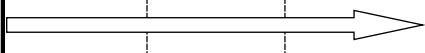


## 委託プロジェクト研究課題評価個票（中間評価）

<b>研究課題名</b>	【戦略的プロジェクト研究推進事業「現場ニーズ対応型研究」】 クロマグロ養殖の人工種苗への転換促進のための早期採卵・人工種苗育成技術や低環境負荷養殖技術の開発の開発			<b>担当開発官等名</b>	研究開発官(基礎・基盤、環境)室
				<b>連携する行政部局</b>	水産庁増殖推進部研究指導課 水産庁増殖推進部栽培養殖課
<b>研究期間</b>	H30～R4（5年間）			<b>総事業費（億円）</b>	4.0億円（見込）
<b>研究開発の段階</b>	<b>基礎</b>	<b>応用</b>	<b>開発</b>	<b>関連する研究基本計画の重点目標</b>	重点目標15、31
					

### 研究課題の概要

現行のクロマグロ人工種苗では採卵の時期が初夏に限定されているため、稚魚のサイズが小さいまま冬季を迎えることにより稚魚の生残率が低い。このことが生産コストを高め、人工種苗(\*1)の普及の障害になっている。また、漁場環境を持続的に利用し、安全な養殖生産物を安定供給するには環境への配慮が必要であるが、環境負荷を考慮した養殖技術の開発は十分とはいえない。令和8年度を目処に天然種苗由来クロマグロの30%以上相当分を人工由来にすることを目指し、クロマグロ養殖用の人工種苗の供給を拡大させ、漁場環境や天然資源への負担が少ないクロマグロ養殖を確立するため、クロマグロの成熟・産卵を人工的に制御した早期採卵・人工種苗育成技術を開発するとともに、給餌量管理、水質・底質環境管理、魚病対策により環境負荷の少ない養殖技術を開発する。

#### 1. 委託プロジェクト研究課題の主な目標

中間時（2年度目末）の目標	最終の到達目標
・クロマグロの採卵時期を現行に比べ2ヶ月早める技術を開発。	・天然種苗と同等の大きさの人工種苗を作出と、その人工種苗が1歳魚に至るまでの冬季の生残率（30～40%）を2倍に向上。 ・疾病対策及び環境負荷低減対策により生産コストの10%削減。

#### 2. 事後に測定可能な委託プロジェクト研究課題全体としてのアウトカム目標（R8年）

令和8年度を目処に商業生産として天然種苗由来クロマグロの30%以上相当分を人工種苗由来にする。

### 【項目別評価】

#### 1. 社会・経済の諸情勢の変化を踏まえた研究の必要性

ランク：A

##### ①農林水産業・食品産業、国民生活の具体的なニーズ等から見た研究の重要性

・日本周辺を中心に北太平洋に広く分布しているクロマグロの近年の資源状態は歴史的最低レベルに近い状態にある。平成26年に国際自然保護連合（IUCN）によって本種は絶滅危惧種に指定され、また、地域漁業管理機関である中西部太平洋まぐろ類委員会（WCPFC）での国際合意のもと、我が国では養殖用天然種苗でもある小型魚の漁獲量について半減措置を実施して管理を強化している。

・今後、クロマグロの更なる資源状態の悪化やそれに伴う資源管理が強化されれば、天然漁獲物と養殖用天然種苗の供給が同時に制限され供給が大幅に減少する恐れがあるが、平成28年における養殖出荷量では天然種苗由来が12,563トンに対して人工種苗由来が849トンと未だ天然種苗に大きく依存(94%)している状況である。

・また国際的にはMELジャパン、MSC・ASC認証(\*2)などの規格に沿った安全・安心かつ持続可能性に配慮した水産物への社会的需要が高まりつつある。その需要を満たすには、健全な漁場及び資源管理を推進することが必要であり、給餌量管理、水質・底質環境管理、魚病対策など環境に配慮した持続的な養殖技術を開発することが必要である。

このようなことから我が国の水産業の発展及び国民の食生活のニーズの対応の観点から本研究の重要性

は高い。

### ① 引き続き国が関与して研究を推進する必要性

・クロマグロは、国際自然保護連合（IUCN）によって絶滅危惧種に指定され、また、国際合意のもと我が国が小型魚の漁獲量半減措置を実施している。民間による自主的な人工種苗養殖への転換は、転換技術やコストの面で課題があり、クロマグロの斃死や新たな設備投資のリスクを伴うことから十分進んでいない。また、転換技術を民間自ら開発するノウハウや施設もない状況であるため、人工種苗養殖への転換を促進しクロマグロ天然資源の保全と持続的利用を図るためには国が率先して技術開発に取り組む必要がある。なお、以下の計画でも技術開発の必要性が明示されている。

