

第1部 赤潮調査編

I 「赤潮調査」の概要

1. 調査の目的

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回実施し、この中で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、東京都内湾に頻発する赤潮の状況を把握するには「水質測定調査」だけでは不十分なため、昭和52年度から「赤潮調査」を実施している。「赤潮調査」は、赤潮発生頻度の高い春から秋に重点的に実施している。

2. 調査方法

(a) 調査時期、調査回数

「赤潮調査」は、赤潮の頻発する春から秋を中心に、平成16年度は年40回実施した。また、東京都では「赤潮調査」の他に、「水質測定調査」や「水生生物調査」を行っており、それらの調査においても赤潮の発生状況を確認し、本報告書に反映させている。なお、平成16年度は、「水質測定調査」を年12回（ただし、1日で全調査地点を回ることができないため、延べ28日調査を行っている。）行っている。

(b) 調査地点

環境基準点（図－1 ○印）において、(3) 調査項目に示す調査を行い、調査地点間の移動中の航路においても目視により赤潮発生水域の範囲の確認を行った。

(c) 調査項目

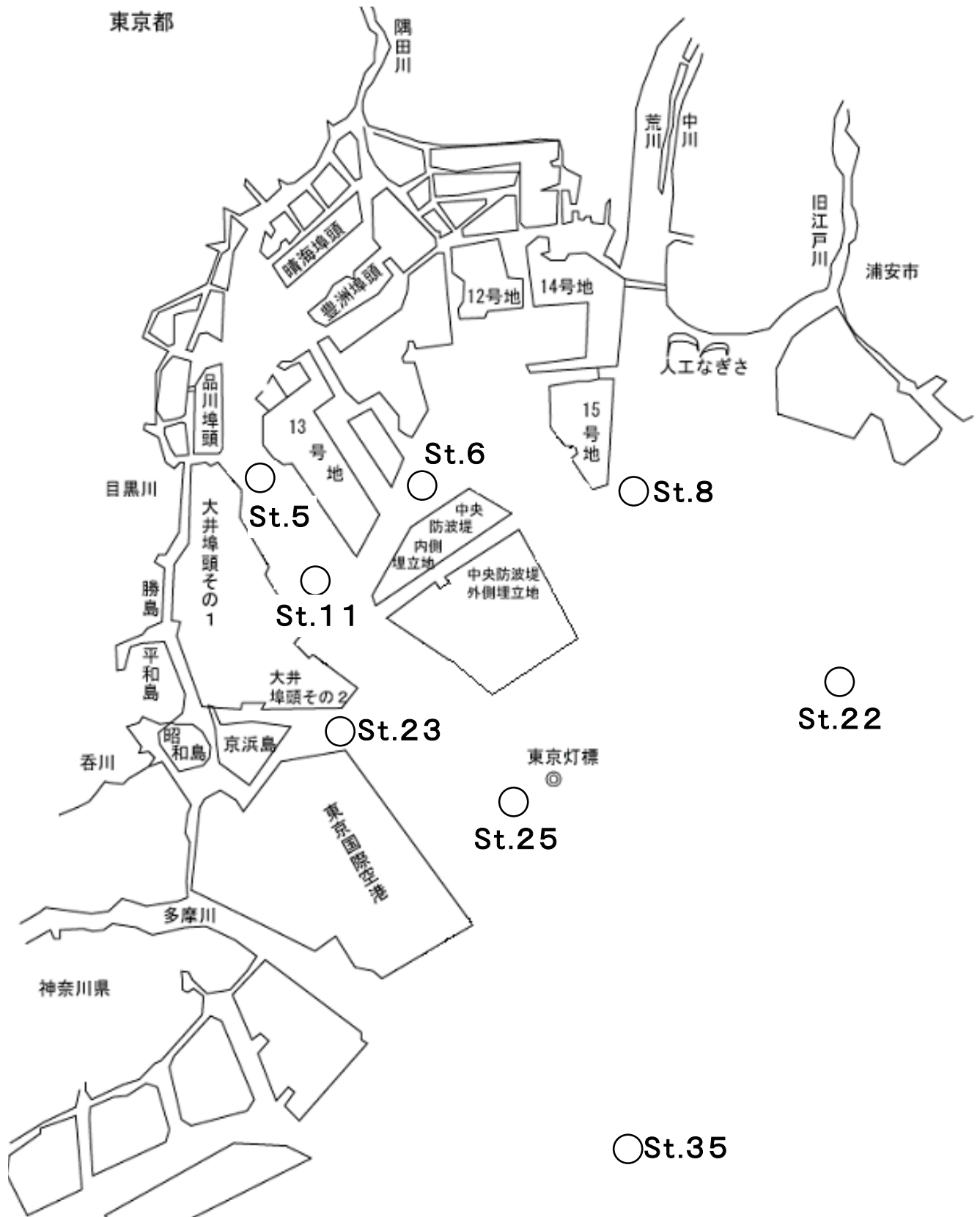
①現場測定項目は、赤潮の有無にかかわらず全地点で測定した。②分析項目は、現場測定の結果や赤潮の発生状況から水質の分析が必要であると判断された場合に行った。なお、同時に現場で底層の溶存酸素量（DO）他を測定し、貧酸素水塊の把握（千葉県水産研究センターの貧酸素水塊情報への情報提供）を行った。

① 現場測定項目

- ア 天候、風向、風速、気温、透明度、水色（概観及び透明度板）、水温、塩分
- イ 赤潮発生水域の範囲

② 分析項目（表層水のみ）

- ア COD、DO、pH、クロロフィル、T-N、T-P
- イ 動物・植物プランクトンの同定及び計数（各優占5種、水質測定調査では各優占10種）
- ウ プランクトン沈殿量



図一 1 赤潮調査調査地点

(d) 分析・測定方法

表－1の方法で行った。

表－1 赤潮調査の分析・測定方法

項 目	分 析 ・ 測 定 方 法
透明度	気象庁編「海洋観測指針」(1990)4.1透明度の測定(透明度板)
水色(概観)	船上から日陰の部分の海水の色を判定
水色(透明度板)	透明度板を利用し、目視により判定 共に色版は(財)日本色彩研究所の日本色研色名帖から抜粋した50色により、表現は環境省の名称を記した
水 温	STD 計(AST-200)
塩 分	STD 計(AST-200)
COD	JIS K 0102-1998 17
DO	JIS K 0102-1998 32.1 ウィンクラー・アジ化ナトリウム変法
pH	JIS K 0102-1998 12.1 ガラス電極法
クロロフィル 注)	「海洋観測指針」9.6.2 (3) のJeffrey & Humphreyの式による方法及び同(4) のフェオ色素の測定と計算の方法(Lorenzen法に準ずる方法)
プランクトン 種の同定・計数 (優占5種)	無固定試料について、定性的な検鏡を行うとともに、固定により破壊されるものについては定量的に検鏡を行う。グルタルアルデヒド固定(グルタルアルデヒド濃度1%)試料について、動物・植物各々の上位5種についての同定及び計数。
プランクトン 沈殿量	「海洋観測指針」9.3.1 (1) 沈殿法に準ずる方法
風向・風速	プロペラ式風向風速計
気 温	JIS K 0102-1998 7.1 棒状水銀温度計(1/10℃)(アスマン)

注) 本文中のクロロフィルは、特にことわりがないかぎりLORENZEN法に準ずる方法によって分析したクロロフィルaとフェオ色素の合計である。

3. 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（おも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¹⁾。しかし、これでは赤潮の定量的な把握には不十分である。また、この定量化については様々な意見があり、必ずしも明確になっていない。

そこで、本調査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。

- ① 海水が、茶褐、黄褐、緑色などの色を呈している。
- ② 透明度が、おおむね1.5m以下に低下している。
- ③ 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。
- ④ 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/m³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。

- ◎プランクトン群集の種類組成がほぼ同一で、一定期間継続して発生した赤潮を1回とする。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。その間、透明度やクロロフィル濃度が上記の基準を若干下まわっても、1回の赤潮が継続しているとみなす。
- ◎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赤潮も、回数とともに1回とする。
- ◎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、別個の赤潮とする。

II 調査結果

赤潮の発生状況

(a) 赤潮発生回数、発生日数

平成16年度及び過去の月別の赤潮発生回数と日数を表-2に、赤潮発生回数・発生日数の経年変化を図-2に示す。平成16年度の赤潮発生回数は18回、発生日数は86日であった。平成15年度と比べ発生回数は同じであったが、発生日数は1日減少した。

年間発生回数、日数とも昭和57年度の32回、124日が最も多く、その後は平成4年頃まで発生回数は15回程度、発生日数は70日程度まで減少した。現在は、発生回数が20回程度、発生日数が100日前後で推移している。平成16年度までの平均発生回数は約18回、年間平均発生日数は約90日である。

平成16年度の発生回数及び発生日数と、過去の平均発生回数及び発生日数の経月変化を図-3に示す。過去の傾向としては、赤潮は4月から10月にかけて発生し、そのうち特に5~9月に集中しているが、2、3月にも発生することがある。平成16年度の赤潮発生状況の特徴は、以下の通りである。

- ・赤潮発生の期間は4月~9月で、ほぼ例年通りであった。
- ・6~7月の発生回数の4回が最高で、平年より6・7月がいくらか多かった。
- ・発生日数は6月が例年より多く、全体としては例年と同様の傾向であった。
- ・最後に確認された赤潮は9月29日であり、10月以降は1回も発生がなかった。

図-4に、東京地方の月間の全天日射量・日照時間・降雨量の推移を示す。平成16年度は、特に9月の日照時間が短かった。気温も例年より2.6℃下回った。6・7月の赤潮発生回数は例年より多かったが、7月の発生日数は例年より少なかった。また、10月は例年よりも降雨があり、日照時間は多かったが赤潮の発生はなかった。

