

# 横浜市沿岸域の赤潮発生状況

市川竜也、渾川直子、村岡麻衣子、堀美智子、浦垣直子（横浜市環境科学研究所）

## Occurrences of Red Tide in Yokohama Coastal Waters

Tatsuya Ichikawa, Naoko Nigorikawa, Maiko Muraoka, Michiko Hori,  
Naoko Uragaki (Yokohama Environmental Science Research Institute)

キーワード：赤潮、横浜、プランクトン

### 要 旨

横浜市環境管理計画<sup>1)</sup>では、水環境の保全のための取組の1つに、赤潮モニタリングの実施を掲げている。横浜市沿岸域の中・長期的な水質を把握する指標として、赤潮の発生状況を把握するために、2012年5月14日から2017年3月27日までの約5年間、横浜港の鶴見航路で赤潮のモニタリング調査を行った。

その結果、計242回の調査で42回の赤潮が確認された。確認された赤潮は多くの場合、第一優占種が *Skeletonema* 属であったが、月によってプランクトンの種組成には変化が見られた。また、鶴見航路の水温とプランクトン数の関係を見ると、水温が20～25℃の時にプランクトン数が最も多くなり、水温が25～30℃に上昇するとプランクトン数は減少していた。

### 1 はじめに

本市では、横浜港の水質改善を進める対策の一環として、2011年4月に改定された新たな「横浜市環境管理計画」で、「大規模な赤潮の発生がないことを目指すとともに、当面はモニタリング項目等の検討を行っていく」という方針が打ち出された。環境科学研究所では、2013年度までに「モニタリング項目の検討」及び「効率的な連絡体制の整備」に取り組んだ。

今回は、2012年5月14日から2017年3月27日までの約5年間にわたり、横浜港の鶴見航路で実施した、赤潮モニタリング調査の結果を報告し、横浜市沿岸域の赤潮発生状況について考察を行った。

### 2 調査方法

#### 2-1 調査項目

調査項目を表1に示す。水温、海の色（色番号）、透明度の測定は、本市港湾局の職員が採水時に現地で行い、塩分、濁度、クロロフィルa濃度の測定およびプランクトンの計数は、サンプルを当研究所に搬入し、研究所職員が行った。

#### 2-2 調査地点

採水は横浜港の鶴見航路で行った。図1に調査地点を示す。

#### 2-3 調査期間

調査は2012年5月14日から2017年3月27日までの約5年間実施した。調査頻度は週1回とし、採水はおおむね9時から10時の間に行った。調査回数は約5年間で計242回であった。

#### 2-4 プランクトンの計数方法

プランクトンの計数は上水試験法<sup>2)</sup>に従い、標準計数板を用いて光学顕微鏡で観察しながら行った。試料は固定せず、生きた状態で計数を行ったが、運動性の高い種類のプランクトンが多数存在した場合は、2.5%グルタルアルデヒド溶液で固定して計数した。プランクトン数が少なく、計数に十分な数でない場合は、濾過法<sup>3)</sup>で10倍もしくは20倍に濃縮して計数した。また、計数対象は原則直径およそ5 μm以上のプランクトンとした。

#### 2-5 赤潮判定の目安

赤潮には全国で統一された判定の目安が存在せず、各自治体で独自に定めた目安に基づいて赤潮の判定を行っている。そこで、本研究では、東京湾岸の自治体を用いている判定の目安を参考に、表2のような目安で赤潮判定を行った。なお、東京湾岸自治体の赤潮判定の目安は東京湾水質調査報告書（2009年度）<sup>4)</sup>から引用した。

#### 2-6 海の色観察カードの作成

海の色は赤潮の判定基準の一つであり、現場での簡易的なモニタリング手法として有効である。しかし、色の識別は個人差が大きく、色の表現も多様である。そこで、共通の物差しとして、瀬戸内海水産開発協議会の「赤潮観察水色カード」<sup>5)</sup>を参考に、全部で108色が印刷されている色見本を用意して、海の色判定に用いた。「海の色観察カード」を図2に示す。色は、強さや明るさを表現するトーン（薄い、明るい、濃い等）と色相（赤、橙、黄等）を組み合わせることで表現した。例えば、45番は灰みの黄緑となる。

表 1 調査項目

調査項目	調査方法
水温	温度計
海の色（色番号）	海の色観察カード
透明度	透明度板
塩分	塩分濃度屈折計
濁度	濁度計
クロロフィル a 濃度	N,N-ジメチルホルムアミド抽出 吸光度法 <sup>6)</sup>
プランクトン数	計数板を用いた顕鏡



図 1 調査地点

表 2 横浜市および東京湾岸自治体の赤潮判定の目安

	横浜市	千葉県	東京都	神奈川県
海の色	茶褐色、黄褐色、緑褐色等通常とは異なる色	オリーブ色～茶色	茶褐色、黄褐色、緑褐色等	茶褐色、黄褐色、緑褐色等通常とは異なる色
透明度	おおむね 1.5 m 以下	1.5 m 以下	おおむね 1.5 m 以下	おおむね 2 m 以下
クロロフィル	およそ 50 $\mu\text{g/L}$ 以上	50 $\mu\text{g/L}$ 以上	50 $\text{mg/m}^3$ 以上	50 $\mu\text{g/L}$ 以上 (東京湾) 20 $\mu\text{g/L}$ 以上 (相模湾)
溶存酸素飽和度	—	150%以上	—	—
pH	—	8.5 以上	—	—
赤潮プランクトン	顕微鏡で多量に存在している	—	顕微鏡で多量に存在していることが確認できる	顕微鏡で多量に存在している

