

한국산 담수 유폐류 6 종의 치설

이용석 · 정계현 · 정평림* · 정영헌*

순천향대학교 자연과학대학 생명과학부, *인하대학교 의과대학 기생충학교실

= ABSTRACT =

Radular Teeth of Six Korean Freshwater Pulmonates

Yong-seok Lee, Kye-heon Jeong, Younghun Jung* and Pyung-Rim Chung*

Department of Biology, College of Natural Sciences, Soonchunhyang University, Asan, 336-745, Korea

*Department of Parasitology, Inha University College of Medicine, Incheon, 402-752, Korea

Light and scanning electron microscopic observations on the radular teeth of six well known species of Korean freshwater pulmonates such as *Radix auricularia coreana* and *Austropeplea ollula* in Lymnaeidae, *Physa (Physella) acuta* in Physidae, and *Gyraulus convexiusculus*, *Hippeutis cantori* and *Segmentina hemisphaerula* in Planorbidae were undertaken.

The snails belonging to Planorbidae have bilaterally symmetrical bicuspid central teeth. In Lymnaeidae *R. auricularia coreana* has an asymmetrical bicuspid central tooth while *A. ollula* has a monocuspid one. *P. (Physella) acuta* in Physidae has a multicuspoid central tooth.

The majority of the species have tricuspid lateral teeth, but *P. (Physella) acuta* has comb-like lateral teeth. The majority of them have comb-like or rake-like marginal teeth while *H. cantori* has scoop-like marginal teeth.

The numbers of radular teeth per horizontal row including the central, lateral and marginal teeth are 61 in *R. auricularia coreana*, 65 in *A. ollula*, 173 in *P. (Physella) acuta*, 35 in *G. convexiusculus*, 51 in *H. cantori*, and 43 in *S. hemisphaerula*.

The arrangement pattern of the radular teeth in *P. (Physella) acuta* is based on \wedge frame which is quite different from other species.

S. hemisphaerula and *H. cantori* do not have distinct transitional teeth between the lateral and marginal teeth unlikely to the other species.

Key Words: Pulmonate, Radula, SEM

서 론

연체동물의 분류 방법으로는 패각의 특징을 기초로 한 분류가 기본이 되고 있으나, 패각이 유사한 종간에는 해부학적 특징을 비교하기도 하며, 기타 전기영동법을 이용한 isozyme 연구, mitochondrial DNA를 이용

한 방법(RFLP) 등이 최근에는 많이 이용되고 있다.

연체동물의 치설은 종마다 그 열의 수, 모양, 움직이는 방법 등이 특이하기 때문에 연체동물의 종간 비교에 중요한 구분점으로 이용되기도 한다. 따라서 연체동물의 치설에 관한 연구가 많이 진행되고 있다.

Thompson(1958)은 광학현미경(LM)을 이용해서 치설을 관찰했으며, Oatley 등(1965)은 주사전자현미경

(SEM)을 이용하여 치설을 관찰한 이래, Runham 및 Thornton(1967)도 *Patella vulgata*와 *Agriomax reticulatus*의 치설을, Thompson과 Hinton(1968)은 *Aeolidia papillosa*, *Facelina auriculata*, *Archidoris stellifera* 그리고 *Cadlina laevis*의 치설을, Runham(1969)은 *Agriomax reticulatus*와 *Nucella lapillus*의 치설을 각각 SEM을 이용하여 관찰한 바 있다. Solem(1972)은 *Subulina octogona* 의 1종의 치설을 SEM으로 관찰한 후 구조 및 기작에 대해 설명하였으며, 또한 Solem(1973a, b)은 유폐류인 *Pseudo pinicola* 의 11종의 치설의 convergence를 조사하였다. Thompson과 Bebbington(1973)은 복족류 36종의 치설을 역시 SEM을 이용해서 관찰하였다. 이와 같이 치설을 관찰하는데에는 SEM을 이용하는 것이 가장 바람직한 방법으로 이용되어왔다. 하지만 크기가 작은 패류의 경우에는 치설의 크기 또한 매우 작아서 SEM stub에 올리는 일이 그리 쉽지 않다. 이에 Ploger 및 Breure(1977)는 작은 치설을 SEM stub에 올리기 위한 방법을 발표하였고, Ploger와 Breure(1977)는 SEM을 이용해서 *Botbriembryon gunni*의 치설을 관찰하였다. Burch와 Jeong(1984)은 치설을 SEM으로 관찰하기 위하여 새로운 시료 준비 과정을 개발하고, 여러 나라에서 서식하는 크기가 작은 Planorbidae 12종의 치설을 SEM으로 관찰하여 분류학적 고찰을 시도한 바 있다. 본 연구는 이제까지 한국에서 기록된 담수 유폐류 6종의 치설의 형태를 비교해 보고자 수행되었다.

재료 및 방법

본 연구에서 사용한 달팽이들은 Table 1과 같다. 6

종 중 다섯 종들은 연구자들에 의해 직접 충남 일대에서 채집되었으며 애기물달팽이는 강원대학교 표본실에서 공급받은 것이다. SEM관찰은 종에 따라 2-3개의 표본을 관찰하였으며, 연구에서 사용한 것과 같은 동일한 표본들은 인하대학교 의과대학 기생충학교실과 순천향대학교 자연과학대학 생물학과 표본실에 보관중이다.

패각을 제거한 후 연체부를 해부접시에 핀을 이용해서 고정시키고 고배율의 해부현미경하에서 외부막을 제거한 후 후두부의 표피를 완전히 벗겨 구강낭(buccal mass)을 노출시킨 다음 이를 정교한 가위로 분리하였다.

