

## 득량만에서 조개류 유생의 분포

김철원, 권승배<sup>1</sup>, 허성범<sup>2\*</sup>

국립수산과학원 남해수산연구소, <sup>1</sup>여수지방해양수산청 고흥해양수산사무소,  
<sup>2</sup>부경대학교 양식학과

## Distribution of Bivalve Larvae in Deukryang Bay

Chul Won Kim, Seung Bai Kwon<sup>1</sup> and Sung Bum Hur<sup>2\*</sup>

South Sea Fisheries Research Institute., NFRDI, Yosu 556-906, Korea

<sup>1</sup>Goheung Maritime Affairs and Fisheries of Yosu regional Maritime Affairs and Fisheries Office, Goheung 548-905, Korea

<sup>2</sup>Department of Aquaculture, Pukyong National university, Pusan 608-737, Korea

Larval distribution of bivalve from 29 stations in Deukryang Bay was examined from May to November in 1995. The abundance of total larvae increased from May (3,736 inds/m<sup>3</sup>) and reached maximum in August (174,616 inds/m<sup>3</sup>). But it decreased continuously until November (2,171 inds/m<sup>3</sup>). D-shape, early umbone and advanced umbone stage larvae composed of 76%, 18% and 6%, respectively, of total bivalve larvae. Nine larval species of bivalve were identified in this study. The mean abundance of *Scapharca subcrenata* larvae was 14,030 inds/m<sup>3</sup>, which was 33.5% of total identified larvae. *S. broughtonii* (16.2%), *Crassostrea gigas* (12.5%), *Mytilus edulis* (10.2%) were also major species in order of their abundance. Considering the monthly larval occurrence in Deukryang Bay, main spawning month of bivalves except *M. edulis* and *M. senhausia* was estimated as July. Even though the spatial distribution of bivalve larvae in Deukryang Bay was different by the species, the larvae were generally abundant in the inner and west area of the bay, where was shallower and higher water temperature than the entrance and east area of the bay.

**Keywords:** Bivalve larvae, Deukryang Bay, Larval distribution

### 서 론

남해안의 서부에 위치하고 있는 득량만은 전체 면적이 370 km<sup>2</sup>정도이고, 만의 중앙에는 득량도가 위치하고 있다. 만의 입구에서 안쪽까지 장축의 길이는 50 km 정도, 폭은 4.6~11 km로 입구에서 안쪽으로 들어갈수록 좁아지는 형태의 반 폐쇄적인 만이다. 수심은 만 서쪽 해역인 장흥쪽이 5 m 이하로 얕으며 만의 동쪽으로 갈수록 깊어져 고흥 반도쪽의 수심은 20 m 이상이다(Kong and Lee, 1994). 이 해역은 유용 조개류인 키조개, 피조개, 새고막 및 새조개 등의 산란장과 성육장으로 매우 중요한 역할을 하고 있다. 그러나 최근 환경 오염과 매립 등에 의한 생태계의 변화로 조개류의 대량폐사와 천연채묘의 부진이 문제되고 있다.

득량만에 관한 연구로는 수산자원의 생산성 향상을 위하여 해양환경 측면에서 여름철 수온과 염분 분포(Kim et al., 1995), 영양염류의 시·공간적 분포 특성(Yang et al., 1995), 서부 해역의 조류 특성(Lee et al., 1995), 퇴적물 및 부유물 특성(Kong and Lee, 1994), 퇴적물로부터 영양염 용출평가(Kim and Park, 1998) 등이 있다. 생

물학적 측면에서 식물플랑크톤의 시·공간적 분포 특성(Yoon and Kim, 2003), 동물플랑크톤의 분포(Han et al., 1995), 저서동물의 분포(Ma et al., 1995), 저서다모류 군집의 공간 분포(Shin and Kim, 2002), 피조개 자원량 추정(Choe, 1974), 유용 조개류의 자원량과 분포(Kim and Hur, 1998)에 대한 연구 등이 있다.

그러나 실제적으로 득량만에 서식하는 유용 조개류의 자원량과 분포에 직접적인 영향을 미치는 조개류 유생의 량과 분포에 대한 조사는 매우 미흡한 실정이다. 특히, 우리나라의 조개류 양식은 주로 자연채묘에 의해 이루어지고 있어, 부유유생의 양과 분포에 관한 연구는 조개류 자원량의 변동 파악과 관리는 물론, 종묘 생산에도 매우 중요하다. 따라서 본 연구는 득량만 유용 조개류 유생의 출현량과 분포를 조사함으로써 득량만 조개류의 시·공간적 산란 및 유생 분포 특성을 파악하고자 하였다.

### 재료 및 방법

득량만에서의 조개류의 유생 조사는 1995년 5월 초순부터 11월 하순까지 월 3회(상순·중순·하순) 조사하였다. 득량만 전체에 29개 정점을 선정하여 20 µm 식물플랑크톤 망(φ30 cm)을

\*Corresponding author: hurs@pknu.ac.kr

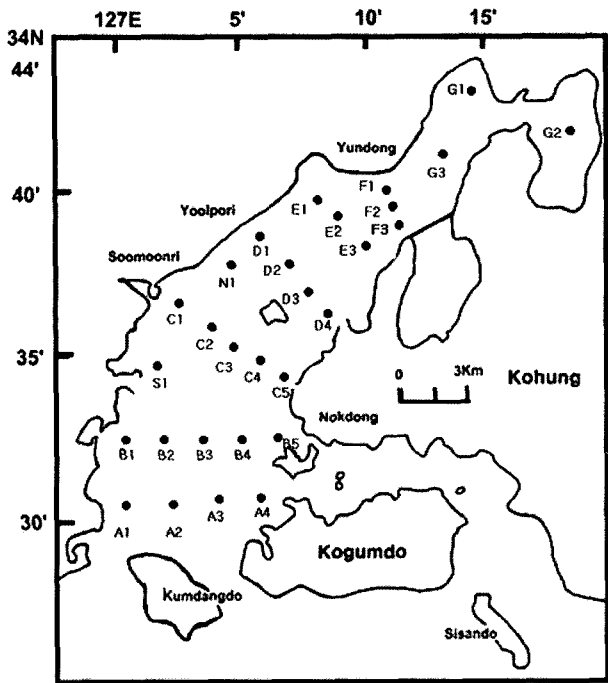


Fig. 1. Map showing the sampling stations for the bivalve larvae in Deukryang Bay.

사용해 저층에서부터 수직으로 유생을 채집하였다(Fig. 1). 저층으로부터의 인망 거리(m)와 망 입구 면적( $0.15^2\pi$ )을 곱하여 여과된 총 수량을 계산한 후 1 m<sup>3</sup> 당 출현 유생의 개체수를 조사하였다.

채집된 부유유생은 1% 중성 포르말린에 고정시켜 침전관에서 조개류 유생과 다른 부유 물질을 분리한 후 해부현미경 하에서 정점별로 유생의 발달 단계(D상, 각정기, 성숙부유 유생)에 따라 1 m<sup>3</sup> 당 개체수를 조사하였다. 유생의 단계별 구분 기준은 크기와 형태로 구분하였다. 크기는 각장 70~120  $\mu$ m 미만은 D상 유생, 120~200  $\mu$ m 미만은 각정기 유생, 200  $\mu$ m 이상은 성숙 부유유생으로 구분하였다. 형태는 각장의 발달 정도에 따라 D상 유생과 각정기 유생을 구분하였으며 각정의 발달 정도와 안점 유무에 따라 각정기 유생과 성숙 부유유생을 구분하였다.

각 정점별로 100  $\mu$ l 시료를 취하여 Sedwick-Rafter chamber로 유생을 계수한 후 1 m<sup>3</sup> 당 개체수로 환산하였다. 유생의 동

정은 각정기 이상의 개체를 해부현미경 하에서 외부 형태를 관찰하는 방법으로 하였다. 새고막과 피조개 유생은 거의 비슷하여 구분하기 힘들었으나 채색이 새고막 유생에 비하여 피조개 유생이 더 붉은색을 띠는 것으로 구분하였다(Yoshida, 1964; Yoo, 2000). 참굴(Hur et al., 2005), 바지락(Won, 1994; Hur et al., 2005), 가무락(Choi and Song, 1973; Hur et al., 2005), 진주담치(Yoo et al., 1970; Hur et al., 2005), 새조개, 종뿔 및 키조개(Yoshida, 1964) 등의 유생은 기존 문헌에서 보고된 유생의 크기와 모양을 참고로 각정기 유생과 성숙 부유유생으로 구분하였다.

