

군산연안 동족, *Mactra veneriformis*의 침강과 가입

류동기 · 정상철*

군산대학교 양식학과 · *제주대학교 증식학과

Settlement and recruitment of *Mactra veneriformis* R. around the inshore of Kunsan, Korea

Dong-Ki RYOU and Sang-Chul CHUNG*

Department of Aquaculture, Kunsan University, Kunsan 573-360, Korea

*Department of Aquaculture, Cheju University, Cheju 690-756, Korea

Settlement, recruitment, growth and production of *Mactra veneriformis* were investigated at Kunsan tidal flat located in the west coast of Korea from June 1993 to May 1994.

High density of planktonic larvae of *M. veneriformis* was observed between the mid and early July in 1993. The size of the newly settled larvae ranged from 250 to 350 μ m in shell length with mean density of 601 inds. \cdot m⁻³. Recruitment of *M. veneriformis* larvae was occurred mainly in the mid June to mid July 1993. The larvae have no substratum preference during the larval settlement phase. Mortality of larval was affected by environment (substratum, exposure time, density of adult clams). After settlement they grew until November, and stopped growing in winter from December. The estimated turnover rate of *M. veneriformis* larvae was estimated as high as 4.91 and 4.94. Annual production of the 0-age group was estimated to be 2,900g \cdot m⁻² \cdot yr⁻¹, which was relatively high compared with those of other age groups.

Key words : settlement, recruitment, *Mactra veneriformis*, annual production, turnover rate

서 론

동족, *Mactra veneriformis* Reeve(개량조개과 Mactridae, 진판새복 Eulamellibranchia)은 우리나라 서해와 남해에 걸쳐 분포하고 있으며, 주로 인천과 전라북도 연안에 서식하고 있다(김·이, 1979). 일본에서는 本州以南에 분포하는 것으로 알려져 있다(大島 등, 1965; 吉良, 1970). 동족의 연간 생산량은 1985년에 최고 25,000톤을 나타내었으나, 생산량의 90% 이상을 생산하고 있는 인천과 전라북도(농림수산부, 1977~1992)의 간석지 매립과 폐수의 영향에 의하여 매년 감소되고 있는 실정이다. 동족의 양식은 치패의 폐각이 대단히 얇아 종패 살포와 같은 적극적인 양식은 하지 않고, 자연 발생한 치패를 관리하는 정도에 지나지 않는다. 과거에는 기호도가 높지 않아 식용보다

는 사료나 조미 원료로 이용되어 왔지만 최근 들어 식용으로 중요성도 점차 증가되고 있고, 유생이나 치패는 어류나 갑각류등의 먹이생물로서도 중요한 위치를 차지하고 있다(代田, 1974; 菊池, 1977; Kang and Chin, 1983; 秋山, 1988; 菊池·栗原, 1988).

동족에 관한 연구로는 Iwata (1948)의 KCl용액에 의한 산란자극, Chung et al. (1988)의 성성숙, Yoo (1960)의 식성, Lee (1994)와 Chang and Chin (1978)의 생리에 대한 연구, 吉田 (1964)의 발생과정, Shin (1992)의 개체군 동태에 관한 연구등이 있으나, 가입과 초기성장에 관한 연구는 거의 없는 실정이다.

군산 연안의 조간대에 있어서 동족은 우점종 중의 하나로 중요한 생태적인 지위를 차지하고 있다(류, 1995: 미발표). 이때패는 발생 초기와 침강 직후에 있어서 환경 조건이나 성장 상황에 따라서, 이들 연급

군의 생산력에 직접적인 영향을 미친다. 동족의 경우 만 2세 이전에 집중적인 어획이 이루어지므로 침강에 의한 가입과 초기 성장이 매우 중요하다.

본 연구는 동족의 합리적인 자원관리를 위한 생태학적 자료를 마련하기 위하여 부유유생 출현시기, 밀도, 유생의 침강 시기 및 성장에 관한 연구를 하였다.

재료 및 방법

부유유생의 침강 시기 : 1993년 6월부터 1994년 9월까지 조사지역내에 작은 수로를 중심으로 현재 동족 성패가 서식하는 지역에서 두 지점(A: 20 inds. · m⁻² <, B: <5 inds. · m⁻²)을 선정하여 표본을 채집하였다 (Fig. 1). 두 지점간 거리는 약 0.71Km이며, 수심은 평균 고저선 1m 이하로 노출이 많은 지역이며, B지점이 A지점보다 노출시간(평균 4시간)이 길다. 1993년 6월에서 9월까지 간조시에 원형 PVC corer(φ9cm)

를 사용하여 깊이 약 5cm까지 채집하여, 실험실에서 75μm의 체로 걸러 5%의 포르말린 용액에 보존하였다.

성패의 개체수 및 저질 입도, 저질 pH와 부유유생의 침강과의 상관성: 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(H₂O₂) 30ml를 가하여 유기물질을 용해 제거하였다. 유기물과 염분이 제거된 시료는 63μm의 표준체를 사용하여 조립질과 세립질 부분으로 나누고 조립질은 wet sieving법을 사용하여 Wentworth grade classification(Buchanan, 1984)에 따라 입도별로 구분하였다.

