

ブリ人工種苗を2年間養成した親魚を用いた12月採卵の成功

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: 浜田, 和久, 虫明, 敬一
	メールアドレス:
	所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2014580

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



ブリ人工種苗を2年間養成した親魚を用いた 12月採卵の成功

浜田和久^{*1}・虫明敬一^{*2}

Advanced spawning in December from two-year-old cultured yellowtail *Seriola quinqueradiata* broodstock

Kazuhisa HAMADA and Keiichi MUSHIAKE

Two-year-old artificially reared yellowtail *Seriola quinqueradiata* successfully spawned in advance during December. The broodstock had an average body weight of 3.8kg with an average fork length of 55 cm. During the trial, the daylength was set to 8 hours (8L16D) for 10 days followed by a 10-hour daylength extension to 18 hours (18L6D) for the next 80 days, while the water temperature was maintained at 19°C prior to the HCG injection. The total eggs produced were 2.27×10^6 with a 31% survival rate after the first 10 days of larval rearing. These values were similar to those obtained from wild broodstock. Previously, the first spawning in wild broodstock was obtained from three-year-old fish, therefore this experiment showed that cultured broodstock were able to mature one year earlier with this advanced spawning technique.

2006年12月27日受理

ブリ *Seriola quinqueradiata* は、定置網や巻き網等の漁業で年間約5万トン、養殖では年間約15万トンの生産量を誇るわが国の水産業の中でも最も重要な魚種の一つである。本種の養殖は1960年頃から西日本を中心に取り組みが始まり、その後、養殖技術の進展に伴い急速に発展してきた。しかし、養殖用種苗は、いまだにほぼ100%を天然種苗（モジャコ）に依存しており、天然海域で成熟した親魚が2～3月に東シナ海から薩南海域で産卵し¹⁾、黒潮に乗って北上する流れ藻についた天然種苗が漁獲されて使われている。この養殖用天然種苗は、資源量の豊凶に左右され毎年安定して入手できる保証はないため、養殖用人工種苗の量的かつ安定的確保が強く期待されている。

ブリの人工種苗生産に関する技術開発は、1960年に近畿大学で開始された²⁾。その後、多くの研究者によって取り組まれ²⁻¹³⁾、現在では天然種苗から養成された親魚（以下天然養成親魚と記す）を用いて、地先の海水温が19℃に達する4月下旬から5月上旬の通常の産卵

期における採卵技術はほぼ確立されている。しかし、天然養成親魚から良質な卵を大量かつ安定的に採卵できるようになるまでには、通常、3年以上の養成期間を必要としている¹¹⁾。一方、中田ら^{12, 13)}は、天然養成親魚を用いた人工授精による採卵試験において、卵数や卵質に問題が残されるものの、2歳魚でも採卵が可能であったことを報告している。養殖用人工種苗の生産を前提とした若齢魚からの早期採卵技術の開発は、餌料費や人件費などに関わる種苗の生産コストの低減には有用であるだけでなく、生産される種苗は、計画的かつ安定的に種苗の供給が可能という人工種苗本来の利点に加えて、早期採卵により同じ時期の天然種苗より有意に大きいという長所を併せ持つという点でも大いに期待されている。

最近の研究において、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（以下五島栽培センターと略記）では、天然養成親魚の飼育環境条件（特に日長と水温の両条件）を制御することにより、これまで

*1 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 〒853-0508 長崎県五島市玉之浦町布浦122-7

(Goto Station, National Center for Stock Enhancement, Fisheries Research Agency, Tamanoura, Goto, Nagasaki 853-0508, Japan)

