

동강의 어류상과 생태학적 군집분석^{1a}

최준길^{2*} · 오사무 미타무라³ · 이동준² · 신현선³

Ichthyofauna and Ecological Community Analysis in the Dong River^{1a}

Jun-Kil Choi^{2*}, Osamu Mitamura³, Dong-Jun Lee², Hyun-Seon Shin³

요약

2006년 5월부터 2007년 5월까지 동강의 어류상과 생태학적 군집분석을 조사한 결과는 다음과 같다. 조사된 어종은 총 10과 31종이었다. 총 31종의 어종 중 일차담수어가 26종, 주변성 담수어가 5종으로 나타나 일차담수어의 구성비가 매우 높았다. 우점종은 참갈겨니(*Zacco koreanus*) 55.73%, 아우점종은 쉬리(*Coreoleuciscus splendidus*) 7.15%였으며, 우세종은 배가시리(*Microphysogobio longidorsalis*) 6.12%, 어름치(*Hemibarbus mylodon*) 4.87%, 참종개(*Iksookimia koreensis*) 4.49% 등이었다. 한국고유종은 묵납자루(*Acheilognathus signifer*), 줄납자루(*A. yamatsutae*), 가는돌고기(*Pseudopungtungia tenuicorpus*), 쉬리(*C. splendidus*), 긴물개(*Squalidus gracilis majimae*) 그리고 어름치(*H. mylodon*) 등 19종(61.29%)으로 고유종의 빈도가 매우 높았으며, 천연기념물이 1종, 환경부지정 멸종위기 야생동물 II급 종이 5종으로 각각 확인되었다. 예상되는 종수(기대종)의 분석 결과, 동강의 전 조사지점에서는 18(지점 4, 5)~22종(지점 3)이 서식하고 있을 것으로 나타났으며, 유사도 분석은 62.28%(지점 1과 2)~84.13%(지점 1과 5)의 범위로 나타났다. 따라서 동강유역은 어류가 서식하기에 매우 적합한 수환경을 유지하고 있으며, 각 조사지점별 수환경도 매우 유사한 것으로 판단된다.

주요어 : 일차담수어, 주변성 담수어, 유사도 분석

ABSTRACT

The ichthyofauna and ecological community analysis in the Dong River, Korea, were investigated from May, 2006 to May, 2007. During the surveyed period, 31 species belonging 9 families were collected. Total of 31 species(primary freshwater: 26 species, peripheral freshwater: 5 species) were found with the primary freshwater fishes being highest. Dominant species was *Zacco koreanus*(55.73%), and subdominant species was *Coreoleuciscus splendidus*(7.15%). Also, *Microphysogobio longidorsalis* (6.12%), *Hemibarbus mylodon*(4.87%), *Iksookimia koreensis*(4.49%) were numerous. There were 19 Korean endemic species(61.29%), including *Acheilognathus signifer*, *A. yamatsutae*, *Pseudopungtungia tenuicorpus*, *C. splendidus*, *Squalidus gracilis majimae*, *H. mylodon*. Among them, 1 species was identified

1 접수 2008년 6월 4일, 수정(1차 : 2008년 10월 13일, 2차 : 10월 17일), 게재확정 2008년 10월 24일

Received 4 June 2008; Revised(1st 13 October 2008, 2nd 17 October 2008); Accepted 24 October 2008

2 상지대학교 생명과학과 Dept. of Biological Science, Sangji Univ., Wonju(220-702), Korea

3 시가현립대학교 환경과학연구과 Limnological Laboratory, University of Shiga Prefecture, Hassaka-cho 3165, Hikone, Shiga (522-0057), Japan

a 본 연구는 2007년도 상지대학교 교내 연구비 지원에 의하여 수행되었음

* 교신저자, Corresponding author(jkilchoi@sangji.ac.kr)

as qualifying for possible designation as a natural monument category, and 5 species were identified for designation required to protect under a wildlife category. As result of expected number of species according to rarefaction curve, the expected species of the Dong-river ranged from 19(St. 4, 5) to 22(St. 3) and result of similarity analysis ranged from 62.28%(St. 1 and 2) to 84.13%(St. 1 and 5). In conclusions, we could define that the Dong-river has a very good water conditions as habitat of fish, and habitat conditions also are very similar in every survey sites.

