

# 전주천의 자연형 하천 복원에 따른 어류상 변화 및 군집분석<sup>1</sup>

박종영<sup>2\*</sup> · 김수환<sup>3</sup> · 고명훈<sup>3</sup> · 오민기<sup>3</sup> · 신진철<sup>4</sup>

## Change of Ichthyofauna and Fish Community on Natural Stream Restoration In Jeonju-cheon stream, Jeollabuk-do, Korea<sup>1</sup>

Jong-Young Park<sup>2\*</sup>, Su-Hwan Kim<sup>3</sup>, Myeong-Hun Ko<sup>3</sup>, Min-Ki Oh<sup>3</sup>, Jin-Cheol Shin<sup>4</sup>

### 요 약

전라북도 전주시의 전주천에서 2000년 4월부터 2002년 12월까지 상류인 한벽교부터 삼천 합류지점까지 도심을 관통하는 7.2km의 구간에서 “자연형하천 조성사업”이 이루어졌으며, 이에 대한 전주천의 자연형 하천 조성 사업 전과 후의 어류상 및 군집을 조사하였다. 조사 결과 조성사업 이전인 1975년부터 1999년까지 전주천에서는 12종~18종의 어류가 출현하였으나, 공사 이후인 2003년~2008년 사이에는 총 34종이 확인되어 어류의 다양성이 크게 향상되었다. 특히 도심지인 중류지점 (다가교-서신교사이)에서는 공사이전에는 5종의 적은 종이 출현하였으나 공사 이후에는 22종으로 급증하는 특징을 보였다. 이러한 어류상의 변화는 자연형 하천 공사로 인해 생활하수의 유입 차단으로 인한 전주천의 수질개선 및 직강화 되고, 평탄화 되어 있던 하천에서 여울과 소가 반복적으로 나타났으며, 또한 하상구조도 돌과 자갈, 모래, 진흙 등으로 다양화되어 어류의 서식공간이 다양화되었기 때문으로 생각된다.

주요어: 전주천, 자연형하천복원사업, 어류, 서식공간

### ABSTRACT

This is the study of the effects and changes on the ichthyofauna and fish community in Jeonju-cheon stream (located in Jeonju Cit, Jeollabuk-do, South Korea) after the implementation of the Natural Stream Restoration Project. The restoration of the stream was carried out between April 2000 and December 2002, and it covered the mid-section of the stream starting from the upstream of Hanbyeok Bridge down to Samcheon where branches of water join. It is 7.2 km long and passes through the downtown area. In this study, comparisons were made before and after the restoration. Before the restoration (1975 to 1999), the number of fish species collected from the Jeonju-cheon stream turned out to be 12 to 18 species, whereas after the restoration (2003 to 2008), it increased up to 34 species in total. Especially in the case of the middle and downstream sections running across the central regions of the city (Daga

1 접수 2009년 6월 30일, 수정(1차 : 2009년 8월 12일, 2차 : 2009년 10월 15일), 게재확정 2009년 10월 16일

Received 30 June 2009; Revised(1st : 12 August 2009, 2nd : October 15 2009), Accepted October 16 2009

2 전북대학교 생물과학부 Faculty of Biological Science, College of Natural Science and Institute for Biological Diversity, Chonbuk National University(561-756) Korea

3 전북대학교 생물과학부 Faculty of Biological Science, College of Natural Science, Chonbuk National University(561-756) Korea

4 전주외제 21, (ongoul21@hanmail.net). Jeonju Agenda 21, Jeonju City (568-1), Korea.

\* 교신저자, Corresponding author (park7877@chonbuk.ac.kr)

Bridge to Seosin Bridge), the number of fish species significantly increased from 5 species to 22 species. Such a dramatic increase of fish species appears to be directly related to the restoration of the stream which was designed to improve the quality of water by preventing polluted sewage water from running into the stream. Besides, the structure of stream bed which became more diversified into various components such as marshes and shallows, as well as rocks, pebbles, sand and clay, also contributed to the increase of fish species.

**KEY WORDS: JEONJU-CHON STREAM, NATURAL STREAM RESTORATION, FISH, HABITAT**

## I. 서론

전라북도 전주시를 가로지르는 전주천은 박이피산에서 발원하여 전주의 도심을 관통하여 흐르다가 만경강 본류의 고산천과 합류하여 서해바다로 유입되는 하천이다. 전주천은 1960년대 이후 급속한 인구의 증가와 공업단지의 활성화로 인하여 생활하수 및 산업폐수로 오염되기 시작하였으며, 이치수중심의 하천관리 정책으로 하천을 직강화 시키고, 하천의 둔치는 도로와 주차장으로 이용되어 왔다(Shin, 2002). 최근 국민들의 환경에 대한 관심의 증가로 국내의 하천에서는 자연형 하천 복원사업이 진행되고 있으며, 이러한 자연형 하천은 하천 생태계 구조와 기능의 복원이나 새로운 구조와 기능의 형성을 목적으로 조성된 하천으로 하천 생태계 회복에 초점을 맞추었기에 ‘생태 하천’이라는 용어를 사용하고 있다(MOE, 2002). 국내에서는 1980년대 말부터 훼손된 하천을 원 모습으로 되돌리는 하천 복원, 하천 회복의 필요성이 대두되면서 1990년대부터 자연형 하천 계획과 공법에 대한 연구가 시작되었다(MOE, 2002). 전주천에서는 1998년 7월 ‘전주천 공원화 사업’으로 계획되었고, 2000년 4월 착공하여 2002년 12월에 마무리 되었으며, 공사는 한벽교 지점에서 시작하여 삼천 합류지점까지 도심을 관통하는 7.2 km의 구간에서 이루어졌다(Jeonju City, 1999, 2001). 전주천 자연형 하천 조성사업으로 인해 2001년, 2002년 환경부로부터 각각 오염하천정비사업 최우수사례로 선정되었으며 제 5회 일본 강의날 대회에서 “히로 마쓰스다에”상을 수상하기도 하였다(Shin, 2004). 그러나 국내에서 이루어지는 대부분의 자연형 하천복원사업은 생태복원성을 향상시킨다는 원래의 취지와는 다르게 하천주변 토지를 주차장, 자전거도로, 체육시설등의 도시 기반시설로 사용함으로 생태복원이 아닌 하천의 과도한 공원화, 조경화 경향이 문제가 되고 있다. 또한 실제로 국내에서 활발하게 진행되는 여러 하천 복원사업은 사업이전의 생물상에 대한 조사가 거의 대부분 이루어진 바 없을 뿐 아니라 사업 이후 생태적인 모니터링이 지속적으로 이루어

지지 않고 있는 실정이다(Lee, 2007). 이러한 여러 사업 가운데 특히 전주천에서만 공사이전의 어류상에 관한 보고가 있을 뿐 (Kim and Kim, 1975; Kim, 1976; Kim and Jeong, 1994; Kim and Lee, 1998; EOSJ, 1999), 다른 생물상에 대한 체계적인 조사가 이루어지지 않아 자연형 하천 복원 사업에 따른 생태계의 변화를 분석하기 위한 자료는 거의 전무한 실정이다.

