

# 별교 조간대에 서식하는 짱뚱어 *Boleophthalmus pectinirostris*의 식성

최대업 · 김종연\*

군산대학교 해양생명과학과

**Feeding Habits of *Boleophthalmus pectinirostris* in the Intertidal Zone of Beolgyo, Korea by Dae-Up Choi and Jong-Yeon Kim\*** (Department of Aquaculture and Aquatic Science, College of Ocean Science & Technology, Kunsan National University, Gunsan 54150, Korea)

**ABSTRACT** The feeding habits of *Boleophthalmus pectinirostris* were studied using 198 specimens collected monthly from April 2014 to March 2015 in the intertidal zone of Beolgyo, Korea. The size of *B. pectinirostris* ranged from 6.5 to 18.7 cm in total length (TL, cm). *B. pectinirostris* was herbivore that consumes mainly centric and pennate diatoms. Its diets also included small quantities of *Procentrum* dinoflagellates, and nematods. *B. pectinirostris* predominantly consumed diatoms (mainly *Pleurosigma* spp., *Navicula* spp., *Nitzschia* spp., *Gyrosigma* spp.) in all fish size classes, and all months, and thus there were no significant diet changes in relation to size and month.

**Key words** : Feeding habits, *Boleophthalmus pectinirostris*, herbivore, diatoms, intertidal zone

## 서 론

짱뚱어 *Boleophthalmus pectinirostris*는 농어목 (Perciformes) 망둑어과 (Gobiidae)에 속하며 우리나라 서해와 남해의 서부연안, 일본, 중국, 타이완, 미얀마, 말레이 제도의 하구 (estuary)나 연안의 개펄에 구멍을 파고 서식하며, 규조류와 동물성플랑크톤을 섭식하는 어류이다 (Kim *et al.*, 2005). 망둑어과 어류는 전 세계적으로 212속 1,875종이 출현하는 것으로 알려져 있으며, 국내에는 27속 59종이 서식하고 있다 (Kim *et al.*, 2005).

짱뚱어의 계절별 생활형은 11월 중순에서 이듬해 4월 상순까지가 동면기, 4월 중순부터 11월 중순까지가 활동기, 산란기는 5월에서 7월 초이며 (Jeong *et al.*, 2004), 이 시기동안 암수 한쌍이 개펄의 구멍안에서 산란을 한다. 짱뚱어에 관한 연구로는 국외에는 생산 분포 및 성장 (Onohara, 1980), 산란행동 및 출현 (Dotsu and Nakano, 1982), 유생의 분포 및 유생

기 (Igita, 1985; Yuzuriha and Koga, 1990), 인공증식 (Koga *et al.*, 1989a, b, c), 출현 및 분포 (Koga and Baba, 1991), 섭식 생태 (Yang *et al.*, 2003) 등이 있다. 국내에서는 비늘특성 (Ryu, 1979), 성 성숙 (Chung *et al.*, 1991), 생태와 생활사 (Ryu *et al.*, 1995), 탄수화물, 단백질 및 지방질 분포의 변화 (Park *et al.*, 1995), 정소의 미세구조 및 정자형성 (Kang *et al.*, 2003), 연령과 성장 (Jeong *et al.*, 2004), 0세어의 성장 추정 (Kim and Jeong, 2007), 번식생태 및 유전학적 분석 (Choi, 2007), 분자 유전학적 계통연관과 DNA 다형화 (Choi *et al.*, 2013)에 관하여 보고되었으나, 국내의 짱뚱어의 식성에 대해서는 한국산 말뚝망둑어 아과 어류의 분류와 생태 (Ryu, 1991), 한국산 짱뚱어 *Boleophthalmus pectinirostris*의 생태와 생활사 (Ryu *et al.*, 1995)에서 식성에 대하여 간략하게 언급되었을 뿐이다.

1960년대 후반 일본의 사가현에서는 150~200톤이었던 짱뚱어 어획량이 1983년 이후 3~4 ton으로 급격하게 줄어들었다. 일본 정부에서는 짱뚱어 자원의 효율적 관리를 위해 1986년부터 금어구역, 금어기설정, 체포금지 체장 등 자원증대를 위한 노력을 기울였다. 한편 1988년부터 정부의 보조를 받아 지역 특산종묘생산기술의 개발을 시도해 현재는 짱뚱어 치어

\*Corresponding author: Jong-Yeon Kim Tel: 82-63-469-1831,  
Fax: 82-63-469-7442, E-mail: jongyeon@kunsan.ac.kr

방류사업을 통하여 자원 증대에 국가적 차원에서 노력을 기울이고 있다(Koga *et al.*, 1989a, b, c).

