

아산호와 충주호의 삼각망에 의한 어획물 종 구성과 혼획 실태 연구

허민아 · 안희춘¹ · 이완옥² · 편용범³ · 김성훈^{4*}

한국수산해양공학연구소 선임연구원, ¹한국수산해양공학연구소 연구소장, ²한국수산해양공학연구소 책임연구원,
³한국수산해양공학연구소 부소장, ⁴부경대학교 해양생산시스템관리학부 교수

A study on species composition and bycatch status of fishes by a three-side fyke net fisheries in Asanho Lake and Chungjuho Lake

Min Ah HEO, Heui Chen AN¹, Wan Ok LEE², Yong Beam PYEON³ and Seong Hun Kim^{4*}

Senior researcher, Korea Institute of Fisheries and Ocean Engineering, Busan 48508, Korea

¹Director of Research, Korea Institute of Fisheries and Ocean Engineering, Busan 48508, Korea

²Principal Researcher, Korea Institute of Fisheries and Ocean Engineering, Busan 48508, Korea

³Deputy director of Research, Korea Institute of Fisheries and Ocean Engineering, Busan 48508, Korea

⁴Professor, Department of Marine Production System Management, Pukyong National University, Busan 48513, Korea

This study investigated the species composition and bycatch status of fishes by fyke net between June and November 2020 in Asanho lake and Chungjuho lake. During the survey period, the catches in Asanho lake were identified as 2,931 individuals of 16 species from a total of six families and in Chungjuho lake were identified as 1,645 individuals of 14 species from a total of eight families. The dominant species in Asanho lake was *Erythroculter erythropterus* which accounted for 59.6% of the the total number of individuals and 40.5% of the total biomass caught. The dominant species in Chungjuho lake was *Lepomis macrochirus* which accounted for 48.2% of the the total number of individuals and *Erythroculter erythropterus* which accounted for 60.2% of the total biomass caught. The bycatch rates of non-commercial species in Asanho lake and Chungjuho lake were 77.0% and 82.6%, respectively. As a result of analyzing the frequency distribution of the total length of *Carassius auratus* and *Siniperca scherzeri*, which were the dominant species among commercial species, the bycatch rate of small individuals was 87.1%, and 42.7%, respectively.

Keywords: Inland fisheries, Three-side fyke net, Species composition, Bycatch, Asanho lake, Chungjuho lake

Received 6 July 2023; Revised 27 July 2023; Accepted 25 August 2023

*Corresponding author: seba@pknu.ac.kr, Tel: +82-51-629-5888, Fax: +82-51-629-5886

Copyright © 2023 The Korean Society of Fisheries and Ocean Technology

서론

내수면어업은 하천, 댐, 호수, 늪, 저수지와 그 밖에 인공적으로 조성된 담수나 기수에서 이뤄지는 어업으로, 국내 내수면 면적은 국토 면적의 약 6%에 지나지 않지만 예로부터 뱀장어(*Anguilla japonica*), 미꾸라지(*Misgurnus mizolepis*), 붕어(*Carassius auratus*), 쏘가리(*Siniperca scherzeri*) 등 다양한 먹거리를 제공하고 있다. 통계청에 따르면, 내수면 어로 어업 생산량은 2010년 1만256톤에서 2020년 8천226톤으로 19.8% 감소하였으며, 그중 경기도와 충북에서의 어업 생산량은 2010년 대비 각각 약 46.8%, 60.2%가 감소해 그 추세가 심각한 실정이다(FIPS, 2023). 내수면어업 생산량 감소는 산업화, 간척사업 등으로 인한 서식환경의 축소, 수질 및 환경오염의 증가, 외래종 및 정수성 어류와의 생존경쟁 등이 원인이다(Byeon, 2015; Yoon et al., 2018; Jang and Bae, 2020). 최근 정부에서는 내수면 어로 산업의 위기에 토종어종 보호와 수생태계 복원, 수산생물 다양성 확보, 수산자원 증대를 위한 다양한 사업을 추진하고 있다(MOF, 2017). 이 중 내수면 수산종묘 방류사업의 대상종은 경제성이 높고 최근 자원량이 급감한 어종으로, 지역 어업인들의 수요를 반영하여 선정된다.

국내 5대강 수계 중 내수면어업 활동이 활발한 지역은 한강과 금강수계이다(KMI, 2018). 금강수계에 속하는 아산호(평택호)는 1973년 아산만방조제 건설 이후 해수면이었던 아산만의 일부가 담수화되면서 형성된 수면적 24 km², 유역면적 1,654 km²에 이르는 인공 담수호이며, 충주호는 내륙에 위치해 면적 67.5 km², 유역면적 6,648 km²에 달하는 한강수계의 대표적 대형 호수이다. 이 두 수역 모두 한때 풍부한 어족자원으로 어로 어업이 성행하였고 현재도 꾸준한 수산종묘 방류사업, 어업계의 자율관리어업공동체 운영 등을 통해 어로 어업을 지속하고 있다.

내수면어업은 면허어업으로 양식어업, 정치망어업, 공동어업이 있으며, 허가어업으로는 자망, 연승, 낚장망, 각망어업 등이 있다. 이중 각망어업은 일정한 수역에 어구를 부설하여 대상 생물을 길그물을 따라 통그물로 유도하여 포획하는 어업으로, 내수면에서는 특히 댐·호수에서 삼각망을 많이 사용하고 있으며, 자망어업과 패류채취 다음으로 높은 비중을 차지하고 있다. 내수면에서 각망은 붕어, 동자개(*Pseudobagrus fulvidraco*), 뱀장

어, 쏘가리 등 지역의 대표 상업종을 주 어획 대상으로 하지만, 최근 들어 블루길(*Lepomis macrochirus*), 배스(*Micropterus salmoides*), 강준치(*Erythroculter erythropterus*) 등 비상업종의 출현이 증가하고 있고(Jeong and Han, 2018; Kim et al., 2019), 치어와 소형개체들의 어획도 함께 이루어지고 있어 심각한 혼획이 우려되고 있다.

