

## クエ陸上養殖の生産効率を最適化する技術体系

試験研究計画名：離島漁業振興のためのスマートフィッシュリーズシステムの開発

地域戦略名：離島漁業振興のためのスマートフィッシュリーズシステムの開発

研究代表機関名：(国)水産研究・教育機構 西海区水産研究所

### 地域の競争力強化に向けた技術体系開発のねらい：

クエは天然の漁獲量が少なく、良質の白身が非常に美味な高級魚です。養殖の普及に向けて人工種苗をつくる技術はほぼ確立されています。長崎県五島市では水温が約 20℃の地下海水を用いたかけ流し式陸上養殖が始まっていますが、種苗から出荷サイズである体重 2kg に育てるまでに 4 年 5 か月を要しています。クエ養殖の普及や拡大を進める上で、この期間の長さは大きな障壁です。

この飼育期間を短縮するための最適な飼育条件を見出すため、水温と水質を検討しました。この結果、海水温 26℃、低塩分（40～60%希釈海水）で種苗を飼育すると、水温 20℃の無希釈の地下海水では 2 年を要する体重 600g までに 1 年で成長させることができ、これによって出荷までの 4 年 5 か月の飼育期間を 3 年 2 か月に短縮できることがわかりました。さらに光環境や給餌頻度も検討した結果、青や緑の光照射、1 日当たりの給餌頻度が当歳魚 2～3 回、1 歳魚 1～2 回、2 歳魚 0.5～1 回が最適だとわかり、上記の条件にこれらを加えればより成長を促進できる可能性も得られました。省エネ・低コスト型飼育システムを用いて、クエ稚魚をこれらの条件に設定した地下海水で飼育すると、要素技術の一つである遠隔監視・制御システムを併用することで、離島や僻地など人的資源の限られる場所でも効率的な養殖が可能と考えられます。



図 1. クエ当歳魚を水温 26℃、50%希釈海水で半年間飼育した場合（上）と従来養殖の場合（下）

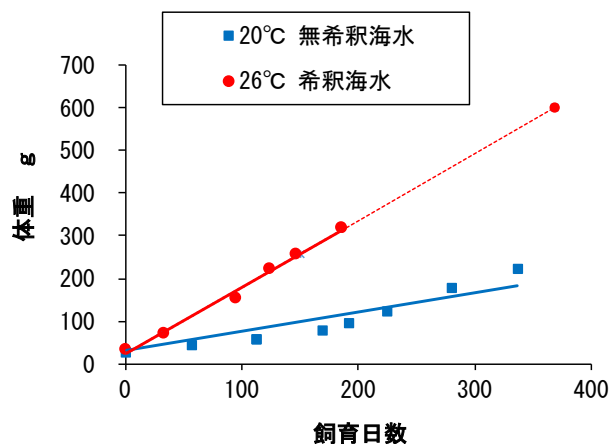


図 2. 異なる水温・塩分条件で飼育したクエ種苗の成長。点線は直線回帰式に基づく推定。

### 技術体系の紹介：

#### 1. 水温 26℃、塩分 13～20（海水の約 40～60%の塩分）の条件での飼育

クエの成長に適した水温と塩分を見出す目的で、水温 26℃、塩分 24 が適しているとの既存情報に基づき、更に様々な条件での飼育実験を行いました。その結果、全長約 30 mmの人工種苗を 40 尾/トンの密度で飼育した場合、水温 26℃、40～60%に希釈した海水での成長と餌料転換効率が最も良く、当歳魚を 1 年間この条件で飼育すれば、水温 20℃、無希釈海水の場合より約 2 倍早く成長することがわかりました（図 2）。また、当歳魚同様に 1 歳魚と 2 歳魚でも希釈海水での成長が良いこともわかりま