어류의 식성에 대한 연구는 그 어류가 속해 있는 생태계의 기능적인 면을 이해하기 위한 기초자료를 제공한다(Huh and Kwak, 1998). 따라서 본 연구에서는 벌교 갯벌 조간대에 서식하는 짱뚱어의 서식환경과 성장, 계절 및 전장 등에 따른 식성을 파악하여 연안 생물군집의 먹이사슬에 관한 기초지식을 얻고 생태적으로 중요한 짱뚱어 개체군의 보존과 관리를 위한 기초자료를 얻고자 수행되었다.

## 재료 및 방법

본 연구에 사용된 짱뚱어는 순천시 벌교읍 호동리(Fig. 1)의 개펄 조간대에서 2014년 4월부터 2015년 3월까지 매월 1~2 회씩 주로 간조시를 이용해 개펄바닥에서 채집하였으며, 2014년 12월부터 2015년 3월까지 4개월 동안에는 시료 채집을 시도하였으나 시료가 채집되지 않았다. 채집도구로는 낚시, 뜰채, 투망, 쪽대를 이용하여 채집하였다.

채집한 어류는 채집 즉시 10% 중성 포르말린용액으로 고정을 한 후, 실험실로 운반하여 전장(Total length 0.1 cm), 체중(0.1 g)을 측정 한 뒤, 각 개체에서 위를 분리하였으며, 분리된 위는 100 mL의 증류수에 넣어 위와 위내용물을 분리하여 섞은 후 농축하였다. Sedgwick Rafter chamber에 농축 시료 1.0 mL를 micropipette으로 채취하여 도립형 생물현미경(Olympus CKX 31)으로 종의 동정과 계수를 실시하였다(Isamu, 1966; Shim, 1994; Kim *et al.*, 2002). 채집된 표본어의 위내용물 중에는 종까지의 분류가 곤란한 것과 일부 어체 중 위내용물이 전혀 들어있지 않은 어체를 제외시키고 위내용물이 들어있는 어체만을 분석대상으로 하였다. 위내용물의 분석 결과는 각 먹이생물에 대한 출현빈도, 우점율, 중요도지수, 전장별, 계절별로 나타내었다. 출현빈도( $F_i$ ), 우점율( $D_i$ ), 중요도는 Windell(1971)의 중요도지수( $I_i$ )로 다음과 같이 구하였다.

$$F_i(\%) = \frac{n_i}{N} \times 100$$

$$D_i(\%) = \frac{d_i}{D} \times 100$$

$$I_i = \sqrt{\frac{n_i}{N} \times \frac{d_i}{D}}$$

여기서,  $n_i$ 는 위내용물 중 해당 먹이생물이 발견된 짱뚱어의 개체수이고,  $N$ 은 위내용물이 있었던 짱뚱어의 개체수이며,  $d_i$ 는 먹이생물 중 해당 짱뚱어의 위내용물에서 출현한 먹이생물의 개체수이며,  $D$ 는 짱뚱어의 위내용물에서 출현한 먹이생물

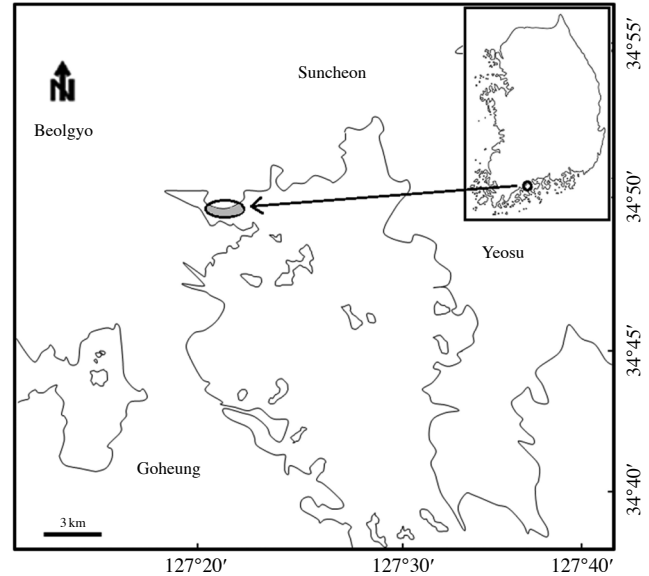


Fig. 1. Location of the sampling site (the gray area).

의 총개체수이다.

