

平成 20 年度

三 番 瀬 水 環 境 モ ニ タ リ ン グ 調 査

報 告 書
(概 要 版)
(案)

平成 21 年 3 月

千 葉 県
三洋テクノマリン株式会社

目 次

1. 調査概要	1
1.1 業務目的	1
1.2 業務概要	1
1.3 業務内容	1
1.4 業務工程	1
1.5 調査場所	3
1.6 調査方法	3
2. 調査結果	5
2.1 水質及び流れの変動概要	6
2.2 水質調査	12
2.3 流況調査	17
2.4 イベント時の各種項目の変動について	30
2.5 流れと底質分布の関係について	40

1. 業務概要

1.1 業務目的

水温、塩分、流向・流速など生物と関連の深い三番瀬の海域の物理的環境を調査し、三番瀬全体での水の流動分布や流出入等を把握することを目的とした。

1.2 業務概要

- 1) 業務名：平成20年度三番瀬水環境モニタリング調査業務委託
- 2) 履行期間：自 平成20年5月13日、至 平成21年3月25日

1.3 業務内容

業務内容を表1.3-1に示した。

表1.3-1 業務内容

項目	調査内容	数量	単位	摘要
水環境モニタリング調査	定点連続観測	3	地点	水温、塩分、濁度、クロロフィル、溶存酸素、流向・流速

1.4 業務工程

調査の全体工程を表1.4-1に、現地調査の工程の詳細を表1.4-2に示した。

現地調査期間：平成20年6月12日～平成21年3月13日

表1.4-1 業務工程

項目	平成20年								平成21年			
	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
計画準備	■											
現地踏査	■											
水環境モニタリング調査	設置											撤去
	連続観測	■										
点検		■										
整理解析			■									
報告書作成											■	
打合せ・報告	■					■				■		
評価委員会対応			■			■						

表1.4-2 現地調査工程

平成20年 6月	● ○ ◎																														気象における特記事項
ヒレソウ調査	[調査実施日付]																														6月2日: 関東梅雨入り
海上点検	[点検実施日付]																														
計器交換	[交換実施日付]																														
平成20年 7月	● ○ ◎																														気象における特記事項
ヒレソウ調査	[調査実施日付]																														7月19日: 関東梅雨明け
海上点検	[点検実施日付]																														
計器交換	[交換実施日付]																														
平成20年 8月	● ○ ◎																														気象における特記事項
ヒレソウ調査	[調査実施日付]																														8月16日: 台風11号接近 8月28日~: 大気不安定による局所的大雨 8月31日~9月1日: 豪雨のため、行徳可動堰開放
海上点検	[点検実施日付]																														
計器交換	[交換実施日付]																														
平成20年 9月	● ○ ◎																														気象における特記事項
ヒレソウ調査	[調査実施日付]																														*: 行徳可動堰開放による流量増加のため、測点2は機器未交換 9月20日: 台風13号接近
海上点検	[点検実施日付]																														
計器交換	[交換実施日付]																														
平成20年 10月	● ○ ◎																														気象における特記事項
ヒレソウ調査	[調査実施日付]																														
海上点検	[点検実施日付]																														
計器交換	[交換実施日付]																														
平成20年 11月	● ○ ◎																														気象における特記事項
ヒレソウ調査	[調査実施日付]																														11月1日: 木枯らし1号
海上点検	[点検実施日付]																														
計器交換	[交換実施日付]																														
平成20年 12月	● ○ ◎																														気象における特記事項
ヒレソウ調査	[調査実施日付]																														
海上点検	[点検実施日付]																														
計器交換	[交換実施日付]																														
平成21年 1月	● ○ ◎																														気象における特記事項
ヒレソウ調査	[調査実施日付]																														1月9日: 東京都心で初雪
海上点検	[点検実施日付]																														
計器交換	[交換実施日付]																														
平成21年 2月	● ○ ◎																														気象における特記事項
ヒレソウ調査	[調査実施日付]																														2月13日: 春一番
海上点検	[点検実施日付]																														
計器交換	[交換実施日付]																														
平成21年 3月	● ○ ◎																														気象における特記事項
ヒレソウ調査	[調査実施日付]																														
海上点検	[点検実施日付]																														
計器交換	[交換実施日付]																														

(「気象における特記事項」は気象庁HP「日々の天気図」より抜粋)

1.5 調査場所

図1.5-1及び表1.5-1に示す三番瀬海域の3地点で連続観測を実施した。

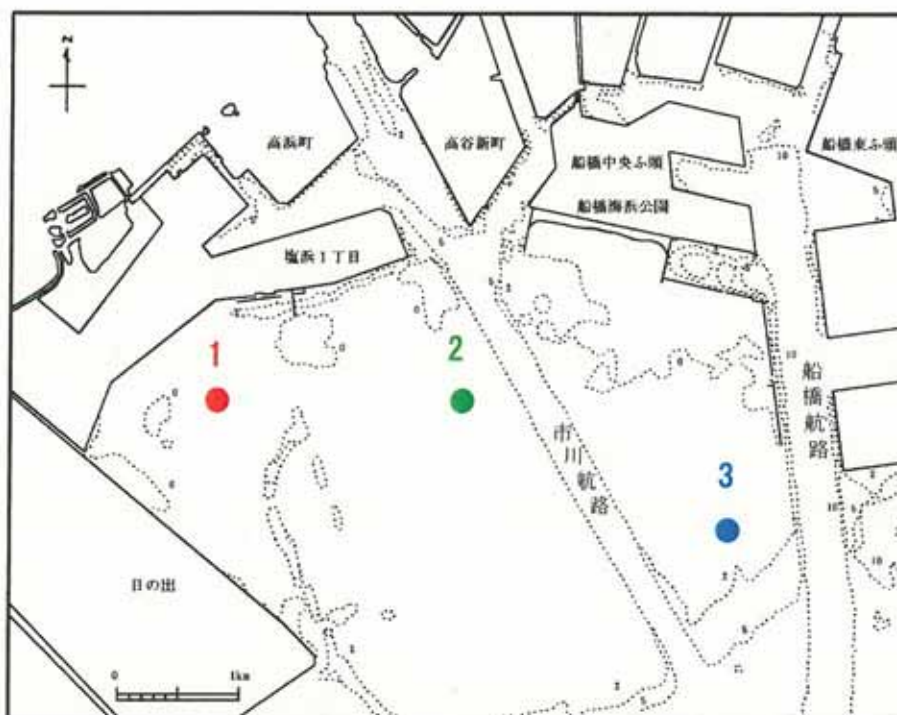


図1.5-1 調査地点

表1.5-1 調査位置

調査項目	地点名	緯度		経度		水深(m) (5/19 14時前後の実測値)
		度	分	度	分	
水環境 モニタリング調査	1	35	39.556	139	55.800	1.6
	2	35	39.529	139	57.171	1.7
	3	35	38.999	139	58.610	1.6

