

경포호도립공원 어류상

변 화 근

서원대학교 생물교육과

Fish Fauna in the Lagoon Gyeongpoho Provincial Park

BYEON, Hwa Keun

Dept. of Biology Education, Seowon University

ABSTRACT

Gyeongpoho Provincial Park some off after to clarify change fish fauna and fish community in the lagoon Gyeongpoho Provincial Park, the author surveyed fish fauna at 5 stations from August to October, 2018. The collected species during the surveyed period were 13 species of 7 families in the lagoon Gyeongpoho, 8 species of 4 families in the Sunpo swamp, and total 18 species and 324 individual belonging to 9 families. National monument species, endangered species and Korean endemic species were not found. The fishes distributed in the blackish water and sea water were abundant in 7 (38.9%) species such as *Thryssa kammalensis*, *Tribolodon hakonensis*, *Mugil cephalus*, *Acanthogobius lactipes*, *Acanthogobius flavimanus*, *Tridentiger brevispinis*, and *Takifugu niphobles*. The exotic species, *Micropterus salmoides*, first appeared in the lagoon Gyeongpoho. Dominant species were *Carassius auratus* (St. 1), *Tridentiger brevispinis* (St. 2), and *Acanthogobius flavimanus* (St. 3) in the lagoon Gyeongpoho and *C. auratus* (St. 4, 5) in the Sunpo swamp. The each station per fish community diversity index was low, the condition was unstable dominant index and evenness index increases.

Key words : Gyeongpoho, Sunpo swamp, lagoon, *Micropterus salmoides*

서 론

경포호는 강원도 강릉시 저동에 위치하며, 동해안과 연결되어 있는 석호이다. 폭이 가장 넓은 곳은 2.5km, 가장 좁은 곳은 0.8km이며, 둘레는 8km이다. 과거에는 호수 주위가 12km에 달하였으며, 경포천과 안현천이 유입되고 있다. 1960년대 이후 농경지 개간을 목적으로 호수 주변의 습지를 매립하였으며, 유입수로부터 토사 유입을 방지하기 위해 유로를 바다로 직접 연결하였다. 이로 인해 경포호는 형태와 경관이 심하게 변화되어 왔다(박, 2002). 경포호는 1982년 6월 26일에 경포도립공원으로 지정(면적 9.471km², 강원도 고시 제90호) 되었으며, 강릉시 중심가에서 북쪽으로 약 6km 떨어져 있으며, 경포대와 경포해수욕장을 중심으로 많은 문화재와 기념물 등이 분포하고 있다. 이후 경포도립공원의 일부가 해제되었으며, 이에 따른 생물다양성 현황 파악과 동해안 석호 보전 및 복원을 위한

생태계 정밀조사 및 관리방안을 위한 조사가 이루어졌다(원주지방환경청, 2008). 석호(lagoon)는 바닷가에서 사주(sand bar), 평행사도(barrier island) 또는 산호에 의해 바다와 분리되어 있는 비교적 낮고 잔잔한 물이 채워진 호수로서 조석의 차이가 적은 해안에서 발견되고, 전 세계 해안선 13%를 차지한다(Kjerfve, 1994). 우리나라 석호는 사주가 잘 발달하여 만(bay)이 바다에서 분리되어 생성되는 해안 석호(coastal lagoon)이며, 주로 강원도 동해안에 분포한다. 석호는 육지에서 유입되는 담수와 간헐적으로 유입되는 해수가 섞여 기수(brackish water)로 이루어져 있으며, 호수 내 생물은 기수의 독특한 수환경에 적응한 생물이 서식하게 된다. 석호는 종다양성이 낮고, 단순한 먹이 그물을 형성하고 있으며, 국내의 동해안 석호는 주변 경관이 수려하여 관광적 가치가 크며 각종 철새가 쉬어가는 곳이나 기착지로서 작용하고 있으며, 각종 생물의 산란지와 생육장소로 중요한 기능을 하고 있다(최 등, 2006). 도시개발과 농경지로부터 오염물질 유입으로 수질이 악화되었으며, 호수 수변부 정비(산책로와 도로 개설, 제방 조성)로 어류 서식지가 일부 파괴되었고, 습지 매립과 복원, 바다와 연결 수로를 인위적으로 개설하여 해수 유입이 증가하였으며, 그 결과 염분도가 급격히 높아진 상태이다. 경포호에 대한 어류조사는 최(1986), 김 등(1997), 최 등(2006), 원주지방환경청(2008) 등이 있다. 경포호에서 북쪽으로 약 2.5km 떨어진 위치에 소규모 석호인 순포습지가 분포한다. 순포습지 호수는 수심이 얕고 침수 및 정수식물이 다량 생육하고 있으며, 바다와 연결부인 해안가에는 모래가 다량 퇴적되어 직접적인 해수의 유입이 차단되어 있으며, 태풍이 있을 시에만 해수가 유입되는 기수호이다. 최근 수변부에 산책로가 개설되었고, 수변부에 석축 제방이 부분별로 형성되어 자연성이 다소 악화된 상태이다. 순포습지와 경포도립공원이 일부 해제되고 수환경이 변화된 이후 어류상과 어류군집 변화를 파악하고 자연환경보전의 기초자료를 마련하기 위해 조사를 실시하였다.

조사 방법

1. 조사 시기 및 조사지점

현장 조사는 2018년 8월 16일부터 2018년 10월 31일에 걸쳐 실시하였다. 조사는 경포호에서 3개 지점, 순포습지 석호에서 2개 지점 등 총 5개 지점에서 실시하였다(Fig. 1, Fig. 2).

