

## 형태적 특징에 따른 한국산 백합과 5종의 계통유연관계

정형택 · 김 정<sup>1</sup> · 최상덕\*  
<sup>1</sup>여수대학교 수산증양식연구센터, 양식학과

### Phylogenetic Relationship of the Five Korean Veneridae clams, *Bivalvia*, *Veneroida* According to Morphological Characters

Hyung Taek Jung, Jung Kim<sup>1</sup> and Sang Duk Choi\*  
Department of Aquaculture, Yosu National University, Yosu 550-749, Korea  
<sup>1</sup>Aquaculture Research Center, Yosu National University, Yosu 550-900, Korea

Five commercially valuable Korean Veneroid, *Protothaca jedomensis*, *Ruditapes philippinarum*, *Saxidomus purpuratus*, *Cyclina sinensis* and *Meretrix lusoria* were recognized by comparing internal and external morphological characters. As length of the primary tooth was directly grown proportional to shell size but all other characters were not measured according to size of shell. Hence, the morphological characters of these Veneroids may be estimated from the size of the unique primary tooth and it might be enough to be a good criterion for identification of species among Veneroids. Numerical index of hinge plate length of these species was assessed systematically, irrespective of measuring the length, height and width of the shell. The highest internal and external morphological similarity was observed between *P. jedomensis* and *R. philippinarum* and the lowest similarity was observed between *P. jedomensis* and *M. lusoria*. These similarities may be affected by multiple environmental factors as well as genetic characters. For artificial seed production of *P. jedomensis*, *R. philippinarum*, a closest relative among the five species, must be focussed.

**Keywords:** Morphological Characters, Veneridae, *Protothaca jedomensis*, *Ruditapes philippinarum*, *Saxidomus purpuratus*, *Cyclina sinensis*, *Meretrix lusoria*, Phylogenetic Relationship

## 서 론

우리나라는 남서해안에 넓은 간석지를 가지고 있으며, 중요한 증양식 대상종들이 많은 조개류들이 서식하고 있다. 그러나 최근 우리나라의 연안어장은 오염과 간석지의 무분별한 매립, 불법어업의 성행 등으로 생산력이 크게 감소하고 있으므로 어업자원의 적절한 관리가 시급한 실정이다. 어업자원을 효율적으로 관리하기 위해서는 대상생물자원에 대한 서식생태와 분류학적 유연관계를 정확하게 파악하는 것이 무엇보다 중요하다.

조개류와 같은 저서동물은 서식지 주변의 환경과 지리적 차이에 따라 유전적 변이 뿐만 아니라 형태적 차이가 나타나기 때문에(Stanley, 1968; Hanaoka and Shimadzu, 1949) 지역개체군의 형태변이에 관한 연구는 양식생물의 서식적지를 찾아내는 측면에서 중요시 되어왔다(Yoo et al., 1978; Lim et al., 1992).

이때패류의 외부형태 변이를 파악하는 데는 각장, 각고, 각폭, 최대방사능 길이, 패각무게, 경첩의 길이, 교치수, 그리고 방사

능수와 같은 형질들이 이용되어져 왔다(Yoo, 1970; Lee et al., 1997; Yokogawa, 1997). 그러나 이러한 형태차이는 서식환경에 따라 다르게 나타날 수 있으므로 지역개체군간에 형태적 차이를 비교할 때, 각고에 대한 전폐각근흔의 장경 및 교판 길이의 비와 같은 상대길이를 비교하여 양자간의 형태적 차이를 분석하고 있다(Lewis and Seed, 1969; Seed, 1977; 유, 1992).

연체동물문(Mollusca), 부족강(Bivalvia), 백합목(Veneroida), 백합과(Veneridae)에 속하는 백합, *Meretrix lusoria*, 바지락, *Ruditapes philippinarum*, 가무락, *Cyclina sinensis*, 개조개, *Saxidomus purpuratus* 그리고 살조개, *Protothaca jedomensis*는 우리나라 서남연안과 일본, 중국 연안을 중심으로 세계적으로 분포하며, 유용이매패류로 알려져 왔다(Loosanoff and Davis, 1963; 최와 송, 1973; Anderson, 1982; 岡田, 1982; 이와 김, 1991; Kwon et al., 1993; Min, 2001).

백합과 5종에 대한 연구는 주로 바지락의 성장 및 형태변이에 관한 연구(Kwon et al., 1993; 김과 장, 1999), 가무락의 초기 발생 및 성장에 관한 연구(최와 송, 1973; 최, 1971), 개조개의 증식에 관한 연구(김, 1971), 백합의 초기 발생 및 성장 그

\*Corresponding author: choisd@yosu.ac.kr

리고 양성장의 환경조사에 관한 연구(최, 1975; 이와 김, 1991) 그리고 바지락과 근연종으로 인식되어져온 살조개 생식주기에 관한 연구(김 등, 2002)등이 보고되어져 있으나, 백합과 내의 속 및 종간에 대한 계통 유연관계 및 형태적 특징에 관하여는 전무한 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 유용이매패류인 살조개를 중심으로 본 백합과 5종간의 패각 외부와 내부 형태학적형질을 비교 조사하여, 백합과 5종간의 계통유연관계를 파악하고, 이를 토대로 종 보존 및 자원증식을 위한 백합과 5종에 대한 기초자료를 얻 고자 한다.

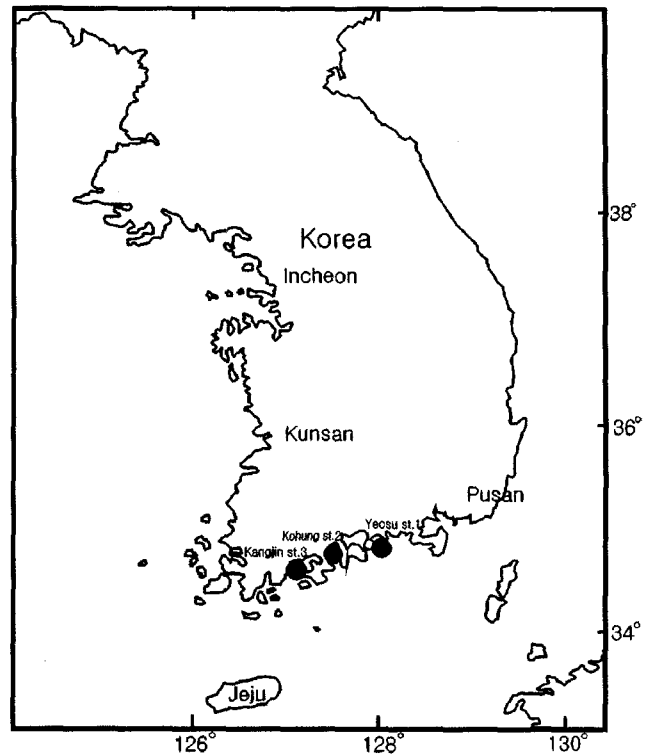
**재료 및 방법**

**시료**

유연종간의 형태적 차이를 비교 분석하기 위한 시료로 살조개, *P. jedomensis*는 전남 고흥 나라도와 여수시 화정면 백야도에서, 백합, *M. lusoria*과 바지락, *R. philippinarum*은 전남 강진군 도암면에서, 가무락, *C. sinensis*는 전남 여수시 울촌면에서, 개조개, *S. purpuratus*는 전남 여수시 가막만(잠수기수협)에서 2000년 7~9월 사이에 채취하였다. 채집된 시료는 패각형태에 따라 분류형질을 재검토하였으며, 유연종간의 형태적 계통관계를 살펴보기 위해 연구대상 표본의 크기는 성장함에 따라 형질의 상대적인 변화가 없는 것으로 생각되는 성체로 한정하여 조사하였다(Fig. 1, 2 and Table 1).

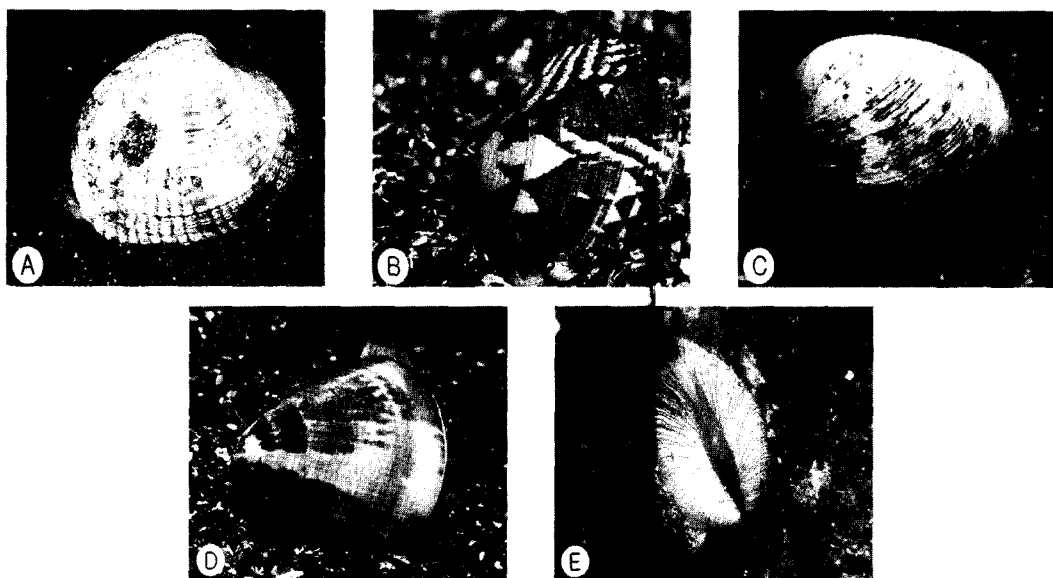
**분류방법**

개체의 분류형질을 패각형태로 하여 Habe (1977)의 분류방법에 따라 패각의 외부 및 내부 형태형질의 분류와 형태형질중



**Fig. 1.** Map showing the sampling stations (●) of 5 Veneridae species. St. 1, Yeosu: *Protothaca jedomensis*, *Saxidomus purpuratus*, *Cyclina sinensis*. St. 2, Kohung: *Protothaca jedomensis*. St. 3, Kangjin: *Meretrix lusoria*, *Ruditapes philippinarum*.

