한국패류학회지: 제 13 권 2 호
Korean J. Malacol.
Vol. 13 (2) : 185 - 192, 1997

군산연안 동죽 개체군의 동태에 관한 연구 I . 성장

류 동 기 · 김 용 호

군산대학교 양식학과

= Abstract =

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

Dong-Ki Ryou and Young-Ho Kim

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

Growth of *Mactra veneriformis* was investigated during the period from March 1990 to February 1991 in the coast of Kunsan.

The water temperatures of the study place ranged from 26.3℃ to 2.8℃. The bottom soil temperature of the study site ranged from 36.2℃ to 0.7℃.

Based on the monthly variation of marginal growth rate (MGR') of the shell, it was suggested that ring formation occurred in March to April once a year and takes approximately 9 months (0.75 old ages) for first ring to be formed in the shell.

The relationship between the shell length (SL) and the total weight (TW) was represented by the following equation;

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

and also the relationship between the shell length (SL) and the shell height (SH) and the shell width (SW) were represented by the following equations

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

$$SW = 0.599\ SL - 0.203 \quad (r^2=0.98;\ <22mm),$$

$$SW = 0.724\ SL - 2.796 \quad (r^2=0.91;\ 22\ mm \leq)$$

Growth curves for shell length and total weight fitted to von Bertalanffy's equation were expressed as;

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

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

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

서 론

우리나라의 서해안은 넓은 간석지가 발달하고, 수심이 비교적 얕으며, 조석간만의 차가 매우 큰 지역이므로 생물상이 매우 다양하다. 또한, 넓은 간석지는 자정작용과 함께 저서생물이 서식할 수 있는 좋은 환경 조건을 제공하므로, 이 지역은 천혜의 패류 서식지로서 예로부터 많은 패류를 채취하여 왔다.

군산연안은 바지락, 키조개, 개량조개, 동죽, 백합, 맛조개 등이 많이 서식하고 있으며, 특히, 동죽은 가장 흔하게 볼 수 있는 우점종이다. 그러나, 최근 들어 군장산업기지의 건설과 새만 금 방조제 공사로 인하여 전라북도 연안의 지형변화와 함께 넓은 간석지가 사라지고 있으며, 특히, 이 해역의 간석지에 서식하는 저서생물에게는 치명적인 결과를 초래할 것으로 예상된다.

동죽, *Mantra veneriformis* Reeve은 개량조개과(Mactridae)에 속하는 종으로 한국 서해안(김과 이, 1979)과 일본의 本州以南(大島 등, 1965; 吉良, 1964)에 분포하며, 특히, 인천연안과 군산연안에 대량으로 서식하고 있다. 동죽은 간석지의 사니질, 특히 사질이 50% 이상인 지역에 서식하며 환경이 적절하면 대량 발생한다(大島 등, 1965; 유, 1979). 과거에는 기호도가 높지 않았으나, 최근들어 식용과 양식생물의 사료, 조미원료 등으로 널리 이용되고 있다.

동죽에 관한 연구로는 방란·방정현상(岩田, 1948), 먹이(유, 1960), 일반생태(최, 1969)가 있 으며, 최근들어 성 성숙(정 등, 1988)과 생리(이, 1992), 침강과 가입(류와 정, 1995), 먹이생물(류와 김, 1995), 성장과 생산(신과 고, 1995)등에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다.

수산자원의 연령조성은 자원연구의 가장 기본적이고 중요한 요소로서 일반적으로 연령형질에 의하여 연령조성을 파악하고 성장을 추정하고 있다. 연령형질은 어류에서는 비늘, 이석, 추체등이 사용되지만 패류에서는 주로 패각이 이용되고 있다.

본 연구는 사라져 가는 서해안의 간석지 저서생물의 특성을 파악하여 해저지형의 변화와 함께 일어나는 생태계의 변동을 예측하고 수산자원을 보호 육성하여 효율적인 자원관리 및 생태계의 변화를 최소화하는데 필요한 자료를 얻기 위하여 시작되었으며, 패각을 이용하여 서해안 동죽의 성장상황을 파악하여 자원생태학적인 기초자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

본 연구에 사용된 표본은 1990년 3월부터 1991년 2월(12개월)에 걸쳐 전라북도 군산시 내초도동 지선(Fig. 1)에서 매월 1회 채집하였고, 치패는 망목 2.5 ㎜의 체(sieve)로 채집하였다(Table 1). 조사지역은 원래 바지락 양식장이었으나, 사질이 우세하여 자연산 동죽이 대다수를 차지하는 지역으로 면적은 약 2 ha(200×100 m)였으며, 주위에는 그물로 조위망을 쳤고, 조사기간 동안에는 어민들의 출입을 철저히 통제하였다.

