



海洋食物網におけるフグ毒を保有するオオツノヒラムシの 栄養的役割

研究成果のポイント

- ・安定同位体比分析により、野生のオオツノヒラムシがイシダタミなどの巻貝やヒザラガイ類を主な餌としていることを特定しました。
- ・無毒な餌のみを長期間与えて飼育したヒラムシの個体からも高濃度の毒が検出され、餌の毒性の有無に関わらず体内に毒を蓄積できることが判明しました。
- ・毒の起源は単純な生物濃縮ではなく、共生細菌が関与する内部プロセスや、餌の成分を原料とした体内での合成・変換の可能性が示唆されました。
- ・ヒラムシがクサフグ等への重要な TTX の中間供給源であることが示され、捕食頻度は低くとも高濃度の毒を持つ本種がフグの毒化に大きく寄与しています。

研究成果の概要

(研究背景・目的)

フグ毒として知られるテトロドトキシン (TTX) は、細菌を起点とした食物連鎖によりフグ類等に蓄積されると考えられてきましたが、細菌による生産量はきわめて微量であり、生物濃縮の全容は未解明なままです。近年の研究では、高濃度の TTX をもつオオツノヒラムシ *Planocera multitentaculata* がクサフグ等の上位捕食者の毒化に寄与する可能性が示唆されましたが、野生下での食性や食物網における役割は不明でした。本研究の目的は、安定同位体比分析を用いて、野生のオオツノヒラムシの餌生物を特定し、海洋生態系における TTX の移行経路を明らかにすることです。オオツノヒラムシ、餌候補の軟体動物、および捕食者のクサフグの栄養関係を解析することで、本種が「中間的な TTX 供給源」として果たす役割を評価しました。これにより、未解明である TTX の起源や体内での合成・変換プロセスを探るための重要な知見を得ることを目指しました。

(研究成果)

本研究は、海洋生態系において極めて高い濃度の TTX を保有するオオツノヒラムシの食性と、毒の移行経路における役割を解明したものです (図 1)。

まず、炭素・窒素の安定同位体比分析を用いることで、野生のオオツノヒラムシの主な餌生物を特定しました。その結果、本種はインダタミなどの巻貝類や、ケムシヒザラガイ、ケハダヒザラガイといった多板類を捕食していることが判明しました。飼育実験から算出された同位体濃縮係数にもとづき、これらの無毒な軟体動物が野生個体の重要な食源であることが裏付けられました。

次に、毒の蓄積メカニズムに関する重要な知見が得られました。無毒なインダタミのみを 6 ヶ月間与えて飼育したオオツノヒラムシからも、高濃度の TTX ($779 \pm 469 \mu\text{g/g}$) が検出されました。これは、オオツノヒラムシが毒を含む餌を直接摂取しなくても、体内に大量の毒を保持・蓄積できることを示しています。この結果から、TTX の起源は単純な食物連鎖による生物濃縮だけではなく、共生細菌が関与する内部的な生理プロセスや、餌から得た化学的前駆体を原料とした体内での合成・変換が関わっている可能性が示唆されました。

さらに、本種がクサフグなど上位捕食者への重要な中間的な毒素供給源であることが示されました。安定同位体比の解析から、フグによる捕食頻度はそれほど高くない可能性が示唆されましたが、ツノヒラムシの毒性がきわめて高いため、稀な捕食機会であってもフグの毒化に大きく寄与していると考えられます。本研究は、未解明であった TTX の海洋食物網における循環構造に新たな光を当てる成果となりました。

