

スズキ放流魚の鱗によるアリザリン・コンプレクソン標識の検出

山崎 幸夫

Detection of alizalin complexone label in the scales of released Japanese Sea Bass, *Lateolabrax japonicus*

Yukio YAMAZAKI

Key words : Japanese Sea Bass, alizaline complexone label, scale

目 的

放流種苗の放流効果を把握するためには、天然魚と人工種苗（放流魚）を識別することが不可欠である。人工種苗は天然魚と比較して形態的な差違が出現することが知られており、放流魚の目印として用いられる場合がある。ヒラメでは高い頻度で無眼側の体色異常が、マダイでは胸ビレの乱れ（宗清ら1986）や鼻孔の形態異常（後藤1986）が高い頻度で出現するため、これらが放流種苗の検出に用いられている。スズキではマダイと同様の鼻孔形態の異常な個体が出現する（山崎1996）が、その割合は10~50%と全体的に低く、種苗生産のロットによって差があるため、これだけを指標に放流魚を検出することは困難であることから、人工的な標識が必要となる。

ヒラメやマダイを中心とした人工種苗放流魚の標識として、小型魚にも装着が可能なアリザリン・コンプレクソン（以下ALCとする）による耳石標識が開発され（桑田ら1987, 1989）、茨城県においてもスズキの放流追跡調査にこの標識を用いている（山崎ら1998）。ALC標識は小型魚を大量に標識処理できること、アンカータグ等の外部標識でみられるような脱落が無いこと等から有効な標識法であると考えられる。一方、耳石標識は内部標識であることから外部形態から標識の有無が識別できず、市場調査において放流魚を確認するためには、漁獲物を購入し耳石を摘出しなければならない。スズキの放流効果を明らかにするためにはできるだけ多くの漁獲物を調査する必要があるが、ヒラメと比べ1日当たりの水揚げ尾数が少なく1回にまとまった尾数を調査できないこと、1尾当たりの重量が1~3kgのものが漁獲の中心であるため購入費用が多くなること等が大きな問題となっている。

土地ら（1993）はマダイにおいて、ALCによる標識が耳石だけではなく同じ硬組織である鱗からも検出可能であると報告し、さらに中村ら（1994）は、ヒラメにおいても同様に鱗からの標識の検出ができ、しかも、長期的な追跡調査が可能であることを報告している。そこで、スズキについて鱗からのALC標識の検出の可能性を検討したところ、同様に標識の確認が可能であることが明

らかとなり、市場調査を行うに当たり有効な手法であると考えられたので、ここに報告する。

方 法

(1) 再捕魚の鱗の観察

鱗の観察に供したスズキの標本は、1995年から1999年の5カ年に涸沼へ放流してきた人工種苗のうち、海面において再捕されたものである。そのうち耳石及び年齢査定のため採取した鱗の両者がそろっている125尾（全長31~72cm）について耳石と鱗の観察を行った。鱗は、小坂（1969）に従い胸鱗と側線の間の部位から採取した。鱗の観察は落射蛍光顕微鏡（ニコン製）により行った。使用した励起フィルターはB励起及びG励起フィルター、検鏡倍率は100倍以上（接眼10倍、対物10倍以上）とした。鱗はパラフィン製薬包紙に挟んで保存しておいたもので、検鏡の際に水道水で表面の汚れ等を落とし、スライドガラスの上ののせてスポットにより水を滴下して湿らせた後に検鏡した。

(2) 市場における採鱗調査

鱗による標識魚の検出が、実際の市場調査に適用できるか否かを検討するため、那珂湊漁協において漁獲物調査を行った。

結 果

1. ALCによる鱗の染色状況

観察に用いた再捕魚は1995年から1999年の各年に放流したもので、再捕時の年齢は1~5才の範囲であった（表1）。鱗には、中村（1993）がヒラメの場合で報告して

