

FRA NEWS vol.79

メタデータ	言語: Japanese
	出版者: 水産研究・教育機構
	公開日: 2024-09-03
	キーワード (Ja):
	キーワード (En):
	作成者:
	メールアドレス:
	所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2010634

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.



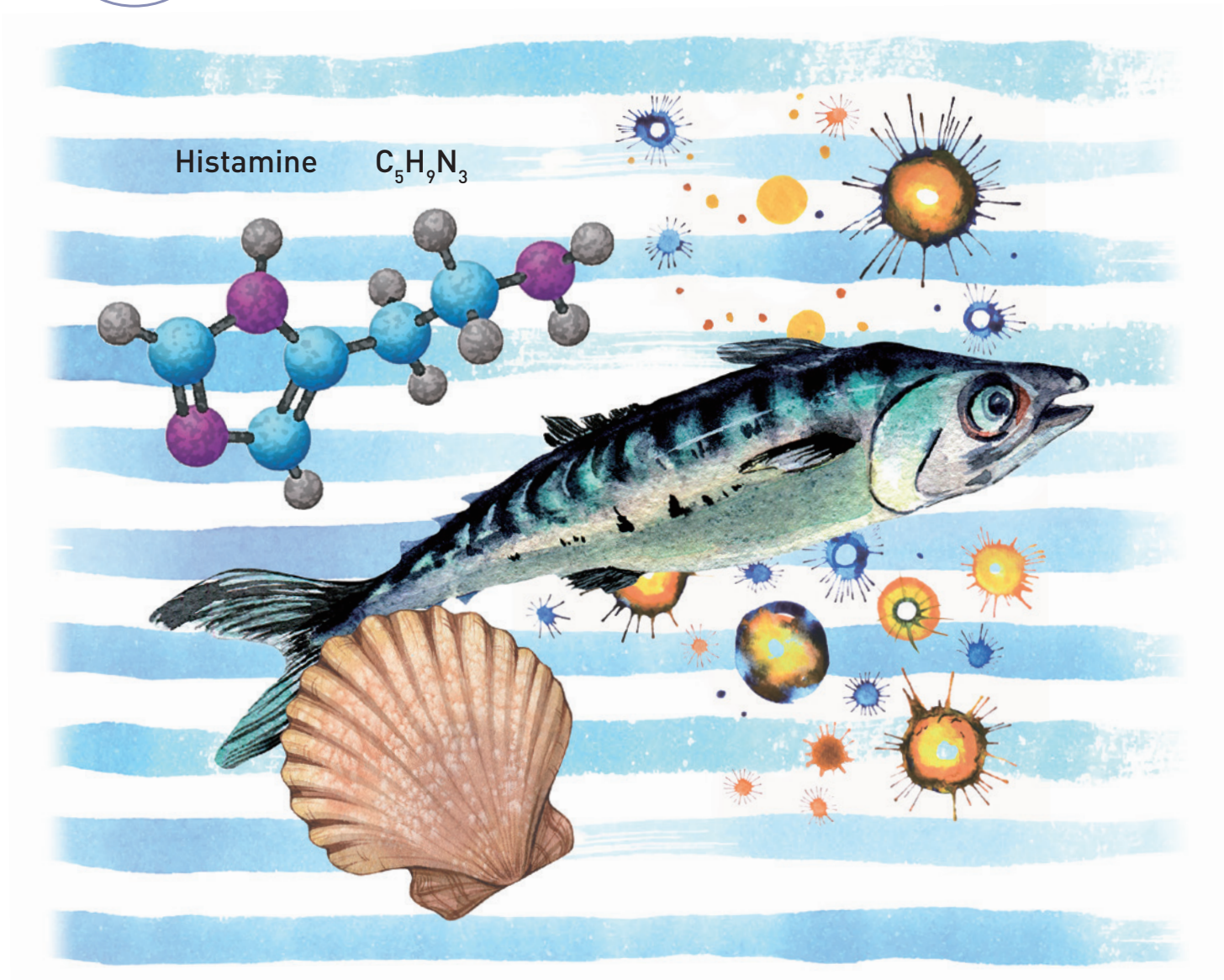
vol. 79

水産業の未来を拓く

FRA NEWS

特集

水産物と毒



● 専門家に聞きました [今井 智] サーモンのスペシャリスト 始まりは「さめきマス」!?

● イベント紹介

横浜市場場外マルシェに出展 / 海洋社会生態システム (MSEAS) シンポジウムを横浜で開催
さかなと森の観察園で SDGs 展示を開催中!!

● ピックアッププレスリリース

明治~令和まで日本の沿岸資源の漁獲変動を可視化! / 昆虫と微細藻類を配合した無魚粉・無魚油飼料でマダイをしっかりと成長させることに成功

水産物と毒

～食中毒の原因～

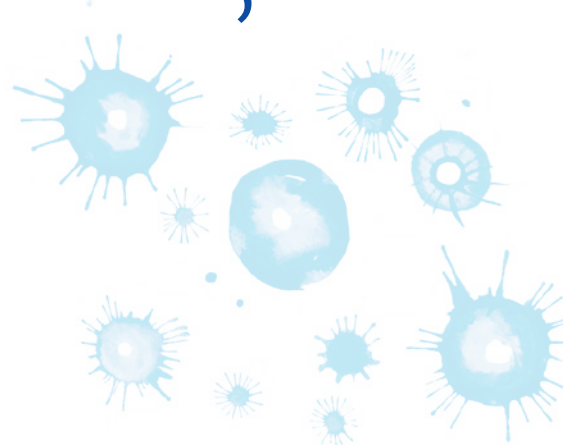
はじめに

「虫」

に刺されてかゆい、「植物を触ったらかぶれた」などは「毒」

の「毒性」によるものです。「毒」とは、生き物に悪い影響を与える物質のことです。その性質を「毒性」と言います。毒性によって、生物の体は肝臓など一部の組織の機能に悪い影響を受けるだけでなく、死に至るような強い影響を受けることもあります。

毒性のある物質を飲み込んだり、吸い込んだり、皮膚や目などに接触したときに起こる作用のことを「中毒」と言います。なかでも毒性のある物質などを口にすることによって起きるのが食中毒です。



食中毒を起こす物質としては、フグ毒、二枚貝の貝毒などの動物性の毒、トリカブトなど植物性の毒、ヒスタミンなどの化学物質があります。

今回の特集では、細菌性食中毒やヒスタミン、貝毒についての研究成果を紹介します。

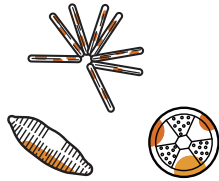


2	特集 水産物と毒 ～食中毒の原因～	広報誌編集事務局
4	毒あれこれ ～わたしたちの身の回りにある毒の種類と毒性～	同局
5	海の生き物の毒 ～触るな危険と食べるな危険～	同局
6	国産二枚貝のアザスピロ酸の蓄積特性	水産技術研究所 環境・応用部門 水産物応用開発部 安全管理グループ 研究員 小澤 真由
8	記憶喪失性貝毒をつくる珪藻のリスク評価	同部門 環境保全部 有害・有毒藻類グループ 研究員 西村 朋宏
10	アレルギー様食中毒の原因ヒスタミン	同部門 水産物応用開発部 付加価値向上グループ 主任研究員 村田 裕子
12	細菌性食中毒について	同部 安全管理グループ 研究員 大島 千尋
14	専門家に聞きました【今井 智】 サーモンのスペシャリスト 始まりは「さぬきマス」!?	経営企画部 広報課 飯島 祥子・五十嵐 花音
18	イベント紹介 横浜市場外マルシェに出展	広報誌編集事務局
19	海洋社会生態システム(MSEAS)シンポジウムを横浜で開催	同局
20	さかなと森の観察園で SDGs展示を開催中!!	同局
22	ピックアッププレスリリース 明治～令和まで日本の沿岸資源の漁獲変動を可視化! .. 水産資源研究所 水産資源研究センター 社会・生態系システム部 漁業管理グループ長 亘 真吾	
23	昆虫と微細藻類を配合した無魚粉・無魚油飼料でマダイをしっかりと成長させることに成功 水産技術研究所 環境・応用部門 水産物応用開発部 主幹研究員 安藤 忠	
24	レシピ サーモンの喜びずし(サーモンの紅白押しずし)	広報誌編集事務局

