

# 목포 주변 해역 갯벌 조간대에 서식하는 종뿔 *Musculista senhousia* (Bivalvia: Mytilidae)의 개체군 생태 1. 분포와 성장

임현식 · 박경양

목포대학교 해양자원학과

=Abstract=

## Population Ecology of the Mud Mussel *Musculista senhousia* (Bivalvia: Mytilidae) on the Mud Tidal Flat in Mokpo Coastal Area, Southwest Coast of Korea 1. Distribution and Growth

Hyun-Sig Lim and Kyung-Yang Park

Department of Marine Resources, Mokpo National University, Muan, Chonnam 534-729, Korea

Studies on the distribution and growth of the mud mussel, *Musculista senhousia*, were carried out in the mud-tidal flat near Mokpo from August 1996 to July 1997. The patch distribution of the mussel was observed in the middle part of the tidal flat during the study period. Annual mean density was  $8,215 \pm 1,394$  ind./m<sup>2</sup> and annual mean biomass was  $1,966.43 \pm 668.49$  gTWwt/m<sup>2</sup> in total wet weight,  $760.04 \pm 279.13$  gMWwt/m<sup>2</sup> in meat wet weight,  $209.93 \pm 49.41$  gMDwt/m<sup>2</sup> in meat dry weight, and  $109.66 \pm 58.78$  gAFDW/m<sup>2</sup> in ash-free dry weight. The monthly mean size of shell length varied from 11.00 mm to 16.97 mm. Relationship between shell length (SL) and shell height (SH) showed a positively significant regression ( $SH=0.482SL+0.791$ ,  $R^2=0.940$ ,  $P<0.001$ ). Regressions of total wet weight (TWwt) ( $TWwt=7.601 \times 10^{-5}SL^{3.052}$ ,  $R^2=0.905$ ,  $P<0.001$ ), and meat wet weight (MWwt) ( $MWwt=1.127 \times 10^{-5} \times SL^{3.404}$ ,  $R^2=0.784$ ,  $P<0.001$ ) on shell length were positively allometric, with highly significant correlation coefficient. The relationships between SL and meat dry weight (MDwt), and AFDW were  $MDwt=9.813 \times 10^{-6} \times SL^{2.928}$  ( $R^2=0.421$ ), and  $AFDW=1.015 \times 10^{-5} \times SL^{2.922}$  ( $R^2=0.810$ ), respectively. The condition factor of the mussel has been increased from March and formed a peak in July and August. It was sharply dropped in September. These results suggest that the gonadal development of the species commenced to be occurred in spring and that main spawning occurred between August and September.

Key words: *Musculista senhousia*, Distribution, Growth, Mud-tidal flat, Mokpo

서 론

종뿔 *Musculista senhousia* (Benson, 1842)은 홍합과(Mytilidae)에 속하는 이매패류로서, 시베리아 연안

으로부터 말레이 반도를 거쳐 홍해에 이르기까지 주로 아시아 대륙 연안에 광범위하게 분포하고 있다. 최근에는 호주와 뉴질랜드 및 지중해, 프랑스 남부 및 미국까지 분포하는 것으로 알려져 있다(Crooks, 1996). 여과 섭식성인 종뿔은 유기물이 풍부한 장소에 대량으

로 출현하는 오염지표생물로서, 특히, 내만이나 하구역의 조간대나 조하대 연성저질에 족사를 이용하여 착생한다. 이 때 많은 개체들이 큰 집단을 이루어 서식함으로써, 족사들이 서로 엉켜 일종의 매트를 형성하기 때문에, 저서환경을 혐기성 상태로 변화시켜 다른 생물들의 서식을 어렵게 하고, 궁극적으로는 저서 군집구조도 변화시키는 것으로 알려져 있다(Morton, 1974; Crooks, 1992).

종밧은 조간대 하부에서 조하대 10 m 정도까지 서식하는 것으로 보고되어 있는데, 일본의 경우 동경만 조간대와 세토내해의 Matsunaga만에서 대량 발견되기도 하였으며(Tanaka and Kikuchi, 1978), 홍콩의 조간대에서도 높은 밀도로 보고되었다(Morton, 1974). 또한 미국 캘리포니아 만에서는 이 종의 개체군 생태에 대한 비교적 상세한 연구가 수행되기도 하였다(Crooks, 1996).

우리 나라의 경우 종밧은 내만과 필 조간대에서 흔히 발견되고 있으나, 종밧의 분포와 개체군 생태적인 연구 결과는 아직까지 없는 실정이다. 다만 득량만 조하대 해역의 저서동물 군집 연구시 최우점종으로 보고되었으며(마채우 등, 1995), 화원반도 갯벌 조간대 중부에서 높은 밀도로 분포하는 것이 보고된 정도이다(임현식 등, 1997). 이러한 대량 서식은 주변 저서생태

계의 생물 군집에도 많은 영향을 미칠 것으로 추정되지만 여기에 대한 연구도 미흡한 실정이다.

연안산 이매패류를 대상으로 이들의 성장과 생물생산 등을 연구한 논문은 여러 편이 있으나(강용주와 김종관, 1983; 최영민, 1987), 조간대에 서식하고 있는 패류들의 성장과 생물생산 등을 다룬 논문들은 주로 수산업적으로 중요한 유용 이매패류를 대상으로 한 것이 대부분이다. 따라서 인천 연안 척전조간대에 서식하는 맛조개(홍재상과 박홍식, 1994a, b), 군산 연안에 서식하는 동죽(류동기, 1997; 류동기와 감용호, 1997), 서해송도갯벌에 서식하는 동죽(신현출과 고철환, 1995) 등의 성장과 생물생산이 추정되었다. 그러나 생태학적으로 중요한 비산업적인 이매패류들에 대해서는 개체군 수준에서의 연구가 거의 없는 실정이다.

따라서 본 연구는 여과 섭식성 이매패류인 종밧이 갯벌 생태계에서 가지는 기능적인 측면을 파악하기 위한 연구의 일환으로, 임현식 등 (1997)이 보고한 목포 인근 해역 갯벌 조간대 중부역에서 가장 우점적으로 서식하는 종밧에 대해 그들의 공간 분포, 밀도 및 생물량의 계절변동, 상대성장, 비만도의 월별 변화 등과 같은 개체군 생태학적인 특성을 밝히고자 하였다. 이러한 자료는 향후 갯벌 조간대에서 종밧이 가지는 기능과 역할을 파악하는데 기초 자료로 사용하고자 한다.