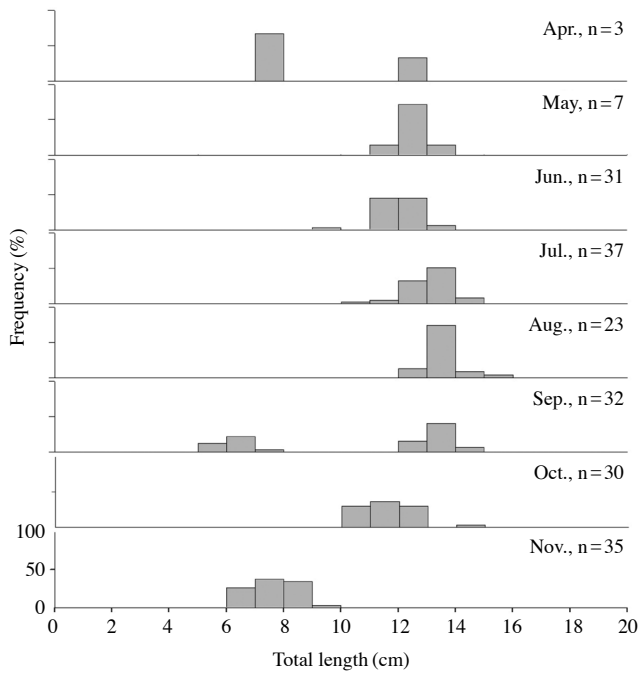
짱뚱어의 성장과 계절에 따른 위내용물 조성의 변화양상은 전장별, 계절로 나타냈으며, 시료는 2 cm 간격으로 나누어 각 전장별 먹이생물을 분석하였다(< 10 cm, n=43, 10.0~11.9 cm, n=7, 12~13.9 cm, n=32, 14~15.9 cm, n=64, > 16 cm, n=52). 계절별 먹이생물의 분석을 위해 월별 위내용물 조성을 조사하였으며, 시료를 채집하지 못한 월(12~3월)을 제외하고 분석하였다.

## 결과 및 고찰

본 연구에서 사용된 짱뚱어의 시료는 총 198개체였으며, 전장(Total length, TL)은 6.5~18.7 cm( $13.4 \pm 3.0$  cm, mean  $\pm$  SD), 중량 2.1~47.6 g( $21.7 \pm 11.6$  g, mean  $\pm$  SD)의 범위를 보였으며, 14.0~15.9 cm의 개체가 전체 채집 개체수의 32.3%를 차지하여 가장 많이 채집되었다. 9월에 가장 작은 크기인 6.5 cm의 개체가 채집되었으며, 8월에 가장 큰 크기인 18.7 cm의 개체가 채집되었다(Fig. 2).

### 1. 위내용물 조성

위내용물이 발견된 146개체의 위내용물을 분석한 결과, 짱뚱어의 먹이 생물로는 총 21분류군이 출현하였으며, 가장 많이 출현한 분류군은 출현빈도 93.8%, 우점율 32.8%, 중요도지수 0.56을 차지한 *Pleurosigma* spp.로 중심목 규조류(pennate diatom)에 속하였다. 그 다음으로는 *Navicula* spp.가 출현빈도 80.8%, 우점율 16.4%, 중요도지수 0.36, *Nitzschia* spp., 출



**Fig. 2.** Monthly variations in total length-frequency distribution of *Boleophthalmus pectinirostris* in the Intertidal Zone at Beolgyo in 2014.

현빈도 47.9%, 우점율 7.7%, 중요도지수 0.19를 차지했다. 출현한 대부분의 분류군이 규조류에 속하였으며(19분류군), 와편모조류(*Prorocentrum* spp.) 1분류군, 선형동물(Nematoda) 1분류군이 출현하였다. 본 연구에서의 짱뚱어는 규조류가 우점율 90.5%를 차지하는 초식성어류임을 알 수 있었다. 미동정(Unidentified.)은 어류의 위에서 소화가 너무 많이 진행되어 형태를 모르게 된 생물, 식물플랑크톤의 파괴된 Cell의 일부분으로 동정을 할 수 없었던 개체였다(Table 1).