내수면 자원관리 측면에서 수행된 선행연구를 살펴보면, 어류상과 군집구조(Kim et al., 2005; Han et al., 2009; Song et al., 2013), 생태특성 및 건강성 평가(Seo, 2005; Kim et al., 2015) 등 대부분 일부 수산자원으로 이용되는 생물에게만 집중되어 있으며, 어로 어업 및 혼획 실태에 관한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 어업 활동이 활발한 아산호와 충주호에서 삼각망에 어획된 어류의 종 조성을 파악하고 비상업종과 소형개체에 대한 혼획을 조사하여, 비상업종의 활용과 수산자원 보호를 위한 방안 도출에 기초자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

아산호와 충주호에서의 주요 조업 시기는 6월부터 11월까지이며, 낮은 수온으로 어류 활동이 적은 12월부터는 조업을 중단하였다가 수온이 상승하여 어류의 먹이 활동이 활발히 지는 6월부터 본격 조업을 시작한다. 본 연구의 어업조사는 2020년 6월, 7월 말~8월 중순, 9월 말~10월 초, 11월에 각 1회씩 총 4회에 걸쳐 수행되었으며, 시기별로 3통의 삼각망을 조사어구로 사용하여 어획된 어획물의 종 조성과 혼획물을 분석하였다. 아산호에서의 조업 구역은 아산시 영인면 인근 2구역(site 1, 2), 충주호에서는 제천시 한수면 인근 5구역(site 3, 4, 5, 6, 7)이었으며(Fig. 1), 조사 시기별 구역 내 어획량이 많을 것으로 예상되는 3지점을 선정하여 어구를 설치하였다. 어구의 설치 수심은 아산호 1.5~5.0 m, 충주호에서는 1.0~14.0 m 내외이었고, 조사 시기의 어장 환경에 따라 어구 설치 후 3~9일 경과 하여 양망하였다. 조사 수역의 수온은 수질측정기(YSI-pro2030, Yellow Springs, USA)를 이용하여 측정하였다.

2개의 수역에서 사용된 조사어구는 각 수역에서 주로 사용하고 있는 삼각망을 사용하였으며, 주요 차이점으로는 아산호에서의 삼각망은 운동장의 형태가 사각형이었고, 충주호에서는 삼각형이었다. 자루그물의 망목 크기는

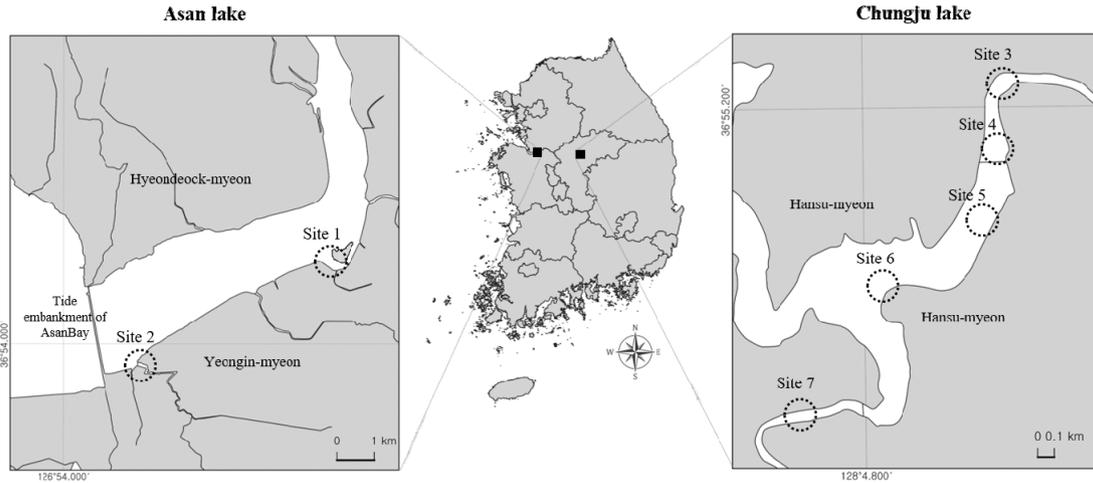


Fig. 1. Map showing the survey sites in Asanho lake and Chungjuho lake in Korea.

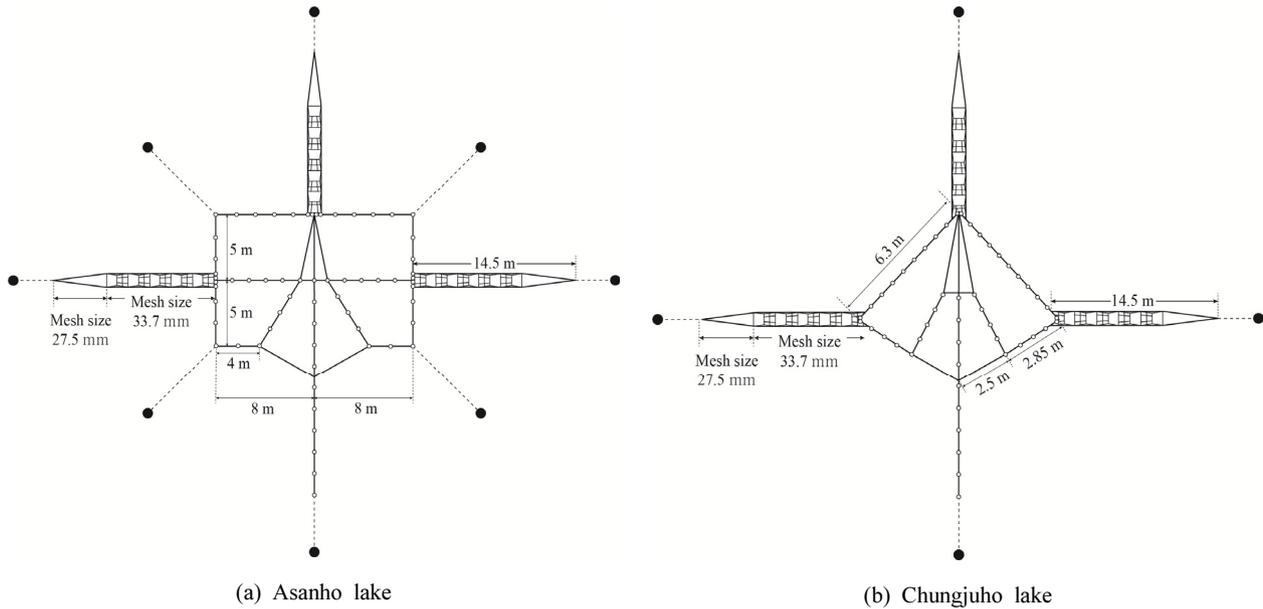


Fig. 2. Schematics of a three-side fyke nets used in Asanho lake and Chungjuho lake.

