

韓國沿岸淺海生物群集의 構造와 生産^{*1,*2}3. 東海産 북방대합 (*Spisula sachalinensis*)의 年齡과 成長

姜 龍 柱 · 金 鍾 觀

釜山水産大學 資源生物學科

Studies on the Structure and Production Processes of Biotic Communities
in the Coastal Shallow Waters of Korea^{*1,*2}3. Age and Growth of *Spisula sachalinensis* from the Eastern Waters of Korea

Yong Joo KANG and Chong Kawn KIM

Department of Marine Biology, National Fisheries University of Pusan
Namgu, Pusan, 608 Korea

The aging and growth of *Spisula sachalinensis* from Ingu over the period from December 1981 through November 1982 were studied. The rings on the shell were used as the character for age determination. The ring where the translucent zone shifts to the opaque one was regarded as an annulus. The time of its formation was estimated by monthly variations of marginal growth rate in the shell. It was formed once a year over the period from August through September. The shell length at the formation of the annulus was estimated by taking the mean shell length corresponding to each of the annual ring. From analysis of mean shell length at the formation of the annulus, von Bertalanffy's growth equation was estimated as follows;

$$L_t = 126.38(1 - e^{-0.262(t-0.656)})$$

$$W_t = 485.85(1 - e^{-0.262(t-0.656)})^3$$

Back-calculated shell lengths estimated from this equation was quite consistent with actual shell lengths.

序 論

북방대합(*Spisula sachalinensis*)은 東草, 江陵 等 地의 東海岸淺海의 砂底에 많이 棲息하는 개량조개 科의 寒海性種이다(Yoo, 1979).

개량조개類에 關해서는 養殖學者들에 의해 初期生 活史나 發生過程에 關한 研究가 많이 되어 있으나 (Ikematsu, 1957; 柳, 1978, 1979), 貝類個體群의 動 態에 關한 研究는 未盡하다.

북방대합은 북방계 貝類로서 서식 범위가 嶺東地

方의 海岸에 限定되어 있기 때문에 우리나라 貝類生 産量 中 차지하는 量은 極히 적으나, 속초, 강릉 等 地의 沿岸漁民에게는 栢網漁業의 重要 대상 資源의 하나이다.

移動性이 결여된 貝類에 있어서 資源量 및 生物生 産은 成長과 死亡의 두 과정에 의해 決定된다. 個體 群의 成長率과 死亡率을 推定하기 위해서는 年齡別 生存個體數와 個體平均殼重을 알아야 한다. 따라서, 生物體의 年齡形質을 찾아내고 이를 判讀하는 것은 個體群變動을 究明하는 데 기본적으로 重要하다.

*1 이 논문은 1981年度 대우문화복지재단 연구지원비에 의하여 연구된 것임.

*2 부산수산대학 해양과학연구소 연구업적 제91호 (Contribution No.91 of Institution of Marine Sciences, National Fisheries University of Pusan)

本報告書는 북방대합의 個體群 生態學의 研究에 있어서 先決되어야 할 基本情報의 하나인 年齡과 成長을 조사한 것이다.

材料 및 方法

本研究에 使用된 標本은 1981年 12月부터 1982年 11月に 걸쳐 강원도 양양군 현남면 인구리 앞바다의 砂底에서(Fig.1), 每月 1회씩 桁網漁船에 의해 採集된 것이다(Table 1).

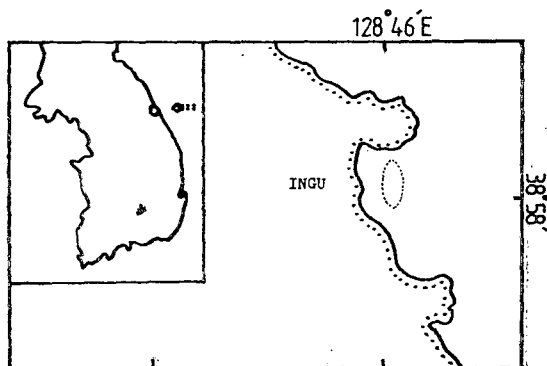


Fig.1. Map showing the sampling station.