다른 연구에서의 짱뚱어의 주요 먹이생물을 비교해 보면, 한국산 말뚝망둥어 아과 어류의 분류와 생태(Ryu, 1991), 홍콩 갯벌에 출현하는 짱뚱어의 섭식생태(Yang *et al.*, 2003)에서 모두 규조류였으며, 본 연구 또한 규조류가 주요 먹이생물로 출현하여 같은 결과를 보였다. 규조류를 주로 섭식하는 어류로는 숨이망둑 *Apocryptodon madurensis*와 남방짱뚱어 *scartelaos gigas* (Ryu, 1991)가 있다. 우리나라의 경우 숨이망둑과 남방짱뚱어는 조간대 하부의 개펄 바닥에 구멍을 파고 서식하며, 주로 서해, 남해서부 등에 분포한다(Kim *et al.*, 2005). 3종 모두 서식지가 비슷하며, 섭식하는 먹이생물이 비슷하여, 먹이 경쟁 관계를 형성할 것으로 보인다. 따라서 동일 서식지에 출현하는 짱뚱어, 숨이망둑, 남방짱뚱어에 대한 먹이 경쟁에 관한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

우리나라 개펄의 부착성 미세조류에 관한 연구로 전남 강진(Lee, 2002)이 있으며, 강진지역의 개펄에 우점종은 *Amphora*

**Table 1.** Composition of the stomach contents *Boleophthalmus pectinirostris* by frequency of occurrence (%Fi), dominant ratio (%Di) and index of importance (Ii).

Prey organisms	%F	%D	Ii
Class Bacillariophyceae			
Order Centrales			
Family Coscinodiscaceae			
<i>Coscinodiscus</i> spp.	9.6	0.7	0.03
<i>Skeletonema</i> spp.	9.6	0.5	0.02
Order Pennales			
Family Diatomaceae			
<i>Synedra</i> spp.	17.1	2.2	0.06
Family Achnantheaceae			
<i>Cocconeis</i> spp.	4.8	0.3	0.01
Family Naviculaceae			
<i>Amphiprora poludosa</i>	1.4	0.2	-
<i>A.</i> spp.	46.6	5.1	0.15
<i>Diploneis</i> spp.	2.1	0.1	-
<i>Donkinia recta</i>	1.4	0.1	-
<i>Gyrosigma balticum</i>	4.8	0.7	0.02
<i>G. fasciola</i>	44.5	4.9	0.15
<i>G.</i> spp.	32.9	3.8	0.11
<i>Navicula</i> spp.	80.8	16.4	0.36
<i>Pleurosigma affine</i>	13	1.9	0.05
<i>P.</i> spp.	93.8	32.8	0.56
Family Nitzschiaceae			
<i>Nitzschia aciculalis</i>	19.2	4.3	0.09
<i>Ni. sigma</i>	22.6	2.7	0.08
<i>Ni.</i> spp.	47.9	7.7	0.19
Family Surirellaceae			
<i>Surirella ovalis</i>	2.1	0.1	-
<i>S. ovata</i>	6.8	0.8	0.02
<i>S.</i> spp.	43.2	4.8	0.14
Class Dinophyceae			
Order Prorocentrales			
Family Prorocentraceae			
<i>Prorocentrum</i> spp.	20.5	3.0	0.08
Nematoda	1.4	0.1	-
Unidentified.	41.8	7.0	0.17
Total		100	

- : less than 0.01

spp., *Cocconeis* sp., *Coscinodiscus* sp., *Nitzschia distans*, *Navicula* sp., *Surirella* sp. 등이었다(Table 2). 이들 종은 남해안의 다른 지역에서도 흔히 나타나는 미세조류로 기록되어 보편 종임을 알 수 있다(Shim, 1994). 본 연구에서의 짱뚱어의 식성과 강진지역의 부착성 미세조류인 *Nitzschia* sp., *Navicula* sp. 등이 일치하는 것을 알 수 있었다. 본 연구에서 많이 섭식된 *Nitzschia* spp.와 *Navicula* spp.는 모두 부착성 규조류로써, 해양과 기수역의 온대 해역에 흔하며, 보통 저서성(Shim, 1994)이기 때문에 이들을 많이 섭식한 것으로 판단된다.