海の色観察カード

横浜市環境科学研究所 (H24.4版)

うすい	pale	1	10	19	28	37	46	55	64	73	82	91	100
あさい	light	2	11	20	29	38	47	56	65	74	83	92	101
あかるい	bright	3	12	21	30	39	48	57	66	75	84	93	102
さえた	vivid	4	13	22	31	40	49	58	67	76	85	94	103
こい	deep	5	14	23	32	41	50	59	68	77	86	95	104
くらい	dark	6	15	24	33	42	51	60	69	78	87	96	105
にぶい	dull	7	16	25	34	43	52	61	70	79	88	97	106
あかるい はいみ	light grayish	8	17	26	35	44	53	62	71	80	89	98	107
はいみ	grayish	9	18	27	36	45	54	63	72	81	90	99	108
		あか	あかみの だいたい	きみの だいたい	き	きみどり	みどり	あおみど り	みどりみ のあお	あお	あおむら さき	むらさき	あかむら さき

図 2 海の色観察カード

### 3 結果および考察

#### 3-1 水質とプランクトン数

図3に水温、塩分、濁度、透明度の結果を示した。

水温は9~30℃で推移し、毎年の最高水温は8月に、最低水温は2月に確認された。各月の平均水温は、11.4℃(1月)、10.8℃(2月)、12.1℃(3月)、15.4℃(4月)、19.3℃(5月)、22.3℃(6月)、24.7℃(7月)、27.5℃(8月)、25.0℃(9月)、21.1℃(10月)、17.5℃(11月)、14.3℃(12月)であった。

塩分濃度は15~35‰で推移し、例年9、10月に低下することが多かった。しかし、2014年は6月から10月まで塩分濃度の低い時期が続いた。

濁度は0~13.7で推移し、5月から10月までは比較的高いことが多かった。透明度は0.7~14mで推移し、濁度が高いときに透明度が低くなる傾向にあった。

図4にクロロフィルa濃度、プランクトン数(総細胞数)のモニタリング結果を示した。

クロロフィルa濃度は1未満~250μg/L、プランクトン数は10未満~約190000細胞/mLで推移し、ともに5~9月に高くなっていった。

#### 3-2 赤潮発生状況

鶴見航路では、全242回のうち42回が赤潮と判定された。赤潮発生時の水質と代表的な赤潮プランクトンを表3にまとめた。代表的な赤潮プランクトンには、第一優占種を記載したほか、プランクトンの種類によってサイズが異なることを考慮し、赤潮の原因として特筆すべき種類があれば記載した。

赤潮は、2012年に10回、2013年に8回、2014年に9回、2015年に5回、2016年に10回確認された。赤潮が確認された42回の調査における第一優占種を見ると、半数以上の26回で*Skeletonema*属が第一優占種となった。第一優占種のほとんどは珪藻類のプランクトンであったが、渦鞭毛藻類の*Prorocentrum minimum*やラフィド藻類の*Heterosigma akasiwo*が第一優占種となることもあった。

また、表中で*Thalassiosira*科と記載した種は、直径5μm以下で茶筒型をした微小プランクトンである(図5、6)。本種は細胞サイズから、本調査のプランクトン計数対象とせず、プランクトン数の合計にも含まなかったが、2013年6月24日に490000細胞/mL確認されるなど、本種の大発生が何度か確認された。そこで、赤潮の原因として大きく寄与していると思われる場合には、その他の原因プランクトンとして記載した。また、2014年5月12日の赤潮では、*Thalassiosira*科の82000細胞/mL以外に多数確認された種がなかった(次に多かったのは*Gephyrocapsa oceanica*の1700細胞/mL)ため、*Thalassiosira*科を第一優占種として記載した。

#### 3-3 赤潮件数と種組成の月別変化

赤潮件数と平均クロロフィルa濃度について月別にまとめた(図7)。赤潮件数は全調査期間の月別の合計である。鶴見航路では、年によっては5月から月の平均クロロフィルa濃度が50μg/Lを超え、赤潮が確認され始め

た。6、7月は、5年のうち3年で月の平均クロロフィルa濃度が50μg/Lを超え、調査期間中の赤潮件数も10件と多かった。8月は全ての年で月の平均クロロフィルa濃度が50μg/L未満となり、調査期間中の赤潮件数も6、7月に比べて低い4件であった。9月は再び月の平均クロロフィルa濃度が50μg/Lを超えた年が3年あり、赤潮件数は月別で最多の11回であった。10月から4月までは、2016年10月3日を除いて赤潮は確認されなかった。6月と9月は毎年赤潮が確認された。

次に、鶴見航路において確認された細胞数の多い上位8種のプランクトンについて、平均プランクトン数(細胞/mL)とプランクトンの種組成を月別にまとめた(図8)。鶴見航路では、全ての月で*Skeletonema*属が優占していた。5月は*Skeletonema*属に次いで*Prorocentrum minimum*の割合が高かった。これは、*Prorocentrum minimum*の細胞数が特異的に多かった2012年5月14日(16000細胞/mL)と2012年5月21日(76000細胞/mL)の影響である。6月は*Skeletonema*属の占める割合が75%と非常に高かったが、7月から9月にかけてその割合は低下していき、*Thalassiosira*属や*Chaetoceros*属、*Pseudo-nitzschia*属の占める割合が高くなった。また、*Cylindrotheca closterium*や*Leptocylindrus danicus*のように、特定の月のみ高い割合を占めた種も見られた。