表1 鱗標識を検査した再捕魚の放流年と年齢別尾数

放流年	年 齢					計
	1	2	3	4	5	
1995		14	2	4	13	33
1996			1	19		20
1997		7	17			24
1998		5				5
1999	43					43
計	43	26	20	23	13	125

いるように、初生鱗と再生鱗があり、ALC標識は初生鱗でのみ認められた。初生鱗は年輪状の隆起線が鱗の中央部分から形成されているが、再生鱗は中心部において隆起線が欠落している鱗である。

耳石のALC標識は、B励起フィルター、40倍（接眼10倍、対物4倍）の観察条件で確認できるが、鱗は同じ条件でほとんど標識を認めることができなかった。鱗の標識は、その染色状態により蛍光の発光強度（以下標識濃度とする）に違いが認められ、発光の弱い（標識が薄い）場合は観察条件を変えることで検出が可能となった。そこで便宜上、標識濃度を次の4段階に分けた。

0：全く標識が見えないもの

1：発色が薄い；B励起、対物10倍では見えない、20倍、B励起でかすかにオレンジ色に見える、G励起で赤く見える

2：見える；B励起、対物10倍で見えるが発色が弱い

3：良く見える；B励起、対物10倍ではっきり見える

上記の区分により、125個体の鱗を評価した結果を図1に示した。標識が全く見えなかったものは6個体（6.4%）、確認できたものは119個体（93.6%）、そのうち

評価1～3がそれぞれ23尾（18%）、58尾（46%）、38尾（30%）となった。

次に同一個体における鱗及び耳石の標識濃度の関係を検討した。耳石の標識濃度は山崎（1998）をもとに次の3段階で評価した。

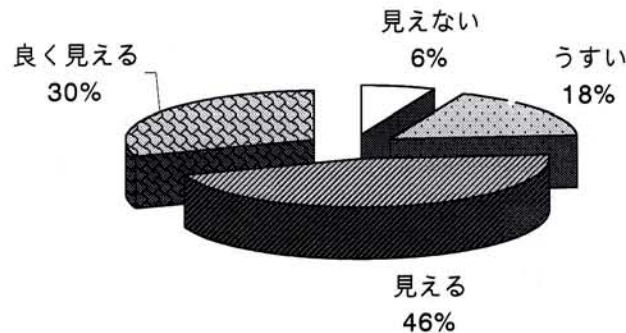
1：標識の輪郭が薄く、周囲のリングが一部途切れる場合がある

2：全体に標識が付き、リングが途切れることが無い

3：発光が強く、顕微鏡で見なくとも肉眼で標識を確認できる場合もある

同一個体において、耳石及び鱗の標識濃度を評価し、その関係を図2に示した。耳石の標識濃度が1の個体は、鱗の標識も薄い個体が多く、未検出が6個体（31.5%）、標識濃度1が9個体（47.4%）、濃度2が4個体（21.1%）となった。耳石の標識濃度が2、3と高くなるに従い、鱗も濃く付いている個体が多くなる傾向が認められた。耳石の標識濃度2、3において鱗の標識が検出できなかった個体は、それぞれ2個体（3.5%）、1個体（2.0%）と低くなった。