수온은 부유유생 조사 시 각 정점의 표층 수온을 봉상온도계로 측정하였으며, 염분은 고흥수산관리사무소에서 득량만 입구에서 매일 측정된 자료의 월별 평균값을 이용하였다(Kim and Hur, 1998).

## 결 과

### 표층 수온 및 염분 분포

본 조사 시간인 5월~11월까지의 득량만 표층 수온은 13.5~28.9°C의 범위였다. 5월의 평균 수온이 17.3°C 이었던 것이 점차 상승하여 8월에는 27.1°C로 최고치를 나타냈다. 그 후 점차 하강하여 조사 종료시인 11월에는 15.4°C였다. 전 조사기간 중 7월과 8월은 25°C 이상의 분포를 보였으며 6월과 9월은 20°C 이상, 5월, 10월, 11월은 20°C 이하의 수온 분포를 보였다. 5월부터 8월까지의 만 입구로부터 만 안쪽으로 갈수록 수온이 높아지는 경향이었고, 만 입구와 내만의 온도 차이는 7~8월에 5~6월에 비해 컸다. 9~10월은 만 전체의 수온이 균일한 분포였으나, 11월에는 내만보다는 만 입구의 수온이 오히려 높았다.

5월에서 11월까지의 평균 염분 범위는 32.8~33.7로 큰 변화를 보이지 않았고 6월에 33.7로 가장 높은 값을 보였고 10월에 32.8로 가장 낮은 값을 보였다.

### 조개류 유생의 분포

5월~11월에 출현한 모든 조개류 유생의 월별 1 m<sup>3</sup> 당 평균 개체수는 3,736 (5월)~174,616 (8월)개체의 범위였으며 월별로 큰 차이를 보였다(Table 1). 전체적으로 조개류 유생은 5월부터

Table 1. Monthly mean number (inds./m<sup>3</sup>) of the D-shape, umbone and advanced umbone larvae of bivalve in Deukryang Bay in 1995

Month	D-shape	Umbone	Advanced umbone	Total
May	2,500	1,121	115	3,736
Jun.	12,546	1,992	215	14,753
Jul.	7,519	5,690	791	13,999
Aug.	142,202	22,260	10,154	174,616
Sep.	9,504	8,639	865	19,009
Oct.	4,294	2,547	847	7,688
Nov.	2,171	1,961	360	4,492
Total	180,736	44,210	13,347	238,293

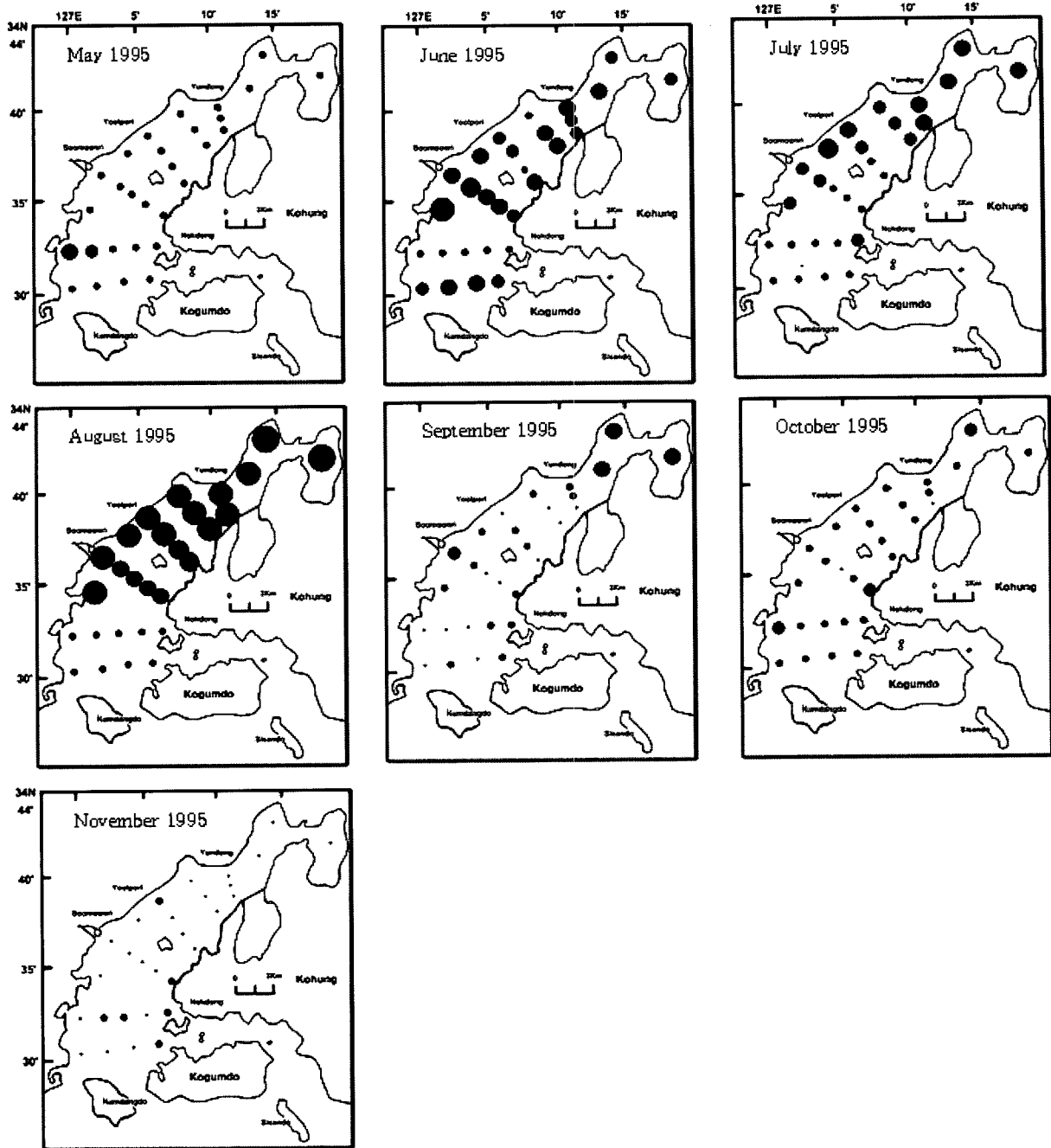


Fig. 2. Monthly distribution of density (inds./m<sup>3</sup>) of D-shape larvae in Deukyang Bay (•: <1,000, ●: <5,000, ●: <10,000, ●: <50,000, ●: <100,000, ●: <500,000, ●: 500,000<).

증가하여 8월에 최고치를 보인 후 11월까지 계속 감소하는 모습을 보였다. 6월의 개체수는 14,753 개체/m<sup>3</sup>로 7월보다 다소 높았고 9월부터는 급격히 감소하여 11월에는 4,492 개체/m<sup>3</sup>였다.

D상 유생은 5월에는 2,500 개체/m<sup>3</sup>로 적었으나 6월에는 12,546 개체/m<sup>3</sup>로 크게 증가하였다. 7월(7,519 개체/m<sup>3</sup>)에는 6월에 비해 크게 감소하였으나 8월에는 다시 142,202 개체/m<sup>3</sup>로 가장 많이 출현하였고 이후 계속 감소하여 11월에는 2,171 개체/m<sup>3</sup>로 가장 적었다. 각정기와 성숙 부유유생의 월별 분포 경향은 D상

유생과 유사하였다. 그러나 각정기와 성숙 부유유생은 6월보다는 7월에 더 높은 값을 보였다. 매월 유생의 출현 개체수는 D상 유생이 가장 많았고 성숙 부유유생은 가장 적었다.

