

## 人工採苗マコガレイの親魚別体色異常出現状況と 光環境の差によるその回復率の比較

照井 方舟

Relation between the Occurrence of Abnormal Coloration and Source of Fishes,  
and Effect of Light Irradiation on the Recovery of Abnormal Coloration of Hatchery-reared mud dab,  
*Limanda yokohamae*

Masashi TERUI<sup>#</sup>

### はじめに

マコガレイ *Limanda yokohamae* は日本では大分県から北海道南部沿岸域にかけて生息し、本県では主に東京湾における底曳網漁業と刺網漁業の重要な漁獲対象種となっている。近年東京湾での漁獲量が減少し、種苗放流に対する要望が高まっている。水産総合研究所では、資源量調査や漁獲実態調査を行うと共に、種苗生産技術の開発にも取り組み始めた。

ところで、カレイ目魚類の種苗生産で大きな問題となるのは、体色異常(abnormal pigmentation)である。体色異常とは、変態を完了したときに発現する異常で、有眼側の体色が一部欠損する白化(albinism)と、無眼側の一部または全部に着色する両面有色(ambicoloration)がある(青海 1995<sup>1)</sup>)。

特に白化は放流後の生残に影響を及ぼすことが考えられ、また再捕されても価格が安い等の問題があり、これを克服することがカレイ目魚類の栽培漁業を成功させる大きな鍵となる。

体色異常個体の出現についてはヒラメ *Paralichthys olivaceus* についての知見が多く、遮光、水槽色、底質(青海 1979<sup>2)</sup>)、注水量(杉山ら 1985<sup>3)</sup>)、通気量(福所ら 1986<sup>4)</sup>)、光(青海 1991<sup>5)</sup>)、飼育密度(高橋 1994<sup>6)</sup>)等の飼育環境や餌料(高橋 1994<sup>6)</sup>)、(北島ら 1985<sup>7)</sup>)、(三木ら 1988<sup>8)</sup>)による影響が知られている。また白化は成長とともにある程度は回復する(青海 1979<sup>2)</sup>)、1985<sup>9)</sup>)ことも知られている。

人工種苗を生産する場合、白化稚魚の出現を抑えることが最も重要であるが、それとともに出現した白化稚魚の体色を回復させることができれば、放流稚魚の生残率向上や魚価安定に寄与する役割は大きい。

本報では、マコガレイの白化に着目し、その発現について、種苗生産用に使用した親魚の経歴による仔魚の白化出現頻度の違いを検討すると共に、光環境による白化

の回復についての試験結果を報告する。

### 材料及び方法

1 親魚別試験 1995年12月11日から28日にかけて横須賀市東部漁業協同組合走水大津支所及び鴨居支所に水揚げされた刺網漁獲物のうち、全長25.2cm~34.3cmの活力のあるマコガレイを雄9尾及び雌10尾選別し、栽培漁業センターに活魚運搬し、雌雄別に1.2m<sup>3</sup>の水槽で無給餌流水飼育をした。約1ヶ月間に胎盤性生殖腺刺激ホルモン(帝国臓器製:商品名ゴナトロピン)を雌の腹腔内に打注し、年明けの1996年1月2日に、このうち2尾から腹部圧迫により人工採卵し、乾導法により受精卵を得た。

また、これとは別に1月8日には、天然で成熟し産卵直前に漁獲された雌親魚2尾からも、水揚げ直後にその水揚げ場にて同様に採卵・受精を行い受精卵を得た。なお受精にはそれぞれ雌1尾に対し、雄2~3尾を使用した。

本報では、ホルモン剤を投与し人工的に採卵した親魚由来の2群を「人工群」と呼び、産卵直前まで天然の海で成熟し採卵した親魚由来の2群を「天然群」と呼ぶこととする。

受精卵はそれぞれナイロン製ネットに付着させ流水管理して孵化させ、受精率、孵化率及びSAI(無給餌耐久試験)を求めた。SAIは孵化仔魚を500mlピーカーに収容し、無給餌で静置し、その生残数を観察した。