次に、鱗による標識検出が可能な期間を検討するため、



耳石標識がみえた魚125尾を検査

図1 鱗に付いているALC標識の状況

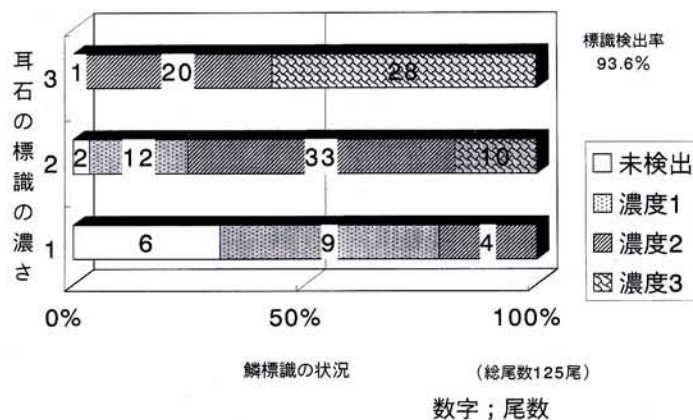


図2 耳石のALC標識濃度と鱗のALC標識濃度の関係

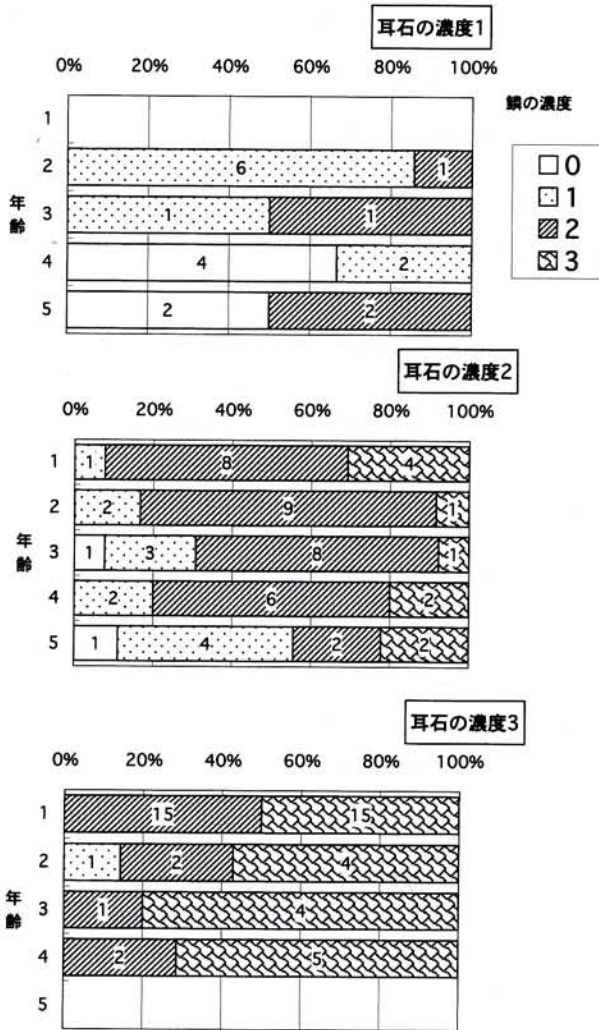


図3 耳石及び鱗の標識濃度と年齢の関係

再捕魚の年齢（放流後の年数）と鱗の標識濃度の関係について検討した。耳石の標識濃度により1～3のグループに分け、年齢別に鱗の標識濃度別個体割合を比較した（図3）。耳石の標識濃度1のグループは、2～5才魚の再捕魚からなるが、4、5才魚において鱗の標識が検出できない個体が50%以上認められた。耳石の標識濃度2のグループはそれぞれ1～5才魚からなり、1～4才魚においては鱗の標識の濃度の割合は特に変化が認められなかったものの、5年魚において鱗の標識濃度1の個体が多くなる傾向があった。耳石の標識濃度3のグループは1～4才魚のどの年齢においても標識濃度3の個体が50%以上を占め、標識が薄くなる傾向は認められなかった。

2. 市場における採鱗調査

(1) 耳石標識と鱗標識のチェック

2000年12月25、28日に那珂湊漁協に水揚げされた底曳網漁獲魚計17尾（全長53～74cm）を購入し、耳石及び鱗のALC標識の有無を確認した（表2）。耳石において標識が確認されたものは7個体で、これらは全て鱗からも標識が検出された。

(2) 鱗のみによる標識の検出

2001年1月11、12日に那珂湊漁協に水揚げされたスズキについて、市場において全長の測定、鱗の採取を行い、放流魚の検出を試みた。採取した鱗は水産試験場に持ち帰り、標識の確認及び年齢査定を行った。2日間での測定・採鱗尾数は48尾で、年齢は3～6才と推定された。そのうち12尾の鱗から標識が検出された（放流魚の混獲率25%）。

