

7. プランクトン

(1) はじめに

横浜市では3年毎に横浜市内水域の生物調査の一環として「横浜市沿岸域に出現するプランクトン相調査」を実施している。これら調査結果は、鳥海(1986、1989)、鳥海・水尾(1995)、鳥海・水尾・二宮(1999)、鳥海・水尾・岡(2001)および鳥海・水尾(2004)などの報告がある。今回のプランクトン調査も、この一連の調査の中で富栄養化した市沿岸域におけるプランクトンの現況把握および水質環境の評価を目的に実施した。

(2) 調査地点及び調査方法

(ア) 調査地点と期間

プランクトン調査地点は横浜市沿岸域の横浜港沖(St6)、根岸湾沖(St10)および金沢湾沖(St12)の3地点である。調査地点を図7.1に示す。

プランクトン調査は、5月25日と9月12日の計2回、実施した。

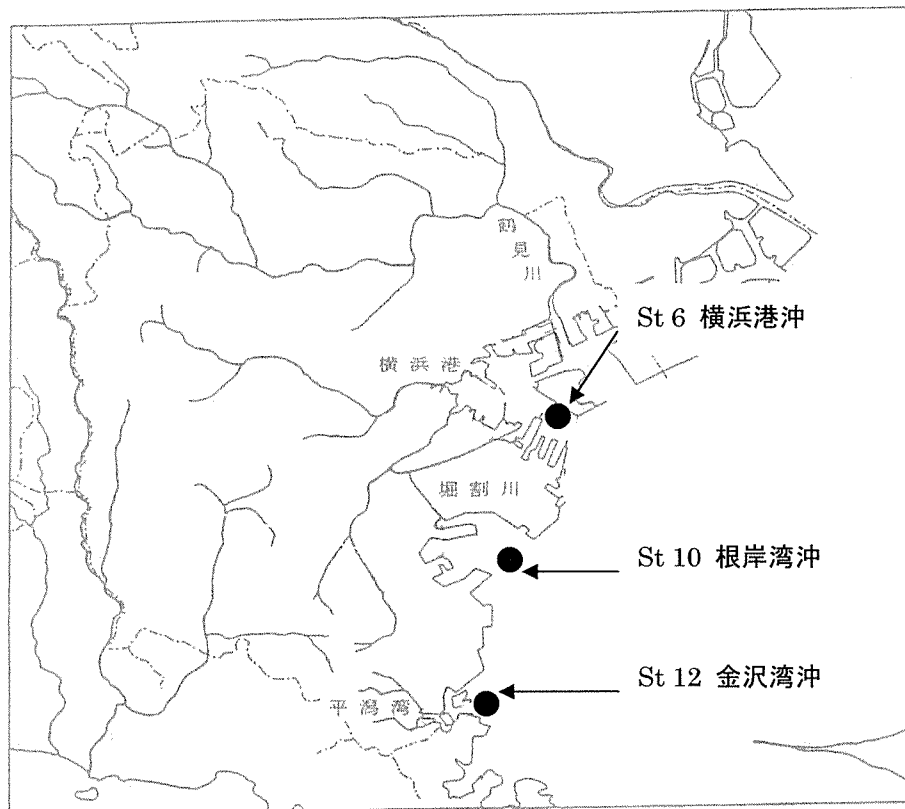


図 7.1 プランクトン調査地点図

(イ) 調査方法

1) プランクトン調査

プランクトン試料の採取は船上（横浜市漁業協同組合殿ご協力による）よりポリバケツで海面の海水を汲み上げ、その1リットルをポリ容器にとり、全量が5%になるようにホルマリンを加えてプランクトンを固定した。試料は直ちに実験室に持ち帰り、次のとおり前処理を行った。

- ・ 試料を1000mlメスシリンダーにとり一日間放置
- ・ 海水の量を1/10に濃縮し、この100mlをポリ容器にとり、これを検鏡試料とした。

試料の検鏡は濃縮された100mlの試料をよく攪拌し、そのうちの1mlをメスピペットでとり、計測用目盛り付きのスライドグラス（縦20x横50目盛、合計1000目盛りが刻まれる）に均一になるよう移し、少なくとも5マスについて種別個体数を計測した。