치설의 인근 조직을 연화시키기 위해서 분리해 낸 구강낭을 10% KOH에 7-24시간 정도 처리하였다. 때로는 60℃의 배양기 안에서 약 5분 내지 20분 정도 처리하기도 하였다. 연화된 조직 내에 있는 치설리본은 분리해 내기가 용이한데 분리 후 부패를 방지하기 위해 neutral formalin 용액에 잠시 고정시킨 후 buffer용액을 사용해서 잘 닦아 내었다. 70% 에탄올이 들어 있는 작은 용기로 치설을 옮긴 후 5-15초간 초음파 처리를 하였다. Planorbidae 3종은 다른 3종과는 달리 치설이 너무나 작고 약해서 이 과정을 불과 몇 초만 진행하여도 부서지곤 했기 때문에 초음파처리는 생략하였다. 그 대신 10% KOH를 넣은 well slide glass에 표본을 넣은 후 주위 조직이 깨끗하게 제거될 때까지 LM으로 지속적으로 관찰하였다. 완전히 깨끗해진 치설은 1 M phosphate buffer(pH 7.3)용액을 사용해서 잘 닦은 후 70% 에탄올이 들어 있는 작은 용기에 옮겼다.

그후, SEM stub에 양면 테이프를 붙이고 그 위에

Table 1. Collecting localities of six Korean freshwater pulmonates

Species	Family	Localities collected
<i>Radix auricularia coreana</i> V. Martens	Lymnaeidae	Hyogyo-ri, Bongsan-myon, Yesangun, Choongnam
<i>Austropeplea ollula</i> Gould		Dokduwon-ri, Chunchon-shi, Kangwon-do
<i>Physa(Physella)acuta</i> Draparnaud	Physidae	Byongchon, Chonan-shi, Choongnam
<i>Gyraulus convexiusculus</i> Hutton	Planorbidae	Shinchang-myon, Asan-shi, Choongnam
<i>Hippeutis cantori</i> Benson		Shinjongho(lake), Asan-shi, Choongnam
<i>Segmentina hemisphaerula</i>		Shinjongho(lake), Asan-shi, Choongnam

중류수를 한 방울 떨어뜨린 후 치설리본을 물방울 속에 넣었으며, 끝이 날카로운 스포이드를 이용해서 물을 조금씩 제거하면서 치설을 조심스럽게 폈다. 물이 stub의 전면에 다 퍼지는 순간 물의 표면장력에 의해서 치설은 퍼진 상태를 유지하게 되는데, 그 후 분진으로부터 보호하기 위해서 초자용기에 넣어 건조시켜 보관하였다. SEM 관찰을 위해서 ion coater(Eiko IB-3)를 이용하여 약 200A 정도로 gold coating한 후 SEM(HITACHI S-570)을 이용해서 관찰하였다.

결 과

치설을 서술하기 위해서 본고에서는 Fig. 1에 준하여 용어를 사용하였으며, 언급되는 치설의 총 열수는 횡열수로써 central teeth를 포함한 것이다. 광학현미경으로 관찰된 6종의 유폐류 치설의 형태는 Fig. 2와 같고, SEM을 이용한 관찰 결과는 Plate 1-2에 나타내었다. 또한 이러한 관찰을 근거로 Table 2에 종별 치설 별로 요약 기재하였다.

1. *Radix auricularia coreana* V. Martens

물달팽이의 치설의 총열수는 61열로 관찰되었다. 또 아리물달팽이과의 치설과는 달리 측치에 비해서 상당히 작은 중치를 가지고 있었는데, 저배율로 볼 때에는 cone이 한 개인 대칭형으로 보였지만 고배율로 관찰해보니 major cone에 minor cone이라고도 볼 수 있을만한 denticle로 이루어진 비대칭형의 중치를 가지고 있었다.

측치의 모양은 tricuspid한 모양으로 가지는데 endocone이 ectocone에 비해서 mesocone에 비해서 일찍 분지 하였다. 따라서 길이는 mesocone보다 짧으나 폭은 거의 동일하였다. Endocone의 길이는 바깥 열로 갈수록 점차 길어져서 중치로부터 제 7열에 이르러서는 mesocone의 크기와 같아졌다.

연치는 중치로부터 제 10열에서 시작되는데 endocone이 2개로 분리되어지며 11번째 열 에서는 3개로 분리된다. 제 17열에서는 분지된 형태가 mesocone을 포함하여 comb-like shape을 보이는데 전반적으로 보아 이러한 모양이 연치의 마지막 열인 제 30열까지 계속되었고 그들의 크기만 점차 작아지는 경향을 보였다.

2. *Austropeplea ollula* Gould

애기물달팽이의 치설의 총열수는 65열로 관찰되었다. 물달팽이와 비슷하게 측치에 비해서 상당히 작은 중치를 가지고 있었는데, cone이 한 개인 대칭형 구조를 하고 있었다.

측치는 중치로부터 제 1열에서 제 11열까지로써 전형적인 tricuspid한 형태를 띠는데 그 모양이 물달팽이의 측치와 거의 유사하여 endocone이 ectocone에 비해서 mesocone으로부터 일찍 분지 하였다. 따라서 길이는 mesocone보다 짧으나 폭은 거의 동일하였다. 또 endocone의 길이가 바깥열로 갈수록 점차 길어져서 제 11열에 이르러서는 mesocone의 길이와 같아지는 점 등은 물달팽이와 거의 같은 형태를 보였다.

