

ブリの2月採卵における日長制御方法の改良

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: 今泉, 均, 堀田, 卓朗, 河野, 一利, 山崎, 哲男 メールアドレス: 所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2014533

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



ブリの2月採卵における日長制御方法の改良

今 泉 均*・堀 田 卓 朗*・河 野 一 利*・山 崎 哲 男*

Advanced Spawning in Yellowtail, *Seriola quinqueradiata* in February: An Improvement of Photoperiod Manipulation

Hitoshi IMAIZUMI, Takurou HOTTA, Kazutoshi KAWANO, and Tetsuo YAMASAKI

Two consecutive experiments on advanced maturation and spawning of yellowtail were conducted in 2000 and 2001. Treatment by long photoperiod (18L : 6D) together with controlled water temperature (lower limits ranging between 17–19°C) for two months from December brought about full gonadal maturation; a subsequent injection of human chorionic gonadotropin (HCG, 600 IU/kg BW) induced spawning. As a result, more than two million fertilized eggs per tank (each containing 11–12 females) were obtained in the following February. This improved method of photoperiod manipulation allows shortening by one month of the duration of rearing in tanks compared to previously existing methods. This study has also suggested that the optimum timing for the induction of spawning by HCG occurs when individuals show decreased amount of feeding.

2002年8月12日受理

ブリ *Seriola quinqueradiata* は日本列島近海を南北に移動する大型回遊魚で、わが国の水産業の中で重要な沿岸資源の一つである。本種の主な産卵海域は九州南西海域と推定されており、その幼稚魚（モジャコ）は流れ藻について北上し、その一部は養殖用種苗として漁獲されている¹⁻³⁾。しかし近年、モジャコ資源量の減少が懸念され、漁獲尾数には厳しい規制が加えられている。また、モジャコの発生量は年により豊凶があることから、ブリの増養殖を安定的に発展させるには天然種苗だけに依存できない状況にある。

日本栽培漁業協会では、天然ブリ資源の維持増大を図る目的で、1977年から本種の種苗生産技術開発に着手し、1979年より放流技術開発を行っている。天然ブリの回遊経路及び産卵海域に接する高知県南西域に位置する古満目事業場では、ブリの親魚養成並びに採卵技術の開発を担っている。

高知県海域でのブリの産卵時期は、海水温が19°C前後⁴⁾に達する4月中旬から下旬である。この時期に採卵し、飼育された人工種苗を用いた徳島県鳴門海域での標識放流試験では、同時期の天然種苗と比較して人工種苗のサイズが小さく、放流効果が上がりにくいことが指摘されている⁵⁾。このため古満目事業場では、1991年より、日長及び水温の制御に加え、ヒト胎盤性性腺刺激ホルモ

ン（HCG）の注射により、成熟及び採卵時期の早期化を目指した技術開発を行っている。この結果、1995年には高知県海域の通常採卵（4月）より2カ月早い2月に産卵させることに成功した^{6,7)}。

これまで（1995～1999年）の早期採卵試験では、日長制御期間を約90日間と設定して行ってきた。しかし、陸上水槽での飼育期間が長期に及ぶとブリの体表にハダムシ（*Benedenia seriolae*）や、白点虫（*Cryptocaryon irritans*）等が寄生し、1997年の試験では白点虫の寄生により試験を中止した経緯がある⁸⁾。その対策として30日間に1回の淡水浴と銅イオン発生装置（和光技研株式会社）を使用した結果、両寄生虫の抑制効果が見られたが⁹⁾、親魚へのストレスの影響と思われる摂餌量の減少が問題となった¹⁰⁾。また、技術の実用化のためには、長期間の陸上飼育に伴う給餌、底掃除等の作業性、及び加温、電照に関わるコストは今後の重要な検討課題と考えられる。

そこで本研究では、放流用及び養殖用種苗の安定供給のため、2000年の採卵試験において、これまでの早期採卵手法における日長制御期間の短縮の可能性を検討し、さらに2001年に日長制御期間の短縮の再現性を検討するとともに、成熟の同調性のための下限設定水温の検討を行い、2月中の大量採卵を試みた。

* 日本栽培漁業協会古満目事業場 〒788-0315 高知県幡多郡大月町古満目 330 (Japan Sea-Farming Association Komame Station, 330, Komame, Otsuki, Kochi, 788-0315 Japan).

