

アリザリン・コンプレキソンによる稚魚への大量標識法における鱗からの標識検出法の検討

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: 中村, 良成, 柴田, 博
	メールアドレス:
URL	所属:
	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2014428

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



アリザリン・コンプレキソンによる稚魚への大量標識法における鱗からの標識検出法の検討

中村良成^{*1}・栗田 博^{*2}

Detection of Alizarin Complexone Label in Scales in the Mass Marking System of Larval and Juvenile Fish

Ryosei NAKAMURA, and Hiroshi KUWADA

1994年5月17日受理

近年、種苗生産および中間育成技術の進歩とともに日本各地で多くの魚類種苗が放流されており、その数は、1991年度には35種5,200万尾に達する¹⁾。種苗放流事業をより効果あるものとするためには、試験操業や市場水揚魚の測定を主とした追跡調査により、放流後の成長や移動分散状況についてできる限り詳細に把握し、サイズ、時期、海域等の適正放流条件を解明することが極めて重要である。

その調査法として、従来はアンカータグ、ヒレカット等の外部標識装着魚の再捕報告に基づくものが主体であった。しかし、これらの標識法には、検出が容易であり、タグ標識の場合には個体識別が可能であるなどの利点がある反面、標識装着時に多大の労力を必要とするほか、運動性が大きく制約されることが考えられるため、小型魚への装着には困難な点が多い。例えば、ヒラメではアンカータグ標識は全長10cm以上の個体を実施するのが望ましいといわれている²⁾。さらに、標識の脱落率や報告率を用いて再捕率を補正する必要がある、このことが放流効果を過小あるいは過大に評価しているとの指摘もある³⁾。

一方、近年、市場で直接魚体測定を行う市場調査法が広く行われるようになり、その結果を統計学的手法に基づき解析した報告もみられる^{4,5)}。人工種苗放流魚を判別

する基準として、マダイでは鼻孔隔壁欠損の有無や胸鰭鰭条の乱れ、ヒラメでは体色異常等が用いられているが、この方法では複数の放流群が存在する場合、ある特定の群を追跡することは不可能である。

そこで、これらの短所を解決する方法として、孵化仔魚をはじめとしたあらゆるサイズの仔稚魚にも装着可能で、かつ、大量処理も可能なテトラサイクリンやアリザリン・コンプレキソン（以下ALCとする）等の蛍光物質による硬組織への標識法が開発された⁶⁾。その標識剤として蛍光色が鮮紅で識別しやすく、無害のALCが最も多く使用されている。栗田・塚本^{7,8)}は、その検出にあたって代謝速度が最も遅い⁹⁾耳石を用いるのが適当とした。しかし、この方法では再捕魚から耳石を摘出する煩雑さを伴い、さらに大型魚を調査するためには市場からの魚体購入の経済的負担も大きい。このため、本標識は放流後の初期減耗過程の解明等、主に短期追跡調査に用いられてきた^{10,11)}。

一方、土地・今井¹²⁾は、ALC標識マダイ稚魚の組織切片の観察から、本標識が鱗にも沈着することを報告し、さらに標識装着後542～597日経過した放流マダイの鱗からもALCの蛍光マークを確認し、鱗の検査によるALC標識魚の長期的な追跡が可能であることを示唆した。

筆者らは、この報告をもとに、標識後472～1,036日(1

^{*1} 神奈川県水産試験場 〒238-02 神奈川県三浦市三崎町城ヶ島養老子 (Kanagawa Prefectural Fisheries Experimental Station, Jyogashima, Miura, Kanagawa 238-02, Japan).

^{*2} 日本栽培漁業協会上浦事業場 〒879-26 大分県南海部郡上浦町津井浦.

表 1. 供試魚（市場水揚げヒラメ）の放流概要

放流群	ALC 標識種類	放流月日	放流時全長 (mm) (平均±標準偏差)	放流尾数	放流地点
1989-1	1 重	1989.12.14	208±25	2,000	2
1989-2	1 重	1989. 7.28	89± 8	7,000	1
1989-3	2 重	1989. 7.28	62±10	23,000	1
1989-4	1 重	1989. 6.30	30± 5	52,000	1
1990-1	1 重	1990. 7.17	33± 6	200,000	1
1990-2	2 重	1990. 6.15	73±10	18,000	1

放流地点の数字は図-1 に対応。

表 2. 供試魚（市場水揚げヒラメ）の ALC 標識実施概要

放流群	標識種類	第 1 回目			第 2 回目		
		実施月日	ALC 濃度 (ppm)	実施時全長 (mm) (平均±標準偏差)	実施月日	ALC 濃度 (ppm)	実施時全長 (mm)
1989-1	1 重	1989.6.26~27	60	22.4±3.5	—	—	—
1989-2	1 重	1989.6.19~20	80(40) ¹⁾	27.5±4.1	—	—	—
1989-3	2 重	1989.6.26~27	60	22.4±3.5	1989.7.17~27 ²⁾	40	49.6~58.9 ²⁾
1989-4	1 重	1989.6.28~29	60	29.8±4.9	—	—	—
1990-1	1 重	1990.7. 9~10	40	約 27~28 ³⁾	—	—	—
1990-2	2 重	1990.6. 5~ 6	40	約 64~65 ³⁾	1990.6.10~11	40	約 69~70 ³⁾

¹⁾ 当初 4 時間 80 ppm, 以後 20 時間は 40 ppm.