1.6 調査方法

調査方法を以下に示した。

調査点には、パイプで固定した架台に水質観測機器を取り付け、水温、塩分、濁度、クロロフィル、溶存酸素、流向・流速を10分毎に観測した。使用機器と測定条件を表1.6-1、機器の設置状況のイメージ図を図1.6-1に示した。

表1.6-1 調査項目

項目	使用機器	観測間隔 バースト(分)	測定間隔 インターバル(秒)	サンプル個数 N個
水温・塩分計	Compact-CT	10分		1個
	ACT-16K	10分		1個
クロロフィル 濁度計	Compact-CLW	10分	1秒	10個
	ACL-104-8M	10分	1秒	10個
溶存酸素計	Compact-DOW	10分	1秒	10個
流向・流速計	Compact-EM	10分	1秒	30個

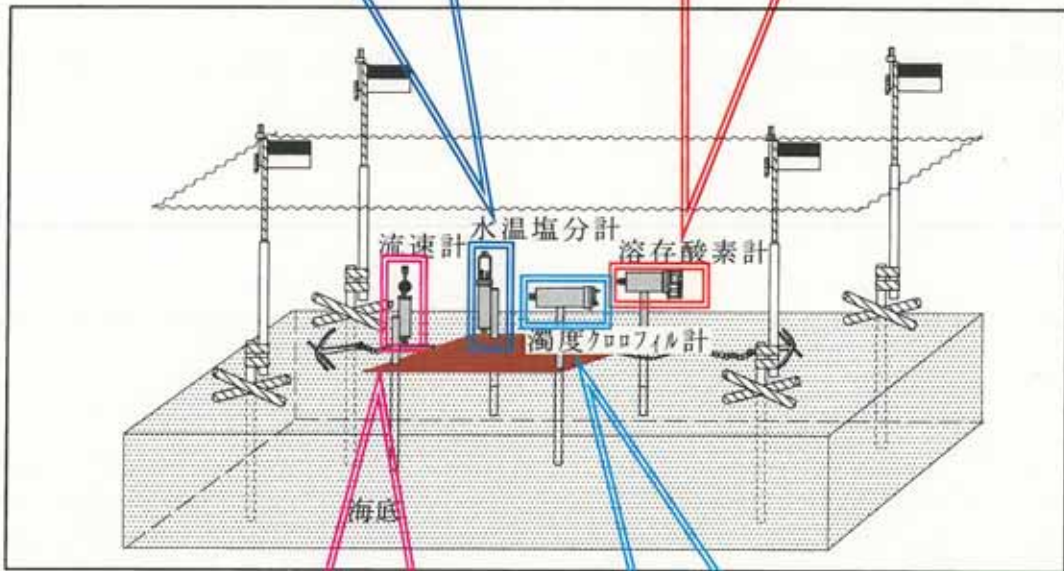
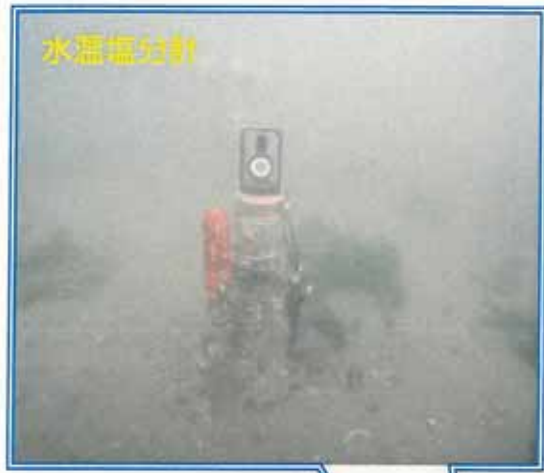
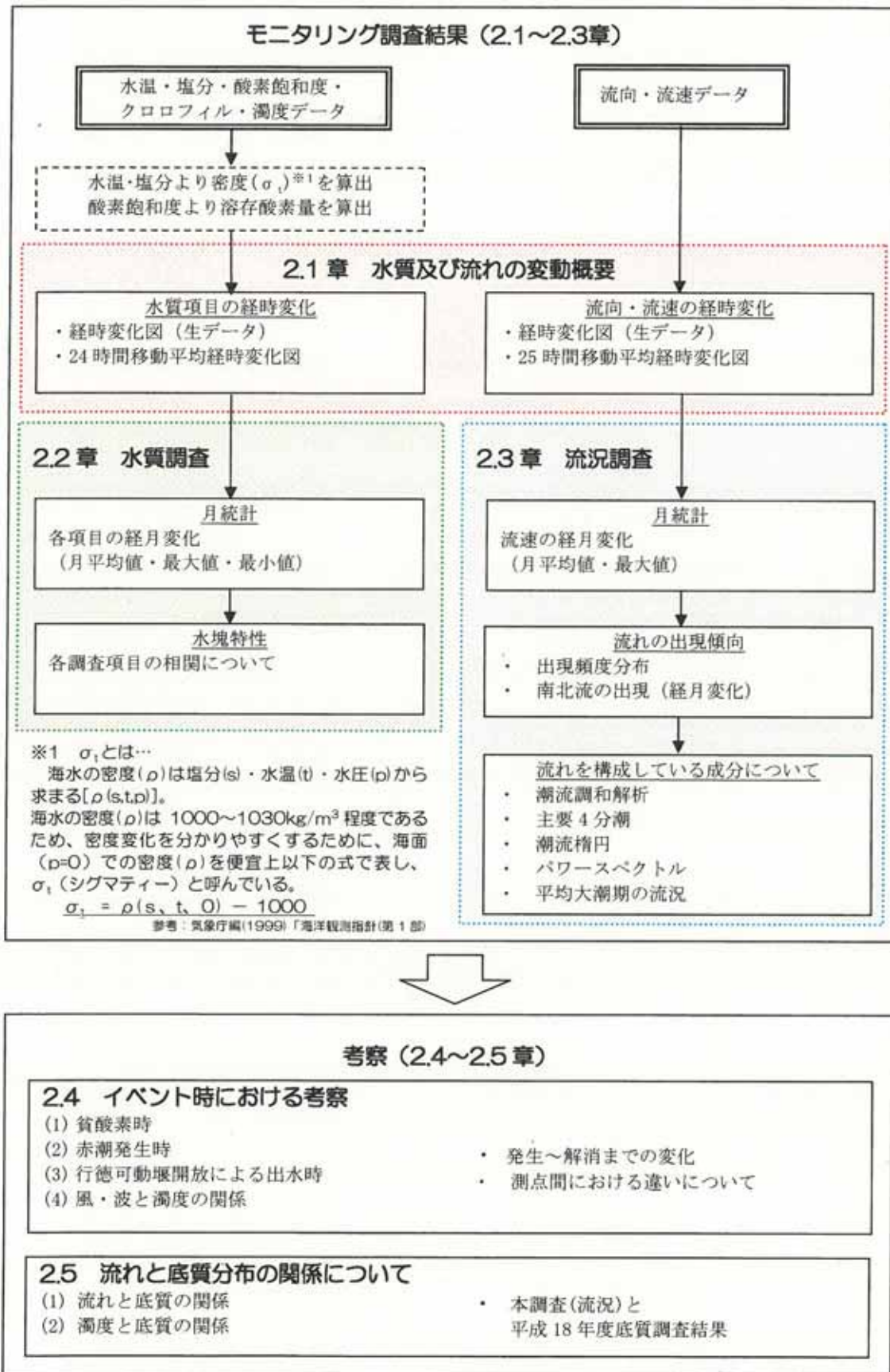


