

# 博多湾における円石藻による白潮の発生機構に関する研究

藤代敏行・清水徹也・野中研一

福岡市保健環境研究所環境科学課

## Studies on Outbreak Mechanism of *Gephyrocapsa oceanica* in Hakata bay

Toshiyuki FUJISHIRO, Tetsuya SHIMIZU and Kenichi NONAKA

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

### 要約

2004,2007,2008年に博多湾で発生した *Gephyrocapsa oceanica* による白潮の発生機構を解明するため、博多湾の定点で検体を採取し分析を行うとともに、過去26年間の水質データおよび気象データについて分析を行った。その結果、発生年は非発生年に比べて水温と塩化物イオンが高く、pH、DOが低く、全天日射量が多く、風速が遅い傾向にあった。

**Key Words** : 円石藻 *Gephyrocapsa oceanica*, 白潮 white tide, 博多湾 Hakata bay, 大量発生 bloom

## 1 はじめに

2004年、2007年、2008年に博多湾において円石藻類の一種である *Gephyrocapsa oceanica* (以下 *G. oceanica*) のブルーム(大量発生)が認められた<sup>1)</sup>。円石藻は細胞表面に円石と呼ばれる炭酸カルシウムの殻を持つ、ハプト藻綱の植物プランクトンである。円石藻ブルームは毒の産生などにより直接魚などに影響を及ぼすことはないが、視界不良のため、素潜り漁や魚の回避行動によるその他の漁業、底生動物や海藻の生育などに影響するといわれている。過去に例のなかったこれらのブルームの原因を解明するため、博多湾の定点において海水、底泥、プランクトンを定期的に採取し、水質等の分析を行った。また、過去26年間(1986~2010年)の1~4月の博多湾における公共用水域監視データおよび気象庁による気象データについて分析を行った。

## 2 実験方法

### 2.1 試料採取

#### 2.1.1 調査地点

博多湾の公共用水域調査地点のうちW-3(西部)、C-4(中部)、E-2(東部)地点において試料を採取した。

#### 2.1.2 採取試料

##### 1) 海水

海水は表層と底層(海底から1m)で採取し、表層は

プラスチックバケツ、底層はバンドン採水器を用いて採取した。

##### 2) 底泥

底泥は田中式採泥器を用いて採取した。

##### 3) プランクトン

プランクトンはプランクトンネット(目合い100 $\mu$ m)を用いて採取した。

### 2.2 採取試料の分析

#### 2.2.1 水質分析

採取した海水について、pH、塩化物イオン、COD、DO、SS、T-N、T-P、クロロフィルを測定した。

#### 2.2.2 リアルタイムPCR

採取した底泥および海水について、*G. oceanica*に特異的なプライマーを使用して、リアルタイムPCRにより円石藻の遺伝子数を定量した。

### 2.3 過去の水質データおよび気象データの解析

#### 2.3.1 公共用水域監視データ

福岡市環境局が1986~2010年に測定した博多湾の公共用水域監視データを使用した。

#### 2.3.2 気象データ

気象庁が測定しホームページに掲載している(<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/>)福岡地方の気象データのうち過去26年間(1986~2010年)の1~4月のものを使用した。

#### 2.3.3 円石藻ブルーム発生年の傾向解析

円石藻ブルーム発生年の傾向を調べるため、過去の公共用水域監視データおよび気象データについて円石藻ブルーム発生年（以下、「発生年」という）と円石藻ブルーム非発生年（以下、「非発生年」という）に分け、t検定を行った。

