

두토막눈썹참갯지렁이 (*Perinereis aibuhitensis*) 피부계의 미세구조

이정식 · 임현식*

여수대학교 어병학과, *목포대학교 해양자원학과

Fine Structure of the Integumentary Cuticle and Epidermis of *Perinereis aibuhitensis* (Polychaeta: Nereidae)

Jung Sick LEE and Hyun-Sig LIM*

Department of Fish Pathology, Yosu National University, Yosu 550-749, Korea

*Department of Marine Resources, Mokpo National University, Muan 534-729, Korea

Integumentary system of the polychaete, *Perinereis aibuhitensis* was consisted cuticular, epidermal and dermal layers. Excretory pores opened in cuticular layer, which is covered with epicuticular projections. The hemidesmosomes were observed between supporting cell and basal area of cuticular layer. The epidermal layer was consisted supporting cells and unicellular glands. Supporting cell was relatively larger than the other neighbouring cells, and the nucleus had one to two nucleolus. Cytoplasm of the supporting cell had well-developed intracellular organs such as tonofilaments, mitochondria, rough endoplasmic reticula, free ribosomes and pigment granules of electron dense. The gland cells were reacted with blue in AB-PAS, and classified into the three types such as α , β and γ from the transmission electron microscopic observation. Type α gland cell was ovoid and the cytoplasm had well-developed tonofilaments and membrane bounded secretory granules of 0.8~1.5 μm in diameter. Type β gland cell had a large vacuole and secretory granules of 0.5~0.8 μm , which scattered evenly in the cytoplasm. Type γ gland cell had well-developed endoplasmic reticulum, Golgi apparatus and secretory granules of 0.2~0.3 μm in diameter. The electron density of this granules was the highest among the granules.

Key words: *Perinereis aibuhitensis*, Integumentary system, Fine structure

서 론

갯지렁이류는 해양생태계에 있어서 다른 저서동물 및 어류의 주요한 먹이이다. 이들은 어느 정도 유기물로 오염되어 있는 연안 해역에 서식하므로 해양오염의 지표종으로도 이용되며, 섭식활동을 통하여 저질의 유기성분을 정화하기도 한다.

갯지렁이의 피부계는 다른 수서동물과 마찬가지로 외부환경과 생물체 사이의 울타리로서 환경조건의 변화에 대한 방어기작 등 여러 가지 기능을 수행하게 된다. 따라서 이들 피부계는 서식지의 환경변화 및 생식생태에 따라 다양한 변화를 보이게 될 것으로 판단된다. 하지만 이들의 피부계의 기본 구조 및 기능에 관한 연구는 *Nereis* (Dorsett and Hyde, 1970), *Sabella penicillum* (Kryvi, 1971), *Pomatoceros lamarkii* (Bubel, 1983)에 관한 보고를 들 수 있으나 매우 드문 편이며, 특히 두토막눈썹참갯지렁이 피부계의 미세구조와 서식환경의 변화 및 생식생태에 따른 피부계의 변화 양상에 관한 연구는 찾아보기 힘들다.

본 연구는 갯지렁이류의 한 종류인 두토막눈썹참갯지렁이, *Perinereis aibuhitensis* 피부계의 미세구조를 기재함으로써 생활환경 및 생리적 변화에 따른 피부계의 변화 양상에 관한 연구를 수행하는데 필요한 기초자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

본 연구의 조직표본 제작에 사용된 두토막눈썹참갯지렁이,

*Perinereis aibuhitensis*는 1999년 2월에 채집된 전장 12.8~14.3 cm, 체질 135~168개, 전중 0.82~1.25 g의 개체들이다. 채집 즉시 두부쪽으로 부터 15~20번째 체절을 절취하여 고정하였다.

광학현미경 조직표본은 파라핀절편법으로 두께 5~6 μm 의 횡단면으로 제작하였으며, Mayer's hematoxylin과 0.5% eosin (H-E)의 비교염색과 Mallory 삼중염색 그리고 alcian blue-periodic acid Schiff (AB-PAS) 반응을 실시하였다.

