

# 沖縄産二枚貝の麻痺性貝毒調査

玉那覇康二・宮里秀樹・玉城宏幸・大城直雅  
古謝あゆ子・城間博正\*

## Studies on Paralytic Shellfish Poisons in Okinawa Prefecture

Koji TAMANAHA, Hideki MIYAZATO, Hiroyuki TAMAKI,  
Naomasa OSHIRO, Ayuko KOJA and Hiromasa SHIROMA\*

要旨：沖縄県内で養殖されているミドリイガイ *Perna viridis* について平成9年度から調査を実施した結果、麻痺性貝毒が検出され、本県海域においても二枚貝の毒化が起こることが判明した。二枚貝の毒化の季節変動を調査し、さらに分析機器による検査方法の検討も行った。

その結果、高速液体クロマトグラフ装置 (HPLC) による分析は、公定法であるマウス法とも高い相関を示し、毒性のスクリーニング法として有効であることがわかった。

**key words** : 麻痺性貝毒, ミドリイガイ, 有毒プランクトン, サキントキシン, 二枚貝

### I. はじめに

厚生省では昭和55年の通達により、貝の可食部の毒力が4 MU/gを超えるものの販売等を行うことを認めない規制処置を講じている<sup>1)</sup>。沖縄県においてはこれまで麻痺性貝毒に関する調査報告例がなく、本県海域で毒化が起こり得るかについては不明であった。

そこで、平成9年度から実施した調査<sup>2)</sup>において麻痺性貝毒が検出され、本県海域においても二枚貝の毒化が起こることが判明した。平成9年度の調査を行った5月の時点には毒化が始まっており、季節変動等が明らかにされなかった為、平成10年度は毒化の季節変動を調査し、分析機器による検査方法の検討を行った。

さらに、平成11年度は毒化の原因である有毒プランクトンの同定及び分布の調査を行った。

### II. 調査方法

#### 1. 試料

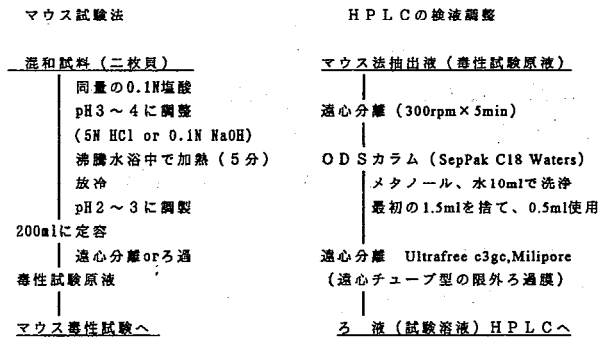
塩屋湾におけるミドリイガイ *Perna viridis* (以下、二枚貝) の養殖施設<sup>2)</sup>において、それぞれの地点から出荷可能なサイズ (約8 cm以上) のおよそ20個体を万遍なく採取し、その地点の代表値とした。採取した試料は氷冷したまま当研究所に搬入し、殻長、重量等を計測した後、むき身 (可食部) 試験用と中腸腺を取り出した中腸腺試験用に分け検体とした。その日のうちに処理できない場合は-20℃で凍結保存し、後日自然解凍してから処理した。採取間隔は通常は毎月1回とし、毒化が認められた場合は調査間隔を短くし、約1週間間隔とした。

また、採取したミドリイガイの殻長、重量等の計測データを別紙表1及び表2に示した。

\*沖縄県文化環境部自然保護課

#### 2. 毒性試験方法

抽出及び毒性試験は食品衛生検査指針理化学編<sup>3)</sup> (マウス法) により試料として得られた抽出液を、ddY系雄マウスの腹腔内に注射し、その死亡した時間により毒量を求めた。また、マウス法で調製した抽出液をクリーンアップした後、高速液体クロマトグラフィー (以下、HPLCと略記) による分析<sup>4)</sup>を行い、二枚貝の麻痺性貝毒の組成について調べた。それぞれのフローチャートを図1に示す。



麻痺性貝毒HPLCの分析条件

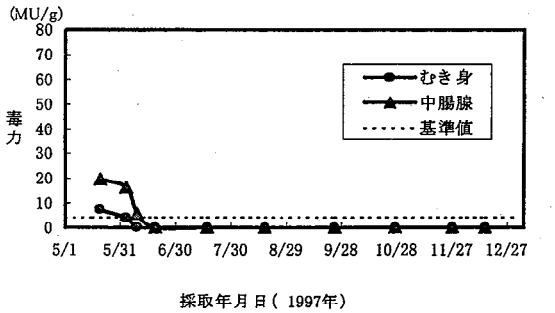
カラム : Wacossil-II 5 C 8 RS (和光純薬)
移動相 : (流速 0.8 ml/min)
(a) C1-C4分析 : 2 mM テトラブチルアンモニウムリン酸塩 酢酸緩衝液 pH 6.0
(b) GTX1-GTX5分析 : 2 mM 1-ヘプタンスルホン酸ナトリウム塩 10 mM リン酸-アンモニア緩衝液 pH 7.1
(c) STX, dcSTX分析 : 2 mM 1-ヘプタンスルホン酸ナトリウム塩 30 mM リン酸-アンモニア緩衝液 pH 7.1 5% アセトニトリル
反応液 : 50 mM リン酸-水酸化ナトリウム緩衝液 7 mM 過ヨウ素酸 pH 9.0 (流速 0.4 ml/min)
反応 : 80℃、テフロンコイル (0.5 mm × 10 m)
中和液 : 0.5 M 酢酸 (流速 0.4 ml/min)
検出 : 励起波長 330 nm 蛍光波長 390 nm