表 1. ブリ 2 月採卵試験の設定

年	試験区 No.	親 魚							飼育条件					ホルモンの使用 HCG (単位: IU/kg)		
		海上養成期間 (月)	供試尾数 (♂: ♀)	尾叉長*2 (cm)	平均体重*2 (kg)	肥満度*2, 3	産卵水槽 収容 (年. 月. 日)	日長処理 日数*4 (短日+長日化+長日)	下限水温 制御日数			備考	成熟の 退行 防止	産卵 誘発		
									17℃	18℃	19℃					
2000	I	1	天然	18	(7: 7)	73.6±2.7	6.8±0.9	16.8±1.2	1999.11.22	(30+30+30)	—	—	60	初期自然水温 下限 19℃	—	600
		2	天然	18	(7: 7)	75.0±3.9	7.0±0.8	16.5±0.7	1999.11.22	(15+15+50)	—	—	60	初期自然水温 下限 19℃	—	600
2001	II	1	養殖	7	(12: 12)	71.9±1.6	6.9±0.6	18.6±1.0	2000.12.20	(0+ 0+60)	—	—	60	下限 19℃	50	600
		2	養殖	7	(12: 12)	71.3±2.2	6.7±0.8	18.5±1.2	2000.12.20	(0+ 0+60)	—	50	10	下限 18℃	50	600
		3	養殖	7	(12: 12)	71.3±1.6	6.9±0.7	19.0±1.4	2000.12.20	(0+ 0+60)	50	—	10	下限 17℃	50	600

*1 天然: 地先定置網へ入網した天然ブリ

養殖: 天然稚魚を養殖業者が約 2 年間飼育した成魚

*2 平均値±標準偏差

*3 肥満度=(体重(g)/尾叉長³)×10³

*4 産卵誘発のための HCG 注射時まで

材料と方法

供試魚の由来と親魚養成 各試験区の供試魚の由来及び産卵水槽収容時の魚体測定値を表 1 に示した。

試験 I には、1998 年 5 月 14, 15 日に古満目地先の定置網に入網した天然魚(平均体重 6.4 kg)を海上小割生簀で 1 カ月間かけて配合飼料に餌付け、約 1 年半養成した群を用いた。1999 年 11 月 22 日に陸上屋内水槽(125 kl)2 面へ各区 14 尾(雌雄各 7 尾)を収容し、翌日から短日処理(「日長制御」参照)を開始した。

試験 II には、天然稚魚を養殖業者が約 2 年間養成し、2000 年 5 月 23 日に当場へ搬入後、海上小割生簀で配合飼料と混合生餌(アジ 2: サバ 2: イカ 1)により約 7 カ月間養成した群を用いた。2000 年 12 月 20 日に陸上屋内水槽(125 kl)3 面へ各区 24 尾(雌雄各 12 尾)を収容し、5 日後から長日処理(「日長制御」参照)を開始した。

供試魚の体重、尾叉長の測定は、すべての試験において産卵水槽への収容時に行った。また、個体識別を行うため、ピットタグ(DESTRON FEARING 社)を背部筋肉中に装着した。さらに寄生虫駆除のための淡水浴(3 分間)は、産卵水槽への収容時とその後約 30 日間隔を目安に、成熟調査と並行して行った。

試験に用いた餌料には、混合生餌、モイストペレット等と比較して産卵成績の良い市販のハマチ用ソフトドライペレット¹¹⁻¹³⁾(坂本飼料株式会社)を用い、総合ビタミン剤(水産用サイアコートミックスマリック S2: 上野製薬株式会社)及びビタミン C, E 強化剤(MF ストロング 2: 武田シュリング・プラウ・アニマルヘルス株式会社)を外割でそれぞれ 1% 添加して、週 3 回、ほぼ飽食

量を給餌した。残餌は、給餌後 3 時間以内にサイホンによりすべて回収し、給餌量と残餌量(ペレットの個数)から摂餌量を算出し、摂餌量(g)を収容時の各試験親魚の総魚体重(kg)で除し、魚体重 1 kg 当りの摂餌量(g)を求めた。

