

博 士 學 位 論 文

동죽(*Macra veneriformis* Reeve)의  
資源生態學的 研究

濟州大學校 大學院

水產生物學科



제주대학교 중앙도서관  
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

柳 東 基

1994年 12月 日

동죽(*Maetra veneriformis* Reeve)의  
資源生態學的 研究

指導教授 鄭 相 喆

柳 東 基

이 論文을 理學 博士學位 論文으로 提出함.

1994 年 12 月 日

柳東基의 理學 博士學位 論文을 認准함.

審査委員長

李 定 宰

委  
員

金 容 浩

委  
員

盧 暹

委  
員

李 祺 兪

委  
員

鄭 相 喆

濟州大學校 大學院

1994年 12月

---

Ecological studies on the population of  
surf clam, *Mactra veneriformis*  
REEVE

Dong-Ki RYOU  
(Supervised by Professor Sang-Chul CHUNG)

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL  
FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF  
DOCTOR OF SCIENCE

DEPARTMENT OF MARINE BIOLOGY  
GRADUATE SCHOOL  
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

1994. 12.

# 목 차

ABSTRACT .....	i
I. 서론 .....	1
II. 재료 및 방법 .....	3
1. 환경 및 저서생물 .....	3
1.1. 조사지역 개황 .....	3
1.2. 수온 및 간석지 온도 .....	3
1.3. 저질 성상 .....	3
1.4. 대형저서동물군집과 환경과의 관계 .....	5
2. 섭식생태 .....	5
2.1. 소화관 내용물 .....	5
2.2. 환경수의 식물플랑크톤 .....	6
3. 개체군 생산력 .....	6
3.1. 산란기 .....	6
3.2. 부유유생 .....	7
3.3. 유생의 침강과 치패의 생산력 .....	7
3.4. 성패의 생산력 .....	8
III. 결 과 .....	12
1. 환경 및 저서동물 .....	12
1.1. 수온 및 간석지 온도 .....	12
1.2. 저질성상 .....	12
1.3. 대형저서동물군집과 환경과의 관계 .....	19

1.3.1. 출현종수 및 개체수 .....	19
1.3.2. 생체량 .....	24
1.3.3. 대형저서동물군집과 환경과의 관계 .....	24
2. 섭식생태 .....	27
2.1. 소화관 내용물 .....	27
2.2. 환경수의 식물플랑크톤 .....	37
2.3. 소화관 내용물과 환경수의 식물플랑크톤과의 관계 .....	37
3. 개체군 생산력 .....	42
3.1. 산란기 .....	42
3.2. 부유유생 .....	45
3.3. 유생의 침강과 치패의 생산력 .....	51
3.3.1. 침강과 저질성상 및 성패와의 관계 .....	51
3.3.2. 치패의 성장과 사망 .....	54
3.3.3. 치패의 생산력 .....	58
3.4. 성패의 생산력 .....	64
3.4.1. 연급군의 분리 .....	64
3.4.2. 사망 .....	67
3.4.3. 성장 .....	68
3.4.4. 생체량 .....	72
3.4.5. 개체군 생산력 .....	75
3.4.6. 회전율·회전시간 .....	77
IV. 고 찰 .....	78
V. 요 약 .....	86

---

VI. 참고문헌 .....	88
사 사 .....	96
APPENDIX .....	97

## Abstract

To understand population ecology of surf clam, *Mactra veneriformis* Reeve, with regard to its habitat, food organisms, and productivity, the study has been conducted at Kunsan tidal flat located in the west coast of Korea from May 1990 to September 1994. The results obtained from this study are as followed ;

Based on the five-year data, monthly mean water temperature ranged from 2.67 to 26.29°C and mean temperature of bottom soil from 2.8 to 31.5°C. Some other estimated environmental factors from substratum samples were: 1~8% in total organic content; 7~9 in pH; 0.00~0.14 mg·g dry mud<sup>-1</sup> in total sulfide content; 0~500 µg·g dry mud<sup>-1</sup> in total nitrogen content.

Total 29 species of macrofauna were identified and they included 14 Gastropoda, 10 Bivalvia, 3 Crustacea, 1 Brachiopoda, and 1 Polychaeta species. Among them, *M. veneriformis* was dominated by occupying 58% of total number of individuals as well as 75% of total macrofaunal biomass.

In the digestive track of *M. veneriformis*, total 60 genera (120 species) were found and consisted of both 52 phytoplankton genera (31 Diatoms, 7 Dinophyceae, 6 Chrysophyceae, 5 Cyanophyceae, and 3 Chlorophyceae) and 8 zooplankton genera (4 Radiolaria, 2 Ciliata, and 2 Crustaceae). These planktons were roughly divided into two types, round and bar, and the former was less than 200µm in

diameter and the latter less than  $20\mu\text{m}$  in diameter and  $500\mu\text{m}$  in length.

*M. veneriformis* appeared to become sexually matured when they reached at about 26mm in shell length. Spawning took place between June to August and the size of spawned eggs was about  $65.35\mu\text{m}$  in diameter.

Based on monthly variation of the marginal growth rate (MI') of shells, ring formation in *M. veneriformis* was supposed to occur once a year, between May and April.

The relative growth among shell length (SL), total weight (TW), and shell height (SH) and Bertalanffy's growth curves for shell length (SL) and total weight (TW) were represented by the following equations :

$$\text{SH} = 0.865 \text{ SL} + 0.250 \quad (r^2=0.990),$$

$$\text{SW} = 0.599 \text{ SL} - 0.203 \quad (r^2=0.976 : \text{smaller than } 22\text{mm in SL}),$$

$$\text{SW} = 0.724 \text{ SL} - 2.796 \quad (r^2=0.914 : \text{larger than } 22\text{mm in SL}),$$

$$\text{TW} = 1.090 \times 10^{-4} \text{ SL}^{3.2798} \quad (r^2=0.992),$$

$$\text{SL}_t = 51.40(1 - e^{-0.5347(t+0.0637)}),$$

$$\text{TW}_t = 44.57(1 - e^{-0.5347(t+0.0637)})^{3.2798}$$

The high density of planktonic larvae of *M. veneriformis* was observed between June 19 and July 3 in 1993. Shell length of the settled larvae ranged from 250 to  $350\mu\text{m}$  and their mean density estimated was  $601 \text{ inds.}\cdot\text{m}^{-3}$ .

The settlement of *M. veneriformis* larvae took place during the quite short period of time and any substratum preference could not be recognized. Although *M. veneriformis* stopped growing in winter,



after December, they growth continuously until November. The growth seemed to be underestimated at the early time of *M. veneriformis* recruitment. Annual production of the 0-age group was  $2,900 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{yr}^{-1}$ . Such estimation was relatively high comparing with those of other age groups.

Finally, total annual production of *M. veneriformis* population was estimated as  $5,127 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{yr}^{-1}$ , turnover as 1.020, and turnover time 0.98 years.



## I. 서론

동죽, *Maetra veneriformis* Reeve(개량조개과 Mactridae, 진판새목 Eulamellibranchia)은 서해에서 남해에 걸쳐 분포하며, 주로 인천과 전라북도 연안에 서식하고 있고(김과 이, 1979), 일본에서는 本州以南(吉良, 1970; 大島 등, 1965)에 분포하고 있다. 우리나라에서 동죽의 연간 생산량은 1985년에 25,000톤으로 최고치를 보인 후 점차 감소하고 있다. 이는 동죽 생산량의 90% 이상을 생산하고 있는 인천과 전라북도(농림수산부, 1977~1991)의 간석지 매립과 폐수에 의하여 생산량이 매년 감소되는 것으로 보인다. 동죽의 양식장은 주로 서해에 분포하고 있지만, 실제로는 치패의 폐각이 대단히 얇아 종패 살포와 같은 적극적인 양식은 하지 않고, 자연 발생한 치패를 관리하는 정도에 지나지 않는다. 과거에는 기호도가 높지 않아 식용보다는 사료나 조미 원료로 이용되어 왔지만 최근 들어 식용으로의 중요성도 점차 증가하고 있다.

이와 같이 최근 들어 그 중요성이 증가하고 있는 동죽도 남획과 환경오염 및 간척, 매립등으로 인하여 생산량이 매년 줄어들고 있어서 이에 대한 효율적인 자원 관리의 필요성이 요구되고 있는 실정이다.

간석지의 해양생물은 급격한 해양변동에 적응할 수 있는 종 고유의 적응형질을 가지며(西平, 1977; Vial *et al.*, 1992), 이매패류는 저질의 물리·화학적인 요인(이와 장, 1969; 이 등, 1969), 특히 저질의 입자 및 간석지 온도에 따라 분포와 생식 및 성장, 사망등에 영향을 받는다(Hibbert, 1976; Mallet *et al.*, 1987; Mallet and Carver, 1989; Vial *et al.*, 1992). 또한 이매패류는 중요한 어업자원이며, 유생이나 치패는 어류나 갑각류등의 먹이생물로서 생태계에서 중요한 위치를 차지하고 있다(代田, 1974; 菊池, 1977, 1981a~c; 강과 진, 1983; 秋山, 1988).

이차생산량의 평가는 일차생산에서와 같이 직접적인 방법으로 측정하기는 대단히 어렵기 때문에 동물의 개체군이나 개체의 섭이 및 동화, 호흡과 배설, 발생, 성장, 사망과정을 추적하여 수행하는 간접적인 방법이 사용되고 있다(Hynes and Coleman, 1968; Fager, 1969; LeBlond and Parsons, 1977, 1978; Middlebrook and Roff, 1986; Edgar, 1989). 이러한 모든 방법들 중에서 저서생물의 이차생산량 추정방법은 증가량합산법(increment summation method), 소실량합산법

(removal summation method), 순간성장법(instantaneous growth method), 알렌곡선법(Allen curve method)등의 네 가지 방법이 많이 사용되고 있다(Ricker, 1946, 1978; Peer, 1970; Allen, 1971; Water and Crawford, 1973; Wildish and Peer, 1981; Bright, 1982; Crisp, 1984).

유용 패류의 이차생산에 대한 우리나라의 연구로는 김(1986)과 최(1987)가 바지락에 관하여, 박(1991)이 맛조개에 대하여 조사한 바 있으며, 식성에 관한 조사로는 류(1960, 1962)에 의하여 부산 용호만산 불통(동족, *M. veneriformis*)과 대합(*Meretrix lusoria*)에 대하여 각각 조사된 바 있고, 또한 발생에 관한 연구는 양식을 위한 대량 종묘생산에 관한 많은 연구가 있다(최, 1971; 최와 송, 1974; 최, 1975, 1976; 김 등, 1979; 노 등, 1986; 해양연구소, 1987).

동족에 관한 연구로는 岩田(1948)의 KCl용액에 의한 산란자극, 정 등(1988)의 성성숙, 류(1960)의 식성, 이(1994)와 장과 진(1978)의 생리에 대한 연구가 있으며, 吉田(1964)는 발생과정에 관해서 간단히 언급한 바 있으나, 자원생태학적으로 산란에서 생산력까지 체계적으로 연구된 바 없다.

따라서, 본 연구는 최근 들어 중요성이 증가하고 있는 동족의 합리적인 자원관리를 위한 자원생태학적 자료를 마련하기 위하여, (1) 서식지 환경, (2) 섭식생태, (3) 산란기, (4) 부유유생, (5) 치패의 성장, (5) 개체군 생산력등에 관하여 연구하였다.



## II. 재료 및 방법

### 1. 환경 및 저서동물

간석지의 물리·화학·생물학적인 요인을 조사하여, 각 요인간의 상호관계와 동족과의 상관성을 분석하였다.

#### 1.1. 조사지역 개황

본 연구지역은 북위 35° 56', 동경 126° 36'에 위치한, 전라북도 군산시 오식도와 옥구군 하제리를 연결하는 조간대 지역으로서, 간조시에는 약 30km<sup>2</sup>의 넓은 간석지가 형성되는 천혜의 패류서식장이다(Fig. 1). 북으로는 금강의 영향을 직접 받으며, 남으로는 만경강의 영향을 간접적으로 받아 영양염류와 담수의 공급이 원활한 지역으로, 평균조차는 4.3m(대조기는 5.7m, 소조기는 2.8m) 내외이며, 조석류는 북동 및 남서 방향, 노출시간은 평균 4시간이다.

#### 1.2. 수온 및 간석지 온도

수온은 군산수산연구소의 실측자료(1989~1993)를 이용하였으며, 간석지 온도는 봉상온도계(1/10℃)를 사용하여 1990년 3월부터 1994년 8월까지 매월 간조시에 동쪽의 서식 깊이인 표면하 10cm에서 측정하였다.

#### 1.3. 저질 성상

1992년 5월부터 1993년 4월까지 Fig. 1과 같이 조간대 상부에서 하부까지 5개의 조사정점을 정하고, 각 정점별로 상층(표면하 10cm까지)과 하층(표면하 10cm~30cm)으로 구분하여 월 1회씩 저질의 입도와 pH, 유기물량을 조사하였다. 저질 입도는 이(1992)의 방법에 의하였으며, 평균입경은 Buchanan(1984)의 방법에 의하였다.

pH는 습시료 10g에 1N KCl 30ml을 가하여 충분히 교반한 상등액을 pH meter로 측정하였고, 유기물 함량은 105℃에서 건조한 시료 20g을 600℃에서 4시

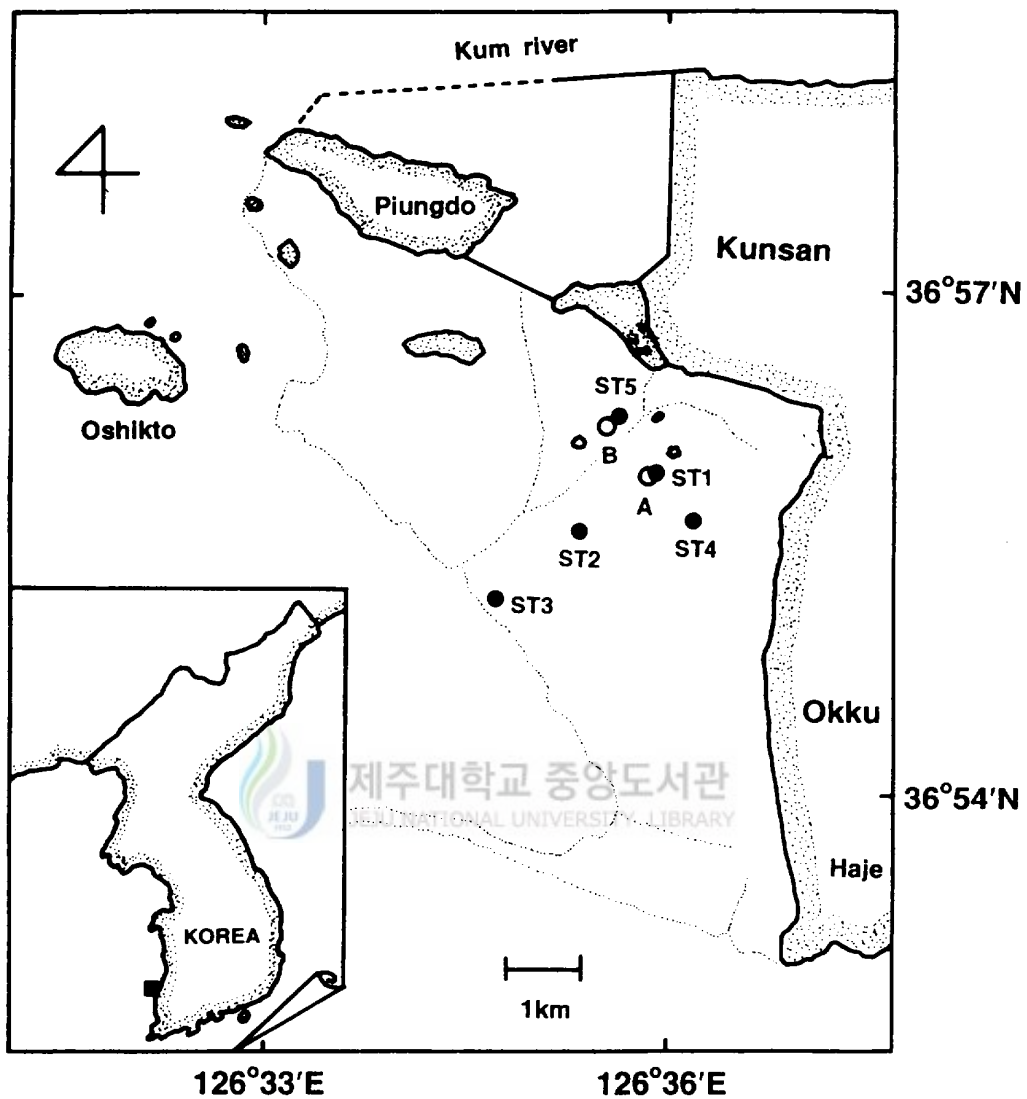


Fig. 1. Location of the studied area showing sampling sites (open circle) and sites for observation of bottom soil (closed circle). Dotted line are low-tide levels.

간 태워서 계량하였으며, 황화물량과 총질소 함량은 옥소적정법과 Kjeldahl법 (APHA, 1985)으로 분석하였다.

분석결과는 상하층을 구분하여 정점별로 분산분석하여 Tukey검정(조와 이, 1992)에 의해 다중비교 하였다.

#### 1.4. 대형저서동물군집과 환경과의 관계

동죽과 군생하는 대형 저서동물을 조사하기 위하여, 각 정점별로 방형구(1m×1m)를 사용하여 표면하 30cm까지의 저질을 2mm의 체로 걸러서 채집하였다. 채집된 저서동물은 종별로 동정하고 체장과 습중량을 측정하였다.

조사결과는 개체수와 생체량의 변화를 정점별, 월별로 Bray & Curtis(1957)의 방법에 따라 유사성을 구하였으며, 집괴분석(cluster analysis)을 위하여 거리계수(distance coefficient)에 의한 방법(Ludwing and Reynolds, 1988)으로 수지도(dendrogram)를 작성하였다. 또한 각 정점별, 주요 종별로 상관관계를 주성분 분석(principal component analysis)에 의하여 분석하였다(STATGRAPHICS, 1987).

대형저서동물군집과 환경요인과의 관계는 상관계수를 구하여 주성분 분석과 요인 분석에 의하였고, 동죽과 환경과의 관계는 환경요인과 동죽의 밀도 및 생체량과 상관성으로 분석하였다.



## 2. 섭식생태

소화관 내용물과 환경수의 식물플랑크톤 조사를 통하여, 동죽의 크기에 따른 소화관 내용물의 차이와 섭식생태를 월별로 파악하여 성장과의 상관성을 분석하였다.

### 2.1. 소화관내의 플랑크톤

본 조사에 사용한 표본은 1993년 8월부터 1994년 7월까지 매월 1회씩 채집한 것으로, 채집한 표본은 10%의 포르말린에 고정하였다. 동죽의 크기에 따른 소화관 내용물의 차이를 규명하기 위하여 성숙 체장인 각장 26mm 미만과 26mm 이상으로

구분하여 각각 5~10미씩 조사하였다.

위(stomach)에서부터 항문까지의 소화관을 적출하여, 내용물을 분리한 다음 현미경(Zeiss; x400, x1,000)으로 검경하여 분류 및 개체수를 조사하였다. 동정은 정(1968), 小久保(1968, 1970), 廣瀬(1981), 山路(1987), Round 등(1992)을 참고하였다. 소화관내의 플랑크톤의 종별 개체수는 편의상 다음과 같이 구분하였다.

- 1 : below than 5 cell/ individual of shellfish
- 2 : 5~10 cell/ individual of shellfish
- 3 : 10~20 cell/ individual of shellfish
- 4 : 20~30 cell/ individual of shellfish
- 5 : over 30 cell/ individual of shellfish.

소화관에서 조사된 플랑크톤의 종 다양도는 Shannon-Weaver의 지수(H': 木元, 1976)를 월별로 계산하여 비교하였다.

## 2.2. 환경수의 식물플랑크톤

환경수의 식물플랑크톤은 계절별로 1회씩 4회에 걸쳐서 동죽 채집지에서 만조시에 수심 0.5m를 기준으로 식물플랑크톤 넷트( $\phi$ :30cm, NXX13)를 사용하여 수평 채집하였다.

각장 26mm를 기준으로 한, 큰 개체군과 작은 개체군간에 있어서의 소화관 내용물의 차이를 살펴보기 위하여, 계절별로 먹이생물에 대한 선택도를 Jacobs의 지수 II(D': 木元, 1976)를 준용하여 분석하였다.

## 3. 개체군 생산력

### 3.1. 산란기

본 연구에 사용한 표본은 1993년 8월에서 1994년 7월까지 매월 1회 채집하여 사용하였다. 동죽의 산란기는 월별로 비만도(fatness)와 생식소의 발달상황으로 추정하였다. 비만도에 의한 방법은 다음의 식으로 구하였다(단, MW : 육중량, SL : 각장).

$$\text{Fatness} = \text{MW}/\text{SL}^3 \times 10^3 \dots \dots \dots (1)$$

생식소 발달에 의한 방법은 동종의 생식소를 절취하여 현미경(Zeiss)으로 검경(×400)하여, 다음과 같이 성숙도를 3단계로 구분하여 월별로 추적하여 산란기를 추정하였다.

- 1) 미숙(immature) : 생식소가 발달하지 않아 정자와 난자의 구분이 불가능한 상태.
- 2) 중숙(maturing) : 생식소를 육안으로 관찰할 수 있으며, 난자의 대부분이 타원형이고 정자는 꼬리가 불명확하며, 난과 정자는 난소소낭과 정소소엽에서 분리되지 않은 상태.
- 3) 완숙(mature) : 생식소의 발달이 현저하여, 난자는 원형을 유지하고, 난은 난소소낭에서 분리되고, 정자는 정소소엽에서 분리되어 꼬리를 가지는 상태.

성숙도는 개체군의 암컷수에 대하여 성숙개체의 비로서 추정하였으며, 완숙기인 6~7월에 암컷만을 대상으로 하여 크기별로 성숙도를 측정하였고, 난이 명확히 분리되어 있는 것에 한하여 성숙 개체로 인정하였다. 또한 군성숙도(%)를 지수곡선식에 적용하여 군성숙도가 50%에 달하는 크기를 생물학적 최소형으로 하였다.

### 3.2. 부유유생

부유유생의 채집은 만조시에 7일 간격으로 1993년 6월에서 1993년 9월까지 식물플랑크톤 넷트(φ: 30cm, NXX13)를 이용하여 수평으로 약 100m(약 45m') 인 망하였다.

부유유생과 치패의 계수 및 계측은 각장 5mm 이하인 것은 현미경(×40~400) 하에서 행하였으며, 5mm 이상 개체의 각장과 각고는 Vernier caliper로, 중량은 전자저울로 0.01g 까지 계측하였다. 각장 5mm 이하 개체의 전중량은 각장 30mm 이하 개체의 각장-전중량간의 관계식에 의하여 역계산하였다.

### 3.3. 유생의 침강과 치패의 생산력

#### 3.3.1. 부유유생의 침강

부유유생의 침강 시기를 알기 위하여 1993년 6월부터 1994년 9월까지 조사지역내에 작은 수로를 중심으로 현재 동쪽 성패가 서식하는 지역에서 두 지점(A: 20



$\text{inds}\cdot\text{m}^{-2}$ , B:  $< 5 \text{ inds}\cdot\text{m}^{-2}$ )을 선정하여 표본을 채집하였다(Fig. 1). 두 지점간 거리는 약 0.71Km이며, 수심은 평균 고저선 1m 이하로 노출이 많은 지역이며, B 지점이 A지점보다 노출시간(평균 4시간)이 길다. 간조시에 1993년 6월에서 9월까지 원형 PVC corer( $\phi 9\text{cm}$ )를 사용하여 깊이 약 5cm 까지 채집하여, 실험실에서  $75\mu\text{m}$ 의 체로 걸러 5%의 포르말린 용액에 보존하였다.

### 3.3.2. 침강과 저질성상 및 성패와의 관계

동죽 성패의 개체수 및 저질 입도, 저질 pH와 부유유생의 침강과의 상관성을 조사하기 위하여, 1994년 7월에 성패의 밀도와 저질의 입도를 고려하여 10개의 정점에서 치패와 성패의 개체수 및 저질 pH와 입도를 조사하였다. 저질입도는 습시료 40~50g을 증류수로 용해성 염분을 제거하고, 6%의 과산화수소( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) 30ml를 가하여 유기물질을 용해 제거하였다. 유기물과 염분이 제거된 시료는  $63\mu\text{m}$ 의 표준체를 사용하여 조립질과 세립질 부분으로 나누고 조립질은 wet sieving법을 사용하여 Wentworth grade classification(Buchanan, 1984)에 따라 입도별로 구분하였다.

### 3.3.3. 치패의 생산력

1993년 8월부터 1994년 6월까지  $0.5\text{m}\times 0.5\text{m}$ 의 방형구내의 치패를 채집하였으며, 성장은 연속채집에 의한 체장빈도법(Petersen method: Ricker, 1975)에 의하여 성장과정을 추적하였다. 생산량(production)은 Crisp(1984)와 Ricker(1978)의 방법에 의하여었다.

### 3.4. 성패의 생산력

현존하는 전 개체군을 연령군별로 구분하여 성장상황을 조사하기 위해 자연산 동죽이 대량 서식하는 간석지에  $100\text{m}\times 50\text{m}$ 의 표본구를 설정하여 어민들의 출입을 통제시켜, 1990년 3월부터 1991년 2월까지 매월 1회씩 조사하였다(Fig. 1, site A). 표본구역 내의 5개 정점을 무작위로 설정하고, 각 정점마다  $0.5\text{m}\times 0.5\text{m}$ 의 방형구를 설치하여 방형구내의 동죽을 모두 채집하였다. 단, 치패는 망목 0.25cm의 체(sieve)로서 채집하였다.

3.4.1. 연급군 분리

연급군의 분리는 표본의 패각에 나타나는 윤문으로 연령사정하여 전 개체군에 적용하였다.

연령사정은 다음과 같이하였다. 윤경의 측정 기준은 각 윤문의 전연과 후연간의 최대직선 거리로 하였으며, 최외측의 길이를 R(각장), 제1 윤문의 길이를 제1 윤경( $r_1$ ), 제2 윤문의 길이를 제2 윤경( $r_2$ ) . . . . 제n 윤경( $r_n$ )으로 하여 계측하였다. 윤문의 형성시기와 연간 형성 회수를 알기 위하여 패각의 연변부 성장지수를 류(1991)의 방법에 따라, 다음의 식을 이용하여 패각 연변부의 월별 성장상황을 검토하였다.

$$MI' = (R - r_n) / (\bar{r}_{n+1} - \bar{r}_n) \dots \dots \dots (2)$$

단, R: 각장,  $r_n$ : 최외측 윤경의 길이,  $\bar{r}_{n+1}$ :  $r_{n+1}$ 윤을 가지는 개체들의  $r_{n+1}$ 윤경의 평균치,  $\bar{r}_n$ :  $r_n$ 윤을 가지는 개체들의  $r_n$ 윤경의 평균치이다.

3.4.2. 성장

성장은 연령사정에 의한 각 연급군의 월별 평균각장을 이용하여 산정하였으며, 각장(SL)과 전중량(TW), 각장(SL)과 각고(SH) 및 각장(SL)과 각폭(SW)의 상대 성장을 구하여 개체군 생산력 산정에 이용하였다.

3.4.3. 개체군 생산력

개체군의 단위면적당 연간생산량( $g/m^2/year$ )을 추정하기 위하여 연급군별, 월별 성장과 사망을 조사하였고, 연간생산량 추정은 순간성장율을 이용한 Ricker(1946, 1978)의 방법을 사용하였다.

시간의 경과에 따른 개체수( $N_t$ ), 전중량( $W_t$ ), 현존량( $B_t$ )의 변화는 다음과 같이 나타낼 수 있다. 즉 순간사망 계수를  $m$ 이라 하고, 순간성장 계수를  $g$ 라 하면

$$N_t = N_0 e^{-m t} \dots \dots \dots (3)$$

$$W_t = W_0 e^{g t} \dots \dots \dots (4)$$

$$B_t = B_0 e^{(g-m)t} \dots \dots \dots (5)$$

이다.

일정기간의 생물생산량( $P_t$ )은 평균생체량에 순간성장계수를 곱한 것과 같다. 여기서 연간 평균생체량( $\bar{B}_t$ )은

$$\bar{B}_t = \int_0^1 B_t dt \dots \dots \dots (6)$$

$$= \frac{B_0 [e^{(g-m)t} - 1]}{(g-m)} \dots \dots \dots (7)$$

또 연간생산량( $P_t$ )은

$$P_t = g \cdot \bar{B} \dots \dots \dots (8)$$

$$= g \cdot \frac{B_0 [e^{(g-m)t} - 1]}{(g-m)} \dots \dots \dots (9)$$

이다.

따라서 전 개체군의 연간생산량( $P_t$ )은

$$P = \sum_1^S P_t = \sum_1^S g \cdot \bar{B}_t \dots \dots \dots (10)$$

이 된다. 단, S는 연급군이다.

동일연급군의 각 개체들은  $t_1$ 에서  $t_2$ 로 시간이 경과함에 따라 살아남는 개체수는 기하급수적으로 감소하고, 살아남은 개체의 체중은 반대로 증가한다. 그러므로  $t_1$ 에서  $t_2$  사이의 순간사망 계수( $m_t$ )는

$$m_t = \frac{(\ln N_{t_1} - \ln N_{t_2})}{(t_2 - t_1)} \dots \dots \dots (11)$$

이고, 순간성장 계수( $g_t$ )는

$$g_t = \frac{(\ln W_{t_2} - \ln W_{t_1})}{(t_2 - t_1)} \dots \dots \dots (12)$$

이다. 또한 식(7)에 의하여 평균 현존량(  $\bar{B}_t$ )은

$$\bar{B}_t = \frac{B_1 [ e^{(g-m)(t_2-t_1)} - 1 ]}{(g-m)(t_2-t_1)} \dots \dots \dots (13)$$

으로 추정하였다.

#### 3.4.4. 회전율

생물생산력의 지표인 회전율(TR: turnover rate)은 Water(1969)가 제시한 평균현존량(  $\bar{B}_t$ )에 대한 연간생산량( $P_t$ )의 비율로서 구하였다.



## III. 결 과

### 1. 환경 및 저서동물

#### 1.1 수온 및 간석지 온도

조사 지역의 5년 동안의 년평균 수온은 14.5℃이고, 월별 평균 수온의 변동범위는 1월의 2.67℃에서 8월의 26.29℃로 매우 크고, 간석지의 평균온도는 2월에 2.8℃로서 가장 낮았고, 8월에 31.5℃로서 가장 높았다. 전반적으로 간석지의 온도는 수온보다 여름에는 높았으며, 겨울에는 큰 차이를 보이지 않았다(Fig. 2).

#### 1.2. 저질성상

저질의 유형을 보면 모든 정점에서 사질(sand)을 보이고 있으며, 그 중에서 미사(very fine sand)가 75~90%이고 세사(fine sand)와 점토(silt & clay)가 각각 3~15%를 차지하고 있어, 이들 세가지의 저질이 95% 이상을 차지하였다(Fig. 3). 입경 4.76mm 이상의 저질은 모든 정점의 상하층에서 1% 이하를 차지하고 있으나 모두 패각성분이었고, 각 정점별 상하간에 있어 입자별 성분의 차이는 없었다. 정점별로도 크게 차이가 나지 않았으나, 정점 4와 정점 5에서는 점토가 많았으며, 정점 1에서는 세사가 10% 이상 이었다. 또한 평균입경은 2.80~3.21로 나타났다.

저질을 600℃에서 회화 시킨후 무게차로서 나타낸 유기물 함량은 상하층 모두 7월을 제외하고는 1~3%의 유기물 함량을 보였으나, 7월에는 4.69~8.58%로 급격히 증가하였다(Fig. 4).

상하층간 유기물 함량의 차이는 없었으며, 또한 각 정점별로도 유의한 차이를 보이지 않았다.

저질의 pH 변화는 7.1~8.9로서 상층보다 하층이 높았으며, 월별로는 1993년 6월부터 증가하여 1994년 2월에 가장 높았다(Fig. 5).

황화물량은 0.000~0.141 mg·g dry mud<sup>-1</sup>로 변화가 매우 심하였으며, 상하층간에 있어서도 차이가 많았고, 정점 1을 제외하고는 정점간에 큰 차이를 보이지 않

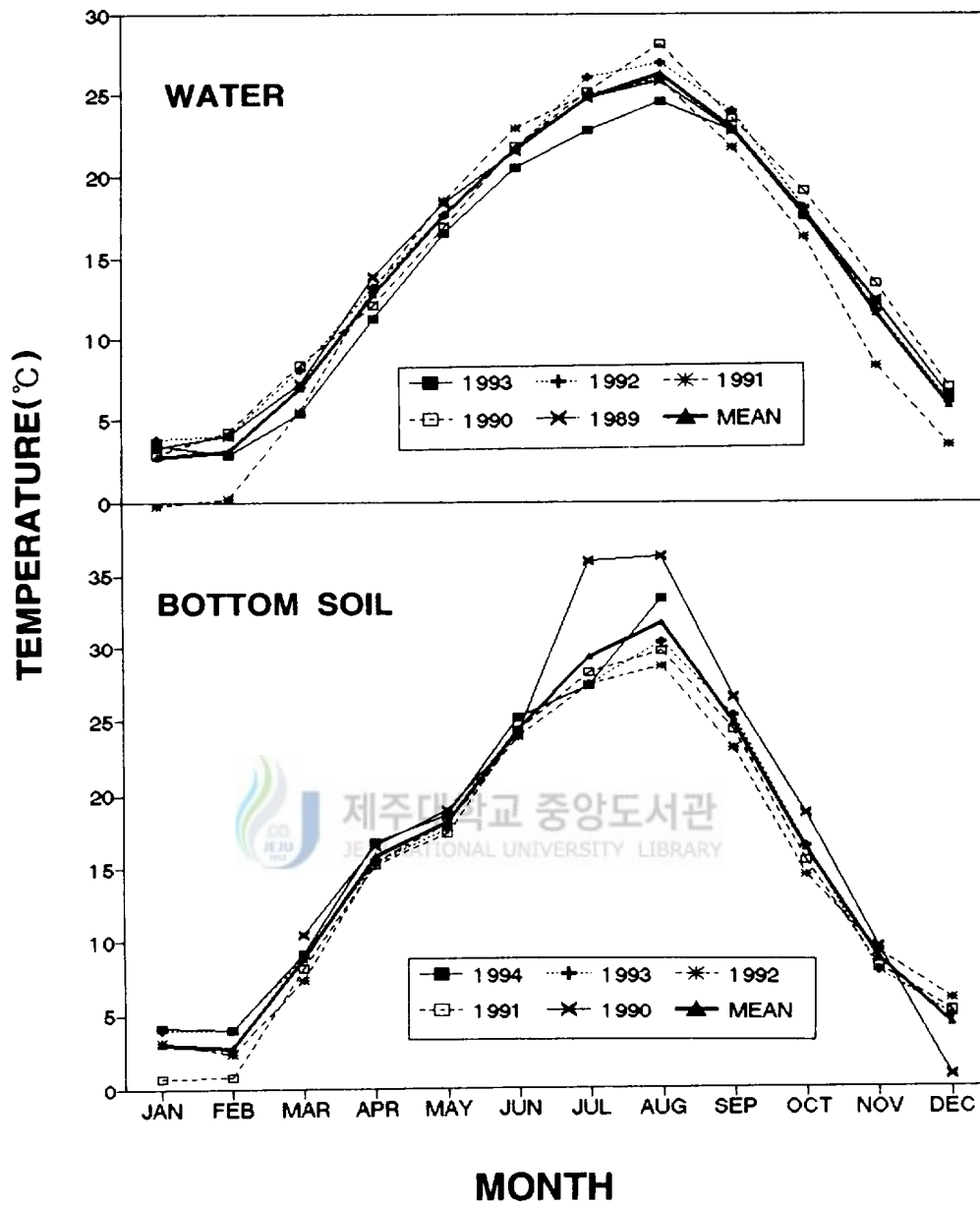


Fig. 2. Monthly and annual variation in temperature of sea water and bottom soil at the studied area.

