

북방산개구리 피부 색소세포의 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 Cells in  
*Rana temporaria dybowskii* Güenther

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

(Department of Biology, Catholic Medical College)

(1985. 4. 16. 접수)

---

ABSTRACT

The dorsal skin of *Rana temporaria dybowskii* Güenther was examined under electron microscope. The results of the fine structures in the xanthophores, iridophores and melanophores were as follows:

Xanthophores: Xanthophores were filled with pterinosomes and carotenoid vesicles. Type I pterinosomes had a clear limiting membrane. Type II pterinosomes had the inner fibrous structures. Type III pterinosomes were characterized by a few superficial lamellae and type IV pterinosomes by multiple concentric lamellae. Especially typical type II and type III pterinosomes were evenly distributed in the cytoplasm.

Iridophores: Iridophores were situated between a xanthophore and a melanophore in the outer part of the dermis just below the basement membrane. Iridophores were filled with reflective platelets, each of which is rectangular and convex lens-like in shape. These platelets were closely contiguous and leave no interspace between them. Endoplasmic reticulum and a few mitochondria were observed in the supranuclear cytoplasm.

Melanophores: Dermal melanophores contained numerous melanosomes. The dendritic processes of the melanophore containing the melanin granules extended up the lateral sides of the iridophore. Epidermal melanophores were filled with melanin granules which appeared as the same electron density. A few melanin granules were observed in a cornified surface cell.

---

이 논문의 연구는 1984년도 문교부 학술연구조성비 및 가톨릭중앙의료원 학술연구조성비로 이루어진 것임.

## 서 론

어류에서 포유동물에 이르기까지 대부분의 척추동물에 있어서, 색소세포들과 그들의 합성산물들은 피부에서 중요한 기능적 역할을 수행한다(Parker, 1948; Cott, 1957; Portmann, 1959; Hadley, 1972). 색소들은 일반적으로 피부에 있는 색소포(chromatophore)에 위치한다. 색소포들은 표피에 있는 것과 진피에 위치하는 것으로 분류할 수 있으나, 이들은 형태적이나 생리적으로 차이를 나타낸다. 표피에 있는 색소세포, 즉 표피멜라닌색소포(melanophore)나 멜라닌세포(melanocyte)는 표피의 색소내용물의 증가에 따른 형태적 색채변화의 요소로서 작용하지만(Hadley and Quevedo, 1967; Quevedo, 1972; Bagnara and Ferris, 1974), 양서류에서 주로 제한되어 나타나는 진피 색소포는 색소포내에 색소를 함유하는 색소 소기관의 이동의 결과로 빠른 색채변화를 나타내는 생리적 색깔변화에 중요한 역할을 담당한다(Bagnara and Hadley, 1969; Bagnara *et al.*, 1969; Bagnara and Ferris, 1974).

대부분 척추동물의 체색변화는 신경관(neural crest)에서 유래된 세포(Dushane, 1935; Bagnara *et al.*, 1979)인 색소포들이 광선의 영향을 받아 호르몬들에 의해 멜라닌색소포에 있는 멜라닌과립(melanin granule)과 홍색색소포(iridophore)에 있는 반사소판(reflecting platelete)의 집합과 확산으로 나타난다고 보고하였다(Bagnara *et al.*, 1969; Taylor and Bagnara, 1972; Bagnara and Hadley, 1973; Bagnara, 1976; Menter *et al.*, 1978).

진피내 색소포 중 황색색소포(xanthophore)는 pterinosome과 carotenoid vesicle의 색소소기관으로 채워져 있으며, 그 중 pterinosome은 소낭속의 섬유물질(fibrous material)과 lamellae층 및 내용물질 전자밀도의 강등도에 따라 2가지, 3가지, 6가지 형의 pterinosome으로 분류하였다(Yasutomi and Hama, 1972; Nishioka and Ueda, 1977; Kim *et al.*, 1981; 1983; 1984). 황색색소포와 인접한 홍색색소포는 장방형 또는 방추형의 반사소판이라 하는 색소소기관으로 채워져 있었고, 멜라닌색소포는 멜라닌을 함유하며 강등도의 전자밀도를 나타내는 멜라닌과립이 세포질내에 채워져 있다고 보고하였다(Taylor, 1971; Taylor and Bagnara, 1972; Menter *et al.*, 1978; Butman *et al.*, 1979).

지금까지 변온척추동물 보호색의 발현기작에 대하여 각 색소포들을 대상으로, 여러 실험방법을 이용하여 형태적, 생리적, 생화학적, 내분비학적 및 발생학적으로 연구되었다(Dushane, 1935; Yasutomi and Hama, 1972; Ide, 1973; Ide and Hama, 1976; Bowers and Carver, 1978; Bagnara *et al.*, 1979; Butman *et al.*, 1979; Ide and Bagnara, 1980). 본 저자들은, 주로 국내에 서식하는 양서류 중 산간계류의 돌 밑에서 서식하는 특징이 있는 북방산개구리(*Rana temporaria dybowskii* Güenther)를 선택하여 피부 색소포들의 미세구조를 규명하고자 본 연구를 시행하였다.

## 재료 및 방법

본 연구에 사용된 동물은 경기도 성남에서 채집된 북방산개구리(*Rana temporaria dybowskii* Güenther)였다.

실험방법으로는 이들의 배부피부조직을 pH 7.2에서 0.1 M phosphate으로 완충시킨 2.5%

glutaraldehyde-paraformaldehyde액과 2% osmium tetroxide에서 전후 고정하여, 각급 ethanol과 acetone으로 탈수한 후 Epon 812 mixture에 포매하여 35°C, 45°C 및 60°C에서 중합시켰다. LKB-ultratome으로 초박절표본을 만들어 uranyl acetate와 lead citrate으로 염색하여 Jeol-100B형 전자현미경으로 관찰하였다.

## 결 과

북방산개구리 배부 피부의 진피속에는 3종류의 색소포가 수평으로 퍼져 있었으며, 기저막(basement membrane)으로부터 황색색소포, 홍색색소포 및 멜라닌색소포 순으로 배열되었다(Fig. 1, 2). 이들 색소포들 사이는 크고 작은 세포간극(intercellular space)으로 인접하였으며, 일부분은 결합조직의 섬유물질에 의하여 진피속에서 분산되었다(Fig. 1, 2).

