東北大学
TOHOKU UNIVERSITY

Press Release

2026 年 11 月 2 日

報道機関　各位

国立大学法人東北大学

貝毒の強さを神経細胞の電気信号で評価
―貝類の安全性検査に向けた高感度な電気生理学的評価法の基盤を構築―

【発表のポイント】

- 麻痺性貝毒（Paralytic Shellfish Toxins, PSTs（注1））の毒性を、マウス由来の神経細胞（Neuro 2a 細胞）の電気信号（電気依存性ナトリウムチャネル（注2））の測定により、評価しました。
- 貝毒標準品と複数の二枚貝の抽出物を用いた試験により、国内の出荷規制値（0.8 mg STX・2HCl 当量/kg 可食部）を下回る毒性レベルでも、細胞におけるナトリウムチャネルの阻害作用が検出されました。
- 電気生理学的に推定した PSTs の毒性値は、質量分析計 LC-MS/MS による分析値と高い相関（相関係数 r＝0.90）を示し、本手法が麻痺性貝毒のスクリーニング検査への応用につながる可能性が示されました。

【概要】

貝類に蓄積する麻痺性貝毒（PSTs）は食中毒を引き起こすおそれがあるため、食品の安全性を確保するうえで、毒性を適切に評価することが重要です。

東北大学大学院農学研究科の此木敬一准教授らの研究グループは、神経細胞の電気的な応答を測定することで、貝類に蓄積する麻痺性貝毒（PSTs）を評価する方法を検討しました。サキシトキシン（Saxitoxin, STX）を代表とする PSTs は神経の情報伝達に必要な電位依存性ナトリウムチャネル（Nav）を阻害します。この性質に着目し、マウス由来の培養神経細胞 Neuro 2a（N2a）を用いて、貝毒標準品とホタテガイなどの二枚貝の抽出物を測定したところ、国内の出荷規制値（800 μg STX・2HCl 当量/kg 可食部）を大きく下回る貝毒レベルであっても、検出することができました。また、毒性値に対して Nav 電流値をプロットした検量線で推定した各二枚貝抽出物の毒性値は、液体クロマトグラフィー・タンデム質量分析（LC-MS/MS）（注3）の測定値と高い相関（r＝0.90）を示しました。本成果は、培養細胞を用いた貝毒スクリーニング法の開発につながる基礎的な知見です。今後の実用化には、測定の迅速化や精度の向上、より多くの試料を用いた検証が必要です。本研究成果は、2026 年 10 月 19 日に国際学術誌 Marine Drugs に掲載されました。

【詳細な説明】

研究の背景

サキシトキシン（Saxitoxin, STX）を代表とする麻痺性貝毒（PSTs）は、主に有毒プランクトンが産生する毒素群で 50 を超える類縁体で構成されます。これらの毒素はホタテガイなどの二枚貝に蓄積することがあります。摂取すると神経の働きを妨げ、重症の場合には呼吸麻痺などを引き起こします。そのため、日本では貝類の出荷前に毒性検査が行われ、PSTs の規制値は 4 Mouse Unit (MU)/g、国外では 0.8 mg STX·2HCl 当量/kg です。従来、公定法として、マウスを用いる生物検定法（Mouse Bioassay, MBA）が実施されていますが、動物愛護の観点や測定結果の精度を理由に代替法の開発が求められています。代替法についても、規制値を確実に下回る毒力を正確に評価できる手法であれば食品衛生委員会の承認を得ることで適用することができます。

