



国立研究開発法人  
水産研究・教育機構

令和6年度  
東京電力福島第一原子力発電所事故  
対応の調査研究における主要成果

令和7年3月  
国立研究開発法人 水産研究・教育機構

## 一目次一

### はじめに

1. 福島県の極沿岸で採取した海水の溶存態Cs-137濃度
2. 福島県沖で採取した魚類のCs-137濃度
3. 福島県沖の海産魚類におけるストロンチウム-90濃度
4. 東電福島第一原発専用港湾内の魚類に関する研究
5. 栃木県中禅寺湖に生息する魚類の放射性セシウム濃度
6. 福島県木戸川に生息する魚類を対象とした放射性セシウム濃度の実態把握調査
7. 福島県富岡川における放射性物質の挙動に関する調査
8. ヒラメの嗜好性に及ぼす貯蔵期間の影響評価
9. マアナゴ調理品の嗜好性に及ぼす原料サイズの影響評価
10. 貝焼きの品質における原料ウニと製品との関係
11. 福島県産カナガシラを使用した缶詰の評価と消費者調査

# はじめに

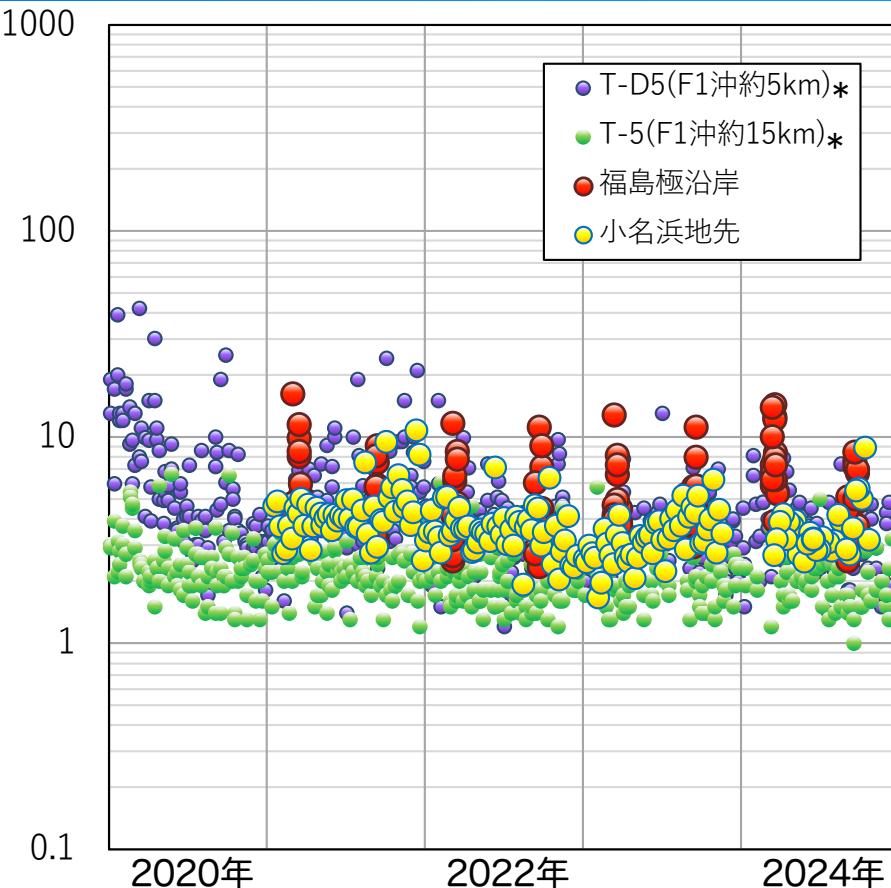
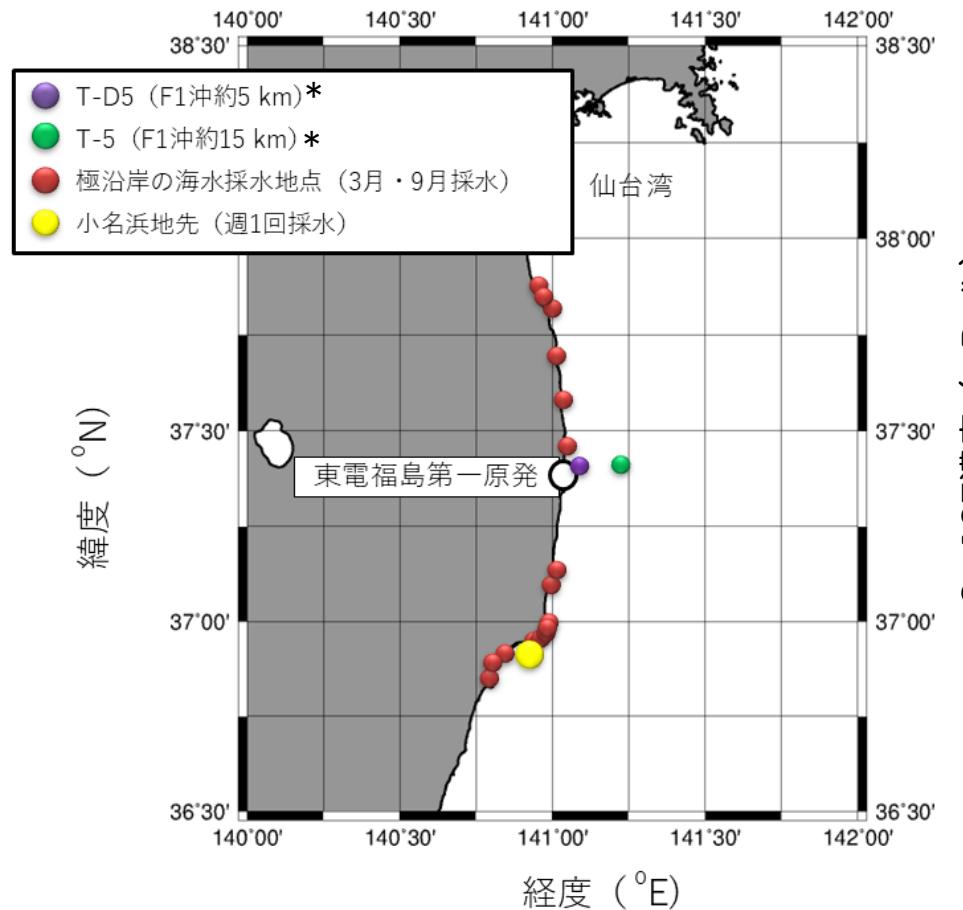
2011年3月に東京電力(株)福島第一原子力発電所（東電福島第一原発）の事故によって環境中に放出された放射性物質により、福島県やその近隣県の水域（海面・内水面）に生息する水生生物が汚染されました。水産研究・教育機構（当時の水産総合研究センター）では、事故直後から水産庁をはじめとする関係機関と連携して科学的なモニタリング体制を構築し、その調査結果を公表してきました。

福島県の水産物（海産種）で基準値の100Bq/kg-wetを超える放射性セシウムが検出された割合は2011年に35%と高い割合でしたが、2022年以降は0%となっており、水産物の放射能汚染状況は大幅に改善したと言えます。福島県漁業協同組合連合会は、事故直後に県下の沿岸および沖合漁業の操業自粛することを決定、その後、漁業再開に向けた基礎情報を得るため2012年6月に操業海域・漁獲対象魚種を限定した試験操業を開始、徐々に操業海域、対象魚種を拡大していきました。2021年3月末には試験操業が終了となり、2021年4月から水揚量、流通量の拡大を目指した本格操業への移行期間が始まりました。2012年の水揚量は震災前（2010年）の0.5%であったものの、2024年には約25%にまで回復しました。