²⁾ 7 月 17 日から 27 日の間に 3 回に分けて実施したため, 全長は各回ごとの平均値の範囲で示した.

³⁾ 染色時に全長を測定しなかったため, 飼育記録より全長を推定した.

年 3 ヶ月~2 年 10 ヶ月) 経過した放流再捕ヒラメおよび同 2,113~2,465 日 (5 年 9 ヶ月~6 年 9 ヶ月) 経過した飼育マダイからの採鱗調査により, 市場調査レベルの長期追跡の可能性について検討したところ, 十分可能であると考えられたので報告する。

報告にあたり本論文の校閲を賜った水産庁東北区水産研究所山下洋博士に対し厚く御礼申し上げる。また, 調査研究に様々な御協力を頂いた中尾満技能員を始めとする神奈川県水産試験場増殖研究部, 並びに日本栽培漁業協会上浦事業場の皆様に厚く御礼申し上げる。

なお, 本研究の一部は水産庁放流技術開発事業の一環として行われた。

材料と方法

市場に水揚げされた放流ヒラメからの検出 神奈川県水産試験場では, 東京湾南西部の海域に, 1989 年と 1990 年の 2 年間で表 1 に示す 6 群 (合計 302 千尾) の ALC 標識ヒラメを放流している^{13,14)}。表 2 に各放流群ごとの ALC 標識の実施概要を示す。標識装着時の平均全長は 22~70 mm, 濃度は 40~80 ppm, 浸漬時間は各回とも 24 時間であった。ただし, 濃度 80 ppm で実施した 1989-2 群は, 浸漬中に溶存酸素の低下が生じたので, 開始 4 時間後に収容容積を 2 倍にしたため, 濃度も 40 ppm に半減した。6 群のうち 2 つの群には 2 重標識を実施した。

放流後, 東京湾を中心とした神奈川県下の主要市場で体色異常魚を購入し, 水産試験場に持ち帰り, 耳石を摘

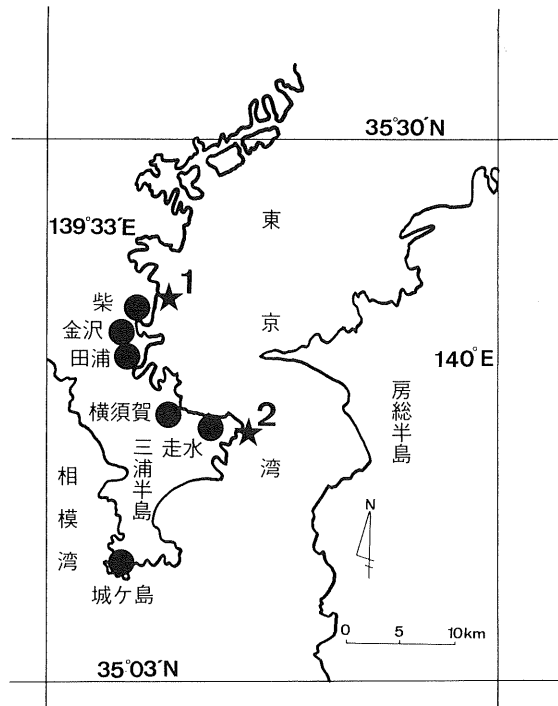


図 1. ヒラメ放流地点 (★) と供試個体購入市場 (●)

出して落射蛍光顕微鏡 (ニコン製 XT-EFD) で ALC 標識の有無を確認することで上記放流魚の追跡調査を行った。同時に, 1991 年 11 月から 1992 年 4 月にかけて, 図 1 に示す 6 ヶ所の市場から購入した 5 群 27 個体 (1989-1 群 3 個体, 1989-2 群 2 個体, 1989-3 群 2 個体, 1990-1 群 16 個体, 1990-2 群 4 個体) について, 耳石の ALC 標識

表 3. 供試魚（市場水揚げヒラメ）の全長範囲および染色後・放流後から再捕日までの経過日数

放流群	供試個体数	全長範囲 (mm) (平均±標準偏差)	経過日数*	
			染色後	放流後
1989-1	3	396~527 (469.0±54.5)	993~1036	823~866
1989-2	2	453~540 —	872~ 950	831~909
1989-3	2	403~500 —	867~ 869 ¹⁾	836~838
1990-1	16	304~492 (365.6±41.4)	472~ 596	465~589
1990-2	4	472~518 (492.3±19.1)	552~ 599 ¹⁾	543~590

* 第1回目標識実施日からの経過日数。

表 4. 供試魚（長期飼育マダイ）の ALC 標識実施内容と採鱗までの経過日数

群	標識種類	ALC 濃度 (ppm)	実施時体長 (mm) (平均±標準偏差)	実施日	採鱗までの経過日数*
1986	1 重	50	10.7±1.2	1986.6.23~24	2,465
1987	1 重	50	11.8±1.6	1987.6.10~11	2,113

