

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 研究開発年次報告書
--------------------

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]

[東京大学生産技術研究所・リサーチ フェロー]

[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3年6月1日～令和4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 主任研究員、吉川壮太)

#### 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
- ・養殖システム開発に向けたシンポジウムの開催

## §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 代謝物解析を基盤に、オメガ 3( $\omega$ 3) 脂肪酸である 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)、システムグループ(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

2021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を行い、脱脂大豆を選抜している。また、DHA 生産微生物の脱脂大豆活用効率の向上を検討し、微生物を用いる発酵処理が有効であることを見いだしていた。今年度は、発酵脱脂大豆を窒素源とする液体培養による DHA 生産の最適化を行うとともに、固体培養系の最適化に向けた検討を開始した。
- 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ことを見いだした。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、4か月齢雄に11-ケトテストステロンを徐放性投与することによりその成熟率を飛躍的に高めることに成功した。特に自然水温で飼育した区では、全供試個体から成熟精子を得ることに成功した。また、マサバのゲノム解析に関しては、1Gb 程度のドラフト配列が得られ、雌雄とも2,000程度の scaffold にまとめることができた。一方、不妊魚の作出に関しては繁殖に必須と考えられる遺伝子に変異を含むファウンダー個体の作出に成功している。また一部の雄個

体は変異を含む精子を生産している。最後に、マサバの精巣を超低温保存するガラス化法では、至適化実験が大幅に進んだ。最適条件では未分化精原細胞の 85%以上が融解後にも生残しており、移植実験に供することが可能であることが判明している。

### (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浮体式洋上風車を活用した養殖システムの実現可能性を水槽実験で調査した。半閉鎖循環式養殖システムで剛体生簀を採用する場合、内部水のスロッシングが問題となるが、波浪中で生簀の運動や内部水面の変動を調べた結果、実海域換算で概ね波高 2.6m の範囲内で剛体生簀を運用可能であることが示唆された。また、排水量 3,000 トンのスパー型浮体式洋上風車に最大 100 トンの自動給餌システムを設置して養殖を行う場合を想定し、浮体式洋上風車の運動の変化を調べたところ、上下揺れの変化は最大 10%であり、浮体式洋上風車の安全性への影響は小さいことが示された。

#### 【代表的な原著論文情報】

Wu, C.Y. et al., (2022) Isolation and characterization of the  $\omega$ 3-docosapentaenoic acid-producing microorganism *Aurantiochytrium* sp. T7. *J Biosci Bioeng*, 133(3), 229-234.

(内容) 養殖飼料素材として期待される  $\omega$ 3-ドコサペンタエン酸 (DPA) の生産株として *Aurantiochytrium* sp. T7 を見出した。最適条件下、 $\omega$ 3-DPA 生産量は 164 mg/L となり、総脂肪酸の 23.5%を占めた。

Reoto Tani, Ryosuke Yazawa, Shigeharu Kamio, Wataru Kawamura, Tetsuro Morita, Yutaka Takeuchi, Goro Yoshizaki (2021) Establishment of surrogate broodstock technology in Scombridae species by germ cell transplantation. *Aquaculture Research* 53, 7, 2760-2771.