

## D. 考察

### 1) トラフグ類似フグの毒性

有毒個体の毒力と外部形態から推定される親魚を表1に示す。これまでの最高毒力の報告は、トラフグでは、肝臓と卵巣が「強毒」、消化管が「弱毒」、精巣と筋肉および皮は「無毒」であり、マフグは肝臓と卵巣は「猛毒」、消化管と皮は「強毒」、精巣と筋肉は「無毒」である。

トラフグ類似フグでは、外部形態からマフグとの交雑種と推定した9個体中の4個体(No. 4、28、84、88)と、トラフグと何かのフグとの交雑種と推定される1個体(No. 90)の皮から毒性が検出された。トラフグの皮は「無毒」とされているが、今回の結果から、上記5個体はマフグのような皮に毒をもつ個体との交雑種である可能性が考えられる。また、No. 21は精巣から毒性(32.6 MU/g)が検出されたが、トラフグとマフグとともに精巣は「無毒」とされている。昨年の本研究事業において、研究分担者の荒川は、トラフグの精巣から「弱毒」レベル(20 MU/g)の毒性を報告していることから、トラフグあるいはその交雑種フグの精巣の毒性については今後精査する必要がある。

No. 28は消化管で1070 MU/gの毒性が検出された。これは過去に報告された両種の最強毒力を上回っていたが、毒化の原因は交配によるものかわからない。交雑による影響よりは、フグの高毒化の影響を受けているのかもしれない。

今回の交雑種の親魚は外部形態による推定であり、種の判別は正確ではないため、遺伝子鑑別法を用いて両親魚を明確にした上で、毒性試験結果を評価する必要がある。

### 2) トラフグ類似フグの毒成分

今回の分析で、有毒個体の有毒組織試料からTTXとTTX類縁体のtrideoxyTTXとanhydroTTXが検出された。TTXはepiTTXとanhydroTTXと化学平衡にあるため、TTXの存在下ではanhydroTTXも存在すると考えられる。trideoxyTTXはフグ毒の成分では一般的なTTX類縁体である。

トラフグ類似フグでは、同個体の各組織間で毒性値は異なるにも関わらず、毒成分組成が類似していた。また、同組織の各個体間でも毒性値にかかわらずTTXとtrideoxyTTXが主成分であった。これらの結果から、今回測定したトラフグ類似フグに関しては、個体や組織が違っても毒成分組成はよく似ており、毒成分組成に個体差や組織による差はないことがわかった。

## E. 結論

これまで実態がよくわかっていなかった自然交雑種フグの毒性ならびに毒成分を明らかにすることを目的として、外部形態からトラフグ類似フグと判断された92個体について毒性試験と毒成分分析を行った。

今回試験したトラフグ類似フグは、外部形態からトラフグの特徴(周りが白い黒紋があり、背部と腹部に小棘)とトラフグにみられない特徴(腹部の黄色い線と黄色い尻鰭)をもつ個体であり、その毒性に関する知見はほとんどなかった。本研究の毒性試験により、トラフグ類似フグ92個体中9個体から毒性が検出され、毒性はトラフグと同程度またはそれ以下のものがほとんどであった。しかし、一部で、トラフグでは食用可能とされている精巣から32.6 MU/gの毒性が検出され、皮からも1個体で220 MU/gと「強毒」レベルの毒性、4個体で「弱毒」レベルの毒性が検出された。さらに、1個体の消化管から過去に報告されている最強毒力「強毒」レベルを上回る1070 MU/gの「猛毒」レベルの毒性が検出された。

毒成分分析では、トラフグ類似フグの有毒サンプルからTTXとTTX類縁体が検出され、主成分はTTXとtrideoxyTTXであった。trideoxyTTXは日本沿岸のフグに共通してみられる一般的なTTX類縁体であり、トラフグに類似した交雑種フグが特別なフグ毒成分組成を有しているわけではないようである。

交雑種フグの毒性および食用適否の判定を下すには、今後両親種を判別した上で、この毒性評価結果と合わせ、交配による可食部位への影響を考察する必要がある。

## F. 健康危険情報

特になし

## G. 研究発表

### 1. 論文発表

- 1) T. Matsumoto, H. Feroudj, R. Kikuchi, Y. Kawana, H. Kondo, I. Hirono, T. Mochizuki, Y. Nagashima, G. Kaneko, H. Ushio, M. Kodama, S. Watabe: DNA microarray analysis on the genes differentially expressed in the liver of the pufferfish *Takifugu rubripes*, following an intramuscular administration of tetrodotoxin. *Microarrays* 3 巻, 226-244 (2014).
- 2) T. Matsumoto, A. Kiriake, S. Ishizaki, S. Watabe, Y. Nagashima: Biliary excretion of tetrodotoxin in the cultured pufferfish *Takifugu rubripes* juvenile after intramuscular administration. *Toxicon* 93 巻,

## 2. 書籍

- 1) 長島裕二, 松本拓也: フグ毒. 「別冊日本臨牀新領域別症候群シリーズ No. 30 神経症候群 (第2版) V」. 日本臨牀社, 大阪, 2014, pp. 680-683.
- 2) 長島裕二, 荒川 修, 佐藤 繁: 第2章 フグ毒. 「毒魚の自然史」(松浦啓一, 長島裕二 編著). 北海道大学出版会, 北海道, 2015. pp. 33-103.

## 3. 学会発表

- 1) 太田 晶, 石崎松一郎, 長島裕二: 組織培養したトラフグ肝臓におけるフグ毒の分布と存在形態. 平成26年度日本水産学会秋季大会. 2014年9月, 福岡県福岡市.
- 2) 桐明 絢, 松本拓也, 石崎松一郎, 長島裕二: 養殖トラフグ稚魚と成魚の肝臓発現遺伝子の比較. 平成26年度日本水産学会秋季大会. 2014年9月, 福岡県福岡市.
- 3) 長島裕二: フグ肝臓と卵巣におけるフグ毒蓄積タンパク質. 平成26年度日本水産学会秋季大会シンポジウム 魚類における新しいタンパク質 Calycin 研究の最前線. 2014年9月, 福岡県福岡市.
- 4) 岡山桜子, 太田 晶, 石崎松一郎, 長島裕二: ゴマフグ卵巣と卵巣糠漬けのフグ毒成分分析. 第108回日本食品衛生学会学術講演会. 2014年12月, 石川県金沢市.
- 5) 長島裕二: フグの安全性. 平成26年度神奈川県ふぐ包丁師衛生講習会. 2015年3月, 神奈川県横浜市.
- 6) 尹 顕哲, 桐明 絢, 太田 晶, 石崎松一郎, 長島裕二: ヒガンフグ卵巣から単離したフグ毒結合タンパク質の同定. 平成27年度日本水産学会春季大会. 2015年3月, 東京都港区.
- 7) 永井 慎, 長島裕二: トラフグ肝臓におけるテトロドトキシン投与後の三次元分布に関する研究. 平成27年度日本水産学会春季大会. 2015年3月, 東京都港区.
- 8) 臼井芽衣, 徐 超香, 石崎松一郎, 長島裕二: ショウサイフグの交雑種と推測されるフグの種判別と毒性. 平成27年度日本水産学会春季大会. 2015年3月, 東京都港区.
- 9) 桐明 絢, 布施 遥, 石崎松一郎, 長島裕二: 16S rRNA 領域におけるテトラミン食中毒原因巻貝の種判別. 平成27年度日本水産学会春季大会. 2015年3月, 東京都港区.

## H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

表1 トラフグ類似フグ有毒個体の毒性

No.	漁獲場所	性別	毒性値 (MU/g)								外部形態から推定した親魚
			肝臓	消化管	生殖腺		胆嚢	脾臓	筋肉	皮	
					精巣	卵巢					
4	山口県瀬戸内海	♂	13.8	<5	<5	—	16.0	16.0	<5	5.4	トラフグ、マフグ
18	山口県	♀	<5	<5	—	74.8	—	—	<5	<5	トラフグ、マフグ
21	山口県厚狭	♂	11.9	<5	32.6	—	<10	<38	<5	<5	トラフグ、マフグ
24	山口県厚狭	♀	<5	<5	—	54.2	<10	<10	<5	<5	トラフグ、マフグ
28	山口県厚狭	♀	550	1070	—	465	298	595	<5	220	トラフグ、マフグ
84	山口県	不明	292	—	—	—	186	—	<5	10.5	トラフグ、マフグ
88	山口県	♀	460	—	—	109	—	—	<5	45.2	トラフグ、マフグ
89	山口県	♀	13.5	—	—	10.9	19.8	—	<5	<5	トラフグ、マフグ
90	山口県	♂	689	—	<5	—	552	—	<5	69.0	トラフグ、?

