総説

魚介類の自然毒による食中毒の現状

山中 英明*

Recent Food Poisoning Incidents Caused by Marine Toxins

Hideaki YAMANAKA

(Laboratory of Food Hygienic Chemistry, Tokyo University of Fisheries:
4-5-7, Konan, Minato-ku, Tokyo, Japan)

はじめに

普通、食物として我々が日常摂取しているものには有毒、有害なものはないといえる。しかし、動植物の中にはその種類によっては生体中に毒素を産生するものもあり、それらを誤食し、中毒事件を起こすことがたびたびある。これらは調理法、その他の取り扱い方法などを十分に注意すれば当然避けることができるものである。また、その毒成分についてはすでに本体の解明されているものも多いが、まだそれが不明である場合もかなりある。自然毒食中毒はその所在によって動物性ならびに植物性自然毒食中毒に2大別することができる。本稿では、魚介類自然毒に起因する食中毒に関して、主に厚生省の公式記録としての全国食中毒事件録をもとにしてその現状を解析するとともに動向についても少し述べてみたい。

1. 概 況

まず、最近10数年間（昭和47～59年）における病因判明の全食中毒（細菌性、化学性および自然毒食中毒）中に占める自然毒食中毒の割合は発生件数で12%、患者数で2%、死者数で80%である¹⁾。さらに自然毒食中毒中に占める動物性自然毒食中毒の割合は発生件数、患者数ではほぼ40%、死者数では約95%と極めて高率である¹⁾。

次に、この間における動物性自然毒食中毒（魚介類の自然毒による食中毒がそのすべてである）の発生状況を表1に示す。総数で615件（年平均47件）、患者数2,610人（年平均200人）、死者数240人（年平均18人）であった。そのうちフグ中毒は発生件数の82%と大半を占め

るが、患者数では32%であり、その他の割合がフグ中毒の約2倍にあたる。フグ中毒の場合は1件当たりの患者数の少ないのが特徴である。死者数をみると、ほとんどすべてがフグ中毒によっていることがわかる。その致死率は28.4%と極めて高い。

年次別の発生状況を示したのが表2である。フグ中毒は発生件数、患者数、死者数すべてにおいて減少傾向にあることがわかる。一方、その他の動物性自然毒による食中毒の発生は年によって増減が非常に大きい。患者数はすでに述べた通り、フグ中毒患者数の2倍強であり、集団食中毒を起こす例が多い。その他の食中毒のうち患者数の多い原因食品を年次別に挙げてみると、昭和47年カンパチ（78人）、昭和49年イシナギ（79人）、昭和51年アブラソコムツ（69人）、ムラサキイガイ（下痢性貝毒、37人）、カンパチ（24人）、昭和52年アブラソコムツ（40人）、ホタテガイ（下痢性貝毒、37人）、ムラサキイガイ（同36人）、ドクカマス（22人）、昭和53年ホタテガイ（下痢性貝毒、369人）、ムラサキイガイ（同115人）、昭和54年アブラソコムツ（51人）、カキ（麻痺性貝毒、16人）、昭和56年コタマガイ（下痢性貝毒、275人）、アサリ（同16人）、昭和57年ホタテガイ（下痢性貝毒、98人）、昭和58年イガイ（下痢性貝毒、55人）、ムラサキイガイ（同48人）、アブラソコムツ（44人）、昭和59年イシナギ（31人）などである。その中では下痢性貝毒による食中毒が重要な位置を占めており、昭和51～53年、昭和56～58年における患者数の大半は二枚貝の下痢性貝毒による食中毒である。死者の発生はほとんどすべてフグによる場合であるが、その他では昭和54年イガイによる麻痺性貝毒によって4人が食中毒を起こし、1人が死亡している。また、昭和58年にはアオブダイ（肝臓）によって2人が中毒し、1人が死亡している。原因物質としては水溶性麻痺毒²⁾

* 東京水産大学食品衛生化学講座：東京都港区港南 4-5-7

表 1. 動物性自然毒による食中毒の発生状況

(昭和47～59年)

	件 数	患 者 数	死 者 数	1 件当りの 患 者 数	1 件当りの 死 者 数	致 死 率
動物性自然毒食中毒	615件	2,610人	240人	4.24人	0.39人	9.2%
フグ中毒	506	838	238	1.65	0.47	28.4
そ の 他	109	1,772	2	16.26	0.02	0.1

表 2. 動物性自然毒による食中毒の年次別発生状況

年 次 (昭和)	件 数		患 者 数		死 者 数	
	フ	グ	フ	グ	フ	グ
	件	件	人	人	人	人
47	42	4	78	96	22	0
48	51	2	84	6	30	0
49	73	6	137	120	37	0
50	51	1	71	4	29	0
51	36	7	55	135	15	0
52	38	10	65	137	21	0
53	40	13	61	492	26	0
54	33	9	46	84	11	1
55	44	1	89	2	14	0
56	32	12	49	340	13	0
57	27	18	35	141	8	0
58	18	18	34	174	6	1
59	21	8	34	41	6	0
小計	506	109	838	1,772	238	2
合計	615		2,610		240	

と脂溶性毒^{*1}が考えられている。

次に、フグ中毒以外の動物性自然毒による食中毒の原因食品別発生状況を患者総数の多い順に並べたのが表3である。上位をホタテガイ、コタマガイ、ムラサキガイと下痢性貝毒によるものが占め、アブラソコムツ、イシナギと続く。南方海域の種々の魚類によるシガテラ、カキやイガイの麻痺性貝毒による中毒、エゾボラモドキやヒメエゾボラによるテトラミン中毒、さらにフグ毒テトロドトキシンを蓄積した貝類（ボウシュウボラ、バイ）による中毒などが注目される。

2. フグ中毒

フグは我が国周辺のみでも30種以上生息し、うち10数種が食用に供されている。その毒性については、魚体のどの部位をとっても無毒なフグはごく少数の種類（サバフグ、ヨリトフグ）にすぎず、多くのものが肝臓、卵巣、腸、皮などにフグ毒テトロドトキシンを有している。筋肉は一般に無毒なものが多く、南方産フグではやや事情を異にし、かつてドクサバフグで死亡事故が起きたこともある³⁾。フグ毒による症状は、初期には知覚異常

