

## 경남 고성지역의 소하천 어류상

김준섭 · 안순모<sup>1</sup> · 곽우석<sup>2,\*</sup>

한국수자원공사 K-water연구원, <sup>1</sup>부산대학교 해양학과, <sup>2</sup>경상대학교 해양생물 교육연구센터

**Ichthyofauna of Stream on Goseong in Gyeongsangnam-do, Korea by Jun-Sop Kim, Soon-Mo An<sup>1</sup> and Woo-Seok Gwak<sup>2,\*</sup>** (K-water Research Institute, Korea Water Resources Corporation, Daejeon 305-730, Korea; <sup>1</sup>Department of Oceanography, Busan National University, Busan 609-735, Korea; <sup>2</sup>Marine Bio-education and Research Center, Gyeongsang National University, Tongyeong 650-160, Korea)

**ABSTRACT** The fish species and groups were investigated at the four streams in Goseong from September 2011 to August 2012. During the survey period, 17 species from Goseong stream, 18 species from Maam stream, 20 species from Guman stream, and 15 species from Baedun stream of fish were collected. Four creek downstreams were classified into 2 groups which were categorized by the effects of seawater. Group A is Guman and Maam streams with no estuary barrage, with the exchange of freshwater and seawater. On the other hand, group B is Goseong and Beadun streams which was blocked by the estuary barrage and submerged weir. The former group was mainly consisted of peripheral freshwater fish species such as *Tridentiger brevispinis*, *Gymnogobius castaneus*, *Mugil cephalus*, and *Acanthogobius flavimanus*. The latter one was composed of primary freshwater fish species such as *Zacco koreanus*, *Squalidus gracilis majimae*, and *Pseudorasbora parva*. These results suggest that estuary barrage and submerged weir in the stream could change the natural flow of seawater and freshwater, resulting in change of fish species and groups.

**Key words** : Ichthyofauna, stream, Goseong, estuary barrage

### 서 론

하천은 물리적, 화학적인 구조나 지역적인 분포의 차이에 따라 서식하는 생물상이 다르며, 다양한 생물에게 서식처를 제공하고, 인간의 삶에도 많은 영향을 주고 있다. 최근 수십 년간 강과 하천에는 발전, 홍수 조절, 용수 확보 등을 위해 댐과 보를 설치하였고, 치수 안전 확보를 위한 하천 개수와 제방 축조 등 치수와 이수의 관점에서 하천이 주로 관리되어 왔다(조, 2009). 이렇듯 인위적인 영향으로 다양한 생물의 서식처인 하천이 훼손되고 있으며, 이로 인한 환경변화와 하천 생태계의 불안정화로 절멸되는 종들이 나타나고 있다(박과 이, 2008).

연구 대상지역은 경상남도 고성군을 흐르는 고성천, 마암천, 구만천, 배둔천 4개의 소하천으로 모두 당항만으로 유입

된다. 각 하천의 유역면적은 고성천 19.7 km<sup>2</sup>, 마암천 20.6 km<sup>2</sup>, 구만천 34.2 km<sup>2</sup>, 배둔천 12.3 km<sup>2</sup>로 유사하나, 연중 유량은 고성천이 가장 많다. 4개 하천 중 가장 규모가 큰 고성천의 하구는 바다와 만나는 지점에 배수 갑문이 있는 거산 방조제가 존재하여, 담수와 해수의 혼합이 제한되고 있다. 반면에 마암천은 해수와 담수가 만나는 지점에 수중보가 설치되어 있지만 조사지역이 통영기준 평균 해수면 아래에 위치해 있어 염분의 영향 범위에 있는 곳이다(안 등, 2011). 구만천은 마암천과 매우 인접해 있는 곳으로 하구둑이나 수중보가 설치되어 있지 않은 지역이지만 하상은 하구 인근까지 비교적 일정하여 평균해수면 위 1m 내외의 높이로 해수의 영향을 적게 받는 지역이다. 배둔천은 고성만과 인접하여 상류로 갈 때 하상경사가 매우 급하고, 담수와 해수가 만나는 지점에 보가 설치되어 있어 고성만과 상당히 인접해 있음에도 불구하고, 염분의 영향을 거의 받지 않는 곳이다.

하천을 횡으로 구분하는 구조물은 하천의 호소화 및 수

\*Corresponding author: Woo-Seok Gwak Tel: 82-55-772-9152  
Fax: 82-55-772-9159, E-mail: wsgwak@gnu.ac.kr

질악화를 초래하고, 어류의 서식환경, 이동 등 지역 어류 군집 변화에 상당한 영향을 줄 수 있다(Connell *et al.*, 1981; Barry, 1990; Mallen-Cooper and Harris, 1990; Lucas *et al.*, 2009). 연구 대상 지역인 하천들은 규모나 구조면에서 차이가 있으며, 배수 갑문 또는 수중보와 같은 인공구조물의 설치 유무에 따른 해수의 유통 면에서도 큰 차이를 보이고 있다. 이러한 요인은 서식하는 어류상에 차이를 가져올 수 있을 것으로 추정된다. 본 연구의 목적은 하천별 어류의 서식실태를 파악하고, 인공구조물에 의한 하천별 어류상의 차이를 확인하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 조사 시기 및 조사 지점

현장 조사는 2011년 9월부터 2012년 8월까지 매월 1회씩 총 12회에 걸쳐 실시하였다. 조사 지점은 유량이 비교적 일정하고, 조사도구의 사용이 가능한 하류 부근으로 정하였으며, 해수의 유통을 막고 있는 수중보를 기점으로 200 m 범위 내에서 조사를 수행하였다. 조사 장소의 행정구역은 아래와 같다(Fig. 1).

