

# 원주천의 어류군집 분석<sup>1a</sup>

최준길<sup>2\*</sup> · 신현선<sup>3</sup> · 최재석<sup>4</sup>

## Fish Community Analysis in the Wonju-stream<sup>1a</sup>

Jun-Kil Choi<sup>2\*</sup>, Hyun-Seon Shin<sup>3</sup>, Jae-Seok Choi<sup>4</sup>

### 요약

2004년 5월부터 11월까지 원주천 어류군집의 변화를 조사한 결과는 다음과 같다. 조사된 어종은 총 6과 24종이었으며 이들 중 한국고유종은 가는돌고기(*Pseudopungtungia tenuicarpa*), 쉬리(*Coreoleuciscus splendidus*), 긴몰개(*Squalidus gracilis majimae*), 몰개(*Squalidus japonicus coreanus*), 돌마자(*Microphysogobio yaluensis*), 배가사리(*Microphysogobio longidorsalis*), 참종개(*Iksookimia koreensis*), 새코미꾸리(*Koreocobitis rotundicaudata*), 통가리(*Liobagus andersoni*) 및 얼룩동사리(*Odontobutis interrupta*) 등 10종(41.7%)이었다. 본 조사에서 피라미(*Zacco platypus*)가 54.7%로 우점하였고 버들치(*Rhynchocypris oxycephalus*)가 16.7%로 아우점하였다. 또한 우세종은 붕어(*Carassius auratus*)가 5.4%, 참종개(*I. koreensis*) 3.4%, 종개(*Orthrias toni*) 3.3%, 돌고기(*Pungtungia herzi*) 3.0% 등의 순으로 확인되었다. 어류의 분포에 따라, 원주천은 비가중치 평균연결법(UPGMA)에 의해 2개의 군집으로 나누어졌다. 생활형에 따른 어류군집의 변화를 보면 저서성 어종의 수가 감소하였고 하상변화와 오염에 대한 내성이 강한 부유성 어종이 증가하는 것으로 나타났다.

주요어 : 비가중치 평균연결법, 저서성 어종, 부유성 어종

### ABSTRACT

The change of fish community in the Wonju-stream was investigated from May to November, 2004. During the period, 24 species belonging to 6 families were collected. There were 10 Korean endemic species(41.7%), including *Pseudopungtungia tenuicarpa*, *Coreoleuciscus splendidus*, *Squalidus gracilis majimae*, *Squalidus japonicus coreanus*, *Microphysogobio yaluensis*, *Microphysogobio longidorsalis*, *Iksookimia koreensis*, *Koreocobitis rotundicaudata*, *Liobagus andersoni* and *Odontobutis interrupta*. The dominant species was *Zacco Platypus*(54.7%), and the subdominant species was *Rhynchocypris oxycephalus*(16.7%). Also, *Carassius auratus*(5.4%), *I. koreensis*(3.4%), *Orthrias toni*(3.3%), and *Pungtungia herzi*(3.0%) appeared. According to the fish species compositions, the fish community was divided into 2 groups by an

1 접수 12월 10일 Received on Dec. 10, 2004

2 상지대학교 생명과학과 Dept. of Biological Science Sangji Univ., Wonju(220-702), Korea(jkilchoi@mail.sangji.ac.kr)

3 상지대학교 생명과학과 Dept. of Biological Science Sangji Univ., Wonju(220-702), Korea(jupiter1733@hanmail.net)

4 강원대학교 생물학과 Dept. of Biology Kangwon National Univ. Chuncheon(200-701), Korea(gobiobotia@hanmail.net)

\* 교신저자, Corresponding author

a 이 논문은 2002년도 상지대학교 연구비 지원에 의하여 수행되었음.

unweighted pair group method using arithmetic averages(UPGMA). The comparison of the fish community showed that benthic fish species were decreased, while, the number of water-column species, resistant to substrate changes and water pollution were increased.

**KEY WORDS : UPGMA, BENTHIC FISH, WATER-COLUMN SPECIES**

## 서론

하천생태계를 구성하고 있는 환경요인으로는 그 매체인 수체의 이화학적 특성과 함께 하천바닥 및 하천 연안을 이루고 있는 무기물과 유기물이 총체적으로 어우러져 생물의 서식공간을 형성한다. 즉 수체는 생물의 온도환경을 형성하고, 하천 수로 및 하천연안의 바닥물질(substrate)은 생물의 활동무대가 되기 때문에 그 상태에 따라 생물의 분포에 영향을 미친다(Minshall, 1984). IUCN 보고서(Pavlov, 1993)에 따르면 서식처 파괴와 외래종 유입은 어류의 종 다양성 감소에 있어서 가장 중요한 요인으로 작용한다고 밝힌 적이 있다. 유럽의 경우 어류군집에 있어서 멸종위기종으로 처하게 되는 원인을 보와 제방의 설치 및 하천 직강화 등의 물리적 변형에 따른 서식처 파괴, 수질오염, 유입종의 번식 등으로 정리한 바가 있다(Kirchhofer and Hefti, 1996).

