

파로호의 어류상 및 어류군집

최재석* · 장영수 · 이광열 · 김진국 · 권오길

강원대학교 자연과학대학 생물학과

Ichthyofauna and Fish Community in Lake Paro

Jae-Seok Choi*, Young-Su Jang, Kwang-Yeol Lee, Jin-Gun Kim and Oh-Kil Kwon

Dept. of Biology, Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea

Abstract - The ichthyofauna and community structure in Lake Paro, Korea, was investigated from December 2002 to september 2003. During the surveyed period 45 species belonging 12 families were collected. There were 15 Korean endemic species 33.33%, including *Hemibarbus mylodon*, *Acheilognathus yamatsutae* and *Coreoperca herzi*. Dominant species were *Zacco platypus* (72.41%) and subdominant species were *Hemibarbus labeo* (9.75%). Also, *Opsariichthys uncirostris amurensis* (5.98%), *Zacco temmincki* (2.42%), *Rhinogobius brunneus* (2.01%) and *Hypomesus olidus* (0.88%) were numerous. The biomass of collected fishes were *Zacco platypus* (82,863.15 g), *Hemibarbus labeo* (32,942.63 g), *Opsariichthys uncirostris amurensis* (27,482.39 g), *Cyprinus carpio* (6,502.87 g), *Anguilla japonica* (3,022.15 g) and *Siniperca scherzeri* (2,711.05 g). Of the 10 introduced fishes in Lake Paro *Cyprinus carpio* (Israeli type), *Carassius cuvieri*, *Micropterus salmoides* and *Lepomis macrochirus* were originated form foreign countries but *Anguilla japonica*, *Hemiculter eigenmanni*, *Hypomesus olidus*, *Oncorhynchus masou masou*, *Chaenogobius urotaenius*, *Rhinogobius giurinus* were introduced from other native river systems.

Key words: Lake Paro, ichthyofauna, fish community, introduced fish

서 론

파로호는 1938년 일제가 대륙침략을 위한 군수산업 목적에 따라 화천군 간동면 구만리에 세운 화천수력발전소의 건설로 생긴 인공호수로 1943년에 준공되었다. 유역면적은 38.9 km², 저수량 약 10억톤이며 이승만 대통령이 '파로호'라는 친필 휘호를 내린데서 그 이름이 비롯되었다.

일반적으로 국내 인공호는 수위변동이 크기 때문에 수변에 습지식생이 발달하지 못하지만, 파로호는 다른 인공호에 비하여 비교적 수변의 경사가 완만하다. 이러한 경사면에 발달한 식생대에는 다양한 동·식물이 서식하는 장소로 생물다양성이 수생태계 및 육상생태계보다 매우 높으며, 어류의 산란처 제공으로도 매우 중요한 가치를 지니고 있다. 그러나, 파로호는 1987년 평화의 댐 축조를 위한 퇴수시 호수 바닥이 드러난 경험이 있으며, 현재에도 평화의 댐 2단계 공사로 인하여 호수의 물을 뺀 상태에 있다. 이러한 인위적인 수위의 저하로 인하여 호내의 생태계는 안정화 되지 못하고 지속적인 교란을 야기 시

* Corresponding author: Jae-Seok Choi, Tel. 011-373-9747, E-mail. gobiobiotia@hanmail.net

키고 있는 실정이다. 특히 파로호에 대한 선행연구가 없는 실정이므로 퇴수시 파로호의 어류상의 변화에 대한 조사는 매우 어려운 형편이다. 그러므로 호내의 지속적인 어족자원의 확보와 안정적인 호수 생태계의 회복을 위해서는 현재의 어류상을 파악하는 것이 매우 중요하다고 판단된다. 파로호 및 그 주변에 대한 어류상 조사는 최(1986)와 전(1992) 이외에는 거의 없는 실정이다. 최(1986)의 경우는 파로호가 위치해 있는 화천군 간동면과 화천읍 그리고 양구군 양구읍에 관한 어류상이었고 전(1992)의 조사는 파로호로 흘러드는 일부 지류의 어류상에 관한 것이었다. 따라서 본 연구에서는 파로호의 어류 조사를 통해 현재의 어류상 및 군집구조를 밝힘으로써 인공호 내 생태계 안정화 및 합리적이고 효율적인 어족 자원 관리를 위한 기초 자료를 얻고자 하였다.

조사 및 방법

조사지점은 유입하천인 지류의 6개 지점 및 호내의 4개 지점을 선정하여 조사하였고(Fig. 1) 각 지점의 행정 구역 명칭은 다음과 같다.

1. 지류 지점

- St. 1: 강원도 양구군 양구읍 정림리
- St. 2: 강원도 양구군 방산면 오미리

- St. 3: 강원도 화천군 화천읍 수하리
- St. 4: 강원도 화천군 화천읍 동촌리
- St. 5: 강원도 양구군 양구면 월명리
- St. 6: 강원도 화천군 간동면 오음리

2. 호내 지점

- St. 7: 강원도 화천군 동촌리 지둔지
- St. 8: 강원도 양구군 양구읍 상무룡리
- St. 9: 강원도 화천군 화천읍 태산리
- St. 10: 강원도 화천군 화천읍 동촌리

조사기간은 2002년 12월부터 2003년 9월까지이며 계절 별로 총 4회에 걸쳐 실시하였고 조사시기는 다음과 같다.

- 1차 조사: 2002년 12월 17일~18일
- 2차 조사: 2003년 4월 11일~18일
- 3차 조사: 2003년 7월 8일~10일
- 4차 조사: 2003년 9월 20일~21일

어류표본의 채집은 파로호 내의 각 조사 지점에서 망목(5×5 mm, 20×20 mm)인 삼각망을 이용하여 설치 후 2~3일간 수중에 설치한 후 어류를 수거하였다. 또한 지류의 지점에서는 투망(7×7 mm), 족대(망목 4×4 mm)를 사용하였다. 채집된 어류는 채집 즉시 현장에서 10% 포르말린용액으로 고정된 다음 실험실로 운반하여 동정·분류하였고 종별로 체장과 습중량을 측정하였다.

