

## 남해 당항만 하구둑 유무에 따른 어류상 비교

박준수 · 곽우석<sup>1,\*</sup>

부산광역시 수산자원연구소, <sup>1</sup>국립경상대학교 해양산업연구소 해양생물교육연구센터

**Effects of Estuarine Dam on Fish Assemblage in Danghang Bay of the South Sea, Korea by Jun-Su Park and Woo-Seok Gwak<sup>1,\*</sup>** (Busan Marine Fisheries Resources Research Institute, Busan 46763, Republic of Korea; <sup>1</sup>The Marine Bio-Education & Research Center, The Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Republic of Korea)

**ABSTRACT** The effect of estuarine dams on fish assemblage in Danghang Bay of Goseong, Korea was determined using monthly samples collected by a beam trawl and a cast net at the natural estuaries and damed estuary from September 2011 to August 2012. In the natural estuaries without dam, salinity was relatively high showing a large diurnal change. Estuarine fishes such as striped sandgoby, *Acentrogobius pflaumii* and yellowfin goby, *Acanthogobius flavimanus*, were dominantly caught in the sea side water. In the dammed estuary, freshwater species such as pale chub, *Zacco platypus* and triden goby, *Tridentiger brevispinis* were dominantly caught. The dam in the Danghang estuary have significant effects on the fish assemblage through aquatic environmental change such as salinity.

**Key words:** Fish assemblage, estuarine fish, estuary dam, salinity, Gobiidae

### 서 론

하구역은 담수와 해수가 만나는 점이수역으로 환경과 생태의 시, 공간적 변화가 심한 곳이다. 특히, 염분과 저질 등의 환경 요인의 경사가 큰 공간으로 이와 같은 환경 변화에 적응력이 큰 망둑어와 같은 어류가 서식하고 있다. 일반적으로 하구역에는 강으로부터 무기물이나 유기물이 해양으로 유입되는데 육상으로부터 지속적으로 유입되는 풍부한 영양염으로 인해 생물 생산력이 높으며 (Day *et al.*, 1989; Willson, 2002), 먹이생물도 풍부하여 수산생물에게 성육장 역할을 함으로써 다양한 어종들이 서식하고 있다 (Allen, 1982; Bennett, 1989; Gibson, 1994; Abookire *et al.*, 2000). 그러나 최근 들어 도시개발로 인한 매립이나 수중보 건설, 하구둑 건설 등으로 인해 하구역은 점점 사라지고 있다. 하구역의 생물 서식처는 강 또는 하천과 바다 사이에 힘의 균형에 의해 형성되었기 때문에 강 상류는 물론이고 하류에 인공구조물이 설치될 경우 힘의 균형이 깨져서 사라질 가능

성이 크다. 특히, 하구둑은 하구역 해수 유동의 차단과 장기적인 담수화로 인해 기존에 하구역에 서식하던 저서동물을 폐사시킬 뿐만 아니라 하구 생태계가 가지는 다양한 생태학적 기능을 상실하게 한다 (Lim and Choi, 2005). 또한 이와 같은 인간 활동은 하구역 내에 염분 구조를 변화시켜 어류를 비롯한 수산생물이 이 해역을 산란장이나 서식지로 이용하는데 큰 영향을 미친다.

이번 연구 지역인 경남 고성 당항만은 반폐쇄성 연안으로 만 입구를 제외하고는 해수의 교환이 조류에 의해 지배되는 것으로 알려져 있다 (Kim *et al.*, 2002). 당항만은 산으로 둘러싸여 있으며 소규모의 하천인 고성천, 구만천, 마암천, 배둔천에서 적은 양의 담수가 만으로 유입된다. 배둔천, 구만·마암천과 만나는 하구역은 인공구조물이 없어 조석의 영향을 그대로 받는 자연적인 하구(이하 자연 하구)의 특징을 가지는 반면, 고성천 하구에는 고성군 마암면 보전리와 동해면 내곡리 사이 하구둑이 건설되어 폐쇄적 하구(이하 폐쇄 하구)의 특징을 가진다. 하구둑 건설과 같은 인간 활동이 하구역에 서식하는 생물의 생존을 위협하며 기존의 생태계를 바꿀 수 있으므로 이에 대한 대책이 시급한 실정이다.

당항만 하구역에서는 당항만의 해수 유동에 관한 연구 (Kim

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

*et al.*, 2002), 당항만 해역의 지질 및 퇴적층 특성에 관한 연구 (Kim *et al.*, 2010), 하구 생태복원을 위한 생태구역 구분 (An *et al.*, 2011)이 연구되었으나 어류에 관해서는 관련 보고가 없다. 이번 연구는 당항만 내에서 인공 구조물이 없어 조석에 따라 해수와 담수의 소통이 활발한 자연 하구와 하구둑으로 인해 해수와 담수의 소통이 차단된 폐쇄 하구에서 환경적 특징과 어류상을 비교 연구하였다.