* 採鱗日は 1993 年 3 月 24 日。

を確認した後、鱗を検鏡して ALC 標識検出の可否について調査した。

なお、耳石を検査する段階で、不透明帯の形成状態に基づく年齢推定¹⁵⁾、ALC の濃度差に由来する発光程度の強弱および 2 重標識の間隔幅の違いなどから、5 群は明瞭に区別できた。

供試魚の内訳を表 3 に示す。標識装着後の経過日数は、1989 年放流群で 867~1,036 日、1990 年放流群で 472~599 日であった。全長範囲は、1989 年群で 396~540 mm、1990 年群で 304~518 mm であった。

検鏡にあたり、使用倍率は 100~200 倍とした。フィルターには B 励起フィルター (DM510) または G 励起フィルター (BM520) を用いたが、後者のほうが視野が明るい黄緑色となり観察が容易であった。

採鱗部位別の ALC 標識検出状況を調査するために、各個体ごとに、有眼側 9 部位、無眼側 1 部位の合計 10 部位から採鱗した (図 2)。原則として、各部位につき 5~6 枚をピンセットを用いて採集した。採集後の鱗は 1~2 規定の NaOH 水溶液中に 10~20 分静置し、その後水道水で洗浄した。この処理を実施するのは、そのまま観察した場合グアニン層や粘液等の付着物の乱反射で ALC の赤色発光の検出が阻害される恐れがあるためである。

長期飼育したマダイからの検出 鱗における ALC 標識の長期的な持続性について調査するために、日本栽培漁業協会上浦事業場の海面生簀内で飼育中である、標識装着後 5 年 9 ヶ月 (2,113 日) 経過したマダイ 5 個体 (以下 1986 年群とする) および 6 年 9 ヶ月 (2,465 日) 経過したマダイ 5 個体 (以下 1987 年群とする)、合計 10 個体の鱗を調べた。表 4 に ALC 標識装着実施概要を示す。濃度は両群とも 50 ppm、装着時平均体長は、1986 年群で 10.7 mm、1987 年群で 11.8 mm であった。採鱗部位は胸鰭基部上方と尾部側線付近の 2 ヶ所とした (図 3)。ピンセットで 1 部位につき 3~7 枚採集し水道水で洗浄後、

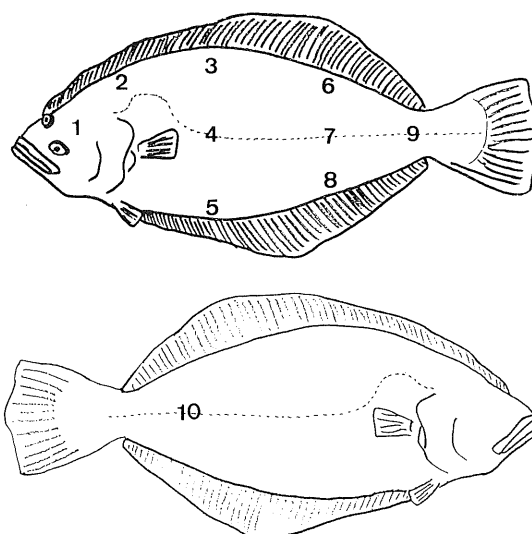


図 2. ヒラメの採鱗部位

1. 頭部頬骨上、2. 頭部の側線基部、3. 尾部（前部）の背側の担鰭骨帯、4. 同部側線付近、5. 同部腹側の担鰭骨帯、6. 尾部（後部）の背側の担鰭骨帯、7. 同部側線付近、8. 同部腹側の担鰭骨帯、9. 尾柄部、10. 無眼側尾部後部側線付近。

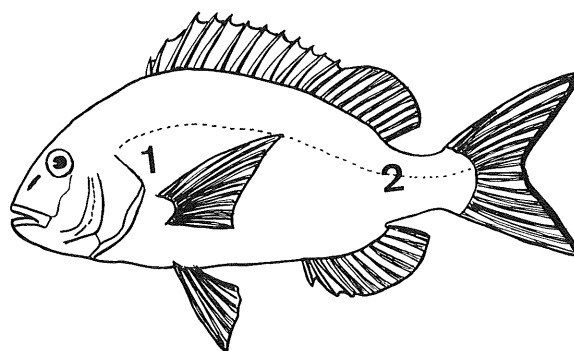


図 3. マダイの採鱗部位

1. 胸鰭基部上方、2. 尾柄部側線付近。

ヒラメと同様の方法で観察した。なお、マダイはグアニン層が未発達のため軽く水道水で洗浄するのみでよく、NaOH 水溶液を用いる必要はなかった。

結 果

ヒラメにおける初生鱗比率 ALC 標識は小型魚の段階で実施されることが多いため、検出には初生鱗を検査することが必要と考えられる。ヒラメについて、採集した鱗のうち初生鱗の占める割合を採集部位別、放流年群別に図4に示した。なお、初生鱗と再生鱗の区別は、隆起線の形成状態により区別した。すなわち、隆起線が中心部まで形成されているものを初生鱗とし、中心部に隆起線が形成されず、いわゆる中抜け状態になっているものを再生鱗とした（写真1, 2）。

