

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		33
トピックス2		34
トピックス3		35
トピックス4		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）	86

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		赤 潮 調 査	水 質 測 定
				北 緯	東 経		
環 境 基 準 点	内 湾 C 類 型	St.5	12	35 度 36 分 59 秒	139 度 46 分 03 秒		○
		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	○	
広 域 26			27	35 度 28 分 03 秒	139 度 51 分 10 秒		○

緯度、経度は、世界測地系による。

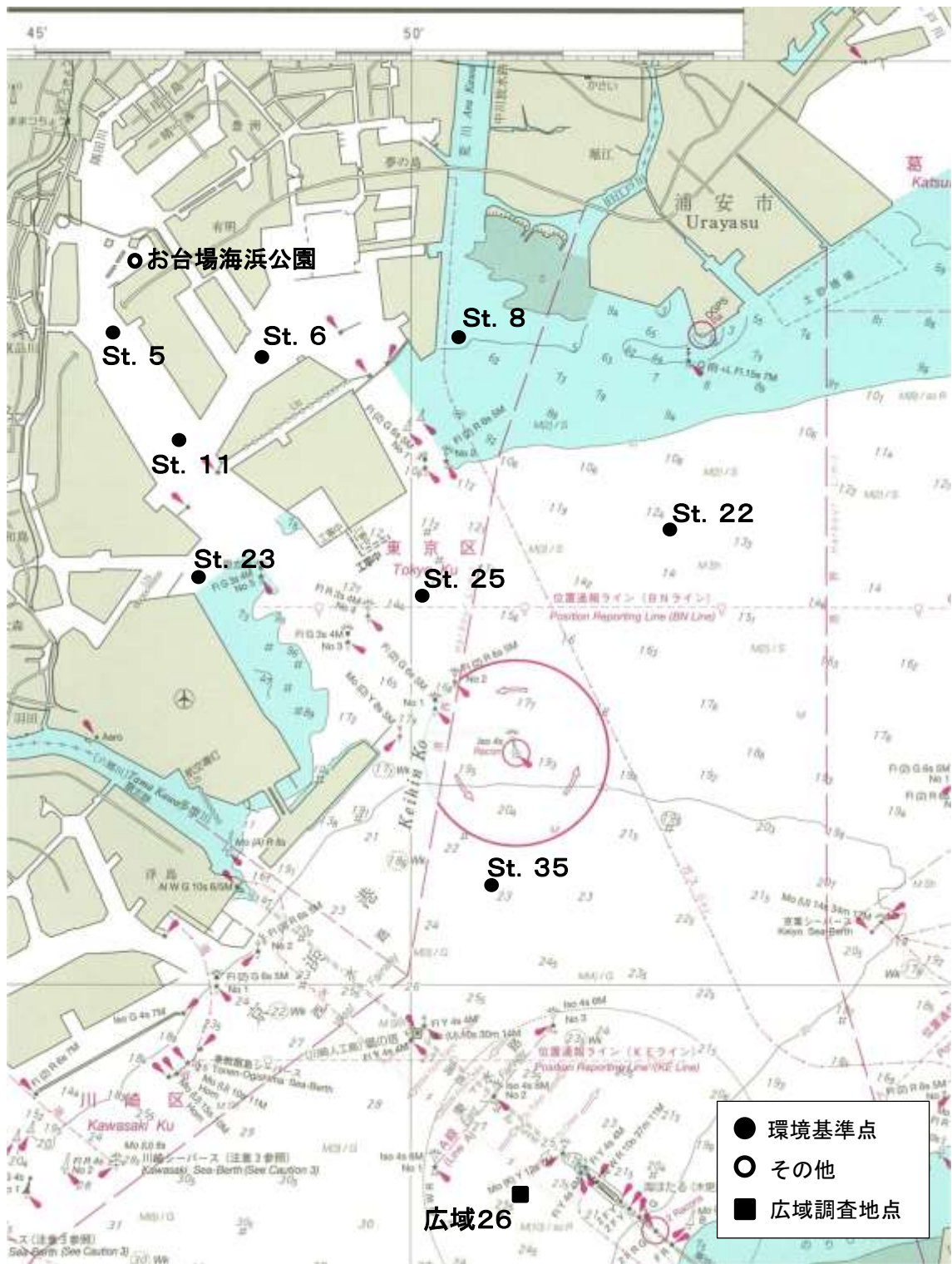


図1 調査地点図

3 調査方法

(1) 調査回数及び調査地点

ア 調査回数

平成 28 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 (p.1 表 1、p.2 図 1)

赤潮調査は 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

水質測定調査はお台場海浜公園を除く上記 7 地点と St.5 の計 8 地点および広域 26(年 4 回)

(2) 調査項目

ア 現場測定

原則として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28年度の赤潮発生回数は14回、発生日数は56日であった。平成28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27年度と比較すると、回数は2回減少し、日数は25日減少した。8月に降雨が多く、7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。回数、日数が最も多いのは昭和57年度の32回、124日で、回数が最も少ないのは平成4年度の12回、68日、日数が最も少ないのは平成28年度の14回、56日であった。また、昭和52年度の測定開始から平成28年度までの年度平均発生回数は約17回、発生日数は約89日である。

平成28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～10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、10月であり、発生回数が多かったのは5、6、10月であった(図2)。
- ◆ 赤潮の79%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11日で、1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
28	0	4	4	3	1	1	1	0	0	0	0	0	14
	0	15	13	18	1	5	4	0	0	0	0	0	56
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。

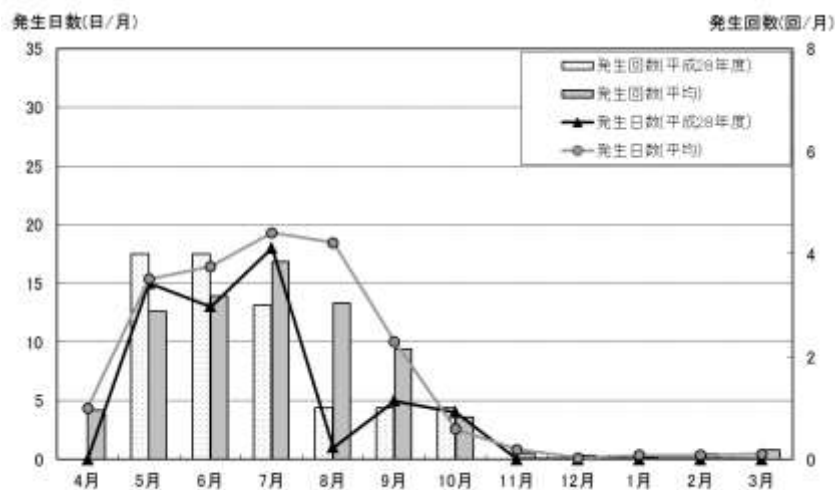


図2 赤潮発生回数及び発生日数の月変化(平成 28 年度と平均^(※1)との比較)

(※1) 平均とは調査開始年度～当該年度の平均値をいう。

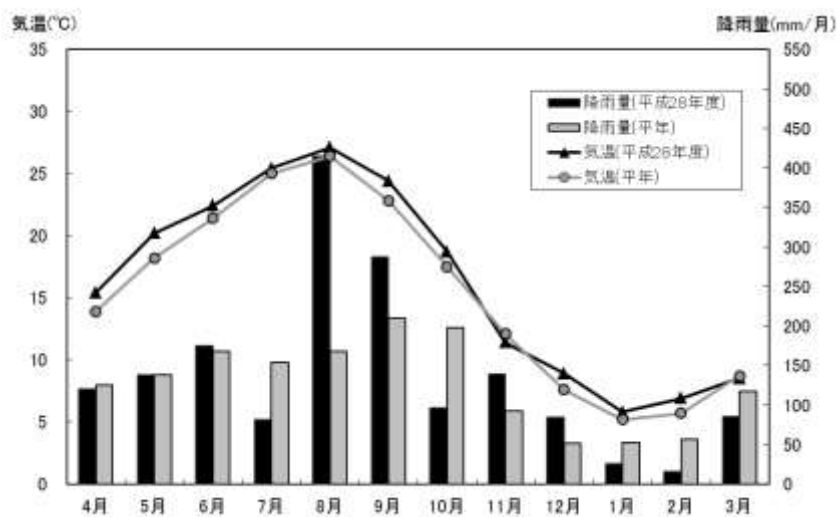


図3 降雨量及び気温の月変化(平成 28 年度と平均^(※2)との比較)

(※2) 昭和 56 年～平成 22 年の平均値

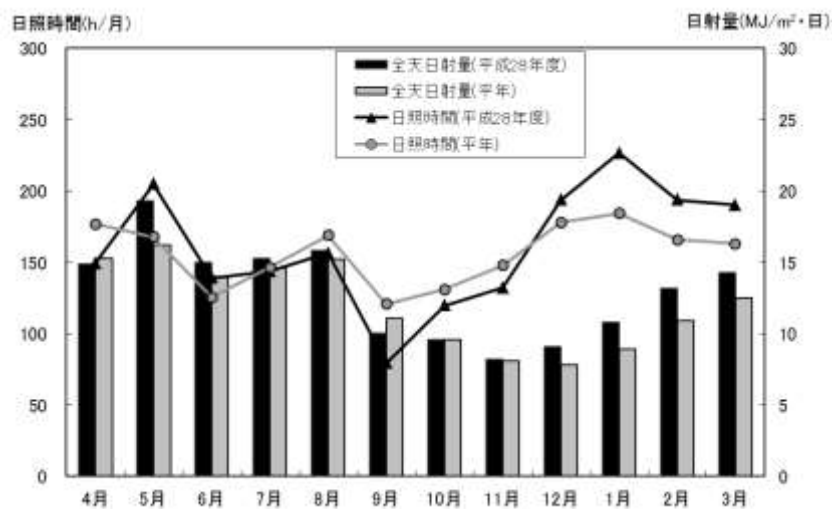


図4 全天日射量及び日照時間の月変化(平成 28 年度と平均^(※2)との比較)

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 28 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 28 年度赤潮発生件数は 14 回 56 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、第 2 回 】

○第 1 回

(期間) 平成 28 年 5 月 5 日～6 日の 2 日間

(発生水域) 東京港内一部

(優占種) *Heterosigma akashiwo*

○第 2 回

(期間) 平成 28 年 5 月 5 日～6 日の 2 日間

(発生水域) 東京港内の一部

(優占種) *Rhizosolenia fragilissima*

(概要)

- ・5 月 4 日に最大 21m の強風と 13.5mm の降雨があった。
- ・5 月 6 日の赤潮調査において、St. 6 およびお台場で *Thalassiosoraceae* が細胞数において優占種の赤潮であったが、プランクトンの体積比換算により、St. 6 で *Rhizosolenia fragilissima*、お台場で *Heterosigma akashiwo* が優占種の赤潮とした。
- ・日照時間は 5 月 5 日が 12.3 時間、6 日が 0.1 時間で、7 日からは強風が吹いたため、赤潮発生期間は 6 日までとする。したがって少なくとも 5 月 5 日～6 日の 2 日間、東京港内の一部において第 1 回及び第 2 回の赤潮が発生したと判定する。

