

# 충남연안 키조개의 자원생물학적 연구 1. 환경특성이 분포양상에 미치는 영향

홍승현, 마채우<sup>1</sup>, 오철웅<sup>2</sup>

국립수산진흥원 서해수산연구소, <sup>1</sup>순천향대학교 해양생물공학과, <sup>2</sup>목포대학교 해양자원학과

## Biological Resources of Pen Shell, *Atrina (Servatrina) pectinata japonica* in the Coastal Waters of Chungchung-namdo, Korea. 1. Effects of Environmental Factors on Distribution Pattern

Sung-Hyun Hong, Chae-Woo Ma<sup>1</sup> and Chul-Woong Oh<sup>2</sup>

National Fisheries Research and Development Institute, West Sea Fisheries Research Institute, Incheon, 400-201, Korea

<sup>1</sup>Department of Marine Biotechnology, Soonchunhyang University, Chungnam 336-600, Korea

<sup>2</sup>Department of Marine Resources, Mokpo National University, Chonnam 534-729, Korea

### ABSTRACT

The distribution and density of the pen shell, *Atrina (Servatrina) pectinata japonica*, were investigated to estimate population ecological parameters and biomass. Samples were collected during cruises from April to June 1999 in the coastal waters of Chungchung-namdo, Korea.

The oceanographic conditions such as depth, temperature, transparency and suspended solids were measured from sampling stations. Seawater depth ranged from 3.9 m to 75.9 m and the mean was 28.5 m (SE = 0.97). The mean density of the pen shell was higher in the depth of 18.0-30.8 m. The water temperature of the bottom ranged from 7.0-21.5 °C and the mean was 14.0 °C. The transparency ranged from 1.2-13.5 m and the mean was 4.8 m. The suspended solids ranged from 6.0-93.5 mg/l and the mean was 48.0 mg/l. The sand proportion of the sediment was > 50%. The mean densities of the pen shell by sediment type were 7.3 individuals/40 m<sup>2</sup> (SE = 2.16) in the

sand, 5.6 individuals/40 m<sup>2</sup> (SE = 1.48) in the muddy sand, 3.0 individuals/40 m<sup>2</sup> (SE = 1.89) in the sandy mud, and none in the mud. The sandy bottom, accounting for 29.8% of the overall habitat area, had a maximum density of 7.3 individuals/40 m<sup>2</sup>.

**Keywords:** *Atrina (Servatrina) pectinata japonica*, Temperature, Transparency, Suspended solid, Sediment, Density.

### 서 론

키조개는 우리나라를 비롯하여 일본, 대만, 인도, 태평양 연안에 널리 분포하는 자원으로 우리나라에서는 남해안의 가막만, 여자만, 장흥연안, 남해도 연안과 서해안의 위도근해, 충남연안, 인천의 선감도 근해 등지에 많이 서식하고 있으며, 조하대의 얇은 바다로부터 수심 40 여 미터의 깊은 곳까지 널리 분포한다.

키조개의 성숙기 수온은 19-22 °C이며, 성숙시기는 지역에 따라 다르지만 우리 나라 서해안에서는 6월 상순부터 시작된다. 방란 및 방정이 일어나는 기간은 6월부터 8월까지이고, 그 성기는 6월 하순부터 8월 상순까지이다 (유, 1979; 김 등, 1981; 유 와 유, 1984).

지금까지 키조개에 관한 연구로는 일본에서는 키조개의 양

Received September 18, 2001; Accepted November 9, 2001  
Corresponding author: Ma, Chae-Woo  
Tel: (82) 41-530-1283, e-mail: cwooma@sch.ac.kr  
1225-3480/18107