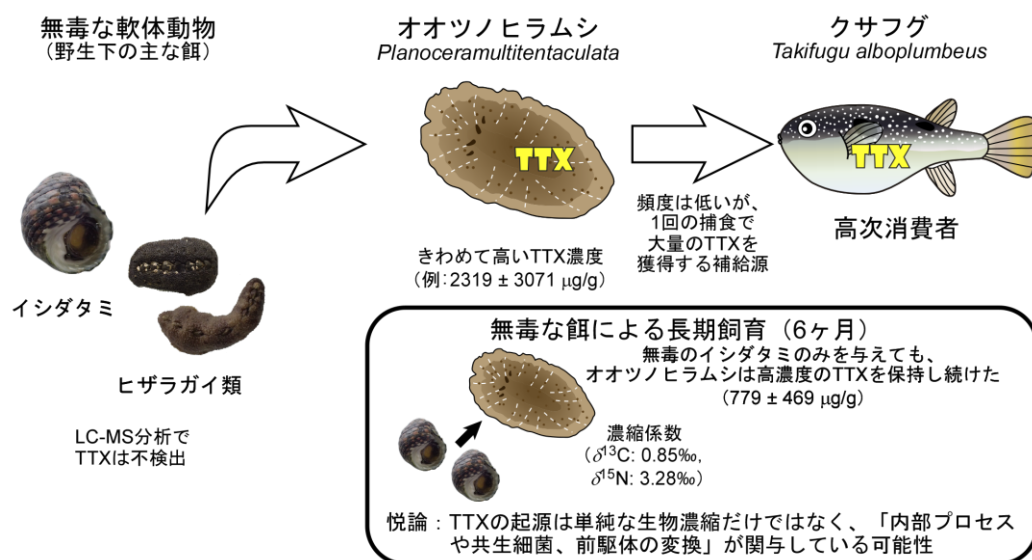


図 1. 本研究で明らかになったオオツノヒラムシの生態的役割.

発表論文の概要

研究論文名

Trophic role of the tetrodotoxin-bearing flatworm *Plancera multitentaculata* in the marine food web

(<https://rdcu.be/eXs9I>: アクセス者の契約状況によりますが、表示して読むことはできます)

著者

Kyoko Shirai (白井響子 日本大学大学院生物資源科学研究科 修士2年生)
Masaaki Ito (伊藤正晟 日本大学大学院生物資源科学研究科 修士2年生)
Takuto Yamamoto (山本卓都 日本大学生物資源科学部海洋生物資源科学科 4年生)
Megumi Morimura (森村 恵 日本大学大学院生物資源科学研究科 修士2年生)
Inori Watanabe (渡邊衣乃莉 日本大学大学院生物資源科学研究科 修士2年生)
Maho Kashitani (柏谷真保 日本大学生物資源科学部海洋生物資源科学科 4年生)
Shusuke Takizawa (瀧澤柊介 日本大学大学院生物資源科学研究科 修士2年生)
Yui Kaneko (金子結唯 日本大学大学院生物資源科学研究科 修士1年生)
Kotone Nagahama (長濱琴音 日本大学生物資源科学部海洋生物資源科学科 4年生)
Anzu Hayashi (林 あんず 日本大学生物資源科学部海洋生物資源科学科 4年生)
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)
Hikaru Oyama (岡山 輝 日本大学大学院生物資源科学研究科 博士3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 専任講師)
Naoko Goto-Inoue (井上菜穂子 日本大学生物資源科学部海洋生物資源科学科 准教授)
Tsukasa Mori (森 司 日本大学生物資源科学部海洋生物資源科学科 教授)
Shouzo Ogiso (小木曾正造 金沢大学環日本海域環境研究センター 技術専門職員)
Nobuo Suzuki (鈴木信雄 金沢大学環日本海域環境研究センター 教授)
Hajime Matsubara (松原 創 金沢大学理工研究域生命理工学系 教授)
Tomohiro Kuwae (桑江朝比呂 港湾空港技術研究所沿岸環境研究領域 領域長)
Shingo Ueda (上田眞吾 日本大学生物資源科学部一般教養 教授)
Noriyuki Takai (高井則之 日本大学生物資源科学部海洋生物資源科学科 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: Marine Biotechnology (in press)

公表日: 2026年1月4日 (オンライン版)

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