## 재료 및 방법

조사는 경상남도 고성군 당항만 내에서 2011년 9월부터 2012년 8월까지 1년 동안 매월 1회 실시하였고 어류 채집은 자연 하구인 배둔천 하구 (St. 1), 구만·마암천 하구 (St. 2)와 폐쇄 하구인 고성천 하구 (St. 3)에서 수행하였다 (Fig. 1). St. 3의 경우, 2011년 12월은 조사 정점에 물이 얼어서 조사가 불가능하였다. 조사에 이용된 어구로 자연 하구인 St. 1과 St. 2에서는 소형 Beam trawl을 이용하였으며, 그물 규격이나 예인 방법은 Lee *et al.* (2011)의 연구방법을 이용하였다. 또한 폐쇄 하구인 St. 3은 투망(망목: 10×10 mm)을 이용하였으며 조사 시 약 30분, 투망 횟수 평균 15~20회 투망하여 어류를 채집하였다. 채집된 시료는 현장에서 cooler에 냉장 보관하여 실험실로 운반한 후 동정하고, 종별 개체수와 증량을 계수 및 계측하였다. 전장과 체장은 0.1 mm 단위까지 측정하였고, 습중량은 전자저울 (Shimadzu, 4200h, Japan)을 이용하여 0.1 g까지 측정하였다.

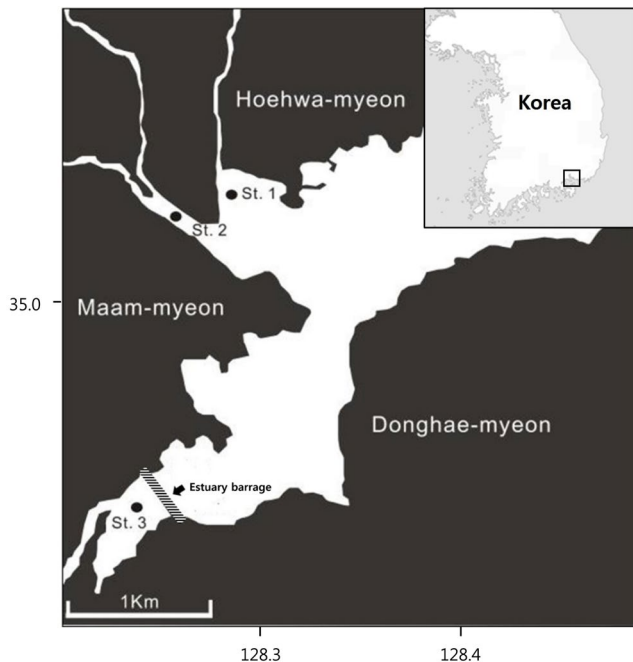


Fig. 1. A map showing the study sites.

수온과 염분은 Multi-Analyzer 815 PCD (Istek, Korea)를 이용하여 측정하였다. 자연 하구는 조석과 담수의 유입량에 따라 염분이 변하는 지역이므로 (An *et al.*, 2011) 이번 조사에서 염분 변화를 조사하기 위해 Hydrolab HL 4 (Hydrolab, USA)을 이용하여 하천에서의 담수가 많이 유입되는 시기(우기)와 적게 유입되는 시기(건기)에 각각 24시간 동안 한 시간 간격으로 조사하였다. 담수의 유입량이 많고 적음은 비가 온 뒤와 비가 오지 않은 뒤 하천의 수위를 기준으로 판단하였다. 채집된 어류 동정, 분류 체계 및 학명은 Nakabo (2002)와 Kim *et al.* (2005)을 따랐다.

## 결과 및 고찰

### 1. 환경 특성

조사 기간 동안 수온은 자연 하구인 배둔천 하구 (St. 1)와 구만·마암천 하구 (St. 2)에서 각각 5~28°C, 6~30°C였으며 폐쇄 하구인 고성천 하구 (St. 3)에서는 0~34°C였다 (Fig. 2). 자연 하구에서는 8월에 가장 높았고 2월에 가장 낮아 우리나라의 계절적 수온 변화와 비슷하였다. 한편 폐쇄 하구에서는 겨울철 급격한 기온 하강으로 12월 수온이 가장 낮았고 7월에 가장 높았다. 염분은 St. 1과 2에서 2~31 psu, 3~31 psu로 월 변화가 큰 반면, St. 3에서는 월 변화도 적고 연중 0~7 psu로 낮은 값을 유지하여 자연 하구와 폐쇄 하구 간에 큰 차이를 확인할 수 있었다 (Fig. 3).

자연 하구 두 정점 (St. 1, 2)에서 24시간 동안의 염분 변화는 비 온 뒤 하천의 수위가 높아 담수 유입량이 많을 때 만조시 최고 24.1 psu, 간조시 최저 0.3 psu였으며, 하천의 수위가 낮아 담

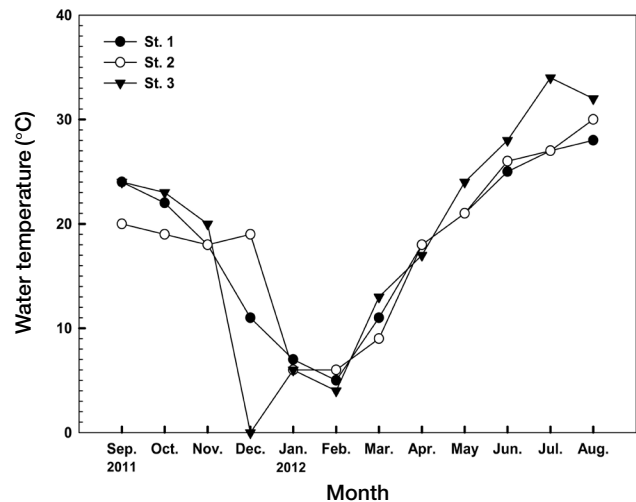


Fig. 2. Monthly variations of water temperature in the natural (St. 1, 2) and dammed (St. 3) estuaries of Danghang Bay from September 2011 to August 2012.

