

강원도 홍천 속사천과 계방천의 어류군집, 서식환경 및 생물다양성에 관한 연구^{1*}

정규희² · 심재한³

A Study on the Fish Community, the Habitat and the Species Diversity of the Hongcheon Soksacheon and the Gyebangcheon in Kangwondo^{1*}

Kyu-Hoi Chung², Jae-Han Shim³

요 약

계방산의 자연생태계에 대한 정밀 조사를 실시하기 위하여 13개 지점에서 1995년 7월부터 1996년 6월까지 서식환경과 4목 1아목 6과 7아과 20종 1,908개체의 淡水魚類相을 조사하였으며 그 상세한 결과는 다음과 같다.

1. 채집 장소의 하천형태는 Aa, Ab형의 산간 계류형이고, 하상구조는 자갈, 모래, 바위가 섞인 형태를 보였다. 속사천의 水 환경요인은 평균 pH(7.41), [COND.(0.051), TURB.(10.00), DO(8.66), W.T.(15.4)] 이었고, 계방천은 pH(7.44), [COND.(0.097), TURB.(21.59), DO(9.35), W.T.(15.7)]로 담수어류가 서식하기에 적합한 환경으로 판단되었다.

2. 총 20종의 어류 중에서 일차담수어는 18종(99.98%), 주연성담수어는 2종(0.02%)이다. 이 중 한국고유종은 금강모치(*Moroco kumgangensis*), 배가사리(*Microphysogobio longidorsalis*), 새코미꾸리(*Cobitis rotundicudata*), 미꾸리(*Misgurnus anguillicaudatus*), 쉬리(*Coreoleucosus splendidus*), 왕종개(*Cobitis longicarpus*), 산천어(*Oncorhynchus masou ishikawai*), 열목어(*Brachymystax lenok*), 참마자(*Hemibarbus longirostris*), 미유기(*Silurus microdorsalis*), 참종개(*Cobitis koreensis*) 그리고 어름치(*Hemibarbus mylodon*) 등 12종이었다.

3. 총 20종의 채집 어류 중 금강수계와 계방산에만 서식하고 있는 한국고유종인 금강모치가 46.85%로 우점도가 가장 높았으며, 그 다음은 27.35%로 같겨니었다.

주요어 : 어류, 서식환경, 어류군집, 생물다양성

* 본 논문은 임업연구원 생물다양성연구와 일부 경기대학교 연구비 지원에 의한 결과임

1 접수 3월 12일 Received on Mar. 12, 1997

2 경기대학교 생물학과 Dept. of Biology Kyounggi Univ., Suwon, 442-760, Korea

3 서울대학교 환경계획연구소 Environmental Planning Institute Seoul Univ., Seoul, 151-741, Korea

ABSTRACT

To clarify the structure and function of ecosystem and establish the method for the conservation of biodiversity and community analysis at Soksacheon and Gyebangcheon, the authors surveyed the aquatic environment and freshwater fish fauna at 13 stations from July, 1995 to June, 1996. Collected 1,908 individuals were belong to 20 Species, 4 Order, 1 Suborder, 6 Family, 7 Subfamily. The detail results are as follows.

1. It was confirmed that most of the surveyed stations were mountain valley of river type Aa, Ab. River structures were mixed with pebble, sand, rock and water quality of Soksacheon were pH(7.41), [COND.(0.051), TURB.(10.00), DO(8.66), W.T.(15.4)] and Gyebangcheon were pH(7.44), [COND.(0.097), TURB.(21.59), DO(9.35), W.T.(15.7)].

2. Among them, 18 species were primary freshwater fishes(99.98%) and 2 species of peripheral freshwater fishes(0.02%), 12 species(60%) of them were endemic species of Korea and they were *Moroco kumgangensis*, *Microphysogobio longidorsalis*, *Cobitis rotundicaudata*, *Misgurnus anguillicaudatus*, *Coreoleuciscus splendidus*, *Cobitis longicorpus*, *Oncorhynchus masou ishikawai*, *Brachymystax lenok*, *Hemibarbus longirostris*, *Silurus microdorsalis*, *Cobitis koreensis koreensis* and *Hemibarbus mylodon*.

3. Dominant species were *Moroco kumgangensis*(46.85%) and *Zacco temmincki*(27.35%).

KEY WORDS : FISH, HABITAT, FISH COMMUNITY, SPECIES DIVERSITY

서론

담수어류는 陸水系에 서식하는 유미 양서류를 제외하면 유일한 眞水棲性 척추동물로서 호수나 하천 등의 수중생태계의 지위상 중요한 위치를 차지하고 있는 동물군이다. 또한 담수어류는 동물성 단백질 혹은 수질환경 변화에 민감한 반응을 통하여 인류의 생활과 밀접한 관계를 맺고 있다. 담수계의 수중환경은 해수에 비하여 물리·화학적인 변화가 많다. 따라서 담수어류는 일반적으로 종분화의 빈도가 낮고 생활폭이 넓으며 적응력이 크다. 그리하여 담수어류는 급류나 고인물 어디에서나 서식하며, 식성에 있어서도 잡식성인 경우가 많다. 이러한 담수어류는 쉽게 새로운 환경으로 이동할 수 있고, 그곳에서의 적응이 가능하며, 더욱 심한 변화가 일어나게 되면, 새로운 種이나 屬으로 분화하게 된다. 본 연구의 대상지역인 계방산의 수계는 홍천군 내면 광원리의 계방산 동북사면에서 발원하여 인제군 기린면의 북한강으로 유입되는 계방천과 홍천군 내면 창촌리의 계방산 서사면에서 발원하여 광원리에서 계방천과 합류하는 자운천 등의 북한강 수계와 평창군 용평면 노동리의 계방산 남사면에서 발원하여 평창군 평창읍의 평창강으로 유입되는 남한강 수계인 속사천이 흐르고 있다. 따라서 계방산 일대는 남한강 수계와

