



---

---

# あたらしい 水産技術

---

No.514

---

トラフグの放流技術

平成 20 年度



## 要 旨

### 1 技術、情報の内容及び特徴

トラフグの栽培漁業を実施するにあたり、共通の資源を利用している愛知県及び三重県と共同で広域的な種苗放流方法の検討を行った結果、以下の成果を得ることができました。

#### (1) 中間育成

- ・輸送は、水槽内で噛み合いによる種苗の損傷を防ぐため、低密度で収容する必要があるが、25 kg程度/m<sup>3</sup>（全長 35mm のもので約 2.3 万尾）が目安となります。
- ・海上生簀における中間育成は、終了時の目標放流サイズに合った密度で収容し、開始します。全長 70mm 程度まで育成する場合で 130 尾/m<sup>3</sup>が目安となります。

#### (2) 標識放流

- ・イラストマー標識を種苗の胸鰭基部の表皮直下に注入し、外部標識として利用しますが、標識の色と装着場所（左右）を変えることで、放流群の識別が可能です。

#### (3) 放流技術および効果

##### ア 放流適地・適正放流サイズ

- ・静岡県内における放流適地は、浜名湖と太田川河口内（汽水域）ですが、東海三県全体では伊勢湾の常滑・野間地区が放流の最適地であることが分かりました。
- ・放流サイズが大きくなるほど回収率は高くなる傾向がみられましたが、放流適地では全長 45 mm程度あれば十分効果があることが分かりました。

##### イ 経済効率

- ・放流サイズが全長 35～100 mmの範囲では、経済効率は小型サイズの方が大型サイズよりも高いか、概ね同じであることが分かりました。
- ・適地に放流した場合、東海三県全体における経済効率は全て1を上回り、トラフグの放流事業は経済的にも高い効果があることが分かりました。

### 2 技術、情報の適用効果

- ・トラフグの好適な生育場所や生息範囲に応じて、既存の行政範囲を超えた広域連携型の調査体制が確立され、極めて良好な技術成果が得られたことから、水産庁が全国的に推進している広域連携型調査の先駆け例として高い評価が得られました。
- ・地産地消やブランド化を目指した地元の流通、加工業者からも高い評価を得ると同時に、高価な調査試料の無料提供等の協力が得られるようになりました。

### 3 適用範囲

静岡県、愛知県、三重県を含めた東海海域（駿河湾～伊勢・三河湾～熊野灘）

### 4 普及上の留意点

- ・静岡県内の漁業者及びその関係者だけでなく、愛知県及び三重県の漁業者及びその関係者と連携した共同放流体制の構築が必要です。
- ・トラフグ漁獲量を維持増加させるためには、種苗放流とあわせて、小型魚の保護や操業日数の制限などの資源管理を行うことが必要です。

## 目 次

はじめに	1
1 中間育成	1
(1) 種苗の輸送	1
(2) 育成方法	1
2 標識放流	2
(1) 標識方法	2
3 放流技術および効果	3
(1) 放流適地	4
(2) 適正放流サイズ	4
(3) 経済効率	5
おわりに	6
文 献	6

## はじめに

静岡県におけるトラフグ漁は、昭和 40 年頃には既に遠州灘を主漁場として行われていましたが、平成元年の大漁を契機に、県内主要漁業の一つとなりました。ふぐはえ縄漁業者は資源増大のため、漁具・漁法・漁場に関する規制を設け、さらにトラフグ種苗の放流、小型魚の再放流等にも取り組んできました。また、県内で漁獲されるトラフグは、熊野灘から駿河湾にかけて分布、回遊している同一系群であるため、静岡県、愛知県および三重県の東海三県全体で資源の利用、維持管理をする必要がありました。

そこで、トラフグの放流種苗をより効率よく資源に添加させる技術を開発するため、東海三県と（独）水産総合研究センター南伊豆栽培漁業センターが共同して放流方法の検討を行いました。