— : 測定せず

表2 トラフグ類似フグにおける有毒個体出現率と最高毒性値

組織 (性)	有毒個体出現率 (%)	有毒個体数/試験個体数	最高毒性値 (MU/g)	
肝臓	(全体)	7.6	7/92	689
	(雄)	5.5	3/55	689
	(雌)	9.1	3/33	550
	(不明)	25.0	1/4	292
消化管	(全体)	5.0	1/20	1070
精巣	(雄)	1.8	1/55	32.6
卵巢	(雌)	15.2	5/33	465
胆嚢	(全体)	20.0	5/25	552
脾臓	(全体)	11.1	2/18	595
皮	(全体)	5.4	5/92	220
	(雄)	3.6	2/55	69.0
	(雌)	6.1	2/33	220
	(不明)	25.0	1/4	10.5

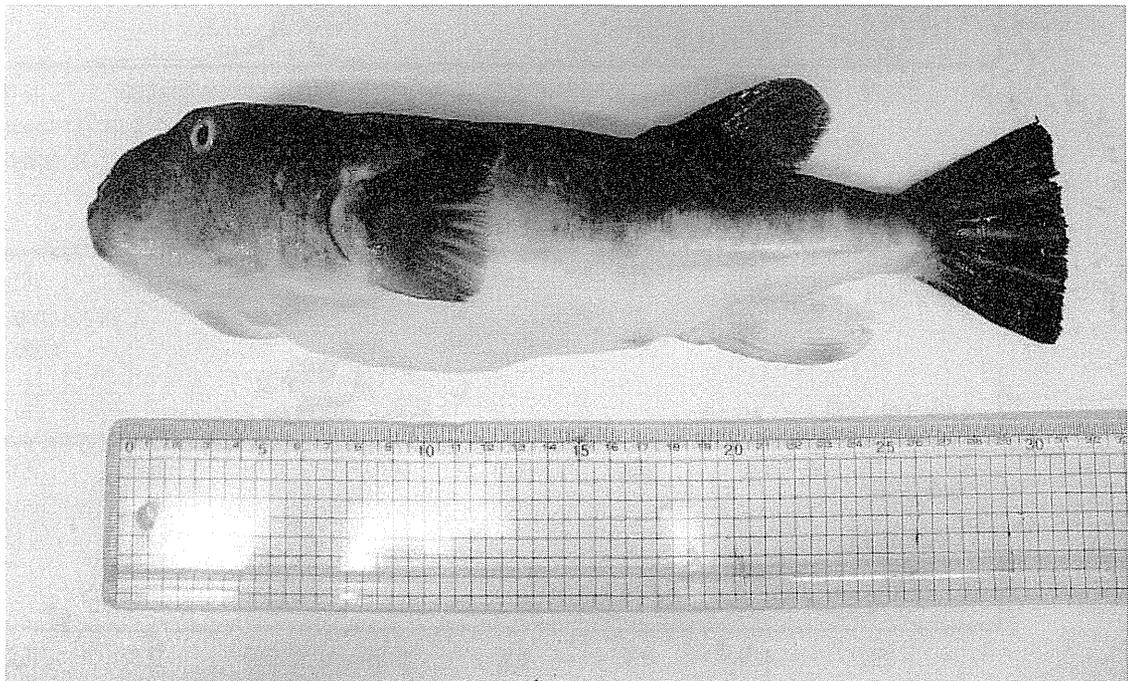


図1 トラフグ類似フグ

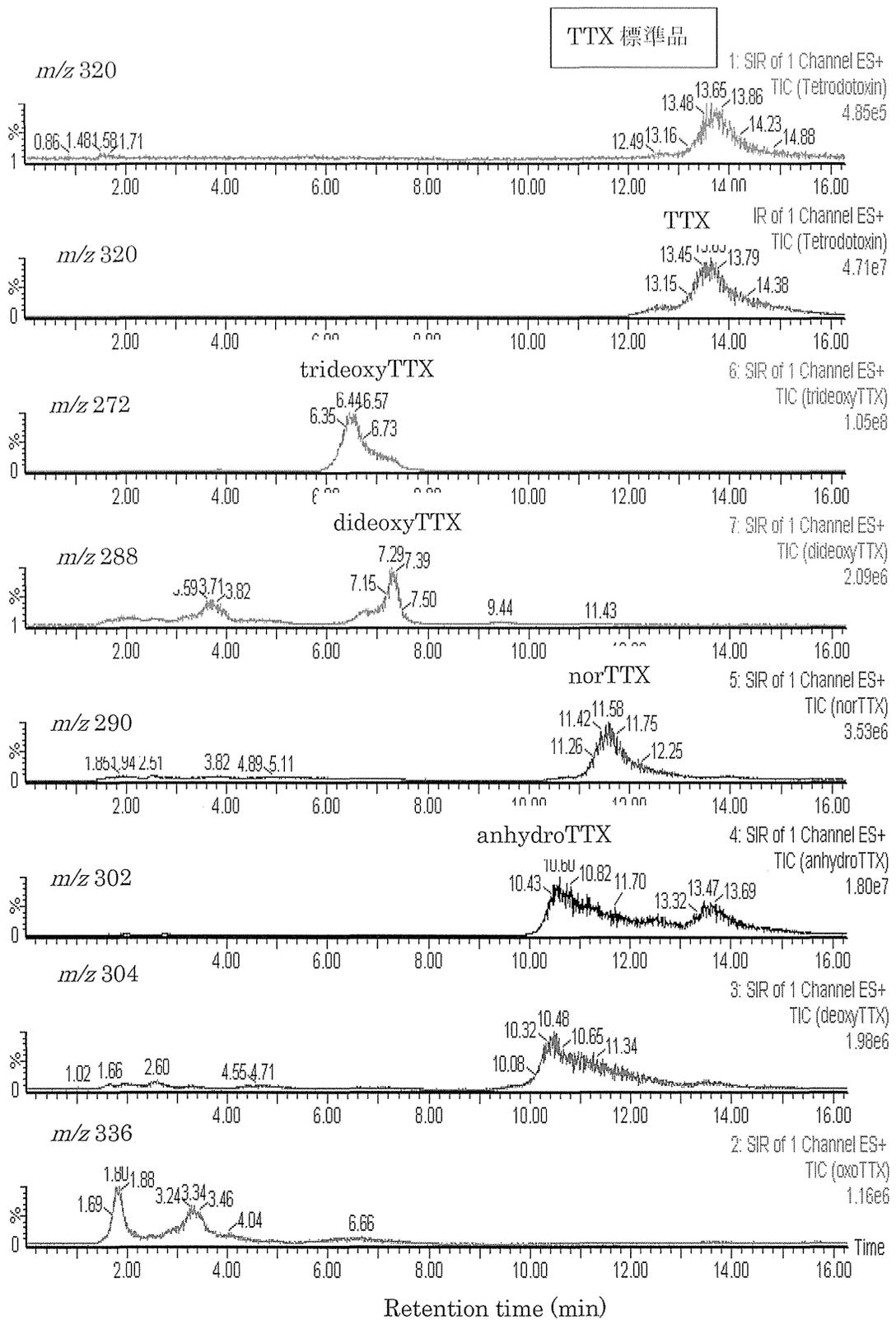


図2 トラフグ類似フグ (試料 No. 90) 肝臓の LC-MS (SIR)