St. 1: 강릉시 운정동 985, 운정교, N37°47'57.0", E128°54'39.9"(경포호)

St. 2: 강릉시 저동 645, N37°47'43.4", E128°53'51.1"(경포호)

St. 3: 강릉시 강문동 260-6, 경호교, N37°47'57.0", E128°54'54.4"(경포호)

St. 4: 강릉시 사천면 산대월리 산202, N37°49'14.0", E128°53'11.4"(순포습지)

St. 5: 강릉시 사천면 산대월리 3-17, N37°49'12.4", E128°53'16.6"(순포습지)

2. 조사 방법

1) 수환경 조사

수온, 용존산소, 전기전도도, pH 등은 다중측정기(YSI 556MPS, USA)를 이용하여 측정하였다.



Fig. 1. Map showing the studied stations.

2) 어류채집

어류의 채집에 있어 자망(망목 50×50mm, 15×15mm)은 저녁에 설치 후 아침에 수거하였으며, 또한 투망(망목 7×7mm)과 족대(망목 5×5mm)를 사용하였다. 대부분 개체는 현장에서 동정 및 계수한 후 방류하였고, 일부 개체는 10% 포르말린용액에 고정하여 실험실로 운반하여 동정·분류하였다.

3) 어류의 동정 및 분석

어류의 동정에는 국내에서 현재까지 발표된 검색표(김, 1977; 최 등, 2002; 김·강, 1993; 김 등, 2005)를 이용하였고, 분류체계는 Nelson(2006)을 참조하였다.

4) 어류의 군집 분석

각 조사 지점의 어류 군집을 분석하기 위해 각 조사지점에 대하여 우점도 지수(McNaughton, 1967), 종다양성 지수(Pielou, 1969), 균등도(Pielou, 1975), 종풍부도(Margalef, 1958) 등을 조사하였다.

결과 및 고찰

1. 조사지역의 수환경

각 조사 지점에서 수온, 전기전도도, pH, 용존산소 등을 2018년 8월 17~18일에 측정한 결과는 다음과 같다(Table 1). 경포호(St. 1~3)의 경우 수온은 24.3~27.6℃로 높았으며, 호수의 중간 수변부에서 수온이 가장 높았고, 바다와 연결되는 하류에 가장 낮았다. 이는 호수 내에 비해 수온이 낮은 해수가 유입되어 영향을 미친 것으로 판단된다. 순포습지(St. 5~6)에서는 28.4~28.8℃로 경포호에 비해 높았다. 순포습지는 경포호에 비해 수체가 작고 수심이 얕으며, 해수가 직접적으로 유입되지 않은 원인으로 생각된다. 전기전도도는 경포호에서 296~34,706 μ s/cm로 St. 1은 경포천 유입수로 순수 담

Table 1. Water characteristics of the surveyed stations

| Stations | Water temperature (°C) | Conductivity (μ s/cm) | pH | Dissolved oxygen (mg/L) |
|----------|------------------------|----------------------------|-----|-------------------------|
| 1 | 25.8 | 296 | 7.7 | 8.7 |
| 2 | 27.6 | 18,705 | 7.7 | 6.4 |
| 3 | 24.3 | 34,706 | 7.5 | 8.4 |
| 4 | 28.4 | 168 | 7.8 | 10.2 |
| 5 | 28.8 | 7,793 | 7.7 | 12.5 |

수의 상태를 나타내었고, St. 3은 34,706 μ s/cm로 수치가 매우 높아 거의 해수에 가까운 기수역 상태이었다. 순포습지의 St. 4는 담수의 상태를 유지하고 있었으며, St. 5는 해수에 영향을 다소 받고 있는 기수역의 특징을 나타내고 있었다. 전반적으로 경포호에 비해 순포습지는 해수의 영향은 적게 받고 있었다. pH는 7.5~7.8로 어류가 서식하기에 적합한 상태를 유지하고 있었고, 경포호와 순포습지는 유사한 상태를 나타내고 있었다. 용존산소는 경포호에서는 6.4~8.7mg/L, 순포습지에서는 10.2~12.5mg/L이었다. 경포호에 비해 순포습지에서 용존산소량이 풍부하였다. 용존산소는 5.0mg/L 이상이면 국내에 서식하는 대부분의 어종에 있어 악영향을 미치지 않으므로 경포호와 순포습지에서 용존 산소 상태가 양호한 것으로 판단된다.