어류의 동정에는 국내에서 지금까지 발표된 검색표(內

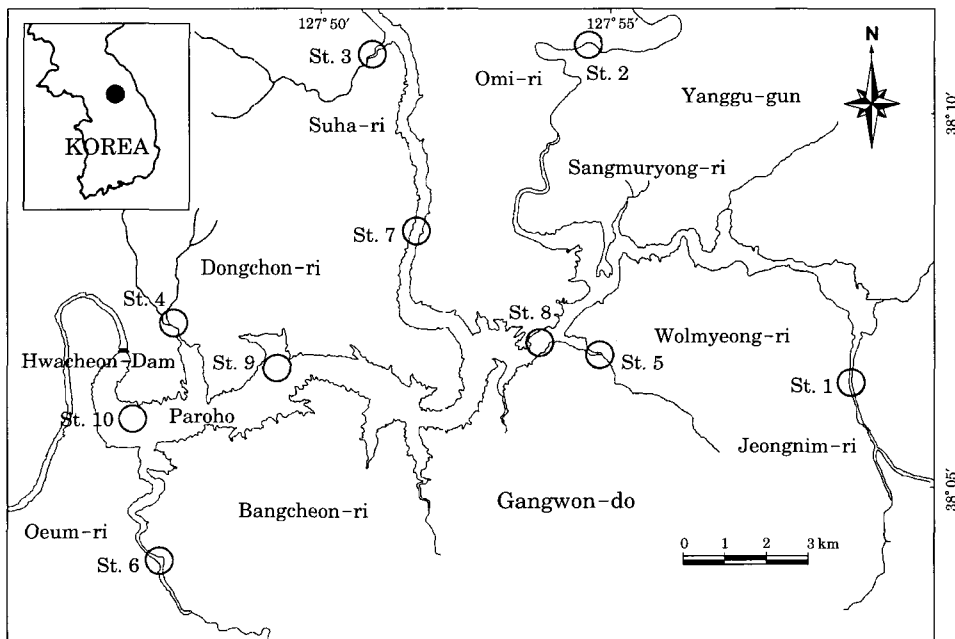


Fig. 1. Map showing the studied area.

田 1939; 정 1977; 김 1982, 1984, 1988, 1997; 손 1987; 전 1980, 1983, 1984, 1989; 최 등 1990; 김과 강 1993)를 이용하였다. 분류체계는 Nelson (1994)을 따랐다. 또한 군집분석은 각 조사지점에 대하여 우점도, 종다양도, 균등도를 산출하였다 (Simpson 1949; Shannon and Weaver 1963; Pielou 1969).

결과 및 고찰

1. 출현종 및 종조성

파로호와 유입하천에 대한 어류조사 결과 출현한 종은 총 12과 45종 18,626개체였으며 이 중 유입하천에서는 9과 32종 2,240개체, 그리고 호내에서는 9과 31종 16,386개체가 각각 확인되었다 (Table 1). 유입하천인 양구읍 정림리 (지점 1)에서는 6과 22종, 방산면 오미리 (지점 2)에서는 5과 15종, 화천읍 수하리 (지점 3)에서는 5과 9종, 화천읍 동촌리 (지점 4)에서는 4과 11종, 양구면 월명리 (지점 5)에서는 7과 15종, 간동면 오음리 (지점 6)에서는 4과 13종이 채집되었고, 파로호내의 화천군 동촌리 지둔지 (지점 7)에서는 6과 18종, 양구읍 상무릉리 (지점 8)에서는 8과 24종, 화천읍 태산리 (지점 9)에서는 7과 24종, 그리고 마지막 지점인 화천읍 동촌리 (지점 10)에서는 6과 15종이 각각 채집되었다. 출현어종 중 천연기념물은 *Hemibarbus mylodon*과 *Siniperca scherzeri* (Albino type) 2종이었다. *S. scherzeri* (Albino type)는 화천읍 태산리 (지점 9)에서 1개체가 채집되었다. *H. mylodon*의 경우 유입하천인 방산면 오미리 (지점 2)에서 1개체, 그리고 호내의 지점인 양구읍 상무릉리 (지점 8)에서 2개체가 채집되었다.

한국 고유종은 *H. mylodon*를 포함하여 *Acheilognathus yamatsutae*, *Coreoleuciscus splendidus*, *Sarcocheilichthys nigripinnis morii*, *Sarcocheilichthys variegatus wakiyae*, *Squalidus gracilis majimae*, *Gobiobotia breviparba*, *Microphysogobio longidorsalis*, *Microphysogobio yaluensis*, *Rhynchocypris kumgangensis*, *Iksookimia koreensis*, *Koreocobitis rotundicaudata*, *Silurus microdorsalis*, *Liobagrus andersoni*, *Coreoperca herzi* 등 15종 (33.33%)으로 나타났다. 이 중 호내에서 출현한 고유종은 모두 6종 (13.33%)으로 다른 하천에 비하여 고유성이 낮은 편이었다 (양 등 1991; 조 등 1991; 양과 채 1993; 변 등 1994; 남 등 1998). 이와 같이 유수역보다 정수역인 댐호 내에서 고유종의 수가 적게 나타나는 것은 일반적인 현상이다 (양 등 1997; 최 등 2003). 또한 본 조사에서 출현한 45종 중 Cyprinidae는 25종 (55.56%)으로 가장

많았고, Cobitidae는 4종 (8.89%), Gobiidae는 3종 (6.67%), Siluridae, Bagridae, Centropomidae 및 Centrarchidae는 각각 2종 (4.44%), 그리고 Anguillidae, Amblycipitidae, Osmeridae, Salmonidae 및 Cottidae는 각각 1종 (2.22%)씩이었다. 이와 같이 Cyprinidae와 Cobitidae에 속하는 어류가 우세하게 분포하는 것은 우리나라 서남해로 유입하는 하천의 담수어류상의 특징과 잘 일치하고 있다 (전 1980). 출현 어종들 중 일차담수어는 34종 (75.56%), 주연성담수어는 11종 (24.44%)이었다. 국외에서 도입되어 방류된 도입종은 *Cyprinus carpio* (Israeli type), *Carassius cuvieri*, *Micropterus salmoides*, *Lepomis macrochirus* 등 4종 (8.89%)이었다.