- St. 1 : 고성천, 경상남도 고성군 고성읍 송학리 고성교 부근
- St. 2 : 마암천, 경상남도 고성군 마암면 화산리 화산교 부근
- St. 3 : 구만천, 경상남도 고성군 마암면 화산리 배둔교 부근
- St. 4 : 배둔천, 경상남도 고성군 회화면 배둔리 배둔 2교 부근

### 2. 조사 내용 및 방법

하천의 유수폭, 수심은 줄자를 이용하여 측정하였으며, 하상구조 관찰은 Cummins (1962)를 따랐다. 수온과 염분은 Multi-Analyzer 815 PDC (ISTEK)를 이용하여 측정하였다. 어류 채집은 투망(망목 10×10 mm)과 족대(4×4 mm)를 사용하여 하천별 60분간 진행하였고, 투망은 지점별 각 10회 예망하였으며 족대는 수초지대와 호박돌 주변, 하천 가장 자리에 분포한 갈대숲 주변에서 사용하였다. 채집된 시료는 현장에서 cooler에 보관하여 연구실로 운반한 후 동정 및 계측하였다. 동정 및 분류는 김 등(2005)의 방법에 따랐으며, 가시납지리의 학명은 Kim and Kim (2009)을 적용하였다. 월별로 각 종의 채집 개체수 자료를 이용하여 우점도(Dominance index, Simpson, 1949), 다양도(Diversity index, Shannon and Weaver, 1949), 균등도(Evenness index, Pielou, 1975), 풍부도(Richness index, Margalef, 1958)를 산출하였고, Bray-Curtis 유사도지수를 기초로 하천간 유사도 분석(Similarity analysis)을 실시하였다.

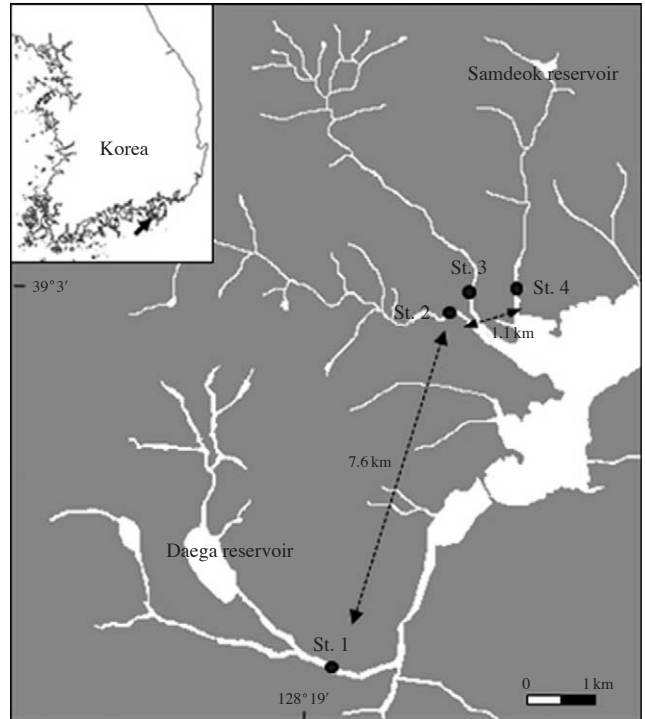


Fig. 1. Map showing the sampling site.

## 결 과

### 1. 환경 특성

#### 1) 고성천

본 하천은 담수만 유입되어 해수의 영향을 받지 않는 곳으로 조사기간 동안 염분은 0 psu였고, 수온은 1, 2월에 최저 7°C, 7월에 최고 31°C의 범위를 나타내었다(Fig. 2a). 수심은 30~100 cm 정도였고, 하천의 유수 폭은 4~8 m였다(Table 1). 하상 구조는 바닥 대부분이 암반으로 구성되어 있었으며, 크고 작은 돌이 암반위에 분포해 있었고, 하천의 가장자리 부분에는 모래와 자갈이 함께 깔린 곳도 있었다.

#### 2) 마암천

본 하천은 해수의 영향을 받는 지역으로 조사기간 동안 염분은 0~16 psu 범위를 나타내었고(Fig. 3a), 하천의 바닥에서 해수가 올라오는 모습이 종종 관찰되기도 하였다. 수온은 1월에 5°C로 가장 낮았고, 8월이 32°C로 가장 높았다(Fig. 2b). 수심은 30~50 cm 정도로 낮았으며, 유수 폭은 5~10 m 사이였다(Table 1). 하천 바닥이 평탄하고 하천 구조가 단순하여 물을 가두어 두지 못해 강수량이 많은 경우 단시간에 다량의 물이 바다로 흘러들어가는 것이 확인되었고, 이로 인해 다른 하천보다 유량이 매우 적었다. 바닥은 주로 큰 돌과 자갈로 이루어져 있었으며, 사질과 사니질이