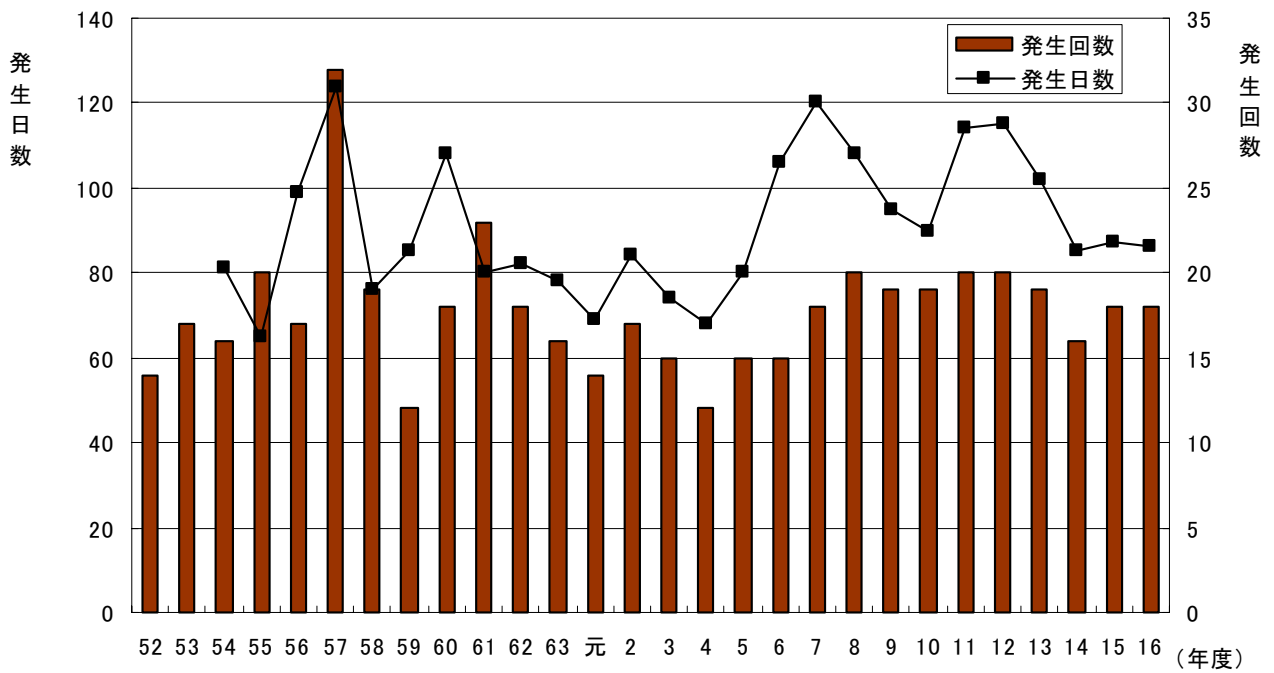
表－２ 各年度における赤潮発生状況（月別）

上段：発生回数

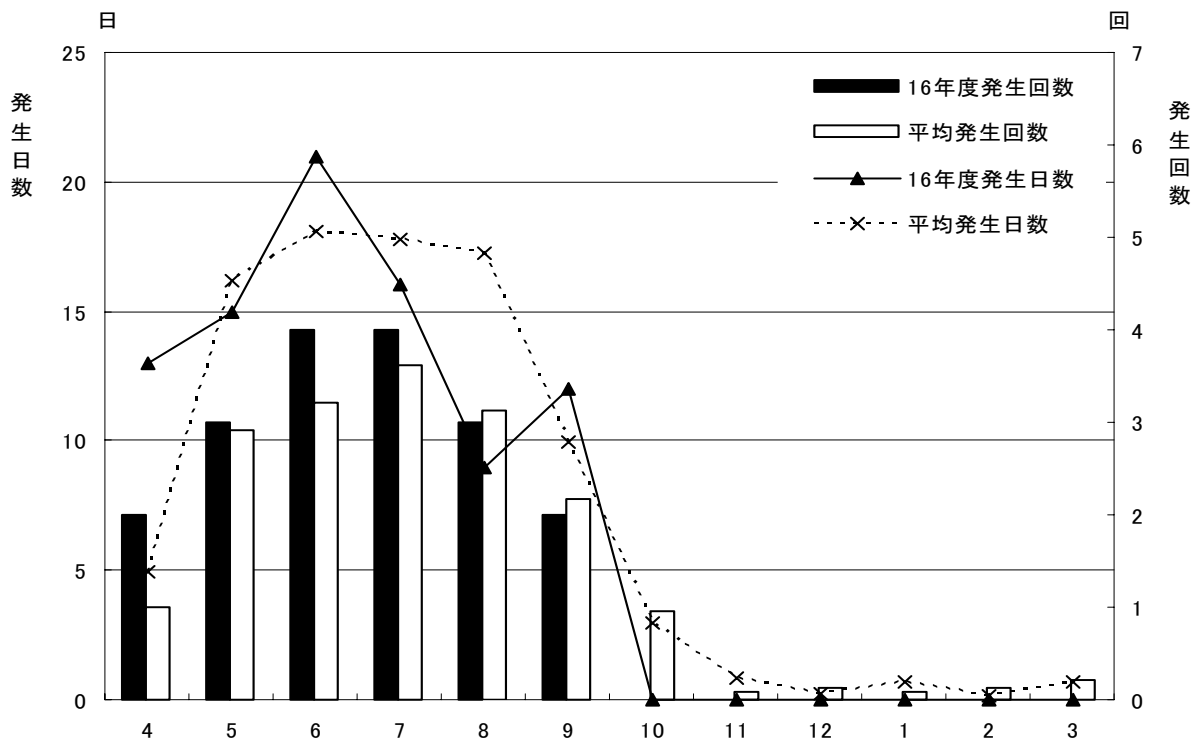
下段：発生日数

	4月	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	計
16年度	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
1(元)	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
52	0	1	2	3	4	3	0	0	1	0	0	0	14

注1 発生回数は、発生期間が次月に渡る場合は発生日数の多い月に分類した。
 注2 同じ日に2種類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年度から開始している。
 注4 昭和55年度までは発生日数のみを記載している。

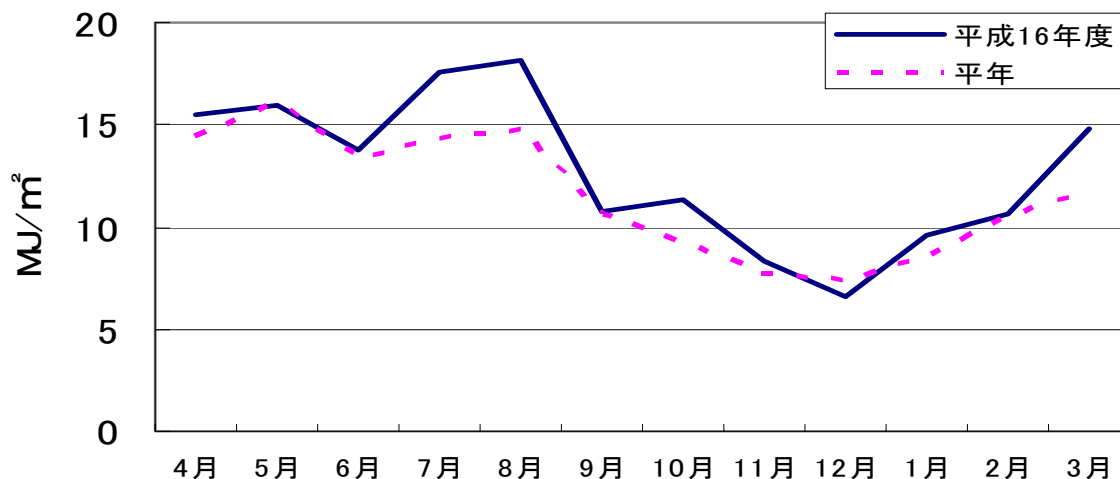


図－2 赤潮発生日数と発生回数の経年変化

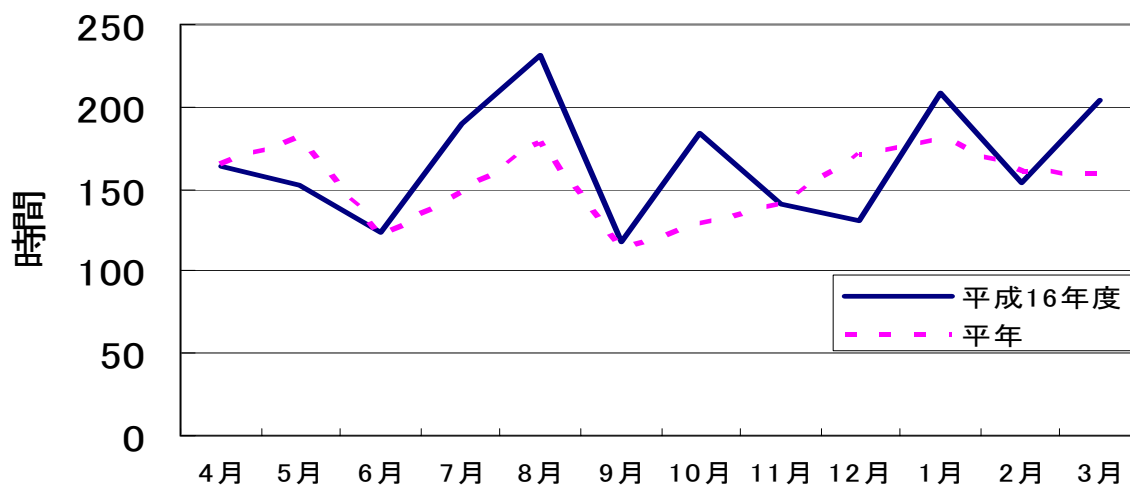


図－3 月別の赤潮発生回数・発生日数（平成16年度）

全天日射量の経月変化



日照時間の経月変化



各月ごとの降雨量

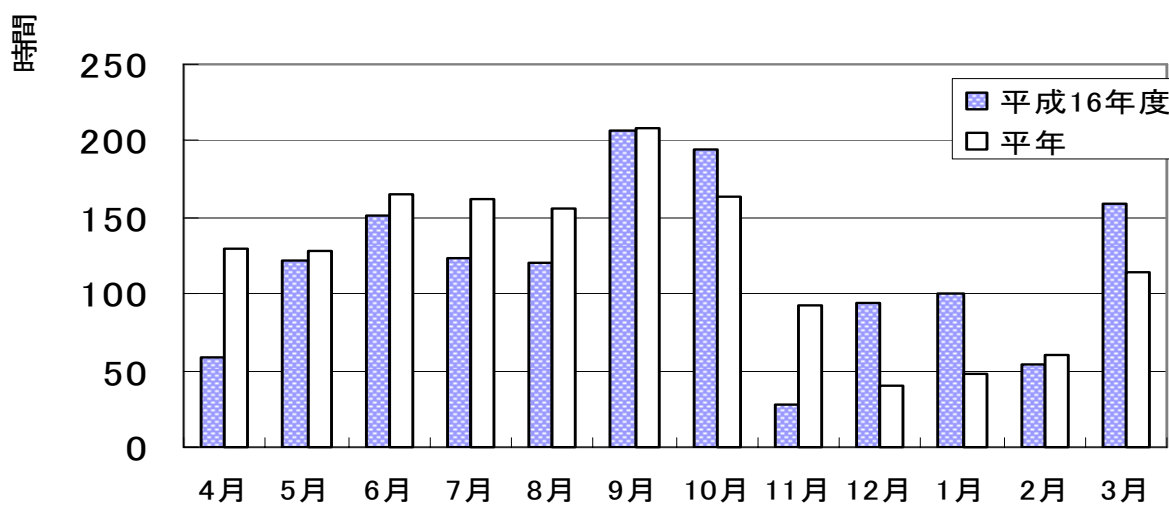


図-4 平成16年度の東京の気象状況
(ここで平年とは、昭和46年～平成12年をさす)

