

特集：HACCP 導入による今後の食品衛生

<総説>

水産食品のハザードとその管理

大城直雅

国立医薬品食品衛生研究所

Hazards control on fish and fisheries products

OSHIRO Naomasa

National Institute of Health Sciences

抄録

日本では古くから海産物を食用として活用し、刺身や鰯などの生食は代表的な日本食文化として世界的に広く知れ渡っている。そのため腸炎ビブリオの制御は食中毒予防のための重要な課題であった。1996年には292件の食中毒事件が報告されていたが、リスク評価、リスク管理の成果により、2018年には22件にまで減少した。近年はサバやサンマなどの生食に起因するAnisakis属寄生虫による食中毒が大幅に増加している。フグ毒による食中毒は、事件数自体は多くないものの毎年発生し、致死事例も毎年のように報告されている。亜熱帯の沖縄や奄美地方では熱帯性の魚類によるシガテラが毎年発生している。さらに、海産魚類摂食後に横紋筋融解症を発症する食中毒についてはバリトキシン様毒によるものとされているが、原因物質の特定には至っていない。本稿では水産食品による食中毒の発生状況の推移および代表的な海産生物毒について解説する。

キーワード：水産食品、食中毒、マリンバイオトキシン

Abstract

As is well known from the iconic sushi and sashimi of Japanese cuisine, Japanese people have preferred to consume raw seafood. Therefore, preventing food poisoning due to contamination by the pathogenic bacteria *Vibrio parahaemolyticus* was one of the most important issues for many years in Japan. In 1996, 292 incidents were reported in Japan, but this was reduced to 22 incidents in 2018, as a successful achievement of risk assessment, management, and control of *V. parahaemolyticus*. In recent years, the number of incidents of anisakiosis significantly increased due to consumption of raw mackerel, Pacific saury, and other finfish containing the parasite *Anisakis* spp. Effective risk management should be carried out to control this poisoning. On the other hand, the number of tetrodotoxin poisoning incidents was not many. Still, it did occur, with fatal cases every year.

In the Ryukyu Islands, comprising Okinawa Prefecture and Kagoshima Prefecture's Amami Islands, located in the subtropical region, ciguatera fish poisoning is reported every year and is a significant issue in food poisoning events. These poisonings were caused by the consumption of certain species of carnivorous fish captured in this area, and the fish was contaminated with ciguatoxins. Rhabdomyolysis after consumption of

連絡先：大城直雅
〒210-9501 神奈川県川崎市川崎区殿町3-25-26
3-25-26 Tonomachi, Kawasaki, Kanagawa 210-9501, Japan.
Tel: 044-270-6568
E-mail: n-oshiro@nihs.go.jp
[令和3年4月8日受理]

marine finfish was also reported, but infrequently. The principal agent of this poisoning is still unknown.

In this review paper, we described and discussed the seafood poisoning risk shown above in the past and present and those expected to occur in future.

keywords: Fish and fisheries product, seafood safety, marine biotoxin

(accepted for publication, April 8, 2021)

I. はじめに

四方を海に囲まれている日本では古くから海産物を食用として活用し、刺身や鰯などの生食は代表的な日本食文化として世界的に広く知れ渡っている。魚介類を生食するがゆえに食中毒はつきもので、また、いわゆる足が早い食材も多いことから、水産食品の衛生、特に微生物制御は重要な課題であった。

農林水産省の統計で水産業は、海面と内水面および漁業と養殖業（海面漁業、海面養殖業、内水面漁業および内水面養殖業）に区分されている。海面は海水環境、内水面は主に淡水環境であるため、対象となる水産物（生物）が異なるが、同時にそれぞれの環境においてハザードとなる生物相も大きく異なる。漁業では天然環境の中で生育した魚介類を漁獲対象とするため、生息海域、時季、漁獲方法によっても想定されるハザードが異なる。養殖の場合、給餌や飼育用水を含めて閉鎖的な人工環境でおこなえば、技術的にハザードの排除は可能と考えられる。一方、ホタテやカキなどのプランクトン捕食性二枚貝、海苔などの海藻類の場合には、餌や栄養分が豊富にある海域に種苗を設置し生育させるため、その海域に潜むハザード付随する可能性がある。