*Skeletonema*属が年間を通して優占した理由の一つとして、*Skeletonema*属には、水温等に対する生理的特徴の異なる、外見による識別の困難な複数の種が含まれており<sup>7)</sup>、異なる条件を好む複数の種が*Skeletonema*属として混在して計数されていたことが考えられる。

#### 3-4 水温とプランクトン数

図7、8を見ると、8月は7、9月に比べ、赤潮件数、平均クロロフィルa濃度、平均プランクトン数が少なくなっていた。一方、図3を見ると、8月は水温が1年で最も高くなる時期であった。そこで、高水温とプランクトン数の減少に関係があるかを調べた(図9)。図9より、データ全体では、プランクトン数は23℃前後で最も多くなり、それ以上高温になると減少傾向が見られた。

月別に見ると、5、6月のデータのほとんどは水温が23℃以下で、水温が高いほどプランクトン数が多くなる傾向が見られた。7月の水温は22~28℃で、水温とプランクトン数に明確な相関は見られなかった。8月は最も高水温な26~30℃付近に集中しており、プランクトン数が7月より少なくなっていた。9月は高水温時には8月同様プランクトン数が少なかったが、水温の低下に従いプランクトン数が多くなる傾向が見られた。一方、10月の水温は6月と似通っていたが、プランクトン数は6月に比べると少なく、赤潮の確認は1回だけだった。

次に、表3に挙げた代表的な赤潮プランクトンのうち8種について、プランクトン数と水温の関係を示す(図10)。*Skeletonema*属のプランクトン数は水温が22~25℃の時にピークを示した。同様に、*Thalassiosira*属は24~28℃、*Leptocylindrus danicus*は15℃及び27~29℃、*Chaetoceros*属は22~23℃、*Pseudo-nitzschia*属は22~28℃、*Ceratium furca*は

27～29℃、*Heterosigma akasiwo* は 20～25℃、*Prorocentrum minimum* は 19～20℃の時にそれぞれピークを示した。

東京都環境局が平成 26 年度に実施した東京湾海域プランクトン調査<sup>9)</sup>の結果と比較すると、東京都の調査では、*Skeletonema costatum* は明確なピークを示さずに水温約 19～31℃と広い範囲で多く出現し、*Chaetoceros* 属は 19℃および 27～31℃と高水温でもピークを示し、*Thalassiosira* 属は本調査より高水温の 28～29℃でピークを示すなど、本調査とは異なる傾向がみられた一方、*Heterosigma akasiwo* や *Prorocentrum minimum* のように本調査と傾向が一致する種もあった。

以上の結果から、水温とプランクトン数の関係を考察すると、8月の高水温によって、*Skeletonema* 属等赤潮プランクトンの増殖が阻害されていた可能性がある。一方、6月と10月では、水温は似通っていたが、プランクトン数には差があったことから、鶴見航路のプランクトンの増殖には水温以外に日照条件や雨量等複数の要素が影響していると考えられる。

本調査では、代表的なプランクトンの細胞数と水温の間に関連性がみられた。今後、温暖化等の影響で横浜港の水温が上昇した場合、*Ceratium furca* のような高水温時に細胞数のピークを示したプランクトンによる赤潮が増える可能性がある。

### 3-5 赤潮発生時の海の色

表 3 より、2 回以上赤潮と判定されたことのある海の色は、23, 24, 27, 33, 36, 42, 45 の 7 色であった。これらの色は、色相が「きみのだいたい」～「きみどり」で、トーンが「こい」、「くらい」および「はいみ」であった。また、この 7 色のうちで特に赤潮である確率が高かったのは、あかみのつよい 23, 24 の 2 色であった。

### 3-6 *Chattonella* 属の確認

ラフィド藻類の *Chattonella* 属は代表的な有害・有毒プランクトンであり、本種が海水 1 ml 中に 100 細胞程度でも存在すると、放出する活性酸素などによって魚類のへい死など大きな被害をもたらすことが知られているが<sup>9)</sup>、その分布は西日本沿岸域に限られるとされ、東京湾においては長らく確認されてこなかった<sup>10)</sup>。しかし、2008 年に出村ら<sup>11)</sup>によって東京湾において初めて *Chattonella marina* が確認された。本調査においても 2013 年 11 月 18 日に、*Chattonella* 属が海水 80 ml 中に 28 細胞確認され、同時期に近隣自治体でも本種が確認された。現在のところ赤潮の原因となるような大量発生は確認されていないものの、今後の発生状況に注意が必要である。

## 4 まとめ

2012 年 5 月から 2017 年 3 月までの 5 年間、週 1 回の赤潮モニタリングを実施した本調査では、赤潮に関して高頻度のデータを得ることが出来た。

横浜市沿岸域では 5 年間で 42 回の赤潮が確認され、赤潮発生時の第一優占種となった回数が最多なのは *Skeletonema* 属で、次いで *Pseudo-nitzschia* 属であった。また、直径 5 μm 以下の微小プランクトン *Thalassiosira* 科の大発生が何度か確認された。

月別の赤潮件数とプランクトンの種組成を見ると、赤潮は 5 月から 10 月にかけて確認された。ただし、8 月はプランクトン数が低下するとともに、赤潮の発生回数も減少していた。*Skeletonema* 属などの主要プランクトンが最も多く確認された水温は 20～25℃であり、8 月は 25～30℃と高水温であったことが原因だと思われる。

