한국환경생태학회지 21(6) : 506~514. 2007
Kor. J. Env. Eco. 21(6) : 506~514. 2007

영랑호 어류군집의 시·공간적 분포[1a]

최의용[2] · 최재석[3] · 박승철[2] · 장영수[4] · 이광열[5] · 최준길[2*]

Temporal & Spatial Distribution of Fish Community in the Lagoon Youngrang, Korea[1a]

Euiyong Choi[2], Jae-Seok Choi[3], Seung-Chul Park[2], Young-Su Jang[4], Kwang-Yeol Lee[5], Jun-Kil Choi[2*]

요 약

영랑호 어류군집의 시·공간적 분포를 알아보기 위하여 2005년 9월부터 2007년 4월까지 조사하였다. 채집된 어류는 총 16과 32종이었으며, 일차담수어는 11종(34.38%), 주연성담수어는 18종(56.25%), 해수어는 3종(9.38%)인 것으로 나타났다. 조사 지점 및 시기별 군집의 변화양상을 파악한 결과 갯터짐이 일어나면 생태적 특성에 따라 어종의 출현 비율이 변화하는 것으로 나타났다. 또한 영랑호의 어류상에 대한 과거 자료와 비교해 보았을 때 해수의 유입이 일어나면 주연성담수어와 해수어의 비율은 증가하고 일차담수어의 비율은 점차 감소하는 것으로 나타났다. 이와 같이 석호 내의 어류군집은 갯터짐에 따라 시·공간적으로 그 성격이 매우 달라는 것으로 나타났다.

주요어 : 석호, 1차담수어, 주연성 담수어, 해수어, 갯터짐

ABSTRACT

Temporal and spatial distribution of fish community were investigated from September 2005 to April 2007 targeting the lagoon Youngrang, Korea. A total of 32 species belonging to 16 families were collected during the period, among which the species of primary freshwater fish accounted for 11 (34.38%), the species of peripheral freshwater fish for 18 (56.25%), and that of marine fish for 3 (9.38%) in collected fish community. As a result of taking a look at the transitional aspects of community by each surveyed station and period, it was found that when the 'Breaking-sandbar' occurred, there came a change in the composition ratio of the fish species according to their ecological characteristics. In addition, compared with the data obtained in the past with respect to the ichthyofauna of the lagoon Youngrang, it was found that the ratio of the primary freshwater species gradually decreased, while the peripheral freshwater and seawater species gradually increased according to the indraft of seawater. Thus, it was concluded that fish community in the lagoon seemed to go under transition in its spatio-temporal characteristics depending on the 'Breaking-sandbar.'

---

1 접수 8월 31일 Received on Aug. 31, 2007
2 상지대학교 생명과학과 Dept. of Biological Science, Sangji Univ., Wonju(220-702), Korea(ilove4u@sangji.ac.kr)
3 강원대학교 부속환경연구소 Institute of Environmental Research, Kangwon National Univ., Chuncheon(200-701), Korea(gobiobotia@hanmail.ner)
4 강원대학교 환경학과 Dept. of Environmental Science, Kangwon National Univ., Chuncheon(200-701), Korea(ysjang@kangwon.ac.kr)
5 강원대학교 생물학과 Dept. of Biology, Kangwon National Univ., Chuncheon(200-701), Korea(liky76@dreamwiz.com)
a 본 연구는 상지대학교 교내 연구비 및 강원대학교 부속환경연구소의 지원에 의하여 수행되었음
* 교신저자, Corresponding author(jkilchoi@sangji.ac.kr)

KEY WORDS : LAGOON, PRIMARY FRESHWATER FISH, PERIPHERAL FRESHWATER FISH, SEAWATER FISH, BREAKING-SANDBAR

서 론

현재 한반도 동해안에 분포하는 석호는 해안선을 따라 해류의 작용 등으로 사주(sand bar)나 평행사도(barrier island) 또는 산호초에 의해 바다와 분리되어 해안에서 가장 흔히 발견되는 종류(Kjerfve, 1994)와 본류에서 운반된 퇴적물이 지류의 하도를 막아 하곡에 물이 차서 형성된 하적호 등 두 가지로 나누어진다. 동해안에는 0.01㎢이상의 자연호가 총 57개(석호 48개, 하적호 9개)가 있으며 총면적은 75.62㎢로 알려져 있다. 이중 북한 지역에 34개의 석호와 하적호 9개 등 총 43개가 분포하며, 남한지역에는 14개의 석호가 분포한다(이민부 등, 2006). 사주가 발달하여 만이 바다에서 분리되면서 자연적으로 형성된 우리나라의 석호는 내륙에서 유입되는 담수와 해수가 공존하는 기수호로 표층에는 담수, 심층에는 해수가 존재하고 있어 담수 및 해양 생태계와는 다소 차이를 나타낸다. 석호와 같은 기수호 생태계의 주요 특성은 그 위치상 담수 생태계와 해양 생태계의 영향을 함께 받는 전이 생태계이며 생태계의 속성이나 특성이 시간과 공간적으로 크게 변하는 동적인 변화가 일반적으로 나타난다(Sanpei *et al.*, 1997; Yum *et al.*, 2003; Ishiga *et al.*, 2000).