각 성장 단계 유생의 정점별 분포는 Fig. 2, 3, 4와 같다. D상 유생의 분포(Fig. 2)는 5월의 경우 만의 입구 해역인 정점 B1과 B2에서 각각 13,477 개체/m<sup>3</sup> 8,704 개체/m<sup>3</sup>로 높게 나타났으나 대부분의 정점들에서는 5,000 개체/m<sup>3</sup> 이하로 출현량이 매우 적었다. 6월에는 D상 유생이 급격히 증가하였으며 만 서

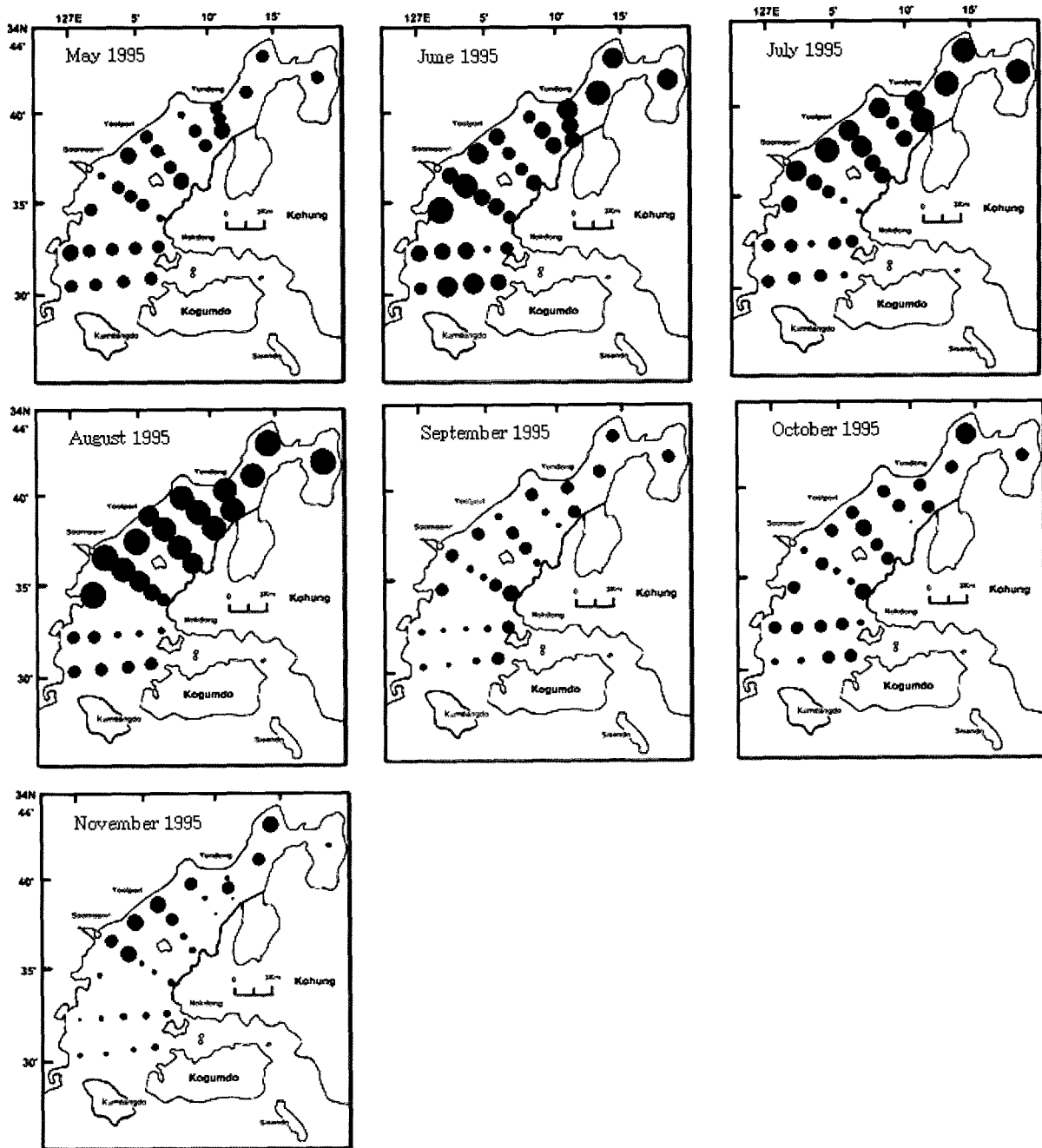


Fig. 3. Monthly distribution of density (inds./m<sup>3</sup>) of umbone larvae in Deukryang Bay (•: <math><500</math>, ●: <math><1,000</math>, ●: <math><2,500</math>, ●: <math><5,000</math>, ●: <math><10,000</math>, ●: <math><50,000</math>, ●: <math>50,000</math>).

부 해역의 정점들 S1 (188,435 개체/m<sup>3</sup>), C2 (50,897 개체/m<sup>3</sup>) 및 N1 (30,020 개체/m<sup>3</sup>)에서 많이 출현하였다. 그러나 만 입구의 정점 B-line에서는 출현량이 적었으며 정점 B4 (1,925 개체/m<sup>3</sup>)에서 가장 적게 출현하였다. 7월의 경우는 6월에 비해 약간 감소하였으나 득량도 서쪽 정점인 NI (54,781 개체/m<sup>3</sup>)에서 가장 많이 출현하였으며, 만의 가장 안쪽의 정점들 G1 (45,977 개체/m<sup>3</sup>), G2 (37,854 개체/m<sup>3</sup>) 및 G3 (23,079 개체/m<sup>3</sup>)에서 비교적 많은 양이 출현하였다. 그러나 만의 입구와 득량도 아래

쪽의 정점들에서는 적게 출현하였다.

조사 기간 중 가장 많은 D상 유생이 출현한 8월의 경우는 득량도 아래쪽의 정점 C-line부터 만의 안쪽까지 매우 높은 유생 출현량을 보였으며 만의 가장 안쪽 정점인 G1 (648,365 개체/m<sup>3</sup>)과 G2 (544,927 개체/m<sup>3</sup>)에서 가장 높은 출현량을 보였다. 9월의 경우는 8월에 비해 D상 유생의 출현이 급격히 감소하였으며 만의 가장 안쪽 정점들 G1 (10,919 개체/m<sup>3</sup>), G2 (14,870 개체/m<sup>3</sup>) 및 G3 (12,937 개체/m<sup>3</sup>)를 제외하고는 대부분의 정점