1993년 8월부터 1994년 6월까지 0.5m×0.5m의 방형구내의 치패를 채집하였으며, 성장은 연속채집에 의한 채장빈도법(Petersen method: Ricker, 1975)에 의하여 성장과정을 추적하였다. 생산량은 Crisp (1984)의 방법(식, 1)과 Ricker (1978)의 방법(식, 2)에 의하여었다.

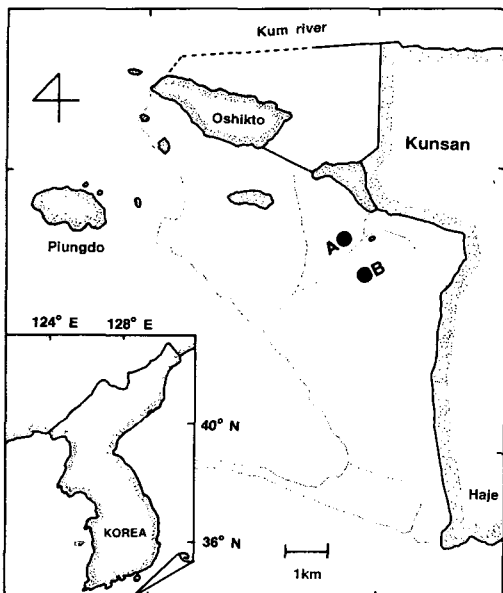


Fig. 1. Map showing sampling locations. Dotted lines are low-tide levels.

- A: Sampling site for adult shellfish over 20 inds. · m⁻²,
- B: Sampling site for adult shellfish below than 5 inds. · m⁻².

$$P = \sum \left[\frac{N_t + N_{t+1}}{2} \times \Delta W \right] \dots \dots \dots (1)$$

$$P = g \cdot B_0 \frac{e^{(g-m)t} - 1}{(g-m)} \dots \dots \dots (2)$$

여기서 P는 생산량, N_t은 t세대의 개체수, N_{t+1}은 t+1세대의 개체수, ΔW는 전중의 변화량, t는 시간(일), g는 순간성장율, m은 순간사망율, B₀는 초기 평균 생체량이다.

순간성장율(g)과 순간사망율(m)은 각각 (3), (4)식에 의하여 구하였다.

$$g_t = \frac{\ln W_{t_2} - \ln W_{t_1}}{t_2 - t_1} \dots \dots \dots (3)$$

$$m_t = \frac{\ln N_{t_1} - \ln N_{t_2}}{t_2 - t_1} \dots \dots \dots (4)$$

생물생산력의 지표인 회전율(TR: Turnover rate)은 Waters (1969)가 제시한 평균현존량 \bar{B} 에 대한 연간 생산량(P)의 비율로서 추정하였다.

Table 1. Mean density and shell length of the planktonic larvae of *M. veneriformis* observed during June 5~July 17, 1993

Item	June 5	June 19	June 26	July 3	July 10	July 17
Mean density(ind./m ³)	<0.1	662	563	578	<0.1	<0.1
Shell length(μm)	-	221	211	236	-	-
Range(μm)	-	130~430	130~340	150~350	-	-

결 과

부유유생의 침강과 가입

1993년 6월 5일부터 7월 17일까지 7일 간격으로 해수층의 부유유생을 조사한 결과 6월 5일 및 7월 10일 이후에는 거의 출현(0.1 inds./m³ 이하)하지 않았고, 동쪽의 부유유생의 주 출현시기는 6월 19일에서 7월 3일로 나타났으며, 채집일자별 출현개체수의 차이가 없었다(Table 1).

6월 19일에 400μm 이상의 개체가 소수 출현하는 것은 침강된 것이 저층수의 채집시에 채집된 것으로 보인다. 6월 19일, 6월 26일, 7월 3일에 채집된 각각의 부유유생의 크기는 큰 차이가 없이, 약 200μm~250μm의 모드를 갖는 정규분포형을 이루며, 평균 크기는 각각 223μm이며, 250μm 이상의 일부는 침강에 참

여하는 것으로 보인다(Fig. 2).

침강한 500μm 이하 치패의 개체수는 Fig. 3과 같이 6월 19일부터 나타나기 시작하여 6월 26일에서 7월 17일 사이에 가장 많이 출현하였고, 그 이후는 급감하고 있어, 부유유생의 주 침강시기는, 6월 19일에서 7월 17일 사이로 추정된다. 침강직후의 동쪽 치패의 밀도는 A, B 지점간에 차이가 없이, 6월 26일에 약 7,200 inds. · m⁻²로서 최대치를 나타내었고, A지점과 B지점간의 침강 시기도 같았다.

또한 침강된 치패의 각장빈도분포를 보면(Fig. 4) 250μm 이하의 출현개체수는 극히 적었다. 6월 19일과 26일에서는 약 400μm의 모드를 갖는 단봉의 정규분포를 형성하고 있어, 부유유생의 침강할 때의 크기는 각각 250μm~400μm 사이로, 7월 3일 이후는 침강치패가 계속 성장하고 있어 성장단계가 다른 여러개의 모드를 형성하고 있다.

