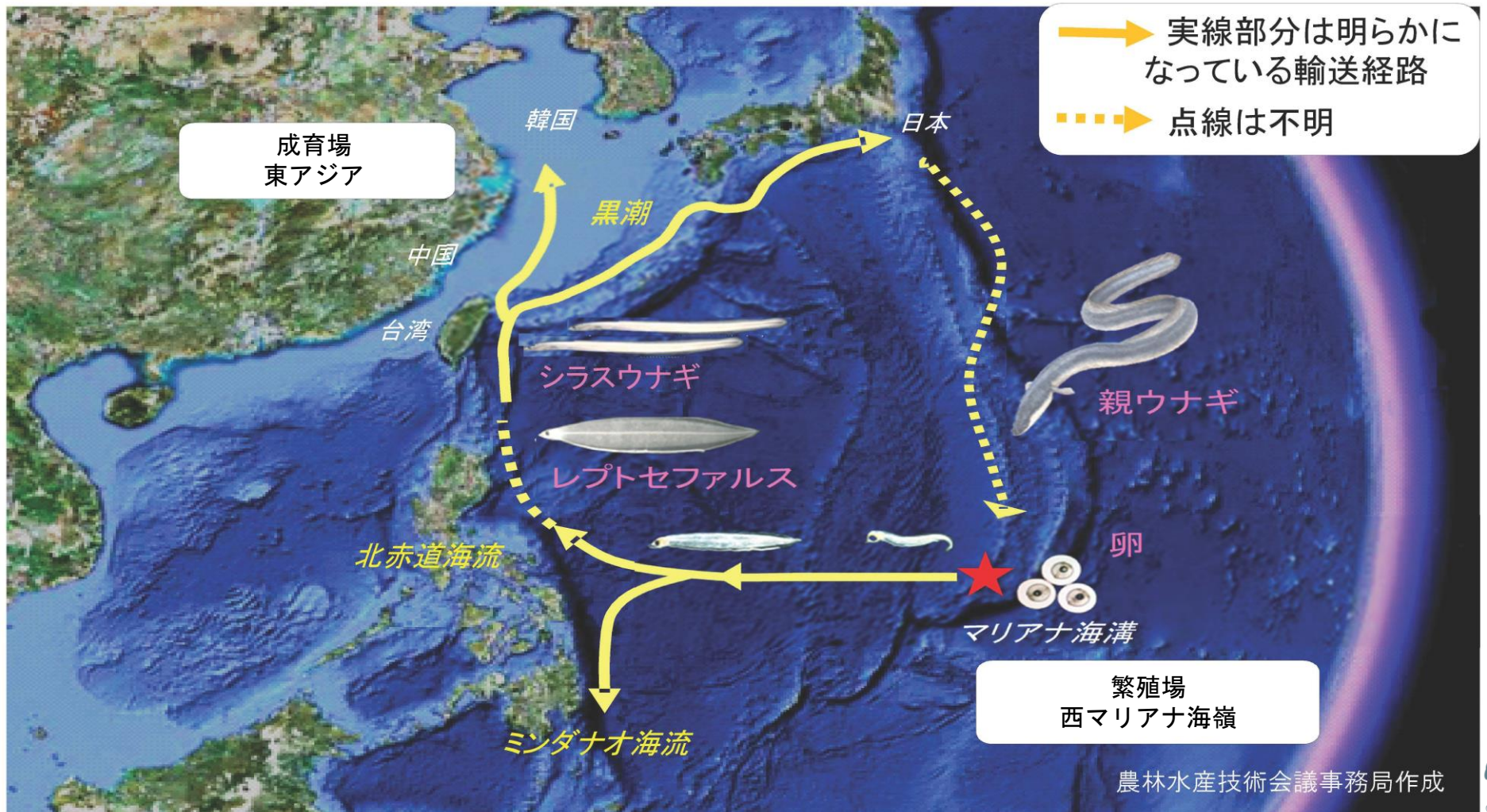


ウナギ種苗の商業化に向けた大量生産システムの実証事業
2017～2023年度における成果概要

令和6年6月
水産庁

ニホンウナギの生活史

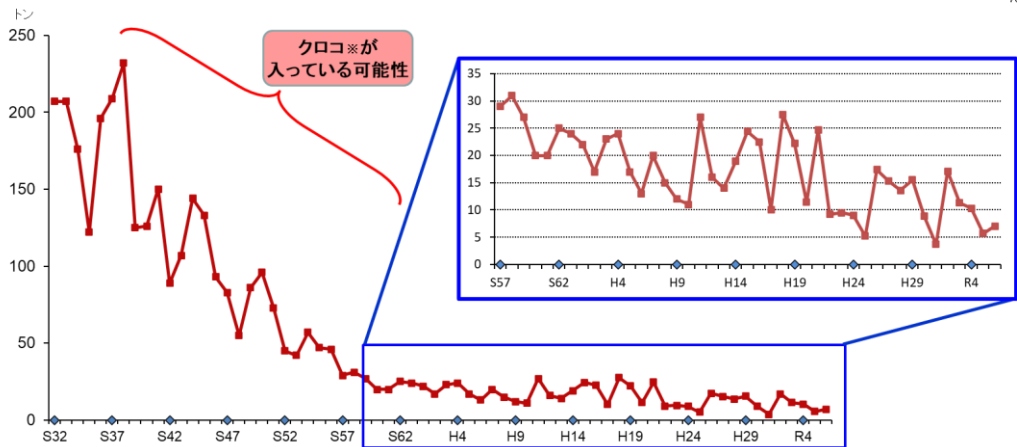
- ・ニホンウナギは、5～15年間、河川や河口域で生活した後、海へ下り、日本から約2,000km離れたマリアナ諸島付近の海域で産卵。
- ・卵からふ化した後、海流で運ばれる過程で、レプトセファルス（仔魚）、シラスウナギ（稚魚）へと成長し、日本などの河川・沿岸域へ到達。



