

人工採苗ヒラメの体色異常に関連した初生鱗の発生様式

青海忠久

Early Development of Squamation in Relation to Color Anomalies in Hatchery-reared Flounder, *Paralichthys olivaceus*

Tadahisa Seikai

(Received May 27, 1980)

Color anomalies occur frequently in hatchery-reared young of the flounder *Paralichthys olivaceus*. The anomalies usually accompany aberrations in other external characters as described for natural populations of flatfishes.

In normally colored individuals, the squamation on the ocular side started along the posteror half of the lateral line at 20.2 mm in total length and was complete at 54.0 mm. Squamation in individuals with anomalous coloration started on both ocular and blind sides at 22.1 mm in TL, and was completed at 51.8 mm. Though squamation started at the same part of the body in both normal and anomalous fish, development of squamation on both sides was more rapid in normal individuals than in anomalous ones. In normal fish greater than 50 mm in TL, scales were larger and had more spines and ridges than in anomalously colored individuals.

(Aquaculture Research Laboratory, Nagasaki Prefectural Institute of Fisheries, Nomozaki, Nagasaki-ken 851-05, Japan)

ヒラメ目魚類の人工種苗における体色異常個体（白化個体）の出現率は高い。しかし、その発生機構は不明である。天然のヒラメ目魚類についても、古くから体色異常例が報告されており、体色異常が他の形態異常を伴う場合が多い（Dawson, 1962; Eisler, 1963; Follet, 1954; 今岡・西村, 1964; Mackeever 1959; 松原, 1955; Norman, 1934）。例えば、天然のマコガレイ属 *Limanda*においては、体色異常に伴う鱗の異常が顕著であることが知られている（Norman, 1934）。この現象は人工採苗ヒラメ *Paralichthys olivaceus* (Temminck et Schlegel)でも認められ、非着色域の円鱗は着色の進行と共に櫛鱗へ移行することが観察されている（青海, 1979）。また、天然のヒラメでは、有眼側と無眼側の初生鱗の発生速度が異なることが報告されている（沖山, 1974）が、人工採苗ヒラメの体色異常個体では初生鱗の発生経過にも何らかの異常が起っていることが推察される。そこで、人工採苗ヒラメの初生鱗の発生経過、ならびに完成した鱗の形態と体色異常の関係について調べ、知見を得たので報告する。

材料および方法

供試魚 実験には、1978年12月7日長崎県野母崎町沖で刺網により漁獲された天然親魚を用いて人工授精し、長崎県水試増養殖研究所でふ化飼育したヒラメを供した。飼育には、初期餌料として油脂酵母で培養したシオミズツボワムシ、ついでアカルチアを主体とした天然コベボーダを併用し、変態完了時（平均全長16mm前後）以後魚介肉ミンチを与えた。飼育水槽には1トンパンライト水槽を用い、水温は最低15°Cを保つようにした。すべての稚魚が変態を完了した4月12日に、体色正常個体717尾と体色異常個体385尾を別々の1トンパンライト水槽に収容した。その後平均全長がそれぞれ58.01mm, 62.12mmとなった5月30日まで3~7日おきに20~30尾とりあげ、5%中性ホルマリン溶液で固定し標本とした。

供試魚の類別 供試魚は、Fig. 1に示したように、体色正常個体 (Fig. 1A) と、有眼側の眼隔域から吻端にかけてのみ体色が発現した体色異常個体—I型 (Fig.