で、皮膚感覚や舌先などが麻痺し、次いで運動障害の状態となり、歩行や直立ができなくなる。発声も困難となり、呼吸麻痺で死亡する。はなはだしい場合は発病後10分間で死ぬことがある。普通、発病は30分ないし5時間で始まるが、中毒症状を呈しても8時間生命を維持できれば回復の見込みがたつといわれている。現在のところ、とくに有効な医療処置はないが、長時間にわたる人工呼吸で助かった例がある。

さて次に、フグ毒による食中毒の現状について全国食中毒事件録（昭和47～59年）をもとに少し詳細に述べてみたい。表1に示したようにフグ中毒は動物性自然毒による食中毒事件数の82%を占め、致死率は28%強と極めて高いのが特徴である。また本中毒は全食中毒中における最大の死亡原因となっている。しかし、表2に示した年次別発生状況をみると、最近におけるフグ中毒の発生件数は1年に20件前後、患者数は35人程度、死者は10人以下にまで減少してきた。厚生省の指導ならびに広報活動、あるいは昭和58年の「フグの衛生確保について」と題する通達⁴⁾が功を奏したのであろう。これは簡潔に言えば、「処理などにより人の健康を損うおそれがないと認められるフグの種類及び部位」すなわち食べられるフグを選別、その無毒部分のガイドライン（表4）を明示した画期的な通達であり、フグ被害に歯止めをかけようと統一基準制定に乗り出したものであった。これらが相俟ってフグ中毒の発生件数、患者数並びに死者数の着実な減少という好ましい状況となっているのであろう。

さて、表5にフグの種類別の中毒発生状況を示す。種類の明確でない場合が多いが、種類の明らかなフグの中で、致死率の高いものはクサフグ、ショウサイフグ、ヒガンフグと内臓の猛毒なフグである。次に月別の発生状況を示したのが表6である。フグは冬の季節料理であるだけに12月、1月、2月に中毒が多発しているのがわかるが、その他の月でもかなりの食中毒発生がみられる。冷凍フグが流通しており、一年中フグが食べられるようになったことも原因の一つであろう。凍結・解凍によるフグ毒の有毒部位から筋肉への移行については後に述べる。

都道府県別の発生状況を表7に示す。フグ中毒は西日本とくに瀬戸内海沿岸及び北九州で多発しているのが特徴で、他では神奈川県、愛知県で中毒発生が多い。

*1 橋本周久：私信

表 3. フグ中毒以外の動物性自然毒食中毒の原因食品別発生状況

(昭和47～59年)

順位	原因食品	病因物質	患者数	死者数
1	ホ タ テ ガ イ	下 痢 性 貝 毒	519人	0人
2	コ タ マ ガ イ	"	287	0
3	ム ラ サ キ イ ガ イ	"	250	0
4	ア ブ ラ ソ コ ム ツ	ワ ッ ク ス	204	0
5	イ シ ナ ギ	ビ タ ミ ン A	123	0
6	カ ン パ チ	シ ガ テ ラ 毒	102	0
7	イ ガ イ	下 痢 性 貝 毒	63	0
8	エ ゾ ボ ラ モ ド キ	テ ト ラ ミ ン	34	0
9	ア オ ブ ダ イ	{ 水 溶 性 麻 痺 毒 及 び 脂 溶 性 毒	28	1
10	ド ク カ マ ス	シ ガ テ ラ 毒	22	0
11	ヒ メ エ ゾ ボ ラ	テ ト ラ ミ ン	20	0
12	ア サ リ	下 痢 性 貝 毒	16	0
12	カ キ	麻 痺 性 貝 毒	16	0
14	バ ラ フ エ ダ イ	シ ガ テ ラ 毒	11	0
15	パ ラ ハ タ	"	10	0
16	ア カ ジ ン	"	5	0
16	ミ ー パ イ	"	5	0
18	イ ガ イ	麻 痺 性 貝 毒	4	1
18	ナ ガ ズ カ	ジ ノ グ ネ リ ン	4	0
18	ギ ン ポ	魚 卵 毒	4	0
18	イ ッ テ ン フ エ ダ イ	シ ガ テ ラ 毒	4	0
22	ボ ウ シ ユ ウ ボ ラ	テ ト ロ ド ト キ シ ン	2	0
22	ヒ ト ミ ハ タ	シ ガ テ ラ 毒	2	0
22	マ ボ ヤ	麻 痺 性 貝 毒	2	0
25	ド ク ウ ツ ボ	シ ガ テ ラ 毒	1	0
25	フ タ ツ ボ シ ド ク ギ ョ	"	1	0
25	パ イ	テ ト ロ ド ト キ シ ン	1	0
25	チ ゼ ミ エ ゾ ボ ラ	テ ト ラ ミ ン	1	0

原因施設別の発生状況を示したのが表8である。家庭における発生件数が断然多く、66%を占める。患者数の57%、死者数で76%と極めて高率である。家庭におけるフグの素人料理がいかに危険であるかをこの統計は物語っている。漁船・船上で発生している事例や公園内、事業所で発生している事例も家庭での発生とほぼ同じ範疇に入るの、その率はさらに上る。一方、飲食店、魚介類販売業が原因施設となっている場合が2位、3位と上位を占めているのは問題であり、調理師資格を通じての管理の余地を残しているといえよう。

ところで、フグの供給量の逼迫などもあって、これまで顧みられなかった地域のフグが最近流通にまわる傾向にあり、それらの地域でとれるフグの毒性が問題となってきた。三陸産のヒガンフグ、コモンフグなどの⁵⁾⁻⁹⁾例であるが、これまで弱毒ないしは無毒と考えられてきた筋肉や精巣についても見直しの必要があるようである。また、漁場の拡大に伴って南方産のフグあるいは中国産のフグが新たに輸入されるようになったが、ドクサバフ

グの例⁹⁾もあり、外国産のフグでは特に注意を要する。この様な際には輸入に先立って詳細な毒性試験が必要となる。その一つの例が表4に示したガイドライン中の中国産フグのサンサイフグの場合であり、詳細な毒性試験の結果¹⁰⁾、筋肉だけは食用可となっている。また、ドクサバフグの場合、昭和34年北九州で数名の死亡事故が発生している⁹⁾。さらに昭和55年には27名の中毒患者が発生したが、この場合は幸いにも死者は出なかった¹¹⁾。このフグは無毒のサバフグ（最近、クロサバフグとシロサバフグの2亜種に分類された）とは後部尾椎骨の個数など形態学的特徴で区別される¹²⁾が、筋肉成分の電気泳動によっても容易に見分けられる¹³⁾。