## 1 中間育成

### （1）種苗の輸送

種苗生産機関で生産された放流用種苗は、活魚水槽を搭載したトラックで中間育成（放流）場所へ輸送されます。その際、水槽内での噛み合いによる尾鰭や胸鰭の欠損、体表の損傷などが生じることがあるため、十分注意が必要です。よって、活魚水槽の収容密度や水温を調整する必要があります。

収容密度は、種苗サイズにより異なりますが、重量ベースでは水槽 1m<sup>3</sup>当たり 25～26 kgが目安となるため、概ね表 1 に示したとおり全長 35mm のもので約 2.3 万尾、全長 60mm のものでは約 0.5 万尾となります。他の魚種よりも低密度とすることが重要です。なお、表 1 の収容密度は数時間以内の輸送を想定しており、10 時間を超える場合については、適宜調整する必要があります。また、噛み合いを防ぐためには、活魚車の冷却機や海水氷を利用して水槽内水温を飼育水よりも 1～2℃程度低くすることで魚の活性を抑えることが効果的ですが、中間育成（放流）場所の現場水温との差があまり大きくならないように注意が必要です。

更に、トラフグ種苗は酸欠にも非常に弱いため、エアーレーションに加え酸素の通気を併用することが望ましく、輸送中の確認も重要です。

### （2）育成方法

中間育成は、港内の静穏域に設置した海上生簀や陸上水槽を利用して行いますが、ここでは漁業者が海上生簀を利用して中間育成を行う場合について紹介します。海上生簀の設置条件等にもよりますが、通常は 1 日に何度も給餌することは難しいでしょう。したがって、育成中に餌料不足からくる噛み合いによる尾鰭や胸鰭の欠損、体表の損傷等を防ぐため（これは疾病対策にもなる）に、輸送の場合と同様に生簀への収容密度を控えめにすることが重要です。成長とともに分散（選別）作業を行い、1 網あたりの収容密度を下げる方法もありま

表 1 種苗サイズと水槽 1 トン  
当たり収容尾数の関係

平均全長(mm)	収容尾数(万尾)
30	3.7
35	2.3
40	1.5
45	1.1
50	0.8
55	0.6
60	0.5

すが、作業の省力化や分散時のハンドリングやストレスによる種苗性の低下を防ぐために、初めから中間育成終了時の目標サイズに合った密度で収容します。他県の事例<sup>1)</sup>やこれまでの知見を参考にした結果、概ね表2に示したとおり全長70mm程度まで育成する場合で130尾/m<sup>3</sup>、全長100mmの場合で約90尾/m<sup>3</sup>程度が目安となります。

給餌については、ゼンマイ式小型自動給餌機を使用し、種苗サイズに見合ったサイズの配合飼料を与えます。ゼンマイ式の給餌機は電源が不要のため、海上生簀では非常に有効です。毎朝給餌率10%を目安に餌料をセットし、昼間中常に少量ずつ投餌できるよう設定します。これは種苗に常にある程度の満腹感を与え、餌料不足からくる噛み合いを防止するためです。なお、毎朝の給餌機設定時には手撒き給餌も行い、種苗の摂餌状況を観察することが重要です。さらに、補足的な給餌として、冷凍オキアミを塊のまま網袋に入れ、生簀内の海面に吊り下げ給餌することも有効でしょう。

生簀内の潮どおしを良くするために、種苗サイズにあった網目の使用や定期的（育成場所の水質によるが1回/週程度）な網交換も必要です。

## 2 標識放流

### (1) 標識方法

放流効果を把握するために行う標識放流では、スパゲティタグなどの外部標識やALCなどの内部標識、さらにはトラフグ放流魚特有の形質（尾鰭変形や鼻腔隔皮欠損）を利用した体部分標識などがありますが、ここでは東海三県（静岡・愛知・三重）共同で行い、新たに使用法が確立されたイラストマー標識について紹介します。

