

目 次

はじめに

1	調査の目的及び背景	1
2	調査地点概要	1
3	調査方法	
	(1) 調査回数及び調査地点	
	ア 調査回数	3
	イ 調査地点	3
	(2) 調査項目	
	ア 現場測定	3
	イ 採水分析	3
	ウ 赤潮発生水域など海域情報の記録	3
4	東京都内湾の赤潮判定基準	4
5	調査結果	
	(1) 赤潮の発生状況	
	ア 赤潮発生回数及び発生日数	4
	イ 各赤潮の発生状況及び特徴	7
	ウ 赤潮の発生水域及び継続日数	16
	エ 赤潮時優占プランクトンの出現状況	21
	オ 赤潮と水質	24
	カ 降雨と水質	29
	(2) 海水の窒素、りん濃度	30
	(3) 貧酸素水塊の発生状況	30
6	まとめ	
	(1) 赤潮の発生回数、日数及び時期	32
	(2) 赤潮優占プランクトンの傾向	32
	(3) 赤潮の発生水域及び継続日数	32
	(4) 貧酸素水塊の発生状況	32
トピックス		
	トピックス1 環境水の窒素・りん濃度と発生負荷量の推移	33
	トピックス2 窒素・りん濃度と赤潮発生	34
	トピックス3 赤潮の発生水域及び継続日数	34
	トピックス4 なぜ豊富な栄養塩が上位の魚類生息に結びつかないのか	35
	トピックス5 赤潮原因種の判定方法に関する検討～細胞数と体積容量～	36
資料Ⅰ	赤潮調査結果【総括表】（東京湾調査）	39
資料Ⅱ	赤潮調査結果【総括表】（水質測定調査）	56
資料Ⅲ	赤潮調査結果【植物・動物プランクトン各上位5種 同定計数結果】（東京湾調査）	68
資料Ⅳ	赤潮調査結果【植物・動物プランクトン各上位10種 同定計数結果】（水質測定調査）	85

はじめに

1 調査の目的及び背景

東京都では、東京都内湾の水質汚濁の状況を把握するため、水質汚濁防止法第 16 条に定める水質測定計画に基づく水質測定調査（以下「水質測定調査」という。）を毎月 1 回、年 12 回、種々の項目について調査を実施している。

この中で、東京都内湾に頻発する赤潮の発生状況についても把握するため、動物プランクトン優占 10 種、植物プランクトン優占 10 種、クロロフィル、形態別窒素・りん等の調査を行っている。しかし、赤潮はその消長が 1 日～1 週間程度と短いため、月 1 回の「水質測定調査」だけでは不十分であり、「水質測定調査」を補完する目的で昭和 52 年度から「赤潮調査」を実施している。

本報告書では、「水質測定調査」と「赤潮調査」から把握した赤潮発生状況についてまとめた。また、「赤潮調査」と合わせて実施した、夏期に東京湾で問題となっている貧酸素水塊の調査結果についても掲載した。

2 調査地点概要

調査地点の概要を表 1 に、位置を図 1 に示す。

表 1 調査地点概要

区 分		地 点 名	平 均 水 深 (m)	地 点 位 置	
				北 緯	東 経
環 境 基 準 点	内 湾 C 類 型	St.6	12	35 度 36 分 50 秒	139 度 48 分 02 秒
		St.11	16	35 度 35 分 48 秒	139 度 46 分 41 秒
		St.23	6	35 度 34 分 21 秒	139 度 46 分 57 秒
	内 湾 B 類 型	St.8	6	35 度 36 分 50 秒	139 度 50 分 46 秒
		St.22	14	35 度 34 分 49 秒	139 度 53 分 20 秒
		St.25	16	35 度 33 分 35 秒	139 度 49 分 16 秒
		St.35	25	35 度 30 分 30 秒	139 度 50 分 46 秒
	浅 海 部	お台場海浜公園	5	35 度 37 分 50 秒	139 度 46 分 23 秒

緯 度、経 度 は、世 界 測 地 系 に よ る。

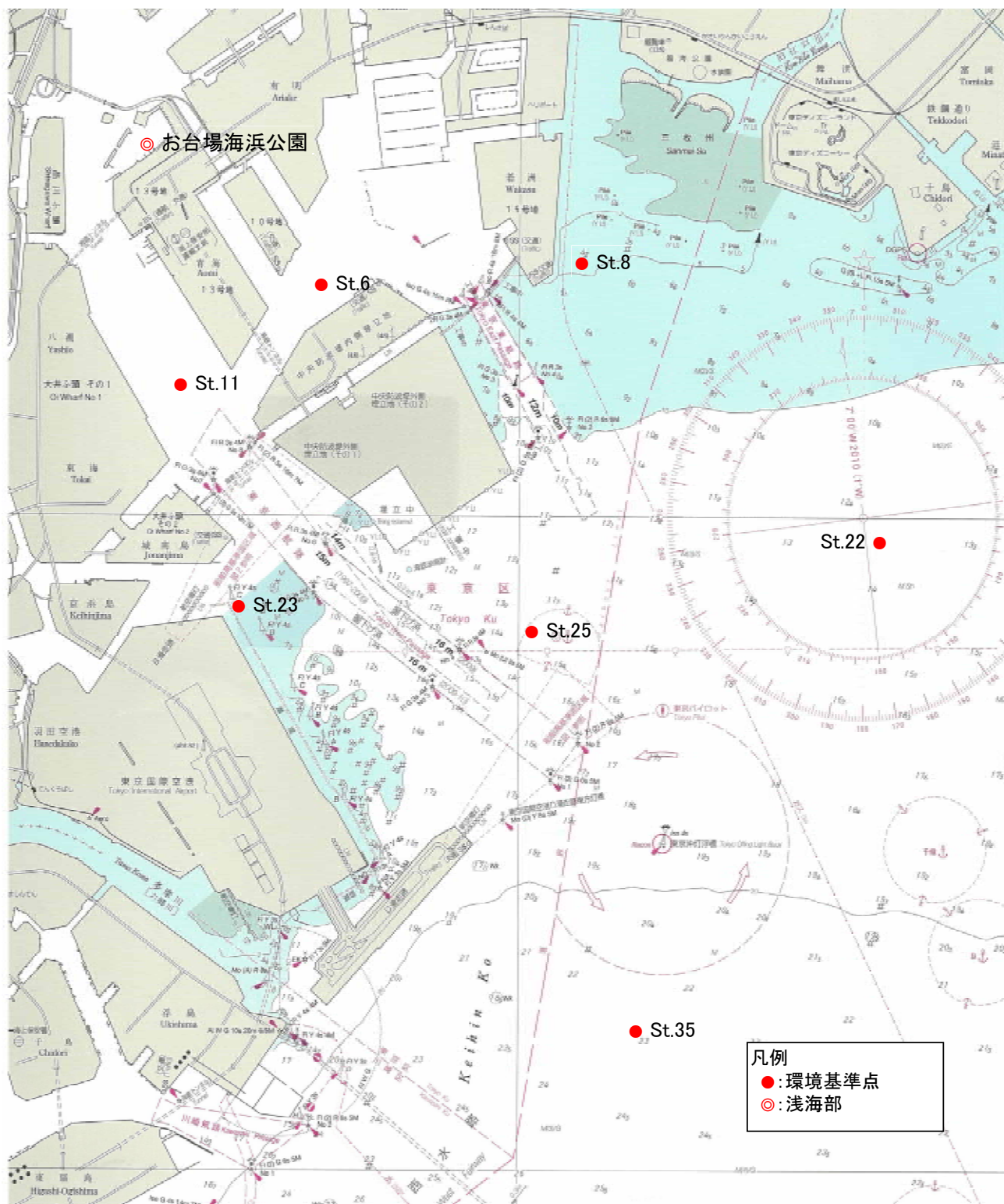


図1 調査地点図

3 調査方法

(1) 調査回数及び調査地点

ア 調査回数

平成 27 年度は、赤潮調査として、赤潮の多発する夏期を中心に、4 月～9 月の期間に計 17 回実施した。このほかに、水質測定調査は毎月 1 回、年間 12 回(一日で全地点を回ることができないため、延べ 28 日調査)実施した。

イ 調査地点

St.6、St.8、St.11、St.22、St.23、St.25、St.35、お台場海浜公園の 8 地点(p.1 表 1、p.2 図 1 参照)

(2) 調査項目

ア 現場測定

原則として 8 地点全地点で測定を実施した。測定項目及び方法等は表 2 のとおりである。

イ 採水分析

赤潮状態であることが想定された時など、現場測定の結果や付近の海面状況から水質の分析が必要であると判断した場合、上層の採水分析を行った。分析項目及び方法等は表 2 のとおりである。

ウ 赤潮発生水域など海域情報の記録

調査地点間の移動中の航路においても目視により、水面の変色状況、ごみの浮遊状況、魚のへい死や鳥類の存在状況等の動植物の変化等を観察し、記録を行った。

表2 プランクトン調査の現場測定項目及び採水分析方法

分析項目	分析方法	定量 下限値	報告 下限値	有効 桁数	最小 表示桁
現場測定	天候・雲量	目視による。 雲量については0～10の11段階表記とし、雲がない状態を0とする。	—	—	—
	気温	ガラス棒状温度計を用い、地上1.2～1.5mの日陰にて計測する。	—	—	3 小数点 以下1桁
	風向・風速	風向風速計による。 風向は8方向、風速は0.5m単位で計測する。	—	—	—
	透明度	海洋観測指針 第1部(1999) 3.2に準ずる方法	—	—	2 小数点 以下1桁
	色相(※1)	(財)日本色彩研究所の「日本色研色名帳」による。	—	—	—
	水温(※2)	海洋観測指針 第1部(1999) 4.3.1に準ずる方法	—	—	3 小数点 以下1桁
	塩分(※2)	海洋観測指針 第1部(1999) 4.3.1に準ずる方法	—	—	3 小数点 以下1桁
	溶存酸素(DO)濃度及び同飽和度	DOメーターにより計測する。	0.01mg/L	0.5mg/L	3 小数点 以下1桁
	pH(※3)	ガラス電極pHメーターにより計測する。	—	—	3 小数点 以下1桁
採水分析 (上層)	COD	JIS K 0102(1998) 17	0.1mg/L	0.5mg/L	2 小数点 以下1桁
	T-N	JIS K 0102(1998) 45.4	0.05mg/L	0.05mg/L	2 小数点 以下2桁
	T-P	JIS K 0102(1998) 46.3	0.003mg/L	0.003mg/L	2 小数点 以下3桁
	クロロフィル	海洋観測指針(1990) 9.6.2に準ずる方法	0.1mg/m ³	0.1mg/m ³	3 小数点 以下1桁
	プランクトン 5種同定	海洋観測指針(1999) 6.2.1.2の採水・沈殿法に準じて調製した固定試料(表層海水2L。グルタルアルデヒド濃度1%)について植物・動物プランクトン各々の上位5種を同定・計数。また無固定試料について定性的な検鏡を行なうとともに、固定により破壊されるものについては計数も実施。	植物 1 × 10 ⁶ 細胞/m ³ 動物 0.01 × 10 ⁶ 細胞/m ³	3	植物 整数1桁 動物 小数点 以下2桁 (×10 ⁶)
	プランクトン沈殿量	プランクトン5種同定用に調製した試料2Lを10mL程度に濃縮し、沈殿管に移し24時間静置、沈殿させ計測する。	10mL/m ³	10mL/m ³	2 整数2桁

(※1) 色相は日陰水面での概観水色及び水深1m付近での透明度板水色の測定を行う。

(※2) 水温、塩分及びDOは原則として、上層、水深2m、5m、以下下層まで5m間隔にて測定を行う。また当局が指定した水深に
ついても計測を行う。ただし、DO飽和度は上層のみ測定を行う。

(※3) pHは上層の測定を行う。

4 東京都内湾の赤潮判定基準

赤潮とは、一般には「海水中で浮遊生活をしている微小な生物（主に植物プランクトン）が、突然、異常に繁殖して、このため海水の色が変わる現象」の視覚的な慣習的呼称である。しかし、これでは赤潮の判定基準として明確であるとは言えない。そこで東京都では、次の基準を満足する場合に赤潮と判定し、赤潮の発生状況を把握した。

表3 東京都赤潮判定基準

水色	茶褐色、黄褐色、緑色などに呈色
透明度	概ね1.5m以下であること。
プランクトン	顕微鏡下で赤潮プランクトンが多量に存在しているのが確認できる。
クロロフィル濃度	Lorenzen法によるクロロフィルaとフェオ色素の合計が50mg/m ³ 以上ある。ただし、動物プランクトン等クロロフィルを有さないものはこの限りではない。

※赤潮の発生回数は、次の基準により数えた。

- ・地点間および継続期間中のプランクトン群の種類組成がおおむね同一の場合、1回とした。
- ・継続期間中、透明度やクロロフィル濃度が上記の基準を若干下回ることがあっても赤潮が継続しているとみなし、1回とした。
- ・赤潮優占プランクトン種を決定する際、同一赤潮内で地点あるいは期間により第一優占種が異なる場合には、総合的に判断して優占種を決定した。
- ・長期的かつ広域的な大規模赤潮も、短期的かつ局所的な小規模な赤潮も、回数とともに1回とした。
- ・同一日時でも、場所によって明らかにプランクトン群集の種類組成が異なっている場合は、別個の赤潮とした。

5 調査結果

(1) 赤潮の発生状況

ア 赤潮発生回数及び発生日数

赤潮調査、水質測定調査及びその他の調査を総合して判定した、平成27年度の赤潮発生回数は16回、発生日数は81日であった。平成27年度及び過去の月別の赤潮発生回数と日数を表4に、赤潮発生回数及び発生日数の経年変化を図2に示す。平成26年度と比較すると、回数は1回減少し、日数は3日増加した。9月に降雨が多く、5月に日照がやや多かった。経年変化は回数、日数ともに年度により変動が大きいので顕著な傾向は見られず、近年は横ばい状況であるといえる。回数、日数が最も多いのは昭和57年度の32回、124日で、最も少ないのは平成4年度の12回、68日であった。また、昭和52年度の測定開始から平成27年度までの年度平均発生回数は約18回、発生日数は約90日である。

平成27年度の赤潮発生状況の特徴は、次のとおりである。

- ◆ 赤潮発生の期間は5月～9月であった。平年と月ごとに比較して赤潮発生日数が多かったのは5、6、7月であり、発生回数が多かったのは7月であった(図2)。
- ◆ 赤潮の50%は発生期間が5日以内の比較的短期間なもので、例年の傾向と同様であった。一方、最も長い発生期間は14日で、4回発生した(表7)。

表4 赤潮月別発生状況の経年変化

上段 発生回数
下段 発生日数

年度\月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	計
27	0	2	3	6	3	2	0	0	0	0	0	0	16
	0	22	20	22	15	2	0	0	0	0	0	0	81
26	1	3	3	6	2	2	0	0	0	0	0	0	17
	1	16	12	16	20	13	0	0	0	0	0	0	78
25	1	1	1	5	3	2	1	0	0	0	0	1	15
	3	4	2	19	26	16	3	0	0	0	0	1	74
24	0	5	3	3	1	4	2	0	0	0	0	0	18
	0	18	9	25	31	18	5	0	0	0	0	0	106
23	1	1	3	3	3	2	1	1	0	0	0	0	15
	2	2	16	23	22	14	6	3	0	0	0	0	88
22	0	2	4	6	2	0	1	0	0	0	0	0	15
	0	10	19	27	31	7	4	0	0	0	0	0	98
21	1	3	3	4	4	3	0	0	0	0	0	0	18
	4	9	19	17	23	13	1	0	0	0	0	0	86
20	1	3	4	4	2	2	0	0	0	0	0	0	16
	9	5	20	31	9	16	0	0	0	0	0	0	93
19	0	1	4	3	3	3	0	0	0	0	0	1	15
	0	16	18	16	26	8	0	0	0	0	0	2	86
18	0	3	3	5	3	3	1	0	0	0	0	0	18
	0	12	17	17	18	9	1	0	0	0	0	0	74
17	0	4	4	5	5	2	1	1	0	0	0	0	22
	1	19	19	16	20	6	1	9	0	0	0	0	91
16	2	3	4	4	3	2	0	0	0	0	0	0	18
	13	15	21	16	9	12	0	0	0	0	0	0	86
15	2	6	2	2	3	2	1	0	0	0	0	0	18
	5	20	18	15	20	7	2	0	0	0	0	0	87
14	0	1	3	4	4	2	2	0	0	0	0	0	16
	0	11	4	29	26	7	8	0	0	0	0	0	85
13	1	5	3	3	4	2	0	1	0	0	0	0	19
	8	23	11	29	17	12	0	2	0	0	0	0	102
12	5	2	2	4	4	2	0	0	0	0	1	0	20
	16	25	6	23	26	9	0	0	0	0	10	0	115
11	2	3	3	5	2	3	1	0	0	0	0	1	20
	8	22	19	21	19	19	4	0	0	0	0	2	114
10	1	3	2	5	3	4	1	0	0	0	0	0	19
	3	18	16	20	21	11	1	0	0	0	0	0	90
9	1	4	3	3	5	2	1	0	0	0	0	0	19
	2	16	21	18	23	9	6	0	0	0	0	0	95
8	3	1	3	5	2	4	1	0	0	0	0	1	20
	17	12	24	19	19	14	2	0	0	0	0	1	108
7	1	4	2	2	3	3	2	0	0	0	0	1	18
	4	21	22	22	29	13	5	0	0	0	0	4	120
6	1	2	3	2	4	2	0	0	0	0	0	1	15
	3	14	26	25	22	10	0	0	0	0	0	6	106
5	0	2	4	1	4	3	0	1	0	0	0	0	15
	0	6	16	9	17	20	0	12	0	0	0	0	80
4	1	1	3	3	3	1	0	0	0	0	0	0	12
	4	5	13	25	12	9	0	0	0	0	0	0	68
3	1	4	3	2	3	1	1	0	0	0	0	0	15
	3	20	11	24	8	4	4	0	0	0	0	0	74
2	1	3	3	2	4	2	0	0	1	0	1	0	17
	3	13	18	21	14	9	0	0	4	0	2	0	84
H1	1	2	5	2	3	1	0	0	0	0	0	0	14
	5	4	14	13	23	10	0	0	0	0	0	0	69
63	1	3	4	4	2	1	1	0	0	0	0	0	16
	10	19	19	15	10	4	1	0	0	0	0	0	78
62	1	2	3	5	4	2	1	0	0	0	0	0	18
	5	17	9	16	27	6	2	0	0	0	0	0	82
61	0	4	4	6	5	4	0	0	0	0	0	0	23
	0	19	19	8	17	15	2	0	0	0	0	0	80
60	0	4	2	5	4	2	1	0	0	0	0	0	18
	0	25	21	21	18	10	13	0	0	0	0	0	108
59	2	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0	12
	13	14	21	16	12	3	1	5	0	0	0	0	85
58	0	2	3	2	3	2	3	0	1	1	1	1	19
	0	15	21	7	13	8	4	0	1	5	1	1	76
57	2	6	6	6	7	2	3	0	0	0	0	0	32
	9	28	25	19	23	9	10	1	0	0	0	0	124
56	1	2	2	5	2	3	1	0	0	1	0	0	17
	3	15	16	25	13	16	2	0	0	9	0	0	99
55	1	5	6	3	2	2	1	0	0	0	0	0	20
54	1	3	2	4	2	2	2	0	0	0	0	0	16
53	1	4	4	6	0	0	1	0	0	0	1	0	17
S52	0	1	2	3	4	3	0	0	1	0	0	0	14

