

トラフグ放流効果調査におけるイラストマー標識の適用

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: 田中, 寿臣, 中西, 尚文, 阿知波, 英明, 町田, 雅晴, 大河内, 裕之 メールアドレス: 所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2014576

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



トラフグ放流効果調査におけるイラストマー標識の適用

田中寿臣^{*1}・中西尚文^{*2}・阿知波英明^{*3}・町田雅春^{*4}・大河内裕之^{*5}

Application of the Elastomer-Marking system to the Survey of Stocking Effectiveness of Ocellate Puffer (*Takifugu rubripes*)

Toshiomi TANAKA, Naofumi NAKANISHI, Hideaki ACHIHA,
Masaharu MACHIDA and Hiroyuki OKOUCHI

We applied the Elastomer-Marking system to the survey of stocking effectiveness of Ocellate Puffer (*Takifugu rubripes*) juveniles, and conducted technological improvement concerning marking and finding methods. As a result, it was seen that an effective Elastomer-Marking color was limited to fluorescent colors, and that the finding of the Elastomer-Marking of non-fluorescent color was difficult. As for visibility, marking the base of the pectoral fin was more effective than marking its lower side. To extract satisfactory group discernment performance from Elastomer-Marking, it is necessary to devise good usage and survey methods. When using Elastomer-Marking, prior examination, including costs is necessary.

2006年8月2日受理

静岡県, 愛知県, 三重県 (以下, 東海三県) 海域におけるトラフグ *Takifugu rubripes* の種苗放流は, 愛知県と三重県では1986年から¹⁾, 静岡県では1987年から始められ²⁾, 1999年までに計369万尾が放流された。並行して実施された放流効果調査では, 大別して2種類の標識が用いられた。即ち, 放流魚の移動・回遊を把握する目的で導入された外部標識 (スパゲティ型アンカータグ等) と, 回収率の推定を目的とした体部分標識 (鼻孔隔皮欠損, 鰭条の乱れ; 尾鰭変形) である。前者は再捕報告調査法により定性的な情報を与え, 後者は市場調査法による定量情報を与えて一応の目的を達成したが, 脱落の多い外部標識と, 群識別ができない体部分標識から得られた情報を組み合わせても, 県間あるいは地域間の移動を定量的に把握するには至らなかった。

2000年から始まった東海三県海域での共同放流調査では, 懸案であった「海域間の移動の定量化」を図る目的で, 米国の Northwest Marine Technology Inc. (以下, NMT 社) のイラストマー標識を新規に導入した。この

標識は着色されたシリコン樹脂を注射器によって一尾ずつ皮下に装着していく標識であり, トラフグ³⁾ やサクラマス *Salmo masou*⁴⁾, クルマエビ *Penaeus japonicus*^{5,6)} 等の飼育試験によってその有効性が報告されている。したがって, 導入当初は, 定量調査に適した持続性および視認性と, 多彩な標識色を生かした群識別性能をあわせ持つ標識と期待されたが, 調査の実施にあたって標識装着技術が未確立であるうえ, 持続性や視認性についても検討を要する課題が多々あることが分かった。一方では, 標識色による群識別性能が優れていることも確認されたため, 本共同調査では, 使用する標識の変更ではなく, イラストマー標識の問題点を克服するための技術改善を行いながら, 放流効果調査を継続することとした。

本稿では, 2000, 2001年に放流されたイラストマー標識魚の追跡調査と, これに付随した大量標識作業を通して得られた知見を紹介し, この標識の適用条件を明らかにする。

^{*1} 静岡県水産試験場 〒425-0033 静岡県焼津市小川汐入3690

(Shizuoka Prefectural Fisheries Experimental Station, 3690 Kogawashioiri, Yaizu, Shizuoka, 425-0033 Japan).