따라서 전주천의 자연형 하천 공사 이전과 이후의 어류상과 어류군집을 비교 분석함으로써 변화상에 대한 기초자료를 얻고 또한 자연형하천복원사업에 대한 생태모니터링의 중요성을 인식하는데 도움을 주고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

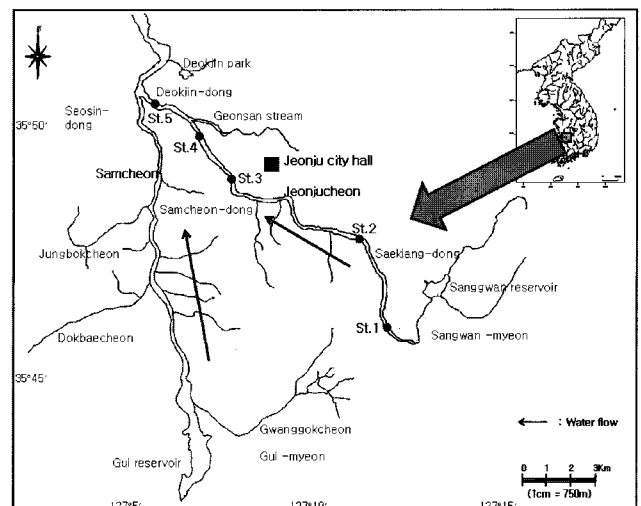


Figure 1. Map showing the study areas.

St. 1, Sin-ri, Sanggwang-myeon, Wanju-gun, Jeollabuk-do; St. 2, Hanbyeok-bo, Gyo-dong, Jeonju Jeollabuk-do; St. 3, Daga bridge, Daga-dong, Jeonju Jeollabuk-do; St. 4, Seosin bridge, Seosin-dong, Jeonju Jeollabuk-do; St. 5, Deokjin-bo, Deokjin-dong, Jeonju Jeollabuk-do, Korea.

전주천 어류상의 변화 및 군집 분석을 위해 2003년부터 2008년까지 매년 4회씩 여 조사하였다. 조사지점은 전주천의 상류지역과 자연형 하천 공사 구간을 포함하여 총 5개 지점을 선정하였다(Figure 1).

어류의 채집은 투망(망목 7×7 mm), 족대(망목 4×4 mm) 등을 사용하여 실시하였으며 채집한 어류는 대부분 현장에서 동정 및 개체수를 확인한 후 방류하였고, 일부의 표본은 10% 포르마린에 고정하여 실험실로 운반 후 활용하였다. 어류의 분류체계는 (Nelson, 1994)에 따랐으며, 종의 동정은 (Kim, 1997), (Kim and Park, 2002) 그리고 (Kim *et al.*, 2005)을 참조하였다. 어류의 군집구조의 분석은 조사 지점에서 채집된 어류를 근거로 우점도, 다양도, 종 풍부도, 균등도를 산출하였다(Margalef, 1958; Shannon and Weaver, 1963; Pielou, 1966; McNaughton, 1967).

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 조사지점의 서식환경

2003년 3월부터 2008년까지 전주천 5개 조사지점의 하천환경은 다음과 같다 (Table 1). 전주천의 상류에 해당하는 완주군 상관면 신리(St.1)는 전주천의 최상류부로 자연형하천 조성사업의 구간에 포함되지는 않는다. 하폭은 80~100 m이지만 대부분 20~30 m 정도만 물에 잠길 정도였다. 하상은 보의 윗부분은 약간의 진흙, 모래 및 자갈로 이루어지며 보 아래는 주로 돌, 자갈 및 모래로 구성되어 있었다. 특히 보 위는 수초들로 덮여있으며 수심은 보통 0.1~0.8 m 정도이고, 특히 건기에는 하천의 반 정도가 수초들로 덮히면서 하상이 노출되어 있었다. 전주시 교동 한벽보(St.2)는 전주천의 상류지점이며 자연형하천 조성사업이 이루어진 가장 상류지점으로 하천상태가 잘 보존되어 있었다. 본 조사지점은 한벽보의 아랫부분으로 하폭은 100~150 m, 수심은 0.3~1.5 m 정도의 넓은 하천으로 주로 자갈과 모

래, 진흙 그리고 하천 주변 및 중간 중간에 수초들이 산재되어 있었다. 여울과 소가 잘 발달되어 있으며, 비교적 수량은 풍부한 편이었다. 여기에는 고무로 된 수중보 및 어도가 설치되어 있었다. 전주시 다가동 다가교(St.3) 또한 전주천 자연형하천 조성사업의 일환으로 하천이 정비된 곳으로 하폭이 약 100~150 m 정도이며, 수심은 0.5~1.0 m 내외로 자갈과 모래로 구성되어 있으며, 수초가 있고, 여울과 소가 형성되어 있었다. 하천은 양호하며 비교적 깨끗하였다. 그리고 콘크리트로 된 수중 보 대신에 돌을 이용하여 보를 만들어 어류의 이동을 원활하게 하고 있었다. 전주시 서신동 서신교(St.4) 역시 자연형 하천이 조성된 지점으로 St.3과 유사한 하천환경을 보여 주고 있었다. 전주시 덕진동 덕진보(St.5) 또한 자연형 하천이 조성된 지점이며, 서신교로부터 3~4 km 떨어진 곳으로 하폭은 200~250 m, 수심은 0.3~1.0 m 정도였다. 하상은 자갈과 모래로 구성되어 있으

Table 2. Change of water quality in Jeonju stream, Jeonju, Korea

Index	Sites	Years					
		1992	1995	1999	2002	2005	2008
PH	Sa	7.42	7.50	7.38	7.84	8.30	7.49
	Se	7.22	7.44	7.93	8.41	8.10	7.18
	Dj	7.29	7.43	7.45	7.94	7.81	8.67
DO	Sa	10.83	8.76	9.15	10.71	10.87	10.34
	Se	8.93	6.30	9.18	10.51	9.06	10.04
	Dj	2.52	2.04	7.53	9.06	8.13	11.36
BOD	Sa	1.14	2.34	1.37	1.03	1.05	0.93
	Se	7.78	13.47	6.74	1.66	1.82	1.24
	Dj	47.26	33.68	7.60	2.38	2.98	1.84
SS	Sa	4.64	3.56	1.47	3.38	2.07	1.28
	Se	16.38	13.22	7.18	3.46	5.93	1.25
	Dj	58.77	20.18	9.10	10.73	10.58	1.61

Sa ; seungam bridge, Se ; seosin bridge, Dj ; deokjin-bo  
It was cited from Ministry of Environment of Korea  
(<http://water.nier.go.kr>)

Table 1. Physical conditions of Jeonju stream, Jeonju, Korea, 2008

Site	River width (m)	Water width (m)	Water depth (m)	Bottom structure (%)					
				M	S	G	P	C	B
St.1	80-100	20-25	0.8-1.2	-	10	30	40	20	-
St.2	100-150	20-25	0.3-1.5	10	20	30	20	10	10
St.3	100-150	25-30	0.5-1.0	10	20	50	10	10	-
St.4	150-200	30-40	0.7-1.5	10	30	40	10	10	-
St.5	200-250	50-70	0.3-1.0	10	20	40	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 ; bolder (256 mm ~) by Cummins (1962).