연치는 endocone이 두 개로 갈라지는 제 12열에서부

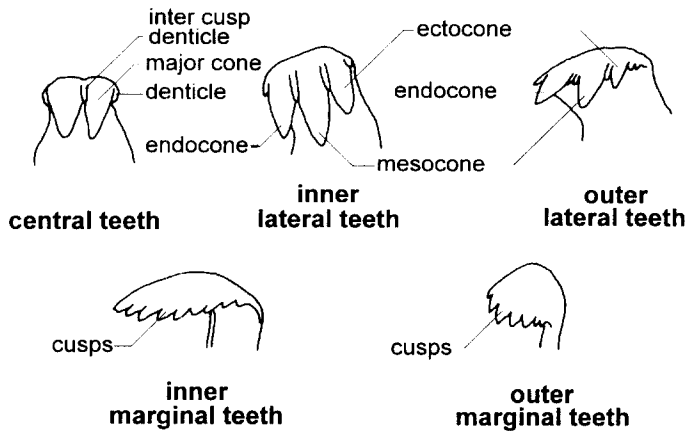


Fig. 1. Terminology of the radula

터 시작되었다. 다른 종들의 연치부들은 모두 점점 분지하는 형태로 가서 마지막 열은 모두 comb-like shape을 띄는 것이 대부분이지만 애기물달팽이의 경우는 좀 다르다. 제 12열부터 19번째 열까지는 다른 종

들과 마찬가지로 3개의 cone의 길이가 비슷하고 제 1열에서 comb-like 형태를 띄지만 제 20열은 측치부의 12번째 열과 비슷한 형태를 보였으며, 제 22열은 27열로 분지되었던 endocone이 다시 하나로 합쳐지며, 제

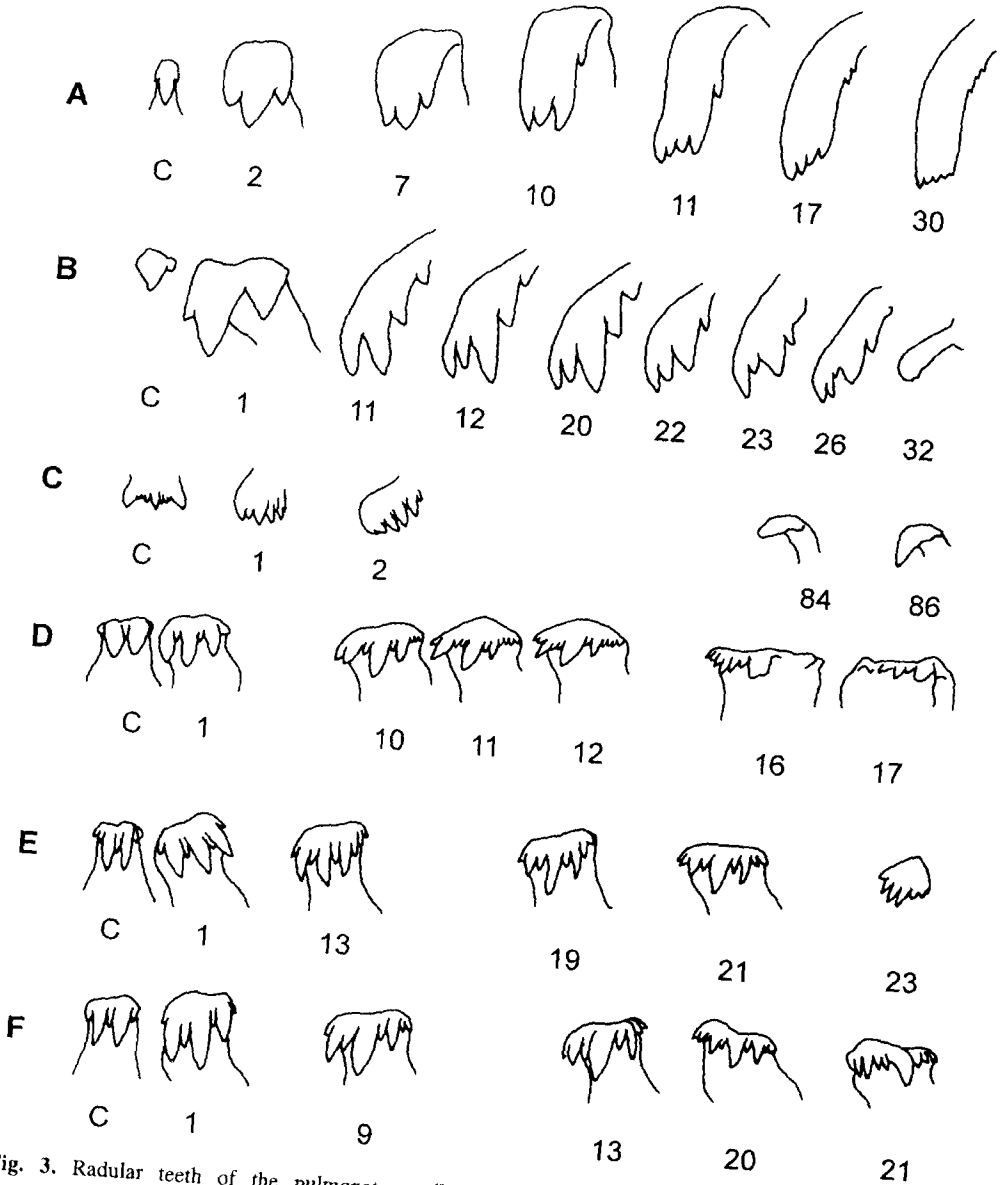


Fig. 3. Radular teeth of the pulmonate snails. The numbers below each tooth designates its consecutive position distally from the central tooth. A. *Radix auricularia coreana* B. *Austropeplea ollula* C. *Physa (Physella) acuta* D. *Gyraulus convexiusculus* E. *Hippeutis cantoris* F. *Segmentina hemisphaerula*.

