

マガレイ人工種苗の体色及び形態異常に伴う有眼側 無眼側の形質について

メタデータ	言語: Japanese
	出版者:
	公開日: 2025-04-24
	キーワード (Ja):
	キーワード (En):
	作成者: 有瀧, 真人, 長倉, 義智
	メールアドレス:
URL	所属:
	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2014366

This work is licensed under a Creative Commons
Attribution 4.0 International License.



マガレイ人工種苗の体色及び形態異常に伴う 有眼側無眼側の形質について

有 瀧 真 人*・長 倉 義 智*

(1990 年 8 月 6 日受理)

近年、異体類は、ヒラメをはじめ数多くの魚種において種苗生産が行われ、放流や養殖用種苗として用いられている。しかし、いずれの魚種においても、白化等の体色異常個体が現われ、大きな問題となっている。これら体色異常個体の出現は天然でも観察されているが^{1,2)}、人工種苗ではその頻度が高く、種々の形態異常を伴うため、生残や成長等の種苗性に疑問がもたれている。能登島事業場で生産するマガレイも例外ではなく、変態が終了する 12 mm サイズ以降体色異常が高率で現われ、それと連動して起こる眼位の異常については詳細な報告がなされている³⁾。

これら体色異常とそれに伴う体各部位の形態異常についてはヒラメやマコガレイ、メイタガレイ、マガレイにおいて神経支配、鱗の形態、体幅、眼位の移動などから有眼側白化部位の無眼側化や無眼側有色部位の有眼側化が指摘されている³⁻⁷⁾。今回本種の人工種苗及び天然魚の有眼側、無眼側の形質について比較を行い、体色や形態異常魚にどのような現象が起こっているかを観察し、あわせて種苗性についても若干の検討を行ったのでここに報告する。

材 料 と 方 法

観察及び測定に供したマガレイは、当场で生産した人工種苗と底曳網で漁獲された天然魚である。人工種苗は、平成 2 年度に天然由来の親魚の自然産卵から当事業場で生産した体長 8.0~27.4 mm のもの 121 尾と、同じく平成元年度に天然由来の親魚の自然産卵から生産し、その後 1 年間育成した体長 33.9~103.5 mm のもの 78 尾を使用した。また天然のマガレイは平成 2 年 5 月に新潟県岩船港漁業協同組合で入手した体長 80.7~109.0 mm のもの 34 尾である。

体色異常と眼位異常のタイプ

早乙女らの行った観察では、人工種苗生産した 15~17 mm サイズのマガレイを眼位 5 タイプ、体色 6 タイプに分けて検討を行っている³⁾。しかしこの 2 年間の観察では、着底直後から 20 mm サイズにかけてはほとんど部分白化は見られず、完全な白化個体ばかりであった。また、成長するにしたがって部分的に色素の出現する個体も観察されたが、これは後天的なものであるため、体色は正常と白化のみに区分するのが妥当であると思われた。したがって今回は、生産した人工種苗を両側の色素と眼位によって、次の 4 タイプに分類して観察を行なった。

タイプ 1: 有眼側色素あり。無眼側色素なし、もしくは一部あり。眼位は無眼側のものが有眼側へ正常に移動している。

タイプ 2: 有眼側色素なし、もしくは一部あり。無眼側色素なし、もしくは一部あり。眼位は無眼側のものが有眼側へ正常に移動している。

タイプ 3: 有眼側色素なし、もしくは一部あり。無眼側色素なし、もしくは一部あり。眼位は有眼側、無眼側共に対側方向へ移動しており異常。

タイプ 4: 有眼側、無眼側共に色素あり。眼位は有眼側、無眼側共に移動せず異常。

タイプ別に分類した標本は 10% 中性ホルマリンで固定した後観察、測定に供した。

測定及び観察 測定は標準体長、頭長、有眼側及び無眼側の前上顎骨長、胸鰭長の計 6 部位について行った(図 1)。各部位における相対成長のタイプごとの比較は、ダンカンの検定法⁸⁾を用いて行った。骨格及び両顎歯は、透明化処理とアリザリンレッド S による染色を行ったのちに観察した。透明化処理は、10~30 mm サイズのものは

* 日本栽培漁業協会 能登島事業場 (〒926-02 石川県鹿島郡能登島町曲)