Table 3. A list and individual number of fishes collected in Jeonju stream, Jeonju, Korea before natural stream restoration

Year	1975				Total	1976		1994		1996-1998			1999	
	Sites					Sites		Sites		Sites			Sites	
	Si	Hb	Se	Dj		Si-Hb	Dg-Se	Si-Hb	Dg-Se	Si	Sj	Pb	Si-Hb	Dg-Se
<b>Cypriniformes</b>														
<b>Cyprinidae</b>														
<i>Cyprinus carpio</i> 잉어										2	3	5		
<i>Carassius auratus</i> 붕어		3				+	18	192	7	67	49	123	○	○
* <i>Rhodeus uyekii</i> 각시붕어									19			19	○	
<i>R. ocellatus</i> 흰줄납줄개							7		17			17		
<i>R. notatus</i> 떡납줄개													○	
* <i>Acheiognathus koreensis</i> 칼납자루													○	
<i>Pungtungia herzi</i> 돌고기	11	11	1		23	+	17		44			44	○	○
* <i>Coreleuciscus splendidus</i> 쉬리	18	25			43	+++	4							
* <i>Squalidus gracilis majimae</i> 긴물개						+	4		5	1		6	○	
* <i>S. chankaensis tsuchigae</i> 참물개		1			1									
<i>Pseudogobio esocinus</i> 모래무지	10	11	10	1	32	+	36			1		1	○	○
<i>Pseudorasbora parva</i> 참붕어				1	1				1		11	12		
<i>Rhynchocypris oxycephalus</i> 버들치	10				10	++	21		1492			1492	○	
<i>Microphysogobio yaluensis</i> 돌마자	15	2			17	++	33						○	○
<i>Hemibarbus longirostris</i> 참마자	5	14			19		6		6		1	7	○	
<i>Zacco platypus</i> 피라미	95	169	87	6	357	++	112		323	6	268	597	○	○
* <i>Z. koreanus</i> 참갈겨니							4		22			22	○	
<i>Hemiculter eigenmanni</i> 치리										5		5		
<b>Cobitidae</b>														
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i> 미꾸리						++								
* <i>Iksookimia koreensis</i> 참종개	8	2			10	+++	17		3			3	○	
<i>Cobitis lutheri</i> 점줄종개						+	2	1						
<b>Siluriformes</b>														
<b>Siluridae</b>														
<i>Silurus asotus</i> 메기						+								
* <i>S. microdorsalis</i> 미유기						+								
<b>Bagridae</b>														
* <i>Pseudobagrus koreanus</i> 눈동자개								1						
<b>Amblycipitidae</b>														
* <i>Liobagrus mediadiposalis</i> 자가사리						++								
<b>Beloniformes</b>														
<b>Adrianichthyidae</b>														
<i>Oryzias sinensis</i> 대륙송사리									12			12		
<b>Scorpaeniformes</b>														
<b>Cottidae</b>														
<i>Cottus koreanus</i> 독중개						+								
<b>Perciformes</b>														
<b>Odontobutidae</b>														
* <i>Odontobutis platycephala</i> 동사리									1			1		
<b>Gobiidae</b>														
<i>Rhinogobius brunneus</i> 밀어						++			6			6		
<i>Tridentiger brevispinis</i> 민물검정망둑			1		1									
<b>Belontiidae</b>														
<i>Macropodus ocellatus</i> 버들붕어						+								
<b>Centrarchidae</b>														
◎ <i>Micropterus salmoides</i> 블루길										1		1		
No. of individuals	172	239	98	8	517		282	193	1959	77	337	2373		
No. of species	8	9	4	3	12	17	0	14	2	15	6	5	18	5
No. of family	2	2	2	1	3	7	0	3	2	6	1	1	6	1

\* : Korean endemic species, ◎ : Exotic species, Si ; Sin-ri, Hb ; Hanbyeok-bo, Se ; Seosin bridge, Da : Daga bridge, Di ; Deokjin-bo, Sj ; Ssajeon bridge, Pb ;

## Palbok-dong

나 진흙 또는 악취가 나는 침전물들로 덮혀 있어 매우 미끈 거릴 뿐 아니라 수질도 매우 탁한 편이었다. 덕진보가 설치되어 있으나 2008년에 철거가 되어 수질상태가 호전되고 있었다.

수질 상태의 변화는 상류부인 승암교는 자연형 하천 공사 구간에 포함되지는 않으며, 공사 이전에도 깨끗한 수질을 유지하고 있었으며, 공사 이후에도 큰 변화를 보이지는 않았다. 하지만 중류부인 서신교와 하류부인 덕진보에서는 자연형 하천 공사 이후 수질이 크게 개선되었음을 알 수 있었다(Table 2).

## 2. 공사 전 어류상 (1975년 ~1999년)

자연형하천 공사 이전의 전주천에서 출현한 어류는 다음과 같다(Table 3). 1975년에 3과 12종 517개체가 확인되었으며 이 가운데 피라미가 357개체로 전체 어류의 69.0%를 차지하며 우점적으로 출현하였다. 상류부인 신리에서는 8종 172개체, 한벽보에서 9종 239개체가 출현하였다. 중류부인 서신교에서는 4종 98개체가 출현하였으며, 하류부인 덕진보에서는 3종 8개체가 출현하였다. 이 중 피라미가 신리와 한벽보에서는 각각 55.2%와 70.7%로 우점적으로 출현하였으며, 서신교에서는 88.8%, 덕진보에서 75.0%로 모든 조사지점에서 매우 우점적으로 출현하였다. 1976년에는 상류부인 신리와 한벽루 구간에서는 쉬리, 피라미, 참종개 그리고 저서성 어류인 자가사리와 독종개 등 총 7과 17종이 출현하였다. 1994년 이 구간에서는 3과 14종 282개체가 출현하였으며, 피라미가 39.7%로 우점적으로 나타났다. 또한 도심을 가로지르는 중류부인 다가교와 서신교 사이에서는 2과 2종 193개체가 출현하였으며, 붕어가 99.5%로 가장 우점적으로 확인되었다. 1996년~1998년 조사에서는 상류부인 신리에서는 15종 1,959개체가 출현하였고, 중류부인 싸전다리에서는 6종 77개체, 하류부인 팔복동에서는 5종 337개체가 출현하였다. 신리에서는 버들치가 76.2%, 로 중류부인 싸전다리에서는 붕어가 87.0%, 하류부인 팔복동에서는 피라미가 79.5%로 우점적으로 출현하였다. 1999년에는 상류부인 신리와 한벽보사이에서 2과 13종, 중류부인 다가교와 서신교사이에서는 1과 5종이 출현하여 모두 2과 13종이 확인되었다. 전체적으로 총 6과 18종 2,373의 개체가 출현하였으며 이 가운데 버들치가 전체 어류의 62.9%를 차지하며 우점적으로 출현하였다.

