

동양달팽이 (*Nesiohelix samarangae*) 타액선의 조직화학적 및 미세구조적 연구

이용석, 강보라, 신희진, 정계현

순천향대학교 자연과학대학 생명과학부

Histochemical and Ultrastructural Studies on the Salivary Gland of a Land Snail, *Nesiohelix samarangae*

Yong-Seok Lee, Bo-Ra Kang, Hui-Jin Shin and Kye-Heon Jeong

Division of Biological Sciences, College of Natural Sciences, Soonchunhyang University
P.O. Box 97, Asan, Chungnam, 336-600 Korea

ABSTRACT

Histochemical and ultrastructural studies on the salivary gland and salivary duct of a land snail *Nesiohelix samarangae* were conducted to observe structural characteristics and function.

The salivary gland consisted of one type of epithelial cell, one type of supporting cell, and six types of gland cells.

Four out of six gland cell types were histochemically identified on these secretions. The one secreted acid mucopolysaccharide and the other three secreted neutral mucopolysaccharide.

The salivary duct epithelium had only one type of columnar cell with microvilli on its luminal surface. The basal protoplasmic membranes of the epithelial cells were deeply infolded so many times all along the cell bases.

Keywords: Land snail, Ultrastructure, Salivary gland, Histochemistry, Structure, *Nesiohelix samarangae*.

으로 약 75,000여 종의 현생종이 기재되어 있다.

복족강 (Gastropoda) 의 소화기관에 대한 연구는 Carriker (1946), Sheridan *et al.* (1978) 등에 의하여 다수 연구된 바 있다.

병안목 (Stylommatophora) 달팽이류의 타액선에 대한 조직화학적 연구로는 Fretter (1937), Whittaker (1951), Campbell (1965) 등에 의해 타액선의 구조와 기능에 대한 연구가 진행되었으며, 미세구조적 연구로는 *Agriolimax reticulatus* (Walker, 1970) 의 타액선에 대해 전자현미경적 연구를 하였으며, *Helix aspersa* (Quarterini, 1967; Morgen *et al.*, 1982) 의 타액선의 미세구조적 연구 결과를 밝힌 바 있었다. 최근에는 *Nucella lapillus* (Andrews, 1991), *Incilaria fruhstorferi* (Han and Chang, 1996) 등을 대상으로 연구된 바가 있다. Runham (1975) 은 달팽이류의 타액선의 구조와 기능은 매우 다양하다고 보고한 바 있다.

본 연구에서는 한국의 대표적인 육상달팽이인 동양달팽이 (*Nesiohelix samarangae*) 의 타액선 (salivary gland) 과 타액관 (salivary duct) 에 대하여 조직화학적 및 미세구조적 실험을 통하여 구조적 특징과 기능을 이해하고자 수행되었다.

서 론

연체동물은 현 중수나 생태적 위치로 보아 중요한 동물군으로 이루어져 있으며, 그 중 복족 강은 연체동물 중 가장 큰 강

재료 및 방법

1. 재료

실험 대상 동물은 육상패류인 동양달팽이 (*Nesiohelix samarangae*) 로서 복족 강 (Gastropoda) 병안 목 (Stylommatophora) 에 속하며 서해안 태안반도 부근 섬인 가의도에서 채집하여, 연구실에서 2-4개월 간 사육한 것을 이용하였다. 실험 재료인 타액선과 타액관은 동양달팽이를 chloroform으로 마취한 다음 해부현미경하에서 해부한 후 적

Received November 27, 2003; Accepted June 5, 2004
Corresponding author: Jeong, Kye-Heon
Tel: (82) 41-530-1249 e-mail: jngkh@asan.sch.ac.kr
1225-3480/20102

© The Malacological Society of Korea

출하여 사용하였다.

2. 조직화학적 실험

1) 파라핀 포매와 염색

조직화학적 연구를 위하여 적출한 시료를 10% neutral buffered formalin에 24시간 고정 후 수세를 통하여 neutral buffered formalin을 제거하였다. 그 후 alcohol series를 거쳐 탈수한 후 xylene을 이용하여 투명화 시켰으며 그 후 조직을 파라핀에 침투시킨 후, 파라핀에 포매하였다. 준비된 paraffin block으로부터 rotary microtome (Histocut, Reichert-Jung 820) 을 이용하여 7-10 μm 두께의 절편을 얻었다. 일반적인 구조 관찰을 위하여 hematoxylin-eosin (이하 H-E) 이중염색과 methylene blue 염색을 하였고, 호염기성물질의 확인을 위하여 methylene blue-basic fuchsin (이하 M-B) 으로 이중염색을 하였다. 그리고 neutral mucopolysaccharide와 acid mucopolysaccharide를 함유한 세포를 판정하기 위하여 PAS, alcian blue, toluidine blue, PAS-alcian blue 이중염색을 이용하여 염색 한 후, 광학현미경 (Optiphot-II, Nikon)을 이용하여 관찰하였다.

2) Epon-812 포매와 염색

세포조직 형태를 명확히 구분하기 위하여 적출한 타액선과 타액관을 Karnovsky's fixative solution (0.4 M phosphate buffer, pH 7.2) 에 2시간 고정한 후 0.1 M phosphate buffer (pH 7.2) 로 10분씩 3 회 세척하였고 2% OsO₄ (0.1 M phosphate buffer, pH 7.2) 고정액에 1시간 30분 동안 후고정 하였다. 고정이 끝난 시료는 0.1 M phosphate buffer (pH 7.2) 로 10분씩 3회 세척한 후 일반적인 방법으로 alcohol과 acetone 상승농도 순으로 탈수와 치환을 시켰으며, Epon-812 mixture로 포매하였다. 그 뒤 60°C 에 72시간 열 중합한 후 ultramicrotome (LKB) 을 이

용하여 후박절편을 얻었다. 그리고 saturated NaOH solution을 이용하여 etching한 후 상기 조직을 화학적 방법을 이용하여 염색하였다.

