

博多湾底質中の休眠細胞やシストの発芽培養実験

石松 一男¹・常松 順子²

Culture Test for The Resting Cells and Cysts in Sediments of Hakata Bay

Kazuo ISHIMATSU and Junko TSUNEMATSU

要 旨

博多湾の底質(3地点)を用いて一定条件下で休眠細胞やシストの発芽培養実験を行った。その結果、全てに数種類以上のプランクトンの出現が認められ、一定の条件を満たせば博多湾の底質からもプランクトンが出現する可能性のあることがわかった。また1993年度~1995年度の博多湾においては光強度の面からみても、比較的水深の浅い地点の方が珪藻類の休眠細胞が発芽しやすい環境にあったものと推測された。

Key Words: 博多湾 Hakata bay, 休眠細胞 Resting cell, シスト Cyst, 底質 Sediment
プランクトン Plankton, 培養実験 Culture test, 光強度 Irradiance
透明度 Transparency

I はじめに

福岡市では、博多湾のプランクトン調査を毎月1回実施しているが、時々赤潮プランクトンの異常発生が認められる。プランクトンの中には生活史の中で休眠細胞やシストを形成し一時的な休止状態(以下休眠プランクトンという。)となって底質中に存在し、光や温度条件その他の環境変化によって発芽(復活)し、海水表層に浮上して、増殖することが知られている¹⁻⁵⁾。このため沿岸や内湾域においては、この休眠プランクトンがシード・バンクとして重要な役割を果たし、赤潮プランクトンの異常発生の一因ではないかと考えられている。そこで博多湾においても休眠プランクトンが存在し同様の現象が起こっている可能性があるのではないかと考え、実際の底質を用いて一定条件下で休眠プランクトンの発芽培養実験を行なったので、その結果を報告する。

II 実験方法

1. 試料

底質: 博多湾の西部W-7地点, 中部C-1地点, 東部E-6地点の3地点(図1)で、エクマンバージ採泥

器を用いて、1996年3月23日に採取した表層底質(0~20cm)を、2mmメッシュのふるいを通して夾雑物を除き5℃の冷暗所に保存したものを試料とした。各底質の化学分析値を表1に示す。

ろ過海水: 博多湾内で最も水質が清澄と考えられている湾口部のW-3地点(図1)で、底質採取日に採取した表層水を、翌日ガラスフィルター(Whatman GF/C)でろ過しプランクトンなどのSSを除き5℃の冷暗所に保存し、使用前に20℃にしたものを試料とした。

2. 方法

各底質を100ml容共栓付きメスシリンダー(110ml以上入るもの)に2g(湿重)取り、110mlのろ過海水を加え懸濁した後、泥粒子を20℃暗室で24時間沈殿させ、人工気象器を用いて一定の条件(温度: 20℃, 湿度: 80%, 明暗周期: 明14時間, 暗10時間, 照度: 2450 Lux)で培養した。メスシリンダーの表面から10mlを採取することによって浮上している栄養細胞を計数してプランクトンの出現数とし、その都度10mlのろ過海水を補充した³⁾。プランクトンの計数は試料を0.04ml採取して行い、1mlあたりの個体数に換算した。

1. 福岡市衛生試験所 理化学課

2. 福岡市下水道局 東部水処理センター

III 結果と考察

培養実験結果を表2及び図2に示す。W-7地点については、3~7日目にラフィド藻類 (*Fibrocapsa* sp.や *Heterosigma* sp.)、7日目に渦鞭毛藻類 (*Gymnodinium* spp., *Heterocapsa* sp.) が出現した。珪藻類は7日目以降に出現し *Thalassiosira* spp. (小型), *Nitzschia longissima*, *Skeletonema costatum*, *Navicula* spp., *Chaetoceros* spp.の順であった。C-1地点については、3日目にラフィド藻類 (*Heterosigma* sp.)、3~7日目に渦鞭毛藻類 (*Gymnodinium* spp., *Heterocapsa* sp.) が出現した。珪藻類は3日目以降に出現し, *Nitzschia longissima*と *Skeletonema costatum*, *Navicula* spp. の順であった。E-6地点については、3日目にラフィド藻類 (*Heterosigma* sp.)、7日目に渦鞭毛藻類 (*Gymnodinium* spp.) が出現した。珪藻類は3日目以降に出現し *Skeletonema costatum*, *Thalassiosira* spp. (小型), *Nitzschia longissima*, *Chaetoceros* spp., *Navicula* spp. の順であった。

