

# 平成7年度 天津小湊における河川・海域調査 報告書

平成7年度 入社 浮遊生物課 松井 隆明  
環境微生物課 中尾 徹  
HARRIET BAILLIE  
環境生物I課 前島 依子  
環境生物II課 花里 匡史  
環境化学課 平野 直子

1. 調査目的 .....	5
2. 調査日及び調査位置 .....	5
3. 調査項目 .....	6
4. 調査方法及び分析項目 .....	6
4.1 海域 .....	6
4.1.1 水質・底質 .....	6
4.1.2 生物 .....	7
(1) バクテリア .....	7
(2) プランクトン .....	8
(3) 魚卵・稚仔魚 .....	8
(4) ベントス .....	8
(5) 潮間帯生物 .....	8
4.2 淡水域 .....	8
4.2.1 バクテリア .....	8
4.2.2 付着藻類 .....	9
4.2.3 プランクトン .....	9
4.2.4 底生生物 .....	9
5. 調査結果及び考察 .....	10
5.1 水質環境 .....	10
5.2 バクテリア .....	15
5.3 プランクトン .....	22
5.4 ベントス .....	27
5.5 淡水生物 .....	32
6. 感想 .....	35

## 1. 目的

本研修は、新人研修として当社の主要業務である現地調査から報告書作成までの一貫した体験実習を行うことにより、新入社員が基礎的な業務内容を把握すること、また業務の舞台である海や河川などのスケールの大きさや特殊性を体験することを目的として行われた。

## 2. 調査日および調査位置

調査は、平成7年4月25日から同4月28日にかけて行った。

調査は千葉県安房郡天津小湊で行われ、海域で4測点、潮間帯で2測線および淡水域で2測点の計8測点の調査測点を設けた。各測点を表1および図1に示す。

表1 調査測点位置

Station	日付	場所	時間	水深(m)
Stn. 1	4月27日	35° 5.417' E 140° 9.874' N	10:28	100
Stn. 2	4月27日	35° 5.950' E 140° 10.187' N	11:31	37
Stn. 3	4月27日	35° 6.917' E 140° 10.170' N	12:23	10.2
Stn. 4-1	4月27日	天津港港口	13:30	5.6
Stn. 4-2	4月26日	天津港港内	13:15	-
〃	4月27日	〃	12:50	-
Stn. 5	4月26日	潮間帯岩礁域	8:30	-
Stn. 6	4月25日	潮間帯砂浜	8:30	-
Stn. 7	4月25日	神明川(橋上)	14:00	-
Stn. 8	4月25日	神明川(ダム直下)	13:00	-

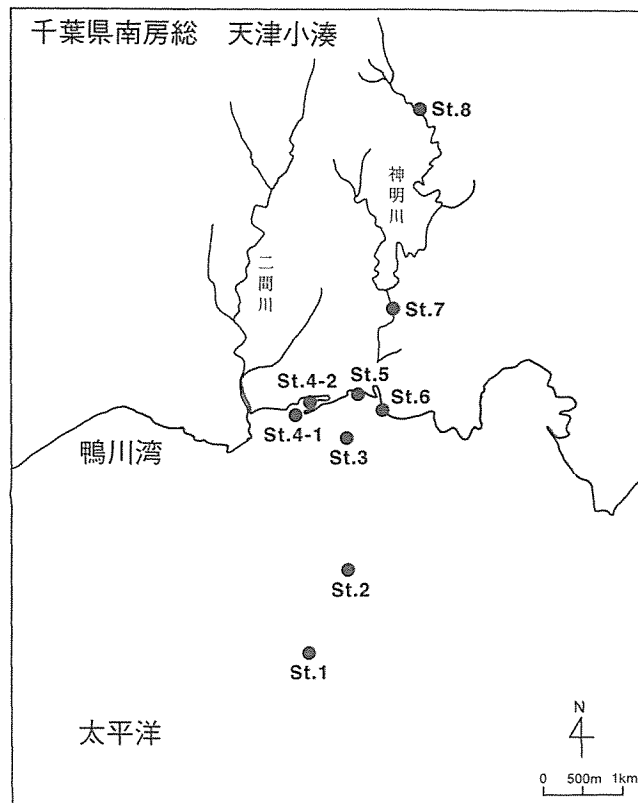


図1 調査測点図

### 3. 調査項目

調査項目は、各調査域で水質、底質、生物の3項目とした。詳細は表2に示す。

### 4. 調査および分析方法

#### 4.1 海域

##### 4.1.1 水質・底質

水質の試料のうち、栄養塩、塩分、クロロフィルa用の試料はバンドーン型中層採水器(6L)を用いて採水を行い、溶存酸素、ph分については北原式採水器(1L)を用いて採取した。溶存酸素の分析にあたっては採水後ただちに固定して、調

査終了後に分析した。クロロフィルaは、GF/Cフィルタ(ワットマン社製)で濾過し、フィルタを暗室冷凍保存して持ち帰り、また、栄養塩は冷凍保存して持ち帰り、それぞれ実験室にて分析を行った。

水温、塩分はAFD-III型CTDメータ(アレック社製)を用いて海底直上1mまで1m毎に測定を行った。測定したデータは、塩検、棒状水温温度計の値で補正を行った。

底質試料はスミス・マッキンタイヤ型採泥器を用いて採取した。

水質・底質の分析方法は表3に示す方法で行った。

表2 調査項目

方法	項目	海域					潮間帯		河川域	
		1	2	3	4-1	4-2	5	6	7	8
採水	塩分	◎	◎	◎	○					
	pH			◎	◎	◎				
	クロロフィルa	◎	◎	◎	○					
	栄養塩	◎	◎	◎	○				●	
	溶存酸素	◎	◎	◎	○					●
	動物プランクトン	◎	◎	◎	○					
	植物プランクトン	◎	◎	◎	○					●
	バクテリア	◎	◎	◎	○					●
採泥	マクロベントス	●		●	●	●		●	●	●
	メイオベントス			●	●	●		●		
	付着珪藻								●	
	バクテリア	●	●	●	●				●	●
	底質	●	●	●	●			●	●	●
ネット	動物プランクトン	▲	▲	▲	△				●	
	植物プランクトン	▲	▲	▲	△					
	魚卵・稚仔	●	●	●						
	魚介類									●
その他	塩分・水温(CTD)	●	●	●	●					
	目視観察						●			

表3 水質、底質の分析方法

項目	分析方法
溶存酸素	JIS K 0102 17 32.1 ウインカラーアジ化ナトリウム変法
水 塩分	T. S-DIGI-AUTO (鶴見精機製)
NH4-N	A PRACTICAL HANDBOOK OF SEA WATER ANALYSIS (1972) 2.9
NO2-N	JIS K 0102 43.1.1 日本近海調査法1-9
NO3-N	JIS K 0102 43.2.3 日本近海調査法1-10
質 PO4-P	JIS K 0102 22.1 日本近海調査法1-11
クロロフィルa	海洋観測指針 9.6.1 抽出蛍光法(1991)
底 乾燥減量	底質調査法2.3
強熱減量	底質調査法2.4
質 粒度組成	JIS A 1204 土の粒度試験方法(ふるい分析)

#### 4.1.2 生物

##### (1) バクテリア

###### (1.1) Collection

50ml ocean water samples were collected at 0.5m, 5m and 10m depths at 4 sites (Stations 1- 4) using a bandon sampler. Station 4 was not sampled at 10m as the water depth was shallower than 10m. Glutaraldehyde was added immediately to give a final concentration of 2%. The samples were then stored until analysis in cool dark conditions.

Sediment samples were taken over 3 days (Stations 6 and 7 : 95.04.25; Station 4-1 : 95.04.26, Station 3 : 95.04.27). Cores were pushed into the accessible sediments at Stations 6 and 8 (at the mean water mark at Station 6 and from the middle of the bank at Station 8). 1-3g samples were taken from the top 1cm of these cores. For Station 3 and 4, cores were taken from bottom sediments sampled with a Smith-Macintyre grab. 1-3g samples were then taken from the top 1cm (0-1cm sediment depth, Station 3 and 4-1) and the next 1cm (1-2cm sediment depth, Station 4-1 only) of these sediments. All sediments sampled were placed in 30ml 1% glutaraldehyde in sterile filtered seawater, and stored with the water samples.

###### (1.2) Counting

###### (1.2.1) Water samples

Bacterial densities were determined by staining with DAPI followed by counting under UV light (Haas, 1982; Porter and Feig, 1980). DAPI (4'6' diamidino-2-phenylindole) forms a complex with DNA which autofluoresces blue under UV wavelengths and hence bacterial cells are easily distinguished and counted (Porter and Feig 1980).

A 3ml subsample was taken after shaking the sample tube and stained with DAPI to achieve a final concentration of 0.01mg/ml. This was left for 3 minutes and then filtered through a 0.2mm Nucleopore filter previously stained with an irgalan black solution (Hobbie *et al.* 1977). The number of bacteria per millilitre was established by counting 10 or more randomly chosen plots on the filter using a Leitz DMRB fluorescent microscope fitted with a micrometer eyepiece. The number of dividing cells was also counted in the 10 random fields to determine the frequency of dividing cells (FDC, Hagstrom *et al* 1979). A dividing cells is defined as a cell that clearly consists of 2 circular shapes with no space between them. The number of dividing cells was averaged for 1 sample and expressed as a percentage of the total bacterial cells counted, termed FDC (Hagstrom *et al* 1979). Generation times for the bacterial populations were then calculated using equations from Sukizaki *et al* (1993).

###### (1.2.2) Sediment samples

Bacterial densities within the sediments were enumerated using the DAPI staining technique described above, although prior to this the samples were treated with pyrophosphate and sonicated (Velji and Albright 1986). This treatment removes the bacteria from the sediments with which they are associated. A few drops of pyrophosphate were initially added to the sediment samples, the tubes then vigorously shaken and left for 30 minutes. They were then ultrasonicated for 45 seconds and after allowing sediment particles to settle for 10 minutes, 10ml of the supernatant was removed. Subsamples of the supernatant (0.05 - 0.3 ml) were stained with DAPI,

filtered and counted as described for the water samples.

The remaining bacteria free sediments were then weighed (for wet weight), dried in a drying oven for approximately 7 hours (until dry) and weighed again (for dry weight).

## (2) プランクトン

プランクトンの採集は、バンドーン型採水器を用いた採水法と北原式定量ネット(NXX13, 目合い 0.093 mm)を用いたネット法の2法で実施した。採水法, ネット法を実施した調査測点は, 図1に示した St.1~4-2の5測点であり, 採水法の採水層はそれぞれ表層(水深0.5 m), 中層(水深5 m), 底層(水深10 m)の3層としたが, St.4における水深は10 mに達しなかったため4~0 mの1層のみとした。

採集したサンプルは直ちに最終濃度が10%となるように中性ホルマリンを加え固定した。その後, 実験室へ持ち帰り, 種の同定および種類別計数を行った。

## (3) 魚卵・稚仔魚

魚卵・稚仔魚の採集は, マルチネット(GG54, 目合い 0.33 mm)を用い, St.1, 2, 3の3測点においてそれぞれ10分間の水平曳きを行った。採集した試料は, 最終濃度が10%になるように直ちに中性ホルマリンを加え固定した。その後, 実験室へ持ち帰り, 種の同定および種類別の計数を行った。

## (4) ベントス

### (4.1) メイオベントス

海域のメイオベントス調査は, St.3, St.4-1, St.4-2, St.6の4測点で行った。採泥はスミス・マッキンタイヤ型採泥器(採泥面積 0.05 m<sup>2</sup>)を用い, 静かに船

上に引き揚げた後, 内径5 cmのアクリルパイプを用いて表層2 cmを0~1 cm, 1~2 cmの2層に分けて採取し, 10%中性ホルマリンで固定した。採取した試料は, 実験室に持ち帰り0.5 mmのメッシュで篩い分けして, 大きいものは分析対象から除外し, ローズベンガルで染色した後, 30 $\mu$ のメッシュで砂泥を除き, 生物顕微鏡で検鏡して, 動物群の同定および計数を行った。

### (4.2) マクロベントス

海域のマクロベントス調査は, St.1, St.3, St.4-1, St.4-2, St.6の5測点で行った。St.1~St.4-2では, スミス・マッキンタイヤ型採泥器を, St.6では30×30 cmの方形枠を使用して各測点1回ずつ採泥を行った。採集された試料は, 船上あるいはその場で1 mmメッシュの篩いにかけて砂泥を除き, 残った生物を10%中性ホルマリンで固定した。実験室に持ち帰った後, 実体顕微鏡で観察し, 種の同定, 種別計数および湿重量の測定を行った。

## (5) 潮間帯

岩礁部および砂浜において, 測線は汀線に直交する方向で, 測線断面調査を行った。観察方法は, 岩礁部の測線で表在性の動・植物を対象として, ベルトトランセクト法を用いた。調査範囲は干潮時の汀線付近までとした。

## 4.2 淡水域

### 4.2.1 バクテリア

A 50ml water sample and a 1-3g sediment sample were taken from the Shinmei River (Station 7) by hand and treated as for the marine samples.