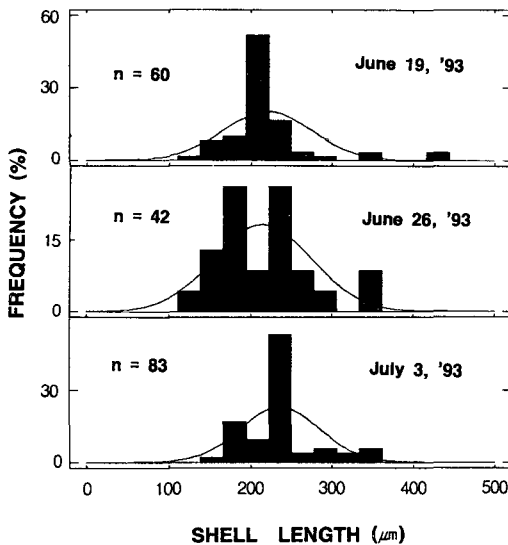


Fig. 2. Frequency distribution of shell length measured with the planktonic larvae of *Macra veneriformis*.

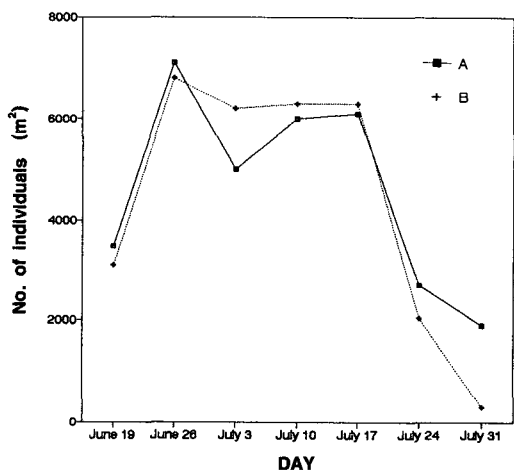


Fig. 3. Comparison of mean density of *Macra veneriformis*, smaller than 500μm in shell length, collected from two different sites (A and B). Sampling weres performed on 7 different days with weekly intervals.

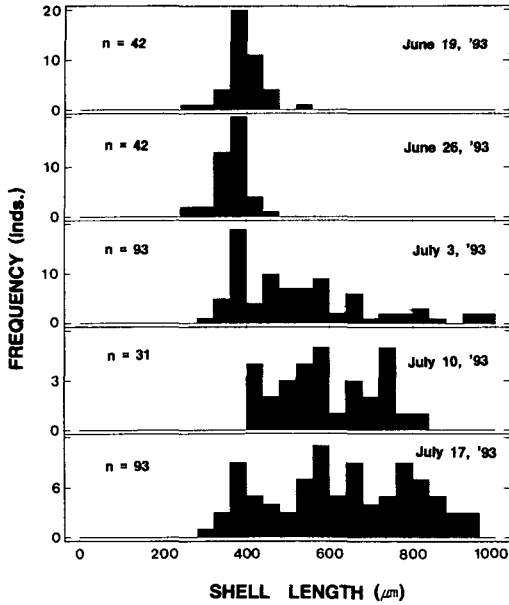


Fig. 4. Frequency distribution of shell length measured with the juveniles of *Mactra veneriformis*.

치패의 침강과 침강요인

치패의 밀도와 성패 및 저질성상과의 관계를 요인별로 상관계수를 구하여 상관성을 분석한 결과(Table 2), 성패의 밀도, silt, clay와는 거의 상관성이 없으며, gravel, medium sand, coarse sand와는 상관성이 낮으며, pH 및 노출시간과는 상당히 높은 상관성을 갖는다. 이들 상관관계에 의하면 치패의 침강은 성패의 밀도보다 저질성상에 영향이 큰 것 같으나, 간석지의

수로나 노출시간, 또는 수류에 의하여 보다 더 큰 영향을 받는 것으로 추정된다.

성장

각장(SL)에 대한 전중량(TW) 및 각고(SH)와의 상대성장식을 추정하였으며, 전중량은 0.7mm이상의 개체를 대상으로 하였고, 각장과 각폭(SW)간의 상대성장식은 각장 22mm에서 변곡점이 있어, 경사검정한 결과 유의차가 인정되어($F_{(1,213)} = 19.27$) 각장 22mm 미만과 각장 22mm이상으로 나누어 상대성장식을 구하였다(Fig. 5~6).

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

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

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

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

각 조사일자별 치패의 각장 빈도분포표를 정규분포화하여 성장상태를 추적하였다(Fig. 7). 채집일자별로 비교적 뚜렷한 정규분포를 보이고 있으며, 모드의 이동이 명확하였다. 동죽은 침강 후에 빠른 성장을 하며, 특히 산란후 약 80일령 때인 8월 중순경부터 11월 중순경인 약 160일령 까지 급속적으로 성장을 계속한 후, 겨울철에는 성장을 일시 중지하다가 다음해 4월부터 다시 성장을 시작하는 것으로 나타났다.

