

# 令和7年度養殖業成長産業化技術開発事業

## (1) 飼餌料コスト低減対策

### ア ブリ類及びマダイ用高効率飼料の開発

実施主体：国立研究開発法人水産研究・教育機構、公立大学法人福井県立大学、国立大学法人東京海洋大学、国立大学法人高知大学、長崎県総合水産試験場、愛媛県農林水産研究所、学校法人近畿大学

## 1 事業の目的

主要な養殖魚種であるブリとマダイについて、低水温期の消化生理や各種原料の利用性、低魚粉飼料の摂餌性、脂質の利用性等を調べ、低水温期の消化生理にあった飼料の配合と油脂等の添加を行うことで、養魚用飼料の主原料である魚粉の使用量を減らして低価格にしながらも低水温期の成長に優れた、コストと品質がバランスした飼料を開発する。飼料代が大きな割合を占める魚類養殖のコストを削減して養殖業の成長産業化を図る。

## 2 事業の内容

### 現 状

- ・ 国際的な需要増と漁獲減少により魚粉の価格が高騰
- ・ 現状の魚粉主体の飼料に対して魚粉の使用を減らした低魚粉飼料が求められている
- ・ 低水温期には低魚粉飼料の摂餌性や利用性が特に劣る

### 具体的な取組み

#### 1) 飼料及び原料別の消化吸收特性と代謝への影響の水温別評価

- ・ コーングルテンミール量を変えた飼料でマダイ稚魚の成長評価
- ・ 飼料中のコーングルテンミールがマダイの生理状態に与える影響の評価



#### 2) 摂餌促進と給餌量の適正化による低水温下での成長改善効果の評価

- ・ ブリ・マダイで超低魚粉飼料に添加した摂餌誘引原料の低水温下での効果を比較
- ・ 摂餌誘引物質を添加した飼料を給与したブリ・マダイの消化酵素活性の評価



#### 3) 飼料中ドコサヘキサエン酸含量の最適化による低水温下の成長改善効果の評価

- ・ DHA含量が一定で魚粉含量や代替タンパク質源の異なる飼料によるブリの成長評価
- ・ 脂質代謝を改善する添加剤の効果をブリを用いて低水温下で評価



#### 4) 低水温下における無魚粉飼料のコレステロール代謝と成長への影響評価

- ・ 低水温期の無魚粉飼料の給餌期間を変えてマダイの成長を比較
- ・ 無魚粉飼料の給餌期間がマダイの胆汁酸代謝に及ぼす影響の評価

## 3 研究開発の成果・普及

### 事業成果の効果

- ・ コストと飼育成績がバランスしたブリ用とマダイ用の養魚飼料の開発
- ・ 低水温期の魚の消化生理に基づいた飼料の開発
- ・ 魚粉への依存度を下げることによる持続的な魚類養殖の実現
- ・ 養魚飼料価格の維持・低減による養殖業者の経営安定と養殖業の成長産業化

# 令和7年度養殖業成長産業化技術開発事業

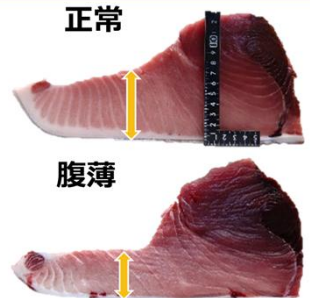
## (1) 飼餌料コスト低減対策

### イ クロマグロの「腹薄」の発生要因の特定と軽減技術の開発

実施主体：国立研究開発法人水産研究・教育機構

#### 1 事業の目的

人工種苗を用いたクロマグロ養殖において、トロの部位に相当する腹部可食部が薄くなる「腹薄」が問題となっており、その要因の一つとして、配合飼料給餌による幽門垂の肥大が挙げられる。本課題では、腹薄の原因となっている幽門垂等の内臓が肥大するメカニズムを解明するとともに、腹薄の発生に大きく影響する成長ステージの餌料系列を検討し、腹薄を防止・軽減する給餌技術や飼料組成を開発する。



#### 2 事業の内容

##### 現 状

- ・ クロマグロ人工種苗や配合飼料の普及に腹薄が足枷となっている
- ・ なぜ配合飼料給餌により幽門垂が肥大し、腹薄が発生するのか不明
- ・ 腹薄の防除・軽減技術の開発が喫緊の問題

