

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）

「フグ等の安全性確保に関する総括的研究」

平成 25 年度分担研究報告書

亜熱帯産フグ等の毒性試験および調査

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	小島 尚	帝京科学大学
協力研究者	白石 一陽	帝京科学大学
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、まず分析法についての検討を行った。フグ毒テトロドトキシン（TTX）の分析法はマウス法、ポストカラム蛍光 HPLC 法、逆相系の LC-MS（/MS）法等が使用されているが、それぞれ課題がある。広汎に使用できる分析法として HILIC（親水性相互作用クロマトグラフィー）系カラムを用いた LC-MS/MS 分析法を検討し、妥当性評価を行った。本法の定量限界（LOQ）は 0.2 ng/mL、検出限界（LOD）は 0.05 ng/mL で、それぞれ魚肉中の濃度として 0.45 MU/g、0.11 MU/g に相当する。また、0.2~25 ng/mL の範囲で作成した検量線は良好な直線性（ $R^2 = 0.9996$ ）を示した。

本法によって、クロサバフグ、センニンフグ、ヨリトフグ筋肉の毒性調査を行った結果、クロサバフグは全個体が検出限界未満、ヨリトフグ筋肉はすべてが定量限界未満（1 個体だけ検出限界以上）であった。センニンフグは 35 個体中 9 検体が弱毒（10~99 MU/g）で、60%にあたる 21 個体が 0.45 ~ 10MU/g であった。

各自治体で実施したフグの毒性検査結果等を収集するための基礎データとして、昭和 35 年~平成 22 年に発生した食中毒事件例（2,401 件）のリストをもとに、自治体別の食中毒事件一覧表を作成した。

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、発生数が激減し、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%と大きな割合を占め、食品衛生上の重要な課題として位置づけられている。

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、その検証が必要な状況であるといえよう。

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

TTX の機器分析には従来、ポストカラム蛍光 HPLC 法や、イオンペア試薬を用いた LC-MS 法などが用いられてきた。ポストカラム法は蛍光体化するための反応槽部や、追加のポンプを必要とすること、また、反応性の高い試薬を使用するな

ど一般の検査機関等での普及は困難と思われる。一方、イオンペア試薬を用いた LC-MS 法は、イオンペア試薬による流路の汚染、質量検出系の汚染等があるため、これも専用の機器以外での使用は好ましくない。

最近、高極性物質の分析で多用される HILIC (親水性相互作用クロマトグラフィー)系のカラムが用いられるようになってきている。

本研究では、毒性が明らかでない、亜熱帯性フグの毒性について、HILIC 系カラムを用いた LC-MS/MS による分析法を確立し、沖縄産フグを中心に毒性について研究を行う。

また、食中毒事件として届出のあったフグによる食中毒事例について、リストアップし各自治体で実施した検査結果収集のための基礎資料とする。

B. 研究方法

1) HILIC-MS/MS による TTX の分析法検討

HILIC 系カラムによる TTX 分析にあたり、分離と分析時間を考慮した上で、分析法を検討した。

装置は Agilent Technologies 社製の LC (Agilent 1290 Infinity) に接続された Agilent 6460 Triple Quad LC/MS を、移動相には LC-MS グレードのアセトニトリルおよび MilliQ 水を使用した。

HILIC 系カラムとして以下のものを検討した。
シリカゲル系：

- Inertsil-Amide (3 μm, 50×2.1 mm)
- PC HILIC (2.7 μm, 50 × 2 mm)
- Unison UK-Amino (3 μm, 100 × 2 mm)
- ZIC-cHILIC (3 μm, 50 × 2.1 mm)
- ZIC-HILIC (3.5 μm, 50 × 2.1 mm)

マルチモード系：

- Schezo SM-C18 (3 μm, 50 × 2 mm)
- Schezo SS-C18 (3 μm, 50 × 2 mm)

コアシェル系：

- CAPCELL CORE PC (3 μm, 50 × 2.1 mm)

