



始



6753336

97

上海自然科學研究所生物學部報告

魚の體色變化の生理學的研究 (1940)

富田 軍一

上海自然科學研究所編輯

第9卷 (287-292頁)

第 19 號

上海自然科學研究所

1940年6月

上海科學館

61455.50

57

上海自然科學研究所生物學科報告

魚の體色變化の生理學的研究 (抄録)

富田軍二

上海自然科學研究所彙報

第9卷(287-292頁)

別冊 19

上海自然科學研究所

1940年6月

上海科研報

14.5
251

This is the abstract (in Japanese) of the following papers:—

Melanophore Reactions to Light during the Early Stages of the Paradise Fish, *Macropodus opercularis*.

(In the Journal of the Shanghai Science Institute, Section IV, Vol. 2, pp. 337-264, 1936)

The Physiology of Color Changes in Fishes I.

The Use of the Angelfish as a Test Material.
(In the Journal, Vol. 4, pp. 1-8, 1938)

The Physiology of Color Changes in Fishes II.

The Antidromic Responses in the Melanophore System in the Angelfish.
(In the same Journal, Vol. 4, pp. 9-16, 1938)

The Physiology of Color Changes in Fishes III.

The Reactions of Melanophores to Denervation in the Angelfish, with Special References to the Melanophore Innervation and to the Antagonism of Neurohumors.
(In the same Journal, Vol. 5, pp. 151-178, 1940)

By

Gunji Tomita



魚の體色變化の生理學的研究

上海科學學院

富田 軍

魚の體色變化の現象は非常に古く知られてゐるが、その變化の機構が實驗的に研究される程になつたのは、創始近年のことである。現象のものがよく知られてゐるが生理學的に説明、特にそのメカニズムを全く説明しなかつた。

一方、DALL, LOEW 等の唱へた神經系統の melanophore 及び神經作用に對する觀念の、既に劃期的な變化をたもたつた PARSONS が先づ、色素細胞と神經との關係を究める上、適期に多くの第一種、第二種、の不明の事實を證明した。かく、神經の興奮による色素細胞作用の興奮作用、その生理學上興味ある重要な分野をなす。その上、自分は矢張り、この見地から體色變化の問題を取扱つた後、先づ、極樂魚 (一名 極樂魚 *Macropodus opercularis*)、其他數種の熱帶魚、亞熱帶魚を用いて實驗を行つた。次に、*Pterophyllum* を用いて今日に至つた。以上、この方面の研究に關しては自分が當研究所の英文報告に發表したものを、簡單に抄録する次第である。

極樂魚の幼期に於ける黑色素細胞の光に對する反應

魚の色素細胞に就いての生理學的研究の大部分は成魚に對して行はれてゐるが、自分

上海科學學院 (上海科學院) 富田 軍 著、上海科學學院發行
—(1) PARSONS, G. H. (1927) *Huamian-Literatur-Nachrichten*, (2) PARSONS, G. H. (1936) *Ciba-Collection of Papers on Relations to Neurology*, (3) PARSONS, G. H. (1936) *Ciba-Collection of Papers on Relations to Neurology*, (4) TOMITA, G. (1936) *Melanophore Reactions to Light during the Early Stages of the Paradise Fish, *Macropodus opercularis**, *J. Shanghai Sci. Inst.*, Vol. 2, pp. 337-264, 1936, (5) TOMITA, G. and LOEW, D. (1938) *The Antidromic Responses in the Melanophore System of the Angelfish, *Pterophyllum**, *J. Shanghai Sci. Inst.*, Sect. IV, 3, pp. 9-16, 1938.

This is the abstract (in Japanese) of the following paper:—

Melanophore Reactions to Light during the Early Stages of the Paradise Fish, *Macropodus opercularis*.

(In the Journal of the Shanghai Science Institute, Section IV, Vol. 2, pp. 237-264, 1936)

The Physiology of Color Changes in Fishes I.

The Use of the Angelfish as a Test Material.
(In the Journal, Vol. 4, pp. 1-8, 1938)

The Physiology of Color Changes in Fishes II.

The Antidromic Responses in the Melanophore System in the Angelfish.
(In the same Journal, Vol. 4, pp. 9-16, 1938)

The Physiology of Color Changes in Fishes III.

