

팔당호의 어류상과 군집동태

변명섭[†] · 박혜경 · 이완옥* · 공동수

국립환경과학원 한강물환경연구소

*국립수산과학원 중부내수면연구소

Fish Fauna and Community Structure in Lake Paldang and its Inflows

Myeong-Seop Byeon[†] · Hae-Kyung Park · Wan-Ok Lee* · Dongsoo Kong

Han River Environment Research Center, National Institute of Environment Research

*Central Inland Fisheries Institute, National Fisheries Research and Development Institute

(Received 27 September 2007, Accepted 28 February 2008)

Abstract

Fish fauna and community structure were investigated at 2003, 2004 and 2006 in Lake Paldang and its inflows. In this survey, we collected 54 species belong to 14 families. Family Cyprinidae take 51.9% (28 species), Cobitidae and Gobiidae occupied 7.4% (each 4 species), respectively. *E. erythropterus* (11.8%) was dominant species and *L. macrochirus* (10.2%), designated as an ecosystem-invasive alien fish species by Ministry of Environment, *M. yaluensis* (9.1%), *Z. platypus* (7.7%) and *R. brunneus* (6.7%) were dominated in turn. *H. molitrix*, *C. lutheri*, *P. altivelis*, *S. microdorsalis*, *L. costata*, *S. gracilis majimae*, *A. rivularis*, *P. koreanus*, *S. scherzeri* and *O. platycephala* were rare species (less than 0.1% in relative abundance). In-lake area, 36 species of fishes belonging to 11 families were collected, and 48 species of 13 families were from inflows. The number of Korean endemic species were 19 species (35.2%), and 4 kinds of exotic species (7.4%), that is, *C. cuvieri*, *H. molitrix*, *L. macrochirus* and *M. salmoides* were found at this survey area. It was revealed by the analysis of fish community that diversity and richness indices were prominent at tributaries, and dominance index was high at the main body of Lake Paldang. Fish fauna showed rapid decline after dam construction which make the mid-Han river systems to lentic ecosystem, so many of meander-riffle fishes were disappeared dramatically. But after 1990s when installation of small scale wastewater treatment plants started in watershed, the water quality of small tributaries was improved. And also, expansion of the natural macrophytic vegetation of littoral zone should contribute to the development of diverse fish fauna in Lake Paldang.

keywords : Biological indices, *E. erythropterus*, Fish fauna, Lake Paldang

1. 서론

팔당호는 1973년 충주댐 방류구부터 하류의 남한강, 청평댐 방류구 아래의 북한강 그리고 경안천 등 3개의 대형 하천이 만나는 곳에 댐을 건설함으로써 만들어진 인공호로 수도권에 상수원수를 제공하고 전력생산의 기능을 갖고 있다. 국내 수계에 축조된 대부분의 대형 인공호는 수심이 깊으며 전력생산과 하류의 하천유지수량을 위한 방류 등으로 수위 변화가 심하여 호안의 수생식물 식생대의 발달이 거의 이루어지지 않고 있다. 반면 팔당호는 댐 앞의 최대 수심이 20 m 이내로 연간 수위변화도 매우 적어 호안의 수생식물 서식면적이 넓으며 다양한 생활형을 가진 수생식물이 서식하고 있다(한강수계관리위원회·한강물환경연구소, 2003, 2006).

팔당호의 수생식물 분포 면적은 만수면적의 1.34% 정도를 차지하고 애기부들(*Typha angustifolia*), 달뿌리풀(*Phragmites japonica*), 갈대(*Phragmites australis*), 줄(*Zizania lati-*

folia) 등의 정수식물(emergent hydrophyte)이 호안에 널리 발달해 있으며 연(*Nelumbo nucifera*)과 마름(*Trapa japonica*) 등 부엽식물(floating leaved hydrophyte)은 주로 경안천에 넓은 분포 면적을 가지고 있다(변명섭 등, 2006). 또한 하절기에는 생이가래(*Salvinia natans*), 물상추(*Pistia stratiotes*), 개구리밥(*Spirodela polyrhiza*) 등 부수식물(free-floating hydrophyte)이 팔당호의 만곡부 수면을 부분적으로 뒤덮는다. 잉어(*C. cyprinus*), 붕어(*C. auratus*) 등은 수초지대를 산란장으로 이용하는데 수초지대에는 동물플랑크톤의 밀도가 높으며 또한 다양하고 풍부한 수서곤충이 서식하고 있어 치어들의 먹이활동(foraging activity)에 유리한 조건을 제공해 줄 수 있다(한강수계관리위원회·한강물환경연구소, 2005). 수초지대는 현재 팔당호 내에 풍부하게 서식하고 있는 베스 등 어식성 어종의 공격에 대하여 치어의 은신처(macrophyte refuge)로 이용될 수도 있다(Gulati et al., 1990).

팔당호는 상수원보호구역으로 지정되어 관리되고 있어 일반인의 어로행위나 수상레저활동은 엄격하게 금지되고 있고, 다만 팔당댐 건설 이전에 어업활동을 하던 어부 등

[†] To whom correspondence should be addressed.
zacco1@hanmail.net

일부 제한된 인원에 한하여 어로활동이 허용되고 있다. 따라서 한강수계의 다른 인공호에 비하여 수상레저 활동이나 기타 선박 운항 등에 의한 수중생물의 피해는 적을 것으로 예상된다. 그러나 위와 같은 엄격한 법적 통제 때문에 다른 수체에 비하여 수중생물상에 대한 조사가 충분히 수행되지 못하는 단점도 있다.

팔당호의 어류에 대한 선행 연구로는 전상린과 김강연(1972)이 팔당호 담수 이전의 어류상에 대한 조사를 수행하였고 팔당호의 담수화 이후 국립환경연구소(1980)에 의하여 한강유역의 생태계에 대한 종합 조사과정에서 7과 24종의 어류의 서식을 밝혔다. 그러나 이전까지의 어류상 조사는 일부 수역에서만 이루어졌고 그나마 조사 빈도가 많지 않아 실제 서식하는 어류상에 대한 충분한 결과를 얻지 못한 것으로 판단된다. 공동수(1992)는 팔당호에 10과 36종의 어류가 서식하고 있음을 밝혔고(탐문조사 결과 포함) 이후 손영목 등(1997)은 팔당호의 어류군집에 대한 집중 조사를 통하여 11과 41종의 어류가 서식하고 있음을 보고하였다.

