

Symposia | シンポジウムA

📅 Wed. Aug 27, 2025 2:30 PM - 5:15 PM JST | Wed. Aug 27, 2025 5:30 AM - 8:15 AM UTC 🏢 Room B(2F 122)

[SYA2] [A2] おいしい魚をつくる！

世話人：吉崎 悟朗（東京海洋大学），福島 英登（日本大学）

2:30 PM - 2:40 PM JST | 5:30 AM - 5:40 AM UTC

ごあいさつ

2:40 PM - 3:05 PM JST | 5:40 AM - 6:05 AM UTC

[SYA2-01]

Starting aquaculture using dead fish bought from a fish market

*Goro Yoshizaki¹ (1. Tokyo University of Marine Science and Technology)

3:05 PM - 3:30 PM JST | 6:05 AM - 6:30 AM UTC

[SYA2-02]

Breeding 'delicious fish' using surrogate broodstock technology

*Ryosuke Yazawa¹ (1. Tokyo University of Marine Science and Technology)

3:30 PM - 3:55 PM JST | 6:30 AM - 6:55 AM UTC

[SYA2-03]

"Taste-enhancing" technique using fish osmoregulatory mechanism

*Toyoji Kaneko¹ (1. Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo)

3:55 PM - 4:10 PM JST | 6:55 AM - 7:10 AM UTC

休憩

4:10 PM - 4:35 PM JST | 7:10 AM - 7:35 AM UTC

[SYA2-04]

Selective Breeding for Fish That Look and Taste Delicious

*Eitaro Sawayama¹ (1. Department of Marine Science and Resources, Nihon University)

4:35 PM - 5:00 PM JST | 7:35 AM - 8:00 AM UTC

[SYA2-05]

Producing palatable fish after landing - from ikejime to aging -

*Kigen Takahashi¹ (1. Tokyo University of Marine Science and Technology)

5:00 PM - 5:15 PM JST | 8:00 AM - 8:15 AM UTC

総合討論

Symposia | シンポジウムA

📅 Wed. Aug 27, 2025 2:30 PM - 5:15 PM JST | Wed. Aug 27, 2025 5:30 AM - 8:15 AM UTC 🏠 Room B(2F 122)

[SYA2] [A2] おいしい魚をつくる！

世話人：吉崎 悟朗（東京海洋大学），福島 英登（日本大学）

2:40 PM - 3:05 PM JST | 5:40 AM - 6:05 AM UTC

[SYA2-01] Starting aquaculture using dead fish bought from a fish market

*Goro Yoshizaki¹ (1. Tokyo University of Marine Science and Technology)

Keywords : germ-line stem cell、fresh fish、surrogate broodstock

【講演者の紹介】吉崎悟朗（よしざきごろう）

略歴：1993年 東京水産大学大学院水産学研究科博士後期課程修了 水産学博士、1993年 米国テキサス工科大学 博士研究員、1995年 東京水産大学水産学部資源育成学科 助手、2003年 東京水産大学水産学部資源育成学科 助教授、2012年 東京海洋大学大学院海洋科学技術研究科 教授