##### 具体的な取組み

##### 1) 腹薄の発生要因の解明

- ・ 種苗の由来が腹薄に及ぼす影響について評価  
⇒ 幽門垂の肥大以外の要因も存在する可能性が示唆された
- ・ 飽食給餌が腹薄に及ぼす影響を調査  
⇒ 飽食給餌により腹腔の拡大が確認され新たな腹薄発生要因の候補に

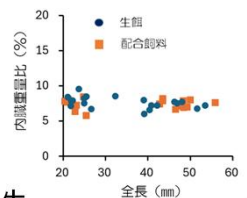
飽食給餌により腹部が膨満



##### 2) 配合飼料給餌に伴う内臓肥大メカニズムの解明

- ・ 加熱条件の異なる魚粉原料で作製した配合飼料を用いて給餌試験を実施  
⇒ 非加熱および短時間の加熱魚粉で、成長が優れ、幽門垂肥大が軽減
- ・ 内臓肥大が起きやすい飼料の特徴を把握  
⇒ 内臓肥大傾向が顕著な輸入（加熱）魚粉飼料では、胃から腸へ内容物移動が早く、脂質の消化吸収に時間を要することを確認
- ・ 腹薄発生時期の解明  
⇒ 体重1g以降から10gまでに給餌した飼餌料の影響により、内臓肥大が発生

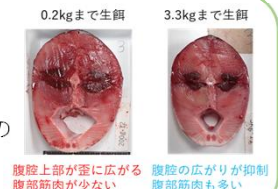
50mmまでは内臓・幽門垂肥大の影響はない



##### 3) 腹薄発生の軽減技術の開発

- ・ サイズ段階的に生餌から配合飼料へ切り替える給餌試験を実施  
⇒ 稚魚～幼魚期に生餌の給餌期間を長く確保することで、腹腔形状の異常（腹腔幅・体幅比）が軽減され腹薄の改善に有効であることを確認

配合飼料に切り替えた個体の断面図画像 →



#### 3 研究開発の成果・普及

##### 事業成果の効果

- ・ 腹薄の改善につながる飼料組成を開発
- ・ 腹薄を軽減・防除する餌料系列など給餌技術を開発
- ・ 配合飼料普及、人工種苗比率上昇により持続的なクロマグロ養殖の実現

# 令和7年度養殖業成長産業化技術開発事業 (1-ウ)水素細菌を活用した養殖飼料開発

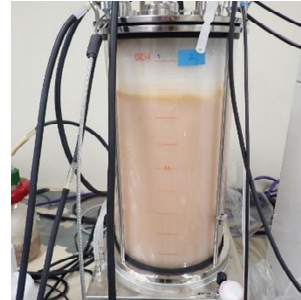
実施主体: 国立研究開発法人 水産研究・教育機構 水産技術研究所  
太平洋セメント株式会社 研究開発本部 新規技術研究所  
国立大学法人 茨城大学 農学部  
国立大学法人 東京大学 農学生命科学研究科

## 1. 事業の目的

水産養殖用飼料の主要な成分である魚粉の価格高騰や供給不安が問題視されてから久しい。既存の魚粉代替飼料原料の利用技術の高度化とあわせて、新規飼料原料の開発を進めることは、持続可能な養殖業の発展のために不可欠である。本課題では、新規飼料原料として水素細菌(水素酸化細菌)を有力候補と考え、研究を進めている。

水素細菌は気体水素をエネルギーとして利用し、硫安などの無機塩類や二酸化炭素を原料に有機物(菌体)を合成する独立栄養細菌である。水素細菌は培養槽で集約的に生産可能であり、また国内由来株の*Hydrogenovibrio marinus* MH-110や*Hydrogenophilus thermoluteolus* TH-1は高増殖能を持ち、組成としても高タンパクであるなど量産や養魚飼料利用に適した性質を持つ。

本研究課題では、水素細菌を養魚飼料原料として生産・利用するための技術開発を目的としている。



水素細菌*H. marinus* MH-110のガス培養  
(水研機構)