산란기를 6월 1일로 산정하여 일령에 따른 평균각장과, 이를 각장-전중량과의 관계식으로 역계산하여 Fig. 8에 나타내었다. 각장은 약 60일(2.1mm)부터 160일(24.2mm)까지, 전중량은 약 80일(0.09g)에서 150일

Table 2. Correlation between the density of *M. veneriformis* juveniles and their substrata 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

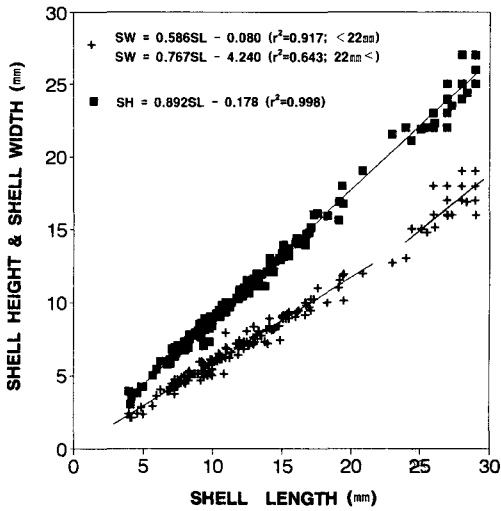


Fig. 5. Relationship between shell length (SL) and shell width (SW), and shell length (SL) and shell height (SH) of *Mactra veneriformis*.

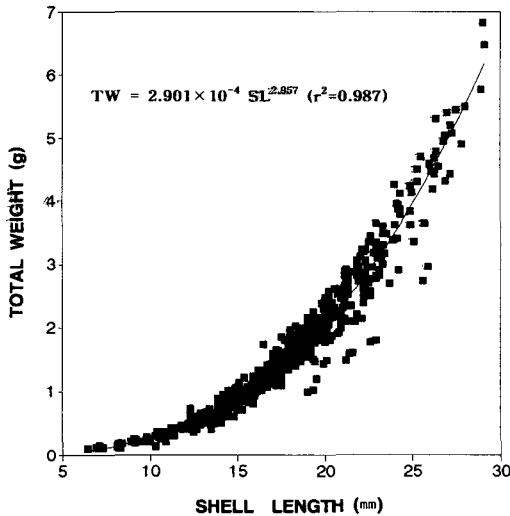


Fig. 6. Relationship between shell length (SL) and total weight (TW) of *Mactra veneriformis*.

(3.58g)까지 대단히 빠른 성장을 보였고, 이후 350일 까지 성장이 정체하는 시기로 나타났으며, 이후부터 다시 급속한 성장을 하였다.

동죽의 전중량을 이용하여 산정한 채집일자별 순간 성장 계수는 6월 중순에 치패가 최초로 가입한 후 급격히 높아져 7월말 최고 0.22로 최고 값을 보인 후, 지수함수적으로 감소하여 10월 중순에는 0.03, 11월

중순 이후의 겨울철에는 0.00의 값을 보이고, 다음해 3월부터 다시 소폭 증가하였다(Fig. 9). 즉, 부유유생의 침강 직후 1~2개월은 대단히 높은 성장속도를 보여주고 있으며, 이는 또한 여름철의 고수온기와 일치하고 있다.

단위면적당 서식밀도의 월별변화를 살펴보면 가입 초기에는 높은 사망율과 새로운 가입으로 인하여 서식밀도가 불규칙하였으나, 전체적으로 6월 26일에 7,245 inds. · m⁻²로 가장 높은 후 8월말까지 급감하고 있고(생존율 13.8%), 그 이후로는 순간사망계수가 0.02 이하로 낮았으며, 다음해 5월까지의 생존율은 약 4%였다(Fig. 10). 이는 동죽의 대량가입은 8월까지 집중적으로 일어나고, 그 이후에 가입되는 개체들은 개체군의 밀도변화에 크게 영향을 미치지 않고 있음을 의미하는것 같다.

또한 성패의 밀도와 부유유생의 침강밀도와는 상관성이 적었으나($r = -0.14$), 치패의 사망율은 성패의 밀도가 약 50 inds. · m⁻²까지는 정상관관계를 보였고, 성패의 밀도가 약 200 inds. · m⁻² 이상에서는 음의 상관관계를 보였으며, 동죽의 서식지역별 연령분포는 대부분 동일연급군으로 형성되어 있었다(Fig. 11). 동일한 침강량을 보인 지역들도, 침강 이후 성장하면서 서식밀도의 차이가 크게 나타난 지역이 많았다. 또한 대량으로 사망한 치패가 지역별로 다르게 나타났으며, 간석지에서 적정 서식지별로 군집성을 보여, 지역별 서식량의 차이가 크게 나타났다.

생산력

6월에 최초의 가입이 시작되어, 8월부터 급격히 증가하고 있으며, 166일령(11월 15일)에 현존량은 2,296g · m⁻²으로 최대의 값을 보인 후 감소하며, 다음해 5월에 다시 증가하였다(Fig. 12).

1993년 6월 1일에서 1994년 5월 20일까지의 치패생산량의 추정치는 Crisp (1984)의 방법으로는 3,637.60g · m⁻² · yr⁻¹, Ricker (1978)의 방법으로는 3,611.37g · m⁻² · yr⁻¹으로 거의 비슷하였고, 평균현존량은 735.64g · m⁻²으로 추정되었다. 소실량은 2,082.41g · m⁻² · yr⁻¹이지만, 현재 어장에 존재하는 현존량 1,555.25g · m⁻²를 합하면 3,637.60g · m⁻² · yr⁻¹의 값으로 생산량과 거의 같다(Fig. 12). 9월 중순에서 10월 중순까지의 생산력은 약 1.4kg · m⁻²으로 가장 높은 생