23열은 9-10열과 비슷하였으나 cone의 길이가 짧아지는 경향을 보였다. 제 26열부터는 모든 cone이 점점 합쳐져서 32열에서는 거의 하나의 뭉툭한 방망이처럼 보였다.

3. *Physa (Physella) acuta* Draparnaud

원돌이물달팽이의 치설의 총수는 평균 173열로 관찰되었다. 전반적으로 측치와 연치를 구별할 수가 없었으며 치열의 끝으로 갈수록 cone의 길이만 짧아져서 뭉툭해졌다. 다른 5종과는 달리 치열의 방향이 \wedge -shape(\checkmark)으로써 광학현미경으로 관찰하였을 때에는 또아리물달팽이와 비슷한 것으로 관찰되었다.

측치의 모양은 몇 개의 cusp으로 이루어진 모양을 보였으며, 중치로부터 제 2열부터는 major cone 3개 사이에 minor cone 2-3개가 있는 모양이 마지막 열까지 계속되었다. 하지만 cone의 길이가 짧아지면서 끝 쪽 열에 가서는 뭉툭해진다.

4. *Gyraulus convexiusculus* Hutton

또아리물달팽이의 치설의 총열수는 35열로 관찰되었다. Planorbidae에 속하는 나머지 두 종인 *Hippeutis*와 *Segmentina*의 치설에 비해 약간 뭉툭한 느낌을 받는데 중치의 모양은 bicuspid한 모양을 띤다. 두 개의 major cone 사이에는 1개의 minor cone이 존재하며, 바깥쪽에는 denticle이 관찰되었다.

측치는 tricuspid한 모양을 가지고 있는데, 뭉툭한 mesocone을 중심으로 endocone과 ectocone을 각각 하나씩 가지며, major cone을 중심으로 minor cone이 1개씩 확연히 보인다. 이러한 측치는 중치로부터 9열까

지 계속되는데, 크기는 연속적으로 작아졌다. 제 10열부터는 연치가 시작되는데, 이들 역시 tricuspid 모양을 하고 있는 것은 또아리물달팽이과의 다른종들과 마찬가지로 major cone사이에 minor cone이 두 개씩이었다. 또한 endocone과 ectocone의 크기가 점점 더 작아진다. 제 11열에 이르러서는 endocone과 ectocone의 크기가 확연하게 작아지는 것을 볼 수 있으며, minor cone 역시 3개로 늘어났다. 제 11열부터 endocone과 ectocone이 작아져 12번째 열에서는 구분이 어려웠고 4개로 분지된 denticle 모양의 minor cone이 관찰되었다. 이러한 모양은 제 15열까지 계속되며 제 16열에 이르러서는 ectocone 방향으로 치열이 뭉그러져 보였다. 마지막 열인 17번째 열은 몇 개의 cusp만 조금 관찰되었다.

5. *Hippeutis cantori* Benson

수정또아리물달팽이의 치설의 총열수는 51열로 관찰되었다. 중치의 모양은 bicuspid한 모양을 띠는데 단도 모양의 날카로운 두 개의 major cone 사이에는 1개의 minor cone이 존재하며, 바깥쪽에는 denticle이 한 개 내지 두 개가 관찰되었다.

측치의 모양은 또아리물달팽이과의 다른 종과 마찬가지로 tricuspid한 모양이었으며, endocone이 ectocone에 비해서 조금 크며, 매우 날카로운 major cone 사이에 역시 minor cone을 각각 하나씩 가지고 있다. 측치의 모양은 24열까지 동일하였으나 1, 2열은 전체적으로 볼 때 바깥쪽으로 조금 휘어져 있었다. 측치의 크기는 연치부로 갈수록 점점 작아지며 ectocone과 endocone의 크기가 비슷해진다. 또한 14열부터는

Table 2. Shapes of the radular teeth of six pulmonate snails

Species	Teeth		Lateral Teeth		Marginal Teeth
	Shape	ICD	General Shape	Mesocone Shape	General Shape
<i>Radix auricularia coreana</i>	monocuspid	large denticle	tricuspid	spade-like	comblike
<i>Austropeplea ollula</i>	monocuspid	×	tricuspid	narrowly spade-like	comblike
<i>Physa (Physella) acuta</i>	multicuspid	○	comblike	×	comblike
<i>Gyraulus convexiusculus</i>	bicuspid	○	tricuspid	rounded-shape	rake-like
<i>Hippeutis cantori</i>	bicuspid	○	tricuspid	dagger-like	scoop-like
<i>Segmentina hemisphaerula</i>	bicuspid	○	tricuspid	dagger-like	rake-like

endocone쪽의 denticle이 약간씩 분지하며 19, 20열에 이르러서는 mesocone의 크기가 확연하게 줄어든다. 제 25열에서는 mesocone과 ectocone이 사라지고 endocone만 남아 있는 형태를 띠고 있다. 이러한 형태의 치열은 배꼽또아리물달팽이와 마찬가지로 측치와 연치를 구분하기가 어렵다.