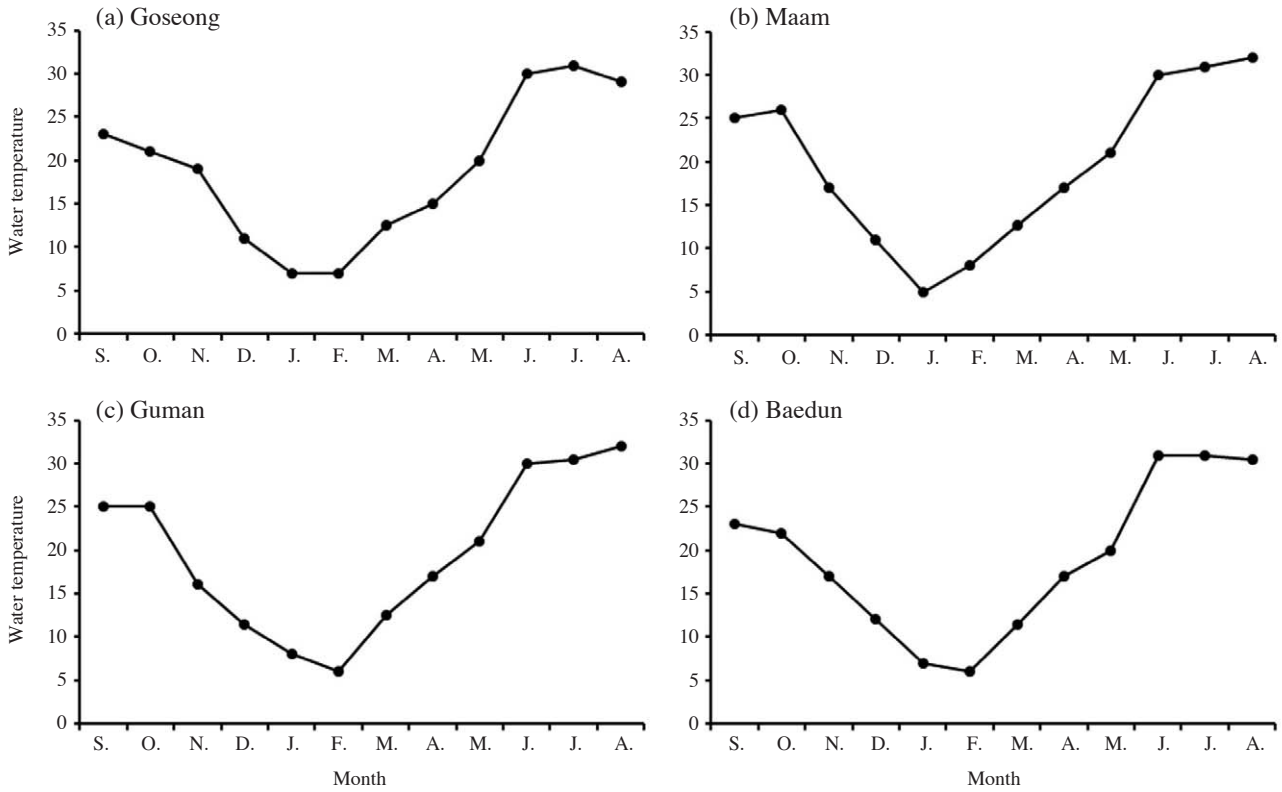


Fig. 2. Monthly variation in water temperature at each stream in the Goseong from September 2011 to August 2012.

Table 1. Physical factors of the surveyed each stream in the Goseong from September 2011 to August 2012

Station	Water width (m)	Water depth (cm)	Bottom structure*				
			Bo	Co	Pe	Gr	Sa
Goseong	4~8	30~100	4	3	2	1	-
Maam	5~10	30~50	2	4	2	2	-
Guman	5~13	50~120	1	1	3	3	2
Baedun	6~9	60~140	-	2	2	2	4

\*Bo: Boulder (> 256 mm), Co: Cobble (64~256 mm), Pe: Pebble (16~62 mm), Gr: Gravel (2~16 mm), Sa: Sand (0.1~2 mm) by Cummins (1962)

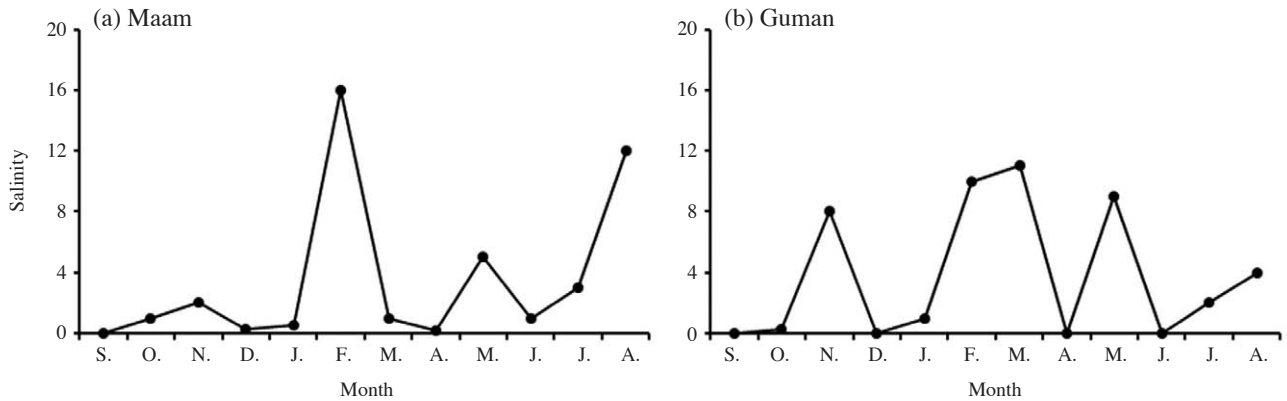


Fig. 3. Monthly variation in salinity of Maam (a) and Guman stream (b) from September 2011 to August 2012.

섞여 있는 곳이 부분적으로 분포해 있었다.

### 3) 구만천

본 하천은 마암천과 유사하게 해수의 영향을 받는 곳으로 염분은 0~11 psu를 나타내었으며 (Fig. 3b), 수온은 2월에 6°C로 가장 낮았고, 8월이 32°C로 가장 높게 나타났다 (Fig. 2c). 배둔교를 중심으로 계류가 형성되어 있어 위아래의 염분 차이가 나타나기도 하였다. 수심은 50~120 cm 가량 되었고, 유수 폭은 5~13 m 정도였다 (Table 1). 하상은 사질 또는 사니질, 니질로 이루어져 있었으며, 하천의 가장자리 부근은 암반이나 자갈이 분포해 있기도 하였고, 계류 지역은 큰 돌로 이루어져 있었다.

### 4) 배둔천

본 하천의 염분은 0 psu로 고성천과 동일하게 해수의 영향을 받지 않는 지역으로 확인되었다. 수온은 2월이 6°C로 가장 낮았고, 6, 7월에 31°C로 가장 높게 나타났다 (Fig. 2d). 수심은 60~100 cm 내외지만 하천 중간 중간에 위치한 수중보로 인해 큰 비가 내린 후에는 최고 140 cm까지 수위가 높아지기도 한다 (Table 1). 유수폭은 6~9 m이며, 하상은 대부분 니질로 이루어져 있고, 자갈이나 모래가 섞인 곳이 부분적으로 분포해 있다.

