

# 예당호의 어류 종조성 및 군집구조

김승용 · 송미영 · 전형주 · 김경환 · 이완옥<sup>1</sup> · 박희원<sup>2,\*</sup>

국립수산과학원 중앙내수면연구소, <sup>1</sup>전남대학교 수산과학연구소, <sup>2</sup>국립수산과학원 연근해자원과

**Fish Species Composition and Community Structure in Lake Yedang, Korea by Seung-Young Kim, Mi-Young Song, Hyoung-Joo Jeon, Kyeong-Hwan Kim, Wan-Ok Lee<sup>1</sup> and HeeWon Park<sup>2,\*</sup>** (Inland Fisheries Research Institute, National Institute of Fisheries Science, Gapyeong 12453, Republic of Korea; <sup>1</sup>Fisheries Science Institute, Chonnam National University, Yeosu 59626, Republic of Korea, <sup>2</sup>Fisheries Resources Research Division National Institute of Fisheries Science, Busan 46083, Republic of Korea)

**ABSTRACT** This study investigated the characteristics of fish communities at the Lake Yedang, in 2013 to 2014 and 2017. During the survey period, there were 29 species of 10 families collected from 3 survey stations. Of them, Cyprinidae occupied 34.5% (14 species), Bagridae, Gobiidae 10.3% (3 species), and Cobitidae, Centrachidae were 6.9% (2 species) in the number of species, respectively. Korean endemic species were 4 species (13.8%) *Abbottina springeri*, *Cobitis nalbanti*, *Pseudobagrus koreanus*, *Odontobutis interrupta* and accounted for a low rate. There were 3 species (10.3%) exotic species including *Carassius cuvieri*, *Lepomis macrochirus*, *Micropterus salmoides*. As a result of community analysis, dominant index was 0.45~1.00, diversity index was 0.19~2.30 and richness index was 0.41~1.94.

**Key words:** Lake Yedang, Korean endemic species, cluster analysis, *Hypomesus nipponensis*, *Carassius auratus*

## 서 론

우리나라 댐·호는 대부분이 농·공업용수의 공급과 전력생산, 홍수조절을 위한 목적으로 건설된 다목적 인공호수이다. 저수지, 댐, 보의 건설로 물이 정체된 담수호는 상류에서 진행되는 산업화와 인구증가에 따른 오염물질 유입증가 등으로 수질오염이 가속화되고 있다(Oh *et al.*, 2005; Lee *et al.*, 2011). 1980년 이후 급속한 산업화로 댐호와 저수지에 수질 문제가 본격적으로 논의되면서 수산자원의 산란장 및 서식지 등을 보호하기 위해 수산자원보호구역이 설정되었다. 현재도 수산자원의 보호 육성을 위해 필요한 공유수면이나 그에 인접한 지역 중 지속적으로 보전이 필요한 지역을 수산자원보호 구역으로 지정·관리하고 있다(Kim *et al.*, 2017).

본 연구의 조사 지역인 예당호는 충청남도 예산군 대흥면과

응봉면 사이에 위치하며, 만수면적은 약 1,100 ha, 유역면적은 3만 7,360 ha이다. 예당호는 농업용수 전용공급 저수지 중 유역면적이 가장 넓으며 유역 내에 농경지가 많고 유역임상은 양호한 편이다(Hwang, 2014).

댐 건설은 인류에게 다양한 이익을 제공하는 한편 하천생태계를 교란하는 가장 큰 인위적 요인이라 할 수 있다(Ward and Stanford, 1979). 그리고 하천의 상·하류 연결성이 단절되어 물의 이동과 생물 개체군의 유전적 단절을 야기하며, 서식처의 형태가 유수환경(lotic)에서 정수환경(lentic)으로 변화되어 기존 생물군집의 변화(Joy and Death, 2001; Poff and Hart, 2002; Liermann *et al.*, 2012)로 인해 담수생태계 최상위 소비자인 어류에 영향을 미친다(Heggenes and Roed, 2006; Agostinho *et al.*, 2008).

예당호에 관한 연구는 수질(Lee *et al.*, 1994; Song *et al.*, 2011)과 어류상(Ko *et al.*, 2012; Kim *et al.*, 2016)에 대해 일부 이루어진 바 있으나, 댐·호 내에서의 어류 군집에 관한 상세한 연구는 부족하다. 따라서 본 연구에서는 3년간의 조사를 통해 예당호 내

\*Corresponding author: HeeWon Park Tel: 82-51-720-2281, Fax: 82-51-720-2277, E-mail: heewon81@gmail.com

어류 종조성과 군집구조의 특성을 파악하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 조사기간 및 지점

본 연구는 충청남도 예산군 대흥면과 응봉면 사이에 위치한 예당호의 어류 종조성과 군집구조를 파악하기 위해 조사를 수행하였다. 조사 시기는 연도별 차이를 파악하기 위하여 2013년, 2014년 조사결과와 2017년 조사결과를 비교하였으며, 계절적인 영향을 파악하기 위해 동절기를 제외한 4월, 6월, 8월, 10(11)월로 설정하였다. 조사지점 선정은 농업용수의 공급으로 예당호의 수위가 낮아질 경우에도 설치한 그물이 노출되지 않는 위치에 현지 어업인의 도움을 받아 3개 지점(상류, 중류, 하류)을 선정하여 조사를 실시하였으며, 각 조사지점의 위치는 다음과 같다 (Fig. 1).