このように、農産物や畜産物等とは異なり、天然環境の下で育まれた水産生物そのものに含まれるハザードに

対し、水産物を食品として扱う上でのリスクを理解したうえで、うまくコントロールする必要がある。本稿では、水産食品による食中毒の概要と、日本で考慮すべきハザードとして代表的な海産生物毒（マリンバイオトキシン）について解説する。

II. 食中毒の発生状況

「e-Stat」(府統計の総合窓口, <https://www.e-stat.go.jp/>)には1996年から2019年までの「食中毒統計調査」が掲載されている。このうち水産食品にかかわりがある病因物質として腸炎ビブリオ、クドア、アニサキス、化学物質および動物性自然毒、また原因食品として魚介類（貝類）、魚介類（ふぐ）、魚介類（その他）、魚介類加工品（魚肉練り製品）および魚介類加工品（その他）について23年間の食中毒事件数の推移をそれぞれ、図1と2にまとめた。また表1および2には、それぞれ1999年および2018年に発生した食中毒事件について、水産食品に注目して病因物質・原因食品別にまとめた。これらの統計資料を見ることでわが国における水産食品による食中毒の特徴が大きく変化したことがわかる。

海洋細菌である腸炎ビブリオ(*Vibrio parahaemolyticus*)による食中毒は、長年の課題であったが、対策が奏功し、1998年(827件)をピークに大幅に減少し、2016年(16件)