孵化仔魚を各500尾ずつ30lパンライト水槽に収容し飼育した。飼育水は紫外線殺菌した砂濾過海水を無加温で使用し、最初から流水にて飼育し、成長にあわせて換水率を1日当たり0.2回転から30回転まで増加させた。飼餌料は仔稚魚の成長にあわせ、シオミズツボウムシ *Brachionus plicatilis*、アルテミア *Artemia salina* ノープリウス及び配合飼料を与えた。

4月2日までに孵化後80日目まで飼育し、白化の状態

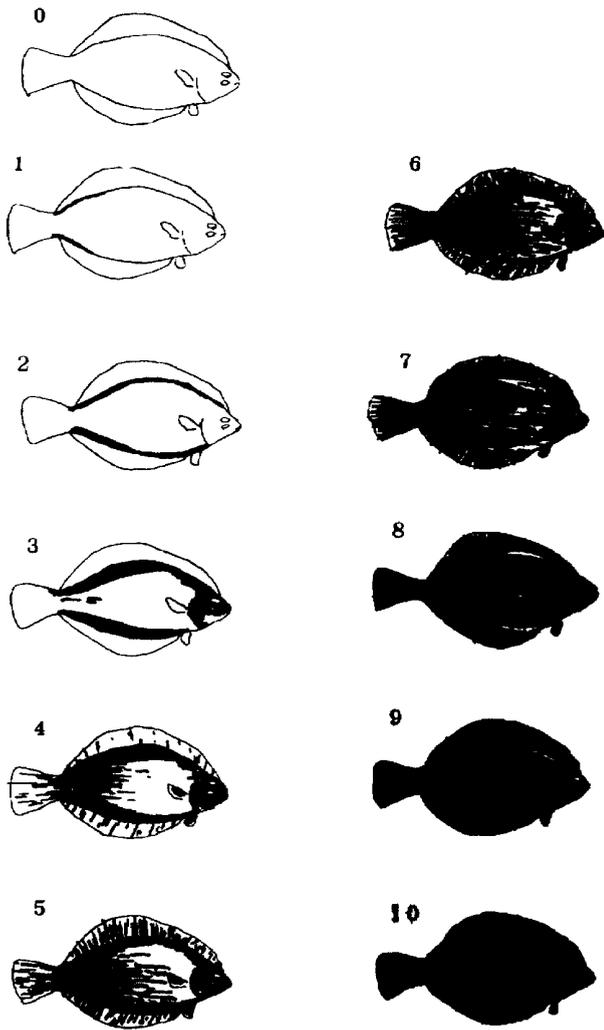


図1 マコガレイ白化パターン

を11段階に区分し、観察・記録した。区分の仕方は、有眼側体表に占める着色部分の面積割合を段階別に表示し(図1)、目測し、青海(1985<sup>2)</sup>)にしたがい、有眼側の体色の発現程度を示す指数 Pigment index(以下PIと表す)を試験区ごとに求め、群としての体色の発現程度を比較した。

$$\text{Pigment index} = \sum_{k=1}^n (sk/Sk) \times 100$$

- n : number of survivors
- Sk : area of ocular side
- sk : normally colored area of ocular side

2 白化回復試験 1996年7月2日までに栽培漁業センターで種苗生産されたマコガレイ稚魚(孵化後日数171日及び177日。平均全長58.8mm)のうち、有眼側体

色がほぼ全面的に欠損している個体(一部眼球縁辺部のみ着色している個体あり)を30lパンライト水槽へ収容し、実験に使用した。

照明時間を明8時間、暗16時間2区、明12時間、暗12時間2区、明16時間、暗8時間1区とし、対象区として、明12時間、暗12時間1区を設定した。照度は直接照明の場合は水面で7,700Lux、底面で2,000Luxであり、間接

表1 体色異常回復試験設定条件

区	照明時間		照明方法	照度(Lux)		パンライト色	飼育尾数	備考
	明	暗		水面	底面			
	8	16	直接	7700	2000	透明	25	
	8	16	直接	7700	2000	透明	25	底面に敷砂
	12	12	間接	40	40	透明	30	
	12	12	直接	7700	2000	透明	25	
	12	12	直接	7700	2000	黒	25	
	16	8	直接	7700	2000	透明	25	