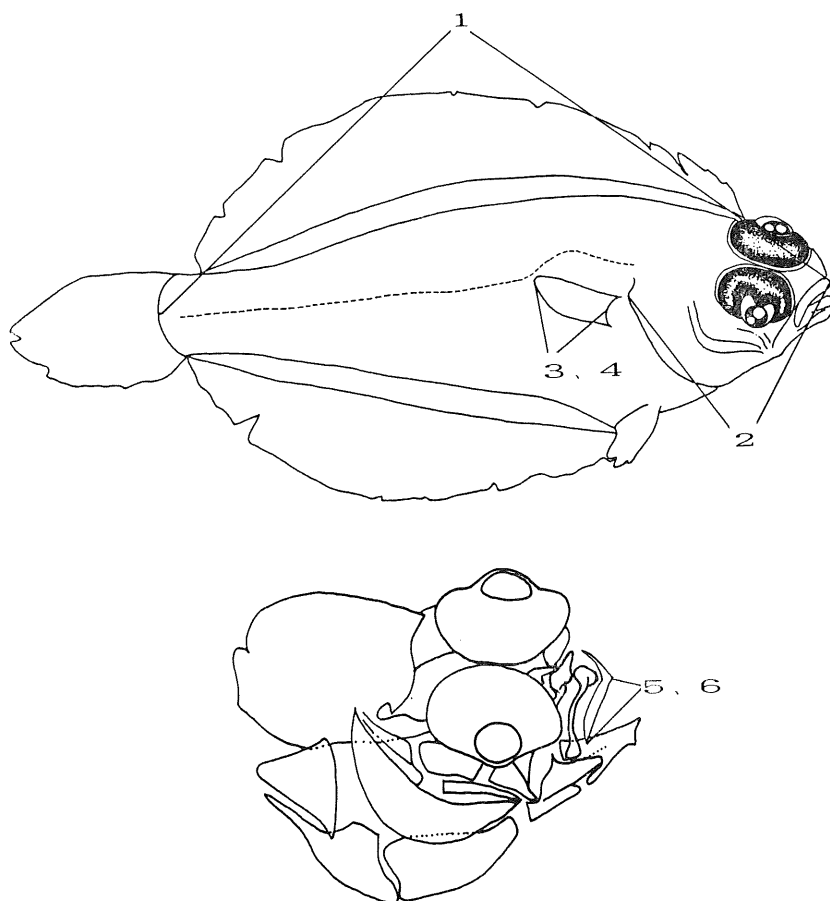


図 1 測定部位

1: 標準体長, 2: 頭長, 3, 4: 有眼側, 無眼側胸鰭長, 5, 6: 有眼側, 無眼側前上顎骨長

表 1 天然マガレイの測定結果

尾 数 (尾)	体 長 (mm)	前上顎骨長/頭長×100		前上顎骨長比 (有眼側/無眼側)×100	胸鰭長/標準体長×100		胸 鰭 長 比 (無眼側/有眼側) ×100
		有眼側	無眼側		有眼側	無眼側	
34	97.5 (80.8~ 109.0)	11.3 (9.1~ 13.7)	19.7 (16.4~ 23.0)	57.6 (45.3~ 66.5)	14.5 (12.6~ 16.4)	9.6 (8.3~ 11.5)	66.6 (57.1~ 77.0)

表 2 天然マガレイにおける両側の形質

形 質		有 眼 側		無 眼 側	
		特 徴	記 号	特 徴	記 号
色	素	有り	●	無し(もしくは一部あり)	○
眼	位	対側への移動なし	●	対側への移動あり	○
前 上 顎 骨 長		小	●	大	○
胸 鰭 長		大	●	小	○
顎	歯	下顎のごく一部を除いて無し	●	両顎に多数の歯あり	○

記号; ● 有眼側の形質, ○ 無眼側の形質とする

トリプシンで、40～100 mm サイズのものは 5% 水酸化カリウムで行った。

結 果

1. 天然魚の有眼側、無眼側の形質

体色 有眼側及び無眼側の色素について観察した結果、全ての個体で有眼側は正常な色素で覆われていた。無眼側にはほとんどの個体で色素はなかったが、体幹縁辺部に色素のある個体が 34 尾中 2 尾に見られた。

眼位 全ての個体で無眼側の目が有眼側へ正常に移動していた。

前上顎骨長と前上顎骨の形態 前上顎骨長/頭長×100 の値は、有眼側が 11.3、無眼側が 19.8 となり、前上顎骨長は有眼側に比べて無眼側が大きい傾向がみられた (表 1)。また有眼側前上顎骨は無眼側のものに比べて著しい退化傾向を示していることが観察された (図 5)。