^{*2} 三重県科学技術振興センター水産研究部鈴鹿水産研究室 〒510-0243 三重県鈴鹿市白子1-6277-4

^{*3} 愛知県水産試験場 〒443-0021 愛知県蒲郡市三谷町若宮97

^{*4} 独立行政法人水産総合研究センター宮津栽培漁業センター 〒626-0052 京都府宮津市小田宿野1721

^{*5} 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

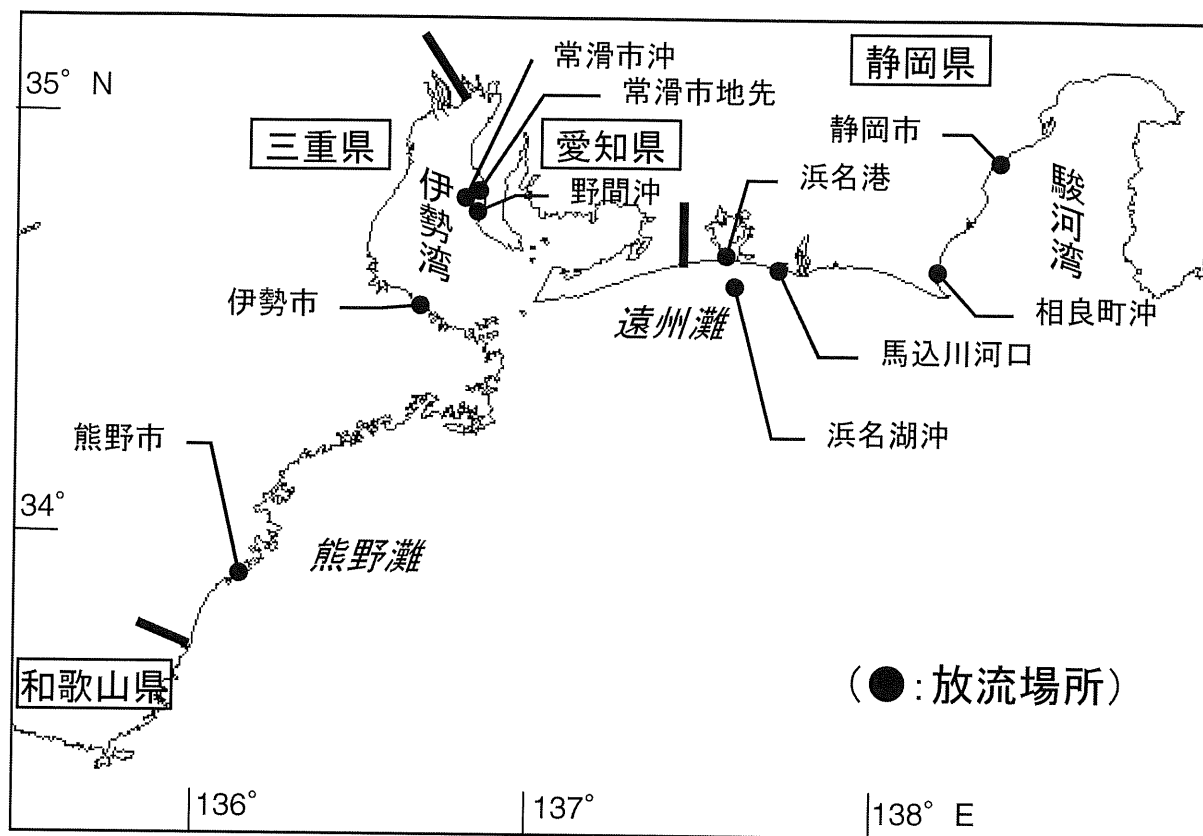


図1. 東海三県の海域とイラストマー標識魚放流場所

材料と方法

標識放流 標識放流に供したトラフグ種苗は、静岡県の遠州灘海域で漁獲された天然親魚由来の卵を用い、独立行政法人水産総合研究センター南伊豆栽培漁業センター（以下、南伊豆栽セ）で種苗生産されたものである。種苗放流は、各年とも静岡県、愛知県、三重県の各県地先、および南伊豆栽セでイラストマー標識を装着し、中間育成を実施して放流した（図1）。

放流群は標識色によって三県および南伊豆栽セの計4群を識別することとし、静岡県には蛍光オレンジ色（以下、蛍光橙色）と非蛍光の青色（以下、青色）の2色、愛知県には蛍光赤色（以下、蛍光赤色）と非蛍光の茶色（以下、茶色）の2色、三重県には蛍光緑色（以下、蛍光緑色）、南伊豆栽セには蛍光黄色（蛍光黄色）の計6色を割り当てた。さらに、標識の装着部位を変えて各県内の複数の放流群も識別することとし、2000年は左右の胸鰭下部、左右の胸鰭基部、頭部の5か所に、2001年は胸鰭基部の左右2か所に標識を打ち分けた（図2）。標識装着作業にはNMT社製イラストマー標識空気駆動埋め込みシステム（以下、エアージェクター）を使用した。一部、市販の注射器を用いて手作業でも行った（写真1）。

放流は汀線あるいは船上から行い、同じ海域内であっても、放流場所の水深や放流時の潮位を変えた場合は異

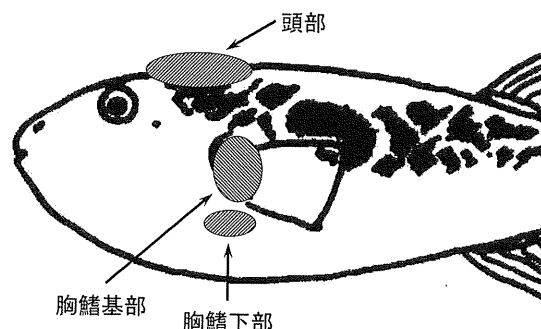


図2. イラストマー標識の装着部位

なる放流群として識別した。これらの結果、2000年は計9群：147.1千尾、2001年は計6群：106.0千尾、合計15群：253.1千尾のイラストマー標識魚を放流した（表1）。

本報告では、これらのうち6群の追跡調査結果を用いて標識の発見率および持続性の向上に関する検討を、各群の標識装着作業の結果を用いて装着方法の改善および作業能率の検討を行った。

LEDライトによる発見率向上効果の検討 装着時には十分な視認性を確保できたと考えられるイラストマー標識でも、市場調査時に発見した標識の多くは1 mm以下の「点」として確認できるのみであった（写真2）。特に照度の低い魚市場では、標識の見落としが多くなると懸念された。そこで蛍光色の確認に効果があるという