6. *Segmentina hemisphaerula*

배꼽또아리물달팽이의 치설의 총열수는 43열로 관찰되었다. 중치의 모양은 bicuspid한 모양을 띠는데 단도 모양의 날카로운 두 개의 major cone 사이에는 1개의 minor cone이 존재하며, 바깥쪽에는 denticle이 두 개 정도 관찰되었다. 특이한 점은 중치가 한쪽 방향으로 약간 치우쳐서 있다는 점이다. 측치는 tricuspid한 모양을 가지고 있는데, ectocone은 endocone에 비해서 조금 작으며 매우 날카로운 major cone 사이에 역시 minor cone을 각각 하나씩 가지고 있다. 조금 특이한 점은 endocone과 mesocone 사이의 minor cone은 매우 커서 ectocone의 크기와 비슷하다. 이러한 측치의 모양은 중치로부터 마지막 열인 제 21열까지 계속되어진다. Endocone의 내부 및 ectocone의 외부에는 denticle이 관찰되어지는데 10번째 열에 이르러서야 이들의 모양은 확연하게 보인다. 제 13열에서는 ectocone의 denticle수가 2개로 늘어나며 endocone의 denticle은 하나의 minor cone이라 부를 수 있을 정도로 커진다. 하지만 제 17열부터는 endocone과 ectocone의 모양을 찾아보기 어려우며 4개로 분지된 denticle 모양의 minor cone이 관찰되었는데, endocone 방향의 denticle이 ectocone방향의 denticle에 비해서 조금 더 크다. 전체적으로 볼 때 측치와 연치의 구분이 불명확한데 굳이 나눈다면 13열 또는 14열 정도가 적당하였다.

고 찰

우리 나라에서의 기안목(Basommatophora)에 관한 연구는 그리 많이 진행되지 않았다. 송인식(1982)의 금강유역 Planorbidae의 분류, 권오길(1983)의 한국산 물달팽이(*Radix auricularia coreana*)의 산란과 발생에 관한 연구, 이강이(1987)의 물달팽이과(Lymnaeidae)의 애기물달팽이 및 물달팽이에 있어 거대간질에 대한 감수성과 동위효소에 관한 연구, 강태완(1989)의 물달팽이(*Radix auricularia coreana*)의 생식세포 형성 및 생식시기에 관한 연구, 전계석과 민홍기(1990)의 애기물

달팽이 및 물달팽이에 대한 간질 및 거대간질 오염실험, 김상기와 이정길(1992)의 애기물달팽이(*Lymnaea viridis*)의 생태에 관한 연구 등이 있다.

이중 Planorbidae에 관한 연구로 Hubendick(1955)의 Planorbidae의 계통발생에 관한 논문이 발표된 이후 Burch와 Jeong(1984)이 Planorbidae 12종의 치설을 SEM으로 관찰한 바 있는데, 이 실험에서 취급된 또아리물달팽이과 패류의 central teeth의 형태는 *Isidorella sisurnia*, *Camptoceras cosmata*, *Bayardella johani* 3종을 제외하고는 모두 bicuspid한 형태를 보였다고 한다. 또한 inter cusp denticle은 경우 국내에 서식하는 3종이 모두 가지고 있으나 이들의 관찰 결과에서는 *Bulinus tropicus*, *Bulinus truncatus*, *Physastra concianna*, *Gyraulus essingtonensis* 4종만 가지고 있는 것으로 보고되었다.

측치의 모양은 모두 tricuspid 형태로 일치되었다. 또한 이들의 양상은 모두 mesocone, ectocone, endocone의 major cone과 그 사이의 denticle 및 minor cone을 가지고 있었다. 측치는 양측부로 갈수록 mesocone의 크기가 감소하는 특색을 보였으며, 대부분의 경우 endocone이 ectocone 보다 컷고, 연치부에 가까워질수록 endocone은 분지하여 작은 물결모양 또는 갈퀴모양을 갖고 있었다. 하지만 mesocone의 형태에 있어서 국내산 3종의 치설은 *G. convexiusculus*의 경우 등그스름한데 비해서 *H. cantori*, *S. hemisphaerula*의 치설은 매우 뾰족하여 dagger like shape을 보였다. 하지만 Burch와 Jeong(1984)의 연구에서 관찰되어진 외국산 종들은 triangular, arrow head, tumid, spade, narrowly spade, rounded, dagger like로 다양한 양상을 보였다. 반면 *Gyraulus essingtonensis*의 치설은 국내산 3종과 매우 비슷한 양상을 보였다.

연치의 경우 국내산 3종 중 *G. convexiusculus*와 *S. hemisphaerula*의 경우, Burch와 Jeong(1984)의 연구에서 관찰되어진 *Gyraulus essingtonensis*의 경우와 마찬가지로 rake-like형태였으며, *H. cantori*의 경우는 scoop-like형태이고 나머지는 모두 comb-like 형태로 endocone이 분지한 형태를 갖는다. 하지만 *Gyraulus essingtonensis*의 치설 및 국내산 또아리물달팽이과 3종 치설은 이와는 달리 mesocone이 작아진 측치의 모양과 거의 흡사한 매우 특이한 형태를 갖는데, *Gyraulus essingtonensis*의 치설을 국내산 *G. convexiusculus*와 비교해보면 치열의 수는 *G.*

*essingtonensis*가 16열, *G. convexiusculus*는 17열로 비슷하였다. 하지만 *G. essingtonensis*의 치설은 뾰족한 편인데 비해 *G. convexiusculus*는 뿔뿔하였다. 또한 *G. essingtonensis*는 연치와 측치의 구분이 명확하지 않지만 국내산 *G. convexiusculus*는 측치와 연치의 구분이 명확하였다. 그리고 *G. essingtonensis*의 치설은 *S. hemisphaerula* 및 *H. cantori*의 치설과도 매우 비슷한데 전체적인 치열의 모양은 마지막 치열까지 모양의 변화는 거의 없었으며, 전체적인 크기만 작아진다는 점에서 *H. cantori*의 치설과 매우 흡사하였다.

