

두 종의 달팽이류 (*Achatina fulica* and *Incilaria fruhstorferi*) 사이의 타액관의 미세구조에 관한 비교연구

장남섭*, 한종민, 김상원, 이광주¹, 황선종¹
목원대학교 자연과학대학 생명과학부, ¹충북대학교 의과대학 해부학교실

Comparative Studies on the Ultrastructure of Salivary Ducts between the Two Species of Snails, *Achatina fulica* and *Incilaria fruhstorferi*

Nam Sub Chang*, Jong Min Han, Sang Won Kim,
Kwang Ju Lee¹ and Sun Jong Hwang¹

Dept. of Biology, Mokwon University, Taejon, Korea

¹Dept. of Anatomy, Chungbuk National University College of Medicine, Chungju, Korea

(Received February 29, 2000)

ABSTRACT

We observed the salivary ducts of two species of snails, *Achatina fulica* and *Incilaria fruhstorferi* with an electron microscope, and obtained the following results.

The intralobular and interlobular ducts of *Achatina fulica* assume the forms of round or ellipsoidal doughnuts. The boundaries between the endothelial cells are not clear. It is also found that the cytoplasm of the endothelial cells consists of the membrane infolded in interdigital form, and there are well-developed microvilli at the apical portion of the cytoplasm.

On the other hand, the intralobular and interlobular ducts of *Incilaria fruhstorferi* consist of the irregular simple columnar epithelia. The high electron dense cytoplasm is filled with the irregular round granules. The microvilli at the apical portion of the cytoplasm are not so well-developed as those in *Achatina fulica*.

In the salivary duct of *Achatina fulica*, the lumen has narrow and long tubular structure. The boundaries between the endothelial cells are not clear. The cytoplasm is full of many vacuoles and electron lucent granules. At the apical portion of the cytoplasm, lots of short and thin microvilli are found.

The salivary duct of *Incilaria fruhstorferi* is wider (65 × 250 μm in diameter) than that of *Achatina fulica*, and consists of endothelial cells of the same structures. At the apical portion of those endothelial cells, a lot of junction apparatus such as desmosomes are observed.

The vessels in the salivary ducts of *Achatina fulica* and *Incilaria fruhstorferi* are observed mainly in the connective tissues between the salivary glands. The endothelial cell of the vessel has the irregular structure and

*Correspondence should be addressed to Dr. Nam Sub Chang, Dept. of Biology, Mokwon University, Taejon, Korea. Ph: (042) 829-7582, FAX: (042) 823-9717, E-mail: nschang@mokwon.ac.kr
Copyright © 1999 Korean Society of Electron Microscopy

looks dark due to the high electron density. These cells protrude their filopodia and phagocytosize foreign bodies.

Key words : *Achatina fulica*, *Incilaria fruhstorferi*, Salivary duct, Ultrastructure

서 론

북쪽강 달팽이류 타액선에 관한 연구는 19세기 말경 Pelseneer (1894)로부터 시작해서 20세기 초반 (Fretter, 1937; Carriker & Bilstad, 1946), 중반 (Campbell, 1965) 그리고 후반 (Hermans, 1983; Barns, 1987; Das et al., 1989; Andrews, 1991; Chang & Han, 1995)에 이르기까지 매우 활발하게 수행되어져 왔다.

특히 타액선의 종류는 그 구조적 특징에 따라 관타액선 (tubular salivary gland)과 선포타액선 (acinous salivary gland)으로 구분되어 왔는데, 종에 따라 관타액선과 선포타액선의 비율은 다양하게 나타났다 (Fretter & Graham, 1962).