천연호수나 저습지의 발달이 미비하여 담수자원의 대부분을 하천에서 얻는 우리나라는 1960년대 이후 산업화의 가속화로 인하여 크게 훼손되었다. 특히 인구밀도가 높은 도시의 하천의 경우 하천의 직강화 및 하상평탄화, 정비사업, 골재채취, 그리고 하수관의 매설이나 교량건설과 같은 구조물의 설치로 심각한 수질오염뿐만 아니라 하상구조의 단순화를 야기시켰고 이러한 하상의 단순화는 특정종의 우점을 초래하여 생물상의 종 다양도를 감소시켰다. 오늘날 훼손된 도시형 하천을 자연형 하천으로 전환코자 하였으나 연구자료 미비 또는 생물들의 생태 파악 미흡으로 좋은 결과를 얻지 못하고 있는 실정이다.

원주시를 관통하여 흐르는 원주천은 유로연장 24.8 km, 유역면적 154.15km<sup>2</sup>로 치악산과 백운계곡에서 발원하여 영랑천, 흥양천, 단계천, 화천, 신천 등 소하천이 합류되어 원주시 호저면 옥산리에서 섬강으로 유입되는 지류이며, 원주천과 합류한 섬강은 원주시 부론면 흥호리에서 남한강에 합류된다(최준길 등, 2000). 현재 원주천은 하상정비, 제방축조, 교량건설과 같은 인위적인 환경변화를 겪고 있으며, 원주천을 포함한 원주시 일대의 어류상에 대한 연구는 최기철(1986), 변화근 등(1994; 1996), 원주시(1993), 그리고 최준길 등(2000)이 있다. 본 연구에서는 원주천의 수환경, 어류상 및 분포특성을

파악하고 과거 어류상과 비교를 통해서 원래의 자연형 하천으로 회복하는데 기초자료를 제공하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 조사대상 지점

조사지점은 원주천 최상류인 판부면 금대리에서 하류인 호저면 주산리까지 총 9개 지점을 선정하여 조사하였으며 각 지점의 행정구역 명칭은 다음과 같다(Figure. 1).

- St. 1: 강원도 원주시 판부면 금대리 가리파재
- St. 2: 강원도 원주시 판부면 금대리 금대계곡
- St. 3: 강원도 원주시 판부면 금대리 금대교
- St. 4: 강원도 원주시 관설동 울미둑 하방
- St. 5: 강원도 원주시 관설동
- St. 6: 강원도 원주시 봉산동 삼광택지
- St. 7: 강원도 원주시 봉산동 봉평교
- St. 8: 강원도 원주시 태장동
- St. 9: 강원도 원주시 호저면 주산리

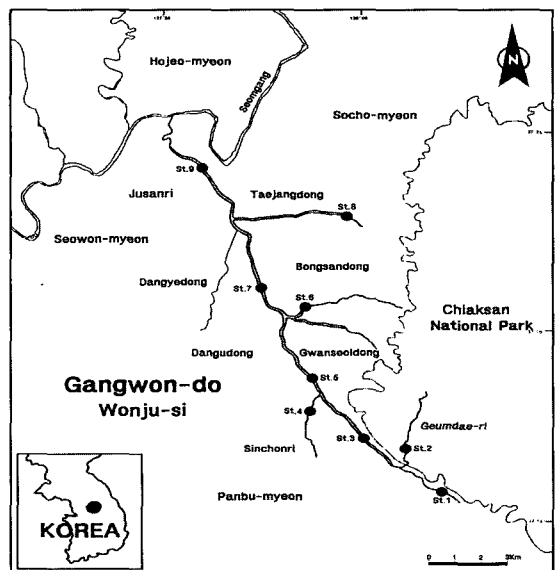


Figure 1. The map showing the study area

## 2. 조사기간

조사기간은 2004년 5월부터 11월까지 총 4회에 걸쳐 실시하였으며 각 조사 시기는 다음과 같다.

- 1차조사 : 2004년 5월 29일~30일
- 2차조사 : 2004년 7월 9일~10일
- 3차조사 : 2004년 9월 1일~2일
- 4차조사 : 2004년 11월 6일~7일

## 3. 어류 채집 및 동정

어류의 채집은 투망(망목 7×7mm), 족대(망목 4×4mm) 등을 사용하여 실시하였으며 채집한 어류는 현장에서 10% 포르말린액으로 고정한 다음 실험실로 운반하여 동정, 분류하였다.

어류의 동정은 국내에서 지금까지 발표된 검색표(김익수, 1997; 최기철 등, 1990; 김익수와 강언중, 1993; 김익수와 박종영, 2002)를 이용하였고 분류체계는 Nelson(1994)을 따랐다.