- A(상류) : 충청남도 예산군 대흥면 송지리 (N36°36'10.52", E126°48'01.47")
- B(중류) : 충청남도 예산군 대흥면 대야리 (N36°37'07.71", E126°47'56.37")
- C(하류) : 충청남도 예산군 대흥면 신속리 (N36°37'49.32", E126°47'59.24")

### 2. 조사방법

어류 종조성을 파악하기 위해 내수면어업에서 주로 이용하는 삼각망과 자망을 사용하였다. 2013년과 2014년에는 어업인이 사용하는 어구를 이용하여 조사하였으며, 2017년에는 NIFS (2015)에 따라, 삼각망은 끝자루 망목크기가 12절(망목 27 mm)과 31절(망목 10 mm)을 지점당 1개씩 설치하여 최소 24시간 이상 경과 후 어류를 수거하였다. 자망은 내망목크기 5절(75 mm), 7절(50 mm), 12절(27 mm)을 지점당 1폭(50 m)씩 설치하여 최소 12시간 이상 경과 후 어류를 수거하였다. 채집된 표본 중 현장에서 동정 및 분류가 가능한 어류는 전장(TL), 체장(SL)을 0.1 mm, 중량(BW) 0.1 g 까지 측정하여 방류하였으며, 일부 개체는 분석을 위해 실험실로 운반하여 동정·측정하였다. 어류의 동정에는 국내에서 현재까지 발표된 검색표(Kim and Park, 2002; Kim *et al.*, 2005; Chae *et al.*, 2019)를 이용하였고, 분류체계는 Nelson *et al.* (2016)에 따라 목록을 정리하였다. 어류 군

집분석에는 채집시기별로 종다양도 지수(Shannon and Weaver, 1963), 우점도 지수(DI; McNaughton, 1967), 균등도(Pielou, 1966) 및 풍부도(RI; Margalef, 1958) 지수를 산출하였다. 분석 결과의 기준은 Hur *et al.* (2011)의 결과를 참고하여, 군집안정도를 나타내었다(Table 1). 조사지점별 출현하는 어류군집의 유사도 분석은 Primer 5.0 program (PRIMER-E Ltd, UK)을 이용하여 수행하였다.

## 결 과

### 1. 어류상

예당호에서 전체 조사기간 동안 출현한 어류는 총 10과 29종 21,193개체로 나타났다(Table 2). 잉어과(Cyprinidae)에 속하는 어류는 14종(종구성비: 34.5%)으로 가장 다양하게 나타났

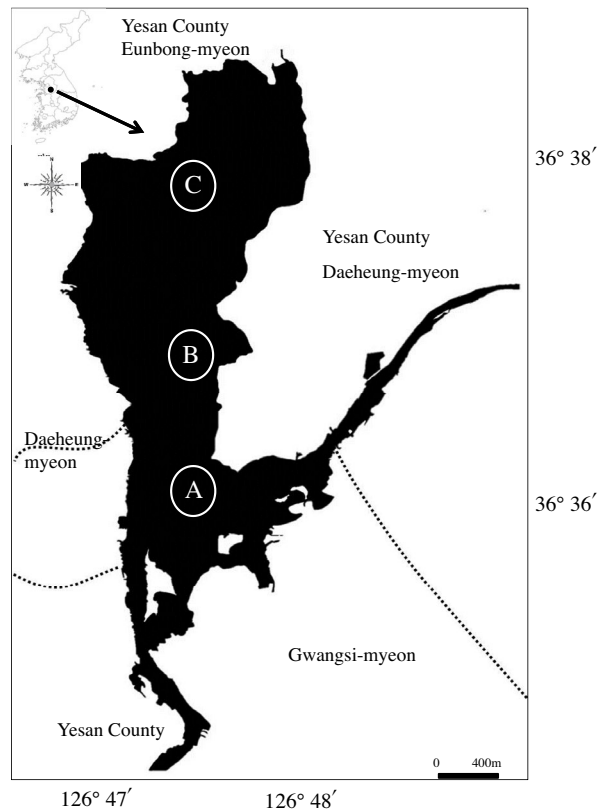


Fig. 1. Map showing the study area in Lake Yedang, Korea (A: upstream, B: midstream, C: downstream).

Table 1. Community indices criteria

Community indices	Very defectiveness	Defectiveness	Some satisfactory	Satisfactory	Very satisfactory
Dominance	0.9~1.0	0.7~0.9	0.5~0.7	0.25~0.5	<0.25
Evenness	0.9~1.0	0.7~0.9	0.5~0.7	0.25~0.5	<0.25
Diversity	<1.0	1.0~2.0	2.0~3.0	3.0~4.0	>4.0
Richness	<1.0	1.0~2.0	2.0~3.0	3.0~4.0	>4.0