ドウモイ酸による 貝毒

⇒ P.8～9 参照

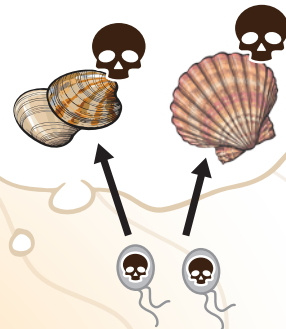
重症になると記憶をなくしたり死亡することもある、記憶喪失性貝毒を引き起こす毒を持つ珪藻の毒性の強さや分布を調べました



アザスピロ酸 (AZA) による貝毒

⇒ P.6～7 参照

ヨーロッパを中心に世界に広がる有害プランクトンを食べた貝によるAZA貝中毒。毒がどこにどれだけ溜まるのかを調べました

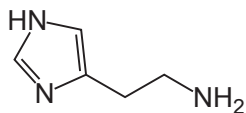


食中毒

ヒスタミン

⇒ P.10～11 参照

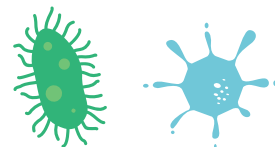
ヒスタミンが起こす食中毒を防ぐために低温管理が必要です



細菌の毒

⇒ P.12～13 参照

ガス置換包装で安全性が高められる研究結果



ヒトへの影響

毒あれこれ わたしたちの身の回りにある毒の種類と毒性



図1 毒の種類

毒の正体は化学物質

毒性は、毒の体内への入り方、毒の作用内容によりいろいろな分類がされています。

毒の影響が現れる時間については、すぐに現れる急性毒性と、長い時間がかかる慢性毒性があります。

毒が体内に入る経路は、口、皮膚、粘膜、呼吸器があります。

毒が作用する場所では、血液を破壊する溶血毒性(血液毒性)、細胞を壊死させたり機能に悪影響を与えたりする細胞毒性、神経に作用する神経毒性、免疫機能に障害を起こす免疫毒性、生殖能力などに悪影響を与える生殖毒性などがあります。

図1のいろいろな毒の正体は全て化学物質です。化学物質で、悪い影響を与えるものは毒と呼ばれ、体の健康によい働きをするものは薬と呼ばれます。薬も使い方を間違えれば、毒になります。

海の生き物の毒 触るな危険と食べるな危険

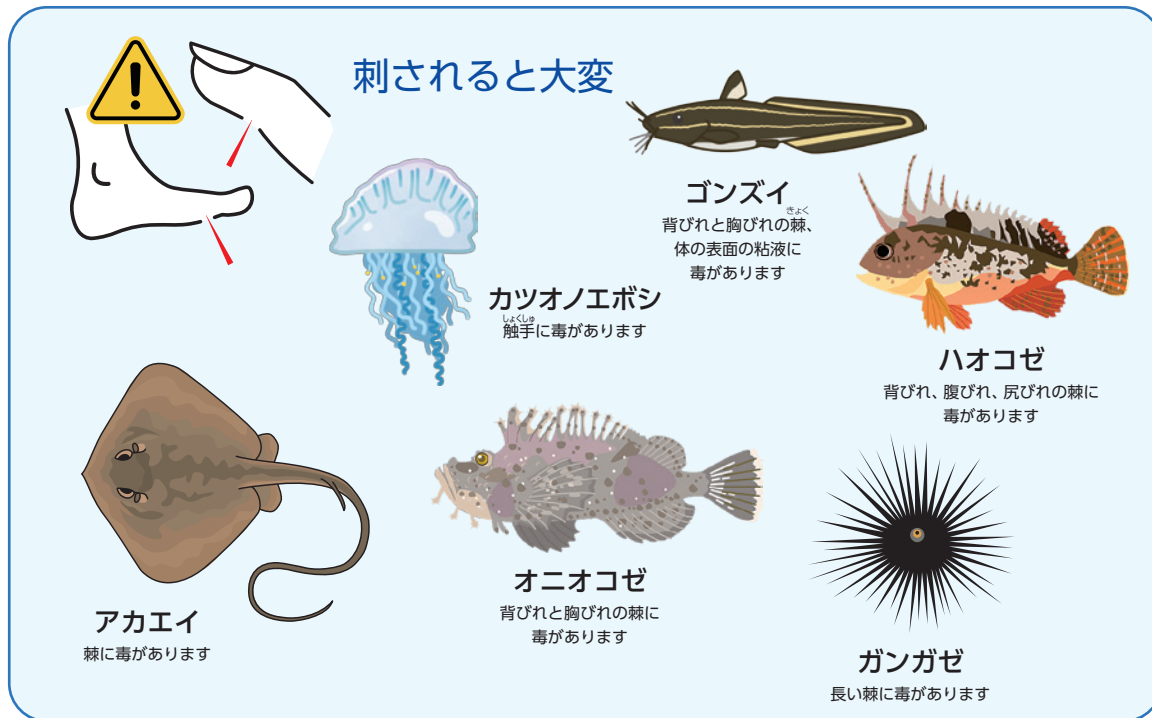


図2 海岸に生息する毒を持つ生き物



図3 食用となるが毒を持つ生き物

知っておきたい毒のひと

潮干狩り、釣りや海水浴など水辺のレジャーでは、いろいろな生き物を目にするがありますが、中には毒を持つ危険な生き物もいます。ひれの棘などに毒がある生き物を不用意につかむと、大けがをすることもあります(図2)。

食用となる生き物でも食中毒の原因となる毒を持つものもあります。中でもフグ毒のテトロドトキシンは、摂取すると死亡することもあります(図3)。

また、ニホンウナギにも毒があります。かば焼きなどに加熱調理されるので問題ありません。

食中毒についての詳しい情報は、参考情報にある厚生労働省の「食中毒」のウェブページなどに掲載されています。

国産二枚貝のアザスピロ酸の蓄積特性

アザスピロ酸の貝毒

二枚貝は、有毒プランクトンを食べると毒を蓄積して毒化し、その貝を食べると食中毒が起こります。これを貝毒と呼び、さまざまな種類があり、貝類養殖や採貝漁業で大きな問題となっています。アザスピロ酸 (Azaspiracid: AZA) は貝毒の一種で(図1)、1995年にオランダで初めて発生し、嘔吐や下痢、腹痛などの症状が報告されました。

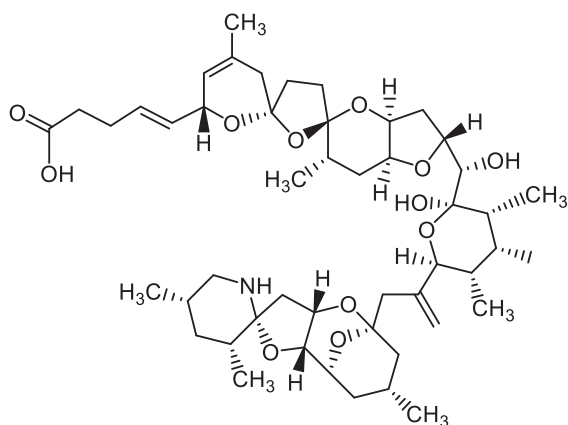


図1 AZA2の化学構造

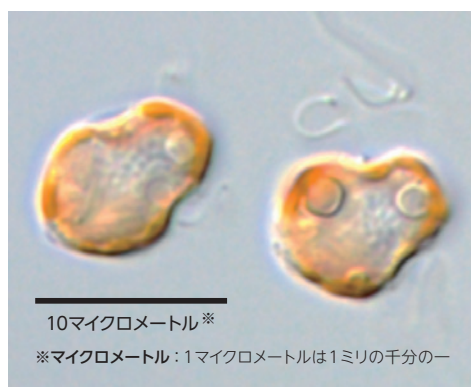


写真 AZA2産生プランクトン (Azadinium poporum)

AZAはAzadinium属(アザディニウム属)やAmphidoma属(アンフィドーマ属)の有毒プランクトン(写真)から産生され、世界に広く分布しています。AZAには化学構造の異なる60以上の種類があり、AZA1、2、3は、国際食品規格(Codex)委員会で監視対象にされ、規制値「可食部当たり0.16ミリグラム(AZA1当量)／キログラム」が定められています。

日本ではこの中毒事例がないことなど



水産技術研究所
環境・応用部門 水産物応用開発部
安全管理グループ 研究員

お ざ わ ま ゆ
小澤 真由

から、監視対象とはなっていませんが、近年、国内沿岸域でAZAを作り出す有毒プランクトンが分離されています。日本沿岸に生息する二枚貝のAZAの蓄積能や組織内の毒分布の情報がないことから、わたしたちはまず、二枚貝が体のどこにAZAを蓄積するのか、実験で確かめました。