북한강 수계의 분수령을 이루고 있는 곳 중의 하나라고 볼 수 있다. 본 연구의 목적은 계방산의 자연생태계에 대한 어류상을 정밀조사하여 자연환경의 효과적인 보존지역에 기여할 수 있는 학술적 기초를 마련하고, 생물다양성 보존이라는 측면에서 이곳 계류의 서식환경, 담수어류상 그리고 군집구조 등의 특징을 밝히고자 실시하였다.

조사지역, 기간 및 방법

1. 조사지역 선정

본 연구의 조사 지역인 강원도 홍천군 계방천(자운천)과 속사천은 Figure 1과 같다. Figure 1에서 속사천과 계방천 두개의 수계를 정하고, 채집 및 수환경요인 측정이 용이한 13개 지점을 다시 세분하였다.

2. 채집기간, 채집 및 동정

1) 채집기간: 채집기간은 1995년 7월 11일부터 1996년 6월 26일까지 5차례에 걸쳐 조사를 실시하였다.

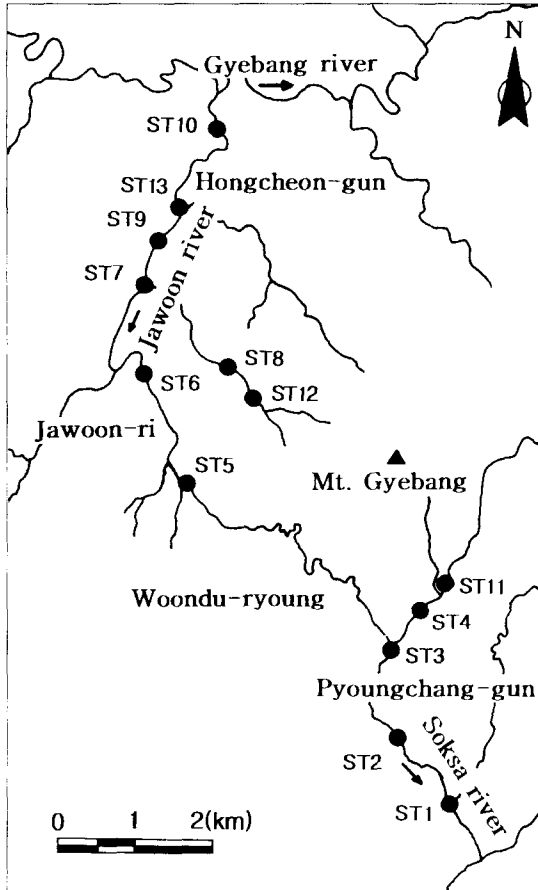


Figure 1. Map showing the collection sites

2) 채집 및 동정: 어류 채집은 투망(망목 5mm×5mm, 7mm×7mm), 족대(망목 0.4mm×0.4mm), 통발, 어항 등의 채집 도구를 사용하였다. 또한 채집 이외의 방법으로는 직접 서식상태를 육안으로 관찰하였으며, 채집된 표본은 현장에서 10% formalin 용액으로 고정하여 실험실에서 동정하였다. 種 동정에는 内田(1939), 정분기(1977), 전상린(1980: 1984: 1987: 1989), 최기철(1986: 1990), 최기철 등(1990)의 검색표를 참조하였다.

3. 생물학적 표본 추출법에 의한 생태측정 및 군집분석

1) 우점도(Dominance Index: DI): 각 조사 지점별로 출현하는 전체 종 개체수를 기록하여 우점도를 산출하였다(McNaughton, 1967).

$$DI = ni/N$$

DI: 우점도 지수, N: 총 개체수, ni: 제 i 번째 종의 개체수

2) 종다양도(Biodiversity Index: H'): Margalef(1968)의 정보이론에 의하여 유도된 Shannon-Weaver 함수(Pielou, 1966)를 사용하여 산출하였다.

$$H = - \sum Pi (\ln Pi)$$

H': 다양도, S: 전체 종수, Pi: i 번째에 속하는 개체수의 비율(ni/N)로 계산

(N: 군집내의 전 개체수, ni: 각 종의 개체수)

3) 균등도(Evenness Index: E): 균등도는 각 지수의 최대치에 대한 실제치의 비로서 표현된다. 각 다양도 지수는 군집내 모든 종의 개체수가 동일할 때 최대가 되므로 결국 균등도지수는 군집내 종 구성의 균일한 정도를 나타내는 것으로 Pielou(1975)의 식을 사용하여 산출하였다.

$$E = H' / \ln(S)$$

E: 균등도, H': 다양도, S: 전체 종수

4) 종 풍부도(Richness Index: RI): 종풍부도 지수는 총 개체수와 총 종수만을 가지고 군집의 상태를 표현하는 지수로서 지수값이 높을수록 종의 구성이 풍부하게 되므로 환경의 정도가 양호하다는 것을 전제로 하고 있다. 본 연구에서는 대표적인 지수인 Margalef(1958)의 지수를 사용하여 산출하였다.