재료 및 방법

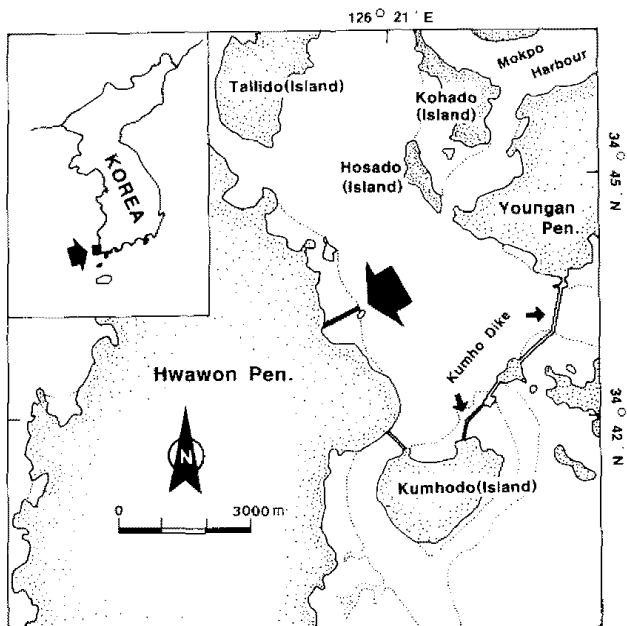


Fig. 1. Map showing the sampling stations on the mudflat in Mokpo coastal area. Arrow indicates the sampling area on the tidal flat.

종밧의 공간분포 및 개체군 생태학적 특성치 파악을 위한 시료채집은 목포 주변에 위치한 화원반도의 갯벌 조간대에서 수행되었다(Fig. 1). 공간 분포 양상을 파악하기 위해 해안선으로부터 조간대 하부를 향해 설정된 조사지선(transect)에서 1995년 9월, 10월, 1996년 2월 및 5월의 최간조사에 조사지선 상에 100 m 간격으로 설정된 10개의 정점에서 20×25×30 cm의 크기의 box core를 사용하여 정점당 3회씩 조간대 퇴적물을 채집하였다. 종밧의 개체군 생태학적 특성을 파악하기 위한 채집은 1차년도 조사 결과로부터 가장 높은 밀도로 출현하는 정점을 선정한 뒤, 1996년 8월부터 1997년 7월까지 월별로 수행되었다. 월별 종밧의 채집을 위해 동일한 box core (20×25×30 cm)를 사용하여 매달 4회씩 퇴적물을 반복 채집하였으며, 1 mm 망목의 체로 걸러 펄을 제거한 다음 종밧만을 선별하였다.

선별된 종뱀은 버어니어 캘리퍼를 사용하여 각장, 각고, 각폭을 측정하였으며, 전체 습중량, 각 개체의 건중량 및 건육중량, 회분제거건육중량(AFDW, Ash free dry weight)을 측정하였다. 건중량은 dry oven에 넣고 80°C에서 48시간 이상 건조시킨 다음 측정하였으며, AFDW는 건육중량을 측정한 개체를 전기로에 넣고 550°C에서 2시간 태워 유기물을 제거한 다음 재의 무게를 측정하여 건육중량과의 차로써 구하였다.

종뱀의 육중량 측정은 개체 크기가 작기 때문에 매달 측정시 폐각과 육질의 분리가 어려워 다음과 같이 처리하였다. 즉, 1997년 1월에 채집된 개체를 이용하여 육질부와 폐각을 정밀하게 분리한 다음, 폐각만을 습중량, 건육중량과 AFDW를 구하는 방법과 동일하게 처리하여 무게를 구한 다음, 각장과 무게들 간의 관계식을 구하였다. 여기서 얻어진 관계식에 폐각의 무게를 포함하여 측정된 개체의 각장 자료를 대입하여 각 개체의 폐각 무게를 구한 다음, 이 폐각 무게를 제외 함으로서 육습중량, 건육중량 및 AFDW를 구하였다.

종뱀의 산란기 추정은 비만도의 월별 변화로부터 추정하였는데 다음과 같은 공식을 이용하였다.

$$\text{비만도(Fatness)} = \frac{\text{건육중량(MDwt)}}{\text{각장(SL)} \times \text{각고(SH)} \times \text{각폭(SB)}} \times 10^4$$

## 결 과

### 1. 조사 해역의 환경

화원반도를 포함한 목포 인근 해역은 섬이 많을 뿐 아니라 해안선의 굴곡이 심하고 좁은 수로가 많아 조류가 강한 특성을 지닌다. 특히, 조사 지역인 화원 반도는 달리도, 고하도, 영암반도, 금호방조제 등으로 둘러싸여 반 폐쇄적인 내만 환경을 형성하고 있다(Fig. 1). 조간대 인근의 조하대 수심은 달리도와 화원반도 사이의 수로에서 30 m가 넘는 곳이 있으나 전반적으로 30 m이하를 나타내고 있으며, 화원반도의 마산리 및 구림리 앞 해역과 고하도 앞 해역은 폭이 약 1 km에 이르는 갯벌 조간대가 잘 발달되어 있다. 이 일대의 조하대 해역의 퇴적상은 실트성 점토, 점토성 실트 및 점토질로 구성되어 있다.

펄 조간대 조사선에 설정된 각 정점의 퇴적물 입도는 평균 7.83  $\phi$ 로서, 조간대 상부의 정점 1과 2의 경우 8.25  $\phi$  및 8.01  $\phi$ 였다. 또한 정점 7에서도 8.53  $\phi$ 로

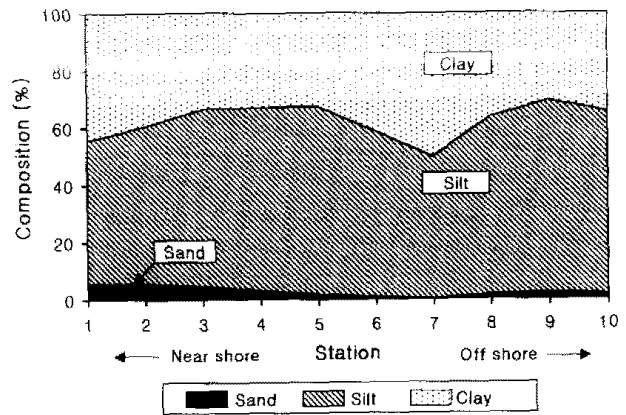


Fig. 2. Composition of the sand, silt and clay content of the sediment in each station on the mud tidal flat.

서 상대적으로 세립한 양상이었다. 점토질의 함량은 정점 9에서 30.7%로서 가장 낮은 값이었으며, 정점 7에서 50.3%로서 상대적으로 가장 높은 함량이었다(Fig. 2). 실트질은 정점 1과 7에서 각각 49.7%로서 상대적으로 가장 낮았으며, 조간대 하부로 갈수록 함량이 높아져 정점 9에서는 67.1%였다. 모래질은 정점 1의 5.7% 및 정점 7에서 0.1%의 범위였으며 정점 2와 3에서도 모래질의 함량이 높아 각각 5.6% 및 4.6%였다. 조간대 하부로 갈수록 모래질의 함량은 2% 이하로 낮아지고, 실트질의 함량이 상대적으로 높아 60% 이상을 나타내었다. 전반적으로 보아 퇴적상은 점토성 실트질이었으며, 조간대 상부역에는 모래질의 함량이 중부역과 하부역에 비하여 높고 중부역과 하부역에는 실트질이 우세한 퇴적상을 나타내고 있다. 또한 정점 4에서 6까지 사이에는 굴 폐각들이 많이 산재해 있다.

퇴적물의 유기물량은 조간대 상부의 정점에서 높은 양상이었으며 하부로 갈수록 감소하는 경향을 나타내었다. 특히 조간대 상부에 위치하면서 인근에 수로가 형성되어 있는 정점 1과 3에서는 계절별로 각각 0.78 - 0.88%의 범위로서 하부에 비해 상대적으로 높은 양상이었다. 정점 6과 정점 7에는 상대적으로 높은 유기물 함량을 나타내었다. 전 정점에서 계절별 평균 유기물량은  $0.64 \pm 0.12\%$ 였다(Fig. 3).