1960년대 이후 석호의 개발이 가속화 되면서 석호 크기의 축소에 따른 지형의 변화, 수문에 의한 해수 유입의 차단, 습지 식생의 제거 및 수질 오염 등과 같은 인위적인 간섭에 의해 생태계를 구성하고 있는 생물상의 변화가 점차 심해지고 있는 실정이다(유홍식, 1996; 허우명 등, 1999; 이규송, 2007). 특히 본 연구지역인 영랑호 역시 과거 우리나라 석호의 일반적인 특징을 잘 보존하고 있었으나 대규모의 레저 타운형 유원지 개발이 이루어지면서 호내의 부영양화, 호소의 면적변화, 준설 및 수질오염 등의 인위적인 간섭으로 인해 생태계가 심각한 변화를 겪고 있는 실정이다.

어류는 수생태계의 고차소비자로서 이동성이 크고 서식환경 변화에 민감하게 반응하는 동물군 중의 하나로 생태계를 직·간접적으로 이해하고 해석하는데 좋은 재료이며, 수질 및 수체 등의 환경변화와 밀접한 관련이 있는 것으로 알려져 있다(장영수 등, 2006; 최의용 등, 2006). 특히 석호와 같이 매우 역동적인 생태계에서 어류군집은 매우 좋은 지표생물군이라 할 수 있으며, 또한 매우 좋은 실험재료이다. 이미 국외에서는 어류군집을 통해 호소환경을 예측·관리하는 생물학적 조절에 대한 종합적인 연구가 활발히 이루어지고 있다(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).

지금까지 영랑호에 관한 선행연구는 육수학적인 연구(조규송과 박양생, 1969; 이진환과 곽희상, 1987; 허우명, 2001)가 대부분이어서 석호 내에 존재하는 생물군집의 변화를 파악하기 어려운 실정이다. 따라서 본 연구는 영랑호의 어류조사를 통해 어류군집의 시·공간적 분포 특성을 파악하여 본 석호의 장기적인 생태모니터링을 위한 기초자료의 제시 뿐만 아니라, 또 다른 동해안 석호와의 비교자료로 활용하고자 한다.

재료 및 방법

1. 조사지점 및 시기

조사지점은 유입되는 하천 및 유출되는 하천 각각 1개 지점과 호내의 3개 지점 등 총 5개 지점을 선정하였으며 각 지점의 행정구역명칭은 다음과 같다(Figure 1).

St. 1: 강원도 속초시 금호동 장천천 하부 호수유입부

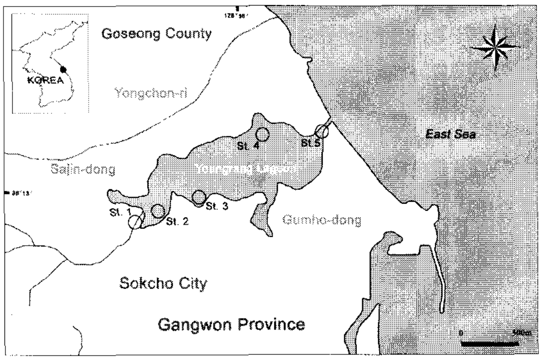


Figure 1. The map showing the sampling site in the lagoon Youngrang

St. 2: 강원도 속초시 금호동 장천천 우측 20m 상방
St. 3: 강원도 속초시 금호동 범바위
St. 4: 강원도 속초시 금호동 조정 경기장
St. 5: 강원도 속초시 금호동 영랑교 아래 호수유출부

조사기간은 2005년 9월부터 2007년 4월까지 총 7회에 걸쳐 실시하였으며 조사시기는 다음과 같다.

1차 조사: 2005년 9월 1일~3일
2차 조사: 2005년 11월 25일~28일
3차 조사: 2006년 4월 27일~29일
4차 조사: 2006년 6월 22일~24일
5차 조사: 2006년 8월 24일~26일
6차 조사: 2006년 10월 18일~20일
7차 조사: 2007년 4월 18일~20일

2. 조사방법

어류의 채집에는 호내로 유입되는 하천인 St. 1과 바다로 유출되는 St. 5에서는 투망(7×7mm: 14회)과 족대(4×4mm: 40분)를 사용하였고, 호내의 St. 3에서 삼각망(5×5mm)을 이용하였으며 St. 2와 4에서는 망목 크기가 서로 다른 삼중자망(50×50mm, 180×180mm; 15×15mm, 140×140mm) 1 set를 사용하여 12시간 수중에 설치한 후 수거하였다. 또한 채집된 어류는 현장에서 동정하고 개체수 확인 후 즉시 방류하였으며, 동정이 불가능한 개체와 표본이 필요한 경우에는 10% 포르말린 용액으로 고정 후 실험실로 운반하여 동정, 분류하였다.