イラストマーとは、アメリカ（Northwest Marine Technology (NMT) 社）で開発されたシリコン樹脂で、NMT社製の空気駆動埋め込み機（エアインジェクター）を用い、トラフグの場合は種苗の胸鰭基部の表皮直下に注入し（図1）、外部標識として利用します。

標識の色（オレンジ・赤・黄・緑、漁獲時の視認性を確保するため全て蛍光色）と装着場

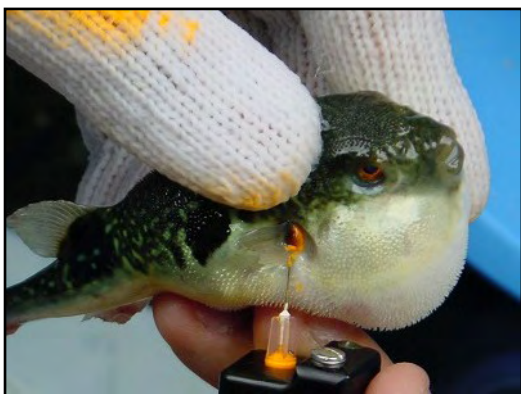


図1 オレンジ色のイラストマー標識を注入しているトラフグ種苗

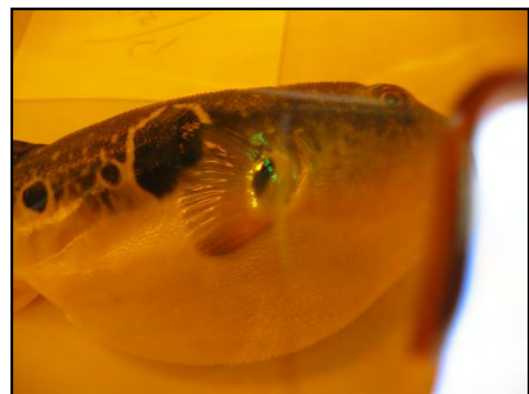


図2 サングラスを通して見た発光する標識（オレンジ色）

表2 育成目標サイズと1m<sup>3</sup>当たり収容尾数の関係

目標サイズ (平均全長・mm)	収容尾数(尾)
60	150
70	130
80	110
90	100
100	90

所（左右）を変えることで、各放流群を識別することが可能です。放流後は成長に伴い、肉眼での認識は不可能になる場合が多いのですが、漁獲時には NMT 純正琥珀色サングラスをかけ、蛍光を励起する NMT 純正青色 LED ライトを標識装着部に照射すると発光し確認することができます（図 2）。

イラストマー 1 ml 当たりの装着尾数は、種苗サイズが大きくなるにしたがい直線的に減少（ $Y = -3.42X + 414$ （ $Y$ : 装着尾数・ $X$ : 種苗サイズ）、 $R^2 = 0.93$ ）し、例えば 平均全長 70 mm では 175 尾、同 90 mm では 105 尾程度となります。従って、種苗サイズを勘案して必要量を準備する必要があります。また、インジェクター 1 台 1 時間当たりの作業効率は、種苗サイズとの相関はあまりなく平均 150 尾程度ですが、作業の熟練度や魚の運搬など他の作業に要する時間などの要因に大きく左右されます。なお、通常の注射器を使用し手動で行うことも可能ですが、効率はかなり悪くなります。更に、精度の高い標識を装着するためには、作業への事前説明や作業途中における確認及び指導を十分に行う必要があります。

なお、イラストマー標識の使用方法については田中ら<sup>3)</sup>により、また標識の脱落や補正法について大河内ら<sup>4)</sup>による報告があるので、参考にしてください。

### 3 放流技術および効果

放流は「1 (1) 種苗の輸送」を参考に、種苗生産機関や中間育成場所から種苗をトラックや船で放流場所まで輸送し行います。放流に際しては、噛み合いによる損傷やストレスを種苗に与えないよう、バケツに少量ずつ移し放流します。特にタモ網を使用する場合は、一度に多くの種苗を入るとストレスによりふくらんだり、噛み合ったりするため注意が必要です。なお、放流場所によっては、トラック輸送の後さらに船に載せ換える場合もあると思いますが、その都度種苗にストレスがかかるため、より細心の注意が必要です。放流場所としては載せ換えを極力行わないですむ場所が望ましいでしょう。