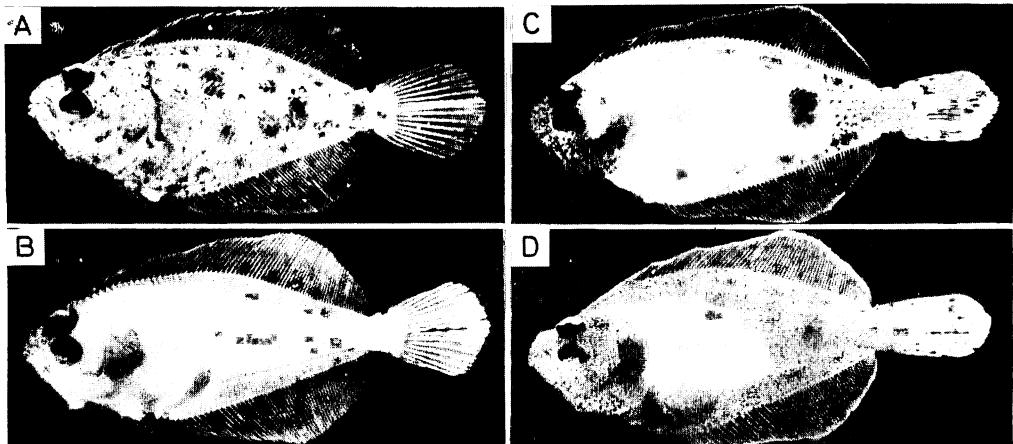


Fig. 1. Classification of anomalous coloration in specimens of hatchery-reared *Paralichthys olivaceus*.
A: Normally colored individual of 26.0 mm in total length.
B: Anomously colored individual (Type-I) of 26.1 mm. Only the area from around the eyes to the top of the snout is colored.
C and D: Anomously colored individuals (Type-II) of 37.1 mm, 37.6 mm. A part of the head and trunk is colored, together with the former area.

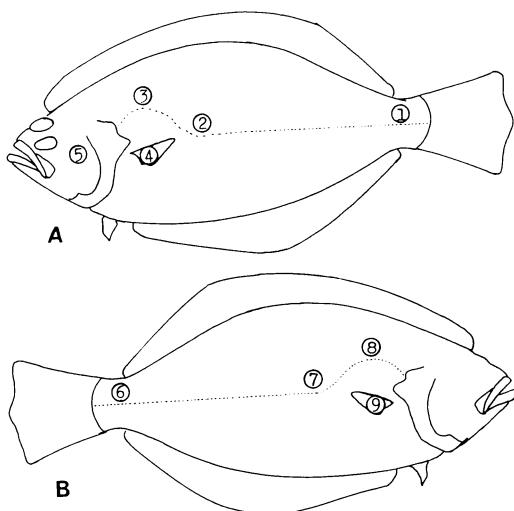


Fig. 2. Collecting positions of scales on the ocular (A) and blind side (B).

1B), 頭部・軀幹部・尾部の一部にも体色が発現した体色異常個体-II型 (Fig. 1C, D)に類別した。

観察方法 供試魚はホルマリン固定後, Hollister の方法に準じアリザリンレッドで染色し透明標本とし, 実体顕微鏡下で有限側・無限側の初生鱗の発生域, 縦走鱗列数および鱗の形態を観察した。また, 有限側または無限側の各体表面に対するそれぞれの鱗の発生域の面積の比を求めて, これを被鱗度とした。なお, 初生鱗の完成した全長 56.3 mm の体色正常個体と, 全長 56.9 mm

の体色異常個体-I型について Fig. 2 に示した採鱗部位より 2~3枚の鱗を採り, そのうち最も大きな鱗についてその形態を比較した。

結果

成長に伴う初生鱗の発生経過 体色正常個体と体色異常個体-I型の成長に伴う初生鱗の発生経過と, それぞれの各部位数ヶ所の縦走鱗列数を代表的なものを例にとって Fig. 3 に示した。

体色正常個体の有限側は, 鱗が発生した最小の個体である全長 20.2 mm のものでは, その後成長に伴って側線の前方および上下に鱗の発生域が拡大した。全長 25.9 mm では, 腹部前縁の一部および胸鰓基部にも鱗が発生し, 全長 30 mm 前後の時期に急速に発達した。全長 31.9 mm では, 側線にそった上下数列が櫛鱗となり, 全長 41.7 mm の個体では全域が櫛鱗に被われた。無眼側は有限側よりややおくれ, 全長 22.2 mm で側線直走部後半約 2/5 の上下 1~2列に鱗が発生し, その後も有限側よりはかなりおくれて鱗が発達した。全長 31.9 mm では側線の周辺・腹部前縁・胸鰓基部・頭部の一部のみが鱗で被われ, 全域が鱗で被われるのは全長 50 mm 以上であった。