© The Malacological Society of Korea

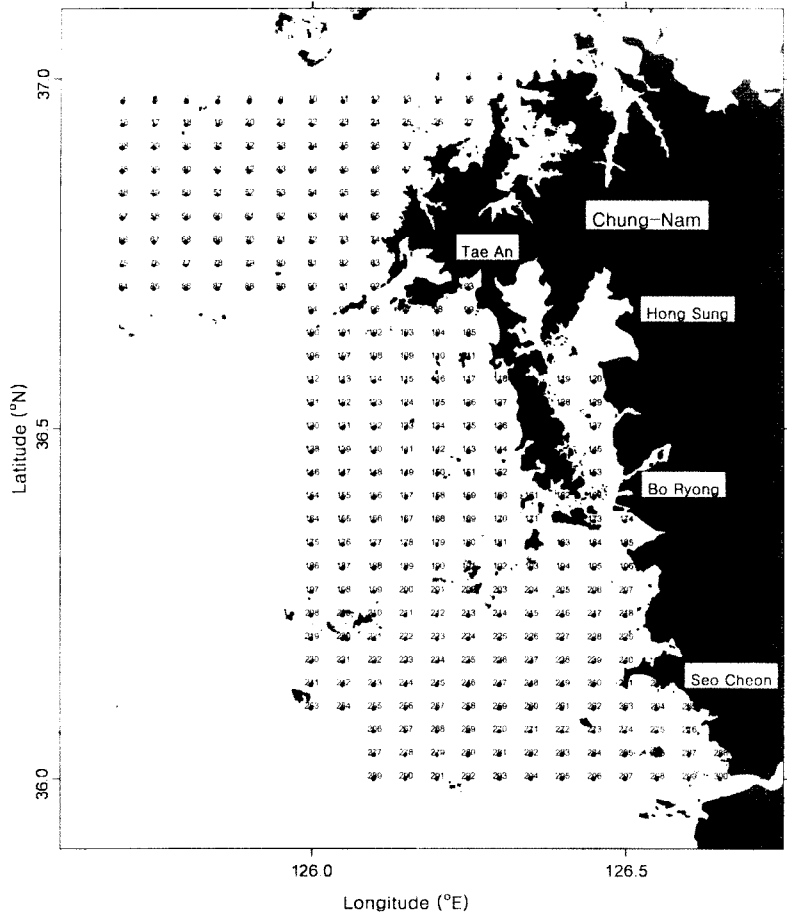


Fig. 1. Map showing the sampling sites of the pen shell in the coastal waters of Chungcheong-namdo, Korea.

식, 초기생활사 및 생태에 관한 연구 (古田, 1956; 宮崎, 1962) 가 있으며, 우리나라의 키조개에 관한 연구는 남해안산을 대상으로 생태와 분포 (김 등, 1981; 최, 1980; 최, 1981), 양식개발에 관한 연구 (유 등, 1988; 정 등, 1986) 및 번식과 성장 (백, 1998) 등 기초생태와 양식개발을 위한 연구가 대부분이다. 서해안산 키조개에 대하여 김 등 (1998)이 충남연안 주요어장에서의 자원평가를 수행한 바 있다. 하지만, 우리나라 잠수기어업에서 서해안의 키조개 생산량이 많아 중요성이 높음에도 불구하고 전반적인 분포 및 생물학적 특성에 관한 기초 연구에 대하여는 거의 전무하다.

따라서, 본 연구의 목적은 충남 연근해 키조개 서식지역의 환경요인과 이들 자원의 밀도 조사를 통하여 생태학적 분포를 파악하며, 키조개 자원에 대한 효율적인 평가 및 관리방안 수립이 가능하도록 자원생물학적 기초자료를 제공하는데 있다.

#### 재료 및 방법

본 연구를 위하여 1999년 4월부터 6월까지 충남 연근해에서 잠수기어업에 의한 현장조사를 실시하였다. 이 조사를 위해 해도상 (F-302, F-323)에서 잠수포획 가능 해역인 수심 35 m 이내 해역을 위도 2분, 경도 3분으로 구분하여 총 300 정점을 선정하였으며(Fig. 1), 서식환경 특성 파악을 위하여 수심은 현장에서 어군탐지기를 사용하여 0.1 m까지 측정하였다, 수온은 중층채수기로 표층 및 저층의 해수를 채수한 직후 채수기에 부착된 수온 봉상온도계를 사용하여 0.1°C까지 측정하였다. 또한, 투명도는 직경 30 cm의 투명도판을 사용하여 0.1 m까지 측정하였으며, 부유물질은 중층채수기를 사용하여 500 ml 폴리에틸렌 채수병으로 저층수를 채수한 후 실험실로 운반하여 미리 건조기에서 건조시켜 무게를 측정한 millipore, HA-type membrane filter paper(poresize 0.45  $\mu$ m, 직경 42 mm) 로 여과한 후, 무게를 측정하여 여과하기 전의 filter paper 무게를 뺀 값으로 부유물질을 계산하고 mg/l로 표시하였다.