투과전자현미경 (TEM) 조직표본 제작은 절취한 피부조직을 0.1M phosphate buffer (pH 7.2)로 완충시킨 2.5% glutaraldehyde 용액으로 전 고정하였다. 그리고 1% osmium tetroxide (OsO_4)로 4 $^{\circ}\text{C}$ 에서 2시간 동안 후 고정하였다. 고정이 끝난 조직은 탈수하여 Epon 812에 포매하였다. 포매된 조직은 두께 0.5 μm 의 semithin section과 70 nm의 ultrathin section을 하였다. Ultrathin section은 uranylacetate와 lead citrate 용액으로 이중염색하여 투과전자현미경 (JEM-1200EXII, JEOL)으로 관찰하였다.

큐티클의 두께는 Table 1에 나타난 바와 같이 전장 6.1~16.0 cm의 총 119 개체를 대상으로 두부쪽으로 부터 15~17번째 체절을 횡단면의 조직표본을 제작하여 광학현미경하에서 등쪽 부분을 측정하였다.

결과 및 고찰

두토막눈썹참갯지렁이의 피부계는 바깥쪽으로 부터 큐티클층, 상피층, 진피층으로 구성된다 (Fig. 1, A).

Table 1. Cuticle thickness with total length of the polychaete, *Perinereis aibuhitensis*

Total length (cm)	Number of examined individuals	Average of cuticle thickness (μm)
15.1~16.0	12	11.25
14.1~15.0	12	12.50
13.1~14.0	15	9.75
12.1~13.0	10	10.75
11.1~12.0	9	11.25
10.1~11.0	12	9.17
9.1~10.0	17	9.63
8.1~9.0	11	11.77
7.1~8.0	9	9.72
6.1~7.0	12	10.50

일반적으로 환형동물 피부계의 가장 바깥쪽은 주로 collagen으로 구성된 큐티클층으로 이는 자기방어와 개체가 유연성 있는 운동을 수행할 수 있도록 고도로 분화된 구조물이다 (Murray et al., 1981). 이러한 큐티클층의 두께와 분화 정도는 개체의 크기에 비례하며, 운동형태와 환경요인과의 연관성이 있는 것으로 보고되고 있다 (Richards, 1978).

본 연구에서 전장 12.1~13.0 cm 개체의 큐티클층의 평균 두께는 10.75 μm ($n=10$)로 조사되었다. 하지만 큐티클층의 두께는 개체에 따라 다소 차이가 있었으며, 개체의 크기와 큐티클층의 두께 사이에는 연관관계가 없는 것으로 나타나 기존의 보고와는 다른 결과를 보였다 (Table 1).

본 연구에서 큐티클층은 AB-PAS에 붉은색으로 반응하였으며 (Fig. 1, B), 상피층의 분비세포에서 부터 체외로 연결된 외분비공 (excretory opening)이 관찰되었다. 그리고 큐티클층의 가장 바깥쪽에는 epicuticular projection이 발달되어 있었다 (Fig. 1, D).

다모류 큐티클층의 구성성분에 대해서는 *Neanthes diversicolor*, *Marphysa sanguinea*, *Lumbriconereis heteropoda* (Kimura, 1971)와 *Nereis virens* (Murray et al., 1981)에 대한 보고를 찾아 볼 수 있는데, 이들 결과에서 큐티클층은 주로 collagen fiber로 구성되었다는 공통된 견해를 보였다.

큐티클층의 외분비공은 *Lycastis terrestris*와 *Autolytus pictus* (Storch and Welsch, 1972a) 그리고 *Nereis virens* (Michel and DeVillez, 1980)에서 보고된 바 있으며, epicuticular projection은 *Lycastis terrestris*, *Dendronereides heteropoda*, *Nereis* sp. (Storch and Welsch, 1972b)와 *Allolobophora caliginosa*, *A. chlorotica*, *A. longa*, *Bimastos muldali*, *Dendrobaena subrubicunda*, *D. veneta* var. *hibernica*, *D. veneta* var. *zebra*, *Eisenia foetida*, *Lumbricus rubellus*, *L. terrestris*, *Octolasion lacteum* (Richards, 1974) 그리고 *Nereis virens* (Michel and DeVillez, 1980)에서 보고되었다.