그 중 관타액선인 경우 당단백질과 같은 분비물을 분비하여 음식물의 연화를 돕고 먹이를 마취시키기도 하며 (Marsh, 1971), 먹이의 석회질 껍데기에 구멍을 뚫는데 필요한 물질을 분비하는 것으로 알려져 있는 반면 선포타액선의 경우는 주로 점액다당류 (mucopolysaccharide)와 효소를 포함하는 분비물 등을 분비하며 음식물을 매끄럽게 넘겨주며 화학적 소화까지도 수행하고 있는 것으로 알려져 있다 (Hermans, 1983)

또한 타액선을 구성하는 선세포의 종류는 달팽이의 종류에 따라 다양하게 나타났던 바, Walker (1970)는 병안목 (*Agriolimax reticulatus*)의 타액선을 광학현미경을 이용하여 2개의 산성점액세포와 7개의 중성 및 장액성세포 그리고 1개의 순수한 장액세포 등 모두 10개의 세포를 관찰한 바 있고, Mclean (1970)은 *Haliotis rufescens*를 재료로 한 실험에서 타액선을 구성하는 선세포는 오직 점액세포 (mucous cell) 한 종류 뿐이란 보고도 있었다.

그러나 최근 *Incilaria fruhstorferi* (Chang & Han, 1995)에서는 타액선이 선포형이고 선세포가 모두 6 종류 (A형, B형, C형, D형, E형 및 F형)로 관찰되었으

며, 식용으로 널리 이용되고 있는 왕달팽이 *Achatina fulica* (Han & Chang, 1996)에서는 5종류의 선세포가 관찰되어 타액선을 구성하고 선세포는 종에 따라 매우 다양하게 나타나고 있음이 뚜렷이 확인되었다.

그러나 타액 분비관에 관한 연구는 지금까지 매우 희소하여 *Agriolimax reticulatus* (Walker, 1970)와 *Limax maximus* (Beltz & Gelperin, 1979), *Nucella lapillus* (Andrews, 1991) 그리고 민달팽이 *Incilaria fruhstorferi* (Chang & Han, 1995)를 재료로 한 약간의 연구 보고가 있을 뿐, 타액분비관을 소엽내관 (intralobular duct)과 소엽간관 (interlobular duct) 그리고 주도관인 타액관 (salivary duct) 등으로 세분하여 상세하게 그 구조를 비교 관찰한 논문은 거의 확인할 수 없었다. 이에 아프리카 왕달팽이 *Achatina fulica*와 산민달팽이 *Incilaria fruhstorferi*를 대상으로 하여 타액분비관 전반에 걸쳐 그 미세구조를 비교 검토함으로써 이들의 타액분비과정을 이해하고 종에 따른 구조의 다양성을 확인하는데 도움이 되고자 한다.

재료 및 방법

1. 실험재료

한국산 산민달팽이 (*Incilaria fruhstorferi*)를 99년 5월경 충남 공주군 반포면 동학사부근에서 포획하였으며 실험실로 옮긴 다음 실험재료로 사용하였고 왕달팽이 (*Achatina fulica*)는 99년 7월 경기도 근교의 달팽이 사육농원에서 실험실로 옮겨 하루 동안 사육 관찰한 후 실험재료로 사용하였다.

2. 실험방법

산민달팽이와 왕달팽이를 30% ethyl alcohol로 마취시킨 후 개복하여 타액선을 적출하였으며 실험에 사용할 수 있도록 적당한 크기로 잘라낸 다음, 2.5% paraformaldehyde-3% glutaraldehyde로 1시간 30분 전고정을 하고, 이어서 OsO₄로 2시간 후고정을 하였

다. 고정이 끝난 재료는 0.2 M phosphate buffer (pH 7.3)로 3회 세척을 하고, ethanol 농도순으로 탈수시킨 후 통상법에 의하여 Epon 812로 포매를 하였으며 60°C 파라핀오븐에서 40시간 경화시켰다.

Epon블럭은 LKB-V ultramicrotome을 사용하며 1 µm 두께의 박절편을 만들고 이를 methylene blue-basic fuchin 이중염색(이하 m-b 이중염색이라 칭함)을 한 후 광학현미경하에서 정확한 부위를 확인한 다음 초박절편을 만들었다. 초박절편을 uranyl acetate와 lead citrate로 이중염색을 한 다음, JEM 100CX-II 투과전자현미경(80kV)으로 관찰하였다.