図1 麻痺性貝毒の試験方法及びHPLCの分析条件。

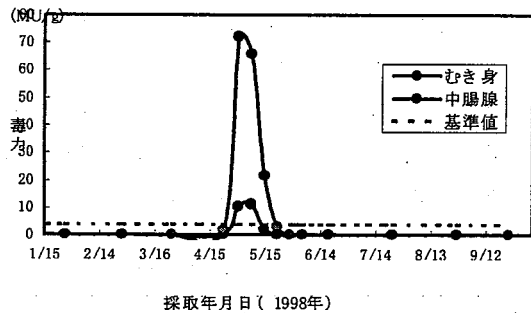
### III. 結果及び考察

1997年の5月20日の初回に採取した二枚貝よりむき身で7.6MU/gの毒力が検出され、本県海域でも麻痺性貝毒による毒化が起こることが判明した。その後、6月9日で検出されなくなり、比較的毒の減衰は早いと思われた。そのため毒化時期の変動を知ることが出来なかった。

1997年、1998年に採取した二枚貝のマウス法による毒性試験結果で毒の検出した期間の毒量を図2に示した。



1997年	5/20	6/3	6/9	6/19	7/17	8/17	9/24	10/27	11/27	12/15
むき身	7.3	4	0	0	0	0	0	0	0	0
中腸腺	19.8	16.4	5.8	0	0	0	0	0	0	0



1998年	1/26	2/26	3/25	4/22	4/30	5/7	5/14	5/21	5/28	6/4	6/18	7/23	8/29	9/24
むき身	0	0	0	0	10.4	11.3	2.3	0	0	0	0	0	0	0
中腸腺	0	0	0	1.8	72	65.9	21.7	3	0	0	0	0	0	0

図2 マウスの毒性試験結果 (1997, 8年)。

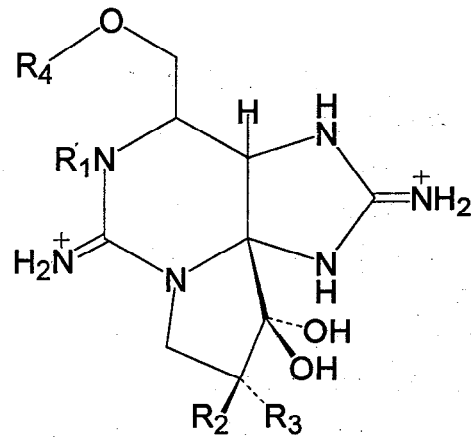
1998年は4月から5月にかけて毒化は起こり、それ以外の月は毒は検出されなかった。4月22日に採取した二枚貝のむき身から毒は検出されなかったが、約1週間後の4月30日には10.4MU/gの基準値を上回る毒量が検出され毒化は急に起こることがわかる。貝の可食部むき身で基準値の4 MU/gを超えたのは4月30日からの10.4MU/gと5月7日の11.3MU/g採取からであった。5月14日は2.3MU/gと基準値を下回り減少した。毒の減衰は比較的早く1月以内には減少した。中腸腺の毒量は4月22日には1.8MU/g、4月30日は72MU/g、5月7日は65.9MU/g、5月14日は21.7MU/g、5月21日は3 MU/gでむき身に比べ毒量が高い。むき身中における中腸腺の重量はおよそ1/8であるが毒量は約7倍であることから、毒量の大部分は中腸腺に存在すると考えら

れる。

1999年の1月から7月にかけて二枚貝の毒性試験を行ったが毒は検出されなかった。それと同時に海水中における有毒プランクトンの調査を行なったが毒を産生する渦鞭毛藻を特定できなかった。

従来、魚介毒の定量法にはほとんどマウス致死毒性による判定が用いられている。今回、マウス法と並行してHPLCによるポストカラム法を検討した。

麻痺性貝毒はサキトキシンを基本骨格として3つの群に分かれ、N-1位に水酸基、11位の硫酸エステル、側鎖カルバモイルにスルホン基が付加、さらにカルバモイル基が脱離した化合物を合わせ18成分が知られている。その構造式を図3に示す。