検査した全ての鱗のうち、1989年放流群では79.7%、1990年放流群では89.9%が初生鱗であり、放流後の経過年数による大きな差はなかった。有眼側では、1989年放流群の部位9で初生鱗比率が61.9%と低かったが、それ以外の部位では74.3~97.3%と高い値を示し、再生鱗が特に多く出現するような部位もなかった。しかし、部位10の場合、1989年群で32.4%、1990年群で60.8%と有眼側に比べて低い値であった。

ヒラメにおける採鱗部位別の標識検出率 市場調査において迅速に処理するためにも、採鱗部位を特定することは非常に重要なことである。図5に各放流群における採鱗部位別の検出率（各群ごとに検査した全ての初生鱗のうちに占める ALC 標識検出鱗の割合）を示した。27個体全てから ALC 標識を検出できたが、その状況は採鱗部位や放流群ごとに異なっていた。以下に放流群ごとに記す。

1989-1 群： 検出率は全体で30.1%と5群のうちで最も低かった。3, 5, 6, 8の各部位では検出された鱗は1枚もなかった。1, 4, 7, 9では57.1~72.7%となったが、ALC 標識はどれも中心部の最も内側の1~2輪の隆起線が発光するにとどまった（写真3）。

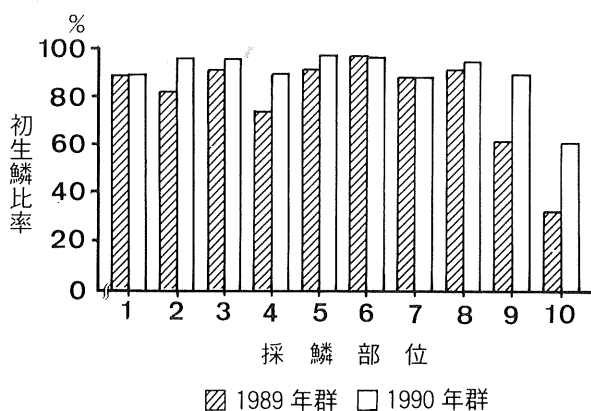


図4. 市場水揚げヒラメの放流年群別、採鱗部位別初生鱗比率

1989-2 群： 検出率は81.0%と高く、1, 2, 4, 7, 9の各部位では100%となった。3, 8では54.5~55.6%と低かったが、これは検査個体が2個体と少なく、一方の個体で全て未検出となったためである。しかし、もう一方の個体では採鱗部位に関係なく100%となり、2個体間で大きな違いが見られた（写真4）。

1989-3 群： 1回目の標識の検出率は42.9%と低く、部位3, 8では0%であったが、1, 7では100%となり部位による差が大きかった。2回目の標識は部位に関係なく、

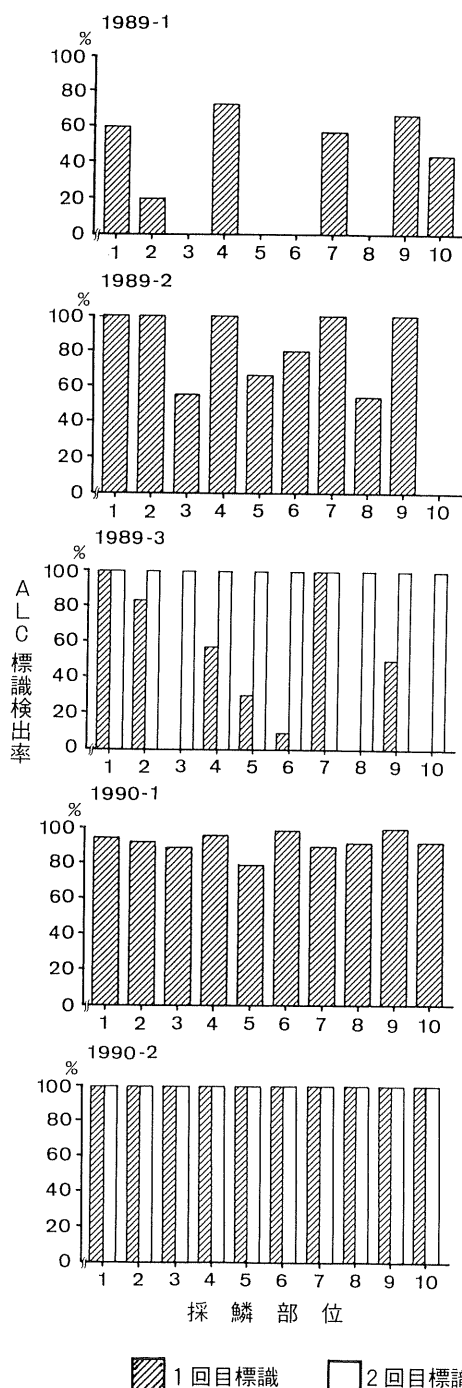


図5. 市場水揚げヒラメの放流群別、採鱗部位別 ALC 標識検出率（各群、各回の ALC 標識実施概要は表2参照）

全ての初生鱗から検出された（写真 5）。

1990-1 群：検査個体数が 16 個体と最も多く、各部位につき 76～82 枚の鱗を観察した。検出率は 92.3% と高く、特に部位 9 では 100% となり、最低でも部位 6 の 79.2% であった（写真 6）。