また先に少し述べたが、今後冷凍フグが利用される機会が多くなるものと予想される。その際に有毒部位（内臓、皮等）から筋肉への毒の移行を防ぐことは食品衛生上重要な問題であろう。凍結・解凍による毒の移行に関する研究^{14),15)}も行われ、次の点に留意しなければならないとしている。(1) 急速凍結すること。(2) 解凍は流水

表 8. フグ中毒の原因施設別の発生状況
(昭和47～59年)

原因施設	件数	患者数	死者数
家庭	332件	478人	180人
飲食店	87	170	22
魚介類販売業	61	142	18
漁船・船上	11	22	5
公園	3	13	7
加工場	3	3	0
旅館	1	1	1
事業所	2	2	2
その他	2	3	0
不明	4	4	3
合計	506	838	238

を用いて速やかに行うこと。(3) 低温室に放置し、解凍を行う場合は半解凍状態(魚体中心温度 -3°)で内臓など有毒部位を除去することとし、そのまま完全解凍の状態にしないこと。(4) 一度解凍したものは再凍結を行わないこと、などである。

フグの毒化機構(本誌掲載の総説¹⁰⁾参照)については今なお不明な点も多い。しかし、最近になり、*Vibrio* sp.^{17),*2} 及び *Pseudomonas* sp.^{18),*3} がテトロドトキシンを産生し、フグ毒の起源であろうという報告が次々となされている。これらは毒化機構解明には重要な新知見であり、注目を集めている。さらに、養殖フグが無毒ないしは弱毒であるという興味ある研究成果も報告^{19)~21)}されている。

3. 麻痺性貝毒による食中毒

イガイ、ホタテガイなどの二枚貝が時に毒化することはアメリカ、カナダではかなり以前から知られていた。日本でも戦後、アサリ(豊橋市)、アカザラ(大船渡市)、カキ(宮津市)などによる中毒が発生してきた。症状は食後30分から3時間で口唇、手指のしびれを感じ、はなはだしい場合は運動麻痺、呼吸麻痺におちいる。食後12

時間以内に死亡することが多く、それを過ぎると比較的順調に回復する。フグ中毒に似た症状と経過をたどるこの中毒は麻痺性貝毒(paralytic shellfish poison, PSP)と名づけられている。

平常は全く無毒である貝類が急に毒化するのには毒素を外から体内にとり込むためである。とくに赤潮を形成するプランクトンが毒を生成し、そのプランクトンを摂取した貝類が毒化する。主なものは渦鞭毛藻プロトゴニオラックス属のプランクトンで、*Protogonyaulax catenella*^{22),23)}、*P. tamarensis*^{24),25)}などが毒を産生する。最近、我が国でも各地[噴火湾(北海道)、大船渡湾(岩手県)、伊勢湾(三重県)、尾鷲湾(三重県)、和歌浦湾(和歌山県)、田辺湾(和歌山県)、瀬戸内海、小松島湾(徳島県)、橘湾(徳島県)、椿泊湾(徳島県)、仙崎湾(山口県)、北浦(宮崎県)など]でこの種のプランクトンが発生し、養殖のホタテガイ、ムラサキイガイ、イガイ、カキ、アサリなどが毒化して出荷停止の措置がとられている²⁶⁾。この毒は大部分が中腸腺に蓄積される(原索動物のマボヤでは肝臓)。麻痺性貝毒としてはサキシトキシシン(STX)、ネオサキシトキシシン(neoSTX)、ゴニオトキシシン群(GTX₁~GTX₆)などがある²⁷⁾。これらの毒は一般にフグ毒テトロドトキシシンに似た毒性を有するが、GTX₅、GTX₆の毒性はそれほど高くない。

麻痺性貝毒による食中毒事件を表9に示す。患者総数96人、死者が3人発生している。また、その中にはマボヤによる食中毒²⁸⁾も含まれている。

4. 下痢性貝毒による食中毒

昭和51年、宮城県産ムラサキイガイの摂食による食中毒が発生した。この中毒は従来からの麻痺性貝中毒とは異なる型の中毒であり、摂食後4時間以内に発症し、吐気、腹痛、下痢などの胃腸障害が現われ、比較的症状が軽いのが特徴である²⁹⁾。ほぼ3日で回復し、死亡例はない。安元³⁰⁾により貝の中腸腺に脂溶性の毒が検出された。麻痺性貝毒が水溶性物質であるので、それと対比の意味で当初は脂溶性貝毒といわれたが、その後下痢性貝毒と改称された³¹⁾。有毒成分としてはオカダ酸、ジノフ

表 9. 麻痺性貝毒による食中毒事件

発生年月	発生場所	患者数	死者数	原因食品	有毒成分
昭和23年7月	豊橋市	12	1	アサリ	PSP(?)
昭和36年5月	岩手県大船渡市	20	1	アカザラ	PSP(?)
昭和37年2月	京都府宮津市	42	0	マガキ	PSP(?)
昭和54年1月	山口県長門市及び大津郡三隅町	16	0	マガキ	GTX, STX
昭和54年4月	旭川市	4	1	イガイ	PSP
昭和57年5月	岩手県大船渡市	2	0	マボヤ	GTX, STX

*2 成田弘子, 松原壮太郎, 三輪憲永, 赤羽莊資, 村上正博, 奈良正人, 野口玉雄, 斉藤俊郎, 橋本周久: 昭和61年度日本水産学会春季大会講演要旨集 p. 233 (1986).

*3 安元 健, 保村大介, 永井宏史, 四津まり, 小瀧裕一: 昭和61年度日本水産学会春季大会講演要旨集 p. 239 (1986).