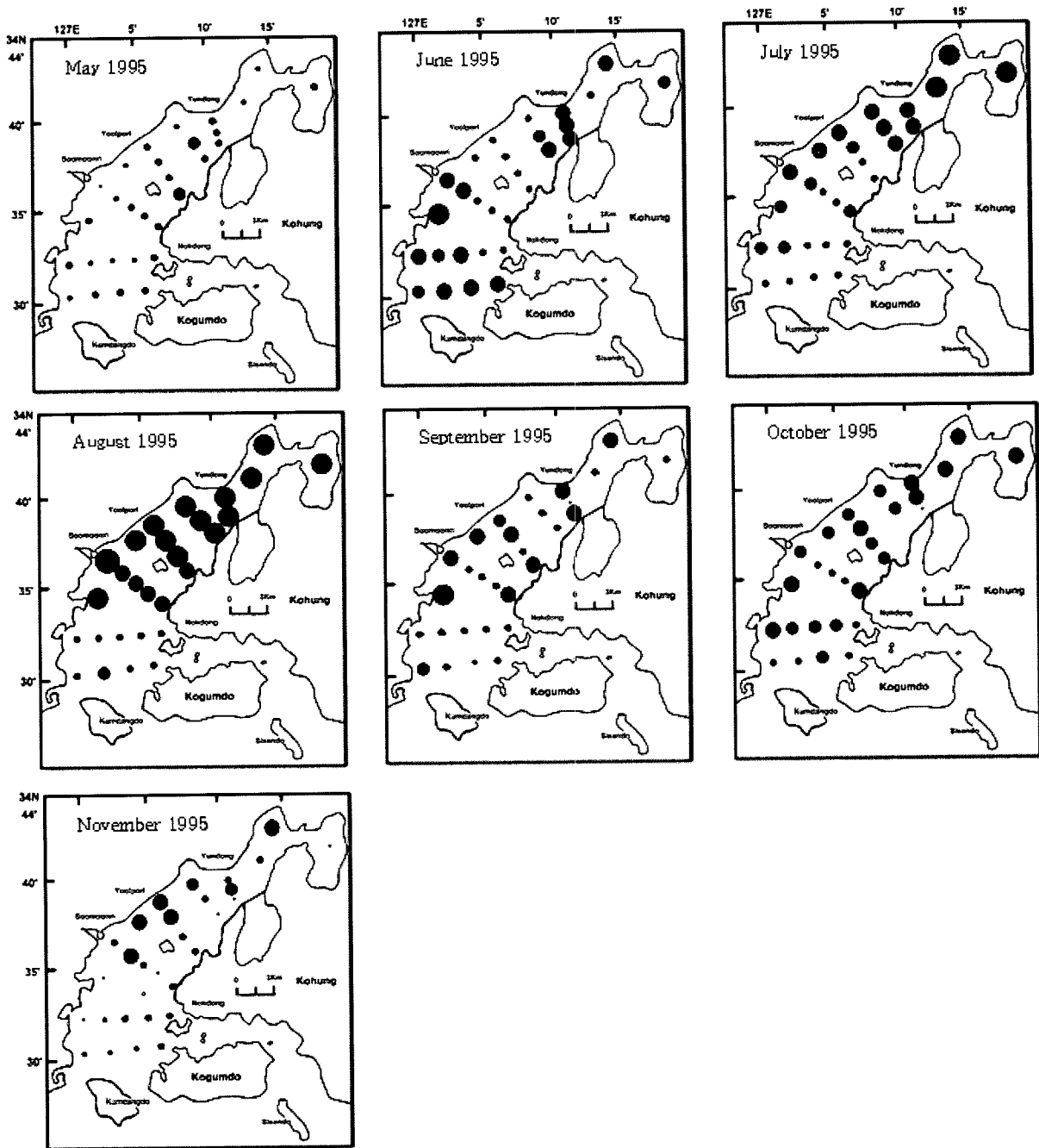


Fig. 4. Monthly distribution of density (inds./m<sup>3</sup>) of advanced umbone larvae in Deukryang Bay (•: <math>100</math>, ●: <math>500</math>, ●: <math>1,000</math>, ●: <math>10,000</math>, ●: <math>50,000</math>, ●: <math>50,000</math>).

들에서 비교적 적은 출현량을 보였다. 10월의 경우는 만 전체에 비교적 낮은 밀도로 골고루 분포하고 있었으며 정점 G1 (7,141개체/m<sup>3</sup>)에서 높은 출현량을 보였다. 11월 경우는 조사기간 중 만 전체에 D상 유생 출현량이 가장 적게 나타난 것으로 관찰되었다.

정점별 각정기 유생의 분포는 Fig. 3에서와 같다. 5월의 경우 유생이 만 전체에 비교적 낮은 밀도로 균일하게 분포하고 있었으며 정점 E1 (562 개체/m<sup>3</sup>)에서 가장 낮은 출현량을 보였

다. 6월에는 5월에 비해 출현량은 급격히 증가하였으며 정점 S1 (84,843 개체/m<sup>3</sup>)에서 가장 많은 출현량을 보였고 득량도 아래쪽의 정점 C2 (25,959 개체/m<sup>3</sup>)와 만의 가장 안쪽의 정점 G3 (20,796 개체/m<sup>3</sup>)에서 비교적 높은 출현량을 보였다. 그러나 정점 B4 (695 개체/m<sup>3</sup>)에서 가장 적게 출현하였다. 7월의 경우는 6월에 비해 약간 감소하였으나 만의 안쪽 정점 G2 (69,479 개체/m<sup>3</sup>), G1 (38,683 개체/m<sup>3</sup>)과 득량도 서쪽의 정점 N1 (34,286 개체/m<sup>3</sup>)에서 비교적 많이 출현하였다. 그러나 만의 동쪽 해역

의 정점 C5 (381개체/m<sup>3</sup>)와 A4 (636 개체/m<sup>3</sup>)에서는 적게 출현하였다. 가장 많은 각정기 유생이 출현한 8월은 만의 서쪽 해역의 정점 C1과 S1에서 1 m<sup>3</sup> 당 각각 108,471 개체, 100,266 개체였으며 만 입구에 비해 수심이 낮은 만 중앙의 서쪽 해역에서 출현량이 높게 나타났다.

9월의 경우는 전체적으로 낮은 밀도로 분포하였고 만 동쪽의 정점 C5 (2,543 개체/m<sup>3</sup>)에서 높게 출현하였다. 10월의 경우도 9월과 같이 출현량이 매우 적게 나타났으며 만 안쪽의 정점 G1 (5,700 개체/m<sup>3</sup>)에서 높은 출현량을 보였다. 각정기 유생이 가장 적게 출현한 11월의 경우는 만의 안쪽 정점 G1 (4,115 개체/m<sup>3</sup>)에서 다른 정점에 비해 높게 나타났다.

정점별 성숙 부유유생의 분포는 Fig. 4에서와 같다. 5월의 경우 만 전체적으로 매우 낮은 밀도로 출현하였다. 6월에는 만 전체에 비교적 균일하게 분포하였으며 만 서쪽 해역의 정점 S1 (12,547 개체/m<sup>3</sup>)에서 가장 많이 출현하였다. 7월의 경우는 만의 입구쪽의 해역 보다는 만 안쪽의 해역에서 비교적 높은 출현량을 보였으며 만의 가장 안쪽 해역의 정점인 G1 (10,948 개체/m<sup>3</sup>), G2 (26,658 개체/m<sup>3</sup>) 및 G3 (13,163 개체/m<sup>3</sup>)에서 많이 출현하였다. 성숙 부유유생이 가장 많이 출현한 8월도 7월과 유사하게 만 입구 해역보다는 만 안쪽 해역의 정점들에서 많은 출현량을 보였으며, 특량도 서쪽의 정점 C1 (50,691 개체/m<sup>3</sup>)에서 가장 많았다. 9월과 10월은 8월에 비해 급격히 감소하였으며 9월에는 정점 S1 (19,315 개체/m<sup>3</sup>), 10월에는 정점 G1 (6,525 개체/m<sup>3</sup>)에서 약간 높게 나타났으나 다른 정점들에서는 낮은 출현량을 보였다. 11월은 성숙 부유유생이 만 전체에 매우 낮은 밀도로 출현하였으나 만 안쪽의 서쪽 해역에서는 약간 높게 나타났다.

출현한 조개류 전체 유생의 정점별 분포(Fig. 5)는 5월의 경우 유생이 만 전체에 매우 낮은 밀도로 분포하였으며 만 안쪽의 정점들보다는 만 입구의 정점들에서 약간 높게 나타났다. 6월은 유생들이 만 전체에 비교적 높은 밀도로 분포하고 있으며, 만 입구 해역보다는 만 안쪽의 정점들에서 비교적 높은 출현량을 보였다. 그러나 가장 많은 유생 출현량을 보인 정점은 만 중앙부의 S1 (12,547 개체/m<sup>3</sup>)이었다. 7월의 경우는 만의 가장 안쪽의 정점들 특히 정점 G2 (133,932 개체/m<sup>3</sup>)에서 가장 많이 출현하였다. 또한 수심이 낮은 특량만 서부의 울포리와 수문리 해역이 수심이 깊은 동부 해역에 비해 유생 출현량이 높게 나타났다.

8월은 유생이 가장 많이 출현한 시기로 정점 C-line을 기준으로 위쪽의 정점들에서 매우 높게 분포하였으며 만 가장 안쪽의 정점 G1 (745,240 개체/m<sup>3</sup>)과 G2 (677,385 개체/m<sup>3</sup>)에서 가장 많이 출현하였다. 그러나 특량도 입구의 정점 A-line과 B-line에서의 유생출현량은 매우 적었다. 9월은 유생 출현량이 8월에 비해 급격히 감소하였으며 만의 안쪽 정점들에서 비교적 많이 출현하였으며 특량도 서쪽의 정점 S1 (24,193 개체/m<sup>3</sup>)에서 가장 많이 출현하였다. 10월은 9월과 유사한 경향이었으나 9월에 비해 유생 출현량이 더 적었고, 정점 G1 (19,366 개체/m<sup>3</sup>)에서

가장 많이 출현하였다. 11월은 만 전체적으로 매우 낮은 밀도로 유생이 출현하였으며 정점 G1 (7,698 개체/m<sup>3</sup>)에서 가장 많이 출현하였다.

### 조개류 종별 유생의 출현량

특량만에서 채집된 조개류 유생을 동정한 결과 종의 구분 가능한 유생은 피조개(*Scapharca broughtonii*), 새고막(*Scapharca subcrenata*), 새조개(*Fulvia mutica*), 바지락(*Ruditapes philippinarum*), 가무락(*Cyclina sinensis*), 참굴(*Crassostrea gigas*), 벚굴(*Ostrea denselamellosa*), 진주담치(*Mytilus edulis*) 및 종뿔(*Musculus senhousia*)으로 모두 9종이었다. 동정된 9종 유생의 1m<sup>3</sup> 당 총 출현량은 41,948 개체/m<sup>3</sup>로 각정기와 성숙 부유유생의 평균 총 출현 유생 밀도(57,557 개체/m<sup>3</sup>)의 72.8%에 해당되었다(Table 2).