Richards (1974)는 이러한 epicuticular projection은 점액물질을 체표에 유지시켜주는 기능을 할 것이라고 추측하였는데, 이러한 기능은 어류 가운데 *Monopterus cuchia* (Mittal et al., 1980)와

농어, *Lateolabrax japonicus* (Lee and Kim, 1999) 등의 피부계 상피층 표면세포에서 발달된 microridge의 기능과 유사한 것으로 판단된다. 따라서 갯지렁이류 피부계의 epicuticular projection은 어류 피부계의 microridge에 상응하는 구조로 생각할 수 있을 것이다.

두토막눈썹갯지렁이의 피부계 상피층에서는 지지세포 (supporting cell)와 선세포 (gland cell)들이 관찰되었다 (Fig. 1, C).

지지세포는 주로 원주형 또는 다소 불규칙한 형태이며, 이들 세포의 핵은 타원형으로 크고 뚜렷하며, 1~2개의 인을 가진다. 세포질에서는 잘 발달된 다수의 조면소포체를 비롯하여 유리 리보솜과 막을 가진 전자밀도가 아주 높은 소수의 색소과립들과 당김세사 (tonofilament)의 묶음들이 관찰되었다 (Fig. 2, A).

지지세포와 인접한 세포들 사이에는 접착반 (desmosome)이 발달되어 있었다 (Fig. 1, D). 그리고 큐티클층의 기저부와 지지세포 사이에서는 반접착반 (hemidesmosome)이 관찰되었는데, 반접착반이 형성되어 있는 지지세포의 세포질 상부에서는 잘 발달된 다수의 미토콘드리아들을 관찰할 수 있었다 (Fig. 1, E).

일반적으로 환형동물 피부의 상피층을 구성하는 세포들은 종에 따라 다소 다르게 보고되고 있는데, *Eisenia foetida* (Burke, 1974)에서는 원주세포 (columnar cell), 기저세포 (basal cell), 선세포 (gland cell) 등이 보고되었다. 이 가운데 원주세포는 두토막눈썹갯지렁이의 지지세포와 구조적 특징이 유사한 것으로 기술되고 있다.

일반적으로 환형동물의 피부계를 구성하는 상피층 지지세포들의 미세구조 가운데 특이할만한 점은 세포질에 미토콘드리아와 당김세사를 많이 가진다는 것이다. Richards (1977)는 환형동물 가운데 육상에 서식하는 종보다는 수중에서 서식하는 종들의 상피층 지지세포들이 더 많은 미토콘드리아를 가지는데, 그 이유는 후자의 경우가 더 심한 환경의 변화에 대응함으로써 세포에서 더 많은 에너지를 요구하기 때문이라고 하였다. 그리고 당김세사는 세포의 골격과 장력을 유지한다는 측면으로 볼 때 이들의 운동성과 관련 지을 수 있을 것이다.

환형동물의 피부계 상피층에서 관찰되는 선 (gland)은 단세포선으로 이들 세포의 종류는 매우 다양하게 보고되고 있는데, *Aeolosoma bengalense* (Postward, 1971)와 *Nereis virens* (Michel and DeVillez, 1980)의 경우에는 두 종류가 보고되었으며, *Anaitides mucosa* (Hausmann, 1982)의 경우에는 여섯 종류의 선세포들이 보고되었다.

본 연구에서 두토막눈썹갯지렁이의 상피층에서 관찰되는 선은 단세포선의 형태였으며, 이들 선세포는 AB-PAS 반응 결과 모두 청색으로 반응하여 세포질에 산성점액을 함유하는 것으로 나타났다. 이들 세포는 투과전자현미경 관찰 결과 α , β , γ 의 세 가지로 구분할 수 있었다.