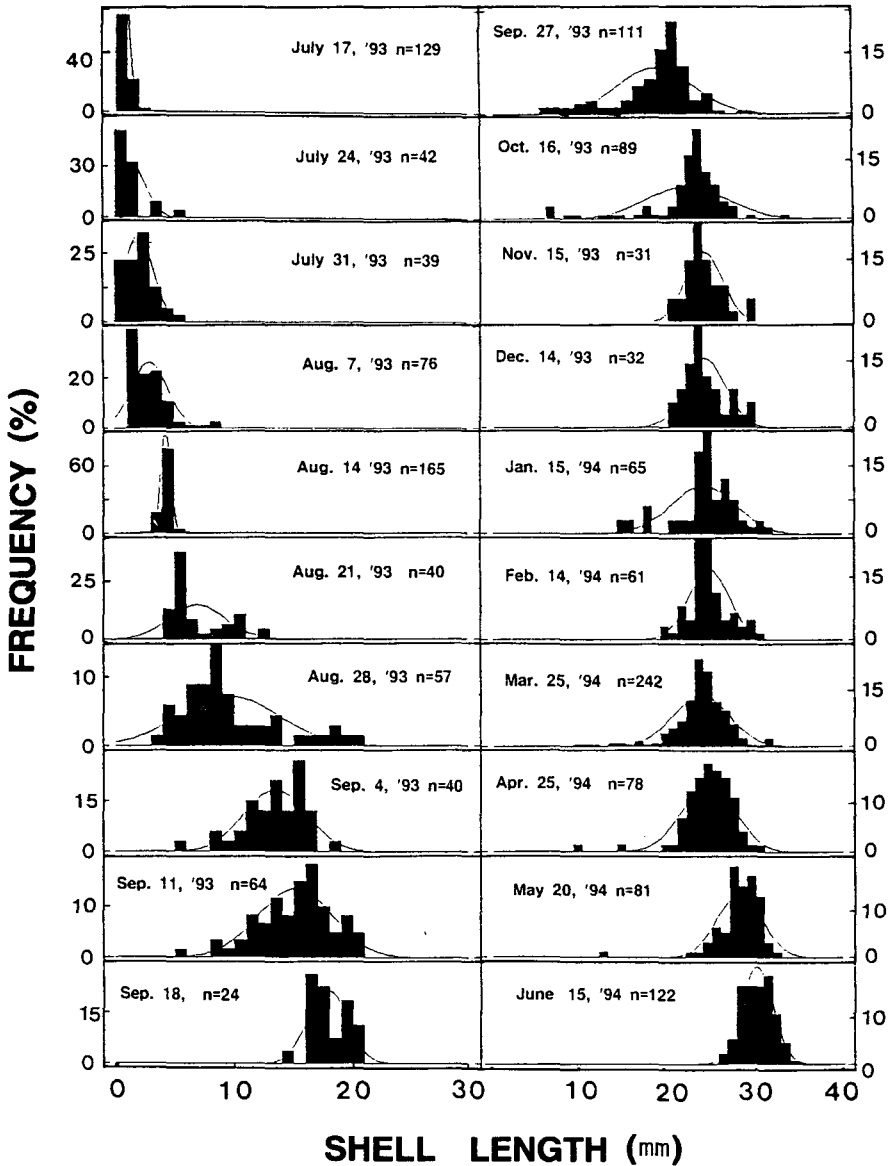


Fig. 7. Frequency distributions of the shell length of *Mactra veneriformis*.

산력을 보이며, 회전율은 Crisp (1984)와 Ricker (1978)의 방법에 의하여 각각 4.94와 4.91로 높았다 (Table 3).

고찰

동죽(*M. veneriformis*)의 부유유생은 대량으로 발생

하고 있으며, 부유유생의 크기도 각장 250~350 μ m으로 조사되어 大島 등 (1965)의 300 μ m와 吉田(1964)의 227 μ m와 거의 일치하였으며, 각 출현시의 평균각장에 차이가 없었다.

부유유생의 침강은 Smidt (1951)는 우럭(*Mya arenaria*)의 조사에서 능동적인 저질의 선택성은 발견할 수 없다고 하였으며, Günther (1992)는 같은 우럭(*M. arenaria*)에 대한 조사에서 부유유생의 침강과정은

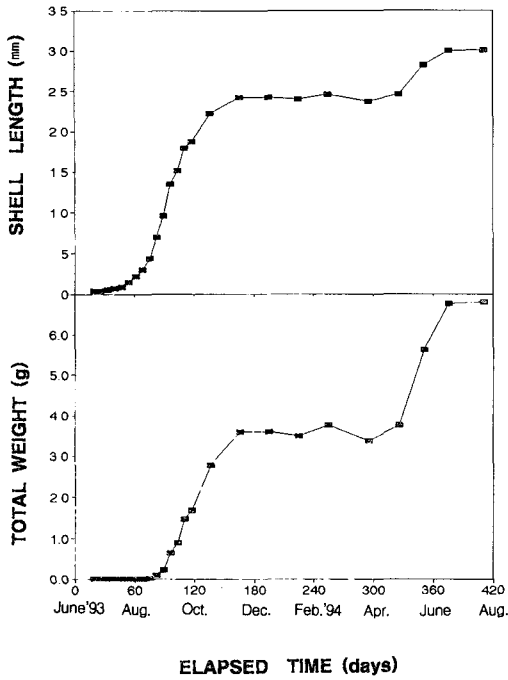


Fig. 8. Growth patterns of mean shell length and total weight of *Mactra veneriformis* at the different sampling days.

