

## 코끼리조개, *Panope japonica*의 서식생태에 관한 연구

이채성 · 백국기\* · 홍관의\*

국립수산진흥원 서해수산연구소, \*국립수산진흥원 양양내수면연구소

### Ecological Studies on the Habitat of Geoduck Clam, *Panope japonica*

Chae Sung Lee, Kook Ki Baik\* and Kwan Eui Hong\*

West Sea Fisheries Research Institute, National Fisheries Research &  
Development Institute, Inchon 400-201, Korea

\*Yangyang Inland Fisheries Research Laboratory, National Fisheries Research &  
Development Institute, Yangyang-gun, Kangwon-do 215-820, Korea

For ecological studies on the habitat of geoduck clam, *Panope japonica* caught at the coastal water of Kangwon province located in the East Sea of Korea.

The annual water temperature of the geoduck's fishing grounds was ranged from 5.6 to 17.5°C. The salinity was not so fluctuated showing from 32.27 to 34.22‰, and dissolved oxygen was ranged 5.51 to 7.27 ml/l. Sediments where geoduck was distributed chiefly was consisted of very fine sands of 3.0 to 4.0 phi (49.2%) and fine sand of 2.0 to 3.0 phi scale (31.87%).

The shell length of geoduck was measured 70 to 135 mm (mean : 107.70 mm) and the weight was 50 to 550 g (mean : 299.63 g). The total weight (TW) against the shell length (SL) could expressed as the regression equation as  $TW = 1.4446 \times 10^{-3} SL^{2.6067}$ .

Key words : Geoduck clam, Ecological studies, Shell length, Total weight.

## 서 론

코끼리조개(*Panope japonica*)는 연체동물문(Mollusca) 부족강(Pelecypoda) 이치목(Heteroconchia) 족사부착조개과(Hiatellidae)에 속하며, 최대 각장 13 cm, 체중 500 g내외에 달하는 대형 패류이다.

서식분포는 북쪽으로 Kamchatka와 Saghalien 및 일본의 북해도, 남쪽으로는 일본 본주의 瀬戸内海까지 분포하며(Habe 1955; 濱本와 大林 1985), 한국 남한연안에서는 경북 울진에서 강원북부의 고성연안까지 분포한다. 코끼리조개는 수심 10~50 m의 미사질층에 잠입서식을 하며,

굵고 긴 수관이 패각 밖으로 노출하여 끝부분을 모래표면에 노출시켜 생활한다. 여름철 수온이 상승하거나 생활환경이 불리해지면 저질속에 수관을 넣어 잠입을 하며, 치패발생에 관하여는 아직까지 잘 알려져 있지 않고 있다.

코끼리조개는 서식 수심이 깊고, 잠입 정착하는 생태적 특성으로 이제까지 발견이 어려웠으나, 1986년경부터 잠수부들에 의해 분사식 고압 펌프를 사용하여 채취하므로써 남획의 징후가 나타나고 있어 합리적인 자원관리와 더불어 양식기술 개발을 위한 생태학적 특성의 규명이 시급한 실정이다.

패류의 생태에 관한 연구로는 꼬막 및 피조개의

성장과 형태변이에 대하여(柳 等, 1970; 柳, 1971), 개조개의 증식에 관한 생태학적 연구(金, 1971), 종묘의 생태에 관한 연구(Tanaka and Kikuchi, 1978) 등의 많은 연구가 있으나, 꼬끼리조개의 생태에 관한 연구는 金 等(1991)의 서식환경과 성장에 관한 1편의 보고가 있을 뿐이다.

본 연구는 꼬끼리조개의 서식생태를 알기 위하여 서식장의 환경, 분포상태, 크기 구성과 상대성장 및 내용물 조성 등을 조사하였다.

### 재료 및 방법

현장조사 및 시료 채취가 이루어진 수역은 이등(1997)이 조사한 강원도 양양군 현남면 인구연안이다.

