

## 습성천이에 따른 동해안 석호의 어류군집 분석

박승철 · 장영수<sup>1</sup> · 이광열<sup>2</sup> · 허우명<sup>3</sup> · 조강현 · 최재석<sup>4,\*</sup>

인하대학교 생명과학과, <sup>1</sup>건국대학교 환경과학과, <sup>2</sup>강원대학교 생명과학과,  
<sup>3</sup>강원대학교 환경공학과, <sup>4</sup>강원대학교 환경연구소

**Analysis of Fish Community of Lagoons in the East Seashore According to Hydrach Succession.**  
*Park, Seungchul, Youngsu Jang<sup>1</sup>, Kwangyeol Lee<sup>2</sup>, Woomyung Heo<sup>3</sup>, Kanghyun Cho and Jaeseok Choi<sup>4,\*</sup> (Department of Biological Science, Inha University, Incheon 402-751, Korea; <sup>1</sup>Department of Environmental Science, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea; <sup>2</sup>Department of Biological Science, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea; <sup>3</sup>Department of Environmental Engineering, Kangwon National University, Samchok 245-711, Korea; <sup>4</sup>Institute of Environmental Research, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea)*

**Abstract** Fish community of eight lagoons in the east seashore, Korea were investigated from 2007 to 2008. Total 66 species caught during the period were belonged to 34 families, and total biomass was 2,024.8 kg. Also, similarity analysis results of each lagoon were divided three major groups. On the other hand, result of a comparison of the composition ratio of freshwater fish, brackish water fish, and seawater fish which is divided into separate each age data of previous studies has emerged in this study, since the 1990's, freshwater fish is reduced, seawater fish and increase, some changes in the fish community had changed dynamically in the lagoon. These changes considered that against the natural hydrach succession will change to freshwater lake from brackish water lake. Therefore, we considered to ecological characteristics of lagoon and process of hydrach succession when conservation, management, and restoration of the lagoons.

**Key words:** fish community, hydrach succession, lagoon ecosystem

## 서 론

자연호수는 크게 담수호, 염호, 기수호로 구분되며 석호는 본래 바다의 일부였던 연안이 사주에 의하여 바다와 분리되어 생성된 기수호이며 주로 조석의 차이가 적은 해안에서 발견되고 전 세계 해안선의 13% 정도를 차지한다(Kjerfve, 1994). 그러나 석호의 사주는 완전히 막혀 있지 않으며 간혹 차단되었다 하더라도 집중호우

또는 파도와 같은 물리적인 힘에 의해 일부분이 간헐적으로 붕괴되는데 이를 갯터짐 현상(breaking-sandbar)이라고 한다(Park *et al.*, 2007). 그 결과 석호의 수체는 담수와 해수가 교류할 수 있는 조건을 가지게 되며 석호와 바다가 서로 연결되어 다양한 수중생물들이 왕래할 수 있는 이동통로 역할을 한다.

발생기원으로 볼 때 석호는 시간의 흐름에 따라 사주가 두꺼워지고 해수의 유입이 불가능해져 내륙에서 유입되는 하천의 영향으로 점차 담수화가 진행되며, 토사의 유입 및 육상식물의 침입 등으로 육역화가 진행되는 습성천이(hydrach succession)가 일어나게 된다. 습성천이란 호수나 습지, 또는 간석지 등 물에서부터 비롯되는

Manuscript received 31 May 2013, revised 29 July 2013, revision accepted 31 October 2013

\* Corresponding author: Tel: +82-33-250-7408, Fax: +82-33-255-1325, E-mail: gobiobotia@kangwon.ac.kr

© The Korean Society of Limnology. All rights reserved.

This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provide the original work is properly cited.

모든 천이를 말하며 대체로 기후와 토양 등과 같은 모체가 허용하는 범위 내에서 중성식생으로 수렴하는 현상을 말한다(Shin and Park, 2004). 따라서 석호가 가지는 생태적 습성천이의 본질은 연안이었던 만(bay)의 일부가 사주에 의해 일부 폐쇄되어 기수호가 되며, 오랜 시간이 지남에 따라 완전히 단절되면 담수호로의 습성천이 과정을 거치게 된다. 이후에도 토사의 유입과 육상식물의 침입 등으로 담수호는 점차 습지, 초원, 수림의 형태로 변화해 가며 이러한 변화는 인위적인 간섭을 받지 않는 조건에서 아주 오랜 기간에 걸쳐 진행된다. 이와 같이 석호생태계는 담수와 해수가 교류하는 기수생태계로서, 서식환경 변화에 따라 생물상이 역동적으로 변화하는 성향을 가지며 생물학적 다양성과 보전가치가 크다고 볼 수 있다. 석호 내 생물상은 석호가 가지는 습성천이 상태에 따라 역동적으로 변화하며 특정개체군이 폭발적으로 증가하거나 사멸할 가능성도 있다. 따라서 석호 내의 생물상에 대한 장기연구는 매우 중요한 것으로 생각되지만, 아직 우리나라에서는 습성천이 단계에 따른 석호의 분류나 생물상의 변화 등, 다양한 연구가 매우 적은 실정이다. 그러므로 육수학적 연구를 통한 환경개선이 중요하지만 석호생태계의 보존 및 보호를 위하여 습성천이에 따른 생물상의 역동적인 변화에 대한 연구가 절실히 요구된다. 특히 어류는 이동성이 강해 수환경 변화에 따른 반응을 잘 나타내 주는 지표생물로 수생태계에서 핵심종의 역할을 하며 상위 소비자의 위치를 차지하고 있다(Son *et al.*, 1997). 또한 어류와 수체는 매우 긴밀한 관계를 가지므로 수생태계를 이해하고 해석하는 데 적합한 재료로 알려져 왔으며(Jang *et al.*, 2006), 수생태계의 변화를 예측하거나 대변해줄 수 있다. 그러므로 석호 어류군집에 관한 연구는 현재의 석호 습성천이 진행 단계를 반영할 수 있을 것으로 생각된다.

본 연구에서는 동해안에 분포하는 8개 석호의 현황, 어류상, 군집구조 등의 변화양상을 분석하고 석호별 어류군집을 분류함으로써, 습성천이에 따른 석호의 현단계

를 파악하고자 하였다. 또한 본래의 석호생태계를 이해하고 효율적인 관리 및 보전방안을 마련하기 위한 장기적인 생태모니터링 자료와 기초자료를 제공하고자 하며 석호에 관한 연구에 많은 도움이 되고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 조사지역 및 조사기간

본 조사지역은 강원도 동해안에 분포하는 석호 중에서 비교적 규모가 큰 8개의 호수를 대상으로 5~6개 지점을 선정하였으며(Fig. 1) 각 호수가 위치한 행정구역명칭은 다음과 같다.

- L1: 화진포호(Lagoon Hwajinpo)-강원도 고성군 거진읍 화포리
- L2: 송지호(Lagoon Songji)-강원도 고성군 죽왕면 오봉리
- L3: 광포호(Lagoon Gwangpo)-강원도 고성군 토성면 봉포리
- L4: 영랑호(Lagoon Youngrang)-강원도 속초시 장사동
- L5: 청초호(Lagoon Cheongcho)-강원도 속초시 조양동
- L6: 매호(Lagoon Mae)-강원도 양양군 현남면 포매리
- L7: 향호(Lagoon Hyang)-강원도 강릉시 주문진읍 향호리
- L8: 경포호(Lagoon Gyeongpo)-강원도 강릉시 저동

조사기간은 청초호를 제외하고 각각 2007년 5월부터 2008년 11월까지 매년 2회씩 모두 4회에 걸쳐 실시하였으며 석호별 조사기간은 Table 1에 나타내었다.