채집된 표본은 즉시 실험실로 옮겨 Vernier-caliper

Table 1. Sampling date and number of specimens of *Mactra veneriformis*

Sampling date	No. of specimens
March 27, 1990	156
April 26, 1990	132
May 29, 1990	219
June 30, 1990	156
July 30, 1990	168
August 25, 1990	189
September 22, 1990	120
October 30, 1990	211
November 30, 1990	149
December 24, 1990	224
January 30, 1991	166
February 27, 1991	189
Total	2,079

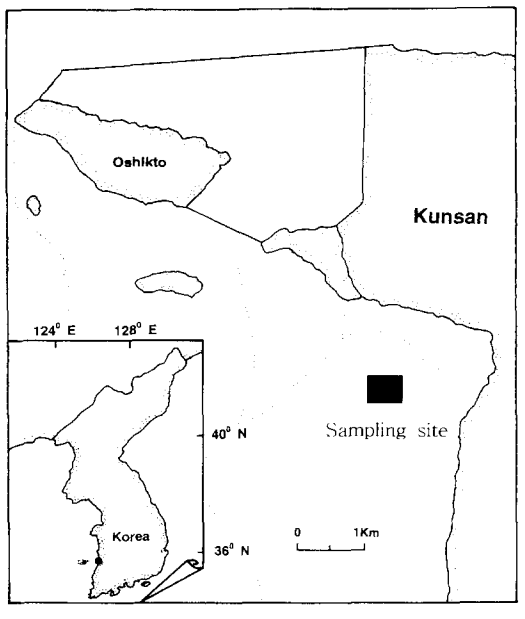

Fig. 1. Location of the studied area showing sampling sites. Dotted line are low-tide levels.

로 각장(shell length), 각고(shell height), 각폭(shell width)을 0.1 mm 까지, 전중량(total weight)은 습중량을 전자저울로 0.01 g까지 측정 하였다. 수온은 국립수산진흥원 군산수산연구소의 실측자료(1989 - 1993)를 이용하였으며, 간석지 온도는 저조시에 오전 11시를 기준으로 동죽이 서식하는 깊이(5 - 10 cm)에서 봉상온도계로 측정하였다.

연구지의 개황

본 연구지역은 북위 35°56′, 동경 126°36′에 위치한 전라북도 군산시 내초도 지선 해안으로, 북으로는 금강이 인접하여 주변 생태계에 큰 영향을 주고 있다. 조사지역의 저질입도 조성은 0.064 - 0.25 mm의 미사가 69 - 98%로서 모래질이 우세하며, 저질 COD는 0 - 1.27 mg/g건니로서 비교적 양호한 상태이며, 저질 pH는 7.2 - 9.1, 총유기물 함량은 0.84 - 8.11%로서 전반적으로 비교적 저질은 양호한 지역이다(이와 류, 1995). 그러나, 북으로는 비응도와 내초도를 중심으로 한 대단위 군장국가 공단 건설과 남으로는 새만금 방조제 공사로 인한 지형변화와 생태계의 변화가 예상되는 지역이다.

윤경의 측정 기준은 각 윤문의 전연과 후연간의 최대직선 거리로 하였으며, 최외측의 길이를 R(각장), 제1윤문의 길이를 제1윤경(r_1), 제2윤문의 길이를 제2윤경(r_2)... 으로 계측하였다.

패각의 불투명대와 투명대로 이행하는 경계에 나타나는 윤문이 연령형질로서 적합한가를 알기 위하여 각장과 윤장간의 대응성과 윤문형성시기 및 주기성을 검토 하였다.