## 2. 事業の内容

### 1) 養殖飼料としての生産および利用技術の開発

菌体培養、加工、配合飼料作製および給餌飼育試験を行い、飼料としての有効性評価を行う。その過程で洗い出された問題点を各工程にフィードバックしながら逐次改善する。

### 2) 水素細菌の量産化に向けた生産基盤技術の開発

水素細菌の生産は水素・酸素の混合気を原料とし、産業的量産化のためにはガス供給技術の高度化は安全面・コスト面から必須である。そのため、必要なガス培養技術の改良を行う。

### 3) 飼料候補細菌の成分・生産特性の改良および高度化

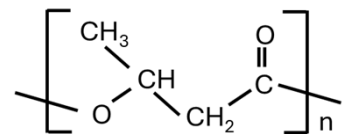
飼料原料としての効率的生産、成分調整および収益性改善のための副産物生産(有価物)などを目的に、水素細菌の生物機能の解明と利活用に取り組む。



水研機構にて作製した  
*H. marinus* MH-110菌体  
の加工物

## 3. 研究開発の成果・普及

- ・培養した*H. marinus* MH-110菌体を加工し、その消化吸収率をマダイ稚魚 において測定したところ、80%以上の良好な消化吸収率を示した。
- ・*H. marinus* MH-110菌体を配合した試験飼料を用いてマダイ稚魚を6週間飼育した。摂餌や成長は確認されたが通常の魚粉主体飼料と比べて成長は劣り、今後改善が必要である。
- ・ガス培養機の給気系に改良を加え、爆鳴気(燃烧可能な比率での水素と酸素の混合気)の使用を低減する技術を開発した。
- ・給気系ははじめハード面の改良については、社会実装に向けて技術資料として取りまとめることを予定している。
- ・*H. thermoluteolus* TH-1において、飼料価値の乏しい長鎖炭化水素 PHBの合成や分解機構を解析し、菌体成分制御や有価物生産に資する知見を得た。
- ・遺伝子組換えによる菌株改良も視野に、高温性・微好気性の水素細菌においても利用可能なGM技術開発も進めている。



PHB (poly-β-hydroxybutyrate)  
バイオプラスチックとしても知られる。ある種の水素細菌は菌体内に蓄積するが、成分に窒素を含まず、飼料価値は低いと考えられる。

## (2) 新たな技術(ゲノム育種価)を用いた優良系統の作出

# ア サーモン養殖推進技術開発

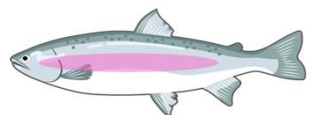
我が国で人気の高い生食用サーモンの安定供給に向けて、国産の海面養殖サーモンの生産性を向上させるサーモン優良系統を開発する。さらに、開発した優良系統を社会実装するための技術開発や体制整備を進める。

### 現状

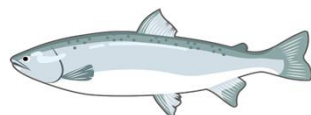
秋サケの不漁問題等を背景として、全国各地でサーモンの海面養殖が広がつつある

～ 本事業で扱うサーモン ～

➢ ニジマス(国際商材)



➢ サクラマスとサツキマス(日本独自の高級商材)



