令和３年度養殖業成長産業化技術開発事業
（１）養殖魚の低価格・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、国立大学法人東京海洋大学、
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、網羅的解析手法を利用して消化生理機構を解明し、魚の消化生理にあった飼料の配合とアミノ酸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成長もよい、コストと品質がバランスした飼料を開発する。低価格で高効率な飼料を開発することで、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
- 従来の飼料開発は飼育試験と経験に頼っている

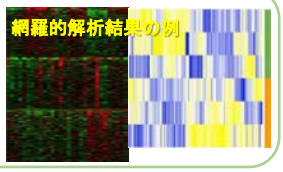
具体的な取組み

１）飼料原料の消化率及びアミノ酸吸収率の評価

- ブリ稚魚を用いて各種飼料原料の消化吸収率を測定
- 飼料原料の消化特性を考慮してマダイ用低・無魚粉試験飼料を作製
- 試験飼料をマダイ稚魚で給餌試験して成育成績を評価

２）消化・栄養代謝に関わる生理指標を用いた飼料原料の評価

- 各種飼料原料が消化酵素を分泌させる活性をブリ稚魚で測定
- 飼料によって変動する網羅的解析の項目を特定して生理指標とする
- 生理指標を用いて１）で飼育試験したマダイ稚魚を評価



３）可消化成分含有量による飼料原料の評価と消化性の改善方法の検討

- ブリ・マダイ１歳魚を用いた各種飼料原料の消化吸収率の測定
- 消化特性を考慮した低魚粉飼料を作製してブリ・マダイ育成魚で給餌試験
- 酵素処理等による飼料原料の消化性の改善

４）人工消化系による飼料原料の有効性評価指標の開発

- ブリの胃と幽門垂の抽出消化液をもちいた消化条件の検討
- 抽出消化液の生化学特性の把握と保存条件の検討

効　果

- コストと品質がバランスしたブリとマダイ向けの養魚飼料の開発
- 魚の消化生理に基づいた飼料開発とスピード感をもった開発
- 魚粉への依存度を下げることで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

３　研究開発の成果・普及

※事業詳細をご覧になりたい方は、下記のURL先をご覧ください。
https://www.maff.go.jp/j/budget/yosan_kansi/sikkou/tokutei_keihi/seika_R3/ippan/R3_ippan.html#（未定）

水産庁・養殖業成長産業化技術開発事業(R1-3)

（２）水素細菌を原料とする純国産養魚飼料開発

(国研）水産研究・教育機構、東京大学大学院農学生命科学研究科、茨城大学農学部

目的

水産用の新規飼料原料候補として、微生物タンパク質の利用を考えている。本課題では無機物から有機物を合成する独立栄養生物である**水素細菌**について、微生物としての特性解明、利用法および生産までの包括的な技術開発や体制づくりを進めることを目的としている。

ア）単細胞飼料候補細菌の成分・生産特性の解明

成分蓄積　代謝制御　機能改変 → **生物機能の解明と応用**

イ）養魚飼料としての利用技術の開発

成分解明　利用特性　魚類生理 → **水産飼料への利用**

ウ）産業化に向けた生産技術及び生産体制の確立

初期培養　ラボ培養高度化　担い手探し → **産業化への方向付け**

- **養殖用の飼料原料の安定的供給**
- **菌体生産を担う新産業の育成**

問い合わせ先：国立研究開発法人　水産研究・教育機構　水産技術研究所　南勢拠点　業務推進チーム
〒519-0193　三重県度会郡南伊勢町中津浜浦422-1
TEL: 0599-66-1830, FAX: 0599-66-1962, E-mail: suisinka-nria@ml.affrc.go.jp

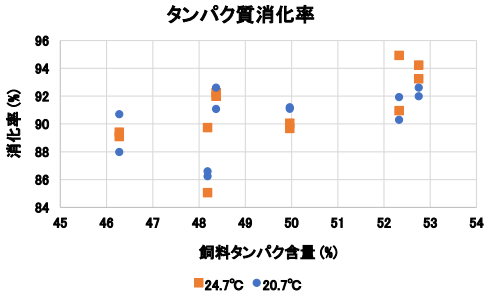
水産庁委託事業「スジアラ用高効率飼料の開発」

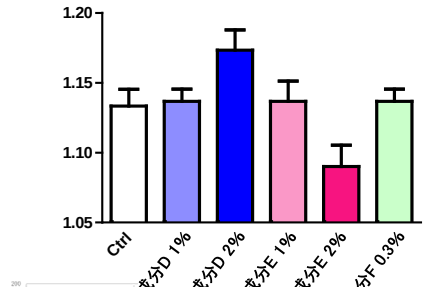
【背景･目的】

- 健全なスジアラを効率的に生産するためにはスジアラ専用の飼料開発が必要である。
- スジアラの消化吸収特性に合う飼料を開発するために、消化生理に関する知見を収集する。
- 飼料の有効成分を把握するためにAIを活用し、添加する栄養成分の最適化を行う。
- 適切な飼料成分の配合および有効成分を添加した試料を作製し、メタボローム解析等のオミクス分析技術を用いて評価を行う。