体色異常個体-I型では, 鱗が発生した最小の個体である全長 22.1 mm のもので側線直走部後半約 1/3 の上下 1列に鱗が発生し, その後も体色正常個体よりおくれて鱗が発達した。全長 41.4 mm の個体では有限側の全域に鱗を被らず, 全長 50 mm 以上の個体で完成した。

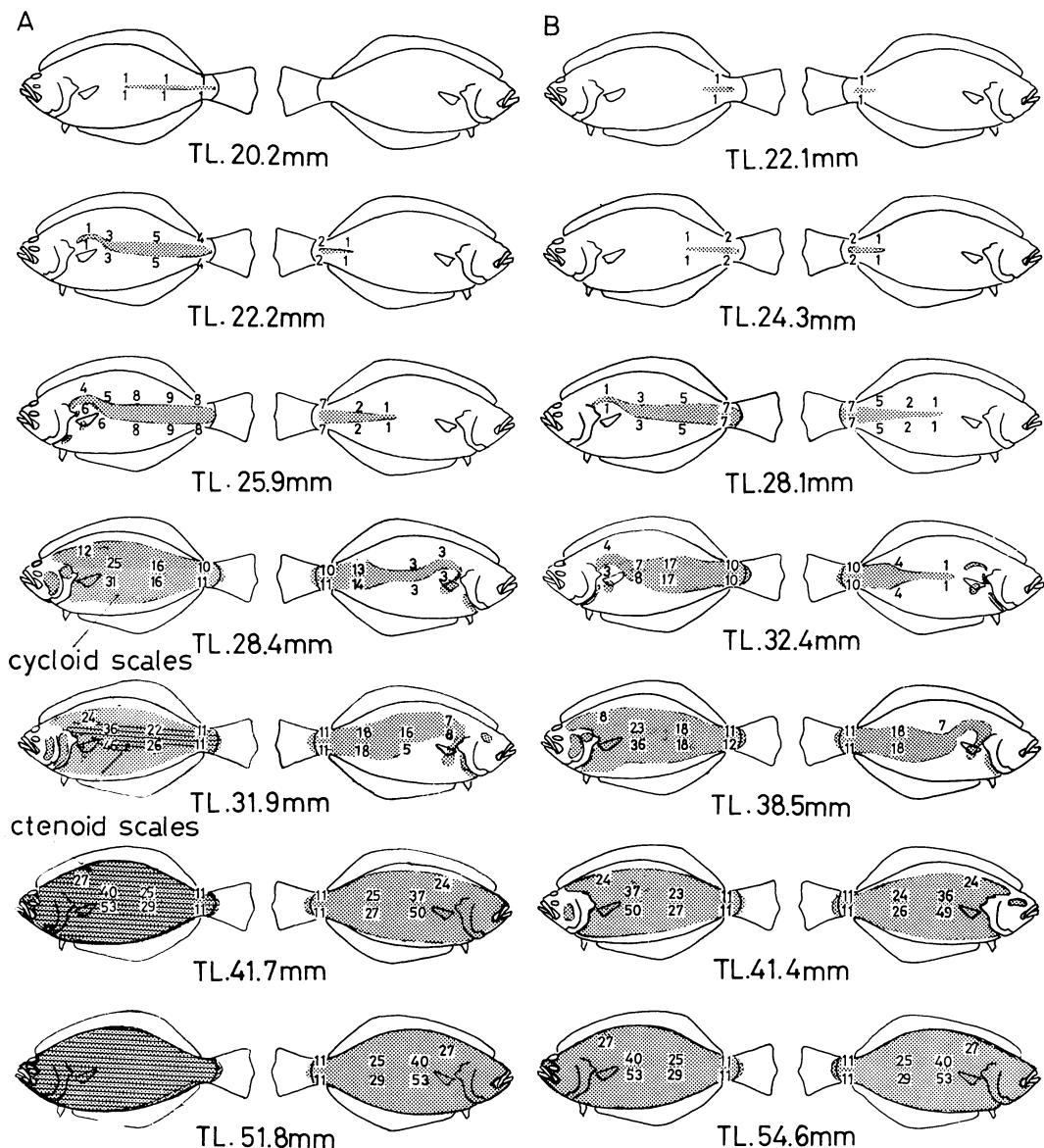


Fig. 3. General sequence of appearance and development of scales on the ocular (left) and blind (right) side in *Paralichthys olivaceus*. Scaly areas are stippled. A: Normally colored individuals. B: Anomalously colored individuals (Type-I). Numerals in figures indicate numbers of scales above and below lateral line.