### 2. 어류 채집 및 동정

어류의 채집은 각 석호별로 호내로 유입되는 담수하천 지점, 동해안과 연결되는 지점에서 각각 족대(4×4 mm: 40분)와 투망(7×7 mm: 14회)을 사용하여 정량채집 하였다. 또한 호내의 지점에서는 효과적인 어류채집

**Table 1.** Each lagoon by Survey period from May 2007 to November 2008.

Lagoon	2007		2008	
	1st	2nd	3rd	4th
L1	05. 26~05. 28	10. 25~10. 26	07. 03~07. 04	11. 08~11. 09
L2	05. 31~06. 01	11. 03~11. 04	07. 03~07. 04	10. 15~10. 16
L3	05. 12~05. 13	10. 20~10. 21	07. 21~07. 22	10. 15~10. 16
L4	05. 13~05. 14	10. 20~10. 21	07. 21~07. 22	11. 05~11. 06
L5	-	-	07. 31~08. 01	11. 05~11. 06
L6	06. 08~06. 11	09. 28~09. 30	07. 31~08. 01	10. 30~10. 31
L7	06. 08~06. 11	09. 28~09. 30	07. 10~07. 11	10. 30~10. 31
L8	06. 08~06. 11	09. 28~09. 30	07. 10~07. 11	11. 11~11. 12

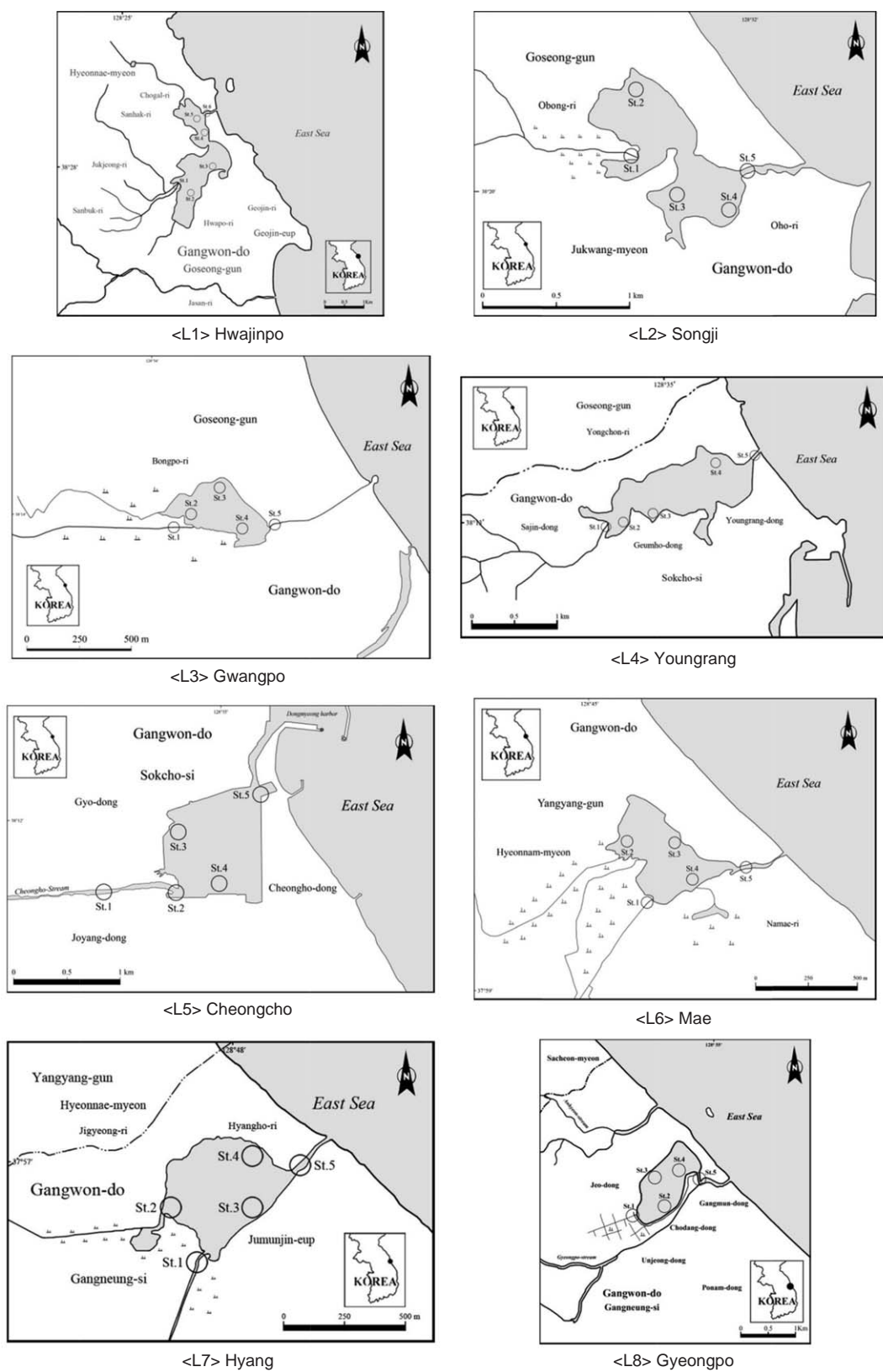


Fig. 1. Maps of the eight lagoon surveyed. Five or six sampling stations of each lagoons including up and down streams were investigated.

을 위하여 삼각망 (5×5 mm)과 망목 크기가 서로 다른 삼중자망 2set (50×50 mm, 180×180 mm; 15×15 mm, 140×140 mm)을 사용하여 각각 수중에 12시간 정지한 후 어획물과 함께 수거하였다. 채집된 어류는 현장에서 동정 및 분류하여 전장과 습중량을 측정하고 다음 개체수를 확인 후 즉시 방류하였으며 현장에서 동정이 어려운 개체 또는 표본이 필요한 경우 10% formalin 용액에 고정 후 실험실로 운반하였다.

어류의 동정 및 생태적 분포 구분에는 지금까지 국내에 발표된 검색표와 도감 (Kim, 1997; Choi *et al.*, 2002; Myung, 2002; Kim *et al.*, 2005)를 이용하였으며 어류 목록의 배열은 Nelson (2006)의 분류체계를 참고하여 작성하였다.

### 3. 석호군집분류

군집분류는 8개의 석호에서 출현한 어류의 종수 및 개체수를 근거로 Bray-Curtis (Bray and Curtis, 1957)의 유사도지수를 이용하였고, 산출된 유사도를 기준으로 각 지점별 유사거리를 Complete linkage로 clustering하였다.

$$BC_{ij} = \frac{2C_{ij}}{S_i + S_j}$$

$C_{ij}$ : 지점 간의 공통출현종에 대한 최소값의 합  
 $S_i, S_j$ : 각각의 지점에서 출현한 종수

## 결과 및 고찰

### 1. 각 석호의 수환경

동해안 8개의 석호의 일반적인 현황은 Table 2와 같다. 석호의 특성상 해안선을 따라 길게 뻗은 사주는 대부분 해수욕장으로 이용되고 있으며 관광객들을 위한 편의시설이나 주차장 등의 시설이 위치하고 있다. 고성군에 위치한 화진포호는 둘레 약 16 km, 면적 2.06 km<sup>2</sup>

로 남한에서 가장 큰 규모의 석호이며 형태 및 바다와의 거리 등에 따라 내호와 외호 또는 남호와 북호로 구분 짓기도 한다. 내호는 중평천, 월안천 등의 담수하천이 유입되고 있고 외호는 동해안과 면해 있어 갯터짐 현상에 따라 해수가 유입된다. 위치상 남한의 최북단에 있어 과거에는 군사시설의 통제에 의해 인위적인 간섭이 적어 보존상태가 양호한 편이었으나, 최근 관광지 개발을 목적으로 호수주변을 인위적으로 변형시키고 있으나 현재까지는 석호의 특성이 잘 보존된 상태이다 (Park *et al.*, 2007). 송지호는 둘레 약 5.5 km, 면적은 0.56 km<sup>2</sup>이며 1개의 소하천이 유입되고 있다. 광포호는 면적이 0.07 km<sup>2</sup>으로 8개의 석호 중 가장 작으며 1개의 소하천이 유입되고 있다. 인근에는 송지호와 마찬가지로 농경지로 이용되고 있으며 다른 석호에 비해서 상대적으로 바다와의 거리가 멀리 떨어져 있어 해수 유입이 적을 것으로 생각된다.

속초시에 위치한 영랑호는 0.96 km<sup>2</sup>로 8개의 석호 중 두 번째로 크며, 유입하천으로는 장천천이 있다. 영랑호에는 대규모 리조트 단지가 조성되어 있고 호수 가장자리를 따라 순환도로, 공원이 조성되어 있다. 특히 하구의 사주는 도로와 건물이 있어 갯터짐 현상이 일어나기 어려워, 호내의 담수화가 진행되고 있으나 사주의 일부를 인위적으로 개방하여 해수를 유입시키기도 하였다 (Choi *et al.*, 2007). 청초호는 면적이 0.89 km<sup>2</sup>이며 유입하천으로는 청초천이 있다. 본 석호는 과거 면적이 1.3 km<sup>2</sup> 이상이었으나 1990년대부터 속초시까지 정비사업의 일환으로 대규모 관광 및 위락시설을 조성하기 위하여 주변을 직선으로 정비하고 매립하여 급격하게 축소되었다. 뿐만 아니라 속초항의 내항으로 이용하기 위하여 선박이 드나들 수 있도록 사주의 일부를 개방하여 지속적으로 해수가 유입되고 있는 실정이다.