최근에 Chung 등(1994)이 한국산 또아리물달팽이과 3종 즉, *Gyraulus convexiusculus*, *Hippeutis cantori*, *Segmentina hemisphaerula*에서의 미토콘드리아 DNA 변이를 연구 보고하였고, Chung 등(1995)은 상기 3종에 대한 동위효소 변이에 대한 연구를 수행한 바 있다. 그 결과에 의하면 이 3종의 근연관계를 mitochondrial DNA의 염기분화도에 근거하면 *G. convexiusculus*와 *H. cantori*가 *S. hemisphaerula*에 비해 근연종으로 인정되며, 동위효소 변이 연구에 근거하면 *H. cantori*와 *G. convexiusculus*가 *S. hemisphaerula*에 비해 근연종으로 인정된다는 상치되는 결과를 보고하였는데 치설의 모양 및 치열의 배열상태를 조사한 본 연구에 의하면 *H. cantori*와 *G. convexiusculus*가 *S. hemisphaerula*에 비해 근연종으로 인정되어 이는 mitochondrial DNA의 염기분화도로 알아본 결과와는 상이하나 동위효소 변이에 의해 알아본 연구결과와는 일치함을 알 수 있었다.

치설에 대한 형태학적 연구는 그 종의 치설의 배열양상을 이해하고 먹이 섭취 방법을 추측할 수 있는 매우 중요한 기초적 연구임에 틀림없다. 주사전자현미경 관찰 결과 각 종간에 미세한 차이가 관찰되었으나 이러한 차이가 종간의 차이에 기인하는 것인지 재검지나 서식처의 환경과 먹이에 기인하는 지에 대하여는 보다 세밀한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

요 약

국내에 서식하는 담수 유패류중 기안목(Basommatophora) 중 물달팽이과(Lymnaeidae)에 속하는 물달팽이(*Radix auricularia coreana*)와 애기물달팽이(*Austropeplea ollula*), 원돌이물달팽이과(Physidae)에 속하는 원돌이물달팽이(*Physella (Physella) acuta*), 또

아리물달팽이과(Planorbidae)에 속하는 3종, 또아리물달팽이(*Gyraulus convexiusculus*), 수정또아리물달팽이(*Hippeutis cantori*), 배꼽또아리물달팽이(*Segmentina hemisphaerula*)의 치설을 주사전자현미경 (SEM; HITACHI S-570)을 이용해서 관찰하였다.

물달팽이의 치설의 총열수는 61열로 관찰되었는데, 또아리물달팽이과의 치설과는 달리 측치에 비해서 상당히 작은 중치를 가지고 있었으며, 연치는 제 10열에서 시작되었다. 애기물달팽이의 치설의 총열수는 65열로 관찰되었는데, 물달팽이와 비슷하게 측치에 비해서 상당히 작은 중치를 가지고 있었으며, cone이 한 개인 대칭형 구조를 하고 있었다. 원돌이물달팽이의 치설의 총열수는 평균 173열로 관찰되었다. 전반적으로 측치와 연치를 구별할 수가 없었으며 치열의 끝으로 갈수록 cone의 길이만 달라져 뿔뿔해졌다. 다른 5종과는 달리 치열의 방향이 \wedge -shape(\searrow)으로써 LM적인 형태는 또아리물달팽이와 비슷한 것으로 관찰되었다. 또아리물달팽이 치설의 총열수는 35열로, 측치와 연치가 명확하게 구분되어 관찰되었다. 수정또아리물달팽이 치설의 총열수는 51열로 관찰되었으며, 측치와 연치의 구분이 명확하지 않은 것으로 관찰되었다. 배꼽또아리물달팽이 치설의 총열수는 43열로 관찰되었으며 수정또아리물달팽이와 마찬가지로 측치와 연치의 구분이 명확하지 않은 것으로 관찰되었다.

참 고 문 헌

강태완 (1989) 물달팽이(*Radix auricularia coreana*)의 생식세포 형성 및 생식시기에 관한 연구. 춘천교대과학 교육연구, 15: 29-37

권오길 (1983) 한국산 물달팽이 (*Radix auricularia coreana*)의 산란과 발생에 관한 연구. 강원대과학·기술연구, 18: 133-135

김상기, 이정길 (1992) 민물에 서식하는 애기물달팽이의 야외생태. 한국패류학회지, 8(1): 21-28.

송인식 (1982) 금강유역 Planorbidae의 분류. 충남대학교 대학원 생물학과 석사학위논문

이강이 (1987) 물달팽이과 (Family Lymnaeidae)의 애기물달팽이 및 물달팽이에 있어 거대간질에 대한 감수성과 동위효소에 관한 연구. 충남대학교 대학원 생물학과 박사학위 논문.

전계식, 민흥기 (1990) 애기물달팽이 및 물달팽이에 대한 간질 및 거대간질 오염실험. 이화의대지, 50: 53-60.