(b) 発生した赤潮の概要

平成16年度に発生した赤潮の発生期間・発生水域・優占プランクトン・水質等を表-3に示す。また、「赤潮調査」を行った日の各赤潮の発生水域を図-5に示す。発生水域については、St.5, St.6, St.11, St.23, St.25を「東京港内」、St.8, St.22, St.35と前述の5地点を「東京都内湾」としている。各地点の特徴を表-4に示す。各赤潮の発生状況及び特徴は以下の通りである。

(第1回)

期間：4月9日～4月16日、優占種：*Skeletonema costatum*
水域：東京港内全域
色相：茶色、一部暗緑色から緑褐色

(第2回)

期間：4月26日～4月30日、優占種：*Ceratium furca*
水域：東京港内の一部、色相：黄金色
特徴：2年ぶりの*Noctiluca scintillans*による赤潮。陸から離れた沖合に集中。

(第3回)

期間：5月6日、優占種：*Ceratium furca*
水域：東京都内湾の全体、色相：灰茶色～赤褐色

(第4回)

期間：5月10日～5月19日、優占種：*Heterosigma akashiwo*
水域：東京都内湾の大部分、色相：暗灰黄緑色
特徴：*Skeletonema costatum* が非常に多く確認された。

(第5回)

期間：5月24日～5月27日、優占種：*Mesodinium rubrum*
水域：東京都内湾の大部分
色相：暗赤褐色～暗褐色

(第6回)

期間：6月11日～6月15日、優占種：*Heterocapsa lanceolata*
水域：東京港内の一部、色相：暗赤褐色

(第7回)

期間：6月16日～6月23日、優占種：*Skeletonema costatum*
水域：東京都港内の一部、色相：暗赤褐色

(第8回)

期間：6月23日～6月28日、優占種：*Noctiluca scintillans*
水域：東京都内湾の一部、色相：灰黒色

(第9回)

期間：6月28日～7月1日、優占種：*Heterosigma akashiwo*

水域：東京都内湾の一部

色相：褐色～暗褐色～暗緑色

(第10回)

期間：7月2日～7月8日、優占種：*Skeletonema costatum*

水域：東京港内湾の大部分、色相：暗褐色

(第11回)

期間：7月14日、優占種：*Cryptomonadales*

水域：St.6周辺（東京港内の大部分）、色相：暗灰黄緑色

(第12回)

期間：7月15日～7月21日 優占種：*Thalassiosira spp.*

水域：東京都内湾の大部分

色相：主に褐色系

(第13回)

期間：7月27日優占種：*Thalassiosira spp. (Mesodinium rubrum)*

水域：東京都内湾の一部、色相：暗灰黄緑色

(第14回)

期間：8月2日～8月3日、優占種：*Thalassiosira spp.*

水域：東京港内の大部分、色相：茶色

(第15回)

期間：8月9日～8月14日 優占種：*Thalassiosira spp.*

水域：東京都内湾の大部分、色相：主に茶色

(第16回)

期間：8月23日、優占種：*Skeletonema costatum*

水域：東京港内全域

色相：暗灰黄緑色

(第17回)

期間：9月9日～9月14日、優占種：*Skeletonema costatum*

水域：東京港内の一部

色相：暗灰黄緑色

(第18回)

期間：9月24日～9月29日、優占種：*Fibrocapsa japonica*

水域：東京都内湾の一部

色相：褐色系

表－3 赤潮発生時における優占プランクトン及び水質

(平成16年度)

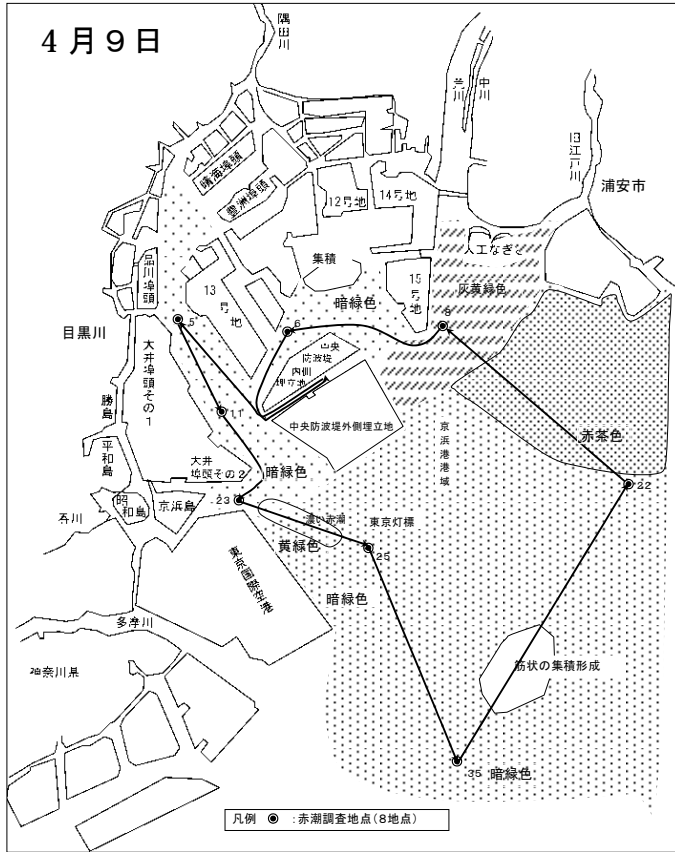
回	発生期間	日数	発生水域	優占プランクトン	COD 最大値	透明度 最小値	クロロフィル 最大値	DO 最大値	pH 最大値	水温	塩分
1	4月9日 ~ 4月16日	8	④	<i>Skeletonema costatum</i>	6.6	1.5	64.9	14.2	8.7	14 ~ 15	27 ~ 29
2	4月26日 ~ 4月30日	5	⑤	<i>Ceratium furca</i>	22	1.0	198	13.8	8.7	16 ~ 17	27 ~ 30
3	5月6日	1	⑤	<i>Ceratium furca</i>	10	1.4	83.7	9.9	8.4	16 ~ 17	20 ~ 27
4	5月10日 ~ 5月19日	10	②	<i>Heterosigma akashiwo</i>	36	1.0	1006	16.0	9.1	19 ~ 22	18 ~ 26
5	5月24日 ~ 5月27日	5	②	<i>Mesodinium rubrum</i>	8.9	0.9	139	15.6	8.8	19 ~ 20	24 ~ 29
6	6月11日 ~ 6月15日	5	⑤	<i>Heterocapsa lanceolata</i>	6.4	1.5	68.7	9.8	8.4	22	24
7	6月16日 ~ 6月23日	8	⑤	<i>Skeletonema costatum</i>	9.1	1.1	148	14.3	8.8	22 ~ 27	19 ~ 27
8	6月23日 ~ 6月28日	6	③	<i>Noctiluca scintillans</i>	38	2.5	30	8.6	8.6	25	29
9	6月28日 ~ 7月1日	4	③	<i>Heterosigma akashiwo</i>	30	1.0	245	11.5	8.6	24 ~ 26	3 ~ 24
10	7月2日 ~ 7月8日	7	②	<i>Skeletonema costatum</i>	7.7	1.1	91.5	14.8	8.7	24 ~ 28	21 ~ 27
11	7月14日	1	②	<i>Cryptomonadales</i>	9.0	0.9	93.5	13.1	8.7	26 ~ 29	19 ~ 24
12	7月15日 ~ 7月21日	7	②	<i>Thalassiosira spp.</i>	9.6	1.0	104	16.8	8.9	27 ~ 29	13 ~ 25
13	7月27日	1	③	<i>Thalassiosira spp.</i> <i>Mesodinium rubrum</i>	8.4	0.9	129	20.0	9.0	28 ~ 31	13 ~ 29
14	8月2日 ~ 8月3日	2	②	<i>Thalassiosira spp.</i>	8.2	0.9	127	15.6	9.0	26 ~ 28	11 ~ 29
15	8月9日 ~ 8月14日	4	②	<i>Thalassiosira spp.</i>	9.2	0.9	134	16.3	8.8	28 ~ 30	16 ~ 28
16	8月23日	4	④	<i>Skeletonema costatum</i>	7.0	1.4	113	9.0	8.5	26 ~ 27	22 ~ 25
17	9月9日 ~ 9月14日	6	⑤	<i>Skeletonema costatum</i>	8.5	1.0	99.1	15.7	8.7	25 ~ 28	17 ~ 27
18	9月24日 ~ 9月29日	6	③	<i>Fibrocapsa japonica</i>	9.9	1.2	166	13.2	8.7	23 ~ 25	13 ~ 29

