

最先端・次世代研究開発支援プログラム
事後評価書

研究課題名	異種間精原細胞移植を用いた大型食用海産魚種苗生産の低エネルギー化技術の開発
研究機関・部局・職名	国立大学法人東京海洋大学 先端科学技術研究センター・准教授
氏名	竹内 裕

【研究目的】

魚の養殖技術では世界屈指の日本においても、マグロなどの大型魚に卵を産ませ、稚魚を育てて養殖・放流する技術は発展途上である。本研究では、体が小さく水槽内でも産卵するアジやサバなどの小型海産魚の体を借りて、マグロやブリなどの大型食用海産魚の卵を作らせる技術を確立することを最終目的とし、“**食用海産魚における代理親魚技術の開発（ある魚に、違う種類の魚の卵や精子を作らせる）**”を行う。

ふ化後一週間程度の海産魚仔魚の腹腔内に同種異個体あるいは異種のドナー精原細胞を注入（＝移植）すると、ドナー精原細胞は宿主の生殖腺原基内へと生着することが様々な魚種を用いた実験で明らかとなっている。しかしながら、宿主生殖腺内でドナー由来の機能的配偶子が生産された例は少ない。**本研究では、宿主の生殖腺体細胞に内包された異種由来ドナー精原細胞が、配偶子形成を開始し、正常な配偶子へと分化するためには、どのような条件が必要かを明らかにすることで、海産魚における異種間精原細胞移植によるドナー由来配偶子生産技術（代理親魚技術）の完成を目指した。**実験には、世界的に重要な養殖対象海産魚であるニベ科およびアジ科魚類を用いた。宿主として、全長 10 cm 体重 100 g（6 ヶ月齢）で成熟に至る小型かつ水槽飼育が容易なニベ（ニベ科ニベ属）を選定した。

代理親魚技術により、ドナー由来の配偶子を効率的に生産させるためには、宿主自身の配偶子を形成させないことが重要となる。受精卵がハンドリングストレスに弱く、初期減耗の激しい分離浮遊卵産出型の海産魚では、淡水魚で従来利用されてきた三倍体処理や遺伝子ノックダウンによる不妊化宿主の安定生産は困難である。**そこで本研究の後半では、人工授精のみで作出可能な種間交雑による不妊化海産魚の生産技術の開発、および、不妊化種間雑種魚における生殖細胞欠損機構の解明を行い、さらには、これらの種間雑種魚を精原細胞移植の宿主として利用することでドナー由来配偶子の生産が効率化されるかを調べた。**また、**生殖細胞欠損型の不妊化雑種魚が得られたことから、ドナー精原細胞の精巣内への直接移植技術を開発し、従来の仔魚腹腔内への精原細胞移植に比べ短期間でドナー由来精子を生産する技術の開発を行った。**

【研究テーマごとの目標】

宿主生殖腺を構成する生殖腺体細胞に囲まれた異種由来ドナー精原細胞が、配偶子形成を開始し、正常な配偶子へと分化するためには、「生理学的条件（ドナー種と宿主種の遺伝的距離、および、配偶子形成過程での内分泌あるいは体内の温度環境など）

を戦略的に組み合わせた2魚種間での移植実験を行うこと」、「不妊化宿主を利用し、ドナー精原細胞に対して宿主生殖腺内での細胞学的ニッチを与えることで配偶子形成を促すこと」、の2方向からのアプローチが必要であると考えられる。そこで、下記(1)～(4)の実験を実施した。さらに、これらの実験とは独立して、陸上水槽における有用海産魚の受精卵生産に掛るエネルギーの省力化を目指し、温調式10トン循環水槽での親魚管理および受精卵生産にかかる消費電力量の見える化を行った(5)。

- (1) ニベ科魚類を用いた同科異属間での異種間精原細胞移植
- (2) 3倍体不妊化宿主を用いた同種および異種間での精原細胞移植
- (3) 種間交雑による不妊化雑種魚の作出とその宿主としての利用
- (4) 生殖細胞欠損型の不妊化雑種精巢へのドナー精原細胞移植法の開発
- (5) 温調式10トン循環水槽を用いた受精卵生産に掛る消費電力量の見える化