#### 4.2.2 附着藻類

附着藻類の採取は、流れに平行な面を持ったなるべく表面の平滑な礫5個を選び、各々について5×5cmの方形区を設け、この方形区内の附着藻類をブラシで剥離して試料とした。また、調査地点は河川のSt.7のみとした。採取したサンプルは、調査現地で直ちに最終濃度が10%となるように中性ホルマリンを加えて固定した。その後実験室に持ち帰り、附着藻類の種の同定および種類別計数を行った。また、クロロフィルa分析用試料はGFPで濾過し、アセトン抽出後、遠心分離して蛍光光度計で定量した。

#### 4.2.3 プランクトン

##### (1) 採水法プランクトン

河川のSt.7においては7直接サンプル瓶を用い、表層のみ2リットル採水を行った。採取したプランクトンは、直ちに最終濃度が10%となるように中性ホルマリンを加えて固定した。その後、実験室へ持ち帰り、種の同定および種類別計数を行った。

##### (2) ネット法プランクトン

St.8においては、北原式定量ネット(NXX13, 目合い0.093mm)を用い20リットルを濾過し、これをサンプルとした。採集したサンプルは、直ちに最終濃度が10%となるように中性ホルマリンを加えて固定した。その後、実験室へ持ち帰り、種の同定および種類別計数を行った。

#### 4.2.4 底生生物

##### (1) 採集方法および分析方法

サーバーネット(採集面積0.25m<sup>2</sup>, 目合い0.33mm)を使用し、図1に示すSt.7, 8で採集を行った。採集した試料

は、直ちに最終濃度が10%となるように中性ホルマリンを加えて固定した。試料は実験室に持ち帰り、0.5mm目の篩いに残ったものに対し、種の同定、種類別計数および湿重量の測定を行った。

##### (2) 生物学的水質判定

河川域に生息する底生生物群集の組成あるいは現存量を水質の汚濁と対比させる手法が知られている。これは、河川水の流下に伴って増大する有機物負荷と生物の組成および量との間に関連性が認められることによる。

そこで、本調査河川を生物的側面から概観するために、個体数第一位法、Beck-Tsuda法、汚濁指数法を用いて解析した。これらの判定法は生物の生息域を「清冽な水域」、「やや汚濁した水域」、「かなり汚濁した水域」、「きわめて汚濁した水域」の4つの水質階級に分け、種の存在と生息域の水質の段階を統合して調査地点の水質を判定するものである。

##### (2.1) 個体数第一位法

個体数第一位法は出現個体数が第一位の種類の水質階級をその地点の判定結果とした。なお第一位種の水質階級が不明であった場合は判定は行わないこととした。

##### (2.2) Beck-Tsuda 法

Beck-Tsuda (Biotic Index: B.I.)法は生物を「清冽な水域」を指標するグループA, 「やや汚濁した水域」、「かなり汚濁した水域」、「きわめて汚濁した水域」の3階級を指標するグループB, 指標性の不明なグループOに分け、それぞれにあてはまる種類の数から地点の水質階級を導き出すものである。判定は次の式で計算される。

$$B.I. = 2A + B + O$$

B.I.値に対する水質階級は0～5の時「きわめて汚濁した水域」、6～10の時「かなり汚濁した水域」、11～19の時「やや汚濁した水域」、20以上の時「清冽な水域」である。

### (2.3) 汚濁指数法

汚濁指数(Pollution Index : P.I.)法は次の式で計算される。

$$\text{汚濁指数} = \frac{\sum(s \cdot h)}{\sum h}$$

sは生物各種の指標性を次のように指数化したものである。すなわち「清冽な水域」を指標する種では1, 「やや汚濁し

た水域」では2, 「かなり汚濁した水域」では3, 「きわめて汚濁した水域」では4である。hは生物の出現密度であり, 個体数が10個体以下の時1, 11～100個体の時2, 101個体以上の時3とした。

汚濁指数と水質階級の関係は1.0～1.5に対して「清冽な水域」、1.5～2.5に対して「やや汚濁した水域」、2.5～3.5に対して「かなり汚濁した水域」、3.5～4.0に対して「きわめて汚濁した水域」となる。

## 5. 調査結果及び考察

### 5.1 水質環境

#### 5.1.1 結果

図2に水質の鉛直分布を示す。塩分はSt. 4-1 (港口)がより沿岸域に近いことを反映して, 表層から水深約2mにかけて34.2 psu と他の測点に比較して若干低くなった。鉛直方向では, 測点間で顕著な

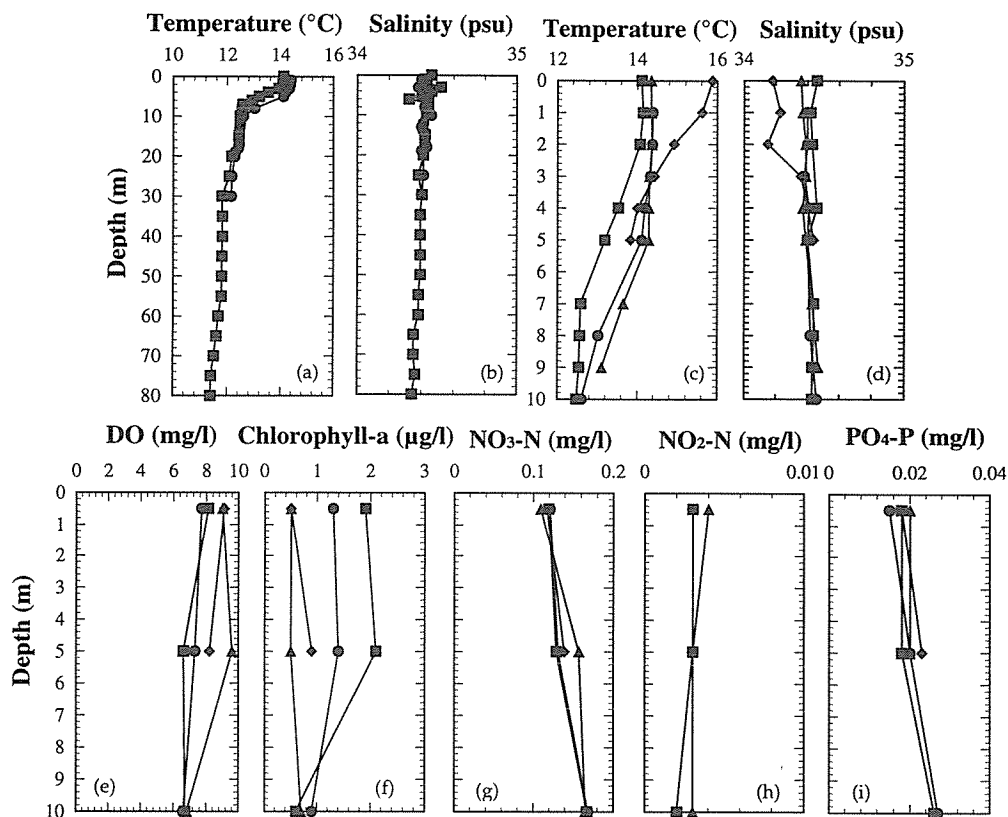


図2 水温, 塩分, 密度, 溶存酸素濃度, クロロフィル a 濃度, 栄養塩濃度の鉛直分布図

■はSt. 1, ●はSt. 2, ▲はSt. 3, ◆はSt. 4-1を表す。

(a) St. 1, 2の水温, (b) St. 1, 2の塩分, (c) 水温, (d) 塩分, (e) 溶存酸素, (f) クロロフィル a, (g) 硝酸態窒素, (h) 亜硝酸態窒素, (i) 磷酸態磷

違いは認められなかった。表層の水温分布は、St. 4-1で15.9°C、St. 1, 2, 3で14.1から14.4°Cの範囲にあり、港口から外側にかけて2°Cの温度差が認められた。鉛直分布は2mから7mの層で水温躍層が顕著であったが、10m以深の水温は12.5°C以下で深度に伴う温度変化が小さかった。

クロロフィル a 濃度は0.7から2.1  $\mu\text{g/l}$ の範囲にあった。クロロフィル a 濃度の水平分布は港口から外側にかけて高くなる傾向が見られた。逆に溶存酸素濃度分布は、港口から外側にかけて低かった。

硝酸態窒素、磷酸態磷、亜硝酸態窒素は深度に伴う濃度変化が認められ、各測点による大きな違いは認められなかった。アンモニア態窒素はいずれの測点でも検出限界以下(0.001mg/l以下)であった。

### 5.1.2 考察

海洋環境を把握するためには、様々な環境因子のデータを総合的に検討する必

要がある。しかし、本調査では測点数および鉛直方向のデータ数が少ないため、これのみで水塊構造を議論することは難しい。そこで、本調査海域周辺の海底地形や潮流の特徴を既存知見から整理し、本調査で得られたデータと突き合わせることによって、水塊構造の形成機構について考察した。

#### (1) 水温・塩分特性

天津小湊周辺の水塊を整理するために、T-Sダイアグラムを図3に示した。

T-Sダイアグラムにより、本調査海域の水塊が3つに特徴づけられた。図中のAは塩分が低く、水温が高い。BはSt. 1, 2, 3の密度躍層より上層に存在し、水温、塩分が高くなっている。Cは密度躍層より下層で塩分が高く水温が低くなる特徴をもつ。また、硝酸態窒素、磷酸態磷の濃度はCで高く、Bで低い値を示す。

明瞭ではないが、Bは温度が高くなる

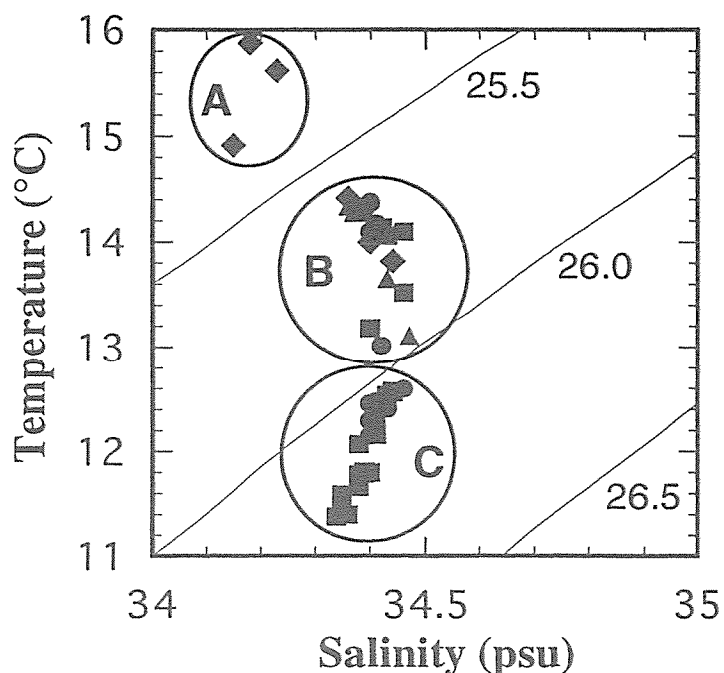


図3 T-Sダイアグラム

■はSt. 1, ●はSt. 2, ▲はSt. 3, ◆はSt. 4-1の測点を示す。また、図中の線は密度を表す。英字と○はT-S特性区分を表す。CTDデータを使用。