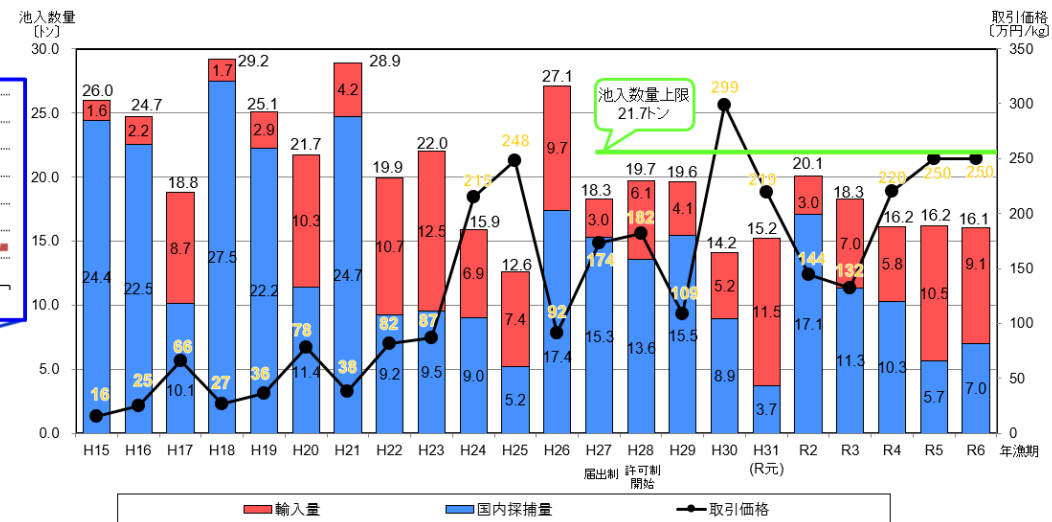
ニホンウナギ人工種苗生産技術の必要性

- ・ニホンウナギの養殖種苗は、すべて天然資源に依存している状況。
- ・ニホンウナギ種苗（シラスウナギ）の国内採捕量は、昭和50年代後半以降低水準。
- ・国内での種苗の採捕量が低調な年は輸入量が増えるが、国内採捕量と輸入量を合わせても池入れの需要に十分に満たない年は、取引価格が大きく上昇。
- ・種苗の供給量不足と価格高騰により、養鰻業者の経営は不安定。

ニホンウナギ種苗 国内採捕量の推移



ニホンウナギ種苗の池入数量と取引価格の推移



(水産庁「ウナギをめぐる状況と対策について（令和6年6月）」)