황색색소포 : 황색색소포는 pterinosome과 carotenoid vesicle로 채워져 있으며, pterinosome은 세포내에 고르게 분포되었지만, carotenoid vesicle은 pterinosome 사이에 산재하였다(Fig. 3).

pterinosome은 대부분 구형이고 일부분은 타원형으로, 한 세포내에 크고 작은 pterinosome이 세포질에 흩어져 있으며, 특히 같은 크기의 pterinosome이 집중되어 있는 세포도 관찰되었다(Fig. 3, 4, 5, 6, 7, 8). 이들 황색 색소포의 pterinosome은 소낭속의 내용물질과 전자밀도의 특징에 따라 다음과 같이 구분되었다. 제 1형 pterinosome(소낭속에 내용물질이 없고 뚜렷한 한계막만이 있는 형태)과 제 1형에서 제 2형 pterinosome(소낭속에 섬유물질이 산재해 있는 형태)으로 변형되는 단계의 형태가 구분되었고(Fig. 3, 4), 제 1형 pterinosome으로 채워진 황색색소포의 기저부위에는 멜라닌과립을 갖고 있는 멜라닌색소포의 돌기가 잘 관찰되었다(Fig. 4). 제 2형 pterinosome만으로 구성된 황색색소포가 관찰되었으며, 세포속의 pterinosome들은 거의 같은 농도의 전자밀도를 나타내었다(Fig. 5). 제 3형 pterinosome(소낭속에 소수의 lamellae층을 형성하는 형태)으로 구성된 세포로서, 제 3형 pterinosome들 사이에 carotenoid vesicle들이 분포되었고, carotenoid vesicle들은 2개 내지 3개가 덩어리를 이루어 모여 있었다(Fig. 6). 제 4형 pterinosome(소낭속에 전자밀도가 높은 여러개의 동심원적 lamellae층을 형성하고 있는 형태)은 전형적인 제 2형 pterinosome과 변형된 제 2형 pterinosome으로 둘러싸여 있었다(Fig. 7, 8). 위의 결과에 따라 북방산개구리의 황색색소포의 pterinosome은 소낭속의 내용물질에 따라 4가지 형으로 구분되었다.

황색색소포들 사이에는 긴 미세융모(microvilli)에 의하여 interdigitation하였고, 일부는 결합조직의 collagen mass에 의하여 이웃 세포와 구획되었다. 황색색소포와 홍색색소포도 미세융모에 의하여 긴밀히 접하였지만, 황색색소포, 홍색색소포 및 멜라닌색소포들이 인접하는 interspace에는 collagen mass가 채워져 있었다(Fig. 6, 9, 12).

홍색색소포 : 홍색색소포는 반사소판으로 채워져 있으며, 이 반사소판의 모양은 장방형 또는 볼록렌즈모양이 덩어리를 이루는 것과 같은 형태였다. 각 반사소판은 피부의 표면에 평행, 수직 및 경사지게 배열되었고, 이 반사소판의 interspace는 좁게 구획되었지만, 일부는 넓은 interspace로 구획되었다(Fig. 10, 11, 12). 홍색색소포의 핵은 기저부위에 위치하였고(Fig. 10), 상부와 측면부위는 반사소판으로 둘러싸여 있었다(Fig. 11). 핵과 반사소판 사이의 세포질, 즉 핵상부에 endoplasmic reticulum과 mitochondria가 잘 발달되었다(Fig.

13). 홍색색소포와 멜라닌색소포 사이에는 미세융모에 의하여 인접된 부위와 결합조직의 섬유물질에 의하여 넓은 공간으로 떨어져 있는 부위가 있었다(Fig. 12).

멜라닌색소포: 멜라닌색소포는 멜라닌과립으로 채워져 있으며, 멜라닌색소포의 긴 돌기가 진피속에 돌출하였다(Fig. 14, 15). 멜라닌색소포의 돌기는 홍색색소포 측면과, 황색색소포와 홍색색소포 사이에서 관찰되었고, 멜라닌색소포의 돌기속에 멜라닌과립이 원형 내지 타원형으로 거의 같은 전자밀도를 나타내었다(Fig. 15, 16).

표피속의 멜라닌색소포의 핵은 부분적으로 주름잡힌 핵경이 관찰되었고, 핵 주위에 rough endoplasmic reticulum이 비교적 많이 분포되었다(Fig. 17). 배아층(stratum germinativum)과 유극층(stratum spinosum)의 멜라닌색소포는 멜라닌과립이 채워져 있으며, 세포간극 속에도 멜라닌과립이 드문드문 배열되었고, 각질화되어 있는 각질층(stratum corneum)에도 소수의 멜라닌과립이 산재하였다(Fig. 17, 18, 19).

## 고 찰

양서류 색소포 중 멜라닌색소포의 멜라닌과립은 뇌하수체 중엽의 멜라닌자극호르몬(melanin stimulating hormone)에 의하여 멜라닌색소포의 돌기속으로 확산되며, 이 기전에 의하여 멜라닌색소포에 인접하고 있는 황색색소포와 홍색색소포는 상호연관되어 체색변화를 일으킨다(Bagnara *et al.*, 1968; Taylor and Bagnara, 1972; Nishioka and Ueda, 1977; Ide and Bagnara, 1980).

본 실험의 북방산개구리 피부의 진피내 색소포는 기저막으로부터 황색색소포, 홍색색소포 및 멜라닌색소포로 구성되었으며, 특히 표피속에는 멜라닌색소포와 멜라닌과립이 산재해 있는 각질세포가 관찰되었다. 이 색소포들은 각기 다른 색소소기관(멜라닌과립, 반사소관, pterinosome, carotenoid vesicle)을 포함하고 있었고, 이 색소소기관의 특이한 형태적 구조로 인하여 각 색소포들을 구별할 수 있었다.

황색색소포의 색소소기관 중 하나인 pterinosome의 종류에 관해 Yasutomi와 Hama(1972)는 *Xenopus laevis*에서 제 1형과 제 2형 pterinosome으로, Nishioka와 Ueda(1977)는 *Rana nigromaculata*에서 제 1형, 제 2형 및 제 3형 pterinosome으로 구분하였다. Kim 등(1981)은 피부색갈이 검은색을 띠는 도롱뇽(*Hynobius leechi*)에서 제 1형에서 제 6형의 pterinosome을 관찰하였고, 또한 배부 피부색갈이 특이하게 노란 색을 나타내는 금개구리(*Rana nigromaculata coreana*)에서는 제 1형에서 제 5형의 pterinosome을 관찰한 바 있었다(Kim *et al.*, 1983). 한편 본 연구에서 사용된 북방산개구리는 배부 피부색갈이 흑갈색을 띠고 있었으며, 이들에서는 제 1형에서 제 4형의 pterinosome이 관찰되었고, 이 4종류의 pterinosome 중 특히 제 2형과 제 3형 pterinosome은 전형적으로 잘 발달되었다. 또한 미발달된 제 1형과 소수의 제 4형 pterinosome도 관찰되었지만, 강등도의 전자밀도를 나타내는 제 5형과 제 6형 pterinosome은 관찰되지 않았다. 이점으로 미루어 보아 pterinosome에 pteridine의 색소침착에 따라 양서강 내에서 특유한 체색을 발현하는 주 기전이 있을 것으로 사료된다.