注1 発生回数は発生期間が次月にわたる場合は発生日数の多い月に分類した。

注2 同じ日に2種以上の赤潮が発生している場合でも、発生日数は1日とした。

注3 赤潮調査は昭和52年度から開始。昭和55年度までは発生回数のみ記載。

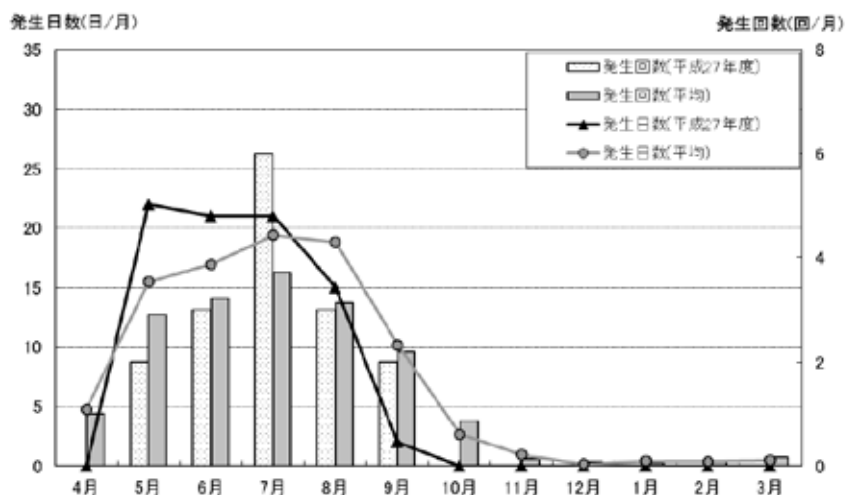


図2 赤潮発生回数及び発生日数の月変化(平成 27 年度と平均^(※1)との比較)

(※1) 平均とは調査開始年度～当該年度の平均値をいう。

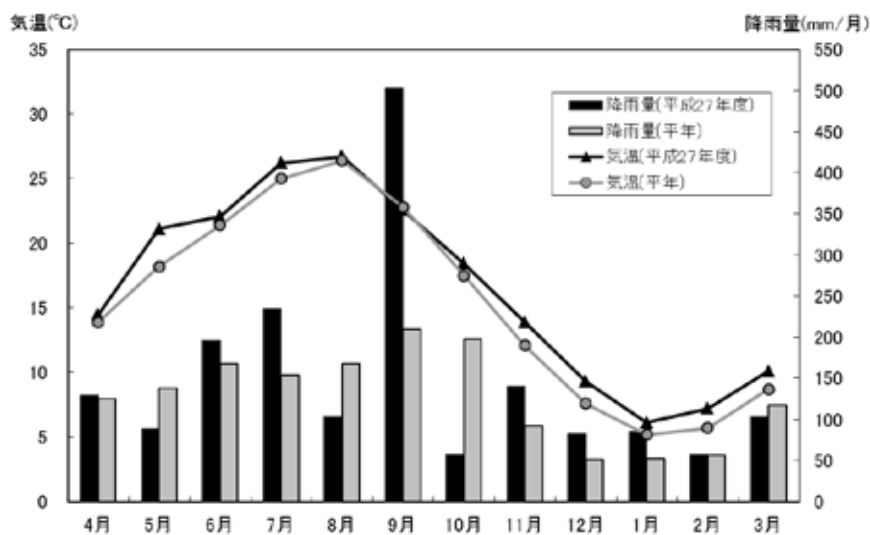


図3 降雨量及び気温の月変化(平成 27 年度と平均^(※2)との比較)

(※2) 昭和 56 年～平成 22 年の平均値

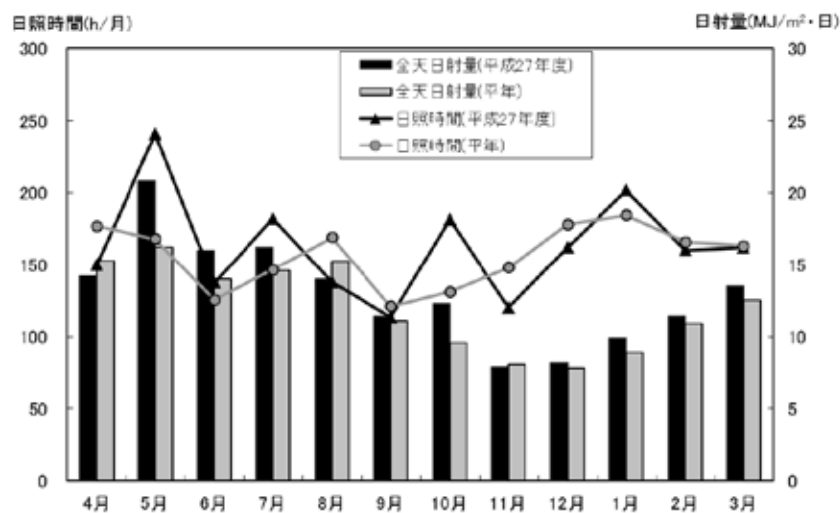


図4 全天日射量及び日照時間の月変化(平成 27 年度と平均^(※2)との比較)

イ 各赤潮の発生状況及び特徴

赤潮調査、水質測定調査及びその他の調査を総合して判定した、平成 27 年度に発生した赤潮の概要及び特徴は次のとおりである。なお、平成 27 年度赤潮発生件数は 16 回 81 日であった。

植物プランクトンの月別出現状況を表 5 に、優占プランクトンや水質等を表 6 に示す。発生水域*は、赤潮が発生していた各期間内で、複数日調査を行っている場合は、最も広範囲で赤潮が広がっていた調査日の状況を示した。色相は、赤潮発生水域内の外観の色である。

各赤潮の発生状況及び特徴は次のとおりである。

*発生水域: 全 8 地点ある「東京都内湾」の調査地点のうち、港湾区域に位置するお台場海浜公園、St.6、St.11、St.23 の 4 地点を特に「東京港内」として区別した。

【 第 1 回 】

(期間) 平成 27 年 5 月 1～5 月 14 日の 14 日間

(発生水域) 東京港内全域

(優占種) *Prorocentrum minimum*

(概要)

- ・5 月 1 日の赤潮調査では、St.8、St.22、St.35 を除く全ての地点で広範囲に概観が緑褐色に着色し、地点により *Prorocentrum minimum*、*Skeletonema costatum*、*Thalassiosoraceae* が優占種であった。
- ・5 月 7 日、8 日の内湾調査では、お台場、St.5、St.11、St.22、St.23 の概観が茶褐色に着色した。St.23 では、優占種の *Prorocentrum minimum* が 27,600 細胞/ml、*Heterosigma akashiwo* が 2,190 細胞/ml 計測され赤潮と判定された。
- ・5 月 12 日の赤潮調査は、お台場、St.5、St.6 の 3 地点のみの調査であったが、いずれも緑褐色に着色し、分析した St.6 はクロロフィル濃度が 55mg/m³ で赤潮と判定された。優占種の *Prorocentrum minimum* が 7,010 細胞/ml、*Skeletonema costatum* が 6,590 細胞/ml 計測された。

- ・5 月 14 日の付着生物調査では、St.6 付近の 13 号地船着場では赤潮が確認され、透明度は 1m であった。
- ・5 月 19 日の赤潮調査では、St.6 で優占種は *Skeletonema costatum* の赤潮と判定された。以上のことから、少なくとも 5 月 1 日から 14 日の 14 日間、*Prorocentrum minimum* による第 1 回赤潮が発生したと判断した。

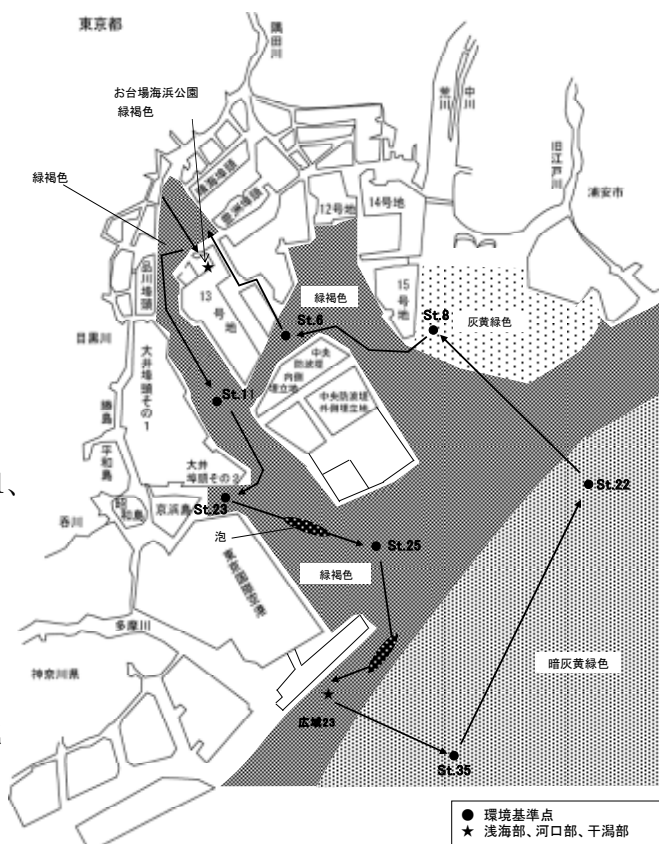


図5-1 第1回赤潮発生水域(5月1日調査)

【 第 2 回 】

(期間) 平成 27 年 5 月 19 日～5 月 26 日の 8 日間

(発生水域) 東京港内全域

(優占種) *Skeletonema costatum*

(概要)

・5月19日の赤潮調査で、St.6は優占種が *Skeletonema costatum* の赤潮と判定された。

・5月26日の赤潮調査では、お台場、St.6、St.11、St.23、St.25で着色し、優占種は *Skeletonema costatum* の赤潮と判定された。また、St.6、St.11、St.22は底層が貧酸素となっていた。以上のことから、少なくとも5月19日～26日の8日間、St.6を中心とした湾内の大部分において *Skeletonema costatum* による第2回赤潮が発生したと判断した。

【第3回、第4回】

○第3回

(期間) 平成27年6月10日～6月23日の14日間

(発生水域) 東京都内湾の一部

(優占種) *Heterosigma akashiwo*

○第4回

(期間) 平成27年6月10日～6月23日の14日間

(発生水域) 東京都内湾の一部

(優占種) *Heterocapsa lanceolata*

○概要

- ・6月10日の赤潮調査では、8日夜から9日にかけて33mmの降雨があった。St.6、22、25、35で茶色～緑褐色に着色し、赤潮が確認された。優占種は *Heterosigma akashiwo* であった。
- ・6月11日の運河調査では、京浜大橋で *Heterosigma akashiwo* による赤潮が確認された。
- ・6月16日の赤潮調査では、St.35以外の地点で赤潮が確認された。優占種は *Heterocapsa lanceolata*、*Skeletonema costatum*、*Prorocentrum triestium*、*Heterosigma akashiwo* であった。
- ・6月23日の赤潮調査では、St.8以外で赤潮が確認された。優占種は *Heterocapsa lanceolata*、*Skeletonema costatum*、*Heterosigma akashiwo* であった。この日20mmの降雨があったことから、少なくとも6月10日から23日の14

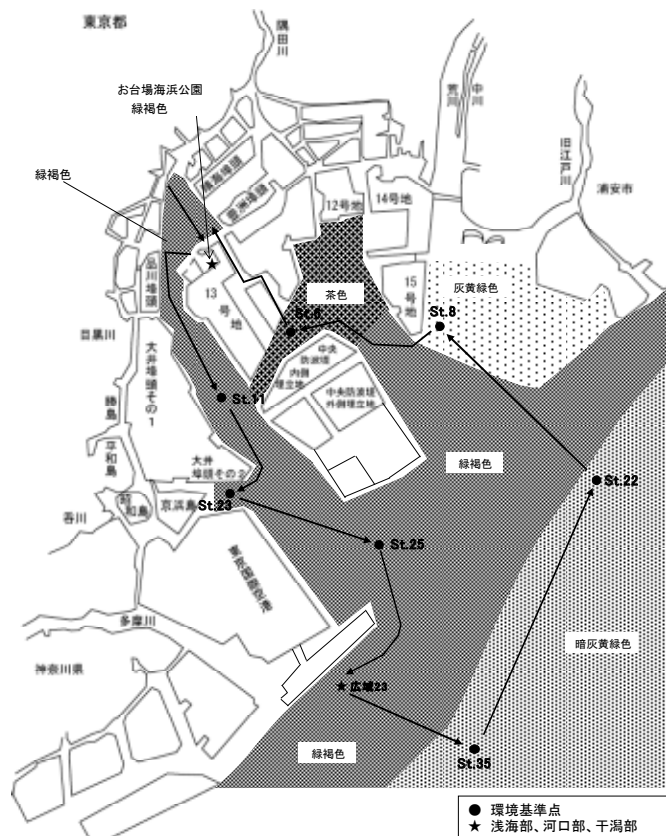


図5-2 第2回赤潮発生水域(5月26日調査)

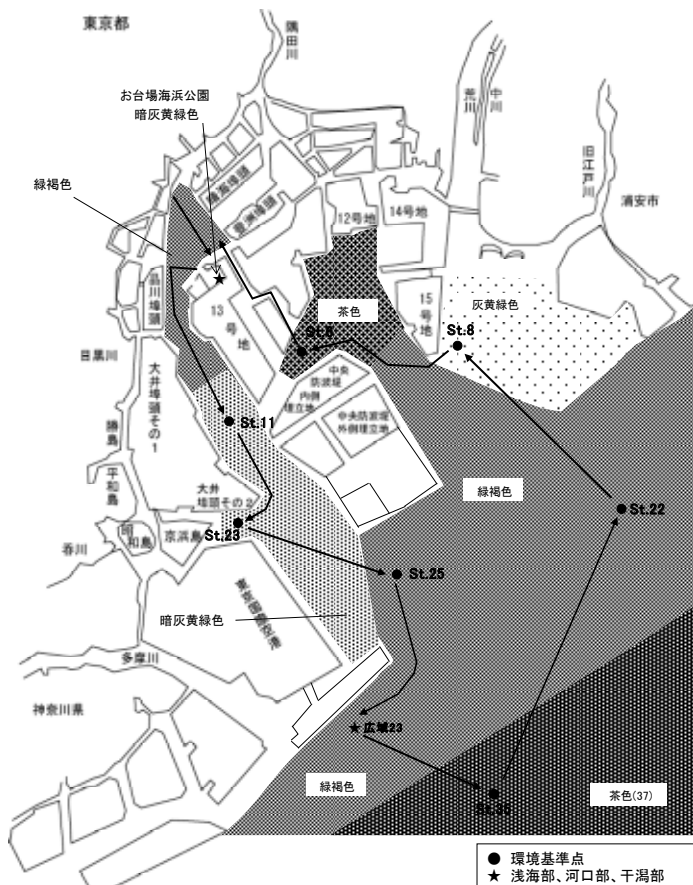


図5-3 第3回、第4回赤潮発生水域(6月10日調査)

日間、St. 35を含む内湾の一部で *Heterosigma akashiwo* による第3回赤潮、同時期にお台場、St.6を含む港内の一部で *Heterocapsa lanceolata* による第4回赤潮が発生したと判断した。

【 第5回 】

(期間) 平成26年6月24日～6月30日の7日間

(発生水域) 東京港内の一部

(優占種) *Skeletonema costatum*

(概要)