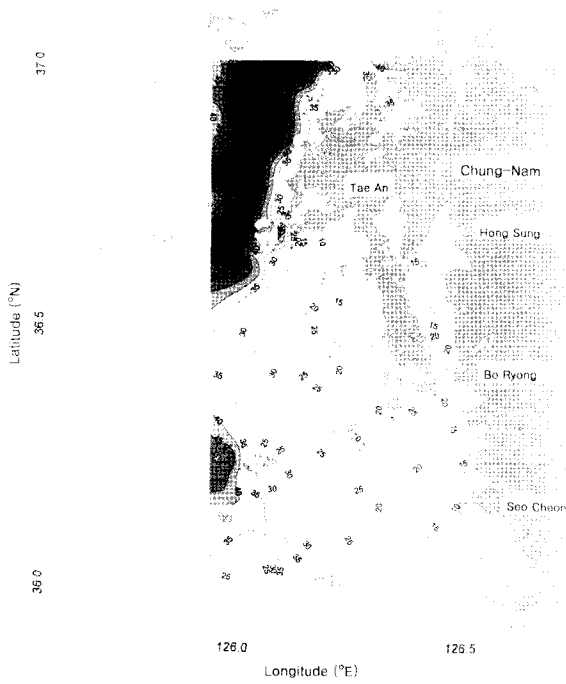


Fig. 2. Seawater depth(m) of the sampling sites in the coastal waters of Chungcheong-namdo, Korea.

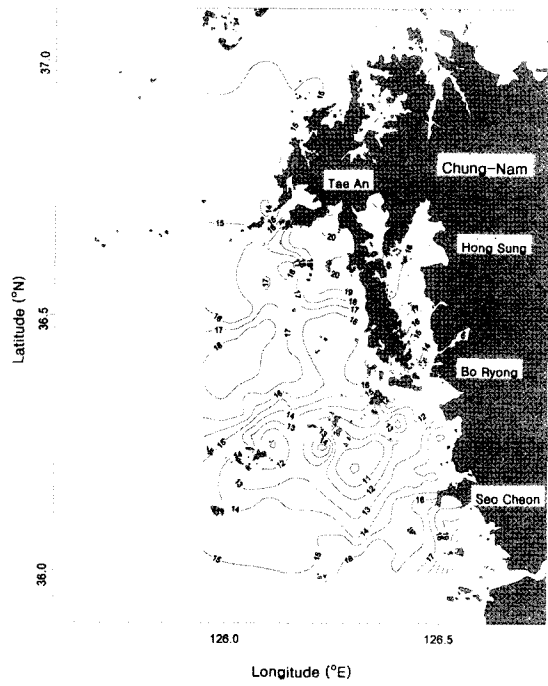


Fig. 3. Seawater surface temperature (°C) of the sampling sites in the coastal waters of Chungcheong-namdo, Korea.

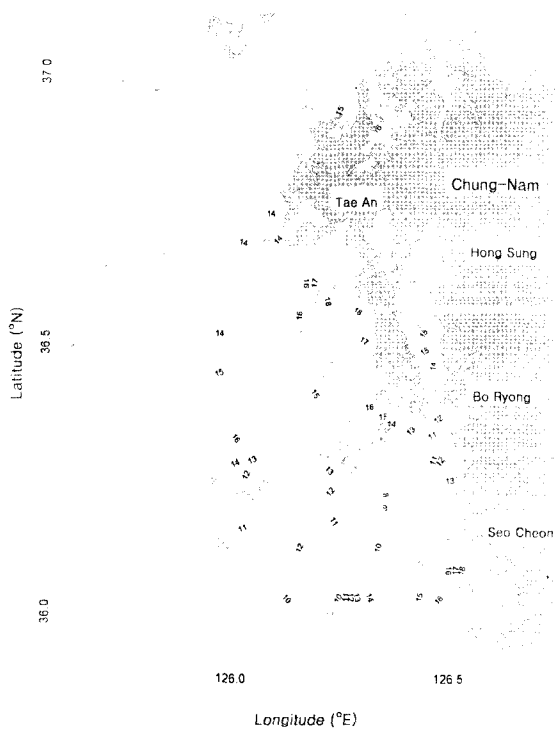


Fig. 4. Seawater bottom temperature (°C) of the sampling sites in the coastal waters of Chungcheong-namdo, Korea.