KEY WORD : PRIMARY FRESHWATER FISH, PERIPHERAL FRESHWATER FISH, SIMILARITY ANALYSIS

서론

영월군을 관통하여 흐르는 동강은 오대천과 조양강이 합류되어 흐르다가 서강(평창강)과 만나 남한강 상류로 유입되는 지류로써, 유로 약 65km의 자연형 하천으로 계곡이 잘 발달되어 있고 유량이 많으며 어천, 지장천, 석항천의 3개의 지류가 있다. 특히 동강은 국내의 하천들 중 사행구간 및 생물상이 잘 발달된 곳 중의 하나로 이 일대에는 비교적 많은 종류의 담수어류가 서식하고 있으며 생태학적으로 중요한 어종들이 서식하고 있다(전상린 등, 2002). 본 하천은 과거 자연 환경이 잘 보존된 지역이었으나 1990년대 중반 이후부터 대중화되기 시작한 레프팅이 성업하면서 많은 관광객들이 찾기 시작하였고 그에 따라 관광객들을 위한 위락 시설의 규모가 커짐에 따라 비점오염원이 많이 발생하고 있다. 이에 따른 환경오염 및 생태계 교란이 심화되자 환경부에서는 2002년 6월부터 정선군, 평창군, 영월군의 동강 일대를 생태계 보존지역으로 지정하여 보호하고 있는 실정이다. 따라서 동강의 생태계 보존을 위하여 지속적으로 어류 서식실태조사를 실시할 필요가 있다. 지금까지 본 지역의 어류상에 관한 연구는 전상린 등(2002), 김대원과 김동석(2003), 환경부와 국립환경연구원(2002)에서 발간한 보고서 등으로 매우 부족한 실정이다. 그러나 이전 연구에서는 최근의 환경을 고려하지 못한 시기의 조사였으며 2002년 연구 이후 김대원과 김동석(2003)의 연구는 직접적인 조사가 아닌 선행조사에 한정되어 비교자료로 사용할 수 없었으며, 최근 몇 년간 본 지역의 어류상에 관한 연구가 이루어지지 않았다. 따라서 본 연구에서는 동강의 어류상 및 생태학적 특징을 밝히고 과거의 연구들과 비교하여 어류상의 변화를 파악함으로써 하천생태계의 보존 및 관리를 위한 기초자료를 마련하고자 한다.

조사 및 방법

1. 조사기간 및 조사지점

본 조사는 2006년 5월부터 2007년 5월까지 조사를 실시하였으며 조사기간은 다음과 같다.

- 1차 조사: 2006년 5월 25일 ~ 26일
- 2차 조사: 2006년 8월 11일 ~ 12일
- 3차 조사: 2006년 9월 22일 ~ 23일
- 4차 조사: 2007년 5월 18일 ~ 19일

또한 효과적인 어류채집과 주변경관을 고려하여 동강 본

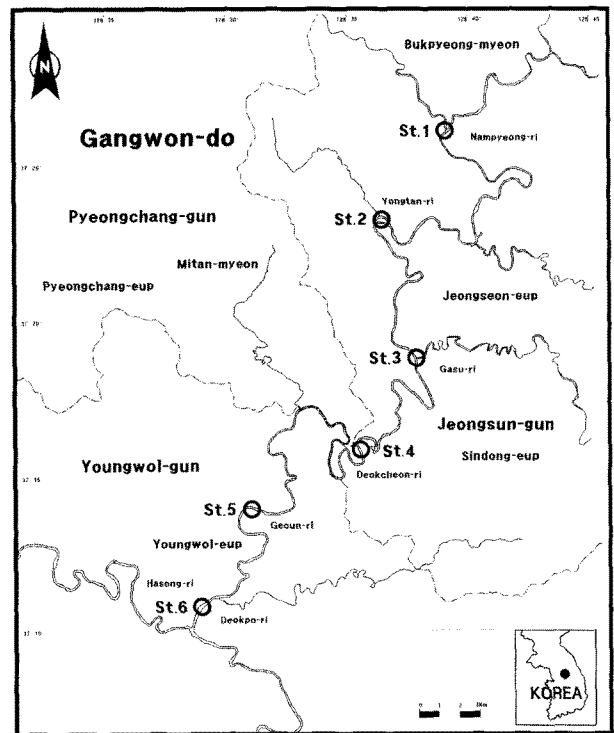


Figure 1. Map showing the studied area

류를 중심으로 조사지점을 선정하였으며 각 지점의 행정구역 명칭은 다음과 같다(Figure 1).

- St. 1 강원도 정선군 북평면 남평리
- St. 2 강원도 정선군 정선읍 용탄리
- St. 3 강원도 정선군 정선읍 가수리
- St. 4 강원도 정선군 신동읍 덕천리
- St. 5 강원도 영월군 영월읍 거운리
- St. 6 강원도 영월군 영월읍 덕포리

2. 조사방법 및 내용

어류의 채집은 정량 조사를 위하여 투망(7×7mm)과 족대(4×4mm)를 각각 14회, 40분간 사용하였다. 채집된 어류는 동정 후 방류하였으며, 일부 개체는 채집 즉시 현장에서 10% 포르말린 용액으로 고정된 다음 실험실로 운반하여 동정, 분류하였다.

어류의 동정에는 국내에서 발표된 검색표(김익수, 1997; 최기철 등, 1990; 김익수와 박종영, 2002; 김익수 등, 2005)를 이용하였고 분류체계는 Nelson(1994)을 따랐다.

생태학적 지수는 각 조사지점의 실제 서식 종수에 대한 현장조사의 오차를 줄이기 위해 채집된 개체군 크기에 따라 종수의 기대값(Hurlbert, 1971; James and Rathbun, 1981)을 산출하였다. 유사도(Bray-Curis similarity)는 Bray and Curtis(1957), 종풍부도(Richness index)는 Margalef(1958) 그리고 Menhinick(1964), 다양도(Species diversity index)는 Shannon and Weaver(1963) 그리고 Hill(1973), Simpson(1949)을 모두 산출하여 앞으로 발표될 자료와 비교할 수 있게 하였다. 통계처리는 Rarefac. Bas와 Spdivers. Bas 프로그램(Ludwig and Reynolds, 1988)을 사용하였다.