본 연구에서는 '03, '04 및 '06년에 이루어진 팔당호 어류분포에 대한 조사를 통하여 팔당호의 어류군집 변화를 밝히고 향후 팔당호의 수중생태계 보전 및 어자원 관리를 위한 기초 자료를 제공하고자 한다.

2. 연구방법

팔당호와 그 유입지천에 대한 어류분포를 조사하기 위하여 호내에서는 남한강수계, 북한강수계, 경안천 수계 및 합류지점 등 4지점을 선정하였고(Fig. 1) 조사 시기는 Table 1과 같다.

호내 남한강 조사 지점 (St.1)

경기도 양평군 양서면 양수리 (N37° 32' 32", E127° 20' 40")

호내 북한강 조사 지점 (St.2)

경기도 남양주시 조안면 송촌리 (N37° 34' 588", E127° 19' 473")

호내 경안천 조사 지점 (St.3)

경기도 광주군 퇴촌면 오리 (N37° 28' 858", E127° 17' 743")

호내 본류 조사 지점 (St.4)

경기도 광주군 남종면 분원리 (N37° 30' 606", E127° 17' 742")

팔당호로 유입되는 지천의 어류상을 조사하기 위하여 남한강수계에서는 11개의 유입지천(inflows of South Han river, 이하 SHI로 칭함), 북한강수계에서 9개의 유입지천(inflows of North Han river, 이하 NHI로 칭함) 그리고 경안천 수계에서 3개의 유입지천(inflows of Kyungan stream, 이하 KAI로 칭함)을 조사하였다. 유입지천의 어류분포 조사는 팔당호의 영향을 받는 수역으로 한정하기 위하여 팔당호와 유입지천이 만나는 지점에서 상류방향 100 m 이내 구간에서 수행하였다. 남한강, 북한강 및 경안천이 합류된 지점 아래 방향에는 유입지천이 없다. 본 연구에서 각 년도 별 호내의 어류분포 조사시 동일 지점을 선정하여 지점

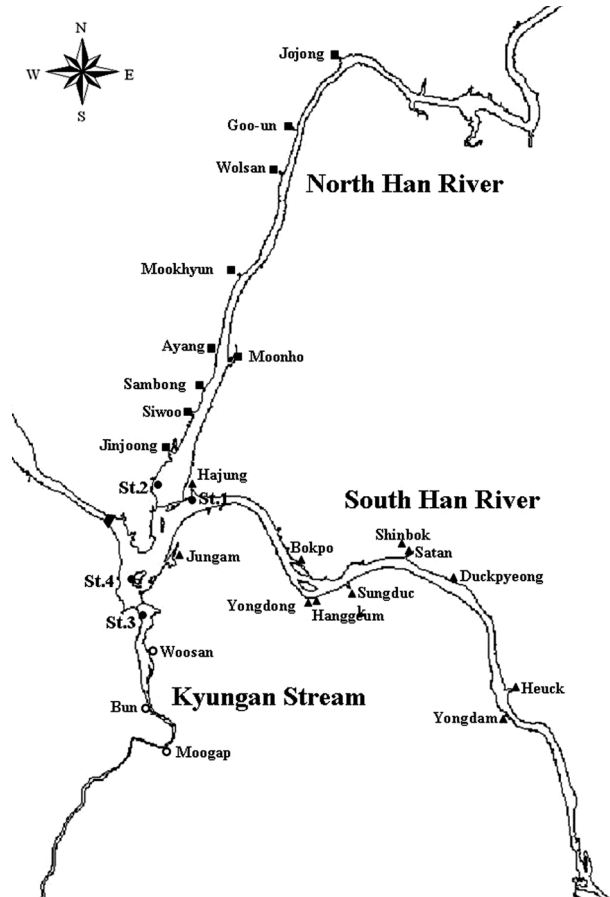


Fig. 1. Map showing the survey sites of fish fauna in Lake Paldang and its inflows.

Table 1. Survey periods of fishes at lake and inflows of Lake Paldang

Year	Lake	Inflows
2003	20 May ~ 27 May	same as left
	3 June ~ 5 June	
	2 Oct. ~ 11 Oct.	
2004	5 June ~ 18 June	23 June ~ 24 June 10 Nov. ~ 12 Nov.
	18 June ~ 22 June	
	25 June ~ 29 June	
	29 June ~ 1 Jul.	
	6 Jul. ~ 9 Jul.	
	16 Sep. ~ 17 Sep.	
2006	6 Aug. ~ 10 Aug.	1 Aug. ~ 4 Aug. 13 Sep. 18 Sep. ~ 19 Sep.
	21 Aug. ~ 23 Aug.	
	23 Aug. ~ 25 Aug.	
	15 Oct. ~ 16 Oct.	

간 오차를 줄일 수 있도록 하였다. 남·북한강 및 경안천 수계의 조사대상 유입지천은 다음과 같다.

남한강 수계 유입지천 (SH-Is) : 하청천, 북포천, 사탄천, 성덕천, 향금천, 흑천, 정암천, 용담천, 덕평천, 신북천, 영동천

북한강 수계 유입지천 (NH-Is) : 조종천, 문호천, 시우천, 묵현천, 월산천, 아양천, 삼봉천, 구운천, 진중천

경안천 수계 유입지천 (KA-Is) : 변천천, 우산천, 무갑천

채집도구는 정치망(망목 5×5 mm, 20×20 mm)과 자망(망목 20×20 mm, 잡어용), 투망(망목 7×7 mm) 그리고 족대(망목 5×5 mm)를 이용하였다.

채집한 어류는 현장에서 분류 및 계수 후 대부분 방류하였으며 일부 시료는 포르말린(최종농도 10%, v/v)으로 고정하여 실험실로 옮겨온 후 정밀 분류하였다. 어류의 동정은 기존의 검색표(김익수, 1997; 손영목, 1987; 전상린, 1980; 정문기, 1991) 등에 의하였으며 분류체계는 Nelson (2006)을 따랐다. 채집한 어류를 대상으로 각 조사지점에 대하여 우점도(Simpson, 1949), 종다양도(Shannon and Wea-

ver, 1963), 균등도(Pielou, 1966) 및 종풍부도(Margalef, 1958) 등을 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 출현종 및 종조성

팔당호와 유입지천에 서식하는 어류의 분포 조사 결과 총 14과 54종 17,934마리를 채집하였다. 이 중 호내에서는 11과 36종, 유입지천에서는 13과 48종이 서식하고 있는 것으로 나타났다(Table 2).

