

人工採苗ヒラメの飼育条件と 体色異常個体の出現頻度

青海 忠久

Relation between the Frequency of Occurrence of Anomalous Coloration and Rearing
Condition in Larvae of Hatchery-reared Flounder, *Paralichthys olivaceus*

Tadahisa SEIKAI

異体類の種苗生産は近年広く行なわれるようになり、主に放流用種苗として数万～数10万尾の規模で生産されているところもある^{1,2)}。その過程において、一般に“白化個体”と呼ばれる体色異常個体が高率に出現するが、その発生機構は明らかでなく、この原因究明と防除法の確立は、今後の大きな課題である²⁻¹¹⁾。一方天然の異体類においても、体色異常例は報告されているが¹²⁻¹⁸⁾、一般に漁獲物中には稀にしか認められない。

本報では、ハマチ・マダイに続く養殖魚種としても有望視されているヒラメ *Paralichthys olivaceus* (Temminch and Schlegel) を用い、浮遊仔魚期の飼育条件と体色異常個体の出現頻度、および着底後の体色異常個体の着色の進行について実験を行なったので、それらの概要を報告する。

材料および方法

浮遊仔魚期の飼育条件と体色異常個体(以下A N)の出現頻度

1) 採卵 採卵は1978年1月26日から3月2日の36

日間に10回行なった。採卵親魚はいずれも野母崎町沖で三重建網により漁獲され、野母崎町漁協野母支所の陸上水槽に一時蓄用されていたものである。人工受精は、腹部の膨満している個体を選び、搾出乾導法によって行なった。受精卵は直ちに現場海水で3～4回洗卵した後、ポリエチレン袋に収容して、船で長崎水試増養殖研究所に輸送した。輸送に要した時間は約10分間で、総採卵重量は約760万粒(3815g)であった。

2) 卵管理 到着した卵は沈卵を除去した後、ゴース布地製の卵管理ネット(50×50×50cm)に収容し、浜過海水による弱い流水と通気を行なった。水温は1kwパネルヒーターにより、適温とされている15℃¹⁹⁾に保った。この間、沈卵の除去は朝・夕2回行なった。卵は受精後約60～70時間でふ化を開始し、得られたふ化仔魚は約99,000尾、ふ化率は到着浮卵約410万粒(2050g)の2.4%であった。

3) 仔魚飼育 ふ化直前の卵もしくはふ化仔魚を1トンパンライト水槽に収容し、後述の条件で飼育した。2月～4月中旬までは、水温の低下をさけるため、1kwパネルヒーターにより適水温の14～16℃¹⁹⁾

表 1 浮遊仔魚期の飼育条件

実験区	カンレイシャによる遮光	パンライト水槽の色	分槽後の実験区	カンレイシャによる遮光	パンライト水槽の色	底質(砂の有無)	備考
A	×	透明	A	×	透明	×	照度測定, 2月27日12:00(快晴) 屋外 87,000Lux 非遮光区水面 10,200Lux 遮光区水面 3,600Lux
			B-1	○	黒	×	
B	○	黒	B-2	×	黒	×	ふ化後5日目で仔魚数激減のため分槽せず
			B-3	×	透明	○	
C	○	黒	C	○	黒	×	

に保ち、4月13日以降は加温を中止した。通気は径25mmのエーストーンに内径3mmのビニールチューブを接続したものをを用い、当初は1水槽当り1個、後2個とした。換水はふ化後3~7日の間に開始し、当初1日 $\frac{1}{3}$ 、10日目・20日目で $\frac{1}{2}$ 、30日目で2、40日目で3、50日目以降で7回転以上となるように操作した。また、ふ化後36日目までは、飼育水中にクロレラ *Chlorella sp.* を30~50万細胞/mlの密度になるように添加した。

4) 餌料 　ふ化後3日以内に、油脂酵母で培養したシオミズツボウムシ *Brachionus plicatilis* O. F. Muller (以下油脂酵母ワムシ) を飼育水中の密度が約5個体/mlになるように加え、それ以降は全個体が着底を完了するまで5~10個体/mlを維持するように投餌した。あわせてふ化後16日目(平均全長約5mm)からは、灯火採集によるアカルチアを主体とする天然コペポーダを投餌した。

5) 飼育条件 　設定した飼育条件は、表1に示すように、A区は透明パンライト水槽・非遮光で飼育を開始し、分槽後も同一条件で飼育した。B区は黒色パンライト水槽で飼育を開始し、ふ化後4日目からはカンレイシャによる遮光を行なった。分槽後、B-1区はそのままの条件を継続し、B-2区は黒色