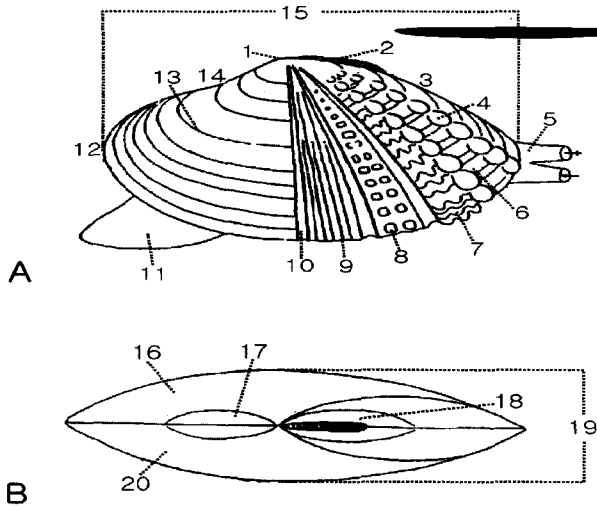
의 계측형질인 인대길이, 교판길이, 주치길이, 주치높이, 주치간의 거리, 후폐각근흔길이, 외투선만입길이는 Lewis and Seed (1969)와 유(1992)가 제시한 방법에 따라 조사하였다(Fig. 3, 4).



**Fig. 2.** Photographs of 5 Veneridae species. A: *Protothaca jedomensis*, B: *Ruditapes philippinarum*, C: *Cyclina sinensis*, D: *Meretrix lusoria*, E: *Saxidomus purpuratus*.

**Table 1.** Five species of the family Veneridae were sampled randomly from 3 sites of the Korea coasts for morphological taxonomy

Scientific name	Shell length (mm)	Shell height (mm)	Shell breath (mm)
<i>Protothaca jedomensis</i>	46.82±3.48	37.27±4.88	26.78±1.99
<i>Ruditapes philippinarum</i>	36.95±2.23	25.40±2.09	17.58±1.10
<i>Meretrix lusoria</i>	73.12±4.62	60.66±3.68	38.30±2.40
<i>Saxidomus purpuratus</i>	77.62±3.35	60.75±1.69	42.11±0.84
<i>Cyclina sinensis</i>	51.38±1.81	53.21±2.78	33.18±2.72



**Fig. 3.** External features of the clam.

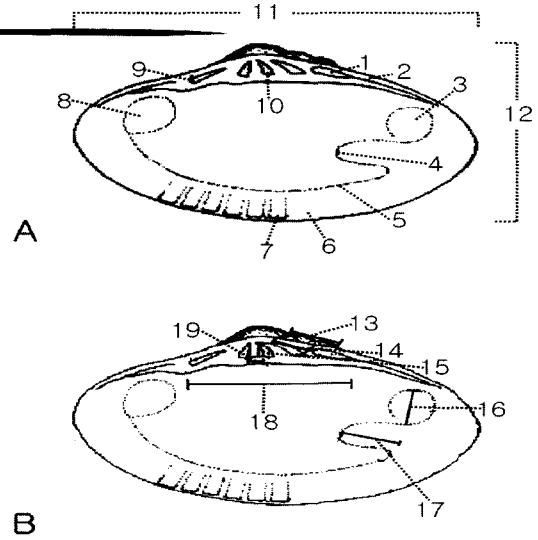
A: External features, B: Dorsal features. 1: umbo, 2: ligament, 3: posterior dorsal margin, 4: nodule, 5: siphon, 6: growth rib, 7: lamina, 8: granule, 9: radial groove, 10: radial rib, 11: foot, 12: anterior margin, 13: growth line, 14: anterior dorsal margin, 15: shell length, 16: right valve, 17: lunule, 18: escutcheon, 19: shell width, 20: left valve (Habe et al., 1994).

**형질측정방법**

살조개를 중심으로 백합과 5종이 분류학적 특징으로 뚜렷하게 갖고 있는 패각의 외부 및 내부형질을 관찰하였다. 각 개체들의 계측형질인 각장(Shell Length: SL), 각고(Shell Height: SH), 각폭(Shell Breadth: SB), 인대길이(Ligament Length: LL), 주치길이(Primary tooth Length: PL), 주치높이(Primary tooth Height: PH), 주치간의 거리(Distance Between of Primary tooth: DP), 교판길이(Hinge plate Length: HL), 외투선만입길이(Mantle sinus Length: PSL), 후폐각근흔길이(Posterior adductor muscular scar Length: PML)를 0.01 mm까지 Vernier caliper로 측정하였다.

**유연종간의 비교 방법**

살조개를 중심으로 5종의 계측형질의 수치인 인대길이(LL)를 각 개체의 각장(SL), 각고(SH), 각폭(SW)으로 나눈 값을 LL/SL, LL/SH, LL/SW로 나타내고, 주치길이(PL)는 PL/SL, PL/SH, PL/SW로, 주치높이(PH)는 PH/SL, PH/SH, PH/SW로, 주치간의 거리(DP)는 DP/SL, DP/SH, DP/SW로, 교판길이(HL)는 HL/SL, HL/SH, HL/SW로, 외투선만입길이(PSL)는 PSL/SL, PSL/SH, PSL/SW, 후폐각근흔길이(PML)는 PML/SL, PML/



**Fig. 4.** Internal features of the clam.

A: Internal features, B: Diagram of measured parts. 1: posterior lateral tooth, 2: tooth groove, 3: posterior adductor muscular scar, 4: mantle sinus, 5: mantle line, 6: inner margin, 7: crenation, 8: anterior adductor muscular scar, 9: anterior lateral tooth, 10: primary tooth, 11: shell length, 12: shell height, 13: measured part of ligament length, 14: measured part of primary tooth length, 15: measured part of primary tooth height, 16: measured part of posterior adductor muscle scar, 17: measured part of mantle sinus length, 18: measured part of hinge plate, 19: measured part of distance between primary tooth (Habe et al., 1994).

SH, PML/SW의 백분율로서 형태적 차이를 비교하였다.

**유연종간의 유사도**

패각 외부와 내부의 형태형질을 파악하고, 패각내부 계측형질의 백분율 지수와 비교 분석하여 형태형질을 요약하고 형질상태를 형질행렬표로 나타내고 Pearson correlations를 이용하여 살조개를 중심으로 한 백합과 5종의 유사도를 구한 후, cluster analysis를 실시하였다(SPSS, ver 10.0).

