

한국 완도연안 비단가리비 (*Chlamys farreri*)의 성장과 산란

강 태 구 · 장 창 익*

울산지방해양수산청 · *부경대학교

(2000년 7월 16일 접수)

A Study on the Growth and Spawning of Korean Scallop (*Chlamys farreri*) around Wando, Korea

Tae Gu KANG and Chang Ik ZHANG*

Ulsan Regional Maritime Affairs and Fisheries Office,

*Pukyong National University

(Received July 16, 2000)

Abstract

The population habitat and density of Korean scallops, *Chlamys farreri*, were investigated to estimate population ecological characteristics from samples randomly collected around Wando from November, 1998 to October, 1999. Age and growth of the Korean scallops were determined from their ring radii. Maturation and spawning were studied using data of ovary maturity stage, gonadosomatic index, and fecundity.

Seawater temperature and specific gravity ranged from 7.6 to 25.9 °C and from 1.0188 to 1.0260, respectively. Also dissolved oxygen and pH ranged from 6.48 to 9.50 ppm and from 8.17 to 8.80. Rocky and gravel bottom had a maximum habitat density of 28.83 inds./100m², which accounted for 82.4 % of the overall habitat area.

The relationship between shell length (SL, mm) and shell height (SH, mm) of the Korean scallops was fitted : $SH = 1.021 SL + 2.211$ ($R^2 = 0.989$). The shell length-total weight (TW, g) relationship was $TW = 0.0003 SL^{2.837}$ ($R^2 = 0.980$). The von Bertalanffy growth parameters were estimated from a nonlinear regression method, and the values were as follows : $SH_{\infty} = 117.4$ mm, $K = 0.61/year$, and $t_0 = -0.017$ year.

The 50 % maturity at age was 0.21 year with the shell height of 18.3 mm, and spawning occurred twice a year, that is, June/July and October. The relationship between fecundity (Fc) and shell length was $Fc = 697.03 SL^{2.683}$ ($R^2 = 0.984$), and the fecundity-gonad weight (GW, g) relationship was $Fc = 10,076,090 GW + 15,608,781$ ($R^2 = 0.990$).

서 론

비단가리비, *Chlamys farreri*는 가리비과

(*Pectinidae*)의 暖海性 二枚貝에 속하며 우리나라 전 연안과 일본, 중국의 북부에 분포하고 있다 (菅野와 谷田, 1961 ; 류, 1991 ; 유, 1979). 서식환경

은 10~30m 저층에서 5~23°C의 넓은 수온범위에 조류가 빠르며 암반 및 자갈 등 부착기질이 많은 곳에 足絲를 내어 부착, 서식한다 (諫早, 1933; 山本, 1964).

비단가리비의 패각은 불룩한 부채모양으로 적색, 자색, 암갈색 및 회백색 등 개체변이가 심하며 우각이 좌각에 비하여 납작하다 (류, 1991). 육질은 연하여 식용으로서의 가치가 높으며 패각은 굴양식의 채묘기 또는 장식품으로 활용되어 최근 대형해조류 (Kelp)와 더불어 복합양식으로 각광받고 있다.

가리비류에 관한 연구로는 발생, 형태 및 생태에 관한 연구 (Drew, 1906), 해부학적 연구 (野村, 1922), 성장 (유와 今井, 1968; Ignatev and Krasnov, 1976), 성숙 (Thorarinsdottir, 1993), 계절적 생식소변화와 산란기 (Yakovlev and Afeichuk, 1995) 등이 있다. 우리나라에서는 가리비 인공종묘생산 (강 등, 1982), 서해안 흑산도 주변에 서식하고 있는 비단가리비 자원에 대한 분포 밀도 및 생태 (황과 김, 1973; 조 등, 1995) 등에 관한 연구가 있을 뿐이다.

본 연구는 우리나라 남해안 완도연안에 서식하고 있는 비단가리비의 서식환경 및 분포상태, 연령과 성장, 성숙과 산란 등 자원생태학적 특성을 규명하여, 자원의 효율적 관리를 위한 기초자료 제공에 그 목적이 있다.

재료 및 방법

1. 조사내용 및 표본채집

본 연구는 전라남도 완도군 주변해역에서 비단가리비의 서식지 환경조사 및 서식밀도조사와 함께 표본채집 개체의 생물학적 자료를 이용하여 비단가리비의 각장조성과 상대성장식, 연령과 성장, 성숙과 산란 등 자원생태학적 특성치를 분석하였다 (Fig. 1).

서식지 환경조사는 1998년 11월부터 1999년 10월까지 12개월간 매일 오전 10시를 기준으로 수온과 비중을 조사하였으며 용존산소 (DO)와 수소이온농도 (pH)는 월 1회 각각 조사하였다. 수온

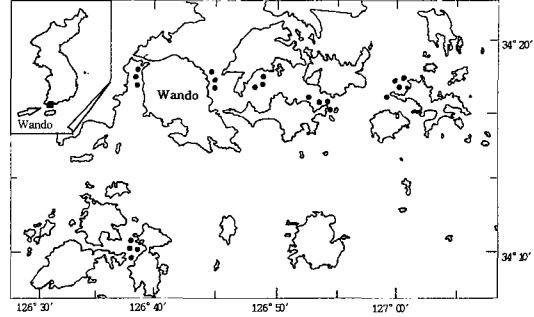


Fig. 1. The sampling sites of *Chlamys farreri* around Wando, Korea during November 1998~October 1999.

은 봉상온도계로 0.1°C까지 측정하였고 비중은 해수비중계 (Akanuma B type)를, DO와 pH는 수질 측정기 Hydrolab (DS3, SC2) 장비를 사용하여 측정하였다.

서식밀도조사는 1999년 1월부터 10월까지 시험 형망틀을 사용하여 채집된 비단가리비 1,036마리를 저질상태에 따라 분석하여 서식밀도량을 조사하였다. 본 연구에 사용된 시험 형망틀은 빔의 길이가 65cm, 높이 30cm, 발길이 25cm이며, 자루그물의 재질은 해저와의 마찰을 고려하여 비교적 항장력과 마찰에 강한 PE (polyethylene)재질로서 망목은 3cm, 길이 90cm로 제작하였다. 또한 서식밀도조사시 Van veen grab (0.05m²)을 사용하여 3ha 간격으로 해저의 저질을 80회 채취하였으며, 채취된 저질은 암반 및 자갈, 모래, 빨모래, 빨로 각각 구분하여 마리/100m² 단위로 서식밀도량을 나타내었다.

