

광양만에 분포하는 농조개, *Paphia undalata* (Born)의 연령과 성장에 관한 기초연구

김영혜, 장대수, 박영철

국립수산진흥원 남해수산연구소

Preliminary Survey of Age and Growth of the Short-necked Clam, *Paphia undalata* (Born), in Kwangyang Bay, Korea

Yeong Hye Kim, Dae Soo Chang and Yeong Chull Park

South Sea Fisheries Research Institute, national Fisheries Research & Development Institute, Yeosu, 556-823, Korea

ABSTRACT

The age and growth of the short-necked clam, *Paphia undalata*, was investigated from 546 samples randomly collected in December 2000 in Kwangyang Bay, Korea.

Ages were determined from ring radius of shell and the maximum age was observed to be 2 years. The relationship between shell length (SL) and shell height (SH) of *Paphia undalata* was $SL = 0.2105 + 1.7569 \times SH$ ($R^2 = 0.98$), and the shell length (SL) - total weight (TW) relationship was $TW = 2.5824 \times 10^{-4} \times SL^{2.6769}$ ($R^2=0.92$). The von Bertalanffy growth parameters were estimated by the non-linear method, with values as follows: $L_{\infty} = 81.46$ mm, $K = 0.20$ /year, $t_0 = -1.19$ year. The von Bertalanffy growth equation was $L_t = 81.46(1 - e^{-0.20(t+1.19)})$, $W_t = 33.68(1 - e^{-0.20(t+1.19)})^{2.6769}$.

Keywords: Short-necked clam, *Paphia undalata*, Age, Growth, Kwangyang Bay, von Bertalanffy growth equation.

서 론

농조개 (*Paphia undulata*)는 일본, 인도양, 태평양 및 우

리나라 남서해안에 분포하며, 수심 1 m 근방의 진흙에 서식한다. 패각은 가늘고 길며 성장맥이 있지만 매우 약하다. 각장은 40-60 mm, 각고 35 mm 이며, 패각전면에 보라색을 띤 산 무늬가 있고, 바탕은 옅은 황색이다 (Yoo, 1976).

본 종은 대만, 홍콩, 태국 및 필리핀 등에서는 식용패류로서 높은 가치가 있어 경제적으로 매우 중요한 종이며, 특히 태국의 경우 *Perna viridis*과 *Modiolus senhousenii* 2종이 전체 이대패류 생산의 60%를 점유하고, 농조개, *Anadara granosa* 및 *Crassostrea* sp. 등 3종이 40%를 차지한다고 보고하고 있다 (Anon, 1980).

본 종에 관한 연구를 살펴보면, 이탈리아의 경우, 백합과에 속하는 근연종과의 유연관계에 관한 유전학적 연구 (Passamonti *et al.*, 1997, 1998)가 수행되어져 있다. 대만은 분포 (Zhang *et al.*, 1997), 생식세포발달 (Zhijiang and Fuxue, 1992) 및 생식주기 (Zhijiang *et al.*, 1991)에 관한 연구보고가 있다. 태국은 어획량 변동 (Kaewnukul, 1982), 적정 형망 크기 (Charuchinda *et al.*, 1990) 중금속 오염 (Menasveta *et al.*, 1985), 염분 변화에 따른 생존율 (Munprasit and Sasaki, 1991) 및 종묘생산 (Pongthana, 1990) 에 관한 많은 연구가 이루어져 있다. 필리핀은 종묘생산과 중금속 오염에 관한 연구 등이 있으며, 일본에서도 종묘생산에 관한 연구가 최근에 시도되고 있다. 그러나 우리나라에서는 본 종에 대한 연구는 전혀 이루어지지 않았다.

따라서 본 종은 현재까지 국내에서는 수산자원생물로서의 가치에 대한 인식이 전혀 없는 실정이므로, 수산생물의 미이용 자원에 해당되지만 수산자원이 고갈되고 있는 지금 앞으로 유용자원생물로서의 가치를 높이기 위해 많은 연구가 이루어져야 할 것이다.