*2 独立行政法人水産総合研究センター養殖研究所栽培技術開発センター 〒879-2602 大分県佐伯市上浦大字津井浦

の天然養成親魚の産卵期よりも約4カ月、天然親魚よりも約2カ月早い12月における早期採卵技術が開発された¹⁴⁾。五島栽培センターでは、この12月産卵試験¹⁴⁾で得られた卵を用いた種苗生産試験を行い、陸上水槽で取り上げた人工種苗を海上小割生簀で約1年8カ月養成した。その後、陸上水槽に収容し日長と水温両条件の制御を約3カ月間の行うことにより、人工種苗から養成した親魚（以下人工養成親魚と記す）の満2歳で12月産卵させることに初めて成功した。本稿では、これらの試験結果について以下に報告する。

材料および方法

供試親魚 試験に供した親魚は、五島栽培センターで平成15年12月に天然養成親魚を用いた早期採卵試験で得られた卵（12月25日採卵分）由来のふ化仔魚を用いて、同センターの陸上水槽（コンクリート製、実容量8kl）で種苗生産し、取り上げた人工種苗を平成16年3月23日に海上小割生簀（角型、縦4m×横4m×深さ4m）に収容し、その後、約1年5ヵ月飼育した人工養成2歳魚（平均尾又長55cm、平均体重3.7kg）28尾（♂：♀＝14：14）である（表1）。これらの人工養成親魚を平成17年8月25日に試験区と対照区に二分し、別の陸上水槽（コンクリート製、実容量80kl）2面にそれぞれ14尾（♂：♀＝7：7）を収容し、市販の配合飼料（ハマチEPキング、坂本飼料製）を週に3回の割合で魚体重の約3%を目安に飽食量を給餌した。また、水槽への馴致を目的として、供試親魚を水槽に収容した後、17日間は自然環境条件下で飼育した。

環境条件の制御 供試親魚を陸上水槽に収容し、自然環境条件下で17日間の水槽馴致が終了した翌日（環境制御開始0日後とする：平成17年9月11日）から、試験区では以下に述べる日長および水温の両条件を制御した。

日長条件は短日処理と長日処理を組み合わせで制御した。すなわち、短日処理は8：00から16：00までの8時間は明期として自然光条件下で飼育し、16：00から翌朝8：00までの16時間は水槽全体を遮光幕（遮光率100%；ボンガードZT-2602F、日本ウェーブブロック）で覆って暗期とした（8L16D）。短日処理の期間は、9月11

日から9月20日までの10日間とした。長日処理は、短日処理が終了した翌日より6：00から24：00までの18時間タイマー制御により水槽直上部に設置したレフランプ（500W）2灯を点灯して明期とし、24：00から翌朝6：00までの6時間はランプを消灯させて暗期とした（18L6D）。長日処理の期間は、9月21日から12月10日までの80日間とした。なお、対照区は水槽収容直後から試験期間を通して自然日長とした。長日処理期間中のレフランプ点灯時の照度は、レフランプ直下の水面上で2,500～3,000lxであった。

次に、試験区における水温条件は、水槽収容直後から自然条件とし、その後、自然水温が19℃を下回るようになった時点から加温により最低水温を19℃に維持した。一方、対照区では試験期間を通して自然水温とした。なお、自然水温は試験開始時の27℃から徐々に低下し、12月上旬で19℃を下回った。

成熟度調査と誘発産卵 水槽収容時（8月25日）、環境制御開始後40日後（短日処理10日+長日処理30日；10月21日）および同90日後（短日処理10日+長日処理80日；12月10日）にカニニューレを用いて卵巣卵の一部を採取し、万能投影機（V-12、ニコン製）を用いて得られた試料の中で最大卵径を有するサンプル30粒の卵径を測定して平均値を求め、平均卵巣卵径と表記して、成熟度の指標とした。平均卵巣卵径は、試験区と対照区との間でStudentのt検定により統計学的検定を行った。また、環境制御開始90日後にはヒト胎盤性生殖腺刺激ホルモン（human chorionic gonadotropin：HCG）をすべての供試魚の背部筋肉内に魚体重1kg当たり600IUとなるように注射し、水槽内での産卵を誘発した。