홍색색소포의 핵은 기저부위에 있고, 일부는 세포 중앙부위에 위치하였는데 기저부위에 핵이 위치한 홍색색소포는 중앙에 위치한 세포보다 피부표면의 반사면적을 넓히기 때문에 빛반사에 더 큰 영향을 미친다고 보고하였다(Taylor, 1971). 이들 세포의 반사소관은 빛반

사작용으로 피부표면을 밝게하며, 이 반사소판은 피부표면에 평행으로 배열되어 있다고 언급했다(Taylor, 1971; Nishioka and Ueda, 1977). 본 실험에서 관찰된 홍색색소포의 반사소판은 피부표면에 평행, 수직 또는 경사면으로 배열되어 있는 것으로 보아 빛을 다각도로 반사하기 위한 것으로 생각된다. 특히 홍색색소포 기저부위에 핵이 위치함으로 핵상부와 양측면이 반사소판으로 채워져 있어 반사작용과 밀접한 관계를 유지한다고 생각한다. 일부의 홍색색소포에서 핵상부의 세포질에 endoplasmic reticulum과 소수의 mitochondria가 관찰된 것은 반사소판으로 채워진 홍색색소포보다 반사표면이 적으므로, 세포소기관의 발달은 홍색색소포의 발생적 또는 생리적 반응에 따라 나타나는 성숙단계의 차이점이라고 생각된다.

양서류 피부의 멜라닌색소포는 표피와 진피에 각각 위치하며, 이중 표피 멜라닌색소포는 Farquhar와 Palade(1964, 1965)가 표피의 세포층을 구분한 배아층과 유극층에서 관찰되었고, 각질층에서는 소수의 멜라닌과립이 산재해 있었다. 이 사실로서 표피세포가 배아층에서 유극층으로 이행하는 각질화현상과 더불어 멜라닌색소포와 멜라닌과립이 표면층으로 박리되는 것으로 사료된다.

진피내 멜라닌색소포는 멜라닌과립으로 채워져 있으며, 이 멜라닌과립들이 멜라닌색소포의 돌기속으로 확산되고 집중되는 이동 기전에 관하여 보고한 바 있다(Dushane, 1935; Wright and Lerner, 1960; Bagnara *et al.*, 1968). 본 실험에서도 이 기전을 나타내는 멜라닌색소포는 일정한 크기의 동등한 전자밀도를 갖는 멜라닌과립이 세포질에 집중되어 있는 상태와, 멜라닌색소포 세포질돌기속에 멜라닌과립이 산재해 있는 확산상태가 관찰되었다. Bagnara(1972)는 특히 멜라닌색소포의 여러개의 돌기가 홍색색소포를 둘러싸고 있다고 보고 하였으며, 본 실험의 북방산개구리에서도 멜라닌색소포의 돌기가 홍색색소포의 양측면과, 황색색소포와 홍색색소포 사이에서 관찰되었고, 그 돌기속에 소수의 멜라닌과립이 관찰되었다. 이 사실은 멜라닌색소포돌기속의 멜라닌과립이 황색색소포와 홍색색소포 사이에 나타날 때는 확산상태이고, 멜라닌색소포에 멜라닌과립이 채워질 때는 집합상태이며, 양측면에 있을 때는 이동되고 있는 과정이라고 생각된다. 이점으로 미루어 보아 멜라닌과립이 집합될 때는 표면이 황갈색, 멜라닌과립이 확산될 때는 흑갈색으로 북방산개구리의 산간제류의 주변이나 물속에서 서식하는 상태에 따라 특유한 체색변화로 서식환경에 적응하고 있다고 생각된다.

## 요 약

북방산개구리 피부의 색소포(황색색소포, 홍색색소포 및 멜라닌색소포)를 전자현미경으로 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

황색색소포 : 황색색소포는 많은 pterinosome과 소수의 carotenoid vesicle의 색소소기관으로 구성되었다. 그중 pterinosome은 소낭속의 내용물질에 따라 소낭속에 내용물질이 없고 뚜렷한 한계막만이 있는 형태인 제 1형 pterinosome, 소낭속에 섬유물질이 산재해 있는 형태인 제 2형 pterinosome, 소낭속에 소수의 lamellae 층을 형성하는 형태인 제 3형 pterinosome 및 소낭속에 전자밀도가 낮은 여러개의 동심원적 lamellae층을 형성하고 있는 형태인 제 4형 pterinosome이 관찰되었다. 이 pterinosome들 중 특히 제 2형과 제 3형 pterinosome은 전형

적인 형으로 잘 발달되었다.

