

栗田湾の鉛直断面におけるミクロ
プランクトンおよび珪酸塩の分布について
— I 横断面における分布

西岡 純・中西雅幸・杉山元彦・田中俊次

The Distributions of Microplankton and Silicate
in a Vertical Section of KUNDA BAY
The Profiles of a Transverse Section

Jun NISHIOKA*¹, Masayuki NAKANISHI*¹, Motohiko SUGIYAMA*¹,
and Syunji TANAKA*¹

栗田湾は日本海の中央部に位置する若狭湾の中の一枝湾である。その規模は長軸3 Km, 短軸2 Km, 面積8 Km² 平均深度17m¹⁾と小さい。湾内に注ぐ河川としては流程数Kmの大雲川の他には河川らしい河川は無いが、湾口のすぐ東隣りに接して一級河川の由良川が存在している。湾内では地曳網・刺網・延縄・たこ壺など小規模ではあるが多彩な漁業が行なわれており、カタクチイワシ *Engraulis japonica* のシラスおよびトリガイ *Fulvia mutica* などが主な漁獲となっている。これら漁獲対象生物は藻場または岩礁性のものを除くといわゆるプランクトン捕食者あるいはデトリタス捕食者とされるものが殆どである。したがって、栗田湾での漁業対象生物の生産を明らかにするためにはプランクトンの現存量および生産機構を明らかにする必要がある。京都府水産試験場*²では昭和50年度から栗田湾の調査を行ない、内野²⁾は主として塩分の変動から丹後海水および由良川水の栗田湾への流入・流出状況を明らかにしている。また、藤田³⁾はネットプランクトンについてそのプランクトン相の季節的变化を調査し、栗田湾が内湾的要素は強いが府下の他の内湾と比較すると解放的であることを示している。著者らはこれを補足し、主として由良川水の栗田湾への影響を生物生産との係わりの上で明らかにするために、栗田湾の横断面におけるミクロプランクトンおよび珪酸塩等の分布を周年調査したので、その結果について報告する。

報告に先立ち、機会を与えて頂いた前海洋調査部長 栗田 実氏に厚く御礼申し上げる。また調査に多大の協力を惜しまれなかった調査船みさき丸乗組員の方々に感謝する。更に、プランクトン研究の手解きをして頂いた水産大学校教授鶴田新生博士、ならびに円石藻の査定をして頂いた東京大学海洋研究所助手石丸隆博士に深く感謝の意を表す。

*1 Kyoto Institute of Oceanic and Fishery Science, Miyazu
Kyoto, Japan

*2 現京都府立海洋センター

調査方法

1976年5月10日から1977年4月18日までの1年間にわたり、図1に示した定点で毎月1回観測と試料の採集を行った。観測水深は0, 2, 5, 10, 15, 20mの6層で、観測は午前中に行った。

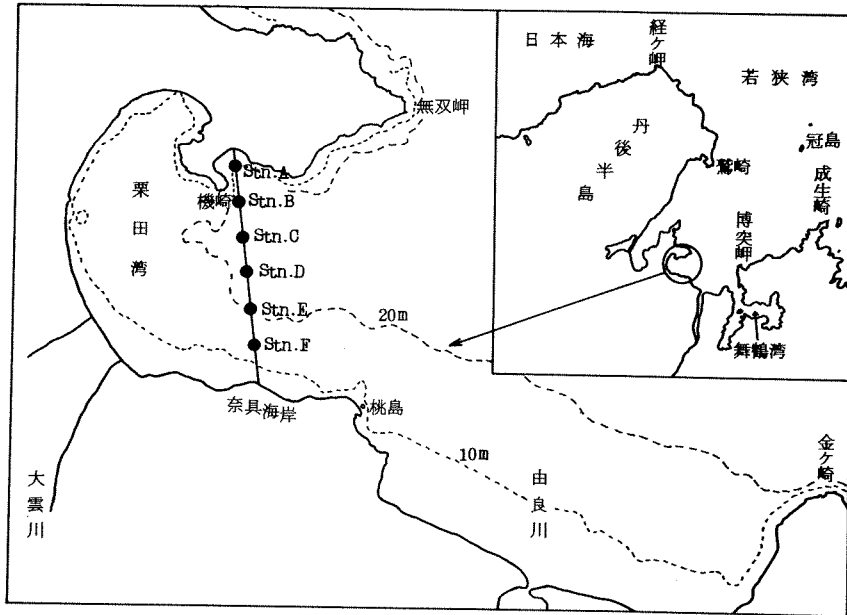


図1 調査定点図

測定項目と方法は下記のとおりである。

水温 (W. T.) 後述のDOメータ附属の温度センサーにより測定した。

海水比重 (σ_{15}) 赤沼式比重計B号により測定した。

溶存酸素飽和度 (DO%) 英国アンドリュース社製DOメータを用いて測定した。

水素イオン濃度 (pH) 鈴研製pH比色系列により測定した。

透明度 (Tr.) 直径30cmのセッキ板を用いて測定した。

磷酸態磷 ($\text{PO}_4\text{-P}$) モリブデンブルー法により測定した。

珪酸塩 (SiO_2) モリブデンイエロー法により測定した。

プランクトン 北原式採水器により海水500mlを採取し、船上で直ちに炭酸カルシウムにより中性化したフォルマリンを約5ml加えて固定した。試料は2mlに沈澱濃縮し、ラフターセル付計数盤上でネットプランクトンサイズのものに全数計数した。更に、計数後全量を5mlにメスアップし、その0.1mlを計数盤上にとり、 $18 \times 32 \text{mm}$ のカバーガラスをかけ、 15μ 以上の生物と思われるものを全て計数した。珪藻類の計数は群体単位で行った。ただし、固定したりカバーガラスをかけたりしたために群体は分離したので計数値は実際より大きいと考えられる。

結 果

各測定項目の測定値を付表1に示した。

水温 (W.T.) 1976年5月、6月および10月には表層が高く底層が低い状態で、また、11月、1977年1月および2月には逆に表層が低く底層が高い状態の温度分布であった。しかし、5月、6月、10月、1月を除くと水温の測点間の差は小さく、ほぼ一様な分布をなしていた。

海水比重 (σ_{15}) 6月および3月には表層でかなり低下が認められたが、それ以外の月ではわずかに表層の値が低い程度で測点間の差は0.0010以下のことが多かった。また、鉛直断面での比重の低下部分は表層から2mまでで5m以深では陸水の影響は殆ど認められなかった。この結果は内野²⁾の報告と良く一致していた。水域的にはStn. Aの入江状の部分および湾南半分の表層で低い値を示すことが多く、Stn. Bでは表層でも比重が低下することは少なかった(付図-I)。

溶存酸素飽和度 (DO%) および**水素イオン濃度 (pH)** 周年の変化も少なく、各月の測定値の測点間の差も小さかった。

透明度 (Tr.) 5月から8月までは比較的高く、10月から4月までは低かった。

磷酸態磷 (PO_4-P) 一部の測点で高濃度となることもあったが、その分布には一定の傾向は認められなかった。0.8 μg at. $-P/L$ 以下の場合が全観測値の90%を占めていた。

珪酸塩 (SiO_2) 鉛直断面の分布は海水比重の低下しやすい部分では他の所より高濃度になることが多く、また底層でもしばしば高濃度になった。さらに海水比重との間には一定の関係が認められ、一部底層での値を除くと海水比重の高い部分では珪酸塩が高濃度に検出されることは無かった(図-2)。

10月および11月には特異な分布型を示し、湾を南北に二分して南側で濃度が高く北側では低かった(付図-2)。

プランクトン プランクトンの数は今回の計数方法の範囲では年間を通じて一般的に珪藻類が最も多かった。季節的には年

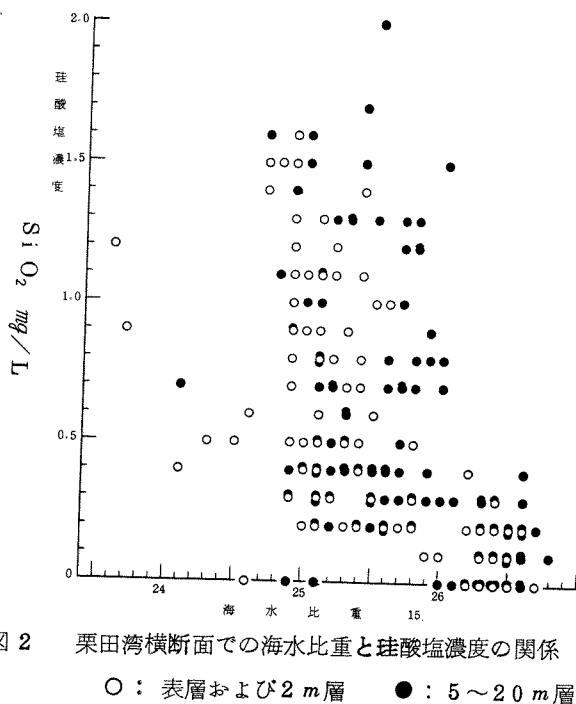


図2 栗田湾横断面での海水比重と珪酸塩濃度の関係

○ : 表層および2m層 ● : 5~20m層

間おおむね二峰型で、珪藻類の多い時には鞭毛藻類および繊毛虫類も多く、少ない時には全てのもが少ない傾向にあった（図-3）。鉛直断面における分布は単に水深によって層状に分布するものが多く、特に0～5 m層に分布の中心を持つものが多かったが、海水比重との間には表-1に示した種類では一定の関係が認められた。一般に有鐘繊毛虫類の分布は海水比重との関連性が高いように思われた。また、磷酸塩濃度の周年の増減と植物プランクトン数の増減は逆の傾向を示した（図-3）。珪酸塩濃度との関係も10月には珪藻類の多い所と珪酸塩濃度の高い部分とが逆になっていた。この関係は9月にも多少認められた。