した（図 3）。これらから、養殖地で利用できる海水と淡水の量やコストに応じて、40～60%に海水を希釈することが効果的と言えます。

## 2. 成長を促進させる光波長

クエの光刺激に対する網膜電図を用いた分析から、視認性の高い波長帯（分光感度の相対感度が 0.8 以上の領域）を検討しました。その結果、仔魚から稚魚への成長に伴って高感度領域が短波長（青色）側に移り、その後は更に短波長側に広がるものの、1 歳魚と 2 歳魚ではほぼ差のないことを解明しました（図 4）。

そこで、この波長帯である青と緑の光照射によるクエの成長促進効果を白と赤の光照射区と比較するため、各区 30 尾を 140 日間飼育する実験を行いました。その結果、水温 20℃と 26℃のいずれの場合も、緑と青での増重率が白や赤よりも有意に高いことがわかりました（図 5）。自然光の差し込む場所で行った実験なので、実際の養殖で自然光の遮断が不十分でも特定波長の照射効果は期待できると考えられます。

## 3. 年齢ごとの最適な給餌頻度での飼育

水温 26℃、塩分 32 の条件下でクエの成長に最適な給餌頻度を検討しました。当歳魚の 26 日間飼育では、1 日 2～3 回給餌での増重率が 123%、1 歳魚の 30 日間飼育では 1 日 1～2 回給餌での増重率が 120%、2 歳魚の 40 日間飼育では 1 日 1～0.5 回（2 日に 1 回）給餌での増重率がそれぞれ 131%と 126%で、毎回飽食量を与えることが最適と判明しました（図 6）。これらの最適頻度で給餌した場合の増肉係数と 100g 増重させるのに必要な日数は、当歳魚が 1.2、201 日、1 歳魚が 1.6、89

