

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」

総括研究報告書

研究代表者 長島裕二 東京海洋大学大学院 海洋科学系

研究要旨

フグ等の安全性確保のため、 . フグの毒性に関する調査研究と . フグの分類に関する研究を行った。

. フグの毒性に関する調査研究

まず、これまで公表してきた各種フグ類の毒性データを整理し、谷の「日本産フグの毒力表」の毒性データと比較した。3種のフグ（トラフグ、マフグ、コモフグ）で、一部の部位の最高毒性が「日本産フグの毒力表」を上回るような既得毒性データ例があることがわかり、コモフグでは“強毒”（100～1000 MU/g）の皮から最高 2397 MU/g の毒性が検出された例がみられた。また、シロサバフグでは、“無毒”の範疇ながら肝臓から 2.2～7.9 MU/g の毒性が検出された。

フグの毒性実態調査として、2012年～2013年に三重県沿岸で漁獲されたフグ類3属13種26検体、2009年と2013年に岩手県釜石魚市場にそれぞれ水揚げされたコモフグ50検体とシロサバフグ46検体、さらに沖縄産クロサバフグ50検体、センニンフグ35検体およびヨリトフグ6検体の合計3属16種213検体の個体別、組織別毒性を測定した。その結果、各地域における各種フグ類の毒性は概ねこれまでの報告と一致していたが、ショウサイフグ精巢で11 MU/gの毒性が1例検出された。

各地におけるフグ食中毒の特徴を明らかにするため、平成22～23年度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。

. フグの分類に関する研究

日本近海で漁獲される自然交雑フグの種判別を正確に行うため、日本産フグ類を形態学的に再検討するとともに、遺伝子による種判別法の開発に取り組んだ。形態分類では、サバフグ属の分類学的研究とトラフグ属の交雑種個体の研究に重点を置いた。その結果、クロサバフグ *Lagocephalus gloveri* はニュージーランドとオーストラリア東岸から知られていた *Lagocephalus cheesemanii* と同一であったため、クロサバフグの学名を変更すべきことが明らかとなった。トラフグ属の交雑種個体を検討した結果、ショウサイフグ、トラフグおよびマフグが関与していることが判明した。

これとは別の交雑フグ種10個体につき、ミトコンドリアDNA塩基配列に基づく雌親種の同定を行った結果、8個体は形態学的鑑別法による推定と一致したが、2個体（ショウサイフグ×コモフグおよびコモフグ×ムシフグ各1個体）については形態学的鑑別法による推定と異なり、外部形態から両親種を推定することが困難なものの、あるいは過去の類似事例の知見が適用できないものが存在することが明らかとなった。したがって、報告や事例の蓄積が十分とは言えない交雑種に関しては、外部形態のみで両親種を判別することには注意が必要である。核DNAマイクロサテライト領域を対象にした父系魚種の同定に関しては、トラフグ属、サバフグ属で個別の領域設定が必要であることがわかり、マーカーとして有効と考えられる V1R、MC1R、MC4R、POMC、ITS1 および ITS2 領域のクローニングを個々の個体で確認中である。

研究分担者

荒川 修 長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科・教授
佐藤 繁 北里大学海洋生命科学部・准教授
大城 直雅 国立医薬品食品衛生研究所・室長
松浦 啓一 国立科学博物館・特任研究員
石崎松一郎 東京海洋大学大学院海洋科学技術研究科・准教授

A. 研究目的

フグ食中毒の発生件数と患者数は食中毒全体の2%以下だが、死者数は全体の1/3を占め、致死率が高い極めて危険な食中毒である。フグ食中毒防止のため、わが国では厚生労働省通知で食用可能なフグの種類、部位、漁獲地域を定め、都道府県条例等でフグ取扱いの場所と人を制限してフグの安全性確保を担保している。通知に基づく食用可能なフグの種類と部位は、1945年に谷が報告した西日本および東シナ海で漁獲したフグ類の毒性調査がもとになっているが、その後、谷の「日本産フグの毒力表」を上回る毒力を示す例が散見され、フグ毒以外にも麻痺性貝毒やパリトキシン様毒によるフグ食中毒が発生している。また、平成19～20年にはキンシバイによるフグ毒中毒が続発した。このようにフグ食中毒およびフグ毒中毒は複雑化しており、フグ等の安全性確保における新たな問題点となっている。