ポリマー系：

- ZIC-pHILIC (5 μm, 50 × 2.1)

これらのカラムについて、水-アセトニトリル系(ギ酸とギ酸アンモニウム添加)移動相で、ピークの分離や形状、保持時間等を比較検討した。

予備分析であらかじめ TTX を含有しないことを確認したクロサバフグ筋肉試料を用いて、厚生労働省医薬食品局食品安全部長通知「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 日付け 食安発 1224 第 1 号)に基づき、5 日間 (n=2) の繰返し実験で、選択性、真度、併行精度、室内精度等の性能パラメーターにより、その妥当性を評価した。また、センニンフグおよびヨリトフグについては、2 日間 (n=2) の繰返し実験で、選択性および真度により適応性を評価した。なお、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。

2) フグ試料の分析

沖縄県衛生環境研究所にて採集・保管されていた、サバフグ属のクロサバフグ *Lagocephalus gloveri* (50 個体、表 1)、センニンフグ *Lagocephalus sceleratus* (35 個体、表 2) および、ヨリトフグ属のヨリトフグ *Sphoeroides pachygaster* (6 個体、表 3) の筋肉について、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、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 (孔径 0.2 μm) したものを試験溶液とした。

各種条件について検討し、以下のとおり測定条件を最適化した。

【LC 条件】

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) B：90%アセトニトリル (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、流速：0.5 mL/min、注入量：5 μL。

【MS 条件】

イオン化：ESI (AJS、Positive)、ドライガス：N₂ (280、12 L/min) シースガス：N₂ (350、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：N₂ (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：N₂、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。

3) 自治体によるフグの毒性検査結果等の収集

各地におけるフグ食中毒の特徴を明らかにするため、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用いて、各自治体別のフグによる食中毒事件一覧を作成した。

C. 研究結果

1) HILIC-MS/MSによるTTXの分析法検討

各種分析カラムについて、必要に応じて移動相のグラジエント等を変更しながら比較を行った結果、Inertsil-Amide (3 μm, 50×2.1 mm)、PC HILIC (2.7 μm, 50×2 mm)、ZIC-HILIC (3.5 μm, 50×2.1 mm)、ZIC-cHILIC (3 μm, 50×2.1 mm) がTTXと4-*epi*TTXの分離が比較的良かった。中でもInertsil-Amide (3 μm, 50×2.1 mm) は保持時間が短く、システム圧力にも余裕があったため、カラム長を長くすることにより分離が向上することが考えられたため、カラム長75 mmに変更し、確認したところ、良好な分離が得られ、平衡化の時間を含めた分析時間が15分程度で収まった(図1)。本法における、定量限界(LOQ)は0.2 ng/mL (*S/N*=15)、検出限界(LOD)は0.05 ng/mL (*S/N*=3)で、それぞれ魚肉中の濃度として0.45 MU/g、0.11 MU/gに相当する。また、0.2~25 ng/mLの範囲で作成した検量線は良好な直線性($R^2 = 0.9996$)を示した(図2)。

あらかじめTTXがLOD未満であることを確認したクロサバフグ筋肉にTTXを2 μg/gおよび0.2 μg/g添加し、妥当性を評価した。無添加の試料においては妨害となるようなピークは確認されなかった。真度は76.5~82.6%、併行精度は9.53~20.6%、室内精度は8.44~22.5%であり、クロサバフグ筋肉についての分析法の妥当性が確認された。また、センニンフグ筋肉の選択性、真度(87.5~97.7%)、併行精度4.65~9.68%で、ヨリトフグ筋肉の真度87.5~97.7%、併行精度10.2~23.5%であり、それぞれ適応性が確認された。