【総合評価】	
	特に優れた成果が得られている
	優れた成果が得られている
○	一定の成果が得られている
	十分な成果が得られていない

【所見】
<p>① 総合所見</p> <p>体が小さく水槽内でも産卵するアジやサバなどの小型海産魚の体を借りて、マグロやブリなどの大型食用海産魚の卵を作らせる技術を確認することを最終目的とし、“食用海産魚における代理親魚技術の開発を目標として展開された。その成果として、世界的な養殖対象魚種であるニベ科魚類を用いて、本技術がサケ科魚類よりも遥かに小型で脆弱な卵を産む海産魚種でも利用可能であることを証明し、代理親技術を利用した養殖対象海産魚類の種苗生産法を開発した。ニベ宿主(2倍体)を用いて、シログチ(ニベ科シログチ属)の精子を生産させることに成功したことは、世界的に多くの種が養殖されているスズキ目海産魚において、実用可能レベルでの異種間配偶子生産に成功した初めての例であり、優れた成果である。</p> <p>さらに、ニベの同種間移植では、ドナー由来配偶子の生産効率は、3倍体宿主を用いた場合に飛躍的に高まり、さらに3倍体宿主は雌雄ともドナー由来配偶子のみを生産することが明らかにしたこと、ニベ×シログチ雑種が生殖細胞欠損型の不妊性を示すことを発見し、不妊化宿主を人工授精のみで安定的に作出可能であることを示したこと、本雑種を精原細胞移植の宿主として用い、ドナー由来ニベ精子の生産に成功したことなどは、将来の発展につながる成果であると評価できる。</p> <p>一方で、オオニベをドナーに用いた移植実験からは、ニベ宿主によるオオニベ精子の生産は確認できておらず、現時点では、その原因究明に向けた生理学的、分子生物学的な解析が十分に展開されているとは言い難く、小型魚を用いて大型魚の種苗生産を行う代理親技術を確認するという点では、所期の目標に対しての進捗状況は極めて厳しいものと見受けられる。</p>

その点での厳しい評価となった。しかしながら、将来の発展を視野にした本研究の意義と重要性は薄れるものではない。研究プロジェクトの全体像は大変ユニークなものであり、その遂行には時間を必要とし、本補助事業期間内に多くを実施できないのは致し方ないと思われる点もある。最終目標を達成できた場合の社会的、経済的貢献は計り知れない。徹底的に、より網羅的に研究を行うべきである。大きな目標に向かう中で本研究がどのように位置づけられるのか、必ずしも明確になっていないが、こうした地道な努力を積み重ねて高い成果につなげて欲しい。

今後の研究の進展に伴い、生着と免疫の関係の詳細な解析、宿主の性決定の機構とドナーの性決定の関係も明らかにされる必要がある。また、本研究の最終的な出口として魚類養殖への貢献となるが、それについても、いくつかの課題がある。

研究目標の大きさから、当然一筋縄では行かない大きな壁が予想されるため、最終目標到達のためにはより多くの時間と経費が必要ではないかと思う。

この研究課題では、なぜ雑種では不妊化するのか、とか、交雑ができる組み合わせと、できない仕組みの生理機構などが問題の根本になってくる。今後の研究の進展に伴い、生着と免疫の関係の詳細な解析、宿主の性決定の機構とドナーの性決定の関係も明らかにされる必要がある。しかし、これはある意味、生物学の基礎に根ざしているものであり、このような基礎生物学の部分も、より詳細に調べることでブレークスルーを見出すことができる可能性がある。これだけ興味深い研究を、代理親による養殖魚の生産という狭い範囲での応用にとどめておくのはいかにも惜しい。将来、基礎研究への貢献も視野に入れて発展させてほしい。

本課題の内容から、特許化への細心の注意を払う必要もある。論文化の前に特許でどのようにこの技術を守るのかを、最終ゴールも含めて、関係各方面とも協議しつつ、研究を推進することを強く望む。

② 目的の達成状況

・ 所期の目的が

(全て達成された ・ 一部達成された ・ 達成されなかった)

宿主生殖腺を構成する生殖腺体細胞に囲まれた異種由来ドナー精原細胞が、配偶子形成を開始し、正常な配偶子へと分化するためには、「生理学的条件（ドナー種と宿主種の遺伝的距離、および、配偶子形成過程での内分泌あるいは体内の温度環境など）を戦略的に組み合わせた2魚種間での移植実験を行うこと」、「不妊化宿主を利用し、ドナー精原細胞に対して宿主生殖腺内での細胞学的ニッチを与えることで配偶子形成を促すこと」、の2方向からのアプローチが必要であると考えに立って、目的を達成するために、下記の4項目を掲げて研究を展開した。

- (1) ニベ科魚類を用いた同科異属間での異種間精原細胞移植
- (2) 3倍体不妊化宿主を用いた同種および異種間での精原細胞移植
- (3) 種間交雑による不妊化雑種魚の作出とその宿主としての利用
- (4) 生殖細胞欠損型の不妊化雑種精巢へのドナー精原細胞移植法の開発