・「水産基本計画」（平成29年4月閣議決定）では、天然資源の保存に配慮した安定的な養殖生産を実現するため、主に天然種苗を利用しているクロマグロ等では人工種苗への転換を促進するとしており、また、消費者に信頼される安全な養殖生産物の安定供給を確保するため、疾病対策や漁場環境への配慮が必要としている。

・「農林水産研究基本計画」では、高齢化や担い手不足が深刻化する水産業をより魅力的な産業に変革するため、クロマグロの完全養殖を軌道に乗せるための人工種苗量産技術の開発を進めるとしている。以上のことから、引き続き国が先導して研究機関、大学、民間企業の技術力を結集し、研究開発に取り組む必要がある。

## 2. 研究目標（アウトプット目標）の達成度及び今後の達成可能性

ランク：A

### ①中間時の目標に対する達成度

・クロマグロの採卵時期を現行に比べ2ヶ月早める技術の開発では、大型陸上水槽を用いて水温と日長をコントロールすることによって早期産卵誘導を行い、従来よりも2ヶ月早い4月に200万粒の早期卵を生産することに成功した。また、早期産卵による種苗の飼育について、別途開発した小規模飼育システムを用いて飼育水温が人工種苗の生残・成長に及ぼす影響を検討し、従来の養殖海面(\*3)で早期人工種苗の飼育が可能であることを明らかにした。

これらの成果から、中間時の目標は十分に達成された。

### ②最終の到達目標の今後の達成可能性とその具体的な根拠

・最終到達目標として、「天然種苗と同等の大きさの人工種苗を作出と、その人工種苗が1歳魚に至るまでの冬季の生残率（30～40%）を2倍に向上」及び「疾病対策及び環境負荷低減対策により生産コストの10%削減」を目指しており、令和元年度までに以下の具体的成果が得られている。

・新たに作成した飼育環境プログラムのもとクロマグロ親魚を育成することで、当初目標である4月に早期産卵の誘導が可能であることが確かめられた。さらに、早期産卵より生産した種苗を従来より2ヶ月早い5～6月に従来の養殖海面で飼育できることを飼育実験による解析から明らかにした。今後、早期産卵誘導の安定化と人工種苗の養殖海面での飼育実験を進め、早期人工種苗供給システムの確立を目指す。

・疾病対策については、クロマグロのイリドウイルス及びレンサ球菌(\*4)の感染試験手法を開発し、市販ワクチン等の効果の検証が可能となった。また、住血吸虫(\*5)については養殖海域海水中からのモニタリング手法や *C. orientalis*(\*6) の中間宿主駆除による新たな寄生予防法等を開発した。今後、ワクチン効果の検証や住血吸虫に対する駆虫剤の最適投与方法の開発等を継続することで、クロマグロの種苗期に発生する疾病の防除手法の開発を行う。

・摂餌特性に応じた至適給餌方法の開発については、配合餌料の胃内滞留時間や消化酵素の分泌動態等を解明した。また、画像データより稚魚の給餌直後から終了までの遊泳行動を数値化し、リアルタイムで出力できる行動評価システムを開発した。今後、配合餌料における消化特性と合わせて行動評価システムの開発を行い、低環境負荷型クロマグロ給餌手法の開発を進める。

・これまでのところロードマップに従い順調に進捗しており、引き続き研究開発を推進することで最終到達目標を達成できる。

## 3. 研究が社会・経済等に及ぼす効果（アウトカム）の目標の今後の達成可能性とその実現に向けた研究成果の普及・実用化の道筋（ロードマップ）の妥当性

ランク：S

### ①アウトカム目標の今後の達成の可能性とその具体的な根拠

・平成28年における養殖出荷量では天然種苗由来が12,563トンに対して人工種苗由来が849トンと未だ

天然種苗に大きく依存(94%)している状況であるが、養殖当初の活け込み(\*7)数の割合は天然種苗と人工種苗で半分半分(50%)である。開発した技術を用いて1歳魚に至るまでの冬季の生残率(現在30~40%)を2倍に向上させれば、1歳魚までの人工種苗の割合を最大40%程度まで向上させることができ、天然種苗由来クロマグロの30%以上相当分を人工種苗由来にするとしたアウトカム目標の達成は可能である。