赤潮発生時の海の色は、色相が「きみのだいたい」～「きみどり」で、トーンが「こい」、「くらい」および「はいみ」であることが多かった。

代表的な有害・有毒プランクトンである *Chattonella* 属が、2013 年 11 月 18 日に鶴見航路で確認された。

## 謝 辞

プランクトン調査に際し、同定等ご助言くださった国立環境研究所の河地正伸博士および東京湾沿岸自治体の皆さま、本調査を行うにあたり採水や現場での測定を行ってくださった港湾局の皆さまに、この場を借りてお礼申し上げます。

## 文 献

- 1) 横浜市環境創造局：新たな「横浜市環境管理計画」、64 (2011)
- 2) 日本水道協会：上水試験法 2001 年版、689 (2001)
- 3) 日本水道協会：上水試験法 2001 年版、686 (2001)
- 4) 東京湾岸自治体環境保全会議：東京湾水質調査報告書 (平成 21 年度版)、48 (2011)
- 5) 水産庁瀬戸内海漁業調整事務所：瀬戸内海の赤潮 (平成 22 年版)、66 (2011)
- 6) Reiko Suzuki, Takashi Ishimaru: An Improved Method for the Determination of Phytoplankton Chlorophyll using N,N-Dimethylformamide, *Journal of the Oceanographical Society of Japan* Vol. 46, 190-194 (1990)
- 7) 山田真知子：珪藻 *Skeletonema* 属の最近の分類と生理生態特性 (総説)、*Bull. Plankton Soc. Japan* 60(1)、18-28 (2013)
- 8) 東京都環境局自然環境部：東京湾調査結果報告書 (平成 26 年度版)、25-26 (2016)
- 9) 岩国市立微生物館：日本の海産プランクトン図鑑 (第 2 版)、150-153 (2013)
- 10) 飯村晃、横山智子、小林廣茂：東京湾内湾における有害植物プランクトン「シャットネラ」の出現事例、千葉県環境研究センター年報第 12 号 (2012)
- 11) 出村幹英、河地正伸、小林廣茂、横山智子、山田伸昭：リアルタイム PCR を用いた東京湾堆積物中の *Chattonella marina* 存在量推定、第 36 回藻類学会要旨 (2013)

