

동면기 개구리 (*Rana nigromaculata*) 피부색소세포의 미세구조*

金翰華·池永得·文英花

(가톨릭大學 醫學部 生物學教室)

The Ultrastructure of the Cutaneous Pigment Cells in the Frog,
Rana nigromaculata Hallowell, during Hibernating Phases

Han-Hwa Kim, Young-Duk Chi, Young-Wha Moon

(Department of Biology, Catholic Medical College)

(Received July 20, 1983)

SUMMARY

The authors observed the ultrastructure of the pigment cells of the frog, *Rana nigromaculata* Hallowell, during the hibernation.

The specimens from the skin were fixed in 2.5% glutaraldehyde-paraformaldehyde fixative in phosphate buffer at pH 7.2 prior to fixation in 2% osmium tetroxide, dehydrated in graded ethanol and acetone, embedded in Epon 812 mixture, and sectioned with LKB-ultramicrotome.

The ultrathin sections were contrasted with uranyl acetate and lead citrate and observed with a JEOL-100B electron microscope.

The results were as follows.

In hibernating phase, pigment cells of the frog were consisted of the three kinds of chromatophores (xanthophore, iridophore and melanophore) in their dorsal skin. The traits of these cells were as follows.

1. Xanthophores

A. Xanthophores were filled with pterinosomes and carotenoid vesicles. Many ribosomes, a few mitochondria and glycogen particles were dispersed in the cytoplasm.

B. Pterinosomes were spherical or ellipsoidal in shape. They were divided into 6 types (type I, type II, type III, type IV, type V, type VI pterinosomes) by the their inner structure and especially, type I, type II, type III pterinosomes were well developed.

* 본 연구는 1982년도 가톨릭 중앙의료원 학술연구조성비로서 이루어진 것임.

C. The carotenoid vesicles were small and large round or oval form. Most of those were gathered into a mass in the perinuclear portions and the parts of those were distributed between or among the pterinosomes.

2. Iridophores

A. Each iridophore appears like convex lens in the shape and situated below the xanthophore by a narrow intercellular space.

B. The iridophore was filled with reflective platelets of rectangular or spindly shapes. Reflective platelets were mostly arranged regularly, that is, parallel with the xanthophore.

3. Melanophores

A. Melanophores were mostly arranged in parallel with the xanthophore and iridophore, and situated below them.

B. The melanin granules appear as round or oval forms. Because the cytoplasm is filled with many melanin granules, other cell organelles were not observed in the cytoplasm.

C. The processes of the melanophore containing the melanin granules extended up the bilateral sides of iridophore, and ended between the xanthophore and iridophore.

서 론

양서류의 피부색소세포 중 흑색소 보유세포 (melanophore)가 뇌하수체 중엽의 흑색소세포 자극호르몬 (intermedin)에 의하여 흑색소 과립 (melanin granule)을 집합하고 확산하는 과립이동 기질으로 색변화를 일으키는 주된 요인이 된다는 사실은 양서류중 유미류 (*Ambystoma punctatum*; *A. tigrinum*; *A. mexicanum*)와 무미류 (*Agalychnis dachnicolor*; *Hyla cinerea*; *H. arenicolor*; *Rana catesbeiana*; *R. nigromaculata*; *Xenopus laevis*)를 중심으로 하여 잘 알려졌다 (Dushane, 1935; Niu, 1959; Bagnara *et al.*, 1968; Tayler, 1971; Nishioka and Ueda, 1977; Frost and Malacinski, 1980).

이 흑색소세포는 신경관 (neural crest)으로부터 유래되고 (Dushane, 1934; Zimmerman and Becker, 1959; Billingham and Silvers, 1960; Brumbaugh and Foriland, 1973; Brumbaugh and Schall, 1977), 흑색소세포의 tyrosinase는 흑색소세포의 선구물질인 tyrosine을 촉매 작용하여 DOPA, premelanosome, melanosome 및 tyrosinase 활성능력이 없는 흑색소 과립을 형성한다고 보고하였으며 (Raper, 1928; Harley-Mason and Bu'Lock, 1950; Seiji and Fitzpatrick, 1961), 특히 Model (1973)은 *in vitro*에서 양서류의 색소세포에 나타나는 melanosome의 형태발생에 따라 흑색소 과립의 형성단계를 연구하였다.