現状の課題は「生産性の低さ」

- ・淡水から海面養殖に移した時に死亡や成長停滞がおきる
- ・海面養殖は水温の低い冬季の半年間しかできない

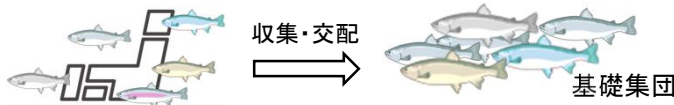
#### 解決策・現場ニーズ

海水適応能力が高く、短期間の海水飼育で大きくなるサーモン優良系統の開発

### 具体的な取組み

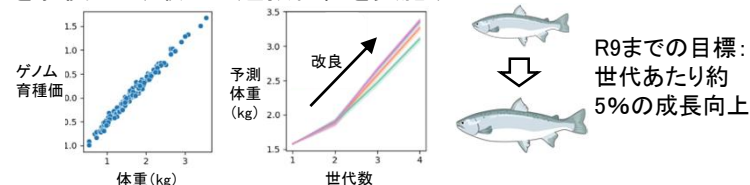
#### ① 基礎集団の構築

全国各地の野生集団や地域系統を利用して、遺伝的多様性に富んだ基礎集団(選抜育種の出発点)を作出する



#### ② 最新のゲノム選抜技術を用いた効率的な育種

ゲノム育種価や育種シミュレーションによる将来予測などの情報を駆使して、最適な選抜育種を実施する



R9までの目標:  
世代あたり約  
5%の成長向上

#### ③ 精液の凍結保存と利用・評価手法の高度化

優良系統の遺伝資源保存や普及のため、凍結精子バンクの構築と冷蔵精子及び凍結精子を使った受精技術の高度化を行う

#### ④ 社会実装に向けた情報収集及び小規模実証試験

優良系統をスムーズに社会実装するため、その維持管理体制の構築や現場実証試験による特性評価を行う

### 効果

国内生産環境に適した優良系統の開発



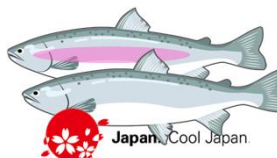
社会実装体制の確立



国産サーモンの生産性向上と安定供給の実現へ



将来はジャパンサーモンのブランド化と海外展開へ



### 令和7年度の成果

- ✓ ゲノム育種価選抜により、計画どおり、選抜第2世代を作出(その一部から商用集団を作出)
- ✓ 成長形質の世代あたり遺伝的改良度を、ニジマスは24%、サクラマスは4.2%と推定し目標達成
- ✓ 優良個体の凍結精子保存を実施、冷蔵精子の性能評価試験により実用化への課題を抽出
- ✓ サプライチェーン調査により優良系統の実装先となる一次利用者候補32者へのヒアリングを実施
- ✓ 海面生簀での実証試験を開始し、ニジマス、サクラマスの育種集団は水温合わせや海水馴致せずに海水移行可能であると実証

# 令和7年度養殖業成長産業化技術開発事業

## 2(イ)複数形質に優れたブリの開発システムの構築

実施主体: 水産研究・教育機構

### 1. 事業の目的

「みどりの食料システム戦略」で人工種苗比100%を目指しているブリについて、ゲノム育種技術を活用し、①市場ニーズの高い複数の形質に優れたブリの開発システムの構築、②有用な系統の保存や管理のための精子の凍結保存技術を活用した育種産物の管理手法の開発、③国内養殖業者が広く育種産物を利活用でき且つ国外流出を防止できる体制の構築を行う。

### 2. 事業の内容

#### 1)有用形質のゲノム育種価推定手法の開発と優良個体群の効率的な普及・管理手法の構築

##### 1)-①複数形質に優れた優良個体群の作出

成長とハダムシ抵抗性のゲノム予測式を更新しながら3世代目まで選抜し、優良系統を開発



機構の親魚群(G<sub>0</sub>) ブリのハダムシ症

##### 1)-②新規有用形質の評価法の開発と形質情報の入手

ノカルジア症耐性とウイルス性腹水症(YAV)耐性をモデルとしてゲノム育種技術を用いて新たな形質を統合する技術を開発



ノカルジア症に罹患した稚魚 YAVに罹患した稚魚

##### 1)-③凍結精子の作成手法の確立

有用な系統の保存や管理のため、精子の凍結保存技術を活用した育種産物の管理手法を開発



#### 2)ブリ優良系統の国内管理体制の構築

国内養殖業者が広く育種産物を利活用でき、且つ国外流出を防止できる体制を構築

複数の形質に優れた優良個体群の作出と社会実装体制の確立を並行して行うことにより、人工種苗の利用の増加とブリ養殖の生産性の向上に貢献

### 3. 研究開発の成果・普及

#### 1)有用形質のゲノム育種価推定手法の開発と優良個体群の効率的な普及・管理手法の構築

1)-①R6にゲノム選抜で作出した6交配群について、1歳までの体側データからゲノム育種価を算出した結果、超高成長区と高成長区は親魚群に対して顕著に育種価が高く、成長へのゲノム選抜の有効性が示された(図1)。

1)-② R6のYAV感染試験で得た977サンプルのGRAS-Di解析によって3.4万個のSNP情報を取得し、生残日数を表現型値としてGBLUP法による解析を行った結果、遺伝率は0.163と算出され、YAV耐性に一定の遺伝的影響があることが示された(図2)。

