

# 물두꺼비(*Bufo stejnegeri* Schmidt) 皮膚 顆粒腺의 微細構造 및 分泌顆粒 形成에 關한 研究

文明珍 · 都錦鈴 · 金昌煥 · 金宇甲

高麗大學校 理科學 生物學科

물두꺼비(*Bufo stejnegeri* Schmidt) 皮膚 顆粒腺의 微細構造 및 分泌顆粒의 形成過程을 光學 및 電子顯微鏡으로 관찰하였다.

顆粒腺은 腺腔이 眞皮에 있고 腺分泌管이 表皮와 연결되어 체외로 開口된 單泡狀腺으로서 외부의 筋上皮細胞層과 내부의 腺上皮細胞層 이외에 세포연접장치가 잘 발달된 다른 한 種類의 세포접단이 분비관 근처에 분포하고 있었다.

腺上皮細胞는 세포간의 경계가 없는 多核性 單細胞의 형태로 관찰되었으며, 細胞質내에는 部分分泌에 의해 체외로 방출되는 2종류의 顆粒性 分泌物들이 치밀하게 집적되어 있었다. 한편의 限界膜에 의해 둘러싸인 이 顆粒들은 선상피세포의 基底부에 분포하는 滑面小胞體로부터 起源하며 形成段階에 따라 4種의 顆粒型이 구분되었다.

**KEY WORDS:** Cutaneous granular glands, Water toad

일반적으로 兩棲類의 皮膚腺은 粘液腺(mucous gland)과 顆粒腺(granular gland)으로 이루어져 있다(Noble, 1931; Noble and Noble, 1944). 粘液腺은 피부의 수분조절 및 호흡의 기능을 수행하며, 漿液腺(serous gland) 또는 毒腺(poison gland)이라고도 불리우는 顆粒腺은 毒性을 가진 酸好性의 과립성물질을 분비하여 捕食者에 대한 방어기능을 가지고 있다(Noble, 1931; Friedman *et al.*, 1967; Bordie, 1968; Dapson, 1970; Lutz, 1971).

Fuhrman(1967)은 도롱뇽(*Taricha torosa*)의 과립선에서 분비되는 毒素은 tetrodotoxin으로서 분자구조내에 guanidium group을 가지기 때문에 毒性을 나타낸다고 하였고, House(1970), Lillywhite(1971), Dapson 등(1973)은 과립선에서 분비되는 물질의 주성분이 Catecholamine임을 보고한 바 있으며, Benson과 Hadley(1969), Watlington과 Huf(1971) 등은 exogenous catecholamine이 분비물의 생성과 방출비율을 조절하여 이온함량을 증가시킴으로써 피부 분비물에 영향을 끼친다고 하였다.

또한 성숙된 顆粒分泌物는 대부분

5-HT(5-hydroxy tryptamine)을 함유하고 있으며(Pearse, 1961; Vanable, 1964; Kramer, 1970) 주로 adrenalin이나 神經의 자극에 의해 분비되는 것으로 알려져 있다(Dockray and Hopkins, 1975).

양서류 皮膚腺에 관한 연구는 Noble과 Noble(1944), Dapson(1970), Le Quang Trong(1975), Bueno 등(1981)에 의하여 組織學的 및 組織化學的인 면이 다루어진 바 있으며 Licht(1967), Albuquerque 등(1971), Hoffman과 Dent(1977, 1978) 등에 의해 皮膚 分泌物의 生理學的 및 藥理學的인 연구가 수행되었다. 形態學的인 연구는 Bovbjerg(1963), Voute(1963), Suzuki 등(1985)에 의해 양서류 粘液腺 및 顆粒腺의 광학 및 전자현미경적 구조가 밝혀진 바 있으며, 조 등(1972), 김(1973), 박(1974, 1975) 및 김 등(1978, 1979, 1980)에 의하여 국내 서식종을 대상으로 피부선의 조직화학적 및 미세구조적인 면 등이 다루어졌다.