어류의 동정에는 국내에서 지금까지 발표된 검색표(최기철 등, 1990; 김익수, 1997; 김익수와 박종영, 2002; 명정구, 2002; 김익수 등, 2005)를 이용하였으며, 분류체계는 Nelson(1994)에 따라 배열하였다.

결과 및 고찰

1. 조사지 개황

영랑호는 강원도 속초시에 위치해 있으며 면적 1.21㎢, 둘레 8㎞로 이루어진 석호이다. 본 석호는 과거 면적이 0.91㎢로 백사가 퇴적되어 자연적인 석호로서의 특징을 간직한 곳이었으나 1974년 유원지를 개발하기 시작하면서 인위적인 간섭이 점차 증가하였다. 특히 유원지의 확대와 주변 농경지를 통해 유입되는 과다한 영양염류는 호수의 부영양화로 이어졌으며 준설에 따른 퇴적층의 교란은 부유물질의 증가를 가져왔다. 그리고 호수변 축대와 일주도로의 조성은 수변식물 및 전이대 등의 훼손으로 이어져 점차 자연호로서의 특징을 상실하고 있는 실정이다.

한편 조사지역의 주변 환경 및 하상구조를 살펴본 결과 호내의 하상구조는 주로 모래와 뻘로 이루어져 있었으며 호수변은 콘도, 순환도로, 공원이 조성되어 있어 사람의 접근이 용이 하였다. 담수유입 지역인 장천천은 유폭 및 유량이 적고 모래, 뻘, 자갈 및 돌 등의 하상을 이루고 있었으며 주변 농경지에서 영양염류가 함유된 수체가 유입되고 있었다. 또한 영랑호 하구의 사주에는 도로 및 건물 등이 건설되어있어 사주의 모래층 밑을 통한 수체의 왕래는 거의 일어나지 못하고 있는 실정이었다. 그리고 하구는 바다와의 연결통로로 매우 좁고 모래의 퇴적이 많으며 갯터짐이 자연적으로 거의 이루어지지 않아 수체의 이동에 많은 장애가 되었다. 일반적으로 석호는 담수와 해수가 만나는 기수역으로 일정 시기를 반복하면서 바다생태계와의 연결(갯터짐)이 자연스레 일어난다. 하지만 현재 영랑호 하구는 폭이 좁고 모래가 지속적으로 퇴적되어 준설이 없을 시 해수의 유입이 정상적으로 일어나지 못하고 있어 석호로서의 기능이 저하되고 있는 실정이다.

2. 종조성 및 서식현황

2005년 9월부터 2007년 4월 까지 7회에 걸친 영랑호에 대한 어류조사 결과 총 16과 32종 10,945개체가 채집되었으며, 이중 멸종위기동·식물(Ⅱ급)은 가시고기(*Pungitius sinensis*)와 잔가시고기(*P. kaibarae*) 2종이 출현하였다(Table 1).

본 조사에서 채집된 어종들을 각 과(Family) 별로 살펴보면 잉어과(Cyprinidae)가 8종(25.00%)으로 가장 많은 종이 채집되었고 다음으로는 망둑어과(Gobiidae)가 7종(21.88%)이 채집되어 두 번째로 많은 종수를 차지하였으며 큰가시고기과(Gasterosteidae) 3종(9.38%), 숭어과(Mugilidae) 2종(6.25%) 등의 순으로 나타났다. 그 밖에 멸치과(Engraulidae), 청어과(Clupeidae), 미꾸리과(Cobitidae) 및 메기과(Siluridae) 등을 포함한 12과에서 각각 1종(3.13%)씩이 확인되었다. 내륙의 댐호나 저수지 등지에서는 잉어과(Cyprinidae)에 속하는 어종이 50%이상을 차지하는 것이 일반적인 현상이지만(최재석 등, 2003; 최재석 등, 2005) 석호의 경우 이와 반대로 잉어과(Cyprinidae)에 속하는 어종의 구성비가 낮게 나타난다(고동훈, 2005). 이렇듯 과(Family)의 다양도가 다른 호수나 저수지보다 높게 나타나는 것은 바다와 연결

Table 1. The list and individual number of fish collected at the lagoon Youngrang from September, 2005 to April, 2007