**결 과**

**유연종간의 형태적 차이**

**외부형태**

살조개를 중심으로 본 백합과 5종 중 개조개와 백합의 패각은 각장 70 mm, 각고 60 mm가 넘는 대형종이고 그 외 3종은

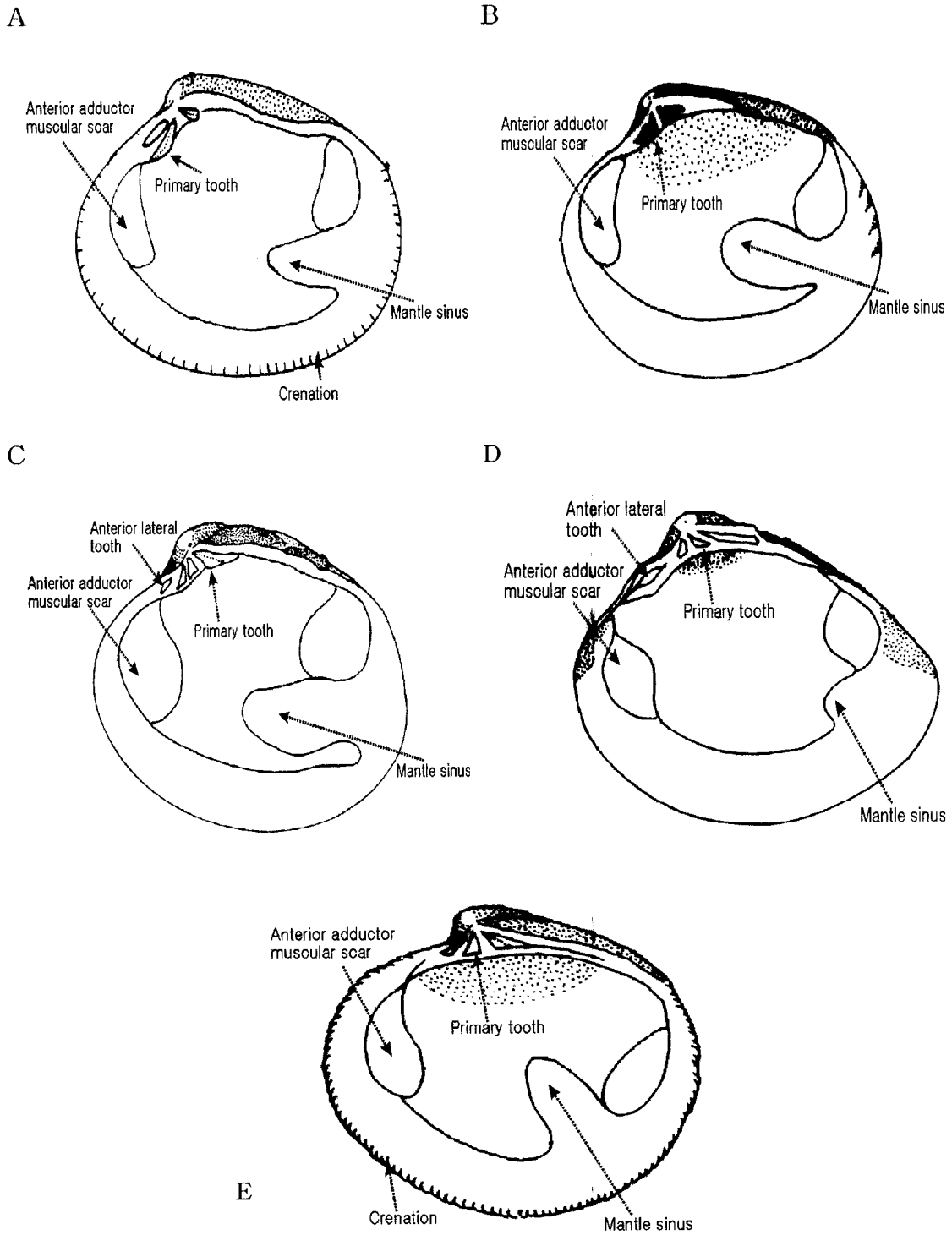


Fig. 5. Morphological characters of 5 species of the family Veneridae.

A. *Protothaca jedoensis* B. *Ruditapes philippinarum* C. *Saxidomus purpuratus* D. *Meretrix lusoria* E. *Cyclina sinensis*

중형종이었다. 조사된 백합과 5종의 형태는 주로 타원형이고 살조개는 난원형, 백합이 난삼각형, 가무락이 원형이었다. 조사된 백합과 5종의 각정은 주로 중앙에서 앞쪽으로 치우쳐서 위치하고 있으나 가무락은 중앙에 위치하고 있었다. 조사된 백합과 5종의 방사늪은 살조개가 45개 내외의 두터운 방사늪을 가지고

있었으며, 개조개와 백합은 보이지 않았다. 한편 바지락, 백합, 가무락은 표면에 광택이 있었다. 패각색은 주로 갈색이었고 개조개는 회백색, 가무락은 담황색이었다. 소월면과 순면은 개조개와 가무락에서는 보이지 않았다. 반면 살조개와 바지락은 뚜렷한 소월면을 가지고 있었고 백합은 뚜렷하지 않았다. 순면은

**Table 2.** Comparison of external morphology of 5 species of the family Veneridae

Characters	<i>Protothaca jodoensis</i>	<i>Ruditapes philippinarum</i>	<i>Meretrix lusoria</i>	<i>Saxidomus purpuratus</i>	<i>Cyclina sinensis</i>
Shell length	46.82±3.48	36.95±2.23	73.12±4.62	77.62±3.35	51.38±1.81
Shell height	37.27±4.88	25.40±2.09	60.66±3.68	60.75±1.69	53.21±2.78
Shell width	26.78±1.99	17.58±1.10	38.30±2.40	42.11±0.84	33.18±2.72
Shape	Egg circle	Ellipse	Egg triangle	Ellipse	Circle
Surface polish	—	+	+	—	+
Axial rib	+++ (45)	++	—	—	++
Innule	+++	+++	++	—	—
Escutcheon	++	++	++	—	—
Ligament	+++	+++	+++	+++	+++
Growth rib	+++	+++	++	+++	+++
Shell color	Gray-Brown	Yellow-Brown	Brown	Gray-White	Thick Yellow
Band color	Brown (4-5)	Variety	Black-brown (2)	Brown	Gray-Brown
Umbo position	Front	Front	Front	Front	Middle
Decussate	+++	+++	—	—	++

—: Absent, +: Present, ++: Dim, +++: Strong.

3종 모두 뚜렷하지 않았고 인대는 모두 뚜렷하게 가지고 있었다.

성장특은 개조개가 강하고 조밀한 형태를 가지고 있었으며, 백합을 제외하고는 주로 뚜렷하여, 방사능과 만나 명확한 포복상을 이루었으나 개조개와 백합은 방사능이 없어서 포복상을 이루지 않았다. 폐각의 색대는 바지락에서 변이가 심하였으나, 거의 일정한 색대를 가지고 살조개는 4-5줄의 갈색의 방사무늬대를, 백합은 각정에서 배연쪽으로 2개의 흑갈색의 방사색대를 가지고 있었다(Fig. 5 and Table 2).

**내부형태**

폐각 내면의 색은 개조개가 진한 보라색을 가지고 그 외 종은 보통 백색을 가지며, 바지락, 백합, 가무락은 내면에 백색광택을 가지고 있었다. 외투선흔과 폐각근흔은 공통으로 뚜렷하게 가지고 있으며, 대체적으로 폐각근흔의 좌우모양은 비슷하

며 크기도 비슷하였다. 외투선의 만입형태는 살조개와 가무락이 삼각형으로 깊게 만입 하고 있었으나, 살조개는 타원형으로서 뒤쪽에서 만입하는 형이고 가무락은 원형으로 살조개보다 다소 아래쪽에서 만입하고 있었다. 개조개는 엄지손가락형으로 깊게 만입하고 있었고, 백합과 바지락은 둥근형으로 바지락은 깊고 백합은 다소 얇게 만입하고 있었다.

내면의 복연에는 살조개와 가무락은 치상벽의 주름을 가지고 있었다. 교편의 길이는 백합과 개조개가 전측치를 가지고 있어 긴 편이고 살조개는 측치가 없는 것에 비해 다소 길었고 바지락과 가무락은 짧은 편이었다. 교치는 5종 모두 공통으로 3주치를 가지며 백합과 개조개는 전측치를 가지고 있었으며 후측치는 없었다. 전측치의 경우는 백합이 잘 발달된 전측치를 갖고 있는 반면 개조개는 주치에 비해 잘 발달되지는 않았다.

3주치 중에서 백합만이 이분하지 않고 있었고, 살조개와 바

**Table 3.** Comparison of internal morphology of 5 species of the family Veneridae

Characters	<i>Protothaca jodoensis</i>	<i>Ruditapes philippinarum</i>	<i>Meretrix lusoria</i>	<i>Saxidomus purpuratus</i>	<i>Cyclina sinensis</i>
Primary tooth number	3	3	3	3	3
Primary tooth division	2,3	2,3		3	3
Primary tooth height	2	2	2	Same	2
Primary tooth length	2	3	3	3	3
Anterior lateral tooth	—	—	++	+	—
Posterior lateral tooth	—	—	—	—	—
Hinge plate length	Long	Short	Long	Long	Short
Crenation	+				+
Mantle sinus type	Triangle	Circle	Circle	Circle	Triangle
Mantle sinus degree	Deep	Deep	Shallow	Deep	Deep
Polish	—	+	+	—	+
Color	Yellow-White	White	White	Purple	White
Adductor muscular scar	+++	+++	+++	+++	+++
Mantle scar	+++	+++	+++	+++	+++

—: Absent, +: Present, ++: Dim, +++: Strong.

지락의 2, 3번의 주치가 이분하고 개조개와 가무락은 3번의 주치가 이분하고 있었다. 주치의 높이는 개조개만이 서로 비슷하였고 나머지 4종은 2번의 주치가 공통으로 제일 높이 나와 있었다. 주치의 길이는 살조개만이 2번의 주치가 가장 길었고 나머지 4종은 3번의 주치가 가장 길었다. 주치의 위치는 바지락과 가무락은 각정 아래쪽으로 위치하고 있고, 살조개는 1~2번의 주치가 앞쪽으로 뺄어나가고 백합과 개조개는 3번의 주치가 뒤쪽으로 뺄어나가고 있었다(Fig. 5 and Table 3).