HCGを注射した2日後に水槽内に産出された卵の回収からふ化までの卵管理の方法は既報¹¹⁾に準じた。すなわち、産出された卵は、水槽内に設置したサイフォン（直径50mm、4本）により飼育海水とともに隣接した採卵用水槽（0.5klポリカーボネイト製円形）に設置した採卵ネット（直径70cm×深さ60cm、ゴース地）に導入してろ過収集する方法で回収した。これらの卵は、メスシリンダー（容量2l）を用いて浮上卵と沈下卵に分離し浮上卵率を求めた後に、浮上卵のみを水温20℃に調温したふ化水槽（8klコンクリート製水槽）に設置したふ化ネット（直径90cm×深さ75cm、ゴース

表1. 12月産卵試験に供した親魚の大きさ

設定区	由来	年齢	尾数 (♂：♀)	平均尾又長±SD*1(cm) (最小～最大)	平均体重±SD(kg) (最小～最大)	平均肥満度±SD (最小～最大)
試験区	人工*2	2	14 (7：7)	55.5±1.2 (53.5～57.0)	3.8±0.3 (3.3～4.2)	22.2±1.1 (20.4～23.4)
対照区	人工	2	14 (7：7)	54.8±1.1 (53.0～56.0)	3.5±0.3 (3.2～4.3)	22.2±1.0 (20.9～24.5)

*1 SDは標準偏差を示す。

*2 人工とは人工的に種苗生産された種苗を養成したことを示す。

地)に収容した。そして、ふ化ネット内には通気(700 ml/分)と注水(6.5 l/分)をしながらふ化まで管理した¹⁰⁾。ふ化までの間に発生が停止してネット内に沈下した卵は適宜除去した。卵の発生段階が桑実期以降に達した段階で100粒の卵を検鏡し、受精率、卵径および油球径を測定した。受精率は、先ず浮上卵中に占める受精卵数の割合で求め、最終的には総採卵数に対する受精率に換算した。ふ化が完了した時点で比容法¹¹⁾によりネット内のふ化仔魚数を計数し、総採卵数に対するふ化率を算出した。

仔魚の活力判定 仔魚の活力判定は、採卵を行う毎に得られた仔魚(日齢0;平均全長 3.7 ± 0.3 mm)を用いて虫明ら¹⁵⁾の方法により水温20℃で飢餓耐性試験に基づき無給餌生残指数(survival activity index:SAI)を算出した。また、初回産卵で得られた仔魚(日齢0)を用いて小型水槽(0.5 kl)で日齢10までの飼育(以下初期飼育とする)を行い、初期飼育における成長と生残率を調査した。仔魚5,000尾を計数しながら水槽に収容し、飼育水温はウォーターバス方式により19.8~22.3℃に維持した。初期飼育は従来のブリ種苗生産の方法¹⁶⁾に準じた。すなわち、餌料にはシオミズツボムシ*Brachionus plicatilis*を給餌し、日齢10(初期飼育終了時)に達した段階で全数を取り揚げて生残尾数を計数して生残率を算出するとともに、30尾について仔魚の全長

測定を行った。

結 果

成熟度調査 陸上水槽への収容時の試験区および対照区における平均卵巢卵径は、それぞれ $127.3 \pm 10.9 \mu\text{m}$ および $125.8 \pm 9.8 \mu\text{m}$ であった(図1)。環境制御開始40日後は、それぞれ $138.1 \pm 8.9 \mu\text{m}$ および $132.5 \pm 8.5 \mu\text{m}$ と両区間で有意な差は認められなかったが、同90日後には対照区で $141.0 \pm 13.4 \mu\text{m}$ であったのに対して、試験区では $734.4 \pm 36.2 \mu\text{m}$ と対照区よりも有意($p < 0.01$)に大きかった。また、環境制御開始90日後において、HCG注射により採卵が可能な $700 \mu\text{m}$ 以上の平均卵巢卵径を有する個体は、試験区では供試した7尾中6尾(85.7%)出現したが、対照区では全く確認できなかった。