Species	Stations					Total	R.A.(%)	Remarks
	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5			
Engraulidae								
Engraulis japonicus	·	1	·	1	·	2	0.02	S
Clupeidae								
Konosirus punctatus	86	8	50	2	78	224	2.05	Ph
Cyprinidae								
Cyprinus carpio	108	11	121	38	15	293	2.68	Pr
Cyprinus carpio (Israel type)	2	·	·	·	·	2	0.02	Pr
Cyprinus carpio (Gold type)	1	·	·	·	·	1	0.01	Pr
Carassius auratus	214	34	24	37	10	319	2.91	Pr
Carassius cuvieri	10	16	1	4	·	31	0.28	Pr
Pseudorasbora parva	275	·	21	·	·	296	2.70	Pr
Tribolodon hakonensis	1,008	35	1,633	37	64	2,777	25.37	Ph
Hypophthalmichthys molitrix	·	·	·	1	·	1	0.01	Pr
Rhynchocypris lagowskii	1	·	·	·	·	1	0.01	Pr
Zacco platypus	835	·	8	2	·	845	7.72	Pr
Cobitidae								
Misgurnus anguillicaudatus	38	·	·	·	·	38	0.35	Pr
Siluridae								
Silurus asotus	·	5	13	2	·	20	0.18	Pr
Osmeridae								
Hypomesus nipponensis	778	1	1,796	4	190	2,769	25.30	Ph
Salmonidae								
Oncorhynchus keta	·	·	2	·	·	2	0.02	Ph
Mugilidae								
Mugil cephalus	6	20	1	16	5	48	0.44	Ph
Mugil haematocheila	11	26	·	3	1	41	0.37	Ph
Adrianichthyidae								
Oryzias latipes	31	·	·	·	·	31	0.28	Pr
Hemiramphidae								
Hyporhamphus sajori	39	·	20	1	57	117	1.07	Ph
Gasterosteidae								
Gasterosteus aculeatus	52	·	115	·	6	173	1.58	Ph
Pungitius sinensis	·	·	3	·	·	3	0.03	Ph
Pungitius kaibarae	25	·	·	·	·	25	0.23	Ph
Scorpaenidae								
Sebastes schlegelii	·	·	·	·	6	6	0.05	S
Teraponidae								
Rhyncopelates oxyrhynchus	·	·	1	·	·	1	0.01	S
Gobiidae								
Chaenogobius castaneus	332	·	404	·	46	782	7.14	Ph
Chaenogobius urotaenius	306	·	23	·	1	330	3.02	Ph
Acanthogobius flavimanus	·	·	9	·	·	9	0.08	Ph
Rhinogobius brunneus	32	·	·	·	·	32	0.29	Ph
Acanthogobius lactipes	127	·	13	·	113	253	2.31	Ph
Tridentiger obscurus	995	·	114	·	356	1,465	13.39	Ph
Chaenogobius annularis	·	·	·	·	1	1	0.01	Ph
Channidae								
Channa arga	2	·	·	·	·	2	0.02	Pr
Tetraodontidae								
Takifugu niphobles	·	·	·	·	5	5	0.05	Ph
Family	10	6	10	7	9	16		
Species	22	10	20	13	16	32		
Number of individual	5,314	157	4,372	148	954	10,945		

Pr: Primary freshwater, Ph: Peripheral freshwater, S: Seawater fish, R.A.: Relative abundance

된 기수역에 위치한 석호의 일반적인 특징이라 할 수 있다.

한편 출현한 32종 중 개체수의 구성비가 가장 높게 나타난 어종은 황어(*Tribolodon hakonensis*)로 25.37%(2,777개체)를 차지하였고 다음으로 빙어(*Hypomesus nipponensis*)가 25.30%(2,769개체), 검정망둑(*Tridentiger obscurus*) 13.39%(1,465개체), 피라미(*Zacco platypus*) 7.72%(845개체) 등의 순으로 나타났다. 또한 개체수의 구성비가 1.00% 이하로 나타나 희소하게 채집된 어종은 숭어(*Mugil cephalus*), 가숭어(*M. haematocheila*), 미꾸리(*Misgurnus anguillicaudatus*) 등을 포함하여 총 19종이었다.

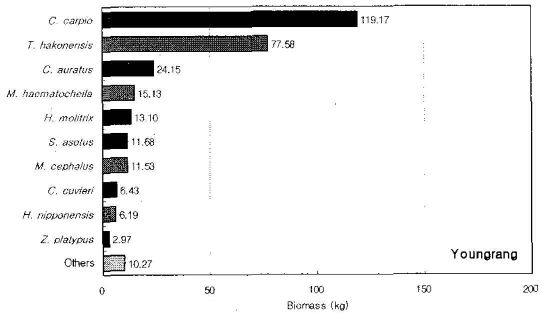
3. 생체량 비교분석

본 조사에서 채집된 어종들의 생체량을 측정한 결과 어류의 총 생체량은 298.20kg이었다. 이를 어종별로 살펴보면 잉어(*Cyprinus carpio*)가 119.17kg으로 가장 높았으며 다음으로는 황어(*T. hakonensis*)가 77.58kg, 붕어(*Carassius auratus*)가 24.15kg, 가숭어(*M. haematocheila*)가 15.13kg, 백련어(*Hypophthalmichthys molitrix*)가 13.10kg의 순으로 나타났다(Figure 2). 백련어(*H. molitrix*)의 경우 1차 조사에서 1 개체가 채집되었으나 전장의 크기가 1m가 넘어 높은 생체량을 나타내었다. 이와 같이 우점종인 황어(*T. hakonensis*)를 제외한 상위의 종들은 개체수가 적게 채집되었음에도 불구하고 생체량이 높게 나타났는데 이는 개체의 크기가 컸기 때문인 것으로 보인다.