2023年8月にはALPS処理水の海洋放出が開始されましたが、水産庁等によるモニタリング結果の迅速公表などの対応もあり国内では冷静に状況が受け止められました。このような状況下、水産研究・教育機構は風評を払拭し活気ある東北地方の水産業を取り戻し、発展させることを必須の課題とし、日本の水産業のために震災直後から復興交付金による「海洋生態系の放射性物質挙動調査事業」を実施してきました。

ここでは、令和6年度に得られた当該事業の主な成果をとりまとめて報告します。我々は、水産物の放射性物質濃度の動向把握とともに、どのような経路を経て水産物が汚染され、そして軽減されてきたのか、その過程を科学的に明らかにすることにより、引き続き東北地方の水産業の復興・創生に貢献していきたいと考えています。

# 1. 福島県の極沿岸で採取した海水の溶存態Cs-137濃度

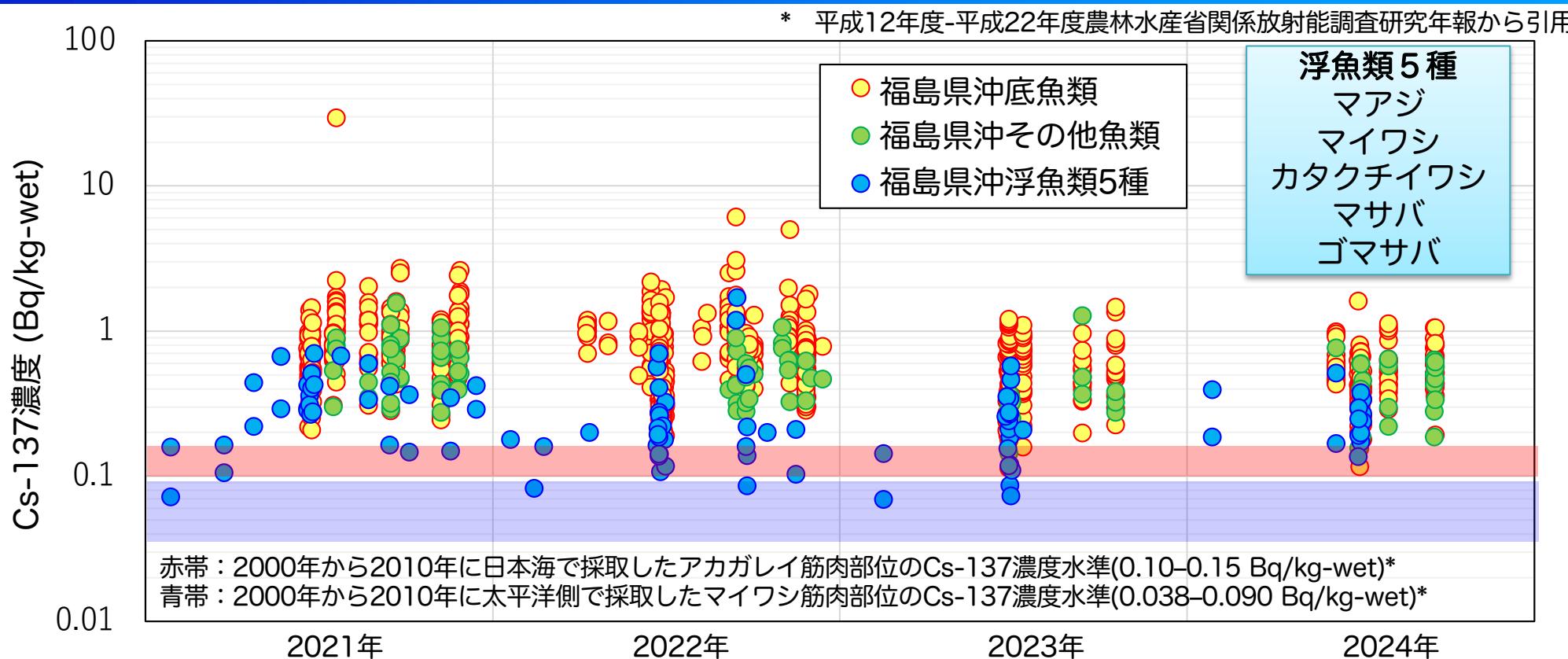


\*T-D5とT-5は原子力規制委員会ホームページより引用

◆福島県の極沿岸16地点（北は新地から南は勿来まで）において、2024年の3月と9月に採取した海水と、小名浜地先で2024年の3月から10月にかけて週一回の頻度で採取した海水について、溶存態Cs-137濃度を測定しました（図1、2）。その結果、極沿岸の海水は2.5-14 mBq/L、小名浜地先の海水は2.5-8.9 mBq/Lの濃度範囲でした。

◆2024における極沿岸及び小名浜地先で採取した海水の溶存態Cs-137濃度は、直近3年（2021年から2023年）の濃度推移と比較して、ほぼ同じ水準で推移していました。沖合の海水（T-5：F1沖約15 km地点）と比較すると、沿岸域の海水はやや高い濃度水準で推移しています。

## 2. 福島県沖で採取した魚類のCs-137濃度



- 福島県沖の海産生物におけるCs-137濃度は順調に低下しており、県などのモニタリングデータでは殆どの検体が検出下限値未満として報告されています。しかし、東京電力福島第一原子力発電所の事故による影響を評価するためには、精密な測定を行って現在の海産生物におけるCs-137濃度の水準を把握する必要があります。
- 2021年以降に福島県沖で採取した魚類について、3つの大まかな分類群ごとに筋肉部位のCs-137濃度を測定して推移を調べました。2024年は底魚類144検体、浮魚類5種14検体、その他魚類（ブリ、マダイなど）22検体を測定し、Cs-137濃度 (Bq/kg-wet) の算術平均±標準偏差は、底魚類で $0.492 \pm 0.231$ 、浮魚5種で $0.265 \pm 0.107$ 、その他魚類で $0.425 \pm 0.181$ でした。
- 福島県沖で採取した魚類のCs-137濃度は概ね1Bq/kg-wetを下回る水準で推移していますが、東京電力福島第一原子力発電所の事故前に、日本海で採取した底魚類のアカガレイ（赤帯）や、太平洋側で採取した浮魚のマイワシ（青帯）と比較すると、福島県沖の魚類は依然として事故前の濃度水準にまでは低下していないことが分かります。

### 3. 福島県沖の海産魚類におけるストロンチウム-90濃度

水産研究・教育機構では、水産物の安全性を確認するために福島県を含む日本周辺海域で採取された海産生物中のストロンチウム (Sr) -90濃度とセシウム (Cs) -137濃度を調査しています。<sup>\*1</sup>

