

군산연안 동족 개체군의 동태에 관한 연구 II. 생산력

류 동 기

군산대학교 양식학과

= Abstract =

Studies on the Population Dynamics of Surf Clam, *Mactra veneriformis* Reeve (Bivalvia) in the Coast of Kunsan, Korea II. Production

Dong-Ki Ryou

Department of Aquaculture, Kunsan National University, Kunsan 573-702, Korea

Surf clam (*Mactra veneriformis*) was extensively utilized as a raw material for manufacturing flavoring materials as well as alive feed at various aquaculture farm, but with a tendency of decreasing its resources, it is now being favored for human consumption.

The aim of this studies were to provide information to keep this important resources and maintain sustained yield in Korea. Secondary production of *Mactra veneriformis* was investigated during the period from March 1990 to February 1991 in the coast of Kunsan.

The first recruit period was in July when the shell length was 0.75 mm. Six age group (cohort) from 0 to 5 years old were identified in the studied area.

Instantaneous growth rate was lowest in winter period, but instantaneous mortality rate was highest in summer period. Estimated annual standing crop and production were 3,856 g/m² and 3,933 g/m² in wet total weight respectively. The turnover rate of 1.20 per year was relatively high compared with the rates of other species and turnover time was 0.986 years.

Key words : *Mactra veneriformis*, Population, Population dynamics

서 론

우리나라의 서해안과 같은 넓은 간석지에 서식하는 패류의 이차생산력은 어류와 같이 이동하는 생물에 비하여 비교적 손쉽게 정확히 추정할 수 있다(Munch-Petersen, 1973; Hibbert, 1976; Tanaka and Kikuchi, 1978; Moller and Rosenberg, 1983; Cranford *et al.*, 1985; Mistri *et al.*, 1987). 이는 이동성이 적으로 이입

과 이출이 비교적 적기 때문에 사망률과 성장률을 정확히 산정할 수 있기 때문이다. 특히, 우리 나라와 같이 여름과 겨울의 수온 차가 크고 환경의 변화가 뚜렷하며, 연도별로 환경의 변동폭이 심하지 않는 해역은 패각에 뚜렷한 윤문이 형성되기 때문에 연령사정이 가능하므로 cohort별 성장과 사망의 추적이 가능하다(강과 김, 1983; 김 등, 1985; 류, 1991; 신과 고, 1995; 류와 김, 1996).

우리 나라 서해안과 같이 조간대가 넓은 간석지로

형성되어 있는 지역에 있어서, 이매패류는 조간대 생태계에서 중요한 위치를 차지하고 있으며(山本, 1977; 秋山, 1988), 부유 자패나 치패는 어류나 갑각류 등의 먹이로서 중요한 역할을 하고 있고(菊池, 1977; 강과진, 1983; 秋山, 1988), 연안 연생어민들의 주요 소득원으로서 산업적으로도 중요하다.

우리 나라에서 동죽의 연간 생산량은 1985년에 25,188톤으로 최고치를 보이다가 이후 점차 감소하고 있는데 이는 동죽 생산량의 90% 이상을 생산하고 있는 인천과 전라북도(농림수산부, 1977-1991)가 간석지의 매립과 폐수에 의하여 생산량이 매년 감소하고 있기 때문이다. 동죽의 양식은 주로 전라북도 지역에서 하고 있지만, 실제로는 치패의 패각이 대단히 얇아 종패 살포와 같은 적극적인 양식은 하지 않고 있으며, 자연 발생한 치패를 관리하는 정도이다. 과거에는 기호도가 높지 않아 식용보다는 양식생물의 사료나 조미원료로 이용되어 왔지만 최근 들어 식용으로의 중요성이 점차 증가하고 있는 실정이다. 이는 동죽의 여수율과 패각의 개폐율이 다른 패류 보다 높아서 노출에 약하여(이, 1992) 활패로서의 유통이 어렵고 대량 생산으로 인하여 가격이 저렴하여 어민들에게 각광을 받지 못하였으나, 최근 들어 패류의 공급 부족으로 인하여 중요성이 증가하고 있기 때문이다. 동죽의 어획 연령은 다른 패류보다 빨라서 만 1년부터 생산하고 있어 생산력이 높고 회전율도 빠르다.