## 4. 군집분석

군집분석은 각 조사지점에 대하여 우점도(Simpson, 1949), 종다양도(Shannon-Weaver, 1963), 균등도(Pielou, 1966)를 산출하였다. 또한 원추천의 어류군집을 분류하고자 각 지점별로 유사도분석을 실시하였다. 출현종을 근거로 한 지점간의 유사도는 Sørensen(1948)의 유사도지수를 이용하였고 유사도지수를 기준으로 각 지점간의 거리를 UPGMA(비가중치 평균연결법)로 Clustering 하였다.

$$SørensenOsQS = \frac{2S}{S_i + S_j}$$

S : i지점과 j지점의 공통 출현종수

S<sub>i</sub>, S<sub>j</sub> : i지점과 j지점의 총 출현종수

## 결과 및 고찰

### 1. 하상구조 및 수환경

본 조사지역의 하상구조와 수환경은 Table 1과 같다. 치악산국립공원과 인접한 지점 1과 공원내에 위치한 지점 2는 전형적인 산간계류의 특징을 가진 하천으로 수량이 풍부하며 하상은 대부분이 큰돌(암반)로 이루어져 있었다. 수심은 깊지 않으나 유속은 빨랐다. 반면에 도심을 통과하는 지점 3, 5, 7은 인공제방과 하상정비로 하천의 직강화가 이루어진 구간으로 하상구조는 주로 자갈과 모래로 구성되어 있고 유속은 20m 이상이었다. 수심은 40~80cm 범위였고 유속은 0.09~0.6 m/sec 정도로 빠르지 않았으며 곳곳에 부유유기물이 있어 악취가 났다. 지점 4, 6 및 8지역은 원추천의 소지류로서 작은돌과 자갈로 이루어져 있었다. 수심은 깊지 않았고 유속 또한 빠르지 않은 작은 하천이었다. 지점 9는 하류 지역으로 하상은 주로 자갈과 모래로 이루어져 있었다. 유속은 40m 이상으로 넓었고 유속은 0.05~0.2m/sec 정도로 느렸으며 농경지와 산지를 통과하면서 섬강에 합류된다. 이와 같이 본 하천의 상류지역은 유속이 빠르고 수심이 깊은 반면, 하류로 내려갈수록 유속이 느려지는데 이는 도심을 통과하면서 하상토목공사와 보의 설치로 하상에 작은돌과 모래가 퇴적되고, 생활하수 및 농업폐수 등이 유입되면서 유기물 오염의 증가 때문인 것으로 사료된다.

Table 1. General characteristics of the surveyed stations, May 29, 2004

Stations /Items	Stream width(m)	Water depth(cm)	Current velocity(m/sec)	Bottom structure *B:C:P:G:S
St. 1	7~10	20~50	0.7~1.2	B:C:P = 6:3:1
St. 2	10~15	20~80	0.6~1.1	B:C:P = 5:3:2
St. 3	20~25	40~70	0.3~0.5	C:P:G:S = 3:4:2:1
St. 4	6~10	30~50	0.2~0.6	C:P:G:S = 4:3:2:1
St. 5	20~23	40~80	0.1~0.6	C:P:G:S = 2:4:3:1
St. 6	7~13	20~50	0.1~0.3	C:P:G:S = 1:2:5:1
St. 7	25~30	30~60	0.09~0.3	C:P:G:S = 1:4:3:2
St. 8	10~15	20~70	0.1~0.3	C:P:G:S = 1:2:5:2
St. 9	40~45	50~160	0.05~0.2	C:P:G:S = 1:1:3:5

\* The substrate composition is based on the approach of Cummins(1962).

B: Boulder(>256mm), C: Cobble(64~256mm), P: Pebble(16~64mm), G: Gravel(2~16mm), S: Sand(0.1~2mm).

Table 2. Fish fauna in the Wonju-stream from May to November, 2004

Species	Stations										Total	RA
	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9			
Cyprinidae 잉어과												
<i>Cyprinus carpio</i> 잉어					1					2	1	0.13
<i>Carassius auratus</i> 붕어							1	15	3	105	1	5.37
<i>Pseudorasbora parva</i> 참붕어										1	0	0.04
<i>Pungtungia herzi</i> 돌고기			7		39		14		9	46	2.99	
* <i>Pseudopungtungia tenuicorpa</i> 가는돌고기			3				1		1	3	0.22	
* <i>Coreoleuciscus splendidus</i> 쉬리					10				4	10	0.61	
* <i>Squalidus gracilis majimae</i> 긴몰개				12	6	11	6			29	1.52	
* <i>Squalidus japonicus coreanus</i> 몰개									2	0	0.09	
<i>Pseudogobio esocinus</i> 모래무지					6	6	27		29	12	2.95	
* <i>Microphysogobio yaluensis</i> 돌마자									8	0	0.35	
* <i>Microphysogobio longidorsalis</i> 배가사리					1					1	0.04	
<i>Rhynchocypris oxycephalus</i> 벼들치	22	9	36	110	10	120	26	50	3	285	16.72	
<i>Zacco temmincki</i> 갈겨니			32		3				2	35	1.61	
<i>Zacco platypus</i> 피라미			4	5	139	126	864	73	52	274	54.72	
Cobitidae 미꾸리과												
<i>Orthrias toni</i> 종개			11	30	15	7	1	12		63	3.29	
<i>Misgurnus anguillicadatus</i> 미꾸리					5	3		1		8	0.39	
<i>Misgurnus mizolepis</i> 미꾸라지								1		0	0.04	
* <i>Koreocobitis rotundicaudata</i> 새코미꾸리					2					2	0.09	
* <i>Iksookimia koreensis</i> 참종개		2	2	28	19	13	9	5		64	3.38	
<i>Cobitis lutheri</i> 점줄종개									1	0	0.04	
Amblycipitidae 통가리과												
* <i>Liobagus andersoni</i> 통가리			5		5					10	0.43	
Cottidae 독중개과												
<i>Cottus poecilopus</i> 독중개	7	31	7	1	2					41	2.08	
Odontobutidae 동사리과												
* <i>Odontobutis interrupta</i> 얼룩동사리					1	5		12	9	6	1.17	
Gobiidae 망둑어과												
<i>Rhinogobius brunneus</i> 밀어						36	4			36	1.73	
No. of family	2	3	5	4	6	5	4	4	3	6		
No. of species	2	3	9	6	16	10	10	8	14	24		
No. of individual	29	42	107	186	264	328	967	157	228	2308		