양서류 피부선에 관해 이처럼 많은 연구가 행하여 졌으나 물두꺼비(*Bufo stejnegeri* Schmidt)에 대한 연구는 현재까지 이루어진 바 없다. 따라

서 본 연구는 연중 水中에서 생활하는 물두꺼비 皮膚 顆粒腺의 微細構造를 관찰하고 그 결과를 이미 보고된 다른 양서류의 것과 비교 고찰하였으며, 나아가 分泌顆粒들의 形成過程과 세포질 내 세포소기관들과의 상관관계 및 分泌物質의 배출방식을 形態의인 측면에서 論議하였다.

## 材料 및 方法

경기도 가평군 명지산 일대에서 채집한 물두꺼비(*Bufo stejnegeri* Schmidt) 성체를 室溫(18°C)에서 5일간 餓은 처리한 후 材料로 사용하였다.

背皮 및 腹皮의 일정부위를 0.64% 생리적 식염용액 내에서 切開하여 2.5% paraformaldehyde-glutaraldehyde(4°C, pH 7.2, Sorensen's phosphate buffer)와 1% OsO<sub>4</sub>(4°C, pH 7.2, Sorensen's phosphate buffer)로 각각 2시간씩 前·後 固定한 뒤, ethanol농도 상승순으로 脫水하였으며 propylene oxide로 치환하여 Epon-Araldite mixture에 包埋하였다.

包埋된 조직은 LKB ultramicrotome으로 超薄切片을 제작하여 copper grid에 부착시킨 다음 uranyl acetate와 lead citrate에 二重 染色하여 JEM 100CX-II型 電子顯微鏡으로 80kV에서 관찰하였다. 光學顯微鏡 시료는 Epon-Araldite mixture에 包埋된 것을 semi-thin section하여 1% toluidine blue(1% borax) 및 methylen blue로 염색하여 관찰하였다.

## 結 果

물두꺼비 皮膚의 顆粒腺은 球形의 腺腔(gland cavity)과 腺分泌管(gland duct)으로 이루어진 單泡狀腺(simple alveolar gland)으로서 평균적인 크기는 背·腹皮에서 공히 직경 150 $\mu$ m 정도로 粘液腺(50 $\mu$ m)에 비해 잘 발달된 腺腔을 가지고 있었다. 선강은 球形의 分泌顆粒들을 함유한 내부의 腺上皮細胞(glandular epithelial cell)層과 이를 둘러싸고 있는 외부의 筋上皮細胞(myoepithelial cell)層, 그리고 分泌管 주위의

일정부위에 분포하는 또 한종류의 세포층으로 이루어져 있었다(Fig. 1).

근상피세포는 긴 방추형의 세포로서 세포질내에 纖維性物質이 치밀하게 집적되어 선상피세포에 비해 電子密度가 높게 나타났으며, 眞皮의 筋肉組織과 접한 遊離面에서는 hemidesmosome이 형성되어 있었다(Fig. 2). 인접한 근상피세포들 사이는 desmosome에 의해 연결되어 있었고 근상피세포와 내부의 선상피세포들 사이에는 잘 발달된 細胞間隙(intercellular space)이 존재하였으며(Fig. 3), 근상피세포의 原形質膜 주변에서는 직경 0.05 $\mu$ m 정도의 작은 vesicle들이 분포되어 있었다(Fig. 4). 세포간극내에는 선상피세포의 基底膜으로부터 형성된 微細絨毛(microvilli)들이 근상피세포의 vesicle쪽을 향해 돌출되어 있었다(Fig. 5).

선상피세포는 외부의 근상피세포와 desmosome에 의해 연결되어 있고 세포질내에 分泌顆粒들이 집적되어 있는 분비성세포로서 核은 基底部를 따라서 분포하고 있었다. 인접한 선상피세포들과의 세포경계가 존재하지 않고 內腔도 형성하고 있지 않아서 전체가 多核性單細胞의 형태로 관찰되었다(Fig. 6).