に従い、塩分も低くなる傾向がある。このことから、AとBの関係は河川水が混合されていく過程であると考えられる。Cは温度上昇に伴い、塩分の上昇がみられる。BとCの間は水温の差が約2℃の密度躍層が存在している。そのため、密度躍層の上層は非常に不安定な成層状態である。つまり、風、気温により上層と下層の水は、鉛直混合されると考えられる。

## (2) 物理的要素

平成6年度の小湊周辺における河川・海域環境調査では、塩分が33.3から33.9 psuと低く、栄養塩は高い値が示された。これは外洋水の影響が少なく、むしろ河川水の影響があると報告されている(笹原ら 1994)。本調査では出現数が少ないものの、外洋種である *Paroithona pulla*, *Solmundella bitentaculata*, Copepodite of *Eucalanus* の動物プランクトンが出現した。これは、外洋水の影響があることを

示唆している。

本調査場所は塩分が34 psu以上である。この高塩分は、南房総沖に流れる黒潮の影響と考えられるため、平成6年度4月と平成7年度4月の黒潮の流軸を比較してみる。図4に平成6年度4月と平成7年度4月の黒潮の海流図を示す。

平成6年度4月の黒潮の流軸は、石廊崎南方に発生した冷水域のために蛇行し、野島崎の南東102kmに位置する。平成7年度4月の黒潮は大王崎南方で冷水渦があり、そのため大きく蛇行し、野島崎南東74kmまで流軸の中心が接近している。平成6年度と平成7年度と黒潮の流軸は、野島崎南東において28kmの差がある。黒潮の流軸の変動は、沿岸の海水交換、海況変動に大きな効果を及ぼす事が知られている(杉本 1977)。

天津小湊の6km先に最大水深が1500mの鴨川海底谷がある。本調査のSt.1(水深100m)から急激に深くなり、2km沖

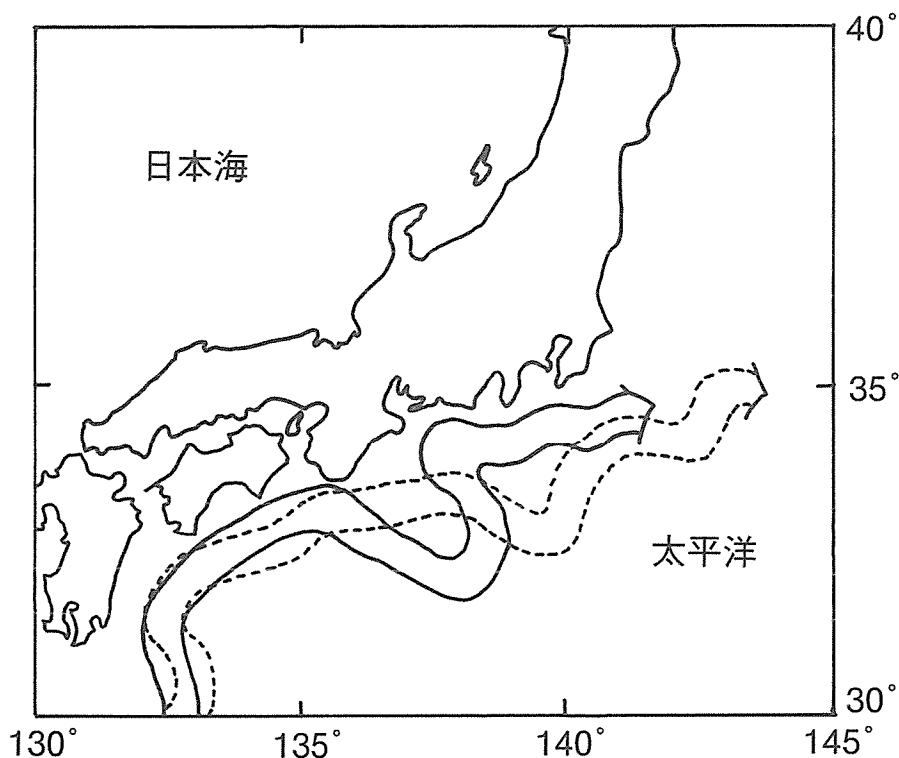


図4 黒潮の海流図

実線は平成6年度3月30日から4月13日の流路を示し、波線は平成7年度4月5日から4月19日の流路を示す(海洋速報より)。

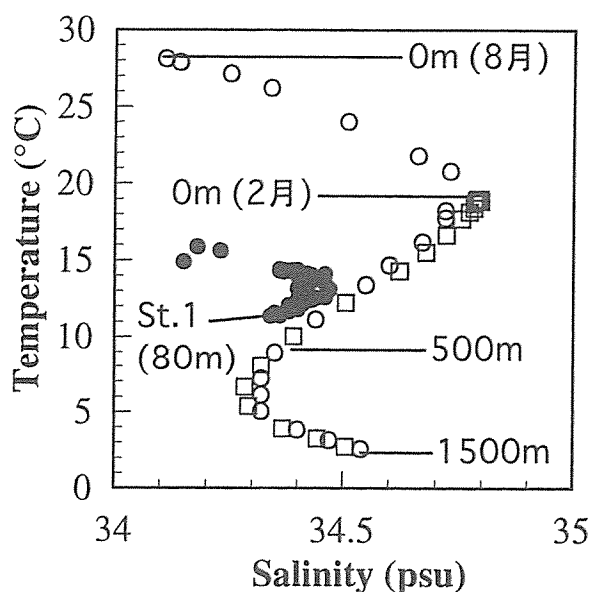


図5 黒潮域の T-S ダイアグラム  
 実線は水深を示す。□は2月，○は8月のデータ。●は本調査の値。(日本海洋データセンターの資料より)。

合いの水深は 500 m である。また，黒潮の流軸の変動により，南房総近傍において海底地形に伴う流れが生ずる。

2月，8月の黒潮で観測された水温，塩分を図5に示す。

黒潮の水塊は図5のように，水温と塩分の関係が逆Sの分布になる。本調査時期の黒潮は，表層で水温が20°C，塩分が34.8 psu である。本調査の値の水温・塩分を図中の●で示している。本調査での水温・塩分特性は，黒潮表層の水温・塩分特性と明らかに異なっている。また，黒潮指標のプランクトンが出現していないことから，本調査海域は黒潮表層水の影響よりも，水深が500 m 以深の水が湧昇していることを示唆している。

### (3) 化学的要因

#### (3.1) 河川水の影響

窒素，リンの主たる供給は河川水からである。また，人為的な汚染がない場合，河川水中の窒素栄養塩は硝酸であ

る。逆に人間活動の影響の大きな河川ではアンモニア態窒素も高濃度で供給される(才野 1985, 1988)。本調査の各測点でのアンモニア態窒素は検出限界以下であることから，人間活動の影響が少ない。

一般に河川水の影響の強い水域においては，塩分と無機栄養塩類の間には一定の関係が認められる(才野 1988)。そこで，河川水からの栄養塩の供給をみるために，塩分と硝酸態窒素，燐酸態燐の関係を図6に示す。

塩分と硝酸態窒素，燐酸態燐には直線的な関係が認められないことから，栄養塩の主な供給は河川水よりも他の要因がある事が示唆された。

ただし，St.1の5 m，St.3の表層で淡水種植物プランクトンの *Stephanodiscus subsalsus* が出現した。塩分あるいは無機栄養塩類では調査海域への河川水の影響は十分捉えることができなかったが，プランクトンの出現種組成から河川水がSt.1の表層まで混合していることも考えられる。

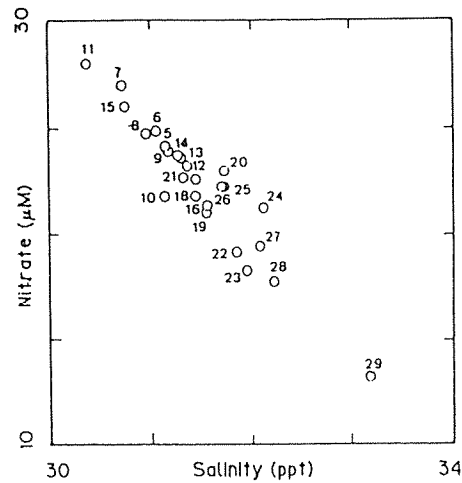
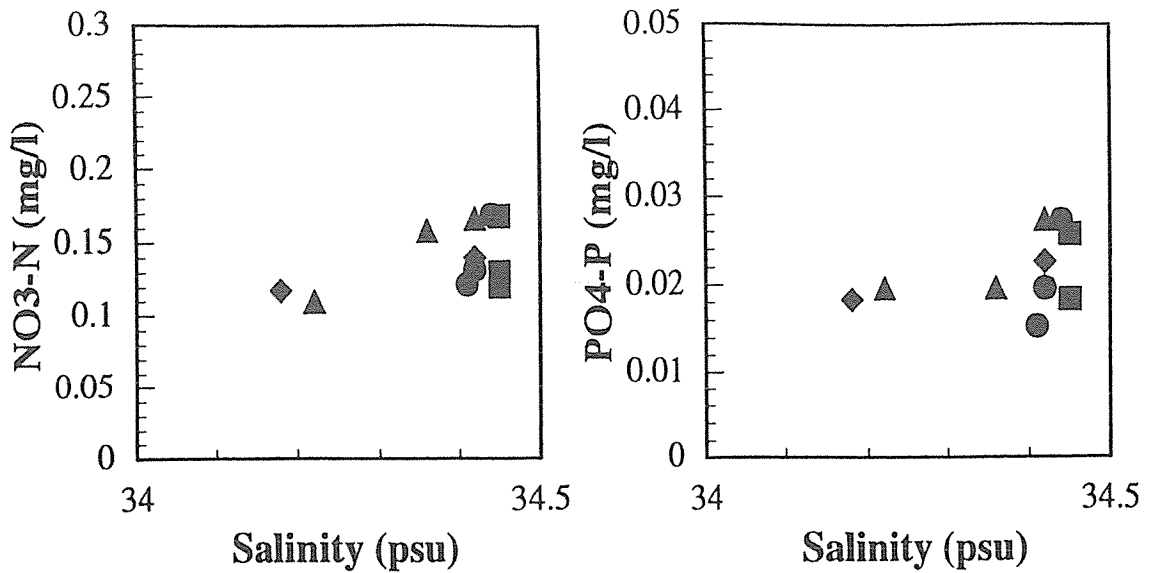


図6 塩分と硝酸態窒素、磷酸態磷の関係  
 ■はSt. 1, ●はSt. 2, ▲はSt. 3, ◆はSt. 4-1の測点を示す。下図は東京湾の観測データ(才野 1988)。

### (3.2) 深層水の影響

本調査海域は、表層で硝酸態窒素、磷酸態磷の濃度が低く、下層で高い傾向にある。この傾向は、河川水よりむしろ深層から栄養塩を供給しているためと考えられる。

硝酸態窒素、磷酸態磷は生物活動、生物起源物質の酸化分解などの要因により、消費、供給される。それらを明らかにするため、硝酸態窒素、磷酸態磷とみかけの酸素消費量(AOU)の関係を図7に示す。

図7よりAOUと硝酸態窒素、磷酸態磷は勾配を持った線形の関係が成り立っている。この結果は、生物活動による栄養塩の消費、再生に比べて、海水の混合による栄養塩の供給が支配していることを示す。栄養塩の供給源として、生物起源性物質が酸化分解されているものと考えられる(岡部ら1980)。この結果は深層水が湧昇し、表層で生物起源性物質が酸化分解され、本調査海域に栄養塩を供給していることを示す。

