KJEE 57(1): 17-27 (2024)
https://doi.org/10.11614/KSL.2024.57.1.017
ISSN: 2288-1123 (Online)

Original article

전주 도심구간 삼천과 전주천의 어류상

임민영[1,†] · 신유신[1,2,†] · 박철우[2] · 김종욱[2] · 최 윤[1] · 김은비[1] · 김재구[1,2,*]

[1]군산대학교 해양생물자원학과, [2]주식회사 알파생태연구원

A Study on the Fish Fauna of the Samcheon and Jeonjucheon Stream in Urban Area at Jeonju, Korea. *Min-Yeong Im*[1,†] (0000-0001-6728-0834), *Yu-Shin Sin*[1,2,†] (0000-0001-9095-6388), *Cheol-Woo Park*[2] (0000-0002-0416-4542), *Jong-Wook Kim*[2] (0000-0001-5387-8317), *Youn Choi*[1] (0000-0003-1356-5740), *Eun-Bi Kim*[1] (0009-0003-3012-2703) and *Jae-Goo Kim*[1,2,*] (0000-0003-1626-939X) ([1]*Department of Marine Biotechnology, Kunsan National University, Gunsan 54150, Republic of Korea;* [2]*Alpha Research Ecology Institute, Gunsan 54151, Republic of Korea*)

Abstract This study investigated the fish fauna of Jeonjucheon and Samcheon Streams, flowing through the city of Jeonju, through surveys conducted at 10 sampling sites using kick net and cast net. The fish fauna collected included 10 families and 36 species, with a total of 2,064 individuals. Samcheon had 8 families and 30 species with 1,074 individuals, Jeonjucheon had 8 families and 26 species with 986 individuals. The dominant species was *Zacco platypus* with 1,202 individuals, and a total of 153 individuals of the subdominant were *Pseudogobio esocinus*. In Jeonjucheon Stream, a total of 567 individuals of the dominant species were collected as *Z. platypus* and 99 individuals of the subdominant species were collected as *Pungtungia herzi*, and there was no significant change in the stream environment except for the confluence site. Further expanded research covering the entire Jeonjucheon and Samcheon Streams region, accompanied by regular monitoring, is essential to record and understand fluctuations in fish fauna.

Key words: fish fauna, Samcheon Stream, Jeonjucheon Stream, stream in urban area

서 론

최근 다양한 원인으로 인해 서식지가 파괴되고 하천 생태계가 교란되는 등 하천의 환경에 많은 변화가 있고, 특히 담수어류의 분포상 및 군집에 많은 변화가 있는 것으로 알려져 있다(ISK, 2003; Chae, 2007). 하천에서 어류상에 대한 주기적인 연구는 해당 하천에 서식하는 담수어류의 변화를 파악하고, 하천을 복구하거나 종 복원에 필요한 기초 자료 등으로 활용될 수 있어 매우 중요하다(Chae *et al*., 2017).

전주천은 박이뫼산에서 발원하여 전주의 도심을 관통하여 흐르며 만경강으로 합류된다(Park *et al*., 2009). 전주천의 지류 중 하나로는 삼천이 있으며, 삼천은 구이면 백여리에서 발원하여 전주 도심의 남쪽을 관통해 흐르다가 전주시 서신동에서 전주천과 합류하여 만경강까지 이른다. 과거 전주천은 1980년 한지 공장 가동으로 수질 오염 및 악취가 심각하였고, 삼천은 1980년대 도시개발 등으로 인해 서식처가 파괴되고 수질이 오염되어 생물이 거의 살 수 없는 하천이었다(Chyung, 1977; Choi *et al*., 1997; Jang, 2002; Hong and Song, 2003; Lee *et al*., 2007; Lee *et*

Manuscript received 21 December 2023, revised 26 March 2024, revision accepted 26 March 2024
†These authors contributed equally to this work.
* Corresponding author: Tel: +82-70-4099-1400, Fax: +82-70-8280-5800
E-mail: jgkim0909@jbnu.ac.kr

ⓒ The Korean Society of Limnology. All rights reserved.
This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provide the original work is properly cited.

al., 2008). 그러나 2000년대 초반 국민의 환경에 관한 관심 증가로 자연형 하천복원 사업이 전국적으로 추진되었고, 전주천의 경우 2000~2002년 전주천 한벽교부터 삼천 합류지점까지 약 7.2 km 구간의 자연형 하천 조성사업을 시작으로 천년물길 복원사업, 덕진보 철거, 2013~2016년 전주천 고향의 강 사업 등이 진행되었다. 삼천은 2001년 자연형하천 복원사업으로 삼천교부터 추천대교까지 약 8.05 km 구간에 걸쳐 여울 조성, 수질개선시설 및 친수시설이 도입되었고, 2014년부터는 원당교부터 전주천 합류부에 이르는 9.8 km 구간에 생태하천 복원사업이 진행되었다(JERC, 2014). 전주천의 경우 사업 이후 생물다양성이 증가하여 국내 및 일본에서 우수사례로 선정된 바 있다(MOE, 2002; Shin, 2004; Park *et al*., 2009).

전주천의 어류상에 관한 연구는 복원사업 이전 Kim and Kim (1975), Kim and Jeong (1994), Kim and Lee (1998), EOSJ (1999) 등이 있고, 복원사업 이후로는 Lee *et al*. (2008), Park *et al*. (2009)에 의해 연구되었다. 삼천의 어류상은 Kim and Lee (1998)과 Lee *et al*. (2008)에 의해 연구되었다. 그러나 전주 시내를 관통하는 두 하천의 특성상 과거와 비교하여 어류상이 변화할 것으로 예상되었고, 특히 삼천의 경우 시내 구간에 대한 연구는 과거 일부 구간에 대한 연구만 있을 뿐 최근 연구는 없었다. 따라서 본 연구는 전주시 시내를 관통하는 삼천과 전주천에 서식하는 어류의 종조성을 파악하고, 기존의 연구 결과와 비교하여 전주천 및 삼천의 어류상에 대한 기초 자료 제시와 변화 양상 비교를 목적으로 하였다.

