

Radula Tooth Structure of Eight Bithyniid Snails Observed by Scanning Electron Microscopy

Jae Jin Kim

Department of Biology and Medicinal Science, Pai Chai University, Daejeon, 302-735, Korea

ABSTRACT

Eight species of the family Bithyniidae, *Bithynia striatula*, *B. tentaculata*, *B. siamensis*, *B. leachi*, *B. kiusiuensis*, *B. misella*, *Bithynia* sp. from Nepal, and *Gabbia australis* were studied for comparison of the radula structure by scanning electron microscope. Radular ribbons of *B. siamensis* and *B. leachi* had 60-70 rows, and the other species had 40-50 rows. Teeth of all species studied had symmetrical structure, i.e. a total of seven teeth (one central tooth, and one lateral and two pairs of marginal teeth on each side) in each row were observed. The basic tooth formula of eight bithyniids was 2:1:1:1:2. Numbers and shapes of cusps were slightly differ from individuals or species. The mesocone of the central tooth of *B. striatula*, *B. tentaculata*, *B. siamensis* and *Bithynia* sp. differed from those of the other species observed.

Key words: Radula, SEM, Bithyniidae, *Bithynia striatula*, *B. tentaculata*, *B. siamensis*, *B. leachi*, *B. kiusiuensis*, *B. misella*, *Gabbia australis*

서 론

최우렁이과 (Bithyniidae) 패류는 연체동물문 복족강 전세 아강 (Prosobranchia) 중복족목 (Mesogastropoda) 에 속하는 담수 패류로서, 이중 일부는 인체를 비롯한 동물에 기생하는 흡충류 (Trematoda) 의 중간숙주로 공중보건학적으로 중요한 의의를 갖고 있다 (Abbott, 1948). 즉 최우렁이 (*Bithynia striatula*, *Parafossarulus manchouricus*) 는 간흡충 (*Clonorchis sinensis*) 의 제 1 중간숙주이며 (Muto, 1918; Higuchi, 1938), *Bithynia siamensis*는 태국간흡충 (*Opisthorchis viverrini*) 의, *Bithynia leachi*는 고양이간흡충 (*Opisthorchis felinieu*) 의 중간숙주로 알려져 있으며, 이밖에도 *Bithynia tentaculata*는 인체 기생충의 중간숙주는 아니지만 담수어류에 기생하는 흡충류의 중간숙주로 알려져 있다 (Broek and de Jong, 1979). *Gabbia misella*는 간흡

충의 중간숙주 역할을 하는 지에 대해서는 밝혀진 바 없지만 (Soh, 1978), 그 가능성을 배제할 수 없다 (Pace, 1973).

이러한 Bithyniidae 과 패류의 공중보건학적 의의 때문에 우리나라에서는 분포나 감염율에 관한 연구는 많은 편이지만 패류 자체의 형태나 분류에 관한 연구는 드문 편이다 (Kim, 1989, 2005; Kim and Kim, 1990). 복족류 치설의 형태나 치설의 수에 대해서는 많은 연구가 이루어져 왔으나 광학현미경에 의한 대략적인 관찰 보고만이 존재한다고 (Sugihara and Okamoto, 1973; Nagahana *et al.*, 1973; Chun, 1964), 주사전자현미경에 의한 관찰은 Chung (1984) 이 *B. striatula*, *B. tentaculata* 및 *B. misella*를 대상으로 미세구조를 보고한 연구가 있지만 치설열과 소첨두의 수, 발생과정 등에 관한 세밀한 관찰은 다소 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구는 *Bithynia* 속 패류 8종을 아시아, 유럽, 호주에서 채집하여 치설의 형태를 주사전자현미경을 이용하여 미세구조를 관찰하고자 시행되었다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용된 최우렁이과 패류는 *Bithynia striatula*, *B. leachi*, *B. tentaculata*, *B. siamensis*, *B. misella*, *B. kiusiuensis*, *Gabbia australis* 및 네팔에서 채집한 1종의 *Bithynia* sp. 등 8종으로써 1957년부터 1988년까지 저자를

Received: March 18, 2015; Revised: March 23, 2015;
Accepted: March 30, 2015

Corresponding author: Jae Jin Kim

Tel: +82 (42) 520-5467 e-mail: jaejkim@pcu.ac.kr
1225-3480/24566

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License with permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproducibility in any medium, provided the original work is properly cited.

Table 1. Sampling locations of bithyniid snails

Species	Locality collected	Habitat
<i>Bithynia striatula</i>	Neunggeok, Goyang-Si, Korea	Fish pond
<i>B. striatula</i>	Yangsoori, Yangpyong-gun, Korea	River
<i>B. tentaculata</i>	Warmbad, Villach, Austria	Lake
<i>B. tentaculata</i>	Skadarsko, Virpazar, Yugoslavia	Lake
<i>B. siamensis</i>	Khon Kaen, Thailand	Not recorded
<i>Bithynia</i> sp.	Kirthipur, Katmandu, Nepal	Not recorded
<i>B. leachi</i>	Längsee, Kiel, Germany	Lake
<i>B. kiusiuensis</i>	Saga-Ken, Japan	Not recorded
<i>B. misella</i>	Haman, Korea	Not recorded
<i>Gabbia australis</i>	Walcha, Australia	Not recorded

비슷한 여러 연구자들이 아프리카를 제외한 세계 전 대륙에서 채집한 표본을 사용하였다 (Table 1).

2. 치설의 관찰

해부현미경하에서 구강 (buccal mass) 을 분리한 후, 가느 다란 핀셋으로 치설부만 분리하였다. 이를 5% sodium hydroxide 용액에 12-18시간 처리하고 치설 주위의 막을 제거한 후 초음파세척기로 10-15초간 처리하여 이물질 제거한 다음 증류수로 3번 세척하였다. 주사전자현미경용 stub에 양 면테이프를 이용하여 치설을 부착시키고 ion coater (Giko IB-3) 를 이용하여 금으로 표면을 도포한 후 주사전자현미경 (S-450, Hitachi) 으로 관찰하였다.

치설의 각 부위별 명칭은 Fig. 1과 같이 사용하였다.

결 과

본 실험에서 관찰한 쇠우렁이 과 패류의 치설은 기본적으로 좌우대칭을 이루고 있었으며, 치설식은 2:1:1:1:2였다. 즉 치설은 각 열당 1개의 중치 (central tooth) 와 좌우 1쌍의 측치 (lateral tooth) 그리고 내연치 (inner marginal tooth)

와 외연치 (outer marginal tooth) 는 각 1쌍씩이었으며 전부 여러 개의 소첨두 (cusp) 를 가지고 있었다 (Fig. 3C).

기저돌기 (basal denticle) 는 중치에만 존재하였으며, 중치 나 측치는 전체적인 외곽의 형태가 삼각형인데 비해, 내외연치는 국자를 뒤집어놓은 형태를 이루고 있었다. 각 종별 소첨두의 수는 Table 2와 같다.