Table 2. Species composition of fishes collected in Lake Paldang and its inflows at 2003, 2004 and 2006

Scientific name	Korean name	Survey site							Total	RA (%)	Remark*
		1	2	3	4	SH-Is	NH-Is	KA-Is			
Anguillidae	뱀장어과										
<i>Anguilla japonica</i>	뱀장어	6	4	3	7			1	21	0.12	D
Cyprinidae	잉어과										
<i>Cyprinus carpio</i>	잉어	9	6	30	26	3	14	11	99	0.55	P
<i>Carassius auratus</i>	붕어	13	31	48	33	46	79	22	272	1.52	P
<i>Carassius cuvieri</i>	떡붕어	10	1	30	18				59	0.33	A,P
<i>Rhodeus psedosericeus</i>	한강납줄개					30		21	51	0.28	E,P
<i>Rhodeus uyekii</i>	각시붕어					21			21	0.12	E,P
<i>Acheilognathus lanceolatus</i>	납자루					238	122	1	361	2.01	P
<i>Acheilognathus yamatsutae</i>	줄납자루	25	40			28	325	12	430	2.40	E,P
<i>Acheilognathus gracilis</i>	가시납지리	37	15	434	159	3		9	657	3.66	E,P
<i>Pseudorasbora parva</i>	참붕어	1	1	16	7	7	77	2	111	0.62	P
<i>Pungtungia herzi</i>	돌고기				1	201	374	155	731	4.08	P
<i>Coreoleuciscus splendidus</i>	쉬리					23	88	3	114	0.64	E,P
<i>Sarcocheilichthys variegatus wakiyae</i>	참중고기		1			3	2		6	0.03	E,P
<i>Sarcocheilichthys nigripinnis morii</i>	중고기	16	11	3	29				59	0.33	E,P
<i>Squalidus gracilis majimae</i>	긴물개		5			57	65	14	141	0.79	E,P
<i>Squalidus japonicus coreanus</i>	물개	213	17	199	87		1	24	541	3.02	E,P
<i>Hemibarbus labeo</i>	누치	133	195	296	249	50	17	17	957	5.34	P
<i>Hemibarbus longirostris</i>	참마자		2			66	63	9	140	0.78	P
<i>Pseudogobio esocinus</i>	모래무지	8	33			59	80	16	196	1.09	P
<i>Abbottina rivularis</i>	버들매치				5		1	2	8	0.04	P
<i>Microphysogobio yaluensis</i>	돌마자	3				1246	292	98	1639	9.14	E,P
<i>Microphysogobio longidorsalis</i>	배가사리					1	24	2	27	0.15	E,P
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	백련어			1					1	0.01	A,P
<i>Rhynchocypris oxycephalus</i>	버들치					328	225	164	717	4.00	P
<i>Zacco temmincki</i>	갈겨니					108	118	73	299	1.67	P
<i>Zacco platypus</i>	피라미	1	23			629	394	330	1377	7.68	P
<i>Opsariichthys uncirostris amurensis</i>	끄리	7	43	44	32	23	67		216	1.20	P
<i>Erythroculter erythropterus</i>	강준치	73	308	1323	416		3		2123	11.84	P
<i>Hemiculter leucisculus</i>	살치	43	51	615	125				834	4.65	P
Balitoridae	종개과										
<i>Orthrias nudus</i>	대륙종개					24	53	60	137	0.76	P
<i>Lefua costata</i>	쌀미꾸리						1	3	4	0.02	P
Cobitidae	미꾸리과										
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	미꾸리		1			3	1		5	0.03	P
<i>Koreocobitis rotundicaudata</i>	새코미꾸리					51	79	46	176	0.98	E,P
<i>Iksookimia koreensis</i>	참종개					53	88	71	212	1.18	E,P
<i>Cobitis lutheri</i>	짐줄종개					1			1	0.01	P
Bagridae	동자개과										

Table 2. Species composition of fishes collected in Lake Paldang and its inflows at 2003, 2004 and 2006 (Continued)

Scientific name	Korean name	Survey site							Total	RA (%)	Remark*
		1	2	3	4	SH-Is	NH-Is	KA-Is			
<i>Pseudobagrus fulvidraco</i>	동자개		1	11	1	2	8		23	0.13	P
<i>Pseudobagrus koreanus</i>	눈동자개					3	7		10	0.06	E,P
<i>Pseudobagrus issuriensis</i>	대농갱이		15	4	3				22	0.12	P
Siluridae	메기과										
<i>Silurus asotus</i>	메기	52	230	76	59	2			419	2.34	P
<i>Silurus microdorsalis</i>	미유기		1				1		2	0.01	E,P
Amblycipitidae	통가리과										
<i>Liobagrus andersoni</i>	통가리					15	43		58	0.32	E,P
Osmeridae	바다빙어과										
<i>Plecoglossus altivelis</i>	은어							1	1	0.01	D
Adrianichthyidae	송사리과										
<i>Oryzias sinensis</i>	대륙송사리		55				50		105	0.59	P
Centropomidae	걱지과										
<i>Koreoperca herzi</i>	걱지		2			69	110		181	1.01	E,P
<i>Siniperca scherzeri</i>	쏘가리		3				10		13	0.07	P
Centrarchidae	검정우럭과										
<i>Lepomis macrochirus</i>	블루길	251	563	788	198	2	2	28	1832	10.22	A
<i>Micropterus salmoides</i>	배스	29	27	57	30	32	11	42	228	1.27	A
Odontobutidae	동사리과										
<i>Odontobutis platycephala</i>	동사리					2	13	2	17	0.09	E,P
<i>Odontobutis interrupta</i>	얼룩동사리	1	5	2		6	29	5	48	0.27	E,P
Gobiidae	망둑어과										
<i>Rhinogobius brunneus</i>	밀어		3			496	312	391	1202	6.70	L
<i>Rhinogobius giurinus</i>	갈문망둑						18	3	21	0.12	D
<i>Chaenogobius urotaenia</i>	꼭저구						42	11	53	0.30	D
<i>Tridentiger brevispinis</i>	민물검정망둑	1				420	233	263	917	5.11	P
Channidae	가물치과										
<i>Channa argus</i>	가물치	10	6	9	14				39	0.22	P
Family		14	11	7	6	10	12	7	14		
Species		54	31	20	20	37	42	33	54		
Number of individuals		942	1699	3899	1499	4531	3543	1911	17934		

E : Korea endemic species; A : Alien species; P : Primary freshwater fishes; D : Diadromous fishes; RA : Relative abundance; L : Landlocked fishes.