윤문 형성 시기는 패각 연변부 성장 상황을 연변부성장지수(Marginal growth rate;

$MGR' = (R - r_n) / (\overline{r_{n+1}} - \overline{r_n})$, R: 각장, r_n: 최외측 윤장의 길이; $\overline{r_{n+1}}$: n+1윤을 가지는 개체들의 r_{n+1} 윤경의 평균치; $\overline{r_n}$: n윤을 가지는 개체들의 r_n윤경의 평균치)로 계산하여 월별변화를 추적하여 추정하였다.

각장과 체중은 포물선식 각장과 각고, 각장과 각폭간의 관계는 직선식을 적용하여 분석하였다.

그리고 각 윤문형성시의 각장과 체중을 알기 위하여 윤장을 평균하여 윤문형성시의 각장을 구하고 윤문형성시의 중량을 추정하였다. 이 계산치들을 사용하여 von Bertalanffy 성장식을 구하였다.

초륜 형성까지의 경과시간을 알기 위하여 필요한, 산란기는 치패의 가입시기와 정 등(1988)과 류와 정(1995)의 결과를 비교하여 추정하였다.

결 과

1. 간석지 온도와 수온

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). 특히, 1990년 3월부터 1991년 2월까지의 간석지 온도는 0.7 - 36.2℃로 나타났으며, 1월에 가장 낮았고 8월에 가장 높았다. 또한, 이 기간동안 썰물때 간석지 하부에서 측정한 수온은 2.3 - 33.9℃로 나타나 만조시의 수온과 큰 차이를 보여주고 있다.

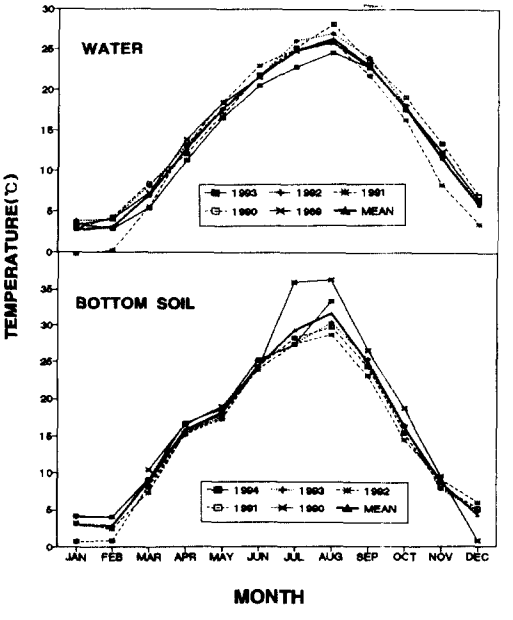

Fig. 2. Monthly and annual variation in temperature of sea water and bottom soil at the studied area.

상대성장식

전개체군의 상대성장은 각장(SL)과 전중량(TW), 각장(SL)과 각고(SH), 각장(SL)과 각폭(SW)간의 상대성장은 Fig. 3-4와 같고, 이들 관계식은 다음과 같다. 특히, 각장과 각고, 각장과 전중량간에는 변곡점이 없으나, 각장과 각폭간에는 각장 22 mm의 변곡점($F_{(1,213)}$= 19.27)을 기준으로 대소 각각의 상대성장식을 유도하였다.

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

SW = 0.599 SL - 0.203 (r^2=0.98; 각장 22 ㎜ 미만),

SW = 0.724 SL - 2.796 (r^2=0.91; 각장 22 ㎜ 이상)

$TW = 1.090 \times 10^{-4} SL^{3.2708}$ (r^2=0.99).

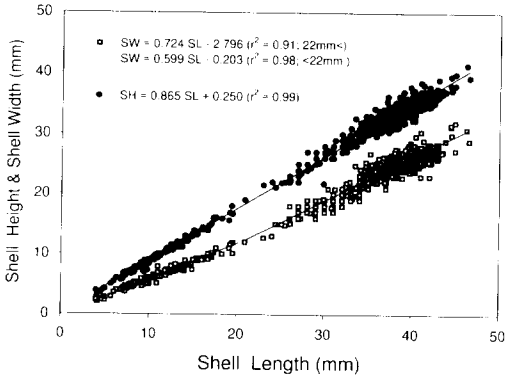

Fig. 3. Relationship between shell length (SL, ㎜) and total weight (TW, g) of *Mactra veneriformis.*