한편 유입하천과 호내의 어종 구성을 비교해 보면, 하천에서만 출현한 어종은 *C. splendidus*, *S. gracilis majimae*, *G. breviparba*, *M. yaluensis*, *R. kumgangensis*, *Ladislavia taczanowskii*, *Orthrias nudus*, *I. koreensis*, *K. rotundicaudata*, *Misgurnus anguillicaudatus*, *S. microdorsalis*, *Oncorhynchus masou masou*, *Cottus poecilopterus*, *C. herzi* 등 14종 (31.11%)이었고 호내에서만 출현한 어종은 *C. carpio* (Israeli type), *Cyprinus carpio*, *A. yamatsutae*, *Acheilognathus macropterus*, *S. nigripinnis morii*, *S. variegatus wakiyae*, *Hemiculter eigenmanni*, *Pseudobagrus fulvidraco*, *Leiocassis ussuriensis*, *Hypomesus olidus*, *Siniperca scherzeri*, *Rhinogobius giurinus*, *M. salmoides*, *L. macrochirus* 등 13종 (28.89%)이었다. 그리고 호내와 하천 모두에서 출현한 어종은 *Anguilla japonica*, *Carassius auratus*, *C. cuvieri*, *Pungtungia herzi*, *Hemibarbus labeo*, *Hemibarbus longirostris*, *Pseudorasbora parva*, *H. mylodon*, *P. esocinus*, *M. longidorsalis*, *Rhynchocypris oxycephalus*, *Zacco temmincki*, *Zacco platypus*, *Opsariichthys uncirostris amurensis*, *Silurus asotus*, *L. andersoni*, *Chaenogobius urotaenius*, *Rhinogobius brunneus* 등 18종 (40.00%)이었다.

본 조사에서 확인된 총 45종 중 개체수 구성비가 가장 높은 종은 *Z. platypus*로 72.41% (13,488개체)를 차지하고 있었고, 다음은 *H. labeo* 9.75% (1,816개체), *O. uncirostris amurensis* 5.98% (1,114개체), *Z. temmincki* 2.42% (450개체), *R. brunneus* 2.01% (375개체) 등의 순으로 나타났다. 또한 개체수의 비교표준도가 0.10% 이하로 나타나 회소종에 속하는 종은 *K. rotundicaudata*, *A. yamatsutae*, *H. mylodon* 등을 포함하여 총 23종이었다. 한편 개체수 구성비를 유입하천과 호내로 나누어서 비교해 보면, 하천에서는 *Z. platypus*가 가장 높은 26.74%였고, 다음은 *Z. temmincki* 18.75%, *R. brunneus* 13.75%, *P. esocinus* 5.00%, *P. herzi* 4.91%, *S. gracilis majimae* 4.42%

Table 1. A list and individual number of fishes collected from Lake Paro and inflow streams