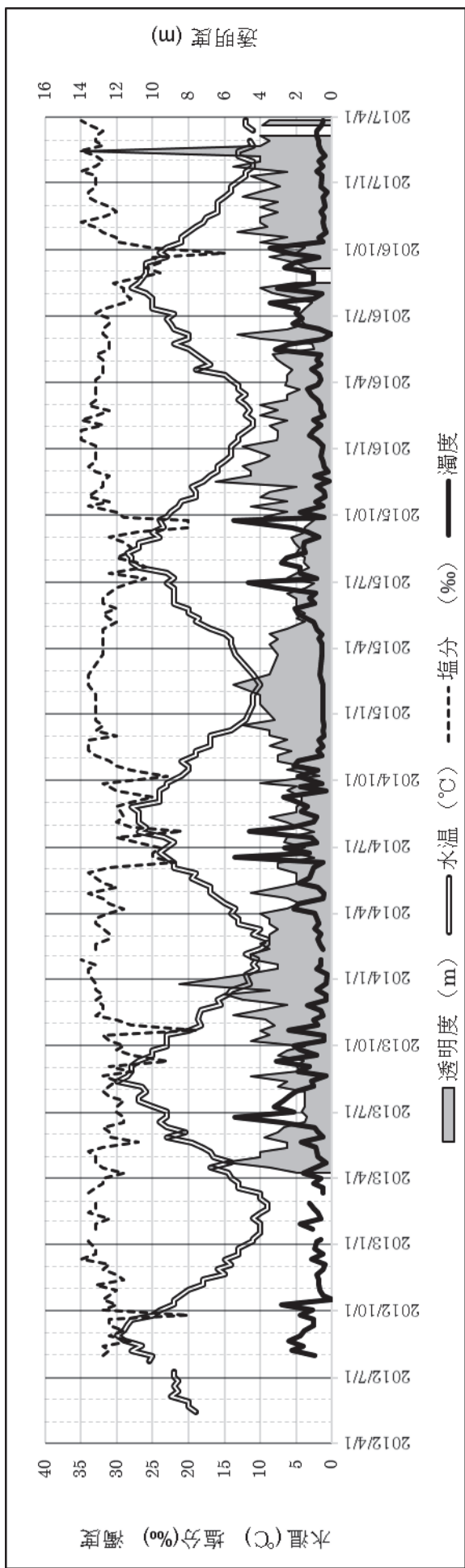


図3 モニタリング調査結果（水温、塩分、濁度、透明度）

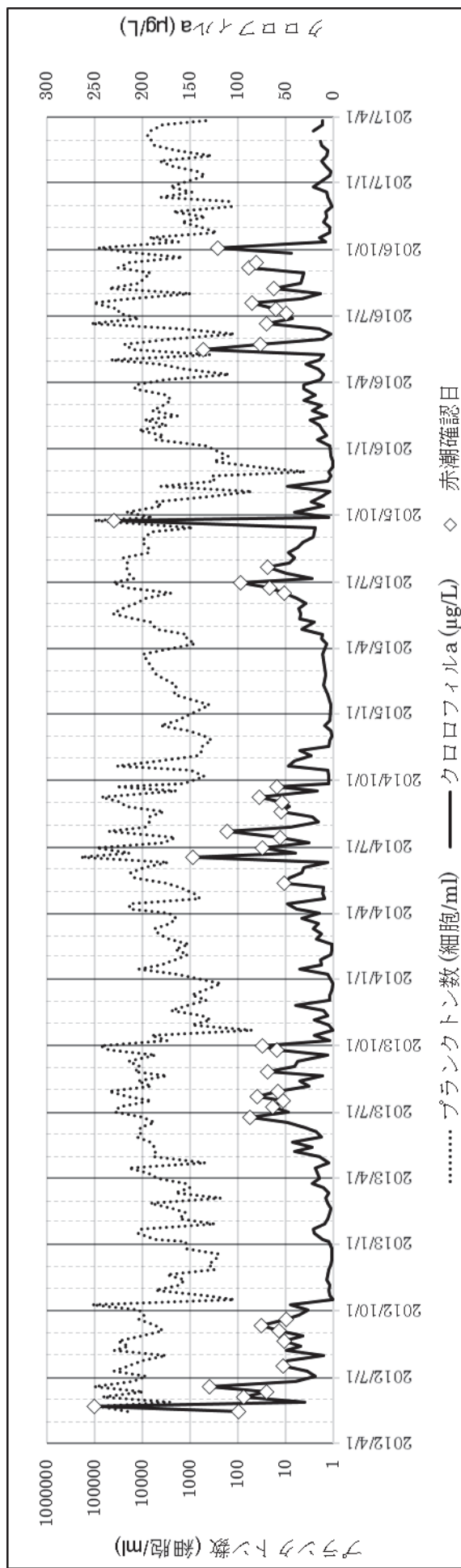


図4 モニタリング調査結果（プランクトン数、クロロフィルa、クロロフィルa）

表3 赤潮発生時の水質及び代表的な赤潮プランクトン

試料採取日	水温 (°C)	透明度 (m)	塩分 (‰)	濁度	クロロ フィル a (µg/L)	色 番号	第一優占種	第一優占種 の細胞数 (細胞/ml)	その他の原因プランクトン
2012/5/14	19.0	—	—	—	100	23	<i>Prorocentrum minimum</i>	16000	
2012/5/21	20.0	—	—	—	250	14	<i>Prorocentrum minimum</i>	76000	
2012/6/4	22.5	—	—	—	94	24	<i>Skeletonema</i> 属	68000	
2012/6/11	21.5	—	—	—	70	24	<i>Skeletonema</i> 属	7700	
2012/6/18	22.0	—	—	—	130	24	<i>Skeletonema</i> 属	65000	<i>Chaetoceros</i> 属
2012/7/17	24.0	—	—	—	53	27	<i>Skeletonema</i> 属	9300	珪藻類(羽状目)
2012/8/20	29.0	—	28	6.0	52	45	<i>Leptocylindrus danicus</i>	11000	<i>Skeletonema</i> 属
2012/9/3	29.0	—	29	3.8	57	33	珪藻類(羽状目)	1100	<i>Ceratium furca</i>
2012/9/10	28.5	—	31	2.5	76	33	珪藻類(羽状目)	2000	<i>Ceratium furca</i>
2012/9/18	28.0	—	31	2.6	50	45	<i>Skeletonema</i> 属	4600	<i>Thalassiosira</i> 属
2013/6/24	23.0	1.4	29	13.5	88	23	<i>Skeletonema</i> 属	6000	<i>Thalassiosira</i> 科※
2013/7/8	25.0	1.5	30	8.1	64	42	<i>Pseudo-nitzschia</i> 属	28000	<i>Skeletonema</i> 属
2013/7/16	27.0	1.5	29	6.8	53	15	<i>Skeletonema</i> 属	5000	<i>Ceratium furca</i>
2013/7/22	27.0	1.5	31	6.0	80	24	<i>Skeletonema</i> 属	14000	<i>Thalassiosira</i> 属
2013/7/29	26.0	1.5	32	5.0	58	36	<i>Skeletonema</i> 属	43000	<i>Thalassiosira</i> 属
2013/8/26	28.0	1.8	28	4.8	69	45	<i>Skeletonema</i> 属	10000	<i>Pseudo-nitzschia</i> 属
2013/9/24	25.0	2.5	30	4.4	59	45	<i>Skeletonema</i> 属	35000	<i>Thalassiosira</i> 属
2013/9/30	23.0	1.5	29	5.3	74	18	<i>Chaetoceros</i> 属	50000	<i>Skeletonema</i> 属
2014/5/12	18.0	2.0	32	4.6	52	45	<i>Thalassiosira</i> 科※	82000	<i>Gephyrocapsa oceanica</i>
2014/6/16	23.0	1.0	25	13.5	150	27	<i>Skeletonema</i> 属	160000	<i>Chaetoceros</i> 属
