

한국 서해산 일본재첩, *Corbicula japonica* Prime의 연령과 성장

류동기, 정의영, 김영혜¹

군산대학교 해양과학대학, ¹국립수산과학원

Age and Growth of the Brackish Water Clam, *Corbicula japonica* Prime on the West Coast of Korea

Dong Ki Ryu, Ee-Yung Chung and Yeong Hye Kim¹

College of Ocean Science and Technology, Kunsan National University, Gunsan 573-701, Korea

¹National Fisheries Research and Development Institute, Busan, 619-900, Korea

ABSTRACT

Samples of *Corbicula japonica* Prime of Jujin estuary in Gochang were collected from July 2000 to September 2001. Age of *C. japonica* was determined from the rings on the shell. The relationship between shell length and ring radius in each ring group was expressed as a regression line. Therefore, there is a correspondence in each ring formation. Based on the monthly variation of the marginal index (MI) of the shell, it is assumed that the ring of this species was formed once a year during the period of February and March.

The relationship between shell length (SL; mm) and total weight (TW; g) was expressed by the following equation: $TW = 1.0942 \times 10^{-4} SL^{3.3217}$ ($r^2 = 0.9905$).

Shell length (SL) and shell height (SH; mm) was highly correlated with shell height as the following equation: $SH = 0.9174 SL - 0.9935$ ($r^2 = 0.9885$).

The shell length (SL) - shell width (SW) relation was also expressed by the following equation; $SW = 0.5925 SL - 1.1706$ ($r^2 = 0.9726$).

Growth curves for shell length and total weight fitted to the von Bertalanffy's growth curve were expressed as:

$$SL_t = 46.4861 [1 - e^{-0.3383(t+0.0958)}]$$

$$TW_t = 34.54 [1 - e^{-0.3383(t+0.0958)}]^{3.3217}$$

Keywords: *Corbicula japonica*, Age, Growth, von Bertalanffy's growth curve.

서론

재첩은 우리나라 담수 및 기수에 분포 서식하는 소형 이매패로 예로부터 우리나라와 일본에서 기호식품으로 중요시되었다. 최근 가공기술의 개발 등에 따라 국내소비 뿐 아니라 일본에 대한 수출로의 수요가 급증하고 있으나 채취도구의 발달 및 어획노력의 강화, 남획, 주 서식지인 하구의 골재채취, 콘크리트 제방건설 등의 변동으로 인한 서식환경의 변화 또는 파괴에서 기인하는 서식면적 감소, 수질 오염 등으로 인하여 자원량의 감소가 심각한 실정이다.

일본재첩 *Corbicula japonica* Prime은 이치亞綱 (Heterodonta), 백합目 (Veneroida), 재첩科 (Corbiculidae) 에 속하는 종으로서 (Kwon *et al.*, 2001) 우리나라에서는 강원도의 송지호와 매호, 경상남도 하동군의 섬진강 하류지역, 전라남도 강진군 탐진강 하류지역 등 전국적으로 건천을 제외한 대다수의 하천의 하구역에 서식하고 있는 기수산 이매패류이다.

재첩류에 관한 연구로는 국내에서는 Jung (1977), Lee and Chung (1980), Joh *et al.* (1982), Cho *et al.* (1983), Huh (1998), Lee and Kim (1997), Kim and Yoo (2000), Kim *et al.* (2002a, b), Kwon *et al.* (1987, 2002a, b), Park *et al.* (1989) 등 비교적 많은 연구가 있으나 대부분 동해나 남해로 유입하는 하천에 서식하는 재첩을 대

Received May 2, 2005; Accepted May 28, 2005
Corresponding author: Ryu, Dong-Ki
Tel: (82) 63-469-1837, e-mail: dongki@kunsan.ac.kr
1225-3480/21108
© The Malacological Society of Korea

상으로 하여 연구하였고, 서해로 유입하는 하천에 서식하는 재첩은 조사된 연구가 없었다. 특히 일본재첩은 우리나라에서 생산되는 재첩 중에서 가장 중요한 수산자원으로써 Kwon *et al.* (2002b) 이 동해의 양양 남대천에서 연령과 성장을 비롯한 수산자원학적 연구를 하였으며, 일본에서는 宇藤 (1981) 와 Fuji (1957) 가 성장에 대하여 조사하였다.

이번 조사는 우리나라 서해로 흐르는 전라북도 고창군 주진천 하구에 서식하는 일본재첩의 성장을 추정하여 자원관리 및 자원 생태학적 특성을 추정해 보고자 실시하였다.

재료 및 방법

1. 조사 지역

조사지역은 전라북도 고창군 아산면으로부터 부안면과 심원면을 경계로 흐르는 주진천이다 (Fig. 1). 주진천은 하천 연장 길이가 28.0 km, 유역면적 229.3 km² (건설교통부, 2000) 로 전형적인 우리나라 서해의 감소 하천으로 월별 주기적 생태 변화가 일어나는 지역으로 간조 때 수심은 평균 1 m 내외로 낮았다.

2. 표본 채집 및 측정

일본재첩의 월별 성장과정을 조사하기 위해서 표본 채집은 주진천 하류에서 2000년 7월부터 2001년 9월까지 매월 1회 간조 때에 실시하였다.