R1	R2	R3	カルバモイル毒群 R4:CONH2	N-2,6,7,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,51,52,53,54,55,56,57,58,59,60,61,62,63,64,65,66,67,68,69,70,71,72,73,74,75,76,77,78,79,80,81,82,83,84,85,86,87,88,89,90,91,92,93,94,95,96,97,98,99,100,101,102,103,104,105,106,107,108,109,110,111,112,113,114,115,116,117,118,119,120,121,122,123,124,125,126,127,128,129,130,131,132,133,134,135,136,137,138,139,140,141,142,143,144,145,146,147,148,149,150,151,152,153,154,155,156,157,158,159,160,161,162,163,164,165,166,167,168,169,170,171,172,173,174,175,176,177,178,179,180,181,182,183,184,185,186,187,188,189,190,191,192,193,194,195,196,197,198,199,200,201,202,203,204,205,206,207,208,209,210,211,212,213,214,215,216,217,218,219,220,221,222,223,224,225,226,227,228,229,230,231,232,233,234,235,236,237,238,239,240,241,242,243,244,245,246,247,248,249,250,251,252,253,254,255,256,257,258,259,260,261,262,263,264,265,266,267,268,269,270,271,272,273,274,275,276,277,278,279,280,281,282,283,284,285,286,287,288,289,290,291,292,293,294,295,296,297,298,299,300,301,302,303,304,305,306,307,308,309,310,311,312,313,314,315,316,317,318,319,320,321,322,323,324,325,326,327,328,329,330,331,332,333,334,335,336,337,338,339,340,341,342,343,344,345,346,347,348,349,350,351,352,353,354,355,356,357,358,359,360,361,362,363,364,365,366,367,368,369,370,371,372,373,374,375,376,377,378,379,380,381,382,383,384,385,386,387,388,389,390,391,392,393,394,395,396,397,398,399,400,401,402,403,404,405,406,407,408,409,410,411,412,413,414,415,416,417,418,419,420,421,422,423,424,425,426,427,428,429,430,431,432,433,434,435,436,437,438,439,440,441,442,443,444,445,446,447,448,449,450,451,452,453,454,455,456,457,458,459,460,461,462,463,464,465,466,467,468,469,470,471,472,473,474,475,476,477,478,479,480,481,482,483,484,485,486,487,488,489,490,491,492,493,494,495,496,497,498,499,500,501,502,503,504,505,506,507,508,509,510,511,512,513,514,515,516,517,518,519,520,521,522,523,524,525,526,527,528,529,530,531,532,533,534,535,536,537,538,539,540,541,542,543,544,545,546,547,548,549,550,551,552,553,554,555,556,557,558,559,560,561,562,563,564,565,566,567,568,569,570,571,572,573,574,575,576,577,578,579,580,581,582,583,584,585,586,587,588,589,590,591,592,593,594,595,596,597,598,599,600,601,602,603,604,605,606,607,608,609,610,611,612,613,614,615,616,617,618,619,620,621,622,623,624,625,626,627,628,629,630,631,632,633,634,635,636,637,638,639,640,641,642,643,644,645,646,647,648,649,650,651,652,653,654,655,656,657,658,659,660,661,662,663,664,665,666,667,668,669,670,671,672,673,674,675,676,677,678,679,680,681,682,683,684,685,686,687,688,689,690,691,692,693,694,695,696,697,698,699,700,701,702,703,704,705,706,707,708,709,710,711,712,713,714,715,716,717,718,719,720,721,722,723,724,725,726,727,728,729,730,731,732,733,734,735,736,737,738,739,740,741,742,743,744,745,746,747,748,749,750,751,752,753,754,755,756,757,758,759,760,761,762,763,764,765,766,767,768,769,770,771,772,773,774,775,776,777,778,779,780,781,782,783,784,785,786,787,788,789,790,791,792,793,794,795,796,797,798,799,800,801,802,803,804,805,806,807,808,809,810,811,812,813,814,815,816,817,818,819,820,821,822,823,824,825,826,827,828,829,830,831,832,833,834,835,836,837,838,839,840,841,842,843,844,845,846,847,848,849,850,851,852,853,854,855,856,857,858,859,860,861,862,863,864,865,866,867,868,869,870,871,872,873,874,875,876,877,878,879,880,881,882,883,884,885,886,887,888,889,890,891,892,893,894,895,896,897,898,899,900,901,902,903,904,905,906,907,908,909,910,911,912,913,914,915,916,917,918,919,920,921,922,923,924,925,926,927,928,929,930,931,932,933,934,935,936,937,938,939,940,941,942,943,944,945,946,947,948,949,950,951,952,953,954,955,956,957,958,959,960,961,962,963,964,965,966,967,968,969,970,971,972,973,974,975,976,977,978,979,980,981,982,983,984,985,986,987,988,989,990,991,992,993,994,995,996,997,998,999,1000	R4:CONH2	R4:CONHSO3 <sup>-</sup>	R4:H
H	H	H	STX	GTX5	dcSTX		
OH	H	H	neoSTX	GTX6	dcneoSTX		
OH	H	OSO3 <sup>-</sup>	GTX1	C3	dcGTX1		
H	H	OSO3 <sup>-</sup>	GTX2	C1	dcGTX2		
H	OSO3 <sup>-</sup>	H	GTX3	C2	dcGTX3		
OH	OSO3 <sup>-</sup>	H	GTX4	C4	dcGTX4		