비단가리비의 시기별 성장상태를 조사하기 위하여 서식밀도 조사시 채집된 표본 1,036마리에 대한 각장 (Shell length : SL), 각고 (Shell height : SH) 및 전중량 (Total weight : TW)을 측정하였고 조사된 자료는 월별로 각장의 크기를 0.5cm 간격으로 구분하여 월별 총 개체수에 대한 백분율 (%)과 분포량을 나타내어 시기별 출현빈도를 조사하였다. 또한 개체의 생리적 작용에 따른 상대성장을 밝히고자 각장에 대한 각고, 전중량의 상대성장식을 구하였다.

연령사정에 사용된 비단가리비는 채집된 표본 1,036마리중 패각에 부착생물이 과밀하게 부착하

여 연령형질로서 사용할 수 없는 개체를 제외한 638마리를 표본으로 사용하였다. 윤문형성 시기와 형성회수는 연역지수 (Marginal index : *MI*)의 월별변동에 따라 추정하였고 성장상태의 추정은 von Bertalanffy (1938)의 성장식을 이용하였다.

성숙상태를 추정하기 위해 비단가리비 151마리를 월별로 채집하여 현미경으로 생식소의 난성숙을 조사하였으며, 또한 각고별 성숙비를 조사하여 비단가리비의 군성숙연령을 추정하였다.

산란시기의 추정은 1998. 11~12월은 양식산을, 1999년 4~10월까지 서식밀도 조사시 채집된 표본을 월 1~2회, 각 30개체씩 무작위로 선별하여 총 450개체의 숙도를 조사하였다. 또한 포란수 (Fecundity, *Fc*) 추정은 산란기로 추정되는 5~6월에 채집된 표본가운데 무작위로 선별된 총 13마리를 사용하였다.

2. 분석방법

2. 1. 표본의 측정

서식지 밀도조사시 채집된 비단가리비의 시료를 실험실로 운반하여 각장 (Shell length : *SL*), 각고 (Shell height : *SH*)는 Vernier caliper로 0.1mm까지 측정하였고, 전중량 (Total weight : *TW*)은 전자저울 (FA-2000)로 0.1g까지 측정하였다 (Table 1).

비단가리비의 연령사정을 위하여 패각에 부착된 이물질은 완전히 제거한 후, 투명대와 불투명대로 나타나는 경계선을 윤문으로 간주하여 Profile projector (V-12BOC)로 윤경을 측정하였다 (Fig. 2). 측정기준은 패각의 극점으로부터 연변부까지의 거리가 가장 긴 축을 측정기준선으로 정하여, 이 기준선상에 나타나는 각 윤문까지의 길이를 0.1mm까지 측정하였다.

성숙연령 추정에 사용된 각고 12~24mm의 비단가리비 151마리를 실험실로 운반하여 각장 (*SL*), 각고 (*SH*), 전중량 (*TW*)을 측정 후 생식소를 절개하였으며, 현미경 관찰에 의하여 투명난막이 형성되어 난핵이 조밀하게 구성되어 있는 상태를 개체의 성숙각고로 간주하고 연령으로 환산하여 군성숙연령을 추정하였다.

비단가리비의 산란시기 추정은 표본의 외부형

Table 1. Measurements of shell length of *Chlamys farreri* collected around Wando, Korea

Month	Number of samples	Shell length (mm)	
		Range	Mean
Jan.	70	42.2~96.6	69.1
Feb.	86	36.8~109.2	69.7
Mar.	83	41.8~95.4	69.4
Apr.	126	44.7~108.8	70.4
May	124	36.6~121.6	70.8
Jun.	155	45.1~118.7	71.4
Jul.	101	35.9~104.5	67.0
Aug.	49	35.4~104.2	67.8
Sep.	143	36.9~105.4	68.7
Oct.	99	39.4~112.3	70.5
Total	1,036	35.4~121.6	69.7

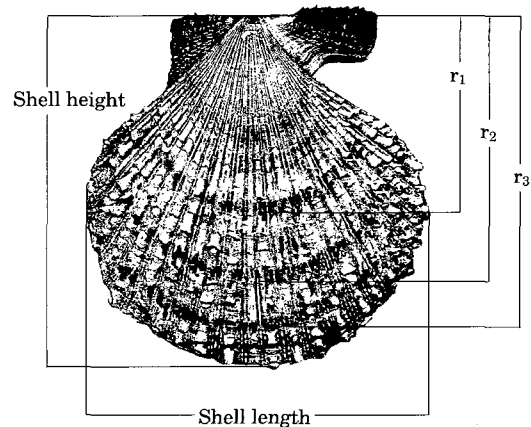


Fig. 2. Diagram showing shell height, shell length and ring radii of *Chlamys farreri* collected around Wando, Korea. r_1 , r_2 and r_3 stand for the first, second, and third ring radius, respectively.

태를 측정 후, 각각의 개체로부터 연체부 (Meat)와 생식소 (Gonad)를 절취하여 수분을 충분히 제거한 다음 연체부중량 (Meat weight : *MW*)과 생식소중량 (Gonad weight : *GW*)을 측정 한 자료를 이용하였고 포란수 (Fecundity, *Fc*)는 2l의 Gilson 액에서 난을 분리시켜 5cc피펫에 2ml의 난을 꺼내 4~6회 반복계수한 값의 평균치를 구하였다.

2. 2. 연령과 성장

비단가리비 패각에 반월상으로 나타나는 윤문이 연령형질로서 적합한가를 알아보기 위해 각고

(SH)와 각 윤문과의 관계를 나타내었으며, 윤문형성시기 및 주기를 추정하고자 윤문의 연역지수(MI)를 월별로 계산하였다.

연역지수는 (1)식을 사용하여 구하였다.

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

여기서, R은 각고, r_n은 n번째 윤경, r_{n-1}은 n-1번째 윤경이다.

비단가리비의 성장식은 von Bertalanffy (1938) 성장식을 사용하였고 연령별 평균각고 자료를 사용하여 Walford 방법 (장, 1991)에 의하여 추정한 성장 매개변수들을 초기값으로 하여 비선형 회귀방법에 의해 매개변수들을 추정하였다.

von Bertalanffy 성장식은 (2)식과 같다.

$$SH_t = SH_{\infty} (1 - e^{-K(t-t_0)}) \quad (2)$$

여기서, t: 연령, SH_t: 연령 t시의 각고, SH_∞: 이론적 최대각고, K: 성장계수, t₀: 각고가 0일 때의 이론적 연령이다.