1. *Bithynia striatula*

능곡 집단의 경우 중치는 중앙돌기가 삼모양으로 치설열의 중반부에서는 폭에 비해 길이가 길쭉하였으나 (Fig. 2A), 전반부에 올수록 폭과 길이의 비가 비슷하여졌다 (Fig. 2B). 소첨두는 바깥쪽일수록 그 크기가 작았으며 중반부에서는 3개 정도의 소첨두가 중앙을 향해 휘어있었고 폭에 비해 길이가 길었다. 때로 소첨두 사이에 작은 돌기들이 불규칙하게 나타나기도 하였으나 (Fig. 2C), 전반부로 갈수록 정형이 되어갔다. 기저돌기는 좌우 4개씩이 보통이며 후반부에서는 그 끝이 날카로우나 전반부에서는 서로 융합하여 3, 4번째 돌기는 첨두의 형태만 남아있었다 (Fig. 2A).

측치는 중치에 비해 크기가 크며 젓꼭지 모양의 중앙돌기를 갖고 있었으며, 좌우로 3-4개의 내측돌기 및 외측돌기를 가

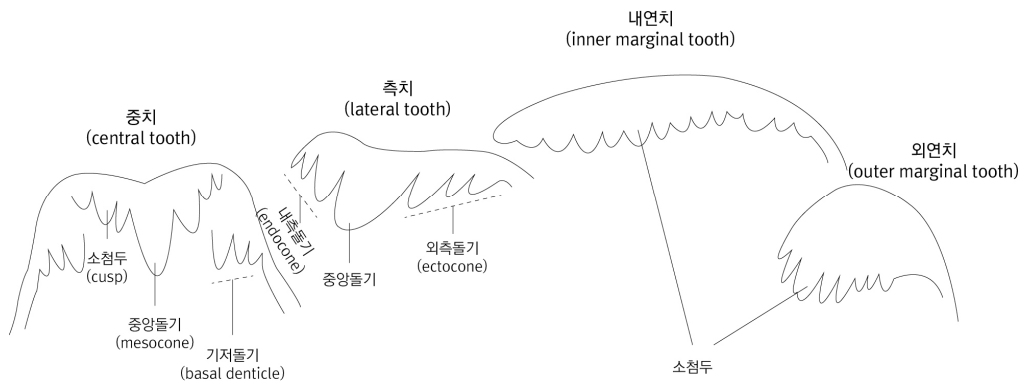


Fig. 1. Terms of radula used in present study.

Table 2. General cusp formula for each species of eight bithyniides

Species	Central tooth*	Lateral tooth	Inner marginal tooth	Outer marginal tooth
<i>Bithynia striatula</i>	$\frac{(4)3-1-3(4)}{4 \quad 4}$	(3·4)-1-(3·4)	16-21	10-13
<i>B. tentaculata</i>	$\frac{(4)3-1-3(4)}{(4)3 \quad 3(4)}$	4-1-4	15-17	8-11
<i>B. siamensis</i>	$\frac{4-1-4}{5 \quad 5}$	4-1-4	14-15	9-11
<i>Bithynia</i> sp.	$\frac{4-1-4}{5 \quad 5}$	(2·4)-1-(3·5)	14-19	9-11
<i>B. leachi</i>	$\frac{(3)4-1-4(3)}{(3-5) \quad (3-5)}$	3-1-3	15-17	9-11
<i>B. kiusiuensis</i>	$\frac{(4)3-1-3(4)}{(4)5 \quad 5(4)}$	(2·3)-1-(2·3)	13-14	8-9
<i>B. misella</i>	$\frac{4-1-4}{4 \quad 4}$	(3·4)-1-(4·5)	18-21	9-10
<i>Gabbia autralis</i>	$\frac{4-1-4}{(3-4) \quad (3-4)}$	(3·4)-1-(3·4)	18-20	9-11

Numerator presents the number of cusp and denominator presents the number of basal denticle in the central tooth.

지고 있었다 (Fig. 2A).

내연치는 국자를 뒤집어 놓은 모양으로 16-21개의 소첨두를 가지고 있었으며 각 소첨두의 끝은 비교적 뾰족하였다 (Fig. 2A). 외측으로부터 3-4번째 소첨두는 다른 소첨두에 비해 넓

고 뾰족하였다. 외연치는 10-13개 정도의 소첨두를 갖고 있었다. 치설의 열은 45-59개의 횡렬로 이루어져 있었다.

양수리산의 경우 기본적으로 능곡산과 치설의 모양이 비슷하였다. 중치는 소첨두가 4쌍이나 서로 융합하여 1-2쌍으로



Fig. 2. Scanning electron microscopic (SEM) photographs of radulae of *Bithynia striatula*, Neunggeok population. **A:** The central tooth had a spade-shaped mesocone, and had three cusps on each side. There were four basal denticles on each side of the central tooth, but the third and fourth denticles were usually fused. The lateral tooth had a nipple-shaped mesocone, with three or four endocones and ectocones. The third or fourth cusp (arrow) from each side of inner marginal tooth was broader than the other cusps in same tooth. **B:** Anterior part of radula. The mesocone of the central tooth was broader and shorter than that in middle part of the radula. **C:** Sometimes irregular shaped multicusps could be seen.

