

博多湾における *Gephyrocapsa oceanica* の大量発生事例

池田嘉子

福岡市保健環境研究所環境科学部門

The Bloom of *Gephyrocapsa oceanica* in Hakata Bay

Yoshiko IKEDA

Environmental Science Division, Fukuoka City Institute for Hygiene and the Environment

要約

2007 年 4 月、博多湾およびその周辺海域で *Gephyrocapsa oceanica* の大量発生があった。2004 年につづき 2 回目である。大量発生の要因を検討するため、過去 10 年（1998 ～ 2007 年）の 1 ～ 4 月の博多湾水質調査の COD、塩化物イオン、けい酸、全窒素、全りん、N/P 比、水温のデータおよび気象データを比較したところ、2004 年と 2007 年は、大量発生がはじまった 3 月に COD、全りんが低く、塩化物イオンが高かった。また、気温が高く、降水量が少なく、全天日射量が多いという共通性がみられた。不溶性カルシウムの量を測定したところ、*Gephyrocapsa oceanica* は博多湾全体に分布しており、平均濃度は 0.7mg/L だった。博多湾全体では不溶性カルシウムは 1,000 t、不溶性炭酸カルシウムにして 2,600t であり、これは二酸化炭素にして 1,100 t に相当していた。

Key Words : ゲフィロカプサ *Gephyrocapsa oceanica*, 円石 coccolith, 大量発生 bloom, 博多湾 Hakata Bay, 気象 Weather, カルシウム Calcium, 二酸化炭素 Carbon dioxide

1 はじめに

2007 年 4 月、博多湾の海水があざやかなコバルトブルーへ変色した（図 1）。米国地球観測衛星 TERRA, AQUA 搭載の光学センサー MODIS でも観測され（図 3）、変色域が 3 月に博多湾内からはじまり、4 月には湾外へ出て東へ広がっていく様子が観察されている。（http://kuroshio.eorc.jaxa.jp/ADEOS/mod_nrt_new/index.html）

変色の原因は、ハプト植物門の円石藻類の一種である *Gephyrocapsa oceanica*（以下 *G. oceanica*）（図 2）の大量発生によるもので、福岡県水産海洋技術センターが 4 月 6 日に出した赤潮発生状況速報によると、*G. oceanica* の最高細胞数は 21,190cells/mL に達している。博多湾での *G. oceanica* の大量発生は、2004 年につづき 2 回目であり、国内でも 1995 年に東京湾・相模湾で発生した事例等数例があるだけである¹⁾。