我が国の沿岸には約4000種もの魚類が分布しているとされるが、そのうち養殖が可能とされている魚種は50種程度にとどまっている。実際に日常的に流通している養殖魚種は、ブリ、マダイ、カンパチ、クロマグロ、シマアジ、トラフグ、ヒラメなど、限られた種のみである。しかし、養殖対象外の魚種の中にも、食味に優れたものは数多く存在する。それにもかかわらず、これらの魚種が養殖されてこなかった主な理由は、生け捕りの困難さや、輸送・飼育過程での減耗の多さにある。養殖を開始するには、親魚となる個体を生け捕りし、イケスや養殖池で成熟させて受精卵を得る必要があるが、生け捕りが困難な魚種や、物理的ストレスに弱い魚種では、このプロセスが大きな障壁となってきた。本研究では、生け捕りが難しく、かつ希少な魚種においても、養殖生産が可能となる新たなアプローチを検討した。演者らはこれまでに、魚類の卵巣・精巣から生殖幹細胞を調整し、別個体（宿主）に移植することで、宿主からドナー由来の卵や精子を生産させる技術を確認してきた。さらに、死後1日以内であれば斃死個体からも生殖幹細胞を回収可能であることを見出している。この知見に基づき、生け捕りが不可能な希少魚種においても、鮮魚店等で氷冷保存された個体を用い、生殖幹細胞を回収・移植することで、その次世代の個体を得られる可能性が示唆された。この仮説を検証するため、我々は高級魚として知られるカイワリの次世代生産を試みた。本種は大変美味であるが、その漁獲量が少なく産地近辺の鮮魚店以外では入手が困難である。また、スレに弱いため生け捕りが非常に困難な種である。当初、カイワリの鮮魚から生殖幹細胞を調整し、これを近縁種のマアジに移植したが、マアジはカイワリの配偶子を生産するには至らなかった。そこで、近隣の漁師に依頼をしてカイワリ活魚の収集を進めた。予想通り、この活魚収集は難航を極めたが最終的に成熟雄を入手することができた。そこで、養殖が容易なマアジの卵と、入手したカイワリ雄の精子を用いて両者の雑種を作出した。カイワリはアジ科に属するため、同じ科に属するマアジとの雑種は、カイワリ由来の生殖幹細胞を移植する際の宿主として適していると考えたためである。幸運なことに、この雑種は自らの配偶子を全く生産しない不妊となることが明らかとなった。そこで鮮魚店で購入した氷冷されていた未熟雄個体から精巣を摘出し、生殖幹細胞を調製した。これらの細胞を、マアジ×カイワリ雑種の仔魚腹腔内に移植した結果、生殖幹細胞は宿主の生殖腺へと移動し、雌宿主では卵、雄宿主では精子の形成を開始した。翌年の産卵期には、雑種宿主個体から成熟した卵および精子を得ることに成功し、人工授精を介して大量の純粋なカイワリ次

世代を生産することができた。現在では、これらのカイワリを親魚として大量のカイワリを生産可能になっている。以上の成果から、生け捕りが困難な魚種であっても、鮮魚由来の生殖幹細胞と雑種宿主を組み合わせることで、生きた雌個体を使用することなく次世代を再生産可能であることが明らかとなった。本技術は、今まで養殖できなかった新たな美味しい魚種の養殖化を推進するうえで有望な戦略となりうる。

Symposia | シンポジウムA

📅 Wed. Aug 27, 2025 2:30 PM - 5:15 PM JST | Wed. Aug 27, 2025 5:30 AM - 8:15 AM UTC 🏠 Room B(2F 122)

[SYA2] [A2] おいしい魚をつくる！

世話人：吉崎 悟朗（東京海洋大学），福島 英登（日本大学）

3:05 PM - 3:30 PM JST | 6:05 AM - 6:30 AM UTC

[SYA2-02] Breeding 'delicious fish' using surrogate broodstock technology

*Ryosuke Yazawa¹ (1. Tokyo University of Marine Science and Technology)

Keywords : Surrogate broodstock technology、Selective breeding、Marine fish aquaculture、Nibe croaker、Lipid content

【講演者の紹介】矢澤良輔（やざわりょうすけ）略歴：2000年東京水産大学水産学部卒，2002年東京水産大学大学院水産学研究科資源育成学専攻 博士前期課程修了，2005年東京水産大学大学院水産学研究科資源育成学専攻 博士後期課程修了，水産学博士号取得。同年より University of Victoria，2007年東京海洋大学にて博士研究員として勤務。2011年東京海洋大学海洋生物資源学部門助教，2016年同准教授，2025年より同教授。