具体的な放流方法、特に放流適地、適正放流サイズについて、東海三県共同で行ったトラフグ放流効果調査結果に基づき紹介します。

東海三県では、駿河湾沿岸から遠州灘、伊勢・三河湾、そして熊野灘沿岸にかけた 19 地点において、55 群 145 万尾のトラフグ種苗にイラストマー標識または ALC（アリザリンコンプレクソン）標識を付け放流し（図 3）、放流場所別および放流サイズ別の回収率を調査しました。

トラフグは漁獲制限サイズが設定されており、700 g 以上のものしか水揚げできないため、放流されたトラフグは放流翌年の 10 月以降、1 歳魚以上として延縄漁業で漁獲されます。これまで放流魚は 5 歳まで漁獲が確認されていますが、8 割前後は 1 歳魚の段階で漁獲されてい

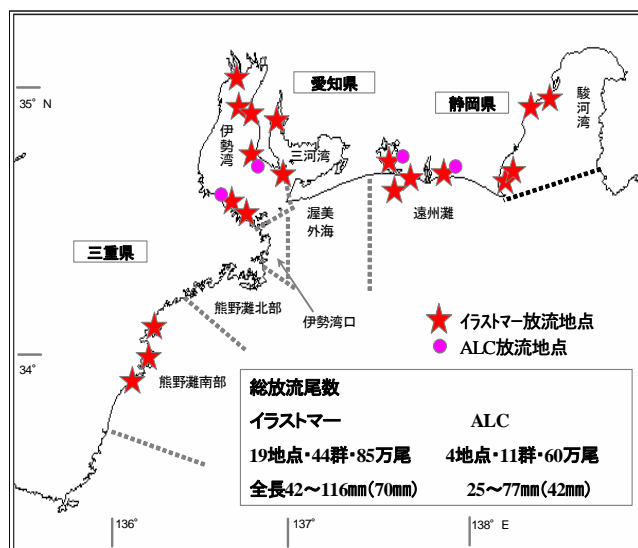


図 3 放流実施場所

ます。したがって、静岡県内における1歳魚での漁獲回収結果をもとに放流技術および効果についてまとめました。

### (1) 放流適地

放流場所を地区ごとにまとめ(図4)、放流サイズは考慮せず、地区ごとの平均回収率を求めました(図5)。静岡県内では駿河湾や遠州灘の地先では回収率は低く、放流に適しません。浜名湖と太田川河口内(汽水域)では回収率が高く、放流適地であることが分かりました。しかし、東海三県全体で見ると、静岡県内よりも伊勢・三河湾の常滑・野間地区の方が、ほぼ2倍の回収率があり、放流に最も適していることが分かりました。また、それ以外にも伊勢・三河湾では矢作川河口や伊勢地区が、静岡県内よりも放流に適した場所であることが分かりました。

トラフグの幼稚魚は内湾の泥性や砂泥性のよく発達した干潟域や浅所で過ごし、底生性の小型甲殻類を好んで食べるといわれています<sup>5,6)</sup>。回収率が高い場所は、このような条件によくあった場所であると思われます。

### (2) 適正放流サイズ

図5から放流適地と判断された地区について、放流サイズ別の回収率を示しました(図6)。全体的には放流サイズが大きくなるほど、回収率は高くなる傾向がみられました。しかし、常滑・野間地区では全長45~100mmの範囲では、小さいほど回収率は高い傾向がみられ、この場所では全長45mm程度あれば十分放流効果は得られることがわかりました。