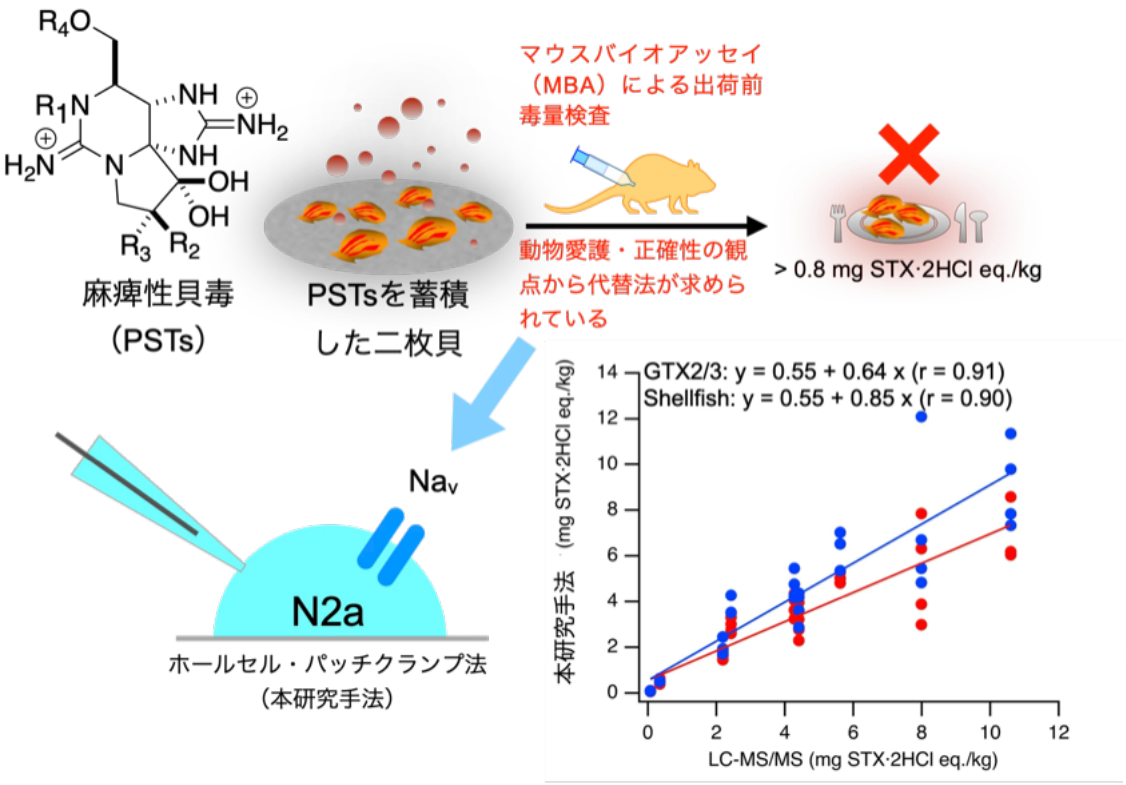
今回の取り組み

此木准教授らの研究グループは、麻痺性貝毒が神経細胞の電位依存性ナトリウムチャネル（Nav）を阻害する作用に着目しました。マウス由来の培養神経細胞 Neuro 2a（N2a）を用い、Nav に流れる電流を、電気生理学的手法の一つであるホールセル・パッチクランプ法（注 4）で記録しました。麻痺性貝毒を含む溶液で細胞を灌流すると、毒の濃度に応じて電流が減少します。これを利用して、3 種類の毒素標準品（dcSTX、GTX2/3、C1/2）と、ホタテガイの中腸腺およびホタテガイ、ヒオウギガイ、ミドリイガイ、ムラサキイガイの可食部抽出物を評価しました。その結果、Nav 電流を 50%阻害する毒性レベル（IC_{50}（注 5））は、試料により差があるものの、おおむね 1〜4 μg STX·2HCl 当量/kg でした。また、貝類抽出物の濃度と電流の関係を複数の試料でまとめて解析するグローバルフィッティングを行い、毒性を推定するための検量線を作成しました。この検量線から推定した毒性値と LC-MS/MS による毒性値は相関を示し、相関係数は 0.90 でした（図右下）。さらに、貝類由来の成分自体が電流に影響する「マトリックス効果」も検討しました。その結果、無毒のホタテガイ抽出物ではタンパク質濃度を 5 mg/mL 以下に希釈することにより、そのマトリクス効果が認められなくなることを確認しました。

今後の展開

本研究は、貝毒が Nav を阻害する性質を利用した、神経細胞の電気的応答から毒性を評価する新たな評価法の可能性を示しました。将来的には、動物を用いた試験への依存を減らし、貝類の安全性確認に役立つ毒素スクリーニング法

の開発につながることが期待されます。一方、実用化に向けては、LC-MS/MS の分析値との差の低減、手動のパッチクランプ測定に要する時間と熟練技術を要すること、検証に用いる試料の拡充が課題です。今後は、測定条件と検量線の改良、自動測定装置の導入、毒成分の組成や毒性レベルの異なる多様な貝類を用いた検証を進める必要があります。



図．研究の概要

【謝辞】
本研究は、日本学術振興会（JSPS）科学研究費助成事業 JP22K05328、JP26K01686 の支援を受けて実施されました。また、本論文は『東北大学 2026 年度オープンアクセス推進のための APC 支援事業』の支援を受け、Open Access となっています。

【用語説明】
注1. 麻痺性貝毒（PSTs）：サキシトキシン（STX）など、神経のナトリウムチャネルを阻害する毒素群。

注2.　電位依存性ナトリウムチャネル（Nav）: 神経細胞などの膜に存在し、電気信号の発生に必要なナトリウムイオンの流れを制御するタンパク質。

注3.　LC-MS/MS :液体クロマトグラフィーとタンデム質量分析を組み合わせ、試料中の化合物を分析する方法。

注4.　ホールセル・パッチクランプ法：細胞膜を流れるイオン電流を直接測定する電気生理学的手法。

注5.　IC_{50}：ここでは Nav 電流を 50%阻害する毒性レベル。

【論文情報】

タイトル: Electrophysiological Evaluation of Paralytic Shellfish Toxins in Bivalves
著者：Runa Yonekura, Satoshi Numano, Ryuichi Watanabe*, Ikkei Yoshida, Fumiko Obara, Junko Okumura, Yuko Cho, Yuta Kudo, Kazuo Nagasawa, Mari Yotsu-Yamashita, Keiichi Konoki*
*責任著者：国立研究開発法人水産研究・教育機構 水産技術研究所　渡邊龍一、東北大学大学院農学研究科　准教授　此木敬一
掲載誌：Marine Drugs
DOI：10.3390/md24100365
URL：https://www.mdpi.com/1660-3397/24/10/365

【問い合わせ先】
（研究に関すること）
東北大学大学院農学研究科
天然物生命化学分野
准教授　此木 敬一
TEL: 022-757-4426
Email: keiichi.konoki.b2*tohoku.ac.jp
（*は@に置き換えてください）

（報道に関すること）
東北大学大学院農学研究科広報室
TEL: 022-757-4034
Email: agr-koho*grp.tohoku.ac.jp
（*は@に置き換えてください）