## 3. 공사 후 어류상 (2003년 ~2008년)

자연형하천 공사 이후인 2003년부터 2008년 사이에 전주천에 출현한 어류는 모두 11과 34종 15,201개체가 확인되었으며, 이 중 피라미가 52.6%를 차지하여 우점하는 것으로 나타났으며, 참갈겨니가 13.1%로 아우점하는 것으로 나타났다(Table 4). 지점별로는 완주군 상관면 신리(St.1)에서 25종 1,559개체가 출현하였으며, 피라미가 19.6%로 우점하였고, 버들치가 16.0%로 아우점하였다. 2004년에 22종으로 가장 다양한 종이 출현하였으며, 2008년 10종으로 가장 적은 종이 출현하였다. 전주시 교동 한벽보(St.2)는 총 24종 3,262개체가 출현하였으며, 피라미가 36.1%로 우점하였고, 참갈겨니가 32.0%로 아우점하였으며 특히 쉬리의 개체수가 급격히 증가하였다. 조사시기별로는 뚜렷한 종의 증감은 나타나지 않았다. 전주시 다가동 다가교(St.3)에서는 총 18종 2,844개체가 출현하였으며, 피라미 42.7%, 참갈겨니가 21.0% 순으로 높은 출현빈도를 보였다. 2005년도에 17종으로 가장 다양한 종이 출현한 반면에 2003년에 11종으로 가장 적은 종이 출현하였다. 채집된 개체수는 2004년에 1,158개체로 가장 많은 개체의 어류가 채집되었다. 전주시 서신동 서신교(St.4)에서는 총 22종 2,690개체가 출현하였으며, 피라미가 64.0%, 참갈겨니가 7.2% 순으로 우세하게 나타났다. 2005년 19종으로 가장 다양한 종이 출현하였으며, 2003년 15종으로 가장 적은 수의 종이 출현하였다. 전주시 덕진동 덕진보(St.5)에서는 총 25종 4,846개체가 확인되었으며, 피라미가 73.9%로 나타나 아주 높은 우점도를 보였고, 붕어가 7.9%로 비교적 높게 출현하였다. 2004년 23종으로 가장 다양한 종이 출현하였으며, 2008년 12종으로 가장 적은 종이 출현하였다.

## 4. 공사 전·후의 어류상 비교

자연형 하천 공사 이전인 1975년부터 1999년, 공사후인 2003년~2005년, 2008까지의 전주천 어류상을 크게 상류지점 (신리~한벽루)와 중류지점 (다가교~서신교), 하류지점(덕진보부근)의 3 지역으로 구분하여 비교 조사하였다 (Table 5, Figure 2).

### 1) 상류지점 (신리~한벽루)

신리~한벽루에서 공사 이전에 출현한 어류는 1975년에 10종 (Kim and Kim, 1975), 1976년에 17종 (Kim, 1976) 1994년 14종 (Kim and Jeong, 1994), 1996~1998년 12종 (Kim and Lee, 1998) 1999년에는 14종 (EOSJ, 1999)이 출현한 반면에 자연형하천 공사가 완료된 2003~2005, 2008년까지는 29종이 출현하여 어류의 종 다양성이 크게 증가하였다. 이 가운데 새로 출현한 어류는 미꾸라지, 통사

Table 4. A list and individual number of fishes collected in Jeonju stream, Jeonju, Korea, after natural stream restoration