결 과

아프리카 왕달팽이 (*Achatina fulica*)와 산민달팽이 (*Incilaria fruhstorferi*)의 타액선은 약 7×15 mm 정도 크기의 흰색에 방추형 형태로서 식도 밑에서 시작해서 소낭(crop)의 양측에 한 쌍이 위치해 있었다.

타액선(salivary glands)은 그 외형이 작은 포도송이와 비슷하였으며 이들 포도송이 속은 장액(serous)과 점액질성(mucous)의 타액을 분비하는 수많은 분비선(secretory gland cells)들로 이루어져 있었다. 또한 분비선들은 수많은 소엽내관(intralobular duct)과 소엽간관(interlobular duct) 그리고 타액관(salivary duct) 등의 나뭇가지처럼 분지 발달한 분비관을 통해 타액을 식도로 분비하였다.

1. 광학현미경 관찰

1) 소엽내관(intralobular duct) 및 소엽간관(interlobular duct)

아프리카 왕달팽이(*Achatina fulica*)의 타액 소엽내관(intralobular duct) 및 소엽간관(interlobular duct)의 광학현미경 관찰에서 소엽내관은 그 형태가 원형이거나 타원형으로서 직경은 40~50 µm 정도였고, 주로 분비선들 사이에서 관찰되었으나 소엽간관은 그 형태가 대부분 장타원형으로 소엽내관에 비해 대부분 크고 분비선들 주위에서 관찰되는 특징을 보였다.

이들 내관과 간관은 그 두께가 10 µm 정도로 도우넛 형태였고 내강에는 치밀하게 발달된 미세융모들로 인해 선조연(brush border)이 뚜렷하였다. 또한 내

관과 간관을 구성하고 있는 상피세포들은 광학현미경하에서 세포의 측면 경계가 뚜렷하지 않았으며 다양한 크기의 불규칙한 핵들은 2~3개씩 드물게 관찰되었던 바 이들은 m-b 이중염색에서 강한 methylenophilia를 나타내었다(Fig. 1). 또한 민달팽이 *Incilaria fruhstorferi*의 소엽내관과 소엽간관은 그 구조와 크기가 비슷하였다. 이들을 구성하고 있는 내강세포는 m-b 이중염색에서 methylenophilia에 강한 양성 반응을 나타내어 어둡게 관찰되었으며(Figs. 4, 5) 그 형태도 불규칙하여 왕달팽이(*Achatina fulica*)의 것과 매우 달랐다(Fig. 4).

2) 타액관(salivary duct)

아프리카 왕달팽이(*Achatina fulica*)의 타액관은 소엽내관이나 소엽간관과는 그 형태가 매우 달랐다. 소엽내관이나 소엽간관은 그 형태가 대부분 원형에 가까운 모습을 보인 반면(Fig. 2) 타액관은 크고 긴 관상구조를 하고 있었다(크기 40×150 µm). 또한 관을 구성하고 있는 상피세포들은 세포의 상단에 많은 수의 공포들을 소지하고 있는 독특한 모습을 보였으며, 세포의 하단 기저막 부위도 소엽내관이나 소엽간관에 비해 그 윤곽이 불규칙하였다. 또한 이들 주위 결합조직에서는 다양한 크기의 혈관이 잘린 단면들도 관찰되었다(Fig. 2).

반면 *Incilaria fruhstorferi*의 타액관은 소엽내관 및 소엽간관과 거의 비슷한 모습을 보였으나 그 형태는 훨씬 커서 직경이 65×250 µm 정도 이르렀다. 내강을 구성하고 있는 상피세포들은 m-b 이중염색에서 methylenophilia에 강하게 염색되는 원주형의 불규칙한 세포였다. 또한 내강에는 내강상피세포로부터 분비된 것으로 보이는 원형의 과립들이 관찰되었는데 이들 역시 강한 methylenophilia를 나타내었다(Fig. 4).

3) 타액선 혈관(Salivary vessels)

*Achatina fulica*와 *Incilaria fruhstorferi* 혈관의 타원형 직경은 각각 60×100 µm 및 35×80 µm 정도로 소엽내관이나 소엽간관의 직경보다 2배 정도 굵었다. 이들은 타액선세포 사이 결합조직에서 대부분 관찰되었는데 혈관 내강을 둘러싸고 있는 내강상피세포들은 대부분 모양이 불규칙하고 출현 빈도도 낮았으며 m-b 이중염색에서는 강한 methylenophilia를 보였

다(Figs. 3, 6).