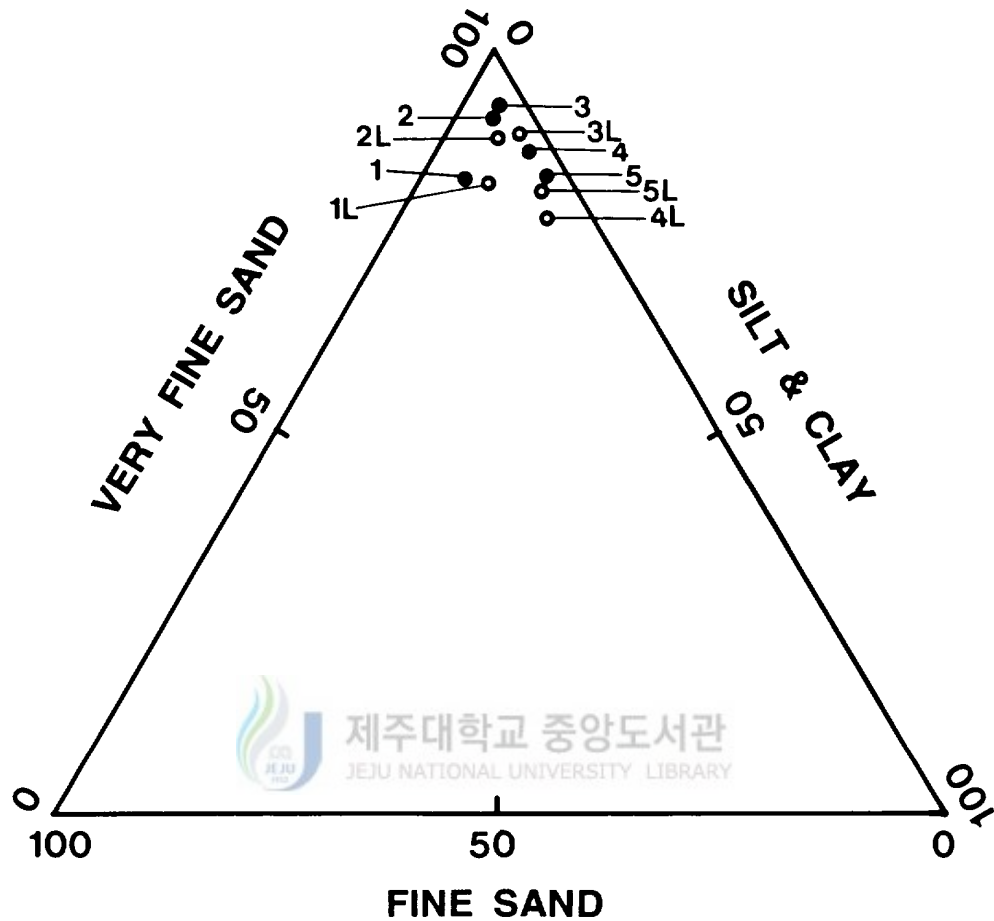


Fig. 3. Soil types at different sampling stations based on percentage of very fine sand, fine sand, and silt & clay. Station numbers with the capital alphabet (L) mean that the lower part of soil were used for analysis.

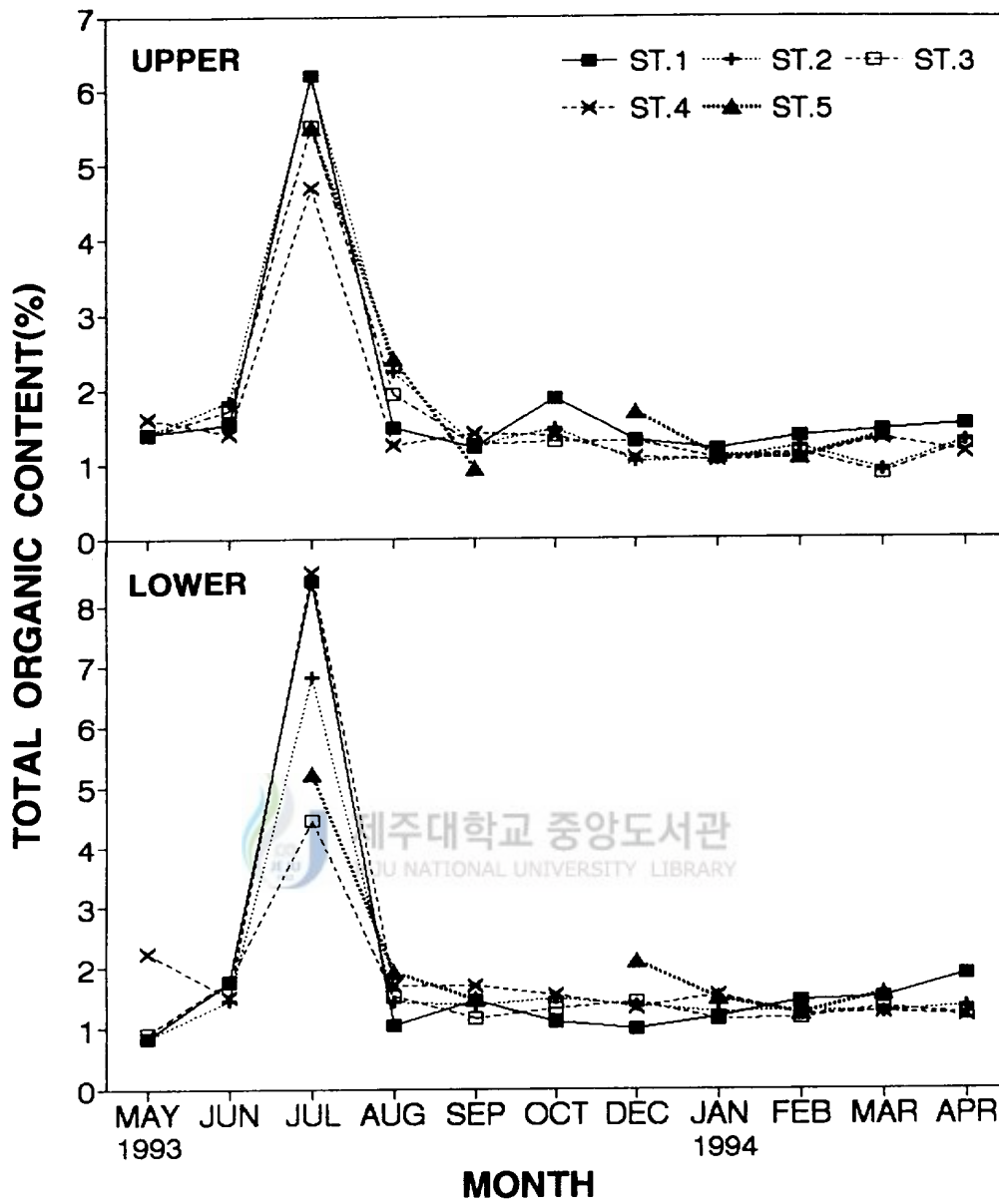


Fig. 4. Monthly changes in the amount of total organic content (%) at upper (10cm in depth) and lower layer (10~30cm in depth) of each stations.



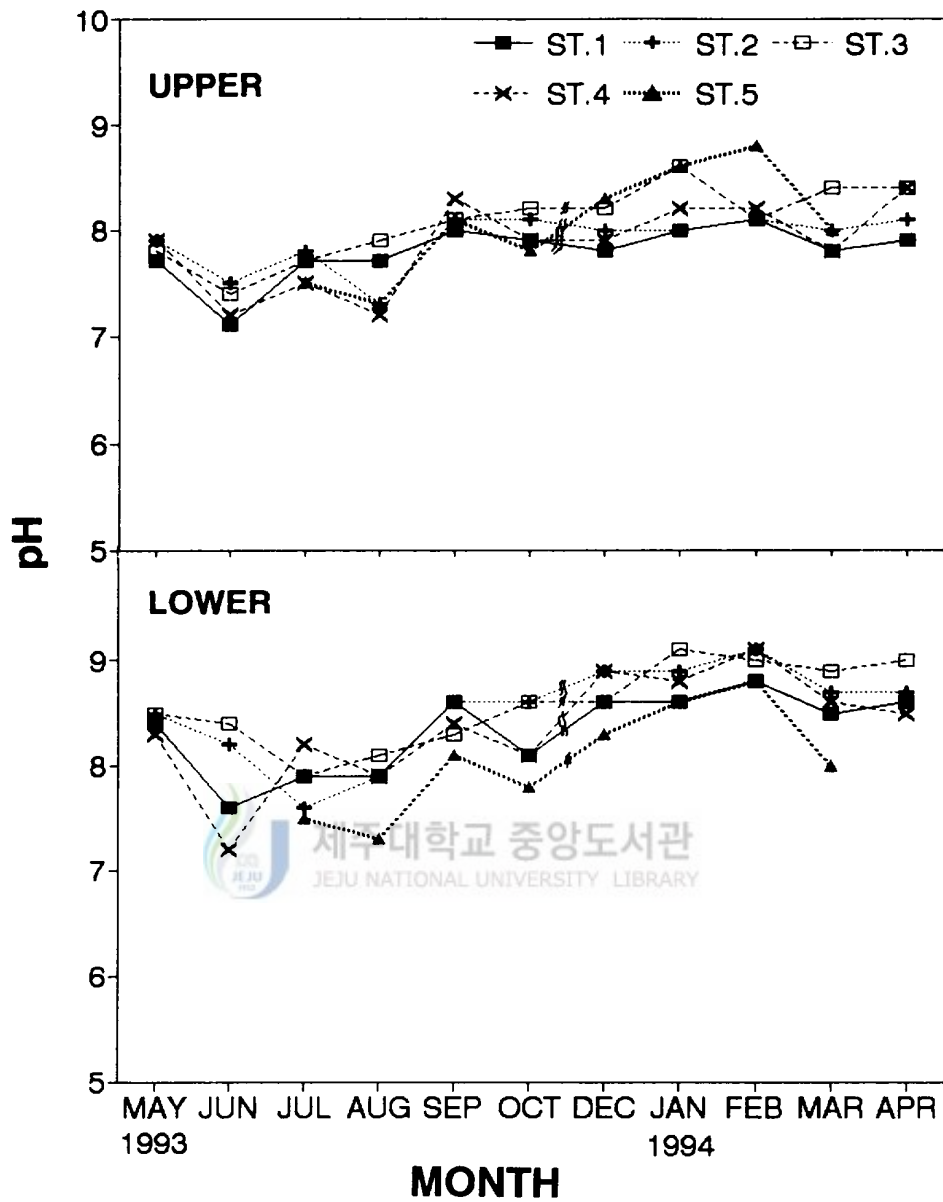


Fig. 5. Monthly changes in pH at upper (10cm in depth) and lower layer (10~30cm in depth) of each stations.

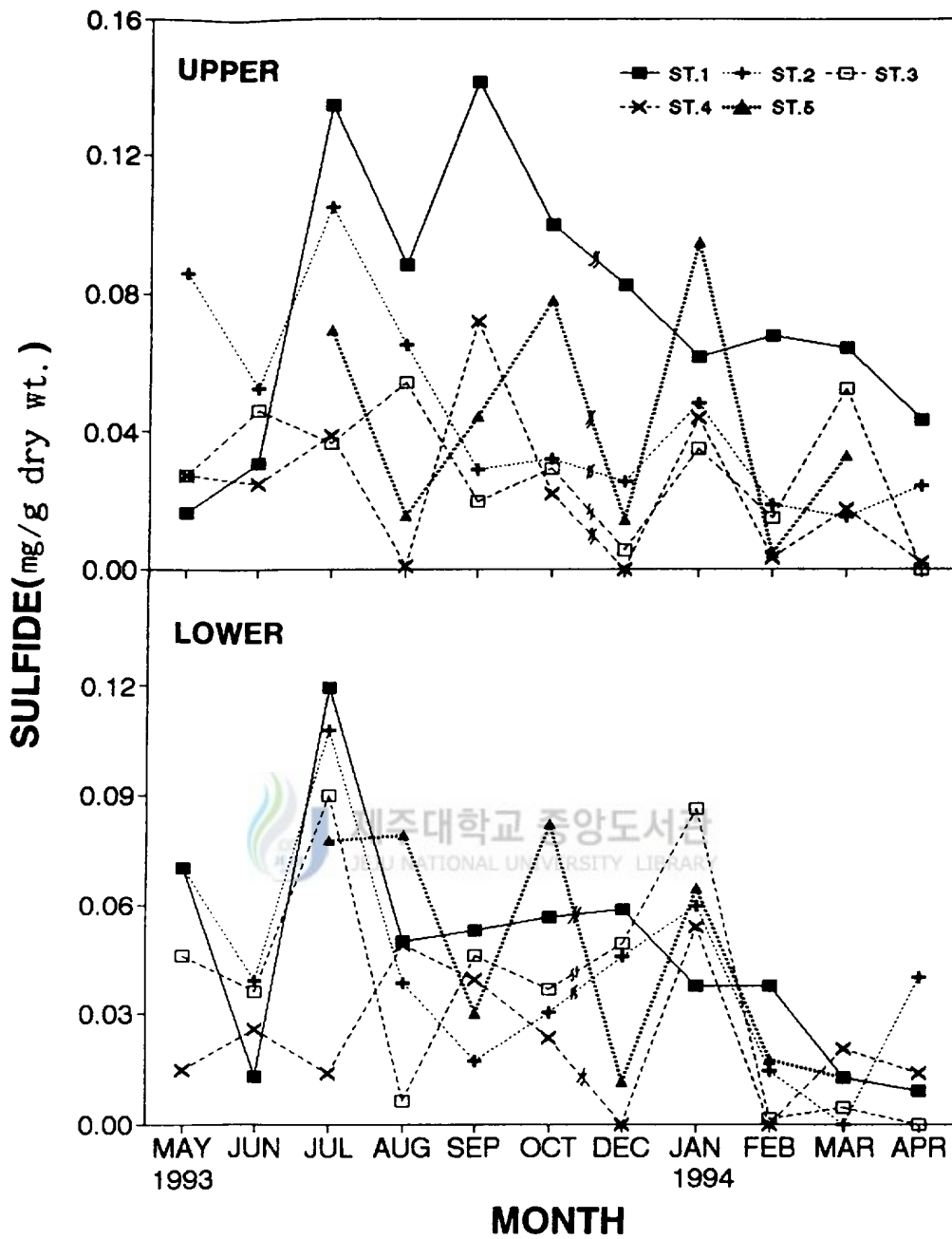


Fig. 6. Monthly changes in the amount of sulfide content at upper (10cm in depth) and lower layer (10~30cm in depth) of each stations.

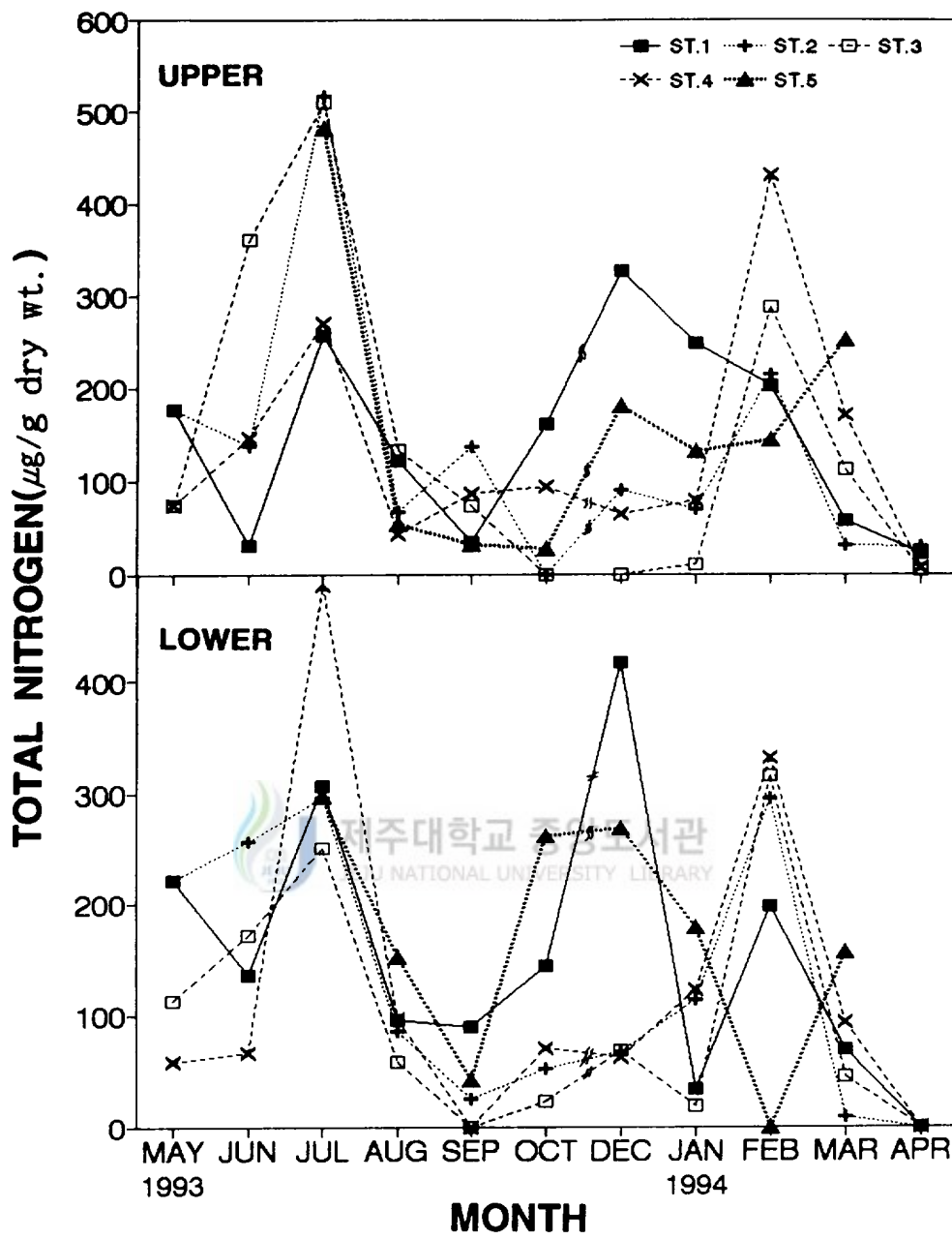


Fig. 7. Monthly changes in the amount of total nitrogen content at upper (10cm in depth) and lower layer (10~30cm in depth) of each stations.

았다(Fig. 6).

총질소 함량은 0.0~517.6  $\mu\text{g/g}$  건니로서 변화가 심하며, 상하층별, 정점별로 차이가 없었으나, 월별로는 1993년 7월과 12월, 1994년 2월의 250  $\mu\text{g/g}$  건니 이상의 높은 값을 제외하면, 대부분 100  $\mu\text{g/g}$  건니 이하였다(Fig. 7).

### 1.3. 대형저서동물군집과 환경과의 관계

#### 1.3.1. 출현종수 및 개체수

1992년 5월부터 1993년 4월까지 11회에 걸쳐 5개의 정점에서 조사한 대형 저서동물은 총 29종이 출현하였는데, 이중 복족류(gastropods)가 14종, 이매패류(bivalves)가 10종, 갑각류(crustaceans)가 3종, 완족류(brachiopods)와 갯지렁이류(polychaets)가 각각 1종씩 출현하였다. 총 출현종수를 정점별로 살펴 보면 정점 1과 정점 2에서 22종으로 가장 많았고, 정점 4에서 21종, 정점 3에서 17종이 출현하였으며, 정점 5에서는 13종으로 가장 적은 종이 출현하였다. 특히 정점 3과 정점 5에서는 복족류의 종수가 상대적으로 적었으며, 정점 5의 경우 갑각류는 출현하지 않았다(Appendix 1~2).

각 정점별로 출현종수의 차이를 분석한 결과 정점 3이 다른 모든 정점과 차이가 컸으며, 종수와 월별 출현종에서도 변화가 가장 많았다. 또한 월별로는 5월이 가장 많은 종이 출현하였으며, 이듬해 2월까지 점점 감소하였다(Fig. 8).

조사기간 동안의 출현 개체수는 1.5~322.5 inds./m<sup>2</sup>로 정점별, 월별로 크게 차이가 있었다. 정점 4와 정점 1에서 각각 평균 143.62 inds./m<sup>2</sup>, 140.78 inds./m<sup>2</sup>였으나 정점 3에서는 평균 14.59 inds./m<sup>2</sup>으로 크게 차이가 있었고, 월별로는 10월에서 2월까지 많은 개체가 출현하였다(Fig. 8).

각 정점별, 월별 개체수의 유사성을 살펴보기 위하여 실시한 주성분 분석 결과는 Fig. 9와 같다. 정점 1과 정점 4, 정점 3과 정점 5, 정점 2의 3 group으로 구분되며, 정점 1과 정점 4는 주로 제1 주성분이 크게 작용한다. 단 제1 주성분은 정점별 개체수에, 제2 주성분은 월별 개체수에 크게 영향을 받고 있는 것으로 보인다. 또한 개체수의 양적인 유사성은 Bray & Curtis(1957)의 유사도 지수에 의하였으며, 그 결과는 Fig. 10과 같다. 각 정점은 Fig. 9와 달리 정점 1과 정점 4, 정점 2와 정점 5, 정점 3의 3 group으로 명확히 구분된다.

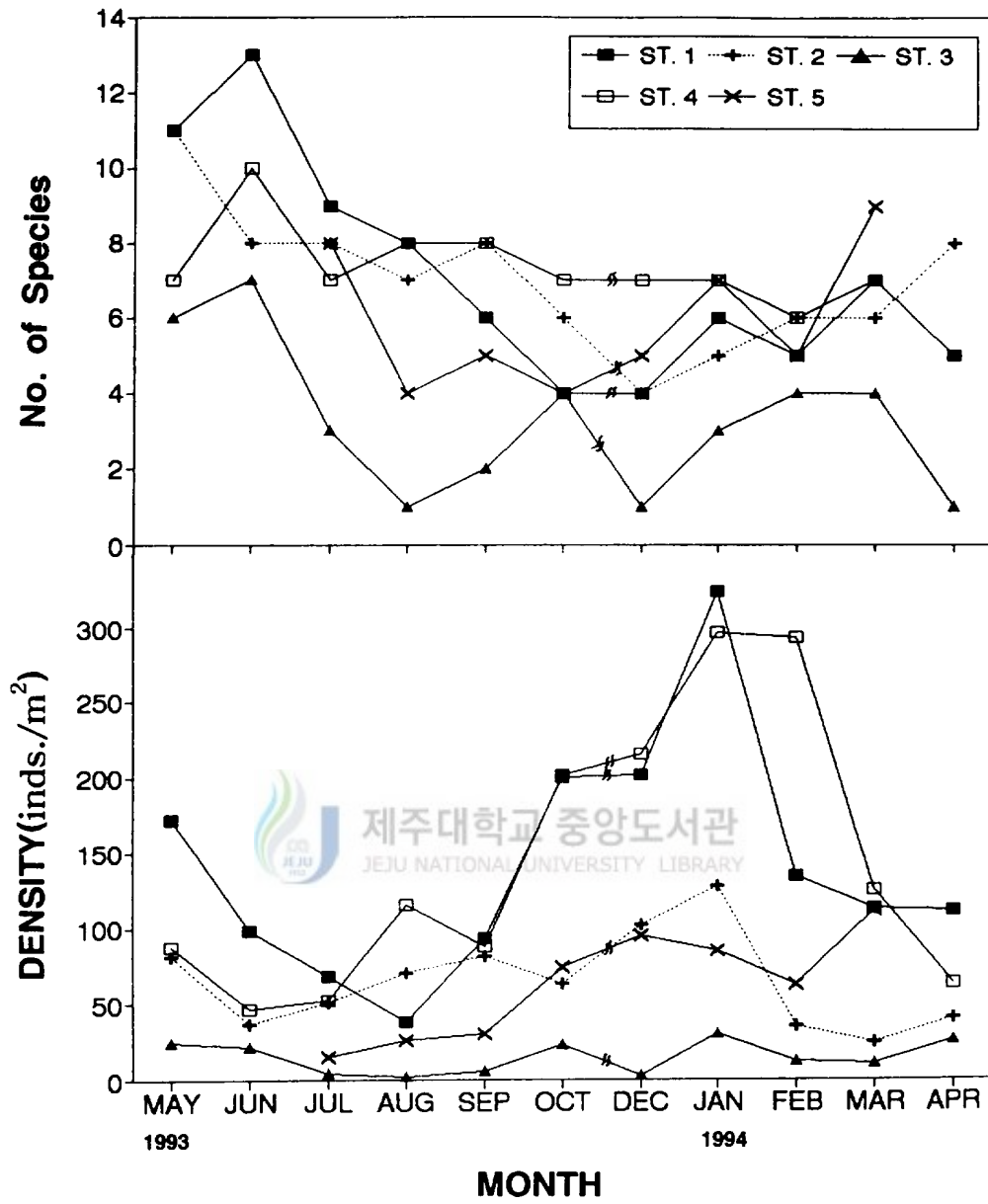


Fig. 8. Monthly changes in the number of species and density of macrofauna at each stations.

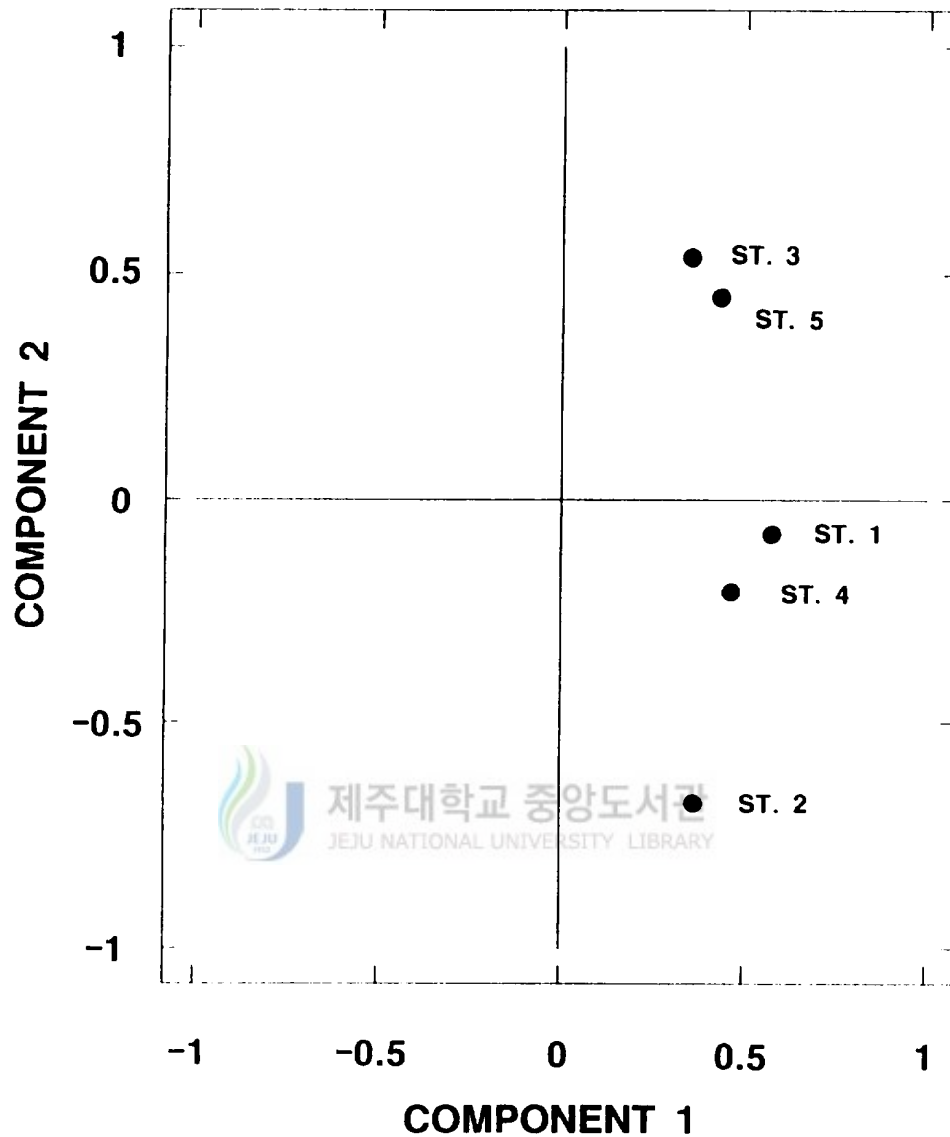
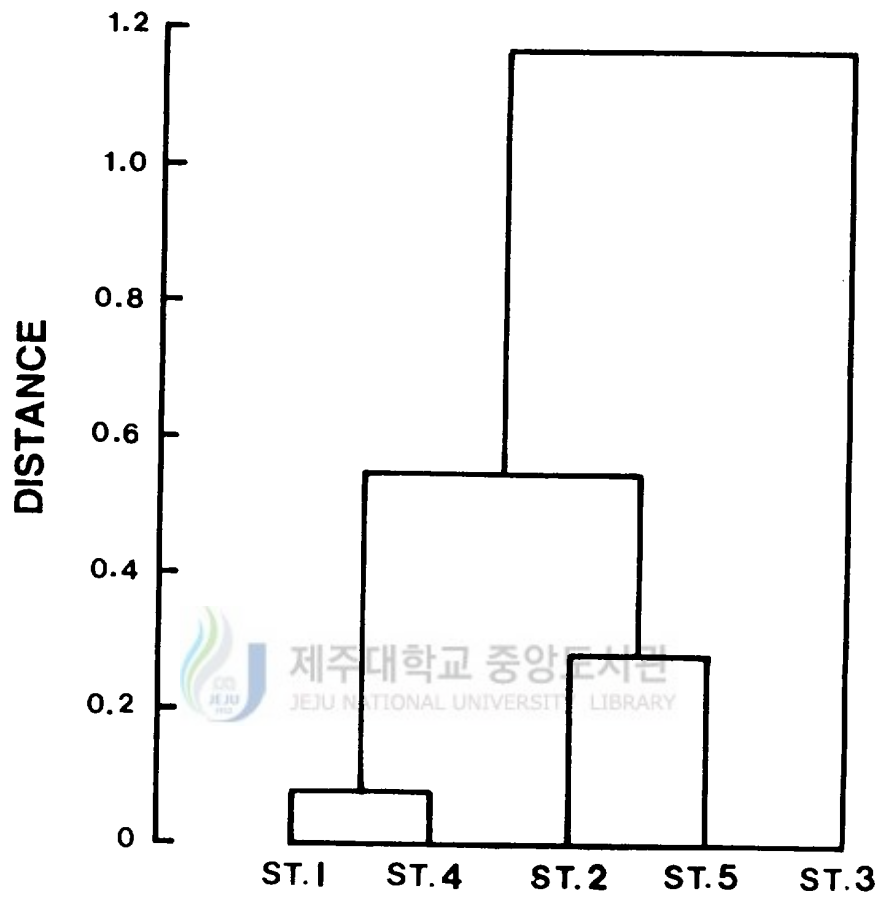


Fig. 9. Principle component analysis using the density of macrofauna from different sampling stations. The first two components were plotted.



**Fig. 10.** Cluster analysis among different sampling stations using dissimilarity coefficient of Bray and Curtis's.

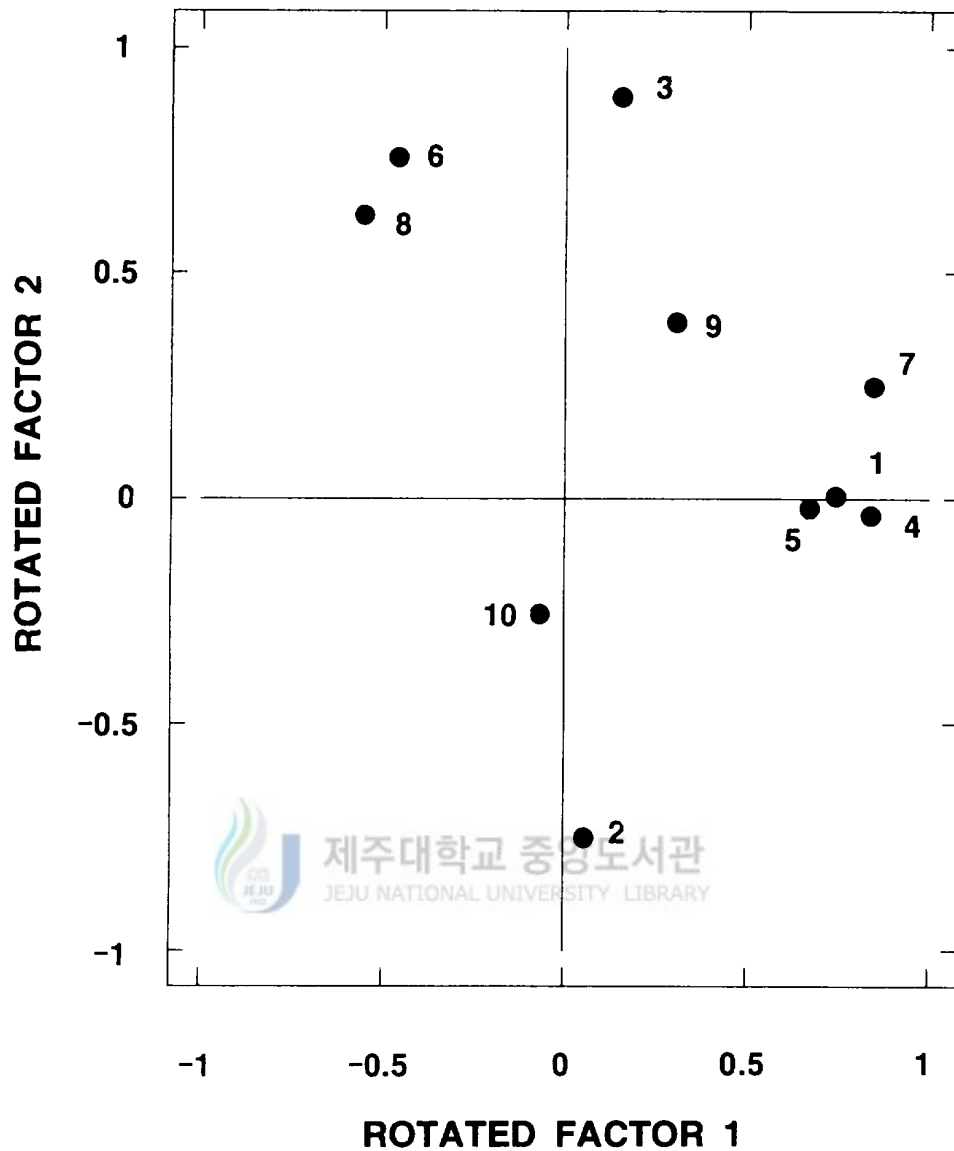


Fig. 11. Factor analysis using the densities of ten dominant species (1; *M. veneriformis*, 2; *Umbonium thomashi*, 3; *Moerella iridescens*, 4; *Lingula anatina*, 5; *Reti-cunassa festiva*, 6; *Reishia bronni*, 7; *M. sulcataria*, 8; *Bullacta exarata*, 9; Polychaeta, 10; *Cerithideopsilla djadjariensis*). The first two factors were plotted.



이상의 결과를 종합하면 조간대 상부인 정점 1과 정점 4는 양적인 면과 월별 개체수의 변화가 동일하며, 정점 2와 정점 5는 양적인 면에서는 유사하나, 월별 개체수 변화는 상이하며, 정점 3의 월별 개체수 변화는 정점 5와 유사하나, 양적인 면에 있어서는 다른 정점들과 상이하다.

우점종은 동죽(58.10%), 서해비단고둥(*Umbonium thomashi*, 17.59%), 갈색 접시조개(*Moerella iridescens*, 5.67%), 개맛(*Lingula anatina*, 3.67%), 왕좁쌀무늬고둥(*Reticunassa festiva*, 2.20%)의 순으로 동죽과 서해비단고둥이 전체의 약 76%를 차지하고 있다(Appendix 1~2).

주요 출현종(10종)의 월별 개체수의 변화를 살펴보기 위하여 주성분 분석한 결과는 Fig. 11과 같다. 제1 인자의 변량비(percent variance)는 38.9%이고, 제2 인자의 변량비는 29.6%로서 누적비율(cumulative proportion)은 68.5%였다. 동죽과 유사하게 나타난 종은 개맛, 왕좁쌀무늬고둥, 개량조개였다.

### 1.3.2. 생체량

조사기간 동안의 각 정점별 평균 생체량은 정점 3에서 54.13 g/m<sup>2</sup>으로 최소치를, 정점 1에서 298.77 g/m<sup>2</sup>으로 가장 높아, 조간대 상부에서 하부로 갈수록 생체량이 적어졌다. 월별로는 9~10월에 가장 낮았고 5~6월과, 1~2월에 높았으며, 일반적으로 정점 3을 제외하고는 100~400 g/m<sup>2</sup>의 분포였다(Fig. 12).

종별 생체량은 동죽(74.64%), 대합(4.03%), 떡조개(*Dosinorbis japonicus*, 2.7%), 개량조개(2.33%)의 순이었다(Appendix 1~2).

### 1.3.3. 대형저서동물 군집과 환경과의 관계

생물적 요인과 환경적 요인들의 상호 연관성을 분석하기 위하여 상관계수를 구하였다. 환경요인중 상하층간에 차이가 없는 요인은 상하층의 평균한 값을, 상하층간에 차이가 있는 황화물량은 상하층 값을 각각 적용하였고, 저질의 입도는 가장 높은 비율을 차지하는 미사의 상하층 평균값을 사용하여 계산한 결과는 Table 1과 같다.