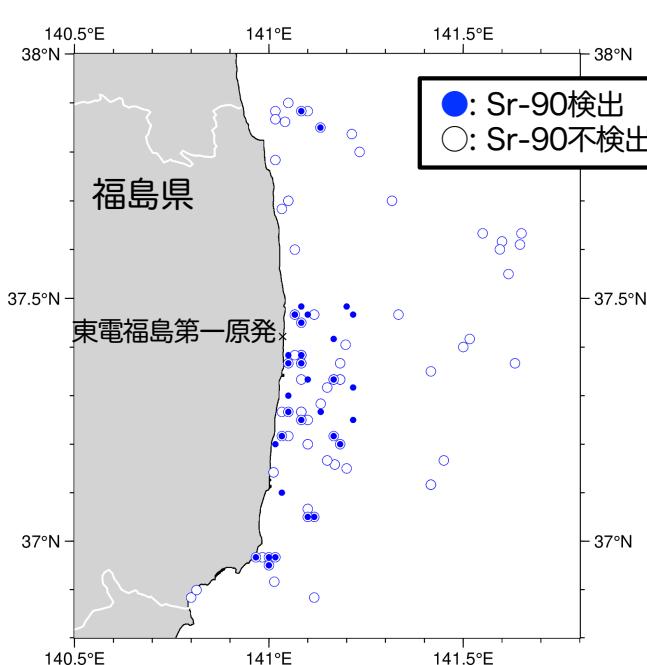


図1. 試料の採取地点。

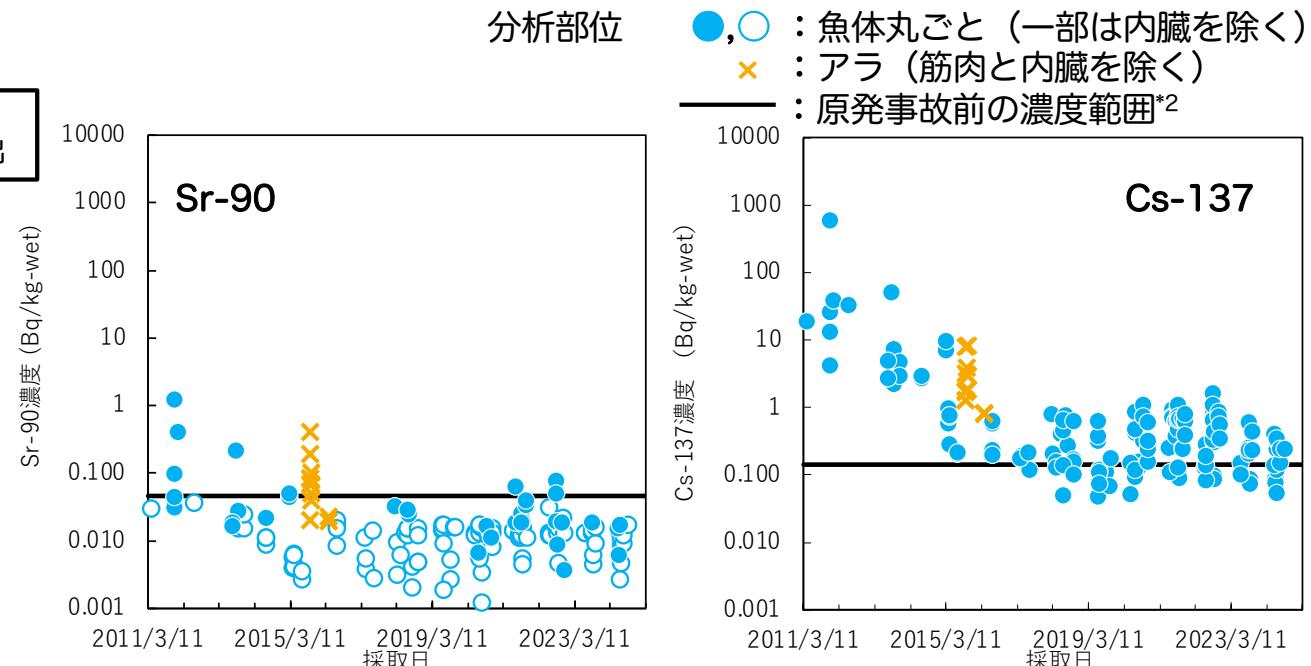


図2. 福島県沖における海産魚類中の（左図）Sr-90濃度および（右図）Cs-137濃度  
白抜き青丸（○）は検出下限値未満（検出下限値0.036 Bq/kg-wet）を示す。

- 福島県沖の海産魚類中のSr-90濃度はCs-137濃度よりも大幅に低く、2023年以降は原発事故前のSr-90濃度<sup>\*2</sup>と同水準で推移しています。Srは骨組織に多く存在するため、2015～2016年は主に骨で構成されるアラ中のSr-90濃度の測定も行いました。
- 令和6年度に公表した福島県沖の海産魚類15試料の内、3試料からSr-90は検出しましたが、いずれも原発事故前と同水準でした。一方、いずれの試料からもCs-137濃度は検出しているものの、その濃度は $0.055 \pm 0.0052 \sim 0.75 \pm 0.016$  Bq/kg-wetでした。
- また、令和6年度に公表した福島県沖以外の海産魚類12試料からSr-90は検出ませんでした。一方、Cs-137濃度は $0.044 \pm 0.010 \sim 0.33 \pm 0.0098$  Bq/kg-wetでした。

\*1 これまでの水産物におけるSr-90およびCs-137濃度の測定結果 ([https://www.fra.go.jp/home/kenkyushokai/great\\_east\\_japan\\_earthquake/housyanou\\_result.html](https://www.fra.go.jp/home/kenkyushokai/great_east_japan_earthquake/housyanou_result.html))

\*2 原発事故前20年間の平均Sr-90濃度  $0.025 \pm 0.021$  Bq/kg-wet以下、原発事故前10年間の平均Cs-137濃度  $0.10 \pm 0.045$  Bq/kg-wet以下