첫 번째 형태인 α type은 난형의 세포로서 뚜렷한 핵을 가지며, 핵은 한 쪽으로 치우쳐 있으며, 핵막주변을 따라 이질염색질이 분포하였다. 핵의 반대쪽 세포질에는 직경 0.8~11.5 μm 크기의 여러 개의 분비과립들이 하나의 막에 싸여 밀집되어 있었다. 세포질에서는 전자밀도가 높고 잘 발달된 당김세사 다발들과 유리 리보소

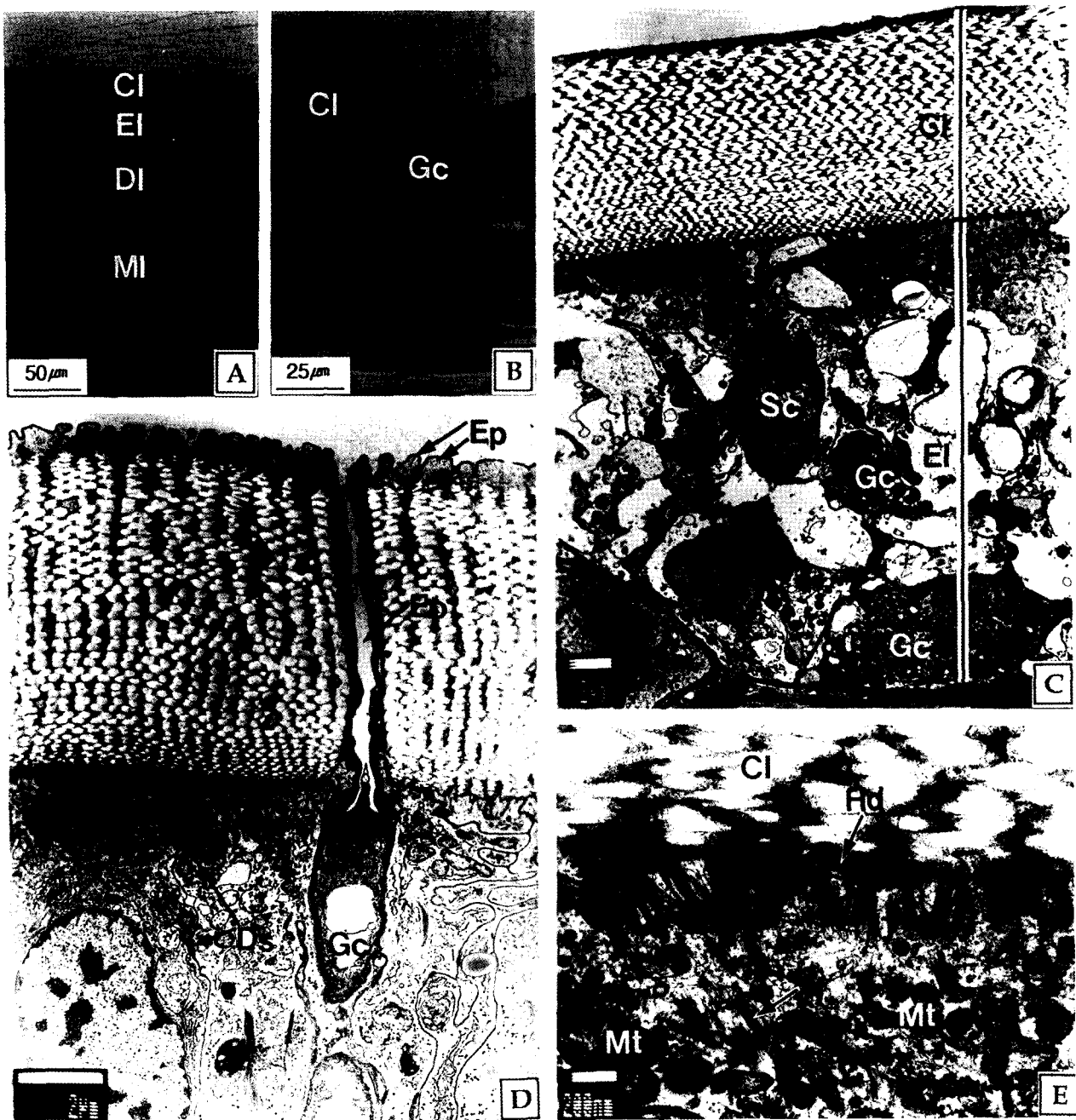


Fig. 1. Ultrastructure of the integumentary system of the polychaete, *Perinereis aibuhitensis*. A: Semithin section showing the integument consists of cuticular, epidermal and dermal layer. B: Section of AB-PAS showing the cuticular layer of red and gland cells of blue. C: Cross section of cuticular and epidermal layer. Epidermal layer consists of supporting cells and gland cells. D: Excretory opening of cuticular layer. E: Hemidesmosomes between cuticular and epidermal layer. Cl: cuticular layer, D: dermal layer, Ds: desmosomes, El: epidermal layer, Eo: excretory opening, Ep: epicuticular projections, Gc: gland cell, Hd: hemidesmosomes, Ml: muscular layer, Mt: mitochondria, Sc: supporting cell, Tf: tonofilament.

체를 관찰할 수 있었다 (Fig. 2, B).

두 번째 형태인 β type은 세포의 형태가 불규칙하였다. 세포질에서는 커다란 공포가 관찰되었으며, 전자밀도가 다양하며, 막을 가진 직경 $0.5\sim 0.8 \mu\text{m}$ 크기의 분비과립들이 전체적으로 분포하

였다 (Fig. 2, C).

세 번째 형태인 γ type은 β type과 마찬가지로 세포의 형태가 불규칙하였다. 세포질에는 세포소기관 가운데 조면소포체와 활면소포체의 발달이 현저하였으며, 막을 가지지 않는 직경 $0.2\sim 0.3$

