

時間経過によって変化したヒラメ人工種苗魚の体色異常

渡邊昌人*・河合 孝*

The Color Anomaly of Hatchery-Reared Japanese Flounder *Paralichthys olivaceus*
Changed with the Lapse of Time

Masato WATANABE and Takashi KAWAI

Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* is one of the important fish, which is released in many prefectures of Japan as aquaculture species. We examined changes in the color anomaly of hatchery-reared Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. We conducted a laboratory experiment in which fish of about 10cm TL were reared in an aquarium with ceramic sand. We observed that slight color anomalies of the blind side decreased in most case after 3-14months. But fish of ambicolored type never changed in blind side. We also carried out another experiment in 7,833 individuals tagged fish of about 16cm TL were released in the field. 6 individuals were recaptured after 1-22 months, color anomalies in the blind side decreased as the individual that time passed. These results indicate that reduction of color anomalies leads to enhancing economic effect.

ま え が き

ヒラメは日本沿岸に広く分布し、重要な漁獲対象魚種の一つである。種苗生産技術の確立により、日本各地で人工種苗魚（以下、人工魚）が放流されている¹⁾。福島県では 1996 年から 2010 年に全長約 10cm のヒラメ人工魚を年間 100 万尾放流していた。人工魚には有眼側や無眼側に体色異常が天然魚より高い頻度で観察される²⁾。体色異常は有眼側では白化、無眼側では黒化という形で現れ、顕著な場合には天然魚や体色異常が少ない人工魚より安い価格で取引されることが多い³⁾。そのため、体色異常が著しい場合は放流による経済効果は低下すると考えられ⁴⁾、体色異常軽減技術の確立が求められている。一方、放流効果推定のため市場調査ではヒラメが人工魚であるかどうか判断する際に体色異常の有無を指標としているが、漁獲された人工魚の無眼側体色異常は、放流時と比較して脱色やその一部が消滅することが報告されている⁵⁾。しかし、無眼側体色異常が時間経過とともにどの程度変化するのか、有眼側体色異常はどのような変化をするのかは、明らかになっていない。放流サイズ以降の成長で体色異常がどのように変化するか調査し、放流種苗に許容される体色異常の程度を把握することは、放流による経済効果向上を検討する上で有効な知見となる。砂を敷いた水槽で飼育したヒラメおよび標識放流して漁獲されたヒラメの体色を観察し、その量的、質的变化の特徴を整理し、現場に有用な情報を得たので報告する。

*当時の所属は福島県水産種苗研究所

材料および方法

砂を敷いた水槽で飼育したヒラメの体色観察

供試魚は（財）福島県栽培漁業協会（以下、栽培協会）が放流用に生産したヒラメを用いた。有眼側および無眼側の体色、体型、鰭や鰓蓋の形状の違いで個体識別が可能であることを確認し、観察を開始した。体色は有眼側および無眼側を目視で4段階（正常、軽微な異常、1/2未満の異常、1/2以上の異常）に判定し、異常の少ない方から1～4の数値を当てて整理した（Fig. 1）。