アザスピロ酸蓄積実験

二枚貝などにはAZA2を代謝する種類と代謝しない種類があることが知られています。代謝しない二枚貝

※1 AZA1当量: AZA群を毒性の強さに応じてAZA1量として換算した総毒量

※2 代謝: 薬や食べ物などを体内で分解したり、ほかのものを合成したりする働きのこと



7種（アサリ、ホンビノスガイ、ウバガイ、ミルクイ、トリガイ、マガキ、イワガキ）とマボヤに、AZA2を産生するプランクトンを餌として与え、部位（図2）ごとのAZAの蓄積を調べました。

その結果AZA2は、アサリ、マガキ、イワガキ、およびマボヤのちゅうようせん中腸腺に、ウバガイおよびミルクイのえら鰓、ホンビノスガイとトリガイの中腸腺と鰓の両方に高濃度で蓄積されることがわかりました（図3）。これらの成果は、二枚貝を安全に食べたり、加工したりする際に有益です。



中腸腺は、肝臓とすい臓の機能を持つ組織で、貝毒を蓄積しやすいことが知られています

次にアサリで、水温や有毒プランクトンの密度がAZAの蓄積に与える影響を調べました。AZA2蓄積は、水温や密度の違いで変動し、なかでも水温の影響は大きく12℃と比べ18℃と24℃で多く蓄積しました。アサリは、10、25℃で温度が上がるにつれてプランクトンの取り込みが増加することが知られています。AZAの蓄積は、この取り込みの増加によると考えられます。

AZ Aの蓄積は二枚貝種間で異なり、有毒プランクトンの密度や水温などの影響を受けるため、毒化リスクを評価するにはさらなる研究が必要です。今後は体内に蓄積したAZ Aを代謝するホタテガイなどで、AZ A代謝物の構造解析や毒性評価、代謝経路の解明に取り組んでいく予定です。

※これらの成果は、日本科学協会笹川科学研究助成給餌実験による日本沿岸の二枚貝における新奇中毒性貝毒アサシピロ酸の蓄積および代謝物に関する研究(2002)〔所収交付金のプロジェクト・シリーズ探索課題「給餌実験による日本沿岸の二枚貝におけるアサシピロ酸の蓄積および代謝物に関する研究(2002)」によるもの〕。

記憶喪失性貝毒をつくる珪藻のリスク評価

珪藻がつくる貝毒

海の一次生産者である植物プランクトンの珪藻には、毒をつくる種がいます。
*Pseudo-nitzschia*属(シュードニッチア

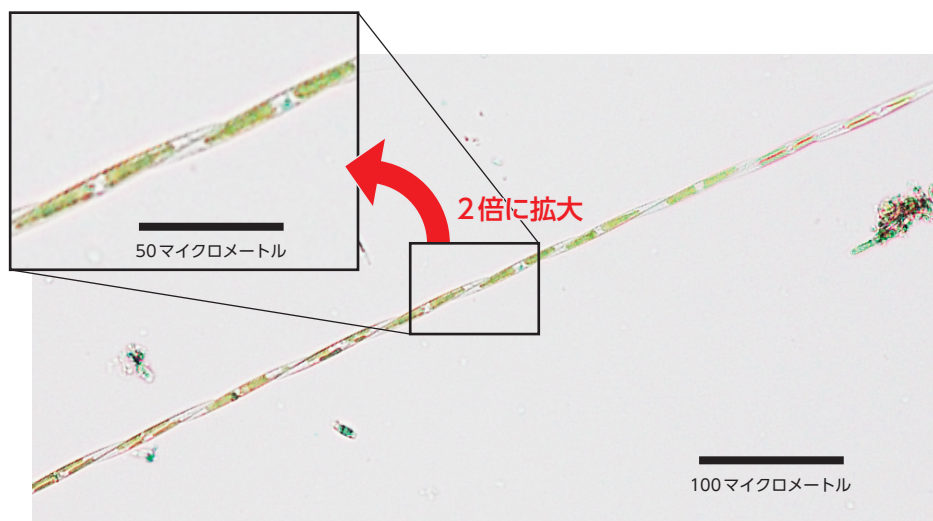


写真 海産珪藻シュードニッチア属

瀬戸内海産本藻、細胞がそれぞれの先端で連結し群体を形成します

属、以下本藻、写真)は、これまでに60種が知られ、約半数が記憶喪失性貝毒のドウモイ酸(以下本毒)をつくることが報告されています。

本藻の有毒種を摂食した二枚貝類などに本毒が蓄積し、それをヒトが食べると食中毒になります。症状は、嘔吐、腹痛、下痢や意識の混濁、重症になると記憶をなくしたり死亡したりする、とても恐ろしい食中毒です。

1987年、本藻によって毒化した養殖二枚貝類を食べたことにより、本毒による集団食中毒(患者107人、うち死者3人)が世界で初めてカナダで発生しました。それ以降、二枚貝類や本藻のモニタリングが世界各地で行われるようになりました。一方、日本では本藻による二枚貝類の高毒化や食中毒の事例はなく、モニタリング体制は整備されていません。そこで、体制が整っているニュージーランドの取り組みを紹介します。

ニュージーランドのモニタリング体制とリスク評価

日本と同様、海に囲まれているニュージーランドは、二枚貝類の養殖が盛んで、本毒による二枚貝類の毒化が時折報告されています。現在、本毒による被害を未然に防ぐため、二枚貝類の養殖海域では、主に貝類の毒量について機器分析が行われ、規制値を超えた際には出荷が規制されるようになっていきます。また、養殖がされていない所では、顕微鏡による本藻の観察が行われ、規制細胞密度を超えると、レクリエーションなどでの貝類採集に対して警告を出しています。



水産技術研究所
環境・応用部門 環境保全部
有害・有毒藻類グループ 研究員

にし むら とも ひろ
西村 朋宏

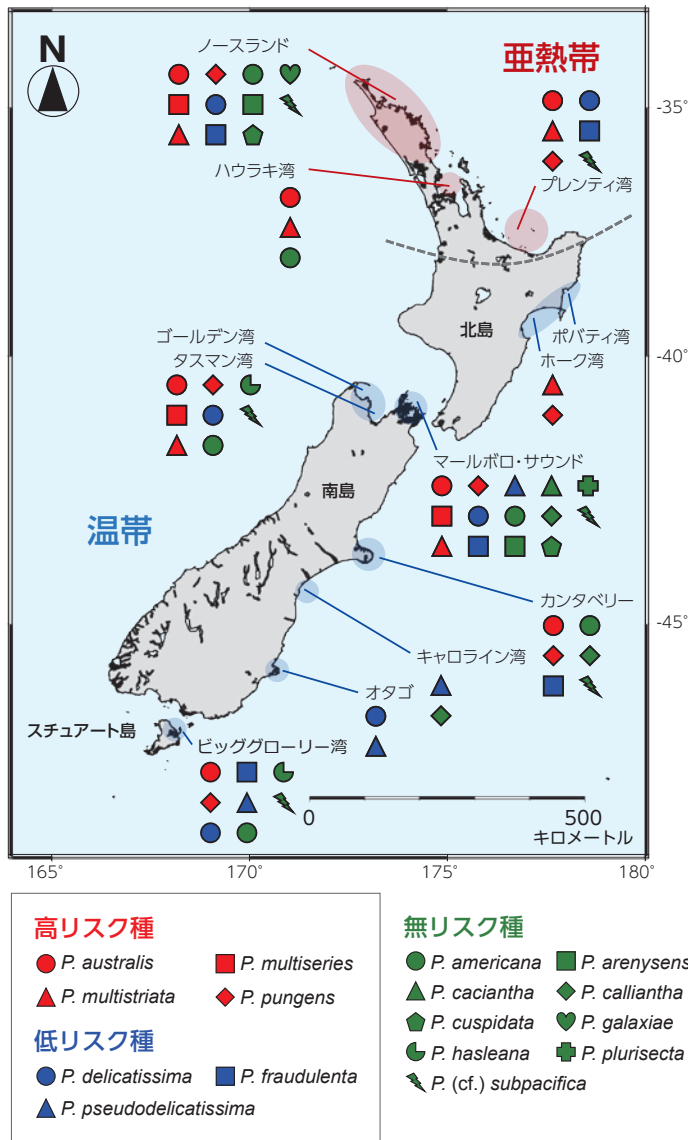


図 ニューゼalandにおけるシュドニッチア属16種の分布と潜在的な記憶喪失性貝毒リスク
Nishimura et al. 2021 (<https://doi.org/10.3390/toxins13090637>) の Figure 8 を改変

