

シンポジウム 魚類色素胞——その発生、分化と反応性——

座長：岩 田 清 二

黒色素胞の発生と微細構造

竹内郁夫（愛知県発達障害研・発生）

Electron microscopy on the development of melanophores

IKUO K. TAKEUCHI

黒色素胞の発生を微細構造レベルで研究する場合、第一に注目すべきはこの色素胞の色素顆粒であるメラノゾームの発達過程であろう。メラノゾームにメラニン沈着がおこる以前の段階の顆粒はプレメラノゾームと呼ばれ、鳥類や哺乳類のメラニン産生細胞では内部に多数の繊維性物質が長軸方向に平行に並んだ構造を有する小胞として報告されている。魚類のプレメラノゾームについてはわずかな研究しかされていない。Turner *et al.* (1975) は黄色金魚にストレスを与えて尾びれに発生させた黒色素胞で、プレメラノゾームは Multivesicular body に類似した内部構造を持つと報告した。しかしわれわれはグッピーの黒色素胞で、プレメラノゾームは内部に微小粒状物質が充満した小胞として認められることを明らかにし、さらにアルビノ金魚の脈絡膜黒色素胞と網膜色素上皮細胞も同様のプレメラノゾームを生産することを明らかにした。このような内部構造はメダカ黄色素胞やグッピー赤色素胞内のプテリノゾームの発達初期段階の小胞にも認められ、これらの色素胞の分化を考えるうえで興味深い。

微小粒状か小粒状の内部構造のプレメラノゾームは *Xiphophorus* 属の黒色腫黒色素胞にも見られるほか、両生類の卵細胞、マウスのある種の毛色突然変異体の黒色素細胞、マウスやシリアン＝ハムスター、ヒトなどの黒色腫の黒色素細胞、さらにはヒトの特殊なあざをつくる黒色素細胞などで報告されている。一方、肺魚やシーラカンスの黒色素胞のプレメラノゾームは鳥類、哺乳類と同様の組織化された繊維状の内部構造を持つと考えられ、両生類の皮膚の黒色素胞や網膜色素上皮細胞のプレメラノゾームも同様の内部構造を持つことが明らかにされている。これらの事実は、プレメラノゾームの内部構造の複雑化は動物の進化を反映している可能性がある

ことを示唆している。

成熟した魚類黒色素胞は細胞表面に多数の胞飲小胞を有し、シナプスの形成が認められる。細胞質内には多数の微小管が多方向に走る。これらの細胞質内器官は細胞内の色素顆粒の移動に関係していると考えられているが、顆粒の移動がみられない発生初期の黒色素胞ではほとんど存在しない。細胞の生理学的機能の発現と関連させて、これらの細胞質内器官の発達過程を詳細に研究する必要がある。

核の形と大きさも黒色素胞の分化に伴って変化する。発生初期の黒色素胞の核は楕円形で、他の間充細胞の核よりやや大きい程度であるが、成熟した黒色素胞では極めて凹凸が激しく、大きさも他の間充細胞の二倍以上になる。黒色素胞は分化の途中で核の DNA 量が倍加し、4 倍体となるという報告があり、これらの現象と細胞の生理学的機能の発現との関連が注目される。

魚類虹色素胞の構造と反射小板の形成

上島孝久（岡山大・理・生物）

Fine structure and developing process of reflecting platelets in fish iridophores

YOSHIHISA KAMISHIMA

細胞質中に光の分散、反射、干渉等を行う構造をもつことにより発色する細胞を構造型色素胞と呼ぶ。その色素体成分は、真性色素胞の Biochrome に対し Schemochrome と呼ばれている。構造型色素胞の中で扁平な薄板状の反射小板を有する細胞にグアノ胞と虹色胞がある。前者では小板の配列が不規則で全波域を不定向に反射し白色を呈するのに対し、後者では小板が規則的に配列され、特定の波長を一定の方向に反射する様に構築されている。

魚類の皮膚色素胞は一般に外側より黄(赤)色胞、虹(グアノ、白)色胞、黒色胞の順に真皮下の一定域に層を成して存在するが、魚の種類、体の部位等によって多少の変化はある。魚類の虹色胞は白色の腹部等では扁平であり、多層に重積して分布するが、背部等では半球形成はレンズ形を呈し一層分布して