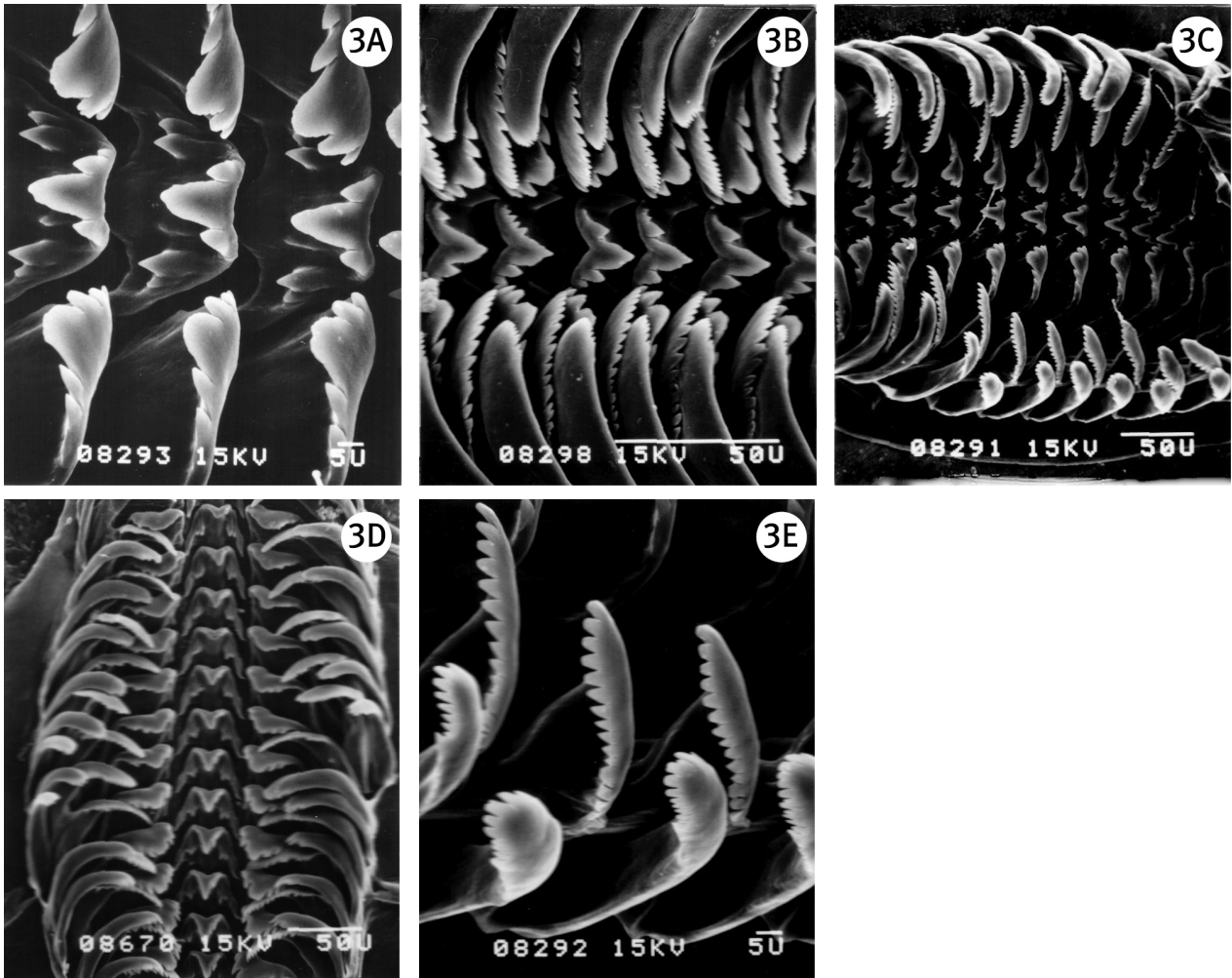


Fig. 3. SEM photographs of radulae of *Bithynia striatula*, Yangsoori population. **A:** Cusps of the central tooth were usually fused into one or two in anterior part of radula. **B:** Number of cusps in each central tooth was varied form one to four. **C:** The radula was bilaterally symmetrical, and had a lateral tooth and two marginal tooth (inner- and outer-) on each side of the central tooth. Basal denticles were only in the central tooth. **D:** Only two basal denticles on each side of the central tooth could be identified. **E:** The more outer cusp of the inner marginal tooth had sharp cutting end. The outer marginal tooth had dipper shape.

된 것들이 많이 관찰되었다 (Fig. 3A,B). 때로는 좌측의 소첨두가 완전히 융합되어 관찰되지 않는 경우도 있었다 (Fig. 3D). 기저돌기는 좌우 2쌍만을 확실하게 관찰 할 수 있었다 (Fig. 3D).

측치는 중치에 비해 크기가 크고 중앙돌기의 절단면이 뾰족하였으며 내측돌기는 2-3개, 외측돌기는 3-4개이나 전반부로 갈수록 첨두의 끝이 닳아져 뾰족하였다 (Fig. 3D). 내연치는 능곡산과 비슷한 형태로 소첨두는 중앙부일수록 그 끝이 뾰족하였다 (Fig. 3E). 외연치는 10-14개의 소첨두를 가지며 첨두의 크기가 불규칙하였다. 치설열의 수는 42-46개인 개체가 가장 많았다.

2. *Bithynia tentaculata*

Warmbad 집단인 경우, 중치의 중앙돌기는 삼모양이며 절단면이 *B. striatula*에 비해 뾰족하였다. 소첨두는 좌우에 3-4쌍씩 있었으며 기저돌기는 3쌍이 관찰되었다 (Fig. 4A). 측치의 중앙돌기가 중치의 중앙돌기에 비해 약간 크거나 비슷하였으며 내측돌기는 3개, 외측돌기는 4개가 있었다 (Fig. 4A). 내연치는 17개 내외의 소첨두를 가지며 외측으로부터 6번째 소첨두는 끝이 뾰족하고 넓어 다른 소첨두와 구분이 되었다 (Fig. 4B). 외연치는 11개 내지 13개 정도였다. 치설의 열은 51열 정도로 후반부에 7-8열의 미완성 치설열이 있었다. 치설의 생성부인 후반부에서의 중치의 첨두는 좌우 5쌍이나 전반

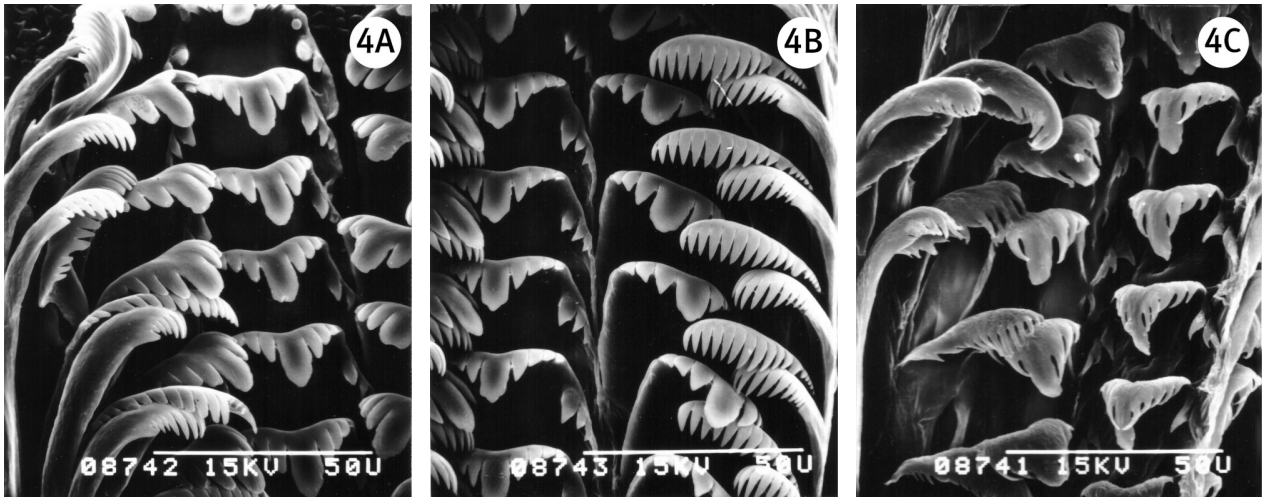


Fig. 4. SEM photographs of radulae of *Bithynia tentaculata*, Warmbad population. **A:** Mesocone of the central tooth was spade shape. The lateral tooth had three endocones and four ectocones. **B:** The more median three denticles of the central tooth were sharp. The sixth cusp of the inner marginal tooth from the outside was broader than the other cusps of the same tooth. **C:** Posterior part of radula. The cusps were more sharp and curved into the mesocone.

