

韓國產 淡水 腹足類 2種의 消化器官에 關한 電子顯微鏡的 研究

정 계 현 · 이 훈 섭 · 박 종 안*

순천향대학교 자연과학대학 생물학과 및 환경보건학과*

= Abstract =

Ultrastructures of Some Selected Digestive Organs of Two Korean Freshwater Snails

Kye-Heon Jeong, Hoon-Sup Lee and Jong-An Park*

*Department of Biology and Department of Environmental Health Science**
College of Natural Sciences, Soonchunhyang University

An ultrastructural study on some selected digestive organs was undertaken. The some selected organs were the oesophagus, the digestive gland and the intestine. These organs have been well known to us as the passages of larvae of the flukes during their life cycles.

The specimens for the transmission electron microscopic observations were fixed with 1 % glutaraldehyde-1% paraformaldehyde mixture buffered with phosphate buffer, post fixed with 1% OsO₄ also phosphate buffered, dehydrated in a graded series of alcohol-acetone mixture, double stained with lead citrate and uranyl acetate and observed with JEM CX I transmission electron microscope. The specimens for the scanning electron microscopic observation were fixed with the same fixatives as used above, dehydrated with in a graded series of alcohol-amyl acetate mixture, dried with critical point dryer, gold coated and finally observed with Hithachi S-570 scanning electron microscope.

The epithelia of the oesophagus of the two species were lined with brush bordered cells with microvilli on the luminal surfaces. The cells types found in the oesophageal epithelia were columnar cells, ciliated columnar cells and mucus secreting cells. It is suggestible that the oesophagus may have functions of both absorptive and digestive.

The digestive glands of the both snails were compound tubular glands and their epithelia were composed of the columnar cells and the ciliated columnar cells.

These cells were brush bordered with microvilli on the luminal surfaces. The cell types observed were digestive cells and secretory or excretory cells.

The intestines of the two species were lined with brush bordered epithelia with

Received September 11, 1992

* 본 연구는 1991년도 학술진흥재단 연구비 지원에 의하여 수행된 것임.

microvilli. The cell types found in the intestinal epithelia were columnar cells, ciliated columnar cells and mucus secreting cells. These epithelia may have absorptive and digestive functions, and secreting function.

It is interesting that all of the epithelia observed were covered with microvilli forming a brush border all along the length and that some of the epithelial cells possessed cilia on the apical portions in addition to the microvilli. The ciliated cells may have a function facilitating the flow of fluid in the digestive tracts.

서 론

복종류가 연체동물의 대다수를 차지하고 있음에도 불구하고 이들을 대상으로 한 형태학적 연구는 별로 없었고, 특히 소화기관에 관한 연구도 놀라우리만큼 그 예가 적은 것이 현실이다. 전세 복족류(prosobranch gastropods)의 소화기관에 관하여는 Wu (1965), Lutfy와 Demian(1967), Brown(1969), Demian과 Michelson(1971), Martoja와 Thiriot-Quievreux(1975), Sheridan 등(1978), Bolognani-Fantin 등(1982)에 의하여 해부학적 또는 광학현미경적 연구가 수행된 바 있고, 유폐 복족류(pulmonate gastropods)의 소화기관에 관하여는 Carriker(1946a, b), Ghose(1963), Rigby(1963), Walker(1972), Bowen(1970) 및 Rolden과 Garcia-Corrales(1988) 등에 의하여 역시 해부학적 또는 광학현미경적 연구가 수행되었다. 복족류의 소화기관에 관한 전자현미경적 연구는 Graves 등(1979)에 의하여 후새 복족류(opisthobranch gastropod)인 *Alderia modesta*와 *Elysia chlorotica*의 소화선(digestive diverticula)을 대상으로 한 보고 외에는 거의 없는 실정이다.

본 연구는 인체의 간에 기생하는 간흡충(*Clonorchis sinensis*)의 제 1차 중간숙주인 쇠우렁이(*Parafossarulus manchouricus*)와 소 및 가축의 간에 기생하는 간질(*Fasciola hepatica*)의 제 1차 중간숙주인 물달팽이(*Radix auricularia coreana*)의 소화기관 중 상기 흡충류의 유생들이 생활사 중 경유하는 것으로 알려진 식도, 소화선 및 장을 전자현미경으로 관찰하여 그들의 일반적인 미세구조를 밝히어 이 후의 보다 더 자세한 형태학적 연구를 위한 기초 자료를 제공함은 물론 상기의 흡충류 유충들이 패류의 소화기관

에서 기생하는 양상 및 영향을 추적하는데 유익한 기초 자료를 얻고자 수행되었다.

재료 및 방법

본 연구에서 재료로 선택한 2종의 담수 복족류는 쇠우렁이(*Parafossarulus manchouricus*(Prosobranchia: Mesogastropoda))와 물달팽이(*Radix auricularia coreana* (Pulmonata: Basommatophora))로서 쇠우렁이는 충남 아산군 신창면 읍내리 소재의 저수지에서, 물달팽이는 충남 예산읍 예당저수지에서 채집한 것들이다. 실험실내에서 사육이 용이하지 않았던 쇠우렁이는 수조에 일시 사육하면서 기료로 사용할 때에는 흡충류의 유생들에 감염되지 않은 개체를 선별하기 위하여 개체별로 시험관에 옮겨 48시간을 굶겼고 흡충류의 유미유충을 방출하지 않은 개체를 사용하였다. 물달팽이는 사육이 용이한 종이므로 실험실의 수조 내에서 사육한 개체를 사용하므로써 흡충류의 유충에 감염되지 않은 개체를 얻을 수 있었다.

시료로 선정된 개체는 Meier-Brook의 방법에 따라 연체부를 이완시켜 해부하거나 마취시키지 않은 상태에서 해부현미경 하에서 해부하여 필요한 소화기관을 적출하였다. 광학현미경으로 관찰할 재료는 Bouin's solution이나 neutral formalin으로 고정하여 paraffine에 매몰하고 hematoxyline-eosin으로 염색하거나 epon에 매몰된 시료를 semi-thin section하여 얻은 조직절편을 toluidine으로 염색하였다. 주사전자현미경으로 관찰할 재료는 1% glutaraldehyde-1% paraformaldehyde fixative로 전고정하고 2% osmium tetroxide로 후고정한 후 alcohol-amyl acetate series를 거쳐 탈수하고 critical point dryer로 동결건조 시켜 gold-coat-

ing하여 Hitachi S-570 주사전자현미경(scanning electron microscope, SEM)으로 관찰하였다. 한편 투과전자현미경으로 관찰할 시료는 SEM 관찰을 위한 재료와 동일하게 고정하고 alcohol-acetone series 를 거쳐 탈수시킨 후 epon-mixture에 매몰하고 ultramicrotome으로 초박절편을 얻어 lead citrate와 uranyl acetate로 이중 염색하여 JEM CX I 투과전자현미경(transmission electron microscope, TEM)으로 관찰하였다.

결 과

1. 쇠우렁이(*Parafossarulus manchouricus*)

1) 식도(Oesophagus)

식도는 buccal mass로부터 시작하여 위에 이르기까지의 부위로서 본 연구에서 관찰한 부위는 식도의 중간 부위였다. 식도상피는 주로 원주세포와 원주섬모세포(ciliated columnar cell) 및 세포체가 상기 세포들 보다 가늘고 전자밀도가 약간 높은 원주세포들로 구성되어 있었다. 원주세포와 원주섬모세포들은 대체로 균을 이루어 존재하였다. 이 세포들의 세포질 상부에는 많은 과립들과 lysosome들이 존재하였다(Fig. 1, 3).

상피를 이루고 있는 모든 세포들은 식도강 내로 연한 유리표면에 microvilli를 가지고 있어 brush border를 이루고 있었고, 원주섬모의 경우에는 이미 세섬모들 사이에 간간히 섬모(cilia)를 가지고 있었다(Fig. 1).

원주세포와 원주섬모세포의 핵들은 세포의 하부 즉 기저막 쪽에서 중간부 사이에 위치하였고, 핵의 상부 즉 유리표면에 인접한 세포질에서 많은 수의 mitochondria가 관찰되었다. 세포질의 전자밀도가 약간 높고 직경이 작은 원통형인 제 3유형 세포의 세포질에는 rough-surfaced endoplasmic reticulum (RER)이 발달하였고 다량의 과립들이 축적되어 있었다(Fig. 3).