척추동물의 흑색소 보유세포와 흑색소세포의 미세구조는 어류 (Lopashov, 1944; Goodrich, 1950), 양서류 (Bagnara *et al.*, 1968; Bagnara *et al.*, 1978), 파충류 (Breathnach and Poyntz, 1966), 조류 (Brumbaugh and Schall, 1977) 및 포유류 (Grüneberg, 1952; Quevedo, 1973)에서 많은 연구가 행하여졌다.

피부색소 보유세포 중 대황세포 (xanthophore)와 iridophore는 양서류에서 가장 특이한 색소세포로서, 서로 인접하였으나, 대황세포는 pterinosome과 carotenoid vesicle, iridophore는 reflective platelet의 색소세포 소기관으로 구성된다고 보고된 바 있다 (Dushane, 1934; Bagnara *et al.*, 1968; Bagnara *et al.*, 1978; Butman *et al.*, 1979). 대황세포의 세포내 소기관인 pterinosome의 구조적 변화에 대한 연구에서, 이들 pterinosome을 Nishioka와 Ueda (1977)는 소낭축의 섬유물질 (fibrous materials)과 lamellae층에 따라 제 1형 pterinosome, 제 2형 pterinosome으로, Yasutomi와 Hama (1972)는 제 1형, 제 2형 및 제 3형 pterinosome으로 구분하였다.

대황세포와 인접한 iridophore는 흑색소 보유세포의 돌기에 의하여 둘러싸여 있으며, 이 돌기를 통한 흑색소 과립의 집합과 확산이 iridophore의 reflective platelet와 상호작용하여 명암의 변화를 나타낸다 (Bagnara *et al.*, 1968).

이와 같이 활동기 양서류의 색소 보유세포에 대하여 발생적, 유전적, 생리학적 및 형태학적으로 연구되었으며, 동면기의 각종 척추동물 (hamster, squirrel, bat, frog)에서도 신진대사와 뇌하수체를 비롯한 내분비계의 기능저하, 생리적인 면과 생태계에 있어서의 변화 등 많은 연구보고가 있다 (Lyman and Chatfield, 1955; Mayer and Bernick, 1958; Mayer, 1964; Draskoczy and Lyman, 1967). 그러나 동면기 양서류 피부색소세포의 미세구조에 관한 연구는 행해진 바 없어 국내 시식종인 동면기 개구리 (*Rana nigromaculata*)를 재료로 하여 본 연구를 시행하였다.

재료 및 방법

본 실험에서 사용한 동물은 서울 근교인 광능과 팔당에서 채집한 개구리 (*Rana nigromaculata*)로서 동면기 (12월 중순과 1월 중순)의 것을 택하였다.

실험방법으로는 이들의 배부조직을 pH 7.2에서 0.1 M phosphate로 완충시킨 2.5% glutaraldehyde-paraformaldehyde액과 2% osmium tetroxide에 전후 고정하여, 각각 ethanol과 acetone으로 탈수할 후, Epon 812 mixture에 포매하여 35°C, 45°C 및 60°C에서 중합시켰다. 포매된 조직은 LKB ultramicrotome으로 초박절 표본을 만들어 uranyl acetate와 lead citrate으로 염색하여 Jeol-100B형 전자현미경으로 관찰하였다.

결 과

동면기 개구리 피부색소 보유세포 (dermal chromatophore)는 대황세포, iridophore 및 흑색소 보유세포로 구성되었다. 대황세포는, pterinosome과 carotenoid vesicle, iridophore는 reflective platelet, 그리고 흑색소 보유세포는 흑색소 과립으로 채워져 있었다.