**Table 2.** Number of individuals and biomass of fishes collected in Lake Yedang in 2013 to 2014 and 2017

Scientific name	2013			2014			2017			Total		R.A.(%)	
	N (ind.)	W (g)	N (ind.)	W (g)	N (ind.)	W (g)	N (ind.)	W (g)	N (ind.)	W (g)	N (ind.)	W (g)	
<b>Anguillidae</b>													
<i>Anguilla japonica</i>					1	266.0			1	266.0			0.037
<b>Cyprinidae</b>													
<i>Cyprinus carpio</i>	3	3,000.5	3	5,984.4	37	31,451.3			43	40,436.2			5.602
<i>Carassius auratus</i>	136	30,116.7	61	13,871.2	439	65,347.8			636	109,335.7			15.148
<i>Carassius cuvieri</i>	408	246,699.2	355	159,747.6	31	17,367.7			794	423,814.5			58.717
<i>Rhodeus ocellatus</i>	93	130.2	26	26.5					119	156.7			0.022
<i>Acheilognathus lanceolatus</i>					1	9.2			1	9.2			0.001
<i>Acheilognathus rhombeus</i>			3	36.6	12	95.6			15	132.2			0.018
<i>Acanthorhodeus chankaensis</i>			1	6.0					1	6.0			0.001
<i>Pseudorasbora parva</i>	699	1,296.0	751	1,271.5	1,062	2,188.8			2,512	4,756.3			0.659
<i>Hemibarbus longirostris</i>					1	25.4			1	25.4			0.004
<i>Pseudogobio esocinus</i>			2	73.6	7	281.6			9	355.2			0.049
* <i>Abbotina springeri</i>			22	80.6	140	369.4			162	450.0			0.062
<i>Zacco platypus</i>	138	570.2	5,951	3,811.6	35	559.5			6,124	4,941.3			0.685
<i>Opsariichthys uncirostris amurensis</i>			3	117.9	8	593.8			11	711.7			0.099
<i>Hemiculter leucisculus</i>	430	5,501.5	92	1,288.8	2,848	23,825.5			3,370	30,615.8			4.242
<b>Cobitidae</b>													
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>			3	12.5	2	6.7			5	19.2			0.003
* <i>Cobitis nalbani</i>			6	16.9					6	16.9			0.002
<b>Bagridae</b>													
* <i>Pseudobagrus fulvidraco</i>	79	3,081.5	69	5,857.8	67	7,685.8			215	16,625.1			2.303
<i>Pseudobagrus koreanus</i>	1	54.9	1	19.0					2	73.9			0.010
<i>Leiocassis ussuriensis</i>	1	15.0	2	212.8					3	227.8			0.032
<b>Siluridae</b>													
<i>Silurus asotus</i>					33	7,632.4			33	7,632.4			1.057
<b>Osmeridae</b>													
<i>Hypomesus nipponensis</i>	1,754	2,057.9	4,153	2,809.8	637	709.7			6,544	5,577.4			0.773
<b>Centrarchidae</b>													
<i>Lepomis macrochirus</i>					241	319.8			241	319.8			0.044
<i>Micropterus salmoides</i>	100	17,815.6	3	687.7	153	55,287.5			256	73,790.8			10.223
<b>Odontobutidae</b>													
<i>Odontobutis interrupta</i>			1	45.4					1	45.4			0.006
<b>Gobiidae</b>													
* <i>Gymnogobius urotaenia</i>	1	0.9							1	0.9			0.000
<i>Rhinogobius giurinus</i>	34	10.3	39	23.2	9	5.0			82	38.5			0.005
<i>Rhinogobius brunneus</i>					1	0.7			1	0.7			0.000
<b>Channidae</b>													
<i>Channa argus</i>					4	1,409.1			4	1,409.1			0.195
Number of species	14		21		22				29				
Number of individual	3,877	310,350.5	11,547	196,001.4	5,769	215,438.3			21,193	721,790.2			100.0

\*Korean endemic species

고, 동자개과(Bagridae)와 망둑어과(Gobiidae)가 각각 3종(종구성비: 10.3%), 미꾸리과(Cobitidae)와 검정우럭과(Centrachidae)가 각각 2종(종구성비: 6.9%)로 나타났다. 그 외에 뱀장어과(Anguillidae), 메기과(Siluridae), 바다빙어과(Osmeridae), 동사리과(Odontobutidae), 가물치과(Channidae)에 속하는 종이 각각 1종(종구성비: 3.4%)이 출현하였다.

예당호에서 확인된 고유종은 왜매치(*Abbottina springeri*), 점줄종개(*Cobitis nalbanti*), 눈동자개(*Pseudobagrus koreanus*), 얼룩동사리(*Odontobutis interrupta*) 등 4종으로 전체 종구성비의 13.8%로 나타났다.

조사기간 중 가장 많이 출현한 잉어과 어류는 2013년에 7종(49.2%), 2014년 12종(63.0%), 2017년에 12종(80.1%)으로 상대풍부도면에서 계속 증가하였고, 검정우럭과 어류는 2013년 2.6%에서 2017년 6.8%로 증가하였다(Table 2). 반면에 바다빙어과 어류는 2013년에 45.2%에서 2017년 11.0%로 조사기간에 걸쳐 계속 감소하였고, 동자개과 어류는 조사기간 동안 비슷한 수준을 유지하였다. 2017년 조사에서 새로 출현한 종은 뱀장어(*Anguilla japonica*), 메기(*Silurus asotus*), 가물치(*Channa argus*) 등 3종이었다.

## 2. 국외 도입종(외래종)

예당호에서 조사기간 중 서식이 확인된 외래종은 떡붕어(*Carassius cuvieri*), 블루길(*Lepomis macrochirus*), 배스(*Micropterus salmoides*) 3종이었다. 외래종인 떡붕어와 블루길은 다른 어종에 비해 개체수의 감소와 증가가 상대적으로 뚜렷하게 나타났다. 떡붕어의 경우 2013년과 2014년에 각각 408개체, 355개체가 채집된 반면에 2017년에 33개체가 채집되어 개체수가 감소하였다. 또한 블루길은 전체 조사기간 중 2013년, 2014년에는 모든 어구에서 전혀 채집되지 않았으나, 2017년에 끝자루 망목크기가 10 mm(31절)인 삼각망에서 8월과 11월에 각각 26.2 g(49개체), 283.1 g(191개체)이 채집되었다.

## 3. 주요 어종의 전장 조성

우점종인 빙어(*Hypomesus nipponensis*), 피라미(*Zacco platypus*), 치리(*Hemiculter leucisculus*), 참붕어(*Pseudorasbora parva*), 붕어(*Carassius auratus*) 4종과 외래종인 떡붕어, 블루길, 배스 3종의 전장 값을 토대로 전장빈도분포도를 작성하여 개체군의 전장조성을 비교하였다.

