単眼性のサケ稚魚に見られた異常体色に就いて

本 間 義 治

(新潟大学佐渡臨海実験所)*

On the Aberrant Body Color found in Synophthalmic Chum
Salmon Parr, *Oncorhynchus keta* (WALBAUM)

Yoshiharu HONMA

In this paper the author has described on the external morphology of deformed chum salmon parr (*Oncorhynchus keta*) with aberrant body coloration. Moreover, the histology of some endocrine glands and melanization of skin were observed.

1. The author thought that this monstrosity belongs to "Synophthalmia bilentica" in WEBER's classification, because it was under the condition of the approachment of both eyes, poor development of upper jaw, protruding of lower jaw, and uniting of nostrils which lie in the apex of head.

The atrophy of each fins and the delaying of differentiation of visceral organs were recognized.

2. Although the parr marks (lateral bars) and other dark spots were not founded, while the body coloration of this synophthalmic chum salmon parr shows pallor like as in the metamorphosing smolt stage salmon.

The epidermis of synophthalmic fish is thicker and also the melanization is denser than those of normal parr stage fish. As the melanin granules not exist in the melanophores, so that these granules do not controlled by adrenergic nerves. Furthermore, there are no scales in body sides.

Thus the origin of body color between synophthalmic parr and metamorphosing smolt salmon differs with each other.

3. The deformation and retardation of development of forebrain, chiefly hypothalamus, pituitary gland, saccus vasculosus and pineal body were recognized, on the contrary the hind brain was no changed.

The histology of the thyroid gland appeared to be in the condition of hypofunctioning figure.

4. The author has discussed on the origin of development of these abnormalities.

は し が き

硬骨魚類の奇形に就いては、古くから多数の論著が発表されている。本邦産のサケ *Oncorhynchus keta* (W.) に就いても、半田 ('17, '25), 犬飼 ('25), 鈴木 ('27, '28)¹³⁾, 駒井 ('37, '38), 疋田 ('55), 本間 ('57) 等の諸報告がある。

筆者は、サケの甲状腺処理実験を行う為、新潟県水産試験場阿賀野川養魚場へ出張中、時折サケ奇形稚仔魚の採集に従事した。その際放流間近かの parr の中から、単眼性の奇形魚で、更に体色の異常なものを4個体入手する事が出来た。そしてこれ等の標本が、本種の変態や生理的体色変化を考究する上に、一資料を提示していると思われたので、ここに報告したい。

稿を進めるに当り、御指導を賜わった新潟大学理学部生物学教室の平坂恭介教授、村川新十郎助教授並びに材料の蒐集に御協力頂いた阿賀野川養魚場の種田俊彦技師に厚く御礼申し上げる。また有益な御教示を頂

いた当時群馬大学医学部内分泌研究所の故榎並仁教授にも、心から謝意を表する。

材料及び方法

この観察に用いた材料は、前記養魚場の孵化水槽内より得たもので、群泳に参加する事無く単独に行動しており、しかも特異な体色を呈していたので、正常魚から容易に区別された。これ等の中4個体は、新潟大学の研究室内で1953年2月22日より約3ヶ月に亘つて、直径24cmのガラス製水槽中に同期(parr)の正常魚と一緒に飼育した。換水には放置した水道水を用い、餌料としてイトミミズを与えたが、5月17日までの間に順次BOUIN氏液で固定した。固定した材料は、鰓蓋後端の位置で頭部を切断し、これを脱灰処理後8μmのパラフィン切片を作り、DELAFIELD氏のヘマトキシリン・エオシンの二重染色によつて鏡検した。以下これ等4個体に、夫々A, B, C, Dの記号を付して記述を進めたい。

観 察 結 果

1. 外形——4個体共、いずれも単眼化に伴なつて頭部の1部が欠損しており、WERBER ('15, '16)¹⁴⁾の提唱した *bilentic synophthalmia* の範疇に含まれる。すなわち、両眼の接近によつて両眼隔の無くなつたもの(A, C)から、或程度離れたもの(B, D)や、眼瞼及び水晶体の萎縮の為、眼球全体が小さくなつたもの(A)が見られる。吻が欠けているので、上顎先端が短縮して眼球前縁の直ぐ下に近く存在しており(A, B, C)、しかも正常魚とは反対に、下顎の方が突出して、その内喉は蔽われる事無く露出している。単眼化がひどくない場合(D)でも、上・下顎は互いに合する事が無いので、いずれの奇形魚も常時開口の状態にある。鼻は頭頂先端に位置し、鼻孔は融合して1つになり、全体が一隆起となつて瘤状に突出している(A, C)。外鼻孔が2個の場合(B, D)でも、位置は多少上昇している(Figs. 1, 2)。