$$RI = (S-1)/\ln(N)$$

RI: 풍부도, S: 전체 종수, N: 총 개체수

5) 상대밀도(Relative density: RD)

$$= \frac{\text{특정종의 개체수}}{\text{우점종의 개체수}} \times 100(\%)$$

$$6) \text{생체밀도} = \frac{\text{특정종의 채집개체수(No.)}}{\text{전체 서식면적(ha)}}$$

결과 및 고찰

1. 조사수계의 물리·화학적 환경요인 분석

(1) 水 환경 조사

본 조사에서 각 조사 지점은 고산성의 산간 계류

Table 1. Water quality at the surveyed stations

Stations	pH	COND. ($\mu\text{hos}/\text{m}^2$)	TURB.	DO (mg/l)	W.T ($^{\circ}\text{C}$)	A.T ($^{\circ}\text{C}$)	SAL. (%)
Soksachon							
Station 1	7.38	0.035	10.65	8.57	16.8(9.37)	23.0	0.00
Station 2	7.48	0.042	6.89	9.15	15.3(9.76)	17.8	0.00
Station 3	7.32	0.032	8.65	8.34	15.1(9.76)	23.4	0.00
Station 4	7.29	0.024	9.50	8.40	14.1(9.97)	21.8	0.00
Station 11	7.56	0.123	14.30	8.83	15.7(9.56)	15.5	0.00
Total	7.41	0.051	10.00	8.66	15.4(9.68)	20.3	0.00
Gyebangchon							
Station 5	7.28	0.087	12.50	9.04	14.4(9.97)	21.0	0.00
Station 6	7.28	0.116	26.40	12.67	16.4(9.56)	19.8	0.00
Station 7	7.37	0.127	34.70	8.71	16.5(9.56)	19.4	0.00
Station 8	7.48	0.056	18.00	8.51	12.7(10.43)	21.0	0.00
Station 9	7.51	0.123	16.10	8.71	16.5(9.56)	19.3	0.00
Station 10	7.44	0.136	17.70	8.43	17.4(9.37)	22.2	0.00
Station 12	7.73	0.070	17.30	9.13	16.3(9.56)	23.0	0.00
Station 13	7.43	0.060	30.00	9.63	15.6(9.56)	25.0	0.00
Total	7.44	0.097	21.59	9.35	15.7(9.70)	21.3	0.00
Average	7.42	0.079	17.13	8.44	15.6(9.56)	20.9	0.00

* COND.: Conductivity, TURB.: Turbidity, DO: Dissolved oxygen, W.T.: Water temperature, A.T.: Atmosphere temperature, SAL.: Salinity, (): Optimum value of DO at the survey point

지역이고, 남·북한강 수계에 위치하고 있으므로, 수계별로 구분하여 채집 및 수환경 측정 및 관찰이 용이한 13개 지점을 설정하였다(속사천: Station 1, 2, 3, 4, 11, 계방천: Station 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13). 각 조사지점에서 수온(Water temperature: W.T.), 기온(Atmosphere temperature: A.T.), 수소이온농도(pH), 혼탁도(Turbidity: TURB.), 전기전도도(Conductivity: COND.), 용존산소량(Dissolved Oxygen: DO) 그리고 염분도(Salinity) 등 수 환경요인을 HORIBA B-112로 5회이상 반복하여 측정한 후 평균값을 이용하여 비교한 값은 Table 1과 같다.

수환경요인 중 pH는 St. 5, 6에서 7.28로 가장 낮게 나타났고, St. 12에서 가장 높게 나타났다. 용존산소량은 St. 3에서 8.34로 가장 낮고, St. 6에서 12.67로 가장 높게 나타났다. 혼탁도는 St. 2에서 6.89로 가장 낮고 St. 7에서 34.7로 가장 높게 나타났다. 위의 세가지 수치를 비교하여 보면, 두 하천에서 pH와 용존산소량은 서로 유사한 수치를 나타내었으나, 혼탁도에 있어서 이 기간 동안에 계방천 일대에서 다리 보수공사가 이루어지고 있어, 속사천

에 비하여 혼탁정도가 높게 나타났다. 또한 온도는 St. 2에서 가장 낮고, St. 12에서 가장 높게 나타났다. 용존산소량과 온도의 정상적인 관계를 비교한 결과, 다소 용존산소량이 적어 보이는 하나, 어류의 서식지로는 적합한 것으로 나타났다. 전기전도도 역시 혼탁도와 마찬가지로 계방천에서 높게 나타났는데, 이는 물속에 유기물이나 기타 이물질이 속사천보다 다리 보수공사로 인하여 많기 때문이다.

본 조사지점에서 측정 또는 관찰된 하천 구조는 Table 2와 같다. 이 중에서 수심, 유폭, 하상구조 등은 강우량에 따라 크게 변하므로 각 조사지점의 상대적인 비교가 된다.

