

原著論文

飼育試験と放流試験におけるクロソイ腹鰭拔去標識の 残存率の比較

野田 勉^{*1}・中川雅弘^{*2}・長倉義智^{*1}・大河内裕之^{*3}

A Comparison of Remaining Rates of Pelvic Fin Removal Markings Between Tank-reared Groups and Released-landed Groups of Black Rockfish, *Sebastes schlegeli*

Tsutomu NODA, Masahiro NAKAGAWA, Yoshitomo NAGAKURA and
Hiroyuki OKOUCHI

Pelvic fin removal is one of the markings used for stocking experiments involving the juvenile black rockfish, *Sebastes schlegeli*. However, the rate of remaining markers in tank-reared groups has sometimes been used for released-landed groups without confirming the suitability of this method. In the present study, we compared the remaining rates of pelvic fin removal markings between tank-reared groups and released-landed groups, using double markings with pelvic fin removal and otolith staining with alizarin complexone. There was no difference in remaining rate values between the released-landed groups and the tank-reared groups, and there was a positive significant correlation between the two remaining rates. These results show that the remaining rate of fin removal markings on released black rockfish can be inferred exactly from the rate of the tank-reared group of the same lot.

2010年8月19日受付, 2010年12月2日受理

クロソイ *Sebastes schlegeli* は、北海道から九州までの全域、中国大陸、朝鮮半島の沿岸に広く分布するメバル属の底棲性魚類である¹⁾。本種はソイ・メバル類の中で成長が速く²⁾、放流後の移動範囲も狭いことから³⁾、放流効果が大きく、2007年には全国で94万尾の種苗が放流された⁴⁾。

独立行政法人水産総合研究センター宮古栽培漁業センター（以下、宮古栽培漁業センター）では、1999年以降、岩手県宮古湾をモデル海域に設定してクロソイの種苗放流を行っている。本種の放流効果調査では、水揚げされた放流魚と天然魚を魚市場で識別するため、全ての

放流魚に腹鰭拔去標識を施している。この標識は拔去作業の丁寧さの程度によって標識残存率が異なるが、1年を経過するとその後の再生状況は変わらないことが報告されている^{5,6)}。このため、放流群の一部を1年間陸上水槽で継続飼育することにより推定した腹鰭拔去標識の残存率を用いて放流群別の水揚げ尾数を補正する。このことにより一層精度の高い回収率を推定し、放流効果を明らかにしてきた^{5,8)}。しかし、これまで飼育試験で求めた標識残存率の妥当性について検証した報告はみられない。

そこで本研究では、腹鰭の再生による標識の脱落の可

*1 独立行政法人水産総合研究センター 宮古栽培漁業センター
〒027-0097 岩手県宮古市崎山4-9-1

Miyako Station, National Center for Stock Enhancement, FRA 4-9-1 Sakiyama, Miyako, Iwate 027-0097, Japan
ttmnoda@affrc.go.jp

*2 独立行政法人水産総合研究センター 五島栽培漁業センター

*3 独立行政法人水産総合研究センター

能性のある腹鰭抜去標識と、脱落がないと考えられているアリザリンコンプレクソン（以下、ALC）による耳石の一部である扁平石（以下、耳石）への標識を併用し^{6,9)}、陸上水槽で継続飼育した群（以下、飼育群）と、放流後に再捕された群（以下、再捕群）の腹鰭抜去標識の残存率の関係を比較した。その結果から、飼育試験から求めた標識残存率を放流試験に適用することの有効性について検証した。

材料と方法

標識の装着 試験に用いたクロソイは宮古栽培漁業センターで2005～2007年に種苗生産された魚であり、全ての個体に腹鰭抜去標識とALC標識を装着した。試験はI～Vの計5群設定し、腹鰭の抜去はステンレス製の毛抜き（長さ12 cm、挟部の幅1.5 cm）を用い、腹鰭を基部から引き抜いた。2005年は左、2006年は右と左右の鰭を毎年交互に抜去し、放流群の識別を行った（表1）。なお、腹鰭抜去標識は後述する1回目のALC標識後1～12日目に施した。腹鰭抜去標識時の死亡個体の割合は各群とも1%以下であった。また、同一機関の人物がI～Vの試験群の腹鰭抜去作業を実施した。

ALC標識の装着については中川ら⁹⁾の浸漬法に従い、浸漬濃度は15 ppm、浸漬時間は24時間、水温は13～16℃とした。また、全ての群において平均全長約4 cm時で10,000尾/kℓの密度、Ⅲ、Ⅴ群の2回目は平均全長約6 cmに成長した段階で6,000尾/kℓの密度で装着した。ALC標識時の死亡個体の割合は各群とも0.1%以下であった。