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

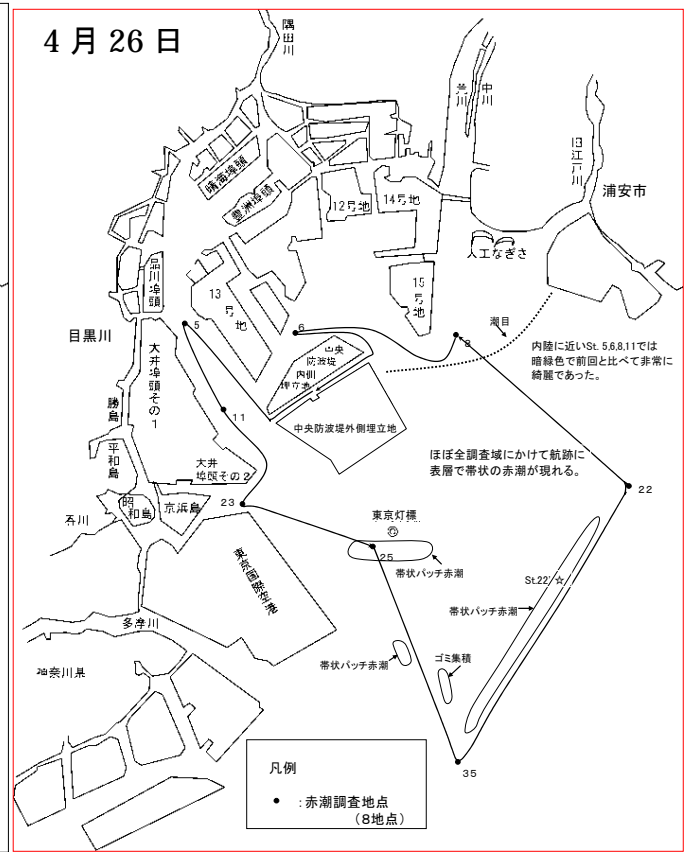
注2 優占種が地点により異なる場合は、総合的に判断して赤潮プランクトンを決定した。

表－4 調査地点（環境基準点）の概要

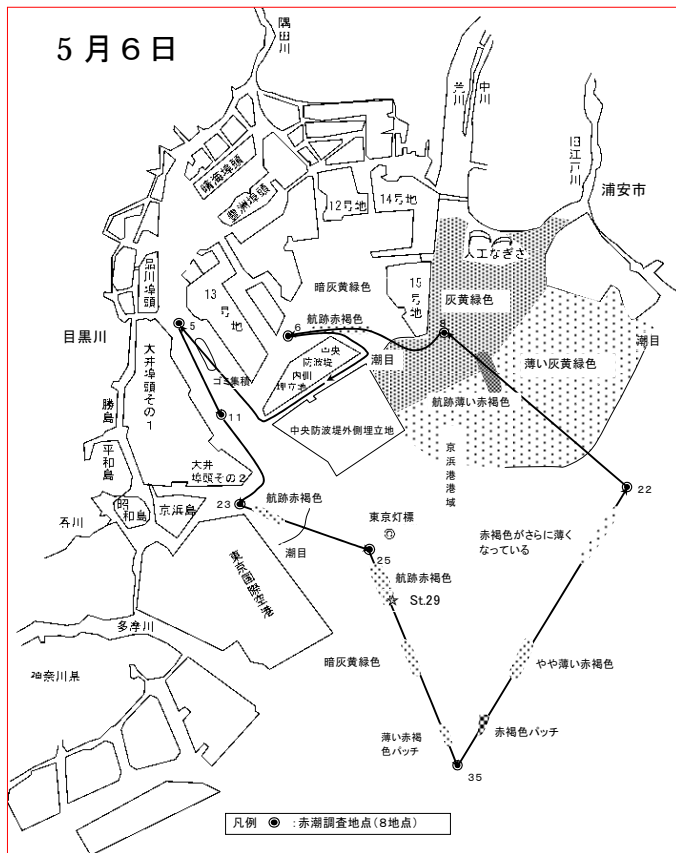
調査地点名	所在地	調査地点の概要
St.5	船の科学館前	隅田川河口部に位置し、東京港内の最奥にある。
St.6	中央防波堤 内側埋立地北	中央防波堤内側埋立地・青海地区・有明地区に囲まれた場所に位置する。比較的海水が停滞しやすい。
St.11	大井水産物 ふ頭前	隅田川河口部の航路上に位置する。St.5 よりさらに沖合の地点である。しゅんせつが行われているため比較的水深が深い。
St.23	城南島南	城南島と羽田空港に挟まれた場所に位置する。京浜運河の影響が強く、森ヶ崎水再生センターの影響を受けることもある。
St.8	荒川河口部	荒川河口部に位置し、B類型水域では最も陸域に近い。水深は5～7mと浅い。荒川の影響を非常に強く受ける。
St.22	ディズニー ランド沖	荒川河口沖より千葉県寄りに位置する。沿岸から4km程度離れているため、陸水の影響が比較的少ない。
St.25	東京灯標際	中央防波堤外側埋立地及び新海面処分場埋立地の南に位置する。降雨後には荒川など河川水の影響を強く受けることがある。
St.35	多摩川河口沖	「風の塔」の北に位置する。東京都内湾の環境基準点で陸から最も遠いため、陸水の影響が少ない。水深は25m程度である。



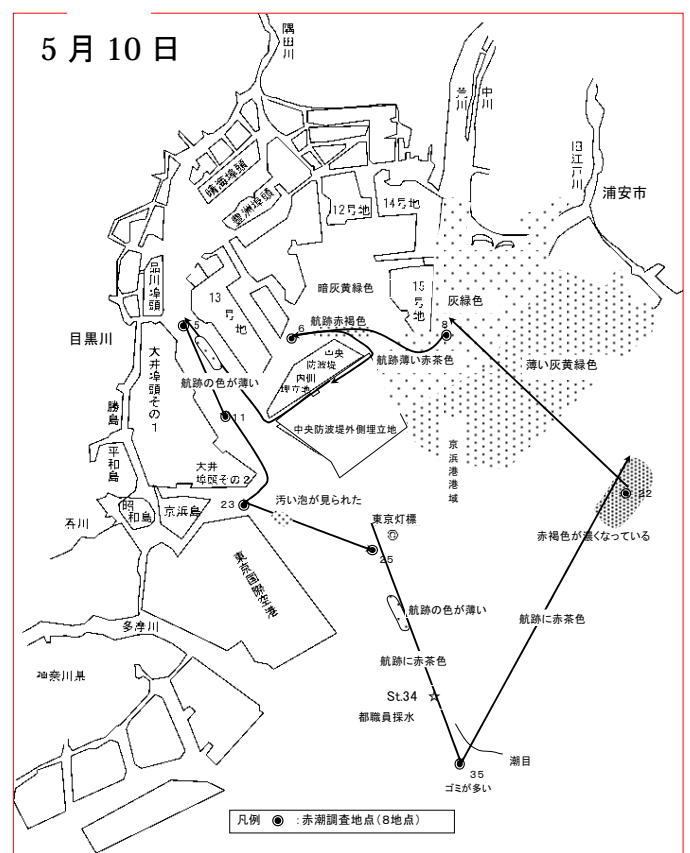
第1回 (*Skeletoema costatum*)



第2回 (*Ceratium furca*)

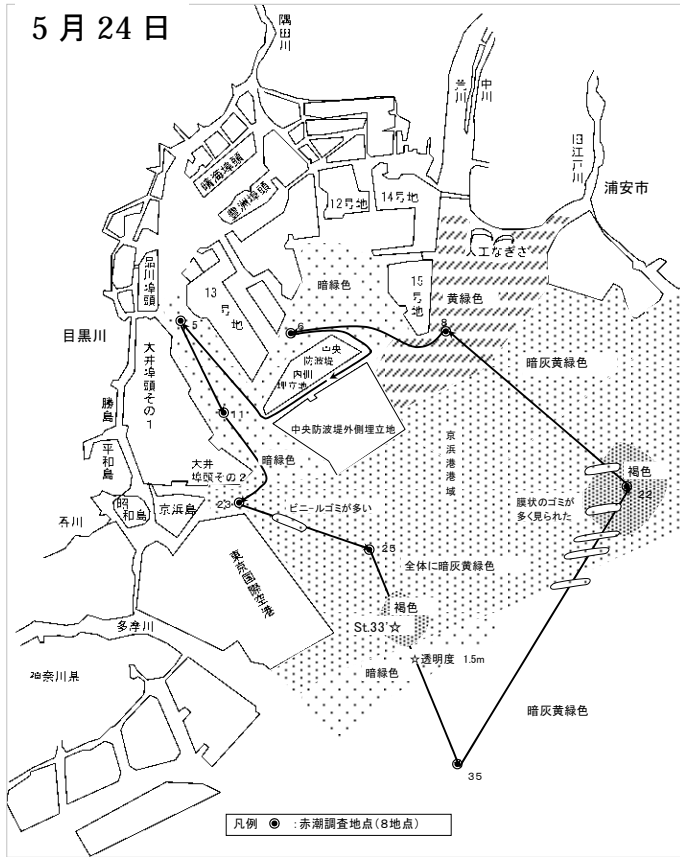


第3回 (*Ceratium furca*)

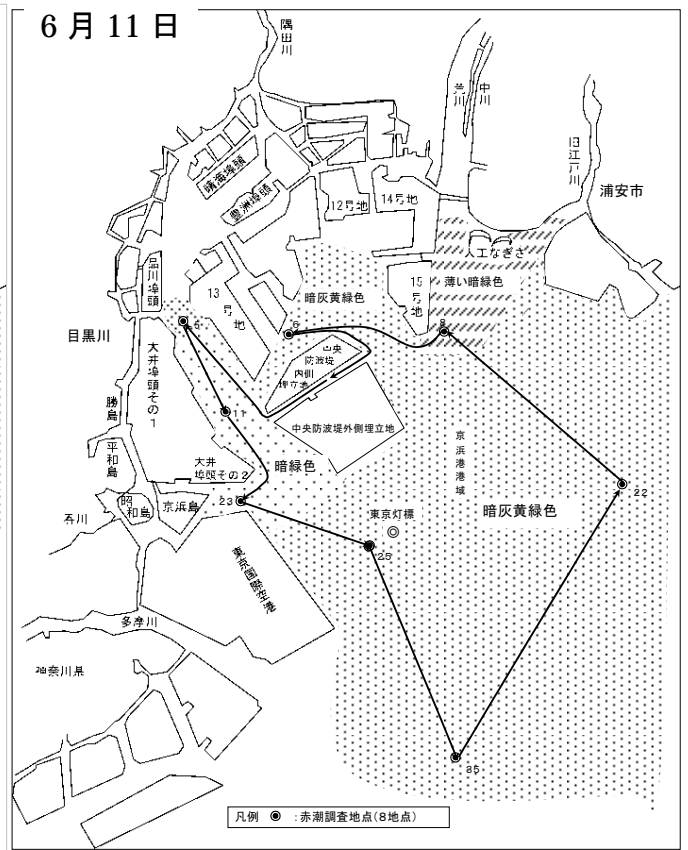


第4回 (*Heterosigma akashiwo*)