### 계측형질의 비교

#### 교판 및 인대

살조개의 교판은  $13.30 \pm 0.91$  mm로 각장  $46.82 \pm 3.48$  mm에 비해 넓은 편이고 3개의 주치를 갖고 있었다. 3개의 주치중에서 2번째의 주치가  $4.62 \pm 0.38$  mm로 가장 길었다. 그리고 1-2번의 주치 사이가  $2.38 \pm 0.21$  mm로 서로 가까웠고 높이는 2번이  $2.62 \pm 0.37$  mm로 가장 깊이 만입하고 있었다. 3번은 다소 떨어져 위치하고 있었고 2-3번은 이분하고 있었고 측치는 구별할 수 없었다. 인대는 다소 두텁고 길이가  $10.40 \pm 1.12$  mm로 긴 편이었다.

바지락의 교판은  $7.83 \pm 0.86$  mm로 각장  $36.95 \pm 2.23$  mm에 비해 미비했으며 3개의 주치를 가지고 있었으며 측치는 없었다. 3개의 주치중에서 3번이  $2.45 \pm 0.28$  mm로 가장 컸으며 2번과 3번의 주치는 가늘게 이분하고 있었다. 2번의 높이가  $1.85 \pm 0.20$  mm로 더 깊게 만입 하였고 주치 사이의 간격은  $1.39 \pm 0.23$  mm로 거의 비슷하였다. 인대의 길이는  $8.57 \pm 0.80$  mm로 타종에 비해 짧았다.

개조개는 교판이  $19.58 \pm 1.57$  mm로 각장  $77.62 \pm 3.35$  mm에 비해 넓은 편이며 3개의 명확한 주치와 덜 발달한 전측치를 가지고 있었으나 전측치는 약하였다. 개조개의 교판은 다른 백합과에 비해 비교적 주치와 가까운 위치에 있었다. 측치가 불분명하였으며 주치의 숫자가 4개로 볼 수 있을 정도로 불확실

한 형태를 보였다. 3번의 주치가  $8.30 \pm 0.06$  mm로 가장 길었으며 만입의 깊이는  $4.25 \pm 0.05$  mm로 비슷하였다. 주치 사이의 간격은 2-3번 사이가  $2.05 \pm 0.16$  mm로 컸다. 인대는  $25.43 \pm 2.00$  mm로 두껍고 길게 나와 있었다.

백합은 교판이  $28.33 \pm 2.34$  mm로 각장  $73.12 \pm 4.62$  mm에 비해 넓은 편이었고 3개의 명확한 주치와 전측치를 가지고 있었다. 전측치는 다른 백합과에 비해 명확하였고, 주치 사이는  $2.35 \pm 0.19$  mm로 거의 간격이 비슷하였다. 주치중 2번째가  $3.34 \pm 0.29$  mm로 가장 높았고 3번째 주치가  $11.07 \pm 1.05$  mm로 다른 종에 비해서 거의 인대의 끝 부분에까지 뺄어나와 있었다. 그리고 인대의 길이는  $11.81 \pm 0.88$  mm로 다른 종의 크기에 비해 작았고 이분하는 주치는 없었다.

가무락은 교판이  $9.37 \pm 0.71$  mm로 각장  $51.38 \pm 1.81$  mm에 비해 넓은 편이며 3주치형으로 측치가 없다. 주치 높이는 2번이  $2.66 \pm 0.21$  mm로 더 깊게 만입하고 2-3번의 주치 간격이  $2.70 \pm 0.21$  mm로 넓고, 3번이  $5.97 \pm 0.78$  mm로 가장 길며 2분하고 있었다. 인대의 길이는  $18.37 \pm 2.01$  mm로 각장에 비해 짧은 편이었다(Table 4, 5).

#### 외투선 만입 및 후폐각근흔

살조개는 전·후폐각근흔이 아주 흡사한 모양이었으며 장경은  $11.05 \pm 1.20$  mm나타내었고 외투선은 뒤쪽에서 삼각형으로  $10.46 \pm 0.73$  mm로 다소 깊게 위쪽으로 만입하고 있었다. 바지락은 후폐각근흔은  $6.72 \pm 1.04$  mm이었고 외투선은 둥근 모양으로  $11.16 \pm 1.34$  mm로 다소 크게 위쪽으로 만입한다. 개조개의 후폐각근흔은  $20.25 \pm 1.05$  mm로 다소 컸었고, 외투선 만입의 길이는  $27.75 \pm 2.21$  mm로 엄지손가락 모양으로 외투선의 1/2 정도로 크게 직선상으로 앞쪽으로 만입을 하고 있었다. 백합은 폐각에 비해 후폐각근이  $15.37 \pm 1.29$  mm로 작았으며 외투선의 만입은 둥근형으로  $7.45 \pm 0.62$  mm로 작았다. 가무락은 후폐각근이  $16.85 \pm 1.34$  mm이었고 외투선의 만입은 폐각이

**Table 4.** Comparison of main morphological characteristics among 5 species of the family Veneridae

Species	Hinge plate length (mm)	Primary tooth length (mm)	Primary tooth height (mm)	Ligament length (mm)
<i>Protothaca jedomensis</i>	$13.30 \pm 0.91$	$4.62 \pm 0.38$	$2.62 \pm 0.37$	$10.40 \pm 1.12$
<i>Ruditapes philippinarum</i>	$7.83 \pm 0.86$	$2.45 \pm 0.28$	$1.85 \pm 0.20$	$8.57 \pm 0.80$
<i>Meretrix lusoria</i>	$28.33 \pm 2.34$	$11.07 \pm 1.05$	$3.34 \pm 0.29$	$11.81 \pm 0.88$
<i>Saxidomus purpuratus</i>	$19.58 \pm 1.57$	$8.30 \pm 0.06$	$4.25 \pm 0.05$	$25.43 \pm 2.00$
<i>Cyclina sinensis</i>	$9.37 \pm 0.71$	$5.97 \pm 0.78$	$2.66 \pm 0.21$	$18.37 \pm 2.01$

**Table 5.** Comparison of morphological characteristics among 5 species of the family Veneridae

Species	Distance between of Primary tooth (mm)	Mantle sinus length (mm)	Posterior adductor muscular scar length (mm)
<i>Protothaca jedomensis</i>	$2.38 \pm 0.21$	$10.46 \pm 0.73$	$11.50 \pm 1.20$
<i>Ruditapes philippinarum</i>	$1.39 \pm 0.23$	$11.16 \pm 1.34$	$6.72 \pm 1.04$
<i>Meretrix lusoria</i>	$2.35 \pm 0.19$	$7.45 \pm 0.62$	$15.37 \pm 1.29$
<i>Saxidomus purpuratus</i>	$2.05 \pm 0.16$	$27.75 \pm 2.21$	$20.25 \pm 1.05$
<i>Cyclina sinensis</i>	$2.70 \pm 0.21$	$18.84 \pm 1.33$	$16.85 \pm 1.34$

원형이며, 각정이 중앙에 위치하고 있으므로  $18.84 \pm 1.33$  mm로 복연쪽에서 각정쪽으로 삼각형 모양으로 다소 패각의 1/2정도로 만입하고 있었다(Table 5).

계측형질/각장의 백분율 지수의 비교

교판길이/각장의 백분율 지수는 30 이상의 백합, 20~30의 살조개, 바지락, 개조개, 20 미만의 가무락조개로 3 그룹으로 구분되었다. 교판의 지수는 뚜렷한 전측치를 가지고 있는 백합이  $38.69 \pm 0.99$  mm로 가장 크게 나타났고, 전측치를 가지지 않는 가무락이  $38.69 \pm 0.99$  mm로 가장 작았다. 주로 측치를 가지지 않는 종이 교판지수는 작았으나 가무락은 측치를 갖지 않는 종 중에서 각장이 제일 크나 교판지수는 작았다. 또한 측치를 가지는 종에서도 백합이 개조개보다 각장의 값이 작았으나 교판지수는 더 크게 나타났다.

주치길이/각장의 백분율 지수는 15 이상의 백합, 10~15의 개조개, 가무락조개, 10 미만의 살조개로 3 그룹으로 구분되었다. 주치길이 지수는 백합이  $15.13 \pm 1.04$  mm로 가장 크게 나타났고 각장이 가장 작은 바지락이  $6.65 \pm 0.89$  mm로 가장 작았다. 주치길이 지수에도 백합이 가장 크게 나타났다.

주치높이/각장의 백분율 지수는 5 이상의 살조개, 바지락, 개조개, 가무락, 5 미만의 백합, 2 그룹으로 나누어졌다. 주치높이의 지수는 살조개가  $5.60 \pm 0.77$  mm로 가장 높았고 백합이  $4.57 \pm 0.40$  mm로 가장 작았다.

인대길이/각장의 백분율 지수는 30 이상의 개조개, 가무락과 20~30의 살조개, 바지락, 10 미만의 백합으로 3 그룹으로 나누어졌다. 인대길이 지수는 개조개가  $35.70 \pm 0.99$  mm로 가장 크고 백합이  $16.17 \pm 1.05$  mm로 가장 작았다(Table 6).

주치간격/각장의 백분율 지수는 5 이상의 살조개, 가무락과 3~5의 바지락, 백합, 3 미만의 개조개의 3 그룹으로 나누어졌다. 지수는 가무락이  $5.25 \pm 0.40$  mm로 가장 높았고 개조개가  $2.63$

$\pm 0.13$  mm으로 가장 낮았다.