본 조사는 최근 들어 중요성이 증가하고 있는 서해안의 주요 패류인 동죽의 서식지 환경과 먹이생물, 군서생물, 산란과 발생, 치패의 가입과 성장, 사망 등의 요인과 생산력을 조사하여 합리적인 자원관리를 위하여 실시하였다.

일반적으로 일차생산자에 의해 생산된 유기물이 먹이사슬을 통해 일차포식자에 전달되어 동물체의 체내에 축적되어질 때, 이 유기물의 축적을 이차생산이라고 한다. 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 크게 네 가지 방법이 많이 사용된다(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, 홍과 박(1994a, b)이 맛조개에 대하여 조사한 바 있으며, 류와 정(1995)은 동죽 치패의 생산력을 조사한바 있다. 본 조사는 성패를 중심으로 동죽 개체군의 전생산력을 추정하였다.

재료 및 방법

1. 표본 채집

동죽 개체군의 생산력을 추정하기 위해서는 동일 cohort를 산란에서 생명을 다하여 죽을 때까지 추적하여 산정 하여야한다. 그러나 현실적으로 사망연령이 높은 생물에 있어서는 대단히 어렵다. 그러므로 현재의 개체군을 연령별로 분리하여 각 연령 군별로 1년 동안 추적하여 전 연령군의 생산력을 합하여 사용하고 있다.

현존하는 전 개체군을 연령사정에 의하여 연령 군별로 구분하여 성장상황을 조사하기 위하여 자연산 동죽

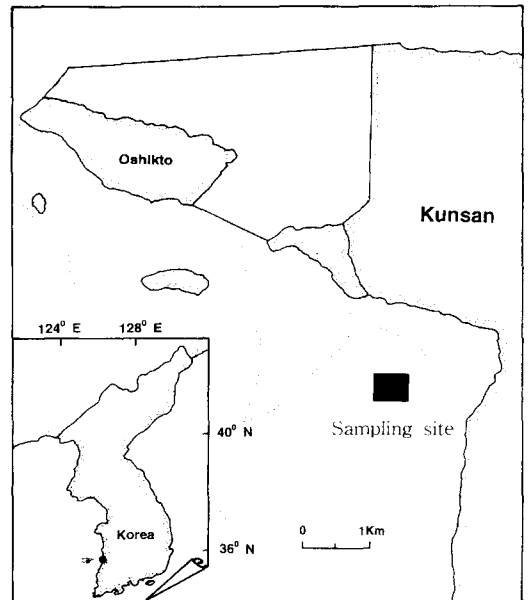


Fig. 1. Location of the studied area showing sampling sites. Dotted line are low-tide levels.

이 대량 서식하는 간석지에 100 m × 200 m의 간석지를 말목으로 표지하여 어민들의 출입을 통제하고 조사하였다(Fig. 1). 채집은 1990년 3월부터 1991년 2월까지 매월 1회 실시하였다. 생산량을 추정하기 위하여 표지 구역 내의 간석지에 5개의 정점을 무작위로 설정하고 각 정점마다 0.5 m × 0.5 m의 방형구를 설치하여 방형구 내의 동족을 모두 채집하였으며, 치패는 망목 2.5 mm의 체(sieve)를 사용하여 채집하였다.

2. Cohort(동시출생집단) 분석

동족 개체군의 cohort를 구분하여 동족의 성장과 사망과정을 추적하였으며, 각 cohort는 폐각에 나타나는 윤문을 판독 연령 사정하여 구분하였다. 판정기준과 상대성장식은 류와 김(1997)의 결과를 이용하여 cohort를 구분하였다.

3. 이차생산

단위면적(m²)당 연간 생산량을 추정하기 위하여 조사면적(50 cm × 50 cm)을 1m²로 환산하여 동족의 cohort별, 월별 성장과 사망을 조사하였고, 연간생산량 추정은 순간성장율법(instantaneous growth method)인 Ricker의 방법(Ricker, 1946, 1978)을 사용하였다.