채취한 표본은 현장에서 망목 5 mm 체로 걸러 이물질을 제거한 후 실험실로 운반하여 동정하였다. 동정한 일본재첩은 vernier calliper로 각장 (shell length) 과 각고 (shell height) 을 0.1 mm까지, 전중량 (total weight) 은 전자저울로 0.01 g까지 측정하였다. 각장은 패각의 전연과 후연간의 최장 직선거리로 측정하였다 (Fig. 2).

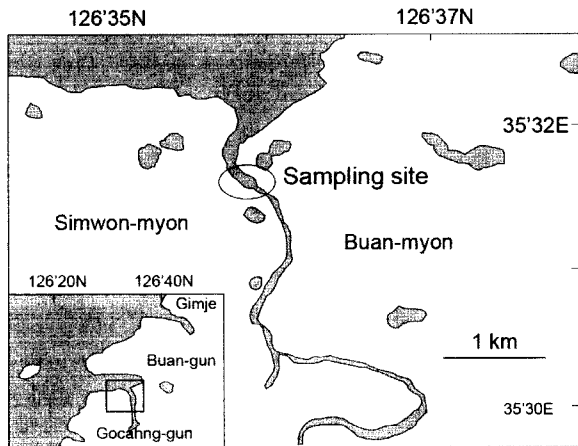


Fig. 1. Location of the study area and sampling sites.

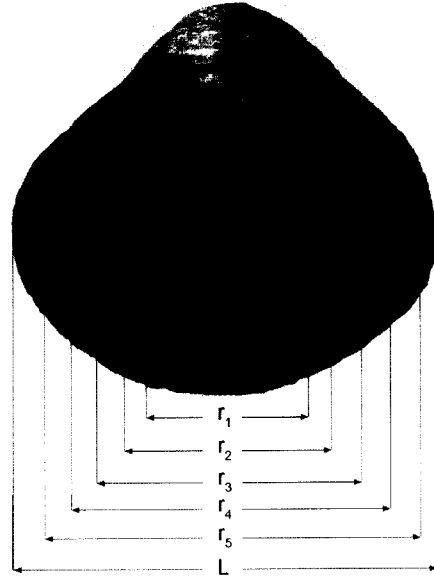


Fig. 2. Shell length (L) and ring diameters (r₁-r₅) of *Corbicula japonica*.

본 종의 패각은 표면은 전체가 흑갈색 또는 다갈색을 나타내며, 짙은 갈색 또는 흑색의 성장선이 각정을 중심으로 나타났다. 서식지의 환경은 지온을 봉상온도계를 이용하여 재첩의 서식 깊이인 표면 아래 5 cm에서 측정하였고 수질측정기 (Horiba, U-10) 를 이용하여 수온, 지온, 염분을 측정하였다.

3. 연령사정 및 성장

연령사정은 패각에 나타난 윤문으로 하였는데 일본재첩의 패각에는 각정부를 중심으로 성장상황에 따라 동심원상으로 불투명대와 투명대가 나타난다. 본 연구에서는 육질부를 완전히 제거한 후 최우 한 쌍의 패각중 비교적 윤문이 뚜렷한 한쪽 패각을 사용하였으며, 패각의 불투명대와 투명대의 경계선을 윤문으로 하였다. 측정기준은 패각의 각장을 L, 제1윤의 윤경을 r₁, 제2윤의 윤경을 r₂ ... r_n로 하여 측정하였다.

일본재첩은 생후 1년 이상이 되면 패각에 복수의 윤문이 나타나는 현상을 볼 수 있다. 채집된 표본에는 패각에 윤문을 1 개 가진 개체들 (1륜군), 2 개 가진 개체들 (2륜군) ... 최대 6 개 가진 개체들 (6륜군)이 관찰되었다.

본 조사에서는 윤문의 판독이 정확을 알아보기 위해서 각장과 윤문과의 상관관계를 통해서 확인하였다. 패각 연변부 성장의 월별변화는

$$\text{연변부성장지수 (marginal index) } MI' = \frac{(L - r_n)}{(r_n - r_{n-1})}$$

(L: 각장; r_n: 최외측 윤경; r_{n-1}: r_n개의 윤을 가지는 개체들의

r_{n-1} 윤경의 평균치; \bar{r}_n : r_n 개 이상의 윤을 가지는 개체들의 r_n 윤경의 평균치)으로 구하였다. 각장과 전중, 각장과 각고, 각장과 각폭간의 관계는 직선식으로, 각장과 전중량은 포물선식을 적용하여 분석하였다. 한, 각 윤문형성시의 각장과 체중을 알기 위하여 윤경을 평균하여 윤문형성시의 각장을 구하고 윤문형성시의 체중을 추정하였다. 이 계산치들을 사용하여 Bertalanffy 성장식을 구하였다. 성장식의 각 인수는 컴퓨터 프로그램인 Sigmaplot (4.0, SPSS Inc.) 의 regression wizard을 이용하여 구하였으며, 초륜 형성까지의 경과시간을 알기 위하여 필요한 산란기는 생식소의 속도를 월별로 현미경으로 관찰하였고, Kim *et al.* (2002a) 이 보고한 자료를 분석하여 8월로 정하였다.