標識放流 標識を装着したクロソイの種苗は、2005～2007年の7～9月に各群19,000～24,100尾、合計108,600尾を岩手県宮古湾の奥部の水深10 m以浅の海域に放流した（図1）。また、放流時の平均全長は、Ⅰ、Ⅱ、Ⅳ群では4.1～4.9 cm、Ⅲ、Ⅴ群では全長9.1 cm、9.2 cmであった（表1）。なお、種苗を放流した宮古湾は、岩手県のほぼ中央に位置し、湾口部の幅が約5 km、

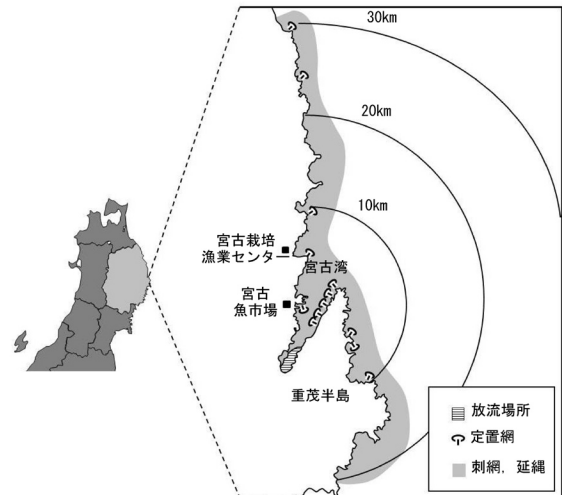


図1. クロソイの放流場所と宮古魚市場に水揚げされる本種の主な漁場

奥行き約10 kmの奥深い内湾である。湾の北側は漁港整備による人工構造物が多いが、湾の南側および湾の奥部には藻場と干潟が広がっている。湾口部から湾外は全て岩礁域であり、水深は湾中央部で約10 m、湾口部で約40 mである⁷⁾。

腹鰭抜去標識の残存率調査 飼育群については、種苗を放流場所に輸送する直前に各放流群から50～170尾を無作為に取り分け、1 kℓポリエチレン水槽に個別に収容し、腹鰭抜去標識後1年間の継続飼育を行った。飼育終了時に生残していた全個体のALC標識および腹鰭抜去標識の有無を検査した。腹鰭抜去標識の残存の判断基準は中川・大河内⁵⁾に準拠した。飼育群の腹鰭抜去標識の残存率は次式で求めた。

飼育群の標識残存率 = 腹鰭抜去標識魚の残存尾数 / 試験終了時の生残尾数

宮古湾周辺海域の定置網や刺網等で漁獲されたクロソイが水揚げされる宮古魚市場で再捕群のサンプリングを行った（図1）。市場調査は2006年9月～2009年1月

表1. クロソイ稚魚の標識放流試験の詳細

試験群	放流年月日	ALC標識の標識装着回数	腹鰭抜去標識の部位	放流時の平均全長±標準偏差 (cm)	放流尾数
I	2005年7月12日	1回	左	4.9±0.5	23,100
II	2006年7月11日	1回	右	4.1±0.4	24,100
III	2006年9月1日	2回	右	9.1±0.5	21,900
IV	2007年7月27日	1回	左	4.6±0.4	20,500
V	2007年9月14日	2回	左	9.2±0.9	19,000
合計					108,600

まで1～2週間ごとに無作為に1～148個体を購入し、その全個体について耳石の年輪による年齢査定およびALC標識の確認を行った。ALC標識が認められた1歳魚を再捕魚とし、腹鰭抜去標識の残存の有無を飼育群と同様の判断基準で判別し、標識残存率を次式で求めた。

再捕群の標識残存率 = 腹鰭抜去標識魚の残存尾数 / ALC標識確認尾数

飼育群と再捕群の腹鰭抜去標識の残存率を群別に比較し、その値についてはPearsonの χ^2 検定、両者の関係についてはSpearmanの順位相関係数により検定した。

結 果

飼育群の平均生残率は90.8%で、腹鰭抜去標識魚の平均標識残存率は78.0%であった。また、全ての個体でALC標識を確認できた(表2)。一方、魚市場では計2,443尾のクロソイを購入し、2006年度は1,273尾の中からI群を88尾、2007年度は742尾の中からII群を133尾、III群を354尾、2008年度は428尾の中からIV群を69尾、V群を91尾、合計735尾のALC標識を有する再捕魚を得た。再捕魚は全て宮古湾内の定置網および刺網で漁獲されており、湾外へ移動した個体は確認されなかった。再捕群の平均標識残存率は82.8%であった。