※ STX=サキトキシン GTX=ゴニオトキシン dc=デカバモイル

図3 麻痺性貝毒の構造。

それを逆相系のカラムを用いて、3グループの毒成分に分け、それぞれの移動相にアルキルスルホン酸や4級のアンモニウム塩のイオン性の界面活性剤を加えイオン対クロマトグラフィーにより分離した。それに、酸化剤として過ヨウ素酸を反応液として加え発色後、生成した蛍光物質を中和液の酢酸で酸性にして蛍光強度を増大させ蛍光検出器で測定した。

麻痺性貝毒の分析装置 (HPLC) の概要を別紙図4に示し、麻痺性貝毒の標準品及び中腸腺のクロマトグラムを図5に示す。

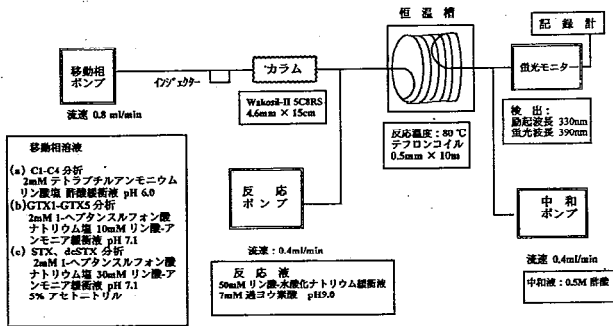
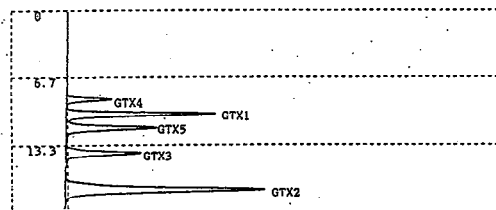
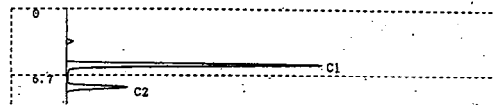


図4 麻痺性貝毒の分析装置 (HPLC) の概要図

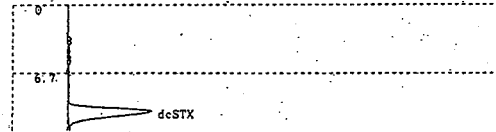
(1) カルカメート毒群: ゴニオトキシン



(2) N-スルホカルカメート毒群: C1, C2



(3) 脱カルカメート毒群: デカバモイルサキシトキシン



(4) 二枚貝の中腸線

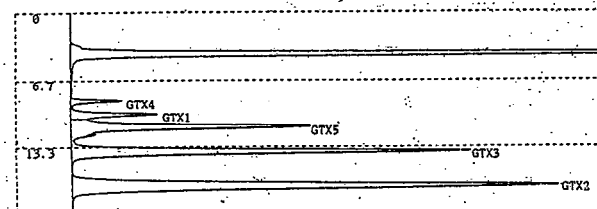


図5 (1)カルカメート毒群、(2)N-スルホカルカメート毒群、(3)脱カルカメート毒群の標準品及び(4)二枚貝の中腸線のクロマトグラム。

有毒プランクトンである渦鞭毛藻の産生する毒は二枚貝に蓄積され、麻痺性貝毒とよばれる高死亡率の食中毒の原因となる。麻痺性貝毒の毒組成を知ることは渦鞭毛藻の産生する毒を知るてがかりともなり、毒化する期間の渦鞭毛藻の種類を同定することができる。1998年に採取した二枚貝をHPLCで測定し毒組成を比較した結果を図6に示す。

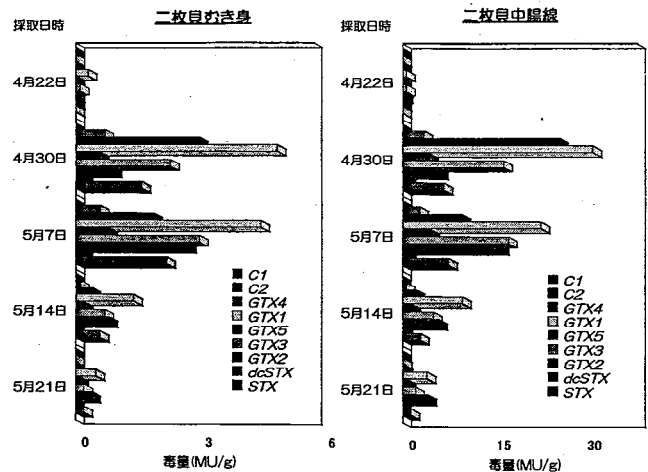


図6 採取日時における毒成分の比較 (1998年)。

毒組成は4月30日採取のむき身、中腸線はGTX1 (ゴニオトキシン) が高く、続いてGTX4, GTX3, STX (サキシトキシン), GTX2であった。

5月7日採取のむき身、中腸線は、GTX1, GTX3, GTX2, STX, GTX4で、それ以後の採取についても同様な毒組成の傾向を示した。

採取日時における毒組成の変化があまり見られなかった。このことは、二枚貝が毒化する期間は、同一の渦鞭毛藻の毒を蓄積している可能性が高い。

それぞれの二枚貝についてマウス法とHPLC法で測定した結果を表3及び図7に示す。この結果よりHPLC法で検査した値がマウス法で検査したよりも若干値が高い。HPLC法は麻痺性貝毒の検出のスクリーニングとして使用できると思われる。両測定値の間に高い相関がみられた。(Y=1.32X+1.18, r=0.999) マウス法とHPLC相関関係を図8に示した。養殖されているミドリイガイの写真を図9に示した。