결 과

1. 조사지역의 환경

2000년 8월부터 2001년 9월까지 측정된 조사지역에서의 연간 수온은 4.4-29.1°C로 나타났으며, 1월에 가장 낮았고, 8월에 가장 높았다. 지온은 3.5-31.0°C로 나타났으며 수온과 비슷하게 2월과 3월에 가장 낮았고 8월에 가장 높았다 (Fig. 3). 여름철에서 초가을에는 지온이 수온보다 높았고 겨울철에는 반대로 낮게 나타났다.

조사지역에서의 월별 염분은 0.1-20.2 psu로 평균 6.06 ± 6.37 psu이었고, 봄부터 서서히 증가하기 시작하여 6월에 최고치를 나타내었고, 장마철 강우의 영향으로 7월에는 급격히 감소하였다 (Fig. 4).

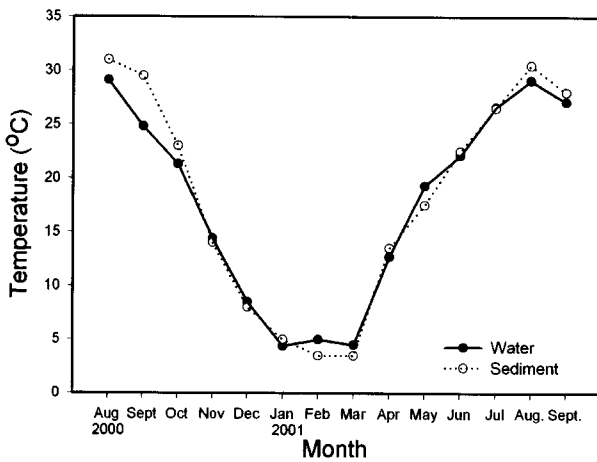


Fig. 3. Monthly variation in temperature of the river water and sediment at the study area from August 2000 to September 2001.

2. 상대 성장

2000년 7월부터 2001년 9월까지 고창군 주진천에서 채집된 일본재첩의 상대성장은 각고 (SH), 각폭 (SW) 및 전중량 (TW) 과 각장 (SL) 간의 상관관계는 각각 아래와 같은 식으로 나타낼 수 있었다 (Fig. 5, 6).

$$SH = 0.9174 SL - 0.9935 \quad (R^2 = 0.9885)$$

$$SW = 0.5925 SL - 1.1706 \quad (R^2 = 0.9726)$$

$$TW = 1.0942 \times 10^{-4} SL^{3.3217} \quad (R^2 = 0.9905)$$

3. 각장 조성

일본재첩의 월별 각장에 따른 빈도수 (Fig. 7) 를 통해서 살펴보면, 각장 범위는 7-40 mm 정도로 나타났고, 각장 크기가 작은 개체군을 중심으로 월별 성장 상황을 살펴보면 2-4월에는 각장 분포에 큰 변화가 없었고, 5월에는 비교적 뚜렷하게 3 개

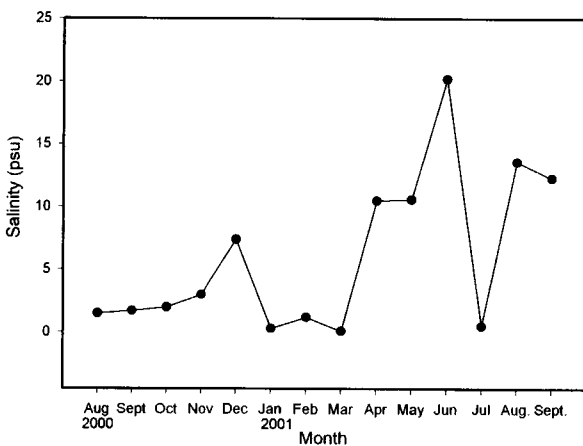


Fig. 4. Monthly variation of salinity in the river water at the study area from August 2000 to September 2001.

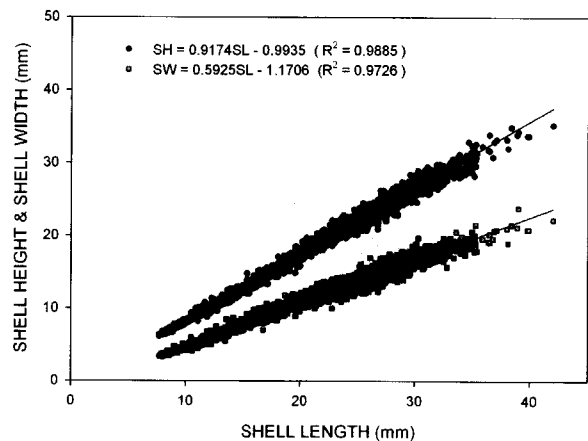


Fig. 5. Relationship between shell height (SH) and shell width (SW) and length (SL) of *Corbicula japonica*.

