

飼育手法の改良によるトラフグ良質種苗の生産試験

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2025-06-25 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 鈴木, 重則, 成生, 正彦, 榮, 健次 メールアドレス: 所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2014753

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



飼育手法の改良によるトラフグ良質種苗の生産試験

鈴木 重則・成生 正彦・榮 健次

(南伊豆栽培漁業センター)

トラフグ *Takifugu rubripes* は主に遠州灘, 日本海西部, 瀬戸内海周辺および東シナ海に分布する我が国沿岸漁業における重要な魚種の1つである。本種は, 歯ごたえのある淡泊な身で古来より日本人を魅了し, トラフグ漁業に係わる地域の伝統文化や多彩な食文化の形成にも寄与してきた。その経済的価値は非常に高く, キロ単価は浜値で1万円を超える。本種の流通・消費は, 過去には下関や北九州周辺に限られていたが, 養殖魚の台頭や, 遠州灘周辺資源の開発により日本全国に拡大しつつある。しかしながら近年, 我が国周辺水域のトラフグ3系群(日本海・東シナ海系群, 瀬戸内海系群および伊勢・三河湾系群)は乱獲や環境変動により, 資源水準は低位, 資源動向は減少傾向と評価されている¹⁾。そのため, 人工種苗放流等による積極的な資源回復に向けた対策を講じて, 漁獲量の安定を図る研究開発が必要とされている。

一方, トラフグ仔稚魚の飼育は1960年に藤田²⁾が初めて成功した後, 山口県水産種苗センターで量産が始まり, 現在では日本各地で年間200~400万尾の人工種苗が放流を目的として生産されている³⁾。トラフグの種苗生産では, ふ化15日目, 全長4~6mm に達した頃から仔魚同士の噛み合いが激しくなり, 尾鰭の欠損および大量死亡などが発生し, 種苗の安定生産を行う上で大きな問題となっている⁴⁾。また, 高率で尾鰭欠損の認められる生産群では, 正常な生産群と比較して放流効果が低いという報告もあり⁵⁾, トラフグの栽培漁業技術を確立する上でも解決しなければならない課題となっている。

南伊豆栽培漁業センターでは, トラフグ伊勢・三河系群をモデルとして, 人工種苗の放流を核とした水産資源の持続的利用を目指した研究開発を進めている。その一環として, 県栽培漁業センター等への開発した種苗生産技術の供与, および, 放流試験に供するためトラフグ人工種苗の量産試験を行っている。本種苗生産試験では, 南伊豆栽培漁業センターで従来から行ってきた飼育方法に加えて, 飼育水への貝化石の添加, 照度の調整および給餌手法の変更を試みた結果, 種苗同士の噛み合いによる尾鰭の欠損がほとんど発生せず, 良好な生産結果が得られたので報告する。

材料と方法

飼育手法の改良 生産試験は3回実施し, それぞれ4月14日(試験1), 4月26日(試験2)および5月3日(試験3)から開始した(表1)。本試験では, 飼育手法の改良として, 貝化石の微粉末(リヴァイタルグリーン; グリーンカルチャー)を飼育水に添加し, 日齢10~24までは1日1回, 7時に500g/槽, 日齢25以降は1日2回, 7時と11時にそれぞれ500g/槽を散布した。なお, 従来の飼育方法では, 日齢30~40に実施する分槽までの期間は上記の日齢10~24と同様の方法で貝化石を利用していたが, 分槽後には貝化石の添加は行わなかった。

照度については, 本試験では仔魚の摂餌を促進させる目的で, 日齢20までは種苗生産棟内の蛍光灯を6~20時までタイマーで点灯し, 水面付近での照度を200~400 lx(デジタル照度計 T-1M; ミノルタ)とした。日齢20以降は暗幕, 寒紗および天井へ向けて設置した200W のレフランプ(6~19時までタイマーで点灯)を利用して, 水面付近での照度を50 lx 以下とした。なお, 従来の飼育方法では, 飼育期間を通して種苗生産棟内の蛍光灯を点灯し, 日齢20以降に照度を低下させることはしなかった。