Species	Stations										Total	RA	Remarks				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
Anguillidae																	
<i>Anguilla japonica</i>	1					1	3	2	1	2		10	0.05	Ph			
Cyprinidae																	
<i>Cyprinus carpio</i>								3	6	4	7	20	0.11	Pr			
<i>Cyprinus carpio</i> (Israeli type)									1			1	0.01	Pr			
<i>Carassius auratus</i>	7					1	2	4	1	4		19	0.10	Pr			
<i>Carassius cuvieri</i>	1						8	6	1	4		20	0.11	Pr			
<i>Acheilognathus yamatsutae</i>							2		1			3	0.02	Pr,E			
<i>Acheilognathus macropterus</i>							1	16	10	21		48	0.26	Pr			
<i>Pungtungia herzi</i>	53	41	9	4	3				5	1		116	0.62	Pr			
<i>Coreoleuciscus splendidus</i>	21	32	5	2	2							62	0.33	Pr,E			
<i>Sarcocheilichthys nigripinnis morii</i>							6	11	20	12		49	0.26	Pr,E			
<i>Sarcocheilichthys variegatus wakiyae</i>									1			1	0.01	Pr,E			
<i>Squalidus gracilis majimae</i>	96						3					99	0.53	Pr,E			
<i>Gobiobotia brevibarba</i>		15			1							16	0.09	Pr,E			
<i>Hemibarbus labeo</i>	1							566	199	239	811	1816	9.75	Pr			
<i>Hemibarbus longirostris</i>	36	4		4		2	25	17	1	10		99	0.53	Pr			
<i>Pseudorasbora parva</i>	20									1		21	0.11	Pr			
<i>Hemibarbus mylodon</i>		1							2			3	0.02	Pr,E,NM			
<i>Pseudogobio esocinus</i>	67	10		3		32	18	1	5			136	0.73	Pr			
<i>Microphysogobio yaluensis</i>	4	1										5	0.03	Pr,E			
<i>Microphysogobio longidorsalis</i>		36							2			38	0.20	Pr,E			
<i>Rhynchocypris oxycephalus</i>	1			1	2	57				1		62	0.33	Pr			
<i>Rhynchocypris kumgangensis</i>			39		7	1						47	0.25	Pr,E			
<i>Ladislavia taczanowskii</i>			7									7	0.04	Pr			
<i>Zacco platypus</i>	218	78		87	12	204	2269	2697	3981	3942		13488	72.41	Pr			
<i>Zacco temmincki</i>	4	83	105	72	101	55			5	25		450	2.42	Pr			
<i>Opsariichthys uncirostris amurensis</i>	8						223	191	383	309		1114	5.98	Pr			
<i>Hemiculter eigenmanni</i>										2		2	0.01	Pr			
Cobitidae																	
<i>Orthrias nudus</i>	7					90						97	0.52	Pr			
<i>Iksookimia koreensis</i>	48	24			12	7						91	0.49	Pr,E			
<i>Koreocobitis rotundicaudata</i>	2	11	2		1							16	0.09	Pr,E			
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	1				3	6						10	0.05	Pr			
Siluridae																	
<i>Silurus asotus</i>	2							2	1	2	5	12	0.06	Pr			
<i>Silurus microdorsalis</i>			1		1							2	0.01	Pr,E			
Bagridae																	
<i>Pseudobagrus fulvidraco</i>								4				4	0.02	Pr			
<i>Leiocassis ussuriensis</i>								8				8	0.04	Pr			
Amblycipitidae																	
<i>Liobagrus andersoni</i>	1	7			2				1			11	0.06	Pr,E			
Osmeridae																	
<i>Hypomesus olidus</i>							61	22	16	64		163	0.88	Ph			
Salmonidae																	
<i>Oncorhynchus masou masou</i>				1								1	0.01	Ph			
Cottidae																	
<i>Cottus poecilopterus</i>					2							2	0.01	Ph			
Centropomidae																	
<i>Coreoperca herzi</i>		16	10	1	3							30	0.16	Ph,E			
<i>Siniperca scherzeri</i>								5	7	8	2	22	0.12	Ph			
<i>Siniperca scherzeri</i> (Albino type)										1		1	0.01	Ph,NM			
Gobiidae																	
<i>Chaenogobius urotaeni</i>				9					3	6		18	0.10	Ph			
<i>Rhinogobius giurinus</i>								2	1	1		4	0.02	Ph			
<i>Rhinogobius brunneus</i>	107	6	1	114	34	47			24	42		375	2.01	Ph			
Centrarchidae																	
<i>Micropterus salmoides</i>									2	3	1	6	0.03	Ph			
<i>Lepomis macrochirus</i>											1	1	0.01	Ph			
Family	6	5	5	4	7	4	6	8	7	6		12					
Species	22	15	9	11	15	13	18	24	24	15		45					
Number of individuals	706	365	179	298	186	506	3208	3227	4756	5195		18626					

E: Korean endemic species, Pr: Primary freshwater, Ph: Peripheral freshwater fish, NM: Natural Monument, RA: relative abundance

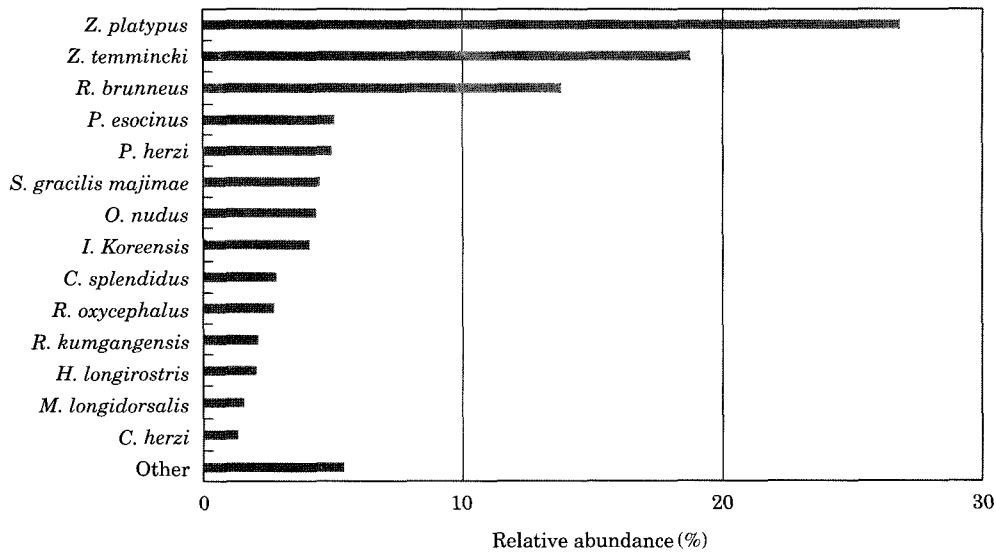


Fig. 2. The relative abundance of the fish species collected in inflow streams.

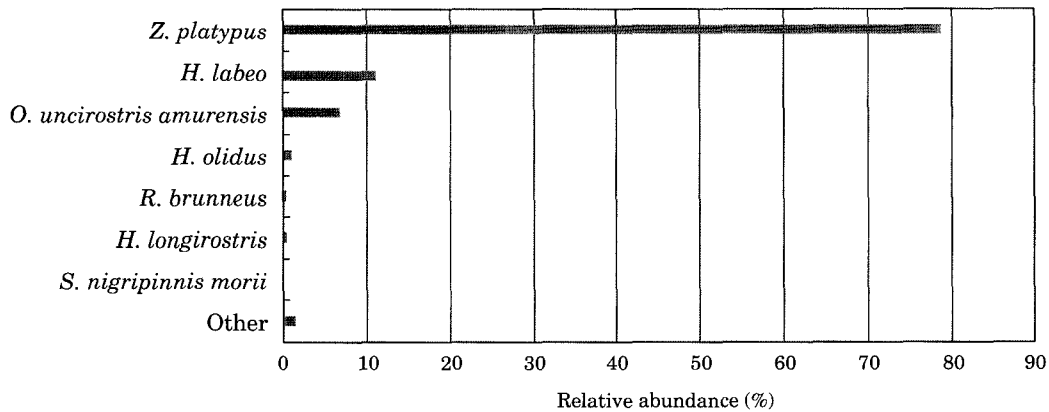


Fig. 3. The relative abundance of the fish species collected in Lake Paro.