表 10. 下痢性貝毒による食中毒事件

発生年月日	発生場所	患者数	原因食品	発生年月日	発生場所	患者数	原因食品
昭和							
51. 6. 22	岩手県藤沢町	24人	ムラサキイガイ	56. 9. 22	埼玉県鴻巣市	4	ホタテガイ
51. 6. 25	宮城県本吉町	2	"	57. 6. 9	青森市	12	"
51. 7. 1	"	9	"	57. 6. 16	"	2	"
51. 7. 3	"	2	"	57. 6. 20	北海道浜益村	12	コタマガイ
52. 6. 4	岩手県久慈市	3	"	57. 6. 20	"	2	イガイ
52. 6. 25	横浜市	37	ホタテガイ	57. 6. 20	宮城県迫町	5	ムラサキイガイ
52. 6. 28	岩手県東山町	5	ムラサキイガイ	57. 6. 22	札幌市	5	イガイ
52. 6. 30	宮城県登米町	23	"	57. 6. 22	北海道浜益村	1	"
52. 7. 1	宮城県中田市	2	"	57. 6. 22	"	1	ホタテガイ
52. 7. 9	いわき市	3	"	57. 7. 2	四日市市	25	"
53. 6. 19	岩手県新里村	5	"	57. 7. 2	大阪府泉佐野市	7	"
53. 6. 25	いわき市	3	ホタテガイ	57. 7. 7	岐阜市	44	"
53. 6. 27	日上市他	366	"	57. 8. 5	千葉県大原町	2	"
53. 6. 29	東京都杉並区	7	ムラサキイガイ	57. 9. 6	埼玉県蓮田市	5	"
53. 7. 1	横浜市	38	"	58. 5. 29	新潟県村上市	4	イガイ
53. 7. 6	東京都町田市	6	"	58. 6. 4	"	48	ムラサキイガイ
53. 7. 19	いわき市	38	"	58. 6. 5	"	5	イガイ
53. 8. 6	宇都宮市	3	"	58. 6. 6	"	23	"
53. 8. 7	栃木県鹿沼市	3	"	58. 6. 6	新潟県山北町	10	"
53. 8. 7	いわき市	5	"	58. 6. 7	新潟県村上市	2	"
53. 8. 11	茨城県那珂湊市	10	"	58. 6. 8	"	3	"
56. 6. 18	八戸市	2	"	58. 6. 8	"	4	"
56. 7. 13	茨城県波崎町他 (千葉, 埼玉, 神奈川)	275	コタマガイ	58. 6. 8	新潟県山北町	4	"
56. 7. 24	福島県相馬市	16	アサリ	58. 7. 18	北海道湧別町	4	ホタテガイ
56. 8. 2	茨城県茨城町	7	ムラサキイガイ	58. 8. 9	青森市	7	"

ィンストキシン群, ペクテノトキシン群などが明らかにされてきている^{32), 33)}。

下痢性貝毒の産生生物も渦鞭毛藻プランクトンで, *Dinophysis fortii*^{30), 31)} など数種のものが有毒種といわれている。これらのプランクトンを摂取したホタテガイ, ムラサキイガイ, コタマガイ (ヒラガイ), イガイ, アサリなどの二枚貝が毒化する。毒化の確認された海域は太平洋岸では鹿島灘以北, 日本海側では新潟以北であり, コタマガイ養殖の盛んな鹿島灘, ホタテガイ養殖の盛んな東北三陸沿岸, 陸奥湾, 北海道沿岸での被害が最も大きい³³⁾。二枚貝の毒化する季節は地域及び年によって多少異なる。すなわち, 三陸沿岸や陸奥湾では4月から8月までで, 6, 7月がピークである。鹿島灘では7, 8月にかけて毒力が上昇する³³⁾。現在, 可食部で0.05 MU/g 以上の場合, 出荷規制の措置がとられている³⁴⁾。

下痢性貝毒による食中毒事件の概要を次に述べる。表2, 表3に示したように, 魚介類の自然毒による食中毒の中で, 発生件数はフグ中毒に次いで第2位であるが, 患者数からいえば最も多く, 1,100人を超えている。表10には昭和51~59年における下痢性貝毒による食中毒事件を示す。疫学的にみると過去2回 (昭和51~53年, 昭

和56~58年) 大きな中毒が発生し, それが3年間続くのは興味ある現象である。発生に周期性があるのかもしれない。中毒発生は6月~8月が多い。

5. シガテラ

亜熱帯や熱帯海域のサンゴ礁に生息する魚の中には毒を有するものが約300種あるといわれている。そのような毒魚による死亡率の低い食中毒を総称してシガテラと呼んでいる³⁵⁾。南方海域の漁業資源を開発しようとする時の障害となる問題である。中毒症状は食後まず口唇, 舌, のどがひりひりと痛み, 続いて嘔吐, 下痢, 関節痛, めまい, チアノーゼ, 脱力感などが現われる。さらにドライアイス感 (冷水やドライアイスに触れた時に感ずる刺激痛のこと) が特徴である。重症では麻痺, けいれんなどから昏睡状態へと進行し, 死に到る場合もまれにある。一般に回復は遅く, 発病後1年以上もドライアイス感などの後遺症に悩まされることもあるという³⁶⁾。

シガテラの原因となる毒は単一ではなく, 複数の成分からなる。その中で最も重要なものはシガトキシン³⁷⁾と呼ばれる脂溶性の毒である。その他, マイトトキシン³⁷⁾やシガテリン³⁷⁾と名付けられた水溶性毒も知られてい

表 11. シガテラ毒魚による食中毒事件

発 生 年 月 日	発 生 場 所	摂食者数	患 者 数	死 者 数	原 因 魚
昭和40. 4. 1	沖縄県下	30人	29人	0人	ドクカマス
41. 7. 13	東京都港区	11	11	0	バラフエダイ
42. 1. 15	川 崎 市	8	8	0	〃
42. 2. 1	東京都杉並区	不明	6	0	〃
42. 5. 10	千葉県勝浦市	22	18	0	ヒラマサ
43. 4. 11	岩手県胆沢郡	11	11	0	バラハタ
46. 2. 28	静岡県焼津市, 藤枝市	15	15	0	〃
46. 12. 17	高知県香美郡	10	4	0	〃
46. 12. 18	高知県長岡郡	10	4	0	ハタ科の魚
46. 12. 19	高 知 市	9	9	0	〃
46. 12. 21	高知県高岡郡	4	4	0	〃
46. 12. 29	高 知 市	12	12	0	〃
47. 8. 24	静 岡 市	88	78	0	カンパチ
48. 2. 26	沖縄県中頭郡	3	1	0	ドクウツボ
49. 7. 11	宮崎県日向市	10	10	0	バラフエダイ
51. 6. 25	沖縄県今帰仁村	5	5	0	アカジン
51. 10. 14	熱 海 市	208	24	0	カンパチ
52. 9. 21	滋賀県甲賀郡	116	22	0	ドクカマス
53. 9. 16	沖縄県城辺町	1	1	0	フタツボシドクギョ
54. 9. 25	那 覇 市	8	2	0	シガテラ毒魚
56. 1. 12	那 覇 市	3	3	0	ミーバイ
57. 5. 30	沖縄県平良市	3	2	0	〃
57. 10. 2	鹿児島県名瀬市	7	7	0	バラハタ
58. 6. 30	鹿児島県与論町	6	1	0	バラフエダイ
58. 7. 20	沖縄県石垣市	5	3	0	バラハタ
58. 12. 26	浜 松 市	2	2	0	ヒトミハタ
59. 10. 19	沖縄県浦添市	4	4	0	イッテンフエダイ