このように3地点とも数種類以上のプランクトンの発生が認められ、ラフィド藻類 (*Fibrocapsa* sp.や *Heterosigma* sp.)と渦鞭毛藻類 (*Gymnodinium* spp.や *Heterocapsa* sp.) が3~7日目の早い時期に出現し

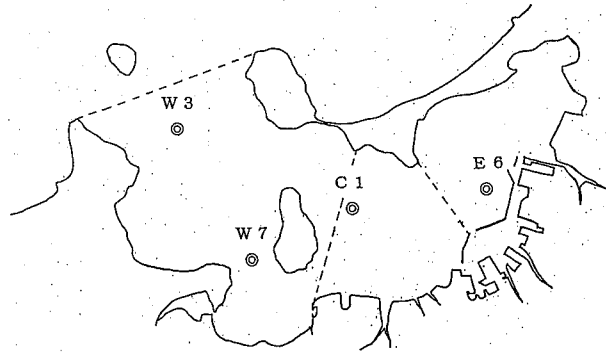


図1 博多湾の採泥地点

表1 底質分析結果

地点名	乾燥減量 (%)	強熱減量 (%)	COD (mg/g)	T-N (mg/kg)	T-P (mg/kg)
W-7	45	9.0	16	1100	780
C-1	52	9.3	17	1600	590
E-6	59	11	28	1800	560

た。特にラフィド藻類の *Heterosigma* sp.の出現数は約 1000 cells/mlと多い場合もみうけられ、赤潮の原因となりうる出現数であった。珪藻類では特に 500 cells/ml以上の出現種で出現時期が異なっており、3~7日

表2 発芽培養実験結果

(単位: cells/ml)

地点名	藻網名	プランクトン名	培養日数(日)											
			3	7	12	31	49	73	87	122	202	256	319	
W7	ラフィド藻網	<i>Fibrocapsa</i> sp.		75										
		<i>Heterosigma</i> sp.	950		37									
	渦鞭毛藻網	<i>Gymnodinium</i> spp.		50										
		<i>Heterocapsa</i> sp.		75										
	珪藻網	<i>Nitzschia longissima</i>			25	400	730	500	240	63			13	
		<i>Skeletonema costatum</i>				25								
		<i>Thalassiosira</i> spp. (小型)		25										
<i>Navicula</i> spp.								13	100	350				
	<i>Chaetoceros</i> spp.							290						
	合計	950	225	62	425	730	513	630	413	0	13	0		
C1	ラフィド藻網	<i>Heterosigma</i> sp.	980	230	50									
	渦鞭毛藻網	<i>Gymnodinium</i> spp.		50										
		<i>Heterocapsa</i> sp.	13	50										
	珪藻網	<i>Nitzschia longissima</i>	13			750	800	1000	1100	110	88	500		
		<i>Skeletonema costatum</i>	2800	75			75					38		
	<i>Navicula</i> spp.						25	190	1000					
	合計	3806	405	50	750	875	1025	1290	1110	88	538	0		
E6	ラフィド藻網	<i>Heterosigma</i> sp.	260	380	50									
	渦鞭毛藻網	<i>Gymnodinium</i> spp.		75										
	珪藻網	<i>Nitzschia longissima</i>				25	250	3100	680	1100	650	310	260	
		<i>Skeletonema costatum</i>	750		87	50		38						
		<i>Thalassiosira</i> spp. (小型)		50	50									
		<i>Navicula</i> spp.								1000				
	<i>Chaetoceros</i> spp.						50	290	2500					
	合計	1010	505	187	75	250	3188	70	4600	650	310	260		