앞자루 33.7 mm, 끝자루 27.5 mm로 동일하였다(Fig. 2).

어획된 어류는 Kim and Park (2007), Kim et al. (2005)을 참고하여 동정하였으며, 분류체계는 Nelson (2006)을 따랐다. 어획물은 양륙한 현장에서 어종별로 전장(TL), 체장(SL), 체중(TW)을 측정하였고, 전장 및 체장은 1 mm, 무게는 0.1 g 단위로 전자저울(CAS, SW-1, Korea)을 사용하여 측정하였다.

군집분석은 각 조사 수역의 조사 시기별 결과를 합산하여 우점도(McNaugh-ton, 1967), 다양도(Shannon and

Weaver, 1963), 균등도(Pielou, 1966), 풍부도(Margalef, 1958) 지수를 산출하였다.

각망은 일반적으로 목표종이 정해져 있지 않으므로 혼획에 대한 분류가 어렵다. 본 조사에서는 어획물 중 상업종과 비상업종을 구분하여 상업종 외에 어획되는 어종을 혼획종으로 판단하였으며, 주요 상업종의 전장 빈도분포도를 통해 어획물의 전장 범위를 파악하고, 법령에서 정한 포획금지체장 또는 어업계 공동체에서 자체규약으로 정한 체포체장을 근거로 하여 소형개체의

혼획률을 분석하였다.

결과 및 고찰

수온

조사기간 동안 아산호의 수온은 12.6~25.2℃의 범위를 보였으며, 7월에 25.2℃로 가장 높았고, 11월에 12.6℃로 가장 낮았으며, 6월과 9월에는 각각 24.5℃, 21.6℃이었다. 충주호의 수온은 15.5~29.2℃의 범위를 보였으며, 8월에 29.2℃로 가장 높았고, 11월에 15.5℃로 가장 낮았으며, 6월과 10월에는 각각 26.0℃, 20.7℃이었다(Fig. 3).

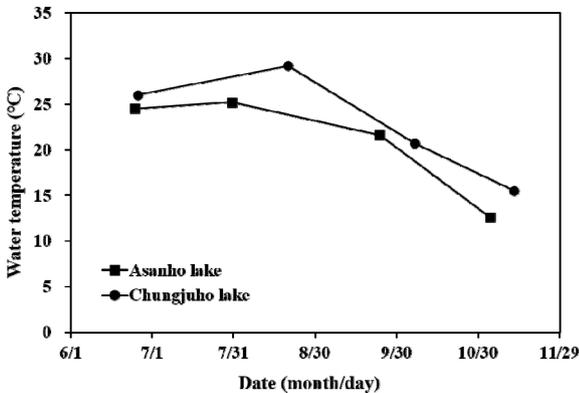


Fig. 3. Water temperature variation in the Asanho lake and Chungjuho lake, Korea from June to November, 2020.

아산호 어류의 종 조성 및 혼획률

2020년 6, 7, 9, 11월 아산호에서 실시한 어획 시험결과 7목 8과에 속하는 총 16종이 어획되었으며, 총 출현 개체수는 2,931개체, 생체량(biomass)은 256,557 g이었다(Table 1). 출현 개체수로 우점종은 강준치로 1,748개체(59.6%)가 출현하였으며, 다음으로 붕어가 464개체(15.8%)로 아우점종이었으며, 다음으로 블루길 349개체(11.9%), 잉어(*Cyprinus carpio*) 93개체(3.2%) 순이었다. 생체량에서도 강준치가 103,782 g (40.5%)으로 우점종이었고, 다음으로 붕어 63,054 g (24.6%), 잉어 38,473 g (15.0%) 순이었다. 우점종인 강준치는 11월을 제외한 6, 7, 9월 모두 우점하였으며, 이 중 6월에 734개체로 가장 많이 출현하였다. 아우점종인 붕어는 9월에 194개체로 가장 많았다. 6월의 출현개체수가 1,060개체로 전체 출현개체수의 36.2%를 차지하며 조사 시기 중 가장

많았으나, 이 중 블루길이 225개체 출현하여 생체량으로는 44,428 g으로 가장 적었다. 7월의 생체량은 93,422 g으로 전체 생체량 중 36.4%를 차지하며 가장 많았다. 11월에는 16종이 어획되어 조사 시기 중 가장 많은 종이 출현하였으며, 특히 가물치(*Channa argus*)는 11월에만 출현하였다. 회유종인 뱀장어는 9월을 제외하고 시기별 1~3개체가 출현하였으며, 동자개, 배스는 전 조사 시기에 걸쳐 출현하여 각각 전체 출현개체수의 2.3%, 0.9%를 차지하였다. 주로 기수역인 강 하구에 출현하는 가승어(*Chelon haematocheilus*)는 7, 9, 11월에 걸쳐 총 8개체가 출현하여 아직도 댐 축조 전의 해수역의 하구 특징이 남아 있는 것으로 추정된다. 유일한 갑각류의 참게(*Eriocheir sinensis*)는 총 출현개체수 17개체 중 12개체가 11월에 출현하였다. 삼각망을 사용하여 9~11월에 조사된 과거의 아산호 어류 출현 특성을 살펴보면(Kim et al., 2008), 출현한 5종 중 블루길이 90개체(38.8%)로 가장 우점하였고, 다음으로 붕어 64개체(27.6%), 잉어 51개체(22.0%), 배스 22개체(9.5%), 강준치 5개체(2.2%) 순이었다. 이중 출현개체수가 가장 낮았던 강준치는 본 조사에서 우점종으로 나타났는데, 이는 댐이라는 정수 환경이 조성된 아산호에 정착하게 되면서 강한 포식성으로 그 자원량이 빠르게 증가한 것으로 판단된다.