写真1. エアーインジェクターによる標識作業風景

表1. 東海三県におけるトラフグのイラストマー標識放流の概要（2000, 2001 年）

放流年	放流群	実験群名	標識の概要		放流尾数 (千尾)	平均全長 (mm)
			色	装着部位		
2000	00 - A	—	蛍光橙	胸鰭下部 LR	9.7	76.4
	00 - B	—	〃	胸鰭基部 L	10.0	66.5
	00 - C	—	〃	胸鰭下部 R	12.8	79.2
	00 - D	基部 / 非蛍光	青	胸鰭基部 L	21.0	65.4
	00 - E	下部 / 非蛍光	茶	胸鰭下部 L	34.4	60.3
	00 - F	基部 / 蛍光	蛍光赤	胸鰭基部 L	10.0	66.7
	00 - G	下部 / 蛍光	蛍光黄	胸鰭下部 L	17.7	69.2
	00 - H	—	〃	頭部	21.5	42.4
	00 - I	—	蛍光緑	胸鰭基部 L	10.0	64.4
合計および平均					147.1	63.3
2001	01 - J	—	蛍光橙	胸鰭基部 L	18.6	58.4
	01 - K	蛍光Ⅰ	〃	胸鰭基部 R	6.5	81.1
	01 - L	蛍光Ⅱ	蛍光黄	胸鰭基部 R	7.6	81.1
	01 - M	—	〃	胸鰭基部 L	19.0	70.0
	01 - N	—	蛍光赤	胸鰭基部 L	19.2	68.3
	01 - O	—	蛍光緑	胸鰭基部 L	35.1	55.6
合計および平均					106.0	64.4
総計および平均					253.1	63.7

NMT 社製の LED ライト（以下、ライト）とサングラス（写真3）を導入し、標識発見率の向上効果を検討した。以下、ライトを用いた調査時にはサングラスを常用した。

対象とした放流群は、2001 年に静岡県浜名港で放流し、0 歳漁期のサンプル購入調査によって脱落個体の有無を確認した 01-K 群（以下、蛍光Ⅰ群）および 01-L 群（同、蛍光Ⅱ群）である（表1）。放流時の標識装着状態は、放流当日の2001 年 8 月 10 日に放流群の一部をランダムに抽出して確認した。漁獲加入後の0 歳漁期の標識保持状態は、2001 年 10 ～ 12 月に静岡県浜名湖内の小型定置網で漁獲され、鷺津市場に水揚げされた0 歳魚を購入して確認した。さらに、購入サンプルのうちイラストマー標識が確認されなかった個体については、胸鰭付近を解剖し、埋没した標識の有無を確認した。

標識の装着状態および保持状態は A, A', B, C の4段階で評価した。即ち、自然光で容易に標識を確認できる個体を A, 自然光では確認できないがライトを使用すれば容易に確認できる個体を A', ライトを使用すればかろうじて確認できる個体を B, 外部からでは全く確認できない個体を C とした（表2）。従って、ライトを使わない状態では A のみが標識を確認できるが、ライトを使えば A' および B でも確認可能となる（写真4）。

有効な装着部位と標識色（蛍光, 非蛍光）の検討 装着部位については左右の識別ができ、市場調査で確認しやすいと考えられた胸鰭基部と胸鰭下部の2か所、標識色については個別の色ではなく蛍光色と非蛍光色の2種類を比較するため、胸鰭基部に蛍光色（赤色）を装着した 00 - F 群（以下、基部/蛍光群）、胸鰭下部に蛍光色（黄色）を装着した 00 - G 群（同、下部/蛍光群）、胸