3. 미세구조 관찰

타액선과 타액관을 Karnovsky's fixative solution (0.4 M phosphate buffer, pH 7.2) 에 2시간 고정한 후 0.1 M phosphate buffer (pH 7.2) 로 10분씩 3회 세척하였고, 2% OsO₄ (0.1 M phosphate buffer, pH 7.2) 고정액에 1시간 30분 동안 후고정 하였다. 고정이 끝난 시료는 0.1 M phosphate buffer (pH 7.2) 로 10분씩 3 회 세척한 후, 일반적인 방법으로 alcohol과 acetone 상승농도 순으로 탈수와 치환을 시켰으며, Spurr mixture로 포매하였다. 그 뒤 60°C에 72시간 열 중합하였다. 전자현미경 관찰을 위해 광학현미경 (Optiphot-II, Nikon) 으로 정확한 부위를 확인한 후 ultramicrotome (LKB) 을 이용하여 초박절편 (75-80 nm) 을 만들었다. 초박절편은 uranyl acetate와 lead citrate로 이중염색을 하고 투과전자현미경 (JEM-100CXII) 으로 관찰하였다.

결 과

1. 타액선 (salivary gland)

동양달팽이의 타액선은 광학현미경을 이용한 조직화학적 실험에서 4 개 유형의 선세포들을 관찰 할 수 있었고 (Table 1), 투과전자현미경을 이용한 미세구조 관찰에서는 이들 외에 2 개 유형의 선세포들과 1개 유형의 상피세포 (epithelial cell), 1 개 유형의 지지세포 (supporting cell) 가 관찰되어 총 8 개 유형의 세포들이 관찰되었다 (Fig. 1).

1) Type-1 cell

T₁ 세포는 선엽 속에서 가장 많이 나타나는 세포로서 타원형이거나 불규칙하였다. 세포질 내에는 불규칙한 둥근 과립으로 가득 차 있었다. 이 과립들은 M-B에서 호염기성을 나타내었다. 하지만 PAS 염색에서 반응을 나타내지 않았고, alcian blue 염색에서 밝은 청색을 띄었다. PAS-alcian blue (pH 2.5) 이중염색에서 청색으로 염색되었다. Toluidine blue 염색에서는 진한 적자색으로 염색되었다 (Fig. 3). 한편 미세구조 관찰에 의하면, 세포질 내에는 전자밀도가 중등도인 직경이 1.6 x 2 μm 타원형의 과립들로 가득 차 있었으며, 소포체가 발달되었다 (Fig. 7, 8).

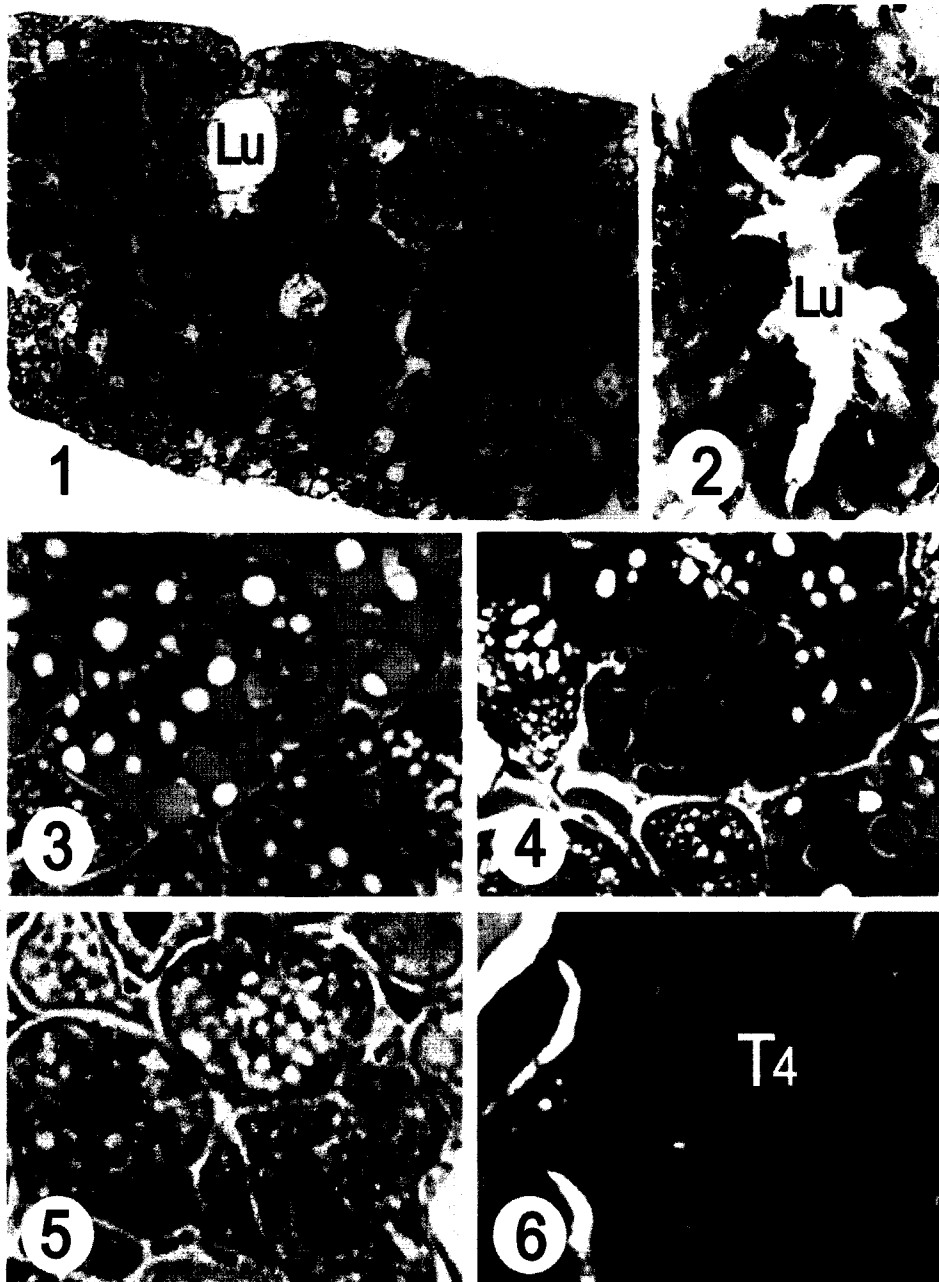
2) Type-2 cell

T₂ 세포는 T₁ 세포와 유사한 모양이었다. 그리고 세포질 내에 둥근 과립들로 가득 차 있었으며, M-B에서 basic fuchsin 염색에 양성반응을 나타내었다. 그리고 PAS 염색에서 적색으

Table 1. Histochemical properties of mucous cells of the salivary gland epithelium in *Nesiohelix samarangae*.