本藻には有毒種と無毒種が混在しているため、まずはその海域に「どの種が出現し、どの程度の量の本毒をつくるのか」について明らかにすることが重要です。わたしは2018年から2022年にかけてニュージーランドのコースロン研究所に留学しました。その際、ニュージーランド全域から130株のクローン培養株を確立し、それらのDNA解析による種同定と毒分析を行いました。得られた結果と、過去の調査報告を

まとめた結果、16種が同国各地に広く分布し、そのうち7種が本毒をつくることを明らかにしました。そのなかでも毒量の高い4種を「潜在的な貝毒高リスク種」として、毒量の低い3種を同様に「低リスク種」として特定しました(図)。これにより、これら有毒な7種、とりわけ高リスクな4種を対象を絞ったより効率的なモニタリングを行うため、現在では、形態が酷似する各種のDNAをそれぞれ特異的に検出し定量する手法

の開発が進められているところです。

日本の記憶喪失性貝毒の現状

わたしは2023年4月に水産研究・教育機構に研究員として着任しました。その後、本毒や本藻に関する日本の現状を確認したところ、①本毒に対する統一されたモニタリング体制は整っておらず、二枚貝類に含まれる毒量の規制値も定められていないこと(二枚貝類の輸出時には、海外の規制値を準用する)、②二枚貝類からは本毒がたびたび検出されるが、食中毒になる程度の毒量は検出されないこと、③これまで本藻の出現は全国各地から報告されているが、どの種がどの程度の量の本毒を産生するのかについて、ほとんど情報がないことなどがわかりました。

そこで、瀬戸内海の本藻について予備的に調査したところ、年間を通してさまざまな大きさの本藻が出現することがわかりました(写真)。すでにそれらの培養株を20株程度確立しており、今後はそれらの種同定や毒分析を行い、各種のリスク評価を進めたいと考えています。

アレルギー様食中毒の原因ヒスタミン^{よう}

アレルギー様食中毒って何？

アレルギー様食中毒は、サバやイワシなどの赤身魚やその加工品を食べた後に顔面紅潮、頭痛、じんましん、発熱などの症状を起こす食中毒です。その原因はヒスタミンです。一般に、食物アレルギーの多くは、アレルギー（アレルギーの元となる食品）を食べた後に、体内で免疫反応が起こりヒスタミンが放出されてアレルギー反応を引き起こします。一方、アレルギー様食中毒は、体内のヒスタミンではなく、体外からヒスタミンを取り込んで、アレルギー反応を引き起こすので、「アレルギー様」といわれています。

食中毒を起こすヒスタミン量は、摂取量にもよりますが、食品100グラム中に100ミリグラム以上といわれています。腐敗臭を感じる前にヒスタミンがこの量に達することが多いため、食中毒を起こしやすいのです。

実は発症患者数が多い食中毒

近年、食品の低温流通の普及や衛生意識の向上などで、従来水産物で発生件数の多い食中毒であった腸炎ビブリオ食中毒の発是件数が減っています。一方、アレルギー様食中毒は、1件当たりの患者数が多いのが特徴で、例年100名を超える食中毒患者が出ています。

最近の例では、奈良市の幼稚園とこども園で給食を食べた園児265人のうち43人が発症、原因食品は給食の焼きサバでした。また、彦根市の保育園の園内で調理された給食を食べた園児や保育士計76人のうち3～5歳の園児8人と保育士3人の計11人が発症、こちらも原因食品は給食のサバを焼いたものでした。

このように、保育園や幼稚園などの子どもたちが多く利用する施設での発症が多いのも特徴です。

一方、欧米諸国では、健康志向から



水産技術研究所
環境・応用部門 水産物応用開発部
付加価値向上グループ 主任研究員

むら た ゆう こ
村田 裕子

赤身魚を食べる機会の増加にともない、アレルギー様食中毒の発症件数が増えました。このため、アメリカやカナダでは輸入原料魚に対するヒスタミン規制を強化しており、食品の国際規格であるCodexでは、加工品のヒスタミン基準値を設定しています。

赤身魚に多いアレルギー様食中毒

アレルギー様食中毒は、サバやイワシなどの赤身魚で起こりやすいことが

知られています。赤身魚にはヒスチジンというアミノ酸が多く、このヒスチジンをヒスタミン生成菌が酵素で分解してヒスタミンにするからです。また、この酵素が最もよく働くpH^{*}は、5〜6であり、赤身魚肉のpHは5.5〜6.0とヒスタミンの生成に好条件なのです。

アレルギー様食中毒防止対策

この食中毒の防止策はヒスタミン生成菌の増殖を抑えるための低温管理の徹底です。米国食品医薬品局（FDA）の魚介類と魚介類製品における危害とそのコントロール指針では、ヒスタミン生成の回避に必要な条件として、漁獲時の処理と流通過程での管理について次のような基準を示しています。魚は暖かい海でも冷たい海でも漁獲されていますが、漁獲後21℃を超える温度で扱われた魚では、4・4℃を超える外気温に積算して4時間以上さらさないこと。21℃以下で扱われた魚では、4・4℃を超える外気温に積算して8時間以上

さらさないこととしています。すなわち、獲った魚はすぐに氷や氷水等で冷やし、市場や輸送時では、低温管理を徹底することが重要です。

簡易ヒスタミン測定器の開発

低温管理とともに、ヒスタミンがどのくらいあるのかを把握することも大切です。従来、ヒスタミンは、高速液体クロマトグラフという分析機器でないと測定できませんでした。また、簡易測定キットも販売されるようになりましたが、魚から測定用の溶液を調製する必要があるなど、現場ですぐに測定することが困難でした。そこで、フジデノロ株式会社と共同開発を行い、ヒスタミン測定器Comilu（コーミル、写真）を商品化しました。この機器は、使い捨ての固定化酵素チップ（酵素は神奈川工科大学が開発）と本体で構成されています。固定化酵素チップにヒスタミンが含まれている溶液を滴下するとヒスタミンが酵素と反応し、溶液中の酵素が消費されます。その際の電流値の変化をヒスタミンの

濃度に変換し、本体のディスプレイに表示します。測定用の魚肉サンプルから専用のフィルター入りシリンジを用いて液体を絞り出すことで測定用の溶液を準備できるので、抽出から約8分で測定可能です。Comiluの開発によってどこでも手軽にヒスタミンが測定できるようになりました。

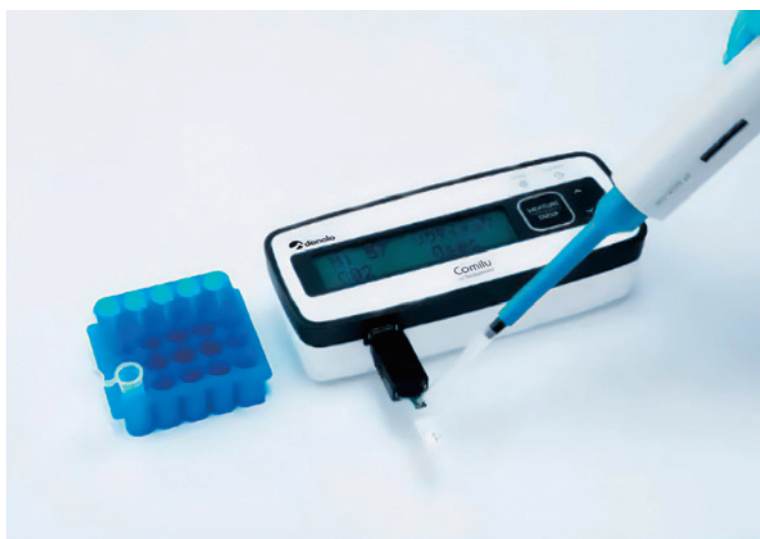


写真 ヒスタミン測定器 Comilu

※ pH：溶液中の水素イオンの濃度

細菌性食中毒について

消費期限をのばす技術の開発

食中毒は、一般的に原因となる危害物質別に分類されます(表)。

当機構では、安全な水産食品の生産のため、食中毒原因物質への対策として、水産加工場の衛生管理手法や、HACCP導入のための適切な製造工程の検討、水産物の生産現場でのノロウイルスなどの危害物質の除去法などについて研究しています。今回は、食中毒原因細菌の増殖を抑え、消費期限を延ばす技術を紹介します。

食品の賞味期限や消費期限は、科学的、合理的根拠をもって適正に設定されていますが、消費期限が短いと売れ残りは廃棄されてしまいます。食品ロスを減らすために食品の消費(賞味)期限を延長する技術が注目されています。