胸鰭長 胸鰭長/標準体長×100 の値は、有眼側が 14.5、無眼側は 9.6 となり、胸鰭は無眼側に比べて有眼側のほうが大きかった (表 1)。

顎歯 有眼側では上顎に歯は全く見られず、下顎の先端部にのみ数本が観察された。これに対し、無眼側の両顎には多数の歯がみられた (図 5)。

以上の結果をまとめると表 2 のようになる。

2. 人工種苗各タイプにおける有眼側、無眼側の形質

人工種苗を前記のタイプ別に分類した結果を表 3 に示す。

以下各タイプごとの有眼側、無眼側の形質について比較検討を行った。

体色 タイプ 1 の有眼側は正常な色素で覆われており、無眼側には色素がほとんど見られない。タイプ 2 及び 3 は有眼側、無眼側共にほとんど色素は見られない。タイプ 4 は両側共に色素で覆われている (図 2)。

これらの結果をまとめると表 4 のようになる。

以上のことからタイプ 1 は天然魚と同じ形質をもつこと、タイプ 2, 3 は両側とも天然魚の無眼側の体色と同じであり、タイプ 4 は両側とも天然魚の有眼側の体色と同じであることが推論できる。

眼位 タイプ 1 及び 2 の眼位は無眼側のものが有眼側へ正常に移動している。タイプ 3 では有眼側のものは無眼側へ、無眼側のものは有眼側へ移動しており、その結果両側の目が頭頂部付近でぶつかって止まっている。タイプ 4 は両側とも移動が見られず、眼位は不動のままである (図 2)。

以上の結果をまとめると表 5 のようになる。

これらのことから、タイプ 1 及び 2 は両側とも天然魚と同じ眼位をもつこと。タイプ 3 は両側とも天然魚の無眼側と同じ眼位の移動が起こっていること。タイプ 4 は両側とも天然魚の有眼側と同じ眼位であることが推論できる。

表 4 人工マガレイにおけるタイプ別の両側色素

タイプ	有眼側色素		無眼側色素		特徴の総合
	特 徴	記 号	特 徴	記 号	
1	有り	●	無し (もしくは一部あり)	○	天然マガレイと同様
2	無し (もしくは一部あり)	○	無し (もしくは一部あり)	○	両側とも無眼側化
3	無し (もしくは一部あり)	○	無し (もしくは一部あり)	○	両側とも無眼側化
4	有り	●	有り	●	両側とも有眼側化