2. 성장에 따른 먹이조성의 변화

짱뚱어의 성장에 따른 먹이 조성의 변화를 파악하기 위하

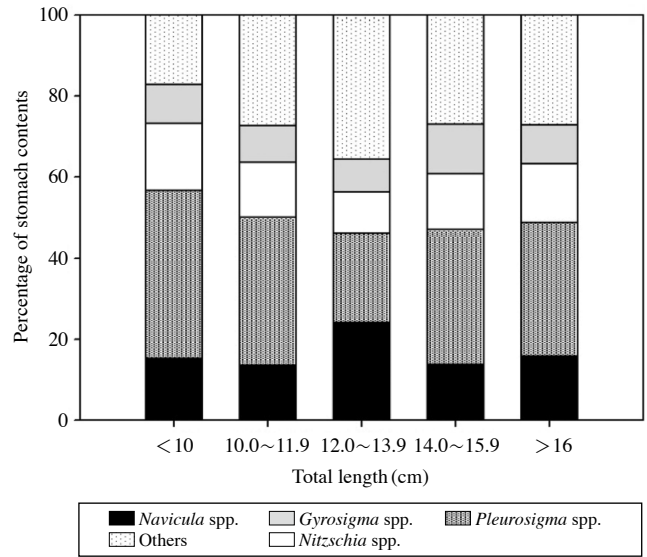
**Table 2.** Comparison of occurrence of major benthic microalgae between stomach contents of *Boleophthalmus pectinirostris* and tidal flats of Gangjin.

Species	Gangjin (Lee, 2002)	Present study
<i>Amphora</i> sp.	+	+
<i>Cocconeis</i> sp.	+	
<i>Coscinodiscus</i> sp.	+	+
<i>Nitzschia</i> sp.	+	+
<i>Navicula</i> sp.	+	+
<i>Surirella</i> sp.	+	+

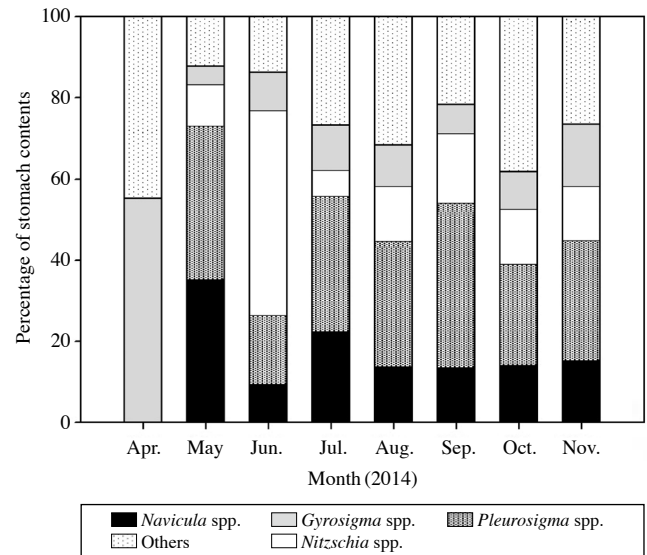
여 쟁돔어 시료를 2 cm 간격으로 5개 크기군으로 구분하여 위 내용물을 조사하였으며, 모든 크기군에서 규조류가 가장 중요한 먹이생물이었다(Fig. 3). 가장 작은 크기군인 10 cm 이하에서는 규조류가 전체 위내용물의 94.2%를 차지하였고, *Pleurosigma* spp. 41.4%, *Nitzschia* spp. 16.5%, *Navicula* spp. 15.2%, *Gyrosigma* spp. 9.8%, Other(기타) 17.1%를 차지하였다. 10.0~11.9 cm 크기군에서도 규조류가 전체 위내용물의 97.9%를 차지하였고, *Pleurosigma* spp. 36.4%, *Navicula* spp. 13.6%, *Nitzschia* spp. 13.6%, *Gyrosigma* spp. 9.1%, Other(기타) 27.3%를 차지하였다. 12.0~13.9 cm 크기군에서는 규조류의 비율이 다소 감소하여 전체 위내용물의 80.0%를 차지하였고, *Navicula* spp. 24.2%, *Pleurosigma* spp. 22.0%, *Nitzschia* spp. 10.1%, *Gyrosigma* spp. 8.0%, Other(기타) 35.6%를 차지하였다. 14~15.9 cm 크기군에서는 규조류가 전체 위내용물의 89.6%를 차지하였고, *Pleurosigma* spp. 33.4%, *Navicula* spp. 13.8%, *Nitzschia* spp. 13.6%, *Gyrosigma* spp. 12.4%, Other(기타) 26.9%를 차지하였다. 가장 큰 크기군인 16 cm 이상에서는 규조류가 88.2%를 차지하였다(*Pleurosigma* spp. 33.0%, *Navicula* spp. 15.8%, *Nitzschia* spp. 14.4%, *Gyrosigma* spp. 9.6%, Other(기타) 27.2%) (Fig. 3).