조사해역에서 측정된 수온과 기온의 변동을 보면, 수온의 경우 1995년 5월 상순에는 평균 14.5°C였으며, 점차 증가하여 8월 중순에는 평균 27.3°C로서 최고치에 달하였다. 이 후 감소하기 시작하여 9월 하순에는 22.3°C였으며, 이듬해 2월 하순에는 평균 4.5°C로서 최저

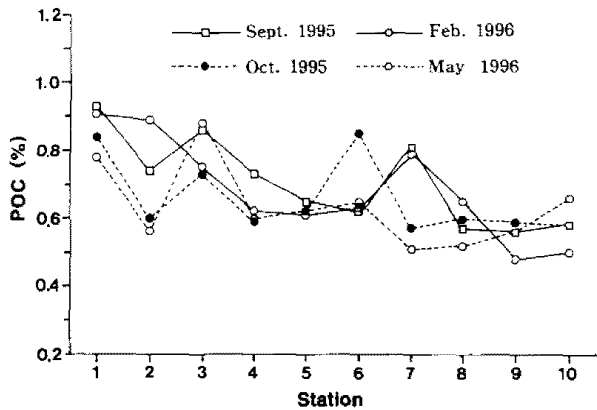


Fig. 3. Variations of the content of particulate organic carbon (POC) in each station on the mud tidalflat.

치를 나타내었다. 7월 초순부터 9월 하순경까지는 2°C 이상의 분포를 나타내었으며, 이듬해 1월 초순부터 3월 하순까지는 7°C 이하의 분포를 나타내었다(임현식 등, 1997). 기온은 1995년 5월 초순에는 평균 16.1°C였으며, 8월 중순에 평균 28.7°C로서 가장 높은 값을 나타내었다. 그 후 감소하기 시작하여 9월 하순경에는 평균 19.3°C를 나타내었으며, 이듬해 2월 초순에는 평균 -0.9°C로서 최저치를 나타내었다. 이러한 수온의 변동은 기온 변동에 비해 약 1개월 늦게 나타나고 있다.

2. 종밧의 공간분포

전 조사기간 동안에 출현한 종밧의 정점별 밀도는 전 계절 평균 3-7,267 개체/m<sup>2</sup> 범위였으며, 전 정점 평균 1,438 개체/m<sup>2</sup>였다(Fig. 4). 정점 6과 7에서는 전 계절을 통하여 가장 높은 밀도를 나타내었으며, 정점 4에서는 1996년 5월에 6,037 개체/m<sup>2</sup>로서 정점 7 다음

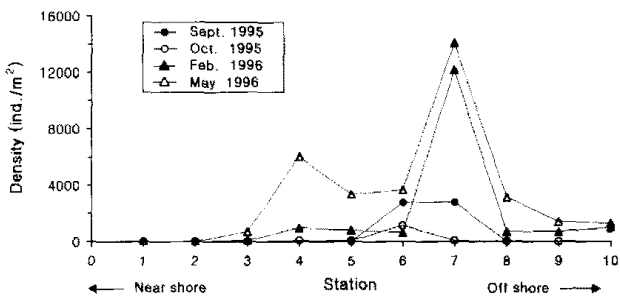


Fig. 4. Spatial distribution of *Musculista senhousia* on the mud tidalflat along the transect line.

으로 높은 밀도였다. 1995년 9월에는 정점 6과 7에서만 각각 2,762 개체/m<sup>2</sup> 및 2,774 개체/m<sup>2</sup>가 출현하였으며, 다른 정점들에서는 출현하지 않았다. 10월에는 정점 6에서 1,119 개체/m<sup>2</sup>로서 높은 밀도였으며, 1996년 2월에는 정점 7에서 12,156 개체/m<sup>2</sup>로서 최고밀도를 나타내었다. 또한 5월에는 정점 7에서 14,068 개체/m<sup>2</sup>가 출현함으로써 전 계절 동안 정점 7에서 출현한 종밧의 밀도가 가장 높았다. 따라서, 종밧은 조간대 상부에서는 출현 밀도가 낮았으며 조간대 중부역에서 최대 밀도를 나타낸 다음 하부로 가면서 감소하는 양상이었다. 이러한 공간분포 패턴은 밀도의 차이는 있으나 전 계절을 통하여 유사한 양상이었다.

3. 종밧의 서식밀도 및 현존량의 월별 변화

1) 서식밀도의 월별 변화

1996년 8월부터 1997년 7월까지 종밧의 밀도가 가장 높은 정점 7에서 월별로 실시된 13회 채집에서 채집된 종밧의 월별 평균 밀도는 8,215±1,394 개체/m<sup>2</sup>로 나타났다. 월별 밀도 변동을 살펴보면, 1996년 8월에는 10,595±899 개체/m<sup>2</sup>였으나 9월에는 4,890±2,052 개체/m<sup>2</sup>로 현저하게 밀도가 감소하였다(Fig. 5). 그러나 가을철인 10월부터는 점차 밀도가 증가하기 시작하여 이듬해 봄철인 1997년 4월에는 11,875±1,132 개체/m<sup>2</sup>로 가장 높은 밀도를 나타내었다. 그 후 5월에는 7,800±1,390 개체/m<sup>2</sup>로서 다시 밀도가 감소하여 7월 하순경에는 3,205±985 개체/m<sup>2</sup>였다. 따라서 종밧 서식 밀도

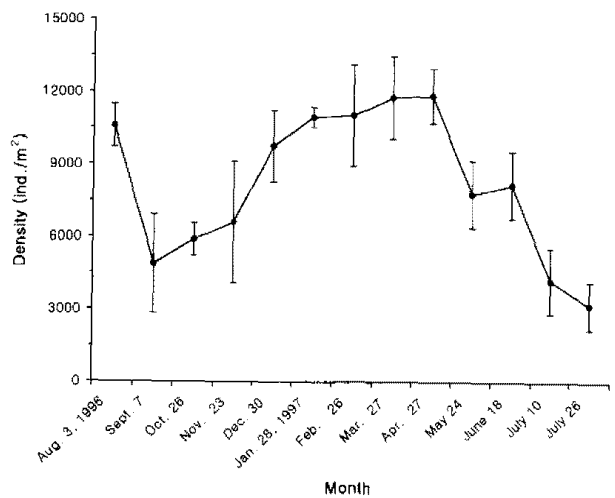


Fig. 5. Fluctuation of the density of *Musculista senhousia* on the mud tidalflat from August 1996 to July 1997.

갯벌 조간대에 서식하는 종말의 생태 1. 분포와 성장

의 연변동은 가을철인 10월부터 밀도가 증가하기 시작하여 봄철인 3월과 4월에 가장 높은 밀도를 나타낸 다음 다시 감소하여 여름철에는 최저 밀도를 나타내었다.