한편 석호 간의 차이를 알아보기 위해 인위적인 간섭이 많은 영랑호와 간섭이 적은 화진포(박승철 등, 2007)에서 상위 10종을 대상으로 생태적 특성에 따라 일차담수어(primary freshwater fish), 주연성담수어(peripheral freshwater fish), 해수어(seawater fish)로 비교·분석해 보았다. 영랑호에서는 잉어(*C. carpio*), 붕어(*C. auratus*), 백련어(*H. molitrix*) 등 6종의 일차담수어와 황어(*T. hakonensis*), 가숭어(*M. haematocheila*), 숭어(*M. cephalus*) 등 4종의 주연성담수어가 생체량이 높게 나타난 것을 확인할 수 있었으며 화진포에서는 황어(*T. hakonensis*), 빙어(*H. nipponensis*), 전어(*Konosirus punctatus*) 등 8종의 주연성담수어와 일차담수어인 메기(*Silurus asotus*), 그리고 해수어인 조피볼락(*Sebastes schlegelii*)이 높게 나타났다(Figure 2). 일반적으로 석호는 연안과 인접해있어 해수의 영향을 받아 염분 농도에 내성이 강한 주연성담수어와 해수어의 서식이 적합하다고 알려져 있다(최준길 등, 2006). 이와 같이 영랑호에서 일차담수어의 생체량이 높게 나타난 것은 해수의 유입이 극히 제한적으로 일어나 염분 농도에 내성이 약한 일차담수어의 서식을 유리하게 만들었기 때문으로 생각된다.

4. 시 · 공간적 변화에 따른 분포

영랑호에서 시·공간적 변화에 따른 어류군집의 분포 특성을 파악하기 위해 생태형에 따라 지점별, 시기별 어류군집을 비교 분석해 보았다. 각 지점별 종의 구성비를 비교한 결과 영랑호로 유입되는 하천인 St. 1에서는 순수한 민물어종인 일차담수어가 40.91%(9종), 담수와 해수를 왕래하며 서식하는 주연성담수어가 59.09%(13종)였으며 해수어는 출현하지 않았다. St. 2에서는 일차담수어 40.00%(4종), 주연성담수어 50.00%(5종), 해수어 10.00%(1종)이었으며, St. 3에서는 일차담수어 30.00%(6종), 주연성담수어 65.00%(13종), 해수어 5.00%(1종)로 나타났다. 또한 St. 4에서는 일차담수어와 주연성담수어가 각각 46.15%(6



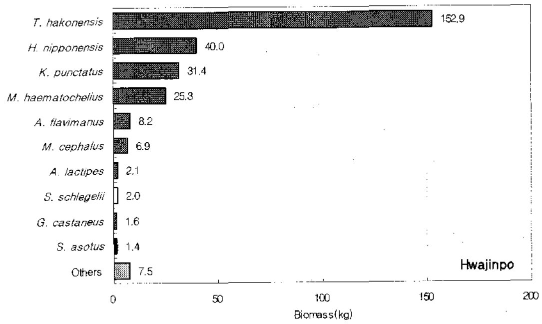


Figure 2. A biomass comparison of fish collected in the lagoon Youngrang and Hawjinpo

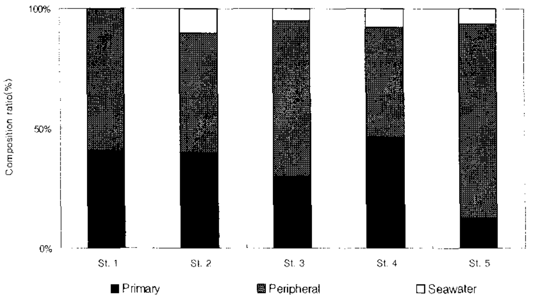


Figure 3. Comparison of fish composition in the lagoon Youngrang

종), 해수어 7.69%(1종)였으며 그리고 St. 5에서는 일차담수어가 12.50%(2종), 주연성담수어가 81.25%(13종), 해수어는 6.25%(1종)인 것으로 확인되었다(Figure 3). 이와 같이 St. 1(유입부)에 가까울수록 일차담수어의 비중이 높게, 그리고 St. 5(바다)에 가까울수록 해수어와 주연성 어류의 비중이 높게 나타났다. 그러나 St. 4에서 일차담수어의 비중이 비교적 높게 그리고 해수어와 주연성 어류의 비중이 낮게 나타난 것은 본 호가 자연적인 갯터짐이 이루어지지 못해 해수의 유입이 극히 제한적으로 일어나고, 호내 준설에 따른 불안정한 해류의 흐름으로 인해 수체의 불안정을 가져 왔기 때문인 것으로 생각된다. 이런 수체의 불안정은 주연성담수어와 해수어의 이동 및 서식을 불리하게 만들고, 일차담수어의 서식을 유리하게 만들었을 것으로 판단된다.

