

機関番号：82617

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：平成 2009 年度～2011 年度

課題番号：20405034

研究課題名（和文） 東南アジアのフグ類の分類と毒性に関する研究

研究課題名（英文） Taxonomic and toxic study on puffers found in Southeast Asia

研究代表者

松浦 啓一 (MATSUURA KEIICHI)

独立行政法人国立科学博物館・動物研究部・部長

研究者番号：70141984

研究成果の概要（和文）：東南アジアのフィリピン、ベトナム、タイ及びマレーシアでフグ類を採集し、分類学的研究と毒性学的研究を行った。サバフグ属の *Lagocephalus spadiceus* は日本周辺のシロサバフグと同種であることが明らかになった。魚市場でのフグ類調査によって、モヨウフグ属やシッポウフグ属、サバフグ属などの有毒種が市場に出回っていることが明らかになり、採集したフグ類の多くが高い毒性をもつことが明らかになった。

研究成果の概要（英文）：Puffer specimens were collected from the seas in the Philippines, Vietnam, Thailand and Malaysia to study their taxonomic characters and toxin. Our taxonomic study showed that *Lagocephalus wheeleri* is a junior synonym of *L. spadiceus*. Many toxic puffers such as species of *Arothron* and *Torquigener* were commonly found in fish landing places in these countries. Our toxin analysis revealed that the puffers in the Southeast Asian region are highly toxic.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
平成 20 年度	1,900,000	570,000	2,470,000
平成 21 年度	2,800,000	840,000	3,640,000
平成 22 年度	2,800,000	840,000	3,640,000
平成 23 年度	2,800,000	840,000	3,640,000
年度			
総計	10,300,000	3,090,000	13,390,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：水産学一般

キーワード：フグ、分類、フグ毒、南シナ海、東南アジア

1. 研究開始当初の背景

我が国では厚生労働省や各地方自治体の努力によってフグ食の適切な管理が行われている。しかし、それにも関わらず、依然として我が国における食中毒死者数の30%以上が、フグの喫食によるものとされている(児玉・佐藤, 2005)。

わが国で報告されている中毒の大部分は、家庭でフグを調理し消費した際に発生しており、専門の調理師により処理されたフグが原因となった例はほとんどない。

一方、日本沿岸や東シナ海産のフグ類の大部分は、筋肉に食品衛生上無視し得る程度の毒性しか認められないのに対して、南方産の

フグ類では、しばしば筋肉に危険なレベルの毒性をもつことが知られている。

東南アジア諸国におけるフグ中毒の実態は不明であったが、最近、極めて深刻な事態に陥っていることが明らかになった。最悪の例はベトナムであり、5年間で737人（年平均147人）がフグ中毒にかかり、127人が死亡している（年平均25.4人）。同じ期間の日本におけるフグ中毒による死者が14人（年平均2.8人）であるから、ベトナムの深刻な状況は明らかである。

研究代表者である松浦と分担者の佐藤は2005年にベトナム水産省の要請により、ハイフォンの水産研究所 (Research Institute for Marine Fisheries, RIMF) のスタッフと共同で、現地でフグ類の分類ならびに毒性試験に協力した。同国沿岸域で捕獲されるフグ類はサバフグ属 *Lagocephalus*、トラフグ属 *Takifugu*、シッポウフグ属 *Torquigener*、モヨウフグ属 *Arothron*、キタマクラ属 *Canthigaster* など多岐に渡り、多くの試料では筋肉に、食用としての可否の目安とされている10MU/gを超える高い毒性をもつ個体が認められた。ただし、試料の毒性を調べる際、RIMFでは捕獲したフグを個体ごと、あるいは種ごとに凍結保存し、解凍後に部位に分けて抽出しており、皮や内臓などの有毒部位から筋肉に毒が移行した可能性が否定できないため、毒性の詳細については明らかになっていない。

ベトナムではこの研究に基づいて、フグ類の市場での取り扱いを全面的に禁止するとともに、わが国にならない同国沿岸で捕獲されるフグの種ごとの危険性を評価すべく努力している。しかし、研究者や研究設備が不十分なため、十分な対応がなされているとは言えない。このため同国内におけるフグ中毒の発生を抑制するには至っていない。

フグ中毒はフィリピン (Ulysses、私信) タ

イ (Prachya、私信) などの東南アジア諸国でも頻発し (Kodama and Ogata, 1984; Sato et al., 1997)、公衆衛生上の深刻な問題となっている。また、研究分担者が1990年代後半にフィリピン、ルソン島のMasinloc湾で捕獲されるモヨウフグ属6種ならびにオキナワフグ *Chelonodon patoca* を調べたところ、ほぼ全ての試料の筋肉と皮に10MU/gを超える毒性が認められた。

上述のように、東南アジア諸国におけるフグ中毒被害は深刻な状況となっているため、当該地域の水産研究者及び食品衛生担当者から東南アジアのフグ類の毒性と分類学的研究を進めて欲しいという強い要請が研究代表者及び研究分担者に寄せられた。このような緊急の事態に対応するため本研究を実行した。