* : Based on "Survey Guide on Lake Environment," Ministry of Environment (2001).

전체 채집 어종 중에서 잉어과(Cyprinidae) 어종이 차지하는 비율은 28종 (51.9%)로 가장 많았으며 미꾸리과(Cobitidae), 망둑어과(Gobiidae)는 각 4종(7.4%), 동자개과(Bagridae) 3종(5.6%), 종개과(Balitoridae), 메기과(Siluridae), 걱지과(Centropomidae), 검정우럭과(Centrarchidae), 동사리과(Odontobutidae)는 각 2종(3.7%), 뱀장어과(Anguillidae), 통가리과(Amblycipitidae), 바다빙어과(Osmeridae), 송사리과(Adrianichthyidae), 가물치과(Channidae)는 각 1종(1.9%)이 출현하였다. 전체 채집 어종 중에서 잉어과(Cyprinidae) 어종이 가장 우세하게 분포하는 것은 우리나라의 서해와 남해로 흐르는 하천의 담수어류상과 같은 양상을 보이고 있다(전상린, 1980; Yang, 1973).

호내에서 채집한 어류에 대한 조사 결과, 남한강 수역(St. 1)에서 7과 22종이 서식하는 것으로 나타났고 북한강 수역(St. 2)에서는 11과 31종이 서식하고 있었다. 경안천 수역(St. 3)은 7과 20종을 채집하였으며 물의 흐름이 가장 약한

합류 구간(St. 4)에서는 6과 20종의 물고기가 출현하여 팔당호로 유입되는 대형 유입천 중 북한강 수계에 가장 다양한 어종이 분포하고 있는 것으로 나타났다.

팔당호로 유입되는 지천 중 남한강 수계의 지천에서는 10과 37종의 어류가 서식하고 있었으며 북한강 수계로 유입되는 지천에는 12과 42종이 서식하고 있었다. 유하거리가 짧고 유입지천의 수와 그 크기가 적은 경안천 유입지천에서는 7과 33종의 어류가 서식하는 것으로 나타났다.

어종별 채집 개체수 조사 결과 강준치(*Erythroculter erythropterus*)가 2,123마리(11.8%)로 가장 많이 서식하고 있었으며 블루길(*L. macrochirus*)은 1,832마리로 10.2%의 구성비를 나타내 아우점종의 위치를 점하고 있었다. 강준치가 팔당호에서 우점하고 있는 것과는 달리 한강수계 상류에 위치한 소양호(최재석, 2003), 평화의댐호(최재석 등, 2005), 춘천호(최재석, 2005c), 의암호(최재석, 2005a) 등에서는 강준치의 서식이 없는 것으로 나타났으나 청평호(김치

홍 등, 2005; 최재석, 2005b) 및 하류의 팔당호에서 서식개체가 풍부해지는 현상을 보이고 있다. 강준치는 한강수계의 상류에 위치하고 있는 대형 인공호인 소양호, 파로호보다 하류에 위치하고 있는 청평호, 팔당호 등에서 우점하고 있다. 이러한 현상은 청평호, 팔당호에 발달한 호안대의 수생식물 군락과 연관이 있는 것으로 판단된다. 즉 수위변화가 크지 않은 청평호와 팔당호에서는 호안대에 갈대(*Phragmites australis*), 애기부들(*Typha angustata*), 줄(*Zizania latifolia*), 달뿌리풀(*Phragmites japonica*) 등의 정수식물의 서식지가 대형으로 발달되어 있는데 수생식물 군락이 발달하며 소형 어류의 먹이원이 되는 물벼룩류 등은 포식자(planktivorous fish)를 피하기 위하여 수초지대를 피난처(macrophyte refuge)로 이용하게 된다(Shapiro, 1990). 따라서 연안의 수초군락은 동물플랑크톤의 개체수가 풍부하게 되고 이에 따라 팔당호, 청평호에 풍부하게 서식하는 물개, 가시납지리 등을 유인하는 효과를 나타내고 이러한 현상은 먹이피라미드의 상위에 위치하고 있는 강준치 등 대형어종의 대량 서식을 가능케 할 수 있는 것으로 사료된다.

팔당호의 유입지천에 풍부하게 서식하고 있는 돌마자(*M. yaluensis*)가 1,639마리(9.1%), 피라미(*Zacco platypus*) 1,377마리(7.7%), 밀어(*Rhinogobius brunneus*) 1,202마리(6.7%) 그리고 누치(*Hemibarbus labeo*)가 957마리(5.3%)가 채집되어 높은 상대풍부도를 보였다. 한강수계 상류에 위치하고 있는 주요 호소의 어종별 상대풍부도 조사 결과 소양호는 피라미(*Z. platypus*)가 39.6%로 가장 높고 빙어(*Hypomesus nipponensis*) 31.7%, 긴물개(*S. gracilis majimae*) 12.2% 그리고 물개(*S. japonicus coreanus*) 2.1%를 보이고 있으며(최재석, 2003), 평화의댐호는 누치(*H. labeo*) 14.1%, 갈겨니(*Zacco temmincki*) 13.7%, 피라미(*Z. platypus*) 11.9%의 상대풍부도(relative abundance, RA)를 보이고 있으며(최재석 등, 2005), 춘천호에서는 빙어(*H. nipponensis*) 30.7%, 누치(*H. labeo*) 14.7%, 피라미(*Z. platypus*) 10.6%를 보이고 있다(최재석, 2005c). 즉 북한강 상류수계에는 피라미(*Z. platypus*), 갈겨니(*Z. temmincki*), 빙어(*H. olidus*), 긴물개(*S. gracilis majimae*), 물개(*S. japonicus coreanus*) 등의 소형어종의 출현빈도가 높게 나타난 반면 팔당호에서는 강준치(*E. erythropterus*)와 블루길(*L. macrochirus*) 등 중대형 어종이 우점하는 현상을 보이고 있다.