G. oceanica は直径 6 ～ 15 μ m の植物プランクトンで、細胞の外壁を炭酸カルシウムでできた円石と呼ばれる白色の鱗片で覆われており¹⁾、光が円石に反射するこ



図 1 変色した博多湾（2007 年 4 月 11 日）

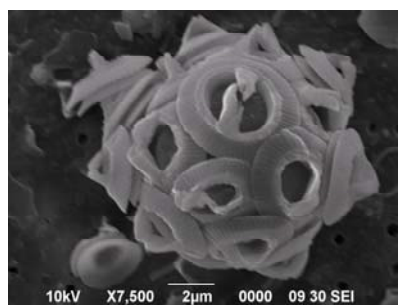


図 2 *G. oceanica* の電子顕微鏡写真

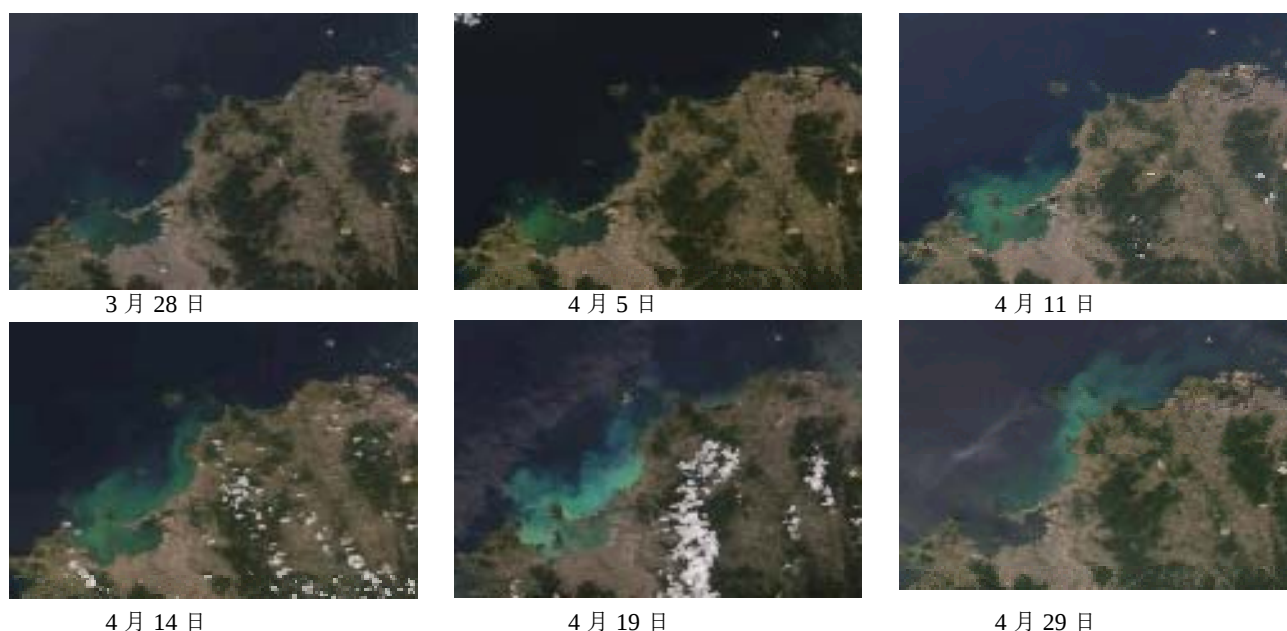


図3 MODISによる博多湾

とで、海水が変色したものである。円石藻類は、他の植物が持つ光合成による二酸化炭素の固定システムに加えて、炭酸カルシウムの円石を作ることで二酸化炭素を固定している。イギリスのドーバー海峡周辺にみられる白い崖がこの円石藻類の化石からできているように、形成された円石は再溶解することなく海底に堆積して化石化する。円石藻類は、これまでに膨大な量の二酸化炭素を炭酸カルシウムに固定してきており、地球の炭素循環に重要な役割を果たしてきたと考えられている。

(http://www.kahaku.go.jp/special/past/bisyoso/ipix/mo/4/4_5-3.html)

そこで、*G. oceanica* 大量発生の要因を検討するため、過去10年間（1998～2007年）の1～4月の博多湾の水質データおよび気象データを比較検討した。また、発生前の2月6日および大量発生中の4月10日におこなった博多湾水質調査でSSを測定したガラスろ紙から不溶性カルシウム量を測定し、固定された炭酸カルシウムの量を算出するとともに *G. oceanica* の分布を推察したので報告する。

2 調査方法

2.1 博多湾の水質データ

毎月1回実施している水質調査のデータから、博多湾のほぼ中心に位置する調査地点C-1について1998～2007年の1～4月のCOD、塩化物イオン、けい酸（溶解性）、全窒素、全りん、N/P比（重量比）、水温の表層、

中層、底層の平均値のデータを抽出した。

2.2 気象データ

気象庁が発表するデータから、福岡県福岡について1998～2007年の1～4月の気温、降水量、全天日射量の月ごとの値を抽出した。

2.3 SSガラスろ紙の分析

2月6日（大量発生前）および4月10日（大量発生中）におこなった博多湾水質調査でSSを測定したガラスろ紙の分析をおこなった。

2.3.1 電子顕微鏡による観察

C-1地点表層のろ紙を電子顕微鏡で観察するとともに、EDSにてカルシウムとけい素の元素マッピングをおこなった。

2.3.2 不溶性カルシウムの分析

調査地点8ポイント（図8）の表層、中層、底層のSSを測定したガラスろ紙を450℃で乾熱灰化し、衛生試験法²⁾に準拠し、原子吸光光度法にてカルシウムを測定し、以下の式でそれぞれ算出した。

1 m²あたりの不溶性Ca量(g/m²)

＝各調査ポイントの平均不溶性Ca濃度(mg/L)
×水深(m)

博多湾全体の不溶性Ca量（以下〔Ca〕）(t)

＝平均不溶性Caの濃度(mg/L)
×博多湾の水量（14億t）×10⁻⁶

博多湾全体の炭酸Ca量(t)

＝〔Ca〕×CaCO₃/Ca

CO₂の相当量(t)