(2) 물리학적 환경 조사

각 조사지점에서 관찰된 하상구조는 모두 사질의 암석이 섞인 구조였는데, 각 지점이 모두 650~800m의 고지대에 위치하고 있으므로, 하상의 형태도 모두 산간 계류형인 Aa type과 Ab type이기 때문에 이러한 하상 형태에 상응하는 하상구조를 이루고 있어서 당연한 결과라 사료된다. 또한 속사천은 수심이 평균 0.44m, 하천폭은 11.95m였으며, 계

Table 2. River structures at the surveyed stations

(Unit : m)

Stations	River depth	River length	River type	Bottom type
Station 1	0.34	17.00	Aa Type	Pebble
Station 2	0.30	12.30	Aa Type	Pebble and Sand
Station 3	0.33	6.70	Aa Type	Pebble
Station 4	0.80	11.80	Ab Type	Pebble
Station 5	0.76	6.46	Ab Type	Pebble
Station 6	0.43	7.07	Aa Type	Sand
Station 7	0.50	19.50	Ab Type	Pebble and Sand
Station 8	0.32	19.20	Aa Type	Rock
Station 9	0.50	19.20	Aa Type	Pebble and Sand
Station 10	0.52	12.00	Aa Type	Pebble and Sand
Station 11	0.44	14.37	Aa Type	Sand
Station 12	0.45	8.90	Aa Type	Pebble
Station 13	0.30	11.20	Aa Type	Pebble

*Aa, Ab: 산간 계류형 하천, Bb, Bc: 중류형 하천, Cc, Cd: 하류형 하천

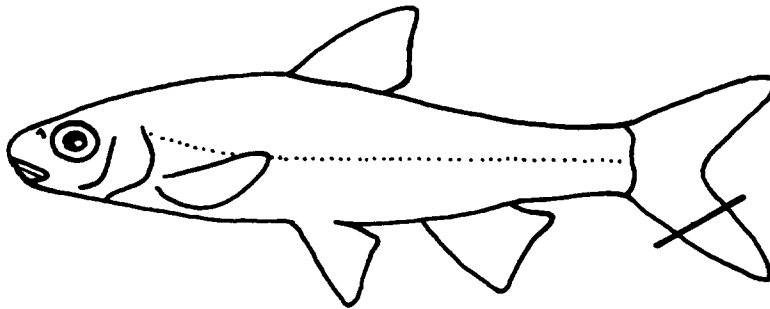


Figure 2. Cutting pattern of the caudal fin for recapture and estimation effective population sizes

방천은 평균 수심이 0.47m, 하천폭은 13.10m로 속사천이 좀더 커 보이나, 전체적으로는 속사천과 계방천은 거의 유사한 규모였다(Table 2).

2. 어류상 및 군집 분석

(1) 조사지역의 어류상

속사천과 계방천의 13개 조사지점에서 St. 3, 4, 13을 제외한 10개 지점의 어류목록 및 개체수 그리고 추후 재 채집에 의한 유효 개체수 집단을 분석하기 위하여 꼬리지느러미 밑부분을 5mm정도를 절단하고(Figure 2) 방사한 개체수는 Table 3과 같다.

계방산 일대 하천에서 총 4목 1아목 6과 7아과 20종 1,908개체를 채집하였으며, 이 중 한국고유종은 금강모치, 배가사리, 새코미꾸리, 미꾸리, 쉬리, 왕종개, 산천어, 열목어, 참마자, 미유기, 참종개, 어름치 등 12종이었다. 전체 20종 중 금강모치가 46.85%로 우점도가 가장 높았으며, 금강모치는 우리나라에서 금강수계와 계방산에서만 서식하고 있으며, 계방산 일대에서는 St. 2(이승복 목장)하천에서 집단으로 서식하고 있음이 확인되었다. 그 다음은 갈겨니로 27.35%이었다.

(2) 군집구조 분석

Table 3. Fish list at the surveyed stations (species names refer to below)

*Species	ST.1	ST.2	ST.5	ST.6	ST.7	ST.8	ST.9	ST.10	ST.11	ST.12	RE	Total
1	3			1	82	37	48	46	2	5	298	522
2	2	247	2	1	45		1				596	894
3					1		2	1			116	120
4	1	6			14							21
5	5	2									48	55
6					1		1				16	18
7					7	5	6			5	9	32
8					6	2	1			2	6	17
9	1							1			3	5
10		1			1						4	6
11								1			7	8
12			1								-	1
13					16	7					4	27
14					19		1				1	21
15				3	73	21	15	1	2	1	37	153
16			1								-	1
17			1								-	1
18									1		-	1
19									1	1	-	2
20					2			1			-	3
TOTAL	12	256	4	5	263	72	75	51	6	14	1,145	1,908

* 1: *Zacco temmincki*, 2: *Moroco kumgangensis*, 3: *Pungtungia herzi*, 4: *Pseudopungtungia tenuicarpus*, 5: *Moroco oxycephalus*, 6: *Hemibarbus longirostris*, 7: *Pseudogobio esocinus*, 8: *Microphysogobio longidorsalis*, 9: *Cobitis rotundicaduta*, 10: *Misgurnus anguillicaudatus*, 11: *Hemibarbus mylodon*, 12: *Cottus poecilopus*, 13: *Zacco platypus*, 14: *Coreoleuciscus splendidus*, 15: *Ladislavia taczanowskii*, 16: *Silurus microdorsalis*, 17: *Cobitis longicarpus*, 18: *Oncorhynchus masou ishikawai*, 19: *Brachymystax lenox*, 20: *Cobitis koreensis koreensis*, RE: Release individuals

군집구조 분석은 각 station별로 실시하였고, 출현한 전체종 20종 중에서 분석가능한 한국고유종 11종에 대하여 군집분석을 하였으며, 그 결과는 Figure 3, 4, 5, 6, 7, 8과 같다.