2. 어류상

본 조사에서 경포호에서는 7과 13종 205개체, 순포습지에서 4과 8종 119개체 등으로 총 9과 18종 324개체가 출현하였다. 망둑어과(Gobiidae)에 속하는 종이 6종(33.3%)으로 가장 풍부하였고, 그 다음으로는 잉어과(Cyprinidae)에 속하는 종이 5종(27.8%)으로 풍부하였다. 그 외에 멸치과(Engraulidae), 미꾸리과(Cobitidae), 송어과(Mugilidae), 송사리과(Adrianichthyidae), 검정우럭과(Centrarchidae), 가물치과(Channidae), 참복과(Tetraodontidae) 등에 속하는 종이 각각 1종(5.6%)이었다. 망둑어과에 속하는 종이 가장 풍부하였는데 이는 조사지점이 대부분 기수역이었으며, 경포호는 해수가 다량 유입되어 염분도가 매우 높아져 순수담수어에 속하는 잉어과에 속하는 어류가 서식하기에 부적합하며, 망둑어과 어종과 해산어에 속하는 다양한 어종이 출현하였기 때문이다. 출현한 어종 중 법정보호종인 천연기념물이나 멸종위기 야생동·식물에 속하는 종의 출현은 없었다. 또한 한국특산종(한국 고유종)에 속하는 종의 출현도 없었는데, 이는 하천 하류역 기수역으로 정제된 수역이므로 한국고유종이 서식하기에 부적합한 수환경을 유지하고 있었기 때문이다. 출현한 어종 중 분포역이 기수역과 해수역인 어종은 청멸(*Thyrssa kammalensis*), 황어(*Tribolodon hakonensis*), 송어(*Mugil cephalus*), 흰발망둑(*Acanthogobius lactipes*), 문절망둑(*Acanthogobius flavimanus*), 민물두줄망둑(*Tridentiger brevispinis*), 복섬(*Takifugu niphobles*) 등 7종(38.9%)으로 풍부하였으며, 이들 어종은 동해안 연안에 서식하던 개체가 이동하여 분포한 것으로 판단된다. 국외에서 도입된 외래종이며 생태계교란야생동·식물에 속하는 배스(*Micropterus salmoides*)가 St. 1에서 4개체가 출현하였다. 배스는 과거에 경포호에 출현하지 않았으며, 본 조사에서 처음 출현하였다. 출현한 4개체 모두 전장이 10cm 이내로 당년생 치어이었다. 이들 개체는 상방에 위치한 저수지나 하천 하류역에서 부화한 개체 중 일부가 유입된 것으로 판단되

며, 경포호 유입수 이외의 수역에서는 염분도가 높아 정착하지 못할 것으로 생각된다. 그러나 유입수 수역에 정착할 가능성이 매우 높고 정착할 경우 강한 육식성 어종이므로 토착 어종의 개체수와 종수가 급격히 감소할 것으로 예상된다. 따라서 경포호와 인접수역에서 배스의 유입이 이루어지 않도록 관리하여야 하며, 도입 개체가 확산 및 증식하기 전에 제거하여야 하며, 배스 개체군에 대해 지속적인 모니터링 조사가 필요한 상태이다.

3. 개체수 구성비

경포호에서 출현한 13종 중 개체수 구성비가 풍부한 어종은 문절망둑(45.4%), 민물두줄망둑(25.4%), 황어(8.3%) 등이었다(Fig. 3). 이들 어종은 민물에 서식하지 않고, 해수 및 기수역에 분포하는 어류이며, 경포호 서식하는 대표적인 종으로 나타났다. 이는 경포호가 해수와 직접 연결되어 있으며, 해수의 유입으로 염분도가 매우 높은 기수역으로 조성되었기 때문이다. 그 외의 어종은 개체수 구성비가 매우 낮은 희소종이었다. 순포습지에서는 출현한 8종 중 개체수가 풍부한 어종은 붕어(*Carassius auratus*, 50.4%), 꼭저구(*Gymnogobius urotaenia*, 21.8%), 송사리(*Oryzias latipes*, 14.3%) 등이었다. 이들 어종은 민물로 형성된 하천 하류역, 정체된 연못, 보, 호수 등에 주로 서식하는 어종이다. 순포습지는 바다와 직접 연결되어 있지 않았고, 태풍이나 해일 발생 시 간헐적으로 해수가 유입되는 상태이므로 염분도가 낮은 수역이 광범위하게 분포한다(Fig. 2). 따라서 해산 및 기수역에 분포하는 어류의 유입이 원활하지 않고, 일부 개체가 유입되어도 염분도가 낮아지면 이들 어류는 폐사하므로 담수어류가 다량으로 분포하게 된다.

4. 우점종

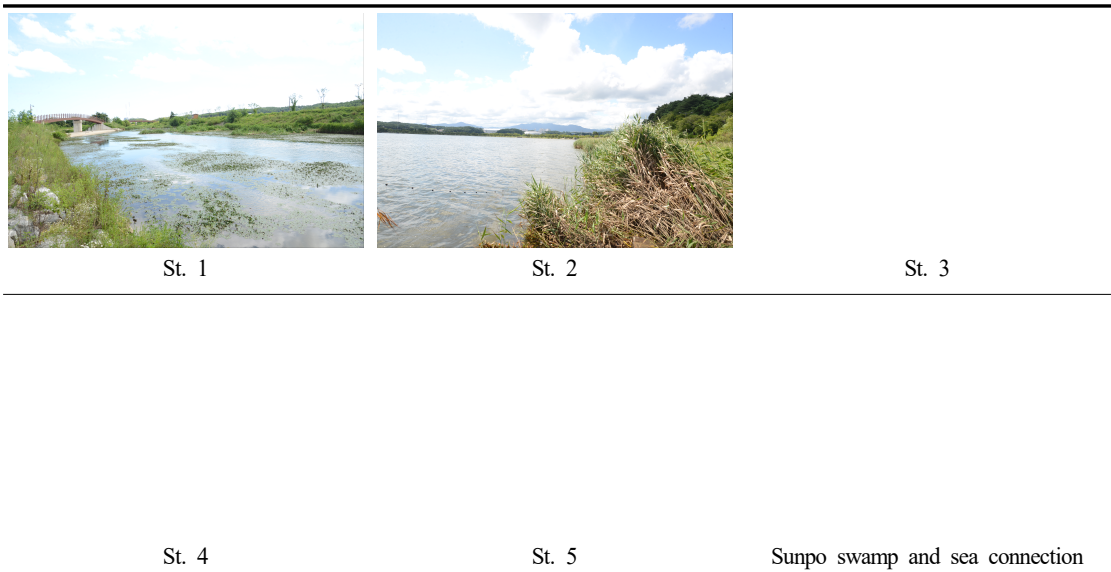


Fig. 2. The whole view of the surveyed stations.