日長制御 日長制御における短日処理は、明期(L)8 時間、暗期(D)16 時間とし、午前 8 時から午後 4 時まで自然光下で飼育し、それ以外は水槽全体を遮光幕(ファイター-US-300 厚さ 0.37 mm 黒色: ユニチカ)で遮光した。長日化処理(図 1: 階段状の期間)は水槽上部にレフランプ(300 W)4 灯を設置し、タイマーにより 1~3 日間ごとに 1 時間ずつ明期を長くし、明期が 18 時間となるまでの期間とした。長日処理はレフランプと自然光により午前 6 時から午前 0 時までの 18 時間の明期(18L: 6D)を維持した。

長日処理期間中のレフランプ点灯時(日没後から消灯まで)における水中照度は、水槽中央底(水深 2 m)で 24~31 lux、レフランプ直下の水槽底で 118~144 lux であった。

試験区の設定を表 1 に示した。試験 I (2000 年)では、短日処理(8L: 16D)を 30 日間、長日化処理を 30 日間、長日処理(18L: 6D)を 30 日間とした従来の光制御を行う区を 1 区(対照区)とした。2 区は、短日処理期間、並びに長日化処理期間を 1 区の半分(それぞれ 15 日間; 短縮区)とし、長日処理を 50 日間とした(図 1 試験 I)。

試験 II (2001 年)では、1999 年までの 2 月採卵試験における成熟調査により、長日処理開始から成熟が開始されることが推定されたため、自然日長が最短となる 12 月中旬に産卵水槽への収容を行い、直ちに長日処理(18L: 6D)を行うことにより、短日処理と長日化処理の

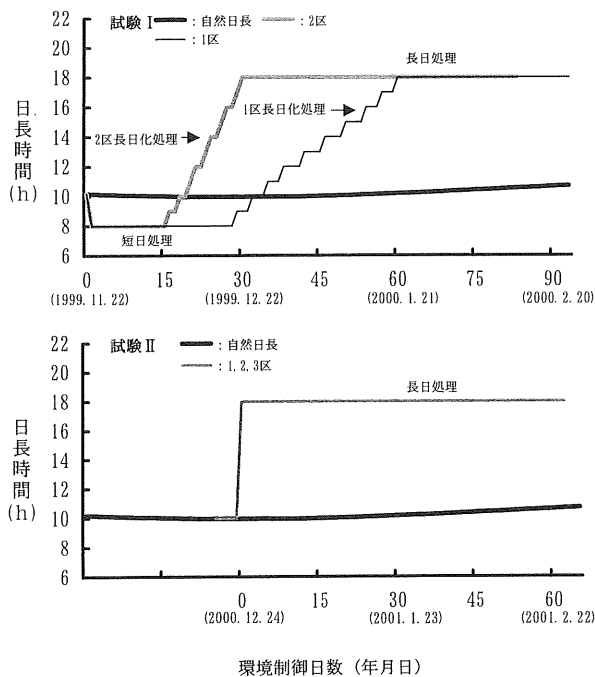


図1. ブリ2月採卵試験の日長時間の制御

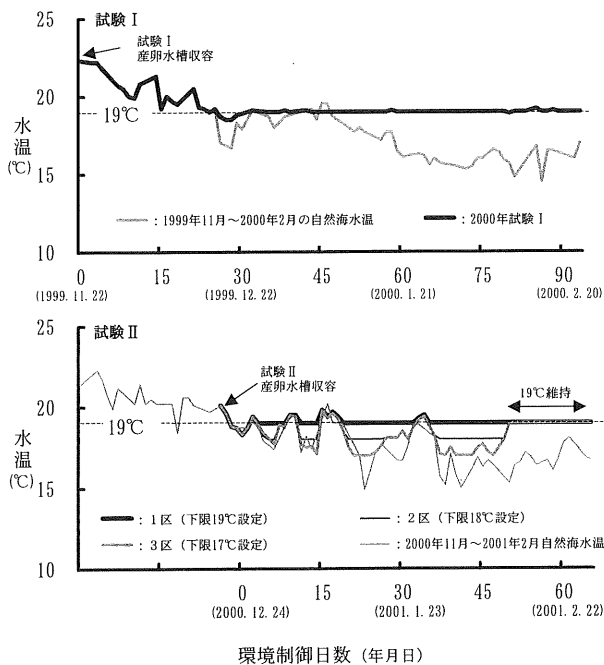


図2. ブリ2月採卵試験の飼育水温の経時的変化

省略の可能性を検討した(図1試験II)。

水温制御 ブリ天然魚においては18~19℃で卵黄形成と産卵が行われると考えられている⁴⁾ため、試験Iでは、自然海水温が19℃以下となる12月中旬以降は加温して、飼育水温を19℃に維持した(図2試験I)。