Stain	Cell type			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
metylene blue	+++	+	++	++
basic fuchsin	+	+++	+	+
PAS	-	+++	+	+
alcian blue	++	-	-	-
toluidine blue	+++	-	-	+

+++ , strong; ++ , moderate; + , weak; - , negative



Figs. 1-6. Light micrographs of the salivary glands and the salivary duct of *Nesiohelix samarangae*.

Fig. 1. An overall view of a tissue section of the salivary gland stained with alcian blue. × 200

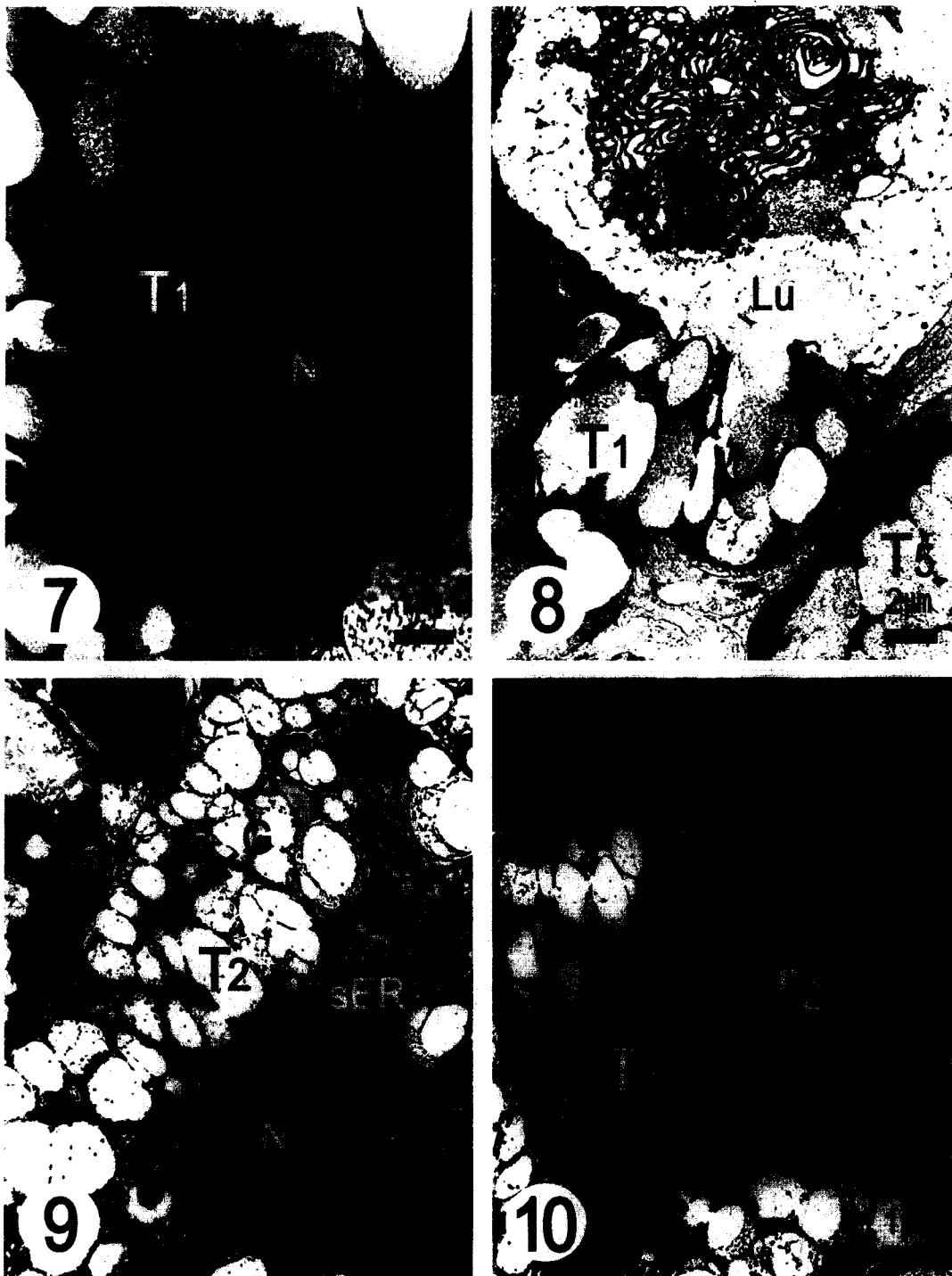
Fig. 2. An overall view of the salivary duct cross sectioned and stained with toluidine blue. × 400

Fig. 3. An light micrograph showing the type 1 cell stained with PAS and alcian blue. The cell shows alcianophilic reaction meaning that it secretes acid mucopolysaccharides. × 400

Fig. 4. A type 2 cell stained with PAS and alcian blue which is showing a positive reaction against the PAS so that it seems to secrete neutral mucopolysaccharides. × 400

Fig. 5. The type 3 and 4 cells stained with alcian blue. They are negatively reacted to the stain. × 400

Fig. 6. The type 4 cells stained with toluidine blue. The secretory granules are negatively reacted to the toluidine blue. × 400



Figs. 7-18. Electron micrographs of the salivary glands and the salivary duct of *Nesiohelix samarangae*.
Fig. 7. A type 1 cell containing numerous secretory granules (Sg) in moderate electron density. $\times 2,800$
Fig. 8. A type 1 cell showing its secreting phase. The secretory granules (Sg) are being liberated in the lumen (Lu). $\times 2,800$
Fig. 9. A type 2 cell showing the well developed smooth endoplasmic reticulum (sER) and the numerous secretory granules (Sg) in low electron density. $\times 2,800$
Fig. 10. The type 3 cell beside the type 2 cell. $\times 2,800$