양양군에 위치한 매호는 면적이 0.14 km<sup>2</sup>로 본 조사의 석호 중 두 번째로 작은 석호이며 포매천과 건불천 등 2개의 유입하천이 있다. 인근 유역은 습지와 농경지로 이용되고 있으며 천연기념물 229호로 지정된 ‘포매

**Table 2.** The general situation of the eight lagoons for surveyed period.

Lagoon	Lagoon area (km <sup>2</sup> )	No. of in stream	Seawater inflow	Using in basin area
L1	2.06	2	○	Beach, paddy fields, military zone
L2	0.56	1	×	Beach, paddy fields, military zone, auto camping park
L3	0.07	1	×	Paddy fields, downtown
L4	0.96	1	○	Resort, downtown
L5	0.89	1	○	Harbors, beach, resort, downtown
L6	0.14	2	×	Natural monument, paddy fields
L7	0.32	2	×	Paddy fields
L8	0.9	-	○	Beach, paddy fields, downtown

리백로·왜가리집단서식지'가 있다. 하구역에는 사주에 의해 바다와 단절되어 있으며 인위적으로 수문이 설치되어 있어 해수의 유입이 어려울 것으로 생각된다. 본 석호는 과거 부영양화가 일어나 호수 중앙부를 준설한 적이 있었으며 이에 따라 수생물의 서식지가 교란되었을 것으로 생각된다.

강릉시에 위치한 향호는 면적 0.32 km<sup>2</sup>, 둘레는 약 3.3 km이며 2개의 소하천이 호내로 유입되고 있다. 인근 유역이나 환경은 매호와 거의 유사하며 대부분 농경지로 이용되고 있는 것으로 보아 해수의 유입이 적을 것으로 생각된다. 그리고 시가지와 인접한 경포호는 면적 0.9 km<sup>2</sup>이며 과거 경포천과 안현천이 호내로 유입되고 있었으나 두 하천의 유로를 인위적으로 변형, 동해안으로 직접 유입되게 하였다. 또한 농경지 개간 및 관광지 개발을 목적으로 습지를 매립하여 호수의 규모가 급격하게 축소되었으며 경관정비를 위하여 수초를 제거하고 호내를 준설하여 수질악화를 초래하기도 하였다(Choi *et al.*, 2006). 이후 경포호는 호내의 수질을 정화하기 위하여 경포천 하구언과 연결시켰으며 이로 인하여 지속적으로 해수가 유입되고 있다.

이와 같이 동해안 8개의 석호 중 화진포호, 송지호, 광포호 등을 제외한 대부분은 인위적으로 면적이 축소되거나 변형되었는데, 이는 습성천이 과정상 이루어지는 자연적인 축소가 아니라 경작지 이용, 관광지 개발을 위한 인위적인 변형이었다. Lee *et al.* (2006)은 동해안에 분포하는 자연호 57개를 대상으로 1920년대부터 1990년대 사이의 면적변화를 연구하면서 면적이 현저하게 감소한 가장 큰 원인은 인위적인 매립이라고 보고한 바가 있다. 예컨대, 강원도 강릉시 강동면에 위치한 풍호는 화력발전소의 채탄장과 시설부지로 이용하고자 매립되기 시작하여 심각한 훼손을 야기하였으며 현재는 농업용지로 거의 매립되어 호수의 원형이 거의 남아있지 않는 것으로 보고된 바가 있다(Jang and Park, 2000). 이와 같은 무분별한 변형과 훼손은 석호생태계의 급격한 변화를 초래할 수 있으며 이로 인하여 호내의 생물은 교란 받고 있을 것으로 판단된다. 특히 청초호와 경포호의 경우 동해안 연안 해수역과 항시 연결되어 있어 해수가 지속적으로 유입되어 호내의 해양화 현상이 일어나고 있을 것으로 생각된다.

## 2. 어류상 및 군집구조

동해안에 분포하는 8개 석호에 대한 어류조사 결과 총 34과 66종 126,224개체가 채집되었다(Table 3). 이중

한국고유종은 새코미꾸리(*Koreocobitis rotundicaudata*) 1종이 출현하였으며 환경부지정 멸종위기야생동식물II급 어종에 해당하는 가시고기(*Pungitius sinensis*) 1종이 확인되었다. 각 석호별 어류상을 살펴보면 화진포호에서 24과 40종 19,633개체, 송지호에서 13과 25종 11,640개체, 광포호에서 9과 24종 13,097개체, 영랑호에서 20과 34종 5,243개체, 청초호에서 19과 36종 9,382개체, 매호에서 14과 30종 7,281개체, 향호에서 13과 28종 6,232개체, 그리고 경포호에서 24과 37종 53,716개체로 각각 나타났다. 따라서 종수가 가장 많이 출현한 석호는 화진포호, 가장 적은 석호는 광포호였으며 개체수가 가장 많은 석호는 경포호, 가장 적은 석호는 영랑호로 각각 확인되었다.

본 조사에서 채집된 어종들을 각 과(Family)별로 나타낸 결과 망둑어과(Gobiidae) 어종이 11종(16.7%)으로 가장 많은 종수를 차지하였으며 잉어과(Cyprinidae) 어종이 10종(15.2%), 가자미과(Pleuronectidae) 어종이 4종(6.1%), 미꾸리과(Cobitidae), 큰가시고기과(Gasterosteidae) 어종이 각각 3종(4.5%), 바다빙어과(Osmeridae), 송어과(Mugilidae), 농어과(Moronidae), 보리멸과(Sillaginidae), 황줄베도라치과(Pholididae), 그리고 쥐치과(Monacanthidae) 어종이 각각 2종(3.0%) 등의 순으로 나타났다. 그밖에도 뱀장어과(Anguillidae)를 포함한 23과에서 각각 1종(1.5%)씩 확인되었다. 이와 같이 망둑어과(Gobiidae) 어종이 우세하게 출현한 것은 본 석호들은 대부분 연안과 인접한 기수호이기 때문인 것으로 생각되며, 이는 석호뿐만 아니라 해안으로 유입되는 여러 하천의 하구역과 조간대 등에서 나타나는 일반적인 현상이다(Park *et al.*, 2007). 그러나 영랑호, 매호, 그리고 향호 등에서는 잉어과(Cyprinidae) 및 미꾸리과(Cobitidae) 어종이 다소 우세하게 출현하여 위 석호들은 습성천이에 따라 담수화가 진행되고 있거나 사구의 발달 또는 인위적으로 해수유입이 차단되었기 때문인 것으로 생각된다.

출현한 66종 중 개체수구성비가 가장 높게 나타난 어종은 빙어(*Hypomesus nipponensis*)로서 24.1% (30,430개체)를 차지하였으며, 다음으로 황어(*Tribolodon hakonensis*) 21.8% (27,490개체), 전어(*Konosirus punctatus*) 16.7% (21,115개체), 멸치(*Engraulis japonicus*) 9.9% (12,474개체), 문절망둑(*Acanthogobius flavimanus*) 6.6% (8,305개체), 날망둑(*Chaenogobius castaneus*) 3.9% (4,949개체) 등의 순이었다. 또한 각 석호별로 구성비를 살펴본 결과 역시 빙어와 황어가 우점 또는 아우점하는 것으로 나타나 본 어종들은 석호를 대표하는 어종인 것