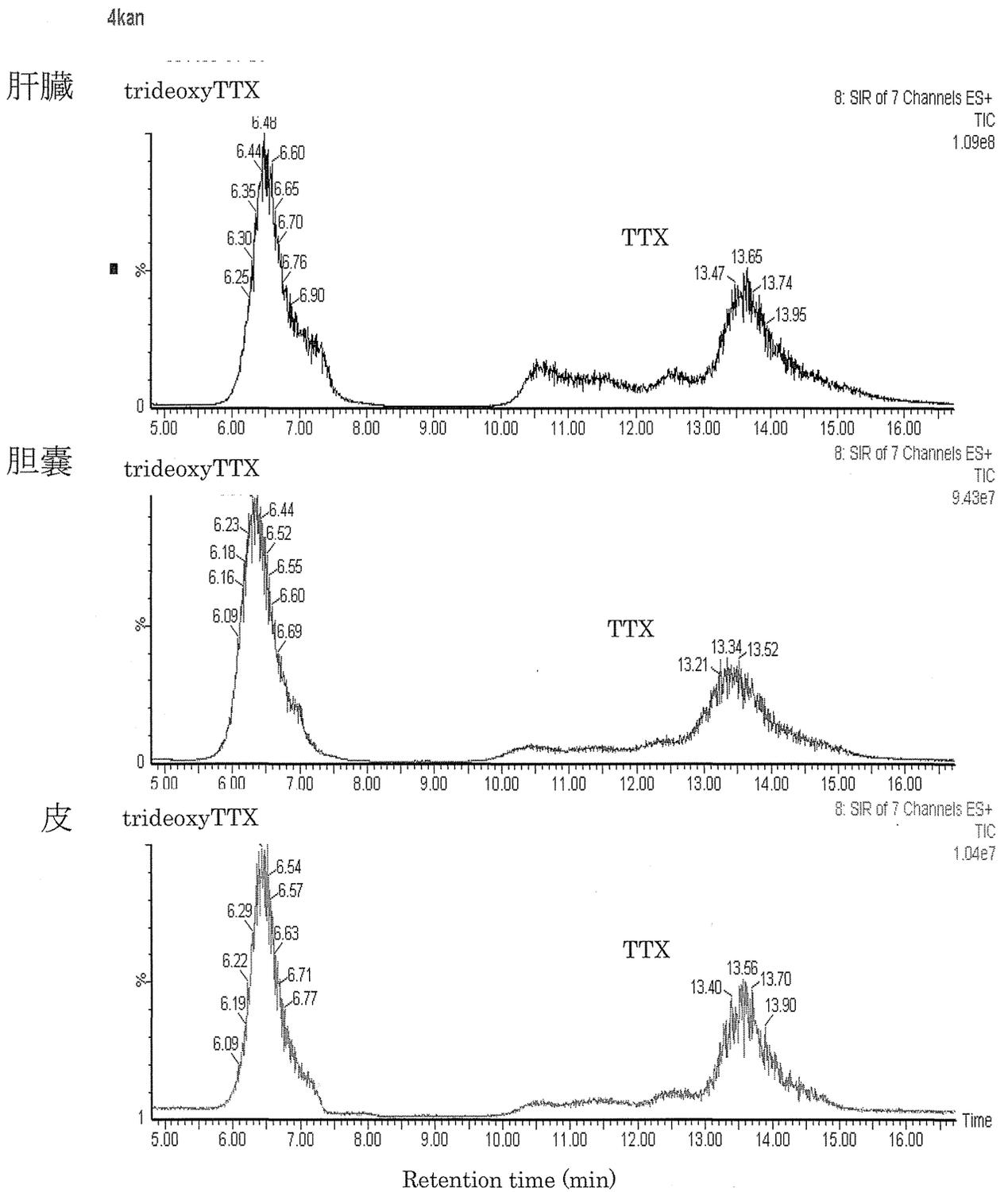
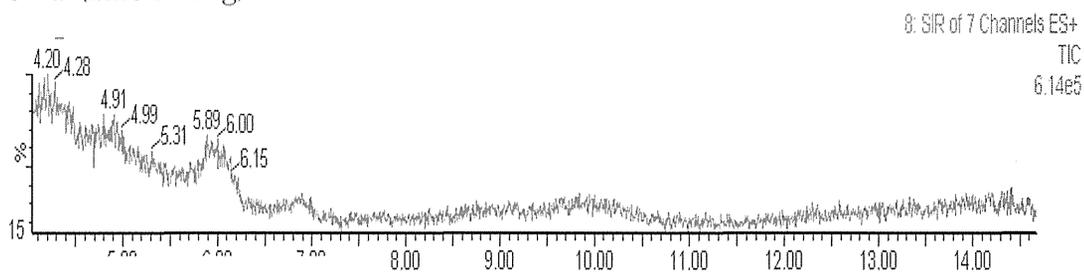
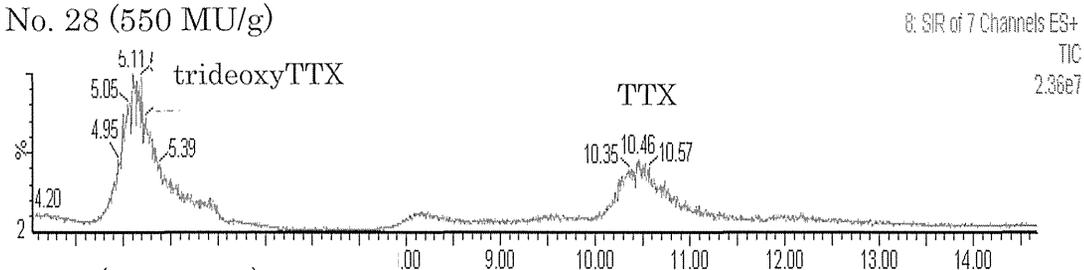


図3 トラフグ類似フグ (試料 No. 90) の肝臓、胆嚢、皮のLC-MS (TIC)

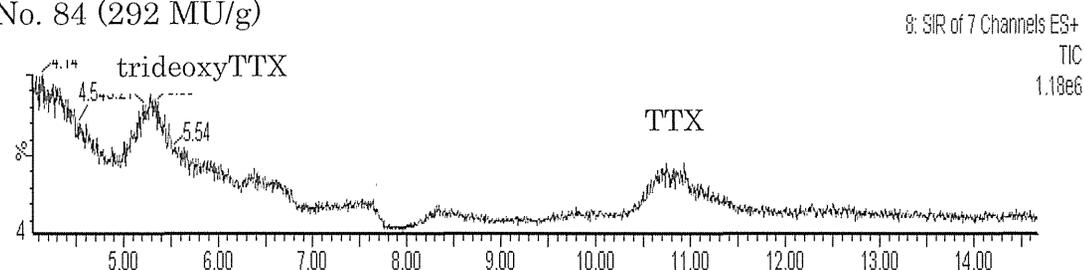
No 21 (11.9 MU/g)



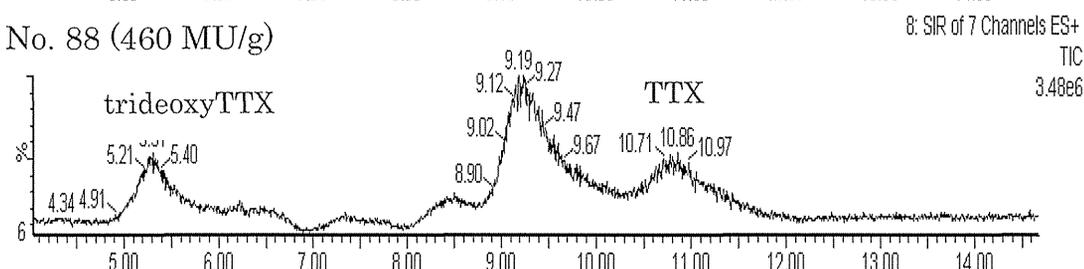
No. 28 (550 MU/g)



No. 84 (292 MU/g)



No. 88 (460 MU/g)



Retention time (min)

図 4 トラフグ類似フグ肝臓の LC-MS (TIC)