상피세포들의 기저부 원형질막들은 심하게 세포 내로 주름져 있어 소관(canaliculi)을 형성하기도 하였으며 배종층에서는 새생 세포들이 발견되기도 하였다(Fig. 1). 기저막의 밑에 있는 결합조직은 섬유들을 내포한 엉성한 구조물이었고, 섬유질 사이 사이에 근육

다발이 존재하였으나 장막(serosa)은 존재하지 않았다(Fig. 1).

2) 소화선(Digestive Gland)

쇠우렁이의 소화선은 복분지관상선(compound branched tubular gland)으로 그 구조가 복잡하고 선상피는 두 가지 유형의 세포들로 구성되어 있었다. 이들은 대부분 원주섬모세포로서 선도관에 연한 세포의 유리표면에는 microvilli가 있어 brush border를 이루고 있었고, 이들 사이에 보다 적은 수의 섬모들이 돌출되어 있었다(Fig. 4). 원주섬모세포들의 세포질 내에는 많은 수의 mitochondria가 존재하였다(Fig. 4).

선상피의 대다수를 이루는 원주섬모세포들은 세포질의 상부에서는 액포 또는 여러 크기와 상태의 lysosome이 관찰되었다(Fig. 4, 5). 한편 수적으로 적게 관찰되는 섬모를 가지지 않은 세포에서는 때로 extrusion에 의하여 세포 내용물을 선강으로 배출하는 것이 관찰되기도 하였다(Fig. 6).

3) 장(Intestine)

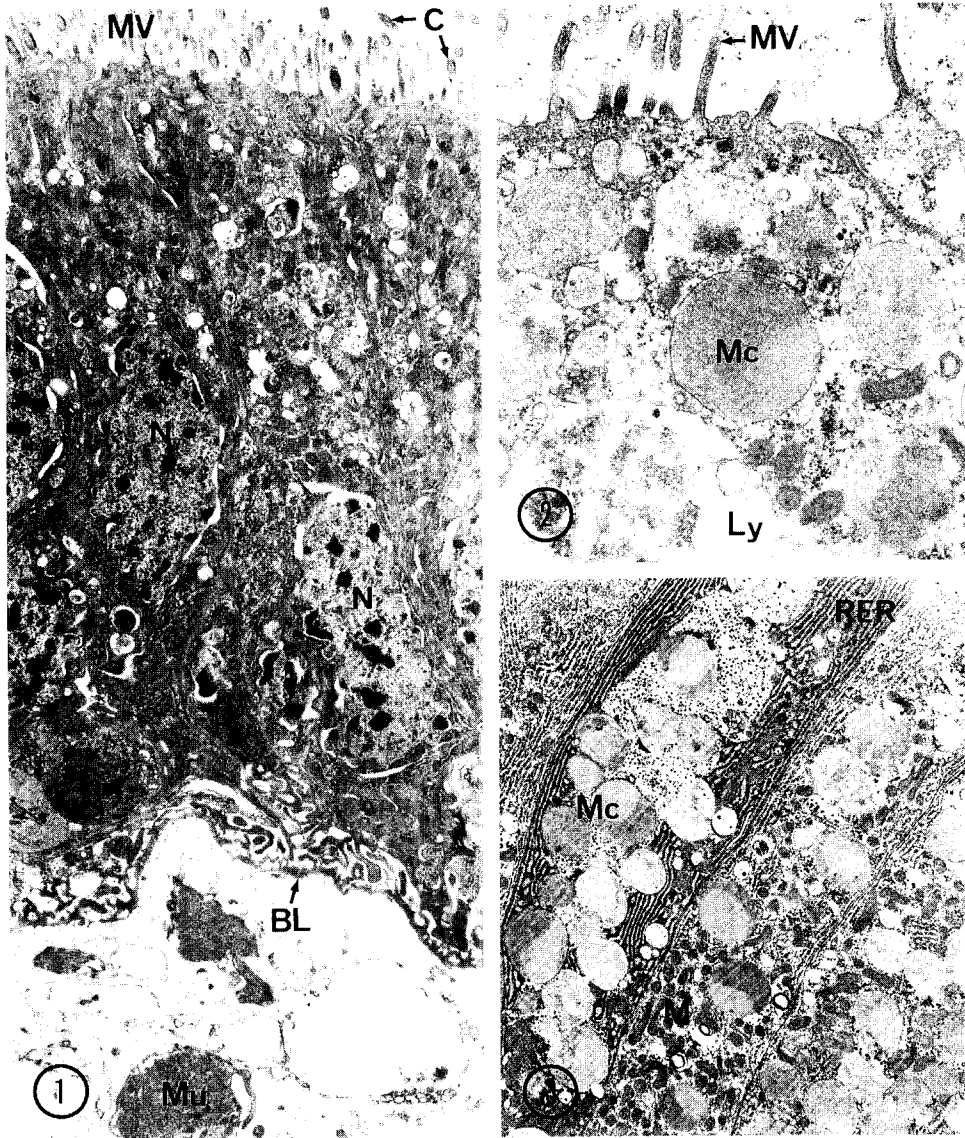
본 연구에서 관찰한 부위는 위에서 약간 떨어진 중장에 해당하는 부위였다. 중장의 상피는 세 유형의 세포들로 이루어져 있었다. 이들은 장상피 세포의 대다수를 이루는 원주세포와 원주섬모세포 그리고 간간히 끼여있는 타원형의 세포들이었다(Fig. 7). 전자의 두 세포유형들은 장강에 연한 유리표면에 다량의 microvilli를 가지고 있었고 세포의 핵들은 구형 또는 난형으로서 세포의 하부 내지 중부에 위치하고 있었다. 이 세포들의 상부 세포질에는 많은 수의 mitochondria가 있고 액포 또는 lipid droplets이 존재하였다(Fig. 7). 원주형의 상기 세포들 사이에 개재하는 적은 수의 타원형 내지 마름모형으로 그 단면이 보이는 세포들은 세포질의 전자밀도가 높고 많은 RER을 가지며 전자밀도가 중정도 이상인 분비과립들을 다량 가지고 있었다(Fig. 9).

상피세포층 아래에 있는 배종층은 전자밀도가 높게 나타났고 결합조직 내에는 소성의 섬유와 중주근 또는 환상근 그리고 세포들이 간간히 관찰되었다(Fig. 7, 8).

2. 물달팽이(*Radix auricularia coreana*)

1) 식도(Oesophagus)

식도상피는 이루고 있는 세포들은 세 유형의 세포들



Figs. 1-3. Oesophagus of *Parafossarulus manchouricus*.

Fig. 1. Oesophageal epithelium showing the epithelial cells with microvilli(MV) and cilia(C). The basal plasma membranes of the cells are infolded into the cytoplasm.