## 2. 어류상 특징

### 1) 고성천

고성 지역 하천에서 조사기간 동안 확인된 어종은 8목 18과 31종이며, 총 2,205개체가 채집되었다 (Table 2). 각 하천별 조사결과를 살펴보면, 고성천은 총 5목 14과 17종의 어류가 출현하였으며, 745개체가 채집되었다. 그 중 참갈겨니 (*Zacco koreanus*)가 총 개체수의 32.8%를 차지하여 우점하였고, 다음으로 참붕어 (*Pseudorasbora parva*, 20.3%), 피라미 (*Zacco platypus*, 14.0%) 순으로 나타났다. 또한, 참갈겨니와 참붕어는 12회 조사기간 모두 출현하였고, 피라미는 11회 출현하였다. 다른 하천에서는 관찰되지 않은 가시납지리 (*Acheilognathus chankaensis*)와 기름종개 (*Cobitis hankuensis*), 가물치 (*Channa argus*)가 출현하기도 하였다. 특히 10월에는 가시납지리가 아우점종으로 많은 수가 채집되었고, 조사기간 동안 8회의 높은 출현률을 보였다. 고성천에 출현한 어류는 대부분 1차 담수어종으로 나타났다.

### 2) 마암천

본 하천은 6목 10과 18종의 어류가 출현하였고, 276개체가 채집되었다. 민물검정망둑 (*Tridentiger brevispinis*)이 총 개체수의 24.6%를 차지하여 가장 우점하였고, 피라미 (21.4%), 붕어 (*Carassius auratus*, 19.9%) 순으로 나타났다. 출현횟수로는 민물검정망둑이 9회로 가장 많았고, 피라미와 날망둑 (*Gymnogobius castaneus*)이 7회 출현하였다. 마암천

에는 다른 하천에서는 관찰되지 않았던 모치망둑 (*Mugilogobius abei*)과 큰가시고기 (*Gasterosteus aculeatus*)가 채집되었다. 모치망둑은 조사기간 동안 다수의 개체를 육안으로 관찰할 수 있었지만 개체의 크기가 매우 소형이고, 자갈 틈새로 이동하는 특성 때문에 채집이 어려워 개체수 및 출현 횟수가 매우 저조하게 나타났다. 또한 큰가시고기의 경우 3월에 포란 한 개체가 채집되어 현장 관측 후 바로 놓아 주었고, 이후에는 관찰되지 않았다. 마암천에 출현한 어종은 1, 2차담수어종과 주연성어종 (Peripheral freshwater)이 출현하는 특징을 나타내었다 (Table 2).

### 3) 구만천

본 하천은 5목 12과 20종, 330개체의 어류가 채집되었고, 피라미가 총 개체수의 50.0%로 우점하였으며, 다음은 민물검정망둑 (9.7%), 송어 (*Mugil cephalus*, 8.8%), 붕어 (8.5%) 순으로 나타났다. 출현횟수로는 피라미가 10회, 민물검정망둑 8회, 붕어와 문절망둑 (*Acanthogobius flavimanus*) 7회, 송어가 6회 출현하였다. 구만천은 마암천과 유사하게 1, 2차담수어종과 주연성어종이 함께 출현하였다 (Table 2). 하지만 배둔교를 중심으로 상, 하 지점의 어류상에 차이를 보였고, 배둔교 아래 부분의 계류가 주연성 어종을 차단하는 역할을 하는 것으로 관찰되었다.

### 4) 배둔천

본 하천의 경우 4목 11과 15종의 어류가 출현하였고, 854개체가 채집되었다. 고성천과 동일하게 피라미가 39.0%의 개체가 채집되면서 가장 우점하는 것으로 확인되었고, 긴물개 (*Squalidus gracilis majimae*, 28.5%), 참갈겨니 (14.5%), 돌고기 (*Pungtungia herzi*, 9.3%) 순으로 나타났다. 출현횟수로는 피라미, 참갈겨니, 긴물개, 돌고기가 11회 출현하였고, 꺾지 (*Coreoperca herzi*)와 붕어가 7회 출현하였다. 배둔천은 고성천과 유사하게 대부분이 1차 담수어종이었고, 주연성어종인 은어 (*Plecoglossus altivelis*)와 날망둑이 소수 출현하기도 하였다 (Table 2). 배둔천은 하구와 연결된 지점에 있는 수중보가 다른 주연성어종의 출입을 차단하는 것으로 추정되며, 은어의 경우 수류를 거스르는 능력이 다른 어류에 비해 높기 때문에 배둔천으로 소상한 개체들이 채집된 것으로 보인다.

## 3. 고유종 및 외래어종의 출현 유무

고성천에 출현한 고유종은 참갈겨니, 꺾지, 동사리 (*Odonotobutis platycephala*), 긴물개, 가시납지리, 기름종개 6종이었으며, 마암천은 참갈겨니 1종이 출현하였고, 구만천에 출현한 고유종은 참갈겨니, 긴물개, 꺾지, 동사리 4종이며, 배둔천은 참갈겨니, 긴물개, 왕종개 (*Iksookimia longicorpa*), 꺾지, 동사리 5종으로 확인되었다. 이로써 고성지역 하천에 출

**Table 2.** A list and individual number of collected fishes at each stream in the Goseong from September 2011 to August 2012