결과 및 고찰

1. 어류상

동강에 대한 어류조사 결과 채집된 어종은 모두 10과 31종 5,652개체였다(Table 1). 상류인 북평면 남평리(St. 1)에서 7과 21종, 정선읍 용탄리(St. 2)에서 4과 21종, 정선읍 가수리(St. 3)에서 7과 24종, 신동읍 덕천리(St. 4)에서 5과 19종, 영월읍 거운리(St. 5)에서 6과 19종, 그리고 마지막 지점인 영월읍 덕포리(St. 6)에서 6과 20종이 각각 채집되어, 조사 지점 별 종수는 거의 유사한 것으로 나타났다(Table 1).

본 조사에서 출현한 31종 중 잉어과(Cyprinidae)가 19종(61.29%)으로 가장 많았고, 다음은 미꾸리과(Cobitidae), 메기과(Siluridae), 연어과(Salmonidae)가 각각 2종(6.45%)으로 나타났으며, 종개과(Balitoridae), 동자개과(Bagridae),

통가리과(Amblycipitidae), 독중개과(Cottidae), 꺾지과(Centropomidae), 망둑어과(Gobiidae)는 각각 1종(3.23%)씩 출현하였다. 개체수에 따른 각 과별 비교풍부도를 살펴보면 잉어과(Cyprinidae)가 4,943개체로 87.46%으로 가장 높았으며, 다음으로는 미꾸리과(Cobitidae)가 379(6.70%)개체, 종개과(Balitoridae) 125개체(2.21%), 꺾지과(Centropomidae) 103개체(1.82%), 통가리과(Amblycipitidae) 73개체(1.29%), 메기과(Siluridae) 16개체(0.28%), 연어과(Salmonidae) 5개체(0.09%), 동자개과(Bagridae) 4개체(0.07%), 망둑어과(Gobiidae) 3개체(0.05%), 독중개과(Cottidae) 1개체(0.02%) 등의 순으로 나타났다. 이와 같이 잉어과(Cyprinidae) 어류가 우세하다는 것은 한반도의 서·남해안으로 유입되는 하천에서 볼 수 있는 담수어류상과 잘 일치하고 있다(전상린, 1980; 최재석 등, 2004). 출현한 어종들 중 일차 담수어는 26종(83.87%), 주연성 어류는 5종(16.13%)으로 나타났다.

본 조사에서 채집된 31종 중 개체수 구성비가 가장 높은 종은 참갈겨니(*Zacco koreanus*)로 55.73%(3,150개체)을 차지하고 있었고, 다음은 쉬리(*Coreoleuciscus splendidus*)로 7.15%(404개체), 배가사리(*Microphysogobio longidorsalis*) 6.12%(346개체), 어름치(*Hemibarbus mylodon*) 4.87%(275개체), 참종개(*Iksookimia koreensis*) 4.49%(254개체), 돌고기(*Pungtungia herzi*) 3.50%(198개체), 피라미(*Z. platypus*) 2.99%(169개체), 대륙종개(*Orthrias nudus*)와 새코미꾸리(*Koreocobitis rotundicaudata*)가 각각 2.21%(125개체) 등의 순으로 나타났다(Figure 2). 또한 개체수 구성비가 0.10% 이하로 나타나 희소종에 속하는 종은 긴몰개(*Squalidus gracilis majimae*), 누치(*H. labeo*), 연준모치(*Phoxinus phoxinus*), 메기(*Silurus asotus*) 등을 포함한 9종이었다.

본 조사에서 출현한 어종들 중 한국고유종은 묵납자루(*Acheilognathus signifer*), 즐납자루(*A. yamatsutae*), 가는

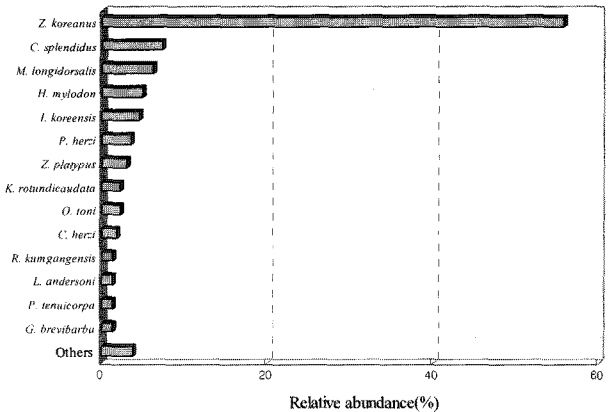


Figure 2. The relative abundance of the fish species collected in the Dong-river

Table 1. A list of fish species in each site of the Dong river from May, 2006 to May, 2007