【成果】

- タンパク質及び脂質組成の異なる試験飼料について、異なる水温（24.7℃と20.7℃）で消化率を算出したところ、飼料組成や水温で消化率に明確な差異は見られなかった。この結果から、試験飼料の組成範囲では低水温期でも消化率は大きく低下しないことが示唆された。
- 高品質なスジアラ配合飼料開発のため、AIにより選出された栄養素を添加した飼料を用いた給餌試験を行った結果、一部の栄養素については特定の濃度の添加によって飼料効率が高くなる傾向が示された。さらに、糞便及び筋肉の解析の結果、これらの栄養素が糞便では少なく筋肉に多かったことから、体内に吸収されている可能性が示唆された。
- 独自に開発したアルゴリズムを用いたスジアラの実体重とオミックス解析による重要因子の関係の精密化のための解析を行った結果、実体重と予測体重の間で極めて高い相関を持つ成長モデルを構築することができた。





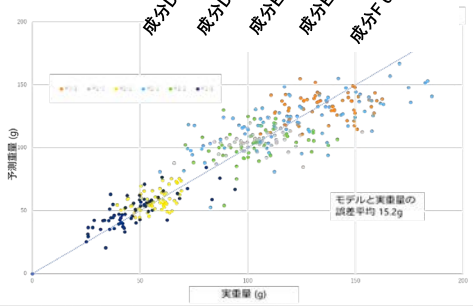


図 3-1.　スジアラ重量に関しての EDNN 法による予測モデル構築

（4）サーモン養殖のための優れた系統の作出（サーモン養殖推進技術開発）

（養殖業の成長産業化のための優良系統の開発）

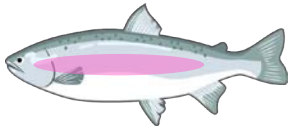
アジア圏等への輸出を視野に入れ、かつ国内生食市場での安定供給のため、海面養殖サケ・マス類（ニジマス・サクラマス）の国内生産規模の拡大と効率化に不可欠となる海面・陸上養殖に適した系統の開発基盤の整備により、選抜基礎集団※1 及び育種種苗の供給体制を構築する。

現状

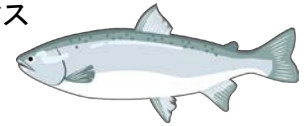
全国で海面及び陸上水槽におけるサケマス養殖生産が活発化

・冬期の海水育成に限定
・春以降高水温による成長停滞
・海面養殖や陸上養殖に適した「種苗」の不足

ニジマス　国際的知名度高



サクラマス　地域特産・高級
サツキマス



種苗の現場ニーズ

- 海水養殖に適した高スモルト化率（高塩分適応）種苗
- 冬季海面養殖時の高成長化、大型化による競争力強化

具体的な取組み

① 海面・陸上養殖に適した種苗の選抜基礎集団の構築

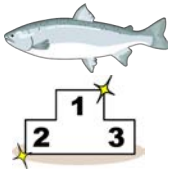
✓ 野生集団、地域系統等から、魚種ごとに選抜基礎集団を作出

ニジマス　・野生集団
サクラマス　・地域系統
サツキマス　・各種家系
⇒ 魚種ごとに選抜基礎集団を構築

② 育種価※2 による遺伝的能力判定手法の開発

✓ 高成長
✓ 高塩分適応
✓ 耐病性
✓ 温度適応

⇒ 各項目による育種価の推定 ⇒ 個体ごとに遺伝的能力の判定



③ 予備選抜集団の育成試験と育種価推定方法の最適化

✓ 予備的選抜集団の海面・陸上育成実証試験
✓ 育成データのフィードバックによる育種価推定方法の最適化

④ 国産育種種苗の供給体制の構築

✓ 育種種苗の普及に必要な体制の整備

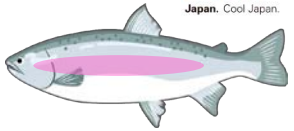
効果

海面・陸上養殖に適した国内種苗

国内種苗の生産体制の構築と世代ごとの種苗能力の改善

消費者ニーズに合った国内の生食市場への本格参入

海外輸出の取り組みへ発展



ニッポンサーモン
サクラサーモン

これまでの成果

・ニジマスにおいては、海水馴致なしでも海水移行後に問題なく飼育できる系統があることが示された。
・ニジマスおよびサクラマスの遺伝的多様性の調査より、育種を進めるにあたり、国内の遺伝資源を十分に活用する必要性が示された。
・ニジマス、サクラマス、サツキマスにおいて、全国の遺伝資源を活用した基礎集団の作出に成功した。
・国内のニジマスにおいても親子判定できるマーカーを選抜・実証することができた。