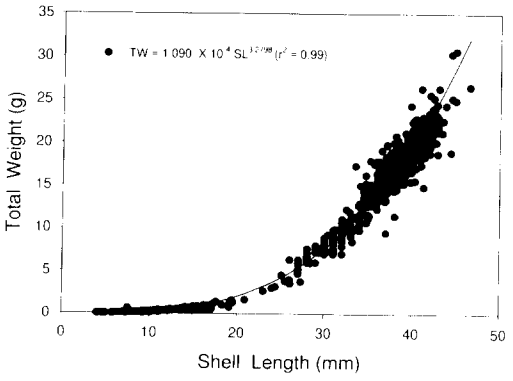

Fig. 4. Relationship between the ratio of shell length (SL, ㎜) for shell width(SW, ㎜) and shell length (SH, ㎜) of *Mactra veneriformis.*

2. 연급군의 분리 및 윤문형성의 대응성

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. 5). 따라서 동죽의 패각은 연령형질로서 적합하며, 윤문의 수가 상이하면 서로 다른 연급군으로 하였다.

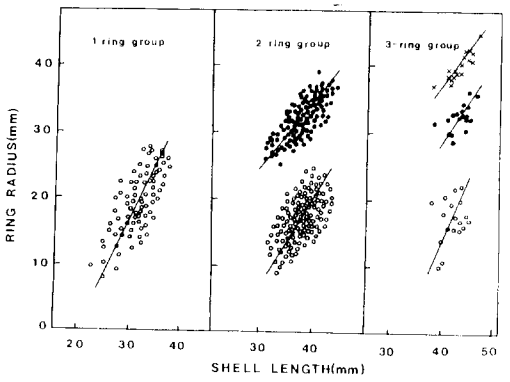

Fig. 5. Relationship between shell length and ring radii of *Mactra veneriformis.*

3. 윤문 형성시기

연령형질로서 확인된 윤문이 반드시 연륜을 나타내는 것은 아니므로, 윤문이 연간 몇번 형성되는가를 알아야 한다. 윤문형성의 시기와 주기성을 알기 위하여 패각 연변부의 성장상황을 매월 조사하였다(Fig. 6). 연변부성장지수(MGR')는 1 - 2월에 가장 높은 값을 보이다가 3월에는 대부분 0.4 이하의 값을 보이고 4월부터 점차 증가하며 5월에는 0.8 이상의 값을 보이는 개체는 없다. 그후 패각의 연변부성장지수는 계속적으로 증가하며, 7월에 0.4 이하의 값을 보이는 개체가 다수 나타나는데 이는 새로 가입하는 0세의 개체들이다. 그러므로 동죽의 패각에 나타나는 윤문은 3 - 4월에 형성됨을 알 수 있다. 또한 7월에 처음 가입한 연급군도 다음해 3 - 4월에 윤문이 형성되었다. 따라서 동죽의 패각에 나타나는 윤문은 1년에 1회 형성되며, 이 윤문의 수가 연령과 일치함을 알 수 있다. 본 조사 결과에서는 6개의 연급군이 나타났다.

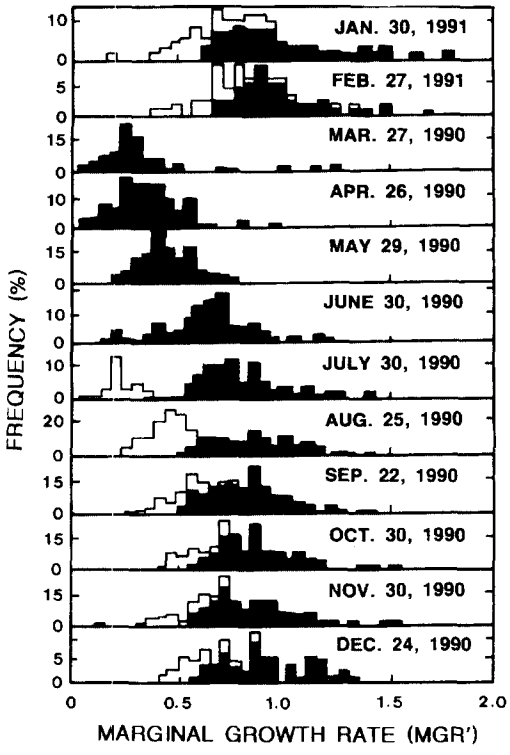

Fig. 6. Monthly variation of the marginal growth rate in the shell of *Mactra veneriformis*
□ : 0 ring group, ■ : 1~6 ring group.