2. 전자현미경 관찰

1) 소엽내관 및 소엽간관

전자현미경 관찰에서 *Achatina fulica*의 소엽내관이나 소엽간관의 형태는 대부분 불규칙한 원형 또는 타원형을 나타내었다. 또한 관의 두께는 10 μm 정도로 두터웠고 내강에는 다양한 크기의 2 μm 미세용모들이 2개로 분지하거나 3개로 분지 되기도 하였는데(Fig. 9) 내강의 부위에 따라서는 미세용모의 모양과 밀생정도가 각각 다르게 나타나 특이한 모습을 보이기도 하였다(Figs. 7, 8). 즉 내강의 각진 부위에서는 미세용모가 비교적 가늘고 길며 치밀하게 밀생된데 비해 평탄한 부위에서는 약간 굵고 짧으며 덜 치밀함을 보였다. 또한 이들 미세용모의 하단 세포질에는 1 μm 정도 크기의 전자밀도가 매우 높아서 검게 보여 용해소체처럼 보이는 둥근 과립상의 물질들이 관찰되기도 하였다(Fig. 9).

관을 구성하고 있는 내강상피세포들은 매우 특이하여 세포의 측면 원형질막의 경계가 불분명하였으며 세포질은 전자밀도가 높아서 검게 보였다. 세포질의 기저막측에서는 세포의 상단을 향해 많은 깊은 주름들이 형성되었는데(Figs. 7, 8) 이들은 세포의 하단 기저막 가까이에서 둥근 원형을 이루거나 크고 작은 울퉁이 머리 모양을 이루면서 두터운 기저막 섬유에 머리들을 박고 있는 것처럼 보였다(Fig. 10).

또한 내강상피세포들은 불규칙하거나 다양한 크기의 핵들을 소지하고 있었는데 이들은 대부분 세포의 상단측에 치우쳐 있고 전자밀도가 높아서 어둡게 보이는 핵질속에 이질염색질들이 비교적 고르게 분산되어 있었다(Fig. 8).

반면 *Incilaria fruhstorferi*의 소엽내관과 소엽간관을 구성하고 있는 내강상피세포들은 그 구조가 단층이면서 매우 불규칙하고 다양한 크기의 전자밀도가 높은 과립들을 다수 소지하고 있는데 이들이 소지한 핵 또한 전자밀도가 높고 불규칙한 모습을 보였다. 핵질속에는 다양한 크기의 이질염색질들이 고르게 분산되어 있었고 세포의 상단 자유면에는 짧고 불규칙한 형태의 미세용모가 매우 드물게 관찰되었다(Fig. 17).

2) 타액관

*Achatina fulica*의 타액관은 그 구조가 소엽내관이나 소엽간관과는 달라서 내강이 비교적 좁고 길며 식도 내로 열려져 있었다. 내강을 구성하고 있는 상피세포들은 세포의 경계가 불분명하고 대부분의 세포질상단은 전자밀도가 낮아서 투명하게 보이거나 다양한 크기의 액포들로 충만되어 있었다. 이들 투명한 세포질 속에는 막대형 또는 타원형의 사립체들이 흩어져 있거나 집단을 이루기도 하였으며, 다양한 크기의 핵들이 세포질 상단 또는 하단에서 관찰되기도 하였다. 핵은 전자밀도가 높아서 어둡게 보였고 다양한 크기의 이질염색질들이 고르게 흩어져 있었는데 이들은 소엽내강상피에서 보다 더 많은 수가 관찰되었다(Figs. 11, 12).

타액관 내강상피세포의 세포질 상단에서 전자밀도가 낮은 많은 투명과립들이 관찰되고 그들의 자유면에는 미세용모가 밀생되어 있었으나 소엽내관과 소엽간관에 비해 밀생도는 낮았다. 또한 미세용모의 길이도 전자에 비해 비교적 짧고(길이 1.2 μm) 이분된 것도 보였다(Fig. 13).