**Table 3.** A list and individual number of fishes collected at the eight lagoons in the East Seashore, Korea.

Species	Lagoons								Total	RA (%)	Remarks
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8			
<b>Anguillidae 뱀장어과</b>											
<i>Anguilla japonica</i> 뱀장어		2		1			1	10	14	<0.1	Br
<b>Engraulidae 멸치과</b>											
<i>Engraulis japonicus</i> 멸치	8			11	1		4	12,450	12,474	9.9	S
<b>Clupeidae 청어과</b>											
<i>Konosirus punctatus</i> 전어	749	33	296	65	279	360	320	19,013	21,115	16.7	S
<b>Cyprinidae 잉어과</b>											
<i>Carassius auratus</i> 붕어	10	329	517	69	1	46	36	62	1,070	0.8	Fr
<i>Carassius cuvieri</i> 떡붕어	12	259	94	4		28	48	32	477	0.4	Fr
<i>Cyprinus carpio</i> 잉어			404	61	2		17	76	560	0.4	Fr
<i>Cyprinus carpio</i> (Israeli) 이스라엘잉어				1					1	<0.1	Fr
<i>Pseudorasbora parva</i> 참붕어	7		265	36	36		14	34	392	0.3	Fr
<i>Pungtungia herzi</i> 돌고기							1		1	<0.1	Fr
<i>Rhynchocypris steindachneri</i> 버들개	3	179	7		2				191	0.2	Fr
<i>Tribolodon hakonensis</i> 황어	4,298	1,689	1,897	1,550	7,027	2,117	1,652	7,260	27,490	21.8	Br
<i>Aphyocypris chinensis</i> 왜물개						18			18	<0.1	Fr
<i>Zacco platypus</i> 피라미				530	125				655	0.5	Fr
<i>Hemiculter leucisculus</i> 살치						421	19		440	0.3	Fr
<b>Cobitidae 미꾸리과</b>											
<i>Koreocobitis rotundicaudata</i> 새코미꾸리						2			2	<0.1	Fr
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i> 미꾸리		7	2	4	2	5		2	22	<0.1	Fr
<i>Misgurnus mizolepis</i> 미꾸라지		3			2	8			13	<0.1	Pr
<b>Siluridae 메기과</b>											
<i>Silurus asotus</i> 메기								13	13	<0.1	Fr
<b>Osmeridae 바다빙어과</b>											
<i>Hypomesus nipponensis</i> 빙어	9,358	4,380	5,005	1,399	22	492	1,310	8,464	30,430	24.1	Br
<i>Plecoglossus altivelis</i> 은어		20	17	8	20		53	6	124	0.1	Br
<b>Salangidae 뱡어과</b>											
<i>Salangichthys microdon</i> 뱡어	2	6				6	18	23	55	<0.1	Br
<b>Salmonidae 연어과</b>											
<i>Oncorhynchus keta</i> 연어					2			13	15	<0.1	Br
<b>Mugilidae 승어과</b>											
<i>Chelon haematocheilus</i> 가승어	49	21	154	95		159	99	232	809	0.6	Br
<i>Mugil cephalus</i> 승어	48	33	175	21	180	199	208	741	1,605	1.3	Br
<b>Adrianichthyoidae 송사리과</b>											
<i>Oryzias latipes</i> 송사리	127	238	334			754	279	300	2,032	1.6	Fr
<b>Belonidae 동갈치과</b>											
<i>Strongylura anastomella</i> 동갈치	1								1	<0.1	S
<b>Hemiramphidae 학공치과</b>											
<i>Hemirhamphus sajori</i> 학공치	1			4	15				20	<0.1	S
<b>Gasterosteidae 큰가시고기과</b>											
<i>Gasterosteus aculeatus</i> 큰가시고기	1	1	211	21		71	12	27	344	0.3	Br
<i>Pungitius kaibarae</i> ssp. 잔가시고기	3	32	9	8	540	2			594	0.5	Br
<i>Pungitius sinensis</i> 가시고기	38	600	1,038	1		987	317		2,981	2.4	Br
<b>Scorpaenidae 양볼락과</b>											
<i>Sebastes schlegelii</i> 조피볼락	5			2	5			6	18	<0.1	S
<b>Platycephalidae 양태과</b>											
<i>Platycephalus indicus</i> 양태	1							1	2	<0.1	S
<b>Hexagrammidae 쥐노래미과</b>											
<i>Hexagrammos agrammus</i> 노래미								1	1	<0.1	S
<b>Moronidae 농어과</b>											
<i>Lateolabrax japonicus</i> 농어	1				1		1	51	54	<0.1	Br
<i>Lateolabrax maculatus</i> 점농어					81			39	120	0.1	Br

Table 3. Continued.

Species	Lagoons								Total	RA (%)	Remarks	
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8				
<b>Sillaginidae 보리멸과</b>												
<i>Sillago japonica</i> 청보리멸	17			3						20	<0.1	S
<i>Sillago sihama</i> 보리멸								1	2	3	<0.1	S
<b>Carangidae 전갱이과</b>												
<i>Trachurus japonicus</i> 전갱이	1									1	<0.1	S
<b>Gerreidae 게레치과</b>												
<i>Gerres oyena</i> 게레치				4	246				20	270	0.2	S
<b>Sparidae 도미과</b>												
<i>Acanthopagrus schlegeli</i> 감성돔	53	8	1	3	29	8			12	114	0.1	S
<b>Kyphosidae 황줄감정어과</b>												
<i>Girella punctata</i> 벵에돔				6						6	<0.1	S
<b>Teraponidae 살벤자리과</b>												
<i>Rhyncopelates oxyrhynchus</i> 줄벤자리	1	2		11	6	55			6	81	0.1	S
<b>Pholididae 황줄베도라치과</b>												
<i>Pholis crassispina</i> 점베도라치	6			1	7				2	16	<0.1	S
<i>Pholis nebulosa</i> 베도라치					2					2	<0.1	S
<b>Callionymidae 돛양태과</b>												
<i>Repomucenus curvicornis</i> 동갈양태	2						2			4	<0.1	S
<b>Gobiidae 망둑어과</b>												
<i>Acanthogobius flavimanus</i> 문절망둑	2,481	9	762	116	322	39	17	4,559	8,305	6.6	Br	
<i>Acanthogobius lactipes</i> 흰발망둑	628	368	30	558	144	490	681	157	3,056	2.4	Br	
<i>Favonigobius gymnauchen</i> 날개망둑	391		21		129	1	4	8	554	0.4	Br	
<i>Chaenogobius castaneus</i> 날망둑	710	1,514	1,545	298		454	427	1	4,949	3.9	Br	
<i>Chaenogobius urotaeni</i> 꼭저구	6	9	16	61	18	108	4		222	0.2	Br	
<i>Luciogobius guttatus</i> 미끈망둑					4				4	<0.1	Br	
<i>Rhinogobius brunneus</i> 밀어			68	26	34	1			129	0.1	Br	
<i>Tridentiger bifasciatus</i> 민물두줄망둑	449					66			2	517	0.4	Br
<i>Tridentiger bifasciatus</i> 민물검정망둑							64		64	0.1	Br	
<i>Tridentiger obscurus</i> 검정망둑	29	1,894	229	244	18	379	621	55	3,469	2.7	Br	
<i>Tridentiger trigonocephalus</i> 두줄망둑	76				44				4	124	0.1	Br
<b>Sphyraenidae 꼬치고기과</b>												
<i>Sphyraena pinguis</i> 꼬치고기				1					2	3	<0.1	S
<b>Scombridae 고등어과</b>												
<i>Scomber japonicus</i> 고등어	1									1	<0.1	S
<b>Channidae 가물치과</b>												
<i>Channa argus</i> 가물치							1			1	<0.1	Fr
<b>Paralichthyidae 넙치과</b>												
<i>Paralichthys olivaceus</i> 넙치	6			3						9	<0.1	S
<b>Pleuronectidae 가자미과</b>												
<i>Clidoderma asperrimum</i> 줄가자미	2									2	<0.1	S
<i>Kareius bicoloratus</i> 돌가자미	3									3	<0.1	S
<i>Platichthys stellatus</i> 강도다리	1									1	<0.1	S
<i>Pleuronectes yokohamae</i> 문치가자미					4					4	<0.1	S
<b>Monacanthidae 쥐치과</b>												
<i>Rudarius ercodes</i> 그물코쥐치					2					2	<0.1	S
<i>Stephanolepis cirrhifer</i> 쥐치					2					2	<0.1	S
<b>Tetraodontidae 참복과</b>												
<i>Takifugu niphobles</i> 복섬	48	4		17	28	2	4	32	135	0.1	Br	
No. of family	24	13	9	20	18	14	13	24	34			
No. of species	40	25	24	34	36	30	28	37	66			
No. of individuals	19,633	11,640	13,097	5,243	9,382	7,281	6,232	53,716	126,224			

RA: Relative abundance, Fr: Freshwater fish, Br: Brackish water fish, S: Seawater fish