## 4. 東電福島第一原発専用港湾内の魚類に関する研究

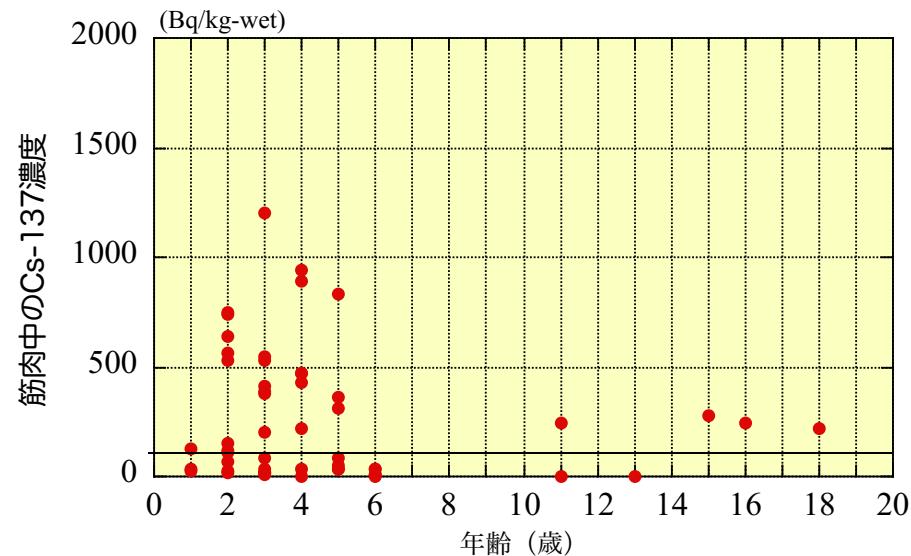


図1. 2023年に港湾内から採取された一部試料の年齢と筋肉中のCs-137濃度の関係。

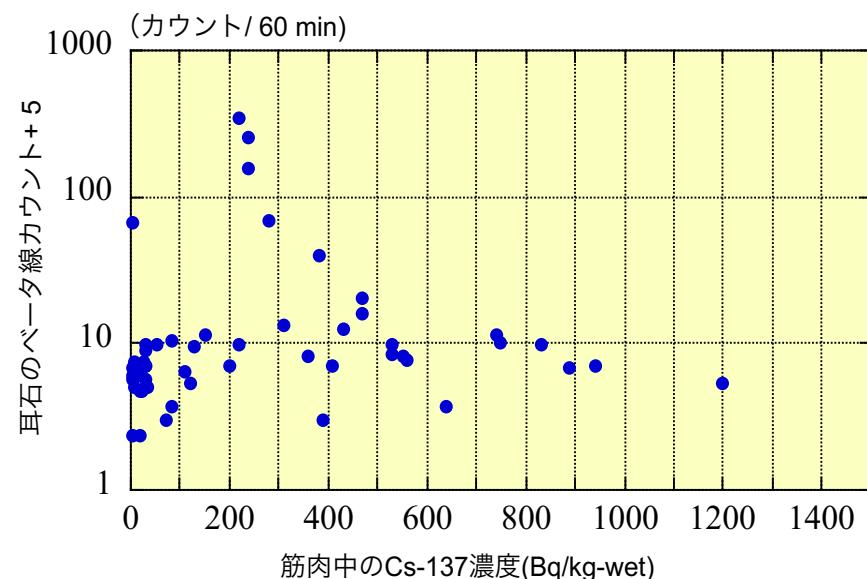


図2. 2023年に港湾内から採取された一部試料の筋肉中のCs-137濃度と耳石の $\beta$ 線カウント数と関係。対数表記のため、5カウント加えて表示。

- 福島県海域の水産物のCs-137濃度は、大部分が検出下限値 (6.0~9.0 Bq/kg-wet程度) 以下の中、稀に食品衛生法上の基準値100 Bq/kg-wetを超過する検体が採取されました。
- 近年、基準値を超過した検体は、これまでに本課題で開発した判定技術によって、福島第一原発 (F1) 港湾内に生息履歴があると判定されました。
- この結果を受けて、東京電力ホールディングスは、F1港湾内外への魚類の移動防止や港湾内の魚類駆除を強化しています。
- しかし、未だに港湾内の魚類から高い濃度の放射性セシウムが検出されています。本課題では、2023年に港湾内で採取された放射性セシウム濃度の高い魚類から耳石を取り出し年齢査定を行いました。
- 調べた魚類の中で、もっとも若い検体は1歳でした（図1）。この結果は、2022年以降生まれの個体が港湾内に存在していることを示しています。
- 筋肉中のCs-137濃度と耳石のベータ線カウントの関係を図2に示しました。Cs-137濃度は高いがベータ線のカウント数が少ない魚類が存在していました。こうした魚類には、これまでに開発したベータ線カウントを使う判別技術の適用は困難であると考えられます。
- F1港湾内外への魚類の移動防止だけでなく、F1港湾内で高い濃度の魚類が生じないように環境改善を行う必要性があると思われます。

## 5. 栃木県中禅寺湖に生息する魚類の放射性セシウム濃度

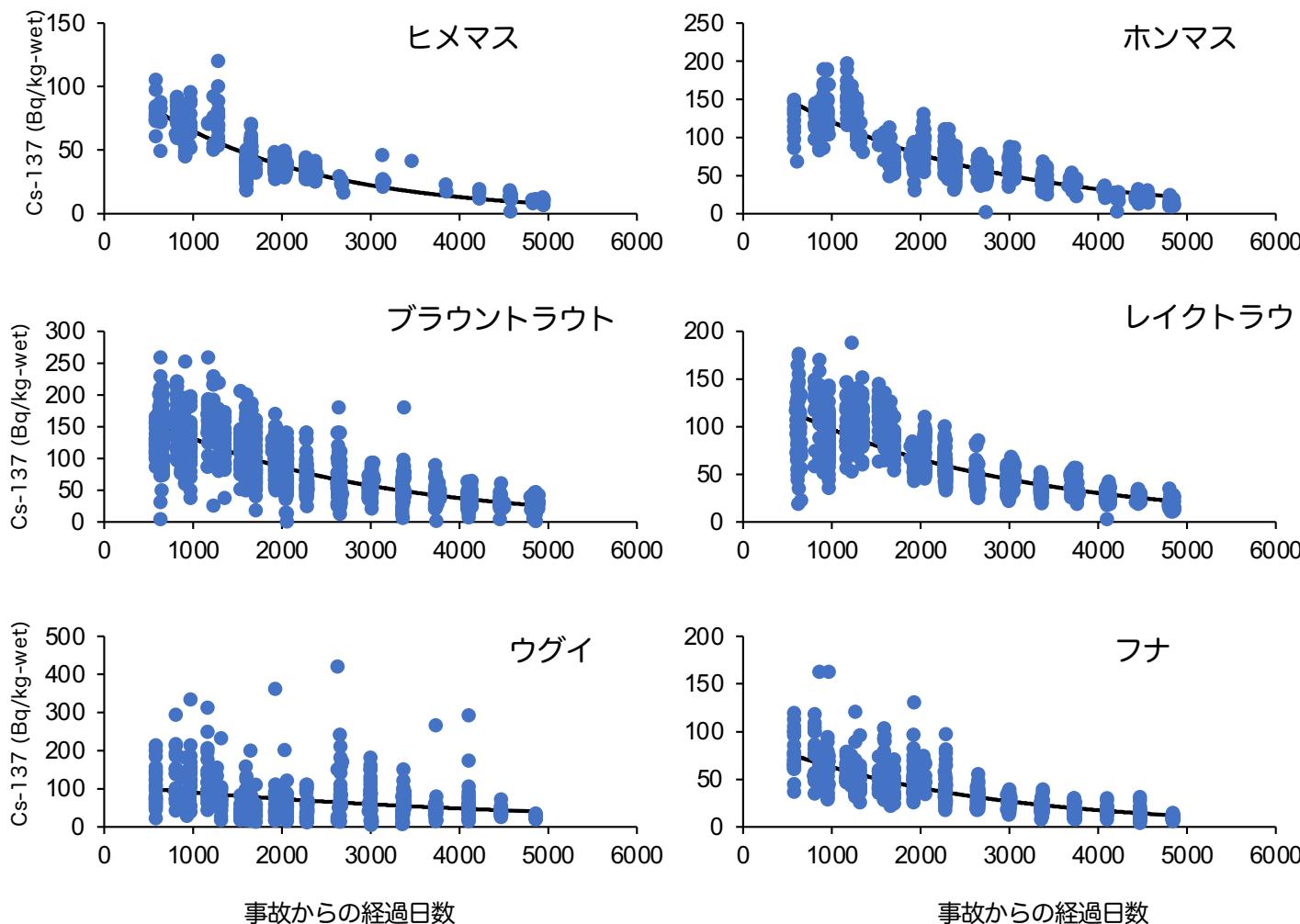


図. 栃木県中禅寺湖に生息する代表的な魚類の放射性セシウム(Cs-137)濃度の推移。図中の曲線は統計学的に有意な減少傾向があることを示す。

\*実効生態学的半減期：体内に取り込まれた放射性物質が、物理的な減衰と生物学的な排泄の両方により、実際に半分になるまでの時間のこと



中禅寺湖

- ◆ 水産研究・教育機構は、栃木県中禅寺湖に生息する代表的な魚類について放射性セシウム(Cs-137)濃度の推移を調査しています。
- ◆ 中禅寺湖に生息するほとんどの魚種から、Cs-137濃度の低下傾向が確認されています(図)。
- ◆ 2024年までの採取データによるCs-137の実効生態学的半減期\*は、ヒメマスで約3.6年、ホンマスで約4.3年、ブラウントラウトで約4.5年、レイクラウトで約4.9年、ウグイで約9.1年、フナで約4.5年と推定され、昨年の推定値と比較して大きな違いは認められませんでした。