등의 순이었다 (Fig. 2). 또한 호내에서는 *Z. platypus*가 78.66%로 가장 높았고, 다음은 *H. labeo* 11.08%, *O. uncirostris amurensis* 6.75% 등의 순이었으며 그 외의 28종은 모두 1.00% 미만으로 나타났다 (Fig. 3). 이와 같이 본 조사에서 *Z. platypus*가 78.66%를 차지하여 매우 높은 구성비를 유지하고 있었으며 특히 본 호수와 환경이 비슷한 소양호(최 등 2003)의 39.60%보다도 월등히 높은 수치였다. 이는 파로호의 급격한 수위변동으로 인한 환경변화의 결과로 추정되지만, 이에 대해서는 추후 정밀한 조사가 요구된다. 피라미는 내성이 강하여 인위적인 환경 변화(댐의 구축, 수질오염 등)에 따라 개체수가 증가하는 것으로(김과 김 1975; 전 1980)으로 알려져 있다.

2. 생체량

채집된 어종들의 생체량을 측정하여 각 지점별, 어종별로 비교분석하였다. 본 조사에서 채집된 어류의 생체량은 모두 169,004.73 g이었다. 각 조사지점별로 비교를 해보면, 지류에서는 지점 1에서 2,352.49 g으로 가장 많았고 지점 5에서 420.89 g으로 가장 적었다. 또한 호내에서는 지점 7에서 53,217.92 g으로 가장 많았고 지점 8에서 30,947.92 g으로 가장 적었다 (Fig. 4). 이와 같이 호내의 지점에서 지류의 지점보다 생체량이 많았으며 특히 지점 7의 생체량이 가장 많았다. 지점 7(동촌리 지둔지)에서 생체량이 많은 것은 다른 조사시기보다 9월 조사(3차 조사)시 20,003.19 g으로 *Z. platypus*, *H. labeo*, *A. japonica* 등이 다량 출현하였기 때문이다. 이는 본 조사시기 때 많

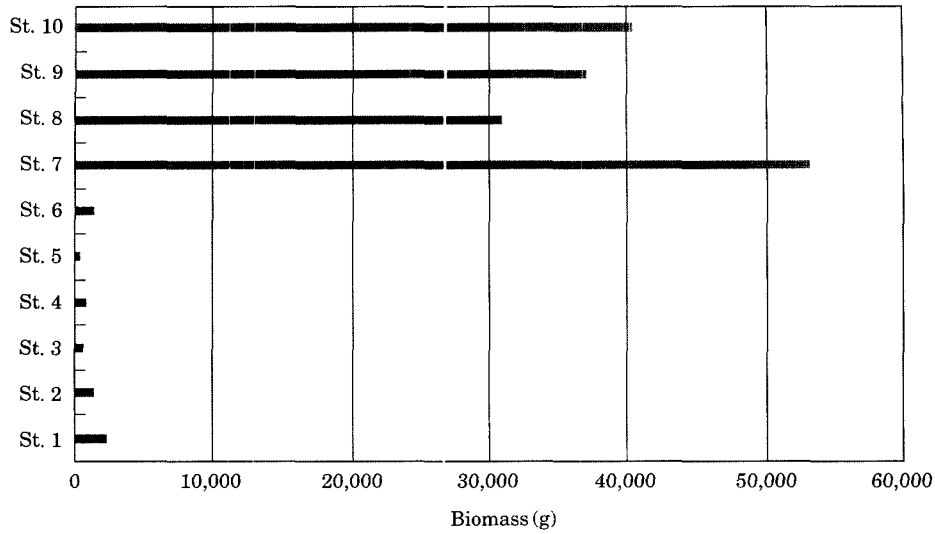


Fig. 4. Comparison of the biomass at stations in Lake Paro.

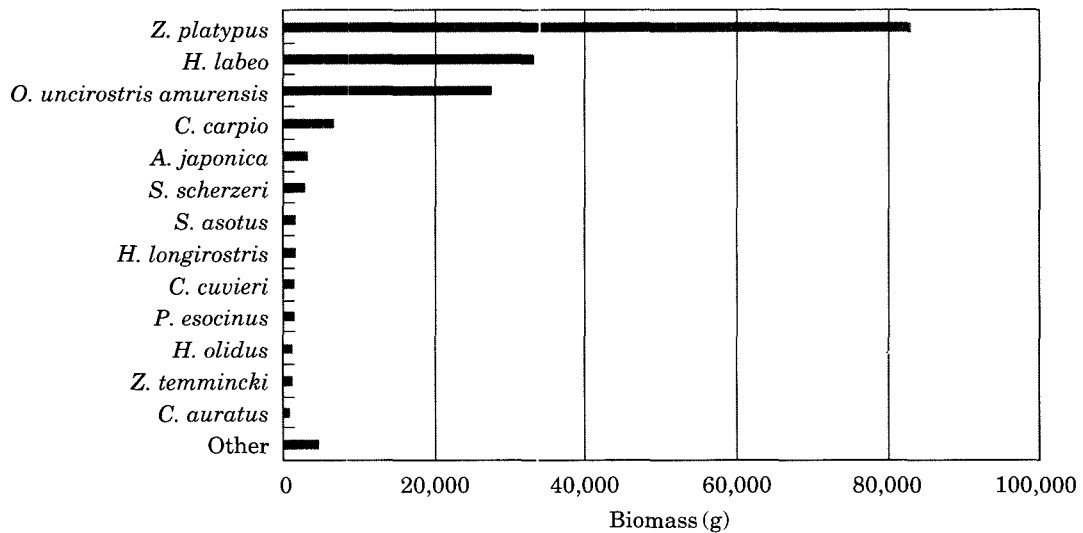


Fig. 5. Comparison of the biomass of collected fishes in Lake Paro.