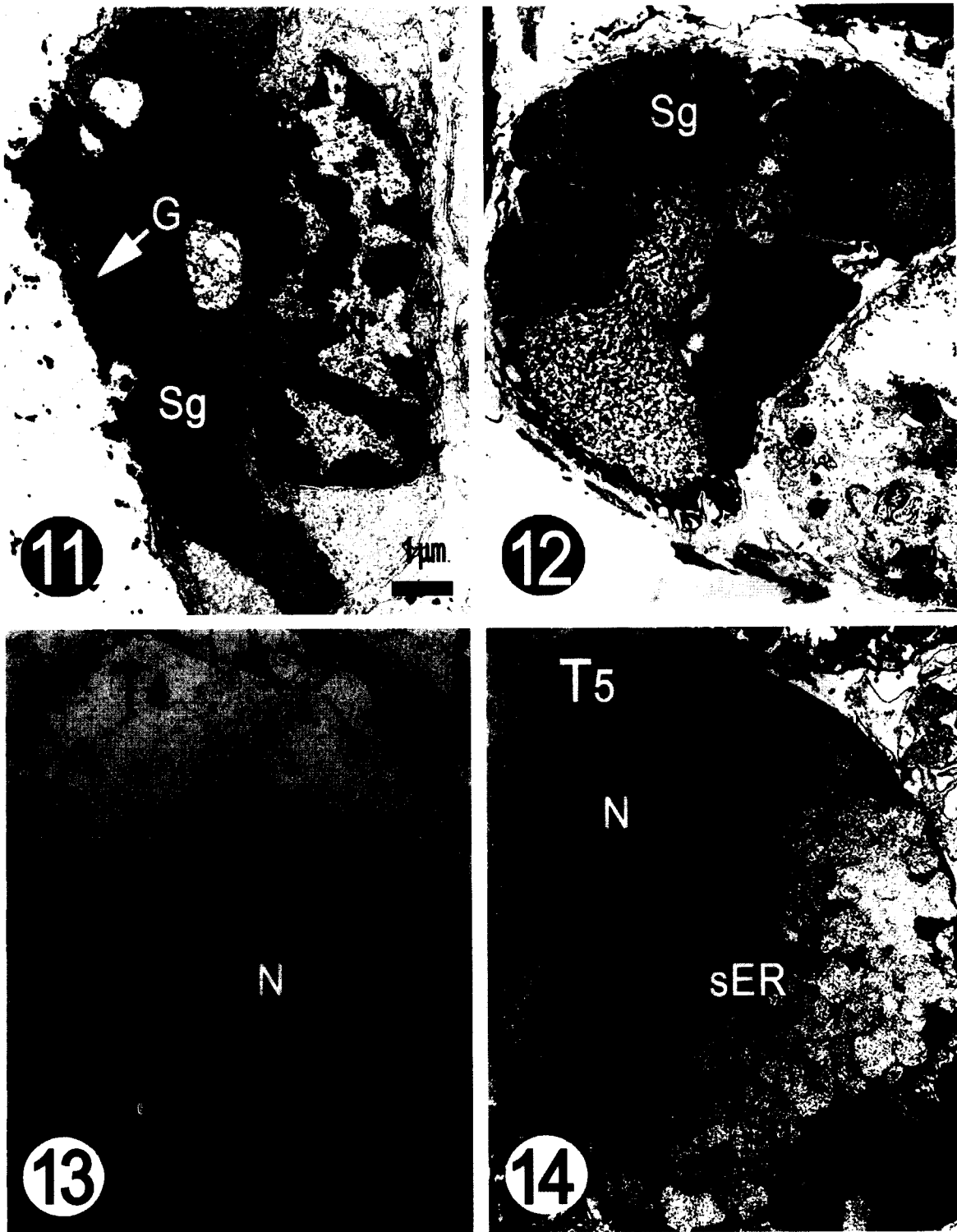


Fig. 11. A type 3 cell has the bigger nucleus (N) than the other gland cells. It has secretory granules and glycogen particles (G) in high electron density. $\times 6,000$

Fig. 12. Type 3 cells forming a small lobe are secreting the mucous into the lumen (Lu). $\times 2,500$

Fig. 13. A type 4 cell showing the centrally located nucleus (N). Its granules have low electron density. $\times 2,500$

Fig. 14. A type 5 cell showing the nucleus (N) and secretory granules (Sg) in moderate electron density. It has developed smooth endoplasmic reticulum (sER) and glycogen particles (G). $\times 2,800$

로 염색되었다. Alcian blue 염색과 PAS-alcian blue (pH 2.5) 이중염색에서 밝은 적색으로 염색되었다. Toluidine blue 염색에서는 아무 반응도 나타나지 않았다 (Fig. 4). 한편 미세구조 관찰에 의하면, 전자밀도가 낮은 둥근 과립들은 직경이 $1 \times 1.3 \mu\text{m}$ 였음을 확인할 수 있었다. 그리고 과립 주위로 glycogen particles와 망상구조 소포체가 다수 관찰되었다 (Fig. 9, 10).

3) Type-3 cell

T_3 세포는 긴 타원형이거나 불규칙한 형태로, 다른 선세포에 비해 크기가 상대적으로 작았다. 그리고 세포질 내 과립들은 M-B에서 호염기성을 나타냈으며, PAS 염색에서 과립들 사이의 세포질과 세포막이 적색으로 염색되었다. Alcian blue 염색에서는 적색을 띄었다 (Fig. 5). 한편 미세구조 관찰에 의하면, 전자밀도가 높은 $0.3 \times 0.4 \mu\text{m}$ 크기의 과립과, $1.2 \times 1.8 \mu\text{m}$ 크기의 과립들이 관찰되었다. 그리고 과립 주위에 glycogen 과립들이 다수 관찰되었다 (Fig. 11, 12).

4) Type-4 cell

T_4 세포는 T_1 세포와 더불어 선세포들 중에서 다수 나타나는 세포로서 형태는 타원형이며, 핵은 세포의 중앙에 위치하였다. 그리고 세포질 내 과립들은 M-B에서 호염기성을 나타냈으며, PAS 염색에서는 세포질이 적자색으로 염색되었다. 그러나 alcian blue 염색에서는 아무 반응도 나타나지 않았다. Toluidine blue는 과립 사이의 세포질이 밝은 적자색으로 염색되었다 (Fig. 6). 한편 미세구조 관찰에 의하면 전자밀도가 중등도인 $0.8 \times 1 \mu\text{m}$ 크기의 솜털무늬의 과립들이 관찰되었다. 세포질 내에 glycogen particles와 망상구조 소포체가 다수 관찰되었다 (Fig. 13).