쟁돔어는 어체의 크기에 관계없이 규조류를 많이 섭식하였으며, 그중 *Pleurosigma* spp., *Navicula* spp., *Nitzschia* spp., *Gyrosigma* spp. 등을 주로 섭식하였다. *Pleurosigma* spp.와 *Navicula* spp.는 어체가 커질수록 감소하다 증가하였으며, 일정한 경향성을 보이지 않았다. 섭식된 주요 먹이생물 중 *Pleurosigma* spp.는 개각면의 길이 84~500 μm로 세포는 단독성이고(Shim, 1994), *Navicula* spp.는 개각면의 길이 14~130 μm로 대부분이 단독성이며, 군체를 이루는 종도 있다(Shim, 1994). *Nitzschia* spp.와 *Gyrosigma* spp.는 전체 크기군에서 골고루 섭식을 하였으며, 개각면의 길이 7~330 μm이며, 대부분이 단독성이며, 군체를 이루는 종도 있다(Shim, 1994).

쟁돔어는 개펄을 기어 다니며 개펄 위 유기물과 플랑크톤을 함께 섭식활동을 하는 어류이므로, 플랑크톤의 크기나 단독, 군체와는 관계없이 그 지역에 있는 플랑크톤을 섭식하는 것으로 판단이 된다. 하지만, 자어기에는 부유생활을 하며, 이후 성장하여 저서생활을 하며, 자어기 동안에는 동물플랑크톤을 섭



**Fig. 3.** Ontogenetic changes in diet composition of *Boleophthalmus pectinirostris* by percentage number of prey items.



**Fig. 4.** Monthly changes in diet composition of *Boleophthalmus pectinirostris* by percentage number of prey items.

식하나 그 후 식물플랑크톤을 섭식하는 변화 양상을 보이는 것으로 보고되었다(Ryu, 1991). 본 연구에 사용된 쟁돔어는 저서생활을 하는 시기의 어류로써, 쟁돔어의 전체적인 식성관찰을 위해서는 부유생활을 하는 시기부터 연구해야 할 것이다.

### 3. 계절별 먹이생물 조성의 변화

쟁돔어의 계절별에 따른 먹이 조성의 변화를 파악하기 위하여 쟁돔어 시료를 월별로 구분하여 위내용물을 조사하였

으며 계절 전체에서 규조류가 가장 중요한 먹이생물이었다 (Fig. 4). 4월에는 규조류가 92.1%를 차지하였고, *Gyrosigma fasciola* 55.3%, Other (기타) 44.7%를 차지하였다. 5월에는 규조류가 93.9%를 차지하였고, *Pleurosigma* spp. 37.8%, *Navicula* spp. 35.4%, *Nitzschia* spp. 10.0%, *Gyrosigma* spp. 4.6%, Other (기타) 12.2%를 차지하였다. 6월에는 규조류가 92.1%를 차지하였고, *Nitzschia* spp. 50.4%, *Pleurosigma* spp. 16.9%, *Navicula* spp. 9.5%, *Gyrosigma* spp. 9.5%, Other (기타) 13.7%를 차지하였다. 7월과 8월에는 규조류의 비율이 다소 감소하여 각각 85.2%, 88.4%를 차지하였다. 7월에는 *Pleurosigma* spp. 33.3%, *Navicula* spp. 22.5%, *Gyrosigma* spp. 11.2%, *Nitzschia* spp. 6.3%, Other (기타) 26.7%, 8월에는 *Pleurosigma* spp. 30.9%, *Navicula* spp. 13.8%, *Nitzschia* spp. 13.4%, *Gyrosigma* spp. 10.3%, Other (기타) 31.6%를 차지하였다. 9월에는 규조류가 93.0%를 차지하였고, *Pleurosigma* spp. 40.5%, *Nitzschia* spp. 17.1%, *Navicula* spp. 13.6%, *Gyrosigma* spp. 7.2%, Other (기타) 21.6%를 차지하였다. 10월에는 규조류의 비율이 가장 낮았으며(79.8%), *Pleurosigma* spp. 24.8%, *Navicula* spp. 14.2%, *Nitzschia* spp. 13.7%, *Gyrosigma* spp. 9.0%, Other (기타) 38.3%를 차지하였다. 11월에는 규조류가 89.3%를 차지하였고, *Pleurosigma* spp. 29.3%, *Navicula* spp. 15.5%, *Gyrosigma* spp. 15.2%, *Nitzschia* spp. 13.4%, Other (기타) 26.5%를 차지하였다. 12~3월에는 짱뚱어가 동면을 하기 위해 개펄구멍으로 들어가 채집하지 못하였다.