2) 현존량의 월별 변화

생물의 단위 면적당 현존량은 총습중량, 습육중량, 건육중량, 회분제거건육중량 등으로 나타낼 수 있다. 종말의 총습중량(TWwt)은 평균  $1,966.43 \pm 668.49$  gTWwt/m<sup>2</sup>으로 나타났으며, 1996년 10월의 894.10 gTWwt/m<sup>2</sup>에서 4월의 3,338.06 gTWwt/m<sup>2</sup>의 범위였다 (Fig. 6). 가을철인 10월에 최저치를 나타낸 다음 밀도의 증가에 따라 총습중량도 지속적으로 증가하는 양상이었다. 1997년 1월부터 6월까지의 약 2,000 gTWwt/m<sup>2</sup> 이상의 높은 값을 나타내었다. 7월 26일에는 밀도가 연중 최저치에 달하였으나, 총습중량은 1,611.15 gTWwt/m<sup>2</sup>로서 전년도 가을철보다는 상대적으로 높은 값을 나타내었다. 따라서 갯벌 조간대에 서식하는 종말은 가을철에 상대적으로 낮은 총습중량을 나타낸 다음 이듬해 봄철에 최고치를 나타낸 다음, 밀도 감소와 함께 총습중량도 감소하는 것으로 나타났다.

육습중량(MWwt)은 전 계절 평균  $760.04 \pm 279.13$  gMWwt/m<sup>2</sup>였는데, 1996년 10월에는 290.97 gMWwt/m<sup>2</sup>로서 가장 낮은 값이었으며, 밀도와 총습중량이 가

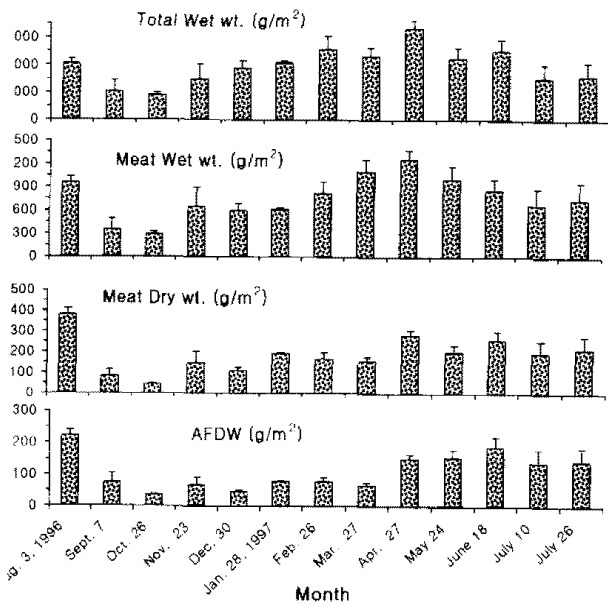


Fig. 6. Monthly variations of the biomass of *Musculista senhousia* from August 1996 to July 1997.

장 높은 1997년 4월에는 육습중량도 가장 높아 1,257.56 gMWwt/m<sup>2</sup>였다 (Fig. 6). 1996년 9월부터 1997년 1월까지 사이에는 700 gMWwt/m<sup>2</sup> 이하의 값이었으나, 2월에는 815.49 gMWwt/m<sup>2</sup>이었으며, 4월에는 최고치를 나타내었다. 그 후 5월에는 서식 밀도는 감소하였으나 개체당 육습중량의 증가로 인해 1,000.74 gWwt/m<sup>2</sup>였으며, 점차 감소하여 7월 하순경에는 733.95 gWwt/m<sup>2</sup>을 나타내었다.

종말의 건육중량(MDwt)은 평균  $209.93 \pm 49.41$  gDwt/m<sup>2</sup>였으며, 가을철인 10월에 43.59 gDwt/m<sup>2</sup>로 최저치였으나, 봄철인 1997년 4월에 280.25 gDwt/m<sup>2</sup>로서 1996년 8월을 제외하고 최고치를 나타내었다 (Fig. 6). 봄철인 5월부터 7월까지의 180 gDwt/m<sup>2</sup> 이상의 비교

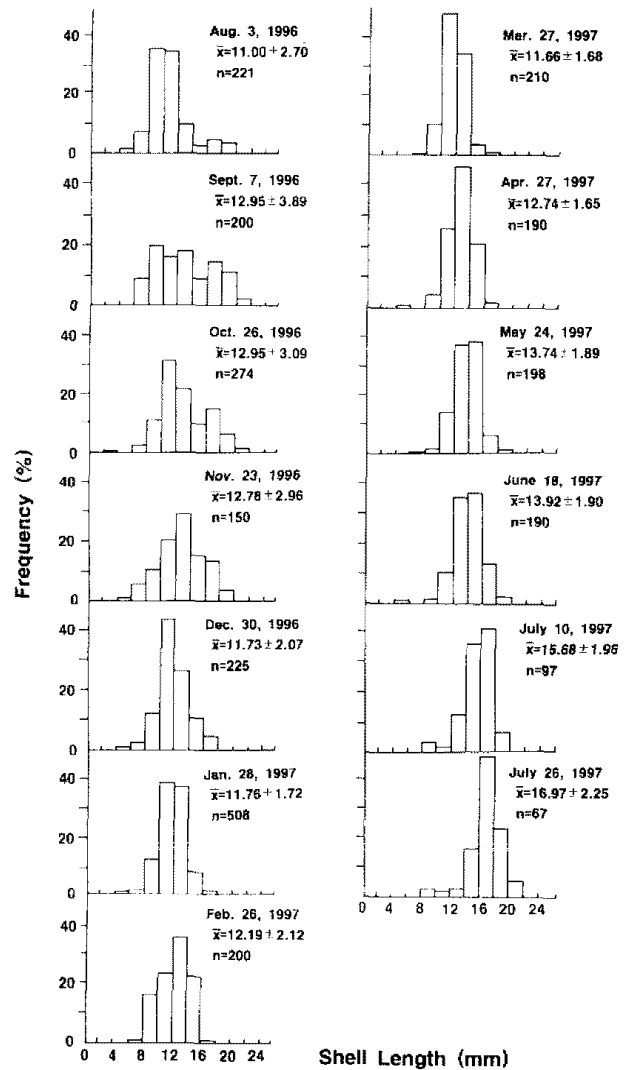


Fig. 7. Frequency distribution of the shell length of *Musculista senhousia* from August 1996 to July 1997.

적 높은 건육중량을 나타내었다.

회분제거건육중량(AFDW)은 평균  $109.66 \pm 58.78$  gAFDW/m<sup>2</sup>이었는데, 가을철인 1996년 10월에 33.57 gAFDW/m<sup>2</sup>로 최저치를 나타내었으며, 점차 증가하여 1997년 6월에는 최대치인 187.09 gAFDW/m<sup>2</sup>를 나타내었다(Fig 6). 이 후 약간 감소하여 7월 하순에는 141.66 gAFDW/m<sup>2</sup>를 나타내었다.