4. 산란기

Fig. 6에 의하면 처음 가입하는 시기가 7월이었고, 류와 정(1995)은 부유유생의 출현시기가 6 - 7월에 집중된다고 보고하였으며, 정 등(1988)은 생식소를 조사하여 동죽의 산란기가 7 - 8월이라고 보고하였다. 그러므로 산란기가 빠른 개체는 6월초부터 산란하기 시작하는 것으로 보여지므로, 본 조사에서도 주산란기를 5 - 7월로 간주하였다.

5. 연륜별 평균 윤경

패각의 불투명대에서 투명대로 이행하는 경계가 연1회 형성되는 주기성의 윤문임을 확인하고, 이 윤문을 연륜으로 간주하면, 패각의 각 윤장은 해당 윤문이 형성되었을 당시의 각장에 해당된다. 따라서 윤문군별로 윤경을 평균각장으로 하여, 전중량과 각장과의 관계식에 평균각장을 대입하여 윤문형성시의 전중량을 역계산 추정하였다(Table 2).

또한, 1990년의 산란기가 6 - 7월이고 윤문형성시기가 3 - 4월이므로 초륜형성까지 걸리는 기간은 약 9개월(0.75년)로 추정되었다.

각 연륜군의 윤경을 살펴보면 제1윤은 18.1 ㎜, 제2윤은 32.3 ㎜, 제3윤은 39.7 ㎜, 제4윤은 43.9 ㎜, 제5윤은 47.2 ㎜, 제6윤은 49.5 ㎜로 나타났다. 평균 윤경을 각장-전중량의 관계식에 대입하여 산정한 윤문형성시

Table 2. Estimated mean to weight at the time of each ring formation based on the relationship between shell and total weight of *M. veneriformis*

Item	Ring group	Sample size	Ring radius						
			R	r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6
Shell length (㎜)	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		7.79	2.05					
	2		15.43	1.28	10.32				
	3		23.70	1.35	9.91	19.91			
	4		29.88	1.30	9.04	19.26	27.37		
	5		38.36	1.09	10.01	18.64	26.17	34.88	
	6		41.25	1.79	9.42	18.48	26.17	32.54	39.39
	Mean			1.45	9.71	19.10	26.57	33.70	39.39

의 각 윤별 평균 전중량은 제1윤이 1.45 g, 제2윤이 9.71 g, 제3윤이 19.10 g, 제4윤이 26.57 g, 제5윤이 33.70 g 및 제6윤이 39.39 g으로 나타났다.

2. 성장식

패각에 나타난 각 윤문군별 평균윤경을 연령군별 평균 연령으로 환산하여 추정한 각장의 크기는 $L_{0.75}$ = 18.1 ㎜, $L_{1.75}$ = 32.3 ㎜, $L_{2.75}$ = 32.3 ㎜, $L_{3.75}$ = 39.7 ㎜, $L_{4.75}$ = 43.98 ㎜, $L_{5.75}$ = 49.5 ㎜이다. 이를 이용하여 Wolford(1946)의 정차도를 그려보면 Fig. 7과 같이 연속하는 두 연령군 사이에는 $L_{t+1} = 0.5858\ L_t + 21.2895$의 직선적인 회귀관계를 보여주고 있다. 이 식을 이용하여 산정한 성장계수 k=0.5347과 극한각장 L_∞ =51.399 ㎜, t_o=-0.064를 von Bertalnffy 성장식에 적용하면 다음과 같은 식으로 나타난다.

$$L_t = 51.399\ (1 - e^{-0.5858(t+0.064)})\ \text{(Fig. 8).}$$

또한, 극한 각장을 전중량으로 환산하면 극한체중은 W_∞=44.467 g으로 체중에 대한 성장식은 다음과 같다.

