

海産二枚貝類のフグ毒による毒化には有毒ツノヒラムシ類の幼生が関与している

研究成果のポイント

- ・アカザラガイは、高濃度のフグ毒（TTX）を保有していた。
- ・フグ毒は、アカザラガイの中腸腺からのみ検出された。
- ・有毒ヒラムシの COI 遺伝子がアカザラガイの消化管内容物から検出された。
- ・飼育下のムラサキイガイも有毒ヒラムシの幼生を吸入して毒化した。
- ・有毒ヒラムシの幼生が海産二枚貝類を毒化させている。

研究成果の概要

（背景）近年、海産の二枚貝類がフグ類テトロドトキシン（TTX）を保有することが世界各地で問題となっています。わが国でも東北地方のホタテガイで TTX が検出される事例が報告されています。一方で、二枚貝類が TTX を保有・蓄積してしまう原因については何も明らかにされていませんでした。これまでの研究により、東北地方のアカザラガイが高濃度の TTX を保有することが明らかとなったため、我々の研究室では、この TTX によるアカザラガイの毒化が起こる原因を明らかにするため研究を進めてきました。

（研究成果）2019 年 7 月に東北地方の太平洋側でアカザラガイ、ホタテガイおよびムラサキイガイを採取して TTX の保有状況を調べたところ、ホタテガイおよびムラサキイガイでは TTX が検出されなかったのに対し、アカザラガイでは分析した全ての個体で、中腸腺からのみ TTX が検出されました。その後も継続的にアカザラガイにおける TTX の保有状況を調べたところ、夏季に TTX を保有する個体の割合および TTX の濃度も低下することが明らかになったものの、秋から冬にかけて TTX を保有する個体の割合および TTX の濃度が上昇しました。アカザラガイ、ホタテガイおよびムラサキイガイから消化管内容物を回収して DNA を抽出し、オオツノヒラムシの COI 遺伝子を特異的に検出できる PCR 法により分析したところ、アカザラガイの消化管内容物からのみオオツノヒラムシの COI 遺伝子に特異的な DNA バンドおよび塩基配列が検出されました。また、2020 年 10 月に東北地方で採水した海水からオオツノヒラムシの幼生が検出され、この幼生が TTX を保有していることも

確認されました。さらには、2019年8月には東北地方の太平洋側で産卵前あるいは産卵開始直後と思われるオオツノヒラムシの成体が採捕されており、オオツノヒラムシの幼生がアカザラガイに吸入されて毒化させている可能性が強く示唆されました（図1）。

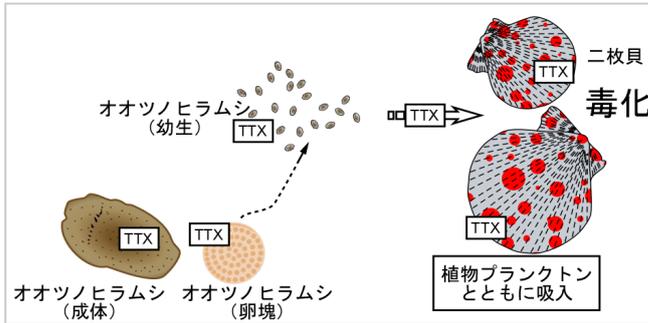


図1. 二枚貝類のフグ毒（TTX）蓄積に及ぼすオオツノヒラムシの影響.

この二枚貝類の毒化が、オオツノヒラムシの幼生を吸入して起きていることを実験的に明らかにするため、ムラサキイガイの飼育水槽に二枚貝類の餌であるクロレラとともにオオツノヒラムシの幼生を混入して、イガイがヒラムシの幼生を吸入するのか、また、TTXを蓄積するのか調べました。オオツノヒラムシの幼生を混入させて1週間飼育後、飼育水を換水してクロレラのみを給餌して飼育を続けました。そして、クロレラのみ給餌しつつ1~4週間後にムラサキイガイの毒化状況および消化管内容物中のオオツノヒラムシのCOI遺伝子の存在を調べたところ、ほぼ全てのムラサキイガイの中腸腺からTTXが検出され、時間経過とともにTTX濃度が低下することが分かりました。一方、オオツノヒラムシのCOI遺伝子に特異的な配列・DNA断片は、オオツノヒラムシの幼生吸入後1週間目まではイガイの消化管内容物から検出されましたが、その後は検出されませんでした。