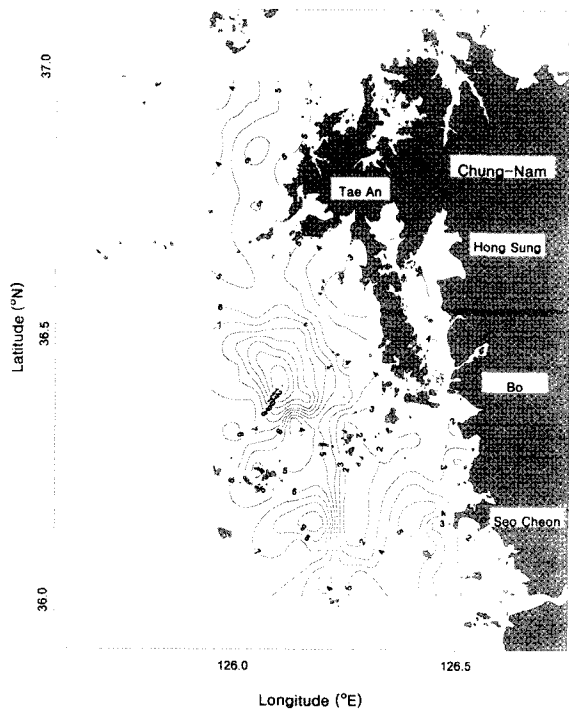


Fig. 5. Transparency (m) of the sampling sites in the coastal waters of Chungcheong-namdo, Korea.

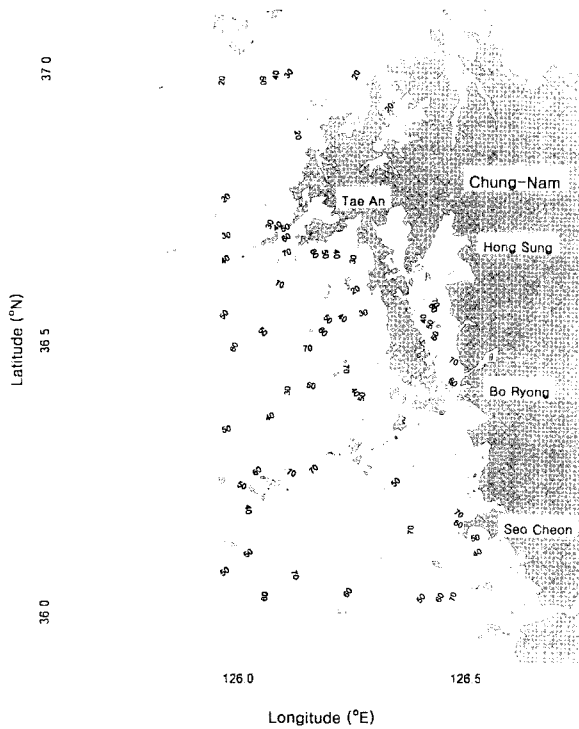


Fig. 6. Bottom suspended solid (ml) of the sampling sites in the coastal waters of Chungcheong-namdo, Korea.

저서생물의 종류 및 분포역 제한에 가장 큰 영향을 미치는 요인인 저질의 상태를 정확히 파악하기 위하여, 분포조사 정점에서 잠수인이 비닐봉투를 가지고 입수하여 채취한 표층 퇴적물의 입도를 측정 분석하였다. 저질 입도 측정은 각 조사 정점당 약 50 g의 퇴적물의 염분을 증류수로 제거하고, 6%의 과산화수소 (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) 30 ml를 가하여 유기물을 제거한 후, 0.1 N 염산 (HCl) 으로 패각 편을 제거하였다. 염분 유기물이 제거된 시료를 0.0625 mm (230 mesh) 및 2 mm (10 mesh)의 표준체를 사용하여 습식체질법으로 자갈 (입경 2 mm 이상), 사질 (입경 0.0625-2 mm), 니질(입경 0.0625 mm 이하)로 분리한 후 건조기 내에서 건조하였으며, 각 건조 중량을 0.01 g 까지 측정하고 백분율로 표시하였다. 측정결과를 자갈 (입도 2 mm 이상 100%), 사질 (사질 90% 이상), 니사질 (사질 50-90%), 사니질 (사질 10-50%) 및 니질 (사질 10% 미만)로 세분하여 (Niino and Emery, 1967), 조사 해역도에 사질의 함량을 빈도로 나타내었다.

키조개 분포 및 현존량 조사는 2인의 잠수인이 함께 입수, 양쪽에서 서식생물이 누락되지 않도록 하여 모두 채취하였으며, 조사가능구역과 조사시간 및 비용을 감안하고, 조사해역을 대표할 수 있는 2 x 20 m의 방형구법을 사용하였다.