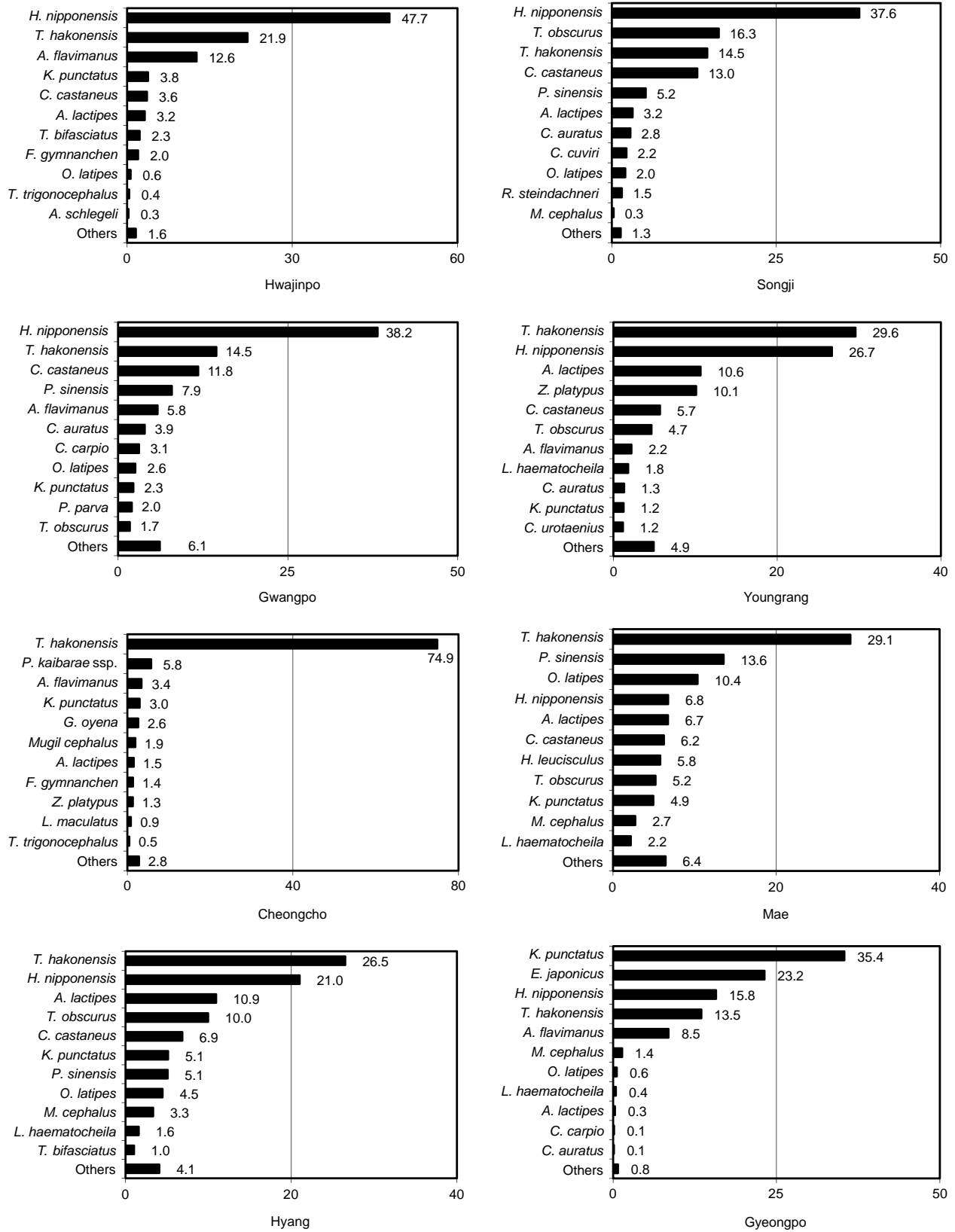


Fig. 2. Relative abundance (%) of the fish species collected in the eight lagoons.



으로 생각된다. 다만 경포호는 전어, 멸치와 같이 해수역에 서식하는 어종이 우점하였는데 이는 해수의 영향을 많이 받고 있기 때문인 것으로 판단된다 (Fig. 2). 이와 같이 본 조사에서 출현한 대다수의 어류는 기수역에 서식하는 어종들이 높은 비율을 차지하는 것으로 확인되었다. 반면 개체수가 50개체 미만으로 구성비율이 0.1% 이하인 어종은 뱀장어 (*Anguilla japonica*), 뱀어 (*Salangichthys microdon*), 연어 (*Oncorhynchus keta*) 등을 포함하여 총 33종인 것으로 확인되었는데 이는 산란이나 생장을 위하여 기수역인 석호에 회유하는 어종들이거나 해수가 유입될 때 소수의 개체가 함께 이입되었을 것으로 생각된다.

한편 본 조사의 출현종에 대하여 수체의 기원에 따른 어류의 생태형인 담수어 (Freshwater fish), 기수어 (Brackish water fish), 그리고 해수어 (Seawater fish)로 각각 구분하고 종구성비를 비교한 결과 담수어 22.7%, 기수어 37.9%, 그리고 해수어 39.4%로 각각 나타났으며, 이를 다시 석호별로 나누어 비교하였다 (Fig. 3). 먼저 화진포호의 경우 담수어 12.5%, 기수어 45.0%, 해수어 42.5%이었으며, 송지호에서는 담수어 24.0%, 기수어 64.0%, 해수어 12.0%로 나타났다. 또한 광포호에서는 담수어 29.2%, 기수어 66.7%, 해수어 4.2%이었으며, 영랑호에서는 담수어 17.6%, 기수어 55.9%, 해수어 26.5%이었으며 청초호에서는 담수어 19.4%, 기수어 55.6%, 해수어 25.0%인 것으로 나타났다. 그리고 매호의 경우 담수어 30.0%, 기수어 60.0%, 해수어 10.0%이었으며 향호에서는 담수어 25.0%, 기수어 67.9%, 해수어 7.1%이었다. 마지막으로 경포호에서는 담수어 18.9%, 기수어 56.8%, 해수어 24.3%로 각각 확인되었다. 이와 같이 모든 석호에서 기수어의 비율은 45.0~64.3%으로 가장 높은 구성비를 차지하는 것으로 나타났으나, 담수어의 구성비는 12.5~30.0%, 해수어의 구성비는 8.3~42.5%로 석호마다 차이를 보이고 있었다. 일반적으로 석호의 어류군집은 기수어가 대체로 우세하며 내륙으로부터 유입되는 담수와 간헐적으로 침입하는 해수의 영향에 따라 담수어와 해수어의 비율이 변화하고 어종의 산란시기에 따라 계절별로 다양한 어종들이 출현하는 등 시·공간적인 역동성을 가진다 (Choi et al., 2006; Park et al., 2007). 따라서 담수어의 비율이 해수어보다 높은 석호는 송지호, 광포호, 매호, 향호로서, 본 석호들은 사주 또는 인위적인 간섭에 의해 해수와 단절되어 있어 자연적으로 또는 인위적인 갯터짐 현상이 일어나지 않는 한 점차 담수화가 진행될 것으로 판단된다. 이와 반대로 해수어의 비율이 높은 석호는 화진포호, 영랑호, 청초호, 경포호

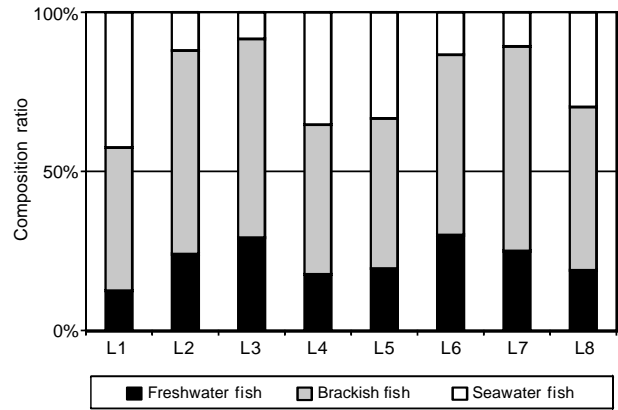


Fig. 3. Comparisons of the fish composition based on ecological characteristics. The data were based on Table 2.

등으로서 화진포호와 영랑호의 경우 갯터짐 현상에 따른 간헐적인 해수의 유입으로 인하여 호내의 염분농도가 변화되는 반면 (Choi et al., 2007; Park et al., 2007), 청초호와 경포호는 선박출입 및 수질개선을 위해 인위적으로 사주를 개방하여 해수가 지속적으로 유입되고 있다. 그러므로 두 석호는 다른 석호들에 비하여 기수어와 해수어의 왕래가 자유로운 것으로 판단되며 해수의 유입량이 증가함에 따라 석호의 해양화 현상이 심화될 것으로 예상된다.

### 3. 생체량

본 조사에서 채집된 어종들의 생체량을 측정된 결과 총 2,024.8 kg이었다. 어종별로 가장 많은 생체량을 차지한 어종은 황어로서 1,167.8 kg이었으며 다음으로는 잉어 227.3 kg, 전어 121.7 kg, 가숭어 (*Chelon hamatochelius*) 111.9 kg 등의 순이었다. 그밖에도 생체량이 많은 어종은 문절망둑, 송어, 빙어 등 대부분이 기수어인 것으로 확인되었다 (Fig. 4). 그러나 담수어인 잉어는 광포호에서 다수 출현한 것으로 나타났는데 본 지역은 과거 잉어뿐만 아니라 붕어 (*Carassius auratus*), 가물치 (*Channa argus*), 미꾸라지 (*Misgurnus mizolepis*) 등도 출현한다고 하여 (ISENS, 1973), 과거부터 담수화가 진행되었던 것으로 생각된다.