Table 1. Sampling date and number of specimens of *Spisula sachalinensis* from Ingu

Sampling date	No. of specimens	Class interval (mm)
Dec. 20, 1981	70	15.5—100.0
Jan. 23, 1982	129	13.0— 96.0
Feb. 27, 1982	147	23.5—109.5
Mar. 28, 1982	59	47.0— 93.0
Apr. 30, 1982	103	31.0— 85.0
May 30, 1982	96	20.1— 94.0
June 28, 1982	85	31.0— 82.6
July 30, 1982	150	14.8— 82.5
Aug. 26, 1982	91	16.5—104.0
Sept. 25, 1982	98	17.0—110.5
Oct. 23, 1982	62	16.8— 97.8
Nov. 26, 1982	95	17.9—102.3

採集된 標本은 現場에서 10% 포르말린 溶液으로 固定하여 釜山水產大學 水產資源學 實驗室로 운반한 후, 각자(vernier caliper)로써 殼長(mm), 殼高(mm), 殼幅(mm)을 計測하고, 액체용 전자 저울로써 殼重(mg)을 測定하였다.

年齡形質로서는 북방대합의 貝殼에 나타나는 輪紋을 使用하였다. 북방대합의 패각은 殼幅이 크고 등

근 삼각형이며, 殼頂部가 높이 突出해 있다. 패각의 表面에는 다소 굵은 輪脈이 있다.

肉質部를 완전히 제거한 貝殼을 強한 透過光으로 비추어 보면 넓은 불투명대와 좁은 투명대가 교대로 나타난다. 不透明帶에서 透明帶로의 移行은 不明瞭하나 透明帶에서 不透明帶로의 移行은 아주 鮮明하였다. 裏面의 透明帶에서 不透明帶로 移行하는 境界와 一致하는 表面의 輪脈을 輪紋으로 定하였다.

貝殼에 대한 測定項目은 各 輪紋의 前緣과 後緣間의 最大直線거리인 輪長(l_n)과 貝殼의 殼長(L)이다(Fig. 2).

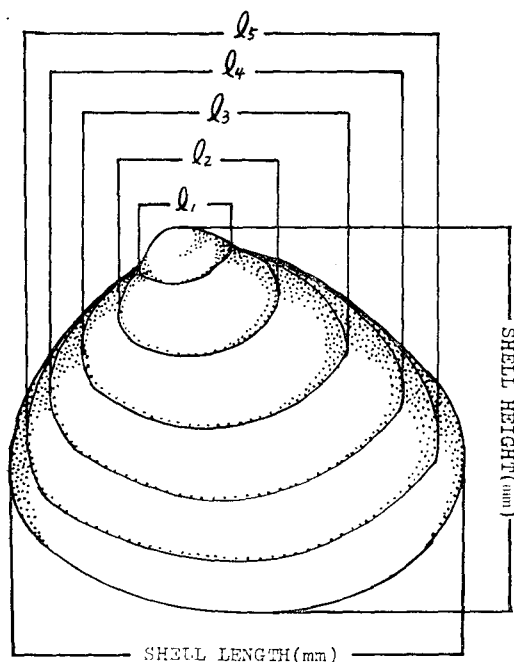


Fig.2. Illustration of the measurements of annulus on the shell of *Spisula sachalinensis*.

貝殼의 透明帶에서 不透明帶로 移行하는 境界에서 읽은 輪紋이 年齡形質로서 적합한가는 殼長과 輪長間의 相似性과 貝殼 緣邊部의 月別成長變化로써 검토하였다. 貝殼緣邊部成長의 月別變化는 後緣과 腹緣의 境界점과 殼頂을 잇는 線을 따라 最外側年間成長域의 幅과 緣邊域의 幅을 재어 最外側年間成長域의 幅에 대한 緣邊域의 幅의 比를 月別로 求하여 추적하였다.

그리고, 各 輪紋形成時의 殼長과 殼重을 알기 위해 輪長을 平均하여 輪紋形成時의 殼長을 求하였다. 輪紋形成時의 殼重은 殼長과 殼重間의 相對成長式에 輪紋形成時의 殼長을 代入하여 推定했다. 이

逆計算推定值들을 가지고 버트란피의 成長式을 求하여 북방대합의 殼長과 殼重에 대한 成長을 檢討하였다.