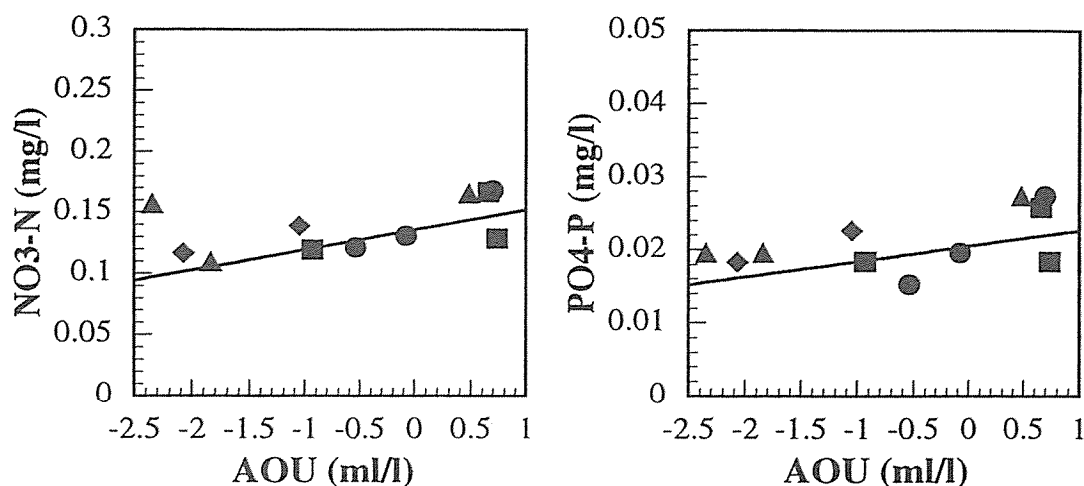


図7 硝酸態窒素、磷酸態磷と AOU の関係  
 ■はSt. 1, ●はSt. 2, ▲はSt. 3, ◆はSt. 4-1の測点を示す。

#### (4) まとめ

本節では、水温・塩分特性、黒潮の流軸、海底地形、塩分と硝酸態窒素、磷酸態磷の関係、AOUと硝酸態窒素、磷酸態磷の関係から河川水、外洋水(表層水)の影響よりも、むしろ深層水の影響がある事を示したが仮説的な部分も多い。また、深層水の湧昇は定常的な現象なのか、或いは黒潮の流れに伴う現象なのかは断定できない。これらの現象を明らかにするため、多項目鉛直装置(辻 1990, 1991)やOCTOPUS(Isimaru 1984, 才野 1985)を用いて、多項目データを迅速かつ広範囲に取得する必要がある。また、本来海洋構造を議論するためには水塊の流れに関する情報が不可欠である。そのためにはADCP(金子 1994, 柳 1995)などを使用し、流れの場を詳細に測定することも重要である。

#### 引用文献

- 岡部史郎, 広田 致, 清水和雄(1980): 海洋の化学, 東海大学出版, 東京, 14~18  
 杉本隆成(1979): 黒潮の沿岸境界域の海洋物理構造, 海洋化学別冊, No. 26, 26~31  
 笹原耕治ら(1994): 平成6年度 小湊周辺における

- 河川・環境調査, 日本海洋生物研究所年報, 7~26  
 才野敏郎(1985): 河口・沿岸海域における栄養塩類の動態, 沿岸海洋研究ノート, Vol.23, No.1, 88~104  
 才野敏郎(1988): 東京湾における栄養塩類の循環, 沿岸海洋研究ノート, Vol.25, No. 2, 114~126  
 辻 正明, 黒川 治, 桑田健作(1990): 多項目鉛直装置と東京湾口の観測結果, 公害, Vol. 25, No.4, 79~89  
 辻 正明, 黒川 治(1991): 冬期の東京湾口部の水質分布, 公害, Vol. 26, No.4, 15~24  
 Ishimaru, T., Otobe H., Saino T., Hasumoto H. and Nakai T. (1984): OCTOPUS, an octo parameter underwater sensors, for use in biological oceanography studies., J. Oceanogr. Soc. Japan, 40, 207  
 金子 新, 伊藤集通(1994): ADCPの普及と海洋学, 海の研究, Vol. 3, No. 5, 359~372  
 柳 哲雄(1995): 沿岸フロントと流れ, 沿岸海洋研究ノート, Vol. 33, No.1, 3~8

## 5.2 バクテリア

### 5.2.1 結果

#### (1) Water bacterial densities

The number of bacteria cells in the 12 samples ranged from 0.88 to 5.11 × 10<sup>5</sup> cells per millilitre (Fig. 8, Table 4). The number of bacteria at different depths within the water column differed between stations. At Stations 2 and 4 the number of bacteria decreased with

depth from 0.5 m to 10 m. The decrease at Station 4-1 was highly significant with bacterial numbers at 5m approximately half that at 10m. At Station 1, there were significantly less bacteria at 5m depth with respect to 0.5m and 10m (Fig. 8). And at Station 3 the number of bacteria at all depths was equal.

( 2 ) Generation times

Generation times also varied widely in the

water samples with % FDC ranging from 1.2% to 9.0%, equal to generation times of -36.42 to 237.45 hours (Table 4, Fig. 9). The negative generation times of some of the samples are due to the high frequency of dividing cells (FDC) (Fig. 10) indicating highly productive waters. These negative results may also be due to the inaccuracy of the conversion from FDC to generation time. The equations used (Sukizaki *et al* 1993) are described

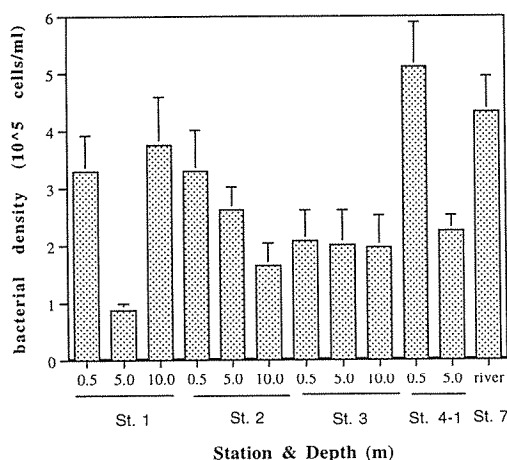


Fig. 8 Bacteria in Kominato water samples

Table 4 Kominato water samples

station	depth (m)	cell count (cells/ml)	SD cell count (cells/ml)	%FDC	Generation time (hr)
1	0.5	3.29E+05	6.31E+04	2.69	-36
1	5	8.76E+04	1.20E+04	1.23	-14
1	10	3.75E+05	8.41E+04	6.13	13
2	0.5	3.29E+05	7.18E+04	8.60	7
2	5	2.62E+05	3.98E+04	4.73	30
2	10	1.65E+05	3.91E+04	3.74	237
3	0.5	2.08E+05	5.37E+04	7.95	8
3	5	2.01E+05	6.08E+04	7.65	8
3	10	1.97E+05	5.55E+04	1.20	-14
4-1	0.5	5.11E+05	7.84E+04	9.00	6
4-1	5	2.25E+05	2.77E+04	6.30	12
7	river	4.32E+05	6.25E+04	4.51	37

note 3.29E+05 = 3.29x10<sup>5</sup>

only for discrete temperatures so that the exact temperature information is lost in the calculation. These generation times must therefore be taken only as an estimate. Taking this into consideration however, there was a general increase of generation times with depth in all stations except Station 3. That is, the population growth of surface bacteria communities (0.5m) was in the exponential growth phase while the population growth at 5m and 10m was in the stable log phase.

### ( 3 ) Sediment bacterial densities

The number of bacteria in each of the sediment samples is displayed in **Table 5**. Looking firstly at Stations 3 and 6, there were significantly more bacteria per gram dry sediment at station 6 (beach sample) than at 10m depth at Station 6 (**Table 5**,  $p < 0.05$ , T test, **Fig. 11**). At Station 3 the number of bacteria in the sediments was approximately 1000 times that in the overlying waters, consistent with the findings of Sander and Kalff (1993) and others.

The sediment bacteria at depths 0-1cm and 1-2cm within the harbour (St 4 -2) and at the entrance of the harbour (St 4 - 1) ranged from  $2.2 - 3.9 \times 10^8$  cells/g dry sediment (**Table 5**, **Fig. 11**). Within both stations the bacteria population was larger in the 1-2cm layer than in the 0-1cm layer. Comparing the 2 stations, the entrance to the harbour had a higher bacteria population than inside the harbour.

### ( 4 ) River samples

The number of bacteria in the Shinmei River (Station 7) was  $4.32 \times 10^5$  cells per millilitre (**Fig. 8**) with a generation time of 36.81 hours while the number of bacteria within the sediments was  $9.47 \times 10^6$  cells/g

Table 5 Bacteria in sediments

Station	cells/g dry sediment	sd cells/g dry sediment
St 3	2.06E+08	6.44E+07
St 6	5.17E+08	9.35E+07
St 7 (river)	9.47E+06	3.27E+06
St 4-2, 0-1cm	2.20E+08	6.56E+07
St 4-2, 1-2cm	2.69E+08	6.76E+07
St 4-1, 0-1cm	2.67E+08	6.07E+07
St 4-1, 1-2cm	3.93E+08	8.69E+07

dry sediment - approximately 20 times the number in the overlying water.

### 5.2.2 考察

#### ( 1 ) Comparison between sites

I will discuss the differences within the sites of our study before treating the differences between our study and the 1994 Kominato study. A discussion of the relationship between the bacteria numbers and chemical composition of the water will then follow.

The 5 sites sampled qualitatively in the Kominato area were all very different environmentally. We would expect therefore to find large differences in the bacteria populations between all sites - these differences were evident in both the water and sediments samples (**Fig. 8, 11**). Pelagic bacteria populations at Stations 2 and 4-1 show a decrease in numbers with depth indicating stratification of the water at these 2 sites (**Fig. 8**). In contrast, station 3 had equal bacteria numbers at the 3 depths sampled indicating that the water was well mixed. Station 1 is unusual as there was a large drop in the number of bacteria at 5m and then a rise at 10m. This may be due to localised grazing of heteroflagellates at 5m.

In the benthic bacteria populations the greatest difference was evident between Stations 3 and 6. The number of bacteria at Sta-