・6月23日に21mm、26日に13mmの降雨があったが、6月30日の赤潮調査では、St.8以外で赤潮が確認された。優占種は *Skeletonema costatum* であった。したがって、少なくとも6月24日から30日までの7日間、お台場、St.6など港内の一部で *Skeletonema costatum* による第5回赤潮が発生したと判断した。

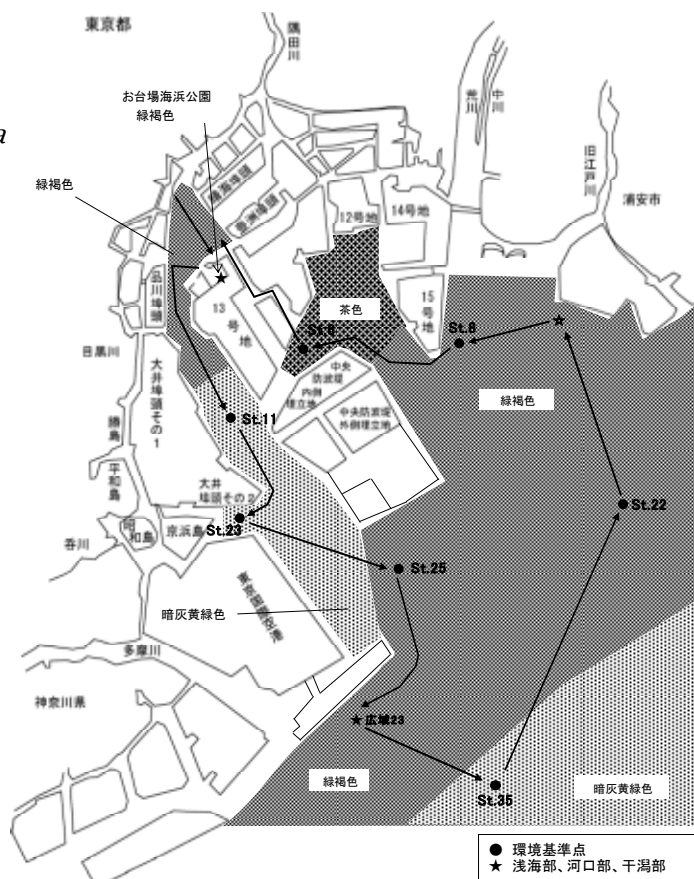


図5-4 第3回、第4回赤潮発生水域(6月16日調査)

【 第6回、第7回、第8回、第9回、第10回 】

○第6回

(期間) 平成27年7月8日～7月13日の6日間

(発生水域) 東京港内の一部

(優占種) *Thalassiosoraceae*

○第7回

(期間) 平成27年7月14日～7月20日の7日間

(発生水域) 東京都内湾の大部分

(優占種) *Skeletonema costatum*

○第8回

(期間) 平成27年7月14日の1日間

(発生水域) 東京港内の一部

(優占種) *Prorocentrum micans*

○第9回

(期間) 平成27年7月21日～7月23日の3日間

(発生水域) 東京都内湾の一部

(優占種) *Heterosigma akashiwo*

○第10回

(期間) 平成27年7月24日の1日間

(発生水域) 東京都内湾の一部

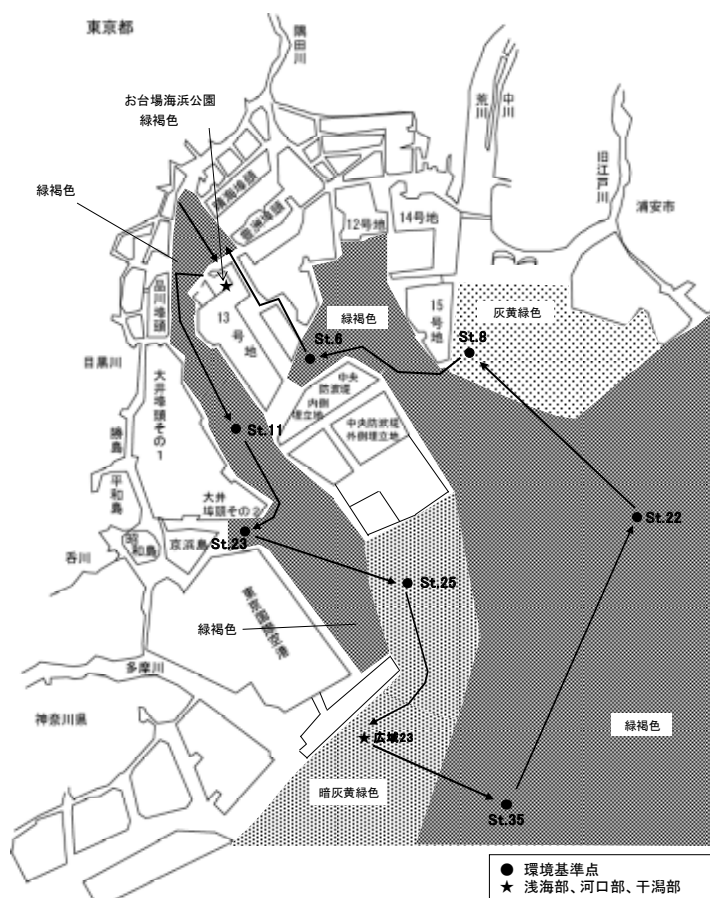


図5-5 第5回赤潮発生水域(6月30日調査)

○概要

・14、15、21、24 日に実施した全地点調査では、16 日と 17 日に合わせて 78mm の降雨があり、お台場、St.5、St.6、St.22、St.25 で赤潮判定された。

したがって、少なくとも7月8日～13日までの6日間、St.6を中心とした港内の一部で第6回赤潮(優占種 *Thalassiosiraceae*)、7月14日～20日までの7日間、隅田川河口部を中心とした内湾の大部分で第7回赤潮(優占種 *Skeletonema costatum*)、7月14日～少なくとも1日間、St.12を中心とした港内の一部において第8回赤潮(優占種 *Prorocentrum micans*)、さらに7月21日から23日までの3日間、St.25を中心とした内湾の一部で第9回赤潮(優占種 *Heterosigma akashiwo*)、7月24日から少なくとも1日間、St.22を中心とした内湾の一部で第10回赤潮(優占種 *Euglenophyceae*)が発生したと判断する。

【 第 11 回 】

(期間) 平成27年7月25日～7月28日の

4日間

(発生水域)東京都内湾全体

(優占種) Thalassiosiraceae

(概要)

・7月28日の赤潮調査では、24日の前調査から降雨はなかった。全地点緑褐色に着色し、赤潮が確認された。優占種は *Thalassiosiraceae* であった。浦安沖と千葉沖

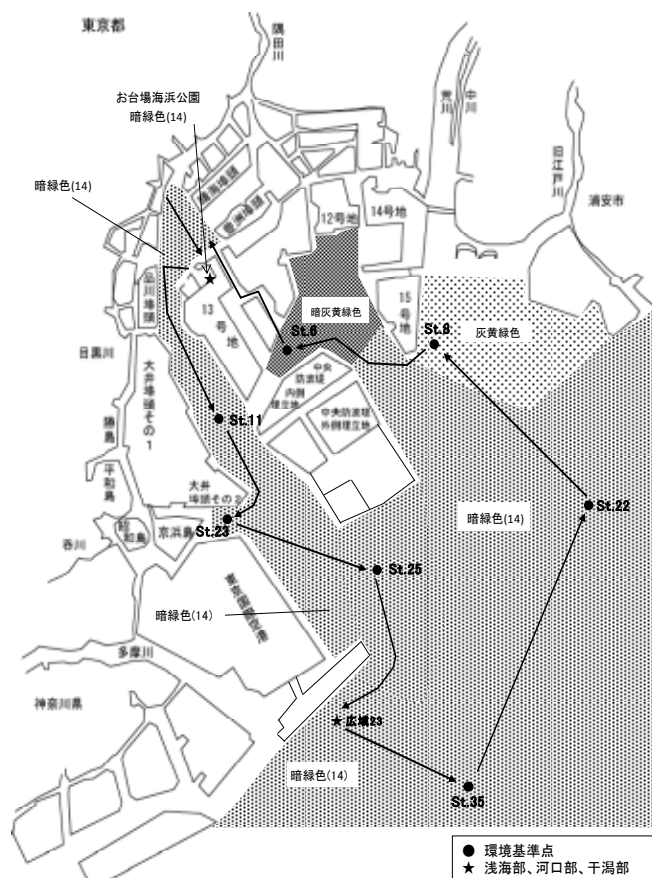


図5-6 第6回赤潮発生水域(7月8日調査)

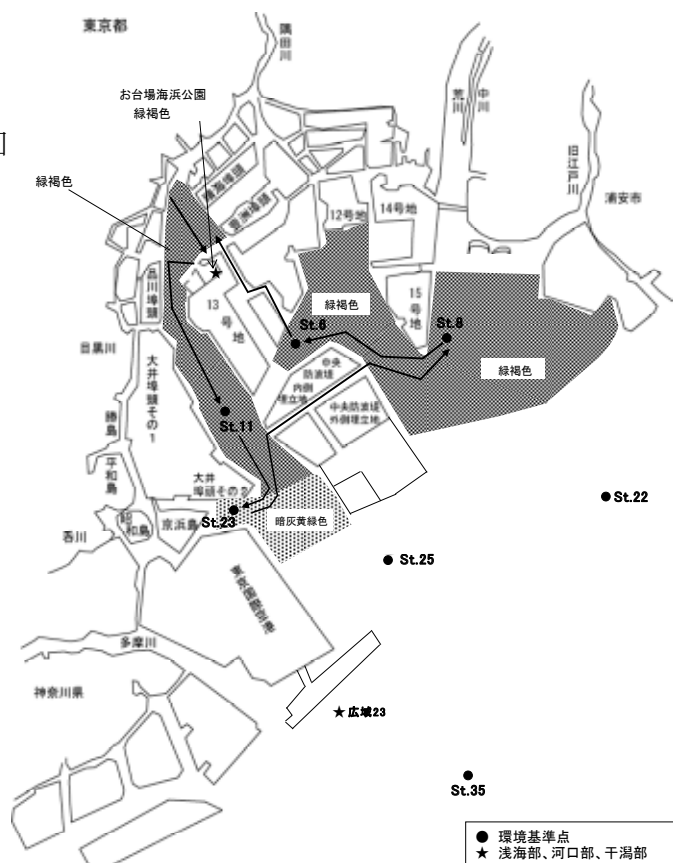


図5-7 第9回赤潮発生水域(7月22日調査)

のモニタリングポストのデータによると、この前後のクロロフィル濃度は、25～28 日までは高くその後減少していた。したがって、7 月 25 日から 28 日までの 4 日間、内湾全域で第 11 回赤潮(優占種 *Thalassiosiraceae*)が発生したと判断する。

【 第 12 回、第 13 回 】

○第 12 回

(期間) 平成 27 年 8 月 4 日～8 月 17 日の

14 日間

(発生水域)東京港内の一部

(優占種) *Thalassiosiraceae*

○第 13 回

(期間) 平成 27 年 8 月 5 日

(発生水域) 東京港内の一部

(優占種) *Skeletonema costatum*

○概要

- ・8 月 4 日 5 日に内湾調査を実施した。5 日連続猛暑日であった。St.6、St.11 で赤潮が確認された。優占種はそれぞれ *Thalassiosira binata* および *Skeletonema costatum* であった。

- ・11 日に赤潮調査を実施し、St.6 で赤潮が確認された。優占種は *Thalassiosiraceae* であった。

- ・18 日に赤潮調査を実施した。16～17 日にかけて 41.5mm の降雨があり、強風とうねりのために港内のみの調査となったが、赤潮は確認されなかった。

したがって、8 月 4 日から 17 日までの 14 日間、St.6 を中心とした港内の一部にて第 12 回赤潮(優占種 *Thalassiosiraceae*)が発生したと判断する。また、8 月 5 日から少なくとも 1 日間、St.11 を中心とした港内の一部にて第 13 回赤潮(優占種 *Skeletonema costatum*)が発生したと判断する。

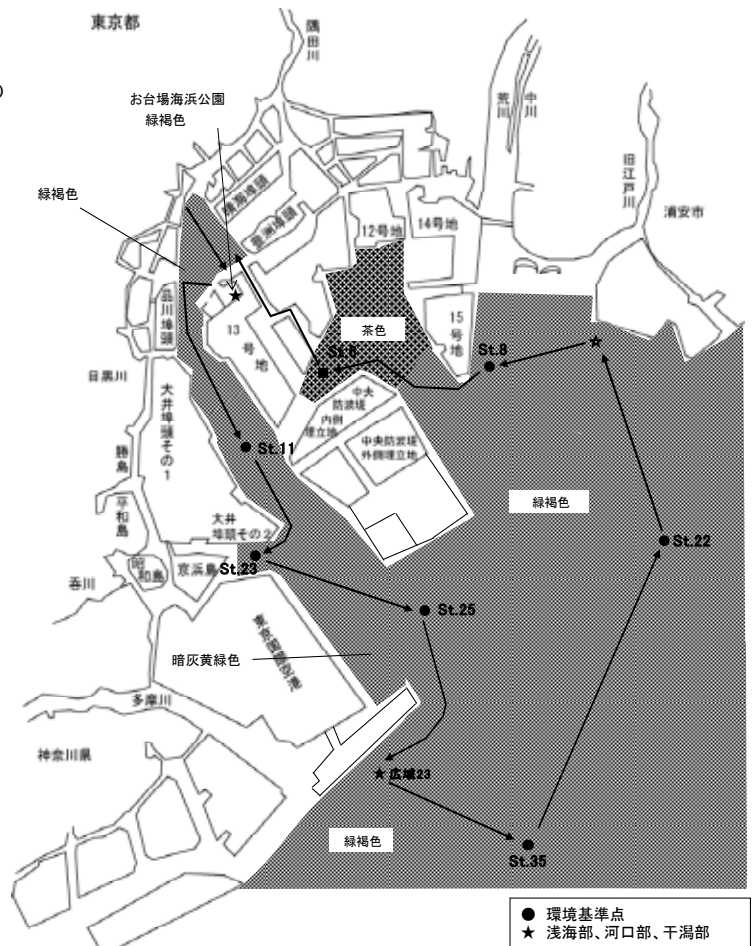


図5-8 第11回赤潮発生水域(7月28日調査)

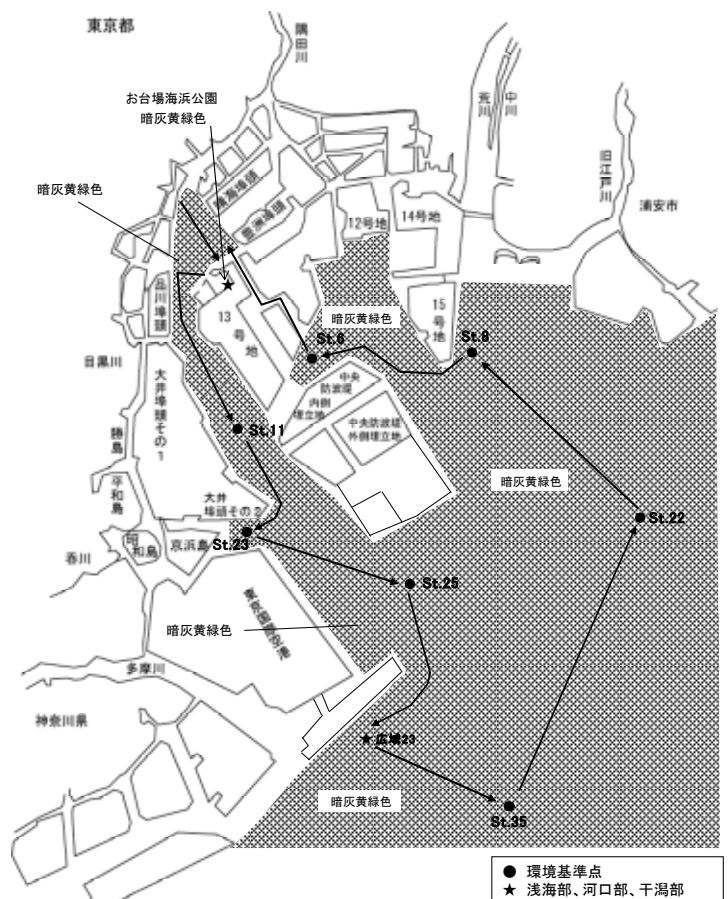


図5-9 第12回赤潮発生水域(8月11日調査)

【 第 14 回 】

(期間) 平成 27 年 8 月 25 日の 1 日間

(発生水域) 東京港内の一部

(優占種) *Skeletonema costatum*

(概要)

・8 月 25 日の赤潮調査では、強風のため沖は調査ができなかった。着色が薄かったが St.6 のみ赤潮が確認され、優占種は *Skeletonema costatum* であった。St.6 の底層は貧酸素状態であったほか、St.11 では 10m 層が貧酸素状態であった。また、24 日から 4 日間千葉では青潮が発生した。したがって、8 月 25 日から少なくとも 1 日間 St.6 を中心とした内湾の一部にて第 14 回赤潮(優占種 *Skeletonema costatum*)が発生したと判断された。