また全長 50 mm 以上の個体でも、有眼側のはば全域が円鱗で被われ、尾柄部に着色が始まった個体では、その部位に櫛鱗の混在するものも認められた。体色正常個体とは異なり、無眼側の鱗も有眼側とほぼ同時に発生しているようで、全長 22.1 mm の個体には側線直走部後半約 1/4 の上下 1 列に鱗が出現した。その後は有眼側より

ややおくれながら発達し、全長 50 mm を越えると全域が円鱗で被われた。

なお、体色正常個体・体色異常個体—I 型各々の有眼側と無眼側は時期的なずれはあっても、ほぼ同様の部位より鱗の発生が進み、また体色正常個体の有眼側と無眼側の成長に伴う鱗の発生経過は、天然のヒラメ稚魚（沖

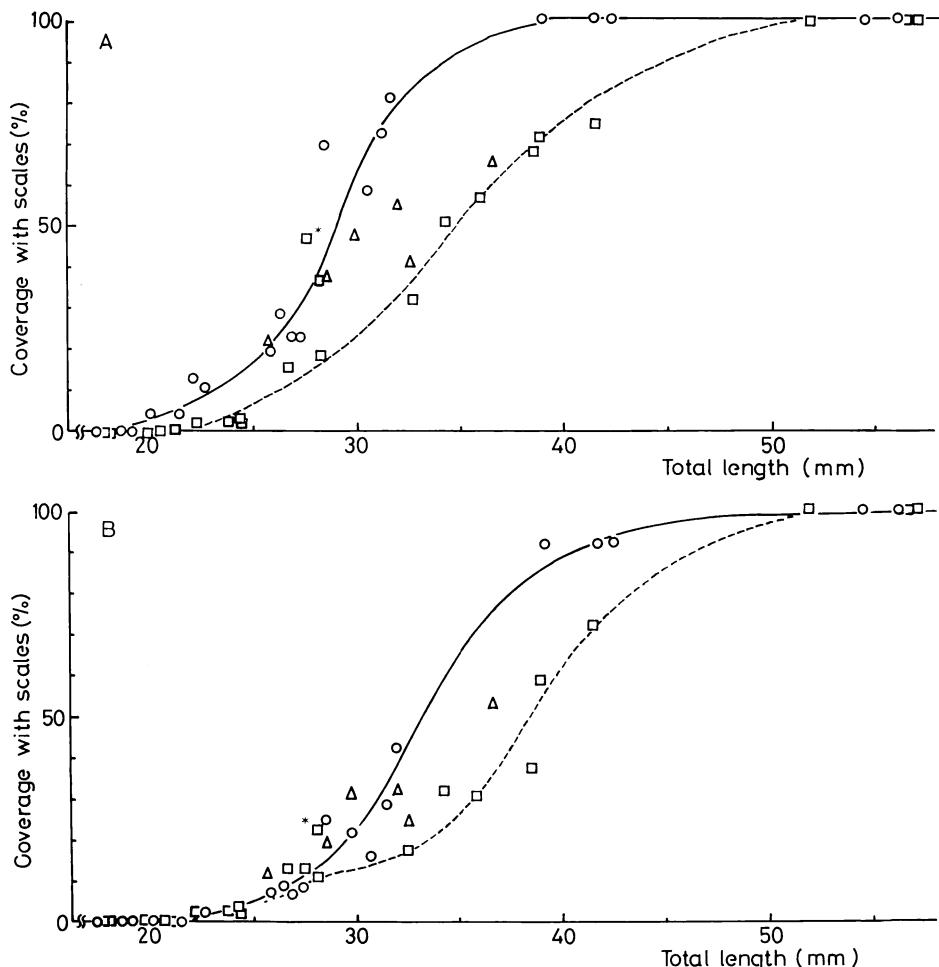


Fig. 4. Change of coverage with scales. A: Ocular side. B: Blind side. Open circles are of normally colored individuals, open squares are of anomalously colored ones (Type-I) and open triangles are of anomalously colored ones (Type-II). Asterisk shows an individual with fused vertebrae.