＝〔Ca〕×CO₂/Ca

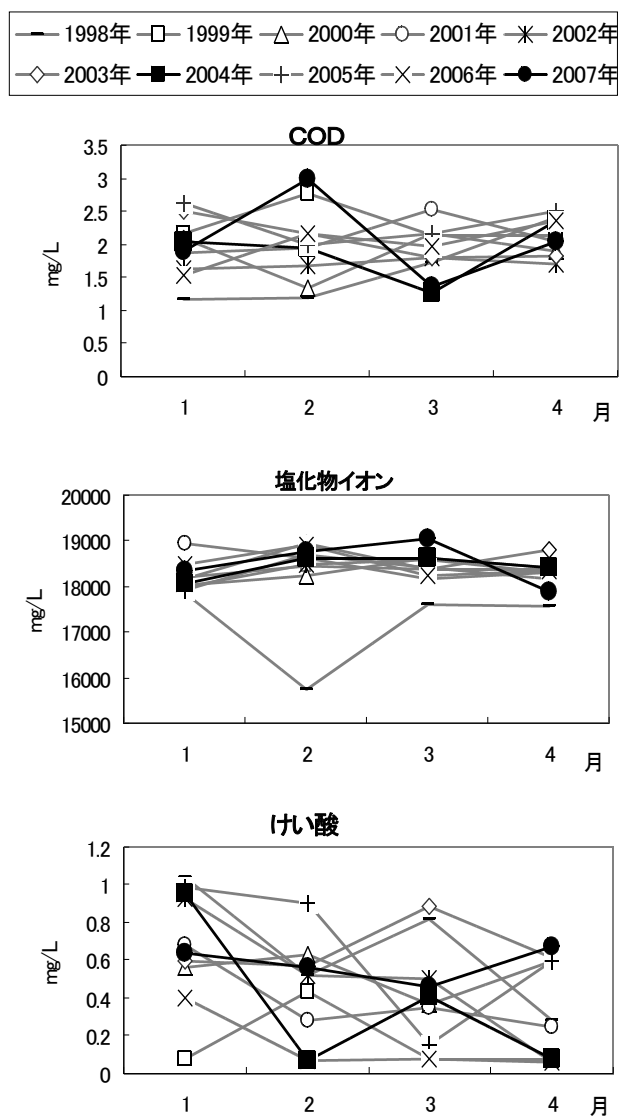
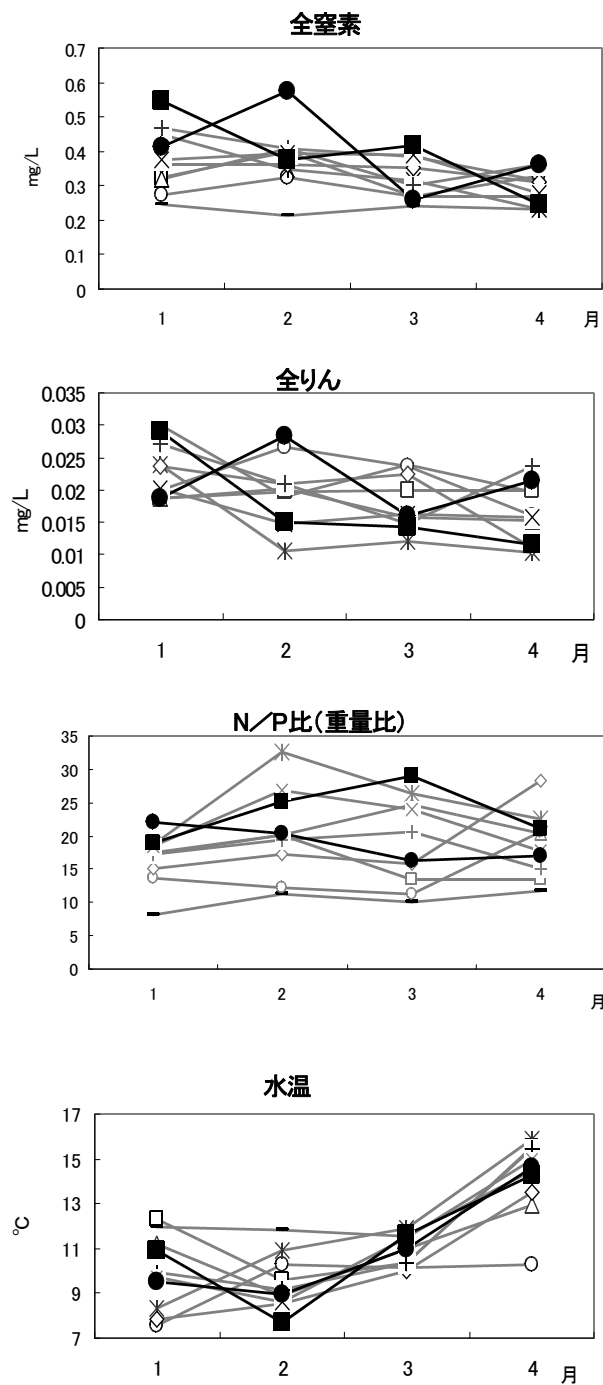