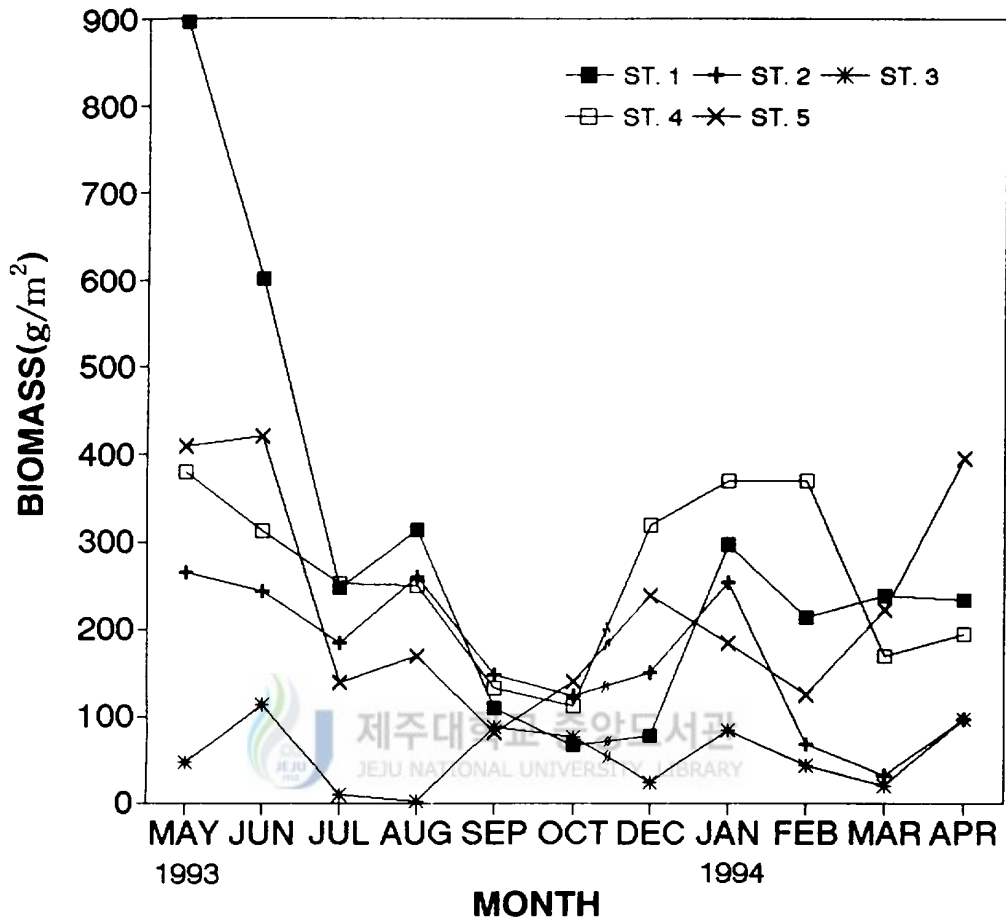


Fig. 12. Monthly changes in biomass (g/m<sup>2</sup>) of macrofauna at each stations from May 1993 to April 1994.

Table 1. Correlation matrix among the observed variables including environmental factors, number of species, density, and biomass. Correlation coefficient (r) in the upper right matrix and significance level (Si) in the lower left matrix

Si \ r	SPE	DEN	BIM	pH	T-O	TKN	SUU	SUL	WT	MT	VFS	TE
SPE	1	0.226	0.664	-0.360	0.137	0.148	0.183	0.118	0.241	0.239	-0.296	0.5329
DEN	.1067	1	0.463	0.224	-0.230	0.106	0.050	-0.040	-0.394	-0.420	-0.060	0.6180
BIM	.0000	.0005	1	-0.178	-0.027	0.012	-0.041	0.032	0.044	0.039	-0.182	0.5305
pH	.0088	.1105	.2057	1	-0.578	-0.230	-0.250	-0.296	-0.771	-0.771	0.284	0.2020
T-O	.3377	.1038	.8500	.0000	1	0.638	0.411	0.494	0.494	0.494	-0.001	-0.0326
TKN	.2947	.4567	.9348	.1010	.0000	1	0.194	0.251	0.065	0.065	0.226	0.0070
SUU	.2034	.7293	.7801	.0795	.0034	.1782	1	0.525	0.281	0.281	-0.236	0.2671
SUL	.4142	.7815	.8248	.0367	.0003	.0786	.0001	1	0.234	0.202	-0.164	0.0110
WT	.0850	.0038	.7588	.0000	.0002	.6453	.0481	.1021	1	0.985	-0.288	-0.0629
MT	.0875	.0020	.7813	.0000	.0002	.6448	.0484	.1592	.0000	1	-0.277	-0.0614
VFS	.0331	.6732	.1955	.0416	.9934	.1077	.0996	.2549	.0385	.0472	1	-0.3464
TE	.0001	.0000	.0001	.1460	.8240	.9622	.0635	.9402	.6674	.6751	.0148	1

SPE: No. of species; DEN: Density; BIM: biomass; T-O: total organic content; SUU: sulfide of upper layer; SUL: sulfide of lower layer; TKN: total nitrogen; WT: water temperature; MT: mud temperature; VFS: very fine sand; TE: tidal exposure.



출현종수는 생체량과 양의 상관관계( $r=0.664$ )이며, pH와는 음의 상관관계( $r=-0.360$ )로 pH가 높을수록 감소하였다. 개체수는 생체량과 양의 상관관계( $r=0.463$ )를 보이며, 노출시간과 생물적 요인과는 상관성이  $0.53\sim 0.62$ 로 비교적 높았으나, 그 외의 요인과는 상관관계가 낮았다.

동축의 밀도는 노출시간과는 양의 관계이고( $r=0.543$ ), 수온 및 간석지 온도와는 음의 관계( $r=-0.496$ )를 보였다.

생체량은 노출시간과 상관성이 있으며( $r=0.585$ ), 월별 평균전중량은 온도( $r=0.545$ )와 pH( $r=-0.586$ )에 의한 영향이 컸으며, 다른 요인과는 비교적 상관성이 낮았다.

밀도와 생체량과 6가지 환경 요인(pH, 유기물 함량, 총질소 함량, 황화물량-상, 황화물량-하, 미사의 함량)과의 상관성을 월별로 비교하여 가장 상관성이 높은 요

인만을 Table 2에 나타내었다. pH는 항상 음의 상관관계를 보이고 있다. 유기물 함량은 3월에 높은 양의 상관관계를 보였고, 미사의 함량은 음의 상관관계를 보이고 있다. 그러나 총질소 함량은 음의 상관 관계와 양의 상관관계를 월에 따라 다르게 나타나고 있다.

Table 2. Monthly changes of dominant factor based on correlation coefficient among environmental factors, density and biomass of *M. veneriformis*

MONTH	DENSITY		BIOMASS	
	FACTOR	Coefficient (r)	FACTOR	Coefficient (r)
MAY	TKN	0.6269	TKN	0.5489
JUNE	TKN	-0.9893	TKN	-0.9220
JULY	VFS	-0.6813	VFS	-0.5890
AUGUST	TKN	-0.8723	pH	-0.9637
SEPTEMBER	VFS	-0.6939	VFS	-0.6791
OCTOBER	pH	-0.9520	SUB	-0.6634
DECEMBER	TKN	0.7505	SUB	-0.8797
JANUARY	pH	-0.9362	pH	-0.8304
FEBRUARY	TKN	0.6924	TKN	0.5875
MARCH	T-O	0.8668	T-O	0.9942
APRIL	VFS	-0.9802	TKN	-0.8663

T-O: total organic content; TKN: total nitrogen; SUU: sulfide of upper layer; SUL: sulfide of lower layer; VFS: very fine sand.

## 2. 섭식생태

### 2.1. 소화관 내용물

조사대상 시료의 크기는 각장 20.1~24.8mm(26mm 미만), 28.3~43.3mm(26mm 이상) 크기의 범위에서 조사되었다. 동족의 소화관에서 조사한 플랑크톤의 종류는 총 60속, 120여종으로서, 식물플랑크톤이 52속, 111종(92.5%), 동물플랑크톤은 8속,

9종(7.5%)이었다(Table 3, 4). 출현종류별로는 식물플랑크톤은 규조류가 31속, 와편모조류가 7속, 황색편모조류가 6속, 남조류가 5속, 녹조류가 3속이었고, 동물플랑크톤은 방산충류가 4속, 섬모충류와 갑각류가 각각 2속이 출현하였다. 연중 출현한 종은 *Coscinodiscus* spp.와 *Rhizosolenia setigera*였고, 6개월 이상 출현한 종류는 *Melosira nummuloides*를 비롯한 18종이었다. 그러나 *Agmenellum glauca*를 비롯한 47종은 1회만 출현하였다. 또한 소화관에서는 비교적 많은 양의 부니가 내포되어 있었다.

소화관내의 대부분의 플랑크톤은 부서져 있거나 군체가 분리되어 있었고, 세포 내용물이나 엽록소가 일부 남아 있는 세포도 있었으며, 갑각류는 본래의 형태를 갖추고 있는 개체는 없었다.

월별 출현종수는 각장 26mm 미만의 개체들과 각장 26mm 이상의 개체들에서 비슷한 변동을 하였으며, 3월에 각각 41종과 24종으로 가장 많은 종이 출현하였고, 10월에 또 한 차례의 peak를 보이고 있다(Fig. 13). 또한 계절별로는 여름철에 가장 많았으며, 겨울에도 봄과 유사한 양을 보였다. 주요 출현종으로는 *Coscinodiscus* spp., *C. marginatus*, *Melosira nummuloides*, *Rhizosolenia setigera*, *Thalassiosira* spp., *Thalassiothrix frauenfeldii* 등이 연중 출현하였다. 봄에는 *Coscinodiscus* spp., *C. nodulifer*, *M. nummuloides*, *Prorocentrum minimum*이, 여름에는 *Coscinodiscus* spp., *P. minimum*, *P. micans*, *Nitzschia longissima*, *R. alata* f. *indica*, *T. frauenfeldii*가 가을에는 *C. marginatus*, *C. striata*, *Pleurosigma* sp.1, *Thalassiosira* spp., *T. frauenfeldii*가, 겨울에는 *Coscinodiscus* spp., *Pleurosigma* sp., *T. frauenfeldii*, *M. nummuloides* 등이 우점종으로 나타났다(Table 3~4).

각장 26mm 미만의 개체에서 조사된 플랑크톤의 종류는 총 84종으로, 식물플랑크톤이 77종, 동물플랑크톤은 7종이었고, 각장 26mm 이상은 총 102종으로서 식물플랑크톤이 95종, 동물플랑크톤은 7종으로 큰 개체군에서 출현종수가 18종 많았다. 또한 각장 26mm 이상에서는 출현하였으나 각장 26mm 미만에서는 출현하지 않은 종이 28종이었고, 반대로 각장 26mm 미만에서는 출현하였으나 각장 26mm 이상에서는 출현하지 않은 종은 16종이었으며, 이들 종은 대부분 1~2회만 출현하였다.

Table 3. List of planktons observed in the digestive track of *M. veneriformis*, smaller than 26mm in shell length

SPECIES	MONTH											
	'93 AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	'94 JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL
<i>Actinocyclus ehrenbergi</i>						1						
<i>Actinoptychus senarius</i>						1	1					
<i>A. splendens</i>				1				1				
<i>Agmenellum</i> sp.	1											
<i>Amphore</i> sp.		2										
<i>Bacillaria paradoxa</i>										1		1
<i>Biddulphia sinensis</i>				1				1	1	1		
<i>Camphyloneis grevillei</i>							1					
<i>Chaetoceros</i> sp.												1
<i>Cocclodinium schuettii</i>									1			
<i>Cocconeis pediculus</i>								1				
<i>C. placentula</i>						1			1		1	
<i>Coconeis</i> sp.									1		1	
<i>Corethron pelagicum</i>		1	1					1		1	1	1
<i>Coscinodiscus centralis</i>							1					
<i>C. asteromphalus</i>			1		1	1	1					1
<i>C. excentricus</i>				1	1	1						
<i>C. lineatus</i>											1	
<i>C. marginatus</i>		2	2	3			1	2				1
<i>C. nitidus</i>									1			
<i>C. nodulifer</i>						1		3		1		
<i>C. oculusiridis</i>						1		1				
<i>C. perforatus</i>								1		1		
<i>C. placentula</i>	1											
<i>C. radiatus</i>									1			
<i>C. sp.</i>	2	2	1	1	1	3	3	3	2	2	2	3
<i>Cyclotella striata</i>	3	3	1	3	1	3		1			1	
<i>Cymbella</i> sp.	2											
<i>Dictyocha fibula</i>			1		2	1	1	1				1

1: <5cell/ind.; 2: 5~10cell/ind.; 3: 10~20cell/ind.; 4: 20~30cell/ind.;  
5: ≥30cell/ind.

Table 3. (Continued)

SPECIES	MONTH											
	'93			'94								
	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL
<i>Dipleoneis fusca</i>			1				1					
<i>D. splendida</i>			1	1		1	1					
<i>D. sp.</i>										1		
<i>Distephanus speculum</i>			1									
<i>D. sp.</i>							1					
<i>Fragilaria islandica</i>											1	
<i>F. japonica</i>												1
<i>F. oceanica</i>			1	1	1	1		1			1	1
<i>Gomphonema exignum</i>								1				
<i>G. sp.</i>	1											
<i>Gymnodinium mikimotoi</i>						1				1		
<i>Hyalodiscus sp.</i>		1			1		1					
<i>H. stelliger</i>												1
<i>Lauderia borealis</i>			1	1					1		1	
<i>Lyngbya sp.</i>					1							
<i>Melosira borreiri</i>		2	1	1	1	1	1	2	2	2		
<i>M. nummuloides</i>						1			1	1		
<i>Navicula cancellata</i>						1						
<i>N. elegans</i>			1				1	1				
<i>N. salinarum</i>			1									
<i>N. spp.</i>									1	1	1	1
<i>Nitzchia longissima</i>							1					
<i>Pelagothrix clevei</i>									1			
<i>Peridinium sp.</i>					1	2	2					
<i>Pleurosigma sp.</i>			3	4	3							
<i>P. sp.1</i>									1			
<i>Prorocentrum balticum</i>											2	
<i>P. micans</i>								1	1	3	4	
<i>P. minimum</i>											1	
<i>P. scutelum</i>								1				
<i>Pyrocystis fusiformis</i>												1
<i>P. lunna</i>									1			
<i>P. noctiluca</i>												

1: <5cell/ind.; 2: 5~10cell/ind.; 3: 10~20cell/ind.; 4: 20~30cell/ind.  
5: ≥30cell/ind.

Table 3. (Continued)

SPECIES	'93					'94						
	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL
<i>Rhizosolenia delicatula</i>					1							
<i>R. alata f. indica</i>											2	2
<i>R. longiseta</i>										1	1	
<i>R. setigera</i>	1		1	1	2		1		1		1	1
<i>R. stolterfothii</i>	2						1		1			
<i>Scenedesmus quadricand</i>												1
<i>Staurastrum ophiura</i>									1			
<i>S. sp.</i>			1			1						
<i>Surirella cuneata</i>						1						
<i>Thalassiosira decipiens</i>		2	1	1				1	1	1	1	
<i>T. spp.</i>	2	4	5	2	1	1	1	1	2	1		
<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>	2	1	2	3	3	1	2	2				1
<i>Thalassionema nitzschioides</i>		1	1					1				
<i>Triceratium favus</i>									1			
<i>Trichodesmium sp.</i>		1										
Copepoda	1											
Crustacea					1	1	1	1		1	1	
<i>Tintinnopsis baltica</i>												1
<i>Sphaerozoum geminatum</i>								1				
<i>Pleurospis costata</i>							1					
<i>Panartus tetrathalamus</i>								1				
<i>Orthodon hamatus</i>									1			
No. of species	11	13	21	15	16	22	21	24	22	16	18	17

1: <5cell/ind.; 2: 5~10cell/ind.; 3: 10~20cell/ind.; 4: 20~30cell/ind.

5: ≥30cell/ind.



Table 4. List of planktons observed in the digestive track of *M. veneriformis*, larger than 26mm in shell length

SPECIES	'93					'94						
	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL
<i>Actinocyclus ehrenbergi</i>							1	1				
<i>Actinocyclus senarius</i>		2	1	1	1	1	1					
<i>A. splendens</i>						1						
<i>Agmenellum glauca</i>		3										
<i>A. sp.</i>	1	1										
<i>Amphore sp.</i>	1	1										
<i>Anacystis minutus</i>		1										
<i>Asteromphalus hopaticu</i>								1				
<i>Bacillaria paradoxa</i>											1	
<i>Biddulphia sinensis</i>			1	1	1			1		1		
<i>Camphyloneis grevillei</i>											1	
<i>Ceratium sp.</i>											1	1
<i>Chaetoceros affinis</i>											1	1
<i>C. costatus</i>												1
<i>C. radiata</i>											1	
<i>C. sp.</i>											1	1
<i>Coccolodinium helicoides</i>								1				
<i>C. sp.</i>		1							1			
<i>Cocconeis placentula</i>			1				1		1		1	
<i>C. sp.</i>		1	1		1						2	
<i>Corethron pelagicum</i>			1				1	1		1		1
<i>Coscinodiscus alata</i>									1			
<i>C. asteromphalus</i>			1	1				1			1	
<i>C. centralis</i>					1	1	1					
<i>C. excentricus</i>				1		1						
<i>C. janischii</i>							1					
<i>C. lineatus</i>							1		1		1	
<i>C. marginatus</i>		2	3	1	1	1	3	2	1	1		
<i>C. nitidus</i>								1	1			
<i>C. nobilis</i>								1				
<i>C. nodulifer</i>							1	4	2	1		
<i>C. oculusiridis</i>								1				
<i>C. perforatus</i>	1				1	1		1				
<i>C. placentuta</i>	2							1				1
<i>C. radiatus</i>	1		1				1	1	1			1
<i>C. sp.</i>	2	2	1	1	1	2	3	3	2	3	2	3
<i>C. subtilis</i>					2		1					
<i>Cyclotella sp.</i>										1		

1: <5cell/ind.; 2: 5~10cell/ind.; 3: 10~20cell/ind.; 4: 20~30cell/ind.

5: ≥30cell/ind.

Table 4. (Continued)

SPECIES	MONTH											
	'93 AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	'94 JAN	FEB	MAR	APR	MAR	JUN	JUL
<i>C. striata</i>	3	3	3	4	3	3	1	1				
<i>Cymbella</i> sp.	2		1									
<i>Dictyocha fibula</i>		1	1		2		1	1		1		
<i>Dipleoneis fusca</i>				1	1	1				1		
<i>D. fusca</i> v. <i>hyperborea</i>			1					1				
<i>D. splendida</i>			1	1		1	1					
<i>D. sp.</i>									1			1
<i>Distephanus</i> sp.		1	1	1	1	1						
<i>D. speculum</i> v. <i>octorarius</i>								1				
<i>Ebria tripartita</i>				1								
<i>Eucampia zodiacus</i>												1
<i>Fragilaria islandica</i>								1				
<i>F. oceanica</i>		1	1	1				1		1	1	1
<i>Gymnodinium mikimotoi</i>										1		
<i>G. sp.</i>	1		1									
<i>Gyrosigma acuminatus</i>								1				
<i>Hemiaulus hauckii</i>								1				
<i>Hyalodiscus</i> sp.						1						
<i>H. stelliger</i>		1		1	1							
<i>Lyngbya</i> sp.										1	1	1
<i>Mastogloia minuta</i>								1				
<i>Melosira nummuloides</i>			1	2	2	2	2	1	3	2	1	2
<i>Mesocena polymorpha</i>							1					
<i>Navicula cancellata</i>								1	1	1	2	
<i>N. elegans</i>			1	1	1			1				
<i>N. membranacea</i>							1					
<i>N. salinarum</i>					1	1	1					
<i>N. sp.</i>	2	1	1	5				1		1		1
<i>Nitzschia longissima</i>									1		2	2
<i>N. pungens</i> var. <i>atlantica</i>								1	1			
<i>Noctiluca scintillans</i>												1
<i>Pediastrum</i> sp.												1
<i>Pelagothrix clevei</i>						1						

1: <5cell/ind.; 2: 5~10cell/ind.; 3: 10~20cell/ind.; 4: 20~30cell/ind.

5: ≥30cell/ind.

Table 4. (Continued)

SPECIES	'93					'94						
	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APR	MAR	JUN	JUL
<i>Peridinium</i> sp.										1		1
<i>Pleurosigma fasciola</i>												1
<i>P. scutelum</i>												1
<i>P. sp.</i>	1			1	1	2	2					
<i>P. sp.1</i>		3	5	4	3							
<i>Prorocentrum micans</i>		1	2							1	3	
<i>P. minimum</i>							1	1		3	5	
<i>Pyrocystis lunna</i>										1		
<i>Rhizosolenia delicatula</i>					1				1			1
<i>R. alata f. indica</i>											2	2
<i>R. longiseta</i>	1		1		1			1		1	1	
<i>R. setigera</i>	1	2	2	2	1	1	1	1	1	2	1	1
<i>R. stolterfothii</i>			1	1			2	1	1	2		2
<i>Scenedesmus quadricanda</i>												1
<i>Staurastrum</i> sp.				1								
<i>S. palmeriana</i>		1					1	1				
<i>Surirella cuneata</i>				1	1	1						
<i>S. sp.</i>		1	1									
<i>Thalassiosira decipiens</i>	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	
<i>T. sp.</i>	2	3	4	2	1	1	1	1	2	1		
<i>Thalassiothrix delicatula</i>											1	
<i>T. frauenfeldii</i>	2	2	3	3	2	2	1		1	1		3
<i>T. longissima</i>							1	1				
<i>T. sp.</i>								2				
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	1		1				1	1				
<i>Tricodesmum</i> sp.			1									
Copepoda		1	1								1	
Crustacea	1	1	1	1	1	1			1		1	
<i>Tintinnopsis</i> sp.									1			1
<i>Pleuropsis costata</i>							1					
<i>Panartus tetrathalamus</i>						1						
<i>Orthodon hamatus</i>									1			
<i>Lionotus cygnus</i>								1				
No. of species	18	25	33	27	26	23	30	41	22	23	24	27

1: <5cell/ind.; 2: 5~10cell/ind.; 3: 10~20cell/ind.; 4: 20~30cell/ind.  
5: ≥30cell/ind.

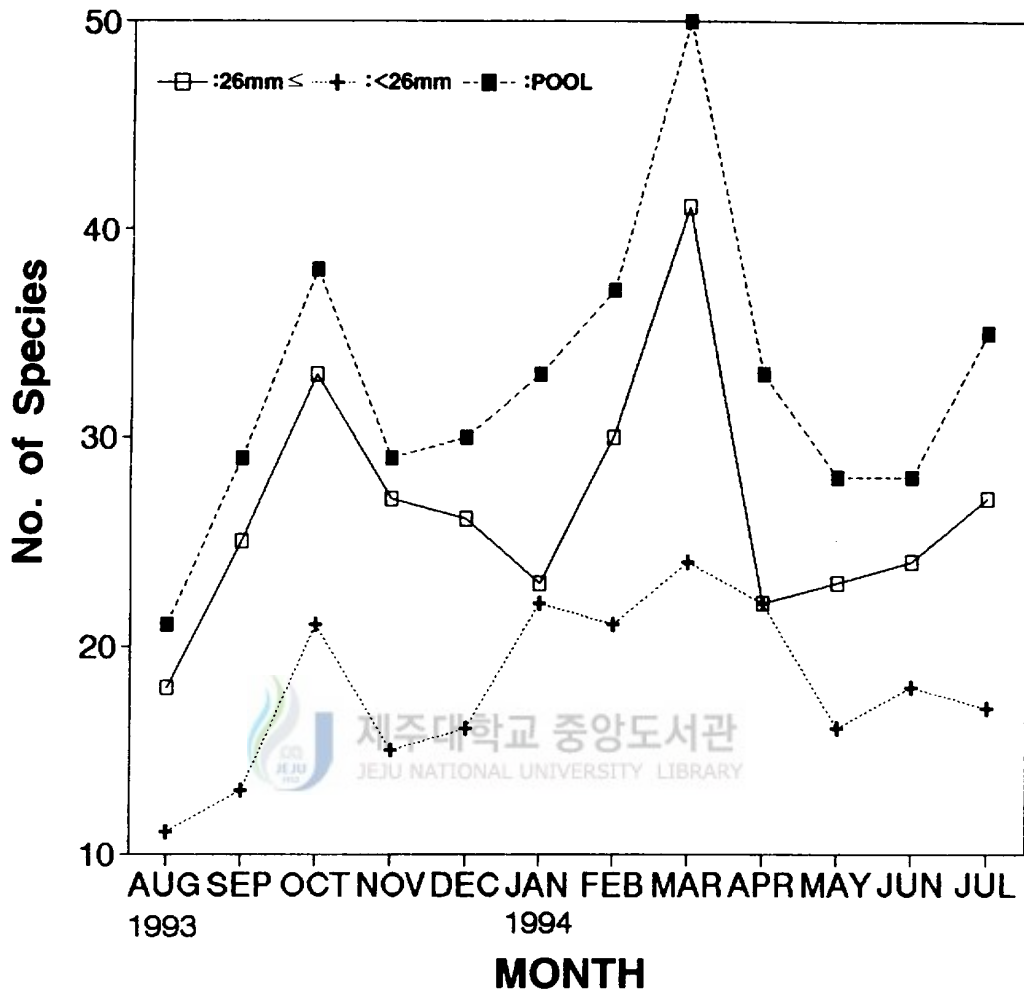


Fig. 13. Monthly changes in the number of food organisms observed in the digestive track of *M. veneriformis* from August 1993 to July 1994.

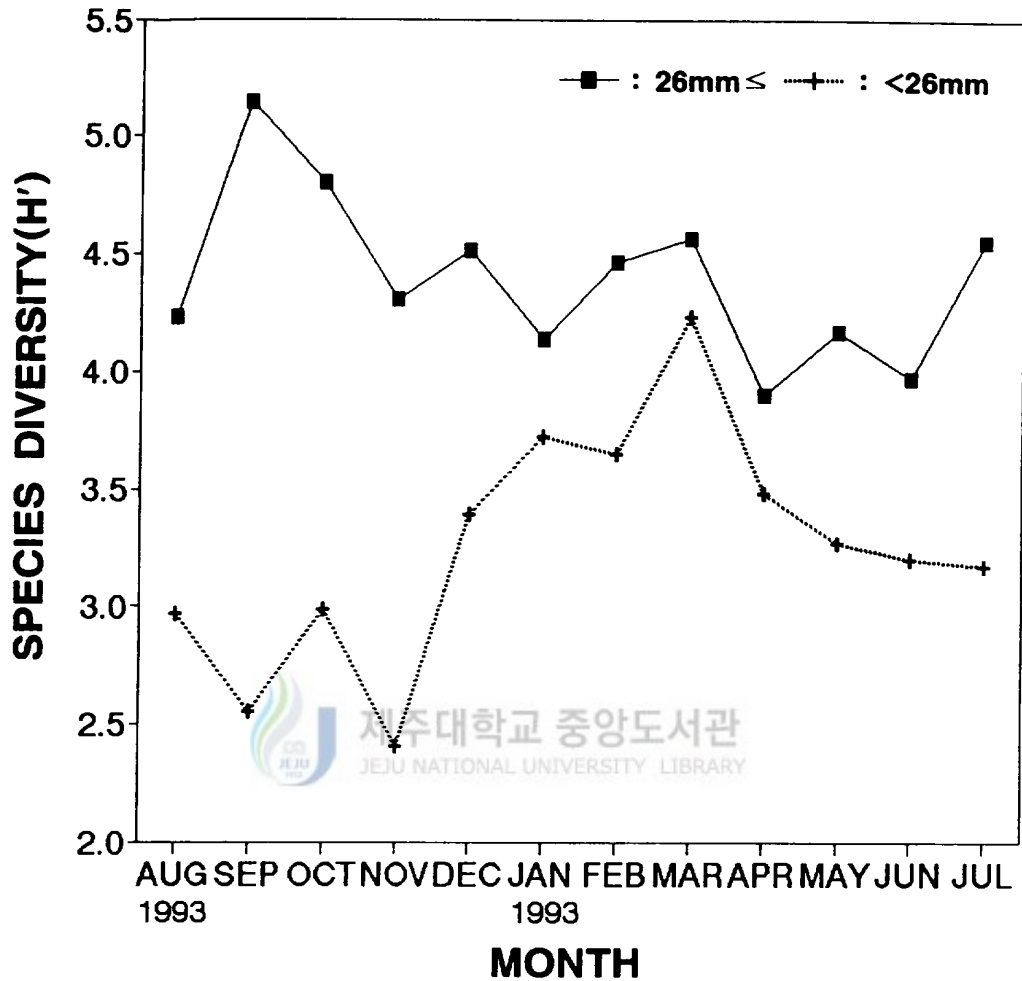
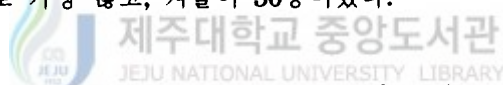


Fig. 14. Monthly changes in species diversity (H') of food organisms observed in the digestive track of *M. veneriformis* from August 1993 to July 1994.

소화관내의 플랑크톤의 종다양도지수(H')는 각장 26mm 미만에서 보다 각장 26mm 이상의 개체들에서 높았다. 각장 26mm 미만의 개체에서는 8월에서 11월까지 3이하였으나, 12월부터 증가하기 시작하여 3월에 최고 4.23이었고, 이후 감소하였다. 각장 26mm 이상의 개체에서는 연중 약 4~5의 값을 유지하였으며, 9월에 5.14로 가장 높았다(Fig. 14).

## 2.2. 환경수의 식물플랑크톤

계절별로 조사한 환경수의 식물플랑크톤은 총 47속 105종으로 규조류가 31속(83종), 와편모조류가 7속(12종), 황색편모조류가 4속(5종), 녹조류가 3속(3종), 남조류가 2속(2종)이었다(Table 5). 계절별 출현종수는 50~60여종으로, 가을에는 *Amphore* sp. *C. affinis*, *Chaetoceros* spp., *Coscinodiscus* spp., *Cyclotetella striata*, 겨울에는 *Biddulphia sinensis*, *C. asteromphalus*, *Coscinodiscus* sp., *C. striata*, *Cymbella* sp., *Pleurosigma* sp.1, *R. delicatula*, 봄에는 *C. asteromphalus*, *Coscinodiscus* spp., *Eucampia zodiacus*, *Melosira sulcata*, *Thalassiosira* spp., 여름에는 *Ceratium* spp., *C. affinis*, *Coscinodiscus* spp., *M. sulcata*, *Noctiluca scintillans*가 각각 우점종으로 출현하였다. 계절별 출현종수는 봄이 61종으로 가장 많고, 겨울이 50종이었다.



## 2.3. 소화관 내용물과 환경수의 식물플랑크톤과의 관계

계절별로 소화관내의 플랑크톤과 환경수에서 공통적으로 출현한 종은 각장 26mm 미만에서는 봄에 20종, 가을에 19종, 겨울과 여름에 각각 15종이었으며, 각장 26mm 이상에서는 봄에 39종, 가을에 30종, 여름에 26종, 겨울에 26종으로 크기에 따라 크게 차이가 있었다(Table 6). 환경수의 식물플랑크톤에 비하여 소화관 내용물에서의 출현율은 각장 26mm 미만에서는 28~35%이고, 각장 26mm 이상에서는 48~64%로 환경수 식물플랑크톤의 약 28~64%가 소화관 내용물에서 출현하여, 섭이된 플랑크톤의 종이 다소 적었다.

환경수의 우점종과 소화관 내용물에서의 우점종을 비교하면, *Coscinodiscus* spp.와 *C. striata*, *M. sulcata*, *Pleurosigma* sp.1, *Thalassiothrix* spp.를 제외하고는 대부분의 환경수의 우점종들이 동족의 소화관내에서는 우점종이 아니었다.

Table 5. List of phytoplanktons identified from sea water at the studied area

SPECIES	DATE			
	Oct. 16, '93	Dec. 14, '93	Mar. 25, '94	Jul. 7, '94
<i>Actinocyclus ehrenbergi</i>	-	-	0	-
<i>Actinoptychus senarius</i>	0	0	-	-
<i>A. splendens</i>	-	-	0	-
<i>Amphore</i> spp.	*	0	0	0
<i>Asteromphalus hopaticus</i>	-	-	0	-
<i>Bacillaria paradoxa</i>	-	-	-	0
<i>Biddulphia sinensis</i>	0	*	0	0
<i>Ceratium fusus</i>	0	0	-	0
<i>C. spp.</i>	-	-	0	*
<i>Chaetoceros affinis</i>	*	-	-	*
<i>C. brevis</i>	0	-	-	-
<i>C. costatus</i>	-	-	-	0
<i>C. decipiens</i>	0	0	-	-
<i>C. densus</i>	0	-	0	0
<i>C. didymus</i>	-	0	0	0
<i>C. radiata</i>	0	0	-	-
<i>C. spp.</i>	*	0	-	0
<i>Cochlodinium helicoides</i>	-	-	0	-
<i>C. spp.</i>	0	-	0	0
<i>Coconeis pediculus</i>	0	0	0	-
<i>C. spp.</i>	0	0	-	-
<i>Corethron pelagicum</i>	0	-	0	0
<i>Coscinodis cusasteromphalus</i>	0	*	*	0
<i>C. centralis</i>	0	0	-	-
<i>C. excentricus</i>	-	0	-	-
<i>C. marginatus</i>	0	0	0	0
<i>C. nitidus</i>	-	-	0	-
<i>C. nobilis</i>	-	-	0	-
<i>C. nodulifer</i>	-	-	0	-
<i>C. oculusiridis</i>	-	0	0	0
<i>C. perforatus</i>	-	0	0	-
<i>C. placentuta</i>	-	-	0	0
<i>C. radiatus</i>	0	-	0	0
<i>C. spp.</i>	*	*	*	*
<i>C. subtilis</i>	-	0	-	-

\* : Dominant species

Table 5. (Continued)

SPECIES	DATE			
	Oct. 16, '93	Dec. 14, '93	Mar. 25, '94	Jul. 7, '94
<i>Cyclotella striata</i>	*	*	0	-
<i>C. sp.</i>	-	-	0	-
<i>Cymbella sp.</i>	0	*	-	-
<i>Dictyocha fibula</i>	0	0	0	0
<i>Dipleoneis fusca</i>	-	0	-	-
<i>D. fusca</i> var. <i>hyperborea</i>	0	-	0	-
<i>D. splendica</i>	0	-	-	-
<i>D. sp.</i>	-	-	-	0
<i>Distephanus spp.</i>	0	0	-	-
<i>D. speulum</i> v. <i>ohtonarius</i>	-	-	0	0
<i>Eucampia zodiacus</i>	-	-	*	0
<i>Fragilaria islandica</i>	-	-	0	-
<i>F. japonica</i>	-	-	-	0
<i>F. oceanica</i>	0	0	0	0
<i>Gomphonema exignum</i>	0	0	0	0
<i>Gymnodinium spp.</i>	0	0	0	0
<i>Gyrosigma acuminatus</i>	-	-	0	-
<i>Hemiaulus hauckii</i>	-	-	0	-
<i>Hyalodiscus spp.</i>	-	0	0	-
<i>H. stelliger</i>	-	0	-	0
<i>Lauderia borealis</i>	-	-	-	0
<i>Lyngbya spp.</i>	0	-	-	0
<i>Mastogloia minuta</i>	-	-	0	-
<i>Melosira borreiri</i>	-	0	-	-
<i>M. nummuloides</i>	0	0	0	0
<i>M. sulcata</i>	-	0	*	*
<i>Navicula cancellata</i>	-	-	0	-
<i>N. elegans</i>	0	0	0	-
<i>N. salinarum</i>	0	0	0	-
<i>N. spp.</i>	0	-	0	0
<i>Nitzchia delicatissima</i>	-	-	-	0
<i>N. longissima</i>	0	0	0	0
<i>N. pungens</i> var. <i>atlantic</i>	-	-	0	-
<i>N. seriata</i>	-	-	-	0

\* : Dominant species



Table 5. (Continued)

SPECIES	DATE	Oct. 16, '93	Dec. 14, '93	Mar. 25, '94	Jul. 7, '94
<i>Noctiluca scintillans</i>		-	-	-	*
<i>Pediastrum</i> spp.		0	-	0	0
<i>Peridinium minusculum</i>		-	-	-	0
<i>P. roseum</i>		-	-	-	0
<i>P. spp.</i>		0	0	0	0
<i>Pleurosigma angulatum</i>		0	0	-	-
<i>P. elongatum</i>		0	0	-	-
<i>P. fasciola</i>		-	-	-	0
<i>P. normanii</i>		-	-	-	0
<i>P. scutelum</i>		-	-	-	0
<i>P. spp.</i>		-	0	-	-
<i>P. sp.1</i>		0	*	-	-
<i>Prorocentrum micans</i>		0	-	-	0
<i>P. minimum</i>		-	-	0	0
<i>Pyrocystis fusiformis</i>		-	-	0	-
<i>Rhizosolenia alata</i> f. <i>indica</i>		-	-	-	0
<i>R. delicatula</i>		-	*	-	0
<i>R. longiseta</i>		0	0	0	-
<i>R. robusta</i>		0	0	0	-
<i>R. setigera</i>		0	0	0	0
<i>R. spp.</i>		0	0	0	0
<i>R. stoterfothii</i>		0	-	0	0
<i>Scenedesmus quadricanda</i>		0	-	-	0
<i>Staurastrum</i> spp.		0	-	-	-
<i>Skeletonema costatum</i>		-	-	0	0
<i>Stephanopyxis palmeriana</i>		-	-	0	-
<i>Surirella cuneata</i>		-	0	-	-
<i>S. sp.</i>		0	-	-	-
<i>Thalassiosira decipiens</i>		0	0	0	-
<i>T. spp.</i>		0	0	0	-
<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>		0	0	0	0
<i>T. longissima</i>		-	-	0	-
<i>T. spp.</i>		0	0	*	0
<i>Thalassionema nitzschioides</i>		0	0	0	-
<i>Triceratium favus</i>		0	0	-	-
<i>Trichodesmium</i> sp.		0	-	-	-
No. of species		53	50	61	54

\* : Dominant species

소화관 내용물의 플랑크톤은 대부분이 단순한 형태를 이루는 소형으로, 등근형은 200 $\mu$ m 이하, 막대형은 지름 20 $\mu$ m, 길이 500 $\mu$ m 이하였다.