パンライト水槽・非遮光で、B-3区は透明パンライト水槽の底に砂を敷き飼育を行なった。C区はふ化直前からカンレイシャによる遮光を行ない、黒色パンライト水槽で飼育し実験終了まで分槽は行なわなかった。なお飼育途中の分槽は平均全長9.5mmを目安として行なった。各実験区はすべての仔魚が変態を完了し、着底したと認めた時点で実験を終了し、稚魚の全数計数と合せて体色の正常、異常を判別して生残率・AN出現頻度を求めた。

6) AN, 体色正常個体(以下N)の判別基準 　実験終了時に着底稚魚の有眼側の一部でも体色未発現のものをAN, 100%体色が発現しているものをNとした。

着底後のANの着色の進行

1) 稚魚飼育 　先の実験で得られたA区の着底稚魚からAN385尾を選別し、4月12日(ふ化後62日目, 平均全長22.21mm)から1トンパンライト水槽で飼育した。その後6月1日(ふ化後90日目, 平均全長62.15mm)から生残した51尾を屋内6トンコンクリート水槽に収容して飼育した。なおこの時には、B・C区で得られ別のパンライト水槽で飼育していたAN205尾も同一水槽に収容し、8月3日(平均全長149.82mm)まで飼育した。飼育水槽には、いずれも

稚魚の飛出防止のため幕でおおった。また餌料は、天然コペポータを5月4日(ふ化後84日目、平均全長29.19mm)まで投餌し、あわせて実験開始時からオキアミ・イカナゴミンチへの餌付を始め、6月1日からはイカナゴの鮮魚を1日2~3回投餌した。

なおANとの比較のため、先の実験で得られたNを同様の方法で別槽で7月13日まで飼育した。

2) 着色の追跡 当初7日間、後には約1ヶ月の間隔で最低20尾ずつ定期的にサンプリングし、5%ホルマリンで固定した。固定した標本は全長・体高の測定後、有眼側・無眼側の着色部位を記録した。

結 果

浮遊仔魚期の飼育条件とANの出現頻度 実験結果は表2に示すが、以下に項目別の概要を述べる。

1) 生残率およびAN出現頻度 A区:生残率はふ化から分槽までが20%、分槽後から実験終了までの間が55%であった。実験終了時に1102尾の着底稚魚を得、うちANは385尾(35%)であった。

B区:生残率は分槽までが20%、分槽以降がB-1・B-2・B-3の各区がそれぞれ74%・73%・

78%であった。各区632尾・955尾・546尾の着底稚魚が得られ、うちANは384尾(61%)・493尾(52%)・345尾(63%)であった。

C区:ふ化後5日目に仔魚数が約3000尾に減少したため分槽せず、ふ化から実験終了までの生残率が1.6%であった。398尾の着底稚魚を得、うちANは12尾(3%)であった。

2) AN・Nの実験終了時の平均全長 C区を除く各区について、AN・Nをそれぞれ最低20尾全長を測定したところ、平均全長はAN:16.65~22.21mm、N:16.07~21.25mmで、ANが各区共0.58~1.87mm大きかった。t検定の結果、B-3区にのみ1%の危険率で有意差が認められたが、他区には有意差が認められなかった。

着底後のANの着色の進行 本実験に供したANは、大別して以下の3つの様式で着色が進行した。

①着底後約20~30日間は、有眼側の頭部の一部を除いて着色せず、その後は後述する特定部位から徐々に着色が進行した。②着底直後は①と同様であるが、数日~30日以内に有眼側のほとんど全面に着色した。③前二者の中間型で、当初は頭部を中心に着色し、その後徐々に着色が進んだ。以下最も多い①を主体

表2 浮遊仔魚期の飼育条件とAN出現率度

AN:体色異常個体 N:体色正常個体

実験区	ふ化日	ふ化仔魚数(尾)	分槽日	分槽時生残数(生残率%)	平均全長(mm)	実験区	仔魚収容尾数(尾)	実験終了日	生残尾数(分槽時よりの生残率%)	N, AN内訳(出現率%)	平均全長(mm)	標準偏差
A	2月10日	16,000	3月10日	3,220(20)	9.56	A	2,000	4月12日	1,102(55)	N 717(65) AN 385(35)	21.25 22.21	4.324 3.701
						B-1	850	4月20日	632(74)	N 248(39) AN 384(61)	16.07 16.65	0.965 1.665
B	2月21日	14,000	3月22,24日	2,850(20)	9.69	B-2	1,300	4月20日	955(73)	N 462(48) AN 493(52)	17.35 18.31	1.456 1.931
						B-3	700	4月20日	546(78)	N 201(37) AN 345(63)	16.49 18.36	1.595 2.284
C	3月3日	24,000	—	—	—	C	—	4月26日	395	N 383(97) AN 12(3)	— —	— —