表3 マウス法とHPLC法の検査結果

毒量(MU/g)	4/22	4/30	5/7	5/14	5/21
中腸線マウス	1.8	72	65.9	21.7	3.0
中腸線HPLC	1.7	95.5	82.2	28.4	7.5
むき身マウス	0.0	10.4	11.3	2.3	0.0
むき身HPLC	0.4	14.2	16	4.2	1.4

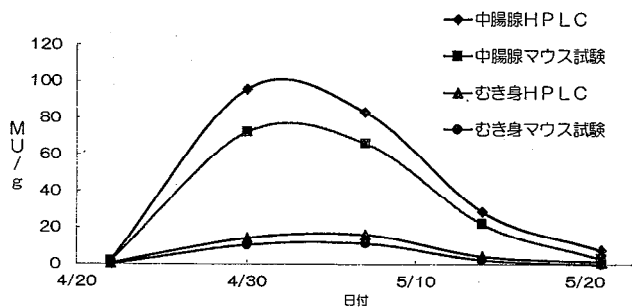


図7 マウス法とHPLC法の毒量比較

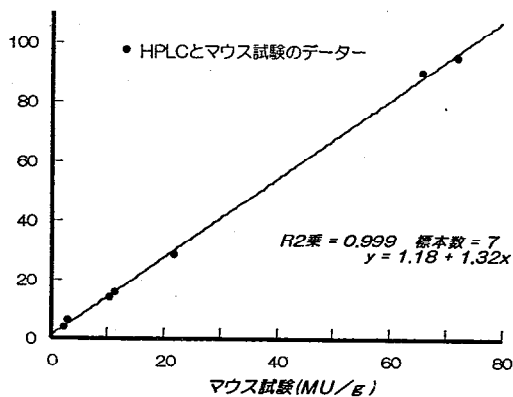


図8 マウス法とHPLC法の相関図

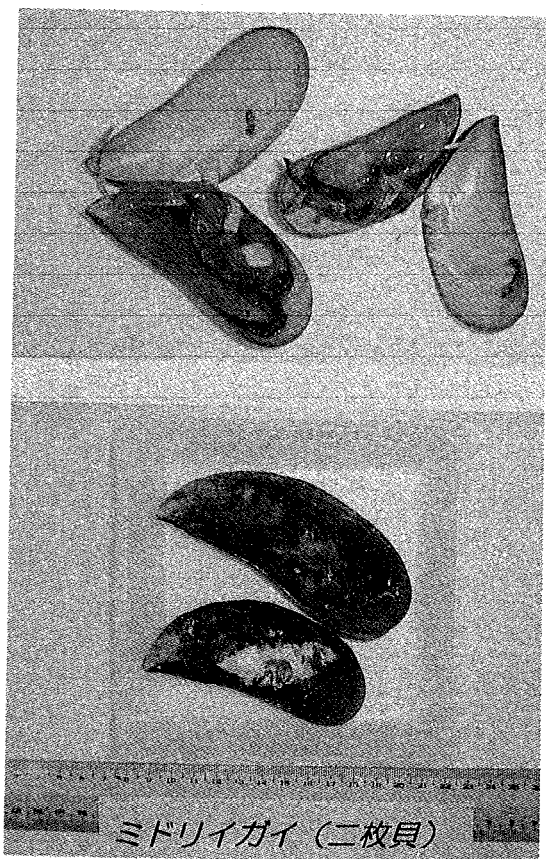


図9 塩屋湾において養殖されているミドリイガイ

#### IV. まとめ

- 1) 1997年から1998年に採取した二枚貝から基準値を超えた麻痺性貝毒が検出された。1997年は5月から6月にかけて、1998年は4月から5月にかけて毒が検出された。このことから、本県海域でも麻痺性貝毒による貝類の毒化が起こる事が分かった。1999年は7月まで毒は検出はなかった。その原因は今後調査する必要があると思われる。
- 2) 毒化の時期は春に毒化し、初夏にかけて減衰していき、毒化は急に起こることがわかった。毒の減衰は早く約1月以内には減少した。
- 3) 中腸腺はむき身のおよそ7倍の毒力であり、毒のほとんどが中腸腺に存在している。
- 4) HPLCの測定結果はマウス法に比べ感度が高く、スクリーニングとして有効であると思われる。また、十数種類の麻痺性貝毒の成分毒量を測定することができ特に、低毒性成分は高毒性成分に変換するので、毒性評価には毒量測定が重要となる。
- 5) HPLCの測定で、貝毒の組成比率を知る事ができ、毒化の原因である渦鞭毛藻の推定が可能である。今後毒化する海域を調査し、毒化原因である渦鞭毛藻を単培養して毒化原因種を確認する必要がある。