➡ ニホンウナギ資源の持続的利用と養鰻業の経営安定のため、人工種苗生産技術の確立が不可欠

人工種苗生産技術の確立に向けた研究内容

ニホンウナギ人工種苗生産技術の確立に向け、多分野の産学官連携により、主に以下の研究課題を実施

課題1 **産卵～ふ化までの生産技術の開発**

課題2 **成長・生残の良好な飼料の開発**

課題3 **生産性の高い飼育水槽の開発**

課題4 **省力化に向けた自動給餌システムの開発**

課題5 **優良家系の開発（育種）**

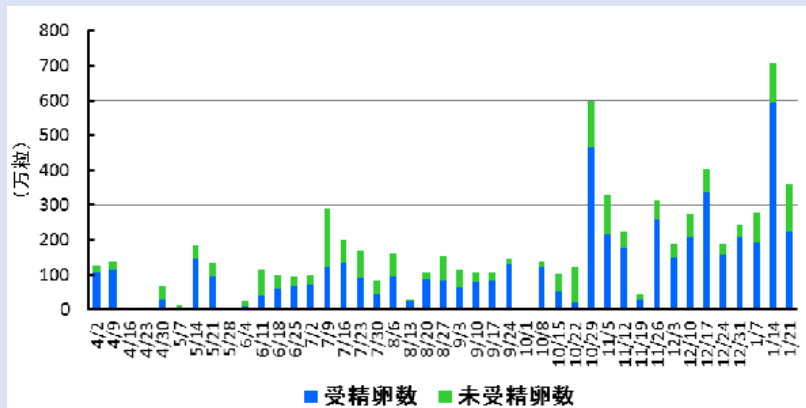


ニホンウナギ人工種苗の大量生産を実現し、養殖種苗を安定供給

課題1 産卵～ふ化までの生産技術の開発

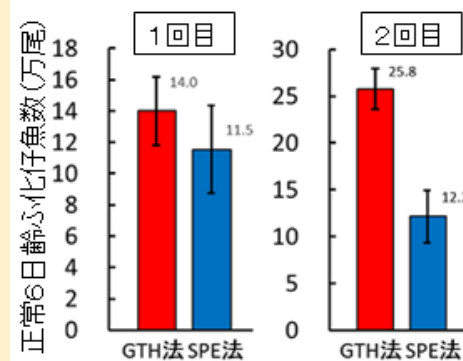
STEP1 これまでの成果

- ウナギ用の成熟誘導ホルモン（GTH）の使用により催熟から成熟までの期間が安定
- ほぼ毎週200万粒程度の受精卵を得ることに成功

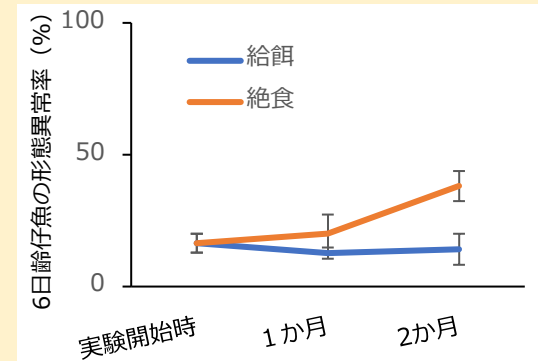


STEP2 最新の進展

- クローン細胞を用いたGTHの安定した大量生産技術の確立、GTHの適切な投与時間、量等の検討により、催熟・採卵技術を高度化
 - 電解処理海水を用いた受精卵消毒方法の確立によりふ化仔魚管理技術を高度化
 - 親魚の絶食期間を短くすることで、卵質が安定することを解明
- ⇒ 得られる**健全なふ化仔魚数が増加**し、ふ化仔魚の**通年供給が可能**



※SPE法：サケの脳下垂体を用いた従来の催熟・採卵法



STEP3 残る課題と対応

- 親魚養成期間が長く、育種には長い時間が必要
- 安定したシラスウナギ量産のためには、数十万から数百万レベルでのふ化仔魚が求められる

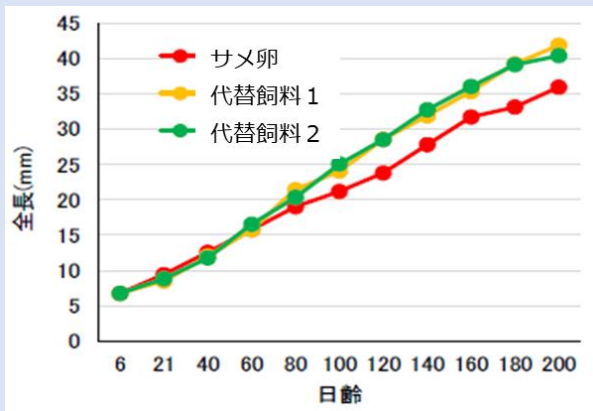


- ✓ 採卵可能な**親魚の月齢、サイズ**の特定
- ✓ **若齢個体**からの採卵技術の開発
- ✓ 安定した大量の**受精卵・ふ化仔魚管理**を可能とする新規技術の開発