る。シガテラ毒は鞭毛藻³⁸⁾によって産生され、食物連鎖を通して草食魚から肉食魚へと移行、蓄積されるものと考えられている。パリトキシンもシガテラ関連の毒であり、サンゴの一種イワスナギンチャクが来源で、食物連鎖を通してソウシハギなどシガテラ毒魚に蓄積する。パリトキシンは水溶性の毒で、構造も解明されている³⁹⁾。

シガテラ毒魚としてはバラフエダイ（アカドクタリミ）、バラハタ、ドクカマス、ドクウツボ、ヒラマサ、カンパチ、ミーバイ、アカジン、ヨダレハタ、イッテンフエダイ、アズキガンモなどが知られている。シガテラ毒魚の毒性は顕著な地域差、個体差、部位差を示す。一つの島でも有毒域と無毒域が画然と分かれている例もある。一般に肝臓の毒性が最も高く、次いで、その他の内臓、精巣、筋肉の順となっている。大型魚ほど毒性が高い傾向がある。場所によっては何年かの周期で毒化する例も知られている。

表11にシガテラ毒魚による食中毒の発生状況を示す。我が国では奄美諸島や沖縄諸島でこの中毒が多く発生しているが、四国や九州でもかなり多くの中毒事例がみられる。シガテラ毒魚については現在国内で流通しないように各地の魚市場で見つけ次第廃棄させる水際作戦がと

られているが、時に流通に紛れこみ中毒が発生している現状である。

6. アブラソコムツによる食中毒

前述のシガテラ毒魚とともに未利用資源の開発に際し、とくに注意が必要なのが、筋肉を食べると下痢を起こす魚がいることである。いずれも筋肉に多量の脂質を含んでおり、その主成分によって次の3つに分類することができる。第1はワックスエステル⁴⁰⁾を多量に含む魚であり、ひまし油魚と呼ばれるアブラソコムツ、バラムツがその代表的な魚である。深海性の魚で、世界中の暖海に分布し、マグロ延縄で混獲される。筋肉は約20%の脂質を含有し、そのうち90%が高級アルコールと脂肪酸からなるワックスエステルである。ワックスをある量以上摂取すると猛烈な下痢を主徴とする食中毒を起こすため、これらの魚種は食品衛生法により有害食品として販売禁止されている。クロオーマトウダイ、ヒウチダイ、ウケグチダラ、ハダカイワシ類もワックスを含んでいる。

第2はジアシルグリセリルエーテル⁴⁰⁾が脂質の主成分をなす魚である。マナガツオ類の数種の魚がこれに属する。第3はアブラボウズのように脂質の主成分が通常の

表 12. アブラソコムツによる食中毒事件

発生年月日	発生場所	摂食者数	患者数	死者数
昭和				
51. 7. 22	群馬県桐生市	111人	69人	0人
52. 5. 9	群馬県大間々町	4	3	0
52. 7. 13	栃木県大田原市	55	37	0
54. 7. 10	浜松市	2	2	0
54. 8. 9	群馬県藤岡市	60	49	0
58. 1. 15	神奈川県三浦市	8	4	0
58. 3. 15	横浜市他	57	40	0

グリセリドからなる魚である。アブラボウズは白身の魚で、美味であるが非常に多量の油（35～40％）を含む。

全国食中毒事件録をみるとアブラソコムツによる食中毒は非常に多い。最近だけでも表12に示したように200人以上の患者が発生している。集団食中毒を起こしている事例も多く、表中の桐生市、大田原市、藤岡市における中毒は保育園などの給食で起きている。アブラソコムツは食品衛生法第4条によって販売が禁止されているが、切身加工品などとして流通にまぎれ込み食中毒が発生している。また、他の食用魚の名称で売る業者が出現し問題となったこともある。アブラソコムツ、バラムツなど食中毒原因魚種の生化学的鑑別法としては、筋肉のミオゲン区タンパク質の電気泳動パターンによる方法や⁴¹⁾ワックス分析による方法が⁴²⁾報告されている。これらの報告によると切身などの状態であっても食用魚との判別が可能であるとしている。

7. イシナギによる食中毒

イシナギの肉は普通、食用にして何ら差しかえないものであるが、その肝臓は非常に特異な中毒を起こすので注意が必要である。イシナギの肝臓にはビタミンAが高単位に含まれており、中毒原因はビタミンAの過剰摂

表 13. イシナギによる食中毒事件

発生年月日	発生場所	摂食者数	患者数	死者数
昭和				
49. 1. 11	山口県豊浦町	105人	67人	0人
49. 5. 31	福岡県添田町	13	12	0
56. 3. 16	静岡県清水町	13	13	0
59. 4. 13	山口県小郡町	6	6	0
59. 4. 23	下関市	44	25	0

取といわれている。症状は激しい頭痛、顔面紅潮、さらに皮膚がはげ落ち、甚だしい場合は足の皮が足袋を脱いだような状態でもける。一般に大型のイシナギの肝臓ほど毒性は強い。現在イシナギの肝臓は食用禁止の措置がとられている。類似の中毒はサワラ、マグロ、サメなどの肝臓でも起こることがある。外国ではクジラ、北極グマ、アザラシの肝臓でも事件例がある。表13にはイシナギ肝臓を摂食しての食中毒事件例を示す。

8. ヒメエゾボラ、エゾボラモドキなどによる食中毒

ヒメエゾボラ、エゾボラモドキなどのエゾバイ科の巻貝はしばしば食中毒を起こす。これらの肉食性巻貝はツブの俗称があり、東北、北海道では普通に食用とされているが、酒の肴にすると酔いが早くまわるといわれ、眠けを催すところからネムリツブという名までである。潜伏期は30分ほどで、頭痛、酩酊感、視覚異常が起こり、1～2日で回復する。死亡例はない。中毒原因物質はテトラミンという一種のアミンで唾液腺に局在している。テトラミン含量はヒメエゾボラ1個当り17mg、エゾボラモドキでは44mgにも達する⁴³⁾。その他、シライトマキ、チヂミエゾボラ、スルガバイなどの唾液腺にもテトラミンが含まれていることが明らかにされている。唾液腺を除去することによって中毒は防止できる。巻貝のテトラミンによる食中毒事件例を表14に示す。