図4 博多湾C-1地点の水質データ (1998～2007年)

3 調査結果および考察

3.1 博多湾の水質データ

図4に示すとおり2004年と2007年は、*G. oceanica*の大量発生がはじまった3月にCOD, 全りんが低く、塩化物イオンが高かった。けい酸, 全窒素, N/P比には共通性はみられなかった。



3.2 気象データ

図5に示すとおり2004年と2007年は、1月から2月にかけて気温が高く、降水量が少なく、全天日射量が多かった。

3.3 SSガラスろ紙の分析

3.3.1 電子顕微鏡による観察

2月6日のガラスろ紙(図6)は、多数の渦鞭毛藻類と少数の珪藻類がみられ、若干ではあるが*G. oceanica*もみられた。4月10日(図7)には、*G. oceanica*と細胞

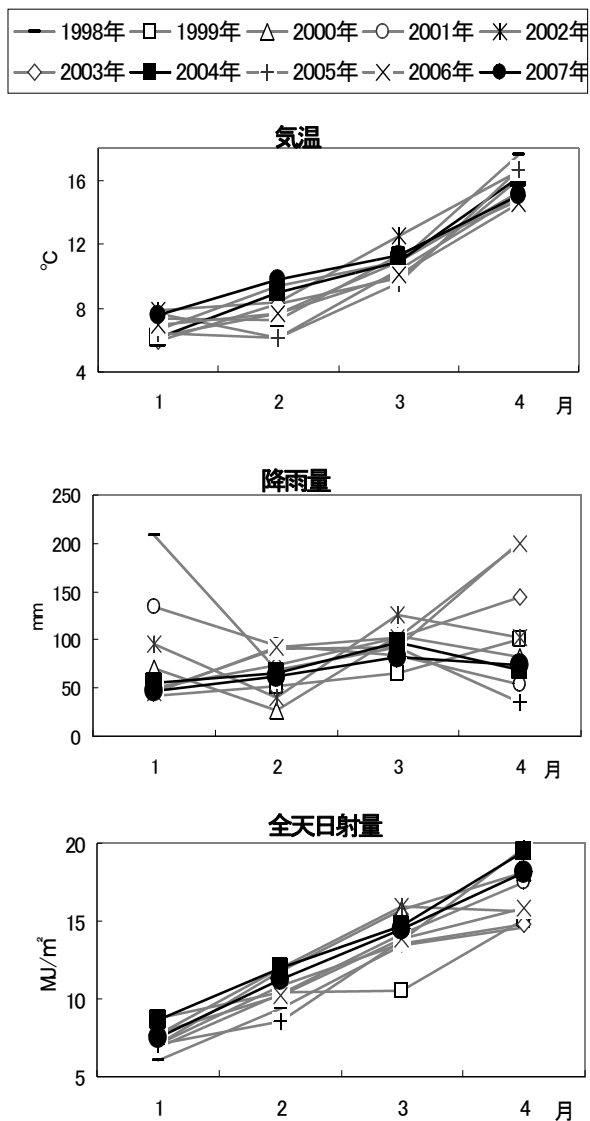


図5 福岡県福岡の気象データ (1998年～2007年)

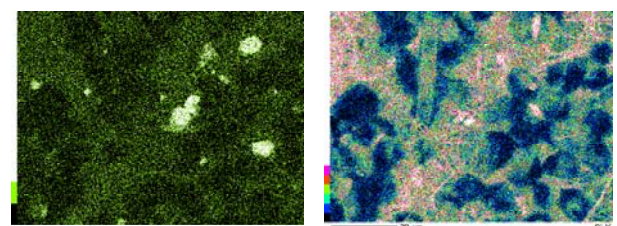
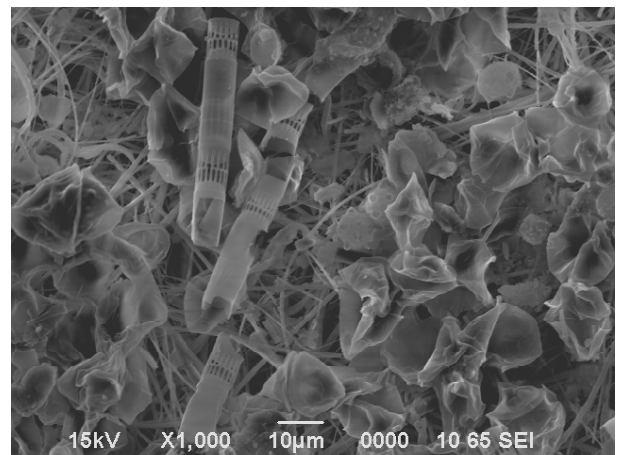
から剥げ落ちたと思われる円石が多数みられ、珪藻類も少数認められた。