山, 1974) とほぼ一致した。

被鱗度の変化 体色正常個体 32 個体, 体色異常個体—I 型 23 個体, 体色異常個体—II 型 6 個体について求めた全長と被鱗度の関係を Fig. 4 に示した。

体色正常個体では鱗の発生および完成時の全長が、有眼側と無眼側で異なり、また有眼側の被鱗度は全長 30 mm, 無眼側のそれは全長 33 mm 前後の時期に急速に増加した。一方体色異常個体—I では鱗の発生および完成時の全長が、有眼側と無眼側ではほぼ等しいかごくわずかに異なるだけであり、しかも体色正常個体に比較して両側共に成長に伴う被鱗度の増加がゆるやかであった。また 1 例ではあるが、椎体が融合したいわゆる“短

軸症”の個体（体色異常個体—I 型）では、他に比較して高い被鱗度を示すことが観察された。体色異常個体—I 型では、有眼側と無眼側共に、全長に対する被鱗度が体色正常個体と体色異常個体—I 型の中間的な値を示した。

鱗の形態 5 月 7 日にふ化し 5 月 30 日に固定した標本から、初生鱗の完成した体色正常個体（全長 56.3 mm）と体色異常個体—I 型（全長 56.9 mm）の各 1 個体について、Fig. 2 に示した 9 部位から採取した鱗の形態を Fig. 5 に、測定結果を Table 1 に示した。