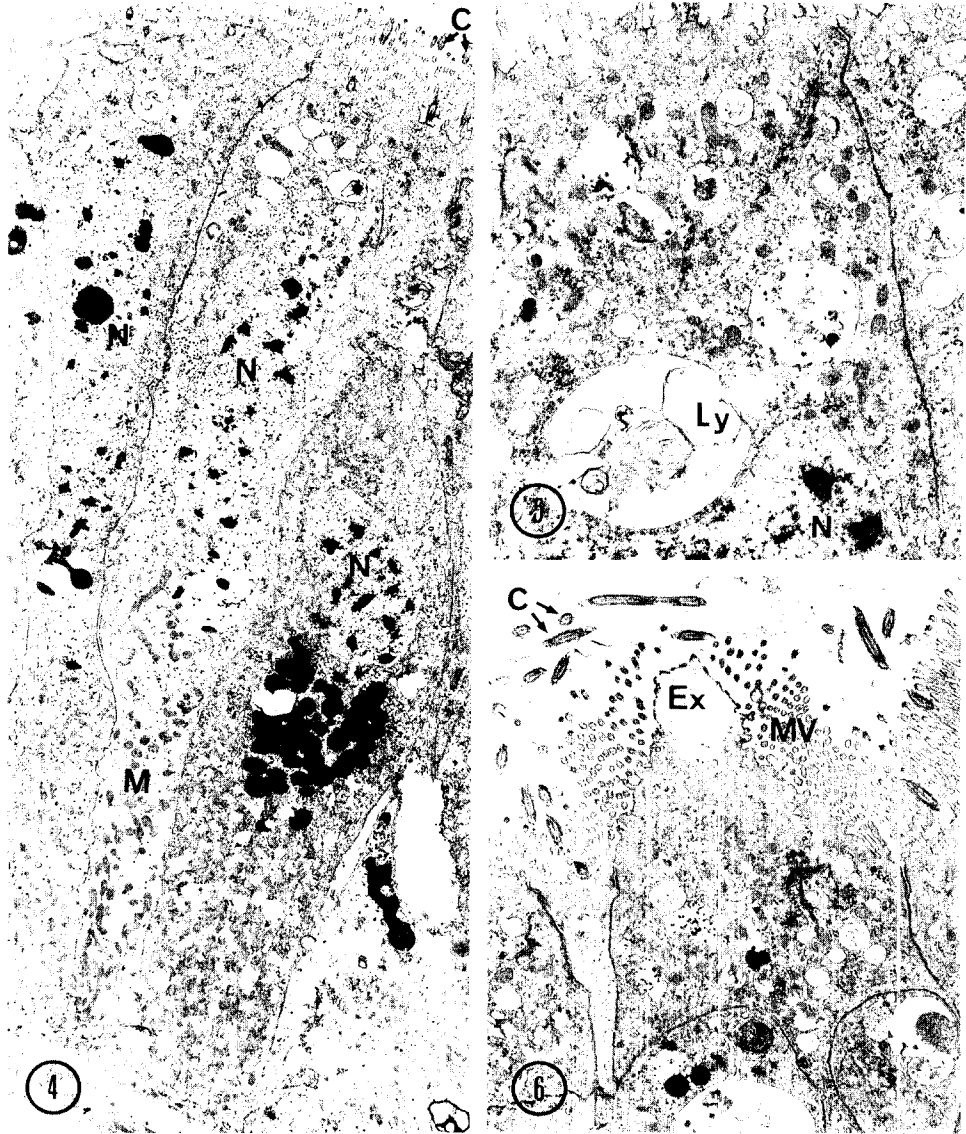
N-nucleus; BL-basal lamina; Mu-muscle. $\times 6,000$.

Fig. 2. Columnar absorptive and digestive cell showing mucous granules(Mc) and lysosomes(Ly). MV-microvilli. $\times 18,500$.

Fig. 3. Mucus secreting cells in group with well developed RER and many mucous granules(Mc). M-mitochondria. $\times 6,500$.

로 이들은 원주세포, 원주섬모세포 및 이들 사이에 간
간이 개재되어 있는 좁고 약간 타원형의 모습을 지닌

세포들이었다. 모든 상피세포들은 식도강에 연한 부위
의 유리표면에 microvilli를 가지고 있었다(Fig. 10-



Figs. 4-6. Digestive gland of *Parafossarulus manchouricus*.

Fig. 4. Part of epithelium of the digestive gland showing ciliated columnar cells covered with microvilli. C-cilia; N-nucleus; M-mitochondria. $\times 4,600$.

Fig. 5. Digestive cell with some vauoles and lysosomes(Ly) in the cytoplasm. N-nucleus. $\times 9,200$.

Fig. 6. Cell showing an extrusion phase. Ex-extrusion; MV-microvilli; C-cilia. $\times 6,500$.

a, b). 원주세포와 원주섬모세포의 세포질 내에는 많은 수의 mitochondria가 존재하고 액포 및 lipid droplets이 핵을 제외한 부위에 밀집 또는 산재하여 존재하였다(Fig. 10). 이들의 핵은 보통 난형 내지 타

원형으로 세포의 중부 이하의 세포질에 위치하고 있었다. 상기 원주형 세포들의 사이에 간간이 개재하거나 때로 몇이 군을 이루기도 하는 타원형의 세포들은 핵을 기저부 쪽에 가지고 있었으며, 많은 RER과 분비

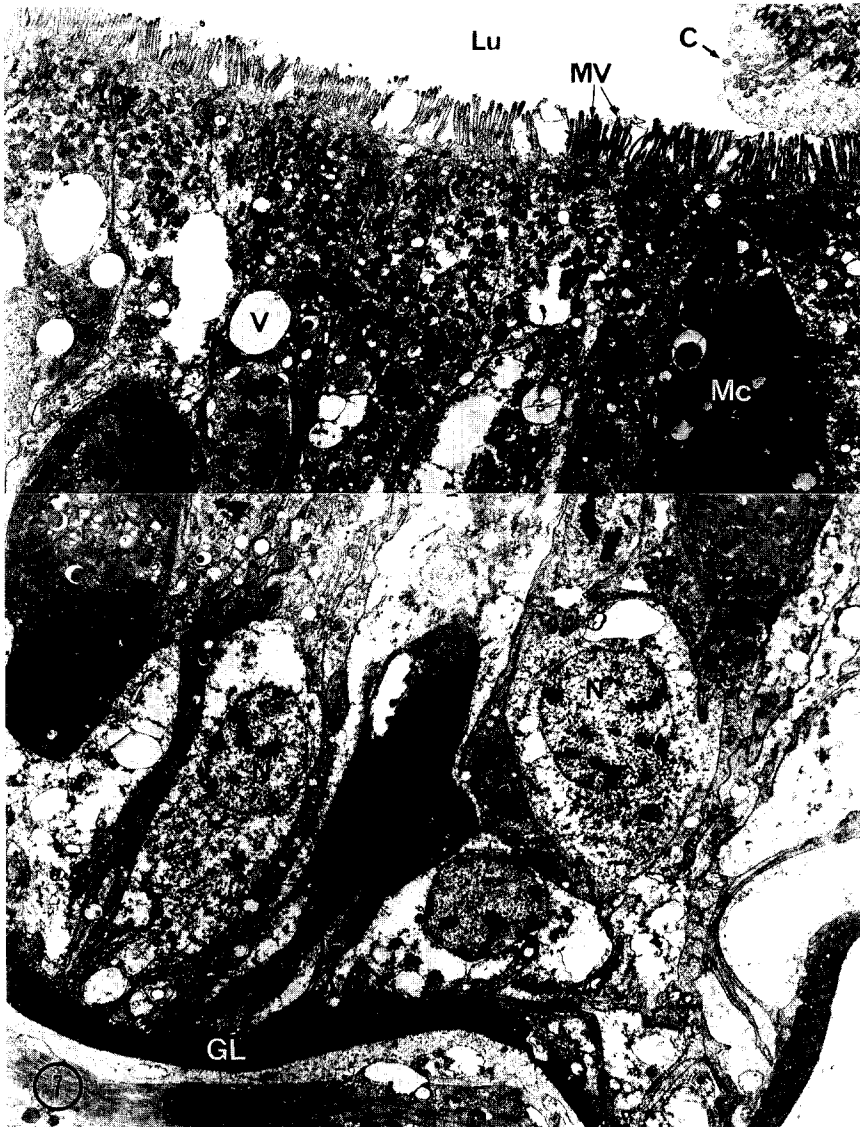


Fig. 7. Intestinal epithelium of *P. manchouricus* showing some columnar cells, ciliated columnar cells and mucus secreting cells.