외투선만입 길이/각장의 백분율 지수는 30 이상의 가무락, 바지락, 개조개와 20~30의 살조개, 20 미만의 백합으로 3 그룹으로 나누어졌다. 지수는 가무락이  $36.63 \pm 1.68$  mm로 가장 높았고 백합이  $38.69 \pm 0.99$  mm로 가장 낮았다.

후폐각근흔 길이/각장의 백분율 지수는 30 이상의 가무락과 20~30의 살조개, 백합, 개조개, 20 미만의 바지락으로 나누어졌다. 가무락은  $32.74 \pm 1.74$  mm로 가장 높았고 바지락이  $18.14 \pm 2.04$  mm로 가장 낮았다(Table 7).

계측형질/각고의 백분율 지수의 비교

교판길이/각고의 백분율 지수는 40 이상의 백합과 30~40의 살조개, 바지락, 개조개, 30 미만의 가무락으로 구분되어졌다. 교판길이 지수는 백합이  $46.03 \pm 2.72$  mm로 가장 크게 나타났고 가무락이  $17.61 \pm 0.94$  mm로 가장 작았다.

주치길이/각고의 백분율 지수는 15 이상의 백합과 10~15의 살조개, 개조개, 가무락으로 구분되었다. 비율은 백합이  $18.00 \pm 1.60$  mm로 가장 크게 나타났고 바지락이  $9.72 \pm 1.57$  mm로 가장 작았다.

주치높이/각고의 백분율 지수는 7 이상의 바지락과 5~7의 백합, 5 미만의 가무락으로 구분되었다. 비율은 살조개가  $7.15 \pm 1.38$  mm로 가장 높았고 가무락이  $4.99 \pm 0.28$  mm로 가장 작았다.

인대길이/각고의 백분율 지수는 30 이상의 바지락, 개조개, 가무락과 20~30의 살조개, 20미만의 백합으로 구분되었다. 인대길이 지수는 개조개가  $41.87 \pm 3.24$  mm로 가장 크고, 백합이  $19.24 \pm 1.64$  mm으로 가장 작았다(Table 8).

주치간격/각고의 백분율 지수는 6 이상의 살조개와 5~6의 바지락, 가무락, 5 미만의 백합과 개조개로 구분되었다. 지수는 살조개가  $6.56 \pm 1.42$  mm으로 가장 높았고 개조개가  $3.37 \pm 0.24$  mm으로 가장 낮았다.

**Table 6.** Comparison of morphological characteristics among 5 species of the family Veneridae

Species	Hinge plate length (mm) /shell length (mm)×100	Primary tooth length (mm) /shell length (mm)×100	Primary tooth height (mm) /shell length (mm)×100	Ligament length (mm) /shell length (mm)×100
<i>Protothaca jedoensis</i>	$28.54 \pm 2.71$	$9.90 \pm 0.90$	$5.60 \pm 0.77$	$22.30 \pm 2.72$
<i>Ruditapes philippinarum</i>	$21.17 \pm 1.52$	$6.65 \pm 0.89$	$5.02 \pm 0.55$	$23.19 \pm 1.72$
<i>Meretrix lusoria</i>	$38.69 \pm 0.99$	$15.13 \pm 1.04$	$4.57 \pm 0.40$	$16.17 \pm 1.05$
<i>Saxidomus purpuratus</i>	$25.20 \pm 1.29$	$10.72 \pm 0.43$	$5.49 \pm 0.18$	$32.76 \pm 1.97$
<i>Cyclina sinensis</i>	$18.22 \pm 1.05$	$11.58 \pm 1.14$	$5.16 \pm 0.18$	$35.70 \pm 2.99$

**Table 7.** Comparison of morphological characteristics among 5 species of the family Veneridae

Species	Distance between of Primary tooth (mm)/shell length (mm)×100	Mantle sinus length (mm) /shell length (mm)×100	Posterior adductor muscular scar length (mm)/shell length (mm)×100
<i>Protothaca jedoensis</i>	$5.11 \pm 0.62$	$22.40 \pm 1.50$	$24.55 \pm 1.61$
<i>Ruditapes philippinarum</i>	$3.76 \pm 0.59$	$30.13 \pm 2.33$	$18.14 \pm 2.04$
<i>Meretrix lusoria</i>	$3.23 \pm 0.35$	$10.23 \pm 1.00$	$21.07 \pm 1.78$
<i>Saxidomus purpuratus</i>	$2.63 \pm 0.13$	$35.69 \pm 1.43$	$26.08 \pm 0.51$
<i>Cyclina sinensis</i>	$5.25 \pm 0.40$	$36.63 \pm 1.68$	$32.74 \pm 1.74$

**Table 8.** Comparison of morphological characteristics among 5 species of the family Veneridae

Species	Hinge plate length (mm) /shell height (mm)×100	Primary tooth length (mm) /shell height (mm)×100	Primary tooth height (mm) /shell height (mm)×100	Ligament length (mm) /shell height (mm)×100
<i>Protothaca jodoensis</i>	36.45±6.34	12.70±2.58	7.15±1.38	28.50±5.45
<i>Ruditapes philippinarum</i>	31.09±4.59	9.72±1.57	7.35±1.10	34.01±4.59
<i>Meretrix lusoria</i>	46.03±2.72	18.00±1.60	5.42±0.23	19.24±1.64
<i>Saxidomus purpuratus</i>	32.19±1.80	13.68±0.28	7.01±0.15	41.87±3.24
<i>Cyclina sinensis</i>	17.61±0.94	11.18±1.02	4.99±0.28	34.50±3.02

**Table 9.** Comparison of morphological characteristics among 5 species of the family Veneridae

Species	Distance between of Primary tooth (mm)/shell height (mm)×100	Mantle sinus length (mm) /shell height (mm)×100	Posterior adductor muscular scar length (mm)/shell height (mm)×100
<i>Protothaca jodoensis</i>	6.56±1.42	28.63±4.85	31.22±3.65
<i>Ruditapes philippinarum</i>	5.48±0.88	44.21±6.31	26.64±4.51
<i>Meretrix lusoria</i>	3.84±0.49	12.16±1.30	25.09±2.70
<i>Saxidomus purpuratus</i>	3.37±0.24	45.63±2.83	33.32±1.20
<i>Cyclina sinensis</i>	5.08±0.50	35.39±1.45	31.65±1.81

**Table 10.** Comparison of morphological characteristics among 5 species of the family Veneridae

Species	Hinge plate length (mm) /shell width (mm)×100	Primary tooth length (mm) /shell width (mm)×100	Primary tooth height (mm) /shell width (mm)×100	Ligament length (mm) /shell width (mm)×100
<i>Protothaca jodoensis</i>	49.97±5.39	17.30±1.31	9.81±1.45	39.08±5.49
<i>Ruditapes philippinarum</i>	44.60±4.27	14.00±1.93	10.55±1.15	48.89±4.97
<i>Meretrix lusoria</i>	73.91±2.93	28.93±2.57	8.73±0.67	30.91±2.55
<i>Saxidomus purpuratus</i>	46.47±3.45	19.73±0.32	10.11±0.21	60.40±4.93
<i>Cyclina sinensis</i>	28.30±1.58	17.92±1.06	8.02±0.44	55.33±3.10

외투선만입 길이/각고의 백분율 지수는 40 이상의 바지락, 개조개와 20~40의 살조개, 가무락, 20 미만의 백합으로 구분되었다. 지수는 개조개가 45.63±2.83 mm로 가장 높았고, 백합이 12.16±1.30 mm로 가장 낮았다.

후폐각근흔 길이/각고의 백분율 지수는 30 이상의 살조개, 개조개, 가무락과 30 미만의 바지락과 백합으로 구분되었다. 지수는 개조개가 33.32±1.20 mm로 가장 높았고 백합이 25.09±2.70 mm로 가장 낮았다(Table 9).

#### 계측형질/각폭의 백분율 지수의 비교

교판길이/각폭의 백분율 지수는 70 이상의 백합과 40~70의 살조개, 바지락, 개조개, 40 미만의 가무락으로 구분되었다. 지수는 백합이 73.91±2.93 mm로 가장 높았고, 가무락이 28.30±1.58 mm로 가장 작았다.

주치길이/각폭의 백분율 지수는 20 이상의 백합과 20 미만의 살조개, 바지락, 개조개, 가무락으로 구분되었다. 지수는 백합이 28.93±2.57 mm로 가장 크게 나타났고 바지락이 14.00±1.93 mm로 가장 작았다.

주치높이/각폭의 백분율 지수는 10 이상의 바지락, 개조개와 10 미만의 살조개, 백합, 가무락으로 구분되었다. 지수는 바지락이 10.55±1.15 mm로 가장 높았고 가무락이 8.02±0.44 mm로 가장 작았다.

인대길이/각폭의 백분율 지수는 50 이상의 개조개, 가무락과 40~50의 바지락, 40 미만의 살조개, 백합으로 구분되었다. 지수는 개조개가 60.40±4.93 mm로 가장 크고 백합이 30.91±2.55 mm로 가장 작았다(Table 10).

