

下関のふく通信 No. 10

発行：下関のふく共同研究機関

その十 フグの毒について

フグは、皆さんご存知のとおり毒を持つことが知られています。そのため、日本では有毒部位を除去する技法が確立されており、フグを調理する職人はその知識力・技術力によって安全なフグ料理を提供してきました。一方、フグ毒を研究対象とした研究者はフグの毒の性質や種に応じた有毒部位などを明らかにすることで、知識の面でフグ食の安全に貢献してきました。今回は、フグ毒に関して明らかになっている点、問題となっている点について紹介します。

1. 食用可能な種および部位

日本近海にはフグ科魚類のうち、トラフグ属、サバフグ属、ヨリトフグ属、キタマクラ属、シッポウフグ属、オキナワフグ属、モヨウフグ属のフグが生息していますが、すべてのフグが食用として流通しているわけではありません。日本では1983年12月に厚生省（現在の厚生労働省）から通知された“フグの衛生確保について”で、トラフグ属、サバフグ属、ヨリトフグ属の特定の種が食用可能種として指定されています。これに加えてハリセンボン科魚類4種、ハコフグ科魚類1種についても流通が認められています（表1）。

表1 指定された食用可能種

科	属	種
フグ科	トラフグ属	トラフグ
		カラス
		シマフグ
		マフグ
		ヒガンフグ
		アカメフグ
		ゴマフグ
		ショウサイフグ
		コモンフグ
		クサフグ
		メフグ
		サンサイフグ
		シロサバフグ
		クロサバフグ
カナフグ		
ヨリトフグ属	ヨリトフグ	
ハリセンボン科	ハリセンボン属	ハリセンボン
		ヒトヅラハリセンボン
		ネズミフグ
イシガキフグ属	イシガキフグ	
ハコフグ科	ハコフグ属	ハコフグ

通知の中で最も多くの種が指定されているのがトラフグ属で、トラフグ、カラス、シマフグ、マフグ、ヒガンフグ、アカメフグ、ゴマフグ、ショウサイフグ、コモンフグ、クサフグ、メフグ、サンサイフグが食用として認められています。フグは種によって毒を蓄積する部位が異なるため、この通知では種だけではなくその種に応じた可食部位が明記されています。基本的には筋肉（骨を

含む)、精巣が可食部位ですが、トラフグ、カラス、シマフグでは皮（鰭を含む）も可食部位として認められています。また、漁獲海域についても指定があり、食用可能種に指定されているコモnfグとヒガンフグのうち、岩手県の越喜来湾と釜石湾、宮城県の雄勝湾のものは高い毒性を示すため流通させてはいけないことになっています。逆にナシフグという種は食用可能種に指定されていませんが、有明海や瀬戸内海などで漁獲されたものの筋肉と、有明海と橘湾で漁獲され長崎県が定める要領に基づき処理されたものの精巣は流通させて良いことになっています。このように流通させて良い種、部位、漁獲海域などを指定することで、フグ食の安全は守られているわけです。

2. フグ毒の研究

フグが持つ毒は一般的に“フグ毒”と呼ばれていますが、その物質の正体はテトロドトキシン（TTX）と名付けられた窒素を含む有機化合物です。TTXは神経のナトリウムチャンネル¹に結合することで麻痺症状を引き起こすことがわかっており、TTXを原因とした食中毒は日本において多発してきました。そのため、日本ではフグとTTXに関する研究が古くから行われ、数多くの情報が蓄積されてきました。フグにおける有毒部位の調査では、皮、肝臓、胆のう、卵巣、腎臓、脾臓、消化管、えら、眼などからTTXが検出されており、さらにこれらの有毒部位はフグの種によって異なることが明らかとなっています。この有毒部位に関する情報は中毒を未然に防ぐ上で欠かすことのできない知識であり、安全にフグを食べるための基盤となっています。

TTXはフグだけではなく特定の種のはぜ、カニ、貝、ヒトデ、ヒモムシ、ヒラムシなど（図1）からも検出され、さらにTTXを作り出す海洋細菌が発見されました。一方で、フグを海面の網生簀や陸上水槽などTTX保有生物と隔離した環境において、TTXを含まない餌で孵化から飼育するとTTXを持たない個体



図1 TTX 保有生物の一例

¹ 細胞膜に存在するタンパク質で刺激に応じて開閉してナトリウムイオンを選択的に通過させる小さな孔を形成する

になることが判明しました。これらの点からフグが保有する TTX はフグ自身が作るものではなく、TTX を作る海洋細菌を始まりとした食物連鎖によりフグに取り込まれると推測されています。

TTX を持つ生物についてだけではなく、TTX 自体に焦点を当てた研究もあります。TTX 類縁体に関する研究はその一つです。フグ毒といえば基本的には TTX を指しますが、TTX には一部の構造が変化した類縁体というものが見つっています (図 2)。現在までに 20 種類以上の TTX 類縁体が発見され、その多くの毒性は TTX よりはるかに弱いことがわかっています。しかし、11-oxo TTX という TTX 類縁体は TTX よりも強い毒性を示し、重篤な食中毒を引き起こしたキンシバイという小型の巻貝から TTX と共に検出されました。フグも TTX と共に複数の TTX 類縁体を体内に蓄積していますが、11-oxo TTX のような毒性の強い TTX 類縁体は極々微量にしか保有していません。そのため、フグの毒性に関して TTX 類縁体が大きな問題となることはないのです。