동정된 부유유생의 월별 1 m<sup>3</sup> 당 출현량을 살펴보면 5월에는 진주담치와 참굴 유생이 각각 340 개체/m<sup>3</sup>, 184 개체/m<sup>3</sup>로 많았다. 6월의 경우는 참굴과 새고막 유생이 각각 682 개체/m<sup>3</sup>, 512 개체/m<sup>3</sup>로 가장 많았다. 모든 조개류의 유생 출현량이 급격히 증가하기 시작하는 7월의 경우는 새고막 유생(2,030 개체/m<sup>3</sup>)이 전체의 약 34%를 차지하였으며 참굴 유생도 1,007 개체/m<sup>3</sup>로 높은 출현량을 보였다. 가장 많은 유생이 출현한 8월의 경우 새고막 유생(9,157 개체/m<sup>3</sup>)은 전체의 47%를 차지했다.

9월에는 진주담치와 종뿔 유생을 제외한 모든 종에서 8월에 비해 출현량이 현저히 감소하는 경향을 보였다. 9월에 많은 유생 출현량을 보인 종은 새고막(1,648 개체/m<sup>3</sup>)과 피조개(1,649 개체/m<sup>3</sup>)였으나 8월에 비해 매우 낮은 밀도였으며 새고막은 피조개에 비해 유생의 감소 폭이 상대적으로 컸다. 그러나 진주담치와 종뿔 유생은 각각 1,507 개체/m<sup>3</sup>와 1,592 개체/m<sup>3</sup>로 조사 기간 중 가장 많은 출현량을 보였다. 10월과 11월의 경우 동정된 유생은 9월에 비해 더욱 감소하였으나 진주담치와 종뿔 유생은 비교적 많은 출현량을 보였다. 10월과 11월 이 둘 중은 각각 전체 유생의 50.6%와 65.8%를 차지하였다. 조사기간 중 높은 유생 출현량을 보인 종은 새고막(33.5%), 피조개(16.2%), 참굴(12.5%)로 이들 3종류가 전체의 62%를 차지했다.

동정된 조개류 유생의 정점에 따른 공간적인 분포는 Fig. 6과 같다. 출현량이 가장 많았던 새고막 유생의 경우 만 안쪽 해역의 E-line 이상의 수심이 낮은 정점들에서 매우 높은 유생 출현량을 보였다. 특히 만의 가장 안쪽 정점인 G2 (48,176 개체/m<sup>3</sup>)와 특량도의 서쪽 해역에 위치한 정점 N1 (42,998 개체/m<sup>3</sup>)에서 높게 나타났다. 그러나 만 입구에서는 낮은 유생 출현량을 보였다.

피조개 유생의 경우도 정점별 분포 경향은 새고막과 유사하였다. 그러나 가장 많은 출현량을 보인 정점은 만 안쪽 해역의 정점 G1 (29,938 개체/m<sup>3</sup>)과 F3 (24,238 개체/m<sup>3</sup>)였으며 수심이 깊은 만의 동쪽 해역의 정점에서도 출현량이 높게 나타났다. 새조개 유생은 새고막이나 피조개 유생과는 달리 특량도 서쪽 정점 N1 (12,288 개체/m<sup>3</sup>)에서 높은 출현량을 보였으며 만 안

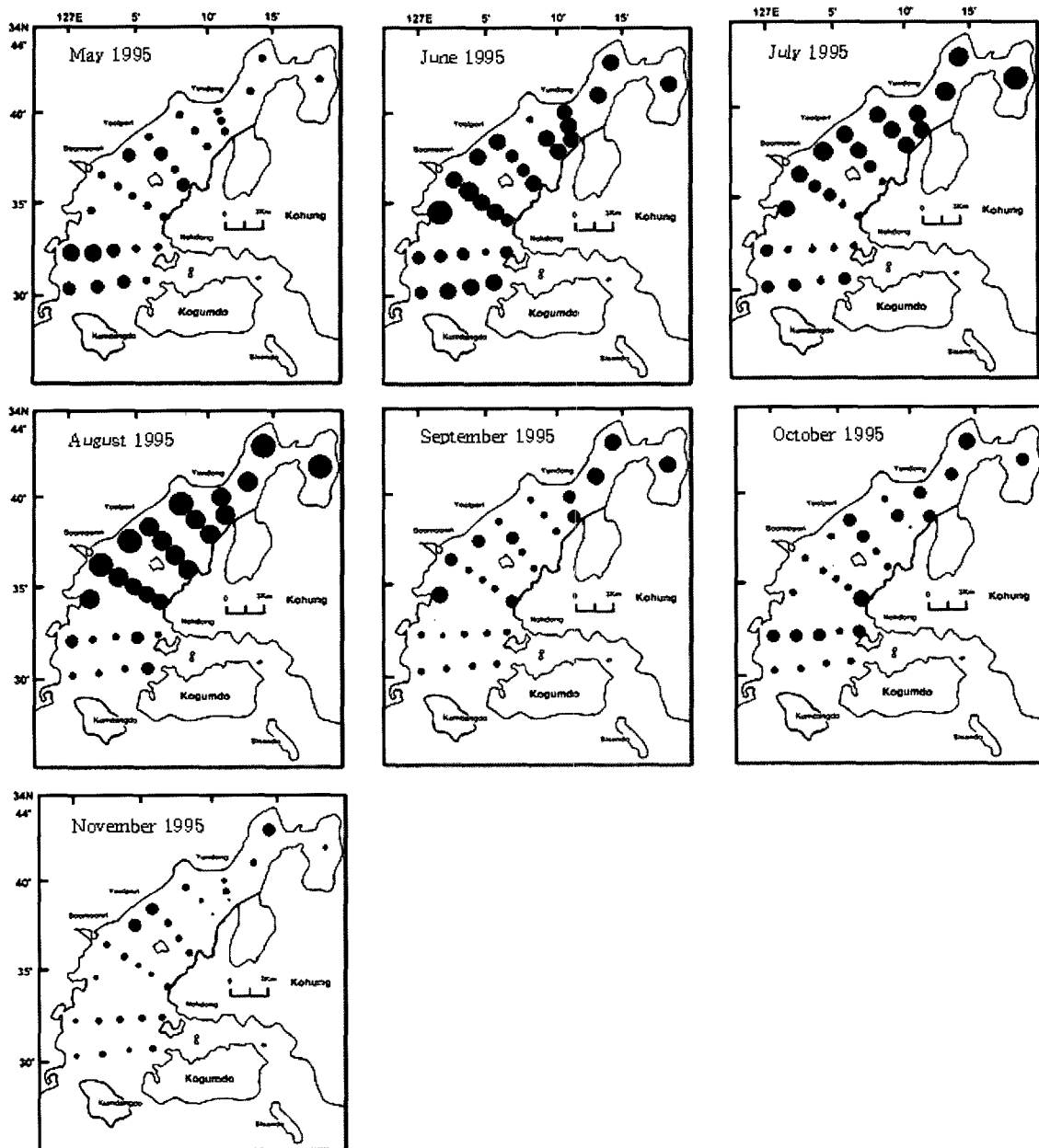


Fig. 5. Monthly distribution of density (inds./m<sup>3</sup>) of total larvae in Deukryang Bay (\*: <1,000, ●: <5,000, ●: <10,000, ●: <100,000, ●: <500,000, ●: 500,000<).

Table 2. Monthly mean number (inds./m<sup>3</sup>) of the dominant bivalve larvae in Deukryang Bay from May to November in 1995

Month	Species									Total
	Ss	Sb	Fm	Cg	Od	Rp	Cs	Me	Ms	
May	110	6	55	184	150	100	17	340	32	994
Jun.	512	50	35	682	366	143	29	348	167	2,332
Jul.	2,030	578	800	1,007	370	431	246	320	199	5,981
Aug.	9,157	3,425	1,239	2,791	542	956	333	373	719	19,535
Sep.	1,648	1,649	126	382	82	208	97	1,507	1,592	7,291
Oct.	238	961	164	67	84	110	59	848	879	3,410
Nov.	335	123	118	111	57	59	19	553	1,030	2,405
Total	14,030	6,792	2,537	5,224	1,651	2,007	800	4,289	4,618	41,948

Ss: *Scapharca subcrenata*, Sb: *Scapharca broughtonii*, Fm: *Fulvia mutica*, Cg: *Crassostrea gigas*, Od: *Ostrea denselamellosa*, Rp: *Ruditapes philippinarum*, Cs: *Cyclina sienesis*, Me: *Mytilus edulis*, Ms: *Musculus senhausia*.

