

곰소만에 서식하는 바지락의 성장

박종수[†] · 김선용
([†] 군산대학교 · 동경대학)

Growth status of *Ruditapes philippinarum* in Komso Bay

Jong-Soo PARK[†] · Sun-Yong KIM

[†] Kunsan National University · Tokyo University

Abstract

Growth status of the Littleneck clam *Ruditapes philippinarum* (Adams et Reeve) in Komso Bay was investigated by 600 individuals from February 2003 to January 2004.

Based on the monthly variation of marginal growth rate of the shellfish, it was suggested that ring formation occurs between January and March once a year and takes approximately 19 months (1.58 old ages) to form a complete ring.

The relationship between the shell height(SH) and the total weight(TW) could be represented by the following equation $TW=2.8 \times 10^{-3}SH^{2.3648}$. And the relationship between the shell height(SH) and shell length(SL) as well as the shell width(SW) were represented by equations $SL=1.0027SH+5.812$ and $SW=0.5121H+1.2849$ respectively.

Growth curves for shell height and total weight fitted to the Bertalanffy's equation were expressed as $SH_t=42.83(1-e^{-0.4595(t-0.59)})$ and $TW_t=20.17(1-e^{-0.4595(t-0.59)})^{2.3648}$.

Key words : *Growth ruditapes philippinarum*

I. 서론

바지락은 한국, 중국, 미국 그리고 스페인 등 여러 나라의 연안에 분포하는데, 특히 우리나라에서는 간석지가 잘 발달된 조간대와 일부 조하대의 사니질에 서식하고 있다(Yoo, 1976).

우리나라에서 바지락은 산업상 중요한 자원생물이다. 그런데 최근 한국 서해안은 대단위 간척사업등 각종 개발로인해 서식지가 날로 축소되어 생산량이 점차 감소되고 있는 실정이다(해양수산부 어업생산 통계, 2004). 따라서 본 종은 앞으로 도 지속적으로 우리국민의 단백질 공급을 위한

수산자원으로서 관리가 필요한 패류로 인식되어 있다.

바지락에 관한 국내 연구로는 산지별 특성(유 등, 1978), 성장(류, 1991), 성장과 생산율(Williams, 1980), 초기성장(허, 1994) 등이 있으나, 곰소만 바지락의 성장에 관한 연구는 다소 미흡한 실정이다.

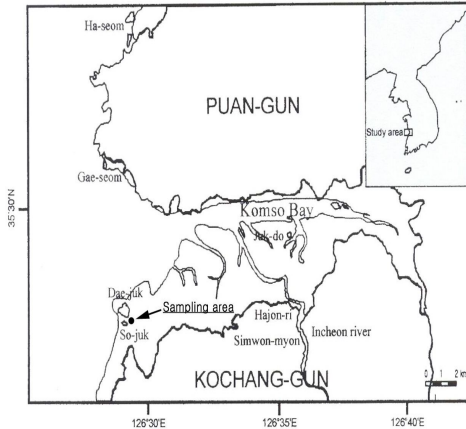
본 연구는 우리나라 서해안에 위치한 곰소만 천해어장에 서식하고 있는 바지락의 성장을 파악하여 어업자원 관리를 위한 생태학적인 기초 자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

[†] Corresponding author : 063-469-1811, jspark@kunsan.ac.kr

* 이 연구는 군산대학교 수산과학연구소 학술연구비 지원에 의해 수행되었음.

II. 재료 및 방법

표본은 2003년 2월부터 2004년 1월(12개월)에 걸쳐 전북 고창군 심원면 곰소만 대죽도 부근 (Fig. 1.) 조간대의 어장에서 매월 1회 200 개체씩 총 2500개체를 채집하였다.



[Fig. 1] Map showing the area examined in this study

채집된 바지락은 모두 실험실로 옮긴 후, 각장 (Shell length), 각고 (Shell height), 각폭 (Shell width)을 전자 버니어캘리퍼스(CD-15CP, JAPAN)로 0.01mm 까지 측정하고 전중량 (Total weight)은 전자저울(XB 4200 C, SWISS)로 0.01g까지 측정하였다. 그 중에서 윤문이 뚜렷한 매월 50개체씩 총 600 개체는 연령사정에 사용하였다 (Table 1).