1990-2 群：1 回目、2 回目の標識とも部位に関係なく全ての初生鱗から検出された（写真 7）。

以上の結果をまとめて、標識装着時平均全長と検出率の関係について、側線付近より採鱗した場合（部位 4, 7,

9）と担鰭骨帯より採鱗した場合（部位 3, 5, 6, 8）の 2 者に分けて図 6 に示した。

前者の場合、平均全長が 27.5 mm 以上であればほぼ 100% 検出可能であり、22.5 mm でも検出率は 67.9% であった。一方、後者では 22.5 mm における値は 4.2% ときわめて低く、27.5 mm の時でも 64.1% と前者と比較して低い例がみられた。

長期飼育マダイにおける ALC 標識の持続性の検討 各個体ごとの検査結果を図 7 に、染色年群でまとめた結果を表 5 に示した。

初生鱗比率：1986 年群が部位 1 で 52.0%、部位 2 で 60.9%、1987 年群では 54.8% および 71.4% であり、両群とも部位 2 のほうがやや高い値となった。

標識検出率：部位別、染色年群別の検出率は、1986 年群が部位 1 で 61.5%、部位 2 で 71.4%、1987 年群ではそれ

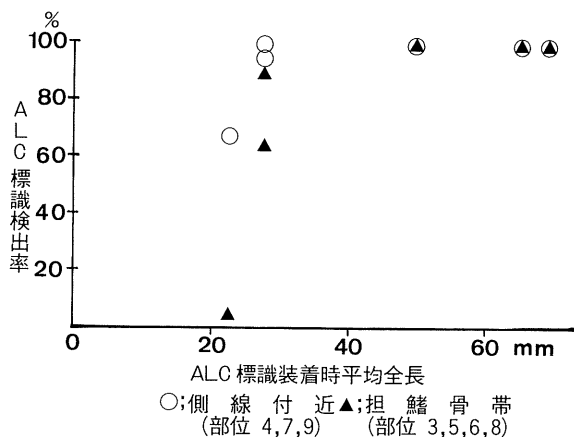


図 6. ヒラメの標識装着時平均全長と標識検出率の関係

表 5. 染色年群別にみたマダイの ALC 標識検出率と初生鱗比率

採鱗部位	1 (胸鰭基部上方)		2 (尾柄部)	
	初生鱗比率	検出率	初生鱗比率	検出率
1986 年群	52.0%	61.5%	60.9%	71.4%
1987 年群	54.8%	76.5%	71.4%	60.0%

初生鱗比率；初生鱗合計数／検査鱗合計数。

検出率；ALC 標識検出鱗合計数／初生鱗合計数。

1986

Ind.No. FL(mm) 検査鱗数

1

1	510	5	○	○	×	-	-
2	460	3	○	-	-	-	-
3	590	5	○	○	○	-	-
4	530	6	×	×	-	-	-
5	510	6	○	○	×	×	-

検査鱗数

2

5	○	○	×	-	-
3	○	○	-	-	-
4	×	×	×	-	-
5	○	○	-	-	-
6	○	○	○	○	-

1987

Ind.No. FL(mm) 検査鱗数

1

1	570	6	○	×	-	-	-
2	550	6	○	○	○	○	-
3	570	7	○	×	×	×	-
4	480	6	○	○	○	○	-
5	470	6	○	○	-	-	-