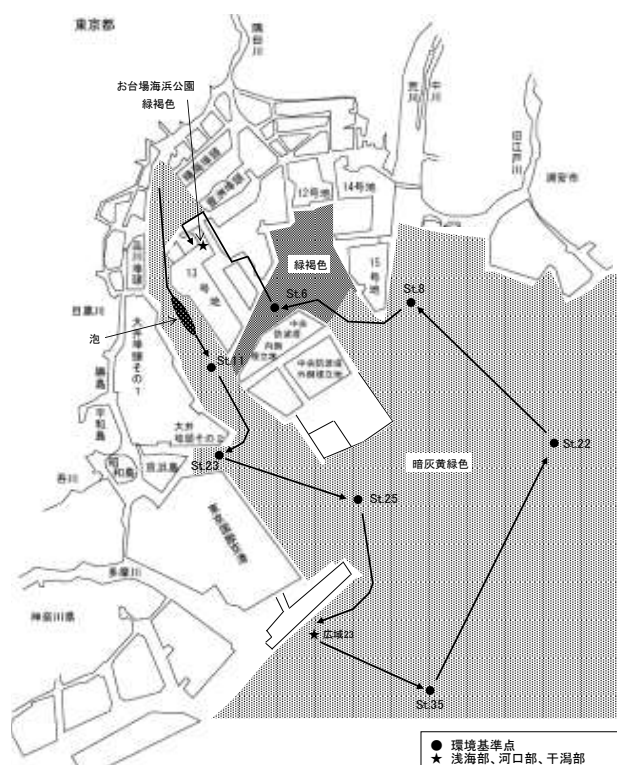


図 5-1 第 1 回、第 2 回赤潮発生水域（5 月 6 日調査）

【 第 3 回 】

(期間) 平成 28 年 5 月 12 日～18 日の 7 日間

(発生水域) 東京港内の全域

(優占種) *Heterosigma akashiwo*

(概要)

・5月9日に19mmの降雨があった。

・5月10日と12日に内湾調査があった。12日にSt. 6で透明度が1.8m、酸素飽和度172%、クロロフィル濃度123mg/m³で *Heterosigma akashiwo* が優占種であった。その他、お台場の状況等を考慮すると、隅田川河口付近に赤潮が発生していたと考えられた。

・5月13日と16日に運河調査があり、隅田川の影響を受ける地点で着色が見られ、*Heterosigma akashiwo* が優占種であった。

・5月18日に赤潮調査があり、17日に31.5mmの降雨があったにもかかわらず、全域に *Heterosigma akashiwo* が確認され、採水分析した4地点全て赤潮が判定された。

・5月19日と20日のダイオキシン類調査では、*Heterosigma akashiwo* が少なくなっていた。したがって、少なくとも5月12日から18日までの7日間、隅田川を中心とした港内の全域において、第3回赤潮が発生したと判定する。

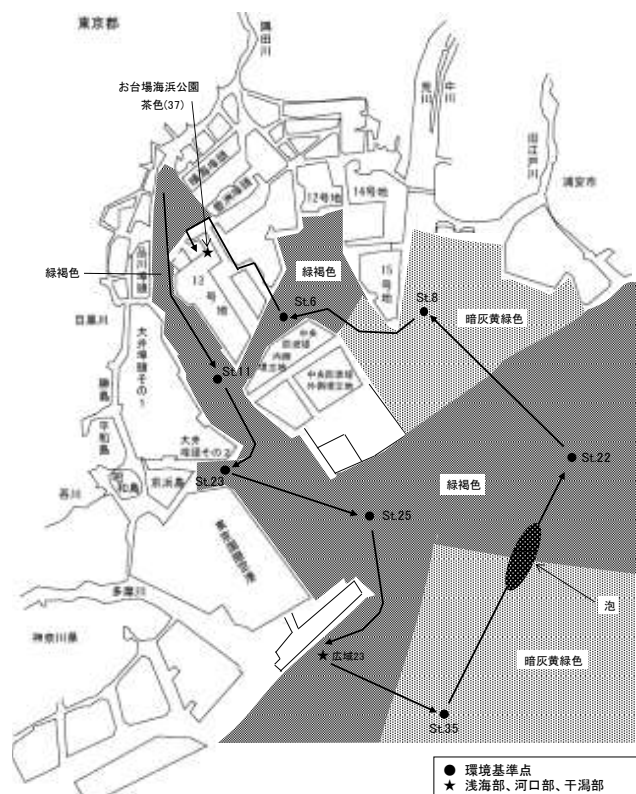


図5-2 第3回赤潮発生水域（5月18日調査）

【 第4回 】

(期間) 平成28年5月19日～24日の6日間

(発生水域) 東京都内湾の大部分

(優占種) *Eucampia zodiacus*

(概要)

・5月19日と20日にダイオキシン類調査があり、19日のSt. 25で透明度が1.1mであった。

・5月24日の赤潮調査当日は強風のため、測定点8地点のうち2地点が調査中止となったが、5地点で *Skeletonema costatum* が細胞数としては多いものの、バイオマス(生物の量)では *Eucampia zodiacus* の赤潮として確認された。また、*Mesodinium rubrum* も多く確認された。

・5月25日から日照時間が少なく風も強くなった。したがって、少なくとも5月19日～24日までの6日間、湾内の大部分で第4回赤潮が発生したと判定する。

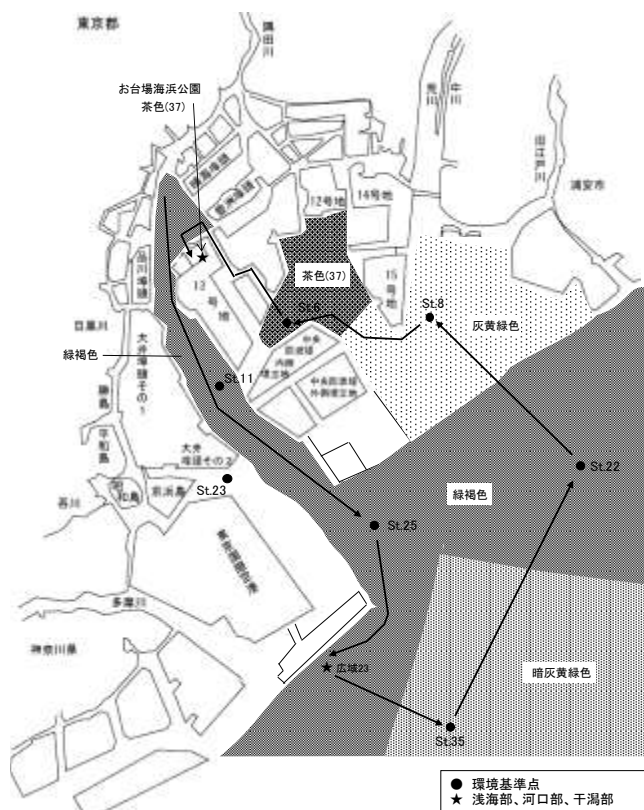


図5-3 第4回赤潮発生水域（5月24日調査）

【 第5回 】

(期間) 平成 28 年 6 月 7 日の 1 日間

(発生水域) 東京港内の一部

(優占種) *Noctiluca scintillans*

(概要)

- ・5 月 30 日に 23mm の降雨があった。6 月の 1～2 日の内湾調査では、気温が高く日照時間も 10 時間を超えていたが、透明度が高く赤潮は見られなかった。
- ・6 月 7 日に実施した赤潮調査は透明度が良かったが、St. 22 でパッチ状に *Noctiluca scintillans* が確認された。
- ・6 月 8～9 日に実施した運河調査では、運河部のみであるが、赤潮は確認されなかった。したがって、少なくとも 6 月 7 日の 1 日間、東京港内の一部で第 5 回赤潮が発生したと判定する。

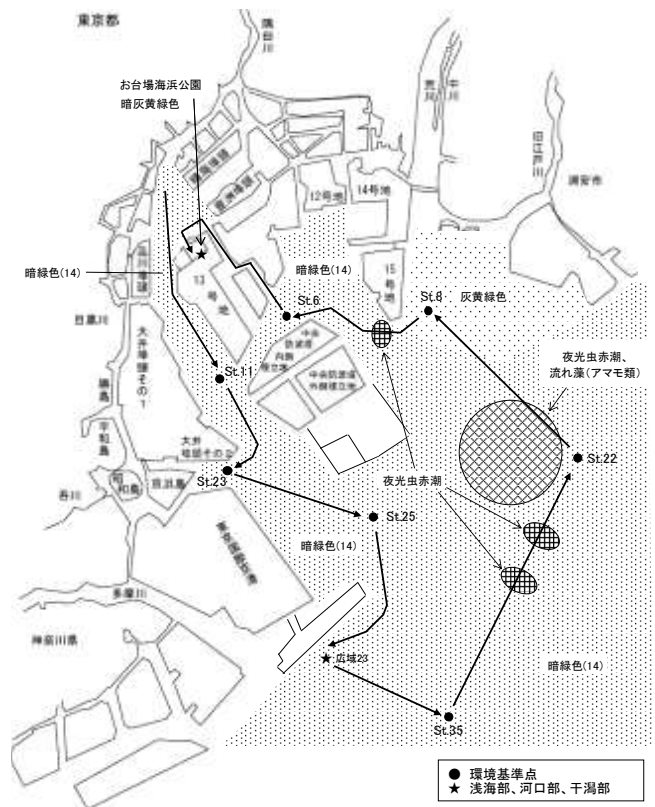


図 5-4 第 5 回赤潮発生水域（6 月 7 日調査）

【 第6回 】

(期間) 平成 28 年 6 月 13 日～15 日の 3 日間

(発生水域) 東京港内の一部

(優占種) *Skeletonema costatum*

(概要)

- ・6 月 13 日に 68.5 mm の降雨があった。
- ・千葉方面のモニターは 12 日から 13 日にかけてクロロフィル濃度が 50mg/L を超え、14 日には青潮が発生し、15 日にはクロロフィル濃度が低下した。
- ・6 月 15 日に赤潮調査を実施した。降雨後であったが St. 6 で *Skeletonema costatum* の赤潮が確認された。したがって、少なくとも 6 月 13 日から 15 日までの 3 日間、東京港内の一部で第 6 回赤潮が発生したと判定する。

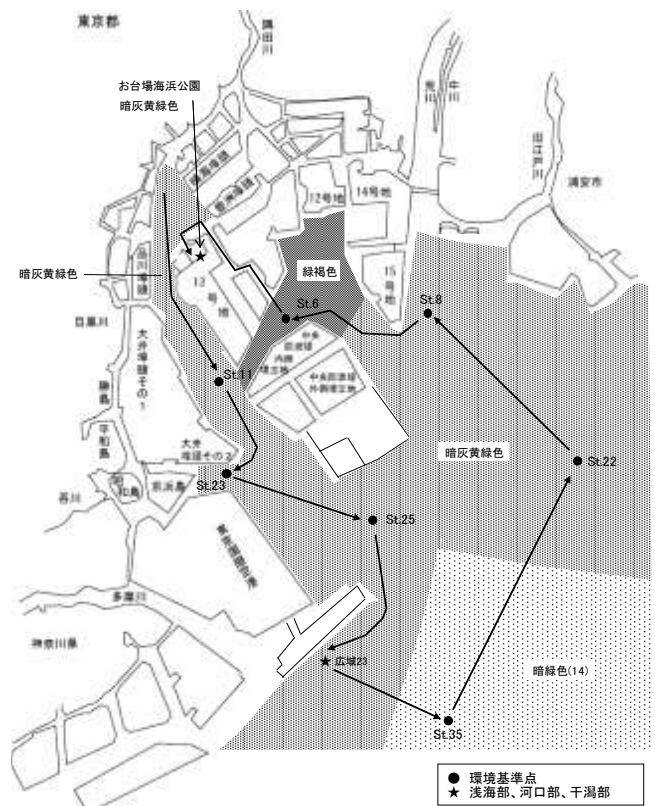


図 5-5 第 6 回赤潮発生水域（6 月 15 日調査）

【 第7回 】

(期間) 平成 28 年 6 月 17 日～21 日の 5 日間

(発生水域) 東京都内湾の大部分

(優占種) *Thalassiosoraceae*

(概要)

- ・前回 15 日に実施した赤潮調査後、小雨が続いた。

・6月21日に赤潮調査を実施した。St. 8とSt. 35以外の全ての調査地点で赤潮が確認された。Thalassiosiraceae が優占種、次いで *Chaetoceros* spp.が多かった。

・St.35 は赤潮ではなかったが夜光虫による海水の着色が見られ、St.22 は下層水が強硫化水素臭であった。

・千葉のモニター3か所とも、17日から21日までのクロロフィル濃度が高く、22日に低下した。したがって、6月17日から21日までの5日間、東京都内湾の大部分で第7回赤潮が発生したと判定する。