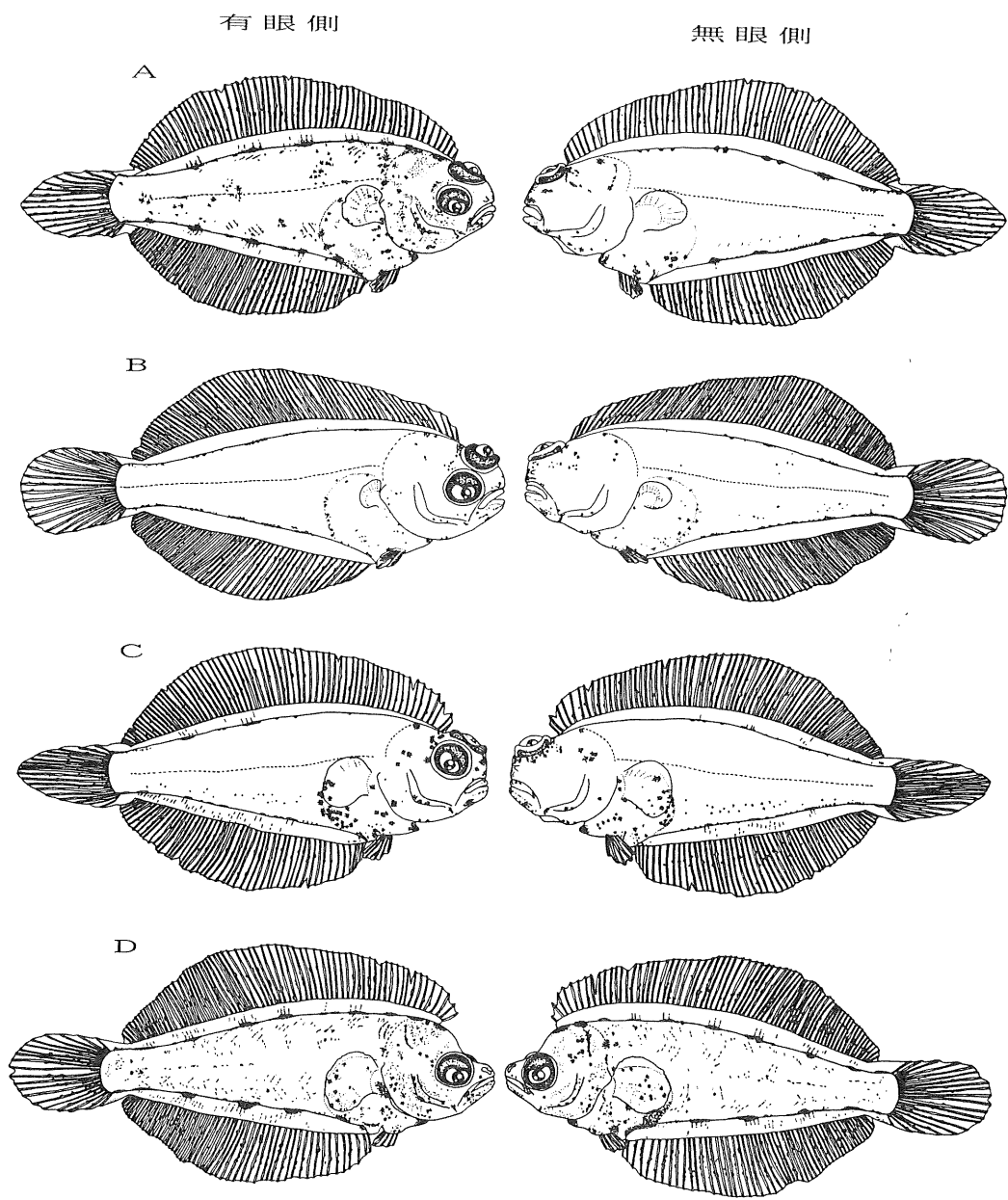


図 2 人工種苗マガレイのタイプ
 A: タイプ 1 (BL 10.8 mm), B: タイプ 2 (BL 9.9 mm), C: タイプ 3 (BL 10.9 mm),
 D: タイプ 4 (BL 9.8 mm), スケール 1 mm

表 5 人工マガレイにおけるタイプ別の両側眼位

タイプ	有眼側眼位		無眼側眼位		特徴の総合
	特 徴	記 号	特 徴	記 号	
1	対側への移動なし	●	対側への移動あり	○	天然マガレイと同様 天然マガレイと同様 両側とも無眼側化 両側とも有眼側化
2	対側への移動なし	●	対側への移動あり	○	
3	対側への移動あり	○	対側への移動あり	○	
4	対側への移動なし	●	対側への移動なし	●	

前上顎骨長及び前上顎骨の形態 各タイプの前上顎骨長について測定を行った結果を表6に示す。

マガレイの前上顎骨長は、着底直後の体長 8~30 mm にかけて大きな変化が起きるため、タイプごとの両側の前上顎骨長と標準体長の関係(前上顎骨長/頭長×100-標準体長)については、変異の大きい 30 mm 以下と小さい 30 mm 以上に分けて各タイプ間で平均値の差の検定を行った。しかし、タイプ4はすべての個体が 30 mm 以下であったため前者のみで比較を行った(図3)。その結果を、1%以下の危険率で有意差が見出せる場合を > 記号で、見出せない場合を = 記号で整理するとつぎのようなことが明らかになった。

体長 30 mm 以下

有眼側前上顎骨長/頭長×100-標準体長

タイプ 1=タイプ 4<タイプ 2=タイプ 3

無眼側前上顎骨長/頭長×100-標準体長

タイプ 4<タイプ 1=タイプ 2=タイプ 3

体長 30 mm 以上

有眼側前上顎骨長/頭長×100-標準体長

タイプ 1<タイプ 2=タイプ 3

無眼側前上顎骨長/頭長×100-標準体長

タイプ 1=タイプ 2=タイプ 3

以上の結果からタイプ1は有眼側の前上顎骨が無眼側より小さく天然魚の形質に近い傾向をもつこと、タイプ2, 3は有眼側、無眼側前上顎骨長の差が小さく、タイプ1にくらべて有眼側が大きいなど両側とも天然魚の無眼側の形質に近い傾向をもつこと、タイプ4も有眼側、無眼側前上顎骨長の差は小さいが前者とは反対に無眼側が他のタイプにくらべて小さく、両側とも天然魚の有眼側の形質に近い傾向をもつことが推測できる。

またタイプ1において、有眼側前上顎骨は小さくなるだけでなく形態においても著しい退化傾向を示すことが明らかとなった。これに対しタイプ2, 3では両側とも退化傾向は見られず、タイプ4では両側とも前上顎骨の退化が観察された(図5参照)。