한편 생태형에 따른 시기별 어종의 구성비를 비교한 결과 일차담수어의 구성비는 2005년 9월부터 2006년 6월까지 점차 증가하다가 해수의 유입을 유도하기 위해 인위적인 갯터짐을 실시한 8월부터 감소하기 시작하였으며, 주연성담수어는 반대의 결과로 나타났다(Figure 4). 또한 10월 조사에서 해수어의 출현을 확인할 수 있었는데 이는 인위적인 갯터짐에 따른 해수의 유입으로 인해 호내의 염분 농도가 점차 상승하면서 해수어의 이동과 서식을 가능하게 만들었기 때문인 것으로 생각된다.

특히 호내 조사지점인 St. 2, 3, 4를 대상으로 생활형에 따른 어류군집의 변화를 파악하기 위해 저서성(Benthic) 및 부유성(Pelagic)으로 분류하고 각 시기별 출현종의 구성비를 비교 분석해 보았다(Figure 5). 본 연구기간 동안 출현한 종의 구성비를 분석한 결과 저서성과 부유성 어종의 비율은 27.27%, 72.73%로 각각 나타났고, 각 시기별 구성비를 살펴본 결과 해수의 유입이 없었던 2006년 6월까지 부유성 어종만 출현하다가 해수의 유입이 이루어진 8월 조사 이후 주연성담수어인 날망둑(*Chaenogobius castaneus*), 꾹저구(*C. urotaenius*) 등의 저서성 어종의 출현을 확인할 수 있었다. 이와 같이 영랑호의 시·공간에 따른 어류군집의 변화는 인위적인 요인(갯터짐)에 따른 환경변화 즉, 해수의 유입으로 인한 염분 농도의 변화 때문인 것으로 판단된다.

5. 어류상의 변화

과거 영랑호는 자연적인 갯터짐 등이 일어나는 우리나라 석호의 일반적인 특징을 잘 보존하고 있는 호수였다. 하지만 1974년 대규모 레저타운의 개발과 호소 하구의 도로 및 건물의 증설로 인해 호내 생태계의 심각한 환경변화를 겪어왔다. 이와 같이 인위적인 간섭에 의한 환경변화는 수체의 변화와 불안을 가져왔으며 이에 따라 영랑호 내에 서식하는 어종의 분포와 종조성 역시 영향을 받고 변화되었을 것으로 판단된다.

영랑호에 대한 과거의 어류상 연구는 조규송과 박양

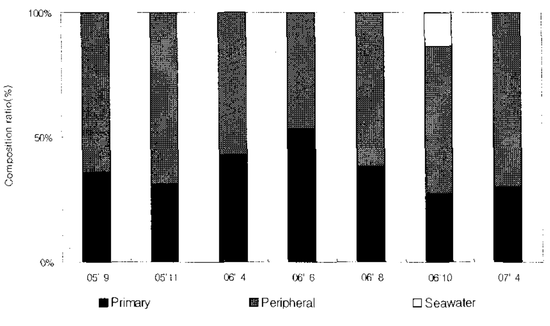


Figure 4. Temporal distributional of fish community in the lagoon Youngrang

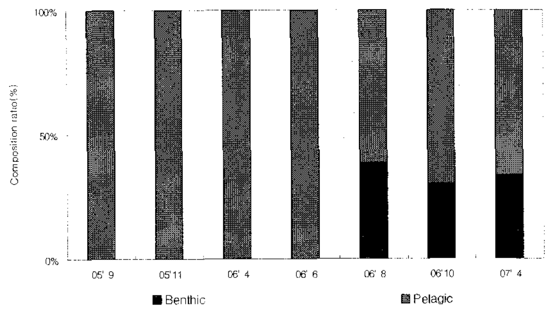


Figure 5. Comparison of fish composition by ecotypes

Table 2. Comparison of ichthyofauna based on previous references for the lagoon Youngrang