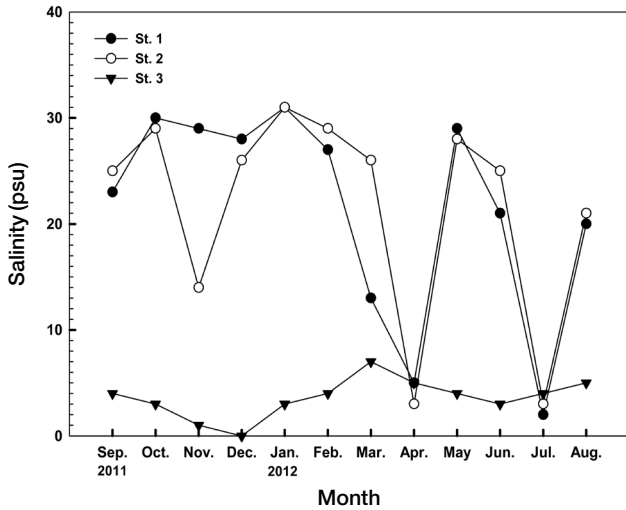


Fig. 3. Monthly variations of salinity in the natural (St. 1, 2) and dammed (St. 3) estuaries of Danghang Bay from September 2011 to August 2012.

수 유입량이 적을 때 최고 30.6 psu, 최저 25.6 psu로 24시간 동안 만조·간조에 따른 차이가 있었다(Fig. 4). 담수 유입량이 많은 시기에 전체적으로 염분도가 낮은 것을 확인하였다. 이처럼 자연 하구에서는 만조시에는 해수가, 간조 시에는 담수가 염분 변화에 큰 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 한편, 폐쇄 하구에서는 하구둑이 해수와 담수의 소통을 차단시켜 조석의 영향이 미치지 못한 것으로 추측된다. 이와 같은 두 하구역 간의 염분 차이는 해당지역에 서식하는 생물에게 큰 영향을 미칠 수 있을 것으로 생각된다.

## 2. 종조성

하구둑 유무에 따른 이번 연구지역의 특성은 각 조사 정점의 어류 종조성에도 잘 반영되었다. 하구둑이 없는 St. 1과 2에서는 자연 하구의 주기적으로 급격하게 변하는 수온과 염분에 적응한 다양한 망둑어류가 주로 출현하였고, 하구둑이 설치된 St. 3에서는 담수역의 대표종이라고 할 수 있는 피라미(*Zacco platypus*)와 민물검정망둑(*Tridentiger brevispinis*) 등이 출현하였다(Table 4).

정점별로는 St. 1에서 총 1목 5과 13종, 768개체, 930.3 g이 채집되었다(Table 1). 그 중 농어목 망둑어과(Gobiidae) 어류가 8속 9종, 750개체로 가장 많이 채집되었으며, 전체 개체수의 97.7%를 차지하였다. 망둑어과 어류 중에서는 줄망둑(*Acentrogobius pflaumi*)이 328개체로 가장 많이 채집되었고, 다음은 문절망둑(*Acanthogobius flavimanus*) 190개체가 채집되었으며, 그 외에 날개망둑(*Favonigobius gymnauchen*), 모치망둑(*Mugilogobius abei*), 살망둑(*Gymnogobius heptacanthus*) 등이 채집되었다. 생체량에서는 문절망둑이 431.7 g으로 가장 높았고