Species	Years	St.1					St.2					St.3					St.4					St.5					Total	
		03	04	05	08	Sub total	03	04	05	08	Sub total	03	04	05	08	Sub total	03	04	05	08	Sub total	03	04	05	08	Sub total		
Cypriniformes																												
Cyprinidae																												
<i>Cyprinus carpio</i> 잉어			1	1		2						1		1					2	2			14	8	12	34	39	
◎ <i>Carassius cuvieri</i> 떡붕어																			0			9	5			14	14	
<i>Carassius auratus</i> 붕어			7	13		20	8	5	3	7	23	19	56	14	4	93	20	18	23	18	79	86	153	95	51	385	600	
<i>Rhodeus ocellatus</i> 흰줄납줄개		8	7	10		25									0	1	2	2		5							30	
* <i>R. uyekii</i> 각시붕어		5	7	6		18		1	1	18	20				0	2	1	1		4								42
<i>R. notatus</i> 떡납줄개		2	50	19		71				1	1				0													72
* <i>Acheilognathus koreensis</i> 칼납자루		1				1	5	56	60	67	188		7	69	76	4	6	2	26	38		20	19			39	342	
<i>A. lanceolatus</i> 납자루															0							4				4	4	
<i>Pungtungia herzi</i> 돌고기		6	40	25	20	91	27	56	50	106	239	33	70	32	109	244	15	60	50	36	161	22	52	12	8	94	829	
* <i>Coreoleuciscus splendidus</i> 쉬리		2	9	6	21	38	42	22	66	26	156	58	84	39	25	206	39	44	15	2	100	2	25	5		32	532	
* <i>Squalidus gracilis majimae</i> 긴볼개		18	113	58		189	52	15	2	11	80				0	6	17	16		39	1	22	9	1	33	341		
* <i>S.chankaensis tsuchigae</i> 참볼개															0							86	32			118	118	
<i>Gnathopogon strigatus</i> 줄볼개															0							8				8	8	
<i>Pseudogobio esocinus</i> 모래무지						9	8	4	12	33	14	16	16	16	62	9	2	11	15	37	19	50	43	6	118	250		
<i>Pseudorasbora parva</i> 참붕어			2	7		9	1			1					0						40	3	16			59	69	
<i>Rhynchoypris oxycephalus</i> 벼들치		48	82	85	34	249	2	1		3		15	1		16		32	1	1	34	23	4			27	329		
* <i>Microphysogobio yaluensis</i> 돌마자		2	133	51		186	29	38	8	8	83	36	7	3	10	56	76		1	77	34	2	3		39	441		
<i>Hemibarbus longirostris</i> 참마자		7	13	2	13	35	12	34	14	25	85	13	107	52	15	187	14	48	35	4	101	22	37	8	9	76	484	
<i>Zacco platypus</i> 피라미		12	122	81	91	306	480	414	197	88	1179	309	662	95	149	1215	431	696	486	108	1721	262	1817	1465	35	3579	8000	
* <i>Z. koreanus</i> 참갈겨니		5	19	51	71	146	74	305	500	168	1047	126	115	241	114	596		56	67	73	196		17	2	1	20	2005	
Cobitidae																												
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i> 머꾸리			1	1		2	1				1	1	1	1	4	3	7	1	4	15	3	11				14	36	
<i>M. mizolepis</i> 머꾸라지										2	2																2	
* <i>Iksokimia koreensis</i> 참종개		6	15	22	15	58	10	10	9	9	38	11	7	3	11	32	16	7	11	6	40	16	21	3		40	208	
<i>Cobitis lutheri</i> 점줄종개		6				6	3			1	4																10	
Siluriformes																												
Siluridae																												
<i>Silurus asotus</i> 메기			2			2							1		1				1	1	1				1	2	6	
Amblycipitidae																												
* <i>Liobagrus obesus</i> 통사리									3	3																	3	
Bagridae																												
* <i>Pseudogagrus koreanus</i> 눈동자개					1	1		1	2	1	4		1		1			1		1							7	
Osmeriformes																												
Osmeridae																												
<i>Hypomesus olidus</i> 빙어			4	1		5	5				5																10	
Perciformes																												
Centropomidae																												
* <i>Coreoperca herzi</i> 썩치						5	3	13	8	29	1	6	4	14	25			3	1	4				1	1	59		
Odontobutidae																												
* <i>Odontobutis platycephala</i> 동사리		7	28	24	21	80	10	10	5	12	37		11	3	12	26	1	5	9	8	23	1	5	2	2	10	176	
Gobiidae																												
<i>Rhinogobius brunneus</i> 밀어			2	4	2	8		1		1			3		3	4	2	4		10	1	4	4			9	31	
Channidae																												
<i>Channa arga</i> 가물치			1	1		2																					2	
Centrarchidae																												
◎ <i>Lepomis macrochirus</i> 블루길		1	7	1		9													2	2	1	8	20			29	40	
◎ <i>Micropterus salmoides</i> 배스																					1	41	1	19		62	62	
No. of individuals		136	665	469	289	1559	775	979	938	570	3262	621	1158	516	549	2844	641	1003	739	307	2690	535	5413	1752	419	4846	15201	
No. of species		16	22	21	10	25	18	16	17	18	24	11	14	17	13	18	15	16	19	16	22	17	23	19	12	25	34	
No. of family		4	8	7	5	9	5	5	7	5	8	3	5	6	4	7	4	4	6	6	8	6	5	5	4	7	11	

\* : Korean endemic species, ◎ : Exotic species

리, 빙어, 꺾지, 가물치가 있으며, 감소한 종으로는 참물개, 미유기, 자가사리, 독중개, 버들붕어가 있다. 특히 참갈겨니와 돌고기, 긴물개, 돌마자 등이 개체수가 늘어나며 어류상의 변화가 나타났다.

2) 종류지점 (다가교~서신교)

도심수역인 다가교~서신교에서는 1975년에 4종, 1994년에 2종, 1996~1998년에는 9종, 1999년에 5종이 출현하여 빈약한 어류상을 보였다. 공사 이후에는 22종의 어류가 출현하여 어류의 다양성이 크게 증가함은 물론, 어류상에도 변화가 나타났다. 새로이 출현한 종으로는 흰줄납줄개, 각시붕어, 칼납자루, 쉬리, 버들치, 참갈겨니, 미꾸리, 참중개, 메기, 눈동자개, 꺾지, 블루길등 12종이 있다. 이는 상류역에 서식하고 있는 어류가 자연형하천공사 이후 서식환경이 나아짐에 따라 중류역으로 서식지역을 확장한 것으로 보인다. 감소한 종으로는 지리, 대륙송사리, 민물검정망둑이 있다.

3) 하류부 (덕진보 부근)

하류부에서는 공사 이전의 1975년에는 3종, 1996~1998년에는 5종이 출현하였고, 공사 이후 25종이 출현하여 19종의 증가를 보였다. 증가한 종으로는 떡붕어, 칼납자루, 납자루, 돌고기, 쉬리, 긴물개, 참물개, 줄물개, 버들치, 돌마자, 참갈겨니, 미꾸리, 참중개, 메기, 꺾지, 동사리, 밀어, 블루길, 배스이다. 특히 배스와 블루길은 강수량이 풍부한 시기에 덕진보의 하류지점에서 전주천과 합류되는 삼천에서 거슬러 온 것으로 확인되었으며, 특히 2007년 덕진보의 철거로 블루길과 배스가 전주천에 유입한 것으로 예상된다.

4) 군집분석

자연형 하천 복원 공사 전·후의 군집구조를 분석해 보면 우점도 지수의 경우 공사 전에는 0.91에서 공사 후 0.66으

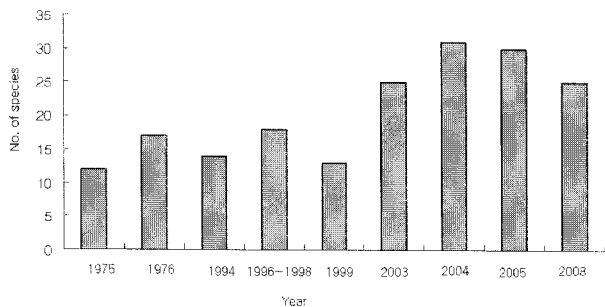


Figure 2. Yearly changes of fish fauna before and after the natural stream restoration in Jeonju stream, Jeonju, Korea.

로 감소하였다 (Figure 3). 반면 다양도지수는 0.9에서 1.87, 균등도지수도 0.33에서 0.55로 증가하였으며, 풍부도지수도 1.76에서 3.21로 크게 증가하였다. 이는 특정 종이 매우 우점적으로 출현하지는 않는다는 것을 나타내며, 종 다양도 값과 균등도, 풍부도 값이 증가함에 따라 안정적인 군집구조로 변화하였다고 볼 수 있다(Odum and Barrett, 2005).

