

포획도구에 따른 횡성호내 어류채집 효과분석

장영수 · 이광열 · 최준길¹ · 서진원² · 최재석*

(강원대학교 생물학과, ¹상지대학교 생명과학과,
²한국수자원공사 수자원연구원 수자원환경연구소)

Sampling Effects on Fishing Gears in the Hoengseong Reservoir. Jang, Young-su, Kwangyeol Lee, Jun-kil Choi¹, Jinwon Seo² and Jae-seok Choi* (Department of Biology, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea; ¹Department of Biological Science, Sangji University, Wonju 220-702, Korea; ²Water Resources and Environmental Research Center, KIWE, Korea Water Resources Corporation, Daejeon 305-730, Korea)

Fish community in the Hoengseong Reservoir was investigated from April to October 2005. The total number of fish caught from the period was 8,626 fish representing 22 species and 8 families, using fyke net and trammel net. Besides biomass was 122.9 kg. In the fyke net, 8,168 individuals caught during the period represented 21 species belonged to 8 families, its biomass was 96.6 kg. On the other hand, 458 individuals caught in the trammel net during the period represented 16 species belonged to 6 families, its biomass was 26.3 kg. The results showed that the trammel net had lower number of species, individuals, and less biomass compared to those of the fyke net. Number of species confirmed was increased according as mesh size of the net was smaller. Besides, the fyke net with small mesh size was able to collect not only small-sized fish but also large-sized fish so that it was suitable to study qualitative and quantitative analysis of fish fauna in detail. Whereas, the trammel net with proper mesh size was effective to determine composition of fish species in the studied area.

Key words : fishing gear, fish community, trammel net, fyke net, Hoengseong Reservoir

서 론

1970년대에 접어들면서 수자원개발이 국토개발의 중심사업으로 추진되면서 우리나라에는 많은 저수지와 댐이 건설되어 현재 국내에 위치한 호소의 수는 약 18,000여개에 이르며, 이들 대부분은 관개용수, 수자원관리, 홍수조절, 여가활동 등과 같은 목적을 위해 건설되었다(Watters, 1996). 하지만 댐건설 이후에 수반된 수질오염, 부영양화, 기상변화 등 환경에 미치는 부정적인 요소들이

부각되기 시작하면서 기존의 수질관리 뿐만 아니라 호소생태계 전반을 포괄하는 새로운 호소관리방안을 필요로 하게 되었다.

어류는 오랜 세월동안 다양한 서식환경에 적응한 수생태계 최고소비자로 변화해가는 육수생태계를 직·간접적으로 이해하고 해석하는데 좋은 재료라고 생각된다. 더욱이 어류군집과 수체와는 밀접한 관련이 있는 것으로 알려져 있으며 이미 국외에서는 어류군집을 인위적으로 조절하여 호소환경을 예측·관리하는 생물학적 조절(Biological control)을 통한 종합적인 연구가 활발히 이루어지

* Corresponding author: Tel: (011) 373-9747, Fax: (033) 251-3990, E-mail: gobiobotia@hanmail.net

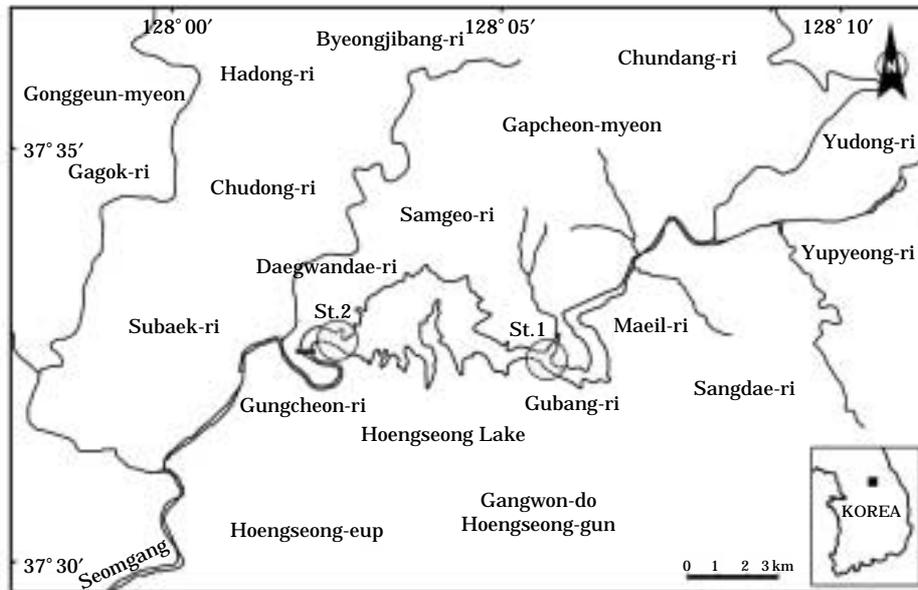


Fig. 1. Map showing the studied area.

고 있는 실정이다(Lamarra, 1975; Shapiro *et al.*, 1975; Andersson *et al.*, 1978; Shapiro, 1979; Lynch and Shapiro, 1981; Kitchell *et al.*, 1982; Goad, 1984; Arcifa *et al.*, 1986; McQueen *et al.*, 1986; Tatrai and Istranovics, 1986).

최근 국내에서는 인공호의 어류군집에 대한 관심이 고조되면서 그에 대한 많은 연구가 진행되고 있다(변 등, 1997; 손 등, 1997; 양 등, 1997a, b; 최 등, 1997; 김과 양, 2001, 2004; 이와 김, 2002; 최 등, 2003, 2004, 2005; 이, 2005; 최, 2005a, b, c). 그러나 지금까지 인공호에서 이루어진 어류군집조사는 대부분이 한 종류의 어구만을 사용하여 단편적으로 어류를 채집한 결과이므로 정량적으로 비교하기 어렵고 또한 그 지역의 어류 군집 전체를 대표한다고 하기에는 무리가 있을 수 있다. 일반적으로 강이나 하천의 어류조사는 족대(kick net)와 투망(cast net)을 병행하여 시간과 횡수 등의 정량화를 통해 데이터를 분석하는데 비하여 호수조사에서는 아직까지 정형화된 조사방법이 없었다. 한편 국외에서는 어류군집을 연구할 때에 여러 어구를 동시에 사용함으로써 그 조사 결과가 연구 지역의 어류군집특성을 잘 반영하도록 노력하고 있다(Andrade, 1989; Morton, 1990; Yoklavich *et al.*, 1991; Weaver *et al.*, 1993; Pollard, 1994; Potter and Hyndes, 1994; Edgar and Shaw, 1995; Fulling *et al.*, 1999; Lazzeri *et al.*, 1999; Laffaille *et al.*, 2000). 그러므로 국내에서도 호내 어류군집의 분석을 위해 포획도구에 의한 정

