クロソイの全雌種苗生産に初めて成功

～クロソイ養殖における出荷サイズ統一と生産効率化への貢献に期待～

ポイント

・性転換技術を用い、雌の遺伝型を持つ雄（偽雄）を作出。
・偽雄と通常の雌を人工授精により交配し、100%雌となる種苗個体群の作出に、世界で初めて成功。
・雄より雌が早く大きく育つクロソイ養殖において、出荷サイズ統一と生産効率化への貢献に期待。

概要

北海道大学大学院水産科学院博士後期課程のムエタ フリダ ガシェリ氏、山口　燿氏（現在は長崎大学所属日本学術振興会特別研究員 PD）、同大学大学院水産科学研究院の平松尚志准教授、東藤　孝教授及び北海道立総合研究機構栽培水産試験場の川崎琢真研究主幹の研究グループは、クロソイ（*Sebastes schlegelii*）の全雌生産に世界で初めて成功しました。

胎生メバルの仲間のクロソイは、主に北海道をはじめ我が国の北方海域で漁獲される重要な水産資源であり、メバル類の中でも特に成長が早く、一尾の親から数万尾の稚魚を得られること、酸欠や水温・水質変化などの環境変化にも強いなどの特徴から、これまで養殖の試みも行われてきました。しかし、人工授精技術ができるまでは種苗生産が不安定であり、胎生魚であることから育種も進んでいませんでした。また、雄と雌で成長スピードが異なることから、出荷時の魚体サイズにばらつきが生じ、小型の個体を選別して育成期間を延長しなければならないなど、非効率的な生産工程がネックとなり、養殖事業が拡大しませんでした。本研究グループは、これまでクロソイ種苗を安定して生産できる独自の人工授精技術開発を進め、養殖における育種基盤を提供してきました。

本研究では、遺伝的な雌（XX 型）と雄（XY 型）を見分ける DNA 検査と性転換技術を用い、遺伝的には雌（XX 型）でありながら精巣を持ち精子を作る成熟雄（偽雄）を新たに作出しました。次にこの偽雄から精子を取り出し、通常の雌親（XX 型）に人工授精を施しました。この雌親は妊娠し、半年後に産仔しました。DNA 検査の結果、産仔された仔魚は全て雌（XX 型）であり、さらに育成を進めた結果、100%の個体が正常な卵巣を持つ雌魚であることが確認されました。

本研究の成果は、雄より雌が早く大きく育つクロソイにおいて、全雌種苗を用いた養殖生産を可能とするものであり、出荷サイズ統一と生産工程の効率化に対する貢献が期待されます。

なお、本研究成果は、2025 年 6 月 7 日（土）公開の *Aquaculture* 誌にオンライン掲載されました。

クロソイ全雌仔魚

【背景】

クロソイ（*Sebastes schlegelii*）を含むメバル類は、日本をはじめ近隣の韓国や中国などでも重要な水産資源として利用されています。クロソイは、北日本沿岸域を中心に生息するメバル類であり、交尾、妊娠を経て、産仔を行う「胎生」と呼ばれる様式で生殖を行います。日本で白身の養殖魚の代表と言えばマダイが挙げられますが、温帯性の魚類であることから北方の低温海域での養殖には不向きです。東北地方や北海道には広大な冷水性の沿岸線が広がっており、冷水でも生残し成長の良い白身魚の養殖が可能となれば、「北のタイ」となる新しい養殖対象種として有用であると考えられます。クロソイはメバル類の中でも、成長スピードが速く、多産で環境変化に強いなど、多くの優良な形質を持つため、実際にこれまで北方海域での海面養殖も試行されてきました。一方、人工授精技術が確立していなかったこともあり、種苗生産が不安定であり、胎生魚であることから任意の交配ができず、育種も進んでいませんでした。また、雄と雌で成長スピードが異なることから、出荷時の魚体サイズにばらつきが生じ、小型の個体を選別して育成期間を延長しなければならないなど、非効率的な生産工程がネックとなり、養殖事業が拡大しませんでした。

当研究グループでは、クロソイ養殖における種苗生産のベースとなる人工授精技術の確立や（図１）、雌雄・成熟度判定技術の確立などを進めてきました。これにより養殖効率化に資する育種の基盤が確立されたと言えます。一方で、養殖生産物の販売・流通のネックとなる生産物サイズのばらつきに関しては、課題が残されておりました。そのため、当研究グループでは「雄より雌が早く大きく育つクロソイにおいて全雌生産ができれば、生産物のサイズが安定し生産性が向上するのでないか」と考えました。最近、クロソイの全ゲノム情報が公開データベースに開示され、また性特異的な遺伝子配列も明らかにされたことも、この研究を進める後押しとなりました。