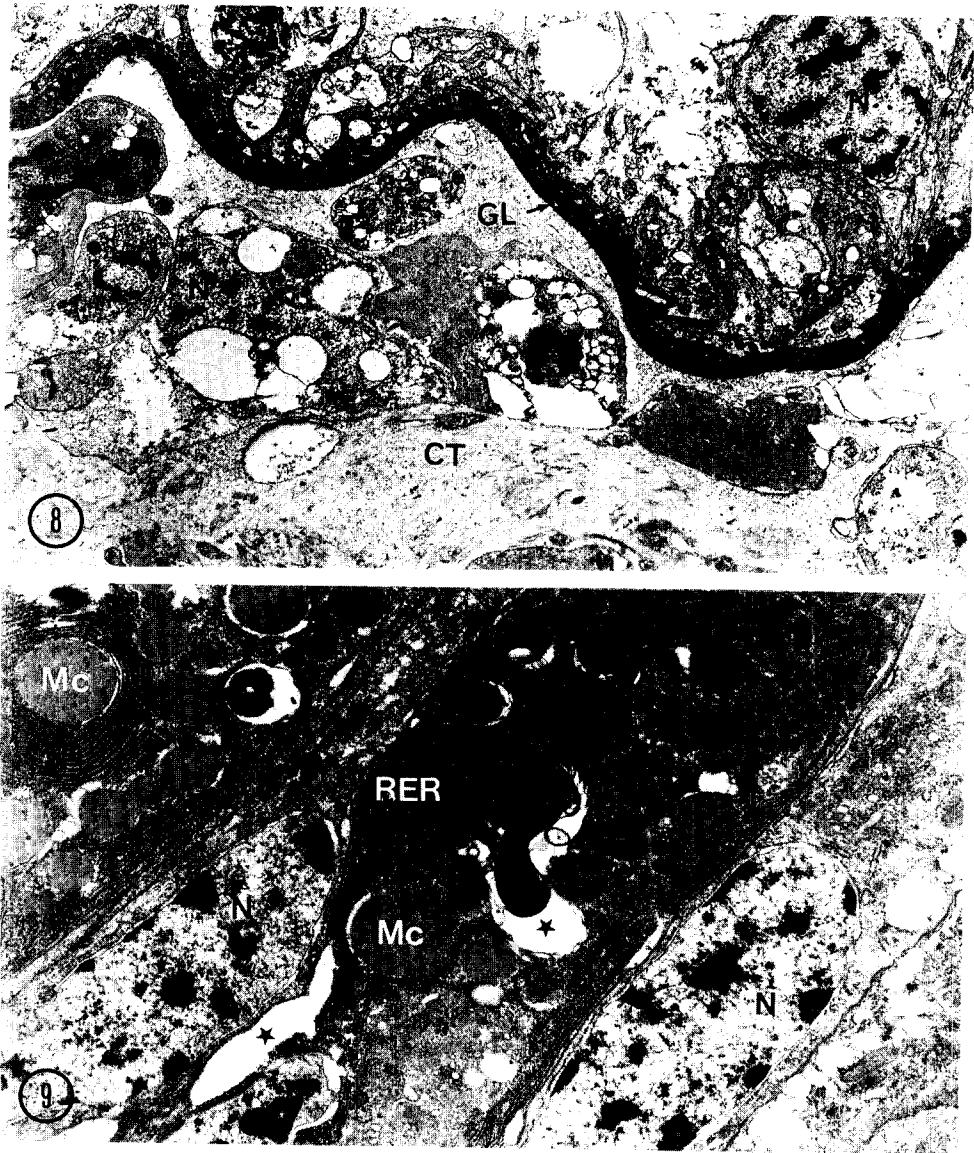
Lu-lumen; C-cilia; MV-microvilli; M-mitochondria; V-vacuole; Mc-mucous droplets; N-nucleus; GL-germinal layer; Mu-muscle. $\times 4,600$.

과립들을 가지고 있었으며 이 세포들은 세포질은 전반적으로 전자밀도가 타 세포들 보다 높게 나타났다 (Fig. 10-b, 12).

2) 소화선(Digestive Gland)

물달팽이의 소화선 역시 복분지관상선으로서 복잡하

게 분지한 소화선은 거대한 덩어리를 이루고 있다. 소화선의 상피는 크게 두 유형의 세포들로 구분되었는 바 이들은 원주세포와 원주섬모세포들이었다. 이들이 선강 또는 선도관에 연한 유리표면에는 모두 microvilli가 존재하였다(Fig. 13, 14). 상기의 두 유



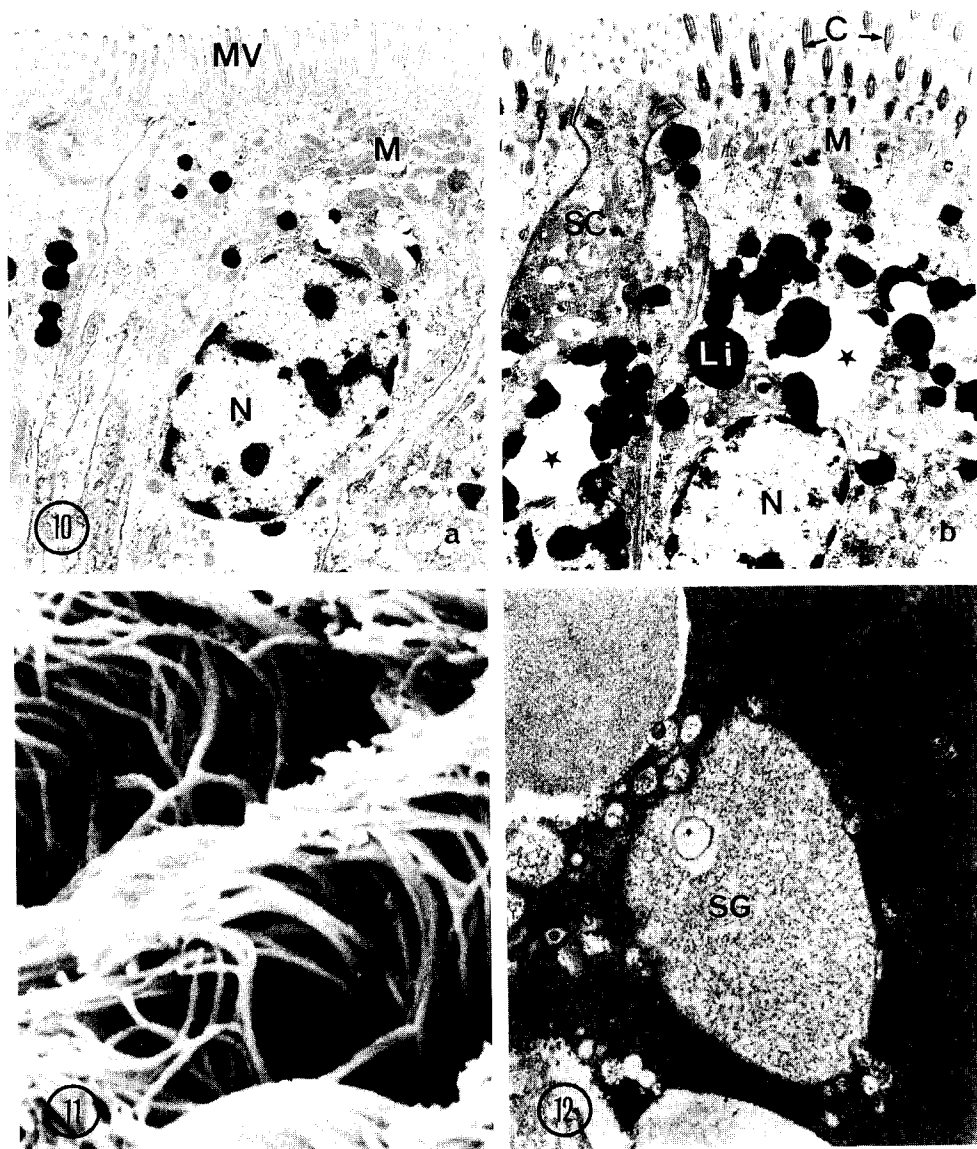
Figs. 8-9. Intestine of *Parafossarulus manchouricus*.

Fig. 8. Basal portion of the intestinal epithelium and the connective tissue(CT). The germinal layer (GL) shows high electron density. The connective tissue contains fibroblasts and muscles(Mu). N-nucleus of fibroblast. $\times 4,600$.

Fig. 9. A view showing two mucus secreting cells. The cells have well developed RER and many mucous granules in the cytoplasm. Mc-mucus; *-artifact. $\times 19,200$.

형 중 한 유형은 세포질의 전자밀도가 타 유형의 세포보다 상대적으로 높게 나타났고 세포질 내에는 많은 수의 mitochondria와 액포 또는 lysosomes이 관찰

되었다(Fig. 13, 14). 다른 한 유형의 세포는 세포질의 전자밀도가 낮았고 그 내에는 많은 glycogen particles과 RER 및 분비 과립들이 관찰되었다