은 강우의 영향으로 수위가 증가함에 따라 본 종들이 호수의 상부로 이동하였기 때문인 것으로 판단된다. 또한 어부들도 강우시 많은 양의 어류들이 호수의 상부 또는 평화의 댐 상류로 이동한다고 증언하고 있다.

생체량을 어종별로 비교 분석하여 보면 *Z. platypus*가 82,863.15 g으로 가장 많았으며 다음은 *H. labeo* 32,942.63 g, *O. uncirostris amurensis* 27,482.39 g, *C. carpio* 6,502.87 g, *A. japonica* 3,022.15 g, *S. scherzeri* 2,711.05 g 등의 순으로 나타났다(Fig. 5).

3. 군집분석

각 지점별 군집구조의 분석을 위하여 다양도, 균등도, 우점도, 지수 등을 산출한 결과는 Table 2와 같다. 다양도 지수는 군집의 종 풍부 정도와 개체수의 상대적 균형성을 의미하며 군집의 복잡성을 나타내는 것으로 지류인 지점 1과 2에서 2.20과 2.27로 비교적 높게 나타났고 지점 3, 4, 5, 6에서는 1.31~1.76으로 나타났다. 호내인 지점 7, 8, 9, 10에서는 지류의 지점보다는 낮은 0.69~0.97로 각각 나타났다. 또한 균등도 지수는 군집내 종 구성의 균일한 정도를 나타내는 것으로 다양도 지수와 마찬가지로

Table 2. Biological indices of the fish communities at Lake Paro

Indices	Stations									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Diversity	2.20	2.27	1.31	1.43	1.61	1.76	0.97	0.74	0.69	0.81
Evenness	0.70	0.82	0.57	0.60	0.58	0.68	0.34	0.23	0.22	0.30
Dominance	0.46	0.44	0.80	0.67	0.73	0.58	0.88	0.90	0.92	0.91

로 지류인 지점 1과 2에서는 0.70, 0.82로 높게 나타났고 지점 3, 4, 5, 6에서는 0.57~0.68로 나타났다. 호내인 지점 7, 8, 9, 10에서는 다양도 지수와 마찬가지로 지류의 지점보다도 낮게 0.22~0.34로 나타났다. 또한 우점도 지수는 특정종이 우세한 정도를 나타낸 것으로 다른 지수와는 달리 호내 지점인 7, 8, 9, 10에서 0.88~0.92로 비교적 높게 나타났고 지류인 지점 1, 2, 3, 4, 5, 6에서 0.44~0.80으로 나타났다. 이와 같이 호내의 지점들이 지류인 지점들에 비하여 우점도 지수가 높게 그리고 다양도 및 균등도 지수가 낮게 나타난 것은 특정종의 개체들이 많이 출현하는 호내의 특징을 나타내는 일반적인 현상이다 (최 등 2003).

4. 계절적 변동

계절에 따른 호내 출현 어종의 차이를 파악하고자 계절별로 조사를 실시하였으며 또한 지류의 지점을 제외한 호내의 지점만으로 비교·분석하였다. 겨울조사에서는 9종 12,453개체, 봄조사에서는 24종 977개체, 여름조사에서는 14종 1,826개체 그리고 가을조사에서는 18종 1,130개체가 채집되었다 (Table 3). 겨울 조사에서 9종으로 다른 조사시기에 비해 매우 적은 종이 출현하였는데 이는 수온의 하강으로 각종 어류의 활동력이 떨어져 다양한 어종이 채집되지 않았기 때문이라고 생각되며 또한 개체수에서 다른 조사시기보다 매우 많은 양이 채집되었는데, 이는 *H. olidus*의 채집을 위해 삼각망의 망목을 다른 시기보다 적은 5×5 mm를 사용하였기 때문인 것으로 판단된다. *H. olidus*는 대부분이 1년생으로 산란후 폐사하므로 봄부터 여름까지는 출현개체수가 아주 적으나 겨울철 조사에서는 다량 출현하는 것이 특징이다. 그러나 본 조사에서 겨울철과 봄철에 출현하였으며 특이하게도 그 개체수가 매우 적은 122개체, 41개체가 각각 출현하였다. 특히 본 파로호와 환경이 비슷한 소양호의 경우 변 등 (1997)의 조사에서는 5,119개체 (39.10%), 최 등 (2003)의 조사에서는 5,351개체 (39.60%)로 우점종을 차지하였다. 이와 같이 빙어가 매우 적은 양이 출현한 것은 첫째 파로호의 급격한 수위 변동으로 인하여 본종의 산란장소의 이동이 원활하지 못하였기 때문인 것으로 생각된다.

