

分野：水産

## 養殖ブリの生産性向上と輸出拡大のための技術体系

試験研究計画名：養殖ブリの輸出を促進するための人工種苗生産技術高度化及び高品質冷凍流通技術体系の開発

地域戦略名：養殖ブリの生産性向上と輸出拡大

研究代表機関名：（国）鹿児島大学

### 地域の競争力強化に向けた技術体系開発のねらい：

鹿児島県の養殖ブリの生産量は247百トン（平成26年漁業・養殖業生産統計）で全国一の生産量を誇っていますが、近年の魚価の低迷や、餌飼料価格の高騰、消費の低迷などにより、厳しい経営環境にあります。現状では、鹿児島県海域のブリ養殖の生産能力に余力があることから、本海域を可能な限り活用し、浜の活力の再生が必要です。一方、国外では日本食ブームを追い風として、脂の乗った養殖ブリの需要は拡大しており、通年安定価格での取引が可能であることから、輸出促進により、養殖経営の安定化が図れるとともに、国内流通のだぶつきを解消することが期待されます。このため、国外の需要拡大や輸出を促進するため、以下の技術課題の解決を図りました。

#### ア 国外ニーズに対応した養殖ブリ生産の展開

欧米諸国では、資源管理やトレサビリティの観点から人工種苗を用いた養殖魚のニーズが高く輸出振興のうえで必須条件となっています。年間を通して出荷をするためには人工種苗を必要とする時期に安定的に供給する必要があります。

#### イ 品質確保と輸送コストの削減方策の開発と応用

米国向け輸出養殖ブリについては、冷凍流通中に進行する血合肉変色の対策として一酸化炭素（CO）処理が行われていますが、アジア諸国、EU等向けではCO処理は認められておらず、輸出拡大を図るためにはCO処理に代わる新たな処理方法の開発が必須です。併せて、品質確保のための鮮度保持技術と輸送コスト削減による収益性向上のため冷凍輸送技術の開発が必要です。

### 技術体系の紹介：

#### 1. オンデマンド人工種苗供給体系の構築によるブリ養殖生産の効率化

我が国のブリ養殖では、種苗のほとんどを天然で採捕された稚魚（もじゃこ）に依存しています。そのため、①種苗の入手時期が限られ質・量ともに不安定、②養殖開始が年1回であるため均質な養殖魚の通年出荷が困難（図1）、③欧米諸国への輸出では天然資源への配慮が必要、等の課題がありました。

そこで、本研究開発では、時期を問わず人工種苗を安定的に提供できる生産技術体系（オンデマンド人工種苗供給体系）を構築するため、①周年安定採卵技術及び種苗生産技術の開発、②中間育成と養殖技術の開発を実証レベルで行うとともに、③海外における需要を把握し、上記課題の解消を目指しました。

##### 1—①：周年安定採卵・種苗生産技術の開発

夏期に採卵する技術は確立されていなかったため、ブリの成熟と環境条件の関係を詳細に調べ、人

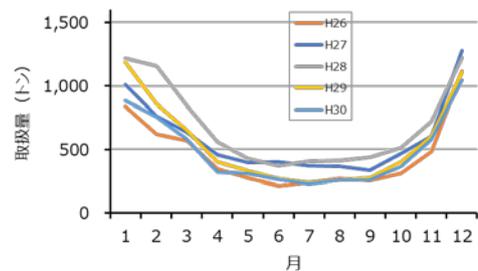


図1 東京都中央卸売市場における養殖ブリの取扱量（東京都中央卸売市場の統計データより）

為的に水温と日長を調節することにより本邦初となる夏期に採卵する技術を開発しました(表1)。これにより、周年受精卵を得るために必要な環境制御のプロトコルを確立し、マニュアル化しました。