当機構では、かねてよりマグロなどの赤身の消費期限延長技術の開発を行っていました。赤身は、酸化により色が褐色に変化(褐変)するため、小売店での陳列

から1〜1日半で廃棄されることが多くあります。しかし、この時点で細菌数やヒスタミン量の安全性に関わる指標はまだ食べられる範囲内のことが多く、色の変化だけで廃棄するのはもったいないのです。そこで、褐変防止技術として高濃度酸素によるガス置換包装技術が開発されました。

ガス置換包装は、食品の包装内に酸素や窒素、二酸化炭素などのガスを封入した包装のことで、食品の酸化や細菌の増殖を抑制する目的で利用されます。最近では食品添加物の使用が敬遠されることから、ガス置換包装が食品の保存性を高める技術として再注目されています。

そこで、ガス置換包装した赤身で、食中毒菌の一つであるヒスタミン生成菌の増え方に酸素がどう影響するか調べました。

種類		原因物質(一例)	食中毒が報告されたことのある水産食品
細菌性食中毒	感染型	サルモネラ、ビブリオ	刺し身、ウナギのかば焼き
	毒素型	黄色ブドウ球菌、ボツリヌス	いずし、巻きずし
ウイルス性食中毒		ノロウイルス、A型肝炎ウイルス	カキなどの二枚貝
化学性食中毒	有害化学物質	ヒスタミン	マグロやカツオなどの赤身魚
	有害金属	水銀、カドミウム	
自然毒食中毒	動物性自然毒	フグ毒、貝毒	フグ、貝
	植物性自然毒	キノコ毒、ソラニン	
寄生虫による食中毒		アニサキス、クドア	サバ、ヒラメ

※ここに示したのは一例である。主に水産食品に関連するものを列挙した。

表 食中毒の原因となる危害物質



水産技術研究所
環境・応用部門 水産物応用開発部
安全管理グループ 研究員

おおしま ちひろ

大島 千尋

ヒスタミン生成菌とヒスタミン食中毒

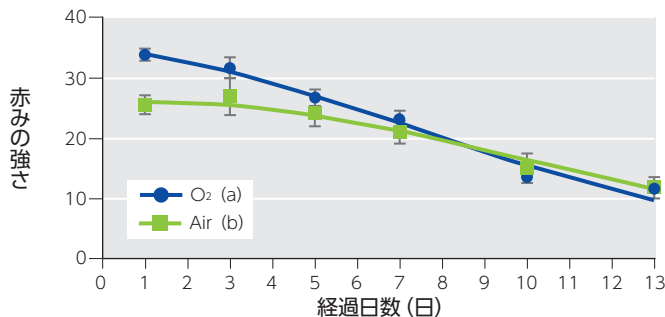
ヒスタミン食中毒は、マグロやカツオなどのヒスチジンを多く含む食品で発生する食中毒です（詳しくはP.10へ）。食品中のヒスチジンを細菌がヒスタミンに変換することで発生します。そのため、低温保存してヒスタミン生成菌の働きを抑えることが食中毒の予防につながります。しかし、低温でもヒスタミンを生成してしまう細菌もあります。一方、一部の菌種では酸素が豊富にある環境で活動が制限されることが知られています（Emborg et al., Int. J. Food Micro., 101:263-279）。例えば、マグロを刺し身状にカットし、4℃でヒスタミンを生成する菌を接種し、20％100％の酸素を含む包装を施し、保存中の菌数を調べました。その結果、80％以上のガス置換包装を施したマグロでは、菌数の増え方がゆっくりになり、それに伴いヒスタミンの生成が抑えられることがわかりました（図）。低温下でもヒスタミンを生成する細菌について、

高濃度酸素で包装することによりヒスタミンの生成を抑えたことから、より安全な製品管理が期待できます。

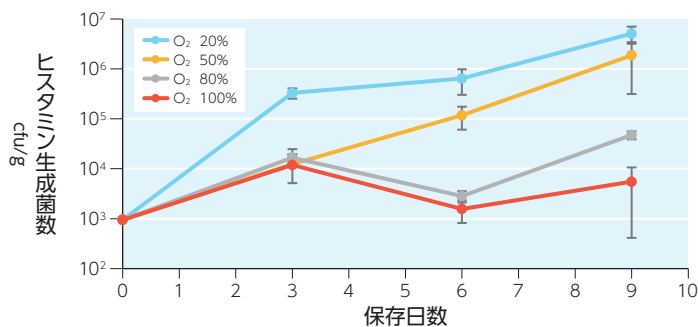
また、高濃度酸素により腸炎ビブリオや大腸菌など、他の食中毒菌が増殖しないか検証したところ、そのような影響はないことが明らかになりました。これにより、HACCPの導入など衛生管理の整った環境で製造される製品において、

高濃度酸素を用いてガス置換包装することの安全性が確認されています。

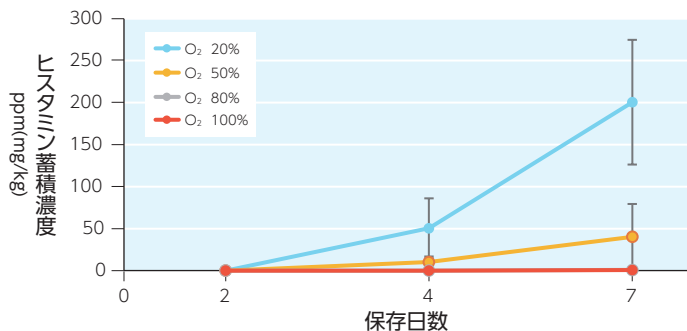
消費期限延長の技術開発は、食品ロスの削減だけではなく、販売機会の増大、工場稼働の平準化にもつながるため、食品業界からの注目が非常に高まっています。今後は実際に製品を作る現場と協力し、安全性の検証を深めていきます。



(a) 100%酸素充填包装および (b) 空気包装をしたマグロの色調の変化



異なる酸素濃度で包装されたマグロのヒスタミン生成菌数の変化



異なる酸素濃度で包装されたマグロのヒスタミン蓄積濃度の変化
(80%以上の酸素濃度のときヒスタミンは検出されなかった)

図 高濃度酸素包装したマグロの変化



専門家に聞きました

サーモンのスペシャリスト

始まりは「さぬきマス」!?

足掛け7年(選抜3世代目)の
集大成であるサツキマス

さまざまな分野で活躍する専門家に、
研究者になったきっかけや現在取り組
んでいる研究内容などについて広報課
がインタビュー！今回は「サーモンの
スペシャリスト」の今井智さんに話を
聞きました。

インタビュー：広報課 飯島 祥子・五十嵐 花音

水産技術研究所 養殖部門 生産技術部
技術開発第2グループ 主任研究員

いま い さとし
今井 智 (1981年5月生)

2006年、(独)さけ・ます資源管理センター(現：水産資源
研究所さけます部門)に技術職^{*1}として採用され、2012年
には仕事の幅を広げるため研究職^{*1}へ職変。場所や職種は
変わっても18年ブレずにサケ科魚類の研究を続けている。
全国ご当地サーモン養殖マップ作成者としても有名。

サーモンとサケの違い

【サーモン】人工飼育下で生まれ、一貫して配合飼料で
育つため、体内に寄生虫が入り込まず生食可能である
養殖されたサケ科魚類を一般的に示す呼称。日本では
海面、内水面、循環式陸上養殖で10種類+複数の交雑種が
養殖されている(養殖サーモンのバリエーションは世界
一)。国内での主な養殖対象種はトラウトサーモン
(ニジマス、ギンザケ、サクラマス、サツキマスなど。
【サケ】天然漁獲される遡河回遊性のサケ科魚類(シロザケ、
カラフトマス、ベニザケ、ギンザケ、サクラマス、マスノ
スケなど)を示す呼称。海洋環境下で生活する中で、餌
生物を通じて体内にアニサキス線虫などの寄生虫が入る。
生食する場合にはマイナス20℃以下で24時間以上の冷凍
処理が必要であることから、販売される際に養殖魚(いわ
ゆるサーモン)とは区別して扱われる。資源研さけます
部門の個体群維持を目的とした人工ふ化放流事業と研究
の対象種が含まれている。



^{*1} 技術職・研究職：当機構の技術職は魚の飼育のスペシャリスト、研究職は水産に関する基礎から応用、そして研究成果の
実践までの研究開発を一貫して行っており、全国各地の研究所にて研究・開発業務に携わる