検査鱗数

2

6	○	×	×	-	-	-
5	○	○	○	○	-	-
6	○	×	×	×	-	-
6	○	○	○	×	×	×
5	○	○	○	-	-	-

○；ALC 標識
；検出鱗

×；ALC 標識
；非検出鱗

-；再生鱗

図 7. 長期飼育マダイにおける個体別 ALC 標識検出状況
1, 2 は採鱗部位（図 3）を示す。

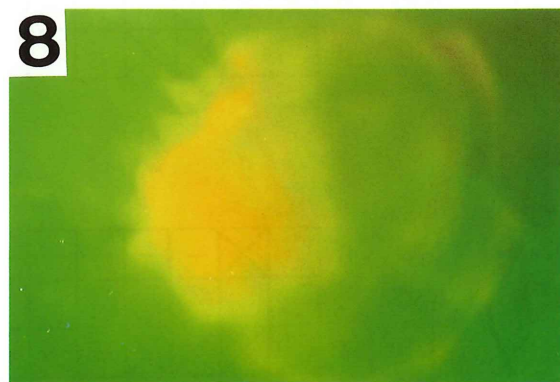
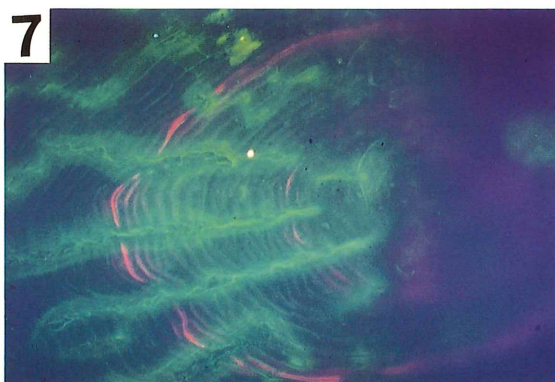
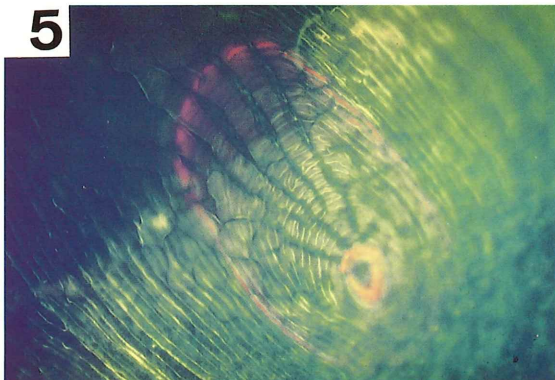
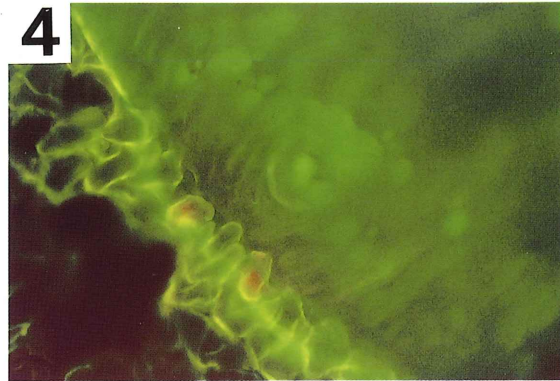
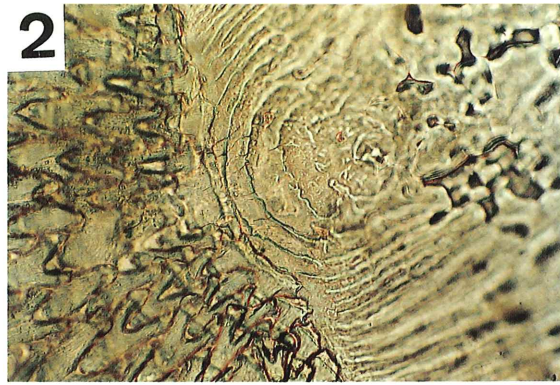
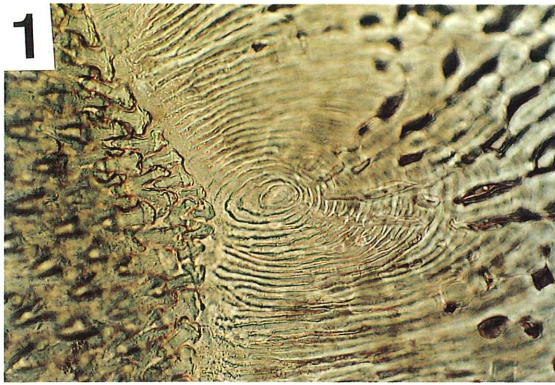


写真 1～8. 1: ヒラメの初生鱗 (×200), 2: ヒラメの再生鱗 (×200), 3: 市場水揚ヒラメ; 1989-1 群の鱗の ALC 標識 (×200, B 励起), 4: 市場水揚ヒラメ; 1989-2 群の鱗の ALC 標識 (×200, B 励起), 5: 市場水揚ヒラメ; 1989-3 群の鱗の ALC 標識 (×200, G 励起), 6: 市場水揚ヒラメ; 1990-1 群の鱗の ALC 標識 (×200, G 励起), 7: 市場水揚ヒラメ; 1990-2 群の鱗の ALC 標識 (×200, B 励起), 8: 長期飼育マダイ; 1986 年群の鱗の ALC 標識 (×200, G 励起).

ぞれ 76.5% および 60.0% であった。ただし、1986 年群では、部位 1 で 1 尾 (Ind. No. 4), 部位 2 でも 1 尾 (Ind. No. 3), 検出できない個体があった。非検出の鱗は、一応初生鱗と判断したものの、中心部の隆起線が不明瞭で、標識装着後ごく初期の頃に再生した鱗と考えられるものか、側線孔が存在して中心付近の隆起線が確認できず、事実上 ALC 標識の検出が不可能であるものがほとんどであり、明瞭に初生鱗と判断された鱗ではほとんど全てから ALC 標識が検出された (写真 8)。

考 察

ヒラメ、マダイともすべての個体において、鱗から ALC 標識が検出された。すなわち、数枚の初生鱗が入手できれば市場調査レベルでの ALC 標識魚の長期追跡が可能と判断された。

標識としての持続期間 マダイの場合、標識装着後 5 年 9 ヶ月～6 年 9 ヶ月経過していたことから、その持続期間はかなりの長期にわたるものと考えられた。しかし、発光度合が弱く、G 励起法によりわずかに確認できる状態であったものが全体の約 35% を占めていた。この原因としては、供試魚が飼育されていた海上生簀の深さが約 3 m であり、天然マダイと比べてはるかに強い紫外線の影響を受けて ALC の活性が低下したこと、ICHII・MUGIYA⁹⁾ が指摘するように、カルシウム代謝に伴い ALC がある程度排出されたことなどが考えられる。