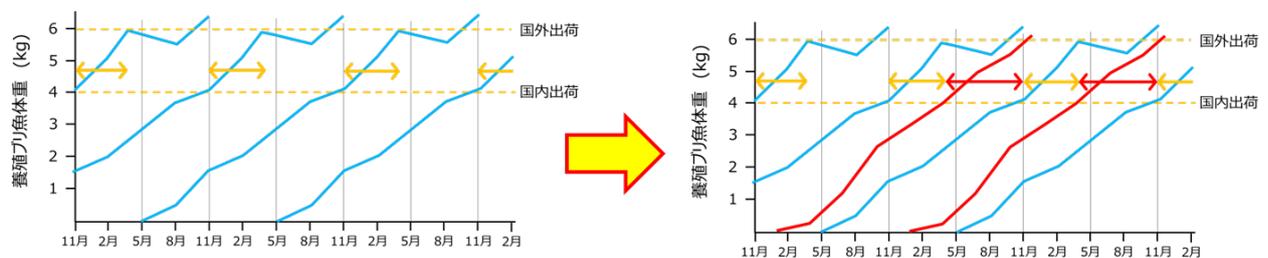
また、受精と胚発生、ふ化仔魚の生残・成長における好適水温と水温耐性を明らかにし、地域・季節を問わず高品質な種苗生産を可能とする技術をマニュアル化しました。

### 1-②：中間育成と養殖技術の開発

受精卵から稚魚まで育てる技術を実証地域で検証した結果、平成28年度に全長9~11cmの人工種苗を1.2万尾、29年度に全長8~13cmの人工種苗を3.4万尾、30年度に全長6cmの人工種苗を17.9万尾生産できました。さらに、平成28年12月と平成29年2月に生産した人工種苗を鹿児島県内で養殖した結果、従来型の養殖では出荷量が極端に少なくなる6~9月に体重およそ4kgに育った良質なブリを出荷できることが分かりました(図2)。

表1 プロジェクトでの採卵試験結果

年度	採卵日	受精卵数(万粒)
H28	10月27~28日	265.2
	12月15日	46.5
H29	8月24日	31.9
	10月21日	219.5
	11月24日	59.0
H30	12月21日	37.7
	8月1日	250.7
	10月24日	187.9
	11月21日	176.5
	12月13日	122.7



天然種苗では通年出荷が困難

人工種苗は端境期を埋めることが可能

図2 人工種苗のオンデマンド供給による養殖ブリ出荷の通年化

\*天然種苗の入手時期は5月頃に限られるため、出荷時期が限定され、通年出荷が難しい。人工種苗生産では産卵時期を調整することにより、いつでも必要なときに種苗を供給することが可能となり、通年出荷が実現します。

### 1-③：海外における需要の把握

出荷サイズのブリを試験輸出し、中国で市場評価と需要特性を調べたところ、上海では3kgの小型サイズでも評価が高い事、春から夏期でも刺身商材として需要があることが分かりました(図3)。

Q:3kgサイズのブリと5kgサイズのブリではどちらが美味しかったですか？

Q:刺身を多く食べる時期はいつですか？

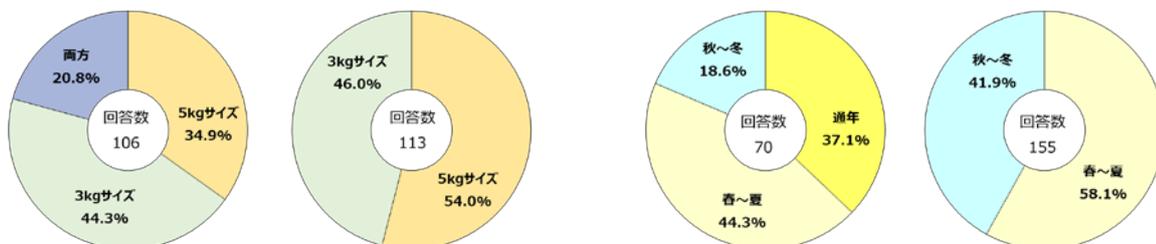


図3 上海で一般消費者を対象とした聞き取り調査結果(左:H29年8月、右:H30年2月)