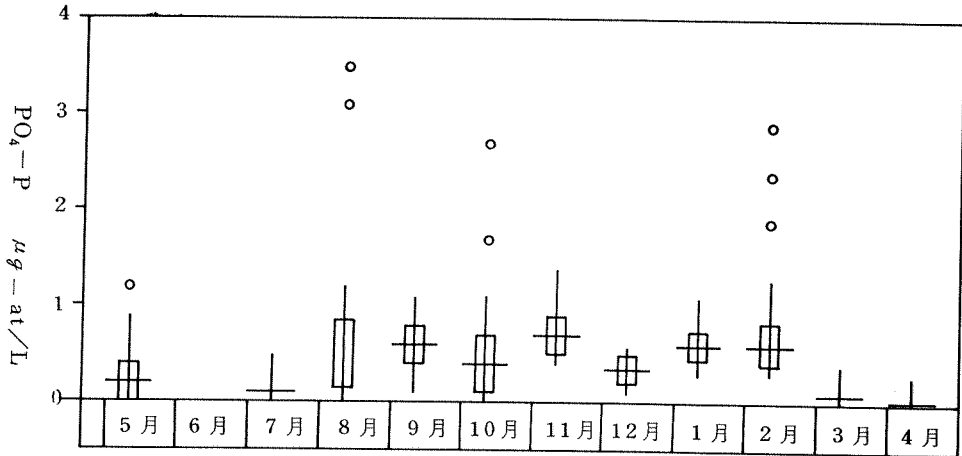


図3-1 磷酸態磷濃度の周年変化

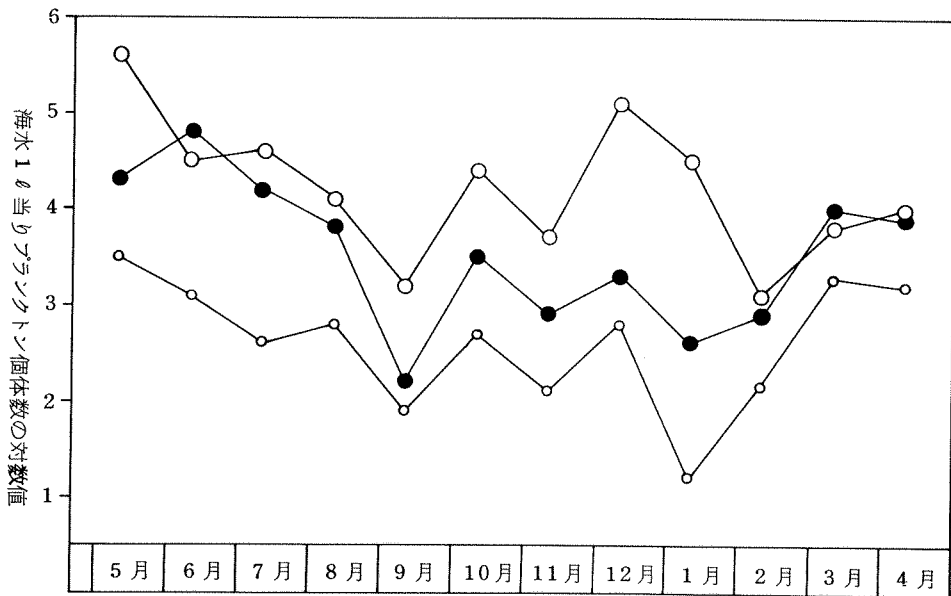


図3-2 プランクトン数の周年変化

○—○ 珪藻類 ●—● 鞭毛藻類 ◻—◻ 繊毛虫類

表1 低鹹水と関連したプランクトンの分布型

低鹹域に分布の中心のあったもの	表層ないしは中層にかけて分布の中心を持つが低鹹域では出現しなかったもの	南北の低鹹域で出現量が大きく異っていたもの
<i>Nitzschia</i> sp. (<i>pungens</i> ?) (8月)	<i>Dactyliosolen mediterraneus</i> (5月)	<i>Syracosphaella palchra</i> (6月)
<i>Helicostomella fusiformis</i> (3月)	<i>Ceratium fusus</i> (6月)	<i>Tintinnidium mucicola</i> (6月3月)
<i>Tintinnopsis kofoidi</i> (3月)		<i>Tintinnopsis directa</i> (6月)
<i>Tintinnus rectus</i> (3月)		<i>Exuviaella</i> spp. (3月)

栗田湾に出現した主なプランクトンについて

今回の調査で毎月平均 1×10^2 個体/L 以上出現した種類について付表2~4に示した。また、*Ceratium* 類および動物性ネットプランクトンについては毎月平均1個体/L以上出現した種類について付表5~7に示した。珪藻類の査定は丸茂・高野・川原田⁴⁾、山路⁵⁾ および小久保⁶⁾ によった。渦鞭毛藻類の査定は ABE⁷⁾、SHILLER⁸⁾、WOOD⁹⁾、DREBES¹⁰⁾ によった。*Ceratium* 類の種名は SOURNIA¹¹⁾ によった。

また、繊毛虫類については羽田^{12~16)} によった。円石藻の査定は東京大学海洋研究所助手石丸隆博士にお願いした。

珪藻類 DIATOMS *Asterionella japonica* が殆んど出現しなかったことと、*Cerataulina bergonii* およびネットでは採集出来ない *Navicula* sp. が多量に出現したことを除けば藤田³⁾ の報告とほぼ同様の出現傾向を示した。多く出現したものは殆んどが内湾ないしは沿岸性種といわれるもので、温暖な海域に多い種類であった。 10×10^2 個体/L 以上出現したものについては以下のとおりであった。(ABC順)。

1. *Biddulphia longicruris* GREVILLE 12月から2月にかけて多く出現した。1月には 29×10^2 個体/L まで増加し、5m層を中心に分布していた。藤田³⁾ の報告のネット曳による結果では1月に優占種となったが、今回は優占種とはならなかった。

2. *Cerataulina bergonii* H. PÉRAGALLO 5月から7月、および10月に多く出現した。7月には 2.99×10^2 個体/L まで増加し、優占種となった。分布は著しく表層に片寄っていた。この種は藤田³⁾ の調査では殆んど出現していなかったが舞鶴海洋气象台¹⁷⁾ の報告では1961年5月の丹後海での優占種となっていた(表層・採水法による)。

3. *Chaetoceros socialis* LAUDER 1月および3月に多く出現し、3月には 25×10^2 個体/L まで増加し優占種となった。その分布は著しく湾北側に片寄っていた。

4. *Chaetoceros* spp. *Chaetoceros danicus* などの *phaoceros* 亜属はまとめて別に計数したがこれらは少なかった。*Skeletonema costatum* とともに最も普通に見られ7、8月には優占種となった。最も多かったのは10月で 109×10^2 個体/L まで増加した。8月と12月にはほぼ均一に分布していたが、一般的に表層に多く存在した(7月、1月)。10月の分布は特異的であった。

5. *Dactyliosolen mediterraneus* H. PÉRAGALLO 冬季を除いて出現し6月には最も多く見られ45個体/Lまで増加した。0~10m層に多く分布していた。藤田³⁾ の報告では

8～10月に出現していた。

6. *Leptocylindrus daciuus* CLEVE 周年見られたが5、6月に特に多く、特に5月には 3.700×10^2 個体/Lと著しく増加し優占種となった。5月にはほぼ均一に分布していたが、6月には10～15m層に分布の中心があった。藤田³⁾の報告では10月および4月に多く出現しており、1976年7月および1977年5月の舞鶴湾での優占種であった¹⁸⁾。

7. *Navicula* sp. 6月のみ 170×10^2 個体/Lと多量に出現し優占種となった他は殆ど見られなかった。分布はほぼ均一であった。長径約40μと小型であるためにプランクトンネットでは採集出来ない。したがって藤田³⁾の報告には現われなかったものと考えられる。採水法によった丹後海の調査¹⁷⁾でも出現していなかったが城ヶ島では同じ*Navicula*属のものが時として大量に出現している^{19, 20)}

8. *Nitzschia closterium* (EHRENBERG) SMITH 周年みられたが優占種になることはなかった。6～7月の表層に多かった。藤田³⁾の調査では11～12月に出現していた。

9. *Nitzschia* spp. (*pungens* complex) 過去、日本で*Nitzschia seriata* および*Nitzschia delicatissima*として査定されていたものはTAKANO²¹⁾の指摘により再検討する必要が生じたので、連鎖状の*Nitzschia*を全てここに一括した。本種は周年多く見られ*Skeletonema costatum*, *Chaetoceros* spp. に次ぐ栗田湾での主要種である。4月には 46×10^2 個体/Lまで増加し優占種となった。周年表層に分布することが多かったが4月には底層に多く分布していた。藤田³⁾の報告でも周年多く出現し、4月の優占種であった。

10. *Rhizosolenia setigera* BRIGHTWELL ほぼ周年見られた。1月の 15×10^2 個体/Lが最高で表層に多く分布していた。優占種になることは無かった。