새코미꾸리는 하천의 중상류의 물이 맑은 곳에서 주로 서식하며, 본 조사에서 새코미꾸리는 St. 1, 10에서 1개체씩 채집되었고, 금강모치는 전반적으로 많은 개체수가 수계의 전반에 걸쳐 존재하였으며, 특히 St. 2에서는 247개체가 발견되었다.

미꾸리는 하천의 상류 지역에 주로 서식하며 St. 2, 7에서 각각 1개체씩 채집되었고, 배가사리는 하상구조가 주로 자갈이 많은 곳에서 서식하며, St. 7, 8, 9, 12에서 11개체 채집되었다. 참마자는 주로 자갈이 많은 곳에서 서식하며, 본 조사에서는 St. 7, 9에서 20개체 채집되었으며, 쉬리는 물이 맑고

바닥에 자갈이 깔린 여울을 좋아하며, 쉬리 역시 St. 7, 9에서 20개체 채집되었다. 참종개는 우리나라 고유종으로 물이 맑고 자갈이 많이 깔린 하천에서 서식하며, 본 조사에서는 St. 7, 10에서 2개체 채집되었고, 어름치는 하천 중상류의 물이 맑고 자갈이 깔린 곳에서 살며 St. 10에서 1개체 채집되었다. 산천어는 물이 맑고 차가운 곳에 서식하며, 열목어는 물이 아주 맑으며 수온이 낮은 상류지역에서 주로 서식한다. 본 조사에서 산천어는 St. 11에서 그리고 열목어는 St. 11, 12에서 1개체씩 채집되었으며 이들 중 산천어는 개체수가 적어 보호어종이다. 미유키는 물이 맑고 바닥에 자갈이 깔린 여울을 좋아하는 특성을 가지고 있으며 본조사에서는 St. 7에서 1개체를 채집하였다.

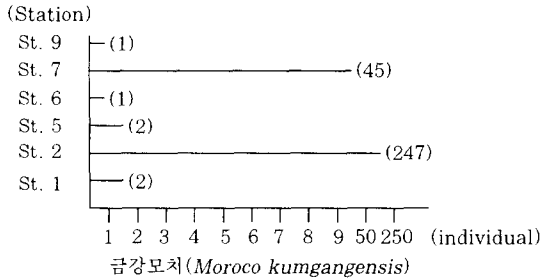
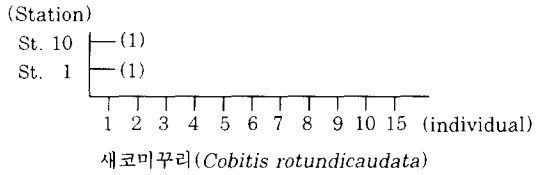


Figure 3. Community analysis of *Cobitis rotundicaudata* and *Moroco kumgangensis* at each stations

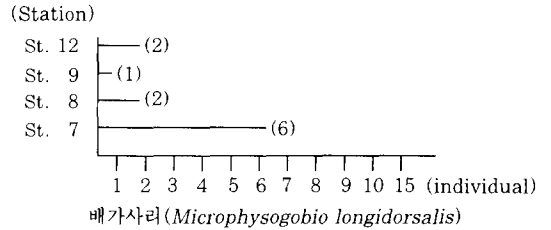
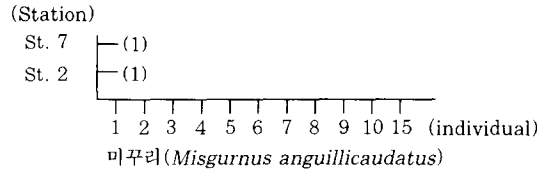


Figure 4. Community analysis of *Misgurnus anguillicaudatus* and *Microphysogobio longidorsalis* at each stations

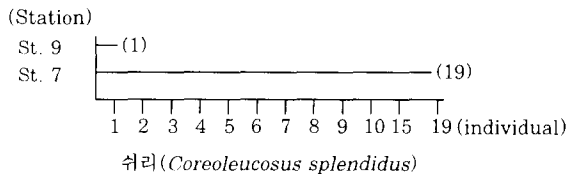
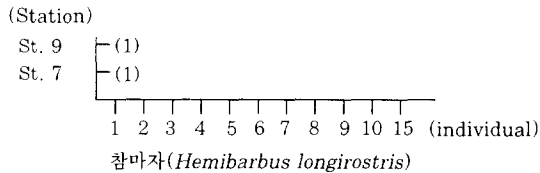


Figure 5. Community analysis of *Hemibarbus longirostris* and *Coreoleuciscus splendidus* at each stations

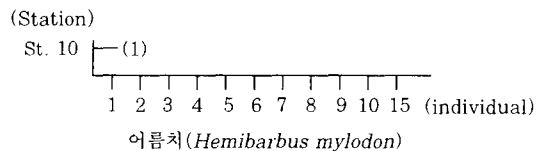
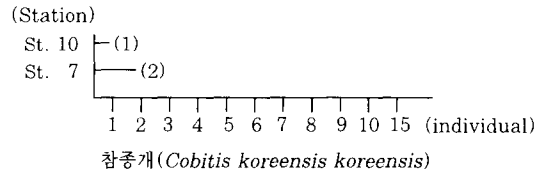


Figure 6. Community analysis of *Cobitis koreensis koreensis* and *Hemibarbus mylodon* at each stations

(3) 출현종의 서식지 분석

1) 새코미꾸리 (*Cobitis rotundicaudata*)

하천의 중·상류의 물이 맑고 자갈이 깔려 있는 곳에 주로 서식하며, 본 조사에서는 St. 1, 10에서 채집되었다. 본 종은 한국고유종으로 물이 맑고 유속이 빠른 지역에 분포한다.