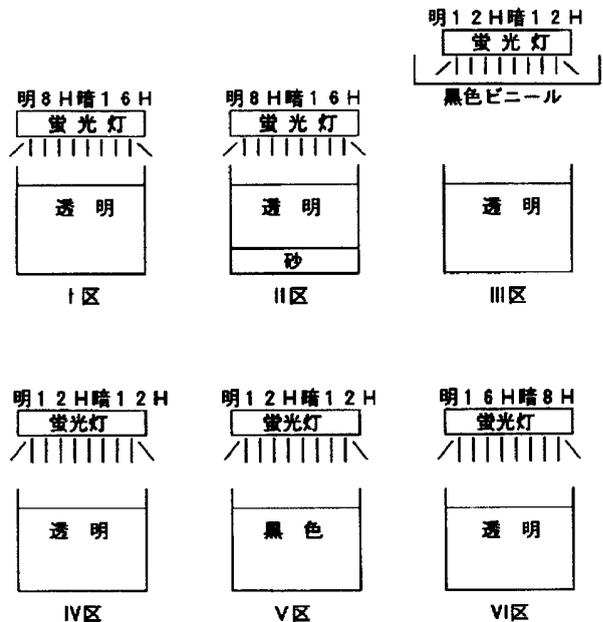


図2 体色異常回復試験設定条件

照明の場合は5~40Luxであった。水槽色は、I区が黒、その他は透明のものを使用した。実験個体数はI区が30尾、その他の水槽には25尾を収容した(表1、図2)。

飼育には紫外線殺菌をした砂濾過海水を無加温で使用し、換水率は1日当たり10回転から30回転で、餌は配合飼料のみを与えた。

9月20日まで80日間飼育を行い、途中約2週間おきに白化の回復状況と全長を測定した。白化の回復割合は、有眼側体表に占める着色部分の面積割合を目測し、前述の由来親魚別試験と同様、11段階に区分した(図1)。

### 結果

1 親魚別試験 人工群・及び天然群の孵化

表2 採卵結果

親魚	記号 記号	人工群		天然群	
		A	I	K	L
成熟区分		ホルモン剤	ホルモン剤	天然	天然
採卵日		'96.1.2	'96.1.2	'96.1.8	'96.1.8
採卵数(千粒)		389	201	942	857
1g当たりの卵数(粒)		3,738	2,200	3,845	3,457
受精率(%)		85.0	17.1	89.6	32.1
受精卵数(千粒)		330	34	844	275
孵化率(%)		92.0	85.4	44.9	20.6
孵化仔魚数(千尾)		304	29	379	57