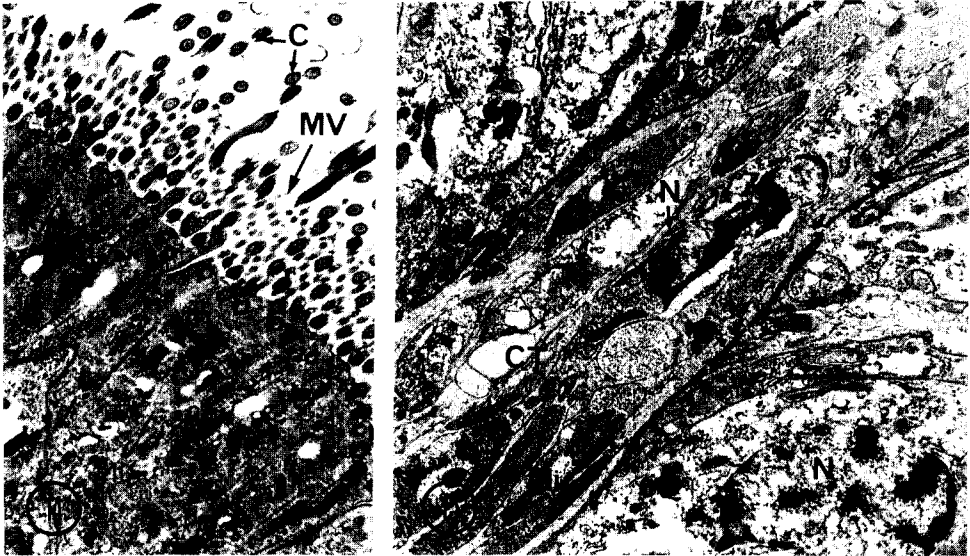
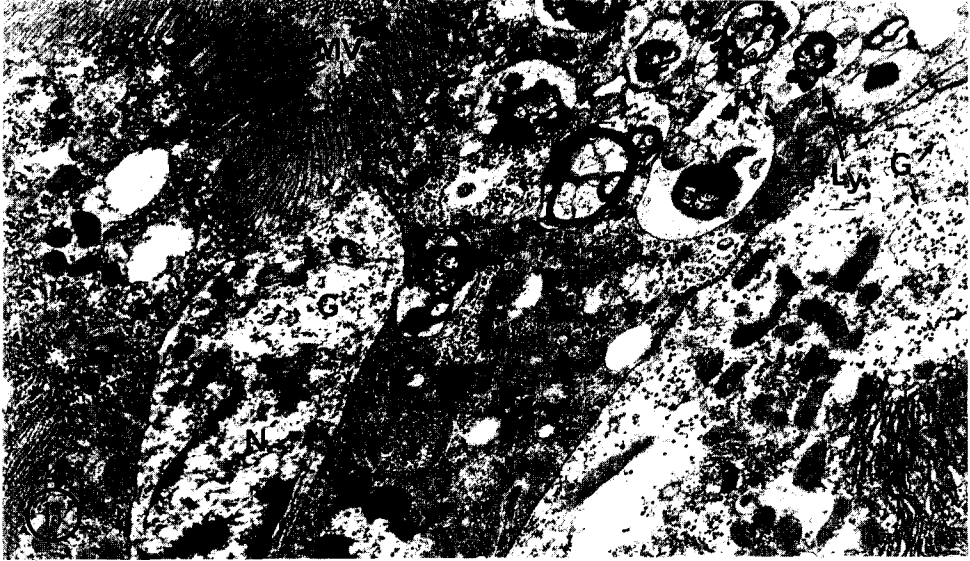
Figs. 10-12. Oesophagus of *Radix auricularia coreana*.

Fig. 10-a. Columnar cells of the oesophageal epithelium. The cells possess microvilli(MV) at the apical portions facing the lumen. Many mitochondria(M) are found in the upper cytoplasm. N-nucleus. $\times 6,400$.

Fig. 10-b. A view showing a ciliated columnar cell which contains many lipid droplets(Li) in the cytoplasm and an unciliated cell supposed to be a secretory cell(SC). C-cilia; M-mitochondria; N-nucleus; *-artifact. $\times 6,400$.

Fig. 11. Scanning electron microscopic view of the cilia protruded from the apical portions of ciliated columnar cells. $\times 14,000$.

Fig. 12. Mucus secreting cell with well developed RER and secretory granules(SC) not compacted yet. $\times 18,600$.



Figs. 13, 14. Digestive gland of *Radix auricularia coreana*.

Fig. 13. Glandular epithelium showing two types of cells. Each of the cells has a brush border on the luminal surface. One type of the cells supposed to be a digestive cell contains many lysosomes (Ly) and the another type of the cells contains rich glycogen particles(G), many mitochondria (M) and RER. $\times 9,200$.

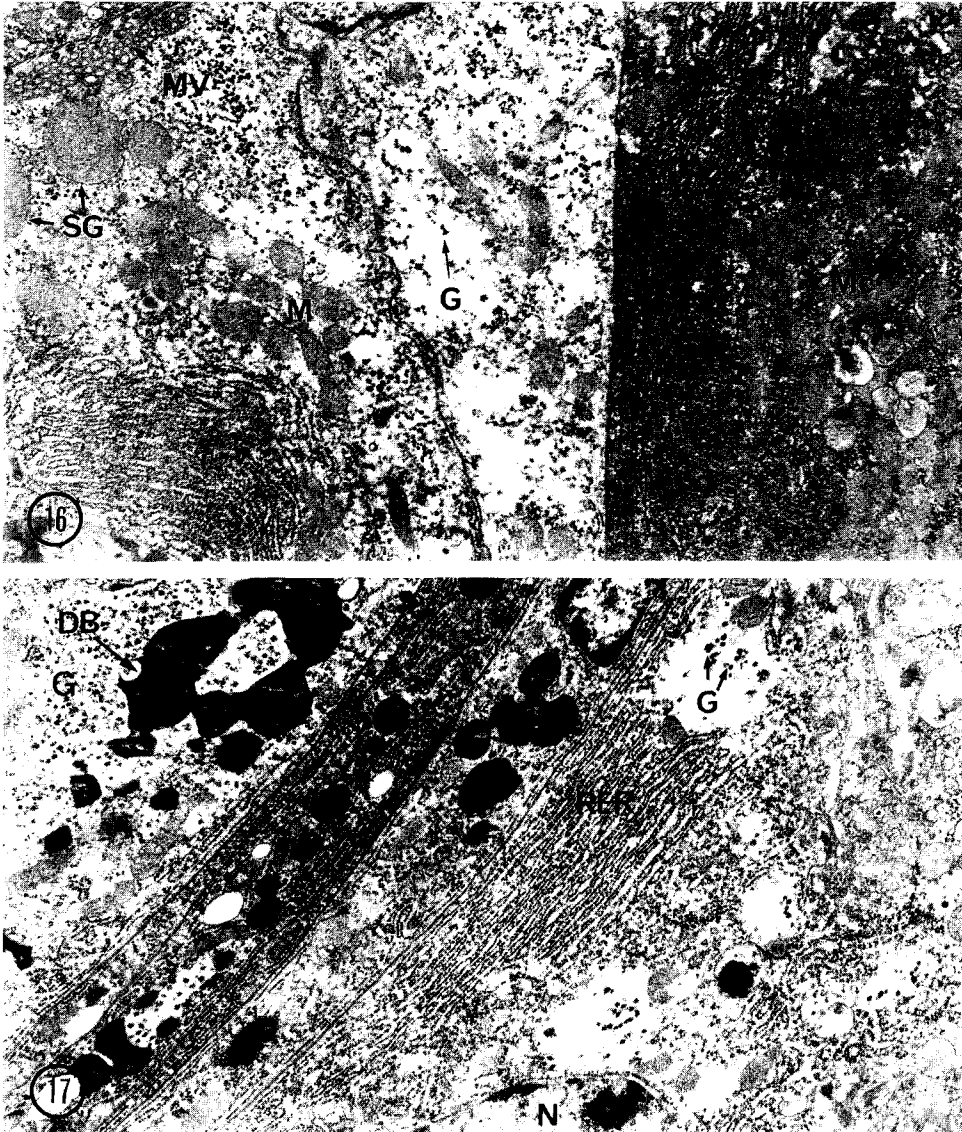
Fig. 14. Ciliated columnar cells also possess the microrilli(MV) on the luminal surface. M-mitochondria; *-artifact. $\times 9,200$.

Fig. 15. A view showing the inter-lobular connective tissue(CT) of the digestive gland. The connective tissue contains many muscle bundles(Mu). N-nucleus. $\times 6,400$.

(Fig. 13, 16, 17). 소화선엽간의 결합조직에는 근육다발과 핵 및 소성섬유들이 관찰되었다(Fig. 15).

3) 장(Intestine)

본 연구에서 관찰한 부위는 중장에 해당하는 부위였



Figs. 16, 17. Digestive gland of *Radix auricularia coreana*.