誘発産卵と初期飼育 試験区ではHCG注射から2日後の12月12日から16日までの5日間産卵が見られ、その間の総採卵数は227万粒であった(表2)。総採卵数に対する受精率やふ化率等の成績および受精卵の卵径は、これまでの天然養成親魚での12月産卵成績¹⁴⁾と比較しても遜色なかった。また、得られたふ化仔魚のSAIの平均値および日齢10までの初期飼育における仔魚の生残率においても、それぞれ20.7および31.8%と、従来の試験結果とはほぼ同様の値を示した(表3)。

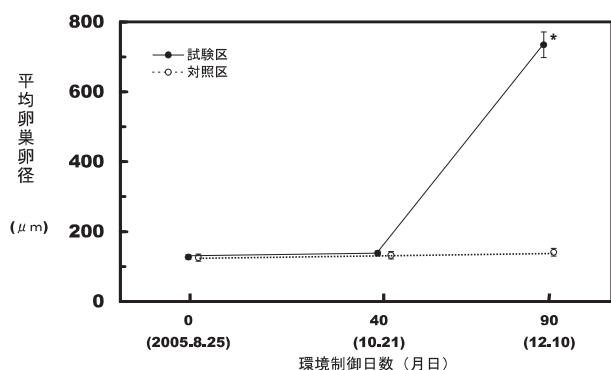


図1. ブリ人工2歳魚による12月採卵試験における平均卵巢卵径の経時的変化

*統計的有意差あり ($p < 0.01$, Student t-test)

考 察

今回の試験により、人工養成親魚(満2歳魚)を用いた場合でも、天然養成親魚(満3歳以上)の場合と同様に、飼育環境条件(特に日長と水温の両条件)を制御することにより卵黄形成を促進し、卵巢卵径を有意に増大させ、HCG注射を行うことで12月の採卵が可能であることが初めて判明した。さらに人工養成親魚の場合には、天然養成親魚よりも環境条件の制御を行った際に成熟度の同調性が高かった。すなわち、天然養成親魚を用いたこれまでの12月産卵試験において、環境制御開始90日後の雌親魚の平均卵巢卵径とその標準偏

表2. ブリの人工養成2歳魚における12月産卵の結果

設定区	産卵期間 (日数)	総採卵数 (万粒)	受精卵		平均卵径 (μm) $\pm$ SD*2	平均油球径 (μm) $\pm$ SD	ふ化仔魚数 (万尾)	ふ化率*3 (%)	雌親魚1尾当りの	
			数 (万粒)	率*1 (%)					採卵数 (万粒)	ふ化仔魚数 (万尾)
試験区	2005年12月12日 ~12月16日 (5日)	227.3	155.9	68.6	1162.5 ± 28.6	278.2 ± 12.1	31.5	13.9	25.2	3.5
対照区	(0日)	0	—	—	—	—	—	—	—	—

*1 受精率は総採卵数に対する受精卵数の割合で求めた。

*2 SDは標準偏差を示す。

*3 ふ化率は総採卵数に対するふ化仔魚数の割合で求めた。

表 3. ブリの人工養成 2 歳魚から 12 月に得られた仔魚の初期飼育試験の結果

設定区	仔魚のSAI 平均値 (最小～最大)	飼育機関 (日数)	水槽の 大きさ (l)	飼育水温 (℃)	収容尾数 (尾)	日齢 0 (収容時) の全長 (mm)	日齢 10 (終了時) の	
							生残率 (%)	全長 (mm)
試験区	20.7 (16.4～23.2)	2005年12月15日 ～12月25日 (10日)	500	19.8～22.3	5,000	3.7±0.3*	31.8	5.3±0.4*
対照区	—	—	—	—	—	—	—	—