Table 2. A list and individual number of fish collected at the each surveyed stations

| Species / stations | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Total | RA | Remark |
|---------------------------------------|----|----|-----|----|----|-------|------|--------|
| Engraulidae 멸치과 | | | | | | | | |
| <i>Thryssa kammalensis</i> 청멸 | | 6 | | | | 6 | 1.9 | Se |
| Cyprinidae 잉어과 | | | | | | | | |
| <i>Cyprinus carpio</i> 잉어 | 2 | | | | | 2 | 0.6 | |
| <i>Carassius auratus</i> 붕어 | 9 | | | 28 | 32 | 69 | 21.3 | |
| <i>Pseudorasbora parva</i> 참붕어 | 7 | | | 1 | 3 | 11 | 3.4 | |
| <i>Tribolodon hakonensis</i> 황어 | | 13 | 4 | | | 17 | 5.2 | Se |
| <i>Zacco platypus</i> 피라미 | 6 | | | | | 6 | 1.9 | |
| Cobitidae 미꾸리과 | | | | | | | | |
| <i>Misgurnus anguillicaudatus</i> 미꾸리 | 1 | | | | | 1 | 0.3 | |
| Mugilidae 승어과 | | | | | | | | |
| <i>Mugil cephalus</i> 승어 | | | 3 | | | 3 | 0.9 | Se |
| Adrianichthyidae 송사리과 | | | | | | | | |
| <i>Oryzias latipes</i> 송사리 | | | | 16 | 1 | 17 | 5.2 | |
| Centrarchidae 검정우럭과 | | | | | | | | |
| <i>Micropterus salmoides</i> 배스 | 4 | | | | | 4 | 1.2 | Ex |
| Gobiidae 망둑어과 | | | | | | | | |
| <i>Acanthogobius lactipes</i> 흰발망둑 | | 2 | 2 | | 1 | 5 | 1.5 | |
| <i>Acanthogobius flavimanus</i> 문절망둑 | | | 93 | | | 93 | 28.7 | Se |
| <i>Gymnogobius urotaenia</i> 꼭지구 | | | | 20 | 6 | 26 | 8.0 | |
| <i>Gymnogobius castaneus</i> 날망둑 | | | | 6 | | 6 | 1.9 | |
| <i>Tridentiger brevispinis</i> 민물검정망둑 | | | | 2 | 2 | 4 | 1.2 | |
| <i>Tridentiger brevispinis</i> 민물두줄망둑 | | 16 | 36 | | | 52 | 16.0 | |
| Channidae 가물치과 | | | | | | | | |
| <i>Channa argus</i> 가물치 | | | | 1 | | 1 | 0.3 | |
| Tetraodontidae 참복과 | | | | | | | | |
| <i>Takifugu niphobles</i> 복섬 | | | 1 | | | 1 | 0.3 | Se |
| Number of species | 6 | 4 | 6 | 7 | 6 | 18 | | |
| Number of individuals | 29 | 37 | 139 | 74 | 45 | 324 | | |

RA: Relative abundance, Ex: Exotic species, Se: Sea fish.

조사 기간 동안 각 조사 지점별로 우점종과 아우점종은 출현한 총 개체수로 산정하였다. 그 결과, 경포천 유입수(St. 1)에는 붕어가 우점종이었고, 경포대 인접수역(St. 2)에서는 민물두줄망둑, 바 다와 입접한 수역인 경호교(St. 3)에서는 문절망둑이 우점종이었다(Table 3). 아우점종은 참붕어(St. 1), 황어(St. 2), 민물두줄망둑(St. 3)이었다(Fig. 4). 경포호 유입수는 민물로 순수담수어가 우점종

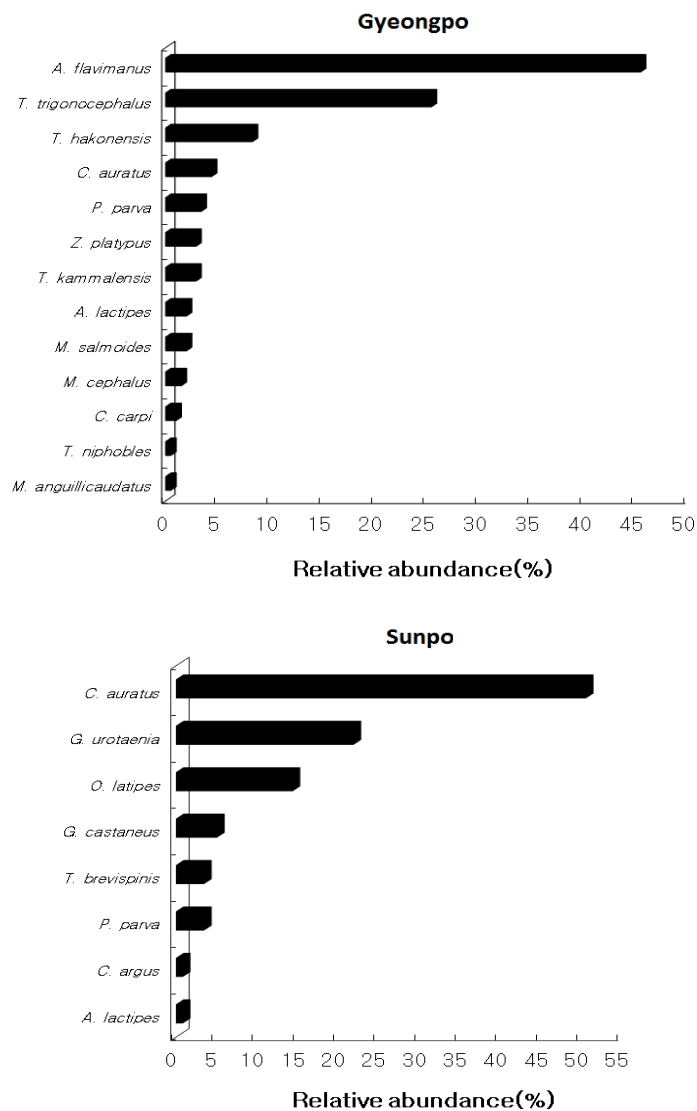


Fig. 3. The relative abundance of fishes collected in the surveyed area.

