特集 栽培漁業技術開発の最前線-I

ブリの早期採卵技術とその効果

浜田 和久,^{1*} 虫明 敬一²¹佃水産総合研究センター五島栽培漁業センター, ²佃水産総合研究センター栽培漁業部Advanced spawning technique and its advantages in stock enhancement
and aquaculture of the yellowtail *Seriola quinqueradiata*KAZUHISA HAMADA^{1*} AND KEIICHI MUSHIAKE²¹Goto Station, National Center for Stock Enhancement, Fisheries Research Agency, Goto, Nagasaki 853-0508, ²Fisheries Stock Enhancement Department, Fisheries Research Agency, Yokohama, Kanagawa 220-6115, Japan

1. はじめに

ブリは、日本列島近海を南北に移動する大型の回遊魚で、定置網や巻き網等の漁業により年間約5万トン、養殖においては年間約15万トンの生産量を誇るわが国沿岸の水産資源の中でも最重要種の一つである。本種の栽培漁業による資源増大を目的とした種苗生産技術の開発は、1977年から国の委託を受けて佃日本栽培漁業協会（日栽協）により天然親魚を用いた親魚養成と採卵に関する技術開発が開始された。翌1978年には初めて日栽協古満目事業場（現水産総合研究センター古満目栽培漁業センター）で人工授精により受精卵が得られて以来、¹⁾ 得られたふ化仔魚を用いた種苗生産試験が開始され、日栽協屋島事業場および同五島事業場（現屋島栽培漁業センターおよび同五島栽培漁業センター）では、それぞれ人工種苗を100万尾単位で生産することが可能となった。その後は健全な種苗を生産するために形態異常の防除等に関する技術の開発に取り組んでいる。²⁾

2. 養成したブリ親魚からの早期採卵

天然親魚の産卵期は、薩南海域で2~3月、³⁾ 四国と九州沖合海域で3月から4月、⁴⁾ および能登半島近隣海域では6~7月⁵⁾ であるが、主な産卵場は東シナ海といわれている。一方、天然成魚を海面小割生簀等で養成した親魚（以下養成親魚と記す）では、四国や九州の沿岸海域における通常の産卵期は海水温が19℃に達する4月下旬から5月上旬で、^{1,6)} 薩南海域での天然魚の産卵期よりも約2ヶ月遅い。この産卵期の違いに由来して、ブリの人工種苗は同じ時期の天然種苗に比べると著しくサイズが小さく、人工種苗を放流した際の放流効果が上がりにくい原因の一つと考えられてきた。⁷⁾

このような理由から、天然種苗のサイズに近づける、あるいは天然種苗よりも大きなサイズの人工種苗を生産する技術の開発が強く望まれるようになった。一方、本

種の養殖は、1960年頃から本格的な取り組みが始まり、西日本を中心に急速に発展してきた。しかし、これまでのブリ養殖における種苗は、すべて天然稚魚（モジャコ）に依存しており、この天然種苗も乱獲等による資源量の減少が懸念されるため、漁獲尾数には厳しい規制が加えられている。また、天然種苗の資源量には豊凶があるため、今後も養殖業発展のためにはいつまでも天然種苗だけに依存できない状況にある。そのため、近年、養殖用種苗の計画的かつ安定的な確保とともに、天然種苗よりもサイズが大きいなどの付加価値を有する人工種苗を生産するための技術開発への期待が高まっている。天然種苗よりも大型サイズの人工種苗を確保するためには、養成親魚の産卵時期を通常の産卵期（4月下旬から5月上旬）よりも早期化させる技術の開発が必要となった。