4. 이차생산량 유도

시간의 경과에 따른 개체수(N), 전중량(W), 현존량(B)의 변화는 다음과 같이 시간의 함수로 나타낼 수 있다. 즉, 순간사망 계수를 m이라 하고, 순간성장 계수를 g라 하면

$$N_t = N_0 e^{-mt} \dots \dots \dots (1)$$

$$W_t = W_0 e^{gt} \dots \dots \dots (2)$$

$$B_t = B_0 e^{(g-m)t} \dots \dots \dots (3)$$

이다.

일정 기간의 생물 생산량(P_t)은 평균 생체량에 순간성장 계수를 곱한 것과 같다. 그러므로 연간 평균생체량 (\bar{B}_t)은

$$\bar{B}_t = \int_0^1 B_t dt \dots \dots \dots (4)$$

$$= \frac{B_0[e^{(g-m)t} - 1]}{(g-m)} \dots \dots \dots (5)$$

그러므로 생산량(P_t)은

$$P_t = g \cdot \bar{B} \dots \dots \dots (6)$$

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

이다.

그러므로 전 개체군의 연간생산량(P)은

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

단, S는 cohort이다.

5. Parameter의 추정

1) 순간사망 계수(m)

Cohort의 각 개체들은 t₁세에서 t₂세로 나이를 먹음에 따라 살아남은 개체수는 기하급수적으로 감소한다. 그러므로 t₁세에서 나이를 먹어 t₂세로 시간이 경과하면 동안의 순간사망 계수(m_t)는

$$m_t = \frac{(\ln N_{t_1} - \ln N_{t_2})}{(t_2 - t_1)} \dots \dots \dots (9)$$

으로 추정하였다.

2) 순간성장 계수(g)

나이를 먹음에 따라 생존개체수는 기하급수적으로 감소하지만 살아남은 개체의 전중은 시간 간격이 무한히 짧다면 기하급수적으로 증가한다. 그러므로 순간사망 계수들의 추정과 같이 순간성장 계수(g)는

$$g_t = \frac{(\ln W_{t_2} - \ln W_{t_1})}{(t_2 - t_1)} \dots \dots \dots (10)$$

으로 추정하였다.

평균현존량(\bar{B}_t)은

식(5)에 의하여 시점 t₁에서 t₂까지의 평균 현존량 (\bar{B}_t)은

$$\bar{B}_t = \frac{B_1[e^{(g-m)(t_2-t_1)} - 1]}{(g-m)(t_2-t_1)} \dots \dots \dots (11)$$

으로 추정 하였다.

3) 회전율 · 회전시간

생물 생산력의 지표인 회전율(TR: turnover rate)은 Water(1969)가 제시한 평균현존량(\bar{B})에 대한 연간생산량(P)의 비율로서 식 (15)에 의하여 구하였으며, 현존하는 생체량이 새로운 생체량으로 교체되는데 소요되는 회전시간(T: turnover time)은 회전율의 역수인

$$T = 1 / TR \dots \dots \dots (12)$$

로 구하였다

결 과

1. Cohort별 서식밀도 변동

1990년 3월에서 1991년 2월까지 조사한 개체수의 월별변화를 연급군 별로 Table 1에 나타내었다. 1991년 산란한 동족의 치패가 처음 가입하는 달(月)은 7월이며, 그 후 계속하여 개체수가 증가하여 9월에 2,001 inds./m²로 가장 많이 출현한 후 감소하기 시작한다. 1994년의 자료에 의하면, 6월에 7,245 inds./m²로 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 1의 월별 연급군별 개체수를 이용하여 순간사망 계수를 계산한 결과는 Table 2와 같다. 1990년 산란한 0세군의 사망율은 높았으며, 1세군(1989), 2세군

Table 1. The number of individuals of *Macra veneriformis* cohort classified by month

Sampling Month	Number of individuals for cohorts					
	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	10.6	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	