1)-③これまでに開発した凍結精子の作製及び使用方法に基づき、解説動画を付したマニュアルを作成した。また、人工授精試験により、凍結精子に一定の受精能があることを確認した。

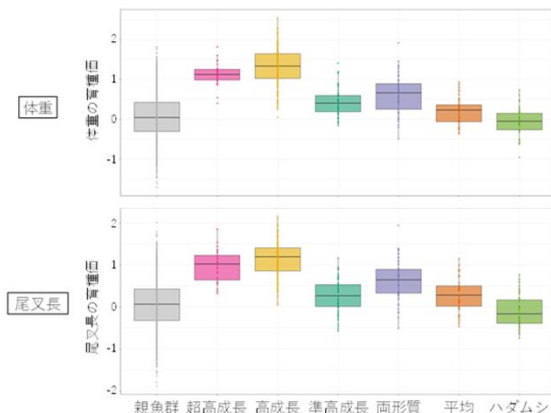


図1 ゲノム選抜で作出した交配群とその親魚における体重及び尾叉長のゲノム育種価

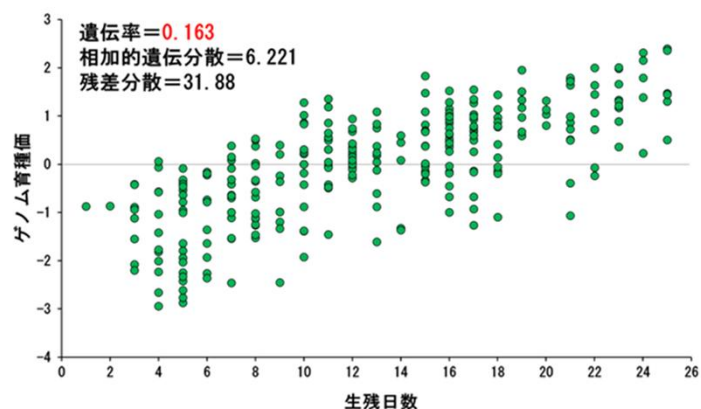


図2 YAVの感染試験での生残日数に基づいて算出したゲノム育種価

#### 2)ブリ優良系統の国内管理体制の構築

➤ 昨年度に設立したブリ優良系統の国内管理体制の構築に向けた協議会において、①コンソーシアムのメンバー、②優良系統の提供方法と提供後の位置づけ、③生産データ等の収集に関する取り決め、及び④国外流出防止対策について話し合いを行い、協議会案を取りまとめた。

実施主体：国立研究開発法人水産研究・教育機構、国立大学法人東京大学、学校法人近畿大学、鹿児島県水産技術開発センター、一般財団法人宮崎県水産振興協会、マルハニチロ株式会社