EDSによる元素マッピングの結果、*G. oceanica*からは、カルシウムが検出され、けい素は検出されなかった。珪藻類からは、けい素が検出され、カルシウムは検出されなかった。渦鞭毛藻類からは、けい素もカルシウムも検出されなかった。各々の殻の組成からみて妥当な結果だと思われる。

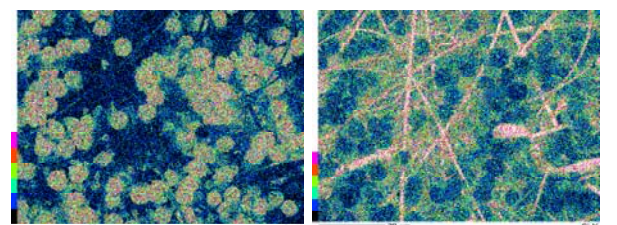
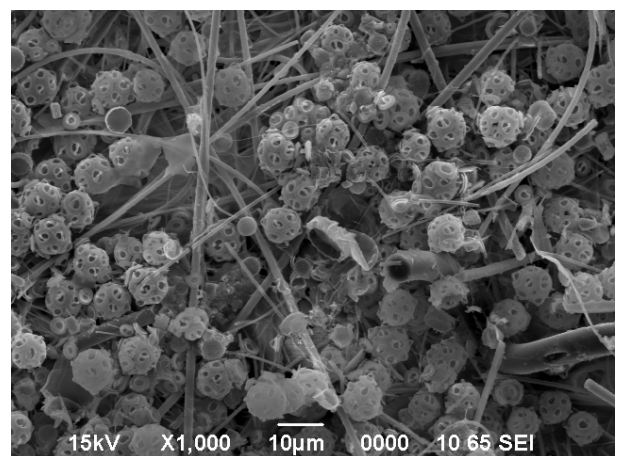
なお、けい素が認められる細長い繊維はガラスろ紙の繊維である。

3.3.2 不溶性カルシウムの分析

各調査地点の不溶性カルシウムの濃度は表1に示すとおりで、大量発生前の2月には不溶性カルシウムがわずかしき検出されなかったことから4月に検出されたもの



Ca 像 Si 像
図6 SS ガラスろ紙の電子顕微鏡写真
(C-1 表層 2月6日)



Ca 像 Si 像
図7 SS ガラスろ紙の電子顕微鏡写真
(C-1 表層 4月10日)

表1 各調査地点の不溶性カルシウム濃度 (mg/L)

		2月6日	4月10日
W-3	表層	<0.1	0.5
	中層	<0.1	0.4
	底層	<0.1	0.3
	平均	<0.1	0.4
W-6	表層	0.1	0.7
	中層	<0.1	0.8
	底層	0.1	0.5
	平均	<0.1	0.7
W-7	表層	0.1	0.9
	中層	0.1	0.7
	底層	<0.1	1.0
	平均	<0.1	0.9
C-1	表層	0.1	1.0
	中層	<0.1	0.8
	底層	0.1	0.8
	平均	<0.1	0.9
C-4	表層	<0.1	0.8
	中層	<0.1	1.0
	底層	0.1	0.6
	平均	<0.1	0.8
C-10	表層	0.1	0.6
	中層	<0.1	0.8
	底層	0.1	0.8
	平均	<0.1	0.7
E-2	表層	<0.1	0.9
	中層	<0.1	0.9
	底層	<0.1	0.6
	平均	<0.1	0.8
E-6	表層	<0.1	0.8
	中層	<0.1	0.7
	底層	<0.1	0.8
	平均	<0.1	0.8