Species	Cho *et al.*(1969)	Sok (1993)	Present survey	Remarks
Anguillidae				
Anguilla japonica	●	●	·	Ph
Engraulidae				
Engraulis japonicus	·	·	●	S
Clupeidae				
Konosirus punctatus	●	·	●	Ph
Cyprinidae				
Cyprinus carpio	●	●	●	Pr
Cyprinus carpio (Israeltype)	·	·	●	Pr
Cyprinus carpio (Goldtype)	·	·	●	Pr
Carassius auratus	●	●	●	Pr
Carassius cuvieri	·	·	●	Pr
Pseudorasbora parva	·	●	●	Pr
Tribolodon hakonensis	●	●	●	Ph
Hypophthalmichthys molitrix	·	·	●	Pr
Rhynchocypris lagowskii	·	●	●	Pr
Zacco platypus	·	●	●	Pr
Cobitidae				
Lefua costata	·	●	·	Pr
Misgurnus anguillicaudatus	●	●	●	Pr
Siluridae				
Silurus asotus	·	●	●	Pr
Osmeridae				
Hypomesus nipponensis	·	·	●	Ph
salangidae				
Salangichthys microdon	●	·	·	Ph
Salmonidae				
Oncorhynchus keta	·	·	●	Ph
Mugilidae				
Mugil cephalus	●	●	●	Ph
Mugil haematocheila	·	·	●	Ph
Adrianichthyidae				
Oryzias latipes	●	●	●	Pr
Hemiramphidae				
Hyporhamphus sajori	·	·	●	Ph
Gasterosteidae				
Gasterosteus aculeatus	·	●	●	Ph
Pungitius sinensis	●	·	●	Ph
Pungitius kaibarae	·	·	●	Ph
Scorpaenidae				
Sebastes schlegelii	·	·	●	S
Teraponidae				
Rhyncopelates oxyrhynchus	·	·	●	S
Cottidae				
Cottus hangiongensis	●	●	·	Ph
Oplegnathidae				
Oplegnathus fasciatus	●	·	·	S
Gobiidae				
Chaenogobius castaneus	·	·	●	Ph
Chaenogobius urotaenius	·	●	●	Ph
Acanthogobius flavimanus	·	·	●	Ph
Rhinogobius giurinus	·	●	·	Ph
Rhinogobius brunneus	·	·	●	Ph
Favonigobius gymnanchen	·	●	·	Ph
Acanthogobius lactipes	·	·	●	Ph
Tridentiger obscurus	·	·	●	Ph
Chaenogobius annularis	·	·	●	Ph
Channidae				
Channa arga	●	·	●	Pr
Tetraodontidae				
Takifugu niphobles	●	·	●	Ph
Family	12	9	16	
Species	14	17	32	

Pr: Primary freshwater, Ph: Peripheral freshwater, S: Seawater fish

생(1969)의 '영랑호의 육수학적 연구'와 속초시(1993)에서 발간한 '영랑호 오염방지 타당성조사 및 기본설계'에서 일부 언급을 하였을 뿐 자세한 연구는 이루어지지 않았다. 인위적인 간섭이 적었던 1969년 조사에서는 뱅어(*Salangichthys microdon*)를 포함한 총 12과 14종의 어종이 서식하고 있는 것으로 보고 하였으며 그 중에는 돌돔(*Oplegnathus fasciatus*) 등 소수의 해산어도 서식한다고 하였다. 그리고 개발로 인해 해수의 유입이 매우 제한적으로 일어난 1993년 속초시의 연구에 따르면 모두 9과 17종이 출현하였으나 쌀미꾸리(*Lefua costata*), 뱀장어(*Anguilla japonica*) 등과 같은 일차담수어와 주연성담수어의 서식만이 확인되어 1974년 이후 점차 영랑호의 담수화가 진행되었던 것으로 판단된다. 또한 인위적인 준설에 인해 해수의 유입이 유도된 본 조사에서는 모두 16과 32종이 출현하였으며 그중에는 멸치(*Engraulis japonicus*), 조피볼락(*S. schlegelii*), 줄벤자리(*Rhyncopelates oxyrhynchus*) 등의 해수어가 일부 출현하였다. 이와 같이 과거의 자료를 종합한 결과 영랑호에 서식하는 어류는 총 20과 39종으로 나타났으며 해수의 유입 유무에 따라 해수어가 출현하는 등의 변화를 보였다(Table 2).

한편 선행연구 자료와 본 조사에서 출현한 일차담수어, 주연성담수어, 해산어의 구성을 각 조사별 출현종의 구성비로 비교분석한 결과 1969년에는 일차담수어가 35.71%, 주연성담수어가 57.41%, 해수어가 7.14%로 나타났고 1993년에는 일차담수어가 52.94%, 주연성담수어가 47.06%로 나타났으나 해수어의 출현은 확인 할 수 없었다. 또한 본 조사에서는 일차담수어가 34.38%, 주연성담수어가 56.25%, 해수어가 9.38%로 나타났다(Figure 6). 이와 같이 1969년에는 주연성담수어와 해수어의 비중이 높게 나타났고 일차담수어의 비율은 낮았으나 호소의 담수화가 이루어진 1993년 조사에서는 일차담수어의 비율이 50%이상으로 증가

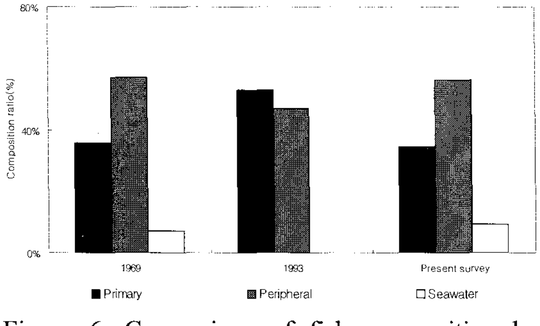


Figure 6. Comparison of fish composition by ecotypes in the lagoon Youngrang

한 것으로 나타나 해수의 유입이 제한되면 주연성담수어와 해수어의 서식 역시 제한을 받아 이동하거나 사멸하며, 이와 반대로 일차담수어의 서식조건이 적합하여 점차 그 수가 증가하는 것으로 판단된다. 하지만 인위적인 해수의 유입을 유도한 본 조사에서 1969년과 비슷한 생태형의 구성비를 나타내 해수의 유입이 일어날 경우 다시 원래대로 회복하는 것으로 나타났다. 따라서 일차담수어, 주연성담수어, 해수어가 공존하는 석호의 고유한 특성을 나타내기 위해서는 해수의 유입이 중요한 것으로 생각된다. 그러나 이러한 해수의 유입은 자연적인 갯터짐 또는 사주의 모래층으로부터 이루어지는 것이 더 바람직하다고 본다.

