

外海島嶼における溺死診断のためのプランクトン検査の問題点と検査法の検討ー与論島をモデルとしてー

吾郷一利・吾郷美保子・小片 守
鹿児島大学大学院医歯学総合研究科法医学分野

要 旨

水中死体の溺死診断のために行われるプランクトン検査の外海島嶼における有用性を評価するために与論島における珪藻の分布調査を行った。試料となる海水は島内 10 箇所の地点より採集した。珪藻数は、採取場所、海面と海底、海岸からの距離、潮の干満などにより変化がみられた。したがって、与論島のような外海島嶼における水中死体に対して行なうプランクトン検査では、入水が推定される地点の海水の検査は不可欠であることが示唆された。

キーワード：法医学，溺死，プランクトン検査，珪藻，外海島嶼，与論島

The distribution of diatoms in Yoronjima and application of the diatom test for the diagnosis of death by drowning in open sea islands

AGO Kazutoshi, AGO Mihoko and OGATA Mamoru
Department of Legal Medicine, Graduate School of Medical and Dental Sciences,
Kagoshima University

Abstract

The distribution of diatoms in Yoronjima was investigated as a model study to evaluate the application of diatom testing for the diagnosis of death by drowning off islands located in the open sea. Sea water samples were collected at 10 sites of Yoronjima. The numbers of diatom varied owing to the difference of location, the distance from shore, the depth of sea and the tide. These results suggest that analysis of the putative drowning medium is essential for an accurate diatom test for drowning in

islands like Yoronjima located in the open sea.

Key words: Legal medicine, Drowning, Diatom test, Open sea, Island, Yoronjima

はじめに

プランクトン検査は溺死の確定診断として最も信頼のおける方法とされている。溺死の経過中に溺水に含まれるプランクトンが肺胞を介して大循環へと移行し、血液とともに腎、肝、脾などの実質臓器へと運ばれる。因って、これら臓器からプランクトンが検出されれば溺死が証明されるというものである(Lunetta et al., 1998)。プランクトンの中でも珪藻類は珪素化合物よりなる殻をもつため強酸や強アルカリによる有機物の分解後も殻の形態が保たれることから、臓器を強酸で加熱溶解したのちその残渣から珪藻の殻を顕微鏡下で検出することによって検査が行われる。この検査法は壊機法とも呼ばれる。

珪藻は、河川、湖水、海などいづれにも季節変動はあるものの一年中多量に分布している。ところが外海においてはその数が激減するといわれ、このような箇所における溺死ではプランクトン検査が陰性となる可能性があることが指摘されている(Funayama et al., 2001)。そこで、外海島嶼における溺死診断のためのプランクトン検査の有用性を検討するため与論島における珪藻の分布調査を行った。

材料と方法

図1に示すように与論島は鹿児島県の最南端に位置する。周囲 23.65Km、総面積 20.49Km²からなり、人口は約 6,000 人である。

図示の与論島の 10 箇所 (1-10) および対照試料とした県本土の 5 箇所 (11-15) より試料採取を行った。海岸の海面ならびに海底、海岸線より数 10 メートル沖合海面からそれぞれ約 200ml の海水を採取した。また、茶花(1)、大金久(6)、ハキビナ(9)、与論/供利(10)については沖合数 100 メートルの海面からも同量の海水を採取した。皆田(4)と船倉(5)については大潮の満潮時ならびに干潮時に採取を行った。なお、与論島は 2003 年 12 月下旬、県本土が翌年 1 月上旬に試料採取を行った。

含まれる珪藻数に応じて 1ml, 3ml, 30ml の海水を容量 10ml のスピッツ型の遠沈管を用いて 0.2ml まで遠心濃縮を行った (3,200rpm, 10 分)。濃縮試料に 2ml の発煙硝酸を加え、沸騰水浴中に 30 分放置した。その酸処理物を蒸留水で 2 回、エタノールでさらに 2 回、遠心洗浄 (3,200rpm, 10 分) を行った。洗浄した沈渣をホットプレートで加温したカバーガラス上に取り、完全に乾燥させたのち、封入剤 (商品名 : Mount Media, 和光純薬製) によりスライドガラス上に固定した。光学顕微鏡により 400 倍の倍率で珪藻の観