Table 2. The instantaneous mortality(m) and the instantaneous 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. '90			0.116	0.388	0.029	0.059	0.035	0.025	0.239	0.007	0.805	0.017
Apr. '90			0.072	0.289	0.092	0.087	0.106	0.024	0.132	0.022		
May '90			0.021	0.319	0.031	0.112	0.023	0.056	0.405	0.015	-0.805	0.089
Jun. '90			0.120	0.315	0.034	0.064	0.095	0.055	0.190	0.022		
July '90	-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. '90	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. '90	0.095	0.670	-0.001	0.041	0.044	0.035	0.132	0.038	0.288	0.036		
Oct. '90	0.360	0.288	0.017	0.051	0.072	0.026	0.134	0.053	0.492	0.050		
Nov. '90	0.257	0.110	0.025	0.020	0.042	0.059	-0.072	0.007	0.452	0.028		
Dec. '90	0.150	0.062	0.078	0.010	-0.046	0.017	0.177	0.007	0.336	0.056		
Jan. '91	0.163	0.051	0.091	-0.010	0.066	0.017	0.071	0.015	0.511	0.034		
Feb. '91	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-1), g: instantaneous growth coefficient(month-1)

(1988), 3세군(1987)의 사망율은 비교적 낮았으나, 4세군(1986)부터 점차 사망율이 증가한다. 계절별로는 대체로 여름철에 높았으며, 격월 간격으로 사망율의 증감폭이 심하였다.

2. 성장식

상대성장 및 von Bertalanffy 성장식은 류와 김(1996)의 자료를 이용하였으며, 그 결과는 다음과 같다. 각장(SL)과 전중량(TW), 각장(SL)과 각고(SH), 각장(SL)과 각폭(SW)간의 상대성장식 및 von Bertalanffy 성장식은 다음과 같다.

$$SH = 0.865 SL + 0.250 (r^2=0.99)$$

$$SW = 0.599 SL - 0.203 (r^2=0.98; \text{각장 } 22 \text{ mm 미만}),$$

$$SW = 0.724 SL - 2.796 (r^2=0.91; \text{각장 } 22 \text{ mm 이상})$$

$$TW = 1.090 \times 10^{-4} SL^{3.2798} (r^2=0.99).$$

$$L_t = 51.399 (1 - e^{-0.5858(t+0.064)}),$$

$$W_t = 44.467 (1 - e^{-0.5858(t+0.064)})^3.$$

패각에 나타나는 윤문으로 연령사정하여, 각 연급군의 월별 각장과 전중량을 추적하여 조사한 결과는 Fig. 2와 같다. 1990년 산란군이 처음으로 가입하는 시기는 7월로 각장 7.5 mm였으나, 다음해 2월에는 17.9 mm로 성장하였고, 2세 이상의 연급군은 월별 성장이 느렸다. 또한 치패의 성장은 산란 다음해 5월부터 상대적으로 고연령군 보다 빠른 성장을 하여, 7월경부터는 만 2세군과 모드가 합쳐져서 하나의 모드를 형성한

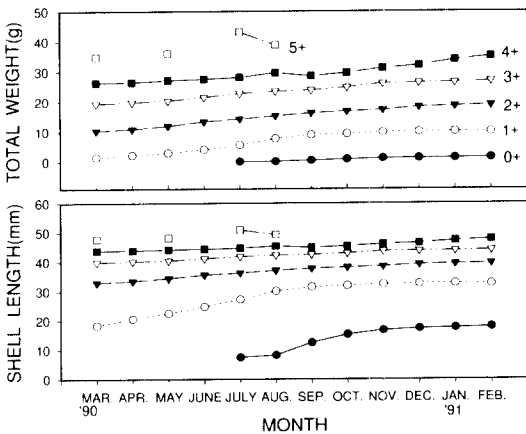


Fig. 2. Growth patterns in shell length and total weight of *M. veneriformis*.

다.

연급군별로 산정한 각장과 전중량간의 관계식에 의하여 전중량으로 환산하여 순간성장 계수를 추정한 결과는 Table 2에 나타난 바와 같다. 동쪽의 월별 성장계수를 연급군별로 살펴보면, 전 연급군에서 3월부터 성장이 시작되어 여름철의 고수온기에 성장율이 높으나, 12월에서 3월까지의 성장이 낮았다. 특히 0세군의 순간성장 계수는 산란 후 8월에는 1.360으로 가장 높았으며, 10월까지 0.288 이상의 값을 유지하고 있었으며, 이후로는 겨울철의 낮은 수온에 의하여 급격히 감소한다. 동쪽의 순간성장 계수는 연령이 높을수록 낮았지만, 만 1세까지는 높았다(Fig. 3).