2) 갈겨니 (*Zacco temmincki*)

하천의 전반에 걸쳐 존재하며, 특히 하상구조가 모래와 자갈이 깔려 있고, 비교적 유속이 느린 St. 7, 9, 10에서 다량 확인되었다. 이는 이 종의 특성

과 일치하며 오염에 민감하고 하상구조와 유속에도 민감하기 때문에 하천 오염방지와 생활환경의 유지가 필요하다.

3) 피라미 (*Zacco platypus*)

이 종은 모래와 자갈 그리고 비교적 완만한 유속을 유지하는 곳에서 많이 나타나며, 본 조사에서는 St. 7, 8에서 총 27개체가 발견되었으며, 수질오염, 자갈채취, 제방구축, 하천의 유료개수, 호안 공사 등의 환경변화에 대한 내성이 다른 어종보다 강하므로, 최근에는 상대적으로 크게 번창하고 있다.

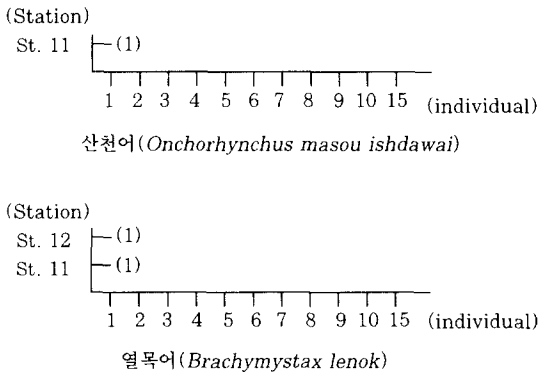


Figure 7. Community analysis of *Onchorhynchus masou ishkawai* and *Brachymystax lenok* at each stations

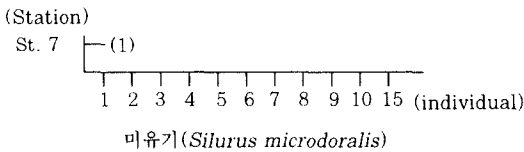


Figure 8. Community analysis of *Silurus microdoralis* at each stations

4) 금강모치(*Moroco kumgangensis*)

물이 맑고 수온이 낮아서 한 여름에도 수온이 20℃ 이상으로 올라가지 않으며, 용존산소량이 9 ppm 내외이고, 자갈이나 모래가 깔려 있는 계류에 서식하며, 본 조사에서는 St. 2, 7에서 292개체를 채집하였고, 비교적 상류에 분포하였다. 이 종은 한국고유종으로 물이 맑은 곳에서만 서식하기 때문에 개체수가 줄어드는 추세이므로 특히 보호를 요한다.

5) 버들치(*Moroco oxycephalus*)

이 종은 산간 계류의 맑고 찬물에서 주로 많이 서식하는 것으로, 본 조사에서는 St. 1, 2에서 주로 많이 채집되었다. 이는 이 종의 특징을 나타내는 것으로써 이곳 Station은 타지역보다 물이 맑고 혼탁도가 낮은 지역이다.

6) 새미(*Ladislavia taczanowskii*)

산간계류의 돌이 많은 지역에서 서식한다. 본 조사에서는 St. 7, 8, 9, 10 등에서 많이 채집되었는데, 이는 이 종의 특성을 잘 반영하는 것으로, 이곳은 물이 맑고 유속이 빠르지 않다. 이 종은 수온의 상승이 번식을 제한하므로, 산림보호 등으로 수온의

상승을 막아야 한다. 종 자체가 최근 산림 손상 등으로 감소추세에 있으므로 보호를 요한다.

7) 독중개(*Cottus poecilopus*)

본 종은 하천 상류의 유속이 아주 빠른 곳의 돌 밑에 숨어 산다. 본 조사에서는 St. 5에서 1개체가 채집되었다. 이 종은 하천 오염과 주변의 산림 손상으로 개체가 감소하기 때문에 보호를 요한다.

8) 돌고기(*Pungtungia herzi*)

이 종은 유속이 완만하고 물이 맑으며 바닥에 자갈이 많이 깔려 있는 곳에서 바닥에 붙어서 돌 밑이나 바위틈 등에서 서식한다. 본 조사에서는 St. 7, 8, 9에서 채집되었다. 이는 이 종의 특징을 잘 반영하는 것으로 이곳은 비교적 유속이 느리고 바닥에 돌이 많은 곳이다.

9) 가는돌고기(*Pseudopungtungia tenuicorpus*)

본 종은 상류의 물이 맑고 자갈이 깔린 곳에서 서식한다. 본 조사에서는 St. 1, 2, 7에서 21개체가 채집되었는데 이는 한국고유종으로 한강 상류에서만 서식하며 하천의 오염으로 개체수가 줄어드는 추세이므로 보호를 요한다.