량적인 조사방법 개발이 절실히 요구된다. 특히 삼각망(fyke net)과 삼중자망(trammel net)은 해양에서 뿐만 아니라 담수에서도 널리 쓰이고 있는 어구로 해양에서는 이들에 대한 분석이 비교적 잘 되어 있으나(Lee and Seok, 1984; 황 등, 1997; 김과 이, 2002; 안 등, 2002; 한 등, 2002a, b; 허와 안, 2002; 김 등, 2003; 안과 허, 2003; 차 등, 2004; 유 등, 2005) 담수에서는 이들 포획도구들의 효과에 대해서는 알려져 있는 것이 거의 없는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 이들 어구에 의해 채집된 어획물을 분석하고 이를 통한 황성호의 어류군집의 특성을 파악함으로써 어구의 채집효과를 분석할 수 있고 더 나아가 우리나라 담수역 실정에 맞는 정량적인 조사방법을 개발하는데 기초자료와 많은 도움을 얻을 수 있으리라 생각된다.

재료 및 방법

본 조사는 2005년 4월부터 10월까지 총 4회에 걸쳐 호수내 지점인 유입수 인근수역과 댐 앞의 2개 지점에서 실시하였다(Fig. 1). 조사지점의 선정은 황성호의 어류군집에 대한 선행연구인 최 등(2005)의 연구를 참조하였다. 지점 1은 유입수 인근수역으로 섬강 상류와 황성호가 연결되는 점이대(ecotone)와 같은 지역이며, 지점 2는 황성댐 앞의 지점으로 수심이 깊고 호수 가장자리의 경사

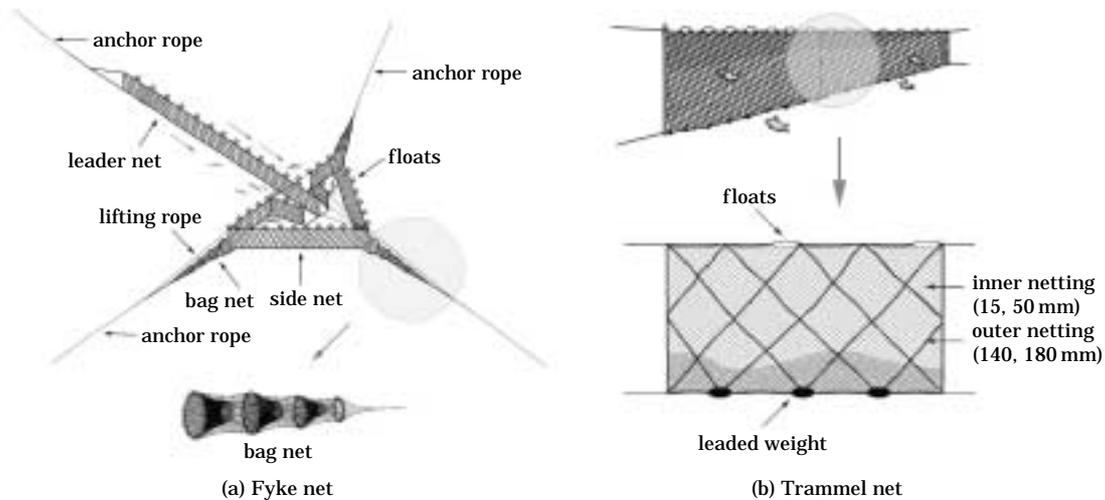


Fig. 2. Schematic diagram of fyke net (a) and trammel net (b).

가 급한 지역이었다.

어류 표본의 채집은 소형삼각망 (5×5 mm, 20×20 mm)과 시중에서 쉽게 구할 수 있는 삼중자망 (15×15 mm, 50×50 mm)을 지점 1과 2에 모두 설치하여 (Fig. 2) 약 48시간 후에 어류를 수거하였다. 이 때 삼각망과 삼중자망의 설치지점은 약 500 m 이상의 간격을 두어 두 포획도구에 의한 영향을 최소화하였다. 포획된 어류는 가능한 현장에서 동정·분류하였고, 종별로 전장과 습중량 등을 측정 후 즉시 놓아주었으나 동정이 불가능한 개체 및 표본이 필요한 경우는 10% 포르말린액으로 고정 후 실험실로 운반하여 동정·분류하였다. 어류의 동정에는 국내에서 지금까지 발표된 검색표(정, 1977; 김, 1997; 김과 박, 2002; 최 등, 2002; Kim *et al.*, 2005)를 이용하였으며, 목록의 배열은 Nelson (1994)의 분류체계에 따랐다. 또한 각 포획도구에 따른 출현종을 근거로 각 도구별 유사도(Jaccard, 1908)를 산출하였다. 산출된 유사도를 기준으로 UPGMA(비가중치 평균연결법)의 방법에 의하여 집괴분석을 실시하여 각 포획도구별 종구성의 차이를 알아보았다.

결과 및 고찰

1. 삼각망과 삼중자망의 출현종 및 종조성 비교

호수조사에서 흔히 이용되는 삼각망(fyke net)과 삼중자망(trammel net)의 망목을 달리하여 조사기간동안 횡성호에서 포획된 어류는 총 8과 22종 8,626개체였고, 생체량은 122.9 kg이었다. 이를 지점별로 살펴보면 지점 1

(유입수인근수역)에서 8과 20종 4,195개체가 출현하였고 생체량은 72.5 kg이었으며 (Appendix 1), 지점 2(담 앞)에서는 7과 21종 4,431개체였고 생체량은 50.4 kg으로 나타났다(Appendix 2). 호수의 상·하부에서 어류군집이 다르게 나타날 것으로 예상하고 조사지점을 설정하였으나 지점 1과 2에서 포획된 어류의 종조성은 커다란 차이를 보이지 않았다. 또한 각 그물별로 어획량을 비교해보면 삼각망이 삼중자망보다 개체수(18.1배)와 생체량(3.7배)이 월등히 높게 나타났다. 종조성은 그물에 따라 차이를 보였으며 출현종의 수는 망목의 크기가 작아짐에 따라 증가하는 것으로 나타났다. Fig. 3a는 출현종을 근거로 망목에 따른 종조성의 차이를 알아보려고 각 그물별로 집괴분석을 실시한 것이다. 망목이 큰 삼중자망(50×50 mm)의 경우 많은 종수가 확보되지 않아 다른 그물들과 유사거리가 매우 낮았고, 망목의 크기가 비슷한 삼각망(20×20 mm)과 삼중자망(15×15 mm)이 유사거리가 0.722로 가장 가까웠다. 그리고 가장 많은 종이 출현한 망목이 작은 삼각망(5×5 mm)은 유사거리가 0.558로 다른 어구들과 종조성에 있어 많은 차이를 보였다.