선상피세포의 核은 核膜의 함입이 심하고 불규칙한 형태를 하고 있으며, 異質染色質은 核膜의 주위에 분포되어 있었다(Fig. 7). 기저부의 핵 주변 세포질내에는 분비과립의 형성과 관련된 滑面小胞體(smooth ER) 및 mitochondria 등이 산재되어 있는데(Fig. 8), mitochondria는 구형 또는 타원형으로 內膜의 cristae가 잘 발달되어 있었다(Fig. 9).

선상피세포의 세포질에 함유된 분비과립들은 그 크기와 형태가 다양한 球形의 과립들로 구성되어 있으나, 기본적으로는 電子密度가 높은 顆粒과 낮은 顆粒의 두 종류로 이루어져 있었으며, 두 종류 모두 뚜렷한 한계의 限界膜(limiting membrane)으로 둘러싸여져 있었다(Fig. 10). 이 분비과립들은 핵 주변부에 잘 발달되어 있는 滑面小胞體로부터 생성되며, 분비과립들이 이들과 직접연접되어 있는 형태로 미루어 과립의 限界膜도 滑面小胞體로부터 起源함이 관찰되었다(Fig. 11).

分泌顆粒들은 전자밀도가 다른 두 종류의 과립들이 서로 융합된 상태에 따라서 다양한 형태를 나타내는데, 顆粒의 성숙단계를 반영하는 4가지 形態가 뚜렷이 구분되었다.

第Ⅰ型은 전자밀도가 높은 과립의 내부에 전자밀도가 낮고 한계막이 없는 소형의 과립(0.3  $\mu$  m)들이 융합되어 있는 형태이며(Figs. 12 & 13), 第Ⅱ型은 第Ⅰ型 顆粒의 내부에 한계의 한계막과 纖維性 物質을 함유한 대형의 과립(1.0  $\mu$  m)들이 형성된 형태(Figs. 14 & 15), 第Ⅲ型은 전자밀도가 낮은 과립들이 서로간의 융합에 의해 불규칙한 모양으로 變形된 형태(Figs. 16 & 17), 그리고 第Ⅳ型은 융합된 과립들간의 한계막이 불분명해지고 내부에 lamella狀의 物質들이 형성된 형태로 관찰되었다(Figs. 18 & 19).

分泌管과 인접한 부위에서는 근상피세포나 선상피세포와는 다른 일군의 세포들이 관찰되는데, 이 세포들은 외부에 근상피세포층이 없이 眞皮의 근육조직과 hemidesmosome에 의해 직접 연결되어 있었으며 선상피세포와는 달리 세포간의 경계도 명확하였다. 核은 核膜이 부분적으로 함유된 구형 또는 타원형이며 세포질내에는 tonofilament가 세포질 전역에 걸쳐 밀집되어 있었고 다수의 mitochondria가 분포하고 있었다(Fig. 20). 인접세포간의 原形質膜은 심하게 합입되어져 있었고(Fig. 21), 이들은 잘 발달된 desmosome들에 의해 여러부위에서 연결되어져 있었다(Fig. 22).

## 考 察

兩棲類 皮膚에 분포하는 顆粒腺은 일반적으로 2가지 종류가 알려져 있다. Dapson 등(1973)은 개구리(*Rana pipiens*)에서 관찰된 2종류의 과립선에 대해 細胞腺(cellular gland)과 內腔腺(luminal gland)이라는 용어를 사용하였는데, 細胞腺은 세포간의 경계가 명확하고 분비과립의 주성분이 amino acid인 반면, 內腔腺은 세포간의 경계가 불명확하고 큰 내강을 가지며 주로 phospholipoprotein을 함유한 분비과립으로 채워진 腺이라고 하였다. 물두꺼비의 경우 과립선은

한가지 종류로만 이루어져 있었고 여러가지 형태적 특징으로 미루어 볼 때, 內腔腺에 가까울 것으로 생각된다.