試験IIでは、産卵より低い水温で進む卵黄形成中の卵巣卵の同調化を促す目的で、19℃より低い下限水温について検討した。1区は試験Iと同様に下限水温を19℃に設定した。2区は下限水温を18℃に設定し、長日処理50日目からは1℃加温して、その後試験終了まで19℃を

維持した。3区は下限水温を17℃に設定し、長日処理50日目から2℃加温し、2区と同様に試験終了まで19℃を維持した(図2試験II)。

注水量は、各試験ともに飼育水温が19℃より高い期間は20~30 k/hとし、19℃を下回り加温を開始してから15~17 k/hとした。

成熟調査と産卵誘発 試験Iでは産卵水槽への収容時、収容後14日目、30日目、59日目、及び産卵誘発のためのHCG(帝国臓器製薬株式会社)注射時(産卵水槽への収容後1区91日目・2区81日目)に、カニューレ(イントラメディックポリエチレンチュービング:内径1.67 mm, 外径2.42 mm)により卵巣卵の一部を採取し、卵巣卵中の最大卵群(N=30)の平均値(以下平均卵巣卵径)を測定した。

なお、試験IIでは、試験期間中のハンドリングによる成熟の退行防止¹⁴⁾を目的に、日本栽培漁業協会五島事業場で効果が示唆された低濃度HCG(50 IU/kg体重)の注射¹⁵⁾を、淡水浴並びに成熟調査を行った長日処理32日目に全個体に行った。

産卵誘発のためのHCG注射時期は、長日処理開始、または長日処理開始から60日目を目安とし、さらに摂餌量の減少傾向¹⁰⁾を加味して、誘発採卵が可能となる平均卵巣卵径が700 μm以上に達する時期を推定した。HCGは供試魚すべての個体の背部筋肉中に、産卵水槽への収容時の魚体重1 kg当り600 IUを注射した。

採卵 採卵は基本的に午前7時~8時、午後3時~4時の1日2回行った。しかし、産卵初日は産卵が日中に行われる場合があり、この時は産卵状況により2~4時間ごとに採卵を行った。

産卵された卵の回収は、水槽の水面下10~20 cmに設置したフレキシブルホース(φ50 mm)4本をサイホンとして用い、水槽に隣接した採卵水槽内にセットした採卵ネット(φ70 cm×深さ60 cm, ゴース地テトロンC-119)でろ過して収集した。

得られた卵は浮上卵と沈下卵をメスシリンダーで分離後、容積と卵径を測定し、既往の知見¹⁶⁾により卵数を求めた。

受精率は、発生卵が桑実期に達した時点(産卵から4~5時間)で万能投影機を用いて浮上卵100~150粒中の受精卵数を計数して、浮上卵中の受精卵率を求め、その後、総採卵数に対する受精率に換算した。

ふ化率は、500 ml ビーカー2個へ、それぞれ浮上卵50粒を収容(20℃ウォータバス内に静置)し、ふ化仔魚数を計数し、その平均値から浮上卵中のふ化率を求めた。その後、総採卵数に対するふ化率に換算した。

ブリのホルモン注射(HCG)を用いた採卵では、初回採卵が最も多く⁴⁾、受精卵が得られる期間は産卵初日から3日以内に集中し、10日目以降ほとんど受精卵を得ることができないことから、産卵初日から10日間の採卵結果で比較した。

結 果

平均卵巣卵径の変化 試験に用いた雌の平均卵巣卵径の推移を図3に示した。

試験Ⅰでは、日長制御開始30日目まで(12月22日)の平均卵巣卵径は、1区と2区に有意差($p>0.01$, FisherのLSD)は認められなかった。しかし、59日目(1月20日)の調査では、2区が有意($p<0.01$, FisherのLSD)に1区を上回った。1区は91日目(2月21日)に平均卵巣卵径が $717\pm20\mu\text{m}$ に達し、従来の試験とほぼ同様の变化を示した。2区では1区より10日早い81日目(2月11日)に平均卵巣卵径が $719\pm43\mu\text{m}$ に達し、最終調査