본 연구에서는 광양만에 분포하는 농조개의 연령과 성장을

Received February 5, 2001 Accepted Mayr 10, 2001
Corresponding author: Kim, Yeong Hye
Tel: (82) 61-690-8956 e-mail: yhkim@nfrdi.re.kr
1225-3480/17102

© The Malacological Society of Korea

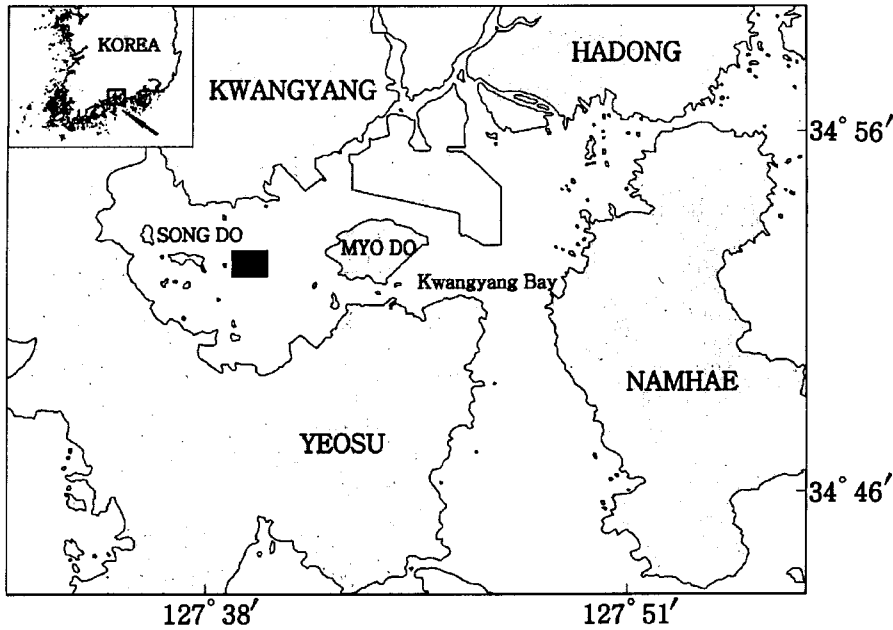


Fig. 1. Map showing the study area (■) in Song do, Kwangyang Bay, Korea.

파악하여 이들 중에 대한 자원생태학적인 기초 자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

2000년 12월에 광양만 송도주변 해역 (Fig. 1) 에서 형망 (폭; 70 cm, 높이; 13 cm, 갈퀴 길이; 10 cm, 갈퀴 간격; 1.5 cm) 을 이용하여 11개 정점에서 2회 조사하여 채집된 총 546 개체의 농조개 (*Paphia undalata*) 를 사용하였다.

채집한 시료를 실험실로 옮겨와 각고 (shell height: SH) 와 각장 (shell length)은 Vernier caliper를 사용하여 0.1 mm까지, 전중량 (total weight; TW) 은 전자저울을 사용하여 0.1 g까지 측정하였다.

연령형질은 패각을 사용하였으며, 윤문은 패각을 자연광에 투사시켜 육안으로 관찰하였다. 윤경은 패각의 각정에서 연변까지의 측정 기준선을 설정하고 측정 기준선을 따라 각정에서 연변까지의 거리를 측정하여 각경 (R: shell height) 으로 하였으며, 제 1윤문까지의 길이를 제 1윤경 (r_1), 제 2윤문까지의 길이를 제 2윤경 (r_2) 으로 하여 각정에서 각 윤문까지의 윤경을 측정하였다 (Fig. 2).

윤문형성시의 각장과 전중을 역산하기 위해 Huxley (1932) 방법에 의거하여 각고 (SH) 와 각장 (SL), 각장 (SL) 과 전중 (TW) 간의 상대성장식을 추정하였다. 성장은 von Bertalanffy Model을 사용하였으며, 성장 parameter 추정은 Excel-solver를 이용한 비선형회귀분석 방법으로 추정하였

다.