꼬끼리조개 서식장의 환경조사는 1993년 3월부터 1994년 2월까지 매월 1회씩 수층별(0, 15, 30 m)로 채수한 후 각 항목별로 분석하였다. 수온은 표층의 경우 봉상온도계로, 15 m층부터는 전도온도계로 0.1℃까지 측정하고, 염분은 Inductively Coupled Salinometer (Watanabe 601 MK)로 측정하였다. 용존산소는 Winkler법으로 측정하였고 투명도는 직경 30 cm의 Secchi disk를 이용하여 현장에서 직접 측정하였다.

저질의 입도분석은 꼬끼리조개가 서식하는 표층에서 10 cm 간격으로 30 cm 층까지의 퇴적물을 채취하여 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 와 10% HCl수용액을 가하여 유기물과 탄산염을 제거시켜 증류수로 세척한 후 시료를 다시 0.062 mm 체로 습식체별(wet sieving)하여 입경 62.5 μm 보다 조립질인 것과 세립질인 것으로 분리하였으며, 조립질은 건식체별(Ingram, 1971)로, 세립질은 침전속도를 이용한 pipetting (Galehouse, 1971)에 의하여 측정하였다.

꼬끼리조개의 서식 분포상태를 조사하기 위하여 1993년 5월과 9월에 잠수부를 동원하여 50×50 cm (0.25 m<sup>2</sup>) 크기의 방형구를 4회씩 저질의 모래위에 설치한 후 깊이 30 cm까지 방형구내에 서식하는 시료를 깊이별로 모두 채취하여 크기에

따른 서식 분포상태를 조사하였다.

서식개체의 크기조성을 알기 위하여 잠수기선에서 채집된 꼬끼리 조개를 대상으로 각 개체당 각장, 각고 및 각폭은 vernier caliper로 0.01 cm까지, 그리고 전중량, 연체부중량, 생식소 중량 및 각중량은 전자저울을 이용하여 0.01 g까지 측정하여 각장 및 체중조성을 구하였으며, 각장에 대한 각고, 각폭, 중량의 상대성장을 조사하였다.

### 결 과

서식환경 꼬끼리조개 서식지의 물리, 화학적 환경조건을 파악하기 위하여 1993년 3월부터 1994년 2월까지 수온, 염분, 용존산소, 투명도 및 저질의 입도분석 등을 조사한 결과는 다음과 같다.

본 조사지의 수온 및 염분분포는 Fig. 1과 같다.

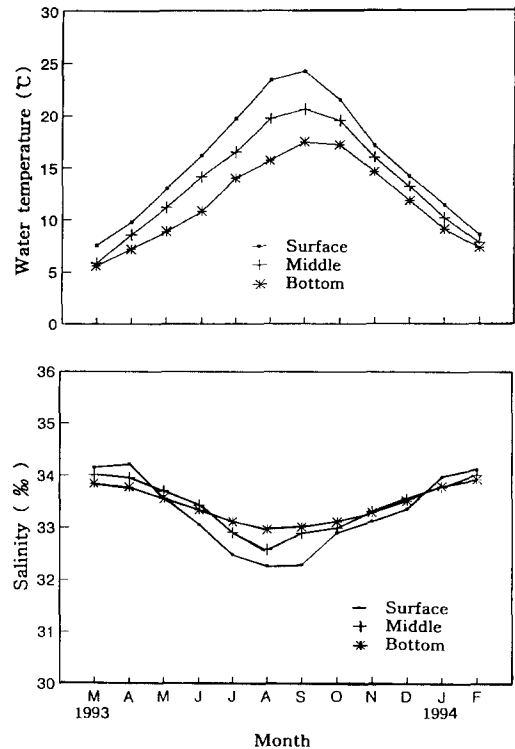


Fig. 1. Monthly distribution of sea water temperature and salinity in Ingu area.