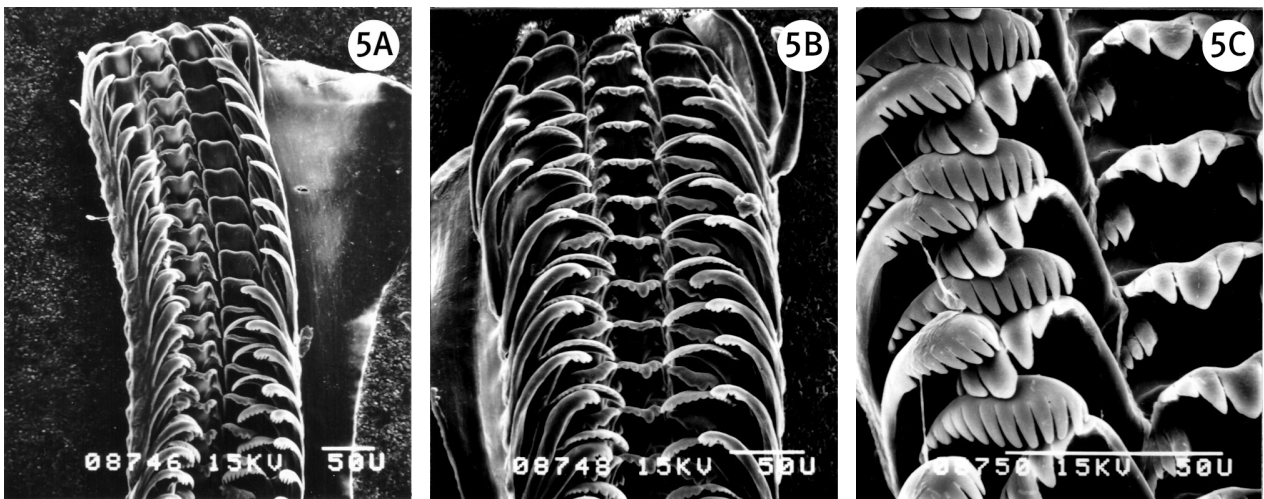


Fig. 5. SEM photographs of radulae of *Bithynia tentaculata*, Skardarsko population. **A:** The tooth had no cusp and only basal denticles were identified in the anterior part of radula. **B:** The cusps had well rounded cutting ends in the anterior part of radula. **C:** Mesocone of the central tooth was broader than that of the lateral tooth.

부로 갈수록 서로 융합하여 4쌍을 이루고 있었다 (Fig. 4A, C). 또 후반부에서의 모든 소첨두는 날카로우며 분지가 명확하나 전반부로 갈수록 소첨두의 폭이 넓어지며 서로 융합되었다 (Fig. 4A,C). 중치나 측치의 중앙돌기는 생성시부터 그 크기가 일정하여 전후반부의 폭의 차이를 관찰하기 어려우나 길이는 다소 짧아졌다. 유고슬라비아에서 채집된 Skardarsko 집단의 경우 관찰한 19 개체의 치설의 전반부에서는 소첨두가 완전히 닳아서 그 외곽선이 매끈하거나 또는 Warmbad 집단이나 타종에 비해 소첨두가 현저히 닳아져있

었다 (Fig. 5A,B). 중치의 첨두는 생성시 좌우 3쌍이며 이는 전반부에서도 숫적인 차이를 보이지 않았다. 기저돌기는 3-4 쌍이며 측치의 중앙돌기는 중치의 중앙돌기에 비해 폭이 좁아 Warmbad 집단과는 차이를 보였다 (Fig. 5C). 내측돌기와 외측돌기는 각각 3개씩이었다.

내연치의 첨두 수는 15-16개 정도이며 Warmbad 집단에서와 같은 유형의 소첨두는 관찰되지 않았다. 외연치는 8 개 정도의 소첨두를 가지고 있었다.

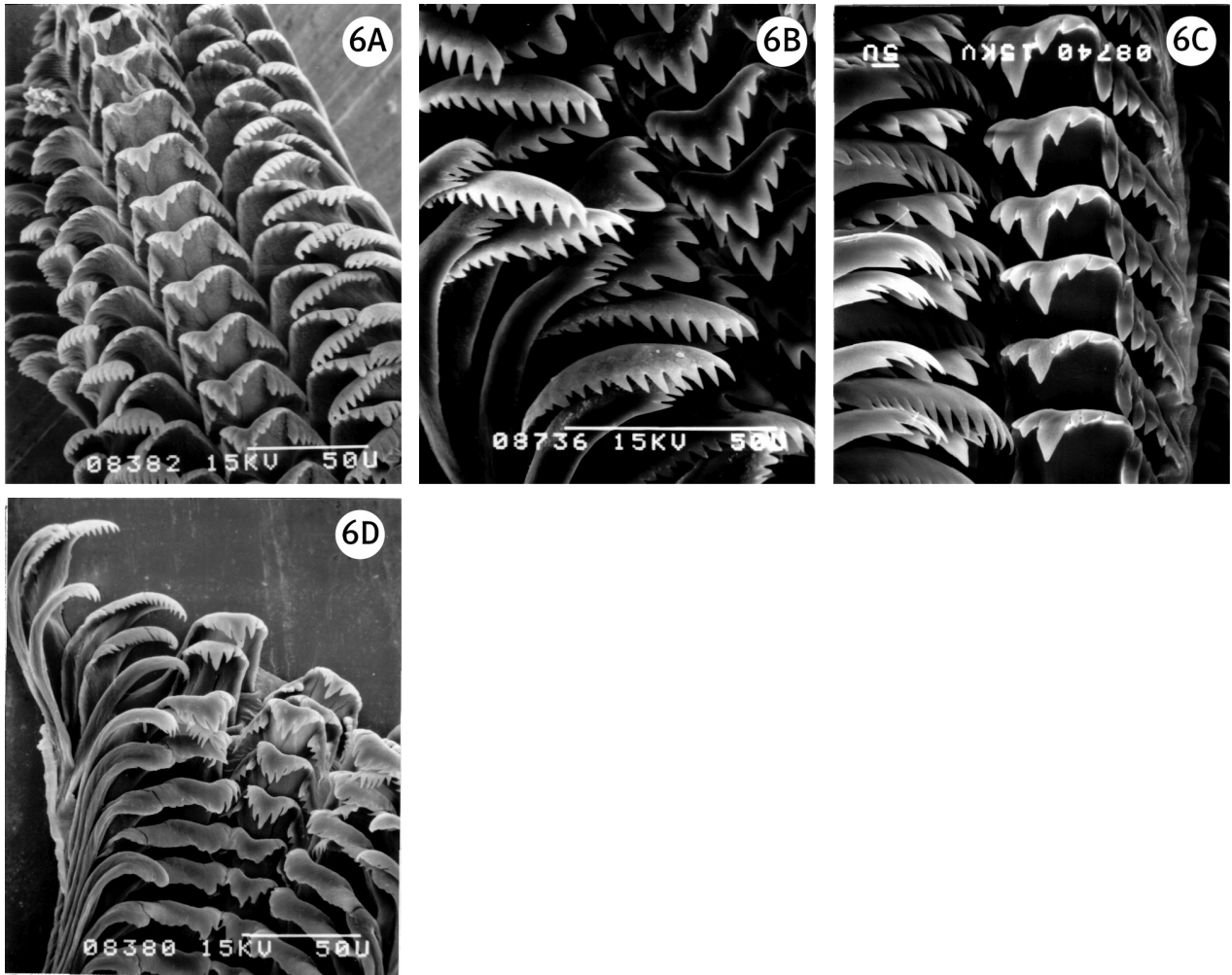


Fig. 6. SEM photographs of radulae of *Bithynia siamensis*. **A:** The central tooth had a arrow-headed mesocone and had five basal denticles on each side. **B:** All cusps were sharp in the middle part of radula rows. The first median cusp of the central tooth was relatively similar to mesocone in size compared with *B. tentaculata*. **C:** There were five well distinguished basal denticles. **D:** Cutting ends of teeth were more blunt and irregular in the anterior part.