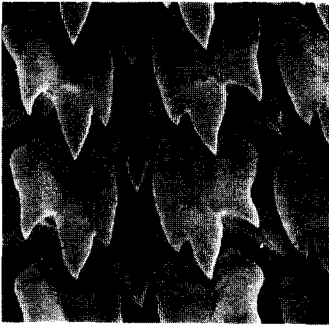
- Bertsch, H., Ferreira, A.J., Farmer, W.M. and Hayes, T.L. (1973) The genera *Chromodoris* and *Felimida* in tropical west Africa, *The Veliger*, 15: 287-294.
- Burch, J.B., Chung, P.R. and Jung, Y.H. (1987) A guide to the freshwater snails of Korea. *Walkerana*, 2(8): 195-232.
- Burch, J.B. and Jeong, K.H. (1984) The radular teeth of selected Planorbidae. *Malacological Review*, 17: 64-84.
- Chung, P.R., Jung, Y.H., Jung, E.K. and Kim, D.S. (1994) Mitochondrial DNA variations among three species of Korean Planorbid snails : *Gyraulus convexiusculus*, *Hippeutis cantori*, *Segmentina hemisphaerula*. *Korean Journal of Malacology*, 10(1): 27-37.
- Chung, P.R., Jung, Y.H., Jung, K.S. and Kim, D.S. (1995) Isozyme Variability in Three Species of Freshwater Planorbid Snails in Korea : *Gyraulus convexiusculus*, *Hippeutis cantori*, *Segmentina hemisphaerula*. *Korean Journal of Malacology*, 11(1): 51-61.
- Eernisse, D.J. and Kerth, K. (1988) The initial stages of radular development in chitons (Mollusca : Polyplacophora). *Malacologia*, 28(1-2): 95-103.
- Gascoigne, T. and Sartory, P.K. (1974) The teeth of three bivalved gastropods and three other species of the order Sacoglossa. *Proceeding of Malacological Society, London*, 41: 109-126.
- Hubendick, B. (1955) Phylogeny in the Planorbidae. *Transaction of Zoological Society, London*, 28(6): 453-542.
- Hickman, C.S. (1978) Integration of electron scan and light imaginary in study of molluscan radulae. *The Veliger*, 20: 1-8.
- Hickman, S.C. (1984) Implications of radular tooth-row functional integration for archaeogastropod systematics. *Malacologia*, 25(1): 143-160.
- Klaus, K. (1979) Electron microscopic studies on radular tooth formation in the snails *Helix pomatia* L. and *Limax flavus* L. (Pulmonata, Stylommatophora). *Cell and Tissue Research*, 203: 283-289.
- Mischor, B. and Märkel, K. (1984) Histology and regeneration of the radula of *Pomacea bridgesi* (Gastropoda, Prosobranchia). *Zoomorphology*, 104: 46-66.
- Morris, T.E. (1981) A method for artificially protruding gastropod radulae and a new model of radula function. *The Veliger*, 24(2): 85-90.
- Otaley, C.W. et al., (1965) Scanning electron microscopy. *Adv. Electronics Electron Phys.*, 21: 181-247.
- Peters, W. (1978) Degradation of the radula in the snails *Biomphalaria glabrata* Say and *Limnaea stagnalis* L. (Gastropoda, Pulmonata). *Cell and Tissue Research*, 193: 283-295.
- Ploger, S. and Breure, A.S.H. (1977) A rapid procedure for preparation of radulae for routine research with the Scanning Electron Microscope. *Bacteria*, 41: 47-52.
- Ruppert, E.D. and Robert D.B. (1994) Invertebrate Zoology. Sixth Edition. pp. 367-368, Saunders College Publishing.
- Runham, N.W. (1969) The use of the Scanning Electron Microscope in the study of the gastropod radula. The radulae of *Agrolimax reticulatus* and *Nucella lapillus*. *Malacologia*, 9(1): 179-185.
- Runham, N.W. and Thornton, P.R. (1967) Mechanical wear of the gastropod radula : A Scanning Electron Microscope Study. *Journal of Zoology, London*, 153: 445-452.
- Runham, N.W. (1963) A study of the replacement mechanism of the pulmonate radula. *Quart. Journal Micr. Sci.*, 104(2): 271-277.
- Scheltema, A.H. (1981) Comparative morphology of the radulae and alimentary tracks in the Aplacophora. *Malacologia*, 20(2): 361-383
- Solem, A. (1972) Malacological applications of scanning electron microscopy II. Radular structure and functioning. *The Veliger*, 14: 327-336.
- Solem, A. (1973a) Convergence in pulmonate radulae. *The Veliger*, 15: 165-171.
- Solem, A. (1973b) Convergent evolution in pulmonate radulae. *Malacologia*, 14: 144-146.
- Thompson, T.E. and Bebbington, A. (1973) Scanning electron microscope studies of gastropods radulae. *Malacologia*, 14: 147-165.