Table 3. Dominant and sub-dominant species at each surveyed stations

| Stations | Dominant species | Sub-dominant species |
|----------|---|---|
| 1 | <i>Carassius auratus</i> (붕어) 31.0% | <i>Pseudorasbora parva</i> (참붕어) 24.1% |
| 2 | <i>Tridentiger brevispinis</i> (민물두줄망둑) 43.2% | <i>Tribolodon hakonensis</i> (황어) 35.1% |
| 3 | <i>Acanthogobius flavimanus</i> (문절망둑) 66.9% | <i>Tridentiger brevispinis</i> (민물두줄망둑) 25.9% |
| 4 | <i>Carassius auratus</i> (붕어) 37.8% | <i>Gymnogobius urotaenia</i> (꼭저구) 27.0% |
| 5 | <i>Carassius auratus</i> (붕어) 71.1% | <i>Gymnogobius urotaenia</i> (꼭저구) 13.3% |

과 아우점종이었으며, 기수역인 St. 2와 3는 기수역과 바다에 서식하는 어종이 우점종과 아우점종이었다. 순포습지에서는 붕어가 우점종이었고, 꾸저구가 아우점종이었다. 순포습지는 염분농도가 높지 않으며 민물의 특성을 유지하고 있어 순수담수어가 전 수역에서 우점종과 아우점종을 차지하고 있었다.



붕어(우점종: St. 1, 4, 5)



민물두줄망둑(우점종: St. 2)

문절망둑(우점종: St. 3)

참붕어(아우점종: St. 1)



황어(아우점종: St. 2)

꾸저구(아우점종: St. 4, 5)

Fig. 4. The view of dominant and sub-dominant species in the surveyed stations.

5. 조사 지점별 군집 분석

각 조사 지점별 어류 군집에 있어 전반적으로 종다양성 지수는 낮았고, 우점도 지수와 균등도 지수는 높아 불안정한 상태이었다(Table 4). 경포호 전체에서 우점도는 0.93으로 매우 높았고, 종다양도 지수는 1.68로 높지 않았으며, 균등도지수는 0.35로 낮았고, 종풍부도지수는 2.25를 나타내었다. 순포 습지 전체의 경우 우점도지수는 0.72로 높았고, 종다양도지수는 1.42로 낮았으며, 균등도지수는 0.68, 종풍부도 지수는 1.64이었다. 경포호에 비해 순포개습지의 어류군집의 안정성이 더 불안정한 상태를 유지하고 있었다. 순포습지에서 어류의 종다양성이 낮은 원인은 습지 호수와 바다가 직접 연결되어 있지 않아 유기물의 유출이 정지되어 유기물이 오염이 심화되었으며, 바다에서 다양한 어류가 유입되지 않아 서식 어종이 단순화되었기 때문이다.

6. 과거자료와 비교

경포호 어류조사에 대한 과거 자료로는 최(1986)에 의해 14과 23종, 김 등(1997) 9과 15종, 최 등(2006) 8과 26종, 원주지방환경청(2008) 19과 30종이 보고되었으며, 본 조사에서 7과 13종이었다(Table 5). 1986년 조사는 조사 지역이 경포호와 유입하천이 함께 포함되어 있어 경포호 어류상 비교 분석 자료로 부적합한 상태이었다. 1997년부터 2008년까지 조사에서는 본 조사에 비해 출현종이 많았으며, 특히 2006년과 2008년 조사에서 출현종이 본 조사에 비해 매우 많았다. 본 조사에서 출현하지 않은 어종은 대부분 해산어이었다. 이들 어종은 동해안 연안에 서식하며, 일시적으로 먹이활동을 위해 경포호에 유입되어 출현하는 어종이다. 본 조사에서 출현종이 적었던 것은 조사 시기에 있어 봄 조사가 이루어지지 않았기 때문이다. 경포호는 수로가 바다와 직접 연결되어 있어 해산어가 다량으로 유입되며, 산란과 먹이 활동을 위해 봄에 연안에서 경포호로 많은 종과 개체수가 유입된다. 이외의 원인으로 본 조사에서는 정치망 조사가 이루어지지 않았으나, 2006년과 2008년 정치망 조사가 이루어졌으며, 2008년 이후 수질 악화, 수변부 파괴(석축, 산책로와 자전거 도로 개설), 경포호 유입부 습지 조성 등 다양한 원인이 복합적으로 작용한 결과로 판단된다. 본 조사에서 새로 출현한 어종은 청멸, 피라미(*Zacco platypus*), 배스 3종 등이었다. 청멸은 해산어로 경포호에 연중 서식하지 않으며 먹이 활동을 위해 바다에서 일시적으로 유입되어 출현한 결과이며, 피라미는 St. 1에서 6개체에서 출현하였다.