The Reactions of Melanophores to Denervation in the Angelfish with Special References to the Melanophore Innervation and to the Antagonism of Neurohumors.
(In the same Journal, Vol. 5, pp. 151-178, 1940)

By

Gunji Tomita



魚の體色變化の生理學的研究* (抄録)

上海自然科學研究所生物學科

富田軍二

魚の體色變化の現象は非常に古くから知られてゐるが、この變化の機構が實驗的に研究される様になつたのは割合近年のことに屬し、現象そのものが良く知られてゐて而も生理學的に説明の付いてをらないことが今日尙山積してゐる。

一方、DALE, LOEWI 等が唱導した神經液説 (neurohumoralism) は神經の作用に對する觀念の一部に劃期的の變化をもたらした。PARKER はこれを始めて色素胞と神經との關係を究める上に適用し、多くの弟子と共に種々の不明の事實を闡明した⁽¹⁾。かくて神經液的立場から色素胞の作用を再吟味することは生理學上興味ある重要な 1 分野をなすに至つた。自分は矢張りかゝる見地から體色變化の問題を取扱ひ度いと考へ、先づ極樂魚 (一名廣東闊魚 *Macropodus opercularis*) 其他數種の熱帶魚、亞熱帶魚を用ひて實驗を行ひ、次に、エンゼルフィッシュ (*Pterophyllum*) を用ひて今日に至つた。以下にこの方面の研究に關し既に自分が當研究所の歐文報告に發表したものを纏めて簡単に抄録する次第である。

極樂魚の幼期に於ける黒色素胞の光に對する反應⁽²⁾

魚の色素胞に就ての生理學的研究の大部分は成長魚に就て行れてゐるが、自分

* 上海自然科學研究所彙報, 第九卷, 別冊十九 (一九四〇年六月發行)

(1) PARKER, G. H. (1932) *Humoral Agents in Nervous Activity*. Cambridge; PARKER, G. H. (1936) *Color Changes in Animals in Relation to Nervous Activity*. Philadelphia.

(2) TOMITA, G. (1936) Melanophore Reactions to Light during the Early Stages of the Paradise Fish, *Macropodus opercularis*. *J. Shanghai Sci. Inst. Sect. IV, 2*, 237-264 に詳細發表, 尙 TOMITA, G. and TUGE, H. (1938) The Development of Behavior of the Paradise Fish. *J. Shanghai Sci. Inst. Sect. IV, 3*, 269-278 參照

は眼の作用が発達の種々の段階に在る幼魚を材料として、體色變化支配の種々の要因を解析せんと試みた。實驗には主に *Macropodus opercularis* を使ひ、その外中支以北に産する *Macropodus sinensis* を始め *Pterophyllum*, *Gambusia affinis*, *Lebistes reticulatus*, *Xiphophorus hellerii*, *Oryzias latipes* をも用ひた。

實驗結果 (1) 全くの暗黒では色素胞は縮小状態に在る。これは目の有無に拘らない。但し縮小の程度は色素胞の發育程度によつて異り、色素胞の出來始めの頃は極限まで縮小しても發生の進んだ時期に見る様な小さな丸い點の状態にまで至ることは無い。

(2) 目を通じてでなく直接に光が色素胞に働く場合には、光は色素胞を擴大する方向に働き、全くの暗黒に戻すと色素胞は縮小する。此現象は色素胞發生の初期から既に見られる。

(3) 目が光を受けると、色素胞を縮小させる様な刺戟を送る。即ち光の色素胞に對する直接作用と反對の刺戟を生ずる。

(4) 魚の目が未發達の極く幼期に於ける色素胞は上の (2) に述べた様に光の直接刺戟に支配されるが、目が發達してその作用が強大になるにつれて、目を通じての間接作用がその度を増して來、一時幼期反應と普通の成長魚のそれとの中間又は混合の状態を示す時期があり、それ以上成長すれば、目を通じての作用の方が光の直接作用よりも強大となり、丁度目の出來る前の色素胞の「幼期反應」と反對の状態を示すに至る。かゝる考へ方は、目の充分發達した魚の目を抜き又は頭部を切斷した魚の色素胞の行動が「幼期反應」を呈することによつて益々裏書きせられた。

(5) 卵胎生の魚 *Lebistes*, *Gambusia*, *Xiphophorus* では母魚から産れ出る時には豫想の如く既に「幼期反應」の時代を過してしまつてをた。それらの魚の眼を除去すると、何れも「幼期反應」に戻つてしまつた。

實驗材料としてのエンゼルフィッシュ⁽³⁾

種々の魚を用ひて體色變化の生理學的研究を行つてゐる間に自分はエンゼルフィッシュ (*Pterophyllum*) が實驗材料として非常に優秀であることを見出した。

(3) TOMITA, G. (1938) The Physiology of Color Changes in Fishes I. The Use of the Angelfish as a Test Material. *J. Shanghai Sci. Inst. Sect. IV*, 4, 1-8.