同一卵群から飼育し、ふ化後日齢が等しく、全長もほぼ等しい個体の鱗であっても、ほとんどの場合体色正常

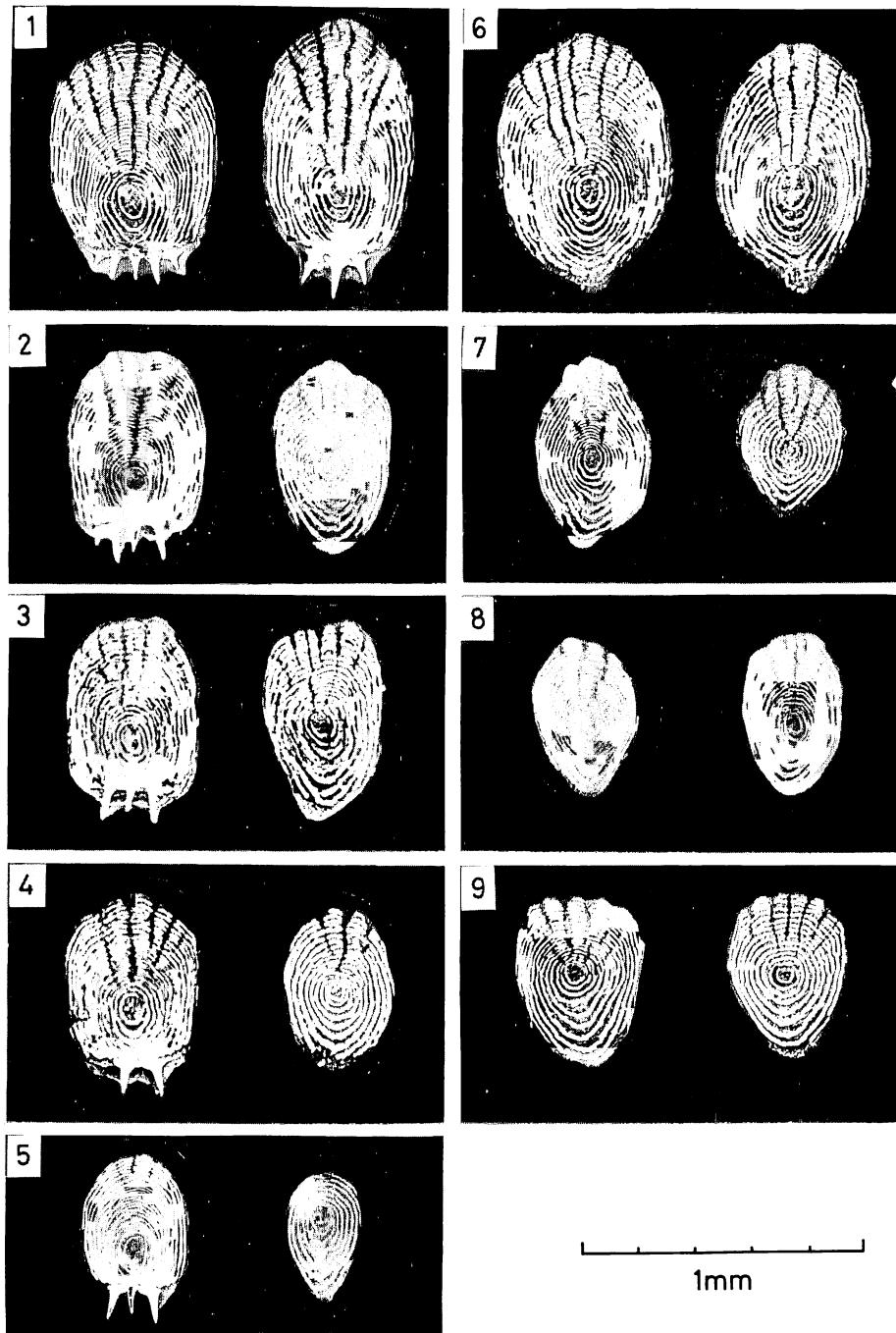


Fig. 5. Scales collected from various locations on juveniles with full squamation. Numerals in figures are the collecting locations of scales shown in Fig. 2. Left side scales are of a normally colored individual of 56.3 mm in total length. Right side scales are of an anomalously colored individual (Type-I) of 56.9 mm.

個体の鱗が体色異常個体—I型のそれより大きく、すべての場合体色正常個体の鱗の隆起線数が体色異常個体—I型のそれより多數であった。

考 察

体色異常と鱗の異常 初生鱗の発生経過は、体色異常個体—I型は有限側・無限側共に体色正常個体よりかなりおくれ、むしろ有限側でさえ体色正常個体の無限側よりおくれるという経過をとどめた。このことは完成した鱗の形態からもうかがえ、Table 1に示したように体色異常個体—I型の鱗は鱗径・隆起線数共に、ほとんどの場合体色正常個体のそれよりおとり、鱗がおくれて発生し発達したことを見わしていると考えられる。また体色異常個体—II型では、体色正常個体と体色異常個体—I型の中間的な発生経過を示した。全長に対する被鱗度は、体色正常個体に近い位置を示すものから体色異常個体—I型に近い位置を示すものまで、個体相互間の変異が大きいようであった。これは、体色異常個体—II型は体色発現の程度が、体色正常個体に近いものから体色異常個体—I型に近いものまで、広い範囲のものを含んでいたためと考えられる。このように、人工採苗ヒラメでは体色異常とその程度によって、初生鱗の成長に伴う発生経過と鱗の形態が支配されていると考えられる。

体色異常の原因 人工採苗ヒラメの体色異常個体では、着色の進行とそれに伴い、ややおくれて円鱗から櫛鱗へ移行する現象が認められるが、新たに脱色域が出現したり、脱色域が拡大する現象は認められない（青海、1979）。北海の Plaice では、系群別に漁獲物中の体色異

常の程度と出現頻度が異なり、全体的にはどの系群においても大型個体ほど体色発現の程度が高い（Veen, 1969）。このことから、人工採苗ヒラメの体色異常個体で認められた、着色の進行という変化が自然環境下でも起っていることが推察される。またこれらの知見から、体色異常個体の成長に伴う一連の変化は不可逆的であると考えられ、異常状態が正常化される変化であるとも考えられるが、無限側までへも着色が進行することを重視すると、両面有色化への変化であるとも考えられる。先述のように、異体類の体色異常には種々の形態異常を伴い、神経支配異常を伴うことも報告されている（花田・福士、1973）。また本報告で述べたように、初生鱗の発生という器官形成の過程にまで体色異常が関与している。そこで体色異常個体は、一般に色素細胞の発達や器官形成を支配すると考えられている神経および内分泌系（藤井、1976；日比谷、1976）に異常を起していることが考えられる。したがって、人工採苗異体類の体色異常の発生機構を探る上では、体色異常に伴う形態異常や生理的異常の有無を明らかにすることは重要な課題と考えられる。