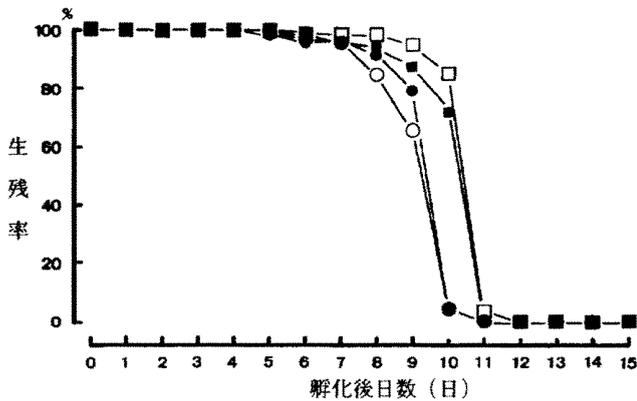


図3 S A I 生残率の推移  
人工群 人工群 天然群 天然群

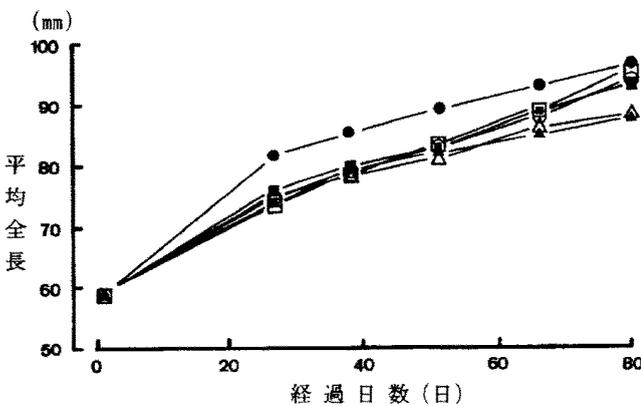


図4 白化回復試験の平均全長の推移  
区 区 区 区 区 区

率は、それぞれ92.0%、85.4%、44.9%、20.6%であった(表2)。SAIでは、その平均生残日数は、それぞれ9.47、9.67、10.80、10.49日間となり、天然群の方が約1日長く生残した(図3)。

孵化仔魚は孵化後80日目にあたる4月2日まで飼育し、各群の生残数はそれぞれ、57尾、104尾、101尾、126尾であり、平均全長はそれぞれ26.3mm、22.5mm、19.6mm、19.0mmであった。

取り上げ時の白化の発生状況を表3に示す。

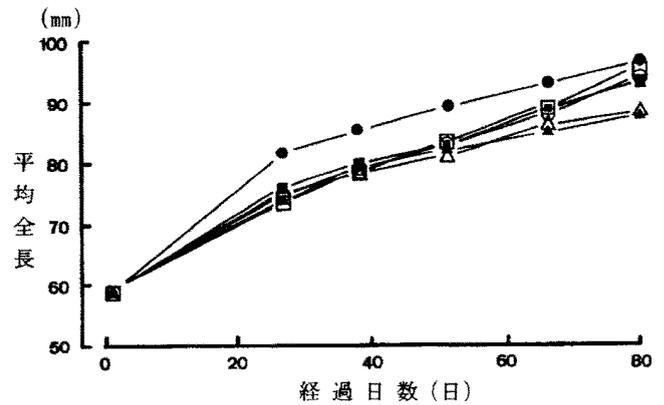


図5 白化回復試験の生残尾数の推移  
区 区 区 区 区 区

人工群は体色正常魚であるタイプ10が皆無で、全面白化のタイプ0が7.1%あったが、天然群では逆に、体色正常魚が30.4%、全面白化魚は皆無であった。

各群のPIも、人工群が2.62、天然群が7.46となり、人工群の方が白化の度合いが大きかった。

2 白化回復試験 7月2日試験開始時に平均全長58.8mmであり、80日後の9月20日試験終了時には ~ 区でそれぞれ、平均全長94.1mm、96.5mm、95.6mm、93.4mm、88.2mm、87.9mmまで成長し(図4)、生残数はそれぞれ23、25、30、24、22、23尾であった(図5)。

最終的な体色の回復状況を表4に、途中2週間毎の回復状況は図6に示す。最終的なPIは ~ 区でそれぞれ5.3、1.0、2.2、6.5、2.3、6.9となり、砂を敷いた区が一番回復率が低かった。全体的に、電照時間が長く、透明の水槽を使用した区の方が回復割合が高い傾向がみられた。