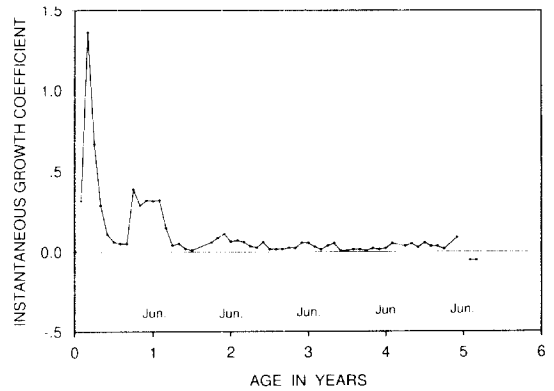


Fig. 3. Change in instantaneous growth coefficient of *M. veneriformis* classified by month and age group

3. 생체량

출현개체수와 평균전중량으로 산정한 연급군별 생체량은 0세군(1990년 산란군)이 617.45 g/m², 1세군(1989년 산란군)이 433.498 g/m², 2세군(1988년 산란군)이 2,479.845 g/m², 3세군(1987년 산란군)이 266.249 g/m², 4세군(1986년 산란군)이 54.877 g/m², 5세군(1985년 산란군)이 4.715 g/m²으로 총 3,856.634 g/m²으로 나타났으며, 2세군이 가장 높았으며, 각 연급군별로 생체량의 차이가 심하였다(Table 3).

4. 개체군 생산력

순간사망 계수와 순간성장 계수를 식 (11)에 대입하여 평균현존량을 구한 결과(Table 4), 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(6)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.

그러나, 이 값은 치폐의 생산력이 과소평가된 결과이다. 즉, 0세군의 경우 산란 다음해 2월까지 총 $1706 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{yr}^{-1}$ 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 났다. 그러므로 개체군 생산력의 약 30%가 과소 평가되었다.

5. 회전을 · 회전시간

동족 개체군의 생산력을 나타내는 회전율은 0세군에서 4세군까지 각각 2.764 yr^{-1} , 1.259 yr^{-1} , 0.707 yr^{-1} , 0.359 yr^{-1} , 0.222 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 yr^{-1} 이었다.

현존 동족 개체군의 평균현존량이 새로운 생산량으로 교체되는 데 걸리는 시간은 0세군과 1세군은 1년 미만이고 2세군, 3세군 및 4세군은 각각 1.414년, 2.786년, 4.405년이었으며, 전 개체군의 회전시간은 0.980년으로 추정된다.

고 찰

개체수는 각 연급군별로 크게 차이가 나며, 0세군은 9월에 최대치를 보였고 이후에 점차 감소하였다. 그러나 9월 이후에도 일정 기간 계속해서 새로운 개체가 가입되는데, 단지 가입되는 개체수보다 사망개체가 많기 때문에 9월 이후에 점차 감소하는 경향을 보이는 것으로 추정된다.

동족의 월별 현존량은 각 연급군별로 현존량의 차이가 심하였다. 이는 가입량이 매년 다르고, 3세 이상의

연급군은 어민들에게 이미 채취되었기 때문인 것으로 생각된다. 매년의 가입량이 일정하지 않은 것은 수산청의 통계에서 보는바와 같이 동족의 연간 생산량에 영향을 주어 1 - 2년을 주기로 생산량이 크게 변하고 있음을 알 수 있다. 이로 보아 동족의 치폐 발생은, 그 해의 환경적인 조건에 크게 좌우되는 것으로 생각된다.

간석지 온도는 지열에 의해 8월 한때 40°C 까지 올라가며, 이 때는 간석지에서 동족의 사멸을 많이 볼 수 있었다. 그러므로 동족의 사망과 성장은 연령과 수온 및 간석지의 온도에 크게 좌우됨을 알 수 있다.

