

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
終了報告書(探索研究)

令和2年度 終了報告書

平成30年度採択研究開発代表者

[研究開発代表者名：吉崎 悟朗]

[東京海洋大学学術研究院・教授]

[研究開発課題名：発生工学とゲノミックセレクションを融合した次世代型魚
類育種]

実施期間：平成30年11月15日～令和3年5月31日

§ 1. 研究実施体制

(1)「吉崎」グループ(国立大学法人東京海洋大学)

① 研究開発代表者: 吉崎 悟朗 (国立大学法人東京海洋大学学術研究院、教授)

② 研究項目

〈育種期間の短縮を目指した世代時間の短縮〉

- ・ゼロ歳魚成熟サバの繁殖特性の解析: サバのゼロ歳魚成熟過程における性ホルモンの解析

〈不妊魚の大量生産〉

- ・ニジマス生殖腺体細胞で特異的に発現する遺伝子の探索

(2)「菊池」グループ(国立大学法人東京大学)

① 主たる共同研究者: 菊池 潔 (国立大学法人東京大学大学院農学生命科学研究科、教授)

② 研究項目

〈ゲノム情報を駆使した魚類育種〉

- ・低魚粉飼料の探索
- ・低魚粉耐性関連生理要因の抽出
- ・高効率表現型取得法の確立

(3)「吉川」グループ(長崎県総合水産試験場)

③ 主たる共同研究者: 吉川 壮太 (長崎県総合水産試験場種苗量産技術開発センター、主任研究員)

④ 研究項目

〈ゲノム情報を駆使した魚類育種〉

- ・低魚粉飼料の探索
- ・高効率表現型取得法の確立
- ・解析集団の作出と飼育

§ 2. 研究実施の概要

育種期間の短縮を目指した世代時間の加速について、ゼロ歳魚成熟誘導に必要な催熟条件を精査し、高効率でゼロ歳魚成熟を誘導できる方法論の構築を目指した。自然水温で飼育する通常区と繁殖期の水温を連続して維持するゼロ歳魚成熟区の2つの試験区に分けてマサバを飼育したところ、通常区で精子形成率が16.7%であったのに対し、ゼロ歳魚成熟区では68.4%であったことから、マサバ仔稚魚を孵化後から繁殖期の環境条件下で連続して飼育することで、雄の成熟を4ヶ月で誘起できることが明らかとなった。さらに、ゼロ歳魚成熟誘導に必要なマサバの内分泌条件について解析した結果、ゼロ歳魚成熟魚では、FSH やアンドロゲン等のリガンドの増加が精子形成を誘導している可能性が示唆された。しかしゼロ歳魚成熟魚ではこれらのリガンド量が1歳魚と比較すると少ないため、その精子生産量も少ない可能性が示唆された。そこで、精子形成率や精子生産量の改善のため、サイラスティックチューブを用いた除放的な雄性ホルモンの投与を試みたところ、精子形成率、平均GSIが向上した。以上のように探索研究において、天然環境では満2歳で、飼育環境下では満1歳で成熟するマサバ雄を、環境条件を調整することで、わずか4ヶ月齢で成熟させ、雄性ホルモンの投与により、ゼロ歳魚成熟の効率を大幅に改善することに成功した。

また、ゲノム情報を駆使した魚類育種について、「総合指数ゲノミックセレクション法」により低魚粉飼料でも高

成長で耐病性に優れるという二つの形質を同時に選抜する技術の確立を目指した。トラフグ 1,000 個体をヘテロボツリウム症への感染試験に付して GWAS による SNP 効果の推定と GBLUP 法による遺伝的能力の予測を試みた。その結果、両形質に関しては SNP 多型の共有率を利用したゲノミックセレクションによる選抜法が有効であることが示された。一方、体サイズとヘテロボツリウム症耐性との間には負の遺伝相関があることが示された。そこで、両形質を同時に改良できる手法として新規の総合指数選抜法を考案し、シミュレーションによる性能評価を行ったところ、総合指数選抜法では期待通りに両形質が同時に改良されており、その有効性が示された。以上のように探索研究において、従来ではなし得なかった、相反する複数の対象形質を同時に改良可能な総合指数ゲノミックセレクション法を確立した。

さらに、不妊魚の大量生産を最終目標として、生殖腺体細胞で特異的に発現する標的遺伝子 7 種類をノックアウトした場合に、当該個体が不妊になるのかを検証するため、各遺伝子のノックアウトニジマスの作出を試みた。この際に、メラニンの形成過程で重要な役割を果たす *slc45* に対する gRNA を同時に注入することで、体色の白化を指標に顕微注入が成功していることを確認した。これらの個体のうち、生殖腺体細胞で発現する各種遺伝子を両アレルでノックアウトできていることが期待される黒色素が完全に消失した個体の解析したところ、標的遺伝子のうち 3 種類の遺伝子をゲノム編集した実験区において、精巢の表現型に異常が生じていることを確認した。さらに、これらの個体を成熟させたうえで、各系統のヘテロ F1 世代の作出にも成功した。今後は F1 世代の雌雄を交配することで、当該変異をホモにもつノックアウト個体を大量生産し、その表現型解析を進める。