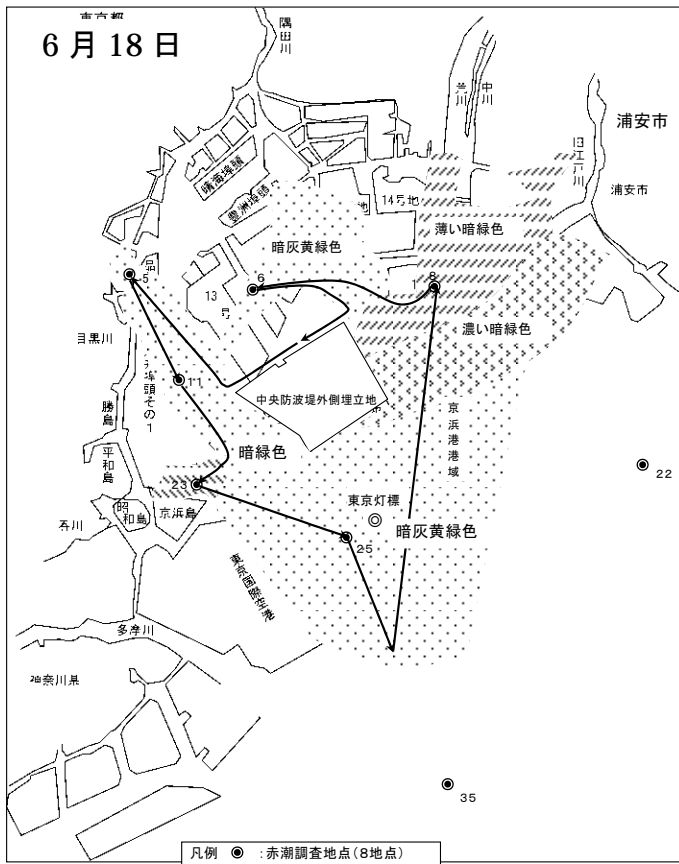
図-5 赤潮の発生水域(1)



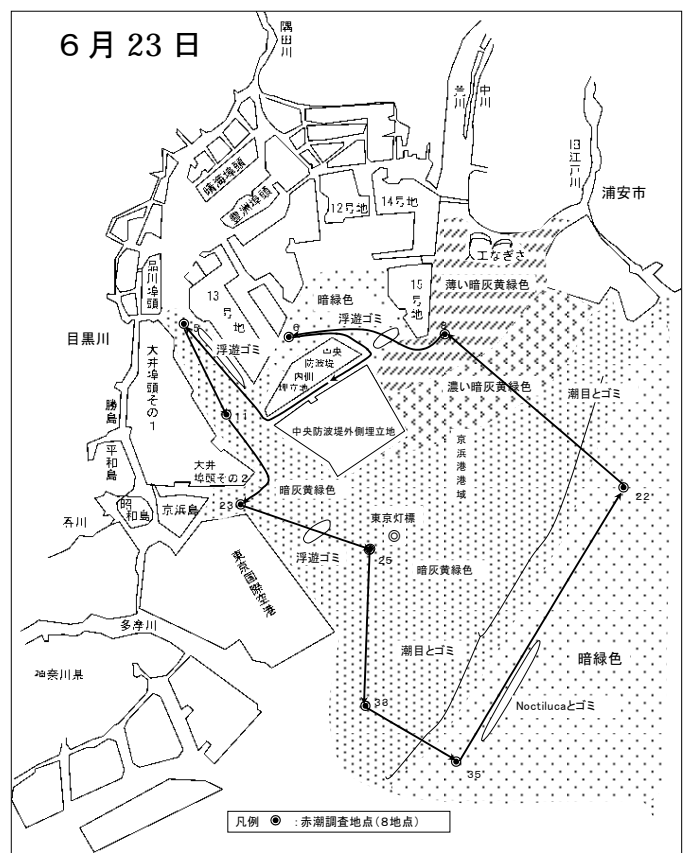
第5回 (*Mesodinium rubrum*)



第6回 (*Heterocapsa lanceolata*)



第7回 (*Skeletonema costatum*)

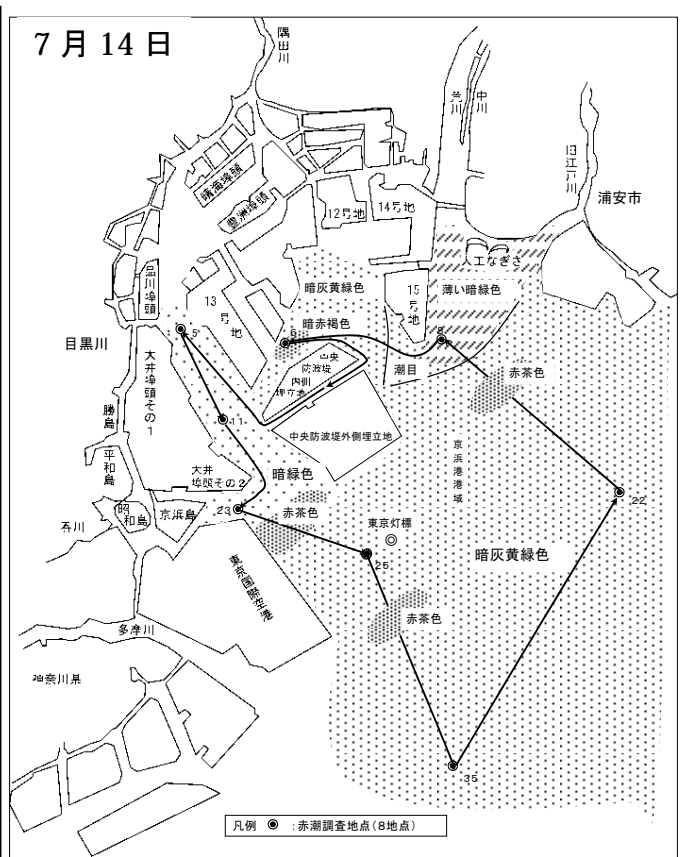


第8回 (*Noctiluca scintillans*)

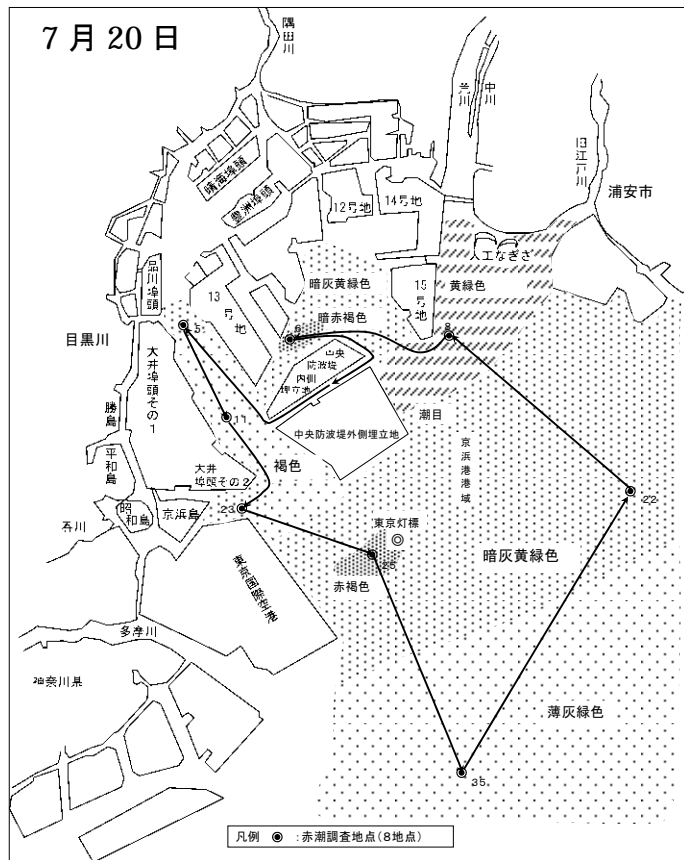
図-5 赤潮の発生水域(2)



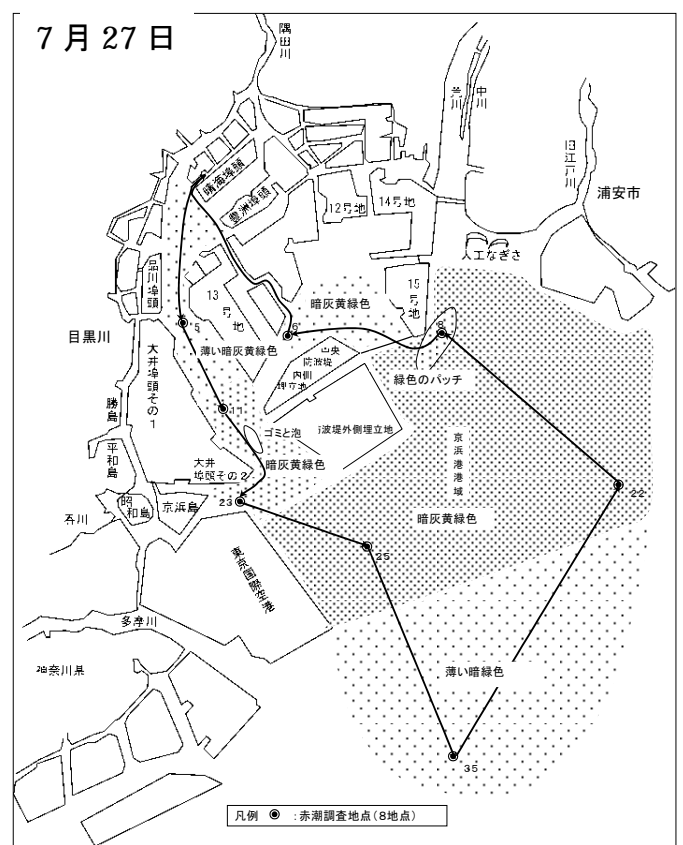
第9回 (*Heterosigma akashiwo*)