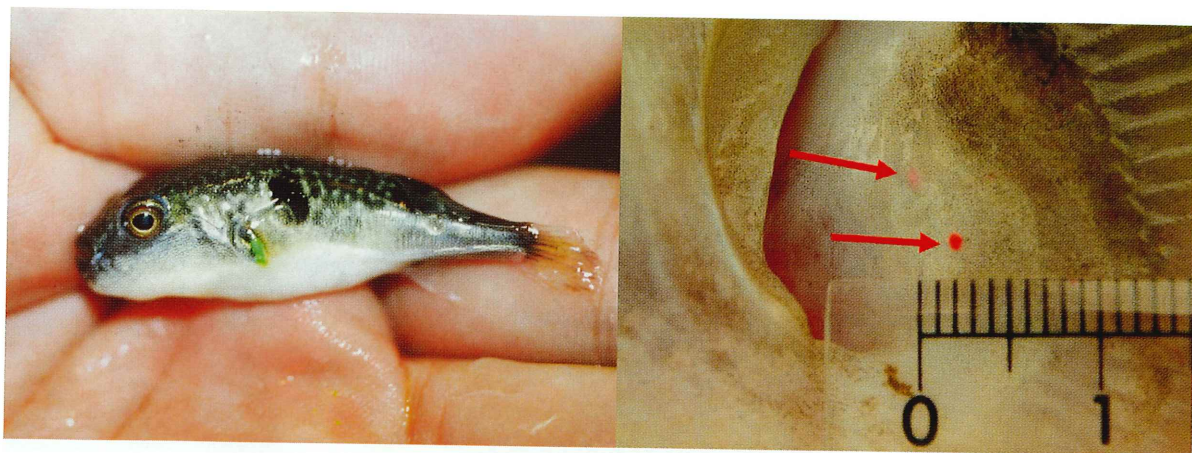


写真2. 放流時と市場調査時（1歳魚）の標識の状態（左：蛍光緑色，右：蛍光赤色）



写真3. NMT社製のライトとサングラス

表2. 標識の装着状態および保持状態の評価基準

標識の状態	評価基準
A	自然光で容易に確認できる
A'	自然光では確認できないが、ライトを当てれば容易に確認できる
B	ライトを当てればかろうじて確認できる
C	確認不可能

鰭下部に非蛍光色（茶色）を装着した00-E群（同、下部/非蛍光群）の3群を、それぞれの装着部位/標識色（蛍光，非蛍光）を代表する実験群として、0歳および1歳漁期の標識発見率を推定した。これらは、2000年6～7月に全長60.3～69.2 mmで伊勢湾に放流された群である。一方、同じ海域には胸鰭基部と非蛍光色を組み合わせた放流群がないため、非蛍光色（青色）を基部に装着して遠州灘に放流された00-D群（同、基部/非蛍光群）の標識確認データを、この条件での1歳漁

期の保持状態の参考とした（表1）。

0歳漁期の調査は、2000年（放流当年）の10月～12月に伊勢湾内で小型底曳網により漁獲された0歳魚を購入して実施した。1歳漁期については、遠州灘海域からの漁獲物が水揚げされる静岡県の舞阪、遠州、地頭方、御前崎、焼津の5市場における2001年10月～2002年2月の市場調査からデータを得た。これらの調査時期と海域は、各年齢の漁獲盛期および主漁場にあたる。

0歳漁期のサンプルについては、初めにライトを用いた目視観察によって各標識の発見個体数 $Nd_{0,j}$ を把握し、次に、目視で標識が確認されなかった個体の胸鰭付近を解剖して各標識の埋没個体 $Ns_{0,j}$ を確認した。ここで、 j は3つの比較対象群00-E, 00-F, 00-Gを示す添字（ $j=E, F, G$ ）である。後述するように、イラストマー標識は皮膚の破損によって脱落しても、体内には少量の標識片が残る例が確認されている。従って、解剖観察によって脱落個体の大部分が確認可能と考えられるので、0歳漁期における各群の標識発見率 $\hat{D}_{0,j}$ は、

$$\hat{D}_{0,j} = Nd_{0,j} / N_{0,j} \quad (j=E, F, G)$$

と推定される。ここで、 $N_{0,j} = Nd_{0,j} + Ns_{0,j}$ であり、概ねサンプル中の各群の生残尾数を表す。なお、 $N_{0,E} : N_{0,F} : N_{0,G}$ の比が放流尾数の比に等しい場合は、各群の添加効率⁷⁾に差はなかったと判断される。

一方、1歳魚は単価が高くサンプル購入が難しいので、得られるデータは市場での各標識の発見個体数 $Nd_{1,j}$ のみである。0歳漁期以降は各群の生残率に差はなく、各群の生残尾数比率 $N_{0,j} / \sum_j N_{0,j}$ は変化しないと考えれば、1歳漁期における各群の相対的な標識発見率は、