研究者を志したきっかけは？

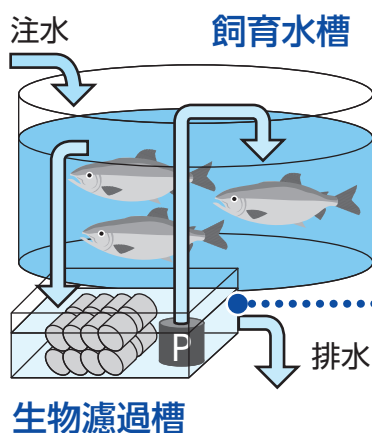
中学生の頃に釣ったヤマメのきれいに衝撃を受けたのがきっかけでした。思えば初恋級の一目ぼれでした。自由研究用にヤマメの本を買うほど好きになりました。この魚に関わる仕事に就きたい！という模索して板前になろうと思った時期もありましたが、水産系の大学に進学し、縁あって機構に採用されました。

最初は技術職だったそうですね？

そうです。最初はフィールドワークや飼育に関われることで満足していましたが、飼育方法の違いで魚の行動が変わることに気づき、その根拠を説明できるようにになりたいと思ったことから、本格的に研究者をめざすようになりました。

今取り組んでいる研究は？

閉鎖循環式飼育（以下、閉鎖循環、**図**）という技術を使ったサーモン養殖に関する研究です。近年、国内で海面のサーモン養殖が急速に増えています。サーモンの卵を受精させて種苗を生産するためには、淡水が豊富に利用できる



淡水、海水のどちらも使用可能で、既存の養殖方法と比べて必要な用水量が少ない。

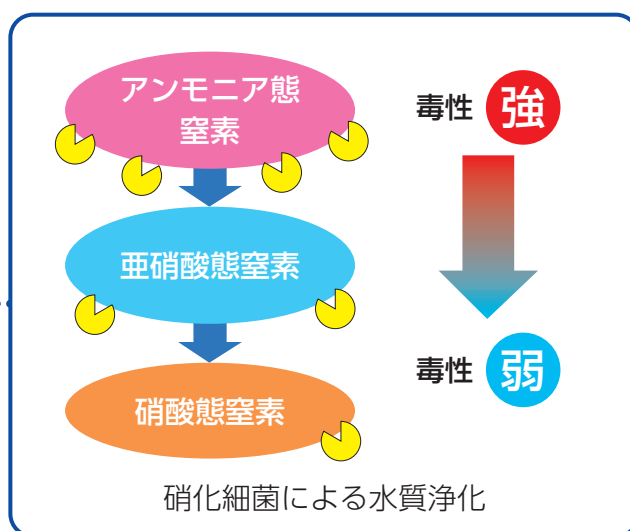


図 閉鎖循環式飼育システムの概要



実際の閉鎖循環式飼育装置

飼育施設が必要ですが、場所が限られているうえに、新たな施設を建てるにも水利権や資金面の問題で増やしづらい。しかし閉鎖循環を使えば、この問題はなくなります。カルキ（塩素）抜きした水道水で淡水の環境を作るため、どこでも種苗の生産が可能で、わざわざ内陸でスモルト^{※3}まで育てた種苗を、長時間トラックに乗せて活魚輸送して海上の施設へ移す必要ありません。

現在は種苗を短期間で大量に作る技術の確立をめざして、親魚の成熟期のコントロールやスモルト化までの期間を短縮する方法を研究しています。

※2 遡河回遊：川で生まれ、成長するため海へ回遊し、再び産卵のために川へ遡上すること

※3 スモルト：淡い小判型の模様が薄れ銀白色に変化し、海へ降りる準備ができたサーモンの幼魚

閉鎖循環の研究はいつ頃から？

2012年に屋島庁舎（※現在は休庁）へ移ったときからです。閉鎖循環は屋島全体で取り組んでいて、この技術で陸上養殖の生産性を高める目標がありました。最初は上司や先輩のやり方を見て技術を学びながら、ハタ類を対象に光による行動の変化などを研究していました。

サケじゃなくハタ？

実は研究の幅を広めようとサケ以外の海産魚を研究するため、屋島へ移ったのですが、ハタ類では思うような成果は挙げられず。また、ハタ類研究は先輩がメインでやっていて、わたしは余ったところをかじっているような状態でした。当時の上司からは「御主はこの先、一体何を自分の（研究の）柱とするんだ？」と聞かれたときは、即答できずに半年ぐらい悩みました。

サケに戻った経緯は？

自分らしい研究と言えばサーモン養殖という考えは頭にあったのですが、本格的に取り組むことになったのは、香川県の水産関係者との飲み会がきっかけでした。香川県ではブリ・マダイ養殖が盛んですが、冬は水温が下がりブリ・マダイが飼えなくなるかわりに、冬場の養殖と

してサーモン（正確にはトラウトサーモン）養殖が始まっていました。そこで「地元でも漁獲されていて希少価値の高いサツキマスをもじってさぬきマスとかやればいいんじゃないですかね」と言ったら、その場にいたみんなが一斉に振り向いて「お前、今言ったな！」って（笑）そこからわたしの閉鎖循環のサツキマスの養殖研究が始まりました。

得られた成果は？

ライフサイクルを完結可能な、どこでもできるサーモン養殖の飼育技術を確認したことです。ライフサイクルとは

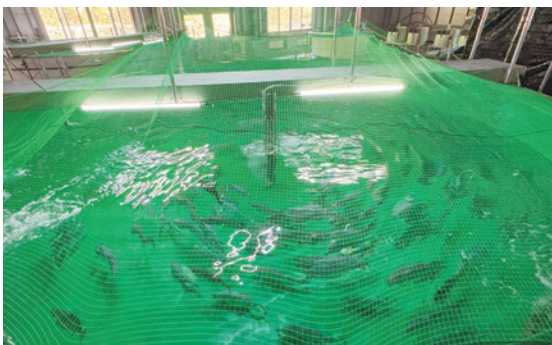
卵のふ化からスモルト化、親魚に成長するまでの一連の状態のことです。先ほど説明したように、閉鎖循環で淡水環境は再現できますが、同じ装置内で徐々に海水を入れて魚体を馴致（じゅち）させて海水環境に移行させることもできます。水温や海水濃度の調整が簡単で、自然環境の影響も受けません。そのため、ライフサイクルを一つの装置内で完結できます。実際、閉鎖循環を活用してライフサイクルを3世代回し、4世代目を得た実績があります。

今後はこの成果の普及や複合養殖についても研究していければと考えています。

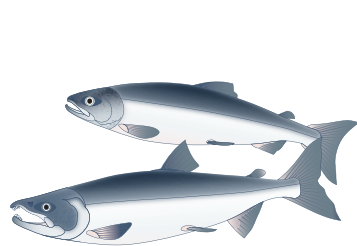
——ありがとうございます。研究についてたくさん聞いてきましたが、ここからはもう少しライトな質問をさせていただきます。



スモルト化したサクラマス



閉鎖循環を使った親魚水槽



いまさらですが、サケの魅力は？

全部！

―即答ですね(笑)。しいて言うなら？

うーん。姿形がきれい、食べておいしい、釣って楽しいとかいろいろあると思うんですが、職業者目線で言えば、ライフサイクルがすごく複雑なので、飽きがこなくて面白く、研究しがいがあるというところですか。もっと若い研究者が増えてほしくて、学会とかで学生さんがいたら、そういう面白さを話して興味を持ってもらうように努めています。

面白いと思ったサケの行動は？

産卵時の行動ですね。すごいマニアックですけど、クィーバリン(quivering)という行動があつて…

―ク…、何ですか？

クィーバリン。震えるという意味で、オスの求愛行動です。

産卵時のメスは産卵床(卵を産む場所)を尾びれで掘ります。それがあつて掘り過ぎてくると、メスが掘った穴に尻びれの先端を差し込む行動をとる(産卵が近づくと頻度が増える)ので、それを見た

オスがメスのそばに寄って、このクィーバリンを行います。メスは受け入れれば産卵し、オスはその卵に精子をかけ、子孫を残すことができます。

見ていて面白いのは、それぞれオスの行動に個体差があることです。まだメスが合図も出していないのに早々に横で震えていたり、逆に合図が出ているのにもじもじしていたり、ほかのオスを追い払うのに夢中で帰ってこなかったり…。「お前行けよ、ほら今だ!」「なんでそこで行かねえんだよ!」とか、まるで中高



クィーバリンを説明する今井さん

生の恋愛事情を見ているような気分になります(笑)。

―ちなみに、早く行ってしまった子は…無視されてましたね(笑)。

―あちゃ(笑)