Table 6. Seasonal variation in the number of species of phytoplankton observed from sea water (A) at the studied area and digestive track (B) of *M. veneriformis*

SEASON	A	B		A & B	
		<26mm	≥ 26mm	<26mm	≥ 26mm
AUTUMN	53	21	31	19	30
WINTER	50	15	25	15	25
SPRING	61	21	40	20	39
SUMMER	54	16	26	15	26
POOL	106	42	76	41	75

Jacobs의 선택도지수II(D<sub>i</sub>)를 사용하여 플랑크톤의 섭식상황을 살펴보면 (Table 7), 각장 26mm 미만에서는 소극적(negative) 선택성을 나타내는 종이 봄의 41종에서 가을의 35종 사이로 전 계절에서는 79종이며, 적극적(positive) 선택종은 봄 21종, 겨울 13종으로 전 계절에 있어서는 26종으로, 소극적인 선택종이 많았다. 또한 적극적 선택종 중에서도 선택도지수가 몇몇 종을 제외하고는 0에 가까웠다.

각장 26mm 이상의 개체에서는 소극적 선택종은 가을의 47종에서 봄의 24종으로 전 계절에서는 59종이었으며, 적극적 선택종은 봄의 38종에서 가을의 7종으로 큰 차이가 있으나 전 계절에서는 47종으로, 전체적으로 소극적 선택종이 많았다.

*Ceratium*과 *Chaetoceros* 종류는 환경수에서는 다량으로 출현하였으나, 소화관 내용물에서는 거의 출현하지 않았다. 또한 소화관 내용물에서 담수조류인 *Agmenellum*, *Anacystis*, *Cymbella*, *Lyngbya*, *Pediastrum*, *Scenedesmus*, *Staurastrum*이 동정되었는데, 이중 *Cymbella*, *Lyngbya*, *Pediastrum*, *Scenedesmus*, *Staurastrum*은 환경수에서도 일부 출현하였다.

그러므로 동족의 작은 개체군들의 소화관내의 플랑크톤은 큰 개체군들의 소화

관 내에서 대부분 발견되며, 큰 개체군들에서 발견되는 비교적 대형의 플랑크톤은 작은 개체군들에서는 발견되지 않았다.

Table 7. Seasonal variation electivity indices based on Jacobs index  $\Pi(D')$ .  
Values represent the number of species

SEASON	SHELL LENGTH (<26mm)		SHELL LENGTH (≥ 26mm)	
	NEGATIVE	POSITIVE	NEGATIVE	POSITIVE
AUTUMN	35	19	47	7
WINTER	37	13	26	24
SPRING	41	21	24	38
SUMMER	39	16	37	23
POOL	79	26	59	47

### 3. 개체군 생산력

#### 3.1. 산란기

동족의 생식소는 암컷은 옅은 분홍색이며, 수컷은 황백색이지만, 미숙한 생식소는 내장색과 동일한 색을 띠어 외관적으로 구분이 불가능하였다. 동족은 자웅이체이며, 생식소는 내장낭의 간중장선의 옆에서부터 점점 하부로 발달하여 간다.

비만도의 월별 변화(Fig. 15)는 1993년은 6월부터 감소하여 10월에 최소값을 보이며, 이후 서서히 증가하여 1994년 5월에 최고값을 보이고, 6월부터 다시 감소하였다.

각장 26mm 이상의 개체를 대상으로 생식소의 발달을 3단계로 구분, 월별 변화를 살펴보았다(Fig. 16). 8월부터 미숙한 개체가 나타나기 시작하며 10월에 미숙한 개체가 100%를 차지하여 이듬해 2월까지 모든 개체의 생식소 발달이 미숙하여 육안적으로 생식소를 관찰할 수 없었다. 3월부터는 급격히 생식소가 발달하기 시작하여 중숙의 개체가 암컷은 82.1%, 수컷은 75.5%였으며, 5월에는 미숙한 개체가

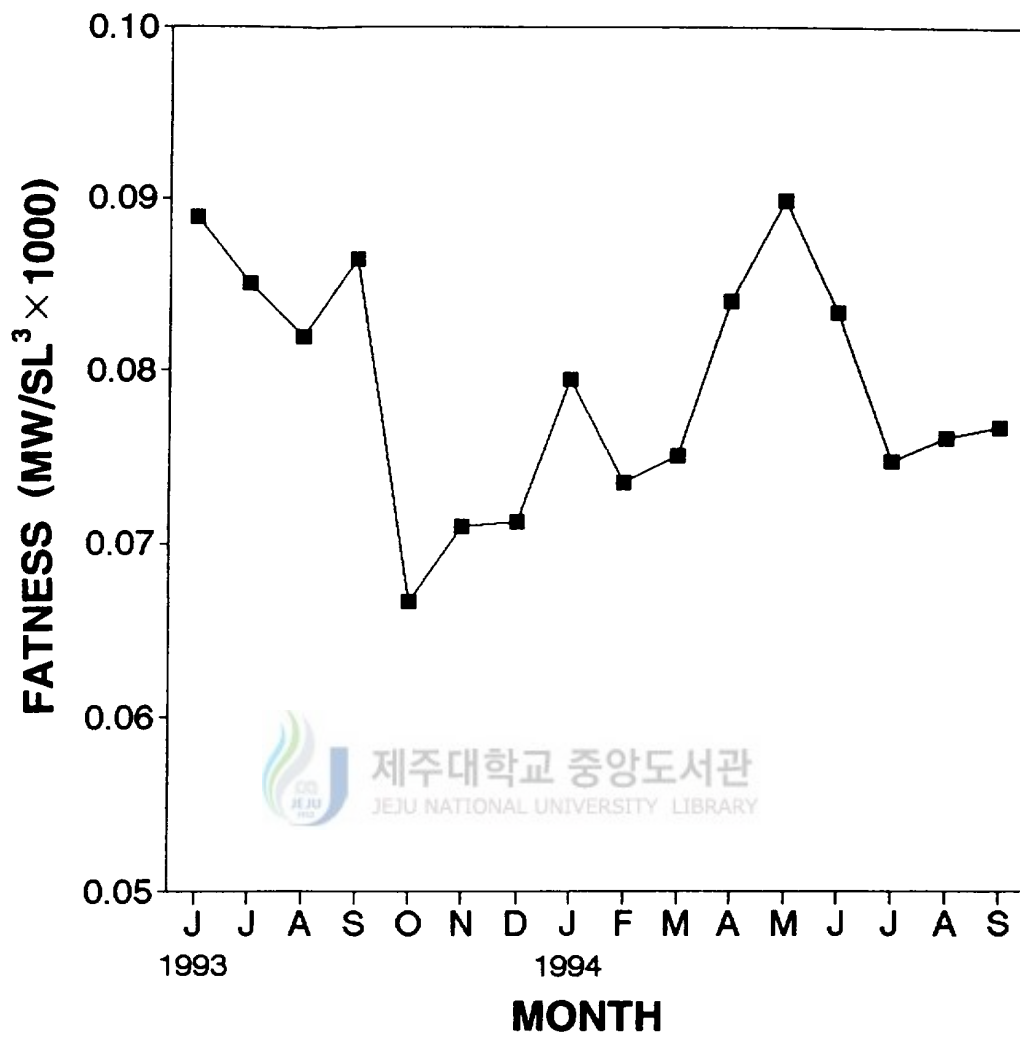


Fig. 15. Monthly changes in fatness of *M. veneriformis*, larger than 27mm in shell length.

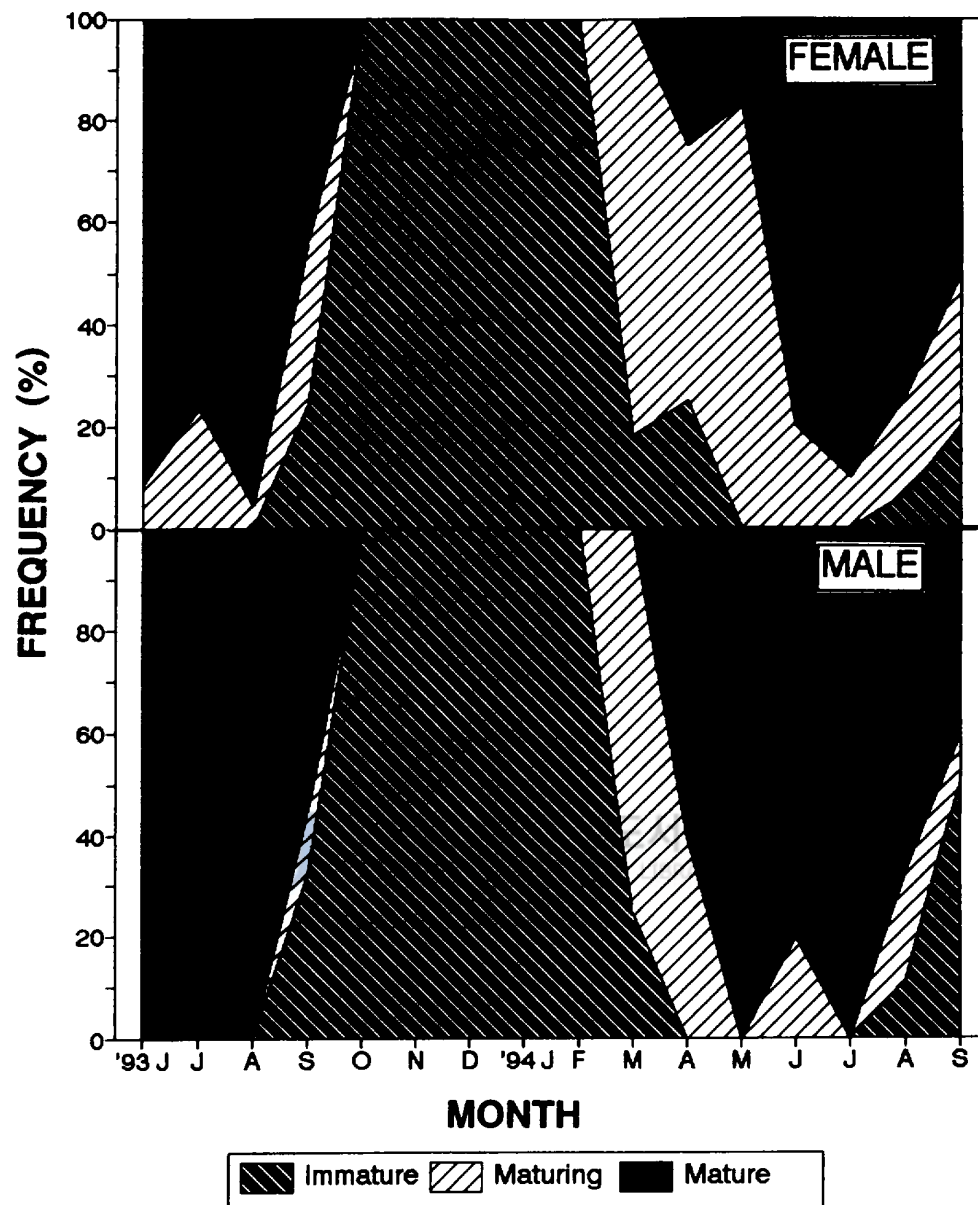


Fig. 16. Monthly changes in gonad fatness of both male and female *M. veneriformis* from June 1993 to September 1994.

출현하지 않았고, 6월이면 완숙한 개체가 80% 이상이었다.

그러므로 비만도와 생식소의 월별 발달과정을 종합하면 동종의 1993년도의 산란기는 5월부터 9월까지이며, 주산란기는 6~7월로 추정된다.

또한 산란기의 추정은 가입개체의 출현빈도에 의해서도 간접적으로 알 수 있다. 1990년부터 1994년 까지의 월별 각장빈도분포를 살펴보면(Fig. 17), 출생 당해년도에 최초로 가입하는 시기는 1990년 출생군들은 8월, 1991년 출생군들은 7월, 1992년 출생군들은 8월, 1993년 출생군들은 7월이었다. 실제로 본 실험에서 동족은 산란 후 만 24시간이면 D상 유생으로 변태하였다. 약 3주간 부유생활을 하므로 산란에서 침강까지 약 3~4주 경과한다고 가정하여, 가입에서 역으로 환산하면 산란기는 6~7월로 추정된다.

6~7월에 조사한 각장의 크기에 따른 군성속도(RM; rate of group maturity)(Fig. 18)로 살펴 본 성숙체장은 각장 26.08mm이었다.

또한 1993년 6월과 1994년 6월에 조사한 동족의 성비(Female/Total)는 1993년은 0.519, 1994년은 0.485로서 대체로 암수비가 1 : 1이었다(Table 8).

Table 8. Sex ratio of *M. veneriformis* at two different sampling days

DATE	FEMALE (inds.)	MALE (inds.)	TOTAL (inds.)	SEX RATIO (F/T)
JUNE 4, 1993	67	62	129	0.519
JUNE 15, 1994	50	53	103	0.485

### 3.2. 부유유생

1993년 6월 5일부터 7월 17일까지 7일 간격으로 해수중의 부유유생을 조사한 결과 6월 19일에서 7월 3일에 걸쳐 출현하였다. 출현기간에는 채집일자별로 출현 개체수의 차이가 없었으며, 7월 10일 이후에는 거의 출현하지 않았다. 또한 6월 5일의 예비조사에서도  $0.1 \text{ inds.}\cdot\text{m}^{-3}$  이하였으므로 동족의 부유유생의 주출현시기는 6월 19일에서 7월 3일로 추정된다(Table 9).

부유유생의 평균 크기는 각장  $223\mu\text{m}$ 였으며, 6월 19일에  $430\mu\text{m}$  이상의 개체가 소수 출현하였으나, 이것은 침강된 것이 저층수의 채집시에 채집된 것으로 보인다.

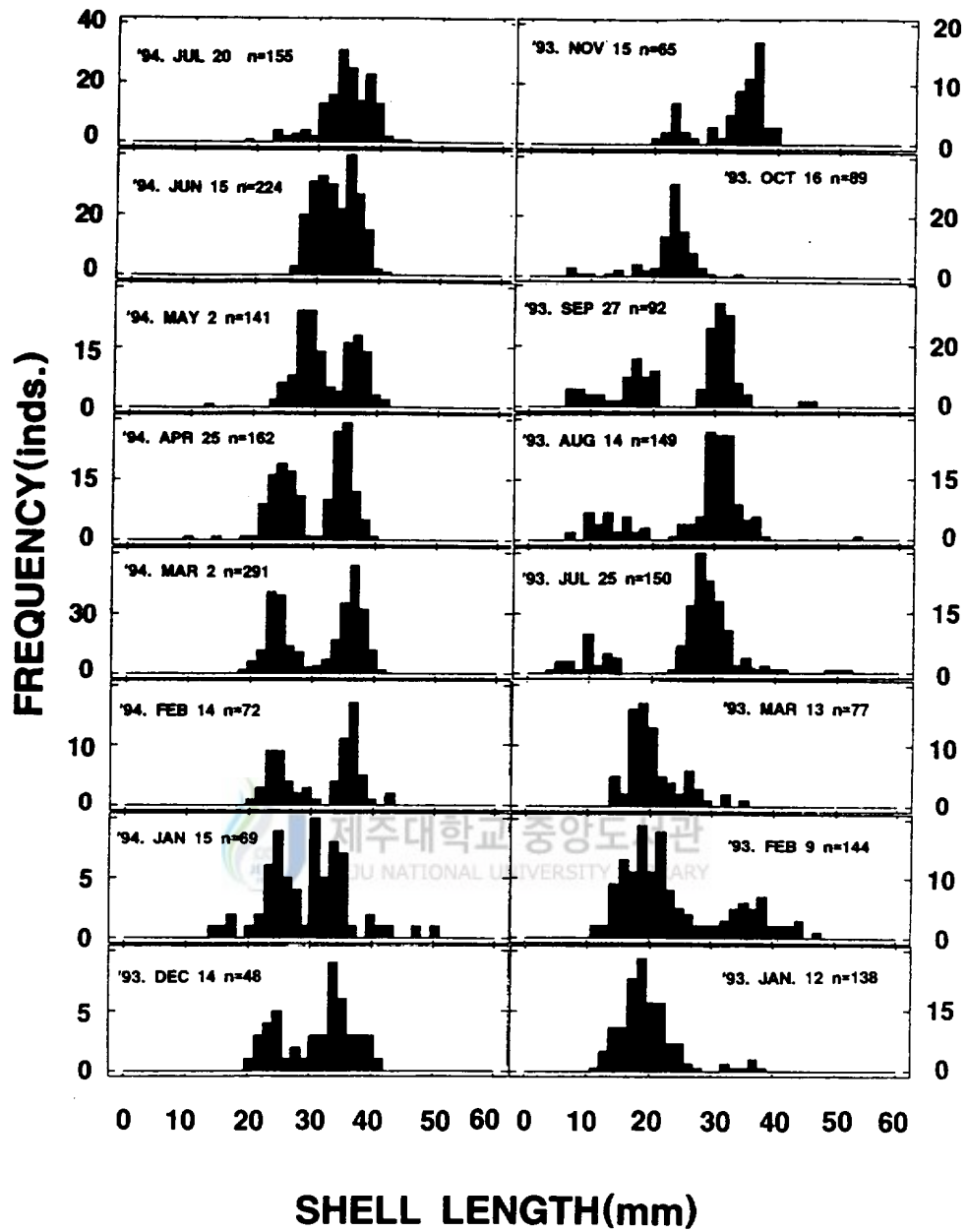


Fig. 17. Frequency distributions of the shell length of *M. veneriformis* from March 1990 to July 1994.

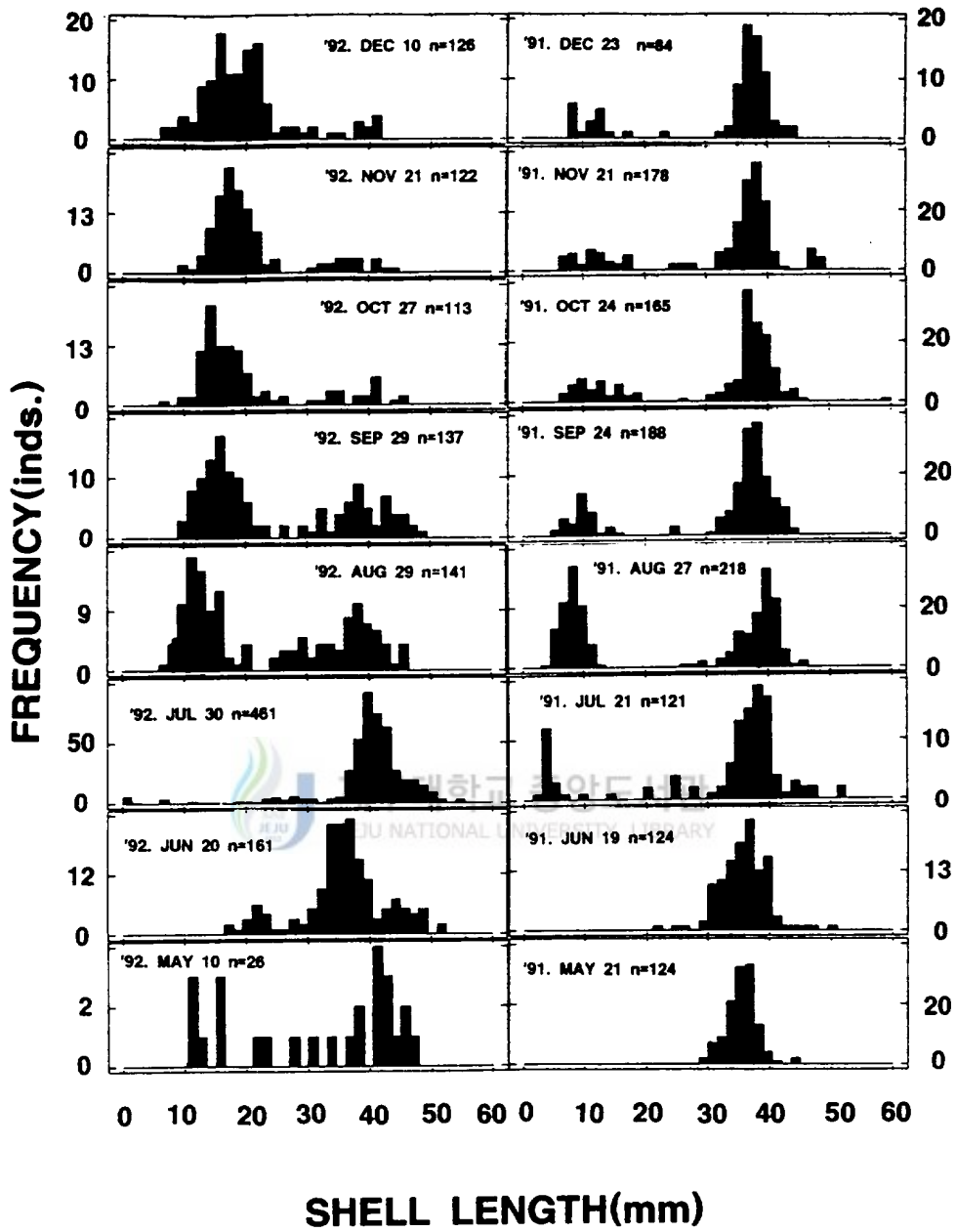


Fig. 17. (Continued)



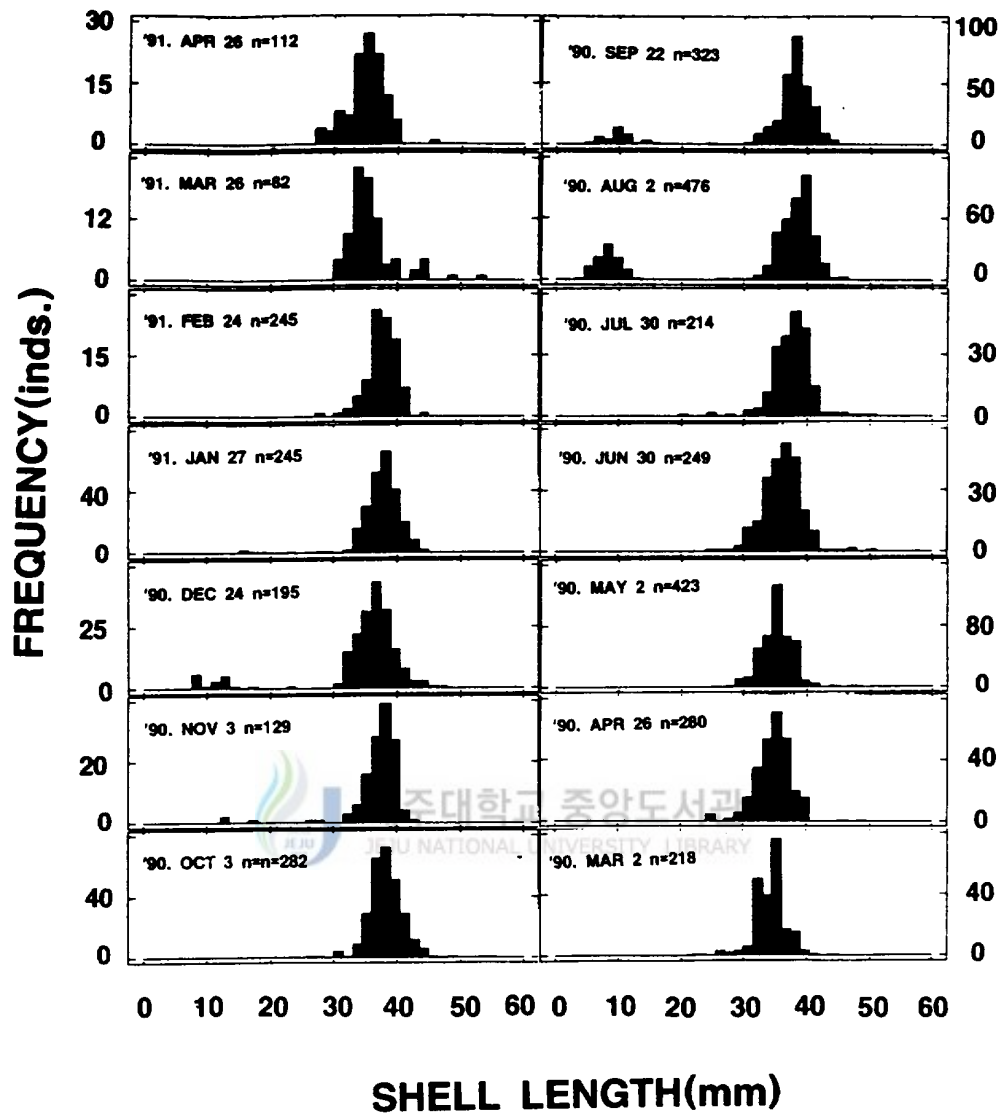


Fig. 17. (Continued)

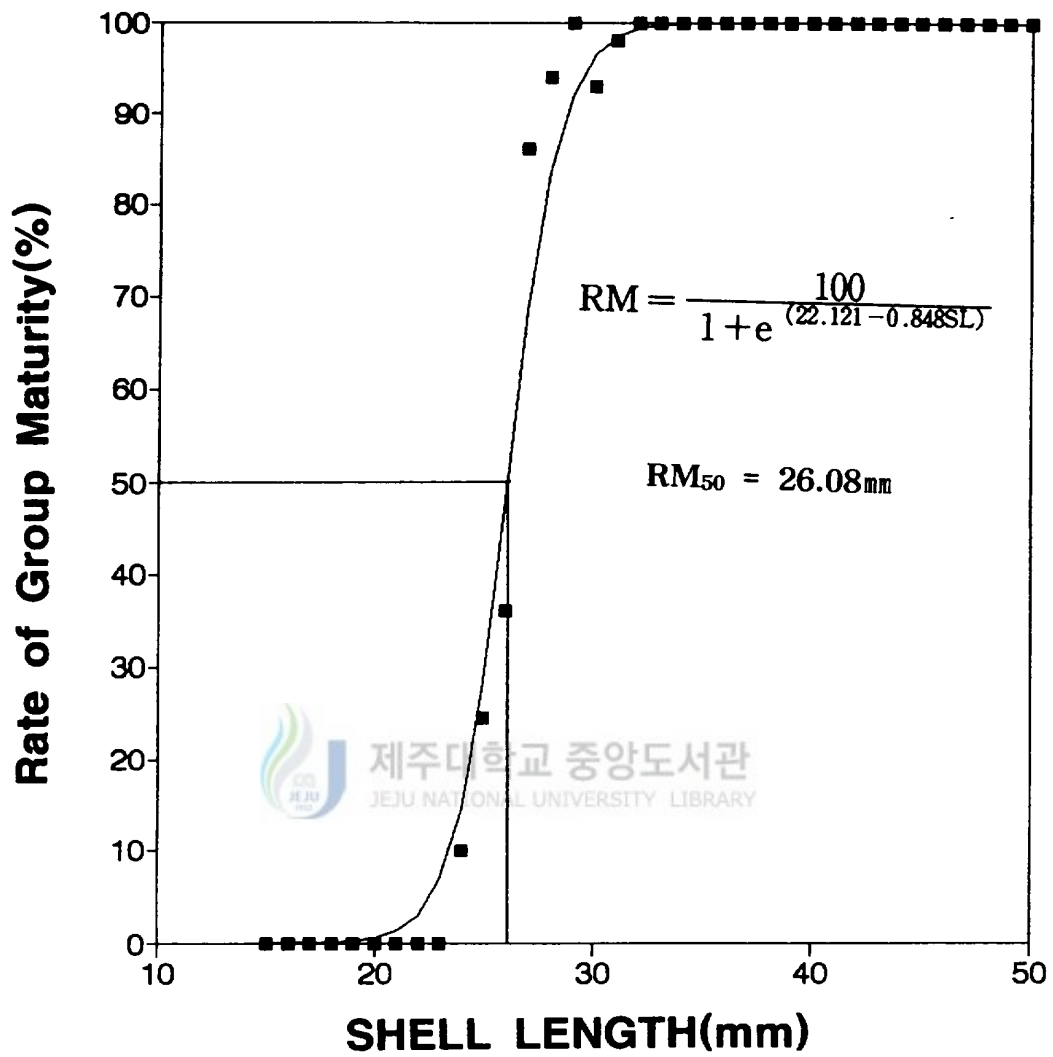


Fig. 18. Relationship between the rate of group maturity (%) and shell length (mm) of the *M. veneriformis*.

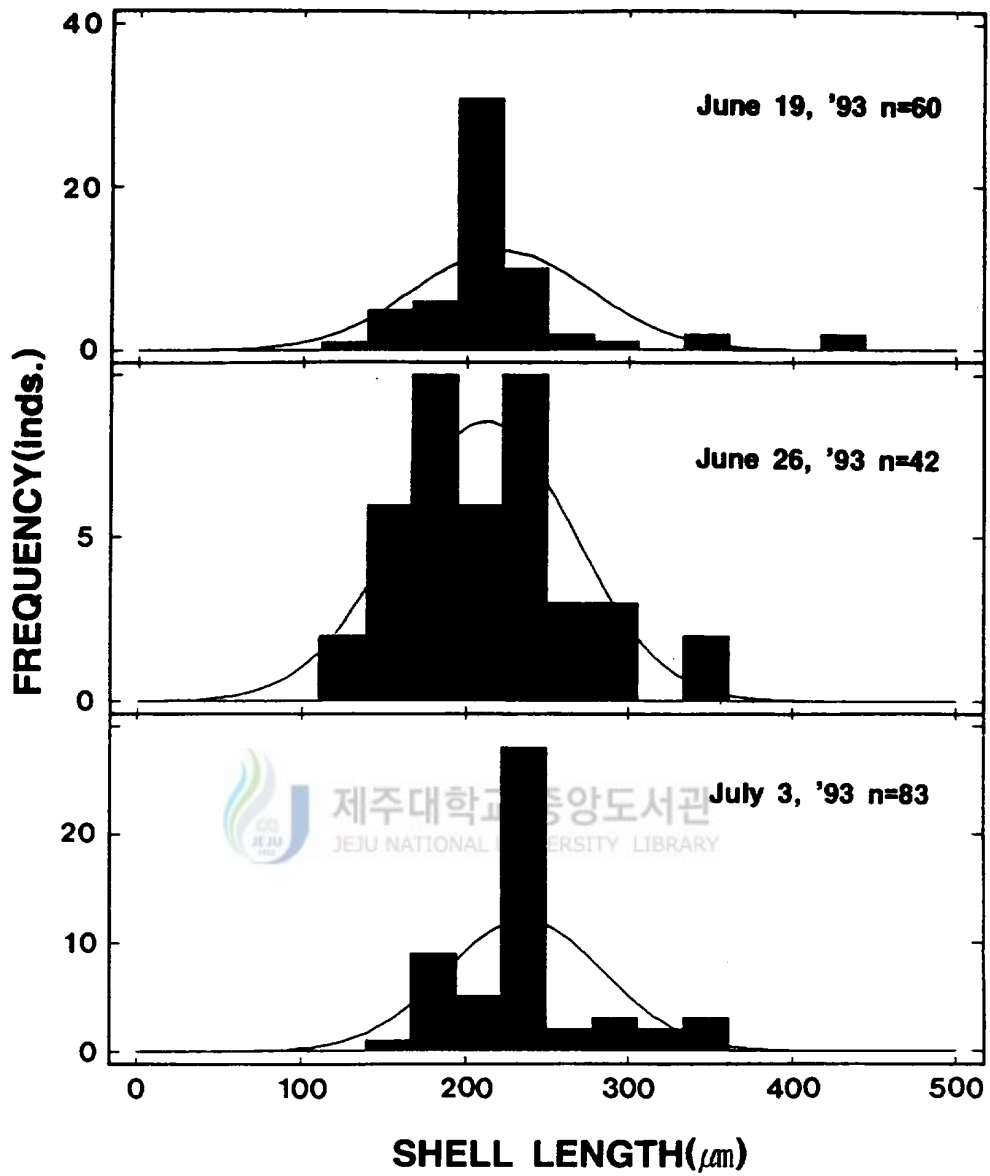


Fig. 19. Frequency distribution of shell length measured with the planktonic larvae of *M. veneriformis*.

6월 19일, 6월 26일, 7월 3일 모두 250 $\mu\text{m}$  이상의 개체는 크게 감소하고 있으며, 350 $\mu\text{m}$  이상의 개체는 나타나지 않았다(Fig. 19). 또한 출현시기에 따른 부유유생의 크기의 차는 없었다.

Table 9. Mean density and shell length of the planktonic larvae of *M. veneriformis*

ITEM	TIME	'93	'93	'93	'93	'93	'93
		JUNE 5	JUNE 19	JUNE 26	JULY 3	JULY 10	JULY 17
MEAN DENSITY (inds./m <sup>3</sup> )		<0.1	662	563	578	<0.1	<0.1
SHELL LENGTH ( $\mu\text{m}$ )			221	211	236	-	-
RANGE			130~430	130~340	150~350	-	-

### 3.3. 유생의 침강과 치패의 생산력

#### 3.3.1. 침강과 저질성상 및 성패와의 관계

부유유생의 침강시기는 Fig. 20에 나타난 바와 같이 500 $\mu\text{m}$  이하 치패의 개체 수는 6월 19일 부터 나타나기 시작하여 6월 26일에서 7월 17일 사이에 가장 많이 출현하였고, 그 이후는 급감하고 있다. 그러므로 부유유생의 주침강시기는, 침강 이후에 급격히 감소한다는 것을 감안하면 6월 19일에서 7월 17일 사이로 추정된다. 침강직후의 동측 치패의 밀도는 A, B 지점간에 차이는 없었으며, 6월 26일에 약 7,200 inds. $\cdot\text{m}^{-2}$ 로서 최대치를 나타내고 있다. A지점과 B지점간의 침강 시기의 차이도 보이지 않았다. 또한 침강된 치패의 각장의 최소치는 7월 10일을 제외하고는 250 $\mu\text{m}$ ~310 $\mu\text{m}$ 이었다(Fig. 21).

그러므로 부유유생과 치패의 각장빈도 분포에 의하면 부유유생의 침강시의 크기는 250~350 $\mu\text{m}$  사이로 추정된다.

치패의 밀도와 성패 및 저질성상과의 관계를 요인별로 상관계수를 구하여 치패의 침강과 이들 요인과의 상관성을 분석한 결과, 침강한 치패의 밀도는 성패의 밀도 및 저질의 입도와 상관성이 미약하였으며, 오히려 저질의 pH와 노출시간에

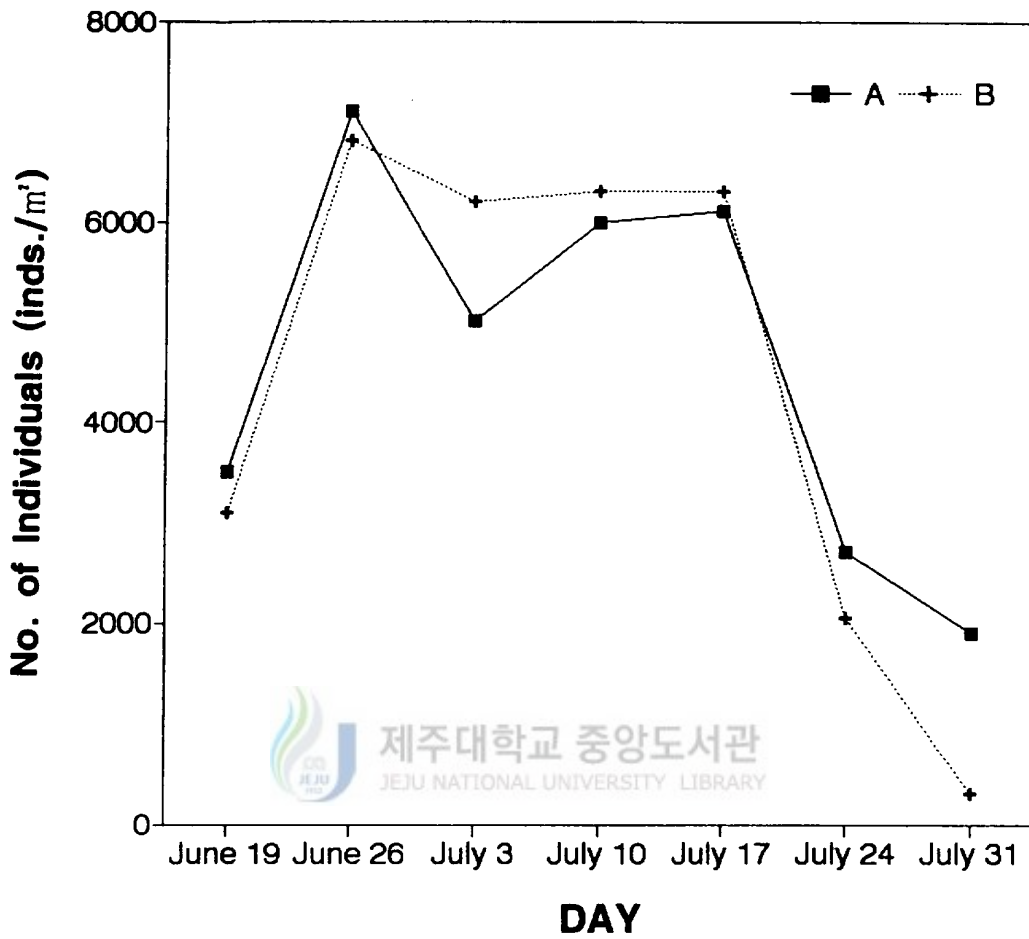


Fig. 20. Comparison of mean density of *M. veneriformis*, smaller than  $500\mu\text{m}$  in shell length, collected from two different sites (A and B). Sampling were performed at seven different days with weekly intervals.