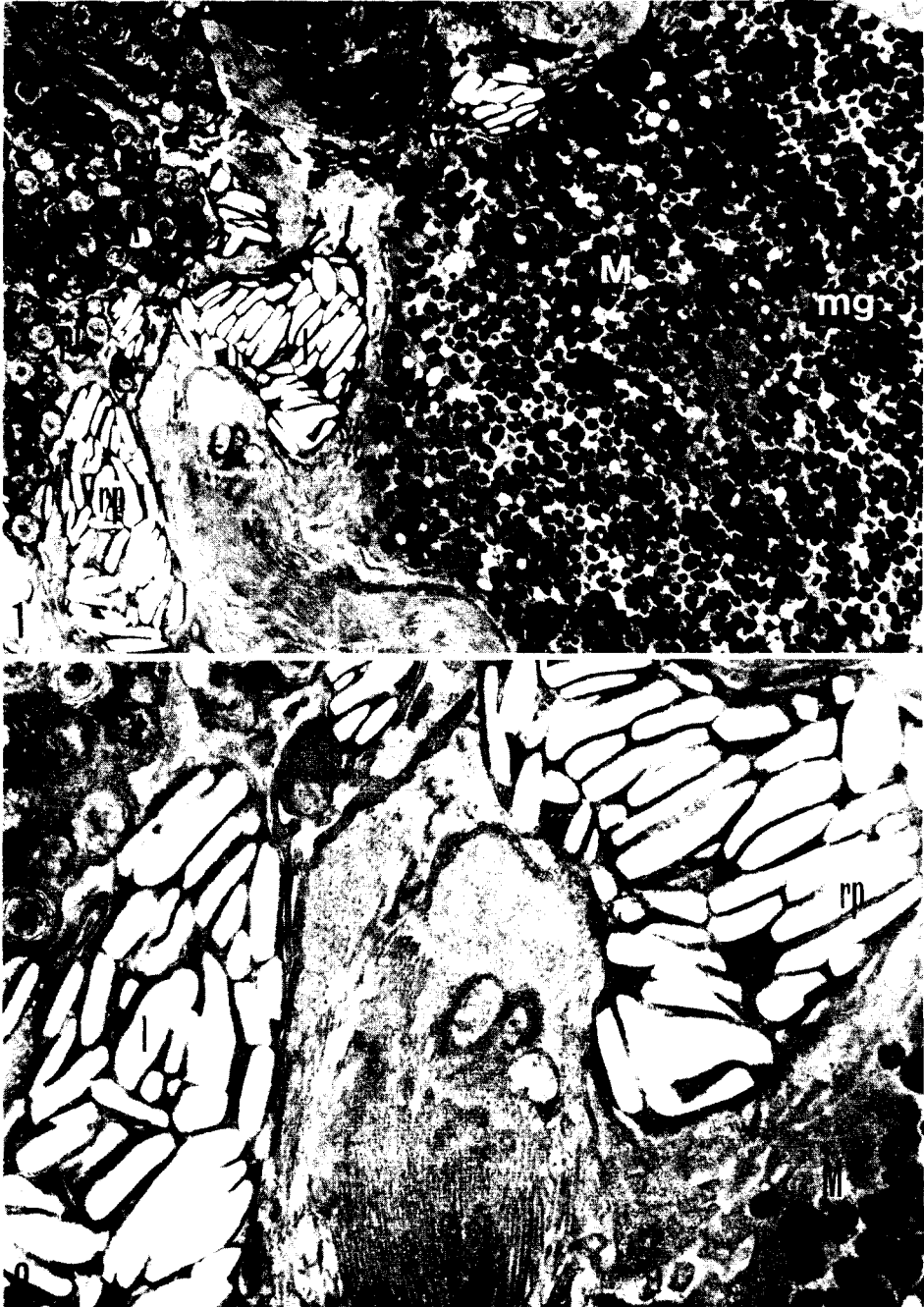
홍색색소포 : 홍색색소포는 기저막 아래에 있는 황색색소포와 진피내 멜라닌색소포 사이에 위치하였다. 홍색색소포는 장방형 또는 볼록렌즈모양의 반사소판으로 채워져 있었다. 이 반사소판들은 밀접하게 접촉하였고, 그들 사이에는 좁은 interspace로 구획되었다. 반사소판이 없는 일부의 핵상부 세포질에는 endoplasmic reticulum과 소수의 mitochondria가 산재하였다.

멜라닌색소포 : 멜라닌색소포는 수많은 멜라닌과립으로 채워져 있었다. 이 멜라닌과립이 채워져 있는 멜라닌색소포의 수상돌기는 홍색색소포의 측면에 뻗어 있었고, 일부는 황색색소포와 홍색색소포 사이에서 나타났다. 포피 멜라닌색소포는 같은 전자밀도를 나타내는 멜라닌과립으로 채워져 있고, 소수의 멜라닌과립이 각질표면층에서 관찰되었다.