2. 研究の目的

本研究の目的は東南アジア諸国のフグ類の毒性を産地、季節、個体群、部位（臓器や筋肉）別に解析するとともに、当該フグ類の分類学的特徴を明らかにすることである。そして、東南アジア産フグ類を適切に取り扱い、当該地域でのフグ中毒を防ぎ、食の安全の確保に資することとする。

3. 研究の方法

調査地域が4カ国になるため、各国の調査を国別に進めることを基本とした。フグ中毒例が特に多いベトナムとかなりの数のフグ中毒が生じているフィリピンに重点を置いた。タイではタイ湾にドクサバフグが出現し、しかも同湾北西部の個体群には現地漁業者によると筋肉の毒性が極めて低い個体がいるとの情報がある。これまで知られていなかった現象であったためタイ産及び南シナ海産のドクサバフグの精査を行った。

(1) 分類学的調査

フグ類は全般的な形態が類似しているため、色彩が種の特徴となることが多い。このため現地でフグ類のカラー写真を撮影し、DNA 分析用に筋肉を採取した後、ホルマリンで固定して、日本に持ち帰って詳細に標本を調査した。

(2) 毒性学的調査

筋肉、皮、生殖腺、肝臓、消化管に分け、それぞれ食品衛生検査指針（児玉・佐藤2005）の方法に従って希酢酸熱浸抽出液を調製し、日本に持ち帰った。毒成分の分析には所属する北里大学海洋生命科学部の蛍光HPLC アナライザー（TTX 用2台、PSP 用4台）を使用した。

これに加え、四重極型LC/MS/MS (API-2000, Applied Biosystems)ならびにELISA キットにより、毒成分の同定や多数試料の分析を行った。

(3) 国別調査

フィリピン：国立水産振興研究所（NFRDI）のUlysses M. Montojo 博士の研究チームが協力者となり、NFRDI ならびにその上級機関である水産資源庁（BFAR）の支所をベースとして、フグ中毒が頻発しているルソン島のマシロック湾海域とビザヤ海域からフグ類を採集し、分類学的調査とフグ毒調査を実施した。

また、研究代表者と研究分担者のみでは調査を多数の地域で同時に実施することは不可能であったため、フィリピン側の研究協力者（Ulysses M. Montojo, Valeriano Borja, Norvida Gadula）がフグ試料の収集を担当し、効率的な調査を行った。

ベトナム：北部と南部で調査を行った。国立水産研究所（RIMF）はベトナム北部のハイフォン市にあるため、RIMF をベースとして北部の現地調査を実施した。南部調査においてはニャチャンにある海洋研究所（NIO）をベースとして調査を実施した。

ベトナム南部では東シナ海においては周年無毒であるカナフグ *Lagocephalus inermis* が季節的に毒化することがベトナムの研究協力者（Dao Viet Ha）と我々の予備的調査で判明していた。しかし、予備調査においては調査個体数が少なかったため、本研究においては、さらに詳細な調査を行った

マレーシア：現地研究協力者の支援を得て、フグ中毒に関する現地聞き取り調査と魚市場の調査を実施した。

タイ：タイ湾のソクラ周辺で集中的に調査を行った。その結果、少なくともソクラでは日常的にサバフグ類が魚市場に大量に水揚げされていることが明らかになったため、ドクサバフグやシロサバフグを重点的に採集し、分類学的・毒性学的研究を行った。

4. 研究成果

(1) 分類学的研究

日本及びインド・西太平洋に分布する *Lagocephalus wheeleri* と *L. spadiceus* のタイプ標本と多数の標本を比較検討した結果、*Lagocephalus spadiceus* と別種とされていた *Lagocephalus wheeleri* は同種であることが明らかになった。本種は日本国内、台湾およびベトナムで大量に利用されている。和名を学名に連動させると本種の和名はモトサバフグとなる。しかし、国内では本種をシロサバフグという和名で呼んでいた。このため学名と和名を厳格に連動させると、国内市場に混乱が生じる恐れがあるため、多用されてきたシロサバフグを和名として用いることにした。

インド洋西部に分布する *Lagocephalus guentheri* は *L. spadiceus* に類似するが、尾鰭の特徴で識別できることが明らかになった。また、ドクサバフグ *Lagocephalus lunaris* は従来、熱帯域に生息すると言われていたが、

近年、日本の高知県や宮崎県でも多数採集されていることが明らかになった。ドクサバフグはシロサバフグに類似するが、背中に分布する小棘の広がりによって区別できる。

(2) 毒性の研究

表1に東南アジア海域および台湾周辺海域で採取したフグ類の部位別の毒の分布を示す。日本産フグ類の場合と同様、調べた全ての種で毒性に大きな個体差が認められた。日本沿岸で漁獲されるシロサバフグとクロサバフグはほぼ無毒とされている。一方、東南アジア海域で採取されたこれら2種からは、内臓部分だけでなく皮にも10MU/gを超える毒性が検出された。同様の結果がカナフグにおいても確認された。すなわち日本産のカナフグは内臓部分のみが弱毒(10-100MU/g)とされているのに対して、東南