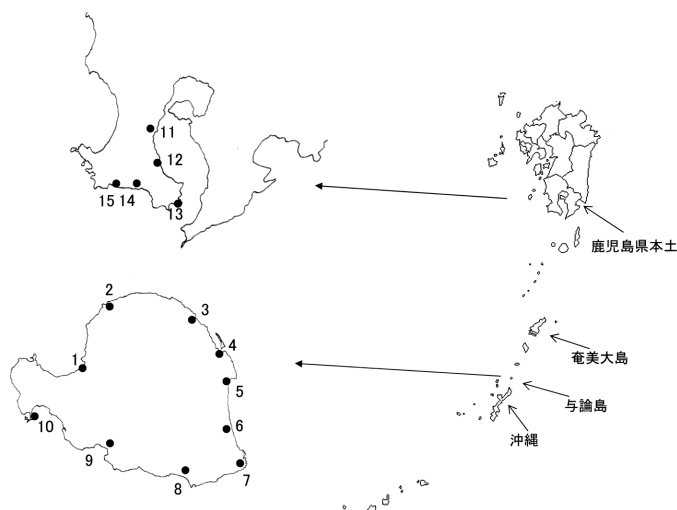


図1. 海水試料の採取地

- 1 : 茶花港, 2 : 宇勝海岸, 3 : 黒花海岸, 4 : 皆田海岸, 5 : 船倉海岸, 6 : 大金久海岸,
 7 : 赤崎漁港, 8 : 前浜海岸, 9 : ハキビナ海岸, 10 : 与論 (供利) 港, 11 : 谷山港,
 12 : 生見海岸, 13 : 山川新港, 14 : 頼娃漁港, 15 : 枕崎港

察を行った。珪藻の総数は全視野で観察される珪藻を全て合算し、1ml当たりの珪藻数を求め、珪藻密度(個/ml)とした。珪藻の断片も1個の珪藻として扱った。珪藻の種別分布は、100個の珪藻を観察分類し、その数を百分率として表した。珪藻の断片や殻が小さいあるいは殻の紋様が観察できないなどため種の同定が困難なものは全てその他に分類した。

結果と考察

1. 珪藻数

表1ならびに表2に示したように与論島における珪藻密度は0.5~2395個/mlの範囲で分布した。海岸の海面および海底における珪藻密度は、宇勝(2)と与論(10)でやや低い値を示したほか、県本土の最低値(>16.2個/ml)よりも高値であった。数10メートル沖合においても、宇勝、与論に加え皆田(満潮時)や赤崎漁港などやや低い値を示す地点もみられたが、概ね県本土の最低値(>20.5個/ml)より高値を示した。数100メートル沖合での珪藻密度は、4箇所全てが、0.5~2.9個/mlと極端に低い値を示した。皆田(4)ではすべての採取部で満潮時よりも干潮時において珪藻密度が高かったが、船倉(5)では数10メートル沖合でのみこの傾向がみられた。このように珪藻の密度は、場所、海岸からの距離、海面と海底、潮の干満などにより大きく変動した。このことは与論島のような外海島嶼における溺死に際してのプランクトン検査には推定される入水地点の対照試料の検査が不可欠であることを示唆する。