11. *Skeletonema costatum* (GREVILL) CLEVE ほぼ周年みられ*Chaetoceros* spp. と共に栗田湾での主要種である。冬期11～1月の優占種で、最高は12月の 1.260×10^2 個体/Lであった。全般的に表層に多く存在していた。藤田³⁾の報告でも10, 11, 3月の優占種であった。丹後海では1961年3月および12月, 1962年1月および2月の優占種であった¹⁷⁾。

12. *Thalassiosira* spp. 直径20μ程度の小型でバラバラのものが多く、種の判別がつけ難かったため一括して計数した。春の3～4月に多く出現した。共に次優占種で底層に多く分布していた。藤田³⁾の報告では11～2月に出現していた。

13. その他 *Thalassiothrix frauenfeldii*, *Thalassionema nitzschioides* 等は周年相当数出現したが、大量に出現することは無かった。 $1 \sim 9 \times 10^2$ 個体/L以上出現したのものについては表に掲げた。

鞭毛藻類 FLAGELLATES *Ceratium* 属を除く他の種類では数種を除き極く小型であるためにプランクトンネットでは採集出来ず、この類に関する日本での知見は少ない。また、今回の調査ではホルマリンにより固定したために無殻のものは殆ど種名の査定が出来なかった。15μ以下のものは計数の対称外としたことや、固定により破壊されてしまったものもあるために以下は鞭毛藻類の中の検鏡出来たもののみについて論じた。月平均 10×10^2 個体/L

以上出現した種は次の様であった。

1. *Ceratium kofoidi* *Ceratium* 類の項で述べる。
2. *Exuviaella* spp. *Prorocentrum* 属との区別が難しく歯状突起の目立たないものはここに含めて計数した。周年出現するが3月の 10×10^2 個体/Lが最高で、その分布はごく表層に多かった。
3. *Gymnodinium* 型 フォルマリン固定のため変型し良く判らないが、大型の *Gymnodinium* および *Gyrodinium* と思われるもので数種の混合である。周年出現し4月の 11×10^2 個体/Lが最高であった。
4. *Peridinium* 型 特異な外形の *Minuscula bipes* (= *Peridinium minusculum*), *Gonyaulax diacantha*, *Gonyaulax triacantha* ? 以外の有殻渦鞭毛藻類を一括して計数した。周年出現したが3月から7月にかけて特に多く、3月の 86×10^2 個体/Lが最高でこの月の優占種であった。5月は *Peridinium pellucidum* が主体で、3月は *Peridinium trochoidium* が主体であった。前者は ABE⁷⁾により陸奥湾から、後者は安達²²⁾により赤潮生物として報告されている。
5. *Prorocentrum triestinum* SCHILLER ほぼ周年出現したが5~7月に特に多かった。6月には 371×10^2 個体/Lまで増殖し優占種となった。分布はごく表層に片寄っていた。この種は安達²²⁾により赤潮生物として報告されている。
6. *Syracosphaera pulchra* LOHMANN* 5~8月に多く出現し、冬期には出現しなかった。6月の 108×10^2 個体/Lが最高であった。また7月には優占種となった。5月および7月には5 m層以下に多く分布し、6月には2 m層を中心に分布していた。この種についての日本沿岸での知見は無いが、SCHILLER²³⁾によればアドリア海では周年到る所に見られ最高3,600 個体/Lを記録している。今回はこれを上回る量であった。
7. 無殻鞭毛藻類 約15 μ 以上の生物と思われるものを全て一括して計数したが、フォルマリン固定による変型のため非生物との区別のつかないものも多く、また、検鏡までに破壊されてしまったものも多いと考えねばならない。したがって今回の結果は単なる目安にしかすぎないが、これらの鞭毛藻類は周年多数出現し、この類が種名の査定されたものよりも多く存在していた月も多かった。

その他 *Silicoflagellata* spp., *Gonyaulax diacantha*, *Euglenoida* spp. 等が相当数出現した。1~ 9×10^2 個体/L出現したものは表に掲げた。

Ceratium 類 鞭毛藻類の中では比較的大型で有名なものも多い。500 ml 中の全個体を計数した。月平均10 個体/L以上出現したものについては次の様であった。

1. *Ceratium arietinum* CLEVE 4~6月に比較的多く見られ、4月の13 個体/Lが最高であった。各月とも表層には少なく10~15 m層を中心に分布していた。
2. *Ceratium furca* (EHRENBERG) CLAPARÉDE & LACHMANN 周年見られたが

* ハプト藻綱に属し、いわゆる円石藻と言われるものの一種である。円石藻ではこの他に *Gephyrocapsa oceanica* が多く出現したが直径10 μ 程度であるので計数の対象外とした。

特に6~8月に多く出現した。8月には178個体/Lまで増加し、*Ceratium*属の中での優占種となった。分布の中心は6月および8月には0~2m層、7月には湾北側5m層であった。今回の調査で得た、本種が5m以浅に多いという結果は佐々田ら²⁴⁾および鳥海²⁵⁾の報告と一致していた。

3. *Ceratium fusus* (EHRENBERG) DUJARDIN 周年見られたが特に6~7月および4月に多く出現した。7月には285個体/Lまで増加し本属中の優占種となった。また、4月においても優占種であった。分布は5m層を中心に形成することが多く表層に分布の中心を持つことは無かった。佐々田ら²⁴⁾はこの種の分布と*Cer. furca*のそれとの間に順相関が認められたとしているが、今回の調査ではむしろ次の*Cer. kofoidi*の分布と類似しており*Cer. furca*の分布とは関係が少ないようであった。これは鳥海²⁵⁾の報告と良く一致していた。

4. *Ceratium kofoidi* JÖRGENSEN *Ceratium*属の中では最も小型の部類に属しており、XX13のネットを通過すると思われるので多数出現したという報告は少ない。あるいは日本海側に多いのかも知れない。今回の調査では4~8月に多く出現し5月および6月には優占種となった。最高は6月の371個体/Lであった。ただし、小型で薄弱のため40倍での計数では見落しも多かったものと思われ、100倍での計数結果では約3倍の 12×10^2 個体/Lであった。分布は5m層を中心にそれ以深の層に多く表層では少ないことが多かった。この分布型は*Cer. fusus*のそれと良く似ていた。

5. *Ceratium trichoceros* 冬から春には見られず、8月のみ26個体/Lと多く出現した。分布はほぼ均一であった。

6. その他 6月のみ多く出現したが、その他の月には特に多くはならなかったので一括した。主体は*Ceratium massiliense*であった。その他*Ceratium tripos*等かなりの種が出現したがいずれも少数であった。

繊毛虫類 CILIATA 有鐘繊毛虫類以外で種の判別可能であったものは*Tiarina fusus*のみで*Mesodinium rubrum*と思われるものも多く出現したが変型が著しく同定が困難であった。有鐘繊毛虫類では小型の*Helicostomella longa*, *Tintinnopsis beroidea*, *Tintinnopsis nana*, *Salpingella* sp., *Stenosemella nivalis*が 1×10^2 個体/L以上出現したが、いずれも分布を論じるのに有効な数まで計数することは出来なかった。500ml中の全数を計数し月平均10個体/L以上出現したものは次のとおりであった。

1. *Amphorella quadrilineata* (CLAPARÈDE & LACHMANN) DADAY 冬期には出現せず、5月に50個体/L出現し5m層を中心に分布していた。

2. *Favella ehrenbergii* (CLAPALÈDE & LACHMANN) JÖRGENSEN var. 次の*Favella taraikaensis*と交替に出現し、5~7月以外には見られなかった。6月の85個体/Lが最高で、ごく表層に片寄った分布型を示した。

3. *Favella taraikaensis* HADA 3~7月以外は見られず、5月および4月に多かった。4月には83個体/L出現し、有鐘繊毛虫類中の優占種となった。湾北側に多く、5月には0~2m、4月には10~20mに多く出現した。

4. *Helicostomella fusiformis* (MEUNIER) JÖRGENSEN 2~7月以外は見られず、5月および3~4月に多く出現した。最高は4月の31個体/Lであった。5月には5m以下、3月にはごく表層に、また4月には海底に沿って分布していた。
5. *Parafavella denticulata* (EHRENBERG) KOFOID & CAMPBELL *Par. gigantea* あるいは *Par. vantrivosa* を含むかも知れない。4月および5月に多く出現し、4月の76個体/Lが最高であった。分布はいずれも表層に少なく底層に多い型であった。
6. *Stenosamella parvicollis* (MARSHALL HADA) この種はネットプランクトンとして扱うにはやや小さい。ほぼ周年見られたが5~6月および12月には多く出現し、5月および12月には有鐘繊毛虫類中の優占種となった。最高は5月の121個体/Lであった。5月および6月は中層以下に、12月には中層以浅に多く分布していた。
7. *Tintinnidium mucicola* (CLAPALÈDE & LACHMANN) DADAY 6月および3月に多く出現した。3月の41個体/Lが最高であった。ごく表層に限られて分布し、6月には湾の南北兩岸、3月には北岸に少ないという片寄った分布型を示した。
8. *Tintinnopsis corniger* HADA 6月と7月にのみ出現したが、6月には302個体/Lまで増加し繊毛虫類中の優占種となった。分布はごく表層中央部に片寄っていた。
9. *Tintinnopsis directa* HADA 夏から秋に出現し、6月の285個体/Lが最高であった。分布はごく表層に中心があったが15m層にもやや多く出現した。
10. *Tintinnopsis kofoidi* HADA 夏期を除いて見られ、5月および3月に多く出現した。3月には71個体/Lまで増加し有鐘繊毛虫類中の優占種となった。5月には一様に分布し、3月にはごく表層およびごく底層に多く出現した。
11. *Tintinnopsis radix* (IMHOF) BRANDT 本種は、6月から多く出現した。ほぼ周年見られたが最高は6月の73個体/Lで7月には有鐘繊毛虫類中の優占種となった。分布は表層に少なく底層に多く出現する型であった。
12. *Tintinnus lusus-undae* ENTZ 5月および6月に多く出現し、最高は5月の37個体/Lであった。5月にはほぼ均一に分布し、6月には表層に限られて分布していた。
13. *Tintinnus rectus* WAILES 3月と4月のみ見られ3月の12個体/Lが最高でごく表層に片寄って分布していた。