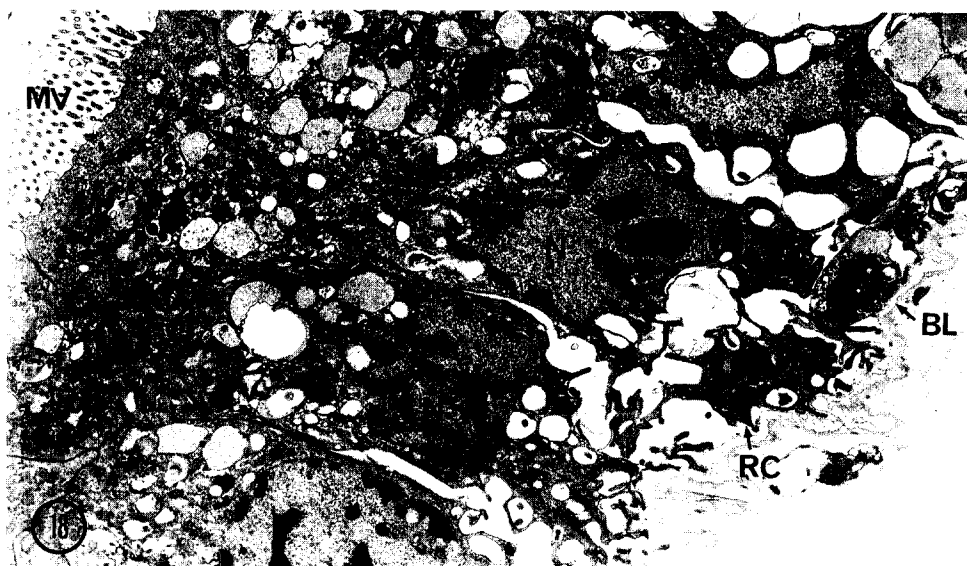
Fig. 16. Three cells of the glandular epithelium containing rich glycogen particles(G), well developed RER and many mucous droplets(Mc).

MV-microvilli; SG-secretory granules; M-mitochondria. $\times 12,200$.

Fig. 17. A view showing some cells of the glandular epithelium. Three of the cells contain crystal-like electron opaque bodies(DB) supposed to be ingested food particles by the absorptive cells.

G-glycogen particles; RER-rough surfaced endoplasmic reticulum; N-nucleus. $\times 12,200$.

다. 장 상피를 이루고 있는 세포들은 세 유형으로 구분할 수 있었던 바 이들은 원주세포, 원주 섬모세포 및 이들에 간간이 개재하는 과립을 지닌 세포들이었다.



Figs. 18, 19. Intestine of *Radix auricularia coreana*.

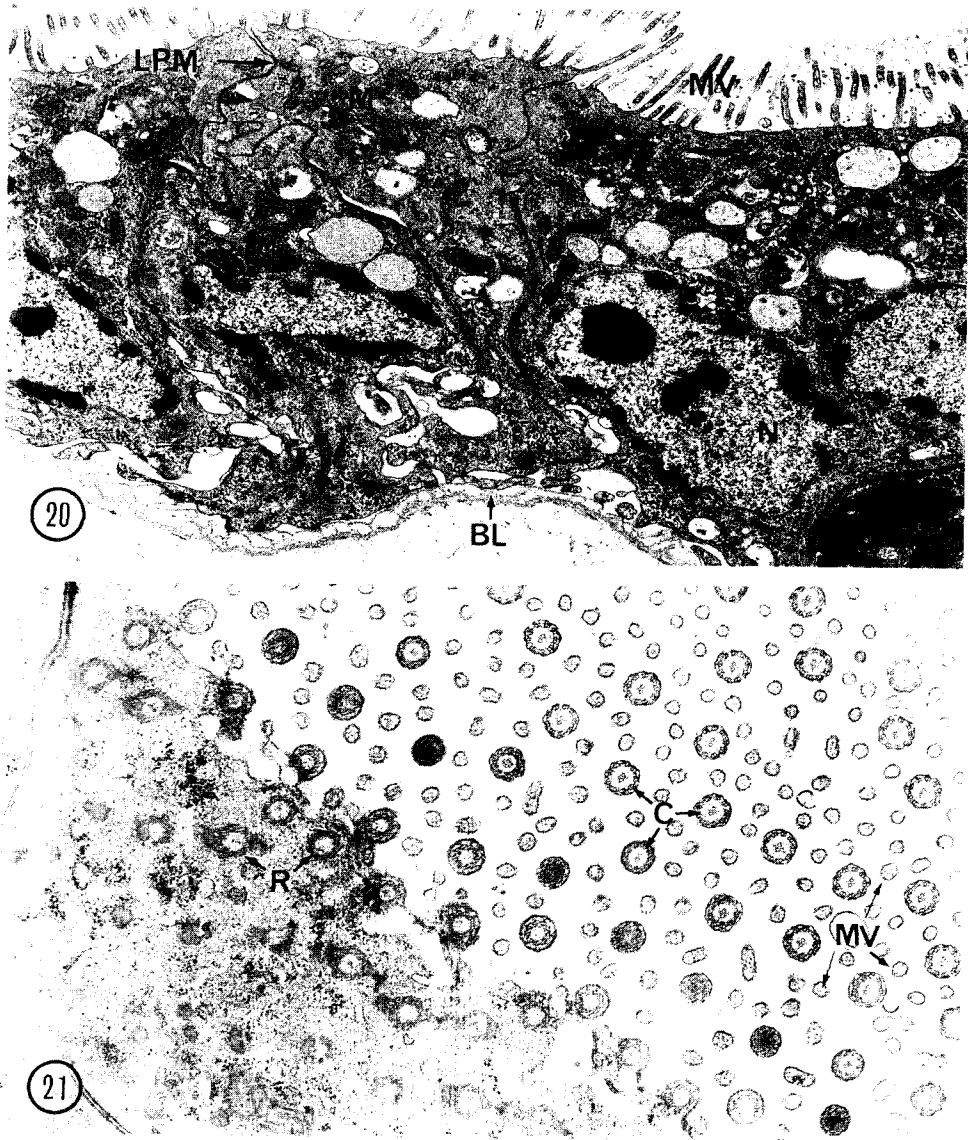
Fig. 18. Intestinal epithelium obliquely sectioned. The unciliated columnar cells have brush borders on the luminal surfaces. The basal protoplasmic membranes of the cells are deeply infolded into the cytoplasm and the lower part of the lateral protoplasmic membranes are separated from their neighbour membranes. The cells contain many granules or lysosome-like structures. Some regenerating cells (RC) are seen on the basal lamina (BL).

MV-microvilli; N-nucleus. $\times 6,500$.

Fig. 19. Intestinal epithelium with ciliated columnar cells. The cells are also covered with brush borders. C-cilia; MV-microvilli; N-nucleus; BL-basal lamina; CT-connective tissue. $\times 4,600$.

전자의 두 유형의 세포들은 세포질의 상부에 mitochondria가 많이 존재하고 액포, 과립 또는 lyso-

some들이 산만하게 분포되어 있었다(Fig. 18-20, 23, 24). 이 세포들의 핵들은 비교적 크며 여러 가지 모양



Figs. 20, 21. Intestine of *Radix auricularia coreana*.