表1. 与論島における珪藻の密度と種類

採取地*	試料 採取部	珪藻密度 (個/ml)	珪藻種類** (%)																	その他***				
			Amp	Ast	Bac	Bid	Cam	Cha	Coc	Cor	Cos	Cym	Dic	Dip	Fra	Gom	Gra	Mel	Mes		Nav	Nit	Pleu	Ske
茶花港 (1)	海面	35.6	6							6	1	3		1	2			7		4	7			63
	海底	43.2	2	2						5		2		3	1	3				2	6			74
	数10M沖海面	28.0	5	1						5		4		3	1					3	5			73
	数100M沖海面	1.5																						
宇勝海岸 (2)	海面	6.4	4		1					5		2	2	2	1	1				7	2			73
	海底	10.2	5							6		3		11						1	12			62
	数10M沖海面	3.5	1	2						2		4		2	4					6	5	1		73
	数100M沖海面	107.6	2							23		1		2						15	2			55
黒花海岸 (3)	海面	19.2								17		2		2						12	8			59
	海底	80.3	3							12		2		4			1			9	4			65
	数10M沖海面	107.6	2							23		1		2						15	2			55
	数100M沖海面	19.2								17		2		2						12	8			59
皆田海岸 (4)	海面	38.0	2	2						4		2		5	1	1				2	6	1		74
	海底	21.1	7	3			1			12		4		1	2		3			6	4			57
	(満潮時) 数10M沖海面	12.8	3	1			2			15		4	1	3	1	1	1		1	5	3	1		58
	(干潮時) 数10M沖海面	62.7	2	1	1					8		2	1	1			9			1	6			68
皆田海岸 (4)	海面	45.9	3	6						5		2		1	2		1			3	11			66
	海底	52.0	4	2						9		2	1				4			2	4			72
	(満潮時) 数10M沖海面	52.0	4	2						9		2	1				4			2	4			72
	(干潮時) 数10M沖海面	193.9	6	4		1	1			14		2		2	2	4				1	1			62
船倉海岸 (5)	海面	836.0	5							13		7		3		3				1	8			60
	海底	175.4	6				1			11		3		2	3					1	3			70
	(満潮時) 数10M沖海面	175.4	6				1			11		3		2	3					1	3			70
	(干潮時) 数10M沖海面	151.6	5	5						13		2		4			1			1	7			62
船倉海岸 (5)	海面	106.0	10	2						17		3		3	2					5	2			56
	海底	237.9	8				1			7		5		1						2	2			74
	(満潮時) 数10M沖海面	237.9	8				1			7		5		1						2	2			74
	(干潮時) 数10M沖海面	54.0	8	6						7		1		3	5		3			1	6			60
大金久海岸 (6)	海面	46.8	6							7		1		2	7	6				2	6			63
	海底	37.5	5							7		4		12	3					2	1			66
	数10M沖海面	37.5	5							7		4		12	3					2	1			66
	数100M沖海面	0.8																						
赤崎漁港 (7)	海面	14.9	6	5						9		2		4						1	4			69
	海底	2395.0	3	3						5				1						2	3			83
	数10M沖海面	7.7	3	3						6		2		2	2		3			1	4			74
	数100M沖海面	38.6	3	3						8		1		2	3					1	1			78
前浜海岸 (8)	海面	213.0	1	2						10				4						6	8			69
	海底	62.5	4	3						5				3						4	8			73
	数10M沖海面	62.5	4	3						5				3						4	8			73
	数100M沖海面	68.7	2							3		1		1	2			1		4	6		1	79
ハキビナ海岸 (9)	海面	119.0	2							5				1						11	2			79
	海底	58.7	2	3						11		1		2						3	6			72
	数10M沖海面	58.7	2	3						11		1		2						3	6			72
	数100M沖海面	0.5																						
与論港 (10)	海面	14.7	1	2						6		1	2		1	2	1			7	2			75
	海底	3.3	3		1				1	7		1		1	1					2	6			77
	数10M沖海面	4.1	4						10	8		1	2		1		1			2	5			66
	数100M沖海面	2.9																						

* 括弧内の数値は図1のものと同じものを指す。

** Amp: *Amphora*, Ast: *Asterionella*, Bac: *Bacteriastrium*, Bid: *Biddulphia*, Cam: *Campylodiscus*, Cha: *Chaetoceros*, Coc: *Cocconeis*, Cor: *Corethron*, Cos: *Coscinodiscus*, Cym: *Cymbella*, Dic: *Dictyocha* (珪藻にあらず), Dip: *Diploneis*, Fra: *Fragilaria*, Gom: *Gomphonema*, Gra: *Grammatophora*, Mel: *Melosira*, Mes: *Mestogloria*, Nav: *Navicula*, Nit: *Nitzschia*, Ple: *Pleurosigma*, Ske: *Skeletonema*, Sur: *Surirella*.