【 第8回 】

(期間) 平成28年6月27日～30日の4日間

(発生水域) 東京都内湾の一部

(優占種) *Heterocapsa lanceolata*

(概要)

・6月26～27日は日差しが強かった。

・28日に赤潮調査を実施した。27日夜から28日にかけて23mmの降雨があったが、St.6とSt.22で赤潮と判定された。細胞数での優占種は *Cryptomonadaceae* だが、体積比で換算すると、*Heterocapsa lanceolata* が優占種となった。

・多くの地点で底層水が貧酸素だったが、硫化水素臭はしなかった。

・千葉のモニターは、27～30日にかけてクロロフィル濃度が高かった。したがって、少なくとも6月27日から30日の4日間、東京都内湾の一部で第8回赤潮が発生したと判定する。

【 第9回 】

(期間) 平成28年7月6日～7月7日の2日間

(発生水域) 東京都内湾の一部

(優占種) *Thalassiosiraceae*

(概要)

・7月4日～7日に全地点調査を実施した。3日はこの夏初めての猛暑日であった。全面着色水面であったが、透明度が1.5mを超え、クロロフィル濃度が低い

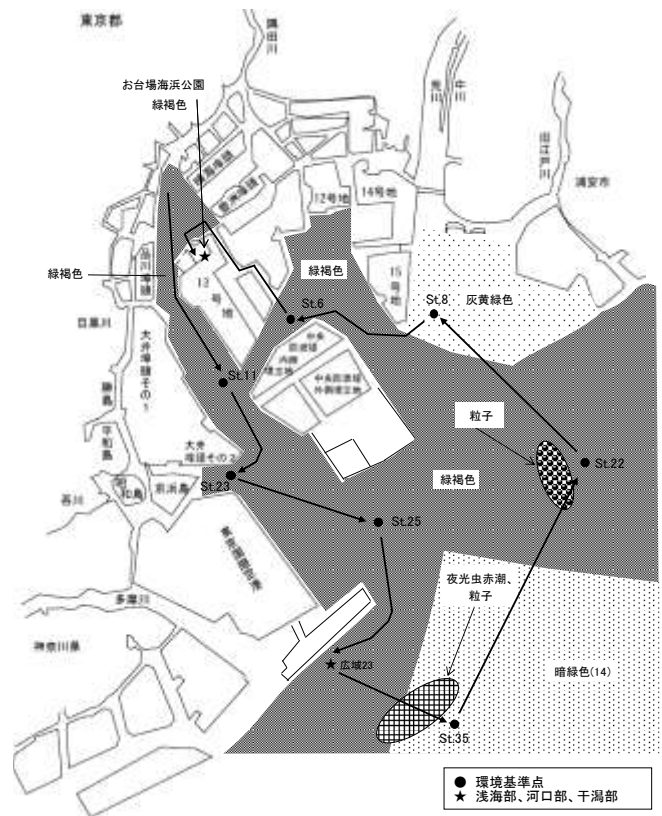


図5-6 第7回赤潮発生水域（6月21日調査）

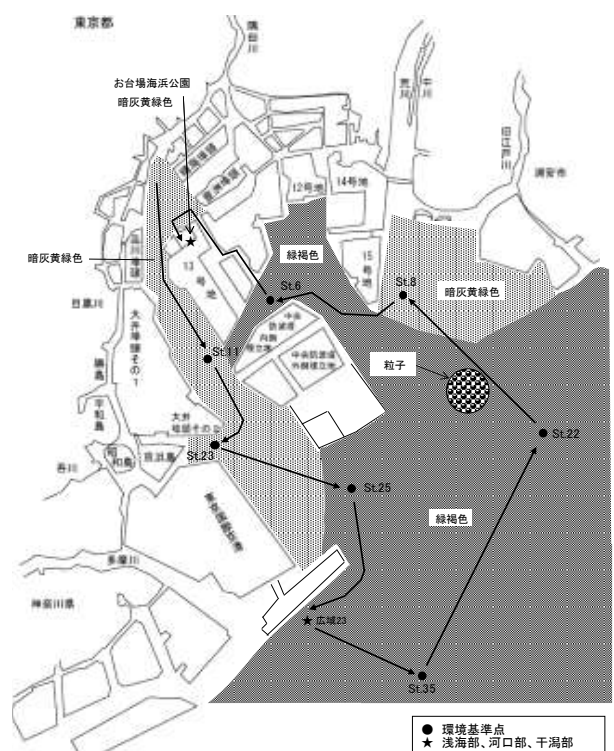


図5-7 第8回赤潮発生水域（6月28日調査）

い地点が多かった。

- ・下層にクロロフィル濃度が高い赤潮層があったが、顕微鏡観察により、*Ceratium furca* が確認された。
- ・St.6 および St.25 が赤潮判定され、優占種は *Thalassiosiraceae* であった。したがって、少なくとも7月6日から7日の2日間、東京都内湾の一部分で第9回赤潮が発生したと判定する。

【 第10回 】

(期間) 平成28年7月11日～21日の11日間

(発生水域) 東京都内湾の大部分

(優占種) *Skeletonema costatum*

(概要)

- ・11日に、St.25で濃い赤潮であるとの通報があった。
- ・12日に赤潮調査を実施した。St.22及びSt.35以外は全て赤潮判定された。優占プランクトンは、*Skeletonema costatum* および不明な微細鞭毛藻類であった。顕微鏡観察では、*Noctiluca scintillans*、*Ceratium furca* が複数の地点で確認された。
- ・13～14日に運河調査を実施した。赤潮状態の地点が見られ、優占種は *Skeletonema costatum* であった。
- ・20日に赤潮調査を実施した。前日に5mm、当日早朝1mmの降雨があった。St.35とSt.8以外の全ての地点で赤潮が確認された。優占種は *Skeletonema costatum* であるが、*Mesodinium rubrum* も多く確認された。St.22の底層水で中硫化水素臭がした。
- ・千葉の自動モニターでは、11日～21日までクロロフィル濃度が高かった。したがって、少なくとも7月11日～21日までの11日間、東京都内湾の大部分において第10回赤潮が発生したと判定する。

【 第11回 】

(期間) 平成28年7月24日～28日の5日間

(発生水域) 東京都内湾の大部分

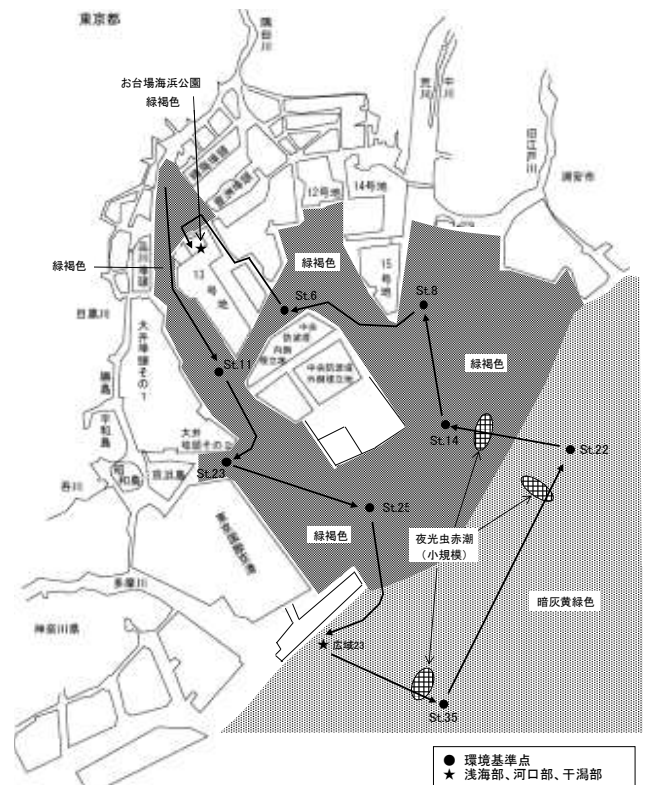


図5-8 赤潮発生水域図(7月12日調査)

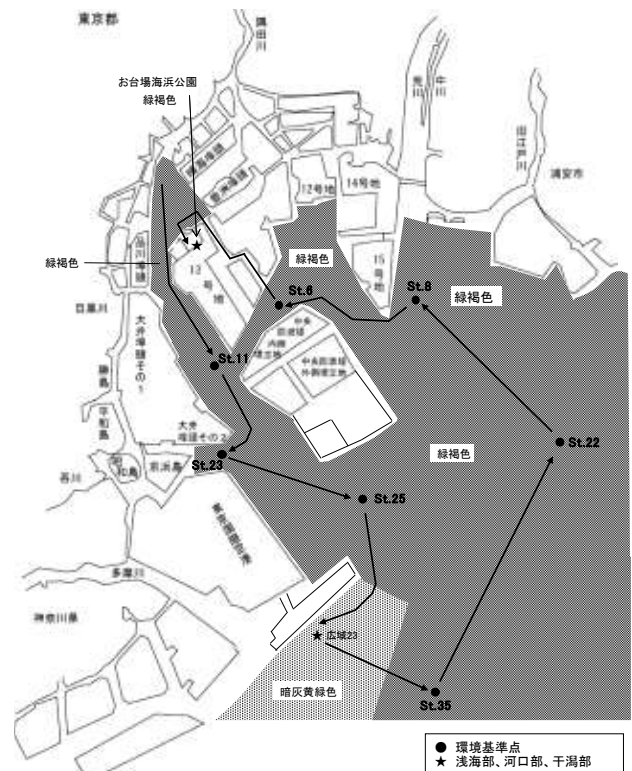


図5-9 第11回赤潮発生水域(7月26日調査)

(優占種) *Thalassiosira* spp.

(概要)

- ・7月21日に28mmの降雨があった。
- ・7月26日に赤潮調査を実施した。前夜に品川ふ頭の岸壁で夜光虫が青く光っていたとのことであった。St. 11、25、6、18の底層水が強硫化水素臭であった。広域23でカニの幼生が多く確認された。全測定地点で赤潮が確認され、優占種は *Thalassiosira* spp. であった。
- ・千葉のモニターは7月24日～28日までクロロフィル濃度が高かった。したがって、少なくとも7月24日～28日までの5日間、東京都内湾の大部分において、第11回赤潮が発生したと判定する。

【第12回】

(期間) 平成28年8月10日の1日間

(発生水域) 東京都内湾の一部

(優占種) *Chaetoceros* spp.