※ 水産研究・教育機構と栃木県水産試験場による共同調査

## 6. 福島県木戸川に生息する魚類を対象とした放射性セシウム濃度の実態把握調査

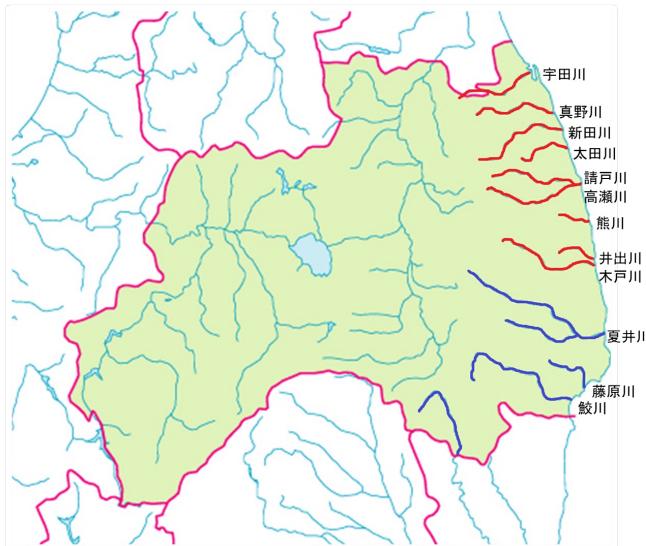


図1. 浜通りを流れる主な河川。

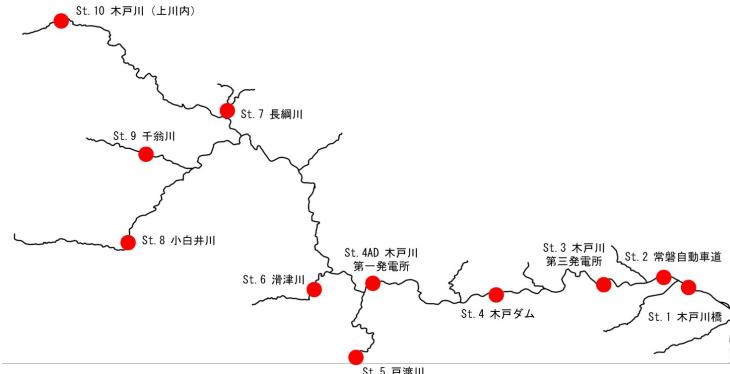


図2. 調査地点。

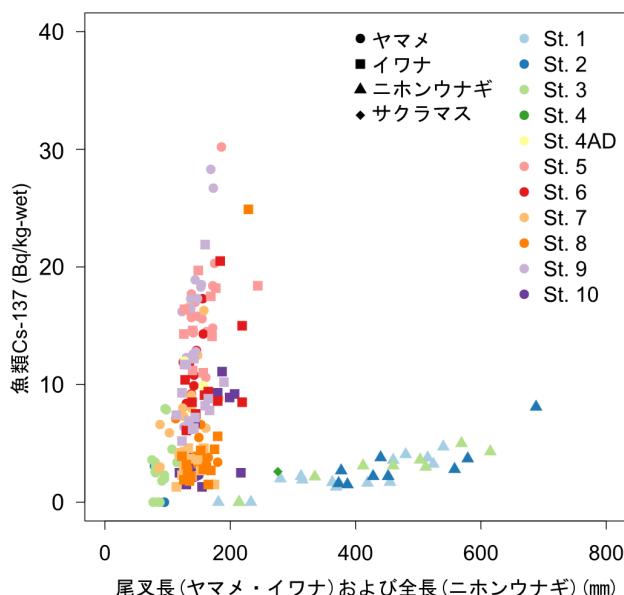


図3. 木戸川において採捕した魚類の体サイズとCs-137濃度との関係。

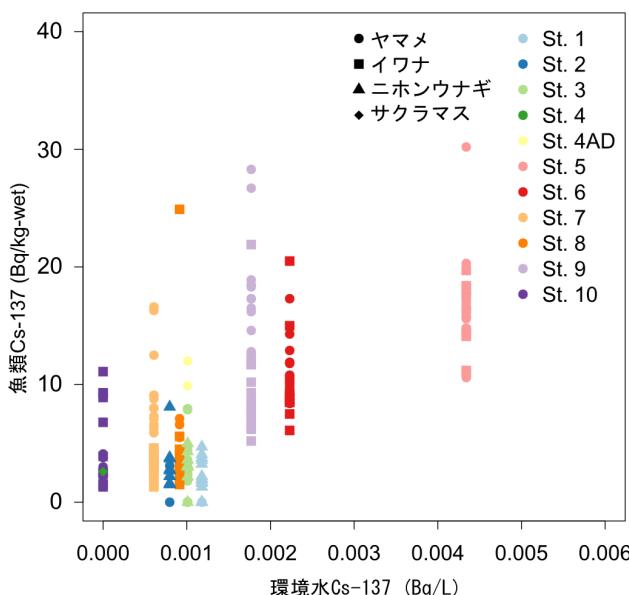


図4. 木戸川において採捕した魚類のCs-137濃度と採捕地点の環境水濃度との関係。

◆ 水産物の安全性が確認された河川では漁業や遊漁が再開されています。しかし、福島県浜通りを流れる河川では未だに出荷自粛が継続しているところがあります。

◆ 本課題では、現在も出荷自粛が行われている福島県浜通りの河川（図1の赤で示した河川）のうち、最南端を流れる木戸川において、本支流を含むほぼ全域に調査地点を設定し（図2）、魚類に取り込まれた放射性セシウムの実態を調べる調査を行いました。

◆ 木戸川のニホンウナギ、ヤマメおよびイワナでは大型になるほどCs-137濃度が高くなる傾向がありました。しかし、漁獲対象サイズであってもCs-137濃度は100Bq/kg-wetを大きく下回っていました（図3）。また、ヤマメとイワナでは、環境水のCs-137濃度が高い地点ほど筋肉中の濃度が高くなっている傾向が認められました（図4）。