(1)については、ニベ宿主(2倍体)を用いて、シログチ(ニベ科シログチ属)の精子を生産させることに成功した。これは、世界的に多くの種が養殖されているスズ

キ目海産魚において、実用可能レベルでの異種間配偶子生産に成功した初めての例である。これにより、本技術がサケ科魚類よりも遥かに小型で脆弱な卵を産む海産魚種でも利用可能であることを証明し、代理親技術を利用した養殖対象海産魚類の種苗生産法を開発した。シログチについて、これまで人工種苗が作出された報告は無い。したがって、“丈夫で飼育の容易なニベを代理親魚として、水産上高付加価値な魚種を生産させる”という海産魚での代理親魚技術利用のモデルケースである。同科異属間での異種間精原細胞移植という点では目標を達成している。一方で、大型魚のオオニベをドナーに用いた移植実験からは、ニベ宿主によるオオニベ精子の生産は確認できておらず、現時点では、その原因究明に向けた生理学的、分子生物学的な解析が十分に展開されているとは言い難く、小型魚を用いて大型魚の種苗生産を行う代理親技術を開発するという点では、所期の目標を達成し得ていない。

(2)については、ニベの同種間移植では、ドナー由来配偶子の生産効率は、3倍体宿主を用いた場合に飛躍的に高まり、さらに3倍体宿主は雌雄ともドナー由来配偶子のみを生産することを明らかにし、海産魚における異種間精原細胞移植による「ドナー由来配偶子生産」が可能であることを証明し、目標を達成している。

(3)については、ニベ×シログチ雑種が生殖細胞欠損型の不妊性を示すことを発見し、不妊化宿主を人工授精のみで安定的に作出可能であることを示した。さらに、本雑種を精原細胞移植の宿主として用い、ドナー由来ニベ精子の生産に成功し、目標を達成している。

(4)については、不妊化雑種(成魚)の精巣内へ移植されたドナー精原細胞(ニベ)は、移植後7週間で機能的な配偶子へと分化することを示した。

総合的にみると、代理親を利用して次世代を得るという目的に向けた研究の主要部分については、新規発見を含め進展が認められる。一方、本課題の最も大きな特色である、小型魚代理親を利用して大型魚の種苗を得るという点については、当初計画の通りには進展しておらず、初期の目標達成は困難と考えられる。しかし、水産資源科学の分野から見ても、この研究はとても大切な課題であり、かつ迷走しながらも成功への可能性に繋がる微かな間接的成果の積み上げを感じる。成功への大きな基礎を築けるワンステップになっている。

③ 研究の成果

・これまでの研究成果により判明した事実や開発した技術等に先進性・優位性が
(ある ・ ない)

・ブレークスルーと呼べるような特筆すべき研究成果が
(創出された ・ 創出されなかった)

・当初の目的の他に得られた成果が (ある ・ ない)

(1) ニベ科魚類を用いた同科異属間での異種間精原細胞移植 — ドナー(シログチ)由来の異種精子を生産するニベの作出に成功した(図1)。

シログチ精原細胞を移植し6か月後に生残していた54個体の宿主ニベについて排精確認を行ったところ、8個体より精液が得られた。これらの精液よりDNAを抽出し、シログチ *vasa* 遺伝子に特異的な配列を指標とした種判別PCR解析を行ったとこ

ろ、8尾中1尾の精液 DNA 中にシログチ精子の存在を示唆する PCR 産物が増幅された。そこで、この精液中に機能的なドナー由来シログチ精子が生産されているかを明らかにするため、ニベ卵との人工授精を行い、得られた F1 世代中にドナー由来シロ