주치간격/각폭의 백분율 지수는 8 이상의 살조개와 6~8의 바지락, 백합, 6 미만의 개조개로 구분되었다. 지수는 살조개가 8.93±1.00 mm로 가장 높았고, 개조개가 4.87±0.43 mm로 가장 낮았다.

외투선만입길이/각폭의 백분율 지수는 60 이상의 바지락, 개조개와 30~60의 살조개, 바지락, 30 미만의 백합으로 구분되었다. 지수는 개조개가 65.86±4.80 mm로 가장 높았고 백합이 19.51±1.75 mm로 가장 낮았다.

후폐각근흔 크기/각폭의 백분율 지수는 50 이상의 가무락과 40~50의 살조개, 백합, 개조개로 구분되었다. 지수는 가무락이 50.83±2.27 mm로 가장 높았고, 바지락이 38.30±5.56 mm로 가장 낮았다(Table 11).

#### 유연종간의 유사도

이매패류의 백합과에 속하는 유연종간 패각의 외부와 내부의 형태형질을 살조개를 중심으로 파악하여 형질상태를 형질행렬표로 나타내었다(Tables 12, 13). 이를 이용한 백합과 5종의 유사도는 살조개와 바지락이 0.56로 가장 유사도가 높았고, 백



**Table 11.** Comparison of morphological characteristics among 5 species of the family Veneridae

Species	Distance between of Primary tooth (mm)/shell width (mm)×100	Mantle sinus length (mm) /shell width (mm)×100	Posterior adductor muscular scar length (mm)/shell width (mm)×100
<i>Protothaca jedoensis</i>	8.93±1.00	39.16±2.60	43.05±4.20
<i>Ruditapes philippinarum</i>	7.89±1.20	63.50±6.70	38.30±5.56
<i>Meretrix lusoria</i>	6.17±0.77	19.51±1.75	40.29±4.06
<i>Saxidomus purpuratus</i>	4.87±0.43	65.86±4.80	48.08±2.21
<i>Cyclina sinensis</i>	8.17±0.90	56.92±3.40	50.83±2.27

**Table 12.** Characters used in cladistic analysis of species of the family Veneridae

No.	Characters	States	Codes
1	Shell length	<40 mm/40~60 mm/60 mm<	0/1/2
2	Shell shape	circle/ellipse/triangle	0/1/2
3	Axial rib	absent/dim/strong	0/1/2
4	Growth rib	dim/strong	0/1
5	Exteral surface polish	absent/present	0/1
6	Innule	absent/dim/strong	0/1/2
7	Decussate	absent/dim/strong	0/1/2
8	Umbo position in the shell	middle/front	0/1
9	Escutcheon	absent/present	0/1
10	Anterior latreal tooth	absent/dim/strong	0/1/2
11	Three primary teeth divison	absent/2~3/3	0/1/2
12	Three primary teeth height	same/different	0/1
13	Three primary teeth poistion	beneath/front/back	0/1/2
14	Three primary teeth length	2/3	0/1
15	Mantle sinus degree	shallow/deep	0/1
16	Hinge plate length	short/long	0/1
17	Crenation in the inner margin	absent/present	0/1
18	Mantle sinus type	circle/triangle	0/1
19	Internal surface polish	absent/present	0/1
20	Internal shell color	white/purple	0/1

합과 개조개는 0.40의 유사도를 나타내었다. 가무락조개는 살조개와 바지락에 0.22, 개조개와 백합, 살조개, 바지락, 가무락조개간의 유사도는 0.15의 유사도를 나타내었다(Fig. 6).

### 고 찰

살조개의 크기 및 모양은 Habe (1965a, b, 1977)가 평균 각장 35-50 mm, 각고 30 mm로 난원형으로 보고 하였고, Okutani (2000)는 각장 35 mm, 각고 30 mm로 난형, Kwon et al. (1993)는 각장 35 mm, 각고 30 mm로 난형, Min (2001)은 각장 49 mm, 각고 42 mm로 난원형이라고 보고하였다. 본 연구에서는 평균 각장 46.82±3.48 mm, 각고 37.27±4.88 mm, 각폭 26.78±1.99 mm의 난원형으로 Min (2001)의 보고와 가까웠다(Table 2). 이와 같이 살조개의 외부형태에 있어서 본 연구와 기존에 연구된 외부형태를 비교하여 보면, 크기, 형태, 순면 등에는 약간의 차이가 보였으나, 다른 외부형태는 연구자들이 기록하지 않은 것을 제외하고는 본 연구와 거의 일치하는 경향을 보였다.

살조개의 내부형태에 따른 기존의 연구는 주치수, 만입의 형

태와 정도, 교판의 길이, 전축치의 유무, 내면의 색깔, 투선흔과 내연의 치상벽 주름의 유무, 폐각근흔이 보고되어 있다. 본 연구에서는 기존의 연구에 주치의 이분정도, 위치, 높이비교 등의 형태비교와 주치길이, 주치높이, 주치간격, 폐각근흔, 인대의 계측형질의 길이를 첨가하였고, 이를 계측, 분석하여 분류학적 위치를 파악하고 유사도를 구하는데 이용하였다.

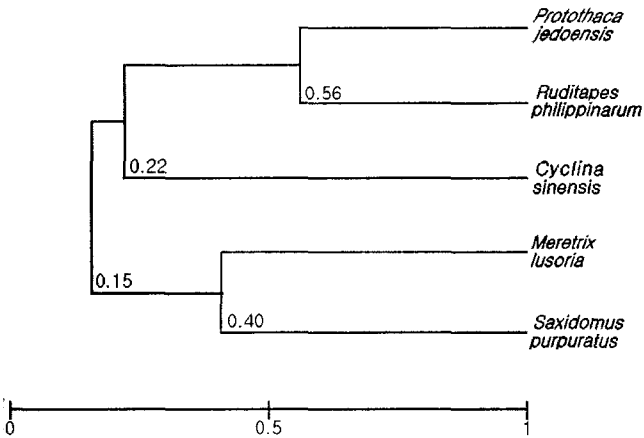
기존의 연구에서 내부형태는 3주치와 삼각형 모양의 투선만입, 내면색깔은 황백색을 나타낸다는 연구보고와 일치하였고, Habe (1965a, b, 1977)는 전축치가 있다고 하였으나, 본 연구에서는 퇴화되었는지 흔적을 찾을 수 없었다. Min(2001)은 교판의 길이가 짧다고 보고하였으나 본 연구에서는 길게 나타났다. 또한, Okutani (2000)는 삼각형의 투선만입정도가 작다가 보고하였고, Min (2001)은 길다고 보고하였는데, 본 연구에서는 투선만입정도가 길어서 Min (2001)의 보고와 일치하였다. 그리고 내면색깔은 황백색, 외투선흔과 폐각근흔은 뚜렷하다는 보고하였고, 본 연구에서도 내면색깔은 황백색, 외투선흔과 폐각근흔은 명확하여 기존의 연구보고 등과 일치하는 경향을 보였다.

한국산 살조개와 일본산 살조개를 비교해 보면, Habe (1977)

**Table 13.** Characters matrix used to analyze the similarity relationships of the family Veneridae

Characters	Species				
	<i>P. j</i>	<i>R. p</i>	<i>M. l</i>	<i>S. p</i>	<i>C. s</i>
1	0	0	2	2	1
2	0	1	1	2	0
3	2	1	0	0	1
4	1	1	0	1	1
5	0	1	1	0	1
6	2	2	1	0	0
7	2	2	0	0	1
8	2	2	0	0	1
9	1	1	1	0	0
10	0	0	2	1	0
11	1	1	0	2	2
12	1	1	1	0	1
13	1	0	2	2	0
14	1	0	0	0	0
15	1	1	0	1	1
16	1	0	1	1	0
17	1	0	0	0	1
18	1	0	0	0	1
19	0	1	1	0	1
20	0	0	0	1	0

*P.j*: *Protothaca jedomensis*, *R.p*: *Ruditapes philippinarum*, *M.l*: *Meretrix lusoria*, *S.p*: *Saxidomus purpuratus*, *C.s*: *Cyclina sinensis*.



**Fig. 6.** UPGMA dendrogram of the family Veneridae based on Pearson correlations.

는 살조개는 교치로서 명확한 3주치와 전측치를 가지고 소월면과 순면이 뚜렷하다고 보고하였으나, 본 조사에서는 교치로서 명확한 3주치를 가지고 소월면은 뚜렷하였으나, 순면은 희미하였고 3주치중 우각을 기준으로 볼 때 1~2번의 주치가 앞쪽으로 뺏어나가고 있었다. 관찰되어진 결과를 두고 볼 때 많은 형태형질 중 전측치의 유무와 순면의 명확성이 살조개를 분류하는데 있어 중요한 형질로 작용한다고 생각되어진다. 크기는 일본산이 평균 각장 35-50 mm, 각고 30 mm (Habe 1965a, b, 1977; Okutani 2000)이고 한국산이 각장 49 mm, 각고 42 mm

(Min, 2001), 본 연구에서 평균 각장 46.82±3.48 mm, 각고 37.27±4.88 mm, 각폭은 26.78±1.99 mm로 크기에 있어 다소 차이가 있었다(Table 2). 평균 각장, 각고, 각폭에 따른 차이는 채집시기 및 연령 사정에 따라 달라질 수 있음을 시사하고 있으며, 일본산 살조개와 한국산 살조개에 대한 지속적인 연구가 이루어져야된다고 사료된다. 또한 계통분류의 계수형질이 되는 전측치의 유무, 크기의 차이로 볼 때 논쟁을 야기 시킬 수 있는 일본산 살조개와 한국산 살조개는 형태적인 차이 이외에 유전학적인 연구를 병행한 분자계통적 해석이 요구되어진다.