◆ 今後は、木戸川よりも北側の河川において同様の調査を行うことで、各河川での出荷自粛解除に向けた知見を収集する予定です。

## 7. 福島県富岡川における放射性物質の挙動に関する調査

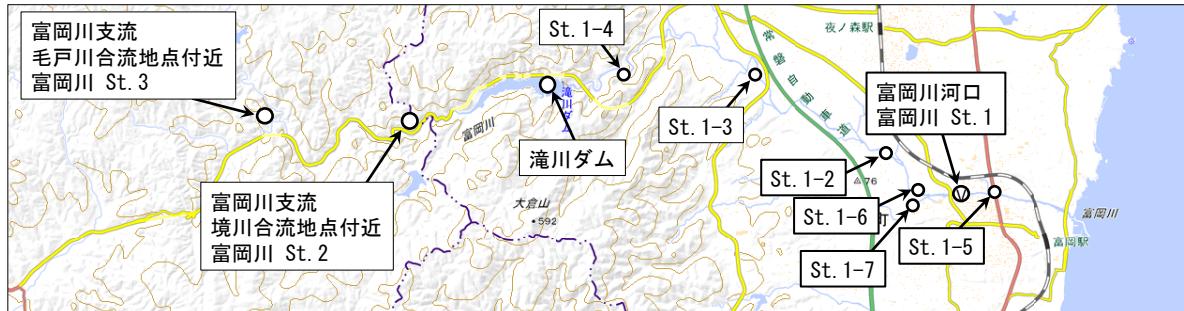


図1. 調査地点。

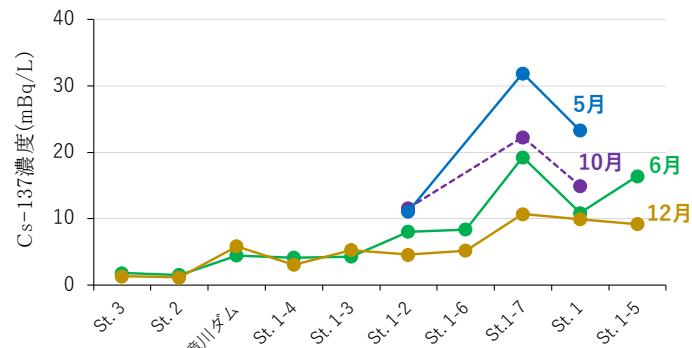


図2. 2024年6月、10月、12月の河川水中の溶存態Cs-137濃度。

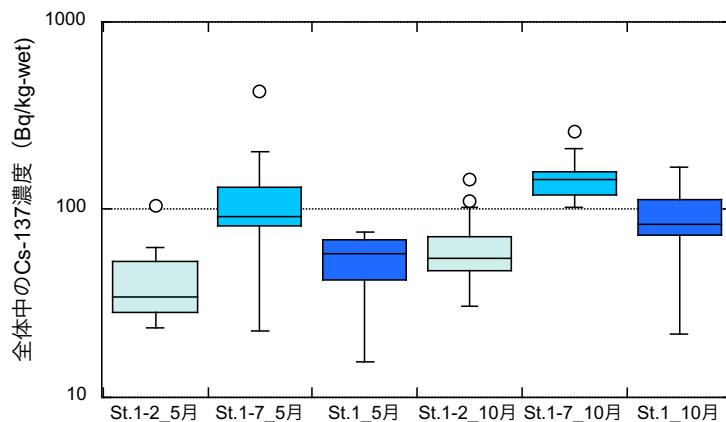
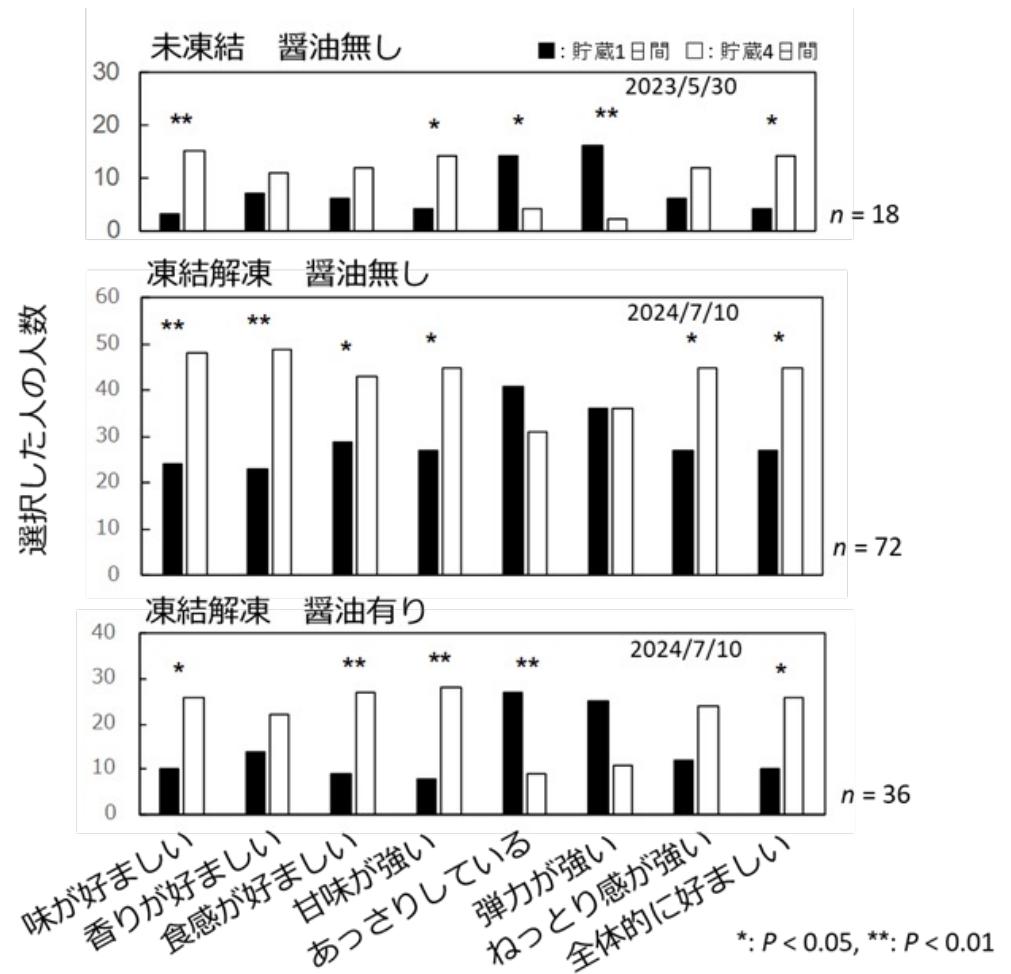
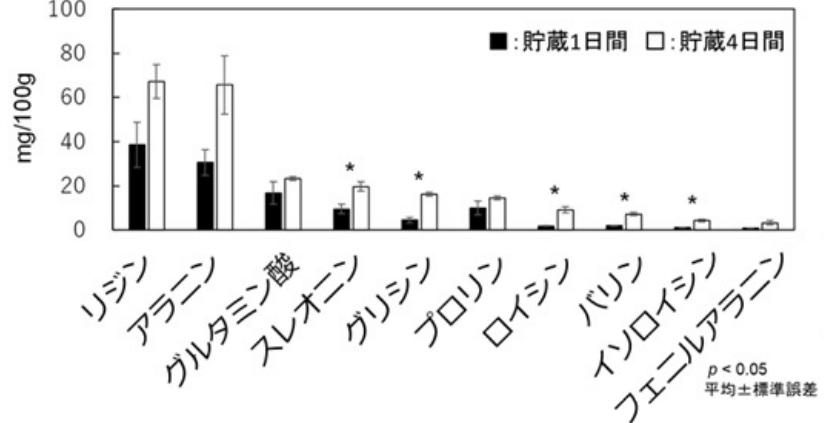
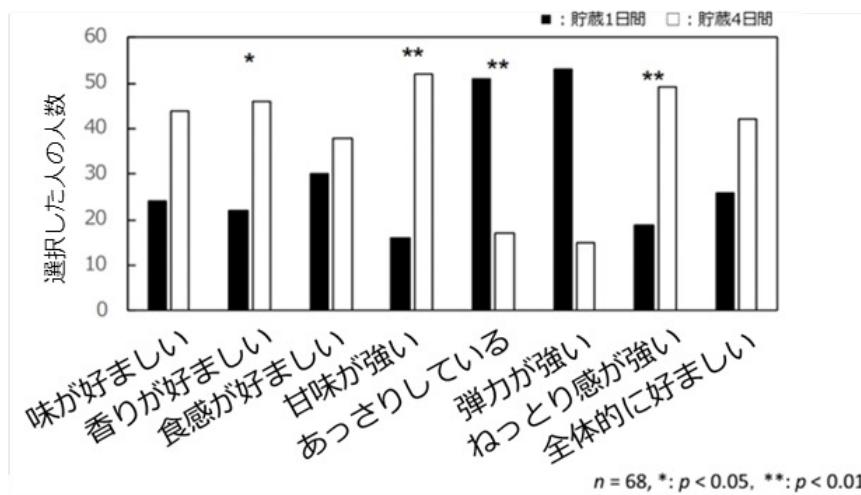


図3. アユ全体中のCs-137濃度。

- 福島県では、水産物の安全性が確認された河川で漁業が再開されています。しかし、一部の河川では漁業の自粛が継続しています。こうした河川では、魚類の放射性セシウム (Cs) 濃度にバラツキがあり漁業再開の判断が困難な状況です。
- 河川での漁業再開に向けて、汚染源の特定やそのバラツキの要因解明が望まれています。本研究課題では、地元からの要望もあり漁業が再開されていない河川の一つである富岡川で調査研究を実施しました。
- 富岡川は、福島県双葉郡川内村から同郡富岡町に至り太平洋に注ぐ河川で、途中にダム湖（滝川ダム）があります。河川とダム湖において同種の魚類が採取できることから、その比較が容易であり、調査フィールドとして大変優れています（図1）。ここでは富岡川の主要な漁業対象種であるアユの調査結果を示します。
- 富岡川下流で合流する遅沢川（図1のSt. 1-7の地点）の河川水中の溶存態Cs-137濃度が他の地点よりも若干高く、その影響が下流の地点（St. 1とSt. 1-5）の濃度にも及んでいると考えられます（図2）。
- St. 1、St. 1-2及びSt. 1-7で採取されたアユ全体中のCs-137濃度はSt. 1-7で高い傾向にあり（図3）、上記した溶存態Cs-137の影響を受けていると考えられます。
- 今後は、St. 1-7の溶存態Cs-137が若干高い原因を解明していく予定です。