図1.6-1 設置状況

2. 調査結果

● 解析及び考察項目

解析及び考察を行った項目の一覧を以下に示した。



2.1 水質及び流れの変動概要

水質項目の全観測期間に渡る変動傾向を概観するため、調査結果を時系列で表した経時変化図を図2.1-1(1)に示した。

また24時間移動平均処理を行い、日周期変動以下の短周期を除去し、1日以上の中長期成分の変動(季節変動などの指標となる)を表した経時変化図を図2.1-1(2)に示した。

同様に、流況の調査結果についても経時変化図を図2.1-2(1)、25時間移動平均を行った経時変化図を図2.1-2(2)に示した。なお、流れは太陰(月)に起因する潮流周期(25時間、12.5時間)が卓越するため、25時間移動平均とした。この流れは一般に「残差流」と呼ばれ、物質輸送に大きな役割を果たす。

経時変化図からみた水質・流況変化の特徴

- 水温は、測点1で6～33℃、測点2及び測点3で6～31℃の間で変動し、8月に最も高く、1月に最も低かった。
- 塩分は、測点1で10～33psu、測点2で8～32psu、測点3で20～33psuの間で変動し、夏季は低塩分の傾向であったが、10月以降は高塩分で安定していた。
- クロロフィルaは、調査を開始した6月中旬から9月中旬にかけて日変動が大きく、特に6月15日～19日頃に全ての測点で500～800 μg/Lの爆発的な上昇がみられた。11月～12月は、少ないレベルで変化が小さいが、1月下旬からは、全ての測点で50 μg/L以上となる上昇がみられた(「東京湾海況情報(発表:千葉県水産総合研究センター)」によると、本調査と同時期に赤潮の発生が確認されていることから、赤潮によるものであると思われる)。
- 溶存酸素量は測点1で0～23mg/L、測点2で0～27mg/L、測点3で0～20 mg/Lの間で変動していた。6月から9月にかけて顕著な日周期変動がみられ、クロロフィルaの変化との対応がうかがえた。しかし、クロロフィルaの少ない10月中旬から12月中旬にかけても、特に測点1で溶存酸素量の周期的変動がみられた。(これは、該当時期に三番瀬海域で多く発生していたアオサの光合成によって、溶存酸素が供給されていたものと思われる。)
- 濁度は、夏季に若干高い傾向はあるものの調査期間を通じて10FTU以下であった。南風(南→北へ向かう風)の連吹時に全ての測点で濁度が上昇する傾向がみられ、特に測点2で顕著であった。測点3における濁度上昇は比較的小さかった。2月の春一番の強風時には、全ての測点で30～40FTUの高濁度となっていた。
- 流速は測点1で小さく、測点2及び3は同程度であった。半日あるいは1日の周期変動が顕著であり、流速が大潮期に大きく小潮期に小さくなる周期変動もみられた。
- 残差流(25時間移動平均流)の経時変化図によると、12月下旬～3月中旬には全ての測点で流速がやや大きくなっていた。また風との対応が良くみられ、水深の浅い当海域の流れには風が影響していることがうかがえる。しかし、残差流の流向は必ずしも一致していなかった。
- 豪雨により行徳可動堰が開放された出水時(図2.1-1(1)の黄色部分: (8月31日～9月1日))には、塩分は測点1では10psu程度まで、測点2では8psu程度まで、密度(σ_t)は測点1及び2で3kg/m³程度まで低下していた。特に江戸川放水路前面海域に位置する測点2で大きな変動をしており、流れも40cm/s程度の高流速が一時的にみられ、濁度も20FTU以上に上昇していた。
- 青潮は、千葉県環境生活部水質保全課によると3回発生した(図2.1-1(1)の青色部分)。8月22～28日の大規模な青潮発生時には、全ての測点で溶存酸素量の低下及び塩分の上昇が見られ、特に27～28日は測点2及び測点3では溶存酸素量がほぼ0 mg/Lとなる無酸素状態であった。また、青潮発生時には北風(北→南へ向かう風)が連吹している様子がみられ、既往の知見と一致していた。

付記について

青潮発生

千葉県環境生活部水質保全課ヒアリング結果による。

可動堰開放

江戸川河川事務所HP「江戸川出水速報」による行徳可動堰の開放情報。

赤潮

データからみられる貧酸素水出現時期
 貧酸素基準
 千葉県水産総合研究センターによる基準とした。
 酸素飽和度：50%以下
 溶存酸素量：
 2.5mg/L≒3.6mg/L以下

データからみられる赤潮発生時期

赤潮基準
 千葉県水産総合研究センターによる基準とした。
 酸素飽和度：150%以上
 Chl. a：50μg/L以上

データからみられる高濁度出現時期
 (20FTU以上)