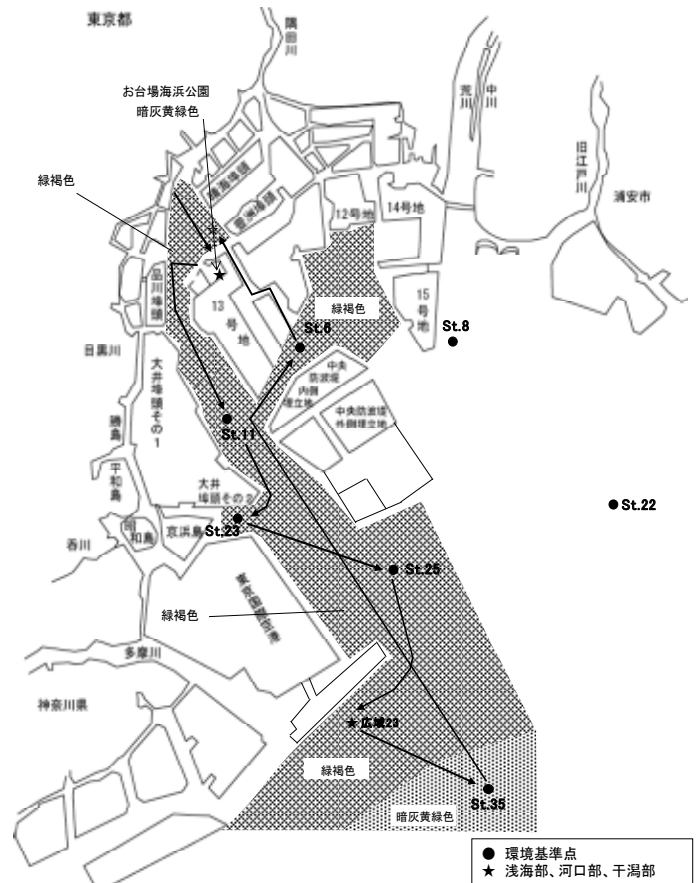


図5-10 第14回赤潮発生水域(8月25日調査)

【 第 15 回 】

(期間) 平成 27 年 9 月 1 日の 1 日間

(発生水域) 東京都内湾の一部

(優占種) *Skeletonema costatum*

(概要)

・9 月 1 日 2 日に内湾調査を実施した。St.22 のみが着色し、赤潮判定される 50mg/L をわずかに超えるクロロフィル濃度であった。優占種は *Skeletonema costatum* であった。

・千葉の自動モニターによる表層クロロフィル濃度のピークは 1 日に見られた。以上から、9 月 1 日から少なくとも 1 日間、St.22 を中心とした内湾の一部に第 15 回赤潮(優占種 *Skeletonema costatum*)が発生したと判断する。

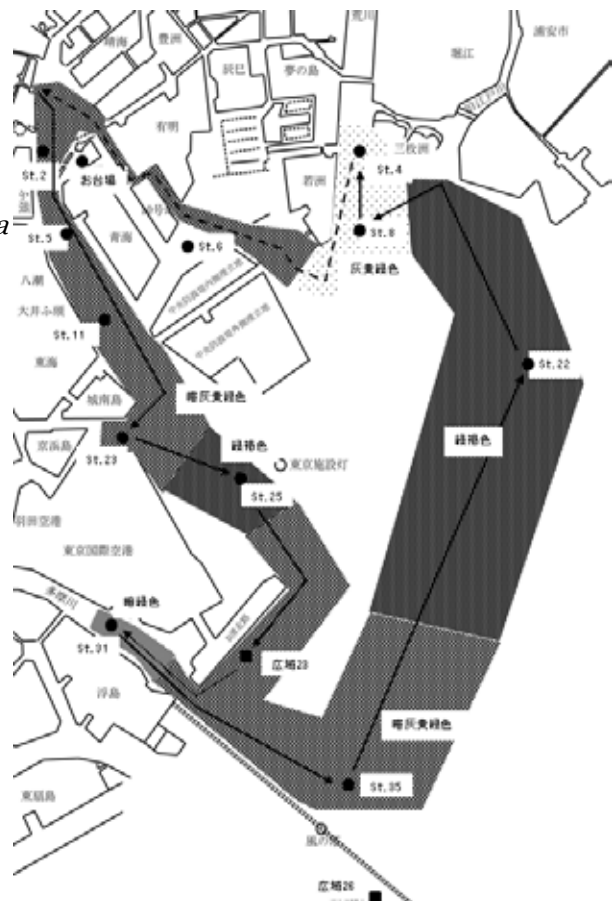


図5-11 第15回赤潮発生水域(9月1日調査)

【 第 16 回 】

(期間) 平成 27 年 9 月 15 日の 1 日間

(発生水域) 東京都内湾の一部

(優占種) *Skeletonema* 類

(概要)

・9 月 15 日に赤潮調査を実施した。調査前には台風 18 号の影響により、鬼怒川の堤防決壊があ

った。東京でも6～10日にかけ300mmを超える降雨があった。薄い着色があり、St.6と、ほぼ50mg/Lのクロロフィル濃度であるとして、St.25が赤潮と判定された。優占種は *Skeletonema* 類であった。また、16～18日にかけて84mmの降雨があった。

・千葉の自動モニターによる表層クロロフィル濃度のピークは13日に見られた。以上から、9月15日の1日間、St.6を中心とした内湾の一部にて第16回赤潮(優占種 *Skeletonema* 類)が発生したと判断する。

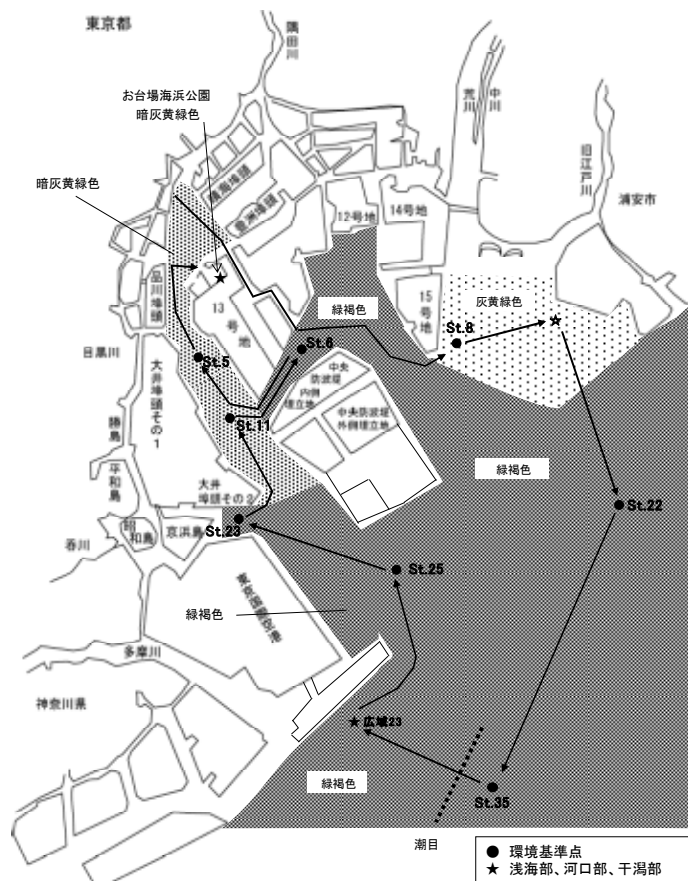


図5-12 第16回赤潮発生水域(9月15日調査)

東京湾再生推進会議の手法による赤潮発生割合

調査回数に占める赤潮確認回数の割合で示す手法で算出した赤潮発生割合を以下に示す。

$$\text{赤潮発生割合(\%)} = (\text{赤潮が1か所でも確認された回数} \div \text{調査回数}) \times 100$$

平成27年度は49%であった。

赤潮発生割合(東京都)

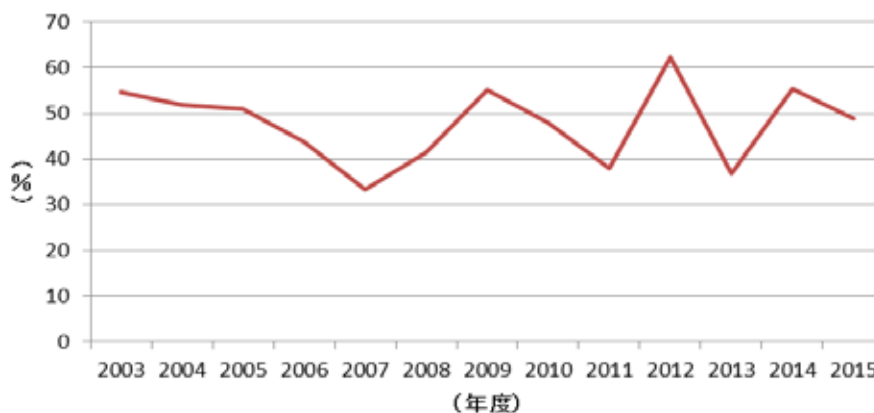


表5 植物プランクトンの月別出現状況と第一優占種となった回数

(平成 27 年度)

門	綱	学名	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	回数		
渦鞭毛藻植物	渦鞭毛藻	Cryptomonadaceae	●	●	●	●	●	●	●	●	◎	●	●	◎	22		
		<i>Prorocentrum micans</i>				●					△	△			0		
		<i>Prorocentrum minimum</i>	○	●		●				○		△			3		
		<i>Prorocentrum triestinum</i>								●					0		
		<i>Gymnodinium sanguineum</i>									○				0		
		<i>Gymnodinium</i> sp.			○					◎		△	△		0		
		<i>Gyrodinium</i> sp.		●	●	◎	◎				△	△			0		
		Gymnodiniales		◎	○		○	△		○	○	○			0		
		<i>Heterocapsa triquetra</i>	◎												0		
		<i>Heterocapsa</i> sp.	○		◎	◎	●	◎	◎		◎	◎	◎		1		
		<i>Protoperidinium bipes</i>			○	◎					△	△			0		
		<i>Protoperidinium</i> sp.									△				0		
		<i>Gonyaulax</i> sp.											△		0		
		<i>Ceratium furca</i>									△				0		
		<i>Ceratium fusus</i>	◎												0		
		<i>Ceratium kofoidii</i>			◎										0		
		Peridinales		◎	◎	●	◎					△	○			0	
黄色植物	黄金色藻	<i>Apedinella spinifera</i>													0		
		<i>Vicicitus globosus</i>									●				0		
		Pedinellaceae										△	△		0		
		<i>Distephanus speculum</i>											◎		0		
		<i>Ebria tripartita</i>	△			○							△		0		
															0		
	珪藻	<i>Cyclotella</i> sp.			●	○		◎	◎	○	△				○	0	
		<i>Detonula pumila</i>				◎										0	
		<i>Skeletonema costatum</i>	●	●	◎	●	●	●	●	●	○	◎	●	●	26		
		<i>Skeletonema potamos</i>				●				○	△				○	1	
		<i>Skeletonema</i> sp.	○								○			●	◎	2	
		<i>Thalassiosira binata</i>				●	●	●								4	
		<i>Thalassiosira curviseriata</i>														0	
		<i>Thalassiosira</i> sp. (cf.mala)	◎										●	●	◎	9	
		<i>Thalassiosira</i> sp.	○	○		●		●	◎	○	△	△	○	○	0		
		Thalassiosiraceae	○	○	●	●	●	◎	●	◎	○				●	11	
		<i>Leptocylindrus danicus</i>	◎	●	◎	●		●	○	○			○		◎	1	
		<i>Leptocylindrus minimus</i>			◎				○	○	○					0	
		<i>Melosira varians</i>	△											○		0	
		<i>Coscinodiscus</i> sp.										△				0	
		<i>Asteromphalus cleveanus</i>											△			0	
		<i>Rhizosolenia delicatula</i>									○		△			0	
		<i>Rhizosolenia fragilissima</i>	◎	●		◎					○					0	
		<i>Cerataulina dentata</i>								◎						0	
		<i>Cerataulina pelagica</i>	○	◎	○	●	◎									0	
		<i>Eucampia zodiacus</i>		●		●										○	0
		<i>Chaetoceros affine</i>									○		△	◎		0	
		<i>Chaetoceros constrictum</i>												◎	◎	0	
		<i>Chaetoceros danicum</i>												○	○	0	
		<i>Chaetoceros debile</i>									◎	○	◎	◎		0	
		<i>Chaetoceros didymum</i>												○	○	0	
		<i>Chaetoceros lorenzianum</i>										○				0	
		<i>Chaetoceros radicans</i>												△	●	●	2
		<i>Chaetoceros sociale</i>	○		●				●	○	△		△	◎	◎	1	
		<i>Chaetoceros</i> subgen.Hyalochaete	○		●	●	◎			○	○	△				◎	0
		<i>Ditylum brightwellii</i>											△				0
		<i>Lithodesmium variabile</i>										△	△				0
		<i>Asterionella formosa</i>	△														0
		<i>Fragilaria crotonensis</i>														○	0
		<i>Neodelphineis pelagica</i>								●							0
		<i>Thalassionema nitzschioides</i>	○										△	△			0
		<i>Navicula</i> sp.			△									△			0
		<i>Pleurosigma</i> sp.								◎							0
		<i>Cylindrotheca closterium</i>	△	◎		●	●							△	○		0
		<i>Nitzschia pungens</i>			◎	◎						○				○	0
		<i>Nitzschia</i> sp.	△		●	◎			●	●	○						0
		<i>Pseudo-nitzschia multistriata</i>				◎				◎	●	◎					7
		Pennales												△			0
			ラフト藻	<i>Heterosigma akashiwo</i>		●	◎	●				○					0
	ミドリムシ植物	ミドリムシ	Euglenophyceae		●	◎	●	●	◎	◎			○			0	
																0	
緑色植物	緑藻	Prasinophyceae	◎	◎			●		◎	○	△	○		◎	0		
		<i>Chlamydomonas</i> sp.					●									0	
		<i>Ankistrodesmus</i> sp.										△				0	
		<i>Monoraphidium contortum</i>			△							△				0	
		<i>Scenedesmus</i> sp.			△				○		○	△				0	
その他の微細鞭毛藻類		other Micro-flagellates	◎	●	●	●	●	●	●	●	◎	●	◎	◎	7		

(注) 表中の記号は、優占10種についての内湾環境基準点8地点の出現細胞数合計を示し、

△：10未満 ○：10以上100未満 ◎：100以上1,000未満 ●：1,000以上 を表す。(単位：×10⁶細胞数/m³)

97

表6 赤潮発生時の優占プランクトン及び水質

(平成27年度)

回	発生期間	日数	発生 (注1) 水域	優占プランクトン(注2)	最多細胞 数(細胞 (注3) /ml)	水質データ(注4)						塩分
						COD 最大値 (mg/L)	透明度 最小値 (m)	クロフィル 最大値 (mg/m ³)	DO 最大値 (mg/L)	pH 最大値	水温 (°C)	
1	5月1日 ~ 5月14日	14	④	<i>Prorocentrum minimum</i>	27,600	10.0	0.7	203.0	>20.0	8.8	18 ~ 21	21 ~ 28
2	5月19日 ~ 5月26日	8	④	<i>Skeletonema costatum</i>	80,100	—	0.9	111.0	>20.0	9.0	20 ~ 22	21 ~ 25
3	6月10日 ~ 6月23日	14	③	<i>Heterosigma akashiwo</i>	45,400	—	0.6	312.0	>20.0	9.1	21 ~ 24	16 ~ 25
4	6月10日 ~ 6月23日	14	③	<i>Heterocapsa lanceolata</i>	24,700	—	0.6	312.0	>20.0	9.1	21 ~ 24	16 ~ 25
5	6月24日 ~ 6月30日	7	⑤	<i>Skeletonema costatum</i>	123,000	—	0.8	146.0	>20.0	9.1	23 ~ 24	17 ~ 26
6	7月8日 ~ 7月13日	6	①	<i>Thalassiosiraceae</i>	38,400	—	1.5	71.7	9.4	8.4	22	20
7	7月14日 ~ 7月20日	7	②	<i>Skeletonema costatum</i>	53,900	8.0	1.0	118.0	12.5	8.7	25 ~ 25	19 ~ 24
8	7月14日 ~ 7月14日	1	①	<i>Prorocentrum micans</i>	1,320	6.7	1.1	105.1	12.2	8.7	25 ~ 25	19 ~ 24
9	7月21日 ~ 7月23日	3	③	<i>Heterosigma akashiwo</i>	3,960	8.0	1.0	131.0	12.4	8.9	26 ~ 27	13 ~ 17
10	7月24日 ~ 7月24日	1	③	<i>Euglenophyceae</i>	4,560	6.4	1.1	85.9	12.5	9.0	27	19
11	7月25日 ~ 7月28日	4	①	<i>Thalassiosiraceae</i>	57,400	—	0.8	203.0	16.9	9.1	27 ~ 29	14 ~ 22
12	8月4日 ~ 8月17日	14	⑤	<i>Thalassiosiraceae</i>	16,200	6.0	1.1	76.6	12.4	9.0	28 ~ 29	20 ~ 29
13	8月5日 ~ 8月5日	1	⑤	<i>Skeletonema costatum</i>	2,020	5.5	1.3	40.7	8.5	8.5	28 ~ 29	19 ~ 23
14	8月25日 ~ 8月25日	1	⑤	<i>Skeletonema costatum</i>	45,100	—	1.2	110.0	9.1	8.5	25	21
15	9月1日 ~ 9月1日	1	③	<i>Skeletonema costatum</i>	6,770	4.1	1.5	51.1	10.5	8.3	23	27
16	9月15日 ~ 9月15日	1	③	<i>Skeletonema sp.</i>	5,420	—	1.2	57.8	12.4	8.4	24	14