한편 석호별로 생체량과 개체수를 각각 조사회수 (Times) 및 지점수 (Station)로 정량화하여 비교·분석하였다 (Fig. 5). 그 결과 화진포호가  $29.6 \text{ kg T}^{-1} \text{ S}^{-1}$ 으로 생체량이 가장 많았으며 매호가  $3.0 \text{ kg T}^{-1} \text{ S}^{-1}$ 으로 가장 적었다. 그밖에도 송지호  $10.0 \text{ kg T}^{-1} \text{ S}^{-1}$ , 광포호  $12.8 \text{ kg T}^{-1} \text{ S}^{-1}$ , 영랑호  $10.3 \text{ kg T}^{-1} \text{ S}^{-1}$ , 청초호  $9.5 \text{ kg T}^{-1} \text{ S}^{-1}$

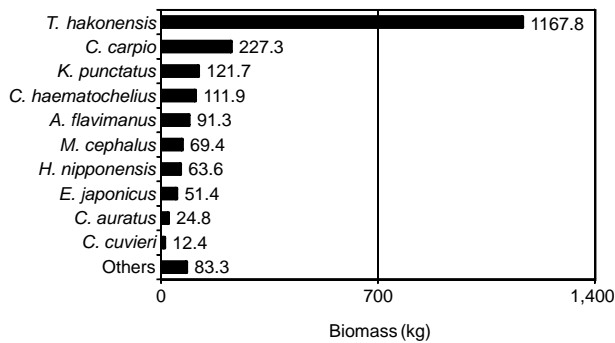


Fig. 4. Fish biomass based on wet weight (kg) collected in the eight lagoons.

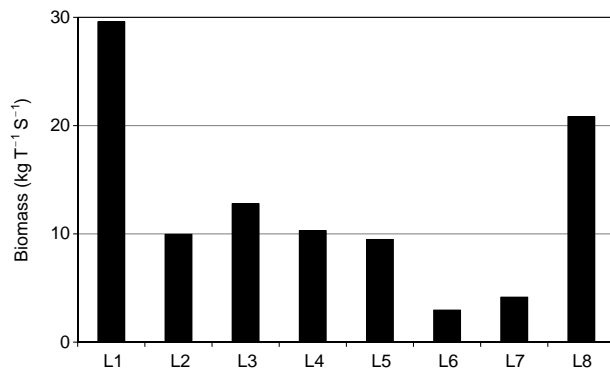


Fig. 5. Comparisons of total biomass per number of times and stations in eight lagoons.

$T^{-1} S^{-1}$ , 향호  $4.2 \text{ kg T}^{-1} S^{-1}$ , 그리고 경포호  $20.8 \text{ kg T}^{-1} S^{-1}$ 로 각각 확인되었다. 일반적으로 석호는 해수의 간헐적인 침입으로 인하여 영양염류가 풍부하므로 생물들은 신속히 성장하게 되며 이는 내륙의 담수호보다 생산성이 높은 것으로 알려져 있으며 해양생태계와 지속적으로 연결될 경우 생산성이 더욱 높아지는 것이 특징이다. 따라서 어류군집의 생체량을 기준으로 생산성을 비교해본다면 해수의 영향을 거의 받지 않는 매호와 향호는 생산성이 낮은 것으로 생각된다.

#### 4. 군집분류

동해안 8개 석호에서 확인된 어류군집을 대상으로 유사도 분석을 실시한 결과 크게 3개 그룹으로 나누어졌다(Fig. 6). 먼저 그룹 A는 경포호와 청초호로서 인위적으로 유로를 변경하거나 담수의 유입이 거의 없거나 상대적으로 적은 반면, 지속적인 해수유입으로 인하여 담수어가 감소하고 기수어 및 해수어가 증가하는 양상을

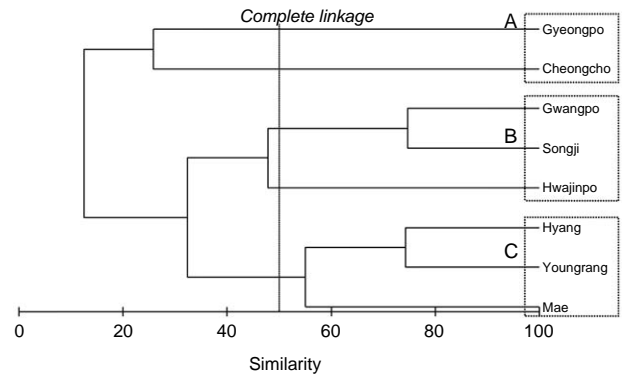


Fig. 6. Cluster analysis of eight lagoons based on species and their individual number.

보이는 그룹이다. 또한 그룹 B는 광포호와 송지호, 화진포호 등이 속하며 이들 석호는 상대적으로 인위적 교란이 적어 보존이 양호한 지역으로서, 담수하천의 유입량과 갯터짐에 의한 해수의 유입량에 따라 담수어와 해수어의 비율이 비교적 고르게 분포하는 그룹이다. 한편 그룹 C는 향호, 영랑호, 그리고 매호가 포함되며 사주 또는 인위적으로 설치한 수문에 의해, 해수와 완전히 차단된 그룹으로서 담수의 영향을 많이 받고 있는 그룹인 것으로 각각 확인되었다.

이와 같이 현재 석호들은 모두 습성천이의 단계상 기수호에 해당되며 담수와 해수의 유입 정도에 따라 어류상과 군집 변화에서 심하게 발생하였다. 그룹 B의 경우는 현재에도 담수와 해수가 모두 유입되는 기수호의 모습을 잘 간직하고 있으나 그룹 C의 석호들은 자연적 또는 인위적인 변화에 따라 점차 담수호에 가까워지는 것으로 생각된다. 한편 그룹 A의 경포호와 청초호는 과거부터 인위적인 훼손이 상당히 이루어져 왔으며 특히 청초호는 최근 수질개선 및 항만으로서의 기능을 더욱 원활하게 수행하기 위하여 호내를 준설하고 신항만을 개방함으로써 (Park *et al.*, 2013b), 해수의 유입이 이전보다 크게 증가할 것으로 판단된다.

#### 5. 석호 어류의 연구사

과거 국내 석호의 어류군집에 대한 학술연구는 1940년대 일본인 Sato (1941)에 의해서 강원도 통천군(북한 소재)의 강동호에서 플랑크톤과 어류를 채집하여 보고한 기록이 최초이다. 그 후로 1960년대부터 1980년대까지 일부 학자, 교사 등에 의해 플랑크톤상 및 육수학적 조사 또는 읍면 단위의 어류상 조사의 일환으로 일부 수행되어 왔다. Cho and Park (1969)은 영랑호에 대한

육수학적 연구에서 12과 14종의 어종을 확인하였다. 또한 ISENS (1973)가 향호, 매호, 영랑호, 광포호, 송지호, 화진포호 등 6개 석호에 대하여 연구하면서 모두 16과 25종을 확인하였으며 Choi (1986)는 ‘강원의 자연 (담수어편)’에서 각각 속초시와 강릉시의 어류상을 정성적인 분석으로 소개하면서 영랑호와 경포호에 대해 총 17과 32종의 어류를 보고하였다. 그러나 당시에는 석호에 대한 관심 및 연구의 부재, 구체적인 조사방법론의 문제 등으로 인하여 석호 어류상에 대한 면밀한 조사는 이루어지지 못하였다. 뿐만 아니라 담수 및 해수의 유입정도, 계절에 따른 어종의 변화 등 석호 어류군집의 특성을 고려하여 정량·정성적인 분석이 병행되어야 함에도 불구하고 조사지점이 많지 않았고, 조사횟수도 적어 계절적 변화가 심한 석호 어류군집의 변동특성을 파악하기가 어려웠다. 이후 1990년대부터 환경에 대한 사회적 관심이 대두되기 시작하면서 본격적으로 석호를 관리하기 위한 환경조사가 이루어지기 시작하였다. 그러나 석호의 생물상보다는 수질개선을 위한 조사 (WREMO, 2000, 2001, 2003)가 대부분이었으며 특히 어류에 관한 조사는 Kim *et al.* (1997)이 동해안 석호 자연생태계 연구를 통해 화진포호, 매호, 경포호 등 3개 석호의 어류상을 조사하여 총 14과 22종의 어류가 채집되었다고 하였다. 그리고 환경부의 ‘전국내륙습지 자연환경조사’를 통하여 자연환경뿐만 아니라 다양한 생물상에 대한 연구가 진행되기 시작하면서 화진포호 (ME, 2001), 송지호와 쌍호 (ME, 2002a), 매호와 향호 (ME, 2002b)의 어류상에 대하여 조사하였으며 그 결과 모두 12과 22종의 어류를 보고하였다. 한편 2006년 이후부터 보다 효과적으로 조사하고자 Jang *et al.* (2006)이 제시한 호내의 어류채집 및 분석방법에 따라 다양한 포획도구를 이용하여 동일한 조사시기 및 지점에서 동일한 방법으로 조사를 실시하였다. 경포호 (Choi *et al.*, 2006), 화진포호 (Park *et al.*, 2007), 그리고 영랑호 (Choi *et al.*, 2007) 등 3개 석호에서는 계절별로 호내를 비롯한 유입하천 및 유출수역을 포함한 폭넓은 조사, 그리고 삼각망과 삼중자망과 같은 다양한 포획도구를 사용하여 어류군집을 정량·정성적으로 분석하였다. 그 결과 경포호에서 18과 26종, 화진포호에서 24과 37종, 그리고 영랑호에서 16과 32종이 각각 확인되었다.