삼각망을 이용하여 채집한 어류는 총 8과 21종 8,168개체였고 생체량은 96.6 kg이었다(Table 1). 이를 망목별로 개체수와 생체량을 살펴보면 망목이 작은 삼각망(5×5 mm)에서 총 7과 18종 6,741개체가 출현하였고, 생체량은 45.52 kg이었다. 또한 망목이 큰 삼각망(20×20 mm)에서 총 7과 15종 1,427개체가 채집되었고, 생체량은 51.07 kg이었다. 그물별로 개체수는 작은 망목에서 4.7배 이상으로 많았으나 생체량은 오히려 큰 망목에서 더 높게 나타났다. 이는 망목이 큰 삼각망에서는 소형 어

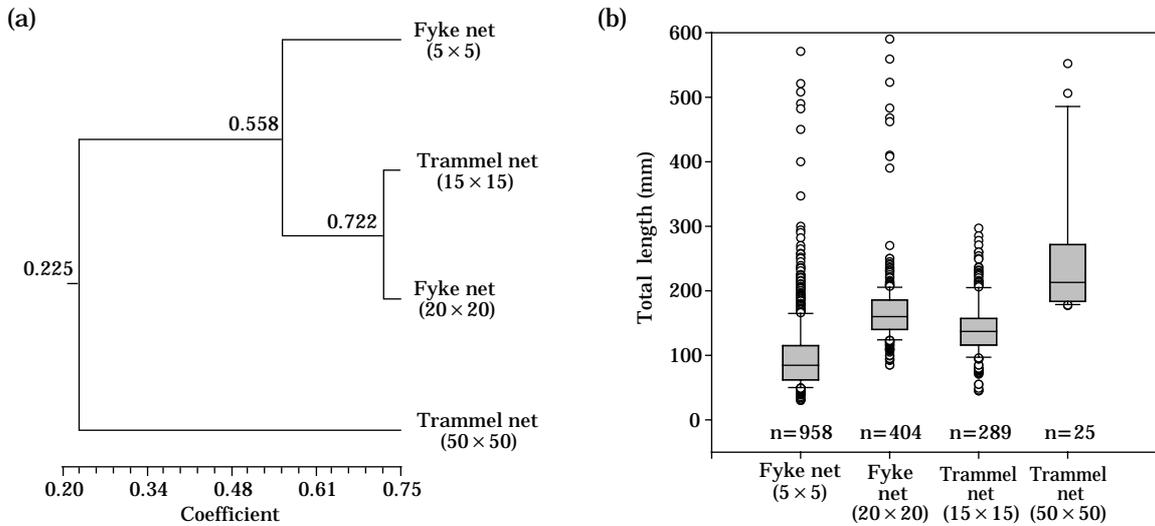


Fig. 3. (a) Cluster analysis based on the collected fishes by fishing gears, (b) the comparison of size-class by fishing gear. The central line of each box is the median, the outer edges of each box are the 25th and 75th, and the whiskers are the 10th and 90th.

류나 어린 물고기들이 그물을 자유롭게 통과하지만 망목이 작은 삼각망의 경우 호수가장자리와 맞닿아 있는 본어구의 설치특성상 생체량에 커다란 영향을 미치지 않는 어린물고기나 소형어종들이 삼각망의 유도망 (leader net) 을 따라 많이 채집되었기 때문인 것으로 생각된다.

2종류의 삼각망에서 포획된 21종 중 공통적으로 출현한 어종은 뱀장어 (*Anguilla japonica*), 붕어 (*Carassius auratus*), 메기 (*Silurus asotus*) 등을 포함하여 12종 (57.1%)이었으며, 채집된 어류의 전장Size는 작은 망목이 30~571 mm이었고 큰 망목 (20x20 mm)에서 85~590 mm 분포를 보였다 (Fig. 3b). 특히 망목이 작은 삼각망의 경우 전장Size가 25th~75th 속하는 범위는 62~115 mm 사이였으며 중앙값 (mean)이 84 mm로 나타나 소형어종이나 치어 등을 포획하는데 알맞은 그물로 판단된다. 또한 본 그물에서만 채집된 어종은 비교적 소형종에 속하는 긴물개 (*Squalidus gracilis majimae*), 돌마자 (*Microphysogobio yaluensis*), 밀어 (*Rhinogobius brunneus*) 등 6종이 출현하였다. 한편 망목이 큰 삼각망의 경우 채집된 어류의 전장Size가 25th~75th 속하는 범위는 140~185 mm 사이였으며 중앙값 (mean)이 160 mm로 나타나 망목의 커짐에 따라 큰 Size의 어류가 주로 포획되는 것을 확인할 수 있었다. 망목이 큰 삼각망에서만 출현한 어종은 중형종에 속하는 잉어 (*Cyprinus carpio*), 모래무지 (*Pseudogobio esocinus*), 그리고 꺾지 (*Coreoperca herzi*) 3종이었다. 이상에서 볼 때 큰 망목보다는 작은 망목의 삼각망이 작은 치어부터 대형어류까지 모두 채집할 수 있

어 그 지역의 세부적인 어류상을 정성적으로 분석하는데 적절한 것으로 보인다.

총 4회의 조사에서 3회 이상 출현한 어종은 망목이 작은 삼각망 (5x5 mm)에서는 뱀장어 (*A. japonica*), 긴물개 (*S. gracilis majimae*) 등 7종이었고, 망목이 큰 삼각망 (20x20 mm)에서는 떡붕어 (*Carassius cuvieri*), 모래무지 (*P. esocinus*), 얼룩동사리 (*Odontobutis interrupta*) 등 8종이었다. 또한 두 삼각망에서 모두 3회 이상 출현한 어종은 붕어 (*C. auratus*), 돌고기 (*Pungtungia herzi*), 참마자 (*Hemibarbus longirostris*), 피라미 (*Zacco platypus*), 그리고 꼬리 (*Opsariichthys uncirostris amurensis*) 5종으로 망목의 크기에 따라 특정어종이 선택되는 것은 확인할 수 없었다. 또한 돌고기 (*P. herzi*)와 참마자 (*H. longirostris*)는 주로 하천에서 서식하는 것으로 알려져 있으나 (김, 1997) 본 지역에서 높은 출현회수를 보이는 것은 본종들이 피라미 (*Z. platypus*)와 마찬가지로 하천과 호수에서 모두 서식할 수 있음을 의미한다. 한편 우점종은 두 삼각망에서 모두 피라미 (*Z. platypus*)로 나타났고, 아우점종과 우세종은 망목에 따라 다르게 나타났고, 망목이 작은 삼각망 (5x5 mm)에서는 빙어 (*H. olidus*), 꼬리 (*O. uncirostris amurensis*), 긴물개 (*S. gracilis majimae*) 등의 순이었고, 망목이 큰 삼각망 (20x20 mm)에서는 참마자 (*H. longirostris*), 떡붕어 (*C. cuvieri*), 꼬리 (*O. uncirostris amurensis*) 등이었다. 이와 같이 전장에 비해 체고가 낮은 빙어 (*H. olidus*)나 소형종인 긴물개 (*S. gracilis majimae*)는 망목이 클 경우 제대로 포획할 수가 없으며, 이

Table 1. Catch ratio in accordance with species fish caught in fyke net and trammel net (%N: percent number, %W: percent estimated wet weight, FO: frequency of occurrence, Range: distribution of total length).