바지락은 색깔변이가 심하였는데, Habe (1977)는 어린 개체의 패각에서는 불규칙적인 백색 등의 반문이 되고 좌우각의 색 체모양을 다르게 하는 것은 자연계의 좌우상칭의 생물로서는 흥미있는 것이라고 보고하였다. 이러한 결과가 서식장의 환경에 따른 것인지를 알아보기 위한 바지락의 성장에 따른 형태변이(최, 1965; 김, 1973; 김, 1978; 유와 정, 1978), 생식소에 대한 조직학적 연구(安田 등, 1945; 高, 1957; 鳥羽, 1989; 鳥羽·深山, 1991; 鳥羽 등, 1993), 종묘생산과 양식장환경이 생산성에 미치는 영향(원, 1994), 종패의 성장과 성숙(이, 1995), 온도 및 염분 내성(신 등, 2000) 등의 생식생태학적인 많은 연구보고 등이 있으며, 실로 외부 환경적인 요인에 의한 형태적 변이의 유발을 일으킨다고 보고된 적이 있다. 그러나 외부 환경에 의한 형태적인 변이 또한 유적학적 변이에 대한 해석을 배제할 수 없으므로 앞으로 이 부분에 대한 연구가 추진되어야 하겠다. 본 연구에서는 채집장소가 일부 국한되어있어, 서식장의 환경에 따른 바지락의 형태변이를 파악 하기에는 본 연구 조사로는 미약함을 보였다.

Habe (1977)는 개조개에서 소월면이나 순면이 없다고 보고 하였으며, 본 연구의 한국산 개조개에서도 소월면이나 순면은 관찰되지 않았으므로 Habe의 결과와 일치함을 보여주었다. 그러나, Subfamily Callistinae의 특징인 소월면이 얇으며 순면은 없다는 연구와는 다소 상이한 점이 있어, 한국산 개조개에서는 소월면이 서식환경 및 진화에 의해 퇴화되어 흔적을 찾을 수 없는 것으로 추측되며, 추후 한국산 개조개에 대한 생태·진화적인 연구가 이루어 져야 될 것으로 사료된다.

이미 보고된 한국산 백합의 연구에 따르면 백합은 2주치와 전·후측치를 갖는다(Kwon et al., 1993; Min, 2001)고 하였으나, 본 연구에서는 3주치와 잘 발달된 전측치를 가지고 있었다. 본 연구의 관찰결과에서는 백합과의 분류형질에 있어 3주치를 가진다(Habe, 1965a, b, 1977)는 것과 일치하였다. 이는 진화과정 중에 일어난 주치분화의 흔적이라고 사료되나, 이러한 주치분화에 대하여는 좀더 많은 연구가 이루어 져야 될 것으로 사료된다. 또한, 백합은 채집 지역을 넓혀 한번 더 체계적인 조사가 필요한 종으로 사료된다.

가무락은 백합과에서 각정이 특이하게 중앙에 위치하는 종으로 색 변이가 있으며, 일본에서는 서식하지 않는 종으로 보고 하고 있으므로(Habe, 1977) 종보존과 자원증식의 차원에서

생식생태학적인 연구가 더욱 필요할 것으로 기대된다. 또한 패각의 색변이에 따른 형태적 차이와 유전적 차이에 대한 조사는 가무락의 각정 특이성에 대한 해결책을 제시해 줄 것으로 사료된다.

패류의 외부형태 변이를 파악하는데 각장, 각고, 각폭, 최대 방사능 길이, 패각무게, 경첩의 길이, 교치수, 그리고 방사능수와 같은 형질들이 이용되어져 왔다(Yoo, 1970; Lee et al., 1997; Yokogawa, 1997). 이와 더불어, 두 지역개체군간에 내부형태적 특징을 조사하고, 각고에 대한 전폐각근흔의 장경 및 교판 길이의 비를 비교하여 양자간의 형태적 차이를 조사하여 분류에 이용하는 연구 보고들이 있다(Lewis and Seed, 1969; Seed, 1977; 유, 1992).

이러한 특성을 이용하여 본 연구에서 조사된 패각크기는 개조개가  $77.62 \pm 3.35$  mm로 백합  $73.12 \pm 4.62$  mm보다 컷으나 교판의 길이는 백합  $28.33 \pm 2.34$  mm, 개조개  $19.58 \pm 1.57$  mm로 백합이 더 크기가 컸다. 이것은 백합이 개조개보다 더 잘 발달한 전측치를 가지는 것이라 사료된다. 하지만, 전측치를 갖지 않는 가무락과 살조개를 비교해보면 살조개의 각장이  $46.82 \pm 3.48$  mm로 가무락조개  $51.38 \pm 1.81$  mm보다 작았으나, 교판의 크기에서는 살조개가  $13.30 \pm 0.91$  mm로  $9.37 \pm 0.71$  mm의 가무락보다 크기가 더 컸다. 계측형질중에서 주치의 길이만 패각의 크기와 일치할뿐, 모든 계측형질의 크기가 패각의 크기순으로 나열되지 않는 점으로 보아(Table 8), 계측형질은 고유의 종 형태적 특징을 나타낸다고 할 수 있겠다.

진주담치에서 교판의 길이와 후폐각근흔의 길이를 각고로 비교하였듯이(Lewis and Seed, 1969; Seed, 1977; 유, 1992) 본 연구의 조사결과에서도 각장이 77.62 mm로 가장 큰 개조개가 교판의 길이는 19.58 mm로 백합 28.33 mm보다 작았다. 또한, 교판길이/각장의 백분율 지수도 교판의 길이가 13.30 mm 인 살조개 28.54 mm 보다도 낮은 25.2를 나타내었다. 교판의 길이는 각장, 각고, 각폭 어느 것으로 비교하든지 중간 지수크기가 일정하게 나타났으나 다른 계측형질 지수는 일정하게 중간순으로 나타나지 않았다. 이 같은 결과는 계측형질이 종의 형태 특이성을 반영해 지수의 비가 변하므로 패각에 따른 계측형질 지수비도 종간을 분류하는 데 이용할 수 있다고 사료된다. 그리고 진주담치에서와 같이 계측형질의 계측방향과 패각상태의 상관관계를 고려하여 각장, 각폭, 각고를 정하는 것이 분류학적 측면에 있어 더 정확도를 가질 것이라고 사료된다. 따라서, 본 연구에서는 백합과 5종의 패각의 크기에 관계없이 계측형질의 수치가 상이하게 다르게 나타나는 것 등으로 보아 계측형질은 종 동정시 중요요인으로 사료되어지며, 이러한 특성을 이용하여 얻은 결과를 바탕으로 패각의 외부 및 내부형태와 비교 분석하여 백합과 5종의 유사도를 구하여 살조개와의 근연종을 밝히고자 하였으며 본 특성과 결과를 바탕으로 백합과 전체에 대한 연구가 이루어질 것으로 사료된다.

또한, 이를 이용한 백합과 5종의 유사도는 살조개와 바지락이 0.56로 가장 유사도가 높았고, 백합과 개조개는 0.40의 유사

**Table 14.** The similarity indices based on morphological characteristics of the Veneridae

Species	A	B	C	D	E
A	-				
B	0.56	-			
C	0.46	0.27	-		
D	0.42	0.34	0.40	-	
E	0.16	0.28	0.42	0.05	-

A: *Protothaca jedomensis*, B: *Ruditapes philippinarum*, C: *Meretrix lusoria*, D: *Saxidomus purpuratus*, E: *Cyclina sinensis*.

도를 나타내었다. 가무락은 살조개와 바지락 그리고 개조개는 백합, 살조개, 바지락, 가무락간에 비교적 낮은 형태적유사도를 나타내었다(Table 14, Fig. 6). 이는 분류형질중에서도 패각의 외부형질상에서 크기, 방사능의 유무, 포목상의 유무, 패각의 내부형질에서는 교치중의 전측치의 유무, 배연주름, 만입형태, 만입정도의 차이가 이 같은 유사도를 나타내게 한 것으로 사료된다. 또한, 백합과 5종내 유전적 유사도에서도 살조개와 바지락은 0.84의 높은 유전적 유사도를 보였으며(김, 2002), 백합과 5종도 각 지역간에 패각의 크기 및 분포지역이 다양하므로 지역간의 형태적·유전적 차이점을 더욱 조사해 보아야 할 것으로 사료된다.