예당호에서 채집된 빙어 개체군의 전장은 42~110 mm의 범위였으며, 평균 72.8 mm로 나타났다(Fig. 2). 빙어 개체군은 2017년(평균 66.8 mm)에 비해 2013년(평균 75.3 mm)에 전장이 더 컸다. 예당호 주요 수산자원인 떡붕어와 붕어 전장분포는 각각 70.0~415.0 mm(평균 306.6 mm), 32.0~395.0 mm(평균 211.5 mm) 범위의 개체군이 채집되었다. 특히 떡붕어는 180 mm

이하의 개체군이 1마리만 채집되었고, 300~340 mm 이하의 개체군이 전체 조사기간 동안 높은 빈도를 보였다(Fig. 2). 떡붕어의 연도별 평균 전장은 조사기간 동안 비슷한 수준을 유지하였다. 붕어 개체군의 전장범위는 220~240 mm 사이의 개체군이 가장 높은 빈도로 나타났으며, 떡붕어와는 반대로 조사기간 동안 채집되는 개체수가 점차 증가하는 경향을 보였다. 또한 2017년 조사에서 당년생에서 만 1세로 추정되는 100 mm 이하의 어린 개체가 다수 채집되어, 연도별 개체군의 전장이 2017년에 평균 193.3 mm로 가장 작았다.

외래종인 블루길 개체군의 전장 범위는 25.0~84.0 mm(평균, 43.4 mm)로 채집된 개체 대부분이 만 1년생 이하로 여겨지는 소형 개체들이었다(Fig. 2). 배스의 전장 범위는 50~432 mm(평균 241.0 mm)로 개체군의 크기가 고르게 분포하고 있는 것으로 확인되었다(Fig. 2). 개체수 우점종인 치리와 참붕어 2종은 평균 전장이 연도별로 비슷한 수준을 유지하였고, 피라미의 평균 전장은 2013년과 2014년에 각각 84.6 mm, 87.9 mm로 비슷한 수준이지만 2017년에 평균 116.1 mm로 나타났다(Fig. 2).

## 4. 군집지수

예당호에서 출현한 어류의 군집지수를 월별로 분석한 결과, 우점도 지수는 2013년 4월에 1.00으로 가장 높았으며, 2014년 4, 8월, 2017년 4, 6월에서도 비교적 높게 나타났다(Fig. 3). 2013년 8월에 0.50 이하로 낮았다. 균등도 지수는 2013년 8월에 1.94로 가장 높았으며, 2017년 8월, 2013년 6월, 2014년 10월에도 1.50 이상으로 높았다. 다양도 지수는 2017년 4월에 2.30으로 가장 높았고, 2014년 4월, 2017년 8월, 2017년 6월, 2017년 10월에 1.60 이상으로 비교적 높았다. 풍부도 지수는 2013년 8월에 0.81로 가장 높았고, 2017년 8월, 2014년 10월, 2013년 6월, 2013년 10월, 2014년 6월 0.60으로 비교적 높게 나타났다. 전체적으로는 다양도 1.49, 균등도 1.27, 우점도 0.76, 풍부도 0.56이었다.

전 조사기간 동안 예당호에서 채집된 어류의 개체수를 월별로 비교하여 유사도지수를 계산하였다(Fig. 4). 예당호 각 조사 시기는 크게 4개의 집단으로 구분되었으며, 그룹 I은 2017년 4, 6, 8, 11월 조사시기가 묶였고, 그룹 II는 2014년 10월과 2013년 4월을 제외한 모든 조사시기였다. 그룹 III과 IV는 각각 2014년 10월과 2013년 4월이었다.

## 고 찰

예당호에서 전체 조사기간 동안 출현한 어류의 총수는 10과 29종 21,193개체로 나타났다(Table 2). 잉어과에 속하는 종이 14종(종구성비: 34.5%)으로 가장 다양하게 나타났고, 미꾸리과와 검정우럭과가 각각 2종(종구성비: 6.9%)으로 나타났다. 잉어과에 속하는 종이 14종으로 다른 과 어류에 비해 풍부하게 출현