$$W_t = 44.467\ (1 - e^{-0.5858(t+0.064)})^3\ \text{(Fig. 9).}$$

고 찰

본 조사에서는 동죽의 윤문형성시기를 3 - 4월로 추정한 반면, 바지락은 Williams(1980)이 10월, 최(1987)는 남해안 삼천포에서 2월, 류(1991)는 군산 연안에서 3월로 추정하였고, 강과 김(1983)은 동해안산 북방대합의 윤문형성시기가 8 - 9월로 보고 하였고, 김 등(1985)은 군산 연안의 개량조개는 6 - 7월이라고 보고하였다. 또한, 홍과 박(1994a, b)은 인천 연안의 맛조개의 윤문 형성이 5월이라고 보고하였다. 이로 보아 윤문형성시기는 종과 서식지에 따라 차이가 있는 것으로 추정된다.

각장과 각폭간의 관계는 각장 22 mm에서 변곡점이 있어 작은 개체들과 큰 개체들간에 상대성장식의 차이가 나타났다. 이는 초기에는 패각을 우선적으로 성장

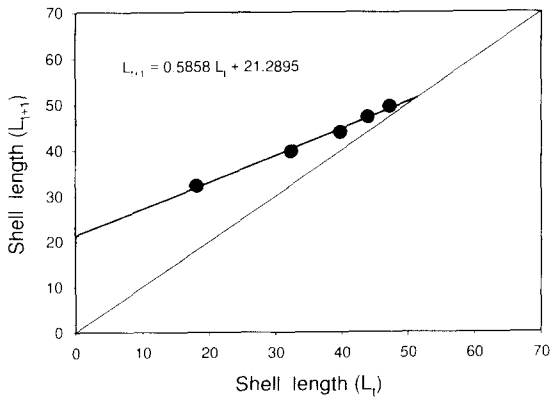

Fig. 7. Wolford's graph of the shell growth of *Mactra veneriformis.*

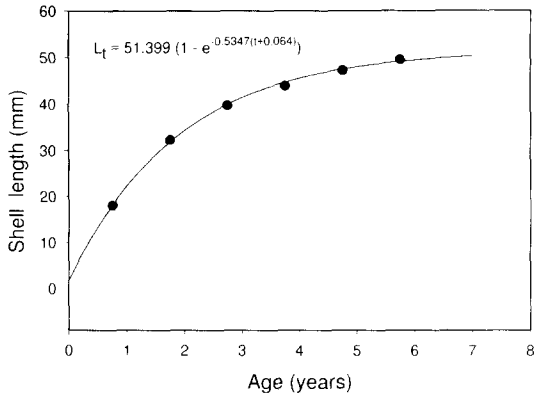

Fig. 8. Estimated von Bertalanffy growth curve in shell length of *Mactra veneriformis.*

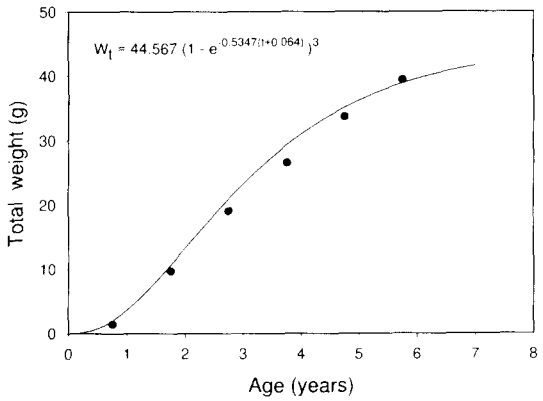

Fig. 9. Estimated von Bertalanffy growth curve in total weight of *Mactra veneriformis.*

시키고, 어느 정도 성장한 후에 육중량이 급격히 증가하기 때문으로 보인다. 즉, 각장 22 mm까지는 중량보다 패각의 성장을 우선시하기 때문에 기물기값이 낮고, 이후 육중량이 각장의 성장과 함께 빠른 성장을 보여 기물기 값이 높게 나타났다.