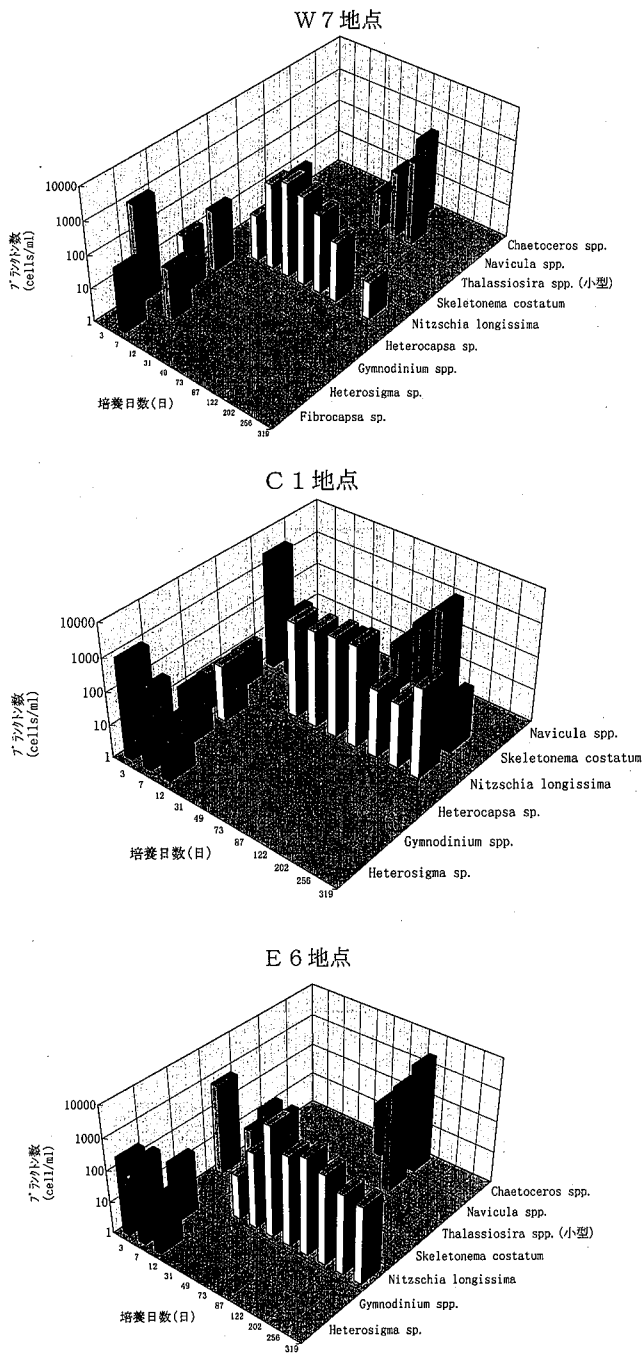


図2 発芽培養実験結果

目頃の早い時期に *Skeletonema costatum*, やや遅れて 12 ~ 31 日目頃に *Nitzschia longissima*, 最後に 73 ~ 122 日目頃に *Navicula* spp. や *Chaetoceros* spp. が出現する傾向にあった。以上のことから一定条件下において博多湾の底質からもプランクトンが出現する可能性のあることがわかり、これは底質中に存在している休眠プランクトンが発芽したものと考えられた。

また発芽する条件の 1 つとして、*Heterosigma akashiwo* のシストは光をほとんど必要としないが、何種類かの珪藻類の休眠細胞はある程度の光強度を必要とし、光強度が $1.8 \mu E/m^2/sec$ ($0.016 \mu E/m^2/sec$

が 1 lux に相当するといわれている⁶⁾ ので 112.5 lux に相当する) 以上あれば発芽することが報告されている³⁾。さらに透明度の深さでは光の量が海の表面照度の約 1/10 になり、透明度の 2 倍の深さではさらに 1/10 (表面の 1%) になるという報告がある⁷⁾ ことから、海底における光強度は、表面照度がわかれば透明度と水深によってある程度推測することが可能である。天候がよい場合の海の表面照度は数万 lux 程度⁷⁾ といわれていることから表面照度を 5 万 lux と仮定して計算してみると、112.5 lux は透明度の約 2.65 倍の深さの照度に相当するものと推定され ($112.5 = 50000 \times 10^{-2.65}$)、水深が透明度の 2.65 倍以内であれば 112.5 lux 以上になり珪藻類の休眠細胞の発芽が可能と考えられる。そこで博多湾の 1993 ~ 1995 年度の全水深と透明度の実測値 (12 回/年)⁸⁾ において、全水深/透明度が 2.65 以内になった頻度をみてもみると、W7 地点と C1 地点は 3/36、E6 地点は 11/36 であった (表 3)。この結果から E6 地点の方が W7 地点、C1 地点よりも珪藻類の休眠細胞が発芽しやすい環境にあったものと推測された。