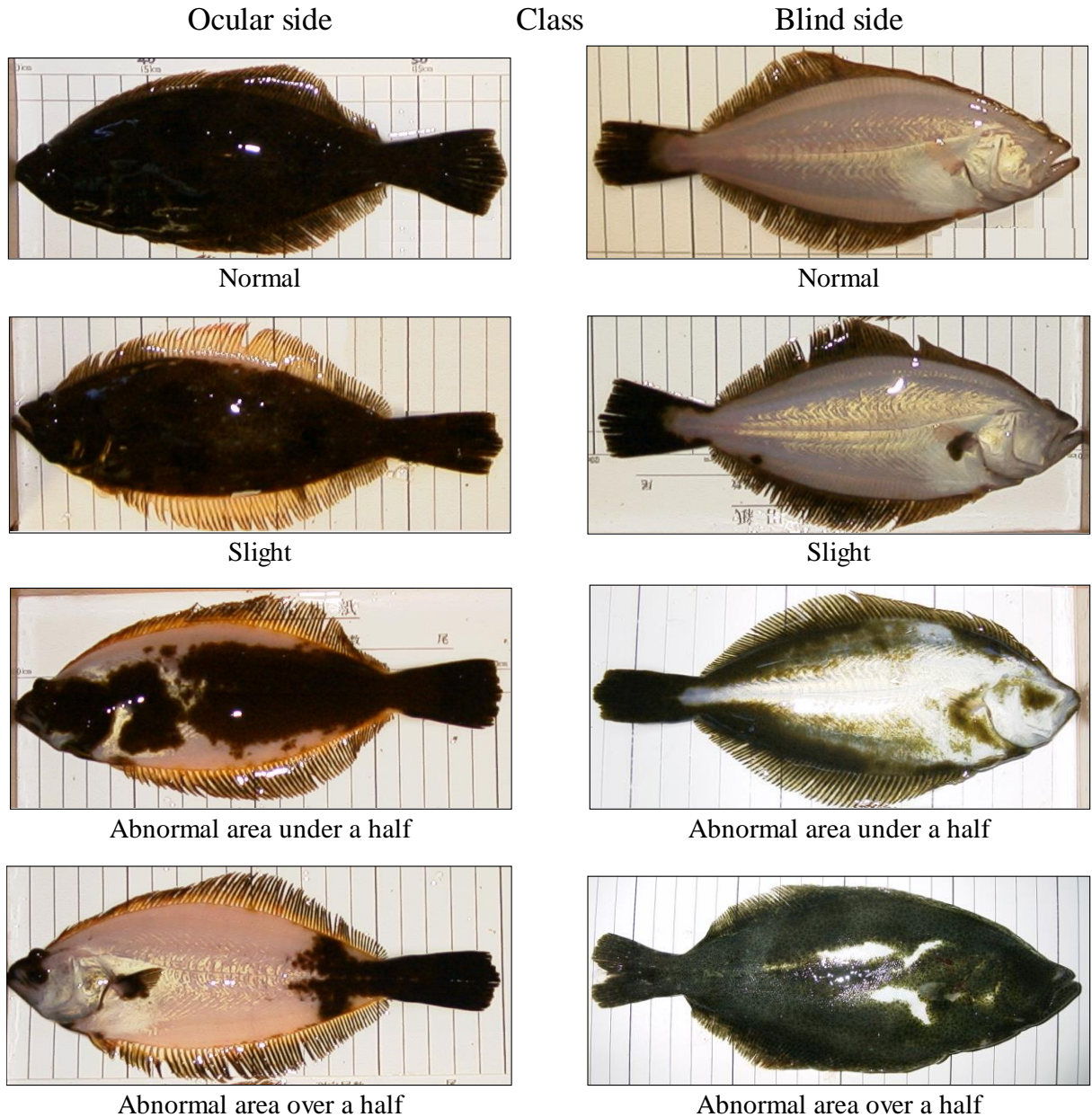


Fig. 1 Classification of color anomaly

1回目は2001年6月から2001年12月まで190日間、飼育して生残したヒラメ44尾（2001年3月ふ化、開始時72尾）を観察した（Table 1）。試験開始時の全長は $77.5\text{mm} \pm 8.8\text{mm}$ で、終了時には $289.9\text{mm} \pm 38.1\text{mm}$ であった。飼育水槽は円形 1m^3 FRP水槽で、水槽底面にはマイクロセラミック（ノーラ株式会社、MS-1、粒径 $0.5 \sim 1.5\text{mm}$ 、以下、砂）を約 2cm の厚さで敷いた。餌料は成長に応じてツノナシオキアミ（以下、オキアミ）、イカナゴ稚魚、イカナゴ成魚と変えた。1か月おきに取り上げて 1cm 刻みの線が印刷された耐水紙の上で有眼側および無眼側の画像を記録し

た。

2回目は2003年9月から2004年11月まで429日間、飼育して生残したヒラメ16尾(2003年5月ふ化、開始時50尾)を観察した(Table 1)。試験開始時の全長は $126.8\text{mm}\pm 13.5\text{mm}$ で、終了時には $258.6\text{mm}\pm 28.5\text{mm}$ であった。飼育水槽は底面に砂を約2cmの厚さで敷いた円形5 m³FRP水槽で、餌料はオキアミとした。有眼側および無眼側の画像は2001年と同様に記録した。

3回目は2004年9月から2004年12月まで92日間、飼育して生残したヒラメ37尾(2004年5月ふ化、開始時40尾)を試験に供した(Table 1)。試験開始時の全長は $105.8\text{mm}\pm 8.1\text{mm}$ で、終了時には $164.5\text{mm}\pm 18.1\text{mm}$ であった。飼育水槽は底面に砂を約2cmの厚さで敷いた円形5 m³FRP水槽で、餌料は配合飼料(株ヒガシマル、P-2、3)とした。有眼側および無眼側の画像は2001年と同様に記録した。

Table 1 Three rearing experiments of Japanese flounder's color observation

Exp. Number	Start date	Rearing period	Number of the start	T.L \pm S.D. of the start	Number of the end	T.L \pm S.D. of the end
1	2001/6/13	190 days	72	77.5 \pm 8.8	44	289.9 \pm 38.1
2	2003/9/17	429 days	50	126.8 \pm 13.5	16	258.6 \pm 28.5
3	2004/9/16	92 days	40	105.8 \pm 8.1	37	164.5 \pm 18.1

標識放流したヒラメの体色観察

2001年には栽培協会が生産したヒラメ人工魚15,000尾(3月ふ化、平均全長 $24.0\text{mm}\pm 1.7\text{mm}$)を5月7日に砂を敷いた3 m³FRP水槽に收容し、配合飼料を給餌して飼育した。生残した群から無作為に抽出した4,000尾に対して、無眼側の画像と有眼側のダート型タグ(株科研共栄会製、長さ25mm)で個体識別した。死亡個体を除いた3,963尾(平均全長 $169\text{mm}\pm 12\text{mm}$)を9月18日に請戸地先で放流した。

2002年には栽培協会が生産したヒラメ人工魚5,000尾(3月ふ化、平均全長 $54.6\text{mm}\pm 4.7\text{mm}$)を6月5日に收容し、2001年と同様の条件で飼育した。生残した群から無作為に抽出した4,000尾に対して、無眼側の画像と有眼側のダート型タグ(株科研共栄会製、長さ50mm)で個体識別した。死亡個体を除いた3,870尾(平均全長 $152\text{mm}\pm 13\text{mm}$)を9月27日に相馬地先で放流した。

漁獲により再捕されたヒラメは無眼側体色異常を観察し、全長等を測定して雌雄を確認した。

結 果

砂を敷いた水槽で飼育したヒラメの体色観察

3回の体色観察から、有眼側の異常には体幹部が白化するもの(以下、白化)と背鰭、臀鰭、尾鰭が脱色するもの(以下、脱色)が確認された。無眼側の異常は白色の体幹部への着色(以下、黒化)であった。