치패의 초기가입으로 산란기를 추정하면, 가입년령은 최초의 가입시기가 7월이며 이때의 평균 각장이 0.75 mm이다. 大島 등(1965)에 의하면 부화 후 1일만에 D상 부유 자패로 되며 약 3주만에 300 ㎛으로 자라며, 0.227 mm에서 저서생활을 하므로(吉田, 1964) 빠른 개체는 5월에 늦은 개체는 9월에 산란하며 주산란기는 5 - 7월로 추정된다. 일본의 보고에서(大島 등, 1965; 吉田, 1964)는 산란기가 봄(4 - 7월), 가을(9 - 10월)로 연 2회 산란한다고 하였다. 그러나, 정 등(1988)이 생식소를 조사한 결과(6월 - 9월)와 류(1995)의 부유유생과 치패 조사 결과(5 - 6월)와 본 조사에서의 치패 가입으로 추정하면 연 1회(5 - 9월) 형성되는 것으로 판단된다. 또한 성장에 있어서도 大島 등(1965)은 만1년에 각장 34 mm, 1년 9개월에 42 mm로 자란다고 하여, 본 조사에서의 23.84 mm, 36.06 mm와 크게 차이가 났다. 또한, 류(1995)는 동일 연급군을 치패 때부터 매월 연속적으로 추적하여 만1세에 약 28 mm로 성장한다고 보고하였다. 이러한 차이는 지역별 성장이 다를 수 있으며, 같은 지역이더라도 수온에 따라 연도별로 산란기가 조금씩 차이가 나기 때문으로 추정된다. 연령별 성장율은 0 - 1세에서는 대단히 높았으나, 고연령으로 갈수록 급격히 감소하였다. 극한각장은 신과 고(1995)는 인천 송도에서 50 - 53.1 mm라고 보고하여 본 조사와 비슷한 값을 보였으나, 성장계수 k는 0.31 - 0.37로 본 조사의 0.5858보다 매우 낮은 값을 보였다.

본 조사에서 측정한 간석지의 온도가 지열에 의해 8월 한때 40℃ 까지 올라가며, 이 때는 간석지에서 동죽의 사패를 많이 볼 수 있었다. 그러므로 동죽의 사망과 성장은 연령과 수온 및 간석지의 온도에 크게 좌우됨을 알 수 있다.

요 약

1990년 3월부터 1991년 2월까지 전라북도 군산시 내초도 연안에 서식하는 동죽의 성장을 조사하였다.

1. 조사해역의 연간 수온분포는 2.0 - 26.3℃이고, 간석지 온도는 0.7 - 36.2℃ 이었다.
2. 동죽의 패각에 나타나는 윤문은 연1회 형성되며 윤문 형성시기는 3 - 4월로 조사되었다.
3. 초륜 형성기간은 9개월(0.75년)로 나타났다.
4. 각장(SL: mm)과 체중(TW: g)간의 관계는 $TW = 1.090 \times 10^{-4} SL^{3.2788}$ (r^2=0.99)이었으며, 각장과 각고(SH:*mm*)간의 관계는 $SH = 0.865\ SL + 0.250$ (r^2=0.99)이고, 각장과 각폭(SW: mm)간의 관계는 $SW = 0.599\ SL - 0.203$ (r^2=0.98; 각장 22 mm 미만), $SW = 0.724\ SL - 2.796$ (r^2=0.91; 각장 22 mm 이상)였다.
5. 연령(t)에 대한 각장(SL_t)의 Bertalanffy 성장식은

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

이고,

연령(t)에 대한 체중(TW_t)의 Bertalanffy 성장식은

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

로 나타났다.

참 고 문 헌

Nosho, T., and Chew, K.K. (1972) The setting and growth of the Manila clam, *Veneriformis japonica* (Deshayes), in Hood Canal, Washington. *Proc. Natl. Shellfish Assoc.*, **62**: 50-58.

Ohba, S. (1956) Effect of population density on mortality and growth in an experimental culture of a bivalve, *Veneriformis semidecussata*. *Biol. J. Okayama Univ.* **2**: 169-173.

Rodde, K.M., Sundeklin, J.B. and Roels, O.A. (1976) Experimental cultivation of *Tapes japonica* (Deshayes) (Bivalves) in an artificial upwelling culture system. *Aquaculture*, **9**: 203-215.