給餌手法は, 従来の飼育方法ではシオミズツボワムシ(以下, L型ワムシ), アルテミア幼生, 冷凍コペポーダ(有アイエスシー), 配合飼料および冷凍アメビを利用していたが, 本試験では冷凍アメビは利用しなかった。

供試魚 試験に用いたふ化仔魚は, 南伊豆栽培漁業センターの100kℓ容量のコンクリート製角型水槽で短期養成したトラフグ天然親魚から人工授精により得たもので, 各試験区の収容尾数は試験1で22.6万尾(収容密度4,520尾/kℓ), 試験2で13.9万尾(同2,780尾/kℓ), および試験3で29.7万尾(同5,940尾/kℓ)とした。

飼育方法 飼育水槽には50kℓ容量の国防色コンクリート製角型水槽を使用した。通気は飼育水にゆるやかな水流を発生させるために, 水槽の四隅に設置したユニホースで行った。注水は, 日齢25までは夕方から翌朝のみ1~3kℓ/時間とし, 日中は給餌した生物餌料の流出を防止するために止水とした。配合飼料の給餌を開始した日齢25以降は常時3~5kℓ/時間の一定水量の注水を行うことで飼育環境の維持を図った。ふ化仔魚収容時の飼育水温

表 1 トラフグ種苗生産試験における給餌スケジュール (2006 年)

日 齢	給 餌 時 間														
	AM					PM									
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
3					R										
12					R		Ar								
17		Ar			R		Ar				Ar				
21		Ar			Ar		Ar		Ar		Ar				
25		AD	Ar		Ar		Ar		Ar		Ar				
30		AD			Ar		Ar		Ar						
32		AD					Ar		Ar						
35		AD					Ar		Ar					AD	
46		AD							C					AD	
50		AD							C					AD	

R : ワムシ, Ar : アルテミア幼生, C : 冷凍コペポーダ, AD : 配合飼料 (手撒き)

点線 : 配合飼料を自動給餌器により30分間隔で給餌

表 2 トラフグの種苗生産試験の概要 (2006 年)

試験区	収 容					取 り 上 げ					
	水槽容量	水槽数	収容日	収容尾数	収容密度	水槽数	飼育 日数	取上尾数 (万尾)	密度 (尾/kℓ)	生残率 (%)	平均全長 (mm)
	(kℓ)	(面)		(万尾)	(尾/kℓ)						
1	50	1	4月14日	22.6	4,520	2	52	12.5	1,250	55.3	36.8
2	50	1	4月26日	13.9	2,780	2	71	11.6	1,160	83.5	57.7
3	50	1	5月3日	29.7	5,940	2	50	21.7	2,170	73.1	35.6
				66.2				45.8		69.2	

表 3 生産年度によるトラフグ種苗の日齢別平均全長の比較

日 齢 (日)	2001~2005		2006	
	平均全長 (mm)	範囲	平均全長 (mm)	範囲
10	4.3	(3.9~ 4.4)	4.4	(4.0~ 4.7)
20	7.8	(6.3~ 9.4)	7.9	(7.4~ 8.9)
30	14.2	(12.8~15.5)	14.3	(13.6~15.4)
40	25.0	(19.5~27.4)	25.2	(24.3~26.1)
50	31.5	(28.4~33.6)	35.0	(34.4~35.6)

表 4 2006 年トラフグ種苗生産試験における取り上げ時のサイズ測定結果および尾鰭正常度の測定結果

試験区	標本数 (尾)	日 齢 (日)	全長 (mm)	体長 (mm)	体重 (g)	尾 鰭 正 常 度 (%)							
						標本数 (尾)	50	60	70	80	90	100	平均
1	30	52	36.8±2.5 (31.5~44.2)	31.6±2.1 (27.1~37.8)	1.48±0.30 (0.87~2.35)	104	2 1.9%	2 1.9%	16 15.4%	28 26.9%	40 38.5%	16 15.4%	84.4%
2	30	71	57.7±4.7 (51.4~66.1)	48.7±4.1 (42.2~56.5)	4.47±1.12 (2.81~6.74)	80			10 12.5%	38 47.5%	26 32.5%	6 7.5%	83.5%
3	30	50	35.6±2.5 (30.5~40.6)	29.7±2.1 (25.7~34.1)	1.12±0.25 (0.72~1.81)	115			4 3.5%	16 13.9%	43 37.4%	52 45.2%	92.4%