考 察

内湾でのプランクトンの生産は、湾内水の栄養塩濃度によって左右されると考えられる。さらに栄養塩の供給源としては、海底からの溶出、生物体による濃縮移動が考えられるが、陸水の流入による供給も無視出来ない。特に珪藻類の増殖に不可欠である珪酸塩は一般に海水に比して陸水中にはこの濃度で100倍程度も高い。このような観点から栗田湾におけるプランクトン相の変動と流入陸水との相関性について調査した。

海水比重、珪酸塩濃度、プランクトン数の鉛直断面における分布の調査結果からは、栗田湾の表層に出現する低鹹水についてその由来を次の様に考えることが出来る。低鹹水は S_{tn}. A

の入江状の部分および湾南側の表層に出現するが、両水域で異った分布の型を示したプランクトンの種類も多かった。プランクトン相から見ると Stn. A の入江状の部分は他の測点に比べより内湾的である。したがってこの水域の低鹹水は一度湾内へ流入した陸水が滞留したものであり、湾中央部より南側に出現する低鹹水は直接由良川に由来するものである。これは内野²⁾の報告と矛盾するが、今回の調査では極端な比重の低下は認められず、由良川水が大量に栗田湾に流入することはなかったものと思われる。また、このような場合には由良川水は湾の南側を通ると考えられる。

同じ年に行った舞鶴湾での結果¹⁹⁾と比較すると、水温の変動はほぼ一致したが、海水比重(σ_{15})は栗田湾では1.0240以下になることが殆どなく、陸水の影響は少なかった。これは湾に流入する河川水量の違いと、由良川から流入した陸水が博奕岬から成生崎沿いに東流している²⁷⁾ため、通常は栗田湾には直接的に比重を極端に低下させるまでには影響が及んでいないものと考えられる。しかし、両湾における栄養塩($\text{PO}_4\text{-P}$ および SiO_2)の濃度に大きな違いは無かった。また、珪酸塩は表層の低鹹となりやすい水域と底層付近に高濃度に検出されることが多かった。前者は陸水からの供給、後者は底泥からの供給によると考えられる。栗田湾周辺の人口は約2,600人*と少なく、また、湾内に注ぐ大雲川は小さくその水量は由良川に比べて無視出来ると思われるので、この湾への栄養塩の陸水からの補給は主として由良川水によるものと考えられる。

プランクトン数は概して舞鶴湾の方が多く、優占種も殆どの場合一致していなかった。また、舞鶴湾のように単一種が極端に増殖して優占することは少なく、プランクトン相も多様であることから藤田⁸⁾も述べているように栗田湾は内湾的要素は強いが比較的解放された湾であると言える。

外海水の流入については今回の調査結果からは明瞭に把握することは出来なかった。この他、無殻の鞭毛藻類やナンノプランクトンについても知見が得られなかった。さらに、プランクトンの現存量を制御している種々の要因についても多方面から調査する必要がある、魚介類を含めた生物群集の構造機能を明らかにするためには問題は山積みされている。

要 約

1. 1976年5月から1977年4月までの1年間にわたり、栗田湾中央部における横断面でのマイクロプランクトンおよび珪酸塩等についてその鉛直分布を各月1回調査した。
2. 海水比重の著しい低下は認められず、5m層以下には陸水の影響は認められなかった。比較的低鹹な水は主に湾の南側に出現した。また、機崎側の入江状の部分でもしばしば認められた。
3. 磷酸態磷および珪酸塩は比較的高濃度に存在し、陸水の影響が大きいと思われた。
4. 磷酸態磷の分布には規則性は認められなかったが、その増減は植物プランクトンの増減と逆の傾向を示した。

* 昭和50年国勢調査 宮津市の概要結果，宮津市企画課統計広報係

5. 珪酸塩は一般的に比重の低下しやすい部分および底層に多く分布し、陸水（主として由良川）および底泥からの供給が考えられた。
6. プランクトンの分布は単に水深によって層状に分布するものが多く、特に0～5 m層に分布の中心を持つものが多かった。
7. プランクトンのうち表層を中心に分布する種類では湾の南北両岸で出現度合の異なるものがしばしばあり、表層の低鹹水が湾の両側でその由来、性状を異にしていることが伺われた。
8. 珪藻類、鞭毛藻類、*Ceratium* 類および繊毛虫類の主なものについて、その出現の様子の概略を述べた。

文 献

- 1) 舞鶴海洋気象海洋課：若狭湾（I）. 沿岸海洋研究ノート，11（2），143—150（1974）.
- 2) 内野憲：栗田湾の海況変動（予報）. 京水試報告，昭和50年度，29—36（1977）.
- 3) 藤田真吾：栗田湾のプランクトンについて，京水試報告，昭和50年度，37—52（1977）.
- 4) 丸茂隆三・高野秀昭・川原田裕：日本海洋プランクトン図鑑，第1巻，蒼洋社，東京，1966.
- 5) 山路勇：日本海洋プランクトン図鑑，保育社，東京，1966.
- 6) 小久保清治：浮遊珪藻類、恒星社厚生閣，東京，1960.
- 7) ABE, T. H. : Notes on the Protozoan Fauna of Mutsu Bay. I. *Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ.*, Ser. 4, 2（4）, 383—438（1927）.
- 8) SCHILLER, J. : *Rabenhorsts Kryptogamen Flora*, 10,（3）, Akademische Verlagsgesellschaft, M. B. H., Leipzig, 1933—1937.
- 9) WOOD, E. J. F. : Dinoflagellates in the Australian Region. *Aust Jour. Mar. Freshw. Res.* 5（2）, 171—351（1954）.
- 10) DREBES, G. : *Marines Phytoplankton Eine Auswahl der Helgolonder Planktonalgen (Diatomeen, Peridineen)*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1974.
- 11) SOURNIA, A. : Le Genre *Ceratium* (Peridinien Planctonique) Dans le Canal de Mozambique, Contribution a Une Revision Mondiale, *Vie et Milieu*, Ser. A, 18（2）, 375—499（1967）.
- 12) HADA, Y. : The Pelagic Ciliata, Suborder Tintinnoinea. *Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ. Ser. 4, 7（4）*, 553—572（1932）.
- 13) HADA, Y. : The Tintinnoinea from the Sea of Okhotsk and Its Neighborhood *Jour. Fac. Sci. Hokkaido Imp. Univ. Ser. 4, 2（1）*, 37—59（1932）.
- 14) HADA, Y. : The Fauna of Akkeshi Bay. IV. *ibid.*, 5（3）, 143—216（1937）.

- 15) HADA, Y. : Studies on the Tintinninea from the Western Tropical Pacific. *ibid.*, 6 (2), 87-190 (1938).
- 16) 羽田良禾：瀬戸内海から見出した有鐘纖毛虫類の新種、鈴峰女子短研集報, 11, 1-4 (1964).
- 17) 舞鶴海洋気象台海洋課：若狭湾 (V), 沿岸海洋研究ノート, 13 (2), 97-104 (1976).
- 18) 西岡純・中西雅幸・杉山元彦・田中俊次：舞鶴湾の水質とプランクトンについて、本報, 1, 74-93 (1977).
- 19) 川原田裕：城ヶ島におけるミクロプランクトンの季節変化、中央気象台海洋報告, 3 (4), 233-238 (1954).
- 20) 朝岡治：城ヶ島における珪藻プランクトンの性状と海況の変動 (1952年3月～1953年5月). 日海誌, 11 (2), 69-74 (1955).
- 21) TAKANO, H. and K. KUROKI : Some Diatoms in the Section Pseudo-nitzschia Found in Coastal Waters of Japan. *Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab*, 91, 41-51 (1977).
- 22) 安達六郎：赤潮生物の分類学的研究, 三重県大水研報, 9 (1), 9-145 (1972).
- 23) SCHILLER, J. : Die Planktonischen Vegetationen des Adriatischen Meeres. *Archiv für Protistkunde*, 51, 1-130 (1926).
- 24) 佐々田憲・北上井隆・石郷岡隆・藤山虎也：三種の *Ceratium* の生態に関する研究、広大水畜紀要, 15 (1), 111-125 (1976).
- 25) 鳥海三郎：油壺湾の *Ceratium* の垂直分布と季節的消長について。藻類, 24 (2), 55-61 (1976).
- 26) 舞鶴海洋気象台海洋課：丹後海一斉観測報告, 舞鶴海洋時報, 1 (5, 6), 51-111 (1952).