수온의 범위는 5.6~24.2°C로서 3월에 최저치, 9월에 최고치였으며, 고수온기에 표·저층간의 수온차가 7°C 내외로 비교적 컸다. 그러나 수심 30 m의 저층수온은 1월에서 5월까지 10°C 이하였으며, 그 중 3월은 5.6°C로 가장 낮았고, 9월에서 10월사이를 제외하고는 연중 17°C 이하의 저수온을 유지하고 있었다.

염분의 연중분포는 32.27~34.22% 범위로서 표층은 8월에 육수의 영향으로 다소 저염분 상태를 보였으나, 연간 2% 내외의 적은 변화폭을 보이고 있으며, 코끼리조개가 서식하는 저층은 32.96~33.93%로 안정된 분포를 보였다.

용존산소와 투명도의 변화는 Fig. 2에서와 같다. 용존산소의 연중분포범위는 5.15~7.27 ml/l로서 표층은 7월부터 8월까지가 5 ml/l 내외로 가장 낮았으며, 2월부터 4월사이에는 7 ml/l 이상으로 계절에 따른 변화가 있었으나 수심 30 m층에서는 6 ml/l 내외로 안정되어 있었다. 투명도는 7.4~14.9 m로서 5월부터 8월까지 10 m 이하로 비교적 낮았으며, 12월부터 3월까지 13 m 이상이었다.

코끼리조개가 서식하는 저질입도의 조성은 Table 1에서와 같다. 서식지역에서의 입도조성은 0.062~0.125 mm (3.0~4.0φ)의 미세사질(very fine sand)이 49.20%로 가장 높았으며, 0.125~0.25 mm (2.0~3.0φ)의 세사질(fine sand)이 31.87%로 미세사질과 세사질의 입자가 대부분을 차지하였다. 층별에 따른 입도조성은 큰 차이를 보이지 않았고 silt의 비율은 저층으로 갈수록 증가하는 경향을 보였다.

생태학적 조사

코끼리조개의 외부 및 내부형태는 Fig. 3과 같

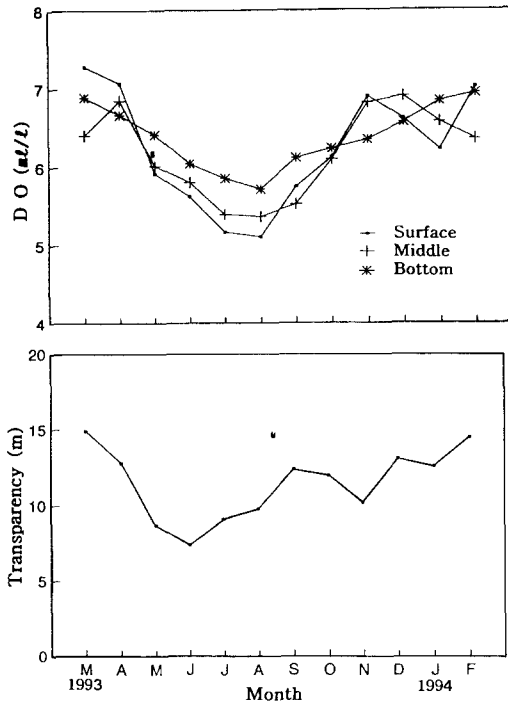


Fig. 2. Monthly distribution of dissolved oxygen (DO) and transparency in Ingu area.

다. 외부의 형태는 아방형으로 꽤 작은 크고, 각의 표면은 담갈색의 얇은 껍질이 있으며, 거친 윤상의 주름이 물결무늬 같이 기복을 이룬다. 수관은 굵고 길며, 항상 노출되어 있어 외부형태적으로 뚜렷하게 구분된다.

생식소는 큰 구형으로 전·후폐각근 사이의 대부분을 차지하고 있다. 생식소는 자웅이체로서 백색 또는 옅은 갈색을 띠고 있으나 색깔로는 암수의 구별이 어려웠으며, 성숙기에 생식소 부위를 절개하여 현미경 관찰에 의해서만 암수를 구별할 수 있었다.