팔당호 수계에서 상대풍부도가 0.1% 이하로 희소종에 속하는 어종으로는 백련어(*Hypophthalmichthys molitrix*), 점줄종개(*Cobitis lutheri*), 미꾸라지(*Misgurnus anguillicaudatus*), 은어(*P. altivelis*), 미유기(*Silurus microdorsalis*), 쌀미꾸리(*Lefua costata*), 참중고기(*Sarcocheilichthys variegatus wakiyae*), 벵들매치(*Abbottina rivularis*), 눈동자개(*Pseudobagrus koreanus*), 쏘가리(*Siniperca scherzeri*) 및 동사리(*O. platycephala*) 등 11종으로 나타났다.

호내와 유입지천에 대한 상대풍부도 조사 결과 유입지천에는 한국특산어종인 돌마자(*M. yaluensis*)가 16.5%를 차지하여 가장 풍부하게 서식하고 있는 것으로 나타났다(Fig. 2, Fig. 3). 또한 피라미(*Z. platypus*, 13.8%), 밀어(*R. brunneus*, 12.2%), 민물검정망둑(*Tridentiger brevispinis*, 9.3%),

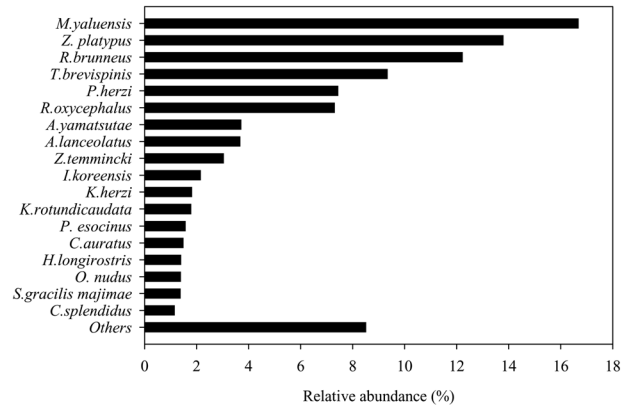


Fig. 2. Relative abundance of fishes collected at inflows of Lake Paldang.

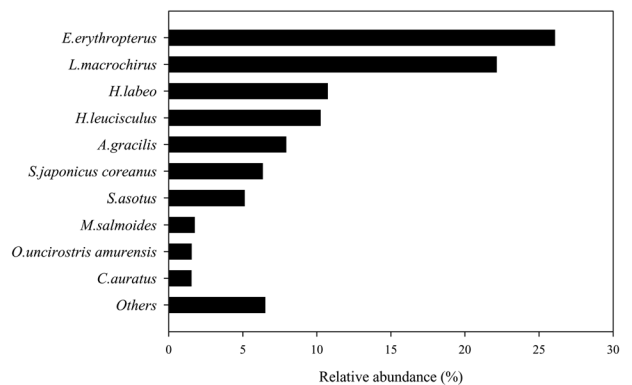


Fig. 3. Relative abundance of fishes collected in Lake Paldang.

돌고기(*Pungtungia herzi*, 7.5%), 벵들치(*Rhynchocypris oxycephalus*, 7.3%)의 서식 개체수도 많은 것으로 나타났다. 그러나 점줄종개(*C. lutheri*), 은어(*P. altivelis*), 미유기(*S. microdorsalis*), 쌀미꾸리(*L. costata*) 등의 개체는 매우 희소한 것으로 나타났다.

호수 내에서 채집한 어종 중에서 강준치(*E. erythropterus*)가 26.1%의 상대풍부도를 보여 채집 어종 중에서 가장 개체수가 많은 것으로 나타났고 블루길(*L. macrochirus*), 누치(*H. labeo*) 및 살치(*Hemiculter leucisculus*)의 순으로 풍부하게 서식하고 있는 것으로 나타났다. 이들 어종은 담수어 중에서는 중대형에 속하는 어종들이다. 반면 소형 어종 중에서는 가시납지리(*A. gracilis*, 7.0%), 물개(*S. japonicus coreanus*, 6.4%)의 개체수가 풍부한 것으로 나타났다.

한국 고유종으로는 한강납줄개(*Rhodeus pseudosericeus*), 각시붕어(*Rhodeus uyekii*), 줄납자루(*Acheilognathus yamatsutae*), 가시납지리(*Acanthorhodeus gracilis*), 쉬리(*Coreoleuciscus splendidus*), 참중고기(*Sarcocheilichthys variegatus wakiyae*), 중고기(*Sarcocheilichthys nirgipimmis morii*), 긴물개(*S. s. gracilis majimae*), 물개(*S. japonicus coreanus*), 돌마자(*Microphysogobio yaluensis*), 배가사리(*Microphysogobio longidorsalis*), 새코미꾸리(*Koreocobitis rotundicaudata*), 참종개(*Iksookimia koreensis*), 눈동자개(*Pseudobagrus koreanus*), 미유기(*Silurus microdorsalis*), 통가리(*Liobagrus andersoni*), 꺾지(*Coreoperca herzi*), 동사리(*Odontobutis platycephala*),

얼룩동사리(*Odontobutis interrupta*) 등 19종(35.2%)이 서식하고 있는 것으로 나타났는데 이는 한반도의 평균적인 고유종 출현빈도인 22.5%(남명모, 1996)보다 높게 나타난 것이다. 팔당호와 유입지천에 서식하는 한국특산어종은 한강수계 상류 수역에 위치하고 있는 소양호의 15종(최재석, 2003), 평화의댐호의 13종(최재석 등, 2005), 춘천호의 16종(최재석, 2005c), 의암호의 11종(최재석, 2005a), 그리고 청평호의 9종(김치홍 등, 2005b) 등 상류 수계에 위치한 댐호에 비하여 다양한 것으로 나타났다. 유입지천에는 18종(33.3%)의 고유어종이 서식하고 있는 것으로 나타나 홍천강의 41.7%(양홍준 등, 1991), 내린천의 44.4%(남명모 등, 1998) 그리고 금호강의 34.3%(양홍준과 채병수, 1993)에 비하여 비슷하거나 다소 낮은 것으로 나타났다.