筋上皮細胞의 역할은 세포질내에 함유된 結合組織性 纖維의 수축에 의해 내강속의 分泌顆粒들을 외부로 방출시키는 힘을 생성하는 것이며, 이러한 機作은 신경전달물질의 자극에 의해 일어나는 것으로 알려져 있다(Bastian and Zarrow, 1954; Watlington, 1968; Benson and Hadley, 1969; Delfino, 1980). Bock와 Lertprapai(1972), Dockray와 Hopkins(1975) 등도 과립선의 선상피세포와 근상피세포의 원형질막 사이에 신경섬유의 말단이 통과함을 보고한 바 있는데 물두꺼비 과립선에서 관찰된 근상피세포 표면의 vesicle들이나, 선상피세포의 원형질막에서 분화되어 나온 微細絨毛(microvilli)등은 분비과립의 방출과정에 신경전달물질이 관여함을 보여주는 직접적인 증거라고 생각된다.

한편, 腺上皮細胞는 基底部에 핵과 여러 세포소기관들이 위치하고 內腔部에는 分泌顆粒들만이 집적되어 있는데, 세포간의 경계가 존재하지 않아서 多核性 單細胞의 형태를 하고 있음이 관찰되었다. Dockray와 Hopkins(1975), 김 등(1979)에 의해서도 언급된 바 있는 이러한 구조에 대해 De Perez와 Hindelang(1985)은 syncytium이라는 用語를 사용하였다.

김 등(1979, 1980)은 과립선 선상피세포의 이러한 형태적 특징 및 근상피세포와 선상피세포 사이에 나타나는 細胞間隙을 예로 들어 과립선내의 과립분비물질들이 全分泌(holocrine secretion)에 의해 체외로 분비됨을 밝힌 바 있으나, 조직표본의 관찰에서 全分泌 후 退化과정에 있는 腺이나 새로운 분비주기가 시작되고 있는 腺의 형태가 전혀 관찰되지 않았고 거의 동일한 크기의 성숙된 과립선들만이 존재한다는 점 등으로 미루어 과립선도 점액선과 마찬가지로 部分分泌(merocrine secretion)의 機作에 의해, 생성된 顆粒性 分泌物의 일부만을 체외로 방출할 것으로 사료된다.

微細構造의 관찰에서도 과립선의 분비관이 각질화된 표피세포들에 의해 固型化되어 있고 선상피세포들의 핵이 주로 腺의 하부에 집중되어

있으며, 분비관 주위에 세포연접장치가 발달된 세포들이 분포하고 있는 등, 部分分泌와 관련된 형태적 특성이 관찰되었다.

근상피세포층과 선상피세포층 사이에 나타나는 細胞間隙은 원형질막의 합입이 극히 심하고 세포연접장치가 발달된 분비관 주위의 세포집단과 함께 部分分泌 전후에 나타나는 腺腔의 체적 차이를 완충하기 위한 장치로 생각되며 筋上皮細胞의 遊離面에 형성된 hemidesmosome이나 각 세포들 사이의 desmosome 등은 과립선의 機械的 안정에 관여하는 것으로 생각된다.

分泌顆粒의 生成過程에 대해서 Dockray와 Hopkins(1975) 및 De Perez와 Hindelang(1985)은 Golgi複合體에서 유래된 液胞의 융합에 의해 형성됨을 밝힌 바 있고, 대부분의 양서류에 粗面小胞體가 관여하고 있음을 보고한 데 반해 (Hoffman and Dent, 1978; Kim *et al.*, 1979, 1980), 물두꺼비의 과립선에서는 分泌顆粒들이 滑面小胞體와 직접 연결되어 있고 주변에서 Golgi複合體들도 관찰되지 않았으며, 다른 無尾兩棲類와는 달리 분비과립들이 뚜렷한 한계의 限界膜으로 둘러싸여 있다는 점 등으로 미루어 이들 분비과립은 滑面小胞體로부터 生成되며 顆粒의 한계막도 滑面小胞體에서 起源하는 것으로 사료된다.