### REFERENCES

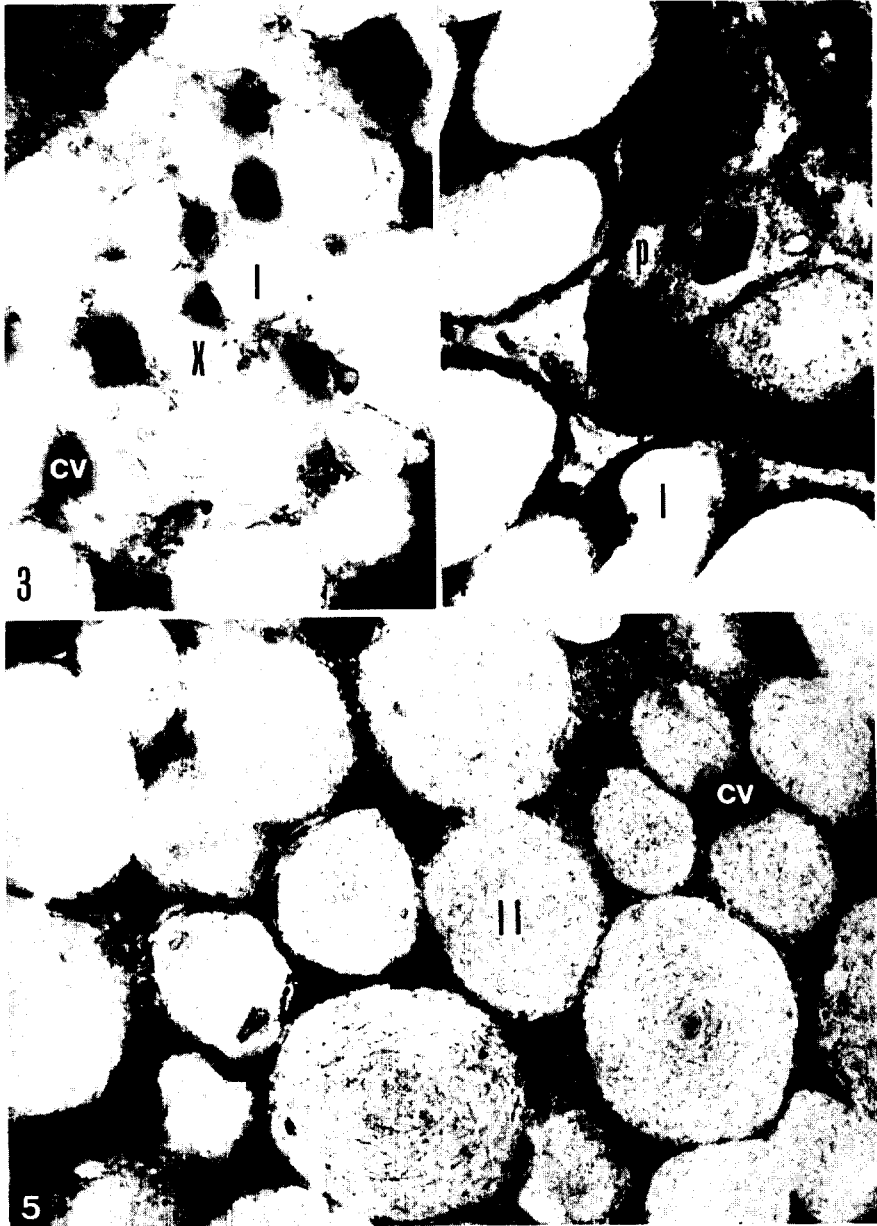
- Bagnara, J.T., 1972. Interrelationships of melanophores, iridophores, and xanthophores. *J. Invest. Dermatol.* 54:82-83.
- Bagnara, J.T., 1976. in Lofts, B. (Ed.), Physiology of the amphibia, color change, Vol. 3, Academic Press, New York.
- Bagnara, J.T. and W. Ferris, 1974. Localization of rhodomelanochrome in melanosomes of leaf frogs(1). *J. Exp. Zool.* 190:367-372.
- Bagnara, J.T. and M.E. Hadley, 1969. The control of bright colored pigment cells of fishes and amphibians. *Am. Zoologist* 9:465-478.
- Bagnara, J.T. and M.E. Hadley, 1973. Chromatophores and color change. Prentice-Hall.
- Bagnara, J.T., M.E. Hadley and J.D. Taylor, 1969. Regulation of brightcolored pigmentation of amphibians. *Gen. Comp. Endocrinol. Suppl.* 2:425-438.
- Bagnara, J.T., J. Matsumoto, W. Ferris, S.K. Frost, W.A. Turner Jr., T.T. Tchen and J.D. Taylor, 1979. Common origin of pigment cells. *Science* 203:410-415.
- Bagnara, J.T., J.D. Taylor and M.E. Hadley, 1968. Dermal chromatophore unit. *J. Cell Biol.* 38:67-79.
- Bowers, R.R. and V.H. Carver, 1978. Ultrastructural study of the cutaneous pigment cells of wildtype and albinistic bullfrog, *Rana catesbeiana*. *J. Ultrastruct. Res.* 64:388-397.
- Butman, B.T., M. Obika, T.T. Tchen and J.D. Taylor, 1979. Hormone-induced pigment translocations in amphibian dermal iridophore, *in vitro*: Changes in cell shape. *J. Exp. Zool.* 208:17-34.
- Cott, H.B., 1957. Adaptive coloration in animals. Methuen and Co., London.
- Dushane, G.P., 1935. An experimental study of the origin of pigment cells in amphibia. *J. Exp. Zool.* 72:1-30.
- Farquhar, M.G. and G.E. Palade, 1964. Functional organization of amphibian skin. *Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A.* 51:569-577.
- Farquhar, M.G. and G.E. Palade, 1965. Cell junctions in amphibian skin. *J. Cell Biol.* 26:263-291.
- Hadley, M.E., 1972. Functional significance of vertebrate integumental pigmentation. *Am. Zoologist* 12:63-76.
- Hadley, M.E. and W.C. Quevedo Jr., 1967. The role of epidermal melanocytes in adaptive color

- changes in amphibians. *Advan. Biol. Skin* 8:337-359.
- Ide, H., 1973. Effects of ACTH on melanophores and iridophores isolated from bullfrog tadpoles. *Gen. Comp. Endocrinol.* 21:390-397.
- Ide, H. and J.T. Bagnara, 1980. The differentiation of leaf frog melanophores in culture. *Cell Differentiation* 9:51-61.
- Ide, H. and T. Hama, 1976. Transformation of amphibian iridophore in clonal culture. *Devel. Biol.* 53:297-302.
- Kim, H.H., Y.D. Chi and Y.W. Moon, 1983. The ultrastructure of the cutaneous pigment cells in the frog, *Rana nigromaculata* *Hallowell*, during hibernating phases. *Korean J. Zool.* 26:271-282.
- Kim, H.H., Y.D. Chi and Y.W. Moon, 1984. The ultrastructure of the cutaneous pigment cells in *Rana nigromaculata coreana* *Okada*. *Korean J. Zool.* 27:231-240.
- Kim, H.H., Y.T. Noh, Y.D. Chi and Y.W. Moon, 1981. The ultrastructure of the cutaneous pigment cells in the amphibia. *Korean J. Zool.* 24:133-144.
- Menter, D.G., M. Obika, T.T. Tchen and J.D. Taylor, 1978. Leucophores and iridophores of *Fundulus heteroclitus*: Biophysical and ultrastructural properties. *J. Morph.* 160:103-120.
- Nishoka, 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.* 2:91-101.
- Parker, G.H., 1948. Animal colour changes in vertebrates, 5. colour changes in amphibians. Animal colour changes and their neurohumours. Cambridge Univ. Press, London 176-208.
- Portmann, A., 1959. Animal camouflage. Univ. Michigan Press, Ann Arbor.
- Quevedo, W.C., 1972. Epidermal melanin units: melanocyte-keratinocyte interactions. *Am. Zool.* 11: 35-41.
- Taylor, J.D., 1971. The presence of reflecting platelets in integumental melanophores of the frog, *Hyla arenicolor*. *J. Ultrastruct. Res.* 35:532-540.
- Taylor, J.D. and J.T. Bagnara, 1972. Dermal chromatophores. *Am. Zoologist* 12:43-62.
- Wright, M.M. and A.B. Lerner, 1960. On movement of pigment granules in frog melanocytes. *Endocrinol.* 12:43-62.
- 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.



**Fig. 1, 2.** Three kinds of chromatophores. Xanthophores (X) are filled with pterinosomes (pt), iridophores (I) with reflective platelets (rp) and melanophores (M) with melanin granules (mg). ( $\times 6,660$ ,  $\times 13,300$ ).