Table 1. The particle size of sediment in habitat of *Panope japonica*

Soil depth (cm)	Sand (mm)					Silt (μm)	
	1~2	0.5~1.0	0.25~0.5	0.125~0.25	0.063~0.125	30~63	<30
0~10	1.2	3.5	8.6	30.7	50.9	4.5	0.2
11~20	1.1	5.7	6.5	31.5	50.2	4.8	0.2
21~30	1.5	4.0	8.2	33.4	46.5	6.2	0.2

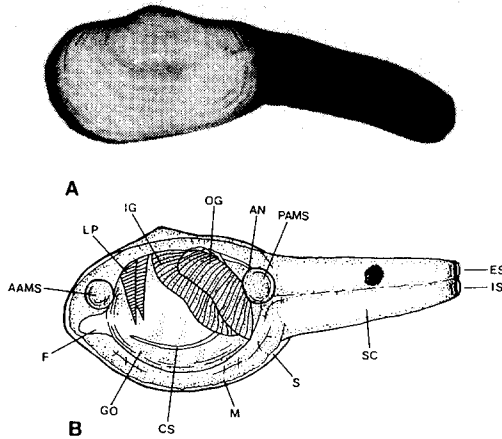


Fig. 3. External (A) and internal view (B) of geoduck, *Panope japonica*.

An, anus; AAMS, anterior adductor muscular scar; CS, crystalline style; ES, exhalent siphon; F, food; GO, gonad; IG, inner gill; IS, inhalent siphon; LP, labial palp; M, mantle; OG, outer gill; PAMS, posterior adductor muscular scar; S, shell; SC, siphonal canal.

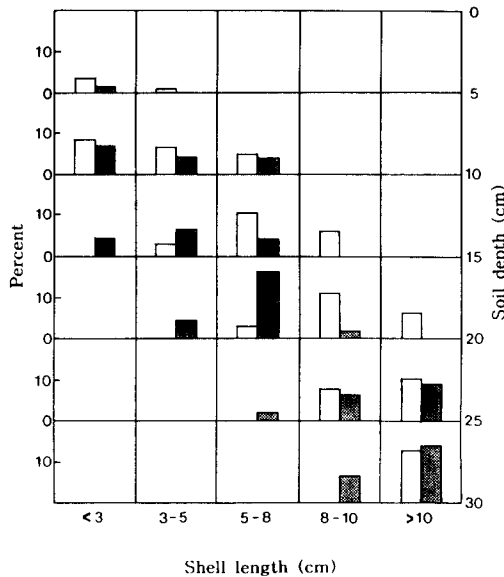


Fig. 4. Size frequency distribution of *Panope japonica* collected from the different depth of bottom sediment layer.

□ : May, ■ : September.

서식장에서의 크기별 서식분포를 살펴 본 결과 (Fig. 4) 산란기인 5월에는 각장 5 cm 정도의 소형패는 저질 깊이 10 cm 이내에 잠입하였고, 5~8 cm 체급군은 10~20 cm에, 10 cm 이상은 20~30 cm 깊이에서 서식하였다. 9월에는 각장 5 cm 이하 체급군이 20 cm 깊이까지 잠입하였고, 5~8 cm 체급군은 25 cm 내의, 10 cm 이상되는 것은 25~30 cm 깊이로 가을에는 다소 깊게 잠입하였다.

코끼리조개의 각장 조성은 Fig. 5에서 보는 바와 같이 각장 범위가 70~135 mm(평균 107.70 mm)였고, 주 출현개체군은 95~115 mm(평균 107.65 mm)로 전체의 73.3%를 차지하였다. 중량조성은 Fig. 6에서 보는 바와 같이 중량범위는 50~550 g(평균 299.63 g)이었고, 주 모드는 200~350 g(평균 291.05 g)으로 전체의 62.9%를 차지하였다.