짱뚱어는 계절과 관계없이 규조류를 많이 섭식하였으며, 그 중 *Pleurosigma* spp., *Navicula* spp., *Nitzschia* spp., *Gyrosigma* spp. 등을 주로 섭식하였다. 이는 이 지역의 계절에 따른 저서성 미세조류의 출현양상과 관계가 있을 것으로 사료된다. 식물플랑크톤의 종류와 분포 그리고 현장활성 등에 관한 정확한 정보는, 실용적인 측면에서만 보더라도 해양생태계의 거시적인 관리 및 각종 해양생물들의 장기적인 전 지구적 생물량 변동예측 등의 사업을 위한 필수적인 기초자료가 된다(Shim et al., 2003). 따라서 보다 정확한 먹이생물 차이와 계절 변화의 먹이생물의 섭식을 설명하기 위해서는 서식환경의 부착성 미세조류의 계절별 조사가 병행되어야 할 것으로 판단된다.

본 종은 개펄에서 대부분을 생활하는 어류로서 무엇보다 개펄과의 관계가 중요하게 생각되며, 현재 전남의 벌교, 고흥, 신안 등에서 비교적 많은 양이 출현하고 있으나, 연안개발 및 환경오염 등으로 인한 서식지의 축소는 개체수의 감소를 가져올 것으로 염려된다. 이들 인근 지역인 목포의 영산강 유역의 하구둑 건설, 영암의 영암방조제 축조, 대불 국가산업단지 조성, 장흥의 탐진강 유역의 댐 건설 등이 있었으며, 이로 인해 연안의 많은 개펄들이 사라졌으며, 이러한 연안개발 사업으로 인한 주변 개펄에 간접적인 영향이 있었을 것으로 판단된다. 따라서 본 종에 대해 효율적인 자원관리를 위해 보호 및 보존대

책 방안을 마련하고, 개펄의 환경오염 방지와 보존대책의 방안이 필요하다 판단된다.

## 요 약

본 연구는 2014년 4월~2015년 3월까지 순천시 벌교읍 호동리의 개펄 조간대에서 출현하는 짱뚱어 *Boleophthalmus pectinirostris* 198개체를 대상으로 식성을 조사하였다. 짱뚱어의 전장은 6.5~18.7 cm의 범위를 보였다. 짱뚱어는 규조류를 주로 섭식하는 초식성이었다. 와편모조류, 선형동물 등도 섭식하였지만 그 양은 적었다. 짱뚱어는 모든 크기군과 계절에서 규조류(주로 *Pleurosigma* spp., *Navicula* spp., *Nitzschia* spp., *Gyrosigma* spp.)를 많이 섭식하였다.

## REFERENCES

Choi, K.H., E.Y. Jeong and G.M. Park. 2013. Phylogenetic Relationship and DNA Polymorphism of *Boleophthalmus pectinirostris* and *Scartelaos gigas* (Teleostei: Gobiidae) of Korea. Korean J. Ichthyol., 25: 149-156.

Choi, K.H. 2007. A Study on Reproductive Ecology and Genetic of the *Boleophthalmus pectinirostris* in Korea. Ph.D. Kunsan National Univ., 128pp.

Choi, Y., I.S. Kim, B.S. Ryu and J.Y. Park. 1996. Ecology of *Synechogobius hasta* (Pisces: Gobiidae) in the Kum River Estuary, Korea. J. Kor. Fish. Soc., 29: 115-123.

Chung, E.Y., C.M. An and T.Y. Lee. 1991. Sexual maturation of the bluespotted mud hopper, *Boleophthalmus pectinirostris* (Linnaeus). J. Kor. Fish. Soc., 24: 167-176.

Huh, S.H. and S.N. Kwak. 1998. Feeding habits of *Favonigobius gymnauchen* in the eelgrass (*Zostera marina*) bed in Kwangyang Bay. J. Kor. Fish. Soc., 31: 372-379.

Igita, K. 1985. Ecological study of *Boleophthalmus pectinirostris* II. Distribution of the juvenile and young stage in the river. Bull. Saga Pref. Ariake Fish. Exp. Stn., 7: 123-150.

Isamu, Y. 1966. Illustrations of The Marine Plankton of Japan. Vol 3. Hoikusha Publishing Co., Ltd., 537pp.

Jeong, S.J., K.H. Han, J.K. Kim and D.S. Sim. 2004. Age and Growth of the Blue Spot Mudskipper (*Boleophthalmus pectinirostris*) in the Mud Flat of Southwestern Korea. J. Kor. Fish. Soc., 37: 44-50.