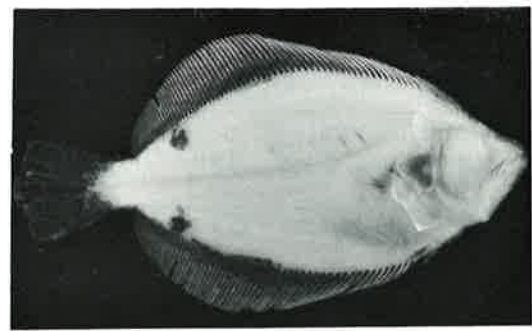
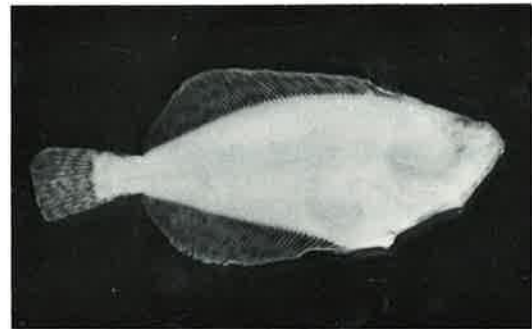
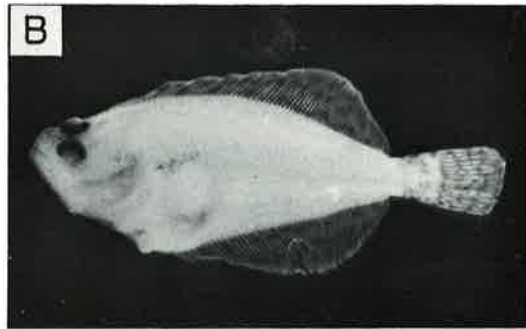
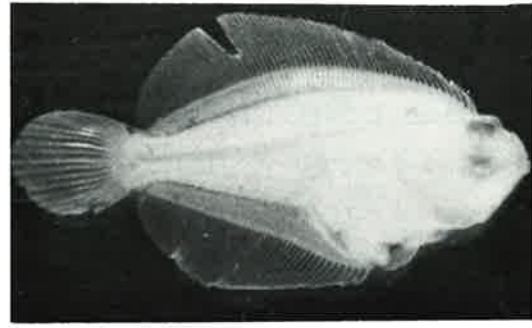
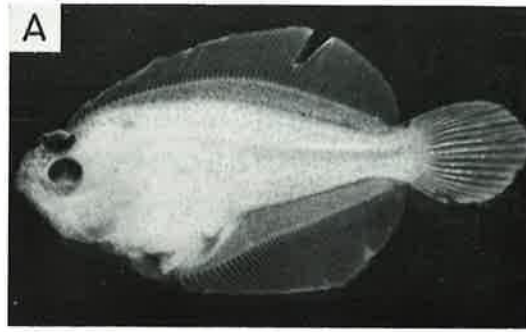


図1 成長段階の異なる体色異常個体の着色状況-1

A : 全長18.1mm B : 全長47.3mm C : 全長67.3mm D : 全長132.4mm

(左側は有限側で右側は無眼側)

に成長に伴う着色の進行を述べる。

全長18.1mm：有眼側の眼とその周辺部から、吻端および頂部にかけての部位にのみ着色が認められ、無眼側を含む他の部位には着色が認められなかった。その後ほとんど変化なく約20~30日間を経過した。(図1-A)

全長47.3mm：有眼側の尾柄部後半に着色が始まっ

ており、無眼側は尾柄部の上下両端にわずかに着色がみられた。(図1-B)

全長67.3mm：有眼側の尾柄部は完全に着色し、尾部の上下2つの斑点状の着色を含んで、頭部方向への着色域の拡大が認められた。また、尾部・軀幹部の辺縁部の着色が観察された。無眼側の着色も明瞭になり、尾柄部後半と尾部・軀幹部の辺縁部に着色