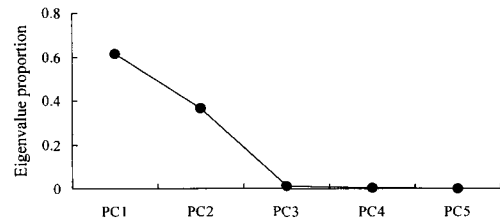


Fig. 7. Score plot of the principal component analysis for catch of pen shells and their environmental factors.

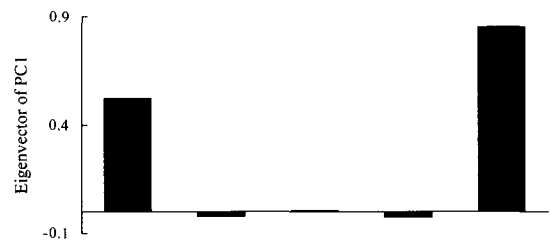


Fig. 8. Eigenvector of the first principal component (PC1) in the catch of pen shells and their environmental factors.

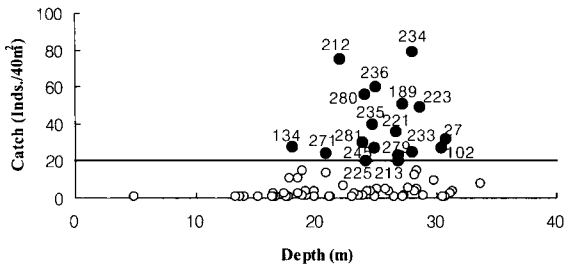
채집된 키조개는 전량 실험실로 옮긴 후, 각 해구별 정점별로 개체수를 계수하였다.

키조개 자원의 분포밀도가 서식환경의 영향을 받는다는 가정하에, 조사해역의 서식환경인자로는 계절변화를 일으키는 저층 수온, 저층 염분, 투명도 및 저층 부유물질을 선택하였으며, 기간은 1999년 5월 8일부터 6월 10일까지 조사된 자료로 제한하였다. 그리고 이들 서식환경인자들 가운데 키조개 자원의 분포밀도에 영향을 미칠 수 있는 인자를 알아보기 위하여 이들의 공분산 행렬을 이용한 주성분분석 (principal component analysis, PCA) 을 실시하였다 (MINITAB release 10.1 for Windows).

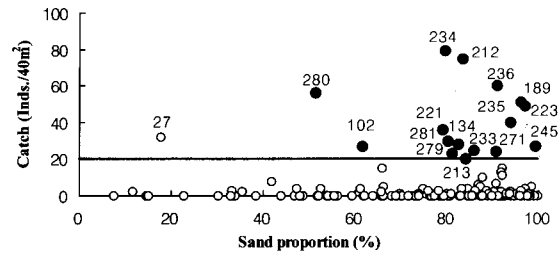
## 결 과

### 1. 서식환경

본 연구는 해도상으로 선정된 300 개 조사정점 중 현장에서 어군탐지기로 수심을 측정한 후 잠수조사가 불가능한 수심 35 m 이상인 수역과 양식장 등을 제외한 212 정점을 조사하였다. 조사해역은 3.9-75.9 m의 수심 범위를 가졌으며, 어청도 북서쪽 해역과 태안반도 서북쪽 해역이 깊은 것으로 분석되었다 (Fig. 2). 그리고 수온은 표층이 9.7-23.4°C (평균 15.4°C), 저층이 7.0-21.5°C (평균 14.0°C) 로서 표, 저층간에는 큰 차이가 없었으나, 지역적으로는 남쪽 해역의 온도가 북쪽 해역에



**Fig. 9.** Relationship between catch of pen shells and depth of sampling stations in the coastal waters of Chungcheong-namdo, Korea. Numbers denote sampling stations, and solid circles show the stations sampled over 20 individuals of the catch.



**Fig. 11.** Relationship between catch of pen shells and sand proportion (%) of sampling stations in the coastal waters of Chungcheong-namdo, Korea. Numbers denote the sampling stations, and solid circles show the station sampled over 20 individuals of the catch.

비하여 낮게 나타났다 (Fig. 3, 4). 이는 조사시기의 차이로 인해 발생한 현상으로 판단된다.

한편, 투명도는 1.2-13.5 m (평균 4.8 m)이었으며, 연안층은 2-3 m, 외해층은 12 m로 연안층과 외해층간의 변화가 심하였다. 지역적으로는 태안군 인근해역이 보령시 인근해역보다 다소 깊게 나타났으며 키조개가 다량 서식하는 해역의 투명도는 주위보다 2-3 m 얇게 나타났다 (Fig. 5). 부유물질은

6.0-93.5 mg/l (평균 48.0 mg/l)로서 남측보다는 북측의 태안반도 서쪽해역에서 비교적 낮은 값을 보였다 (Fig. 6).