$$\widehat{DR}_{1,j} = Nd_{1,j} / N_{0,j} \quad (j=E, F, G)$$

となる。各群の $\widehat{DR}_{1,j}$ を任意の群の値で除すと、その群

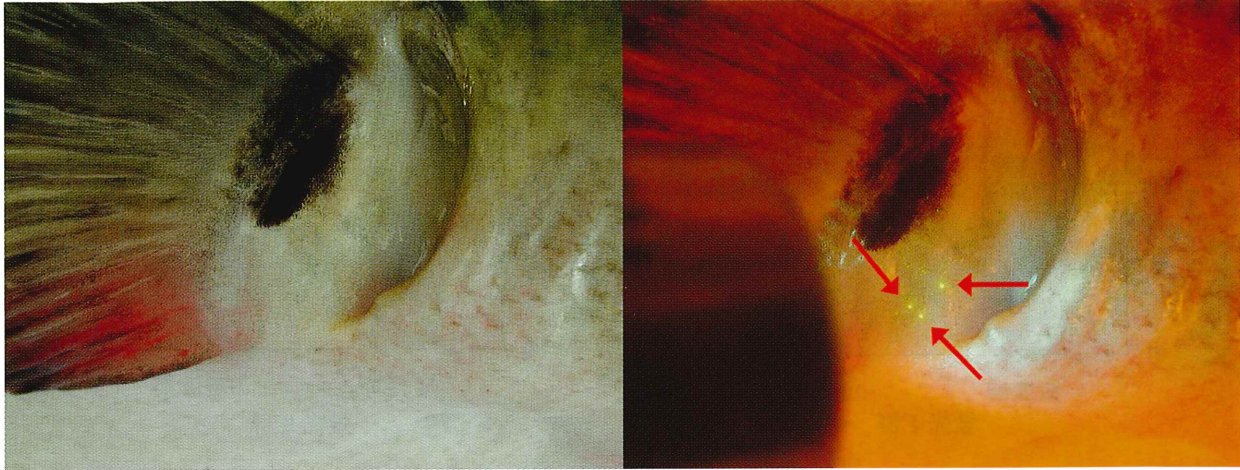


写真4. ライトとサングラスの使用で確認可能な標識の状態（蛍光黄色）

の発見率を1とした場合の相対値に変換される。

装着（注入）状態の観察 0歳および1歳魚のサンプルを購入し、標識の残存状態が低下したA', B, C個体を中心とした解剖観察を実施した。サンプルは、2001年10～12月に浜名湖内で漁獲された0歳魚と、2001年10月～2002年2月に遠州灘で漁獲された1歳魚である。0歳魚については、LEDライトの有効性試験に使用した蛍光I, II群の購入サンプルを共用した。1歳魚は2000年放流群全体を対象として、イラストマー標識が確認できた個体と、標識は確認できないが尾鰭変形や鼻孔隔皮欠損が確認でき、イラストマー標識が埋没している可能性が高いと思われる個体を中心に購入した。

装着器具の改良 イラストマー標識の装着には、NMT社製のエアインジェクターを用いるのが効率的と考えられるが、大量標識作業によって付属する純正シリンジ、針、プランジャー（ピストン）に不具合が生じたため、これらの器具の改良を行った。ここでは、器具の良好な作動状態が得られるまでの作業経過を主に記述した。

作業能率と必要経費 NMT社のエアインジェクターを使用した2000年、2001年の主な標識装着作業を対象として、作業員一人が1時間あたりに標識を装着した尾数を算出し、これを作業能率（尾/時/人）とした。また、イラストマー標識が標識材あるいは製品としてではなく、エアインジェクターの作動回数として販売されているという特殊性を考慮して、この標識を導入するために必要な経費を算出した。

結 果

LEDライトによる発見率向上効果の検討 蛍光I群は125尾、蛍光II群は116尾を抽出して放流時の装着状態を確認した結果、蛍光I群ではA:A':B:C=75.2(94尾):14.4(18):10.4(13):0(0)、蛍光II群では

96.6(112尾):0(0):3.4(4):0(0)であった。いずれもAが大部分を占めており、標識の脱落個体は確認されなかった。一方、放流後3～5か月目に当たる0歳漁期のサンプル289個体からは、蛍光I群38尾、蛍光II群30尾が発見され、標識の脱落個体は確認できなかった。これらの保持状態は、蛍光I群が42.1(16尾):42.1(16):15.8(6):0(0)、蛍光II群が3.3(1尾):73.3(22):23.3(7):0(0)となり、ライトを使わずに確認できるAの比率は蛍光I群で42.1%、蛍光II群では3.3%まで低下した。両群の低下状況の差が標識色に起因するのか、その他の原因によるのかは現段階では不明であるが、ライトを使用しない条件では、短期間のうちに著しく発見率が低下する可能性があると考えられた(図3)。

有効な装着部位と標識色（蛍光、非蛍光）の検討 0歳漁期のサンプルとして、愛知県豊浜市場に水揚げされた68尾を確保した。目視では基部/蛍光群が2尾確認され、さらに解剖によって下部/蛍光群1尾、下部/非蛍光群6尾が追加確認された(表3)。標識魚の確認尾数は計9尾と少ないが、この時点での標識発見率は、胸鰭下部に装着した2群が0%、基部/蛍光群は100%となった。サンプル中の尾数比率は基部/蛍光:下部/蛍光:下部/非蛍光=22.2(2尾):11.1(1):66.7(6)となり、放流尾数の比率16.1(10,000尾):28.4(17,665):55.5(34,455)に近い値となった(表3)。

1歳魚の市場調査では合計11,847尾について標識の有無を確認し、基部/蛍光群76尾、下部/蛍光群4尾の計80尾を発見した。下部/非蛍光群は全く確認されなかったが、参考とした基部/非蛍光群は10尾が確認された(表3)。1歳漁期における3群の発見尾数の比率は、基部/蛍光:下部/蛍光:下部/非蛍光=95.0(76尾):5.0(4):0(0)となった。発見個体が最も多かった基部/蛍光群を100とした場合の各群の相対的な発見率は、下部/蛍光群が3.0、下部/非蛍光群は0と推定