5. 자연형 하천 복원 사업 전 후의 어류상 변화의 특징

1) 전주천의 어류상 변화특성

지금까지 전주천에서 출현한 어류는 모두 6목 14과 41종이 확인되었다. 이 가운데 전주천 상류역에 해당하는 신리~한벽보에서는 현재까지 모두 5목 13과 34종이 확인되었는데 이 중 가운데 미유기, 자가사리, 독중개, 버들붕어의 4종은 서식지가 변화하는 과정에서 이미 전주천에서 사라졌다고 추정된다. 한편 자연형 하천공사 이후에는 신리~한벽보에서 미꾸라지, 통사리, 빙어, 꺾지, 가물치의 5종이 새로이 출현하는 특징을 보여 주었는데, 빙어의 출현은 완주군 상관면의 상관저수지에 방류된 빙어가 유입된 일시적인 현상으로 생각된다. 또한 전주천 어류상의 가장 큰 변화 중의 하나는 자연형 하천의 공사가 진행된 후 중하류수역에서 종 다양성이 크게 증가하였다는 것이다 (Tables 3-5, Figure 2). 전주시 도심을 흐르는 전주천 중류부의 다가교~서신교에서는 2008년 현재 모두 4목 9과 25종이 확인되었는데 이 가운데 공사 이전에는 9종이 출현하였으나 공사 이후에는 모두 25종이 출현하여 아주 다양한 어류상을 나타내고 있었다. 이것은 어류의 이동을 가로막는 보와 콘크리트로 직강화된 하천 대신에 여울과 웅덩이가 잘 어우러져 있을 뿐 아니라 자갈과 모래, 진흙 등의 다양한 하상환경은 물론, 콘크리트로 이루어진 수변부에 자연석을 배치하여 어류의 다양한 서식처를 조성하였으며

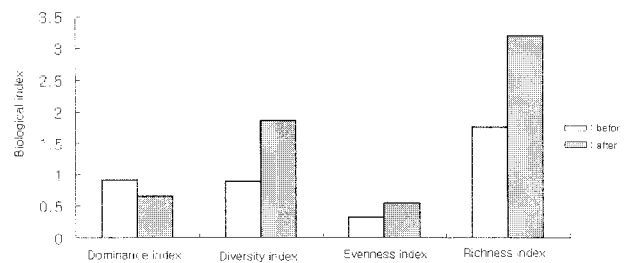


Figure 3. Change of biological indices of the fish community before and after the natural stream Restoration in Jeonju stream, Jeonju, Korea.

Table 5. Change of fish species and individual number of fishes collected in Jeonju stream, Jeonju, Korea at before and after natural stream restoration

Year	1975			1976		1994		1996-1998			1999		2003-2005, 2008			
	Stream revitalisation			Before		Before		After			After					
Species	Site			A	B	C	A	B	A	B	C	A	B	A	B	C
Cypriniformes																
Cyprinidae																
<i>Cyprinus carpio</i> 잉어										2	3			2	3	34
⊙ <i>Carassius cuvieri</i> 떡붕어																14
<i>Carassius auratus</i> 붕어	3			+			18	192	7	67	49	○	○	43	172	385
<i>Rhodeus ocellatus</i> 흰줄납줄개							7		17					25	5	
* <i>R. uyekii</i> 각시붕어									19			○		38	4	
<i>R. notatus</i> 떡납줄갱이												○		72		
* <i>Acheilognathus koreensis</i> 칼납자루												○		189	114	39
<i>A. lanceolatus</i> 납자루																4
<i>Pungtungia herzi</i> 풀고기	22	1		+			17		44			○	○	330	405	94
* <i>Coreoleuciscus splendidus</i> 쉬리	43			+++			4					○		194	306	32
* <i>Squalidus gracilis majimae</i> 긴물개				+			4		5	1		○		269	39	33
* <i>S. chankaensis tsuchigae</i> 참물개	1															118
<i>Gnathopogon strigatus</i> 줄물개																8
<i>Pseudogobio esocinus</i> 모래무지	21	10	1	+			36			1		○	○	33	99	118
<i>Pseudorasbora parva</i> 참붕어									1		11			10		59
<i>Rhynchocypris oxycephalus</i> 벵대치	10			++			21		1492			○		252	50	27
* <i>Microphysogobio yaluensis</i> 돌마자	17			++			33					○	○	269	133	39
<i>Hemibarbus longirostris</i> 참마자	19						6		6		1	○		120	288	76
<i>Zacco platypus</i> 피라미	264	87	6	++			112		323	6	268	○	○	1485	2936	3579
<i>Z. koreanus</i> 참갈겨니							4		22			○		1193	792	20
* <i>Hemiculter eigenmanni</i> 치리										5						
Cobitidae																
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i> 미꾸리				++										3	19	14
<i>M. mizolepis</i> 미꾸라지														2		
* <i>Isookimia koreensis</i> 참종개	10			+++			17		3			○		96	72	40
<i>Cobitis lutheri</i> 잠줄종개				+			2	1						10		
Siluriformes																
Siluridae																
<i>Silurus asotus</i> 메기				+										2	2	2
* <i>S. microdorsalis</i> 미유키				+												
Bagridae																
* <i>Pseudogagrus koreanus</i> 눈동자개							1							5	2	
Amblycipidae																
* <i>Liobagrus obesus</i> 통사리															3	
* <i>L. mediadiposalis</i> 자가사리				++												
Beloniformes																
Adrianichthyidae																
<i>Oryzias sinensis</i> 대륙송사리											12					
Osmeriformes																
Osmeridae																
<i>Hypomesus nipponensis</i> 빙어															10	
Scorpaeniformes																
Cottidae																
<i>Cottus koreanus</i> 독종개				+												
Perciformes																
Centropomidae																
* <i>Coreoperca herzi</i> 격지														31	29	1
Odontobutidae																
* <i>Odontobutis platycephala</i> 통사리										1				117	49	10
Gobiidae																
<i>Rhinogobius brunneus</i> 밀어				++						6				9	13	9
<i>Tridentiger brevispinis</i> 민물검정망둑		1														
Belontiidae																
<i>Macropodus ocellatus</i> 벵대붕어				+												
Channidae																
<i>Channa arga</i> 가물치														2		
Centrarchidae																
⊙ <i>Lepomis macrochirus</i> 블루길									1					9	2	29
⊙ <i>Micropterus salmoides</i> 베스																62
No. of family	2	2	1	7	0	3	2	3	4	1	2	1	11	8	7	
No. of species	10	4	3	17	0	14	2	12	9	5	14	5	29	22	25	
No. of individuals	411	98	8			282	193	1959	77	337			4823	5534	4846	

\* : Korean endemic species, ⊙ : Exotic species A; Upperstream, B, Midstream, C, Downstream, 1975; A (Sin-ri-Hanbyeok-bo); B (Seosin bridge); C (Deokjin-bo); 1976, 1994, 1999 ; A (Sin-ri-Hanbyeok-bo), B (Daga bridge-Seosin bridge); 1996-1998, A (Sin-ri), B (Ssajeon bridge), C (Palbok-dong); 1999; A (Sin-ri-Hanbyeok-bo); B (Daga bridge-Seosin bridge); 2003-2005, 2008; A (Sin-ri-Hanbyeok-bo), B (Dagabridge-Seosin bridge), C (Deokjin-bo).