海産養殖における育種は喫緊の課題であり，高成長や耐病性を示す優良系統の育種が進みつつある。しかし，養殖魚にとって最も重要な形質である“おいしさ”，つまり，可食部の食味や化学成分といった，侵襲的な評価が必要な形質を対象とした選抜育種の例はほとんどない。なぜなら，可食部に対する評価には屠殺が伴い，選抜個体から次世代の生産ができないためである。家系選抜では，血縁関係や遺伝子情報を用いて優良個体を予測し選抜することで，侵襲的な評価と次世代生産の両立が可能であるが，大量の選抜母集団を長期間維持することや，数千個体規模のジェノタイピング（DNA解析）が必要不可欠である。そのため，我が国のように多様な魚種が養殖対象となる場合，飼育施設の規模やコストが膨大となり，この手法を用いることは困難である。そこで本研究では，代理親魚技法を用い，この問題を解決することを試みた。代理親魚技法は，ドナーの生殖細胞を宿主仔魚へ移植することで，これらの宿主にドナー由来配偶子を生産させる技術である。また，ドナーに用いる生殖細胞は凍結保存が可能であり，解凍した生殖細胞を宿主へ移植することで凍結保存していた細胞に由来する精子および卵の生産が可能である。具体的には，多数の親世代の個体の可食部を成分分析に供し，エリート個体を選抜する。その際，可食部のサンプリングと同時に生殖細胞を凍結し，選抜個体の凍結生殖細胞を代理親魚へと移植することで，エリート個体に由来する次世代を効率的に生産することが可能になる。そこで本研究では，海産魚のモデルとしてニベ（*Nibea mitsukurii*）を用い，“おいしさ”の要素として，脂のり（粗脂肪含有量）を対象形質として本技術の有用性を検証した。天然由来ニベを粗脂肪含有量が低い飼料で6ヶ月間養成した。その後，非繁殖期にオス個体31個体の精巣を緩慢凍結法により凍結保存したうえで，各個体の粗脂肪含有量を解析した。その結果，粗脂肪含有量の平均値は3.5%であり，そのうち粗脂肪含有量の高い上位個体（粗脂肪含有量6.0%），および低い下位個体（粗脂肪含有量1.8%）を選抜個体とした。次に，両個体の凍結精巣細胞をドナーとして，宿主ニベ仔魚に生殖細胞移植を実施した。なお宿主には，*dnd* ヘテロ KOニベ同士の交配により生産した *dnd* ホモ KO（不妊）を含む集団を用いた。6ヶ月齢時点で移植宿主の中から *dnd* ホモ KO 宿主のみを選抜し，交配することで，上位および下位個体に由来する次世代集団をそれぞれ得ることに成功した。これらの次世代集団を，3ヶ月齢まで通常飼育した後，粗脂肪含有量が低い飼料で2週間飼育した。試験開始前の平均体長および平均体重はそれぞれ，10.4 cm，12.0 g および 10.7 cm，10.5 g であり，両集団間に有意な差は無かつ

た.2週間の飼育試験後, 各個体の粗脂肪含量を解析した結果, 上位個体および下位個体に由来する次世代集団の平均値はそれぞれ, $4.26\% \pm 0.16$, および, $2.98\% \pm 0.14$ であった.両者の差は1.42倍であり, 上位集団で有意に高かった.以上のように, 侵襲的な評価により選抜されたエリート個体に由来する次世代生産を生殖細胞移植により実現し, 選抜の効果を得ることに成功した.今後, この技術を用いることで, 様々な形質に応用可能であることが期待される.

Symposia | シンポジウムA

📅 Wed. Aug 27, 2025 2:30 PM - 5:15 PM JST | Wed. Aug 27, 2025 5:30 AM - 8:15 AM UTC 🏠 Room B(2F 122)

[SYA2] [A2] おいしい魚をつくる！

世話人：吉崎 悟朗（東京海洋大学），福島 英登（日本大学）

3:30 PM - 3:55 PM JST | 6:30 AM - 6:55 AM UTC

[SYA2-03] "Taste-enhancing" technique using fish osmoregulatory mechanism

*Toyoji Kaneko¹ (1. Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo)

Keywords : taste-enhancing technique、osmoregulation、ionocyte、low-salinity seawater、land-based aquaculture