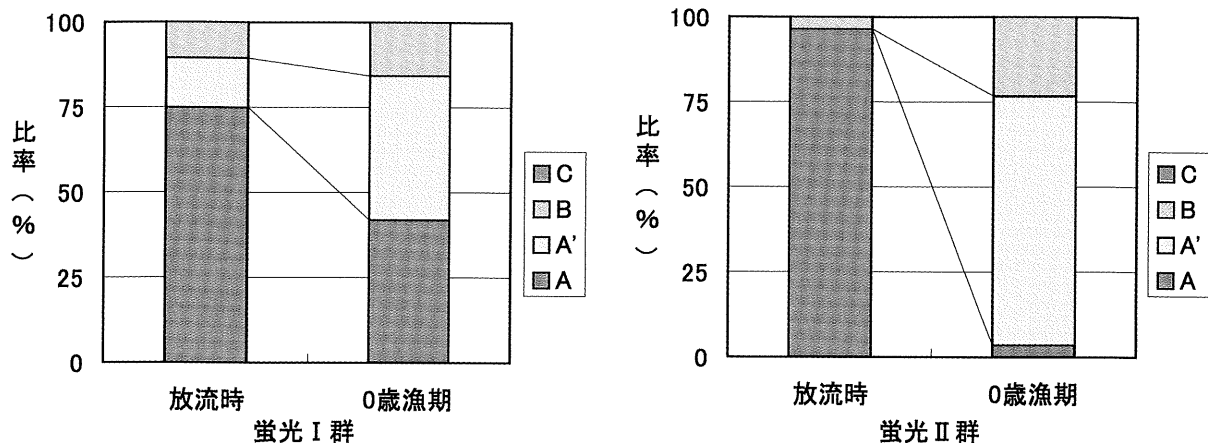


図3. 放流時と0歳漁獲加入後の標識の状態の変化

される(表3)。なお、基部/非蛍光群の添加効率を他の3群(伊勢湾海域への放流群)と同程度と仮定すると、基部/非蛍光群の発見率は6.3となり、胸鰭下部に装着した2群より高い値となった(表3)。

装着(注入)状態の観察 0歳魚289尾、1歳魚46尾についてイラストマー標識の装着状態を観察した。A'およびBの皮下の標識の状態は、イラストマーの量が多いのに表皮直下ではなく筋肉中に注入されている場合と、表皮直下に注入されているもののイラストマーの量が少ない場合が多くを占めていた。0歳魚のサンプルからは、細かく散ったイラストマーが胸鰭基部に点在している個体を確認された。これは、表皮直下に表皮が極端に膨らむほどの大量のイラストマーを注入した結果、その後の移槽などのハンドリングにより表皮が擦り切れ、標識の中心部分のみが脱落した痕であることが分かった。

装着器具の改良 作業初年である2000年は、エアーインジェクターに付属する純正シリンジ、針、プランジャー(ピストン)を用いて標識装着作業を行ったが(写真5)、作業中、ほぼ全てのシリンジで針が目詰まりし、標識が打てなくなるトラブルが発生した。針が細過ぎて標識の装着に時間が掛かり、標識が硬化してしまうことが原因であることが分かったが、純正の針はシリンジと一

体になっていて、針だけを交換できない。そこで2001年の作業では、シリンジ自体をテルモ社製のツベルクリン用1mlに変更し、同じくテルモ社製の26G×1/2"(外径0.45mm、内径0.27mm、長さ13mm)の注射針を用いた結果(写真5)、イラストマー標識の目詰まりは全く起こらなくなった。なお、これより太い25G×5/8"(外径0.50mm、内径0.32mm、長さ16mm)の針を用いると、注入したイラストマーが硬化する前に針を刺した穴から流出する状況が見られた。

一方、テルモ社製シリンジを用いると、シリンジの内径が若干太くなるため、純正のプランジャーはそのままでは使用できない。対処として、イラストマー標識の手動装着キットに付属するシリンジのパッキンを装着できるようプランジャーを改良した結果(写真5)、作業上のトラブルはほとんどなくなった。

作業能率と必要経費 各県・各機関がエアーインジェクターを用いてそれぞれの装着部位に7千~3万5千尾(平均全長42.4~81.1mm)の標識付け作業を行った際の平均的な作業能率は101~208尾/時/人、平均155尾/時/人であった(表4)。

エアーインジェクターを使用する場合の標識の価格は、イラストマー標識材の使用量ではなく、エアーインジェクターの作動回数で決まるシステムとなっている。

表3. 装着部位と標識色(蛍光/非蛍光)が異なる放流群の標識発見率

放流群	放流海域	部位/色の設定	放流尾数 (尾)	放流尾数 比率 (%)	0歳漁期の標識魚 確認尾数(尾)		0歳漁期の 標識発見率 $\hat{D}_{0,j}$	0歳漁期の生残 尾数比率 $N_{0,j} / \sum_j N_{0,j}$ (%)	1歳漁期の標 識魚確認尾数 (尾)	1歳漁期の相対 的な標識発見率 $\widehat{DR}_{1,j}$ (%)
					目視で確認	解剖で確認				
00-F	伊勢湾	基部/蛍光	10,000	16.1	2	0	100	22.2	76	100
00-G	伊勢湾	下部/蛍光	17,665	28.4	0	1	0	11.1	4	3.0
00-E	伊勢湾	下部/非蛍光	34,455	55.5	0	6	0	66.7	0	0
00-D	遠州灘	基部/非蛍光	21,000	-	-	-	-	-	10	6.3*