「フグ等の安全性確保に関する総括的研究」

平成 26 年度分担研究報告書

フグの毒成分の同定と定量

研究分担者 佐藤 繁 北里大学海洋生命科学部応用生物化学講座

研究要旨

フグ類の消費は従来、西日本などに限られていたが、これまでフグ類を利用していなかった北日本沿岸部などでも近年、特産品として天然フグ類を商品化しようとする動きがある。一方、Kodama et al. (1984) は、三陸沿岸で漁獲されるコモンフグやヒガンフグの肉が高い毒性を示すことを報告している。この報告に基づき現在、岩手県釜石湾、同越喜来湾ならびに宮城県雄勝湾産の上記 2 種のフグは、食用としての取り扱いが禁止されている。このようにフグ類の毒性は同種のものであっても産地によっても大きく異なることから、食用可能とされてきたフグ類についても産地ごとに毒性を調べるのが急務となっている。本年度本研究では、これまでフグ類を利用してこなかった東北沿岸で漁獲されるフグ類につき調査を実施し、三陸産コモンフグならびにヒガンフグは不可食部位の内臓部分だけでなく、肉に高い頻度で基準値を大幅に超えるフグ毒が含まれることを確認した。これに対して秋田産シヨウサイフグでは、肉で基準値を超える毒性を示すものは認められなかった。

A. 研究目的

谷(1945)は、フグ食を伝統とする西日本各地の沿岸を中心に、朝鮮半島や台湾を含む海域で漁獲されるフグ類の毒性を精力的に調査し、毒を高濃度に蓄積する部位が種ごとに異なることを明らかにした。現在、食品衛生法ならびに「フグの衛生確保について」(厚生省環境衛生局長通知 環乳第 59 号)により食用可能なフグの種類と部位が定められているが、これは主として谷(1945)の調査結果に基づくものである。

1980 年代に、各県の衛生研究所や大学等の研究機関が日本産フグ類の毒性の再調査を実施したところ、本州中部以南の沿岸域で漁獲されるフグ類の毒性は、おおむね谷(1945)の調査結果に合致するものの、東北太平洋沿岸の一部海域で漁獲されたヒガンフグ *Takifugu pardalis* やコモンフグ *T. poecilonotus* では、肉に基準値である 10 MU/g を大幅に超える個体が高頻度で出現することが明らかとなった (Kodama et al. 1984)。この報告に基づき現在、岩手県越喜来湾、釜石湾ならびに宮城県雄勝湾産の上記 2 種は、市場での取り扱いが禁止されている。昨年度の報告では、2009 年度に漁獲した三陸産コモンフグの肉が依然として Kodama et al. (1984) の調査と同レベ

ルの高い毒性を示すことを明らかにした。2011 年 3 月の東日本大震災に伴う大津波により、三陸沿岸のフグ類の生息海域は大きく攪乱され、その毒性にも影響を及ぼした可能性がある。本研究は、大津波後の 2014 年に採取した三陸沿岸産コモンフグならびにヒガンフグの毒性を部位別に調べたものである。これに加えて、秋田県沿岸ならびに三陸沿岸(岩手県釜石～大船渡海域)で漁獲されたシヨウサイフグ *T. snyderi* の毒性も合わせて検討した。

B. 研究方法

(1) 試料

2014 年 9 月に入手した秋田県シヨウサイフグ 24 個体 (BW  $211.3 \pm 53.1$  g;  $233.6 \pm 25.4$  mm, mean  $\pm$  S. D.), 2014 年 10 月に岩手県大船渡魚市場ならびに釜石魚市場で入手したシヨウサイフグそれぞれ 10 個体 ( $213.9 \pm 36.8$  g;  $225.9 \pm 19.4$  mm) と 3 個体 ( $233.0 \pm 44.2$  g;  $232.0 \pm 11.3$  mm)、2014 年 10 月～12 月に大船渡魚市場と釜石魚市場で入手した三陸産コモンフグ計 40 個体 ( $127.9 \pm 53.11$  g;  $79.2 \pm 22.0$  mm)、2014 年 10 月～12 月に大船渡魚市場と釜石魚市場で入手した三陸産ヒガンフグ計 12 個体 ( $414.7 \pm 134.9$  g;  $249.1$

± 23.0 mm) を試料とした。フグ試料は個体ごとに凍結して梱包し、北里大学海洋生命科学部相模原キャンパスに冷凍状態で搬入し、試験に供するまで -80°C で凍結保存した。

### (2) 検液の調製

試料のフグを半解凍状態で肉、皮、肝臓、消化管ならびに生殖腺の 5 部位に分け、4 倍量の 0.1% 酢酸を加えてホモジナイズした後、沸騰浴中で 5 分間熱浸した。得た熱浸ホモジネートを氷冷し、0.1% 酢酸で元試料の 5 倍量となるように定容して攪拌し、ろ紙上ろ過して検液を作製した。なお、調べた 3 種のフグ類は卵巣、精巣が未発達であったため、これらを区別せず生殖腺として一括して扱った。

### (3) 毒の分析

抽出液の一部を SepPak C18 plus カートリッジで処理した後、Yotsu et al. (1989) に従って HPLC 蛍光法で分析し、抽出液中のテトロドトキシン (TTX)、4-エピ-テトロドトキシン (4epiTTX) ならびに 4,9-アンヒドロテトロドトキシン (anhTTX) 含量を求めた。抽出液中の麻痺性貝毒 (PSPs) 含量を Sato et al. (2014) に従って ELISA (SKit, 新日本検定協会製) で分析した。HPLC 法で得た検液中の TTX、4epiTTX および anhTTX の濃度を、それぞれの比毒性 1.624 (MU/nmol)、0.229 (MU/nmol)、0.027 (MU/nmol) を用いてマウス毒性に換算し、元試料 1 g あたりの TTX 群 (TTXs) の毒性 (MU/g) として表示した。ELISA で得た PSP 群 (PSPs) の濃度は、フグ類に主要成分として認められもっとも毒性の高いサキシトキシン (STX) に換算して 2.483 (MU/nmol) の比毒性を用いて換算し、元試料 1 g あたりの PSPs の毒性 (MU/g) として表示した。

## C. 研究結果

### (1) 秋田県産シヨウサイフグ

調べた 24 検体中の肉には  $3.4 \pm 2.5$  MU/g (max 8.2 MU/g) の TTXs と、 $0.3 \pm 0.9$  MU/g (max 4.6 MU/g) の PSPs が認められた。肉の TTXs と PSPs の合計は  $3.6 \pm 2.6$  MU/g (max 8.2 MU/g) であり、基準値 10 MU/g を超える検体は認められなかった。肉以外の不可食部はいずれも高い毒性を示し、皮、肝臓、消化管および生殖腺でそれぞれ最大 94.6、1095.3、206.1、1864.4 MU/g の TTXs と、39.3、

272.6、55.1、291.4 MU/g の PSPs が認められた。

### (2) 大船渡産シヨウサイフグ

10 個体中 1 個体の肉に基準値を上回る TTXs が認められた ( $3.2 \pm 3.3$  MU/g, max 11.7 MU/g)。また肉には  $1.9 \pm 2.3$  MU/g (max 13.2 MU/g) の PSPs が認められた。皮、肝臓、消化管および生殖腺ではそれぞれ最高値で 111.8、163.7、179.6、432.1 MU/g の TTXs と、60.4、51.6、31.2、27.5 MU/g の PSPs が認められた。

### (3) 釜石産シヨウサイフグ

3 個体中 2 個体の肉に基準値を大幅に超過する TTXs が認められた ( $34.2 \pm 14.2$  MU/g, max 49.1 MU/g)。これに加えて肉には  $0.2 \pm 0.3$  MU/g (max 0.6 MU/g) の微量の PSPs が検出された。皮、肝臓、消化管、生殖腺にはそれぞれ最高値で 223.4、703.4、308.4、1914.9 MU/g の TTXs ならびに 1.4、1.2、0.8、44.9 MU/g の PSPs が検出された。

### (4) 三陸産コモンフグ

40 個体の肉の大部分に、基準値を超える TTXs ( $31.6 \pm 47.7$  MU/g, max 237.0 MU/g) が認められた。肉には顕著な濃度の PSPs ( $3.6 \pm 7.4$  MU/g, max 52.8 MU/g) が検出された。皮、肝臓、消化管、生殖腺にはそれぞれ最高値で 2017.8、3932.2、1389.7、982.3 MU/g の TTXs ならびに 688.7、1236.6、86.2、543.2 MU/g の PSPs が検出された。