\* : Korean endemic species, RA: Relative abundance(%)

## 2. 어류상

원주천에 대한 어류조사 결과 채집된 어종은 모두 6과 24종 2,308개체였다(Table 2). 원주시 판부면 금대리 가리파재(지점 1)에서는 2과 2종, 판부면 금대리 금대계곡(지점 2)에서는 3과 3종, 판부면 금대리 금대교(지점 3)에서는 5과 9종, 원주시 관설동 울미둑(지점 4)에서는 4과 6종, 원주시 관설동(지점 5)에서는 6과 16종, 원주시

봉산동 삼광택지(지점 6)에서는 5과 10종, 원주시 봉산동 봉산철교(지점 7)에서는 4과 10종, 원주시 태장동 홍양교 상방(지점 8)에서는 4과 8종, 그리고 마지막 지점인 호저면 주산리(지점 9)에서는 3과 14종이 각각 확인되었다.

출현한 어종 중 한국고유종은 가는돌고기(*Pseudopungtungia tenuicorpa*), 쉬리(*Coreoleuciscus splendidus*), 긴몰개(*Squalidus gracilis majimae*), 몰개

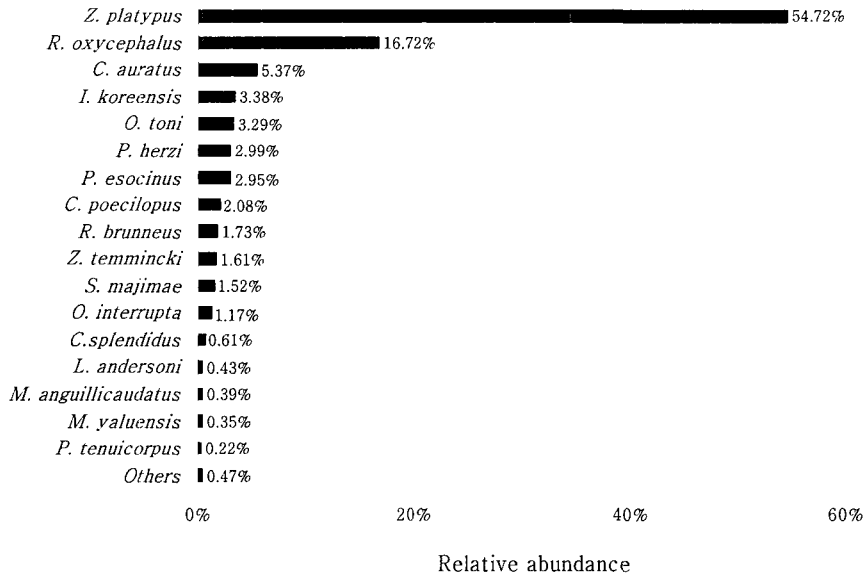


Figure 2. The relative abundance of the fish species collected in the Wonju-stream

(*Squalidus japonicus coreanus*), 돌마자(*Microphysogobio yaluensis*), 배가사리(*Microphysogobid longidorsalis*), 새코미꾸리(*Koreocobitis rotundicaudata*), 참종개(*Iksookimia koreensis*), 통가리(*Liobagus andersoni*), 얼룩동사리(*Odontobutis interrupta*) 등 10종(41.7%)으로 나타났으며, 이는 한강수계의 고유종 출현 비율인 41.7~48.9%의 범주와 유사하게 나타났다(송호복 등, 1995; 남명모, 1997a; 1997b; 남명모 등, 1998; 손영목과 송호복, 1998). 또한 채집된 24종 중 잉어과(Cyprinidae)는 14종(58.3%)으로 가장 많았고, 다음은 미꾸리과(Cobitidae)가 6종(25.0%)이었으며 통가리과(Amblycipitidae), 독종개과(Cottidae), 동사리과(Odontobutidae), 그리고 망둑어과(Gobiidae)가 각각 1종(4.2%)씩 출현하였다. 개체수에 따른 각 과별 비교풍부도에서도 잉어과(Cyprinidae)가 87.4%(2016개체)로 가장 높게 나타났으며, 다음으로는 미꾸리과(Cobitidae)가 7.2%(167개체), 독종개과(Cottidae)가 2.1%(48개체), 망둑어과(Gobiidae)가 1.7%(40개체), 동사리과(Odontobutidae)가 1.2%(27개체), 그리고 통가리과(Amplycipitidae)가 0.4%(10개체) 등의 순으로 나타났다. 이와 같이 잉어과(Cyprinidae)어류와 미꾸리과(Cobitidae)어류가 우세하게 분포하는 것은 한반도의 서남해안으로 유입되는 하천에서 볼 수 있는 담수어류상과 잘 일치하고 있다(전상린, 1980).