以上のように、わが国における二枚貝類のTTXによる毒化は、オオツノヒラムシおよびその近縁種を含む有毒ツノヒラムシ属の幼生を二枚貝類が吸入してしまうことで発生する可能性が高いことが明らかとなりました。ツノヒラムシ属のヒラムシ類は世界中に分布していることから、世界各国で問題となっている二枚貝類のフグ毒による毒化には、この有毒ヒラムシ類の幼生が関与していることが考えられます。また、このツノヒラムシ属以外にもTTXを保有する幼生期を有する無脊椎動物が存在する可能性は十分に考えられるため、その検出・モニタリングシステムの開発が必要になると考えられます。さらに、現在進行中の地球の温暖化や人間活動の影響により、TTXを保有するヒラムシを含む有毒生物の分布が拡大することが懸念され、今後予期せぬ食中毒が発生する可能性も否定できません（図2）。このような不測の事態を回避するためにも有毒ヒラムシ類の発生状況の把握は重要になると考えています。

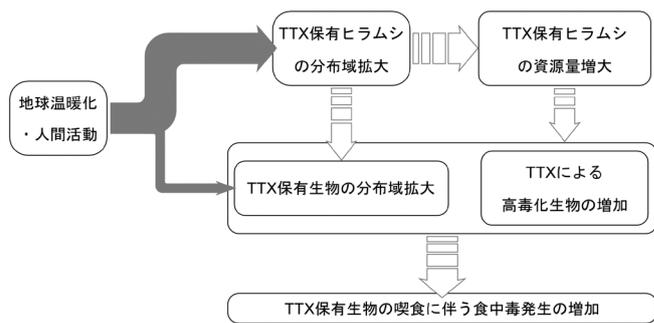


図2. フグ毒（TTX）保有生物の増加による人間生活への影響.

発表論文の概要

研究論文名

The role of toxic planocercid flatworm larvae on tetrodotoxin accumulation in marine bivalves

(<https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2021.105908>)

著者

Taiki Okabe (岡部泰基 日本大学大学院生物資源科学研究科 修士2年生)

Kohei Yamamoto (山本倅平 日本大学生物資源科学部海洋生物資源科学科 4年生)

Rion Saito (齋藤李音 日本大学生物資源科学部海洋生物資源科学科 4年生)

Riku Watanabe (渡邊 陸 日本大学生物資源科学部海洋生物資源科学科 4年生)

Yoshiki Kaneko (金子慶己 日本大学生物資源科学部海洋生物資源科学科 4年生)

Mutsumi Yanaoka (柳岡むつみ 日本大学生物資源科学部海洋生物資源科学科 4年生)

Seika Furukoshi (古越聖花 日本大学生物資源科学部海洋生物資源科学科 4年生)

Shino Yasukawa (安川詩乃 日本大学大学院生物資源科学研究科 修士1年生)

Masaaki Ito (伊藤正晃 日本大学大学院生物資源科学研究科 修士1年生)

Hikaru Oyama (尾山 輝 日本大学大学院生物資源科学研究科 博士2年生)

Rei Suo (周防 玲 日本大学生物資源科学部海洋生物資源科学科 助教)

Miwa Suzuki (鈴木美和 日本大学生物資源科学部海洋生物資源科学科 教授)

Tomohiro Takatani (高谷智裕 長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科 教授)

Osamu Arakawa (荒川 修 長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科 教授)

Haruo Sugita (杉田治男 日本大学生物資源科学部海洋生物資源科学科 特任教授)

Shiro Itoi (糸井史朗 日本大学生物資源科学部海洋生物資源科学科 教授)

公表雑誌 : Aquatic Toxicology、Article No. 105908

公表日 : 2021年7月6日 (オンライン版 オランダ時間)

お問い合わせ先

日本大学生物資源科学部海洋生物資源科学科 増殖環境学研究室

教授 糸井史朗 (いといしろう)

TEL/FAX 0466(84)3679 E-mail: sittoi@nihon-u.ac.jp

文責 : 増殖環境学研究室 教授 糸井史朗