Received October 4, 1997

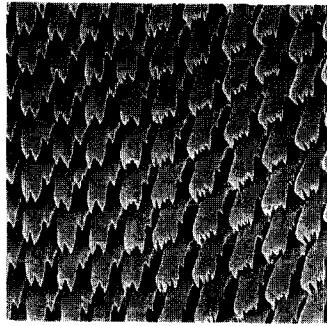
Revised February 19, 1998

Accepted April 11, 1998

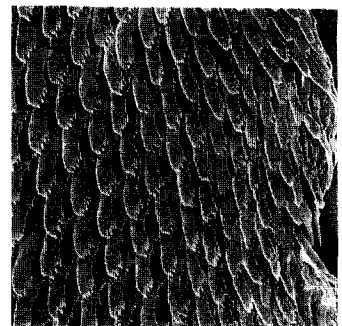
Plate 1



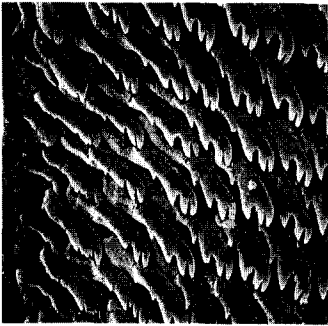
A1



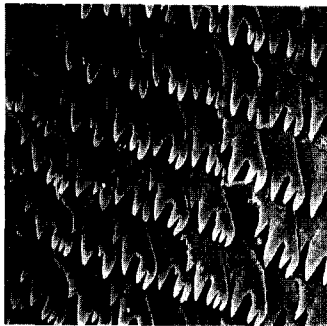
A2



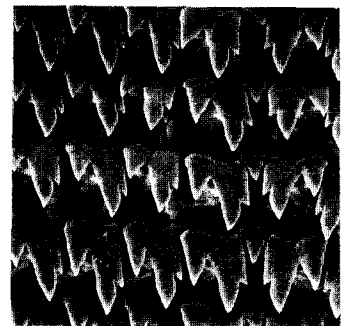
A3



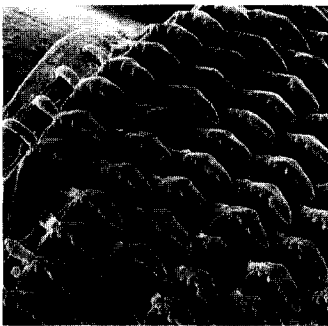
B3



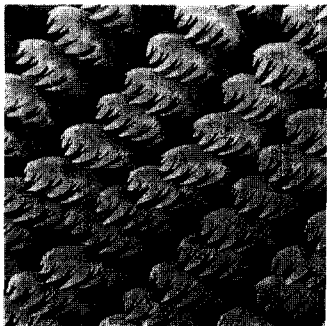
B2



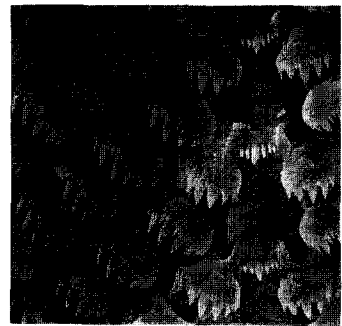
B1



C3



C2

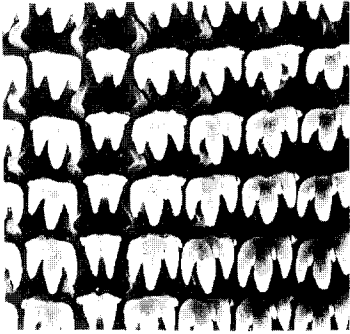


C1

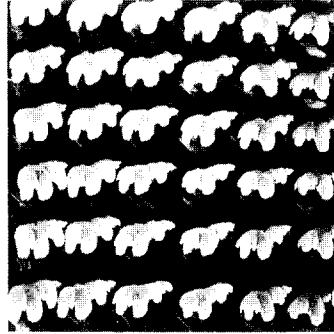
A. *Radix auricularia coreana* B. *Austropeplea ollula* C. *Physa (Physella) acuta*

1. Central teeth, 2. Lateral teeth 3. Marginal teeth

Plate 2



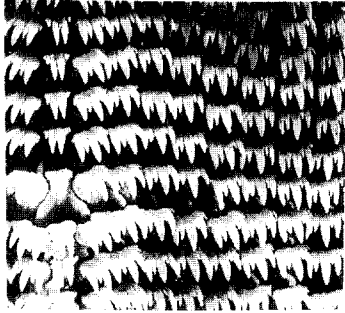
D1



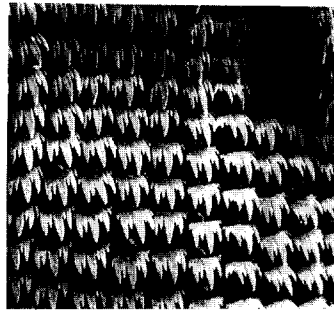
D2



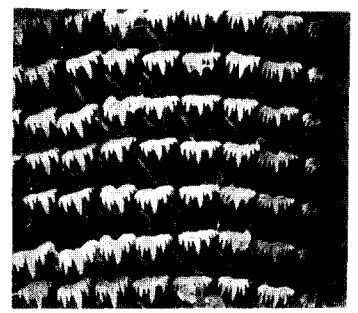
D3



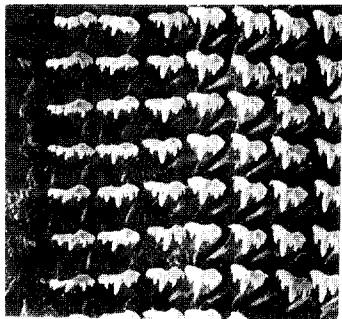
E1



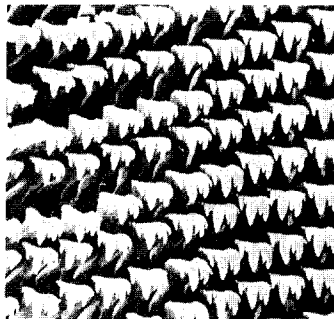
E2



E3



F3



F2



F1

D. *Gyraulus convexiusculus* E. *Hippeutis cantori* F. *Segmentina hemisphaerula*.

1. Central teeth, 2. Lateral teeth 3. Marginal teeth