プランクトンの同定には光学顕微鏡、また、必要に応じて走査型電子顕微鏡を用いて観察を行った。

2) 現場環境測定及びクロロフィルaの分析

現場環境の測定は、プランクトンの採取と同時にを行った。また、クロロフィルaの分析は、表層の海水について行った。

現場環境測定項目およびクロロフィルaの測定方法以下のとおりである。

【現場環境測定方法】

天候 目視観測

気温 棒状温度計の読取

水深 沿岸地点：メジャーおよび水深計の読取/沖合：音響測深器の読取

透明度 透明度板による測定

水温 棒状温度計の読取及び多項目水質計HydroLab QUANTA・G(HYDROLAB社製)の読取

pH 多項目水質計HydroLab QUANTA・G(HYDROLAB社製)の読取

塩分 多項目水質計HydroLab QUANTA・G(HYDROLAB社製)の読取

【クロロフィルaの採取と室内分析方法】

プランクトン調査時に海面の海水をポリバケツで汲み取り、1ℓポリ容器に分注した。採取された海水は直ちにクーラーボックスの冷暗所に保存し、その日のうちに分析室に搬送し、速やかに分析に供した。

分析方法（4波長によるUNESCO法）

試料1ℓの海水をGFガラスフィルター（0.45μmメッシュ）でろ過、栓付きコニカルチューブにとりNH-ジメチルホルムアミド溶液8mlを注ぎ30分間放置する。その後、遠心分離機により上澄みを抽出し、-21℃以下の冷凍庫において1昼夜静止する。測定は分光光度計により750nm、663nm、645nm、630nmの4波長で行い、UNESCO法によってクロロフィルaを算出した。

(3) 調査結果及び考察

(ア) 調査地点における環境測定結果

調査地点の概況及びプランクトン調査当日の現場環境測定およびクロロフィル a の分析結果を表-7.1 に示す。また、現場の状況について写真-7.1 に示す。

表-7.1 プランクトン調査時の環境要因項目の測定結果

調査地点	5月26日(晴)							9月12日(雨)						
	水深	気温	水温	塩分	pH	透明度	chl-a	水深	気温	水温	塩分	pH	透明度	chl-a
単位	(m)	(°C)	(°C)			(m)	($\mu\text{g}/\ell$)	(m)	(°C)	(°C)			(m)	($\mu\text{g}/\ell$)
St06 横浜港沖	15.8	23.0	19.1	30.4	8.1	2.0	42	16.2	24.5	25.0	27.5	8.1	1.5	41
St10 根岸湾沖	17.3	22.0	18.6	32.4	8.5	2.5	20	15.5	24.5	25.4	31.7	8.6	2.5	22
St12 金沢湾沖	18.1	23.0	18.1	31.6	8.1	2.5	23	15.0	26.0	24.7	32.3	8.7	3.5	17



プランクトン採取



現場環境測定



クロロフィル a 試料採取

写真-7.1 プランクトン調査状況

3地点の状況を概観すると以下のとおりである。

5月調査時における海水の色は3地点いずれも薄茶褐色を呈していた。透明度は、横浜沖は1.5m他の2地点では2.5mおよび3.5mとなっており、金沢沖へ向かうほど透明度はよくなっていた。塩分では、横浜沖へ向かうほど数値は32.3、31.7、27.5と低くなり、河川水など陸水の影響が大きくなる。

クロロフィル a 濃度は、17 から $42\mu\text{g}/\ell$ の範囲で、横浜港沖で $40\mu\text{g}/\ell$ 前後で、やや赤潮気味であった(写真-7.2 参照)。

(イ) 出現種および地点別の出現状況

5月の調査結果を表-7.2 に示す。

5月試料は1mlをスライドガラスの枠内にとり、5マスについて同定・計測を行ったところ、出現種が少なかったので10マスについて計測を行った。なお、表中の個体数は濃縮試料1ml中の細胞数に換算した。

出現種は、渦鞭毛藻類が3種、珪藻類は3種であった。組成は極めて単純と考えられる。渦鞭毛藻の *Prorocentrum minimum* が24700~48800細胞で全体の圧倒的多数。本種は東京湾の代表的な赤潮プランクトンである。試料採取時の海面の水色は薄茶褐色であったことから、赤潮気味になっていたと考えられる。