재료 및 방법

1. 조사 지점

본 조사는 2020년 6월부터 10월까지 삼천 5개 지점(SC 1~SC 5), 전주천 5개 지점(JJC 1~JJC 5)을 포함한 총 10개 지점에서 실시하였고, 조사는 해당 지점 내 보나 다리를 기준하여 상·하류 250 m 범위로 총 500 m씩 진행하였다. 조사 기간은 2020년 6월부터 10월까지 월 1회씩 총 5회 실시하였으며, 수질은 지점에서 가장 가까운 수질측정망의 자료를 활용하여 전주천과 삼천 상류부터 하류까지 각 3개 지점을 인용하였다(Fig. 1).

2. 조사 방법

각 지점에서 족대(망목 5×5 mm, 30분)와 투망(망목 7×7 mm, 10회)을 이용하여 어류를 채집하였고, 어류 동정은 Kim *et al*. (2005)을 이용하였다. 채집된 어류는 현장에서 동정 및 개체수를 기록한 후 즉시 방류하였다. 고유종

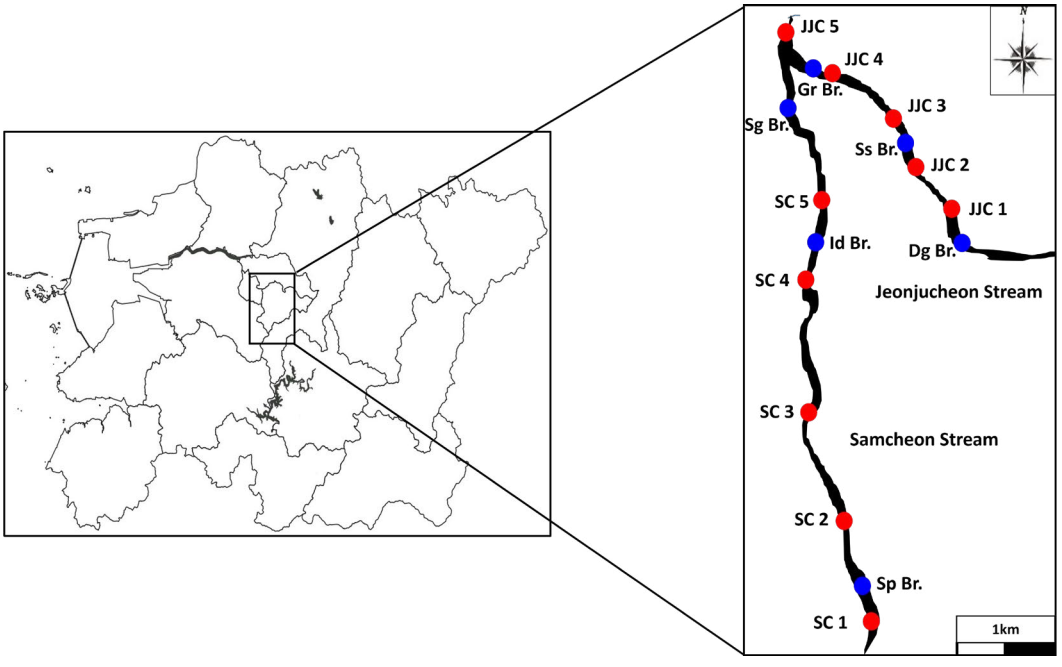

Fig. 1. Map showing the study area (Red spot) and water quality measurement area (Blue spot) in Samcheon Stream and Jeonjucheon Stream, Jeonju, Korea.

표기는 Chae *et al.* (2019)를 따랐으며, 법정보호종 표기는 환경부 멸종위기야생생물 지정고시 (MOE, 2022)에 따라 표기하였다. 분류체계는 Nelson (2016)에 따랐다. 군집분석 결과값을 도출하기 위해 풍부도 지수는 Margalef (1958), 균등도 지수는 Pielou (1966), 다양도 지수는 Shannon and Weaver (1963), 우점도 지수는 McNaughton (1967)을 이용하였다. 하상 구조는 어류 군집에 영향을 미치기 때문에 지점별 하상 구조를 파악하였으며, Cummins (1962)에 따라 표기하였다. 수질은 물환경정보시스템 (https://water.nier.go.kr/)과 전북특별자치도 보건환경연구원 (https://jihe.jeonbuk.go.kr/)의 수질측정망 자료를 이용하여 조사 기간인 2020년 6월부터 10월까지 월 1회 측정된 수소이온농도 (pH), 용존산소 (Dissolved Oxygen, DO), 생화학적 산소요구량 (Biochemical Oxygen Demand, BOD), 화학적 산소요구량 (Chemical Oxygen Demand, COD), 부유물질 (Suspended Solids, SS)를 비교하였다. 전주천의 경우 6월과 9월은 결측되어 제외하였다.

3. 자료 분석

채집된 어류에 대해 전체 어류상을 제시하고, 하천별 환경 및 군집지수를 분석하였다. 군집지수는 각 지점별로 산정하여 비교하였고, 총 군집지수는 평균을 도출하여 전주천과 삼천에 대해 비교하였다. 또한 하천별로 과거 조사 자료를 인용하여 어류 군집의 변화를 파악하였다. 삼천은 Kim and Lee (1998)과 Lee *et al.* (2008)의 조사 결과를 인용하였고, 전주천은 Kim and Kim (1975), Kim and Jeong (1994), Kim and Lee (1998), EOSJ (1999), Lee *et al.* (2008), Park *et al.* (2009)를 인용하였다. 과거 출현 자료는 연구별 채집 장소와 조사 방법, 횟수 등에 차이가 있어 직접적인 비교가 어려워 개체수보다는 종의 출현 유무를 통해 연도별 어류상의 변화를 비교하였다.