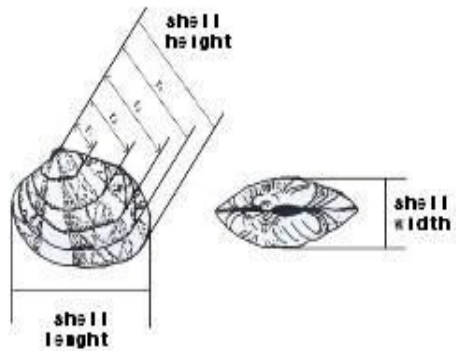
바지락의 각고와 각장 및 각고와 각폭 (Fig. 2)에 대한 상대성장식은 직선식을 사용하였으며, 각고와 전중량간의 상대성장식은 포물선식을 사용하였다.

연령사정을 하기 위하여 바지락의 패각을 연령형질로 사용하였는데, 패각은 육질부를 완전히 제거한 후, 불투명대와 투명대의 경계를 윤문으로 간주하였다. 연령사정을 보다 정확하게 하기 위해서 좌우 패각 중 윤문이 뚜렷하게 형성된 쪽을 선택하여 패각의 각정에서부터 각 윤문의 후연까지

지의 최대직선거리를 측정하여 이를 윤경으로 하였다.

<Table 1> Number of *Ruditapes philippinarum* specimens sampled for age determination

Month	Individuals	Range of shell length (mm)
Feb.	50	26 ~ 41
Mar.	50	26 ~ 44
Apr.	50	29 ~ 43
May.	50	26 ~ 42
Jun.	50	25 ~ 39
Jul.	50	29 ~ 47
Aug.	50	22 ~ 42
Sep.	50	31 ~ 46
Oct.	50	29 ~ 46
Nov.	50	23 ~ 46
Dec.	50	25 ~ 40
Jan.	50	27 ~ 43
Total	600	mean 22 ~ 47



[Fig. 2] Diagram showing shell length, shell height, shell width and ring radius of the shell used for age determination of *Ruditapes philippinarum*

패각의 윤문이 연령형질로서 적합한가를 판단하기 위해 각고와 윤경간의 관계를 검토하였으며, 윤문의 형성시기 및 형성 횟수를 추정하기 위해 연역지수 (Marginal index: MI)의 월별변화를 조사하였다. 연역지수는 (1)식과 같다.

$$MI = \frac{R - r_n}{r_n - r_{n-1}} \quad (1)$$

여기서, R은 각고, m은 패각의 각정에서 n번째 윤경까지의 거리이다.

바지락의 성장은 von Bertalanffy 성장식을 이용하여 추정하였다. 성장식에 필요한 각고는 각 연령에 대한 평균각고를 이용하였고, 윤문형성시의 체중은 윤장을 평균하여 추정하였다.

성장식의 매개변수는 Walford 방법으로 구한 매개변수들을 초기값으로 사용하여 비선형 회귀 방법에 의해서 추정하였다.

von Bertalanffy 성장식은 (2)식과 같다

$$L_t = L_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0)}) \quad (2)$$

여기서, t는 연령, Lt는 연령 t시의 각L_∞고, L_∞는 이론적인 최대각고, k는 성장계수, t₀는 각고가 0일때의 이론적인 연령을 각각 나타낸다.

초륜 형성시까지의 경과시간을 알아보기 위한 산란기는 문(2002)의 자료를 이용하였다.

성장 및 윤문형성시기와 밀접한 관계가 있는 것으로 알려져 있는 수온자료는 전라북도 수산시험연구소의 자료(2004)를 이용하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 상대 성장식

바지락의 각고와 전중량과의 관계는 Fig. 3과 같고, 상관관계식은 (3)식과 같다.