写真-7.2 赤潮気味の海面

表-7.2 5月プランクトン調査結果 (5/25 採取、100ml濃縮海水 1mlの細胞数)

出現種	St. 6	St. 10	St. 12	光学顕微鏡 画像番号	走査電顕
渦鞭毛藻類					
<i>Prorocentrum minimum</i>	48800	30400	24700	1	2
<i>Ceratium furca</i>	300	100	100	3	4
<i>Ceratium fusus</i>	400	300	300	5	6
珪藻類					
<i>Skeletonema costatum</i>	600	600	0	7	8
<i>Thalassiosira</i> spp.	300	800	200	9	10
<i>Rhizosolenia setigera</i>	0	100	0	11	12
種類数	5	6	4		

9月調査結果を表-7.3に示す。

100 ml に濃縮した試料から 1 ml をスライドガラスの枠内にとり、5 マスについて同定・計測を行った。表 1 には、出現した植物プランクトン各種について、計測した細胞数を 200 倍し、濃縮試料 1 ml 中の細胞数に換算した。

出現種は、渦鞭毛藻類が 5 種、珪藻類は 12 種であった。5 月に比べると出現種数は増加し、優占種は、渦鞭毛藻の *Prorocentrum minimum* から珪藻類に変わっていた。優占種は、測点 6 は他の 2 測点とは異なり *Skeletonema costatum* が最も多く、*Neodelphineis pelagica* がこれに次いでいた。この他の測点では、*Pseudo-nitzschia multistriata* が最も多く、*Nitzschia longissima* がこれに次いでいた。

表—7.3 9月プランクトン調査結果(9/12 採取、100ml濃縮海水 1mlの細胞数)

出現種	St. 6	St. 10	St. 12	光学顕微鏡 画像番号	走査電顕
渦鞭毛藻類					
<i>Prorocentrum</i> <i>minimum</i>	200	0	0	1	-
<i>Prorocentrum</i> sp.	400	0	0	2	-
<i>Ceratium fusus</i>	400	200	200	3	4
<i>Protoperidinium</i> <i>steini?</i>	200	0	0	5	
<i>Dinophysis</i> <i>acuminate?</i>	200	0	0	6	-
珪藻類					
<i>Skeletonema</i> <i>costatum</i>	29600	1600	0	7	8
<i>Leptocylindrus</i> <i>danicus</i>	800	2000	5000	9	-
<i>Chaetoceros affinis</i>	1400	2400	1200	10	11
<i>Chaetoceros decipiens</i>	3600	0	2800	12	13
<i>Chaetoceros</i> spp.	0	200	2400	14	-
<i>Thalassiosira</i> spp.	4800	400	0	15	
<i>Ditylum brightwellii</i>	200	0	0	16	-
<i>Rhizosolenia setigera</i>	0	200	1000	17	-
<i>Nitzschia longissima</i>	9200	8000	13600	18	19
<i>Nitzschia pungens?</i>	2200	3000	13400	20	21
<i>Nitzschia</i> spp.	0	0	1000	22	-
<i>Pseudo-nitzschia</i> <i>multistriata</i>	14000	17000	16000	23	24
<i>Neodelphineis</i> <i>pelagica</i>	17200	0	0	25	26
<i>Pleurosigma</i> sp.	200	0	0	27	28
種類数	16	10	10		

* 表中の *Thalassiosira* spp. には *Thalassiosira binata* を含む。

(ウ) 横浜市調査におけるプランクトン出現種の経年変化

ここでは、現在までに報告された種リストと今回の調査結果とを比較検討した。比較するに当り、同じ調査地点すなわち、横浜港沖、根岸湾沖、金沢湾沖の3地点および5月並びに9月の結果について検討した。個体数については、1~49個体にはr、50~99個体ではrr、概ね個体数が100を越えるときはrrrの記号を付して表示した。プランクトン出現種