*** その他は珪藻断片と分類ができなかったものを含む

表2. 鹿児島県本土における珪藻の密度と種類

採取地*	試料 採取部	密度 (個/ml)	珪藻 種類** (%)																	その他***				
			Amp	Ast	Bac	Bid	Cam	Cha	Coc	Cor	Cos	Cym	Dic	Dip	Fra	Gom	Gra	Mel	Mes		Nav	Nit	Pleu	Ske
谷山港 (11)	海面	412.0						1	2			1			1					1			75	19
	海底	239.0									1									3			81	15
	数10M沖海面	753.0									1									1	1		84	13
生見海岸 (12)	海面	203.6	4						4	1					2					5	4		5	75
	海底	185.7	1					4	4	1				1						4	2		8	75
	数10M沖海面	100.6				1		4	3	1			5	2	1	1				5	3		4	71
山川新港 (13) (堤防外側)	海面	30.2	2					24	1		1				3					1			15	53
	海底	16.5						6			2	1									1		5	85
	数10M沖海面	35.4		1				20			6						1			1			21	50
山川新港 (13) (堤防内側)	海面	31.8						26			1											1	14	58
	海底	47.1						34	1		2											1	7	55
	数10M沖海面	36.4						36			1												12	51
瀬下漁港 (14)	海面	27.5	1	4	2			2	1					2	2								1	85
	海底	365.0		12						5										2	5	1		75
	数10M沖海面	20.5	2	3		1		2	6													4		82
枕崎港 (15)	海面	17.2	3		1		2	17	1						2					1	10	1		62
	海底	23.8	2	2	3			18							1						9	1	1	63
	数10M沖海面	59.8			2			30							1					1	5	1		60

*~***:表1の脚注に同じ。

2. 珪藻種

各試料における珪藻種の分布を表 1 と表 2 に示した。与論島の 10 箇所は互いによく似た分布をしていた。与論島では *Amphora*, *Cocconeis*, *Cymbella*, *Diploneis*, *Navicula*, *Nitzschia* がよく観察された。県本土では *Chaetoceros*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Skeletonema* がよく観察され、なかでも *Chaetoceros* ならびに *Skeletonema* はとくによく観察されたが与論島ではほとんど観察されなかった。その他には珪藻の断片やその形状が小さいため種の分類が出来ないものが含まれるが、その他が谷山港を除いた全ての箇所でも 50% を上回った。珪藻は小さいものほど肺胞を介して大循環に侵入しやすいといわれていることから (Pollanen et al., 1997a; Pollanen, 1997b; Hürlimann et al., 2000), その他の値が高いことは溺死診断のためのプランクトン検査には有利である。

珪藻数 (量的) および珪藻種 (質的) の季節変化が報告されている (Ludes et al., 1996; Pollanen et al., 1997a; Pollanen, 1997b)。与論島は亜熱帯域にあることから一年は大まかに夏季と冬季にわけられる。今回のデータは冬季についてのものであることから、夏季における調査は今後の検討課題の一つである。

文 献

- Funayama, M., Mimasaka, S., Nata M., Hashiyada M. & Yajima, Y. 2001. Diatom numbers around the continental shelf break. *Am. J. Forensic Med. Pathol.* 22: 236-238.
- Hürlimann, J., Feer, P., Elber, F. & Niederberger, K. 2000. Diatom detection in the diagnosis of death by drowning. *Int. J. Legal Med.* 114: 6-14.
- Ludes, B., Coste, M., Tracqui, A. & Mangin, P. 1996. Continuous river monitoring of the diatoms in the diagnosis of drowning. *J. Forensic Sci.* 41: 425-428.
- Lunetta, P., Penttilä, A. & Hällfors, G. 1998. Scanning and transmission electron microscopical evidence of the capacity of diatoms to penetrate the alveolo-capillary barrier in drowning. *Int. J. Legal Med.* 111: 229-237.
- Pollanen, M.S., Cheung, C. & Chiasson, D.A. 1997a. The diagnostic value of the diatom test for drowning, I. Utility: A retrospective analysis of 771 cases of drowning in Ontario, Canada. *J. Forensic Sci.* 42: 281-285.
- Pollanen, M.S. 1997b. The diagnostic value of the diatom test for drowning, II. Validity: analysis of diatoms in bone marrow and drowning medium. *J. Forensic Sci.* 42: 286-290.