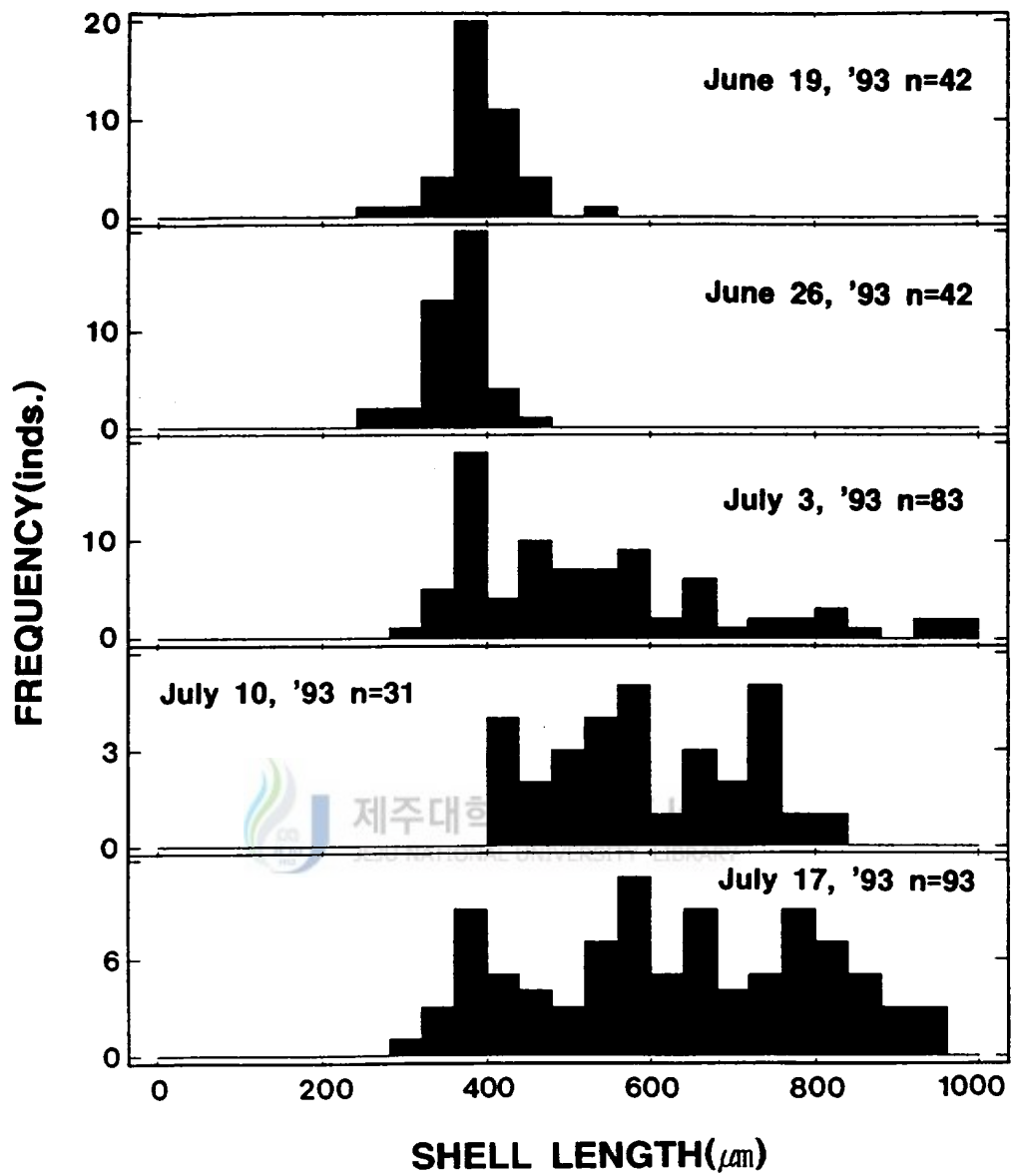


Fig. 21. Frequency distribution of shell length measured with the juveniles of *M. veneriformis*.

의해서 각각 0.71, 0.70으로 비교적 높은 상관성을 보여주고 있다(Table 10). 그러므로 치패의 침강은 저질성상이나 성패의 밀도보다 간석지의 수로나 노출시간, 또는 수류에 의하여 큰 영향을 받는 것으로 추정된다.

Table 10. Correlation between the density of *M. veneriformis* juveniles and their substratum condition

Factor	coefficient	sample size	significance level
No. of adult clams	-0.1358	10	0.7083
pH	0.7084	10	0.0218
gravel	0.4722	10	0.1207
coarse sand	0.2740	10	0.4436
medium sand	0.4382	10	0.1568
fine sand	-0.3739	10	0.2871
silt	0.1083	10	0.7659
clay	-0.1938	10	0.5917
tidal exposure time	0.6956	10	0.0255

### 3.3.2. 치패의 성장과 사망

각장(SL)에 따른 전중량(TW)과 각고(SH)와의 상관성은, 전중량은 0.7mm 이상의 개체를 대상으로 하였으며, 그 결과는 Fig. 22, Fig. 23과 같다. 각장과 각폭(SW)간의 상대성장식은 각장 22mm에서 변곡점이 있어, 각장 22mm 미만과 각장 22mm 이상으로 나누어 상대성장식을 구하였다. 두 식의 기울기(Zar, 1984)는 유의한 차이가 있었다( $F_{(1,213)} = 19.27$ ).

$$SH = 0.892 SL - 0.178 \quad (r^2=0.998)$$

$$SW = 0.586 SL - 0.080 \quad (r^2=0.942; \text{각장 } 22\text{mm 미만}),$$

$$SW = 0.767 SL - 4.240 \quad (r^2=0.643; \text{각장 } 22\text{mm 이상})$$

$$TW = 2.901 \times 10^{-4} SL^{2.957} \quad (r^2=0.987).$$

각 조사일자별 치패의 각장 빈도분포표를 정규분포화하여 성장상황을 추적하였다(Fig. 24). 채집일자별로 비교적 뚜렷한 정규분포를 보이고 있으며, 모드의 천

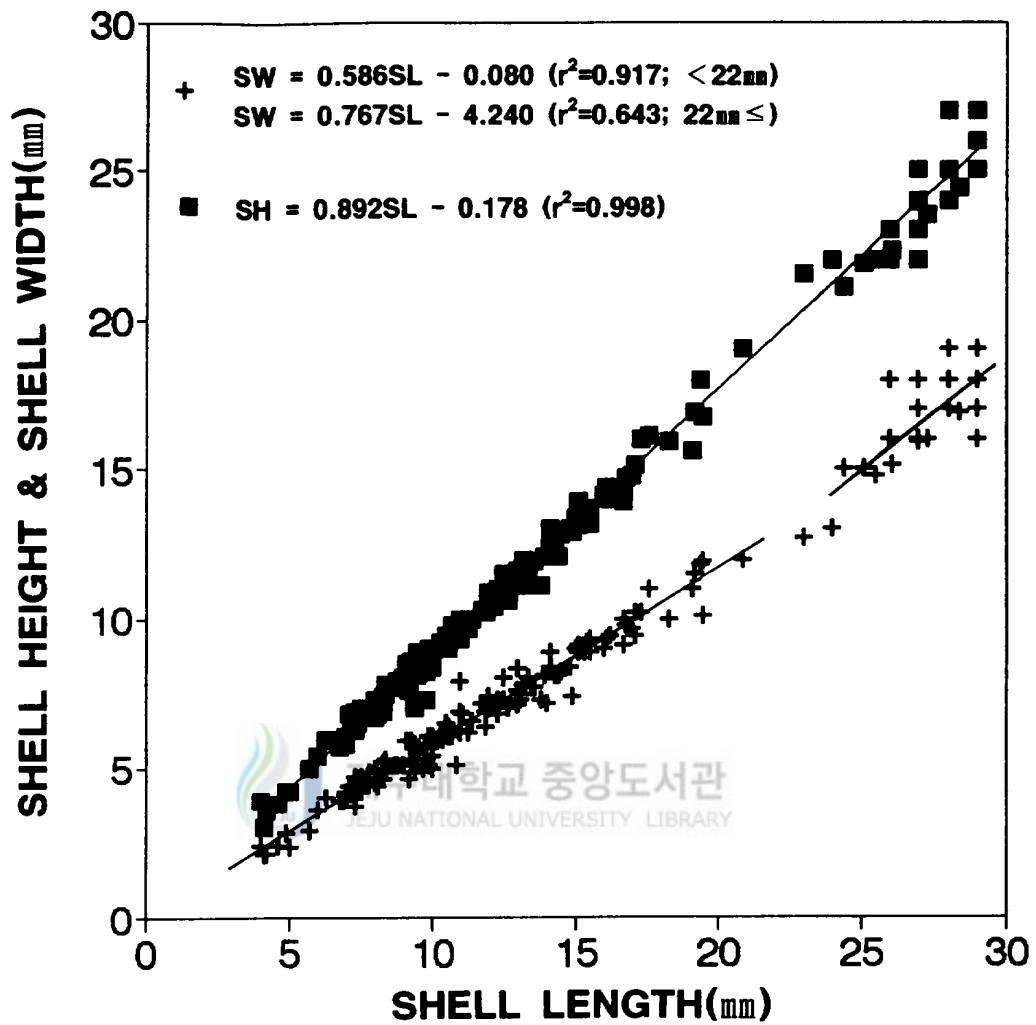


Fig. 22. Relationship between the ratio of shell height (SH) for shell width (SW) and shell length (SL) of *M. veneriformis*, smaller than 30mm in shell length.



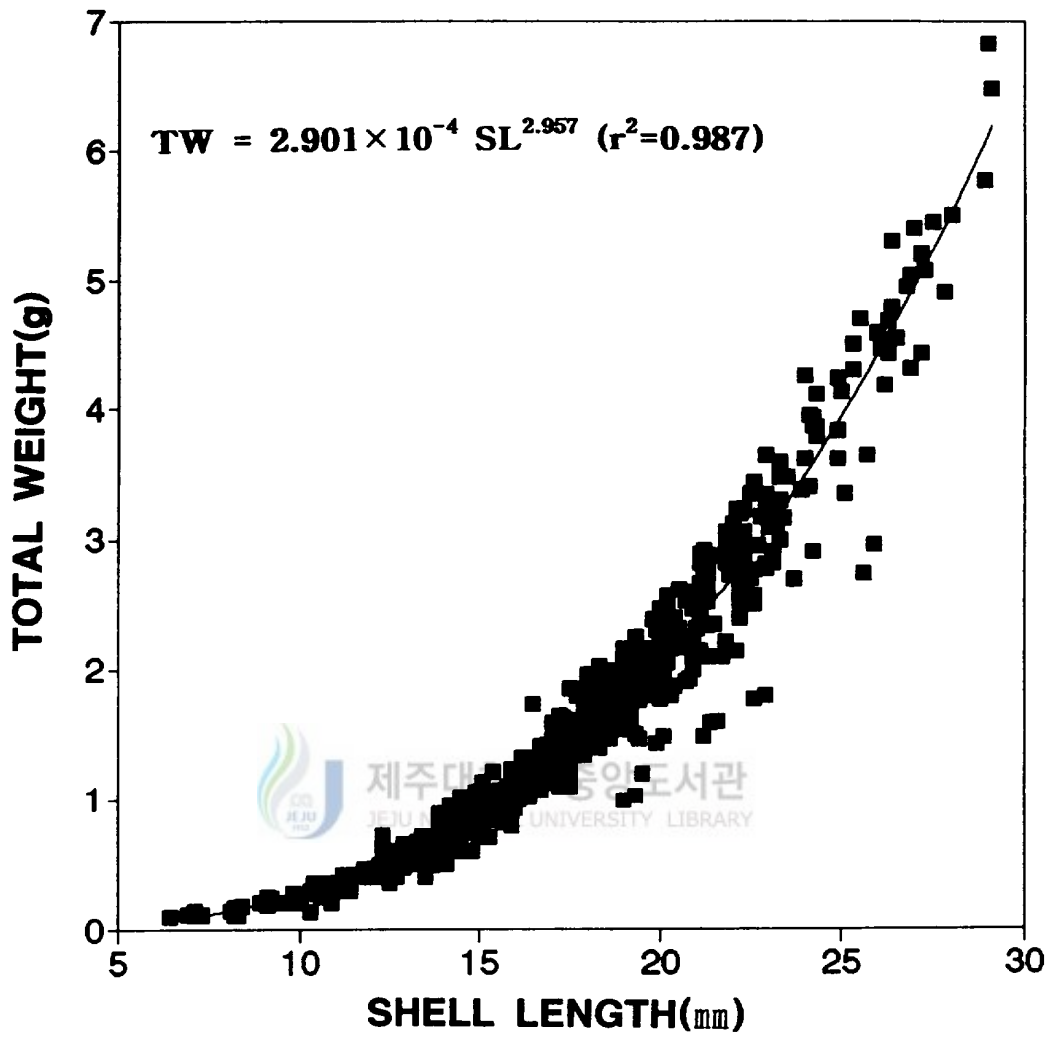


Fig. 23. Relationship between shell length (SL) and total weight (TW) of *M. veneriformis*, smaller than 30mm in shell length.

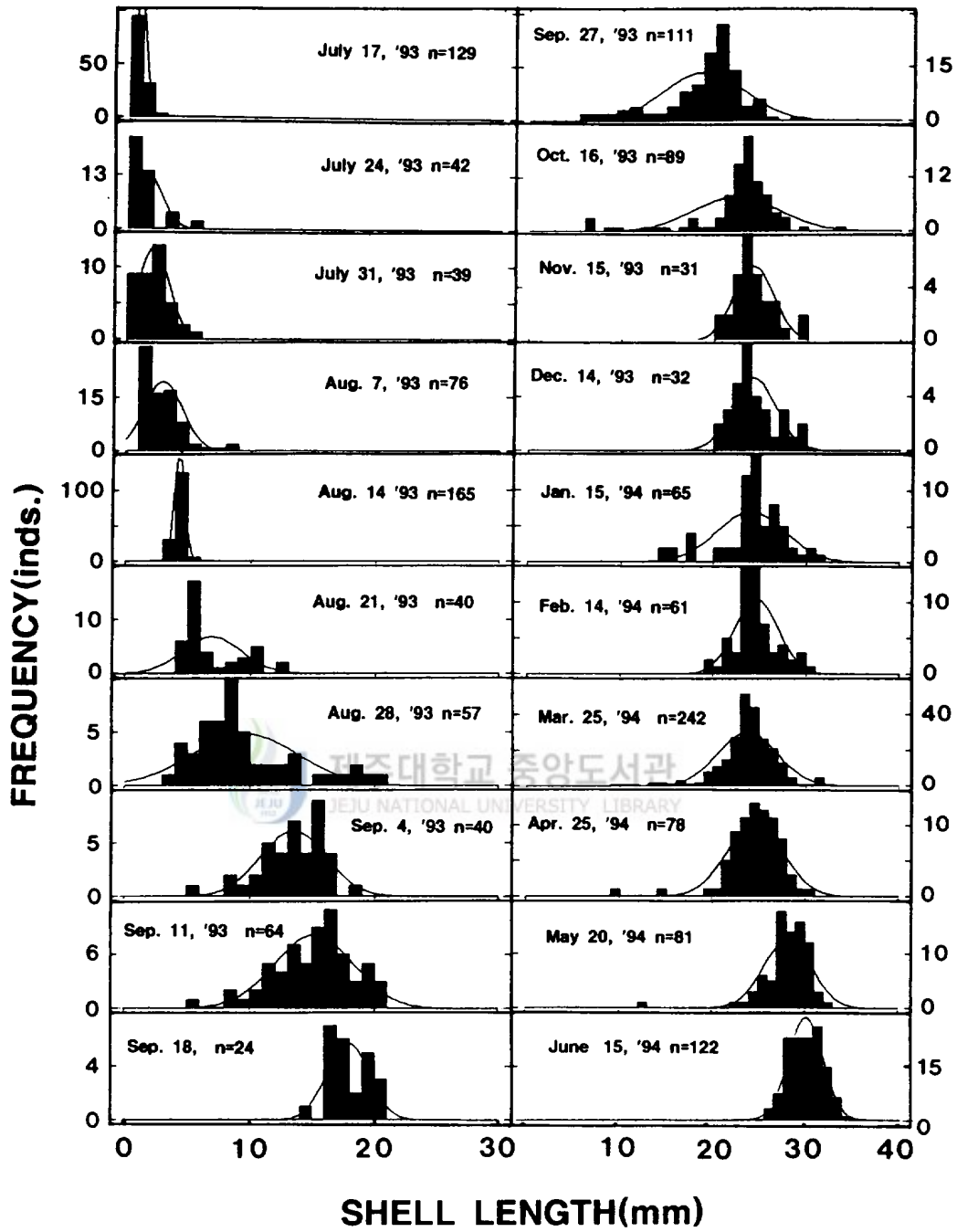


Fig. 24. Frequency distributions of the shell length of *M. veneriformis*.

이가 명확하게 나타났다. 동죽은 침강후에 빠른 성장을 계속하며, 특히 산란후 약 80일령 때인 8월 중순경 부터 급속한 성장을 하고, 11월 중순경인 약 160일령 까지 성장을 계속하며, 그 이후의 겨울철에는 성장을 중지하다가 다음해 4월부터 성장이 다시 시작되어 5월부터는 빠른 성장을 하였다.

산란기를 6월 1일로 산정하여 연령에(일령) 따른 평균각장과, 이를 각장-전중량과의 관계식에 의하여 역계산하여 Fig. 25에 나타내었다. 각장은 약 60일부터 140일 까지, 전중량은 약 80일에서 150일까지 대단히 빠른 성장을 보여주고 있지만, 전체적으로는 계절적인 성장을 잘 나타내고 있다.

동죽의 전중량에 의한 순간성장 계수는 8월말까지는 0.10 이상, 10월 중순까지는 0.03 이상, 11월 중순 이후의 겨울철에는 0.00이었다(Fig. 26).

가입 초기는 높은 사망율과 새로운 가입으로 인하여 서식밀도가 불규칙하였으나, 대체적으로 6월 26일에  $7,245 \text{ inds}\cdot\text{m}^{-2}$ 로 가장 높은 후 8월말까지 급감하고 있고(생존율 13.8%), 그 이후로는 순간사망계수가 0.02 이하로 낮았으며, 다음해 5월까지의 생존율은 약 4%였다(Fig. 27).

또한 1994년 7월에서 9월까지 조사한 치패의 순간사망 계수는 정점별로 1.350~4.248로 큰 차이가 있으며, 성패의 밀도가 0에서 부터 증가하면 지수곡선적으로 감소하다가 100개체 이상의 밀도에서는 오히려 높아지는 경향이 있으나, 명확하지는 않다(Fig. 28).

### 3.3.3. 치패의 생산력

현존량은 6월에 최초로 가입한 개체가 나타나며, 8월부터 급격히 증가하고 있으며, 166일령(11월 15일)에  $2,296 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ 으로 최대의 값을 보인 후 감소하며, 다음해 5월에 다시 증가하고 있다(Fig. 29).

1993년 6월 1일에서 1994년 5월 20일까지의 치패의 생산량은 Crisp방법으로는  $3,637.60 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{yr}^{-1}$ , Ricker방법으로는  $3,611.37 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{yr}^{-1}$ 으로 거의 같으며, 평균현존량은  $735.64 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ 이었다. 소실량은  $2,082.41 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{yr}^{-1}$ 이지만, 현재 어장에 존재하는 현존량  $1,555.25 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ 를 합하면  $3,637.60 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{yr}^{-1}$ 의 값으로 생산량과 거의 같다(Fig. 29). 9월 중순에서 10월 중순까지의 생산력은 약  $1.4 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ 이며, 발생 첫해에의 생산량은 약  $3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ 으로 0세군(치패)이 전생산력의

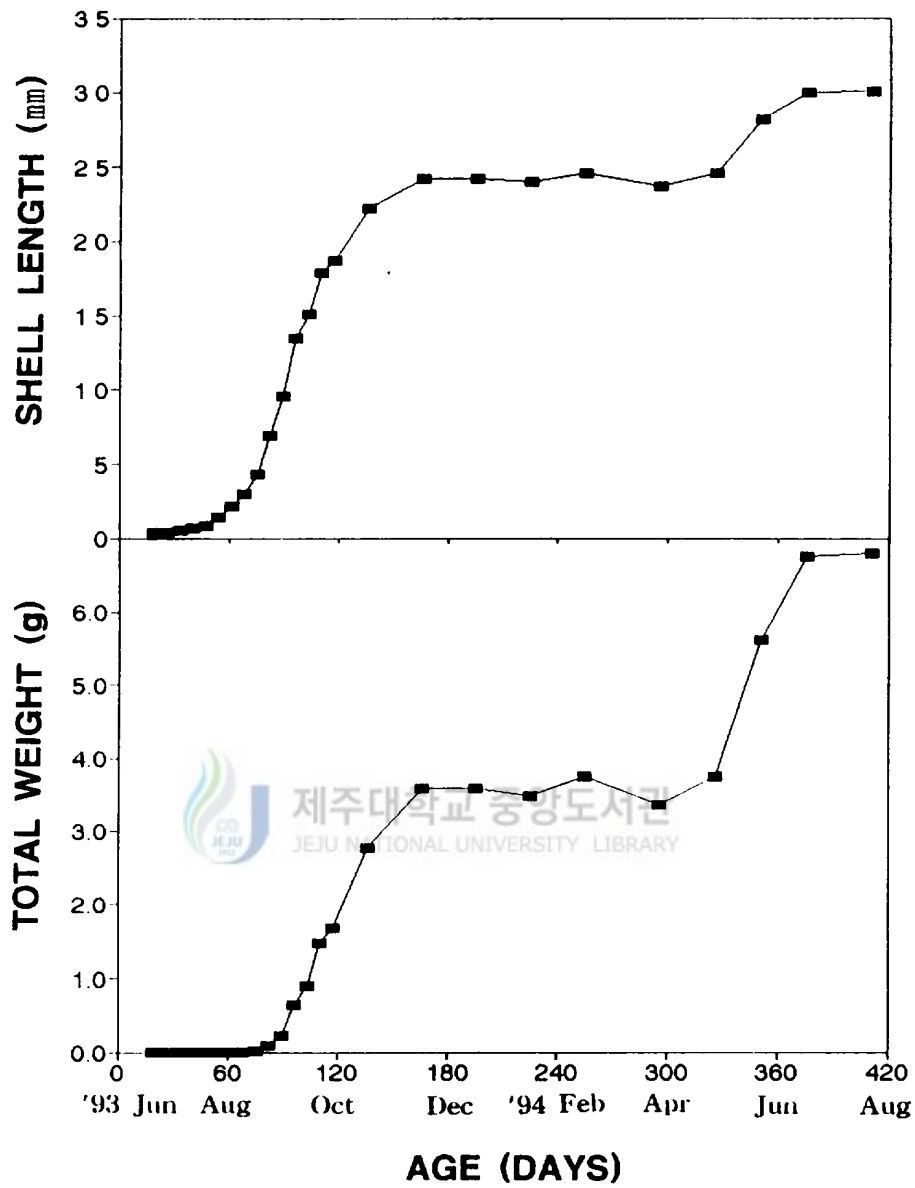


Fig. 25. Changes in mean shell length and total weight of *M. veneriformis* at the different sampling days.

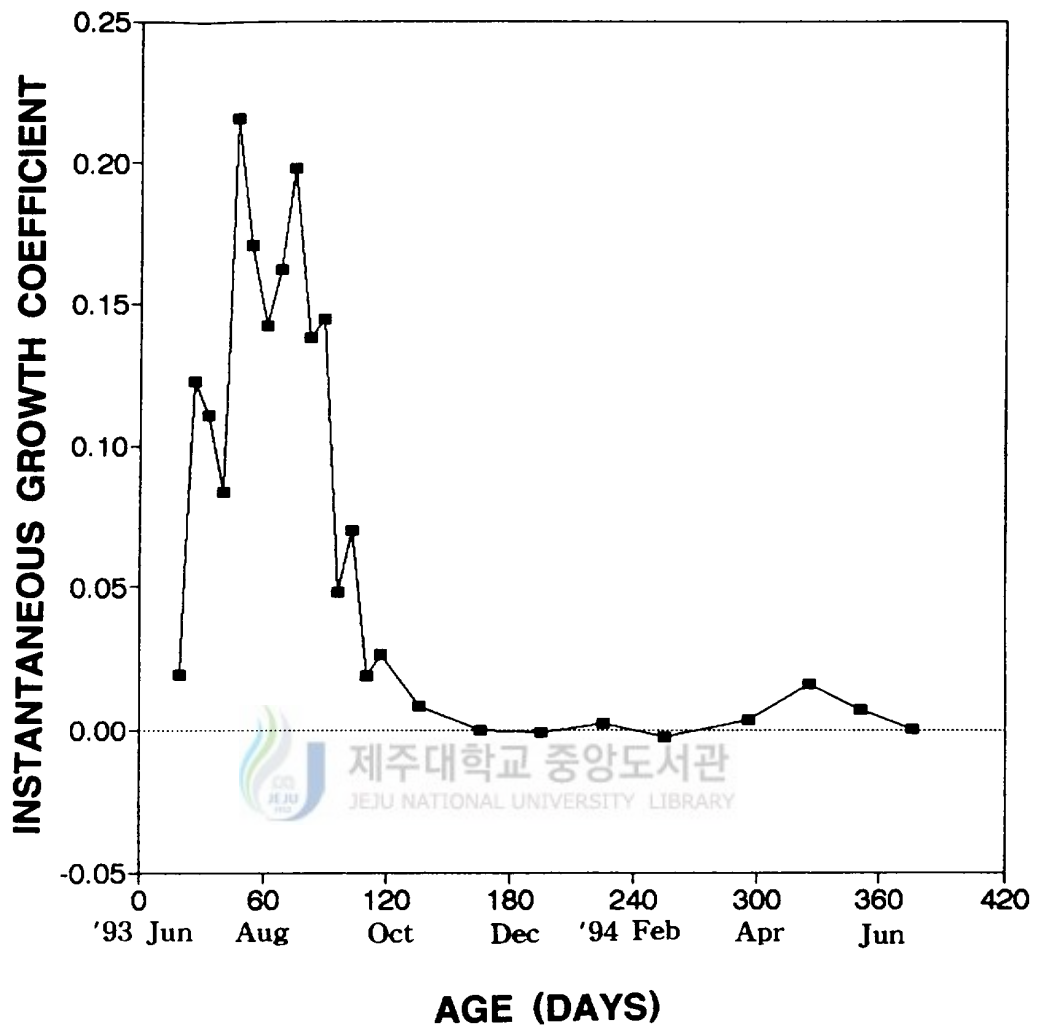


Fig. 26. Change in instantaneous growth coefficient (day) of *M. veneriformis* from June 1993 to August 1994.

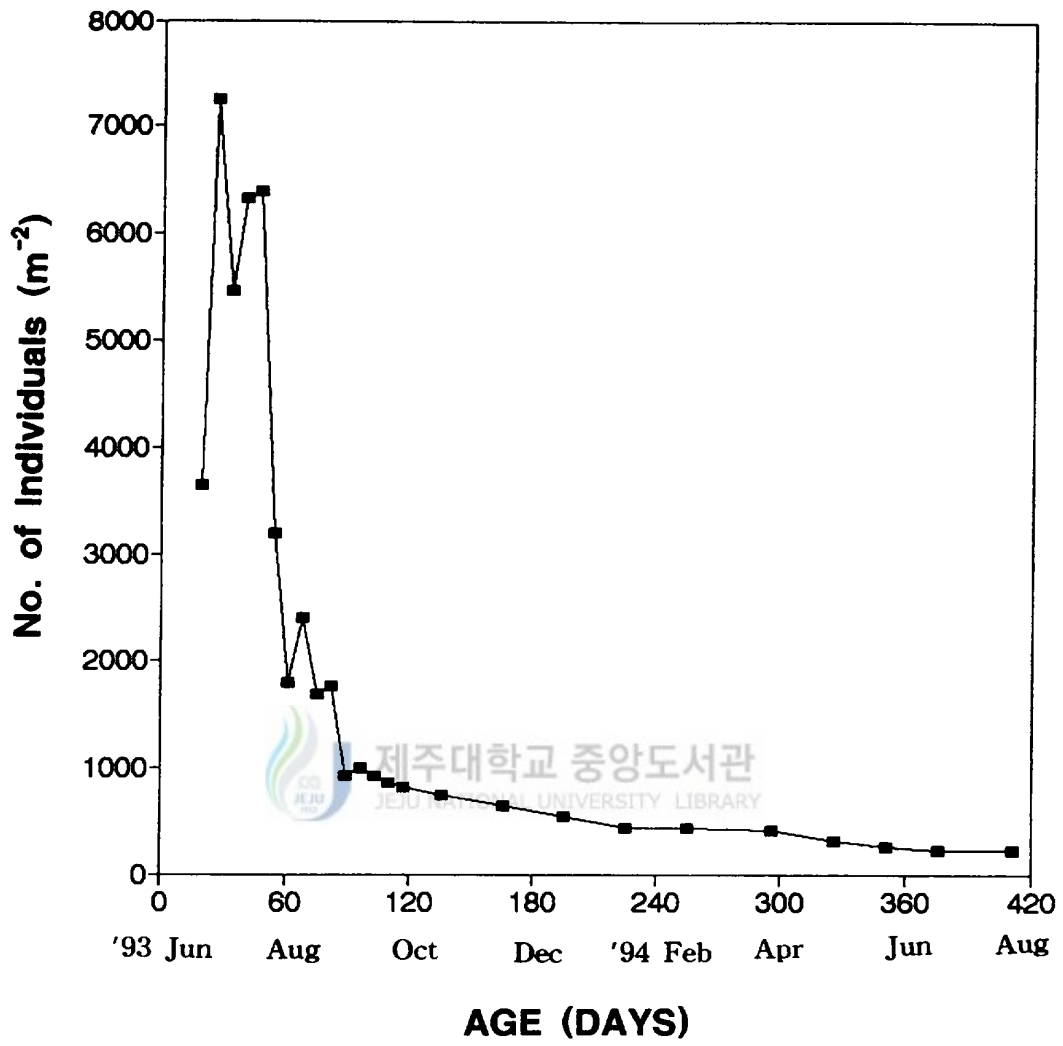


Fig. 27. Change in mean density of *M. veneriformis* juveniles from June 1993 to August 1994.

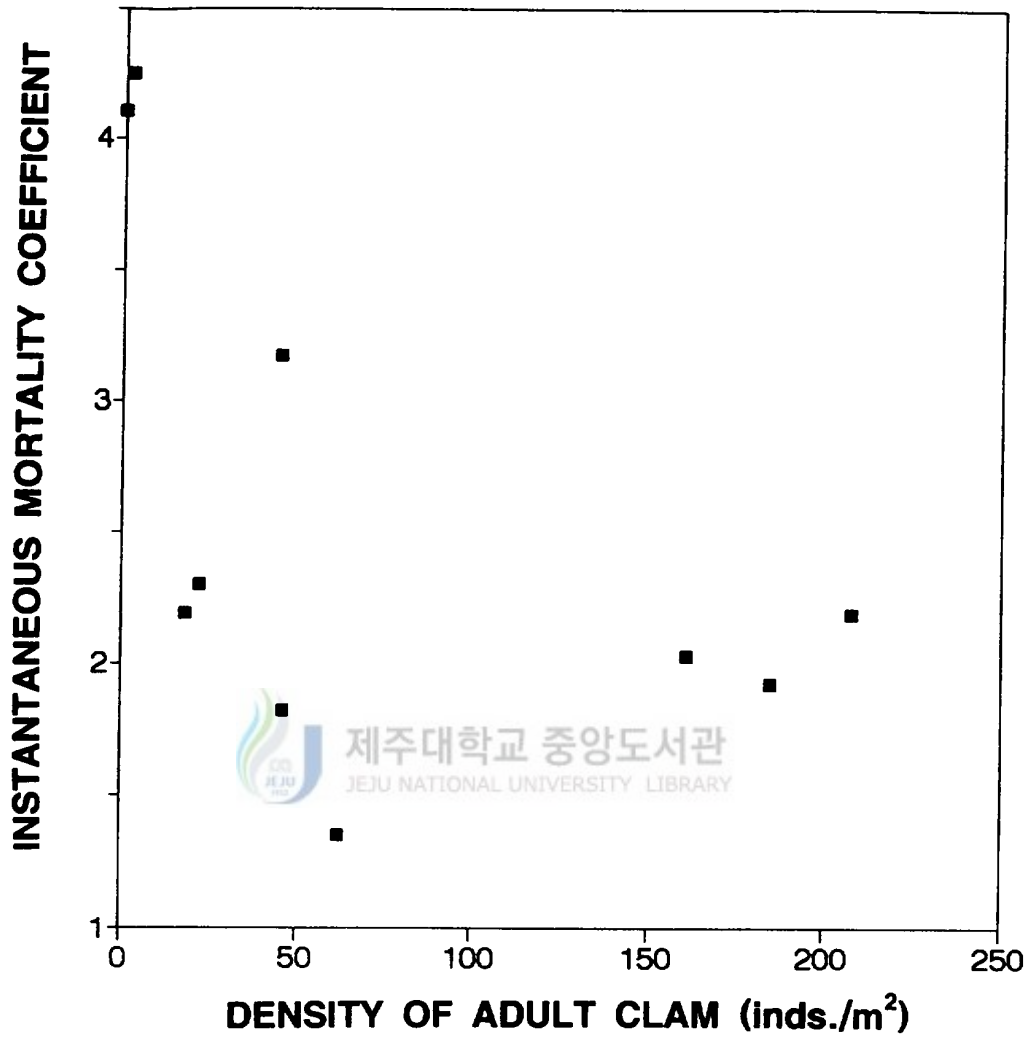


Fig. 28. Instantaneous mortality coefficient of juveniles depending upon the density of *M. veneriformis* adult.

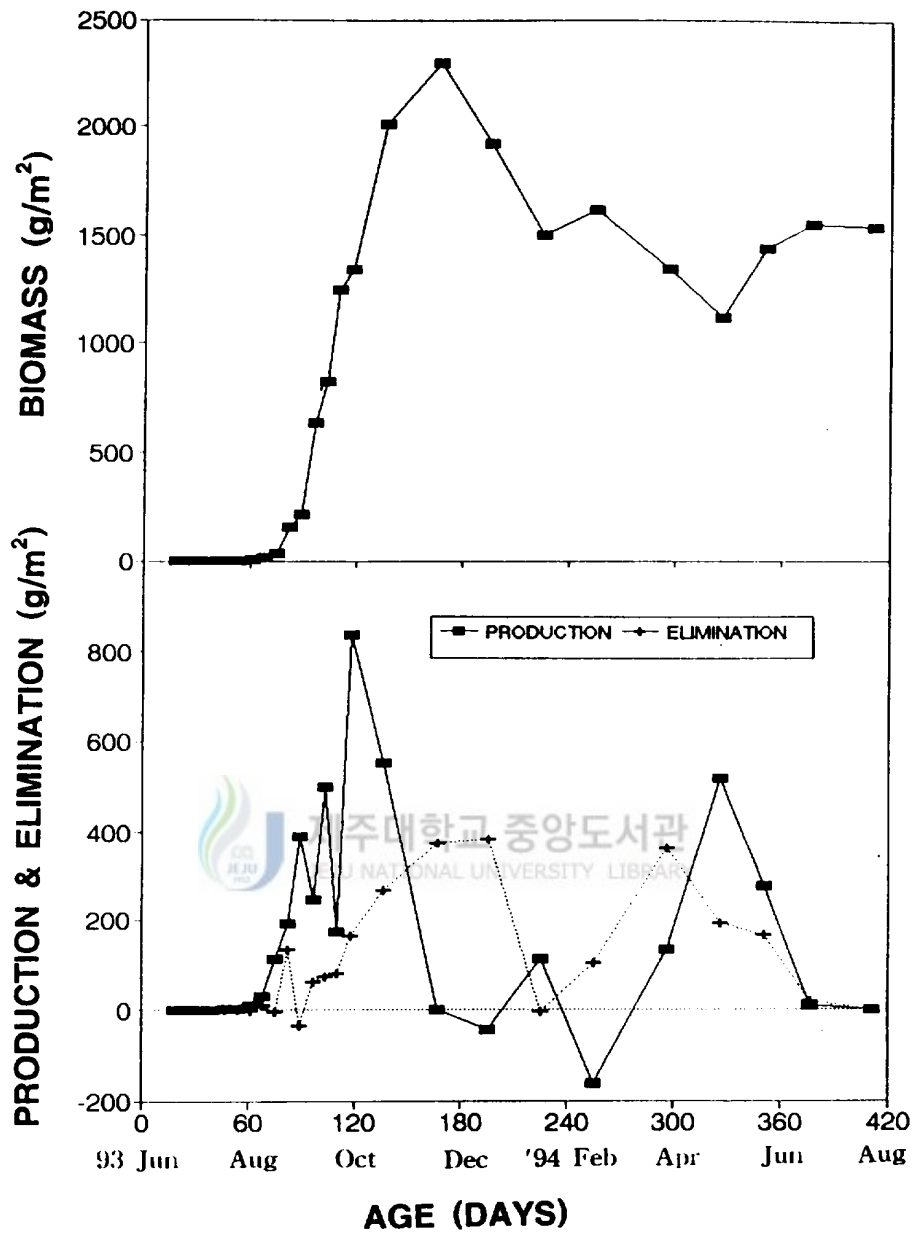


Fig. 29. Change in biomass, production and elimination of *M. veneriformis* from June 1993 to August 1994.



약 84%에 달하고 있다. 회전율은 Crisp와 Ricker의 방법에 의하여 각각 4.94와 4.91로 높았다.