Species	Sites						Total	R.A	Remark
	1	2	3	4	5	6			
Cyprinidae									
<i>Acheilognathus signifer</i>		4	1	2		3	10	0.18	Pr,E,II
<i>Acheilognathus yamatsutae</i>		5		1			6	0.11	Pr,E
<i>Pungtungia herzi</i>	52	30	8	10	10	88	198	3.50	Pr
<i>Pseudopungtungia tenuicorpus</i>	4	18	6	19	6	20	73	1.29	Pr,E,II
<i>Coreoleuciscus splendidus</i>	53	15	191	45	91	9	404	7.15	Pr,E
<i>Squalidus gracilis majimae</i>		1				4	5	0.09	Pr,E
<i>Hemibarbus labeo</i>		4					4	0.07	Pr
<i>Hemibarbus longirostris</i>	1	38	6	3	6	1	55	0.97	Pr
<i>Hemibarbus mylodon</i>	33	123	51	6	43	19	275	4.87	Pr,E,NM
<i>Pseudogobio esocinus</i>	3	16	2	4		5	30	0.53	Pr
<i>Gobiobotia macrocephala</i>	1		6	2	4		13	0.23	Pr,E,II
<i>Gobiobotia brevibarba</i>	10	2	16	27	16	1	72	1.27	Pr,E,II
<i>Microphysogobio yaluensis</i>	1	15			1		17	0.30	Pr,E
<i>Microphysogobio longidorsalis</i>	45	42	70	49	54	86	346	6.12	Pr,E
<i>Phoxinus phoxinus</i>			1				1	0.02	Pr
<i>Rhynchocypris oxycephalus</i>			40			1	41	0.73	Pr
<i>Rhynchocypris kumgangensis</i>	1	3	65		5		74	1.31	Pr,E
<i>Zacco koreanus</i>	333	678	436	647	776	280	3,150	55.73	Pr,E
<i>Zacco platypus</i>	35	7	16	36	23	52	169	2.99	Pr
Balitoridae									
<i>Orthrias nudus</i>	13	3	76	5	27	1	125	2.21	Pr
Cobitidae									
<i>Iksookimia koreensis</i>	15	27	130	29	42	11	254	4.49	Pr,E
<i>Koreocobitis rotundicaudata</i>	13	16	9	29	43	15	125	2.21	Pr,E
Siluridae									
<i>Silurus asotus</i>						1	1	0.02	Pr
<i>Silurus microdorsalis</i>	1		1	3	10		15	0.27	Pr,E
Bagridae									
<i>Pseudobagrus koreanus</i>	2					2	4	0.07	Pr,E
Amblycipitidae									
<i>Liobagrus andersoni</i>	39	2	4	9	12	7	73	1.29	Pr,E
Cottidae									
<i>Cottus koreanus</i>			1				1	0.02	Ph,E,II
Salmonidae									
<i>Brachymystax lenok tsinlingensis</i>			2				2	0.04	Ph
<i>Oncorhynchus mykiss</i>			3				3	0.05	Ph,IS
Centropomidae									
<i>Coreoperca herzi</i>	8	20	8	27	8	32	103	1.82	Ph,E
Gobiidae									
<i>Rhinogobius brunneus</i>	1				2		3	0.05	Ph
No. of Family	7	4	7	5	6	6	10		
No. of Species	21	21	24	19	19	20	31		
No. of Individuals	664	1,069	1,149	953	1,179	638	5,652		

E: Korean endemic species, Pr: Primary freshwater fish, Ph: Peripheral freshwater fish, NM: Natural monument, II: endangered species, IS: Introduced species, R.A: Relative abundance

돌고기(*Pseudopungtungia tenuicorpus*), 쉬리(*C. splendidus*), 긴물개(*S. gracilis majimae*), 어름치(*H. mylodon*), 꾸구리(*Gobiobotia macrocephala*), 돌상어(*G. brevibarba*), 돌마자(*M. yaluensis*), 배가사리(*M. longidorsalis*), 금강모치(*Rhynchocypris kumgangensis*), 참갈겨니(*Z. koreanus*), 참종개(*I. koreensis*), 새코미꾸리(*K. rotundicaudata*), 미유기(*S. microdorsalis*), 눈동자개(*Pseudobagrus koreanus*), 통가리(*Liobagrus andersoni*), 독중개(*Cottus koreanus*) 및 꺾지(*Coreoperca herzi*) 등 19종(61.29%)으로 높은 고유성을 나타내었는데 이들 어종들은 모두 남한강 중 상류역의 대표적인 어종들이다(전상린 등, 2002).

한편 각 어종의 지점별 출현빈도를 보았을 때 돌고기(*P. herzi*), 가는돌고기(*P. tenuicorpa*), 쉬리(*C. splendidus*), 참마자(*H. longirostris*), 어름치(*H. mylodon*), 돌상어(*G. brevibarba*), 배가사리(*M. longidorsalis*), 참갈겨니(*Z. koreanus*), 피라미(*Z. platypus*), 종개(*O. toni*), 참종개(*I. koreensis*), 새코미꾸리(*K. rotundicaudata*), 통가리(*L. andersoni*), 꺾지(*C. herzi*) 등이 전 조사지점에서 출현하여 분포역이 매우 넓은 것으로 나타났다(Table 1). 이러한 어종들은 본 조사수역과 같은 여울과 소가 반복되는 서식처들을 선호하는 것으로 보아 대부분이 유수역을 선호하는 어종들이며, 이러한 유수성 어류들이 비교적 넓은 수역에서 채집되는 것은 동강의 어류상 분포의 특징인 것으로 판단된다. 그 중 천연기념물 제 259호로 지정되어 보호받고 있는 어름치(*H. mylodon*)은 5월 조사에서 다수의 산란탑이 목격되었는데 이는 본 지역이 어름치(*H. mylodon*)가 서식하기 좋은 수환경을 유지하고 있기 때문인 것으로 판단되며, 또한 참갈겨니(*Z. koreanus*)를 비롯한 10여종의 한국고유종과 환경부 지정 멸종위기 야생동물 II급으로 지정된 가는돌고기(*P. tenuicorpa*)와 돌상어(*G. brevibarba*)는 전 조사지역에 걸쳐 광범위하게 분포하는 것으로 보아 본 지역에서 지속적으로 안정적인 개체군을 유지하고 있는 것으로 판단된다.