결과 및 고찰

1. 조사 지점의 환경

조사 지점의 환경은 Table 1과 같다. 삼천 조사 지점 (SC 1~SC 5)은 구이저수지 수문 하류 지점인 원당교부터 합수부에서 약 2 km 상류에 위치한 마전교까지이다. 상류 구간인 SC 1과 SC 2는 하상이 돌과 자갈로 이루어지고 여울이 발달하였으며 SS의 수치가 낮았으나, 시내를 관통하는 하류 구간인 SC 3~SC 5는 하상이 주로 모래로 이루어져 있었으며, 유속이 느린 정수역이 주로 형성되었고, SS의 수치가 증가하였다. 삼천은 전체적으로 수변부에 수변식물이 발달하였다. 전주천 조사 지점 (JJC 1~JJC 5)은 한벽보 하류 3 km 지점부터 전주천과 삼천의 합수부 하류까지로, 하상은 주로 자갈로 이루어져 있었으며, 합수부의 하류에는 어도가 없는 보가 존재하였다. 합수부 구간을 제외한 전 구간이 삼천에 비해 유속이 빠르고 여울이 발달하였으며, 하상이 대부분 돌과 자갈로 이루어져 있었다. 유폭은 조사 지점 내에서는 상류부터 하류까지 15~60 m로 일부 구간을 제외하면 큰 차이가 없었고, SS의 경우 상류인 다가교 (Dg), 서신교 (Ss)의 측정치가 1.70~4.90 mg L^{-1}로, 하류인 가련교 (Gr)의 5.8~14.2 mg L^{-1}에 비해 낮은 값을 보였다. 삼천과 전주천 모두 전주 시내를 관통하여 흐르며, 하천 제외지에 친수공간 및 산책로가 조성이 되어 있었

Table 1. Values of physical factors at each site in the Samcheon Stream and Jeonjucheon Stream, Jeonju, Korea.

Site	Width of stream (m)	Width of flowing water (m)	Depth of water (m)	Bottom structure (%)					
				B	C	P	G	S	M
SC 1	120	15	20~50	10	10	60	20		
SC 2	150	30	30~80		20	50	20	10	
SC 3	150	30	20~70		20	60	10	10	
SC 4	120	50	40~100			30	10	40	20
SC 5	180	30	20~50	10	10	10		60	10
JJC 1	100	30	30~60	10	30	50	10		
JJC 2	80	20~60	20~80	10	20	10	60		
JJC 3	80	15	30~90	10	30	10	40	10	
JJC 4	70	15	20~60	10	20	20	50		
JJC 5	150	60	40~100	10	10	50	20	10	

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), by Cummins (1962)

Table 2. Measurement of water quality in Jeonjucheon Stream and Samcheon Stream, Jeonju, Korea.

Measurement site		Data	Month					
			6	7	8	9	10	Average
Jeonjucheon Stream	Daga bridge (Dg)	pH	–	8.00	7.70	–	8.00	7.90
		DO (mg L^{-1})	–	9.90	8.70	–	10.60	9.73
		BOD (mg L^{-1})	–	0.80	0.60	–	1.10	0.83
		COD (mg L^{-1})	–	2.90	3.10	–	3.10	3.03
		SS (mg L^{-1})	–	2.80	2.90	–	1.70	2.47
	Seosin bridge (Ss)	pH	–	8.20	7.70	–	8.10	8.00
		DO (mg L^{-1})	–	9.20	8.80	–	10.80	9.60
		BOD (mg L^{-1})	–	0.70	0.60	–	1.20	0.83
		COD (mg L^{-1})	–	3.90	2.90	–	3.30	3.37
		SS (mg L^{-1})	–	4.90	2.80	–	2.00	3.23
	Garyeon bridge (Gr)	pH	–	7.70	7.70	–	8.70	8.03
		DO (mg L^{-1})	–	7.60	8.70	–	11.90	9.40
		BOD (mg L^{-1})	–	1.50	1.40	–	2.70	1.87
		COD (mg L^{-1})	–	6.40	5.40	–	6.60	6.13
		SS (mg L^{-1})	–	5.80	14.20	–	9.90	9.97
Samcheon Stream	Sinpyeong bridge (Sp)	pH	7.50	7.60	7.50	7.70	7.90	7.64
		DO (mg L^{-1})	8.90	8.70	8.40	8.00	10.40	8.88
		BOD (mg L^{-1})	2.10	1.20	1.60	1.30	0.90	1.42
		COD (mg L^{-1})	5.80	6.00	5.60	5.20	3.60	5.24
		SS (mg L^{-1})	10.20	6.20	12.80	9.00	2.80	8.20
	Idong bridge (Id)	pH	7.60	7.80	7.80	7.80	8.20	7.84
		DO (mg L^{-1})	8.70	8.60	8.10	8.00	10.30	8.74
		BOD (mg L^{-1})	2.80	1.40	1.20	2.30	0.90	1.72
		COD (mg L^{-1})	8.70	7.50	5.80	6.30	3.80	6.42
		SS (mg L^{-1})	27.40	15.20	23.00	22.00	4.00	18.32
	Seogok bridge (Sg)	pH	7.80	7.70	7.80	7.80	7.90	7.8
		DO (mg L^{-1})	8.90	7.90	8.60	7.60	9.30	8.46
		BOD (mg L^{-1})	1.90	1.60	1.40	1.70	1.10	1.54
		COD (mg L^{-1})	7.90	6.90	6.20	6.80	5.10	6.58
		SS (mg L^{-1})	17.60	14.00	27.40	25.60	4.00	17.72

Samcheon Stream: Water Environment Information System, https://water.nier.go.kr/
Jeonjucheon Stream: Jeonbuk state Institute of Health & Environment Research, https://jihe.jeonbuk.go.kr/

다. 수질측정망 자료를 활용하여 비교하였을 때 전주천의 DO 측정 범위는 7.6~11.9 mg L^{-1}로 삼천의 DO 측정 범위인 7.6~10.4 mg L^{-1}에 비해 높게 측정되었으며, 수질이 양호한 것으로 나타났다. 삼천은 하류 구간으로 갈수록 BOD와 COD 및 SS의 측정값이 증가하였고, 도심 구간인 이동교(Id)와 서곡교(Sg) 지점의 BOD와 COD 및 SS의 측정값은 큰 차이가 없었다. 전주천의 수질측정자료도 하류로 갈수록 BOD와 COD 및 SS의 측정값이 증가하였으나, 삼천에 비해 변화 폭이 적었다(Fig. 1, Table 2).