결 과

1. 윤문형성의 대응성

패각에 나타나는 윤문이 연령형질로서 적합성과 윤문 판독의 정확성을 검토하기 위하여 윤문군별 각경 (R: SH) 과 윤경 (r) 간의 관계를 비교한 결과, 각 윤경은 인접한 윤경과 명확히 분리되었으며, 각 윤문은 각경이 커짐에 따라 윤경 역시 커진다는 것을 알 수 있었다. 따라서 패각에 형성된 윤문은 각경과 윤경간에 대응성을 있으므로 연령형질로서 적합한 것을 알 수

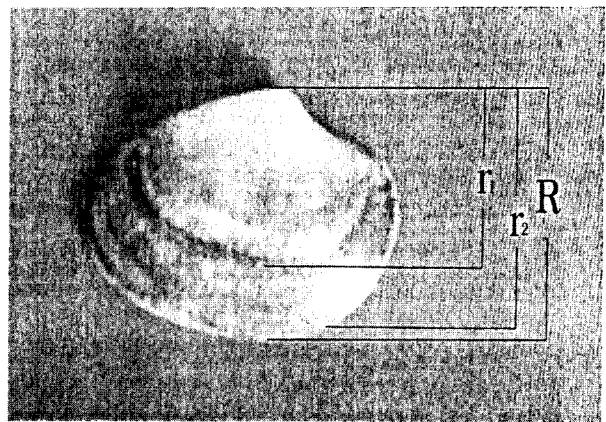


Fig. 2. Photograph of *Paphia undalanta* showing how measurement were taken.

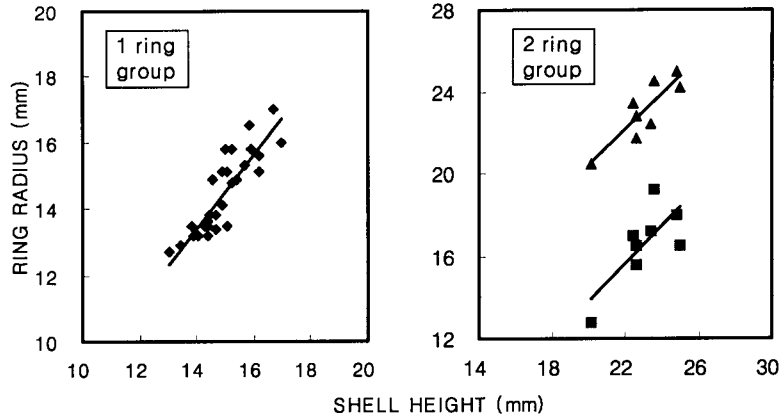


Fig. 3. Relationship between shell height and ring radius of *Paphia undulata*.

있었다 (Fig. 3).

2. 연륜(年輪)의 평균 윤경

패각의 불투명대에서 투명대로 이행하는 경계가 1년에 1회 형성되는 주기성의 윤문으로 가정하고 이 윤문을 연륜으로 간주하였다. 따라서 각 윤문의 평균 윤경은 $r_1 = 15.2$ mm, $r_2 = 23.1$ mm 이었다 (Table 1).

3. 상대성장

Table 1에서 제시된 각 윤문의 평균 윤경으로부터 윤문형성

시의 각장과 전중을 구하기 위하여 각장 (SL) 과 각고 (SH), 각장 (SL) 과 전중 (TW) 간의 상대성장을 구하였다. 각장 (SL) 과 각고 (SH) 간에는 $SL = 0.2105 + 1.7569 \times SH$ ($R^2 = 0.98$), 각장 (SL) 과 전중 (TW) 간에는 $TW = 2.5824 \times 10^{-4} \times SL^{2.6769}$ ($R^2 = 0.92$)의 상대성장식을 구할 수 있었다 (Fig. 4, 5).

4. 윤문형성시 평균 각장 및 전중

윤문형성시의 평균 각장과 전중을 살펴보면, 1세는 $SL = 25.7$ mm, $TW = 1.54$ g이었고, 2세는 $SL = 40.8$ mm, $TW = 5.29$ g 이었다 (Table 2).