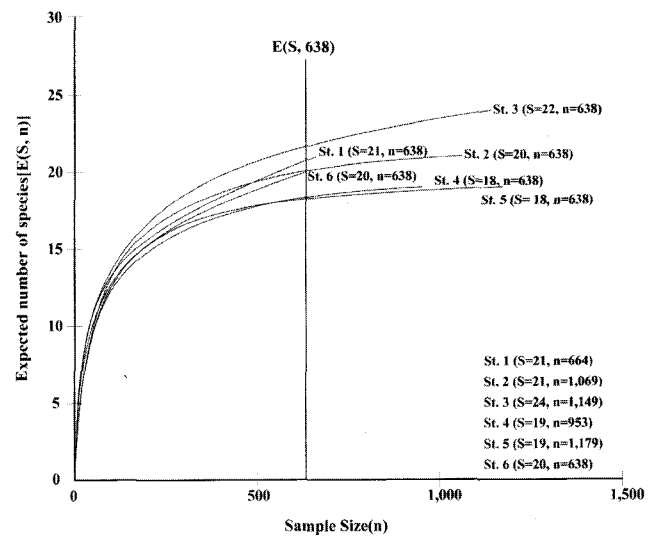


Figure 3. Rarefaction curves of each site in the Dong-river

2. 생태학적 군집분석

실제 서식 종수에 대한 야외 관찰의 오차를 줄이기 위해 실제 관찰값에서 개체군 크기에 따른 종수의 기대값 Rarefaction curve를 구하였다. Rarefaction curve는 n 개체수의 표본에서 예상되는 종수를 나타내며, 표본 크기의 경향과 차이점을 나타낼 수 있고, 조사지역의 종 풍부도를 비교할 수 있다(James and Rathbun 1981; 이원호 등, 2004).

지점별로 관찰된 개체수를 638개체로 동일하다고 예상하였을 때 종수의 기대값은 St. 3에서 $E(S, 638) = 22$ 종으로 가장 높게 나타났고, St. 1에서는 $E(S, 638) = 21$ 종, St. 2와 6에서 $E(S, 638) = 20$ 종, St. 4와 5에서 $E(S, 638) = 18$ 종 등의 순으로 나타났다(Figure 3). 전 지점에서 출현한 전 어종의 638개체에 대한 기대종수는 18~22종으로 종수가 매우 유사한 것으로 나타나 전 조사지점의 서식환경이 매우 유사한 것으로 판단된다. 또한 조사지점 간의 어류상 유사도를 분석한 결과 유사도가 가장 높은 지점은 St. 1과 5가

Table 2. Bray-Curtis similarity and distance indices between the sampling sites in the Dong-river

	Similarity matrix						Step	*C	*D	*S	Joined 1	Joined 2
	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6						
St. 1	-	71.88	74.17	81.71	84.22	78.63	1	5	15.78	84.22	1	5
St. 2	-	-	66.47	75.76	71.34	75.08	2	4	18.28	81.72	1	4
St. 3	-	-	-	74.17	80.87	64.28	3	3	24.92	75.07	2	6
St. 4	-	-	-	-	83.22	78.81	4	2	25.83	74.17	1	3
St. 5	-	-	-	-	-	67.09	5	1	35.71	64.28	1	2
St. 6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

*C: Clusters, D: Distance, S: Similarity

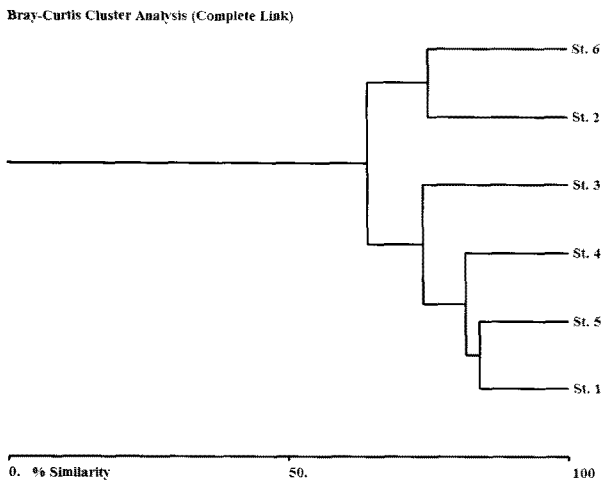


Figure 4. Bray-Curtis similarity diagram between the sampling sites in the Dong-river

84.13%으로 나타나 가장 비슷한 어류상을 가지고 있는 것으로 나타났으며, 그 다음으로는 St. 1과 4(81.72%), St. 2와 6(75.08%), St. 1과 3(74.17%), St. 1과 2(64.28%) 등의 순으로 나타나 전 지점의 유사도가 평균 64.28% 이상으로 높은 유사성을 나타내었다(Table 2, Figure 4). 이는 조사지점이 상류부터 하류까지 여울과 소가 반복되는 유사한 서식 환경을 유지하고 있기 때문인 것으로 판단된다.