버트란피 成長式의 定數인 成長係數와 極限殼長은 윌포드의 定差圖를 利用하여 推定했으며, 이 極限殼長을 殼長과 殼重 間의 關係式에 代入하여 極限殼重을 推定했다.

産卵에서 初輪形成까지의 經過 時間을 알기 위해 殼長(L)과 殼重(W)으로부터 肥滿度(f, $f=(W/L^3) \times 10^3$)의 月別變化를 追跡하고, 肥滿도가 갑자기 激減하여 가장 낮아지는 시기를 産卵期로 看做하였다.

結 果

輪紋形成의 相似性: 貝殼의 透明帶에서 不透明帶로 移行하는 境界에서 읽은 輪紋이 年齡形質로서 適合한지를 알아보고, 判讀한 輪紋에서 偽輪 및 異常形成輪을 가려내기 위해 貝殼의 殼長과 輪長 間의 關係를 檢討하였다(Fig. 3).

輪紋數가 많을수록 殼長이 크고, 同一輪紋數를 가지는 個體에 있어서도 一般적으로 큰 貝殼에서는 輪長이 크게 나타나고 작은 貝殼에서는 輪長이 작게 나타나, 貝殼의 輪紋은 各 個體의 크기에 대해 相似의 形成되고 있었다. 또한 殼長에 대해 各 輪長

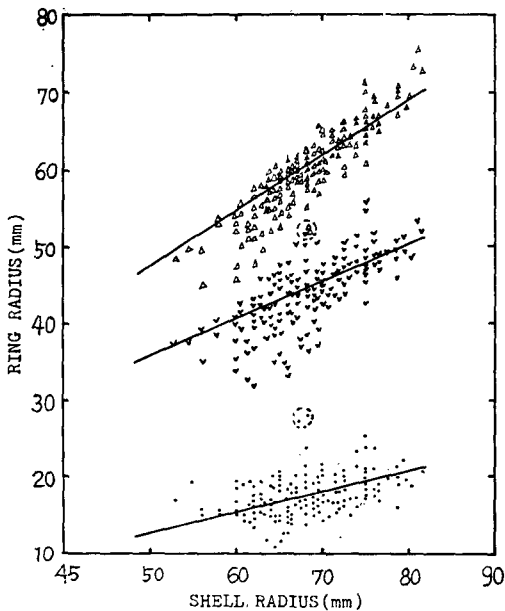


Fig. 3. Similarity of the ring to the shell radius in *Spisula sachalinensis* from Ingu.

測定値는 서로 分離된 條 直線回歸를 하였다. 그러나 回歸直線에서 너무 떨어진 測定值(Fig. 3에서 點線으로 둘러싼 것)는 偽輪이나 異常形成輪을 判讀한 것으로 斷定하고, 이러한 貝殼은 本研究의 標本에서 제외하였다.

輪紋形成時期: 이와 같이 殼長과 輪長 間에 相似性이 있음이 확인된 輪紋에 대해서, 다음에는 그것이 形成되는 시기와 주기를 알기 위해 貝殼緣邊部 成長狀況을 每月 추적하였다(Fig. 4).

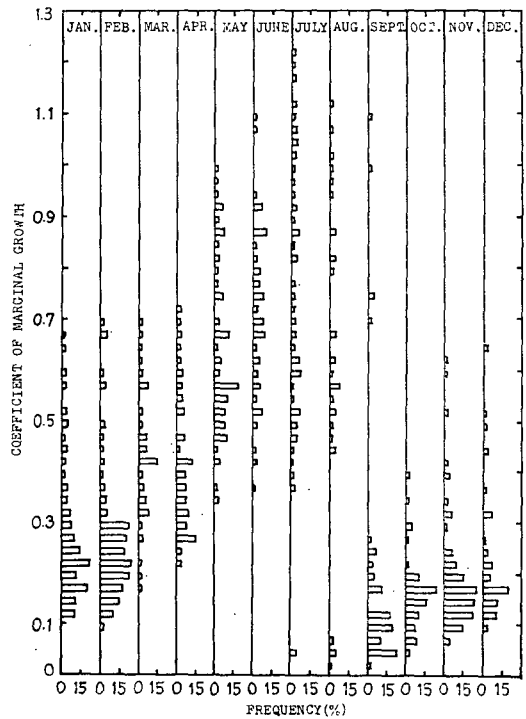


Fig. 4. Monthly variations of the marginal growth rate in the shell of *Spisula sachalinensis* from Ingu.