* 添加効率を他の3群と同じレベルと仮定した場合の標識発見率の試算値



写真5. 使用したシリンジ、針、プランジャー
(上：2000年、中：2001年、下：2002年)

表4. エアインジェクター使用時の作業能率

放流群	標識尾数 (尾)	平均全長 (mm)	作業能率 (尾/時/人)
00 - A	9,683	76.4	101
00 - C	12,791	79.2	208
00 - E	34,455	52.0	150
00 - G	17,665	69.2	134
00 - H	21,492	42.4	199
01 - J	18,587	58.4	133
01 - K	6,562	81.1	169
01 - L	7,638	81.1	169
01 - N	19,206	68.3	139
01 - O	35,073	55.6	150
平均			155

具体的には、トークンと呼ばれるクレジットを事前にNMT社から購入し、これをエアインジェクターに読み込ませることで支払金額相当の作動回数を得られる。イラストマー標識とその硬化剤、シリンジ等の消耗品を全て含んだトークンの価格は、年により変動するが9～13円/回であった。一方、実際の作業では動作確認などのメンテナンスで生じる空打ちや、誤作動、標識の打ち損じ等が発生するため、標識装着尾数とエアインジェクターの作動回数は必ずしも一致しない。2001年の静岡県における作業の結果、26,946尾の標識装着尾数に対し、エアインジェクターの作動回数はその約1.07倍の28,722回となった。よって、種苗1尾あたりの装着コストは、トークンの価格の約1.1倍の約15円となった。なお、エアインジェクターの価格は2000年の時点で1台約70万円であり、大きな設備投資が必要である。本調査では各県・各機関が数台ずつ購入し、互いに融通しながら利用しているので、単純に一尾あたり単価に置き換えることが難しく、今回の計算には含めないこととした。

考 察

標識の発見率および持続性の向上 イラストマー標識の保持状態の変化を追跡した結果、Aの比率は放流後数か月で低下していたことから(図3)、この標識を用いた市場調査では、ライトを用いないと発見率が大幅に低下する可能性があると考えられた。併用したサングラスの効果については具体的に検討していないが、使用すると標識の発光がより鮮明に見えるので、発見率の向上にプラスの効果はあると考えられる。標識色の検討において蛍光色の視認性が非蛍光色に優っていたのは、ライトとサングラスの使用を前提としたことも一因と考えられる。実用的には蛍光色が有効な標識色と考えられたため、本共同調査では2年目以降に非蛍光色の使用を取り止めている(表1)。

装着部位の検討では、基部/非蛍光色群が他の3群と比較できなかったが、その後の調査から、伊勢湾に放流された群は、遠州灘や駿河湾、熊野灘等へ放流された群よりも回収率が高い、即ち添加効率が低いと推定された⁸⁾。従って、遠州灘の馬込川河口に放流された基部/非蛍光色群の添加効率は、伊勢湾に放流された3群より低いと考えるのが妥当であり、参考値として表示した基部/非蛍光群の標識発見率は6.3(表3)よりさらに高いと考えられる。これらの結果から、蛍光色、非蛍光色ともに、標識の発見率は胸鰭基部の装着群が下部より優れていたと判断される。なお、頭部に標識を装着した群は、早期に識別困難となったため検討対象とはしなかった。

標識の皮下の状態を解剖観察した結果、注入されたイラストマーが微量でも、表皮直下に注入されていれば写真2の様にライトとサングラスを使用することで確認できるが、筋肉内に入った場合は、注入したイラストマーの量に関係なく、ライトとサングラスを使用しても確認が難しくなることが分かった。また、表皮が極端に膨らむほどの多量のイラストマーを注入すると、表皮の破損による脱落が起きることも確認された。イラストマー標識の注入は、表皮直下に、表皮が極端に膨らまない程度の量(写真6)が目安と考えられる。

装着方法の改善および装着能率 イラストマー標識による大量標識作業では、エアインジェクターの使用は必須と考えられるが、システムに含まれる純正機器では正常に作業を行えない状況であった。根本的な原因は純正の注射針が細過ぎる点にあり、本報告で扱ったトラフグ種苗では、針の太さは26Gが最適と判断された。なお、エアインジェクターは北米の定格電圧120Vの仕様なので、日本の定格電圧100Vで使用すると「パワーダウン」というエラーが発生し易くなる。あらかじめ変圧器を用意して、電圧を115～120V程度に上げて使用した方がよい。



写真 6. イラストマー標識の適正な注入量 (左: 適正, 右: 注入過多)

標識の作業能率は、作業人員の習熟度や種苗のサイズ、施設の違い（陸上中間育成か、海上小割生け簀での中間育成か等）によっても異なるが、クロソイの鰭抜去標識やヒラメの焼印標識の 350 ～ 360 尾 / 時 / 人* に比べて作業能率は約半分であった（表 4）。この標識の作業能率は機械トラブルや標識材の補充効率に依存する部分が大きいの、これらの解決が作業能率を向上させる上で重要と考えられる。また、今回の試験では胸鰭基部への装着可能な最小サイズの検討は特に行っていないが、平均全長 42.4 mm の 00-H 群では胸鰭基部への装着が難しかったために頭部へ装着したことや、01-O 群は平均全長 55.6 mm の種苗の胸鰭基部へ装着していることなどから（表 1）、胸鰭基部への装着可能な最小サイズは全長 50 mm 前後と考えられた。