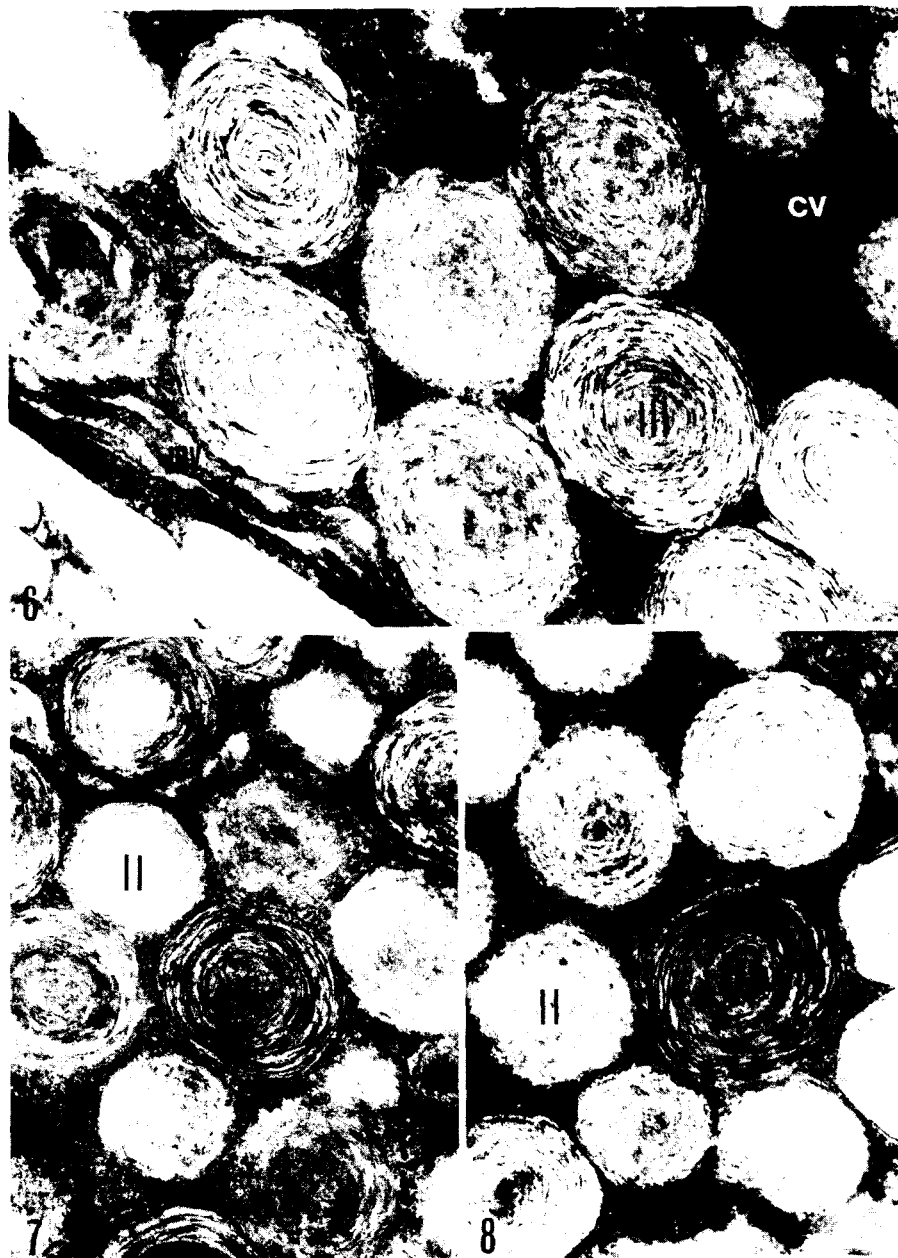




**Fig. 3.** Portion of a xanthophore. The xanthophore (X) is filled with type I pterinosomes (I) and carotenoid vesicles (cv) appear among or between the pterinosomes. ( $\times 33,200$ ).

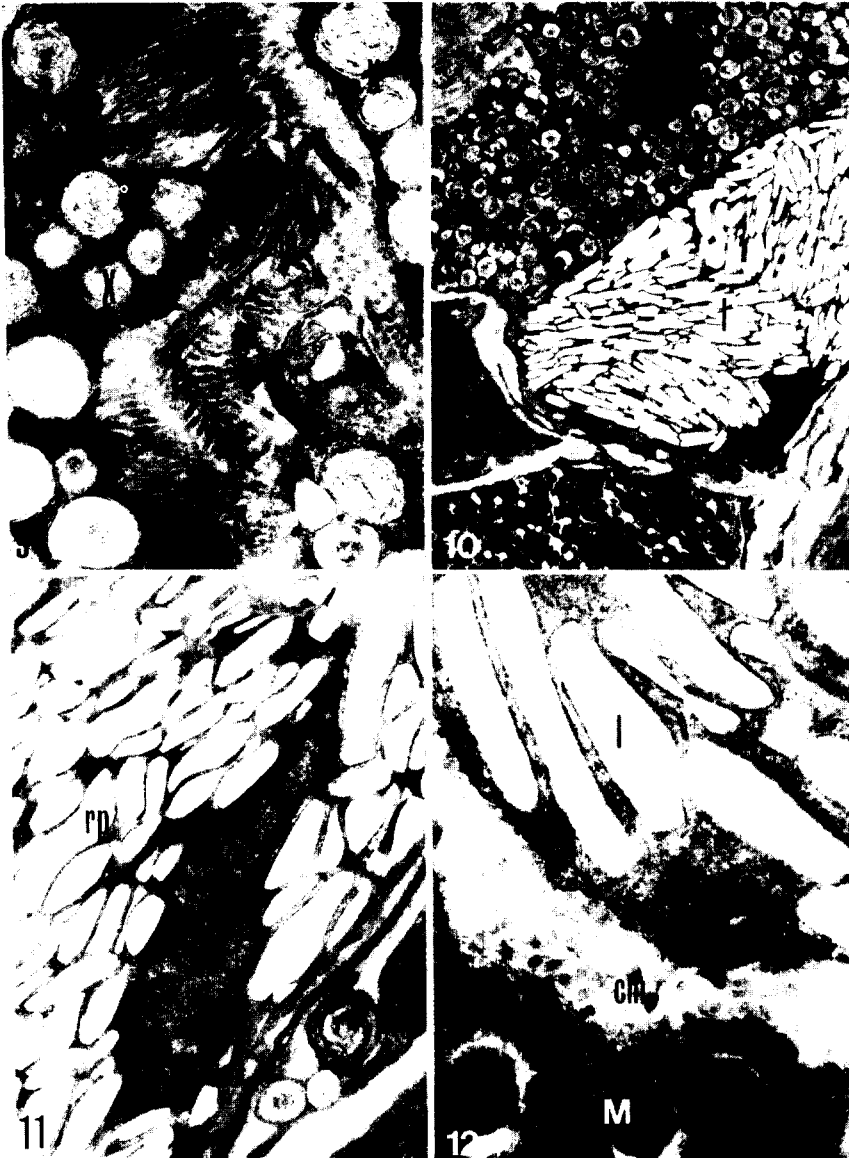
**Fig. 4.** Portion of a xanthophore. Large type I pterinosomes (I) are well developed. Dendritic process (p) of a melanophore is situated in the basal portion of a xanthophore. ( $\times 33,200$ ).