### 3.4. 성패의 생산력

#### 3.4.1. 연급군의 분리

패각의 불투명대에서 투명대로 이행하는 경계를 읽은 윤문이 연령형질로서 적합한가를 알아보기 위하여 각장과 윤경간의 대응성을 검토한 결과, 각 윤문군별로 서로 중복됨이 없이 분리되어 나타나고 있으며, 윤경과 각장은 서로 직선회귀 관계를 가졌다(Fig. 30). 따라서 동족의 패각은 연령형질로서 적합하며, 윤문의 수가 상이하면 서로 다른 연급군으로 하였다.

윤문형성시기와 주기성을 알기 위하여 패각연변부의 성장상황을 매월 조사한 결과 연변부성장지수(MI')는 1~2월에 가장 높았다. 3월에는 대부분 0.4 이하의 값을 보이고 4월부터 점차 증가하여 5월 이후에는 대부분 0.4 이상이었다(Fig. 31). 그러나 7월에 0.4 이하의 개체가 나타나는데 이는 새로 가입하는 0세의 개체들이었다. 이상과 같이 2월의 높은 지수값이 3월과 4월에 급격히 감소하는 것은 동족의 패각에 나타나는 윤문이 3~4월에 형성된다는 것을 의미하며, 7월에 처음 가입한 연급군도 다음해 3~4월에 윤문이 형성되는 것으로 조사되었으므로, 동족의 패각에 나타나는 윤문은 년 1회 형성되며, 이 윤문의 수가 연령과 일치함을 알 수 있었다. 본 조사 결과에서는 6개의 연급군이 나타났다.

패각의 각 윤경은 해당 윤문이 형성되었을 당시의 각장에 해당된다. 따라서 윤문군별로 윤경을 평균각장으로 하여, 전중량과 각장과의 관계식에 평균각장을 대입하여 윤문형성시의 전중량을 역계산 추정하였다(Table 11).

그러므로 1990년의 산란기가 7~8월이고 윤문형성시기가 3~4월이므로 초륙형성까지 걸리는 기간은 약 9개월(0.75년)로 추정되었다.

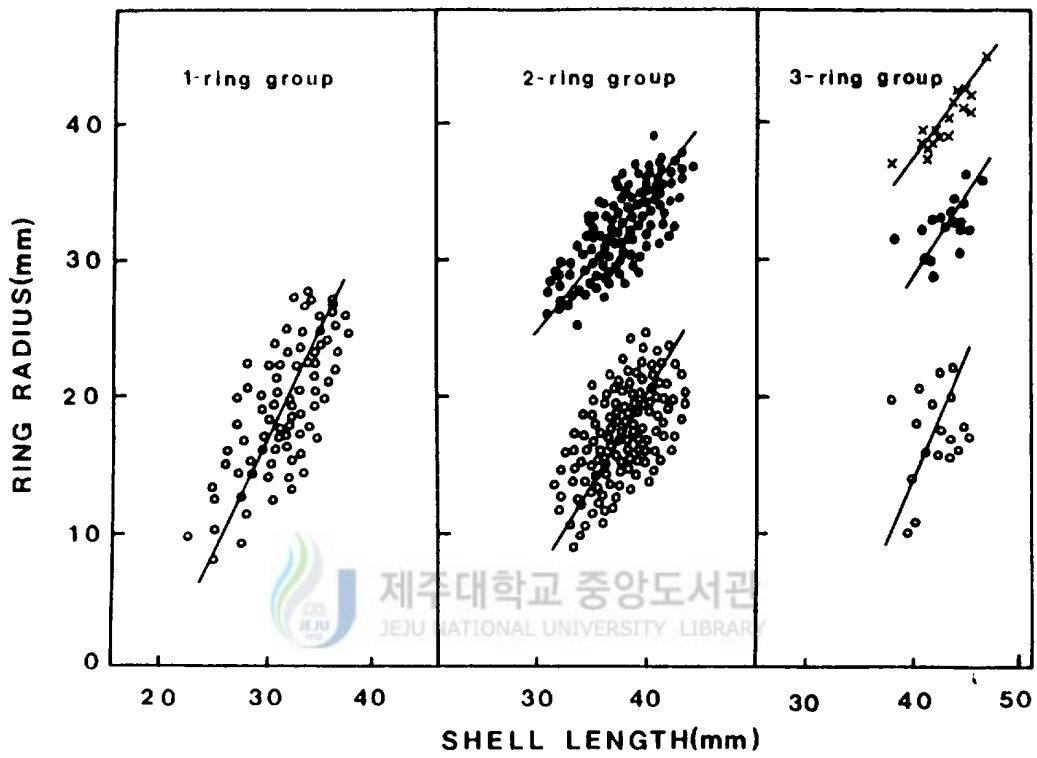


Fig. 30. Relationship between shell length and the length of ring radius in three different ring-groups of *M. veneriformis*.

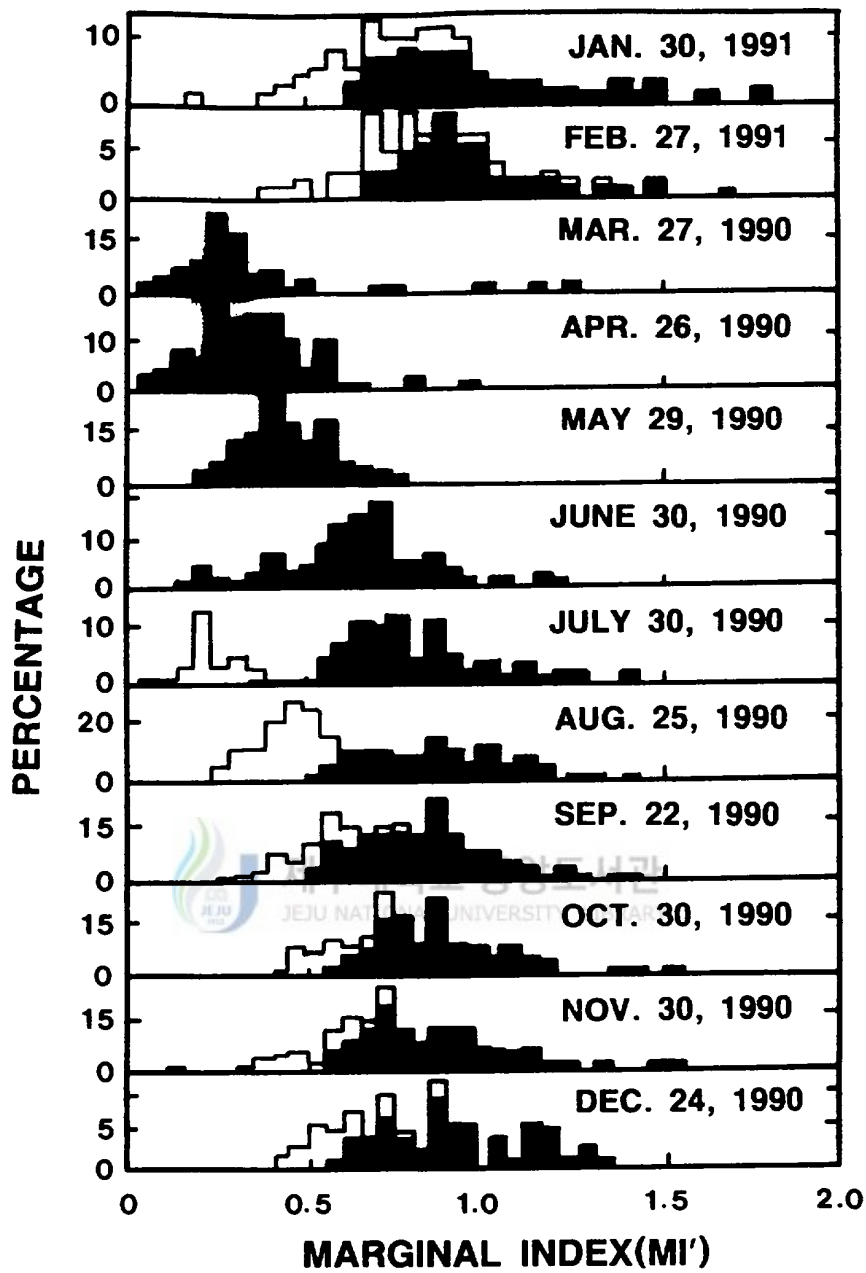


Fig. 31. Monthly change in the marginal growth rate of *M. veneriformis*. Dark areas indicates the individuals of more than one years old and blank area the newly introduced individuals of less than one year old.

Table 11. Estimated mean to weight at the time of each ring formation based on the relationship between shell length and total weight of *M. veneriformis*

ITEM	RING GROUP	No. of specimens	RING RADIUS							
			R	r <sub>1</sub>	r <sub>2</sub>	r <sub>3</sub>	r <sub>4</sub>	r <sub>5</sub>	r <sub>6</sub>	
SHELL LENGTH (mm)	1	478	30.2	20.1						
	2	932	37.5	17.4	32.9					
	3	134	42.4	17.7	32.5	40.2				
	4	62	45.5	17.5	31.6	39.8	44.3			
	5	17	49.1	16.6	32.6	39.4	43.7	47.7		
	6	8	50.2	19.3	32.0	39.3	43.7	46.7	49.5	
		MEAN			18.1	32.3	39.7	43.9	47.2	49.5
TOTAL WEIGHT (g)	1		7.8	2.0						
	2		15.8	1.3	10.3					
	3		23.7	1.4	9.9	19.9				
	4		29.9	1.3	9.0	19.3	27.4			
	5		38.4	1.1	10.0	18.6	26.2	34.9		
	6		41.2	1.8	9.4	18.5	26.2	32.5	39.4	
		MEAN			1.5	9.7	19.1	26.6	33.7	39.4

#### 3.4.2. 사망

1990년 3월에서 1991년 2월까지 조사한 개체수의 월별변화를 연급군 별로 Table 12에 나타내었다. 1991년 산란한 동족의 치패가 처음 가입하는 달(月)은 7월이며, 그 후 계속하여 개체수가 증가하여 9월에 2,001 inds./m<sup>2</sup>로 가장 많이 출현한 후 감소하기 시작한다. 1994년의 자료(Fig. 20)에 의하면, 6월에 7,245 inds./m<sup>2</sup>로 가장 많이 출현하였다. 또한 1990년에 있어서 1989년 산란 연급군은 1990년 산란 연급군과 1988년 산란 연급군보다 개체수가 적었다. 이는 1989년 산란 연급군이 산란이나, 가입시에 환경적인 요인이나, 동족의 특성상 연속하는 연급군이 한 지역에 동시에 다량으로 밀집해 서식하지 않기 때문으로 추정된다.

Table 12. The number of individuals of *M. veneriformis* cohort classified by month

Age group Mon	AGE GROUPS					
	0(1990)	1(1989)	2(1988)	3(1987)	4(1986)	5(1985)
March		92.5	232.7	17.5	5.7	0.5
April		82.3	226.2	16.9	4.5	-
May		76.6	206.3	15.2	3.9	0.1
June		75.0	200.1	14.8	2.6	-
July	1,425.2	66.5	193.5	13.5	2.1	0.5
August	1,945.2	66.5	182.5	12.6	1.8	0.1
September	2,001.4	62.5	150.0	10.5	1.2	
October	1,820.0	62.5	143.5	9.2	0.9	
November	1,270.0	61.5	133.5	8.1	0.6	
December	982.6	60.0	128.0	8.7	0.3	
January	839.1	55.5	134.0	7.3	0.3	
February	713.0	50.6	125.5	6.8	0.1	

월별 연급군별로 순간사망 계수를 계산한 결과는 Table 13과 같다. 1990년 산란한 0세군의 사망율은 높았으며, 1세군(1989), 2세군(1988), 3세군(1987)의 사망율은 비교적 낮았으나, 4세군(1986)부터 점차 사망율이 증가한다. 계절별로는 대체로 여름철에 높았으며, 격월 간격으로 사망율의 증감폭이 심하였다.

### 3.4.3. 성장

전개체군의 상대성장은 각장(SL)과 전중량(TW), 각장(SL)과 각고(SH), 각장(SL)과 각폭(SW)간의 상대성장은 Fig. 32~33과 같고, 이들 관계식은 다음과 같다.

$$SH = 0.865 SL + 0.250 \quad (r^2=0.990)$$

$$SW = 0.599 SL - 0.203 \quad (r^2=0.976; \text{각장 } 22\text{mm 미만}),$$

$$SW = 0.724 SL - 2.796 \quad (r^2=0.914; \text{각장 } 22\text{mm 이상})$$

$$TW = 1.090 \times 10^{-4} SL^{3.2798} \quad (r^2=0.992).$$

특히, 각장과 각고, 각장과 전중량간에는 변곡점이 없으나, 각장과 각폭간에는 각장 22mm의 변곡점을 기준으로 대소 각각의 상대성장식을 유도하였다.

Table 13. Instantaneous mortality (m) and growth coefficient (g) of *M. veneriformis* classified by month and age group. Both m and g were denoted by the value per month

MONTH	0(1990)		1(1989)		2(1988)		3(1987)		4(1986)		5(1985)	
	m	g	m	g	m	g	m	g	m	g	m	g
Mar. '93			0.116	0.388	0.029	0.059	0.035	0.025	0.239	0.007	0.805	0.017
Apr. '93			0.072	0.289	0.092	0.087	0.106	0.024	0.132	0.022		
May '93			0.021	0.319	0.031	0.112	0.023	0.056	0.405	0.015	-0.805	0.089
Jun. '93			0.120	0.315	0.034	0.064	0.095	0.055	0.190	0.022		
July '93	-0.311	0.318	0.000	0.320	0.059	0.071	0.069	0.031	0.206	0.051	0.805	-0.052
Aug. '93	-0.029	1.363	0.062	0.149	0.196	0.061	0.182	0.015	0.377	-0.036	0.805	-0.052
Sep. '93	0.095	0.670	-0.001	0.041	0.044	0.035	0.132	0.038	0.288	0.036		
Oct. '93	0.360	0.288	0.017	0.051	0.072	0.026	0.134	0.053	0.492	0.050		
Nov. '93	0.257	0.110	0.025	0.020	0.042	0.059	-0.072	0.007	0.452	0.028		
Dec. '93	0.150	0.062	0.078	0.010	-0.046	0.017	0.177	0.007	0.336	0.056		
Jan. '94	0.163	0.051	0.091	-0.010	0.066	0.017	0.071	0.015	0.511	0.034		
Feb. '94	0.163	0.051	0.091	-0.010	0.066	0.017	0.071	0.015	0.511	0.034		

m : instantaneous mortality coefficient(month<sup>-1</sup>), g : instantaneous growth coefficient(month<sup>-1</sup>)

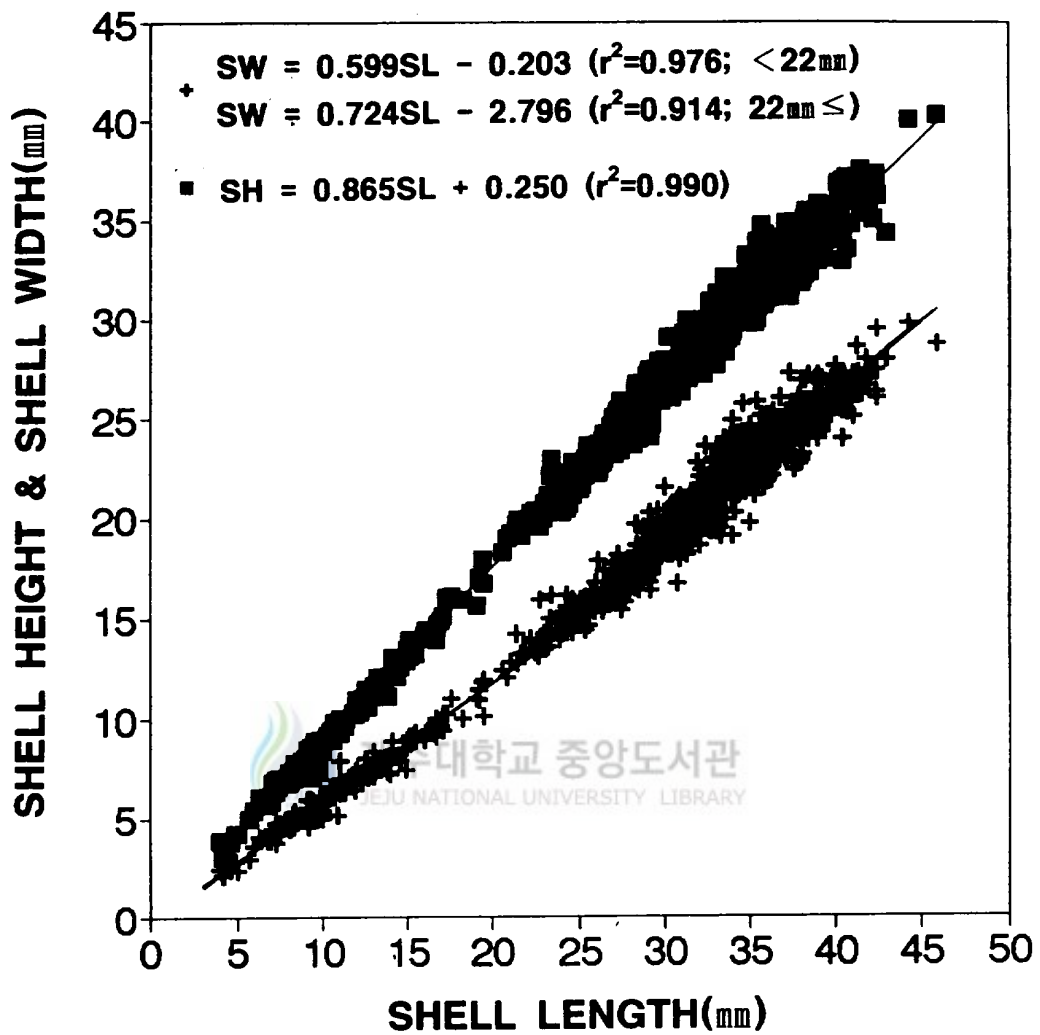
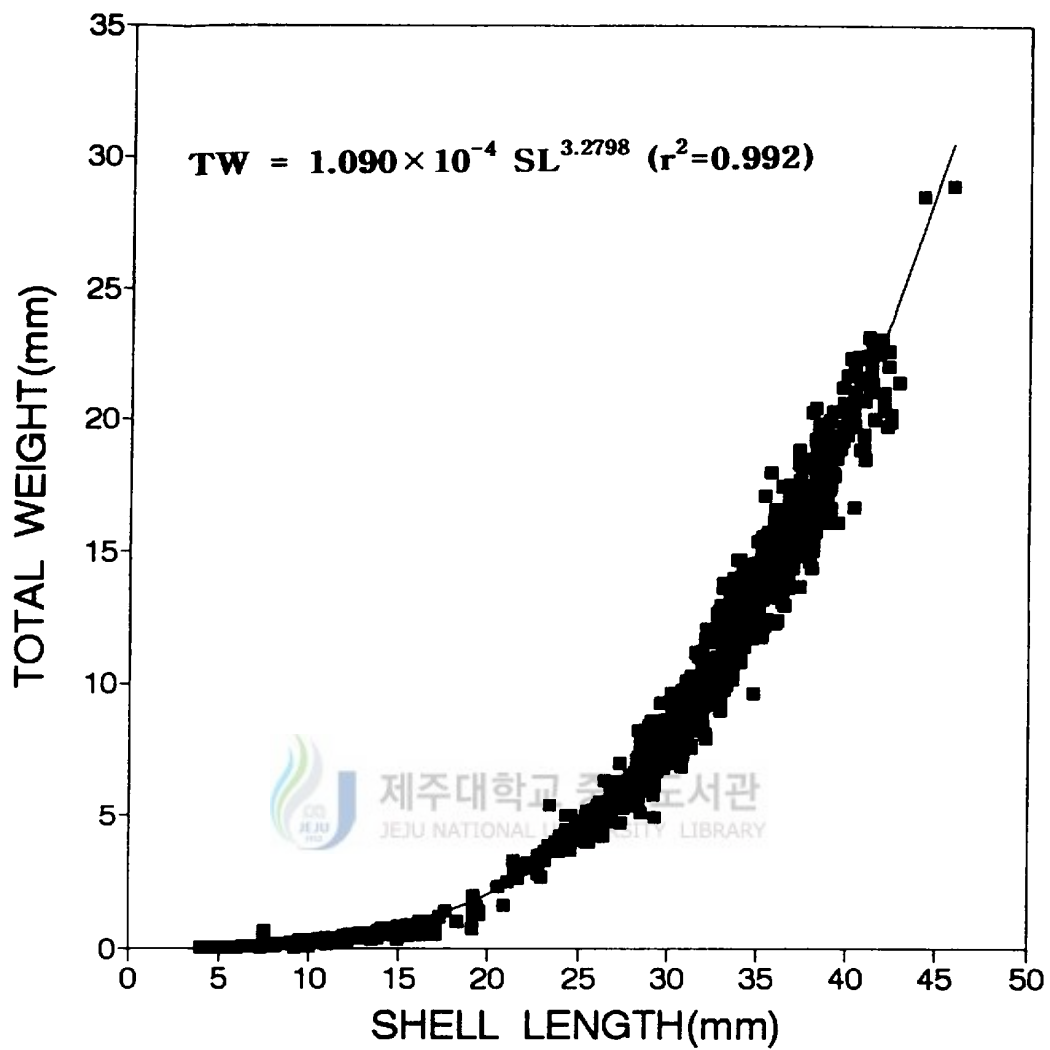


Fig. 32. Relationship between the ratio of shell height (SH) for shell width (SW) and shell length (SL) of *M. veneriformis*.



**Fig. 33. Relationship between shell length (SL) and total weight (TW) of *M. veneriformis*.**



또한 Table 11의 결과로 Bertalanffy's 성장식을 추정하면 다음과 같다.

$$SL_t = 51.40(1 - e^{-0.5347(t+0.0637)})$$

$$TW_t = 44.57(1 - e^{-0.5347(t+0.0637)})^{3.2798}$$

패각에 나타나는 윤문으로 연령사정하여, 각 연급군의 월별 각장과 전중량을 추적하여 조사한 결과는 Fig. 34와 같다. 1990년 산란군이 처음으로 가입하는 시기는 7월로 각장 7.5mm였으나, 다음해 2월에는 17.9mm로 성장하였고, 2세 이상의 연급군은 월별 성장이 느렸다. 그러나 Fig. 17에 의하면, 1993년 산란군은 6월에 처음으로 산란하여 7월부터 본격적으로 가입하여 8월말부터 급격히 성장하고, 또한 각 연도별로 12월의 치패의 각장은 1990년 산란군은 17.3mm, 1991년 산란군은 16.8mm, 1992년 산란군은 20.3mm, 1993년 산란군은 24mm로 연도별로 성장의 차이가 크다. 또한 치패의 성장은 산란 다음해 5월부터 상대적으로 고연령군 보다 빠른 성장을 하여, 7월경부터는 만 2세군과 모드가 합쳐져서 하나의 모드를 형성한다 (Fig. 17).

연급군별로 산정한 각장을 각장과 전중량간의 관계식에 의하여 전중량으로 환산하여 순간성장계수를 추정한 결과는 Table 13에 나타낸 바와 같다. 동족의 월별 성장계수를 연급군별로 살펴보면, 전 연급군에서 3월부터 성장이 시작되어 여름철의 고수온기에 성장율이 높으나, 12월에서 3월까지는 성장이 낮았다. 특히 0세군의 순간성장계수는 산란 후 8월에는 1.360으로 가장 높았으며, 10월까지 0.288 이상의 값을 유지하고 있으며, 이후로는 겨울철의 낮은 수온에 의하여 급격히 감소한다. 동족의 순간성장계수는 연령이 높을 수록 낮았지만, 만 1세까지는 높았다(Fig. 35).

#### 3.4.4. 생체량

출현개체수와 평균전중량으로 산정한 연급군별 생체량은 0세군(1990년 산란군)이  $623.53 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ , 1세군(1989년 산란군)이  $429.52 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ , 2세군(1988년 산란군)이  $2,495.49 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ , 3세군(1987년 산란군)이  $266.96 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ , 4세군(1986년 산란군)이  $55.05 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ , 5세군(1985년 산란군)이  $3.96 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ 으로 2세군이 가장 높았으며, 각 연령군별로 생체량의 차이가 심하였다(Table 14).

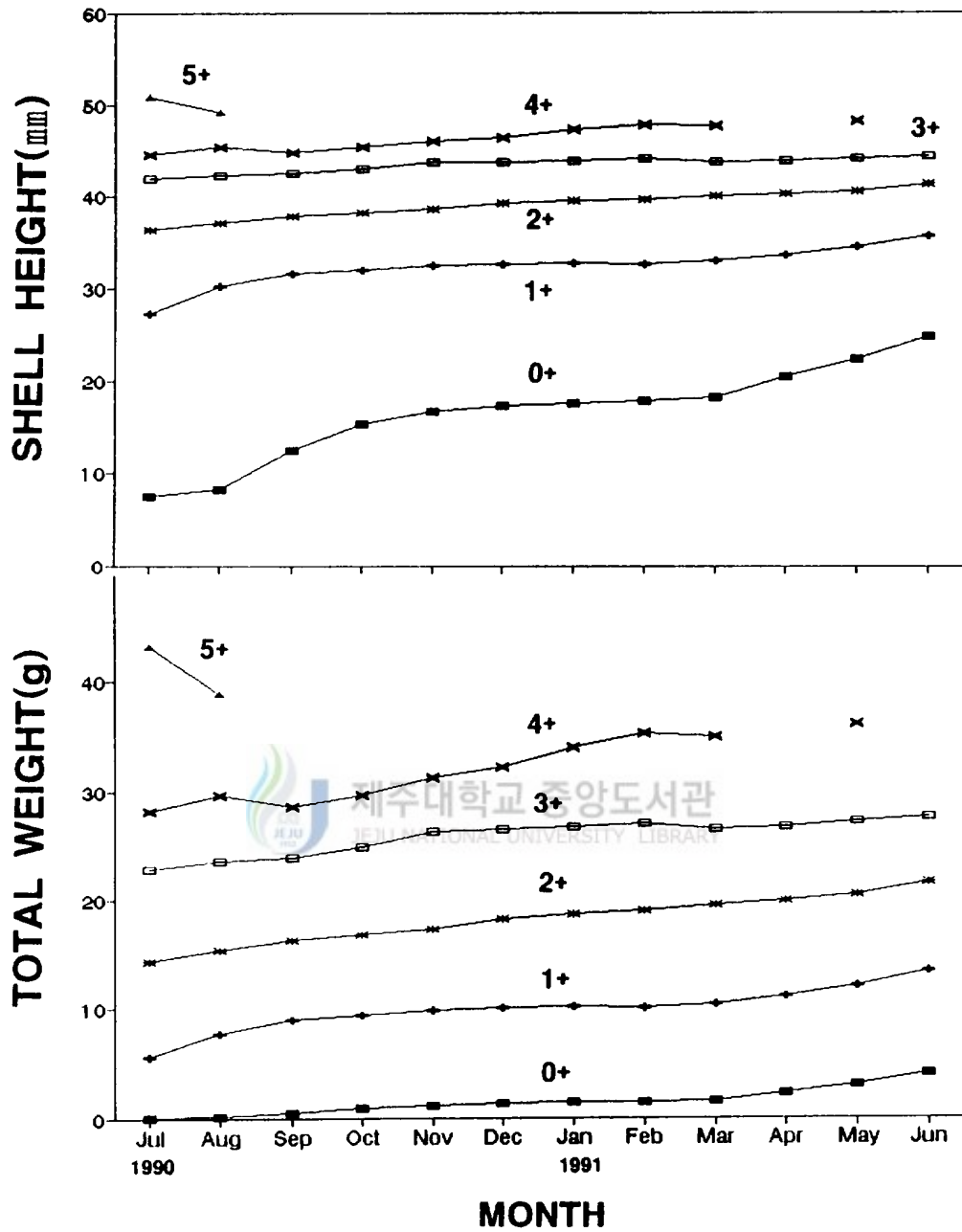


Fig. 34. Growth patterns in shell length and total weight of *M. veneriformis*.

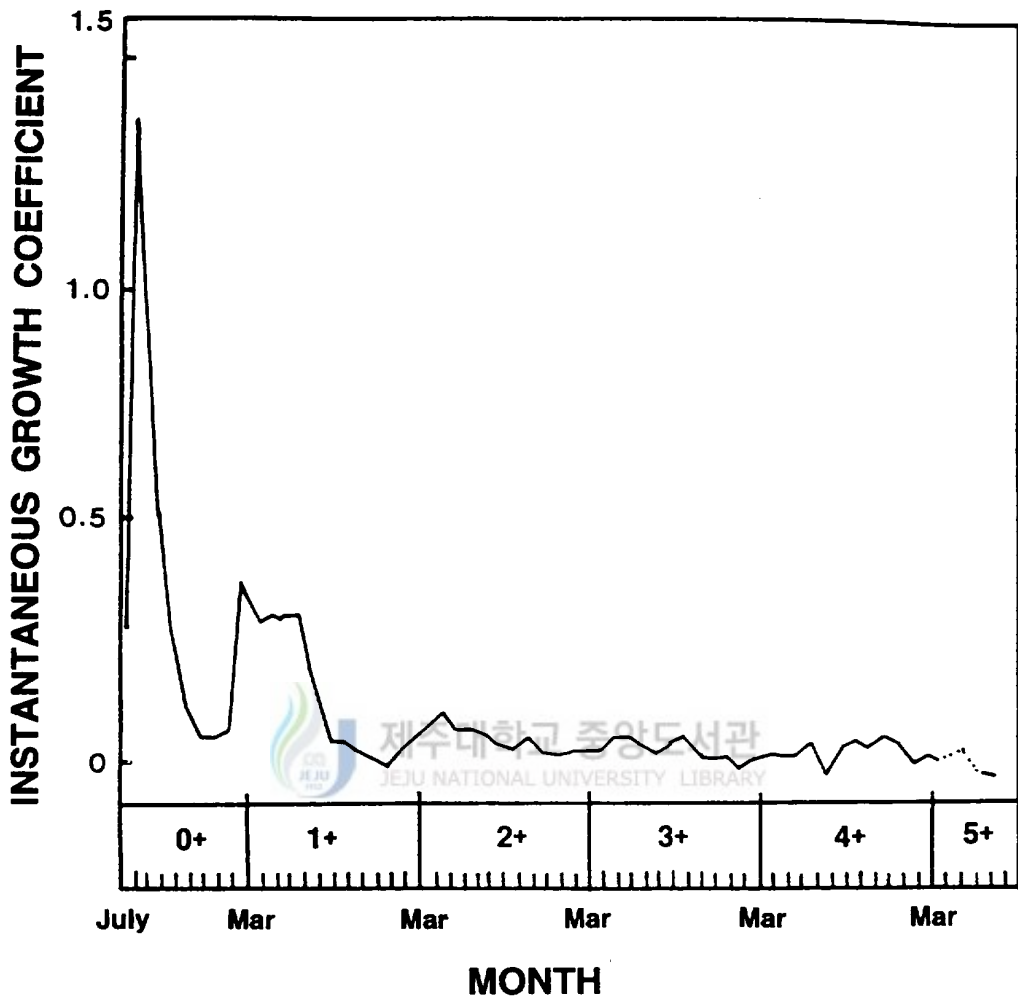


Fig. 35. Change in instantaneous growth coefficient of *M. veneriformis* classified by month and age group. The numbers with plus sign represent age groups.

Table 14. Biomass( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ) of *M. veneriformis* classified by month and age group

MONTH	AGE GROUP					
	0(1990)	1(1989)	2(1988)	3(1987)	4(1986)	5(1985)
Mar		139.68	2,401.46	339.85	148.99	17.44
Apr		182.82	2,476.34	336.31	118.24	-
May		227.50	2,463.52	310.08	105.96	3.61
June		306.00	2,673.34	320.46	71.68	-
July	114.02	371.74	2,755.44	307.80	60.61	21.58
Aug	213.97	512.72	2,792.25	296.35	51.91	4.86
Sep	860.60	558.75	2,440.50	250.84	34.33	
Oct	1,528.84	582.97	2,416.54	228.34	26.69	
Nov	1,422.40	603.32	2,305.55	210.67	17.15	
Dec	1,228.31	600.60	2,346.24	228.10	11.23	
Jan	1,116.00	561.11	2,496.42	192.63	8.48	
Feb	998.20	507.01	2,378.22	182.05	5.27	
MEAN	623.53	429.52	2,495.49	266.96	55.05	3.96

#### 3.4.5. 개체군 생산력

순간사망계수와 순간성장계수를 식 (7)에 대입하여 평균현존량을 구한 결과 (Table 15), 연급군별 연간 평균현존량은, 0세군이  $617.454 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{yr}^{-1}$ , 1세군이  $433.497 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{yr}^{-1}$ , 2세군이  $2,479.845 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{yr}^{-1}$ , 3세군이  $266.249 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{yr}^{-1}$ , 4세군이  $54.464 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{yr}^{-1}$ , 5세군이  $3.929 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{yr}^{-1}$ 을 보여 2세군이 가장 높았다.

또한 평균현존량을 식(8)에 대입하여 구한 생산량은 0세군에서 9월과 10월 사이에  $592.602 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ 이 생산되어 최고치를 나타내었으며, 1세군, 4세군 및 5세군의 일부 달(월)에서는 생산량이 음수로 나타났다. 연급군별 생산량은 1세군이 가장 많았고 5세군에서는 음수로 나타났다. 1990년 3월에서 1991년 2월까지 1년 동안의 동족 개체군의 연간생산량은  $3,933.062 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{yr}^{-1}$ 으로 계산되었다.

Table 15. Estimated production (P) and mean standing crops ( $\bar{B}$ ) of *M. veneriformis* at the studied area. \* indicates the estimated values obtained from the data of two months

Month	AGE	$\bar{B}$ (month <sup>-1</sup> )	P (month <sup>-1</sup> )	Month	Cohort	$\bar{B}$ (month <sup>-1</sup> )	P (month <sup>-1</sup> )
'90. 7	0	118.101	37.556	'90. 3	3	339.729	8.493
'90. 8	0-ring	223.486	304.611	'90. 4	3-ring	335.245	8.046
'90. 9	group	884.480	592.602	'90. 5	group	310.443	17.385
'90.10	(1990)	1,519.546	437.629	'90. 6	(1987)	319.855	17.592
'90.11		1,409.031	154.993	'90. 7		307.326	9.527
'90.12		1,226.035	76.014	'90. 8		294.332	4.415
'91. 1		1,107.390	56.477	'90. 9		249.859	9.495
'91. 2		921.376	46.990	'90.10		227.611	12.063
	Total		1,706.872	'90.11		211.396	1.480
'90. 3	1	140.948	64.688	'90.12		226.506	1.586
'90. 4	1-ring	184.594	53.348	'91. 1		192.169	2.883
'90. 5	group	230.104	73.403	'91. 2		180.521	2.708
'90. 6	(1989)	308.684	97.235		Total		95.673
'90. 7		377.016	120.645	'90. 3	4	147.567	1.033
'90. 8		514.288	76.629	'90. 4	4-ring	117.692	2.589
'90. 9		560.027	22.961	'90. 5	group	104.252	1.564
'90.10		583.961	29.782	'90. 6	(1986)	71.193	1.566
'90.11		603.235	12.065	'90. 7		60.219	3.071
'90.12		598.937	5.989	'90. 8		51.027	-1.837
'91. 1		558.829	-5.588	'90. 9		33.970	1.223
'91. 2		541.349	-5.413	'90.10		26.211	1.311
	Total		545.744	'90.11		16.855	0.472
'90. 3	2	2,403.583	141.811	'90.12		11.100	0.622
'90. 4	2-ring	2,474.911	215.317	'91. 1		8.317	0.283
'90. 5	group	2,471.986	276.862	'91. 2		5.165	0.176
'90. 6	(1988)	2,677.013	171.329		Total		12.073
'90. 7		2,757.444	195.779	'90. 3	5	15.338*	0.521*
'90. 8		2,776.309	169.355	'90. 4	5-ring	4.206*	0.749*
'90. 9		2,438.832	85.359	'90. 5	group	20.294	-2.131
'90.10		2,411.409	62.697	'90. 6	(1985)	7.315	-0.768
'90.11		2,307.776	136.159	'90. 7			
'90.12		2,351.861	39.982	'90. 8			
'91. 1		2,491.947	42.363		Total		-1.629
'91. 2		2,195.069	37.316				
	Total		1,754.329	Total		4,626.270	3,933.062

그러나, 이 값은 치패의 생산력이 과소평가된 결과이다. 즉, 0세군의 경우 산란 다음해 2월까지 총  $1,706 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{yr}^{-1}$ 으로 산정되었으나, 1993년 산란군의 경우 1994년 2월까지의 생산량은  $2,900 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{yr}^{-1}$ 으로 약  $1,194 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{yr}^{-1}$ 의 차이가 난다. 그러므로 개체군 생산력의 약 30%가 과소 평가되었다.

#### 3.4.6. 회전율·회전시간

동족 개체군의 생산력을 나타내는 회전율은 0세군에서 4세군까지 각각  $2.764 \text{ yr}^{-1}$ ,  $1.259 \text{ yr}^{-1}$ ,  $0.635 \text{ yr}^{-1}$ ,  $0.359 \text{ yr}^{-1}$ ,  $0.222 \text{ yr}^{-1}$ 으로 각 연급군별로 회전율의 차이가 대단히 크고, 저연령군에서는 높고 고연령군으로 갈수록 점차 낮아지며, 5세군은 생산량이 음수이므로 제외하였다. 동족 개체군의 연간 회전율은  $1.020 \text{ yr}^{-1}$ 이었다.