(概要)

- ・7月28日に梅雨明けとなった。
- ・8月2日に27mm、3日に16mmの降雨があった。
- ・8月2日～3日に内湾調査を実施し、赤潮は確認されなかった。
- ・5日の運河調査、9日の稚魚調査でも赤潮は確認されなかった。9日は台風一過で猛暑となった。
- ・10日に赤潮調査を実施し、St. 6と22で赤潮が確認され、優占種は *Chaetoceros* spp. であった。
- ・千葉のモニターでは、9日夜～10日にかけてクロロフィル濃度が高くなっていた。したがって、少なくとも8月10日の1日間、東京都内湾の一部において、第12回赤潮が発生したと判定する。

【第13回】

(期間) 平成28年9月5日～9月9日の5日間

(発生水域) 東京都内湾の一部

(優占種) *Thalassiosira* *binata*

(概要)

- ・9月7日と9日に内湾調査を実施した。

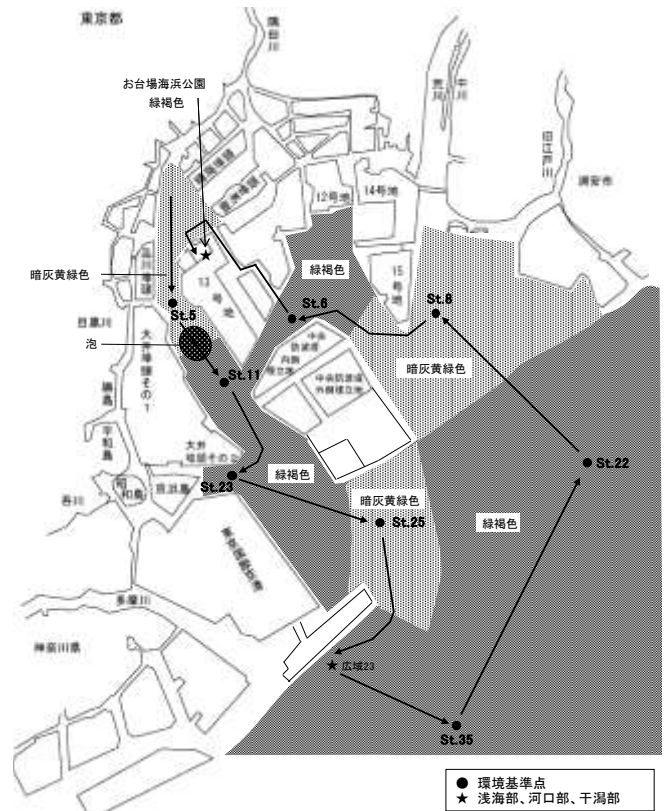


図5-10 第12回赤潮発生水域(8月10日調査)

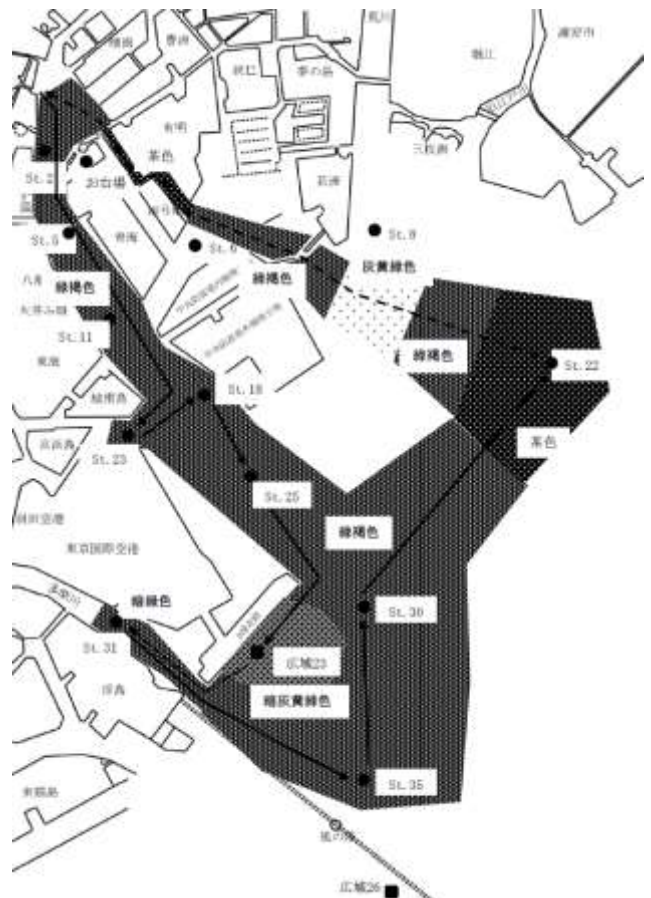


図5-11 第13回赤潮発生水域(9月7日調査)

調査地点の半数で赤潮が確認され、優占種は *Thalassiosira binata* であった。

- 千葉のモニターは5日～9日にかけてクロロフィル濃度が高かった。

- 13日の赤潮調査では赤潮は確認されなかった。したがって、少なくとも9月5日から9日までの5日間、東京都内湾の一部で第13回赤潮が発生したと判定する。

【 第14回 】

(期間) 平成28年10月3日～6日の4日間

(発生水域) 東京都内湾の大部分

(優占種) *Skeletonema costatum*

(概要)

- 4日～5日に内湾調査を実施した、St. 23以外の全ての地点で赤潮が確認され、優占種は *Skeletonema costatum* であった。

- 千葉の自動モニターのデータより、3日～6日までこの状態が続いたと推察した。したがって、少なくとも10月3日～6日の4日間、東京都内湾の大部分において、第14回赤潮が発生したと判定する。

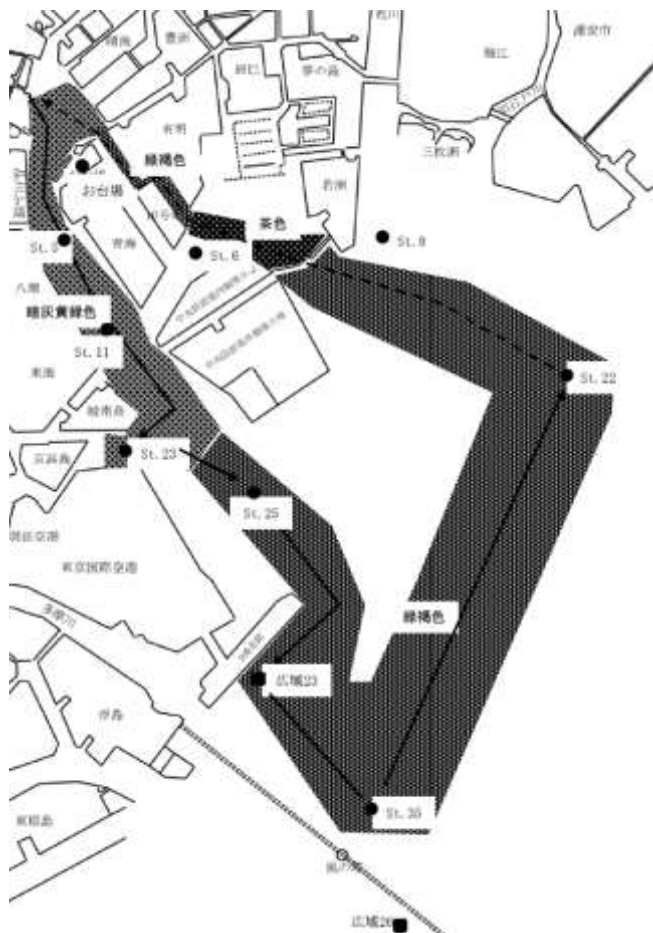


図5-12 第14回赤潮発生水域(10月4日調査)

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28年度は30%であった。

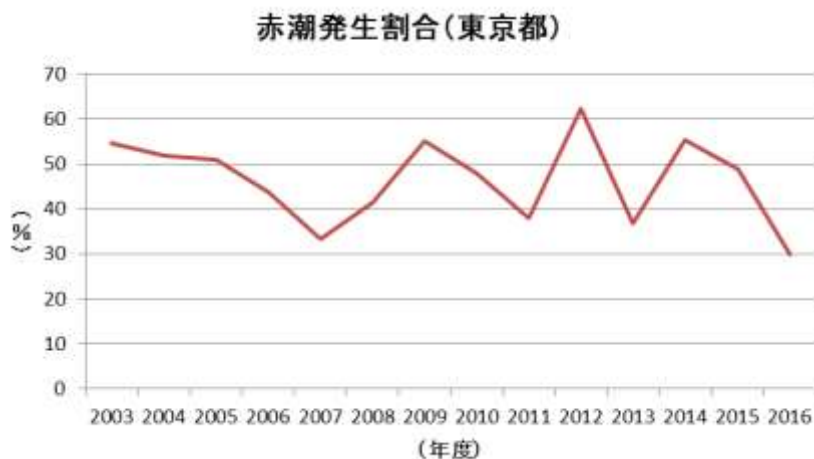


表5 植物プランクトンの月別出現状況と第一優占種となった回数 (平成 28 年度)

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	
クリプト植物	クリプト藻	Cryptomonadaceae	●	●	●	◎	●	●	●	●	●	◎	◎	●	19	
渦鞭毛藻植物	渦鞭毛藻	Prorocentrum micans									○	△			0	
		Prorocentrum minimum		◎	◎								△	○	◎	0
		Prorocentrum triestinum				●	◎		◎							0
		Dinophysis acuminata			◎											0
		Gymnodinium sp.			○							△				0
		Gyrodinium sp.			○			◎								0
		Gymnodiniales			◎						○	△	△			0
		Heterocapsa triquetra	○													0
		Heterocapsa sp.	◎	●	◎				◎	○	○	○		◎	○	0
		Gonyaulax spinifera										○				0
		Ceratium furca				◎	○					△				0
		Ceratium fusus	○	○												0
		Ceratium lineatum										○				0
		Peridinales			◎		◎						△	△		0
ハプト植物	ハプト藻	Chrysochromulina quadrikonta									○				0	
黄色植物	黄金色藻	Apedinella spinifera											△		0	
		Dictyocha fibula										△				0
		Ebria tripartita	○													0
		珪藻	Cyclotella sp.		△	△	○	○	●	◎						0
	Skeletonema costatum	●	●	●	●	●	●	●	●	◎	●	●	●	●	50	
	Skeletonema potamos			○	○	●	●	●							2	
	Skeletonema sp.			◎	△							◎			0	
	Thalassiosira anguste-lineata												○		0	
	Thalassiosira binata					●	●	●							8	
	Thalassiosira curviseriata													●	0	
	Thalassiosira pacifica											○			0	
	Thalassiosira rotula	○								○		◎			0	
	Thalassiosira weissflogii					●									1	
	Thalassiosira sp. (cf. mala)	○									○	◎	◎	●	0	
	Thalassiosira sp.	○		◎		◎	●	●	●	△	○	○	○	◎	0	
	Thalassiosiraceae	○	△	○	●	●	●	●	○	○	○				11	
	Aulacoseira granulata							○							0	
	Aulacoseira sp.							○				△	△		0	
	Leptocylindrus danicus	○			●		◎	◎	◎			○		○	0	
	Leptocylindrus mediterraneus			◎						○					0	
	Leptocylindrus minimus				●	○									0	
	Asteromphalus cleveanus											△			0	
	Actinopterychus senarius											○	△		0	
	Rhizosolenia fragilissima							◎	◎				△	○	0	
	Rhizosolenia imbricata												○		0	
	Rhizosolenia setigera	○											○		0	
	Cerataulina dentata							○							0	
	Cerataulina pelagica	◎			◎			○							0	
	Eucampia zodiacus	○	◎	◎									○		0	
	Chaetoceros affine		○									○			0	
	Chaetoceros constrictum	○	○									○	○	◎	0	
	Chaetoceros costatum					◎									0	
	Chaetoceros danicum											○			0	
	Chaetoceros debile	◎	●								◎	◎	○	◎	◎	0
	Chaetoceros diadema													○	0	
	Chaetoceros didymum											○	○	◎	0	
	Chaetoceros lorenzianum		○								△	○			0	
	Chaetoceros radicans												○	◎	●	1
	Chaetoceros sociale	◎	◎	◎					●			△		○	◎	0
	Chaetoceros subgen. Hyalochaete sp.			○	◎	◎	◎	◎	●	●	○	△			◎	0
	Ditylum brightwellii												△			0
	Asterionella glacialis	◎												○	●	0
	Thalassionema nitzschioides	△	◎	◎	◎						◎	○	○	◎	○	0
	Navicula sp.	△											△			0
	Cylindrotheca closterium	△	◎		●	◎						△			○	0
	Nitzschia pungens		◎		●									○		0
	Nitzschia sp.	△					○	○			◎	△				0
	Pseudo-nitzschia multistriata				◎	◎	●	◎	◎							0
	Pennales	△				△						△	△			0
	ラフト藻	Heterosigma akashiwo		●	●	◎					◎					4
ミドリムシ植物	ミドリムシ	Euglenophyceae	○		○	●	◎	●	●	◎	△				0	
緑色植物	緑藻	Prasinophyceae	●	●	◎		◎					△			0	
		Chlamydomonadaceae						◎								0
		Coelastrum sp.							○							0
		Dictyosphaerium pulchellum						○								0
		Micractinium pusillum						○								0
		Kirchneriella sp.							○							0
		Crucigenia sp.	△													0
		Scenedesmus sp.				△	○	○								0
その他の微細鞭毛藻類		other Micro-flagellates	●	●	●	●	●	●	●	●	◎	◎	◎	◎	◎	0

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

△ : 10 未満 ○ : 10 以上 100 未満 ◎ : 100 以上 1,000 未満 ● : 10,000 以上を示す。(単位 : $\times 10^6$ 細胞数/m³)