내강상피세포의 연결부위에서 견고연접과 치밀반이 많이 관찰되었으나 소엽내관이나 소엽간관에서는 거의 확인되지 않았다.

*Incilaria fruhstorferi*의 타액관은 소엽내관이나 소엽간관과는 달리 단층의 원주상피세포로 구성되어 있었는데 그 형태는 대부분 매우 불규칙하였다. 이들이 소지한 핵 역시 크기와 구조가 다양했으며 여러 형태의 전자밀도가 높은 둥근 과립들이 세포질 속에서 집단을 이루고 있었다(Figs. 14, 15). 또한 세포의 상단에는 짧고 불규칙한 형태의 미세용모가 성글게 발생되었으며 세포의 측면 원형질막에는 세포연접의 일종인 치밀반들이 자주 관찰되었다(Fig. 16).

3) 타액선 혈관

*Achatina fulica*와 *Incilaria fruhstorferi* 등 두 종의 타액선에 분포하고 있는 혈관들은 주로 타액관 주위 결합조직에서 관찰되었는데 여러층의 두터운 근육층으로 둘러싸여 있었다(*Incilaria fruhstorferi*인 경우)(Fig. 6). 또한 내강에는 내피세포들이 드물게 관찰되고 미세용모의 발달도 저조하였는데(Figs. 3, 6) 이들

은 전자현미경 관찰에서 전자밀도가 높아서 어둡게 관찰되고 그 형태도 불규칙하였다. 내피세포가 소지한 핵 또한 불규칙하고 두 개로 나뉘어져 있는 경우가 많았는데 대부분의 이질염색질들은 핵 주위에 모여 있었다. 이들은 여러형태의 사상위축을 만들어 이 물질들을 포식하였다(Figs. 18, 19, 20).

고 찰

Boer 등(1967)은 유폐류 폴달팽이(*Lymnaea stagnails*)의 타액관 중 소엽내관과 타액관의 내강이 단층 섬모상피로 둘러싸여 있고 그 외측에는 근육섬유가 발달해 있어 타액의 분비시 연동운동을 일으켜 타액 분비를 촉진한다고 하였다.

이어 Walker(1970)는 *Agriolimax reticulatus*의 타액관은 과립세포(granular cell)가 주류를 이루고 있으나 소엽내관은 제1 점액세포(mucocyte 1)와 제2 점액세포(mucocyte 2)로 구성되어 있고 소엽간관은 pseudo-chromosome 세포로 되어있어 분비관에 따른 내강 상피세포의 다양함을 주장한 바 있다.

또한 *Deroceras reticulatum* (Walker, 1970)와 *Limax maximus* (Beltz & Gelperin, 1979)인 경우 타액관의 내강에서 섬모의 발달을 확인할 수 없었으며, 세포와 세포사이에서 종간(terminal bar)이 많이 관찰된다고 하였다.

그러나 Beltz와 Gelperin(1979)은 *Limax maximus*의 타액관이 단층섬모원주상피로 구성되어 있고 이들의 상단 자유면에는 미세융모가 밀생되어 있고 기저측면(basolateral membrane)에는 깊은 주름들이 손가락 마주끼기와 같은 구조(Quattrini, 1967; Moreno et al., 1980)를 하고 있으며 그 주름사이에는 많은 막대형의 사립체가 있어 물과 이온의 흡수를 촉진한다고 하였다. 또한 이들 내강상피세포의 상단에는 반치밀반(spot desmosome)이, 기저막측에서는 격막연접(septate junction)이 각각 관찰되어 종에 따른 차이점을 확인한 바 있다.