2) フグ試料の分析

沖縄近海産のクロサバフグ筋肉(50個体)、センニンフグ(35個体)、ヨリトフグ(6個体)について、LC-MS/MS分析に供した。その結果、クロサバフグは全個体が検出限界未満であった(表1)、ヨリトフグ筋肉はすべてが10 MU/g未満であったが、1個体だけ検出限界以上定量限界未満のTTXが検出された(表4、図3)。センニンフグは9検体(25%)が有毒(10 MU/g以上)で、すべてが弱毒(10~99 MU/g)であった。無毒であった21個体のうちLOD未満は2個体、LOD以上LOQ未満が3個体で、全体の60%にあたる21個体が0.45~10 MU/gであった(表5、図4)。全体のまとめを表6に示した。また、一部個体において、保持時間3.5分にピークが検出されたものがあり、TTX類縁体の可能性が示唆される(図5)。

3) 自治体によるフグの毒性検査結果等の収集

各自治体において実施したフグの毒性調査を収集するための基礎資料を作成した。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(総数2,401件)をもとに、自治体別の食中毒事件一覧表とした。群馬県を除く46都道府県で発生があり、自治体数としては58におよんだ(表7)。最も件数が多かったのが広島県(256件)で、山口県(200件)、兵庫県(198件)、愛媛県(169件)、岡山県(151件)、福岡県(140件)、香川県(113件)と続いた。政令市等では神戸市(80件)、北九州市(29件)、横浜市(26件)と続いた。本リストの一例として沖縄県の一覧を表8に示した。

D. 考察

1) HILIC-MS/MSによるTTXの分析法検討

HILIC系のカラムを用いることで、登録検査機関も含め、汎用性の高い分析法を確立できた。本法は、イオンペア試薬などの機器に影響を与えることもなく、15分以内の比較的短時間に分析することができる。そのため、繰り返し測定が可能になるなど、現実的に信頼性の高い分析が可能となる。

2) フグ試料の分析

クロサバフグとヨリトフグの筋肉は、通知により「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」とされており、本研究においてもそれが再検証された。

クロサバフグについては、すべてが検出限界未満(0.11 MU/g)であるため問題はないが、南シナ海産のもの筋肉は弱毒であるとの報告もある。そのため輸入国や我が国海域の環境変化に伴い、毒化する可能性が否定できないため、定期的なモニタリング等が必要と思われる。

ヨリトフグの1個体において検出限界(0.11 MU/g)以上、定量下限未満(0.45 MU/g)のTTXが検出されたが、有毒の目安である10 MU/gの1/20未満という極微量であるため、特に問題は無いと思われる。

センニンフグはリストへの掲載もなく、「食用不可」である。全体の60%が無毒であるため、無毒種との誤認がおきる可能性がある。また、沖縄では、その形態が一般的なフグとは異なるため、フグとの認識が無いまま食したことによる食中毒の記録がある。

3) 自治体によるフグの毒性検査結果等の収集

各自治体において実施したフグの毒性検査結果等を収集するための基礎データとして、自治体ごとの食中毒一覧表を作成した。本一覧表をもとに各地方衛研等へのアンケートを実施するための準備を行っているところである。特に件数の多い自治体等については、重点的に調査を進めたい。当該リストは、各自治体におけるフグによる食中毒防止対策の基礎資料としての活用を含め検討をしていきたい。

E. 結論

広汎な利用を想定した、HILIC系カラムを用いて短時間分析が可能なLC-MS/MS法を検討し、妥当性評価を行った。本法により迅速かつマウス法によらないフグ毒テトロドトキシンによる汚染の安全性評価が可能となった。沖縄産クロサバフグ、ヨリトフグ、センニンフグの毒性を調査した結果、通知のリストに掲載されているクロサバフグとヨリトフグはすべて無毒であったが、掲載されていないセンニンフグでは弱毒個体が25%であった。過去に発生した食中毒事件の一覧よりフグによる食中毒を抽出し、各自治体別のリストを作成した。

F. 健康危険情報

特になし

G. 研究発表

1. 論文発表

1) 與儀健太郎, 大城直雅, 松田聖子, 佐久川さつき, 松尾敏明, 安元 健: 奄美大島・加計呂麻島におけるシガテラ原因魚の毒組成解析. 食品衛生学雑誌, 54巻, 385-391 (2013).