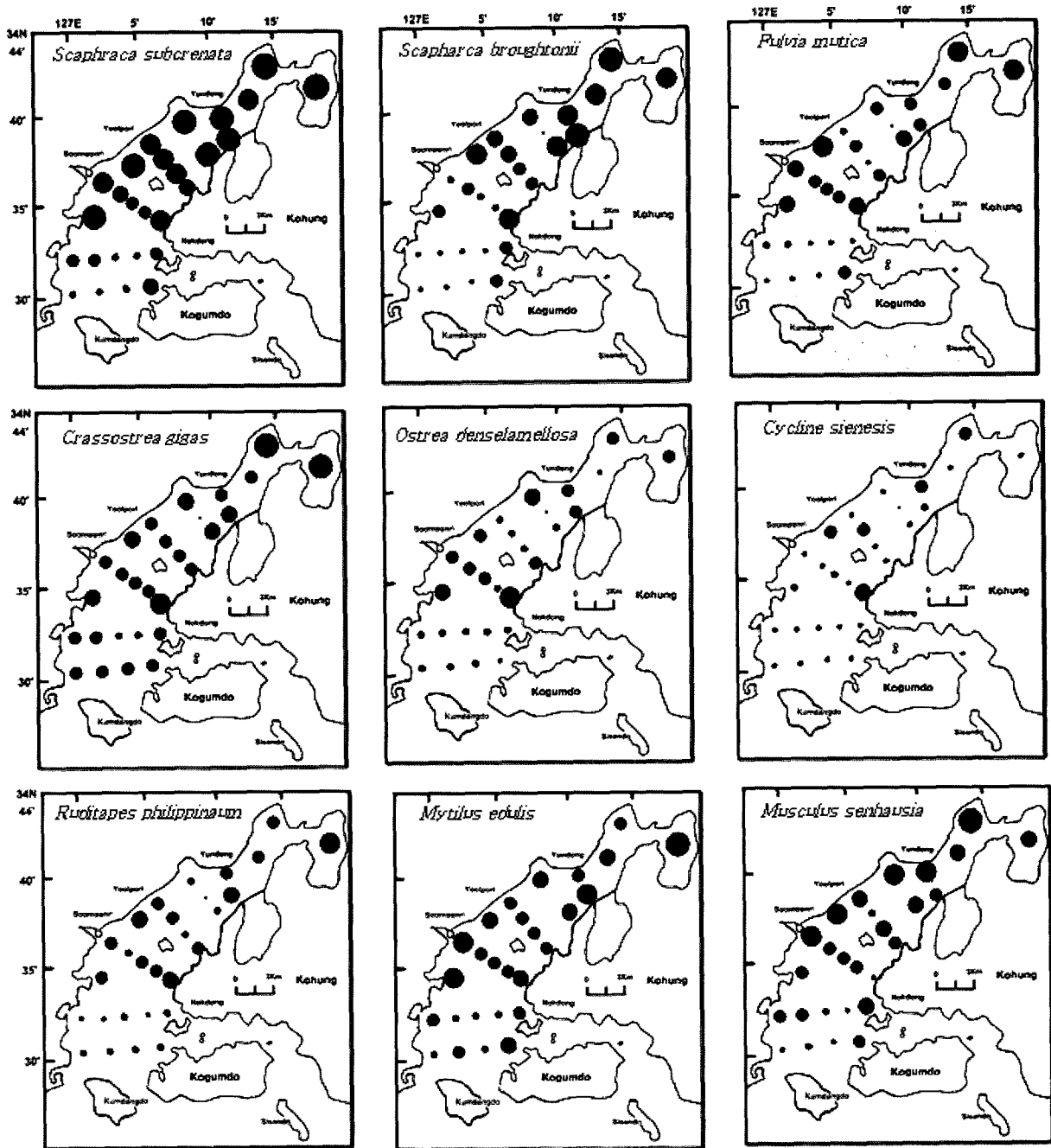


Fig. 6. Mean distribution of larval density (inds./m<sup>3</sup>) of nine bivalve species in Deukryang Bay from May to November 1995 (\*: <500, ●: <1,000, ●: <5,000, ●: <10,000, ●: <20,000, ●: <50,000, ●: 50,000<).

쪽의 정점 G1 (9,147 개체/m<sup>3</sup>)와 G2 (7,793 개체/m<sup>3</sup>)에서도 비교적 높은 유생 출현량을 보였다. 그러나 만 입구 해역의 정점에서는 적은 출현량을 보였다.

참굴 유생은 만의 가장 안쪽 해역의 정점 G2 (29,361 개체/m<sup>3</sup>)와 G1 (23,466 개체/m<sup>3</sup>)에서 많이 출현하였으며 만 입구의 정점 B4와 B3에서는 1,000 개체/m<sup>3</sup> 이하의 낮은 출현량을 보였다. 벗굴 유생은 다른 출현종에 비해 전체적으로 매우 낮은 출현량을 보였다. 또한 다른 종들과 달리 득량도 동쪽 해역의 정점 C5

(9,554 개체/m<sup>3</sup>)와 득량도 아래의 정점 S1 (6,420 개체/m<sup>3</sup>)에서도 비교적 높은 출현량을 보였다. 또한 벗굴 유생은 다른 종들의 유생과 달리 만 안쪽 해역 보다는 만 중앙 해역에서 더 높은 출현량을 보였다.

가무락 유생은 다른 종에 비해 가장 적은 출현량을 보였으며 득량도 동쪽 해역의 C5 (7,066 개체/m<sup>3</sup>)에서 가장 높은 출현량을 보였으나 만 전체에서 낮은 출현량을 보였다. 바지락 유생도 수심이 낮고 담수 유입원이 있는 내만이 만 입구보다 출현



량이 많았고 정점 G2 (9,889 개체/m<sup>3</sup>)에서 가장 많이 출현하였다. 진주담치 유생은 만 가장 안쪽 해역의 정점 G2 (15,002 개체/m<sup>3</sup>)와 득량도 아래의 정점 C1 (12,373 개체/m<sup>3</sup>)에서 많이 출현하였으나 만 전체에 많은 유생이 균일하게 분포하였다. 종뿔 유생도 정점 C1 (14,421 개체/m<sup>3</sup>)과 G1 (12,963 개체/m<sup>3</sup>)에서 많은 출현량을 보였다.

## 고 찰

### 득량만 조개류의 산란 특성

조개류의 성 성숙은 연중 성숙군, 겨울 성숙군, 여름 성숙군으로 나누어 지는데(Booolootian et al., 1962), 우리나라에 서식하는 조개류는 참가리비와 담치류를 제외하고는 대부분 5월에서 10월 초순에 성 성숙이 이루어지며 주로 6월에서 9월 초순까지 방란 방정이 일어나는 것으로 알려져 있다(Yoo et al., 1970). 본 연구에서 연중 많은 유생 출현량을 보인 시기는 6~9월이었으며, 특히 8월에는 가장 많이 출현하는 것으로 보아, 득량만 조개류의 주 방란 방정 시기는 7월 하순에서 8월 하순까지로 판단된다. 이것은 득량만의 조개류 산란기가 7월 중순에서 8월 하순으로 보고한 Kim and Park (1996)의 결과와 일치한다.

유생 출현량이 가장 많았던 8월은 득량만 수온이 평균 25°C 이상으로 이런 고수온이 고막류의 성숙과 산란에 큰 영향을 주었기 때문이다. 또 D상 유생과 각정기 유생 출현이 9월~11월에 급격히 감소를 보이는 것도 수온의 하강에 따라 진주담치와 종뿔을 제외한 모든 조개류의 산란이 종료되고 있기 때문으로 해석된다.

득량만에서 유용 조개류 유생의 월별 출현량은 종에 따라 차이를 보였다. 참굴과 벗굴은 5월과 6월에 비교적 높은 유생 출현량을 보여 다른 종에 비해 산란이 조금 빠르다는 것을 알 수 있다. 또 9~10월에 진주담치 유생 출현량이 가장 많았던 결과는 영산강 기수 해역에서 진주담치가 9~10월에 주로 방란 방정을 한다는 Park and Lim (1995)의 결과와 일치하였다. 그러나 일반적으로 진주담치의 주 산란 시기가 초봄이라는 점에서 보면 특이한 현상이었다.