1981年 12월부터 1982年 11월까지 每月 추적한 貝殼緣邊部 成長係數는 7월에 가장 높은 수준을 나타내고, 8월에 들면 0.025-0.075의 낮은 緣邊部 成長係數를 나타내는 個體들이 出現하기 시작하고, 9월에는 大部分의 個體들이 낮은 값을 나타냈다.

그 후, 貝殼緣邊部 成長係數는 이듬해 5월까지 계속 增加하였고, 5월 이후 7까지는 年中 最高水準을 유지한 채 增加가 거의 없었다.

따라서, 북방대합의 貝殼에 나타나는 不透明帶는 10월에서 이듬해 4월까지 形成되고, 透明帶는 5월부터 7월까지 形成됨을 알 수 있다. 그리고, 不透明帶

에서 透明帶로 移行하는 境界는 8~9월에 걸쳐 나타났다.

輪紋形成時의 殼長 및 殼重: 貝殼의 各 輪長은 該當 輪紋이 形成되었을 당시의 殼長에 해당된다. 따라서, 殼頂에서 n번째의 輪紋이 形成되는 시점에서

Table 2. Back-calculated shell length and shell weight at the formation of the shell length in *Spisula sachalinensis* from Ingu

	Ring group	1st	2nd	Ring 3rd	4th	5th
Shell length (mm)	1	24.7				
	2	23.1	45.4			
	3	19.0	45.1	65.0		
	4	18.3	44.0	63.6	79.9	
	5	17.0	43.3	62.1	77.8	89.1
	Mean	20.4	44.5	63.6	78.8	89.1
Shell weight (g)	1	2.2				
	2	1.8	16.4			
	3	0.9	16.1	53.8		
	4	0.8	14.9	50.2	106.5	
	5	0.6	14.0	46.4	97.7	152.8
	Mean	1.3	15.4	50.2	102.1	152.8

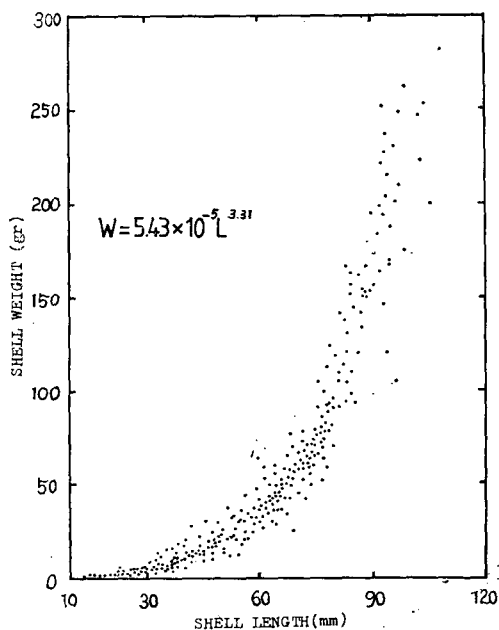


Fig. 5. Relationship between shell length and shell weight in *Spisula sachalinensis* from Ingu.

의 殼長은 제 n輪의 平均輪長으로서 나타났고, 이때의 殼重은 殼長과 殼重 間의 關係式에 輪紋形成時의 殼長을 代入하여 逆計算推定했다(Table 2). 殼長과 殼重 間의 關係式은 $W=5.43 \times 10^{-5} L^{3.31}$ 과 같았다(Fig. 5).

第1輪形成時의 殼長은 採集된 個體 가운데 輪紋數가 많은 個體일수록 작은 값으로 나타났고, 이와 같은 現象은 第 2, 3, 4, 5輪등에서도 확인되었다.