월별 생산량은 8월 - 10월에 최고치를 보이며, 2월에는 $82 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{yr}^{-1}$ 으로 최저치를 보여, 여름보다 가을에 생산량이 많은 것은 생산력이 높은 저연령군의 가입시기가 7월이기 때문이다. 또한 연령별 생산량은 2세군이 최대의 생산량을 보여 1세군이 0세군이나 2세군보다 적게 나타났는데, 이는 1세군의 가입량이 적었기 때문이다. 5세군에서는 생산량이 음수로 나타났다. 생산량에서 음수 값이 나오는 것은 개체의 생체량이 감소하는 경우인데(Tanaka and Kikuchi, 1978), 본 조사에서도 일부 연급군에서 겨울철에 생산량이 음수로 나타났다. 그러나 5세군의 전체 값이 음수로 나타난 것은 5세군의 개체수가 적었기 때문에 생기는 오차와 사망에 의한 것으로 추정된다.

본 조사에서 동족 전개체군의 연간생산량이 $5,127 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{yr}^{-1}$ 으로 추정되었는데 이는 김(1986)이 조사한 바지락의 생산량 $50.28 \text{ g}\cdot\text{DWt}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{yr}^{-1}$ 와 최(1987)가 조사한 바지락의 생산량 $278.2 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{yr}^{-1}$ 이었고 홍과 박(1994)이 조사한 맛조개는 $37.22 \text{ g}\cdot\text{WWT}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{yr}^{-1}$ 보다 월등히 높은 생산량이다. 물론 추정방법이나 조사시기 및 조사지역에 따라 다를 수도 있지만, 대체로 동족의 생산량이 다른 이매패류 보다 높음을 알 수 있다.

연간회전율은 생물생산량의 지표로 1990년도의 조사에서는 1.046 yr^{-1} 의 비교적 높은 값을 보였다. 연간생산량이나 연간회전율은 종과 서식지 및 조사방법에 따라 다르다(Burke and Mann, 1974; 강과 이, 1982; Cranford *et al.*, 1985; Mistri *et al.*, 1987; Ambrogio, 1990). 동족의 연간회전율이 1 yr^{-1} 이상의 높은 값을 보이며, 특히 0세군이 산란 다음해 2월까지의 회전율은 연간 2.8로 높은 값을 보이고 있다. 또한 1993년도 산란군의 회전율은 만 1년 동안의 회전율이 약 4.9로

Table 3. Calculated mean standing crops(\bar{B}) of *M. veneriformis*

Month	Age	$\bar{B}(\text{g/m}^2)$	Month	Cohort	$\bar{B}(\text{g/m}^2)$
'90. 7		118.101	'90. 3		339.729
'90. 8		223.486	'90. 4		335.245
'90. 9	0	884.480	'90. 5		310.443
'90.10	0-ring	1,519.546	'90. 6		319.855
'90.11	group	1,409.031	'90. 7	3	307.326
'90.12	(1990)	1,226.035	'90. 8	3-ring	294.332
'91. 1		1,107.390	'90. 9	group	249.859
'91. 2		921.376	'90.10	(1987)	227.611
Mean		617.450	'90.11		211.396
			'90.12		226.506
'90. 3		140.948	'91. 1		192.169
'90. 4		184.594	'91. 2		180.521
'90. 5	1	230.104	Mean		266.249
'90. 6	1-ring	308.684	'90. 3		147.567
'90. 7	group	377.016	'90. 4		117.692
'90. 8	(1989)	514.288	'90. 5		104.252
'90. 9		560.027	'90. 6		71.193
'90.10		583.961	'90. 7	4	60.219
'90.11		603.235	'90. 8	4-ring	51.027
'90.12		598.937	'90. 9	group	33.970
'91. 1		558.829	'90.10	(1986)	26.211
'91. 2		541.349	'90.11		16.855
Mean		433.498	'90.12		11.100
			'91. 1		8.317
'90. 3		2,403.583	'91. 2		5.165
'90. 4	2	2,474.911	Mean		54.877
'90. 5	2-ring	2,471.986	'90. 3		15.338*
'90. 6	group	2,677.013	'90. 4	5	
'90. 7	(1988)	2,757.444	'90. 5	5-ring	4.206*
'90. 8		2,776.309	'90. 6	group	
'90. 9		2,438.832	'90. 7	(1985)	20.294
'90.10		2,411.409	'90. 8		7.315
'90.11		2,307.776	Mean		4.715
'90.12		2,351.861	Total		3,856.634
'91. 1		2,491.947			
'91. 2		2,195.069			
Mean		2,479.845			