(1) 2月における採卵技術の開発

古満目栽培漁業センターでは、1991年より日長と水温の両条件を制御して養成親魚の卵黄形成を促進させ、HCG (human chorionic gonadotropin, 帝王臓器製薬) 注射を用いて産卵時期を早期化させる技術開発に取り組んだ。その際の日長制御は、30日間の短日処理(8L16D)、その直後から30日間をかけて明期が18時間に達するまで次第に延長する長日化处理、そして、30日間の長日処理(18L6D)を実施し計90日間行った。水温は、海水の自然水温が19℃を下回った時点から加温により19℃を維持した。その結果、日長と水温の両条件を制御することにより、1995年には卵黄形成を促進させることに成功するとともに、HCG注射により通常の産卵期より2カ月早く、天然魚の産卵期と同時期の2月に採卵（以下2月採卵と記す）させることに成功した。²⁾ その後の研究によって、短日処理および長日化处理を省略し12月から約2カ月の長日処理と飼

* Tel : 81-959-88-2750. Fax : 81-959-88-2170. Email : kazhama@fra.affrc.go.jp

図1 天然種苗と2月採卵由来の人工種苗の成長
○ 天然種苗, △ 2月採卵由来の種苗, □ 4月採卵由来の種苗。

育水温の下限を19℃に制御する手法により、2月に安定的に採卵できる技術が開発された。⁹⁾

2月採卵由来の人工種苗は、サイズ、成長および生残においては、天然種苗と比較しても何ら遜色はなく、有意な差は認められなかった(図1)。これら2月採卵由来の人工種苗は、成長および生残率の点で天然種苗と比較しても遜色なく、実際にこれらのブリ人工種苗は瀬戸内海東部海域に放流された。その結果、同海域におけるブリ当歳魚の全漁獲尾数の中で放流魚の占める混獲率は、20.7～34.7%に達し、放流効果が実証されている。^{10,11)}

(2) 12月における採卵技術の開発

2000年から養殖業振興支援、すなわち、養殖用に適した種苗の生産技術開発の取り組みが開始され、2002年から五島栽培漁業センターではブリ人工種苗の付加価値を高めるため、天然種苗よりも大型の種苗をより早く生産できるような卵の安定的かつ計画的な確保を目指して、天然魚の産卵期よりも約2カ月早い12月に採卵(以下12月採卵と記す)する技術の開発に着手した。ここでは、2002年から2004年までの結果について述べる。

供試親魚は、天然種苗を養殖業者が約2年間飼育した2⁺歳の成魚を海面小割生簀(円形、直径8m×水深5m)で約9カ月から2年7カ月養成した3⁺歳から5⁺歳魚である。親魚の平均尾叉長、平均体重および肥満度は、それぞれ66～74cm、5.5～8.5kgおよび18～21であった。これらの親魚を毎年9月中旬にコンクリート製陸上水槽(四角形、実容量90kL)に収容し、自然条件下で2日間的水槽への馴致期間を設けた後に卵黄形成の促進を図るため、環境条件(日長および水温の両条件)の制御を開始した(環境制御開始0日目とする)。すなわち、短日処理は明期8時間と暗期16時間(8L16D)として8:00から16:00までの8時間は自然日長条件下で飼育し、16:00から翌朝8:00までは

図2 ブリの12月採卵における日長制御条件

図3 ブリの12月採卵における水温制御条件

水槽全体を遮光幕で覆い、その期間は、10日間とした(図2)。長日処理は、短日処理終了直後から明期18時間と暗期6時間(18L6D)として6:00から24:00までの18時間について、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、その期間は80日間とした(図2)。水温条件は環境制御開始0日目以降、自然水温が19℃を上回る場合には自然条件とし、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(図3)。陸上水槽に収容した直後から産卵が始まる直前までの間、市販配合飼料を給餌し、環境制御開始40日目および90日目にカニューレにより卵巢卵の一部を採取して卵巢卵径を測定し、その平均値(以下平均卵巢卵径)を親魚の成熟度の指標として調査を行った。その結果、環境条件を制御して養成した親魚群の平均卵巢卵径は、両条件とも自然条件とした対照区と比較して、いずれの年も有意(t 検定, $P<0.01$)に増大し、卵黄形成の促進が確認された(図4)。環境制御開始90日目には、すべての供試親魚にHCG注射を行い、水槽内における誘発産卵を試みた。HCG注射を行った2日後に産卵が認められ、2002年には総採卵数で999.8万粒、受精卵数で418.9万粒の大量採卵に成功し、引き続き