第1輪에서 第5輪까지의 逆計算殼長 및 殼重은 20.4 mm와 1.3 g, 45.5 mm와 15.4 g, 63.6 mm와 50.2 g, 78.8 mm와 102.1 g, 89.1 mm와 152.8 g로 各各 推定되었다.

肥滿度: 初輪形成時의 精確한 年齡은 産卵에서 初輪形成時까지의 經過時間이다. 이를 위해 肥滿度の 月別變化로써 産卵期를 추적한 結果(Fig. 6), 肥滿도는 4월에 年中 最高水準을 나타냈으며, 5월에는 急激히 감소하였다. 肥滿度の 月別變化로 보아 인구리 沿岸産 복방대합은 5월에 成熟하여 生殖하는 것으로 판단된다.

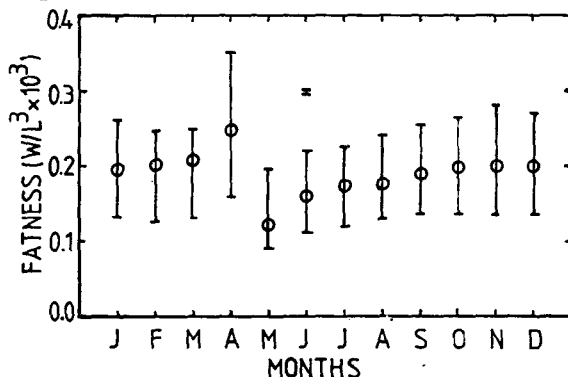


Fig. 6. Monthly variations of fatness condition in *Spisula sachalinensis* from Ingu.

成長: 강원도 인구리 沿岸産 복방대합이 成熟하여 生殖하는 時期를 5월로 간주하고, 輪紋形成時期가 8~9월임을 감안하면, 貝殼의 殼頂에서 初輪形成까지의 期間은 約 16個月로 推定된다. 따라서, Table 2에 提示된 輪紋形成時의 殼長의 平均值는 $l_{1.3}=24.4$ mm, $l_{2.3}=44.5$ mm, $l_{3.3}=63.6$ mm, $l_{4.3}=78.8$ mm, $l_{5.3}=89.1$ mm가 되며, 殼重은 $W_{1.3}=1.3$ g, $W_{2.3}=15.4$ g, $W_{3.3}=50.2$ g, $W_{4.3}=102.1$ g, $W_{5.3}=152.8$ g이 된다.

以上과 같이 求한 輪紋形成時의 平均殼長推定值를 使用하여 定差圖를 그리면(Fig. 7), 연속하는 두 年輪의 殼長推定值 間에는 直線의인 回歸關係를 보여주며, 그 關係式은 $l_{t+1}=29.096+0.769l_t$ 와 같다.

이 式으로부터 복방대합의 成長을 버트란피의 成長式으로 나타내면, $L_t = 126.38(1 - e^{-0.262(t-0.656)})$ 와 $W_t = 485.85(1 - e^{-0.262(t-0.656)})^3$ 이 된다.

이로부터 極限殼長은 126.38 mm, 極限殼重은 485.85 g, 成長係數는 0.262, 殼長 및 殼重이 0일 때의 年齡은 0.656歲로 各各 推定되었다.

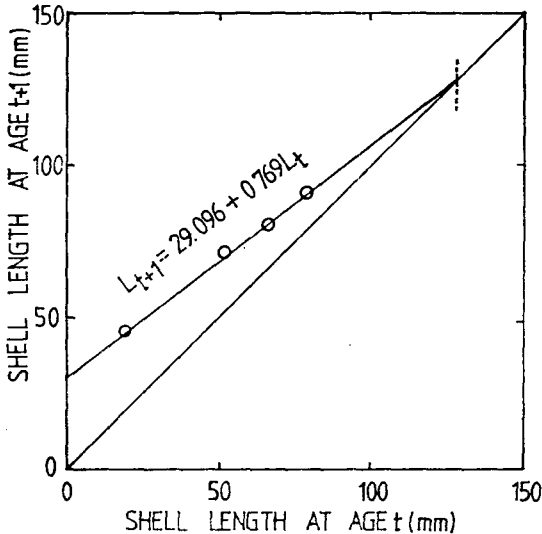


Fig. 7. Walford plot of the growth of the shell length in *Spisula sachalinensis* from Ingu.