본 조사에서 어류의 개체수 구성비가 가장 높은 종은

피라미(*Zacco platypus*)로 54.7%(1,263개체)를 차지하였으며, 다음으로 버들치(*Rhynchocypris oxycephalus*)가 16.7%(386개체), 붕어(*Carassius auratus*) 5.4%(124개체), 참종개(*I. koreensis*), 종개(*Orthrias toni*), 그리고 돌고기(*Pungtungia herzi*) 등의 순으로 나타났다. 또한 개체수 구성비가 0.3% 이하로 나타나 희소종에 속하는 종은 가는돌고기(*P. tenuicorpus*), 잉어(*Cyprinus carpio*), 새코미꾸리(*K. rotundicaudata*), 몰개(*S. coreanus*), 참붕어(*Pseudorasbora pava*), 배가사리(*M. longidorsalis*), 미꾸라지(*Misgurnus mizolepis*), 점줄종개(*Cobitis lutheri*) 등 8종이었다(Figure. 2). 특히 본 조사에서 우점종으로 출현한 피라미(*Z. platypus*)는 내성이 강하여 인위적인 환경 변화(수질오염, 보설치, 댐의 구축 등)에 따라 개체수가 증가(김익수와 김환기, 1975; 전상린, 1980)하는 것으로 알려져 있다.

조사기간 동안 각 어종의 지점별 출현빈도를 확인한 결과, 총 9개 지점 중 버들치(*R. oxycephalus*)가 9개 지점 모두에서 출현하였고, 피라미(*Z. platypus*)와 참종개(*I. koreensis*)가 각각 7지점에서 출현하였다. 또한 종개(*O. toni*)가 6개 지점, 독종개(*Cottus poecilopus*)가 5개 지점에서 출현하였다. 그러나 독종개(*C. poecilopus*)의 경우, 지점 2를 제외하고 나머지 지점에서 개체수가 현저히 낮았으며 비교적 오염에 대한 내성이 강한 피라미(*Z. platypus*)와 버들치(*R. oxycephalus*), 참종개(*I. koreensis*) 등이 많은 개체수로 널리 분포하였는데 이는 하상토목공

Table 3. Community analysis at each station in the Wonju-stream from May to November 2004

Station Index	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9
Dominance Index	1.00	0.95	0.64	0.75	0.67	0.75	0.92	0.78	0.69
Diversity Index	0.55	0.70	1.76	1.19	1.73	1.5	0.54	1.36	1.65
Evenness Index	0.80	0.64	0.80	0.67	0.62	0.65	0.23	0.66	0.63

사 및 각종 하수의 유입으로 인한 수질오염 때문인 것으로 판단된다. 또한 유속이 느리고 유량이 풍부한 하류성을 선호하는 어종인 잉어(*C. carpio*), 붕어(*C. auratus*) 등은 중류역인 5, 6지점 까지 출현하여 원주천의 제방공사 및 각종 환경변화로 인해 분포역이 넓어지는 것으로 사료된다.

### 3. 군집분석

본 조사의 각 지점별 군집의 구조를 분석하기 위하여 우점도, 다양도 및 균등도 지수값을 산출한 결과는 Table 3과 같다.

우점도 지수는 특정종이 우세한 정도를 나타내는 것으로 본 조사지점의 지점 1과 2, 그리고 지점 9에서 각각 1, 0.95, 0.92로 높았다. 이외에도 각 지점들의 우점도 지수가 최소 0.64이상으로 높게 나타났다. 다양도 지수는 군집내 종의 풍부한 정도와 개체수의 상대적 균형성을 의미하는 것으로 다양도 지수가 높을수록 군집의 복잡성을 나타낸다. 본 조사의 다양도 지수는 지점 7에서 0.54로 가장 낮았으며 지점 3과 지점 5에서 각각 1.76과 1.73으로 지수 값이 높았다. 균등도 지수는 군집내 종 구성의 균일한 정도를 나타내는 것으로 지점 7에서 0.2%로 가장 낮았으며 지점 6에서 0.8%로 가장 높았다. 이외에도 지점 7을 제외한 모든 지점에서 0.5% 이상으로 나타났다. 이와 같이 상류지역을 제외한 본 지역에서 출현하는 대부분의 어종들은 오염에 내성이 강하거나 하상이 주로 모래인 곳에 분포하는 어종들이었다. 특히 본 하천의 경우 상류수역에 해당하는 하천이나 생활하수의 유입, 하상구조의 단순화, 보설치 등으로 다양한 서식처가 사라졌기 때문에 어종의 단순화 및 오염에 강한 종들이 분포하는 것으로 사료된다.