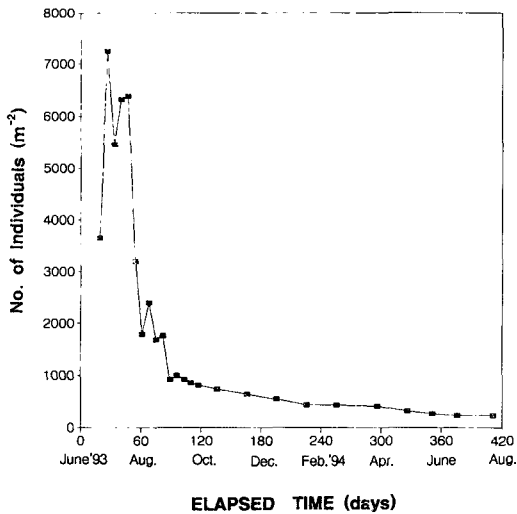


Fig. 9. Change in mean density of *Mactra veneriformis* juveniles from June 1993 to August 1994.

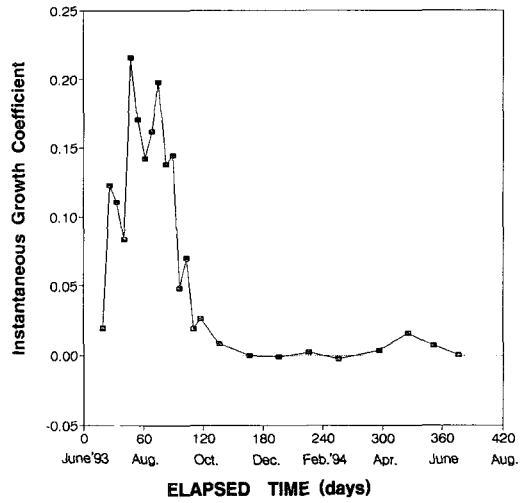


Fig. 10. Change in instantaneous growth coefficient (day) of *Mactra veneriformis* from June 1993 to August 1994.

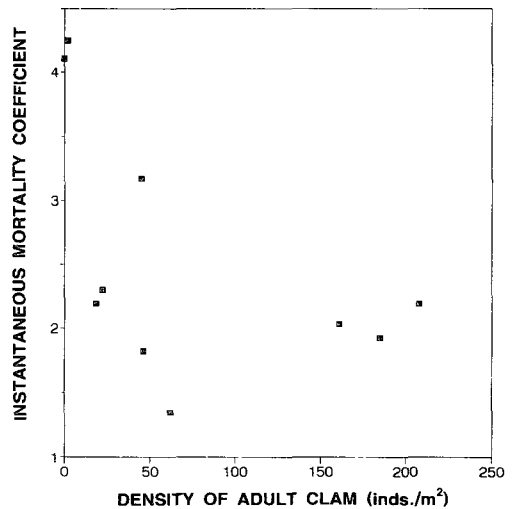


Fig. 11. Instantaneous mortality coefficient of juveniles depending upon the density of *Mactra veneriformis*.

지역적인 물의 동수력학적인 면과 지형학적 조건에 크게 영향을 받는다고 하였다. 본 조사에서도 저질조성의 차이가 있는 두 지점(A, B)에 있어서 침강량의 차이가 크지 않았으며, 이는 두 지역간의 짧은 거리에 기인한다고도 볼 수 있으나, 저질조성에 따른 침강량의 차이보다는 노출시간, pH, 간석지의 수로나 수류에 더 큰 영향을 받는 것으로 나타났다.

Table 3. Mean biomass (\bar{B}), P/B-ratio of *Mactra veneriformis* ($g \cdot m^{-2}$) at the June 1993 to May 1994 (P₁: Crisp, 1984; P₂: Ricker, 1978)

\bar{B}	P ₁	P ₂	P ₁ / \bar{B}	P ₂ / \bar{B}
735.64	3,637.60	3,611.37	4.94	4.91

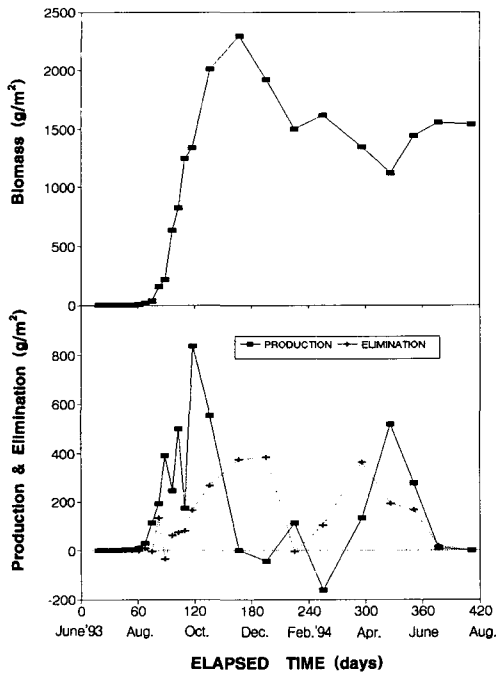


Fig. 12. Change in biomass, production and elimination of *Mactra veneriformis* from June 1993 to August 1994.