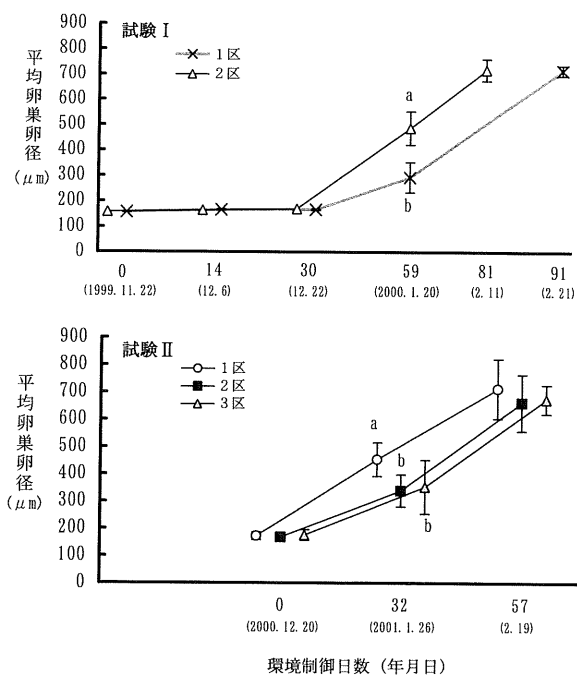


図3. ブリ2月採卵試験の平均卵巣径の変化
図内の異なるアルファベットは同一試験内の同一日における統計的有意差($p<0.01$, FisherのLSD)を示した。

時(HCG注射時)における平均卵巣卵径は、両区間に有意差($p>0.01$, FisherのLSD)は認められなかった(図3試験Ⅰ)。

試験Ⅱでは長日処理32日目に調査した平均卵巣卵径は、下限水温が 19°C である1区($453\pm62\mu\text{m}$)が有意($p<0.01$, FisherのLSD)に他区を上回り、2区($339\pm59\mu\text{m}$)と3区($353\pm99\mu\text{m}$)には有意差($p>0.01$, FisherのLSD)は見られなかった。本試験では、長日処理52日目に摂餌量が急激に減少し、その後回復がみられなかったため(図4試験Ⅱ), 長日処理57日目(2月19日)にHCG注射を行った。この時の各区の平均卵巣卵径は、1区が $713\pm109\mu\text{m}$, 2区が $661\pm103\mu\text{m}$, 3区は $674\pm53\mu\text{m}$ であり、試験群間に有意差($p>0.01$, FisherのLSD)は見られなかった(図3試験Ⅱ)。

採卵とふ化率 採卵結果を表2に示した。産卵は、試験

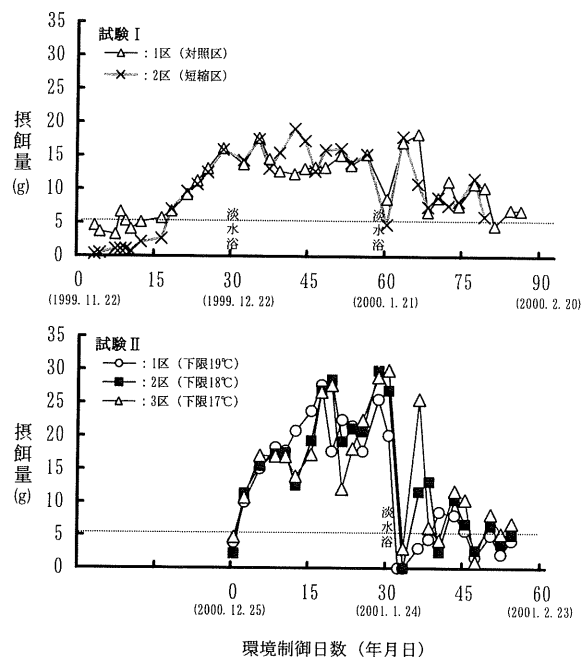


図4. ブリ2月採卵試験の摂餌量(魚体重1kg換算)変化

表2. ブリ2月採卵試験の採卵結果の概要

年	試験区 No.	採卵期間 (年月日)	総採卵数 (万粒)	浮上卵数 (万粒)	受精卵数 (万粒)	ふ化仔魚*1 (万尾)	雌1尾当りの*2			総採卵数に対する	
							採卵数 (万粒)	受精卵数 (万粒)	ふ化仔魚尾数*1 (万尾)	受精率 (%)	ふ化率 (%)
2000	I	2000.2.23~2000.3.3	689.2	211.5	131.2	81.7	98.5	18.7	11.7	19.0	11.9
		2000.2.13~2000.2.22	343.1	180.5	100.7	40.6	49.0	14.4	5.8	29.4	11.8
2001	II	2001.2.21~2001.3.2	559.9	277.4	238.8	211.4	50.9	21.7	19.2	42.7	37.8
		2001.2.21~2001.3.2	641.8	379.5	303.2	273.3	53.5	25.3	22.8	47.2	42.6
		2001.2.21~2001.3.2	660.2	277.0	228.9	200.1	55.0	19.1	16.7	34.7	30.3