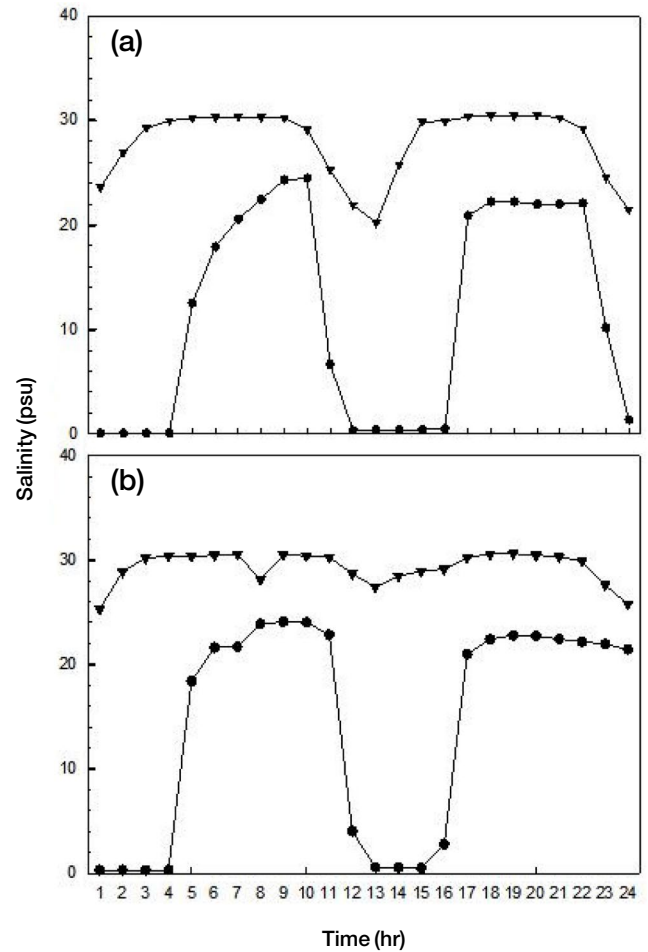


Fig. 4. Diurnal variations of salinity in the natural estuaries of Danghang Bay (a: St. 1, b: St. 2; ●: rainy season, ▼: dry season).

줄망둑이 324.8 g으로 다음 순이었다. 우점한 상위 두 종은 전체 채집된 개체수의 67.4%, 생체량의 81.3%를 차지하였다.

St. 2에서는 총 3목 8과 17종, 736개체, 1362.7 g이 채집되었으며(Table 2), St. 1과 마찬가지로 망둑어과 어류가 7속 9종, 677개체가 채집되어, 전체 개체수의 92.0%를 차지하였다. 망둑어과 어류 중에서는 줄망둑이 412개체로 가장 많이 채집되었고, 다음은 문절망둑 93개체, 날개망둑, 모치망둑 순이었다. 생체량은 줄망둑과 문절망둑이 각각 549.8 g과 506.7 g으로 가장 높았다. 우점한 상위 두 종은 채집된 전체 개체수의 68.6%, 생체량의 77.5%를 차지하였다.

St. 3에서는 총 5목 10과 17종, 374개체, 4640.4 g이 채집되었고(Table 3), 피라미아과(Subfamily Danioninae)인 피라미가 210개체로 가장 많이 채집되었다. 다음은 민물검정망둑 72개체, 송어(*Mugil cephalus*) 22개체, 붕어(*Carassius auratus*) 17개체, 참붕어(*Pseudorasbora parva*)가 12개체 채집되어 전형적인 담수 어류상을 나타냈다. 상기 언급한 5종은 총 333개체로 전체 개체수의 89.0%를 차지하였다. 그 외 어류들은 10개체 미

**Table 1.** Species composition of fishes collected using a beam trawl in the natural estuary of Danghang Bay (St. 1) from September 2011 to August 2012. N and W represent the number of individuals and biomass (g)

Species	Sep.		Oct.		Nov.		Dec.		Jan.		Feb.		Mar.		Apr.		May		Jun.		Jul.		Aug.		Total	
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
<i>Acanthogobius pflaumi</i>	45	45.8	149	149.2	3	3.9									12	10.5	18	26.0	30	22.8	71	66.6	328	324.8		
<i>Acanthogobius flavimanus</i>	4	115.5			15	3.3	2	3.0					12	4.3	64	132.7	119	172.2			3	11.3	190	431.7		
<i>Favonigobius gymnauchen</i>																	5	5.3	17	11.4	9	6.6	60	33.9		
<i>Mugilogobius abei</i>																	1	0.5	2	0.5	41	14.0	44	15.0		
<i>Gymnogobius heptacanthus</i>	2	1.7	6	5.9	33	27.3	1	1.5									1	0.3			7	0.9	2	0.3	35	6.3
<i>Pseudogobius masago</i>												1	0.1	2	0.4		20	4.0								
<i>Tridentiger trigonocephalus</i>															8	5.2	13	16.9	5	2.8			5	12.1	31	37.0
<i>Chaenogobius castaneus</i>					2	2.4	1	0.6	1	1.1	1	1.9	3	3.8	3	5.5	3	3.8	1	0.4					12	15.6
<i>Pholis nebulosa</i>																	9	11.8							10	13.4
<i>Tridentiger obscurus</i>			7	1.1																	2	7.6	1	4.6		
<i>Lateolabrax japonicus</i>																									3	12.2
<i>Acanthopagrus schlegelii</i>																									3	2.3
<i>Leiognathus nuchalis</i>	2	0.3																							2	0.3
Total	53	163.2	162	156.2	34	28.9	21	11.1	3	3.6	2	1.2	15	6.6	87	153.9	164	208.7	36	43.5	57	40.2	134	113.2	768	930.3
Number of species	4		3		2		4		2		2		3		4		5		8		5		7		13	

**Table 2.** Species composition of fishes collected using a beam trawl in the natural estuary of Danghang Bay (St. 2) from September 2011 to August 2012