일반적으로 脂質의 대사가 활발한 세포에서 滑面小胞體가 발달된다는 사실과 두꺼비(*Bufo bufo*) 과립선에서도 滑面小胞體가 발달되어 있다는 보고(Kim *et al.*, 1979) 등으로 미루어 顆粒性 分泌物質의 滑面小胞體 起源은 두꺼비 종류들만이 가지는 공통적인 특징이며, 여기서 생성되는 물질은 脂質계통의 물질일 것으로 추측된다.

內腔에 함유된 분비과립은 기본적으로 전자밀도가 높은 protein性 顆粒과 전자밀도가 낮은 lipid性 顆粒으로 이루어져 있으며 서로간의 융합에 의해 다양한 형태를 나타내었다. 이들 과립들은 Yasutomi와 Hama(1971, 1972)가 양서류 色素顆粒을 형성단계에 따라 形態의으로 분류한 방법에 따라 4가지 型으로 구분하였는데, 이는 分化가 진행됨에 따라 과립의 크기가 커지고 과립내부에 축적된 물질이 膜狀에서 纖維狀으로,

그리고 최후에는 lamella狀으로 변해간다는 원칙에 근거한 것이다.

한편 김 등(1979)도 顆粒腺 내부의 分泌顆粒들이 다소간의 전자밀도 차이를 보이는 것은 分泌顆粒의 형성단계에 따른 농도의 차이에서 기인하며 그 화학적 조성은 유사하다고 하였으나, Chen과 Chen(1933), Michel과 Kaiser(1963), Albuquerque 등(1971) 및 Eraspamer(1971)에 의해 밝혀진 양서류 皮膚 顆粒分泌物質의 성분이 약 5種類(steroid, indolealkylamines imidazolealkylamines, phenylalkylamines, active polypeptides)으로 복합구성되어져 있다는 점으로 미루어 顆粒型에 따라 그 化學的 性狀이 相異할 것으로 사료되며 여기에 대해서는 앞으로 좀더 연구되어야 할 과제라 생각된다.

## 引用文獻

- Albuquerque, E. X., J. W. Daly, and B. Witkop, 1971. Batrachotoxin: chemistry and pharmacology. *Science* 172:995-1002.
- Bastian, J. W. and M. X. Zarrow, 1954. Stimulation of the secretory glands of the skin of the South African frog (*Xenopus laevis*). *Endocrinol.* 54:116-117.
- Benson, B. J. and M. E. Hadley, 1969. *In vitro* characterization of adrenergic receptors controlling skin gland secretion in two anurans *Rana pipiens* and *Xenopus laevis*. *Comp. Biochem. Physiol.* 30:857-864.
- Bock, P. and N. Lertprapae, 1972. Ein sarkoplasmatisches Retikulum in den myoepithelialen Zellen der Griftrusen in der Haut der Gerbbarchnunke(*Bombina variegata*). *Cytobiologie* 6:476-480.
- Bovbjerg, A., 1963. Development of the glands of the dermal plicae in *Rana pipiens*. *J. Morph.* 113:232-243.
- Brodie, E. D., 1968. Investigations on the skin toxin of the adult rough skinned newt, *Taricha granulosa*. *Copeia* 2:307-313.
- Bueno, G., P. Navas, J. A. Aguirre, J. Aijon, and J. L. Lopez, 1981. Skin mucous glands of *pleurodles waltlii*; Histochemical and ultrastructural study. *Arch. Biol.* 92:67-72.
- Chen, K. K. and A. L. Chen, 1933. A study of the poisonous secretions of five North American species of toads. *J. Pharmacol. Exper. Therap.* 49:526-542.
- Dapson, R. W., 1970. Histochemistry of mucous in the