*1 ビーカーふ化試験からの換算値

*2 試験Ⅱ1区の雌1尾は2001年1月19日に死亡

I では HCG を注射した 2 日後の午前 11 時前後から、試験 II では同じく 2 日後の午前 8 時前後から認められた。

試験 I は、採卵期間中の雌 1 尾当りの採卵数が 1 区で 98.5 万粒、2 区が 49.0 万粒と 2 区は 1 区の約 1/2 であった。雌 1 尾当りの受精卵数は 1 区の 18.7 万粒に対し、2 区は 14.4 万粒と 1 区の 77.0% であり、総採卵数に対する受精率は 1 区が 19.0% に対し、2 区が 29.4% となり、1 区を上回った。総採卵数に対するふ化率はそれぞれ 11.9%, 11.8% であった。

試験 II では、雌 1 尾当りの採卵数が 3 区 (55.0 万粒)、2 区 (53.5 万粒)、1 区 (50.9 万粒) の順で多い結果となった。雌 1 尾当りの受精卵数では 2 区 (25.3 万粒)、1 区 (21.7 万粒)、3 区 (19.1 万粒) の順に多く、雌 1 尾当りのふ化仔魚尾数も同様の順であった。2 区は総採卵数に対する受精率、ふ化率ともに最も高かった。

また、試験 II における総採卵数に対する受精率、及びふ化率は、2000 年の試験 I に比較すると高い値を示した。特にふ化率では試験 I は 11.8~11.9% であったが、試験 II は 30.3~42.6% と 2.5 倍以上の値を示した (表 2)。

摂餌量と成熟の関係 環境制御期間中における魚体重 1 kg 当りの摂餌量の変化を図 4 に示した。試験 I では、環境制御開始 16 日目までの魚体重当りの摂餌量は 1 区が 4~5 g、2 区は 1~2 g と低く推移していたが、18 日目以降に上昇し、35 日目には 1 区、2 区ともに 17 g 台に達した。その後、淡水浴後の給餌を除き、12~19 g の間で推移した。1 区は 68 日目に 6.4 g に、2 区は 66 日目に 10.9 g と、急激な減少傾向が見られ、増減の後、1 区は 81 日目に 4.6 g まで、2 区は 79 日目に 6.0 g まで減少した。

試験 II では環境制御開始の 5 日前に産卵水槽への収容を行ったことから、環境制御開始時の給餌から摂餌がみられ、摂餌量は急激に増加した。環境制御開始 8 日目には 1 区 18.2 g、2 区 17.3 g、3 区 17.0 g であり、17 日目は 1 区 27.6 g、2 区 26.8 g、3 区 26.6 g と下限水温の設定が高い区の摂餌量が多い傾向が見られた。最も高い摂餌量は、1 区が 17 日目の 27.6 g、2 区は 28 日目の 29.8 g、3 区は 30 日目に 29.9 g で、下限水温設定が 19℃である 1 区が最も早くピークに達した。2000 年に行った試験 I の摂餌量のピークは 16.2~17.7 g であったが、試験 II では 27.6~29.9 g と高い値となった。ピークに達した区は、その後増減を繰り返しながら減少傾向を示し、45 日目に 1 区は 5.7 g、2 区は 6.7 g、3 区は 10.4 g となり、最終給餌 (54 日目) では 1 区 4.2 g、2 区 5.0 g、3 区 6.8 g であった。

考 察

ブリの 2 月採卵を目的とした場合、12 月から約 2 カ月間の長日処理 (18L : 6D) と 19℃の下限水温の制御を行い、ホルモン (HCG: 600 IU/魚体重 kg) 注射による産卵誘発により、種苗生産に供与できる受精卵の安定確保が