Kang, K.H., K.H. Kho and J.M. Kim. 2003. The Ultrastructure of Testis and Spermatogenesis in Bluespotted Mud Hopper (*Boleophthalmus pectinirostris*). Dev. Reprod., 7: 89-93.

Kim, I.S., Y. Choi, C.R. Lee, Y.J. Lee, B.J. Kim and J.H. Kim. 2005. Illustrated Book of Korea Fishes. Kyohak Inc., 615pp.

Kim, H.S., C.E. Lee and B.J. Rho. 2002. Systematic Zoology. Jiphyun Inc., pp. 168-170.

- Kim, J.K. and S.J. Jeong. 2007. Growth Estimation of 0-Aged Blue Spot Mudskipper *Boleophthalmus pectinirostris* Using Length Frequency Data. J. Kor. Fish. Soc., 40: 50-52.
- Koga, H. and H. Baba. 1991. Appearance and distribution of mudskipper's larvae and juvenile. Bull. Res. Inst. Shallow Sea Tideland., 5: 45-49.
- Koga, H., T. Noguchi and K. Nakatake. 1989a. Studies on artificial propagation of mudskipper *Boleophthalmus pectinirostris* (Linnaeus) - I. Rearing of adult mudskipper. Bull. Saga Pref. Ariake Fish. Exp. Stn., 11: 1-7.
- Koga, H., T. Noguchi and K. Kinoshita. 1989b. Studies on artificial propagation of mudskipper *Boleophthalmus pectinirostris* (Linnaeus) - II. Collecting eggs by artificial spawning nest and spawning conditions. Bull. Saga Pref. Ariake Fish. Exp. Stn., 11: 9-16.
- Koga, H., S. Noda, T. Noguchi and I. Aoto. 1989c. Studies on artificial propagation of mudskipper B *Boleophthalmus pectinirostris* (Linnaeus) - III. Hatching and larval rearing. Bull. Saga Pref. Ariake Fish. Exp. Stn., 11: 17-28.
- Lee, H.Y. 2002. Comparison of the effects of physico-chemical factors on the zonation and vertical distribution of benthic microalgal communities in the tidal flats of south-west Korea. J. Env. Sci. Intern., 11: 529-535.
- Onohara, T. 1980. Ecological study of *Boleophthalmus chinensis* (OSBECK). I. on the fish production distribution and growth. Bull. Saga Pref. Ariake fish. Exp. Stn., 7: 123-150.
- Park, I.W., J.S. Hong, K.K. Lee, J.B. Kim, K.H. Kang and H.O. Kim. 1995. Histological Observation on the Seasonal Changes of Distribution of Muscle Components in Hibernant Fish. 2. Distributional Changes of Carbohydrate, Protein and Lipid Components in the Muscle Tissues of Mudskipper, *Boleophthalmus pectinirostris*. Korean J. Ichthyol., 7: 195-202.
- Ryu, B.S., I.S. Kim and Y. Choi. 1995. Ecology and Life History of *Boleophthalmus pectinirostris* in Korea J. Kor. Fish. Soc., 28: 316-324.
- Ryu, B.S. 1979. A study of morphological characters of *Boleophthalmus* fish scale. Bull. Gunsan Fish. J. Coll., 13: 15-23.
- Ryu, B.S. 1991. Taxonomy and Ecology of Mudskipper, the Subfamily Gobionellinae (Pisces, Gobiidae) from Korea. Ph.D. Thesis, Chonbuk National Univ., 134pp.
- Shim, J.H. 1994. Illustrated Encyclopedia of Fauna & Flora of Korea. Vol 34. Marine Phytoplankton. Ministry of Education., 487pp.
- Windell, J.T. 1971. Methods for study of fish diets based on analysis of stomach contents. In: Bagnel, T. (ed.), Methods for assesment of fish production in fresh water, 3<sup>rd</sup> ed. Oxford, Blackwell Scientific Pub., pp. 19-226.
- Yang, K.Y., S.Y. Lee and G.A. Williams. 2003. Selective feeding by the mudskipper (*Boleophthalmus pectinirostris*) on the microalgal assemblage of a tropical mudflat. Marine Biology., 143: 245-256.
- Yuzuriha, M. and H. Koga. 1990. Ecological study of mudskipper *Boleophthalmus pectinirostris* (Linnaeus)-III. Appearance and distribution of larvae and juveniles. Bull. Saga Pref. Ariake Fish. Exp. Stn., 12: 15-20.