Species	Stream				RA (%)*	Remarks*
	Goseong	Maam	Guman	Baedun		
Cyprininae						
<i>Carassius auratus</i>	28	55	28	41	6.89	Pr
Acheilognathinae						
<i>Acheilognathus chankaensis</i>	37	—	—	—	1.68	Pr, E
Gobioninae						
<i>Pseudorasbora parva</i>	151	3	1	3	7.17	Pr
<i>Pungtungia herzi</i>	—	—	2	79	3.67	Pr
<i>Squalidus gracilis majimae</i>	102	—	2	243	15.74	Pr, E
Danioninae						
<i>Zacco platypus</i>	104	59	165	333	29.98	Pr
<i>Zacco koreanus</i>	244	4	13	124	17.46	Pr, E
Cobitidae						
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	1	—	—	1	0.09	Pr
<i>Cobitis hankugensis</i>	5	—	—	—	0.23	Pr, E
<i>Iksookima longicorpa</i>	—	—	—	2	0.09	Pr, E
Siluridae						
<i>Silurus asotus</i>	3	—	1	4	0.36	Pr
Bagridae						
<i>Pseudobagrus fulvidraco</i>	12	—	—	1	0.59	Pr
Osmeridae						
<i>Hypomesus nipponensis</i>	27	1	—	—	1.27	Pe
<i>Plecoglossus altivelis</i>	—	1	4	5	0.45	Pe
Mugilidae						
<i>Mugil cephalus</i>	—	4	29	—	1.50	Pe
Adrianichthyidae						
<i>Oryzias latipes</i>	4	7	—	2	0.59	Se
Gasterosteidae						
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	—	2	—	—	0.09	Pe
Centropomidae						
<i>Coreoperca herzi</i>	2	—	1	11	0.63	Pr, E
Moronidae						
<i>Lateolabrax japonicus</i>	—	—	3	—	0.14	Pe
<i>Lateolabrax maculatus</i>	—	2	11	—	0.59	Pe
Centrarchidae						
<i>Lepomis macrochirus</i>	1	1	1	—	0.14	Pr
Odontobutidae						
<i>Odontobutis platycephala</i>	18	—	2	4	1.09	Pr, E
Gobiidae						
<i>Acanthogobius flavimanus</i>	—	12	17	—	1.32	Pe
<i>Gymnogobius castaneus</i>	—	29	15	1	2.04	Pe
<i>Gymnogobius heptacanthus</i>	—	3	1	—	0.18	Pe
<i>Gymnogobius urotaenia</i>	—	15	1	—	0.73	Pe
<i>Mugilogobius abei</i>	—	9	—	—	0.41	Pe
<i>Tridentiger bifasciatus</i>	—	1	—	—	0.05	Pe
<i>Tridentiger brevispinis</i>	5	68	32	—	4.76	Pe
Channidae						
<i>Channa argus</i>	1	—	—	—	0.05	Pr
Clupeidae						
<i>Konosirus punctatus</i>	—	—	1	—	0.05	Pe
Number of family	14	10	12	11	18	
Number of species	17	18	20	15	31	
Number of individuals	745	276	330	854	2,205	
Dominance index	0.53	0.46	0.60	0.67		
Diversity index	1.95	2.11	1.84	1.58		
Evenness index	0.69	0.73	0.62	0.58		
Richness index	2.42	3.03	3.28	2.07		

\*RA: Relative abundance (%), Pr: Primary freshwater, Pe: Peripheral freshwater, Se: Secondary freshwater, E: Endemic species

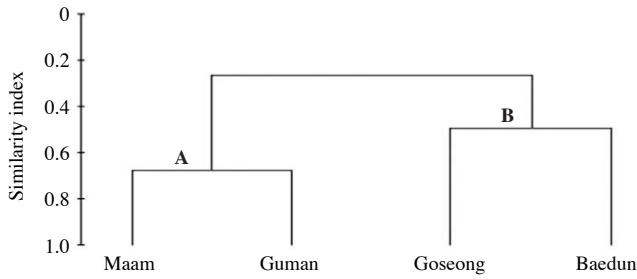


Fig. 4. Dendrogram for the cluster analysis of collected fishes at each stream in the Goseong.

현한 한국 고유어종은 총 7종으로 나타났다.

고성지역에서 서식이 확인된 외래어종은 농어목 검정우럭과(Centrarchidae)에 속하는 블루길(*Lepomis macrochirus*)이었다. 배둔천을 제외한 모든 하천에서 1개체 이상 채집되었고, 배둔천은 본 연구조사에서는 채집할 수 없었지만, 현지인의 어획활동에서 블루길이 채집되는 것을 직접 확인할 수 있었고, 이러한 결과들로 고성지역 인근 하천에는 모두 블루길이 출현하는 것으로 확인되었다. 하지만 출현한 개체의 크기가 모두 소형이며, 그 수가 매우 적어 하천의 발원지인 상류 저수지 주변을 대상으로 확인해본 결과 저수지에 블루길이 서식하고 있는 것이 관찰되었고, 조사에서 채집된 블루길은 하천에서 서식하기 보다는 상류 부근의 저수지에서 주로 서식하다가 배수가 일어날 시기에 물살에 휩쓸려 떠내려 온 개체인 것으로 추정된다.

#### 4. 어류 군집 분석

본 연구에서 군집구조 분석 결과 우점도는 고성천 0.53, 배둔천 0.67, 구만천 0.60, 마암천 0.46으로 나타나 마암천의 경우 고성 지역 하천 중 군집안정도가 양호하며, 고성천, 구만천, 배둔천 순으로 나타났다. 다양도의 경우에도 고성천은 1.95, 배둔천은 1.58, 구만천은 1.84, 마암천은 2.11로 고성천과 배둔천, 구만천보다 마암천의 상태가 양호한 것으로 나타났다. 군집내의 종 구성의 균일한 정도를 나타내는 균등도 지수에서도 마암천이 0.73으로 가장 크게 나타났으며, 고성천이 0.69, 구만천이 0.62, 배둔천이 0.58이었다. 종 풍부도지수는 지수 값이 클수록 종의 구성이 풍부하게 나타나는 것으로 구만천이 3.28로 가장 크게 나타났고, 마암천 3.03, 고성천 2.42, 배둔천 2.07 순으로 나타났다(Table 2).

고성 지역 4개 하천의 집괴분석을 실시한 결과 0.4 수준에서 2개의 그룹으로 구분되었다(Fig. 4). A 그룹은 마암천과 구만천, B그룹은 고성천과 배둔천으로 A 그룹의 특징은 삼투압 조절능력을 갖춰 해수와 담수를 왕래하는 문절망둑, 날망둑, 송어 등 주연성 어류들이 주로 출현하였고, B 그룹은 붕어, 물개, 피라미, 갈겨니 등과 같이 담수에서만 서식

하는 1차 담수어류들이 주로 출현하며, A 그룹에 출현하였던 주연성 어류는 거의 출현하지 않는 특징을 나타내었다.