従来、この様な頭部奇形を狹頭(pug head, Mops kopf)と呼んでいた。ところで、ここに挙げた標本の中には、鰭にまで異常が見られるもの(A)があつたので、これを記して置く。この標本の尾鰭後縁は截形型であつて、正常魚の様に叉状でなく、しかも尾鰭基部の背縁に欠刻がある。胸鰭はグローブ型に萎縮し、また背鰭後方軟条は、彎曲して発達が悪い。なお、胸部が正常魚より高く側扁化の著しいものや、臍囊の吸収換言すれば内臓諸器官の分化が遅れていると思われるものもあつた。しかし、夫々の孵化日が不明の為分化の程度について明確な議論をする事は不可能である。

2. 体色など——上記した奇形魚の体色は、いずれも背方が緑がかつた蒼白色であり、腹方は銀白色で皮下に著しくグアーンが沈着している。この色調は smolt のそれに良く似ていて、正常魚のような parr mark や蒼黒色の斑点は認められない(Figs. 1, 2)。次に奇形魚に於ては、原黒色素胞がその突起で皮膚の細胞を取り囲み、其処へ色素原体を送りこんでメラニン色素を形成させており、メラニン顆粒は真皮と表皮の間に非常に稠密に分布している。すなわち、この奇形魚に於ては正常魚のように原黒色素胞にメラニン色素が形成され、これが色素運動神経に支配されているものとは異なるので、銀鱗をもつた smolt の体色発現機構とは大きな違いがある(Figs. 12, 13)。この点に就いては、後節で論じたい。なおこの奇形魚の表皮層は、正常の parr と smolt との中間の厚さであつた(Figs. 9, 10, 11)。

3. 頭部の内分泌腺など——切片によつて観察すると、正常魚(parr)の脳下垂体は逆傘形で、外胚葉性の下生囊に由来する腺状細胞群と、同じく間脳底に由来する神経性の細胞群の区別は容易である。そして、腺状細胞群の中には数個の汭胞が見られる他、下垂体の直後には脳床に固着した発達した血管囊が存在している¹⁵⁾。一方、奇形魚に於ては、漏斗床に明確な下垂体が見当らず、腺細胞群と神経細胞群の区別もはつきりしない。いずれの標本に於ても、下垂体が極端に変形・萎縮したか、または分化が進まずに終つたらしい。さらに奇形魚の前脳の他の部分も著しい障害を受けた為に歪められ、外部異常の最も少ない標本(D)でも、この部分が左右不相称を示し、特に視床下部で甚だしかつた。また、血管囊や松果腺も非常に変形していたが、後脳部には何等の変化も認められなかつた(Figs. 3, 4, 5, 6)。

次に正常魚(parr)の甲状腺は、汭胞上皮が立方状で、コロイドは上皮と離れてその周縁が波状を呈して

おり、活動状態の組織像と考えられる。しかるに奇形魚のそれは、汜胞上皮が扁平で汜胞腔内にはエオシンを良く摂ったコロイドが充満しているのが見られ、機能低下の状態にあると判断される (Figs. 7, 8)。

考 察

有尾類を材料とした **ADELMAN** ('29~'36)¹⁾を始めとして三上 ('39, '41) その他多数の研究者による一連の実験により、眼原基に対在性を与えているものは、それを裏付けている原腸蓋の殊に前脊索域であると云われている。一方 **STOCKARD** ('07, '09) の先駆的な研究を始めとし、**WERBER** ('15, '16)¹⁴⁾、**LEHMAN** ('23~'38) 等は、諸種化学薬品で発生初期の魚卵を処理して前脊索域に障害を与え、種々雑多な単眼奇形を得ている。脳下垂体の腺状部や漏斗の分化も、先ず前脊索板の誘導によつて惹き起されるもので、その結果作られた下生嚢と漏斗神経葉との接触が相互に作用し合つて、脳下垂体を完全なものに作り上げると云われている (**GILBERT**, '34, '35; 植松, '40; 川上, '42; 三上, '44)。また鼻の形成にも、前脳及び原腸蓋の先端の協力が必要であると云う (川上, '48)。筆者がここに報告したサケ (*parr*) の奇形魚は、その成因が全く不明である。しかし乍ら、恐らく陥入期に前脊索域に障害を受けた事などにより、発生が異常のまま進行し、その結果単眼化、前脳の異常、鼻孔の癒合などが生じ、更に視床下部や脳下垂体、口顎の発生にまで影響したものであろう。