なお、常滑・野間地区の場合は種苗が大型になるほど中間育成期間が

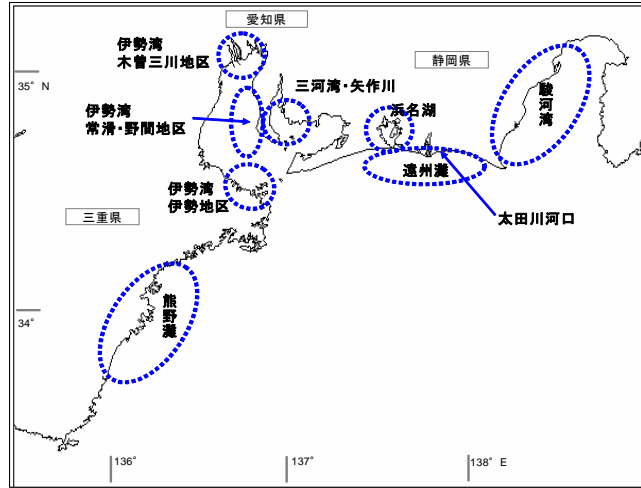


図4 放流地区(場所)の概要

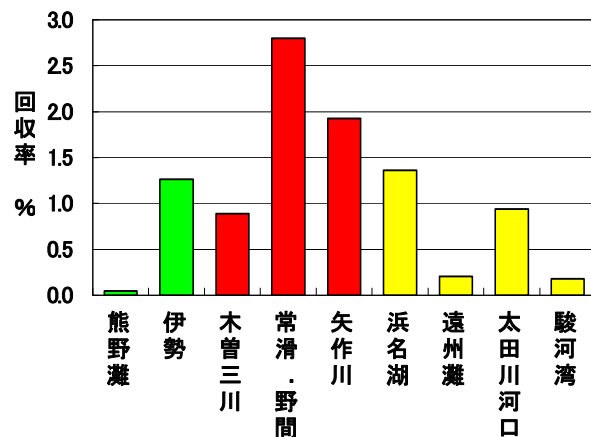


図5 放流地区別平均回収率

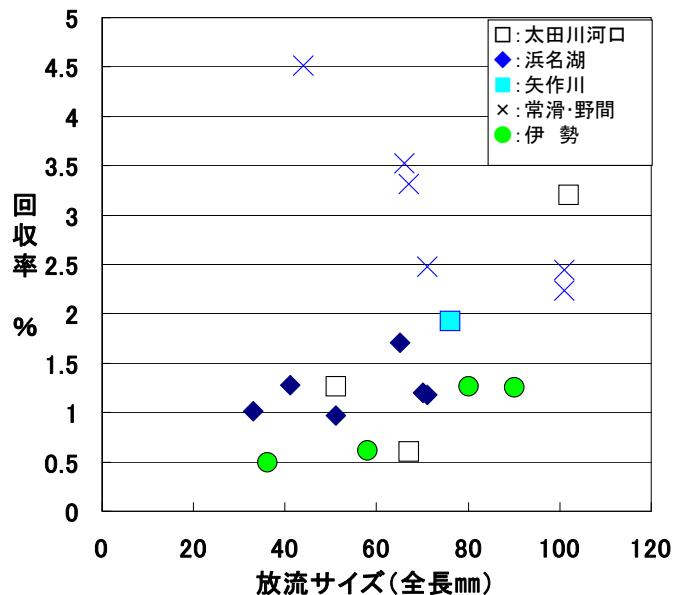


図6 放流サイズ別回収率



長く、また飼育密度が高かったことなどから、放流後の馴致が上手くいかなかった可能性が考えられました。

### (3) 経済効率

種苗放流の効果を判定するには、最終的には放流コスト（種苗単価等）と水揚げ回収金額とを比較した経済効率（水揚げ回収金額／放流コスト）を求める必要があります。そこで、図 6 で示した回収率の結果を、経済効率で示しました（図 7）。

大型種苗を放流した場合、回収率が高くても放流コストが高いため経済効率は低くなったケースが多く、逆に小型種苗の場合は、回収率があまり高くなくても放流コストが低いため、経済効率はかえって高くなる傾向がみられました。そのため、もともと小型サイズの方が回収率の高かった常滑・野間地区の場合ももとより、他の地区の経済効率も、小型サイズの方が大型サイズよりも高いか、または放流サイズに関係なくおおむね等しいという傾向がみられました。