(注1) 発生水域は次の記号で表示した。①: 東京都内湾全体 ②: 東京都内湾の大部分 ③: 東京都内湾の一部 ④: 東京港内全域 ⑤: 東京港内の一部

(注2) 優占種が地点により異なる場合は、総合的に判断して赤潮プランクトンを決定した。

(注3) 優占プランクトンの最多細胞数を示した。

(注4) 赤潮有りと判断された地点のみのデータを使用した。

(注5) 同じ日に2種以上の赤潮が発生している場合でも、発生日数は1日とした。

発生日数(注5)	81
----------	----

ウ 赤潮の発生水域及び継続日数

表 7 に赤潮発生期間別発生回数の経年変化を示す。

平成 27 年度は、発生した赤潮の 50%（8 回）が継続日数 5 日間以内であり、比較的短期間で赤潮が収束する現象は、過去の赤潮の発生状況と同様の傾向であった。一方、発生日数が最長の赤潮は平成 26 年度と同様に 14 日間で、5 月 1 日から 5 月 14 日まで発生した第 1 回赤潮、6 月 10 日から 6 月 23 日まで発生した第 3 回及び第 4 回赤潮、8 月 4 日から 8 月 17 日まで発生した第 12 回赤潮であった。

表 8 に調査日における調査地点別の赤潮発生状況、表 9 に赤潮発生水域規模の経年変化、図 7 に優占プランクトン別赤潮発生時期と規模を示す。

地点別の赤潮発生状況は、平成 27 年度に赤潮を確認した日が最も多かったのは、東京港内でも特に閉鎖性の強い水域にある St.6 で、最も少なかったのは、荒川河川水の影響を強く受ける St.8 であった。

発生水域の規模でみると、平成 27 年度では東京都内湾の全体または大部分に広がった赤潮が 4 回（全体の 25%）あり、平成 26 年度の 53%と比較すると、規模の大きな赤潮の割合が少なかった。

プランクトン種別で赤潮の発生時期及び規模を見ると、5 月上旬に渦鞭毛藻類の *Prorocentrum minimum*、5 月中旬から下旬にかけて珪藻類の *Skeletonema costatum* による赤潮が発生した。6 月中旬はラフィド藻類である *Heterosigma akashiwo* と *Heterosigma lanceolata* による赤潮が同時期に発生し、6 月下旬に珪藻類の *Skeletonema costatum* による今年度最も細胞数が多い赤潮が発生した。7 月中旬に珪藻類の *Skeletonema costatum*、渦鞭毛藻類の *Prorocentrum micans*、7 月下旬にミドリムシ類の *Euglenophyceae*、7 月中旬から 8 月中旬にかけて珪藻類の *Thalassiosiraceae*、それと重なるように、8 月上旬以降は珪藻類の *Skeletonema costatum* による赤潮がほとんどであった。

表 7 赤潮発生期間別発生回数の経年変化

発生期間 延日数	発生回数																																			
	S 55 年度	56 年度	57 年度	58 年度	59 年度	60 年度	61 年度	62 年度	63 年度	H 1 年度	2 年度	3 年度	4 年度	5 年度	6 年度	7 年度	8 年度	9 年度	10 年度	11 年度	12 年度	13 年度	14 年度	15 年度	16 年度	17 年度	18 年度	19 年度	20 年度	21 年度	22 年度	23 年度	24 年度	25 年度	26 年度	27 年度
1～2日	14	4	16	8	3	4	14	8	5	5	3	4	5	4	2	3	5	2	3	4	2	5	4	6	4	5	4	2	3	5	5	2	9	3	5	6
3～5日	3	3	6	6	4	6	4	5	5	5	8	8	3	3	4	8	4	11	11	7	8	7	5	6	6	12	9	7	6	6	3	7	4	7	5	2
6～10日	1	5	7	4	3	3	4	3	5	3	5	1	1	7	6	4	9	5	2	4	7	6	4	4	8	5	4	4	5	3	4	3	2	4	6	4
11～15日	1	4	1	1	0	5	0	0	1	0	1	1	3	1	1	0	1	1	2	4	2	0	2	2	0	0	1	0	1	1	1	3	1	0	1	4
16～20日	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	2	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	2	1	1	1	0	1	1	0	0
21日以上	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
計	20	17	32	19	12	18	23	18	16	14	17	15	12	15	15	18	20	19	19	20	20	19	16	18	18	22	18	15	16	16	15	15	18	15	17	16

表8-1 調査日における調査地点別の赤潮発生状況①

調査日	曜日	調査区分	お台場	St.5	St.6	St.8	St.11	St.22	St.23	St.25	St.35	特記事項
4月7日	火	内湾	—	×	×	×	×	—	—	—	—	赤潮確認せず
4月9日	木	内湾	—	—	—	—	—	×	×	×	×	赤潮確認せず
4月17日	金	運河	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
4月20日	月	運河	—	—	—	—	—	—	—	—	—	赤潮確認せず
4月21日	火	DXN/稚魚	—	—	—	—	—	—	—	—	—	赤潮確認せず
4月23日	木	DXN	—	—	—	—	—	—	—	—	—	赤潮確認せず
4月27日	火	赤潮	△	—	△	△	△	△	△	△	△	赤潮確認せず
5月1日	金	赤潮	○	—	●	△	○	○	○	○	△	<i>Prorocentrum minimum</i> <i>Skeletonema costatum</i> , <i>Thalassiosiraceae</i>
5月7日	木	内湾	○	●	×	×	●	—	—	—	—	<i>Prorocentrum minimum</i> <i>Heterosigma akashiwo</i>
5月8日	金	内湾	—	—	—	—	—	×	●	×	×	
5月12日	火	赤潮/運河	○	○	●	—	—	—	—	—	—	<i>Prorocentrum minimum</i> 港南大橋でも
5月14日	木	付着	—	—	○	—	—	—	—	—	—	St.6近くで赤潮
5月15日	金	運河	—	—	—	—	—	—	—	—	—	分室近くで赤潮
5月19日	火	赤潮/鳥	△	△	●	—	△	—	—	—	—	<i>Skeletonema costatum</i> 強風のため内側のみ
5月20日	水	底生	—	—	—	—	—	—	—	—	—	ルート上では赤潮確認せず
5月26日	火	赤潮	●	—	●	△	○	△	○	○	△	<i>Skeletonema</i>
6月2日	火	内湾	△	×	×	×	×	—	×	—	—	
6月3日	水	内湾	—	—	—	—	—	×	—	×	×	非常に透明度が良かった。栄養塩枯渇か
6月10日	水	赤潮/運河	△	—	●	△	△	○	△	●	●	<i>H.lanceolata</i> , <i>H.akashiwo</i>
6月11日	木	運河	—	—	—	—	—	—	—	—	—	京浜大橋で <i>H.akashiwo</i>
6月16日	火	赤潮/稚魚	●	—	●	○	○	○	○	○	△	<i>H.lanceolata</i> , <i>H.akashiwo</i> 城南大橋、人工渚、お台場で赤潮
6月18日	木	鳥	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
6月23日	火	赤潮	●	—	●	△	○	○	○	○	○	<i>Skeletonema costatum</i> , <i>H.akashiwo</i>
6月30日	火	赤潮	●	—	●	△	○	○	○	○	○	<i>Skeletonema costatum</i>
7月8日	水	赤潮	△	—	●	△	△	△	△	△	△	弱い <i>Thalassiosiraceae</i>
7月14日	火	内湾	●	●	●	—	×	—	×	—	—	<i>Skeletonema costatum</i> 、St.12にて <i>P.micas</i> 赤潮
7月15日	水	内湾	—	—	—	×	—	—	—	—	×	
7月21日	火	内湾	—	—	—	—	—	—	—	●	—	<i>Heterosigma akashiwo</i>
7月22日	水	赤潮/運河	●	—	●	○	△	—	△	—	—	

表8-2 調査日における調査地点別の赤潮発生状況②

調査日	曜日	調査区分	お台場	St.5	St.6	St.8	St.11	St.22	St.23	St.25	St.35	特記事項
7月23日	木	運河	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
7月24日	金	内湾	—	—	—	—	—	●	—	—	—	Euglenophyceae
7月28日	火	赤潮	●	○	●	○	○	○	○	○	○	Thalassiosiraceae
8月4日	火	内湾	—	—	—	—	—	—	×	×	×	着色有、透明度1.5m以下CHL50以下
8月5日	水	内湾	×	×	●	×	●	×	—	—	—	他は着色有、透明度1.5m以下CHL50以下
8月11日	火	赤潮	△	—	●	△	△	△	△	△	△	著しい着色なしThalassiosiraceaeが主
8月18日	火	赤潮	△	—	×	欠測	△	欠測	△	△	欠測	
8月20日	木	運河	—	—	—	—	—	—	—	—	—	<i>Skeletonema costatum</i> が優占種 北風吹く
8月21日	金	運河	—	—	—	—	—	—	—	—	—	<i>Skeletonema costatum</i> が優占種 北風吹く
8月25日	火	赤潮	×	—	●	欠測	△	欠測	△	△	△	<i>Skeletonema costatum</i> が優占種 北風吹く
9月1日	火	内湾	—	—	—	×	—	●	×	×	×	優占種 <i>Sk.</i>
9月2日	水	内湾	×	×	×	—	×	—	—	—	—	
9月15日	火	赤潮/運河	△	—	●	△	△	×	△	●	×	<i>Sk.</i> (うすい赤潮)
9月16日	水	運河	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
9月24日	木	内湾底質	—	—	—	—	—	○	○	○	—	<i>Sk.</i>
9月25日	金	内湾底質	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
9月29日	火	赤潮	×	—	×	△	△	△	△	△	×	
10月1日	木	内湾	—	×	×	×	×	—	—	—	—	
10月2日	金	内湾	—	—	—	—	—	×	×	×	×	
10月6日	火	運河	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
10月7日	水	運河	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
11月5日	木	内湾	—	—	—	—	—	×	×	×	×	赤潮なし
11月6日	金	内湾	—	×	×	×	×	—	—	—	—	赤潮なし
11月10日	火	運河	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
11月12日	木	運河	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
12月1日	火	内湾	—	—	—	—	—	×	×	×	×	赤潮なし
12月2日	水	内湾	—	×	×	×	×	—	—	—	—	赤潮なし
12月8日	火	運河	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
12月9日	水	運河	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

表8-3 調査日における調査地点別の赤潮発生状況③

調査日	曜日	調査区分	お台場	St.5	St.6	St.8	St.11	St.22	St.23	St.25	St.35	特記事項
1月5日	火	内湾	—	—	—	×	—	—	—	—	×	
1月6日	水	内湾	—	—	×	—	—	—	—	—	—	
1月7日	木	内湾	—	—	—	—	—	×	—	—	—	
1月8日	金	内湾	—	×	—	—	×	—	×	×	—	
1月13日	水	運河	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1月14日	木	運河	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
2月2日	火	内湾	—	—	—	—	—	—	×	×	×	赤潮なし
2月3日	水	内湾	—	×	×	×	×	×	—	—	—	赤潮なし
2月9日	火	運河	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
2月12日	金	運河	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
3月2日	水	内湾	—	—	—	—	—	×	×	×	×	
3月3日	木	内湾	—	×	×	×	×	—	—	—	—	
3月9日	水	運河	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
3月10日	木	運河	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
調査回数			22	15	30	25	28	25	27	27	25	
発生回数			10	4	17	3	8	9	8	10	4	
出現率(%)			45	27	57	12	29	36	30	37	16	

調査区分が”内湾”となっているものは、「水質測定調査」のうち、内湾調査

調査区分が”運河”となっているものは、「水質測定調査」のうち、運河調査

調査区分が”赤潮”となっているものは、「東京都内湾赤潮調査」

調査区分が”稚魚””成魚””底生””鳥”となっているものは「東京都内湾水生生物調査」

記号について

- 採水分析の結果、『赤潮』とされたもの
- 採水分析しないが、『赤潮』とされたもの
- × 採水分析の結果、『赤潮』ではないと判断されたもの
- △ 採水分析しないが、『赤潮』ではないと判断されたもの

表9 赤潮発生水域規模の経年変化

発生水域		発生回数																																			
		S 55 年度	56 年度	57 年度	58 年度	59 年度	60 年度	61 年度	62 年度	63 年度	H 1 年度	2 年度	3 年度	4 年度	5 年度	6 年度	7 年度	8 年度	9 年度	10 年度	11 年度	12 年度	13 年度	14 年度	15 年度	16 年度	17 年度	18 年度	19 年度	20 年度	21 年度	22 年度	23 年度	24 年度	25 年度	26 年度	27 年度
東京都内湾	全体	4	4	3	3	4	2	2	3	4	2	4	1	2	1	6	5	4	1	1	2	3	2	1	1	0	0	3	1	2	2	1	4	0	0	5	3
	大部分	7	5	8	9	2	2	4	4	7	11	5	7	6	5	4	4	5	12	4	6	3	4	5	5	7	6	3	5	4	6	6	4	7	5	4	1
	一部	4	4	11	4	5	6	12	10	5	1	6	5	1	6	5	8	6	4	10	9	11	8	6	7	4	5	7	7	8	3	4	2	1	4	3	6
東京港内	全体	1	3	3	2	1	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	2	1	0	2	6	0	0	1	1	1	1	2	0	2	2
	一部	4	1	7	1	0	6	3	0	0	0	2	2	3	3	0	1	4	1	4	2	2	3	3	5	5	5	5	2	1	4	3	4	8	6	3	4
計		20	17	32	19	12	18	23	18	16	14	17	15	12	15	15	18	20	19	19	20	20	19	16	18	18	22	18	15	16	16	15	15	18	15	17	16

赤潮プランクトンの種類	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
<i>Skeletonema costatum</i>												
<i>Skeletonema</i> sp.												
<i>Heterosigma akashiwo</i>												
<i>Heterocapsa lanceolata</i>												
Thalassiosiraceae												
<i>Prolocentrum minimum</i>												
<i>Prolocentrum micans</i>												
Euglenophyceae												

【凡例】 網掛けの高さは下記のような規模を示し、幅はおおよその期間を示す。

東京都内湾全体												
内湾の大部分												
内湾の一部												
東京港内全域												
東京港内の一部												

図6 優占プランクトン別赤潮発生時期と規模(平成 27 年度)

エ 赤潮時優占プランクトンの出現状況

優占プランクトン別赤潮発生回数の経年変化を表 10 - 1、10 - 2 に示す。

平成 27 年度に発生した赤潮の第一優占種は、植物プランクトンが 8 種であった。*Skeletonema costatum* (珪藻類) が第一優占種となった回数が最も多く 6 回であった。次いで、*Thalassiosiraceae* (珪藻類) で 3 回であった。珪藻類が第一優占種となる割合は約 62% (延べ 16 回中 10 回) であった。なお、珪藻類が第一優占種となる割合が 50%以上である傾向は、昭和 62 年頃から継続している。

Heterosigma akashiwo (ラフィド藻類) は、昭和53年度、平成15年度及び平成18年度を除き毎年赤潮の主要な優占種として確認されてきており、近年も年度によって変動はあるものの継続的に確認されている。

表 10-1 優占プランクトン別赤潮発生回数の経年変化（昭和 52 年度～平成 8 年度）

赤潮プランクトンの種類\年度		S52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	H1	2	3	4	5	6	7	8
珪藻	<i>Skeletonema costatum</i>	4	8	6	3	5	5	10	4	5	6	5	8	7	10	8	6	8	6	6	9
	<i>Skeletonema</i> sp. (spp.)																				
	<i>Thalassiosira</i> sp.(spp.)		1		3	1	2		1		1	1		1	1	1					3
	Thalassiosiraceae											2		2	1				3	1	
	<i>Thalassiosira binata</i>																				
	<i>Cyclotella</i> sp.(spp.)																		1		1
	<i>Minidiscus comicus</i>				1																
	<i>Leptocylindrus minimus</i>											1									
	<i>Leptocylindrus danicus</i>										1										
	<i>Coscinodiscus granii</i>									1											
	<i>Coscinodiscus</i> sp.		1																		
	<i>Rhizosolenia fragilissima</i>								1	1							1				
	<i>Chaetoceros sociale</i>																			1	
	<i>Chaetoceros cf. salsugineum</i>																1				
	<i>Chaetoceros</i> spp.																				
	<i>Lithodesmium variable</i>				1																
	<i>Eucampia zodiacus</i>										1		2								
	<i>Cylindrotheca closterium</i>						1					1				1					
	<i>Cerataulina dentata</i>																				
	<i>Cerataulina pelagica</i>											1	1								
	<i>Nitzschia pungens</i>															1					
	<i>Pseudo-nitzschia multistriata</i>																				
	種不明珪藻					1	1														
ラフィド藻	<i>Heterosigma akashiwo</i>	1		2	2	3	5	5	1	3	5	5	4	2	1	2	3	1	2	3	4
	<i>Fibrocapsa japonica</i>																				
黄色鞭毛藻	<i>Distephanus speculum</i>														1						
渦鞭毛藻	<i>Gyrodinium instratum</i>																				
	<i>Prorocentrum minimum</i>		2	3	1	2	3		1	1						1				1	
	<i>Prorocentrum dentatum</i>								1												
	<i>Prorocentrum triestinum</i>				2	2	1	1		1		1			1						
	<i>Prorocentrum micans</i>	1	3																		
	<i>Prorocentrum</i> sp.										1										
	Gymnodiniales																				
	<i>Ceratium furca</i>																				
	<i>Heterocapsa triquetra</i>																		1		
	<i>Heterocapsa lanceolata</i>																				
緑藻	<i>Noctiluca scintillans</i>	2					1	1										1	1		
	Chlamydomonadaceae						1										1				
クリプト藻	Cryptomonadaceae						1		2	1	2	1		1				5		1	2
ハプト藻	<i>Gephyrocapsa oceanica</i>																			1	
	Haptophyceae																			1	
ブラシノ藻	<i>Pyramimonas</i> sp.						2		1					1	1						
ミドリムシ藻	Euglenophyceae	4	1		2	1	2			1											
	Eutreptiaceae																				
不明微細鞭毛藻		1	1	3	4	2	4	2		3	6		1		1					3	
織毛虫	<i>Mesodinium rubrum</i>	1		1	1		3			1						1			1		1
種不明				1																	
合計		14	17	16	20	17	32	19	12	18	23	18	16	14	17	15	12	15	15	18	20