의 연륜군이 나타나고 있었다. 5월에 각장 10 mm 내외의 어린 치패들이 출현하는 모드를 볼 수 있었다. 이 개체들은 6월을 거쳐 7월에는 각장이 12-18 mm까지 성장하였고, 8-9월에는 19-24 mm 급간에 높은 빈도를 보였다. 이 모드를 살펴보면 5월을 기점으로 월별로 서서히 성장하는 경향을 볼 수 있었다.

결과적으로 일본재첩은 수온이 비교적 낮은 2-4월에는 성장이 정체되거나 느리고, 5월경부터 본격적으로 성장하여 7-9월 사이에 급격히 성장을 하고 있음을 알 수 있었다.

4. 윤문판독의 정확성

일본재첩의 패각은 표면은 전체가 흑갈색 또는 다갈색을 나타내며, 짙은 갈색 또는 흑색의 윤문이 각정을 중심으로 나타나 있는데, 이 윤문 판독의 정확성을 알아보기 위해서 채집한 표본을 대상으로 각장과 윤경간의 상호 대응 관계를 그래프를 통해 나타내었다 (Fig. 8). 그래프를 통해서 각장과 윤경간의 관계가 정상관을 보여 윤문판독의 정확성을 확인할 수 있었다.

그래프를 보면 회귀 직선을 중심으로 약간의 분산을 나타내고 있지만, 각 윤문이 비교적 뚜렷이 구분되어 윤문판독의 타당성을 확인할 수 있었다. 따라서 판독된 윤문이 연륜임을 확인하였다.

5. 윤문형성의 주기성

일본 재첩의 윤문의 형성시기를 알아보기 위해 윤문경을 이용한 연변부성장지수 (marginal index) 의 월변화를 그래프를 통해서 나타내었다 (Fig. 9). 연변부성장지수는 12월과 1월 사이에 가장 높은 값을 나타냈으며 이후 계속적으로 감소하다가 2-3월에 가장 낮은 값을 보인 다음 다시 증가하는 경향을 나타내었다.

따라서 대다수의 윤문이 형성되는 것으로 판단되는 2-3월을 윤문 형성시기로 추정하였다. 또한, 일본 재첩은 7-8월경에 산

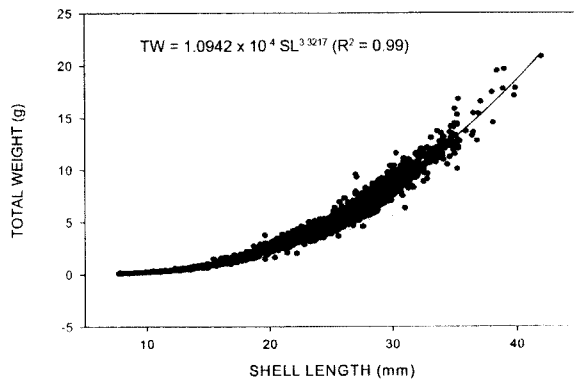


Fig. 6. Relationship between shell length (SL) and total weight (TW) of *Corbicula japonica*.

란을 하여 8월을 기점으로 약 0.58년만에 첫 윤문을 형성하며, 연 1회 윤문을 형성하는 것으로 확인하였다. 이를 통해서 본 조사를 통해서 알아본 윤문을 연륜으로 확정하였다.

6. 연령과 성장

일본 재첩의 연령과 성장에 있어서는 각 윤경의 평균을 각 연령군의 각장으로 정하였다 (Table. 1). 즉, 0.58세의 각장은 10.43 mm, 1.58세는 21.90 mm, 2.58세는 27.50 mm, 3.58세는 32.09 mm, 4.58세는 36.79 mm, 5.58세는 40.43 mm였다.

위 그래프를 통한 연령군별 각장에 의해서 von Bertalanffy's growth curve의 모수를 추정하면 극한각장 $SL^\infty = 46.4861$ mm, 성장계수 $k = 0.3383/year$, 각장이 0일 때의 이론적 연령 t_0 는 0.0958 년으로 각각 추정되었다. (Fig. 10)

성장식은 다음식과 같이 나타낼 수 있다.

$$SLt = 46.4861(1 - e^{-0.3383(t+0.0958)})$$

또한, 평균 윤경으로서 윤문 형성시의 전중량을 역계산하면 $TW_{0.58} = 0.25$ g, $TW_{1.58} = 2.84$ g, $TW_{2.58} = 6.04$ g, $TW_{3.58} = 10.13$ g, $TW_{4.58} = 16.15$ g, $TW_{5.58} = 21.73$ g으로 성장식은 아래와 같이 추정되었다 (Fig. 11).

$$TWt = 34.54(1 - e^{-0.3383(t+0.0958)})^{3.3217}$$

Table 1. Estimated mean to weight at the time of each ring formation based on the relationship between shell length and total weight of *Corbicula japonica*.