いるのが普通である。核は細胞の中心に位置し、細胞質全域は反射小板で占められている。反射小板の配列は、扁平な細胞では体表に対しほぼ平行であるが、半球形の細胞等では小板は核を囲むいくつかの群を作り、他の群の小板とは必ずしも同配列を成さない。反射小板は膜で包まれたプリンの薄板であり、厚さはほぼ 100 nm ぐらいであるが、大きさは一定ではない。反射性の劣る虹色胞でも含有する小板の数量に変わりはないが、各小板に沈積するグアニン等の量は少い。

虹色胞の反射小板の形成は二つの段階に大別される。第一は小板の胞体形成の過程であり、第二は胞体内へのプリンの沈積の過程である。発達中の虹色芽胞では反射小板の胞体は二重の膜で構成され、且つ横断像では胞体の一端が開いているのが観察される。一方、虹色芽胞には RER がよく発達しており、また小板形成域には RER 由来と思われる SER が存在する。SER は多くの場合、屈曲した断面像を示し、多くはヘアピン状に折れ曲った形をしている。このヘアピン状の SER の内側には高電子密度の物質の沈着が認められ、反射小板胞体の特徴を顕わしてくる。即ち、反射小板胞体は ER の屈曲により囲い込まれた細胞質を内腔にもつ二重膜の扁平な袋であると考えられる。このことは胞体内腔にリボソーム顆粒等の細胞質成分が見られること及び胞体膜の一端が開放している像が多く観察出来ること等からも理解出来る。この段階の反射小板にはまだプリンの沈積は認められず、単に二重膜を持つ扁平な胞体として存在する。胞体内膜はさらに内部へ突出し、薄い内腔を横断して梯子状に区切る。この内膜による分節化は胞体周縁部より同時に進行するので、この時の胞体水平面像は同心多角形を示す。胞体内膜及びその突出した分節膜には上述の高電子密度の物質の沈着が認められる。他方、この頃の虹色芽胞には核の周辺に発達したゴルジ装置や中心体が見られるが、他の色素胞によく認められる微小管は観察されない。ゴルジ小胞は高電子密度の内容物を有し、反射小板胞体への融合も見られるので、上述の小板胞体に沈着する高密度の物質はゴルジ小胞に由来するものと考えられる。

小板胞体内部へのプリンの沈積は、胞体完成後、内膜特に分節膜を中心に結晶していく像が電顕的に観察される。グアニン等は中性では難溶性であり、

その最終生成部位は小板内であると思われるが、その前段階のグアニン生成を触媒する 5'-Nucleotidase 活性は細胞膜や空胞膜には存在するが小板胞体中には認められない。以上の結果を総合すると、虹色芽胞は細胞内外からの GMP を細胞膜や空胞膜でグアニンに分解し、グアニンは ER 膜に由来する二重膜の胞体内へ取り込まれ、ここで内膜に存在すると思われる Nucleosidase によりグアニンとなり沈積して反射小板となる。

色素胞の培養と分化

井出宏之 (名大・理・生)

Differentiation of chromatophores in cell culture
HIROYUKI IDE

ウシガエル (*Rana catesbeiana*) 幼生の尾の色素胞を単離してクローン培養を行ない、その際にみられる分化した色素胞間での相互転換の現象をもとに、色素胞の分化の問題を考えてみたい。

L-15 を主体とした培養液でクローン培養した黒色素胞はメラニン合成を行ないつつ増殖し、MSH 添加によるメラノソーム拡散反応の反応性も維持されている。それに対して虹色素胞を同じ培養液中でクローン培養すると、全ての虹色素胞は反射小板を失ない、メラノソームを持つようになる。この過程を電子顕微鏡で観察すると、プレメラノソームが多数存在しており、反射小板が直接にメラノソームに変換するのではなく、メラノソームが、プレメラノソームを経て新しく作られるものと考えられる。この虹色素胞由来の細胞中のメラノソームは、MSH, cAMP, カテコールアミンによって拡散反応を行ない、黒色素胞への転換が起ったものと考えられる。

黄色素胞はプテリノソームやカロチノイド小胞を含む黄色の細胞であるが、この細胞を上記の培養液中で、クローン培養すると、プテリノソームは失われ、プレメラノソームやメラノソームが出現する。このメラノソームも MSH 等に対して拡散反応を示すので、黄色素胞から黒色素胞への転換が起こり、その際にメラノソームはプテリノソームのメラニン化で形成されたのではなく、プレメラノソームを経て新しく形成されたものと考えられる。以上からウシガエルの 3 種類の色素胞を上記の培養液中で培養すると、全て、メラニン合成を行ないつつ増殖する