※1　選抜育種を開始する際に元となる遺伝的多様性に富んだ集団、育種の成否に大きく影響
※2　その個体（親）が持っている ある形質が子供に伝わる遺伝的な度合い

令和３年度養殖業成長産業化技術開発事業（５）養殖業の成長産業化のための優良系統の開発事業

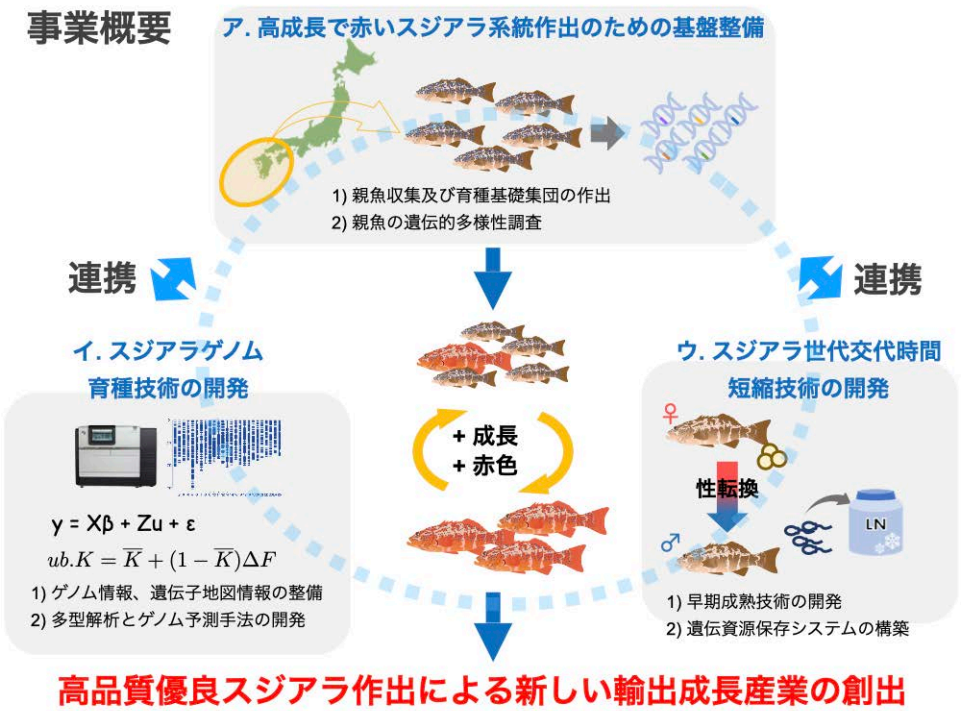
実施主体：国立研究開発法人水産研究・教育機構、国立大学法人東京大学、学校法人近畿大学、鹿児島県水産技術開発センター、一般財団法人宮崎県水産振興協会、マルハニチロ株式会社

1　事業の目的

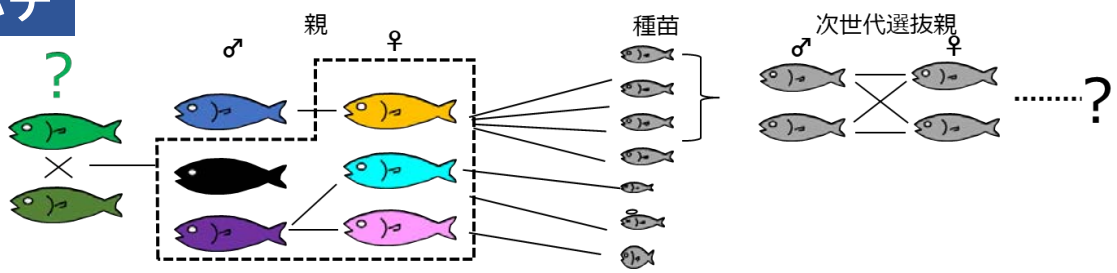
輸出対象種として有望なハタ科魚スジアラについて赤い体色で成長が早い魚を育種する。また、効率的育種に必要なゲノム情報整備、交配技術、性転換誘導技術開発を行う。また、養殖種苗の供給が不安定なカンパチについて、親魚の血縁度や種苗の遺伝的多様性の調査を実施し問題点を抽出するとともに解決策を提案する。