この魚は體と鰭に數條の黒い縦縞を有し、此等の縞は外界の條件次第で迅速に消長する。此等の變化は黒縞を形成する黒色素胞の擴大收縮によるものである。黒縞以外の場所には黒色素胞が極く尠いこと及び他種の色素胞が數も少く又體色變化の上に重要な役割を演じてゐないことはこの魚の黒色素胞の行動を研究する上に好都合のことである。實驗には尾鰭を用ひるのが便利である。尾鰭は割合に大きく且透明で白地の上に置くと黒色素胞だけがクッキリと浮き出て來る。魚を載せる容器には白いコーヒー皿が手頃である。魚を皿に横へ、鰓蓋の上にガーゼの小片を渡し少量の水を加へて置くと、そのまゝデーツとしてをり特に亂暴に取扱はぬ限りは時には數時間も動かないでゐる。

又この魚は廣い水槽の中でも忙しく動き廻らず靜にしてをり又泳く時も體や尾をくねらさぬから、自然の姿勢で水槽の中に居るまゝで側面から觀察することも容易である。又、非常に丈夫な魚で、色々操作や手術や長時間に亘る皿の上での觀察にも良く堪へ、兩眼を除去しても長く生きてゐる。滿2年も丈夫に生き残つてゐる盲魚もあつた位である。

前述の如くおとなしい魚であるから黒色素胞の反應を寫眞によつて連續記録するのに便利である。色素胞の状態を記録するには、ライカとライツ製万能複寫装置とを組合し、魚を白皿の上に横へて接寫撮影をする。この方法に依れば黒色素胞1つ1つの行動を正確に追求することさへも出来る。尙顯微鏡下で觀察や實驗をし乍ら詳しいプロトコルを書くといふ煩はしさ、及びそれから起るいろいろの錯覺過誤から大いに救はれる。自分は既に3千枚以上もこの方法で寫眞を撮り而もあまり失敗もなかつたから實驗材料としてのエンゼルフィッシュを紹介すると共に此の連續寫眞記録の方法を推奨するものである。

エンゼルフィッシュの黒色素胞系に於ける逆方向性反應⁽⁴⁾

黒色素胞神經が逆方向性反應をするか否かといふ問題は 1936 年 Cold Spring Harbor Symposium に於ける PARKER の講演の際 HOAGLAND によつて提起されたが PARKER はその際充分に答へ得る材料を持つて無かつた。自分はこれに興味を抱き *Pterophyllum* に就て檢べた所、以下に記す様に逆方向性反應があるとい

(4) TOMITA, G. (1938) The Physiology of Color Changes in Fishes II. The Antidromic Responses in the Melanophore System in the Angelfish. *J. Shanghai Sci. Inst. Sect. IV*, 4, 9-16.

ふ明瞭な結果を得た。

(A) 色素胞拡大神経の逆方向性反応

Pterophyllum の尾鰭條を横に切ると切口以下尾端までの大體切口の幅だけの部分に黒い帯が現れる。これは色素胞拡大神経が鰭條切斷と共に切斷され、その切斷といふ機械的刺戟に對し切斷神経自ら長期に亙つて興奮して黒色素胞を擴大させるのに因ると考へられる。所が切斷後注意深く觀察するか又は短時間中に多數の連續寫眞をとつて切斷直後の變化を記録すると、切口の後方のみならず前方相當距離に在る色素胞までも多少共擴がり時には極めて顯著に反應することが分る、これ即ち逆方向性反應の存在を示すものである。この反應は然し乍ら一時的のものであつて數分以内に消失してしまふ。この事實及び場合により反應の現れ方に相違のあるといふことは次の如くに説明するのが至當である。即ち

普通魚の觀察又は手術は便宜上白つぱい明い所で行ふので魚は白地適應の状態に在る。従つて色素胞を縮まらず様な影響が中樞から尾鰭の前方にも來てゐるわけである。切口よりも前方では逆方向性反應によつて黒色素胞が擴がらうとする傾向がこの白地適應による影響に拮抗されるので多少共減殺されるが切口以下に於ては中樞との連絡を絶たれてゐるため黒い帯の出來ることが邪魔されないのではなからうかと

果して然らば豫め或る鰭條を根元近くで切り白地適應の状態に魚を保ち1,2日の後大體黒縞が消えてから、前の切口よりも後方で同じ鰭條を切れば、第2の切口の前方も後方も中樞からの拮抗的影響を直接には受けないから黒色素胞擴大は兩方で同程度に起り而も前程速に消えることがない筈である。やつて見ると果してその通りであつた。これにより、正常領域に切目を入れた場合には中樞からの拮抗的影響のために逆方向性反應の出現が多かれ少かれ妨げられてゐることを知るのである。