#### 4. 각장의 월별 빈도분포

조사 기간동안 채집된 종잇의 월에 따른 각장 빈도 분포를 보면, 1996년 8월의 평균  $11.00 \pm 2.70$  mm에서 1997년 7월의  $16.97 \pm 2.25$  mm 범위였다. 측정된 개체 가운데 가장 작은 개체는 1996년 10월에 출현한 각장 3.98 mm의 개체였으며, 반면 가장 큰 개체는 1996년 9월에 채집된 각장 21.89 mm의 개체였다(Fig. 7). 1996년 12월과 1997년 1월에는 각장 10-12 mm 범위에 속하는 개체의 밀도가 높은 반면, 1997년 7월에는 각장 10-12 mm 범위의 개체 비율이 적었으며 각장 16-18 mm 범위의 개체 출현 비율이 상대적으로 높았다. 월별 각장 크기는 1996년 8월부터 1997년 2월까지의 각장 모드의 이동이 뚜렷한 경향을 나타내지 않았으나, 1997년 3월부터 7월까지는 지속적으로 각장의 평균치가 증가하는 경향을 나타내었다. 그러나 치패 착저에 의한 각장 모드는 나타나지 않았다.

#### 5. 종잇의 측정 부위별 상대성장

##### 1) 각장과 각고

조사 기간동안 출현한 종잇의 각장(SL), 각고(SH)를 사용하여 최소자승법에 의해 상대 성장식을 추정한 결과, 각장과 각고는  $SH=0.482SL+0.791$  ( $R^2=0.940$ )의 선형적인 관계식으로 나타낼 수 있었으며, 이들 간에는 높은 상관관계가 있음을 알 수 있었다(Fig. 8).

##### 2) 각장과 무게

종잇의 각장(SL)과 총습중량(TWwt)은  $TWwt=7.601 \times 10^{-5} \times SL^{3.052}$ 의 지수함수적인 관계식으로 나타낼 수 있었으며,  $R^2=0.905$ 로 높은 상관관계를 나타내었다(Fig. 9). 또한 각장(SL)과 육습중량(MWwt)은  $MWwt=1.127 \times 10^{-5} \times SL^{3.404}$ 의 지수함수적인 관계식으로 나타낼 수 있었으며,  $R^2=0.784$ 로 높은 상관관계를 나타내었다(Fig. 10). 각장(SL)과 건육중량(MDwt)은  $MDwt=9.813 \times 10^{-6} \times SL^{2.928}$ 의 지수함수적인 관계식으로 나타낼 수 있었으며, 비교적 높은 상관관계( $R^2=0.421$ )

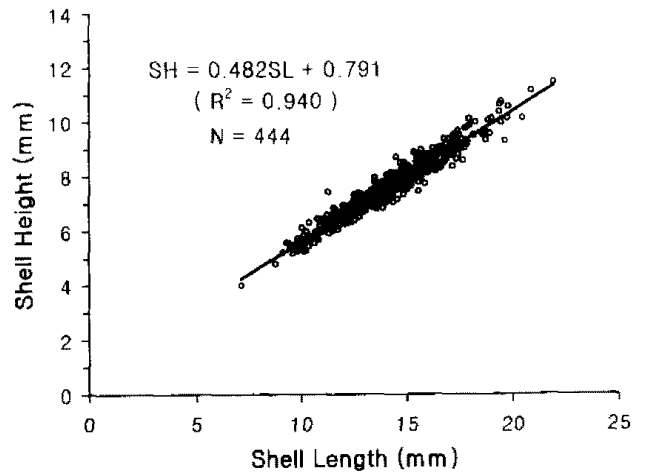


Fig. 8. Relationship between shell length and shell height of *Musculista senhousia*.

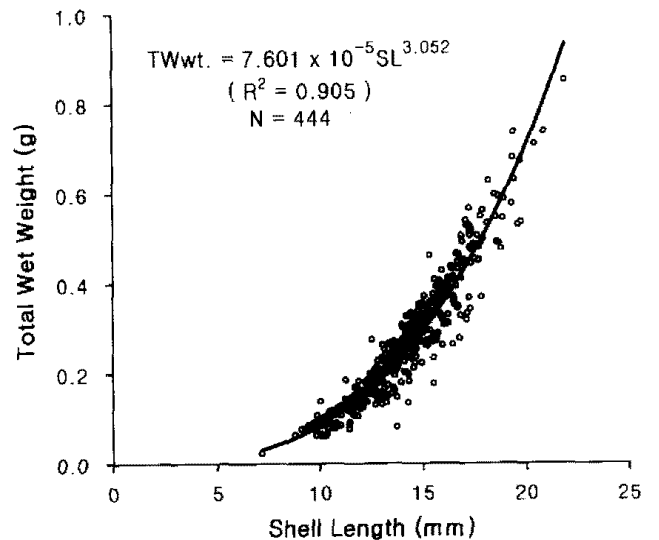


Fig. 9. Relationship between shell length and total wet weight of *Musculista senhousia*.

를 나타내었다(Fig. 11). 각장(SL)과 회분제거건육중량(AFDW)은  $AFDW=1.015 \times 10^{-5} \times SL^{2.922}$ 의 지수함수적인 관계식으로 나타낼 수 있었으며  $R^2=0.810$ 으로 높은 상관관계를 나타내었다(Fig. 12).

#### 6. 비만도의 월별 변화

종잇의 건육중량을 이용한 월별 비만도는 1996년 8월에는 0.74로서, 상대적으로 높은 값이었는데 9월에는 급격히 감소하여 0.22로 나타났다가(Fig. 13). 그 후 10월에는 더욱 감소하여 0.21이었으며, 1997년 2월까지의 전반적으로 낮은 값을 나타내다가 1997년 3월부터 비만도가 증가하기 시작하여 4월에는 0.38이었으며 7월

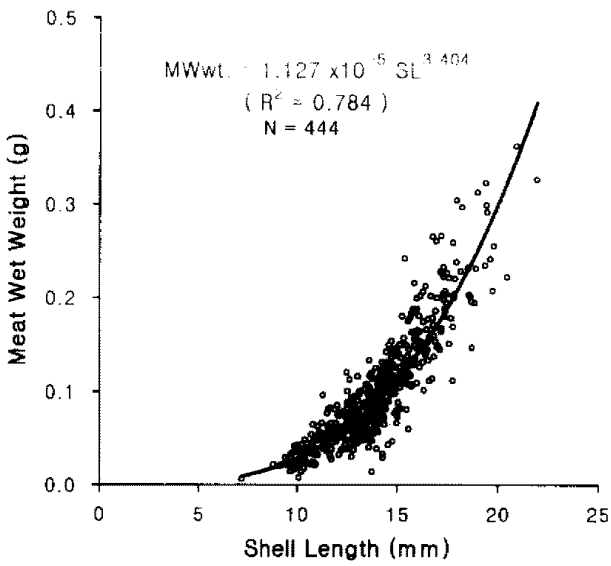


Fig. 10. Relationship between shell length and meat wet weight of *Musculista senhousia*.