각고 (SH)와 전중량 (TW)의 상대성장식은 (3)식의 지수식으로 구하였다.

$$TW = aSH^b \quad (3)$$

2. 3. 성숙과 산란

매월 비단가리비 표본개체들의 난소를 현미경으로 관찰하여 성숙상태를 파악하였다. 난의 모양이 원형에 가깝고 투명한 난막을 형성하면서 난핵이 조밀하게 분포되어 있는 상태를 성숙각고로 보았다. 또한 각고별 성숙비를 사용하여 식(4)의 logistic식에 적용시켜 조사개체수의 50% 이상이 성숙된 각고인 균성숙각고를 구하고 이를 연령으로 환산하여 균성숙연령으로 추정하였다.

$$P_i = \frac{1}{1 + e^{(b_0 + b_1 SH_i)}} \quad (4)$$

여기서, P_i는 i각고계급에서의 성숙비이다.

생식소 속도지수 (Gonadosomatic index : GSI)의 변화를 추적하여 GSI가 낮아지는 시기를 산란기로 간주하여 산란시기를 추정하였다.

생식소 속도지수는 (5)식으로 산정하였다.

$$GSI = \frac{GW(g)}{MW(g)} \times 100 \quad (5)$$

여기서, GSI는 생식소 속도지수, GW는 생식소 중량 (g), MW는 연체부중량 (g)이다.

포란수 추정은 wet subsample 방법 (김과 장, 1994)을 사용하여 (6)식으로 구하였다.

$$F_c = \frac{m}{2} \times 2,000 \quad (6)$$

여기서, F_c는 포란수, m은 난수의 평균치이다.

결 과

1. 서식환경 및 밀도

1. 1. 서식환경

완도연안 비단가리비의 서식환경조사 기간중 수온과 비중의 분포는 Fig. 3과 같다.

Fig. 3에서 수온의 범위는 7.6~25.9°C였으며 최저수온은 2월 중순의 7.6°C, 최고수온은 8월 중

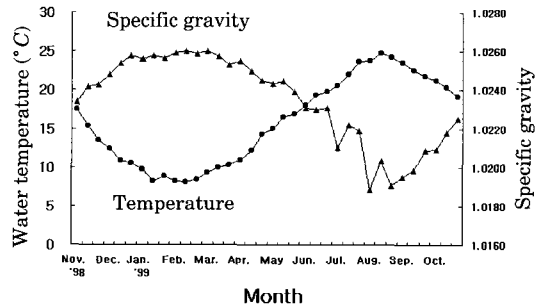


Fig. 3. Monthly variations of water temperature and specific gravity around Wando, Korea.

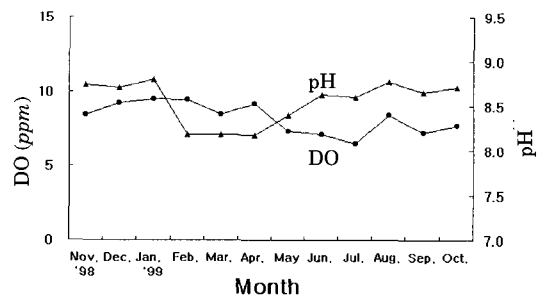


Fig. 4. Monthly variations of DO and pH around Wando, Korea.

순의 25.9°C로 연중 수온차이는 18.3°C로 나타났다. 비중의 연중범위는 1.0188~1.0260였는데 여름철 장마와 집중적인 폭우로 인한 육수의 유입으로 7~8월에는 불규칙한 저비중 현상이 지속되었으며, 2~3월 전후의 겨울철에 가장 높은 경향을 보였다.

용존산소 (DO)와 수소이온농도 (pH) 변화는 Fig. 4와 같다. DO의 연중범위는 6.48~9.50 ppm으로 나타났으며, 5~8월 사이에는 7.30~6.48 ppm으로 비교적 낮은 반면, 1월에는 9.50 ppm으로 최고치를 나타내어 하계에는 낮고 동계에는 높은 값을 보였다. pH의 연중범위는 8.17~8.80으로 나타나 2~4월에 가장 낮았으나 연중 커다란 변화를 보이지 않았다.

완도연안의 수온은 8월 중순이 가장 높았으며 비중은 수온과는 반대로 7~8월에 가장 낮은 현상을 보여 수온과 비중은 역상관 관계를 나타내었고 DO와 pH는 연중 큰 변화를 보이지 않았다.

1. 2. 저질상태에 따른 비단가리비 분포밀도

완도연안에 서식하고 있는 비단가리비의 저질 상태에 따른 분포밀도는 Table 2와 같다.

시험 형망틀을 이용한 전체 소해면적은 11,857m²로서 암반과 자갈, 모래, 빨모래, 빨의 소해면적은 각각 2,962m² (25.0%), 2,934m² (24.7%), 2,949m² (24.9%), 3,012m² (25.4%)이며 이때 채집된 비단가리비는 각 854마리, 93마리, 64마리, 25마리의 순이었다.

Table 2에서 저질상태에 따른 평균 서식밀도 범위는 0.83~28.83 마리/100m²였다. 암반과 자갈의 비단가리비 평균밀도는 28.83 마리/100m² (82.4%)로 가장 높았고 다음이 모래가 3.17 마리/100m² (9.0%), 빨모래가 2.17 마리/100m² (6.2%),

Table 2. Bottom materials and occurrence of *Chlamys farreri* around Wando, Korea

Bottom Materials	Dragged area (m ²)	Catch (inds.)	Density (inds./100m ²)
Rock and Gravel	2,962	854	28.83(82.4%)
Sand	2,934	93	3.17(9.0%)
Muddy sand	2,949	64	2.17(6.2%)
Mud	3,012	25	0.83(2.4%)
Total	11,857	1,036	

빨이 0.83 마리/100m² (2.4%)의 순으로 서식밀도를 보였다.

암반과 자갈에서 비단가리비 전체밀도의 82.4%가 출현하여 주 서식처로 조사되었고, 빨모래와 빨은 전체 서식밀도의 8.6%를 나타내어 비단가리비의 서식지로서 적합치 않은 것으로 나타났다.

완도연안에 자연서식하고 있는 비단가리비는 부착기질에 적합한 암반과 자갈 등으로 구성되어 있는 곳에서 서식밀도가 높게 나타났다.

2. 각장조성

서식밀도 조사시 채집한 비단가리비 1,036마리의 월별 총 개체수에 대한 각장 (SL) 크기별 개체수의 백분율 (%)로 나타낸 각장조성은 Fig. 5와 같다.