Table 3. The seasonal change of the Ichthyofauna in Lake Paro from Winter to Autumn

Species	Winter	Spring	Summer	Autumn	
Anguillidae					
<i>Anguilla japonica</i>			2	1	5
Cyprinidae					
<i>Cyprinus carpio</i>			11	3	6
<i>Cyprinus carpio</i> (Israeli type)			1		
<i>Carassius auratus</i>			2	1	8
<i>Carassius cuvieri</i>		1	10	3	5
<i>Acheilognathus yamatsutae</i>		2	1		
<i>Acheilognathus macropterus</i>			35	7	6
<i>Pungtungia herzi</i>			6		
<i>Sarcocheilichthys nigripinnis morii</i>			24	20	5
<i>Sarcocheilichthys variegatus wakiyae</i>					1
<i>Hemibarbus labeo</i>			32	1249	534
<i>Hemibarbus longirostris</i>			41	5	7
<i>Pseudorasbora parva</i>		1			
<i>Hemibarbus mylodon</i>			2		
<i>Pseudogobio esocinus</i>			8	4	12
<i>Microphysogobio longidorsalis</i>			2		
<i>Rhynchocypris oxycephalus</i>			1		
<i>Zacco temmincki</i>		1	29		
<i>Zacco platypus</i>		11734	565	344	246
<i>Opsariichthys uncirostris amurensis</i>		590	83	166	267
<i>Hemiculter eigenmanni</i>			2		
Siluridae					
<i>Silurus asotus</i>				2	8
Bagridae					
<i>Pseudobagrus fulvidraco</i>					4
<i>Leiocassis ussuriensis</i>					8
Amblycipitidae					
<i>Liobagrus andersoni</i>			1		
Osmeridae					
<i>Hypomesus olidus</i>		122	41		
Centropomidae					
<i>Siniperca scherzeri</i>			1	17	4
<i>Siniperca scherzeri</i> (Albino type)				1	
Gobiidae					
<i>Chaenogobius urotaenius</i>			9		
<i>Rhinogobius giurinus</i>		1		3	
<i>Rhinogobius brunneus</i>			66		
Centrarchidae					
<i>Micropterus salmoides</i>		1	2		3
<i>Lepomis macrochirus</i>					1
Species	9	24	14	18	
Number of individuals	12453	977	1826	1130	

특히 본 종의 경우 이른 봄에 수심이 얇은 지류로 이동하여 산란하게 된다. 그러나 파로호의 급격한 수위변동은 지류와 호의 거리를 멀게 할 뿐 아니라 지류의 흐름이 외부 요인들에 노출되게 하여 본 종의 이동에 악영향을 미쳤을 것으로 생각된다. 둘째로 수위변동으로 인한 직접적인 영향이다. 본 종의 경우 이른 봄에 부화한 후 호내의 수위가 얇은 곳으로 이동하여 생육하게 된다. 그러나 급격한 수위 변동은 수온의 급격한 변화를 일으키고 더불어 당년생 치어들의 생육장소를 이동하게 하거나 사라지게 하므로 결국 본 종들의 급격한 사멸을 가져왔을 것으로 생각된다.

한편 봄철 조사에서 24종으로 가장 많은 종들이 출현하였으며 이후 감소하여 여름과 가을철에는 각각 14종과 18종이 출현하였다. 봄철인 4월 조사에서 가장 많은 종들이 출현한 것은 본 조사시기가 각종 어류의 산란시기에 해당하므로 수심이 얇은 호수의 가장자리로 이동하여 채집이 수월하였기 때문인 것으로 판단된다. 이후 여름과 가을에 출현어종이 급격히 감소한 것은 올해 산발적이면서 많은 강우로 인한 어류의 활동력의 감소와 더불어 급격한 수위변동으로 인한 결과로 생각된다. 봄철 조사에서만 출현한 어종은 *C. carpio* (Israeli type), *P. herzi*, *H. mylodon*, *P. esocinus*, *H. eigenmanni*, *L. andersoni*, *C. urotaenius*, *R. brunneus* 등 8종이었고, 이들 대부분의 어종들은 수심이 얇은 지점 8(상무릉리)와 지점 9(태산리)에서 출현하였다. 특히 *L. andersoni*는 하천의 중·상류의 여울역에 서식하는 종으로 알려져 있으나(김 1997) 호내에서 출현한 것은 일시적으로 인접 하천에서 유입된 것으로 판단된다. 또한 Gobiidae인 *C. urotaenius*, *R. brunneus*가 호내에서 봄철에만 출현한 것은 기존 하천에 서식하면서 산란을 위해 이동한 것으로 판단되며, 이것은 하천과 호수를 중심으로 소규모의 이동이 있음을 나타낸다.

5. 외래어종의 서식실태

현재까지 파로호에서 채집된 외래종을 보면 모두 6과 10종(Table 4)이며 이 중 국내의 타 지역에서 도입된 종은 *A. japonica*, *H. eigenmanni*, *H. olidus*, *O. masou masou*, *C. urotaenius*, *R. giurinus* 등 6종이다. 이 중 *A. japonica*, *H. olidus*, *C. carpio* (israeli type), *O. masou masou*는 어민의 소득증대를 위하여 각 기관(어촌계 등)에서 치어와 수정란을 방류한 것이며 *H. eigenmanni*, *C. urotaenius*, *R. giurinus*는 다른 종의 치어 및 난를 도입시 같이 유입된 것으로 판단된다. 한편 국외종은 *C. carpio* (Israeli type), *C. cuvieri*, *M. salmoides*, *L. macro-*

Table 4. List of introduced species of Lake Paro

Anguillidae	
<i>Anguilla japonica</i>	★
Cyprinidae	
<i>Cyprinus carpio</i> (Israeli type)	☆
<i>Carassius cuvieri</i>	☆
<i>Hemiculter eigenmanni</i>	★
Osmeridae	
<i>Hypomesus olidus</i>	★
Salmonidae	
<i>Oncorhynchus masou masou</i>	★
Gobiidae	
<i>Chaenogobius urotaenius</i>	★
<i>Rhinogobius giurinus</i>	★
Centrarchidae	
<i>Micropterus salmoides</i>	☆
<i>Lepomis macrochirus</i>	☆

☆: Introduced species from foreign country

★: Introduced species from other native river system

chirus 등 4종이며 이들 대부분의 종은 어족자원증식을 위하여 도입된 것이다. 특히 *M. salmoides*, *L. macrochirus* 등은 본 조사에서 처음 채집되었는데, 어민들은 몇년전 *M. salmoides*는 낙시꾼에 의해 도입된 종이고 *L. macrochirus*는 각종 치어 방류시 같이 도입된 것으로 증명하고 있다. 특히 *M. salmoides*와 *L. macrochirus*의 경우 여러 다른 호에서도 문제가 되는 종이므로 지속적인 관찰이 요망되는 종이다.