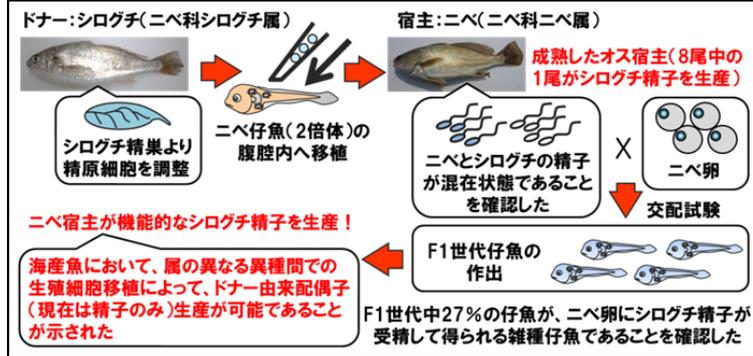


図1.シログチ精子を生産する代理親ニベの作出

グチ精子とニベ卵が受精したニベ - シログチ雑種仔魚が誕生するかを調べた。F1 世代仔魚における種判別 PCR 解析により、48 個体中 13 個体 (27%) の仔魚がニベ - シログチ雑種であることが判明した。この結果、ニベ宿主が機能的なシログチ精子を生産していることが確認され、ニベ宿主による異種ドナーの配偶子生産が達成された (論文準備中)。一方で、オオニベをドナーに用いた移植実験からは、ニベ宿主によるオオニベ精子の生産は確認できなかった。今後、“ニベ宿主の精巣内でシログチ精子は生産されるものの、オオニベ精子は生産されない”という現象がどのような要因によるものなのかを明らかにするために、オオニベ精原細胞がニベ宿主の精巣内に生着後、消失していくまでの動態について細胞レベルで詳細な観察を行う必要がある。また、ニベとシログチは夏産卵型であるのに対して、オオニベは春産卵型であることから、ドナー種と宿主種の遺伝的距離の差以外に、産卵期の違いがドナー由来配偶子生産の成否に影響していることも考えられた。本実験により「海産魚における異種間精原細胞移植によるドナー由来配偶子生産」が可能であることを証明した。

(2) 3 倍体不妊化宿主を用いた同種および異種間での精原細胞移植 — 3 倍体宿主を用いることでドナー由来配偶子の生産効率は、オス宿主 7 倍、メス宿主で 4 倍と飛躍的に向上した。さらに、3 倍体宿主は、宿主自身の配偶子は生産せず、ドナー由来配偶子のみを生産した (図 2、図 3、図 4)。ニベの同種間移植では、ドナー由来配偶子の生産効率は、3 倍体宿主を用いた場合に飛躍的に高まり、さらに 3 倍体宿主は雌雄ともドナー由来配偶子のみを生産することが明らかとなった (図 2)。しかし、3 倍体ニベ宿主を用いた場合では、異種ドナー (シログチ、オオニベ、ブリ、カンパチ) 精原細胞由来の配偶子生産は確認されなかった。また、これらの異種ドナー精原細胞は、一旦、宿主生殖腺内に生着したのち、移植後 1 ヶ月間は生存および増殖可能であるものの、移植後 2 ヶ月以降では生存している様子が確認されなかった (図 3)。これら

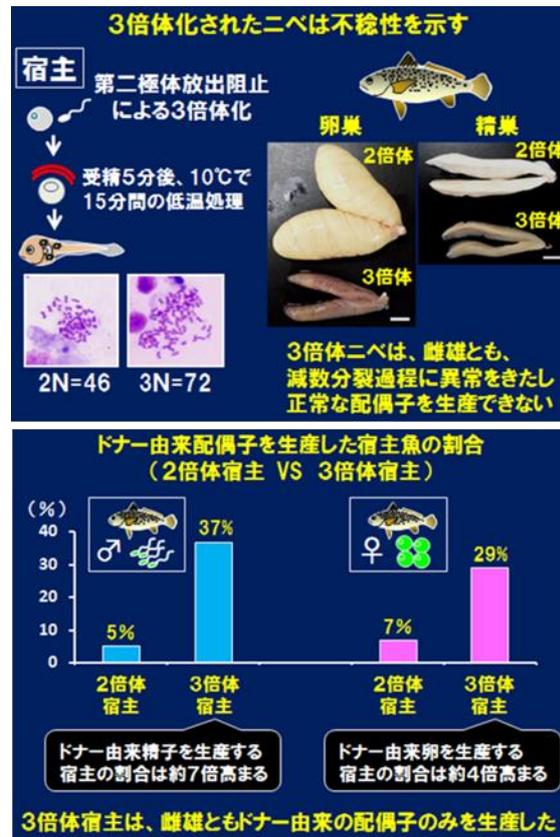


図2. 3倍体不妊化ニベ(代理親)によるドナー由来配偶子の高効率生産

ら、移植後 2 ヶ月以降では生存している様子が確認されなかった (図 3)。これら

の結果は、異種由来ドナー細胞は、宿主生殖腺内で免疫拒絶ではない別の要因によって排除されることを強く示唆している。3倍体ニベは減数分裂の進行不全により不妊となるものの、体細胞分裂を行っている精原・卵原細胞期の生殖細胞の生存および増殖は正常であるため、3倍体ニベは2倍体ニベと同等数の精原・卵原細胞を有する。したがって、3倍体ニベ宿主の生殖腺内では、宿主とドナーの精原・卵原細胞間で細胞学的なニッチが競合し、その結果、ドナー由来の精原・卵原細胞が排除される可能性が考えられた(図4)。そこで、次の実験では、生殖細胞欠損型の宿主の作出を行った。