인용문헌

고동훈(2005) 동해안 석호의 수질 및 생태계 보전방안에 관한 연구. 연세대학교 대학원 석사학위청구논문, 51쪽.

김익수(1997) 한국동식물도감, 제 37권 동물편(담수어류). 교육부, 520쪽.

김익수, 박종영(2002) 한국의 민물고기. 교학사, 1~465쪽.

김익수, 최 윤, 이충렬, 이용주, 김병직, 김지현(2005) 원색 한국어류대도감. 교학사, 515쪽.

명정구(2002) 우리바다 어류도감. 다락원, 244쪽.

박승철, 최재석, 최의용, 장영수, 이광열, 최준길(2007) 화진포호의 어류군집 특성. 한국육수학회지 40(3): 449-458.

속초시(1993) 영랑호 오염방지 타당성조사 및 기본설계.

이규송(2007) 동해안 석호 생태계의 특성 및 보전방안 -해안식생과 수습생 식생의 역할을 중심으로-. 환경부, 54~86쪽.

이민부, 김남신, 이광률(2006) 한반도 동해안의 자연호 분포와 지형환경변화. 한국지역지리학회지 12: 449-460.

이진환, 곽희상(1987) 영랑호의 환경학적 연구. 한국육수학회지 20(1): 33-48.

유홍식(1996) 동해안 호수와 그 유역의 경관 변화 - 경포호와 영랑호를 중심으로. '동해안 호수 보존 심포지움 논문집'. 강릉경제정의실천시민연합, 9~16쪽.

장영수, 이광열, 최준길, 서진원, 최재석(2006) 포획도구에 따른 어류채집 효과 분석. 한국육수학회지 39(2): 245-256.

조규송, 박양생(1969) 영랑호의 육수학적 연구. 한국육수학회지 2(1): 51-66.

최기철, 전상린, 김익수, 손영목(1990) 원색 한국담수어 도감. 향문사, 278쪽.

최의용, 서진원, 최재석(2006) 낙동강 지류에 분포하는 참갈겨니 개체군의 전장과 체중 관계 및 von Bertalanffy의 성장모델. 한국육수학회지 39(2): 226-235.

최준길, 박승철, 장영수, 이광열, 최재석(2006) 경포호의 어

류상 및 어류군집 특성. 한국육수학회지 39(2): 157-166.
최재석, 이광열, 장영수, 고명훈, 권오길, 김범철(2003) 소양호의 어류군집 동태. 한국어류학회지 15(2): 95-104.
최재석, 이광열, 장영수, 최의용, 서진원(2005) 평화의 댐 어류군집 분석. 한국육수학회지 38(3): 297-303.
허우명(2001) 동해안 석호의 수질실태 및 보전방안. 한국해양수산개발원 61(0): 1-30.
허우명, 김범철, 전만식(1999) 동해안 석호의 부영양화 평가. 한국육수학회지 32(2): 141-151.
Andersson, G., H. berggren, G. cronberg and C. Gelin (1978) Effects of planktivorous and benthivorous fish on organisms and water chemistry in eutophic lakes. *Hydrobiologia* 59: 9-15.
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
Goad, J.A.(1984) A biomanipulation experiment in Green Lake Seattle Washington USA. Archiwam. *Hydrobiologia* 102: 137-154.
Ishiga H., Nakamura T., Sampei Y., Tokuoka T. and Takayasu K.(2000) Geochemical record of the Holocenne Jomon transgression and human activity in coastal lagoon sediments of the San'in district, SW Japan. Global and Planetary Change 25: 223-237.
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, 215pp.
Kjerfve, B.(1994) Coastal Lagoon Processes. Elsevier, New York. 598pp.
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.
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.
Nelson, J. S.(1994) Fishes of the world(3rd ed.). John Wiely & Sons, New York.
Sanpei Y., Matsumoto E., Tokuoka T. and Inoue D.(1997) Changes in accumulation rate of organic carbon during the last 8,000 years in sediments of Nakaumi lagoon, Japan. Marine Chemistry 58: 39-50.
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., pp. 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, pp. 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.
Yum J.G., Takemura K., Tokuoka T. and Yu K.M.(2003) Holocene environmental changes of the Hwajinpo lagoon on the eastern coast of Korea. Journal of Paleolimnology 299: 155-166.