어획물 중 상업종은 붕어, 떡붕어(*Carassius cuvieri*), 참붕어(*Pseudorasbora parva*), 뱀장어, 동자개, 참게, 잉어, 메기(*Silurus asotus*), 가승어, 가물치 총 10종, 비상업종은 강준치, 블루길, 누치(*Hemibarbus labeo*), 치리(*Hemiculter eigenmanni*), 배스, 가시납지리(*Acanthorhodeus gracilis*) 총 6종이었으며, 전체 조사 기간의 종 혼획률은 77%로 나타났다(Fig. 4). 조사 시기별 혼획률은 6월이 91.1%로 가장 높았고, 7, 9, 11월은 각각 80.1, 54.6, 63.9%이었다. 최근 아산호에 방류되고 있는 상업종 붕어, 동자개, 뱀장어, 참게 모두 출현하였으며, 방류 효과에 대한 과학적 분석을 위해서는 지속적인 어획시험을 통해 자연산과 방류산을 구별하는 연구가 필요하다고 사료된다. 전체 출현개체수의 59.6%를 차지하는 우점종 강준치는 잔가시가 많고 맛이 없어 식용으로 쓰지 않는 비상업종으로, 수생태계를 교란할 가능성이 매우 높은 고위험 종으로 평가되고 있다(Kim and An, 2021). 강준치가 우점하고 있는 지역의 일부 지자체에서는 생태계 보전을 위해 수매사업을 추진하고 있으나 어획되는 개체수 모두를 감당할 수 없는 실정

이며, 수매되는 물량 중에서도 극히 일부만 사료·액비 제조용으로 무상처리하고 나머지는 사업비를 들여 폐기 처리하고 있다. 이러한 과도한 사업비를 절감하고 효율적

자원관리를 위해서는 강준치, 외래어종(블루길, 배스)을 미끼, 먹거리 등 다양한 방면으로 활용할 수 있도록 관심과 연구가 지속되어야 할 것으로 판단된다.

Table 1. Species composition of fishes caught by fyke net in the Asanho lake, Korea in 2020

Scientific name	22-25. June		30-31. July		21-24. Sep.		29-04. Nov.		Total			
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	%N	W	%W
Anguillidae												
<i>Anguilla japonica</i>	1	191	3	1,192	0	0	1	399	5	0.2	1,782	0.7
Cyprinidae												
<i>Cyprinus carpio</i>	11	4,494	7	5,139	56	15,854	19	12,986	93	3.2	38,473	15.0
<i>Carassius auratus</i>	58	10,140	134	23,398	194	22,117	78	7,399	464	15.8	63,054	24.6
<i>Carassius cuvieri</i>	0	0	2	457	8	1,319	1	830	11	0.4	2,606	1.0
<i>Acanthorhodeus gracilis</i>	0	0	0	0	1	9	1	12	2	0.1	21	0.0
<i>Pseudorasbora parva</i>	0	0	0	0	0	0	1	16	1	0.0	16	0.0
<i>Hemibarbus labeo</i>	0	0	57	9,628	6	658	17	2,731	80	2.7	13,017	5.1
<i>Hemiculter eigenmanni</i>	6	164	13	499	2	54	33	1,577	54	1.8	2,294	0.9
<i>Erythroculter erythropterus</i>	734	22,895	667	47,438	303	22,809	44	10,640	1,748	59.6	103,782	40.5
Bagridae												
<i>Pseudobagrus fulvidraco</i>	23	2,095	33	2,832	8	499	2	332	66	2.3	5,758	2.2
Siluridae												
<i>Silurus asotus</i>	1	226	0	0	1	219	4	1,757	6	0.2	2,202	0.9
Mugilidae												
<i>Chelon haematocheilus</i>	0	0	3	1,271	2	344	3	1,890	8	0.3	3,505	1.4
Centrarchidae												
<i>Lepomis macrochirus</i>	225	4,138	10	378	5	115	109	6,596	349	11.9	11,227	4.4
<i>Micropterus salmoides</i>	1	85	2	835	8	927	14	2,975	25	0.9	4,822	1.9
Channidae												
<i>Channa argus</i>	0	0	0	0	0	0	2	2,294	2	0.1	2,294	0.9
Grapsidae												
<i>Eriocheir sinensis</i>	0	0	4	355	1	130	12	1,219	17	0.6	1,704	0.7
Total (N, W, %N, %W)	1,060	44,428	935	93,422	595	65,054	341	53,653	2,931	100	256,557	100
Number of family	5		6		6		8		8			
Number of species	9		12		13		16		16			

N, number of individuals; W, biomass (g); %N: rate according to number (%); %W: rate according to biomass (%).

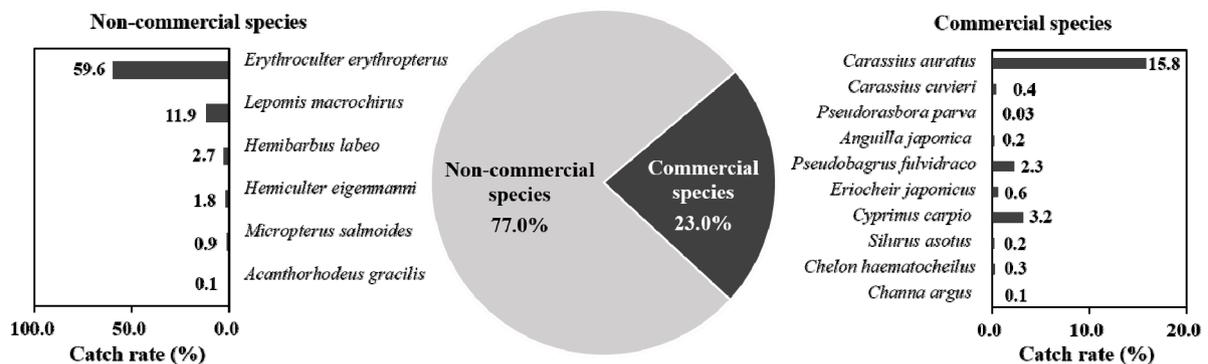


Fig. 4. Bycatch rate of non-commercial fish species in the Asanho lake, Korea in 2020.