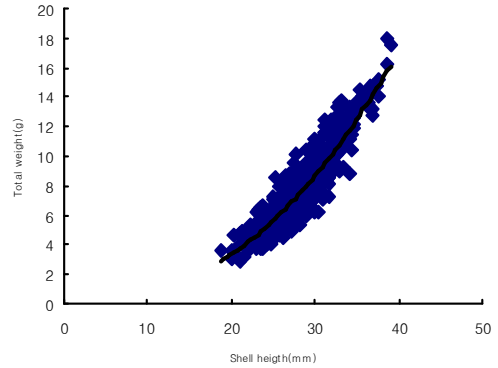
$$Tw = 2.8 \times 10^{-3} SH^{2.3648} (R^2 = 0.8221) \quad (3)$$

각고와 각장과의 관계는 Fig. 4와 같고 상관관계식은 (4)식과 같다.

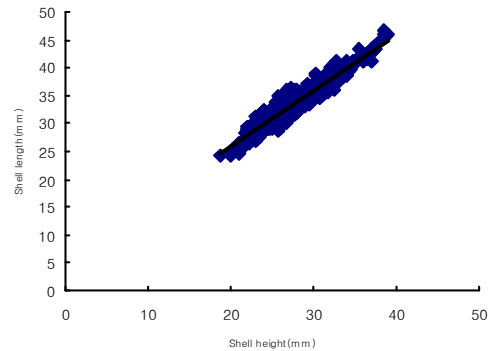
$$SL = 1.0027SH + 5.812 (R^2 = 0.9120) \quad (4)$$

각고와 각폭과의 상관관계는 Fig. 5와 같고 상관관계식은 (5)식과 같다.

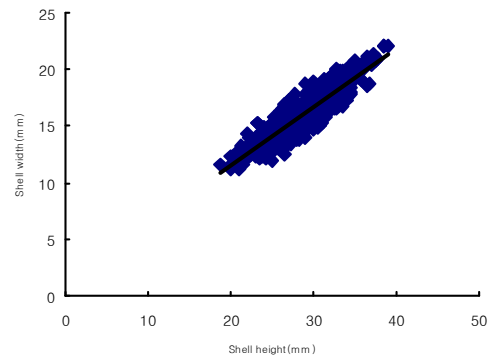
$$SW = 0.5121H + 1.2849 (R^2 = 0.8265) \quad (5)$$



[Fig. 3] Relationship between shell height and total weight of *Ruditapes philippinarum*



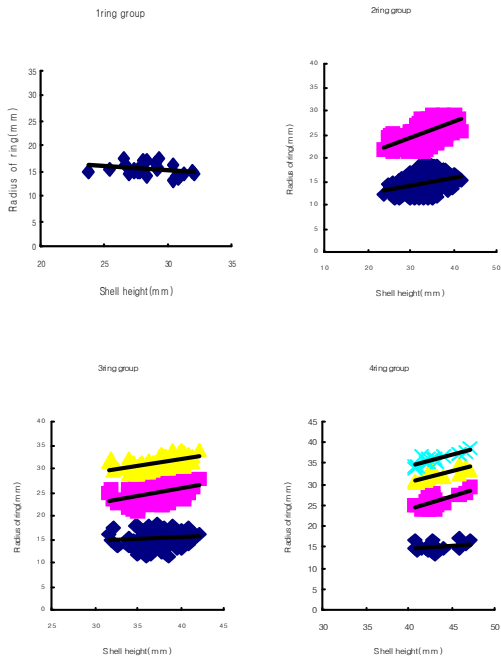
[Fig. 4] Relationship between shell height and shell length of *Ruditapes philippinarum*



[Fig. 5] Relationship between shell height and shell width of *Ruditapes philippinarum*

2. 운문판독의 정확성

패각의 불투명대에서 투명대로 이행하는 경계인 운문이 연령형질로서 적합한지를 판단하기 위하여 각고와 윤경간의 대응성을 검토한 결과, 각 운문에 있어서 윤경의 측정치는 인접한 윤경과 중복됨이 없이 일정한 간격으로 분리되어 직선회귀 관계를 나타냈다. 이는 패각에 형성된 운문이 대응성을 보이는 것이므로 연령형질로서 적합하다고 판단 하였다(Fig. 6).