본 조사에서 산출된 각 종의 생태지수는 Table 3과 같다. 풍부도지수(R1)는 St. 3에서 3.26으로 가장 높게 나타났으며, St. 5에서 가장 낮은 것으로 나타났다. 다양도지수(H')는 군집의 종 풍부 정도와 개체수의 상대적 균형성을 의미하며 군집의 복잡성을 나타내는 것으로 St. 3에서 2.07로 비교적 높게 나타났으며 St. 4에서 가장 낮은 것으로 나타났다. 그 중 Hill' number(N1)은 희소종의 변화에 민감하게 작용하는

지수(Peet, 1974)로 St. 3에서 7.93으로 높게 나타났는데 이는 희소종인 묵납자루(*A. signifer*), 연준모치(*P. phoxinus*), 미유기(*S. microdorsalis*), 독중개(*Cottus koreanus*) 등의 영향을 받기 때문인 것으로 나타났으며, St. 1과 6에서도 N1 값이 6.61 이상으로 희소종인 참마자(*H. longirostris*), 꾸구리(*G. macrocephala*), 돌상어(*G. brevibarba*), 돌마자(*M. yaluensis*), 버들치(*Rhynchocypris oxycephalus*), 금강모치(*R. kumgangensis*), 대륙종개(*O. nudus*), 메기(*S. asotus*), 미유기(*S. microdorsalis*), 독중개(*Cottus poecilopus*), 밀어(*Rhinogobius brunneus*) 등의 영향을 받기 때문인 것으로 나타났다. 그 중 St. 1, 3, 6에서는 환경부지정 멸종위기 야생동물 II급인 묵납자루(*A. signifer*: St. 3), 꾸구리(*G. macrocephala*: St. 1), 돌상어(*G. brevibarba*: St. 6), 독중개(*C. koreanus*: St. 3) 등 4종이 희소종으로 출현하여 보호가 필요한 것으로 나타났다. 그리고 Hill' number(N2)는 공통종의 변화에 민감한 지수(Peet, 1974)로 St. 3에서 5.03으로 가장 높은 것으로 나타났으며, St. 4에서 2.12로 가장 낮은 것으로 나타났다.

특히 St. 3에서 희소종으로 출현한 연준모치(*P. phoxinus*)는 빙하기의 유존종(遺存種)으로 한반도 내에 제한적으로 분포하는 냉수성 희귀어종이며 환경변화에 매우 민감하기 때문에 서식처의 파괴가 곧 멸종으로 이어질 수 있으므로 연준모치(*P. phoxinus*) 자원 유지에 세심한 관리가 필요하다(전상린 등, 2002). 또한 St. 3에서 희소종으로 출현한 독중개(*C. koreanus*)는 전상린 등(2002)에 의하면 남북한강의 본류에서 채집되는 유일한 예이므로 앞으로 이 지역에서 독중개(*C. koreanus*)의 면밀한 생태조사가 이루어져야 한다고 하였다. 본 조사에서도 St. 3에서 독중개(*C. koreanus*)가 출현하였는데 이 지역에 서식하는 어종들은 모두 학술적으로 매우 중요한 가치가 있고, 또한 환경변화에 손쉽게 큰 영향을 받을 것으로 판단되므로 세심한 관리가 요구된다.

Table 3. Community analyses at each site in the Dong-river

Indeces	Station					
	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6
Richness						
*NO	21	21	24	19	19	20
*R1	3.08	2.87	3.26	2.62	2.55	2.94
*R2	0.81	0.64	0.71	0.62	0.55	0.79
Diversity						
*λ	0.28	0.42	0.20	0.47	0.45	0.24
*H'	1.89	1.52	2.07	1.42	1.47	1.90
*N1	6.61	4.61	7.93	4.14	4.35	6.71
*N2	3.60	2.38	5.03	2.12	2.24	4.15

*NO: Number of species, R1: Margalef(1958), R2: Menhinick(1964), λ: Simpson(1949), H': Shannon and Weaver(1963), N1, N2: Hill(1973)

3. 법정 보호종의 분포도 비교

한강 수계에 분포하는 법적 보호종은 천연기념물 제 190호인 황쏘가리(*Siniperca scherzeri*)와 제 259호인 어름치(*H. mylodon*)의 2종과 멸종위기 야생동식물 II급 어종인 다묵장어(*Lethenteron reissneri*), 묵납자루(*A. signifer*), 가는돌고기(*P. tenuicorpus*), 돌상어(*G. brevibarba*), 꾸구리(*G. macrocephala*), 독중개(*C. koreanus*)의 6종 등 모두 8종이 서식하고 있는 것으로 알려져 있다(이광열 등, 2006). 한강수계를 북한강 수계와 남한강 수계로 나누어 출현한 법적 보호종을 살펴보면 Table 4와 같다. 동강에서 출현한 법적 보호종 중 천연기념물 제 259호인 어름치(*H. mylodon*)는 275개체(4.87%)로 전 지점에서 고르게 분포하는 것을 확인할 수 있었다. 또한 멸종위기 야생 동물 II급에 속하는 가는돌고기(*P. tenuicorpus*)와 돌상어(*G. brevibarba*)는 각각 73개체(1.29%)와 72개체(1.27%)로 전 지점에서 고르게 분포하고 있는 것이 확인되었으나 묵납자루(*A. signifer*)와 꾸구리(*G. macrocephala*)는 각각 10개체(0.18%)와 13개체(0.23%)로 여러 지점에서 출현하였으나 그 수가 상대적으로 적어 이들 어종에 대한 보호가 필요한 것으로 생각된다(Table 1, 4).