### ②アウトカム目標達成に向け研究成果の活用のために実施した具体的な取組内容の妥当性

・研究成果については、学会発表、論文等の学術活動のアウトリーチ活動によって、当該成果の広報や普及活動に努めている。特に、平成30年11月に全国クロマグロ養殖連絡協議会傘下に技術部会を発足させ、公設試験研究機関、民間養殖業者、流通業者等のステークホルダーに対して、技術シーズを始め、最新の技術や基盤技術の動向等を紹介することで、産官学連携下での情報・意見交換やニーズの汲み上げを積極的に推進している。また、社会実装を速やかに進めるために、得られた早期卵を利用した民間養殖業者による実環境下での出荷魚までの育成を行う取り組みを研究計画に追加した。これらの取組は、本成果の利用拡大と定着化を促進し、社会実装を加速化するうえで極めて重要であり妥当である。

### ③他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度

・摂餌特性に応じた至適給餌方法の開発より得られた知見や技術は、養殖産業の成長産業化に必須であるAIやRPA(\*8)による養殖管理システムのスマート化を効率的に推進していくうえで大きく貢献する。

## 4. 研究推進方法の妥当性

ランク：A

### ①研究計画(的確な見直しが行われているか等)の妥当性

・最終目標の達成に向けて、運営委員会、研究推進会議並びに小課題毎の研究打ち合わせ等で、研究内容や進捗状況を確認し、適切に年度計画や実施体制の見直しを行っている。特に、至適給餌方法の開発における摂餌関連行動の指標化においては、新たに群れの強度に着目した行動評価システムを取り入れることとし、研究チームの構成を見直すこととした。また、社会実装を速やかに進めるために、得られた早期卵を利用した民間養殖業者による実環境下での出荷魚までの育成を行う取り組みを追加した。

### ②研究推進体制の妥当性

・外部専門家3名及び関係する行政部局等で構成する運営委員会で、進捗状況の確認、研究推進上の問題点や行政ニーズ等の把握等を行い、最終目標に向けて研究成果が得られるように進行管理を行っている。併せて、研究担当者全員を招集した推進会議を年3回(現地検討会を含む)、協力機関を対象とした打ち合わせを年1回開催し、参画者間での情報意見交換を通じて相互理解を図っている。

### ③研究課題の妥当性(以後実施する研究課題構成が適切か等)

・早期人工種苗供給システム及び低環境負荷型給餌手法の開発は、いずれも2つの実行課題から構成されている。各実行課題間において、研究成果の双方向の受け渡しやフィードバックを図る等の連携・協力を行っており、統合的な成果の最大化を図るためには不可欠である。また、種苗期に発生する疾病の防除手法の開発は、種苗生産の安定化に重要な課題である。これまで全ての課題は順調に進捗しており、研究課題の構成は最終到達目標の達成を目指す上で妥当である。

### ④研究の進捗状況を踏まえた重点配分等、予算配分の妥当性

・研究成果の普及・実証に直結する早期人工種苗供給システムの開発や種苗期に発生する疾病の防除手法の開発には重点的に予算を配分している。その他、課題の推進に必要な予算を精査することで、成果の最大化を図るための予算配分を行っており、全体としての予算配分は妥当である。

## 【総括評価】

ランク：A

### 1. 委託プロジェクト研究課題の継続の適否に関する所見

・クロマグロは絶滅危惧種であり、また、日本の食文化において重要な食材であるという事情に加えて、マグロの需要が世界で伸びており、市場が拡大している。さらに、マグロ養殖は日本の競争力強化のためにも重要な技術であり、タンパク源としても注目されているため、研究の必要性は大きく、継続は妥当である。

### 2. 今後検討を要する事項に関する所見

・ゲノム編集等の先端技術との連携の可能性について検討することを期待する。  
・極めて重要な技術であるため、研究を進める上で、海外への技術流出に十分注意して推進されたい。

[研究課題名] 戦略的プロジェクト研究推進事業「現場ニーズ対応型研究」のうち  
 クロマグロ養殖の人工種苗への転換促進のための早期採卵・人工種苗育成技術や  
 低環境負荷養殖技術の開発の開発