## 고찰

고성천은 참갈겨니가 우점종으로 나타난 반면에 배둔천과 구만천은 피라미가 우점종으로 나타났다. 참갈겨니는 수질이 양호하고 한 여름에도 수온이 높지 않은 수역을 선호하는 종이며, 피라미는 수질 오염이나 하천 정비 등 인위적인 요인에 내성이 강한 어종으로 우리나라 담수 어류 중 하천 중·하류에서 가장 흔히 볼 수 있다. 고성천은 연중 일정량의 물이 지속적으로 유입되어 수온의 변동이 적고, 수질이 양호하지만, 배둔천과 구만천은 유입되는 물의 월별 변동이 심하고, 여름철 수량이 적을 경우 물의 정체가 일어나는 특징을 보이는 지역이었다. 또한 구만천은 주변 마을에서 오폐수가 유입되고, 배둔천은 주변에 분포한 농경지의 물과 축사의 가축 배설물이 유입되기도 하였다. 피라미는 수질오염, 보나 댐의 설치, 골재 채취 등 인위적인 환경 변화에 따라 개체수가 증가하는 것으로 알려져 있어 인위적인 환경 변화에 내성이 강한 피라미가 외부의 영향을 상대적으로 많이 받는 배둔천이나 구만천에서 우점하는 것으로 판단된다(김과 김, 1975; 전, 1980; 최와 김, 2004).

고성천을 제외한 마암천, 구만천 그리고 배둔천에서는 주연성 어류인 은어가 출현하는 것이 확인되었다. 은어는 연어목(Salmoniformes) 은어과(Plecoglossidae)의 소형 담수어로 은어의 부화 자어는 바다로 내려가 월동과 성장을 하고, 다음해 3~4월경 하천으로 소상하여 생활하다가 9~10월경 산란 후 사망하는 어류로 섬진강을 비롯한 남해와 동해안의 크고 작은 하천에 서식하고 있다고 알려져 있다(김과 강, 1993). 은어가 채집된 시기는 마암천과 구만천은 7월 한 달간이었고, 배둔천은 5월부터 8월까지 채집되었다. 세 곳 모두 채집된 개체는 많지 않았지만 고성지역 소형 하천에서 은어가 소상하여 서식한다는 사실을 확인할 수 있었다. 은어는 3~4월 상류로 소상하여 산란기간 전까지 바닥에 자갈이나 바위가 깔려있는 곳에서 세력권을 형성하는 것으로 알려져 있다(김과 강, 1993; 김 등, 2005). 그러나 은어가 출현한 세 지역 특성상 소상하여 서식할 수 있는 공간이 매우 협소하고, 유량이 적어 기후 변화에 의한 서식처 훼손의 우려가 높다. 기후변화 시나리오 분석결과에 따르면, 한반도에서 향후 기온상승은 지속적으로 이루어질 것이라고 예측되었으며(National Institute of Meteorological Research, 2011), 이에 따라 가뭄의 발생 빈도가 증가한다고 하였다(Hisdal et al., 2001; IPCC, 2007; 박 등, 2013). 이러한 변화는 수생태계 및 수체 내 구성요소에 미치는 영향이 매우 크며, 가뭄이 지속될 경우 유량감소로 인해 하천 수질악



화, 수생식물 서식처 손실 및 감소로 인해 생태계에 부정적 영향을 미칠 것으로 보고 있다(한, 2011; 강, 2014). 이러한 기후 변화는 유량이 많은 곳 보다 적은 곳에 그리고 하천의 길이가 짧은 지역 일수록 영향과 피해가 클 것으로 판단된다. 한편 고성천은 다른 세 지역보다 은어가 서식하기에 적합한 유량 및 환경을 지닌 것으로 판단되나 하구 독이 설치되어 있고, 하천 상류 지점으로 가는 길목에 수중보가 많이 설치되어 있어 은어가 소상하지 못하는 것으로 추정된다.

집괴분석에서 A 그룹은 바다와 인접해 있어 해수의 영향을 받는 하천이고, B 그룹은 하구독과 수중보에 의해 해수의 영향을 받지 않는 하천으로 해수의 소통 여부에 따라 출현하는 어류상이 달라져 이와 같이 나누어진 것으로 생각된다. A 그룹에 속하는 마암천과 구만천은 은어 이외에 송어나 농어, 검점망둑 등의 주연성 어류의 출현빈도가 매우 높았고, 특히, 하구와 단절된 부분이 적은 마암천은 큰가시고기의 산란장 역할을 하고 있었으며, 많은 수의 모치망둑이 서식하고 있는 것으로 확인되었다. Bednarek (2001)은 강에 설치되었던 댐 제거 후 자연적인 흐름과 수온 그리고 퇴적물 등의 이동이 회복되었고 그에 따라 하천에 서식하던 고유종과 회유성 어종들이 회복되었다고 보고하였다. 또한, Hill *et al.* (1993)은 댐 제거 후 강에 서식하는 수생식물의 종 수가 두 배로 증가하였고, 그에 따라 어류자원도 증가하였다고 보고하였다. 이번 연구에서도 해수와 담수의 자연적인 흐름이 가능한 마암천과 구만천에서 1, 2차 담수어종 뿐만 아니라 주연성 어종이 출현하여 종수가 다양하게 나타났다.