현존 동족 개체군의 평균현존량이 새로운 생산량으로 교체되는 데 걸리는 시간은 0세군과 1세군은 1년 미만이고 2세군, 3세군 및 4세군은 각각 1.575년, 2.786년, 4.405년이었으며, 전 개체군의 회전시간은 0.980년으로 추정된다.

## IV. 고 찰

이때때는 환경의 온도 변화에 강한 내성을 가지고 있으며, 매재생활(infauna)을 하는 종이 많으므로, 대기의 온도 변화에 직접적인 영향을 피할 수 있지만 과도한 고온과 저온은 사망율을 높이는 원인이 된다(秋山, 1988). 동족은 호흡율과 여수율은 매우 높으며, 온도가 높을 수록 현저히 증가한다고 한다(장과 진, 1978; 이, 1994). 본 조사에 의해서도 35℃ 이상의 수온에서는 24시간을 경과하지 못하고 폐사한 바 있으며, 겨울철에 최저 2℃의 실내 수조에서 가온하지 않은 자연 상태의 온도에서 월동시킨 바 있다.

조사지역의 1990~1994년 8월의 평균 온도가 31.54℃로서, 대단히 위험한 시기이고, 이것은 8월의 간석지에서도 확인되었는데, 이때는 죽은 동족과 활성이 떨어져 잠입하지 못하는 개체가 간석지에 널려 있었다. 한편, 겨울의 저온은 2월에 가장 낮은 평균 2.8℃로서 동족의 사망에는 큰 영향을 미치지 않았다. 이러한 고온에서의 사망율의 증가는 홍콩의 *Perna viridis*에서도 나타나고 있으며(Cheung, 1993), 굴 유생은 35℃ 이상의 고온에서 폐사율이 급격히 증가하고, 저온은 고온에 비하여 치사 요인이 아니라고 하였다(이와 이, 1968).

조사 지역의 저질성상은 황화물과 pH는 상하층간에 차이가 있었으나, 다른 요인들은 유의한 차이가 없어 표면하 30cm 까지는 물리·화학적인 차이는 없는 것으로 생각된다.

이때때는 종에 따라 고유한 토양의 입도를 선택한다(秋山, 1988). 입도별 분포는 미사(very fine sand)가 75~90%를 차지하고 있으며, 조간대 상부에서 하부로 갈수록 세사(fine sand)의 함량이 증가하고, 조간대 하부인 정점 3은 동족의 치패만 출현하였으며, 조간대 상중부의 다른 모든 지역에서는 치패와 성패가 동시에 출현하였다. 이것은 인천 지역 동족 서식지에 대한 Lee 등(1968)과 이 등(1969)의 조사에서 각각 저질의 입도가 0.05~0.25mm인 사질이 90.85%, 70~90%의 보고와 일치하고 있다. 또한 이 등(1969)은 가무락(*Cyclina sinensis*)과 대합(*M. lusoria*), 바지락(*R. philippinarum*)은 세사(0.05~0.25mm)의 함량이 각각 50~80%, 20~60%, 10~35%로 종별로 서로 다르다고 보고하였다. 그러나 평균입경은 본 조사에

서는 2.80~3.21, 박(1991)은 인천 지역에서 동쪽의 서식지에서 약 5라고 보고하여 큰 차이가 있었으나, 이는 입도분석 방법의 차이(본조사: 습식법; 박(1991): 건식법)에 의하여 야기된 것으로 사료된다.

내재성 이매패류는 저질속의 유기물을 일부 먹이로 이용한다고 알려져 있다 (Morton, 1968; 秋山, 1988). 본 조사 지역에서의 유기물 함량은 7월의 4~9%를 제외하고는 1~3% 이었으나, 7월의 급격한 증가는 여름철의 홍수로 인한 금강과 만경강의 유기물이 유입된 결과이다. 이(1994)는 군산 연안의 조사에서 유기물 함량이 연평균 2.30%, 이와 김(1991)은 부안의 백합 양식장에서 1.05~1.97%, 이등(1969)은 인천에서 2.91~6.55%, 박(1991)은 인천에서 평균 약 2.5%라고 보고하였다. 그러므로 서해안의 패류 양식장의 유기물 함량은 약 2% 전후인 것으로 추정되며, 계절에 따라 차이가 있었다.

이와 김(1991)은 저질의 pH가 토양의 노후화와 오염현상을 진단할 수 있는 지표중의 하나라고 하였다. 본 조사 지역에서의 pH는 수로 부근인 정점 5를 제외하고는 상층보다 하층의 pH가 높았다. 또한 각 정점별로 조간대 하부 쪽인 정점 3과 다른 정점과는 차이가 있었다. 이(1992)는 군산 연안에서 pH가 6.35~8.75라고 보고한 바 있으며, 김과 이(1991)는 8.3~9.5의 범위이고, 상층보다 하층의 pH가 높았다고 보고하여, 본 조사와 일치하고 있다.

저질층의 황화물은 수중의 철이온과 결합하여 황화수소를 발생하면서 자극성 냄새를 내며, 황화수소가 존재하면 저질이 혐기적 상태가 되어, 저서성 생물에 타격을 준다(류 등, 1975). 본 조사 지역에서의 황화물량은 상층이 하층 보다 높았으며, 정점별, 월별로도 차이가 있었다. 또한 생물의 밀도가 큰 지역과 여름철 높은 황화물량은 생물의 사체가 부패하여 유출된 것으로 사료된다.

조사 지역에 있어서 생물 군집은 조간대 상부에서 생물상이 풍부하였고, 조간대 하부로 갈수록 적었다. 그러나 이 지역에 있어서 조간대 하부인 정점 3을 제외하고는 동쪽이 개체수 뿐만 아니라 생체량에 있어서도 우점종이었다. 정점 3은 조간대 하부로서 노출이 안정되지 않은 지역이기 때문에 서식생물이 적으며, 출현종도 일시적이고 생체량도 적고, 출현 종도 조하대나 조간대로부터 일시적으로 밀려온 종이 대부분이었다. 모든 정점에서 출현한 종은 동족과 서해비단고둥(*U. thomasi*), 갈색접시조개였으며, 특히 동족과 갈색접시조개는 연중 출현하였다. 또



한 매재성 동물(infauna)이 15종, 표재성 동물(epifauna)이 각각 15종, 14종으로 비슷한 분포를 하였으며, 표재성 동물은 계절별 변화가 심하였다.

출현개체수는 정점 1과 정점 4에서 10월부터 급격히 증가하였는데, 이는 동족 치패의 가입으로 인한 것이다.

봄철의 높은 생체량은 여름철에 낮아져 가을에 가장 낮았고 겨울부터 증가하기 시작하였다. 이 원인은 동족이 전 저서동물의 생체량의 74.64%로 봄부터 가을까지 채취되기 때문에, 5월의 최대 생체량이 성장기에는 오히려 감소하였다. 그러나 어획하지 않는 종의 생체량은 5월~8월의 고수온기에 높았다.

본 조사지역의 환경적 요인중, 저질의 성상과 동족의 서식량과는 상관성이 낮았으며, 동족의 우점도는 매우 높았다.

이매패에 대한 먹이생물로서 식물플랑크톤의 중요성은 이미 알려져 있지만, 최근 들어 저니 중의 유기물이나 박테리아도 이용한다는 사실이 밝혀지고 있다(菊地와 栗原, 1988; 土屋, 1988). 여과식성 이매패는 아가미와 순판에 의하여 먹이의 입자를 선택하며, 아가미 수공(ostium)의 크기는 종이나 개체의 크기에 따라 다르므로 섭이할 수 있는 먹이의 크기도 다르다(土屋, 1988). 동족의 소화관에서 동정한 플랑크톤은 대부분 크기가 10~30 $\mu$ m 이상의 개체들로서, 그 이하의 개체는 동정할 수 없었다. 그러므로 실제적으로 소화관내에서의 플랑크톤의 종수는, 본 조사에서 얻은 결과 보다 더욱 많을 것이다. 또한 소화관에서 소화되지 않고 배설되는 먹이 생물도 있으므로 실제로 동족의 성장에 가장 중요한 플랑크톤이 어떤 것인지 알 수 없다. 또한 각질 성분을 갖지 않거나 소화 속도가 빠른 종은 상대적으로 과소 평가될 확률이 높다.

일반적으로 온대 해역에 있어서의 식물플랑크톤은 년 2회의 대량 번식을 한다(박, 1968; 최, 1969). 그러나 최(1969)에 의하면 출현종수는 늦가을에서 초겨울에 가장 많으며, 봄철에는 오히려 적다고 보고하였다. 그러나 본 조사에서는 소화관 내용물에서의 플랑크톤의 출현종수가 3월과 10월에 가장 많이 출현하여, 식물플랑크톤의 대량번식 시기와 일치하였다.

소화관 내용물에서 우점적으로 출현하는 종들은 일반적으로 단순한 형태이며, 등근형은 지름 약 200 $\mu$ m 이하, 막대형은 지름 20 $\mu$ m, 길이 500 $\mu$ m 이하가 대부분이

었다. 류(1960, 1962)의 조사에서도 비교적 단순한 형태의 플랑크톤이 식이되며, 그 크기는 긴 것은 1mm 이하, 둥근형은 지름 320 $\mu$ m 이하라고 하여, 본 조사 보다 큰 개체를 식이한다고 하였다. 이는 본 조사에서는 각장 40mm 이하의 개체를 주 대상으로 하여 조사한 반면, 류(1960)의 경우에는 각장 55mm의 개체도 조사 대상으로 하였으므로, 동족의 크기에 따라 차이가 있는 것으로 사료된다.

계절적으로 소화관 내용물의 플랑크톤의 개체수는 여름보다 겨울에 다소 많았지만 큰 차이는 없었다. 이것은 주 성장시기가 여름철이고, 겨울에는 거의 성장을 중지하는 결과와 상치된다. 그 원인으로 동족의 서식지가 비교적 노출시간이 긴 지역으로 노출 후 채집까지 시간이 다소 긴 1~3시간이 경과하는데, 여름철의 고수온에서 생리활성이 활발하여 소화능력이 높고, 겨울철에는 저수온에 의한 생리활성의 저하(이, 1994)로 인한 소화능력의 저하로 인한 차이에 의하거나, 섭이한 먹이를 소화하지 않거나 배설시간이 늦어져 소화관에 남아 있는 시간이 증가하기 때문으로 추정되나, 온도에 따른 소화능력의 실험이 요구된다. 본 조사에 의하면 동족은 25 $^{\circ}$ C에서는 24시간이면 소화관 내용물의 80~90%가 체외로 배출되었다.

소형의 개체에 출현하는 플랑크톤은 대부분 대형의 개체에서도 출현하였으며, 대형의 개체에서만 출현하는 종은 비교적 대형이거나 군체를 이루고 있어, 소형의 플랑크톤은 동족의 크기에 관계없이 먹이의 양에 따라 경쟁적인 관계가 형성될 것으로 보인다.

본 조사에서 각 플랑크톤별로 조사한 Jacobs의 선택도지수  $\Pi(D')$ 는 일부 종을 제외하고는 음수(소극적인 선택성) 또는 0에 가까우며, 각 계절에 있어서 플랑크톤의 선택도지수의 합도 -17 이하였다. 또한 환경수에 있어서 대량으로 출현하거나 연중 출현하는 비교적 간단한 형태의 소형의 식물플랑크톤은 소화관 내용물에서도 대부분 나타난다. 동족의 크기가 크면 클수록 플랑크톤도 대형의 종까지 섭이할 수 있는 것으로 추정된다.

소화관에서 출현한 대부분의 종은 식물플랑크톤이었으며, 동물플랑크톤은 7종이 출현하였는데, 출현 개체수는 극히 적었다. 또한 갑각류는 본래의 형태를 유지하고 있는 개체가 없었고, 부서진 형태로 몸의 일부분만 출현하여, 이들의 생존시의 크기로 보아, 식이시에 이미 부서진 조각을 섭이한 것으로 추정된다. 류(1960)의 조사에 의하면 복족류 유생이 다량 출현하였으나, 본 조사에서는 동정되지 않았

다. 또한 본 조사에 있어서는 류(1960)의 조사에서 동정되지 않은 담수산 녹조류와 남조류 및 기타 식물플랑크톤이 나타났는데, 이는 본 조사지역이 금강 하구역에 인접하여 금강수계의 영향을 받고 있기 때문으로 사료된다.

동죽은 생식소의 발달과정이 명확한 종으로서 육안적으로도 판별이 가능하다. 비만도는 5월이 가장 높았고, 10월에 가장 낮아 변화가 뚜렷하였으며, 이것은 정등(1988)의 4월 가장 높은 비만도가 이후 급격히 감소하여 11월에 최저가 된다는 결과와 일치한다. 또한 생식소의 월별 발달단계도 암수 모두 명확하였다. 그러나 주산란기인 6~8월의 조사에서 미숙한 개체가 없고 모든 개체에서 완숙한 난이 출현하였으므로 동죽이 다회 산란하는 지는 알 수 없었다. 그러나 실험실에서 산란한 동죽을 대상으로 재산란 실험을 한 결과는 산란하지 않았고, 더 이상의 생식소의 발달도 확인할 수 없었다. 또한 大島 등(1965)은 東京灣 이남에서 동죽의 발생시기가 4~7월과 9~10월의 2회라고 보고하여, 본 조사와 차이가 있었다. 수정란의 크기는  $60\mu\text{m}$ 라고 보고하여, 본 조사에서의 약  $65\mu\text{m}$ 와 유사하였다.

森(1989)는 이매패의 생식주기는 기본적으로 종 고유의 유전적인 형질에 의하여 제어되며, 온도와 먹이, 염분, 광등의 환경요인에 의해서도 큰 영향을 받으며, 생식활동은 환경요인과 내부 요인과의 상호작용에 의하여 발현된다고 하였다. 본 조사에서의 산란기와 온도를 비교하면 산란기는 봄철의 평균수온이  $15^{\circ}\text{C}$ 에서  $20^{\circ}\text{C}$ 로 급격히 이행하는 시기와 일치하고 있다.

동죽의 부유유생은 대량으로 발생하고 있으며, 부유유생의 크기도 각장  $250\sim 350\mu\text{m}$ 으로 조사되어 大島 등(1965)의  $300\mu\text{m}$ 와 吉田(1964)의  $227\mu\text{m}$ 와 거의 일치하고 있다.

부유유생의 침강은 Smidt(1951)는 우럭조개(*M. arenaria*)의 조사에서 능동적인 저질의 선택성은 발견할 수 없다고 하였으며, Günther(1992)는 같은 우럭조개(*M. arenaria*)에 대한 조사에서 부유유생의 침강과정은 지역적인 해류와 지형학적 조건에 크게 영향을 받는다고 하였다. 본 조사에서는 부유유생의 침강량은 저질입도와는 상관성이 없으나, 노출시간과는 상관성이 있었다. 이는 조사지역이 비교적 좁기 때문으로 사료된다. 또한 동죽의 침강된 치패의 이동은 진주담치나 바지락등

과 같이 치패기나 성패기에 족사등과 같은 부착기가 없으므로 능동적으로 적합한 환경에 서식할 수 있는 능력이 부족하고, 고온에 대한 적응력이 대단히 낮으므로, 수류나 지형에 의한 짧은 거리에서는 가능하지만, 비교적 먼 거리에의 이동은 할 수 없는 것으로 추정된다.

그러므로 동족의 치패의 침강은 저질의 물리·화학적인 요소에 영향을 받는 것은 아니며, 동족의 성장에 따른 무게의 증가와, 수류의 속도, 암초나 수로등에 의한 물의 물리적인 요소에 의하여 동족의 침강이 이루어지고, 침강 초기에는 수류에 의하여 부분적으로 이동하지만 저질에 잠입하고난 후부터는 저질의 성상에 따라 적용하거나 폐사하는 것으로 추정된다.

Günther(1992)에 의하면 우럭조개(*M. arenaria*) 치패의 가입은 성패가 출현하지 않는 곳이나, 흑심한 겨울이 있었던 이듬해 봄에 많다고 하였다. 동족은 단위면적당 서식량이 이때때 중에서 비교적 많은 종으로서, 대량 서식 지역은 연급군이 거의 대부분 단일 연급군으로 구성되어 있다. 성패의 밀도가 높은 지역은 먹이생물의 부족을 초래하여 치패의 사망율이 증가하므로 밀도가 낮아지며, 어떤 요인(어획이나 폐사)에 의하여 성패의 밀도가 낮은 지역은 치패의 밀도가 높아져, 지역에 따라 어획량에 주기성이 있었다.

동족의 0세군의 성장기는 11월 중순 까지라는 것은 명확하다. 성장은 부유유생의 침강 시기나, 또는 이동, 조석, 표면포식자의 크기-선택에 의한 포식압력에 영향을 받는다(Günther, 1992). 또한 Moller와 Rosenberg(1983)에 의하면 3mm의 우럭조개(*M. arenaria*)가 표면포식자인 새우류의 일종인 *Crangon crangon*에 의하여 포식당한다고 하였다. 본 조사 지역에 있어서도 많은 종의 새우류와 다양한 표면포식자가 서식하는 지역이며, 동족을 포식하는 저서동물로는 밤게(*Philyra pisum*), 칠게(*Macrophthalmus japonicus*), 집게(*Pagurus* sp.)등의 게류와 갯우렁(*Polinices fortunei*), 피빨고둥(*Rapana venosa*), 큰구슬우렁이(*Neverita didyma*)등의 복족류와 갯지렁이류등이 서식하고 있다.

우럭조개(*M. arenaria*)에 대한 조사에서 Munch-Petersen(1973)은 개체군의 초기 사망율이 직선적이라고 하였으며, Brousseau(1979)은 0세군에서 높은 사망

울을 보이다가 연령의 증가에 따라 감소한다고 하였다. Günther(1992)는 첫해에 있어서는 일정하지 않으며 빠른 성장과 낮은 사망율이 일치하고, 또한 각장 3mm 이상의 개체는 0세군의 개체군들을 포식하는 표면포식자의 포식으로부터 회피할 수 있는 크기나, 서식 깊이에 도달한다고 하였다. 본 조사의 가입초기에 있어서 채집 시의 밀도의 변화가 심하여 사망율이 일정하지 않으며, 가입시기와 주 성장기가 겹치고 있으므로 성장에 따른 사망율의 변화는 알 수 없었고, 가입 초기와 성장기인 여름철은 사망율이 높았고, 성장 정체기인 겨울철에는 사망율이 극히 낮았다. 그러나 사망율이 성장에 의한 표면포식자로부터의 회피에 의한 사망율의 감소보다는, 여름철의 고온에 의한 동족의 생리활성에 미치는 영향으로 사망율이 더 증가하였다.

매 12월에 각 연도별 산란군의 크기는 1990년 17mm, 1991년 16mm, 1992년 20mm, 1993년 24mm로, 1992년과 1993년 산란군의 성장이 1990년과 1991년 보다 성장이 빠르게 나타났다. 이는 1992년 초에 군장지구의 매립으로 인하여 대량의 폐류가 채취되어 성패의 밀도가 급격히 감소하였고, 1993년 산란군의 산란기가 빨랐기 때문으로 추정된다. 동족의 성장은 빨라 만 1세군의 큰 개체들이 만 2세군의 작은 개체들과 합쳐져 하나의 모드를 형성한다. 그러므로 만 2세군 이상의 연급군들은 각 연급군들의 모드가 명확하게 분리되지 않고 하나의 모드를 형성하고 있었다.



동족의 성장은 大島 등(1965)은 만 1년에 각장 34mm, 1년 9개월에 42mm로 성장한다고 하였으나, 본 조사에서는 22.0mm, 32.3mm로 크게 차이가 있었다.

각 연급군별 밀도는 크게 차이가 나며, 0세군은 9월에 가장 높았으며, 이후 점차 감소하였다. 그러나 9월 이후에도 일정 기간 계속해서 새로운 개체가 가입되지만, 가입되는 개체수보다 사망개체가 많기 때문에 감소하는 것으로 추정된다.

동족의 월별 현존량은 각 연급군별로 차이가 심하였다. 이는 가입량이 매년 다르고, 3세 이상의 연급군은 어민들에게 이미 채취되었기 때문인 것으로 생각된다. 매년의 가입량이 일정하지 않은 것은 1~2년을 주기로 생산량이 크게 변하고 있는 수산청의 통계조사에 의해서도 알 수 있다. 이로 보아 동족의 치패 발생량은, 그 해의 환경적인 조건에 크게 좌우되는 것으로 생각된다.

간석지 온도는 지열에 의해 8월 한때 40℃까지 올라가며, 이 때는 간석지에서 동죽의 사패를 많이 볼 수 있었다. 그러므로 동죽의 사망과 성장은 연령과 수은 및 간석지의 온도에 크게 영향을 받는다.

월별 생산량은 8월~10월에 가장 많고, 2월에는 82 g·m<sup>-2</sup>·yr<sup>-1</sup>의 최저치로, 여름보다 가을에 생산량이 많은 것은 생산력이 높은 저연령군의 가입시기가 7월이기 때문이다. 또한 1세군이 0세군과 2세군보다 생산량이 적은 것은 1세군의 가입량이 적었기 때문이며, 5세군의 생산량은 음수로 나타났다. 생산량에서 음수 값이 나오는 것은 개체의 생체량이 감소하는 경우인데(Tanaka and Kikuchi, 1978), 본 조사에서도 일부 연급군에서 겨울철에 생산량이 음수로 나타난 경우가 있었다. 그러나 5세군의 전체 값이 음수로 나타난 것은 5세군의 개체수가 적었기 때문에 생기는 오차와 사망에 의한 것으로 추정된다.

본 조사에서 동죽 전개체군의 연간생산량이 5,127 g·m<sup>-2</sup>·yr<sup>-1</sup>으로 추정되었으며, 이는 김(1986)이 조사한 바지락의 생산량 50.28 g·DWt·m<sup>-2</sup>·yr<sup>-1</sup>와 최(1987)가 조사한 바지락의 생산량 278.2 g·m<sup>-2</sup>·yr<sup>-1</sup> 및 박(1991)이 조사한 맛조개의 37.67 g·m<sup>-2</sup>·yr<sup>-1</sup> 보다 월등히 높은 생산량이다. 물론 추정방법이나 조사시기 및 조사지역에 따라 다를 수도 있지만 대체로 동죽의 생산량이 다른 이매패류 보다 높았다.

연간회전율은 생물생산량의 지표로 1990년도의 조사에서는 1.046 yr<sup>-1</sup>의 비교적 높았다. 연간생산량이나 연간회전율은 종과 서식지 및 조사방법에 따라 다르다(Burke and Mann, 1974; 강과 이, 1982; Cranford *et al.*, 1985; Mistri *et al.*, 1987; Ambrogi, 1990). 동죽의 연간회전율이 1 yr<sup>-1</sup> 이상이고, 특히 0세군은 발생 다음해 2월까지의 회전율이 2.8이었다. 또한 1993년도 산란군에 있어서는, 만 1년 동안의 회전율이 약 4.9로 매우 높게 나타나 0세군의 성장이 개체군 생산력에 큰 영향을 미치며, 각 연도별로 0세군의 생산량의 차이가 심하였다.

동죽의 어획 연령은 최소한 1번의 산란이 이루어진 후 가을부터 채취하여야 할 것으로 추정된다. 동죽은 만 1년이면 성숙하며 1회 약 6만립 이상의 대량의 산란과 저연령에서의 빠른 성장 속도로 인하여 생산력이 높으므로, 산란기의 어장환경 개선과 적정어획이 이루어지면, 지속적으로 높은 어장생산력을 유지할 수 있는 종이다.

## V. 요약

북위 35° 56', 동경 126° 36'에 위치한, 전라북도 군산시 오식도와 옥구군 하제리를 연결하는 조간대 지역에서 1990년 3월부터 1994년 9월까지(5년 7개월) 조사한, 동죽(*Macra veneriformis* Reeve)의 서식지 생태계와 섭식생태, 개체군 생산력에 관하여 연구하였다.

5년 동안의 월 평균 수온은 2.67~26.29℃, 간석지 온도는 2.8℃~31.5℃였다. 저질의 유형은 사질이고, 유기물 함량은 1~8%, pH는 7~9, 황화물량은 0.00~0.14mg·g dry mud<sup>-1</sup>, 총질소함량은 0~500 μg·g dry mud<sup>-1</sup>였다.

조사지역의 대형저서동물은 복족류 14종, 부족류 10종, 갑각류 3종, 완족류와 갯지렁이류가 각각 1종으로 총 29종이 출현하였다. 동죽이 대형저서동물의 전개체수의 약 58%, 전생체량의 약 75%였다.

동죽의 소화관 내용물에서 관찰된 먹이생물의 종류는 총 60속(120종)으로 규조류 31속(70종), 와편모조류 7속(18종), 황색편모조류 6속(8종), 남조류 5속(9종), 녹조류 3속(5종), 방산충류 4속(6종), 섬모충류와 갑각류가 각각 2속(각 2종) 출현하였으며, 등근형은 200μm 이하, 막대형은 지름 20μm, 길이 500μm 이하였다.

동죽의 성숙체장은 약 26mm이며, 성숙연령은 만 1세이다. 산란기는 5월부터 9월까지(주산란기는 6~8월)이며, 암수비는 1:1, 난의 크기는 약 65.35μm였다.

패각 연변부성장지수(MI')의 월별 변화에 의하여 추정된 윤문형성시기는 년1회, 4월~5월이었다.

각장(SL)과 전중량(TW), 각장(SL)과 각고(SH), 각장(SL)과 각폭(SW)간의 상대성장식과 Bertalanffy's 성장식은 다음과 같으며, 각장과 각폭간에는 각장 22mm에서 변곡점이 있었다.

$$SH = 0.865 SL + 0.250 (r^2=0.990),$$

$$SW = 0.599 SL - 0.203 (r^2=0.976; \text{각장 } 22\text{mm 미만}),$$

$$SW = 0.724 SL - 2.796 (r^2=0.914; \text{각장 } 22\text{mm 이상}),$$

$$TW = 1.090 \times 10^{-4} SL^{3.2798} (r^2=0.992),$$

$$SL_t = 51.40(1 - e^{-0.5347(t+0.0637)}),$$

$$TWt = 44.57(1 - e^{-0.5347(t+0.0637)})^{3.2798}$$

부유유생의 출현시기는 6월~7월이며, 평균밀도는  $601 \text{ ind.}\cdot\text{m}^{-3}$ 이며, 침강시의 크기는  $250\sim 350\mu\text{m}$  였다.

동죽의 가입은 비교적 단기간에 집중적으로 일어나며, 저질에 따른 선택성은 없었다. 동죽의 성장은 가입 초기에 있어서 과소평가되었으며, 11월 중순 까지 성장하고 12월 이후의 겨울철에는 정지한다. 0세군의 연간생산량은  $2,900 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ 으로 매우 높으며, 개체군에 있어서 0세군은 대단히 중요한 위치를 차지하고 있다.

동죽의 전개체군의 연간생산량은  $5,127 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ 이며, 연간회전율은  $1.020 \text{ yr}^{-1}$ 이며 회전시간은 0.98년으로 추정되었다.





## VI. 참고문헌

- 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 -二枚貝類を中心に” 河口・沿岸域の生態とエコテクノロヒジ-(栗原 康 編著). 東海大學出版會, 日本, 東京, pp. 85~98.
- Allen, K. R. 1971. Relation between production and biomass. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 28 : 1575~1581.
- Ambrogi, R. 1990. Secondary production of *Prionospio caspersi*(Annelida Polychaeta: Spionidae). *Mar. Biol.*, 104 : 437~442.
- APHA, AWWA, WPCF. 1985. Standard methods for the examination of water and wastewater. 16th ed. APHA, Washington, 1134pp.
- Bray, J. R. and J. T. Curtis. 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, 27 : 325~349.
- Bright, G. R. 1982. Secondary benthic production in a island stream. *Limnol. Oceanogr.*, 27(3), 472~480.
- Brousseau, D. J. 1979. Population dynamics of the soft shell clam *Mya arenaria*. *Mar. Biol.*, 50 : 63~72.
- Buchanan, J. B. 1984. Sediment analysis. In “Method for the study of marine benthos” (eds. Holme, N. A. and A. D. McIntyre). IBP Handbook 16, 2nd Ed., Blackwell Sci. Publ., U. K., London, pp. 41~65.
- Burke, M. V. and K. H. Mann. 1974. Productivity and Production: Biomass Ratios of Bivalve and Gastropod Population in an Eastern Canadian Estuary. *J. Fis. Res. Bd. Can.*, 31(2), 167~177.
- 장선덕·진평. 1978. 이매패류의 폐사에 미치는 현탁부니의 영향. *한수지.*, 11(4), 227~231.
- Cheung, S. G., 1993. Population dynamics and energy budgets of green-

- lipped mussel *Perna viridis* (Linnaeus) in a polluted harbour. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 168 : 1~24.
- 최정신. 1969. 수영만에 있어서의 규조류의 계절적인 량 및 조성변화. *한수지.*, 2(1), 16~23
- 최기철. 1971. 대합과 가무락의 종패 증산을 위한 생태적 연구. *한국육수학회지*, 4(1~2), 9~11.
- 최신석. 1975. 대합(*Meretrix lusoria*)과 가무락(*Cyclina sinensis*)의 초기발생 및 성장에 관한 비교연구. *한수지.*, 8(3), 185~195.
- 최신석. 1976. 대합(*Meretrix lusoria*)의 인공방란 및 치패 사육에 관한 연구. *한국육수학회지*, 9(1~2), 7~14.
- 최신석·송용규. 1974. 대합 *Meretrix lusoria*의 인공수정 및 발생에 관한 연구. *한수지.*, 7(1), 1~6.
- 최영민. 1987. 삼천포 신수도 연안에 서식하는 바지락, *Tapes philippinarum*의 이차생산에 관하여. 부산수대 석사학위 청구논문, 45pp.
- 정의영·김성연·이택열. 1988. 동족, *Mectra veneriformis* Reeve의 성성숙에 관한 연구. *한국패류학회지*, 4(1), 30~41.
- 정영호. 1968. 한국동식물도감 제9권 식물편(담수조류). 문교부, 573pp.
- Cranford, P. J., D. L. Peer and D. C. Gordon. 1985. Population Dynamics and Production of *Macoma malthica* in Cumberland Basin and Shepody Bay, Bay of Fundy. *Netherlands J. Sea Res.*, 19(2), 135~146.
- Crisp, D. J. 1984. Energy flow measurements. In: *Methods for the study of Marine benthos*, eds. by N. A. Holme and A. D. McIntyre. IBP Handbook No. 16, Blackwell, Oxford, U. K., London, pp. 284~372.
- Edgar, G. J. 1989. The use of the size structure of benthic macrofaunal communities to estimate faunal biomass and secondary production. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 137 : 195-214.
- Fager, E. W. 1969. Production of stream benthos: A critique of the method of assessment proposed by Hynes and Coleman. *Limnol. Oceanogr.*,

- 14 : 766-770.
- Günther, C. A. 1992. Settlement and recruitment of *Mya arenaria* L. in the Wadden Sea. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 159 : 203~215.
- 해양연구소. 1987. 인공진주양식 기술개발에 관한 연구. 해양연구보고서, BSPG 00042-159-3 : 607pp.
- Hibbert, C. J. 1976. Biomass and production of a bivalve community on an intertidal mud-flat. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 25 : 249~261.
- 廣瀬弘幸, 1981, 日本淡水藻圖鑑, 内田老鶴圃, 日本, 東京, 933pp.
- Hynes, H.B.N. and M. J. Coleman. 1968. A simple method of assessing the annual production of stream benthos. *Limnol. Oceanogr.*, 13(4), 569~573.
- 조재성·이광전. 1992. 농업생물 실험통계학. 선진문화사, pp.184~188.
- 강용주·김종관. 1983. 한국연안천해생물군집의 구조와 생산, 3. 동해산 북방대합 (*Spisula sachalinensis*)의 연령과 성장. 한수지., 16(2), 82~87.
- 강용주·이택열. 1982. 부산 동백섬 천해에 분포하는 노래미(*Agrammus agrammus*) 개체군의 동태. 부산수대해연보., 14 : 23~36.
- 강용주·진평. 1983. 노래미, *Agrammus agrammus*의 섭식생태. 부산수대해연보., 23(2), 1~8.
- 菊地永祐·栗原 康. 1988. “第2章 生物の生態と環境 1. 食物關係と環境特性. 2. バイオターベ이션(Bioturbation)”. 河口・沿岸域の生態とエコテクノロジー-(栗原 康 編著). 東海大學出版會, 日本, 東京, pp. 65~77.
- 菊池泰三. 1977. “1 章. 海洋生態系. 1.2 藻場生態系” 海洋生態系(山本護太郎 編著). 東京大學出版會, 日本, 東京, pp. 23~36.
- 菊池泰三. 1981a. 無脊椎動物の繁殖生態と生活史 I. 海洋と生物 15(3-4), 242~246.
- 菊池泰三. 1981b. 無脊椎動物の繁殖生態と生活史 II. 海洋と生物 16(3-5), 360~365.
- 菊池泰三. 1981c. 無脊椎動物の繁殖生態と生活史 III. 海洋と生物 17(3-6), 402~407.

- 木元新作, 1976. 生態學研究講座14. 動物群集研究法 I - 多様性と種類組成. 共立出版., 日本, 東京, 192pp.
- 김완수. 1986. 가로림만 바지락(*Tapes philippinarum*)의 성장, 사망 및 생산. 충남대학교 석사학위 청구논문, 44pp.
- 김종두·정성채·장영진·강해원. 1979. 피조개 *Anadara broughtonii* (SCHRENCK)의 인공종묘양산에 관한 연구(I)-실내채묘와 종패수송에 대하여. 수진원보고, 22 : 55~65.
- 김형균·이원옥. 1979. 수산자원명집. 수산경제사, 120pp.
- 小久保清治. 1968. 浮遊硅藻類. 恒星社厚生閣, 日本, 東京, 330pp.
- 小久保清治. 1970. プランクトン分類學. 恒星社厚生閣, 日本, 東京, 439pp.
- LeBlond, P. H. and T. R. Parsons. 1977. A simplified expression for calculating cohort production. *Limnol. Oceanogr.*, 22(1), 156~157.
- LeBlond, P. H. and T. R. Parsons. 1978. Reply to comment by W. E. Ricker. *Limnol. Oceanogr.*, 23(2), 380~381.
- Lee, C. K., N. K., Chang and J. J. Lee. 1968. An attempt to improve tidelands for marine bivalves. (1) Soil textures and chemical properties of tidelands in Kyunggi Bay. *Korean Fish. Soc.*, 1(2), 115~19.
- 이춘구·이정재, 1968. 굴, *Crassostera gigas* 擔輪子の 致死率에 미치는 몇 가지 環境要因의 影響. 한수지., 1(1), 45~49.
- 이춘구·장남기. 1969. 해산패류 증식을 위한간석지 개척에 관한 연구. (2) 경기만 내 *Tapes philippinarum* 서식지 토양의 물리화학적 조성에 관하여. 한수지., 2(2), 155~160.
- 이춘구·장남기·최신석. 1969. 패류양식을 위한 적지환경 요인에 관한 연구. 한수지., 2(1), 33~40.
- 이정열. 1992. 서해연안의 양식장 환경조사. 4. 군산연안 양식장의 수질환경. 군산대학교 수과연보., 8 : 1~21.
- 이정열. 1994. 동죽의 呼吸率, 濾水率 및 窒素排泄에 미치는 浮泥의 影響. 한수지., 27(1), 59~68.