현재까지 석호에서 출현한 어종을 문헌상으로 종합해보면, 총 31과 64종이 출현한 것으로 나타났고 본 조사에서는 34과 66종이 출현하여 서로간 유사한 출현 종수를 보였다. 그러나 종구성에서는 약간의 차이를 보이고 있다.

종합적으로 1969년부터 본 조사 결과까지 동해안 석호에서 확인된 어종은 모두 41과 84종이었다 (Table 4). 먼저 본 조사에서 처음 출현한 어종은 돌고기 (*Pungtungia herzi*), 왜몰개 (*Aphyocypris chinensis*), 새코미꾸리, 양태 (*Platycephalus indicus*), 노래미 (*Hexagrammos agrammus*), 점농어 (*Lateolabrax maculatus*), 보리멸 (*Sillago sihama*), 청보리멸 (*Sillago japonica*), 전갱이 (*Trachurus japonicus*), 게레치 (*Gerres oyena*), 벵에돔 (*Girella punctata*), 점베도라치 (*Pholis crassispina*), 동갈양태 (*Repomucenus curvicornis*), 미끈망둑 (*Luciogobius guttatus*), 고등어 (*Scomber japonicus*), 즐가자미 (*Clidoderma asperimum*), 돌가자미 (*Kareius bicoloratus*), 강도다리 (*Platichthys stellatus*), 문치가자미 (*Pleuronectes yokohamae*), 그물코쥐치 (*Rudarius ercodes*), 그리고 쥐치 (*Stephanolepis cirrhifer*) 등 21종으로 대부분 해수어인 것으로 확인되었다. 그러나 담수어인 돌고기, 왜몰개, 새코미꾸리 등은 본래 서남해안으로 흐르는 하천, 또는 영동수계에 서도 삼척오십천 이남에서만 출현이 확인된 어종이므로 (Kim, 1997; Choi *et al.*, 2002), 본래부터 서식하고 있다고 보기 어려우며 타수계로부터 인위적으로 도입되었을 것으로 생각된다 (Park *et al.*, 2013a). 이와 반대로 과거에는 출현하였으나 본 조사에서 확인되지 않은 어종은 칠성장어 (*Lampetra japonica*), 백련어 (*hypophthalmichthys molitrix*), 쌀미꾸리 (*Lefua costata*), 북방종개 (*Cobitis pacifica*), 미유기 (*Silurus microdorsalis*), 통가리 (*Liobaegrus andersoni*) 등 18종이었으며 주로 담수어인 것으로 확인되었다. 한편 선행연구자료를 각 연대별로 나누고 본 조사에서 출현한 담수어, 기수어, 그리고 해수어의 종구성비를 비교해보았다 (Fig. 7). 그 결과 담수어는 1960년대에 35.7%에서 1970년대에 20.0%로 다소 감소하였다가 1980년대에 40.6%로 다시 증가하였으나 1990년대 이후 계속 감소하는 경향을 나타내었다. 또한 기수어 역시 1960년대부터 2000년대 초반까지 50.0%에서 다소 증감하다가 본 조사에서는 담수어와 마찬가지로 감소하는 것으로 나타났다. 한편 해수어의 경우 1960년대에 14.3%로 비교적 낮은 비율이었으나 1990년대 이후 27.3%, 본 조사에서는 39.4%로 크게 증가하는 것으로 확인되었다. 이와 같이 각 연대별 석호의 어류상은 시간이 지남에 따라 점차 담수어가 감소하고 해수어가 증가하는 양상을 보이고 있으며, 이러한 현상은 1990년대 이후 변화하기 시작하는 것으로 나타나 여러 석호에서 인위적인 교란과 훼손이 일어났다는 증거라 생각된다.

앞서 언급하였듯이 기수호인 석호는 하천으로부터 유입되는 담수와 간헐적으로 침입하는 해수의 변동에 따









Table 4. Continued.

Species	Young-rang (1969)	Hyang (1973)	Mae (1973)	Young-rang (1973)	Gwang-po (1973)	Songji (1973)	Hwa-jinpo (1973)	Young-rang (1986)	Gyeong-po (1986)	Hwa-jinpo (1986)	Mae (1997)	Gyeong-po (1997)	Hwa-jinpo (1997)	Ssang (2002)	Mae (2002)	Hyang (2002)	Gyeong-po (2006)	Hwa-jinpo (2007)	Young-rang (2007)	Present Survey	Remarks	
<i>Chaenogobius urotaenioides</i> 꼭자구																					Br	
<i>Luciogobius guttatus</i> 미끈망둑																						Br
<i>Rhinogobius brunneus</i> 밀어																						Br
<i>Rhinogobius giurinus</i> 갈문망둑																						Br
<i>Tridentiger bifasciatus</i> 민물두줄망둑																						Br
<i>Tridentiger brevispinis</i> 민물검정망둑																						Br
<i>Tridentiger obscurus</i> 검정망둑																						Br
<i>Tridentiger trigonocephalus</i> 두줄망둑																						Br
<b>Sphyraenidae</b> 꼬치고기과																						S
<i>Sphyraena pignus</i> 꼬치고기																						S
<b>Scombridae</b> 고등어과																						S
<i>Scomber japonicus</i> 고등어																						S
<b>Channidae</b> 가물치과																						Fr
<i>Channa argus</i> 가물치																						Fr
<b>Paralichthyidae</b> 넙치과																						S
<i>Paralichthys olivaceus</i> 넙치																						S
<b>Pleuronectidae</b> 가자미과																						S
<i>Clidoderma asperrimum</i> 줄가자미																						S
<i>Kareius bicoloratus</i> 돌가자미																						S
<i>Platichthys stellatus</i> 강도다리																						S
<i>Pleuronectes yokohamae</i> 문치가자미																						S
<b>Monacanthidae</b> 쥐치과																						S
<i>Rudarius ercodes</i> 그물코쥐치																						S
<i>Stephanolepis cirrhifer</i> 쥐치																						S
<b>Tetraodontidae</b> 참복과																						Br
<i>Takifugu niphobles</i> 복섬																						Br
No. of Family	12	10	11	9	9	9	9	15	14	12	6	9	10	9	1	6	18	24	16	34	41	
No. of Species	14	15	16	15	15	14	13	29	23	16	7	15	18	14	7	11	26	37	32	66	84	

Fr: Freshwater fish, Br: Brackish water fish, S: Seawater fish

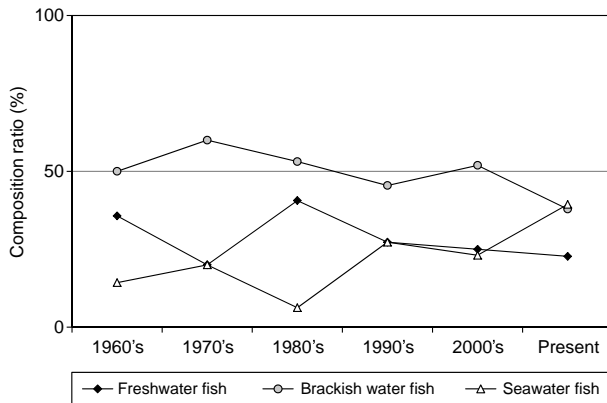


Fig. 7. Comparisons of the fish composition based on ecological characteristics. The data were based on Table 4.

라 담수어, 기수어 및 해수어의 구성비가 달라지게 된다. 본 연구 결과 1960년대부터 1980년대까지는 습성천이에 따른 어류군집의 변화를 나타내었으나 1990년대 이후에는 오히려 담수어가 감소하고 해수어가 증가하는 것으로 확인되어 자연적인 습성천이에 대한 역천이가 발생했음을 보여주는 결과라 생각된다.