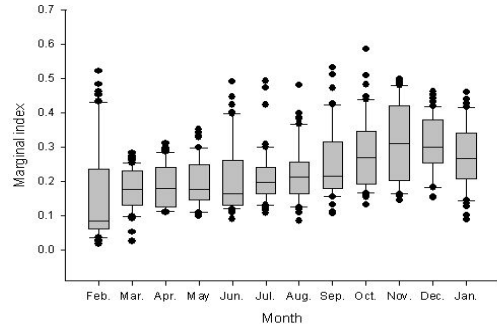
[Fig. 6] Relationship between shell height and ring radius of *Ruditapes philippinaru*

3. 운문형성시기

운문이 연령형질로서 가능하다고 나타났지만, 운문이 반드시 연륜을 나타내는 것은 아니므로, 운문이 형성되는 시기 및 주기성을 파악하기 위해 연역지수의 월별 평균을 조사하였다.

연역지수는 2월부터 점차 증가하여 11월에 가장 높은 값을 나타내고, 11월 이후로 점차 감

소하여 2월에 가장 낮은 값을 보였다. 이러한 결과로 미루어 곰소만의 바지락 운문은 1월과 3월 사이에 형성되며 주 형성 시기는 2월로 추정되며 운문은 연 1회 형성되는 것으로 판단할 수 있다 (Fig. 7).



[Fig. 7] Monthly changes in marginal index on the shell height of *Ruditapes philippinarum*

4. 연륜별 평균윤경

패각의 불투명대에서 투명대로 이행하는 경계가 연 1회 형성되는 주기성의 운문임을 확인하고 이 운문을 연륜으로 간주하여 연령별로 각 연륜의 평균 윤경을 구하였다.

각 운문의 평균 윤경은 r_1 은 15.13mm, r_2 는 25.44mm, r_3 는 31.56mm, r_4 는 35.89mm이었다 (Table 2).

<Table 2> Mean ring radius on the shell of *Ruditapes philippinarum*

	Ring radius(mm)					Number of samples
	R	r_1	r_2	r_3	r_4	
1	23.78	15.37				24
2	27.42	14.87	25.42			469
3	32.29	15.16	25.06	31.25		89
4	36.76	15.09	25.85	31.88	35.89	18
Mean		15.13	25.44	31.56	35.89	600

평균 윤경으로부터 운문형성시의 체중을 계산

하면 r_1 은 1.72g, r_2 는 6.13g, r_3 는 10.06g, r_4 는 13.32g 이다 (Table 3).

<Table 3> Back-calculated total weight at the formation of annual ring on the shell of *Ruditapes philippinarum*

Age	Weight (g)					Number of samples
	R	r_1	r_2	r_3	r_4	
1	5.03	1.68				24
2	7.05	1.66	5.89			469
3	10.39	1.74	5.72	9.62		89
4	14.09	1.72	6.13	10.06	13.32	18
Mean		1.72	6.13	10.06	13.32	600

5. 성장식

곰소만산 바지락의 주 산란기는 7월에서 8월이고 윤문형성시기가 2월이므로 7월에서 8월에 산란하여 성장한 바지락은 그 다음해 1, 2월에 초륜을 형성하지 않고 그 다음해에 형성되는 것으로 보여진다. 즉 초륜 형성시기가 2월인 것을 감안하면 약 19개월(1.58年)로 추정된다.

이를 근거로 윤문형성시의 각고를 계산해 보면 $L_{1.58} = 15.13\text{mm}$, $L_{2.58} = 25.44\text{mm}$, $L_{3.58} = 31.56\text{mm}$, $L_{4.58} = 35.89\text{mm}$ 이고, 체중은 $W^{1.58} = 1.72\text{g}$, $W_{2.58} = 6.13\text{g}$, $W_{3.58} = 10.06\text{g}$, $W_{4.58} = 13.32\text{g}$ 이다.