코끼리조개의 각장과 각고, 각폭, 개체중량과의 관계를 Fig. 7, 8 및 9에 나타내었다. 각장(SL)에 대한 각고(SH)의 관계를 회귀직선으로 표시한 관계식은  $SH = 0.4914 SL + 15.9332 (r = 0.8438)$ 이며, 각장(SL)에 대한 전중량(TW)의 관계는  $TW = 1.4446 \times 10^{-3} SL^{2.6067}$ 의 지수곡선식으로 나타나 각장 10 cm일때 중량은 245.9 g, 각장 14 cm일때 중량 561.6 g으로 각장 크기에 따라 전

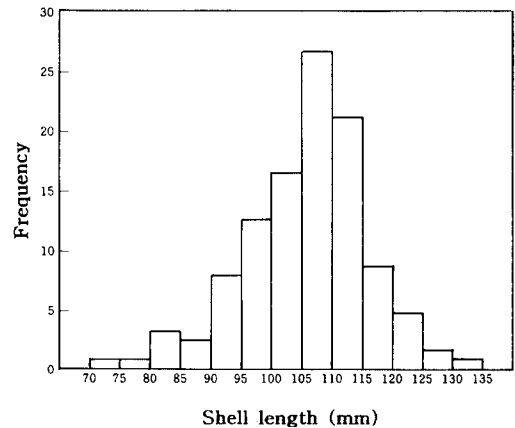


Fig. 5. Size frequency distribution of *Panope japonica*.

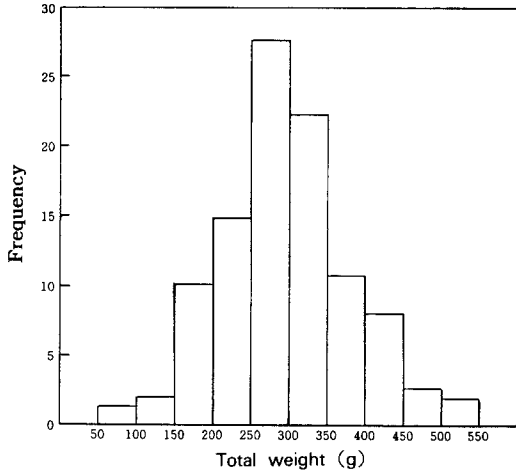


Fig. 6. Weight frequency distribution of *Panope japonica*.

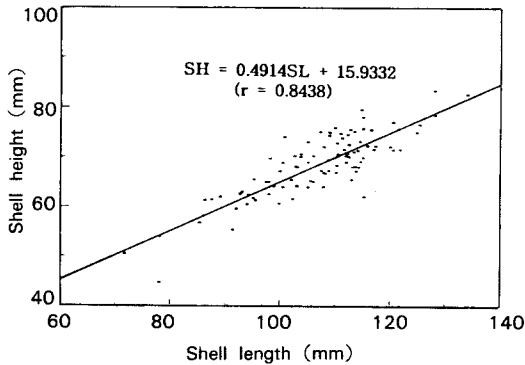


Fig. 7. Relationship between shell length and shell height of *Panope japonica*.

중량은 지수적으로 증가한다. 전중량(TW)과 연체부중량(FW)의 관계는 Fig. 10에서와 같이  $FW = 0.5186 TW + 18.3513$  ( $r = 0.9268$ )의 회귀 직선으로 나타났다.