それでは最後に、研究者をめざす人にメッセージをお願いします。

社会人になると学校の問題みたいに正解が用意されているわけではありません。課題も自分で設定する必要があります。ですが、何が課題なのか問題の構造を理解しないといけない。だから自分で考えて、さまざまな角度から調べて、まとめる癖をつけておくといいです。

それから、あきらめずに粘ること。一生懸命やっていると誰かが見ていて、手を貸してくれたりします。わたしもそうでした。

なのでやりたいことがあるなら、ひたすらその方向をめざしてみてください。

Topic

香川赴任時に『讃岐さーもん』の販売促進にレシピを考案。コンテストで最優秀賞を受賞したレシピを裏表紙で紹介しています。ぜひお試しください。



Event

5/25 [Sat]
5/26 [sun]

横浜市場場外マルシェに出展



5月25、26日に横浜市中央卸売市場に隣接する山内ふ頭で開催された横浜市場場外マルシェ「春の味覚フェス」に出展しました。水産物の食育につながる「かつお一本釣り体験と製品がみなさんのテーブルに届くまで」をテーマとして、

かつお一本釣り体験とカツオの漁法を紹介するビデオ、カツオが食卓に届くまでのポスター、一匹丸々のカツオ、かつお節、塩辛、カツオフレークの缶詰などを展示しました。

かつお一本釣り体験は実際の現場を想定して、本物の一本釣りの竿と50号のテグスに、4キログラムのゴム製の模擬のカツオを取り付けたものを用意しました。意外な重さに戸惑う大人、まったく歯が立たずに

補助されてやっと魚を釣り上げ満面の笑顔の子どもなど、漁師のすごさを体験できて、楽しんでもらえたようでした。

パック詰めとなったカツオの切り身やタタキを見たり、食べたりしたことはあっても、「一匹丸々のカツオを初めて見た」と言う方も多くいました。カツオに初めて触れて、背びれが溝に収まるようになっていいること、皮膚がつるつるであることに驚く方も多くいました。

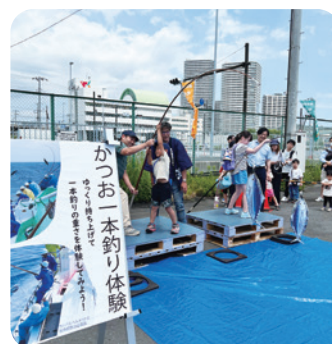
カツオについての質問も100人近くの方からいただきました。回答は、当機構のYouTubeチャンネル「ふらっとらぼ」で公開しています。



展示ブースのようす



初めて見るカツオに興味津々



本物の竿で模擬体験



みなさんからいただいた質問は
YouTube「ふらっとらぼ」で公開中!!

[タイトル] 研究者に聞いてみよう! カツオってどんな魚??
[URL] <https://youtu.be/v8v7Zxul7gQ>





イベント紹介

Event

6/4
[Tue]
5
7
[Fri]

海洋社会生態システム(MSEAS) シンポジウムを横浜で開催

PICES/ICESが主催する海洋社会生態システム(Marine Socio-Ecological Systems; MSEAS)シンポジウムが2024年6月4日から7日、パシフィコ横浜(横浜市)で開催されました。同シンポジウムでは、国連の持続可能な開発目標(SDGs)の14「海の豊かさを守ろう」や、その科学的基盤整備を進める「国連海洋科学の10年(UNDOS)」に貢献するため、自然科学と社会科学の視点を統合して人間による自然利用の持続可能性について議論が行われました。当機構もシンポジウムコンビナー(議長)や現地実行委員会として、同シンポジウムの開催に貢献しました。



シンポジウム開会挨拶(中山理事長)



会場の雰囲気 1



会場の雰囲気 2



レセプションでの現地実行委員長挨拶(生田理事)

PICES (パイセス): 北太平洋海洋科学機関。北太平洋の海域を科学的に解明するため調査、研究を行う組織。構成国はアメリカ、カナダ、ロシア、韓国、中国、日本。

ICES (アイセス): 国際海洋開発理事会。1902年に設立された国際的な海洋研究組織で、現在の加盟国はヨーロッパと北アメリカの19か国である。



Event

7/19 [Fri]
11/30 [Sat]

さかなと森の観察園で SDGs展示を開催中!!

海や川は、わたしたちの生活にさまざまな恵みをもたらしてくれています。わたしたちが日々食べている魚介類はその代表で、漁業を通してその恩恵を受けています。

近年、日本の漁業生産量は減少傾向にあり、海洋環境の変動や漁業者の減少など、多様な要因が考えられます。また、天然資源が減少していることで、保護や育成をしながら持続的に漁業できるようにしなければならぬ魚種もあります。おいしい魚をいつまでも食べ続けるため、幅広い調査、研究が必要です。

水産研究の最先端を日光で!

当機構は、「水産物の安定的な供給と水産業の健全な発展」を使命とし、資源評価や養殖技術開発など、持続可能な開発目標(SDGs)に貢献する研究開発に数多く取り組んでおり、水産業において

その実現をめざしています。

現在、栃木県日光市にある広報施設「さかなと森の観察園」にて、研究成果の一部を展示しています。

11のテーマを通して、 水産研究の多様性を学ぶ

展示では、シラスウナギの大量生産、カタクチイワシの生態と資源変動、クロマグロ養殖など、11の研究テーマをパネルと関連する資料で紹介しています。

クロマグロやサケ、ブリといった身近な魚から、昆虫(アメリカミズアブ)や海棲哺乳類(トド)など、一見すると水産とは離れていそうなテーマまで、幅広く展示しています。トドの頭骨やタコの幼生など、普段なかなか見ることのできない展示もあり、水産研究の多様性と奥深さを感じてもらえると思います。



おさかな情報館の入口

SDGsに関する研究成果の展示

期 間：2024年7月19日(金)～11月30日(土)
(変更することがあります)

場 所：さかなと森の観察園 おさかな情報館

住 所：〒321-1661
栃木県日光市中宮祠2482-3

開園時間：【3月20日～10月31日】
9時00分～17時00分(入園は16時30分まで)

【11月1日～11月30日】
9時00分～16時00分(入園は15時30分まで)

※冬季休園 12月1日～翌3月19日

入 園 料：高校生以上 300円
小・中学生 100円
小学生未満 無料

動画でさらに詳しく！ 研究内容を深掘り

会場内に設置したタッチパネルモニターでは、研究成果に関連する動画を視聴することができます。また、パネル内の二次元コードを読み取ることでスマートフォンなどで視聴できます。動画では研究者が詳しく解説しており、パネルだけでは伝わらない研究の背景や目的、具体的な研究方法をわかりやすく映像で紹介しています。

自然と歴史も堪能

本展示は、子どもから大人まで、水産研究の面白さ、大切さを学びながら楽しめる内容になっています。また、今年4月26日に、一部縮小していた観覧区域を拡大しました。広大な園内には四季折々の草花が咲き、皇族にゆかりのある歴史的な建築物、観察池での魚のエサやり体験など、自然と歴史が調和する魅力あふれる施設となっています。日光観光に訪れる際は、是非お立ち寄りください。



SDGsにつながる研究成果を展示しています



ぱっと見でブリだとわかるかな？



マダコの赤ちゃんを見ることができる貴重な機会です！



ズワイガニの抜け殻。こんなにきれいに脱皮します



トドの頭骨。オスの頭は大きくて迫力があります

明治〜令和まで日本の沿岸資源の漁獲変動を可視化！

近年、日本の各地で「これまで漁獲されていた魚が獲れなくなり、今まで獲れなかった魚の漁獲が増加した」といった話をよく耳にし、漁業者から「海が変わった」という声も多く聞きます。この状況が19世紀末から長期的に繰り返す変動なのかを探るため、明治27年（1894年）から128年分の漁獲量を都道府県別に、年別・魚種別に集計しました。各漁獲量を都道府県庁所在地に載せたときに平衡を保てる点である漁獲量重心を計算し、長期の変化をグラフ化（図1）するとともに、地図化（図2）しました。