しかし、成長はこの逆でPIの高い区ほど成長が劣っていた。

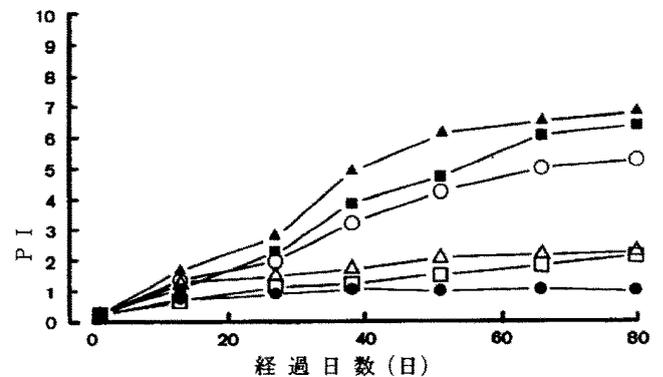


図6 白化回復試験の回復状況の推移 (PIの変化)  
区 区 区 区 区 区

表3 親魚別白化発生試験結果

由来親魚	体 色 正 常 部 分 面 積 割 合											個体数	P I
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
人工成熟	0.0	44.4	11.1	11.1	16.7	0.0	0.0	11.1	5.6	0.0	0.0	18	2.89
人工成熟	12.5	37.5	12.5	20.8	0.0	0.0	8.3	4.2	0.0	4.2	0.0	24	2.42
小計	7.1	40.5	11.9	16.7	7.1	0.0	4.8	7.1	2.4	2.4	0.0	42	2.62
天然成熟	0.0	2.7	5.4	2.7	2.7	0.0	5.4	8.1	10.8	21.6	40.5	37	8.08
天然成熟	0.0	0.0	3.1	3.1	9.4	15.6	21.9	9.4	9.4	9.4	18.8	32	6.75
小計	0.0	1.4	4.3	2.9	5.8	7.2	13.0	8.7	10.1	15.9	30.4	69	7.46
総計	2.7	16.2	7.2	8.1	6.3	4.5	9.9	8.1	7.2	10.8	18.9	111	5.63

表4 白化回復試験結果

区 飼育条件	白 化 回 復 割 合											個体数	P I
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
明 8h 透明	0.0	0.0	13.0	17.4	13.0	13.0	4.3	13.0	17.4	8.7	0.0	23	5.30
明 8h 透明敷砂	16.0	68.0	12.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25	1.04
薄明 12h 透明	0.0	33.3	36.7	16.7	10.0	0.0	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	30	2.17
明 12h 透明	0.0	0.0	4.2	12.5	4.2	12.5	8.3	12.5	29.2	16.7	0.0	24	6.46
明 12h 黒	9.1	9.1	36.4	40.9	0.0	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22	2.27
明 16h 透明	0.0	0.0	0.0	8.7	0.0	4.3	21.7	26.1	26.1	13.0	0.0	23	6.87

### 考 察

1 親魚による白化発現の差 人工群では白化の出現率が100%であり、タイプ0の全面白化魚の割合も、天然群0%に対して、7.1%と高く、天然群とは明らかな差がみられた。

これらのことから白化稚魚の出現には親魚による影響がかなりあると推定され、ホルモン投与が関与している可能性も考えられる。しかし、ヒラメでは遺伝による影響(田畑 1989<sup>10)</sup>)が、プレイス *Pleuronectes platessa* では親魚の養成状態による卵質への影響(SHELBOURNE, J. E. 1974<sup>11)</sup>)が報告されており、マコガレイについても親魚固有に起因する可能性や親魚養成による卵質への影響も否定できない。

白化の要因についてはこれら親魚の問題以外にも、様々な環境条件や栄養条件などが指摘されており、種々の条件が複雑に組み合わさり発現するものと考えられる。

2 光照射量による白化の回復 白化の回復率が高くなった試験区は、電照時間が長い区、照度が高い区、水槽色が透明な区、砂を敷いていない区であり、いずれも光の照射量が多い区の方が回復率が高い傾向がみられた。

黒色パンライトで飼育した方が透明パンライトよりも体色の回復が良好であるという青海(1985<sup>9)</sup>)の報告とは全く逆の結果が得られた。一方、ヒラメは、明所の方が暗所より白化個体の色素の出現が早いという村田ら(1981<sup>12)</sup>)の報告があり、本報ではこちらに近い結果が得られた。

また、成長が優れていた試験区では、体色の回復率が

少ない傾向が認められ、成長と体色回復は相反する傾向がみられた。ヒラメの場合でも、白化の出現率(青海1981<sup>13)</sup>)や回復率(青海1979<sup>2)</sup>)でも同様の傾向が報告されている。