충주호 어류의 종 조성 및 혼획률

2020년 6, 8, 10, 11월 충주호에서 실시한 어획 시험결과 총 6목 8과 14종이 확인되었으며, 출현 개체수와 생체량은 각각 1,645개체, 164,970 g이었다(Table 2). 출현 개체수 비율이 가장 높은 어종은 블루길로 793개체

(48.2%)였고, 강준치가 359개체(21.8%)로 아우점종이었으며, 다음으로 누치 186개체(11.3%), 쏘가리 110개체(6.7%) 순이었다. 생체량에서는 강준치가 99,357 g (60.2%)으로 우점종이었으며, 아우점종은 블루길 18,565 g (11.3%)이었으며, 다음으로 누치로 17,283 g (10.5%)

Table 2. Species composition of fishes caught by fyke net in the Chungjuho lake, Korea in 2020

Scientific name	23-26. June		19-21. Aug.		04-07. Oct.		05-13. Nov.		Total			
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	%N	W	%W
Anguillidae												
<i>Anguilla japonica</i>	3	1,154	2	1,450	3	2,298	0	0	8	0.5	4,902	3.0
Cyprinidae												
<i>Cyprinus carpio</i>	14	502	0	0	1	70	0	0	15	0.9	572	0.3
<i>Carassius auratus</i>	23	649	5	203	2	250	5	290	35	2.1	1,392	0.8
<i>Hemibarbus labeo</i>	38	2,847	89	8,615	27	2,459	32	3,362	186	11.3	17,283	10.5
<i>Zacco platypus</i>	3	103	0	0	0	0	1	14	4	0.2	117	0.1
<i>Opsariichthys uncirostris amurensis</i>	7	1,325	2	473	0	0	1	106	10	0.6	1,904	1.2
<i>Hemiculter eigenmanni</i>	0	0	0	0	0	0	4	334	4	0.2	334	0.2
<i>Erythroculter erythropterus</i>	64	5,633	13	3,904	190	75,574	92	14,246	359	21.8	99,357	60.2
Bagridae												
<i>Pseudobagrus fulvidraco</i>	15	753	9	381	25	1,176	46	2,300	95	5.8	4,610	2.8
Siluridae												
<i>Silurus asotus</i>	9	1,415	9	1,676	4	1,392	2	1,312	24	1.5	5,795	3.5
Osmeridae												
<i>Plecoglossus altivelis</i>	0	0	0	0	0	0	1	28	1	0.1	28	0.0
Centropomidae												
<i>Siniperca scherzeri</i>	40	3,772	41	2,968	19	2,412	10	924	110	6.7	10,076	6.1
Odontobutidae												
<i>Odontobutis interrupta</i>	0	0	0	0	1	35	0	0	1	0.1	35	0.0
Centrarchidae												
<i>Lepomis macrochirus</i>	655	11,459	30	1,186	50	2,649	58	3,271	793	48.2	18,565	11.3
Total (N, W, %N, %W)	871	29,612	200	20,856	322	88,315	252	26,187	1,645	100.0	164,970	100.0
Number of family	6		6		7		6		8			
Number of species	11		9		10		11		14			

N, number of individuals; W, biomass (g); %N: rate according to number (%); %W: rate according to biomass (%).

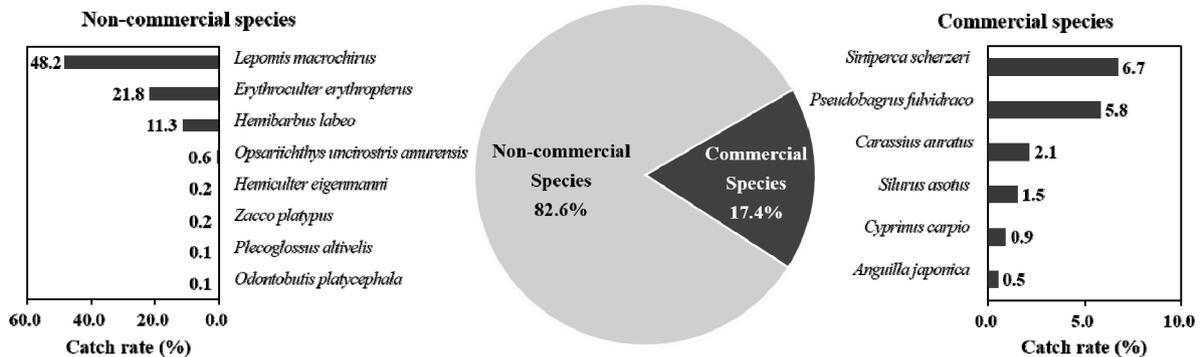


Fig. 5. Bycatch rate of non-commercial fish species in the Chungjuho lake, Korea in 2020.

이었다. 조사 시기별 출현개체수의 우점종을 살펴보면, 6월에는 블루길(75.2%), 8월에는 누치(44.5%), 10, 11월에는 강준치가 각각 59.0%, 36.5%를 차지하며 우점하였다. 블루길이 대량 어획된 6월의 출현개체수는 871개체로 전체 출현개체수의 52.9%를 차지하며 가장 많았고, 생체량은 강준치의 출현이 증가한 10월이 88,315 g으로 전체 생체량 중 36.5%를 차지하며 가장 많았다. 뱀장어는 11월을 제외하고 시기별 2~3개체가 출현하였으며, 동자개와 붕어, 메기는 전 조사 시기에 걸쳐 출현하여 각각 전체 출현개체수의 3.3%, 1.2%, 0.8%를 차지하였다. 잉어, 꼬리(*Opsariichthys uncirostris amurensis*), 피라미(*Zacco platypus*)는 6월에 소수 출현하였으나, 이후 조사시기에는 출현하지 않거나 1~2개체만 출현하였다. 얼룩동사리(*Odontobutis interrupta*)는 10월에 1개체, 치리와 은어(*Plecoglossus altivelis*)는 11월에 각각 4개체, 1개체 출현하였다. Kim et al. (2005)에 의하면, 2004년 충주호 제천 수역의 우점종은 누치(53.2%), 아우점종은 강준치(18.2%), 다음으로는 쏘가리(14.3%) 순이었으나, 본 조사에서는 블루길과 강준치의 출현이 더 우세해졌으며 쏘가리의 출현은 감소하였다. 쏘가리는 충주호의 대표 상업종으로 타 어종들에 비해 고가로 판매되고 있어 남획의 우려가 있으며, 불법 어업 신고사례가 늘어남에 따라 일부 지자체와 어업관리단에서는 쏘가리 금어기에 집중단속을 실시하고 있는 실정이다. 이러한 정부의 노력뿐 아니라, 어업인 스스로 규정을 준수하여 미성숙개체를 보호하는 자율적 관리도 함께 동반되어야 할 것으로 사료된다.