フグの毒性は種によって著しく異なるため、フグの種判別は食中毒防止の重要管理項目である。しかしながら、フグは形態が酷似しており種を正確に判別することは難しい。これがフグ食中毒の一因となっている。その上、近年温暖化のためか南方産フグの出現や自然交雑フグが各地で確認されるようになり、正確なフグの判別が必要になっている。特に、トラフグとマフグの交雑と推定されるフグは古くから知られ、混獲量も少なくない。交雑フグについては、前記の通知の中で「両親種ともに食べてもよい部位のみを可食部位とする」と定めているが、実際の毒性に関する報告例は少なく、この規定が妥当かどうか明らかでない。このような状況の下、本研究では、フグ食の安全性確保を目的として、フグの毒性に関する調査研究とフグの分類に関する研究を行った。

「フグの毒性に関する調査研究」では、既得毒性データを整理するとともに、各種フグ類の

毒性実態調査を実施した。また、各地におけるフグ食中毒の特徴を明らかにするため、食中毒事件として届出のあったフグによる食中毒事例を自治体別にまとめた。

「フグの分類に関する研究」では、日本産フグ類を形態学的に再検討するとともに、DNAによる交雑種フグの種判別法の開発に取り組んだ。

B. 研究方法

フグの毒性に関する調査研究

1) 各種フグの既得毒性データ

研究分担者(荒川)が関わった論文の毒性データと未発表データを整理し、谷の「日本産フグの毒力表」の毒性データと比較した。

2) フグの毒性実態調査

フグの毒性は同種のフグであっても漁獲海域によって異なるので、海域を定め、3つの地区で漁獲された各種フグの個体別、組織別毒性を詳細に調べた。

試料には、2012年6月～2013年4月に三重県沿岸で漁獲されたフグ科3属13種26検体(トラフグ属ヒガンフグ4個体、アカメフグ1個体、ショウサイフグ7個体、ナシフグ2個体、マフグ1個体、コモンフグ3個体、シマフグ1個体、ムシフグ1個体、クサフグ2個体、トラフグ1個体、モウヨフグ属ホシフグ1個体、サバフグ属クマサカフグ1個体、センニンフグ1個体)を用いた。毒性試験は、食品衛生検査指針のフグ毒検査法に従い、マウス試験法で行った。

東北地方太平洋沿岸の一部海域で漁獲されるヒガンフグやコモンフグでは、筋肉に高濃度の毒性が検出されることがある。そこで、2009年7月に岩手県釜石魚市場に水揚げされたトラフグ属コモンフグ50個体および同市場で2013年6月に水揚げされたサバフグ属シロサバフグ46個体を試料とした。これらについては、HPLC-蛍光検出法で分析し、テトロドトキシン(TTX)、4-*epi*-TTX、4,9-anhydroTTXを定量した。

前述の谷の「日本産フグの毒力表」には、奄美・沖縄を含めた熱帯・亜熱帯域のフグ種についてほとんど記載がない。また、九州地方では熱帯性のドクサバフグの水揚げと食中毒が発生していることから、熱帯・亜熱帯域のフグの毒性を調べるため、沖縄県衛生環境研究所にて採集・保管されて

いたサバフグ属クロサバフグ 50 個体、センニンフグ 35 個体およびヨリトフグ属ヨリトフグ 6 個体の筋肉について、LC-MS/MS 法で TTX を分析した。

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、平成 22～23 年度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」(代表 長島裕二)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。

・フグの分類に関する研究

1) 形態に基づく分類

国内外の自然史系博物館や大学に保管されている日本産フグ類を調査した。また、北海道、神奈川県、京都府、高知県、長崎県、沖縄県でフィールド調査も行った。新鮮な標本が得られた場合には、カラー写真を撮影して、分類学的な研究に使用した。形態形質を調査するため、入手した標本は 10%ホルマリンで固定後、70%アルコールに保存して、形態学的調査を行った。

