

未来社会創造事業 探索加速型
「持続可能な社会の実現」領域
年次報告書(本格研究期間)

令和3年度採択研究開発代表者

[研究開発代表者名：中山 一郎]

[国立研究開発法人水産研究・教育機構・理事長]

[研究開発課題名：日本型持続可能な次世代養殖システムの開発]

実施期間：令和4年4月1日～令和5年3月31日

§1. 研究開発実施体制

(1)「飼料」グループ(国立大学法人京都大学)

①主たる共同研究者:小川 順 (京都大学農学研究科、教授)

②研究項目

- ・植物資源を活用した魚粉・魚油代替機能性飼料の生産
- ・必須栄養素の新規代謝物を活用した新規飼料の開発
- ・新規代謝物を誘導する腸内細菌を活用した新規飼料の開発
- ・飼料調製、成分解析ならびに給餌試験

(2)「飼料」グループ(国立研究開発法人理化学研究所)

①主たる共同研究者:有田 誠 (理化学研究所生命医科学研究センター、チームリーダー)

②研究項目

- ・必須栄養素の新規代謝物を活用した新規飼料の開発
- ・新規代謝物を誘導する腸内細菌を活用した新規飼料の開発
- ・飼料調製、成分解析ならびに給餌試験

(3)「飼料」グループ(日本水産株式会社)

①主たる共同研究者:畑中 晃昌 (日本水産株式会社中央研究所、研究室長)

②研究項目

- ・飼料調製、成分解析ならびに給餌試験

(4)「育種」グループ(東京海洋大学)

①主たる共同研究者:吉崎悟朗 (東京海洋大学 生殖工学研究所、所長)

②研究項目

- ・ゼロ歳魚成熟誘導
- ・不妊魚の大量生産
- ・生殖細胞の超低温保存

(5)「育種」グループ(東京大学)

①主たる共同研究者:菊池 潔 (東京大学 水産実験所、教授)

②研究項目

- ・ゲノミックセレクション

(6)「育種」グループ(長崎県総合水産試験場)

①主たる共同研究者:(長崎県総合水産試験場 研究員、森 寛太)

②研究項目

- ・ゲノミックセレクション

(7)「日本型養殖システムの開発」グループ(東京大学)

①主たる共同研究者:北澤 大輔 (東京大学生産技術研究所、教授)

②研究項目

- ・半閉鎖式養殖システムの水槽実験
- ・自然エネルギーを活用した養殖システムの水槽実験

(8)「日本型養殖システムの開発」グループ(水産研究・教育機構)

- ① 主たる共同研究者:中山 一郎 (水産研究・教育機構、理事長)
- ② 研究項目
 - ・養殖システム開発に向けたシンポジウム等の開催と情報収集

§2. 研究開発成果の概要

(1)「飼料」グループ

植物資源を原料とし、魚を原料とせず(魚粉・魚油代替餌料)、魚の健康を維持でき(魚粉・魚油代替機能性餌料)、環境適合性・経済性をともなった「資源循環型飼料」の開発を目的としている。

目的の達成に向け、これまでの研究(探索研究)での魚類における EPA・DHA 代謝物解析の成果を活用し EPA・DHA 必要量の削減を実現した世界に類を見ない成果を基盤に、育種グループ(吉崎グループ)、日本型養殖システムの開発グループ(北澤グループ)との協働効果を最大化すべく、以下の1)~4)の研究開発項目に取り組んだ。

- 1)植物資源を活用した魚粉・魚油代替機能性飼料の生産
- 2)必須栄養素の新規代謝物を活用した新規飼料の開発
- 3)新規代謝物を誘導する腸内細菌を活用した新規飼料の開発
- 4)飼料調製、成分解析ならびに給餌試験

2022年度は、各研究項目において、以下の成果を得た。

- 1)これまでに DHA の微生物生産に活用可能な植物資源の精査として脱脂大豆を選抜し、微生物を用いる発酵処理を施した発酵脱脂大豆(FDS)が窒素源として有効であることを見いだしていた。今年度は、選抜菌株を用い、FDS を窒素源とする液体培養により調整した個体発酵前培養液を固体培養に活用し、固体培養系における生産性の向上を実現した。
- 2)サバを通常飼料で生育させた際の、各臓器における高度不飽和脂肪酸代謝産物を分析し、臓器特異的に特定の代謝産物が存在するを見いだした。また、サバに特徴的な代謝産物の生産に有用な微生物の探索を行い、目的の活性を有する微生物の取得に成功した。
- 3)サバ消化管から微生物の単離を行い、単離菌における高度不飽和脂肪酸の代謝活性を解析した。その結果、新規代謝物を産生する微生物を見いだした。
- 4)サバ飼料における高度不飽和脂肪酸必要量を解析した。また、植物資源による魚粉代替の基礎検討を行った。加えて、発酵生産油脂のサバ飼料としての利用可能性を検討した。

(2)「育種」グループ

ゼロ歳魚成熟については、これまでに4か月齢雄に精子を生産させることに成功しているが、雌について環境制御とホルモン投与を組み合わせることで9か月齢で成熟させ次世代を得ることに成功した。マサバにおけるGS法については、マサバの始祖集団を作出のため、天然由来雌親魚

と雄親魚の交配による第1世代集団の一部を生産した。また、マサバの全ゲノムを網羅する配列を得るために、雌雄とも従来の半分にあたる 1,000 本程度の scaffold にまとめることに成功した。これらの情報を用いて、マサバの性決定遺伝子座の探索を進めた結果、ひとつの染色体上に性と強い関連をもつ領域が見つかり、本種の性染色体が明瞭に分化していることが示された。マサバにおける不妊魚の作出に関して、繁殖に必須と考えられる遺伝子に変異を含む F1ヘテロ集団の作出に成功した。最後に生殖細胞の超低温保存による品種バンクの構築について、これまでにその一部が不妊となるゴマサバとマサバの F1交雑魚を宿主とした生殖細胞移植によりドナー由来の次世代生産に成功している¹⁾。さらに、緩慢凍結法により凍結保存したドナー精巣を移植した宿主がドナー由来の機能的な精子を生産し、ドナーに由来する次世代の生産に成功した。また、これまでに条件検討したガラス化法により、約 20 個体のマサバ未熟個体の精巣をガラス化し、液体窒素中で長期間超低温保存中であり、宿主個体への移植が可能である。

(3)「日本型養殖システムの開発」グループ

半閉鎖循環式養殖システムとして、令和3年度は剛体生簀の運動特性を調査したが、令和4年度はシートを用いた柔軟体生簀の運動特性を水槽模型実験によって調査した。シートとしては、複数の材料を検討した結果、海洋で魚の馴致用に用いられているキャンバスシートを採用した。波浪中でキャンバスシート生簀の運動や内部水面の変動を調べた結果、剛体生簀に比べて内部水のスロッシングが大幅に軽減されることで、生簀の運動が大幅に抑制されて安定性が増すことが明らかになった。また、実証実験のためのサブスケール生簀の設計、製作を行い、水槽でのシートの形状確認を行った。さらに、内部水の運動が魚に及ぼす影響を調べることを最終目的として、まずスロッシングが大きい剛体生簀を対象として、陸上で加振実験を行い、内部の流れの変化を調べた。その結果、最大流速は数 10 cm/s に達し、魚の遊泳に影響を及ぼすことが予想されたため、スロッシングが軽減すると期待される柔軟体生簀を対象とした実験の必要性が示唆された。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Tani R, et al., (2022) Establishment of surrogate broodstock technology in Scombridae species by germ cell transplantation. *Aquaculture Res*, 53, 2760-2771.