の経年変化を表—7.4 に示す。

横浜市沿岸域では 22 年の間に 4～6 回/年の頻度で調査が行われている。これらの調査結果より出現種の状況を概観すると以下のとりである。

出現頻度の多い種は次の 8 種である。

<i>Skeletonema costatum</i>	珪藻類
<i>Coscinodiscus</i> spp	珪藻類
<i>Rhizosolenia setigera</i>	珪藻類
<i>Eucampia zodiacus</i>	珪藻類
<i>Nitzschia pungens</i> = <i>Pseudo-nitzschia</i> spp	珪藻類
<i>Chaetoceros</i> spp	珪藻類
<i>Prorocentrum minimum</i>	渦鞭毛藻類
<i>Eutreptiella</i> spp	ミドリムシ藻類

珪藻類 6 種、渦鞭毛藻類およびミドリムシ藻類それぞれ 1 種となっている。いずれも赤潮プランクトンとして出現し、その出現傾向は過去 20 年大きな変化はみられず赤潮発生は恒常的となっている。

Nitzschia pungens は最近属名が変更され、*Pseudo-nitzschia* 属にまとめられた。さらに *Nitzschia pungens* には数種程度の近似種が含まれているとされ、同定するには走査型電子顕微鏡が必要とされている。この種のなかには貝毒を起す有毒プランクトンも存在するため、今後の本種群の出現動向に注目することが重要である。

鳥海 (1995) などにより、東京湾の富栄養化のために出現が抑制されると指摘された渦鞭毛藻の *Alexandrium* や *Gymnodinium mikimotoi* (= *G. nagasakiense*) は、ここ数回の調査において出現していない。一方、ラフィド藻の *Heterosigma akashiwo* は東京湾においては、春から夏にかけて赤潮として出現する代表的な赤潮生物である。1990 年代後半までは恒常的に出現したが、横浜市沿岸域においては 2000 年代に入りその出現はみられていない。

最近注目すべき赤潮は繊毛虫類の *Mesodinium rubrum* である。2003 年 5 月上旬から約 1 ヶ月間、横浜市沿岸域において大発生し、その死骸により水質悪化のためボラ、スズキ、アサリ、マテガイなどの斃死、アマモの枯死など魚介類や海草類などに大きな影響を及ぼした。

1994 年度においても本種による赤潮が出現したが、被害はなかった。

横浜市沿岸域における赤潮は、恒常的に発生している珪藻類や渦鞭毛藻類あるいはラフィド藻類などのほか繊毛虫類やミドリムシ類など、近年出現回数が多い種類についても注目していく必要がある。

表—7.4 横浜市調査におけるプランクトン出現種の経年変化

横浜市沿岸域におけるプランクトン出現種(優占5種)の経年変化 5月および9月出現種
(調査時期が5月、9月にない場合は直近の月とする)
(調査地点は直近の地点とする)