2. 学会発表

- 1) 與儀健太郎, 佐久川さつき, 大城直雅, 村田 龍, 池原 強, 安元 健: 魚類食中毒シガテラの原因物質シガトキシン類のLC-MS/MS分析. 2013年7月, 大阪府大阪市.
- 2) 與儀健太郎, 佐久川さつき, 村田 龍, 大城直雅, 池原 強, 安元 健: LC-MS/MSによるシガトキシン類分析の検討. 第50回全国衛生化学協議会年会, 2013年11月, 富山県富山市.
- 3) 白石一陽, 村田 龍, 照屋菜津子, 佐久川さつき, 小島 尚, 大城直雅: HILIC-LC/MSによる亜熱帯産フグの毒性分析. 第106回日本食品衛生学会学術講演会, 2013年11月, 沖縄県宜野湾市.
- 3) 村田 龍, 大城直雅: HILIC-LC/MSによる麻痺性貝毒の一斉分析. 第106回日本食品衛生学会学術講演会, 2013年11月, 沖縄県宜野湾市.
- 4) 内田秀明, 平良洋介, 大城直雅, 安元 健: 渦鞭毛藻由来パリトキシン関連新奇化合物のLC/MSによる探索と構造研究. 第106回日本食品衛生学会学術講演会, 2013年11月, 沖縄県宜野湾市.
- 5) 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: テトロドトキシンを給餌した腐肉食性小型巻貝2種の毒性. 第106回日本食品衛生学会学術講演会, 2013年11月, 沖縄県宜野湾市.
- 6) 大城直雅, 佐久川さつき, 円谷 健, 藤井郁雄, 平間正博, 安元 健: 本州沿岸産の大型イシガキダイによるシガテラが疑われる3事例. 第4回日本中毒学会九州地方会, 2014年1月, 沖縄県西原.
- 7) 村田 龍, 大城直雅: LC-MS/MSによる下痢性貝毒分析の検討. 平成26年度日本水産学会春季大会, 2014年3月, 北海道函館市.

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

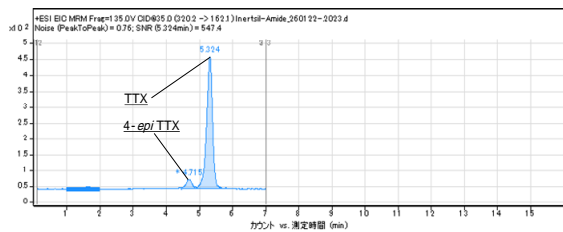


図 1. Inertsil-Amide (75 x 2.1 mm) の LC-MS/MS (MRM) クロマトグラム

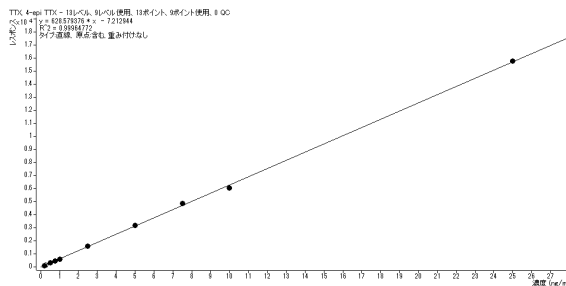


図 2. TTX の検量線 (0.2 ~ 25 ng/mL)

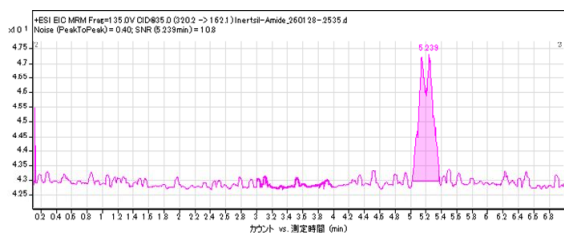


図 3. TTX (0.05 MU/g 以上 0.45MU/g 未満) が検出されたヨリトフグ (03puf-239) 筋肉の LC-MS/MS (MRM) クロマトグラム