2. 어류상 및 군집지수

1) 전체 지점

삼천과 전주천 10개 지점에 대한 5회 조사결과 4목 10과 36종 2,060개체의 어류가 채집되었다(Table 3). 과별 종 수는 잉어과(Cyprinidae)가 22종으로 가장 높은 출현빈도를 보였고, 다음으로 검정우럭과(Centrarchidae), 꺽지과(Centropomidae), 미꾸리과(Cobitidae), 동사리과(Odontobutidae), 망둑어과(Gobiidae) 2종, 송사리과(Adr-

Table 3. The list of fishes collected in Samcheon Stream and Jeonjucheon Stream, Jeonju, Korea.

Family	Species	Samcheon Stream						Jeonjucheon Stream						Total	RA (%)
		SC 1	SC 2	SC 3	SC 4	SC 5	Total	JJC 1	JJC 2	JJC 3	JJC 4	JJC 5	Total		
Cyprinidae	*Carassius auratus*	3	3	13	17	8	44	1		5	9	12	22	66	3.20
	Cyprinus carpio			1		3	4			4	4		8	12	0.58
	Acheilognathus chankaensis					1	1							1	0.05
	**Acheilognathus koreensis*							1	1	1			3	3	0.15
	Acheilognathus lanceolata intermedia			2	1		3							3	0.15
	Acheilognathus rhombeus		3		8	4	15							15	0.73
	**Rhodeus uyekii*		8				8					199		8	0.39
	Gnathopogon strigatus			2	2		4					2	1	5	0.24
	Hemibarbus labeo									1		1	1	1	0.05
	Hemibarbus longirostris		5	2	5	1	13					1	9	22	1.07
	**Microphysogobio yaluensis*	1					1			1			2	3	0.15
	Pseudogobio esocinus		8	2	71	59	140	6		1			13	153	7.43
	Pseudorasbora parva				2		2					2		2	0.10
	Pungtungia herzi	5		7		12	24	34	31	12	10		99	123	5.97
	**Sarcocheilichthys nigripinnis morii*			1			1							1	0.05
	**Squalidus chankaensis tsuchigae*					3	3							3	0.15
	**Squalidus gracilis majimae*	1					1			1		67	1	2	0.10
	Rhynchocypris oxycephalus		8				8				11	11	11	19	0.92
	Opsariichthys uncirostris amurensis				1		1				5		5	6	0.29
	Zacco platypus	70	298	56	158	53	635	48	64	234	22	1	567	1,202	58.35
	**Zacco koreanus*							17	16	1		13	36	36	1.75
	Hemiculter eigenmanni			7			7						1	8	0.39
Cobitidae	**Iksookimia koreensis*		13	8		1	22	2	3	4	4	17	14	36	1.75
	Misgurnus anguilicaudatus	1	1	3			5		1		4	16	5	10	0.49
Siluridae	*Silurus asotus*		1				1					350		1	0.05
Bagridae	**Pseudobagrus koreanus*	6				1	7		4	4			10	17	0.83
Adrianichthyidae	*Oryzias sinensis*				47		47							47	2.28
Centropomidae	**Coreoperca herzi*							16	28	11			55	55	2.67
	Siniperca scherzeri									1			1	1	0.05
Centrarchidae	***Lepomis macrochirus*	5	3	1	19		28			6			73	101	4.90
	***Micropterus salmoides*	3		2	7	5	17						11	28	1.36
Odontobutidae	**Odontobutis interrupta*	6	4	7	4	2	23		1		2		3	26	1.26
	**Odontobutis platycephala*			2	1		3	1	1	1			4	7	0.34
Gobiidae	*Rhinogobius brunneus*			2		1	3				1		14	17	0.83
	Tridentiger brevispinis		1	2			3							3	0.15
Channidae	*Channa argus*											17	17	17	0.83
	Number of species	10	13	18	14	14	36	9	10	16	10	16	26	36	
	Number of individuals	101	356	120	343	154	1,074	126	150	288	72	350	986	2,060	

*: Korean endemic species, **: Exotic fish species

ianichthyidae), 동자개과(Bagridae), 가물치과(Channidae) 및 메기과(Siluridae) 1종이 출현하였다.

전체 우점종은 1,202개체(58.35%)가 채집된 피라미(*Zacco platypus*)로 나타났고, 아우점종은 153개체(7.43%)가 채집된 모래무지(*Pseudogobio esocinus*)로 나타났다(Table 3). 본 조사에서는 SC 5를 제외한 모든 지점에서 피라미가 우점하였다. 피라미는 내성 범위가 넓고 다양한 하천 서식환경에 적응력이 강한 어류로 알려져 있으며(Nam *et al*., 1999; Kim *et al*., 2005; Baek *et al*., 2006), 전주천과 삼천에서도 우점하여 서식하는 것으로 확인되었다. 한편

Table 4. The dominant, subdominant species and fish community indices in Samcheon Stream by sites.

Sites		Dominant species (%)	Subdominant species (%)	Dominance	Diversity	Eveness	Richness
Samcheon Stream	SC 1	*Zacco platypus* (69.3%)	*Pseudobagrus koreanus*, *Odontobutis interrupta* (5.9%)	0.752	1.233	0.536	1.950
	SC 2	*Zacco platypus* (83.7%)	*Iksookimia koreensis* (3.6%)	0.874	0.806	0.314	2.043
	SC 3	*Zacco platypus* (46.7%)	*Carassius auratus* (10.8%)	0.575	2.032	0.703	3.551
	SC 4	*Zacco platypus* (46.1%)	*Pseudogobio esocinus* (20.7%)	0.668	1.656	0.628	2.227
	SC 5	*Pseudogobio esocinus* (38.3%)	*Zacco platypus* (34.4%)	0.727	1.667	0.632	2.581

SC 5는 모래무지가 우점하였는데, 다른 지점에 비해 하상의 비율이 모래가 60% 정도로 높아 모래가 많은 환경을 선호하는 모래무지의 출현 비율이 38.31%로 높게 나타난 것으로 생각된다(Kim and Park, 2002; Kim *et al*., 2005).