5. 성장

윤문형성시의 평균 각장과 전중을 이용하여 von Bertalanffy 성장식을 구한 결과, 극한각장 $SL_{\infty} = 81.46$ mm, $K = 0.20$ /year, $t_0 = -1.19$ 세이었으며, $L_t = 81.46(1 - e^{-0.20(t+1.19)})$, $W_t = 33.68(1 - e^{-0.20(t+1.19)})^{2.6769}$ 으로 추정되었다 (Fig. 6, 7).

Table 1. Average ring radius on the shell of *Paphia undulata*.

Ring group	No. of individuals	r_1 (mm)	r_2 (mm)	R (mm)
0	491	-	-	10.6
1	46	13.9	-	14.5
2	9	16.5	23.1	23.1
Mean		15.2	23.1	

Table 2. Back-calculated shell length (SL) and total weight (TW) at the formation of annuli on the shell of *Paphia undulata*.

Ring group	No. of individuals	SL (mm)	TW (g)
1	46	25.7	1.54
2	9	40.8	5.29
Mean		33.3	3.40

고 찰

농조개 (*Paphia undulata*) 의 영명은 태국, 홍콩, 대만, 이태리, 일본 등에서는 short-necked clam으로 사용하고 있으나, 필리핀에서는 carpet shell clam으로 명명하고 있다. 따라서 본 논문에서는 일반적으로 많이 사용하는 short-necked clam을 사용하였다. 그러나 반지락 (*Ruditapes philippinarum*) 의 영명도 short-necked clam으로 사용하고 있다.

본 종은 우리나라에 분포하는 수산생물로만 알려져 있을 뿐 식용패류로서의 가치는 전혀 없는 실정이다. 그러나 태국에서

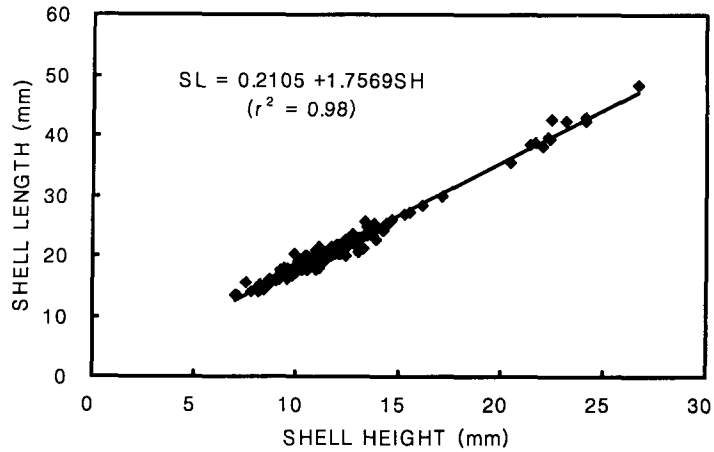


Fig. 4. Relationship between shell height (SH) and shell length (SL) of *Paphia undulata*.

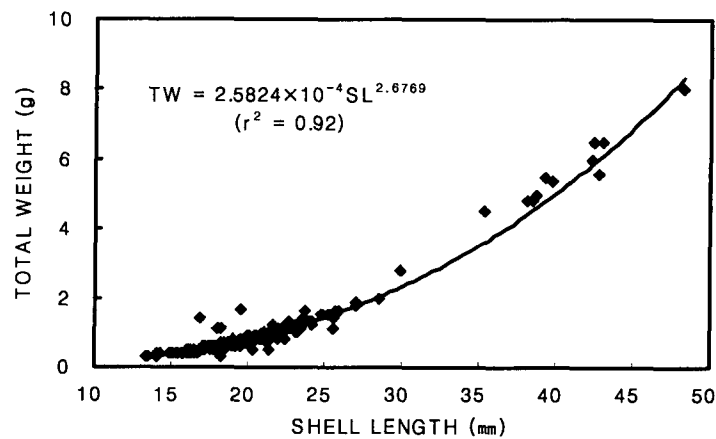


Fig. 5. Relationship between shell length (SL) and total weight (TW) of *Paphia undulata*.

는 식용패류중 *P. viridis*, *Anadara granosa* 등과 함께 가장 인기 있는 종으로 경제적으로 매우 중요하다.