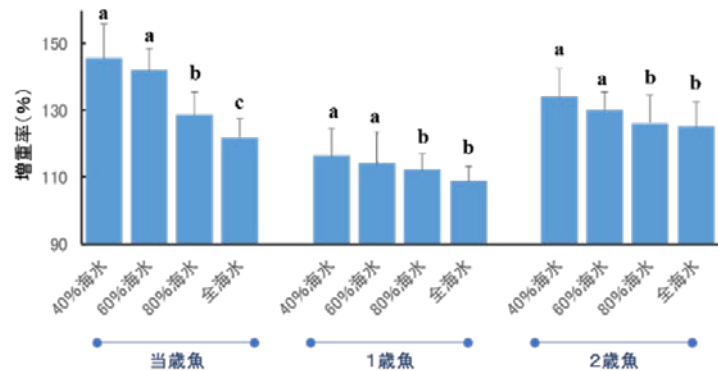


図 3. 塩分の異なる海水で飼育したクエの年齢別増重率  
異なるアルファベット間に有意な差がある

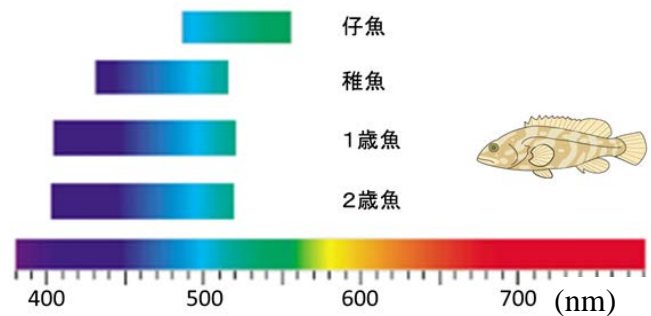


図 4. クエの成長段階ごとの高感度波長帯

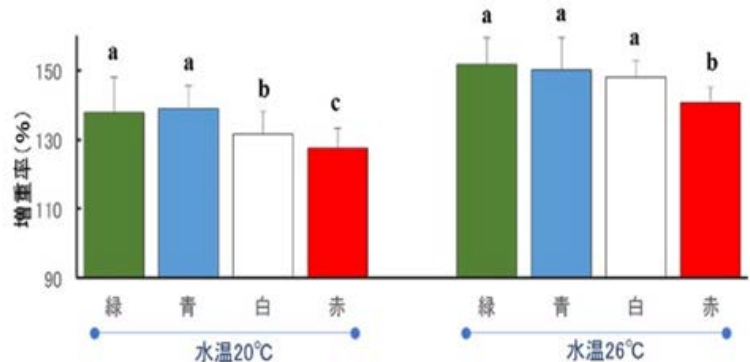


図 5. 波長の異なる光を照射した水槽間でのクエの増重率  
異なるアルファベット間に有意な差がある

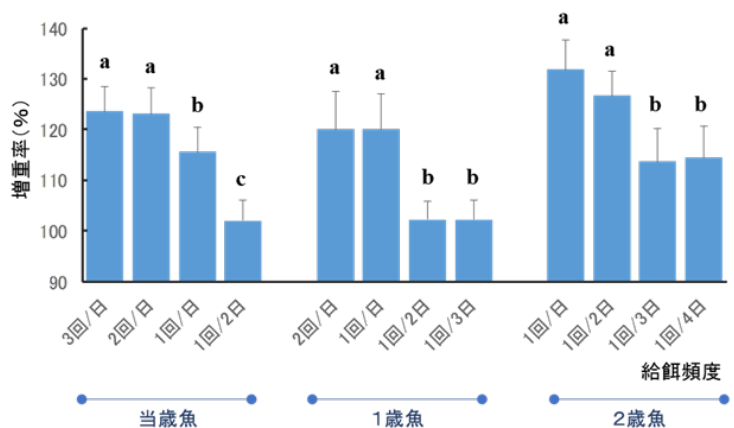


図 6. クエに給餌する頻度を変えた場合の増重率

日、2 歳魚が 1.5、28 日でした。

## 技術体系の経済性は：

### 経営改善効果

実証実験では、水温 20℃の地下海水を冬はヒートポンプで加温し、気温の影響を受ける夏は冷却して 26℃に保ち、水道水で薄めることで塩分 17 を維持しました。この方法による飼育を最初の 1 年間のみ採用した場合の経済収支を従来法（水温 20℃、無希釈海水）と比較した結果、養殖期間の大幅短縮により、年間 50 万円ほど収益が多くなると試算されました（表 1）。なお、開発技術（閉鎖循環システム及び遠隔監視）の導入経費としておよそ 2,000 万円かかりますが、飼育期間が 1 年以上短縮されることにより疾病や事故による減耗リスクが軽減するほか、水槽に余剰が生じることによる生産量の増加などのメリットもあります。また、離島地域での養殖業の実施は専門家の人材確保が課題となりますが、遠隔監視システムの導入により、この課題も克服できると考えられます。

なお、今回の実証試験では、設置場所の制約から理想通りの機器類の配置ができなかったため、ろ過機能の一部が十分に発揮されませんでした。そのため、ポンプ類に余計な負荷がかかったことによる電気代と水質改善のための換水に要した水道代が想定を大きく上回りました。設計に基づく理想通りの配置にすれば、水槽内の粗ゴミが十分に除去できることで、これらのコストは下がり、収益性はより高まると考えられます。

表 1. 4,000 尾/1 ロットにおける従来型養殖と実証プラント併用型養殖の収支比較

	養殖期間*	出荷額*	1 年間の経費（万円）						収益	差額
		（万円）	種苗費*	餌料費	人件費	光熱水費	遠隔監視	合計	（万円）	（万円）
従来型養殖	4 年 5 か月	543.4	36.2	173.3	58.5	76.6	—	344.6	198.8	
実証プラント 併用型養殖	3 年 2 か月	757.9	50.5	206.8	65.7	137.6	48.0	508.6	249.3	50.5