채집 어종 중 일차담수어(환경부, 2001)는 45종(외래어종 배제, 83.3%)으로 나타났고 회유성 어종은 뱀장어(*Anguilla japonica*), 은어(*Plecoglossus altivelis*) 등 2종으로 나타났다. 국내에 이입되어 서식하고 있는 외래어종은 환경부에서 생태계교란외래생물종으로 지정한(환경부, 2005) 블루길(*Lepomis macrochirus*), 배스(*Micropterus salmoides*)를 포함하여 떡붕어(*Carassius cuvieri*), 백련어(*Hypophthalmichthys molitrix*) 등 4종(7.4%)으로 나타났다.

3.2. 군집분석

각 조사지점별 군집구조 분석을 위하여 다양도, 균등도, 풍부도 및 우점도지수를 조사하였다(Fig. 4). 일반적으로 인공호에서는 호수 내 조사지점의 어류 우점도는 유입지천에 비하여 높게 나타나고 반면 다양도, 균등도 지수는 낮게 나타나는 경향을 보이는데(최재석, 2003) 본 조사에서 채집된 어류를 대상으로 우점도를 계산한 결과 강준치, 블루길 등이 우점 분포하는 호수 내 조사지점에서의 우점도는 0.44~0.53으로 유입지천의 0.22~0.43보다 높게 나타났으며 댐호와 유입지천을 통합하며 0.22로 나타났다. 이전의 조사결과와 비교하면 손영목 등(1997)이 조사한 결과인 우점도 0.57~0.87의 범위보다 낮게 나타나 특정 어종의 우점현상이 줄어들고 전체 어류상이 더 다양해진 것으로 판단된다. 북한강 상류 수계에 위치한 소양호의 0.52~0.88(최재석, 2003), 춘천호의 0.38~0.85(최재석, 2005c), 청평호의 0.40~0.70(최재석, 2005b) 그리고 평화의댐호의 어류 우점도인 0.36~0.95(최재석 등, 2005)의 결과보다 다소 낮은 우점도를 보이고 있다. 팔당수계 어류군집의 우점도가 다른 호수에 비하여 낮게 나타난 것은 유입지천의 수가 많고 관리가 비교적 잘 이루어져 수질이 양호하며 다양한 어

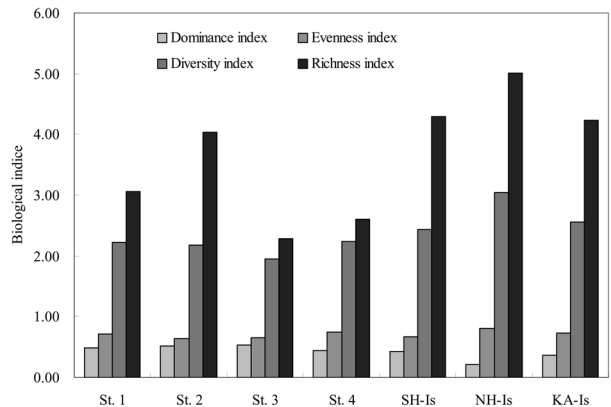


Fig. 4. Biological indices of fish communities at each survey area.

종이 서식할 수 있기 때문인 것으로 판단된다. 댐호 내에서는 호안을 따라 집중적으로 발달한 수생식물 군락지가 다양한 소형어종의 산란처, 서식지의 역할을 함으로써 호내의 어류상을 풍부하게 유지시킬 수 있을 것으로 판단할 수 있다.

군집내 종 구성의 균일정도를 나타내는 균등도지수는 호수 내 조사지점에서 0.64~0.75의 범위로 나타났고 유입지천에서는 0.68~0.73으로 나타나 호수내 수역과 유입지천에서의 큰 차이를 보이지 않았다(Table 3). 군집 내 개체수의 상대적 균형성과 복잡성을 나타내는 다양도지수는 호수 내 조사지점에서 1.95~2.23으로 나타났고 반면 유입지천에서는 2.44~3.04의 범위를 나타내 유입지천에 더 다양한 어류가 서식하고 있는 것을 나타내고 있다. 팔당호의 어류 조사에 나타난 다양도지수는 한강수계 대형 인공호인 소양호의 1.10~2.17, 파로호의 0.39~2.37 그리고 충주호의 1.00~2.74보다 높은 범위를 보여 주고 있다.

3.3. 팔당호의 시기별 어류상 변화

팔당호는 1973년 남한강, 북한강 및 경안천의 합류 아래 지점에 댐을 건설하여 형성된 인공호로 호수가 형성되기 전인 1972년에 조사한 결과를 보면 9과 31종의 어류가 서식하고 있는 것으로 나타났다(전상린과 김강연, 1972). 그러나 담수 후에는 수중환경의 급격한 변화에 의하여 서식어종이 급격하게 감소하여 1980년에는 7과 22종으로 감소하였다(국립환경연구소, 1980). 1990년 조사에서는 더욱 감소하여 4과 16종이 채집되었을 뿐이었다(전상린, 1990). 팔당댐 건설로 유수생태계에서 정수생태계로의 급격한 변화와 함께 수질이 악화되면서 감소하던 어종은 1994년 조사

Table 3. Biological indices of fish communities at artificial lakes of Han-River system

Indices	Lake							
	Soyang ¹	PeaceDam ²	Chuncheon ³	Uiam ⁴	Cheongpyeong ⁵	Chungju ⁶	Hoengseong ⁷	Paldang ⁸
Dominance	0.52~0.88	0.36~0.95	0.38~0.85	0.34~0.70	0.40~0.70	0.26~0.83	0.65~0.84	0.22~0.51
Diversity	1.10~2.17	0.39~2.37	1.06~2.41	2.04~2.58	1.70~2.36	1.00~2.74	1.11~1.58	1.95~3.04
Evenness	0.33~0.72	0.36~0.81	0.36~0.83	0.54~0.86	0.55~0.78	0.37~0.89	0.45~0.60	0.64~0.81

1: Choi (2003); 2: Choi et al. (2005); 3: Choi (2005c); 4: Choi (2005a); 5: Choi (2005b); 6: Han River Water Management Committee (HRWMC, 2006); 7: Korea Water Corporation (KOWACO, 2006); 8: present study