코끼리조개의 내용물 조성은 Table 2에 나타내었다. 전중량에서 패각이 차지하는 무게는 16.6~20.9%이며, 연체부중 수관부를 포함한 근육부는 46.8~50.1%, 생식소는 6.4~13.3%, 내장이 차지하는 비율은 7.5~10.3%, 그리고 기타 생체 드립은 13.6~17.8%로 나타났다. 이중 식

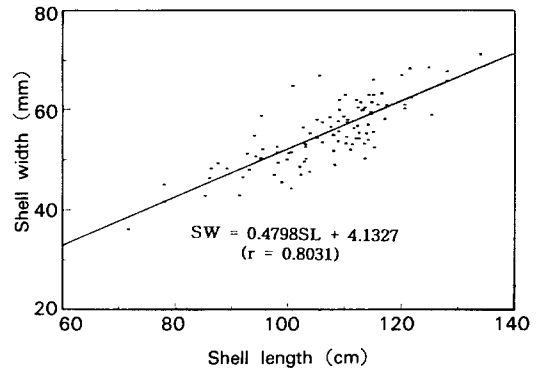


Fig. 8. Relationship between shell length and shell width of *Panope japonica*.

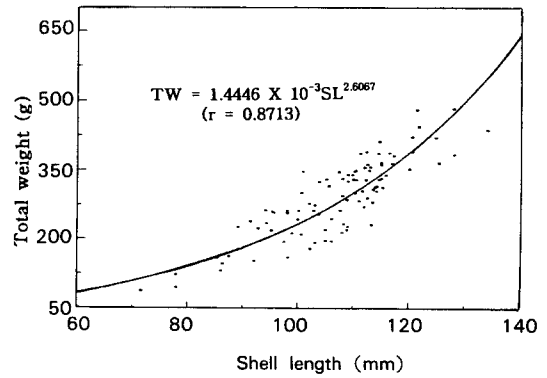


Fig. 9. Relationship between shell length and total weight of *Panope japonica*.

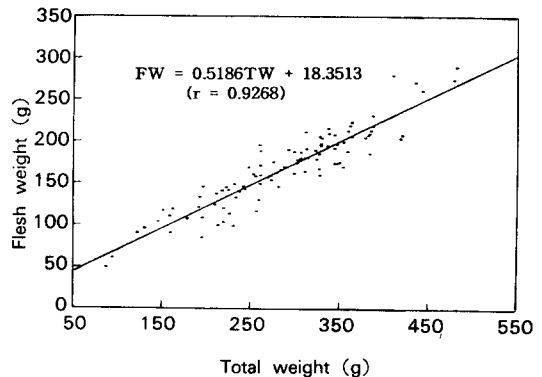


Fig. 10. Relationship between total weight and flesh weight of *Panope japonica*.

Table 2. Monthly variation in wet weight proportion (%) of each organs dissected from *Panope japonica*

Month	Shell	Percent (%)				
	length(cm)	Shell	Gonad	Meat	Intestin	Other
Mar.	9.7	19.3	7.8	50.1	7.5	15.3
Apr.	10.2	16.6	13.3	48.7	7.8	13.6
May.	11.3	18.3	10.7	48.0	8.1	14.9
June	10.5	19.8	7.5	47.2	8.6	16.9
July	10.8	20.5	6.4	46.8	8.5	17.8
Aug.	11.6	20.9	7.1	47.0	10.3	14.7
Mean	10.7	19.2	8.8	48.0	8.5	15.5

용으로 할 수 있는 근육부와 생식소는 전체중량의 56.8%를 차지하였다.

## 고 찰

생물에 영향을 미치는 환경요인으로는 수온(金等, 1991), 염분(Lim et al., 1991), 용존산소(Sanders, 1968), 저질(Duineveld et al., 1991) 등 여러가지가 있다. 이 중 수온의 경우는 대사활동과 성장에 많은 영향을 미치게 되는데 조사해역의 저층수온은 5.6~17.5°C인 점으로 보아 코끼리조개 사육의 생존과 생산성에 직접적인 큰 영향이 없는 것으로 사료된다.

염분의 경우 전 기간을 통하여 32.27~34.22%로서 표층은 계절적인 변동이 있었으나 코끼리조개가 서식하는 저층은 32.16~33.93%의 안정적인 분포를 보이므로서 하구역에 주로 서식하는 우럭(*Mya arenaria*)의 평균염분 31.55%(Ayers, 1956)보다 비교적 고염분역에 서식하는 것으로 나타났다.