付表 1 各測定項目の各月の測定値の範囲と平均

項目	調査月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
水温 (W. T.) 単位: °C	範囲	18.2	20.9	欠	27.2	欠	25.5	18.3	欠	11.0	8.7	9.0	11.4
		14.4	17.7		26.5		19.5	17.0		9.1	7.2	8.3	10.7
	平均	16.2	20.0		26.7		23.4	17.9		10.0	8.1	8.6	11.0
比重 (σ ₁₅)	範囲	25.8	26.2	欠	25.3	欠	25.7	25.3	欠	25.8	26.0	26.6	26.7
		25.7	28.4		28.7		24.7	24.7		24.9	25.2	16.5	26.2
	平均	26.4	25.5		24.9		25.2	25.0		25.4	25.6	25.2	26.4
透明度 (Tr) 単位: m	範囲	8.0	9.5	欠	11.5	欠	4.0	6.0	欠	6.0	8.8	7.0	6.5
		7.0	7.4		6.5		0.9	4.1		5.0	8.1	4.0	5.5
	平均	7.5	9.1		9.7		2.3	4.9		5.4	8.5	5.6	6.0
溶存酸素飽和度 (D.O.%) 単位: %	範囲	118	114	欠	欠	欠	101	99	欠	107	96	109	126
		102	95				82	87		97	90	92	98
	平均	107	108				92	92		108	98	102	119
水素イオン濃度 (pH)	範囲	8.4	8.4	欠	8.3	欠	8.3	8.4	欠	8.3	8.3	8.3	8.3
		8.2	8.3		8.2		8.2	8.2		8.2	8.2	8.2	8.3
	平均	8.3	8.4		8.2		8.3	8.3		8.3	8.2	8.3	8.3
磷酸態磷 (PO ₄ -P) 単位: μg at./L	範囲	1.2	欠	0.5	3.5	1.1	2.7	1.4	0.6	1.1	2.9	0.4	0.3
		ND		ND	ND	tr	ND	0.4	0.1	0.3	0.3	ND	ND
	平均	0.2		0.1	0.6	0.6	0.5	0.7	0.3	0.6	0.8	0.1	0.0
珪酸塩 (SiO ₂) 単位: mg/L	範囲	0.3	4.0	1.2	0.9	2.0	4.9	1.6	0.3	0.7	1.5	2.4	0.2
		tr	0.5	0.1	tr	0.3	0.3	0.6	0.2	0.2	0.3	ND	ND
	平均	0.1	2.1	0.5	0.3	0.8	1.0	1.1	0.3	0.3	0.8	0.6	0.0

付表 2 珪藻類の各月の平均出現数 (1/50 計数による)

単位: 群体数×100/L

種名	調査月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
<i>Biddulphia longicuris</i>		—	+	—	+	+	+	1	3	29	7	—	—
<i>Cerataulina bergonii</i>		2	4	299	+	—	6	+	+	+	—	—	+
<i>Chaetoceros socialis</i>		—	—	—	—	—	+	—	+	7	—	25	+
Ch. spp.		1	5	40	43	+	109	3	47	53	+	6	2
<i>Dactyliosolen mediterraneus</i>		2	45	2	6	—	7	+	1	—	—	—	2
<i>Leptocylindrus danicus</i>		3,700	79	2	1	—	2	2	2	5	—	+	3
<i>Navicula</i> sp.		—	170	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Nitzschia closterium</i>		+	13	16	3	+	4	6	3	2	+	+	1
<i>Nitz. sp. (pungens?)</i>		2	1	6	33	2	10	4	25	11	+	6	46
<i>Rhizosolenia setigera</i>		—	3	9	2	—	+	+	+	15	+	+	+
<i>Skeletonema costatum</i>		+	+	14	+	—	107	16	1,260	153	—	+	1
<i>Thalassiosira</i> spp.		—	4	5	+	+	4	1	3	2	2	22	37
不明種		—	10	+	9	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Asteromphalus</i> spp.		—	+	+	+	—	+	+	+	+	+	+	5
<i>Bacteriastrum</i> spp.		+	—	2	+	+	+	+	+	—	—	2	+
<i>Coscinodiscus</i> spp.		+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+	+
<i>Ditylum brightwellii</i>		—	+	+	—	+	+	+	+	1	+	+	+
<i>Eucampia zoodiacus</i>		+	—	+	—	—	—	+	+	7	—	+	+
<i>Guinardia flaccida</i>		+	2	3	+	+	1	+	+	+	—	—	—
other Pennales		3	+	2	3	1	4	3	1	1	+	1	2
<i>Pleurosigma</i> spp.		—	+	+	+	5	5	1	1	1	+	—	2
<i>Rhizosolenia alata</i>		—	—	1	3	+	2	+	+	+	—	+	—
<i>Rhiz. fragilissima</i>		—	—	—	+	—	1	—	—	2	—	+	+
<i>Rhiz. hebetata</i>		7	+	+	4	—	+	—	—	—	—	+	+
<i>Rhiz. stolterfothii</i>		+	+	+	—	—	+	+	+	4	—	+	+
<i>Thalassionema nitzschioides</i>		—	3	+	3	+	+	3	2	2	+	1	+
<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>		+	+	+	3	6	6	2	2	3	+	+	+
珪藻類 総計		3,725	340	410	117	17	274	47	1,854	801	13	70	108

付表 3 鞭毛藻類の各月の平均出現数 (1/50 計数による)

単位: 細胞数×100/L

種名	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
<i>Ceratium kofoidi</i>	2	12	2	+	-	1	-	+	-	+	+	+
<i>Dinophysis</i> spp.*	2	4	1	+	-	+	-	+	-	+	+	7
<i>Exuviaella</i> spp.	+	+	2	+	-	1	+	+	+	+	10	+
Gymnodinium 型	6	4	2	2	-	+	+	2	+	3	2	11
Peridinium 型	53	16	15	7	+	7	+	2	+	2	86	16
<i>Prorocentrum triestinum</i>	15	371	15	3	-	+	+	+	+	-	+	+
<i>Syracosphaella pulchra</i>	15	108	78	3	-	+	+	-	-	-	-	-
無殻鞭毛藻類	104	121	44	39	1	12	6	6	2	2	23	28
<i>Ceratium furca</i>	-	+	3	4	+	+	+	+	-	+	-	+
<i>Cer. fusus</i>	+	3	3	+	+	+	+	+	+	+	-	1
<i>Cer. Macroceros</i> spp.	-	1	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Euglenidae	+	2	+	3	-	4	+	+	+	+	7	+
<i>Gonyaulax diacantha</i>	2	8	+	+	-	+	-	-	-	+	+	5
<i>Minuscula bipes</i>	-	4	3	+	-	+	-	+	-	-	1	-
<i>Prorocentrum micans</i>	-	+	+	+	-	1	+	+	-	-	+	-
<i>Siticoflagellata</i> spp	+	9	2	+	+	+	+	9	+	+	+	1
渦鞭毛藻類 計	81	440	47	18	+	14	1	6	2	5	10	44
鞭毛藻類 総計	198	665	164	63	1	33	8	21	4	7	111	74

* *Phalacrocoma* 属は別に計数した

付表 4 繊毛虫類の各月の平均出現数 (1/50 計数による)

単位: 個体数×100/L

種名	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
<i>Amphoralta quadrilineata</i>	2	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Helicostomella longa</i>	-	+	1	1	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Parafavella denticulata</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Salpingella</i> sp.	2	2	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+
<i>Stenosemella nivalis</i>	?	?	+	-	+	+	-	2	+	+	-	-
<i>Tintinnidium mucicola</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Tintinnopsis corniger</i>	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>T. kofoidi</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	1	+
<i>T. nana</i>	?	?	-	2	-	+	+	+	-	-	-	+
<i>T. beroidea</i> /sfp.	16*	3*	1	+	+	1	+	2	+	+	1	+
<i>Tintinnus lusus-undae</i>	1	+	+	1	-	+	+	-	-	-	-	-
有鐘繊毛虫類 計	25	11	5	6	+	3	1	6	+	+	5	4
<i>Tiarina fusus</i>	2	+	+	+	-	+	-	+	-	+	+	3
無殻繊毛虫類	4	2	+	+	+	2	+	+	-	+	17	9
繊毛虫類 計	30	13	5	6	+	5	1	6	+	2	22	16

* *T. directa* を含む付表 5 *Ceratium* 類の各月の平均出現数 (全数計数による)

単位: 細胞数/L

種名	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
<i>Ceratium arietinum</i>	8	2	-	-	-	+	-	+	+	+	+	13
<i>C. furca</i>	+	49	226	178	+	6	2	6	+	+	+	+
<i>C. fusus</i>	4	217	285	8	1	5	4	4	+	6	1	96
<i>C. kofoidi</i>	53	371	74	9	-	4	+	3	-	+	+	12
<i>C. trichoceros</i>	-	-	+	26	-	1	+	+	-	-	-	-
others	4	147	9	3	+	3	1	6	1	+	+	2
<i>Ceratium</i> 類 計	69	786	595	222	2	20	7	19	3	7	3	124

付表 6 有鐘織毛虫類の各月の平均出現数 (全数計数による)