個体数凡例 1:1~49
11:50~99
111:100~

出現種	調査地点 横浜港沖				調査地点 根岸湾沖				調査地点 富岡沖				出現回数			
	調査年		調査月		調査年		調査月		調査年		調査月					
	1984	1987	1994	2006	1990	1994	1997	2000	2003	2006	1984	1987		1997	2000	2006
珪藻					6						6,9	10				
<i>Cyclotella meneghiniana</i>					1		111						111			3
<i>C. striata</i>					1											1
<i>Skeletonema costatum</i>	11	1	111	111	11	111	1	111		111	11	1	1	11		13
<i>Leptocylindrus danicus</i>										111					111	2
<i>Thalassiosira anguste-lineata</i>					1											1
<i>T. antarctica</i>																
<i>T. binata</i>					1		1									2
<i>T. spp.</i>		1		111	1					111	11				111	6
<i>Coscinodiscus granii</i>			1		1											2
<i>C. spp.</i>	111	1	1				1		1	111	1	1	1	111		10
<i>Actinophycus senarius</i>			1		1	1	1									4
<i>Guinardia flaccida</i>					1											1
<i>Rhizosolenia flagillissima</i>							1	1							1	3
<i>R. setigera</i>			1			1	1	1		111			1	1	111	8
<i>Eucampia zodiacus</i>	111	1	1		1	1	1	1			111	1	1	1		10
<i>Ditylum brightwellii</i>	1	1		111	1						1	1			111	7
<i>Navicula britannica</i>					1											1
<i>Nitzschia longissima</i>				111	11					111					111	4
<i>N. pungens*</i>	11	1	111	111	1	111	1			111	11	1	1	111		12
<i>Pseudo-nitzschia multistriata</i>				111						111					111	3
<i>Neodelphiniis pelagica</i>				111												1
<i>Chaetoceros spp.</i>	1	1	1	111	1			1			1	1		1		9
ラフイド						1										1
<i>Chattonella sp.</i>						1										1
<i>Fibrocapsa japonica</i>					1											1
<i>Heterosigma skashiwo</i>	1		11		1		1				1		1			6
黄金色				111		111										2
<i>Dictyocha fibula</i>				111		111										2
<i>Ebria triparitta</i>			1	1		1										3
<i>Distphanus speculum (Dictyocha)</i>			1	1		1		1				1				5
渦鞭毛										1						1
<i>Polykrikos schwartzii</i>										1						1
<i>Gyrodinium instriatum</i>										11						1
<i>Gymnodinium sp.</i>					1											1
<i>Proocentrum minimum</i>			11	111	1	11	11			111			1		111	8
<i>P. triestinum</i>			1	11	1	11	11					1	1			7
<i>Amylax triacantha</i>							1		1							2
<i>Dinophysis sp.</i>				111			1				1					3
<i>Gonyolax sp.</i>		1			1											2
<i>G. spinifera</i>									1							1
<i>Heterocapsa triquetra</i>					1											1
<i>Oxyphysis oxytoxoides</i>	11		1		1	1					11					5
<i>Protoperdinium bips</i>							1		1					1		3
<i>P. pellucidum</i>			1		1	1										3
<i>P. conicum</i>					1											1
<i>P. depressum</i>																
<i>P. leonis</i>					1											1
<i>P. sp.</i>	11	1		111					1		11	1	1			7
<i>Ceratium fusus</i>				111				1	1	111					111	5
<i>C. furca</i>				111						111					111	3
<i>C. kofoidii</i>									1		1					2
<i>Noctiluca scintillans</i>			1			1										2
緑藻																
<i>Sendisnus sp.</i>																
ユーグレナ		1	1		1	1	11	1			1	1	1	1		10
<i>Eutreptiella spp</i>		1	1		1	1	11	1			1	1	1	1		10
動物プランクトン			111			111	1	1	111				1	1		7
<i>Mesodinium rubrum</i>			111			111	1	1	111				1	1		7
繊毛虫類		1							1			1				4
有鐘類		1														
<i>Acanthometron sp.</i>		1														
放散虫類																
ナノプランクトン								111		111				111		3
種数	12	11	19	13	27	16	18	10	11	11	14	11	12	8	11	51

*:複数種が含まれる

(4) まとめ

(ア) プランクトン調査は3地点で、2006年5月と9月の2回行ない、5月は出現種6種、9月には出現種は、渦鞭毛藻類が5種、珪藻類は12種であった。9月は5月に比べ

ると出現種数が増加し、優占種は渦鞭毛藻の *Prorocentrum minimum* から珪藻類に変わっていた。

(イ) 横浜港 (St. 6) における優占種は、他の 2 地点とは異なり *Skeletonema costatum* が最も多く、*Neodelphineis pelagica* がこれに次いでいた。この他の測点では、*Pseudo-nitzschia multistriata* が最も多く、*Nitzschia longissima* がこれに次いでいた。

(ウ) 過去 20 年間の出現種の経年変化によれば、出現頻度の高い種は珪藻類 6 種、渦鞭毛藻類およびミドリムシ藻類それぞれ 1 種となっている。いずれも赤潮プランクトンとして出現し、その出現傾向に大きな変化はみられず赤潮発生は恒常的となっている。

(ウ) 2003 年に横浜市沿岸の魚貝類やアマモなどに大被害をもたらした赤潮プランクトン、絨毛虫類の *Mesodinium rubrum* は今回の調査では確認されなかった。