図3. 3倍体不妊化ニベ(代理親)への異種ドナー由来精原細胞移植の結果

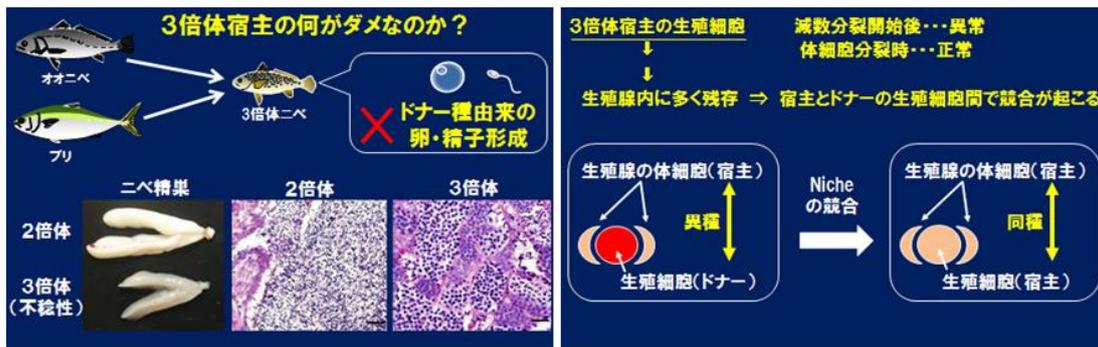


図4. 3倍体不妊化ニベ(代理親)の課題

(3) 種間交雑による不妊化雑種魚の作出とその宿主としての利用 — ニベ×シログチ雑種が生殖細胞欠損型の不妊性を示すことを発見し、不妊化宿主を人工授精のみで安定的に作出可能であることを示した。さらに、本雑種を精原細胞移植の宿主として用い、ドナー由来ニベ精子の生産に成功した(図5、図6、図7、図8)。本実験では、生殖細胞欠損型の不妊魚を作出し、宿主生殖腺内での宿主生殖細胞とドナー生殖細胞のニッチの競合を失くした状況を作ることで、より長い期間ドナー精原細胞を宿主生殖腺に生存させ、ドナー由来の配偶子形成を誘起することを目標とした。

ニベの卵に対し、コイチ、シログチ、オオニベの3種類の精子を人工授精することで種間交雑を行った。ニベ(ニベ科ニベ属)とコイチ(ニベ科ニベ属)を交雑して得られたF1世代は、正常に発生し、かつ、雌雄とも妊性を示した。ニベとオオニベ(ニベ科オオニベ属)の交雑で得られたF1世代は、ふ化後3日以内に全個体斃死した。その一方で、ニベとシログチ(ニベ科シログチ属)を交雑して得られたF1世代(ニベシロ雑種)は、正常に発生するもののその生殖腺は不妊性を示すことを発見した(図5)。すなわち、ニベシロ雑種の体内では矮小化した生殖腺が形成されるものの、その生殖腺内部においては生殖細胞が消失していた(図6)。



図5. ニベ科魚類の人為交雑による生殖細胞欠損型の不妊化雑種の作出

分子生物学的手法を用いて、ニベシロ雑種が生殖細胞を欠損するメカニズムについて解析したところ、5カ月齢の矮小化した雑種生殖腺では、生殖細胞マーカー (vasa, dnd, dmc1) は発現しておらず、組織観察でも生殖細胞の存在は認められなかった。精巢体細胞マーカー (dmrt1, cyp11b, gsdf) については、両親種と同様の遺伝子発現が見られたが、卵巢体細胞マーカー (cyp19a1, foxl2) の発現は認められなかった。続いて、仔稚魚期での生殖腺発達を経時的に観察したところ、孵化10日齢では 18 ± 3 (n=15) となった。さらに、始原生殖細胞の増殖率は両親種 (10%および8%) よりも、雑種 (2%) において有意に低くなるものの、生殖腺原基内でのアポトーシス細胞の出現率に違いは無いことが判明した。以上より、本不妊化現象は、初期生殖腺発達過程における始原生殖細胞の増殖異常に起因することが強く示唆された (図7)。生殖細胞欠損型のF1世代雑種 (ニベシロ雑種) を宿主として