ALC の標識持続期間を左右する要因としては、この他にも、装着時の濃度や魚種ごとのカルシウム代謝特性の違いなど、さまざまな因子が関与することが考えられるため、今後さらに調査事例を集積する必要がある。 **採鱗部位と染色可能最低サイズ** ヒラメの鱗は、全長約 20 mm に達すると有眼側の尾部後部側線付近に発生する。その後側線に沿って体の前方部へと発達し、25 mm 前後からその発生域が体幹部全体へと広がり、約 30 mm で有眼側全体を被う^{16,17)}。今回、ヒラメで行った採鱗部位の検討結果はこれとよく一致していた。すなわち、標識装着時の平均全長が 22.4 mm の群では、標識が検出できた鱗が側線付近に集中し、中心部の隆起線が 1～2 輪発光するに留まったことは、鱗が発生したごく初期の段階であったことを示している。同様に、27.5 mm 以下であった場合に担鰭骨帯にあたる部位 3, 5, 6, 8 で検出率が低かったのは、鱗が形成される途上にあったためと考えられた。

これより、ヒラメの場合、全長約 20 mm に達した後に標識装着を実施し、有眼側の尾部後部側線付近より採鱗するのが適切と判断される。ただし、装着時に約 30 mm 以上に達している場合、採鱗部位については有眼側であれば特に考慮する必要はないであろう。

マダイの場合、鱗は体長約 8 mm の時に肛門部直上の側線付近に発生する。その後側線に沿って前後両方向に

表 6. 魚種別にみた初生鱗形成開始時のサイズ

魚種	サイズ	文献	魚種	サイズ	文献
サケ	F.L. 50 mm	20)	サンマ	B.L. 20 mm	19)
ワカサギ	B.L. 15 mm	19)	スズキ	F.L. 20 mm	20)
ニシン	T.L. 25 mm	20)	イシダイ	B.L. 12 mm	22)
マイワシ	T.L. 31.5 mm	19)	ブリ	T.L. 21 mm	20)
コイ	B.L. 16～17 mm	19)	クロダイ	B.L. 10.2 mm	20)

B.L.: 体長, F.L.: 尾叉長, T.L.: 全長.

発達し、約 12 mm ではば体表全体を被う¹⁸⁾、これより、マダイの場合は体長約 8 mm に達した後に ALC 標識を装着すべきであり、約 12 mm 以上であれば採鱗部位についての考慮は必要ないであろう。しかし、側線孔の影響で ALC 標識が検出不能となる場合があるため、側線直上からの採鱗は避けるべきである。ヒラメの場合はそのような例はなかったため、側線の発達した魚種でこのようなことが生じると推察される。

参考として、主要魚種の鱗の形成開始時のサイズについて表 6 にまとめた。

採鱗枚数 初生鱗比率は、ヒラメの場合、有眼側であれば採集部位間には大きな差はなく、75% 以上の例が多かった。仮に、この値を 75% とすると、識別不能率 (採集したものが全て再生鱗であり、ALC 標識の検出不能となる確率) は 3 枚採集した場合で $1.56\% ((1-0.75)^3 = 0.0156)$, 4 枚の場合で $0.39\% ((1-0.75)^4 = 0.0039)$ と低く、市場では 3 枚の鱗が採集できれば十分であろう。実際に、3 枚を目安として市場で 1,919 個体のヒラメより採鱗した結果でも、識別不能率は約 2% であった²¹⁾。

一方、マダイの場合、飼育期間が長期におよんだため初生鱗比率は 52.0～71.4% とヒラメに比べて低い。ここでも仮に、この値を 50% とすると、識別不能率は 4 枚の場合で $6.25\% ((1-0.5)^4 = 0.0625)$, 5 枚の場合で $3.1\% ((1-0.5)^5 = 0.03125)$ となり、5 才以上の高齢魚で検査するには 5 枚採鱗すれば識別不能率は 5% 以下にとどまると考えられた。

染色濃度 現在、薬品としての ALC の単価は 100 g で約 95,000 円と高価であるため、濃度の決定も重要な課題となる。今回の結果ではヒラメでは 40 ppm, マダイでは 50 ppm で 24 時間浸漬すれば十分と判断されるが、供試魚の生理状態や魚種毎のカルシウム代謝特性の差によって、鱗や耳石への ALC 取り込み量も大きく左右されることが考えられるため、ALC の硬組織への沈着過程についての基礎的な解明が望まれる。現状では放流魚の一部を継続的に飼育して検出状況について適宜把握していくことが重要であろう。

多重標識識別の可能性 鱗においても、耳石と同様に標識径の大きさや、多重標識の間隔幅の差で複数の群を識別することが可能であった。また、2 重標識魚において、各群 2 個体ずつ、鱗の中心部から外縁部までの最長線を計測軸として、標識間の隆起線の数で計測したところ、

1989-3 群（標識間隔 20, 27 または 29 日）で平均 23.5 本（最少 19 本, 最大 26 本, 22~25 本のものが 75.0%, 検査鱗数 24 枚）, 1990-2 群（標識間隔 4 日）で平均 10.6 本（最少 9 本, 最大 14 本, 9~12 本のものが 82.1%, 検査鱗数 78 枚）となった。この違いは、耳石の場合よりもさらに細かく群識別できる可能性が高く、標識としての多様性が広がることを示唆している。しかし、隆起線は耳石日周輪のように規則的な円周構造は示さず、溝条間で不規則に分岐、消失しており、計測軸によって本数も異なるため、その形成機構について環境要因や生理的条件の差を考慮して魚種毎、発育段階毎に解明することが重要である。この方法は、標識としての多様性に寄与するのみならず、飼育履歴の解析などにも応用可能と考えられ、さらなる知見の集積が望まれる。