3. *Bithynia siamensis*

치설은 65열 이상으로 되어 있어 관찰한 표본 중 가장 길었고 미완성 치설열도 14-20열로 *B. leachi* 다음으로 가장 길었다. 중치의 중앙돌기는 삼모양이며 소첨두는 좌우 각 4쌍이나 (Fig. 6A), 때로 융합하여 2-3쌍으로 되는 경우도 관찰되었다. 중앙돌기와 좌우 첫번째 소첨두간의 크기의 차이가 *B. striatula*, *B. tentaculata*에서와 같이 현저하지 않았다 (Fig. 6B). 기저돌기는 5개씩이나 (Fig. 6C), 4-5번째는 융합되어 있는 경우가 많았다.

측치의 외곽선은 삼각형 모양으로 내측돌기는 3-4개, 외측돌기는 4개였으며 내연치는 14-15개의 소첨두를, 외연치는 9-11개의 소첨두를 갖고 있었다 (Fig. 6C). 일부 개체에서는 전반부의 각 소첨두가 불규칙하거나 심하게 마모 또는 융합된

형태를 이루는 것도 있었다 (Fig. 6D).

4. *Bithynia* sp.

중치의 중앙돌기는 삼모양이며 첨두는 좌우 4쌍이나 서로 융합하여 2-3쌍으로 되는 경우도 있었다 (Fig. 7A,B). 기저돌기는 5쌍이며 3-5번째는 서로 융합되어 있었다 (Fig. 7C). 측치의 중앙돌기는 중치의 그것에 비해 그 크기가 같거나 크며 내측돌기는 2-4개, 외측돌기는 3-5개였다. 내연치의 첨두 수는 14-19개였으며 외측으로부터 3 또는 4번째 소첨두는 다른 소첨두에 비해 그 크기가 2배 정도로 컸다 (Fig. 7A). 외연치는 9-11개 정도의 첨두를 갖고 있었다.

5. *Bithynia leachi*

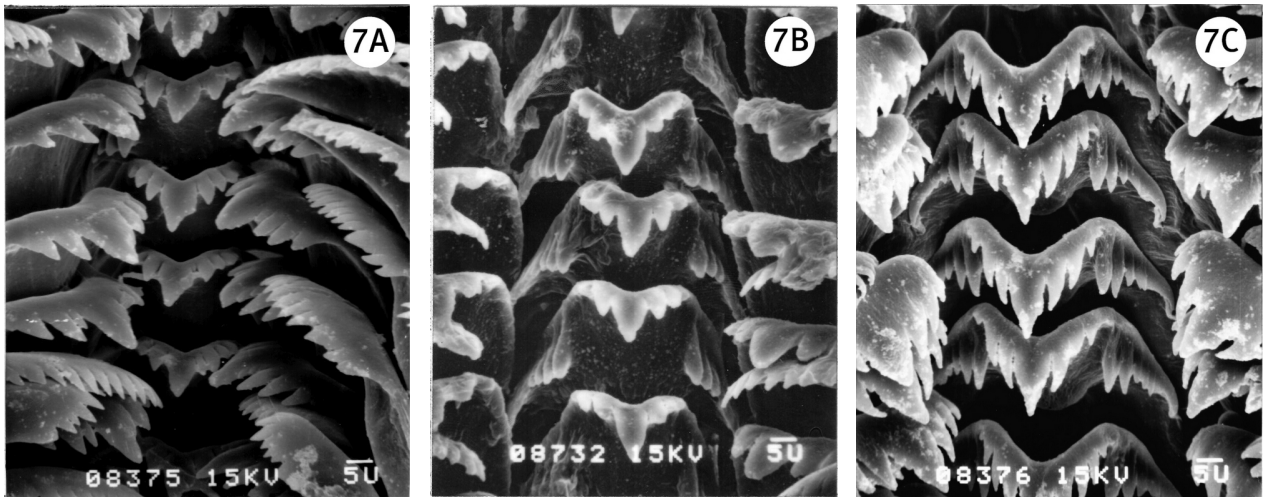


Fig. 7. SEM photographs of radulae of *Bithynia* sp. from Nepal. **A:** The third cusp of the inner marginal tooth from the outside was broader than the other cusps. **B:** The central tooth had two or three cusps and the cusps were relatively smaller than the mesocone. **C:** Mesocone of the central tooth had sharp cutting end. There were five denticles in the central tooth, but the third to fifth most distal basal denticles were more often or usually fused.

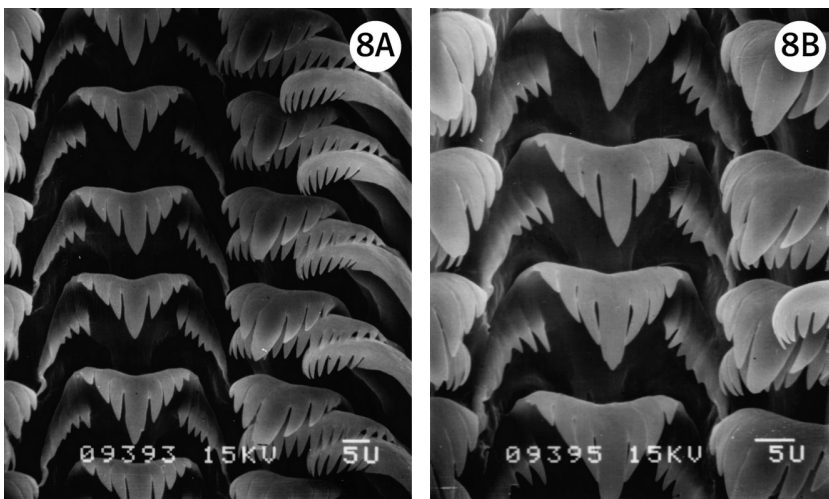


Fig. 8. SEM photographs of radulae of *Bithynia leachi*. **A:** Mesocone of the central tooth and the lateral tooth were narrower than *Bithynia* sp. **B:** The basal denticles were not different in size relatively, between median and distal denticles.

중치의 중앙돌기는 화살모양으로 그 끝이 뾰족하고 길어 *B. kiusiuensis*, *B. misella* 및 *G. australis*와 비슷하였으며, 좌우로 4쌍의 침두 (때로는 3쌍) 를 가지고 있었다 (Fig. 8A, B). 기저돌기는 좌우 5쌍으로 잘 발달되어 있었으며 (Fig. 8B), 전 반부에서는 4, 5번째 돌기가 융합되어 3-4개의 기저돌기가 관찰되었다. 측치의 내측돌기 및 외측돌기는 각각 3개씩이었다 (Fig. 8A). 내연치는 16개 내외의 소침두를 갖고 있었으며, 외측으로부터 4번째 소침두는 다른 소침두에 비해 넓었고, 외연치는 9-11개의 소침두를 갖고 있었다 (Fig. 8A).

치설이 60-70개의 열로 이루어져 있었고 23-28번째 열에

이르러서야 중치의 침두가 4개, 기저돌기의 수가 5개로 정형을 이루었다.