Item	Ring group	No.	Ring diameter					
			r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	r ₅	r ₆
Shell length (mm)	1	975	11.67					
	2	626	10.59	22.16				
	3	261	11.32	22.03	27.74			
	4	53	10.03	20.72	27.14	30.87		
	5	3	11.09	22.63	27.95	31.78	34.30	
	6	1	7.90	21.96	27.16	33.61	39.27	40.43
	Mean		10.43	21.90	27.50	32.09	36.79	40.43
Total weight (g)	1		0.35					
	2		0.25	2.95				
	3		0.32	2.89	6.22			
	4		0.21	2.36	5.78	8.87		
	5		0.30	3.16	6.37	9.77	12.58	
	6		0.10	2.86	5.80	11.76	19.72	21.73
	Mean		0.25	2.84	6.04	10.13	16.15	21.73

고찰

고창 주진천은 연간 수온 범위가 4.4-29.1℃이고, 일본재첩이 생활하는 퇴적물의 표면 5 cm 아래의 온도는 연간 3.5-31.0℃로 매우 넓은 범위이며, 연간 염분은 간조 때

0.1-20.2 psu 내외이다.

Jung (1997) 에 의하면 낙동강에서 채집된 일본재첩의 경우 주 산란기는 6-7월이었으며, 3-10월까지는 주산란기 이외에도 약간의 산란이 이루어짐이 관찰되었다. 본 조사를 토대로 고창 주진천 일본재첩의 산란기를 추정한 결과 주산란 성기가 8월인 것으로 판단하였고, 8월을 산란기로 정하였다.

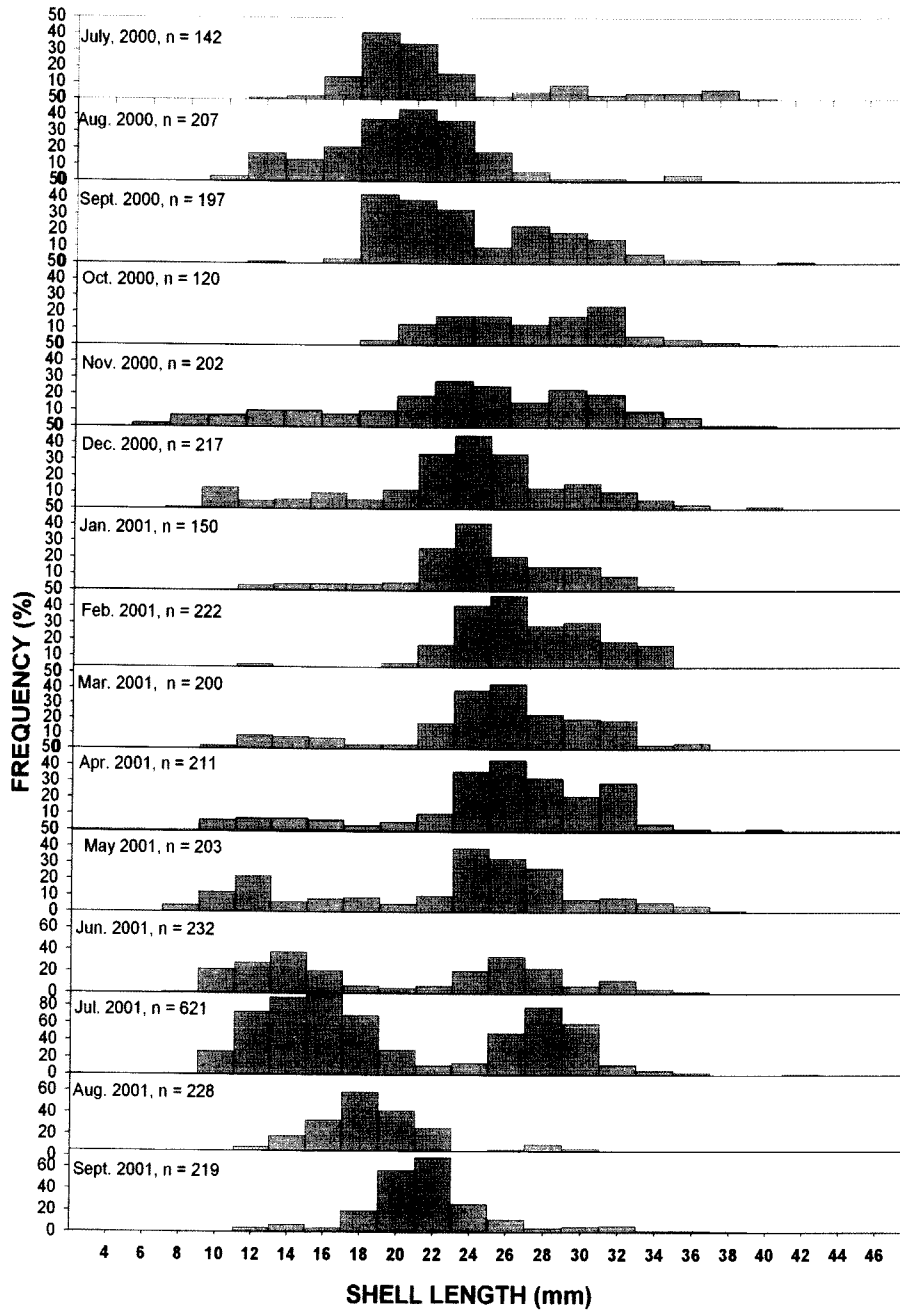


Fig. 7. Monthly frequency distribution of shell length of *Corbicula japonica* from July 2000 to September 2001.