Table 4. Community analysis at each surveyed station

| Stations | Dominant | Diversity | Evenness | Richness | |
|------------|----------|-----------|----------|----------|------|
| Gyeongpoho | 1 | 0.55 | 1.61 | 0.90 | 1.48 |
| | 2 | 0.78 | 1.18 | 0.85 | 0.83 |
| | 3 | 0.93 | 0.90 | 0.50 | 1.01 |
| | Total | 0.71 | 1.68 | 0.35 | 2.25 |
| Sunpo | 4 | 0.84 | 1.47 | 0.76 | 1.39 |
| | 5 | 0.50 | 1.00 | 0.56 | 1.31 |
| | Total | 0.72 | 1.42 | 0.68 | 1.64 |

Table 5. List of fish species collected in the lagoon Gyeongpoho

| Species | Kim <i>et al.</i> (1997) | Choi <i>et al.</i> (2006) | WREO (2008) | This study | Remark |
|---------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------|------------|--------|
| <i>Anguilla japonica</i> 뱀장어과 | | | | | |
| <i>Anguilla japonica</i> 뱀장어 | | ○ | | | |
| Engraulidae 멸치과 | | | | | |
| <i>Engraulis japonicus</i> 멸치 | ○ | ○ | ○ | | Se |
| <i>Thryssa kammalensis</i> 청멸 | | | | ○ | Se |
| Clupeidae 청어과 | | | | | |
| <i>Konosirus punctatus</i> 전어 | | ○ | ○ | | Se |
| Cyprinidae 잉어과 | | | | | |
| <i>Cyprinus carpio</i> 잉어 | | ○ | ○ | ○ | |
| <i>Carassius auratus</i> 붕어 | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| <i>Carassius cuvieri</i> 떡붕어 | | | ○ | | Ex |
| <i>Pseudorasbora parva</i> 참붕어 | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| <i>Tribolodon hakonensis</i> 황어 | ○ | ○ | ○ | ○ | Se |
| <i>Zacco platypus</i> 피라미 | | | | ○ | |
| Cobitidae 미꾸리과 | | | | | |
| <i>Misgurnus anguillicaudatus</i> 미꾸리 | ○ | | | ○ | |
| Siluridae 메기과 | | | | | |
| <i>Silurus asotus</i> 메기 | ○ | ○ | ○ | | |
| Osmeridae 바다빙어과 | | | | | |
| <i>Hypomesus nipponensis</i> 빙어 | ○ | ○ | ○ | | |
| <i>Plecoglossus altivelis</i> 은어 | | | ○ | | |
| Salangidae 뱡어과 | | | | | |
| <i>Salangichthys microdon</i> 뱡어 | | ○ | ○ | | |
| Mugilidae 승어과 | | | | | |
| <i>Mugil cephalus</i> 승어 | ○ | ○ | ○ | ○ | Se |
| <i>Chelon haematocheilus</i> 가승어 | | | ○ | | Se |
| Adrianichthyidae 송사리과 | | | | | |
| <i>Oryzias latipes</i> 송사리 | ○ | ○ | ○ | | |
| Centrarchidae 검정우럭과 | | | | | |
| <i>Micropterus salmoides</i> 배스 | | | | ○ | Ex |
| Hemirhamphidae 학공치과 | | | | | |
| <i>Hyporhamphus sajori</i> 학공치 | | ○ | | | Se |
| Gasterosteidae 큰가시고기과 | | | | | |
| <i>Gasterosteus aculeatus</i> 큰가시고기 | ○ | ○ | ○ | | |
| <i>Pungitius kaibarae</i> 잔가시고기 | ○ | ○ | | | |
| Scorpaenidae 양볼락과 | | | | | |
| <i>Sebastes schlegelii</i> 조피볼락 | | ○ | ○ | | Se |

Table 5. Continued

| Species | Kim <i>et al.</i> (1997) | Choi <i>et al.</i> (2006) | WREO (2008) | This study | Remark |
|---------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------|------------|--------|
| Callionymidae 뚝양태과 | | | | | |
| <i>Platycephalus indicus</i> 양태 | | | ○ | | Se |
| Hexagrammidae 쥐노래미과 | | | | | |
| <i>Hexagrammos agrammus</i> 노래미 | | | ○ | | Se |
| Moronidae 농어과 | | | | | |
| <i>Leteolabrax japonicus</i> 농어 | | ○ | ○ | | Se |
| <i>Lateolabrax maculata</i> 점농어 | | | ○ | | Se |
| Sparidae 도미과 | | | | | |
| <i>Acanthopagrus schlegeli</i> 감성돔 | | ○ | ○ | | Se |
| Theraponidae 살벤자리과 | | | | | |
| <i>Pholis crassispina</i> 점베도라치 | | | ○ | | Se |
| <i>Rhyncopelates oxrhynchus</i> 줄벤자리 | | | ○ | | Se |
| Pholidididae 황줄베도라치과 | | | | | |
| <i>Pholis nebulosa</i> 베도라치 | | ○ | | | Se |
| Gobiidae 망둑어과 | | | | | |
| <i>Acanthogobius lactipes</i> 흰발망둑 | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| <i>Acanthogobius flavimanus</i> 문절망둑 | | ○ | ○ | ○ | Se |
| <i>Gymnogobius urotaenia</i> 꼭저구 | | ○ | | | |
| <i>Gymnogobius castaneus</i> 날망둑 | ○ | ○ | ○ | | |
| <i>Favonigobius gymnanthen</i> 날개망둑 | ○ | | | | |
| <i>Tridentiger obscurus</i> 검정망둑 | ○ | ○ | ○ | | |
| <i>Tridentiger brevispinis</i> 민물검정망둑 | | | | | |
| <i>Tridentiger brevispinis</i> 민물두줄망둑 | | | ○ | ○ | |
| Sphyracnidae 꼬치고기과 | | | | | |
| <i>Sphyracna pinguis</i> 꼬치고기 | | ○ | ○ | | Se |
| Tetraodontidae 참복과 | | | | | |
| <i>Takifugu niphobles</i> 복섬 | | ○ | ○ | ○ | Se |
| Number of species | 15 | 26 | 30 | 13 | |

RA: Relative abundance, Ex: Exotic species, Se: Sea fish, WREO (2008): Wonju Regional Environmental Office.