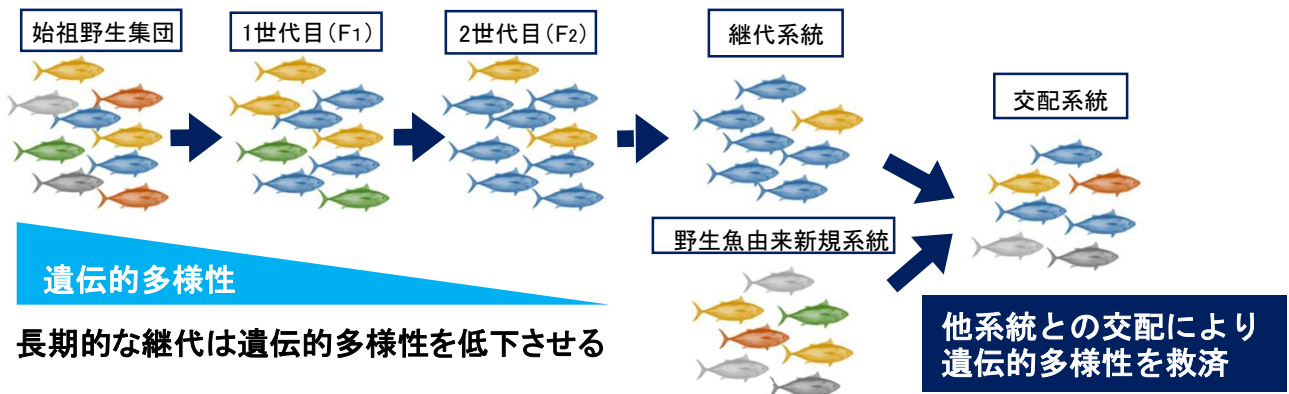
## 1 事業の目的

クロマグロ優良人工種苗の普及に向けた生産システムの構築に向け、完全養殖系統と野生魚由来の新規系統との交配により交配系統を作出し、遺伝的多様性と有用形質の改善効果を確認することで、養殖系統の交配における多様性の回復効果を検証する。さらに、早期成熟・産卵技術を用いて生産された早期種苗について、出荷までの成長や生残等を調査し養殖種苗としての適性を評価する。

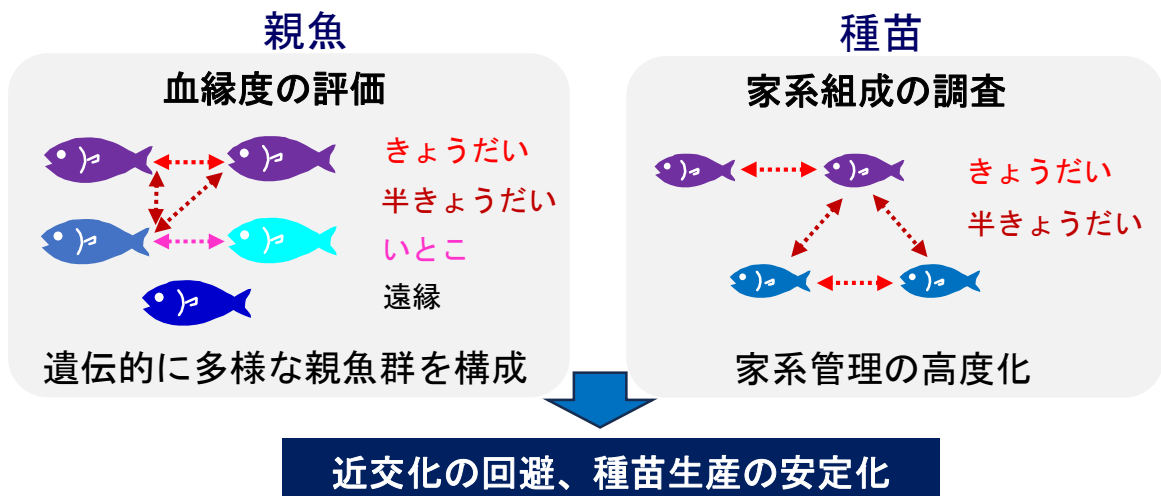
カンパチ人工種苗の安定生産体制の構築に向け、国産優良種苗の安定的な確保ができるよう、遺伝的多様性の確保による人工種苗生産技術の改良を行う。

## 2 事業の内容

### クロマグロ優良人工種苗普及のための生産システムの構築



### カンパチ人工種苗の安定生産体制の構築



## 3 これまでの主な成果

- ・ 継代を重ねたクロマグロ完全養殖系統と多様性に富んだ野生魚由来の新規系統の交配により作出した交配系統は、多様性の回復に伴い近交が解消し、有用形質である成長及び生残性の改善が認められた。
- ・ クロマグロの早期種苗の追跡調査では、奄美・沖縄地域の養殖漁場に活け入れされた完全養殖により継代した系統において、従来の人工種苗と比較し高い成長が認められた。
- ・ 産卵に寄与したカンパチ親魚は、何れの生産機関においても、雌親が比較的少ない家系組成となっており、一部の機関では、複数年度の産卵に寄与している雌親が存在していた。
- ・ カンパチ親魚群の血縁度を評価した結果、新規導入した天然親魚群については個体間での血縁関係は見られず近交係数も低い傾向であったが、新たな継代魚群については血縁関係にある単一のグループを形成し、近交係数は高い傾向が見られた。