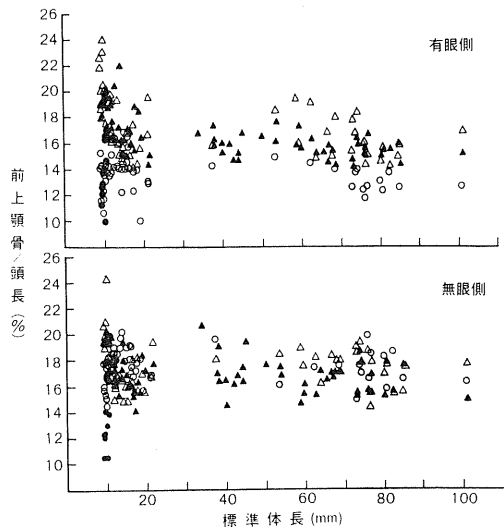


図3 各タイプにおける前上顎骨長/頭長-標準体長関係
○: タイプ1 △: タイプ2 ▲: タイプ3
●: タイプ4

表6 人工マガレイの前上顎骨長測定結果

タイプ	サイズ	前上顎骨長/頭長×100		前上顎骨長比 (有眼側/無眼側) ×100	有眼側		無眼側		特徴の総合
		有眼側	無眼側		大きさ	記号	大きさ	記号	
1	30 mm 以下	14.1 (10.0~16.8)	17.1 (14.4~20.2)	79.9 (67.6~95.8)	小	●	大	○	天然マガレイと同様
	30 mm 以上	13.1 (10.0~14.8)	17.3 (14.9~19.9)	76.0 (62.0~92.6)	小	●	大	○	天然マガレイと同様
2	30 mm 以下	17.7 (14.2~24.7)	17.6 (14.7~24.3)	100.5 (85.4~119.5)	大	○	大	○	両側とも無眼側化
	30 mm 以上	15.7 (14.1~19.3)	17.1 (14.2~18.8)	91.6 (81.4~102.9)	大	○	大	○	両側とも無眼側化
3	30 mm 以下	17.7 (14.3~21.9)	17.5 (15.1~20.2)	101.0 (82.6~134.8)	大	○	大	○	両側とも無眼側化
	30 mm 以上	15.7 (14.1~17.6)	16.7 (14.5~20.6)	94.8 (81.2~112.2)	大	○	大	○	両側とも無眼側化
*4	30 mm 以下	13.8 (9.9~17.0)	13.5 (10.4~16.8)	102.0 (95.2~107.4)	小	●	小	●	両側とも有眼側化

* タイプ4は全ての個体が 30 mm 以下であったため、そのサイズのみで比較を行った。

表 7 人工マガレイの胸鰭長測定結果

タイプ	胸鰭長/標準体長×100		胸鰭長比 (無眼側/有眼側)×100)	有眼側		無眼側		特徴の総合
	有眼側	無眼側		大きさ	記号	大きさ	記号	
1	15.2 (14.1~18.1)	9.1 (8.1~10.8)	60.1 (52.6~70.0)	大	●	小	○	天然マガレイと同様
2	14.5 (12.9~17.8)	9.3 (8.2~12.1)	64.6 (47.7~73.3)	大	●	小	○	天然マガレイと同様
3	11.8 (10.2~13.9)	9.7 (7.4~11.8)	82.5 (57.4~105.0)	小	○	小	○	両側とも無眼側化
*4	—	—	—	—	—	—	—	—

* 形態変化の著しいサイズのみであったため比較できず。

胸鰭長 各タイプごとの測定結果を表 7 に示した。

マガレイは着底直後の体長 8~30 mm にかけて、胸鰭がいったん収縮してから再び成長するという著しい変化を起こす。そこでここでは、30 mm 以上の個体について比較検討を行った (図 2 の胸鰭参照)。しかし、タイプ 4 は全ての個体とその範囲内にあったため、この形質での検討は行えなかった。

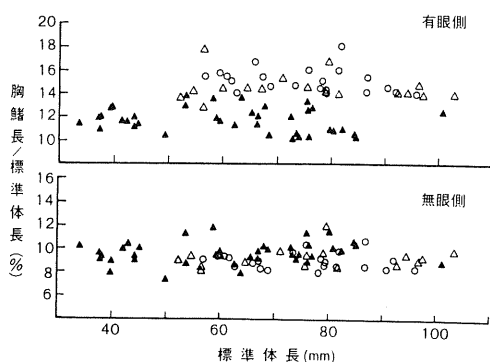


図 4 各タイプにおける 胸鰭長/標準体長—標準体長関係

○: タイプ 1 △: タイプ 2 ▲: タイプ 3

それぞれの胸鰭長と標準体長の関係(胸鰭長/標準体長×100—標準体長)について比較を行い、結果を上顎骨長の場合と同様に整理したところ次のようなことが明らかとなった (図 4)。