아프리카 왕달팽이(*Achatina fulica*)를 재료로 한 본 실험에서도 타액관을 구성하는 내강상피세포의 측면 원형질막 경계가 불분명하고 이들의 상단 자유면과 기저면(basal surface)에는 많은 깊은 주름들이

저있어 손가락 마주끼기와 비슷한 형태를 보이고 있음은 *Limax maximus* (Beltz & Gelperin, 1979)와 *Deroceras reticulatum* (Walker, 1970)에서 관찰된 결과와 거의 같았다. 그러나 *Limax maximus*의 세포 상단과 기저막측에서 반치밀반(spot desmosome)과 격막연접(septate junction)이 많이 관찰된 데 비해 본 실험에서는 황대치밀반(belt desmosome)이 많이 관찰되어 약간 차이가 있었으나, 세포연접현상이 자주 관찰된 점은 매우 유사하였다.

산민달팽이 *Incilaria fruhstorferi* (Chang & Han, 1995)의 타액선에서 관찰된 소엽내관과 소엽간관 그리고 타액관을 구성하는 세포는 매우 불규칙한 원주형세포로서 핵과 더불어 거의 대부분의 세포는 전자밀도가 높은 과립들을 소지하고 있고, 또한 전자밀도가 높은 핵질 속에는 이질염색질이 발달해 있어, 주로 주름과 전자밀도가 낮은 밝은 과립들과 액포만을 포함하고 있고 아프리카 왕달팽이 *Achatina fulica*나 *Agriolimax reticulatus* (Walker, 1970)와는 매우 달랐다.

또한 *Incilaria fruhstorferi*의 타액관 속에는 미세융모의 발달이 미진하고 전자밀도가 높은 둥근 과립들이 내강속으로 분비되는데 비해 *Achatina fulica*의 내강속에는 미세융모의 발달이 뚜렷하고 전자밀도가 비교적 낮은 액성물질들이 내강으로 분비되어 매우 대조적이었다. 또한 *Agriolimax reticulatus* (Walker, 1970)와 *Limax maximus* (Beltz & Gelperin, 1979)인 경우도 내강에서 미세융모가 거의 관찰되지 않아 본 실험의 *Incilaria fruhstorferi*와 비슷하였다. 이와 같은 현상은 종의 차이에서 오는 것으로 생각되었다.

타액선에 분포된 혈관에 관한 연구는 지금까지 별로 활발하지 못하고 다만 달팽이류의 전대동맥(anterior aorta)에 관한 연구만이 소수 있을 뿐이다(Nold, 1924; Tompa & Watabe, 1976; Curtis & Cowden, 1979).

Limax maximus (Curtis & Cowden, 1979)와 *Anguispira alternata* (Tompa & Watabe, 1976)의 전대동맥 혈관 내강에서는 다양한 크기와 모습을 지닌 내피세포가 드물게 관찰되었는데 이들은 전자밀도가 높아서 매우 어렵게 관찰되어 본 실험의 *Achatina fulica*와 *Incilaria fruhstorferi*의 타액선 혈관에서 관찰된 내피

세포와 거의 같은 형태를 보였다. 그러나 본 실험의 내피세포에서는 사상죽형성과 식균작용이 관찰된데 비해 *Limax maximus*와 *Anguispira alternata*의 동맥혈 관에서는 그와 같은 현상이 관찰되지 않았다.

사 사

본 연구를 위하여 식용왕달팽이를 지원해 주신 화성농산의 이천형 집사님께 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