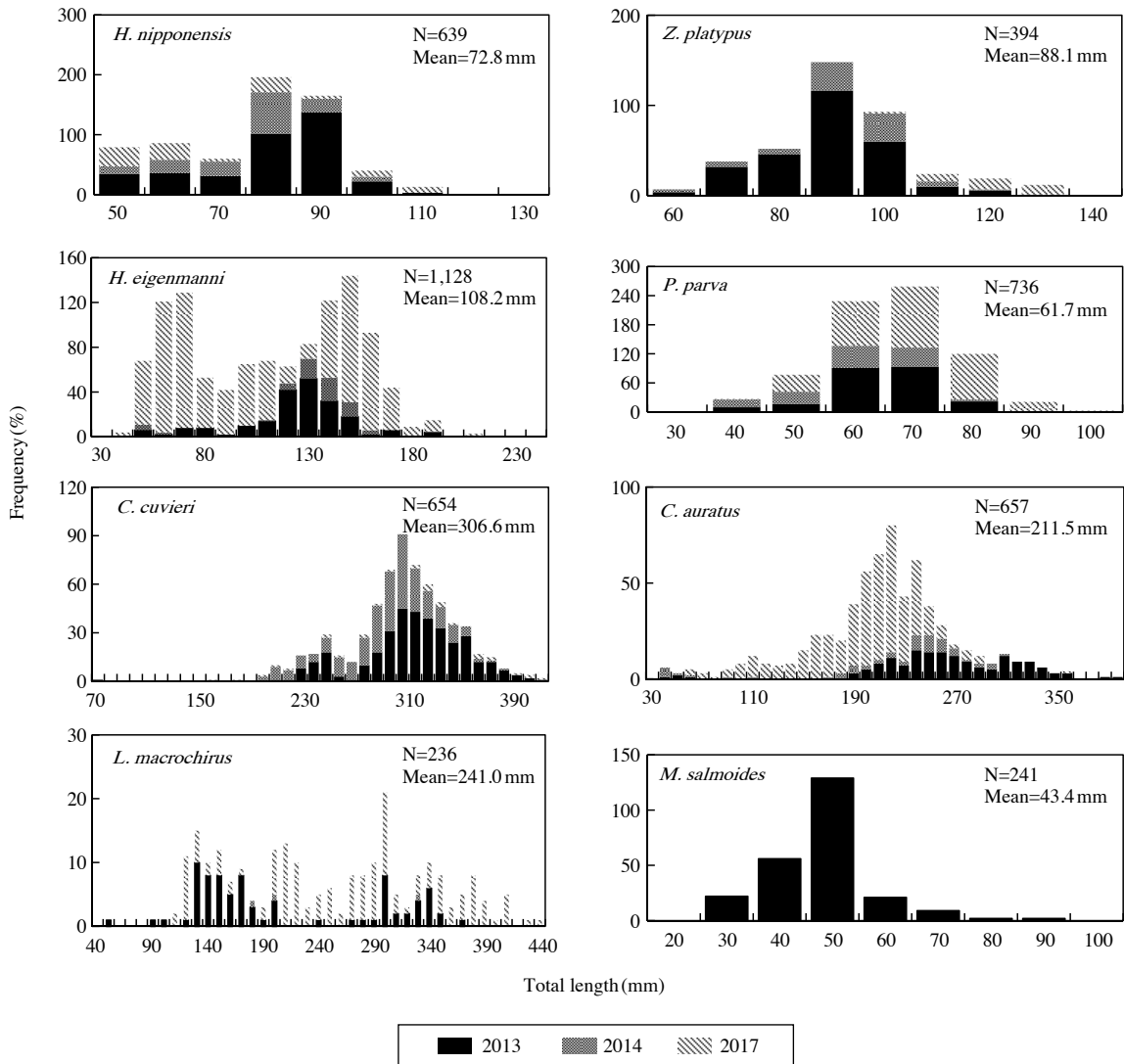


Fig. 2. Length frequency of eight dominant species in Lake Yedang in 2013, 2014 and 2017.

하였는데 이는 조사 지역인 예당호가 서·남해로 유입되는 서한아 수계에 속하는 평지형 하천인 무한천에 위치하고 있으며, 우리나라 서·남해로 유입되는 하천의 담수어류상의 특징과 잘 일치하고 있다(Jeon, 1980; Hur *et al.*, 2011; Moon *et al.*, 2011; Byeon, 2018).

고유종(Korea endemic species)의 출현은 해당지역의 생물상을 특징짓는 기준으로 조사 지역의 수 환경 및 생물서식 특성 등을 파악할 수 있는 기준이 된다(Hur *et al.*, 2011). 예당호에서 확인된 고유종은 왜매치, 점줄종개, 눈동자개, 얼룩동사리 등 4종으로 전체 종구성비의 13.8%로 나타났다. 예당호에서 출현한 고유종은 한반도 전체 담수어의 고유화 빈도인 28.4%(Son and Song, 2006)보다 비교적 낮게 나타났다. 이는 조사 지역이 정수역인 예당호가 중심이었으며, 유입하천이 포함되지 않은 것으로

다양한 형태의 서식처를 대상으로 조사를 한다면 고유종을 포함한 출현 어류의 종수가 증가할 것으로 생각된다.

Ko *et al.* (2012)의 연구결과에 따르면 예당호의 출현 어류는 32종이 기록되어 있으며, 본 연구와 거의 동일한 조사지점에서 조사가 이루어져 비교하였다(Table 3). 이전의 연구결과(Ko *et al.*, 2012)와 어류상을 비교하면 각시붕어(*Rhodeus uyekii*), 떡납줄갱이(*Rhodeus notatus*), 줄납자루(*Acheilognathus yamatsutae*), 버들매치(*Abbottina rivularis*), 왜물개, 대륙송사리(*Oryzias sinensis*), 동사리(*Odontobutis platycephala*) 7종은 본 연구에서 출현하지 않았으며, 뱀장어, 납지리(*Acheilognathus rhombus*), 눈동자개, 대농갱이(*Leiocassis ussuriensis*), 블루길의 5종은 본 조사를 통해 새롭게 서식이 확인되었다. 이는 채집 방법 또는 채집 장소에 의한 차이일 수도 있지만 추후 중 변동