2) 遺伝子による種判別

試料には日本各地から採集し外観からの形態学的判定で交雑フグ種と判断された 7 種(トラフグ×クサフグ、トラフグ×マフグ、トラフグ×シマフグ、ショウサイフグ×コモンフグ、コモンフグ×ムシフグ、ショウサイフグ×ゴマフグおよびショウサイフグ×マフグ) 10 個体を用い、これらの筋肉から全ゲノム DNA を抽出、精製した。次に、全ゲノム DNA を用いてミトコンドリア DNA 中の 16S rRNA およびシトクローム *b* 領域の各々約 620bp および 390bp を含む部分領域を PCR 増幅した。PCR 産物の塩基配列を決定し、公的データベースおよび研究室で新たに構築したフグ種専用データベースから雌親種の同定を行った。

また、サバフグ属交雑種の判別に資することを目的に、これまでミトコンドリア DNA 塩基配列情報が得られていなかったカイユウセンニンフグ *Lagocephalus suezensis* のミトコンドリア DNA 全塩基配列を、プライマーウォーキング法により決定した。

C. 研究結果

・フグの毒性に関する調査研究

1) 各種フグの既得毒性データ

3 種のフグで、一部の部位の最高毒力が「日本産フグの毒力表」を上回っていた。トラフグでは毒力表で“無毒”(< 10 マウスユニット (MU) /g) とされている皮と精巣で、それぞれ最高 14 および 20 MU/g の毒性を示す個体がみられた。同様に、マフグでは“無毒”の筋肉と精巣から、ともに最高 60 MU/g、コモンフグでは“強毒”(100～1000 MU/g) の皮から最高 2397 MU/g の毒性が検出された例がみられた。また、シロサバフグでは、“無毒”の範疇ながら肝臓から 2.2～7.9 MU/g の毒性が検出された。

2) フグの毒性試験

2012～2013 年に三重県沿岸で漁獲されたフグ 26 検体中 18 検体が有毒 (10 MU/g 以上) であった。このうち、毒性が最も高かったのは、マフグ卵巣の 1220 MU/g で、次いでショウサイフグ卵巣が 1120 MU/g を示し、これらは“猛毒”レベル (1000 MU/g 以上) であった。魚種別に最高毒性値を比較すると、マフグ、ショウサイフグ以下、クサフグ (卵巣 748 MU/g)、ナシフグ (皮 379 MU/g)、ムシフグ (卵巣 337 MU/g)、コモンフグ (皮 263 MU/g)、ヒガンフグ (卵巣 157 MU/g)、シマフグ (卵巣 50 MU/g) の順で、ナシフグとコモンフグ以外は卵巣が最高毒性部位であった。

2009 年 7 月に釜石魚市場に水揚げされたコモンフグの大部分の個体で、筋肉に 10 MU/g を超える TTX 群がみられた。一方、2013 年 6 月に釜石魚市場に水揚げされたシロサバフグの筋肉、皮、肝臓および生殖腺には 10 MU/g を超える TTX 群は確認されず、消化管の 2 個体のみで 20 MU/g 程度の TTX 群が検出された。

沖縄近海産のクロサバフグ 50 個体、センニンフグ 35 個体およびヨリトフグ 6 個体の筋肉について、LC-MS/MS で TTX を分析した結果、クロサバフグは全個体が検出限界 (0.11MU/g) 未満、ヨリトフグ筋肉は 1 個体だけ検出限界以上定量限界 (0.45MU/g) 未満の TTX が検出された。これに対し、筋肉が有毒とされているセンニンフグは 9 検体 (25%) が有毒 (10 MU/g 以上) で、毒性レベルは“弱毒”(10～99 MU/g) であった。

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を調べたところ、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。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）と続いた。