### 4. 군집분류

각 조사지점에서 채집된 어류를 중심으로 유사도를 산출한 결과 가장 유사도 지수가 높은 지점은 하천의 최상류인 지점 1과 2 그리고 원주시의 중심부로서 가장 인위적인 간섭이 많을 것으로 예상되는 지점 6과 7이 각각 0.800로 나타나 위의 지점 간에 가장 비슷한 어류상 및 서

식지 유형을 나타냈다. 이외에도 지점 6과 8이 0.778로 높게 나타났으며, 지점 2와 3, 지점 3과 4가 각각 0.667로 나타났다. 한편 가장 유사도가 낮은 지역은 치악산국립공원내 산간계류인 지점 2와 섬강으로 흘러들어가는 유입수계인 지점 9로 0.118로 나타났으며, 이외에도 지점 1과 6, 7, 9가 0.2미만으로 낮게 나타났다(Table 4).

각 유사도 지수를 근거로 각 지점별 집괴분석을 한 결과, 치악산국립공원과 인접하여 산간계류의 특징을 나타내는 지역과 원주시를 관통하여 일반적인 중하류 하천의 특징을 갖는 2그룹으로 뚜렷이 나뉘었다(Figure 3). 그룹 A는 최상류역의 특성을 보이는 지점들로서 출현종수가 적고 버들치, 독종개 등 상류역에 서식하는 어종들이 출현하는 지점 1과 지점 2이었다. 그룹 B는 원주천의 본류이면서 출현 종수가 비교적 많고 또한 중하류역에 분포하는 어종들이 우점하는 특징을 보이는 지점 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9로 나타났다. 이와 같이 원주천이 치악산국립공원에 인접한 하천임에도 불구하고 상류역에 특징을 갖는 지점은 적게 나타났고, 이와 반대로 중하류역의 특징을 나타내는 지점이 많은 것으로 나타났다. 이는 농업용 보 및 인공제방 설치, 하천정비로 인한 하상평탄화

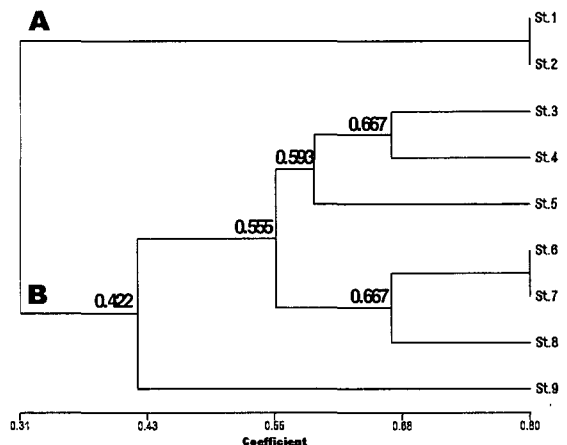


Figure 3. Cluster analysis based on collected fish assemblages, 9 sites in the Wonju-stream from May to November 2004

Table 4. Similarity indices between the sampling sites in the Wonju-stream

	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9
St. 1	1.000								
St. 2	0.800	1.000							
St. 3	0.364	0.500	1.000						
St. 4	0.500	0.667	0.667	1.000					
St. 5	0.222	0.316	0.640	0.545	1.000				
St. 6	0.167	0.308	0.421	0.625	0.615	1.000			
St. 7	0.167	0.308	0.632	0.625	0.538	0.800	1.000		
St. 8	0.200	0.364	0.471	0.571	0.500	0.778	0.556	1.000	
St. 9	0.125	0.118	0.435	0.200	0.533	0.500	0.500	0.364	1.000

및 하천의 직강화, 산업폐수, 생활하수 그리고 각종 토목공사들에 의하여 하천 수체의 성격이 변하거나 또는 교란받기 때문인 것으로 판단된다(최재석과 김재구, 2004).

## 5. 어류상의 변화

원주천 및 원주시의 어류상에 대한 문헌이나 자료는 최기철(1986), 원주시(1993), 변화근 등(1996) 그리고 최준길 등(2000)이 있다. 이러한 과거문헌자료와 본조사결과를 종합하여 지금까지 원주시 및 원주천에서 서식이 확인된 어종을 Table 5에 나타내었으며, 총 9과 36종의 어류가 서식했던 것으로 확인되었다. 최기철(1986)의 조사에서는 원주시 전체에서 8과 27종이 서식한다고 보고하였고, 원주시(1993)의 조사에서는 6과 11종이 서식한다고 하였다. 그리고 변화근 등(1996)의 조사에서는 7과 17종, 최준길 등(2000)의 조사에서 7과 24종이 조사되었다. 특히 원주시의 조사는 다른 조사에 비해 어종이 매우 미약하게 출현하였는데 이는 조사횟수가 2차례에 불과하고, 조사 방법 등 여러 가지 차이에 따른 결과라 생각된다. 따라서 최기철(1986)과 원주시(1993)의 조사는 조사범위 및 방법에 따른 차이로 인하여 생활형에 따른 어류군집 비교시 제외하였다.