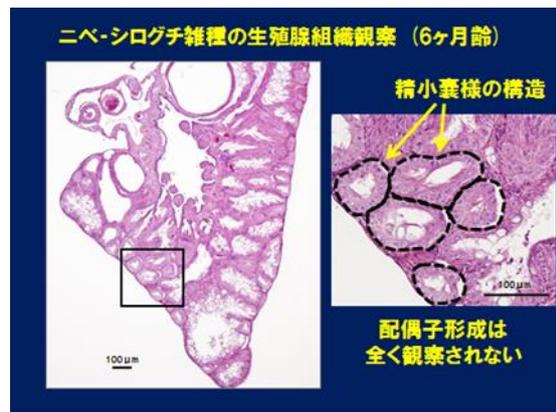


図6. ニベ×シログチ雑種に見られる生殖細胞欠損

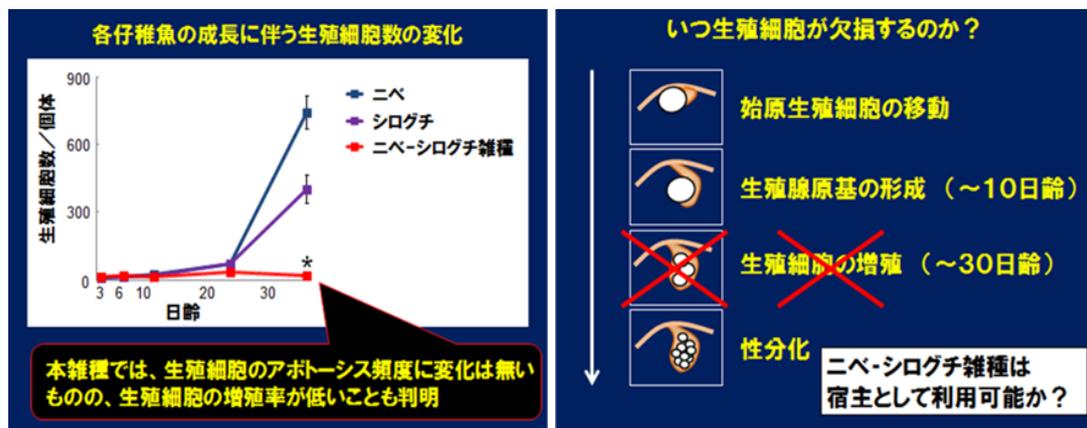


図7. ニベ×シログチ雑種に見られる生殖細胞欠損機構の解明

用い、ドナー精原細胞の移植実験を行った。GFP 遺伝子導入ニベより得られた精原細胞をドナーとして、ニベシロ雑種仔魚の腹腔内へ移植した。6カ月齢の雑種宿主について排精の有無を調査したところ、126尾中43尾 (34%) において排精が認められた。採取された精子は、全てがGFP陽性を示し、精子の運動時間および濃度は野生型

ニベと同等であった。雑種宿主と野生型ニベ雌との交配試験の結果、正常な孵化仔魚が得られ、これらは全て GFP 陽性を示した。また、126 尾中 1 尾の生殖腺は、GFP 陽性を示す周辺仁期の卵母細胞を有する卵巣であった。以上より、本不妊化雑種の生殖腺は、ドナー精原細胞を機能的な精子あるいは卵母細胞へと分化させること能力を有することが明らかとなり、本雑種が代理親魚技術の宿主として利用できることが証明された（論文準備中）。



図8. ニベ×シログチ不妊化雑種を宿主とした精原細胞移植によるドナー由来精子の生産

(4) 生殖細胞欠損型の不妊化雑種精巣へのドナー精原細胞移植法の開発 — 不妊化雑種（成魚）の精巣内へ移植されたドナー精原細胞（ニベ）は、移植後 7 週間で機能的な配偶子へと分化した（図 9）。ニベシロ雑種宿主を用いて、より迅速に宿主とドナーの適合性を評価するアッセイ法を確立するため、哺乳動物やティラピア、ゼブラフィッシュなどで確立されている輸精管内への精原細胞移植の開発を行った。本移植法では、通常、オスの成熟個体に対して薬物処理や温度処理を行い、一時的に精巣内の生殖細胞を消失させたのちドナー精原細胞の輸精管内移植を行う。これにより、1~2 ヶ月間程度の短期間のうちに、ドナー精原細胞が異種宿主の精巣内に生着し配偶子形成を開始して精子へと分化するかを観察することができる。これまで宿主として用いてきた 3 倍体ニベの精巣では、宿主自身の生殖細胞が不完全ながらも部分的な配偶子形成を行うため精巣内に空間的余裕が少なく、輸精管内移植法の適用は困難であった。しかし、ニベシロ雑種は精巣を構成する各種体細胞は正常に分化しているものの、生殖細胞を欠失している状態にあることが先の実験で判明したため、ドナー精原細胞が精巣内で生着・増殖・分化するための空間的余裕が十分に存在すると考えられた。そこで、GFP 遺伝子導入ニベをドナーとして用いて、ニベシロ雑種成魚（3~7 か月齢）の輸精管内への精原細胞移植を行い、その後のドナー由来配偶子形成を調査したところ、移植を行った 32 尾中 4 尾（12.5%）で、ドナー由来精子を生産することが判明した。また、ドナー由来精子の生産に要した期間は移植後 7 週間であり、その期間は従来のふ化仔魚宿主への移植（最短で 4 ヶ月）に比べ大幅に短縮された（論文準備中）。免疫応答系が既に完成した成魚の精巣への移植が、雑種の両親種であるニベとシログチ以外の異種ドナーを用いた場合でも可能であるか調べるため、現在、オオニベおよびコイチ精原細胞をドナーとした輸精管内移植を実施している。