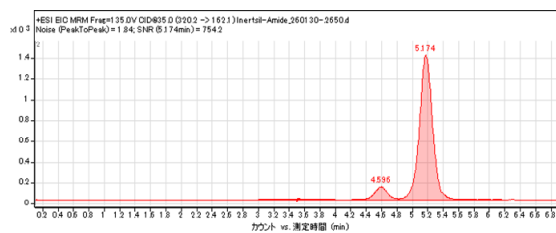


図 4. 弱毒 (60 MU/g) が検出されたセンニンフグ (03puf-006) 筋肉の LC-MS/MS (MRM) クロマトグラム

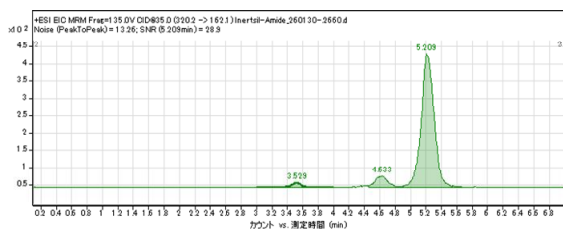


図 5. TTX 類縁体の可能性があるピーク (retention time: 3.5 min) が検出されたセンニンフグ (03puf-089) 筋肉の LC-MS/MS (MRM) クロマトグラム

表 1. 毒性分析に供したクロサバフグの試料

試料番号	体重 (kg)	体長 (cm)	雄雌
03-puf-152	0.62	32.5	
03-puf-153	0.8	36.5	
03-puf-154	0.8	35.0	
03-puf-155	0.96	38.0	
03-puf-156	0.74	34.0	
03-puf-157	0.78	33.5	
03-puf-158	0.96	39.0	
03-puf-176	1.02	36.5	
03-puf-184	0.78	36.0	
03-puf-185	0.68	33.5	
03-puf-186	0.72	36.0	
03-puf-187	1.00	37.5	
03-puf-188	0.48	30.0	
03-puf-189	0.72	35.0	
03-puf-208	0.92	36.5	
03-puf-209	0.82	35.5	
03-puf-210	1.04	37.0	
03-puf-211	1.00	37.0	
03-puf-212	0.90	37.5	
03-puf-213	0.72	33.0	
03-puf-214	0.78	34.5	
03-puf-215	0.74	34.0	
03-puf-216	0.80	35.5	
03-puf-217	0.58	33.0	
03-puf-218	0.78	34.5	

試料番号	体重 (kg)	体長 (cm)	雄雌
03-puf-219	0.70	32.5	
03-puf-220	0.78	34.0	
03-puf-221	0.98	37.0	
03-puf-222	1.22	40.0	
03-puf-223	0.92	35.0	
03-puf-224	0.74	34.0	
03-puf-225	0.60	30.5	
03-puf-226	1.04	37.0	
03-puf-227	0.62	33.5	
03-puf-228	0.80	33.5	
03-puf-229	0.76	33.0	
03-puf-230	0.80	33.5	
03-puf-231	0.92	35.5	
03-puf-232	1.08	37.5	
03-puf-233	0.58	31.0	
03-puf-234	0.78	33.0	
03-puf-235	0.58	31.0	
03-puf-236	0.84	35.0	
03-puf-237	0.72	34.0	
03-puf-238	0.84	36.0	
03-puf-239	1.00	37.5	
03-puf-240	0.86	36.0	
03-puf-241	0.90	35.0	
03-puf-242	0.84	35.0	
03-puf-243	0.62	32.0	