Species	Sep.		Oct.		Nov.		Dec.		Jan.		Feb.		Mar.		Apr.		May		Jun.		Jul.		Aug.		Total		
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	
<i>Acanthogobius pflaumi</i>	70	112.8	42	52.9	51	37.2	10	13.9	3	0.4					11	20.0	77	128.4	32	52.5	29	41.3	87	90.5	412	549.9	
<i>Acanthogobius flavimanus</i>	14	109.5	1	38.5	15	160.1									45	92.4	15	36.5	1	14.6	2	55			93	506.6	
<i>Favonigobius gymnauchen</i>																	16	33.0	27	31.7	1	1.1			58	68.9	
<i>Chaenogobius castaneus</i>															4	5.1	2	1.7	3	4.4	16	23.2	9	10.3	2	0.5	
<i>Leiognathus nuchalis</i>	11	2.8	8	4.5																			13	6.6	32	13.9	
<i>Tridentiger trigonocephalus</i>			1	3.5	9	0.9									7	1.3	4	5.7							21	11.4	
<i>Mugilogobius abei</i>	7	1.6					1	0.1							5	1.7	5	2.3					1	0.2	19	5.9	
<i>Gymnogobius heptacanthus</i>	9	8.9	5	5.5	2	2.3	1	1.2			1	1.1							1	0.3					19	19.3	
<i>Pholis nebulosa</i>													7	0.8												14	11.9
<i>Pseudogobius masago</i>																										5	0.7
<i>Tridentiger obscurus</i>			3	1.7																						4	3.7
<i>Lateolabrax japonicus</i>																										3	0.3
<i>Zoarchias glaber</i>																	2	9.9								3	10.0
<i>Mugil cephalus</i>									1	0.1																3	7.8
<i>Kareius bicoloratus</i>																										2	84.5
<i>Squalidus japonicus</i>	1	0.4																								1	0.4
<i>Pseudorasbora parva</i>																										1	5.4
Total	112	236.0	60	106.6	78	206.0	28	106.8	7	2.8	4	5.5	27	24.7	81	133.0	120	204.2	58	108.0	59	131.9	102	99.1	736	1362.8	
Number of species	6		6		5		6		4		2		4		7		7		8		4		5		17		

**Table 3.** Species composition of fishes collected using a cast net in the dammed estuary of Danghang Bay (St. 3) from September 2011 to August 2012

Species	Month		Sep.		Oct.		Nov.		Dec.		Jan.		Feb.		Mar.		Apr.		May		Jun.		Jul.		Aug.		Total						
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W					
<i>Zacco platypus</i>	14	80.9	105	1024.5	11	94.2																											
<i>Tridentiger brevispinis</i>					4	19.7																											
<i>Carassius auratus</i>			4	17.6	1	6.5																											
<i>Mugil cephalus</i>			3	119.8	9	673.8																											
<i>Pseudorasbora parva</i>	3	69.5	2	3.7	2	6.6																											
<i>Acheilognathus chankaensis</i>	7	102.4																															
<i>Pseudobagrus fulvidraco</i>	6	92.0																															
<i>Pseudogobius masago</i>																																	
<i>Oryzias latipes</i>			1	0.5																													
<i>Acheilognathus rhombus</i>					4	40.7																											
<i>Cyprinus carpio</i>																																	
<i>Tridentiger obscurus</i>	1	37.7	2	9.3																													
<i>Acanthogobius pflaumi</i>			3	5.5																													
<i>Lateolabrax japonicus</i>			1	87.6																													
<i>Channa argus</i>	1	365.0																															
<i>Chaenogobius urotaenia</i>	1	66.7																															
<i>Pangtungia herzi</i>	1	33.0																															
<b>Total</b>	<b>34</b>	<b>847.2</b>	<b>121</b>	<b>1268.4</b>	<b>31</b>	<b>841.5</b>	<b>8</b>	<b>2.4</b>	<b>5</b>	<b>5.7</b>	<b>6</b>	<b>36.4</b>	<b>7</b>	<b>362.9</b>	<b>57</b>	<b>496.3</b>	<b>35</b>	<b>367.7</b>	<b>29</b>	<b>219.6</b>	<b>32</b>	<b>192.3</b>	<b>374</b>	<b>4640.4</b>									
<b>Number of species</b>	<b>8</b>		<b>8</b>		<b>6</b>		<b>3</b>		<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>32</b>	<b>192.3</b>	<b>374</b>	<b>4640.4</b>								

만으로 소수 채집되었다. 생체량에서는 피라미 1965.4 g, 송어 1089.7g, 민물검정망둑 485.9g 순이었으며, 이 3종은 전체 개체수의 81.2%, 생체량의 76.3%를 차지하였다.

**3. 자연 하구와 폐쇄 하구 간 출현 어류상 비교**

이번 연구에서 자연 하구(St. 1, 2)와 폐쇄 하구(St. 3)에서 각각 다른 어구를 사용하여 조사가 이루어졌다. 자연 하구에서 사용한 소형 Beam trawl에는 저어류가 주로 채집되는 반면 폐쇄 하구에서 사용한 투망은 저어류를 포함한 부어류도 채집되는 특성이 있다. 그러므로 자연 및 폐쇄 하구에서 서로 다른 어구를 사용하여 채집한 생물을 정량적으로 비교하는 것은 적합하지 않다고 생각된다. 그러나 환경적으로 다른 특징을 갖고 있는 하구에서 출현하는 어류상을 파악 및 비교하여 하구둑 유무가 어류상에 미치는 영향을 고찰하는 것은 문제가 없을 것으로 생각된다.