さらに発芽する種類、個数、時期等については、底質に含まれる休眠プランクトンの個数、海水中の形態別窒素やりん濃度にも関係するのではないかとされている¹⁻⁵⁾。休眠プランクトンの分類同定についてはまだ十分には確立されていない面があり、また今回は博多湾底質中からプランクトンの発芽が起こるかどうかの確認を目的としていたので、海水の窒素、りんの分析は行っておらず、栄養塩類と発芽プランクトンとの関係を把握することはできなかった。

IV ま と め

実際の博多湾の底質を用いて一定条件下 (温度: 20 °C, 湿度: 80 %, 明暗周期: 明 14 時間, 暗 10 時間, 照度: 2450 Lux) で発芽培養実験を行った。その結果、出現個数に差はあるものの 3 地点とも数種類以上のプランクトンの出現が認められ、ラフィド藻類や渦鞭毛藻類が早い時期に出現し、珪藻類のなかでは早い時期に *Skeletonema costatum*, やや遅れて *Nitzschia longissima*, 最後に *Navicula* spp. や *Chaetoceros* spp. が出現する傾向にあった。このように一定の条件を満たせば博多湾の底質からもプランクトンが出現する可能性のあることがわかり、これは底質中に存在している休眠プランクトンが発芽したものと考えられた。また 1993 ~ 1995 年度の博多湾において光強度の面からみると、比較的水深の浅い E6 地点の方が W7 地点、C1 地点よりも珪藻類の休眠細胞が発芽しやすい環境にあったものと推測された。今回は温度条件、明暗周期、光の照度などを

表3 各地点の水深と透明度 (1993～1995年度)

年月日	W 7 地点			C 1 地点			E 6 地点		
	水深D (m)	透明度T (m)	D/T	水深D (m)	透明度T (m)	D/T	水深D (m)	透明度T (m)	D/T
1993. 4. 12	13.0	2.1	6.19	10.3	3.2	3.22	7.0	2.9	2.41
5. 17	13.0	3.6	3.61	10.4	2.9	3.59	6.1	2.0	3.05
6. 01	12.7	3.1	4.10	9.8	3.9	2.51	5.9	2.0	2.95
7. 08	13.3	2.9	4.59	11.0	1.1	10.0	7.2	1.4	5.14
8. 24	12.7	1.7	7.47	10.0	0.9	11.1	6.6	1.4	4.71
9. 07	13.1	1.3	10.1	11.0	1.5	7.33	7.2	1.5	4.80
10. 12	13.3	2.0	6.65	10.1	1.8	5.61	6.3	1.7	3.71
11. 04	13.1	4.2	3.12	10.4	3.5	2.97	7.1	3.6	1.97
12. 16	13.0	2.6	5.00	10.5	2.9	3.62	6.7	2.5	2.68
1994. 1. 06	12.6	2.3	5.48	9.4	1.9	4.95	6.1	1.5	4.07
2. 07	12.7	3.0	4.23	10.3	2.9	3.55	6.4	1.9	3.37
3. 22	12.7	2.0	6.35	10.2	1.8	5.67	6.4	1.8	3.56
4. 19	12.8	1.6	8.00	10.5	1.1	9.55	6.7	2.0	3.35
5. 17	12.9	2.5	5.16	10.8	1.9	5.68	6.7	1.2	5.58
6. 21	12.9	2.8	4.61	10.2	3.0	3.40	6.1	3.0	2.03
7. 05	13.1	2.8	4.68	10.7	2.8	3.82	7.2	2.3	3.13
8. 18	12.9	2.7	4.78	10.2	2.2	4.64	6.4	1.7	3.76
9. 13	12.3	2.8	4.39	10.0	5.0	2.00	6.4	4.0	1.60
10. 27	12.8	2.1	6.10	10.3	3.0	3.43	6.6	3.0	2.20
11. 10	13.0	2.4	5.42	10.0	1.9	5.26	6.4	3.6	1.78
12. 01	13.7	4.1	3.34	10.3	3.0	3.43	6.5	3.5	1.86
1995. 1. 17	13.5	6.5	2.08	11.0	2.0	5.50	6.9	2.5	2.76
2. 07	12.9	4.5	2.87	11.3	2.3	4.91	7.2	1.8	4.00
3. 07	13.0	7.0	1.86	11.0	4.5	2.44	6.8	2.5	2.72
4. 11	13.1	3.8	3.45	10.5	2.5	4.20	6.4	2.7	2.37
5. 09	12.5	3.1	4.03	9.8	2.3	4.26	6.6	2.4	2.75
6. 06	12.6	3.0	4.20	10.5	2.8	3.75	6.6	1.4	4.71
7. 11	13.9	3.8	3.66	11.0	1.1	10.0	6.7	0.8	8.38
8. 09	13.5	2.1	6.43	10.9	2.1	5.19	6.3	1.2	5.25
9. 05	12.8	6.4	2.00	10.5	1.8	5.83	6.2	1.7	3.65
10. 03	12.7	2.6	4.88	10.0	2.9	3.45	6.2	3.4	1.82
11. 07	13.8	2.8	4.93	11.7	1.8	6.50	7.0	2.8	2.50
12. 12	12.7	3.0	4.23	10.3	2.7	3.81	6.9	2.7	2.56
1996. 1. 16	12.0	4.0	3.00	9.8	2.3	4.26	6.2	1.5	4.13
2. 26	12.5	2.5	5.00	10.1	2.0	5.05	6.5	2.0	3.25
3. 19	13.8	2.0	6.90	10.8	2.4	4.50	6.8	1.6	4.25