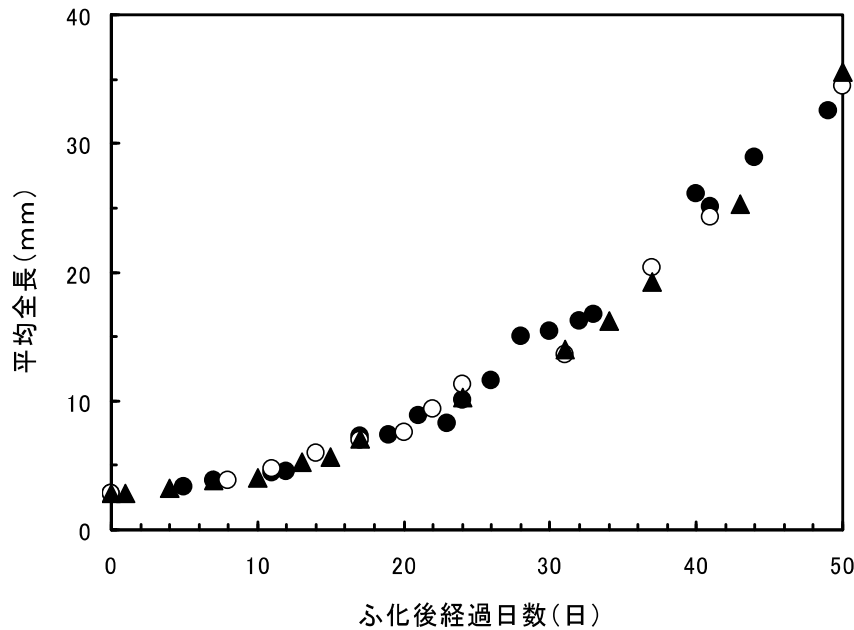


図1 トラフグ仔稚魚の成長 (2006 年)

● 1区 ○ 2区 ▲ 3区

は卵管理水温と同じ17℃とし、収容翌日から0.5℃/日の割合で昇温し20℃を維持した。底掃除は、種苗を取り上げる2日前および1日前の2回行い、直径25mmのサイフォンホースにより水槽底の沈殿物を排除した。底掃除は同じ水槽を4～5人で同時に行い、1時間以内で済ませた。

飼餌料には、L型ワムシ（給餌期間：日齢3～20）、アルテミア幼生（日齢12～45）、冷凍コペポダ（日齢35～55）、および配合飼料（日齢25～取り上げ）を用いた（表1）。L型ワムシの給餌は1日1回（午前9時）とし、スーパー生クロレラV-12（クロレラ工業）を給餌の24時間前に2.50/kℓ、および給餌の1時間前に0.50/kℓ添加することにより栄養強化した。また、給餌したL型ワムシが飼育水槽内で飢餓状態となることを防止するため、スーパー生クロレラV-12を9時と14時の1日2回（10/槽/回）飼育水槽へ添加した。

アルテミア幼生は脱殻処理した耐久卵を28℃、48時間でふ化させた後、スーパーカプセルA1（添加量300ml/kℓ；クロレラ工業）とパウッシュA（添加量80ml/kℓ；オリエンタル酵母）を隔日で交互に利用して24時間の栄養強化を行った。1日の給餌回数は1～5回とした。

冷凍コペポダは、冷凍のブロック状態で300g程度をプラスチック製のザルに入れ、飼育水中に垂下して自然解凍させる方法で給餌した。

配合飼料にはトラフグ2号、3号および4号（オリエンタル酵母）とオトヒメB2、C1およびC2（日清丸紅）を用

いた。給餌方法は、餌付け時は早朝のみ手撒きで与え、半数の個体で配合飼料の摂餌が認められた以降は自動給餌器（KS-05L；松阪製作所）により5時から19時まで30分間隔で給餌するとともに（表1）、早朝6時と夕方18時にはさらに手撒きで飽食量を与えた。なお、摂餌状況の確認は、種苗を2枚のスライドガラスで押しつぶし、胃内容物を実体顕微鏡下で観察する方法で行った。