表6 赤潮発生時の優占プランクトン及び水質

(平成28年度)

回	発生期間	日数	発生 水域 ^(注1)	優占プランクトン ^(注2)	最多細胞 数(細胞 /ml) ^(注3)	水質データ ^(注4)						
						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)	塩分
1	5月5日 ～ 5月6日	2	⑤	<i>Heterosigma akashiwo</i>	1,370	—	1.4	71.0	13.9	8.4	19	24
2	5月5日 ～ 5月6日	2	⑤	<i>Rhizosolenia fragilissima</i>	3,290	—	1.5	54.5	14.5	8.5	19	27
3	5月12日 ～ 5月18日	7	④	<i>Heterosigma akashiwo</i>	14,300	8.8	1.5	127.0	13.3	8.6	19 ～ 21	20 ～ 30
4	5月19日 ～ 5月24日	6	②	<i>Eucampia zodiacus</i>	5,160	—	0.8	189.0	>20.0	8.8	21 ～ 22	25 ～ 29
5	6月7日	1	⑤	<i>Noctiluca scintillans</i>	57	—	3.0	25.2	7.7	8.3	20	31
6	6月13日 ～ 6月15日	3	③	<i>Skeletonema costatum</i>	25,400	—	1.5	50.8	9.6	8.3	22	17
7	6月17日 ～ 6月21日	5	②	Thalassiosiraceae	90,500	—	1.2	97.5	14.4	8.6	23 ～ 24	19 ～ 29
8	6月27日 ～ 6月30日	4	③	<i>Heterocapsa lanceolata</i>	9,360	—	1.4	107.0	9.3	8.3	23	22 ～ 27
9	7月6日 ～ 7月7日	2	③	Thalassiosiraceae	12,000	7.4	1.4	88.0	10.6	8.5	24	25
10	7月11日 ～ 7月21日	11	②	<i>Skeletonema costatum</i>	18,700	—	1.0	219.0	>20.0	8.8	26 ～ 27	22 ～ 26
11	7月24日 ～ 7月28日	5	②	Thalassiosira spp.	39,900	—	1.0	165.0	17.9	8.7	23 ～ 25	22 ～ 26
12	8月10日	1	③	Chaetoceros spp.	45,400	—	1.3	98.3	10.5	8.4	25 ～ 27	23 ～ 27
13	9月5日 ～ 9月9日	5	③	<i>Thalassiosira binate</i>	11,400	6.2	1.2	110.0	11.8	8.8	26 ～ 28	14 ～ 22
14	10月3日 ～ 10月6日	4	②	<i>Skeletonema costatum</i>	24,100	6.5	1.0	130.0	14.9	9.0	24	17 ～ 25

(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)	56
----------------------	----

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 28 年度は、発生した赤潮の 78% (11 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第 10 回赤潮の 11 日間で、7 月 11 日から 21 日まで発生した。

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 6 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 28 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、隅田川河口の St.5 であった。

発生水域の規模でみると、平成 28 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 5 回 (全体の 36%) あり、平成 27 年度の 25% と比較すると、規模の大きな赤潮の割合が若干増加した。

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 月上旬から中旬にかけてラフィド藻類である *Heterosigma akashiwo* 5 月中旬に珪藻類の *Skeletonema costatum* による赤潮が発生した。6 月初旬に珪藻類の *Skeletonema costatum*、中旬に渦鞭毛藻類の *Noctiluca scintillans*、珪藻類の *Skeletonema costatum*、珪藻類の *Thalassiosiraceae*、6 月下旬にラフィド藻類である *Heterocapsa lanceolata* による赤潮が発生した。7 月初旬に珪藻類の *Thalassiosiraceae*、7 月中旬に珪藻類の *Skeletonema costatum*、7 月下旬に珪藻類の *Thalassiosira* spp. による赤潮が発生した。8 月は 1 回 1 日のみで *Chaetoceros* spp. による赤潮が発生した。9 月の赤潮は初旬に珪藻類の *Thalassiosira binata*、10 月上旬は珪藻類の *Skeletonema costatum* による赤潮であった。

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	28 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	5
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
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	2
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	1
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	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	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	14

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	調査名	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	木	内湾	△	×	×	×	×	—	—	—	—	前日、千葉奥部にて貧酸素水塊確認
4月8日	金	内湾	—	—	—	—	—	×	×	×	×	台船にてWB
4月12日	火	運河	—	—	—	—	—	—	—	—	—	コース内赤潮見られず
4月13日	水	運河	—	—	—	—	—	—	—	—	—	横浜3地点で赤潮
4月20日	水		—	—	—	—	—	—	—	—	—	千葉湾奥部赤潮(フサス) 河口部にて赤潮(フサスと見られる) 16条河川河口部にて赤潮(フサスと見られる)
4月26日	水	赤潮	△	—	△	△	△	△	△	△	△	Sk.いない
5月2日	月	赤潮	△	—	△	△	△	△	△	△	△	
5月6日	金	赤潮	●	—	●	△	△	△	△	△	△	お台場Heterosigma akashiwo St.6 Rhizosolenia fragilissima
5月10日	火	内湾鳥類	—	—	—	—	—	×	×	×	×	
5月12日	木	内湾成魚	○	×	●	×	×	○	—	○	—	Heterosigma akashiwo 透明度1.8m
5月13日	金	運河	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
5月16日	月	運河	—	—	—	—	—	—	—	—	—	運河(砂町方面)はすべて赤潮
5月18日	水	赤潮付着	●	—	●	△	△	●	△	●	△	Heterosigma akashiwo 両地点透明度1.5m以下
5月19日	木	DXN	—	—	—	—	—	△	—	○	△	Mesodinium rubrum
5月24日	火	赤潮	●	—	●	△	欠測	○	欠測	●	○	Skeletonema costatum 奥部 貧酸素
5月25日	水	底生生物	—	—	—	—	—	—	—	—	—	コース内では赤潮見られず
5月26日	木	底生生物	—	—	—	—	—	—	—	—	—	コース内では赤潮見られず
6月1日	水	内湾	—	—	—	—	—	×	×	×	×	
6月2日	木	内湾	△	×	×	×	×	—	—	—	—	St.8以外貧酸素
6月7日	火	赤潮	△	—	×	△	△	○	△	△	△	St.22夜光虫
6月8日	水	運河	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
6月9日	木	運河	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
6月15日	水	赤潮	△	—	●	△	△	△	△	△	△	Skeletonema costatum
6月21日	火	赤潮	○	—	●	△	○	○	○	○	×	Thalassiosiraceae
6月24日	金	鳥類	—	—	—	—	—	—	—	—	—	赤潮なし
6月28日	火	赤潮	—	—	●	△	△	○	△	○	○	Heterocapsa lanceolata
7月4日	月	内湾	—	—	—	×	—	—	—	—	×	
7月5日	火	内湾	—	—	—	—	—	×	—	—	—	
7月6日	水	内湾	○	×	—	—	×	—	×	●	—	Thalassiosiraceae Ceratum furca
7月7日	木	内湾	—	—	●	—	—	—	—	—	—	Thalassiosiraceae
7月12日	火	赤潮	●	—	●	○	○	△	○	●	△	Skeletonema costatum Ceratum furca、夜光虫

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	調査名	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13日	水	運河	—	—	—	—	—	—	—	—	—	運河全域赤潮気味 <i>Skeletonema costatum</i>
7月14日	木	運河	—	—	—	—	—	—	—	—	—	砂町コース赤潮ないが貧酸素
7月20日	水	赤潮	●	—	●	△	○	○	○	○	△	<i>Skeletonema costatum</i> <i>Mesodinium rubrum</i>
7月26日	火	赤潮	●	—	●	○	○	○	○	○	○	<i>Thalassiosira</i> sp. 貧酸素
8月2日	火	内湾	—	—	—	—	—	—	×	×	×	6/28梅雨明け 朝25mm降雨後
8月3日	水	内湾	△	×	×	×	×	×	—	—	—	一斉調査日、降雨後
8月5日	金	鳥類	—	—	—	—	—	—	—	—	—	赤潮なし
8月9日	火	運河	—	—	—	—	—	—	—	—	—	赤潮なし貧酸素
8月10日	水	赤潮運河	○	△	●	○	○	●	○	△	△	<i>Skeletonema costatum</i> <i>Chaetoceros</i> sp.
8月16日	火	赤潮	△	—	×	△	△	△	△	△	△	降雨なし貧酸素
8月23日	火	赤潮	△	—	×	欠測	△	欠測	△	△	欠測	台風後大出水。エコシップのため
9月7日	水	内湾	—	—	—	—	—	●	×	●	●	St.25,35透明度1.8あるが 着色あり赤潮とする
9月9日	金	内湾	×	×	●	×	×	—	—	—	—	
9月13日	火	赤潮	—	△	—	—	△	—	△	△	—	途中で中止
9月14日	水	成魚	—	—	—	—	—	△	—	△	△	St.10△
9月15日	木	運河	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
9月16日	金	運河	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
9月26日	月	赤潮	×	—	×	△	△	△	△	△	×	<i>Thalassiosiraceae</i> など
9月27日	火	内湾底質	—	—	—	—	—	○	—	—	○	<i>Skeletonema costatum</i> など
9月28日	水	内湾底質	—	—	○	—	—	—	—	—	—	
10月4日	火	内湾	—	—	—	—	—	●	×	●	●	<i>Skeletonema costatum</i>
10月5日	水	内湾	●	●	●	●	●	—	—	—	—	<i>Skeletonema costatum</i>
10月12日	水	運河	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
10月13日	木	赤潮運河	×	—	×	△	△	×	△	△	×	
11月1日	火	内湾	—	—	—	—	—	×	×	×	×	
11月2日	水	内湾	△	×	×	×	×	—	—	—	—	
11月8日	火	運河	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
11月9日	水	運河	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
12月1日	木	内湾	—	—	—	—	—	×	×	×	×	
12月2日	金	内湾	△	×	×	×	×	—	—	—	—	
12月6日	火	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	調査名	お台場	St.5	St.6	St.8	St.11	St.22	St.23	St.25	St.35	特記事項
12月7日	水	運河	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1月10日	火	内湾	—	—	—	×	—	—	—	—	×	
1月11日	水	内湾	—	—	—	—	—	×	—	—	—	
1月12日	木	内湾	△	×	—	—	×	—	×	×	—	
1月13日	金	内湾	—	—	×	—	—	—	—	—	—	
1月17日	火	運河	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1月18日	水	運河	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
2月1日	水	内湾	—	—	—	—	—	×	×	×	×	
2月2日	木	内湾	△	×	×	×	×	—	—	—	—	
2月7日	火	運河	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
2月8日	水	運河	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
3月1日	水	内湾	—	—	—	—	—	×	×	×	×	
3月2日	木	内湾	△	×	×	×	×	—	—	—	—	
3月7日	火	運河	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
3月8日	水	運河	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
調査回数			28	14	30	28	29	32	29	33	31	
発生回数			11	1	15	4	6	12	5	12	6	
出現率(%)			39.3	7.14	50	14.3	20.7	37.5	17.2	36.4	19.4	

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	28 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	0
	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	5
	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	5
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	1
	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	3
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	14

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>Noctiluca scintillans</i>												
<i>Heterosigma akashiwo</i>												
<i>Heterocapsa lanceolata</i>												
Thalassiosiraceae												
<i>Thalassiosira binata</i>												
Thalassiosira spp.												
Chaetoceros spp.												
<i>Rhizosolenia fragilissima</i>												