한편 최준길 등(2000)은 과거의 어류상과의 비교를 통해서 하천의 제방구축 그리고 하상정비로 인한 하상구조의 단순화와 뺨의 축적, 수심과 유속의 균등화 등이 이러한 일련의 물리적인 수환경변화에 의해서 원주천의 어류군집이 변화하였다고 설명하였다. 6과 24종이 채집된 본조사와 비교해 볼 때 어류의 종조성이나 물리적인 수환경에서 유사한 형태로 나타났으며 과거조사와 마찬가지로 원주천에는 유기물오염과 수환경변화에 내성이 강하고 수심이 깊은 정수된 수체에서 잘 적응하는 어종(최기철과 변화근, 1999)인 붕어(*C. auratus*), 모래무지

(*P. esocinus*), 버들치(*R. oxycephalus*), 피라미(*Z. platypus*) 등이 여전히 우세하였다. 한편 본 조사에서 처음으로 출현한 종은 점줄종개(*C. lutheri*) 1종이었으며 누치(*Hemibarbus labeo*) 참마자(*Hemibarbus longirostris*), 배스(*Micropterus salmoides*) 등은 본 조사에서는 채집되지 않았지만 하류지점에서 섬강으로 이동했거나 본 지역에서 서식할 가능성이 있는 것으로 판단된다.

한편 변화근 등(1996)과 최준길 등(2000), 그리고 본 조사에서 출현한 어종들을 대상으로 생활형에 따른 어류상의 변화를 알아보기 위하여 어종을 저서성 및 부유성으로 분류하고 상대풍부도와 종수로 나타내어 비교하였다(Figure 4).

1996년에 출현한 어종을 보면 미꾸리(*Misgurnus anguillicadatus*), 참종개(*I. korensis*), 통가리(*L. andersoni*), 독종개(*C. poecilopus*), 그리고 얼룩동사리(*O. interrupta*)와 같은 저서성 어종이 52.9%로 잉어(*C. carpio*), 붕어(*C. auratus*), 긴몰개(*S. majimae*), 버들치(*R. oxycephalus*), 피라미(*Z. platypus*) 등과 같은 부유성 어

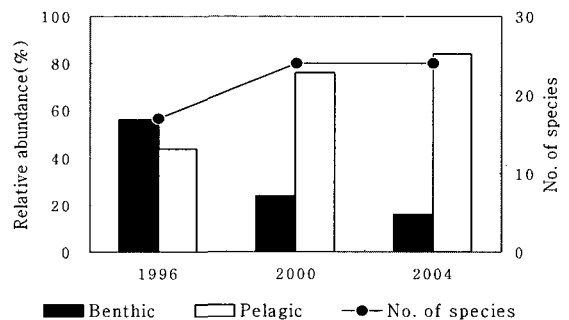


Figure 4. Comparison of the fish composition by ecotype. The comparison of benthic, pelagic species were based on the Table 5

Table 5. Reference comparison of the ichthyofauna in the Wonju-stream

Species	Choi (1986)	Wonju-si (1993)	Byeon <i>et al.</i> (1996)	Choi <i>et al.</i> (2000)	This study (2004)	Remarks
Cyprinidae 잉어과						
<i>Cyprinus carpio</i> 잉어				●	●	P
<i>Carassius auratus</i> 붕어	●	●	●	●	●	P
<i>Pseudorasbora parva</i> 참붕어	●			●	●	P
<i>Hemibarbus labeo</i> 누치				●		P
<i>Hemibarbus longirostris</i> 참마자	●		●	●		P
<i>Hemibarbus mylodon</i> 어름치	●					P
<i>Pungtungia herzi</i> 돌고기			●	●	●	P
<i>Pseudopungtungia tenuicorpa</i> 가는돌고기					●	P
<i>Coreoleuciscus splendidus</i> 쉬리	●		●		●	B
<i>Squalidus gracilis majimae</i> 긴물개	●	●	●	●	●	P
<i>Squalidus japonicus coreanus</i> 물개	●			●	●	P
<i>Pseudogobio esocinus</i> 모래무지	●	●	●	●	●	B
<i>Microphysogobio yaluensis</i> 돌마자	●	●	●	●	●	B
<i>Microphysogobio longidorsalis</i> 배가사리	●				●	B
<i>Rhynchocypris oxycephalus</i> 버들치	●	●	●	●	●	P
<i>Zacco temmincki</i> 갈겨니	●		●	●	●	P
<i>Zacco platypus</i> 피라미	●	●	●	●	●	P
<i>Opsariichthys unicolorostris amurensis</i> 꼬리	●					P
Cobitidae 미꾸리과						
<i>Orthrias toni</i> 종개	●	●	●	●	●	B
<i>Misgurnus anguillicadatus</i> 미꾸리	●		●	●	●	B
<i>Misgurnus mizolepis</i> 미꾸라지	●				●	B
<i>Iksookimia koreensis</i> 참종개	●			●	●	B
<i>Koreocobitis rotundicaudata</i> 새코미꾸리	●			●	●	B
<i>Cobitis lutheri</i> 점줄종개					●	B
Siluridae 메기과						
<i>Silurus asotus</i> 메기	●			●		B
<i>Silurus microdorsalis</i> 미유기				●		B
Bagridae 동자개과						
<i>Pseudobagrus fulvidraco</i> 동자개	●					B
<i>Pseudobagrus koreanus</i> 눈동자개	●					B
<i>Leiocassis ussuriensis</i> 대농갱이	●					B
Amblycipitidae 통가리과						
<i>Liobagus andersoni</i> 통가리	●	●	●	●	●	B
Cottidae 독중개과						
<i>Cottus poecilopus</i> 독중개	●	●	●	●	●	B
Centropomidae 꺾지과						
<i>Coreoperca herzi</i> 꺾지	●		●			B
<i>Micropterus salmoides</i> 배스				●		B
Odontobutidae 동사리과						
<i>Odontobutis platcephala</i> 동사리	●	●				B
<i>Odontobutis interrupta</i> 얼룩동사리			●	●	●	B
Gobiidae 망둑어과						
<i>Rhinogobius brunneus</i> 밀어		●	●	●	●	B
Family	8	6	7	7	6	
Species	27	11	17	24	24	
Total 9 families 36species						