어획물 중 상업종은 쏘가리, 뱀장어, 동자개, 붕어, 동자개, 잉어 총 6종, 비상업종은 블루길, 강준치, 누치, 꼬리, 치리, 피라미, 은어, 얼룩동사리 총 8종이었으며, 전체 조사 기간의 종 혼획률은 82.6%로 나타났다(Fig. 5). 조사 시기별 혼획률은 6월이 88.1%로 가장 높았고, 8, 10, 11월은 각각 67.0, 83.2, 75.0%이었다.

아산호와 충주호의 군집구조 비교

아산호와 충주호의 어류 군집구조를 분석한 결과 (Table 3), 우점도 지수는 아산호 0.76, 충주호 0.70으로 서로 큰 차이는 나타나지 않았으며, 두 수계 모두 강준치, 블루길, 붕어 등 정수역을 선호하는 어종이 우점하여 나타난 결과이다. 특히 생체량에서는 강준치가 아산호

Table 3. Fish community index at Asanho lake and Chungjuho lake, Korea from June to November, 2020

Index	Asanho lake	Chungjuho lake
Dominance	0.76	0.70
Diversity	1.34	1.56
Evenness	0.49	0.59
Richness	1.75	1.76

와 충주호에서 모두 각각 40.5, 60.2%를 차지하며 우점하였는데, 외래종(블루길, 배스)과 마찬가지로 이입종인 강준치의 확산도 장기적으로 어류 군집의 균질화에 영향을 미칠 수 있으므로 관리와 영향파악을 위한 연구가 필요할 것으로 사료된다. 아산호와 충주호에서의 다양도 지수는 각각 1.34, 1.56, 균등도 지수는 0.49, 0.59, 풍부도 지수는 1.75, 1.76으로 분석되었다.

소형개체의 혼획률

아산호와 충주호의 상업종 중 우점종인 붕어와 쏘가리를 대상으로 전장빈도분포도를 나타내었으며, 전장 범위와 소형개체의 혼획률을 확인하였다.

아산호에서 어획된 붕어 464개체의 전장분포를 살펴보면, 전체 전장 범위는 71~381 mm이었고 평균 전장은 177 mm로 나타났다(Fig. 6). 이 중 출현 빈도는 90~140 mm 범위에서 191개체로 가장 높았고, 다음으로 190~240 mm 범위에서 144개체로 높게 출현하고 있었다. 붕어의 전장 빈도분포를 조사 시기별로 나누어 살펴보면(Fig. 7), 6월에는 180~230 mm 범위의 분포율이 82.8%를 차지하며 출현이 집중하였으며, 7월에는 200~260 mm 범위에서 65개체, 6월에 출현하지 않았던 100~130 mm 범위에서 30개체가 출현하면서 분포 범위가 분산되었다. 10월과 11월의 출현 빈도는 90~140 mm 범위에서 각각 분포율 54.6%, 61.5%를 차지하며 가장 높았다. 붕어의 포획금지체장은 법령에 규정되어 있지 않아 일부 어업계에서는 자율관리어업의 자체규약을 통해 채포체장을 제한하고 있다. 2015년에 아산호 내수면어업계는 자율관리어업공동체로 선정되었으며, 자체 규정한 붕어의 채포체장 크기는 전장 250 mm 이상으로 확인되었다. 본 연구에서는 이를 근거로 하여 붕어의 소형개체 기준 전장을 250 mm로 정하였으며, 조사기간 동안 아산호에서 어획된 붕어의 소형개체 혼획률은 87.1%로 나타났다. 조사 시기별 붕어의 소형개체 혼획률은 6월 93.1%, 7월

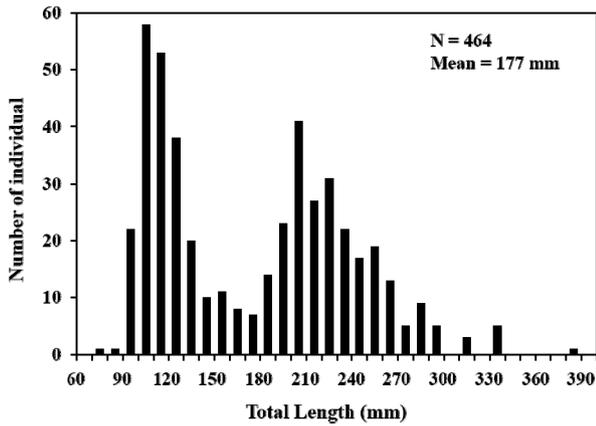


Fig. 6. Total length frequency distribution of *Carassius auratus* caught by fyke net in the Asanho lake, Korea from June to November, 2020.

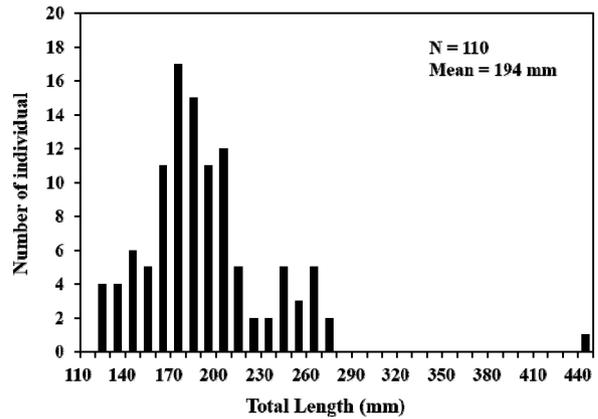


Fig. 8. Total Length frequency distribution of *Siniperca scherzeri* caught by fyke net in the Chungjuho lake, Korea from June to November, 2020.