2　事業の内容

スジアラ



カンパチ



【研究内容】

1）国内生産機関で使用している親魚群の血縁度（GRAS-Di法）を調べる
2）生産した種苗の家系数（どの親の子供が生残したか）を調べるため、親子鑑定マーカーを開発する
3）開発したマーカーを使って、2）を調べる（PCR法）とともに、奇形魚と家系の関係を調べる
4）高血縁度の悪影響が判明した場合には、R4生産に向けた親魚群の構成案を策定する

3　これまでの主な成果

- 日本の天然スジアラの遺伝的多様性調査の完了
- スジアラの高精度ゲノム情報・遺伝子地図整備および遺伝的多型取得手法開発
- スジアラの人工授精技術、性転換技術開発
- カンパチの親子判定技術開発
- 日本のカンパチ生産機関における種苗の多様性評価を実施

令和３年度養殖業成長産業化技術開発事業のうち

（６）環境変化に適応したノリ養殖技術の開発

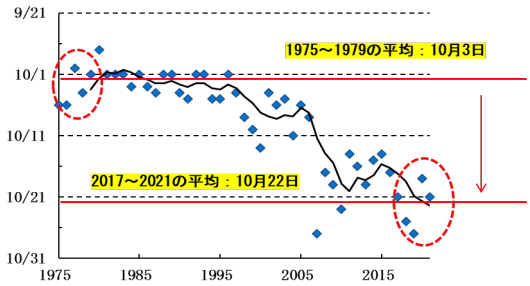
実施主体：国立研究開発法人水産研究･教育機構･愛知県水産試験場･
三重県水産研究所･岡山県農林水産総合センター水産研究所･
福岡県水産海洋技術センター有明海研究所･佐賀県有明水産振興センター･
長崎県総合水産試験場･熊本県水産研究センター

1. 事業の目的

海水温の上昇によりノリ養殖に適した低水温期が短くなり、漁期短縮による生産量減少のリスクが増大している。また、赤潮の発生等で生じる海域の栄養塩の減少が、ノリの品質低下（‘色落ち’）を引き起こしている。これらの環境変化への適応をはかり、高品質なノリを安定生産する技術を開発する。

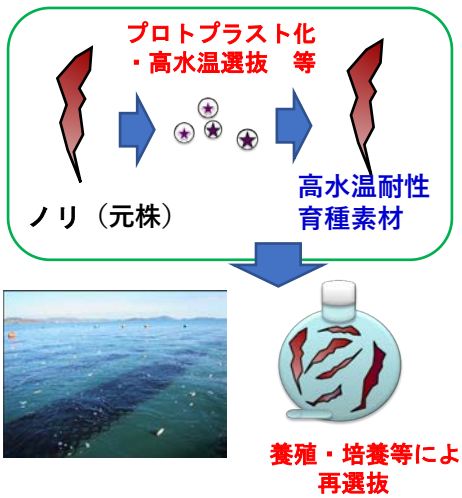
2. 事業の内容と成果

1. 高水温に適応した既存のノリ育種素材（農水省プロジェクト研究で作出）を活用し、養殖試験等による再選抜から、各海域の環境・産業ニーズに適合した優良株を育成し、高水温適応品種の実用化を進めた。



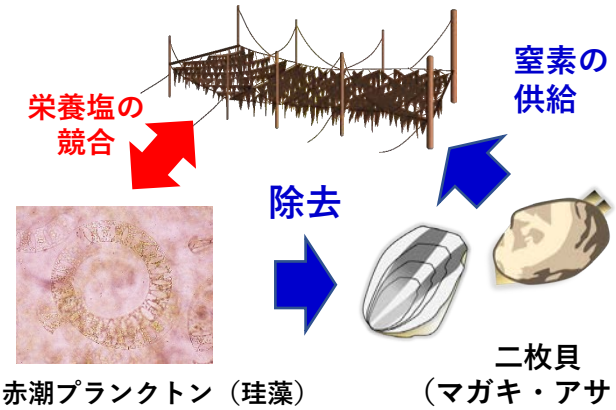
福岡県有明海におけるノリ養殖採苗日の推移
（実線：5区間移動平均）

秋の水温上昇
→漁期の短縮等による生産減のリスク



優良株候補を育成
味も遜色なし

2. 二枚貝の増養殖とノリ養殖を組み合わせ、二枚貝の濾過捕食によるプランクトン除去と、窒素系排泄物によるノリ色落ちの軽減・改善効果を現地試験等で検証するとともに、色落ち対策の技術開発に資する基盤的知見を集積した。



・二枚貝からノリへの窒素供給の寄与を推定する手法を開発。
・現地試験で二枚貝養殖の併用によるノリの生長・色調の保持効果を確認。＊ただし、広域に適用するには膨大な量の二枚貝が必要。

・色落ち対策技術開発の基盤を構築。
生理的応答の解明 / 診断手法を開発 / 品種間差異の検討 / 窒素制限の指標となる遺伝子候補を同定