分槽と取り上げ 分槽は、日齢30～40の夜間に電灯（60Wの白熱電球1個）で集めた種苗を、直径65mmのサイフォンホースを利用して分槽先水槽へ移した。なお、分槽作業による水質の急変を防止するために、分槽先水槽は24時間前から飼育水槽からの排水で満水にした。さらに、分槽中には分槽先水槽からの排水を水中ポンプで再び飼育水槽へ戻した。

試験1では、分槽直前の日齢31に底掃除を行い、底掃除の前日と当日は貝化石の添加を休止した。種苗の取り上げおよび計数（生産尾数の推定）は、平均全長が40mm以下の場合には魚数計（FCH-10A；日本海洋）を利用し、40mm以上では重量法により推定した。取り上げた種苗については、各試験区とも30尾について全長、体長および体重を測定した。また、各試験区とも80尾以上について、尾鰭の欠損面積を指標として10段階に類別した尾鰭正常度⁷⁾を測定した。なお、尾鰭正常度は尾鰭の欠損が無い場合には100%、半分が欠損している場合には50%、尾鰭がほとんど無い場合には10%とした。

結 果

飼育試験の結果を表2に示した。本試験での仔稚魚の成長を見ると(図1), いずれの試験区でも成長の停滞は認められなかった。2001~2005年に行った種苗生産試験での成長と比較すると(表3), 日齢40では両者ともに25mm程度とほとんど違いはなかったが, 日齢50では過去の飼育事例が32mm程度であるのに対し本試験では35mmと顕著な差が認められた。

取り上げ時の生残率(表2)は, 試験1で55.3%(取り上げ尾数12.5万尾), 試験2で83.5%(同11.6万尾), 試験3で73.1%(同21.7万尾)と良好な結果が得られた。種苗同士の噛み合いは, 試験1で31日目と32日目に頻発したが, それ以外の時期および試験2, 3では目立った噛み合いは見られなかった。その結果, 尾鰭正常度(%)は, 試験1で84.4%, 試験2で83.5%, 試験3で92.4%であった(表4)。

考 察

本試験で生産したトラフグ種苗では, 成長の停滞や大量死亡はほとんど認められず, 2001~2005年に行った飼育事例と比較して良好な結果が得られた。特に成長では, 日齢40の平均全長は約25mmと過去の飼育事例と顕著な差は認められなかったが, 日齢40以降では本試験での成長が良好であった。これは, 本試験での日齢30以降の給餌が配合飼料主体であり, 過去の飼育事例における冷凍アミエビと配合飼料(重量比で3:1)の併用給餌との違いによると考えられた。

種苗同士の噛み合い防止に適した飼育条件を検討するため, 畑中⁷⁾は飼育水槽の色, 照度および飼育密度とトラフグ種苗の成長および噛み合い発生状況との関連性を調査し, 全長約36mmの種苗では黒色水槽, 1,000 lx, 600尾/kℓが好適飼育環境であると報告している。また, 韓ら⁸⁾はトラフグ種苗の成長, 生残および尾鰭の損傷状況から, 適正収容密度は全長10~40mmでは2,800尾/kℓ程度, 全長30~50mmでは600尾/kℓ程度, 50~75mmで100尾/kℓ程度であると報告している。

本試験の飼育条件を見ると, 飼育に利用した水槽は黒色に近かったことから, 畑中が指摘したように黒色水槽の利用は種苗の噛み合い防止に有効であったと考えられた。

照度については, 日齢20以降を50 lx以下の低照度に維持することに加えて, 貝化石の添加により水中照度を低下させたことで, 噛み合いをほぼ防止することができた。本試験の照度条件は畑中が好適とした1,000 lxより大幅に下回ったが, 平均全長36mm時点での飼育密度を1,000

~2,000尾/kℓ(畑中⁷⁾の2~3倍)としても噛み合いが発生しなかったことから, 極端な低照度によりさらに収容密度を高められる可能性が示された。

韓ら⁸⁾の示した適正収容密度は, 種苗サイズの増加に伴って急激に低下するが, 本試験の飼育方法により平均全長58mm以降(試験2)でも約1,000尾/kℓの高密度で噛み合いを発生させずに飼育を継続できる可能性が得られた。