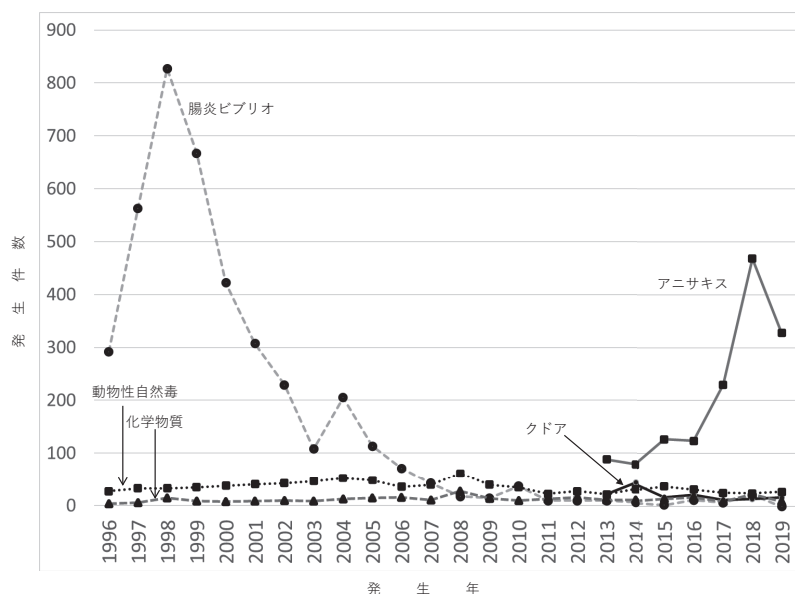


図1 水産食品関連食中毒の病因物質別発生推移

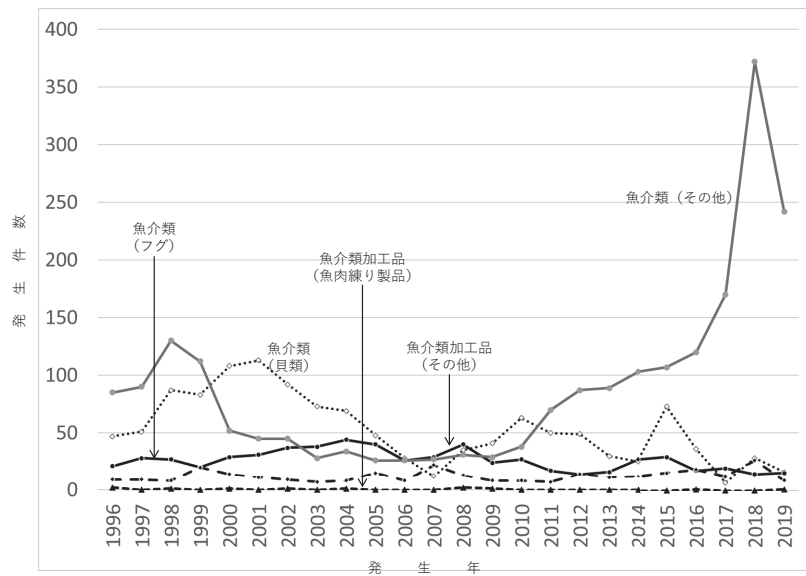


図2 水産食品関連食中毒の原因食品別発生推移

表1 病因物質・原因食品別食中毒事件数 (1996年) *

	魚介類			魚介類加工品		その他の食品	複合調理食品	不明	その他	合計
	貝類	ふぐ	その他	魚肉練り製品	その他					
細菌										
腸炎ピブリオ	16		64	1	5	5	14	69	118	292
ナグピブリオ			1					1	1	3
ぶどう球菌			1	1	2	12	9	2	17	44
サルモネラ菌属	1		8		2	81	31	78	149	350
その他の細菌			2			27	13	140	98	280
計	17		76	2	9	125	67	290	383	969
ウイルス										
小型球形ウイルス										
その他のウイルス										
計										
化学物質										
計			3						1	4
自然毒										
植物性自然毒						44			2	46
動物性自然毒	2	21	4							27
計	2	21	4			44			2	73
その他										
不明	28		2			1	4	36	99	170
総計	47	21	85	2	9	170	71	326	485	1216

* e-Stat (政府統計の総合窓口, <https://www.e-stat.go.jp/>)掲載の平成8年食中毒統計調査を基に、水産食品に注目して作成。肉、野菜などは「その他の食品」としてまとめた。

および2018年(22件)を除いて10件未満で推移し、2019年には発生0件であった。一方で、2013年から統計対象となったアニサキスは当初から88件発生、増加傾向にあり、2018年には468件となり事件数としてはカンピロバクター(319件)を抜いて食中毒全体で最も件数の多い病因物質となった。アニサキスはヒゲクジラやイルカを終宿主とする線虫で、中間宿主であるサバ、アジ、カツオ

などの生食により感染するが、特に2018年はカツオによる食中毒が増加した[1]。アニサキスは24時間以上の冷凍や60℃1分間の加熱により死滅することから、鮮魚の生食を避けることにより予防が可能である。カツオによる食中毒の増加の要因を含め、アニサキスによる食中毒については、鈴木[1]を参考にされたい。

クドア、化学物質および動物性自然毒は、事件数に大

水産食品のハザードとその管理

表2 病因物質・原因食品別食中毒事件数 (2018年) *

	魚介類		魚介類加工品		その他の食品	複合調理食品	その他		不明	合計
	貝類	ふぐ	その他	魚肉練り製品			その他	食品特定		
細菌										
腸炎ビブリオ			13		2	2	1	4		22
ナグビブリオ										
ぶどう球菌			1			4	7	1	13	26
サルモネラ属菌			1		1	1	2		11	2
その他の細菌						70	25	6	239	61
計			15		3	75	36	8	267	63
ウイルス										
ノロウイルス	19				1	5	32	5	167	27
その他のウイルス							1	1	6	1
計	19				1	5	33	6	173	28
寄生虫										
クドア			11				2		1	14
サルコシステイス						1				1
アニサキス			330		12		3	1	10	112
その他の寄生虫			2		1	1				4
計			343		13	2	5	1	11	112
化学物質										
			10		8	1	1	3		23
自然毒										
植物性自然毒						30	1	5		36
動物性自然毒	9	14	2							25
計	9	14	2			30	1	5		61
その他										
			2		1	1	1		3	3
不明										
					1	1	1		11	8
総計	28	14	372		26	114	77	23	465	211