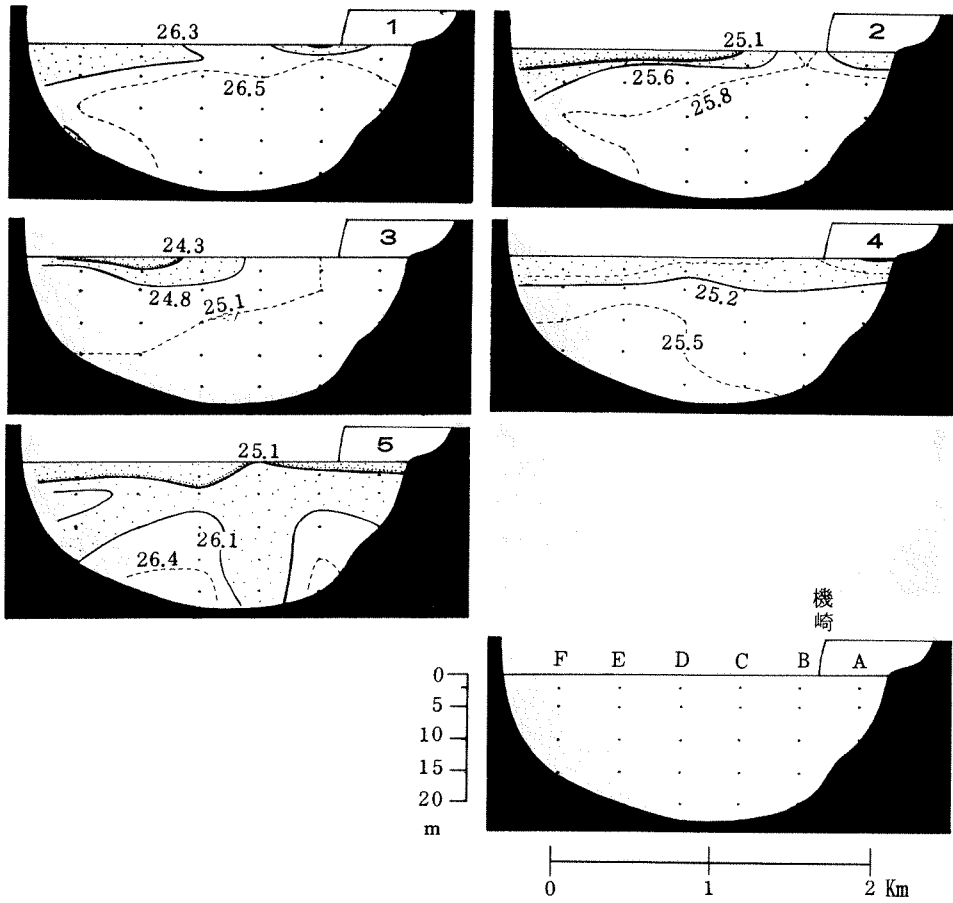
単位: 個体数/L

種 名	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
<i>Amphorella quadrilineata</i>	50	3	1	2	—	1	+	—	—	—	—	—
<i>Favella ehrenbergii</i>	6	85	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>F. taraikaensis</i>	35	3	+	—	—	—	—	—	—	—	4	88
<i>Helicostomella fusiformis</i>	31	+	—	—	—	—	—	—	—	+	12	27
<i>Parafavella denticullata</i>	31	—	—	+	—	+	—	—	—	—	+	76
<i>Stenosemella parvicollis</i>	121	65	4	+	—	—	+	103	2	2	+	+
<i>Tintinnidium mucicola</i>	+	15	—	—	+	—	—	—	—	—	41	+
<i>Tintinnopsis corniger</i>	—	302	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>T. directa</i>	—	285	?	7	+	3	1	—	—	+	+	—
<i>T. kofoidi</i>	25	—	—	—	—	+	—	+	+	2	71	6
<i>T. radix</i>	—	73	67	+	5	4	4	1	+	—	—	+
<i>Tintinnus lusus-undae</i>	37	28	5	8	—	2	+	+	—	—	—	+
<i>T. rectus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	+
<i>Codonellopsis nipponica</i>	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	+
<i>Coxiella</i> spp.	+	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+
<i>Leprotintinnus nordqvisti</i>	—	+	+	+	4	+	+	—	—	—	—	—
<i>Tintinnopsis aperta</i> var. <i>tocantinensis</i>	—	+	—	2	+	—	—	—	—	—	—	—

付表 7 多細胞動物プランクトンの各月の平均出現数 (全数計数による)

単位: 個体数/L

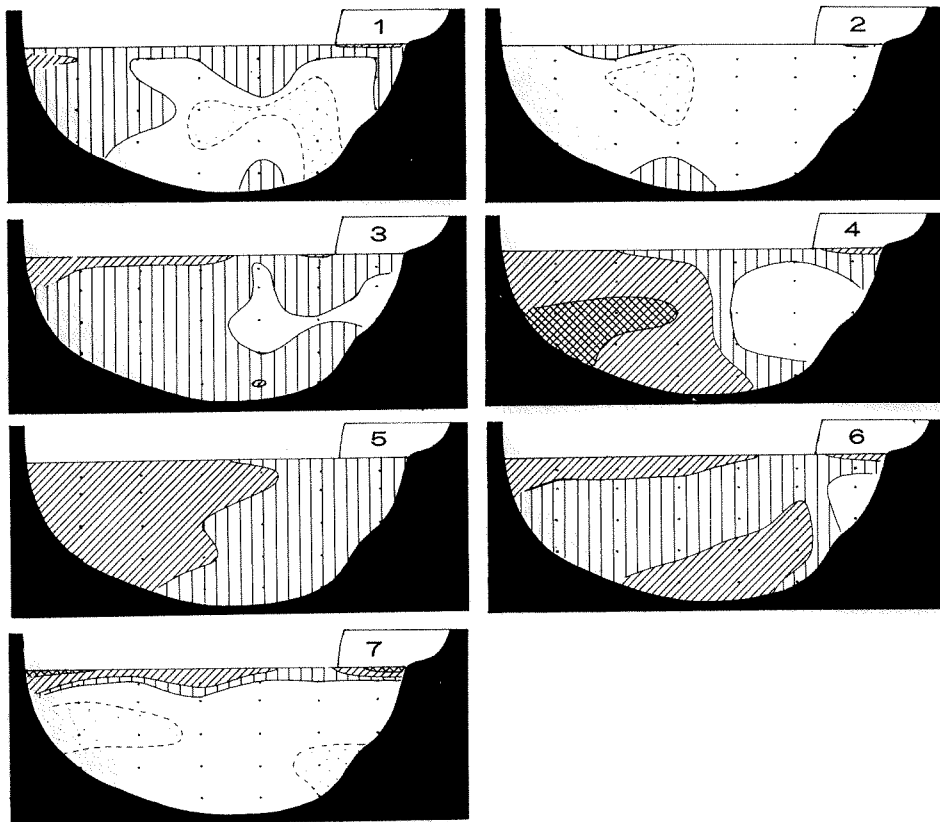
種 名	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
ワ ム シ 類	—	—	—	+	—	11	—	+	—	5	4	5
枝 角 類	+	1	1	1	—	+	—	+	+	+	11	+
橈 脚 類	16	42	108	25	12	13	7	25	5	7	20	12
ノーブリウス	77	112	381	50	9	24	29	42	16	23	27	20
尾 虫 類	+	34	30	2	+	2	1	18	3	2	23	9
動 物 幼 生	2	+	8	48	4	9	7	4	2	4	2	2
(二枚貝幼生)	(1)	(—)	(6)	(38)	(3)	(3)	(5)	(2)	(1)	(4)	(2)	(1)
多細胞動物計	95	188	529	126	26	60	43	89	26	41	87	47




図版説明


I : 海水比重 (σ_{15}) の鉛直断面における分布


- 1 : 1976年5月10日
- 2 : 1976年6月19日
- 3 : 1976年8月25日
- 4 : 1976年10月12日
- 5 : 1977年3月17日