비단가리비의 각장조성은 35.4~121.6mm (평균각장은 69.7mm) 범위로 6cm에서 22.4%로 가장 높았고, 7cm 21.4%, 5cm 18.8%, 8cm 15.1%, 4cm 10.4%의 순으로 나타났으며 9cm 이상은

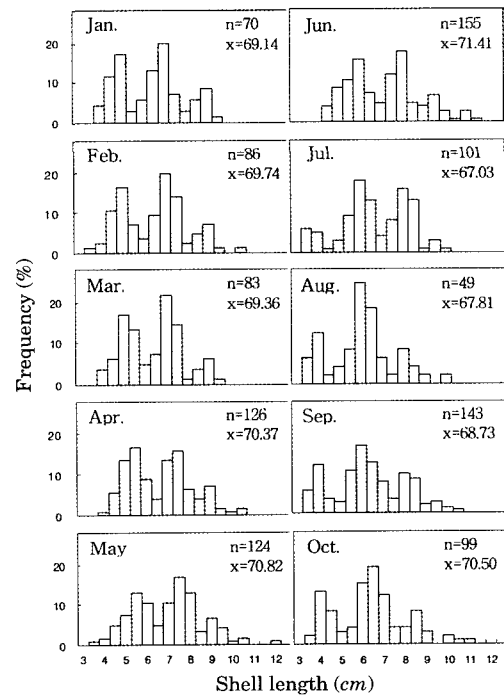


Fig. 5. Monthly frequency distributions of the shell length of *Chlamys farreri* around Wando, Korea.

9.8%로 각장이 클수록 조성비는 작았다.

Fig. 5에서 각장조성은 매월 3~4개씩의 mode를 가지면서 1월의 5cm와 7cm에서 월이 진행함에 따라 조금씩 우측으로 이동하여 6월에는 6cm와 8cm의 mode가 형성되어 10월까지 점차 증가하였다. 7월에는 새로 가입되는 군으로 보이는 3~4cm에서 mode가 출현하기 시작하여 10월에는 4~5cm로 증가하였다.

따라서 완도연안 비단가리비의 각장조성 자료를 분석한 결과 개체의 재생산을 통한 자원의 가입시기 및 가입회수는 1월이전과 7월이후 연 2회의 가입이 일어나는 것을 추측할 수 있었다.

3. 상대 성장식

완도산 비단가리비 1,036마리의 각장(SL)과 각고(SH)와의 관계는 Fig. 6과 같고, 각장(SL)과

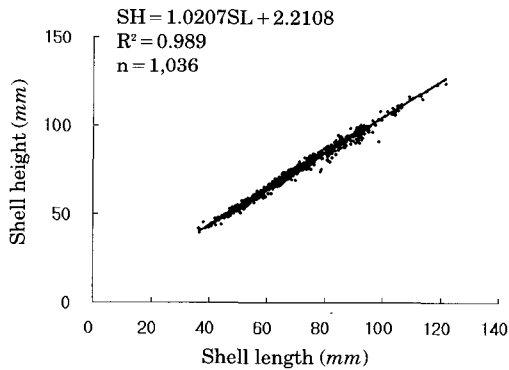


Fig. 6. Relationship between shell length(SL) and shell height(SH) of *Chlamys farreri* around Wando, Korea.

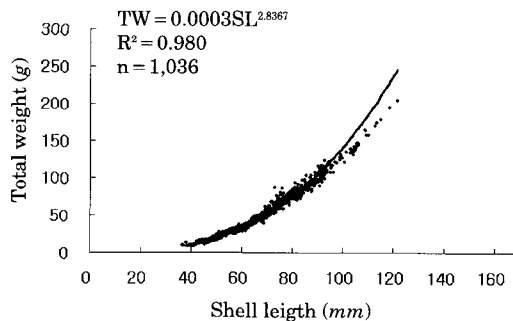


Fig. 7. Relationship between shell length (SL) and total weight (TW) of *Chlamys farreri* around of Wando, Korea.

전중량(TW)과의 관계는 Fig. 7과 같다.

Fig. 6에서 각장(SL)에 대한 각고(SH)의 상대성장은 직선적인 관계를 나타내었으며 상대성장식은 식(7)과 같다.

$$SH = 1.0207SL + 2.2108 \quad (7)$$

$$(R^2 = 0.989)$$

Fig. 7에서 각장(SL)에 대한 전중량(TW)의 상대성장은, 각장 60mm까지 전중량의 완만한 성장을 보이다가 이후 각장에 대한 전중량의 급격한 성장을 보여 지수함수 곡선에 잘 적합되었고 상대성장식은 식(8)과 같다.

$$TW = 0.0003SL^{2.8367} \quad (8)$$

$$(R^2 = 0.980)$$

4. 연령과 성장

연령사정에 사용된 비단가리비는 총 638마리로 각장 35.6~121.6mm, 각고 39.1~123.5mm 범위였다 (Table 3).

연령형질의 지표로서 윤문이 사용되었지만, 윤문형성 시기와 형성회수를 추정하기 위해 월별 연역지수(MI)를 추정하고 그 변화상태로서 추적하였다 (Fig. 8). 연역지수는 9월부터 증가하여 다음해 4월에 가장 높은 값을 나타냈고, 5월부터 급격히 낮아져 7~8월에 최저치를 나타냈다. 따라서 완도산 비단가리비의 윤문형성 시기는 7~8월에

Table 3. Measurements of shell length and shell height of *Chlamys farreri* collected around Wando, Korea

Month	Number of samples	Shell length (mm)		Shell height (mm)	
		Range	Mean	Range	Mean
Jan.	38	42.2~92.9	69.5	45.4~97.4	73.2
Feb.	52	42.3~109.2	69.8	45.2~114.8	73.9
Nar.	47	41.8~93.3	69.6	45.8~97.3	73.6
Apr.	76	44.7~108.8	70.7	48.0~116.3	74.9
May	65	36.6~121.6	71.2	39.1~123.5	75.2
Jun.	91	45.1~118.7	71.6	48.4~122.8	75.3
Jul.	59	42.4~104.5	67.4	45.5~108.9	71.4
Aug.	24	45.3~104.2	67.5	47.4~107.3	71.5
Sep.	112	36.9~105.4	68.7	44.6~111.2	73.1
Oct.	74	39.4~112.3	70.7	43.3~116.5	74.9
Total	638	36.6~121.6	69.7	39.1~123.5	73.7

연 1회 형성되는 것으로 추정되었다. 또한 Table 4에서 각 연륜군의 각고평균치 (R)는 I윤군 59.1mm에서 IV윤군 110.2mm였고, 각 연륜군의 평균 윤경은 $r_1=42.4mm$, $r_2=66.4mm$, $r_3=86.6mm$,

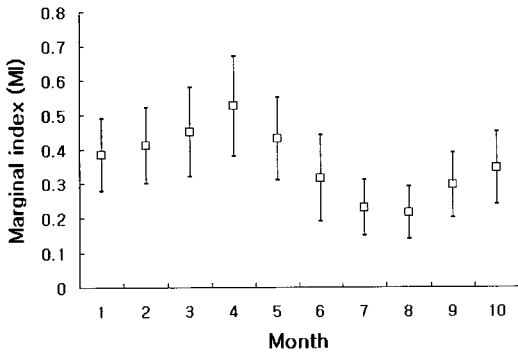


Fig. 8. Monthly changes in marginal index of the shell height of *Chlamys farreri* around Wando, Korea. Open squares denote the mean values of marginal index, and vertical bars mean the 95% confidence intervals of MI.