2014/6/30	23.0	1.5	24	6.6	74	45	<i>Skeletonema</i> 属	73000	<i>Thalassiosira</i> 属
2014/7/14	23.5	2.5	30	2.9	56	36	<i>Heterosigma akasiwo</i>	1300	
2014/7/22	27.0	1.0	21	11.5	110	24	<i>Thalassiosira</i> 属	20000	<i>Cylindrotheca closterium</i>
2014/8/18	27.0	2.0	30	4.3	56	36	<i>Skeletonema</i> 属	1500	<i>Pseudo-nitzschia</i> 属
2014/9/1	24.0	1.7	28	4.7	54	90	<i>Pseudo-nitzschia</i> 属	14000	<i>Thalassiosira</i> 属
2014/9/8	24.0	1.7	25	6.8	78	45	<i>Thalassiosira</i> 属	53000	<i>Skeletonema</i> 属
2014/9/22	23.0	2.0	31	4.4	59	81	<i>Skeletonema</i> 属	17000	<i>Chaetoceros</i> 属
2015/6/15	22.0	2.5	31	2.3	52	41	<i>Leptocylindrus danicus</i>	440	<i>Pseudo-nitzschia</i> 属
2015/6/22	22.0	1.5	30	7.6	67	42	<i>Skeletonema</i> 属	13000	<i>Thalassiosira</i> 科※
2015/6/29	23.0	1.0	28	11.7	98	42	<i>Skeletonema</i> 属	40000	
2015/7/21	27.0	1.3	26	4.5	69	24	<i>Skeletonema</i> 属	8700	珪藻類(円心目)
2015/9/24	24.0	1.0	20	13.7	230	87	<i>Skeletonema</i> 属	55000	<i>Thalassiosira</i> 属
2016/5/16	20.0	1.0	31	7.9	140	42	<i>Skeletonema</i> 属	6500	<i>Heterosigma akasiwo</i>
2016/5/23	22.0	1.1	31	6.1	77	27	<i>Skeletonema</i> 属	13000	<i>Eucampia zodiacus</i>
2016/6/20	22.5	1.5	31	5.4	70	45	<i>Skeletonema</i> 属	94000	
2016/7/4	22.0	1.8	33	5.0	50	45	<i>Pseudo-nitzschia</i> 属	14000	<i>Thalassiosira</i> 科※
2016/7/11	25.0	1.5	32	4.8	60	24	<i>Skeletonema</i> 属	26000	
2016/7/19	25.0	1.1	29	8.7	86	24	<i>Skeletonema</i> 属	81000	<i>Cerataulina</i> 属
2016/8/8	28.0	4.0	29	7.6	63	60	<i>Skeletonema</i> 属	37000	<i>Chaetoceros</i> 属
2016/9/5	26.0	1.4	26	6.6	88	33	珪藻類(円心目)	7600	<i>Thalassiosira</i> 属
2016/9/12	26.0	2.0	24	5.2	81	42	珪藻類(円心目)	17000	
2016/10/3	23.0	1.5	25	8.6	120	45	<i>Skeletonema</i> 属	63000	<i>Thalassiosira</i> 属