하구둑이 있는 곳과 없는 곳에서 출현하는 어류상은 차이가 뚜렷하였다(Table 4). 자연 하구 두 정점 모두 염분 변화의 범위가 큰 것이 특징이었고 대부분 망둑어과 어류가 채집되었으며 그 중 줄망둑이 우점종이었다. 망둑어과 어류는 대부분 강 하구의 기수역에 서식하며 크기는 작고 수명이 짧으며 번식력이 강하다(Fonds, 1973). 또한 얇은 해역의 저질이 모래나 펄바닥을 은신처 및 성육장으로 이용하는 것으로 알려져 있는데 이번 연구의 조사지역인 자연 하구는 수심이 약 2 m 내외로 얕으며 바닥은 펄로 구성되어 망둑어과 어류가 서식하기에 적합한 것으로 생각된다(Kim et al., 2005; Kim et al., 2018). 모치망둑은 강 하구의 기수역에 서식하고 우리나라 서해안과 남해안에 분포하는 것으로 알려져 있다(Kim et al., 2005; Kim et al., 2014). 이번 연구에서도 자연 하구인 St. 1에서 6~8월 3개월간 채집되었고 특히, 8월에는 41개체가 채집되었다. 또한 St. 2에서도 개체수는 많지 않지만, 4계절 채집되어 서식지 및 분포 범위를 확인할 수 있었다. 또한 Kim et al. (2014)은 같은 시기에 조사한 고성 방향만으로 유입되는 소하천 어류상 연구 결과에서 모치망둑은 마암천에서만 소수의 개체가 출현하는 것으로 보고하였으나, 이번 연구에서는 조사 기간 동안 St. 1에서 44개체, St. 2에서 19개체가 채집되었고 St. 3에서는 전혀 채집되지 않았다. Inui and Koyama (2014)는 모치망둑을 일본에서는 준절멸위기종(NT)으로 구분하고 있고, 그 이유는 서식 환경조건이 변할 경우 절멸위기종(EN)으로 구분될 수 있기 때문이라고 하였다.

한편 St. 1~3 모두에서 출현한 애기망둑은 내만이나 하구 또는 기수역의 개펄 바닥에 주로 서식하고 전남 목포와 인근의 신암 그리고 영암에서 그 분포가 확인되었다(Kim et al., 2005). 또한 이 종은 일본에서는 취약종(VU)으로 분류된 종으로 생태정보에 대해 불명확한 것이 많은 것으로 알려져있다. 이번 연구에서도 자연 하구인 St. 1에서 다수 출현하여 선행 연구의 서식지

**Table 4.** Comparison of species composition of fishes collected in the natural (St. 1, 2) and dammed (St. 3) estuaries of Danghang Bay from September 2011 to August 2012

Species	Baedun (St. 1)		Guman-Maam (St. 2)		Goseong (St. 3)	
	N	W	N	W	N	W
<i>Acanthogobius pflaumi</i>	328	324.8	412	549.8	3	5.5
<i>Acanthogobius flavimanus</i>	190	431.7	93	506.7		
<i>Favonigobius gymnauchen</i>	60	33.9	58	68.9		
<i>Mugilogobius abei</i>	44	15.0	19	5.9		
<i>Gymnogobius heptacanthus</i>	43	36.7	19	19.3		
<i>Pseudogobius masago</i>	35	6.3	5	0.7	4	0.4
<i>Tridentiger trionocephalus</i>	31	37.0	21	11.4		
<i>Chaenogobius castaneus</i>	12	15.6	46	62.1		
<i>Pholis nebulosa</i>	10	13.4	14	11.8		
<i>Tridentiger obscurus</i>	7	1.1	4	3.7	3	47.0
<i>Lateolabrax japonicus</i>	3	12.2	3	0.3	2	91.3
<i>Acanthopagrus schlegelii</i>	3	2.3				
<i>Leiognathus nuchalis</i>	2	0.3	32	13.9		
<i>Zoarchias glaber</i>			3	10.0		
<i>Mugil cephalus</i>			3	7.9	13	1089.7
<i>Kareius bicoloratus</i>			2	84.5		
<i>Squalidus japonicus</i>			1	0.4		
<i>Pseudorasbora parva</i>			1	5.4	12	100.2
<i>Zacco platypus</i>					210	1965.4
<i>Tridentiger brevispinis</i>					72	485.9
<i>Carassius auratus</i>					17	114.1
<i>Acheilognathus chankaensis</i>					8	120.2
<i>Pseudobagrur fulvidraco</i>					6	92.0
<i>Oryzias latipes</i>					4	1.9
<i>Acheilognathus rhombeus</i>					4	40.7
<i>Cyprinus carpio</i>					4	21.5
<i>Channa argus</i>					1	365.0
<i>Chaenogobius urotaenia</i>					1	66.7
<i>Pungtungia herzi</i>					1	33.0
Total	768	930.3	736	1362.7	374	4640.4
Number of species	13		17		17	

특성과 일치하였으나, 폐쇄 하구인 St. 3에서도 1월에 4개체가 염분 3 psu에서 출현하였다(Table 4). Inui and Koyama (2014)는 매립, 간척 등의 서식지 파괴, 치수 목적의 제방, 물을 이용하기 위한 하구둑 또는 댐 등이 망둑어류의 서식지를 위협하는 1차적 요인이라고 지적하고 있다. 그러므로 당항만은 하구둑 유무가 망둑어류 서식에 미치는 영향에 대해 지속적인 모니터링을 할 수 있는 최적지로 생각된다.