第11回 (*Cryptomonadales*)

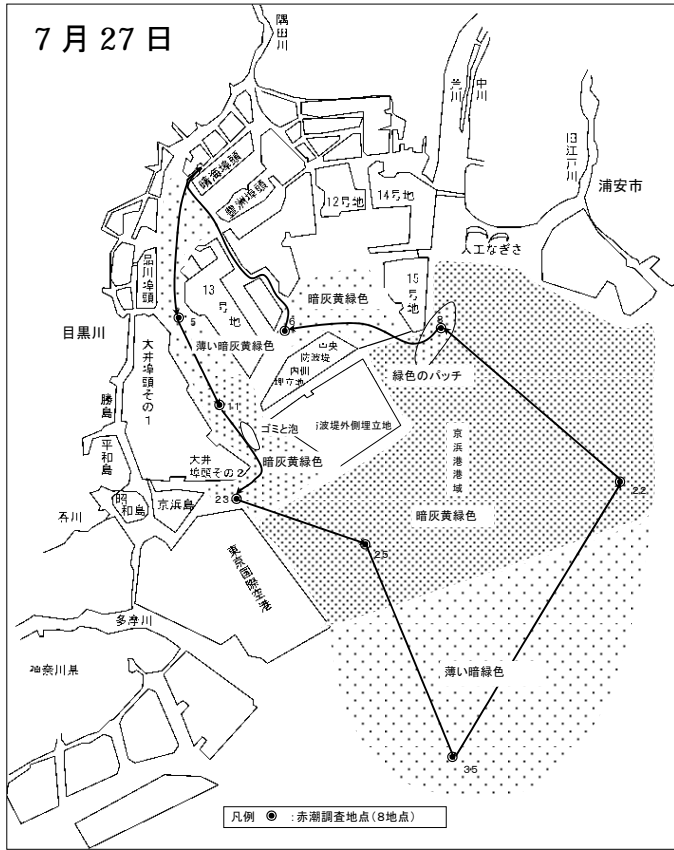


第12回 (*Thalassiosira* spp.)

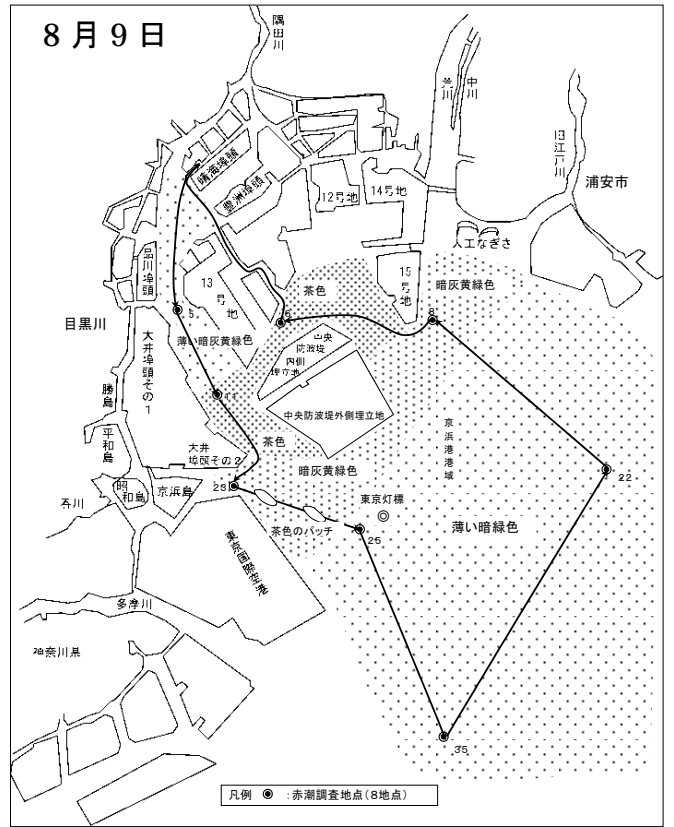


第13回 (*Thalassiosira* spp.)

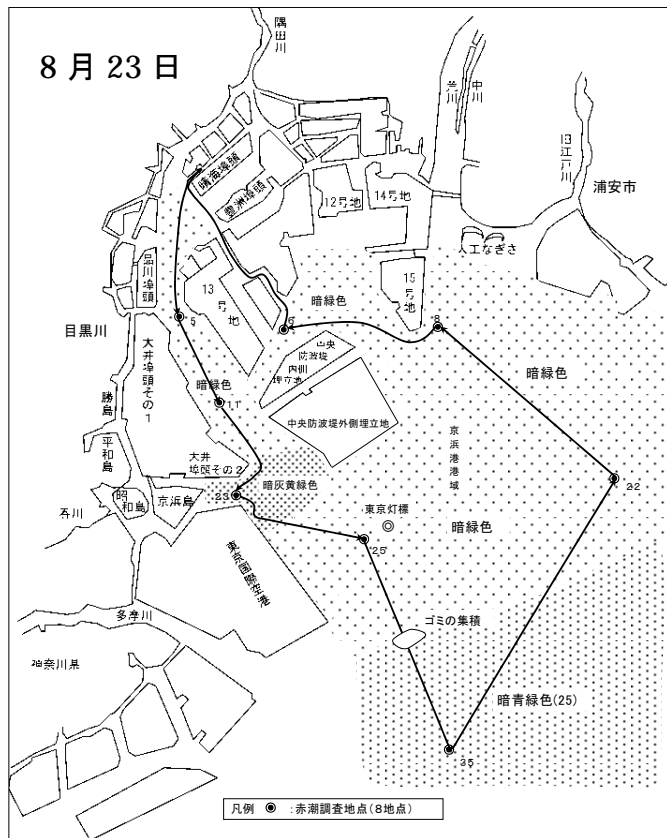
図-5 赤潮の発生水域 (3)



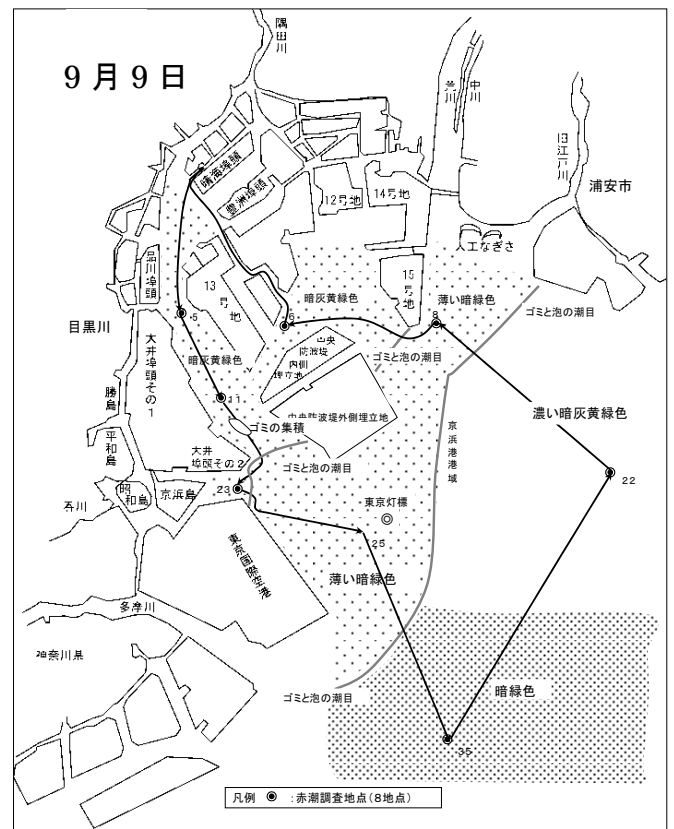
第13回 (*Thalassioosira* spp)



第15回 (*Thalassioosira* spp)

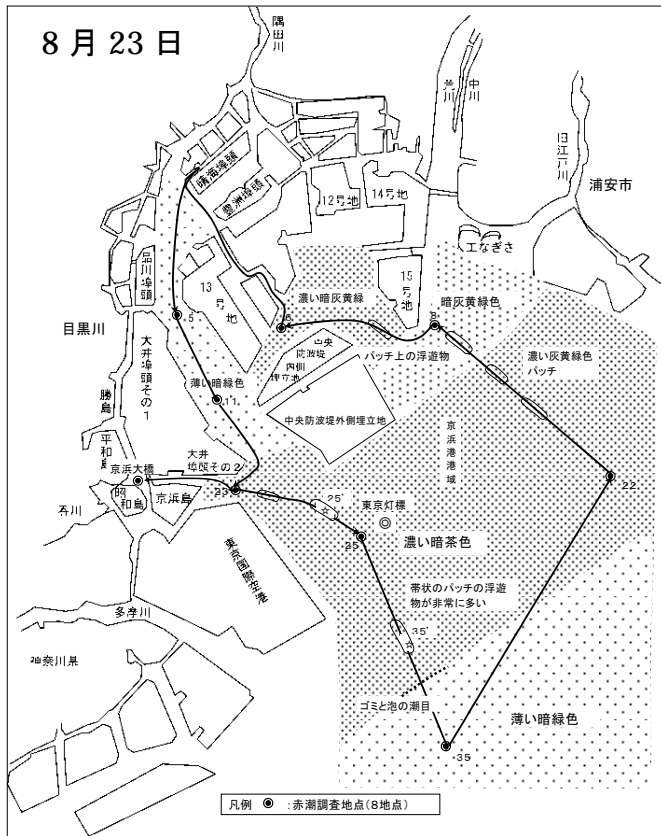


第16回 (*Skeletoema costatum*)



第17回 (*Skeletoema costatum*)

図-5 赤潮の発生水域 (4)



第18回 (*Fibrocapsa japonica*)