凡例

湖点1
湖点2
湖点3

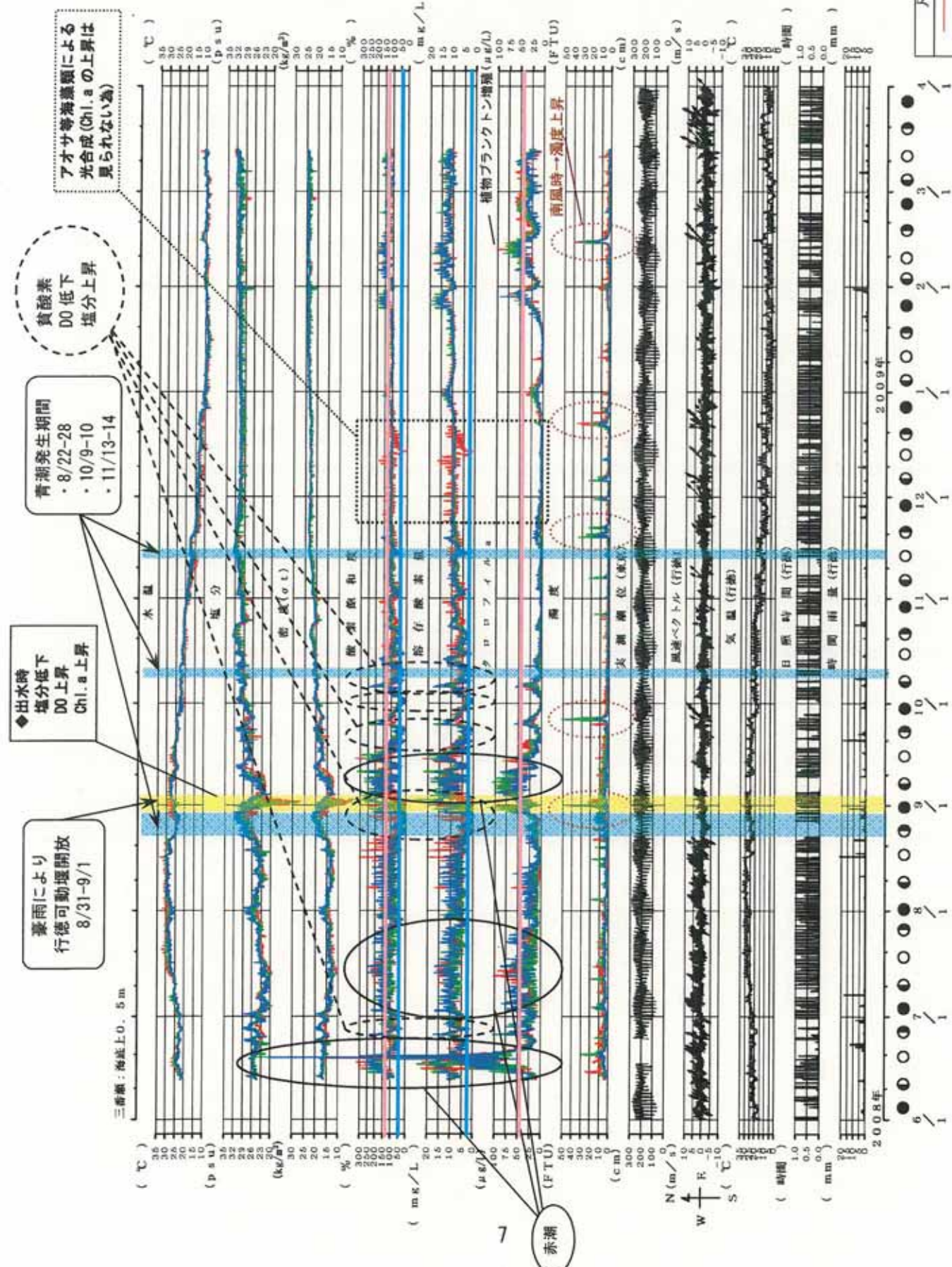
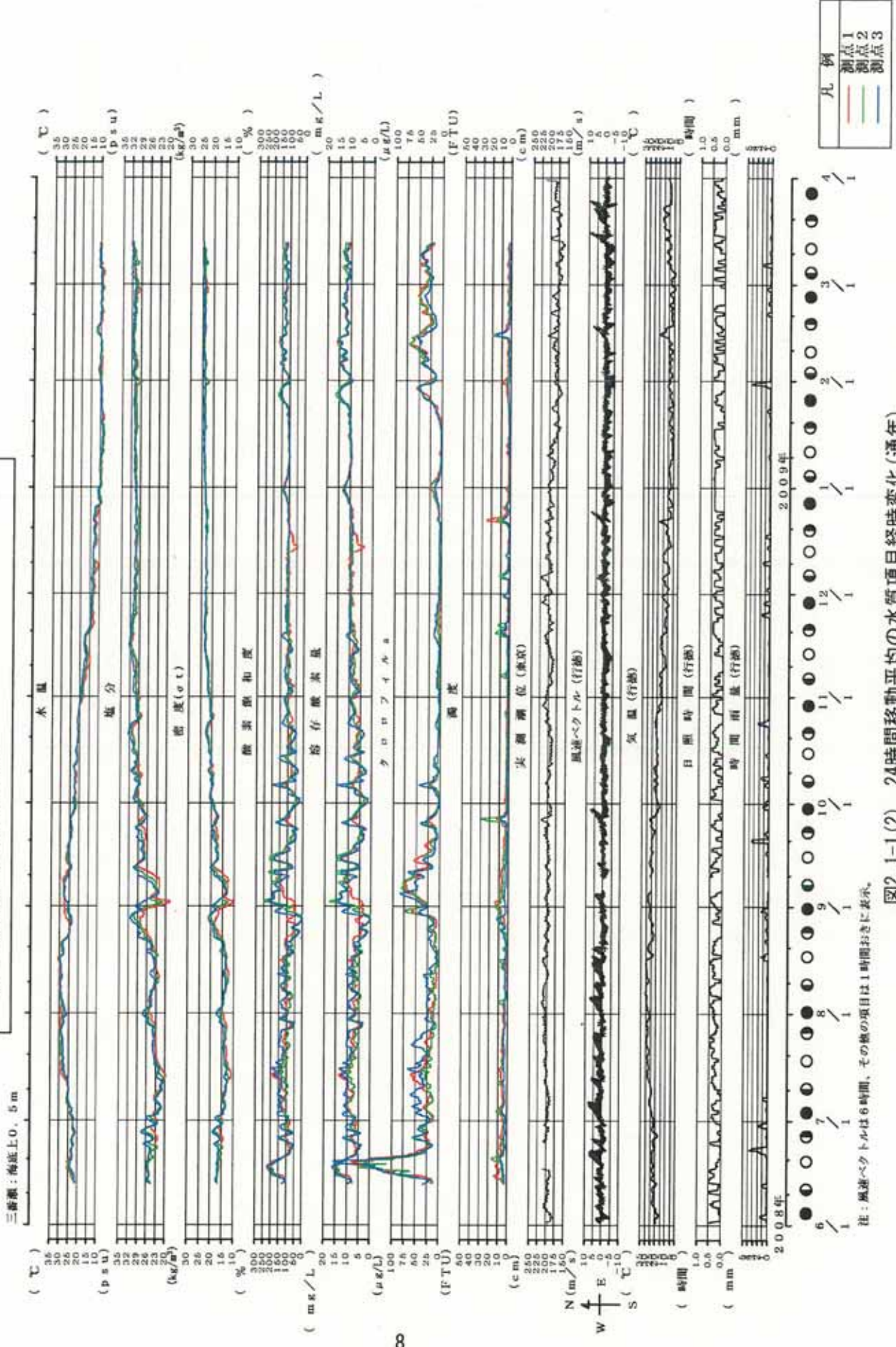