*網掛けの部分：水深/透明度 \leq 2.65

一定にして実験を行ったため、水温や日照時間など博多湾の実際の気象条件とはやや異なっていることが考えられる。今後は、他の時期に採取した底質や他の地点の底質を用いた発芽実験、博多湾の季節変化に合わせた水温変化や照度変化による発芽実験、底質中における休眠プランクトンの個数の把握、栄養塩類濃度変化と休眠プランクトンの発芽との関係の把握などを行い、博多湾底質中の休眠プランクトンの個数と実際の博多湾での赤潮プランクトンの出現状況との相関関係などを検討する必要があるものと考えられた。

文 献

- 1) 板倉茂：浮遊性珪藻 *Skeletonema costatum* の休眠細胞形成条件、有害赤潮の生態学的制御による被害防除技術の開発に関する研究 平成3年度研究報告書、7～15、南西海区水産研究所、1992
- 2) 板倉茂、今井一郎：夏季播磨灘の環境と海水中の *Chaetoceros* 休眠細胞の分布、有害赤潮の生態学的制御による被害防除技術の開発に関する研究 平成3年度研究報告書、17～33、南西海区水産研究所、1992
- 3) 今井一郎：珪藻休眠細胞の休眠および発芽と環境要因Ⅲ-Ⅰ、有害赤潮の生態学的制御による被害防除

- 技術の開発に関する研究 平成3年度研究報告書,
35～45, 南西海区水産研究所, 1992
- 4) 副代康夫, 高野秀昭, 千原光男, 松岡數充編: 日本
の赤潮生物—写真と解説—, 内田老鶴圃, 1990
- 5) 山口峰生: 珪藻類の増殖に及ぼす光強度と栄養塩類
の影響, 有害赤潮の生態学的制御による被害防除技
術の開発に関する研究 平成3年度研究報告書, 49
～62, 南西海区水産研究所, 1992
- 6) 山口峰生: 有害赤潮鞭毛藻 *Chattonella antiqua* と
C.marina の物理的環境要因に対する応答, 有害赤
潮の生態学的制御による被害防除技術の開発に関す
る研究 平成元年度研究報告書, 62, 南西海区水産
研究所, 1990
- 7) 柳田友道: 赤潮, 講談社, 112～114, 1981
- 8) 福岡市環境局環境保全部水質騒音課: 福岡市水質測
定結果報告 (1993年度～1995年度), 福岡市,
1994～1996

V 資 料