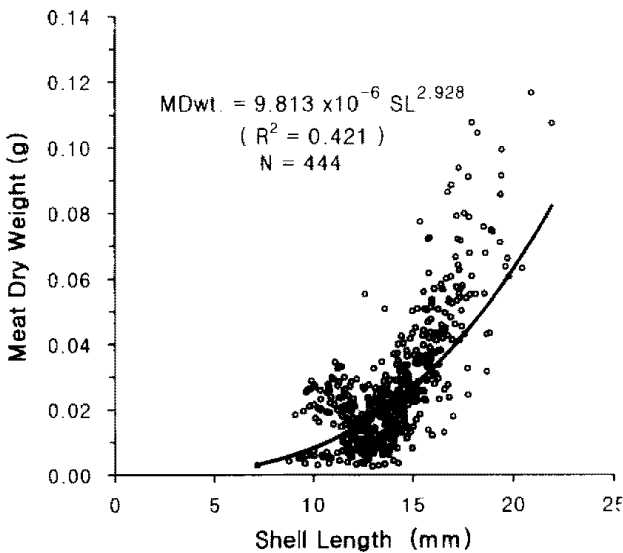


Fig. 11. Relationship between shell length and meat dry weight of *Musculista senhousia*.

하순경에는 0.60이었다. 따라서 종밧의 비만도는 겨울철에는 낮은 값이었으나 봄철의 수온 증가와 함께 증가하여 여름철인 7월과 8월에는 상대적으로 가장 높은 값을 나타낸 다음, 이후 9월에 급격히 감소하는 주기적인 경향을 나타낸다고 볼 수 있다. 즉, 봄철에는 생식소가 발달하기 시작하여 비만도가 증가하다가 여름철인 7-8월에 최고치에 달한 다음 8월과 9월 사이에 방란 방정이 일어나는 것을 나타낸다.

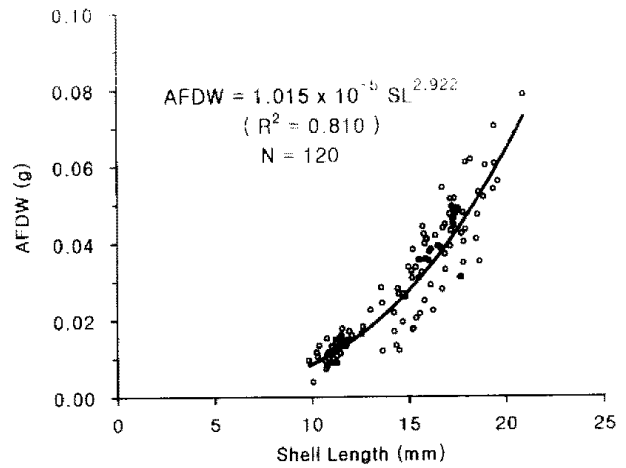


Fig. 12. Relationship between shell length and ash free dry weight of *Musculista senhousia*.

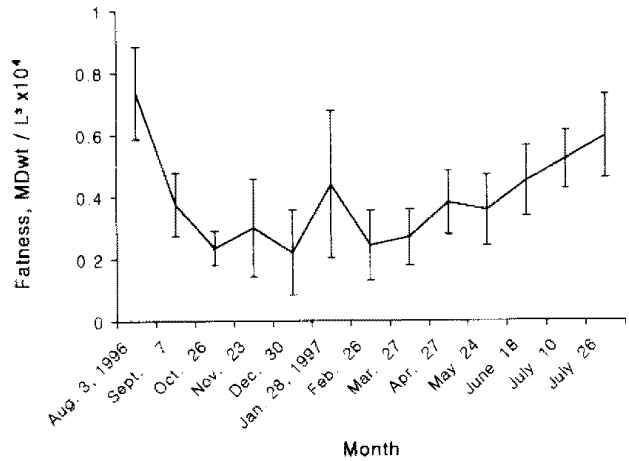


Fig. 13. Monthly variation of the condition factor of *Musculista senhousia*.

## 고 찰

본 조사지역에서 종밧은 조간대 중부역으로부터 하부역에 걸쳐 대량 출현하였으며, 특히 정점 6과 7에서 최대 밀도를 나타내고 있다. 본 조사지역의 퇴적물 유기물량은 조간대 상부에서 상대적으로 높은 값을 나타내다가 하부로 갈수록 감소하는 양상인데, 종밧이 우점적으로 출현한 정점 6, 7에서는 0.8%로서 상대적으로 약간 높은 값이었다. 또한 종밧이 주로 분포하는 장소에서는 퇴적물의 입도조성도 모래질의 함량이 상대적으로 낮고 점토질의 함량이 상대적으로 높은 양상을 나타내었다(Fig. 2). 특히 종밧이 우점적으로 출현

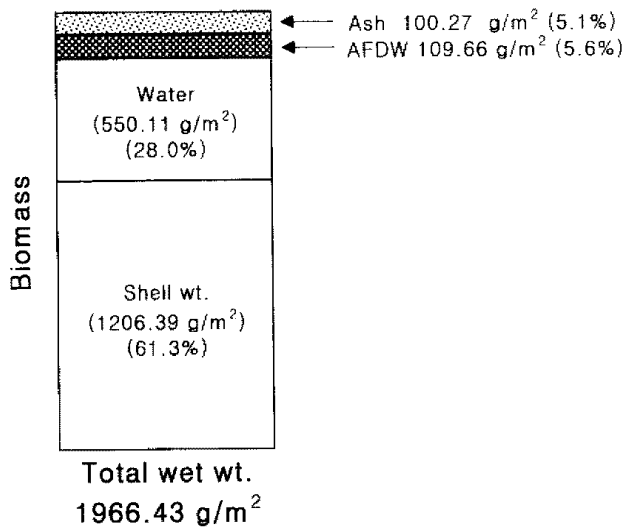


Fig. 14. The composition of the annual mean biomass of *Musculista senhousia*.

하는 정점들에서는 켈 표면에 해조류인 매생이(*Casosiphon fulvescens*)가 다른 정점에 비해 밀생해 있었다. 매생이의 대량 밀생이 종밧의 개체군 형성에 어떤 영향을 미쳤는지는 별도로 조사되지 않았으나, 매생이의 밀생은 밀물과 썰물시 켈 표면의 유속을 감소시켜 퇴적물 입자의 부유를 방지하여 점토질의 함량을 높이고 그 결과 퇴적물의 유기물 함량을 높임으로서, 종밧의 착저에 유리한 여건을 제공하였을 것으로 추정된다. 즉, 정점 7에서의 종밧의 대량 서식은 퇴적물의 점토질 함량 및 유기물량과 연관성이 높은 것으로 추정된다. 이러한 관점에서 매생이 군락의 연변동과 종밧 밀도의 연변동에 대해 별도로 조사할 필요가 있을 것이다.

본 조사 해역에서 출현한 종밧의 밀도는 평균 8,215 ± 1,394 개체/m<sup>2</sup>로서, 아직까지 우리 나라 조간대에서 이러한 밀도가 보고된 예는 없다. 마체우 등(1995)이 득량만 조하대 저서동물 군집 조사에서 최우점중으로서 보고한 밀도는 평균 633 개체/m<sup>2</sup>였으며, 최고 출현 밀도도 약 2,000 개체/m<sup>2</sup>의 밀도였다. 또한 Morton (1974)이 홍콩의 Tai Tam Bay의 조간대 중부역에서 2,500 개체/m<sup>2</sup> 이상이 출현하였다고 보고하였는데, 이 결과도 본 조사 지역의 밀도보다는 낮은 밀도였다. 본 조사 지역과 거의 같은 높은 밀도는 Crooks (1992)가 Mission Bay에서 보고한 8,600 개체/m<sup>2</sup>와 MacDonald 등(1990)이 San Diego Bay에서 보고한 12,370 개체/m<sup>2</sup>를 들 수 있다 (Crooks, 1992에서 간접 인용). 이러한

높은 밀도는 착저한 치패가 포함되지 않은 밀도이므로 본 조사장소에서의 밀도와 유사하다고 할 수 있다. 여과섭식성 동물인 종밧이 유기물이 풍부한 장소에서 대량으로 출현하는 오염지표생물로 알려져 있는 점을 고려한다면, 본 조사 장소에서 종밧의 고밀도 출현으로부터 본 조사지역 갯벌의 유기오염 가능성을 추정할 수 있으나, 본 연구에서는 이를 뒷받침할 직접적인 자료가 없기 때문에 향후 별도의 조사가 필요하다.