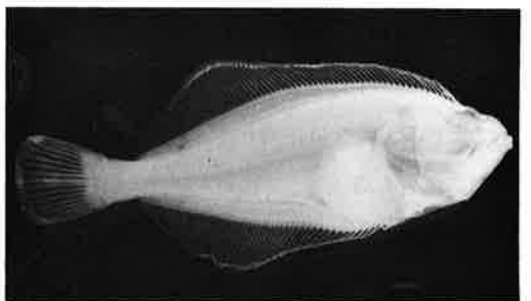
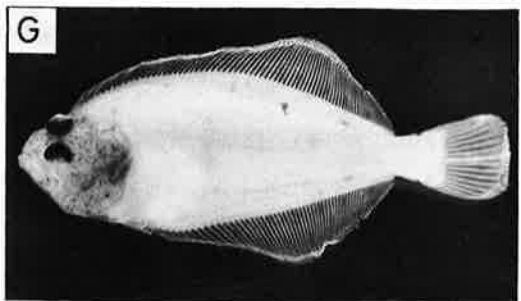
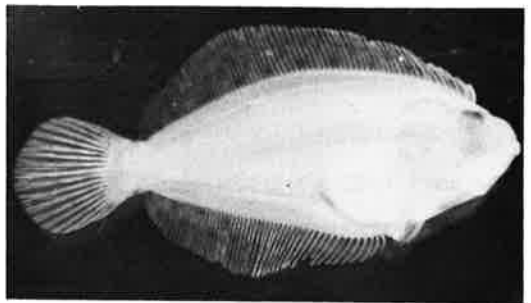
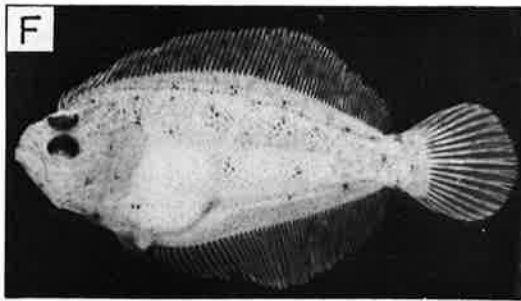
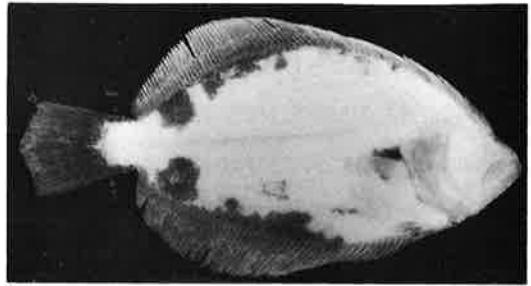


図2 成長段階の異なる体色異常個体の着色状況-2

E：全長152.8mm F：全長26.5mm G：全長39.9mm

(左側は有眼側で右側は無眼側)

がみられ、前述の有眼側尾部上下の斑点のちょうど裏側にも強く着色が始まった。(図1-C)

全長132.4mm:有眼側は尾部・軀幹部の中央部が後半から前方へと金属表面に錆が浮き出るように着色した。この着色の進行速度は、飼育中の観察によれば比較的速やかであった。また、無眼側では尾部上下の斑点がより濃く大きくなり、尾部・軀幹部の辺縁部の着色域も拡大していた。(図1-D)

全長152.8mm:有眼側は着色の濃淡はあるもののほぼ90%が着色し、無眼側の着色域もより大きく広がっていた。(図2-E)

他の着色進行の様子として、以下の2例を示す。
全長26.5mm:②の例で、すでに腹部を残して有眼側全域が着色し、着色域では斑紋も形成された。無眼側は未着色であるが、その後の着色の進行は不詳である。(図2-F)

全長39.9mm:③の例で、有眼側の頭部のみが着色していた。無眼側は未着色で、その後の着色の進行は不詳である(図2-G)

このようにして、ANは飼育日数を経るに従って着色が進行し、実験を終了した8月3日にはほとんどの個体の有眼側は80~100%着色した。最後まで着色しにくかった部位は、頭部・腹腔表面の一部であった。また89%の個体が無眼側の一部に着色していた。この時の平均全長は149.82mmであった。なお、並行して飼育したNは平均全長138.45mmとなった7月13日に飼育を終了し、この時無眼側に着色していたものはわずか3%であった。