이하의 세포 유형들은 조직화학적 실험에서는 관찰되지 않았으나, 투과전자현미경을 이용한 미세구조 관찰에서는 관찰된 세포들이다.

5) Type-5 cell

T_5 세포의 형태는 타원형이며, 세포질 내에 mitochondria와 망상구조 소포체가 다수 관찰되었다. 세포질 내에는 전자밀도가 낮은 약 $1.6 \times 2.2 \mu\text{m}$ 크기의 불규칙한 형태의 과립들이 관찰되었다 (Fig. 14).

6) Type-6 cell

T_6 세포는 타액선 내에서 가장 드물게 나타나는 세포로서 형태는 불규칙하였다. 세포질 내에는 mitochondria가 다수 관찰되었으며, 특이적으로 망상구조 소포체가 다른 선세포들에 비해 상당히 많이 관찰되었다. 세포질에는 전자밀도가 낮은 약 $7 \times 14.7 \mu\text{m}$ 크기의 불규칙한 형태의 과립들이 소수 발견되

었다 (Fig. 15).

7) Type-7 cell

T_7 세포는 상피를 이루고 있는 원주상피세포로서 유리표면에 미세융모를 가지고 있었다. 그리고 유리표면에 인접한 세포질에 미토콘드리아가 다수 관찰되었다. 세포질 내에서 어떠한 분비물도 관찰되지 않았다 (Fig. 16, 17).

8) Type-8 cell

T_8 세포는 T자형인 지지세포로서 T_7 세포들 사이에 존재하였다. 유리표면에 microvilli가 발달되었으며, 세포질 내에서 mitochondria 다수 관찰되었다 (Fig. 17).

2. 타액관 (salivary duct)

선엽으로부터 분비된 분비물들을 운반하는 타액관은 직경이 넓은 타액관으로 되어 있으며, 1 개 유형의 상피세포로 이루어져 있었다 (Fig. 2).

1) Type-9 cell

타액관을 구성하는 유일한 상피세포로서, 형태는 원주형이었으며 유리표면에는 microvilli가 존재하였다. 그리고 세포간의 전반적인 경계는 뚜렷하게 구별되지 않았으나, 유리표면에 인접한 세포들의 상단부 근처에서는 세포들 간의 경계가 용이하게 구별되었다. 세포사이에는 desmosome으로 연결된 것을 관찰할 수 있었다. 기저막 쪽의 원형질막은 심하게 주름져 있어 전반적으로 수지상 형태를 보여 주었다. 핵은 세포질 상부에 존재하고 하부의 세장한 수지상 세포질 내에는 다수의 mitochondria가 내재하고 있었다 (Fig. 18).

고 찰

타액선은 복족류의 구강에 개구하는 점액선이며, 타액은 음식물을 쉽게 삼킬 수 있도록 하는 점액물질로 구성되어 있다. Graham (1939)은 전세 아강 (Prosobranchia)을 대상으로 한 연구에서 타액이 음식물을 삼키는 과정에 윤활유 역할과 음식물에 점착성을 주는데 관련된다고 보고한 바 있다.

타액선의 크기는 윤활액의 양과 관계가 있다는 보고가 있는 바, 육상에서 서식하는 유폐아강 병안목 *Achatina* (Ghose, 1963)와 *Agriolimax* (Walker, 1970, 1972), *Laevicaulis* (Kulkarni, 1972) 그리고 *Cryptozona* (Mantale, 1973) 등에서는 섭식하는 음식물에 수분양이 적게 포함되어 있어 윤활성 물질이 보다 많이 필요하며, 이를 위해 큰 타액선을 소지한다고 보고한 바 있다. 이와 같은 의견을 4 종 (*Vivibarus bengalensis*, *Acrosioma variabile*, *Indoplanorbis exustus* and *Macrochlamys indica*)의 섭식 습관과 타액선의 미세구조를 비교한 Das et al. (1989)도 같은 의견을 피력