**Fig. 5.** Portion of a xanthophore. Small and large type II pterinosome (II) are well observed. Carotenoid vesicles (cv) are dispersed between the pterinosomes. ( $\times 33,200$ ).



**Fig. 6.** Portion of a xanthophore. Type III pterinosomes (III) and carotenoid vesicles (cv) are observed in the cytoplasm. Microvilli (mv) between xanthophore and iridophore are horizontally expanded. ( $\times 40,000$ ).

**Fig. 7, 8.** Portions of two xanthophores. Type IV pterinosomes (IV) are surrounded by the type II pterinosomes (II). ( $\times 40,000$ ,  $\times 40,000$ ).

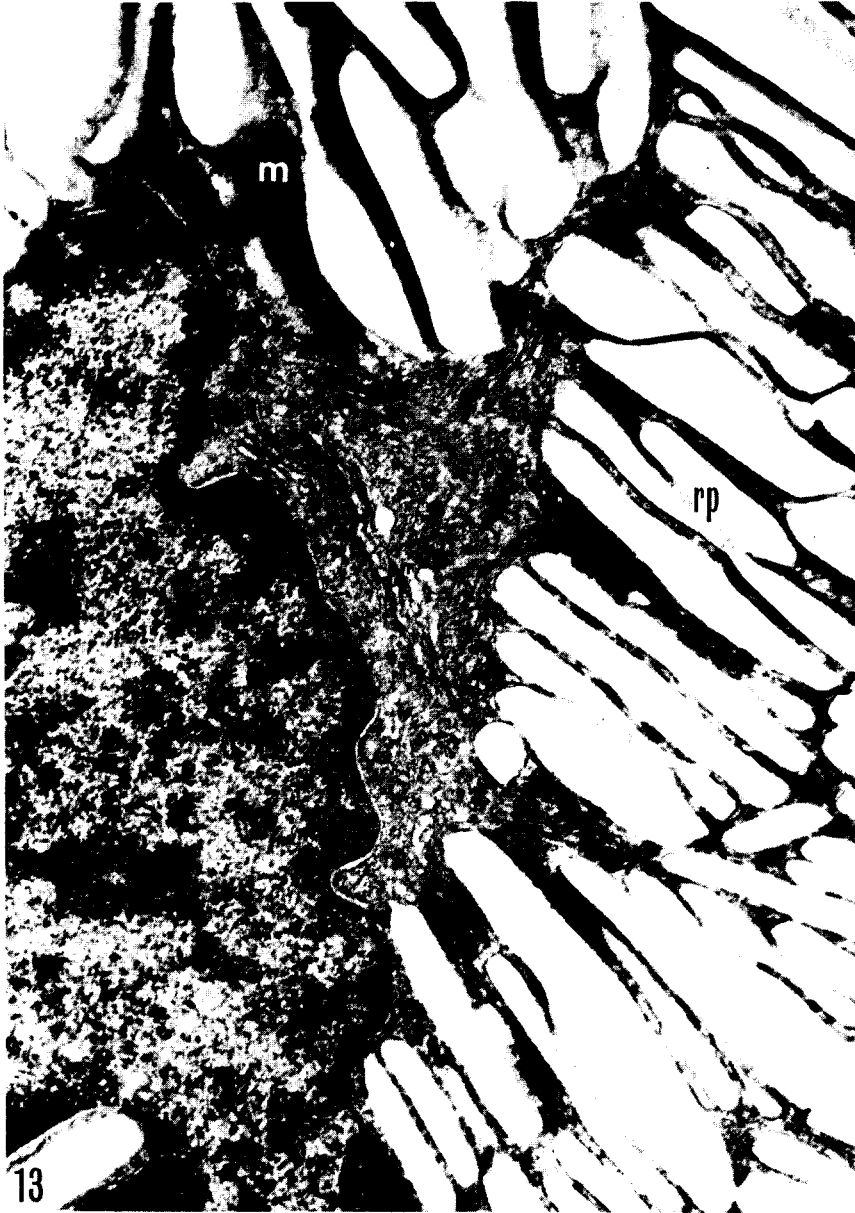


**Fig. 9.** Portions of two xanthophores. Collagenous masses (cm) between two xanthophores (X) are well observed and are irregularly arranged. ( $\times 26,660$ ).

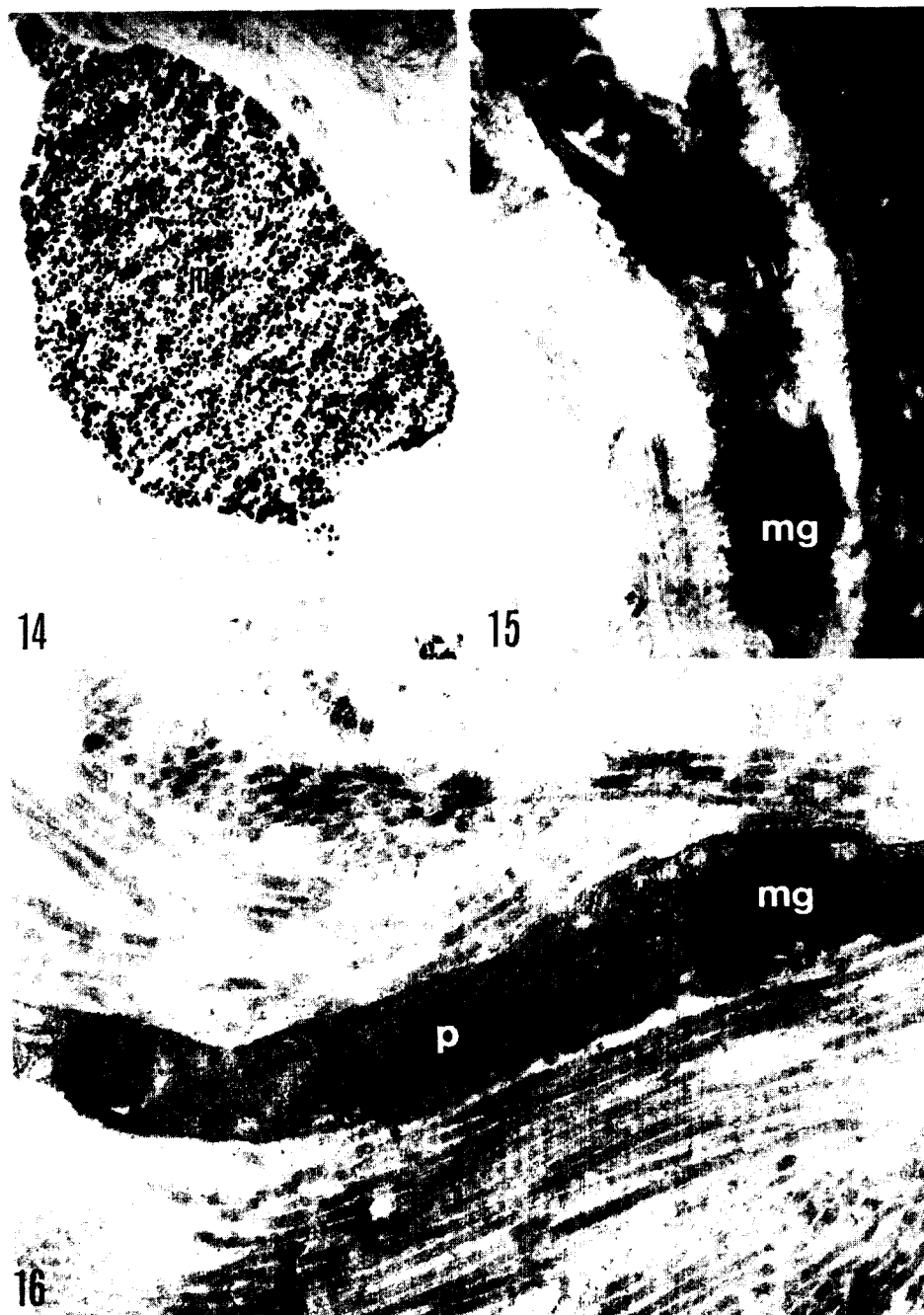
**Fig. 10.** Three kinds of chromathophres. The nucleus (N) of an iridophore (I) are situated in the basal region. ( $\times 5,330$ ).