* 平均全長±標準偏差

差は 2002 年で $690 \pm 81 \mu\text{m}$, 2003 年で $543 \pm 104 \mu\text{m}$ および 2004 年で $598 \pm 137 \mu\text{m}$ であったのに対して¹⁴⁾, 人工養成親魚では $734 \pm 36 \mu\text{m}$ と個体間のばらつきが非常に小さかった。また, 中田ら¹⁷⁾によってHCG 注射による採卵が可能な平均卵巣卵径は $700 \mu\text{m}$ 以上と報告されているが, その値を有する個体の出現率(平均卵巣卵径が $700 \mu\text{m}$ 以上の個体数/試験に供試した雌親魚数 $\times 100$)も同様にこれまでの 12 月採卵試験においては, 2002 年 33.3%, 2003 年 0 %および 2004 年 20.0 %^{*1} に対して, 85.6 %と高く, 成熟度の同調性が高いことが示唆された。しかしながら, 天然養成親魚の場合, 年度ごとの結果に大きな変動が認められることから, 今回の結果が人工養成親魚の特性であることを示すには十分でなく, 再現性を確認する必要がある。一方, 仔魚の SAI や初期飼育試験においては, 天然養成親魚を用いた 12 月産卵試験では SAI が 2002 年で 15.3, 2003 年で 19.2 および 2004 年で 19.8, 日齢 10 における仔魚の生残率は 2002 年で 14.1%および 2004 年で 36.7%であったのに対して¹⁴⁾, 本試験では SAI が 20.7 および日齢 10 における仔魚の生残率は 31.8 %とほぼ遜色ない結果であり, 卵質においても天然養成親魚の 12 月産卵とはほぼ同等の成績が得られた。12 月あるいは 2 月の早期採卵の場合, 産卵試験に供する雌 1 尾当たりの産卵数やふ化率などの産卵成績および卵質の向上をもたらすような技術開発が課題とされており^{13, 14, 18)}, 人工養成親魚からの 12 月採卵についても同様な結果となった。今後, これらの課題を解決しつつ, 成熟の同調性をさらに高め, より効率的な産卵技術の開発も必要と考えられた。

これまで 4 月下旬から 5 月上旬の通常の産卵期において良質な卵を大量に確保するためには, 天然種苗を 3 年以上養成した満 3 歳以上の天然養成親魚が必要とされてきた¹¹⁾。本試験では人工養成親魚で, かつ満 2 歳魚でも環境条件の制御により, これまで採卵が可能とされていた年齢より 1 歳若く, かつ産卵期も約 4 カ月早い 12 月に採卵が可能であることが実証された。天然養成親魚の 2 歳魚を用いた場合でも, 購入して数カ月間養成し

た後に 3 月に採卵が可能であることは報告されているが¹³⁾, 12 月に採卵できた事例はない。特に, 養殖用人工種苗の生産を前提とした採卵を目的とした親魚養成において, 従来よりも若齢で小型の親魚が使えることとなり, 親魚の取り扱い等の作業性の向上や親魚養成期間の短縮化に伴う親魚養成コストの大幅な低減が期待できる。一方, これまで養殖用種苗の確保は, 天然種苗に全面的に依存していたために, その資源量の変動に大きく左右されて入手が不安定であったが, 人工養成親魚(2 歳魚)から得られた種苗を養殖用に供することで, 計画的かつ安定的な確保も可能となろう。このことにより, 天然種苗を採捕する必要がなくなり天然資源の保護にも貢献できることが期待される。また, 12 月産卵由来の卵を用いた種苗生産試験で生産された人工種苗は, 同時期と比較すると天然種苗より大きく, かつ 1 年間の飼育で体重 3 kg 前後の出荷サイズまでの育成が可能である^{*2}。これらの結果は, これまで天然種苗(モジャコ)の導入から市場への出荷までに約 2 年間必要とされてきたブリの養殖期間を 1 年に短縮できることを示すものであり, 今後, ブリ養殖に関わる大幅なコストの削減が強く期待される。さらに, これらの人工養成親魚から得られた種苗の継代を繰り返して選抜育種を行うことにより, 12 月産卵に適したブリ養殖用の親魚家系を作出することにも結びつくことが期待される。加えて, これらの採卵および飼育技術はブリだけでなく, 今後, 例えばカンパチ *Seriola dumelli* などの有用な魚類養殖への応用も十分期待できよう。