【講演者の紹介】金子豊二（かねことよじ）略歴：1981 東京大学農学部卒，1986 東京大学大学院農学研究科博士課程修了，同年カナダ・アルバータ大学博士研究員，1989 東京大学海洋研究所助手，1997 同助教授，2003 東京大学大学院農学生命科学研究科助教授，2007 同教授，2022 東京大学名誉教授

魚の浸透圧調節は、鰓、腎臓、腸といった浸透圧調節器官の調和によって成り立つが、中でも鰓の塩類細胞は各種塩類の取り込みや排出の場として重要な役割を果たしている。真骨魚の血液塩分濃度は0.8～1.0%で、海水の1/4～1/3に相当する。淡水魚は0.8%程度、海水魚は1.0%程度と、海水魚のほうがやや高い値を示す。海水魚は血液よりも濃い塩分環境に生息しており、塩分が体内に浸入することで血液塩分濃度が上昇する傾向にある。しかし、鰓の塩類細胞の働きによって、過剰な塩類は体外に排出され、塩分濃度の過度な上昇を防いでいる。この塩類の排出は濃度勾配に逆らった能動輸送で行われ、エネルギーの消費を伴う。そのため、海水魚を海水よりも薄い塩分濃度の環境水で飼育すると、体内に流入する塩類が減少し、塩類排出に必要なエネルギーを節約することが可能となる。実際に海水より薄い塩分濃度で魚を飼育すると、浸透圧調節に費やされるエネルギーが削減されるため、海水で飼育する場合よりも成長が良好である。すなわち、海水魚は浸透圧調節の観点からすると、海水よりも希釈海水を好むのである。この発見により、希釈海水を用いた海水魚の陸上養殖の優位性が認識されるようになった。また、水温が安定し清浄な地下海水の有用性も指摘されているが、地下海水は淡水の混入により希釈されている場合が多い。これまで塩分濃度が低いことは地下海水のデメリットとされてきたが、実際には陸上養殖に適していることが分かってきた。一方で、低塩分海水で飼育した魚は味が劣るとの指摘がある。これは低塩分飼育した魚の血液浸透圧（塩分濃度）が通常海水で飼育した魚よりも僅かながら低いことに由来する。血液の浸透圧と細胞内液の浸透圧は一致しているが、両方で浸透圧を生じる物質は大きく異なる。浸透圧は溶質の種類に関係なく、溶質の濃度の総和で決まる。血液の浸透圧は主に塩類に由来するが、細胞内液の浸透圧には塩類ではなくアミノ酸等の低分子有機物が関与する。したがって、低塩分飼育した魚は筋肉細胞内のアミノ酸濃度が通常海水で飼育した魚よりも低くなり、その結果、味が劣ると考えられる。この問題への対処法として開発された技術が「味上げ」である。低塩分飼育した魚を出荷直前に高塩分水（海水）に晒すと、血液浸透圧が一過的に上昇し、その後低下して安定する。その際、筋肉中のアミノ酸濃度も血液浸透圧と同期して変化する。血液浸透圧がピークを迎えるタイミングで魚をめることで、筋肉中のアミノ酸濃度が通常海水飼育魚よりも高くなることが確認されている。筋肉のアミノ

酸濃度は、低塩分飼育魚，海水飼育魚，低塩分飼育・高塩分曝露魚の順で高くなることが明らかとなった．出荷直前に高塩分水に晒して魚の味を改善する技術，それが「味上げ」である．「味上げ」は陸上養殖との相性が良く，特に低塩分の地下海水を利用した陸上養殖ではデメリットを補い，さらに味を向上させるという大きな利点を持つ．この技術は養殖魚の差別化やブランド化戦略にも有用であり，今後の養殖業界における重要な手法となる可能性を秘めている．

Symposia | シンポジウムA

📅 Wed. Aug 27, 2025 2:30 PM - 5:15 PM JST | Wed. Aug 27, 2025 5:30 AM - 8:15 AM UTC 🏠 Room B(2F 122)

