

(3) 제주특별자치도

- St. 121: 제주특별자치도 제주시 애월읍 광령리 (광령저수지), 33°28'14.81"N
126°25'32.28"E
- St. 122: 제주특별자치도 제주시 애월읍 수산리 (수산저수지), 33°28'6.81"N
126°23'13.81"E
- St. 123: 제주특별자치도 제주시 한경면 용수리 (용수저수지), 33°18'51.80"N
126°11'9.46"E