### (5) 三陸産ヒガンフグ

12 個体の肉の大部分に、基準値を大幅に超える TTXs ( $94.0 \pm 177.6$  MU/g, max 648.5 MU/g) が認められた。肉には低濃度の PSPs ( $0.4 \pm 0.4$  MU/g, max 1.1 MU/g) も検出された。皮、肝臓、消化管、生殖腺にはそれぞれ最高値で 956.1、2548.4、1698.2、2383.0 MU/g の TTXs ならびに 52.7、6.5、38.7、25.4 MU/g の PSPs が検出された。

## D. 考察

東北地方の沿岸部ではトラフグ属あるいはサバフグ属のフグ類が定置網により漁獲されるが、これまでほとんど利用されておらず、雑魚として廃棄されていた。食のグローバル化に伴い近年、東北沿岸産のフグ類を特産品として売り出そうとする動きがある。フグの食の安全を確保するた

めには、東北沿岸部で漁獲されるフグ類の毒性調査が急務となっている。Kodama et al. (1984)は岩手県および宮城県で水揚げされたフグ類の毒性を調べ、これら海域で多獲されるコモンフグとヒガンフグは内臓部分だけでなく、肉の毒性も著しく高いことを報告している。この報告に基づき現在、岩手県の釜石湾と越喜来湾、および宮城県雄勝湾で漁獲される上記2種のフグ類は市場での取り扱いが禁止されている。本研究は Kodama et al. (1984)の調査から30年以上が経過した2014年現在に秋田県沿岸と岩手県三陸沿岸で漁獲されたショウサイフグ、および岩手県三陸沿岸で漁獲されたコモンフグとヒガンフグの毒性を調べたものであり、以下の点が明らかとなった。

秋田県産ショウサイフグでは、肉で安全基準値を超過する超過する個体は認められなかった。これに対して三陸産のショウサイフグの一部で、肉が基準値を示すことを確認した。三陸産コモンフグ、およびヒガンフグは調べた全ての部位においてかなり高い毒性を示し、肉でも100グラム未満の摂取で致死量に達する強毒レベルを示す個体が高頻度で確認され、Kodama et al. (1984)の調査とほぼ同等の結果となった。フグ類の毒化機構は現時点で完全に解明されているとは言い難いものの、餌生物を含む生息環境が毒含量に大きく影響を与えていると考えられる。本研究は東日本大震災に伴う生育環境の攪乱が、フグの毒性にほとんど影響していないことを示唆する。

三陸産のフグ類には、テトロドトキシンとその誘導体だけでなく、高濃度の麻痺性貝毒が検出された。三陸沿岸では例年、*Alexandrium*属渦鞭毛藻の発生に伴って、二枚貝などのろ過食性生物が毒化する。これに対して、麻痺性貝毒による貝の毒化がほとんど発生していない秋田県沿岸域で漁獲されたショウサイフグにも、比較的高濃度の麻痺性貝毒が検出されたことから、現時点ではフグの麻痺性貝毒が、毒化貝などだけから以降・蓄積されているとは断定できない。

## E. 結論

フグ類の安全性の確保に資することを目的に、2014年に水揚げされた秋田産のショウサイフグ、三陸産のショウサイフグ、コモンフグ、ヒガンフグの部位別毒性を個体ごとに調べた。ショウサイフグの場合、秋田産の試料には肉で基準値10 MU/gを超える個体は認められなかったものの、

三陸産の試料では肉で基準値を超える個体が確認された。三陸産のコモンフグとヒガンフグでは、肉で基準値を大幅に超える強毒個体が高頻度で確認された。

## F. 健康危険情報

なし

## G. 研究発表

### 1. 論文発表

1) S. Sato, Y. Takata, S. Kondo, A. Kotoda, N. Hongo, M. Kodama: Quantitative ELISA kit for paralytic shellfish toxins coupled with sample pretreatment. *J. AOAC Int.*, 97, 339-344 (2014).

### 2. 書籍等

1) 佐藤 繁, 児玉正昭: フグ毒. 食品衛生検査指針・理化学編, pp.813-820, 日本食品衛生協会 (2015).

2) 長島裕二, 荒川 修, 佐藤 繁: 第2章 フグ毒, 「毒魚の自然史」, 松浦啓一, 長島裕二 編著, 北海道大学出版会, 札幌, pp.33-103 (2015).

3) 佐藤 繁: 貝毒. 神経症候群(第2版). 別冊日本臨牀, 新領域別症候群シリーズ No.30, pp.692-695, 日本臨牀社 (2014).

4) 佐藤 繁, 児玉正昭: フグを知って中毒防止. シロサバフグ・ドクサバフグ. 食と健康 通巻 693号, 26-27 (2014).

5) 佐藤 繁, 松浦啓一: フグを知って中毒防止. ヒガンフグ・アカメフグ. 食と健康 通巻 694号, 42-43 (2014).

6) 佐藤 繁, 松浦啓一: フグを知って中毒防止. ショウサイフグ・ナシフグ. 食と健康 通巻 695号, 30-31 (2014).

7) 佐藤 繁, 松浦啓一: フグを知って中毒防止. コモンフグ・クサフグ. 食と健康 通巻 696号, 28-29 (2014).

8) 佐藤 繁, 松浦啓一: フグを知って中毒防止. トラフグ・カラス. 食と健康 通巻 697号, 52-53 (2015).

9) 佐藤 繁, 松浦啓一: フグを知って中毒防止. マフグ・ゴマフグ. 食と健康 通巻 698号, 52-53 (2015).

10) 佐藤 繁, 松浦啓一: フグを知って中毒防止. シマフグ・オキナワフグ. 食と健康 通巻 699号, 28-29 (2015).

### 3. 学会発表

1) S. Sato: A novel ELISA system to quantitate paralytic shellfish poisoning toxins. Programs & Abstracts in: China-Japan-Korea and southeast Asia Joint Symposium on “Advanced Processing Safety Control of Aquatic Products” (Qingdao, May12-May14, 2014). p.51, China Society of Fisheries (2014).

### H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

研究分担者	大城 直雅	国立医薬品食品衛生研究所
協力研究者	村田 龍	国立医薬品食品衛生研究所
協力研究者	登田 美桜	国立医薬品食品衛生研究所
協力研究者	斉藤 真里佳	明治薬科大学
協力研究者	服部 柴乃	明治薬科大学
協力研究者	久高 潤	沖縄県衛生環境研究所
協力研究者	佐久川さつき	沖縄県衛生環境研究所

### 研究要旨

毒性が明確でない熱帯・亜熱帯産フグの毒性を調査するために、昨年度妥当性を確認した LC-MS/MS 分析法により、適応性を確認したうえで、モヨウフグ 27 個体、スジモヨウフグ 9 個体、ケショウフグ 12 個体、コクテンフグ 24 個体、ホシフグ 4 個体、アラレフグ 3 個体および、オキオキナワフグ 20 個体の筋肉について、毒性試験を実施した。モヨウフグ、ケショウフグ、ホシフグ および、アラレフグの 4 種は全個体が無毒であった。強毒個体が認められたのはコクテンフグとオキナワフグで、特にオキナワフグはすべての個体から TTX が検出された。

昭和 35 年～平成 22 年に発生したフグによる食中毒事件 2,401 件の一覧を各自治体別にリストを作成し、検査に係る情報の提供を依頼した。その結果、該当する情報が確認できた地方衛生研究所 21 機関から、原因食品の残品または未調理品 124 事例（個体）、223 検体の検査情報を入手することができた。また、全国の地方衛生研究所の協力により、9 種 693 個体（うち 10 個体は種不明）のデータが提供された。これらのデータをもとにリスク管理及びリスク評価の視点からデータの解析をすすめ、行政的に活用できる化学的根拠データの作成に供することが可能である。

### A. 研究目的

フグによる食中毒の未然防止対策については、昭和 58 年（1983 年）には厚生省環境衛生局長（当時）が発出した「フグの衛生確保について」（環乳第 59 号，昭和 58 年 12 月 2 日）の通知（以下通知とする）によりリスク管理がなされている。本通知の発出後、フグによる食中毒の発生件数が激減し一定の効果が得られた。しかし、未だにフグによる食中毒は毎年発生し、全食中毒事件におけるフグによる死亡者は 39%と大きな割合をしめており、食品衛生上の重要な課題である。