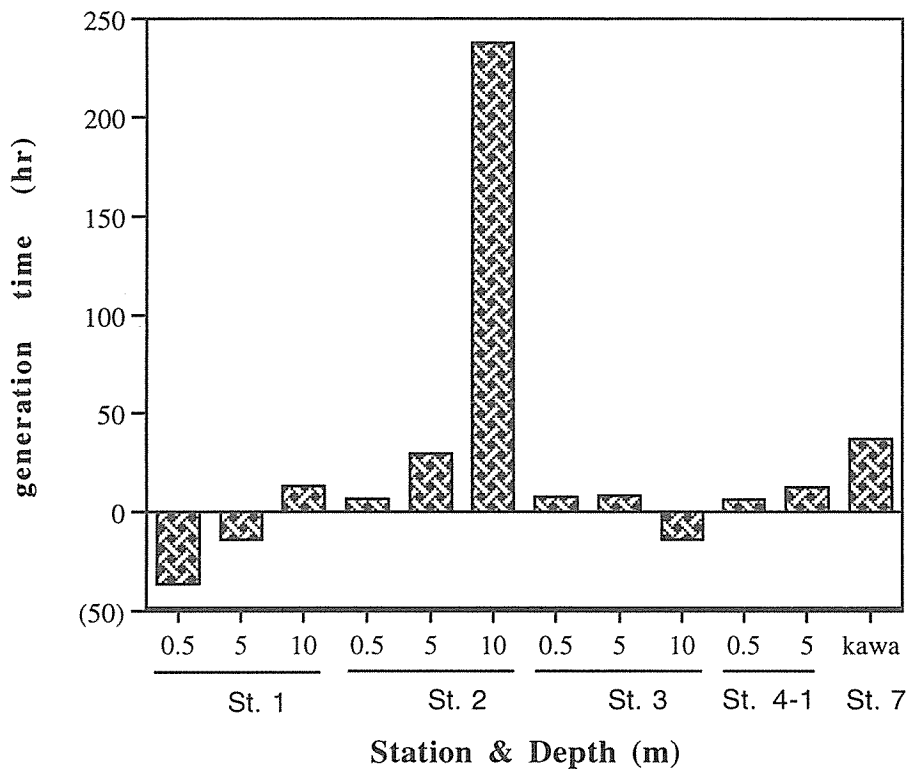


Fig. 9 Generation time in water samples

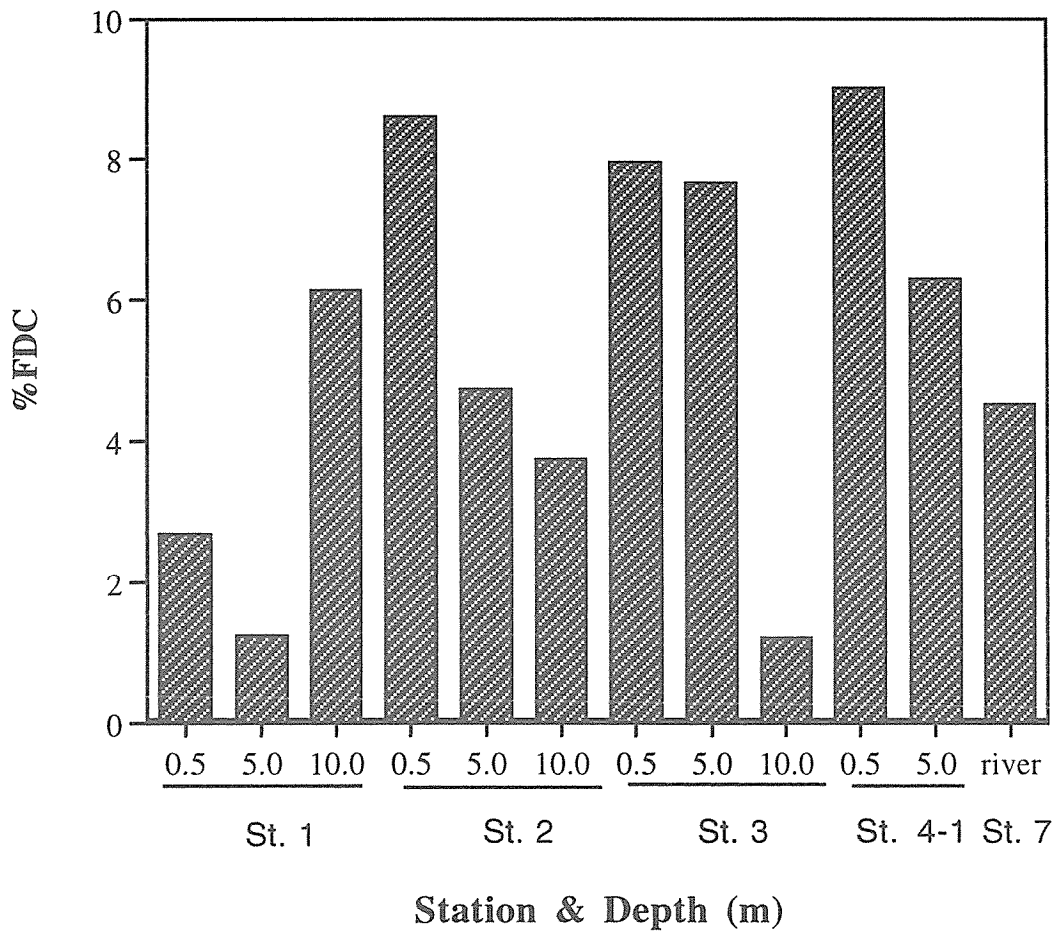


Fig. 10 Percentage of dividing cells in water samples

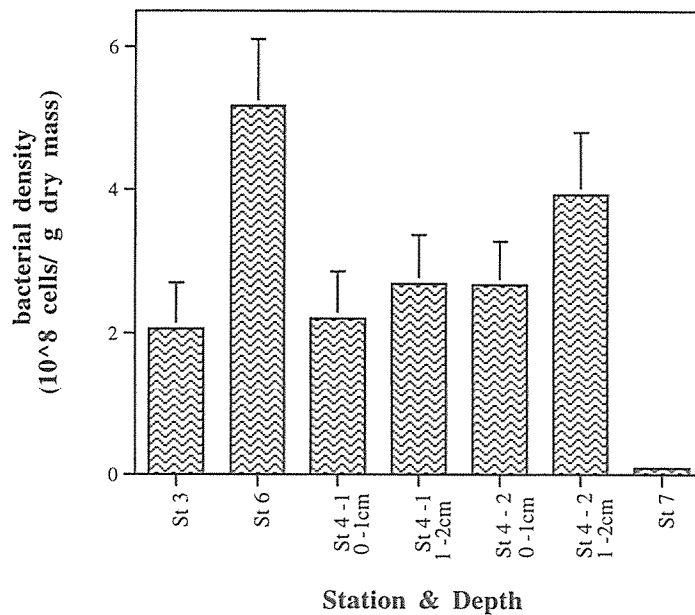


Fig. 11 Bacteria in Kominato sediments

tion 6 (sandy beach site) was approximately 2.5 times that of Station 3 (10m) which may be due to the larger average size of sediment particles at Station 6 (0.9mm in contrast to 0.29mm at Station 3). Larger sediment particles provide larger surface area for bacteria cells to grow on and therefore bacteria populations associated with larger grained sediments are often greater than those associated with smaller grained sediments (DeFlaun and Mayer 1983).

## (2) Comparison to 1994 study

Although the sampling sites used in the 1994 study (Kominato Report, MBRIJ 1994) were not exactly the same as the sites in our study, it is possible to loosely compare similar sites. The 1994 site 海域 1 is in a similar environment to our station 3 although there were large differences between both the pelagic and sedimentary bacteria. At this present study's station 3 the pelagic bacteria population was lower than at the 1994 site 海域 1 ( $1.97 - 2.08 \times 10^5$  cells/m with respect to  $3.06$

$- 3.84 \times 10^5$  cells/ml). However the sedimentary bacteria population was approximately 10 times that of 1994 site 海域 1 ( $2.06 \times 10^8$  cells/g dry sediment with respect to  $1.9 \times 10^7$  cells/g dry sediment). Station 1 was comparable to 1994 海域 2 environmentally and had similar pelagic bacterial numbers.

In terms of the freshwater samples taken in the Shinmei River, the number of benthic bacteria in this study was higher than the samples taken from an adjacent river in the 1994 study although this difference was not great.

Caution must be taken when looking at these two types of comparisons for a number of reasons. Firstly because in both studies all samples were single samples with no replication and all were taken on a single day. This does not take into account the patchiness of organisms nor the temporal variability, even over hours, in the marine environment. Secondly the stations in each year's study were not exactly the same so that due to the environmental differences we would expect substantial differences. Therefore due to the high



Table 6 Correlation matrix

- displays the correlation between environmental factors and bacteria numbers in Kominato waters.

	log (bacteria)	salinity	temperature	DO	nitrite	nitrate	phosphate	chl a
log (bacteria)								
salinity	-0.361							
temperature	0.592*	<b>-0.643</b>						
DO	0.358	<b>-0.72</b>	0.511					
nitrite	-0.236	-0.513	0.307	0.4				
nitrate	-0.205	0.505	<b>-0.723</b>	-0.459	-0.51			
phosphate	-0.169	0.315	-0.465	-0.505	-0.284	<b>0.838</b>		
chl a	-0.365	0.56*	-0.102	-0.416	0.076	-0.339	-0.407	
%FDC	0.591*	<b>-0.652</b>	0.494	<b>0.695</b>	-0.098	-0.329	-0.409	-0.579*

**bold** = significant, probability  $p < 0.05$

\* = marginally significant, probability  $p < 0.1$

spatial and temporal variability of the marine ecosystem (Longhurst 1981, Cushing 1981) we could therefore expect as much difference between samples taken on 2 consecutive days at one site as between our samples and the 1994 results.

### ( 3 ) Relationship between bacteria and the chemical environment

When bacteria at all sites were compared to the chemical properties of the surrounding waters and sediments, no clear relationships were evident (**Table 6**). On one hand this is in contrast to previous studies that have shown that bacteria numbers are correlated with various chemical properties of the surrounding waters. In particular, the correlation between chlorophyll a concentration and bacteria numbers has been shown to be a very strong positive correlation, in contrast to this study that shows a weak negative relationship (**Table 6**,  $p=0.27$ ). Our results also show no relationship between bacteria numbers and phosphate, nitrate, nitrite, salinity and dissolved oxygen concentrations in the surrounding water (**Table 6**, all  $p>0.05$ ). The number of bacteria was however marginally significantly correlated with the temperature of the surrounding waters (**Table 6**,  $p=0.55$ ).

On the other hand, these results are not unexpected as it is often difficult to discern the relationship between bacteria numbers and chemical properties of the surrounding water. This is due to the fact that bacterial populations show a lag in their response to fluxes in the environment. That is, the bacterial population sampled at any time is the result of factors affecting it prior to the sampling. For this reason the relationship between the percentage of dividing cells (FDC) and the chemical envi-

ronment was also investigated. (The FDC was used as it gives an approximation of the growth rate of the population at the sampling time and thus the flux of the population at that time.) This analysis found that FDC had a significant negative correlation with salinity and a significant positive relationship with dissolved oxygen, indicating that higher growth rates were found in waters with low salinity and high levels of dissolved oxygen. Like the total bacteria numbers, FDC also had a marginally significant negative correlation with chlorophyll a. As with the bacteria numbers, FDC had no relationship with nitrate, nitrite and phosphate.

### ( 4 ) Conclusion

The results of this study in the marine and aquatic waters around Kominato, Chiba-ken show the importance of replication in environmental studies. Appropriate analysis and discussion of environmental quality can only be made if there is adequate data to allow for statistical analysis.

These results were comparable to the 1994 study in the same area and also showed significant differences between the various stations. Comparing environmental factors to bacterial numbers and frequency of dividing cells (FDC), bacteria numbers were marginally correlated with temperature while FDC was negatively correlated with salinity and positively correlated with dissolved oxygen.

### References

- Cushing, D.H. (1981) - Temporal variability in production systems, in A.R. Longhurst (ed) *Analysis of Marine Ecosystems*, Academy Press, London, Chap. 15, pp. 443-472
- DeFlaun, M. and Mayer, L.M. (1983) Relationships between bacteria and grain surfaces in intertidal

- sediments, *Limnol. Oceanogr.* 28 (5) 873-881.
- Haas, L.W. (1982)-Improved epifluorescence microscopy for observing planktonic micro-organisms, *Ann. Inst. Oceanogr., Paris*, 58 (S): 261-266.
- Hagstrom, A., Larrson, U., Horstedt, P. and Norman, S. (1979)-Frequency of dividing cells, a new approach to the determination of bacterial growth rates in aquatic environments, *Appl. Environ. Micro.* May 1979, 805-812.
- Hobbie, J.E., Daley, R.J. and Jasper, S. (1977) Use of nucleopore filters for counting bacteria by fluorescence microscopy. *Appl. Environ. Micro.* May 1977, 1225 - 1228
- Kominato Report, MBRIJ (1994)
- Longhurst, A.R.(1981) Significance of spatial variability, in A.R.Longhurst (ed) *Analysis of Marine Ecosystems*, Academy Press, London, Chap. 14, pp. 415-442.
- Porter, K.G. and Feig, Y.S., (1980) - The use of DAPI for identifying and counting aquatic microflora, *Limnol. Oceanogr.* 25(5) 943-948
- Sukizaki, S., Tsuji, Y. and Ikemoto, E. (1990) Growth rates of microorganisms in deep sea sediments from the floor of Suruga Bay. *JAMSTEC Deepsea Research* (1990): 225-232.
- Sander, B.C. and Kalff (1993) - Factors controlling bacterial production in marine and freshwater sediments. *Microb. Ecol.* 26: 76-99.
- Velji, M.I. and Albright, L.J. (1986) - Microscopic enumeration of attached marine bacteria of seawater, marine sediment, fecal matter and kelp blade samples following pyrophosphate and ultrasound treatments. *Can. J. Microbiol.* 32 - 121-126.