반면에 B 그룹은 1차 담수어가 가장 많이 출현하였고, 은어나 큰가시고기와 같은 회유성 어종은 출현하지 않았다. 낙동강 하구의 경우 독이 건설된 후 기수역이 사라지고 담수와 해수구역에 경계선이 생기면서 생태계에 많은 변화를 가져왔고, 상하 단절 현상을 유발시켜 회유성 어류의 이동에 많은 영향을 미쳤다고 하였다(양 등, 2001; 강 등, 2012). 영상강 하구 또한 하구독 건설 전·후 어류상의 차이가 나타났다(최와 안, 2008). 반면에 하구독을 설치하지 않은 섬진강의 경우 생태적 측면에서 상대적으로 다양한 어류가 서식하고, 안정된 어류 군집을 유지하고 있는 것으로 나타났다(백 등, 2013). 하구독은 어류상 뿐만 아니라 기수역에 서식하는 저서동물의 대량폐사를 일으키고, 이로 인해 빈약해진 저서생물상은 이들을 먹이로 하는 생물에게도 영향을 미칠 수 있다(임과 최, 2005). 또한 정체수역 증가, 유속 감소, 퇴적물 침적 등에 의해 하상구조가 바뀌거나 어류의 미소 서식지가 파괴되어 어종 구성에 영향을 줄 수 있다(최와 안, 2008). 이와 같은 서식지 파괴는 산란이나 성장을 위해 소상하는 어류나 강하하는 어류의 생태에 영향을 줄 수 있으며, 본 연구에서도 인접한 하천간

에 해수 유통 여부에 따라 어류상에 차이가 있는 것으로 추정할 수 있었다. 생물종의 다양성을 높이기 위해서는 자연적인 하천의 흐름이 중요하며 이를 방해하는 수중보나 하구독과 같은 구조물에 대해서는 필요성에 대해 면밀히 검토한 후 하천 특성에 맞는 구조물을 설치 또는 철거하여 하천 생태계의 단절을 유발시키지 않도록 해야 할 것이다.

고성천은 다른 지역에서는 출현하지 않았던 가시납지리가 채집되어 고성지역 하천에서 납자루아과(Acheilognathinae) 종의 출현은 가시납지리 한 종으로 나타났다. 납자루아과는 담수 이매패 내에 산란관을 넣어 알을 낳는 산란특성을 가지고 있으며, 고성천 이외에는 조사기간 동안 담수 이매패를 발견할 수 없었던 점을 감안하면, 다른 하천은 가시납지리를 포함한 납자루아과 어종의 번식요건을 갖추지 못하여 서식이 제한된 것으로 추측되며, 다른 요인에 대해서는 본 연구에서 확인할 수 없었다. 그러나 박(2013)의 고성 하구지역 어류상 연구에서는 가시납지리가 출현한 것으로 보고되어 고성천의 하구부근까지 분포하고 있는 것으로 보인다.

종 다양성은 군집 내 종수와 개체수 분포를 고려하며, 종 다양성이 높을수록 종의 우점도는 낮아진다. 군집구조 분석 결과 값을 종합해보면 마암천이 다른 세 지점의 하천보다 어류 군집 구조가 가장 안정적이고, 다음으로 고성천, 구만천, 배둔천 순으로 볼 수 있다. 특히, 고성천은 하구 독이 설치되어 있어 다른 세 지역에서 공통으로 출현하였던 은어와 같은 주연성 어류의 소상은 확인되지 않았지만, 조사기간 동안 인위적으로 하천을 훼손하거나 하천에서 어류를 불법적으로 어획하는 행위가 철저히 제한되고 있어 가장 자연적인 하천의 모습을 유지하고 있었다. 반면에 마암천은 가물시 하천으로 공급되는 담수의 양이 매우 적어 어류가 서식하기에 안정적이지 못한 환경이지만 하구독과 같은 인위적인 간섭이 비교적 적어 하천과 바다가 자연스럽게 이어지기 때문에 다양한 생물상을 현재까지 유지할 수 있었던 것으로 생각된다.

하천 생태계는 여러 가지 요인들에 의해 어류상의 변화를 유발 할 수 있고, 그 중 인위적인 요인에 의한 환경변화가 가장 큰 원인으로 보고 있다(Rutherford *et al.*, 1987). 이번 연구지역인 마암천, 구만천, 배둔천은 반경 0.6 km 안에 있고, 반경 2 km 내에는 모든 하천이 위치해 있어 매우 근접해 있지만 하천별 출현하는 어류상에서 조금씩 차이를 보였다. 이와 같은 결과는 수질, 유량, 수온 등 다양한 환경요인과 하구독, 수중보 등의 인위적 요인에 의해 만들어진 결과라고 생각되지만 본 연구에서는 제한된 조사 방법으로 인해 명확하게 밝힐 수 없었다. 또한, 본 연구에서는 조사지점의 수가 한정적이었기 때문에 하천의 규모, 조사 정점간의 차이에 대한 자세한 연구결과를 얻지 못하였다고 생각된다. 향후 최상류, 상류, 중류 등 추가적인 정점 조사를 통

해 명확한 결과를 얻을 수 있도록 해야 할 것으로 판단되며, 다양한 환경요인과 인위적인 요인에 의한 하천의 변화에 대한 조사도 함께 수행되어야 할 필요가 있다고 생각된다.

## 요 약

2011년 9월부터 2012년 8월까지 경상남도 고성에 있는 4개 하천의 환경 특성을 파악하고, 각 하천의 어류상과 어류군집을 조사하였다. 채집된 어류는 고성천 17종, 마암천 18종, 구만천 20종, 배둔천 15종의 어류가 채집되었다. 집괴 분석 결과 해수 영향 유무에 따라 A 그룹은 구만천, 마암천, B 그룹은 고성천, 배둔천의 2 그룹으로 구분되었다. A 그룹에는 민물검정망둑(*Tridentiger brevispinis*), 날망둑(*Gymnogobius castaneus*), 송어(*Mugil cephalus*), 문절망둑(*Acanthogobius flavimanus*)과 같은 주연성 어류들이 출현하였지만, B 그룹은 출현하지 않거나 소수만 출현하였다. 반면에 B 그룹에 출현한 참붕어(*Pseudorasbora parva*), 진물개(*Squalidus gracilis majimae*), 참갈겨니(*Zacco koreanus*)와 같은 1차 담수 어류들은 A 그룹에 소수만 출현하였다. A 그룹의 하천은 하구둑이 없어서 담수와 해수 유통이 원활한 자연적인 하류지역이며, B 그룹은 하구둑이나 수중보에 의해 담수와 해수의 소통에 영향을 받는 곳이다. 결과적으로 하구둑과 수중보와 같은 인위적인 요인에 의한 담수와 해수 흐름의 변화가 고성인근 하천의 어류상에 영향을 미친 것으로 생각된다.