- frog, *Rana pipiens*. *Anat. Rec.* **166**:615-626.
- Dapson, R. W., A. T. Feldman, and O. L. Wright, 1973. Histochemistry of granular (poison) secretion in the skin of the frog, *Rana pipiens*. *Anat. Rec.* **177**:549-560.
- Delfino, G., 1980. Regenerative activity of the intercalary tract in the granular cutaneous glands of the yellow-bellied toad *Bombina variegata pachypus* (Amphibia: Anura: Discoglossidae): Experimental study under electron microscope. *Arch. Ital. Anat. Embriol.* **85**:283-302.
- De Perez, G. and C. Hindelang, 1985. Ultrastructure of venom glands in the frog (*Rana esculenta*). *Arch. Anat. Microsc. Morphol. Exp.* **74**:215-227.
- Dockray, G. J. and C. R. Hopkins, 1975. Caerulein secretion by dermal glands in *Xenopus laevis*. *J. Cell Biol.* **64**:724-733.
- Eraspamer, V., 1971. Biogenic amines and active polypeptides of the amphibian skin. *Ann. Dev. Pharmacol.* **11**:327-350.
- Friedman, R. T., N. S. Laprade, R. M. Aiyawar and E. G. Huf, 1967. Chemical basis for the (H<sup>+</sup>) gradient across frog skin. *Amer. J. Physiol.* **212**:962.
- Fuhrman, F. A., 1967. Tetrodotoxin. *Sci. Am.* **217**:60-71.
- Hoffman, C. W. and J. N. Dent, 1977. Effects of neurotransmitters upon the discharge of secretory product from the cutaneous glands of the red-spotted newt. *J. Exp. Zool.* **202**:155-162.
- Hoffman, C. W. and J. N. Dent, 1978. The morphology of the mucous gland and its responses to prolactin in the skin of the red-spotted newt. *J. Morphol.* **157**:79-98.
- House, C. R., 1970. The effect of noradrenalin on the toad skin potential. *J. Physiol.* **209**:513-537.
- Jo, U. B., D. H. Jung, and J. M. Jung, 1972. Histochemical study on the skin of the frog. *J. Pusan Medical College* **12**:107-113.
- Kim, K. H., 1973. Histochemical study on the mucous secreting cell in skin of Korean amphibia. *New Medical J.* **16**:209-221.
- Kim, H. H., Y. T. Noh, Y. W. Chung, and Y. D. Chi, 1978. The ultrastructure of the mucous secreting cells in the amphibian skin. *Korean J. Zool.* **21**:29-39.
- Kim, H. H., Y. T. Noh, Y. W. Chung, and Y. D. Chi, 1979. Ultrastructure of the granular glands in the amphibian skin. *Korean J. Zool.* **22**:103-114.
- Kim, H. H., Y. T. Noh, Y. W. Chung, and Y. D. Chi, 1980. Ultrastructure of the cutaneous gland in the Asiatic land salamander, *Hynobius leechi*: (II) Granular gland. *Korean J. Zool.* **23**:219-228.
- Kramer, B., 1970. Histochemical demonstration of 5-hydroxytryptamine in poison glands of amphibian skin. *Histochem.* **24**:336-342.
- Le Quang Trong, Y., 1975. The skin and skin glands of *Dicroglossus occipitalis*. *Ann. Univ. Abidjan ser. Ecol.* **8**:15-30.
- Licht, L. E., 1967. Initial appearance of the parotoid gland in three species of toads (genus *Bufo*). *Hexpetalologica* **23**:115.
- Lillywhite, H. B., 1971. Thermal modulation of cutaneous mucous discharge as a determinant of evaporative water loss in the frog, *Rana catesbeiana*. *Z. Vergleich Physiol.* **73**:84-104.
- Lutz, B., 1971. Venomous toads and frogs. In: Venomous animals and their venoms. vol. II (Bucherl, W. and E. E. Buckley, eds.). Academic Press, New York, 423-473.
- Michel, H. and E. Kaiser, 1963. Chemie und Biochemie der Amphibiengifte. *Toxicon.* **1**:175-228.
- Noble, G. K., 1931. The biology of the amphibia. McGraw-Hill, New York.
- Noble, G. A. and E. R. Noble, 1944. On the histology of frog skin glands. *Trans. Amer. Micro. Soc.* **63**:254-263.
- Park, J. S., 1974. Histochemical study on the mucous gland of the frog (*Rana nigromaculata*) skin under dry conditions. *Korean J. Zool.* **17**:43-50.
- Park, J. S., 1975. Histochemical study on the serous gland of frog (*Rana nigromaculata*) skin under dry conditions. *Korean J. Zool.* **3**:107-114.
- Pearse, A. G. E., 1961. histochemistry: Theoretical and applied. Little Brown, Boston, 640-698.
- Tsuzuki, K., E. Miyashita, and T. Harada, 1985. Cytological and histological observations on the organs of the frog by electron microscopy: II. Studies on the histological architecture of the dorsal skin of the frog, *Rana nigromaculata*, by electron microscope at very low magnification. *Bull. Nippon Vet. Zootech. Coll.* **10**:215-220.
- Vanable, J. W., 1964. Granular gland development during *Xenopus laevis* metamorphosis. *Develop. Biol.* **10**:331-355.
- Voute, C. L., 1963. An electron microscopic study of the skin of the frog (*Rana pipiens*). *J. Ultrastruct. Res.* **9**:497-510.
- Watlington, C. O., 1968. Effect of adrenergic stimulation on ion transport across skin of living frogs. *Comp. Biochem. Physiol.* **24**:965-974.
- Watlington, C. O. and E. G. Huf, 1971.  $\beta$ -adrenergic stimulation of frog skin mucous glands: Non-specific inhibition by adrenergic blocking agents. *Comp. Gen. Pharmacol.* **2**:295-305.
- Yasutomi, M. and T. Hama, 1971. Ultramicroscopic study of the development change of the xanthophore in the frog, *Rana japonica* with special reference to