10) 모래무지(*Pseudogobio esocinus*)

물이 맑고 바닥에 모래가 깔린 곳에 붙어 살며 때로는 모래에 몸을 묻는 습성을 지닌다. 본 조사에서는 St. 7, 8, 9, 12 등에서 채집되었다.

11) 배가사리(*Microphysogobio longidorsalis*)

물이 맑고 자갈이 많은 하천의 중상류에 서식하며 본 조사에서는 St. 7, 8, 9, 12에서 채집되었다. 본 종은 환경오염으로 인하여 개체수가 감소하는 한국고유종 중의 하나이며 희소종으로 보호를 요하는 종이다.

12) 참마자(*Hemibarbus longirostris*)

하천 중상류의 맑은 곳의 자갈 바닥이 있는 곳에서 서식하며, 산란기는 5~6월경이고 모래나 자갈바닥에 산란한다. 본 조사에서는 St. 7, 9에서 채집되었으며, 이는 이 종의 특성을 잘 나타내는 것으로 현재 댐 공사로 인하여 물이 혼탁해지고 산림파괴 등으로 하천의 하상 구조 변화 등으로 감소 추세에 있어 보호를 요한다.

13) 쉬리(*Coreoleuciscus splendidus*)

한국고유종으로 물이 맑고 바닥에 자갈이 깔린 여울에 산다. 본 조사에서는 St. 7, 9에서 나타났다. 이유는 하상구조가 자갈이 많고 여울이기 때문이다.

14) 미꾸리(*Misgurnus anguillicaudatus*)

하천의 상류 지역에 주로 서식하며 조류나 유기물을 먹고 살며, 우리나라 전체에 걸쳐서 나타나며 본 조사에서는 St. 2, 7에서 채집되었다.

15) 왕종개(*Cobitis longicarpus*)

한국 고유종으로 유속이 빠르고 자갈이 깔린 곳에 서식하며, 본 조사에서는 St. 5, 11에서 채집되었다.

16) 참종개(*Cobitis koreensis koreensis*)

한국고유종으로 물이 맑고 자갈이 많이 깔린 하천에서 서식하며, 본 조사에서는 St. 7, 10에서 소수 채집되었다. 이 종은 하상 변형이나 유기물 오염에 대한 내성이 약하므로 보호를 요한다.

17) 어름치(*Hemibarbus mylodon*)

하천의 중상류의 물이 맑고 자갈이 깔린 곳에서 수서 곤충이나 소형 갑각류 등을 먹고 살며 산란후 자갈을 모아 산란탑을 쌓는다. 본 조사에서는 St. 10에서 채집되었는데, 이는 이 종의 특성을 잘 나타내고 있다. 즉, St. 10에서는 유속이 느리고 자갈과 모래가 있어 생활 환경이 우수하다. 본 종은 한국고유종으로 하상의 변화에 매우 민감하고 개체수가 매우 적다.

18) 산천어(*Oncorhynchus masou ishikawai*)

물이 맑고 아주 차가우며 산소가 풍부한 하천의 상류에 주로 서식한다. 본 조사에서는 St. 11에서만 1개체 확인되었으며, 본 종은 개체수가 매우 적어 보호 어종이다.

19) 열목어(*Brachymystax lenox*)

물이 아주 맑으며 수온이 낮은 상류지역에서 주로 서식한다. 본 조사에서는 St. 11과 St. 12에서 각각 1개체가 확인되었으며, 현재 개체군이 크게 줄고 있는 종 중의 하나이다.

20) 미유기(*Silurus microdorsalis*)

물이 맑고 바닥에 자갈이 깔린 하천의 중상류에 서식하는 메기과의 어류로써 한국고유종이다. 본 조사에서는 St. 7에서 1개체가 채집되었다. 본 종은 자연파괴로 인하여 종이 줄어드는 추세이고 현재 매우 희소종으로 보호를 요하는 종이다.

(4) 생물다양성 지수(Biodiversity Index)

Margalef(1958, 1968)의 정보이론(Information theory)에 의하여 유도된 Shannon-Weaver function(Pielou, 1966)을 사용하여 산출하였다. 조사기간 동안 각 지점별로 생물학적 지수를 산출한 결과는 Table 4와 같다.

Table 4와 같이 St. 7에서 다양도(H')와 풍부도(R)는 각각 $H'=1.8265$, $R=2.1463$ 로 전체 10개의 Station 중에서 가장 높게 나타났으며, 균일도(E)는 St. 11에서 0.9591로 가장 높게 나타났다. 그리고 대체적으로 St. 2가 가장 낮게 나타났다. 이

Table 4. Biological index of surveyed stations

Station	Diversity index	Richness index	Evenness index
Station 1	1.4241	1.6097	0.8848
Station 2	0.1820	0.5410	0.1313
Station 5	1.0397	1.4426	0.9463
Station 6	0.9502	1.2426	0.8609
Station 7	1.8265	2.1463	0.7121
Station 8	1.2128	0.9353	0.7535
Station 9	1.1364	1.6213	0.5465
Station 10	0.4785	1.2716	0.2670
Station 11	1.3296	1.6743	0.9591
Station 12	1.3904	1.5157	0.8639
Total	$H'=1.5923$	$R=2.5152$	$E=0.5315$

상과 같이 총 10개 Station 중 St. 7의 어류상이 가장 풍부하게 나타났다.