考 察

貝類에 있어서 年齡形質은 대개 貝殼에 나타난다 (Hwang, 1981; Kim, 1977). 貝殼은 外套膜의 上皮에서 分泌되는 物質이 축적되어 形成된다. 外套膜의 緣端은 緣膜突起, 感覺突起, 貝殼突起의 3部分으로 구분되는데, 이 中 貝殼質이 分泌되는 곳은 貝殼突起의 表面上皮이다 (Barnes, 1974). 貝殼突起의 表面上皮에서 分泌되는 量은 貝類의 成長狀態에 따라 다르다. 成長이 좋은 시기에는 貝殼質을 많이 分泌하여 貝殼은 두껍고 넓게 形成되고, 成長이 나쁜 시기에는 貝殼質을 적게 分泌하여 貝殼은 얇고 좁게 形成된다. 따라서, 貝殼에는 넓고 두터운 不透明帶와 좁고 얇은 透明帶가 나타난다.

貝殼에 나타나는 輪紋이 年齡形質로서 使用되기 위해서는 그것이 貝殼의 成長에 따라 定期的으로 形成되어야 한다. 이를 확인하기 위해서는 殼長과 輪長間의 相似性和 輪紋이 주기적으로 形成되는지를 檢討하여야 한다.

本研究에서 관찰한 各 輪紋에 대해서는 輪長과

殼長 間에 相似性이 있음이 확인되었고, 輪紋形成의 週期性도 확인되었다. 輪紋은 매년 8~9월에 걸쳐 年1回 形成되었다. 初輪 以後부터는 輪紋形成時期인 8~9월을 基點으로 하여 1年마다 새로운 輪紋이 形成됨을 알았다.

本研究에서 產卵期의 推定은 殼長과 殼重의 資料만을 利用한 肥滿度의 月別變化로써 行하였다. 대개의 生物은 產卵期가 임박하면 生殖巢의 成熟으로 體重 增加하고 產卵한 후에는 體重 減少된다. 따라서, 肥滿도가 4월에 年中 最大水準에 도달하고, 5월에 갑자기 떨어지는 것은 生殖으로 인한 體重의 減少와 體力의 소모 때문인 것으로 생각할 수 있다. 이로 보아, 복방대합의 產卵期는 5월로 推定된다. 이것은 Yoo(1979)가 記術한 시기와 거의 一致할 뿐만 아니라 미발표의 生殖腺組織 관찰에서도 확인되었다.

복방대합은 產卵後 1년이 경과하면 殼長이 約 2cm 정도로 成長한다(柳, 1979). 產卵期가 5월, 初輪形

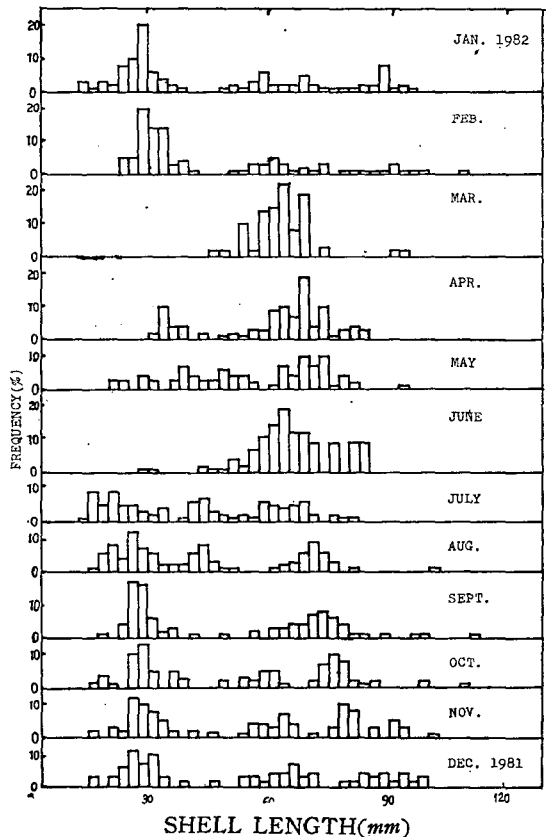


Fig. 8. Shell length composition of *Spisula sachalinensis* from Ingu.