$r_4=101.4mm$ 였다.

윤문이 연령형질로 객관성이 있는가의 여부를 확인하기 위해 각 윤군별 각고와 윤경 (r_n)과의 관계를 Fig. 9에 나타내었다. Fig. 9에서 각 연륜군별 윤경의 측정치는 서로 중복됨이 없이 일정한 간격으로 분포되어 있었고, 동일 윤군내에서 각고가 커짐에 따라 윤경도 커지는 직선회귀의 관계를 보였다. 따라서 패각에 형성된 윤문은 대응성이 있어 연령지표로 비교적 타당하였다.

비단가리비의 각 연령에 대한 평균각고를 이용하여 추정한 von Bertalanffy 성장식은 Fig. 10과

Table 4. Mean ring radius on the shell of *Chlamys farreri* around Wando, Korea

Ring group	Radius of ring (mm)					Number of samples
	R	r_1	r_2	r_3	r_4	
I	59.1	42.1				258
II	78.7	42.3	66.2			286
III	96.9	42.6	66.4	86.5		78
IV	110.2	42.6	66.5	86.6	101.4	16
Mean		42.4	66.4	86.6	101.4	638

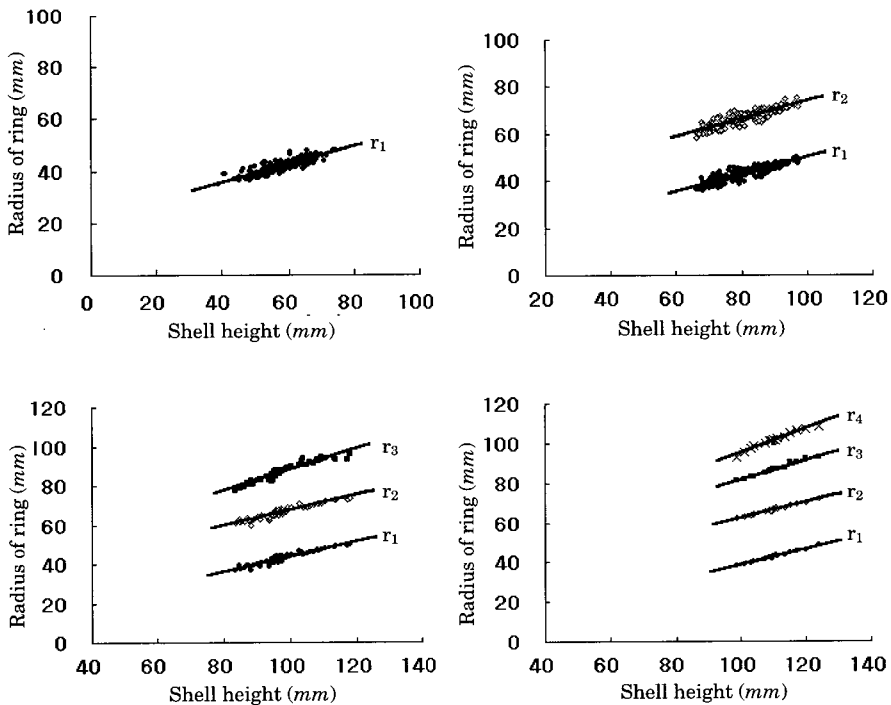


Fig. 9. Relationship between shell height and ring radius of *Chlamys farreri* around Wando, Korea.

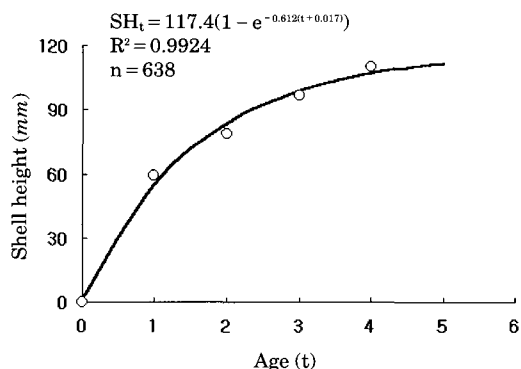


Fig. 10. The von Bertalanffy growth curve estimated from the non-linear regression method of *Chlamys farreri* around Wando, Korea.

같다.

Fig. 10에서 이론적 최대각고 (SH_{∞})는 117.4 mm, 성장계수 (K)는 0.612/yr, 각고가 0일때의 이론적인 연령 (t_0)은 -0.017세, 결정계수 (R^2)는 0.9924로 추정되었다.

5. 성숙과 산란

5. 1. 성숙연령

성숙연령 추정에 사용된 비단가리비 암컷 151마리의 각고별 생식소의 난성숙 개체수와 그 비율은 Table 5와 같다.

Table 5에서 생식소의 난성숙은 각고 13.3mm에서 최초로 출현하기 시작하여 각고 18.4mm, 각고 15.8mm, 전중량 7g에서는 50%의 출현율을 보였고 각고 23.5mm 이상에서는 조사미수 전체의 생식소가 성숙되었음이 관찰되었다.

Fig. 11에서 각고계급에 따른 성숙비를 logistic 식에 적용시킨 결과 50% 성숙비에 대한 군성숙각고는 18.3mm로 추정되었고 각고에 대한 군성숙비 (%)의 관계식은 (9)식과 같다.

$$P_i = \frac{1}{1 + e^{(9.093 - 0.496SH_i)}} \quad (9)$$

($R^2 = 0.975$)

군성숙연령은 군성숙각고 18.3mm를 Fig. 10의 von Bertalanffy 성장식에 대입해서 연령으로 환산한 결과 0.21세로 추정되었다.