3. 생물학적 생태측정

조사지역의 출현종들에 대한 생물학적 표본추출법에 의한 생체 측정은 생체밀도(Density), 우점도(Dominance), 상대우점도(Relative dominance) 등을 분석하였으며, 전체 수계 중에서 어류가 생존 가능한 지역 5.47ha에 대하여 생체밀도(Density)를 측정할 결과는 Table 5와 같다.

생체밀도(Density)는 금강모치가 1ha당 163마리로 가장 높았으며, 그 다음은 갈겨니가 95마리 정

도 서식하고 있음을 추정할 수 있었다. 전체 20종 중에서 금강모치가 46.855%로 우점도가 가장 높았으며, 금강모치는 속사천 수계에서 St. 2(이승복 목장) 부근 하천에서는 집단으로 서식하고 있음이 확인되었다. 다음은 갈겨니로 27.358%의 우점도를 나타내었다. 또한 계방산 이외 여타의 수계에서는 위기에 처해 있어, 개체군도 작아 희소한 쉬리 20개체가 채집되어 본 지역의 중요성을 보여 주었다. 한편 출현종의 균일성(특정종의 출현빈도/전체 채집지역)을 분석하여 보면 갈겨니(80.0%), 새미(70.0%), 금강모치(60.0%) 등으로 10개 Station에서 골고루 출현하는 것을 알 수 있었으며, 단 1개 지점에서 발견된 종은 어름치를 비롯하여 5종이었다.

Table 5. Estimate of biomass about distribution of fishtype in the examined area through biological sample extraction method (Total 5.47ha)

*Species	Individual	Density (No./ha)	Dominance (Dom %)	Relative dominance(RA%)	Remark
1	522	95.43	27.358	58.39	
2	894	163.44	46.855	100.00	KES
3	120	21.94	6.289	13.42	
4	21	3.84	1.100	2.34	KES
5	55	10.05	2.883	6.15	
6	18	3.29	0.944	2.01	KES
7	32	5.85	1.677	3.58	
8	17	3.11	0.891	1.90	KES
9	5	0.91	0.261	0.56	KES
10	6	1.10	0.314	0.67	KES
11	8	1.46	0.419	0.89	KES, NM
12	1	0.18	0.052	0.00	
13	27	4.94	1.415	0.03	
14	21	3.84	1.101	0.02	KES
15	153	27.97	8.019	0.17	
16	1	0.18	0.052	0.00	KES
17	1	0.18	0.052	0.00	
18	1	0.18	0.052	0.00	KES
19	2	0.37	0.105	0.00	NM
20	3	0.55	0.157	0.00	KES

TOTAL 1,908 Species index: $H' = 1.5923$

* 1: *Zacco temmincki*, 2: *Moroco kumgangensis*, 3: *Pungtungia herzi*, 4: *Pseudopungtungia tenuicorpus*, 5: *Moroco oxycephalus*, 6: *Hemibarbus longirostris*, 7: *Pseudogobio esocinus*, 8: *Microphysogobio longidorsalis*, 9: *Cobitis rotundicaduta*, 10: *Misgurnus anguillicaudatus*, 11: *Hemibarbus mylodon*, 12: *Cottus poecilopus*, 13: *Zacco platypus*, 14: *Coreoleuciscus splendidus*, 15: *Ladislavia taczanowskii*, 16: *Silurus microdorsalis*, 17: *Cobitis longicorpus*, 18: *Oncorhynchus masou ishkwai*, 19: *Brachymystax lenox*, 20: *Cobitis koreensis koreensis*, KES: Korean Endemic Species, NM: Natural Monument

인 용 문 헌

- 전상린(1980) 한국산 담수어의 분포에 관하여. 중앙대 박사학위청구논문. 58-85쪽.
- 전상린(1984) 한국산 동자개과 및 메기과 어류의 검색과 분포에 관하여. 상명여대논문집 14: 83-115.
- 전상린(1987) 한국산 독중개과 및 큰가시고기과 주연성 담수어의 검색과 분포. 상명여대논문집 19: 557-568.
- 전상린 (1989) 한국산 황어屬, 연준모치屬 및 버들치屬(황어亞科) 어류의 검색과 분포. 상명여자대학교 기초과학연구소 논문집 3: 17-36.
- 정문기(1977) 한국어도보. 일지사, 59-497쪽.
- 최기철(1986) 강원도의 자연(담수어편). 강원도 교육위원회, 178-205쪽.
- 최기철, 전상린, 김익수, 손영목(1990) 원색한국담수어도감. 향문사, 172-174쪽.
- 최기철(1990) 한국의 희귀 및 위기 동·식물 실태조사 연구. 한국 자연 보존협회 연구보고서 제 10집. 117쪽.
- Margalef, R.(1958) Information theory in ecology. Gen. Syst., 3: 36-71.
- Margalef, R.(1968) Perspectives in ecological theory. Chicago, University of Chicago Press, 112p.
- McNaughton, S.J.(1967) Relationship among functional properties of California Grassland. Nature, 216: 144-168.
- Pielou, E.C.(1966) Shannon's formula as a measure of specific diversity: Its use and misuse. Amur. Nat. 100: 463-465.
- Pieiou, E.C.(1975) Ecological diversity. Wiley, New York. 165p.
- 內田惠太郎(1939) 朝鮮魚類誌 朝鮮總督府水産試驗場報告 6: 1-460.