この通知の基となったのは「日本産フグの毒力表」（谷，1945）であり、50 年以上も経過している。この谷の報告は主に日本沿岸域のフグを対象としており、奄美・沖縄を含めた熱帯・亜熱帯域の種については記載がほとんどない。

また、通知については発出後 30 年が経過しており、その間の環境の変化、水産食品としてのフ

グの位置づけの変化等が考えられるため、新たなリスク管理措置の必要性を含めた検証が必要な時期にきていると思われる。

特に九州の海域では、熱帯性のドクサバフグの水揚げが確認されるなど、海水温の上昇に伴い、熱帯・亜熱帯域のフグ種の北上、定着が危惧されている。そのため、これらのフグ種について、毒性を調査することで食品衛生上の重要な知見が得られるものと考えられる。

本研究では、昨年度に確立した HILIC 系カラムを用いた LC-MS/MS による分析法により、引き続き亜熱帯産フグとして、沖縄産フグを中心に毒性調査を継続実施した。

また、地方衛生研究所において実施された食中毒関連検体の検査状況および、フグの毒性調査結果について、各地方衛生研究所を対象にアンケート調査を実施し、フグによる食中毒の実態とリスク管理状況についての基礎資料取得を目的とし

た。

## B. 研究方法

### 1) 亜熱帯産フグの毒性試験

沖縄県衛生環境研究所にて採集・保管されていた、モヨウフグ属のサザナミフグ *Arothron hispidus* 42 個体、モヨウフグ *Arothron stellatus* 27 個体、スジモヨウフグ *Arothron manilensis* 9 個体、ケシヨウフグ *Arothron mappa* 12 個体、コクテンフグ *Arothron nigropunctatus* 24 個体、ホシフグ *Arothron firmamentum* 4 個体、アラレフグ *Arothron caeruleopunctatus* 3 個体および、オキナワフグ属のオキナワフグ *Chelonodon patoca* 20 個体の筋肉を対象とした。本分析に先だって、予備分析を実施し、充分量の無毒試料が確保できたサザナミフグおよびモヨウフグについては、3 併行 2 日間の繰返し分析により、選択性、真度および、併行精度により適用性を評価した。添加した TTX の量は、有毒の目安である 10 MU/g (2.2 µg/g) を参考にし、2 µg/g および、0.2 µg/g の 2 濃度とした。適応性の評価は、「食品中に残留する農薬等に関する試験法の妥当性評価ガイドライン」(平成 22 年 12 月 24 日付食安発 1224 第 1 号) に従った。他の 5 種については、定量限界未満の試料がないか、十分な試料量が確保できなかったため、適用性の確認はせずに分析した。

各試料について、食品衛生検査指針記載の抽出法を一部改変して試料調製を行い、分析に供した。すなわち、均質化した試料 5 g に 0.1% 酢酸 12.5 mL を加えてホモジナイズし、沸騰水浴中で 20 分間加熱した。放冷後、遠心分離 (10°C、13,000 x g、15 min) し、上清を得た。残渣に 0.1% 酢酸 10 mL を加え、ボルテックスで攪拌後、遠心分離後に得られた上清を合一し、25 mL に調製した。この 0.1 mL に 0.1% 酢酸 0.9 mL を加え攪拌した後に、その 0.5 mL を限外ろ過 (10 kDa) した。ろ液を、アセトニトリルが 50% になるように水とアセトニトリルで希釈し、PVDF 膜でろ過 (0.2 µm) したものを試験溶液とした。

各試験溶液を以下の測定条件により分析を実施した。本法の検出限界 (LOD) は 0.025 ng/g (0.11 MU/g)、定量限界は (LOQ) は 0.10 ng/g (0.45 MU/g) である。なお、TTX の 1 MU は 0.22 µg とした。

#### 【LC 部】

装置 : Agilent 1290 Infinity、分析カラム :

Inertsil-Amide (75×2.1 mm、3 µm)、移動相 A : 水 (5mM ギ酸アンモニウム、0.5 mM ギ酸)、移動相 B : 90%MeCN (5mM ギ酸アンモニウム、0.5 mM ギ酸)、アイソクラティック分析 A/B (25 : 75)、測定時間 : 7 分間、カラム温度 : 45 °C、流速 : 0.5 mL/min、注入量 : 5 µL。

#### 【MS 部】

装置 : Agilent 6460 Triple Quad LC/MS、イオン化 : ESI (AJS、Positive)、ドライガス : N<sub>2</sub> (280 °C、12 L/min)、シースガス : N<sub>2</sub> (350 °C、11 L/min)、キャピラリー電圧 : 3500 V、ノズル電圧 : 500 V、ネブライザー : N<sub>2</sub> (55 psi)、フラグメンター電圧 : 135 V、コリジョンエネルギー : 35 eV、コリジョンガス : N<sub>2</sub>、プリカーサーイオン : *m/z* 320.2、プロダクトイオン (定量用) : *m/z* 162.1、プロダクトイオン (確認用) : *m/z* 302。

### 2) フグ食中毒事例の調査

厚生労働科学研究費補助金 食品の安全確保推進研究事業「食品中の自然毒のリスク管理に関する研究」の成果として得られた、昭和 35 年～平成 22 年に発生した食中毒事件例のリストを基に、全国の地方衛生研究所へ調査票を送付し、検査の実施状況を調査した。

なお、本調査は、地方衛生研究所全国協議会理化学部会 (委員長 : 平田輝昭 福岡県保健環境研究所長) の協力により実施した。

### 3) 地方衛生研究所による毒性試験の成果

全国の地方衛生研究所に対してフグの毒性に関する調査研究の実施状況等についての調査票を送付し、返信された調査票に基づきデータを集計した。

なお、本調査は、地方衛生研究所全国協議会理化学部会 (委員長 : 平田輝昭 福岡県保健環境研究所長) の協力により実施した。

## C. 研究結果

### 1) 亜熱帯産フグの毒性試験

#### ① 適用性確認

サザナミフグおよび、ヨリトフグの筋肉に TTX 2 µg/g および 0.2 µg/g 添加した試料を 3 併行 2 日間繰返し分析した。サザナミフグの真度は 83% および 109%、併行精度は 3.6% および 4.3% で、ヨリトフグの真度は 74% および 92%、併行精度 12% および 4% であり、いずれも食品中に残留す

る農薬等に関する試験法の妥当性評価ガイドラインに示された目標値を満たしていた（表1）。

## ②フグ試料の分析（表2）

TTX分析の結果、10 MU/g (2.2 µg/g) 未満を無毒、それ以上を有毒とした。無毒個体は、LOD (0.025 ng/g (0.11 MU/g)) 未満、LOD以上LOQ (0.10 ng/g (0.45 MU/g)) 未満および、LOQ以上10 MU/g (2.2 µg/g) に区分した。有毒試料は、10 MU/g (2.2 µg/g) 以上100 MU/g (22 µg/g) 未満を弱毒、100 MU/g (22 µg/g) 以上1000 MU/g (220 µg/g) 未満を強毒、1000 MU/g (220 µg/g) 以上を猛毒とした。

サザナミフグ42個体中、LOD未満が3個体、LOD以上LOQ未満が8個体であった。LOQ以上は31個体で、そのうち3個体が10 MU/g (2.2 µg/g) を超えたため、有毒率は7.1%であった。有毒個体の毒力は11~17 MU/gですべて弱毒であった。

モヨウフグ27個体中、LOD未満が14個体、LOD以上LOQ未満が7個体であった。LOQ以上の6個体はすべて10 MU/g (2.2 µg/g) 未満であり本種は全個体が無毒であった。

スジモヨウフグは9個体すべてがLOD以上であり、そのうち1個体が37 MU/g (8.14 µg/g) と有毒であった。有毒率は11%であった。

ケショウフグ12個体中LOD未満が9個体、残り3個体はLOQ未満であり、全個体が無毒であった。

コクテンフグは24個体すべてがLOQ以上であった。そのうち、10 MU/g (2.2 µg/g) 未満の無毒が9個体、弱毒が12個体 (15~89 MU/g)、強毒が3個体 (106~141 MU/g) で、有毒率は63%であった。