이와 같이 살조개와 바지락의 형태적 및 유전적 유사도가 높게 나오는 것은 서식장 환경이 비슷하여 혼생하는 것으로, 자연 생태계에서 서식하는 생물은 동일종도 각기 다른 환경속에서 살아가면서 상호간에 생태 및 형태에 있어서 다소의 차이를 나타내게 되듯이 이는 서식장의 환경적인 영향이 가장 크다고 생각되며, 형태형질의 비교에서 백합이 다소 유사도가 낮게 되는 것은 유전적인 형질에 의해서 영향을 받는다고 사료된다. 만약 살조개를 자원증식을 위한 인공종묘생산을 시도하고자 한다면 이미 형태적 계통유연관계에서도 가장 근연종으로 보이는 바지락을 염두해 두고 그 활용방안을 모색해 보아야 할 것으로 사료된다.

## 요 약

백합과에 속하는 유용이매패류인 살조개, *Protothaca jedomensis*, 바지락, *Ruditapes philippinarum*, 개조개, *Saxidomus purpuratus*, 가무락조개, *Cyclina sinensis*, 백합, *Meretrix lusoria* 등 5종간의 패각 외부와 내부의 형태형질을 비교 조사하여 계통유연관계를 밝히고자 하였다.

계측형질중에서 주치의 길이만 패각의 크기와 일치할뿐, 모든 계측형질의 크기가 패각의 크기순으로 나열되지 않는 점으로 보아, 계측형질은 고유의 종 형태적 특징을 나타낸다고 할 수 있겠다. 교판의 길이는 각장, 각고, 각폭 어느 것으로 비교하든지 중간 지수가 일정하게 나타났으나 다른 계측형질 지수는 일정하게 중간순으로 나타나지 않았다.

살조개와 바지락간의 형태적 유사도는 가장 높게 나타났으며, 살조개와 백합의 형태적 유사도는 낮은 값을 나타내었다.

이는 서식장의 환경적인 영향이 가장 크다고 생각되며, 형태형질의 비교에서 백합이 다소 유사도가 낮게 되는 것은 유전적인 형질에 의해서 영향을 받는다고 사료된다. 살조개를 자원증식을 위한 인공종묘생산을 시도하고자 한다면, 형태적 계통유연관계에서도 가장 근연종으로 보이는 바지락을 중심으로 활용방안을 모색해 보아야 할 것으로 사료된다.

## 참고문헌

- Anderson, G. J., 1982. Comments of the settlement of Manila clam spats (*Tapes philippinarum*) at Filucy Bay. Washington. USA. J. Shellfish Res., 2(1): 115.
- Habe, T., 1965a. The arcid subfamily Anadarinae in Japan and its adjacent area (Mollusca). Bull. Nat. Sci. Mus., Tokyo, 8: 71-85.
- Habe, T., 1965b. Shells of the world in colour. Hoikusha Publishing Co., 134-140.
- Habe, T., 1977. Systematics of Mollusca in Japan. Bukryunkwan Publishing Co., 245-273.
- Hanaoka, T. and T. Shimadzu, 1949. Studies on the morphometry and rate of growth in clam, *Macra sulcataria* Reeve. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 15: 311-317.
- Kwon, O. K., K. M. Park and J. S. Lee, 1993. Coloured Shells of Korea. Academy Publishing Co., Seoul, 371 pp.
- Lee, J. M., J. W. Park, M. S. Yoo and Y. G. Hong, 1997. Morphological characteristics and genetic diversity using the RAPD technique in the arkshell, *Scapharaca broughtonii* (Schrenck) from Korea and China. J. Korean Fish. Soc., 30: 297-304.
- Lewis, J. R. and R. Seed, 1969. Morphological variations in *Mytilus* from south-west England in relation to the occurrence of *M. galliprovincialis* Lmk. Cahiers de Biologie Marine. 10: 231-253.
- Lim, H. S., J. W. Choi, J. G. Je and J. H. Lee, 1992. Distribution pattern of macrozoobenthos at the farming ground in the western part of Chinhae Bay. Korea. Bull. Korean Fish. Soc., 25: 115-132.
- Loosanoff, V. L. and H. C. Davis, 1963. Rearing of bivalve molluscus. Adv. Mar. Biol., 1: 1-136.
- Min, D. K., 2001. Korean Mollusks with Color Illustration. Hanguel Publishing Co., 268-269.
- Okutani, T., 2000. Marine mollusks in Japan. Tokai University Press, 1007 pp.
- Seed, R., 1977. The systematics and evolution of *M. galliprovincialis* Lmk. Plenum Press, London, 447-468 pp.
- Stanley, S. M., 1968. Relation of shell form to life habits in the bivalvia (Mollusca). Ph. D. Thesis, Yale Univ, 245 pp.
- Yokogawa, K., 1997. Morphological and genetic differences between Japanese and Chinese red arkshell *Anadara broughtonii*. Fish. Sci., 63: 332-337.
- Yoo, S. K., 1970. Biological studies on the propagation of important bivalves. 2. Growth and morphological variations of *Anadara broughtonii*(Schrenck). Bull. Pusan Fish. Coll., 10: 81-89.
- Yoo, S. K., Y. J. Chung and H. Y. Ryu, 1978. Biological studies on the propagation of important bivalves. 6. Morphological characteristics of the short-necked clam, *Tapes japonica*. Bull. Nat'l. Fish. Univ. Busan, 18: 89-94.
- 김안영, 1971. 개조개 *Saxidomus purpuratus*(Sowerby)의 증식에 관한 생태학적 연구. 한국수산학회지, 4(3, 4): 92-98.
- 김용호, 1978. 바지락의 형태변이에 관한 연구. 군산수전연보, 12(2): 23-26.
- 김 정, 2002. 한국산 살조개, *Protothaca jedomensis*의 계통유연관계 및 생식주기에 관한 연구. 여수 대학교 박사학위논문, 169 pp.
- 김 정·윤호섭·라성주·문성용·서호영·최규정·최상덕, 2002. 한국산 살조개, *Protothaca jedomensis*의 생식주기. 한국환경생물학회지, 20(3): 245-255.
- 김충만, 1973. 바지락의 성장에 따른 형태변이에 대하여. 여수수전논문집, 7(2): 3-8.
- 김현주·장창익, 1999. 진해 연안산 바지락(*Tapes philippinarum*)의 자원생태학적 연구. 한국수산 학회지, Res., 2: 32-43.
- 신윤경·김 윤·정의영·허성범, 2000. 바지락(*Ruditapes philippinarum*)의 온도 및 염분 내성. 한국수산학회지, 33(3): 213-218.
- 이용환, 1995. 산지별 바지락, *Ruditapes philippinarum* 치패의 성장과 성숙. 부산수대 석사학위논문, 51 pp.
- 이정렬·김영길, 1991. 서해연안의 양식장환경조사 3. 부안 백합 양식장 환경. 한국양식학회지, 4(2): 111-128.
- 원문성, 1994. 바지락의 종묘생산과 양식장환경의 생산성에 미치는 영향. 부산수산대학교 박사학위 논문, 220 pp.
- 유명숙, 1992. 한국산 및 일본산 진주담치의 폐각형태에서 본 분류학적 고찰. 한국수산학회지, 25(3): 165-170.
- 유성규·정유창·유호영, 1978. 연안산 중요 조개류의 증식에 관한 생물학적 연구 6. 바지락의 산지별 특성. 부산수대연보, 18: 89-94.
- 최기철, 1971. 대합과 가무락의 종묘생산을 종묘생산을 위한 생태적 연구. 한국육수학회지, 4(1, 2): 1-10.
- 최 상, 1965. 바지락 폐각의 형태변이와 바지락의 장형, 단형의 형태적 특성에 대하여. 한국동물학회지, 8(1): 1-7.
- 최신석·송용규, 1973. 가무락, *Cyclina sinensis*의 인공수정 및 발생에 관한 연구. 한국수산학회지, 6(1, 2): 76-80.
- 최신석, 1975. 대합, *Meretrix lusoria*과 가무락, *Cyclina sinensis*의 초기발생 및 성장에 관한 비교 연구. 한국수산학회지, 8(3): 185-195.
- 高良夫, 1957. アサリ生殖巢について二・三の組織學的觀察. 日本水産學會誌, 23: 394-399.
- 岡田要, 1982. 新日本動物圖鑑(中). 北隆館, 273 pp.
- 隆島史夫·羽生功, 1989. 水族繁殖學. 綠書房. 東京. 335 pp.
- 安田治三郎·浜井生三·堀田秀之, 1945. アサリの産卵期について. 日本水産學會誌, 20(4): 277-279.
- 鳥羽光晴·夏目洋·山川紘, 1993. 東京灣船橋地先におけるアサリの生殖期. 日本水産學會誌, 59(1): 15-22.
- 鳥羽光晴, 1989. あさりの水槽飼育での性成熟過程における攝餌量の重要性. 日本水産増殖, 37(1): 63-69.
- 鳥羽光晴·深山義文, 1991. 飼育アサリの性成熟過程と産卵誘發. 日本水産 學會誌, 57(7): 1269-1275.

원고접수 : 2004년 3월 25일

수정본 수리 : 2004년 7월 8일

책임편집위원 : 최광식