【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7 優占プランクトン別赤潮発生時期と規模(平成28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 28 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 10 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 3 回であった。次いで、*Thalassiosiraceae* (珪藻類) と *Heterosigma akashiwo* (ラフィド藻類) で 2 回であった。珪藻類が第一優占種となる割合は約 71% (延べ 14 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>																				
	<i>Noctiluca scintillans</i>	2					1	1										1	1		
緑藻	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	
プラシノ藻	<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	
繊毛虫	<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 28 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	28
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	3
	<i>Skeletonema</i> sp. (spp.)																			1	
	<i>Thalassiosira</i> sp.(spp.)		2	3	4		3	3	4	4	2	3	1				2		1		1
	Thalassiosiraceae	4	1			3	1			1	1		1	3		3		1	2	3	2
	<i>Tharassiosira binata</i>											1									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>																				1
	<i>Chaetoceros sociale</i>					1															
	<i>Chaetoceros cf. salsugineum</i>											1	1		1						
	<i>Chaetoceros</i> spp.						1												1		1
	<i>Lithodesmium variable</i>																				
	<i>Eucampia zodiacus</i>									2	1					3		1			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	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	1
	<i>Noctiluca scintillans</i>			2	4	1		3	1	1			1		3			1			1
緑藻	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	14

(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

水は、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概観が変化する。透明度は、水の概観を表す指標となる。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が大きく、値が大きいほど透明度の変化が小さくなり、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 $20,441 \times 10^6$ 細胞/ m^3 、 $326 ml/m^3$ であった。

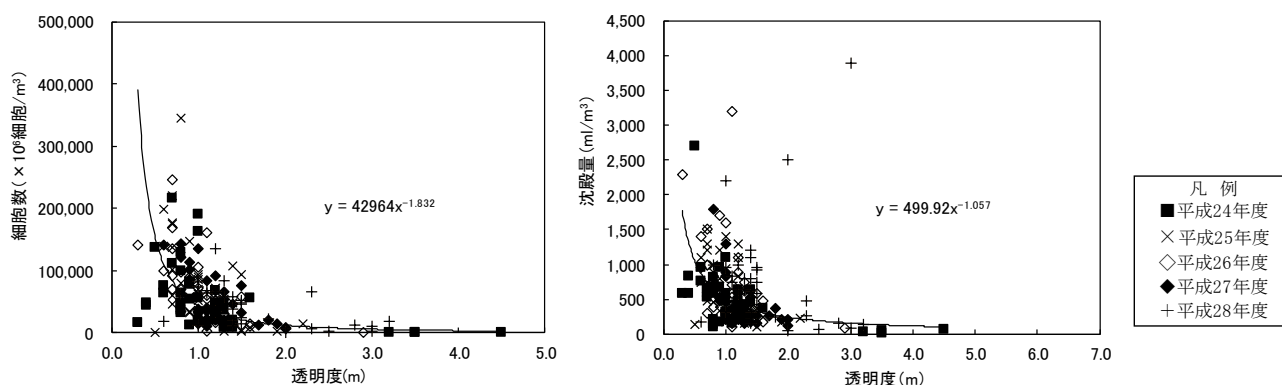


図7 植物プランクトン総細胞数と透明度の関係(左)、及び沈殿量と透明度の関係(右)

(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 28 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。

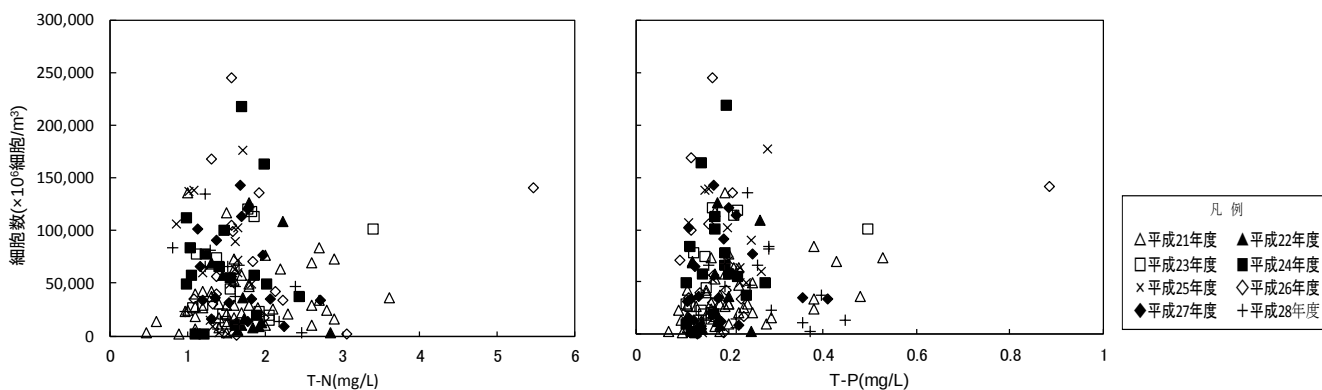


図8 植物プランクトン細胞数と栄養塩類(左:T-N、右:T-P)

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。プランクトンのサイズや

細胞内に含まれる物質量を測定していないため、総細胞数は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。

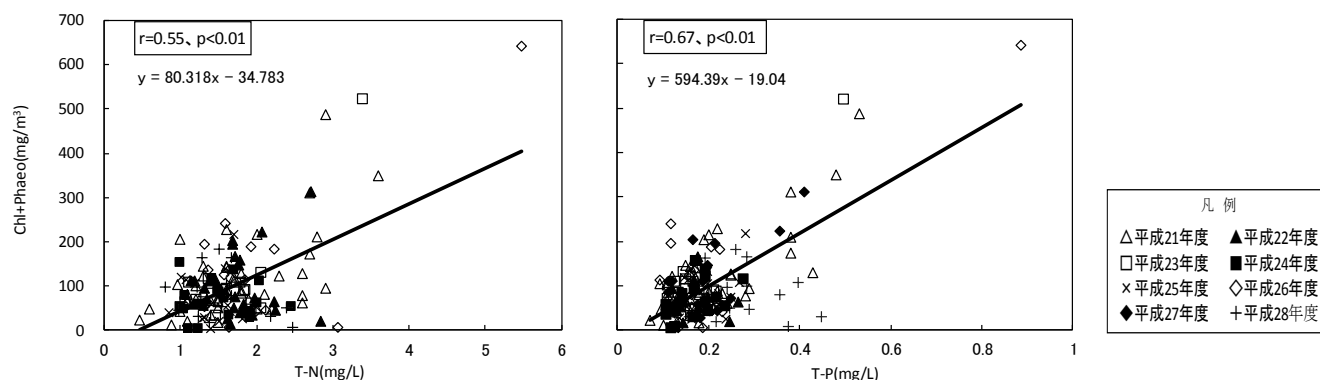


図9 クロロフィル a+フェオフィチン濃度と栄養塩類(左:T-N、右:T-P)

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($r=0.55$ 、 $p<0.01$)。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($r=0.67$ 、 $p<0.01$)。

(ウ) 主要プランクトンと環境要因

平成19年度から平成28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 21.8～29.1℃で多かった。

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℃～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℃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。

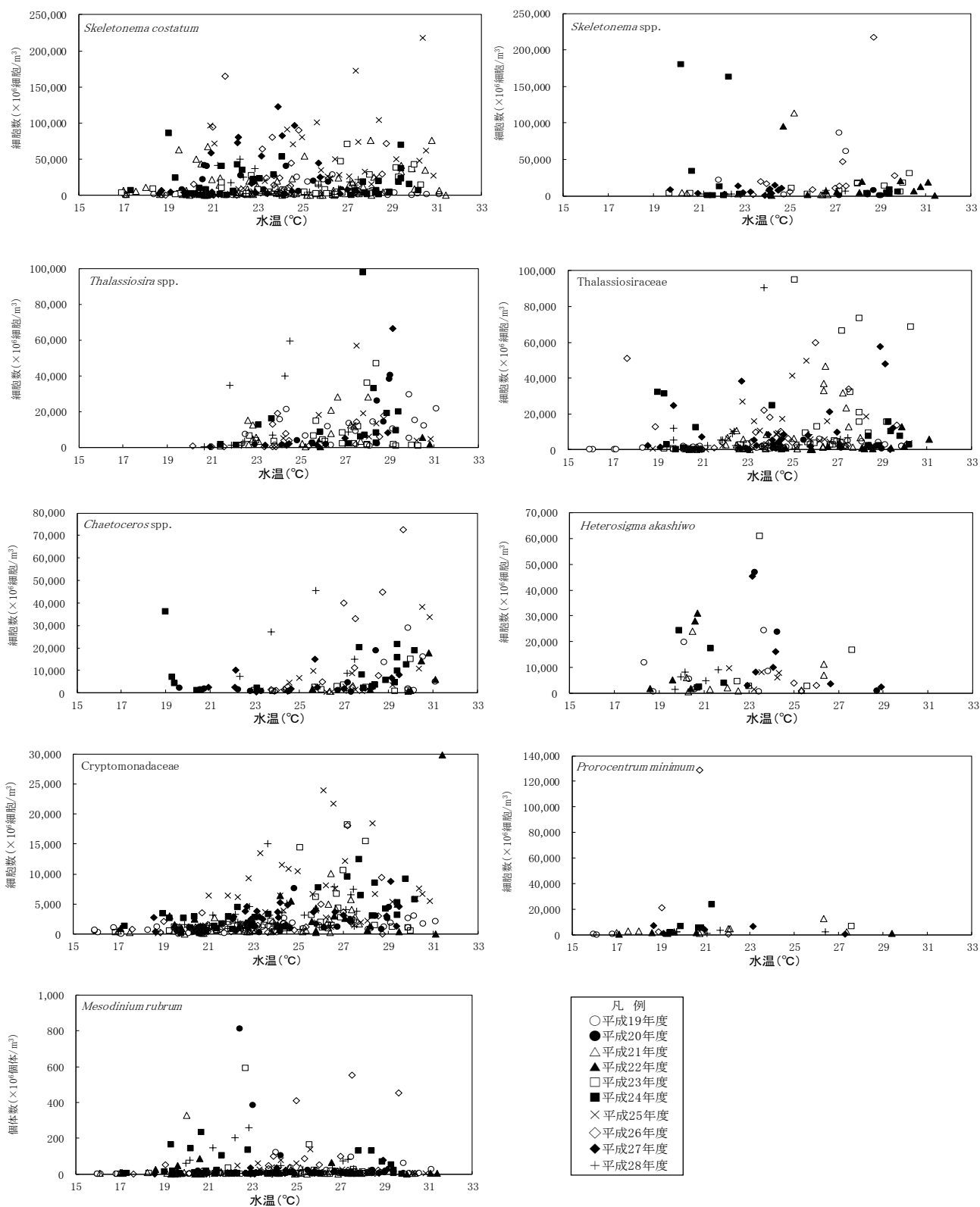


図 10 水温と主要植物プランクトン細胞数(個体数)の関係

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 12.5～30.4 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 17.2～24.6 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 13.6～29.5 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。