Species	Fyke net						Trammel net									
	5 mm mesh			20 mm mesh			15 mm mesh			50 mm mesh						
	%N	%W	FO	Range	%N	%W	FO	Range	%N	%W	FO	Range				
Anguillidae																
<i>Anguilla japonica</i>	0.10	1.99	(3)	130~508	0.28	1.40	(2)	390~559								
Cyprinidae																
<i>Cyprinus carpio</i>					0.14	0.04	(1)	95	0.47	1.60	(2)	71~260	3.33	4.23	(1)	304
<i>Carassius auratus</i>	0.52	3.42	(4)	30~225	4.41	14.24	(4)	163~270	8.88	16.76	(3)	71~285	66.67	30.82	(3)	177~283
<i>Carassius cuvieri</i>	0.59	10.18	(2)	145~258	10.58	31.06	(3)	85~242	8.41	33.35	(3)	73~278	10.00	9.72	(2)	270~273
<i>Acheilognathus lanceolatus</i>	0.04	0.07	(2)	95					1.40	0.45	(2)	94~120				
<i>Pseudorasbora parva</i>	6.17	4.43	(4)	46~150	1.82	0.96	(3)	93~140	0.70	0.25	(2)	105~115				
<i>Pungtungia herzi</i>	11.63	2.49	(3)	41~79					8.41	3.60	(3)	102~132				
<i>Squalidus gracilis majimae</i>	0.56	0.13	(1)	44~72					1.40	0.03	(1)	45~55				
<i>Squalidus aponicus coreanus</i>	0.90	1.90	(3)	48~185	24.67	21.86	(4)	113~185	13.79	9.34	(2)	111~174				
<i>Hemibarbus longirostris</i>					0.77	1.30	(3)	151~235	0.23	0.08	(1)	142				
<i>Pseudogobio esocinus</i>	0.31	0.09	(1)	48												
<i>Microphysogobio yaluensis</i>	0.13	0.01	(1)	51												
<i>Zacco koreanus</i>	40.19	19.99	(4)	39~155	48.28	10.56	(3)	99~162	45.33	20.96	(4)	74~164				
<i>Zacco platypus</i>	14.37	26.53	(4)	50~300	7.50	8.06	(4)	93~245	6.07	10.77	(3)	135~297				
<i>Opsariichthys uncirostris amurensis</i>																
Siluridae																
<i>Silurus asotus</i>	0.09	8.50	(2)	190~571	0.49	9.19	(2)	193~590	0.70	0.38	(2)	135~157	20.00	55.22	(1)	472~552
Bagridae																
<i>Pseudobagrus fulvidraco</i>	0.03	0.02	(1)	72	0.07	0.04	(1)	127								
<i>Pseudobagrus koreanus</i>	0.03	0.06	(1)	113~149	0.14	0.07	(1)	150	0.47	0.17	(1)	143~145				
Osmeridae																
<i>Hypomesus olidus</i>	24.21	20.19	(1)	78~141	0.14	0.05	(1)	118~145	0.93	0.31	(1)	102~140				
Centropomidae																
<i>Coreoperca herzi</i>					0.07	0.18	(1)	172	0.23	0.09	(1)	101				
Odontobutidae																
<i>Odontobutis interrupta</i>	0.03	0.2	(1)	30	0.63	0.99	(3)	108~200	2.57	1.88	(2)	103~180				
Gobiidae																
<i>Rhinogobius brunneus</i>	0.07	0.01	(1)	69												
No. of individuals & total biomass (g)	6,741	45,526.2		30~571	1,427	51,074.8		85~590	428	16,333.7		45~297	30	9,969.6		177~552
No. of species & family	18 species 7 family			15 species 7 family			16 species 6 family			4 species 2 family						
Total	8,168 individuals 21 species 8 family			8,626 individuals 22 species 8 family			458 individuals 16 species 6 family									

러한 현상은 삼각망 조사시 망목에 따라 우점종과 우세종 등이 바뀔 수 있다는 것을 보여주는 좋은 예라 생각된다.

일반적으로 삼각망을 이용한 정치망어업은 바다에서 수산자원을 찾아 이동하여 어로행위를 하는 어업이 아니라, 특정해역에 어구를 고정, 설치하여 내유하여 오는 수산자원이 어획되기를 기다리는 소극적 어업으로 알려져 있다(NFRDI, 2002). 특히 해양에서 본 어구는 계절에 따라 때를 지어 연안을 회유하는 어류의 영향으로 시기별로 우점종의 생물량 변동이 심하여 어류 군집 연구를 위한 정성적 채집은 어렵고 우점종의 정량적 분석만 가능하다고 보고하고 있다(Lee and Seok, 1984). 마찬가지로 본 조사에서도 빙어 (*H. olidus*)와 피라미 (*Z. platypus*) 등이 4월과 10월에 삼각망에서 대량으로 어획되는 것을 확인할 수 있었다. 그러나 삼각망은 특정종이 너무 많이 잡힌다는 단점에 불구하고 삼각망이 삼중자망에 비하여 더 많은 종이 포획되는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 사실은 해양에서도 확인할 수 있는데 가덕도 인근에서 여러 어구를 사용하여 채집효과를 비교한 연구(허와 안, 2000, 2002; 안과 허, 2002, 2003)에 의하면 삼각망에서 가장 많은 종이 출현한 것으로 나타났으며, 본 어구가 어떤 어종이 조사 수역에서 출현하는지를 밝히는 정성적 연구에 적합하다고 설명하고 있어 본 연구결과와 일치하고 있다.