(c) 赤潮の発生水域と継続日数

表－5に赤潮発生水域の規模、表－6に赤潮発生期間別の発生回数を示す。

平成16年度において東京都内湾全域に広がった赤潮はなかった。東京都内湾の大部分に広がった赤潮は7回あり、平成16年度の赤潮発生回数の61%（11回）は、東京港内を越えて東京都内湾に広がった赤潮であった。平成16年度の赤潮発生水域の規模は、過去の調査結果と大きな違いは認められない。また、地点ごとの赤潮発生状況は、東京港内でも特に閉鎖性の強い水域にあるSt.6が赤潮を確認した日が最も多く、荒川河川水の影響を強く受けるSt.8が最も少なかった。

赤潮の継続日数をみると、発生した赤潮の55%（10回）が5日間以内の継続日数であったが、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る。一方、発生日数が最長の赤潮は*Heterosigma akashiwo*による第4回赤潮で、5月10日から5月19日までの10日間であった。なお、この赤潮は*Skeletonema costatum* , *Haptophyceae* , *Prorocentrum minimum*など複数種のプランクトンが大量に発生している。

平成16年度の優占プランクトン別の発生時期、期間、規模を図－6に示す。

(平成16年度)

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>Thalassiosiraceae & Thalassiosira spp.</i>				■	■							
<i>Heterosigma akashiwo</i>		■	■									
<i>Fibrocapsa japonica</i>							■					
<i>Cryptomonadaceae</i>				■								
<i>Ceratium furca</i>		■	■									
<i>Heterocapsa lanceolata</i>			■									
不明微細鞭毛藻類		■		■								
<i>Noctiluca scintillans</i>			■									
<i>Mesodinium rubrum</i>				■								

【凡例】 * 網掛けの高さは下記のような規模を示す

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

** 網掛けの幅はおおよその期間を示す

図－6 優占プランクトン別赤潮発生時期と期間、規模

表－５ 赤潮発生水域の規模

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

表－６ 赤潮発生期間別の発生回数

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

(d) 赤潮時優占プランクトンの出現状況

平成16年度に赤潮と判定された時の、プランクトンの第一優占種は、植物プランクトンでは7種、動物プランクトンは1種であった。優占プランクトン別の赤潮発生回数の経年変化を表-7、図-7に示す。

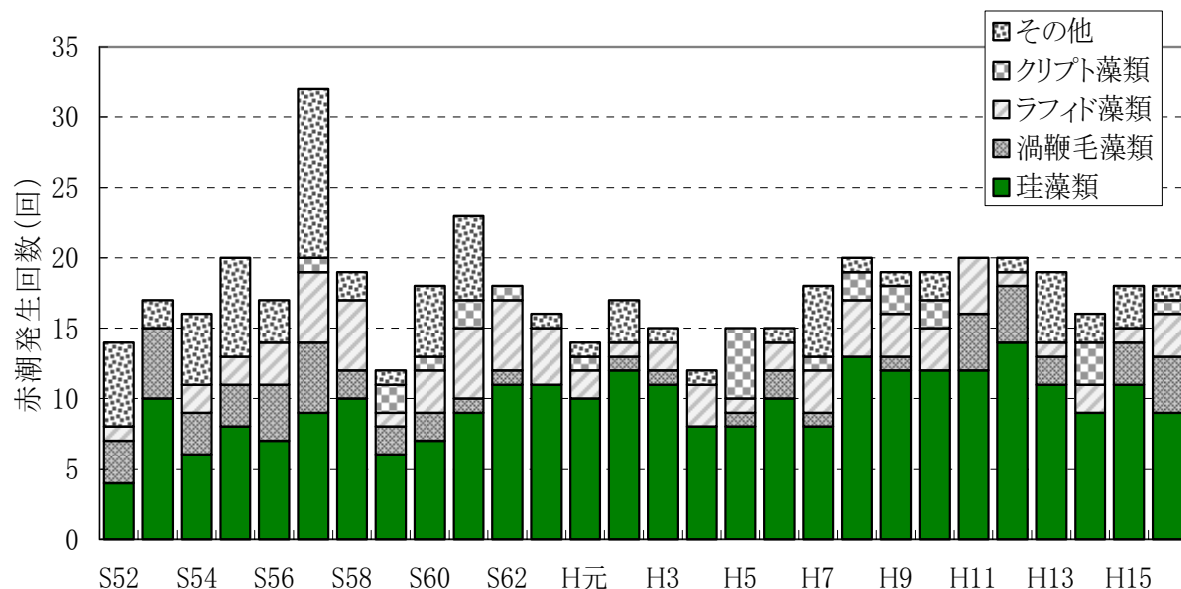
Skeletonema costatum (珪藻類) は *Thalassiosira sp.* (珪藻類) と合わせて毎年10回前後赤潮時の優占プランクトンとなるが、平成16年度は合わせて9回と例年並であった。他には、*Noctiluca scintillans* (渦鞭毛藻類) が1回、*Mesodinium rubrum* (繊毛虫類) が2回であった。平成16年度赤潮発生回数の50% (9回) が珪藻を優占種とするものであった。平成16年度は渦鞭毛藻類の *Ceratium furca* による赤潮が2回発生した。この種は春先などに多く見られることがあるが、赤潮を形成したとされるのは始めてである。

優占種が珪藻類となる割合が50%以上となる傾向は、昭和62年頃から続いており、渦鞭毛藻類による赤潮が多い他の湾と傾向が異なっている²⁾。

また、平成16年度は *Heterosigma akashiwo* (ラフィド藻類) を優占種とする赤潮が2度発生した。*Heterosigma akashiwo* は、昭和53年度を除き毎年赤潮の優占種として確認されてきたが、最近は年1回程度と減少していた。同じラフィド藻類である *Fibrocapsa japonica* が3年連続で優占種として確認されている。従来は都内湾で見受けられたが、瀬戸内海では普通に見られる種である。

Pseudo-nitzschia multistriata (珪藻類) が3年連続で優占種として観察されていたが16年度は観察されなかった。

平成16年度に優占種となった主な赤潮プランクトンの写真と特徴を、図-8に示した。



珪藻類: *Skeletonema costatum*, *Thalassiosira sp.*, *Thalassiosiraceae*等
 渦鞭毛藻類: *Prorocentrum minimum*, *Noctiluca scintillans*等
 ラフィド藻類: *Heterosigma akashiwo*, *Fibrocapsa japonica*
 クリプト藻類: *Cryptomonadaceae*
 その他: 不明微細鞭毛藻や動物プランクトン (*Mesodinium rubrum*) を含む

図-7 優占プランクトン別の赤潮発生回数の経年変化

表-7 優占プランクトン別の赤潮発生回数の経年変化

赤潮プランクトンの種類		年	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	元	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
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	8	8	8	9	6	3	7	5	
	<i>Thalassiosira</i> sp.(spp.)			1		3	1	2			1	1	1		1	1	1					3		2	3	4		3	3	4	
	Thalassiosiraceae												2		2	1					3	1		4	1			3	1		
	<i>Cyclotella</i> spp.																				1		1				1				
	<i>Minidiscus comicus</i>					1																									
	<i>Leptocylindrus minimus</i>													1																	
	<i>L. danicus</i>												1													1					
	<i>Coscinodiscus granii</i>											1																			
	<i>Coscinodiscus</i> sp.			1																											
	<i>Rhizosolenia fragilissima</i>									1	1								1												
	<i>Chaetoceros sociale</i>																					1					1				
	<i>Chaetoceros</i> cf. <i>salsugineum</i>																		1												
	<i>Chaetoceros</i> spp.																												1		
	<i>Lithodesmium variable</i>					1																									
	<i>Eucampia zodiacus</i>												1		2																
	<i>Cylindrotheca closterium</i>							1						1				1							1						
	<i>Cerataulina pelagica</i>													1	1																
<i>Nitzschia pungens</i>																	1														
<i>Pseudo-nitzschia ministriata</i>																										1	1	2			
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	3	3	4	1	1	1		2	
	<i>Fibrocapsa japonica</i>																											1	1	1	
黄色鞭毛藻	<i>Distephanus speculum</i>																1														
渦鞭毛藻	<i>Gyrodinium instratum</i>																									1					
	<i>Prorocentrum minimum</i>			2	3	1	2	3		1	1						1				1				1						
	<i>P. dentatum</i>								1																						
	<i>P. triestinum</i>				2	2	1	1		1			1			1							1								
	<i>P. micans</i>		1	3																											
	<i>Prorocentrum</i> sp.											1																			
	Gymnodiniales																									1					
	<i>Ceratium furca</i>																														2
<i>Heterocapsa triquetra</i>																				1											
<i>Heterocapsa lanceolata</i>																														1	
<i>Noctiluca scintillans</i>		2					1	1											1	1				2	4	1		3	1		
緑藻	Chlamydomonadaceae						1											1													
クリプト藻	Cryptomonadaceae						1		2	1	2	1		1					5		1	2	2	2			3		1		
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																							1							
不明微細鞭毛藻		1	1	3	4	2	4	2		3	6		1		1						3			1	1	1	1	1	1		
繊毛虫	<i>Mesodinium rubrum</i>		1		1	1		3			1						1				1		1	1			4	1	4	2	
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	19	19	20	20	19	16	18	18	

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。
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。



形態	名称・特徴
	<p><i>Skeletonema costatum</i> (珪藻綱)</p> <p>細胞は楕円又はレンズ型。直径 $18\sim 35\ \mu\text{m}$。周辺棘はきわめて細く $8\sim 30$ 本で、直鎖状の群体をつくる。本種は、沿岸・汽水域でごく普通の種であり、春～秋に顕著な赤潮となる。色調は茶褐色。しばしば冬季にも多量に発生し、変色域をつくる。</p>
	<p><i>Thalassiosira</i> spp. (珪藻綱)</p> <p>細胞の直径 $10\sim 30\ \mu\text{m}$ 程度。細胞間に連結糸が見られ、群体を形成する。光学顕微鏡では種の同定は困難である。東京都内湾ではしばしば赤潮の優占種となる。</p>
	<p><i>Heterosigma akashiwo</i> (ラフィド藻綱)</p> <p>いびつなポテトチップのような形状をしており、うねるように泳ぐ。直径は $20\ \mu\text{m}$ ほどである。汽水域から沖合まで広い範囲に分布する。日間で規則的な上下運動を行い、日中は表層に、夜間は底層に集まる。東京都内湾では、<i>Skeletonema costatum</i> と並び、赤潮の優占プランクトンとなることが多い。(ただし、平成 15 年度は赤潮時の優先種とはならなかった。) 赤褐色の赤潮を作るが、しばしば濃厚な赤潮を発生させる。</p>
	<p><i>Fibrocapsa japonica</i> (ラフィド藻綱)</p> <p>比較的富栄養化の進んだ海域に生息。細胞前端から 2 本の鞭毛が出る。葉緑体は多数で、網目状に配列する。細胞の大きさは $20\sim 30\times 15\sim 17\ \mu\text{m}$。刺激により、細胞内の粘液胞の内容物を射出し破裂することがある。</p>