用語	用語の意味	※ 番号
人工種苗	自然水域から採捕した天然稚魚とは異なり、水槽・イケス等の人工的に隔離された環境下において繁殖や人工授精から生まれた稚魚のこと。	1
MELジャパン、 MSC・ASC 認証	生態系や資源の持続性に配慮して漁獲された水産物であることを認証する機関。国内の水産関係団体によるMELジャパン（マリン・エコラベル・ジャパン）や国際機関MSC（海洋管理協議会）がある。また、天然ではなく養殖による水産物を認証する機関としてASC（水産養殖管理協議会）がある。	2
養殖海面	養殖を行っている海域のこと。	3
イリドウイルス 及びレンサ 球菌	クロマグロの疾病の原因菌の一種。 イリドウイルスに感染すると、運動が不活発となり、極度の貧血症状、鰓の点状出血、脾臓の肥大などが現れる。 レンサ球菌に感染すると、心外膜炎や尾柄部の壊死、眼球の突出や白濁などの症状が現れる。	4
住血吸虫	成虫は心臓や血管に寄生し、虫卵が鰓血管に蓄積することで血流を阻害して宿主は酸欠で死亡する。3種類の住血吸虫が報告されている。	5
C. orientalis	C. オリエンタリス。住血吸虫の一種。鰓寄生で虫卵数も多いため病害性が高い。	6
活け込み	養殖生け簀に種苗を移し入れること。	7
RPA	ロボティック・プロセス・オートメーション。事業プロセスの自動化技術の一種で、ソフトウェアロボットのこと。	8

## ⑫ クロマグロ養殖の人工種苗への転換促進のための 早期採卵・人工種苗育成技術や低環境負荷養殖技術の開発 【継続】

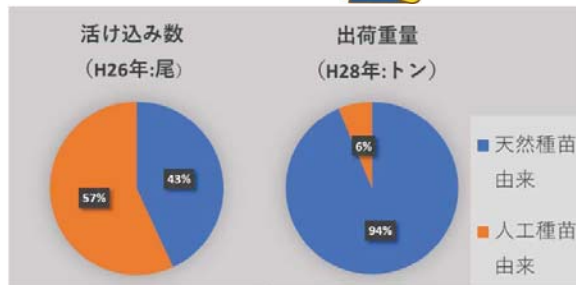
- クロマグロ養殖は、天然資源の保全に配慮した安定的な生産のため、天然種苗から人工種苗への転換が求められている。しかしながら、人工種苗の産卵時期は天然種苗に比べて遅いため、冬季における幼魚サイズが小さく、生残率や生産性が低いことから、養殖現場における転換が進んでいない状況。
- そこで、クロマグロ人工種苗の採卵を天然種苗と同等の時期に行うための早期採卵・人工種苗育成技術、クロマグロの摂餌行動に基づく給餌量管理や魚病対策など環境に配慮した養殖技術を開発する。
- これらの技術を用いて、天然種苗への依存度を低減し、競争力の高いクロマグロ養殖を実現する。

### 生産現場の課題

- ・ 人工種苗は、天然種苗に比べて産卵の時期が遅いためサイズが小さい。
- ・ 冬季の生残率や成長が悪く、生産性が低い。



#### <イメージ>

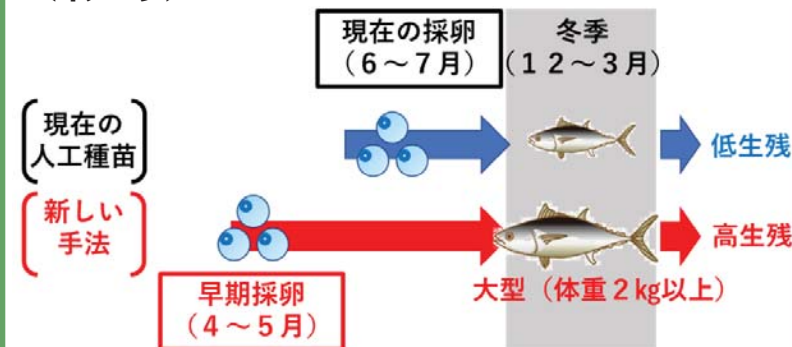


クロマグロ養殖実績  
(活け込みから出荷まで2年と仮定)

### 生産現場の課題解決に資する研究内容

- ・ 天然種苗と遜色のない人工種苗として、低コストで高生残な早期採卵・人工種苗育成技術の開発。
- ・ 適切な資源管理に基づいた養殖クロマグロブランド創出に向けた給餌量管理や魚病対策など環境に配慮した養殖技術の開発。

#### <イメージ>



### 社会実装の進め方と期待される効果

- ・ 全国クロマグロ養殖連絡協議会等を利用して養殖生産者等と技術に関する意見交換、普及方策を検討の上、公設試験研究機関等と連携して普及・実用化を推進。

- ・ 人工種苗の冬季の生残率を2倍に向上、生産コストを10%削減。
- ・ 天然種苗への依存度が低減し、競争力の高いクロマグロ養殖が実現。



【ロードマップ（中間評価段階）】

クロマグロ養殖の人工種苗への転換促進のための早期採卵・人工種苗育成技術や低環境負荷養殖技術の開発