表 14. 巻貝のテトラミンによる食中毒事件

発生年月日	発生場所	原因食品	患者数	死者数
昭和47. 7. 18	宮城県女川町	ヒメエゾボラ	8人	0人
48. 5. 16	仙台市	エゾボラモドキ	5	0
49. 3. 6	岐阜市	〃	3	0
52. 11. 23	北海道伊達市	ヒメエゾボラ	2	0
53. 3. 22	宮城県山元町	エゾボラモドキ	7	0
54. 6. 6	青森県田舎館村	〃	2	0
54. 9. 15	北海道江別市	ヒメエゾボラ	4	0
55. 4. 29	宮城県古川市	〃	2	0
56. 5. 30	新潟市	エゾボラモドキ	7	0
56. 5. 30	長岡市	〃	1	0
56. 11. 3	仙台市	ヒメエゾボラ	4	0
57. 2. 28	平塚市	エゾボラモドキ	6	0
59. 4. 19	静岡市	チヂミエゾボラ	1	0
59. 12. 5	水戸市	エゾボラモドキ	3	0

表 15. アオブダイによる食中毒事件

発生年月日	発生場所	摂食者数	患者数	死者数
昭和47. 10. 3	神戸市	6人	5人	0人
47. 11. 10	〃	11	5	0
56. 2. 22	尼崎市	13	8	0
58. 2. 13	三重県度会郡大内山村	2	2	1
58. 4. 13	高知県東洋町	13	8	0

9. その他の食中毒

1) アオブダイによる食中毒

近年、アオブダイの肝臓を摂食することによる食中毒が散発している。表15にはアオブダイ肝臓摂取による食中毒の発生状況を示す。昭和58年2月には肝臓の煮物を女性2人が摂食し、5時間後に重篤となり人工呼吸器がとりつけられたが、1人は4日後死亡した。他の1人は幸い一命をとりとめたが退院まで22日間を要した。症状は筋肉痛、舌や全身のしびれ、呼吸困難、発声不能、チアノーゼなどであった。この表に示した以前にもアオブダイによる食中毒事件²⁾は発生しており、昭和28年5月長崎県五島列島の福江島で10人が中毒し、1人死亡、昭和37年5月福江島で3人中毒、1人死亡、昭和38年5月やはり福江島で10人が中毒し、1人が死亡している。アオブダイ肝臓の中毒原因物質としては水溶性の麻痺毒²⁾と脂溶性毒⁴⁾がそれぞれ分離同定されつつある。

2) ボウシュウボラによる食中毒

昭和54年12月静岡県清水市の飲食店で三保産の肉食性巻貝ボウシュウボラの中腸腺を摂食した人が意識不明の重体に陥った。原因物質を検索の結果、テトロドトキシンと同定された⁴⁴⁾。周辺海域産のこの貝の中腸腺はほとんど(90%)が有毒で、中には1,950 MU/g という猛毒のものもみられた。フグ毒のヒトにおける致死量が10,000 MU であることから、5g 強の摂食で致死量にいたる。因に、ボウシュウボラの中腸腺は一般に大きく、50g 程度のものも少くない。その後、テトロドトキシンはボウシュウボラが好んで食べるトゲモミジガイなどのヒトデ類に由来することが明らかにされている⁴⁵⁾。昭和57年に類似の事故が和歌山県下でも起こり、原因物質はやはりテトロドトキシンであった⁴⁶⁾。その後、ボウシュウボラの比較的多くとれる三重、宮崎両県などでも中腸腺の毒化が認められている。

3) バイによる食中毒

バイはやや大きな巻貝で食用にされるが、時に毒化することがある。昭和32年新潟県寺泊町で5人が中毒し、3人が死亡した。昭和40年沼津沖でとれたバイによって26人が中毒を起こした。前者の症状は四肢のけいれん、意識混濁など激しいものであった。これに対し後者では瞳孔散大、視力減退などの視神経障害が特徴で、めまい、

言語障害も伴った。両者には症状にかなり相違がみられた。沼津の中毒原因物質としては駿河湾にちなんでスルガトキシンという毒素が分離同定された⁴⁷⁾。また最近、毒性の強いネオスルガトキシンが単離され、化学構造も明らかにされた⁴⁸⁾。毒は中腸腺に局在するので肉だけを食用とする時は問題ない。さらに、昭和55年5月福井県坂尻湾産バイに麻痺性毒が中腸腺から検出された。野口ら⁴⁹⁾及び安元ら⁵⁰⁾はテトロドトキシンと同定した。この発見を考慮すれば、寺泊町における中毒原因物質もテトロドトキシンであった可能性は濃厚である。昭和59年11月長崎県松浦市でバイによる食中毒が発生した。患者は1名で、幸いに一命をとりとめた。口唇のしびれ、舌の麻痺などフグ中毒と極めて症状が似ていたといわれる。原因物質はテトロドトキシンであった可能性は高い。

4) 魚卵毒による食中毒

卵巣が有毒であるものにフグをあげたが、卵巣でフグとは異なる食中毒を起こす魚がある。その代表的なものが、北海道、東北地方で底曳網でとれる底魚のナガズカである。卵巣の毒はジノグネリンと命名され、化学構造も解明されている⁵¹⁾。症状は摂取後2～4時間で激しい腹痛、下痢、嘔吐が起こり、重症ではけいれん、四肢麻痺などがみられる。ナガズカの近縁種のタウエガジ、米国太平洋岸のカジカの一種 cabezon の卵も有毒である。毒成分もナガズカと同様ジノグネリンである。最近の魚卵毒による食中毒事件としては昭和50年2月岩手県室根村でギンボによって4人の患者が、また昭和54年4月盛岡市でナガズカによって4人の中毒患者が発生している。