図2.1-1(1) 水質項目経時変化(通年)

注：風速ベクトルは3時間、その他の項目は1時間おきに表示。

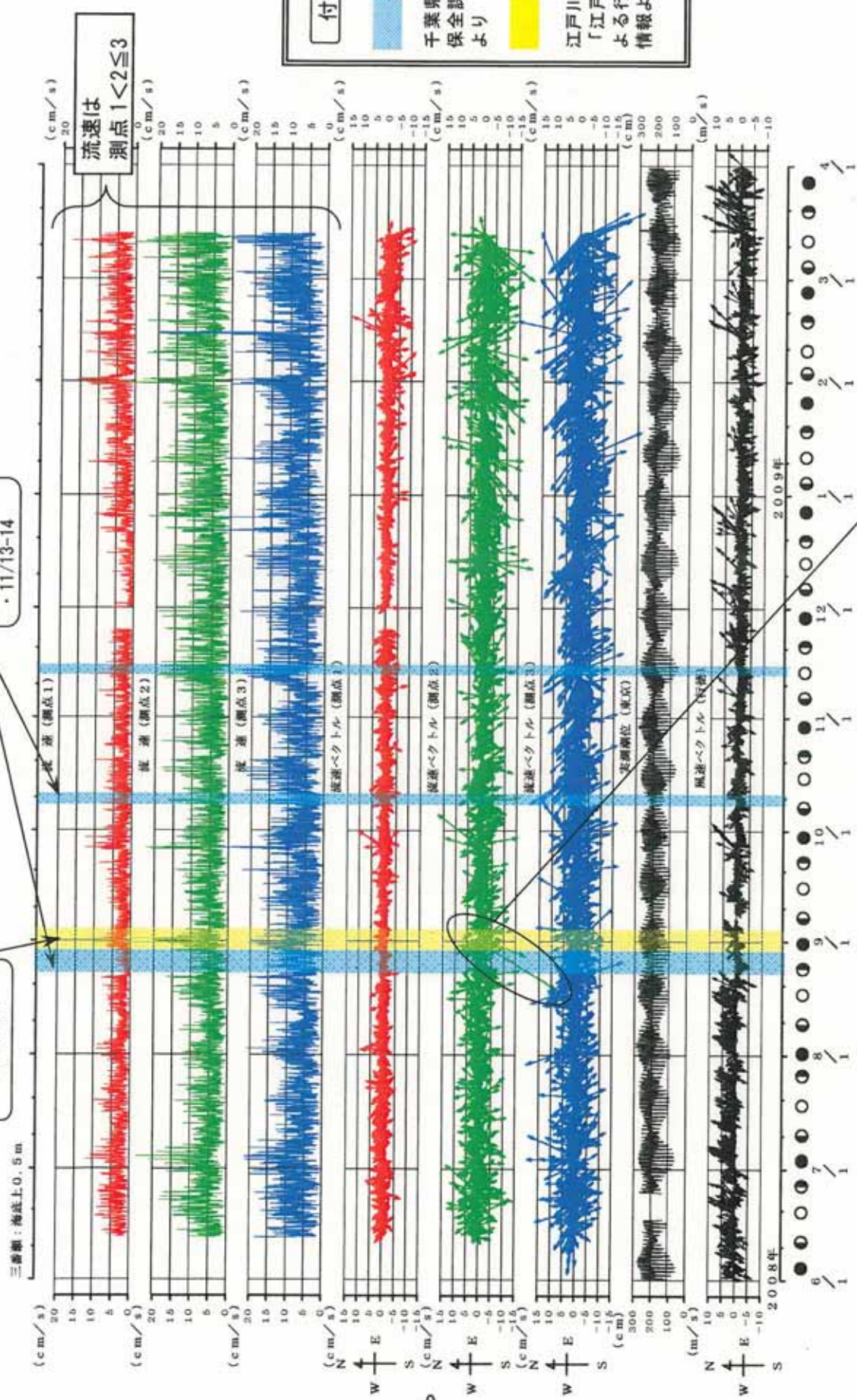
■ 24時間移動平均の経時変化図とは・・・
 日周期（約24時間周期）を除去することによって、1日以上の長周期成分のみがみやすい。



注: 風速ベクトルは6時間、その他の項目は1時間おきに表示。

図2.1-1(2) 24時間移動平均の水質項目経時変化(通年)

豪雨により
行徳可動堰開放
8/31-9/1



青潮発生期間
・8/22-28
・10/9-10
・11/13-14

流速は
測点1 $2 \leq 3$

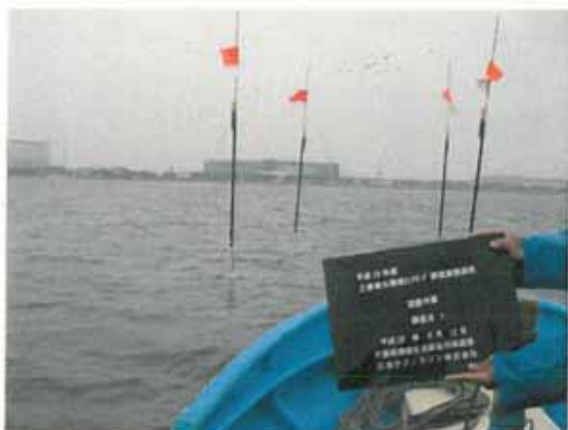
付記について

- 青潮発生
千葉県環境生活部水質保全課ヒアリング結果より
- 可動堰開放
江戸川河川事務所HP「江戸川出水速報」による行徳可動堰の開放情報より

出水時 40cm/s を超える流れ
(測点2)

図2.1-2(1) 流況経時変化(通年)

■ 機器交換時の様子 ■



6月13日 設置 (測点1)



6月17日 点検時赤潮確認 (測点1)



8月6日 点検時アオサ初確認 (測点1)



8月11日 点検時アオサ確認 (測点1)



8月21日 点検時アオサ確認 (測点1)



11月7日 点検時アオサ確認 (測点1)



12月9日 点検時藻類確認 (測点1)



3月2日 点検時アオサ等確認 (測点1)

2.2 水質調査

水質調査結果に基づいて行った解析結果を以下にまとめる。
解析期間は下記のとおり統一した。

解析期間：2008年6月13日0：00 ～ 2009年3月12日23：50

解析項目は、以下の通りである。

- ◆ 水質項目の変動の概要 → 2.1にて記述
 - ・ 水質項目経時変化 ……図2.1-1(1)
(1時間平均値を用いた時系列データの変化)
 - ・ 24時間移動平均水質項目経時変化 ……図2.1-1(2)
(日周期以下を除去した長周期成分の経時変化)
- (1) 水質項目の季節変動について
 - ・ 水質項目の経月変化 ……図2.2-1
- (2) 水塊特性について
 - ・ T-S、S-DO、DO-Chl.a 各ダイアグラム ……図2.2-2(1)～(3)