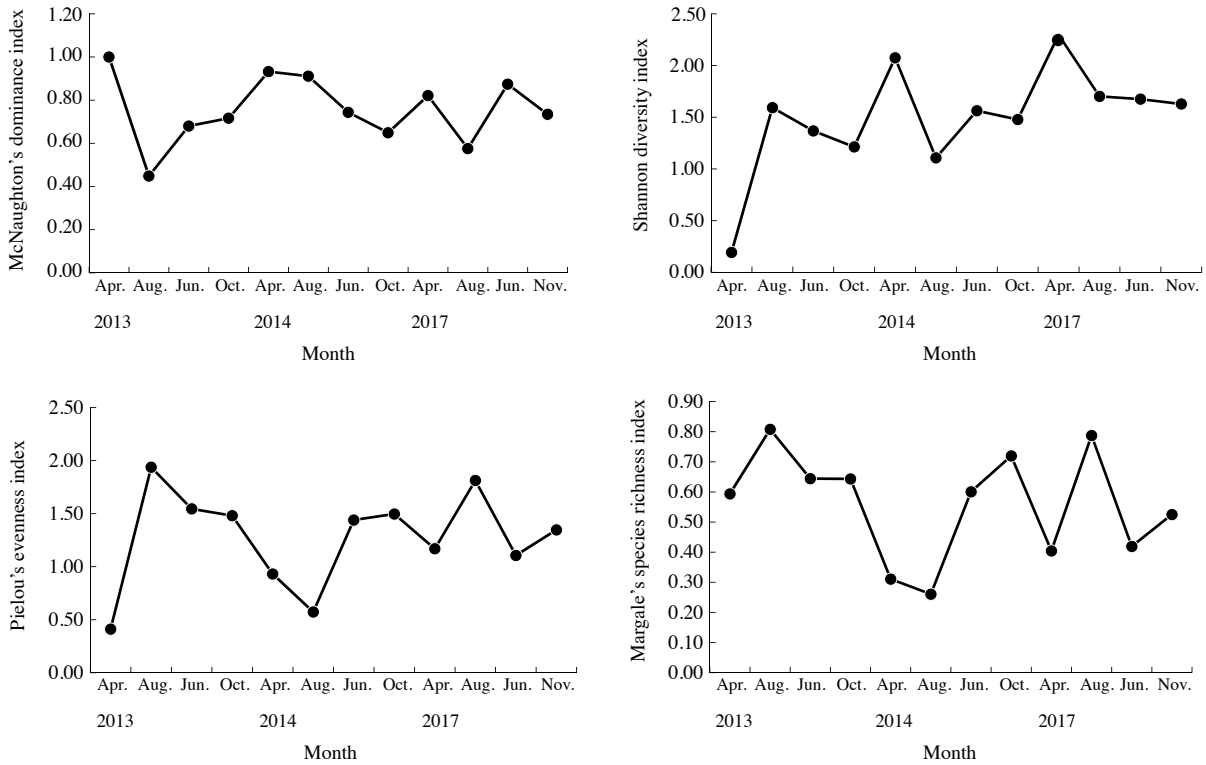


Fig. 3. Community indices at each surveyed years, based on the McNaughton's dominance index, Shannon diversity index, Pielou's evenness index and Margale's species richness index.

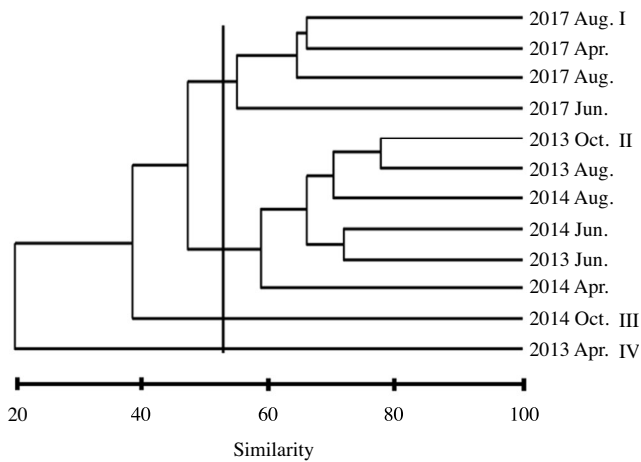


Fig. 4. A dendrogram showing the grouping of fish community.

에 대한 장기적인 모니터링이 필요하다.

본 연구에서 채집된 주요 수산자원인 빙어 개체군의 평균 전장은 72.8 mm이다. Byeon (2010)의 연구에 따르면 성숙체장은 60 mm로 본 연구에서는 주로 80~100 mm의 빙어가 채집되어, 예당호의 빙어 개체군은 안정적으로 유지되고 있었다. 그러나 예당호에는 블루길, 배스 등의 외래종 비율이 높아 빙어 자원관

리를 위한 지속적인 모니터링이 필요하다. 예당호 주요 수산자원인 떡붕어와 붕어의 전장분포는 떡붕어의 경우 70.0~415.0 mm, 붕어는 32.0~395.0 mm 범위의 개체군이 채집되었으며, 평균 전장은 각각 306.6 mm과 211.5 mm로 나타났다. 특히 떡붕어는 180 mm 이하의 개체군이 1마리만 채집되었고, 300~340 mm 이하의 개체군이 전체 조사기간 동안 높은 빈도를 보였으며, 2017년도 조사에서는 2013년, 2014년 조사에 비해 떡붕어의 개체수가 현저하게 줄어드는 경향이 나타났다. 붕어 개체군의 전장범위는 220~240 mm 사이의 개체군이 가장 높은 빈도로 나타났으며, 떡붕어와는 반대로 조사기간 동안 채집되는 개체가 점차 증가하는 경향을 보였다. 또한 2017년도 조사에서当年생에서 만 1세로 추정되는 100 mm 이하의 어린 개체가 다수 채집되어 비교적 안정적으로 개체군이 유지되는 것으로 판단되었다.

블루길의 평균전장은 43.4 mm로 2017년 11월 조사에만 241 개체(TL, 25~84 mm)가 채집 되어(Fig. 2), 대부분이当年생 개체(TL, 25~50 mm)로 추정되며 블루길 개체군이 증가하고 있는 것으로 확인되었다. Song *et al.* (2012)의 연구에 따르면 소양호에서 채집된 블루길 개체군의 경우 만 1년생이 약 90 mm 이하의 개체군으로 분석하여, 본 조사와 비슷한 결과를 나타냈다. 배스의 평균전장은 241.0 mm로 나타났고, 조사기간 동안 비슷한 수준을 유지하였다. 한 수계 내에 최고 포식자의 증가는 기