대황세포: 이 세포는 기저막 바로 밑에 위치하였고, 세포의 모양은 원형 또는 타원형이며, 일부의 세포는 세포막이 함입하여 불규칙한 모양을 보였다 (Figs. 1, 2). 이 세포의 핵은 핵막의 전면이 조금씩 함입하였으며, 핵 중앙에 작은 원형의 인이 관찰되었나 (Fig. 1). 색소과립인 pterinosome과 carotenoid vesicle이 진세포질에 채워져 있었으며, 많은 ribosome과 소수의 mitochondria가 pterinosome 사이에 분산되어 있었다 (Figs. 1, 2, 3, 4, 5). 대황세포

포들 사이의 세포 간격은 미용모 (microvilli)에 의하여 비교적 좁게 interdigitation하였고 (Fig. 3), 대황세포와 흑색소 보유세포 돌기 사이의 세포 간격은 미용모가 발달하여 비교적 넓게 interdigitation하여 접하였다 (Figs. 3, 5).

Pterinosome은 크고 작은 원형 또는 타원형으로 진세포질에 채워져 있었고, 대부분의 pterinosome은 세포막 주변부에 분포되어 핵 주위의 carotenoid vesicle을 둘러 싸고 있는 것이 관찰되었다 (Fig. 1).

Carotenoid vesicle은 작은 원형으로 대황세포의 핵 주변부에 덩어리를 이루어 모여 있었으며 (Fig. 1), pterinosome 사이에 산재해 있기도 하였다 (Figs. 1, 3, 5).

대황세포의 pterinosome은 소낭속의 내용물에 따라 6 가지 형태로 구분할 수 있었다. 제 1형 pterinosome은 소낭속에 이물질이 없고 한계막만이 나타나는 형 (Figs. 1, 3), 제 2형 pterinosome은 소낭속에 섬유기질 (fibrous matrix)이 나타나는 형 (Figs. 3, 4, 5), 제 3형 pterinosome은 소낭속에 소수의 lamellae 층을 형성하는 형태 (Fig. 3, 4), 제 4형 pterinosome은 여러 개의 lamellae층을 형성하여 집중적으로 둘러싸고 있는 형태 (Fig. 4), 제 5형 pterinosome은 소낭속에 강등도의 전자밀도를 가진 core를 형성하여 halo 모양으로 나타나는 형 (Figs. 4, 5) 및 제 6형 pterinosome은 소낭속의 전면이 강등도의 전자밀도로 된 형태가 관찰되었다 (Fig. 5).

이와 같이 구분된 pterinosome의 형에 따라, 거의 제 1형 pterinosome만 세포질에 분포된 대황세포 (Fig. 1), 제 1형, 제 2형 및 제 3형 pterinosome으로 구성된 대황세포 (Fig. 3), 제 2형, 제 3형, 제 4형 및 제 5형 pterinosome으로 된 대황세포 (Fig. 4), 그리고 제 2형, 제 5형 및 제 6형 pterinosome의 대황세포가 관찰되었다 (Fig. 5).

Iridophore: iridophore는 대황세포 아래 부위에 위치하였고, 수평으로 접하고 있었다 (Fig. 6). 이 핵의 상부는 일부분 깊게 함입하여 불규칙한 모양을 하였고, 핵 상부와 측부는 장방형 또는 방추형의 reflective platelets로 채워져 있었다 (Fig. 6). 이 reflective platelets는 서로 밀집하게 평행으로 배열되었으며, 사이의 공간 (interspace)이 없이 구획되었다 (Fig. 6).

흑색소 보유세포: 흑색소 보유세포는 대황세포와 iridophore와 평행하여 가장 밑 부분에 위치하였다 (Fig. 6). 흑색소 보유세포의 핵은 핵막이 일부분 함입하여 불규칙한 모양을 하였으며, 핵 중앙에 인이 위치하였다 (Fig. 7). 흑색소 보유세포는 진세포질이 흑색소 과립으로 채워져 있어 세포 소기관은 잘 관찰되지 않았고, 특히 흑색소 과립으로 채워진 돌기는 세포 측부와 상부로 뻗어서 대황세포와 iridophore 사이에서도 관찰되었다 (Fig. 6). 또한 진피속의 섬유모세포 (fibroblast)와 collagenous mass가 흑색소 보유세포 주변부에서 관찰되었다 (Fig. 7).