(5) 謝辞

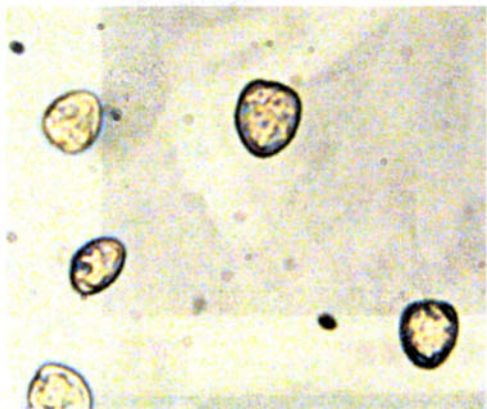
プランクトン採取において、採集の許可および備船にご協力をいただいた横浜市漁業協同組合、小政丸、海新丸のみな様に感謝いたします。試料の同定にご尽力をいただいた東海大学海洋学部海洋研究所澤本彰三教授には心より感謝いたします。

(6) 引用文献

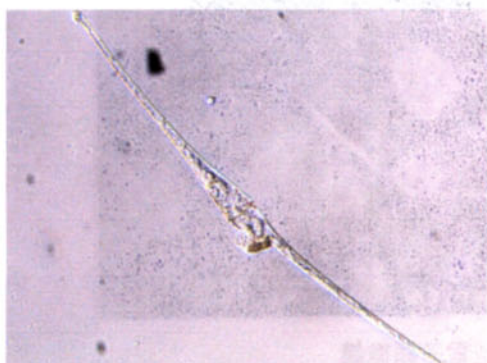
- 本多大輔・河内正伸・井上勲 1992 横浜市沿岸域の微細藻類、横浜の川と海の生物 第 6 報 横浜市環境保全局
- 水尾寛己・鳥海三郎・岡敬一・二宮勝幸 2002 横浜市沿岸域のプランクトン相調査 第 2 報 横浜市環境研究所報
- 水尾寛己・鳥海三郎・下村光一郎・風間真理・岡敬一・小野寺典好・若林信夫・阿久津卓・御処野博子 2004 横浜市沿岸域で発生した *Mesodinium rubrum* による赤潮 横浜市環境研究所報、28、20-25
- 鳥海三郎 1986 横浜市沿岸域のプランクトン相、横浜の川と海の生物 第 4 報 横浜市公害対策局・公害資料、126 273-290.
- 鳥海三郎 1989 横浜市沿岸域のプランクトン相、横浜の川と海の生物 第 5 報 横浜市公害対策局・公害資料、140 341-356.
- 鳥海三郎・水尾寛己 1999 横浜市沿岸域のプランクトン相、横浜の川と海の生物 第 7 報 横浜市環境保全局
- 鳥海三郎・水尾寛己・二宮勝幸 1999 横浜市沿岸域のプランクトン相、横浜の川と海の生物 第 8 報 横浜市環境保全局
- 鳥海三郎・水尾寛己・岡敬一 2001 横浜市沿岸域のプランクトン相、横浜の川と海の生物 第 9 報 横浜市環境保全局
- 鳥海三郎・水尾寛己 2005 横浜市沿岸域のプランクトン相、横浜の川と海の生物 第 10 報 横