적 요

2002년 12월부터 2003년 9월까지 파로호의 어류상 및 어류군집을 조사한 결과는 다음과 같다. 조사된 어류는 총 12과 45종이었다. 한국고유종은 *H. mylodon*, *A. yamatsutae*, *C. herzi* 등 15종 (33.33%)이었다. 우점종은 *Z. platypus* (72.41%), 아우점종은 *H. labeo* (9.75%)였고 우세종은 *O. uncirostris amurensis* (5.98%), *Z. temmincki* (2.42%), *R. brunneus* (2.01%), *H. olidus* (0.88%) 등이었다. 채집된 어종들의 생체량은 *Z. platypus* 82,863.15 g, *H. labeo* 32,942.63 g, *O. uncirostris amurensis* 27,482.39 g, *C. carpio* 6,502.87 g, *A. japonica* 3,022.15 g, *S. scherzeri* 2,711.05g의 순으로 나타났다.

파로호에서 확인된 도입종은 *A. japonica*, *H. eigenmanni*, *H. olidus*, *O. masou masou*, *C. urotaenius*, *R. giurinus*, *C. carpio* (Israeli type), *C. cuvieri*, *M. salmoides*, *L. macrochirus*의 10종이었다. 이 중 *C. carpio* (Israeli type), *C. cuvieri*, *M. salmoides*, *L. macrochirus*는 국외종이며

A. japonica, *H. eigenmanni*, *H. olidus*, *O. masou masou*, *C. urotaenioides*, *R. giurinus*는 국내 다른 하천으로부터 도입된 종이다.

사 사

본 논문은 화천군의 연구 용역비의 일부로 수행되었기에 사의를 표하는 바이다.

참 고 문 헌

- 김익수. 1982. 한국산 납자루아과 어류의 분류학적 연구. 전북대 생물학연구연보. 3:1-18.
- 김익수. 1984. 한국산 모래무지아과 어류의 계통분류학적 연구. 한국수산학회지. 17:436-448.
- 김익수. 1988. 한국담수산 골표상목과 극기상목 어류의 분류. 생물학연구연보. 8:83-173.
- 김익수. 1997. 한국동식물도감. 제 37권 동물편(담수어류). 교 육부. pp. 133-520.
- 김익수, 강언중. 1993. 원색 한국어류도감. 아카데미서적. 서울.
- 김익수, 김환기. 1975. 전주천의 수질오염과 어류군집의 변화에 관한 연구. 한국수학회지. 8:7-14.
- 남명모, 양홍준, 채병수, 강영훈. 1998. 내린천의 어류상과 군집 구조. 한국어류학회지. 10:61-66.
- 内田惠太郎. 1939. 朝鮮魚類誌. 朝鮮總督府 水産試驗場報告. 6:1-460.
- 변화근, 전상린, 김도한. 1997. 소양호의 어류상과 어류군집. 한국수학회지. 30:325-335.
- 변화근, 조규승, 최재석, 최준길, 송병용. 1994. 치악산(부곡)계 류 어류의 월별 군집구조와 서식밀도. 한국수학회지. 27: 257-273.
- 손영목. 1987. 한국산 통가리과 어류의 계통분류학적 연구. 중앙대박사학위논문. 서울.
- 양홍준, 채병수. 1993. 금호강수계의 어류상과 어류군집구조 (I). 한국수학회지. 26:1-10.
- 양홍준, 채병수, 남명모. 1991. 홍천강 상류수역의 추계어류상. 한국수학회지. 24:37-44.
- 양홍준, 채병수, 남명모. 1997. 인동댐유역의 어류상과 어류군 집구조. 한국수학회지. 30:347-356.
- 전상린. 1980. 한국산담수어의 분포에 관하여. 중앙대학교 대학원 박사학위청구논문. pp. 14-49.
- 전상린. 1983. 한국산 미꾸리과 어류의 분포와 검색에 관하여. 상명여대논문집. 11:289-321.
- 전상린. 1984. 한국산 동자개과 및 메기과 어류의 분포와 검색에 관하여. 상명대논문집. 14:83-115.
- 전상린. 1989. 한국산 황어속, 연준모치속 및 버들치속(황어아과) 어류의 검색과 분포. 상명여대논문집. 23:17-36.
- 전상린. 1992. 강원도 민통선이북지역 담수어류상. 민통선북방 지역자원조사보고서(강원도). pp.569-598.
- 정문기. 1977. 한국어도보. 일지사.
- 조규승, 변화근, 김영진. 1991. 북한강 원류수역의 생태학적 연구 - (1) 어류군집 특성 -. 강원대학교 논문집. 30:125-138.
- 최기철. 1986. 강원도의 자연. pp.254-259.
- 최기철, 전상린, 김익수, 손영목. 1990. 원색한국어류도감. 향문사.
- 최재석, 이광열, 장영수, 고명훈, 권오길, 김범철. 2003. 소양호의 어류군집 동태. 한국어류학회지. 15(2):95-104.
- Nelson JS. 1994. Fishes of the world. John Wiley & Sons, New York. 600pp.
- Pielou EC. 1969. Shannon's formula as a measure of specific diversity: its use and misuse. Amer. Nat. 100:463-465.
- Shannon CE and W Weaver. 1963. The mathematical theory of communication Illinois Univ. Press, Urbana.
- Simpson EH. 1949. Measurement of diversity. Nature 163: 688.

Manuscript Received: November 4, 2003

Revision Accepted: December 17, 2003

Responsible Editorial Member: Young Pyo Hong
(Nat. Sci. Museum)