경포가시연습지를 조성하면서 운정교(St. 1) 부분에 여울이 형성되어 상방에 위치한 경포천에 서식하던 피라미 개체가 유입되어 출현한 것으로 생각된다. 배스는 외래종으로 과거에는 출현하지 않았으나, 본 조사에서 처음 확인되었다. 배스는 상류역에 위치한 저수지나 경포천 하류 정수역에 도입되어 정착한 개체가 일부 유입된 상태이며, 출현한 개체는 모두 당연생(치어) 개체이었다. 배스는 순수담수어로 염분도에 내성이 약하므로 기수역에 서식하지 않으므로 염분도가 매우 높은 경포호에는 유

입되어도 정착하지 못할 것으로 판단된다. 그러나 경포호와 접하고 있는 경포천 유입부에 형성된 가시연습지의 유수지는 민물이므로 배스가 정착하여 개체군이 급격히 증가할 가능성이 매우 높다. 따라서 습지 유수지의 어류군집과 수중 생태계를 보호하기 위해서는 배스의 정착을 막아야 하며, 이제 막 유입된 소수 개체의 제거가 시급한 상태이다.

순포습지는 2009년에 순포습지의 보전 및 합리적 이용방안에 관한 연구로 7과 12종이 기록되어 있으며(강원지역환경기술개발센터, 2009), 본 조사에서는 4과 8종이 출현하였다. 2009년에 출현하였던 황어, 썸미꾸리(*Lafua costata*), 미꾸리(*Misgurnus anguillicaudatus*), 가시고기(*Pungitius sinensis sinensis*), 잔가시고기(*Pungitius kaibarae* spp.) 등은 출현하지 않았다(Table 6). 황어는 호수와 바다 사이에 모래가 퇴적되어 수로가 완전히 차단되어 해산어인 황어가 바다에서 유입되지 않았기 때문이

Table 6. List of fish species and number of individual fish collected in the lagoon Sunpo

| Species | GETDC (2009) | This study | Remark |
|---|-----------------|------------|--------|
| Cyprinidae 잉어과 | | | |
| <i>Carassius auratus</i> 붕어 | 74 | 60 | |
| <i>Pseudorasbora parva</i> 참붕어 | 27 | 4 | |
| <i>Tribolodon hakonensis</i> 황어 | 8 | | Se |
| Balitoridae 종개과 | | | |
| <i>Lefua costata</i> 썸미꾸리 | 1 | | |
| Cobitidae 미꾸리과 | | | |
| <i>Misgurnus anguillicaudatus</i> 미꾸리 | 6 | | |
| Adrianichthyidae 송사리과 | | | |
| <i>Oryzias latipes</i> 송사리 | 209 | 17 | |
| Gasterosteidae 큰가시고기과 | | | |
| <i>Pungitius sinensis sinensis</i> 가시고기 | 28 | | En |
| <i>Pungitius kaibarae</i> ssp. 잔가시고기 | 44 | | |
| Gobiidae 망둑어과 | | | |
| <i>Acanthogobius lactipes</i> 흰발망둑 | | 1 | |
| <i>Gymnogobius urotaenia</i> 꼭저구 | 5 | 26 | |
| <i>Gymnogobius castaneus</i> 날망둑 | 21 | 6 | |
| <i>Tridentiger brevispinis</i> 민물검정망둑 | 22 | 4 | |
| Channidae 가물치과 | | | |
| <i>Channa argus</i> 가물치 | 2 | 1 | |
| Number of species | 12 | 8 | |
| Number of individuals | 447 | 119 | |

GETDC (2009): Gangwon Environmental Technology Deleopment Center, En: Endangered species, Se: Sea fish.

다. 찰미꾸리와 미꾸리는 습지 유입 수로를 추가적으로 조사하면 출현할 것을 생각된다. 가시고기(멸종위기야생동·식물Ⅱ급)와 잔가시고기는 습지 내 호수에 2009에는 풍부하게 서식하였으나, 본 조사에서 출현하지 않았다. 이는 습지 주변 수변부에 산책로, 탐방로, 석축 등이 조성되면서 부분별로 수변부가 파괴되었고, 바다와 연결부가 단절된 상태에서 유기물 배출이 원활하지 않아 수질이 악화되었으며, 일시적으로 수온 상승과 갈수기가 겹쳐 용존산소 고갈 및 저층에서 가스가 발생하여 어류 집단폐사가 발생하였을 가능성이 높다. 어류의 집단폐사가 발생하였을 경우, 이때 가시고기와 잔가시고기가 절멸되었든가 아니면 개체수가 매우 적게 남아 있어 본 조사에서 채집되지 않은 결과로 생각된다. 본 조사에서 새로 출현한 어종은 흰발망둑(*Acanthogobius lactipes*) 1종이었다. 흰발망둑은 순포개습지에서 서식개체수가 매우 적어 간헐적으로 채집이 된 것으로 생각된다. 참붕어, 송사리, 날망둑, 민물검정망둑 등은 개체수가 급격히 감소하였는데, 이는 가시고기와 잔가시고기가 출현하지 않은 원인과 동일한 것으로 판단된다.