(1) 水質項目の季節変動について

各水質項目の季節変動をみるため、月平均値・月最大値・月最小値の変化を図2.2-1に示した。

- 水温の最高値は8月にみられ、測点1で33.4℃、測点2で31.4℃、測点3で30.7℃であった。また8月の月平均値は、3測点とも28℃前後であったが、測点1で最も高く、沖側の測点3で低くなっていた。水温の最低値は1月にみられ、測点1で5.8℃、測点2で6.6℃、測点3で6.7℃であった。また1月の月平均値は3測点とも9℃台であったが、沖側の測点3より測点1及び測点2で低くなっていた。
- 塩分の最高値は3月にみられ、測点1で33.0psu、測点2で32.1psu、測点3で32.5psuであった。また3月の月平均値は、3測点とも31psu前後であった。最低値は、測点1及び測点2で9月にみられ、それぞれ10.1psu、8.0psuであった。これは、行徳可動堰開放(8月31日～9月1日)に伴う河川からの出水によるものである。また、測点3の最低値は7月にみられ、19.6psuであった。
- 夏季の塩分は、最高値と最低値の差が大きく、平均値では低塩分低密度の傾向であったが、10月以降は高塩分高密度で安定していた。
- 溶存酸素量は、測点1で0～23mg/L、測点2で0～27mg/L、測点3で0～20 mg/Lの間で変動していた。酸素飽和度及び溶存酸素量の月最低値は、測点1は12月まで、測点2及び測点3は11月まで貧酸素(3.6mg/L以下)となることがあった。
- クロロフィルaは夏季に多く、11月～12月に最も減少し、2月には再び増加する傾向がみられた。6月の月最高値は500～800 μg/Lと全ての測点で高くなっているのは、赤潮が発生した影響によるものである。
- クロロフィルaは、夏季は測点1及び測点2より測点3で若干高い傾向であったが、11月以降は測点間の違いはあまりみられなかった。
- 濁度は、夏季に若干高い傾向はあるものの調査期間を通じて全ての測点で概ね10FTU以下であった。9月の出水時には測点2で70FTU程度の高濁度がみられた。
- 濁度は測点3で最も低く、測点1で最も高い傾向であった。

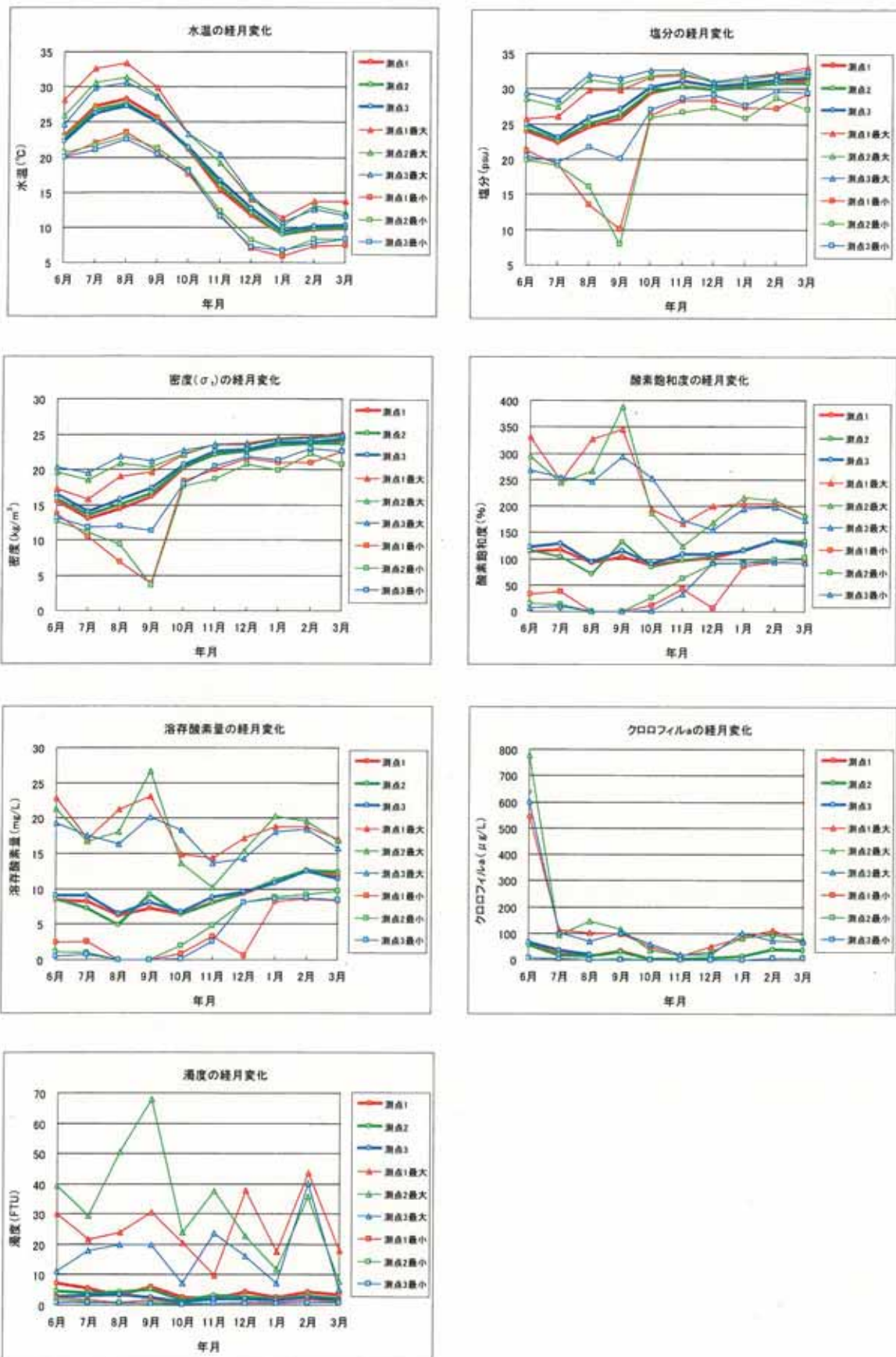


図2.2-1 水質項目の経月変化（月最大値・月平均値・月最小値）

(2) 水塊特性について

水塊の特性をみるため、夏季（6～9月）、秋季（10～12月）、冬季（1～3月）におけるT-S、S-DO、DO-Chl. aの各ダイアグラムを図2.2-2に示した。