課題2 成長・生残の良好な飼料の開発

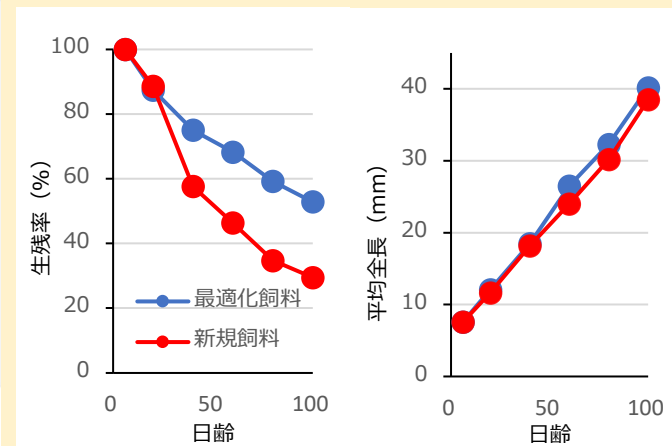
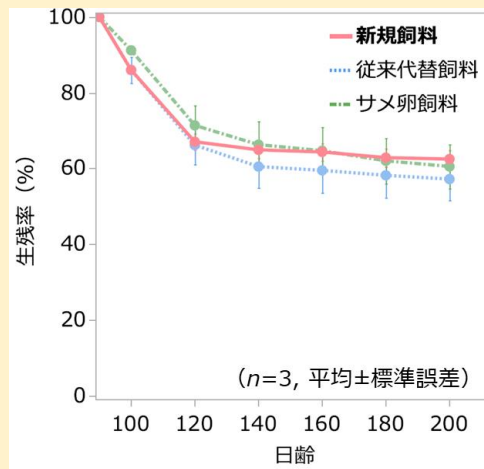
STEP1 これまでの成果

- サメ卵使用飼料の有効性が確認されたが、原料調達が困難
- より高成長をもたらし、鶏卵黄や乳タンパク質等を使用した量産可能な代替飼料の開発に成功



STEP2 最新の進展

- 代替飼料の原料組成を改変し、安価な原料を使用した新規飼料を開発
 - 新規飼料の原料配合を最適化して、さらに生残・成長に優れる最適化飼料を開発 (特許出願中)
- ⇒ 最適化飼料では、新規飼料と比べ**生残**、**成長**共に**良好な飼育成績**



STEP3 残る課題と対応

- 優れた仔魚用飼料が開発されたが、今後は飼育成績を維持しながら持続可能かつ低コストを実現する飼料の開発が必要

- 仔魚の栄養要求に基づいた、持続可能な低コスト原料 (無魚粉・無魚油など) を用いた飼料の改良

課題3 生産性の高い飼育水槽の開発

STEP1 これまでの成果

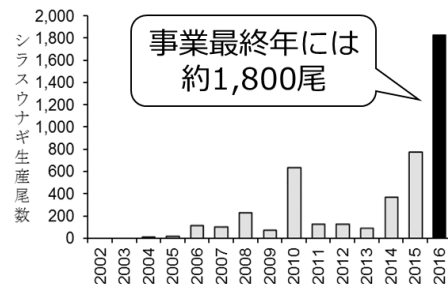
- 様々な形状の水槽でふ化仔魚飼育を実施
- 大型化した水槽での種苗生産の実現性を確認