Table 2 Color anomaly rate of three examinations

Exp. Number		Color anomaly rate on ocular side(%)				Color anomaly rate on blind side(%)			
		Normal	Slight	< 1/2	1/2 \leq	Normal	Slight	< 1/2	1/2 \leq
1	start	84.7	15.3	0.0	0.0	81.9	18.1	0.0	0.0
	end	84.1	15.9	0.0	0.0	86.4	13.6	0.0	0.0
2	start	52.0	12.0	18.0	18.0	18.0	12.0	64.0	6.0
	end	56.2	12.5	31.3	0.0	6.3	25.0	56.2	12.5
3	start	72.5	0.0	20.0	7.5	7.5	10.0	72.5	10.0
	end	73.0	0.0	24.3	2.7	5.4	10.8	73.0	10.8

飼育開始時では、有眼側の体色が正常なものと軽微な異常なものを合計すると1回目は100%、2回目は64%、3回目は72.5%で、2回目と3回目の体色異常はすべて白化であった（Table 2）。

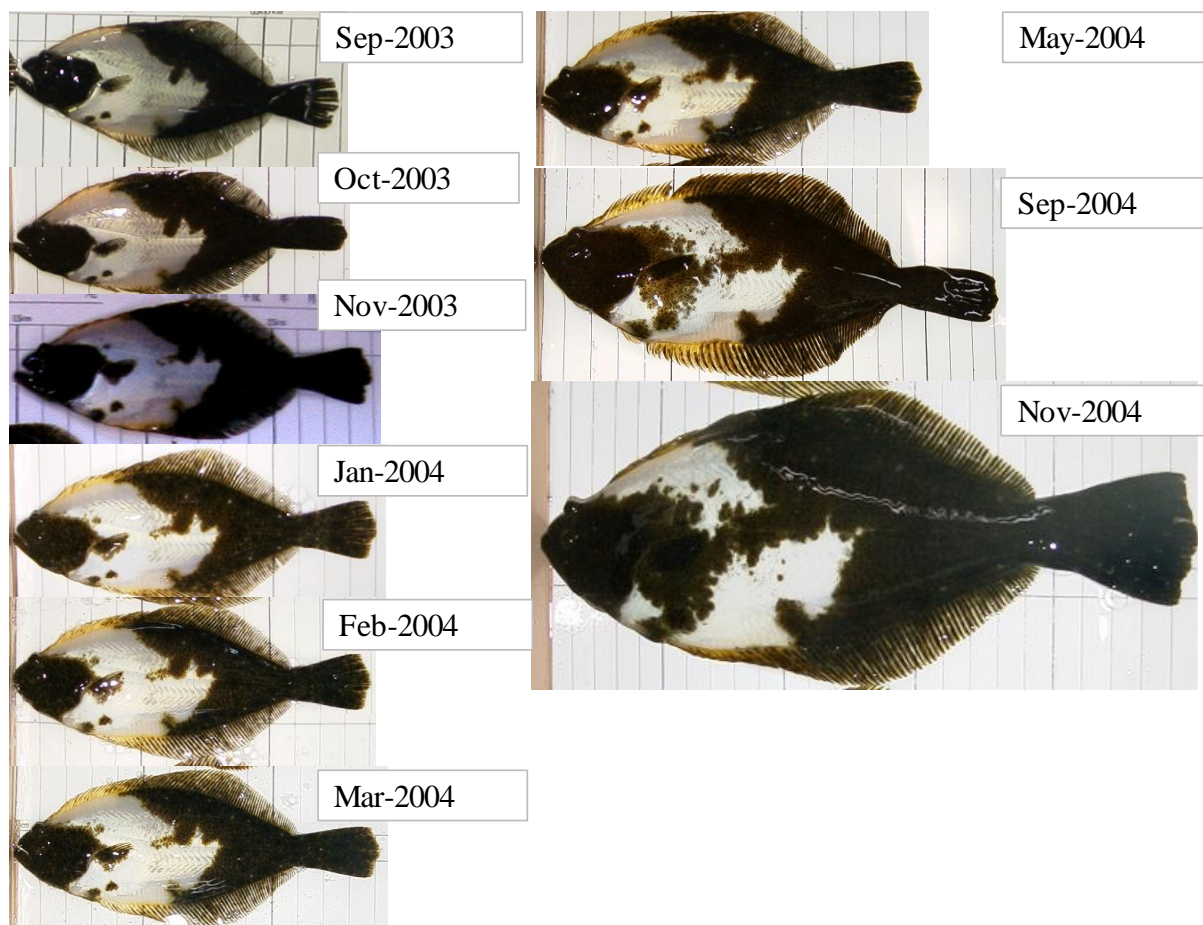


Fig. 2 Enlargement of pigment on ocular side in Japanese flounder

1回目の軽微な異常はすべて脱色であった。無眼側の正常と軽微な異常を合計すると1回目は100%、2回目は30%、3回目は17.5%で、2回目と3回目の黒化が顕著であった（Table 2）。

飼育終了時では、有眼側では白化部位に着色が進行した個体を2回目と3回目で確認した（Fig. 2）。白化部位の着色では本来の有眼側にみられる色彩や白色の斑点は確認されなかった。着色の増加は大きく成長した時期に顕著であった。1回目にみられた脱色では脱色部位への着色が確認されなかった（Fig. 3）。有眼側の体色が正常であった全ての個体には、白化が現れる等の変化はなかった。無眼側では、魚体の後部でスポット状に出現した黒化が軽減した個体を1回目で確認した（Fig. 4）。胸鰭基部の黒化部位が相対的に若干、大きくなった個体を1回目で確認した（Fig. 5）。2回目と3回目で有眼側の様な色彩や斑点が観察された黒化（以下、有眼側型黒化）は減少せず、逆に黒化の進行がみられた（Fig. 6）。鰓蓋縁辺部、尾柄部付近の黒化はほとんど変化しなかった。尾柄部付近の黒化は有眼側からわずかに巻き込んだ形の軽微なものを含め、全ての個体で確認された。