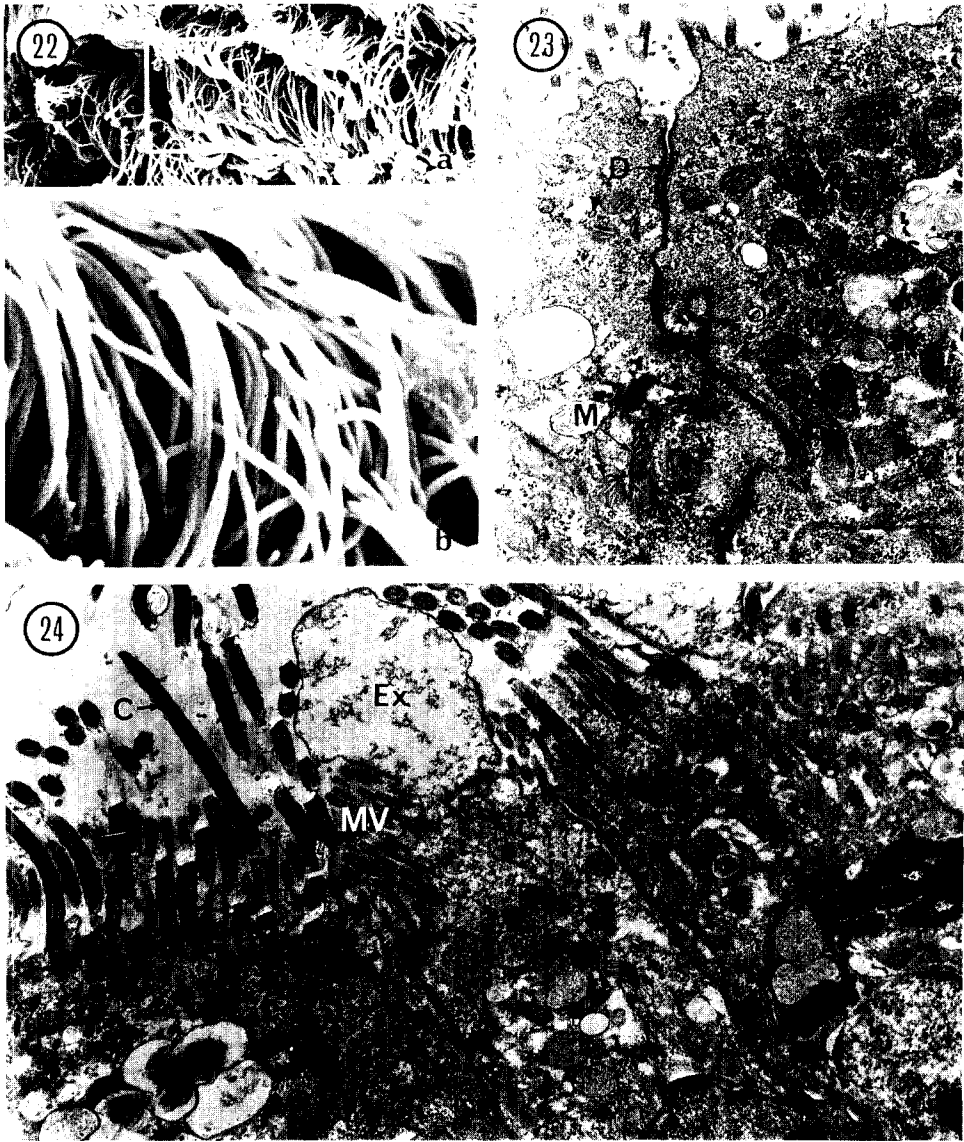
Fig. 20. Unciliated columnar cells of the intestinal epithelium with microvilli(MV) on the luminal surfaces. LPM-lateral protoplasmic membrane; M-mitochondria; BL-basal lamina; N-nucleus. $\times 9,200$.

Fig. 21. A cross sectioned view of cilia(C) and microvilli(MV) of a ciliated columnar cell. R-rootlets of the cilia. $\times 23,000$.

을 하고 기저막 쪽에 치우쳐 존재하였다(Fig. 18-20). 어떤 원주세포에서는 extrusion 상태의 모습도 관찰이 가능하였다(Fig. 24).

상피세포들이 기저막측 원형질막들은 세포질 내로

심하게 주름져 있어 기저막과 원형질막간의 결속 부위가 많지 않았고, 인접한 세포의 측면 원형질막 사이에도 기저막 쪽으로 갈수록 틈이 많이 나 있는 것이 관찰되었다(Fig. 18-20).



Figs. 22-24. Intestine of *Radix auricularia coreana*.

Fig. 22-a. Scanning electron microscopic view of the ciliated surface of intestine. $\times 1,500$.

Fig. 22-b. Enlarged view of a part of the squared part of Fig. 24-a. $\times 7,500$.

Fig. 23. Two neighbour cells showing a cell junction, desmosome(D). M-mitochondria. $\times 18,500$.

Fig. 24. Cells of intestinal epithelium. A cell is showing the extrusion(Ex) phase. C-cilia; MV-microvilli. $\times 12,200$.

또한 기저막 측에는 배종층이 있어서 재생되는 세포들이 많이 관찰되었다(Fig. 18, 19).

장점막의 상피하 결합조직은 소성의 섬유와 근육 및 세포들로 구성되어 있었다.

고 찰

본 연구에서 다른 2종의 담수복족류는 쇠우렁이

(*Parafossarulus manchouricus*)와 물달팽이(*Radix auricularia coreana*)이었다. 이들의 동정은 최우령이의 경우 兪(1989)의 방법을 따랐고, 물달팽이의 경우는 權(1990)에 의한 도감을 참고하였다.

이 두 복족류들의 소화기계는 buccal mass, 타액선, 식도, 위, 소화선, 장, 직장, 항문의 순서로 배열되어 있으며, 본 연구에서의 관찰 대상이 되었던 부위는 식도, 소화선 그리고 장이었다. 이 부위들은 흡충류들의 유생들이 패류의 소화기관에서 기생생활을 하면서 유생생식을 하는 동안 일시적으로 또는 장기적으로 거치는 곳으로 알려져 왔기 때문에 일차적으로 이 부위들의 구조와 흡충류의 유생간의 관계 등이 기생충학자들이나 패류학자들의 관심의 대상이 되어 왔다.

식도의 상피조직은 두 종에서 공히 원주세포와 원주섬모세포 그리고 이들 사이에 간간이 개재하거나 몇 개가 균을 이루어 존재하기도 하는 장타원형의 세포들로 이루어 졌는데 상기의 모든 세포들이 식도강에 연하는 유리표면에는 microvilli가 존재하여 brush border를 이루고 있었다. 또한 원주세포와 원주섬모세포의 포질에는 많은 수의 액포와 과립과 lipid droplets 및 lysosomes이 존재하였는 바 이는 식도 상피에서도 어느 정도의 흡수와 소화의 기능이 수행되고 있음을 의미한다고 할 수 있다. 이와 같은 개념은 Carriker(1946a, b)가 *Lymnaea stagnalis appressa* Say를 대상으로 한 연구에서와 Cook와 Radford(1988)가 *Theba pisana*를 대상으로 한 광학현미경적연구에서 언급한 것과 같다.

소화선은 모든 복족류에서 그러하듯이 복분기관상선으로 상당히 복잡한 선도관을 가지며 위와 연결을 가지는 소화기계의 중요한 부속기관이다.

최우령이와 물달팽이의 소화선 상피는 원주세포 또는 원주섬모세포로 구성되어 있었는 바 이 세포들은 공히 선도관의 내강에 연한 유리표면에 microvilli를 가지고 있어 brush border를 이루고 있었다. 선상피의 세포들은 기능상으로 보아 소화세포(digestive cell)와 분비 혹은 배설세포(secretory cell or excretory cell)로 구분할 수 있었는데, 소화세포들은 세포질 내에 많은 수의 액포와 과립 그리고 lysosomes을 가지고 있어 흡수와 소화작용에 활발히 참여하는 것으로 사료되었다. 분비 혹은 배설세포들은 세포질에 다량의 glycogen particles과 잘 발달된 조

면소포체(RER) 및 많은 점액성 분비과립들을 내포하고 있었다. 소화선을 이루고 있는 세포의 유형과 기능에 관하여 Owen(1956)은 Nuclidae(Lamellibranchia)의 소화선을 관찰한 후 선상피세포들은 한 개체 내에서 일정한 모습을 유지하고 있는 것이 아니라 분비 또는 배설환(secretory or excretory cycle)을 돌고 있는 것 같다고 하였는 바 본 연구에서도 이러한 추측을 하게 되었다.

Lufty와 Demian(1967)도 *Marisa cornuarietis* (Mesogastropoda)의 소화기계를 대상으로 한 조직학적 연구에서 소화선의 선상피를 이루고 있는 세포들을 두가지 유형 즉, 소화세포와 분비세포로 분류한 바 있다.

Graves 등(1979)은 *Alderia modesta*와 *Elysia chlorotica*(Opisthobranchia)의 소화선에 관한 전자현미경적 연구에서 소화세포와 배설세포로 한정지어 보고하였고, 또 *Elysia chlorotica* 소화선 상피세포질 내에는 염록체가 내재하는 세포가 있어 광합성으로 에너지를 얻기도 한다는 보고를 하였는 바 이러한 구조물은 본 연구의 대상이 되는 복족류의 소화선 상피세포에서는 없었다.

장의 상피는 원주세포와 원주섬모세포 및 점액분비세포로 구성되어 있었으며 이 세포들의 장강 내로 연한 세포표면에는 microvilli로 덮여 있어 흡수기능을 가지고 있는 세포들로 사료된다. 실제로 장상피를 이루는 원주, 또는 원주섬모 세포들의 세포질 상부에는 많은 수의 액포와 과립 및 lysosomes이 관찰되었다. 점액분비세포들의 분포는 타세포에 비하여 소수에 불과하였다.