表 2. 毒性分析に使用したセンニンフグの試料

試料番号	体重 (kg)	体長 (cm)	雄雌
03-puf-001	3.1	55.5	
03-puf-002	3.3	65.0	
03-puf-003	3.9	65.0	
03-puf-004	3.8	63.0	
03-puf-005	6.4	74.5	
03-puf-006	1.2	45.5	
03-puf-007	3.9	64.0	
03-puf-008	2.8	59.5	
03-puf-009	3.7	66.0	
03-puf-020	1.94	55.5	
03-puf-027	5.5	74.0	
03-puf-029	2.0	54.5	
03-puf-033	1.60	51.5	
03-puf-034	2.00	55.0	
03-puf-035	4.20	66.0	
03-puf-036	4.60	68.0	
03-puf-037	1.50	49.0	
03-puf-038	1.70	51.0	
03-puf-051	4.22	66.5	
03-puf-078	1.90	57.0	
03-puf-079	3.30	61.0	
03-puf-080	3.20	66.0	
03-puf-081	2.40	59.5	
03-puf-082	2.20	59.5	
03-puf-083	2.10	61.0	

試料番号	体重 (kg)	体長 (cm)	雄雌
03-puf-084	3.20	60.0	
03-puf-088	3.50	64.5	
03-puf-089	5.20	75.0	
03-puf-141	0.08	18.5	
03-puf-159	4.44	74.5	
03-puf-179	2.34	59.0	
03-puf-181	0.56	37.0	不明
03-puf-182	0.24	28.5	不明
03-puf-196	5.58	75.0	
05-puf-019	1.78	53.0	無し

表 3. 毒性分析に供したヨリトフグの試料

試料番号	体重 (kg)	体長 (cm)	雄雌
03-puf-024	0.8	32.5	
03-puf-025	1.1	36.0	
03-puf-026	1.0	35.0	
03-puf-045	0.26	21.0	
03-puf-046	0.76	29.5	
03-puf-069	0.68	32.5	

表 4. ヨリトフグ筋肉の分析結果

試料番号	TTX濃度			毒性
	ng/mL	μg/g(筋肉)	MU/g(筋肉)	
03-puf-024	< 0.05			無毒
03-puf-025	< 0.05			無毒
03-puf-026	< 0.05			無毒
03-puf-045	< 0.05			無毒
03-puf-046	< 0.05			無毒
03-puf-069	< 0.2			無毒

< 0.05: 検出限界未満

< 0.2: 検出限界以上、定量限界未満

表 5 センニンフグ筋肉の分析結果

試料番号	TTX濃度			毒性
	ng/mL	μg/g(筋肉)	MU/g(筋肉)	
03-puf-001	5.96	2.98	13.6	弱毒
03-puf-002	4.48	2.24	10.2	弱毒
03-puf-003	< 0.05			無毒
03-puf-004	1.62	0.812	3.69	無毒
03-puf-005	6.16	3.08	14.0	弱毒
03-puf-006	26.3	13.2	59.8	弱毒
03-puf-007	< 0.05			無毒
03-puf-008	1.17	0.585	2.66	無毒
03-puf-009	1.86	0.928	4.22	無毒
03-puf-020	0.772	0.386	1.75	無毒
03-puf-027	0.944	0.472	2.14	無毒
03-puf-029	1.18	0.592	2.69	無毒
03-puf-033	12.1	6.07	27.6	弱毒
03-puf-034	2.22	1.11	5.04	無毒
03-puf-035	1.06	0.532	2.42	無毒
03-puf-036	< 0.2			無毒
03-puf-037	< 0.2			無毒
03-puf-038	7.66	3.83	17.4	弱毒
03-puf-051	1.24	0.622	2.83	無毒
03-puf-078	3.31	1.65	7.52	無毒
03-puf-079	0.953	0.477	2.17	無毒
03-puf-080	3.18	1.59	7.23	無毒
03-puf-081	0.401	0.201	0.912	無毒
03-puf-082	2.28	1.14	5.18	無毒
03-puf-083	5.21	2.60	11.8	弱毒
03-puf-084	1.72	0.858	3.90	無毒
03-puf-088	3.11	1.55	7.06	無毒
03-puf-089	7.16	3.58	16.3	弱毒
03-puf-141	1.87	0.933	4.24	無毒
03-puf-159	< 0.2			無毒
03-puf-179	5.40	2.70	12.3	弱毒
03-puf-181	0.651	0.326	1.48	無毒
03-puf-182	1.67	0.835	3.80	無毒
03-puf-196	0.466	0.233	1.06	無毒
05-puf-019	2.92	1.46	6.64	無毒