2) 삼천

조사기간 동안 총 4목 8과 30종 1,074개체가 채집되었다. 출현한 어류는 잉어과 19종, 미꾸리과, 동사리과, 검정우럭과, 망둑어과 2종, 메기과, 동자개과, 송사리과 1종이었다.

본 조사에서 삼천은 피라미가 635개체(59.12%)로 우점하였고, 모래무지가 140개체(13.04%)로 아우점하였다. 상류 구간인 SC 1, 2에서는 여울이 발달하여 버들치(*Rhynchocypris oxycephalus*)나 참종개(*Iksookimia koreensis*) 등 해당 환경을 선호하는 어종이 채집되었으며, 시내가 위치한 하류 지점으로 내려갈수록 유량이 증가하고 유속이 감소하며, 수변식생이 잘 발달되었다. 또한 하상이 모래와 진흙의 비율이 증가하였으며, 이러한 환경 변화로 인해 붕어(*Carassius auratus*), 모래무지, 참붕어(*Pseudorabora parva*) 등의 출현 빈도가 증가한 것으로 생각된다. 삼천 출현 어류의 군집 분석 결과 도심에 위치한 하류 구간의 다양도와 풍부도가 상류에 비해 더 높았으며, 종 수가 많은 SC 3에서 다양도 및 풍부도 각각 0.703, 3.551로 가장 높았다(Table 4). 이는 다양도와 풍부도의 경우 유속이 빠르고 수온이 낮아 계류성 어종이 우점하여 출현하는 상류 지역에 비해, 유량이 풍부하며, 유기물의 유입이 많고 다양한 서식처가 확보되어 다양한 어류의 서식에 유리한 중~하류로 갈수록 높게 나타나기 때문으로 생각된다(Choi and Kim, 2004; Lee *et al*., 2008). 우점도는 SC 2에서 가장 높게 측정되었으며, 이는 우점종 피라미의 개체수가 타 어종에 비해 매우 많이 채집된 결과로 생각된다. 균등도는 SC 3에서 2.032로 가장 높았다. 인접 구간에 대한 과거 연구로는 Kim and Lee (1998)와 Lee *et al*. (2008)이 있으며, 각각 본 연구 지점인 SC 3, SC 1과 일치하는 지점이 존재하여 같은 지점에 대하여 비교하였다. SC 1은 과거에 비해 종 수 3종이 감소하였으며, SC 3은 1종이 증가하였다(Table 5). SC 1은 2014년 생태하천 복원사업 대상 구간이며, 과거 우점종은 민물검정망둑(*Tridentiger brevispinis*), 아우점종은 피라미였으나 현재는 피라미가 우점이며 민물검정망둑과 참종개 등 저서성 어류가 채집되지 않아 하상에 변화가 있었을 것으로 생각된다. 한편 Kim and Lee (1998)는 2001년 삼천 복원사업 이전의 연구 결과이며, SC 3 지점의 과거 하상은 주로 모래와 자갈로 이루어져 있었고 유속이 느리며 떡납줄갱이(*Rhodeus notatus*) 등 납자루아과 어종이 우점하였으나, 생태하천 복원사업 이후 현재는 여울이 조성되고 하상이 돌과 자갈로 바뀌는 등 환경이 변화하였고, 이에 따른 어류상 역시 변화가 있었던 것으로 생각된다.

3) 전주천

조사기간 동안 총 3목 8과 26종 986개체의 어류가 채집되었다. 출현한 어류는 잉어목 잉어과 14종, 미꾸리과, 농어목 꺽지과, 검정우럭과, 동사리과 2종, 동자개과, 망둑어과 1종이 확인되었다.

전주천에서는 피라미가 567개체(57.51%)로 우점하였고, 돌고기(*Pungtungia herzi*)가 99개체(10.00%)로 아우점하였다. 전주천의 경우 JJC 1~4 지점까지는 하천 내의 환경이 대체로 큰 변화 없이 일정하였으며, 따라서 상류와

Table 5. Comparison of fish fauna by Samcheon Stream through comparison of advance research (1998~2020).

Family	Species	SC 1		SC 3	
		Lee *et al.* (2008)	Present study (2020)	Kim and Lee (1998)	Present study (2020)
Cyprinidae	*Carassius auratus*	○	○	○	○
	Cyprinus carpio				○
	Acheilognathus chankaensis			○	
	Acheilognathus macropterus	○			
	Acheilognathus lanceolatus intermedia				○
	**Rhodeus uyekii*			○	
	Rhodeus notatus			○	
	Gnathopogon strigatus			○	○
	Hemibarbis longirostris	○			○
	**Microphysogobio yaluensis*		○		
	Pseudogobio esocinus			○	○
	Abbottina springeri			○	
	Pseudorabora parva			○	
	Pungtungia herzi		○		○
	**Sarcocheilichthys nigripinnis morii*				○
	**Squalidus gracilis majimae*		○	○	
	Rhynchocypris oxycephalus	○		○	
	Aphyocypris chinensis			○	
	Zacco platypus	○	○	○	○
	Hemiculter eigenmanni				○
Cobitidae	*Cobitis nalbanti*	○			
	**Iksookimia koreensis*	○			○
	Misgurnus anguilicaudatus	○	○	○	○
Bagridae	**Pseudobagrus koreanus*	○	○		
Adrianichthyidae	*Oryzias sinensis*			○	
Centrarchidae	***Lepomis macrochirus*	○	○		○
	***Micropterus salmoides*	○	○		○
Odontobutidae	*Micropercops swinhonis*			○	
	**Odontobutis interrupta*		○		○
	**Odontobutis platycephala*				○
Gobiidae	*Rhinogobius giurinus*			○	
	Rhinogobius brunneus	○			○
	Tridentiger brevispinis	○			○
Osphronemidae	*Macropodus ocellatus*			○	
Number of species		13	10	17	18