鱗標識を検出するためには採取した鱗が初生鱗である必要がある。そこで、1尾当たりにつき観察した鱗の枚数、そのうちの初生鱗の枚数及びその割合を、表3に示した。採取した鱗は1尾当たり4～10枚であった。その

表2 市場に水揚げされたスズキの耳石及び鱗のALC標識と鼻孔形態の調査結果の一例

調査年月日	全長 (cm)	調査尾数	ALC標識	
			耳石	鱗
2000.12.25.28	53-74	17	7	7

表3 2001年1月に市場調査により採集した鱗の鱗紋数（年齢）と初生鱗率、標識濃度の関係

年齢	観察尾数 (尾)	1尾当たり 観察枚数	初生鱗率 (%)	鱗 標 識			
				1	2	3	計
3	12	3～5	40～100	1	1	3	5
4	29	3～5	40～100	1	4	2	7
5	4	3～4	40～100				0
6	3	3～4	75～100				0
計	48			2	5	5	12

うち観察した鱗は3～5枚で、初生鱗の占める割合は40～100%となった。

(3) 鱗と鼻孔形態による放流魚検出の比較

那珂湊漁協において2000年12月から2001年1月に底曳網により水揚げされたスズキについて、市場での鼻孔形態の観察による放流魚の検出結果と鱗からの標識検出結果を比較して表4に示した。調べた全長サイズ(53～78cm)に成長が見込まれる1995～1997年放流種苗の鼻孔異常個体の割合は、10～33%である。鼻孔形態により放流魚の判定を行った場合、放流魚は9尾となるが、鱗により標識の検出を行った場合、放流魚は22尾となり、鼻孔形態による場合に比べ2.4倍高い検出結果となった。

また、1998年に行った大洗一本釣りによる漁獲物調査の鱗についても同様な比較を行ったところ、鼻孔形態では放流魚が1尾となっていたものが、鱗標識では3尾の放流魚が検出された。

(4) 年齢別の混獲状況調査の一例

上記の那珂湊底曳漁獲物データを用い、全長別、年齢別に放流魚の混獲状況を検討した(図4)。調査した85尾の全長範囲は50cm～80cmの範囲で、56～60cmの全長階級のものが多かった。放流魚が最も多かったのは全長56～58cmのものであった。

年齢別に見ると、漁獲物の年齢は3～6才と推定された。放流魚の年齢は3～5才であるが、ほとんどが3、4才魚で、それぞれの年齢での混獲率は3才魚で47.6%、4才魚で34.1%、5才魚で5.6%となった。

考 察

今回の結果から、スズキのALC標識の検出が、耳石だけでなく鱗によっても行えることが明らかとなった。これまでの放流調査から、洞沼に放流したスズキ稚魚の生き残りは高く、海面における漁獲資源への加入を高める効果があること分かってきたが、海面漁業における放流効果を算出するためには、市場調査による混獲状況の把握が不可欠である。これまで、放流魚の混獲調査は漁獲物を買上げ、耳石の標識を確認することで実施してきた。この場合、魚体購入に要する費用負担が大きく、特に漁

獲物の単価が高くなる夏季には十分な調査が実施できなかった。鱗による標識の検出手法は、このような経費上ネックになっていた部分の問題を解決できるため、今後の調査に大きな力を発揮するものと考えられる。

耳石標識による稚魚の大量放流は1995年から行ってきたが、当初の観察では鱗からのALC標識は検出できなかった。1995年はALC標識液の調整の際に、pH調整を行わずにALCを溶かしていたため、有効濃度が低くなりALC標識が薄くなってものと考えられる。1995年放流群の耳石標識は薄いもの(濃度1)が多く、鱗についても同様に薄くなっていった。また、顕微鏡による観察の際に、落射蛍光装置のB励起フィルターのみを使用していたことも、標識が見えない1要因となっていたと考えられる。1996年以降はALCの溶解技術もpH調整を行うことで改良され、耳石の染色状態も良好になり、鱗への標識も検出しやすい状態になったものと考えられる。