* e-Stat (政府統計の総合窓口, <https://www.e-stat.go.jp/>)掲載の平成30年食中毒統計調査を基に、水産食品に注目して作成。肉、野菜などは「その他の食品」としてまとめた。

きな変動はないが、毎年発生報告がある。化学物質の大部分はヒスタミンで、遊離アミノ酸としてヒスチジンを多く含むマグロ、カツオ、サバ、イワシおよびサンマなどの主に魚類加工品で発生している。Morganella属などの細菌が産生するヒスチジン脱炭酸酵素によりヒスチジンが熱に安定なヒスタミンに変換、蓄積されるためであり、これら細菌の増殖を防ぐことが重要である。ヒスタミン食中毒の総説については山木・山崎[2]を参考にされたい。

動物性自然毒による食中毒の年間発生件数は21~61件と多くはないが、毎年発生報告がある(図1)。日本における動物性自然毒のほとんどは海産魚介類がもつ海産生物毒(marine biotoxin)である。発生件数は少ないものの、知識のないものが安易にフグを摂食することに起因するテトロドトキシンによる死亡例はほぼ毎年発生している[3]。南西諸島、特に沖縄県ではバラフエダイやバラハタ等によるシガテラが毎年発生し、沖縄県における食中毒病因物質として1位となった年もある[4]。

原因食品別でみると、魚介類(その他)が2010年以降増加傾向にあり2018年には372件発生しているが、これはアニサキスによるものと考えられる(図2、表2)。魚肉練り製品による食中毒はまれで、最大でも年間2件であることから、リスク管理が適切に行われているもの

と考えられる。貝類による食中毒の病因物質は1996年には腸炎ビブリオが主要であったが2018年にはノロウイルス(19件)と動物性自然毒(9件)となっている(表1,2)。

III. 海産生物毒による食中毒と病因物質

前述のとおり、日本で発生する食中毒の病因となる動物性自然毒のほとんどが海産生物毒である。その代表的なものとしてフグ毒(テトロドトキシン)、貝毒(麻痺性、下痢性、記憶喪失性、神経性、およびアザスピロ酸)、シガテラ毒およびテトラミン(テトラメチルアンモニウムイオン)があげられる。貝毒についてはCodex委員会で許容量が、日本では麻痺性貝毒および下痢性貝毒に対して規制値が設定されている(表3)。二枚貝の産地では、麻痺性貝毒および下痢性貝毒の原因となる有毒プランクトンをモニタリングし、貝毒の発生状況を監視しているため、食品として流通した二枚貝による食中毒はほとんど発生していない[3]。

1. フグ

食品衛生上、フグは有毒魚類として食品衛生法第六条第二号に該当すると位置づけられ、原則食用禁止である。有毒であるフグを安全に食用とするために、厚生労働省

表3 貝毒の規制状況

貝毒	生物毒群	Codex 規格	日本の規制値
麻痺性貝毒	サキシトキシン (STX) 群	≤ 0.8 mg STX(2HCl) 等量 /kg	4 MU/g
下痢性貝毒	オカダ酸 (OA) 群	≤ 0.16 mg OA 等量 /kg	0.16 mg OA 等量 /kg
記憶喪失性貝毒	ドウモイ酸 (DA) 群	≤ 20 mg DA 等量 /kg	-
神経性貝毒	プレベトキシン (BTX) 群	≤ 200 MU/kg または等量	-
アザスピロ酸	アザスピロ酸 (AZA) 群	≤ 0.16 mg/kg	-

は「フグの衛生確保について（昭和58年12月2日付環乳第59号）」の通知により、食用としても良いフグの種類、部位および海域を定め、知識と技術を持つもの以外は処理してはならないことになっている。