・フグの分類に関する研究

1) 形態に基づく分類

今年度はサバフグ属の分類学的研究とトラフグ属の交雑種個体の研究に重点を置いた。

サバフグ属の標本は国立科学博物館、北海道大学総合博物館、神奈川県立生命の星・地球博物館、京都大学総合博物館、高知大学理学部、西海区水産研究所および鹿児島大学総合研究博物館において行った。その結果、日本には以下の7種が出現することが明らかとなった：クロサバフグ *L. cheesemanii*、カナフグ *Lagocephalus inermis*、クマサカフグ *L. lagocephalus*、ドクサバフグ *L. lunaris*、シロサバフグ *L. spadiceus*、センニンフグ *L. scleratus*、カイユウセンニンフグ *L. suzezensis*。Abe and Tabeta (1982)によって静岡県等から得られた標本に基づいて新種 *Lagocephalus gloveri* として発表されたクロサバフグのタイプ標本は、オーストラリア博物館とニュージーランド博物館から借用した *L. cheesemanii* の標本と形態学的に相違がないことが明らかとなった。さらに、オーストラリア博物館とCSIROから *L. cheesemanii* の組織サンプルを入手して日本産のクロサバフグと遺伝子を比較したところまったく差が見られなかった。したがって、Abe and Tabeta (1982)が新種として発表した *L. gloveri* は *L. cheesemanii* のシノニムであり、クロサバフグの学名には *L. cheesemanii* を適用することとなる。

トラフグ属の交雑種8個体を調査した。8個体のうち、体色からシヨウサイフグの雑種と判断されるものが5個体あった。他の1個体（No. 6と仮称）はマフグの若魚に似た色彩をもつが、マフグに見られる胸鰭後方の大黒斑がない。別の1個体（No. 7と仮称）は背鰭前方の体背部と腹面に小棘をもつこと、胸鰭後方の大黒斑を含む体全体の色

彩によってトラフグの雑種と判断される。1個体（No. 8と仮称）は胸鰭後方に大黒斑に白い縁取りがあり、トラフグに似ているが、体の腹側面に1本の黄色縦線が走り、臀鰭が黄色であり、トラフグとは異なる。

2) 遺伝子による種判別

今回採集した交雑フグ種7種10個体につき、ミトコンドリアDNA塩基配列に基づく雌親種の同定を行った結果、形態学的鑑別法による推定どおりの結果であったものは5種8個体であり、2種（シヨウサイフグ×コモフグの1個体およびコモフグ×ムシフグの1個体）については形態学的鑑別法による推定と異なった。

カイユウセンニンフグのミトコンドリアDNA塩基配列を、すでに解析されている他のサバフグ種と比較した結果、ミトコンドリアDNAの塩基組成は他のサバフグ種と大きな差異は認められなかった。しかし、分子系統樹の結果から、サバフグ属フグ類はセンニンフグ、カイユウセンニンフグのグループとその他のグループで大きく分岐し、さらに、その後カイユウセンニンフグがある時点でセンニンフグから分岐したことがわかった。

D. 考察

・フグの毒性に関する調査研究

1) 各種フグの既得毒性データ

トラフグでは皮と精巢で“弱毒”（10～100 MU/g）を示す個体が見られた。本種は成長段階によって毒の体内動態が異なり、肝臓が未発達の天然稚魚では、しばしば皮から微量のTTXが検出される。しかしながら、毒投与実験において肝臓が発達した個体では皮への移行毒量が僅少となること、皮は湯がいて食するため、その過程で毒が（もしあっても）かなり減少すると考えられること、1回の摂食量も筋肉よりはるかに少ないこと、これまでにトラフグの皮による中毒例がないこと、などから、現時点で問題視する必要はないものと考ええる。

一方、精巢が“弱毒”であった個体は、雌雄同体で、卵精巢と精巢を取り違えた可能性がある。他方、マフグでは、筋肉と精巢から“弱毒”が検出されたが、本種は皮が“強毒”、肝臓と卵巣が“猛毒”（> 1000 MU/g）であるため、凍結・解凍により、これらの部位から毒が筋肉や精巢に移行した可能性がある。