*: bimonthly

Table 4. Calculated production(P) and mean standing crops(\bar{B}) of *M. veneriformis*

Month	Age	P(g/m ²)	Month	Cohort	P(g/m ²)
'90. 7		37.556	'90. 3		8.493
'90. 8	0	304.611	'90. 4		8.046
'90. 9	0-ring	592.602	'90. 5		17.385
'90.10	group	437.629	'90. 6		17.592
'90.11	(1990)	154.993	'90. 7	3	9.527
'90.12		76.014	'90. 8	3-ring	4.415
'91. 1		56.477	'90. 9	group	9.495
'91. 2		46.990	'90.10	(1987)	12.063
Subtotal		1,706.872	'90.11		1.480
			'90.12		1.586
'90. 3		64.688	'91. 1		2.883
'90. 4	1	53.348	'91. 2		2.708
'90. 5	1-ring	73.403	Subtotal		95.673
'90. 6	group	97.235	'90. 3		1.033
'90. 7	(1989)	120.645	'90. 4		2.589
'90. 8		76.629	'90. 5		1.564
'90. 9		22.961	'90. 6		1.566
'90.10		29.782	'90. 7	4	3.071
'90.11		12.065	'90. 8	4-ring	-1.837
'90.12		5.989	'90. 9	group	1.223
'91. 1		-5.588	'90.10	(1986)	1.311
'91. 2		-5.413	'90.11		0.472
Subtotal		545.744	'90.12		0.622
			'91. 1		0.283
'90. 3		141.811	'91. 2		0.176
'90. 4	2	215.317	Subtotal		12.073
'90. 5	2-ring	276.862	'90. 3		0.521*
'90. 6	group	171.329	'90. 4	5	0.749*
'90. 7	(1988)	195.779	'90. 5	5-ring	
'90. 8		169.355	'90. 6	group	-2.131
'90. 9		85.359	'90. 7	(1985)	-0.768
'90.10		62.697	'90. 8		
'90.11		136.159	Subtotal		-1.629
'90.12		39.982			
'91. 1		42.363			
'91. 2		37.316			
Subtotal		1,754.329	Total		3,933.062

*: bimonthly

대단히 높은 생산력을 보이고 있어서, 동족은 0세군에 있어서의 성장이 이들 개체군에 큰 영향을 미친다고 생각된다. 그러므로 동족의 어획 연령은 최소한 1년의 산란이 이루어지고 주성장기를 지난 산란 다음해 가을부터 채취하여야 할 것으로 추정된다. 동족은 만 1년 이면 성숙하며 1회 산란에 약 6만립 이상의 대량의 산란과 저연령에서의 빠른 성장 속도로 인하여 높은 생산력을 보이므로, 산란기의 어장환경 개선과 적정 어획이 이루어지면 지속적으로 높은 어장생산력을 유지할 수 있는 종으로 추정된다.

요 약

1990년 3월부터 1991년 2월까지 전라북도 군산 연안에 서식하는 동족을 채집하여, 순간성장율, 순간사망율, 평균 생체량, 연간 생물생산력에 대하여 조사하였다.

채집은 각장 약 0.75 mm가 7월에 처음 채집되었으며, 0 - 5세의 6개 cohort로 구분되었다. 순간성장율은 여름철에 높고 겨울철에 낮았지만, 순간사망률은 여름철에 높았다.

조사지역에서 동족 개체군의 연간평균 생체량은 3,856 g/m²이었으며, 연간생산량은 3,933 g/m²이었고, 연간 회전율은 1.020, 회전시간은 0.986년으로 추정되었다.