コモンフグとヒガンフグのうち、岩手県越喜来湾と釜石湾および宮城県雄勝湾で漁獲される個体については、筋肉に高濃度のフグ毒を含有する個体が確認されていることから適用が除外されており、食用とすることは認められていない。これらの海域で有毒個体が出現する理由については明らかにされていない。我々の調査で、コモンフグは海域や年によって皮が高度に毒化することが確認された（大城ら、未発表）。皮が高度に毒化した個体では、漁獲から時間が経過したり、凍結融解した場合には毒が筋肉に移行することが確認された。また、これらの個体の筋肉を内臓側と皮側に分けてテトロドトキシンを分析したところ、皮側からテトロドトキシンが検出され、皮が高度に毒化した個体では無毒レベルではあるが筋肉へ移行する可能性が示唆された。この現象は調査開始の年に得られたものであるが、翌年には毒性の強い個体の出現は確認されなかった。これらのことから、食経験の浅い海域で漁獲されたコモンフグなどについては、水産物として取り扱う際には、その毒性についてのデータを蓄積するなどの考慮が必要と考える。

シロサバフグやクロサバフグの筋肉、皮および精巢は食用とされているが、南シナ海産の個体にはこれらの部位が有毒なものが存在するとの報告がある[5]。上述の通知で適用を受ける海域に南シナ海は含まれていないため漁獲対象海域ではないが混入を防ぐなどの対策が必要である。

フグ毒の主体はテトロドトキシンであるが、熱帯性の種などでは麻痺性貝毒のサキシトキシンをもつものもあり、機器分析による毒性検査などで対象物質を設定する際には考慮する必要がある。

近年、東日本太平洋沿岸域でゴマフグとショウサイフグの交雑種が高頻度で出現する現象が確認された。本来、日本海を中心に生息するゴマフグが海水温の上昇に伴い津軽海峡を経て太平洋沿岸を南下、ショウサイフグの産卵環境と時期とが一致したことが要因と考えられている[6,7]。交雑種の場合、両親種に共通して食用が認められている部位は食用としてよいことになっているが、交雑種の毒性については知見が充分ではないため、より明らかにしておく必要がある。

2. プランクトン捕食性動物の貝毒

カキやホタテガイ、イガイなどの二枚貝やホヤなどのプランクトン捕食性動物は、生息する海域に有毒プランクトンが発生すると毒化する。これらの貝類の産地や養殖海域では年間を通じてプランクトンの発生動向をモニタリングして毒化の傾向を把握し、二枚貝中の麻痺性貝毒および下痢性貝毒の量を検査し、一定量を超えた場合には出荷を停止するなどのリスク管理が行われている。記憶喪失性貝毒は北米、神経性貝毒はアメリカとニュージーランド、アザスピロ酸はヨーロッパと食中毒の発生は限局的であり、日本での食中毒発生報告が無いこともあって規制対象とはなっていない。

アザスピロ酸については、奄美大島近海で採取された海綿の主要な細胞毒性成分としてアザスピロ酸-2の検出報告[8]があり、またアザスピロ酸産生性プランクトン (*Azadinium poporum*) が日本沿岸海域にも分布することが確認[9]されていることから、動向を注視し、二枚貝中の汚染実態について調査する必要があると考える。なお、麻痺性貝毒や下痢性貝毒は二枚貝中の主に中腸線に多く含まれるため、ホタテガイなどの大型二枚貝では貝柱などに加工することで食中毒を防げるが、アザスピロ酸は中腸線以外の組織にも含まれることから毒化した際には食用とするべきではない。

3. シガテラ

インド洋、太平洋およびカリブ海の熱帯域で発生している世界最大規模の魚類による食中毒である。日本では沖縄を中心にバラハタ、バラフエダイおよびイッテンフエダイなどによる食中毒の発生報告が毎年あるが[3,4]、本州から九州の太平洋沿岸域で漁獲されたクチジロと呼ばれるイシガキダイの大型個体による事例も散発的に確認されている[3,10]。輸入魚に関しては、食品衛生法第六条第二号に該当する魚種を指定して国内への流通を防止するリスク管理が行われており、輸入魚に起因する食中毒は発生していない。一方、国内で水揚げされる魚類については、各自治体の実情にあわせて、販売自粛を指導するなどの措置が取られている。実際に、東京都中央卸売市場に搬入後、販売が自粛された魚類を対象に原因物質であるシガトキシン類を分析したところ、産地不明のバラフエダイ2個体、紀伊半島沖産バラフエダイ2個体、産地不明のバラハタからシガトキシン類が検出された。そのうち産地不明のバラフエダイ1個体と紀伊半島