次に鱗標識の保持期間について検討する。再捕された放流魚の鱗標識を年齢別に比べると(図3)、耳石の標識濃度が2あるいは3であれば、5才までの再捕魚について鱗のALC標識が確認されている。スズキがまとまって漁獲される流し刺網や、一本釣りでは、3～6才魚が漁獲の中心になっており、それ以上の高齢魚も漁獲されている。また、最初に放流した1995年放流群は今後6才以上になってこれらの漁業により再捕される可能性が高い。今回の結果から、鱗標識は少なくとも5才までは確認されており、漁獲物の市場調査に十分用いることができると考えられる。高年齢からの標識の検出については、今後の市場調査で十分注意を払いながら継続して見ていく必要がある。

市場調査で採取する鱗の枚数については、今回の調査において1個体につき4～10枚程度採取すれば必ず2枚以上の初生鱗が得られている。鱗の標識が薄い場合等を考慮しても、少なくとも初生鱗を3枚観察できる程度の枚数を採取すれば、放流魚の検出が可能であると考えられる。

従来、漁獲物を購入しない場合、市場において魚体測定と鼻孔の形態異常のチェックを行い放流魚の混獲状況を調べていた。鼻孔の形態異常は、放流する年度、放流群によりその出現割合が10%から50%と大きく異なり、

表4 鱗標識と鼻孔形態による放流魚の検出比較

調査期間	漁法	調査尾数	全長範囲 (cm)	鱗標識 確認尾数	鼻孔形態 異常尾数	検出尾数の比 鱗/鼻孔
2000年12月～ 2001年1月	底曳網	71	53～78	22	9	2.44
1999年8月	一本釣り	46	65-79	3	1	3