II : 珪酸塩 (SiO_2) の鉛直横断面における分布

 0.2 mg/L 以下

 0.2 ~ 0.5

 0.5 ~ 1.0

 1.0 ~ 2.0

 2.0 mg/L 以上

1 : 1976年7月13日

2 : 1976年8月25日

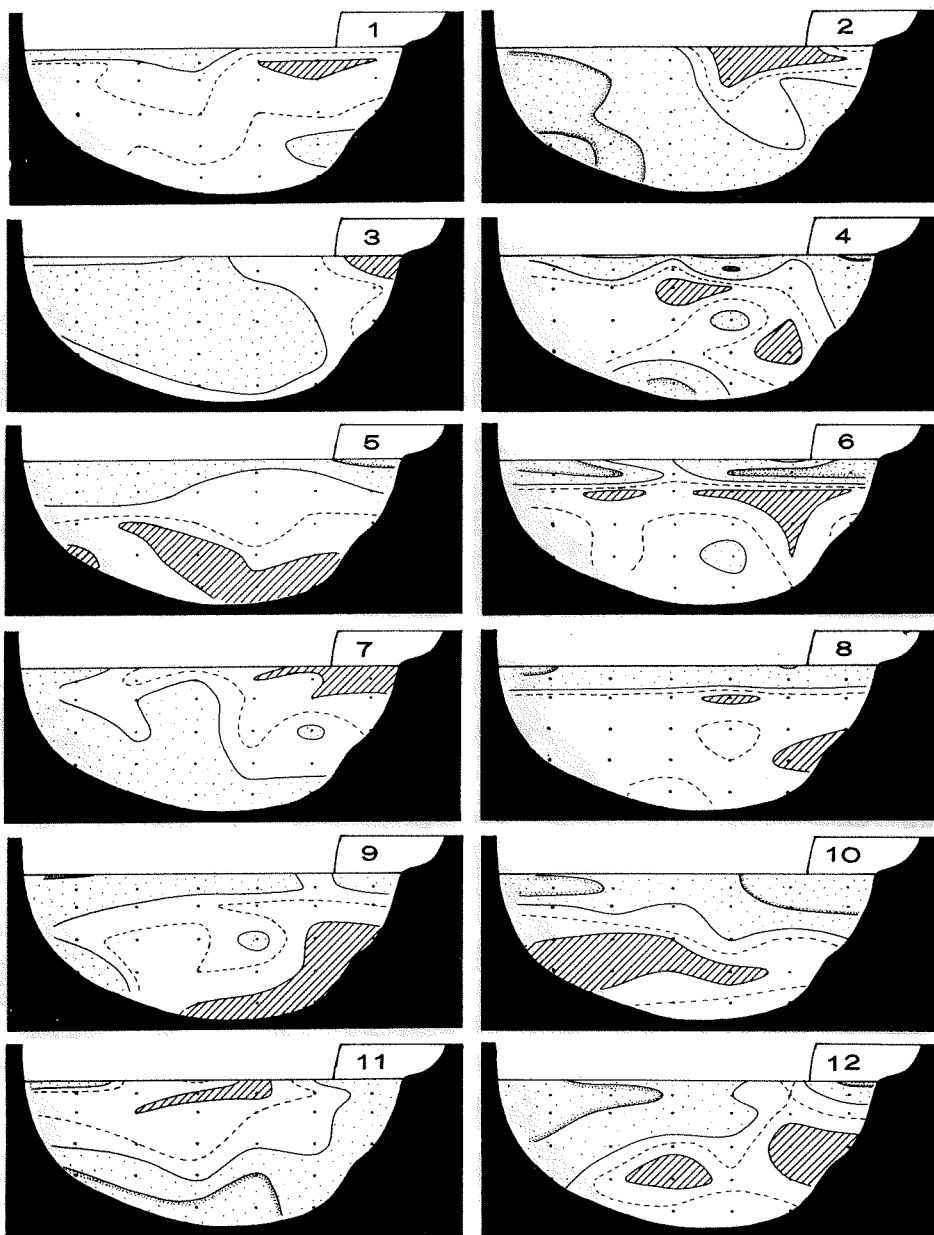
3 : 1976年9月14日

4 : 1976年10月12日

5 : 1976年11月10日

6 : 1977年2月8日

7 : 1977年3月17日



Ⅲ：プランクトンの鉛直横断面における分布

図中の表示は次のとおりである。

---- 平均値

⋯ 平均値の1/2以下(対数値で0.3低い値)

▨ 平均値の1/10以下(対数値で1.0低い値)

▧ 平均値の2倍以上(対数値で0.3高い値)

1：珪藻類総数(9月)

2：珪藻類総数(10月)

3：*Prorocentrum triestinum*(5月)

4：*Syracosphaella pulchra*(5月)

5：*Ceratium kofaidi*(5月)

6：*Amphorella quadrilineata*(5月)

7：*Favella taraikaensis*(5月)

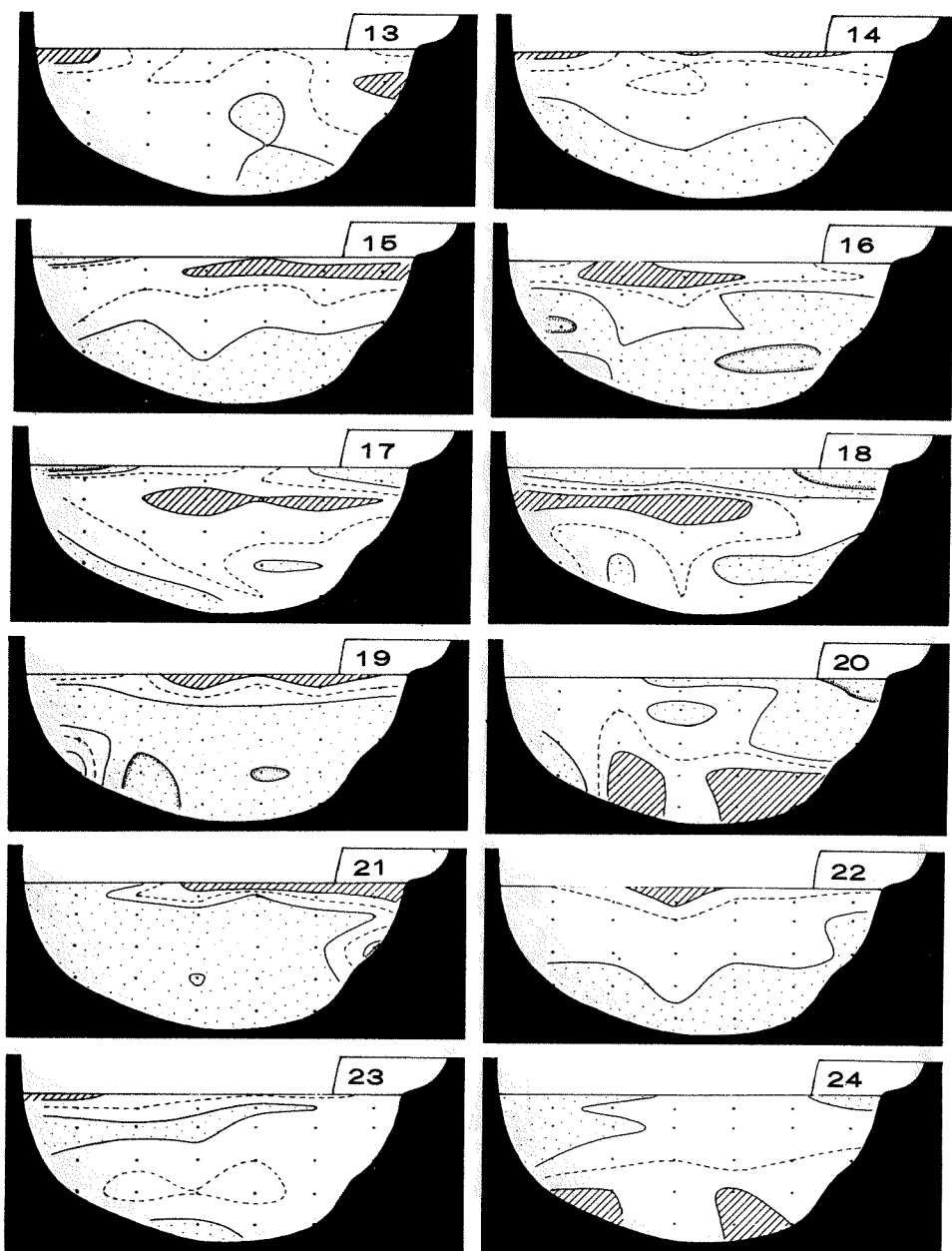
8：*Helicostomella fusiformis*(5月)

9：*Parafavella denticulata*(5月)

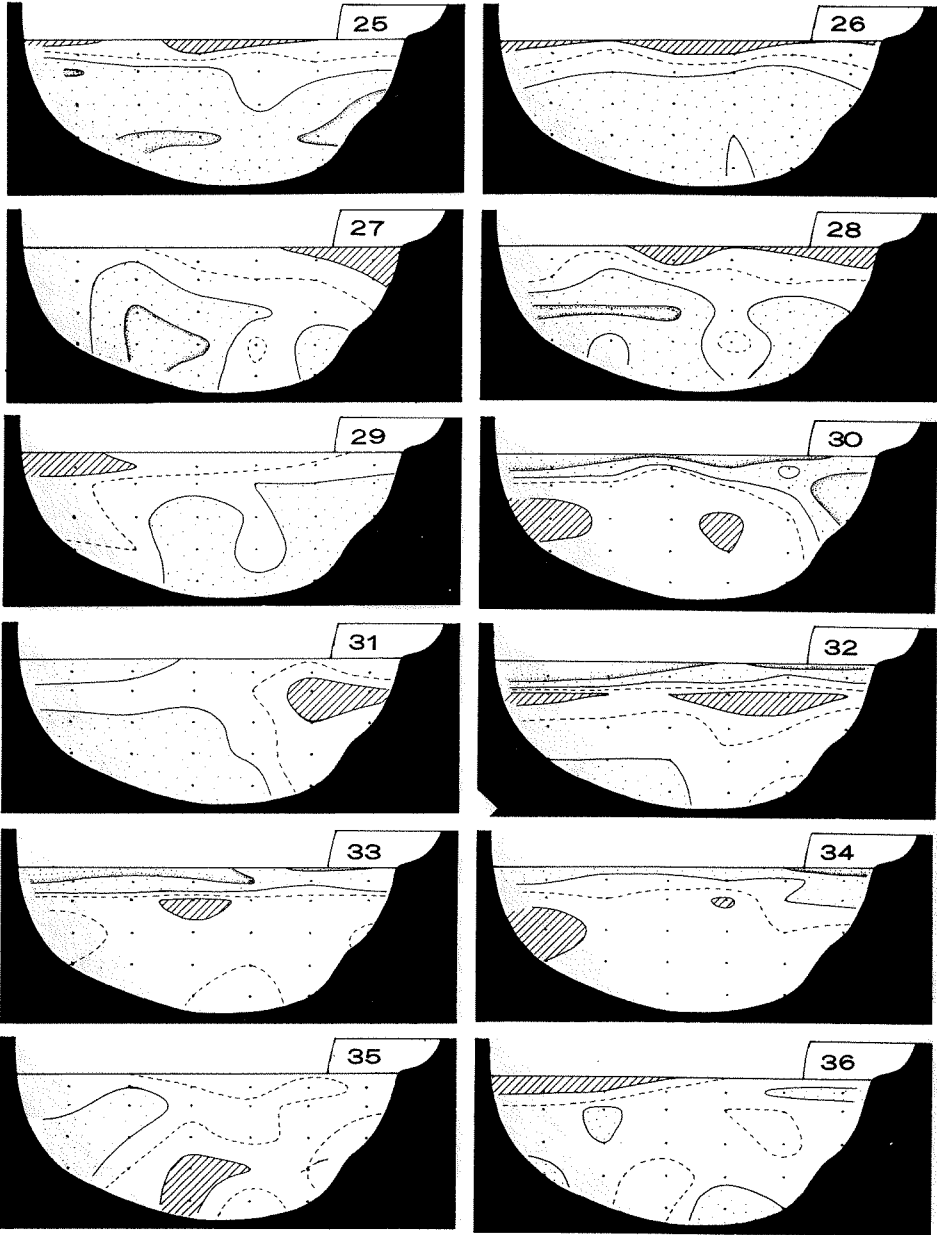
10：*Stenosemella parvicollis*(5月)