Table 5. Relationship between size and egg-carrying prevalence of *Chlamys farreri* around Wando, Korea

Range of shell height (mm)	Number of samples	Average			Prevalence of egg-carrying adult (%)
		SL (mm)	SH (mm)	TW (g)	
12.0~12.9	8	10.2	12.6	2.0	0 -
13.0~13.9	10	11.6	13.3	2.7	1 (10%)
14.0~14.9	13	12.4	14.5	3.4	2 (15%)
15.0~15.9	14	13.3	15.5	4.0	3 (21%)
16.0~16.9	12	14.0	16.6	4.8	3 (25%)
17.0~17.9	10	14.8	17.6	5.7	4 (40%)
18.0~18.9	12	15.8	18.4	7.0	6 (50%)
19.0~19.9	15	16.7	19.5	8.2	8 (53%)
20.0~20.9	12	17.4	20.5	9.5	7 (58%)
21.0~21.9	10	18.3	21.5	10.8	8 (80%)
22.0~22.9	12	19.1	22.6	12.5	11 (92%)
23.0~23.9	13	20.1	23.5	15.2	13 (100%)
24.0~24.9	10	20.9	24.5	19.6	10 (100%)

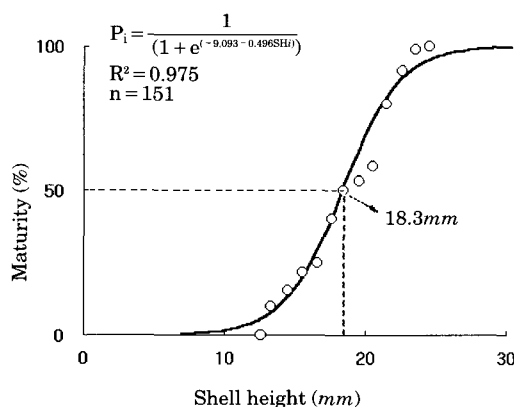


Fig. 11. Rate of group maturity of *Chlamys farreri* around Wando, Korea.

5. 2. 산란기

산란시기 추정에 사용된 비단가리비 450마리의 생식소 속도지수 (Gonadosomatic index : GSI)는 Fig. 12와 같다.

Fig. 12에서 생식소 속도지수 (GSI)는 조사를 시작한 1998년 11월 13일에 6.82를 보인 후 점차 증가하기 시작하여 1999년 6월 11일에 25.02로 최대치를 나타냈고, 이후 급격한 감소를 보이다가 8월 13일에 6.04로 최저치를 보였으며 10월 5일에 10.81까지 점차 상승하다가 이후 다시 감소되는 경향을 보였다. 이것으로 보아 산란시기는 생

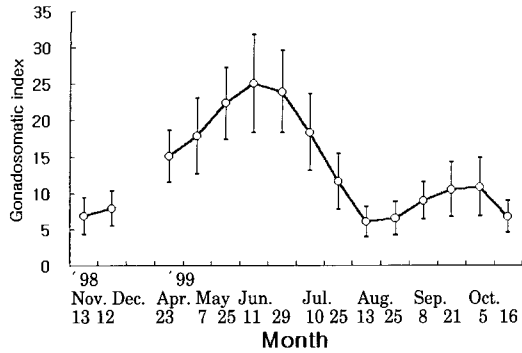


Fig. 12. Monthly variation of gonadosomatic index (GSI) of *Chlamys farreri* around Wando, Korea. Open circles denote the mean values of gonadosomatic index, and vertical bars mean the 95% confidence intervals of GIS.

식소 속도지수 (GSI)가 최고치를 보이다가 감소를 보이기 시작한 6월 중순부터 7월로 추정되었으며, 9월부터 속도지수가 다시 상승하기 시작하여 10월 초순까지 상승하다가 감소하는 것으로 보아 10월도 산란시기로 추정되었다.

따라서 완도연안 비단가리비의 산란시기는 6~7월, 10월 연 2회 산란하는 것으로 추정되었다.

5. 3. 포란수

포란수 (Fecundity, *Fc*) 추정에 사용한 표본 13마리에 대한 포란수는 Table 6과 같다.

Table 6에서 측정된 비단가리비의 포란수는 1년생의 경우 $28 \times 10^6 \sim 34 \times 10^6$ 의 범위로 나타났고, 2년생은 $69 \times 10^6 \sim 86 \times 10^6$, 3년생은 $122 \times 10^6 \sim 136 \times 10^6$, 4년생은 $178 \times 10^6 \sim 184 \times 10^6$ 범위로 나타났으며, 연령에 따른 포란수의 차이가 뚜렷하였다. 또한 각장 (SL), 전중량 (TW) 및 생식소중량 (GW)이 커짐에 따라 포란수가 증가하는 경향을 보였지만, 각장 및 전중량의 증가에 따라 반드시 포란수가 증가하지는 않았으며, 생식소중량의 증가에 따른 포란수의 증가는 일치하였다.

포란수 (*Fc*)에 대한 각장 (SL), 생식소중량 (GW)과의 관계는 Fig. 13과 Fig. 14와 같다.

Fig. 13에서 포란수와 각장과의 상관관계는 비선형으로 식(10)과 같으며, Fig. 14의 포란수 (*Fc*)와 생식소중량 (GW)과의 상관관계는 직선적이며

Table 6. Fecundity of *Chlamys farreri* around Wando, Korea

Age	Shell length (mm)	Total weight (g)	Gonad weight (g)	Fecundity ($\times 10^6$)
1	51.8	22.27	1.75	28
	53.9	23.85	1.82	29
	55.1	28.42	2.23	34
	57.6	26.82	1.98	31
2	69.8	60.06	5.21	73
	71.5	59.87	4.83	69
	74.8	70.58	5.98	82
	76.2	66.55	5.43	76
3	77.8	71.14	6.16	86
	92.8	104.45	11.12	122
4	95.8	116.81	12.43	136
	103.2	139.61	16.13	178
	105.8	147.28	16.74	184

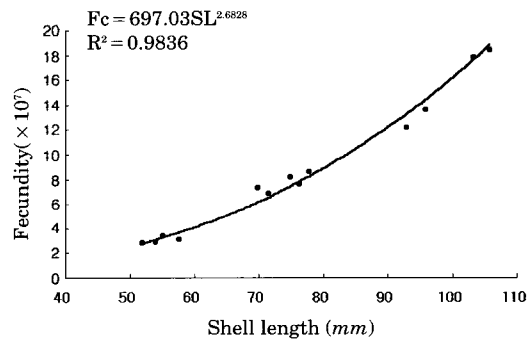


Fig. 13. Fecundity related to shell length (SL) of *Chlamys farreri* around Wando, Korea.