※*Thalassiosira* 科は直径 5 µm 以下の微小プランクトンのため、通常はプランクトンの計数対象としておらず、プランクトン数の合計にも含まなかったが、10000 細胞/ml を超えるような際には細胞数を計数し、特記すべき種として記載した。

また、*Thalassiosira* 科以外に多数確認された種がなく、赤潮の原因プランクトンであることが明確である際には、第一優占種として記載した。

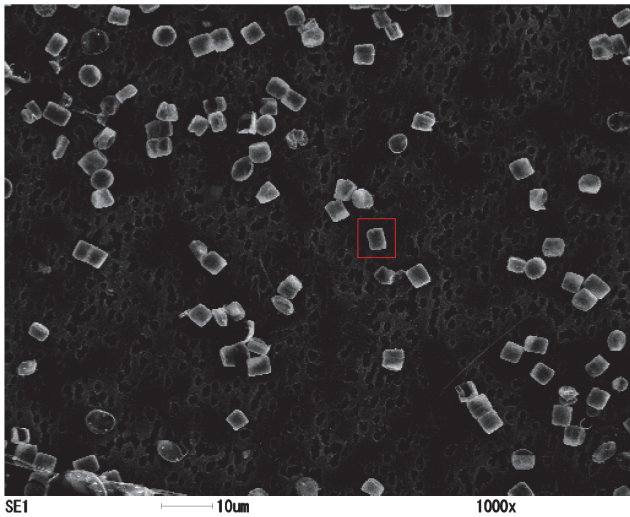


図5 Thalassiosira 科のSEM写真

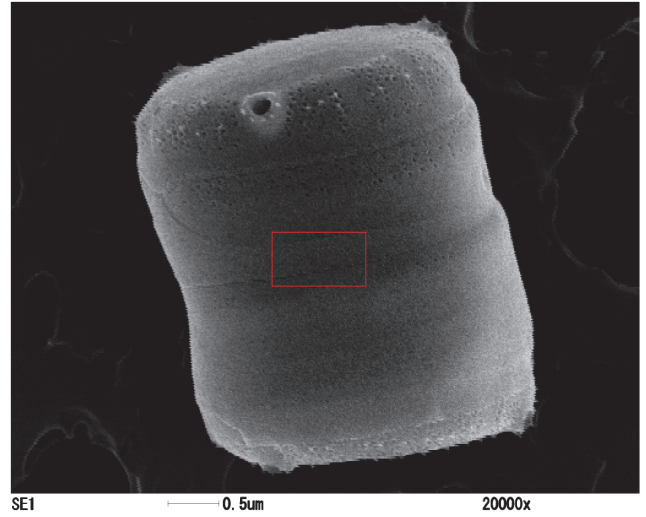


図6 Thalassiosira 科のSEM写真(拡大)