본 종이 속해 있는 백합과 (Veneridae) 의 종들은 우리나라에서는 대부분 식용 이매패류로 이용되어지고 있다. 또한 본 종은 반지락 (*R. philippinarum*) 과 유전적으로 매우 비슷하다고 Passamonti *et al.* (1997, 1998)의 연구보고가 있다.

본 연구에서 추정된 성장 parameter 중 극한 각장 (SL_{∞}) 은 81.46 mm으로 Agasen *et al.* (1998)의 결과와 81.56 mm과 비슷하였으나, 성장계수 (K) 는 0.20/year로 Agasen *et al.* (1998)의 1.2/year과 많은 차이를 나타내었다. 이는 Agasen *et al.* (1998)의 연구지역인 필리핀이 우리나라보다

위도상 남쪽이므로 수온이 높아 빠른 성장을 하기 때문인 것으로 판단된다.

본 종의 수명을 Agasen *et al.* (1998)은 2년 이상, Kaewnukul (1982) 은 2-3년으로 추정한 것을 고려하면 본 연구에서 채집된 개체군의 연령이 최대 2세인 것으로 보아 전 연령군이 채집되었다고 판단할 수 있다. Kaewnukul (1982) 은 어획연령을 1.0-1.5세로, 가입시기를 4월로 추정하였다. 그리고 산란시기는 9월부터 익년 1월까지로 보고하고 있다. Zhijiang *et al.* (1991)은 산란시기를 5월 중순부터 10월 하순까지로 추정하여 산란 peak는 5월 하순과 10월 초순에 2회 이루어진다고 보고하고 있다. Agasen *et al.* (1998)은 성숙

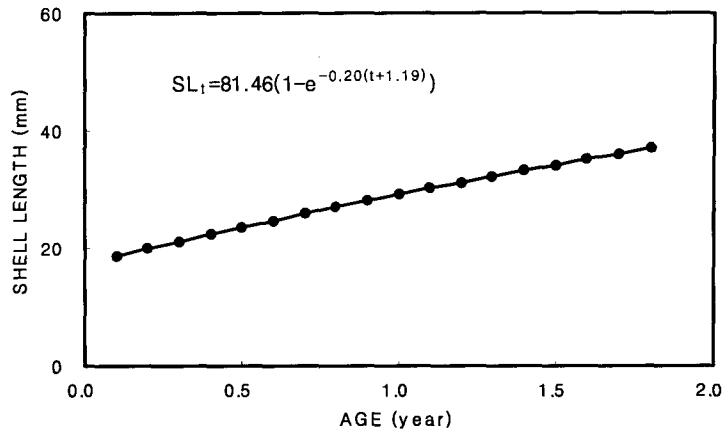


Fig. 6. Von Bertalanffy length growth curve of *Paphia undulata*.

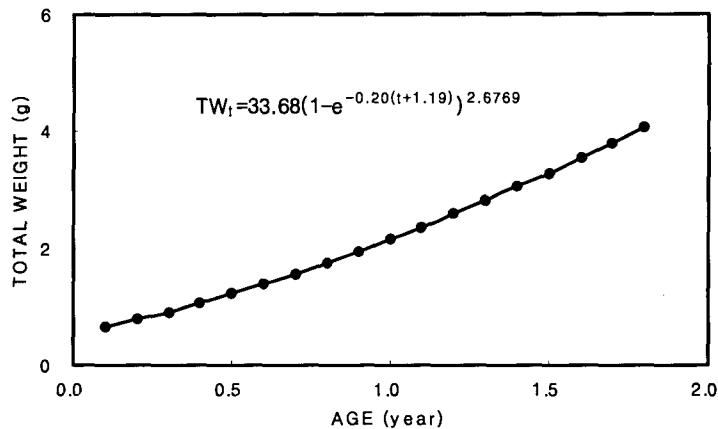


Fig. 7. Von Bertalanffy total weight growth curve of *Paphia undulata*.

각장을 40.0-50.0 mm로 추정하였다.