なお、図 7 で示した結果では経済効率が 1 を下回っている事例もありますが、

この図は静岡県内で水揚げされた 1 歳魚のみの結果をまとめたものです。愛知県および三重県においても静岡県とほぼ同等の水揚げがあり、さらに 2 歳魚以上での水揚げ回収結果を含めると、東海三県全体ではこの 3 倍以上の経済効果があることとなります。従って、回収率から放流適地と判断された地区についてはすべての事例で経済効率が 1 を上回り、トラフグの放流適地における放流事業は経済的に高い効果があることが分かりました。

### おわりに

トラフグの栽培漁業は、資源の維持増大のためには非常に有効であり、経済的にも優れていることが分かりました。しかし、コストをかけずに大型種苗を生産・放流することができれば、より高い回収率と経済効率が得られるため、今後は種苗生産・放流における低コスト化が必要でしょう。また、より効果を高めるためにも同一資源を利用している愛知県および三重県の関係者と連携をより密にし、放流適地への効率的な放流が可能となるよう広域的な放流協力体制の構築を図る必要があります。さらには、将来にわたって資源を維持増大するため、種苗放流だけでなく、更なる資源管理への取り組みも合わせて行い、資源の有効利用を図る必要があります。

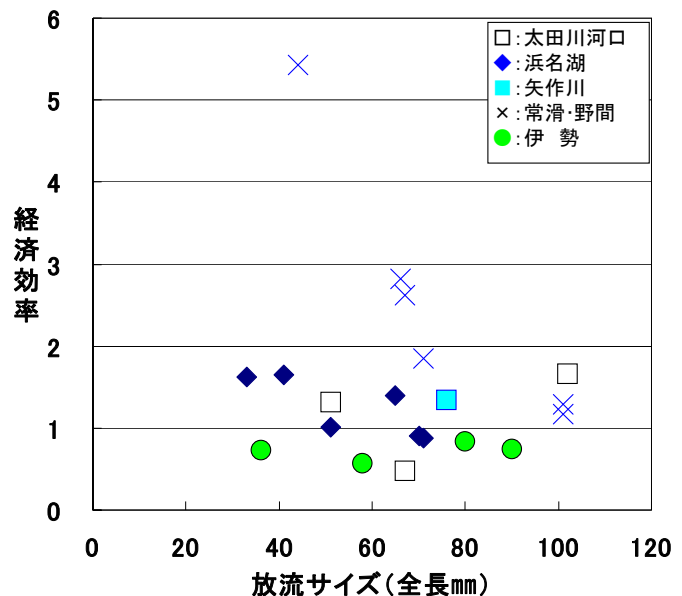


図 7 放流サイズ別経済効率

水産技術研究所浜名湖分場  
主任研究員 小泉康二

## 参考文献

- 1) 山口県・福岡県・長崎県・三重県・愛知県・静岡県・秋田県，2000．平成7～11年度放流技術開発事業報告書（トラフグ），139pp.
- 2) 山口県・福岡県・長崎県・三重県・愛知県・静岡県・秋田県，2005．平成16年度資源増大技術開発事業報告書回帰性回遊種（トラフグ），85pp.
- 3) 田中寿臣・中西尚文・阿知波英明・町田雅春・大河内裕之，2006．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．栽培漁業技術開発研究，34（1），43～51.
- 4) 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によるイラストマー標識の脱落補正方法の検討．栽培漁業技術開発研究，34（1），53～58.
- 5) 中島博司，1991．熊野灘、遠州灘のトラフグ資源について．水産海洋研究，55（3），246～251.
- 6) 藤田矢郎，1988．日本近海のフグ類．水産研究叢書，39，50～90.

平成20年10月発行

静岡県産業部振興局研究調整室

〒420-8601

静岡市葵区追手町9-6

TEL 054-221-2676