5) カニ毒による食中毒

カニの自然毒による中毒は都会ではほとんどみられない。人の少ない離島での中毒が多い。有毒ガニが一般に熱帯地方あるいは亜熱帯地方でも気温の高い地域に生息することによるのかもしれない。しかし、ある種の毒ガニは東京近辺にも生息している。南西諸島の毒ガニのスクリーニングの結果、ウモレオウギガニ、スベスベマンジュウガニ、ツブヒラアシオウギガニに毒が検出された^{52), 53)}。毒は筋肉と外骨格に濃縮されていた。中毒症状は激しい嘔吐、口唇のしびれ、手足の麻痺などで死亡率も高い。有毒成分は奄美諸島産ウモレオウギガニから麻痺性貝毒の一種であるサキントキシンが分離同定され⁵⁴⁾、最近石垣島産試料についてサキントキシンの他にネオサキントキシン、ゴニオトキシン群の共存が認められた⁵⁵⁾。スベスベマンジュウガニの毒成分はウモレオウギガニとほぼ同様であった。他方、温帯域に生息するスベスベマンジュウガニからは主成分としてテトロドトキシンが検出された^{56), 57)}。甲殻類で検出された最初の例である。

6) アワビによる光過敏症

ヒトやネコが春先のアワビの中腸腺を食べた後、日光

に当たると皮膚炎を起こす特殊な中毒がある。昭和22年岩手県三陸町でこの食中毒が起き、16人の中毒患者が発生した。中毒原因物質としてはクロロフィルの分解物の一種であるピロフェオホルバイドaが明らかにされている⁵⁸⁾。アワビの餌となる海藻中のクロロフィルに由来する。興味深いことはこの物質又はアワビの中腸腺を摂取しても日蔭に在る限り発症しない。しかし、日光に当たるとたちどころに症状があらわれる。このような特殊な疾病は光過敏症といわれる。牧畜の盛んな欧米諸国では古くから知られており、ある種の牧草を食べた家畜が皮膚炎を起こすことがあるといわれる。関連して、昭和52年東京において健康食品のクロレラ錠で同様な中毒が起き問題となった^{59)~62)}。アワビの中腸腺は動物性食品による光過敏症として特殊なものである。

おわりに

広汎な内容を含む総説のため言い尽せない部分も多々あった。これらについては参考文献を掲げたので参照して頂ければ幸甚である。本稿は厚生省の全国食中毒事件録を基礎データとしてそれに解説を加えてまとめたものであり、従来の総説とはやや趣きが異なるかもしれない。魚介類の自然毒による食中毒の現状を把握して頂き、また食中毒の防止に少しでも役立てば幸いである。

ところで、魚介類の自然毒食中毒は死者数が多いことで従来からいろいろと問題にされてきた。その最大原因であるフグ中毒が最近著しく減少してきているのは望ましいことである。しかし、依然として死亡事故の多くはその肝臓などの有毒な臓器を摂食したことが原因となっている。今後、死者をゼロにするためには厚生省が中心となり、調理師資格を通じての管理と家庭における素人料理を厳に慎しむよう指導していく必要がある。次に、患者数が非常に多い貝毒による食中毒が問題である。現在、毒化した貝の出荷停止あるいは中腸腺の除去などで中毒防止に努めている状況である。とくに、下痢性貝毒による食中毒は疫学的にみると、周期的に発生している傾向があり、今後も種々の二枚貝の毒化の可能性は十分に考えられる。注意深い監視と毒化した場合の迅速な出荷停止の措置が肝要である。

魚介類の自然毒に関しては、中毒原因物質の分離同定、毒化機構の解明など精力的な研究が現在行われており、新知見が次々と公表されることと思われる。これがひいては自然毒食中毒の防止につながることを期待したい。

文 献

- 1) 山中英明, 天野慶之: 食品衛生研究 **34**, 277~288 (1984).
- 2) Fusetani, N., Sato, S., Hashimoto, K.: *Toxicology* **23**, 105~112 (1985).
- 3) 橋本芳郎: “魚貝類の毒” p. 86~87 (1977) 東大出版会, 東京.
- 4) 厚生省環境衛生局長: 環乳第59号, フグの衛生確保について (各都道府県知事, 政令市市長および特別区長あて), 昭和 58 年 12 月 2 日.
- 5) 加納碩雄, 野口玉雄, 上村俊一, 橋本周久: 食衛誌. **25**, 24~29 (1984).
- 6) Kodama, M., Ogata, T., Kawamukai, K., Oshima, Y., Yasumoto, T.: *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish* **50**, 703~706 (1984).
- 7) Endo, R.: *J. Toxicol. Sci.* **9**, Suppl. 1, 1~11 (1984).
- 8) 加納碩雄, 野口玉雄, 丸山純一, 橋本周久: 日水誌. **50**, 985~990 (1984).
- 9) 加納碩雄, 野口玉雄, 丸山純一, 上村俊一, 橋本周久: 同上 **51**, 121~125 (1985).
- 10) 塩見一雄, 山中英明, 菊池武昭, 阿部宗明, 北浜喜一: *UO. No.* **31**, 21~26 (1980).
- 11) 厚生省環境衛生局食品衛生課: “昭和 55 年全国食中毒事件録” p. 113, p. 122 (1982) 日本食品衛生協会, 東京.
- 12) 多部田 修, 熊谷 洋: 食衛誌. **21**, 405~407 (1980).
- 13) 橋本周久, 渡部終五, 中川孝之, 反田健児: 日水誌. **50**, 115~118 (1984).
- 14) 塩見一雄, 田中榮治, 熊谷純智, 山中英明, 菊池武昭, 河端俊治: 同上 **50**, 341~347 (1984).
- 15) 塩見一雄, 柴田 哲, 山中英明, 菊池武昭: 同上 **51**, 619~625 (1985).
- 16) 野口玉雄, 橋本周久: 食衛誌. **25**, 481~487 (1984).
- 17) Noguchi, T., Jeon, J.K., Arakawa, O., Sugita, K., Deguchi, Y., Shida, Y., Hashimoto, K.: *J. Biochem.* **99**, 311~314 (1986).
- 18) Yasumoto, T., Yasumura, D., Yotsu, M., Michishita, T., Endo, A., Kotaki, Y.: *Agric. Biol. Chem.* **50**, 793~795 (1986).
- 19) 斉藤俊郎, 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: 日水誌. **50**, 1573~1576 (1984).
- 20) Matsui, T., Sato, H., Hamada, S., Shimizu, C.: *Bull. Japan Soc. Sci. Fish* **48**, 253 (1982).
- 21) 遠藤隆二, 松浦健道, 田中一成: 山口県衛研年報. No. **24**, 64~65 (1981).
- 22) Schantz, E. J., Lunch, J. M., Vayvada, G., Matsumoto, K., Rapoport, H.: *Biochemistry* **5**, 1191~1195 (1966).
- 23) Hashimoto, Y., Noguchi, T., Adachi, R.: *Bull. Japan Soc. Sci. Fish* **42**, 671~676 (1976).
- 24) 野口玉雄, 橋本周久: 医学のあゆみ **112**, 861~870 (1980).