윤문형성시의 각고를 이용하여 Walford의 정차도에 의한 직선회귀식을 구하면

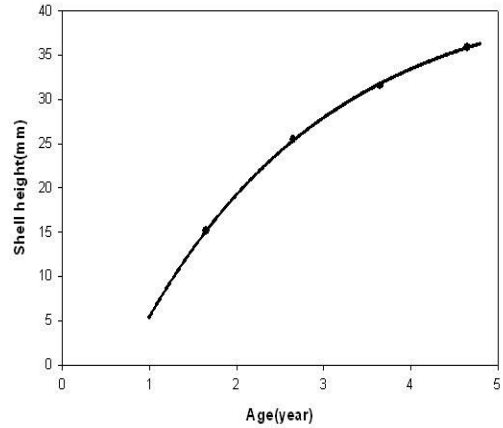
$L_{n+1} = 15.788 + 0.6316L_n$ 이다. 여기서 k , L_∞ , 및 W_∞ 을 구하면 각각 0.4595, 42.83mm, 20.17g 이고 t 는 0.59이다.

이를 von Bertalanffy 成長式에 대입하면,

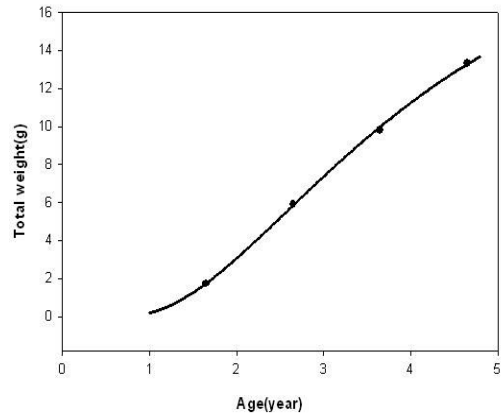
$$SH_t = 42.83(1 - e^{-(0.4595(t - 0.59)}) \quad (6)$$

$$TW_t = 20.17(1 - e^{-0.4620(t - 0.71)})^{2.3648} \quad (7)$$

(Fig. 8~9).



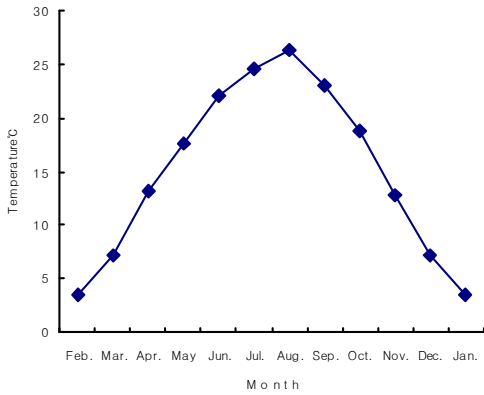
[Fig. 8] Growth curve in shell height by von Bertalanffy's equation for *Ruditapes philippinarum*



[Fig. 9] Growth curve in total weight by von Bertalanffy's equation for *Ruditapes philippinarum*

6. 수온

2003년 2월부터 2004년 1월까지의 수온은 1.2 ~ 28.3°C로 나타났으며, 1월에 가장 낮았고 8월에 가장 높은 것으로 나타났다(Fig. 10).



[Fig.10] Monthly variation of sea water temperature from February 2003 to January 2004 at the sampling site

본 연구에서 패각에 형성된 윤문은 대응성을 보였으며 연령형질로서 이용이 가능한 것으로 나타났다. 패류에서 패각에 나타나는 윤문이 연령형질로서 적합하다는 보고는 다수 있다(Ryu *et al.*, 2001; Jo *et al.*, 2001; Lee and Zhang, 2000; Zhang *et al.*, 1999; Kim and Zhang; Ryu and Kim, 1997; Kim and Ryou, 1991),

온대지역에 서식하는 패류의 윤문형성은 대부분 겨울철의 온도 하강에 의하여 일어나는데, 본 조사에서도 연중 수온이 가장 낮은 1~3월경에 연 1회의 윤문이 형성되는 것으로 조사되었다.

초륜의 형성시기는 최(1987)는 생후 8개월(0.67세), 류(1991)는 생후 20개월(1.67세)로 추정하였으나, 본 조사에서는 19개월(1.58년)로 추정되었다. 초봄에 산란한 개체는 성장기를 한번 거쳐 곧바로 2월에 윤문이 형성되는 개체를 볼 수 있었다.