(注)優占種が地点により異なる場合は、総合的に判断して赤潮プランクトンを決定した。複合赤潮により合計が合わない場合がある。

平成 8 年度以前の報告書で *Euglena* sp.としていたものは Euglenophyceae と表記を改めた。

Chaetoceros cf. salsugineum には *Chaetoceros* subgen. *Hyalochaete* sp. 及び *Chaetoceros salsugineum* を含む。

表 10-2 優占プランクトン別赤潮発生回数の経年変化（平成 9 年度～平成 27 年度）

赤潮プランクトンの種類\年度		9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
珪藻	<i>Skeletonema costatum</i>	8	8	8	9	6	3	7	5	4	4	3	8	10	3	7	11	8	9	6
	<i>Skeletonema</i> sp. (spp.)																			1
	<i>Thalassiosira</i> sp.(spp.)		2	3	4		3	3	4	4	2	3	1				2		1	
	Thalassiosiraceae	4	1			3	1			1	1		1	3		3		1	2	3
	<i>Tharassiosira binata</i>											1								
	<i>Cyclotella</i> sp.(spp.)				1						1				1					
	<i>Minidiscus comicus</i>																			
	<i>Leptocylindrus minimus</i>																			
	<i>Leptocylindrus danicus</i>			1																
	<i>Coscinodiscus granii</i>																			
	<i>Coscinodiscus</i> sp.																			
	<i>Rhizosolenia fragilissima</i>																			
	<i>Chaetoceros sociale</i>					1														
	<i>Chaetoceros cf. salsugineum</i>											1	1		1					
	<i>Chaetoceros</i> spp.						1												1	
	<i>Lithodesmium variable</i>																			
	<i>Eucampia zodiacus</i>									2	1					3		1		
	<i>Cylindrotheca closterium</i>		1								1									
	<i>Cerataulina dentata</i>										1			1						
	<i>Cerataulina pelagica</i>																			
	<i>Nitzschia pungens</i>																			
	<i>Pseudo-nitzschia multistriata</i>					1	1	2		2	2			1						
	種不明珪藻																			
ラフィド藻	<i>Heterosigma akashiwo</i>	3	3	4	1	1	1		2	2		2	1	1	4	3	3	4	3	2
	<i>Fibrocapsa japonica</i>						1	1	1											
黄色鞭毛藻	<i>Distephanus speculum</i>																			
渦鞭毛藻	<i>Gyrodinium instratum</i>					1														
	<i>Prorocentrum minimum</i>			1						1	3			1			1		1	1
	<i>Prorocentrum dentatum</i>																			
	<i>Prorocentrum triestinum</i>	1										1	1							
	<i>Prorocentrum micans</i>											1								1
	<i>Prorocentrum</i> sp.																			
	Gymnodiniales			1										1						
	<i>Ceratium furca</i>								2				2					1		
	<i>Heterocapsa triquetra</i>																			
	<i>Heterocapsa lanceolata</i>								1	1		1		1						1
緑藻	<i>Noctiluca scintillans</i>			2	4	1		3	1	1			1		3			1		
	Chlamydomonadaceae																			
クリプト藻	Cryptomonadaceae	2	2				3		1	1	1				1					
ハプト藻	<i>Gephyrocapsa oceanica</i>																			
	Haptophyceae																			
ブラシノ藻	<i>Pyramimonas</i> sp.																			
ミドリムシ藻	Euglenophyceae																1			1
	Eutreptiaceae		1																	
不明微細鞭毛藻			1		1	1	1	1							1					
繊毛虫	<i>Mesodinium rubrum</i>	1				4	1	4	2	3	1	1		1	1	1		1		
種不明												1								
合計		19	19	20	20	19	16	18	18	22	18	15	16	20	15	15	18	17	17	16

(注)平成 25 年度は、混合赤潮が2回のため、種の総数が17となっている。

オ 赤潮と水質

(ア) 透明度

透明度は、動植物プランクトンや砂分など水中の懸濁物量によって変化する水の概観を表す指標となりうる。懸濁物のひとつである植物プランクトンの総細胞数と透明度、および植物プランクトンを含む採水試料の沈殿量と透明度の関係を図 7 に示した。

透明度は、植物プランクトンの細胞数やプランクトンを含む懸濁物沈殿量の増加にともない値が低下する傾向を示した。また、細胞数と沈殿量いずれの場合においても、値が小さいときは透明度の変化する割合は大きく、値が大きいは透明度の変化する割合は小さくなる指数曲線の関係を示した。本調査では透明度 1.5m 以下の場合を赤潮状態として判別しており、近似曲線の数式から求められた透明度 1.5m の時の細胞数及び沈殿量の値はそれぞれ $17,548 \times 10^6$ 細胞/ m^3 、 $290 ml/m^3$ であった。

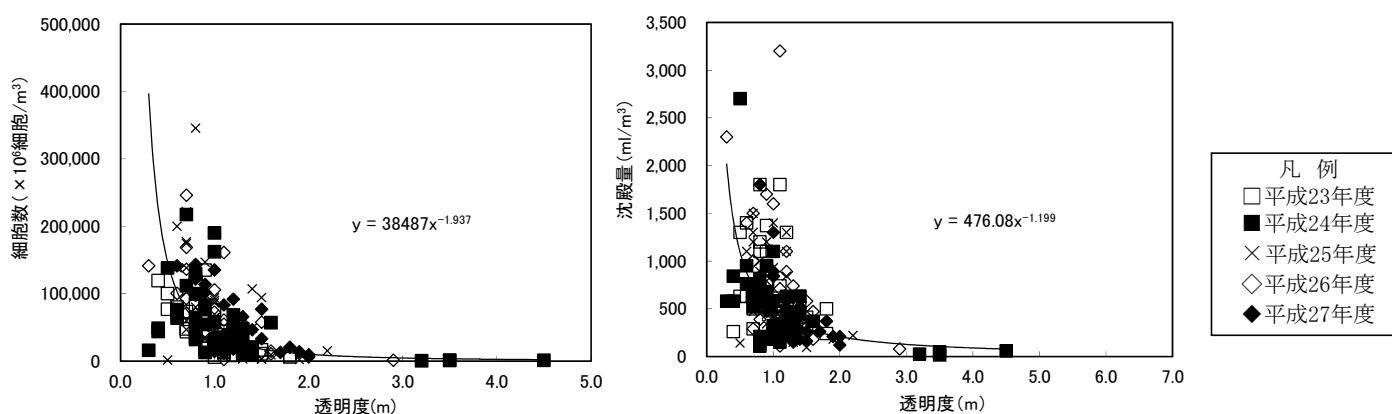


図7 植物プランクトン総細胞数と透明度の関係(左)、及び沈殿量と透明度の関係(右)

(イ) 栄養塩類

植物プランクトンの増加には栄養塩類が必要であり、植物プランクトンが大きく増加した場合、周辺の栄養塩を消費する可能性がある。そこで栄養塩類として T-N(全窒素)および T-P(全リン)に注目し、平成 21 年度から平成 27 年度のデータを用いて植物プランクトン細胞数とそれらの関係を図 8 に示した。

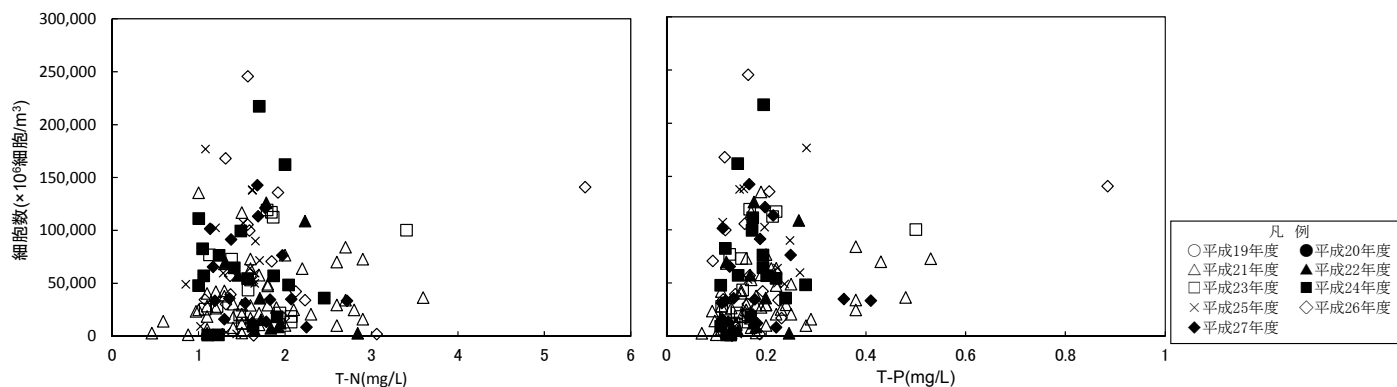


図8 植物プランクトン細胞数と栄養塩類(左:T-N、右:T-P)

総細胞数と T-N および T-P の間に明確な傾向は認められなかった。総細胞数はプランクトンのサイズや細胞内に含まれる物質の量を測定していないため、植物プランクトンの現存量を表すとは限らない。そこで、植物プランクトン現存量の指標のひとつであるクロロフィル a とフェオフィチン濃度の合計値 (Chl+Phaeo) と栄養塩の関係を図 9 に示した。

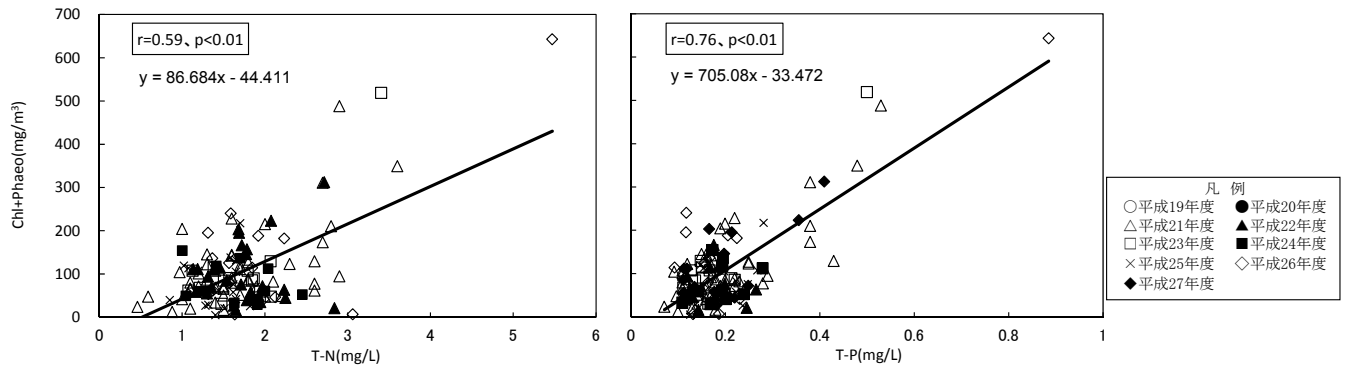


図9 クロロフィル a+フェオフィチン濃度と栄養塩類(左: T-N、右: T-P)

T-N とクロロフィル a+フェオフィチンの合計値の間には相関関係が認められた($r=0.59$ 、 $p<0.01$)。また、T-P とクロロフィル a+フェオフィチンの合計値の間には強い相関関係が認められた($r=0.76$ 、 $p<0.01$)。

(ウ) 主要プランクトンと環境要因

平成19年度から平成27年度に比較的高い頻度で出現した主要な植物プランクトンとして、珪藻類の *Skeletonema costatum*、*Skeletonema* spp.、*Thalassiosira* spp.、*Thalassiosiraceae* および *Chaetoceros* spp.、ラフィド藻類の *Heterosigma akashiwo*、クリプト藻類の *Cryptomonadaceae*、渦鞭毛藻類の *Prorocentrum minimum*、さらに原生動物の繊毛虫類に分類される動物プランクトンの *Mesodinium rubrum* の9種に注目し、細胞数(個体数)と水温及び塩分の関係について検討した。細胞数(個体数)は、それぞれの種が植物・動物プランクトン全体の上位5種以内に含まれたときのデータのみを利用した。