6. *Bithynia kiusiuensis*

중치의 중앙돌기가 날카로운 삼각형 모양을 이루고 있는데 비해 측치의 중앙돌기의 절단면은 뾰족하였다 (Fig. 9A). 중치의 침두 수는 좌우 3쌍이었으며 그 크기가 다른 종에 비해 뚜렷하게 작았다. 측치는 다른 종에서와 마찬가지로 중치보다 크며 내측돌기 및 외측돌기는 각각 2개씩인 개체와 (Fig. 9B) 3개씩인 개체 (Fig. 9A) 등이 관찰되었다.

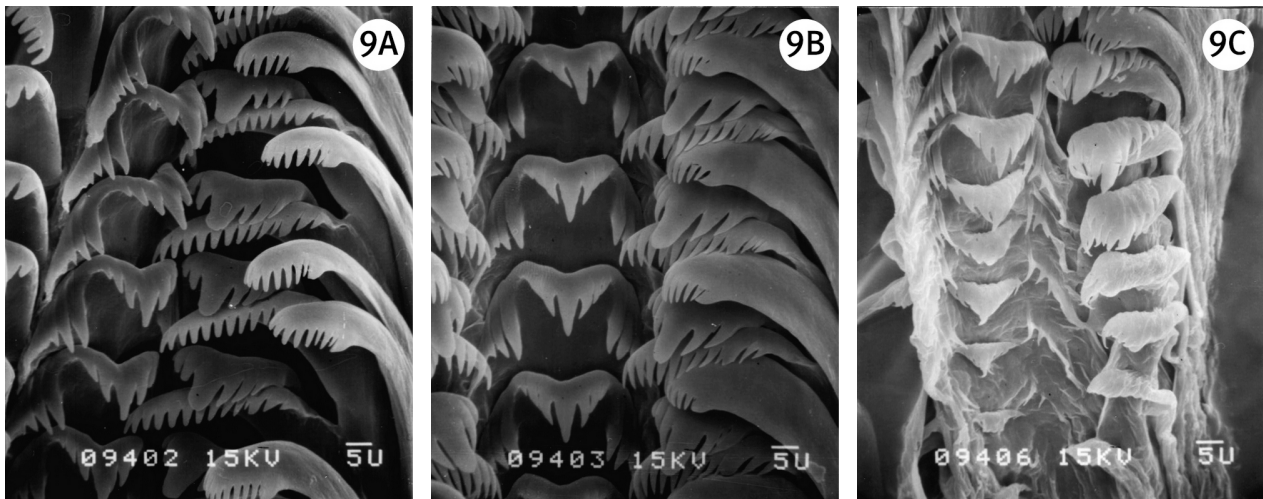


Fig. 9. SEM photographs of radulae of *Bithynia kiusiuensis*. **A:** The lateral tooth has a more blunt cutting ended mesocone, with three endococones and three ectococones. **B:** The lateral tooth had two endococones and two ectococones. **C:** The basal denticles were divided into two or three in the second row of radula from the posterior end.

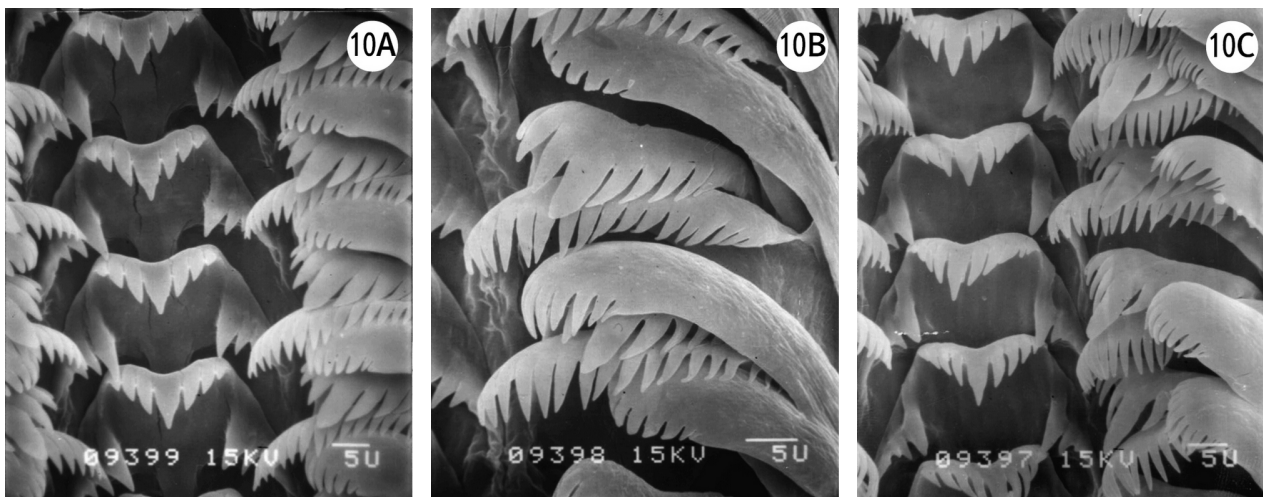


Fig. 10. SEM photographs of radulae of *Bithynia misella*. **A:** There were three endococones and four ectococones in the lateral tooth. **B:** The lateral tooth had three endococones and five ectococones. No broader shaped cusp was observed in the inner marginal tooth. **C:** The central tooth had four cusps in each side and three denticles were observed.

기저돌기는 생성시부터 3쌍이었으며 (Fig. 9C), 간혹은 4쌍인 것도 관찰되었다. 그 크기가 다른 종에서와는 달리 중치의 중앙돌기와 비슷하였으며, 끝이 날카로웠다 (Fig. 9A). 내연치는 14개 정도의 첨두를 갖고 있었으며 4번째 첨두는 다른 첨두에 비해 컸다 (Fig. 9B). 외연치는 8-9개의 소첨두를 갖고 있었다.

치설의 후반부인 생성부위를 관찰한 바 측치의 발달이 중치보다 빠르고 중치의 소첨두의 분지가 다른 종에 비해 늦었다. 기저돌기의 분지는 상당히 빨리 이루어지고 있었는데 2번째 치설열부터 2-3개의 분지가 나타나기 시작하여 (Fig. 9C)

9-10번째 치설열에 이르러 정형을 이루었다.