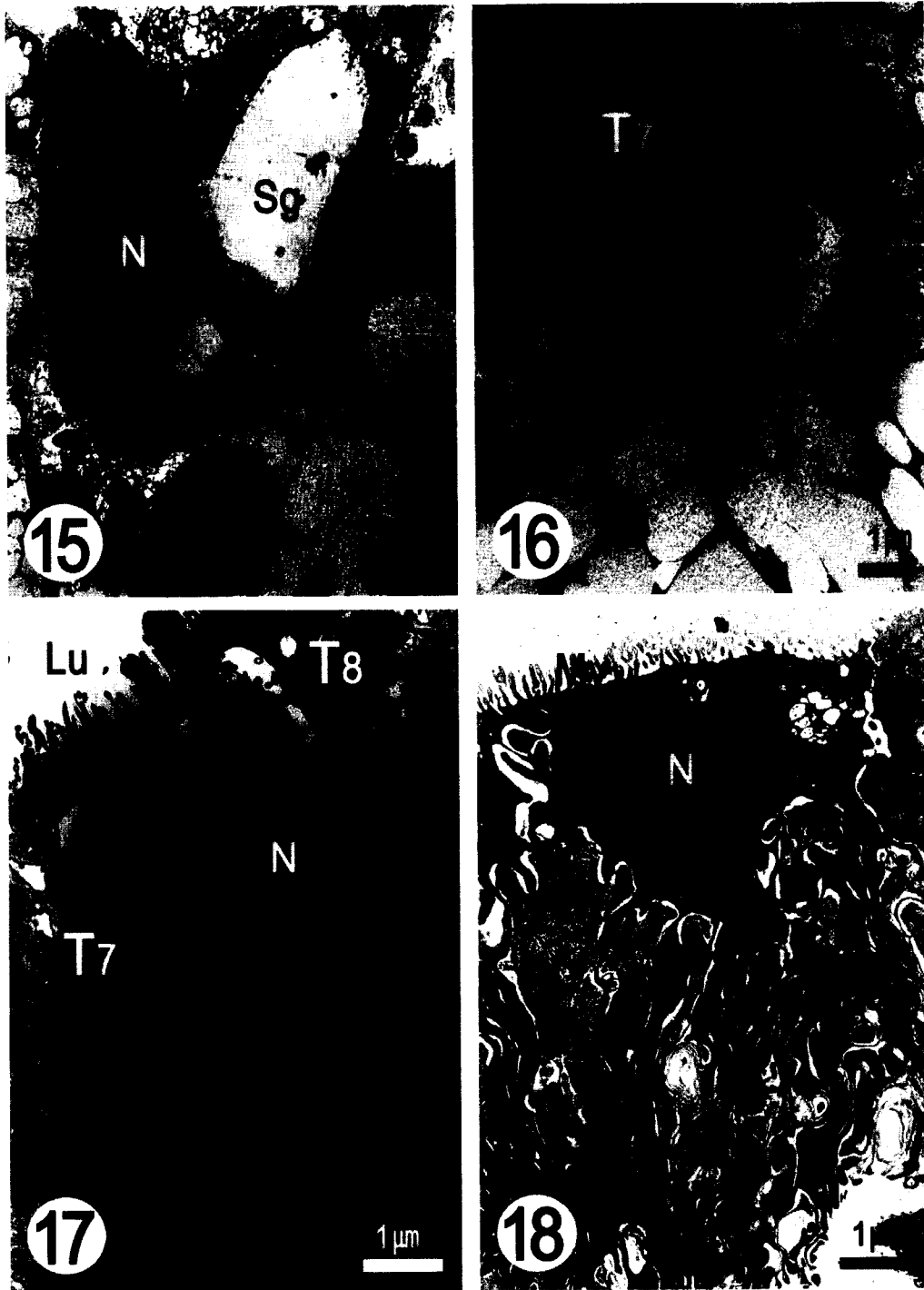


Fig. 15. A type 6 cell showing the nucleus (N) and the secretory granules (Sg) in irregular shapes. $\times 1,500$

Fig. 16. A type 1 cell is liberating its secretions into the lumen (Lu) of a lobe consisted of mainly type 7 cells. $\times 2,800$

Fig. 17. A enlarged view of type 7 and 8 cells. These cells have microvilli (Mv) in the luminal surface and contain numerous mitochondria (M). $\times 4,000$

Fig. 18. A type 9 cell, the salivary duct epithelial cell, showing microvilli (Mv) on the free surface of the cell and deeply infold basal protoplasmic membrane. Numerous mitochondria (M) are observed throughout the cytoplasm and even in the narrow digital infoldings of the lower cytoplasm. $\times 4,000$

한 바 있다. 이는 해산 종은 먹이를 적서주는 수분이 많기 때문에 쉽게 먹이를 삼킬 수 있지만, 육상 종은 먹이와 함께 들어오는 수분의 양이 적어 오직 타액선에서 분비하는 타액을 이용하여 먹이를 삼켜야 하기 때문에 육상에서 서식하는 종일수록 큰 타액선을 가지는 것으로 추측된다.

이러한 타액선의 구조는 이제까지 크게 두 유형으로 분류되어왔다. 하나는 관상타액선 (tubular salivary gland) 이며, 다른 하나는 포상타액선 (acinous salivary gland)으로 종에 따라 두 가지 타액선의 비율이 다양하게 나타나는 것으로 보고되어 있다 (Fretter and Graham, 1962).

관상타액선은 내강 (lumen) 이 있는 쪽을 안쪽이라고 볼 때, flask 형태의 선세포가 위치하고 있는 바깥 부위, 환상근육이 위치하는 중간부위 그리고 원주형 상피세포들로 내강을 감싸고 있는 안쪽부위의 3 층으로 나누어진다고 하였다 (Andrews, 1991). 그에 비해 포상타액선은 발달이 미약한 근섬유를 포함하는 결합조직성 구조로 되어 있어 이를 통해 타액을 분비한다고 하였다. 포상타액선을 구성하는 세포는 두 종류 이상의 세포들로 이루어져 있는데 대개 점액선세포와 장액선세포로 확인되었다 (Quattrini, 1967; Beltz and Gelperin, 1979).

일반적으로 관상타액선의 경우 당단백질 (glycoprotein) 과 같은 분비물을 분비하며 음식물의 소화를 돕고, 먹이를 마취시키기도 하며 (Marsh, 1971), 먹이의 석회질 껍데기에 구멍을 뚫는데 필요한 물질을 분비하는 것으로 알려져 있다 (Hermans, 1983). 포상타액선의 경우 점액다당류 (mucopolysaccharide) 와 효소를 포함하는 분비물 등을 분비하여 음식물을 매끄럽게 삼키고, 화학적 소화까지도 수행하고 있는 것으로 알려져 있다 (Hermans, 1983). 본 연구에서의 동양달팽이는 형태학적으로 보아 포상타액선이었다.

Carriker and Bilstad (1946) 는 *Lymnaea stagnalis*를 대상으로 한 연구에서 1유형의 선세포가 여러 단계로 발달한다고 보고하였으며, Gabe and Prenant (1948) 는 같은 종에서 염기성세포 (basophil cell), 위염색체세포 (pseudo-chromosome cell), 포상세포 (alveolar cell), 과립세포 (granular cell), 산성세포 (acidophil cell) 그리고 점액세포 (mucocyte) 등 6 종의 선세포들을 관찰한 바 있다고 하여 세포 수에 있어 서로 다른 견해를 보였다.

Walker (1972) 는 조직화학적 연구에서 모두 10유형의 세포들을 관찰하였으나, 미세구조적 연구에서 8유형의 세포들만 관찰되어 조직화학적 연구와 미세구조적 연구에서 세포 유형의 수가 차이 남을 확인한 바 있다.

Chang and Han (1995) 은 병안목 *Incilaria frustorferi*의 타액선이 포상형이고, 6유형의 선세포들로 구성되어있다고 하였다. 그 중 산성점액성 세포는 1유형뿐이고, 기타 선세포들

은 중성점액분비물을 분비하는 것으로 보고하였다.

또한 Chang and Han (1996) 은 *Achatina fulica*의 타액선은 포상형이며, 5유형의 선세포들로 구성되어 있다고 하였다. 이중 산성점액분비세포는 1 개 유형뿐이고 기타는 대부분 중성점액을 분비하는 세포들로 구성되어 있다고 하였다.