浜市環境保全局

写真集 近年、話題の数種について写真を示す。



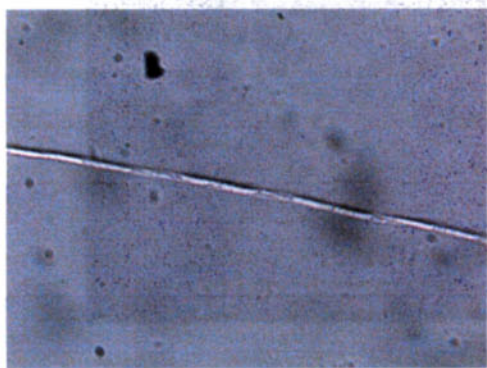
Prorocentrum minimum



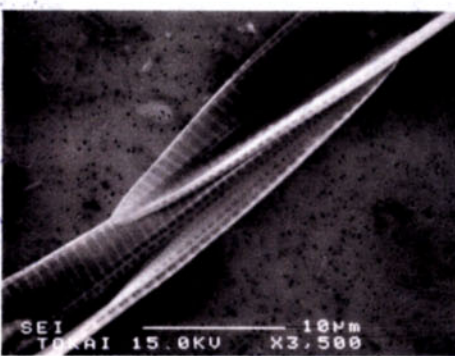
Ceratium fusus 光学顕微鏡



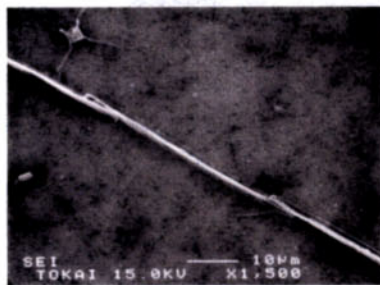
走査型電子顕微鏡



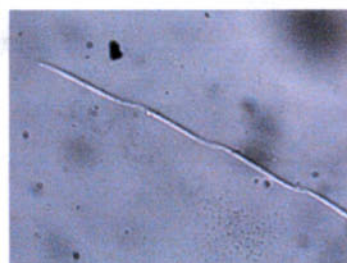
Nitzschia pungens 光学顕微鏡



走査型電子顕微鏡



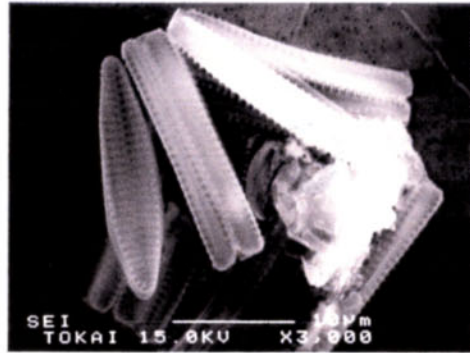
Pseudo-nitzschia multistriata 走査型電子顕微鏡



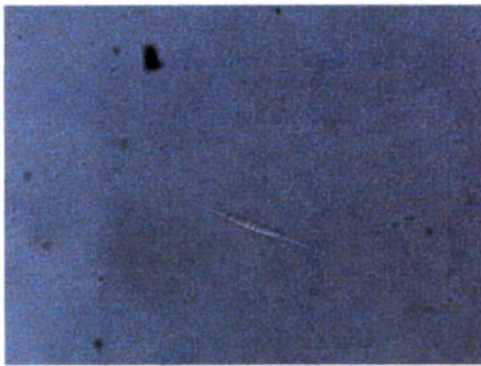
光学顕微鏡



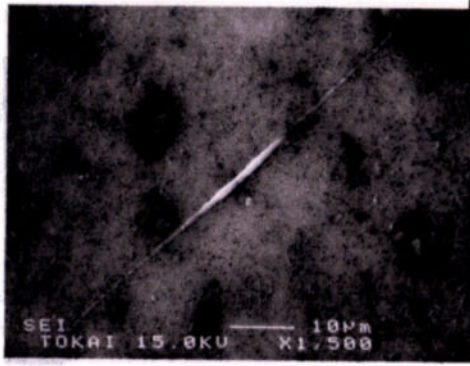
Neodelphineis pelagica 光学顕微鏡



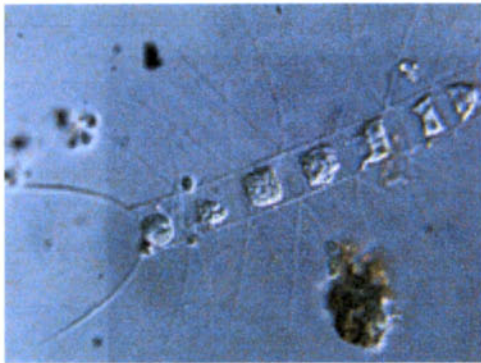
走査型電子顕微鏡