(B) 色素胞收縮神経の逆方向性反應

尾鰭の鰭條に電極を跨がして感應電流で刺戟すると、刺戟個所の前方も後方も相當距離の間の色素胞が縮まる。そしてこれが決して電流の直接刺戟によるものでないことも證明される。これは即ち明に色素胞收縮神経の逆方向性反應を示したものである。

エンゼルフィッシュに於ける黒色素胞の神経切斷に對する諸反應
特に色素胞神経分布と神経液の拮抗とに就て⁽⁵⁾

Fundulus などの硬骨魚の鰭に切目を入れると鰭條神経が切れ、切口以下鰭の末端に至るまでの區域が黒色素胞内の色素擴散により帶狀に黒くなる。この黒色帶は古くから知られ、殊に WYMAN (1924) 以來魚の體色變化機構の研究上重要な手掛りの1つとして屢々實驗に用ひられ、就中 PARKER 及びその一派の色素胞の作用に關する神経液説 (Neurohumoralism) 確立に大きな役割を演じて來た。神経切斷に對する色素胞の反應としては黒色帶生成の外に、切口よりも手前の部分の色素胞の逆方向性反應と切口周圍の小區域の褪色とが知られてゐる。エンゼルフィッシュの尾鰭や臀鰭では、これら總ての變化が顯著であつて、その1部は既に發表した (前節參照)。所が、此の魚では黒色帶生成以下3種の變化の何れもが、種々の變異や不規則性を示すことが分つた。今までこの種の不規則性はあまり注目されてをらなかつたが、前に述べた様に黒色帶は色素胞の生理學的研究上の1つの有力な踏台となるものであつて、これ及びこれに隨伴する2種の變化に就て先づ詳細な智識を得てをくことが必要であると共に、これらの變化に就ての不規則性を検討することそのものが、魚の體色變化を支配する要因を究明することになるだらうとの期待の下に研究を行つた。

その結果を要約すれば、(1) *Pterophyllum* に於ける神経切斷に對する黒色素胞の反應は、同一個體の同一個所に於ける状態を生きたまゝで連續的に撮影することよりその全過程を充分且精確に追究出來た。

(2) この魚の尾に切目を入れると次の3種の變化が起る。即ち、a) 切口以下に於ける黒色區域の生成 (色素胞擴大)、b) 切口よりも手前に於ける逆方向性反應 (色素胞擴大)、及び、c) 切口周圍の小區域に於ける褪色 (色素胞縮小)。

(3) 此等の變化は時と場所により種々の程度の變異と不規則性を示す。變異の起る主要原因は周圍の背景明るさと魚の精神的動搖とであることが確められた。又ここに色素胞の作用に關して神経液の拮抗といふことを考へねばならぬと

TOMITA, G. (1940) The Physiology of Color Changes in Fishes III. The Reactions of Melanophores to Denervation in the Angelfish, with Special References to the Melanophore Innervation and to the Antagonism of Neurohumors. *J. Shanghai Sci. Inst. Sect. IV*, 5, 151-178.

とが分つた。

(4) 背景の影響は色素胞神経を通じて黒色素胞に作用する。この魚に於ける黒色素胞神経支配に就て注目すべきは次の諸点である。a) 擴散凝收兩種神経の存在, b) 機械的損傷を受けた擴散神経の持続的異常活動性及びその強さの消長, c) 兩種神経の何れもが複雑な分布経路をとつてをること(重複支配), 及び d) 1つの色素胞に對する兩側緒條神経支配に輕重のあること。これら何れの點を見ても黒色素胞反應の不規則性の原因となり得る。

(5) 魚の精神的動搖は循環系を通じて黒色素胞に作用する。

(6) 黒色帯は生成後數時間に互つて一時的に褪色する。これは背景其他の如何なる條件下に於ても例外なく起り、エンゼル魚に特異のもので茲に“特異褪色”と名付けた。

とが分つた。

(4) 背景の影響は色素胞神経を通じて黒色素胞に作用する。この魚に於ける黒色素胞神経支配に就て注目すべきは次の諸點である。(a) 擴散凝收兩種神経の存在。(b) 機械的損傷を受けた擴散神経の持続的異常活動性及びその強さの消長。(c) 兩種神経の何れもが複雑な分布経路をとつてゐること(重複支配) 及び(d) 一の色素胞に對する兩側神経支配に輕重のあること。これら何れの點を見ても黒色素胞反應の不均調性の原因となら得る。

(5) 魚の精神的動搖は循環系を通じて黒色素胞に作用する。

(6) 黒色素は生成後數時間になつて一時的に褪色する。これは背景其他の如何なる條件下に於ても例外なく起る。メダカ魚に特異的によつて茲に“特異褪色”と名付けた。

14.5-251



14.5

51

14.5

251

終