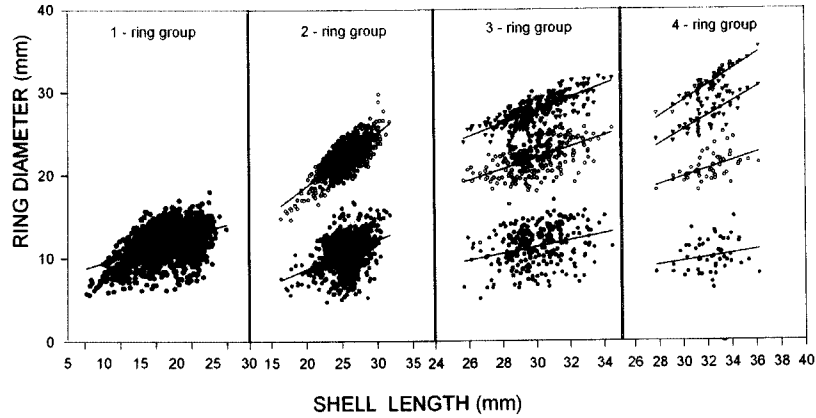


Fig. 8. Relationship between shell length and ring diameter of *Corbicula japonica* from July 2000 to September 2001.

각장-전중의 상대성장에 있어서 각장이 30 mm 이하인 재첩에서는 회귀곡선을 중심으로 분산이 비교적 작았으나, 각장 30 mm 이상으로 증가할수록 분산이 큰 개체들이 확인되었는데, 이는 환경 및 생리적인 영향으로 각장-전중간의 편차가 커지는 것으로 사료된다.

각각의 윤문군 별로 각장에 대한 윤경간의 대응성을 확인한 결과 윤경의 분산이 윤문형성시기가 개체 간에 변이가 큰 것으로 보이며, 패각이 얇은 어린 시기에는 환경변화에 민감하기 때문에 윤문의 형성시기 및 형성크기의 개체간 차이가 비교적 큰 것을 확인할 수 있었다.

본 연구에서의 윤문형성 시기는 8월에 산란한 이후 다음해 2-3월경에 처음으로 윤문을 형성한다는 것을 알 수 있었다. Kwon *et al.* (2002b) 도 동해의 양양 남대천에서 채집한 일

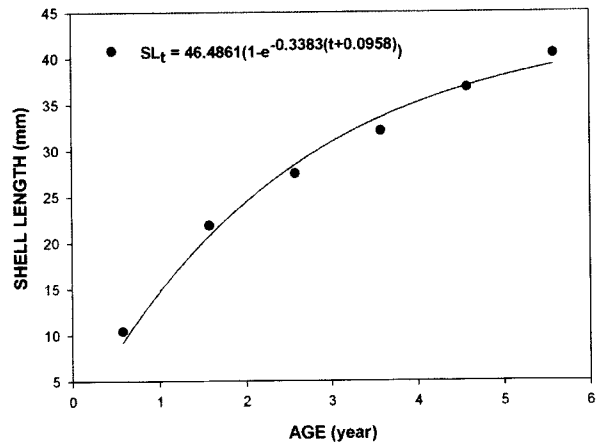


Fig. 10. Von Bertalanffy's growth curve shell length of *Corbicula japonica*.

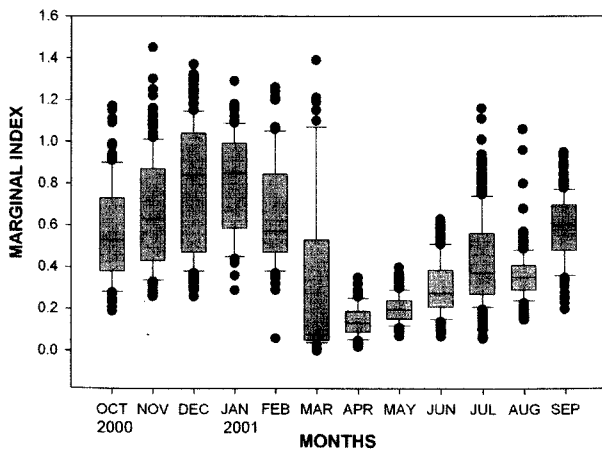


Fig. 9. Monthly change of shell marginal indices of *Corbicula japonica* from July 2000 to September 2001.

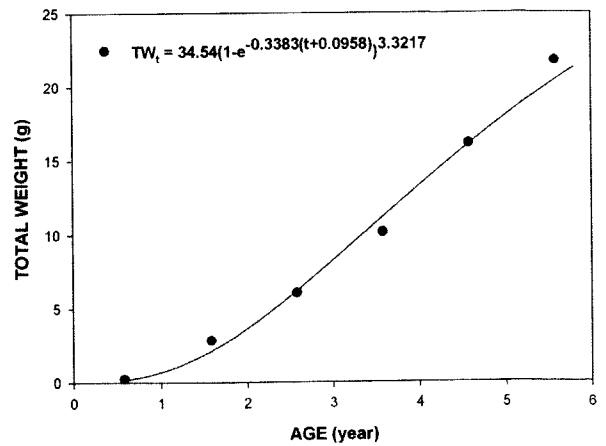


Fig. 11. Von Bertalanffy's growth curve total weight of *Corbicula japonica*.