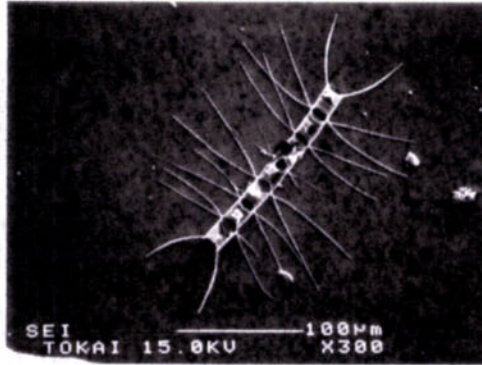
Nitzschia longissima 光学顕微鏡



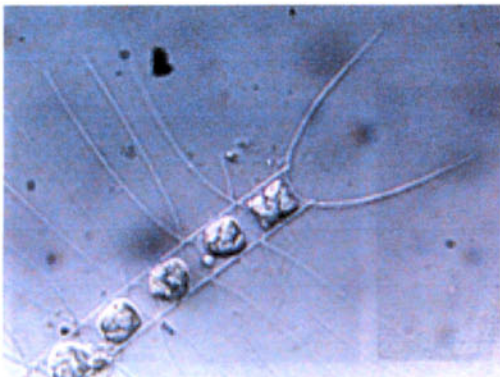
走査型電子顕微鏡



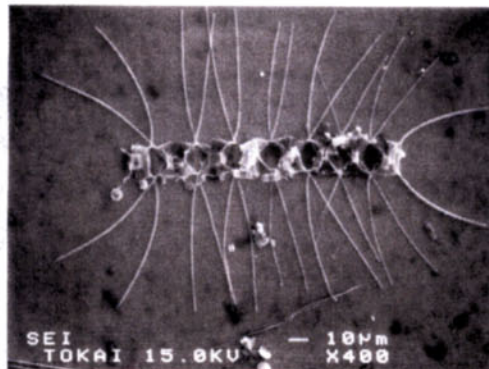
Chaetoceros affinis 光学顕微鏡



走査型電子顕微鏡



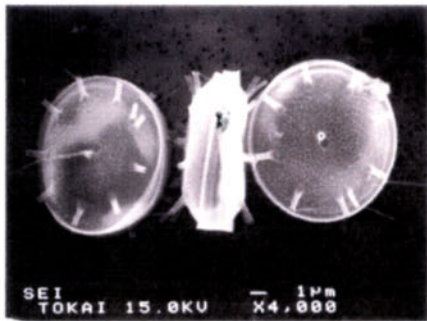
Chaetoceros decipiens 光学顕微鏡



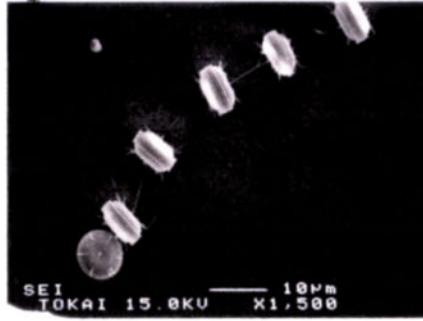
走査型電子顕微鏡



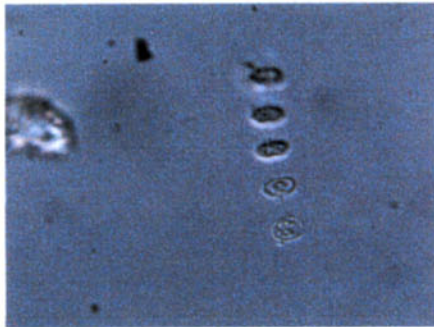
Chaetoceros sp



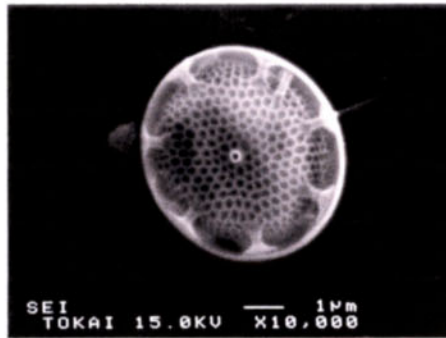
Thalassiolesira binata



走査型電子顕微鏡



Thalassiolesira sp1

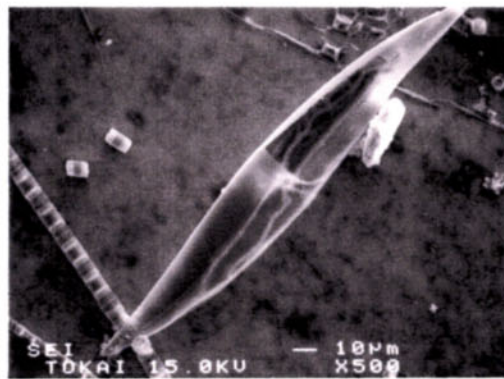


Thalassiolesira sp4 走査型電子顕微鏡



Pleurosigma sp

光学顕微鏡



走査型電子顕微鏡