또한, 저질의 입도는 본 조사 해역 가운데 총 158 정점을 분석한 결과, 사질이 29.8% (47 정점), 니사질이 58.2% (92 정점), 사니질이 10.8% (17 정점), 니질이 1.3% (2 정점)를 차지하였다. 따라서, 충남 연근해역은 평균수심이 28.5 m (SE = 0.97)이며, 해역의 88.0%가 사질함량이 50% 이상인 니사질과 사질로 구성되었다.



**Fig. 10.** Surface sediment (sand proportion, %) of the sampling sites in the coastal waters of Chungcheong-namdo, Korea

## 2. 키조개의 분포밀도

충남 연근해 키조개자원의 분포밀도조사가 불가능한 88 개 정점을 제외한 212 개 정점 (3,511 km<sup>2</sup>)에서 서식생물의 분포조사를 실시한 결과, 키조개자원은 71 개 조사정점에서 출현하였다. 특히 현재 어장으로 이용되고 있는 화사도, 외연도, 십이동파도, 연도를 잇는 해역에서 다량 서식하였으며, 태안군 가로림만 인근해역과 신진도 남쪽해역에서도 많은 양이 서식하였다. 본 조사해역 가운데 키조개가 가장 많이 어획된 해역은 외연도 동남쪽 해역의 조사정점 234이며, 분포밀도는 79 개체/40 m<sup>2</sup>이었다. 그리고, 외연도와 화사도 중간 해역인 조사정점 212의 분포밀도는 75 개체/40 m<sup>2</sup>이었으며, 화사도 남쪽 해역의 조사정점 236에서도 60 개체/40 m<sup>2</sup>로 높은 분포밀도를 보였다. 조사해역 내에서 다른 생물은 분포 서식하지만 키조개가 출현되지 않은 해역은 30 개 정점이었다.

조사해역의 서식 환경 인자들과 키조개 자원의 분포밀도에 대해 주성분분석 (principle component analysis)을 실시한 결과, 고유치 (eigen value)의 비율은 제 1주성분 (PC 1)에 대해서는 0.617, 제 2주성분 (PC 2)에 대해서는 0.367, 제 3주성분 (PC 3)에 대해서는 0.012, 제 4주성분 (PC 4)에 대해서는 0.004이었다 (Fig. 7). 이 가운데 제 1주성분의 고유치

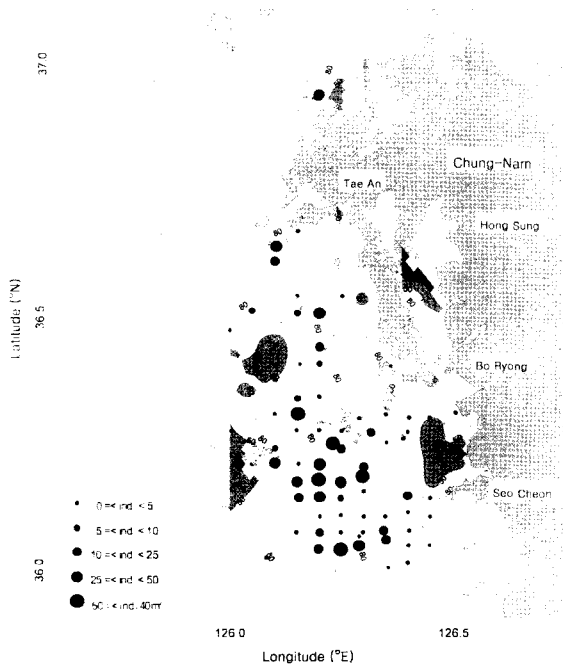


Fig. 12. Distribution of surface sediments (sand proportion, %) and catch individuals/40 m<sup>2</sup> of pen shells and of sampling stations in the coastal waters of Chungcheong-namdo, Korea.

가 60% 이상을 설명할 수 있기 때문에 제 1주성분에 대한 고유벡터 (eigen vector) 를 살펴본 결과, 키조개 자원의 밀도에 대해서는 0.522, 저층온도에 대해서는 -0.021, 저층염분에 대해서는 0.001, 투명도에 대해서는 -0.029였으며 저층부유물질에 대해서는 0.852였다 (Fig. 8). 따라서, 1999년 5월 8일부터 6월 10일까지 1개월 가량의 조사기간에서 키조개 자원의 분포밀도는 조사해역의 서식 환경 인자들 가운데 저층부유물질의 영향이 있었다고 할 수 있다.