#### V. 参考文献

- 1) 厚生省環境衛生局長通知：麻痺性貝毒により毒化した貝類の取り扱いについて、昭和55年7月1日、環乳第9号
- 2) 平成9年度海洋性危険生物対策事業報告書II：沖縄産二枚貝の麻痺性貝毒調査、沖縄県衛生環境研究所、平成10年3月
- 3) 厚生省生活衛生局監修：食品衛生検査指針理化学編、P300-305
- 4) 大島泰克：生理活性物質の蛍光HPLC、恒星社厚生閣(1992.4)、別冊P94

表1 採取したミドリイガイの殻長、体重等の計測結果(むき身試験用)。

採取月日	採取地点	殻長 (cm)※	重量 (g)	むき身重量 (g)	個数
H9.5.20	I地点	7.5 ~ 8.5 (7.9)	18.8 ~ 33.2 (27.3)	8.5 ~ 14.0(11.4)	14
H9.6.3	I地点	6.5 ~ 9.0(8.0)	20.6 ~ 37.6(17.9)	6.5 ~ 14.2(9.39)	10
	F地点	8.0 ~ 9.0 (8.4)	22.6 ~ 30.6(28.0)	7.6 ~ 9.1(8.4)	9
H9.6.9	I地点	8.0 ~ 9.0 (8.6)	22.5 ~ 31.3(27.8)	7.3 ~ 10.4(8.6)	8
	F地点	7.5 ~ 8.5(7.9)	20.8 ~ 28.5(24.0)	5.9 ~ 8.8(7.1)	9
H9.6.19	I地点	8.0 ~ 9.0(8.7)	26.0 ~ 39.5(32.2)	9.2 ~ 11.6(10.7)	8
	F地点	8.0 ~ 9.5(8.3)	23.1 ~ 32.2(26.3)	8.0 ~ 11.4(9.3)	8
H9.7.17	I地点	8.5 ~ 10.5(9.2)	25.8 ~ 40.8(33.3)	9.0 ~ 15.1(11.7)	18
	F地点	8.0 ~ 9.5(8.7)	20.7 ~ 39.2(30.1)	6.8 ~ 13.8(9.2)	19
H9.8.17	I地点	8.0 ~ 10.0(8.8)	30.4 ~ 44.5(36.2)	10.0 ~ 17.7(13.7)	11
	F地点	8.0 ~ 9.5(8.8)	28.1 ~ 46.2(38.0)	9.9 ~ 16.4(12.9)	11
H9.9.24	I地点	8.0 ~ 9.5(8.7)	24.1 ~ 39.0(32.2)	7.7 ~ 11.8(9.1)	9
	F地点	8.0 ~ 9.5(8.8)	22.9 ~ 40.3(30.4)	6.2 ~ 10.8(8.8)	10
H9.10.27	I地点	9.0 ~ 10.0(9.1)	32.9 ~ 54.8(40.1)	7.1 ~ 16.7(11.6)	12
	F地点	8.5 ~ 10.0(9.0)	25.8 ~ 50.9(35.5)	8.3 ~ 17.8(11.4)	11
H9.11.27	I地点	8.5 ~ 10.5(9.4)	29.3 ~ 56.7(39.9)	6.1 ~ 17.1(11.9)	11
	F地点	8.5 ~ 9.5(8.8)	31.4 ~ 44.8(36.1)	8.0 ~ 16.9(10.7)	10
H9.12.15	I地点	9.0 ~ 11.0(9.5)	34.4 ~ 81.6(48.7)	7.4 ~ 33.0(17.1)	12
	F地点	7.0 ~ 9.5(8.3)	18.8 ~ 38.9(28.4)	4.7 ~ 16.5(8.9)	14
H10.1.26	I地点	8.0 ~ 10.5(9.0)	29.3 ~ 54.4(40.6)	8.9 ~ 26.0(16.9)	11
	F地点	9.0 ~ 10.5(9.6)	28.6 ~ 59.7(41.5)	7.4 ~ 24.5(16.2)	11
H10.2.26	F地点	8.5 ~ 10.0(9.1)	26.4 ~ 45.3(38.1)	8.9 ~ 19.5(16.0)	5
H10.3.26	F地点	8.5 ~ 9.5(9.1)	32.7 ~ 51.1(39.3)	10.8 ~ 16.8(13.8)	12
H10.4.22	I地点	9.0 ~ 10.0(9.6)	37.0 ~ 49.4(41.7)	11.8 ~ 18.2(15.3)	10
H10.3.26	I地点	8.5 ~ 9.5(9.1)	32.7 ~ 51.1(39.3)	12.1 ~ 20.9(15.6)	12
H10.4.22	I地点	9.0 ~ 10.0 (9.6)	37.0 ~ 49.4(41.7)	11.8 ~ 18.2(15.3)	10
H10.4.30	I地点	9.5 ~ 10.5(9.8)	36.2 ~ 51.5(43.1)	12.5 ~ 20.4 (16.0)	10
H10.5.7	I地点	9.0 ~ 9.5 (9.3)	29.4 ~ 40.4(37.3)	9.5 ~ 17.5(14.9)	10
H10.5.14	I地点	9.0 ~ 10.0(9.5)	35.0 ~ 55.0(46.4)	14.2 ~ 22.8 (18.8)	11
H10.5.21	I地点	9.0 ~ 11.0(10.1)	36.8 ~ 57.4(47.9)	13.2 ~ 24.1(19.4)	10
H10.6.4	I地点	9.0 ~ 11.5(10.4)	41.5 ~ 74.9(55.9)	18.1 ~ 31.6(23.1)	7
H10.6.18	I地点	9.5 ~ 11.0(10.0)	38.0 ~ 63.5(48.3)	13.7 ~ 20.4(17.2)	6
H10.7.23	I地点	8.5 ~ 10.0(9.3)	33.6 ~ 49.0(43.3)	8.6 ~ 14.7 (13.0)	8
H10.8.27	I地点	8.5 ~ 10.0(8.9)	27.2 ~ 41.7(34.9)	7.2 ~ 10.4 (9.1)	8
H10.9.24	I地点	8.0 ~ 9.5 (8.7)	25.6 ~ 34.8(31.3)	7.1 ~ 11.8 (9.4)	8
H10.11.5	I地点	8.0 ~ 9.0(8.3)	23.0 ~ 30.4(26.3)	5.5 ~ 9.5(7.9)	8
H10.12.18	I地点	8.0 ~ 8.5(8.4)	25.3 ~ 32.8(27.8)	7.4 ~ 10.1(8.5)	8
H11.3.25	I地点	9.0 ~ 10.0 (9.4)	32.7 ~ 48.2(38.7)	10.9 ~ 13.5(11.8)	8
H11.3.31	I地点	9.5 ~ 10.0 (9.6)	- - -	11.2 ~ 17.2(14.8)	6