- Andrews EB: The fine structure and function of the salivary glands of *Nucella lapillus* (Gastropoda: Muricidae). *J Moll Stud* 57: 111-126, 1991.
- Beltz G, Gelperin A: An ultrastructural analysis of the salivary system of the terrestrial mollusc *Limax maximus*. *Tissue Cell* 11: 31-50, 1979.
- Boer HH, Wendelaar Bonga SE, Van Rooyen N: Light and electron microscopical investigations on the salivary glands of *Lymnaea stagnalis*. *Z Zellforsch micros Anat* 76: 228-247, 1967.
- Barns RD: Invertebrate zoology (5th ed). Saunders College, pp. 342-393, 1987.
- Campbell JL: The structure and function of the alimentary canal of the black abalone, *Haliotis cracherodii* Leach. *Trans Am Miu Soc* 376-394, 1965.
- Carriker MR, Bilstad NM: Histology of the snail, *Lymnaea stagnalis appressa* (Say). *Trans Micros Soc* 65: 250-275, 1946.
- Chang NS, Han JM: Morphological and histochemical study on the Salivary gland of Korean slug, *Incilaria fruhstorferi*. *Korean J Electron Microscopy* 25: 40-50, 1995.
- Curtis SL, Cowden RR: Histochemical and Ultrastructural features of the aorta of the slug (*Limax maximus*). *J Morphol* 161: 1-22, 1979.
- Das S, Misra KK, Mondal G, Ghose KC: Salivary gland in gastropod molluscs of different feeding habits. *Proc zool Soc Calcutta* 40: 33-39, 1989.
- Fretter V: The structure and function of the alimentary canal of some species of Polyplacophora (Mollusca). *Trans Roy Soc Edinburgh* 59: 119-164, 1937.
- Fretter V, Graham A: British Prosobranch Molluscs. The Ray society, London 1962.
- Han JM, Chang NS: Comparative Study on the Salivary Gland between Two Species (*Achatina fulica* and *Incilaria fruhstorferi*) of the Snails in Stylommatophora (Mollusca, Gastropoda). *Korean J Malacol* 12: 109-121, 1996.
- Hermans CO: The duo-gland adhesive system. *Oceanography and Marine Biology Annual Review* 21: 283-339, 1983.
- Marsh H: The feeding Biology of Some Vermivorous Conus from the Great Barrier Reef. Ph.D. Thesis, James Cook University, Townsville, Queensland, Australia 1971.
- McLean N: Digestion in *Haliotis rufescens* Swainson (Gastropoda: Prosobranchia). *J Expt zool* 173: 303-318, 1970.
- Moreno FJ, Pinero J, Hidalgo J, Navas P, Aijon J, Lopez-Campos JL: Histochemical and ultrastructural studies on the salivary glands of *Helix aspersa* (Mollusca). *J Zool Lond* 196: 343-354, 1982.
- Nold R: Die Histologie des Bl tgef ssystems und des Herzens von *Hilix pomatia*. *Z Wissensch Zool CXXXIII*: 373-430, 1924.
- Pelseener P: Recherches sur divers Opisthobranches. *Mem cour Acad Roy Soc Belg* vol. Iiii, p. 1, 1894.
- Quattrini D: Osservazioni sulla ultrastruttura dei dotti escretori delle ghiandole salivari di *Helix aspersa* Müller (Mollusca, Gastropoda, Pulmonata). *Caryologia* 20: 191-206, 1967.
- Tomba AS, Watabe N: Ultrastructural investigation of the mechanism of muscle attachment to the gastropod shell. *J Morphol* 149: 339-352, 1976.
- Walker G: Light and electron microscopy investigations on the salivary glands of the slug *Agriolimax reticulatus* (Müller). *Protoplasma* 71: 111-126, 1970.

< 국문초록 >

아프리카 왕달팽이 (*Achatina fulica*) 및 산민달팽이 (*Incilaria fruhstorferi*)의 타액을 분리하는 관들을 전자현미경을 통해 관찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

*Achatina fulica*의 소엽내관과 소엽간관은 대부분 원형 또는 타원형의 도우넛 (dough-nut) 형태로써 관을 구성하는 내강세포는 세포의 경계가 불분명하며 세포질은 손가락 마주끼기와 같은 많은 주름들로 구성되어 있었다. 이들의 세포상단에는 미세용도가 잘 발달해 있었다.

반면 *Incilaria fruhstorferi*의 소엽내관과 소엽간관은 불규칙한 단층원주상피로 구성되어 있고, 전자밀도가 높은 세포질 속에는 다소 불규칙한 구형의 과립들로 가득 차 있었다. 세포의 상단에는 미세융모의 발달이 미진하였다.

*Achatina fulica*의 타액관은 내강이 비교적 좁은 긴 관상구조를 하고 있었다. 내강상피세포들은 세포의 경계가 불분명하고, 세포질 속에는 많은 공포와 전자밀도가 낮은 투명과립들로 가득 차 있었고 이들 상피세포의 상단에는 길이가 짧고 가늘은 미세융모가 발달해 있었다.