## 8. ヒラメの嗜好性に及ぼす貯蔵期間の影響評価



- 冷蔵での貯蔵期間が異なるヒラメ刺身の嗜好性を異なる地域（福島県および首都圏（横浜市））にて調査。
- 福島県、首都圏（横浜市）のいずれの地域でも4日間貯蔵の方が好まれる傾向にありました（図1及び2）。
- 4日間貯蔵した方は遊離アミノ酸が有意に多く、遊離アミノ酸の含有量がヒラメのおいしさに影響を及ぼすことが示唆されました（図3）。

## 9. マアナゴ調理品の嗜好性に及ぼす原料サイズの影響評価

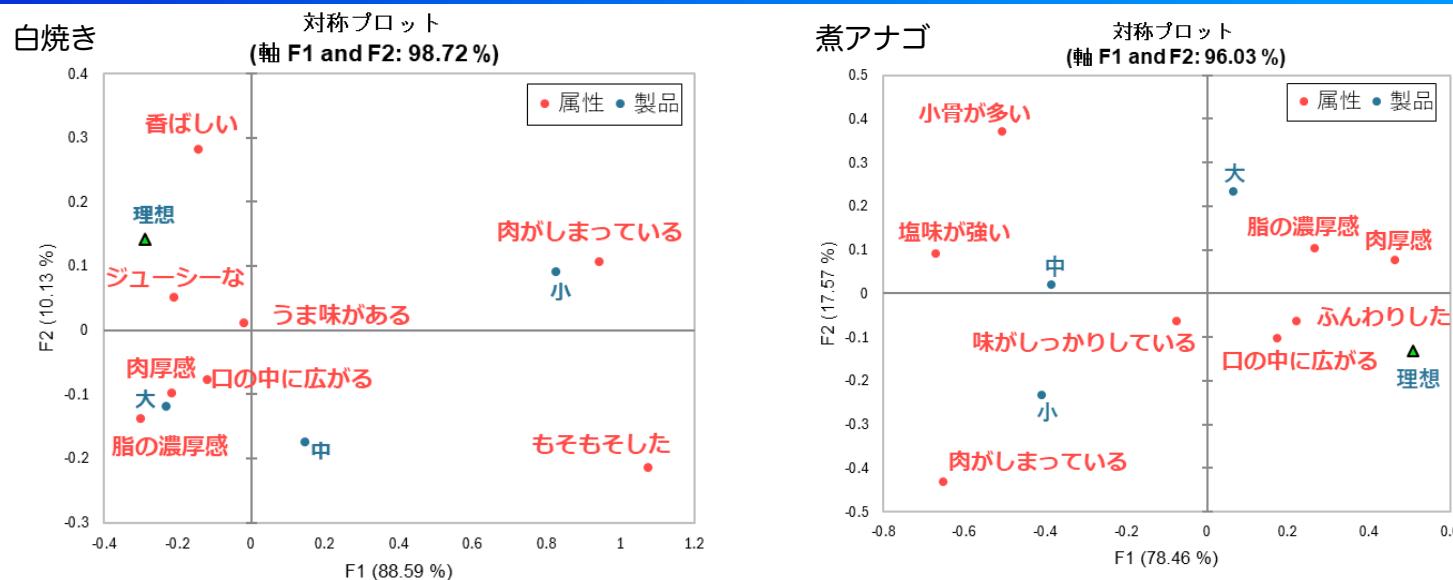


図1. アナゴ白焼きおよび煮アナゴ調理品のサイズ別の食味特性。 (※ 図中のF1,F2は寄与率)

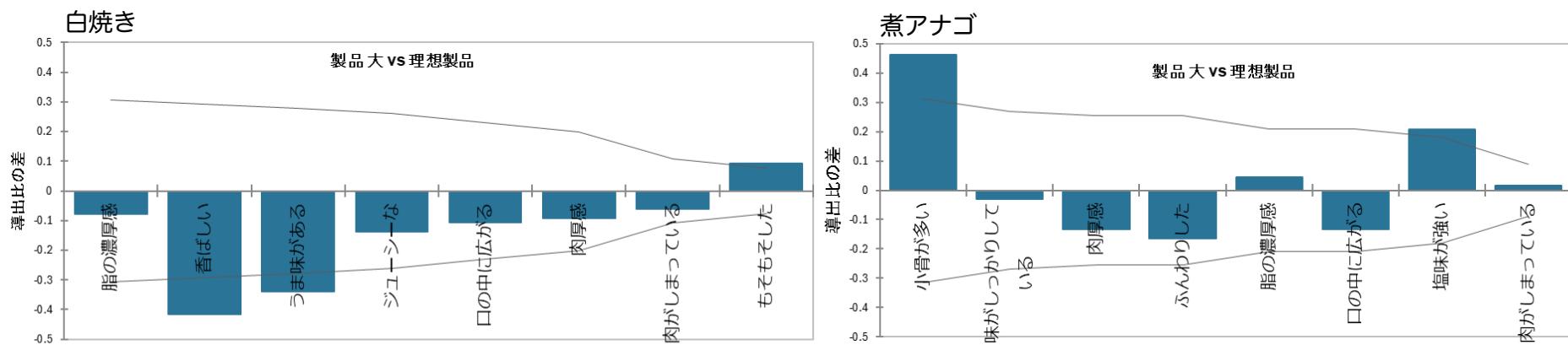


図2. アナゴ白焼きおよび煮アナゴ調理品の理想の製品と大型個体の製品の間でかけ離れている特徴。

- 原料サイズ別の福島県産マアナゴ調理品（白焼きおよび煮アナゴ）に対する消費者の嗜好性を評価しました。
- 理想の白焼きおよび煮アナゴに最も近いのは大型個体を原料にした調理品でした（図1, F1,2は寄与率を示す）。
- 大型個体を原料にした場合、白焼きでは「香ばしい」という点が、煮アナゴでは「小骨が多い」という点が消費者が理想製品に求める特徴とかけ離れており、この点を改善すれば理想のアナゴに近づくことが示唆されました（図2）。（※理想製品とは、評価者が理想の製品に求める特徴を持つアナゴ調理品を示す。）