Serrano *et al.* (1996) 은 *Helicoidea*의 미세구조적 연구에서 타액선을 구성하는 세포의 형태를 분비세포와 rER의 형태 및 분포 상태만을 근거하여 5유형으로 분류한 바 있다.

Kim (1996) 은 동양달팽이의 타액선에 대한 조직화학적 연구에서 3유형의 선세포들로 구성되어 있다고 보고하였는데, 그들은 동종을 대상으로 산성점액분비세포 1유형과 중성점액분비세포 2유형이 존재하는 것으로 보고하였다. 같은 종을 대상으로 조사한 본 연구의 결과와는 다른 결과를 보인다.

동양달팽이의 타액선을 구성하는 선세포들에 대하여 조직화학적 실험을 한 바에 의하면 선세포들은 염색성에 따라 크게 4유형으로 분류되었다. 이들 중 T₁ 세포의 분비물질은 M-B에서 호염기성을 나타내었지만, PAS-alcian blue (pH 2.5) 이 중염색에서 청색으로 염색되었으므로 산성점액다당류를 분비하는 것으로 확인할 수 있었다.

T₂, T₃, T₄ 세포들은 PAS 염색에 적자색으로 염색되었고 alcian blue 염색에서는 아무 반응도 나타나지 않았으므로 중성점액다당류를 분비하는 것으로 확인할 수 있었다. T₅ 세포와 T₆ 세포는 미세구조적 실험에서는 확인할 수 있었지만, 조직화학적 실험에서는 확인하지 못하였다. T₇ 세포는 상피를 이루고 있는 원주상피세포로서 세포질에 다수의 미토콘드리아가 관찰되었고, 유리표면에는 미세융모가 발달되었으며, T₈ 세포는 T자형인 지지세포로서 T₇ 세포들 사이에 존재하였고 유리표면에 미세융모가 발달되었으며 세포질 내에 다수의 미토콘드리아가 관찰되었다. T₈ 세포는 전체적으로 상피세포의 기본 뼈대를 형성하고 있었다.

미세융모는 세포의 유리표면에 존재하며, 타액선의 소엽도관을 통하여 액체나 이온의 이동을 도와준다고 보고된 바가 있다 (Pease, 1956; Doyle, 1960; Diamond and Tormey, 1966; Jeong and An, 1999). 이로써 복족 강 병안 목에 속하는 종간에도 타액선 조직의 구성이 다양함을 알 수 있었다.

이제까지 타액관에 관한 연구보고는 매우 희귀한 편이었다. Andrews (1991) 는 *Nucella lapillus*를 대상으로 타액관의 내강상피조직은 기저세포와 섬모점액세포 등으로 구성되어 있어 섬모를 이용하여 분비물을 각 선포의 내강 속으로 분비한다고 하였다. Chang and Han (1996) 은 *Incilaria frustorferi*에서 타액이 타액선에서 형성된 후 직경이 작은 소엽내관 (intralobular duct) 과 소엽간관 (interlobular duct) 을 거친 후 넓은 타액관으로 분비됨을 밝혔다. 본 연구의 동양달팽이에서도 유사한 결과를 얻을 수 있었다. Walker

(1970) 는 타액관에 섬모가 없을 경우는 근육운동 즉 연동운동을 통해 분비물을 소엽간관을 따라 타액관으로 운반하며, 구강 (buccal mass) 까지 보내는데도 영향을 준다고 보고한 바 있다. Chang and Han (1996) 은 *Incilaria fruhstorferi*의 타액관에서 섬모가 관찰되었다고 보고하였지만 동양달팽이 타액관 상피세포들의 유리표면에서는 섬모가 전혀 관찰되지 않았다. 이로서 동양달팽이의 타액관은 타액선으로부터 분비되어 소엽간관을 경유하여 운반되어 오는 타액을 연동운동에 통해서 구강까지 운반할 것으로 추측된다.

타액관 상피에서는 한 유형인 세포 T₉들이 관찰되었다. 이 세포들은 기저막쪽의 원형질막이 세포 안쪽으로 심하게 주름져서 있음 관찰할 수 있었다. Pease (1956) 는 이러한 특징적인 주름은 다른 연체동물의 조직에서 뿐만 아니라 많은 무척추동물과 척추동물의 조직에서도 관찰된다고 보고한 바 있다. Pease (1956) 의 보고에 의하면 이 구조적인 특징은 수분과 이온의 흡수와 분비에 관여하며, 유리표면에 발달된 미세융모는 액체나 이온의 이동을 도와줄 것이라고 하였다. Copeland (1964) 는 타액관 세포들은 이온과 수분의 이동과 관계가 있으며, 원형질막과 mitochondria의 막 사이의 관계가 밀접함을 제시하기도 하였다.

동양달팽이의 타액선을 이룬 여러 유형의 상피세포들에 대하여 보다 더 심원한 조직화학적 연구가 연구되고 있다.

요 약

동양달팽이 (*Nesiohelix samarangae*) 의 타액선 (salivary gland) 과 타액관 (salivary duct) 의 구조적 특징과 기능을 이해하기 위하여 조직화학적 및 미세구조적 연구를 수행하였다.

타액선에서는 미세구조 관찰에서 1유형의 상피세포 (epithelial cell) 와 1유형의 지지세포 (supporting cell), 그리고 6유형 (T₁-T₆) 의 선세포들이 관찰되었다. 6유형의 선세포들 중 4유형의 선세포들이 조직화학적 실험에서 관찰되었다. 그 중 T₁ 선세포의 분비과립들은 산성점액다당류로 확인되었고, T₂, T₃, T₄ 선세포들의 분비과립들은 중성점액다당류로 확인되었다.

타액관에서는 1 개 유형의 T₉의 상피세포가 관찰되었다. T₉ 세포는 타액관을 구성하는 유일한 상피세포로서, 형태는 원주형이었으며 유리표면에는 microvilli가 존재하였다. 기저막 쪽의 원형질막은 심하게 주름져서 있어 전반적으로 수지상 형태를 보여 주었다. 핵은 세포질 상부에 존재하였고 하부의 세장한 수지상 세포질 내에는 다수의 mitochondria를 내재하고 있었다.