ホシフグは4個体すべてがLOD以上LOQ未満であった。

アラレフグは3個体すべてがLOD未満であり、TTXは検出されなかった。

オキナワフグ20個体すべてからTTXが検出された。LOD以上LOQ未満が2個体、LOQ以上の個体のうち10 MU/g (2.2 µg/g) 未満の無毒が4個体 (1.3~8.6 MU/g)、弱毒が12個体 (12~85 MU/g)、強毒が2個体 (110、139 MU/g) で、有毒率は90%であった。

## 2) フグ食中毒事例の調査

昭和35年~平成22年に発生したフグによる食

中毒事件2,401件の一覧を各自治体別にリストを作成し、検査に係る情報の提供を依頼した。その結果、該当する情報が確認できた地方衛生研究所21機関から、原因食品の残品または未調理品124事例（個体）、223検体の検査情報を入手することができた。なお、そのうち3事例については調査期間外（H26年）に発生したものであった。魚種（推定や疑いも含む）で多かったのはマフグ19個体29検体、コモンフグ15個体33検体、ヒガンフグ11個体24検体、ショウサイフグ5個体12検体、トラフグ3個体6検体、シロサバフグ6個体7検体、ドクサバフグ3個体8検体で、その他ゴマフグ、クロサバフグ、カナフグ、センニンフグ、モヨウフグ、シッポウフグ等があった。また、トラフグ属として報告のあったものが1個体2検体、魚種不明が41個体65検体あった（表3）。部位別では、筋肉79検体、肝臓38検体、皮と卵巣が各22検体であった（表4）。

原因食品に含まれていた、もしくは未調理品のフグ試料の毒力は、不検出~強毒まで幅があった。フグ毒（MBA）もしくはTTX（機器分析）が検出されなかったのは57検体、10 MU/g 未満の無毒が24検体、弱毒が71検体、強毒が52検体、猛毒が14検体であった（表5）。

## 3) 地方衛生研究所による毒性試験の成果

全国の地方衛生研究所の協力により、9種693個体（うち10個体は種不明）のデータが提供された（表6）。最も多いのがナシフグ526個体（76%）で、シロサバフグ51個体、トラフグ36個体、ショウサイフグ24個体、クロサバフグ24個体、コモンフグ12個体と続いた。

筋肉は575個体の検査結果が得られた。内訳は表7に示したとおりで、すべての個体が無毒であった。

皮はナシフグ、シロサバフグ、クロサバフグなど130個体の検査結果が得られた（表8）。ナシフグ214個体のうち強毒39個体、弱毒105個体で、無毒は70個体であった。トラフグ9個体、シロサバフグ30個体、クロサバフグ21個体はすべて無毒で、コモンフグ1個体が弱毒であった。

肝臓はシロサバフグ28個体、クロサバフグ21個体、コモンフグ1個体の計50個体で、すべて無毒であった（表9）。

卵巣はシロサバフグ28個体、クロサバフグ19個体、ナシフグ2個体、コモンフグ1個体種不明

1 個体の 51 個体の検査結果が得られた (表 10)。コモンフグと種不明の各 1 個体が強毒、ナシフグ 2 個体とシロサバフグ 1 個体が弱毒で、シロサバフグ 27 個体とクロサバフグ全個体は無毒であった。

精巢はナシフグ 84 個体、コモンフグ 1 個体、クロサバフグ 2 個体の 87 個体の検査結果が得られ、すべてが無毒であった (表 11)。

#### D. 考察

##### 1) 亜熱帯産フグの毒性試験

今年度調査したモヨウフグ属およびオキナワフグはいずれの種も通知の「処理等によりヒトの健康を損なう恐れがないと認められるフグの種類と部位」の表には記載されておらず、いずれの部位も食品衛生法上は有毒として扱われる。オキナワフグ (70%) とコクテンフグ (63%) は有毒率が高く、強毒個体も確認されている。また、無毒の全個体から TTX が検出されているため、注意が必要である。一方で、モヨウフグ、ケシヨウフグ、ホシフグおよびアラレフグは、全個体が無毒であった。特にモヨウフグは大型のフグで、沖縄県において無毒フグとして自家消費されているとの情報もあり、今後の調査研究により食用魚としての位置づけの可能性もありうる。ホシフグやアラレフグについては、供試個体数が少ないため、さらなる調査が必要と思われる。

##### 2) フグ食中毒事例の調査

データ数の多かった魚種のうち、マフグは筋肉と精巢、コモンフグおよびヒガンフグは筋肉、トラフグおよびシロサバフグは筋肉、皮、精巢が食用としてよい部位とされている。これらの魚種と部位の中には検査結果で有毒と報告されているものもあるため、事業終了後に地方衛生研究所の協力を得たうえでデータを精査し、評価したい。特に海域限定で定期用除外されているコモンフグとヒガンフグ、逆に海域限定で食用可とされているナシフグについては、詳細に調査する必要があると思われる。

また、今回得られたデータをもとに、食中毒事件発生時に収集すべきデータについて、リスク管理およびリスク評価の視点から整理していく必要があると思われる。

##### 3) 地方衛生研究所による毒性試験の成果

地方衛生研究所で調査された魚種は 9 種で、これらはすべて通知のリストに掲載されている。またこれとは別に種不明 10 個体含まれていた。

筋肉の調査結果が得られた 575 個体はすべて無毒であり、特に数の最も多かったナシフグは、海域限定で食用が認められており、いわゆるネガティブデータではあるが、リスク管理上を考慮の上で重要な科学的情報である。また、海域限定で食用が不可とされているコモンフグ 11 個体とヒガンフグ 4 個体についても無毒であるデータが得られたことは、現状のリスク管理措置の妥当性を支持するものである。

これらのデータについてもリスク管理及びリスク評価の視点からデータの解析をすすめ、行政的に活用できる化学的根拠データの作成に供したい。

#### E. 結論

前年度に開発した HILIC 系カラムを用いて短時間分析が可能な LC-MS/MS 法により、亜熱帯産モヨウフグ属およびオキナワフグ 8 種 141 個体の筋肉の毒性分析を実施した。いずれの種も通知のリストには掲載されていないが、モヨウフグ、ケシヨウフグ、ホシフグおよび、アラレフグの 4 種は全個体が無毒であった。強毒個体が認められたのはコクテンフグとオキナワフグで、特にオキナワフグはすべての個体から TTX が検出された。

昭和 35 年～平成 22 年に発生したフグによる食中毒事件 2,401 件のうち、地方衛生研究所 21 機関から、原因食品の残品または未調理品 124 事例 (個体)、223 検体の検査情報を入手することができた。これらのデータについては、今後精査し、リスク管理およびリスク評価に資する化学的根拠データの作成を検討したい。そのうえで、食中毒発生時に取得すべきデータについて、リスク管理およびリスク評価の視点から整理して行く必要がある。

各地方衛生研究所にて実施されたデータは、おおむね現状のリスク管理の妥当性を支持するものであった。このデータを精査し、特に海域限定で取扱いの異なる種については、化学的根拠資料として使用可能な状態に加工できるよう、地方衛生研究所への働きかけも含めて検討が必要である。

#### F. 健康危険情報

特になし

## G. 研究発表

### 1. 論文発表

- 1) 辰野竜平, 反町太樹, 谷山茂人, 大城直雅, 久保弘文, 高谷智裕, 荒川修: 腐肉食性小型巻貝2種に対するフグ毒給餌実験. 食衛誌, 55(3), 152-156 (2014).

### 2. 書籍等

- 1) 大城直雅, 仲里信彦: シガテラ魚類食中毒. 「別冊日本臨牀 新領域別症候群シリーズ No.30, 神経症候群 (第2版) V」, 日本臨牀社, 大阪, 2014, pp. 684-687.
- 2) 大城直雅: パリトキシン様毒とパリトキシン. 「別冊日本臨牀 新領域別症候群シリーズ No.30 神経症候群 (第2版) V」, 日本臨牀社, 大阪, 2014, pp. 688-691.
- 3) 大城直雅: 下痢性貝毒. 「食品衛生検査指針理化学編」, 日本食品衛生協会, 東京, 2015, pp. 835-841.
- 4) 大城直雅: シガテラ毒. 「食品衛生検査指針理化学編」, 日本食品衛生協会, 東京, 2015, pp. 842-848.
- 5) 大城直雅: シガテラ毒. 毒魚の自然史 (松浦啓一, 長島裕二編著), 北海道大学出版会, 札幌, 20015, pp. 113-134.