図4 プリの12月採卵における卵巢卵径の経時的変化
○ 無制御区, ● 環境制御区

2003年と2004年にも採卵に成功した(表1)。¹²⁾ この研究により, プリ養成親魚の産卵期を通常の産卵期(4月下旬から5月上旬)からは約4カ月, 天然親魚からは約2カ月早める12月採卵に成功した。また, 各年の初回産卵で得られたふ化仔魚を用いた初期飼育試験では, 生残率が14.1~36.7%となり, 通常のプリ種苗生産における初期生残率(10~15%)²⁾と比較しても全く遜色のない結果が得られた(表2)。今後, 12月採卵において雌親魚1尾当りの産卵数の増加および卵質等の産卵成績の向上をもたらすような技術開発が必要である。

3. 早期種苗の養殖へのメリットと今後の展望

上述したように, プリ養成親魚の産卵期を通常の産卵期から約4カ月早める12月採卵に成功した。得られた卵を用いたこれまでの種苗生産試験では, 3月末に人工種苗は全長14 cm(体重33 g)に達することが判明している(浜田ら, 未発表)。一方, 天然種苗は4月末の時点で全長約3 cm(体重3 g)であり, 同じ時期の天然種苗より有意に大きい人工種苗を養殖に利用することで, 養殖用種苗が安定的に確保できるとともに, 一方では天然稚魚を採捕する必要がなくなり, 天然資源の保護にも大きく貢献できるものと考えられる。この早期種苗は, 翌年12月の満1歳の段階には出荷サイズの成魚(2.5~3 kg)まで成長することも予想される。このことは, 出荷までに要する種苗の飼育日数が大きく短縮され, 養殖に関わる大幅なコストの軽減に貢献できることが期待される。また, 早期種苗の生産技術にQTL(quantitative trait locus)解析に基づくマーカー選抜育種や従来の選抜育種などの育種技術を導入することによ

表1 五島栽培漁業センターにおけるプリ親魚の12月採卵試験における採卵結果

年度	試験区	産卵月日 (期間)	総採卵数	浮上卵		受精卵		受精卵径 (μm)	油球径 (μm)	ふ化仔魚	
				数 (万粒)	率 (%) ^{*1}	数 (万粒)	率 (%) ^{*2}			数 (万尾)	率 (%) ^{*3}
2002	環境制御区	2002.12.22~ 2003.1.5 (15)	999.8	566.3	56.6	418.9	41.9	1180.7±59.7 ^{*4}	303.4±20.7 ^{*5}	183.8	18.4
	無制御区	—	0	—	—	—	—	—	—	—	—
2003	環境制御区	2003.12.21~ 12.26 (6)	86.9	44.0	50.7	32.8	37.7	1192.8±33.7	305.5±12.8	3.3	3.8
	無制御区	—	0	—	—	—	—	—	—	—	—
2004	環境制御区	2004.12.24~ 2005.1.2 (10)	201.3	98.2	48.8	41.9	42.7	1174.2±29.9	296.3±16.5	23.7	11.8
	無制御区	—	0	—	—	—	—	—	—	—	—

^{*1} 浮上卵率は総採卵数に対する浮上卵数の割合で求めた。

^{*2} 受精率は総採卵数に対する受精卵数の割合で求めた。

^{*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。

^{*4} 平均受精卵径±標準偏差を示す。

^{*5} 平均油球径±標準偏差を示す。

表2 ブリ親魚12月採卵試験より得られた仔魚の初期10日間の飼育結果

年度	仔魚の活力 N=	SAI* ¹	飼育期間 (日数)	水槽の 大きさ (kL)	飼育水温 (°C)	収容尾数 (尾)	ふ化後10日目の 生残率 (%)	全長 (mm)	
								日齢3	日齢10
2002	15	15.3	2002.12.25~ 2003.1.4(10)	200	19.5~22.2	2,000	14.1	3.6±0.1* ²	4.8±0.3* ²
2003	4	19.2	飼育試験は未実施						
2004	9	19.8	2004.12.27~ 2005.1.6(10)	200	19.4~22.2	2,000	36.7	3.8±0.1	4.8±0.3