表4 横紋筋融解症（いわゆるパリトキシン様中毒）とHaff Diseaseおよびパリトキシン類中毒の比較

	横紋筋融解症	Haff Disease	クルベオトキシズム	カニ中毒
原因生物	アオブダイ、ハコフグなどの海水魚	淡水～汽水の魚類、甲殻類	ニシン科、カタクチイワシ科など海水魚	オウギガニ科のカニ
症状など				
発症時間	6～24時間	4～24時間	数分～数時間	数分～数時間
味覚	異常なし	異常なし	苦味や金属味	苦味や金属味
消化器症状	なし	なし	激しい下痢、嘔吐	激しい下痢、嘔吐
その他	突然の激しい筋肉痛、胸部圧迫感、呼吸困難、急性腎不全、ミオグロビン尿、CPK・CKの著しい高値	突然の激しい筋肉痛、胸部圧迫感、呼吸困難、急性腎不全、ミオグロビン尿、CPK・CKの著しい高値	高死亡率 微弱脈拍、頻脈、低血圧、チアノーゼ、硬直、瞳孔散大、過流涎、痙攣、呼吸困難、麻痺など。	高死亡率 全身の筋肉痛、嘔吐、下痢、四肢の刺痛、筋痙攣など。
原因物質	パリトキシン様毒（未解明）	未解明	パリトキシン類	パリトキシン類

産バラフエダイ1個体については、筋肉を200g程度摂取すると発症すると推定され、自治体による販売自粛の指導がリスク管理として機能していることが確認された[11]。

IV. 横紋筋融解症

アオブダイ等の海産魚類を摂取した数時間後、突然おきる全身の筋肉痛を主訴とする食中毒が西日本を中心に散発的に発生している。主要な原因魚はアオブダイ、ハコフグの仲間などであるが、クエやカンパチの大型個体による事例もある。なお、沖縄でイラブチャーとよばれ好んで食されているのは主にナンヨウブダイであり、アオブダイとは異なる。この食中毒はパリトキシン様毒によるものとして成書等に記載されているが、物質の特定には至っておらず、両者は食中毒の症状や致死率等に違いがあるため、まったく異なる物質によるものとの意見もある(表4)。症状などを比較すると、淡水や汽水産の魚類や甲殻類を摂取後に発症するHaff Diseaseに類似している(表4)。海水魚と淡水魚介類の違いがあるが症状の共通性から類似物質が関与する可能性が示唆される。

V. おわりに

沖縄ではもともとサザエ(チョウセンサザエ)など巻貝の内臓は食用ではないというのが一般的であったが、最近では本土の習慣をまねて「大人の味」として好んで食べる人も多い。1960年代に南鳥島で発生したシガテラに類似した食中毒では、それまで安全に食されてきたチョウセンサザエが毒化し、複数の患者が発生し、内臓摂取と重症度に関連性があるとの報告がある。ヒメエゾボラなどの巻貝がもつテトラミンは唾液腺を除去、肝臓中のビタミンA含量が高いイシナギは肝臓を除去、ナガズカという魚は毒性物質ジノグネリンを含む卵巣を除去

することで食用にすることが可能になる。また、青森では、春先のアワビの内臓を食べると中毒になるとの伝承があり、実際に光過敏症の原因となるポロフェオホルバイドが含まれる。

このように水産物を扱う上では、場所、時季などによってハザードやリスクが異なることを認識する必要がある。すなわち、類似したまたは同種の水産物であっても、採取(養殖)された場所や時季、調理(処理)の仕方によっては思わぬハザードが含まれていたり、除去されていない可能性がある。食品流通の広域化や新たな地場産業の発掘など様々な取り組みがなされる現在では、これらの潜在するハザードやリスクについて、安全に食用とされている水産食のバックグラウンドと状況などとよく照らし合わせながらリスク評価をした上で有効に活用していくことが重要と考える。