※F地点：フロート・I地点：筏 最大値～最小値(平均値)

表2 採取したミドリイガイの殻長、体重等の計測結果 (中腸腺試験用)。

採取月日	採取地	殻長 (cm)※	重量 (g)	むき身重量 (g)	中腸腺重量 (g)	個数
H9.5.20	I地点	7.5 ~ 8.5 (7.9)	25.6 ~ 31.7 (28.6)	8.5 ~ 14.0(11.4)	1.2 ~ 2.0(1.6)	6
H9.6.3	I地点	7.5 ~ 8.5(8.0)	26.2 ~ 30.1(28.5)	9.3 ~ 10.3(9.8)	1.2 ~ 1.4(1.3)	4
	F地点	8.0 ~ 9.5 (8.6)	28.2 ~ 34.2(30.0)	7.7 ~ 10.4(9.0)	0.9 ~ 1.2(1.1)	9
H9.6.9	I地点	8.0 ~ 9.0 (8.4)	23.4 ~ 35.1(28.2)	6.7 ~ 13.3(8.4)	1.0 ~ 1.5(1.2)	5
	F地点	8.0 ~ 8.5(8.1)	24.6 ~ 28.9(27.3)	6.9 ~ 9.1(7.8)	1.0 ~ 1.2(1.1)	5
H9.6.19	I地点	8.0 ~ 9.5(8.6)	28.2 ~ 36.9(31.8)	9.6 ~ 13.9(10.8)	1.5 ~ 1.8(1.7)	5
	F地点	8.5 ~ 9.0(8.7)	26.7 ~ 31.7(28.6)	8.5 ~ 12.0(10.8)	1.1 ~ 1.8(1.5)	5
H9.7.17	I地点	9.0 ~ 10(9.5)	27.0 ~ 39.1(32.9)	10.5 ~ 12.9(11.7)	0.9 ~ 1.3(1.1)	6
	F地点	8.0 ~ 9.0(8.5)	21.0 ~ 28.9(24.7)	5.6 ~ 9.7(7.6)	0.6 ~ 1.1(0.9)	7
H9.8.17	I地点	8.5 ~ 9.5(8.8)	31.8 ~ 43.0(36.1)	10.8 ~ 16.6(12.6)	1.3 ~ 2.9(1.9)	6
	F地点	9.0 ~ 9.5(9.1)	34.0 ~ 56.7(42.9)	11.0 ~ 17.5(13.4)	1.7 ~ 2.9(2.2)	6
H9.9.24	I地点	8.5 ~ 9.5(9.1)	27.5 ~ 50.9(37.5)	6.9 ~ 13.4(10.2)	1.0 ~ 1.4(1.1)	8
	F地点	8.0 ~ 9.5(8.6)	25.6 ~ 36.4(29.6)	7.1 ~ 9.6(8.2)	0.6 ~ 1.2(0.9)	8
H9.10.27	I地点	9.0 ~ 10(9.4)	34.2 ~ 56.0(44.5)	9.4 ~ 18.9(12.9)	0.8 ~ 1.7(1.4)	10
	F地点	8.0 ~ 9.5(8.9)	31.3 ~ 53.2(38.6)	9.3 ~ 13.5(11.7)	1.0 ~ 1.3(1.1)	10
H9.11.27	I地点	9.0 ~ 10(9.4)	39.8 ~ 63.8(50.2)	11.9 ~ 16.6(14.0)	1.2 ~ 2.1(1.6)	9
	F地点	8.5 ~ 9.5(8.8)	26.3 ~ 45.5(35.7)	8.0 ~ 22.4(11.8)	1.1 ~ 1.6(1.3)	9
H9.12.15	I地点	8.0 ~ 9.5(8.9)	39.0 ~ 60.8(47.9)	10.7 ~ 21.3(15.3)	0.8 ~ 1.9(1.3)	7
	F地点	8.0 ~ 9.0(8.6)	26.5 ~ 39.2(31.0)	8.1 ~ 11.9(9.3)	0.6 ~ 1.2(0.9)	7
H10.1.26	I地点	8.5 ~ 10(9.4)	32.7 ~ 51.8(40.9)	11.2 ~ 20.8(16.6)	1.2 ~ 2.6(2.0)	7