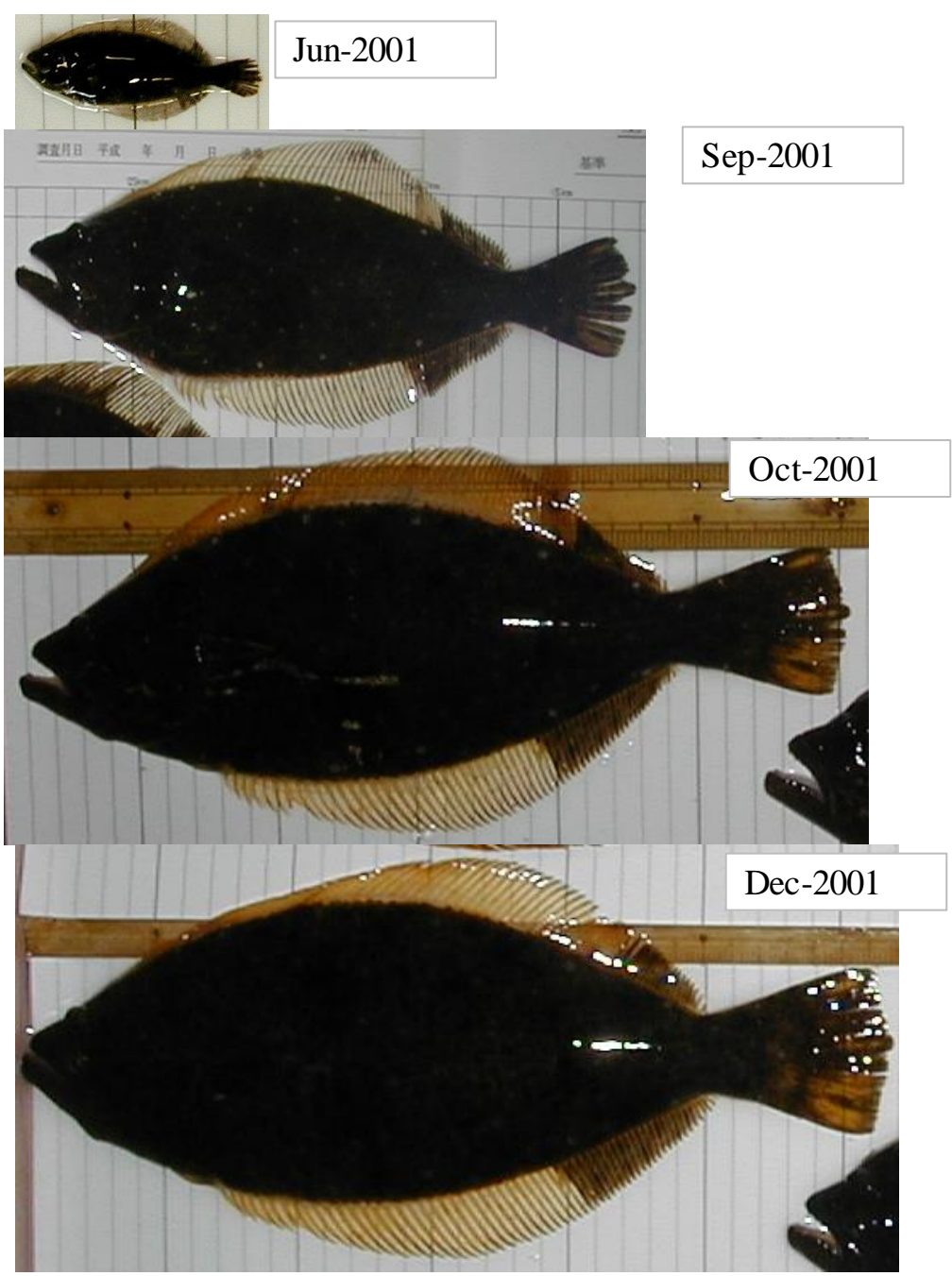


Fig. 3 Unchangeability of the faded dorsal fin, anal fin and caudal fin of Japanese flounder