Tanaka, Y. (1954). Spawning season of important bivalves in Arike Bay-III *Veneriformis semidecussata* (Reeve). *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, **19**: 1165-1167. [In Japanese with English Summary]

Walford, L.A. (1946) A new graphic method of describing the growth of animals. *Biol. Bull. Marine Biological Laboratory. Woods Hole*, **90**: 141-147.

Williams, J.G. (1980) Growth and survival in newly settled spat of the manils clam, *Tapes japonica*. *Fish. Bull.*, **77**(4): 819-900.

Yamamoto, K. and Iwata, F. (1956) Studies on the bivalve, *Venerupis japonica*, in Akkeshi Lake. II.

Growth rate and biological minimum size. *Bull. Hokkaido Reg. Fish Res. Lab.*, **14**: 57-62. [In Japanese with English Summary]

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

김백균, 고태승, 송홍인, 이생동, 김숙양 (1985) 개량조개의 산란과 성장에 관한 연구, 수진연구보고, **34**: 157-164.

김완수 (1986) 가로림만 바지락(*Tapes philippinarum*)의 成長, 死亡 및 生産. 忠南大學校 碩士學位 請求論文, 44 p.

김형균, 이원옥 (1979) 수산자원명집. 수산경제사. 376 p.

류동기 (1991). 군산연안에 서식하는 바지락의 성장. 군산수연보 **25**: 25-31.

류동기, 정상철 (1995) 군산연안 동죽, *Mactra veneriformis*의 침강과 가입. 한수지 **28**(5): 667-676.

류동기, 김용호 (1995) 군산연안 동죽의 먹이생물에 관한 연구. 한국양식학회지. **8**(2): 99-115.

박홍식 (1991) 仁川沿岸 潮干帶 底棲生物의 生態學的 硏究. 科學技術院 碩士學位 請求 論文, 124 p.

신현출, 고철환 (1995) 서해 송도 갯벌에서의 동죽 (*Mactra veneriformis*: Bivalvia)의 성장과 생산. 한국해양학회지, **30**(5): 403-412.

유종생 (1979) 한국패류도감. 일지사. 196p.

유성규 (1960) 용호만산 이매패의 식이에 관한 연구 제1보 불통(*Mactra veneriformis*). 부산수대 연구보고 **3**(1,2): 43-52.

柳晟奎 (1979) 淺海養殖. 새로출판사, p .281-291.

柳晟奎, 鄭有晶, 柳浩英 (1978) 연안산 중요조개류의 증식에 관한 생물학적 연구 6. 바지락의 산지별 특성. 釜山水大硏報 **18**(1,2): 89-94.

이정열 (1992) 동죽의 호흡율, 여수율 및 질소배설에 미치는 부니의 영향. 한수지, **27**(1): 59-68.

이정열, 류동기 (1995) 서해연안의 양식장 환경조사. 5. 군산연안 양식장의 저질환경. 한국양식학회지. **8**(2): 85-98.

정의영, 김성연, 이택열 (1988) 동죽, *Mectra veneriformis* Reeve의 성성숙에 관한 연구. 한국패류학회지 **4**(1): 30-41.

최기철 (1969) 유용패류증산을 위한 간석지생태계의 구조에 관한 연구. 한국육수학회지 **2**(3-4): 1-21.

崔 相 (1965) 바지락 貝殼의 形態變異와 바지락의 長型, 短型의 形態的 特性에 關하여. 韓國動物學會誌 **8**(1): 1-7.

최영민 (1987) 삼천포 신수도 연안에 서식하는 바지락, *Tapes philippinarum*의 이차생산에 관하여. 부산수대 대학원 석사학위 논문. 45 p.

황경열, 황경태 (1981) 韓國 東海産 민들조개의 年齡과 成長. 水振硏究報告, **27**: 111-117.

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.

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.

吉良哲明 (1964). 原色日本貝類圖鑑. 保育社.

吉田 裕 (1935) アサリの成熟 Veliger 及び底棲初期の稚貝就いて. ウイナス, 5(5): 264-273.

吉田 裕 (1964) 貝類種苗學. 北隆館, 166p.

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.

池末 彌 (1957) アサリの生態的硏究(II). 沈着稚貝と 初期成長. 日水誌 **22**(12): 736-741.

Received July 19, 1997
Accepted October 8, 1997