\*：養殖期間は体重 30g の種苗が平均 2kg に達するまでの期間、出荷額は 3 千円/kg で計算、  
種苗費は 400 円/尾 × 4,000 尾

### 経済的な波及効果

天然クエは資源量が多くなく年間漁獲量は約 200 トンで、養殖クエの生産量もほぼ同じです。クエの取り扱いが西日本で最も多い福岡中央卸売市場での情報によると、クエは旬である冬の需要が大きく、この時期に価格が上昇しますが、1～2 月は供給量が少なく、単価が最も高くなります（図 7）。すなわち、冬場（12～2 月）の需要に対して 1～2 月の供給が不足していることが分かります。本技術体系を用いて陸上養殖すれば、人工種苗が入手できる 11 月に養殖を開始して 2 kg に達する 3 年 2 か月後が丁度この時期に重なります。このため、表 1 ではキロ単価 3 千円で計算していますが、この時期に出荷できればさらに高価格での取り引きが期待でき、出荷時期が 3 月以降になる従来法と比較すると、より大きな収益を生み出すと見込めます。

実証地の五島市では、平成 30 年 6 月に「長崎と天草地方の潜伏キリシタン関連遺産」がユネスコ・世界文化遺産に登録され、同市を訪れた観光客数は同年度の 1 月中旬時点で既に前年度の年間来客数を 4 割も上回りました。市内ではホテル建設も始まるなど、観光客誘致に向けた追い風が吹いています。ただし、世界遺産登録による地域経済効果が一時的なものに終わった例も知られています。この登録効果を持続させるには、まず観光客用の食事や土産物を充実させることが重要と指摘されています。同市では、地元の養殖クエを使った鍋セットがふるさと納税返礼品において高い人気を博しており（図 8）、

観光客向けの食事用や土産物用としてもクエは十分に期待できることを示しています。清浄な地下海水を使ったクエ陸上養殖による生産量を増やせば、安定供給が可能になり、地域経済を潤わせ、その効果を持続させることに大きく貢献すると考えられます。それに伴い、雇用の創出、地域住民の生活の安定、定住者増加による人口減の歯止め、などの波及効果も期待できるでしょう。



図 7. 福岡中央卸売市場におけるクエの月別取扱量と単価



図 8. 五島市ふるさと納税返礼品で人気の高いクエ鍋セット

### こんな経営、こんな地域におすすめ：

人口減少に伴い未利用地が増えている地方での地域振興策において、陸上養殖に対する期待が高まっています。本技術体系を用いることで陸上養殖の課題であるランニングコストを下げるができますので、エネルギー源を有する場所におすすめできます。また、よりコストダウンが期待できる再生可能エネルギーによる自家発電施設を持つ経営体や、海水希釈用の湧水や地下水などを利用できる土地にもおすすめです。

遠隔監視・制御システムを併用すれば、人的資源の限られる離島での陸上養殖も可能になり、人口減少対策として有用と考えられますので、国境離島新法の対象地にもおすすめします。

### 技術導入にあたっての留意点：

今回の実証試験では、稚魚から体重 600 g の幼魚までの飼育を検証したもので、それ以降は従来の条件、すなわち水温 20℃、無希釈海水、自然光、1 日 1 回給餌に戻すことを想定していますが、それでも従来法より飼育期間を 1 年短縮できることがわかりました。そのため、2 年目以降も最適な条件での飼育を続ければ、さらに飼育期間を短縮できるでしょう。ただし、表 1 に示した通り、水温や塩分の条件設定にはコストを要しますし、給餌頻度を高めると若干ながら餌代も増えますので、費用対効果の十分な検討が必要です。

**研究担当機関名：** 国立研究開発法人水産研究・教育機構 瀬戸内海区水産研究所・水産工学研究所・西海区水産研究所・水産大学校、長崎県総合水産試験場、株式会社ジャパンアクアテック、株式会社キッツ

**お問い合わせは：** 国立研究開発法人水産研究・教育機構 西海区水産研究所 吉村 拓  
電話 095-860-1600 E-mail yoshimura.taku@affrc.go.jp

**執筆分担** (国立研究開発法人水産研究・教育機構 森田 哲男・今井 智・柴田 玲奈・山本 義久・篠田 理仁・藤波 祐一郎・吉村 拓、長崎県総合水産試験場 宮原 治郎)