- T-Sダイアグラムによると、夏季の水温は20～33℃、塩分は8～32psuとばらつきがみられ、特に測点1及び測点2で高水温・低塩分帯にも分布し、密度の変動も大きい。測点1及び測点2の20psu以下の低塩分水は行徳可動堰開放時（8月31日～9月1日）の出水によるものである。また、秋季は7～23℃と水温の変動が大きく、塩分は26～32psuと比較的安定している様子うかがえ、測点間の違いはほとんどみられなかった。冬季は低温（5～14℃）・高塩分（25～33psu）・高密度（19～25kg/m³）でばらつきが少なく、安定している様子が見られ、特に測点3で顕著であった。
- 溶存酸素-塩分（DO-S）の散布図から、夏季の測点1及び測点2をみると、行徳可動堰開放（8月31日～9月1日）により放水された概ね20psu以下の低塩分水は比較的酸素を含んでいる様子が見られた。また夏季の貧酸素水^{※2}は、30psu前後の高塩分である様子うかがえた。冬季には全ての測点で高塩分（26～33psu）となり溶存酸素量も8～20mg/Lと多く含まれている様子が見られた。
- 溶存酸素-クロロフィルaの散布図からは、両者に相関が見られた。夏季には溶存酸素量が測点1で15mg/L程度と多くなっているにもかかわらず、クロロフィルaはほとんどみられないような分布もみられた（図2.2-2(3)の赤丸部分）。これはアオサ等の海藻等による光合成の影響と考えられる。秋季も、他の季節と比べクロロフィルaが少ないため、秋季の溶存酸素量は海藻等の光合成によるところが大きいと思われる。



※2 貧酸素の定義…本報告における貧酸素の定義は、
千葉県水産総合研究センターの指標を用いています。
溶存酸素量：2.5mg/L ≒ 3.6mg/L、
酸素飽和度：50%以下 に該当する値です。