*: Korean endemic species, **: Exotic fish species

하류 간 어류상에도 큰 차이를 보이지 않았다. 하지만 전주천과 삼천 합수부의 하류 지점인 JJC 5의 경우 두 하천이 합류하여 유속이 느려지고 하폭이 넓어졌으며, 이러한 환경을 선호하는 블루길의 개체수가 증가하여 아우점종으로 나타난 것으로 생각된다. 전주천 출현 어류의 군집 분석 결과 전주천도 하류 구간에서 다양도 및 풍부도가 증가하는 경향을 보였으며, 다양도는 JJC 4에서 0.873, 풍부도는 JJC 3에서 2.649로 가장 높았다. 이는 JJC 3이 JJC 4에 비해 많은 종수와 개체수가 확인되었으나, JJC 3에서 피라미가 81.3%의 비율을 차지한 결과로 생각된다. 전주천의 우점도 역시 JJC 3에서 0.854로 가장 높았고, 피라미의 영향으로 높게 측정된 것으로 생각된다(Table 6). 시내 구간

Table 6. The dominant, subdominant species and fish community indices in Jeonjucheon Stream by sites.

Sites		Dominant species (%)	Subdominant species (%)	Dominance	Diversity	Eveness	Richness
Jeonjucheon Stream	JJC 1	*Zacco platypus* (38.1%)	*Pungtungia herzi* (27.0%)	0.651	1.579	0.719	1.654
	JJC 2	*Zacco platypus* (42.7%)	*Pungtungia herzi* (20.7%)	0.633	1.550	0.673	1.796
	JJC 3	*Zacco platypus* (81.3%)	*Pungtungia herzi* (4.2%)	0.854	0.912	0.329	2.649
	JJC 4	*Zacco platypus* (30.6%)	*Rhynchocypris oxycephalus* (15.3%)	0.458	2.009	0.873	2.104
	JJC 5	*Zacco platypus* (56.9%)	*Lepomis macrochirus* (19.1%)	0.760	1.516	0.547	2.561

(한벽보~추천대)에 대한 과거 자료를 비교하였을 때, 전주천 자연형 하천 복원사업이 실시된 2002년 이후인 Lee *et al.* (2008) 이후로 어류의 종 수가 증가하였으며, 조사 지점 및 횟수, 기간이 증가한 Park *et al.* (2009)에서 33종으로 가장 많은 종 수가 채집되었다. 한편 Park *et al.* (2009)의 연구에서 주목되는 종으로 기재된 퉁사리와 쉬리가 채집되지 않았다. 퉁사리의 경우 방류 및 채집된 장소(Park *et al.*, 2009)가 한벽루 상류의 승암교 인근으로 본 연구의 조사 지점과 차이가 있어 채집되지 않은 것으로 생각된다. 쉬리의 경우 공사 이후 개체수가 증가하고 서식지가 상류부에서 중·하류부까지 넓어졌다고 보고되었으나, 본 조사에서 채집되지 않았는데, 상류 한벽보(가동보)의 조절에 따라 하천 수위가 수시로 변화하고, 일부 기간에 가뭄과 홍수가 반복되면서 본 조사에서는 확인되지 않은 것으로 판단되어 추후 어류상 조사에 필수적으로 확인할 필요가 있다.

결 론

삼천에서는 30종 1,074개체, 전주천에서는 26종 986개체의 어류가 채집되었다 우점종은 두 하천 모두 피라미로 나타났으며, 삼천의 아우점종은 모래무지, 전주천의 아우점종은 돌고기로 확인되었는데, 이는 하천의 환경에 따른 차이로 파악되었다. 삼천 상류 구간은 하류 구간에 비해 BOD 및 COD, SS가 낮게 측정되었고, 상류는 여울이 조성되고 하상은 돌로 이루어져 있었지만, 도심 구간인 중·하류는 정수역과 하상은 모래로 이루어져 있어 이로 인해 상하류 간 어류상에 있어 차이를 보이는 것으로 생각된다. 전주천의 경우 합수부 인근을 제외한 구간은 환경 및 어류상에 있어 큰 차이를 보이지 않았다. 복원사업 이전의 과거와 비교했을 때 삼천은 환경이 변화함에 따라 어류상이 일부 변화하였고, 전주천은 종 수가 크게 증가하였다.

생태계교란생물인 블루길과 배스는 삼천과 전주천 두 곳에서 모두 출현하였다. 블루길과 배스와 같은 생태계교란생물이 유입된 하천생태계는 포식압으로 인해 종 다양성이 감소하게 되며, 그로 인해 조류(algae)가 풍부해지는 등 먹이사슬 구조, 생태계의 에너지 흐름 및 서식처 변화 등의 많은 문제가 발생되어 생태계가 교란되는 것으로 알려져 있다(Carpenter and Kitchell, 1993; Garcia-Berthou and Moreno-Amich, 2000; Takaharu *et al.*, 2015). 전주천에서의 블루길과 배스의 최초 출현 기록은 Park *et al.* (2009)의 연구에서 처음 기록되었으며, 2003년에 처음으로 채집된 것으로 확인되었다. Park *et al.* (2009)의 연구에서는 전주천의 하류 구간인 구 덕진보 인근에서 블루길과 배스가 다수 채집되었으며, 본 연구에서는 배스와 블루길 모두 삼천 전 구간 및 JJC 3, 5에서 다수가 채집되어 서식 범위에 변화는 있었으나, 2003년 이후로 블루길과 배스가 전주천과 삼천에 지속적으로 서식하고 있음을 확인할 수 있었다. 삼천은 여울이 전주천에 비해 적어 블루길과 배스의 이동 및 번식이 전주천에 비해 수월하며(Kim *et al.*, 2005) 삼천 상류에 위치한 구이저수지의 영향도 일부 있는 것으로 생각된다. 현재 전주시에서는 금학보 인근에서 인공 산란장을 설치한 뒤 회수하는 방식의 구제를 시행하고 있으며(NPRI, 2020), 인공산란장 설치의 범위를 확대하여 실행하는 등 생태계교란생물의 개체수와 분포 범위가 늘어나지 않게 장기적인 관리가 필요하다.