1kL水槽(大型水槽)での飼育実証試験を反復実施

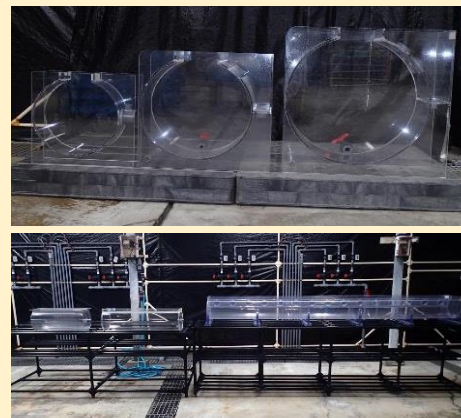


生残率に優れる20Lハーフパイプ型水槽の改良



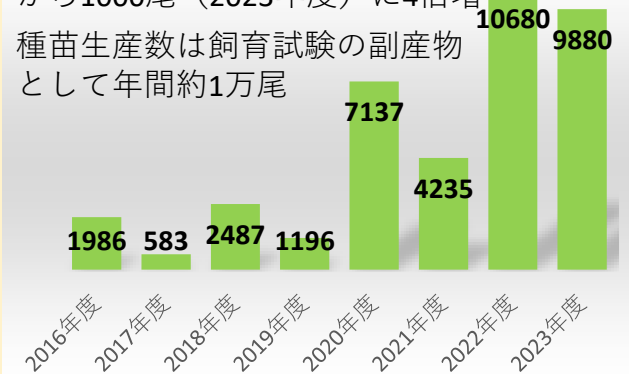
STEP2 最新の進展

- 安定して高い生残率と低コスト化を実現するため、飼育実験から最適な水槽構造を分析し、水槽のサイズや形状等を見直し、新規量産水槽およびその運用方法を開発
 - 新規量産水槽の低コスト化（75%削減）に成功（特許出願中）
- ⇒ 量産水槽を用いた種苗大量生産技術により、**生産効率が大幅に向上**



試作した新規量産水槽

1水槽あたりの生産尾数は250尾（2016年度）から1000尾（2023年度）に4倍増
種苗生産数は飼育試験の副産物として年間約1万尾



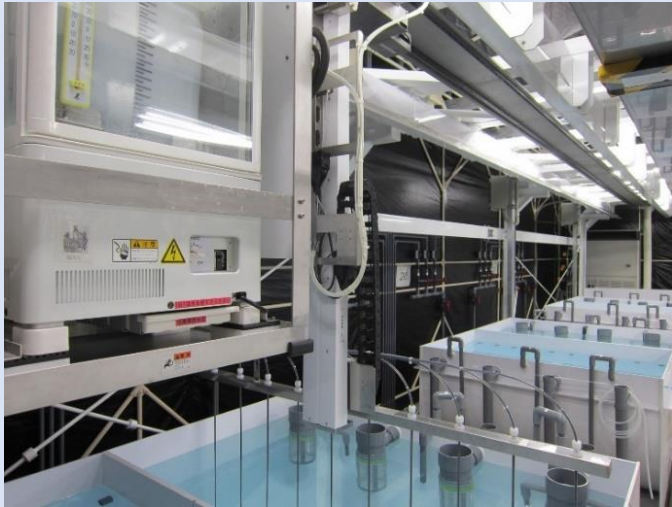
STEP3 残る課題と対応

- 現在の量産水槽の運用法の最適化
 - 量産水槽の大型化
- 生産効率の向上により、**現在の量産水槽あたりの生産尾数を増大**
- **量産水槽の大型化により、生産効率を高める試みを実施**

課題4 省力化に向けた自動給餌システムの開発

STEP1 これまでの成果

- 自動給餌装置に照明と注水制御を連動させたシステムの開発により種苗生産を効率化

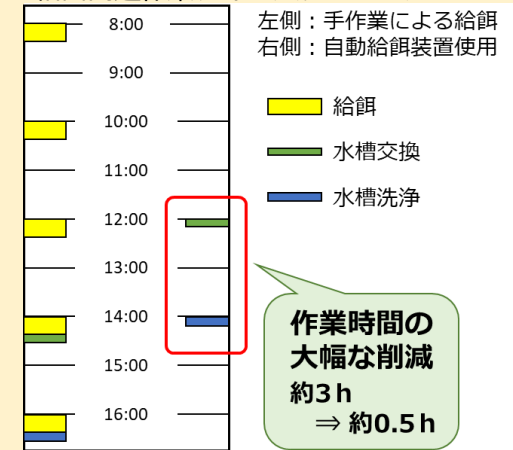


STEP2 最新の進展

- 仔魚飼育では1日に複数回給餌するため多大な労力が必要で、人件費が生産コストの増大の原因だったが、自動給餌システムによる長期飼育に成功
 - 現在の自動給餌装置は装置自体が高価なため、必要最小限の機能を洗い出し、廉価版装置を設計した結果、70%のコストを削減
- ⇒ シラスウナギ生産における**安定した省力化を実現**