① 主要プランクトン細胞数(個体数)と水温

主要プランクトン細胞数(個体数)と水温の関係を図 10 に示した。平均細胞数(個体数)の3倍以上出現した場合を「多く出現した」として以下に表現した。

S. costatum は水温 16.9～31.4℃で認められ、細胞数は 19.0～30.5℃で多かった。

S. spp. は水温 19.7～31.4℃で認められ、細胞数は 20.2～28.7℃で多かった。

T. spp. は水温 20.1～31.1℃で認められ、細胞数は 27.5～29.1℃と比較的高い水温で多く出現した。

Thalassiosiraceae は水温 16.0～31.1℃で認められ、細胞数は 17.6～30.3℃で多かった。

C. spp. は水温 19.0～31.1℃で認められ、細胞数は 19.0℃および 27.0～30.9℃で多かった。

H. akashiwo は水温 18.3～28.9℃で認められ、細胞数は 23.2～23.5℃と比較的低い水

温で多く出現した。

Cryptomonadaceae は水温 16.1～31.4℃で認められ、細胞数は 22.8～31.4℃で多かった。

P. minimum は水温 16.0～31.4℃で認められ、細胞数は 20.7℃で最大となった。

M. rubrum は水温 16.0～31.4℃で認められ、個体数は 19.3～29.7℃で多かった。

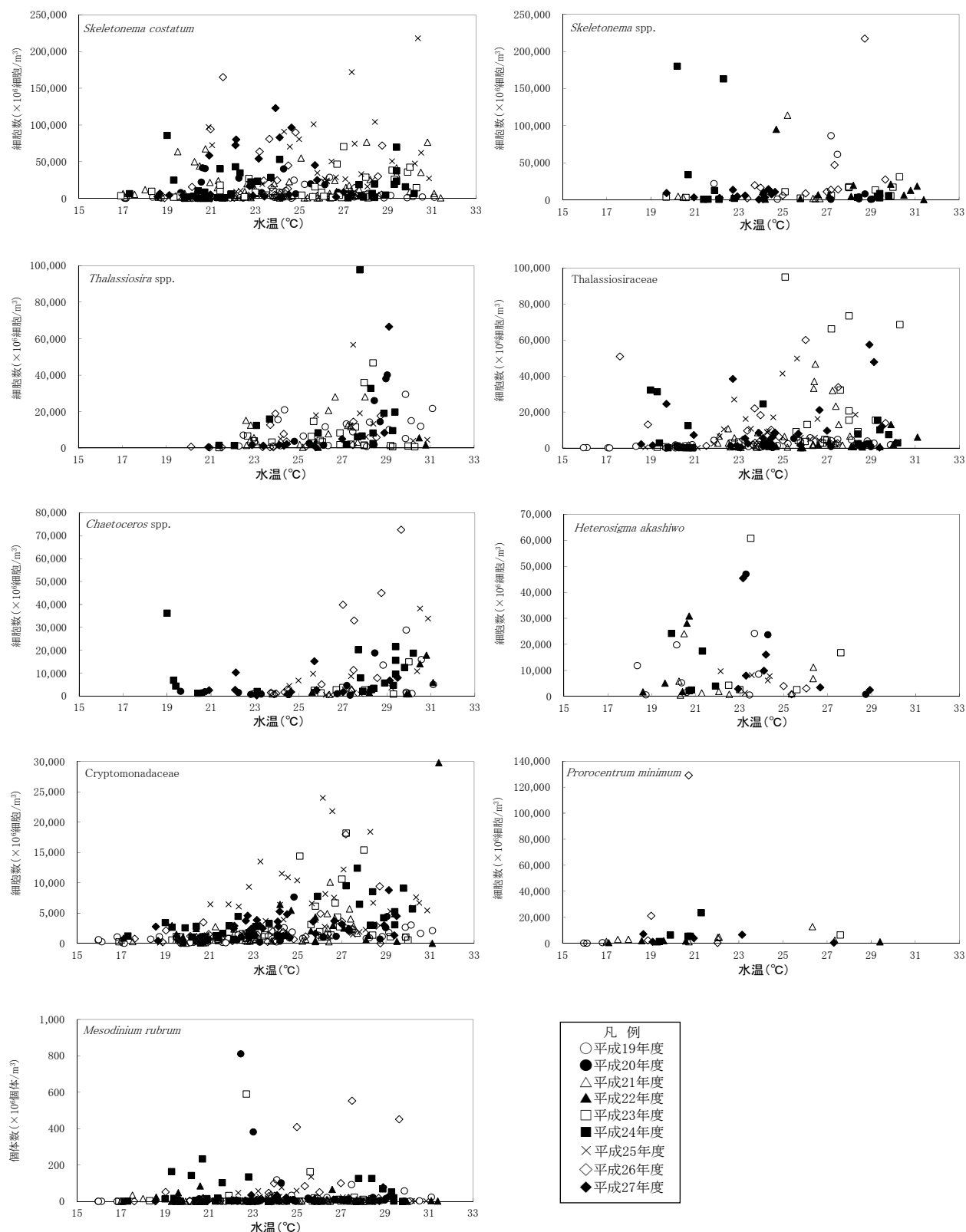


図 10 水温と主要植物プランクトン細胞数(個体数)の関係

② 主要プランクトンと塩分

主要プランクトン細胞数(個体数)と塩分の関係を図 11 に示した。平均細胞数(個体数)の 3 倍以上出現した場合を「多く出現した」として以下に表現した。

S. costatum は塩分 11.7～31.1 で認められ、細胞数は 13.1～27.5 で多かった。

S. spp. は塩分 12.9～30.4 で認められ、細胞数は 18.0～26.0 で多かった。

T. spp. は塩分 12.9～30.1 で認められ、細胞数は 17.2～24.5 で多かった。

Thalassiosiraceae は塩分 10.4～31.1 で認められ、細胞数は 13.1～30.8 で多かった。

C. spp. は塩分 14.2～29.0 で認められ、細胞数は 14.2～27.7 で多かった。

H. akashiwo は塩分 13.7～29.5 で認められ、細胞数は 18.2～20.4 で多かった。

Cryptomonadaceae は塩分 10.4～31.1 で認められ、細胞数は 17.6～26.2 で多かった。

P. minimum は塩分 14.1～29.5 で認められ、細胞数は 24.0 で最大となった。

M. rubrum は塩分 11.7～31.1 で認められ、個体数は 14.2～27.5 で多かった。

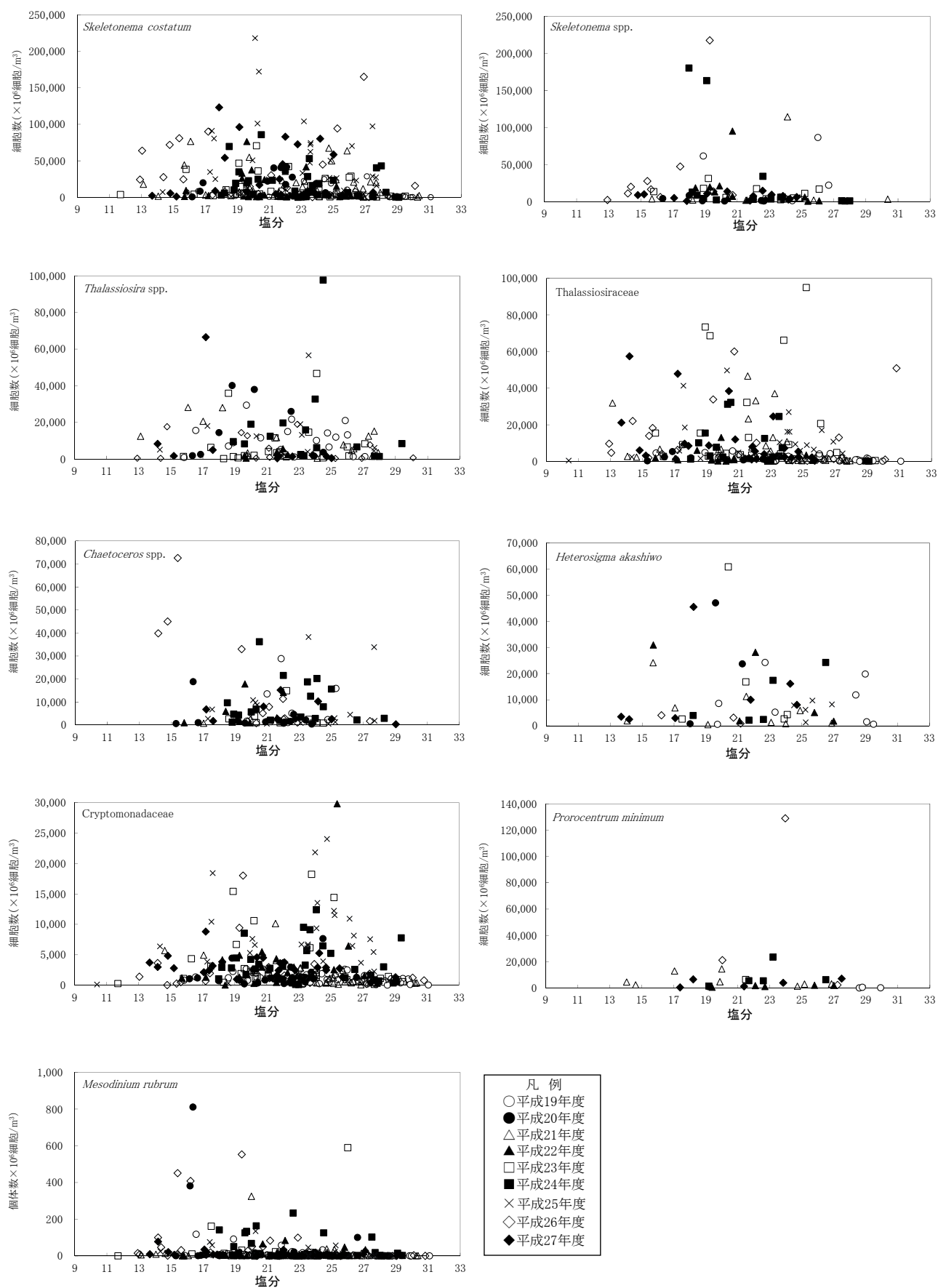


図 11 塩分と主要植物プランクトン細胞数(個体数)の関係

これら主要プランクトンが多く出現した時の水温および塩分の範囲を図 12 にまとめた。

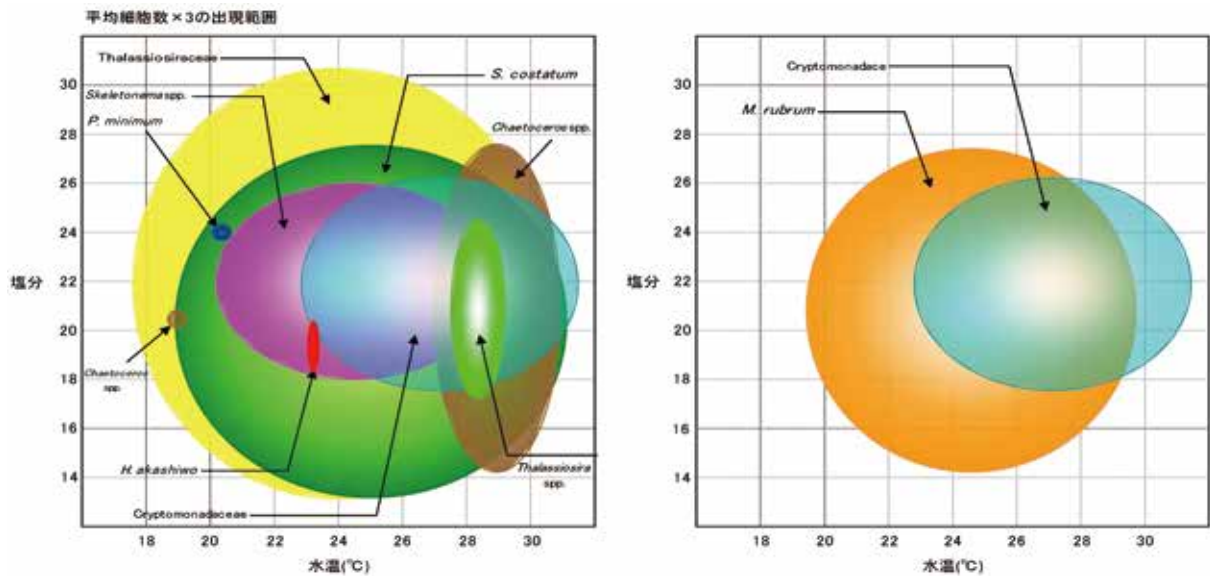


図 12 主要プランクトンと水温および塩分範囲

S. costatum は水温と塩分ともに適応範囲が広く、長期間広域に数多く出現する可能性が高いことを示した。

T. spp. は水温約 28～29℃に位置しており、水温の高い時期に多く出現する可能性が高いことを示した。Thalassiosiraceae は水温約 17～30℃の範囲で細胞数が多くなり、塩分は約 13～31 と適応範囲が広がった。Thalassiosiraceae は淡水から汽水、海水まで広く分布するため、水温や塩分の条件によって出現した種類が異なっていたと思われる。*C. spp.* の好適塩分は約 14～28 の範囲であるが、水温は約 19℃と 27～31℃の2つの条件で細胞数が多くなった。*H. akashiwo* は水温約 23℃、塩分約 18～20 といった限定的な条件で細胞数が多かった。Cryptomonadaceae は水温約 23～31℃、塩分 18～26 の広い範囲で細胞数が多かった。*P. minimum* の好適水温は約 21℃、塩分 24 と限定的な条件で細胞数が多かった。

M. rubrum は水温約 19～30℃、塩分 14～28 の広い範囲に多く出現した。本種は Cryptomonadaceae を取り込むことで体内に植物性色素帯を保持し独立栄養を営むことが知られている(Gustafson et al. 2000)。両種が多く出現する環境は完全に一致しないが、水温は約 23～30℃、塩分は 18～26 のやや広い範囲で重複した。

(参考文献)

Gustafson, D. E., Toekcker, Jr. D. K. S., Ohnson, M. D. J., van Heukelem, W. F. & Neider, K.S. (2000) Cryptophyte algae are robbed of their organelles by the marine ciliate *Mesodinium rubrum*. *Nature* 405: 1049-1052.

カ 降雨と水質(口絵 9)

湾内の栄養塩濃度は、降雨により一時的に上昇する。その状況把握のため、本年度も調査日に窒素・りん濃度を東京都環境科学研究所の協力で分析した。その結果を口絵 9 に示す。

調査期間中の日別降水量をみると、最も大きな値を示したのは 9 月 9 日の 156.5mm であった。

T-N、T-Pともに濃度が最大を示したのは6月10日で、2.7mg/L、0.41mg/Lを示した。同日の降水量は0.0mmであったが前日に33.0mmを観測していた。

(2) 海水の窒素、りん濃度

赤潮の発生には、窒素・リンの濃度が深く影響しているとされている。

りん濃度でみた流域の水質を
図 13 に示す。

全りん濃度でみた場合、都内湾海水（上層） $0.1\sim 0.2\text{ mg/L}$ 前後、流入河川水は $0.3\sim 0.4\text{ mg/L}$ であるのに対し、下水処理放流水は有明（ 0.3 mg/L ）を除き、 $0.5\sim 1.1\text{ mg/L}$ と河川水の3倍濃度である他、 1.7 mg/L と6倍濃度の所もある。水量でみても、例えば森崎水再生センターは排水量が日量 103 万 m^3 であるのに対し、多摩川の低水流量が 141 万 m^3 と7割程度であるように、大都市沿岸に立地する下水処理場の排水量は河川流量に匹敵するものであり、処理場排水の環境濃度への影響は大きい。

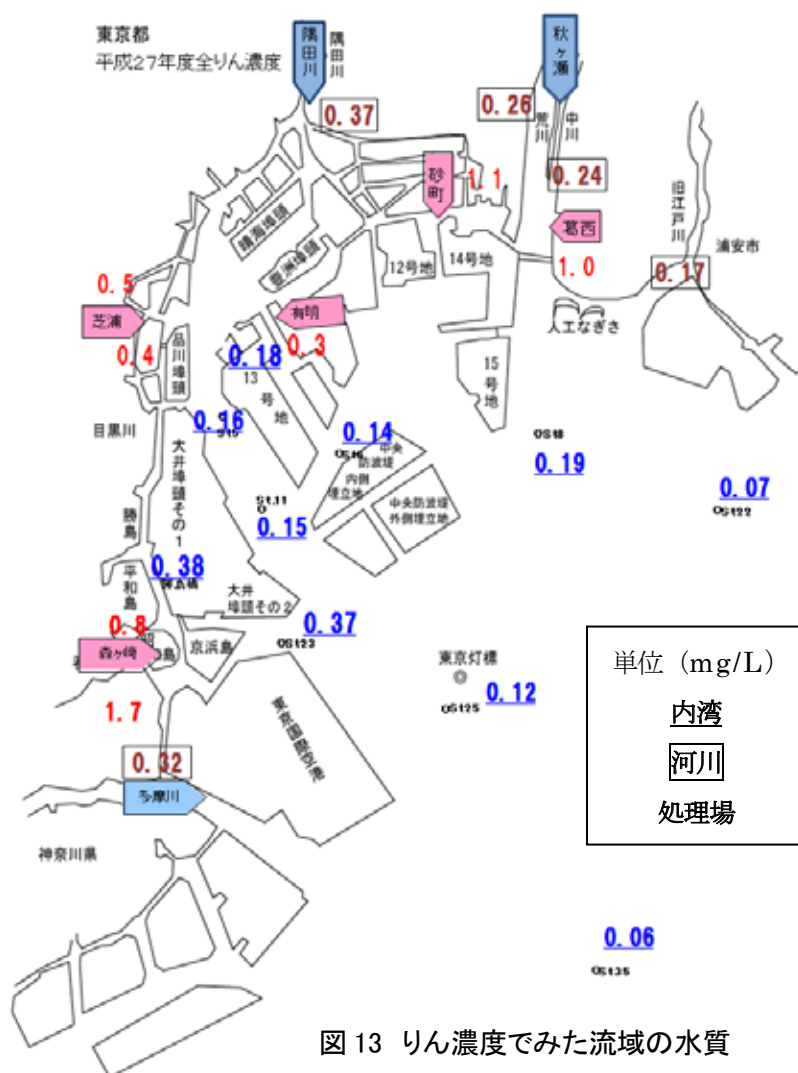


図 13 りん濃度でみた流域の水質

(3) 貧酸素水塊の発生状況

各調査地点(下層)についての DO(溶存酸素量)の年間推移の様子を口絵 13 に示した。年間 15~30 回調査した結果を折れ線グラフで連続的に示したものである。どの地点も 5 月下旬から 10 月頃まで 2 mg/L を下回ることが多い。

また、5月から9月までの期間について、2 mg/Lを貧酸素水塊と定義した場合の貧酸素水塊の出現状況を表 11 及び図 14-1、図 14-2 に示した。St.8 は河川水の影響が強く、St.23 は下水放流水の影響が強く、ともに水深が 5～6mと浅い地点のため除くと、経年的に貧酸素水塊出現率が50%を超える状況が続いている。

表-11 夏期(5～9月)の海域各地点下層における貧酸素水塊の年度別出現状況

		St.5	St.6	St.8	St.11	St.22	St.23	St.25	St.35	全地点計
H16	調査回数	32	32	28	32	27	32	28	26	237
	2.0mg/L 回数	19	17	3	18	10	4	14	13	98
	未満 率(%)	59	53	11	56	37	13	50	50	41
H17	調査回数	24	24	21	24	20	24	22	19	178
	2.0mg/L 回数	15	19	2	19	18	11	19	10	113
	未満 率(%)	63	79	10	79	90	46	86	53	63
H18	調査回数	20	16	15	18	15	17	16	13	130
	2.0mg/L 回数	10	12	6	13	9	10	12	6	78
	未満 率(%)	50	75	40	72	60	59	75	46	60
H19	調査回数	26	24	23	26	20	26	23	19	187
	2.0mg/L 回数	18	19	3	20	14	4	17	10	105
	未満 率(%)	69	79	13	77	70	15	74	53	56
H20	調査回数	17	17	17	17	16	18	16	16	134
	2.0mg/L 回数	12	14	4	13	14	8	11	9	85
	未満 率(%)	71	82	24	76	88	44	69	56	63
H21	調査回数	27	27	24	27	24	27	27	25	208
	2.0mg/L 回数	19	21	8	20	16	11	17	6	118
	未満 率(%)	70	78	33	74	67	41	63	24	57
H22	調査回数	20	20	15	20	14	19	19	15	142
	2.0mg/L 回数	13	11	1	13	9	5	10	7	69
	未満 率(%)	65	55	7	65	64	26	53	47	49
H23	調査回数	22	22	21	22	21	22	21	20	171
	2.0mg/L 回数	13	15	3	14	12	8	11	6	82
	未満 率(%)	59	68	14	64	57	36	52	30	48
H24	調査回数	19	20	17	19	17	19	19	16	146
	2.0mg/L 回数	13	15	3	13	8	3	9	8	72
	未満 率(%)	68	75	18	68	47	16	47	50	49
H25	調査回数	21	22	21	21	18	21	21	17	162
	2.0mg/L 回数	17	15	4	18	11	9	13	10	97
	未満 率(%)	81	68	19	86	61	43	62	59	60
H26	調査回数	5	21	19	21	18	21	20	18	143
	2.0mg/L 回数	3	14	2	15	11	6	12	8	71
	未満 率(%)	60	67	11	71	61	29	60	44	50
H27	調査回数	7	20	17	19	15	18	17	16	129
	2.0mg/L 回数	4	16	4	16	12	7	12	9	80
	未満 率(%)	57	80	24	84	80	39	71	56	62

* 平成26年度より、St. 5の貧酸素水塊調査は月1回となっている。

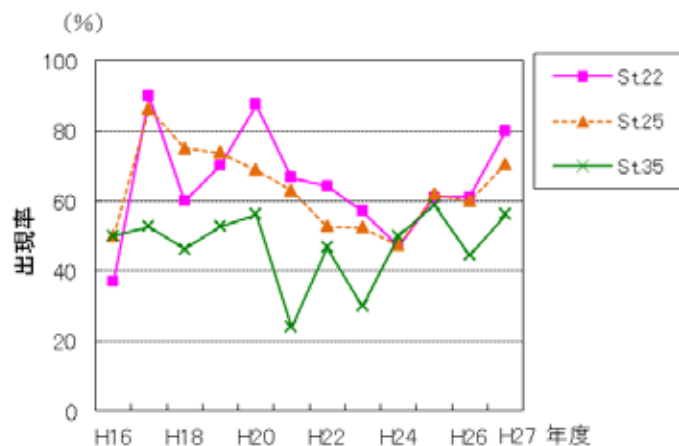


図 14-1 貧酸素水塊出現率の経年変化(B 類型)