전주천과 삼천은 상류 일부 구간을 제외한 대부분의 구간이 전주 시내를 관통하여 흐르고, 과거 몇 차례의 복원

Table 7. Comparison of fish fauna by Jeonjucheon Stream in urban area (Hanbeokbo~Chucheondae) through comparison of advance research (1975~2020).

Family	Species	Kim and Kim (1975)	Kim and Jeong (1994)	Kim and Lee (1998)	EOSJ (1999)	Lee *et al.* (2008)	Park *et al.* (2009)	Present study (2020)
Study period (year)		1		2		1	4	1
Number of study points		5	1 (Dg-Se)	2	1 Dg-Se	1	4	5
Number of sampling times		5		24		3	16	5
Cyprinidae	*Carassius auratus*	○	○	○	○	○	○	○
	***Carassius cuvieri*						○	
	Cyprinus carpio			○			○	○
	**Acheilognathus koreensis*					○	○	○
	Acheilognathus lanceolatus intermedia						○	
	Rhodeus notatus						○	
	Rhodeus ocellatus						○	
	**Rhodeus uyekii*						○	
	**Coreoleuciscus splendidus*	○				○	○	
	Gnathopogon strigatus						○	○
	Hemibarbus labeo							○
	Hemibarbus longirostris	○		○		○	○	○
	**Microphysogobio yalyensis*	○			○		○	○
	Pseudogobio esocinus	○		○	○	○	○	○
	Pseudorasbora parva	○		○			○	
	Pungtungia herzi	○			○	○	○	○
	**Squalidus chankaensis tsuchigae*	○					○	
	**Squalidus gracilis majimae*			○			○	○
	Rhynchocypris oxycephalus	○					○	○
	Opsariichthys uncirostris amurensis							○
	Zacco platypus	○		○	○	○	○	○
	**Zacco koreanus*					○	○	○
	Hemiculter eigenmanni			○				○
Cobitidae	*Cobitis nalbanti*		○				○	
	**Iksookimia koreensis*	○				○	○	○
	Misgurnus anguillicaudatus						○	○
	Misgurnus mizolepis						○	
Siluridae	*Silurus asotus*						○	
Bagridae	**Pseudobagrus koreanus*					○	○	○
Amblycipitidae	▲**Liobagrus obesus*						○	
Osmeridae	*Hypomesus nipponensis*						○	
Centropomidae	**Coreoperca herzi*					○	○	○
	Siniperca scherzeri							○
Centrarchidae	***Lepomis macrochirus*						○	○
	***Micropteris salmoides*						○	○
	**Odontobutis interrupta*							○
	**Odontobutis platycephala*					○	○	○
Gobiidae	*Rhinogobius brunneus*						○	○
	Tridentiger brevispinis	○						
Channidae	*Channa argus*							○
Number of species		12	2	8	5	12	33	26

*: Korean endemic species, **: Exotic fish species, ▲: Endangered species
Da: Daga bridge, Se: Seosin bridge

사업을 거쳐 도심 구간은 산책로 조성 등으로 시민들의 휴식처로 이용되고 있다. 그러나 전주천 상류 내 고향의 강 사업 등 복원사업이 지속적으로 진행되고 있고, 이후에도 계속해서 어류 군집의 변화가 있을 것으로 판단된다. 따라서 해당 하천들에 대한 장기적인 어류상 변화에 대한 연구가 필요하며, 사람들의 왕래가 잦고 도심을 흐르는 하천의 특성상 생활하수나 생활쓰레기 등이 유입되거나 급격한 수질오염이 발생할 가능성이 있으므로 이에 따른 대비가 필요하다. 또한 본 조사는 전주 도심을 관통하는 삼천 및 전주천의 일부 구간에 국한하여 조사가 시행되었으나, 차후 멸종위기야생동·식물 I급인 퉁사리가 발견되었던 승암교 구간과 전주천과 삼천의 최상류 구간과 이후 만경강으로 유입되는 하류 지점까지 포함하면 본 수역의 어류상에 관해 더 자세한 결과를 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

적 요

전주 시내를 관통하여 흐르는 전주천과 삼천의 어류상을 연구하기 위해 총 10개 정점을 선정한 뒤 족대와 투망을 이용하여 조사하였다. 출현한 어류는 4목 10과 36종 2,064개체이다. 삼천에서 4목 8과 30종 1,074개체, 전주천에서 3목 8과 26종 986개체가 채집되었다. 전체 우점종은 피라미로 총 1,202개체(58.35%)가 채집되었고, 아우점종은 모래무지로 총 153개체(7.43%)가 채집되었다. 삼천의 우점종은 피라미로 총 635개체(59.12%) 채집되었고, 아우점종은 모래무지로 140개체(13.04%) 채집되었다. 전주천의 우점종은 피라미로 총 567개체(57.51%) 채집되었고 아우점종은 돌고기로 총 99개체(10.00%) 채집되었으며, 합수부를 제외하면 하천의 환경에 큰 변화가 없었다. 복원사업 전 삼천의 전주 시내 구간 어류상은 느린 유속과 모래가 깔린 하상으로 이를 선호하는 어류가 채집되었으나, 복원사업 후 여울이 발달하는 등 환경변화로 인해 어류상의 차이가 있는 것으로 생각되며, 전주천은 복원사업 이전과 비교했을 때 종 수가 크게 증가한 것으로 파악된다. 따라서 도심하천인 전주천과 삼천의 어류군집에 대해서는 좀 더 장기적인 모니터링이 필수적인 것으로 판단된다.