해수역의 용존산소는 대기중 산소의 물 표면을 통한 용해, 조류 등에 의한 광합성, 동물의 호흡 작용 등에 의해 변동한다. 일반적으로 해수 중의 용존산소는 수심에 따라 차이가 있으나 본 해역에서는 전 수층이 5~7 ml/l로 큰 변화는 없었으며 코끼리조개 서식에 적합한 환경이었다.

모래속에서 잠입생활을 하는 조개류는 저질의 성상에 따라 분포가 좌우되며 종에 따라 고유의 입도를 선택한다(秋山, 1988). 조사해역에 있어서의 입도분포는 층별로 차이를 보이지 않았으

며, 코끼리조개의 주 서식지의 저질은 3.0~4.0φ (0.125~0.062 mm) 범위의 미세사질이 46.5~50.9%를 차지하는 미세한 모래층으로 북방대합(*Spisula sachalinensis*)의 2.0~3.0φ 내외(Sasaki, 1989)보다 세립질이며, silt 또는 clay상태(Goshima, 1982)에 서식하는 우럭(*Mya arenaria*)보다는 저질입도가 큰것으로 나타났다.

코끼리조개의 생식소는 큰 구형으로 발달되어 있으며, 암컷은 유백색이고 수컷은 엷은 갈색을 띠어 육안으로 식별이 가능(濱本와 大林, 1985; 金等, 1991)하다고 하였으나 본 연구에서는 현미경적인 관찰을 하지 않고는 판별이 어려우므로 인공종묘생산시 질개에 의한 방법을 사용할 경우는 각별히 주의를 해야한다.

잠수관찰에 의한 코끼리조개의 생활방식은 각장 5 cm 이하의 소형체는 대부분 저질 5~10 cm 층에 잠입하였고, 5~8 cm 크기는 5~20 cm 깊이, 10 cm 이상은 15~30 cm 깊이에 잠입하므로서 크기가 클수록 좀더 깊은 저질층에 서식하는 것으로 나타났다. 한편 현장조사시 7월에서 9월까지 수온이 16°C 이상에서는 이들 대부분이 수관부를 수축시켜 저질속으로 잠입시키고 활동을 중지하는 반면, 수온이 9~14°C 범위인 4월에서 6월까지의 수관부를 저질위로 길게 뻗어 섭식활동을 활발히 하는 것으로 관찰되었다. 코끼리조개를 모래위로 노출시켰을 때 스스로 재 잠입을 하지 못하는 것으로 보아 치폐단계에 한번 잠입한 이후에는 수평적으로 이동하지 못하고 한곳에서 계속 정착하는 것으로 생각된다.

코끼리조개의 각장조성은 70~135 mm(평균

107.70 mm)로 주 출현 개체군은 95~115 mm (평균 107.65 mm)였으며, 중량조성은 50~550 g(평균 299.63 g)의 범위로 주 모드는 200~350 g(평균 291.05 g)이었다. 각장(SL)과 전중량(TW)의 관계는  $TW=1.4446 \times 10^{-3} SL^{2.6067}$ 의 지수곡선식으로 나타났다.

## 요 약

코끼리조개의 서식생태를 알기 위하여 강원도 양양군 인구연안의 코끼리조개 서식장에서 서식 환경 및 생태학적인 시험을 실시하였다.

코끼리조개 서식지의 저층수온 연변화는 5.6~17.5°C였으며, 염분은 32.27~34.22‰로 년중 안정된 분포를 보였으며, 용존산소는 5.15~7.27 ml/l 범위였다.

서식 저질은 3.0~4.0φ의 미세사질이 49.20%, 2.0~3.0φ의 세사질이 31.87%로 미세사질과 세사질의 입자가 대부분을 차지하였다.