給餌関連作業タイムスケジュール



STEP3 残る課題と対応

- 廉価版自動給餌装置の作製および性能評価

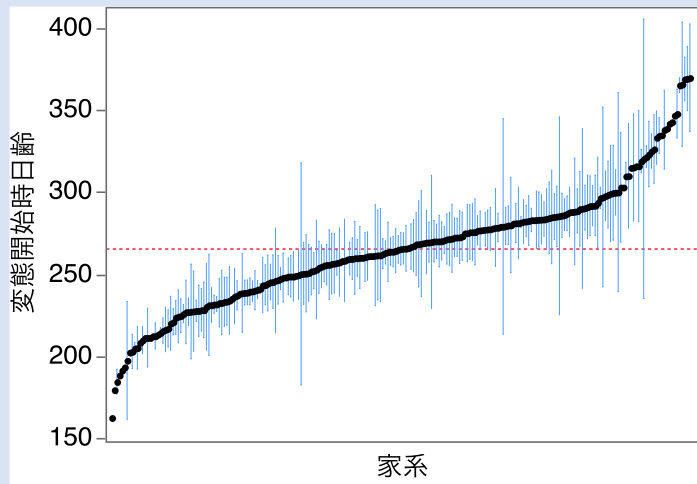


- ✓ 低コストな廉価版自動給餌システムの効率的な運用方法の開発

課題5 優良家系の開発（育種）

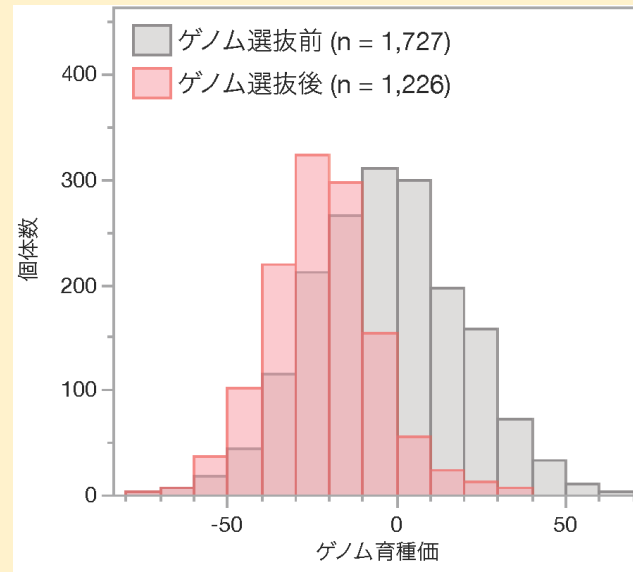
STEP1 これまでの成果

- ウナギは仔魚期間（ふ化からシラスウナギに変態するまでの期間）が長いため、死亡のリスクが高く、コスト高の原因
- 仔魚期間は遺伝的形質であることが証明されており、選抜育種による仔魚期間短縮が可能



STEP2 最新の進展

- ゲノム育種法による仔魚期間の短い系統の作出を実施
 - **表現型（仔魚期間）およびゲノム育種価ともに、選抜後の世代で短くなる方向への応答（変化）を確認**
- ⇒ 1世代のゲノム育種による選抜で、**仔魚期間を約7%短縮**



ゲノム育種価（平均値）

選抜前 -3.0日

選抜後 **-21.7日**

差分 **-18.7日**

STEP3 残る課題と対応

- 育種による遺伝的改良は世代を重ねる度に蓄積される
- 少ない家系で育種すると遺伝的多様性が失われ、負の影響が出る



- ✓ 少なくとも**3世代程度**は育種プログラムを更新しつつ**ゲノム育種を実践**
- ✓ **有効集団サイズ**を増やしながらか育種を行うことで**遺伝的多様性**を維持する

ニホンウナギ種苗生産技術の社会実装に向けて

- 水産庁では、天然資源に負荷をかけない持続可能な養殖体制を目指し、2050年までにニホンウナギをはじめとする主要養殖対象種の人工種苗比率を100%とする目標を設定（みどりの食料システム戦略、令和3年5月農林水産省策定）。
- 種苗生産技術の社会実装に向け、種苗生産コストの引き下げが不可欠。天然種苗は1尾当たり約180～600円（平成24年～令和3年漁期）であるのに対し、人工種苗はコストダウンしてきたものの、1,800円程度（令和5年度）。
- シラスウナギ量産にかかる、催熟・採卵、仔魚飼育技術を県水産試験場および民間養鰻企業へ移転。
- さらなるコストダウンのため、種苗を効率的かつ安定的に大量生産できる技術開発、改良を進め、社会実装を目指す。



実証試験で生産されたシラスウナギ
(鹿児島県水産技術研究所提供)

ウナギ種苗1尾当たりの生産コスト