### 5.3 プランクトン

#### 5.3.1 結果

##### (1) 植物プランクトン分析結果

##### (1.1) 採水法

採水法による海洋植物プランクトン分析結果を表7に示した。

出現した植物プランクトンは珪藻類が30種、黄色鞭毛藻類1種、渦鞭毛藻類3種、ミドリムシ藻類1種の合計35種類であった。出現種のなかでは珪藻類が種類数、細胞数ともに多く、種類数で全体の

約85.7%、細胞数で全体の99.6%を占めた。測点別にみると種類数はSt.1で最も多く計30種、またSt.4で最も少なく計21種となり、St.3, 4でそれぞれ23, 24種となり大きな差はみられなかった。層別にみるとSt.1, 4で0.5m層に少なくそれぞれ15, 13種、10m層に多く23, 20種となり、St.2, 3では0.5~10m層の種類数の差は最大で2種と少なかった。

各測点の層別細胞数を比較するとSt.2の0.5m層で $2.6 \times 10^5$  cells / l と最も多く、またSt.1~3では10m層よりも0.5, 5m層の方が多く、1.2~2.4倍の現存量であった。全測点の各層で*Chaetoceros sociale*が最も多く出現し、その組成は76~37%であった。全測点の合計細胞数で*Chaetoceros debile*, *Skeletonema costatum*が続いた。指標性についてみると外洋種として*Rhizosolenia hebetata*が、淡水種として*Stephanodiscus subsalsus*が出現したが、他のほとんどは沿岸・内湾種であった。また、*Skeletonema costatum*, *Chaetoceros didymum*といった広温性種や、*Thalassiosira rotula*, *Detonula pumila*, *Lauderia annulata*の暖水種が多くみられ、一方冷水種である*Chaetoceros debile*, *Eucampia zoodiacus*も出現した。黒潮流域にみられる種としては*Detonula pumila*, *Lauderia annulata*の2種も含まれた。小湊における植物プランクトンの多くは沿岸・内湾種、暖水種から成り、まれに冷水種、外洋種も含まれる混然とした種組成であることがわかる。

##### (1.2) ネット法

ネット法による海洋植物プランクトン分析結果を表8に示した。

出現した植物プランクトンは珪藻類が33種、藍藻類1種、ミドリムシ藻類1種の合計35種類であった。出現種には採水

法と共通する種類が多かったが、特徴的であったのは、*Chaetoceros* が8種、また採水法で全く出現しなかった藍藻類の *Trichodesmium* sp. が1種新たに認められた。出現量については採水法と比較し、同一種でも極端に少なかったこと、比較的大型である植物プランクトンがほぼ出現しなかったことから結果としての記述を避けた。

## (2) 海洋動物プランクトン分析結果

### (2.1) 採水法

採水法による海洋動物プランクトン分析結果を表9に示した。

採水法では原生動物のみを結果として採用した。出現した動物プランクトンは繊毛虫綱の8種であった。各測点・層別の種類数を比較すると、St.1の10m層が7種とやや多かった他は3~5種と大きな差が認められなかった。現存量は、St.2の0.5m層で最大282個体/lを示し、St.4の5m層では最小の7個体/lと大きな差が生じた。最も個体数が多かったのは *Oligotorichida* (461個体/l)、次いで *Tintinnopsis* sp.1であった。

### (2.2) ネット法

ネット法による海洋動物プランクトン分析結果を表10に示した。

ネット法では後生動物のみを結果とし

て採用した。出現した動物プランクトンは合計37種類であり、このうち橈脚類が最も多く22種類出現した。各測点・層別の種類数を比較すると、St.1の10~5m層で23種と最も多く、またSt.1~3では5~0m層より10~5m層に種類数が多く認められた。現存量は、St.1の10~5m層で最大3912個体/m<sup>3</sup>、St.1の5~0m層で最小で232個体/m<sup>3</sup>と分布の偏りが認められた。最も多く見られたのは、フジツボ類のノープリウス幼生で5244個体/m<sup>3</sup>、次いで *Paracalanus* のコペポダイト期幼生が2920個体/m<sup>3</sup>であった。*Paracalanus* 幼生の成体と考えられる種として *P. parvus* が出現した。指標となる出現種として、外洋性の *Solumundella bitentaculata*、黒潮に見られる *Paroithona pulla* 等が出現したが、他のほとんどは *P. parvus* をはじめとする沿岸・内湾性種であった。また沿岸・内湾性種の中には富栄養海域に多く出現する *Oithona davisae* が含まれた。

### 5.3.2 考察 (動植物プランクトンと海域の特性)

海水中の塩分測定結果からSt.4の表層で塩分濃度が比較的低い値を示し河川水の流入による影響が認められたが、同測点においては淡水産動植物プランクトンの出現は認められなかった。一方St.1の

表9 動物プランクトン分析結果(採水法)

番号	種名	測点												Total
		St. 1			St. 2			St. 3			St. 4-1			
		0.5m	5m	10m	0.5m	5m	10m	0.5m	5m	10m	0.5m	5m		
1	繊毛虫綱 <i>Mesodinium rubrum</i>	120	21	24	12				3				180	
2	<i>Holotrichida</i>			1				1					2	
3	<i>Oligotrichida</i>	9	15	6	234	30	6	12	132	12	4	1	461	
4	<i>Tintinnopsis</i> sp.1			81	24	84	27	28	30	21	32	5	332	
5	<i>Tintinnopsis</i> sp.2			9	6	24	12	12	1	2	2	1	69	
6	<i>Stenosemella nivalis</i>	5	3		6								14	
7	<i>Stenosemella</i> sp.			1									1	
8	<i>Ciliata</i>	9	6	30					1			1	47	
	種類数合計	4	4	7	5	3	3	4	5	3	4	3	8	
	細胞数合計	143	45	152	282	138	45	53	167	35	39	7	1106	
	単位: 細胞数/l													

表7 植物プランクトン分析結果(採水法)

番号	種名 珪藻	St. 1			St. 2			St. 3			St. 4-1		Total
		0.5m	5m	10m	0.5m	5m	10m	0.5m	5m	10m	0.5m	5m	
1	<i>Skeletonema costatum</i>	6240	12960	960	25920	18720	5280	6720	4320	960	8880	1920	92880
2	<i>Stephanopyxis palmeriana</i>				1200		720						1920
3	<i>Detonula pumila</i>	3360	5280	4320	6720	3600	3120	480		960	960	240	29040
4	<i>Leptocylindrus danicus</i>	4320	8400	4800	7680	4560	3360	3120	10320	1680		5760	54000
5	<i>Lauderia annulata</i>	1920	960	1920	960	480	2160	1200		480		480	10560
6	<i>Thalassiosira rotula</i>		2640	1680	3840	1200	1440	960	480	480		1680	12720
7	<i>Thalassiosira spp.</i>		720		480	240	480	480			960	480	5040
8	Thalassiosiraceae	480	480		240	480	240					480	2400
9	<i>Coscinodiscus astromphalus</i>		480		240								720
10	<i>Actinopterychus senarius</i>			720			480	240		240	240	720	2640
11	<i>Rhizosolenia delicatula</i>	240	720	720				720	240			720	3360
12	<i>Rhizosolenia hebetata</i>				480				240				720
13	<i>Rhizosolenia stolterfothii</i>			240	240	4080	480		960	480		480	6960
14	<i>Bacteriastrium sp.</i>			1200									1200
15	<i>Chaetoceros affine</i>	2160	5040	480	9600	720	2880	240		240	1200	1440	24000
16	<i>Chaetoceros debile</i>	36240	32160	9600	35760	34080	13680	2400	10320	4560	5520	4080	188400
17	<i>Chaetoceros diadymum</i>	720	720	3600	2400	4080	480		240				12240
18	<i>Chaetoceros lorenzianum</i>		1200	240	1200	720							3360
19	<i>Chaetoceros sociale</i>	102720	120480	46080	158880	117840	66960	66720	33600	43440	40800	15360	812880
20	<i>Chaetoceros sp.</i>		480			240	480			480		480	2160
21	<i>Odonitella aurita</i>			480						720	720		1920
22	<i>Dietyrum brightwellii</i>			240					240				480
23	<i>Eucampia zoodiacus</i>	1200	4560	1680	240	480	480	1200	2400	720		240	13200
24	<i>Asterionella glacialis</i>			480									480
25	<i>Grammatophora marina</i>			1920				480			240	960	1680
26	<i>Licmophora abbreviata</i>					1440						1440	4800
27	<i>Diploneis splendida</i>				240							240	480
28	<i>Nitzschia pungens</i>	8640	6000	2880	3360	3360	3360	3600	2880	1200	2400	2640	40320
29	<i>Cylindrotheca closterium</i>	240	1440	2400	1200	1680	1440	1200	720	720	480	480	12000
30	<i>Stephanodiscus subsalsus</i>		480					480					960
31	<i>Distephanus speculum</i>			240									240
	渦鞭毛藻												
32	<i>Pronoctiluca sp.</i>	240											240
33	Gymnodinales	480											480
34	<i>Heterocapsa triquetra</i>		240	240					240	240			960
	ミドリムシ藻												
35	<i>Eutreptella sp.</i>												
	種類数合計	15	20	23	20	18	18	16	15	15	13	20	35
	細胞数合計	169200	205440	87120	260880	198000	107520	90240	68160	57120	64320	41280	1349280
	単位:細胞数/1												

表 8 植物プランクトン分析結果(ネット法)

番号	種名	測点										Total
		St. 1		St. 2		St. 3		St. 4-1		4→0m	Total	
		5→0m	10→5m	5→0m	10→5m	5→0m	10→5m	5→0m	10→5m			4→0m
	珪藻											
1	<i>Skeletonema costatum</i>		10									10
2	<i>Stephanopyxis palmeriana</i>	30	18	5						32		85
3	<i>Detonula pumila</i>		12							9		21
4	<i>Leptocylindrus danicus</i>		18	5	112				29			163
5	<i>Lauderia annulata</i>		24									24
6	<i>Thalassiosira rotula</i>		6									11
7	<i>Thalassiosira sp.</i>	12										12
8	Thalassiosiraceae	6										6
9	<i>Coscinodiscus asteromphalus</i>		6									6
10	<i>Coscinodiscus sp.</i>	6										6
11	<i>Rhizosolenia hebetata</i>		18		10							28
12	<i>Rhizosolenia stolterfothii</i>						4					4
13	<i>Bacteriastrum varians</i>	54	36	10	29				32			161
14	<i>Chaetoceros affine</i>	84	36	5	19	11			4			159
15	<i>Chaetoceros compressum</i>	6	30		19				7	5		67
16	<i>Chaetoceros constrictum</i>		192	10	134	25			18			380
17	<i>Chaetoceros costatum</i>		18									18
18	<i>Chaetoceros danicum</i>	12										12
19	<i>Chaetoceros devile</i>	48	42	58	72	162			40	23		444
20	<i>Chaetoceros decipiens</i>			15	34	11						59
21	<i>Chaetoceros densum</i>	30	120	87	53				36	9		335
22	<i>Chaetoceros didymum</i>	30	18		91	29			29			197
23	<i>Chaetoceros didymum v. protuberans</i>		6	10	5				18			39
24	<i>Chaetoceros lorenzianum</i>		72	39	91	22			22	5		250
25	<i>Chaetoceros messanense</i>	18			5				11			34
26	<i>Chaetoceros sociale</i>	30	30	77	101	83			7	5		332
27	<i>Chaetoceros sp.</i>					7			11			18
28	<i>Triceratium revale</i>									5		5
29	<i>Dityrum brightwellii</i>		6									6
30	<i>Eucampia zoodiacus</i>		12		29				4			44
31	Fragilariaceae	18	12	5	5							40
32	<i>Nitzschia pungens</i>	432	414	197	235	65			68	23		1434
33	<i>Cylindrotheca closterium</i>	6	18	10	19	4			4	5		65
	藍藻											
34	<i>Trichodesmium sp.</i>	270										270
	ミドリムシ藻											
35	<i>Eutreptiella sp.</i>		6									11
	種類数合計	17	23	13	20	11			17	11		36
	細胞数合計	1092	1170	532.6	965	529.2			342	121.5		4752.3
	単位:細胞数/											