ヒラメの場合、ピンセットなどの金属片等で体表をこすると簡単に数枚の鱗が採集可能であり、活魚であっても魚体に与えるダメージは非常に少ない。現在、神奈川県水産試験場では、市場関係者の協力を得て、市場調査において放流魚と判定したほとんど全ての個体から採鱗して ALC 標識魚の追跡を行っている。一方、マダイの場合は、ヒラメに比べて鱗が堅く大型であることや水槽からの取り上げのストレスを考慮すると、市場において活魚からの採鱗は困難な場合が多いと思われるが、各市場の水揚げ形態に応じて可能な限り採鱗調査を導入することが必要であろう。マダイでは、耳石から ALC 標識を確認するためには、3 才以上になるとカルシウムが沈着して肥厚するため、摘出後、研磨の必要があり、作業能率的には極めて煩雑となる場合が多い。この点からも鱗による検出は極めて有効な手段といえる。

いずれにせよ、フグ、アナゴ等、鱗が著しく変形・特化した一部の魚類を除けば、ほとんどの魚種に対して本方法は応用可能と考えられ、小型種苗の長期追跡による放流効果の算出が可能となり、調査精度の向上に大きく寄与することとなる。

文 献

- 小畑泰弘 (1993) 栽培漁業種苗生産, 入手・放流実績の刊行. *さいばい*, **67**, 4-13.
- 放流技術開発事業ヒラメ班 (1985) 昭和 55~59 年度放流技術開発事業総括報告書, pp. 22-27.
- 北田修一・須田 明 (1988) 放流魚の混獲状況からみた放流効果の諸問題. *水産増殖*, **36**, 107-112.
- 北田修一 (1991) 標識再捕に基づく種苗放流効果の評価に関する統計学的研究. *日本栽培漁業協会調査検討資料*, **6**, 96 pp.
- 北田修一・岸野洋久・多賀保志 (1993) 2 段抽出の市場調査による種苗放流効果の推定. *日水誌*, **59**, 67-73.
- TSUKAMOTO, K. (1988) Otolith tagging of ayu embryo with fluorescent substances. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **54**, 1289-1295.
- 栗田 博・塚本勝己 (1987) アリザリン・コンプレクソンによるマダイ稚仔魚の耳石標識—I. *栽培技研*, **16**, 93-107.
- 栗田 博・塚本勝己 (1989) アリザリン・コンプレクソンによるマダイ稚仔魚の耳石標識—II. *栽培技研*, **17**, 115-128.
- ICHII, T., and Y. MUGIYA (1983) Comparative aspect of calcium dynamics in calcified tissues in the gold fish *Carassius auratus*. *Bull. Japan. Sci. Fish.*, **49**, 1039-1044.
- TSUKAMOTO, K., H. KUWADA, J. HIROKAWA, M. OYA, S. SEKIYA, H. FUJIMOTO, and K. IMAIZUMI (1989) Size-dependant mortality of red sea bream, *Pagrus major*, juveniles released with fluorescent otolith-tags in News Bay, Japan. *J. Fish. Biol.*, **35**(Supplement A), 59-69.
- 虫明敬一・伊藤 久・長谷川 泉・佐野隆三 (1989) 愛媛県御荘湾におけるマダイのふ化仔魚放流試験の結果について. *栽培技研*, **18**, 115-127.
- 土地敬洋・今井利為 (1993) マダイ稚魚の組織と鱗へのアリザリン・コンプレクソンによる染色. *水産増殖*, **41**, 379-385.
- 神奈川県水産試験場 (1990) 平成元年度放流技術開発事業報告書 (太平洋域ヒラメ班), pp. 1-44.
- 神奈川県水産試験場 (1991) 平成 2 年度放流技術開発事業報告書 (太平洋域ヒラメ班), pp. 1-42.
- 神奈川県水産試験場 (1974) 昭和 48 年度太平洋中區栽培漁業漁場資源生態調査報告書 (マダイ・ヒラメ), pp. 1-79.
- 青海忠久 (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**, 249-255.
- FUKUHARA, O. (1986) Morphological and Functional Development of Japanese Flounder in Early Life stage. *Bull. Japan. Sci. Fish.*, **52**, 81-91.
- 福原 修 (1976) マダイ稚仔魚の形態学的研究—II. 初生鱗の発生と生長. *南西水研報*, **9**, 13-18.
- 岩井 保 (1965) 魚類学 (上). 恒星社厚生閣, 東京, pp. 35-41.
- 田中 克・落合 明 (1986) 魚類学 (下). 恒星社厚生閣, 東京, 1140 pp.
- 中村良成 (1993) ALC 標識の鱗からの検出. *さいばい*, **67**, 14-18.
- 福原 修・伊藤 久 (1978) イシダイの鰭および鱗の形成について. *南西水研報*, **11**, 9-17.