7. *Bithynia misella*

중치의 중앙돌기는 절단면이 날카로운 삼모양으로 *B. kiusiuensis*와 다른 형태를 이루고 있었으며 4쌍의 소첨두를 가지고 있었다 (Fig. 10A). 기저돌기는 보통 3개씩이나 4개인 경우도 관찰되었으며, 가운데로부터 첫번째 소첨두는 중치의 중앙돌기보다 약간 작거나 비슷하였다. 측치는 중앙돌기가 *B. kiusiuensis*에 비해 길쭉한 편이며 내측돌기는 3개, 외측돌기는 5개인 경우가 많았고, 때로 (Fig. 10B) 각각 4개씩을 갖는

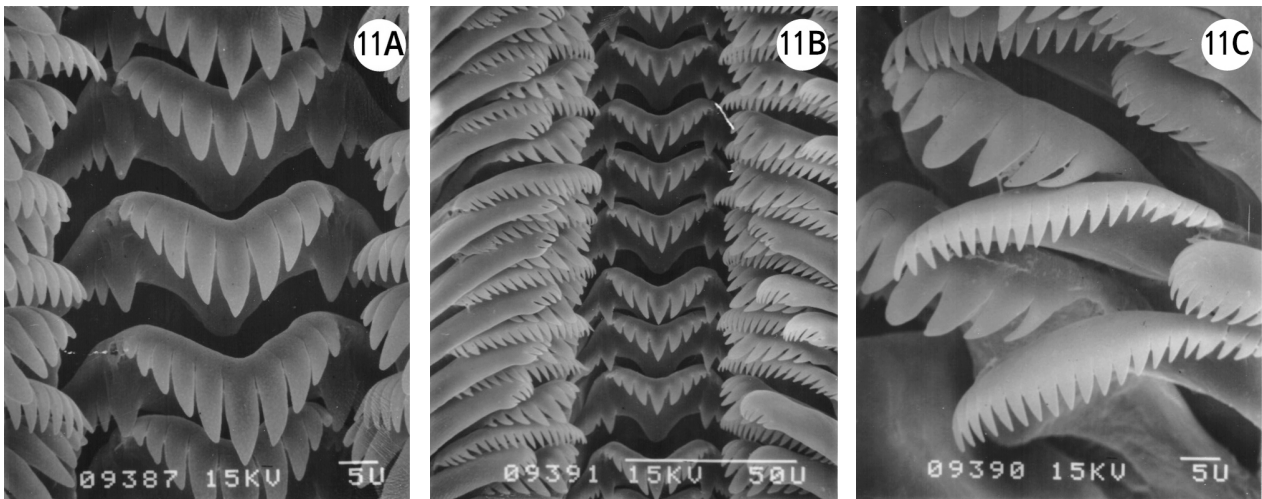


Fig. 11. SEM photographs of radulae of *Gabbia australis*. **A:** Cusps of the central tooth were relatively similar to mesocone in size. **B:** The first median basal denticle was bigger than the other denticles. **C:** Cusps of the inner marginal tooth were evenly distributed.

개체도 있었다. 그러나 외측돌기의 수는 내측돌기에 비해 같거나 1개가 많았다 (Fig. 10B,C). 내연치의 소첨두 수는 21개로 다른 종과는 달리 이형의 소첨두가 관찰되지 않았다 (Fig. 10B). 외연치는 9-10개의 소첨두를 갖고 있었다. 치설은 50개 정도의 횡열로 이루어졌으며 7-9번째 치설열부터 정형을 이루었다. 그러나 기저돌기는 *B. kiusiuensis*와 비교할 때 그 분지가 중치에 비해 느렸다.

8. *Gabbia australis*

중치의 중앙돌기는 삼각형 또는 화살 모양을 이루며 주변의 소첨두와 크기의 차이가 심하지 않아 다른 종과 쉽게 구분이 되었다 (Fig. 11A,B). 소첨두의 수는 좌우 4개씩이 보통이나 좌측 소첨두가 5개인 개체도 관찰되었다 (Fig. 11A). 기저돌기는 4쌍이었으나 2-3쌍인 것도 있었다. 가운데 쪽의 첫번째 돌기는 다른 돌기에 비해 현저하게 컸다 (Fig. 11B). 측치의 중앙돌기는 소첨두에 비해 그 크기의 차이가 심하지 않았으며 절단면이 뾰족하였다. 내측돌기 및 외측돌기는 각각 3-4개씩이었다 (Fig. 11C). 내연치는 18-20개의 소첨두를 갖고 있었으며 외연치는 9-11개의 소첨두를 갖고 있었다. 내연치에서는 *B. misella*와는 다르게 이형의 소첨두가 관찰되지 않았다 (Fig. 11C).

고 찰

우리나라에서 간흡충의 중간숙주 역할을 하는 쇠우렁이는 쇠우렁이라고도 하며 학명은 *Parafossarulus manchouricus*가 주로 이용되고 있으나 본 논문에서는 Kim (2005)에 따라

*Bithynia striatula*를 사용하였고, *Gabbia misella*도 *Bithynia misella*로 표기하였다. 네팔에서 채집된 Bithyniidae 과 패류 1종은 종 동정이 이루어지지 않아 *Bithynia* sp.로 표기하였다.

치설은 이매패류를 제외한 모든 연체동물에 존재하는 섭식 기구이다 (Purchon and Kurkut, 1977). 그러나 근래에는 육산 복족류의 일종인 *Careoradula perelegans* (Gerlach and van Bruggen, 1998) 와 일부 해산 복족류의 경우 (Oliverio, 1995; Valdés, 2003) 치설이 없는 것으로 보고된 바 있다.

치설의 성분은 키틴, 단백질 또는 철이나 규소와 같은 광물 질과 결합되어 있으며 (Runham and Thornton, 1967), 리본 형태로 치설낭에 싸여 구강낭에 위치하며, 채식 또는 육식 복족류의 경우 먹이를 갉거나 잘라내어 식도로 집어넣는 역할을 한다.

치설은 치아가 열을 이루면서 반복되어 기다란 길쭉한 모양을 이루고 있는데, 각 열에는 1개의 중앙치, 1개 또는 그 이상의 측치, 그 외측에 1개 또는 그 이상의 외연치를 가진다. 치열의 구성은 동일 종에서는 기본적으로 일정하며 분류군별로는 차이가 있어 종 분류에 널리 이용되는데 (Padilla, 1998; Reid and Mak, 1999), 복족류의 경우 stereoglossan (docoglossan), rhipidoglossan, hystrichoglossan, taenioglossan, ptenoglossan, stenoglossan 및 toxoglossan 등 7가지 기본형으로 구분하는데 쇠우렁이과 패류는 ptenoglossan형에 속한다.

이들 치설은 형태에 따라 강도가 달라 stereoglossan형을 갖는 치설은 단단한 기질에 깊숙이 관통할 수 있는데 비해 taenioglossan형의 치설은 연한 기질만을 관통할 수 있으며,

rhipidoglossan형 치설은 기본적으로 기질 표면을 솔질하는 정도의 강도를 갖는다 (Hawkins *et al.*, 1989).

본 실험에서 관찰된 치설은 채집지나 종에 따라 미세한 차이는 있었으나, 각 종에 따라 커다란 차이를 볼 수 없었다. 다만 패각의 크기가 상대적으로 작은 *B. leachi*, *B. kiusiuensis*, *B. misella* 및 *G. australis*에서는 다른 종에서와는 달리 중치의 중앙돌기가 주변의 소첨두에 비해 별로 크지 않았다.

오래된 앞쪽의 치설열은 떨어져 나가고 뒤쪽에서 지속적으로 새로운 치열이 생성되어 전반적으로 동적인 균형을 이루는데 (Runham, 1963), *Lucuna vincta*의 경우 하루에 2.94 열씩 생성된다는 보고도 있다 (Padilla *et al.*, 1996). 본 실험에서 관찰된 치설열은 *B. leachi*와 *B. siamensis*에서는 60개 이상, 나머지 6종은 40-50개 정도 였는데 *B. leachi*에서는 연체부나 패각의 크기에 비해 상당히 긴 치설열을 가지고 있는 점이 특이하였다. 치설열의 수는 개체의 크기에 비례한다는 보고도 있으나 (Bertsch, 1976), 본 연구에서 관찰된 패류의 치설열의 수는 동일 종 내에서 개체에 따른 차이가 크지 않았다.