2) フグの毒性実態調査

三重県沿岸で漁獲されたフグ類 3 属 13 種 26 検体の毒性は概ね「日本産フグ類の毒力表」の範囲にとどまっていた。しかし、精巢は、10 個体中 1 個体(シウサイフグ)から 11MU/g の毒性が検出された。シウサイフグの精巢は食用可とされているので、フグ食の安全性確保のために、今後調査する必要がある。筋肉については 2 個体(ナシフグとムシフグ各 1 個体)から 10~11 MU/g の毒性が検出された。しかし、ナシフグは皮の毒性が高いため、凍結・解凍によってフグ毒が無毒の筋肉部に移行することが実験的に確かめられているので、その影響によるものと考えられる。ムシフグについても毒の移行が原因と推測されるが、ムシフグの毒性に関するデータが少ないため、筋肉が有毒か否かは不明である。したがって、安全性が確保できていないため食用が認められていない。

岩手県釜石魚市場に水揚げされたコモンフグのうち、筋肉の 28%が“無毒”、62%が“弱毒”、10%が“強毒”であり、毒性レベルの傾向は Kodama et al.(1984)の結果とほとんど変わっていないことが明らかとなった。シロサバフグは、消化管のみが有毒で他の部位には 10 MU/g を超える TTX 群は検出されなかった。

沖縄産のクロサバフグとヨリトフグの筋肉から TTX はほとんど検出されず、本研究においても、クロサバフグとヨリトフグの筋肉は、通知による「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」ことが再検証された。これに対し、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、センニンフグ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発生件数を調べた。本結果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。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。

・フグの分類に関する研究

1) 形態に基づく分類

サバフグ属の分類学的検討を通じて日本産フグ類の分類には再検討すべき点があることが明らかとなった。サバフグ類はインド・西太平洋に広く分布する種が多いため、今後、外国産の標本との比較を行い、サバフグ属全体の分類を確立する必要がある。

トラフグ属の交雑種と思われる標本を検討したところ、シウサイフグ、マフグおよびトラフグが関与した雑種であると判断できた。標本調査を広げれば他の地域からも得られる可能性が高い。

2) 遺伝子による種判別

本研究で鑑別した交雑種のうち、トラフグとマフグの雑種やトラフグとシマフグの雑種のように、従来から存在が知られ、両親種の間中間的な特徴を明瞭に示すものは、外部形態による両親種の推定が可能であり、mtDNA 解析法によってその推定が支持されたが、ゴマフグとシウサイフグの雑種のような両親種の間中間的な特徴を示さないものや、外部形態から両親種を推定することが困難なもの、あるいは過去の類似事例の知見が適用できないものが存在することが明らかとなった。したがって、報告や事例の蓄積が十分とは言えない交雑種に関しては、外部形態のみで両親種を判別することには注意が必要であると思われる。

E. 結論

・フグの毒性調査

既得の毒性データを整理したところ、3 種のフグで、一部の部位の最高毒力が「日本産フグの毒力表」を上回るような既得毒性データ例があることがわかった。

フグの毒性実態調査として、2012 年~2013 年に三重県沿岸で漁獲されたフグ類 3 属 13 種 26 検体、2009 年と 2013 年に岩手県釜石魚市場にそれぞれ水揚げされたコモンフグ 50 検体とシロサバフグ 46 検体、さらに沖縄産サバフグ属クロサバフグ 50 検体、センニンフグ 35 検体およびヨリトフグ属ヨリトフグ 6 検体の個体別、組織別毒性を測定した。その結果、各地域における各種フグ類の毒性は概ねこれまでの報告と一致していたが、シウサイフグ精巢で 11 MU/g の毒性が 1 例検出されたため、今後調査が必要である。

食中毒統計から、フグ食中毒は西日本で多く発生していることがわかった。これら自治体におけるフグの毒性データと照合することにより、地域

におけるフグ中毒の特徴を明らかにする。

・フグの分類に関する研究

サバフグ属の分類学的研究を行った結果、クロサバフグ *Lagocephalus gloveri* は、ニュージーランドとオーストラリア東岸から知られていた *Lagocephalus cheesemanii* と同一であったため、クロサバフグの学名を変更すべきことが明らかとなった。