본 논문에서 제시된 종밧 각장의 월별 빈도 분포만으로는 시간 경과에 따른 종밧의 성장패턴을 알 수 없다. 시간 경과에 따른 성장패턴은 연령을 판정할 수 있는 적합한 기준을 설정해야 하는데, 이때 패류에서는 주로 윤문이 연령사정의 기준이 되어왔다. 그러나 종밧은 크기가 작고 조간대에 서식함으로써 산란에 의한 윤문과 조식주기에 따른 윤문이 매우 복잡하게 형성되어 있어 효율적인 윤문 판독이 어려웠다. 따라서 시간 경과에 따른 성장 유형은 추정하지 못하였다. 윤문에 의한 성장이 추정되지 않을 경우에는 각장 빈도분포에서 모드를 분리하여 하나의 연급군으로 추정하는 방법이 있으나 빈도분포의 모드가 뚜렷하지 않아 분리가 어려웠다. 따라서 연령별 성장에 대해서는 향후 추가적인 연구가 필요하다고 판단된다.

한편, 각장의 월별 빈도 분포에 의하면 1996년 10월에 3.98 mm의 가장 작은 개체가 출현하였다. 종밧이 부유 유생기를 마치고 착저할 때 각장의 크기는 0.25 mm로 알려져 있다(Uchida, 1965). Crooks(1996)도 각장 크기가 약 4 mm인 종밧은 착저한지 약 2-3주 정도가 경과한 것으로 보고하였다. 따라서 본 조사 장소에서의 종밧 치패의 착저량은 극히 적은 것으로 나타났으나 10월 초순부터 착저가 나타나고 있어 9월경에 산란이 일어났을 것으로 추정된다. 특히 이러한 결과는 종밧 비만도의 월별 변화에서도 나타나고 있는데, 1년 중 7-8월의 비만도가 최고치를 나타내었고, 9월에는 급격한 감소를 나타내었다. 이는 생식소가 7-8월에 가장 성숙한 후 8월부터 방란 방정이 일어나고 있음을 의미한다. 따라서 최소각장 개체의 출현과 비만도의 월별 변화로부터 화원빈도 갯벌 조간대에 서식하는 종밧은 봄철에 생식소가 발달하여 8-9월 사이에 방란·방정하는 것으로 추정된다. 결국 봄철에 비만도가 급격히 증가하는 것은 생식소의 발달에 의한 것이며, 9월의 감소는 8월의 방란·방정에 의해 체중이 급감하였기 때문인 것으로 해석할 수 있다. 밀도의 변화에서



도 10월 이후에는 밀도가 지속적으로 증가하고 있어 계속해서 착저가 일어나고 있음을 알 수 있다. 일본에서 보고된 종밧의 착저 시기는 7월에서 11월 사이이며(Uchida, 1965), 8-9월에 최대에 이른다고 보고되었는데 본 조사내용과 약 1개월의 차이가 있었다. 또한 본 조사에서는 치패의 대량 착저현상이 관찰되지 않았는데, 이는 치패와 성체는 서식처를 서로 달리하고 있을 가능성을 제시하고 있다.

한편, Tanaka and Kikuchi(1978)는 종밧의 월별 크기 조성의 변화 연구에서 가장 작은 개체가 2월에서 5월 사이의 기간 동안에 출현하였으며, 평균 크기는 9월까지 증가한다고 보고하였다. 따라서 겨울철인 2월에 방란·방정한 것으로 보고하여 일본내의 다른 결과(Uchida, 1965) 및 본 조사 결과와 약간 차이가 있었다. 따라서 종밧의 산란 및 착저는 서식장소에 따라 차이가 있을 가능성이 있으며, 보다 정확한 산란기 추정을 위해서는 생식소 발달에 관한 조직학적인 조사를 수행할 필요가 있다.

종밧의 생물량 가운데 순수유기물량은 연평균  $109.66 \pm 21.04 \text{ gAFDW/m}^2$ 로서 이 양은 다음 영양단계로 이전되는 양으로 볼 수 있다. 그러나 해양생물의 연간 평균 유기물 생산량은 각 연급군의 성장과 사망량을 고려하여 추정되어야 한다(홍재상과 박홍식, 1994b). 본 연구에서는 연급군 구별이 가능한 연료를 종밧 패각에서 구별하기 어렵고, 각장 빈도 분포의 모드가 뚜렷하지 않아 생물량을 월별 평균값으로만 제시하였다. 따라서 여기서 제시된 값은 연간 평균 생산량이 아니라 현존량이다. 따라서 정확한 생물생산량 추정을 위해서는 종밧의 연급군을 구별하고 각 연급군별로 성장과 사망을 고려한 다음 생산량을 추정하여야 할 것이다.

한편, 종밧의 단위면적당 현존량은 패각을 포함한 전체습중량이  $1966.43 \text{ gTWwt/m}^2$ 였으며, 습육중량은  $760.04 \text{ gMWwt/m}^2$ , 건육중량은  $209.93 \text{ gMDwt/m}^2$ , 그리고 AFDW는  $109.66 \text{ gAFDW/m}^2$ 였다. 따라서 종밧의 습중현존량 가운데 패각의 무게는 61.3%를 차지하였으며, 수분은 28.0%, 회분은 5.1%, 그리고 순수유기물량(AFDW)은 5.6%였다(Fig 14). 패각을 제외한 습육중량으로 볼 경우 체내 수분은 72.4%, 회분은 13.2%, 그리고 순수유기물량은 13.2%였다.

이매패류의 생산량 추정시 홍재상과 박홍식(1994b)은 맛조개의 경우 체내 수분이 72.6%, 회분이 3.1%,

순수유기물량이 5.4%라고 하였다. 또한 Hosomi(1985)가 일본산 진주담치에서는 체내 수분이 55.5%, 순수유기물량은 5.5%라고 보고하였다. 따라서 종밧 현존량 가운데 회분 및 순수유기물량의 비율은 맛조개 및 담치의 그것과 유사한 양상을 보였다. 그러나 종밧은 전체습중량 가운데 패각이 차지하는 비율이 높은 반면 수분의 함량은 상대적으로 적게 나타났다.