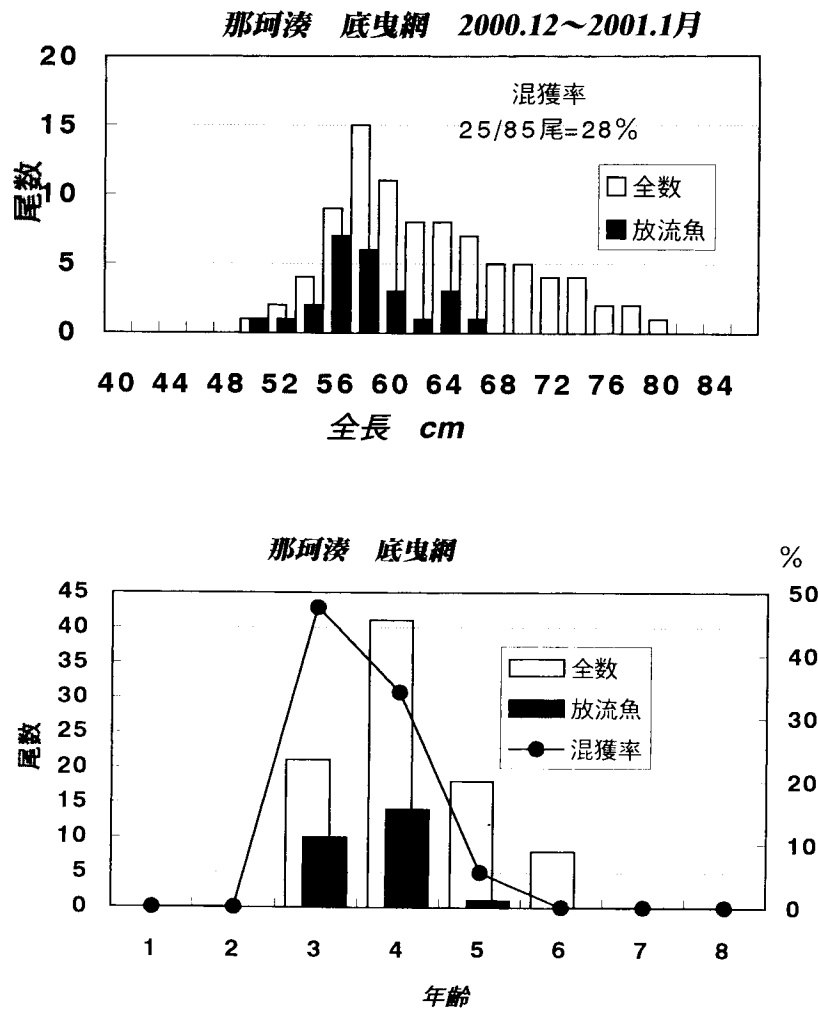


図4 那珂湊地区の底曳き網により漁獲されたスズキの市場調査結果
上段：全長と混獲状況 下段：年齢と混獲状況

その割合が小さい放流群の場合、鼻孔形態調査の結果を基にして混獲率を推定することには無理があった。今回、鱗と鼻孔形態による検出結果を比較したところ、鱗の場合は鼻孔形態異常に比べ2～3倍検出割合が高くなっていた。購入したサンプルで耳石と鱗の標識を照合した結果、耳石から標識が確認されたものは全て鱗の標識が確認されており、鱗による放流魚の検出精度は高いといえる。

スズキの年齢査定は、鱗の鱗紋数を基にして比較的容易に行うことができる(小坂1969)。今回の鱗観察においても、5才魚程度までの年齢は、一部を除き鱗紋が読みやすく比較的容易に行えた。放流効果の算定を行う場合、漁獲物の年齢別漁獲尾数を推定することが重要な課題となる。鱗採取による市場調査は、両者のデータを収集することができるので、今後できるだけ多くの漁獲物調査を行うことでより厳密な放流効果が推定できるものと考えられる。

えられる。

これまでの放流調査では、目的に合わせた放流計画の設定により同じ調査年に数回の放流を行う場合もあった。その場合に放流群の識別は、標識処理する魚体サイズを変えることでALC標識の大きさを変えたり、2重標識を用いたりした。耳石により標識の検出を行う場合、これらの区別は容易にできた。しかし今回の鱗標識の観察においては2重標識や標識の大小については十分な検討ができなかった。このような標識の識別法については、鱗を常に一定の場所から採取する等、採鱗方法を含めて今後検討する必要がある。

要約

- (1) 海面において再捕された全長31～72cmのスズキ人工種苗の鱗からALC標識が検出された。
- (2) 鱗の標識は耳石のALC標識が濃く付いているもの

ほど濃い傾向が認められた。

- (3) 鱗の標識は放流から5年後に再捕された種苗からも検出され、市場調査の手法として利用できることが明らかになった。
- (4) 実際に市場調査を行い、鱗と耳石の標識を比較したところ、両者から同じように標識が検出された。
- (5) 鱗標識による放流魚の検出結果を鼻孔形態による場合と比較した結果、鱗による標識検出の精度が高いことが明らかになった。

引用文献

- 桑田 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 標識液の濃度と標識の保有期間. 栽培技研, 16, 93-107.
- 桑田 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 大量標識. 栽培技研, 17, 115-128.
- 小坂昌也 (1969) 仙台湾産のスズキの生態. 東海大学海洋学部紀要, 3, 67-85.
- 後藤政則 (1986) 養殖マダイにみられた鼻孔の形態異常について. 栽培技研, 15, 87-88.
- 宗清正廣・傍島直樹・船田秀之助 (1985) 胸鰭の形状によるマダイ人工種苗と天然魚の識別. 栽培技研, 14 (2), 79-84.
- 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.
- 中村良成 (1993) ALC 標識の鱗からの検出. さいばい, 67, 14-18.
- 中村良成・桑田 博 (1994) アリザリン・コンプレク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. 栽培技研, 23(1), 53-60.
- 山崎幸夫 (1996) スズキ人工種苗に認められる鼻孔隔皮の形態異常. 茨水試研報, 34, 83-86.
- 山崎幸夫 (1998) スズキ稚魚のALC耳石標識手法の検討. 茨水試研報, 36, 1-5.