有眼側胸鰭長/標準体長×100—標準体長

タイプ1=タイプ 2>タイプ 3

無眼側胸鰭長/標準体長×100—標準体長

タイプ1=タイプ 2=タイプ 3

以上の結果からタイプ 1, 2 は無眼側より有眼側の胸鰭が大きく天然魚の形質に近い傾向をもつこと、タイプ 3 は有眼側、無眼側の差が小さく、共にタイプ 1, 2 の無眼側の値に近いことから両側とも天然魚の無眼側の形質に近い傾向をもつことが推論できる。

顎歯 各タイプ及び着底前の両顎歯と天然マガレイの両顎歯を図 5 に示した。

タイプ 1 の有眼側両顎歯は着底前のものと比べると著しく退化し、わずかに下顎の先端部に数本が残るのみである。また無眼側は両顎歯の消失が見られず、着底前と比べても変化はほとんどない。タイプ 2, 3 は両側ともに着底前と比べて変化はなく、顎歯の消失は見られない。タイプ 4 は両側ともに両顎歯の退化が著しく、顎歯が残っているのは下顎の先端部だけであった。

これらの結果をまとめると表 8 のようになる。

以上のことから、タイプ 1 は天然魚と同じ顎歯の形質を持つこと。タイプ 2, 3 は両側とも天然魚の無眼側の形質を持つこと。タイプ 4 は両側とも天然魚の有眼側の形質を持つことが明らかとなった。

各タイプごとの有眼側、無眼側の形質と変態について 以上述べてきた色素、眼位、前上顎骨長、胸鰭長、両顎歯についてまとめると表 9 のようになる。

上記 5 形質から総合的に判断すると、タイプ 1 は天然のマガレイの形質に近く、正常な変態が行われていると思われる。これに対し、タイプ 2, 3 は両側とも天然マガレイの無眼側の形質に近く、特にタイプ 3 については全て無眼側の形質であった。また、タイプ 4 はこれとは逆に、全ての形質において両側とも天然マガレイの有眼側に近似していた。これらの結果からマガレイの変態異常では両側無眼側への変態と両側有眼側への変態が起こっていると推測される。