## 인 용 문 헌

강언중 · 양 현 · 이흥현 · 김광석 · 김치홍. 2012. 낙동강 하구둑 수역의 어류 군집구조와 어도 이용 어류. 한국어류학회지, 24: 201-219.

강형식. 2014. 기후변화를 고려한 생태하천 복원 및 관리방향에 관한 연구. 대한토목학회논문집, 34: 155-165.

김익수 · 강언중. 1993. 원색한국어류도감. 아카데미서적, 477pp.

김익수 · 김환기. 1975. 전주천의 수질오염과 어류군집의 변화에 관한 연구. 한국하천호수학회지, 8: 7-14.

김익수 · 최 윤 · 이충열 · 이용주 · 김병직 · 김지현. 2005. 한국어류도감. 교학사, 615pp.

박범섭 · 이주현 · 김창주 · 장호원. 2013. 다양한 기후변화 시나리오와 기후모델에 의한 남한지역 미래기후의 확률론적 전망. 대한토목학회논문집, 33: 1871-1885.

박상덕 · 신승숙 · 안효윤 · 마수봉 · 황중서. 2004. 한강 잠실 수중보 계단식 어도의 어류소상가능 평가. 한국수자원학회 논문집, 37: 514-552.

박선아 · 이명우. 2008. 어류서식처 평가 및 목표종 도입을 통한 하천 복원방향(부안댐 상류 거석천과 청립습지를 대상으

로). 한국환경복원녹화기술학회지, 11: 24-36.

박준수. 2013. 경남 고성 당항만 하구둑이 어류군집에 미치는 영향. 경상대학교 석사학위논문, 35pp.

백승호 · 윤주덕 · 김정희 · 이혜진 · 최기룡 · 장민호. 2013. 기수역이 존재하는 섬진강의 어류군집 특성. 한국환경생물학회지, 31: 402-410.

안순모 · 이상룡 · 최재웅. 2011. 하구 생태 복원을 위한 생태구역 구분; 남해 고성만 고성천 인근 하구의 예. 한국해양학회지, 16: 70-80.

양홍준 · 김구환 · 금지돈. 2001. 낙동강하구의 어류상과 댐의 어도에서 어류의 이동. 하천호수학회지, 34: 251-258.

임현식 · 최진우. 2005. 영암호 저서동물군집에 미친 하구둑 건설의 영향. 한국수산과학회지, 38: 172-183.

전상린. 1980. 한국산담수어의 분포에 관하여. 중앙대학교 박사학위 논문, 91pp.

조용현. 2009. 도시의 강과 하천정비사업; 우리나라 도시 하천정비사업의 문제점. 대한지방행정공제회, pp. 18-23.

최재석 · 김재구. 2004. 홍천강의 어류상 및 어류군집. 한국환경생물학회지, 18: 446-455.

최지웅 · 안광국. 2008. 영상강 수계의 어류 종 조성 및 분포특성. 한국하천호수학회지, 41: 301-310.

한대호. 2010. 하천 및 호소의 시 · 공간적 수온변화 분석 및 수질평가. 서울시립대학교 박사학위 논문, 223pp.

환경부. 2009. 생태계 교란 야생동 · 식물 자료집, 138pp.

Barry, W.M. 1990. Fishways for Queensland coastal streams: an urgent review. International Symposium on Fishways. Gifu, 231-238.

Bednarek, A. 2001. Undamming Rivers: A Review of the Ecological Impacts of Dam Removal. Environ., Manage., 27: 803-814.

Connell, D.W., B.M. Bycroft, G.J. Miller and P. Lather. 1981. Effects of a barrage on flushing and water quality in the Fitzroy River estuary, Queensland. Aust. J. Mar. Fresh. Res., 31: 57-63.

Cummins, K.W. 1962. An evaluation of some techniques for the collection and analysis of benthic samples with special emphasis on lotic waters. Am. Midl. Nat., 67: 477-504.

Hill, M.J., E.A. Long and S. Hardin. 1993. Effects of Dam Removal on Dead Lake, Chipola River, Florida. Proc. Annu. Conf. Southeast. Assoc. Fish and Wildl. Agencies, 48: 512-523.

Hisdal, H., K. Stahl, L.M. Talaksen and S. Demuth. 2001. Have streamflow droughts in Europe become more severe or frequent. Int. J. Climatol., 21: 317-333.

IPCC. 2007. Climate Change 2007: Synthesis Report, IPCC, Geneva, Switzerland, 104pp.

Kim, H.S. and I.S. Kim. 2009. *Acanthorhodeus gracilis*, a Junior Synonym of *Acheilognathus chankaensis* (Pisces: Cyprinidae) from Korea. Korean J. Ichthyol., 21: 55-60.

Lucas, M.C., H.B. Damian, M.H. Jang, K. Ha and J.E.G. Masters. 2009. Availability of and access to critical habitats in regulated rivers: effects of low head barriers on threatened lampreys. Freshwater Biol., 54: 621-634.



- Mallen-Cooper, M. and J. Harris. 1990. Fishways in mainland South-Eastern Australia. International Symposium on Fishways. Gifu, 221-230.
- Margalef, R. 1958. Information Theory in Ecological. Gen. Syst., 3: 36-71.
- National Institute of Meteorological Research. 2011. Climate change scenario report to cope with IPCC 5 report, pp. 79-111.
- Pielou, E.C. 1975. Ecological Diversity. Wiley. New York, 165pp.
- Rutherford, D.A., A.A. Echelle and O. Maughan. 1987. Changes in the fauna of the little river drainage, south-eastern Oklahoma, 1948-1955 to 1981-1982 : Test of the hypothesis of environmental degradation. Community and evolutionary of north American stream fishes. Univ. of Oklahoma. pp. 178-183.
- Shannon, C.E. and W. Weaver. 1949. The mathematical theory of communication. Illinois Univ. Press, 117pp.
- Simpson, E.H. 1949. Measurement of diversity. Nature, 163: 688.
- Travnicek, V.H., A.V. Zale and W.L. Fisher. 1993. Entrainment of Ichthyoplankton by a Warmwater Hydroelectric Facility. Trans. Am. Fish. Soc., 122: 709-716.