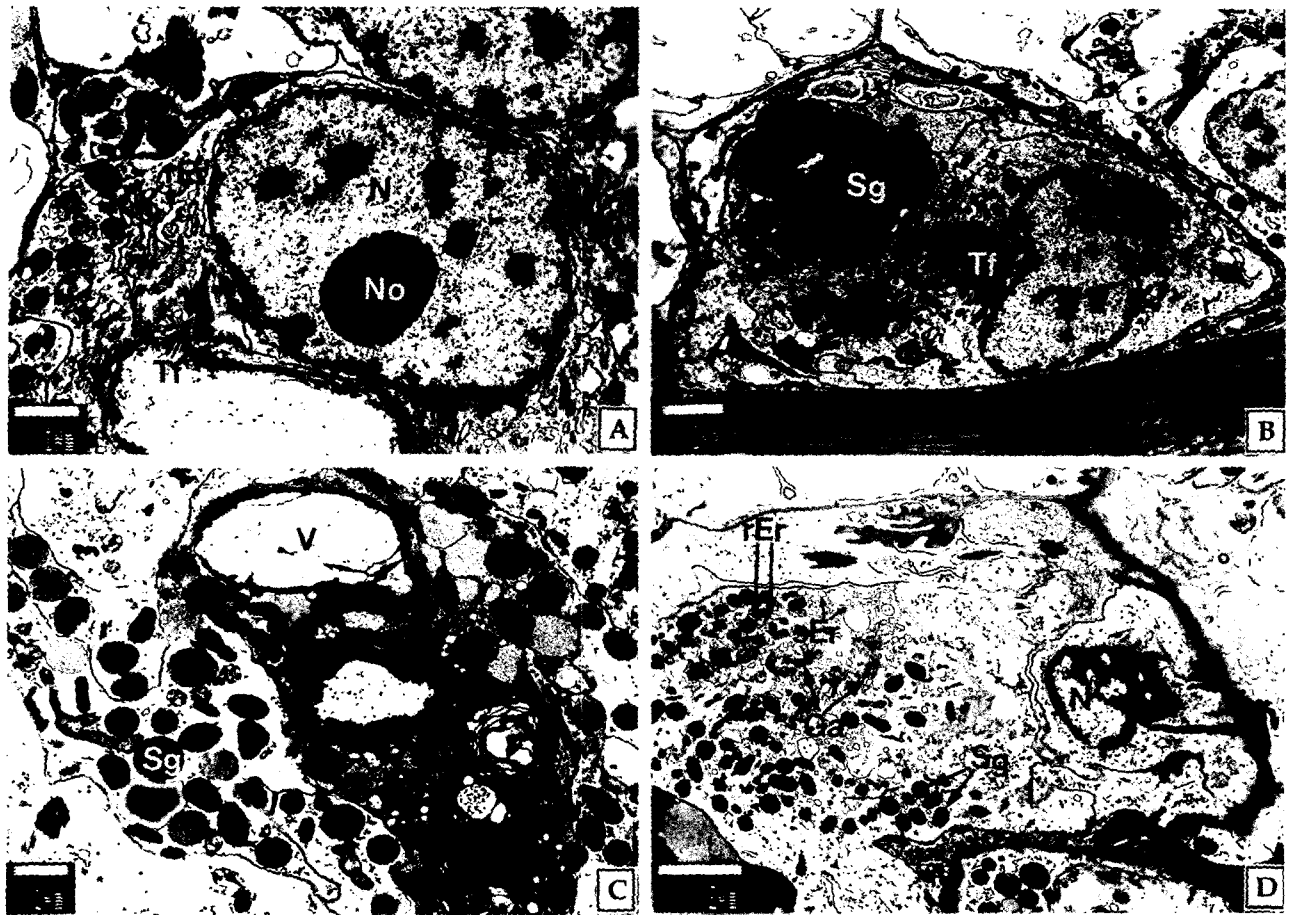


Fig. 2. Ultrastructure of the integumentary epidermal cells of the polychaete, *Perinereis aibuhitensis*. A: Supporting cell of epidermal layer. Note the well-developed rough endoplasmic reticulum and tonofilament. B: Gland cell of α type in epidermal layer. Note the membrane bounded large secretory granules and well-developed tonofilament. C: Gland cell of β type in epidermal layer. Note the large vacuole. D: Gland cell of γ type in epidermal layer. Note the well-developed smooth endoplasmic reticulum and secretory granules of high electron density. Ga: Golgi apparatus, N: nucleus, No: nucleolus, rEr: rough endoplasmic reticulum, sEr: smooth endoplasmic reticulum, Sg: secretory granules, Tf: tonofilament, V: vacuole.

μm 크기의 분비과립들이 산재하는데, 이들 분비과립은 세 종류의 선세포의 분비과립 가운데 전자밀도가 가장 높았다 (Fig. 2, D).