はほとんどが *G. oceanica* の円石によるものと考えられる。

湾全体の平均値は、2月は検出下限 (0.1mg/L) 未満、4月は 0.7mg/L であった。4月の各地点の濃度は、湾口部に位置し外洋と水が入れかわる W-3 がやや低く 0.3 ~ 0.5mg/L、平均 0.4mg/L だった。他の地点は 0.6 ~ 1.0mg/L で、地点によってそれほど差がなかった。また、表層、中層、底層でも差がなく、ほぼ平均して分布していたものと推察された。ただし、不溶性カルシウムには、*G. oceanica* の死骸や細胞から剥げ落ちた円石も含まれているので、生きた *G. oceanica* がどのように分布していたかは判らなかった。一方、各地点の 1 m²あたりの不溶性

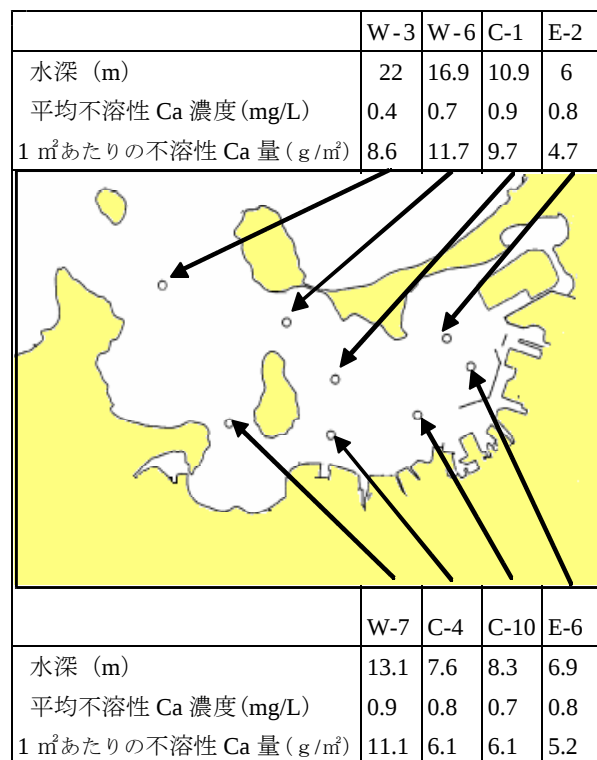


図8 博多湾各地点の不溶性カルシウム量

カルシウム量は図8に示すとおりで、地球観測衛星 (MODIS) からみた変色の強度 (図3) とほぼ一致していた。

博多湾全体では不溶性カルシウムは 1,000 t、炭酸カルシウムにして 2,600t であり、これは二酸化炭素にして 1,100 t 分に相当していた。

4 まとめ

G. oceanica の大量発生した 2004 年と 2007 年は、3月に塩化物イオン濃度が高く、水温も高い環境にあった。塩化物イオン濃度が比較的高くなったのは、1, 2月の低降雨量と全天日射量の多さの影響と考えられる。栄養塩に関しては、全りんが3月に低い傾向にはあったが、窒素、N/P 比、けい酸は一定の傾向はみられなかった。

今後、博多湾の水質変化を考慮し、他のプランクトンも含め注意深く観察していくことも必要と考えられる。また、別の円石藻 *Emiliania huxleyi* では、広温性 (3-30℃)、広塩性 (18-35 ‰) の生理特性を有し、低栄養塩環境下でも大量発生することが知られている³⁾。*G. oceanica* についても、こうした生理生態的特性に関する調査が必要と言える。

炭素循環の観点からみると、4月10日に博多湾に浮

遊していた炭酸カルシウムだけでも 2,600t あり，これは二酸化炭素にして 1,100t に相当する．すでに海底に沈降した分もあわせると約 1 ヶ月という短期で相当量が炭酸カルシウムに固定されたと思われる．

謝辞

本研究に関し，ご指導いただいた国立環境研究所の河地正伸先生並びにご協力いただいた(財)九州環境管理協会の関係各位に深く感謝いたします．

本稿は白黒印刷です．当研究所ホームページ (<http://www.fch.chuo.fukuoka.jp/index.html>) にカラー稿が

掲載されます．図 1, 3 についてはそちらをご覧ください．

文献

- 1) 山田佳昭：1995 年 5 月の東京湾・相模湾における海水変色現象，神奈川県水総研研究報告，2，65～75,1997
- 2) 衛生試験法注解 2005 日本薬学会編，172
- 3) Tyrrell & Merico : *Emiliania huxleyi*: bloom observations and the condition that induce them. In Thierstein & Young (ed), *Coccolithophores from Molecular Processes to Global Impact*, 75-97, Springer, 2004