	F地点	9.0 ~ 10(9.6)	39.8 ~ 44.6(42.0)	16.2 ~ 18.6(17.3)	1.5 ~ 2.1(1.8)	7
H10.2.26	F地点	9.5 ~ 10.5(9.9)	38.9 ~ 52.4(43.9)	14.6 ~ 24.8(18.7)	1.2 ~ 2.0(1.6)	4
H10.3.26	F地点	9.0 ~ 9.5(9.2)	32.3 ~ 43.2(37.5)	10.8 ~ 16.8(13.8)	1.0 ~ 1.7(1.3)	7
H10.4.22	I地点	9.0 ~ 10(9.6)	37.0 ~ 45.7(41.3)	12.2 ~ 18.1(14.5)	1.4 ~ 2.0(1.6)	7
H10.3.26	I地点	9.0 ~ 9.5(9.2)	32.3 ~ 43.2(37.5)	10.8 ~ 16.8 (13.8)	1.0 ~ 1.7(1.3)	7
H10.4.22	I地点	9.0 ~ 10 (9.6)	37.0 ~ 45.7(41.3)	12.2 ~ 18.1(14.5)	1.4 ~ 2.0 (1.6)	7
H10.4.30	I地点	9.5 ~ 10.5(9.9)	37.8 ~ 48.6(43.9)	13.8 ~ 21.0(17.6)	1.2 ~ 2.1(1.6)	7
H10.5.7	I地点	9.0 ~ 10.5 (9.6)	35.1 ~ 47.2(39.2)	13.1 ~ 19.4(15.4)	2.2 ~ 2.8 (2.6)	6
H10.5.14	I地点	9.0 ~ 11(9.8)	43.2 ~ 60.1(48.7)	17.6 ~ 24.6(19.7)	1.5 ~ 2.6 (1.8)	7
H10.5.21	I地点	9.0 ~ 10.5 (9.5)	32.7 ~ 49.9(45.0)	11.8 ~ 20.4 (18.1)	1.8 ~ 2.3(2.1)	6
H10.6.4	I地点	10.0 ~ 11(10.6)	28.8 ~ 66.4(54.7)	20.2 ~ 28.4(23.5)	1.5 ~ 3.6(2.5)	7
H10.6.18	I地点	9.5 ~ 11(10.2)	47.5 ~ 62.6 (52.9)	16.4 ~ 26.1 (19.7)	1.3 ~ 1.8 (1.6)	6
H10.7.23	I地点	8.5 ~ 10(9.3)	33.6 ~ 51.6(40.9)	7.9 ~ 14.1(10.8)	0.7 ~ 1.1(0.8)	8
H10.8.27	I地点	8.5 ~ 10 (9.1)	31.7 ~ 48.4 (39.0)	7.2 ~ 15.1 (11.8)	0.6 ~ 1.2 (0.9)	8
H10.9.24	I地点	8.0 ~ 9.5 (8.7)	26.2 ~ 33 (29.5)	7.2 ~ 10.3(8.4)	0.6 ~ 1.5(0.9)	8
H10.11.5	I地点	7.5 ~ 8.5 (7.2)	23.0 ~ 31.0(26.0)	6.4 ~ 9.0(8.0)	0.4 ~ 1.1(0.7)	8
H10.12.18	I地点	8.0 ~ 9(8.6)	25.6 ~ 35.9(29.6)	5.9 ~ 12.3 (8.3)	0.5 ~ 1.2(0.8)	8
H11.3.25	I地点	9.0 ~ 10.5(9.9)	42.9 ~ 65.6(49.8)	12.5 ~ 14.6(13.7)	0.9 ~ 1.6 (1.3)	6
H11.3.31	I地点	9.0 ~ 10.5(9.4)	- - -	12.0 ~ 21.6(15.2)	0.7 ~ 1.5(1.1)	6

※F地点：フロード・I地点：筏 最大値～最小値 (平均値)