トラフグ属の雑種個体を検討した結果、ショウサイフグ、トラフグおよびマフグが関与していることが判明した。交雑フグ種の親種判別に関しては、外部形態のみで両親種を判別することには注意が必要であり、遺伝子による判別法を併用して慎重に判定する必要がある。

F. 健康危険情報

特になし

G. 研究発表

1. 論文発表

- 1) H. Feroudj, T. Matsumoto, Y. Kurosu, G. Kaneko, H. Ushio, K. Suzuki, H. Kondo, I. Hirono, Y. Nagashima, S. Akimoto, K. Usui, S. Kinoshita, S. Asakawa, M. Kodama, S. Watabe: DNA microarray analysis on gene candidates possibly related to tetrodotoxin accumulation in pufferfish. *Toxicon*, 77 巻, 68-72 (2014).
- 2) 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 巻, in press (2013).
- 3) 荒川 修: フグ類が保有する毒の分布, 蓄積機構, および生理機能. *日本水産学会誌*, 79 巻, 311-314 (2013).
- 4) 谷口香織, 高尾秀樹, 新名真也, 山中祐二, 岡田幸長, 中島梨花, 王 俊杰, 辰野竜平, 阪倉良孝, 高谷智裕, 荒川 修, 野口玉雄: 天然トラフグ肝臓の毒性分布. *食品衛生雑誌*, 54 巻, 277-281 (2013).
- 5) 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).
- 6) 長島裕二: 食品中の魚毒(フグ毒)による食中毒とその予防. *食品衛生研究*, 63 巻 2 号, 21-30 (2013).
- 7) 長島裕二, 松本拓也: フグ毒化機構解明に向けた最近の研究. *Foods & Food Ingredients Journal of Japan*, 218 巻, 266-275 (2013).

2. 書籍

- 1) 齋藤昌義, 濱田友貴, 荒川 修: 第 7 章 食の安全を追求する科学, “農学の魅力”, 安田弘法, 中村宗一郎, 太田寛行, 橘 勝康, 生源寺真一 編, 養賢堂, 東京, pp. 169-195 (2013).
- 2) 長島裕二: コラム 5 魚介毒の化学成分と薬理作用. “フィールドベスト図鑑 vol. 17 危険・有毒生物”, 篠永 哲, 野口玉雄, 今泉忠明, 小川賢一 監修, 学研, 東京, p. 236 (2013).
- 3) 荒川 修: コラム 7 動物界におけるフグ毒の分布. “フィールドベスト図鑑 vol. 17 危険・有毒生物”, 篠永 哲, 野口玉雄, 今泉忠明, 小川賢一 監修, 学研, 東京, p. 238 (2013).

2. 学会発表

- 1) R. Tatsuno, T. Mine, Y. Yamanaka, T. Takatani, O. Arakawa: Growth-associated changes in internal tetrodotoxin distribution and skin structure in three species of pufferfish, 9th International Conference on the Marine Biodiversity and Environmental Fisheries Science of the East China Sea, Keelung, Sep. 2013.
- 2) 谷口香織, 高尾秀樹, 新名真也, 山中祐二, 岡田幸長, 中島梨花, 王 俊杰, 辰野竜平, 阪倉良孝, 高谷智裕, 荒川 修, 野口玉雄: 天然トラフグ肝臓の毒性分布. 第106回日本食品衛生学会学術講演会, 那覇, 2013年11月
- 3) 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, 那覇, 2013年11月
- 4) 山中祐二, 新名真也, 山下洋平, 辰野竜平, 高谷智裕, 荒川 修: 天然ヒガンフグの麻痺性貝毒蓄積能. 第106回日本食品衛生学会学術講演会, 那覇, 2013年11月
- 5) 辰野竜平, 井樋洸太郎, 沖田光玄, 山中祐二, 阪倉良孝, 高谷智裕, 荒川 修: トラフグに筋肉内投与した TTX の動態 -肝臓と皮の毒蓄積様式の相違-. 平成26年度日本水産学会春季大会, 函館, 2013年3月
- 6) 岩下裕子, 山下洋平, 市川 航, 荒川 修, 高谷智裕: 異なる波長の照射光下で培養した *Alexandrium catenella* の麻痺性貝毒産生. 平成26年度日本水産学会春季大会, 函館, 2013年3月