【研究手法】

全雌生産の手法には、養殖生産魚の雄を人為的な方法で雌に性転換させてしまい全雌とする直接的な方法と、まずは雌を雄に性転換させた「偽雄」と呼ばれる雄親を作り、その偽雄と通常の雌を交配することで全雌種苗を作る間接的な方法があります。前者は 100%雌に性転換させることが困難な場合も多く、また性転換させるためにホルモン剤や化学物質などを使う場合、生産物に直接処理をするために食品とすることに制限が出てきます。本研究では、生産物への直接的な処理の無い後者の間接的な全雌生産を試みました。即ち、試験の第一段階では、人工授精を用いて作出した種苗に対し、雄性ホルモン処理を施し、遺伝的な雌（XX 型）を雄に性転換させた偽雄を含む個体群を作りました。この中から、DNA 検査により偽雄（XX 型）を選び出し、成熟するまで育成しました。第二段階では、この偽雄親から精子をとり、通常の雌親（XX 型）に人工授精を施しました。この雌親が産んだ仔魚の遺伝的な性別を DNA 検査により確認すると共に、生殖腺の組織観察を行い、全雌種苗生産ができたかどうかを確認しました。

【研究成果】

研究の第一段階である偽雄の作出では、遺伝子検査と生殖腺の組織観察の結果、100%の確率で遺伝的な雌が雄へと性転換しており、効率的な偽雄生産手法が確立できました。偽雄の生殖腺は通常の遺伝的な雄と同様に精巣へ分化し、孵化から約 2 年半後に成熟し精子が作られました。第二段階では、この精子を用いて通常の雌親に人工授精を施し、半年間畜養しました。人工授精した雌親のうち一尾が妊娠し、2024 年の春に産仔に至りました。仔魚の遺伝的な性を DNA 検査で確認したところ、試験を行った全ての個体が遺伝的な雌（XX 型）であることが明らかとなりました。また、これらの仔魚を

育成し、その生殖腺を組織学的な観察に供した結果、通常の雌と変わらない状態の卵巣へ分化していました。なお、並行して行った通常の雌（XX 型）と雄（XY 型）を用いた人工授精では、仔魚は雌：雄がほぼ 1:1 の割合で産まれていました。これらの結果から、今回の研究成果として、クロソイの全雌生産に成功したと結論づけました。

【今後への期待】

本研究の成果から、雄より雌が早く大きく育つクロソイにおいて、全雌種苗（図２）を用いた養殖生産を可能とする技術が確立されました。作出した仔魚の一部は八雲町の水産試験研究施設にて試験飼育を継続しており、今後、陸上水槽中で出荷サイズまで育成する予定です。本研究で確立された全雌生産技術は、クロソイ養殖のみならず、他のメバル類にも適用できる可能性は高く、今後、雌雄で成長スピードの異なるメバル類の養殖において、出荷サイズ統一と生産工程の効率化に対する貢献が期待されます。

【謝辞】

本研究の一部は、日本政府（文部科学省）奨学金留学生プログラム、北水協会研究助成事業、JSPS-JPEAKS の助成を受けて行われました。

論文情報

論文名	Establishment of an all-female monosex population in black rockfish (*Sebastes schlegelii*) through an indirect feminization method（間接的な雌化手法を用いた全雌単一性クロソイ個体群の作出）
著者名	Mutea Fridah Gacheri[1]、山口　燿[1]、川崎琢真[2]、東藤　孝[3]、平松尚志[3]（[1]北海道大学大学院水産科学院、[2]北海道立総合研究機構栽培水産試験場、[3]北海道大学大学院水産科学研究院）
雑誌名	Aquaculture（水産養殖学の専門誌）
ＤＯＩ	10.1016/j.aquaculture.2025.742818
公表日	2025 年 6 月 7 日（土）（オンライン公開）

お問い合わせ先

北海道大学大学院水産科学研究院　准教授　平松尚志（ひらまつなおし）

ＴＥＬ　0138-40-8878　ＦＡＸ　0138-40-8878　メール　naoshi@fish.hokudai.ac.jp

ＵＲＬ　http://hlaboratory.g2.xrea.com

配信元

北海道大学社会共創部広報課（〒060-0808 札幌市北区北 8 条西 5 丁目）

ＴＥＬ　011-706-2610　ＦＡＸ　011-706-2092　メール　jp-press@general.hokudai.ac.jp

【参考図】

図 1. クロソイ親魚及び人工授精

図 2. 水槽中の全雌仔魚