謝 辞

実験の機会を与えられ御鞭撻をいただいた長崎県水産試験場藤田矢郎場長、市来忠彦増養殖研究所長、種々お世話をいただいた北島力魚介類科長ほか科員の方々、ならびに原稿の校閲をお願いした長崎大学水産学部付属水産実験所千田哲資所長に深謝する。

Table 1. Comparison of numerical characters of scales, collected from various positions on the body as shown in Fig. 2, between normal (56.3 mm in total length) and anomalously colored (Type-I) (56.9 mm) fishes. Collecting location of scales are indicated by the number as designated in Fig. 2.

Collecting location	Normal individuals			Abnormal individuals		
	Length of scales (μm)	No. of ridges	No. of spines	Length of scales (μm)	No. of ridges	No. of spines
1	570	32	5	620	31	3
2	450	28	4	380	18	0
3	440	22	3	380	17	0
4	400	22	2	300	18	9
5	340	23	3	170	8	0
6	570	31	0	530	24	0
7	350	24	0	290	14	0
8	320	23	0	310	18	0
9	270	19	0	290	15	0

引用文献

- Dawson, C. E. 1962. Notes on anomalous American Heterosomata with description of five new records. *Copeia*, 1962 (1): 171~174, figs. 1~6.
- Eisler, R. 1963. Partial albinism and ambicoloration in winter flounder, *Pseudopleuronectes americanus*. *Copeia*, 1963 (2): 275~277, figs. 1~2.
- Follett, W. I. 1954. The case of the piebald flounder. *Pacific Discovery*, 7(5): 24, figs. 1~2.
- 藤井良三. 1976. 色素細胞. UPバイオロジー⑩, 東京大学出版会, 東京, 135 pp., 37 figs.
- 花田勝美・福士 堯. 1973. 種苗生産マコガレイにおける色素異常とメラニン色素. 青森県立中央病院医誌, 10(1): 6~11, figs. 1~11.
- II比谷 京. 1976. 代謝・成長に関与するホルモン. 水産動物のホルモン. 水産学シリーズ, 15, 恒星社厚生閣, 東京, pp. 45~59.
- 今岡要二郎・西村三郎. 1964. 異体類にみられた奇形の数例. 日本海区水産研究所研究報告, (13): 137~140, figs. 1~6.
- Mackeever, K. L. 1959. Albinism and ambi-coloration in the California halibut (*Paralichthys californicus*). *Calif. Fish and Game*, 44(2): 171~174, figs. 1~2.
- 松原喜代松. 1955. 魚類の形態と検索. I-III. 石崎書店, 東京, 1605 pp., 536 figs. 135 pls.
- Norman, J. R. 1934. A systematic monograph of the flatfish (Heterosomata). i. *Psettididae*, *Bothidae*, *Pleuronectidae*. Brit. Mus. Nat. Hist., London, 459 pp., 317 figs.
- 沖山宗雄. 1974. ヒラメの初期生活史に関する研究— II. 幼魚期の形態および近縁種との比較. 日本海区水産研究所研究報告, (5): 9~17, figs. 1~12.
- 青海忠久. 1979. 人工採苗ヒラメの体色異常に伴う脊椎骨および鱗の異常. 長崎県水産試験場研究報告, (5): 9~17, figs. 1~4.
- Veen, J. F. 1969. Abnormal pigmentation as a possible tool in the study of the populations of the plaice (*Pleuronectes platessa L.*). *J. Cons. Int. Explor. Mer.*, Copenhagen, (32) 3: 344~384, figs. 1~22.
- (851-05 長崎県西彼杵郡野母崎町野母 730-1 長崎県水産試験場増養殖研究所)