저자정보 임민영(군산대학교 해양생물자원학과 대학원생), 신유신(군산대학교 해양생물자원학과 대학원생), 박철우(주식회사 알파생태연구원 연구원), 김종욱(주식회사 알파생태연구원 연구원), 최 윤(군산대학교 해양생물자원학과 교수), 김은비(군산대학교 해양생물자원학과 대학원생), 김재구(주식회사 알파생태연구원 대표이사)

저자기여도 연구 구상 및 설계: 임민영, 신유신, 자료 수집: 임민영, 신유신, 김은비, 박철우, 김종욱, 김재구, 최 윤, 분석: 임민영, 신유신, 김재구, 현장조사: 임민영, 신유신, 원고 작성: 임민영, 신유신, 김재구

이해관계 이 논문에는 이해관계 충돌의 여지가 없습니다.

연구비 이 논문은 2020년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단-현장맞춤형 이공계 인재양성 지원사업의 지원을 받아 수행된 연구입니다(No. 2019H1D8A1109814).

REFERENCES

Baek, H.M., H.B. Song and D.H. Cho. 2006. Reproductive ecology of the pale chub, *Zacco platypus* in a tributary to the Han river. *Korean Journal of Ichthyology* **18**: 193-201.

Carpenter, S.R. and J.F. Kitchell. 1993. Trophic cascade in lakes. Cambridge University Press, Cambridge, 400pp.

Chae, B.S. 2007. Chief cause menacing the life of freshwater fishes in Korea. Chuncheon Global Water Forum 2007, 23pp.

Chae, B.S., H.B. Song and J.Y. Park. 2019. A field guide to the freshwater fishes of Korea. LG Evergreen Foundation, 355pp.

Chae, B.S., S.K. Kim, Y.H. Kang, N.S. Heo, J.M. Park, H.U. Ha and U.W. Hwang. 2017. Ichthyofauna and Fish Community Structure in Upper Reach of the Nakdong River, Korea. *Korean Journal of Ichthyology* **27**: 116-132.

Choi, J.S. and J.K. Kim. 2004. Ichthyofauna and fish community in Hongcheon river, Korea. *Korean Journal of Environmental Biology* **18**: 446-455.

Choi, S.S., H.B. Song and S.O. Hwang. 1997. Study on the Fish Community in the Daechong Reservoir. *Korean Journal of Limnological Society* **30**: 155-166.

Chyung, M.K. 1977. The Fishes of Korea. Il Ji Pub. Co. Ansan, p. 371.

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.

Ecological Organozation for Streams of jeonju (EOSJ). 1999. Ecological survey for Jeonju-stream. Mid-Report. Jeonju-si, 53.

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.

Hong, Y.P. and Y.M. Song. 2003. Studies on the Interspecific Association of Community including *Micropterus salmoides* Population, Introduced fish in Korea. *Korean Journal of*

Ichthyology **15**: 61-68.

Ichthyological Soceity of Korea (ISK). 2003. The introduced fishes of Korea. Proceedings of 2002 Symposium of the Ichthyological Society, 128pp.

Jang, M.H. 2002. Ecological study of freshwater fish in Korea: Fish fauna, preypredator interaction and the responses of cyanobacteria to fish grazing; Fish fauna and food item analysis of exotic fish in major rivers of south Korea, p. 77-155. *In*: A doctoral dissertation. Pusan National University, Pusan, Korea.

Jeonbuk state Institute of Health & Environment Research, https://jihe.jeonbuk.go.kr/

Jeonju Eco River Council (JERC). 2014. Project Report Jeonju Eco River Council (in Korean).

Kim, B.M. and C.L. Lee. 1998. A Study on the Flsh Community from the Mangyong River System. *Korean Journal of Limnological Society* **31**: 191-203.

Kim, I.S. and P.J. Jeong. 1994. Water pollution and fish community of Jeonju-cheon. Observation report. Jeonju-si, Jeonju, Korea, 47pp.

Kim, I.S., Y. Choi, C.L. Lee, Y.J. Lee, B.J. Kim and J.H. Kim. 2005. Illustrated book of Korean fishes. Kyo-Hak Pub. Co, Seoul, p. 615.

Kim, I.S. and H.G. Kim. 1975. A Study on the Water Pollution and Its Influence on the Fish Community in Jeonju-cheon Creek, Jeonrabug-do Province. *Korean Journal of Limnological Society* **8**: 7-14.

Kim, I.S. and J.Y. Park. 2002. Freshwater Fishes of Korea. Kyo Hak Pub. Co. Seoul, pp. 1-465.

Lee, M.W., J.Y. Park, M.S. Beon, B.C. Hwang, D.H. Song, H. Yang. 2007. Characteristics of each section of natural stream in Jeonju and the effectiveness analysis. Jeonbuk Regional Environmental Technology Development Center (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 Journal of Ichthyology* **20**: 198-209.

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.

Ministry of Environment (MOE). 2002. Stream restoration technique of ministry of Environment G-7 for domestic condition 2002. Guideline for Stream Restoration, p. 132.

Ministry of Environment (MOE). 2022. Conservation and management laws of wildlife (amendment of enforcement regulations) (Law No. 10977).

Nam, M.M., N.J. Choi, S.W. Kim, K.J. Seok and J.Y. Lee. 1999. Seedling production and rearing of pale chup, *Zacco platypus* (Temminck et Schlegel). *Journal of Aquaculture* **12**: 25-30.

National Park Research Institute (NPRI). 2020. A study on the management of specific foreign species. National Park Research Institute, Wonju, Korea, 159pp.

Nelson, J.S. 2016. Fishes of the World (4th ed.). John Wiley and Sons, New York, p. 752.

Park, J.Y., S.H. Kim, M.H. Ko, M.K. Oh and J.C. Shin. 2009. Change of Ichthyofauna and Fish Community on Natural Stream Restoration In Jeonju-chon stream, Jeollabuk-do, Korea. *Korean Journal of Environment and Ecology* **23**: 381-391.

Pielou, E.C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology* **13**: 131-144.

Shannon, C.E. and W. Weaver. 1963. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, Urbana, IL, p. 117.

Shin, J.C. 2004. A Study of the methods for sustainable stream restoration and management. Master's thesis. Chonbuk National University, Jeonju, Korea, p. 52.

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. *Limmology* **16**: 139-148.

Water Environment Information System. https://water.nier.go.kr