pterinosomes. *Develop. Growth & Differ.* **13**:141-149.  
Yasutomi, M. and T. Hama, 1972. Electron microscopic  
study of the xanthophore differentiation in *Xenopus*

*laevis*, with special reference to their pterinosomes. *J.*  
*Ultrastruct. Res.* **38**:421-432.

(Accepted March 2, 1988)

---

**Ultrastructural Observations on the Cutaneous Granular Glands and Excretory Granule  
Formation in the Water Toad, *Bufo stejnegeri* Schmidt**

Myung Jin Moon, Kum Ryung Do, Chang Whan Kim, and Woo Kap Kim (Department of Biology,  
Korea University, Seoul 136-701, Korea)

Ultrastructure of the cutaneous granular glands and production of their secretory granules in the water toad, *Bufo stejnegeri* Schmidt, are studied with light and electron microscopes.

Cutaneous granular glands of the water toad have gland cavity in dermis and gland duct in epidermis. Each gland cavity of the granular glands is consisted of 3 types of cells which are inner glandular epithelial cells, outermost myoepithelial cells and another kind of epithelial cells near the gland duct. Characteristically, cytoplasm of the glandular epithelial cells appeared multinucleated masses without differentiation into cells.

Poisonous secretory granules excreted by the merocrine secretion are basically composed of 2 kinds of granules which are electron dense granules and electron lucent granules. These granules are fused each other and forming compounded structures. According to the granular size and differentiated levels, they are subdivided into 4 types of granules.

Synthesis of these secretory granules is occurred at the smooth endoplasmic reticulum of the glandular epithelial cells and limiting membranes of these granules are also originated from these cell organelles.