폐쇄 하구인 St. 3에서는 피라미가 우점하였고 민물검정망둑이 다음을 차지하였다. 이 외에도 개체수는 적지만 동자개(*Pseudobagrur fulvidraco*), 송사리(*Oryzias latipes*), 납지리(*Acheilognathus rhombeus*), 가시납지리(*Acheilognathus chankaensis*) 등 담수 어종이 대부분 채집되었다. 같은 시기에 조사한 고성 당항만으로 유입되는 소하천 어류상의 연구 결과를 보면(Kim *et al.*, 2014), 이번 조사지역인 자연 하구로 유입되는 배둔천, 구만천, 마암천에서 피라미와 민물검정망둑이 우점·아우점종이었고 폐쇄 하구로 유입되는 고성천에서는 참갈겨니(*Zacco koreanus*), 참붕어(*Pseudorasbora parva*) 다음으로 피라미가 가장 많이 채

집되어(Kim *et al.*, 2014), 폐쇄 하구의 우점·아우점 종이 소하천에서도 우점·아우점종인 것을 확인할 수 있었다. 피라미는 인위적인 간섭을 비교적 많이 받는 농경지가 인접해 있으며 수변 식물이 초본층으로 구성되어 있거나 거의 없는 개방형인 곳에서 주로 서식하는데(Yoon, 2001), 이번 조사지역인 폐쇄 하구 인근에 농경지가 접해 있고 주위에 수변식물이 잘 발달해 있다. 또한 중앙 부분은 식물이 거의 없는 개방형으로 Yoon(2001)의 연구결과와 유사한 환경을 갖고 있다. 이와 같이 1차담수 어종인 피라미가 폐쇄 하구에 우점하고 있고 담수 어종이 대부분 채집된 것으로 보아 하구둑 건설로 인해 폐쇄 하구의 담수화가 점진적으로 진행되어 하구역의 기능이 상실된 것으로 생각된다.

강하구에 댐 또는 둑이 건설될 경우, 주변 환경에 급격한 변화가 초래된다(Balon, 1974; Baxter, 1977; Bernacsek, 1984). 하구둑의 안쪽에서는 물의 정체에 의해 퇴적 및 성층작용이 일어나고 물에 잠긴 식물의 분해작용으로 영양분과 H<sub>2</sub>S와 NH<sub>4</sub> 같은 유독성분이 방출된다. 또한 강물 흐름의 교란과 하상구조 변화에 기인하여 어류가 이용할 수 있는 먹이 자원도 변화된다(Ligon *et al.*, 1995). 결국 하구둑 건설시 둑 안쪽의 어류가 살아남기 위해서는 건설 직후 물의 정체에 의해 일반적으로 나타나는 수중의 낮은 용존산소를 극복해야 하고 새로운 환경 적응에 필요한 에너지를 보충할 수 있는 적절하고 충분한 양의 먹이를 확보해야 한다(Van der Heide, 1982; Pereira, 1995). 새로운 환경에서 적당한 먹이를 찾거나 식성 전환을 하지 못하면 어류의 생존에 치명적인 영향을 미치게 되고, 특히 먹이 선택 폭이 좁은 specialist feeder에게는 심각한 문제가 될 수 있다.

하구둑 건설 이후에는 조석류가 차단됨으로써 하구역 고유의 생태적 특성이 소멸되기 시작하고(Park, 2001), 방조제 건설로 인한 해수 유동 차단과 장기적인 담수화로 인해 기존의 해양 저서 동물을 폐사시키고 하구역 생태계가 가지는 다양한 기능도 상실될 수 있다(Lim and Park, 1998; Hong *et al.*, 2000; Park *et al.*, 2001; Lim and Choi, 2005). 당항만에서도 하구둑이 하구역을 서식지 또는 성육장으로 이용하는 어류뿐만 아니라 패류, 먹이생물 그리고 식생에 영향을 미쳤을 것으로 생각되므로 지속적인 모니터링을 통해 상실되고 있는 하구역의 기능 복원 및 보존을 위한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## 요 약

경남 고성군 당항만 하구에서 2011년 9월부터 2012년 8월까지 자연 하구인 배둔천 하구, 구만·마암천 하구는 소형 Beam trawl, 폐쇄 하구인 고성천 하구역에서는 투망으로 어류를 채집하였다. 염분은 폐쇄 하구가 자연 하구보다 변화 폭이 적었다. 자연 하구에서는 대부분 망둑어과 어류들이 채집되었으며 줄망둑(*Acentrogobius pflaumi*)과 문절망둑(*Acanthogobius*

*flavimanus*) 순으로 우점하였다. 폐쇄 하구에서는 피라미(*Zacco platypus*)와 민물жим정망둑(*Tridentiger brevispinis*) 순으로 우점하였고 담수 어종이 대부분 채집되었다. 당항만 하구역에 설치된 하구둑에 의해 염분을 포함한 환경조건이 바뀌어 서식하는 어류상이 크게 변화되었다.