### 2.3.4 赤潮発生状況の解析

水産庁九州漁業調整事務所が発行する「九州海域の赤潮」の赤潮発生データをまとめ、円石藻ブルームと赤潮との関係について解析を行った。

## 3 実験結果および考察

### 3.1 採取試料の分析

#### 3.1.1 リアルタイムPCRと水質分析

リアルタイムPCRの結果を図1に示す。年間を通して *G. oceanica* の遺伝子が検出された。特に3月から5月にかけて多く検出され、2011年4月の湾口の底層では1mLあたり2000個近く検出した。2011年は1月の水温、2月の塩化物イオンと全天日射量のいずれも低かったが、3月から4月は高くなっており、通常より遅い時期に *G. oceanica* が多くなった可能性がある。また、2011年は5月半ばから珪藻赤潮が発生しており、珪藻との競合によりブルームに至らなかった可能性がある。

リアルタイムPCRと水質分析結果の散布図を図2に、リアルタイムPCR結果と水質分析結果との相関・回帰係数を表1に示す。散布図を見ると、塩化物イオンとの間で正の相関関係があるように思われた。水質分析結果のうち、いずれも決定係数は低かったが、塩化物イオンは0.14であり、他の項目に比べると若干高かった。

### 3.2 過去の水質データおよび気象データの解析

#### 3.2.1 円石藻ブルーム発生年の傾向の解析

t検定の結果を表1に示す。p値が5%以下のものを表示しており、また効果量dが高いほどブルーム時と非ブルーム時とで差があるといえる。ブルーム発生年と非発生年でどちらの数値が大きいかを示すため、それぞれの平均の差も示した。発生年は非発生年に比べて水温と塩化物イオンが高く、pH、DOが低く、全天日射量が多く、風速が遅い傾向にあった。

#### 3.2.2 赤潮発生状況の解析

赤潮発生状況を図3に示す。2月から4月に着目すると、1997年以前は珪藻や渦鞭毛藻などの赤潮が発生しているが、それ以降は円石藻以外の赤潮は非常に少なくなっている。近年の気候や栄養塩等の条件により冬から春にかけて、他のプランクトンが増殖しにくい条件になっており、そのためこれまでになかった円石藻のブルームが発生している可能性が考えられた。