脳下垂体の前葉が欠けていると、甲状腺は萎縮して機能低下を来し、この為にはオタマジャクシの変態は不能となる (**ALLEN**, '17, '32; **LYNN and WACHOWSKI**, '51 等)。魚類でもウナギやヒラメでは、変態の際に甲状腺が関与している事が知られており (**SKLOWER**, '30¹²⁾; **VON HAGEN**, '36 等)、同様な事はサケでも見られ (**FONTAINE et al**, '38; **HOAR**, '39)⁴⁾、実験的に変態の促進が成功している (**LANDGREBE**, '41⁸⁾; **ROBERTSON**, '48, '49¹¹⁾; **LA ROCHE and LEBLOND**, '52³⁾; **HOAR**, '51¹⁾; **DALES and HOAR**, '54; 本間・村川, '55⁶⁾)。すなわち、甲状腺ホルモンは魚体内の代謝を活潑にして、メラニン色素細胞の崩壊・減少をもたらし、皮膚などの結締組織層を肥厚させる。そして鱗が形成されると、その下にグアニンを沈着させるのである (smoltation, silverication, greenization などと呼ばれている)。

一方単眼性の奇形魚に於ては、脳下垂体が不完全の為甲状腺の機能は低下し、体内の代謝全般が低調で、さらに下垂体の中葉に由来する色素胞拡散ホルモン (intermedin) は分泌されないと思われる。それ故、メラニン細胞の崩壊が起らず、しかもこの細胞が交感神経の支配を受けていない為収縮する事もないのが、メラニン顆粒が過剰に見えた一因となつていたのであろう。この奇形魚の表皮層が対照の *parr* より厚かつたのはどの様な理由によるのか不明であるが、この事も皮膚の色調の不透明化や蒼白化に与つているのかも知れない。

両棲類及び鳥類に於ては、メラニン細胞の発生源は外胚葉系中間中胚葉 (mesectoderm) である神経冠に由来すると云われている (市川, '47; **RAWLES**, '48¹⁰⁾; **HÖRSTADIUS**, '50)。一方、硬骨魚類のメラニン細胞の起源も、脊索と消化管との間に存在する中間細胞塊 (intermediate cell mass) に由来すると云われている (**GOODRICH and NICHOLS**, '33³⁾)。また硬骨魚類の普通の体色斑形成過程は、原黒色素胞 (melanoblast) に **Dopa** もしくは **Tyrosinase** が作用して色素顆粒 (melanin) を形成し、メラニン細胞となり、しかもこの細胞がその遺伝的性質に従つて斑紋状に集合するものであると云う。そして細胞内に色素粒が沢山貯まると移行は減少すると云うが、かくして交感神経との連絡を得て始めて色素の凝集拡散が行われるのである (榎並, '51²⁾; **HOWER**, '36⁷⁾)。ところで単眼性のサケ (*parr*) に於ては、原黒色素胞が自己の突起で皮膚の細胞を囲み、其処へ色素原 (chromogen) を送りこんでメラニンの形成を促している。これは一般に哺乳動物の皮膚に見られる型であり、充分な神経支配は無いものと思われる。この事は極めて興味深く、表皮と真皮との間にメラニンが稠密に分布しており、恰も極端な拡散状態の様な像を呈していたのも、この為によるものと考えられる。

この様な単眼性の奇形魚に見られた異常体色の原因としては、非常に変則的な色素形成 (神経支配を受けられない為であろう) と、眼の機能の正常でない事、さらに視床下部が損傷しているので該所より交感神経

への衝撃が円滑に行われぬ事などにもよるのではなからうか。いずれにしても、この問題は、今後正常魚に対して実験的分析を行う事によつてのみ解明せられるであろうから、本稿では単なる推測に留めて置きたい。