본재첩의 윤문형성 시기를 3월로 판독하였으며, 宇藤 (1981) 도 겨울에서 봄에 윤문이 형성된다고 보고하여 본 조사와 동일한 결과를 보였다. 그러나 일본재첩은 패각의 윤문이 비교적 뚜렷하지 않아 연령사정을 위한 윤문의 측정시는 위류의 유무를 정확하게 판단해야 올바른 윤문을 확인할 수 있다.

패류의 패각을 연령형질로 하여 연령사정한 결과는 국내의에 많은 논문이 발표되었다. 이들 논문들의 대부분은 윤문형성시기를 크게 두 가지로 나누고 있다. 즉, 온도가 급격히 낮아지거나 높아질 때 (Ryou 1991; Kim and Ryou, 1991; Sakurai, 1993; Ryou and Kim, 1997) 와 산란기 전후 (Kang and Kim, 1983; Kim *et al.*, 1985, Ryu and Kim, 2001) 로 구분하고 있다. 윤문의 형성은 패각의 성장에 대한 에너지의 부족으로 성장을 멈추는데, 이는 겨울철 먹이의 부족과 저온으로 인한 생리활성의 저하 및 산란기의 에너지가 정자나 난자의 형성에 쓰여 성장이 지연되는 결과에 의하여 나타난다. 그러나 온대지역에는 대부분의 경우는 겨울철의 온도하강에 의하여 일어나는데, 난소의 발달이 크게 나타나는 패류에서는 산란기 이후에도 윤문이 형성된다. 우리나라에서도 북방대합 (*Spisula sachalinensis*) 과 개량조개 (*Macra chinensis*) 에서는 산란철 이후에 윤문이 형성되는 것으로 나타났다. 일본재첩은 겨울철 성장의 지연과 산란기에 성장이 지연되는 것으로 보이지만, 산란에 참여하지 않는 어린 개체들은 산란기에 성장이 지연되지 않으며 산란기가 비교적 길어 유문의 형성이 뚜렷하게 나타나지 않으므로 윤문형성이 모든 개체에서 비교적 뚜렷하게 나타나는 겨울철-봄철에 형성되는 윤문을 연륜으로 간주하는 것이 타당할 것으로 생각된다.

극한체장 (각장) 은 본 조사에서는 46.4861 mm 이었고 Kwon *et al.* (2002b) 의 보고에서도 48.98 mm 로 보고하여 우리나라 동해나 서해에서 큰 차이를 보이지 않았다. 따라서 일본재첩의 이론적인 최대 각장은 약 46-49 mm 정도로 예상된다.

요 약

2000년 7월부터 2001년 9월까지 전라북도 고창군 주진천에 서식하는 일본재첩의 서식지 환경과 성장을 조사하였다.

서식지의 월별 수온은 4.4-29.1°C로 나타났으며, 1월에 가장 낮았고, 8월에 가장 높았다. 지온은 3.5-31.0°C로 나타났으며 수온과 비슷하게 2월과 3월에 가장 낮았고 8월에 가장 높았다. 월별 염분은 0.1-20.2 psu로 평균 6.06 ± 6.37 psu였다.

일본재첩의 패각에 나타나는 윤문은 년 1회 형성되며, 주된 윤문 형성시기는 2월-3월임을 확인할 수 있었다. 초륙의 형성 기간은 약 7개월 (0.58년) 으로 나타났으며, 각장과 각고간의 관계는 $SH = 0.9174 SL - 0.9935$ ($R^2 = 0.9885$) 이었고, 각장과 각폭간의 관계는 $SW = 0.5925 SL - 1.1706$ ($R^2 =$

0.9726)이며, 각장과 각폭간의 관계는 $TW = 1.0942 \times 10^{-4} SL^{3.3217}$ ($R^2 = 0.9905$)로 나타났다. 연령 (t) 에 대한 각장 (SL) 의 Bertalanffy 성장식은 $SL_t = 46.4861 (1 - e^{-0.3383(t+0.0958)})$ 였으며, 전중량 (TW) 의 Bertalanffy 성장식은 $TW_t = 34.54 (1 - e^{-0.3383(t+0.0958)})^{3.3217}$ 로 추정되었다.

감사의 말씀

본 논문은 2005년도 군산대학교 수산과학연구소의 학술연구보조비에 의하여 연구되었으며, 이에 감사를 드립니다.