고 찰

양서류의 피부색소 보유세포는 대황세포 iridophore 및 흑색소 보유세포로 구성되었고, 이 중에서 흑색소 보유세포는 피부의 체색변화에 중요한 기전을 갖추고 있으며, 이 기전의 매개산물 (intermedin)이 흑색소 보유세포를 자극하여 이 세포 돌기속의 흑색소와 과립을 확산 또는 집합시킴으로 iridophore와 상호반응하여 보호색을 나타낸다 (Dushane, 1934; Setoguti,

1967; Bagnara *et al.*, 1968; Tayler, 1971). 양서류의 색소 보유세포는 형태학적, 생리학적 으로 뚜렷한 구조를 나타내고 있으나, 어류 (Lopashov, 1944; Goodrich, 1950; Orton, 1953), 파충류 (Breathnach and Poyntz, 1966) 및 조류 (Brumbaugh and Schall, 1977), 포유류 (Grüneberg, 1952; Little, 1958; Deol, 1963; Comings and Odland, 1966; Quevedo, 1973)에서는 양서류의 체색변화와 같은 기전을 관찰할 수 없다. 본 실험에서 동면기 개구리 (*Rana nigromaculata*)는 활동기의 양서류와 같이 3종류의 색소 보유세포로 피부색소 보유세포 단위를 형성하였으며, 이 색소 보유세포는 기저층 바로 밑에서부터 대황세포, iridophore 및 흑색소 보유세포 순으로 진피층에 배열되었다.

대황세포에 관하여 Bagnara등 (1968)이 *Hyla cinerea*, *Agalychnis dachnicolor* 및 *Rana pipiens* 등에서 보고한 것과 같이 본 연구에서도 대황세포의 핵은 다형태로 중앙에 위치하였고, 색소 소기관인 pterinosome과 carotenoid vesicle이 뚜렷이 관찰되었으며, pterinosome은 소낭속의 내용물에 따라 여러가지 형으로 구분할 수 있었다.

Nishioka와 Ueda (1977)는 양서류 중 개구리 (*Rana nigromaculata*)에서 대황세포의 pterinosome을 소낭속의 섬유물질과 lamellae층에 따라 2단계로 구분하여 보고한 바 있는데 본 실험에서는 소낭속의 구조물인 섬유물질과 색소의 전자밀도의 현저한 차이에 따라서 6단계의 pterinosome으로 세분하였다. 그리고 각 대황세포는 다시 제 1형, 제 2형 및 제 3형, pterinosome으로 구성된 세포, 제 2형, 제 3형, 제 4형 및 제 5형의 pterinosome으로 된 세포, 그리고 제 2형, 제 5형 및 제 6형 pterinosome의 세포로 분류하였다. 이와같이 각 세포에 따라 pterinosome의 소낭속 구조물이 침전되는 정도의 차이점은 pterinosome의 성숙단계와 기능적인 면 및 색소축적으로 인한 농도의 차이에 기인한다고 생각되며, 그 화학적 조성은 유사하다고 사료된다. 제 1형, 제 2형과 제 3형이 제 4형, 제 5형, 제 6형 pterinosome보다 현저히 많은 것은 동면과 관련된 신진대사의 저하 (Hoffman, 1968), 비허수체를 비롯한 내분비계의 기능저하 (Fisher and Manery, 1967)에 따른 대황세포 내의 pterinosome 분화과정이 제한되기 때문이 아닌가 생각되며, endoplasmic reticulum, ribosome, mitochondria가 소수 관찰되는 것도 위의 같은 기능저하들에 의한 것으로 사료된다.