**Table 3.** The occurrence of fish fauna in the Lake Yedang from 2012 and 2013, 2014 and 2017

Scientific name	2012	This study		
		2013	2014	2017
<b>Anguillidae</b>				
<i>Anguilla japonica</i>				1
<b>Cyprinidae</b>				
<i>Cyprinus carpio</i>	8	3	3	37
<i>Carassius auratus</i>	1,083	136	61	439
<i>Carassius cuvieri</i>	67	408	355	31
<i>Rhodeus ocellatus</i>	1,667	93	26	
<i>Rhodeus uyekii</i>	548			
<i>Rhodeus notatus</i>	172			
<i>Acheilognathus lanceolatus</i>	10			1
<i>Acheilognathus rhombeus</i>			3	12
<i>Acheilognathus yamatsutae</i>	1			
<i>Acanthorhodeus macropterus</i>	33			
<i>Acanthorhodeus chankaensis</i>	36		1	
<i>Pseudorasbora parva</i>	1,846	699	751	1,062
<i>Hemibarbus longirostris</i>	1			1
<i>Pseudogobio esocinus</i>	35		2	7
<i>Abbottina rivularis</i>	13			
* <i>Abbottina springeri</i>	86		22	140
<i>Aphyocypris chinensis</i>	4			
<i>Zacco platypus</i>	672	138	5,951	35
<i>Opsariichthys uncirostris amurensis</i>	2		3	8
<i>Hemiculter leucisculus</i>	64	430	92	2,848
<b>Cobitidae</b>				
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	1		3	2
* <i>Cobitis nalbanti</i>	30		6	
<b>Bagridae</b>				
* <i>Pseudobagrus fulvidraco</i>	12	79	69	67
<i>Pseudobagrus koreanus</i>		1	1	
<i>Leiocassis ussuriensis</i>		1	2	
<b>Siluridae</b>				
<i>Silurus asotus</i>	1			33
<b>Osmeridae</b>				
<i>Hypomesus nipponensis</i>	72	1,754	4,153	637
<b>Adrianichthyoidae</b>				
<i>Oryzias sinensis</i>	101			
<b>Centrarchidae</b>				
<i>Lepomis macrochirus</i>				241
<i>Micropterus salmoides</i>	36	100	3	153
<b>Odontobutidae</b>				
<i>Odontobutis platycephala</i>	1			
<i>Odontobutis interrupta</i>	5		1	
<b>Gobiidae</b>				
* <i>Gymnogobius urotaenia</i>	19	1		
<i>Rhinogobius giurinus</i>	70	34	39	9
<i>Rhinogobius brunneus</i>	21			1
<b>Channidae</b>				
<i>Channa argus</i>	2			4
Number of species	32	14	21	22
Number of individual	6,719	3,877	11,547	5,769

\*Korean endemic species

타 어류에게 부정적인 영향을 미치며, 각 생물그룹의 증가는 다른 개체군의 감소를 야기한다(Jang *et al.*, 2008). 또한 어떤 생물그룹의 증가는 동일 생물그룹의 먹이자원에 대한 경쟁을 유발시켜, 동일 생물그룹에 부정적 영향을 미친다고 알려져 있다

(Christensen *et al.*, 2000). 예당호의 경우 개체수가 유지되고 있는 배스와 더불어 2017년 조사에서 블루길 개체수가 급격히 증가하고 있으며, 소형 잉어과 어류 및 빙어 등의 주요 수산자원의 개체수는 감소하는 경향을 보여 이들 외래종이 수산자원의 자

원감소에 미치는 영향에 대한 지속적인 모니터링이 필요하다.

군집분석은 어종의 종류, 어종수와 개체수에 근거하여 우점도, 종다양도, 균등도, 종풍부도를 분석하였으며, 월별 기준으로 분석을 수행하였다. 예당호의 우점도 지수는 0.45~1.00 (평균 0.76)의 범위로 군집안정도에서 불량한 상태로 나타났으며, 이는 예당호가 정수생태계로 안정되면서 빙어, 붕어, 참붕어, 치리 등 정수역을 선호하는 어종이 우점하여 나타난 결과로 판단된다. 한편 종 다양도 지수는 0.19~2.30 (평균 1.49), 균등도 0.41~1.94 (평균 0.41), 종풍부도 지수 0.26~0.81 (평균 0.56)으로 나타났고, 다양도 지수의 경우에는 평균 1.49로 불량한 상태로 나타났다. 이는 조사에 사용한 어구 중 자망의 경우 2017년도에 5절, 7절, 12절로 세분화하여 조사를 수행한 결과 어획된 종의 수가 증가하여 나타난 것으로 판단된다.

본 연구는 충남 예당호에서 채집된 어류 종조성 및 군집에 대한 결과를 보여줬다. 어류 군집에 관한 연구는 생물다양성을 증대시키고 어류 자원 보존 및 관리를 위해 중요한 자료가 되며, 장기간 군집 모니터링을 위한 기초 자료가 된다. 향후 내수면 수산자원의 지속가능한 이용과 보존을 위해서 정기적인 모니터링이 필요하며, 정량적이고 과학적인 모니터링을 통해 생물 군집에 미치는 영향을 밝히는 데 중요한 결과를 제공할 수 있을 것이라 생각된다.

## 요 약

본 연구는 충남 예산군 대흥면과 응봉면 사이에 위치한 예당호에서 2013년, 2014년과 2017년에 어류군집 특성 분석을 위해, 조사기간 동안 3개 조사지점에서 출현한 어종은 총 10과 29종이었다. 잉어과(Cyprinidae)에 속하는 종이 34.5%로 가장 다양하게 나타났고, 동자개과와 망둑어과가 10.3%, 미꾸리과 검정우렁치가 6.9%로 나타났다. 한국고유종은 왜매치, 점줄종개, 눈동자개, 얼룩동사리 등 4종(13.8%)으로 낮은 비율이었다. 외래종은 떡붕어, 블루길, 배스 등 3종(10.3%)이었다. 군집분석 결과 우점도 지수는 0.45~1.00, 종다양도 지수는 0.19~2.30, 균등도 지수는 0.41~1.94의 범위로 나타났다.

## 사 사

이 논문은 2019년도 국립수산물과학원 수산과학연구사업(R2019028)의 지원으로 수행되었습니다.