可能となった。この結果、従来の短日処理を含めた約 3 カ月間の日長制御期間を 1 カ月間短縮できた。

水温制御による成熟の同調化については、試験 II の採卵結果からではその効果を明確にはできなかった。しかし、2 区の受精率、ふ化率が最も高かったことから 18℃の下限水温設定 (50 日間) 後の 19℃昇温も 2 月採卵の水温制御手法として有効であることが示唆された。

効率的な採卵を目指す場合、雌 1 尾当りから得られる受精卵数を増やすことが必要であるが、2000 年の試験 I の雌 1 尾当りから得られた受精卵数は 14.4~18.7 万粒であり、2001 年の試験 II では 19.1~25.3 万粒と増加した。この相違の主な要因として、使用親魚の由来と、成熟退行防止のため長日処理 32 日目に注射した低濃度 HCG (50 IU/体重 kg) の効果が考えられた。

供試魚の産卵水槽への収容時における肥満度を比較すると、天然魚由来の試験 I は 16.5~16.8 であったのに対し、養殖魚由来の試験 II では 18.5~19.0 と高かった。肥満度と採卵数の関係は 1999 年のブリの 2 月採卵試験において、産卵誘発時の肥満度が高い親魚群 (同一親魚群由来) から雌 1 尾当りの受精卵数が多い結果が得られており¹⁰⁾、本報の各試験においても肥満度は受精卵数に影響を与えたものと推測され、海上養成期間中の肥育技術も早期採卵を成功させる重要な要因と考えられる。また、天然魚由来の親魚群は、養殖魚由来の親魚群に比較して搬入時の魚体の個体差が大きい傾向がみられ、また、配合飼料への餌付けに約 1 カ月間を要し、漁獲量も不安定であることから、早期採卵には養殖魚由来の親魚を使用することが有利であると思われた。

試験 II の長日処理 32 日目の低濃度 HCG 注射時 (成熟調査) 以降、摂餌量が低く推移し、特に 19℃設定の 1 区では摂餌量が 10 g/kg (体重) を超えることなく急激な減少が見られた (図 4 試験 II)。この摂餌量の減少を成熟の進行に伴う現象⁴⁾と考え、当初、成熟調査時のハンドリングによる成熟の退行防止を目的とした低濃度 HCG の注射は、成熟の促進にも効果があった可能性がある。今回、試験 II では HCG を注射しない対照群を設定しなかったため、新たに試験を行い、生殖巣の組織学的な観察も含めた検討が必要であろう。

本報のいずれの試験においても、成熟の進行に伴うと思われる摂餌量の減少傾向がみられ、魚体重 1 kg 当りの摂餌量が 5 g 前後まで減少した群の平均卵巢卵径はほぼ 700 μm に達していた (図 3, 4)。カニューレによる卵巢卵採取作業は、魚体への物理的な影響、並びにストレス負荷が大きいと考えられ、成熟の遅滞、及び退行等が懸念されている¹⁷⁾。今後、産卵誘発の時期を推定する指標として、摂餌量の減少傾向が活用できるものと考えられた。現在、体重 1 kg 当りの摂餌量が 5 g 前後まで減少してから 1 週間以内で産卵誘発を行っているが、成熟に個体差も見られることから、今後は、摂餌量が低下してからどの程度の期間まで産卵誘発が可能であるのか、ま

た最も効率的に受精卵を得るための期間はいつかを明確にする必要がある。

天然のモジャコ資源には年変動があり、今後、養殖用種苗を自前で生産する機関が西日本を中心に増えてくると考えられる。既に長崎県、鹿児島県、熊本県並びに大分県で実施され、長崎県では人工授精による2月採卵が行われている¹⁸⁾。養殖用種苗の安定供給のための早期採卵技術の普及を考慮した場合、採卵技術のさらなる効率化、早期化を図る必要がある。古満目事業場では2月採卵技術を応用した試験により、1999年に初めて12月末に受精卵10.4万粒を得ることに成功した¹⁹⁾。HCGによる誘発産卵は人工授精と比較して、採卵時に魚体にかかる負担が少ないため、翌年の試験にも同じ親魚を使用可能である。今後は2月採卵で使用した親魚群をさらなる早期採卵用として養成することで、12月から1月における良質卵の安定供給技術の確立を目指して行きたい。