(오봉세 등, 1999)에서는 큰 폭으로 증가하여 9과 24종의 물고기가 채집되었고 이후 1996년 조사에서는 40종 이상의 어종이 분포하는 것으로 나타났다(손영목 등, 1997). 어류상이 풍부해지기 시작한 것은 수도권 상수원인 팔당호에 대한 관리감독이 강화되고, 팔당호 유역에 마을단위하수처리장을 세워 오염물질의 유입을 줄인 것도(한강수계관리위원회·한강물환경연구소, 2003) 팔당호 수생태계의 건강성 유지에 긍정적인 영향을 준 것으로 판단할 수 있다. 다만 최근 수 년 간 반복되고 있는 하절기의 고농도 탁수현상은 수중생태계의 먹이피라미드에서 하부에 위치하고 있으면서 상위로 영양과 에너지를 전달하는 동물플랑크톤, 패류 등의 여과섭식에 장애를 유발하고 수서곤충의 생장에 피해를 주어 결국은 어류군집에 피해를 유발할 수 있을 것으로 예상된다(김범철과 정성민, 2007). 팔당호 등 한강수계에서 어류를 포함한 수생생물의 안정적인 유지를 위해서는 탁수의 발생, 유입 및 지속시간을 줄여야 할 것으로 판단된다.

팔당호 어류의 우점종은 팔당호 담수화가 이루어지기 전인 1972년에는 피라미(*Zacco platypus*)가 우점하였고 1973년 담수화가 시작된 이후 유수성 또는 계류성 어종에서 정수성 어종이 우점종으로 자리 잡기 시작하여 1992년의 조사에서는 블루길(*L. macrochirus*), 1996년 조사에서는 강준치(*E. erythropterus*), 2002년 조사에는 블루길(*L. macrochirus*)이 우점종으로 나타났다(변화근, 2002). 본 조사에서는 강준치(*E. erythropterus*)가 우점하였고 블루길(*L. macrochirus*)이 아우점하는 것으로 나타났다(Table 4). 블루길이 댐호에서 우점하는 현상은 대청호, 진양호 등의 경우에도 나타나, 대청호 완공 이후 독중개(*Cottus poecilopus*) 등 계류성 어종이 사라지고, 잉어(*Cyprinus carpio*), 붕어(*Carassius auratus*) 등 정수성 어종은 크게 증가하였고 특히 생태계 교란 외래생물종인 블루길(*L. macrochirus*)이 전체 개체군의 9.9%를 차지하였다. 또한 진양호에서도 전체 개체군의 10.0%를 블루길(*L. macrochirus*)이 차지하는 등 블루길의 개체수 증가가 빠른 것으로 나타났다(한국수자원공사, 2002). 이와 같이 댐호 건설로 인하여 대형인공호가 형성되면서 물의 흐름이 느리거나 없으면 정수성 어종이 급격하게 증가하는 것이 일반적인 현상이다. 팔당호도 동일한 양상을 나타내어 담수 이후 약 30년이 흐른 현재 블루길(*L. macrochirus*)이 지속적으로 우점종 또는 아우점종의 지위를

점하고 있다. 내수면자원 조성용으로 일본으로부터 1969년에 도입된 블루길은 수조지대가 잘 발달되어 있는 팔당호의 경우 호안에서 매우 풍부하게 서식하고 있다.

블루길은 뚜렷한 경쟁 어종이 존재하지 않는 국내 수계에 도입된 후 급속하게 번식하게 되었는데 내수면자원 조성용으로 수입된 블루길과 같은 외래어종은 토착어종에 비하여 비교적 몸집이 커 담수생태계에 큰 피해를 줄 수 있다. 블루길은 동식물플랑크톤, 씨앗, 선충류, 연체동물, 환경동물, 십각류, 대형동물, 거미류, 육상곤충, 어류, 어란 등을 섭식하는 것으로 나타났는데(송호복, 2002) 이 중 식물플랑크톤은 대부분 다른 먹이를 섭식하는 과정에서 함께 유입된 것으로 판단된다. 블루길이 섭식한 어류는 대부분 잉어과에 속하는 소형 어종이 대부분이며 산란기에는 어란을 집중 포식하는 것으로 나타났다. 팔당호의 경우 외래어종이 풍부하게 서식함에도 다양한 토착어종이 분포할 수 있는 것은 장마 등 큰물이 유입될 때 남한강과 북한강 및 팔당호로 유입되는 지천으로부터 다양한 종류의 어류가 지속적으로 유입되기 때문인 것으로 판단된다. 그러나 블루길과 배스의 우점도가 더욱 높아지면 대부분의 토착어종이 희소종으로 바뀌게 되고 종다양성도 감소하며 결과적으로는 어류군집이 불안정하게 될 것으로 예상할 수 있다. 따라서 수중생태계 특히 어류생태계 악영향을 줄 수 있으므로 블루길, 배스 등 생태계교란외래생물종으로 지정된 물고기를 다른 수체로 이식하거나 방류하는 행위는 절대 금지하고 적절한 관리방안이 모색되어야 할 것으로 판단된다.

4. 결론

팔당호와 그 유입지천의 어류상에 대한 2003, 2004, 2006년의 조사 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

한강수계에 축조된 인공호 중 가장 아래 지점에 위치하고 있는 팔당호는 호안의 수생식물대가 건강하게 발달되어 있고 어획강도가 높지 않아 한강수계 상류에 위치하고 있는 다른 호수에 비해 다양한 어종이 서식하고 있는 것으로 나타났다.

3년의 조사에서 14과 54종의 어종이 서식하고 있는 것으로 나타나 상류의 소양호, 평화의댐호, 춘천호, 의암호, 청평호, 충주호보다 다양한 어종이 서식하고 있는 것으로 나

Table 4. Changes of dominant fish from 1972 to present in Lake Paldang

Year	Dominant species	Dominated species	No. of species
1972 ¹	<i>Zacco platypus</i>	<i>Microphysogobio yaluensis</i> <i>Hemibarbus longirostris</i>	9 family 10 species
1992 ²	<i>Lepomis macrochirus</i>	<i>Zacco platypus</i> <i>Acgeilognanthus yamatsuate</i>	10 family 36 species
1996 ³	<i>Erythroculter erythropterus</i>	<i>Lepomis macrochirus</i> <i>Squalidus japonicus coreanus</i>	11 family 46 species
2002 ⁴	<i>Lepomis macrochirus</i>	<i>Erythroculter erythropterus</i> <i>Hemibarbus labeo</i>	10 family 30 species
Present study	<i>Erythroculter erythropterus</i>	<i>Lepomis macrochirus</i> <i>Microphysogobio yaluensis</i>	14 family 54 species

1: Jeon & Kim (1972); 2: Kong (1992); 3: Son et al. (1997); 4: Seoul Metropolitan Gov. (2002).