다모류의 피부계 선세포에서 분비되는 물질의 종류는 다양한데, Dorsett and Hyde (1970)는 *Nereis*의 경우 분비물질 가운데 단백질성 분비물질은 페로몬 기능을 가질 것이라고 보고했다.

이러한 사실을 본 연구와 연관시켜 볼 때 두토막눈썹참갯지렁이의 피부계 선세포 가운데 γ type의 세포는 현저히 발달된 조면소포체와 활면소포체를 함유하며, 분비과립도 전자밀도가 높은 단백질성으로 생각되는 점은 페로몬 분비기능을 추측케 한다. 하지만 본 연구에서는 이러한 세포들의 분비물질의 분석에 대한 자료가 없으므로 이들 세포의 페로몬 분비기능은 단언할 수 없다. 따라서 이들 세포의 기능을 정확히 파악하기 위해서는 두토막눈썹참갯지렁이의 생식생태와 함께 이들 물질의 분석에 대한 연구가 필요하리라 본다.

요 약

두토막눈썹참갯지렁이의 피부계는 바깥쪽으로 부터 큐티클층, 상피층, 진피층으로 구성된다. 큐티클층은 외분비공을 가지며, 표면은 epicuticular projections로 덮여있다. 큐티클층과 상피층의 지지세포 사이에서는 반점착반이 관찰된다. 상피층에서는 지지세포와 선세포들이 관찰된다. 지지세포는 불규칙한 형태이며, 이들 세포의 핵은 뚜렷하고 크며, 1~2개의 인을 가진다. 세포질에서는 잘 발달된 당김세사와 다수의 미토콘드리아, 조면소포체, 유리리보솜 그리고 전자밀도가 아주 높은 소수의 색소과립들이 관찰된다. 선세포는 AB-PAS에 청색으로 반응하였으며, 투과전자현미경 관찰 결과 α , β , γ 의 세 종류로 구분할 수 있다. 첫 번째 종류인 α type은 난형으로 뚜렷한 핵을 가지며, 세포질에서는 잘 발달된 당김세사와 막으로 싸인 직경 $0.8\sim 1.5 \mu\text{m}$ 크기의 분비과립들이 세포질 한

