

厚生労働省科学研究費補助金（食品の安全確保推進研究事業）

「マリントキシンのリスク管理に関する研究」

平成 27 年度分担研究報告書

東北沿岸産フグ類の毒性

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。いっぽう、Kodama et al. (1984) は、三陸沿岸で漁獲されるコモnf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たマフグ、コモnfグ、ゴマフグ、ショウサイフグの 4 種のフグにつき、部位ごとの毒性を調査した。

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た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。

フグ類の毒性は産地によって大きな違いがあるものと考えられている。Kodama et al. (1984) は三陸沿岸で漁獲されるヒガンフグ *Takifugu pardalis* およびコモnfグ *T. poecilonotus* は、肉が 100 MU/g を超える高い毒性を示す個体が高頻度で出現することを報告している。この結果に基づき現在、岩手県釜石湾、同県越喜来湾、宮城県雄勝湾産のコモnfグとヒガンフグは市場での取扱いが禁止されている。これまで東北地方の沿岸部で漁獲されたフグはほとんど利用されず、雑魚として廃棄されてきた。しかし近年、未利用資源の活用を目的として、東北の一部地域では地元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。本研究は Kodama et al. (1984) の

調査から 30 年以上が経過した現時点での、三陸沿岸で漁獲されるフグ類の毒性を調査したものである。

B. 研究方法

(1) 試料

2015 年 5~11 月に岩手県大船渡魚市場に水揚げされたマフグ 36 個体(BW: 430.7 ± 47.3g, TL: 263.1 ± 10.5mm)、ゴマフグ 30 個体(BW: 502.0 ± 28.0g, TL: 302.0 ± 6.6mm)、ショウサイフグ 12 個体(BW: 202.8 ± 22.0g, TL: 226.7 ± 9.6mm)、コモnfグ 40 個体(BW: 163.0 ± 10.5g, TL: 199.4 ± 4.3mm)を試料とした。これら試料は個体ごとに梱包したのち凍結状態で相模原キャンパスに搬入し試験に供するまで - 80 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。生殖腺は区別できるものは卵巣と精巣に分けて分析

した。

(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関連成分 (TTXs)、すなわちテトロドトキシン (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) マフグ *Takifugu porphyreus*

1) 肉

6.22 ± 1.78 MU/g (max 49.58 MU/g) の TTXs と 0.25 ± 0.08 MU/g (max 2.72 MU/g) の PSPs が確認された。TTXs と PSPs の合計は 6.47 ± 1.80 MU/g (max 50.23 MU/g) であり、36 個体中 5 個体が安全基準値 (10 MU/g) を超過した。

2) 精巢

5.04 ± 0.96 MU/g (max 10.31 MU/g) の TTXs と 0.10 ± 0.06 MU/g (max 0.46 MU/g) の PSPs が検出された。TTXs と PSPs の合計は 5.14 ± 0.97 MU/g (Max 10.39 MU/g) であり、7 個体中 1 個体が安全基準値を超過した。

3) 可食部以外の部位

皮、肝臓、消化管、卵巣から最高値でそれぞれ 411.05、3116.15、681.53、4350.43 MU/g と、非常に高濃度の TTXs が検出された。各部位からは TTXs に対して 20%未満の PSPs が検出された。

(2) ゴマフグ *Takifugu stictonotus*

1) 肉

1.23 ± 0.29 MU/g (max 4.57 MU/g) の TTXs および 0.17 ± 0.08 MU/g (max 1.98 MU/g) の PSPs が検出された。TTXs と PSPs の合計は 1.40 ± 0.30 MU/g (max 4.57 MU/g) で、安全基準値を超過する個体は確認されなかった。

2) 精巢

2.05 ± 1.05 MU/g (max 10.58 MU/g) の TTXs と 1.00 ± 0.38 MU/g (max 3.66 MU/g) の PSPs が確認された。TTXs と PSPs の合計は 3.03 ± 1.44 MU/g (max 12.33 MU/g) であり、安全基準値を超過する個体が 13 検体中 2 検体確認された。

3) 可食部以外の部位

皮、肝臓、消化管、卵巣から最高値でそれぞれ 42.25、75.51、38.57、255.98 MU/g の TTXs が検出された。各部位から TTXs に比較して極低濃度の PSPs が検出された。

(3) ショウサイフグ *Takifugu snyderi*

1) 肉

5.45 ± 2.66 MU/g (max 28.25 MU/g) の TTXs と 0.66 ± 0.28 MU/g (max 2.71 MU/g) の PSPs が検出された。TTXs と PSPs の合計は 6.12 ± 2.71 MU/g (max 28.26 MU/g) であり、12 個体中 3 個体が安全基準値を超過した。

2) 精巢

15.88 ± 15.30 MU/g (max 46.47 MU/g) の TTXs と 6.50 ± 4.20 MU/g (max 14.39 MU/g) の PSPs が検出された。TTXs と PSPs の合計は 22.38 ± 15.26 MU/g (max 51.55 MU/g) であり、3 個体中 2 個体が安全基準値を超過した。

3) 可食部以外の部位

皮、肝臓、消化管、卵巣から最高値でそれぞれ 32.47、246.27、79.81、955.79 MU/g の TTXs が検出された。各部位から TTXs に比して極低濃度の PSPs が検出された。