대황세포와 인접한 iridophore는 세포의 밑바닥에 둥근 핵이 위치하며, 세포질에는 reflective platelets로 채워져 있고, 이 reflective platelets 주위에 있는 흑색소 보유세포 돌기속의 흑색소 과립이 흑색소 보유세포의 핵 쪽으로 집합할 때 reflective platelets의 반사기능으로 인하여 피부표면이 밝은 색을 나타낸다고 보고하였다 (Setoguti, 1967; Tayler, 1971; Nishioka and Ueda, 1977). 본 실험 결과 활동기 개구리에서와 같은 전형적인 reflective platelets의 형태적 구조를 갖는 iridophore를 동면기 개구리에서도 관찰할 수 있었다. 이와 같은 사실은 iridophore 주위에 있는 흑색소 보유세포 돌기속으로 흑색소 과립이 이동되는 정도와, iridophore에 있는 reflective platelets의 반사기능 사이에 밀접한 연관성을 나타내는 것으로 생각된다. 또한 iridophore 주위에 있는 흑색소 보유세포 돌기속에 소수의 흑색소 과립이 산재해 있는 것은 동면기 동안에 신진대사가 저하된다는 관점에서 볼 때 이 시기에는 흑색소 과립의 이동이 제한되기 때문일 것으로 사료된다.

Iridophore와 인접한 흑색소 보유세포의 형태는 Bagnara등 (1968)의 보고와 같이, 동면기 개구리에서도 흑색소 보유세포 돌기들은 각각 iridophore 주위에 뻗어 있었으며, iridophore와 대황세포 사이에서 이 돌기들이 끝나며 흑색소 보유세포는 흑색소 과립이 꽉 채워져 있었

다. 활동기와 동면기 개구리에서 형태학적 차이가 없으므로 활동기에서 흑색소 보유세포의 흑색소 과립이 합성되는 과정을 밝힌 것 (Raper, 1928; Harley-Mason and Bu'Lock, 1950) 과 같이 동면기 개구리에서도 premelanosome, melanosome, melanin granule 형성단계의 과정이 뇌하수체 중엽과 관련이 있으므로 뇌하수체 기능저하에 따른 흑색소 과립의 형성 및 이동기전에 관하여 장차 형태적으로나 생리학적으로 연구되어야 할 과제라고 생각된다.

요 약

동면기 양서류 피부 색소세포의 미세구조를 관찰하기 위하여 무미 양서류인 개구리 (*Rana nigromaculata*)의 피부조직을 2.5% glutaraldehyde-paraformaldehyde (pH 7.2)와 2% osmium tetroxide에 전후 고정한 후 ethanol과 acetone으로 탈수, Epon 812 mixture에 포매하여 LKB ultramicrotome으로 초박절 표본을 만들어 uranyl acetate와 lead citrate로 염색하여 Jeol-100B형 전자현미경으로 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

동면기 개구리의 피부 색소세포는 대황세포, iridophore 및 흑색소 보유세포로 구성되었으며, 이들 세포의 특징은 다음과 같다.

1. 대황세포

A. 대황세포는 pterinosome과 carotinoid vesicles이 전세포질에 채워져 있었으며, 많은 ribosome과 소수의 mitochondria 및 glycogen particle이 pterinosome 사이에 분산되었다.

B. Pterinosome은 크고 작은 원형 또는 타원형이며, 이 소낭속의 내부 구조물에 따라 6가지 형 (제 1형 pterinosome, 제 2형 pterinosome, 제 3형 pterinosome, 제 4형 pterinosome, 제 5형 pterinosome, 제 6형 pterinosome)으로 구분되며, 특히 제 1형 pterinosome, 제 2형 pterinosome, 제 3형 pterinosome이 발달되었다.

C. Carotinoid vesicle은 작은 원형 또는 타원형이며, 대부분의 carotinoid vesicle은 핵 주변부에 덩어리 모양으로 모여있고, 일부분은 이 세포의 pterinosome 사이에 분산되어 나타났다.