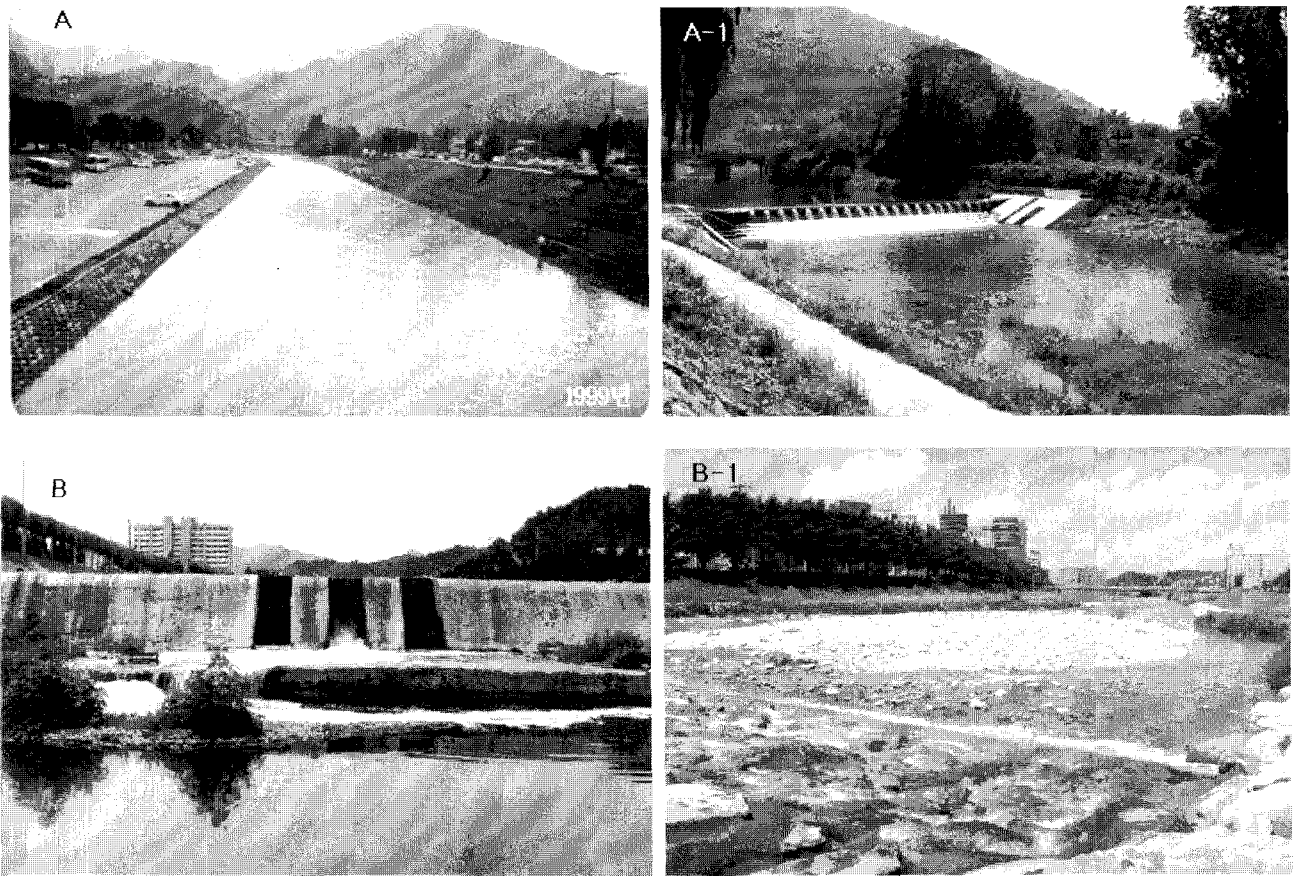


Figure 4 Change of the habitats before (A and B, 1999) and after (A-1 and B-1, 2008) the natural stream restoration of Jeonju stream, Jeonju, Korea (A, A-1 ; Hanbyeok-bo, B, B-1 ; Seosin-bo). (Photos A and B, Courtesy of Civilian Action 21, Korea)

(Figure 4), 또한 하수관거의 정비 및 하수처리시설의 확충 (JENTEC, 2007)으로 전주천의 수질이 개선되었기 (Table 2) 때문에 어류 종 다양성이 크게 증가하였다고 생각된다. 한편 외래도입종인 배스가 2008년 덕진보의 제거로 인해 2~3 cm 크기의 배스가 삼천으로부터 전주천 하류 (구 덕진보 부근)로 소량으로 유입되는 있는데 앞으로 면밀한 조사가 필요하다.

### 2) 전주천의 주요 어종 변화

자연형 하천 사업 이후 새로 발견된 종 가운데 주목할 만한 종으로는 환경부지정 멸종위기 야생동식물 Ⅰ급으로 지정되어 있는 통사리를 들 수 있다. 통사리는 과거 전주천에 출현 기록만이 있었는데(Kim, 1976), 그 후 전주천에서는 출현하지 않았다. 이에 중 복원사업의 일환으로 2001 차세대 핵심환경기술개발사업인 “특산어류종 보존 복원 및 증식기술”사업을 통해 통사리를 2005년 5월에 승암교 부근에 방류한 이후 통사리가 확인되었다(JENTECH,

2007). 따라서 앞으로 이 종에 대한 지속적인 조사가 필요하다.

쉬리는 우리나라 고유종으로 주로 하천의 중·상류역에 맑은 물이 흐르는 여울부의 자갈바닥에 서식하는 것으로 알려져 있다. 공사 이전에는 상류부에서 적은 개체수가 확인되었지만, 공사 이후 상류부뿐만 아니라 중류부와 하류부에서도 쉬리의 서식이 확인되었다 (Figure 4). 이는 공사 후 전주천의 중·하류부까지 쉬리가 서식할 수 있을 정도의 수질을 유지하며, 쉬리가 서식할 수 있는 여울 부분을 조성해 주었기 때문으로 생각된다.