REFERENCES

- Andrews, E.B. (1991) The fine structure and function of the salivary glands of *Nucella lapillus* (Gastropoda: Muricidae). *Journal of Molluscan Studies*, **57**: 111-126.
- Beltz, G. and Gelperin, A. (1979) An ultrastructural analysis of the salivary system of the terrestrial mollusc *Limax maximus*. *Tissue and Cell*, **11**: 31-50.
- Carriker, M.R. (1946) Morphology of the alimentary system of the snail *Lymnaea stagnalis appressa* Say. *Transactions of the Wisconsin Academy of Science Art and Letters*, **38**: 1-88.
- Carriker, M.R. and Bilisad, N.M. (1946) Histology of the snail, *Lymnaea stagnalis appressa* Say. *Transactions of the Microscopical Society*, **65**: 250-275
- Chang, N.S. and Han, J.M. (1995) Morphological and histochemical study on the salivary gland of Korean slug, (*Incilaria fruhstorferi*). *Korean Journal of Electron Microscopy*, **25**(3): 40-50. [in Korean]
- Chang, N.S. and Han, J.M. (1996) Fine structure of salivary gland in Korean slug, *Incilaria fruhstorferi*. *Korean Journal of Electron Microscopy*, **26**(3): 400-410. [in Korean]
- Copeland, E. (1964) A mitochondrial pump in the cells of the anal papillae of mosquito larvae. *Journal of Cell Biology*, **23**: 253-263
- Das, S., Misra, K.K., Mondal, G. and Ghose, K.C. (1989) Salivary gland in gastropod molluscs of different feeding habits. *Proceedings of the Zoological Society of Calcutta*, **40**: 33-39.
- Doyle, W.L. (1960) The principal cells of the salt gland of marine birds. *Experimental Cell Research*, **21**: 389-393.
- Diamond, J.M. and Tormey, J.McD. (1966) Role of long extracellular channels in fluid transport across epithelia. *Nature (London)*, **10**: 817-820.
- Fretter, V. (1937) The structure and function of the alimentary canal of some species of Polyplacophora (Mollusca). *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, **59**: 119-164.
- Fretter, V. and Graham, A. (1962) British Prosobranch Molluscs. p. 144, The Ray Society of London.
- Graham, A. (1939) On the structure of the alimentary canal of style-bearing prosobranchs. *Proceedings of Zoological Society of London*, **109**: 75-112.
- Gabe, M. and Prenant, M. (1948) Contribution a la cytologie de la glande salivaire de *Lymnaea stagnalis*. *Cellule*, **52**: 17-36.
- Ghose, K.C. (1963) The alimentary system of *Achatina fulica*. *Transactions of the American microscopical Society*, **82**: 149-67.
- Han, J.M. and Chang, N.S. (1996) Comparative study on the salivary gland between two species (*Achatina fulica* and *Incilaria fruhstorferi*) of the snails in *Stylommatophora* (Mollusca, Gastropoda). *Korean Journal of Malacology*, **12**(2): 109-121. [in Korean]
- Hermans, C.O. (1983) The duo-gland adhesive system. *Oceanography and Marine Biology Annual Review*,

- 21: 238-339.
- Jeong, K.H. and An, Y.H. (1999) Ultrastructural study on the salivary gland of a Korean freshwater pulmonate, *Radix auricularia coreana*. *Korean Journal of Electron Microscopy*, **15**(2): 93-104.
- Kim, K.J. (1996) Histochemical and ultrastructural study on the salivary gland of the pulmonate snail *Nesiohelix samarangae*. Dissertation Paper for the Master's Degree of Science, Soonchunhyang University. [in Korean]
- Kulkarni, A.B. (1972) Some observations on anatomy and histology of the digestive system of the land slug, *Laevicaulis alte*. *Marathwada University Journal of Science*, **11**: 183-192.
- Kwon, O.K. (1990) Illustrated Encyclopedia of Fauna and Flora of Korea. Vol. 32, Mollusca (1). Ministry of Education, Korea. [in Korean]
- Marsh, H. (1971) The feeding biology of some viviparous conus from the great barrier reef. Ph. D. Thesis, James Cook University, Townsvill, Queensland, Australia.
- Mantale, B.M. (1972) Anatomy and histology of the digestive system of the land snail, *Cryptozona semirugata* (Beck). *Marathwada University Journal of Science*, **12**: 205-214.
- Moreno, F.J., Pinero, J., Hidalgo, J., Navas, P., Aijón, J. and López-Campos, J.L. (1982) Histochemical and ultrastructural studies on the salivary glands of *Helix aspersa* (Mollusca). *Journal of Zoology, London*, **196**: 343-354.
- Pease, D.C. (1956) Infolded basal plasma membranes found in epithelia noted for their water transport. *Journal of Biophysical and Biochemical Cytology*, **2** (suppl.): 203-208.
- Quatterini, D. (1967) Osservazioni sulla ultrastructure dei dotti escretori delle ghiandole salivari di *Helix aspersa* Muller (Mollusca, Gastropoda, Pulmonata). *Caryologia*, **20**: 191-206.
- Runham, N.W. (1975) Alimentary canal. In: Pulmonates, 1. (ed. by Fretter, V. and Peake, J.) pp. 33-104. Academic Press, London & New York.
- Sheridan, R., Van Mol, J. and Bouillonm, J. (1978) Etude morphologique du tube digestif de quelques Turidae (Mollusca, Gastropoda, Prosobranchia, Toxicoglossa) de la region de Roscoff. *Cahiers de Biologie Marin*, **14**: 159-188.
- Serrano, T., Gomez, B.J., and Angulo, E. (1996) Light and electron microscopy study of the salivary cells of Helicoidea (Gastropoda, Stylommatophora). *Tissue and Cell*, **28**: 237-251.
- Whittaker, V.P. (1951) On the homologies of the oesophageal glands of *Theodoxus fluviatilis* (L.). *Proceedings of the Malacological Society of London*, **29**: 21-34.
- Walker, G. (1970) Light and electron microscopy investigations on the salivary glands of the slug *Agriolimax reticulatus* (Muller). *Protoplasma*, **71**: 111-126.
- Walker, G. (1972) The digestive system of the slug, *Agriolimax reticulatus* (Muller): Experiments on phagocytosis and nutrient absorption. *Proceedings of the Malacological Society of London*, **40**: 33-43.