図-8 (1) 平成 16 年度に確認された主な赤潮優占プランクトン


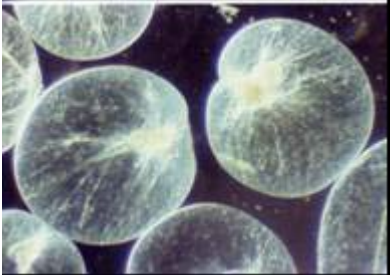
形態	名称・特徴
	<p><i>Ceratium Furca</i> (渦鞭毛藻綱)</p> <p>細胞長 100~200 μm。細胞の上角は頂端に向かって徐々に細くなり、下殻にはほぼ平行に、後方に向かう 2 本の後角がある。</p> <p>本種は汎世界種で、熱帯から寒帯まで世界の海洋に分布する。時に東京都内湾で赤潮を形成することがある。</p>
	<p><i>Heterocapsa lanceolata</i> (渦鞭毛藻綱)</p> <p>細胞の大きさは約 15~200 μm、幅は 9~12 μm。細胞鱗片を持つ有殻渦鞭毛藻。内湾・河口域の高水温期に赤潮を形成する。</p>
	<p><i>Noctiluca Scintillans</i> (渦鞭毛藻綱)</p> <p>細胞の長さは 150~2,000 μm で、他の赤潮プランクトンと比較して非常に大きい。春から夏にかけて増殖が顕著と言われている。本種は、異常増殖や海水の集積作用により赤潮を形成する。トマトジュース様の水色の赤潮となるが、衰退期には黄褐色から白色系になる。和名は「夜光虫」と言い、夜間に刺激を受けると青白く発光する。</p>
	<p><i>Mesodinium rubrum</i> (原生動物門 鞭毛虫綱)</p> <p>体長 30~50 μm。ダルマのような形で、くびれた所から 2 種類の繊毛を活発に動かし、飛び跳ねるように動く。体内に赤褐色の植物色素が共生し、光合成を行っている。そのため、本種の赤潮はワインレッドの色調を呈する。汽水域・湾奥部に多く、東京都内湾においてしばしば赤潮を形成する。</p>

図-8 (2) 平成 16 年度に確認された主な赤潮優占プランクトン

【トピックス】

○ 羽田沖の青潮発生について

【経過】

8月18日

10:30 運河調査中、京浜運河 大井清掃工場横付近で海水が白濁していた。区間は八潮橋から勝島橋の間であり、帰途（12時頃）測定したところDOは表層0.6mg/l、下層0.6mg/lであった。

12:00 中央防波堤埋立管理事務所（以下、中防という）にある東京都環境科学研究所応用研究部分室の職員が、東京灯標と新海面処分場の間に青白い水塊を遠くから確認。それは時間とともに羽田沖に移動していた。

14:20 同研究所で 羽田沖の変色域を確認し、写真撮影。

15:00 国土交通省東京港湾事務所が羽田沖に一面の青白い水塊を確認。写真撮影。羽田空港第二事務所でも、羽田空港寄りの海面が青白くなっているのを確認。しかし夕方には徐々に普通の海面の色に戻った。

8月19日

運河調査2日目。前日同様、局所的に白濁があった。

8月20日

10:30 うねりの中、赤潮調査にて付近を調査したが、青潮とみられる変色域は確認されず。近くのSt.23では表層DO4.84mg/l 下層DO3.7mg/lであった。同時刻、中防にて遠くから観察したが、変色域は見られなかった。

13:00 横浜市の本牧の水路で白濁と魚浮上があり、調査の結果青潮と判明。（横浜市環境科学研究所）

14:30 中防の研究所職員が東京灯標付近に帯状の青い水塊を目視した。それは羽田空港まで動いていった。しかし濃度は18日より薄かった。

【気象】

15日 気温が低下。（前日平均気温30.4℃ 15日平均気温21.2℃）

南西の風 15日から17日2～3m/sであったが、18日平均風速6～7m/sと強かった。最大風速は18日から20日まで南西風が10～11m/sあった。

【貧酸素水塊の動向】

8月10日 内湾中央部に酸素の少ない海域が広がっていた。

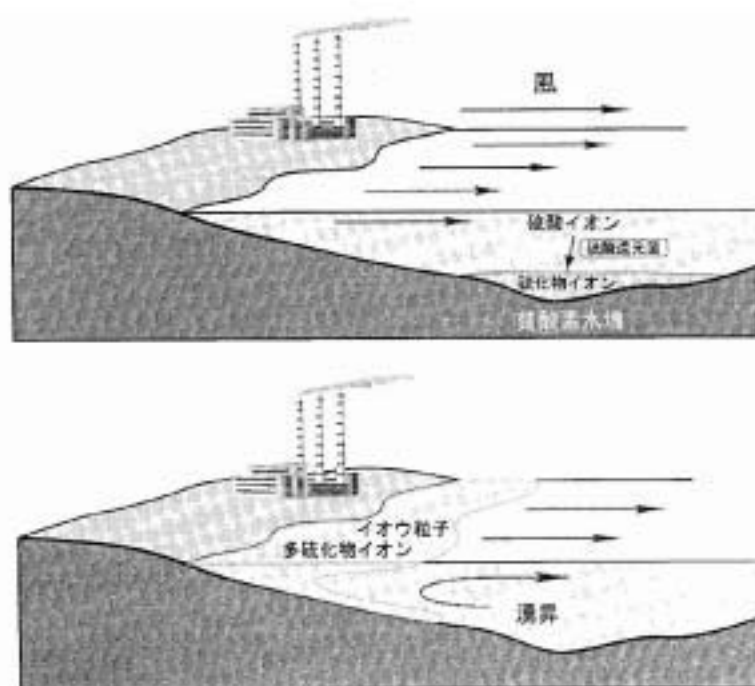
8月16日 赤潮調査にて、羽田沖近くのSt.23の下層DO2.7mg/l 上層DO1.56mg/lと表層が低かった。このとき、St.5,St.11,St.25の上層DOは各々3.5、4.6、6.6mg/lであり、通常より低めであり、下層DOは各々0.1、0.1、0.1mg/lと貧酸素であった。

【その後の様子】

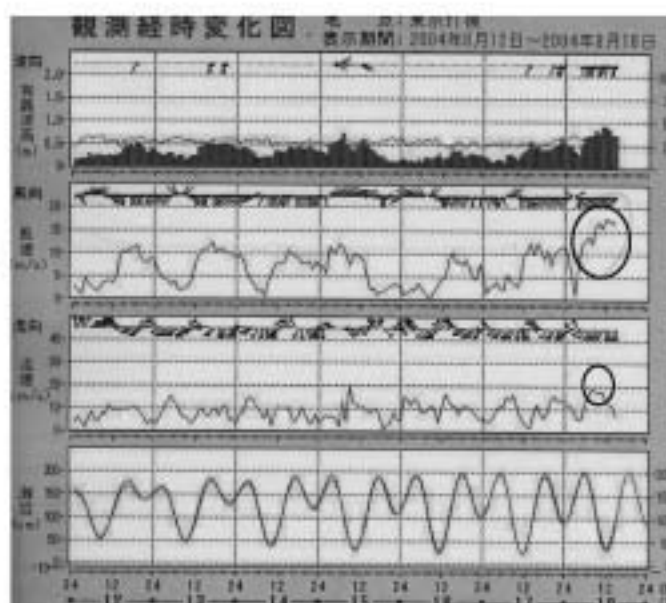
8月23日 赤潮調査。羽田沖は概観で異常なく、2つ目の水制の脇で表層DO7.62mg/l、下層DO1.05mg/lであった。上陸はできなかったが、望遠鏡で見た限り死魚や死んだ貝殻の大量打ち上げは見られなかった。St.5,11,23の表層DOは各々5.09,6.23,9.04mg/lであり、やや低い程度。下層DOは各々0.1,0.1,1.05mg/lと貧酸素状況。下層は5m以上貧酸素が続いている。なお、St.23 近辺で異常に多く魚の跳ねる姿が見られた。St.25では表層DO7.32mg/l、下層DO0.1mg/lと貧酸素であるがその厚さは2m以浅だった。

○ 青潮 とは

底層の貧酸素水塊が
風で湧昇することで
青潮となります。



8月15日東京灯標では、風速が
15mをこえ、海水の流れも
速くなっていた。



Ⅲ 要 約

- 1 平成16年度の赤潮の発生回数は18回、発生日数は86日間で、平成15年度と比べ発生回数は同じ、日数は1日減少した。赤潮発生の傾向は例年とほぼ同様であり、夏期に集中し、昨年10月に出現した*Fihracpsa japonica*による赤潮は本年は9月に終了した。
- 2 平成16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、*Skeletonema costatum*（珪藻類）が5回、*Thalassiosira* sp.(計藻類)が4回発生した。ついで*Heterosigma akashiwo*（ラフィド藻類）、*Ceratium furca*（渦鞭毛藻類）、*Mesodinium rubrum*（絨毛虫類）が共に2回であった。赤潮発生回数の50%が珪藻類によるものであった。
- 3 赤潮の61%が東京港内より広い範囲で発生したものであった。また、赤潮の55%が継続日数5日以内であった。これは、過去の赤潮調査結果とほぼ同様の傾向である。
- 4 東京都内湾で初めて、本年8月に羽田沖で青潮が発生した。貧酸素水塊は従来どおりであったが、気温の急降下に引き続いた10mを越す強風(南西の風)が湧昇を引き起こしたと見られる。

【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。
- 2) 原島省：陸水域におけるシリカ欠損と海域生態系の変質、水環境学会誌、pp9-13