11：*Dactyliosolen mediterraneus*(6月)

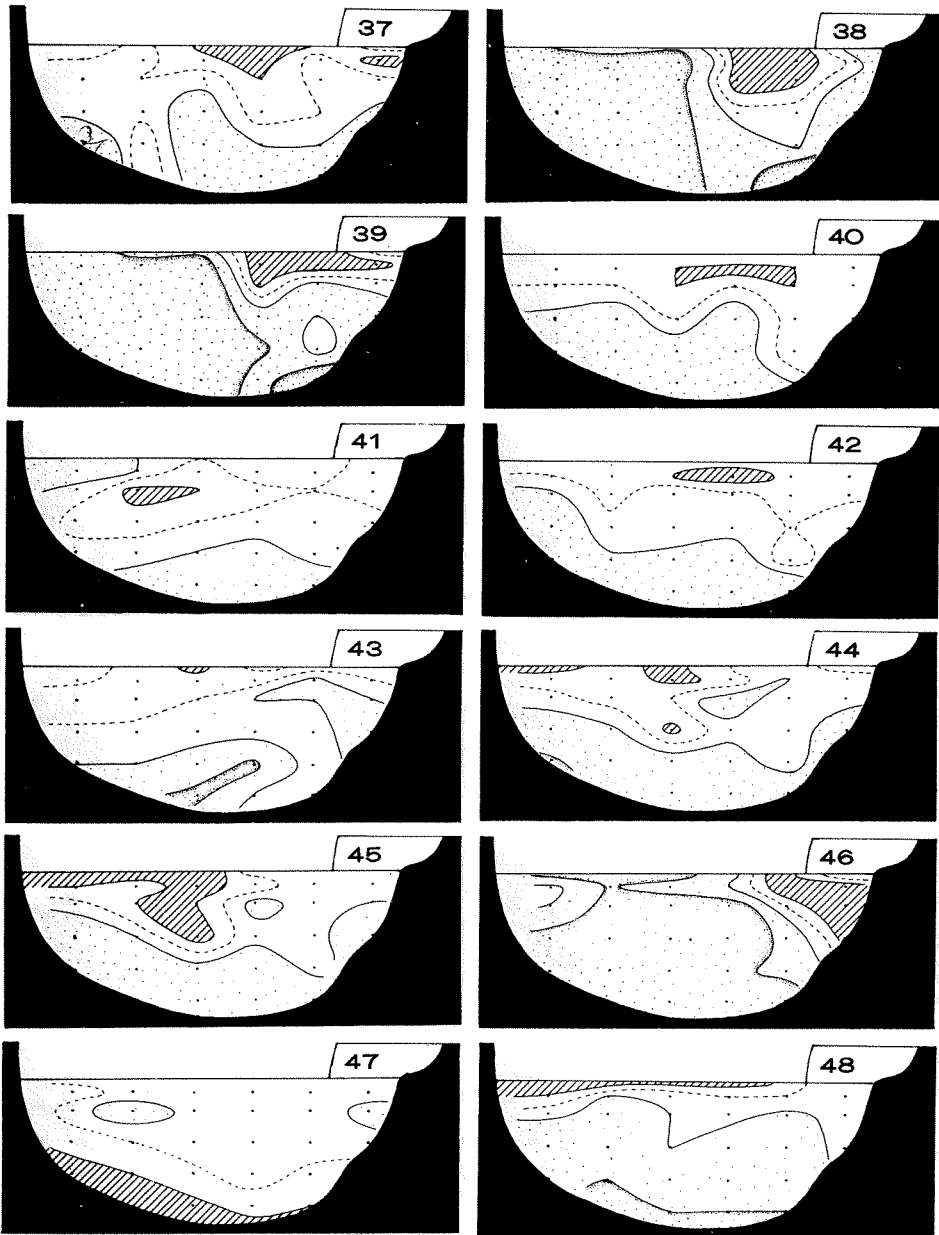
12：*Leptocylindrus danicus*(6月)



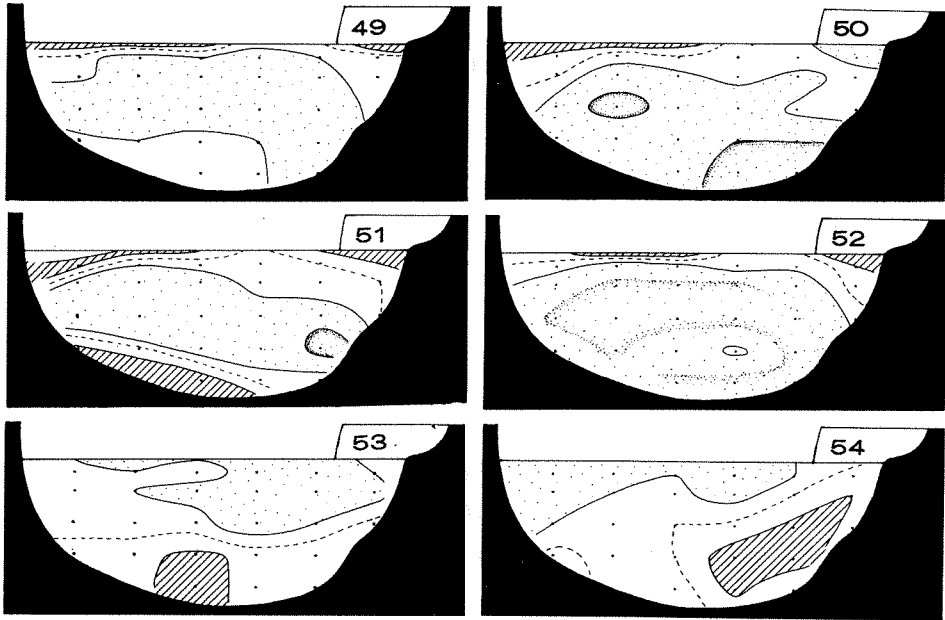
- | | | | |
|-------------------------------------|------|--------------------------------------|------|
| 13 : <i>Nitzschia closterium</i> | (6月) | 19 : <i>Favella ehrenbergii</i> | (6月) |
| 14 : <i>Prorocentrum triestinum</i> | (6月) | 20 : <i>Stenosemella parvicollis</i> | (6月) |
| 15 : <i>Syracosphaell pulchra</i> | (6月) | 21 : <i>Tintinnidium mucicola</i> | (6月) |
| 16 : <i>Ceratium furca</i> | (6月) | 22 : <i>Tintinnopsis corniger</i> | (6月) |
| 17 : <i>Ceratium fusus</i> | (6月) | 23 : <i>Tintinnopsis directa</i> | (6月) |
| 18 : <i>Ceratium kofoidi</i> | (6月) | 24 : <i>Tintinnopsis radix</i> | (6月) |



- | | |
|--|--|
| 25 : <i>Tintinnus lusus-undae</i> (6月) | 31 : <i>Ceratium furca</i> (7月) |
| 26 : <i>Cerataulina bergonii</i> (7月) | 32 : <i>Ceratium fusus</i> (7月) |
| 27 : <i>Nitzschia closterium</i> (7月) | 33 : <i>Ceratium kofoidi</i> (7月) |
| 28 : <i>Skeletonema costatum</i> (7月) | 34 : <i>Tintinnopsis radix</i> (7月) |
| 29 : <i>Prorocentrum triestinum</i> (7月) | 35 : <i>Chaetoceros</i> spp. (8月) |
| 30 : <i>Syracosphaella pulchra</i> (7月) | 36 : <i>Nitzschia</i> sp. (<i>pungens</i> ?) (8月) |



- | | | | |
|--------------------------------------|-------|---|------|
| 37 : <i>Ceratium furca</i> | (8月) | 43 : <i>Nitzschia</i> sp. (<i>pungens</i> ?) | (1月) |
| 38 : <i>Chaetoceros</i> spp. | (10月) | 44 : <i>Rhizosolenia setigera</i> | (1月) |
| 39 : <i>Skeletonema costatum</i> | (10月) | 45 : <i>Skeletonema costatum</i> | (1月) |
| 40 : <i>Stenosemella parvicollis</i> | (12月) | 46 : <i>Chaetoceros</i> spp. | (3月) |
| 41 : <i>Biddulphia longicuris</i> | (1月) | 47 : <i>Thalassiosira</i> spp. | (3月) |
| 42 : <i>Chaetoceros</i> spp. | (1月) | 48 : <i>Exuviaella</i> spp. | (3月) |



- 49 : *Helicostomella fusiformis* (3月)
 50 : *Tintinnidium mucicola* (3月)
 51 : *Tintinnopsis kofoidi* (3月)
 52 : *Tintinnus rectus* (3月)
 53 : *Nitzschia* sp. (*pungens*?) (4月)
 54 : *Favella taraikaensis* (4月)