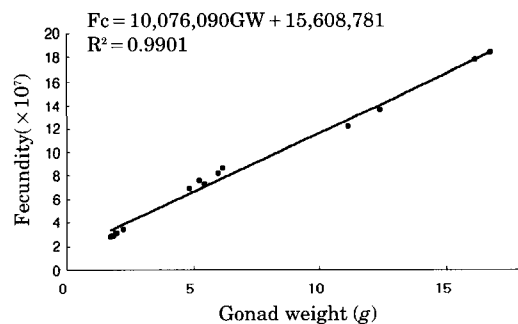


Fig. 14. Fecundity related to gonad weight (GW) of *Chlamys farreri* around Wando, Korea.

식(11)과 같다. 식(10)과 식(11)에서 각장의 결정계수 보다 생식소중량의 결정계수가 더 높게 나타

났다.

$$Fc = 697.03SL^{2.6828} \quad (10)$$

($R^2 = 0.9836$)

$$Fc = 10,076,090GW + 15,608,781 \quad (11)$$

($R^2 = 0.9901$)

여기서, Fc 는 포란수, SL 는 각장, GW 는 생식소 중량이다.

고 찰

수산생물자원은 인류의 식량자원으로서의 가치 뿐만이 아니라 생태계를 상호 구성·유지하는 중요한 매개수단이라 할 수 있다. 그러나 오늘날 어획으로 인한 남획, 환경오염, 매립 및 간척으로 인한 생태계의 혼란과 수산자원의 적절한 보존대책 없이 이용한 결과 일부 수산자원은 자원고갈을 예고하고 있다.

따라서 이에 대한 자원의 중요성을 인식하고 생물의 자율갱신성(renewable)의 특성을 활용, 수산자원의 최적이용을 위한 연구노력과 서식환경 및 분포를 밝히고 생물자원의 변동에 관련되는 요소인 재생산에 의한 가임과 어획·자연사망, 개체 성장으로 인한 자원의 증 중량 등 개체군 역학에 관련된 생태학적 특성치를 파악하는 것이 수산자원관리에 앞서 먼저 선행되어야 할 필연적 과제라 할 수 있다(장, 1991).

본 연구는 1998년 11월부터 1999년 10월까지 전남 완도군 연안에 서식하는 비단가리비의 서식환경과 저질상태에 따른 분포밀도를 조사하였고, 채집된 개체군을 대상으로 성장과 연령을 구명하고, 자원재생산에 관련된 성숙연령, 산란기, 포란수를 추정하였다.

Table 2에서 비단가리비의 분포밀도를 조사한 결과 암반과 자갈에서 28.83 마리/100m²로 가장 높은 서식밀도를 보였고 전체밀도의 82.4%가 서식하였다. 반면 모래, 빨모래, 빨은 3.17~0.83 마리/100m²로 분포밀도가 매우 낮았으며 비단가리비의 서식지로 부적격한 것으로 판단되어진다. 이는 서식환경(수온, 비중, DO, pH 등)이 분포밀도

에 미치는 영향보다 서식지저질이 비단가리비의 분포밀도를 좌우하는 커다란 요인이 되며, 또한 조류의 원활한 소통과 부착성기질을 갖는 다른 패류와의 먹이경쟁 관계에 따라 서식지이동의 원인이라 볼 수 있다. 즉 비단가리비는 이동성이 강한 특성으로 인해 강한 부착성기질의 저질이 서식지를 구성하는 중요한 요인이 된다고 생각되어진다. 한편 완도산 비단가리비의 서식밀도는 저질구성에 따라 0.83~28.83 마리/100m²로, 황과 김(1973)의 연구에서 흑산도 근해의 평균밀도 490 마리/100m², Wolfgang and Sergio(1997)의 칠레 북부 가리비 평균밀도 164 마리/100m²와 비교하여 볼 때 완도연안 비단가리비의 자원량은 산업적으로 이용할 수 있는 수준에 미치지 못한다고 할 수 있다.

조사기간중 채집된 완도산 비단가리비의 평균 각장은 69.7mm로 조 등(1995)의 흑산도산 비단가리비 평균각장 73mm와 비교하여 볼 때 3mm이상의 성장차이를 보였는데 이는 흑산도 수온범위(6.4~20.8°C)와 완도 수온범위(7.6~25.9°C)로 생기는 성장차이라 생각되어지나, 비단가리비의 성장은 수온, 염분 등의 서식환경에 의해서만 아니라(Yamamoto, 1957), 밀도(今井 와 西川, 1969), 오염물질 발달이 성장에 미치는 영향(Claereboudt et al., 1994), 유속 및 Seston의 유기탄소함량(Wilson, 1987) 등 종합적인 요인에 의하여 지역에 따라 서로 다른 성장차이를 보인다고 판단되어진다.

채집된 비단가리비의 각장조성에서 1월에 mode가 5cm, 7cm에서 월이 진행됨에 따라 6월에는 6cm, 8cm로 증가하였고 7월에 3~4cm의 새로운 mode가 출현하여 10월에 4~5cm로 성장하였다. 이것으로 보아 7월과 1월 연 2회의 새로운 자원의 가임을 추측할 수 있었다. 연령사정을 위한 비단가리비 638개체의 폐각에 나타나는 윤문으로 연령을 추정된 결과 연령의 분포는 1~4세까지 나타났는데, 이는 山本(1950)의 연구 1~6세 보다 적게 나타났다. 이러한 이유는 지역 및 환경에 의한 차이로 판단되어지고, 또한 1998년 8월초 완도 지역에 발생한 이상수괴(청조) 및 고수온 발생에 따른 양식산 비단가리비의 대량폐사(60~70%)에

기인한 결과로 고연령의 패류출현이 없었던 것으로 추측되어진다.

최초 산란에 참가하는 50% 군성숙각고는 18.3mm로 이를 von Bertalanffy 성장식에 대입하여 연령으로 환산한 군성숙연령은 0.21세로 나타났다고, 산란시기는 6~7월, 10월 연 2회 산란기로 추정하였는데, 이는 개체군의 산란이 춘계와 추계로 나누어져 산란하는 것이 아니라 6~7월 산란직후 난 생식이 시작 (Thorarinsdottir, 1993)되어 10월 추계산란이 이루어져 연 2회 산란되는 것이라 생각된다. 이는 Yakovlev and Afeichuk (1995)의 일본 최북단에 서식하는 비단가리비 군집의 번식주기에 관한 연구에서 6월말 18°C를 전후로 8월까지 연 1회 산란이 이루어져 본 연구와 산란시기 및 산란회수가 서로 상이함을 알 수 있었다.

또한 포란수는 2년생 77.2×10^6 , 4년생 181×10^6 로 나타났는데, 山本 (1950)의 연구에서는 2년생의 포란수 $(10,296 \pm 1,144) \times 10^4$ 가 많았고, 4년생의 포란수 $(16,456 \pm 1,408) \times 10^4$ 가 비슷하거나 적게 나타났다. 이는 지역 및 서식환경 차이에서 오는 결과 이외에 山本の 연구에서 사용된 각장크기 2년생 (108~122mm), 4년생 (138~150mm)의 개체크기에서 오는 생식소 중량차이에 의한 포란수 차이가 더욱 크다고 생각되어진다.