Lufty와 Demian(1967)은 *Marisa cornuarietis* (Mesogastropoda)의, Roldan과 Garcia-Corrales (1988)는 *Theba pisana*(Pulmonata)의 소화기관을 대상으로 한 해부학적, 광학현미경적 연구에서 장을 pro(proximal)-intestine, mid-intestine, post (distal)-intestine으로 세분하여 관찰하여 상기한 세가지 유형의 장상피 세포들의 분포상태가 부위에 따라 다르다는 것을 보고한 바 있다. 분비 또는 흡수의 기능 중 그 부위의 주된 기능에 따라 세포들의 분포는 다를 것이다.

본 연구에서 관찰한 식도, 소화선 및 장의 상피를 관찰한 결과 가장 특이할 만한 일은 모든 도관에서 상

피세포들은 그들의 유리표면에 brush border를 가지고 있고, 또한 한결같이 원주섬모세포들을 가지고 있다는 사실이었다. 많은 연체동물의 소화기관계에 존재하는 도관의 상피세포들이 섬모를 가지고 있다는 사실은 해부학적 또는 광학현미경적 연구를 수행한 Carriker(1946a, b), Owen(1956), Morton(1960), Smith(1967), Lufty와 Demian(1967), Ponder(1970), Rudman(1972a, b), Roldan과 Garcia-Corrales(1988) 등은 섬모의 존재는 소화기관 내에서 이동 중인 먹이 또는 영양분의 이동을 돕기 위해서 일 것이라 피력하였고 본 연구에서도 원주세포와 섬모세포 사이에 세포내 소기관 및 함유물에서 별다른 차이점을 인지할 수 없었던 점을 감안하면 섬모세포들은 원주세포의 기능에 상기의 저자들이 언급한 기능이 추가되어 있는 것으로 사료된다.

요 약

한국의 담수에 광범위하게 서식하고 있으면서 역학적으로 중요한 역할을 하고 있는 두 종의 복족류 즉 쇠우렁이(*Parafossarulus manchouricus*)와 물달팽이(*Radix auricularia coreana*)의 소화기관 중에서 식도, 소화선 및 장에 대한 미세구조적 관찰을 시도하였다. 이 부위들은 간흡충(肝吸蟲, 간디스토마)과 간질(肝絨, 소간디스토마)의 유생들이 그들의 생활사 중 거처가는 곳으로 알려진 소화관들이어서 이후 흡충류의 유충들이 위의 소화관에 주는 영향을 연구하는데 필요한 기초자료를 얻고자 수행된 것이었다. 관찰해 본 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

식도의 상피조직은 두 종류에서 공히 원주세포와 원주섬모세포 및 점액분비 세포로 이루어져 있었다. 이 세포들이 식도강에 접하는 유리표면에는 microvilli가 존재하여 brush border를 이루고 있었다. 식도강 상피 내에서도 어느 정도의 흡수와 소화가 이루어지고 있음은 특이한 현상이라 하겠다.

소화선은 두 종에서 공히 복분지 관상선으로서 그 상피는 microvilli를 선장 또는 도관에 연한 유리표면에 가지고 있어 brush border를 이루고 있는 원주세포와 원주섬모세포로 구성되어 있었다. 이들 세포들의 내부 구조로 보아 소화세포와 배설세포로 구분할 수 있었다.

장의 상피는 원주세포와 원주섬모세포 그리고 점액분비세포로 구성되어 있었으며 이들도 장강에 연한 유리표면에는 brush border를 이루고 있었다. 흡수와 분비기능이 활발한 것으로 사료된다.

전반적으로 보아 본 연구에서 관찰한 두 복족류의 소화관은 모든 부위에서 세포의 유리표면에 microvilli를 가지고 있어 물질의 흡수기능을 가지고 있음을 시사해주고 있었고, 이들 세포 중에는 때로 밀집한 cilia를 가지고 있어 소화관 내의 액체물질이나 이에 내포된 미세입자들의 유동을 도와주고 있음을 추측할 수 있었다.

참 고 문 헌

- 權伍吉 (1990) 한국동식물도감. 제3권 동물편(연체동물 I), 분교부.
- 金載診 (1989) Bithyniidae과 貝類의 分類 및 形態學的 研究. 연세대학교 대학원 생물학과, 박사학위논문.
- 李周植 (1956) *Clonorchis sinensis*에 關한 生物學的 研究. (宿主別寄生狀況). 서울大論文集, 4輯 91.
- Bolognani-Fantin, A.M., Bolognani, L., Ottaviani, E. & Franchini, A. (1982) The digestive apparatus of *Murex brandaris* (L.) and *Trunculariopsis trunculus* (L.). *Zeitschrift für Zellforschung und mikroskopische Anatomie*, **96**(4): 561-582.
- Bowen, I.D. (1970) The fine structure localization of acid phosphate in the epithelial cells of the slug *Arion ater* L. *Protoplasma*, **70**: 247-260.
- Brown, S.C. (1969) The structure and function of the digestive system of the mud snail *Nassarius obsoletus* (Say). *Malacologia*, **9**: 447-500.
- Carriker, M.R. (1946a) 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. (1946b) Observations of the alimentary system of the snail *Lymnaea stagnalis appressa* Say. *Biological Bulletin of the Marine Biological Laboratory, Wood's Hole*, **91**(1): 88-111.
- Demian, E.S. and Michelson, E. (1971) Histochemistry of the epithelial mucins in the alimentary tract of the snail *Marisa comuarietis*. *Journal of Morphology*, **135**: 213-238.
- Ghose, K. (1963) The alimentary system of *Achatina fulica*. *Transactions of the American Micro-*

- scopical Society*, **82**: 149-167.
- Graves D.A., Gibson, M.A. and Bleakney, J.S. (1979) The digestive diverticula of *Alderia modesta* and *Elysia chlorotica*(Opisthobranchia: Sacoglossa)
- Lufty, R.G. and Demian E.S. (1967) The histology of the alimentary system of *Marisa cornuarietis* (Mesogastropoda: Ampullariidae). *Malacologia*, **5** (3): 375-422.
- Martoja, M. and Thiriot-Quievreux, C. (1975) Donnes histologiques sur l'appareil digestif et la digestion des Atlantidae(Prosobranchia: Heteropoda). *Malacologia*, **15**: 1-27.
- Morton, J.E. (1960) The functions of the gut in ciliary feeders. *Biol. Rev. Cambridge Philos. Soc.*, **35**: 92-140.
- Owen, G. (1956) Observations on the stomach and digestive diverticula of the Lamellibranchia. *Quarterly Journal of Microscopical Science*, **97**(4): 541-567.
- Ponder, W.F. (1970) The morphology of *Alcithoe arabica*(Gastropoda: Pulmonata). *Malacological Review*, **3**: 127-165.
- Rigby, J.E. (1963) Alimentary and reproductive systems of *Oxychilus cellarius* (Müller)(Stylomm.). *Proceedings of the Zoological Society of London*, **141**: 311-359.
- Roldan, C. and Garcia-Corrales, P. (1988) Anatomy and histology of the alimentary tract of the snail *Theba pisana*(Gastropoda: Pulmonata). *Malacologia*, **28**(1-2): 119-130.
- Rudman, W.B. (1972a) Structure and functioning of the gut in the *Bullomorpha*(Opisthobranchia), Part II. Acteonidae. *Journal of Natural History*, **6**: 311-324.
- Rudman, W.B. (1972b) Structure and functioning of the gut in the *Bullomorpha* (Opisthobranchia), Part 3. Philinidae. *Journal of Natural History*, **6**: 459-474.
- Sheridan, R., van Mol, J. & Bouillonm J. (1978) Etude morphologique du tube digestif de quelques Turridae (Mollusca, Gastropoda, Prosobranchia, Toxoglossa) de la region de Roscoff. *Cahiers de Biologie Marine*, **14**: 159-188.
- Smith, E.H. (1967) The neogastropod stomach, with notes on the digestive diverticula and intestine. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, **67**(2): 23-42.
- Walker, G. (1972) The digestive system of the slug *Agriolimax reticulatus* (Müller): experiments on phagocytosis and nutrient absorption. *Proceeding of the Malacological Society of London*, **40**: 33-43.
- Wu, S.K. (1965) Comparative functional studies of the digestive system of the muricid gastropods *Drupa ricina* and *Morula granulata*. *Malacologia*, **3**: 211-233.