謝 辞

本試験を行うにあたり、天然ブリの入手にご協力下さった高知県幡多郡大月町古満目の協栄、水主、両大数組合の皆様、並びに親魚養成にご協力下さった日裁協古満目事業場の非常勤職員の皆様にお礼申し上げます。また、本報告をまとめるにあたり、卵巣卵の成熟状況についての御指導と、本稿の御校閲を賜った日本栽培漁業協会廣瀬慶二技術参与に深謝します。さらに、お忙しい中、御校閲を賜った古澤徹常務理事、松永繁技術参事、および水田洋之介第一技術部長に感謝致します。

引用文献

- 1) 日本栽培漁業協会 (1981) 天然ブリ仔資源保護培養のための基礎調査実験—昭和55年度報告。協会研究資料, No. 19, 日本栽培漁業協会, 東京, pp. 3-10.
- 2) 落合 明・田中 克 (1986) 魚類学 (下). 恒星社厚生閣, 東京, pp. 804-819.
- 3) 宮下 盛 (2000) 「海産魚の養殖・ブリ・ハマチ」(熊井英水編), 湊文社, 東京, pp. 52-77.
- 4) 楳田 晋 (1991) 成熟・産卵リズム・ブリ. 「海産魚の産卵・成熟リズム」(廣瀬慶二編), 恒星社厚生閣, 東京, pp. 92-100.
- 5) 藤本 宏・池脇義弘・城 泰彦・上田幸男・天真正勝・大槻観三 (1994) 徳島県鳴門海域に放流したブリの天然0歳魚と人工種苗0歳魚の特性について. 栽培技研, 23, 61-75.
- 6) MUSHIAKE, K., K. KAWANO, T. KOBAYASHI, and T. YAMASAKI (1998) Advanced spawning in yellowtail, *Seriola quinqueradiata*, by manipulations of the photoperiod and water temperature, *Fish. Sci.*, 64, 727-731.
- 7) MUSHIAKE, K. (2000) Achieving advanced maturation and spawning in yellowtail *Seriola quinqueradiata* by the manipulation of photoperiod and water temperature, UJNR Technical Report, 28, 61-67.
- 8) 今泉 均 (1999) III-1 成体の確保と採卵, ブリ. 日本栽培漁業協会事業年報 (平成9年度), pp. 27-29.
- 9) 今泉 均 (2000) III-1 成体の確保と採卵, ブリ. 日本栽培漁業協会事業年報 (平成10年度), pp. 31-33.
- 10) 今泉 均 (2001) III-1 成体の確保と採卵, ブリ. 日本栽培漁業協会事業年報 (平成11年度), pp. 29-33.
- 11) 虫明敬一・河野一利・W. VERAKUNPIRIYA・渡邊 武・長谷川 泉 (1995) 市販ソフトドライペレットを給餌したブリの採卵結果. 日水誌, 61, 540-546.
- 12) WATANABE, T., V. VERAKUNPIRIYA, K. MUSHIAKE, K. KAWANO, and I. HASEGAWA (1996) The first spawn-taking from broodstock yellowtail cultured with extruded dry pellets, *Fish. Sci.*, 62, 388-393.
- 13) VERAKUNPIRIYA, V., T. WATANABE, K. MUSHIAKE, V. KIRON, S. SATOH, and T. TAKEUCHI (1996) Effect of broodstock diets on the chemical components of milt and eggs produced by yellowtail, *Fish. Sci.*, 62, 610-619.
- 14) 廣瀬慶二 (1991) 最近の成熟・産卵制御法. 「海産魚の産卵・成熟リズム」(廣瀬慶二編), 恒星社厚生閣, 東京, pp. 125-137.
- 15) 中野昌次 (2001) III-1 成体の確保と採卵, ブリ. 日本栽培漁業協会事業年報 (平成11年度), pp. 33-35.
- 16) 日本栽培漁業協会 (1999) 採卵. 「ブリの親魚養成技術開発」, 栽培漁業技術シリーズ No. 5, 日本栽培漁業協会, 東京, pp. 19-40.
- 17) JENNIFER J. CLEARY, NED W. PANKHURST and STEPHEN C. BATTAGLENE (2000) The Effect of Capture and Handling Stress on Plasma Steroid Levels and Gonadal Condition in Wild and Farmed Snapper *Pagrus auratus* (Sparidae), *J. World Aquacult. Soc.*, 31, pp. 558-569.
- 18) 中田 久・中尾貴壽・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.
- 19) 今泉 均 (2002) III-1 成体の確保と採卵, ブリ. 日本栽培漁業協会事業年報 (平成12年度), (印刷中).