アジア産の同種には皮や肉に10MU/gを超える毒性が確認された。大部分の試料で毒の本体はフグ毒(テトロドトキシンおよび関連成分)であったが、フィリピン海域で採取したモヨウフグ属およびサバフグ属には、しばしば高濃度の麻痺性貝毒が検出された。フィリピン沿岸では *Pyrodinium bahamense* var. *compressum* 等の有毒渦鞭毛藻の発生に伴う貝類の毒化が頻発している。同国沿岸のフグ類に認められた麻痺性貝毒は、毒化貝等を摂取したことにより蓄積されたものかも知れない。

引用文献

児玉・佐藤, 2005. フグ毒、食品衛生検査指針、pp. 661-666.
 Kodama and Ogata, 1984. Nippon Suisan Gakkaishi, 50: 1949-1951.
 Sato et al., 1997. Toxicon, 35: 137-140.

表1 フグ類の臓器別毒性 (最高値)

			皮	肉	肝臓	消化管	卵巣	精巣
<i>Arothron</i>	<i>A. hispidus</i>	サザナミフグ	+	+	+	+	++	+
モヨウフグ属	<i>A. immaculatus</i>	カスミフグ	++	+	+++	+	+++	NE
	<i>A. manilensis</i>	スジモヨウフグ	++	++	+++	++	+++	++
	<i>A. mappa</i>	ケショウフグ	++	++	+	+	++	+
	<i>A. nigropunctatus</i>	コクテンフグ	+	+	+	++	++	+
	<i>A. stellatus</i>	モヨウフグ	+	+	+	+	++	+
<i>Lagocephalus</i>	<i>L. gloveri</i>	クロサバフグ	+	-	++	++	+	+
サバフグ属	<i>L. inermis</i>	カナフグ	+	+	++	++	+++	+
	<i>L. lunaris</i>	ドクサバフグ	++	++	++	++	++	++
	<i>L. sceleratus</i>	センニンフグ	++	++	++	++	++	+
	<i>L. spadiceus</i>	シロサバフグ	+	-	++	++	++	+
	<i>L. suzensis</i>	カイユウセンニンフグ	++	+	+	++	NE	NE
その他	<i>Chelonodon patoca</i>	オキナワフグ	++	++	++	++	++	+
	<i>Sphoeloides pachygaster</i>	ヨリトフグ	-	-	-	-	-	-
	<i>Torquigener gloerferti</i>		+	+	++	+	++	++
	<i>Tylerius spinosissimus</i>		+	+	+	NE	NE	NE

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 4 件)

- ① Matsuura, K., D. Golani & S. V. Bogorodsk. 2011. The first record of *Lagocephalus guentheri* Miranda Ribeiro, 1915 from the Red Sea with notes on previous records of *L. lunaris* (Actinopterygii, Tetraodontiformes, Tetraodontidae). Bull. Natl. Mus. Nat. Sci., Ser. A, 37: 163-169. 査読有
- ② Matsuura, K. 2010. *Lagocephalus wheeleri* Abe, Tabeta & Kitahama, 1984, a Junior Synonym of *Tetrodon spadiceus* Richardson, 1845 (Actinopterygii, Tetraodontiformes, Tetraodontidae). Mem. Natl. Mus. Nat. Sci., (44): 39-46. 査読有
- ③ Dao, V.H., Y. Takata, S. Sato, Y. Fukuyo Y & M. Kodama. 2009. Seasonal variation of domoic acid in a bivalve *Spondylus versicolor* in association with that in plankton samples in Nha Phu Bay, Khanh Hoa, Vietnam. Fish. Sci., 75: 507-512. 査読有
- ④ Dao, V.H., Y. Takata, S. Sato, Y. Fukuyo Y & M. Kodama. 2009. Frequent occurrence of the tetrodotoxin-bearing horseshoe crab *Carcinoscorpius rotundicauda* in Vietnam. Fish. Sci., 75: 435-438. 査読有

[学会発表] (計 2 件)

- ① Jesus, M. J. F., M. F. Cayme, M. F. Borja, U. M. Montojo & S. Sato. 2011 年 3 月 28 日. Inventory and toxin characterization of puffer fishes (Families Tetraodontidae and Diodontidae) in the Philippines. IOC/WESTPAC 8th International Scientific Symposium, 韓国釜山.
- ② 古西昇平・佐藤繁・Dao Viet Ha・Ulysses M. Montojo・松浦啓一. 2010 年 3 月 28 日. 東南アジア産サバフグ類の毒性に関する研究. 日本水産学会春季大会, 日本大学藤沢キャンパス.

[図書] (計 1 件)

- Motomura, H., K. Matsuura, N. Azhar & M. A. Ambak. 2011. Fishes of Terrengganu --- East Coast of Malay Peninsula, Malaysia. National Museum of Nature and Science, Universiti Malaysia Terrengganu and Kagoshima University Museum, 251 pp.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松浦 啓一 (MATSUURA KEIICHI)
独立行政法人国立科学博物館・動物研究部・部長
研究者番号 : 70141984

(2) 研究分担者

佐藤 繁 (SATO SHIGERU)
北里大学・海洋生命科学部・准教授
研究者番号 : 20170748

(3) 連携研究者

()

研究者番号 :