## 2. 諸外国の法規制に対応した高品質ブリ商品の輸出を可能とする加工流通技術体系の構築

養殖ブリの輸出を促進するためには、諸外国の法規制に対応し高品質な状態で冷凍流通する技術の構築が必要です。冷凍中の変色抑制法としては、米国で許可されているCO<sub>2</sub>処理が行われていますが、アジア諸国、EU向けにはこれに代わる品質保持技術の確立が必要です。魚肉中のATPが変色抑制作用を

有することから、これを利用した技術開発を行うために、①水揚げ時のストレス軽減技術、②高速魚体処理機開発、③高品質冷凍ブリ流通のための一貫品質管理技術の確立、④高品質冷凍ブリの海外評価が必要です。本研究開発では事業として実用化できるようにこれらの技術を高度化しました。

#### 2-①：水揚げ時のストレス軽減技術の開発

水揚げ時にブリが激動すると ATP 濃度は減少します。水揚げ時にタモで掬う際の激動時間を短縮するために電気刺激で 1 回の処理 30~40 尾を 90 秒間程度鎮静化する技術・装置を開発しました。

#### 2-②：高速魚体処理機の開発

冷凍処理までの時間を短縮するためにブリの魚体処理加工を高速で行うことが必要です。これまでに開発した高速処理能力のあるヘッドカット・内臓除去機一体型連動機（1500 尾/時間）について、実用機として求められる耐久性と保守管理の簡便性を装備した機器として完成しました。

#### 2-③：高品質冷凍ブリ流通のための一貫品質管理技術の確立

養殖ブリ輸出量を拡大するためには、CO 処理無しで冷凍流通する技術を開発することが必須です。魚肉中の ATP 濃度によって冷凍保存中の変色速度が異なることが明らかになりました。また、解凍後の変色速度は非凍結品に比べて速いことが確認されました。これらのことから、水揚げ時からフィレ加工・冷凍・解凍・解凍後の扱いについて、一貫した管理体系を構築する必要があります。高濃度 ATP を維持する水揚げから冷凍までの管理条件は、養殖場毎に異なるので水揚げ後の加工における ATP 濃度変化データを確認し、これに基づいた生産管理手法を構築しました。また、「解凍肉」のチルド保存中の血合肉の変色抑制を解凍後 6 時間以上可能とする処理方法を確立しました。

#### 2-④：高品質冷凍ブリの海外評価

諸外国の法律に対処した高品質冷凍ブリをアジア諸国、EU、北米のマーケットにて紹介し、高品質であるとの評価を確認しました。ATP を高濃度に含む冷凍ブリの EU への輸出が始まりました。



写真 養殖ブリ鎮静化システム



写真 内臓除去機

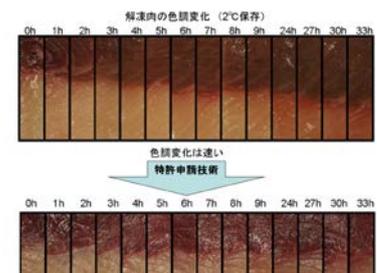


写真 解凍血合肉色調維持技術

### 技術体系の経済性は：

#### 経営改善効果

オンデマンド人工種苗供給体系の構築により、必要な時期に人工種苗の入手が可能となり、養殖生け簀の効率の良い計画的な利用と最適な通年出荷を行うことが可能となります。開発した魚介類鎮静化装置（NEFS24-LPYT11；150 万円/システム）の導入により、水揚げ時のストレス低減並びに取上げ作業での労働負荷が低減されます。また、高速魚体処理機と連動させた内臓除去機（TOYO-372；3,000 万円/台）の導入により、魚体サイズに影響されない最適ヘッドカット位置制御による歩留まり向上、魚体処理時間の短縮と現場労力の低減や省人化が可能となり、従来の人手処理あるいは内臓処理機を用いた内臓除去工程人員に比べて 4~9 名の省人化が実現しました。この装置の導入コストは省人化により 1~2 年で回収できる見込みであり、特殊な技術を必要とする作業工程の自動化が可能となりました。