- 이정열·김영길. 1991. 서해연안의 양식장 환경조사. 3. 부안 백합양식장 환경. 한국 양식학회지, 4(2), 111~128.
- 岩田 清. 1948. カニウム鹽注射によるツオフキの放卵放精現象. 日水誌., 13(5), 188~192.
- 농림수산부. 1977-1991. 농림수산물통계연보.
- Ludwig, J. A. and J. F. Reynolds. 1988. Statistical ecology: A primer on methods and computing. John Wiley & Sons, Inc., USA, New York, 337pp.
- Mallet, A. L. and C. A. Carver. 1989. Growth, Mortality, and Secondary Production in Natural Population of the Blue Mussel, *Mytilus edulis*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 46 : 1154~1159.
- Mallet, A. L., C. A. Carver, S. S. Coffen, and K. R. Freeman. 1987. Mortality variations in natural populations of the Blue mussel, and Secondary Production in Natural Population of the Blue Mussel, *Mytilus edulis*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 44 : 1589~1594.
- Middlebrook, K. and J. C. Roff. 1986. Comparison of methods for estimating annual productivity of the copepods *Acartia hudsonica* and *Eurytemora herdmani* in Passamaquoddy Bay, New Brunswick. *Can. J. Fish. Aquatic. Sci.*, 43 : 656~664.
- Mistri, M., R. Rossi and V. U. Ceccherelli. 1987. Growth and production of the Ark Shell *Scapharca inaequalvis*(Bruguiere) in a Lagoon of the Po River Delta. P. S. Z. N. I., *Mar. Ecol.*, 9(1), 35~49.
- Moller, P. and R. Rosenberg. 1983. Recruitment, abundance and production of *Mya arenaria* and *Cardium edule* in marine shallow waters. *Western Sweden. Ophelia*, 22 : 33~55.
- 森 勝義. 1989. “二枚貝と成熟, 發生, 成長とその制御” 水族繁殖學(隆島史夫, 羽生功編著). 綠書房, 日本, 東京, pp. 325~364.
- Morton, J. E. 1968. Molluscs. Hutchinson Univ. Library, London, 244pp.
- Munch-Petersen. S. 1973. An investigation of a population of the soft

- clam *Mya arenaria* in a Danish estuary. *Medd. Dan. Fisk. Havunders.*, 7 : 47~73.
- 西平守孝. 1977. “1 章. 海洋生態系. 1.1 潮間帶の生態” 海洋生態系(山本護太郎 編著). 東京大學出版會, 日本, pp. 9~22.
- 박홍식. 1991. 인천연안 조간대 저서생물의 생태학적 연구. 인하대학교 석사학위 청구논문, 124pp.
- 박태수. 1968. 하기남해안에 있어서 Microplankton의 양급조성에 관한 연구. 부산수대연보., 1(1), 12~32.
- 大島泰雄·須藤俊浩·花岡 資·猪野 峻. 1965. 淺海養殖 60種. 大成出版社, pp. 252~253.
- Peer, D. L. 1970. Relation between Biomass, Productivity, and loss to predators in a population of a marine benthic polychaete, *Pectinaria hyperborea*. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 27(12), 2143~2153.
- 노섬·변충규·전득산. 1986. 진주조개(*Pinctada fucata*)의 치패생산 및 양식에 관한 환경학적 연구(1), 초기발생과 성장. 제주대해자연보., 10 : 45~56.
- Ricker, W. E. 1946. Production and utilization of fish populations. *Ecol. Monogr.*, 16 : 373~391.
- Ricker, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistic of fish population. *Dept. Env. Fish. Mar. Ser., Can. Ottawa*, 382pp.
- Ricker, W. E. 1978. On computing production. *Limnol. Oceanogr.* 23(2), 379~380.
- Round, F. E., R. M. Crawford, and D. G. Mann. 1992. The Diatoms. *USA. Cambridge Univ.*, 747pp.
- 류동기. 1991. 군산연안에 서식하는 바지락의 성장. 군산수전 논문집., 25 : 25~31.
- 류성규. 1960. 용호만산 이매패의 식이에 관한 연구. 제1보 불통(*Mactra veneriformis*). 부산수대 연구보고., 3(1, 2), 43~52.
- 류성규. 1962. 용호만산 이매패의 식이에 관한 연구. 제2보 백합(*Dosinia japonica*). 부산수대 연구보고., 4(1,2), 11~19.

- 류성규·이택열·진평·전세규·최위경. 1975. 부안만 백합패사에 대한 조사연구. 부산 수대연보., 8 : 39~52.
- 代田昭彦. 1974. 水産餌料生物學. 恒星社厚生閣, 日本, 東京, 514pp.
- Smidt, E. L. B. 1951. Animal production in the Danish Wadden Sea. *Medd. Komm. Dan. Fisk. Havunders. Ser. Fisk.* 11, 151pp.
- STATGRAPHICS. 1987. Statistical graphics system by statistical graphics corporation, Version 2.6, STSC Inc., 1163pp.
- 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.
- 土屋 誠. 1988. “第2章 生物の生態と環境 1. 食物關係と環境特性. 1.1 生活様式のらみた環境” 河口・沿岸域の生態とエコテクノロジ-(栗原 康 編著). 東海大學出版會, 日本, 東京, pp. 43~54.
- Vial, M. V., R. W. Simpfendorfer, D. A. Lopez, M. L. Gonzalez and K. Oelckers. 1992. Metabolic responses of the intertidal mussel *Perumytilus purpuratus* (Lamarck) in the emersion and immersion. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 159 : 191~201.
- Waters, T. F. and G. W. Crawford. 1973. Annual production of a stream mayfly population: A comparison methods. *Limnol. Oceanogr.*, 18(2), 286~297.
- Waters, T. F. 1969. The turnover ratio in production ecology of freshwater invertebrates. *Amer. Nat.*, 103 : 173~185.
- Wildish, D. J. and D. Peer. 1981. Methods for estimating secondary production in marine Amphipoda. *Can. J. Fish. Sci.* 38: 1019~1026.
- 山路 勇. 1987. 日本海産プランクトン圖鑑. 保育社, 日本, 537pp.
- 吉田 裕, 1964, 貝類種苗學, 北隆館, 日本, 221pp.
- 吉良哲明, 1970. 原色日本貝類圖鑑. 保育社, 日本, 326pp.
- Zar, J. H. 1984. *Biostatistical Analysis*(Second Ed.). Prentice-Hall, Inc.,

Englewood Cliffs, New Jersey, 718pp.





## 사 사

본 논문이 완성되기까지 항상 이끌어 주시고 지도해 주신 정상철 교수님께 깊이 감사드리며, 바쁘신 중에도 많은 시간과 노고를 아끼지 않으시고 논문을 심사해 주시고 격려해 주신 이정재 교수님, 노섭 교수님, 이기완 교수님, 송춘복 교수님, 해양연구소 이영돈 교수님, 그리고 정년퇴임 하신 변충규 교수님께 깊은 감사를 드립니다.

항상 옆에서 격려와 지도를 해주시고, 연구여건을 마련해 주신 군산대학교 양식학과 유봉석 교수님, 김용호 교수님, 이정열 교수님, 이종화 교수님, 김종연 교수님과, 어려운 여건 속에서도 항상 웃으며 자료를 보내 주신 부산수산대학교 김영혜 선생께도 진심으로 감사를 드립니다.

또한 오늘이 있기까지 부족한 제자를 지도해 주시고, 어려울때 마다 용기를 주신 부산수산대학교 강용주 교수님, 홍성운 교수님, 순천향 대학교 이종화 교수님께 깊은 감사를 드립니다.

끝으로 오늘이 있기까지 보살펴 준 형제들과 어려운 속에서 묵묵히 내조해준 아내, 언제나 나에게 기쁨을 준 아들 현재, 현빈에게 고마움을 전합니다.



Appendix 1. Species list showing abundance(inds./m<sup>2</sup>) at each station from May 1992 to April 1993

STATION	STATION 1		STATION 2		STATION 3		STATION 4		STATION 5		TOTAL	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
MAY 10, 1992												
<i>Mactra veneriformis</i>	102	59.13	37.5	46.30			48	55.17			187.5	51.44
<i>Ruditapes philippinarum</i>	9	5.22									9.0	2.47
<i>Cyclina sinensis</i>	3	1.74									3.0	0.82
<i>Moerella iridescens</i>	19.5	11.30	4.5	5.56	1.5	6.25	15	17.24			40.5	11.11
<i>Meretrix lusoria</i>			1.5	1.85			1.5	1.72			3.0	0.82
<i>Nuttallia oivacea</i>	7.5	4.35	1.5	1.85							9.0	2.47
<i>Dosinorbis japonicus</i>			4.5	5.56							4.5	1.23
<i>Macrophthalmus japonicus</i>	1.5	0.87									1.5	0.41
<i>Philyra pisum</i>					1.5	6.25					1.5	0.41
<i>Umbonium thomashi</i>	18	10.43	12	14.81	0	0.00	1.5	1.72			31.5	8.64
<i>Omphalis nigerrimus</i>			4.5	5.56	7.5	31.25					12.0	3.29
<i>Bullacta exarata</i>	1.5	0.87	4.5	5.56			18	20.69			24.0	6.58
<i>Reishia bronni</i>	3	1.74	6	7.41	9	37.50					18.0	4.94
Polychaeta(Nereis)	1.5	0.87	3	3.70	3	12.50	1.5	1.72			9.0	2.47
<i>Neptunea arthritica cumingii</i>					1.5	6.25					1.5	0.41
<i>Lingula anatina</i>	6	3.48	1.5	1.85			1.5	1.72			9.0	2.47
SUM	172.5	100	81	100	24	100	87	100	-	-	364.5	100
JUNE 20, 1992												
<i>M. veneriformis</i>	40.5	41.54	22.5	62.50			22.5	48.39			85.5	42.54
<i>M. iridescens</i>	22.5	23.08			4.5	21.43					27.0	13.43
<i>Solen strictus</i>	6	6.15	3	8.33	1.5	7.14					10.5	5.22
<i>M. lusoria</i>	1.5	1.54	1.5	4.17							3.0	1.49
<i>N. oivacea</i>	12	12.31									12.0	5.97
<i>D. japonicus</i>	3	3.08	1.5	4.17	6	28.57	4.5	9.68			15.0	7.46

Appendix 1. (Continued)

STATION	STATION 1		STATION 2		STATION 3		STATION 4		STATION 5		TOTAL	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>Anadara subcrenata</i>							1.5	3.23			1.5	0.75
<i>M. japonicus</i>	1.5	1.54			4.5	21.43	1.5	3.23			7.5	3.73
<i>P. pisum</i>	1.5	1.54					1.5	3.23			3.0	1.49
<i>Pagurus</i> sp.	1.5	1.54			1.5	7.14	6	12.90			9.0	4.48
<i>B. exarata</i>	1.5	1.54	3	8.33							4.5	2.24
<i>Neverita didyma</i>							3	6.45			3.0	1.49
<i>Batillaria</i>			1.5	4.17			1.5	3.23			3.0	1.49
<i>multiformis</i>												
<i>R. bronni</i>			1.5	4.17	1.5	7.14					3.0	1.49
<i>Rapana venosa</i>	1.5	1.54									1.5	0.75
Polychaeta(Nereis)	1.5	1.54					1.5	3.23			3.0	1.49
<i>Phalium strigatum</i>			1.5	4.17							1.5	0.75
<i>Diplomeriza koreana</i>					1.5	7.14					1.5	0.75
<i>L. anatina</i>	3	3.08					3	6.45			6.0	2.99
SUM	97.5	100	36	100	21	100	46.5	100	-	-	201	100
JULY 30, 1992												
<i>M. veneriformis</i>	12	17.62	19.5	38.24	1.5	33.33	18	34.29	4.5	30	55.5	29.04
<i>R. philippinarum</i>									1.5	10	1.5	0.78
<i>C. sinensis</i>	1.5	2.20							1.5	10	3.0	1.57
<i>M. iridescens</i>	9	13.22	4.5	8.82			22.5	42.86			36.0	18.84
<i>M. sulcataria</i>					1.5	33.33					1.5	0.78
<i>S. strictus</i>	1.5	2.20	3	5.88							4.5	2.35
<i>M. lusoria</i>							1.5	2.86	1.5	10	3.0	1.57
<i>N. oivacea</i>									1.5	10	1.5	0.78
<i>D. japonicus</i>							1.5	2.86			1.5	0.78
<i>Pagurus</i> sp.			1.5	2.94							1.5	0.78
<i>U. thomashi</i>	16.5	24.23	7.5	14.71							24.0	12.56
<i>B. exarata</i>	0.6	0.88	12	23.53							12.6	6.59

Appendix 1. (Continued)

SPECIES	STATION 1		STATION 2		STATION 3		STATION 4		STATION 5		TOTAL	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>N. didyma</i>	3	4.41			1.5	33.33			1.5	10.00	6.0	3.14
<i>R. bronni</i>	12	17.62	1.5	2.94							13.5	7.06
<i>R. venosa</i>							1.5	2.86			1.5	0.78
Polychaeta(Nereis)			1.5	2.94			3	5.71	1.5	10.00	6.0	3.14
<i>L. anatina</i>	12	17.62					4.5	8.57	1.5	10.00	18.0	9.42
SUM	68.1	100	51	100	4.5	100	52.5	100	15	100	191.1	100
AUGUST 29, 1992												
<i>M. veneriformis</i>	15	40.00	23.1	33.19			81	70.13	12	47.06	131.1	52.52
<i>C. sinensis</i>									4.5	17.65	4.5	1.80
<i>M. iridescens</i>	10.5	28.00					4.5	3.90			15.0	6.01
<i>S. strictus</i>							3	2.60			3.0	1.20
<i>M. lusoria</i>	3	8.00					1.5	1.30			4.5	1.80
<i>N. oivacea</i>									6	23.53	6.0	2.40
<i>D. japonicus</i>	1.5	4.00	3	4.31	1.5	100					6.0	2.40
<i>Pagurus</i> sp.			3	4.31							3.0	1.20
<i>U. thomashi</i>	1.5	4.00	28.5	40.95			1.5	1.30			31.5	12.62
<i>B. exarata</i>			1.5	2.16			18	15.58			19.5	7.81
<i>N. didyma</i>			1.5	2.16							1.5	0.60
<i>R. venosa</i>	1.5	4.00									1.5	0.60
Polychaeta(Nereis)	1.5	4.00					1.5	1.30			3.0	1.20
<i>Reticunassa festiva</i>			9	12.93							9.0	3.61
<i>L. anatina</i>	3	8.00					4.5	3.90	3	11.76	10.5	4.21
SUM	37.5	100	69.6	100	1.5	100	115.5	100	25.5	100	249.6	100
SEPTEMBER 29, 1992												
<i>M. veneriformis</i>	33	35.48	18	22.22	4.5	75.00	58.5	67.24	18	60.00	132.0	44.44
<i>M. iridescens</i>	10.5	11.29	3	3.70			9	10.34			22.5	7.58

Appendix 1. (Continued)

STATION SPECIES	STATION 1		STATION 2		STATION 3		STATION 4		STATION 5		TOTAL	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>S. strictus</i>			1.5	1.85			1.5	1.72	4.5	15.00	7.5	2.53
<i>M. lusoria</i>					1.5	25.00					1.5	0.51
<i>N. oivacea</i>			1.5	1.85							1.5	0.51
<i>D. japonicus</i>	1.5	1.61	1.5	1.85							3.0	1.01
<i>P. pisum</i>	3	3.23									3.0	1.01
<i>U. thomashi</i>	39	41.94	30	37.04			7.5	8.62			76.5	25.76
<i>O. nigerrimus</i>							1.5	1.72			1.5	0.51
<i>N. didyma</i>									1.5	5.00	1.5	0.51
Polychaeta(Nereis)			1.5	1.85			3	3.45	1.5	5.00	6.0	2.02
<i>R. festiva</i>			22.5	27.78			4.5	5.17			27.0	9.09
<i>L. anatina</i>	6	6.45	1.5	1.85			1.5	1.72	4.5	15.00	13.5	4.55
SUM	93	100	81	100	6	100	87	100	30	100	297	100
OCTOBER 27, 1992												
<i>M. veneriformis</i>	96	48.12	45	71.43	15	66.67	96	47.76	66	89.80	318.0	56.84
<i>M. iridescens</i>					1.5	6.67	1.5	0.75	1.5	2.04	4.5	0.80
<i>M. sulcataria</i>					4.5	20.00					4.5	0.80
<i>S. strictus</i>			1.5	2.38					1.5	2.04	3.0	0.54
<i>Pagurus sp.</i>			6	9.52							6.0	1.07
<i>U. thomashi</i>	99	49.62					85.5	42.54			184.5	32.98
<i>B. exarata</i>			1.5	2.38							1.5	0.27
<i>N. didyma</i>					1.5	6.67					1.5	0.27
Polychaeta(Nereis)							1.5	0.75			1.5	0.27
<i>R. festiva</i>			7.5	11.90			7.5	3.73			15.0	2.68
<i>R. bronni</i>	1.5	0.75									1.5	0.27
<i>Cerithideopsilla djadjariensis</i>							1.5	0.75			1.5	0.27
<i>L. anatina</i>	3	1.50	1.5	2.38			7.5	3.73	4.5	6.12	16.5	2.95
SUM	199.5	100	63	100	22.5	100	201	100	73.5	100	559.5	100

Appendix 1. (Continued)

STATION	STATION 1		STATION 2		STATION 3		STATION 4		STATION 5		TOTAL	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
DECEMBER 10, 1992												
<i>M. veneriformis</i>	151.5	75.37	90	88.24			115.5	53.85	75	79.37	432.0	70.24
<i>R. philippinarum</i>							3	1.40	4.5	4.76	7.5	1.22
<i>M. iridescens</i>									10.5	11.11	10.5	1.71
<i>M. sulcataria</i>					3	100					3.0	0.49
<i>N. olvacea</i>							1.5	0.70			1.5	0.24
<i>U. thomashi</i>	37.5	18.66					60	27.97			97.5	15.85
<i>N. didyma</i>			3	2.94							3.0	0.49
<i>B. multiformis</i>			7.5	7.35			27	12.59			34.5	5.61
Polychaeta(Nereis)	4.5	2.24					1.5	0.70	3	3.17	9.0	1.46
<i>L. anatina</i>	7.5	3.73	1.5	1.47			6	2.80	1.5	1.59	16.5	2.68
SUM	201	100	102	100	3	100	214.5	100	94.5	100	615	100
JANUARY 12, 1993												
<i>M. veneriformis</i>	264	81.86	120	94.12			216.3	73.12	54	64.29	654.3	76.10
<i>R. philippinarum</i>									6	7.14	6.0	0.70
<i>M. iridescens</i>	19.5	6.05	1.5	1.18	1.5	5.00	27	9.13	4.5	5.36	54.0	6.28
<i>M. sulcataria</i>					27	90.00					27.0	3.14
<i>S. strictus</i>									3	3.57	3.0	0.35
<i>U. thomashi</i>	28.5	8.84					6	2.03	4.5	5.36	39.0	4.54
<i>B. exarata</i>							3	1.01			3.0	0.35
<i>N. didyma</i>			1.5	1.18	1.5	5.00					3.0	0.35
<i>Polinices fortunei</i>			1.5	1.18							1.5	0.17
Polychaeta(Nereis)			3	2.35			1.5	0.51	3	3.57	7.5	0.87
<i>R. festiva</i>	3	0.93					33	11.16			36.0	4.19
<i>C. djadjar</i>	1.5	0.47									1.5	0.17
<i>L. anatina</i>	6	1.86					9	3.04	9	10.71	24.0	2.79
SUM	322.5	100	127.5	100	30	100	295.8	100	84	100	859.8	100

Appendix 1. (Continued)

STATION	STATION 1		STATION 2		STATION 3		STATION 4		STATION 5		TOTAL	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
FEBRUARY 9, 1993												
<i>M. veneriformis</i>	78	58.43	19.5	56.52	4.5	37.50	156	53.33	34.5	56.10	292.5	54.78
<i>R. philippinarum</i>									3	4.88	3.0	0.56
<i>M. iridescens</i>	1.5	1.12					6	2.05			7.5	1.40
<i>M. sulcataria</i>					4.5	37.50					4.5	0.84
<i>S. strictus</i>			1.5	4.35							1.5	0.28
<i>M. japonicus</i>					1.5	12.50					1.5	0.28
<i>Pagurus</i> sp.					1.5	12.50					1.5	0.28
<i>U. thomashi</i>	42	31.46	7.5	21.74			120	41.03	15	24.39	184.5	34.55
<i>N. didyma</i>			3	8.70							3.0	0.56
Polychaeta(Nereis)	3	2.25					1.5	0.51	4.5	7.32	9.0	1.69
<i>R. festiva</i>							6	2.05			6.0	1.12
<i>L. anatina</i>	9	6.74	3	8.70			3	1.03	4.5	7.32	19.5	3.65
SUM	133.5	100	34.5	100	12	100	292.5	100	61.5	100	534	100
MARCH 13, 1993												
<i>M. veneriformis</i>	57	50.67	6	25.00	3	28.57	72	57.83	34.5	31.08	172.5	45.10
<i>R. philippinarum</i>									4.5	4.05	4.5	1.18
<i>M. iridescens</i>	3	2.67	3	12.50	3	28.57	7.5	6.02	3	2.70	19.5	5.10
<i>S. strictus</i>	1.5	1.33									1.5	0.39
<i>N. oivacea</i>									1.5	1.35	1.5	0.39
<i>D. japonicus</i>									1.5	1.35	1.5	0.39
<i>A. subcrenata</i>					1.5	14.29					1.5	0.39
<i>U. thomashi</i>	43.5	38.67			3	28.57	30	24.10	43.5	39.19	120.0	31.37
<i>B. exarata</i>			3	12.50			1.5	1.20			4.5	1.18
<i>P. fortunei</i>	1.5	1.33									1.5	0.39
Polychaeta(Nereis)	1.5	1.33	1.5	6.25			3	2.41	1.5	1.35	7.5	1.96
<i>C. djadjar</i>			9	37.50			9	7.23	13.5	12.16	31.5	8.24

Appendix 1. (Continued)

STATION	STATION 1		STATION 2		STATION 3		STATION 4		STATION 5		TOTAL	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>L. anatina</i>	4.5	4.00	1.5	6.25			1.5	1.20	7.5	6.76	15.0	3.92
SUM	112.5	100	24	100	10.5	100	124.5	100	111	100	382.5	100
APRIL 10, 1993												
<i>M. veneriformis</i>	93	83.78	15	37.04			42	66.67			150.0	62.50
<i>R. philippinarum</i>			3	7.41							3.0	1.25
<i>M. iridescens</i>	6	5.41	9	22.22			3	4.76			18.0	7.50
<i>M. sulcataria</i>					25.5	100.0					25.5	10.63
<i>M. japonicus</i>			3	7.41							3.0	1.25
<i>P. pisum</i>			3	7.41							3.0	1.25
<i>U. thomashi</i>	1.5	1.35									1.5	0.63
Polychaeta(Nereis)	4.5	4.05					6	9.52			10.5	4.38
<i>R. festiva</i>			3	7.41			3	4.76			6.0	2.50
<i>C. djadjariensis</i>			3	7.41							3.0	1.25
<i>L. anatina</i>	6	5.41	1.5	3.70			9	14.29			16.5	6.88
SUM	111	100	40.5	100	25.5	100	63	100	-	-	240	100



Appendix 2. Species list showing biomass(g/m<sup>2</sup>) at each station from May 1992 to April 1993

STATION	STATION 1		STATION 2		STATION 3		STATION 4		STATION 5		TOTAL	
	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%
MAY 10, 1992												
<i>M. veneriformis</i>	780.51	87.16	177.72	67.09			323.04	85.28			1281.27	80.85
<i>R. philippinarum</i>	31.81	3.55									31.81	2.01
<i>C. sinensis</i>	24.85	2.77									24.85	1.57
<i>M. iridescens</i>	8.31	0.93	3.69	1.39	0.24	0.53	5.10	1.35			17.34	1.09
<i>M. lusoria</i>			20.16	7.61			44.31	11.70			64.47	4.07
<i>N. oivacea</i>	24.62	2.75	4.73	1.78							29.34	1.85
<i>D. japonicus</i>			21.26	8.02							21.26	1.34
<i>M. japonicus</i>	3.80	0.42									3.80	0.24
<i>P. pisum</i>					0.35	0.76					0.35	0.02
<i>U. thomashi</i>	13.08	1.46	8.70	3.28			0.87	0.23			22.65	1.43
<i>O. nigerrimus</i>			19.61	7.40	37.32	81.92					56.93	3.59
<i>B. exarata</i>	2.00	0.22	4.82	1.82			5.16	1.36			11.97	0.76
<i>R. bronni</i>	1.46	0.16	2.87	1.08	3.35	7.34					7.67	0.48
Polychaeta(Nereis)	0.11	0.01	0.18	0.07	0.17	0.36	0.14	0.04			0.59	0.04
<i>N. arthritica</i>					4.14	9.09					4.14	0.26
<i>cumingii</i>												
<i>L. anatina</i>	4.92	0.55	1.20	0.45			0.18	0.05			6.30	0.40
SUM	895.44	100	264.92	100	45.56	100	378.80	100	-	-	1584.71	100
JUNE 20, 1992												
<i>M. veneriformis</i>	464.40	77.30	161.63	66.57			193.95	62.39			819.98	64.70
<i>M. iridescens</i>	10.65	1.77			1.13	1.00					11.78	0.93
<i>S. strictus</i>	4.20	0.70	3.45	1.42	8.10	7.18					15.75	1.24
<i>M. lusoria</i>	30.60	5.09	52.95	21.81							83.55	6.59
<i>N. oivacea</i>	35.10	5.84									35.10	2.77
<i>D. japonicus</i>	24.15	4.02	4.05	1.67	59.70	52.89	33.89	10.90			121.79	9.61
<i>A. subcrenata</i>							20.85	6.71			20.85	1.65
<i>M. japonicus</i>	7.95	1.32			37.65	33.36	6.15	1.98			51.75	4.08
<i>P. pisum</i>	4.50	0.75					3.45	1.11			7.95	0.63

Appendix 2. (Continued)

STATION SPECIES	STATION 1		STATION 2		STATION 3		STATION 4		STATION 5		TOTAL	
	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%
<i>Pagurus</i> sp.	0.15	0.02			0.60	0.53	7.35	2.36			8.10	0.64
<i>B. exarata</i>	1.80	0.30	3.45	1.42							5.25	0.41
<i>N. didyma</i>							39.30	12.64			39.30	3.10
<i>B. multiformis</i>			4.95	2.04			4.20	1.35			9.15	0.72
<i>R. bronni</i>			0.45	0.19	0.15	0.13					0.60	0.05
<i>R. venosa</i>	14.40	2.40									14.40	1.14
Polychaeta(Nereis)	0.90	0.15					0.30	0.10			1.20	0.09
<i>P. strigatum</i>			11.85	4.88							11.85	0.94
<i>D. koreana</i>					5.55	4.92					5.55	0.44
<i>L. anatina</i>	1.95	0.32					1.46	0.47			3.41	0.27
SUM	00.75	100	242.78	100	112.88	100	310.89	100	100	100	1267.29	100
JULY 30, 1992												
<i>M. veneriformis</i>	54.80	62.72	140.33	76.65	0.21	2.22	131.55	52.43	58.17	41.95	485.06	58.52
<i>R. philippinarum</i>									21.60	15.58	21.60	2.61
<i>C. sinensis</i>	19.80	8.02							13.80	9.95	33.60	4.05
<i>M. iridescens</i>	4.17	1.69	1.71	0.93			11.17	4.45			17.05	2.06
<i>M. sulcataria</i>					0.15	1.58					0.15	0.02
<i>S. strictus</i>	15.60	6.32	11.70	6.39							27.30	3.29
<i>M. lusoria</i>							58.50	23.32	24.00	17.31	82.50	9.95
<i>N. olivacea</i>									13.50	9.74	13.50	1.63
<i>D. japonicus</i>							22.50	8.97			22.50	2.71
<i>Pagurus</i> sp.			0.43	0.24							0.43	0.05
<i>U. thomashi</i>	10.83	4.39	6.90	3.77							17.73	2.14
<i>B. exarata</i>	2.00	0.81	20.97	11.45							22.97	2.77
<i>N. didyma</i>	38.55	15.62			9.11	96.20			5.85	4.22	53.51	6.45
<i>R. bronni</i>	0.61	0.25	0.43	0.24							1.04	0.13
<i>R. venosa</i>							23.10	9.21			23.10	2.79
Polychaeta(Nereis)			0.60	0.33			1.23	0.49	0.90	0.65	2.73	0.33

Appendix 2. (Continued)

STATION SPECIES	STATION 1		STATION 2		STATION 3		STATION 4		STATION 5		TOTAL	
	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%
<i>L. anatina</i>	0.45	0.18					2.85	1.14	0.84	0.61	4.14	0.50
SUM	246.81	100	183.08	100	9.47	100	250.90	100	138.66	100	828.91	100
AUGUST 29, 1992												
<i>M. veneriformis</i>	227.10	72.81	191.50	73.45			161.54	64.48	111.30	66.28	691.43	69.73
<i>C. sinesis</i>									36.00	21.44	36.00	3.63
<i>M. iridescens</i>	5.27	1.69					1.65	0.66			6.92	0.70
<i>S. strictus</i>							24.60	9.82			24.60	2.48
<i>M. lusoria</i>	48.15	15.44					41.40	16.53			89.55	9.03
<i>N. oivacea</i>									18.98	11.30	18.98	1.91
<i>D. japonicus</i>	11.10	3.56	57.90	22.21	0.45	100					69.45	7.00
<i>Pagurus</i> sp.			0.18	0.07							0.18	0.02
<i>U. thomashi</i>	0.21	0.07	2.49	0.96			0.57	0.23			3.27	0.33
<i>B. exarata</i>			3.00	1.15			17.46	6.97			20.46	2.06
<i>N. didyma</i>			3.75	1.44							3.75	0.38
<i>R. venosa</i>	18.15	5.82									18.15	1.83
Polychaeta(Nereis)	0.90	0.29					1.05	0.42			1.95	0.20
<i>R. festiva</i>			1.89	0.72							1.89	0.19
<i>L. anatina</i>	1.05	0.34					2.25	0.90	1.65	0.98	4.95	0.50
SUM	311.93	100	260.71	100	0.45	100	250.52	100	167.93	100	991.52	100
SEP. 29, 1992												
<i>M. veneriformis</i>	88.50	80.77	77.04	52.80	10.44	11.99	109.89	83.83	51.40	64.27	337.27	60.92
<i>M. iridescens</i>	5.28	4.82	1.17	0.80			4.82	3.67			11.27	2.03
<i>S. strictus</i>			25.10	17.20			9.99	7.62	16.20	20.26	51.29	9.26
<i>M. lusoria</i>					76.65	88.01					76.65	13.84
<i>N. oivacea</i>			20.24	13.87							20.24	3.65
<i>D. japonicus</i>	8.40	7.67	13.13	9.00							21.53	3.89

Appendix 2. (Continued)

STATION SPECIES	STATION 1		STATION 2		STATION 3		STATION 4		STATION 5		TOTAL	
	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%
<i>P. pisum</i>	1.64	1.49	0.00	0.00							1.64	0.30
<i>U. thomashi</i>	3.06	2.79	3.23	2.21			0.69	0.53			6.98	1.26
<i>O. nigerrimus</i>							3.99	3.04			3.99	0.72
<i>N. didyma</i>									10.28	12.85	10.28	1.86
Polychaeta(Nereis)			0.30	0.21			0.45	0.34	0.30	0.38	1.05	0.19
<i>R. festiva</i>			5.42	3.71			0.81	0.62			6.23	1.12
<i>L. anatina</i>	2.70	2.46	0.30	0.21			0.45	0.34	1.80	2.25	5.25	0.95
SUM	109.58	100	145.91	100	87.09	100	131.09	100	79.98	100	553.63	100
OCTOBER 27, 1992												
<i>M. veneriformis</i>	56.87	86.91	105.30	85.11	52.65	70.51	87.39	78.24	135.45	97.37	437.66	85.05
<i>M. iridescens</i>					0.32	0.42	1.31	1.17	0.80	0.57	2.42	0.47
<i>M. sulcataria</i>					18.36	24.59					18.36	3.57
<i>S. strictus</i>			11.07	8.95					0.32	0.23	11.39	2.21
<i>Pagurus</i> sp.			0.01	0.01							0.01	0.00
<i>U. thomashi</i>	7.33	11.21					4.83	4.32			12.17	2.36
<i>B. exarata</i>			4.28	3.46							4.28	0.83
<i>N. didyma</i>					3.35	4.48					3.35	0.65
Polychaeta(Nereis)							0.45	0.40			0.45	0.09
<i>R. festiva</i>			2.76	2.23			14.55	13.03			17.31	3.36
<i>R. bronni</i>	0.18	0.28									0.18	0.03
<i>C. djadjariensis</i>							0.02	0.01			0.02	0.00
<i>L. anatina</i>	1.05	1.60	0.30	0.24			3.15	2.82	2.55	1.83	7.05	1.37
SUM	65.43	100	123.72	100	74.67	100	111.69	100	139.11	100	514.62	100
DECEMBER 10, 1992												
<i>M. veneriformis</i>	69.05	90.52	98.70	65.93			258.26	81.32	207.51	86.94	633.51	78.60
<i>R. philippinarum</i>							26.30	8.28	12.71	5.32	39.00	4.84

Appendix 2. (Continued)

STATION	STATION 1		STATION 2		STATION 3		STATION 4		STATION 5		TOTAL	
	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%
<i>M. iridescens</i>					23.70	100			15.93	6.67	15.93	1.98
<i>M. sulcataria</i>											23.70	2.94
<i>N. oivacea</i>							1.55	0.49			1.55	0.19
<i>U. thomashi</i>	4.20	5.51					18.78	5.91			22.98	2.85
<i>N. didyma</i>			42.30	28.25							42.30	5.25
<i>B. multiformis</i>			8.27	5.52			8.49	2.67			16.76	2.08
Polychaeta(Nereis)	0.18	0.24					0.60	0.19	1.50	0.63	2.28	0.28
<i>L. anatina</i>	2.85	3.74	0.45	0.30			3.60	1.13	1.05	0.44	7.95	0.99
SUM	76.28	100	149.72	100	23.70	100	317.57	100	238.70	100	805.95	100
JANUARY 12, 1993												
<i>M. veneriformis</i>	283.67	95.87	226.08	89.09			333.90	90.65	149.49	81.39	993.14	
<i>R. philippinarum</i>									18.83	10.25	18.83	
<i>M. iridescens</i>	4.37	1.48	1.22	0.48	0.43	0.52	11.22	3.05	1.37	0.74	18.60	
<i>M. sulcataria</i>					68.10	81.68					68.10	
<i>S. strictus</i>									8.43	4.59	8.43	
<i>U. thomashi</i>	3.80	1.28					2.76	0.75	0.43	0.24	6.99	
<i>B. exarata</i>							4.80	1.30			4.80	
<i>N. didyma</i>			15.90	6.27	14.84	17.79					30.74	
<i>P. fortunei</i>			9.51	3.75							9.51	
Polychaeta(Nereis)			1.05	0.41			0.90	0.24	0.18	0.10	2.13	
<i>R. festiva</i>	0.89	0.30					10.41	2.83			11.30	
<i>C. djadjariensis</i>	0.33	0.11									0.33	
<i>L. anatina</i>	2.85	0.96					4.35	1.18	4.95	2.69	12.15	
SUM	295.89	100	253.76	100	83.37	100	368.34	100	183.68	100	1185.03	-
FEBRUARY 9, 1993												
<i>M. veneriformis</i>	203.36	95.24	36.47	54.64	11.25	26.76	339.00	92.03	113.61	91.14	703.68	86.31

Appendix 2. (Continued)

STATION SPECIES	STATION 1		STATION 2		STATION 3		STATION 4		STATION 5		TOTAL	
	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%
<i>R. philippinarum</i>									6.18	4.96	6.18	0.76
<i>M. iridescens</i>	0.95	0.44					3.84	1.04			4.79	0.59
<i>M. sulcataria</i>					22.50	53.51					22.50	2.76
<i>S. strictus</i>			6.80	10.18							6.80	0.83
<i>M. japonicus</i>					7.50	17.84					7.50	0.92
<i>Pagurus</i> sp.					0.80	1.89					0.80	0.10
<i>U. thomashi</i>	3.36	1.57	1.73	2.58			20.40	5.54	2.61	2.09	28.10	3.45
<i>N. didyma</i>			21.00	31.47							21.00	2.58
Polychaeta(Nereis)	1.20	0.56					1.20	0.33	1.65	1.32	4.05	0.50
<i>R. festiva</i>							2.40	0.65			2.40	0.29
<i>L. anatina</i>	4.65	2.18	0.75	1.12			1.50	0.41	0.60	0.48	7.50	0.92
SUM	213.51	100	66.74	100	42.05	100	368.34	100	124.65	100	815.28	100
MARCH 13, 1993												
<i>M. veneriformis</i>	182.18	76.47	15.18	51.32	8.72	44.05	148.85	88.36	143.45	65.07	498.36	73.67
<i>R. philippinarum</i>									47.07	21.35	47.07	6.96
<i>M. iridescens</i>	8.57	3.60	0.90	3.04	7.47	37.76	3.20	1.90	1.49	0.67	21.62	3.20
<i>S. strictus</i>	6.87	2.88									6.87	1.02
<i>N. olivacea</i>									3.92	1.78	3.92	0.58
<i>D. japonicus</i>									9.60	4.35	9.60	1.42
<i>A. subcrenata</i>					2.42	12.21					2.42	0.36
<i>U. thomashi</i>	8.78	3.68			1.19	5.99	5.99	3.55	4.11	1.86	20.06	2.96
<i>B. exarata</i>			6.33	21.40			3.65	2.16			9.98	1.47
<i>P. fortunei</i>	24.38	10.23									24.38	3.60
Polychaeta(Nereis)	2.84	1.19	1.35	4.56			1.34	0.79	1.80	0.82	7.32	1.08
<i>C. djadjariensis</i>			2.97	10.04			4.14	2.46	6.17	2.80	13.28	1.96
<i>L. anatina</i>	4.65	1.95	2.85	9.63			1.31	0.77	2.85	1.29	11.66	1.72
SUM	238.25	100	29.58	100	19.79	100	168.45	100	220.44	100	676.50	100

Appendix 2. (Continued)

STATION SPECIES	STATION 1		STATION 2		STATION 3		STATION 4		STATION 5		TOTAL	
	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%
APRIL 10, 1993												
<i>M. veneriformis</i>	224.09	96.36	54.60	56.96			185.91	95.82			464.60	75.07
<i>R. philippinarum</i>			0.81	0.85							0.81	0.13
<i>M. iridescens</i>	2.75	1.18	5.67	5.92			1.20	0.62			9.62	1.55
<i>M. sulcataria</i>					96.44	100					96.44	15.58
<i>M. japonicus</i>			14.07	14.68							14.07	2.27
<i>P. pisum</i>			6.09	6.35							6.09	0.98
<i>U. thomashi</i>	0.47	0.20									0.47	0.08
Polychaeta(Nereis)	2.40	1.03					0.30	0.15			2.70	0.44
<i>R. festiva</i>			1.05	1.10			0.90	0.46			1.95	0.32
<i>C. djadjariensis</i>			12.81	13.36							12.81	2.07
<i>L. anatina</i>	2.85	1.23	0.75	0.78			5.70	2.94			9.30	1.50
SUM	232.55	100	95.85	100	96.44	100	194.01	100	-	-	618.85	100