考 察

浮遊仔魚期の飼育条件とANの出現頻度 B区は平均全長9.69mmで分槽し、パンライト水槽の色、カンレイシヤによる遮光・槽底の砂などの飼育条件を組み合わせて飼育した結果、ANの出現頻度は52~63%と顕著な差は認められなかった。このことから、この実験条件では全長9.69mm以降の水槽の色・遮光の有無・槽底の砂の有無は、ANの出現頻度に影響をおよぼす要因ではないと考えられる。また実験開始時から終了時まで飼育条件を変えてないA区とC区ではAN出現頻度が35%と3%であった。採取日・採卵親魚の異なるため厳密な比較は困難であるが、結果的にはC区、A区、B区の順にAN出現頻度が高くなり、ここでもBの各区でみられたように遮光や水槽の色とAN出現頻度とに明瞭な関係は見い出せなかった。従って浮遊仔魚期全体を通じて、水槽の色・カンレイシヤによる遮光の有無はAN出現頻度に直接影響をおよぼす要因とは考えられない。

ANの出現に影響をおよぼす要因 卵質²⁰⁾・卵管理²¹⁾や飼育密度²⁰⁾・光⁹⁾・水質・餌料等の飼育条件がANの出現に関与している要因と考えられるが、今回設定した飼育条件はANの出現頻度に影響を与えないと推察される。また、すべての実験区に、高度不飽和脂肪酸を多く含む油脂酵母ワムシ²²⁾および天然のコペポダ類²²⁾を十分投餌しているのも、必須脂肪酸の欠亡が体色異常と関係するとは考えられない。ANの出現に影響をおよぼす要因を探るうえでは、まず卵質を均一化することが必要と考えられ、今後は養成親魚から、自然産卵により十分量の均質な卵を得て研究を進める必要性を感じる。

着色の進行様式と着色部位 着底直後のANは、少なくとも眼の周辺を中心に養色し“完全な白化個体”は認められず、天然の異体類の場合¹²⁾とよく一致した。その後の着色の進行には、有眼側では3つの様式がみられたが、大部分の個体は尾柄部や尾部・軀幹部の辺縁部から着色が始まり、尾部上下の斑点の出現も特徴的であった。着色の進行には、魚体の外縁から内側へと、尾部から頭部へと向う2つの型が認められた。また無眼側でも、有眼側の初期と酷似した着色が進み、全体としては両面有色化へと進んだ。特定部位への着色や、着色が方向性をもつことは、体色発現を支配するものの存在をうかがわせ、体色異常と神経支配異常の知見²³⁾などからも、魚体の内部構造と対応させて研究を進める必要がある。

人工採苗異体類のANの着色の進行 人工採苗された異体類のANの着色の進行については、体色の回復という観点からマコガレイ *Limanda yokoyamae*²³⁾・マガレイ *Limanda herzensteini*⁵⁾・ヒラメ^{4, 24)}などの知見があり、今回の実験結果はヒラメについての従来の知見とほぼ一致した。着色の進行は魚種によって大きな差があるが、体色の回復がおそいものは、生残率の点で放流用種苗として適切ではないと考えられ、ヒラメのように無眼側への着色が進むものは、商品価値の点から養殖用種苗として不適当と考える。そのため、人工採苗異体類の体色異常個体

の発生機構の解明と、その防除に関する研究は今後も重要な課題となると考える。

要 約

人工採苗ヒラメの浮遊仔魚期の飼育条件と体色異常個体(AN)の出現頻度、および着底後のANの着色の進行について、1978年2月～8月に長崎水試増養殖研究所で飼育実験を行ない次の結果を得た。

- 1) 仔魚期の飼育環境として、水槽の色・カンレイシヤによる遮光・槽底の砂の条件を組み合わせ飼育したが、得られた着底稚魚のAN出現頻度とは明瞭な関係は見い出せなかった。
- 2) 着底直後のANにはすべて、少なくとも有眼側の一部に着色が認められた。
- 3) 着底後のANの着色の進行には、大別して3つの様式があった。
- 4) 大部分のANは、着色が尾柄部および尾部・軀幹部の辺縁部から始まり、外縁部から中心部へと、尾部から頭部への2つの型が認められた。
- 5) ANは実験終了時(平均全長149.82mm)には有眼側の80～100%が着色した。
- 6) 実験終了時に無眼側の一部に着色していた個体はANが89%に対し、N(平均全長138.45mm)は3%であった。

文

1) 山口県水産種苗センター, 1974: マコガレイ種苗生産. 昭和48年度山口県水産種苗センター事業報告書, 7～8.