새조개 유생은 6월에서 8월까지 많은 출현량을 보이다가 9월 이후에는 급격히 감소되었다. 이것은 남해안에서의 새조개 산란기가 6~7월과 9월의 2회라는 연구결과(Chang and Lee, 1982)와 차이를 보이고 있다. 또한 피조개 유생의 분포는 8~9월로 새조개 7~8월에 비해 다소 늦은 경향을 보여, 피조개의 주 산란기가 새조개에 비해 늦은 것을 알 수 있다. 이는 두 종의 특이성 때문으로 해석할 수 있으나, 피조개는 주로 10 m 이상의 깊은 수심에 많이 서식하기 때문에 조간대에 서식하는 새조개에 비해 수온 자극을 늦게 받기 때문으로도 생각된다. 가무락과 바지락의 경우는 7월부터 출현량이 증가하기 시작하여 8월에 최고 출현량을 보이지만 10월까지도 비교적 높은 출현량을 보여서 다른 종들에 비해 유생 출현 기간이 비교적 긴 것으로 추정

된다. 이것은 가무락과 바지락의 산란 기간이 매우 길기 때문으로 생각된다(Choi and Song, 1973; Won, 1994).

종뿔의 경우는 비록 유용 조개류 유생은 아니지만 이 종이 그 해역의 유기물 오염 지표로서 많이 사용되기 때문에 본 결과에 참가하였다. Tsutsumi and Sekiguchi (1996)가 종뿔 유생이 대량 출현하는 시기는 5월, 9월 및 12월이라고 보고하였는데 본 연구조사에서는 5월에서 7월까지의 거의 출현하지 않았고 8월부터 11월까지 비교적 높은 출현량을 보였다. 따라서 종뿔의 경우는 지역에 따라 유생 출현 시기가 큰 차이를 보이는 것으로 판단된다.

조개류 유생이 수정란에서 부착기 유생까지 성장하는데 걸리는 시간은 주로 2주~6주 정도임을 감안할 때(Yoo, 2000) 본 연구 결과에서 가장 많은 출현량을 보인 시기보다 약 1개월전 이 주 산란기일 것으로 추정된다. 따라서 진주담치와 종뿔을 제외한 대부분의 조개류는 7월이 주 산란기일 것으로 추정된다. 그러나 조개류의 산란은 산란 기간 동안 여러 차례에 걸쳐 이루어지므로 좀 더 짧은 주기로 유생을 채집하여 이들의 정확한 산란 시기를 판단하여야 할 것이다.

### 득량만 조개류 자원량과 유생의 출현량

본 연구에서 동정된 조개류 유생은 모두 9종으로 새고막과 피조개 유생이 가장 우점종이었다. 득량만 유용 조개류 자원량 조사 결과(Kim and Hur, 1998)를 참고할 때, 새고막, 피조개, 새조개, 벗굴의 유생은 득량만 조개류 자원량 조사시 채집된 우점종들의 결과와 일치하였다. 또 참굴, 바지락, 가무락은 조간대 상부에 서식하기 때문에 자원량 조사에서는 채집되지 않았지만 득량만의 조간대 해역에 많이 서식하는 종들로 알려져 있다.

득량만에서 새고막 유생이 가장 많이 출현한 것은 득량만에서 새고막 자원량이 많았기 때문으로 판단되며, 피조개의 자원량이 매우 적었음에도 불구하고 본 연구에서 유생 출현량이 많았던 것은 피조개의 산란량이 새고막이나 다른 조개류에 비해 상대적으로 많기 때문으로 생각된다. 이와 반대로 득량만 조개류 중 자원량이 많았던 키조개는, 본 연구에서 유생 출현량이 극히 적어 이 종에 대한 유생 분포의 특성은 파악되지 못하였다. Kim and Park (1996)은 키조개 유생이 다른 유생에 비하여 가볍고 물위에 뜨는 경향이 있어 채집하기 어렵다 하였다. 또 득량만에서 고막류 유생이 가장 많이 출현하였고 키조개 유생은 매우 적었다고 보고하여 본 실험의 결과를 뒷받침하였다.

조개류의 자원량 밀도는 어장에 가입되는 유생의 밀도에 의해 좌우된다(Miyawaki and Sekiguchi, 1999; Ishii et al., 2001). 따라서 득량만 조개류의 합리적인 자원관리를 위해서는 유생 분포에 관한 구체적인 연구가 수행되어야 할 것이다.

### 득량만 조개류 유생의 분포 특성

득량만의 수온은 수심이 얇은 서쪽 해역과 만의 안쪽 해역에서 높고, 수심이 깊은 만의 입구와 동쪽 해역에서 낮게 나타났

으며, 평균 염분은 32.8~33.7의 범위로 Kim et al. (1995)과 Kim and Hur (1998)의 결과와 유사하였다. 특량만에서 조개류 부유 유생의 분포와 출현량은 월별 및 정점별로 큰 차이를 보였다. 이런 차이는 수온과 염분 등의 환경 요인에 따라 조개류의 산란 시기와 유생의 분포가 좌우되기 때문으로 해석할 수 있다.

한편 조개류 부유유생의 시·공간적 분포는 바람이나 조류의 영향을 받는다(Quayle, 1964; Sekiguchi, 1997; Kasuya et al., 2004). 특량만의 경우 수심이 깊은 북향류가 만 입구 동쪽 수로를 따라 만 안쪽까지 흐르며 다시 시계 반대 방향으로 수심이 낮은 만 입구 서쪽 해역을 통해 남향류가 만 밖으로 빠져나가는 현상을 보여준다(Lee et al., 1995). 따라서 특량만 조개류 유생의 분포도 이러한 해류의 특성에 영향을 받는 것으로 판단된다.

6월 만 전체에서 많은 량의 균일한 유생 분포는 대표적으로 굴류와 같은 춘계 산란군의 유생 유입과 기타 조기 산란한 유생의 가입으로 유생 출현이 만 전체에 분산된 것으로 생각된다. 특히 정점 S1에서 유생의 출현량이 높았던 원인은 수심이 낮은 지형적인 특징과 느린 유속 때문으로 생각된다. Kong and Lee (1994)는 이 지역에서 부유물이 대량으로 침착된다고 보고한바 있어 본 연구의 결과를 뒷받침하고 있다. 7월의 유생 출현량은 6월에 비해 급격히 감소하였으며 만의 안쪽 정점들에서 비교적 높게 나타났으나 이런 현상의 원인을 구체적으로 분석하지 못하였다.

8월에 D상 출현량이 가장 많았던 것은 고막류와 같은 하계 산란 종이 대거 산란했기 때문으로 생각된다. 전 조사기간 중 8월에 만 안쪽의 모든 정점에서 조개류 유생이 가장 많이 출현한 것은 이 곳의 수심이 낮아 빠른 수온의 상승으로 조개류 모패의 성숙과 산란에 직접적인 자극을 주었기 때문으로 판단된다.

본 연구 결과 특량만에서의 유용 조개류 유생의 시·공간적 분포는 종에 따라 약간씩 차이를 보인다. 새고막과 피조개는 주로 정점 C-line 이상의 정점들에서 많이 출현하고 있으며 참굴, 진주담치, 종뿔 유생은 만 전체에 골고루 분산되는 경향을 보이고 있다. 그러나 벚굴, 가무락, 바지락 유생들은 특량도 주변에서 많이 분포하는 것으로 나타났다. 전체적으로 보면 만 입구의 정점 A-line과 B-line에서는 그 출현량이 매우 적었고 특량도 서쪽 해역과 만 안쪽 해역의 정점 G-line에서 매우 높은 출현량을 보이고 있다. 이것은 유생의 분포가 조류, 수온, 염분, 영양염류와 같은 환경요인과 밀접한 관련이 있음을 뜻한다(Quayle and Bourne, 1972; Williams, 1978; Ishii et al., 2001). 실제로 만 입구의 유생의 출현이 적었던 정점들에서는 조류가 50 cm/sec 이상으로 매우 빠르고(Lee et al., 1995), 만 안쪽 해역에 비해 수심이 깊고, 외해수의 유입으로 인하여 수온(Kim et al., 1995), 영양염류(Yang et al., 1995) 및 클로로필 함량(RCOID, 1995)이 낮을 뿐 아니라 환경이 매우 불안정하다고 보고된 바 있다.

그러나 수심이 5 m 이하인 만의 안쪽 해역과 서쪽 해역에서는 산란기인 여름철의 수온이 25 °C 정도이며, 염분도 주변의

담수 유입으로 30 정도로 유생의 서식과 성장에 적합한 환경을 유지하고 있다. 특히 조류가 10 cm/sec 이하로 매우 느려서 유생들이 분산되지 않고 집중적으로 모여 있는 것으로 판단된다. 또한 특량도 서쪽 주변에는 관성으로 인한 와류가 발생하여(Jung et al., 1994) 유생 출현이 많은 것으로 판단된다.