각장에 대한 각 측정 부위별 상대성장식에서 상관계수( $R^2$ )를 보면, 각장과 각고, 각장과 전중과의 관계식에서 상관계수( $R^2$ )는 0.94 및 0.91로 매우 높아 유의한 상관관계가 있음을 알 수 있었다( $p < 0.01$ ). 한편, 각장과 습육중량의 상관계수( $R^2$ )도 0.78로 대체적으로 높은 양상이었다. 또한 각장과 건육중량, 각장과 회분제거건육중량의 상관계수( $R^2$ )도 0.42와 0.81로 비교적 높은 양상으로서 일반적인 이매패류에서 나타나는 상대성장 패턴을 잘 보여주고 있다.

## 요 약

1996년 8월부터 1997년 7월까지 목포 인근 해역 화원반도의 갯벌 조간대에 서식하는 종밧의 분포 및 성장을 파악하기 위한 연구를 수행하였다. 본 조사 해역에서의 종밧은 계절에 관계없이 전 계절에 걸쳐 출현하였으며, 조간대 중부의 입도가 상대적으로 세립한 정점에서 높은 밀도로 분포하였다. 서식밀도는 연평균  $8,215 \pm 1,394 \text{ 개체/m}^2$ 였으며, 평균 총습중량은  $1,966.43 \pm 668.49 \text{ gTWwt/m}^2$ 로 나타났다. 또한 연평균 습육중량은  $760.04 \pm 279.13 \text{ gMWwt/m}^2$ , 건육중량은  $209.93 \pm 49.41 \text{ gMDwt/m}^2$ , 그리고 AFDW는  $109.66 \pm 58.78 \text{ gAFDW/m}^2$ 였다. 월별 각장 크기는 평균  $11.00 \pm 2.70 \text{ mm} - 16.97 \pm 2.25 \text{ mm}$ 범위였으며, 각장의 월별 빈도 분포로부터 1997년 3월부터 7월까지는 평균치의 모드가 증가하는 양상을 나타내었으나, 1996년 8월부터 12월까지는 일정한 경향을 파악하기 어려웠다. 종밧의 각 측정 부위별 상대성장을 보면 각장(SL)과 각고(SH)는  $SH = 0.482SL + 0.791 (R^2 = 0.940)$ 의 직선회귀관계로 나타낼 수 있었다. 각장(SL)에 대한 총습중량(TWwt)과 습육중량(MWwt) 사이의 관계는 각각  $TWwt = 7.601 \times 10^{-5} \times SL^{3.052} (R^2 = 0.905)$ 와  $MWwt = 1.127 \times 10^{-5} \times SL^{3.404} (R^2 = 0.784)$ 로 비교적 높은 상관관계를 나타내었다. 그러나 각장(SL)에 대한 건육중량(MDwt)과 회분제거건육중량(AFDW) 사이의 관계는 각각

MDwt=9.813×10<sup>-6</sup>×SL<sup>2.928</sup>(R<sup>2</sup>=0.421)과 AFDW=1.015×10<sup>-5</sup>×SL<sup>2.922</sup>(R<sup>2</sup>=0.810)로 상관관계가 낮은 것으로 나타났다. 이 종의 비만도 월별 변화는, 봄철인 3월부터 증가하기 시작하여 1997년 7-8월에 최고치를 나타낸 다음, 9월에는 급격히 감소하였다. 따라서 이 종은 봄철에 생식소가 발달하기 시작하여 8-9월 사이에 방란·방정하는 것으로 추정되었다.

### 감사의 글

이 논문은 1995년도 한국과학재단 연구비 지원에 의한 결과(과제번호: 95-0401-09-01-3)임을 밝히며, 1997년도 제 11차 IBRD 교육차관 신진교수 기자재 지원사업(교육부)에서 지원된 기자재를 사용하였습니다. 본 논문에서 사용된 시료의 채집과 시료 분석 및 자료정리를 도와준 목포대학교 해양자원학과 이창일 군에게 사의를 표합니다.

### 참 고 문 헌

Crooks, J.A. (1992) The ecology of the introduced bivalve, *Musculista senhousia*, in Mission Bay, San Diego. M.S. Thesis, San Diego State University, San Diego, California

Crooks, J.A. (1996) The population ecology of an exotic mussel, *Musculista senhousia*, in a southern California Bay. *Estuaries*, 19(1): 42-50.

Hosomi, A. (1985) The production, daily production, biomass and turnover rate of the mussel *Mytilus galloprovincialis*. *Venus*, 44(4): 270-277.

MacDonald, K.B., Ford, R.F., Copper, E.B., Unitt, P. and Haltner, J.P. (1990) South San Diego Bay Enhancement Plan, Resource Atlas 1, Michael Brandman Associates, Inc., San Diego, California.

Morton, B. (1974) Some Aspects of the Biology, Population Dynamics, and Functional Morphology of *Musculista senhousia* Benson (Bivalvia, Mytilidae). *Pacific Science*, 28: 19-33.

Tanaka, M. and Kikuchi, T. (1978) Ecological studies on benthic macrofauna in Tomoe Cove, Amakusa. H. Production of *Musculista senhousia* (Bivalvia, Mytilidae). *Publ. Amakusa Mar. Biol. Lab.*, 4(3): 215-233.

Uchida, A. (1965) Growth of a mussel *Musculista senhousia* and the influence of *M. senhousia* on the clam *Tapes philippinarum*. *Rep. of the Chiba Pref. Inshore Fish. Exp. St.* 7: 69-78.

강용주, 김종관 (1983) 한국연안 천해생물군집의 구조와 생산, 3. 동해산 북방대합(*Spisula sachaliensis*)의 연령과 성장. *한국수산학회지*, 16(2): 82-87.

최영민 (1987) 삼천포 신수도 연안에 서식하는 바지락 *Tapes philippinarum*의 이차생산에 관하여. 부산수산대학 대학원 석사학위논문. 45 p.

류동기 (1997) 군산 연안 동쪽 개채군의 동태에 대한 연구 II. 생산력. *한국패류학회지* 13(2): 193-201.

류동기, 김용호 (1997) 군산 연안 동쪽 개채군의 동태에 대한 연구 I. 성장. *한국패류학회지*, 13(2): 185-192.

마채우, 홍성운, 임현식 (1995) 득량만의 저서동물 분포. *한국수산학회지*, 28(5): 503-516.

신현출, 고철환 (1995) 서해 송도갯벌에서의 동족(*Macra veneriformis*)의 성장과 생산. *한국해양학회지*, 30(5): 403-412.

임현식, 박경양, 임병선, 이점숙, 주수동 (1997) 목포 인근 해역 펄 조건대의 저서동물 군집. *한국생태학회지*, 20(5): 355-365.

홍재상, 박홍식. 1994a. 인천연안 간척지산 주요 저서생물의 성장과 생물생산 I. 척전지역 간척지에 서식하는 맛조개, *Solen (Solen) strictus*의 성장. *한국수산학회지*, 27(5): 549-559.

홍재상, 박홍식. 1994b. 인천연안 간척지산 주요 저서생물의 성장과 생물생산 II. 척전지역 간척지에 서식하는 맛조개, *Solen (Solen) strictus*의 생물생산. *한국수산학회지*, 27(5): 560-571.

Received October 19, 1998

Accepted December 10, 1998

Corresponding author: Lim, Hyun-Sig

Tel: (82) 636-450-2392; e-mail: hslim@chungkye.moipo.ac.kr