- 25) Shimizu, Y., Alam, M., Oshima, Y., Fallon, W. E.: Biochem. Biophys. Res. Commun. **66**, 731~737 (1975).
- 26) 橋本周久, 野口玉雄: 海洋科学 **14**, 46~53 (1982).
- 27) 野口玉雄: “まひ性貝毒の化学, 水産学シリーズ No. 42, 有毒プランクトン (日本水産学会編)” p. 88~101 (1982) 恒星社厚生閣, 東京.
- 28) Nagashima, Y., Noguchi, T., Maruyama, J., Kamimura, S., Hashimoto, K.: Bull. Japan Soc. Sci. Fish **50**, 331~334 (1984).
- 29) 安元 健: 化学と生物 **20**, 7~8 (1982).
- 30) Yasumoto, T., Oshima, Y., Yamaguchi, M.: Bull. Japan Soc. Sci. Fish **44**, 1249~1255 (1979).
- 31) Yasumoto, T., Oshima, Y., Sugisawa, Y., Fukuyo, Y., Oguri, H., Igarashi, T., Fujita, N.: *ibid.* **46**, 1405~1411 (1980).
- 32) Murata, M., Shimatani, M., Sugitani, H., Oshima, Y., Yasumoto, T.: *ibid.* **48**, 549~552 (1982).
- 33) 安元 健: “下痢性貝毒, 水産学シリーズ No. 42, 有毒プランクトン (日本水産学会編)” p. 102~111 (1982) 恒星社厚生閣, 東京.
- 34) 厚生省環境衛生局乳肉衛生課長: 環乳第37号, 下痢性貝毒の検査について (各都道府県, 政令市, 特別区衛生主管部局長あて), 昭和56年5月19日.
- 35) 橋本芳郎: “魚貝類の毒” p. 94~95 (1977) 東大出版会, 東京.
- 36) Halstead, B. W.: “Poisonous and Venomous Marine Animals of the World” p. 1043 (1978), Darwin, New Jersey.
- 37) 橋本芳郎: “魚貝類の毒” p. 101~107 (1977) 東大出版会, 東京.
- 38) 安元 健: “シガテラに関与する鞭毛藻とその毒, 水産学シリーズ No. 42, 有毒プランクトン (日本水産学会編)” p. 112~122 (1982) 恒星社厚生閣, 東京.
- 39) Uemura, D., Ueda, K., Hirata, Y.: Tetrahedron Lett. **22**, 2781~2784 (1981).
- 40) 橋本芳郎: “魚貝類の毒” p. 131~142 (1977) 東大出版会, 東京.
- 41) 落合芳博, 渡部終五, 橋本周久, 成田弘子, 浮島美之, 奈良正人: 日水誌, **50**, 721~725 (1984).
- 42) 浮島美之, 成田弘子, 増井俊夫, 杉井邦好, 鈴木由利子, 奈良正人: 衛生化学 **30**, 216~221 (1984).
- 43) 成田弘子: モダンメディア **31**, 315 (1985).
- 44) Narita, H., Noguchi, T., Maruyama, J., Ueda, Y., Hashimoto, K., Watanabe, Y., Hida, K.: Bull. Japan Soc. Sci. Fish **47**, 935~941 (1981).
- 45) Noguchi, T., Narita, H., Maruyama, J., Hashimoto, K.: *ibid.* **48**, 1173~1177 (1982).
- 46) 丸山純一, 野口玉雄, 銭 重均, 山崎公男, 橋本周久: 食衛誌, **24**, 465~468 (1983).
- 47) Kosuge, T., Zenda, H., Ochiai, A., Masaki, N., Noguchi, M., Kimura, S., Narita, H.: Tetrahedron Lett. No. 25, 2545~2548 (1972).
- 48) Kosuge, T., Tsuji, K., Hirai, K.: Chem. Pharm. Bull. **30**, 3255~3259 (1982).
- 49) Noguchi, T., Maruyama, J., Ueda, Y., Hashimoto, K., Harada, T.: Bull. Japan Soc. Sci. Fish **47**, 909~913 (1981).
- 50) Yasumoto, T., Oshima, Y., Hosaka, M., Miyakoshi, H.: *ibid.* **47**, 929~934 (1981).
- 51) Hatano, M., Hashimoto, Y.: Toxicon. **12**, 231~236 (1974).
- 52) Hashimoto, Y., Konosu, S., Inoue, A., Saisho, T., Miyake, S.: Bull. Japan Soc. Sci. Fish **35**, 83~87 (1969).
- 53) Konosu, S., Inoue, A., Noguchi, T., Hashimoto, Y.: *ibid.* **35**, 88~92 (1969).
- 54) Noguchi, T., Konosu, S., Hashimoto, Y.: Toxicon **7**, 325~326 (1969).
- 55) Koyama, K., Noguchi, T., Ueda, Y., Hashimoto, K.: Bull. Japan Soc. Sci. Fish **47**, 965 (1981).
- 56) Noguchi, T., Uzu, A., Koyama, K., Maruyama, J., Nagashima, Y., Hashimoto, K.: *ibid.* **49**, 1887~1892 (1983).
- 57) Shiomi, K., Inaoka, H., Yamanaka, H., Kikuchi, T.: *ibid.* **48**, 1407~1410 (1982).
- 58) 橋本芳郎: “魚貝類の毒” p. 27~30 (1977) 東大出版会, 東京.
- 59) 天野立爾, 池 慶子, 内山 充: 食品衛生研究 **28**, 739~745 (1978).
- 60) 駒井嘉明, 大貫憲一, 山岸 宏, 白鳥憲行: 同上 **28**, 747~752 (1978).
- 61) 田村行弘, 西垣 進, 真木俊夫, 嶋村保洋, 直井家壽太: 同上 **28**, 753~759 (1978).
- 62) 田村行弘, 真木俊夫, 嶋村保洋, 西垣 進, 直井家壽太: 食衛誌, **20**, 173~180 (1979).