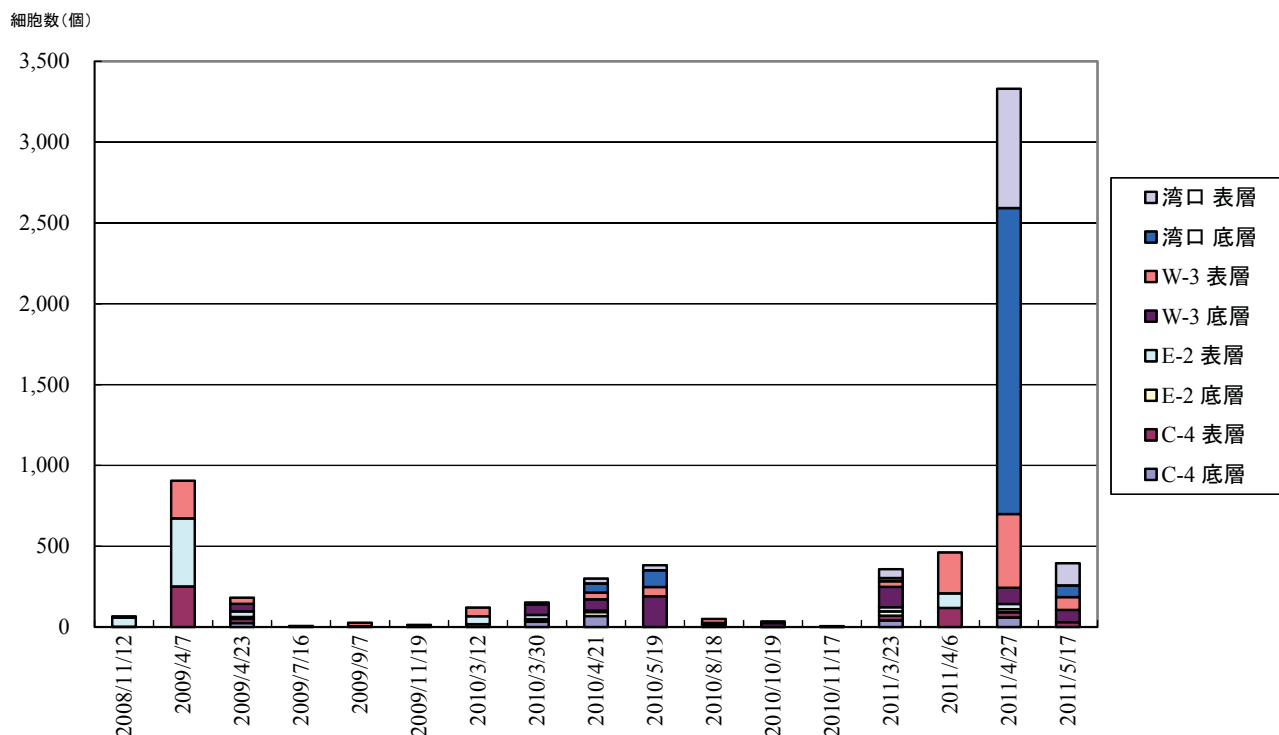


図1 *G. oceanica* の細胞数推移

## 4 まとめ

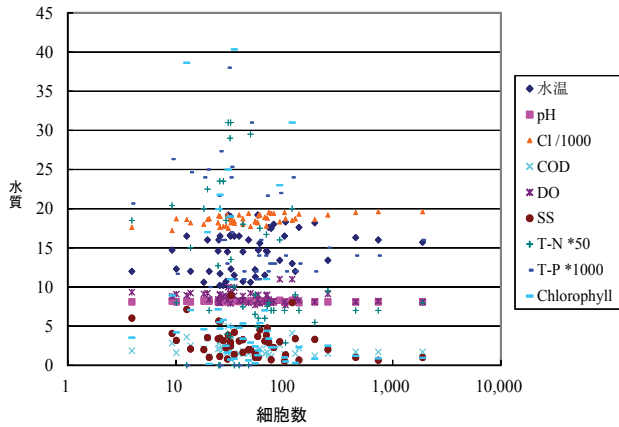


図2 細胞数と水質の散布図

博多湾の東部，中部，西部海域において採取した海水中の円石藻についてリアルタイム PCR により遺伝子数を定量したところ，年間を通して *G. oceanica* の遺伝子が検出された．特に大量に発生した 2011 年 4 月においては湾口部底層で 1mL あたり 2000 個近く検出した．また，採取した海水について pH，塩化物イオン，COD，DO，SS，T-N，T-P，クロロフィルを測定し，リアルタイム PCR の結果との相関を見たところ，他の項目に比べ塩化物イオンが若干高かった．なお，過去の水質および気象データについて，円石藻発生年と円石藻を非発生年比較したところ，発生年は非発生年比べて水温と塩化物イオンが高く，pH，DO が低く，全天日射量が多く，風速が遅い傾向にあった．

表1 t 検定結果

項目	月	t 検定 (p 値)	効果量 (d)	有平均 -無平均
水温	1	1.0%	1.71	2.10
全天日射量	2	1.3%	1.65	1.64
pH	2	1.4%	1.64	-0.16
風速	1	3.3%	1.39	-0.47
塩化物イオン	1	3.5%	1.37	575
塩化物イオン	2	4.3%	1.31	754
全天日射量	4	4.5%	1.30	1.91
DO	1	4.7%	1.28	-0.51