表10 動物プランクトン分析結果 (ネット法)

番号	種名	測点				St. 1		St. 2		St. 3		St. 4-1 4→0 m	Total
		5→0 m	10→5 m	5→0 m	10→5 m	5→0 m	10→5 m	5→0 m	10→5 m				
1	ヒドロ虫		72			6						78	
2	<i>Solmundella bitentaculata</i>					12						12	
3	<i>Siphonophora</i>		24									24	
4	Nematoda										6	6	
5	<i>Sagitta juvenile</i>		6									6	
6	枝角類		6			6						12	
7	かいあし類	6	312	18	53	18						408	
8	<i>Paracalanus parvus</i>		30	12	30	6						78	
9	<i>Acartia omorii</i>					6						6	
10	<i>Acartia steueri</i>										6	6	
11	<i>Oithona davisae</i>										6	6	
12	<i>Oithona similis</i>		6			6						18	
13	<i>Oithona nana</i>		60			6						66	
14	<i>Paroithona pulla</i>		18									18	
15	<i>Oncaea media</i>										6	6	
16	<i>Oncaea sp.</i>	6	6									12	
17	<i>Saphirella sp.</i>		6								6	6	
18	<i>Corycaeus affinis</i>	6	6								6	12	
19	<i>Cyclopoidea</i>										6	6	
20	<i>Euterpina acutifrons</i>		6									6	
21	<i>Harpacticoida</i>										18	18	
22	<i>Mormonilla sp.</i>		6									6	
23	<i>Copepodite of Eucalanus</i>		12									12	
24	<i>Copepodite of Paracalanus</i>	43	2016	48	472	207	98				36	2920	
25	<i>Copepodite of Clausocalanus</i>				6							6	
26	<i>Copepodite of Acartia</i>	55	6	132	94	134	67				12	501	
27	<i>Copepodite of Oithona</i>	12	240		35		12				6	306	
28	<i>Copepodite of Corycaeus</i>		24	6	59	6	12					107	
29	尾虫類	49	816	36	153	305	220				84	1663	
30	<i>Fritillaria spp.</i>		72									72	
31	<i>Oikopleura sp.</i>				12							12	
32	<i>Trochophora larva</i>	49	72	120	35	98	24				96	494	
33	<i>Polychaeta larva</i>		24	12	118	12	18				18	203	
34	<i>Actinotrocha larva</i>						6					6	
35	<i>Gastropoda larva</i>						37				12	49	
36	<i>U. larva of Pelecypoda</i>				12	6					6	24	
37	Nauplius of Balanomorpha	6	72		2242	1659	256				1008	5244	
	Cypris of Balanomorpha					6					18	24	
	種類数合計	9	23	8	17	12	14				14	37	
	個体数合計	232	3912	384	3351	2464	775				1332	12450	

単位：個体数/m<sup>3</sup>

5 m 層及びSt. 3の 0.5 m 層で淡水産植物プランクトン *Stephanodiscus subsalsus* が出現したことから、河川水の影響は岸から最も離れたSt. 1にまでおよんでいたと考えられる。また、動植物プランクトンを通じ希に外洋種もみられたが、多くは沿岸・内湾性の種であった。黒潮にみられる種として植物が2種、動物プランクトンが1種出現したことから、同海流の影響を受けていたことが示唆された。さらに現存量の多かった上位2種の植物プランクトンが冷水種であったことより、本調査期間中が冬季水域の特徴を示したと考えられる。

#### 5.4 ベントス

##### 5.4.1 調査結果

###### (1) メイオベントス

調査を行った4測点より6動物門9種類の生物が出現した(表11)。全測点で共通して出現が見られたのは、原生動物門根足虫綱有孔虫目と線形動物門線虫綱であり、各測点で卓越した。次いで出現の多かったのは、節足動物門甲殻綱橈脚亜綱ハルパクチクス目であり、St. 3, St. 4-1, St. 4-2の3測点で共通して見られた。また、St. 3とSt. 6ではダニ目が出現し、ヨコエビ亜目はSt. 6でのみ出現した。

出現個体数が最も多かった地点はSt. 4-

2であり、次いでSt. 4-1, St. 3の順に多く、最も出現の少なかったのはSt. 6であった。また、St. 3では0~1 cm層よりも1~2 cm層に出現が多く見られたが、St. 4-2では0~1 cm層に多く、St. 4-1では両層に大きな差はなく、深さと生物の出現状況の間には一定の傾向は見られなかった。

###### (2) マクロベントス

調査を行った5測点より7動物門9綱54種の生物が出現した(表12)。また、St. 6(砂浜)では生物の出現は見られなかった。最も出現の多かった測点はSt. 4-1で21種、253個体/0.05 m<sup>2</sup>の生物が出現し、節足動物門甲殻綱が卓越した。次いで出現の多かったSt. 4-2では16種、104個体/0.05 m<sup>2</sup>の生物が出現し、環形動物門多毛綱が卓越した。St. 1, St. 3ではそれぞれ14種、20個体/0.05 m<sup>2</sup>, 8種、19個体/0.05 m<sup>2</sup>の生物の出現が見られた。港内の2測点では出現個体数が多く、港外の2測点では少ない傾向がみられた。また、それぞれの種について出現傾向をみると、測点間で共通性に乏しいという特徴がみられた。

##### 5.4.2 考察

小湊海域におけるメイオベントスおよびマクロベントス群集の特徴について得

表11 メイオベントス分析結果

No.		個体数/19.625cm <sup>2</sup>						
		St. 3		St. 4-1		St. 4-2		St. 6
		0-1cm	1-2cm	0-1cm	1-2cm	0-1cm	1-2cm	0-1cm
1	Foraminifera 原生動物門 根足虫綱 有孔虫目	44	124	128	48	370	104	8
2	Ciliophora 原生動物門 繊毛虫亜門			156	72		192	
3	Gastrotricha 腹毛動物門	16	24	164	264		12	
4	Nematoda 線形動物門 線虫綱	344	1156	572	560	5650	4592	20
5	Polychaeta 環形動物門 多毛綱			28	4	30	28	
6	Tardigrada 緩歩動物門	32	44	4	4			
7	Acarina 節足動物門 蛛形綱 ダニ目	4	8					4
8	Harpacticoida 節足動物門 甲殻綱 橈脚亜綱 ハルパクチクス目	36	164	32	52	1250	672	
9	Gammaridea 節足動物門 甲殻綱 軟甲亜綱 端脚目 ヨコエビ亜目							4
	合計	476	1520	1084	1004	7300	5600	36
	種類数	6	6	7	7	4	6	4



表12 マクロベントス分析結果

No.	紐形動物門 星口動物門	星虫綱 多毛綱	星虫目 遊在目	星虫科 コロンシ科 シロコシカ科 キネシイシ科 コロンシ科 Parasitica シロコシ科	NEMERTINEA <i>Phascolosoma scolops</i> <i>Sinualtilidae</i> <i>Harmothoe</i> sp. <i>Platynereis bicunatculata</i> <i>Nereis polybranchia</i> <i>Lumbrinerides hawaii</i> <i>Lumbrineris longifolia</i> <i>Dorvillea (Schistomerines)</i> sp. <i>Paronides</i> sp. <i>Aonides ovacephala</i> <i>Disipis oculata</i> <i>Malacoceros</i> sp. <i>Prionospio (Prionospio)</i> sp. <i>Scoletopsis (Scoletopsis)</i> sp. <i>Caulerella</i> sp. <i>Chaetozoa</i> sp. <i>Cirratulid</i> <i>Cirratulidae</i> <i>Caprellia</i> sp. <i>Mediomastus</i> sp. <i>Notomastus</i> sp. <i>Abarenicola pacifica</i> <i>Malamanidae</i> <i>Owenia hispidiformis</i> <i>Chone</i> sp. <i>Decortier matsushimaum</i> <i>Eusiphoon usakiyamae</i> <i>Nucula paulula</i> <i>Nitidorellina nitidula</i> <i>Leoxythorhynchus hiigendorfi</i> <i>Nebalia bipes</i> <i>Bodotria</i> sp. <i>Hemiamphips</i> sp. <i>Paranthuridae</i> sp. <i>Cleantis planicauda</i> <i>Symnus caudatus</i> <i>Synidotea laevadorsalis</i> <i>Orechomene</i> sp. <i>Urothoe</i> sp. <i>Harpinopsis</i> sp. <i>Synchelidium</i> sp. <i>Alytus japonicus</i> <i>Alytus matsukawaensis</i> <i>Pontogeneia rostrata</i> <i>Paradaxamine marile</i> <i>Hyalidae</i> sp. <i>Aeroides columbiae</i> <i>Gammaropsis</i> sp. <i>Bubocorophium tanabensis</i> <i>Caprella (Spinicephala) verrucosa</i> <i>Degenidae</i> sp. <i>Leptosynapta inhaerens</i> <i>Enteropneusta</i>	St. 1		St. 3		St. 4-1		St. 4-2		St. 6	
						個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															
21															
22															
23															
24															
25															
26															
27	環形動物門	腹足綱	ツバガイ目	ツバガイ科											
28		掘足綱	ツバガイ目	ツバガイ科											
29		二枚貝綱	異歯目	コロンシ科											
30		海鞘綱	ツバガイ目	ツバガイ科											
31		海鞘綱	ツバガイ目	ツバガイ科											
32		甲殻綱	コナハエ目	コナハエ科											
33			クマ目												
34			等脚目												
35															
36															
37															
38															
39															
40															
41															
42															
43															
44															
45															
46															
47															
48															
49															
50															
51															
52															
53	棘皮動物門	海胆綱	無足目												
54	原索動物門	腸鳃綱													
					合計	20	0.52	19	0.11	253	2.43	104	0.98		
					種類数	14		8		21		16	0		

注1: +は0.000g未満を示す。注2: St.6の採面積は0.09cm<sup>2</sup>

られた結果より考察する。

(1) メイオベントス

メイオベントスの個体数密度は一般的に 10 cm<sup>2</sup> あたり数百～数千個体といわれ、今回得られた結果も St. 6 を除く全ての測点で同様な傾向を示した。また、線虫綱や甲殻綱ハルパクチクス目が優占種として出現する点でも一般的な傾向と一致している。

今回得られた結果では、線虫綱やハルパクチクス目の最も多く出現した測点は St. 4-1 であり、次いで St. 3 であった。しかし、St. 4-2 では 0～1 cm の上層に多く出現し、St. 3 では 1～2 cm の下層に多く出現がみられた。この 2 測点を比較してみると、St. 4-2 では海水の流動は少ないのに対し、外洋に面した St. 3 では港内に比べ大きいため、海水の交換が良く深いところまで分布することができたと思われる。

St. 6 は、底質の粒径が他の地点と比べて大きい、強熱減量からみた有機物量が他の地点に比べ 1.8 と低い、一時的にせよ干出するなどといった条件より極端に出現個体数少ない値を示したものと考えら

れる (表13)。

しかし、メイオベントスの分布制限要因は上述のことばかりではなく、水温・塩分・溶存酸素量・餌料生物・換水率・光・補食圧といった様々な要因が複雑に関わり合ってきているので、今後は以上のような点をあわせて検討する必要があると思われる。

(2) マクロベントス

各調査測点において、表14に示すように環形動物門 (多毛綱) と節足動物門 (甲殻綱) の比率が非常に高かった。各測点の優占種 3 種をみても (表15) その傾向は明らかであった。

表14 マクロベントスの門別組成比率 (%)

	環形動物	軟体動物	節足動物	その他
St.1	35.0	20.0	30.0	15.0
St.3	63.2	0.0	36.8	0.0
St.4-1	17.4	0.0	82.2	0.4
St.4-2	96.2	1.0	1.0	1.9