소첨두의 수는 한 개체 내에서도 서로 약간씩 다른데 이는 서로 융합되어 그 수가 적게 나타나는 것으로 생각된다. 이와 같은 근거는 기저돌기에서 쉽게 찾아 볼 수 있었는데 바깥쪽으로 갈수록 서로 융합되는 현상이 관찰되었다. 치설이 생성되는 과정은 치설열의 후반부를 관찰함으로써 알 수 있었는데, 전반부에서와 같은 정형을 이루기까지의 미완성 치설열의 수가 개체에 따른 차이가 심하지 않고 종마다 약간씩 차이가 있음을 알 수 있었다.

요 약

우리나라를 비롯한 아시아, 유럽, 호주 등에서 채집한 최우령이 과 패류 8종 (*Bithynia striatula*, *B. tentaculata*, *B. siamensis*, *B. leachi*, *B. kiusiuensis*, *B. misella*, *Bithynia* sp., *Gabbia australis*) 을 대상으로 주사전자현미경 (SEM) 을 이용하여 치설을 관찰한 바 다음과 같은 결과를 얻었다.

치설열의 수는 *B. siamensis*와 *B. leachi*의 경우 60-70개로 다른 종들의 치설열의 수 40-50개보다 많았다. 관찰한 8종의 패류의 치설 구조는 좌우대칭으로 한 치설열에 7개의 치아가 있었다. 즉 1개의 중치를 중심으로 좌우에 각각 1개의 측치와 2개의 외연치가 분포하였다. 따라서 기본 치설식은 2:1:1:2로 표시할 수 있었다. 소첨두의 수와 모양은 개체별, 종별로 차이가 있었으며 중치에만 기저돌기가 분포하였다. 중치의 중앙돌기의 구조는 *B. striatula*, *B. tentaculata*, *B. siamensis* 및 *Bithynia* sp.의 구조가 다른 종들과 차이가 있었다.

REFERENCES

- Abbott, L.R.T. (1948) Handbook of medically important mollusks of the Orient and the Western Pacific. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, **100**(3): 245-328 + 5 plates.
- Bertsch, H. (1976) Intraspecific and ontogenetic radular variation in opisthobranch systematics (Mollusca: Gastropoda). *Systematic Zoology*, **25**(2): 117-122.
- Broek, E. van den, and de Jong, N. (1979) Studies on the life cycle of *Asymphylopora tincae* (Modeer, 1790) (Trematoda: Monorchidae) in a small lake near Amsterdam. Part I. Themorphologies. *Journal of Helminthology*, **53**: 79-89.
- Chun, S.K. (1964) Studies on *Parafossarulus manchouricus* Bourguignat in Korea. *Korean Journal of Parasitology*, **2**(1): 27-34. [in Korean]
- Chung, P.R. (1984) A comparative study of three species of Bithyniidae (Mollusca: Prosobranchia): *Parafossarulus manchouricus*, *Gabbia misella* and *Bithynia tentaculata*. *Malacological Review*, **17**: 1-66.
- Gerlach, J., and van Bruggen, A.C. (1998). A first record of a terrestrial mollusc without a radula. *Journal of Molluscan Studies*, **64**(2): 249-250.
- Hawkins, S.J., Watson, D.C., Hill, A.S., Harding, S.P., Kyriakides, M.A., Hutchinson, S., And Norton, T.A. (1989) A comparison of feeding mechanisms in microphagous, herbivorous, intertidal, prosobranchs in relation to resource partitioning. *Journal of Molluscan Studies*, **55**: 151-165.
- Higuchi, R. (1938) Studies on development and structure of *Clonorchis sinensis* in its molluscan host. *Keioigaku*, **18**: 1289-1305 3 plates. [in Japanese]
- Kim, J.J. (1989) Morphological observations on shells and operculums of eight bithyniids. *Korean Journal of Malacology*, **5**(1): 42-56. [in Korean]
- Kim, J.J. (2005) Comparative anatomy of the family Bithyniidae (Prosobranchia: Mesogastropoda). *Korean Journal of Malacology*, **21**(2): 133-145. [in Korean]
- Kim, J.J., and Kim, S.C. (1990) Allozyme analyses of *Bithynia manchourica*, *B. misella* and *B. kiusiuensis* (Gastropoda: Prosobranchia). *Korean Journal of Malacology*, **6**(1): 11-21. [in Korean]
- Muto, M. (1918) On the first intermediate host of *Clonorchis sinensis*. *Transactions of Society of Pathology, Japan*, **8**: 228-230. [in Japanese]
- Nagahana M., Sugihara, H., Matsuno, K., Iwaki, M., and Oda, K. (1973) The radula of *Parafossarulus manchouricus* in the canal form Lake Biwa. *Medicine and Biology*, **86**(3): 229-233. [in Japanese]
- Oliverio, M (1995). The systematics of the radula-less gastropod *Clathromangelia* (Caenogastropoda, Conoidea). *Zoologica Scripta*, **24**(3): 193-201.
- Pace, G.L. (1973) The freshwater snails of Taiwan (Formosa). *Malacological Review, Supplement 1*: 1-118.
- Padilla, D.K. (1998) Inducible phenotype plasticity of

- radula in *Lacuna* (Gastropoda: Littorinidae). *The Veliger*, **41**(2): 201-204.
- Padilla, D.K., Dittman, D.E., Franz, J. And Sladek, R. (1996) Radular production rates in two species of *Lacuna* Turton (Gastropoda: Littorinidae). *Journal of Molluscan Studies*, **62**: 275-280.
- Purchon, R.D., and Kerkut, G.A. (1977) The Biology of the Mollusca. 560 pp. Pergamon Press Ltd.
- Reid, D.G., and Mak, Y.-M. (1999) Indirect evidence for ecophenotypic plasticity in radular dentition of *Littoraria* species (Gastropoda: Littorinidae). *Journal of Molluscan Studies*, **65**: 355-370.
- Runham, N.W. (1963) A study of the replacement mechanism of the pulmonate radula. *Quarterly Journal of the Microscopic Society*, **104**: 271-277.
- Runham, N.W., and Thornton, P.R. (1967) Mechanical wear of the gastropod radula: scanning electron microscope study. *Journal of the Zoological Society of London*, **153**: 445-452.
- Soh, C.T. (1978) Snail mediated parasites in Korea. *Yonsei Reports on Tropical Medicine*, **9**(1): 1-10.
- Sugihara, H., and Okamoto, K. (1973) The radula of *Parafossarulus manchouricus* in Wakayama Prefecture. *Medicine and Biology*, **86**(3): 223-227. [in Japanese]
- Valdés, Á. (2003) Preliminary molecular phylogeny of the radula-less dorids (Gastropoda: Opisthobranchia), based on 16S mtDNA sequence data. *Journal of Molluscan Studies*, **69**: 75-80.