본 연구에서 패각에 나타나는 윤문으로 연령사정한 결과 연령의 분포는 1세에서 4세까지 나타났다. 이는 윤(1992)의 연구에서 1세에서 6세보다 적게 나타났는데, 이처럼 고연령의 패류가 나타나지 않은 이유는 확실히 밝힐 수는 없었지만 지

역에 따른 성장차이와 서식처의 환경에 기인한 것으로 사료된다.

IV. 요약

2003년 2월부터 2004년 1월까지 잔라북도 고창군 심원면 대죽도 부근에 서식하는 바지락의 성장에 관한 조사결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 바지락의 패각에 나타난 윤문은 연1회 형성되며 윤문형성시기는 1월에서 3월사이로 조사되었다
2. 초륜 형성 시기는 19개월(1.58년)로 나타났다.
3. 각고에 대한 각장, 각폭 및 총중량사이의 상대성장관계식은 각각
 - $SL = 1.0027SH + 5.812$,
 - $SW = 0.5120H + 1.2849$,
 - $TW = 2.8 \times 10^{-3} SH^{2.3648}$ 이었다.
4. 연령에 대한 각고와 총중량으로부터 구한 von Bertalanffy 성장식은
 - $SH_t = 42.83(1 - e^{-0.4595(t - 0.591)})$ 이고,
 - $TW_t = 20.17(1 - e^{-0.4595(t - 0.59)})^{2.3648}$ 이다.

참고 문헌

국립수산과학원(2004). 수온통계자료.
 류동기(1991). 군산 연안에 서식하는 바지락의 성장, 군산수전논문집.
 문재학(2002). 고창산 바지락, *Ruditapes philippinarum*의 생식세포분화의 미세구조적 연구 및 생식주기 군산대학교 논문집.
 유성규·정유정·유호영(1978) 연안산 중요 조개류의 증식에 관한 생물학적 연구, 6, 바지락의 산지별 특징, 부산수대연보, 18, 89~94.
 윤성봉(1992). 통영 안정리 인접 바지락 자원의 개체군 역학적 연구, 부산수산대학교 석사학위논문.
 최영민(1987). 삼천포 신수도 연안에 서식하는 바

지락, *Tapes philippinarum*의 이차생산에 관하여 부산수대 대학원 석사학위논문.

허영백(1994). 이매패류 8종 유생의 발생 및 성장에 관한 비교연구, 부산수산대학교 석사학위논문.

해양수산부(2004). 어업생산통계.

Kim, H.H. and Zhang, C.I.(1999). A population ecological study of short-necked clam, *Tapes philippinarum* in the adjacent waters of Jinhae. *Journal of the Korean Fisheries Society*, 2: 32~43 (in Korean).

Kim, Y.H.. and Ryou, D.K.(1991) Study on the growth of *Macra veneriformis* (Reeve). *Bulletin of Kunsan Fisheries Junior College*, 25: 41~47 (in Korean).

Lee, S.K. and Zhang C.I.(2000) Population ecological characteristics of the soft-shelled clam, *Mya japonica* in the intertidal zone of south sea in Korea. *Journal of the Korean Science and Technology*, 36(3): 234~243 (in Korean).

Ruy, D.K., Baik, S.H., Park, K.H. and Chung, E.Y.(2001) Age and growth of the pen shell,

Atrina (Servatrina) pectinata japonicus (Reeve), on the West Coast of Korea. *Korean Journal of Malacology*, 17: 71~78. (in Korean).

Ryou, D.K. and Kim, Y.H.(1997). Studies on the population dynamics of surf clam, *Macra veneriformis* Reeve (Bivalvia) on the coast of Kunsan, Korea. I. Growth. *Korean Journal of Malacology*, 13(2): 185~192.

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

Yoo, J.S. 1976. Korean Shells in Colour. Ilgisa, 129~130 (in Korean).

Zhang, C.I., Lee, M.W. and Yoon, S.K.(1999) Estimation of population ecological characteristics of sunset shell, *Nuttallia olivacea* in Dadaepo shore. *Journal of the Korean Fisheries Society*, 2: 24~31 (in Korean).

-
- 논문접수일 : 2008년 11월 28일
 - 논문심사일 : 1차 - 2009년 03월 17일
2차 - 2009년 04월 15일
 - 게재확정일 : 2009년 05월 18일