## (4) 気候変動等外部要因に適応したノリ養殖等の確立

実施主体： 国立研究開発法人水産研究・教育機構・岩手県水産技術センター・千葉県水産総合研究センター・愛知県水産試験場・兵庫県立農林水産技術総合センター・岡山県農林水産総合センター水産研究所・香川県水産試験場・福岡県水産海洋技術センター有明海研究所・佐賀県有明水産振興センター・長崎県総合水産試験場・熊本県水産研究センター・広島大学・佐賀大学・熊本大学・三洋テクノマリン株式会社

### 1. 事業の目的

ノリ等藻類養殖業は、日本の海面養殖における生産量の25%以上を占める一大産業である。しかし、近年気候変動にともなう海水温の上昇や海域の栄養塩不足、また食害被害の甚大化等により、その生産量は極めて不安定になっている。

本課題では、これらの環境変化への適応技術の開発とその実装により、ノリ等の養殖において安定生産をはかることを目的とする。

### 2. 事業の内容

#### ア 気候変動等の環境変化に適応したノリ養殖品種の開発

既存のノリ(主にはスサビノリ、アサクサノリ)高水温適応素材等から再選抜等で作出した新品種候補株や、高水温に強い野生種等について、培養・養殖試験等により実用化に向けた特性評価等を行う。また、ノリのゲノム情報・遺伝子発現等から、育種の効率化・加速化に向けた基盤を構築する。

#### イ 気候変動等の環境変化に適応したノリ養殖生産技術等の開発

漁場の不適な環境を回避し健全な育苗や高品質のノリの生産を目的とした陸上管理技術の開発、またノリの主産地である有明海をはじめとする各地での漁場環境調査、さらに漁場環境と生産との関係評価から環境変動下において藻類養殖を適切に行うためのガイドラインを作成する。

#### ウ 食害対策技術の開発

主要な食害魚であるクロダイのノリ漁場周辺の生態特性の解明および既存の防護・漁獲手法の評価と生態特性情報に基づいた手法の改良を行う。

上記の成果について、技術開発検討会の設置(エ)により議論し、成果のとりまとめ(オ)を行う。

### 3. 研究開発の成果・普及

令和8年度の主要な成果は以下のとおりである。

- ・育種素材から選抜した6C1-1株、AH2株について、有明海において実用化に向けた養殖試験を実施。特に6C1-1株は、対照株U51と比較して良好な生長結果を示した(図1)。(ア)
- ・高温に強いタネガシマアマノリの採苗に係る特性(殻孢子・単孢子放出)と貧栄養塩耐性を評価。(ア)
- ・水産機構が保有しているノリの株や開発した育種素材等、数株を用いて低栄養塩耐性の指標として有望な遺伝子の発現量を定量する実験系を確立した。(ア)
- ・バイオスティミュラントとしてのアミノ酸浸漬により、育苗期のノリの低栄養塩耐性を強化できる示唆を得た。(イ)
- ・有明海漁場における栄養塩環境等を評価。干潮時に河川からの栄養塩がノリ漁場に到達していることを明らかにした(図2)。(イ)
- ・海域の栄養塩利用に係る藻類養殖の適正化ガイドライン(案)を作成。(イ)

- ・ノリを食害するクロダイの食性や行動パターンを解明。ノリを食べているのは1部のクロダイであり、その「ねぐら」等を特定(図3)。(ウ)
- ・クロダイの食害防除技術等の普及促進に向けてパンフレットを作成。(ウ)

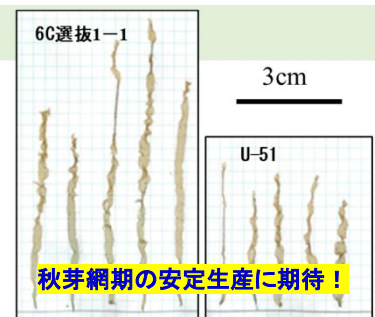


図1. 採苗38日後の6C1-1株と対照株(U51)の比較。

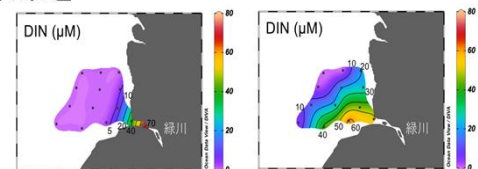


図2. 満潮時(左)と干潮時(右)の有明海漁場の表層DIN濃度。海域の栄養塩の効率利用へ!



図3. 水中ドローンで撮影したねぐらの食害クロダイ。