P: Pelagic fish species, B: Benthic fish species



종(47.1%)보다 우세하였으나 2000년 이후, 저서성 어종들은 22.9%로 감소하고 부유성 어종들이 증가(77.1%)하는 경향을 나타내고 있다. 또한 본 조사에서 저서성 어종은 16.0%로 나타나 2000년 이후 점차 감소하고 있는 것으로 나타났는데 이러한 현상이 나타나는 것은 교량 건설, 하상정비, 보설치 등으로 하천 및 수환경이 변화하여 저서성 어종의 구성비가 감소하고 이와 반대로 붕어(*C. auratus*), 버들치(*R. oxycephalus*), 피라미(*Z. platypus*)와 같이 수환경 변화에 내성이 강하고 정수성 하천에 잘 적응하는 부유성 어종들이 증가하게 된 것으로 판단된다.

## 인 용 문 헌

- 김익수, 강인중(1993) 원색 한국어류도감. 아카데미서적 252~264쪽.
- 김익수, 김환기(1975) 전주천의 수질오염과 어류군집의 변화에 관한 연구. 한국육수학회지 8: 7-14.
- 김익수, 박종영(2002) 한국의 민물고기. 교학사, 1~465쪽.
- 김익수(1997) 한국동식물도감 제 37권 동물편 (담수어류). 교육부, 133~520쪽.
- 남명모, 양홍준, 채병수, 강영훈(1998) 내린천의 어류상과 군집구조. 한국어류학회지 10: 61-66.
- 남명모(1997a) 가평천의 어류상과 군집구조. 한국육수학회지 30: 357-366.
- 남명모(1997b) 조종천의 어류상과 군집구조. 한국육수학회지 30: 367-275.
- 변화근, 조규송, 최재석, 최준길, 송병용(1994) 치악산 계류 어류의 월별 군집구조와 서식밀도. 한국육수학회지 27: 257-273.
- 변화근, 최재석, 전상린, 최준길, 송병용(1996) 치악산 계류의 어류상. 한국환경생물학회지 14(1): 47-54.
- 변화근, 최재석, 최준길(1996) 양양남대천의 어류상과 소하성 어류의 분포 특성. 한국육수학회지 29(3): 159-166.
- 손영복, 송호복(1998) 거제도의 담수어류상과 분포상의 특징. 한국어류학회지 10: 87-97.
- 송호복, 권오길, 전상호, 김휘중, 조규송(1995) 황성 섬강 상류의 어류상. 한국육수학회지 28: 225-232.
- 원주시(1993) 원주시 환경보전 종합계획. 307~310쪽.
- 전상린(1980) 한국산담수어의 분포에 관하여. 중앙대학교 박사학위 논문, 14
- 최기철, 전상린, 김익수, 손영복(1990) 원색한국어류도감. 향문사, 1~277쪽.
- 최기철(1986) 강원의 자연(담수어편). 강원도교육위원회, 206~215쪽.
- 최재석, 김재구(2004) 홍천강의 어류상 및 어류군집. 한국환경생물학회지 18(3): 446-455.
- 최준길, 변화근(1999) 한강 하류역의 어류군집. 한국육수학회지 32(1): 49-57.
- 최준길, 변화근, 석형근(2000) 원주천의 어류군집 동태. 한국육수학회지 33(3): 274-281.
- Cummins, K. W.(1962) An evaluation of some techniques for the collection and analysis of benthic samples with special emphasis on lotic water. Am. Midl. Nat. 67: 477-504.
- Kirchhofer, A. and D. Hefti(1996) Conservation of Endangered Freshwater Fish in Europe. Birkhäuser Verlag, Boston. 341.
- Minshall, G. W.(1984) Aquatic insect-substratum relationship. 358-400pp. In: Resh, V. H. and D. M. Rosenberg(Eds.), The Ecology of Aquatic Insects. Praeger, New York.
- Nelson, J. S.(1994) Fishes of the World, John Wiley & Sons, 1-600pp.
- Pavlov, D. S.(1993) Strategies of the World(3rd ed.). John Wiley and Sons, New York. 600pp.
- Pielou, E. C.(1966) Shannon's formula as a measure of specific diversity; its use and disuse. Amer. Nat. 100: 463-465.
- Shannon, C.E. and W. Weaver(1963) The mathematical theory of communication. Illinois Univ. Pre, Urbana. 117pp.
- Simson, E. H.(1949) Measurement of diversity. Nature 163: 688.
- Sørensen, T.(1948) A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analysis of the vegetation on Danish commons. Biol. Skar.. 5:1-34