삼각망과 마찬가지로 망목의 크기가 다른 2종류의 삼중자망에서 채집된 어류는 총 6과 16종 458개체였고 생체량은 26.3 kg이었다(Table 1). 이 중 망목이 작은 삼중자망(15×15 mm)에서 총 6과 16종 428개체가 출현하였고, 생체량은 16.33 kg이었다. 그리고 망목이 큰 삼중자망(50×50 mm)에서는 4회에 걸친 조사에서 총 2과 4종 30개체만이 채집되었고, 생체량은 9.97 kg으로 매우 저조한 어획량을 나타냈다. 자망(gill net)의 어획율은 어류의 서식처와 운동력에 의하여 결정되며, 채집되는 어류의 크기는 망목의 크기와 어류의 형태가 밀접한 관련이 있다(Lagler, 1978). 또한 자망은 망목에 따라 어종 및 체장선택성을 가지고 있기(Hamley, 1975) 때문에 이처럼 망목이 큰 삼중자망의 어획량이 저조한 것은 황성호가 최근에 형성된 호수이기 때문에 아직까지 중·대형의 개체군이 형성되지 못한 결과라 생각된다.

그리고 두 종류의 삼중자망에서 포획된 16종 중 공통적으로 출현한 어종은 비교적 체고가 높은 잉어(*C. carpio*), 붕어(*C. auratus*), 떡붕어(*C. cuvieri*), 그리고 메기(*S. asotus*) 4종(25.0%)이었으며, 채집된 어류의 전장Size는 망목이 작은 삼중자망(15×15 mm)이 45~297 mm이었고 망목이 큰 삼중자망(50×50 mm)에서 177~552 mm 분포를 보였다(Fig. 3b). 특히 망목이 작은 삼중자망

(15×15 mm)의 경우 포획된 어류의 전장이 25th~75th 속하는 범위가 116~157 mm 사이였으며 중앙값(mean)은 137 mm로 나타났다. 한편 망목이 큰 삼중자망(50×50 mm)의 경우 채집된 어류의 전장Size가 25th~75th 속하는 범위는 185~270 mm 사이였으며 중앙값(mean)은 213 mm로 나타났다. 이처럼 삼중자망에서도 망목의 커짐에 따라 포획되는 어류의 개체수는 줄어들었고 망목선택에 의해 주로 큰 Size의 어류가 채집되었다. 이러한 결과는 삼중자망의 망목크기가 커짐에 따라 어획되는 개체수에서 급격히 작아지는 경향을 보인다는 김과 이(2002)의 연구와 일치하고 있다.

한편 총 4회의 조사에서 3회 이상 출현횟수를 보인 어종은 망목이 작은 삼중자망(15×15 mm)에서는 붕어(*C.*

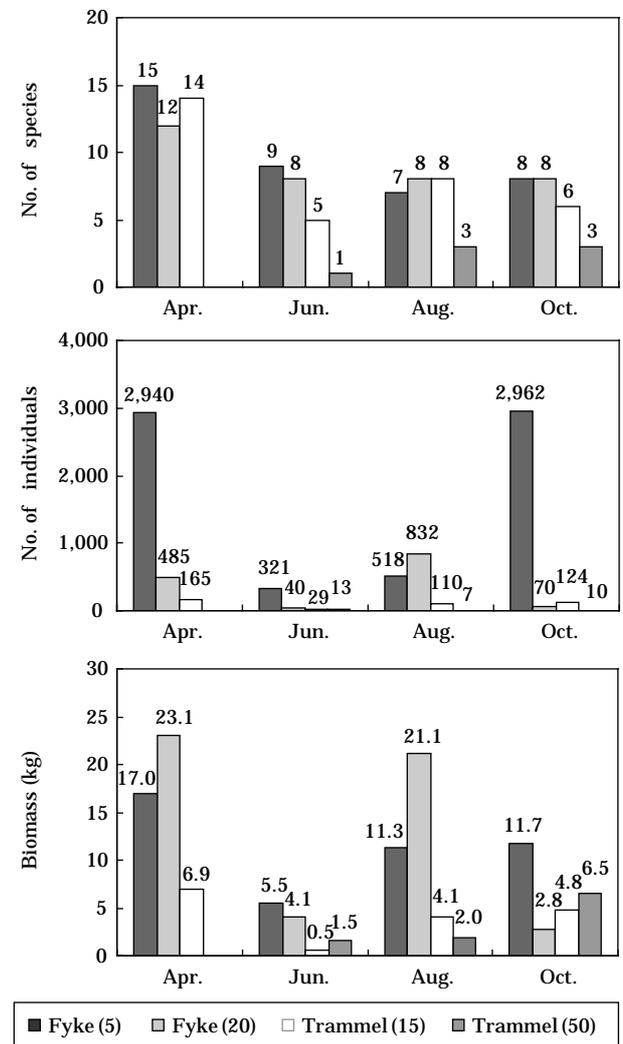


Fig. 4. Seasonal change of the number of species, individuals and the biomass by each fishing gear.

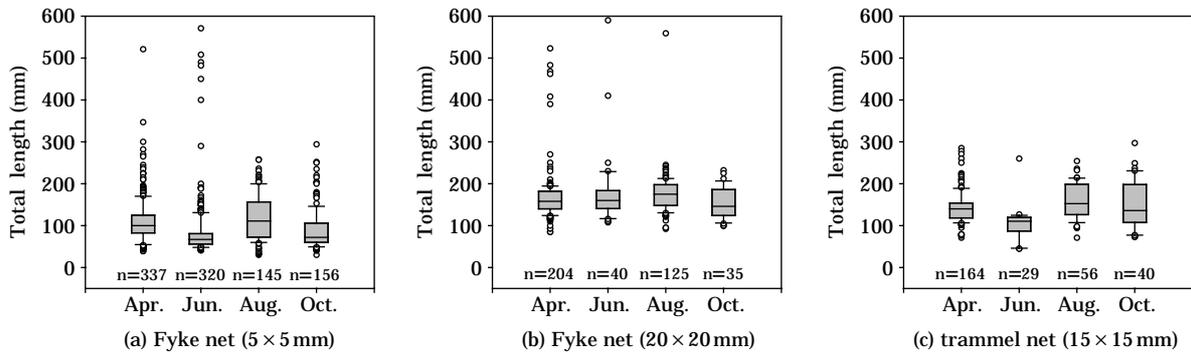


Fig. 5. Seasonal variations of size-class by (a) Fyke net (5 × 5 mm), (b) Fyke net (20 × 20 mm), and (c) trammel net (15 × 15 mm). The central line of each box is the median, the outer edges of each box are the 25th and 75th, and the whiskers are the 10th and 90th.

auratus), 떡붕어 (*C. cuvieri*), 돌고기 (*P. herzi*), 피라미 (*Z. platypus*), 그리고 꼬리 (*O. uncistrostris amurensis*) 5종이었으며, 망목이 큰 삼중자망 (50 × 50 mm)의 경우는 떡붕어 (*C. cuvieri*) 1종뿐이었다. 또한 망목이 작은 삼중자망에서 우점종은 45.33%의 구성비를 보이는 피라미 (*Z. platypus*)였으며, 다음으로 참마자 (*H. longirostris*), 붕어 (*C. auratus*), 떡붕어 (*C. cuvieri*), 돌고기 (*P. herzi*) 등의 순이었다. 한편 망목이 큰 삼중자망 (50 × 50 mm)에서는 떡붕어 (*C. cuvieri*)와 메기 (*S. asotus*)가 우점종과 아우점종을 차지하였다.