また、砂を敷いた区では、成長率は1.64と一番優れていたが、白化の回復率は1.04と一番悪い結果が得られた。マコガレイ稚魚は暗所を好み、天然では砂泥域で砂泥に潜り生活している。黒色パンライトや砂を敷いた区では稚魚に与えるストレスが少ないと思われるが、成長は良いが、必ずしも体色の回復には好影響を与えるわけではなかった。

ヒラメの白化個体の出現は、水槽色、遮光の有無、槽底の砂の有無に影響されないとの報告もある(青海1979<sup>2)</sup>)だが、マコガレイの白化回復にはこれら環境要因が大きく影響し、種による違いと共に、白化の出現と回復の機構にも違いがあることが示唆された。

なお、着色の進行過程は、尾柄部から放射状に着色が進行し、下顎、鰓蓋、側線等が着色しにくい個体が多く、生田(1981<sup>14)</sup>)によるヒラメの着色過程ACタイプとほぼ同様な傾向が観察された。

### 要 約

1. マコガレイ種苗生産において、ホルモン剤を投与した親魚由来の稚魚は白化の発生率が100%であり、天然の海で成熟した親魚由来の稚魚の白化の発生率は69.6%であった。そのときの体色正常部分の体表に占める面積の割合は、それぞれ、2.62, 7.46となり、天然成熟親魚由来の稚魚の方が、白化の割合が少なかっ

た。

2) マコガレイの全面白化稚魚を光環境の条件を変えて飼育したところ, 光の照射量の多い試験区で白化の回復が著しかった。

14) 生田哲郎 (1981): ヒラメの人工生産種苗に発現する着色不完全個体の幼魚期における着色の進行. 京都海洋センター研報, 5, 39-45

## 文 献

- 1) 青海忠久 (1995): カレイ目魚類の体色異常と変態. 月刊海洋 Vol. 27, No. 12, 1995, 727-731
- 2) 青海忠久 (1979): 人工採苗ヒラメの飼育条件と体色異常個体の出現頻度. 長崎水試研報, 5, 9-17.
- 3) 杉山元彦・中野広・矢野豊・福田雅明・村上直人 (1985): 異体類の健苗育成に関する研究. 白化等の異常個体出現率におよぼす注水量の影響について. 北水研報告, 50, 63-69.
- 4) 福所邦彦・山本剛史・青海忠久 (1986): ヒラメの白化個体出現におよぼす飼育中の通気量の影響. 養殖研報, 10, 53-56.
- 5) 青海忠久 (1991): ヒラメ幼魚の無眼側の着色に及ぼす光照射, 有眼側の体色および供試魚の由来の影響. 水産増殖, 39(2), 173-180.
- 6) 高橋庸一 (1994): ヒラメ稚魚の無眼側の体色異常に及ぼす飼育密度と飼餌量の影響. 日水誌, 60(5), 593-598
- 7) 北島力・林田豪介・下崎真澄・渡辺武 (1985): 人工採苗ヒラメの体色異常出現に対する微粒子飼料の抑制効果. 長崎水試研報 11, 29-35.
- 8) 三木数立・谷口朝宏・浜川秀夫 (1988): ヒラメの白化出現に及ぼす脂溶性ビタミン類投与ワムシの効果. 水産増殖, 36(2), 91-96.
- 9) 青海忠久 (1985): 人工採苗マコガレイの体色異常個体の出現に及ぼす飼育密度および水槽の色の影響. 水産増殖, 33(3), 119-128.
- 10) 田畑和男 (1989): ヒラメ雌性発生に関する研究, 白化現象の遺伝的影響. 平成元年度日本水産学会春季大会講演要旨集. p. 122
- 11) SHELBOURNE, 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. ), Eleck Science, London, 93-111.
- 12) 村田修ほか (1981): 人工ふ化体色異常ヒラメの成長と色素出現について. 昭和 56 年度日本水産学会秋季大会講演要旨集. p. 140
- 13) 青海忠久・篠田正俊 (1981): アルテミア給餌期間を異にした人工採苗ヒラメの体色異常出現率の変異. 京都海洋センター研報, 5, 29-37