REFERENCES

- Cho, D.H., Kwon, O.K. and Park, S.B. (1983) Electrophoretic and immunological analyses on the freshwater bivalve (*Corbicula*). *Korean Journal of Limnology*, **16**: 39-41. [in Korean]
- Fuji, A. (1957) Growth and breeding season of the Brackish-water bivalve, *Corbicula japonica*, in Zyusan-gata inlet. *Buletin of Faculty of Fisheries Hokkaido University*, **8**: 178-184.
- Huh, M.K. 1998. Allozyme variation and population structure of *Corbilula papyracea* from Nam and Sumjin Rivers. *Korean Journal of Genetics*, **20**: 163-172.
- Joh, Y.G., Park, S.J. and Ahn, C.W. (1982) Lipids of fresh-water cockle, *Corbicula elatior*. *Journal of the Korean Fisheries Society*, **15**: 94-98. [in Korean]
- Jung, J.Y. (1977) Ecological studies of brackish water clam, *Corbicula japonica* Prime from Nag Dong river. *National Freshwater Fish Hatchery of Fisheries of Choeng-pyong, Korea*, **2**: 130-140. [in Korean]
- Kang, Y.J. and Kim, C.K. (1983) Studies on the structure and production processes of biotic communities in the coastal shallow waters of Korea. 3. Age and growth of *Spisula sachalinensis* from the Eastern waters of Korea. *Bulletin of the Korean Fisheries Society*, **16**(2): 82-87. [in Korean]
- Kim, B.K., Ko, T.S., Song, H.I., Lee, S.D. and Kim, S.Y. (1985) Studies on the spawning and growth of Hen Clam, *Macra sulcataria* (REEVE). *Bulletin of Fisheries Research Devision Agency*, **34**: 157-164. [in Korean]
- Kim, J.H. and Yoo, M.S. (2000) Reproductive cycle of marsh clam, *Corbicula leana* (Prime) in Hyongsan estuary. *Journal of the Korean Fisheries Society*, **33**: 184-191. [in Korean]
- Kim, W.K., Lee, C.S., Lee, J.y. and Hur, S.B. (2002a). Production of artificial seeding of the brackish water clam, *Corbicula japonica*. *Journal of Aquaculture*, **15**: 23-29. [in Korean]
- Kim, W.K., Lee, C.S., Lee, J.Y., Baik, K.K. and Hur, S.B. (2002b). Environmental factors and population density of brackish water clam, *Corbicula japonica*

- on Namdae stream in Yangyang, Gangwon. *Journal of Aquaculture*, **15**: 23-29. [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**(2): 41-47. [in Korean]
- Kwon, D.H., Kang, Y.J. and Kim, D.H. (2002a) Estimation of growth parameters of *Corbicula* (*Corbicula*) *papyracea* Heude from Chungpyeong. *Journal of the Korean Fisheries Society*, **35**(6): 557-562. [in Korean]
- Kwon, D.H., Kang, Y.J., Kim, W.K. and Lee, C.S. (2002b) Population dynamics of *Corbicula* (*Corbicula*) *japonica* Prime from Namdae Stream in Yangyang, Korea. *Journal of the Korean Fisheries Society*, **35**(6): 686-695. [in Korean]
- Kwon, O.K., Lee, J.S. and Park, G.M. (1987) The studies on the mollusks in the lake Uiam (7) - A study on the gonadal tissues and demibranchs of *Corbicula fluminea* (Palaeoheterodonta; Corbiculidae). *Korean Journal of Limnology*, **20**: 30-38. [in Korean]
- Kwon, O.K., Min, D.K., Lee, J.R., Je, J.G. and Choe, B.L. (2001) Korean Mollusks with Color Illustration. 332 pp. Min's Shell House, Seoul. [in Korean]
- Lee, J.S. and Kim, J.B. (1997) Systematic study on the genus *Corbicula* in Korea. *Korean Journal of Systematics Zoology*, **13**: 233-246.
- Lee, T.Y. and Chung, E.Y. (1980) Reproductive cycle of marsh clam, *Corbicula fluminea* (v. Müller). *Publication of Institute of Marine Science. National Fisheries University of Busan*, **12**: 47-54. [in Korean]
- Park, G.M., Lee, J.S., Song, H.B., Park, J.C. and Kwon, O.K. (1989) Cytological studies of *Corbicula papyracea* Heude (Bivalvia; Corbiculidae) in the Lake Uiam. *Journal of Science and Technology*, **28**: 77-82. [in Korean]
- Ryou, D.K. (1991) Study on the Growth of *Tapes philippinarum* (Adam et Reeve). *Bulletin of Kunsan Fisheries Junior College*, **25**(1): 25-31. [in Korean]
- Ryou, D.K. and Kim, Y.H. (1997) Studies on the population dynamics of surf clam, *Macra veneriformis* Reeve (Bivalvia) un the coast of Kunsan, Korea I. Growth. *Korean Journal of Malacology*, **13**(2): 185-192.
- Ryu, D.K. and Kim, Y.H. (2001) Management of Hen Clam, *Macra chinensis* Philippi, in the coast of Kunsan. I. Age and Growth. *Korean Journal of Malacology*, **17**(1): 1-9. [in Korean]
- Sakurai, I. (1993) Age and growth of the sunary surf clam *Macra chinensis* in Tomakomai, southwest Hokkaido. *Bulletin of Japanese Fisheries and Science*, **59**(3): 469-472. [in Japanese]
- 건설교통부 (2000) 한국하천일람 2000. 건설교통부.
- 宇藤 均 (1981) 網走湖産ヤマトシジミ *Corbicula japonica* Primeの成長. 北水試報. **23**: 65-81.