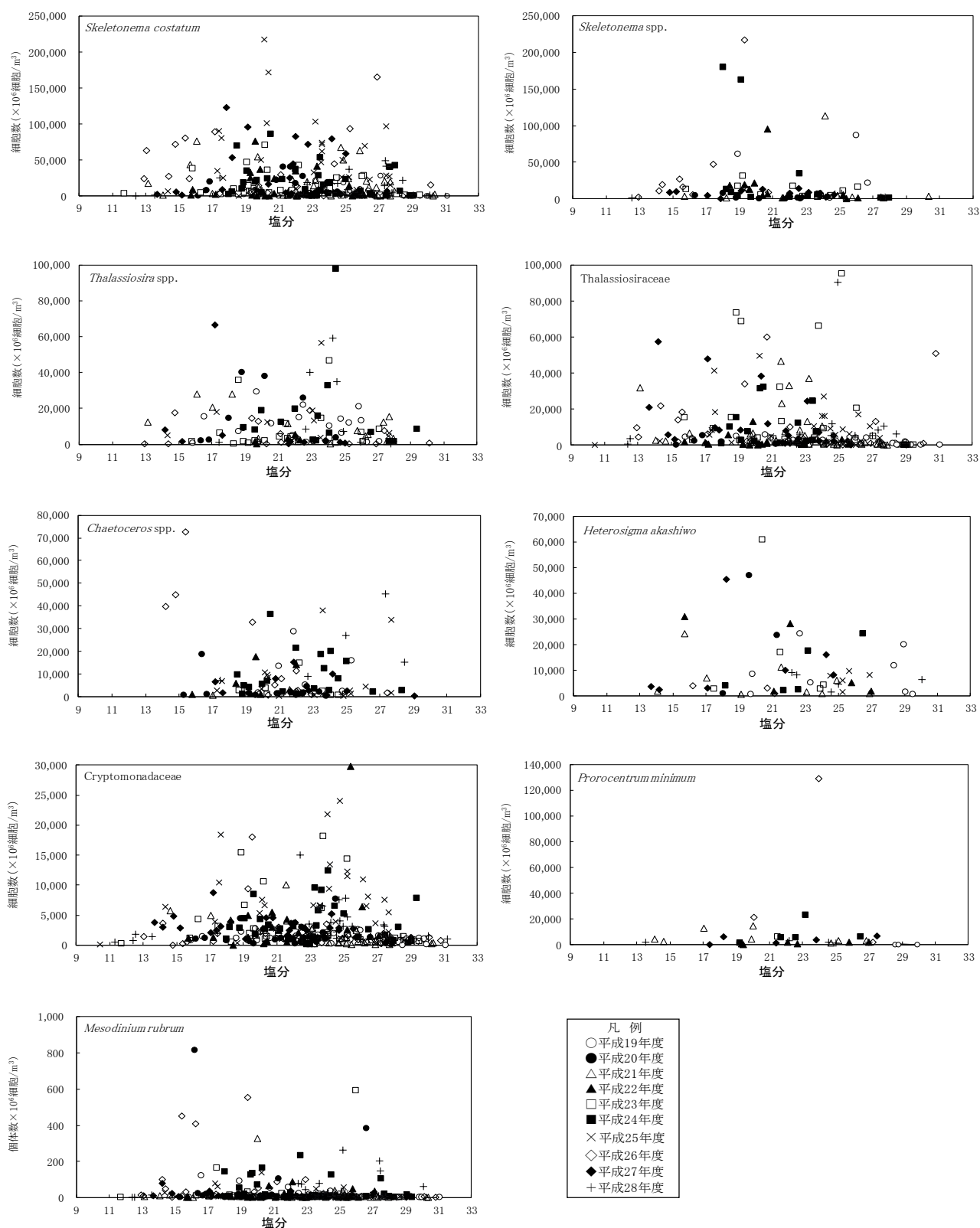


図 11 塩分と主要植物プランクトン細胞数(個体数)の関係

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。

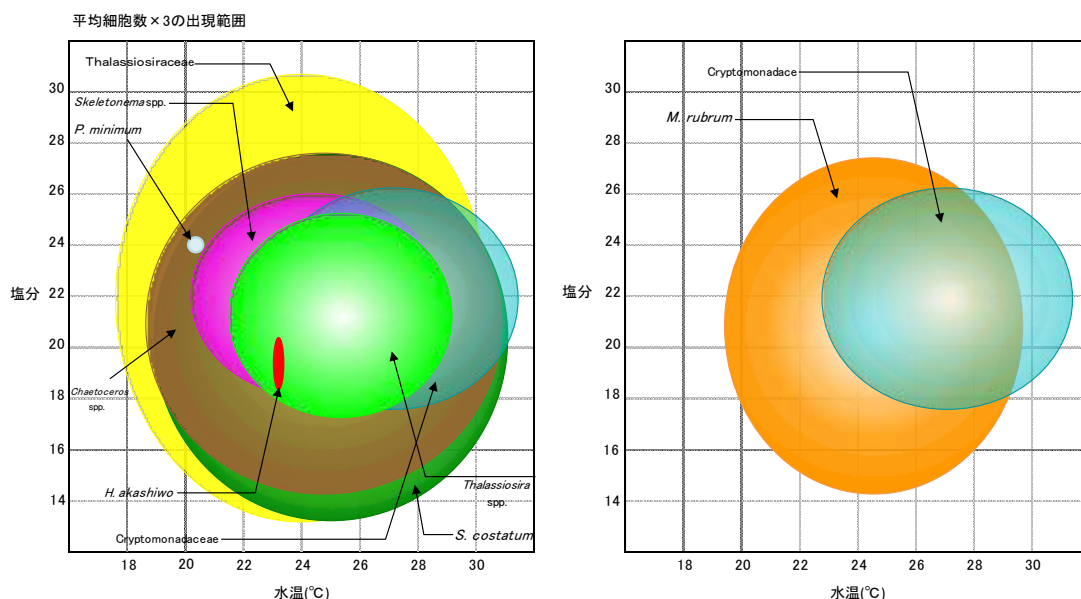


図 12 主要プランクトンと水温および塩分範囲

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 22～29°C、塩分 17～25 の範囲で多かった。*Thalassiosiraceae* は水温約 17～30°C 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.* は水温が約 19°C～31°C、塩分が約 14～28 の範囲で多くなり、適応範囲が広がった。*H. akashiwo* は水温約 23°C、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°C、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°C、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°C、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°C、塩分は 18～26 のやや広い範囲で重複した。

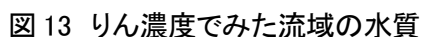
(参考文献)

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 10 に示す。

T-N 濃度が最大を示したのは 6 月 15 日で、2.4mg/L、T-P 濃度が最大を示したのは 8 月 23 日で、0.45mg/L を示した。両日とも調査前日に各々 98.5 mm、106.5 mm の降雨があった。



りん濃度でみた流域の水質を図 13 に示す。

全りん濃度は、都内湾海水(上層)0.1～0.2 mg/L 前後、河川水は0.3～0.4 mg/L であるのに対し、下水処理放流水は有明と芝浦の1系統(0.3 mg/L)を除き、0.6～1.7 mg/L と河川水の3～6倍の濃度であった。水量は、例えば森ヶ崎水再生センターは下水処理量が1日平均114.9 万m³(平成27年度実績)であるのに対し、多摩川の低水流量が141 万m³(平成27年度)と8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。

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 14 に示した。年間

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 14 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現状を表11及び図14-1、図14-2に示した。St.8は荒川河口部で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と浅い地点のため貧酸素状態になりやすいが、今年度は8地点中5地点で貧酸素水塊出現率が40%を超えた。

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	11	14	4	13	14	8	11	9	84
	未満率(%)	65	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	17	142
	2.0mg/L 回数	3	14	2	15	11	6	12	8	71
	未満率(%)	60	67	11	71	61	29	60	47	50
H27	調査回数	7	21	18	20	15	19	18	17	135
	2.0mg/L 回数	2	17	4	17	12	8	12	10	82
	未満率(%)	29	81	22	85	80	42	67	59	61
H28	調査回数	6	20	19	19	19	19	20	20	142
	2.0mg/L 回数	2	12	2	12	10	5	12	8	63
	未満率(%)	33	60	11	63	53	26	60	40	44

＊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。

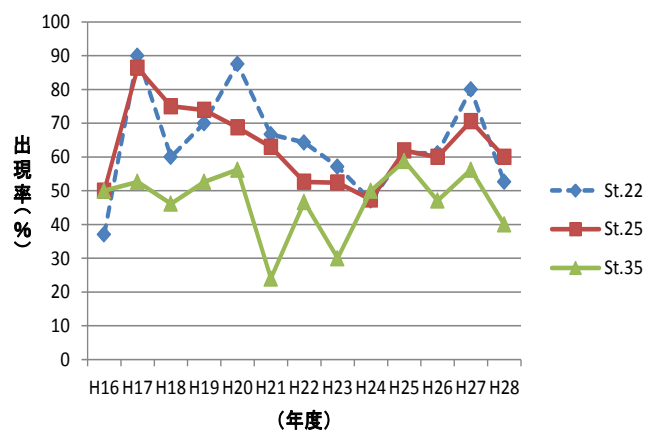


図 14-1 貧酸素水塊出現率の経年変化(B 類型)

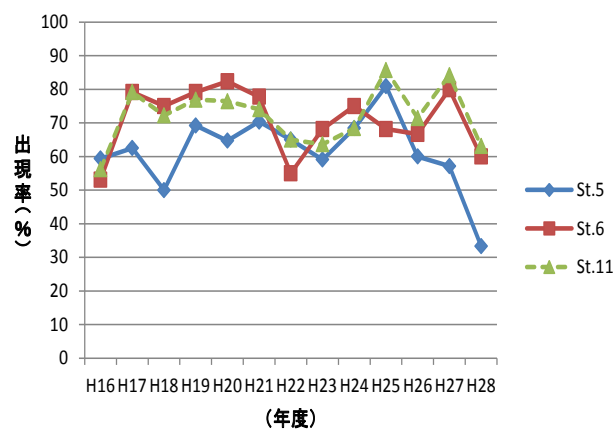


図 14-2 貧酸素水塊出現率の経年変化(C 類型)

6 まとめ

(1) 赤潮の発生回数、日数及び時期

平成 28 年度の赤潮の発生回数は 14 回、発生日数は 56 日で、平成 27 年度と比べて、発生回数は 2 回減少し、発生日数は 25 日減少した。赤潮が多く発生する 8 月に平年の 2.7 倍の降雨があり、9 月も降雨が多かったのが特徴である。

経年変化は回数、日数ともに年度により変動が大き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 28 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 14 回中 3 回であった。次いで *Thalassiosiraceae*(珪藻)と *Heterosigma akashiwo*(ラフィド藻)が各々 2 回であった。日数としては、*Skeletonema costatum*(珪藻)が延べ 18 日間と最も長く、次いで *Heterosigma akashiwo*(ラフィド藻)が 9 日であった。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

東京都内湾の大部分に広がった赤潮が 5 回(全体の 36%)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 79%(14 回中 11 回)が 5 日以内であった。

(4) 貧酸素水塊の発生状況

28 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 4 地点であった。また、27 年度と比較して、28 年度は St.5 を除く 7 地点で出現率が 9～27%以上減少した。

【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》 底層水の硫化水素臭の発生状況

硫化水素は、生物にとって有害なものとして水産用水基準が定められている（海域：検出されないこと：検出下限 0.1mg/L）。東京湾の貧酸素問題における最も深刻な水塊の状態は、無酸素水塊の発達とその水塊中での硫化物の発生であり、この硫化物を含む無酸素水塊が湧昇したものが青潮である。

16 条調査及び赤潮調査において、下層水に硫化水素臭がするケースがあり、今回、夏季に臭気が発生した地点と状況を整理した。

平成 28 年度調査において、下層 DO がほぼゼロであり、硫化水素臭の感じられた 20 件の一覧を示す。

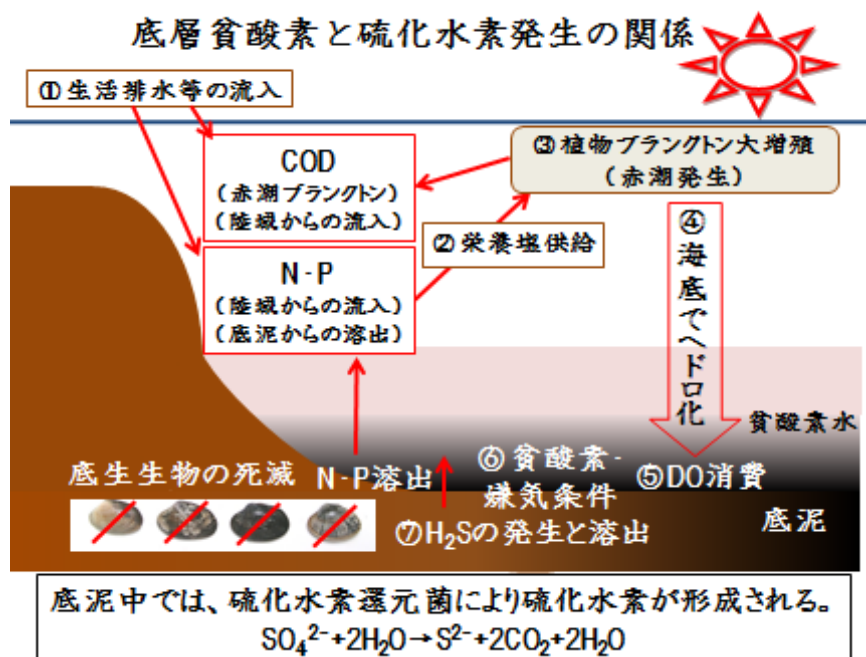
頻度が高かったのは、内湾においては St. 22、6、11、25 及び運河域では処理水の影響の強い No. 17（八千代橋）及び No. 19（御楯橋）であった。