[SYA2] [A2] おいしい魚をつくる！

世話人：吉崎 悟朗（東京海洋大学），福島 英登（日本大学）

4:10 PM - 4:35 PM JST | 7:10 AM - 7:35 AM UTC

[SYA2-04] Selective Breeding for Fish That Look and Taste Delicious

*Eitaro Sawayama¹ (1. Department of Marine Science and Resources, Nihon University)

Keywords : Selective breeding、red sea bream、body color abnormality

【講演者の紹介】澤山 英太郎（さわやま えいたろう）：日本大学生物資源科学部 准教授

略歴：東京海洋大学大学院 博士前期課程修了、愛媛大学大学院連合農学研究科 博士（農学）、民間養殖会社、愛媛大学南予水産研究センター 特任助教、日本大学生物資源科学部専任講師を経て、2022年より現職。専門は水産遺伝育種学。主な研究テーマは、ゲノム情報を用いた養殖魚の選抜育種、養殖対象生物の集団ゲノミクス解析、養殖魚の逸出リスク評価など。

スーパーや市場に並ぶ魚を目にし、「美味しそうだ」と感じた経験は、多くの人に共通するものであろう。例えば、肉厚で丸々と太ったブリと、痩せたブリが同じ価格で並んでいた場合、消費者の多くは前者を選択するであろう。また、天然のマダイは美しい桜色を呈しており、その見た目の美しさから、養殖魚よりも高い価値があると評価されがちである。このように、日本人にとって魚の「見た目」は、商品価値を左右する重要な要素の一つである。演者は、大学教員となる以前、民間の養殖会社においてマダイやヒラメの稚魚を生産する「種苗生産」に従事していた。スーパーに並ぶ野菜に規格が存在するのと同様に、養殖魚にも規格が設けられており、規格内の魚を安定して供給することが求められる。そのため、種苗生産においては規格外個体の発生を如何に抑制するかが重要な課題となり、演者もこの問題に取り組んできた。特に、遺伝的要因に起因する形態異常の防除をテーマとし、選抜育種（品種改良）による効率的な対策技術の開発に注力している。本講演では、「見た目も美味しい魚をつくる」という観点から、マダイの体色異常に関する研究成果を紹介する。養殖マダイの人工種苗には、成長過程において体色が透明なまま残る個体が一定の頻度で見られる。マダイを含む魚類の多くは、孵化直後は透明であるが、成長とともに色素胞や鱗が発達し、通常の体色へと変化する。この成長過程は「変態」と呼ばれるが、マダイの透明個体は変態を経ても色素が発達せず、成魚になっても白っぽい外見を呈する。こうした個体は外観的な商品価値が著しく低いため、流通に適さない。透明個体の発生には遺伝的要因が関与していると考えられたため、演者はDNAマーカーを用いた親子鑑定を実施した。その結果、透明個体は特定の親魚の組み合わせに由来することが明らかとなった。さらに、人工授精により単一の家系から正常体色個体と透明個体を同時に得ることに成功し、この家系を対象にddRAD-seq法を用いたゲノム解析を行った。得られた一塩基多型（SNP）情報に基づき連鎖解析を実施した結果、1つの連鎖群において表現型と強く連鎖するSNPを同定した。このSNPの近傍には、甲状腺ホルモン合成に関与する*duox*および*duoxa*遺伝子が存在し、特に*duoxa*上の非同義変異が表現型と完全に連鎖していることが判明した。さらに、透明個体では甲状腺腫大および甲状腺ホルモン量の低下が認められ、ゼブラフィッシュにおいて*duoxa*遺伝子をノックアウトすると透明個体が生じることから、*duoxa*の機能不全により甲状腺ホルモン合成が

阻害され、透明化が引き起こされる可能性が示唆された。以上の結果から、透明個体は単一遺伝子による潜性遺伝で生じ、家系内で約25%という高頻度で発生することが明らかとなった。この一連の研究で開発した遺伝子マーカーは、実際の生産現場でも実用化されている。演者はこのような研究をマダイとヒラメで精力的に進めており、不味そうに見える魚を排除し、「見た目も美味しい魚」を安定して生産する技術基盤が整いつつある。