< 0.05: 検出限界未満

< 0.2: 検出限界以上、定量限界未満

表6. 各フグ筋肉の毒性

	検体数	検出限界未満 < 0.11 MU/g	定量限界未満 ~ 0.45 MU/g	無毒 ~ 10 MU/g	弱毒 ~ 99 MU/g
クロサバフグ	50	50	0	0	0
ヨリトフグ	6	5	1	0	0
センニンフグ	35	2	3	21	9

表7 自治体別フグによる食中毒の発生件数、患者数、死亡者数

自治体名	発生 件数	患者数	死者数	自治体名	発生 件数	患者数	死者数
北海道	26	44	7	京都府	5	10	0
札幌市	2	3	0	京都市	5	9	2
青森県	11	19	6	大阪府	66	100	20
岩手県	6	9	1	大阪市	68	117	40
宮城県	13	17	3	兵庫県	198	279	75
秋田県	11	20	2	神戸市	80	125	41
山形県	5	11	1	和歌山県	21	31	15
福島県	18	39	9	岡山県	151	208	82
茨城県	15	31	7	広島県	256	341	136
栃木県	1	1	0	広島市	3	6	0
千葉県	26	32	10	鳥取県	54	76	14
埼玉県	4	6	0	島根県	44	67	20
東京都	44	73	16	山口県	200	305	108
神奈川県	16	25	7	愛媛県	169	222	114
横浜市	26	46	12	香川県	113	170	74
川崎市	2	3	1	徳島県	33	40	22
新潟県	31	50	9	高知県	19	37	11
富山県	14	42	3	福岡県	140	243	63
福井県	7	11	2	福岡市	16	24	7
石川県	25	53	10	北九州市	29	41	16
山梨県	1	3	2	佐賀郡	2	3	1
長野県	3	7	1	佐賀県	34	59	13
静岡県	18	26	7	大分県	58	92	37
愛知県	63	104	33	大分市	1	2	0
名古屋市	23	31	10	長崎県	95	179	50
岐阜県	8	10	1	熊本県	43	61	20
三重県	38	47	25	宮崎県	18	28	5
滋賀県	2	4	0	鹿児島県	10	22	2
奈良県	3	4	1	沖縄県	8	38	0
				総計	2,401	3,706	1,174

表8 各自治体におけるフグの毒性調査を集約する資料として作成した食中毒一覧表の例（沖縄県）

自治体	発生日	発生場所	病因食品	魚種	部位	原因施設	摂食者数	患者数	死者数
沖縄県	1974年05月11日	具志川市喜屋武	魚介類（サシミ）			販売店	50	25	0
沖縄県	1983年11月23日	名護市	魚介類（ふぐ）			家庭	1	1	0
沖縄県	1990年12月28日	浦添市	ふぐ			飲食店	6	2	0
沖縄県	2010年12月01日	与那原町	魚介類（センニンフグ）	センニンフグ		事業場	4	1	0
沖縄県	2011年05月17日	宮古郡上野村	フグ			家庭	6	4	0
沖縄県	2009年03月27日	沖縄県	オキナワフグの天ぷら（3/27昼食）	オキナワフグ		家庭	1	1	0
沖縄県	2003年05月22日	沖縄県	モヨウフグ	モヨウフグ	卵巣	家庭	6	2	0
沖縄県	2008年04月14日	沖縄県	魚汁（センニンフグ）	センニンフグ	肝臓、精巣	家庭	2	2	0