자망은 어류들이 다니는 길목에 그물을 펼쳐놓고 어체의 일부가 그물에 걸리게 하여 어획하는 어구로(안과 허, 2003), 전세계적으로 담수어류와 해산어를 포획하는데 널리 쓰이고 있으며 (Craig *et al.*, 1986; Degerman *et al.*, 1988; Acosta, 1997), 삼각망과 달리 채집면적을 정확히 추정할 수 있어 정량적인 조사를 실시할 수 있다. 이미 국외에서는 어류군집을 나타낼 때 단순한 개체수 자료가 아닌 단위시간당 채집량 (Catch Per Unit Effort; CPUE)으로 환산하여 정량적인 데이터를 축적하고 있으며 또한 선택성을 갖는 자망의 단점을 보완하기 위하여 다양한 크기의 망목을 사용할 것을 조사방법에 명시하고 있다. 따라서 어류상조사시 자망은 적절한 크기의 망목을 여러 가지 사용할 경우 조사지역의 출현종을 파악하는데 매우 효과적이며 망목에 따라 고유의 Size선택성을 가지고 있어 지역별, 시기별 그리고 공간적으로 정량적인 조사가 가능하리라 본다.

2. 계절에 채집도구에 따른 종조성 변이

망목별로 삼각망과 삼중자망의 계절에 따른 종수, 개체

수, 그리고 생체량의 변화를 알아보았다 (Fig. 4). 그 결과 출현종의 수는 어류의 산란기가 시작되는 4월 조사에서 가장 많았으며 이 시기에 각 포획도구별 채집효과 또한 가장 뛰어났다. 또한 계절에 따른 종구성은 각 그물별로 커다란 차이를 보이지 않았으나 개체수와 생체량에서 많은 차이를 나타냈다. 특히 4월조사시에 유입수인근수역인 지점 1에서 망목이 작은 삼각망 (5 × 5 mm)에 의해 대량 포획한 빙어 (*H. olidus*)는 본 종의 산란기인 4~5월에 산란을 위해 지류가 유입되는 하천으로 이동한다는 최 (2005c)의 설명과 잘 일치하고 있었다. 한편 4월과 10월 조사에서 망목이 작은 삼각망 (5 × 5 mm)의 채집효과가 가장 뛰어났다. 반면에 망목이 큰 삼중자망 (50 × 50 mm)은 계절별에 따른 차이를 거의 볼 수가 없었다.

해양의 경우 삼각망 등의 정치성 어구에서는 부유성 어류가 주로 포획되며, 자망은 저서성 또는 반저서성 어류가 어획된다 (황 등, 1997). 또한 가덕도 인근에서 정치망과 자망의 채집효과를 비교한 연구(허와 안, 2002; 안과 허, 2003)에 의하면 삼각망에는 부유성 어종의 회유시기에 따라 계절별로 우점종이 다르게 나타나며, 자망의 경우는 어획체장에 대한 강한 선택성으로 인하여 계절별 변동이 뚜렷하지 않게 나타났다고 하였다. 이와 반대로 본 조사에서는 자망과 정치망 모두 계절에 따른 어류의 이동 및 변화양상이 뚜렷하게 나타나지 않았다. 이러한 결과는 인공호의 건설로 하천이 호수로 전환되면서 어류의 이동이 자유롭지 못할 뿐 아니라 어류군집이 지속적으로 교란되고 있기 때문인 것으로 생각된다. 한편 이러한 호수생태계가 어느 정도의 시간이 흘러 안정화된다면 먹이 또는 산란에 따른 특정 개체군들의 계절적 변화 및 이동을 관찰할 수 있으리라 생각된다.

Fig. 5는 계절별로 각 그물에 따라 포획된 어류의 전장

Size를 나타낸 것이다. 포획된 어류의 전장 Size가 25th~75th 속하는 범위는 망목의 작은 삼각망(5×5 mm)의 경우 4월과 8월에 각각 82~125 mm, 73~156 mm의 개체들이 주로 채집되었고, 6월과 10월에는 각각 56~80 mm, 60~106 mm의 비교적 작은 개체들이 채집되어 계절에 따라 포획되는 어류의 전장 Size가 다른 것으로 나타났다. 하지만 망목이 큰 삼각망(20×20 mm)에서는 이러한 계절에 따른 전장의 변화를 거의 관찰할 수 없었다. 이는 앞서 언급한대로 황성호의 짧은 생성시기와 관련이 있는 것으로 생각되며 추후 중·대형어류가 정착하게 되면 망목이 작은 삼각망과는 다른 변화양상을 보일 것으로 판단된다. 또한 자망의 경우 망목의 Size를 달리하여 시기별, 수심별에 따른 조사를 실시한다면 특정 개체군의 공간적, 계절별에 따른 이동을 관찰할 수 있으리라 생각되며 이는 인공호내 어류의 생태를 밝히는데 좋은 방법과 재료가 되리라 본다. 한편 망목의 작은 삼중자망(15×15 mm)의 경우 수위의 급격한 증가로 인하여 어획량이 매우 적었던 6월 조사를 제외하면 포획된 어류의 전장 Size가 25th~75th 속하는 범위는 4월에 118~154 mm로 가장 작았고, 8월과 10월에 126~196 mm, 112~196 mm로 나타났다.

적 요

삼각망(fyke net)과 삼중자망(trammel net)의 망목을 달리하여 황성호에서 2005년 4월부터 10월까지의 기간에 포획된 어류는 총 8과 22종 8,626개체였고, 생체량은 122.9 kg이었다. 이중 삼각망에서 8과 21종 8,168개체가 출현하였고 생체량은 96.6 kg이었고, 삼중자망에서 6과 16종 458개체였고 생체량은 26.3 kg이었다. 분석결과 삼중자망이 삼각망에 비하여 출현종, 개체수, 그리고 생체량 모두 현저하게 낮았다. 한편 출현종의 수는 망목의 크기가 작아짐에 따라 증가하는 것으로 나타났다. 또한 망목이 작은 삼각망은 작은 치어부터 대형어류까지 모두 채집할 수 있어 그 지역의 세부적인 어류상을 정성적으로 분석하는데 알맞을 것으로 보이고 삼중자망은 적절한 크기의 망목을 사용할 경우 조사지역의 출현종을 파악하는데 매우 효과적인 것으로 나타났다.