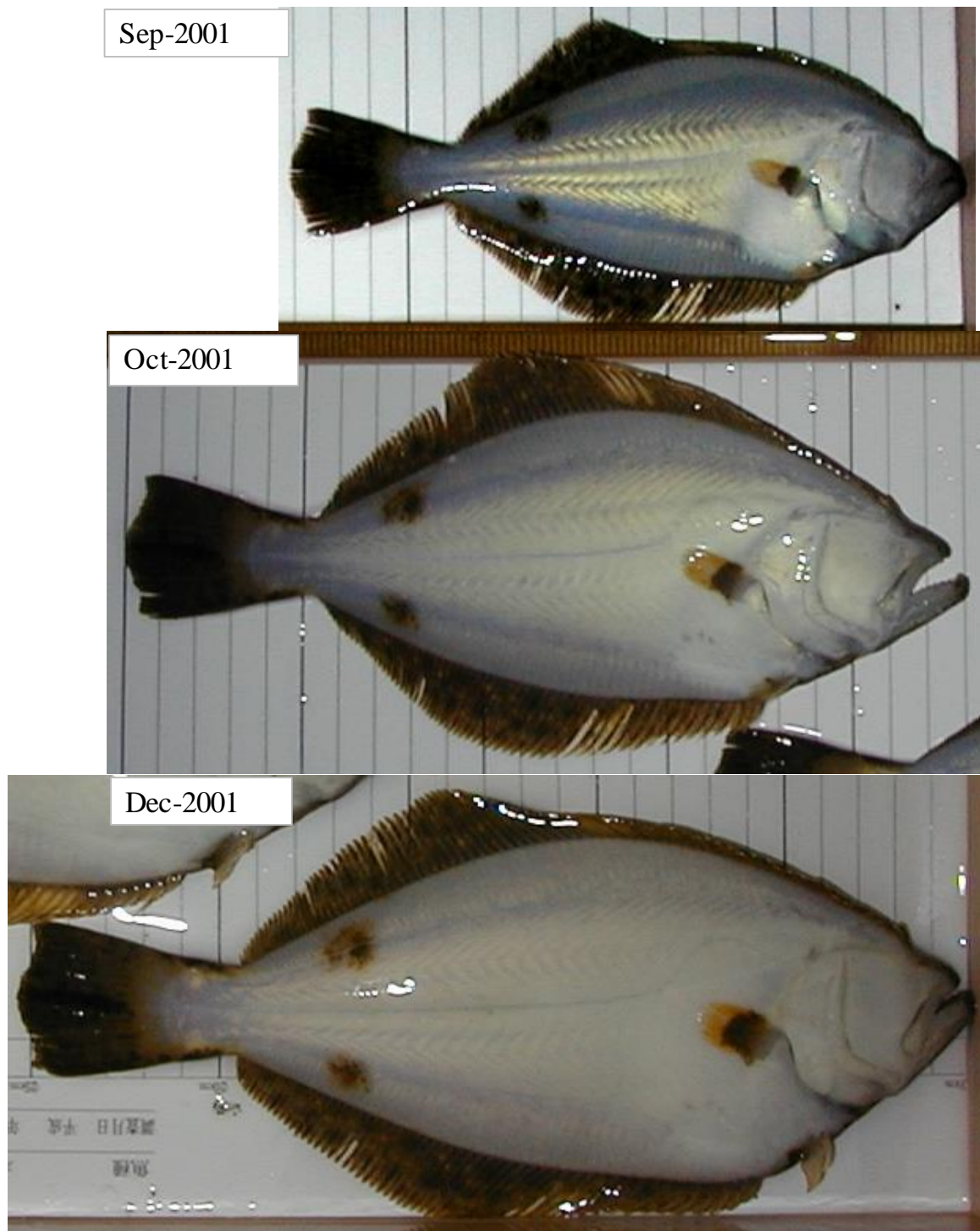


Fig. 4 Reduction of pigment on the blind side of Japanese flounder

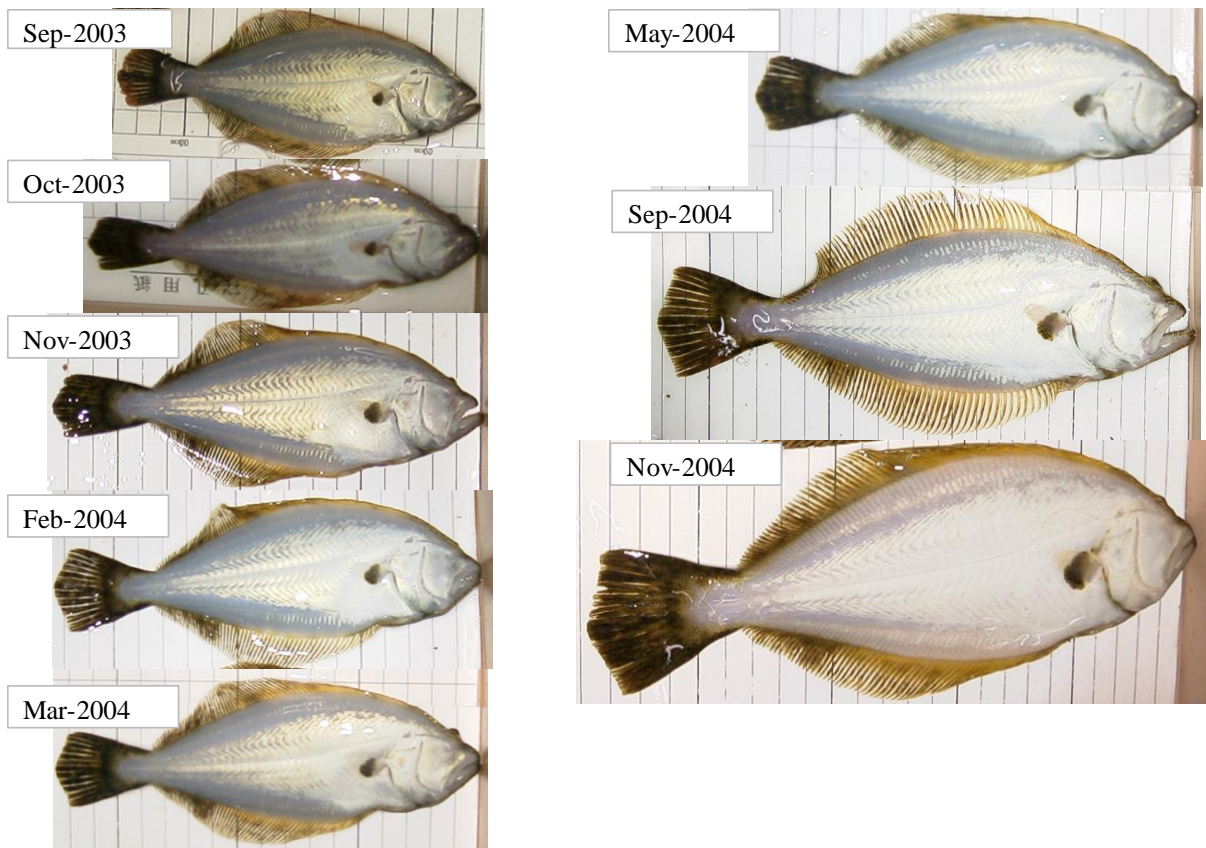


Fig. 5 Enlargement of pigment on blind side in Japanese flounder

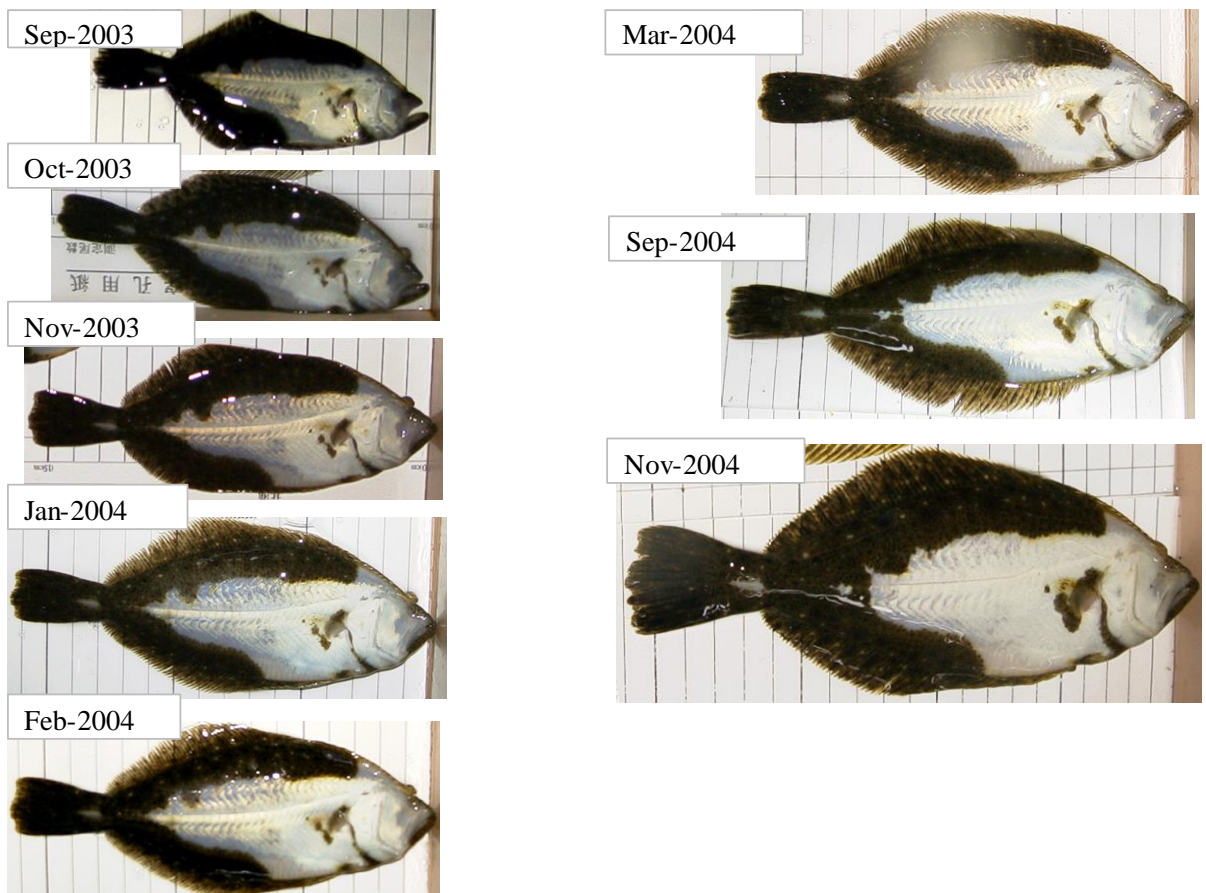


Fig. 6 Unchangeability of coloring and white spots on blind side in Japanese flounder

標識放流したヒラメの体色観察

標識放流して回収されたヒラメは 2001 年放流群が 3 尾、2002 年放流魚が 3 尾で合計 6 尾であった (Table 3)。そのうちの 2 尾 (No.4、No.5) は放流して 1~2 カ月後の追跡調査で採捕され、体色変化はみられなかった (Fig. 7)。残りの 4 尾は放流から 10 カ月以上経過して回収された。そのうち、魚体または無眼側の画像が入手できた 3 尾 (No.1、No.2、No.6) の黒化の形状が放流時と大きく変化することはなかった (Fig. 8)。No.1 では黒く着色した部位は茶色に変化し、その面積は相対的に減少していた。No.2 では斑点状の小さな黒化が消滅し、残った着色部位では色が薄まっていたが、顎、鰓蓋骨、胸鰭基部および尾柄部には着色が残っていた。No.6 では黒化部位が茶色に変化し、特に黒化部位の外縁で顕著であった。