飼育群と再捕群の標識残存率を群別にみると、I群ではそれぞれ77.5%と80.7%、II群では67.8%と69.2%、III群では69.9%と77.1%、IV群では84.4%と92.8%、V群では90.4%と94.5%で(表2)、飼育群の標識残存率が高ければ再捕群の標識残存率も高くなる傾向が得られた。飼育群と再捕群の標識残存率には、各群とも有意差は認められなかったが($p > 0.05$)、飼育群と再捕群の標識残存率の関係には有意な正の相関が認められた($n=5$, $r=0.97$, $p < 0.05$, 図2)。

考 察

これまでは、クロソイの一部を水槽内で継続飼育して得られる腹鰭抜去標識の残存率を用いて放流試験の回収率の補正を行うことについて検証がされていなかった。

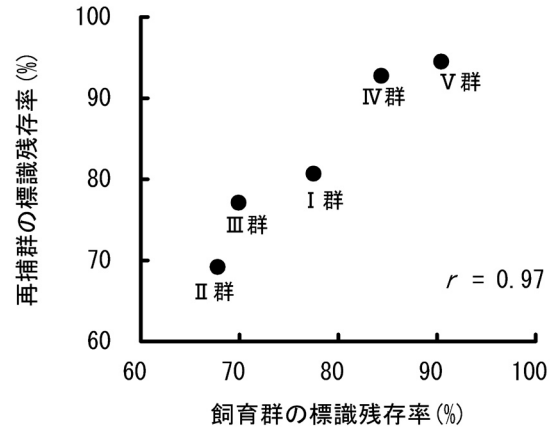


図2. クロソイの飼育群と再捕群の腹鰭抜去標識の残存率の関係

しかし、本研究では継続飼育から求めた標識残存率と実際に放流した種苗の標識残存率に有意な関係が認められ、この手法の精度の高さが確認された。

クロソイの腹鰭抜去標識は3歳以降も標識の有無の判別が可能なことから、岩手県宮古湾の放流効果調査のみならず^{7,8)}、青森県脇野沢村漁協や岩手県久慈市漁協など、他海域でも用いられている¹⁰⁾。一方、腹鰭抜去標識は、大勢の人を動員して標識装着作業を実施することから、不完全な腹鰭抜去に伴う標識残存率の誤差が生じることが確認されている⁶⁾。本研究のように同一機関が腹鰭抜去作業を実施した場合でも、標識残存率は各群で差が見られる。1999～2001年に宮古栽培漁業センターが行ったクロソイの放流試験では、最大で22.9%の回収率が確認されたが、この際の標識残存率は75.3%と低かった⁷⁾。このため、標識残存率の補正を行わなかった場合、回収率は17.2%となり、放流効果の過小評価につながる。以上のことから、腹鰭抜去標識を用いて放流効果を把握する場合、放流群別に継続飼育を行って標識残存率を把握した上で、放流魚の回収尾数や回収率を調べ、補正する必要がある。

魚類の鰭は体の安定や遊泳活動などに重要な役割を果たすと考えられており¹¹⁾、マダイへの腹鰭抜去標識の

表2. クロソイの飼育群と再捕群の標識残存率

試験群	飼育群						再捕群			
	供試尾数 (A)	試験終了時の生残尾数 (B)	生残率 (B/A%)	ALC標識魚の残存尾数 (C)	ALC標識残存率 (C/B%)	腹鰭抜去標識魚の残存尾数 (D)	腹鰭抜去標識残存率 (D/B%)	ALC標識確認尾数 (E)	腹鰭抜去標識魚の残存尾数 (F)	腹鰭抜去標識残存率 (F/E%)
I	50	40	80.0	40	100.0	31	77.5	88	71	80.7
II	100	90	90.0	90	100.0	61	67.8	133	92	69.2
III	120	113	94.2	113	100.0	79	69.9	354	273	77.1
IV	170	160	94.1	160	100.0	135	84.4	69	64	92.8
V	120	115	95.8	115	100.0	104	90.4	91	86	94.5
平均			90.8		100.0		78.0			82.8