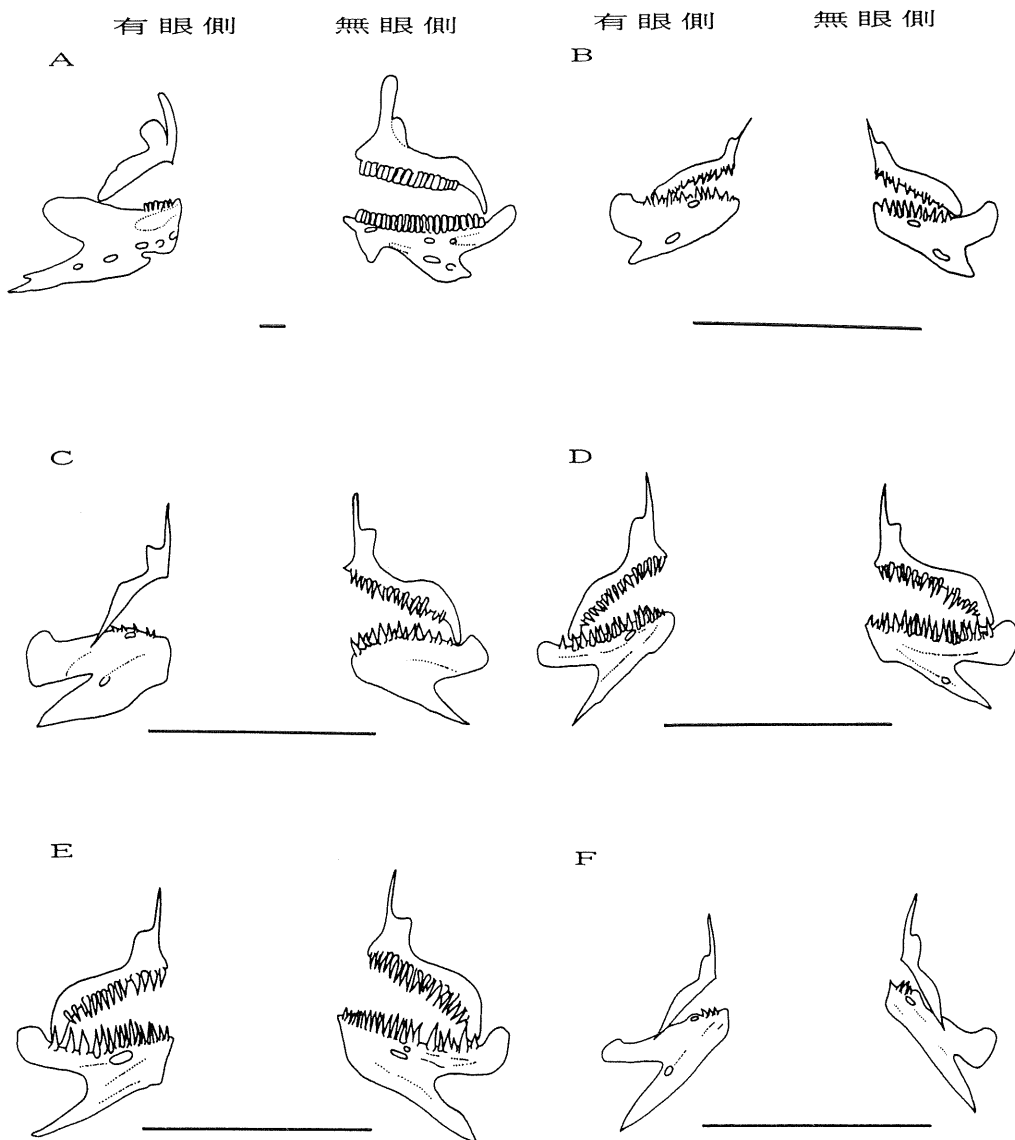


図 5 天然及び人工マガレイの前上顎骨

A: 天然魚 (BL 109 mm), B: 人工魚着底前 (BL 8.4 mm), C: タイプ 1 (BL 10.8 mm),
D: タイプ 2 (BL 9.9 mm), E: タイプ 3 (BL 10.9 mm), F: タイプ 4 (BL 9.8 mm),
スケール 1 mm

表 8 人工マガレイの両顎歯観察結果

タイプ	有 眼 側		無 眼 側		特徴の総合
	特 徴	記 号	特 徴	記 号	
1	下顎のごく一部を除いて無し	●	両顎とも多数あり	○	天然マガレイと同様
2	両顎とも多数あり	○	両顎とも多数あり	○	両側とも無眼側化
3	両顎とも多数あり	○	両顎とも多数あり	○	両側とも無眼側化
4	下顎のごく一部を除いて無し	●	下顎のごく一部を除いて無し	●	両側とも有眼側化

表 9 人工マガレイの両側形質

タ イ プ	1		2		3		4	
	有眼側	無眼側	有眼側	無眼側	有眼側	無眼側	有眼側	無眼側
色	●	○	○	○	○	○	●	●
眼	●	○	●	○	○	○	●	●
前上顎骨長	●	○	○	○	○	○	●	●
胸鰭長	●	○	●	○	○	○	○	○
両顎歯	●	○	○	○	○	○	●	●

表 10 観察に使用した飼育例事のタイプ

生産尾数 (万尾)	タイプ 1 (%)	タイプ 2 (%)	タイプ 3 (%)	タイプ 4 (%)
5.1	15.9	10.6	67.3	6.2

表 11 中間育成試験における各タイプの生残率

	タイプ 1	タイプ 2	タイプ 3	タイプ 4
生 残 率 (%)	75	3	7	—

* タイプ 4 は尾数が少なかったため試験できず。

表 12 放流後再捕された各タイプの摂餌状況

	タイプ 1	タイプ 2	タイプ 3	タイプ 4
観察尾数(尾)	29	58	66	4
平均摂餌個数(個)	36.7	13.4	2.3	1.8
空 胃 率 (%)	13.8	27.6	69.7	25.0

考 察

昭和 61, 62 年度に種苗生産したマガレイの体色異常の割合は、生産回次によって多少の差はあるものの、およそ 60~90% と非常に高率で出現した。また、眼位の異常も 30~50% で、これら形態異常の点から種苗性の問題が指摘されている³⁾。今回観察に用いた飼育事例の人工種苗も例外ではなく、その大多数が体色や眼位の異常個体であった(表 10)。

生産した種苗の放流後の生き残りを考える場合、両側有色個体のタイプ 4 は、例年飼育していても 30 mm 以降斃死して見られなくなってしまふ。餌料や環境等をある程度管理した飼育水槽の中でも一定のサイズ以上生存できないことから、タイプ 4 は視覚や遊泳力、上顎の形態を含めた摂餌機構等の生き残るための機能が大きく欠落していると考えられる。