### 2. 学会発表

- 1) Oshiro N, Yogi K, Sakugawa S, Toda M, Yasumoto T: Occurrence of ciguatera fish poisonings and development of ciguatoxins analysis methods in Japan, Ninth WESTPAC International Scientific Symposium, Nha Trang, Vietnam, 2014.04.22-25
- 2) 與儀健太郎・佐久川さつき・大城直雅・安元健: 沖縄産シガテラ魚におけるシガトキシン類組成. 日本動物学会九州支部(第67回)、九州沖縄植物学会(第64回)、日本生態学会九州地区会(第59回)、沖縄生物学会(第51回)合同沖縄大会, 西原町, 2014.05.24-25
- 3) 林田宜之, 大城直雅, 立原一憲: シガテラ毒魚バラフエダイの年齢と成長, 成熟. 平成26年度日本水産学会秋季大会, 福岡, 2014.09.19-22
- 4) 風間美保, 村田龍, 林田宜之, 佐久川さつき, 久高潤, 立原一憲, 小島尚, 安元健, 大城直雅: 沖縄産バラフエダイおよびゴマフエダイ

の LC-MS/MS 法によるシガトキシン類分析. 第108回日本食品衛生学会学術講演会, 金沢市, 2014.12.03-06

- 5) 渡辺美遥, 村田龍, 西村美桜, 佐久川さつき, 久高潤, 立原一憲, 石崎直人, 小西良子, 安元健, 大城直雅: 沖縄産バラハタおよびオジロバラハタの LC-MS/MS 法によるシガトキシン類分析. 第108回日本食品衛生学会学術講演会, 金沢市, 2014.12.03-06
- 6) 白石一陽, 斉藤真里佳, 村田龍, 照屋菜津子, 佐久川さつき, 小島尚, 大城直雅. 沖縄産フグの LC-MS/MS による毒性分析. 第108回日本食品衛生学会学術講演会, 金沢市, 2014.12.03-06
- 7) 村田龍, 大城直雅, 小根澤遥. 下痢性貝毒(OA・DTX群)の LC/MS/MS 分析法の検討. 第108回日本食品衛生学会学術講演会, 金沢市, 2014.12.03-06
- 8) 村田龍, 小根澤遥, 大城直雅. 下痢性貝毒(OA群)の LC/MS/MS 分析法の検討. 平成27年度日本水産学会春季大会, 港区, 2015-03-27-31

## H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

表1 LC-MS/MS法による分析法の適応性確認

試料名	添加量	真度(%)	併行精度(%)
目標値	$\leq 0.001$ ppm	70~120	30 >
	$0.001 < \sim \leq 0.01$ ppm	70~120	25 >
サザナミフグ	2 $\mu\text{g/g}$	83	3.6
	0.2 $\mu\text{g/g}$	109	4.3
モヨウフグ	2 $\mu\text{g/g}$	74	12
	0.2 $\mu\text{g/g}$	92	4

表2 沖縄産フグの毒性試験の結果

魚種	検体数	無毒			有毒		有毒率(%)
		LOD未満	LOD以上 LOQ未満	LOQ以上 10 MU/g未満	弱毒	強毒	
サザナミフグ	42	3	8	28	3	0	7.1
モヨウフグ	27	14	7	6	0	0	0
スジモヨウフグ	9	0	0	8	1	0	11
ケショウフグ	12	9	3	0	0	0	0
コクテンフグ	24	0	0	9	12	3	63
ホシフグ	4	0	4	0	0	0	0
アラレフグ	3	3	0	0	0	0	0
オキナワフグ	20	0	2	4	12	2	70

表3 地方衛生研究所より提供された食中毒原因食品の検査情報

魚種	個体数	検体内訳		
		食品残品	未調理品	計
マフグ	19	29	0	29
コモンフグ	15	31	2	33
ヒガンフグ	14	23	0	23
クサフグ	11	24	0	24
ショウサイフグ	5	8	4	12
トラフグ	3	6	0	6
ゴマフグ	1	1	0	1
トラフグ属	1	2	0	2
シロサバフグ	6	7	0	7
ドクサバフグ	3	8	0	8
クロサバフグ	1	1	0	1
カナフグ	1	1	0	1
センニンフグ	1	8	0	8
モヨウフグ	1	1	0	1
シッポウフグ	1	2	0	2
不明	41	64	1	65
合計	124	216	7	223

表4 地方衛生研究所より提供された食中毒原因食品の検査情報（部位別）

魚種	筋肉	肝臓	皮	卵巣	その他の内臓	その他	不明	計
マフグ	10	3	5	4	2	4	1	29
コモンフグ	8	6	6	0	4	7	2	33
ヒガンフグ	10	2	1	6	0	4	0	23
クサフグ	10	3	2	2	1	4	2	24
ショウサイフグ	5	2	3	0	0	2	0	12
トラフグ	2	2	2	0	0	0	0	6
ゴマフグ	1	0	0	0	0	0	0	1
トラフグ属	1	0	0	0	0	1	0	2
シロサバフグ	6	0	0	0	0	0	1	7
ドクサバフグ	3	0	1	0	4	0	0	8
クロサバフグ	0	0	0	0	0	0	1	1
カナフグ	0	1	0	0	0	0	0	1
センニンフグ	2	2	0	2	0	2	0	8
モヨウフグ	0	0	0	1	0	0	0	1
シッポウフグ	1	0	0	0	0	1	0	2
不明	20	17	2	7	1	13	5	65
合計	79	38	22	22	12	38	12	223

表 5 食中毒原因食品の毒力

毒力	検体数
不検出*1	57
無毒*2	24
弱毒	71
強毒	52
猛毒	14
実施せず	9
計	227

\*1：検出されないか定量限界未満

\*2：数値の記録があるが

表 6 地方衛生研究所で実施されたフグの毒性調査試料の一覧

種名	個体数
ナシフグ	526
トラフグ	36
ショウサイフグ	24
コモンフグ	12
マフグ	5
ヒガンフグ	4
シマフグ	1
シロサバフグ	51
クロサバフグ	24
不明	10
計	693

表 7 地方衛生研究所で調査されたフグ（筋肉）の毒性

種名	無毒	有毒	計
ナシフグ	414	0	414
トラフグ	32	0	32
ショウサイフグ	24	0	24
コモンフグ	11	0	11
マフグ	5	0	5
ヒガンフグ	4	0	4
シマフグ	1	0	1
シロサバフグ	51	0	51
クロサバフグ	24	0	24
不明	9	0	9
合計	575	0	575

表 8 地方衛生研究所で調査されたフグ（皮）の毒性

種名	無毒	弱毒	強毒	猛毒	計
ナシフグ	70	105	39		214
トラフグ	9				9
ショウサイフグ					0
コモンフグ		1			1
マフグ					0
ヒガンフグ					0
シマフグ					0
シロサバフグ	30				30
クロサバフグ	21				21
合計	130	106	39	0	275

表 9 地方衛生研究所で調査されたフグ（肝臓）の毒性

種名	無毒	弱毒	強毒	猛毒	計
ナシフグ					0
トラフグ					0
ショウサイフグ					0
コモンフグ	1				1
マフグ					0
ヒガンフグ					0
シマフグ					0
シロサバフグ	28				28
クロサバフグ	21				21
合計	50	0	0	0	50

表 10 地方衛生研究所で調査されたフグ（卵巣）の毒性

種名	無毒	弱毒	強毒	猛毒	計
ナシフグ		2			2
トラフグ					0
ショウサイフグ					0
コモンフグ			1		1
マフグ					0
ヒガンフグ					0
シロサバフグ	27	1			28
クロサバフグ	19				19
不明			1		1
合計	46	3	2	0	51