装着は放流後の逃避行動に影響を与え、生残率の低下を引き起こすと推察されている¹²⁾。腹鰭が再生した魚が生残に有利である場合、漁獲段階での標識残存率が継続飼育で求めた値よりも低くなり、回収率の算出時に過大評価につながる。しかし、本研究では再捕群の標識残存率が低くなる傾向は見られなかったことから、腹鰭抜去標識が放流後の生残に与える影響は確認できなかった。クロソイは底棲魚で定着性が強いことが確認されており³⁾、本研究の再捕魚も全て宮古湾内で漁獲されたことから、クロソイは腹鰭を使用して遊泳する機会も少ないため、腹鰭を抜去した影響はマダイよりも小さいものと推察される。

腹鰭を対象に標識を装着して天然魚と放流魚を区別する方法として、本研究のクロソイの他にも、マダラで腹鰭抜去標識¹³⁾、キジハタやオニオコゼで腹鰭切除標識^{14,15)}があり、これらは放流魚の識別のための標識として有効であることが確認されている。しかし、腹鰭への標識装着が魚の放流後の生残に与える影響は、放流後の移動範囲の広狭など、魚種によって異なる要因と関係している可能性があるため、魚種毎に飼育試験から得られた標識残存率を放流試験に適用することの有効性を検証することが重要である。

謝 辞

本論文のとりまとめにあたり、有益なご助言を頂いた独立行政法人水産総合研究センター東北区水産研究所の石田行正所長、宮古栽培漁業センターの青野英明場長、西海区水産研究所有明海・八代海漁場環境研究センターの有瀧真人センター長に深く感謝する。また、飼育業務および市場調査に御協力いただいた宮古栽培漁業センターの藤浪祐一郎氏、清水大輔氏、熊谷厚志氏、山下力夫氏、坂井厚子氏、菊地哲子氏、前川裕弥氏に厚くお礼を申し上げます。最後に、腹鰭抜去標識の装着に御協力いただいた宮古湾周辺魚類栽培協議会の皆様に感謝を申し上げます。

文 献

- 1) 益田 一・尼岡邦夫・荒賀忠一・上野輝彌・吉野哲夫 (1984) 日本産魚類大図鑑, 東海大学出版会, 神奈川, 297-299 pp.
- 2) 永沢 亨 (2001) 日本海におけるメバル属魚類の初期生活史. 日水研報告, **51**, 1-132.
- 3) NAKAGAWA, M., OKOUCHI, H., and ADACHI, J. (2004) Stocking Effectiveness of Black Rockfish *Sebastes schlegeli* Released in Yamada Bay Evaluated by a Fish Market Census. In "Stock Enhancement and Sea Ranching" (ed. By K. M. LEBER, S. KITADA, H. L. BLANKENSHIP and T. SVASAND), Blackwell, Oxford, 501-511 pp.
- 4) 水産庁・水産総合研究センター・全国豊かな海づくり推進協会 (2009) 平成 19 年度栽培漁業種苗生産, 入手・放流実績 (全国), 東京, 18 p.
- 5) 中川雅弘・大河内裕之 (2001) 水槽実験によるクロソイ小型種苗の腹鰭抜去標識の有効性. 栽培技研, **29**, 9-11.
- 6) 大河内裕之 (2006) 栽培漁業技術開発の最前線- II 放流効果の調査手法と標識技術. 日水誌, **72**, 450-453.
- 7) 中川雅弘 (2008) クロソイの栽培漁業技術開発に関する研究. 水研センター研報, **25**, 223-287.
- 8) 野田 勉・中川雅弘・大河内裕之 (2008) クロソイの放流効果と資源管理に向けた提言. 第 18 回日中韓水産研究者協議会論文集, 142-150 pp.
- 9) 中川雅弘・大河内裕之・服部圭太 (2007) Alizarin Complexone を用いたクロソイ種苗の耳石標識試験. 水産増殖, **55**, 253-257.
- 10) 全国豊かな海づくり推進協会 (2008) 平成 19 年度栽培漁業実証試験結果報告書, 東京, 62-73 pp.
- 11) 能勢幸雄・羽生 功・岩井 保・清水 誠 (1989) 魚の辞典, 東京堂出版, 80 p.
- 12) 林泰行・檜山節久・木村 博 (1991) マダイ種苗放流における腹鰭抜去標識の弊害について. 栽培技研, **20**, 41-45.
- 13) 手塚信弘・荒井大介・島 康洋・桑田 博 (2008) マダラ稚魚の腹鰭抜去標識の有効性. 水産技術, **1**, 73-76.
- 14) 小畑泰弘・山下貴示 (2009) キジハタの標識技術の開発. 平成 20 年度水産研究成果情報, 東京, 119-120 pp.
- 15) 草加耕司 (2008) オニオコゼ種苗に適した標識法の検討. 岡山水試報, **23**, 29-34.