2. Iridophore

A. Iridophore는 볼록렌즈와 같이 나타나고 좁은 세포간 공간에 의하여, 대황세포 아래에 위치하였다.

B. Iridophore는 장방형 또는 방추형의 reflective platelet로 채워져 있었으며, 서로 평행하게 규칙적으로 배열되었다.

3. 흑색소 보유세포

A. 흑색소 보유세포는 대황세포와 iridophore와 평행하여 가장 밑부분에 위치하였다.

B. 흑색소 과립은 원형 또는 타원형으로 전세포질에 채워져 있었으며, 세포 소기관은 잘 관찰되지 않았다.

C. 흑색소 과립으로 채워진 흑색소 보유세포의 돌기는 iridophore의 양 측부로 뻗어 올라가 대황세포와 iridophore의 사이에 위치하였다.

REFERENCES

- Bagnara, J.T., J.D. Taylor and M.E. Hardley, 1968. Dermal chromatophore unit. *J. Cell Biol.* **38**: 67-79.
- Bagnara, J.T., W. Ferris, W.A. Turner and J.D. Taylor, 1978. Melanophore differentiation in leaf frogs. *Develop. Biol.* **64**:149-163.
- Billingham, R.E. and W.K. Silvers, 1960. Melanocytes of mammals. *Quart. Rev. Biol.* **35**:1-40.
- Breathnach, A.S. and S.V. Poyntz, 1966. Electron microscopy of pigment cells in tail skin of *Lacerta vivipar.* *J. Anat.* **100**:549-569.
- Brumbaugh, J.A. and D.G. Schall, 1977. The effects of actinomycin D and cyclohexamide upon the ultrastructural localization of H-DOPA in differentiating chick neural crest melanocytes *in vitro*. *J. Exp. Zool.* **202**:163-170.
- Brumbaugh, J.A. and T.G. Froiland, 1973. DOPA and cysteine incorporation into premelanosomes: Effects of cyclohexamide and gene substitution. *J. Invest. Dermat.* **60**:172-178.
- Butman, B.T., M. Obika, T.T. Tchen and J.D. Taylor, 1979. Hormone induced pigment translocations in amphibian dermal iridophores, *in vitro*: Changes in cell shape. *J. Exp. Zool.* **208**: 17-34.
- Comings, D.E. and G.F. Odland, 1966. Partial albinism. *JAMA* **195**(7):111-115.
- Deol, M.S., 1963. Inheritance of coat color in laboratory rodents. *In: Animals for research. Principles of breeding and management.* (Lane-Petter, ed.) Academic Press, London, pp. 176-196.
- Draskoczy, P.R. and C.P. Lyman, 1967. Turnover of catecholamines in active and hibernating ground squirrels. *J. Pharm. Exp. Therap.* **155**:101-111.
- Dushane, G.P., 1934. The source of pigment cells in amphibia. *Anat. Rec.* **69**:62-63.
- Dushane, G.P., 1935. An experimental study of the origin of pigment cells in amphibia. *J. Exp. Zool.* **72**:1-30.
- Fisher, K.C. and J.F. Manery, 1967. Water and electrolyte metabolism in heterotherms. *In: Mammalian Hibernation III*, New York, Amer. Elsevier. pp. 235-279.
- Frost, S.K. and G.M. Malacinski, 1980. The developmental genetics of pigment mutants in the Mexican Axolotl. *Develop. Genet.* **1**:271-294.
- Goodrich, H.B., 1950. Problems of origin and migration of pigment cells in fish. *Zoologica*, **35**: 17-19.
- Grüneberg, H., 1952. The genetics of the mouse. Nijhoff The Hague p. 300.
- Harley-Mason, J. and J.D. Bu'Lock, 1950. Synthesis of 5:6-dihydroxyindole derivatives: oxidoreduction rearrangement catalyzed by zinc ions. *Nature (London)*, **166**:1036.
- Hoffman, R.A., 1968. The hibernator as a tool in biological research. *Fed. Proc.* **27**:999-1007.
- Little, C.C., 1958. Coat color genes in rodents and carnivores. *Quart. Rev. Biol.* **33**:103-137.
- Lopashov, G.V., 1944. Origin in pigment cells and visceral cartilage in teleosts. *C.R. Acad. Sci. U.R.S.S.*, n.s., **44**(4):169-172.
- Lyman, C.P. and P.O. Chatfield, 1955. Physiology of hibernation in mammals. *Physiol. Rev.* **35**: 403-425.
- Mayer, W.V., 1964. Hibernation. *In: Biological sciences curriculum study* (Lanhan, V. ed.) Edu-