인 용 문 헌

김성훈, 이주희. 2002. 가자미 삼중자망의 망목 선택성, 한국어

- 업기술학회지 **38(2)**: 91-100.
- 김영혜, 김종빈, 장대수. 2003. 여수연안 정치망 어획물의 종조성과 계절변동, 한국수산학회지 **36(2)**: 120-128.
- 김익수. 1997. 한국동식물도감. 제37권 동물편(담수어류). 교육부, p. 133-520.
- 김익수, 박종영. 2002. 한국의 민물고기. 교학사, 서울. p. 1-465.
- 김익수, 양 현. 2001. 전북 부안댐 어류군집의 변화, 한국생태학회지 **24(1)**: 45-50.
- 변화근, 이완옥, 김동섭. 2004. 영천호의 어류상과 어류군집, 한국어류학회지 **16(3)**: 234-240.
- 변화근, 전상린, 김도한. 1997. 소양호의 어류상과 어류군집, 육수지 **30(4)**: 325-335.
- 손영목, 송호복, 변화근, 최재석. 1997. 팔당호의 어류군집 동태, 한국어류학회지 **9(1)**: 141-152.
- 안용락, 손종철, 황동식, 최수하. 2002. 포항 석병연안에서 삼중자망에 의해 채집된 어류의 종조성 및 양적변동, 한국어류학회지 **14(2)**: 109-120.
- 안용락, 허성희. 2002. 가덕도 주변 해역 어류의 종조성과 계절변동 3. 꽃게통발의 의해 채집된 어류, 한국수산학회지 **35(6)**: 715-722.
- 안용락, 허성희. 2003. 가덕도 주변 해역 어류의 종조성과 계절변동 4. 저층자망에 의해 채집된 어류, 한국수산학회지 **36(6)**: 686-694.
- 양홍준, 채병수, 남명모. 1997a. 안동댐유역의 어류상과 어류군집구조, 육수지 **30(4)**: 347-356.
- 양홍준, 채병수, 황수옥. 1997b. 임하댐유역의 어류상과 어류군집구조, 육수지 **30(2)**: 145-154.
- 유정화, 김병기, 김진구, 김현주. 2005. 동해 중부 연안에서 자망과 정치망에 어획된 어류 종조성의 계절변동, 한국어류학회지 **17(4)**: 279-286.
- 이충렬. 2005. 함천호의 어류상과 어류 군집구조, 한국어류학회지 **17(2)**: 131-141.
- 이충렬, 김용호. 2002. 진양호 일대의 어류상과 어류군집 구조, 한국어류학회지 **14(3)**: 173-182.
- 정문기. 1977. 한국어도보. 일지사.
- 차병열, 장대수, 김병엽. 2004. 제주도 함덕 연안의 정치망 어획량 변동, 한국수산학회지 **37(1)**: 65-72.
- 최기철, 전상린, 김익수, 손영목. 2002. 개정원색한국담수어도감. 향문사, 277p.
- 최신석, 송호복, 황수옥. 1997. 대청호의 어류 군집, 육수지 **30(2)**: 155-166.
- 최재석. 2005a. 의암호의 어류군집, 한국어류학회지 **17(1)**: 73-83.
- 최재석. 2005b. 청평호의 어류상 및 어류군집, 육수지 **38(1)**: 63-72.
- 최재석. 2005c. 춘천호의 어류상과 어류군집, 환경생물 **23(2)**: 173-183.
- 최재석, 이광열, 장영수, 고명훈, 권오길, 김범철. 2003. 소양호의 어류군집 동태, 한국어류학회지 **15(2)**: 95-104.

- 최재석, 장영수, 이광열, 김진국, 권오길. 2004. 파로호의 어류상 및 어류군집, 환경생물 **22**(1): 111-119.
- 한경호, 김종현, 백승록. 2002a. 울산연안 정치망에 어획된 어류의 종조성 및 양적 변동, 한국어류학회지 **14**(1): 61-69.
- 한경호, 손종철, 황동식, 최수하. 2002b. 포항 석빙연안에서 삼중자망에 의해 채집된 어류의 종조성 및 양적변동, 한국어류학회지 **14**(2): 109-120.
- 황선도, 박영조, 최수하, 이태원. 1997. 삼중자망에 채집된 동해 흥해 연안어류의 종조성, 한국수산학회지 **30**(1): 105-113.
- 허성희, 안용락. 2000. 가덕도 주변 해역 어류의 종조성과 계절 변동 1. 소형기선저인망에 의해 채집된 어류, 한국수산학회지 **33**(4): 288-301.
- 허성희, 안용락. 2002. 가덕도 주변 해역 어류의 종조성과 계절 변동 2. 삼각망에 의해 채집된 어류, 한국수산학회지 **35**(4): 366-379.
- Acosta, A. 1997. Use of multi-mesh gillnets and trammel nets to estimate fish species composition in coral reef and mangroves in the southwest coast of Puerto Rico Carrib. *J. Sci.* **64**: 91-100.
- Andersson, G., H. Berggren, G. cronberg and C. Gelin. 1978. Effects of planktivorous and benthivorous fish on organisms and water chemistry in eutrophic lakes. *Hydrobiologia* **59**: 9-15.
- Andrade, J.P. 1989. The flatfishes of the Ria Formosa, southern Portugal: results of a three-year survey. *Sci. Mar.* **53**: 671-676.
- Arcifa, M.S., T.G. Northcote and O. Froehlich. 1986. Fish zooplankton interactions and their effects on water quality of a tropical Brazilian Reservoir. *Hydrobiologia* **139**: 49-58.
- Craig, J.F., A. Sharma and K. Smiley. 1986. The variability in catches from multi-mesh gillnets fished in three Canadian lakes. *J. Fish Biol.* **28**: 671-678.
- Degerman, E., P. Nyberg and M. Appelberg. 1988. Estimating the number of species and relative abundance of fish in oligotrophic Swedish lakes using multi-mesh gillnets. *Nord. J. Freshw. Res.* **64**: 91-100.
- Edgar, G.J. and C. Shaw. 1995. The production and trophic ecology of shallow-water fish assemblages in Southern Australia. I. Species richness, size-structure and production of fishes in Western Port, Victoria. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **194**: 53-81.
- Fulling, G.L., M.S. Peterson and G.J. Crego. 1999. Comparison of vreder traps and seines used to sample marsh nekton. *Estuaries*. **22**: 224-230.
- Goad, J.A. 1984. A biomanipulation experiment in Green Lake Seattle Washington USA. Archiwam. *Hydrobiologia* **102**: 137-154.
- Hamley, J.M. 1975. Review of gillnet selectivity. *Can. J. Fish. Res. Board* **32**: 1943-1969.
- Jaccard, P. 1908. Nouvelles recherches sur la distribution florale. *Bulletin Society Sciences Naturelle*. **44**: 223-270.
- Kim, I.-S., M.-K. Oh and K. Hosoya. 2005. A New Species of Cyprinid Fish, *Zacco koreanus* with Redescription of *Z. temminckii* (Cyprinidae) from Korea. *Korean J. Ichthyol.* **17**(1): 1-7.
- Kitchell, J.F., H.F. Henderson, E. Grygierek, J. Hrbacek, S.R. Kerr, M. Pedini, T. Petr, J. Shapiro, R.A. Stein, J. Stenson and T. Zaret. 1982. Management of lakes by food chain manipulation, U.N.F.A.O., Rome, 215p.
- Laffaille, P., E. Feunteun and J.C. Lefeuvre. 2000. Composition of fish communities in a European macrotidal salt marsh (the Mont Saint-Michel Bay, France). *Estuar. Coast. Shelf Sci.* **51**: 429-438.
- Lagler, K.F. 1978. Capture, sampling and examination of fishes. In T. Bagenal (ed). *Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters*. Blackwell Sc. Pub., London, p. 7-83.
- Lamarra, V.A. Jr., 1975. Digestive activities of carp as a major contributor to the nutrient loading of lakes. *Verh. Int. Ver. Limnol.* **19**: 2461-2468.
- Lazzari, M.A., S. Sherman, C.S. Brown, J. King, B.J. Joule, S.B. Chenoweth and R.W. Langton. 1999. Seasonal and annual variations in abundance and species composition of two nearshore fish communities in Marine. *Estuaries*. **22**: 636-647.
- Lee, T.W. and K.J. Seok. 1984. Seasonal fluctuations in abundance and species composition of fishes in Cheonsu Bay using trap net catches. *Korea J. Oceanol. Soc.* **19**: 217-227.
- Lynch, M. and J. Shapiro. 1981. Predation, enrichment, and phytoplankton community structure. *Limnology and Oceanography* **26**: 86-102.
- McQueen, D.J., J.R. Post and E.L. Mills. 1986. Trophic relationships in fresh-water pelagic ecosystems. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* **43**: 1571-1581.
- Morton, R.M. 1990. Community structure, density and standing crop of fishes in a subtropical Australian mangrove area. *Mar. Biol.* **105**: 385-394.
- Nelson, J.S. 1994. *Fishes of the World* (3rd ed.). John Wiley & Sons, New York.
- NFRDI (National Fisheries Research & Development Institute). 2002. *Fishing Gear of Korea*. Hangeul Graphics, 579p.
- Pollard, D.A. 1994. A comparison of fish assemblages and fisheries in intermittently open and permanently open coastal lagoons on the south coast of New South Wales,