一方他のタイプはどうであろうか。著者らは、本報とは別に平成元年に種苗生産したマガレイを用いて、タイプ 4 を除いたタイプ別の中間育成試験や放流調査を行って、放流後の生き残りについて検討した⁹⁾。その結果、中間育成試験では、正常に変態しているタイプ 1 が生残率が高く、白化個体のタイプ 2, 3 では生残率が低いことが明らかになった(表 11)。また放流後に行った潜水観察や曳き網調査の結果から、放流したマガレイは体色や眼位の正異によって潜砂や逃避などの行動にそれほど差はないものの、空胃率や 1 尾当たりの摂餌量からみた摂餌能力はタイプ 1 が高く、タイプ 2, 3 はタイプ 1 に比べると低い結果となった(表 12)。このことから中間育成試験での白化 2 タイプの低い生残率は摂餌能力の差が大きな要因である事が推定される。

今回行った観察の結果、人工種苗生産したマガレイの白化個体は、正常な変態を行ったものと比べて有眼側の形態、特に前上顎骨の大きさや形、歯の有無など摂餌に重要と思われる部分に異常が見られた。白化 2 タイプの低い摂餌能力は、眼位の異常なタイプ 3 ばかりでなく正常な眼位を持つタイプ 2 でも起こっているため、餌を取ることは眼位の正常、異常だけでなく先に述べた前上顎骨の形態や、歯の有無などによっても大きく影響を受けることが

示唆された。また、今年行った観察においても、部分白化と完全白化個体で顎歯や測定形質及び摂餌能力に差はみられず、部分白化と完全白化に基本的な差はないと推測される。したがって、白化個体は、部分白化、完全白化ともに眼位が正常であっても摂餌能力の点で問題があり、タイプ 2、3 ともに種苗としては不適であると思われる。

このように人工種苗生産したマガレイは白化個体であれば、眼位の正異や色素の出現程度とは無関係に種苗性は低く、生き残りの可能性は正常なものにくらべてかなり低くなるものと思われる。すなわち、放流後の効果を上げるためには正常な変態を行った種苗を生産することが絶対的な条件である。今回の観察によって変態異常魚は変態の過程で“裏、表”の区別ができず両方とも裏側や、両方とも表側に変態した現象であることは明らかになった。これはマガレイや他の異体類で言われている変態異常の両側無眼側化、両側有眼側化現象を裏づけるものである³⁻⁷⁾。ヒラメの種苗生産では、生物餌料を栄養強化（脂溶性ビタミン、乳化オイル、珪藻等）することにより体色異常の防除に効果を上げている。しかしカレイ類では餌料、飼育環境などから検討を行っているが、いまだ大きな効果を上げるにはいたっていない¹⁰⁾。今後詳しい観察や試験を行って基礎的な知見を集積し、カレイ類の変態機構を解明することが正常な種苗を生産するのには欠かせないことであると思われる。

謝 辞

本報告を行うにあたり、数々の有益なご助言や文献を提供して頂き、また常に温かく励まして頂いた北海道区水産研究所南 卓志氏、京都大学付属水産実験所青海忠久氏に心よりお礼申し上げます。現場での作業に当たり多大なご協力、ご助言をいただいた能登島事業場広川 潤場長、職員各位に深く感謝する。

文 献

- 1) NORMAN, J. R. (1934) A systematic monograph of the flatfishes (Heterosomata). Vol. I. Pet-todidae, Bothidae, Pleuronectidae. British Museum (Natural History), London: 1-459 pp.
- 2) DAWSON, C. E. (1962) Notes on anomalous American heterosomata with descriptions of five new records. Copeia, 1962, (1), 138-146.
- 3) 早乙女浩一・有滝真人 (1988) マガレイ人工種苗の体色異常と形態異常. 栽培技研, 17 (1): 9-17.
- 4) 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): 19-25.
- 5) ——— (1980) 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. 魚類学雑誌, 27 (3) 249-255.
- 6) ——— (1985) 人工種苗マコガレイの体色異常個体の出現に及ぼす水槽の色の影響. 水産増殖, 33 (3): 119-128.
- 7) 北島 力・林田豪介・安元 進 (1987) 人工採苗メイトガレイの体色異常. 長崎県水産試験場研究報告, (13): 17-23.
- 8) 東海区水産研究所数理統計部 (1988) パソコンによる資源解析プログラム集. 東海区水産研究所, 東京: 216 pp.
- 9) 長倉義智・有滝真人 (1990) マガレイの形態異常魚の種苗性について. 日本海ブロック試験研究集録増養殖研究推進連絡会議報告, (19): 37-43.
- 10) 日本栽培漁業協会 (1990) 昭和 63 年度日本栽培漁業協会事業年報III—3, 異体類の色素異常固体の出現とその防除法の探索 (プロジェクト・チーム) P-1. 2, 269-287.