조사해역의 수심에 따른 키조개자원은 수심 4.8 m인 조사정점 172에서 발견된 1 개체를 제외하고, 나머지 909 개체는 수심 13.3-33.6 m인 해역에서 출현하였다. 특히, 20 개체 이상이 발견된 정점은 18.0-30.8 m의 수심 범위를 나타내었다 (Fig. 9).

충남 연근해에 서식하고 있는 키조개의 서식처의 저질상태에 대한 분포밀도는 Table 1과 같다. 키조개가 출현한 조사정점을 저질형태별로 살펴보면, 총 71 정점 가운데 사질이 25 정점 (35.2%), 니사질이 40 정점 (56.3%), 사니질이 6 정점 (8.5%) 이었으며, 니질에서는 키조개가 출현하지 않았다. 저질 형태별로 채집된 키조개는 총 910 개체 가운데 사질에서 342 개체 (37.6%), 니사질에서 517 개체 (56.8%), 그리고 사니질

에서 51 개체 (5.6%) 였다. 또한, 저질상태에 따른 키조개의 평균밀도는 0-7.3 개체/40 m<sup>2</sup> 범위를 가졌으며, 사질에서 7.3 개체/40 m<sup>2</sup> (SE = 2.16) 로 가장 높았고 니사질에서는 5.6 개체/40 m<sup>2</sup> (SE = 1.48), 사니질에서는 3.0 개체/40 m<sup>2</sup> (SE = 1.89) 이었다 (Table 1).

본 조사해역에서 저질입도는 모래의 함유량이 6.7-99.7%로 다양하였으며, 조사해역의 연안측과 어청도 북동쪽 해역에서 사질의 함량이 적게 나타났다 (Fig. 10). 또한, 본 연구에서 키조개자원이 20 개체 이상 발견된 조사정점의 94.1%은 사질 함유량이 50% 이상인 니사질 해역이었다 (Fig. 11, 12).

### 고 찰

본 연구에서 조사한 정점은 212 정점이며, 수심은 3.9-75.9 m 범위를 가졌으며 평균수심은 28.5 m였다. 본 조사에서는 어청도 북서쪽 해역과 태안반도 서북쪽 해역이 깊은 것으로 분석되었는데, 이는 수로국에서 발행된 해도상의 수심과는 약간의 차이가 있었다. 이러한 수심의 차이는 조석간만의 차이로 인해 야기된 것으로 사료되었으며, 저층의 환경특성은 평균수온 14.0°C, 투명도 4.8 m, 부유물질 48.0 mg/l이었다.

환경요인 중 저질은 키조개의 분포뿐만 아니라, 키조개 유생들이 착저하여 성장해 가는데 중요한 요인이다. 충남 연근해 조사정점 158 개 조사 정점의 표층퇴적물을 조사한 결과에서는 사질함량이 90% 이상인 사질이 약 30%, 니사질이 약 58%, 사니질이 약 11%, 그리고 사질 함량이 10% 미만인 니질이 약 1%로 구성되었다. 본 조사에서 충남 연근해 키조개 자원은 총 71 개 정점에서 출현하였으며, 사질이 25 정점, 니사질이 40 정점, 그리고 사니질이 6 정점이었다. 저질 형태별로 채집된 키조개 자원은 총 910 개체 가운데 사질에서 37.6%, 니사질에서 56.8%, 그리고 사니질에서 5.6%였다. 하지만, 저질상태에 따른 키조개의 평균밀도는 사질에서 7.3 개

Table 1. Sediment types and densities of pen shells in the coastal waters of Chungcheong-namdo, Korea.

Bottom type	Number of station	Numbers of Catch (individuals)	Density (individuals /40 m <sup>2</sup> )	SE <sup>†</sup>
Sand	25	342	7.3	2.16
Muddy sand	40	517	5.6	1.48
Sandy mud	6	51	3.0	1.89
Mud	0	0	0.0	0.00
Total	71	910		