本試験では, 試験1で日齢31~32に若干の噛み合いが認められたが, 全体的には良好な結果が得られ, 取り上げた種苗の尾鰭正常度は83.5~92.4%の範囲であった。畑中⁷⁾の実験に供試された稚魚(日齢45, 平均全長36mm)の尾鰭正常度は90%以上であったが, 試験開始10日後および20日後における尾鰭正常度は最も良好な試験区においても70%程度であった。このことから, 本試験の飼育条件が噛み合いの防止に適していたと考えられた。また, 松村⁵⁾は尾鰭の約半分が欠損した放流群の放流効果は, 正常な放流群より低いと報告している。尾鰭の半分程度が欠損している個体を尾鰭正常度50%と考えると, 本試験で生産した種苗で尾鰭正常度50%以下の個体は試験1では1.9%であり, 本試験では良質な種苗が生産できたと考えられた。なお, 試験1で日齢31~32(全長14mm程度)に見られた噛み合いは, 分槽のため貝化石の添加を一時中止し, 底掃除を実施した時期と一致しており, 貝化石添加と底掃除を実施しないことが, この時期の噛み合い防止に何らかの効果があつたものと推察された。

本試験において噛み合いがほとんど発生しなかった要因として, ①日齢20以降の照度を50 lx以下にしたこと, ②飼育水への貝化石の懸濁により水中照度を低下させたこと, さらに③貝化石の添加により残餌や排泄物などを吸着し水槽底部に沈める効果が期待され, 底掃除や排水用具の清掃作業が大幅に削減でき種苗へのストレスが軽減されたこと, などが考えられた。ただし, 貝化石の作用機序についてはまだ充分には解明されていないが, キジハタ⁹⁾やクエ^{10, 11)}の種苗生産においても貝化石の使用により良好な生産結果が得られている。

今後は, 飼育水への貝化石の添加効果について科学的な検証を進めるとともに, 水面照度, 水中照度, 濁度, 給餌方法および飼育密度と噛み合い発生との関係を把握し, 良質な種苗を効率的に生産する技術の開発を進めたい。

文 献

- 1) 水産庁増殖推進部(2005)平成17年度我が国周辺水域の漁業資源評価第3分冊, 1282-1337。

- 2) 藤田矢郎 (1988) 日本近海のフグ類. (社) 日本水産資源保護協会, 50-111.
- 3) 社団法人全国豊かな海づくり推進協会 (2007) 平成17年度における全国の種苗生産および種苗放流の状況について. 1-9.
- 4) 鈴木伸洋・岡田一宏・神谷直明 (1995) 人工飼育トラフグ仔稚魚期の器官形成と行動の変化. 水産増殖, **43**, 461-474.
- 5) 松村靖治 (2005) 有明海におけるトラフグ *Takifugu rubripes* 人工種苗の当歳時の放流効果と最適放流方法. 日水誌, **71**, 805-814.
- 6) 放流技術開発事業トラフググループ (2000) III測定・解析マニュアル. 平成7~11年度放流技術開発事業報告書 (トラフグ), 137-139.
- 7) 畑中宏之 (1997) トラフグ稚魚の成長と尾鰭の形状に及ぼす飼育水槽の色, 照度および飼育密度の影響. 日水誌, **63**, 734-738.
- 8) 韓 慶男・松井誠一・古市政幸・北島 力 (1994) トラフグ幼稚仔の収容密度が成長, 生残率及び尾鰭欠損率に及ぼす影響. 水産増殖, **42**, 507-514.
- 9) 津村誠一・高野正嗣・小畑泰弘・與世田兼三 (2004) キジハタの初期飼育における貝化石の添加効果. 栽培漁業センター技報, **1**, 45-48.
- 10) 本藤 靖・照屋和久・高橋 誠 (2004) 貝化石添加によるクエ種苗生産手法の有効性について. 栽培漁業センター技報, **1**, 52-54.
- 11) 小金隆之・兼松正衛 (2004) 飼育水への貝化石の添加がクエの成長, 生残および水質に及ぼす影響. 栽培漁業センター技報, **2**, 17-21.