타났다. 팔당호 내에서는 11과 36종, 유입지천에서는 13과 48종이 서식하고 있었으며 이중 한국특산어종은 19종, 외래어종은 4종이 서식하고 있었다. 생물학적 군집지수를 산출한 결과 우점도는 유입천에 비해 호내에서 높았고 다양도와 종풍부도는 유입지천에서는 높게 나타나 호내보다 유입지천에 더 다양한 어종이 분포하고 있음을 시사하였으며, 특히 다양도지수는 한강수계 인공호 중에서 가장 높은 범위를 보여 팔당호 및 유입지천의 어류 서식 환경이 양호하다는 것은 보여주었다.

사 사

본 연구는 한강수계 환경기초조사사업 「팔당호소 환경조사·수중생태계 물질순환 및 에너지흐름조사·남한강하류호소의 생태계 구조조사」의 일환으로 수행되었습니다.

참고문헌

- 공동수(1992). 팔당호의 육수생태학적 연구. 박사학위청구논문, 고려대학교.
- 국립환경연구소(1980). 한강유역의 생태계 조사에 대한 종합적인 연구. 환경부.
- 김범철, 정성민(2007). 소양강의 탁수발생 실태와 환경생태학적 영향. 2007년 물정책포럼-탁수의 영향과 대책, 한국물학술단체연합회·한국수자원공사.
- 김익수(1997). 한국동식물도감, 제 37권 동물편(담수어류), 교육부.
- 김치홍, 이완옥, 이종관, 홍관의(2005). 청평호의 어류군집. *한국어류학회지*, **17**(2), pp. 123-130.
- 남명모, 양홍준, 채병수, 강영훈(1998). 내린천의 어류상과 군집구조. *한국어류학회지*, **10**, pp. 61-66.
- 남명모(1996). 한국산 담수어류의 현황. '96한국어류학회 심포지움.
- 변명섭, 박혜경, 정동일(2006). 대형수생식물이 팔당호의 물질수지에 미치는 영향. *한국어류학회지*, **39**(1), pp. 85-92.
- 변화근(2002). 우리나라 외래 담수 어종 도입에 의한 생태적 피해. 2002 *한국어류학회 심포지움집-국내에 도입된 외래어류의 현황*, pp. 31-52.
- 서울특별시(2002). *한강생태계 조사연구*.
- 손영목(1987). 한국산 통가리과 어류의 계통분류학적 연구. 박사학위논문, 중앙대학교.
- 손영목, 송호복, 변화근, 최재석(1997). 팔당호의 어류군집동태. *한국어류학회지*, **9**(1), pp. 141-152.
- 송호복(2002). 블루길, *Lepomis macrochirus*의 생식생태 및 식성. *한국어류학회 심포지움집-국내에 도입된 외래어류의 현황*, pp. 15-27.
- 양홍준, 채병수(1993) 금강 수계의 어류상과 어류군집구조. *한국어류학회지*, **26**, pp. 1-10.
- 양홍준, 채병수, 남명모(1991). 홍천강 상류수역의 추계어류상. *한국어류학회지*, **24**, pp. 37-44.
- 오봉세, 류재근, 남명모, 김숙양(1999). 팔당호 어업대상 어류의 종조성과 계절 변동. *한국어류학회지*, **32**(4), pp. 308-318.
- 전상린(1980). 한국산담수어의 분포에 관하여. 박사학위청구논문, 중앙대학교.
- 전상린(1990). *한강생태계 조사연구 보고서*. 서울특별시.
- 전상린, 김강연(1972). *한강유역의 어류상에 관한 연구*. 과학기술처 R-72-81.
- 정문기(1991). *한국어도보*, 일지사.
- 최재석(2003). 소양호의 어류군집 동태. *한국어류학회지*, **15**(2), pp. 95-104.
- 최재석(2005a). 의암호의 어류군집. *한국어류학회지*, **17**(1), pp. 73-83.
- 최재석(2005b). 청평호의 어류상과 어류군집. *한국어류학회지*, **38**(1), pp. 63-72.
- 최재석(2005c). 춘천호의 어류상과 군집구조. *한국환경생물학회지*, **23**(2), pp. 173-183.
- 최재석, 이광열, 장영수, 최의용, 서진원(2005). 평화의 댐 어류군집 분석. *한국어류학회지*, **38**(3), pp. 297-303.
- 한강수계관리위원회·한강물환경연구소(2003). *팔당호소 환경조사*.
- 한강수계관리위원회·한강물환경연구소(2005). *수초재배섬 운영·관리사업 보고서*.
- 한강수계관리위원회·한강물환경연구소(2006). *남한강수계 호소의 생태계 구조조사*.
- 한국수자원공사(2002). *댐 저수지 어류 보전 방안*.
- 한국수자원공사(2006). *상수원 수질보호 및 지속가능한 어업을 위한 황성호 연구조사*.
- 환경부(2001). *한국의 호소환경 조사기법 개발에 관한 연구 최종보고서*.
- 환경부(2005). *야생동식물보호법*.
- Gulati, R. D., Lammens, E. H. R. R., Meijer, M. L. and van Donk, E. (1990). *Bio-manipulation-Tool for water management*, Kluwer Academic Publishers.
- Margalef, R. (1958). Information theory in ecology. *General systematics*, **3**, pp. 36-71.
- Nelson, J. S. (2006). *Fishes of the world* (3rd ed.), John Wiley & Sons, New York.
- Pielou, E. C. (1966). The measurement of diversity in different type of biological collections. *J. Theoret Biol.*, **13**, pp. 131-144.
- Shannon, C. E. and Weaver, W. (1963). *The mathematical theory of communication*. Illinois Univ. Press, Urbana.
- Shapiro, J. (1990). Bio-manipulation : the next phase-making it stable. *Hydrobiologia*, 200/201, pp. 13-27.
- Simpson, E. H. (1949). Measurement of diversity. *Nature*, **163**, pp. 688.
- Yang, H. J. (1973). Studies on the fishes from the Nakdong River-The list of fishes and their distribution. *Kor. J. Limnol.*, **6**(1), pp. 19-36.