Table 3 Data of Japanese flounder tagged and recaptured

No.	Recaptured date	T.L. (mm)	S.L. (mm)	B.W. (g)	Sex	Photo	Released T.L.(mm)	Released date
1	2002/9/12	326	275	355	male	○	177	2001/9/18
2	2002/11/15	420	352	688	female	○	198	2001/9/18
3	2003/7/4	418	-	834	female	-	175	2001/9/18
4	2002/11/5	171	143	40.2	male	○	153	2002/9/27
5	2002/12/2	166	-	48.7	-	○	132	2002/9/27
6	2003/8/20	310	-	-	-	○	185	2002/9/27

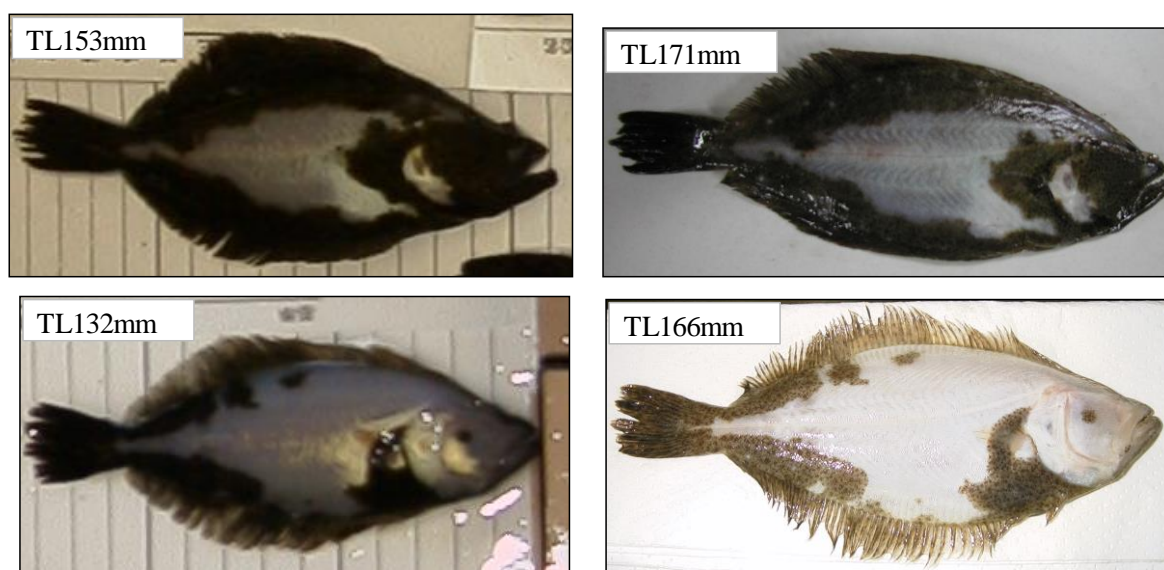


Fig. 7 Unchangeability of pigment on blind side of Japanese flounder recaptured in short term (top:No.4, bottom:No.5, left:release, right:recapture)

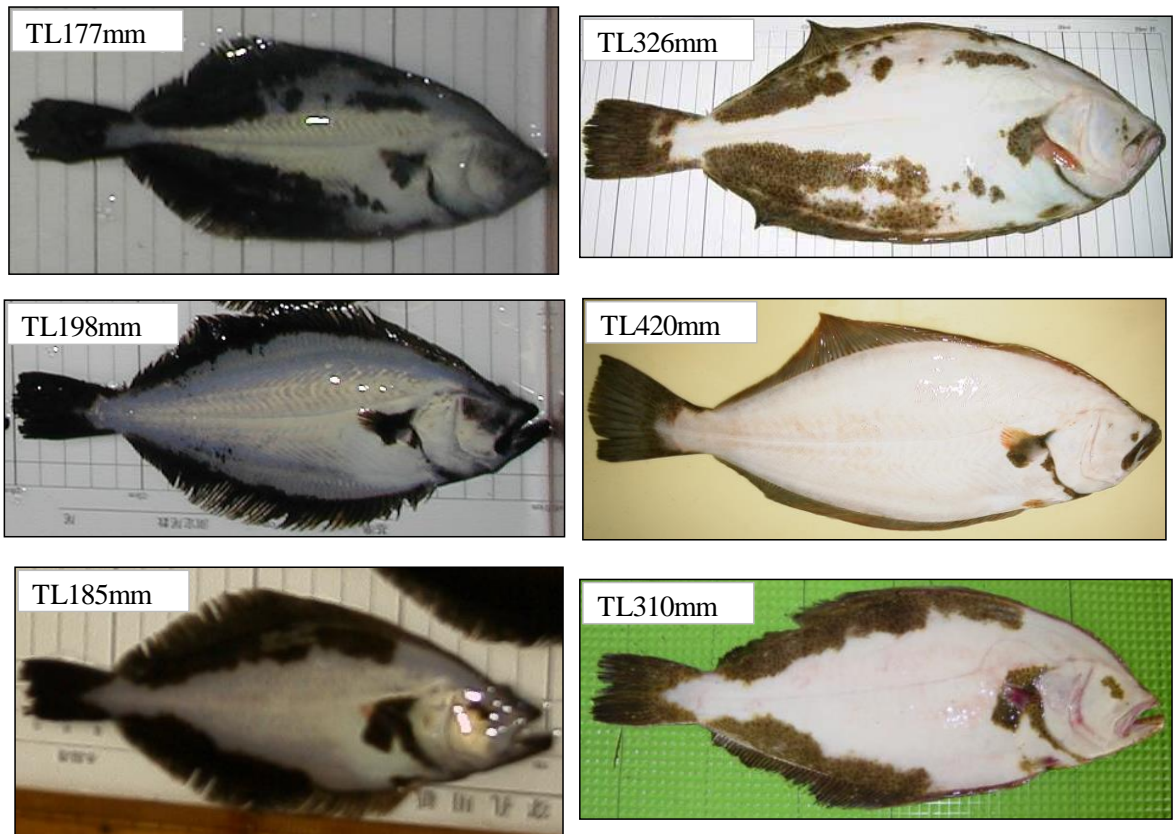


Fig. 8 Blind side of Japanese flounder tagged and recaptured after more than 1 year
(top:No.1, middle:No.2, bottom:No.6, left:release, right:recapture)