우리나라의 석호는 국내의 몇 안 되는 자연호수로서, 고유한 특성과 생태적 가치를 지닌 기수호임에도 불구하고 인위적으로 훼손되어 왔다. 석호의 대표적인 훼손 유형은 유입하천의 유로변경, 인공구조물의 설치, 호안 정비, 수변식물제거, 그리고 호내의 준설 또는 매립 등이 있으며, 과거에는 식량증산과 산업용지확충을 위하여 석호주변을 무분별하게 매립하였다. 또한 석호의 수체를 농업용수로 이용하기 위하여 해수를 차단시키고 호내로 유입되는 하천의 유로를 인위적으로 변경하였다. 뿐만 아니라 석호 주변을 관광지 및 공원으로 조성하고자 호안을 정비하여 수변식물을 제거하고 석호 둘레를 따라 일주도로를 건설함으로써 호내의 수질이 악화되고 부영양화가 발생되었다(Yoo, 1996). 최근 이러한 석호의 환경을 개선하고자 정부와 지방자치단체 등은 수질개선대책 및 관리방안을 제시하고 있으나 아직 실효성에는 많은 의문이 제기되고 있다. 특히 퇴적물 유입과 부영양화에 대한 방법으로써 호내를 준설하고 담수와 해수의 유입로를 차단시켰는데 이는 석호가 가지는 생태적 특성을 고려하지 않은 행위로서 오히려 수질오염, 어류폐사 등 부정적인 생태계 변화를 초래하기도 하였다(Jang and Park, 2000). 그러므로 향후 석호의 보존 및 관리, 그리고 복원을 실시할 때에는 석호 본연의 생태적 특성과 습성천이 과정에 대하여 충분한 검토와 고려가 되어야 할 것으로 판단된다.

## 적 요

2007년부터 2008년까지 동해안에 분포하는 8개 석호에 대한 어류군집에 대하여 조사한 결과는 다음과 같다. 조사기간 동안 확인된 어류는 총 34과 66종 126,224개 체였으며 생체량은 2,024.8 kg이었다. 각 석호의 출현종과 개체수를 대상으로 군집분류를 실시한 결과 보존이 양호한 그룹, 담수의 영향을 받는 그룹, 그리고 해수의 영향을 받는 그룹 등 3그룹으로 나누어졌다. 한편 선행 연구자료를 각 연대별로 나누고 본 조사에서 출현한 담수어, 기수어, 그리고 해수어의 중구성비를 비교한 결과, 1990년대 이후부터 담수어가 감소하고 해수어가 증가하는 등 일부 석호에서 어류군집의 변화가 역동적으로 변화하고 있었다. 이러한 변화는 기수호에서 담수호로 변화해가는 자연적인 습성천이에 대한 역천이로 볼 수 있으며 향후 석호의 보존 및 관리, 그리고 복원을 실시할 때에는 석호 본연의 생태적 특성과 습성천이 과정에 대하여 충분히 검토 및 고려되어야 할 것으로 사료된다.

## 사 사

본 연구는 원주지방환경청 ‘동해안 석호생태계 보전 및 복원을 위한 생태계 정밀조사연구 및 관리방안’ 과제와 강원대학교 환경연구소의 도움을 받아 수행되었습니다. 도움을 주신 모든 분들께 감사드립니다.

## REFERENCES

- Bray, J.R. and J.T. Curtis. 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monographs* 27: 325-349.
- Cho, K.S. and Y.S. Park. 1969. Limnological studies of the Youngnang lake. *Korean Journal of Limnological Society* 2(1): 51-66.
- Choi, E.Y., J.S. Choi, S.C. Park, Y.S. Jang, K.Y. Lee and J.K. Choi. 2007. Temporal & Spatial Distribution of Fish Community in the Lagoon Youngrang, Korea. *Korean Journal of Environmental Ecology* 21(6): 506-514.
- Choi, J.K., S.C. Park, Y.S. Jang, K.Y. Lee and J.S. Choi. 2006. The characteristics of ichthyofauna and fish community in the Lagoon Gyeongpo. *Korean Journal of Limnological Society* 39(2): 157-166.
- Choi, K.C. 1986. Nature of Gangwon (Freshwater). Gangwon Provincial Education Science & Technology Committee.

- pp. 171-176.
- Choi, K.C., S.R. Jeon, I.S. Kim and Y.M. Son. 2002. Coloured illustrations of the freshwater fishes of Korea. Hyangmun-sa, Seoul.
- ISENS (Institute of Sokcho Elementary Natural Science). 1973. Comparison Research for Development of Brackish Lakes in the East Seashore (2). Institute of Sokcho Elementary Natural Science. pp. 1-143.
- Jang, S.H. and Y.G. Park. 2000. A Study on the Sustainable Development for Natural Lakes of East Coast. *Korean Journal of Environmental Policy and Administration* **8**(2): 181-203.
- Jang, Y.S., K.Y. Lee, J.K. Choi, J.W. Seo and J.S. Choi. 2006. Sampling Effects of Fishing Gears in the Hoengseong Reservoir. *Korean Journal of Limnological Society* **39**(2): 245-256.
- Kim, I.S. 1997. Illustrated encyclopedia of fauna & flora of Korea (Vol. 37 Freshwater Fishes). Ministry of Education, Seoul.
- 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 Press Co., Seoul.
- Kim, H.S., I.H. Kim, B.W. Jeon and J.K. Kim. 1997. Study of Natural Ecosystem of Lagoon in the East Seashore. Wonju Regional Environment Management Office. pp. 29-35.
- Kjerfve, B. 1994. Coastal Lagoon Processes. Elsevier, New York. p. 598.
- Lee, M.B., N.S. Kim and G.R. Lee. 2006. The Distribution and Geomorphic Changes of Natural Lakes in East Coast of Korea. *Journal of the Korean Association of Regional Geographers* **12**: 449-460.
- ME (Ministry of Environment). 2001. 2000 The Survey for National Inland Wetlands (Hwajinpo). Ministry of Environment, Seoul. pp. 97-108.
- ME (Ministry of Environment). 2002a. 2001 The Survey for National Inland Wetlands (Songji-ho, Ssang-ho). Ministry of Environment, Seoul. pp. 159-173, pp. 337-343.
- ME (Ministry of Environment). 2002b. 2001 The Survey for National Inland Wetlands (Mae-ho, Hyang-ho). Ministry of Environment, Seoul. pp. 159-172, pp. 337-350.
- Myung, J.G. 2002. The sea fishes of Korea. Darakwon Press Co., Seoul.
- Nelson, J.S. 2006. Fishes of the World (4th ed.). John Wiley & Sons. New York. 1-601pp.
- Park, S.C., J.S. Choi, E.Y. Choi, Y.S. Jang, K.Y. Lee and J.K. Choi. 2007. The Characteristics of Fish Community in the Lagoon Hwajinpo, Korea. *Korean Journal of Limnological Society* **40**(3): 449-458.
- Park, S.C., K.Y. Lee, T.B. Choi, W.M. Kim, M.J. Kim and J.S. Choi. 2013a. The Fish Fauna and Disturbance of Geographical Distributions in the Eastern Civilian Control Line of Korea. *Journal of Environmental Impact Assessment* **22**(1): 22-37.
- Park, S.C., K.Y. Lee, Y.J. Yoon, J.Y. Choi, K.H. Cho and J.S. Choi. 2013b. Oceanization of a Lagoon Through Analysis of Fish Community in the Lagoon Cheongcho, Korea. *Korean Journal of Ecology and Environment* **46**(2): 166-174.
- Sato, T. 1941. Biological notes on the brackish water lake Kodoko on the Japan Sea coast of Korea. *Japanese Journal of Limnology* **11**(4): 85-88 (in Japanese).
- Shin, S.C. and Y.G. Park. 2004. On the Realities of Hydrach Succession in Brackish Water Lakes and Ecological Restoration Policy. *Korean Journal of the Environmental Sciences* **13**(1): 11-17.
- Son, Y.M., H.B. Song, H.K. Byeon and J.S. Choi. 1997. Study on the Dynamics of Fish Community in the Lake Paldang. *Korean Journal of Ichthyology* **9**(1): 141-152.
- WREMO (Wonju Regional Environment Management Office). 2000. The Report of Research to Lagoons. Wonju Regional Environment Management Office.
- WREMO (Wonju Regional Environment Management Office). 2001. The Report of Research to Lagoons (II). Wonju Regional Environment Management Office.
- WREMO (Wonju Regional Environment Management Office). 2003. The Report of Research to Lagoons (III). Wonju Regional Environment Management Office.
- Yoo, H.S. 1996. The lakes in the eastern coast of Korea and the change of their landscape-Gyeongpo and Youngrang. Collection of symposium for conservation of the lakes in the eastern coast of Korea. Gangneung Citizen's Coalition for Economic Justice, Gangneung.