謝 辞

本試験を進めるに当たり, 貴重なご助言を頂いた水産総合研究センターの今村茂生前栽培漁業担当理事と業務推進部の福永辰廣次長を始めとする職員各位および種々のご配慮を頂いた五島栽培漁業センターの服部圭太場長を始めとする職員各位に感謝申し上げます。また, 実際の種苗生産現場で種々の作業に快くご協力

*¹ 浜田ら未発表*² 浜田ら未発表

頂いた五島栽培漁業センターの宿輪 仁氏, 岩村文一郎氏, 竹中次夫氏, 田中孝二氏, 角田 健氏ならびに川上さつき氏に感謝します。

文 献

- 1) 松田星二 (1969) 南西海区水域における魚卵・稚魚の研究— 1 出現種類と出現期. 南西水研研報, **2**, 49-83.
- 2) 原田輝雄 (1965) ブリの増殖に関する研究. 近畿大学農学部紀要, **3**, 1-291.
- 3) 道津喜衛 (1962) 採卵用親魚の育成. 日水誌, **28**, 549-551.
- 4) 榎田 晋・広沢国昭・落合 明 (1969) 高知県古満目漁場に来遊するブリ産卵群とシナホリンによる成熟促進について. 日水誌, **35**, 446-450.
- 5) 榎田 晋・落合 明 (1971) 産卵期前後における養成ブリの成熟について. 魚雑, **18**, 175-181.
- 6) 広沢国昭 (1972) ブリの採卵について. 栽培技研, **1**, 17-24.
- 7) 藤田矢郎・与賀田稔久・飯島秀雄 (1977) 人工ふ化・養成ブリからの採卵. 長崎水試研報, **3**, 16-22.
- 8) 落合 明・榎田 晋・ぶりの成熟と採卵に関する研究. 協会研究資料 12, 瀬戸内海栽培漁業協会, 神戸, pp. 15.
- 9) 有元 操・津崎龍雄・宿輪 仁 (1987) ブリの親魚養成と自然産卵. 栽培技研, **16**, 63-79.
- 10) 虫明敬一 (1996) シマアジおよびブリの親魚養成技術の開発に関する研究. 博士論文, 広島大学, 東広島, pp. 145.
- 11) 日本栽培漁業協会 (1999) ブリの親魚養成技術開発. 栽培漁業技術シリーズ 5, 日本栽培漁業協会, 東京, pp. 72.
- 12) 中田 久・中尾貴尋・荒川敏久・松山倫也 (2001) ブリの人工授精における排卵後経過時間と受精率との関係. 日水誌, **67**, 874-880.
- 13) 中田 久・中尾貴尋・荒川敏久・松山倫也 (2002) 養成ブリ 2 歳魚に対する HCG 投与の排卵誘導効果. 水産増殖, **50**, 235-236.
- 14) 浜田和久・虫明敬一 (2006) 日長および水温条件の制御によるブリの 12 月産卵. 日水誌, **72**, 186-192.
- 15) 虫明敬一・藤本 宏・新聞脩子 (1993) ブリふ化仔魚の活力判定の試み. 水産増殖, **41**, 339-344.
- 16) 山崎英樹・塩澤 聡・藤本 宏 (2002) 日本栽培漁業協会におけるブリ種苗生産の現状. 水産増殖, **50**, 503-506.
- 17) 中田 久・中尾貴尋・荒川敏久・松山倫也 (2005) ブリの成熟・排卵誘導における HCG 投与時の卵径と排卵時間, 卵量および卵質との関係. 日水誌, **71**, 942-946.
- 18) Mushiake K, Kawano K, Kobayashi T, Yamasaki T (1998) Advanced spawning in yellowtail, *Seriola quinqueradiata*, by manipulations of the photoperiod and water temperature. *Fish. Sci.* **64**, 727-731.