법적 보호종들을 한강수계의 다른 하천들과 비교해 보면, 북한강 수계의 내린천(남명모 등, 1998)에서는 5종(1.95%), 홍천강(최재석과 김재규, 2004)에서는 5종(4.29%)이 출현하였고 남한강 수계의 섬강(변화근, 1998)에서는 4종(3.13%), 평창강(이광열 등, 2006)에서는 6종(10.62%), 그리고 동강에서는 6종(19.35%)이 출현하였다. 가장 많은 어종이 출현한 하천은 동강과 평창강으로 각각 6종의 법정 보호종이 출현하여 이들 어종이 서식하기에 적합한 환경을 지닌 하천인 것을 알 수 있다. 또한 5개의 하천에서 모두

확인된 종은 묵납자루(*A. signifer*)와 돌상어(*G. brevibarba*)로 이들 두 종은 한강수계의 하천에서 광범위하게 서식하고 있는 것으로 판단된다. 한편 평창강에서 확인된 다묵장어(*L. reissneri*)는 동강의 경우 본 연구에서는 출현하지 않았으나 전상린 등(2002)의 연구에서 동강의 지류인 어천에서 7개체가 확인되었다. 따라서 본 종은 수질오염과 하상구조의 인위적인 변화 등으로 인하여 본 조사에서는 출현하지 않은 것으로 추정되므로 면밀한 생태조사가 필요한 것으로 판단된다.

4. 어류상 변화

동강에 대한 과거 어류상 조사는 환경부와 국립환경연구원(2002), 전상린 등(2002) 등 이 있으나 지속적인 조사는 이루어지고 있지 않는 실정이다. 과거자료와 본 조사결과를 종합하여 Table 5에 나타내었다. 환경부와 국립환경연구원(2002)의 조사에서는 9과 32종, 전상린 등(2002)에서는 총 10과 32종이 확인되었다. 지금까지 동강에서 기록된 종은 모두 10과 37종이었다.

과거 조사에서 출현하지 않았으나 본 조사에서 출현한 종을 살펴보면 열목어(*Brachymystax lenok tsinlingensis*) 1종이었다. 이는 지류에 서식하는 열목어(*B. tsinlingensis*)가 장마 이후 수위가 상승하여 상류로부터 일시적으로 유입되었을 것으로 판단된다.

과거 조사에는 출현하였으나 본 조사에서는 출현하지 않은 종을 살펴보면 다묵장어(*L. reissneri*), 붕어(*Carassius auratus*), 납자루(*A. lanceolatus*), 참중고기(*Sarcocheilichthys variegatus wakiyae*), 대농갱이(*Leiocassis ussuriensis*), 쏘가리(*Siniperca scherzeri*) 등으로 총 6종이었다. 이와 같은 어종이 출현하지 않은 것은 과거의 조사지점과 본 조사

Table 4. Comparison of Legal protected species appeared in the Dong-river System

Water Supply legal protected species	The North-Han river system		The South-Han river system		
	Naerin stream	Hongcheon river	Seom river	Pyeongchang river	Dong river
Petromyzontidae					
<i>Lethenteron reissneri</i>				●	
Cyprinidae					
<i>Acheilognathus signifer</i>	●	●	●	●	●
<i>Pseudopungtungia tenuicorpus</i>	●	●		●	●
<i>Hemibarbus mylodon</i>	●			●	●
<i>Gobiobotia macrocephala</i>		●	●	●	●
<i>Gobiobotia brevibarba</i>	●	●	●	●	●
Cottidae					
<i>Cottus koreanus</i>	●	●	●		●
No. Species	5	5	4	6	6

Table 5. Reference comparison of the ichthyofauna in the Dong-river

Species	Env. 1988	Jeon 2002	Present study 2002	Species	Env. 1988	Jeon 2002	Present study 2002
Petromyzontidae				Balitoridae			
<i>Lethenteron reissneri</i>	●	●		<i>Orthrias nudus</i>	●	●	●
Cyprinidae				Cobitidae			
<i>Carassius auratus</i>	●			<i>Iksookimia koreensis</i>	●	●	●
<i>Acheilognathus lanceolatus</i>	●	●		<i>Koreocobitis rotundicaudata</i>	●	●	●
<i>Acheilognathus signifer</i>	●	●	●	Siluridae			
<i>Acheilognathus yamatsutae</i>	●		●	<i>Silurus asotus</i>		●	●
<i>Pungtungia herzi</i>	●	●	●	<i>Silurus microdorsalis</i>	●	●	●
<i>Pseudopungtungia tenuicorpus</i>	●	●	●	Bagridae			
<i>Coreoleuciscus splendidus</i>	●	●	●	<i>Pseudobagrus koreanus</i>		●	●
<i>Sarcocheilichthys variegatus wakiyae</i>	●	●		<i>Leiocassis ussuriensis</i>	●		
<i>Squalidus gracilis majimae</i>			●	Amblycipitidae			
<i>Hemibarbus labeo</i>	●	●	●	<i>Liobagrus andersoni</i>	●	●	●
<i>Hemibarbus longirostris</i>	●	●	●	Salmonidae			
<i>Hemibarbus mylodon</i>	●	●	●	<i>Brachymystax lenok tsinlingensis</i>			●
<i>Pseudogobio esocinus</i>	●	●	●	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	●	●	●
<i>Gobiobotia macrocephala</i>	●	●	●	Cottidae			
<i>Gobiobotia brevibarba</i>	●	●	●	<i>Cottus coreanus</i>		●	●
<i>Microphysogobio yaluensis</i>	●	●	●	Centropomidae			
<i>Microphysogobio longidorsalis</i>	●	●	●	<i>Siniperca scherzeri</i>	●	●	
<i>Phoxinus phoxinus</i>	●	●	●	<i>Coreoperca herzi</i>	●	●	●
<i>Rhynchocypris oxycephalus</i>	●	●	●	Gobiidae			
<i>Rhynchocypris kumgangensis</i>	●	●	●	<i>Rhinogobius brunneus</i>	●	●	●
<i>Zacco koreanus</i>	●	●	●	Family	9	10	9
<i>Zacco platypus</i>	●	●	●	Species	32	32	31