いずれの地点も水生生物の生息が豊かではないと見られている地点であった。

今後、国や研究者の動向等を見ながら、その濃度と他の要因、底質等との関係を調べ、改善策を探っていくことが重要となる。

底層水の臭気（平成28年度夏期）

採水月日	地点名	下層臭気	下層DO (mg/l)
6月1日	St. 22	微硫化水素臭	0.0
7月13日	St. 19	中硫化水素臭	0.0
7月13日	St. 22	強硫化水素臭	0.0
7月20日	St. 22	強硫化水素臭	0.0
7月26日	St. 6	中硫化水素臭	0.05
7月26日	St. 11	中硫化水素臭	0.04
7月26日	St. 25	中硫化水素臭	0.04
8月3日	St. 6	微硫化水素臭	0.0
8月10日	No. 17	強硫化水素臭	0.0
8月16日	St. 6	中硫化水素臭	0.02
8月16日	St. 11	中硫化水素臭	0.02
8月16日	St. 22	微硫化水素臭	0.01
8月16日	St. 25	中硫化水素臭	0.02
8月16日	St. 35	微硫化水素臭	0.0
8月23日	St. 11	中硫化水素臭	0.0
9月27日	St. 22	微硫化水素臭	-
10月4日	St. 22	中硫化水素臭	0.0
10月4日	St. 25	微硫化水素臭	0.3
10月14日	No. 17	中硫化水素臭	0.0
10月14日	No. 19	微硫化水素臭	0.2

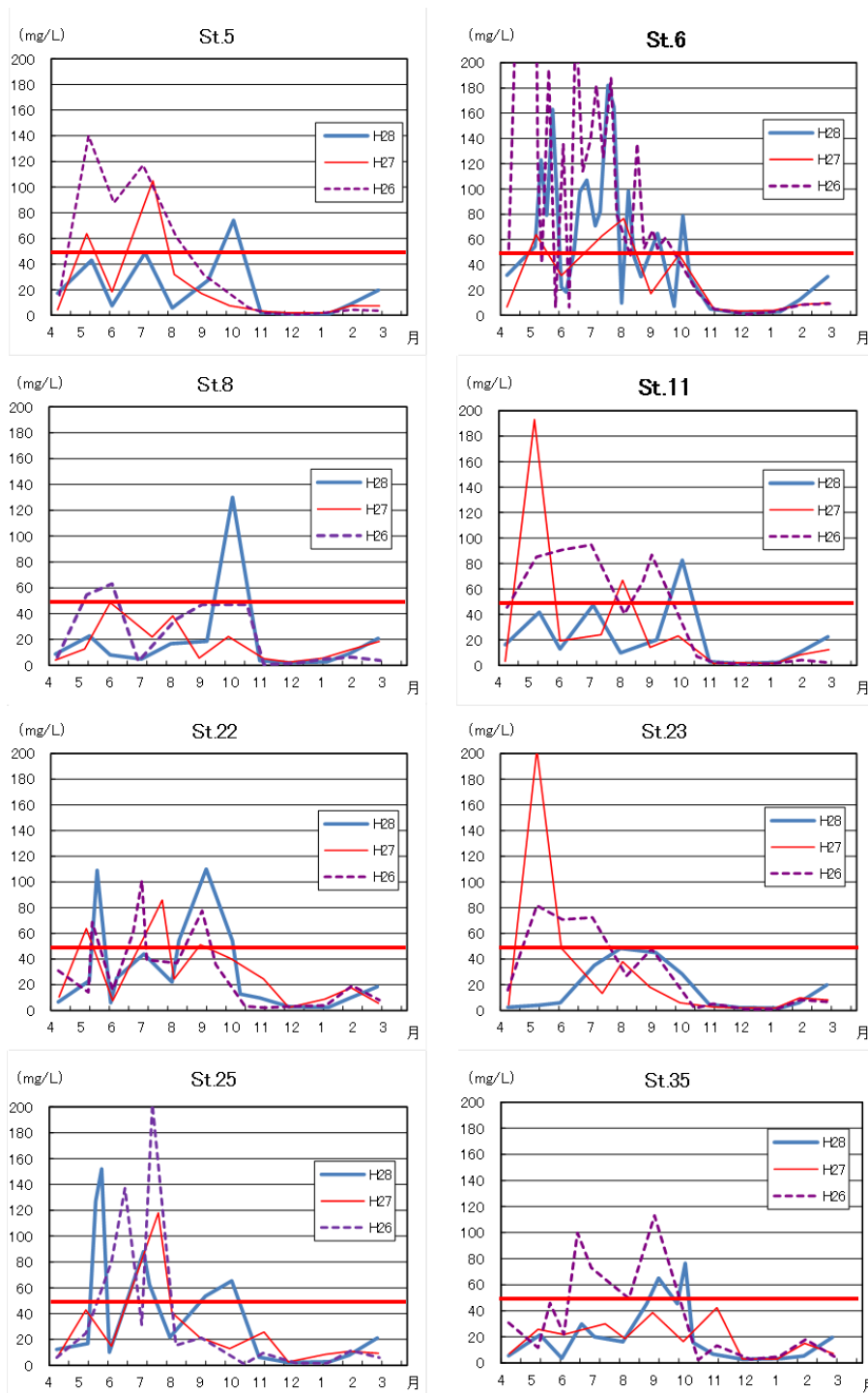


《トピックス2》 クロロフィル濃度について

クロロフィル類は光合成に直接関与するので、測定値から植物プランクトンを量的に把握することができる。東京湾では赤潮判定の一項目として、 $50\text{mg}/\text{m}^3$ 以上の濃度であることとしている。

調査地点別にクロロフィル濃度の変動をグラフ化したところ、St. 6 で $50\text{mg}/\text{m}^3$ 以上の濃度が他の地点と比較して高い頻度で5月から10月までの長期に亘り測定された。近年3か年では平成26年度が多く発現し、平成28年度は幾分少なかった。

内湾全域で、クロロフィル濃度の出現状況から赤潮の発現前線をみると、段々と千葉県の内房寄りに北上しており、長期的には赤潮の出現範囲が狭くなり改善してきたように見えた（口絵13）。

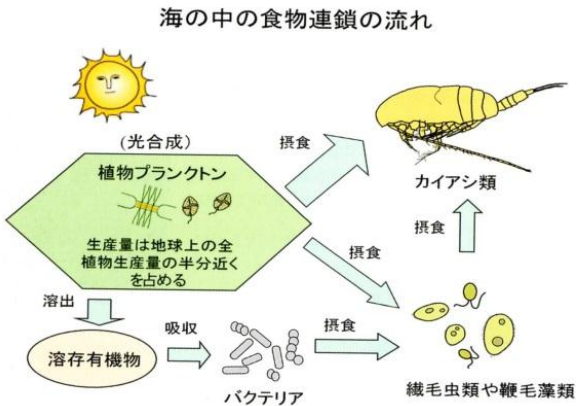


《トピックス3》 動物プランクトンの出現状況について

動物プランクトンは植物プランクトンを捕食し増殖を抑制しているが、バランスが崩れると植物プランクトンが大増殖し、赤潮が発生する。また、動物プランクトンは魚などの餌となる役割を担っている。以上の点から、動物プランクトンの出現状況を把握することは重要である。

16 条調査や赤潮調査では、バケツによる表層採水でプランクトンの定性観察及び定量同定を行っている。この方法は、植物プランクトンや繊毛虫など小型の動物プランクトンの把握には適しているが、カイアシ類のような少数で大きなサイズの動物プランクトンに対しては採取量や採取位置が最適とは言えない。しかし出現傾向の把握という意味では十分と思われる。

高い頻度で出現した動物プランクトンを下表に示し、写真や特徴を口絵 7～8 に示す。
繊毛虫の Oligotrichida や甲殻類の Nauplius larva of Copepoda（カイアシ類のノープリウス幼生）が春から秋にかけて高頻度で優占種となった。



「日本の海産プランクトン図鑑」岩国市立マイクロ生物館監修 より引用

動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28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
原生動物	繊毛虫	Mesodinium rubrum		●	○	●	◎	●	◎		△	△			10
		Tintinnidium mucicola	○	●		○		△		△	△	△	◎	○	11
		Tintinnopsis sp.	◎	◎	○	●	○	◎	◎	◎	△	○	◎	○	7
		Stenosemella sp.	○	△							◎	○	○	○	8
		Helicostomella fusiformis				●	◎	○	○	△			○	△	0
		Favella ehrenbergii					○	△	△	△					0
		Favella taraikaensis	○	△						○	△	△			0
		Eutintinnus tubulosus				●	△	○	○						3
		Amphorellopsis acuta	△			●	◎	△			○				3
		Oligotrichida	◎	◎	◎	◎	◎	●	●	◎	△	△	○	◎	32
袋形動物	ワムシ	Synchaeta sp.		△	◎	◎		◎	◎	○		△			0
軟体動物	ニマイガイ	Veliger larva of Bivalvia	○	○	○	○	○	○	○	△	△	△	△	△	0
環形動物	ゴカイ	Polychaeta larva		△	○	○	△	○	○	△	△	△	△	△	0
節足動物	甲殻	Copepodite larva of Paracalanus								△	△	△		△	0
		Acartia omorii	△									○	△	○	1
		Copepodite larva of Acartia	△	○	△		△	○			△	△	○	○	0
		Oithona davisae	△	△	△	○	○	△	△	△	△		△	△	0
		Copepodite larva of Oithona	○	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	○	△	○	○	0
		Nauplius larva of Copepoda	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	○	○	19
		Nauplius larva of Cirripedia	△	○	△	△	△		△					△	0
原索動物	オタマホヤ	Oikopleura dioica	△	△	○		○			○	△	△	△	○	0
		Oikopleura sp.			○		△	△	△	△	△		△	△	0

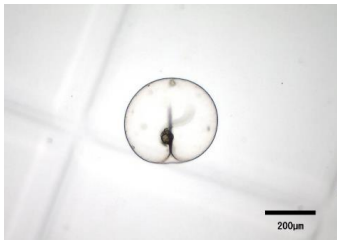
凡例：表中の記号は優占 10 種についての内湾基準点 8 地点の出現個体数合計を示す。

●10 以上 ◎1 以上 10 未満 ○0.1 以上 1 未満 △0.1 未満

なお、植物プランクトンの中にも、渦鞭毛藻類の一部にケイソウ類や赤潮プランクトンを捕食するプランクトンがある。その代表的なものを下記に示す。



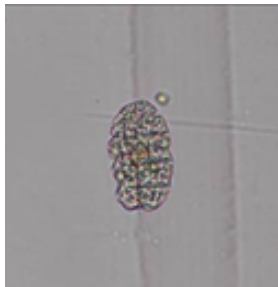
プロトペリジウム属



ノクチルカ属



ギロジニウム属



ポリクリコス属

《トピックス 4》（再掲） 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
	<i>Ceratium furca</i>	32,000	210
	<i>Ceratium fusus</i>	27,000	180
珪藻	<i>Heterocapsa lanceolata</i>	1,100	7
	<i>Coscinodiscus asteromphalus</i>	530,000	3,500
	<i>Leptocylindrus minimum</i>	130	0.9
	<i>Skeletonema costatum</i>	150	1
	<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
	<i>Chaetoceros sociale</i>	200	1.3
	<i>Cylindrotheca closterium</i>	110	0.7
	<i>Nitzschia</i> spp.	270	2
	<i>Heterosigma akashiwo</i>	2,500	17
ラフィド藻	Euglenophyceae	580	4
ミドリムシ藻	<i>Mesodinium rubrum</i>	5,300	35