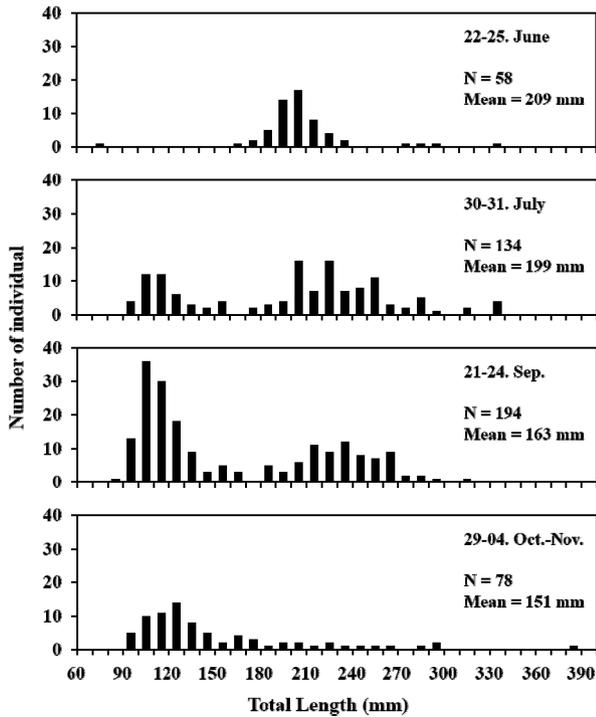


Fig. 7. Length frequency distribution of *Carassius auratus* caught by fyke net in the Asanho lake, by survey period in 2020.

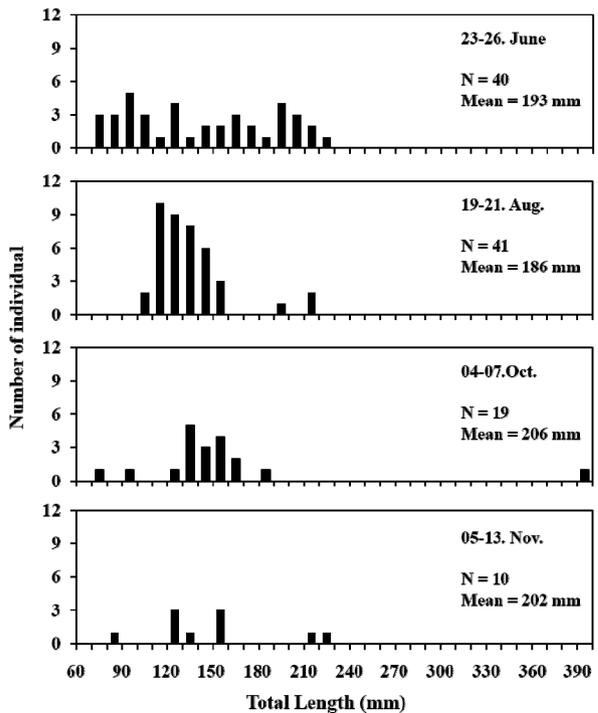


Fig. 9. Length frequency distribution of *Siniperca scherzeri* caught by fyke net in the Chungjuho lake, by survey period in 2020.

79.1%, 9월 88.7%, 11월 92.3%이었다.

충주호에서 어획된 쏘가리 110개체의 전장분포를 살펴보면, 전체 전장 범위는 125~443 mm이었고 평균 전장은 194 mm로 나타났다(Fig. 8). 이 중 출현 빈도는

170~210 mm 범위에서 67개체로 가장 높았으며, 1개체의 전장이 443 mm이었고 나머지 개체들은 모두 280 mm 미만 범위에서 출현하고 있었다. 쏘가리의 전장빈도분포를 조사 시기별로 나누어 살펴보면(Fig. 9), 6월에

는 120~280 mm 범위에 걸쳐 고르게 출현하였으며, 8월에는 160~210 mm 범위의 분포율이 87.8%, 9월에는 180~210 mm 범위의 분포율이 63.2%를 차지하며 출현이 집중하였다. 11월의 출현 빈도는 170~180 mm, 200~210 mm 범위에서 각각 3개체로 가장 높았다. 내수면어업에서 명시한 쏘가리 포획금지체장은 180 mm 이하이며, 이를 기준으로 하여 본 조사에서 어획된 쏘가리 소형개체의 혼획률은 42.7%로 나타났다. 조사 시기별 쏘가리의 소형개체 혼획률은 6월 47.5%, 8월 51.2%, 10월 15.8%, 11월 40.0%이었다.

내수면 수산자원은 해면 어류처럼 멀리 이동하지 않고 일정 수역에서 갇혀 있는 생활사를 보인다. 이러한 특성으로 특히 댐, 호수의 어업인들 다수는 붕어, 동자개, 뱀장어 등 상업종의 자치어나 기준 미달의 소형개체가 어획되면 선상에서 즉시 방류하고 있으며, 성장 후 상품성 있는 크기가 되었을 때 어획하고 있다. 그러나 방류 이후 생존율이 떨어지고 수온이 높은 여름철의 경우에는 그물 내에서 폐사하는 경우가 빈번하여, 설치된 어구 내에서 소형개체를 탈출시킬 수 방안 마련이 필요할 것으로 판단된다. 예시로 해면어업의 정치망에서는 혼획 저감을 위해 원통 일부분의 망목 크기를 확대 적용하여 탈출시키는 방안(Kim et al., 2013), 그리드 형태의 탈출장치를 적용하는 방안(Kim et al., 2013)에 관한 연구가 수행된 바 있다.

내수면어업에서 수산자원 보호를 위해 포획채취 금지구역 및 기간, 포획채취 금지체장, 어구의 규모 및 방법 등을 규정하고 있다. 포획채취 금지체장이 규정된 어류와 갑각류는 산천어(*Oncorhynchus masou masou*), 송어(*Oncorhynchus masou masou*), 쏘가리, 황복(*Takifugu obscurus*), 참게, 동남참게(*Eriocheir japonicus*), 뱀장어 단 7종에 불과하며, 각망어업에서 그물코의 규격이 24 mm 이하인 것은 사용할 수 없도록 규정하고 있으나, 빙어와 뱀장어를 포획할 목적으로 여자망, 직망, 세목망을 사용하는 경우에는 그물코의 규격 제한을 받지 않고 있다. 내수면 어로 어업의 혼획, 투기 등에 관한 실태를 파악하고, 수계별·상하류별 특성을 고려한 각망어업의 금지기간 및 구역의 설정, 상업종의 망목선택성 연구 등을 수반한 포획 금지체장 및 그물코 규격에 대한 검토 등 여러 방법의 정책적 대책 마련이 필요할 것으로 사료된다.