(4) コモンフグ *Takifugu poecilonotus*

1) 肉

25.61 ± 6.08 MU/g (max 230.33 MU/g) の TTXs および 0.73 ± 0.22 MU/g (max 2.72 MU/g) の PSPs が検出された。TTXs と PSPs の合計は 26.34 ± 6.05 MU/g (max 230.40 MU/g) であり、40 個体中 26 個体が安全基準値を超過した。

2) 可食部以外の部位

皮、肝臓、消化管、卵巣および精巢から最高値でそれぞれ 1192.40、6727.33、2039.77、2691.54、

46.94 MU/g の TTXs が検出された。各部位から TTXs に比較して 2~20%程度の PSPs が検出された。

D. 考察

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。Kodama et al. (1984)の調査から30年以上が経過し、2011年3月の東日本大震災に伴う大津波で生息環境が大きく攪乱されたにも拘わらず、昨年度の調査により三陸沿岸で漁獲される上記2種のフグが依然として高い毒性を示すこと、肉に強毒レベルを示す個体が高頻度で出現していることが明らかとなった。本年度、大船渡湾海域で漁獲された4種のフグ(マフグ、ゴマフグ、ショウサイフグおよびコモフグ)につき、部位別の毒性を調べたところ、コモフグ以外の3種のフグも可食部とされる皮、肉および精巣で安全基準値である10 MU/gを超過する個体が確認された。大船渡湾産のコモフグとヒガンフグは取り扱いが禁止されていないものの、これら2種を含め同魚市場では現在、食の安全性を確保するためトラフグを除くフグ類はすべて廃棄されている。大船渡湾に限らず、東北地方沿岸各地における有毒フグ類の分布については、今後とも研究を継続する必要があると考えられる。

E. 結論

フグ類の安全性の確保に資することを目的として、2015年に大船渡湾海域で水揚げされたマフグ、ゴマフグ、ショウサイフグ、コモフグの部位別毒性を個体ごとに調べたところ、4種ともに肉を含む可食部で、安全基準値(10 MU/g)を超過する毒性が高頻度で検出された。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

1) 佐藤 繁(2015) 麻痺性貝毒の生物化学的変

換に基づいた簡易分析法の開発. 平成26年度水産学技術賞. 日本水産学会誌 81(5)、792-795.

2) 佐藤 繁(2016) 東北地区のフグの毒性. ミニシンポジウム記録: フグ食の安全性確保-日本沿岸フグ類の分類と毒性の見直し. 日本水産学会誌 82(2)、169.

2. 著書・総説

- 1) 佐藤 繁・松浦啓一(2015) フグを知って中毒防止(第8回). モヨウフグ・ホシフグ. 食と健康 59(4)、pp.30-31、日本食品衛生協会.
- 2) 佐藤 繁・松浦啓一(2015) フグを知って中毒防止(第9回). コクテンフグ・ケショウフグ. 食と健康 59(5)、pp.28-29、日本食品衛生協会.
- 3) 佐藤 繁・松浦啓一(2015) フグを知って中毒防止(第10回). センニンフグ・カイユウセンニンフグ. 食と健康 59(6)、pp.28-29、日本食品衛生協会.
- 4) 佐藤 繁・松浦啓一(2015) フグを知って中毒防止(第11回). キタマクラ・サザナミフグ. 食と健康 59(7)、pp.28-29、日本食品衛生協会.
- 5) 佐藤 繁・松浦啓一(2015) フグを知って中毒防止(第12回). クロサバフグ・クマサカフグ. 食と健康 59(8)、pp.28-29、日本食品衛生協会.
- 6) 佐藤 繁・松浦啓一(2015) フグを知って中毒防止(第13回). カスミフグ・スジモヨウフグ. 食と健康 59(9)、pp.36-37、日本食品衛生協会.
- 7) 佐藤 繁・松浦啓一(2015) フグを知って中毒防止(第14回). カナフグ・ヨリトフグ. 食と健康 59(10)、pp.28-29、日本食品衛生協会.
- 8) 佐藤 繁・松浦啓一(2015) フグを知って中毒防止(第15回). ミゾレフグ・ワモンフグ. 食と健康 59(11)、pp.28-29、日本食品衛生協会.
- 9) 佐藤 繁・松浦啓一(2015) フグを知って中毒防止(第16回). アラレフグ・ナガレモヨウフグ. 食と健康 59(12)、pp.38-39、日本食品衛生協会.
- 10) 佐藤 繁・松浦啓一(2016) フグを知って中毒防止(第17回). シマキンチャクフグ・タキフグ. 食と健康 60(1)、pp.48-49、日本

食品衛生協会.

- 11) 佐藤 繁・松浦啓一(2016) フグを知って中毒防止(第18回). シッポウフグ・アマミホシゾラフグ. 食と健康 60(1)、pp.30-31、日本食品衛生協会.
- 12) 佐藤 繁・松浦啓一(2016) フグを知って中毒防止(第19回). シボリキンチャクフグ・ナミダフグ. 食と健康 60(3)、pp.30-31、日本食品衛生協会.

3. 学会発表

- 1) 佐藤 繁：東北地区のフグの毒性．平成 27 年度日本水産学会秋季大会ミニシンポジウム「フグ食の安全性確保 日本沿岸フグ類の分類と毒性の見直し」．平成 27 年 9 月、宮城県仙台市．

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし