

話 題

安心・安全な伝統食品フグ肝復活への道— 囲い養殖法により生産される 無毒トラフグの肝の利用

野口玉雄,¹ 荒川 修,² 高谷智裕²

¹財団法人日本冷凍食品検査協会・

長崎大学地域共同研究センター、

²長崎大学水産学部

大変美味なフグ肝は昔から庶民に好まれた伝統食品であったが、天然の肝は一般的に毒性が高く、死を招くことが多く、年間の中毒死者数の首位を長く占めている。そのため厚生省は1983年12月2日の「フグの衛生確保について」の環境衛生局長通知¹⁾で、有毒種も無毒種もすべてのフグ肝を食用に供することを禁止した。10数年前から、天然トラフグの資源が乱獲などで激減したことにより、代わって養殖が盛んとなり、現在では市場に入るトラフグの8割が養殖されたものとなった。筆者の一人は、40年にわたるフグ毒研究に従事し、フグ毒はフグだけがもつだけでなく、その分布はハゼの一種ツムギハゼ、巻貝類、ヒトデなどにも広がっており、また毒はフグ自身で作るのではなく、フグが食べる餌に含まれるフグ毒から来ることを明らかにした。²⁾ この成果から、フグ養殖では、フグ毒をもつ生物を囲い網で遮断して、人工の管理下で無毒の餌で飼育すれば、トラフグは毒化しないことが予測された。同様な条件で囲い網方式(縦横10m、深さ4mの網、底の網を海底から10m以上離す、網目4-10mm)で1981-2003年にかけて養殖された国内7県および佐賀における陸上養殖(囲い養殖の一種)の5,000尾以上につき、全ての肝と一部の個体からの他の部位の毒性を調べたところ、すべてが無毒であった。³⁾ かくして、囲い網方式でフグ毒保有生物を遮断する養殖で、無毒の餌を投与して100%無毒であるトラフグを生産する技術が開発された。^{4,5)} 食の安全性が問われる昨今、100%安心・安全な伝統食品フグ肝を復活する道筋ができた。現在市場に入る8割の養殖トラフグのほとんどは先の結果から無毒であることが予想され、フグが怖くなくなっている。事実、フグ中毒死者は先の厚生省の通知が徹底されたこともあるが、養殖ものが多くなったことから激減しているように思われる。

1983年から20年経過して今なお食用が認められていない伝統食品フグ肝を復活させる絶好の機会が到来している。捨てられている未利用の水産資源を高価に利用させ、我々の先祖が死を賭して築き上げてきたフグ食文化を安心・安全な形で復活させるのは我々フグ毒研究者の

責務と感じるし、また衰退の一途をたどっている水産業を活性化して、大きな経済効果を与えたい。

1. フグの毒化機構

フグ毒の起源については、従来フグ自身で作る内因説と環境要因による外因説があった。フグ毒保有魚介類の中毒事件解明の過程で、これらの生物が食物連鎖でフグ毒により毒化していることが明らかとなり、フグもこれに関連して食物連鎖で毒化することが強く示唆されてきた。

1979年12月に静岡県清水市で食用巻貝ボウシュウボラ *Charonia sauliae* による食中毒が発生した。中毒原因物質がフグ毒テトロドトキシン(TTX)であることが分かった。⁶⁾ さらにボウシュウボラの消化管の中にヒトデの一種の断片が発見され、それにもフグ毒が検出された。ここにボウシュウボラの毒化が餌であるトゲモミジガイ *Astropecten polyacanthus* に由来することが推定され、⁷⁾ 無毒ボウシュウボラにTTXを含む有毒ヒトデを与えることによる毒化モデル実験からも毒化は食物から来ることが結論された。この中毒に関連して近縁種オオナルトボラ、⁸⁾ 小型巻貝類(ハナムシロガイ、⁹⁾ アラレガイ¹⁰⁾ などにもフグ毒が検出され、これらも食物連鎖によるものと思われた。1980年に福井県坂尻湾産の小型巻貝バイがフグ毒で毒化し、同貝も周年有毒であることが分かった。毒化はバイを捕獲するために用いる餌のクサフグの内臓に含まれるフグ毒であることが明らかとなり、食物連鎖説が支持された。これ以降、フグ毒保有生物が、次から次へと見つめられた(表1, 図1)。²⁾ その間に、東京湾で採取されたヒガンフグの消化管から、カクレガニ科のカニ、オリレヨフバイ科の巻貝(ハナムシロガイ、アズマニシキおよび近縁種)、吸虫類、甲殻類ワレカラ、貝殻片、カニのハサミなどが検出された。¹¹⁾ これらのうち、フグ毒を保有することが知られているハナムシロガイはカクレガニ科カニ類に次いで出現頻度が高かった。他方、ワレカラもフグ毒が検出されている。これらの結果からもフグの毒化が食物連鎖であることが示唆された。ハナムシロガイ、アラレガイなどの小型巻貝類は中国、¹²⁾ 台湾¹³⁾ でも有毒で、これらによる人の中毒が知られている。

2. 囲い養殖(網生け養殖および陸上養殖)による無毒トラフグの生産—全国各地で囲い養殖されたトラフグの毒性(表2)^{3,14)}

(1) 1981-1983年にかけて、野口らは西日本の福井県下、奄美大島、鹿児島県下、和歌山県下で囲い養殖

表1 TTX および関連物質のフグ以外の動物における分布

動物名		毒の存在部位	有毒個体の採取地域
1)	扁形動物： 渦虫類多岐腸目	オオツノヒラムシ <i>Planocera multitentaculata</i>	全体 神奈川，静岡，福岡，宮崎， 沖縄県下，瀬戸内海
		ツノヒラムシ <i>P. reticulata</i>	
2)	紐形動物：	ミドリヒモムシ <i>Lineus fuscoviridis</i>	全体 瀬戸内海，静岡県下
		クリゲヒモムシ <i>Tubulanus punctatus</i>	
		ホソヒモムシ <i>Cephalothrix linearis</i>	
		<i>Procephalothrix</i> sp.	
3)	軟体動物： 腹足類	ボウシュウボラ <i>Charonia sauliae</i>	中腸腺 静岡，和歌山，三重，宮崎県下
		バイ <i>Babylonia japonica</i>	
		オオナルトボラ <i>Tutufa lissostoma</i>	静岡県下， <i>Zeuxis</i> 属については中国，台湾
		ハナムシロガイ <i>Zeuxis siquijorensis</i>	
		カコボラ <i>Cymatium echo</i>	
		テングニシ <i>Pugilina ternotona</i>	
		アラレガイ <i>Niotha clathrata</i> など	
	トラダマガイ <i>Natica tumidus</i> など近縁種	全体 駿河湾，遠州灘，中国，台湾	
頭足類	ヒョウモンダコ <i>Hapalochlaena maculosa</i>	後部唾液腺 台湾	
4)	環形動物：	エラコ <i>Pseudopatamilla ocellate</i>	全体 宮崎県下
5)	節足動物： 十脚類	スベスベマンジュウガニ <i>Atergatis floridus</i>	全体 三浦半島など
	剣尾類	カブトガニ <i>Carcinoscorpius rotundicauda</i>	卵巣 タイ
6)	毛類動物： ヤムシ類	<i>Parasagitta</i> sp. <i>Flaccibagirta</i> sp.	頭部 北洋ほか
7)	棘皮動物：	トゲモミジガイ <i>Astropecten polyacanthus</i>	全体 静岡，和歌山，三重，広島 宮崎県下 福井県下 静岡，福井，広島県下
		ヒラモミジガイ <i>A. latespinosus</i>	
		モミジガイ <i>A. scoparius</i>	
8)	脊椎動物：魚類	ツムギハゼ <i>Yongeichthys criniger</i>	皮膚，内臓， 生殖巣，筋肉 奄美大島，沖縄県下，台湾， フィリピン
	両生類 イモリ科	<i>Tarica</i> , <i>Notophthalmus</i> , <i>Cynops</i> , <i>Triturus</i> 各属のイモリ	皮膚，卵，血液 卵巣，筋肉 北米，日本
	アテロバス科	<i>Atelopus</i> , <i>Colostethus</i> 属のカエル	皮膚 コスタリカ，パナマ
	アオガエル科	<i>Polypedates</i> sp. (ハングラデシュのカエル)	皮膚 ハングラデシュ

(底の網を海底から離す網生け簀養殖)で養殖された当歳(1年)魚から2年魚85個体，さらに1990-1991年鹿児島県下で同様に養殖された当歳魚から2年魚計40個体につき，肝臓，生殖巣，筋肉などに分けて，フグ毒定量法に準拠して毒力を測定したところ，いずれの組織も無毒(5または10 MU/g未満)であった。

(2) 2000-2003年にかけて，長崎県鷹島，熊本県天草，愛媛県宇和島，鹿児島県福山町，和歌山県広川，静岡県沼津で網生け簀により養殖された1-3年魚，なら

びに佐賀県呼子で陸上養殖された2年魚計4,833個体につき，肝臓と一部の個体については筋肉，皮，その他の内臓，生殖巣(卵巣または精巣)の毒量をフグ毒定量法に準拠して分析したところ，すべての検体が無毒(2 MU/g未満)であった。さらに一部については公定法よりさらに20倍感度の良いLC/MS分析(検出限界：約0.1 MU/g)をも併行して行ったが，いずれもフグ毒は検出されなかった。

トラフグ養殖には，まず天然のトラフグ雌(体重10

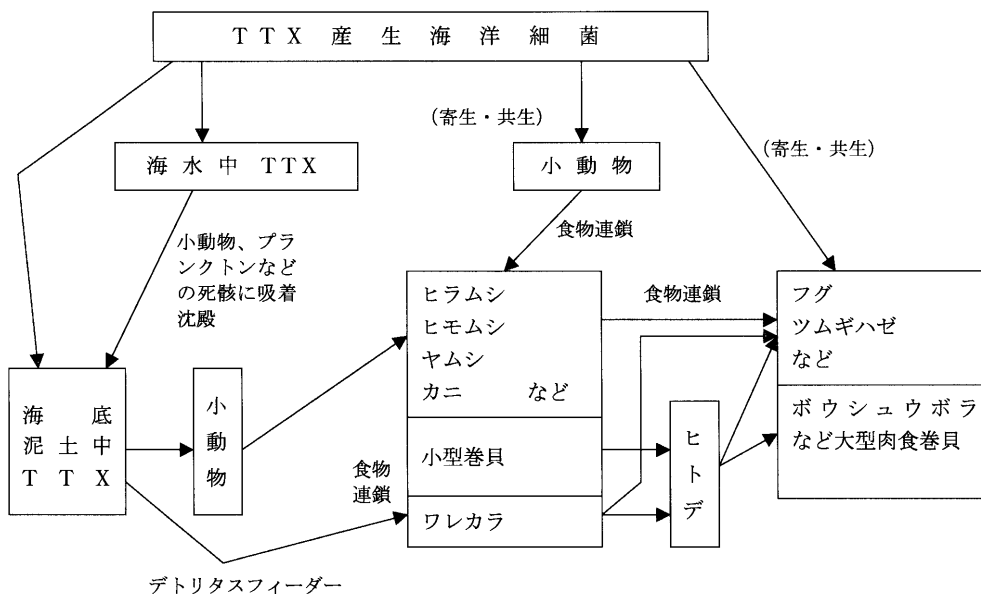


図1 フグ毒保有動物の毒化機構図

表2 養殖トラフグ肝臓*の毒性

養殖地	採取年	年齢	個体数	毒性 (MU/g)
長崎県下	2001-2003	1	26	< 2
		2	1,345	< 2
		3	65	< 2
		不明	319	< 2
佐賀県下	2001-2003	2	700	< 2
熊本県下	2001-2003	1	10	< 2
		2	246	< 2
		不明	1,305	< 2
鹿児島県下	1981-1983	1	33	<10
		2	14	<10
	1990-1991	1-2	40	< 5
	2002	2	46	< 2
愛媛県下	2001-2002	2	519	< 2
福井県下	1982-1983	1	22	<10
		2	3	<10
和歌山県下	1983	1	12	<10
	2002	2	81	< 2
静岡県下	2003	2	70	< 2
不明	2001	2	101	< 2
計			4,957	

* 佐賀県下については陸上養殖, その他の県については網生簀養殖されたもの。

kg) から採卵し, これに同雄 (一般的には養殖魚) の精子をかけ, 人工授精して受精卵を得て, 人工の管理下で出荷サイズになるまで養殖する。現在は, 養殖4年以上の雌魚からの採卵も行われている。孵化後, 体長20mm程度になるまでは, 室内のコンクリート水槽中で動物性のプランクトンのアルテミアやワムシを餌として与え, それ以降は湾内の網生け簀などに移して飼育を続ける。この段階では小型のサバやイワシをミンチにかけたものも投与する。網生け簀でなく湾を仕切ってその中で飼育する場合もある。台湾や中国ではエビ養殖海面跡や水槽にパイプから海水を直接入れて養殖する。

天然のトラフグ雌から採卵した場合には, 卵には毒性があり, 受精卵も僅かながら毒性を保持している。孵化後, 約1週間までは毒性が検出されるが, その後の毒性は検出されなくなり, 網生け簀による養殖では最後に取り上げるまで毒性がない。養殖トラフグの雌から採卵した場合は, 採卵した卵にも受精卵にも毒はない。その後も毒のない餌で飼育する限り, 毒は検出されない。養殖池に海水を濾過せずに汲み入れる台湾の場合は, 天然トラフグ同様に肝臓に毒性が認められた。¹⁵⁾ 仙崎湾において湾を仕切る粗放的なトラフグ養殖でも, 天然トラフグ同様肝臓などに毒性が認められる。¹⁶⁾

囲い養殖では縦横10m, 深さ4m, 底の網を海底から, 10m以上離して飼育する。出荷サイズは, 通常1kg程度 (2年魚) である。陸上養殖では, 海水を濾過するか海水の代わりに人工海水を陸上の水槽に入れて, 同様に養殖する。

これらの結果は, フグ毒をもつ生物を囲い網で遮断して, 無毒の餌で飼育すれば毒化しないというこれまでの

表3 フグ毒添加餌料投与による養殖トラフグの毒化

投与日数	肝臓の毒性値 (MU/g)	
	A 群	B 群
20	<4	<4
40	<4	6
60	<4	90
80	<4	95
100	11	100
120	29	140
140	37	210
200	70	420
240	70	480

A 群：投与毒量：0.5 MU/g 体重/日

B 群：投与毒量：4 MU/g 体重/日

推論を支持しており、フグの毒化が食物によることを裏付けた。

次いで、毒のない養殖フグにフグ毒を添加して餌を投与した。¹⁷⁾ 体重 10 kg 以上の天然雌魚から採卵して、養殖の雄の精子と人工授精させた受精卵を孵化させ、室内で飼育後、暫くして沖出しして無毒になった稚魚につき、2 種の濃度のフグ毒を添加した飼料で以下のように飼育した。

(1) 毒の投与量：0.5 MU/g 体重/日

(2) 毒の投与量：4 MU/g 体重/日

前者では投与日数 100 日以降、肝臓の毒性値が 10 MU/g を超え、後者で肝臓が 40 日で 6 MU/g となり、さらに飼育 60 日、120 日、140 日後にはそれぞれ 90、140、210 MU/g と着実に肝臓への毒の蓄積が認められた (表 3)。一旦毒化した養殖フグに対して毒の投与を止めて、その後無毒の餌で 3 年間飼育しても、毒性のレベルはやや減少するものの、依然として毒は残存していた。この結果から、フグの毒化が食物に由来することがさらに裏付けられる。一方、一般魚に、死なない程度に毒を入れて長期間飼育し、肝臓に毒が蓄積するかどうか調べたところ、全く蓄積されなかった。一般魚は毒を排泄するか、または分解するものと思われる。

フグは、ヒトだけでなくフグやツムギハゼ以外の一般魚類に比べて、300-750 倍以上もフグ毒に対して抵抗力をもっている。¹⁴⁾ これが、フグがフグ毒をもてる理由なのである。フグ科のうち、有毒種は内臓、生殖巣、皮膚などに高い毒量を蓄積する。フグ毒はヒトに猛毒であるが、他の一般魚 (ツムギハゼは例外) に対しては有毒である。ここで体重 20 g 当たりどの程度の毒量を腹腔内に投与すれば死亡するかをみたところ、イシガキダイ、イシダイ、メジナなど一般魚はいずれも 1 MU 未満で、哺乳動物のマウスより抵抗力がないことが分かった。フグ科のフグではないが、フグの名前が付いている

ハコフグもほぼ同様で、最少致死量は 0.9-1.3 MU/20 g であった。

他方、フグ科に属し、無毒種の範疇にはいるシロサバフグ、クロサバフグおよびヨリトフグは、最少致死量は 13-20 MU/20 g と、一般魚やマウスの 15 倍ほどフグ毒に対して抵抗力をもつ。このことは、これらの種はある程度毒化する能力を備えていることを意味している。事実、クロサバフグは無毒で、その筋肉を食べても通常無害であるが、台湾産クロサバフグは若干毒性が認められている (筋肉には毒性は認められなかったが、肝臓と腸の最高毒性値はそれぞれ 42 MU/g、64 MU/g であった)。

フグ科のクサフグ、ヒガンフグ (以上天然魚) およびトラフグ (養殖魚) はフグ毒に対する抵抗性がマウスの 300-750 倍も強く、フグ毒を蓄積できる資格があることが分かる。

3. 安心・安全な伝統食品フグ肝復活への道

トラフグは需要が高く、価格も高いことから乱獲が続く、10 年前からトラフグ資源の枯渇が目に見えてきた。その結果、現在、下関のフグ市場に入る天然トラフグは 2 割程度にとどまっている。残りの 8 割は囲い養殖で養殖される無毒フグなのである。かくして、フグは怖くない時代を迎えているといえよう。

1983 年 12 月 2 日にフグ肝が禁止になって 20 年以上が経過したが、天然フグの乱獲後、それに代わる養殖フグが台頭し、囲い養殖が繁栄し、それに伴ってフグの毒化機構の解明などによって無毒なフグ肝が生産可能であることが分かり、無毒フグ肝の生産の理論付けができた。囲い養殖による生産段階において、フグが毒化するリスク因子は、網に付く付着生物と餌が考えられる。これらの毒性試験を行うことにより、養殖フグの毒化の危険性をチェックできる。HACCP の導入により毒化を事前に防止する管理システムを構築すれば、安心・安全な伝統食品フグ肝復活の道筋ができていく。それに向けて努力している。

厚生労働省は無毒フグが生産されても流通過程で有毒な天然フグが混入する恐れがあるとして規制解除に尻込みをする。これを踏まえ、全国規模で無毒なフグ肝を、生産から流通を経て、消費者の口に入るまで、安心・安全に管理できるシステムが考案されつつある。指摘される流通で、天然フグとの識別を可能にする管理システムを確立すべく、生産履歴に対応する 6 桁のナンバーを刻印した金属製マイクロタグを出荷個体すべての体内に埋め、金属探知器で天然個体との識別を行い、またフグ調理師免許者の責任下で“腑分け”された肝についても同様のマイクロタグで識別を図ろうとしている。

佐賀県は同県嬉野町とともに伝統食品フグ肝の復活に

参画し、規制解除を求めるべく、この6月23日に内閣官房構造改革特区推進室に対して「佐賀・嬉野温泉ふぐ肝特区」構想を提案した。本構想では、前述のタグによる管理システムの導入に加え、中間の流通を排除し、特定の業者（リスク管理機関により認定された業者）が囲い養殖（陸上養殖）したトラフグの肝を嬉野町内の特定の飲食店に直接出荷し、そこでのみ消費するという形態をとることにより、有毒フグ肝の混入を防ぎ、安心・安全なフグ肝食の確立を図っている。嬉野町温泉は不景気の煽りで寂れており、このフグ肝を嬉野温泉における名物とし、全国から多数の観光客を誘引して活性化し、ゆくゆくはこの制度を全国規模にまで展開し、地域と我が国の経済とを活性化させようとしている。かくして、伝統食品フグ肝が復活すれば、以下のような経済効果が望める。

4. 伝統食品フグ肝復活による経済効果など

(1) フグ（筋肉、肝）を食べない人は10人中9人以上である。その理由はフグに毒があるからと言う。無毒フグが市場の8割(?)を占めるという現状が消費者に把握されれば、無毒養殖トラフグの売り上げが3割以上増加することが望める。

(2) 伝統食品フグ肝が復活すれば、これまで捨てられていた養殖トラフグ肝臓が有効利用される。

(3) 養殖フグの需要の増加とその肝の有効利用（上記1および2）から、その経済効果は、大きいことが期待される（1,000億円以上）。これに伴い、衰退の道をたどっている水産業を活性化できるとともに、新たな食品加工業の創設が可能となろう。伝統食品フグ肝の復活は庶民の願いであり、食文化の向上である。

(4) フグ肝は日本人の先祖が命をかけて作り出した美味しい伝統食品である。このフグ肝を季節に関係なく食することができる。

(5) フグ肝は、現在も半ば公然と日本全国のフグ専門店などで食品として出されている。“フグ肝”に何（天然トラフグか養殖トラフグか無毒種フグのうちいずれか）が使われているかなど不明な点があるが、事故はないに等しい。囲い養殖により養殖された無毒フグの肝臓から生産される“フグ肝”が食品として認められれば、フグ肝販売者は消費者に安心・安全なフグ肝を堂々と宣伝でき、消費者もわざわざなく安心して賞味でき、実情に即している。この結果、安全なフグ肝の消費が拡大され、需要が増えるであろう。

(6) 養殖トラフグの価格は、肝臓の利用により天然産トラフグの値段に迫るか、それを凌駕することが期待できよう。

(7) 中国からの安値のトラフグが日本市場に入り、価格破壊を起し、日本の養殖フグ産業の発展を阻止して

いるが、日本で囲い養殖された養殖トラフグの肝が利用されれば、日本産養殖トラフグの価値が高まり、その需要は中国産トラフグを凌駕するであろう。

(8) 囲い養殖された養殖トラフグが無毒と認められれば、毒物として費用をかけて廃棄しなければならなかったこの内臓から、多量に存在する健康食品EPA (eicosapentaenoic acid) やDHA (docosahexanoic acid) を大量生産することができる。世界各国では、天然フグ類の内臓には毒があるためこれらからEPAならびにDHAを製造できないのが現状である。囲い養殖により養殖されたフグが無毒と認められれば、日本には無毒の養殖トラフグの残滓が豊富にあり、これに関連して企業が創設されるであろう。

5. 伝統食品フグ肝復活後の製品の安全性チェックシステム

リスク管理機関がトラフグ養殖業者の生産管理をチェックし、食の安全性を管理できる資格のある業者を認定し、認定された業者は養殖開始後6ヶ月から出荷されるまで1ヶ月ごとに餌および網の付着物についてフグ毒の毒性を公的機関に依頼して試験することにより、フグ毒という危害を管理する。養殖トラフグが毒化するには表3に示すように通常1ヶ月以上かかるので、設定された1ヶ月ごとの毒性チェックで危害を管理できる。また出荷前のフグ肝を一部毒性試験して毒の危害を重複検査する。

出荷後に有毒天然トラフグ肝臓が混入する危害を防ぐには、活魚すべての個体に生産履歴とリンクした番号を刻印したマイクロタグと安全証紙が、また腑分けされた肝臓にも同様のタグが埋め込まれ、安全証紙が添付されることにより天然トラフグとは識別できる。腑分けされた肝臓は、生産段階、流通および調理段階にはフグ調理師免許取得者が当たり、彼らの責任下で天然トラフグが混入されることを防止する。HACCP原則1（危害分析）-7（記録保存および文書作成規程の設定）に沿う衛生管理システムにより危害を管理する。フグ肝の調理に際しては、1983年12月2日以前にフグの専門店でも調理師免許取得者により扱われていたように、大量の水でさらして、塩もみによる除毒工程を義務づけたい。

文 献

- 1) 厚生省環境衛生局長. フグの衛生確保について. 環乳59号, 厚生省, 東京. 1983.
- 2) 野口玉雄. 「フグはなぜ毒をもつか」日本放送出版協会, 東京. 1996.
- 3) 野口玉雄, 高谷智裕, 荒川 修. 囲い養殖法により養殖されたトラフグの毒性. 食衛誌 2004; 45: 146-149.
- 4) 野口玉雄, 荒川 修, 高谷智裕, 山口聖二, 板谷國博, 小川明秀, 木梨雅孝, 太田善久. 「フグの養殖方法, およびそれを用いたフグの無毒化方法」特許第3535499号,

- 特許庁, 東京. 2004.
- 5) Nature Publishing Group. Non-toxic puffer fish takes "die" out of dining, in "news in brief". *Nature* 2004; **429**: 234.
 - 6) Narita H, Noguchi T, Maruyama J, Ueda Y, Hashimoto K, Watanabe Y, Hida K. Occurrence of tetrodotoxin in a trumpet shell, "boushubora" *Charonia sauliae*. *Nippon Suisan Gakkaishi* 1981; **47**: 935-941.
 - 7) Noguchi T, Narita H, Hashimoto K. Tetrodotoxin in the starfish *Astropecten polyacanthus*, in association with toxification of a trumpet shell, "boushubora" *Charonia sauliae*. *Nippon Suisan Gakkaishi* 1982; **48**: 1173-1177.
 - 8) Noguchi T, Maruyama J, Narita H, Hashimoto K. Occurrence of tetrodotoxin in the gastropod mollusk *Tutufa lisostoma* (frog shell). *Toxicon* 1984; **22**: 219-226.
 - 9) Narita H, Noguchi T, Maruyama J, Nara M, Hashimoto K. Occurrence of a tetrodotoxin-associated substance in a gastropod, "hanamushirogai" *Zeuxis siquijorensis*. *Nippon Suisan Gakkaishi* 1984; **50**: 85-88.
 - 10) Jeon J-K, Narita H, Nara M, Noguchi T, Maruyama J, Hashimoto K. Occurrence of tetrodotoxin in a gastropod mollusk, "araregai" *Niotha clathrata*. *Nippon Suisan Gakkaishi* 1984; **50**: 2099-2102.
 - 11) 桑原 連, 加納碩雄, 野口玉雄, 橋本周久. ヒガンフグの消化管内容物の検索. 昭和 58 年度日本水産学会春季大会講演要旨集 1983; 221.
 - 12) Sui L-M, Chen K, Hwang P-A, Hwang D-F. Identification of tetrodotoxin in marine gastropods implicated in food poisoning. *J. Nat. Toxins* 2002; **11**: 213-220.
 - 13) Hwang D-F, Shiu Y-CS, Hwang P-A, Lu Y-H. Tetrodotoxin in gastropods (snails) implicated in food poisoning in northern Taiwan. *J. Food Protection* 2002; **65**: 1341-1344.
 - 14) 齊藤俊郎, 丸山純一, 加納碩雄, 銭 重均, 野口玉雄, 原田輝雄, 村田 修, 橋本周久. 養殖トラフグの毒性とテトロドトキシン抵抗性. 日水誌 1984; **50**: 1573-1575.
 - 15) Lin S-J, Chai T-J, Jeng S-S, Hwang D-F. Toxicity of the puffer *Takifugu rubripes* cultured in northern Taiwan. *Fish. Sci.* 1998; **64**: 766-770.
 - 16) 遠藤隆二, 松村健道, 田中一成. 天然トラフグと養殖トラフグの毒化について. 山口県衛研年報 1981; **24**: 64-65.
 - 17) 野口玉雄. 食物連鎖によるフグ毒保有動物の毒化. 「フグ毒研究の最近の進歩」恒星社厚生閣, 東京. 1988; 85-93.