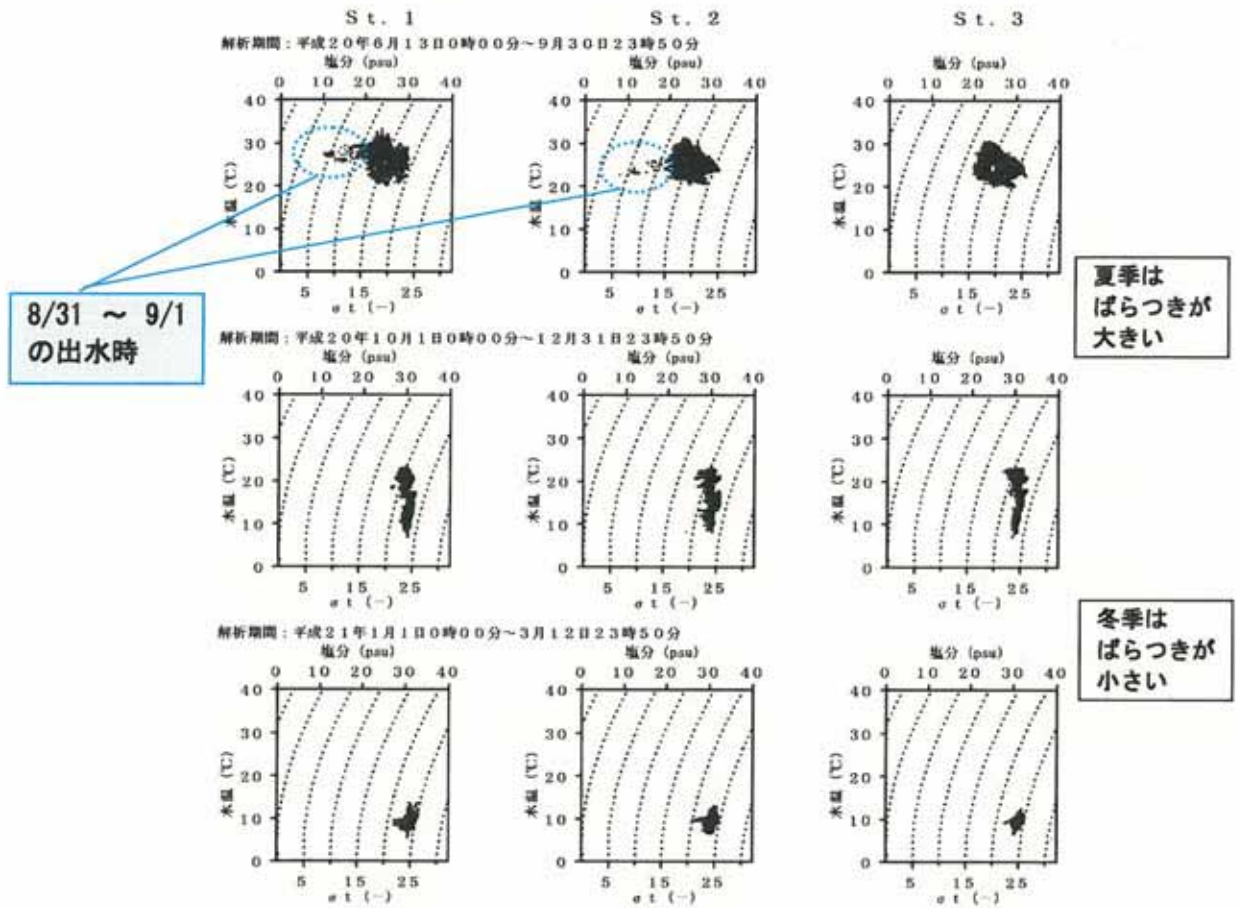


図2.2-2(1) 水温-塩分 (T-S) ダイアグラム

注：破線は密度 (σ_t) を示す

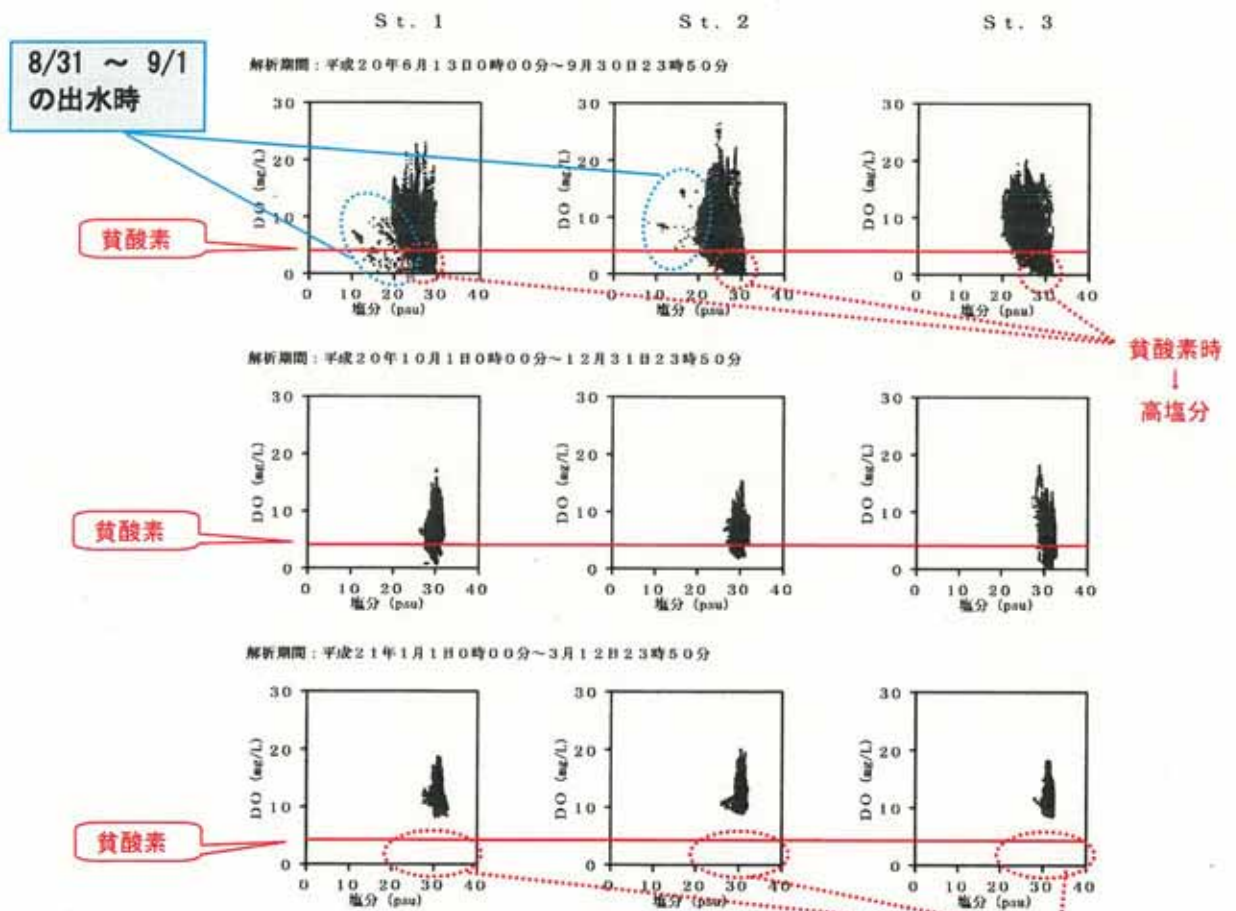


図2.2-2(2) 溶存酸素-塩分 (DO-S) 散布図

貧酸素は見られない

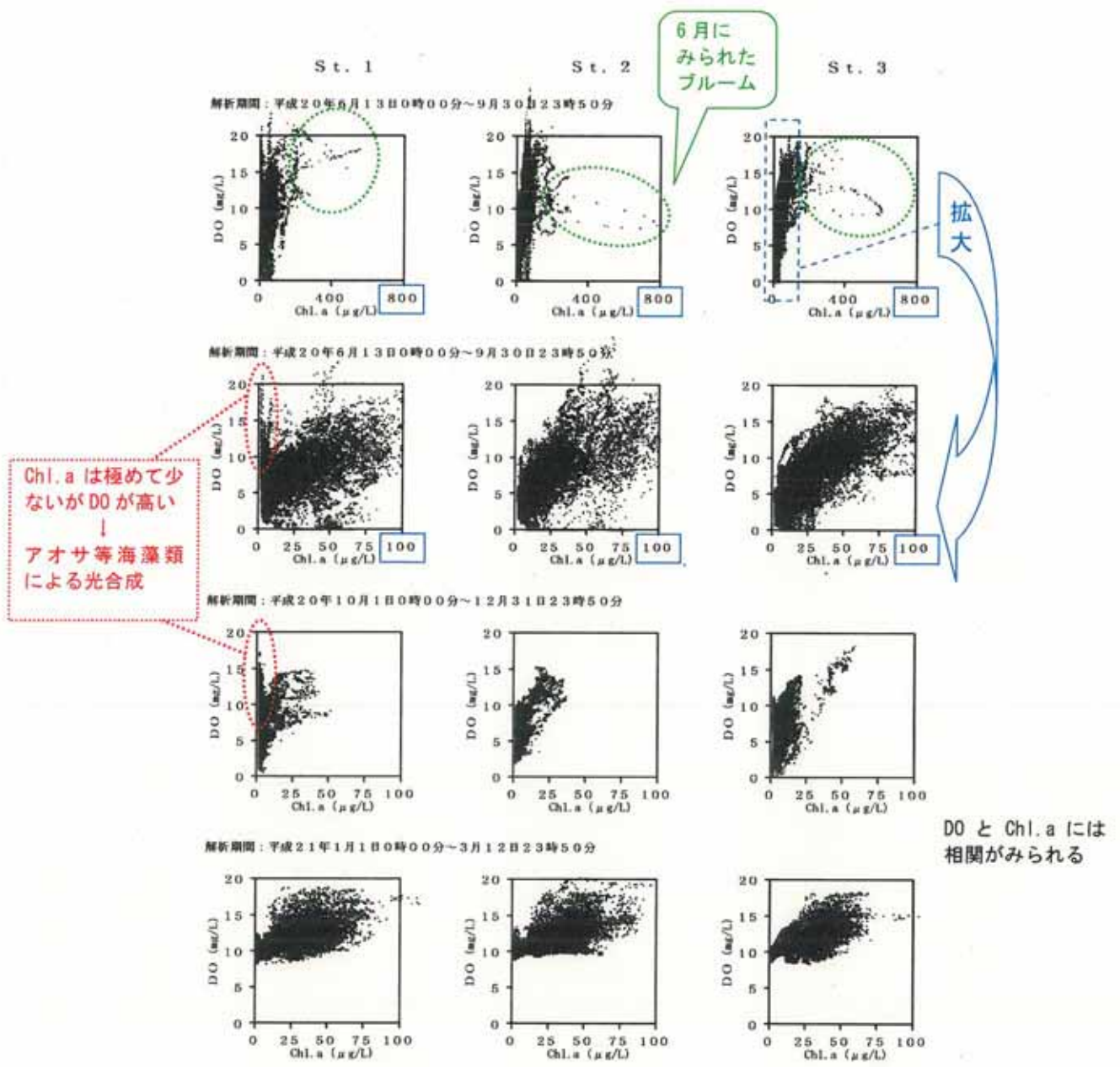


図2.2-2(3) 溶存酸素-クロロフィルa (DO-Chl.a) 散布図