결론

본 연구는 2020년 6~11월에 아산호와 충주호의 삼각망을 대상으로 어획물의 종 구성과 혼획 실태를 조사하였다. 조사기간 동안 아산호에서는 8과 16종 2,931개체, 충주호에서는 8과 14종 1,645개체가 어획되었다. 아산호의 우점종은 개체수 및 생체량에서 모두 강준치로 각각 1,748 (59.6%), 103,782 g (40.5%)이었으며, 충주호의 개체수 우점종은 블루길 793개체(48.2%), 생체량 우점종은 강준치 99,357 g (60.2%)이었다. 어획물 중 상업종과 비상업종을 구분하여 분석한 아산호와 충주호와 혼획률은 각각 77.0%, 82.6%이었다. 효율적 자원관리를 위해서는 비상업종 강준치, 외래어종(블루길, 배스)을 미끼, 먹거리 등 다양한 방법으로 활용할 수 있도록 관심과 연구가 지속되어야 할 것으로 판단된다. 각 수계의 상업종에서 우점종인 붕어, 쏘가리를 대상으로 전장빈도분포도를 분석한 결과, 붕어의 전장 범위는 71~381 mm, 평균 전장은 177 mm로 나타났으며, 소형개체(250 mm 미만) 혼획률은 87.1%이었다. 쏘가리의 전장 범위는 125~443 mm, 평균 전장은 194 mm로 나타났으며, 소형개체(180 mm 미만) 혼획률은 42.7%로 나타났다. 각망어업에서 혼획률이 높은 소형어를 보호하기 위해서는 어업인의 자율관리, 어구 내 탈출 장치 적용, 포획 금지체장 및 그물코 규격 제한 등 다양한 방법에서의 대책 마련이 필요할 것으로 사료된다.

사사

본 연구는 해양수산부의 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 어업현장의 현안해결 지원사업의 지원을 받아 연구되었습니다(1525011389).

References

- Byeon HK. 2015. Fluctuation of introduced fish and characteristics of the fish community in lake Soyang. Korean J Environ Ecol 29, 401-409. <https://doi.org/10.13047/KJEE.2015.29.3.401>.
- Fisheries information portal service (FIPS). 2023. Fishery production survey. Retrieved from <https://www.fips.go.kr/p/S020305/#on> 2010 to 2020. Accessed 20 June 2023.
- Han JH, Lee EH and An KG. 2009. Analysis of fish compositions and ecological indicator characteristic in

- Masan Reservoir. Korean J Limnol 42, 212-220.
- Jang CR and Bae YS. 2020. Changes in ichthyofauna of Hapcheon lake and characteristics of the Bluegill, *Lepomis macrochirus* population.. Korean J Environ Ecol 34, 543-550. <https://doi.org/10.13047/KJEE.2020.34.6.543>.
- Jeong CH and Han KN. 2018. Review on the fish fauna of the Imha-Dam Reservoir in the Nakdonggang river system. Korean J Ichthyology 30, 119-124. <https://doi.org/10.35399/isk.30.2.8>.
- Kim BS, Park KH, Park YK, Joeng MH, You AS, Yang YJ, Choi JH, Kwon OK and Ahn YJ. 2008. Assessment of the health of fish species collected in agricultural reservoirs, AsanHo and NamyangHo. Korean J Pesticide Science 12, 57-66.
- Kim CH, Lee WO, Hong KE and Jeon HJ. 2005. Ichthyofauna and fish community structure in lake Chungju, Korea. Korean J Ichthyol 17, 264-270.
- Kim DH and An KG. 2021. Ecological characteristics and risk assessment of *Erythroculter erythropterus*, an aquatic top predator. Korean Soc Environ Ecol Con 31, 53-53.
- Kim HS, Ko JG, Choi WS and Park JY. 2015. Population Ecology of Korean Rose Bitterling, *Rhodeus uyekii* (Pisces: Acheilognathinae) in the Bongseocheon, Mankyeonggang (River), Korea. Korean J Ichthyology 27, 78-85.
- Kim IS, Choi Y, Lee CL, Lee YJ, Kim BJ and Kim JH. 2005. Illustrated book of Korean fishes. Kyohak Publishing Co. Ltd., Seoul, Korea, 615.
- Kim IS and Park JY. 2007. Freshwater fishes of Korea. Kyohak Publishing Co. Ltd., Seoul, Korea, 467.
- Kim KR, Park JH, Park JS, Choi MS, Lee DH and Baeck GW. 2019. Seasonal variation in species composition of fishes collected by a three sided fyke net from Sannam Reservoir in Changwon-si, Gyeongsangnam-do. Korean J Fish Aquat Sci 52, 745-751.
- Kim SH, Kim TK, Kim HS and Lee JH. 2013. A study on the selectivity of the mesh type escape device and the applicability in a set net. J Fisheries and Marine Sciences Education 25, 928-936. <https://doi.org/10.13000/JFMSE.2013.25.4.928>.
- Kim TK, Kim HS, Lee SH and Kim SH. 2013. A study on the selectivity of grid type escape device for the reduction of small size of fish in set net. J Kor Soc Fish Tech 49, 188-199. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2012.49.3.188>.
- Korea marine institute (KMI). 2018. A study on representative varieties and regional revitalization of the streams in five great river, 43.
- Margalef R. 1958. Information Theory in Ecology. General Systematics 3, 36-71.
- McNaughton SJ. 1967. Relationship among functional properties of Californian grassland. Nature 216, 168-169.
- MOF. 2017. The 4th inland fishery promotion basic plan. Ministry of Oceans and Fisheries, Korea, 30-42.
- Nelson JS. 2006. Fishes of the world (4th ed). John Wiley and Sons, New York, 15-467.
- Pielou EC. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. J Theoret Biol 13, 131-144.
- Seo JW. 2005. Fish fauna and ecological characteristics of dark Chub (*Zacco temminckii*) population in the mid-upper region of Gam stream. Korean J Limnol 38, 196-206.
- Shannon CE and Weaver W. 1963. The mathematical theory of communication. Univ. Illinois Press, Urbana, 177.
- Song MY, Jung SY, Kim KH, Baek JM and Lee WO. 2013. Characteristics of fish fauna and community structure in Daecheon stream in Boryeong, Korea. Korean J Environ Ecol 27, 437-448.
- Yoon JD, Jeong JH, Park SH and Jang MH. 2018. The distribution and diversity of freshwater fishes in Korean peninsula. Korean J Limnol 51, 71-85. <https://doi.org/10.11614/KSL.2018.51.1.071>.