## 謝辞

本研究を行うにあたり，データの提供や技術指導でご協力頂いた国立環境研究所の河地先生および福岡県水産海洋技術センターの職員の皆様に深く感謝いたします．

## 文献

- 1) 池田嘉子：博多湾における *Gephyrocapsa oceanica* の大量発生事例，福岡市保健環境研究所報，33，85～90，2007

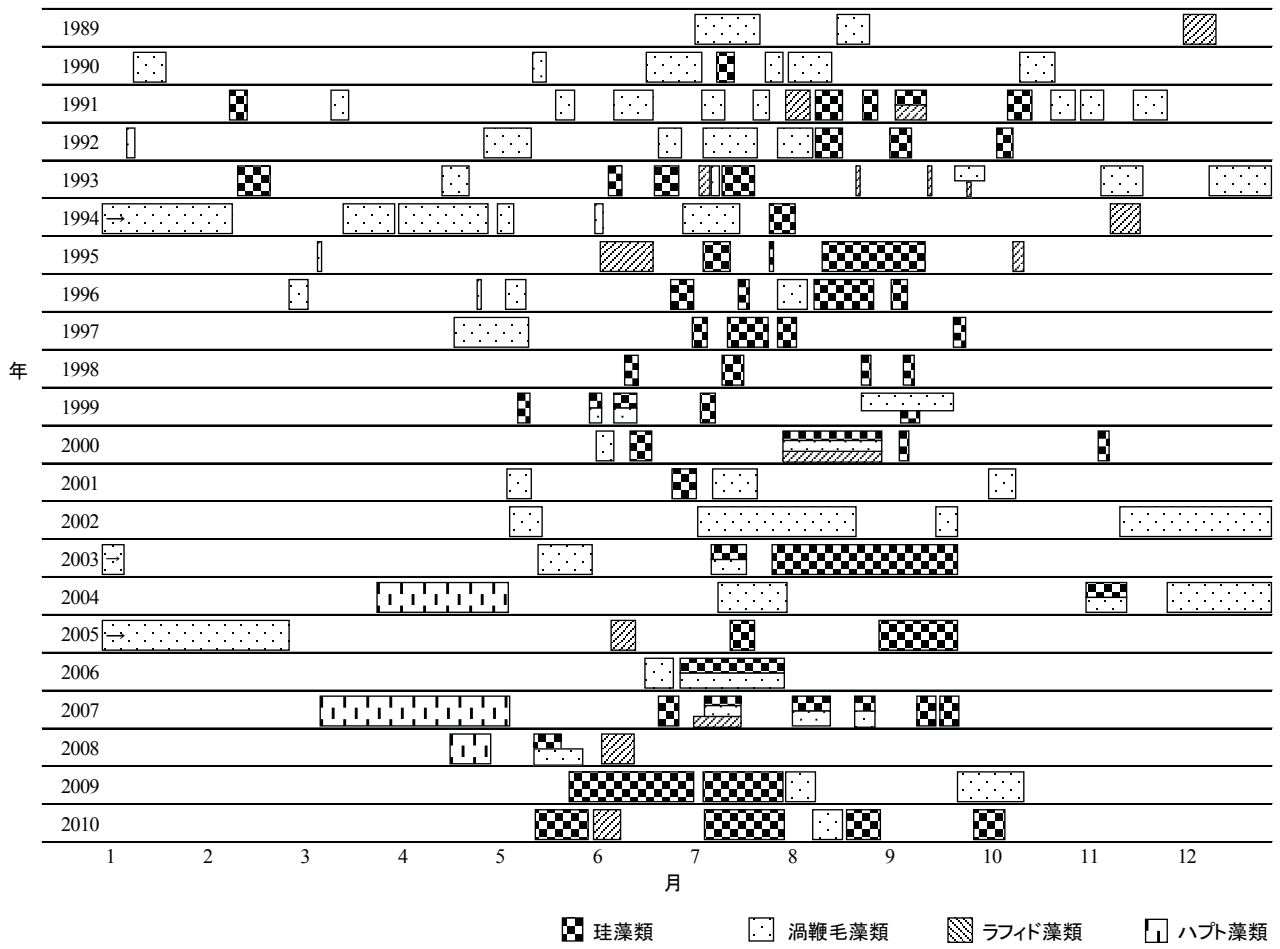


図3 赤潮発生状況