참고문헌

Allen, K.R. (1971) Relation between production and biomass. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 28: 1575-1581.
 Ambrogio, R. (1990) Secondary production of *Prionospio caespersi* (Annelida Polychaeta: Spionidae). *Mar. Biol.*, 104: 437-442.
 Bright, G.R. (1982) Secondary benthic production in a island stream. *Limnol. Oceanogr.*, 27(3): 472-480.
 Burke, M.V. and Mann, K.H. (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.
 Cranford, P.J., Peer, D.L. and Gordon, D.C. (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.* (ed. by Holme, N.A. and McIntyre, A.D.). pp. 284-372. IBP Handbook No. 16, Blackwell, Oxford.
 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.
 Hibbert, C.J. (1976) Biomass and production of a bivalve community on an intertidal mud-flat. *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, 25: 249-261.
 Hynes, H.B.N. and Coleman, M.J. (1968) A simple method of assessing the annual production of stream benthos. *Limnol. Oceanogr.*, 13(4): 569-573.
 LeBlond, P.H. and Parsons, T.R. (1977) A simplified expression for calculating cohort production. *Limnol. Oceanogr.*, 22(1): 156-157.
 LeBlond, P.H. and Parsons, T.R. (1978) Reply to comment by W. E. Ricker. *Limnol. Oceanogr.*, 23(2): 380-381.
 Middlebrook, K. and Roff, J.C. (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., Rossi, R. and Ceccherelli, V.U. (1987) Growth and production of the Ark Shell *Scapharca inaequalvis*(Bruguiera) in a Lagoon of the Po River Delta. *P. S. Z. N. I.: Mar. Ecol.* 9(1): 35-49.
 Moller, P. and Rosenberg, R. (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.
 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.
- Ricker, W.E. (1946) Production and utilization of fish populations. *Ecol. Monogr.*, 16: 373-391.
- Ricker, W.E. (1978) On computing production. *Limnol. Oceanogr.*, 23(2): 379-380.
- Tanaka, M. and Kikuchi, T. (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.
- Waters, T.F. and Crawford, G.W. (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 Peer, D. (1981) Methods for estimating secondary production in marine Amphipoda. *Can. J. Fish. Sci.*, 38: 1019-1026.
- 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). pp. 23-36, 東京大學出版會.
- 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ジー(栗原 康 編著). pp. 85-98, 東海大學出版會.
- 山本護太郎 (1977) 海洋生態學. 東京大學校, 213 pp. 東京大學校
- 강용주, 김종관 (1983) 한국연안 천해생물군집의 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. *부산수대 해년보* 14: 23-36.
- 김백관, 고태승, 송홍인, 이생동, 김숙양 (1985) 개량조개의 산란과 성장에 관한 연구. *수진연구보고*, 34: 157-164.
- 농림수산부 (1977-1991) 농림수산부 통계연보.
- 류동기 (1991) 군산연안에 서식하는 바지락의 성장. *군산수연보* 25: 25-31.
- 류동기, 김용호 (1995) 군산연안 동족의 먹이생물에 관한 연구. *한국양식학회지*, 8(2): 99-115.
- 류동기, 김용호 (1997) 군산연안 동족 개체군의 동태에 관한 연구 I. 성장. *한국패류학회지*, 13(2): 185-192.
- 류동기, 정상철 (1995) 군산연안 동족, *Macra veneriformis*의 침강과 가입. *한수지* 28(5): 667-676.
- 신현출, 고철환 (1995) 서해 송도 갯벌에서의 동족 (*Macra veneriformis*: Bivalvia)의 성장과 생산. *한국해양학회지*, 30(5): 403-412.
- 이정열 (1992) 동족의 호흡율, 여수율 및 질소배설에 미치는 부니의 영향. *한수지*, 27(1): 59-68.
- 최영민 (1987) 삼천포 신수도 연안에 서식하는 바지락, *Tapes philippinarum*의 이차생산에 관하여. *부산수대 대학원 석사학위 논문*. 45 pp.
- 홍재상, 박홍식 (1994a) 인천연안 간석지산 주요 저서생물의 성장과 생물생산. 1. 척전지역 간석지에 서식하는 맛조개, *Solen (Solen) stritus*의 성장. *한수지* 27(5): 549-559.
- 홍재상, 박홍식 (1994b) 인천연안 간석지산 주요 저서생물의 성장과 생물생산. 2. 척전지역 간석지에 서식하는 맛조개, *Solen (Solen) stritus*의 생물생산. *한수지* 27(5): 560-571.

Received July 19, 1997

Accepted October 8, 1997