### Legends to Figures

**Fig. 1.** Photomicrograph of the cutaneous granular gland of the water toad consisted of gland cavity(GC) in dermis and gland duct(GD) in epidermis. (x 700)

**Fig. 2-22.** Electron micrographs of the cutaneous granular gland of the water toad.

**Fig. 2.** Gland cavity of the granular gland is consisted of the inner glandular epithelial cells(GEC) and outermost myoepithelial cells(MEC). In the cytoplasm of the myoepithelial cell is filled with fibrous materials and at the free surface of the plasma membrane numerous hemidesmosomes(HD) are developed. M: mitochondria. (x 30,000)

**Fig. 3.** Desmosomes(D) are observed not only between adjacent myoepithelial cells but also between the myoepithelial cell and glandular epithelial cell(GEC). Along the myoepithelial cell membrane, small vesicles(arrows) are distributed and intercellular space(IP) is well developed between the myoepithelial cell and glandular epithelial cell. (x 18,000)

**Fig. 4.** numerous small vesicles(V) sized  $0.05 \mu\text{m}$  in diameter are distributed along the plasma membrane of the myoepithelial cells. IS: intercellular space. (x 64,000)

**Fig. 5.** In the intercellular space(IS), well developed microvilli(MV) are formed. These are differentiated from the basal membrane of the inner glandular epithelial cell(GEC). MEC: myoepithelial cell. (x 64,000)

**Fig. 6.** The nucleus of the glandular epithelial cell is located at the basal portion and secretory granules(SG) are accumulated at the apical portion. D: desmosome, MEC: myoepithelial cell. (x 17,500)

**Fig. 7.** The nucleus(N) of the glandular epithelial cell have deeply infolded nuclear envelope. Heterochromatin is mainly condensed around this portion. (x 15,000)

**Fig. 8.** At the basal portion of the glandular epithelial cell, cell organelles especially smooth Endoplasmic Reticulums(SER) and mitochondria(M) are well developed. (x 58,000)

**Fig. 9.** Oval or elliptical shaped mitochondria(M) of the glandular epithelial cell. (x 60,000).

**Fig. 10.** Secretory granules of the granular gland are basically composed of two kinds of granules which are electron dense granules(large arrow) and electron lucent granules(small arrow). These two secretory granules are fused each other and being subdivided to several granular types by the differentiated level. (x 6,400)

**Fig. 11.** Secretory granules are synthesized from smooth Endoplasmic Reticulums(SER) of the glandular epithelial cells around the nucleus and limiting membranes of the secretory granules(SG) are also originated from these cell organelles. Arrow indicates the secretory granule connected to the smooth ER. (x 64,000)

**Fig. 12, 13.** Type I secretory granules(G1). Electron lucent small granules are fused to the electron dense granule. (x 17,000)(x 17,000)

**Fig. 14, 15.** Type II secretory granules(G2). Along the marginal regions of the electron dense granules, electron lucent large granules having the limiting membranes and fibrous inner materials are observed. (x 17,000)(x 17,000).

**Fig. 16, 17.** Type III secretory granules(G3). The electron lucent granules are fused each other and granular boundaries appeared indistinctly. (x 17,000)(x 18,200)

**Fig. 18, 19.** Type IV secretory granules(G4). Limiting membranes of the electron lucent granules are degenerated and lamella shaped inner materials are formed. (x 17,000)(x 17,000).

**Fig. 20.** Another kind of epithelial cells located near the gland duct had distinct cellular boundaries and well developed desmosomes(D). In the cytoplasm, numerous mitochondria(M) and bundles of tonofilaments(arrows) are observed. (x 13,500)

**Fig. 21.** It show heavily invaginated plasma membrane and bundles of tonofilaments(arrows). D: desmosome. (x 24,000)

**Fig. 22.** Between the adjacent cells are connected with desmosomes(D). N: nucleus, PM: plasma membrane. (x 24,000).