### 3) 국내의 다른 하천복원 사례

양재천은 과천을 지나 서울 강남을 흐르는 한강 지류의 하나로서 국내 최초로 1995년 양재천생태계복원이라는 목표 아래 자연형 하천공법을 적용하여 복원한 하천이다. 공사 직후인 1999년에 6종의 어류가 확인되었고, 1997년과 1998년에 각각 7종씩, 1999년 14종이 확인되었으며 공사

후인 2001년에는 누치, 피라미, 각시붕어 등 모두 20종으로 어류의 다양성이 증가되어 자연형하천복원의 성공사례로 알려져 있다(Gangnam-gu office, 2007). 또한 안양천 살리기 사업의 일환으로 2001년 학의천(학운교~내비산교) 시범사업을 시작으로 2003년~2004년에 걸쳐 진행된 결과 공사 이전인 2000년에는 5종이 출현하였으나 공사 후인 2004년에는 18종, 2005년에 21종으로 어류의 다양성이 증가하였다 (SDI, 2006). 그러나 양재천 및 학의천 경우에는 전주천과는 달리 자연형하천 복원 이전의 어류상에 대한 조사가 미비하여 공사 전과 후의 어류상의 특징 및 군집분석을 분석하기에는 다소 어려움이 있다. 또한 서울특별시에서는 청계천 하천 복원 사업을 위해 2003년부터 복개된 구조물들을 철거하여 청계천로 및 삼일로와 그 주변 5.84 km와 폭 20~77m로 너비로 청계천을 2005년 9월에 복원하였다. 어류는 공사 직전인 2003년 7종이 확인되었고, 공사중인 2004년에는 7종, 공사후인 2005년에는 14종으로 증가한 것으로 보고된 바 있다 (KICT, 2005; SDI, 2006). 다른 자연형 하천사업 복원사례에 비해 어종이 빈약한 것은 청계천이 복원된 직후이므로 수환경이 안정되지 않은 상태일 뿐 아니라 심한 강수로 홍수가 발생하여 어종 유입이 많지 않은 것으로 보고 있다.

## 6. 전주천의 관리 방안

### 1) 지속적인 모니터링 및 지표종의 선정

자연형 하천 복원 사업으로 전주천에서 어류의 종 조성 및 군집에서 커다란 변화를 보여 주었으며 이러한 변화는 과거의 획일화된 하천설비로부터 수중생물이 서식할 수 있는 환경으로의 조성이 결국 생물 다양성에 커다란 영향을 미칠 수 있다는 결과를 도출할 수 있었다. 그러나 앞으로 전주천에서 어류의 다양성을 유지하기 위해서는 지속적인 모니터링을 통해서 하천의 변화 및 어류상을 관찰해야만 한다. 또한 전주천에서 자연형하천 공사 이전에 적은 개체수로 출현했던 쉬리는 우리나라 고유종이면서 공사이후에 급증한 것은 하천의 서식처 및 환경의 변화를 비교적 잘 반영한 것으로 생각된다. 따라서 쉬리를 전주천의 하천의 변화를 가장 분명하고 신속하게 알려주는 지표종으로 지정하여 모니터링이 지속되어야 할 것으로 생각된다.

### 2) 외래도입종

전주천 하류와 삼천이 만나는 부근의 덕진보에서는 덕진보 철거 이전에는 배스가 출현하지 않았으나 2008년 덕진보의 철거 이후로 1년생으로 보이는 배스가 전주천 하류인 구덕진보에 소수 출현하였다. 또한 블루길은 그 동안 전주천의 상류인 색장리 부근에서만 소수로 출현하였으나

덕진보의 철거로 배스와 더불어 전주천의 중하류에도 출현 가능성이 높다. 따라서 이 종에 대한 개체수의 변동을 면밀하게 조사하여 전주천의 분포에 대한 대책을 강구해야할 것으로 생각된다.

## 사사

이 논문이 작성되기 까지 전북대학교 생물학과에서 30여 년 동안 전주천의 생태조사와 복원 그리고 환경보전에 노력을 아끼지 않으셨던 김익수 명예교수님께 진심으로 감사드립니다. 그리고 10여 년 동안 변함없이 전주천의 어류상을 조사해 온 전북대학교 생물학과 하천생물회 학생들에게도 감사를 표합니다. 또한 전주제의 21 관계자 및 전주생태하천협의회 및 귀중한 사진을 제공해 주신 전주시민행동 21에도 감사를 드립니다.

## 인용문헌

- 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 Organization for Streams of Jeonju (EOSJ) (1999) Ecological survey for Jeonju-stream. Mid-Report. Jeonju-si, 53pp.
- Gangnam-gu office (2007) <http://ypark.gangnam.go.kr>
- Jeonbuk Regional Environmental Technology Development Center (JENTEC) (2007) Regional analysis on effects and characters for restoration of natural streams, Jeonju-si, 150pp.
- Jeonju City (1999) Master plan and execution drawing for natural stream restoration in Jeonju-chon. Jeonju-si, 564pp.
- Jeonju City (2001) Execution drawing (Landscape) for natural stream restoration in Jeonju-stream. Dohwa, 489pp.
- Kim, B.M. and C.L. Lee (1998) A study on the fish community from the Mangyong River System. *Korean Journal of Limnology*, 31: 191-203.
- Kim, I.S. (1976) Ecological studies of cobitid fish, *Cobitis koreensis* in Jeonju-cheon creek, Jeonrabug-do province, Korea. *Journal of Ecology and Field Biology*, 2: 9-14.
- Kim, I.S. (1997) Illustrated encyclopedia of fauna & flora of Korea. VOL. 37 Freshwater Fishes. Ministry of Education, 629pp.
- 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, Korea. *Korean Journal of Limnology*, 8: 7-14.

- Kim, I.S. and J.Y. Park (2002) Freshwater fishes of Korea. Kyohak publishing Co. Ltd. 465pp.
- Kim, I.S. and P.J. Jeong (1994) Water pollution and fish community of Jeonju-cheon. Observation report. Jeonju-si, 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. Kyohak Publishing Co. Ltd. 615pp.
- Korea Institute of construction Technology (KICT) (2005) <http://cheonggyecheon.kict.re.kr/info/greeting.asp>
- Lee, S.M. (2007) Reports on environmentally reconstructed streams. Korea Research Institute for Human Settlement (KRIHS), 16-25.
- Margalef, R. (1958) Information theory in ecology. General systematics, 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, 132pp.
- Nelson, J.S. (1994) Fishes of the world (3th ed.). JohnWiley & Sons, New York, 600pp.
- National Institute of Environmental Research. Water Environmental Information System <http://water.nier.go.kr>.
- Odum, E.P. and G.W. Barrett (2005) Fundamentals of ecology (5th ed.). Thomson Brooks/Cole, 598pp.
- Pielou, E.C. (1966) The measurement of diversity in different type of biological collections. Journal of Theoretical Biology, 13: 131-144.
- Seoul Development Institute (SDI) (2006) Improving river corridor of Cheonggyecheon in Seoul. 2006-R-21. 118 pp.
- Shannon, C.E. and W. Weaver (1963) The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, Urbana, 117pp.
- Shin, J.C. (2002) Jeonju-stream to back to 1950. Korea Research Institute for Human Settlement (KRIHS), 98-103.
- Shin J.C. (2004) A Study of the methods for sustainable stream restoration and management. Chonbuk National University Master of Science thesis, 52pp.