의 지점이 일치하지 않아 채집되지 않았거나 각종 인위적인 교란에 의한 영향으로 생각된다. 또한 일부 종은 서식개체 수가 매우 적어 본 조사에서 채집되지 않았으나 지속적인 조사를 실시하면 서식을 확인할 수 있을 것으로 판단된다. 한편 2001년 이후 태풍 루사의 영향으로 수위가 높아져 하천으로 자연 방류된 도암댐의 탁수가 간접적으로나마 영향을 미쳤고, 잦은 범람과 이로 인한 수환경 변화에 따른 서식처의 교란으로 인한 문제들이 복합적으로 작용하였을 가능성도 배제할 수는 없다. 또한 본 연구에서 조사기간과 지점의 수가 전상린 등(2002)과 환경부와 국립환경연구원(2002)의 연구에 비해 상대적으로 적어 정성적인 비교는 가능하지만 정량적 비교에는 무리가 있는 것으로 판단된다.

인용문헌

김대원, 김동석(2003) 동강유역의 포유동물상 및 어류조사. 대구가톨릭대학교 자연과학논문집 1(2): 131-137.
 김익수(1997) 한국동식물도감 37권. 동물편(담수어류), 교육부.

김익수, 박종영(2002) 한국의 민물고기 한국의 자연시리즈. 교학사.
 김익수, 최윤, 이충열, 이용주, 김병직, 김지현(2005) (원색)한국어류대도감. 교학사.
 남명모, 양홍준, 채병수, 강영훈(1998) 내린천의 어류상과 군집구조. 한국어류학회지 10(1): 61-66.
 변화근(1998) 섬강의 어류상과 군집구조. 기초과학연구 11: 1-10.
 이광열, 장영수, 최재석(2006) 평창강의 어류상 및 법적 보호종의 서식 실태. 한국환경생태학회지 20(3): 331-339.
 이원호, 이찬우, 장지덕, 권기정(2004) 울산지역 모자의 경관에서의 조류 다양성. 한국생태학회지 27: 325-333.
 전상린(1980) 한국산담수어의 분포에 관하여. 중앙대학교 박사학위논문, pp. 14-19.
 전상린, 변화근, 최청일(2002) 동강의 어류군집에 대한 생태학적 연구. 한국어류학회지 5(5): 350-358.
 최기철, 전상린, 김익수, 손영목(1990) 원색한국어류도감. 향문사, pp.277
 최재석, 장영수, 이광열, 김진국, 권오길(2004) 파로호의 어류상 및 어류군집. 한국환경생물학회지 22(1): 111-119.

- 최재석, 김재구(2004) 홍천강의 어류상 및 어류군집. 한국환경생물학회지 18(3): 446-455.
- 환경부, 국립환경연구원(2002) 동강유역 생태조사보고서. pp. 65-104.
- Bray, J.R. and J.T. Curtis(1957) An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Eco. Monogr.* 27: 325-349.
- Hill, M.O.(1973) Diversity and evenness. A unifying notation and its consequences. *Ecology* 54: 427-432.
- Hurlbert, S.H.(1971) The non-concept of species diversity. A critique and alternative parameters. *Ecology* 52: 577-586.
- James, F.C and S. Rathbun(1981) Rarefaction, relative abundance, and diversity of avian communities. *Auk*. 98: 785-800.
- Ludwig, J.A. and J.F.Reynolds(1988) *Statistical Ecology* pp. 67-106.
- Margalef, R.(1958) Information theory in ecology. *Gen. Syst.* 3: 36-71.
- Menhinick, E.F.(1964) A comparison of some species-individuals diversity indices applied to samples of field insects. *Ecology* 45: 859-861.
- Nelson, J.S.(1994) *Fishes of the world*. John Wiley and Sons, New York, pp. 660.
- Peet, R.K.(1974) The measurement of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics* 5: 485-499.
- Shannon, C.E. and W. Weaver(1963) *The mathematical theory of communication*. Illinois Univ. Press, Urbana, pp. 117.
- Simpson, E.H.(1949) Measurement of diversity. *Nature* 196: 688.