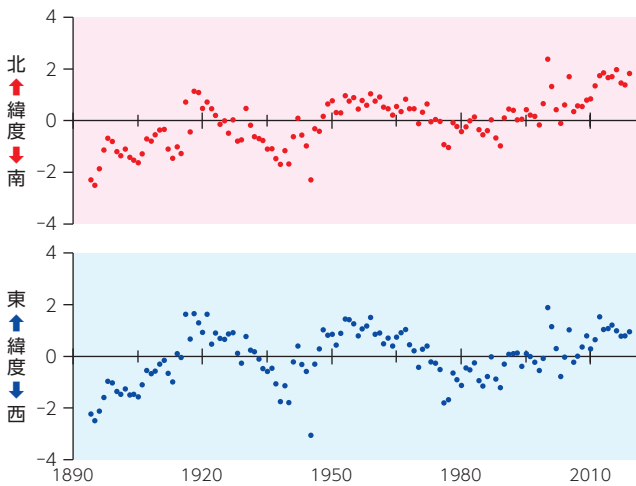


図1 ブリの漁獲量重心の緯度方向(赤点)と経度方向(青点)の毎年の変化

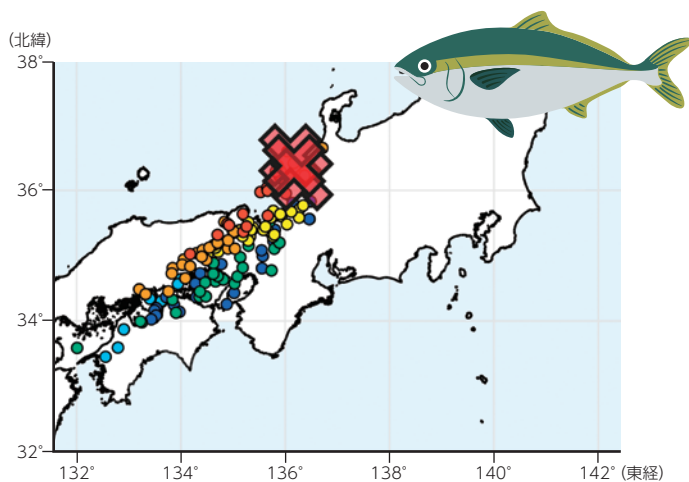


図2 ブリの漁獲量重心の位置の変化(水色:1894~1900年、青:1901~1925年、緑:1926~1950年、黄色:1951~1975年、橙色:1976~2000年、赤:2001~2021年)。赤いバツ印は2019年から2021年の漁獲量重心。

漁獲量が増えていることがわかりました。
ブリやサワラ、イセエビなどの漁獲量重心が西日本から北日本に移動し、元に戻る変化は、漁場が変化していることを示しています。その

当時、変化に対して漁業現場がどのように対応してきたか検証することは、わたしたちが直面している気候変動による急激な漁場の変化に適応するヒントを与えるもので、今後も分析を進めていきます。

本研究成果はFrontiers in Marine Science誌に2024年3月26日付けでオンライン版として掲載されました。

雑誌名: Frontiers in Marine Science

題名: Charting and analyzing the catch distribution of Japan's coastal fisheries resources based on centennial statistics

URL: <https://doi.org/10.3389/fmars.2024.1265907>

昆虫と微細藻類を配合した無魚粉・無魚油飼料で マダイをしつかり成長させることに成功

養殖魚用飼料の主な原料である魚粉と魚油の多くは天然の資源に由来するので、魚類養殖業を持続的な産業として成長させるためには、人間が生産できるものに置き換えていく必要があります。そこで当機構は、ハエ目の昆虫アメリカミズアブ（写真1）のタンパク質と植物プランクトンの一種の微細藻類（オーランチオキトリウム、写真2）のDHA（ドコサヘキサエン酸）を原料とした新規の養魚用飼料の開発に取り組んでいます。その成果として、国産のミズアブ粉と微細藻類粉を主原料にした無魚粉・無魚油の飼料（写真3）でマダイを育成したところ、魚粉飼料を与えた場合と同じ成長速度が達成できました。このことは、ミズアブ粉と微細藻類粉を使用すれば魚粉と魚油を使

わなくても、しっかりとマダイを育成（写真4）することが可能であることを示しています。この成果により、入手が困難になりつつある魚粉と魚油をミズアブ粉とオーラン粉に代替してもマダイを育成することが可能になるばかりでなく、飼料原料を国産化することで食料安全保障を確保しながら養殖マダイの安定的供給に大きく貢献できることが期待されます。



写真1 乾燥させたアメリカミズアブの幼虫

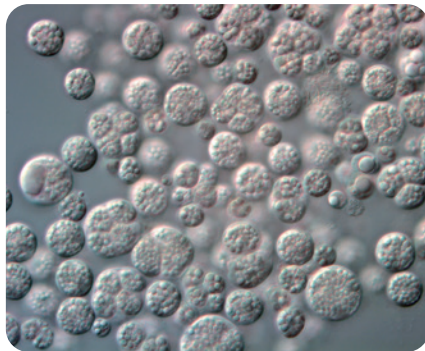


写真2 微細藻類（オーランチオキトリウム、乾燥前、直径は5〜20マイクロメートル）



写真3 ミズアブとオーランを主原料とした飼料



写真4 ミズアブとオーランで育成したマダイ

この成果の詳細は、FRA NEWS vol.78のP.6〜7にも掲載しています。以下のURLからご覧いただけます。

➡ <https://www.fra.go.jp/home/kenkyushokai/book/franews.html>



※ この成果は、内閣府のムーンショット型研究開発制度を活用した「地球規模の食料問題の解決と人類の宇宙進出に向けた昆虫が支える循環型食料生産システムの開発（管理法人：生物系特定産業技術研究支援センター）」によるものです。

レシピ

サーモンの喜びずし (サーモンの紅白押しずし)



材 料 (2人分)

- サーモンの刺し身 …………… 4～5 切
- 白身魚の刺し身 …………… 4～5 切
- 塩 …………… 適量
- 酢 …………… 適量
- 米 …………… 2 合
- すし飯の素 …………… 適量
- 山椒の葉 …………… 8 枚
- ゆず皮 …………… 適量

合わせ酢

- 昆布 …………… 適量
- 酢 …………… 100 ミリリットル
- 砂糖 …………… 80 グラム
- おろし生姜 …………… 1 グラム

作り方

- ① サーモンと白身魚の刺し身にきつめに塩を打ち、水分が垂れるまで締める (1 時間ほど)。
- ② 昆布を細かく切り、酢、砂糖、おろし生姜を混ぜ、合わせ酢を作る。
- ③ ① の刺し身を酢で洗い、② に漬ける (2 時間ほど)。漬けるときにクッキングペーパーをかぶせると表面の漬かりむらが少なくなる。
- ④ 米を硬めに炊き上げて、すし飯の素を混ぜて冷ます。
- ⑤ ③ の刺し身の表面が白くなり酢で締まったら、引き上げて水分をふき取る。
- ⑥ 押しずしの木枠にラップを敷き、④ のすし飯を入れる。蓋を被せ、ご飯を締めこむ。
- ⑦ ⑤ のサーモンと白身魚の刺し身を紅白模様になるように⑥ のご飯の上に敷く。
- ⑧ ⑦ に山椒の葉とゆず皮を載せて、軽く締めこんだら完成。



刊行物報告



水産研究・教育機構 NEWS LETTER おさかな瓦版

- 発行時期** No.119 : 2024年6月、No.120 : 2024年7月
- 問い合わせ先** 経営企画部 広報課
- ウェブサイト** <https://www.fra.go.jp/home/kenkyushokai/book/kawaraban.html>



編集後記

最近、「毒にやられた!!」と肌で感じる体験がめっきり減ったなど、本号を編集しながらシジミ... じゃなくて、シミジミ。

小さい頃は、蜂を捕まえては刺され、木登りをすれば毛虫に刺され、藪に入ってはウルシにかぶれと散々な目にあっていただが、30 歳にもなると流石に警戒心が育ってしまい、最近は指と指の間を蚊に刺されて面食らう程度。悶絶するような目にあうのはマレ。

先日、千葉県南部の磯で釣りをしていたところ、米粒大の黒いハエの様な生き物に包囲され、気が付けば体中をチクチクチュチュー。いわゆる「ヌカカ」というヤツ。長袖だからと虫避けスプレーをしていなかったのが失敗。生地が薄いと服の上から刺されてしまい、体中がカユイカユイ。久々の悶絶。なんだか、少年時代に戻れた気がする。

広報課 中原 明紀



ふらっとらぼ

YouTube チャンネル、「ふらっとらぼ」は水産やわらかネタの動画集。新作もどんどんアップしています。見てね！
<https://www.youtube.com/@fralabo>



ウェブサイト

<https://www.fra.go.jp/>

Facebook
【アカウント名】
水産研究・教育機構

<https://www.facebook.com/fra.go.jp>

YouTube
【アカウント名】
FRA 水産研究・教育機構

<https://www.youtube.com/@frachannel>

X (旧 Twitter)
【アカウント名】
FRA 水産研究・教育機構

https://x.com/fra_go_jp