## REFERENCES

Agostinho, A.A., F.M. Pelicice and L.C. Gomes. 2008. Dams and the fish fauna of the Neotropical region: impacts and management related to diversity and fisheries. *Braz. J. Biol.*, 68:

- 1119-1132.
- Byeon, H.K. 2010. Ecological characteristics of land locked and anadromous populations of *Hypomesus nipponensis* (Osmeridae). *Korean J. Ichthyol.*, 22: 249-255. (in Korean)
- Byeon, H.K. 2018. Characteristic of fish community and distribution of exotic species at the Hangang River in Seoul, Korea. *Korean J. Ichthyol.*, 30: 144-154. (in Korean)
- Chae, B.S., H.B. Song, J.Y. Park and K.H. Cho. 2019. A field guide to the freshwater fishes of Korea. LG Evergreen Foundation, Seoul, 194pp. (in Korean)
- Christensen, V., C.J. Walters and C. Pauly. 2000. Ecopath with ecosystem: A user's guide. Fisheries center. University of British Columbia, Vancouver and ICLARM, Malaysia, 130pp.
- Heggenes, J. and K.H. Røed. 2006. Do dams increase genetic diversity in brown trout (*Salmo trutta*) Microgeographic differentiation in a fragmented river. *ECol. Freshw. Fish.*, 15: 366-375.
- Hur, J.W., H.K. Kang and M.H. Jang. 2011. Investigation on physical habitat condition and fish fauna in Dal stream of Han River Basin. *J. Korean Soc. Environ. Eng.*, 33: 564-571. (in Korean)
- Hwang, D.J. 2014. A study on discharge capacity improvement of the Yedang Reservoir using HEC-5 Model. Master Thesis, Chungnam Univ, Daejeon, Korea, 103pp. (in Korean)
- Jang, S.H., C.I. Zhang, J.H. Na, S.W. Kim, K.G. An, J.J. Lee and J.H. Lee. 2008. A analysis of trophic structure in Lake Namyang using the ecopath modelling. *Korean J. Limnol.*, 42: 144-154. (in Korean)
- Jeon, S.R. 1980. Studies on the distribution of freshwater fishes from Korea. Ph. D. Thesis, Chungang Univ, Seoul, Korea, 91pp. (in Korean)
- Joy, M.K. and R.G. Death. 2001. Control of freshwater fish and crayfish community structure in Taranaki, New Zealand: dams, diadromy or habitat structure. *Freshwater Biol.*, 46: 417-429.
- Kim, H.G., C.J. Cheong, J.H. Lee and Y.S. Lee. 2017. Environmental characteristics of water quality in southern fisheries resources protection area. *J. Korean Soc. Environm Tech.*, 18: 577-585. (in Korean)
- Kim, I.S. and J.Y. Park. 2002. Freshwater fishes of Korea. Kyohaksa Publishing Co. Ltd., Seoul, 467pp. (in Korean)
- Kim, I.S., Y. Choi, C.L. Lee, Y.J. Lee, B.J. Kim and J.H. Kim. 2005. Illustrated book of Korean fishes. Kyohaksa Publishing Co. Ltd., Seoul, 615pp. (in Korean)
- Kim, S.K., H.S. Park and S.R. Park. 2016. Distribution of fish and amphibian in rich fields Near the Yedang Reservoir in Korea. *Korean J. Environ.*, 30: 48-57. (in Korean)
- Ko, D.G., D.G. Han and K.G. An. 2012. length-weight relations and condition factor (K) of *Zacco platypus* along trophic gradients in reservoir ecosystems. *Korean J. Limnol.*, 45: 174-189. (in Korean)
- Lee, H.D., B.C. Kang and M.Y. Kim. 1994. On the Seasonal variation of water quality of Yedang Reservoir. *Korean J. Limnol.*, 27: 219-226. (in Korean)
- Lee, M.J., H.K. Kwon, H.J. Lee, J.K. Seo, J.K. Lee and J.E. Lee,



2011. Community structure of Benthic macroinvertebrates and water quality in the Major Lakes (Lake Sayeon, Lake Daeam, Seonam Reservoir, Lake Hoeya) of Ulsansi. Korean J. Limnol., 44: 396-406. (in Korean)
- Liermann, C.R., C. Nilsson, J. Robertson and R.Y. Ng. 2012. Implications of dam obstruction for global freshwater fish diversity. BioScience, 62: 539-548.
- Margalef, R. 1958. Information theory in ecology. Gen. Syst., 3: 36-37.
- McNaughton, S.J. 1967. Relationship among functional properties of california Grassland. Nature, 216: 168-144.
- Moon, B.R., S.L. Jeon, M.S. Hyun, J.S. Hwang and J.K. Choi. 2011. Introduction scheme of health impact assessment in Korea J. Environ. Impact Assess., 16: 511-524.
- Nelson, J.S., T.C. Grande and M.V.H. Wilson. 2006. Fishes of the world (5th ed). John Wiley & Sons, Inc, 707pp.
- Oh, H.K., Y. Kim and M.S. Beon. 2005. Vegetation and distribution situation of naturalized plants in the waterworks protection area, Jeongup stream. J. of KIFR, 9: 47-55.
- Pielou, E.C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collection. J Theort Biol., 13: 131-144.
- Poff, N.L. and D.D. Hart. 2002. How dams vary and why it matters for the emerging science of dam removal. BioScience, 52: 659-668.
- Shannon, C.E. and W. Weaver. 1963. The mathematical theory of communication. Illinois Univ, Pre, Urbana, 117pp.
- Song, H.B., M.S. Byeon, D.W. Kang, C.Y. Jang, J.S. Moon and H.K. Park. 2012. Population structure of bluegill, *Lepomis macrochirus* in Lakes of he Han River system, Korea. Korean J. Limnol., 24: 278-286. (in Korean)
- Song, M.A., J.W. Kim, H.N. Kim, D.S. Kong and O.M. Lee. 2011. Water quality using trophic status index and attached diatom index in 10 reservoirs including Ye-dang Reservoir of Chungcheongnam-do. Korean J. Limnol., 44: 155-171. (in Korean)
- Son, Y.M. and H.B. Song. 2006. Freshwater fishes of Geum River, Korea. Jisungsa. Korea. 239pp. (in Korean)
- Ward, J.V. and J.A. Stanford. 1979. The ecology of regulated streams. Plenum Press, New York, 398pp.