



## 産卵に参加しているクサフグにおける TTX 類の濃度

### 研究成果のポイント

- ・クサフグ産卵個体群の TTX 類の濃度には地域差が認められ、その局在は雌雄差が顕著であった
- ・クサフグのオスは TTX を皮膚と肝臓に、5,6,11-trideoxyTTX (TDT) を皮膚に多く蓄積していたのに対し、メスは TTX と TDT を卵巣と皮膚に多く蓄積していた
- ・全身の TTX/TDT 比は、オスで 2 前後、メスで 1 強であった。

### 研究成果の概要

#### (研究背景)

フグ科魚類の多くは、フグ毒 (TTX) を保有しています。5月から7月の新月・満月の日前後に海岸に集合し、産卵を行う習性を持つクサフグも多量の TTX を保有することが知られています。TTX は、多くの海洋生物にとって有害であり、フグ科魚類は身を守るために TTX を保有していると考えられてきました。しかし近年、各地のクサフグの産卵場では、ウツボがクサフグを捕食している様子が頻繁に観察されるようになりました。これまでに、ウツボが TTX に耐性があるとの報告はないため、何らかの理由があると考えられます。そこで本研究では、クサフグに着目し、産卵に訪れたクサフグの TTX 保有量を調べることにしました。その際、TTX の生合成中間体と推定されている 5,6,11-trideoxyTTX (TDT) の保有量も調べました。

#### (研究成果)

2022年6月に千葉県鴨川と神奈川県江の島の海岸で産卵に訪れたクサフグを採捕し、産卵に参加しているクサフグの性比を確認後、皮膚、肝臓、生殖腺およびその他の組織に分けて TTX 類の濃度を調べました。その結果、いずれの地点でも産卵に参加していた個体群の性比は 9:1 で圧倒的にオスが多いことが明らかとなり、1個体あたりの TTX 類は雌雄ともに江の島の個体群よりも鴨川の個体群の方が多いことが明らかとなりました。また GSI は、

オスの場合は保有する TTX 量との相関なく 10~20 の範囲にあったのに対し、メスの場合は 10 未満、15 以上に 2 極化していました。メスは産卵に参加して卵を放出することで急激に GSI が低下するのに対し、オスは少量の精子を放出しているため、GSI の大きな低下が認められなかったものと考えられ、メスは 1 シーズンに 1 度、オスは何度も産卵に参加するため、産卵参加個体群中に圧倒的にオスが多いことを反映しているものと思われます。

鴨川の個体群における TTX の各組織への局在を調べた結果、オスでは皮膚と肝臓に全身の 70% 近くが蓄積していたのに対し、メスでは卵巣に全身の 50% 以上、皮膚と合わせると 70% 以上が蓄積していました。江の島の個体群でも同様な傾向が認められました。一方、TDT については、鴨川の個体群において各組織への局在を調べた結果、オスでは全身の 70% 近くが皮膚に蓄積していたのに対し、メスでは全身の 90% 以上が皮膚と卵巣に蓄積していました。この傾向は江の島の個体群でも同様でした。

全身の TTX/TDT 比は、オスで 2 前後、メスで 1 強でしたが、各組織の TTX/TDT 比については興味深い結果が得られました。オスの場合、肝臓で 15~24、生殖腺やその他の組織では 2~4 程度、皮膚では 1~2 程度でした。一方メスの場合、肝臓で 4~9 程度、皮膚や生殖腺、その他の組織では 1~2 程度でした。いずれの地点でも雌雄ともに、皮膚における TTX/TDT 比が低いことが明らかとなりました。

このように、本研究では、産卵に参加していたクサフグを採捕して保有する TTX 類を調べましたが、これまでの関東南岸でのクサフグの保有毒量と比較すると、両海域の個体群ともに個体差はあるものの 1 個体あたりの保有 TTX 量が低下していることが明らかとなりました。この理由としては、クサフグのメスは TTX を卵に供給して放卵するのに対し、オスでは体表から放出していることが示唆されました。実は、フグ類は TTX ではなく TDT を嗅覚で感知して誘引されることが明らかにされており、TDT が集合フェロモン様物質として利用されていることが考えられます。産卵に参加しているクサフグのオスの皮膚で TTX が減少したのは、この TDT を放出しようとして同時に TTX も放出されてしまったことによるのかもしれませんが (図)。

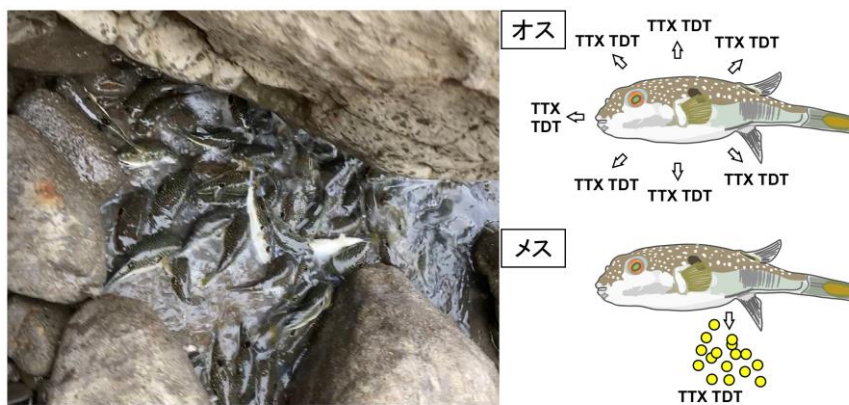


図. 江の島の海岸で産卵するクサフグの様子と産卵に参加するクサフグ体内の TTX 量が減少する要因 (推定)。オスは産卵への参加に先だって体表から TDT とともに TTX を放出、メスは放卵時に卵に供給した TTX が放出されると思われる。

## 発表論文の概要

### 研究論文名

Levels of tetrodotoxins in spawning pufferfish, *Takifugu alboplumbeus*

(<https://doi.org/10.3390/md21040207>)

(<https://www.mdpi.com/1660-3397/21/4/207> : フリー)

### 著者

Masaki Asano (浅野真希 日本大学大学院生物資源科学研究科 修士2年生)  
Chiro Ishizaki (石崎智大 日本大学生物資源科学部海洋生物資源科学科 3年生)  
Taiga Tomonou (友納大我 日本大学生物資源科学部海洋生物資源科学科 3年生)  
Masato Kihara (木原聖人 日本大学生物資源科学部海洋生物資源科学科 3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)  
Shino Yasukawa (安川詩乃 日本大学大学院生物資源科学研究科 修士2年生)  
Kyoko Shirai (白井響子 日本大学生物資源科学部海洋生物資源科学科 4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3年生)  
Shin Izawa (伊澤 心 日本大学生物資源科学部海洋生物資源科学科 4年生)  
Reona Kawamura (川村玲於奈 日本大学生物資源科学部海洋生物資源科学科 4年生)  
Kanae saito (齊藤香菜絵 日本大学生物資源科学部海洋生物資源科学科 4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)  
Ryota Nakahigashi (中東亮太 名古屋大学大学院生命農学研究科)  
Masaatsu Adachi (安立昌篤 東北大学大学院薬学研究科 准教授)  
Toshio Nishikawa (西川俊夫 名古屋大学大学院生命農学研究科 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 : Marine Drugs

公表日 : 2023年2月25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: [sitoei@nihon-u.ac.jp](mailto:sitoei@nihon-u.ac.jp)