献

2) 伊勢田弘志・提 泰博・隅田征三郎・尾脇満雄・浦田勝善, 1977: マコガレイ人工採苗試験Ⅳ. 昭和50年度熊本水試事業報告書, 280～285.

- 3) 原田輝雄・榎田 晋・村田 修・熊井英水・水野兼八郎, 1966: ヒラメの人工ふ化仔魚の飼育とその成長について. 近大水研報告, (1), 289~303.
- 4) 今 攸・河上 学・村 裕・田辺順一, 1974: 昭和48年度指定調査研究総合助成事業種苗生産技術研究報告書 (マダイ, 付ヒラメ, カザミ). 福井県水試, 10~13.
- 5) 高橋邦夫・小倉大二郎・早川 豊, 1975: 昭和49年度同上報告書 (ヒラメ・カレイ類種苗生産試験 昭和47~49年度総括). 青森県水産増殖センター, 34pp.
- 6) 高橋邦夫・小倉大二郎, 1975: 昭和50年度同上中間報告書 (ヒラメ・カレイ類種苗生産試験). 青森県水産増殖センター, 15pp.
- 7) 秋元義正・天神 僚・礎上孝太郎・高越哲男, 1975: 昭和49年度同上報告書 (イシガレイ種苗生産試験 昭和47~49年度総括). 福島県水試, 31pp.
- 8) 陣之内征龍, 1971: マコガレイの種苗生産試験. 山口内海水試報告, (2), 22~27.
- 9) 大分県浅海漁業試験場, 1977: 魚介類人工採苗並びに実用化試験 (マコガレイ). 昭和50年度大分県浅海漁業試験場事業報告, 17~23.
- 10) 伊勢田弘志・梶 泰博・隅田征三郎・尾脇満雄・浦田勝善, 1976: ヒラメ *Paralichthys olivaceus* (T. & S.) 人工採苗試験-I. 昭和50年度熊本水試事業報告書, 275~279.
- 11) 平本義春・小林啓二, 1978: 昭和52年度指定調査研究総合助成事業種苗生産技術研究報告書 (ヒラメ・カレイ類種苗生産試験 昭和49~52年度総括). 鳥取県水試, 31pp.
- 12) NORMAN, J.R., 1934: A systematic monograph of the flatfish (Heterosomata), Vol. 1. London, British Mus. Nat. Hist., 459pp.
- 13) 松原喜代松, 1955: 魚類の形態と検索 II. 石崎書店, 東京, 1224~1228.
- 14) MCKEEVER, K. L., 1957: Albinism and ambicoloration in the California halibut (*Paralichthys californicus*). Calif. Fish & Game., 44(2), 171~174.
- 15) DAWSON, C. E., 1962: Notes on anomalous American heterosomata with description of five new records. Copeia, (1), 138~146.
- 16) NISHIMURA, S. & Y. OGAWA, 1963: Two new records of anomalous coloration in Japanese heterosomata with a summary of known records. Bull. Jap. Sea Reg. Fish Res. Lab., (11), 119~122.
- 17) EISLER, R., 1963: Partial albinism and ambicoloration in winter flounder, *Pseudopleuronectes Americanus*. Copeia, (2), 275~277.
- 18) 今岡要二郎・西村三郎, 1964: 異体類にみられた奇形の数例. 日水研報, (13), 137~140.
- 19) 安永義暢, 1975: ヒラメ卵稚仔の発生 生残に及ぼす水温塩分の影響について. 東海水研報, (81), 151~169.
- 20) SHELBORNE, J. E., 1974: Population effects on the survival, growth and pigment of tank-reared plaice larvae, in "Sea Fisheries Research" (F. R. HARDEN JONES, ed.), Elek Science, London, 357~377.
- 21) 倉田 博, 1975: 環境条件と発育 稚魚の摂餌と発育 (日本水産学会編). 恒星社厚生閣, 東京, 48~49.
- 22) 渡辺 武, 1978: 仔稚魚用生物餌料の栄養価, 月

- 刊海洋科学. 10(9), 海洋出版株式会社, 東京, 740
758.
- 23) 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), 別冊, 6~11.
- 24) 伊勢田弘志・隅田征三郎・石原 勝・尾脇満雄・田畑重行, 1978: ヒラメ人工採苗試験-II 餌料と白化個体の関連および骨格形成期. 変形についての2~3の知見. 昭和51年度熊本水試事業報告書, 257~261.