- south-eastern Australia. *Estuaries* **17**: 631-646.
- Potter, I.C. and G.A. Hyndes. 1994. Composition of the fish fauna of a permanently open estuary on the southern coast of Australia, and comparisons with a nearby seasonally closed estuary. *Mar. Biol.* **121**: 199-209.
- Shapiro, J. 1979. The need for more biology in lake restoration, In: Lake Restoration, Proceedings of a national conference, Aug. 22-24, 1978. Minneapolis Minnesota. EPA 440/5-70-001. U.S. Gov't Printing office, Washington, D.C., p. 161-167.
- Shapiro, J., V. Lamarra and M. Lynch. 1975. Biomanipulation: an ecosystem approach to lake restoration. In: P.L. Brezonik and J.L. Fox (eds). Proceedings of a Symposium on Water Quality Management through Biological Control. University of Florida, Gainesville, p. 85-69.
- Tatrai, I. and V. Istranovics. 1986. The role of fish in the regulation of nutrient cycling in Lake Balaton, Hungary. *Freshwater Biology* **16**: 417-424.
- Watters, G.T. 1996. Small dams as barriers to freshwater mussels (bivalvia, unionida) and their hosts. *Biological Conservation* **75**: 79-85
- Weaver, M.J., Magnuson and M.K. Clayton. 1993. Analysis for differentiating littoral fish assemblages with catch data from multiple sampling gears. *Trans. Am. Fish. Soc.* **122**: 1111-1119.
- Yoklavich, M.M., G.M. Cailliet, J.P. Barry, D.A. Ambrose and B.S. Antrim. 1991. Temporal and spatial patterns in abundance and diversity of fish assemblages in Elkhorn Slough, California. *Estuaries* **14**: 465-480.

(Manuscript received 7 April 2006,
Revision accepted 15 June 2006)

Appendix 1. The list of seasonal individuals of fish from April to October, 2005 at St. 1.

Species	Month						Aug.						Oct.					
	Fishing gear		Fyke net		Trammel net		Fyke net		Trammel net		Fyke net		Trammel net		Fyke net		Trammel net	
	Mesh size	5	20	5	20	15	50	5	20	5	20	15	50	5	20	15	50	
Anguillidae																		
<i>Anguilla japonica</i>		1	2		3						2							
Cyprinidae																		
<i>Cyprinus carpio</i>						1			2		1							
<i>Carassius auratus</i>		4	28	6	3	2	9	14	12	5	3	6	2	14	2			
<i>Carassius cuvieri</i>		6	15	3				58				4	10					
<i>Acheilognathus lanceolatus</i>		1		1						5								
<i>Pseudorasbora parva</i>																		2
<i>Pungtungia herzi</i>			14	29	57	6				1								
<i>Squalidus gracilis majimae</i>		2			198		4											
<i>Squalidus japonicus coreanus</i>												30						
<i>Hemibarbus longirostris</i>		23	300	54	11	1				5		6						
<i>Pseudogobio esocinus</i>			3	1	4													
<i>Zacco platypus</i>			21	34	2	7		16	58	59		454	20	64				
<i>Opsariichthys uncirostris amurensis</i>			24	15	1	2		234	44	4		600	28	8				
Siluridae																		
<i>Silurus asotus</i>		1	5	1	5	2												2
Bagridae																		
<i>Pseudobagrus fulvidraco</i>																		
<i>Pseudobagrus koreanus</i>		2		2								2						
Osmeridae																		
<i>Hypomesus olidus</i>		1,481	2	1														
Centropomidae																		
<i>Coreoperca herzi</i>		1		1		1												
Odontobutidae																		
<i>Odontobutis interrupta</i>			4	10		1								2				
Gobiidae																		
<i>Rhinogobius brunneus</i>		1																
No. of family		6	5	6	3	3	2	1	2	1	1	1	1	3	1	2	1	
No. of species		11	11	13	7	5	4	1	5	5	7	1	1	7	4	6	1	
No. of individuals		1,546	409	144	279	10	15	9	270	174	80	3	1,100	54	100	2		