# 10. 貝焼きの品質における原料ウニと製品との関係

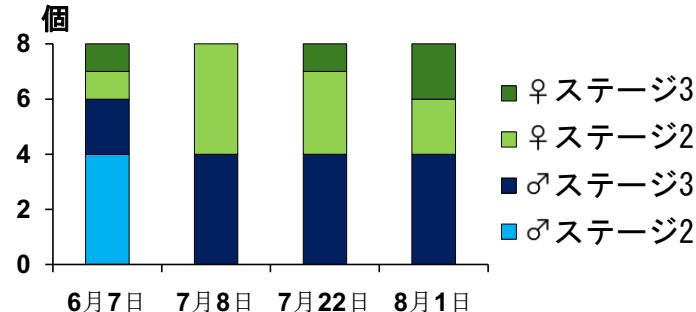


図1. 原料ウニの成熟ステージの変化。

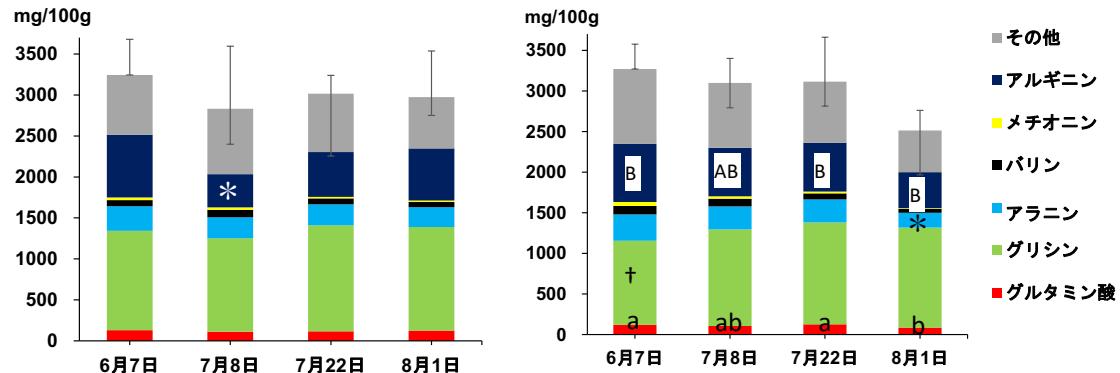


図2. 原料ウニ (左) および貝焼き (右) の遊離アミノ酸組成の変化。

\*、+および異なるアルファベットは有意差( $p<0.05$ )があることを示す。

また、A,Bはグルタミン酸+グリシン+アラニンが有意に異なることを示す。

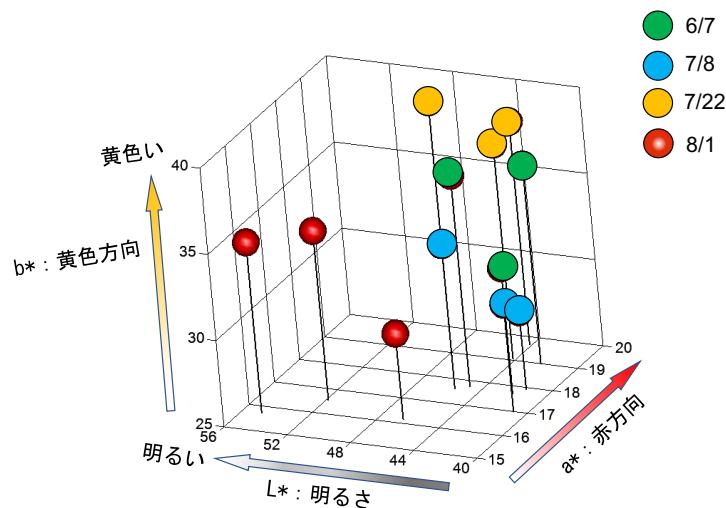


図3. 貝焼きの色の違い (色差計測定による)。

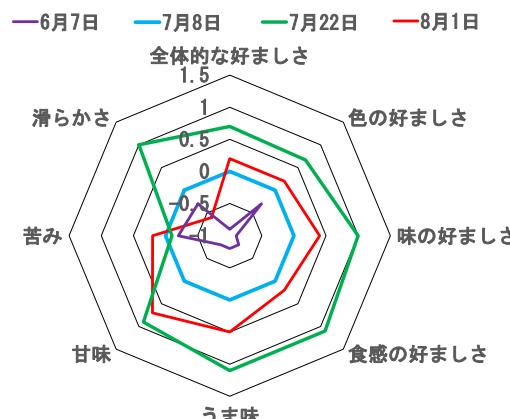


図4. 貝焼きの官能評価結果。

- いわき産原料ウニの漁期中の成熟ステージと貝焼き (製品) の品質との関係を調べました。
- 貝焼きでは、成熟が進行した7月22日で甘味及びうま味アミノ酸が有意に高い値でした。また、色は成熟がかなり進行した8月1日だけが他と異なり明るい黄色を呈していました (図1、図2及び図3)。
- 官能評価の結果、成熟がある程度進行した7月22日が好ましさ、うま味、甘味で最も評価が高く、遊離アミノ酸の結果と一致しました (図4)。
- 成熟が進行したウニの生殖巣は、溶けなど生うにとしての品質は低下しますが、貝焼きではある程度成熟が進行した原料を用いたほうが好ましさは良好で、8月1日の成熟が進みすぎた場合は好ましさが低下することが示されました。

# 11. 福島県産カナガシラを使用した缶詰の評価と消費者調査

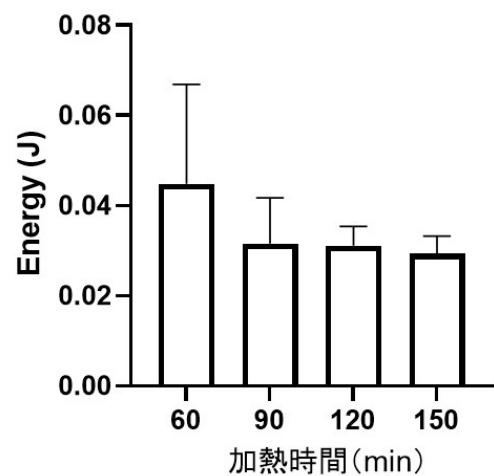


図1. カナガシラ水煮缶の加熱時間と中骨の強度。



図2. 試作したカナガシラ水煮缶。



図3. 県漁連が商品化した缶詰。

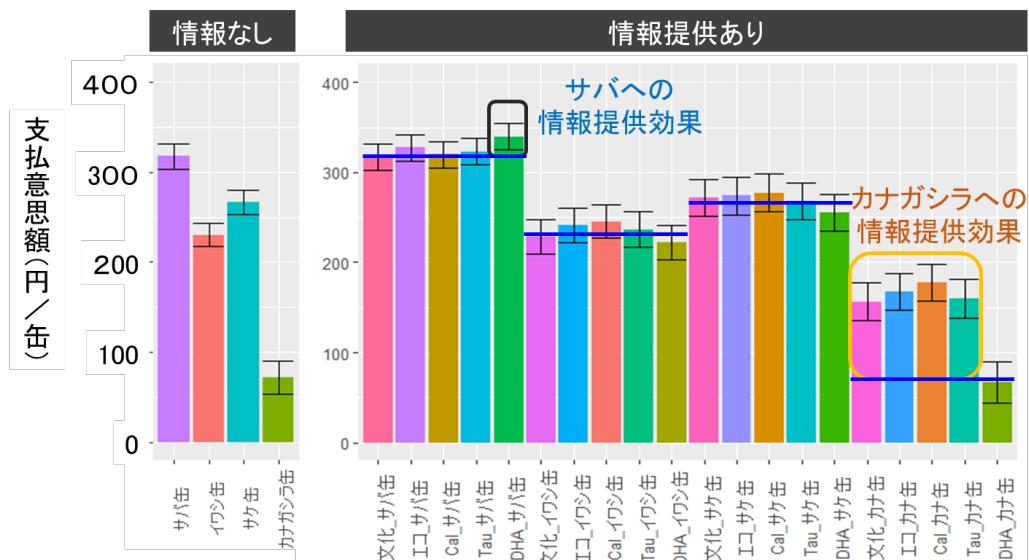


図4. 水産缶詰への支払意思額と情報提供の効果。

- 当機構と東洋製罐グループホールディングスとの共同研究により、カナガシラ水煮缶をモデルとして加工条件を検討し、味を損ねず骨ごと食べられる条件などを見いだしました（図1）。
- 福島県漁連への情報提供の結果、漁連によるカナガシラのアヒージョ缶詰の開発・商品化につながりました（図2及び図3）。
- 全国の消費者4,983人のウェブアンケートデータにより、カナガシラ、サバ、イワシ、サケの水煮缶の消費者評価を分析しました。また、食文化や資源状態、栄養・機能性に関する情報提供が消費者評価を高めるかを検証しました。
- 情報提供がない場合の缶詰（1缶180g）への支払意思額はサバ缶で317円に対し、カナガシラ缶72円と推定されました（図4）。
- カナガシラに関する食文化や資源状態、栄養・機能性の情報提供をおこなった場合のカナガシラ缶詰の支払意思額は、情報提供がない場合に比べて84～106円増加しました（図4）。