반면 *Incilaria fruhstorferi*의 타액관은 *Achatina fulica*의 타액관 보다 그 직경이 $65 \times 250 \mu\text{m}$ 정도로 더 넓었으며 같은 구조의 내강상피로 구성되어 있었고 상피세포의 상단에는 치밀반과 같은 연결장치가 자주 관찰되는 특징도 보였다.

*Achatina fulica*와 *Incilaria fruhstorferi* 타액선내 혈관들은 타액선 세포사이에 있는 결합조직에서 주로 관찰되었으며 내피세포들은 대부분 불규칙한 구조이고 전자밀도는 높아서 어둡게 관찰되었다. 이들은 사상족을 내어 포식현상을 보였다.

FIGURE LEGENDS

- Figs. 1, 2.** Light micrographs showing the interlobular duct (arrow) and salivary duct (asterisk) of *Achatina fulica*. m-b double staining. Scale bars = $20 \mu\text{m}$, $20 \mu\text{m}$.
- Fig. 3.** Light micrograph showing the blood vessel in the salivary gland of *Achatina fulica*. m-b double staining. Scale bar = $20 \mu\text{m}$.
- Figs. 4, 5.** Light micrographs showing the interlobular duct (arrow) and salivary duct (asterisk) of *Incilaria fruhstorferi*. m-b double staining. Scale bars = $50 \mu\text{m}$, $20 \mu\text{m}$.
- Fig. 6.** Light micrograph showing the blood vessel in the salivary gland of *Incilaria fruhstorferi*. m-b double staining. Scale bar = $20 \mu\text{m}$.
- Figs. 7, 8.** Electron micrograph showing the interlobular ducts of *Achatina fulica*. C, microvilli; Mu, muscle layer; N, nucleus. Scale bars = $10 \mu\text{m}$, $5 \mu\text{m}$.
- Fig. 9.** Magnification of apical endothelium of Fig. 7 (interlobular duct). C, microvilli; G, granule. Scale bar = $1 \mu\text{m}$.
- Fig. 10.** Magnification of basal endothelium of Fig. 7 (interlobular duct). arrow, tadpole-like deep folds in basal laminar of endothelium, B, Basement membrane; Mu, muscle layer. Scale bar = $1 \mu\text{m}$.
- Fig. 11.** Electron micrograph showing the salivary duct of *Achatina fulica*. arrow, microvilli; L, lumen; N, nucleus; V, vacuole. Scale bar = $10 \mu\text{m}$.
- Fig. 12.** Magnification of Fig. 11. arrow, microvilli; open arrow, septate junction; G, electron-lucent granule; N, nucleus; V, vacuole. Scale bar = $1 \mu\text{m}$.
- Fig. 13.** Magnification of apical endothelial cell in Fig. 12. C, microvilli; G, electron-lucent granule; L, lumen. Scale bar = $0.5 \mu\text{m}$.
- Figs. 14, 15.** Electron micrographs showing the salivary ducts of *Incilaria fruhstorferi*. arrow, microvilli; B, basement membrane; E, endothelial cell; G, electron-dense granules; L, lumen. Scale bars = $5 \mu\text{m}$, $2.5 \mu\text{m}$.
- Fig. 16.** Magnification of desmosome in Fig. 15. arrow, ribosome; C, microvilli. Scale bar = $0.2 \mu\text{m}$.
- Fig. 17.** Electron micrograph showing the interlobular duct of *Incilaria fruhstorferi*. arrow, microvilli; G, electron-dense granule; N, nucleus. Scale bar = $1.5 \mu\text{m}$.
- Fig. 18.** Electron micrograph showing the endothelial cell in blood vessel of *Achatina fulica*. arrow, filopodia; Mu, muscular layer. Scale bar = $2.5 \mu\text{m}$.
- Figs. 19, 20.** Electron micrographs showing the endothelial cells in the blood vessel of *Incilaria fruhstorferi*. arrow, filopodia; open arrow, phagosome; Mu, muscular layer; N, nucleus. Scale bars = $5 \mu\text{m}$, $1 \mu\text{m}$.