본 조사에 의하면 침강된 치패의 이동성은 진주담치 (Lane et al, 1985), 바지락 (大島 등, 1965), *Macoma balthica* (Beukema and de Vlas, 1989) 등과 같이 치패기나 성패기에 족사등과 같은 부착기가 없으므로 능동적으로 적합한 환경에 서식할 수 있는 능력이 부족하고, 고온에 대한 적응력이 대단히 낮으므로, 물의 흐름이나 지형에 의한 짧은 거리의 이동은 가능하지만, 비교적 먼 거리의 이동은 할 수 없는 것으로 보이며, 유생의 침강은 넓은 간석지에 있어서는 거의 균일하게 행해지지만, 간석지에 대한 치패의 적응도에 따라, 성장하면서 서식밀도가 변하였다. 그러나 Shin (1992)은 인천연안의 조사에서 동쪽의 유생 가입지역과 성체의 성장지역이 다르고, 성장하면서 가입지역에서 성장지역으로 개체군이 이동한다고 하였으나, 이는 부유유생의 침강에서 부터 성장까지 연속하여

조사하지 않았으며, 또한 동쪽의 집단서식(동일연급군별)을 간과하여 생긴 결과로 생각된다.

Günther (1992)에 의하면 치패의 가입은 성패가 나타나지 않은 곳이나, 산란 전에 있어서 추운 겨울 이후에 좋다고 하였다. 동쪽은 단위면적당 서식량이 조간대 서식 이매패 중에서 가장 많은 종으로서, 대량 서식지역은 연령분포가 대부분 단일 연급군으로 구성되어 있다. 그러므로 동쪽과 같이 대량서식하는 개체군은 먹이의 부족을 초래할 것으로 보이며, 성패에 의하여 먹이의 공급이 중단되어 치패의 생존율이 극히 낮을 것으로 사료된다. 그러므로 성패의 밀도와 무관하게 침강한 치패는 성장하면서 성패의 밀도가 극히 높은 지역은 치패의 밀도가 낮아지며, 어떤 요인(어획이나 폐사)에 의하여 성패의 밀도가 낮아진 지역은 치패의 밀도가 높아지며 대량의 가입과 사망이 이루어져 지역에 따라 어획량의 차이가 주기성을 보이는 종으로 추정된다. 각장에 의하여 추정된 군산 연안에 있어서, 동쪽의 0세군 성장기는 11월 중순까지라는 것은 명확하다. 성장의 측정은 부유유생의 침강 시기나, 또는 이동, 조석, 표면포식자의 크기-선택에 의한 포식압력에 영향을 받는다 (Günther, 1992). 또한 Möller and Rosenberg (1983)에 의하면 3mm의 우럭 (*M. arenaria*)이 표면포식자인 새우류의 일종인 *Crangon crangon*에 의하여 포식당한다고 하였다. 즉, 가입초기의 새로운 침강이나 이입에 의해서나 표면포식자에 의한 포식 크기에 이른 개체의 피식으로 인하여 과소평가되고 있다. 본 조사 지역에 있어서도 많은 종의 새우류와 다양한 표면포식자가 서식하는 지역이며, 침강 초기에 있어서의 순간성장율의 심한 변동은 부분적으로는 이들 요인에 의한 것으로 보인다. 따라서 가입초기의 개체군은 비교적 빨리 가입한 개체들은 피식 크기에 도달하여 피식되고, 또한 새로운 가입에 의하여 피식된 개체군들의 성장은 무시되며, 살아남은 개체들은 빠른 성장으로 이들 표면포식자들의 식해에서 벗어난다.

우럭 (*M. arenaria*)에 대한 조사에서 Munch-Peter-

sen (1973)은 개체군의 사망율이 직선적이라고 하였고, Brousseau (1979)은 0세군에서 높은 사망율을 보이다가 연령의 증가에 따라 감소한다고 하였고, Günder (1992)는 첫해에 있어서는 일정하지 않으며, 빠른 성장과 낮은 사망율이 일치한다고 하였다. 즉, 3 mm이상의 개체는 0세군의 개체군들을 포식하는 표면포식자의 포식으로부터 회피할 수 있는 크기나, 또는 서식 깊이에 도달한다고 하였다. 본 조사에 있어 가입초기는 채집시의 밀도의 변화가 심하여 사망율이 일정한 변화를 보이고 있지 않으며, 가입시기와 주 성장기가 겹치고 있어 성장에 따른 사망율의 변화는 알 수 없었으나, 가입 초기와 성장기인 여름철에 높은 사망율을 보였고, 성장 정체기인 겨울철에는 사망율이 극히 낮았다. 또한 침강한 치패가 생활하기에 적당치 않으면, 이동하기보다는 사망하는 것으로 생각되며, 동족의 사망율은 가입 초기와 여름철에 높고, 겨울철에는 낮았다. 그러나 사망율이 성장에 의한 표면포식자로부터의 회피에 의한 사망율의 감소보다는, 여름철의 고온에 의한 동족의 생리활성에 미치는 영향으로 사망율이 오히려 증가하는 것으로 보인다.

일반적으로 이때에 있어서의 생산력은 대단히 낮다고 하였으나 (Günther, 1992), 본 조사에 의하면 동족은 약 $3,600g \cdot m^{-2}$ 으로, 대단히 높은 값을 보였으며, 회전율도 약 4.9로 높은 생산력을 보이고 있어서, 동족은 0세군의 성장이 이들 개체군에 큰 영향을 미치고 있는 것으로 생각된다.