*¹ 無給餌生残指数 (survival activity index)*² 平均全長±標準偏差

り、耐病性、高成長あるいは味が良いなどの優良経済形質を有する品種の作出にも強い期待が寄せられている。さらに、早期種苗への付加価値としてDHA（ドコサヘキサエン酸）などの高機能成分を付加させる技術の開発も健康ブームの波に乗った消費者ニーズに合致しているといえよう。

ブリで開発された早期採卵技術は、カンパチやヒラマサ等のブリ属をはじめとした他の海産魚類においても十分応用可能な技術となり得るものと考えられる。また、本種の繁殖特性に応じた飼育環境をコントロールすることにより、成熟・産卵を効果的に制御する技術が開発され、ひいては卵が必要な任意の時期に、いつでも産卵させることができる採卵技術の開発が期待される。

これまでに早期種苗の養殖への利用に関するメリットについて述べたが、現段階では早期種苗が養殖用種苗としての価値を十分に発揮できるとは言い難い。その一つに、種苗の頭部と口部を中心とした形態異常の問題がある。特に12月採卵由来の人工種苗の種苗生産では、飼育水槽からの取り揚げ時の形態異常の発現率は24.6~41.7%に及ぶとの報告がある。¹³⁾したがって、この形態異常を防除可能な技術開発の成否は、人工種苗を用いたブリ養殖の将来を左右していると言っても過言ではない。

文 献

- 古満目親魚養成前進基地。陸上水槽におけるブリの自然産卵。栽培技研 1978; 7(2): 51-54.
- 山崎英樹, 塩澤 聡, 藤本 宏. 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 2002; 50: 503-506.
- 松田星二. 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 1969; 2: 49-83.
- 榎田 晋. ブリ. 「水産学シリーズ 海産魚の産卵・成熟リズム」(廣瀬慶二編) 恒星社厚生閣, 東京. 1991; 92-100.
- 辻 俊宏. 能登半島沿岸で漁獲されるブリ成魚の成熟度. 石川県水産総合センター, 石川. 2000; 2: 37-39.
- 日本栽培漁業協会. 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. 1999; 1-72.
- 藤本 宏, 池脇義弘, 城 泰彦, 上田幸男, 天真正勝, 大槻観三. 徳島県鳴門海峡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 1994; 23: 61-75.
- Mushiake K, Kawano K, Kobayashi T, Yamasaki T. Advanced spawning in yellowtail, *Seriola quinqueradiata*, by manipulations of the photoperiod and water temperature. *Fish. Sci.* 1998; 64: 727-731.
- 今泉 均, 堀田卓朗, 河野一利, 山崎哲男. ブリの2月採卵における日長制御方法の改良. 栽培技研 2002; 30: 1-6.
- 藤本 宏, 山崎英樹. 瀬戸内海東部海域におけるブリ早期種苗の放流効果. 栽培技研 2001; 29: 21-34.
- 須田 明, 岩本明雄, 藤本 宏, 山崎英樹, 小畑泰弘. 瀬戸内海東部水域に放流されたブリ早期種苗群から期待される生産効果の総合評価. 栽培資源調査検討資料17, 水産総合研究センター, 横浜. 2004: 1-59.
- 浜田和久, 虫明敬一. 日長および水温条件の制御によるブリの12月採卵. 日水誌 2006; 72: 印刷中.
- 高橋 誠. 早期優良種苗の量産安定化技術開発 (ブリ). 平成15年度日本栽培漁業協会事業年報, 日本栽培漁業協会, 東京. 2003; 130.

1) 古満目親魚養成前進基地。陸上水槽におけるブリの自然