他の標識方法との比較 これまでに市場調査法で成果をあげた標識は、ヒラメの無眼側黒化⁹⁾やマダイの鼻孔隔皮欠損¹⁰⁾に代表される放流魚特有の形質を利用するものと、クロソイの腹鰭抜去¹¹⁾やクルマエビの尾肢切除¹²⁾に代表される体部分標識にはほぼ限られ、放流群の識別は前者では困難、後者でも 2 群が限界であった。これらと比較して、イラストマーの標識色による群識別能力は特筆すべき性能と考えられる。本検討によって非蛍光色は発見率が低下しやすいと考えられたが、少なくとも蛍光色は有効であり、これを市場調査で確認できるという長所には変わりはない。使用に際しては前述したような技術面での注意が必要であるが、本報告によって標識色や装着器具など、ある程度の使用条件は整理されたと考えられる。また、経費面では、1 尾あたりの装着経費はアンカータグに代表される装着型の外部標識とほぼ同じと考えられるが、大量標識を行う場合はエアージェクターが必要と考えられ、これに係る設備投資が負担になると予想される。機器の融通など連携体制の構築が必要と考えられる。

本報告では、イラストマー標識の視認性を確保して発見率を高めるための方法論を紹介したが、標識の見落としによる回収率の過小推定の可能性は残されている。こ

の問題については、別途検討されている¹³⁾。

謝 辞

標識作業にご協力いただいた静岡県、愛知県、三重県、南伊豆栽培漁業センター、静岡県温水利用研究センター、三重県栽培漁業センター、三重県尾鷲栽培漁業センター、浜名漁業協同組合、地頭方漁業協同組合、豊浜漁業協同組合、日間賀島漁業協同組合、篠島漁業協同組合の職員、臨時職員および漁業者の皆様、市場調査およびサンプルの入手にご協力いただいた浜名漁業協同組合、遠州漁業協同組合、御前崎漁業協同組合、地頭方漁業協同組合、焼津漁業協同組合、豊浜漁業協同組合の市場関係者および漁業者の皆様へ感謝する。また、本稿をまとめるにあたり、貴重なご意見を頂いた三重県科学技術振興センター水産研究部中島博司総括研究員、愛知県水産試験場漁業生産研究所甲斐正信主任研究員、静岡県水産試験場浜名湖分場小泉康二主任研究員に深謝する。なお、本研究は水産庁資源増大技術開発事業（回帰型回遊性種グループ）の一環として実施した。

文 献

- 1) 水産庁・社団法人日本栽培漁業協会 (1988) 昭和 61 年度栽培漁業種苗生産、入手・放流実績 (全国). 401pp.
- 2) 静岡県水産試験場 (1992) 平成 3 年度事業報告. 75-84
- 3) 宮木廉夫・新山 洋・安元 進・池田義弘・多部田修 (1997) トラフグ *Takifugu rubripes* 幼魚におけるイラストマー蛍光標識の有効性について. 長崎水試研報, **23**, 27-29.
- 4) 崔美 敬・山崎文雄 (1996) イラストマー蛍光タグによるサクラマス幼稚魚の標識法について. 水産育種, **23**, 41-50.
- 5) 長崎県 (1995) 平成 6 年度重要甲殻類栽培資源管理手法開発調査報告書 (エビグループ). 長 1-長 24.
- 6) 井口雅陽・五十嵐隆 (2000) イラストマータグによるクルマエビの標識. 山形水産研報, **1**, 7-10.
- 7) 須田 明 (1989) 栽培漁業技術についての考え方. 栽培資源調査検討資料, **1**, 18pp.
- 8) 静岡県・愛知県・三重県 (2003) 平成 14 年度資源増大技術

* 「市場調査を中心とした放流効果解析手法に関する実技研修会」講義資料

開発事業報告書回帰型回遊性種（トラフグ）. 静岡県・愛知県・三重県共通.

- 9) 岩本明雄・大河内裕之・津崎龍雄・福永辰広・北田修一 (1998) 魚市場の全数調査に基づく宮古湾のヒラメ種苗放流効果の推定. 日水誌, **64**, 830-840.
- 10) 山崎明人 (1998) マダイにおける胸鰭変形および鼻孔隔皮欠損による人工種苗放流魚と天然魚識別の有用性. 栽培技研, **26**, 61-65.
- 11) 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.
- 12) 谷田圭亮・池脇義弘・青山英一郎・奥山芳生・野坂元道・藤原宗弘 (2003) 瀬戸内海東部海域におけるクルマエビの放流効果. 栽培技研, **31**, 31-34.
- 13) 大河内裕之・町田雅春・田中寿臣・小泉康二・阿知波英明・甲斐正信・中西尚文・中島博司 (2006) トラフグの長期飼育試験から推定したイラストマー標識の脱落率とその補正法. 栽培技研, **34**, 53-58.