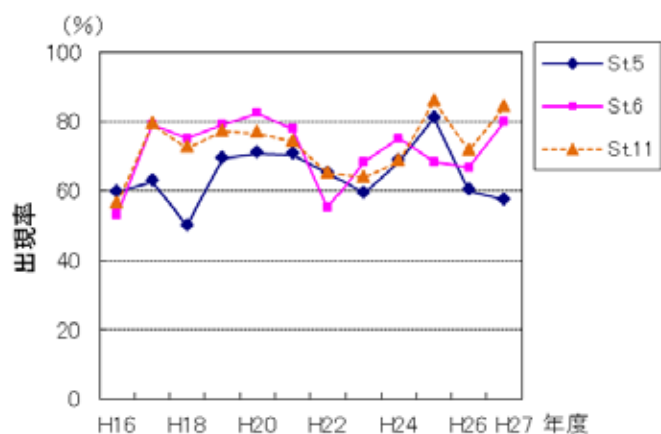


図 14-2 貧酸素水塊出現率の経年変化(C 類型)

6 まとめ

(1) 赤潮の発生回数、日数及び時期

平成 27 年度の赤潮の発生回数は 16 回、発生日数は 81 日で、平成 26 年度と比べて、発生回数は 1 回減少し、発生日数は 3 日増加した。9 月に降雨が多く、5 月に日照がやや多かった。経年変化は回数、日数ともに年度により変動が大きいいため顕著な傾向は見られず、近年は横ばい状況であるといえる。

(2) 赤潮優占プランクトンの傾向

平成 27 年度において最も多く赤潮の優占種となったプランクトンは、回数としては *Skeletonema costatum*(珪藻)で、発生回数は延べ 16 回中 6 回であった。Thalassiosiraceae(珪藻)の 3 回がそれに次いだ。日数としては、Thalassiosiraceae(珪藻)が延べ 24 日間と最も長く、*Skeletonema costatum*(珪藻)が 18 日とそれに次いだ。件数においても、日数においても、*Skeletonema costatum*(珪藻)や Thalassiosiraceae(珪藻)を主とした珪藻類の発生が多いことが特徴である。

(3) 赤潮の発生水域及び継続日数

東京都内湾の全体または大部分に広がった赤潮が 4 回(全体の 25%)あり、規模の大きな赤潮は少なかった。継続日数は全赤潮発生回数の 50%(16 回中 8 回)が 5 日以内であった。

(4) 貧酸素水塊の発生状況

27 年度は、5～9 月の調査において、下層の DO 濃度が 2.0mg/L を下回る貧酸素状態の出現率が 50%以上を超えるのは、8 地点中 6 地点であった。また、26 年度と比較して、27 年度は St.5 を除く 7 地点で出現率が 10%以上増加した。

【参考文献】

¹⁾ 岩崎英雄(1974) : 3 章 赤潮、海洋学講座 10 海洋プランクトン (丸茂隆三編) pp. 41-63、東京大学出版会。

巻頭 赤潮優占プランクトン

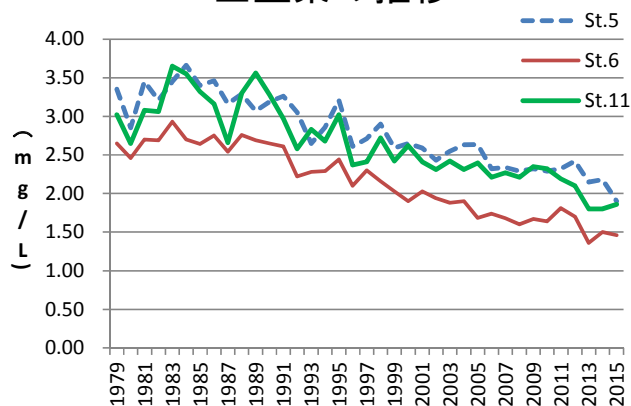
・山路勇(1991) : 「日本海洋プランクトン図鑑」、株式会社 保育社

・東京都環境局自然環境部水環境課(2003) : 「東京内湾の赤潮プランクトン」

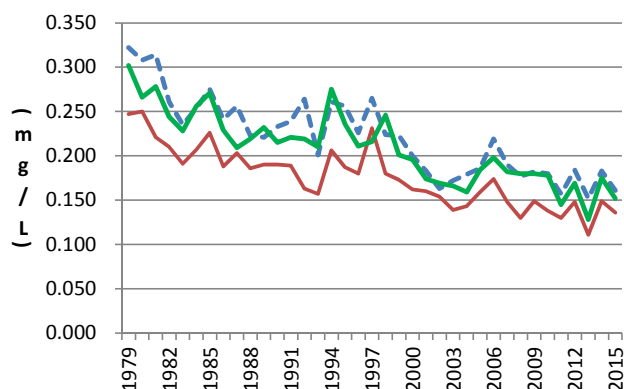
《トピックス1》

【環境水の窒素・りん濃度等と発生負荷量の推移】

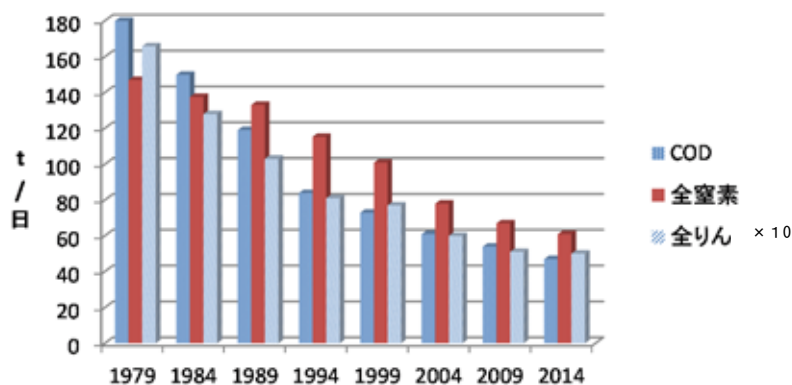
全窒素の推移



全りんの推移



発生負荷量の推移(東京都分)

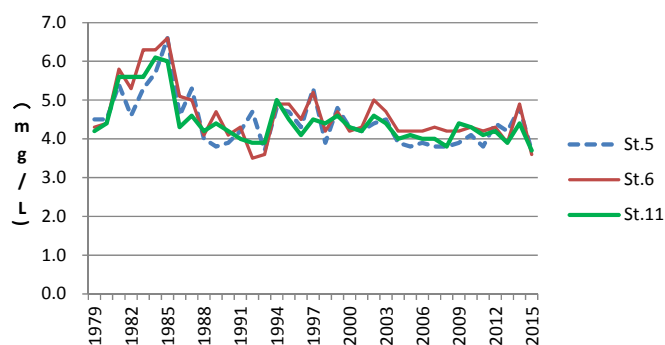


発生負荷量の減少に伴い、環境水の窒素及びりん濃度も低下している。

都内の発生負荷量の大半が流下する隅田川河口部水質に注目すると、荒川の影響も受ける St.6 に比較して、下水処理水の影響を強く受ける St.5、St.11 の方が高くなっている。

一方、COD は河川からの流入負荷量が減少しているにもかかわらず、海水の COD は横ばいを示している（右グラフ）。これは、夏季に発生する赤潮プランクトンが、二次的に発生した有機物として負荷を与えていることを示している。

CODの推移



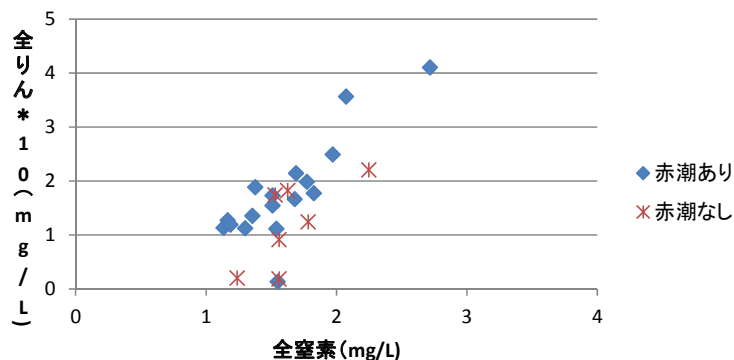
《トピックス 2》

【窒素・りん濃度と赤潮発生】

27 年度の St.6 における夏季（4 月末から 9 月）のデータから、窒素、りん濃度と赤潮発生の関係を見た（右図）。窒素 1 mg/L、りん 0.1mg/L をそれぞれ超えている場合に赤潮が発生するケースがほとんどであった。赤潮発生がなかったのは、日照が少なかった 4 月末、9 月末と直前

に 200 mm を超える降雨があった 8 月 18 日、及び非常に高い透明度を示した 6 月 2 日（トピックス 3 参照）であった。降雨との関係は口絵 8 を参照。

窒素りん濃度と赤潮 (St.6)



《トピックス 3》

【各段に高い透明度とその原因】

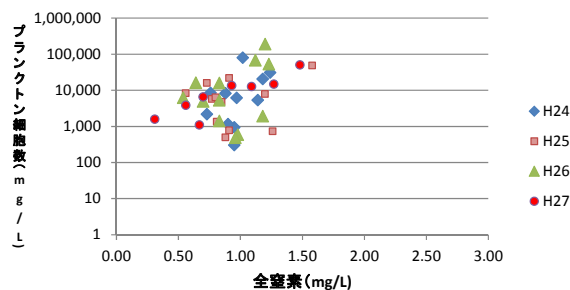
6 月の 16 条調査では、各地点とも良好な透明度を示した。特に 6 月 2 日の St.22 は透明度 4.7m と、この時期の通常値 1.5～2.5 m より格段に高い値であった。透明度が良くなった理由として、以下の 2 点が推察された。

- ・調査前一週間は日照が強く、植物プランクトンが大増殖した結果、栄養塩が枯渇したこと。

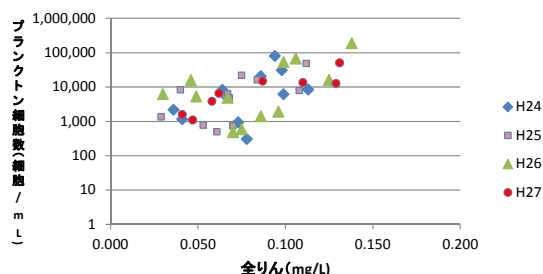
- ・東京湾の水の循環が、St.22 及び St.35 付近の植物プランクトンの増殖に影響を及ぼした。

なお、この時 St.22 の全窒素は 0.31mg/L、全りんは 0.041mg/L、植物プランクトン細胞数は 1580 細胞/ml であった。

全窒素濃度とプランクトン細胞数 (St.22)



全りん濃度とプランクトン細胞数 (St.22)



《トピックス 4》

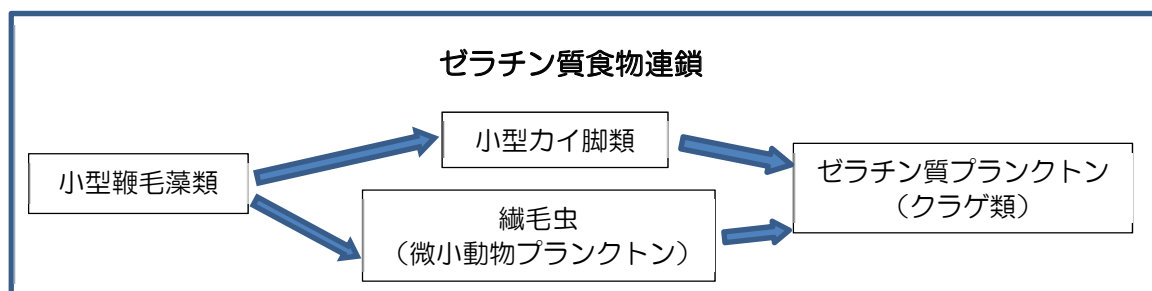
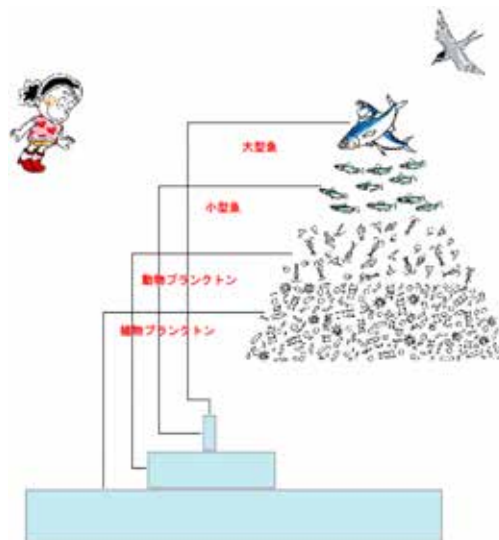
【なぜ豊富な栄養塩が上位の魚類生息に結び付かないのか？】

～平成 25 年度東京都水生生物講演会：石井晴人氏（東京海洋大学）講演より～

クラゲの話

一般的な生態系ピラミッドとして、植物プランクトン→動物プランクトン→魚類→鳥という構成が知られている（右図）。一方、東京湾は過栄養な沿岸・内湾域であるため、以下の特徴がみられる。

- ① 豊富な栄養塩類（河川水や排水の流入）
- ② ケイ素に比べ、人間の社会活動の産物である窒素・リンの割合が非常に高い。
- ③ 赤潮（植物プランクトンの大増殖）が起きると、ケイ素の減少により小型の鞭毛藻類が増殖し、「ゼラチン質食物連鎖」となる。



プランクトン層は、珪藻→鞭毛藻→より小型の餌を好む植物食性動物プランクトンへと変化する。

魚類は小型のプランクトンを捕食できないため、餌の小型化（小型の鞭毛類の増加）はクラゲ類のような接触捕食者にとって有利である。クラゲ類にとって、動物プランクトン量の増加は餌量の増加を意味し、ミズクラゲの大量発生に至る。

上記の要因の他に、ミズクラゲの大発生を引き起こす要因として

- ・ポリプ付着基盤の増加（護岸や構造物など）
 - ・ポリプの生息場所が増加（貧酸素水塊の出現により、他の付着生物は生息できない）
 - ・海洋環境の不安定な変動
- が挙げられる。



ミズクラゲ

《トピックス5》

【赤潮原因種の判定方法に関する検討～細胞数と体積容量～】

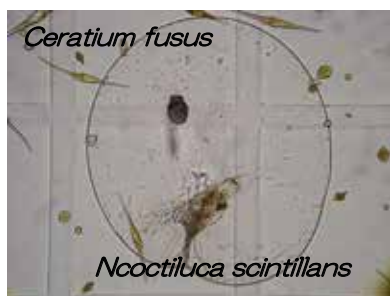
従来、赤潮優占種は植物プランクトンは細胞数で判定することが多かった。単一種のプランクトンが圧倒的に多い場合以外に、複数種が出現した場合や、種によっては、数は少なくとも細胞体積が比較的大きいものが存在するため、細胞数のみによる判定では疑問が生じる。そこで、細胞体積を調べ、細胞数と体積現存量の比較をした結果、*Ceratium furca*、*Ceratium fusus*、*Prorocentrum micans*、*Eucampia zodiacus*、*Mesodinium rubrum* は他の種類と比べ細胞数が比較的小さいが細胞体積が大きいために赤潮原因種になったと推察された。

このような大型種が最優占種ではないが、優占上位5種に入るような場合は、細胞数ではなく、体積現存量で赤潮原因種を判断したほうがよい場合もあるという結論に至った。

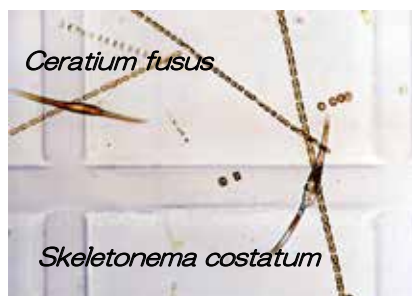
以下に示す表は、プランクトン種別の細胞体積と、*Skeletonema costatum* を1とした時の相対比を表したものである。

綱	種 名	細胞体積	相対比
クリプト藻	Cryptomonadaceae	95	0.6
渦鞭毛藻	<i>Prorocentrum toriestinum</i>	790	5
	<i>Noctiluca scintillans</i>	45,000,000	300,000 ※1
	<i>Ceratium furca</i>	32,000	210
	<i>Ceratium fusus</i>	27,000	180 ※1、※2
	<i>Heterocapsa lanceolata</i>	1,100	7
珪藻	<i>Coscinodiscus asteromphalus</i>	530,000	3,500 ※3
	<i>Leptocylindrus minimum</i>	130	0.9
	<i>Skeletonema costatum</i>	150	1 ※2
	<i>Thalassiosira</i> spp.	130	0.9
	<i>Rhizosolenia setigera</i>	18,000	120
	<i>Cerataulina pelagica</i>	3,600	24
	<i>Eucampia zodiacus</i>	16,000	107 ※3
	<i>Chaetoceros sociale</i>	200	1.3
	<i>Cylindrotheca closterium</i>	110	0.7
	<i>Nitzschia</i> spp.	270	2
ラフィド藻	<i>Heterosigma akashiwo</i>	2,500	17
ミドリムシ藻	Euglenophyceae	580	4
繊毛虫	<i>Mesodinium rubrum</i>	5,300	35

※1



※2



※3