이상에서 완도연안에 서식하는 비단가리비의 자원량은 산업적 이용수준에 미치지 못하는 것으로 판단되며, 일본연안 및 흑산도산과 비교하여 성장 및 산란형태가 서로 상이한 것으로 나타났다. 이는 계군 및 서식환경의 차이에서 오는 것이라 생각되어지며, 금후 지리적인 개체군의 생태학적 특성을 밝혀 수산자원의 최적이용을 위한 연구노력이 필요하다. 또한 본 논문에서 수행된 비단가리비의 성숙, 산란 및 성장에 관한 연구와 더불어 자원의 합리적 이용을 위한 자원평가와 생물학적허용어획량 (ABC)등을 추정하기 위한 연구가 수행되어야 할 것으로 보인다.

요 약

완도연안의 비단가리비 개체군을 대상으로 자

원생태학적 특성을 규명하기 위해 1998년 11월부터 1999년 10월까지 서식환경 및 밀도조사를 하였고, 폐각에 나타난 윤문을 이용하여 연령과 성장을 구명하고, 생식소 난성숙비, 속도지수의 변화, 포란수 측정 등으로부터 성숙과 산란에 대하여 조사하였다.

1. 수온 및 비중의 범위는 7.6~25.9 °C, 1.0188~1.0260였고 DO와 pH는 각각 6.48~9.50ppm, 8.17~8.80의 범위였다.
2. 저질상태에 따른 서식밀도는 암반과 자갈에서 28.83 마리/100m²의 가장 높은 서식밀도를 보였고, 전체의 82.4%가 서식하였다.
3. 각장 (SL)과 각고 (SH)와의 관계는 $SH = 1.021SL + 2.211$ ($R^2 = 0.989$), 각장과 전중량 (TW)의 관계는 $TW = 0.0003SL^{2.837}$ ($R^2 = 0.980$)였다.
4. von Bertalanffy 성장식의 매개변수 추정치를 보면 이론적 최대각고(SH_{∞})는 117.4mm, 성장계수 (K)는 0.612/yr, 각고가 0일 때의 이론적인 연령 (t_0)는 -0.017세였다.
5. 50% 군성숙연령은 0.21세로 이 때의 군성숙각고는 18.3mm였다. 산란기는 6~7월과 10월 연 2회 추정되었으며, 포란수 (Fc)에 대한 각장 (SL) 및 생식소중량 (GW)의 관계는 $Fc = 697.03SL^{2.683}$ ($R^2 = 0.984$), $Fc = 10,076,090GW + 15,608,781$ ($R^2 = 0.990$)로 나타났다.

참고문헌

- Bertalanffy, L. von(1938) : A quantitative theory of organic growth (Inquiries on growth laws. II), Hum. Biol. 10(2), 181~213.
- Claereboudt, M. R., Bureau, D., Cote, J. and Himmelman, J. H. (1994) : Fouling development and its effect on the growth of juvenile giant scallops (*Placopecten magellanicus*) in suspended culture, Aquaculture, 121, 327~342.
- Drew, G. A.(1906) : The habits, anatomy and embryology of the giant scallop(*Pecten tenuicostatus*), Univ. Maine stud., 6.
- Ignatev, A. V. and Krasnov, E. V.(1976) : Investiga-

- tion of growth temperature conditions of scallops based on oxygen isotope ratios of their shells, *Sov. J. Mar. Biol.*, 2(5), 323~328.
- Thorarinsdottir, G. G.(1993) : The Iceland scallop, *Chlamys islandica* (O. F. Muller), in Breidafjurdur, West Iceland II. Gamete development and spawning. *Aquaculture*, 110, 87~96.
- Wilson, J. H.(1987) : Environmental parameters controlling growth of *Ostrea edulis* L. and *Pecten maximus* L. in suspended culture, *Aquaculture*, 64, 119~131.
- Wolfgang, B. S. and Sergio, A. G.(1997) : Abundance, growth, and production of the sea scallop *Argopecten purpuratus* (Lamarck 1819) : bases for sustainable exploitation of natural scallop beds in north-central Chile, *Fisheries Res.*, 32, 173~183.
- Yakovlev, Y. M. and Afeichuk, L. S.(1995) : The reproductive cycle of the scallop *Chlamys farreri* in the Sea of Japen, *Fisheries Res.*, 8, 22~29.
- Yamamoto, G.(1957) : Tolerance of scallop spats to suspended silt, low oxygen tension, high and low salinities and sudden temperature change, *Sci. Rep. Tohoku Univ.*, 23, 73~82.
- 諫早隆夫(1933) : ホタテの移動調査, 北水試旬報, 204.
- 菅野尙, 谷田專治(1961) : アカザラガイ *Chlamys farreri nipponensis* KURODAの増殖に關する研究(第11報), 東北水研研究報告, 19, 135~141.
- 今井丈夫・西川信良(1969) : ホタテガイ *Patinopecten yessoensis*. マカガイ *Anadara broughtonii*の種苗量産, 水産増殖, 16, 309~316.
- 山本護太浪(1950) : 陸奥灣産ホタテガイの増殖に關する研究, 青森水資調報, 1.
- 山本護太郎(1964) : 陸奥灣におけるホタテガイ増殖, 日本水資保會, 水増叢書, 6.
- 野村七録(1922) : 帆立貝の構造及基の系統學的意義, 動難, 34.
- 姜海遠・鄭成采・李種寬・趙榮朝・張貞源(1982) : 가리비 인공종묘생산에 관한 연구, 수진연구보고, 30, 111~118.
- 김수암・장창익(1994) : 어류생태학, 서울프레스, 273pp.
- 류종생(1991) : 원색 한국패류도감, 일지사, 196pp.
- 유성규(1979) : 친해양식, 새로출판사, 605pp.
- 유성규・今井丈夫(1968) : 가리비의 먹이와 성장, 부산수대연구보고, 8(2), 127~132.
- 장창익(1991) : 수산자원생태학, 우성문화사, 399pp.
- 趙賢首・孫晔瑄・車炳烈・朴永喆・深元錫・崔鈺仁(1995) : 비단가리비 자원조사, 남해수연사업보고, 108~124.
- 황호정・김명남(1973) : 흑산도 근해 비단가리비의 분포 생태에 관한 연구, 수진연구보고, 11, 25~35.