Symposia | シンポジウムA

📅 Wed. Aug 27, 2025 2:30 PM - 5:15 PM JST | Wed. Aug 27, 2025 5:30 AM - 8:15 AM UTC 🏠 Room B(2F 122)

[SYA2] [A2] おいしい魚をつくる！

世話人：吉崎 悟朗（東京海洋大学），福島 英登（日本大学）

4:35 PM - 5:00 PM JST | 7:35 AM - 8:00 AM UTC

[SYA2-05] Producing palatable fish after landing - from ikejime to aging -

*Kigen Takahashi¹ (1. Tokyo University of Marine Science and Technology)

Keywords : Bleeding、Freshness、Autolysis、Physical properties、MRI

【講演者の紹介】高橋 希元(たかはし きげん)東京海洋大学 学術研究院 食品生産科学部門 准教授

略歴：2017年3月 東京海洋大学大学院 博士後期課程 応用生命科学専攻修了、博士号(海洋科学)取得。博士研究員を経て、2018年4月 東京海洋大学 学術研究院 食品生産科学部門 助教に着任、2023年4月より同部門 准教授。専門は食品物性学、水産加工学。活け締め、脱血、熟成からすり身ゲルまで鮮魚の水揚げ時の処理から加工まで一連の研究を行っている。

従来、魚の品質においては鮮度が重視されてきた。鮮度には様々な解釈が成立し得るため定義が難しいが、一般には致死直後からの性状変化の度合いと考えることができる。つまり、水産物における鮮度保持とは、漁獲後の性状を保存中に維持することを意味する。我が国においては、魚の鮮度保持を目的に活け締めと呼ばれる方法が伝統的に用いられてきた。活け締めは活魚の即殺、脊髄神経の破壊および脱血の一連の工程を含むものである。長年、漁師や鮮魚仲卸業者等の経験に基づき行われてきた方法であるが、近年それぞれの工程の持つ有用性が科学的に明らかにされてきた。またSNSにより人気を博した津本式など、新たな手法も開発されつつある。さらには日本国内のみならず、フランスなど欧米諸国においても日本料理人気の高まりとともに、鮮魚の品質向上の観点から活け締めの有用性が注目され始めている。これら国際的な活け締め技術への関心の高まりは、日本政府が主導する水産物輸出促進における鮮魚の高品質ブランド化にも貢献する可能性がある。一方、近年では鮮度の良さという既存の品質価値とは異なり、低温で一定期間熟成させる、いわゆる「熟成魚」も魚肉の新たな品質向上方法として注目を集めている。熟成とは、鮮度を重視した品質保持とは異なり、一定条件(温度・期間等)のもとで品質をより良いものに変えていくという考え方であり、熟成魚においてはねっとりとしたテクスチャーと濃厚なうま味が特徴とされる。熟成魚は寿司店等の外食産業を中心に注目されてきた。これは鮮度の良い魚とは異なる美味しさを有するという付加価値の側面と、熟成期間が1週間から最長2カ月以上に及ぶため、在庫のコントロールが容易であり、食品ロスが少なくコスト面で有利な場合があることが、その理由として挙げられる。筆者はこれまでに熟成魚の特徴的なテクスチャーやうま味成分の増加がタンパク質分解によるものであり、また水産物有効利用の観点からも有用であることを明らかにしてきた。本講演では「おいしい魚をつくる」ために水揚げ後にどのような処理・加工をすべきかという観点から、上述の活け締めによる鮮度保持および熟成による品質向上などについて、筆者らのこれまでの研究成果を含め解説する。また血液は血管内で迅速に凝固するにもかかわらず、なぜ鮮魚品質の劣化に関わるのか、脂質含有量が多い魚肉のほうが熟成に向くというのは本当か、といったこれまで解決されていない問題についても、最新の知見を踏まえ概説する。