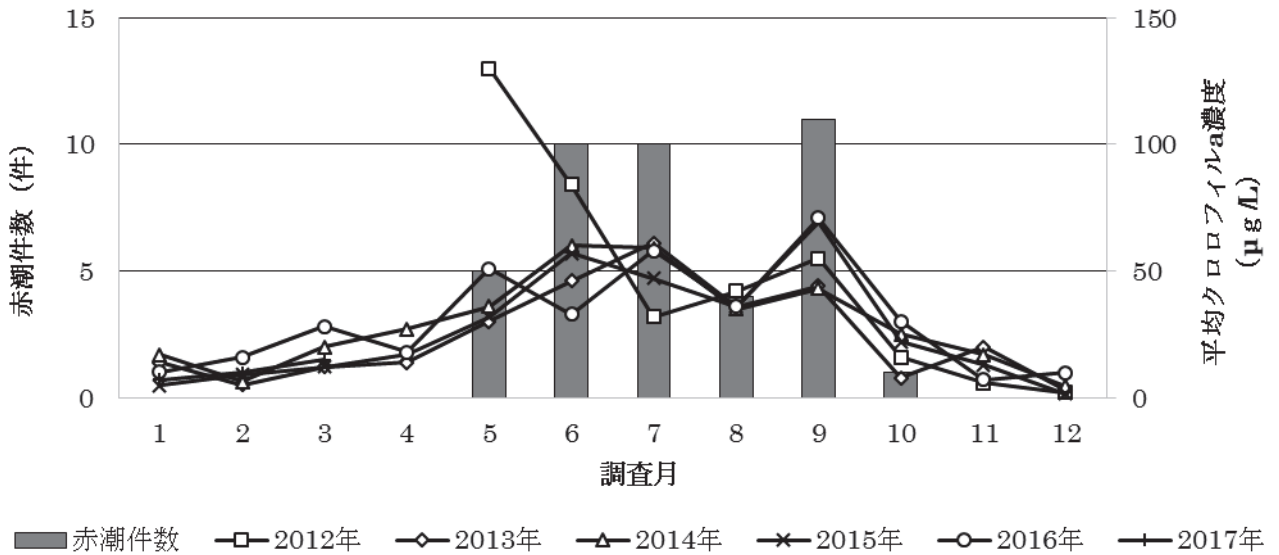


図7 月毎の赤潮件数とクロロフィル a 濃度

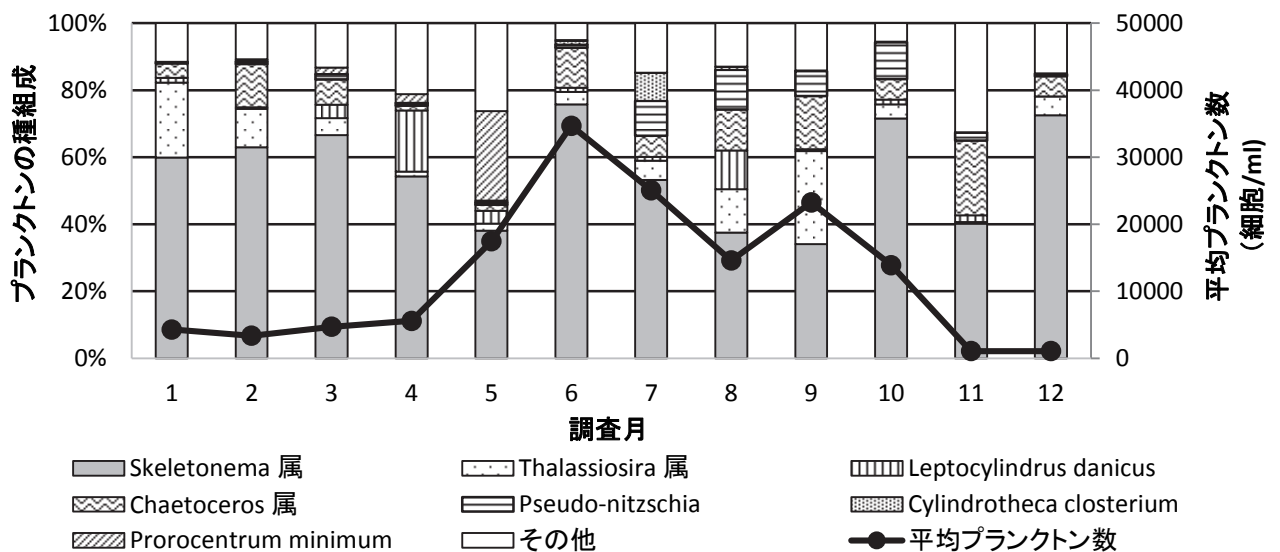


図8 月毎の平均プランクトン数とプランクトンの種組成

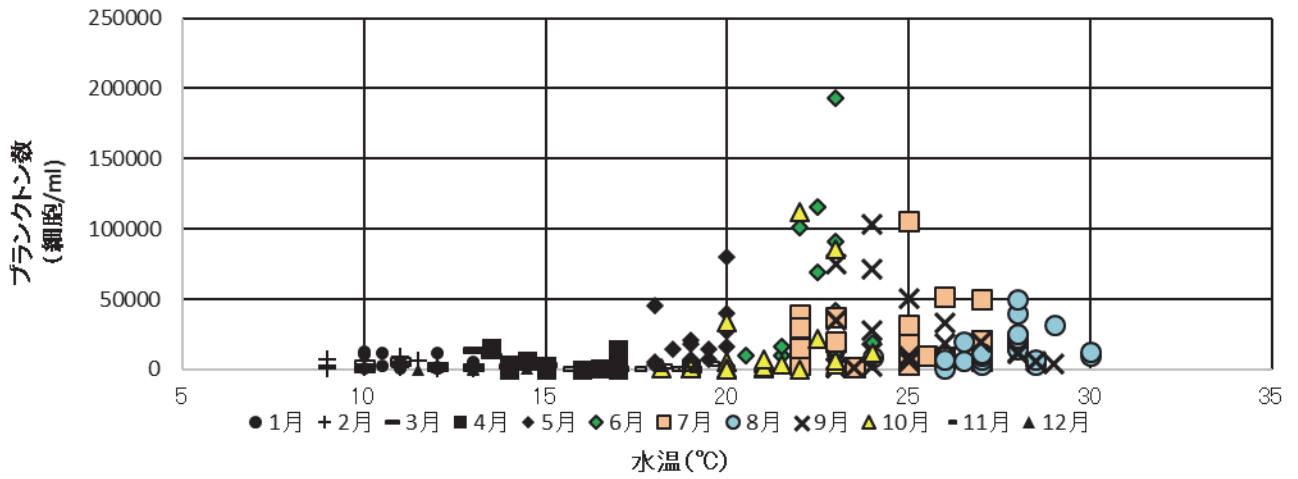


図9 水温とプランクトン数

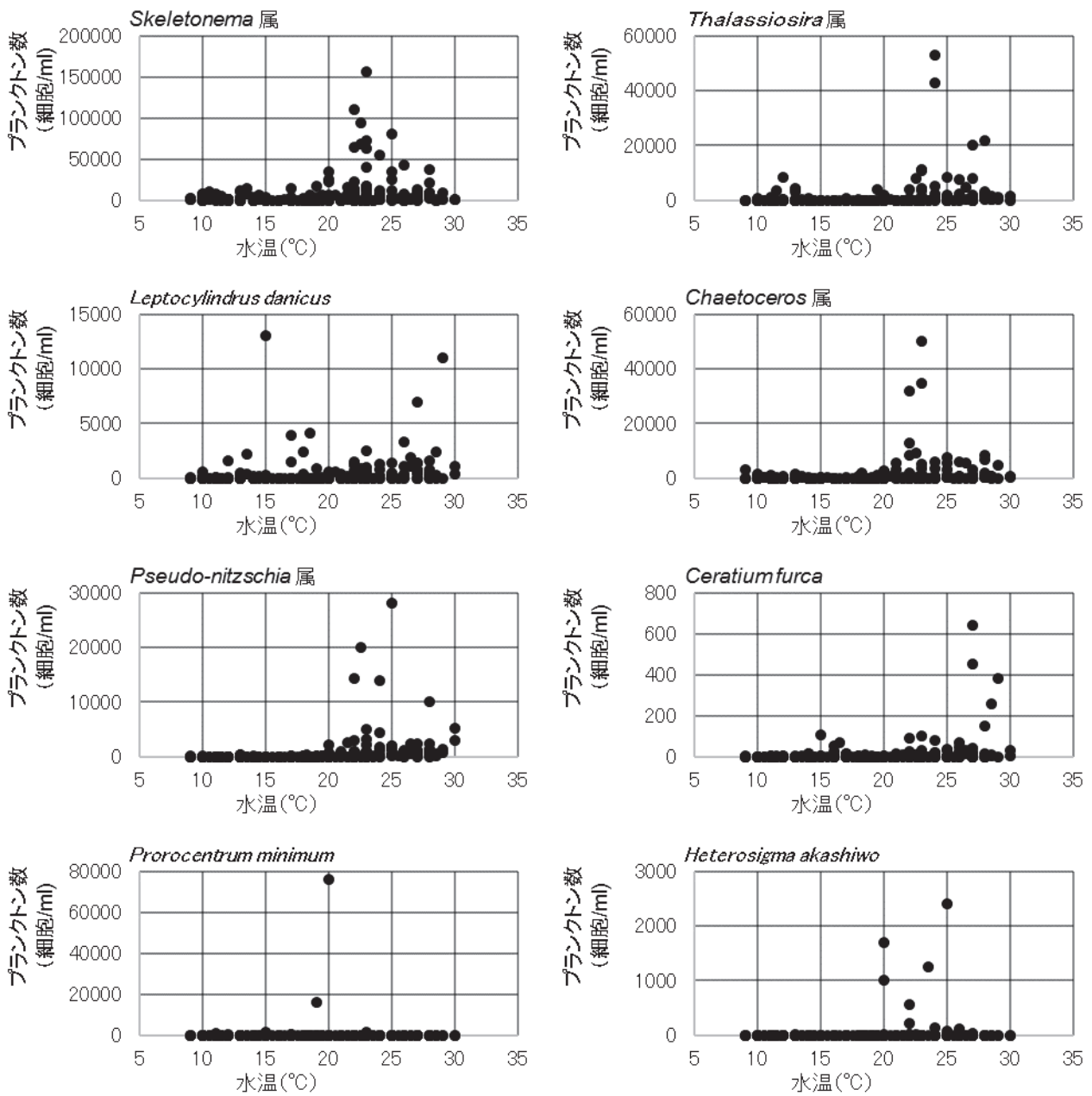


図10 水温と代表的なプランクトンの細胞数