요 약

군산 연안 조간대에 있어서 1993년 6월에서 1994년 5월까지 조사한 동족(*M. veneriformis*)의 침강과 가입 및 성장, 생산량에 대하여 조사하였다.

동족의 부유유생의 높은 밀도는 1993년 6월 19일에서 7월 3일에 관찰되었으며, 침강된 치패의 크기는 $250\mu m$ 에서 $350\mu m$ 였고, 평균밀도는 약 $601 inds. \cdot m^{-3}$ 이었다. 유생의 침강에 의한 가입은 주로 1993년 6월 중순에서 7월 중순에 이루어 졌으며, 유생의 침강시 저질에 따른 선택성은 없었다. 그러나 침강한 치패는 환경(저질, 노출시간, 성패의 밀도)에 의하여 사망율이 결정되었다. 평균 각장에 의하여 추정된 동족의

성장은 가입 초기에 있어서 과소평가되었으며, 성장기는 11월 중순까지이고, 겨울철에는 정지하였다. 0세군의 연간생산은 $2,900 g \cdot m^{-2} \cdot yr^{-1}$ 으로 나타났으며, 회전율은 약 4.94 (Crisp, 1984)와 4.91 (Ricker, 1978)로 추정되었다.

참 고 문 헌

- Beukema, J.J. and J. de Vlas. 1989. Tidal-current transport of thread-drift postlarval juveniles of the bivalve *Macoma balthica* from the Wadden Sea to the North Sea. Mar. Ecol. Prog. Ser., 52, 193~200.
- 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.
- Chang, S.D. and P. Chin. 1978. Effects of suspended silt and clay on the mortality of some species of bivalves. Bull. Korean Fish. Soc., 11(4), 227~231 (in Korean).
- Chung, E.Y., S.Y. Kim and T.Y. Lee. 1988. A study on sexual maturation of *Mactra veneriformis* Reeve. Korean J. Malacol., 4(1), 30~41.
- 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.
- Günther, C.P. 1992. Settlement and recruitment of *Mya arenaria* L. in the Wadden Sea. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 159, 203~215.
- Iwata, K.S. 1948. Artificial discharge of reproductive substance by K salts injection in *Mactra veneriformis*. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 13(5), 188~192. (in Japanese).

- Kang, Y.J. and Chin, P. 1983. Feeding ecology of the rock trout, *Agrammus agrammus*. Bull. Nat'l. Fish. Univ. Pusan, 23(2), 1~8.
- Lane, D.J.W., A.R. Beaumont and J.R. Hunter. 1985. Byssus drifting and the drifting threads of the young postlarval mussel *Mytillus edulis* in marine biology. Mar. Biol., 65, 13~16.
- Lee, J.Y. 1994. Effects of silt and clay on the rates of respiration, filtration and nitrogen excretion in shellfish, *Macra veneriformis*. Bull. Korean Fish. Soc., 27(1), 59~68. (in Korean).
- Möller, P. and R. Rosenberge. 1983. Recruitment, abundance and production of *Mya arenaria* and *Cardium edule* in marine shallow waters, Western Sweden. Ophelia, 22, 33~55.
- 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.
- Ricker, W.E 1975. Computation and interpretation of biological statistic of fish population. Dept. Env. Fish. Mar. Ser., Can. Ottawa, 382 pp.
- Ricker, W.E. 1978. On computing production. Limnol. Oceanogr. 23(2), 379~380.
- Shin, H.C. 1992. Growth and population dynamics of *Macra veneriformis*. Ph.D. Thesis, Seoul Nat'l Univ., 131pp (in Korean).
- Smidt, E.L.B. 1951. Animal production in the Danish Wadden Sea. Medd. Komm. Dan. Fisk. Havunders. Ser. Fisk. 11, 151pp.
- Yoo, S.K. 1960. Studies on the food of bivalves in Yong-Ho inlet of Soo-Young bay. I. *Macra veneriformis*. Bull. Korean Fish. Soc., 3(1, 2), 43~52 (in Korean).
- Waters, T.F. 1969. The turnover ratio in production ecology of freshwater invertebrates. Amer. Nat., 103, 173~185.
- 김형균 · 이원옥. 1979. 수산자원명집. 수산경제사, 120 pp.
- 大島泰雄 · 須藤俊浩 · 花岡 資 · 猪野 峻. 1965. 浅海養殖 60種. 大成出版社, pp. 252~253.
- 吉良哲明. 1970. 原色日本貝類圖鑑. 保育社, 日本, 326 pp.
- 농림수산부. 1977~1992. 농림수산통계연보.
- 代田昭彦. 1974. 水産餌料生物學. 恒社厚生閣, 日本, 東京, 514pp.
- 菊池泰二. 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.
- 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ー(栗原 康 編著). 東海大學出版會, 日本, 東京, pp. 85~98.
- 菊池永祐 · 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・沿岸域と生態とエコテクノロヒジー(栗原 康 編著). 東海大學出版會, 日本, 東京, pp. 65~77.
- 吉田 裕. 1964. 貝類種苗學, 北隆館, 日本, 221pp.

1995년 5월 24일 접수

1995년 8월 5일 수리