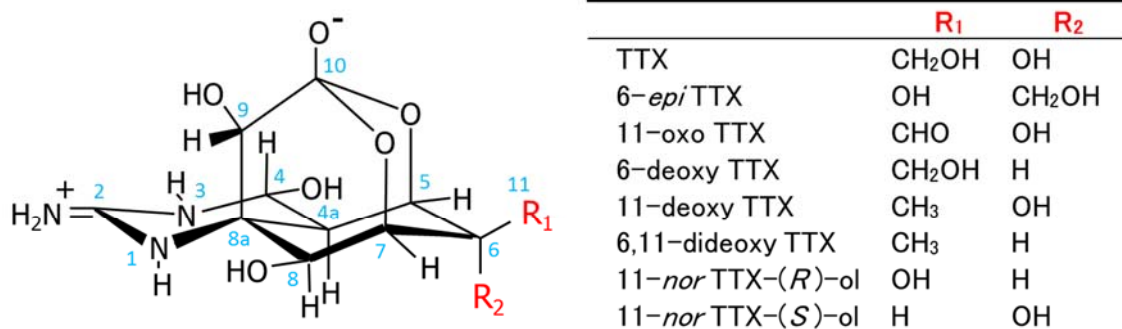


図2 TTX および TTX 類縁体の一例

3. 毒性の情報が少ないフグ

これまでに TTX や TTX 保有生物に関して様々な発見がなされてきましたが、いまだに解明されていない点が多く残されています。その一つは有毒部位が明らかになっていないフグがいることです。この問題を抱えるフグには交雑フグと特定の純系種フグが該当します。

トラフグ属フグは雌親と雄親が異なる種のフグ (交雑フグ) が生まれやすいという特徴があります。交雑フグに関して“フグの衛生確保について”では、その雌親、雄親の種で共に食用可能な部位を可食部位とみなすことになっています。しかし、外見から交雑フグの雌親と雄親の種を推定することは困難であり、実質交雑フグは流通させることができない状態です。これまでは天然環境下における交雑フグの発生は 1%に満たない程度で大きな問題とならなかったのですが、最近では一部の海域でゴマフグとショウサイフグの交雑フグが大量

に発見されました。ゴマフグとショウサイフグの有毒部位は同じであることから、これらの交雑フグは両親種と同じ部位に TTX を蓄積するのではないかと推測できますが、実際に確かめられたことはありません。

水産大学校のプロジェクトチームでは 2017 年の夏にゴマフグとショウサイフグの交雑フグが発生している地域に向かい、活魚で手に入れた交雑フグを現地で部位ごとに捌きました。活魚で入手した理由は、フグの魚体をまるごと凍結し、ゆっくり解凍すると TTX が皮（有毒部位）から筋肉（無毒部位）へ移行した、との報告が過去にあったためです。今回の調査で手に入れた約 50 匹のゴマフグとショウサイフグの交雑フグについては、TTX の抽出、分析作業を進めている最中ですので、別の機会に結果をご報告いたします。

ゴマフグとショウサイフグ以外の組み合わせでも交雑フグが発生しており、その中でもトラフグ（皮：無毒部位）とマフグ（皮：有毒部位）などのように有毒部位が異なる組み合わせは注意が必要です。このような交雑フグをこれまでに数個体入手できたため、これらについても TTX の分析を進めています。

有毒部位が明らかではないフグは交雑フグだけではなく、純系種フグでも存在します。トラフグ属のムシフグ（図 3）という種を例に挙げると、1985 年に学会で報告された 4 匹の毒性情報しかなく、筋肉や精巣を可食としてよいのか判断が難しい状態です。そのため、ムシフグは有毒部位の情報がほとんどない種として流通が許可されていません。フグを原因とした食中毒の発生を可能な限り抑えるためには純系種フグの有毒部位を明らかにしておく必要があります。

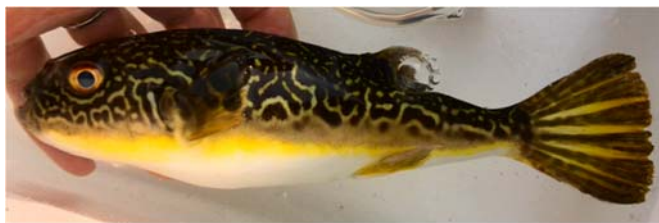


図3 実験に用いたムシフグ

純系種フグの有毒部位は交雑フグの解析に必要な情報です。そのため、プロジェクトチームではムシフグのような毒性の情報が少ない純系種フグについても活魚で手に入れ、毒性調査を進めています。最終的には純系種フグと交雑フグの毒性情報を取りまとめて、フグの毒性データベースの構築を目指しています。このデータベースをフグの種・雑種鑑別データベースに統合し、フグの種鑑別目利き技術の基盤データベースを構築することとしています。

（水産大学校：辰野竜平）