## REFERENCES

- Abookire, A.A., J.F. Piatt and M.D. Robards. 2000. Nearshore fish distributions in an Alaskan estuary in relation to stratification, temperature and salinity. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 51: 45-59.
- Allen, L.G. 1982. Seasonal abundance, composition, and productivity of the littoral fish assemblages in upper Newport Bay, California. *Fish. Bull.*, 80: 769-790.
- An, S.M., S.Y. Lee and J.U. Choi. 2011. Classifications of ecological districts for estuarine ecosystem restoration; examples of Goseong bay estuaries, South sea, Korea. *The Sea*, 16: 70-80.
- Bennett, B.A. 1989. The fish community of a moderately exposed beach on the southwestern Cape Coast of South Africa and an assessment of this habitat as a nursery for juvenile fish. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 28: 293-305.
- Day, J.W., C.A.S. Hall, W.M. Kemp and A. Yanez-Arancibia. 1989. *Estuarine Ecology*. John Wiley & Sons, U.S.A. 558pp.
- Fonds, M. 1973. Sand gobies in the Dutch Wadden Sea (*Pomatoschistus gobiidae*, Pisces), *Neth. J. Sea Res.*, 6: 417-478.
- Gibson, R.N. 1994. Impact of habitat quality and quantity on the recruitment of juvenile flatfishes. *Neth. J. Sea Res.*, 32: 191-206.
- Hong, J.S., I.S. Seo, C.G. Lee, S.P. Yoon and R.H. Jung. 2000. An ecological feature of benthic macrofauna during summer 1997 in Namdaechon estuary, Yang-yang, Korea. *J. Kor. Fish. Soc.*, 33: 230-237.
- Inui, R. and A. Koyama. 2014. Gobiid fishes inhabiting estuarine tidal flats in Honshu, Shikoku and Kyushu. *Jpn J. Ichthyol.*, 61: 105-109.
- Kim, C.J., M.K. Kim, C.B. Son and S.J. Kang. 2002. A study on the sea water flow in Danghang bay. *J. Navig. Port Res.*, 26: 227-233.
- Kim, I.S., Y. Choi, C.Y. Lee, Y. J. Lee, B.J. Kim and J.H. Kim. 2005. *Illustrated book of Korean fishes*, Kyohaksa. 615pp. (in Korean)
- Kim, J.H., S.B. Kim, Y.H. Lee, C.S. Kim and C.K. Ryu. 2010. A study on geology and sediment characteristics in Danghang bay area, Gyeongnam. *J. Korean Soc. Mar. Eng.*, 34: 1203-1211.
- Kim, J.S., S.M. An and W.S. Gwak. 2014. Ichthyofauna of stream on Goseong in Gyeongsangnam-do, Korea. *Korean J. Ichthyol.*, 26: 322-330.
- Kim, J.S., Y.D. Lee, S.H. Lee, J.S. Park and W.S. Gwak. 2018. Seasonal variation in fish species composition in the coastal water of Samdong-myeon, Namhae, Korea. *Korean J. Ichthyol.*, 30: 55-64.
- Lee, D.H., B.G. Kim, T.J. Kim, S.J. Lee and W.S. Gwak. 2011. Species composition of juvenile and immature fishes collected by a small beam trawl on the coasts of Gujora and Geoje bay on Geoje island, Korea. *Korean J. Ichthyol.*, 23: 135-144.
- Lim, H.S. and J.W. Choi. 2005. Ecological impact of the dyke construction on the marine benthos community of the Oligohaline Youngam lake. *Korean J. Fish. Aquat. Sci.*, 38: 172-183.
- Lim, H.S. and K.Y. Park. 1998. Community structure of the macrobenthos in the soft bottom of Youngsan River estuary, Korea 2. The occurrence of summer hypoxia and benthic community. *J. Kor. Fish. Soc.*, 31: 343-352.
- Nakabo, T. 2002. *Fishes of Japan with pictorial keys to the species*. Tokai Univ. Press, Kanagawa, 1749pp.
- Park, H.S., H.S. Lim and J.S. Hong. 2001. Spatio- and temporal patterns of benthic environment and macro benthos community on subtidal soft-bottom in Chonsu bay, Korea. *J. Kor. Fish. Soc.*, 33: 262-271.
- Park, K.Y. 2001. Community structure and larval distribution of bivalves (Mollusca) in the coastal area of Mokpo, Korea. Ph.D. Thesis, Pukyong Nat'l. Univ., 204pp. (in Korean)
- Wilson, J.G. 2002. Productivity, fisheries and aquaculture in temperate estuaries. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 55: 953-967.
- Yoon, H.N. 2001. Studies on the inhabitation limiting factors of the genus *Zacco* in Korea. Master's Thesis, Univ. of Sangmyung, Seoul, Korea, 81pp.