요 약

전라남도 광양시 송도 주변해역에서 2000년 12월에 형망에 의해 채집한 농조개의 연령과 성장을 조사하였다. 연령형질은 패각을 사용하였으며, 운문은 패각에 나타난 불투명대에서 투명대로 이행하는 경계로 하였다.

출현한 개체의 각장은 13.1-44.2 mm이었고, 평균은 19.6 mm이었으며, 연령은 2세까지 출현하였다. 각장 (SL) 과 각고 (SH) 간의 상대성장은 $SL = 0.2105 + 1.7569 \times SH$ 이었고, 각장 (SL) 과 전중 (TW) 간의 상대성장은 $TW = 2.5824 \times 10^{-4} \times SL^{2.6769}$ 이었다. Von Bertalanffy 성장식은 $L_t =$

$81.46(1 - e^{-0.20(t+1.19)})$, $W_t = 33.68(1 - e^{-0.20(t+1.19)})^{2.6769}$ 추정되었으며, 극한 각장 (L_{∞}) 은 81.46 mm, 성장계수 (K) 는 0.20/year 이었다.

REFERENCES

- Agasen, E.V, Mundo, C.M. and Matias, G.O. (1998) Assesment of *Paphia undulata* in Negros/Guimaras Strait waters. *J. Shell. Res.*, 17: 1613-1617.
- Anon (1980) Mollusc fisheries of Thailand. ICLARM NEWL., 4(1): 5-7.
- Charuchinda, M., Songjitsawat, A., Ikenoue, H. and Fujiwara, S. (1990) Study on the optimum dredge sieve size for short-necked clam, *Paphia undalata* (BORN), in the eastern cost of the Gulf of the

Preliminary Survey of Age and Growth of the *Paphia undulata* in Kwangyang Bay, Korea

- Thailand. *Thai Mar. Fish. Res. Bull.*, **1**: 35-42.
- Huxely, J.S. (1932) *Problems of Relative Growth*. 2nd ed. Dover publ., Inc., New York, 312 pp.
- Kaewnukul, P. (1982) Short-necked clam in Thailand. *Thai Fish. Gaz.*, **35**(6): 61-623.
- Menasveta, P., Cheevaparanapiwat, V. and Wongwit, C. (1985) Heavy metals in bivalves collected from river estuaries of Thailand. *Asian Mar. Biol.*, **2**: 31-36.
- Munprasit, R. and Sasaki, M. (1991) Effect of salinity on survival of short-necked clam, *Paphia undulata* (Born). *Thai Mar. Fish. Res. Bull.*, **2**: 79-82.
- Passamonti, M., Mantovani, B. and Scali, V. (1997) Allozymic characterization and genetic relationships among four species of Tapetinae (Bivalvia: Veneridae). *Ital. J. Zool.*, **64**(2): 117-124.
- Passamonti, M., Mantovani, B. and Scali, V. (1998) Characterization of a highly repeated DNA family in Tapetinae species (Mollusca Bivalvia: Veneridae). *Zool. SCI.*, **15**(4): 599-605.
- Pongthana, N. (1990) Breeding and rearing of short-necked clam (*Paphia undulata*). *Thai Mar. Fish. Res. Bull.*, **1**: 69-73.
- Yoo, J.S. (1976) Korean shells in colour. Ilgisa, Seoul, 196 pp. [in Korean]
- Zhang, Y., Jiakai, H., Youping, Z., Qingmin, Z. and Canzhong, C. (1997) Studies on ecology of benthos in Dongshan Bay. *J. Oceanogr. Taiwan Strait/Taiwan Haixia*, **16**(4): 441-448.
- Zhijiang, Z. and Fuxue, L. (1992) Ultrastructural studies of spermatogenesis in *Paphia undulata*. *J. Oceanogr. Taiwan Strait/Taiwan Haixia*, **11**(3): 228-234.
- Zhijiang, Z., Fuxue, L. and Caihuan, K. (1991) On the sex gonad development and reproductive cycle of clam *Paphia undulata*. *J. Fish. China/Shuican Xuebao.*, **15**(1): 18-26.