Yang et al. (1995)은 특량만이 비교적 빈영양상태라고 보고 하였으나 본 연구 결과 유기물 오염의 지표생물인 종뿔 유생의 높은 출현량으로 보아 특량만은 점차 오염되고 있음을 알 수 있었다. 이것은 특량만 주변에 특별한 오염원이 없는 상태에서 만 자체의 조개류 양식의 연작과 밀식으로 인한 자가오염 때문으로 추측된다. 따라서 특량만 저질의 정확한 환경 평가와 조개류 양식의 적정 규모를 파악하여 안정적인 환경 관리를 해야 할 것으로 판단된다.

## 요 약

특량만의 조개류 유생의 분포를 연구하기 위하여 1995년 5월부터 11월까지 만 전체에 29개의 정점에서 유생을 채집 조사하였다. 조개류 유생의 출현량(개체/m<sup>3</sup>)은 5월(3,736 개체/m<sup>3</sup>)부터 증가하여 8월(174,616 개체/m<sup>3</sup>)에 최고에 이른 후 11월(2,171 개체/m<sup>3</sup>)까지 계속 감소하였다. 5월부터 11월까지 출현한 1 m<sup>3</sup> 당 평균 총 유생 가운데 D상은 76%, 각정기 유생은 18%, 성숙 각정기 유생은 6%를 차지하였다.

5월부터 11월까지 특량만에서 동정된 9종의 조개류 유생 중 새고막은 14,030 개체/m<sup>3</sup>로 전체 동정된 유생의 33.5%를 차지하였으며, 피조개(16.2%), 참굴(12.5%), 종뿔(11.0%), 진주담치(10.2%)의 순이었다. 특량만 조개류의 유생 분포의 결과로 추정해 볼 때 진주담치와 종뿔을 제외한 대부분 조개류의 주 산란시기는 7월 일 것으로 판단된다.

특량만 조개류 유생의 공간적인 분포는 종에 따라 차이를 보이나, 전체적으로 보면 만 입구에서는 출현량이 적고, 수심이 얇고 수온이 높은 만 안쪽과 서쪽 해역에서는 출현량이 많았다.

## 감사의 글

본 연구는 한국과학재단지정 우수공학연구센터인 해양산업 개발연구소의 연구비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

- Booolootian, R. A., A. Farmanharmaian and A. C. Giess, 1962. On the reproductive cycle and breeding habits of two western species of *Haliotis*. Biol. Bull., 122, 183-192.
- Choe, K. J., 1974. The resources of the ark-shell, *Anadara broughtonii* in Deukryang Bay. J. Kor. Fish. Soc., 7, 204-208.
- Chang, Y. J. and T. Y. Lee, 1982. Gametogenesis and reproductive cycle of the cockle, *Fulvia mutica* (Reeve). J. Kor. Fish. Soc.,

- 15, 241–253.
- Choi, S. S. and Y. K. Song, 1973. Studies on the artificial fertilization and development of *Cyclina sinensis*. J. Kor. Fish. Soc., 6, 76–80.
- Han, D. H., S. Y. Hong and C. W. Ma, 1995. Distribution of zooplankton in Deukryng Bay. J. Kor. Fish. Soc., 28, 517–532.
- Hur, Y. B., J. H. Bae and S. B. Hur, 2005. Comparison on development and larval growth of four venerid clams. J. World Aquacult. Soc., 36, 179–187.
- Ishii, R., H. Sekiguchi, Y. Nakahara and Y., Jinnai, 2001. Larval recruitment of the manila clam *Ruditapes philippinarum* in Ariake southern Japan. Fish. Sci., 67, 579–591.
- Jung, E. J., C. H. Hong, B. G. Lee and K. D. Cho, 1994. A numerical study on the circulation in Deukryng Bay. J. Kor. Fish. Soc., 27, 397–403.
- Kasuya, T., M. Hamaguchi and K. Furukawa, 2004. Detailed observation of spatial abundance of clam larva *Ruditapes philippinarum* in Tokyo Bay, central Japan. J. Oceanogr., 60, 631–636.
- Kim, C. W. and S. B. Hur, 1998. Distribution of the bivalve resources in Deukryng Bay. J. Aquaculture, 11, 249–260.
- Kim, D. H. and C. K. Park, 1998. Estimation of nutrients released from sediments of Deukryng Bay. J. Kor. Environm. Sci. Soc., 7, 425–431.
- Kim, D. S. and K. Y. Park, 1996. Occurrence and distribution of the bivalve larvae in Deukryng Bay, southern part of Korea. Bull. Inst. Littoral Environm. Mokpo National University, 13, 105–126.
- Kim, S. W., K. D. Cho, H. K. Rho, J. C. Lee, S. H. Kim and S. I. Shin, 1995. Temperature and salinity distribution in Deukryng Bay in summer of 1992–93. J. Kor. Fish. Soc., 28, 7–14.
- Kong, Y. S. and B. G. Lee, 1994. Surface sediment and suspended material in Deukryng Bay. J. Oceanol. Soc. Kor., 29, 269–277.
- Lee, J. C., H. K. Rho, K. D. Cho, S. I. Shin, S. W. Kim and S. J. Kim, 1995. Tidal current in the western part of Deukryng Bay in summer 1992. J. Kor. Fish. Soc., 28, 1–6.
- Ma, C. W., S. Y. Hong and H. S. Lim, 1995. Macrobenthic fauna of Deukryng Bay. J. Kor. Fish. Soc., 28, 503–516.
- Miyawaki, D. and H. Sekiguchi, 1999. Interannual variation of bivalve populations on temperate tidal flats. Fish. Sci., 65, 817–829.
- Park, K. Y. and H. S. Lim, 1995. On the growth of the mussel, *Mytilus edulis* (Bivalve: Mytilidae) on the hard substrate in the Youngsan River estuary in Mokpo, Korea. Bull. of Inst. Littoral Environm. Mokpo National University, 12, 131–143.
- Quayle, D. B., 1964. Distribution of introduced marine mollusca in British Columbia water. J. Fish. Res. Canada, 21, 1155–1181.
- Quayle, D. B. and N. Bourne, 1972. The clam fisheries in British Columbia. Fish. Res. Bd. Canada, No. 179, 70 pp.
- RCOID, 1995. Oceanographic data Deukryng Bay, 1991–1993. Research Center for Ocean Industrial Development. Pukyong National University, Pusan, 278 pp.
- Sekiguchi, H., 1997. A new look of plankton and benthos communities viewed through the supply-side ecology. Bull. Fac. Bioresour. Mie Univer., 17, 78–80.
- Shin, H. C. and Y. H. Kim, 2002. Spatial distribution of benthic polychaetous communities in Deukryng Bay, southern coast of Korea. J. of Kor. Soc. Oceanogr., 7, 20–31.
- Tsutsumi, Y. and H. Sekiguchi, 1996. Spatial distribution larval, newly-settled, and benthic stages of bivalves in subtidal area adjacent to tidal flats. Benthos Res., 50, 29–37.
- Williams, J. G., 1978. The influence of adults on the settlement of spat of the clam, *Tapes japonica*. J. Mar. Res., 38, 729–741.
- Won, M. S., 1994. Seed production and environmental influence on productivity of the shortnecked clam, *Ruditapes philippinarum*. Ph.D. thesis of Pusan National Fisheries University, 220 pp.
- Yang, H. S., S. S. Kim and G. B. Kim, 1995. Spatio-temporal distribution of nutrients in the surface water of Deukryng Bay. J. Kor. Fish. Soc., 28, 475–488.
- Yoo, K. S., K. J. Kim and C. K. Lee, 1970. Biological studies on the propagation of important bivalves. 4. Growth of the mussel, *Mytilus edulis* Linne. Bull. Kor. Fish. Soc., 3, 103–109.
- Yoon, Y. H. and D. G. Kim, 2003. On the spatio-temporal distribution of phytoplankton community in the southwestern parts of Deukryng Bay, South Korea. Kor. J. Environm. Biol., 21, 8–17.
- Yoshida, H., 1964. Seedling of shellfish. Hokuryu-Kan Co., Ltd. Tokyo, 221 pp.
- Yoo, S. K., 2000. Mariculture, Guduck Publishing, Busan, 639 pp.

원고접수 : 2006년 9월 1일

수정본 수리 : 2006년 11월 7일