考 察

砂を敷いた水槽で飼育開始したヒラメの体色は、1 回目では有眼側、無眼側ともに体色異常が少なかった。2 回目と 3 回目では体色異常が多く、有眼側では白化、無眼側では有眼側型黒化がみられた。1 回目のヒラメは 2001 年、2 回目のヒラメは 2003 年、3 回目のヒラメは 2004 年に栽培協会が生産したものであるが、2001 年と比較して 2003 年、2004 年は生産が不調であった^{6, 7)}。生産不調時には体色異常、成長不良などがみられることといわれており、そのために観察開始時からヒラメの体色異常の状況が異なっていたと考えられる。

有眼側の白化は着底期に有眼側が無眼側として変態することによって起こる形態異常であるため⁸⁾、白化個体には体色以外の異常も観察されることがある。2013 年の観察で白化個体に眼位の異常がみられた⁹⁾。

今回の飼育試験では人工の砂を敷いて体色異常の変化を観察した。福島県ではホシガレイで砂敷き飼育が体色異常を軽減させることが示唆されている¹⁰⁾。砂を敷いた水槽で異体類は潜砂することで、ストレス軽減や砂による刺激で無眼側の黒化軽減になると考えられる¹¹⁾。今回の観察では 1 回目の飼育試験では黒化軽減が観察された。2 回目と 3 回目の観察で黒化軽減が観察されなかったのは、有眼側型黒化であったことも一因と考えられる。無眼側体色異常には着色型、斑点型および真の両側有色型の 3 型があり、真の両側有色型には有眼側に類似した色、斑点等が無眼側に観察され、他の 2 型とは大きく異なると報告されている¹²⁾。真の両側有色型はここでの有眼側型黒化と考えられ、放流後も軽減しないことから、種苗生産時に発生しないよう留意す

る必要がある。

標識放流して回収されたヒラメは無眼側の黒化が軽減していた。北海道では追跡試験として全長14～20cmのヒラメ種苗7,000尾に標識を付け、無眼側の画像を記録して放流し¹³⁾、2001年9月3日(放流は2000年10月17日)に再捕されたヒラメの無眼側には黒化部位の脱色、その一部の消滅が確認されたことが報告されている⁵⁾。このほか、記述はないが、掲載された画像には頭部、胸鰭基部、腹鰭付近、尾柄部では黒化部位の形状に変化がみられず、これらの結果は本報告と一致する。

無眼側の体色が正常と判定された個体は市場調査で天然魚と誤認される可能性が高く、放流効果が過小評価されるとの報告がある¹⁴⁾。今回の結果から無眼側の黒化が完全に消滅することはなく、尾柄部の黒化や背鰭および臀鰭の白化が変化しないことが確認された。このことから、市場調査において体色異常を人工魚判別の指標とすることは、放流効果を推定するために極めて有効な手法であることが再確認された。

文 献

- 1) 国立研究開発法人 水産研究・開発機構：平成27年度栽培漁業・海面養殖用種苗の生産・入手・放流実績(全国)～総括・動向編～、p.19(2017).
- 2) 落合明・田中克：ヒラメ、新版 魚類学(下)、恒星社厚生閣、東京、p.1078(1986).
- 3) 独立行政法人 水産総合研究センター：ヒラメの無眼側体色異常の出現要因と防除技術、栽培漁業技術シリーズ、(2004).
- 4) 古澤徹：10. 栽培漁業の今後の展望、ヒラメの生物学と資源培養(南卓志・田中克編)、水産学シリーズ112、恒星社厚生閣、東京、pp.117-130(1997).
- 5) (社)北海道栽培漁業振興公社：育てる漁業、342、7(2001).
- 6) 公益財団法人 福島県栽培漁業協会：平成15年度事業報告書、pp.53-59(2004).
- 7) 公益財団法人 福島県栽培漁業協会：平成16年度事業報告書、pp.51-56(2005).
- 8) 青海忠久：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(1979).
- 9) 福島県水産種苗研究所：平成15年度事業報告書、pp.40-46(2004).
- 10) 福島県：平成10年度放流技術開発事業報告書、異体類、福島・7-8(1999).
- 11) 青海忠久：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、および供試魚由来の影響、水産増殖39巻2号、173-180(1991).
- 12) 松原喜代松：魚類の形態と検索Ⅱ、石崎書店、東京、pp.1224-1228(1979).
- 13) (社)北海道栽培漁業振興公社：育てる漁業、331、9(2000).
- 14) 藤浪祐一郎：放流ヒラメは天然ヒラメに化けるのか？—より精度の高い放流効果推定方法の検討、平成16年度東北ブロック水産業関係試験研究推進会議海区水産業部会 増養殖分科会、31-33(2005).
- 15) 社団法人 全国豊かな海づくり推進協議会：平成17年度栽培漁業技術中央研修会 テキスト集、福島県におけるヒラメの放流効果 富山毅(2006).
- 16) 竹内俊郎：ヒラメ体色異常のメカニズムと防除法、アクアネット、3(6)、48-53(2000).