ATP を高濃度に維持した冷凍フィレでは、通常の冷凍温度（-20℃）流通・保管で約 3~4 ヶ月間品質を維持できるので、従来血合肉の変色原因であるミオグロビンのメト化を抑制する方法として採用され

ていた航空貨物でのチルド流通に比べて輸送コストが大幅に低減され、トン当たり 35 万円の改善効果があります。輸出先でのブリフィレの価格を大幅に下げることが可能となるので、輸出先での消費量拡大が期待されます。

### 経済的な波及効果

人工種苗 45 万が尾鹿児島県の養殖業者に供給された場合の養殖生産額、出荷額、経済波及効果を鹿児島県養殖ブリ産業連関表により計算した結果を表 2 に示しました。プロジェクトの成果により、養殖生産額は 10.1 億円増加し、出荷額は 12.2 億円、経済波及効果は 14.6 億円、GRP の増分は 3.2 億円であると算出され、地域経済に及ぼす効果は非常に大きいものと試算されました。

表 2 鹿児島県における経済波及効果の試算結果

	プロジェクト実施前	実施後	差額	
養殖生産額	217.3億円	227.4億円	10.1億円*1	*1：実施後の生産額は鹿児島県の目標生産量（1,400トン）に H27 年平均単価（723.8 円/kg）を乗じて計算
出荷額*2	249.0億円	261.2億円	12.2億円	*2：養殖生産額に加工等による付加価値を乗せた金額
経済波及効果*3 (GRP増加額)	310.5億円 (67.2億円)	325.1億円 (70.4億円)	14.6億円 (3.2億円)	*3：鹿児島県養殖ブリ産業連関表により計算した県内生産誘発額。 ( ) 内は GRP 増加額

### こんな経営、こんな地域におすすめ：

養殖ブリ生産・海外への冷凍ブリフィレ輸出を行っている（あるいは計画している）経営体：

- ①人工種苗を使ったブリ養殖はいつでも養殖を開始できるため、計画的な養殖生産が可能になり、多様なニーズに対応可能な生産者、地域には強力なツールとなります。また、赤潮が発生しやすい地域では、赤潮が発生する前に出荷可能となり、被害を最小限に抑えることも可能になります。
- ②養殖ブリのフィレ加工等熟練した人手の確保が必要な加工場や米国以外の CO 処理が禁止されている国・地域へ輸出を拡大しようとしている経営体では、機械導入による省人化や作業速度の向上が可能です。また、高濃度の ATP を含有した冷凍ブリを生産することにより、冷凍状態で血合肉の色調変化を 3~4 ヶ月抑制して流通することが可能となります。CO 処理を行っていないので世界のどこへでも受け入れ国の法規制を受けることなしに冷凍状態で出荷・流通が可能となります。

### 技術導入にあたっての留意点：

全国で養殖されているブリは年間 2,000 万尾程度ですが、人工種苗の供給体制が整うまでは、天然種苗と人工種苗を組み合わせる必要があります。また、夏期に出荷されるカンパチ養殖との競合が懸念されますが、海外市場がターゲットであれば、このような課題も回避できます。

高濃度 ATP を含有した冷凍フィレを生産するためには、水揚げ方法や活けしめ方法、その後の加工処理時間や冷凍方法などの生産状況の確認と一貫した管理方法の構築が必要です。詳細については下記に問い合わせてください。

**研究担当機関名：**（国）鹿児島大学、（研）水産研究・教育機構西海区水産研究所、（国）長崎大学、鹿児島県水産技術開発センター、公財）かごしま豊かな海づくり協会、日本農産工業（株）、東町漁業協同組合、（株）マルイチ産商、ニチモウ株式会社、東洋水産機械株式会社、黒瀬水産株式会社、グローバル・オーシャン・ワークス株式会社、鹿児島県商工労働水産部水産振興課

**お問い合わせは：**（国）鹿児島大学 産学・地域共創センター 木村郁夫

電話 099-285-7198 E-mail kimura@fish.kagoshima-u.ac.jp

**執筆分担**（西海区水産研究所五島庁舎 藤浪祐一郎、鹿児島大学水産学部 木村郁夫）