- cational programs improvement Co., pp. 1-40.
- Mayer, W.V. and S. Bernick, 1958. Comparative histological studies of the stomach, small intestine, and colon of warm and active and hibernating arctic ground squirrels, *Spermophilus undulatus*. *Anat. Rec.* **130**:747-757.
- Model, P.G., 1973. The ultrastructural localization of DOPA-³H in differentiating amphibian melanophores grown *in vitro* *Develop. Biol.* **34**:297-308.
- Nishioka, M. and H. Ueda, 1977. An electron-microscopic study on six kinds of color variants induced by radiation in *Rana nigromaculata*. *Sci. Rep. Lab. Amphibian Biol.*, Hiroshima Univ. **2**:91-102.
- Niu, M.C., 1959. Some aspect of the life history of amphibian pigment cells. *In*: Pigment cell biology (Gordon, M. ed.) Academic Press inc., New York, pp. 37-61.
- Orton, G.L., 1953. Development and migration of pigment cells in some teleost fishes. *J. Morphol.* **73**(1):69-96.
- Quevedo, W.C., 1973. Genetic control of melanin metabolism within the melanin unit of mammalian epidermis. *J. Invest. Dermat.* **60**(6):407-417.
- Raper, H.S., 1928. Aerobic oxidases. *Physiol. Rev.* **8**:245-282.
- Seiji, M. and T.B. Fitzpatrick, 1961. Reciprocal relationship between melanization and tyrosinase activity in melanosomes (melanin granules). *J. Biochem.* **49**:700-706.
- Setoguti, T., 1967. Ultrastructure of guanophores. *J. Ultrastruct. Res.* **18**:324-332.
- Taylor, J.D., 1971. The presence of reflecting platelets in integumental melanophores of the frog, *Hyla arenicolor*. *J. Ultrastruct. Res.* **35**:532-540.
- Yasutomi, M. and T. Hama, 1972. Electron microscopic study on the xanthophore differentiation in *Xenopus laevis*, with special reference to their pterinosomes. *J. Ultrastruct. Res.* **38**:421-432.
- Zimmermann, A.A. and S.W. Becker, 1959. Melanoblasts and melanocytes in fetal nigro skin. *In Illinois Monographs in Medical Sciences.* **6**(3):59. Illinois: Univ. of Illinois Press.

EXPLANATION OF FIGURES

- Fig. 1.** The xanthophores below basement membrane (BM). They are filled with pterinosomes (pt) and carotinoid vesicles (cv). These are mostly to form a mass near the central area of the xanthophore and surrounded with type I pterinosomes (I). The parts of carotinoid vesicles (cv) is observed among pterinosomes. The processes (p) of the melanophore are adjacent beneath the xanthophore. $\times 7,300$.
- Fig. 2.** The xanthophores (X) and the melanophores (MP). The nucleus (N) of the melanophore appears as partly small infolds of the supranuclear portions. Melanin granules (mg) show the same electron density and processes (p) of the melanophore extend to bilateral side. $\times 5,860$.
- Fig. 3.** Pterinosomes of the xanthophores. Interdigitations (id) between xanthophores are shown. Pterinosomes are round or oval in shape. Type I (I), type II (II) and type III pterinosomes (III) are well observed. Carotenoid vesicles (cv) are dispersed between or among the pterinosomes, $\times 11,000$.
- Fig. 4.** The xanthophore. Type II (II), type III (III), type IV (IV) and type V pterinosomes (V) are well observed. Many ribosomes (r) and a few mitochondria (m) are dispersed in the cytoplasm. $\times 14,660$.
- Fig. 5.** A xanthophore and a melanophore. Interdigitations (id) between melanophore finger and xanthophore are seen. Type II (II), type V (V) and type W pterinosomes (W) are observed. $\times 18,330$.
- Fig. 6.** The three kinds of dermal chromatophore, xanthophore (X), iridophore (IP) and melanophore (MP). They are arranged in parallel with the surface of skin. Iridophore (IP) is filled with reflective platelets (rp), and these are rectangular and spindly in shape. $\times 5,860$.
- Fig. 7.** Melanophores in dermis. Melanin granules (mg) that fill the cytoplasm are round or oval forms. The nucleus (N) appears as partly infolds of nuclear envelope. Each melanophore (MP) has processes (P) filled with melanin granules. Collagenous masses (C) in the dermis is observed between two melanophores. $\times 12,660$.