강원연안에서 채집 조사된 코끼리조개의 각장 조성은 70~135 mm(평균 107.70 mm), 중량 조성은 50~550 g(평균 299.63 g)이었다. 각장(SL)과 전중량(TW)의 관계는  $TW=1.4446 \times 10^{-3} SL^{2.6067}$ 의 지수곡선식으로 나타났다.

## 참 고 문 헌

- Ayers, J. C., 1956. Population dynamics of the marine clam, *Mya arenaria*. *Limnol. Oceanogr.*, 1 : 26-34.
- Duineveld, G. C., A. Kunitzer, U. Niermann and J. S. Gray, 1991. The macrobenthos of the North Sea. *Netherlands J. Sea Res.*, 28 (1/2) : 53-65.
- Galehouse, J. S., 1971. Sedimentation analysis. In (Carver, R. E., ed.) *Procedures in Sedimentary Petrology*. Wiley-Interscience, 69-94.
- Goshima, S., 1982. Population dynamic of the soft clam, *Mya arenaria*. L., with species reference to its life history pattern. *Pub. Amakusa Mar. Biol. Lab.*, 6 : 119-165.
- Habe, T., 1955. Fauna of Akkeshi Bay XXI. Pelecypoda and Scaphopoda. *Pub. Akkeshi Mar. Biol. Station*, 4, 20-27.
- Ingram, R. L., 1971. Sieve Analysis. In (Carver, R. E., ed.) *Procedures in Sedimentary Petrology*. Wiley-Interscience, 49-67.
- Lim, H. S., J. G. Je, J. W. Choi and J. H. Lee, 1991. Distribution pattern of macrozoobenthos at Yoja Bay in Summer. *Ocean Res. Korea*, 13 (2) : 31-45.
- Sanders, H., 1968. Marine benthic diversity : A comparative study. *American Naturalist*, 102 (925) : 243-282.
- Sasaki, K., 1989. Characteristics of the bottom sediments inhabited by the surf clam *Spisula sachalinensis* in Sendai Bay. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 55 (7) : 1127-1131.
- Tanaka, M. and T. Kikuchi, 1978. Ecological studies on benthic macrofauna in Tomoe Cove, Amakusa. II. Production of *Musculista senhousia* (Bivalvia, Mytilidae). *Publ. Amakusa Mar. Biol. Lab.*, 4(3) : 215-233.
- 金安永, 1971. 개조개, *Saxidomus purpuratus* (Sowerby)의 증식에 관한 생태학적 연구. *韓水誌*, 4 (3, 4) : 92-98.
- 金炯燮·朴榮濟·金完起·張貞源·金鐘斗, 1991. 江原沿岸 코끼리조개의棲息環境과 成長. *國立水産振興院 研究報告*, 45 : 269-282.
- 濱本俊策·大林萬鋪, 1985. 備讚瀬戸鹽飽諸島海域におけるナミカイ *Panope japonica* (A. Adams)의 大量發生と その漁業實態. *栽培技研*, 14(2) : 7-25.
- 柳晟奎·金基柱·李鍾九, 1970. 연안산 중요 조개류의 증식에 관한 생물학적 연구 4. 진주 담치의 성장에 대하여. *韓水誌*, 3(2) : 103-109.
- 柳晟奎, 1971. 연안산 중요 조개류의 증식에 관한 생물학적 연구 3. 꼬막의 성장과 형태변 이에 대하여. *釜山水大臨研報*, 4 : 19-27.
- 이채성·노 섬·박영제, 1997. 코끼리조개의 인공 종묘생산에 관한 연구 I. 산란유발 및 부화. *한국양식학회지*, 10(2) : 113-121.
- 秋山章男, 1988. “第2章 生物の生態と環境 2. 環境要求と適應. 2.1 干潟の底生動物-二枚貝類中心に”. *河口・沿岸域の生態とエコテクノロジー*(栗原康編著). 東海大學出版部, 85-98.