<sup>†</sup> standard error of mean

체/40 m<sup>2</sup>, 니사질에서 5.6개체/40 m<sup>2</sup>, 사니질에서 3.0개체/40 m<sup>2</sup> 이었으며, 니질에서는 한 개체도 없었다. 이러한 결과로 보아 충남 연근해 키조개의 서식지는 니사질보다는 사질에서 더 적합한 서식지임을 알 수 있었다. 키조개 자연채묘 기술개발을 위한 시험연구 (농림부, 1997) 에서 남해안 키조개 어장인 득량만의 경우 니질의 함량이 많은 것으로 나타났다. 이러한 저질 상태로 인해 초기 치패를 이식할 경우 해류의 이동으로 저질에 매몰되거나 묻혀서 초기 생존율이 낮은 것으로 보고하고 있다. 이러한 보고는 치패의 경우 안착되는 저질의 종류와 분포밀도가 매우 관련이 있음을 말해주고 있다. 따라서 본 연구에서 충남연안의 키조개의 분포밀도가 사질에서 높은 것은 이러한 저질과 밀접한 관련이 있는 것으로 사료된다. 그러므로 초기 유생의 이식 시에 저질양상의 파악은 필수적이라고 생각된다.

본 연구의 조사해역에서는 키조개 자원의 분포밀도는 서식 환경인자들 가운데 먹이생물과 관련 있는 저층부유물질의 영향이 있는 것으로 사료되며, 20 개체 이상의 밀집된 서식분포는 18.0-30.9 m의 수심과 사질함량 50% 이상의 니사질인 저질 형태와 관련이 있는 것으로 사료된다.

### 요 약

충남 연근해역의 키조개 개체군을 대상으로 자원생태학적 특성을 규명하기 위해 1999년 4월부터 6월까지 조사가 가능한 212개 조사정점에 대해 현장조사를 실시하였다. 본 조사를 통해 서식환경 및 분포밀도와 특성을 살펴보고, 자원량을 추정하였다.

충남 연근해역은 3.9-75.9 m의 수심범위를 가지고, 평균수심이 28.5 m (SE = 0.97)이며, 저층의 환경특성은 평균수온 14.0℃, 투명도 4.8 m, 부유물질 48.0 mg/l이었다. 해역의 88.0%가 사질함량이 50% 이상인 니사질과 사질로 구성되었으며, 조사해역에서 키조개 자원의 분포밀도는 18.0-30.8 m의 수심범위와 사질 함유량이 50% 이상인 니사질 해역에서 높았

다.

조사해역에서 키조개는 단위면적 40 m<sup>2</sup> 내에서 5 개체 미만인 어획된 해역은 전 서식면적의 54.9%, 5 개체 이상 10 개체 미만의 개체가 어획된 해역은 9.9%, 10 개체 이상 20 개체 미만의 개체가 어획된 해역은 11.3%, 20 개체 이상 50 개체 미만의 개체가 어획된 해역은 16.9%, 50 개체 이상이 어획된 해역은 7.0%이었다.

### REFERENCES

- 김영자, 오희국, 김진옥. (1981) 키조개 생태조사. 수진사업보고, **55**: 30-36.
- 김중래, 장창익, 마채우. (1998) 충남 연안 키조개의 자원평가. 서해연안생태연구소, **59** pp.
- 농림부. (1997) 키조개 자연채묘 기술개발시험, **148** pp.
- 백성현. (1998) 한국 서해산 키조개, *Atrina (Servatrina) pectinata*의 번식과 성장에 관한 연구. 군산대 석사학위논문, **40** pp.
- 유성규. (1979) 천해양식. 새로출판사, **292** pp.
- 유성규, 유명숙. (1984) 키조개 양식개발에 관한 연구(I). 여자만산 키조개의 번식생태. 한수지, **17**(6): 529-535.
- 유성규, 임현식, 류호영, 강경호. (1988) 키조개 채묘의 개발연구. 부유유생의 출현과 부착치패의 초기성장. 한수지 **21**(4): 206-216.
- 정성채, 허종수, 문영봉, 이종관, 송천환, 김강길. (1986) 키조개의 종묘생산을 위한 실험적 연구. 수진연구보고, **39**: 143-150.
- 최규정. (1980) 키조개의 크기와 중량과의 상관관계에 대하여. 여수수전 논문집, **14**: 37-41.
- 최규정. (1981) 키조개의 형태변이에 대하여. 여수수전 논문집, **15**: 27-29.
- 吉田裕. (1956) 有明海産有用二枚貝の初期生活史. I. タイラキ, コケカノス, 水産講習所研究實績, **193**: 115-122.
- 宮崎一老. (1962) 二枚貝の浮游幼貝(Veliger)の識別について. 日本水誌, **26**(10): 955-966.
- Niino, H. and Emery, K.O. (1967) Sediments of the Asiatic Continental Shelf: Malaya to Bering Strait. *Geol. Soc. of America Bull.*, **72**: 745.