参考文献

- [1] 鈴木淳. アニサキスによる食中毒とその原因食品. 日本食品微生物学会雑誌. 2020;37(3):122-125. Suzuki J. [Food poisoning caused by *Anisakis* larvae and its causative foods in Japan.] Jpn J Food Microbiol. 2020;37(3):122-125. (in Japanese)
- [2] 山本将悟, 山崎浩司. 水産物におけるヒスタミン食中毒とヒスタミン生成菌. 日本食品微生物学会雑誌. 2019;36(2):75-83. Yamaki S, Yamazaki K. [Histamine food poisoning associated with fisheries products and histamine-producing bacteria.] Jpn J Food Microbiol. 2019;36(2):75-83. (in Japanese)
- [3] 登田美桜, 畝山智香子, 豊福肇, 森川馨. わが国における自然毒による食中毒事例の傾向(平成元年～22年). 食品衛生学雑誌. 2012;53(2):105-120. Toda M, Uneyama C, Toyofuku H, Morikawa K. [Trends of food poisonings caused by natural toxins in Japan,

- 1989-2011.] *Shokuhin Eiseigaku Zasshi (Food Hyg Saf Sci)*. 2012;53(2):105-120. (in Japanese)
- [4] Oshiro N, Yogi K, Asato S, et al. Ciguatera incidence and fish toxicity in Okinawa, Japan. *Toxicon*. 2010;56(5):656-661.
- [5] 原田禎顕. 台湾産フグの種別と毒性に関する二、三の知見. *食品衛生学雑誌*. 1979;20(6):437-441. Harada Y. [Classification and toxicological examination of "fugu" imported from Formosa.] *Shokuhin Eiseigaku Zasshi (Food Hyg Saf Sci)*. 1979;20(6):437-441. (in Japanese)
- [6] Takahashi H, Toyoda A, Yamazaki T, Narita S, Mashiko T, Yamazaki Y. Asymmetric hybridization and introgression between sibling species of the pufferfish *Takifugu* that have undergone explosive speciation. *Mar Biol*. 2017;164(4):90.
- [7] 高橋洋. 異変 気候変動によるフグの分布域北上と雑種の増加. *アクアネット*. 2019;22(8):50-53.
- [8] Ueoka R, Ito A, Izumikawa M, et al. Isolation of azaspiracid-2 from a marine sponge *Echinoclathria* sp. as a potent cytotoxin. *Toxicon*. 2009;53(6):680-684.
- [9] Takahashi K, Lum WM, Benico G, et al. Toxicogenic strains of *Azadinium poporum* (Amphidomataceae, Dinophyceae) from Japan and Vietnam, with first reports of *A. poporum* (ribotype A) and *A. trinitatum* in Asian Pacific. *Phycol Res*. 2021. <https://doi.org/10.1111/pre.12455>.
- [10] 大城直雅. シガテラ毒. 松浦啓一, 長島裕二, 編著. 毒魚の自然史: 毒の謎を追う. 札幌: 北海道大学出版会; 2015. p.107-134. Oshiro N. [Shigatera doku (ciguatera toxin).] Nagashima Y, Matsuura K, et al. edited. *Dokugyo no shizenshi (Natural history of the poisonous and venomous fish)*. Sapporo: Hokkaido University Press; 2015. p.107-134. (in Japanese)
- [11] 大城直雅, 富川拓海, 國吉杏子, 木村圭介, 小島尚, 安元健, 他. 卸売市場に搬入された魚類から検出されたシガトキシン類. *食品衛生学雑誌*. 2021;62(1):8-13. Oshiro N, Tomikawa T, Kuniyoshi K, et al. [Detection of ciguatoxins from fish introduced into a wholesale market in Japan.] *Shokuhin Eiseigaku Zasshi (Food Hyg Saf Sci)*. 2021;62(1):8-13. (in Japanese)