7. 보전을 위한 제언

경포호에서 어류와 수환경을 보호하기 위해서는 호수로 유입되는 생활 및 농업 하수 유입을 막아 수질이 개선되어야 한다. 수변부를 보전하기 위해서는 수체와 접하고 있거나 5m 이내에서는 산책로, 자전거 도로, 탐방로 등의 조성을 억제하여야 한다. 수변부에 석축 및 제방 조성을 억제하여 수변부의 생태적 기능을 최대화하여야 한다. 해수의 과도한 유입은 석호에서 다양한 담수어류와 기수성 어류의 감소를 가져오므로 해수 유입을 다소 줄여야 할 것으로 생각된다. 조성된 습지와 경포호 유입부에 생태계교란야생동·식물에 속하는 배스가 최근에 유입되었으므로 아직 장착된 상태가 아니므로 정착되기 이전에 제거하여야 하며, 배스의 유입 및 방류를 금지하는 표지판을 설치하여 관리하는 것이 바람직하다.

순포습지는 현재 바다와 수로가 완전히 폐쇄되어 호수 내 유기물이 배출되지 않아 수질 오염이 심화되고, 이로 인해 어류의 집단폐사가 지속적으로 발생할 가능성이 매우 높다. 따라서 호수와 바다의 연결수로에 갯터짐 현상이 일어날 수 있도록 관리하는 것이 바람직하다. 수변부에 석축 및 제방 조성, 탐방로 설치 등을 억제하여 수변부의 생태적 기능을 최대화하여야 한다. 순포습지는 염분도가 높지 않아 외래종이며 생태계교란야생동·식물에 속하는 배스와 블루길(*Lepomis macrochirus*)이 도입되면 정착하여 토착어종과 수중생태계 파괴가 예상되므로 배스와 블루길의 방류와 도입을 금지하는 표지판 설치가 시급한 것으로 판단된다.

인용문헌

- 강원지역환경기술개발센터. 2009. 순포습지의 보전과 합리적 이용방안에 관한 연구.
- 김익수. 1997. 한국동식물도감. 제 37권 동물편(담수어류). 교육부.
- 김익수, 강언중. 1993. 원색 한국어류도감. 아카데미서적. 서울.
- 김익수, 최윤, 이충렬, 이용주, 김병직, 김지현. 2005. 원색한국어류도감. (주)교학사. 서울.
- 김형섭, 김일회, 전방욱, 김재관. 1997. 동해안 석호 자연생태계 연구. 원주지방환경청. pp. 29-35.

- 박상덕. 2002. 경포호의 변천, 자연과 문명의 조화. 한국토목학회지 50:52-56.
- 원주지방환경청. 2008. 동해안 석호 보전 및 복원을 위한 생태계 정밀조사 및 관리방안 연구. p. 781.
- 최기철. 1986. 강원도의 자연(담수어편). 강원도교육위원회. pp. 167-171.
- 최기철, 전상린, 김익수, 손영목. 2002. 원색한국어수어도감. 향문사.
- 최준길, 박승철, 장영수, 이광열, 최재석. 2006. 경포호의 어류상 및 어류군집 특성. 한국어수학회지 39:157-166.
- Kjerfve, B. 1994. Coastal Lagoon Processes. New York. p. 598.
- McNaughton, S. J. 1967. Relationship among functional properties of California Grassland. Nature. 216: 168-144.
- Margalef, R. 1958. Information theory in ecology. Gen. Syst. 3:36-7.
- Nelson, J. S. 2006. Fishes of the World(4rd ed). John Wiley & Sons, New York. p. 601.
- Pielou, E. C. 1969. Shannon's formula as a measure of specific diversity: Its use and misuse. Amer. Nat. 100:463-465.
- Pielou, E. C. 1975. Ecological Diversity. John Wiley, New York, p. 165.

요 약

경포도립공원이 일부 해제 이후 어류상과 어류군집 변화를 파악하고, 2018년 8월부터 10월에 5개 지점에서 조사를 실시하였다. 경포호에서는 7과 13종, 순포개습지에서 4과 8종 등으로 총 9과 18종 324개체가 출현하였다. 출현한 어종 중 천연기념물, 멸종위기종, 한국고유종 등에 속하는 종의 출현은 없었다. 출현한 어종 중 기수역과 해수에 분포하는 어종은 청멸(*Thryssa kammalensis*), 황어(*Tribolodon hakonensis*), 숭어(*Mugil cephalus*), 흰발망둑(*Acanthogobius lactipes*), 문절망둑(*Acanthogobius flavimanus*), 민물두줄망둑(*Tridentiger brevispinis*), 복섬(*Takifugu niphobles*) 등 7종(38.9%)으로 풍부하였다. 국외에서 도입된 외래종인 베스(*Micropterus salmoides*)가 경포호에서 처음 출현하였다. 경포호에서는 붕어(*Carassius auratus*, St. 1), 민물두줄망둑(St. 2), 문절망둑(St. 3)이었고, 순포개습지에서는 붕어(St. 4, 5)가 우점종이었다. 각 조사 지점별 어류 군집에 있어 종다양성 지수는 낮았고, 우점도 지수와 균등도 지수는 높아 불안정한 상태이었다.

검색어 : 경포호, 순포습지, 석호, 베스