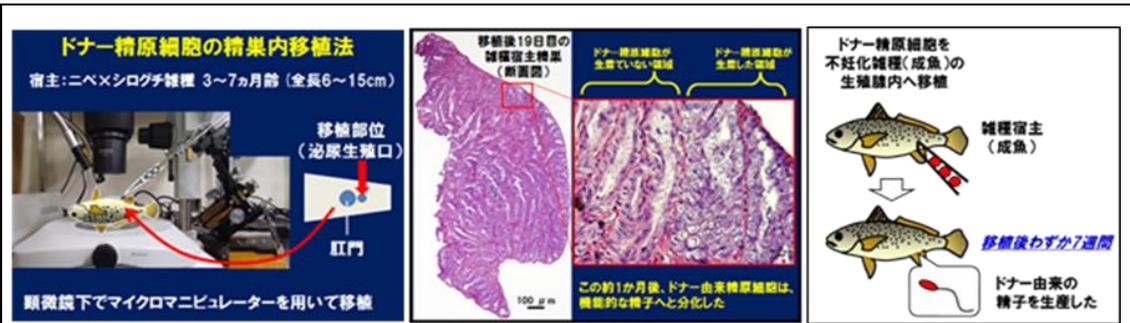


図9. ニベ×シログチ不妊化雑種成魚の精巣内への精原細胞移植によりドナー由来精子の生産

(5) 温調式 10 トン循環水槽を用いた消費電力量の見える化 (図 10) 本プロジェクトで設置した温調式 10 トン循環水槽では、小型マグロ類であるスマの産卵誘発が可能になっている (論文準備中)。本水槽はインバーター式加温冷却機を採用した省エネ型の親魚水槽であり、省コストでの受精卵供給が期待されているが、実際の産卵誘発に要する電気コストについては未知であった。そこで、電力見える化システム (X e m s W a t c h e r) を採用し、スマ受精卵の獲得に要する消費電力量を算出した。その結果の一例として、19℃の自然海水をスマの産卵適水温である 26℃へと加温し産卵誘発したとき、一日あたりの消費電力量は $169 \pm 10 \text{ kWh}$ となった。低圧電力 1kwh あたり約 15 円とすると電気コストは約 2535 円/日となる。本水槽内 10~50 万粒/日の受精卵が生産されることから、受精卵 1 万粒あたりに掛る電気コストは 50~253 円となる。現時点で、スマ受精卵には市場価格が存在しないが、ヒラメ受精卵が 1 万粒あたり 1 万円で販売されていることを考えると、養殖対象種の受精卵生産に掛ける電気コストとしては十分に採算性のとれる範囲にあることが考えられた。さらに、本水槽を用いることで早期採卵や周年採卵が可能になっており、通常の産卵期以外で