쪽에 밀집되어 있는 것을 관찰할 수 있다. 두 번째 종류인 β type은 세포의 형태가 불규칙하며, 커다란 공포를 가지며, 직경 $0.5\sim 0.8\ \mu\text{m}$ 크기의 분비과립들이 세포질 전체에 분포한다. 세 번째 종류인 γ type은 세포의 형태가 불규칙하며, 잘 발달된 소포체와 골지체 그리고 직경 $0.2\sim 0.3\ \mu\text{m}$ 크기의 분비과립을 가지며, 이들의 전자 밀도는 선세포들의 분비과립 가운데 가장 높다.

감사의 글

이 연구는 여수대학교 교내 학술연구지원으로 수행된 것으로 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- Bubel, A. 1983. A transmission and scanning electron microscopy study of the cuticle and epidermis of *Pomatoceros lamarkii* (Polychaeta, Serpulidae). *Trans. Zool. Sci.*, 36, 217~268.
- Burke, J.M. 1974. An ultrastructural analysis of the cuticle epidermis and esophageal epithelium of *Eisenia foetida* (Oligochaeta). *J. Morphol.*, 142, 301~320.
- Dorsett, D.A. and R. Hyde. 1970. The epidermal glands of *Nereis*. *Z. Zellforsch.*, 110, 219~230.
- Hausmann, K. 1982. Elektronenmikroskopische untersuchungen an *Anaitides mucosa* (Annelida, Polichaeta). *Cuticula and cilien, Schleimzellen und Schleimextrusion*. *Helgol. Wiss. Meeresun.*, 35, 79~96.
- Kimura, S. 1971. Studies on marine invertebrate collagens-III. Characterization of cuticle collagens in annelids. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 37, 419~431.
- Kryvi, H. 1971. Histology and histochemistry of the mucous glands of *Sabella penicillum* L. (Annelida, Polychaeta). *Norw. J. Zool.*, 19, 37~44.
- Lee, J.S. and J.W. Kim. 1999. Fine structure of the integumentary supporting cell and gland cell of the sea bass, *Lateolabrax japonicus* (Teleostei: Moronidae). *Korean J. Electron Microscopy*, 29, 417~426.
- Michel, C. and E.J. DeVillez. 1980. Cuticle and mucous glands in the esophagus of an annelid *Nereis virens*. *Tissue Cell*, 12, 673~684.
- Mittal, A.K., M. Whitear and S.K. Agarwal. 1980. Fine structure and histochemistry of the epidermis of the fish, *Monopterusuchia*. *J. Zool.*, 191, 107~125.
- Murray, L.W., M.L. Tanzer and P. Cooke. 1981. Nereis cuticle collagen: Relationship of fiber ultrastructure to biochemical and biophysical properties. *J. Ultrastruct. Res.*, 76, 27~45.
- Postward, H.E. 1971. A fine structural analysis of the epidermis and cuticle of the oligochaete *Aeolosoma bengalense* Stephenson. *J. Morphol.*, 135, 185~212.
- Richards, K.S. 1974. The ultrastructure of the cuticle of some British lumbricids (Annelida). *J. Zool.*, 172, 303~316.
- Richards, K.S. 1977. Structure and function in the oligochaete epidermis (Annelida). *Symp. Zool. Soc., London*, 39, 171~193.
- Richards, K.S. 1978. Epidermis and cuticle. pp 33~61. In Mill, P.J. (ed). *Physiology of annelids*, Academic Press, London.
- Storch, V. and U. Welsch. 1972a. The ultrastructure of epidermal mucous cells in marine invertebrates (Nemertini, Polychaeta, Prosobranchia, Opisthobranchia). *Mar. Biol.*, 13, 167~175.
- Storch, V. and U. Welsch. 1972b. Ultrastructure and histochemistry of the integument of air-breathing polychaetes from mangrove swamps of Sumatra. *Mar. Biol.*, 17, 137~144.

2000년 3월 7일 접수

2000년 5월 20일 수리