成時期가 9月, 初輪形成時의 平均殼長이 2.04 cm 임을 감안하면, 初輪形成은 産卵後 그해 9월에 形成되는 것이 아니고, 이듬해 9월에 形成된다고 할 수 있다. 따라서, 産卵後 初輪이 形成되기 까지는 約 1.3 年이 걸린다.

本研究에 사용된 標本의 月別 實測殼長組成을 보면(Fig. 8), 輪紋이 形成되는 8~9월에 있어서 20.0-30.0 mm, 40.0-50.0 mm, 55.0-65.0 mm, 70.0-80.0 mm의 범위에서 各各의 모드를 관찰할 수 있다. 이들은 各 輪紋形成時의 逆計算殼長 20.4 mm, 44.5 mm, 63.6 mm, 78.8 mm와 잘 一致하였다. 7월에 15.0-20.0 mm 殼長 범위에서 처음으로 나타난 小型群은 月別殼長組成에 나타나는 모드의 移行을 고려하면, 初輪形成直前인 産卵後 15個月이 경과한 것임을 斷定할 수 있다.

이와 같이 實測殼長과 비교하여 보건데, 本研究에서 使用한 북방대합의 貝殼에 나타나는 輪紋은 年齡 査定 뿐만 아니라 成長의 추구에도 매우 적합한 形質임을 알았다.

要 約

1981年 12月에서 1982年 11月까지 강원도 양양군 현남면 인구리 앞바다의 砂底에서 每月 1回 桁網漁船에 의해 採集한 북방대합(*Spisula sachalinensis*)의 貝殼을 使用하여 年齡과 成長을 調査하였다. 貝殼에 形成되는 輪紋은 緣邊部成長率의 月別變化에 의해 年 1回 8~9월에 形成됨을 알았다. 肥滿度의 月別變化로써 조사한 産卵期는 5月로 推定되었다. 貝殼의 各 輪長을 測定한 結果, 第1輪長을 비롯한 모든 輪長에서 '리' 現象이 確認되었다. 個體마다의 輪紋形成時의 輪長을 算術平均하여 輪紋形成時의 殼長을 推定하였다. 貝殼의 初輪形成時의 年齡은 1.3歲로 밝혀졌고, 各 輪紋이 形成될 때의 殼長을 逆計算하

여 다음과 같은 버트란피의 殼長成長式을 求할 수 있었다.

$$l_t = 126.38(1 - e^{-0.262(t-0.656)})$$

그리고, 上記式을 殼長과 殼重 間의 關係식에 代入하여 다음과 같은 殼重成長式을 算出하였다.

$$W_t = 485.85(1 - e^{-0.262(t-0.656)})^3$$

이 式으로부터 推定된 逆計算殼長은 實測殼長과 잘 一致하였다.

參 考 文 獻

- Barnes R.D. 1974. Invertebrate Zoology 3rd, ed. p. 317-322. Toppan Company, Ltd., Tokyo.
- Hwang, K.Y. and Y.T. Hwang. 1981. Studies on the age and growth of *Gomphina (macridiscus) melanaegis* (ROEMER) in the eastern waters of Korea. Bull. Fish. Res. Dev. Agency 27, 111-117.
- Ikematsu, W.T. 1957. Ecological studies on the clam, *Tapes japonica*(REEVE). II. On the setting season and the growth in early young stage. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 22(12), 736-746.
- Kim. B.A., B.K. Kim and S.U. Kim. 1977. Studies on the growth of hard clam, *Meretrix meretrix lusoria* (RÖDING). Bull. Fish. Res. Dev. Agency 17, 77-85.
- Yoo, J.S. 1979. Korean shells in colour. p.196. ILJISA, Seoul. (in Korean)
- 柳晟奎, 1978. 沿岸産 重要 조개류의 增殖에 관한 生物學의 研究 (6). 바지락의 産地別特性. 釜山水大研報 18(2), 89-94.
- _____, 1979. 淺海養殖. p.605. 새로 출판사, 서울.