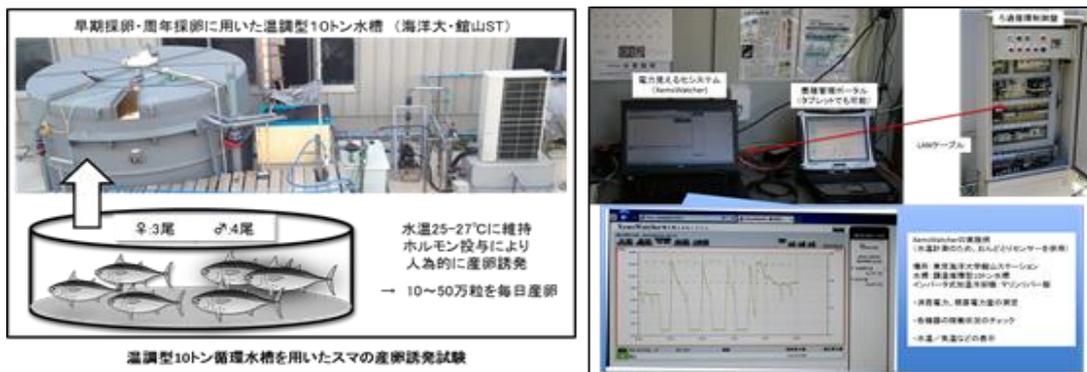


図 10. 温調式 10トン循環水槽(親魚産卵水槽)での消費電力量の見える化

の受精卵生産を行うことで国内の幅広い地域での受精卵ニーズに対応できる。以上の実験により、海産魚の省コスト型採卵システムが構築された。

先進性・優位性

上記 (1) から (3) に示された成果から明らかなように、本研究は、先進性・優位性が認められるが、これは本研究課題の成果を含む、研究課題担当者グループ全体でこれまでに展開されてきた成果に対する評価というべきであろう。本研究課題において、精原細胞移植には生殖細胞欠失ニベ×シログチ雑種のような完全不妊化した魚

が有効など、本研究をサポートするような成果が出ている。異種間の生殖細胞移植に関して、その成功の条件を絞り込み、その配偶子形成の機構を解析する材料が得られると考えられる。一部ではあるがその取り組みも始められ、成果が認められつつある。

一方、小型魚代理親を利用して大型魚の種苗を得るという点については、展望が開けていないことから、ブレークスルーを果たしているとは言えない。

④ 研究成果の効果

・研究成果は、関連する研究分野への波及効果が
(見込まれる ・ 見込まれない)

・社会的・経済的な課題の解決への波及効果が
(見込まれる ・ 見込まれない)

小型魚を代理親として大型魚の育苗を行うという点では、成果が得られたとは言えず、現段階ではまだ残念な状況ではあるが、本研究課題遂行において、下記に示すように、基礎生物学的な面、魚類育苗という応用面のいずれにおいても新たに得られた知見があり、関連する研究分野ならびに社会的・経済的課題への波及効果、グリーンイノベーションへの貢献が期待できる。

(1) 雑種の生殖腺内で生殖細胞が欠失する原因を調べ、生殖細胞特異的かつ細胞自律的に細胞増殖が阻害されることが明らかにした。種々の動物種において雑種個体が不妊となることが知られているが、それらは減数分裂時の異常による配偶子形成不全に起因するとされている。本研究のように、雑種化によって、生殖細胞自身の増殖能が欠失することで不妊となることは、初めての例であると考えられ、生殖細胞の増殖機構および生殖腺原基の性分化機構を解明するための有用なモデルになると期待される(論文準備中)

(2) ニベ科魚類を用いた同科異属間での異種間精原細胞移植において、ドナー(シログチ)由来の異種精子を生産するニベの作出に成功したことをはじめとする一連の成果(研究成果の欄参照)

(3) 移植後の宿主仔魚を通常より2-3℃低い水温で飼育することで、ドナー精原細胞の宿主生殖腺原基への生着率を2倍以上改善することに成功した(特許出願中)。

⑤ 研究実施マネジメントの状況

・適切なマネジメントが (行われた ・ 行われなかった)

研究マネジメントについては、この研究課題において一番問題なのは体制であろう。この巨大な目標に向けた研究におい従事している研究員の数が少ない。当初の申請課題に関して、「他の研究者の協力を得ながら研究を推進する必要がある」との指摘があった。これは、本研究代表者が、基礎データの蓄積に重きを置いていないことに対して、ポストドクを補強して生物学的パラメーターの解析を行い、他のグループとの協力により基礎的なデータをとる必要性が指摘されていると考える。この指摘への対応は十分とは言えない。他の指摘項目は適切に遂行されているものと推察でき、

真摯に対応していると思われる。

補助金の活用については、概ね適切である。

成果の公表については、下記に示すように適切に進めている。研究論文は必ずしも多くはないが、長い年月を要する研究であり、止むを得ない面もある。

一般社会に向けた発信、国民との科学・技術対話については、所属機関と連携して、積極的に取り組んでいる。

雑誌論文：合計 13 件（掲載済み、査読有 11 件、査読無 2 件）、

会議発表：合計 30 件（専門家向け 27 件、一般向け 3 件）

知的財産権の出願中：1 件

図書：1 件

新聞雑誌：5 件

国民との科学・技術対話：17 件

その他：所属機関のホームページ