**Fig. 11.** Portion of an iridophore. The nucleus (N) of an iridophore is surrounded by reflective platelets (rp). ( $\times 13,330$ ).

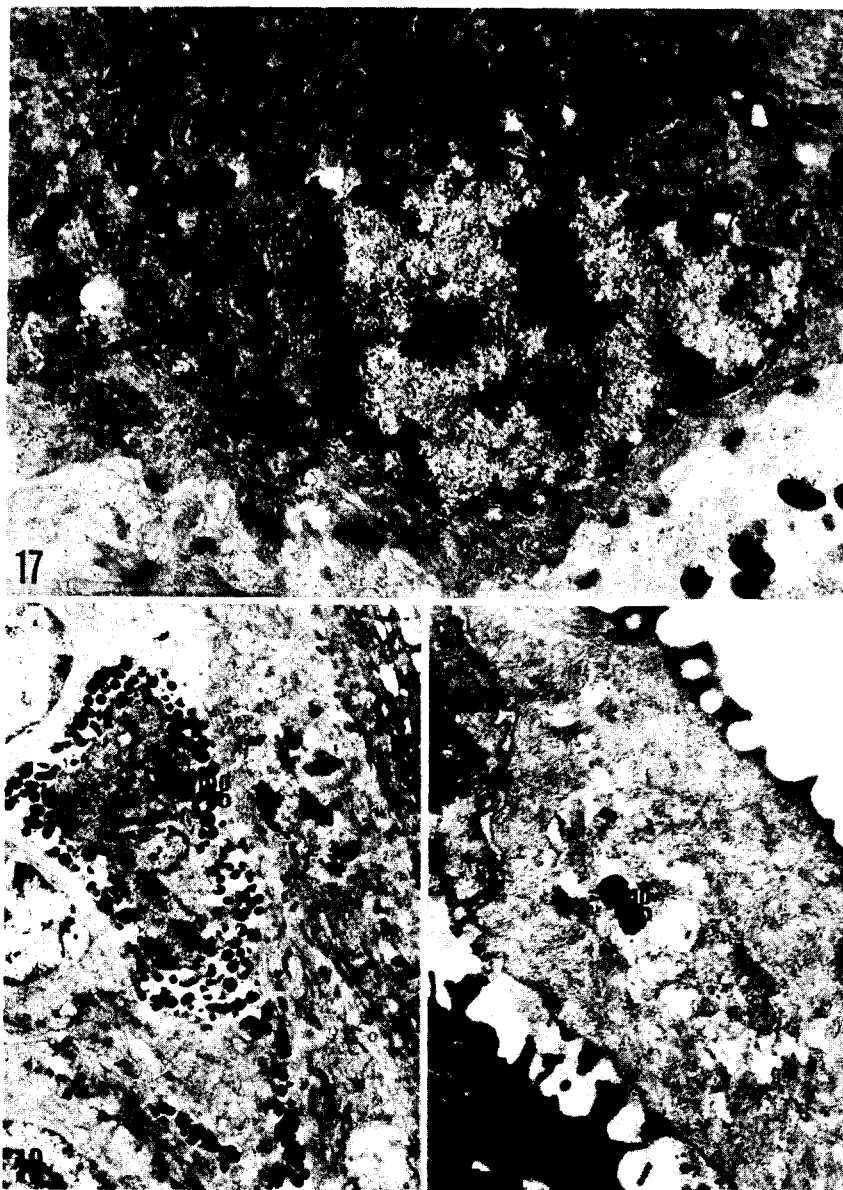
**Fig. 12.** Portion of an iridophore (I) and a melanophore (M). Some collagenous mass (cm) are observed in interspace between these cells. ( $\times 40,000$ ).



**Fig. 13.** Portion of an iridophore. This cell is filled with reflective platelets (rp). Many endoplasmic reticulum (er) and a few mitochondria (m) distributed in the supranuclear cytoplasm. ( $\times 40,000$ ).



**Fig. 14. 15. 16.** Two processes of the melanophores. Processes (p) containing some melanin granules (mg) are observed in the dermis. ( $\times 33,320$ ,  $\times 40,000$ ).



**Fig. 17.** A melanophore in the epidermis. The nucleus (N) appear as partly small infold of the nuclear envelope. Rough endoplasmic reticulum (rer), ribosomes (r) and melanin granules (mg) are observed in the perinuclear cytoplasm. ( $\times 13,330$ ).

**Fig. 18.** A melanophore in the epidermis. Perinuclear portions are surrounded by melanin granules (mg) which appear as a strong electron density. ( $\times 6,660$ ).

**Fig. 19.** A keratinocyte in the epidermis. Two melanin granules (mg) are observed in a cornified surface cell. ( $\times 13,330$ ).