要 約

頭部に単眼性の奇形を有し、更に体色にも異常を来たしているサケ *Oncorhynchus keta* の稚魚 (parr) の外部症状を記載し、併せて組織標本によつて頭部の内分泌腺やメラニン細胞の観察を行つた。

1. 頭部に於て、両眼の接近癒合に基づく単眼化、上顎の欠損乃至は短縮、下顎の突出、外鼻孔の位置の上昇または癒合して頭頂先端に一隆起となつて存在している事などにより、この奇形は *Synophthalmia bilentica* の範疇に入る。

胸鰭や背鰭の萎縮、尾鰭の変形を伴つた個体もある。内臓の分化も遅れるようである。

2. 体色は、変態した smolt に類似した蒼白色 (pallor) を呈するが、正常魚に見られる parr mark やその他の斑点は認められない。表皮層は正常魚 (parr) より厚く、メラニン色素は稠密であるがメラニン細胞中に無く、従つて充分な交感神経の支配を受けていない。また鱗も形成されていないので、smolt の体色発現機構とは別のものである。

3. 前脳、特に視床下部の損傷が甚だしく、脳下垂体も認め難い。血管嚢や松果腺も変形しているが、後脳には異常が見当たらない。

甲状腺の組織像は、機能低下の状態を示していた。

4. 以上の諸点より、この奇形の発現機構について議論した。

References

- 1) ADELMANN, H. B., 1936: Quart. Rev. Biol., **11**, 161~182; 284~304.
- 2) ENAMI, M., 1951: Jikken Keitaigaku (*Jap. Jour. Exp. Morph.*), (7), 1~22. In Japanese.
- 3) GOODRICH, H. B., and R. NICHOLS, 1933: *Biol. Bull.*, **65**,
- 4) HOAR, W. S., 1939: *Jour. Morph.*, **65** (2), 257~296.
- 5) ———, 1951: *Publ. Ontario Fish. Res. Lab.*, (71), 1~51.
- 6) HONMA, Y., and S. MURAKAWA, 1955: *Jap. Jour. Ichthyol.*, **4** (1~3), 83~93. In Japanese with English summary.
- 7) HOWER, H. R., 1936: *Jour. Exp. Biol.*, **3** (2), 123~140.
- 8) LANDGREBE, F. W., 1941: *Jour. Exp. Biol.*, **18** (2), 162~169.
- 9) LA ROCHE, G., and C. P. LEBLOND, 1952: *Endocrin.*, **51** (6), 524~545.
- 10) RAWLES, M. E., 1948: *Physiol. Rev.*, **28** (4), 383~408.
- 11) ROBERTSON, O. H., 1949: *Jour. Exp. Zool.*, **110** (3), 337~355.
- 12) SKLOWER, A., 1930: *Forsch. Fortsch.*, **6** (33), 435~436.
- 13) SUZUKI, N., 1928: *Arb. Anat. Inst. Kais. Jap. Univ. Sendai*, (13), 91~196.
- 14) WEBER, E. I., 1916: *Jour. Exp. Zool.*, **21** (4), 485~584.
- 15) WOODMAN, A. S., 1939: *Jour. Morph.*, **65** (3), 411~436.

Explanation of Figures.

Figs. 1 and 2. External morphology of chum salmon parr (ca. $\times 2$).

1. Normal fish; 2. Synophthalmic fish.

Figs. 3, 4, 5 and 6. Section of pituitary region of chum salmon parr (ca. $\times 200$).

3. Normal fish (Longitudinal section); 4. Normal fish (Transversal section); 5. Synophthalmic fish (Longitudinal section); 6. Synophthalmic fish (Transversal section).

Figs. 7 and 8. Longitudinal section of thyroid region of chum salmon parr (ca. $\times 200$).

7. Normal fish; 8. Synophthalmic fish.

Figs. 9, 10 and 11. Transversal section of head skin of chum salmon (ca. $\times 200$).

9. Normal fish (Smolt stage); 10. Normal fish (Parr stage); 11. Synophthalmic fish (Parr stage).

Figs. 12 and 13. Diagrammatic illustration of melanophores of chum salmon parr (ca. $\times 600$).

12. Normal fish; 13. Synophthalmic fish.

附 圖 (I)

附 圖 (II)