- 月
- 7) 沖田光玄, 平野 雪, 木下滋晴, 小島大輔, 山崎英樹, 崎山一孝, 高谷智裕, 荒川 修, 阪倉良孝: トラフグ稚魚のフグ毒感知, 摂取, および脳内蓄積に関連する遺伝子の発現. 平成 26 年度日本水産学会春季大会, 函館, 2013 年 3 月
 - 8) 糸井史朗, 吉川沙織, 朝比奈潔, 鈴木美和, 石塚健人, 瀧本成美, 光岡涼子, 横山直人, 出竹歩美, 高柳智江, 江口美帆, 小久保翔太, 高梨志保里, 三浦 愛, 河根三雄, 水藤勝喜, 辰野竜平, 高谷智裕, 荒川 修, 阪倉良孝, 杉田治男: フグの仔魚は母親由来の TTX によって守られている. 平成 26 年度日本水産学会春季大会, 函館, 2013 年 3 月
 - 9) 長島裕二, 佐藤康介: トラフグ体表粘液のプロテアーゼインヒビター. 第 27 回海洋生物生理活性談話会. 2013 年 5 月, 東京都港区.
 - 10) 桐明 絢, 長島裕二, 塩見一雄: カサゴ目魚類刺毒の性状および一次構造. 第 27 回海洋生物生理活性談話会. 2013 年 5 月, 東京都港区.
 - 11) 尹 顕哲, 石崎松一郎, 長島裕二: LC-MS によるフグ毒関連物質の検出. 平成 25 年度日本水産学会秋季大会. 2013 年 9 月, 三重県津市.
 - 12) 尹 顕哲, 石崎松一郎, 長島裕二: ヒガンフグ卵巣におけるフグ毒の化学形態. 平成 25 年度日本水産学会秋季大会. 2013 年 9 月, 三重県津市.
 - 13) 桐明 絢, 鈴木靖子, 長島裕二, 塩見一雄: アイゴ刺毒の一次構造およびカサゴ目魚類刺毒との構造比較. 平成 25 年度日本水産学会秋季大会. 2013 年 9 月, 三重県津市.
 - 14) 太田 晶, 須賀恵美, 石崎松一郎, 土井啓行, 石橋敏章, 松本拓也, 長島裕二: 食用フグの肝臓におけるテトロドトキシンおよび麻痺性貝毒の蓄積. 106 回食品衛生学会学術講演会. 2013 年 11 月, 沖縄県宜野湾市.
 - 15) 桐明 絢, 石崎松一郎, 長島裕二: ミトコンドリア DNA を用いたテトラミン食中毒原因巻貝の種判別法. 106 回食品衛生学会学術講演会. 2013 年 11 月, 沖縄県宜野湾市.
 - 16) 長島裕二: 海洋動物の毒. 第 28 回日本中毒学会東日本地方会. 2014 年 1 月, 東京都港区.
 - 17) 松本拓也, 桐明 絢, 渡部終五, 長島裕二: トラフグ幼魚におけるフグ毒テトロドトキシンの胆汁中排泄機構の検討. 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.
 - 18) 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.
 - 19) 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.
 - 20) 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.
 - 21) 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.
 - 22) 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.
 - 23) 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.
 - 24) 村田 龍, 大城直雅: LC-MS/MS による下痢貝毒分析の検討. 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.
 - 25) 松浦啓一: シッポウフグ属の分類学的検討と奄美大島の海底にミステリーサークルを作るシッポウフグ属の 1 未記載種. 2013 年度日本魚類学会年会, 2013 年 10 月, 宮崎県宮崎市.
 - 26) Acar Caner, 石崎松一郎, 長島裕二: Complete mtDNA sequences of common Turkish puffer fish species and comparison among species. 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

- 1) エビ類検出用プライマーセット, 特許第 5483173 号, 2014 年 2 月 28 日.