各測点の優占種 3 種の生息環境の特徴と分析上のキーポイントはそれぞれ以下のものであった。

表13 底質分析結果

	St. 3	St. 4-1	St. 4-2	St. 6
粒度組成 (%)				
中レキ	0.15	0.15	—	8.74
細レキ	0.14	1.79	0.13	14.84
粗砂	10.56	16.52	21.39	49.85
細砂	88.92	80.35	77.78	26.5
シルト+粘土	0.23	1.19	0.70	0.07
中央粒径 (mm)	0.29	0.3	0.7	0.9
含水率 (%)	24.3	41.2	31.8	21.0
強熱減量値	2.1	3.8	2.9	1.8

表15 マクロベントス各測点の優占種とその個体数組成比

調査測点	優 占 種	%
St. 1	Sipunculidae (ホシムシ科)	14.3
	Lumbrinerides hayashii (ギボシイソメ科)	14.3
	Cheatozone sp. (ミズヒキゴカイ科)	14.3
	サクラガイ (ニッコウガイ科)	14.3
	Hemilamprops sp. (カザリクマ科)	14.3
	Harpiniopsis sp. (ヒサシヨコヒ科)	14.3
St. 3	Dispio oculata (スピオ科)	42.1
	Lumbrinerides hayashii (ギボシイソメ科)	21.1
	Urothoe sp. (ツノヒゲソコヒ科)	10.5
St. 4-1	Cheatozone sp. (ミズヒキゴカイ科)	39.4
	ミナシロガネコガイ (シロガネコガイ科)	23.1
	Caulleriella sp. (ミズヒキゴカイ科)	6.9
St. 4-2	コノハヒ (コノハヒ科)	38.3
	Hyalidae (モクスヨコヒ科)	15.4
	Atylus matsukawaensis (ワタハネヨコヒ科)	14.2

Sipunculidae (ホシムシ科の一種) : St. 1  
 本種の属するホシムシ科は、全国の潮間帯～超深海の砂泥底から藻類根元と多様な環境から出現する。有機物細片を砂泥とともに摂取する。本種は、その外部形態から科まで判別できる。

*Lumbrinerides hayashii* (ギボシイソメ科の一種) : St.1, St. 3

本種の属するギボシムシ科は、海藻の仮根部、岩の割れ目、砂泥底などに潜り込んで生活する。特に泥底の海域に多く出現する。外部形態がかなり特徴的な

で科までは判別できる。本種は、前口葉や剛毛の先端部、小顎と大顎の形で属・種まで分類できる。

*Cheatozone* sp.・*Caulleriera* sp. (いずれもミズヒキゴカイ科の一種) : St.1, St. 4-2

本種の属するミズヒキゴカイ科は全国の潮間帯や砂泥底に広く分布し、堆積物中数cmに潜り込んで生活する。運動力にはふい。触手の有無と位置が大きな特徴。鰓の始まる剛毛節の数、腹足枝の剛毛の長さなどで属まで判別できる。剛毛

の先端部の形で種まで同定できる種もある。*Cheatozone* sp. は体の後部の剛毛の生え方が特徴的で、*Caulleriella* sp. は *Cheatozone* sp. よりも腹足枝の剛毛が短いことが特徴。

サクラガイ (ニッコウガイ科の一種) : St.1

本種は、日本各地の潮間帯から水深80 mの細砂泥底に出現する。ウズサクラガイと非常によく似る。前後側歯・主歯の数と形、前後閉殻筋痕、套線により種の判別ができる。

*Hemilamprops* sp. (カザリクーマ科の一種) : St.1

本種の属するニシキクーマ属は、熱帯・亜熱帯を除く全海洋の浅海から深海底に出現する。Telson の形と大きさで科まで判別できる。

*Harpiniopsis* sp. (ヒサシソコエビ科の一種) : St.1

本種の属するヒサシソコエビ科は、砂質底に生息し、すばやく砂中にもぐる。よく出現する種であり、眼がないのが大きな特徴。本種は、尾節、第5歩脚の基節が分析の key になる。

*Dispia oculata* (スピオ科の一種) : St.3

本種は、同科の *Scolecipis* sp. と非常によく似るが、*Dispia* sp. には第1剛毛節に鰓があるところで大きく異なる。

*Urothoe* sp. (ツノヒゲソコエビ科の一種) : St.3

本種は、砂泥底に出現し砂泥中に潜って生活する。第3基板に生えている毛が特徴的。第2歩脚、小顎、大顎、尾節の形で判別する。*U. gelasina ambigua* に非常によく似るが、種の特徴の記載が全部一致しなかったため属でとどめた。

ミナミシロガネゴカイ (シロガネゴカイ科の一種) : St. 4-2

本種の分布海域は本州中部以南、砂底

～潮間帯の水深数 m に出現する。疣足の Interanal cirri の生え方と形が最終的な key になる。

コノハエビ (コノハエビ科の一種) : St. 4-2

浅海の汚泥中に棲み時おり水中に出て活発に泳ぐ。泥中の有機物を摂取し、しばしば腐肉に集まる。水温や水質の変化に非常に強い耐性を持つ。

*Hyalidae* (モクズヨコエビ科の一種) : St. 4-1

本種の属するモクズヨコエビ科は、北海道から九州の黒潮海域の藻場に出現する。本種は、第3尾肢の先端部と尾節の形が分類の key になる。今回の分析では *Parhyllella* 属に同定されたが日本の記載がはなかったため科にとどめた。

*Atylus matsukawaensis* (フタハナヨコエビ科の一種) : St. 4-1

本種の属するフタハナヨコエビ科は、本州以南の低潮線付近の砂底に出現する。大顎の Inner plate の裏側の特徴と下唇の形から種まで判別した。

以上の知見と表13に示した底質分析結果を合わせて考えると、マクロベントスの出現した4測点は St.1, 3 と St. 4-1, 4-2 に大別することができると思われる。

St.1とSt.3では明瞭な傾向は見いだせなかったが、他の2測点とは異なる外海性の群集組成を示しているといえると思われる。St.1では全体の出現個体数が少なかったため上位3種は必ずしも測点を代表する種とは言い切れないが、*Harpiniopsis* sp. 群集は小湊周辺海域で弱内湾性を示す典型的な群集として知られている。St.4-1およびSt.4-2では、強熱減量値の値が大きく、シルト+粘土分も高い値を示した。堆積物食性の多毛類の出現が多く、中内湾性を示す群集型によく

みられるミズヒキゴカイ科に属する種が出現していることなどから、この2測点は内湾的な環境にあると考えられる。また、St. 4-1の優占種であるモクズヨコエビ科、*Atylus matsukawaensis* やフタハナヨコエビ、アゴナガヨコエビ、オシャモジトゲホヨコエビ、コブワレカラの6種は藻場や低潮線付近に多く出現する種であった。St. 4-1は湾口部のため、海藻が自生していたかあるいは流れ藻が漂着していた可能性が考えられる。それらが採泥器によって採取され、多くの甲殻類が本測点に出現したものと思われる。

底生生物の分布様式には海域の地理条件、潮の流れなどの物理的要因、餌料など多くの分布制限要因が働いている。今回は、底質と出現生物によって小湊周辺海域のベントス群集の特徴について考察を行ったが、より多くの要因について調査をすすめれば、さらに詳しい考察を行うことができると考えられる。

#### 参考文献

- Barnard, J. L. and G. S. Karaman (1991): The families and genera of marine gammaridean Amphipoda (except marine gammaroids). Rec. Austr. Mus., Suppl., 13 (Part 1 and 2), 1~866.
- Day, J.H. (1967): FA monograph on the Polychaeta of Southern Africa., British Museum Nat. Hist. Publ. 656 (Part 1 and 2), 1~878.
- 波部忠重 (1977): アサリ属, 日本産軟体動物分類学二枚貝綱/堀足綱, 264, 北隆館, 東京.
- 林 勇夫 (1986): 若狭湾海域内湾部のマクロベントス相の特徴, 沿岸海洋研究ノート, 23 (2), 173~184.
- 堀越増興・菊池泰二 (1976): 第二編ベントス, 元田 茂編, 海藻・ベントス (海洋科学基礎講座 5), 149~430, 東海大学出版会, 東京.
- 堀越増興 (1990): 第13章日本周辺海域のベントスについて, 日本海洋学会沿岸海洋研究会編, 続日本沿岸海洋誌 (総説編増補版), 283~311, 東海大学出版会, 東京.

伊藤立則 (1985): 第2章間隙の生活, 砂のすきまの生きものたち-間隙生物学入門-, 73~151, 海鳴社, 東京.

西村三郎編 (1992): 環形動物門・多毛綱, 原色検索日本海岸動物図鑑(I), 310~373, 保育社, 大阪.

西村三郎編 (1992): 星口動物門, 原色検索日本海岸動物図鑑 (I), 299~305, 保育社, 大阪.

西村三郎編 (1995): 甲殻亜門, 原色検索日本海岸動物図鑑 (II), 42~379, 保育社, 大阪.

岡田 要・内田清之助・内田 亭編 (1965): 環形動物・多毛綱, 新日本動物図鑑(上), 489~532, 北隆館, 東京.

岡田 要・内田清之助・内田 亭編 (1965): 端脚目, 新日本動物図鑑(中), 559~580, 北隆館, 東京.

## 5.5 淡水生物

### 5.5.1 結果

#### (1) 分析結果

本調査では47種類の底生生物が確認された。綱別にみると昆虫綱38種類, ミミズ綱3種類, ウズムシ綱, ハリガネムシ綱, マキガイ綱, ニマイガイ綱, 甲殻綱, クモ綱がそれぞれ1種類であった。

St. 7は周囲に人家があり, 田畑が多かった。両岸は切り立った崖になっており木々がせりたち, 日当たりの非常に悪いところであった。水面幅約5m, 水深約0.2mであり, 河床は岩盤の上に拳大の礫が浮き石状に存在していた。調査時の状況は気温15.7°C, 水温14.2°C, 流速0.5 m/sec, 透視度は1m以上であった。

底生生物は11種類が出現し, 個体数164個体/m<sup>2</sup>, 湿重量1.68 g/m<sup>2</sup>であった。最も多く出現した種類は個体数, 湿重量ともにプラナリア科であり, 個体数で72%, 湿重量で36%を占めていた。

St. 8は周囲に人家, 田畑はみられなかった。両岸はSt. 7と同じく崖で木がせりたち日当たりが悪かった。水面幅約5m, 水深約0.15mであり, 河床は礫, 砂であり拳

大の礫が沈み石状態で存在していた。調査時の状況は気温14.4℃，水温12.8℃，流速 0.3 m/sec，透視度は1 m以上であった。

底生生物は45種類が出現し個体数4664個体/m<sup>2</sup>，湿重量11.80 g/m<sup>2</sup>であった。最も多く出現した種類は，個体数で見るとトビイロカゲロウ属で36%を占めており，次いでナガレユスリカ属の9%，プラナリア科の7%であった。湿重量で見ると最も多いのがサワガニで25%，次いでクロスジヘビトンボの19%，コガタシマトビケラの14%であった。(表16)

各地点で多く出現した底生生物の生態的特徴を以下に示した。

#### プラナリア科

湖や河川上流から下流まで幅広く分布する。水底を匍匐し付藻などを捕食する。

#### トビイロカゲロウ属

河川の上流から下流まで広く分布し，主に流れの速いところに生息する。

#### ナガレユスリカ属

流れの比較的強いところに筒状の巣を作り巣の一端を基質に固着させ，主に流下する有機物を捕食する。

#### コガタシマトビケラ

瀬の石礫間に絹糸で捕獲網を作り，流下する有機物を漉しとり捕食する。

#### サワガニ

山間の清流に分布し，石礫間や岩の下などに生息する。水生動物や流下する死骸などを捕食する。

#### クロスジヘビトンボ，ヘビトンボ

溪流や流れの速い瀬に分布する。水底の石礫の下面や側面を強い肢で匍匐し水生昆虫などを捕食する。

### (2) 生物学的水質判定

生物学的水質判定を，St. 7，8の底生

生物の分析結果に対して行った結果は表17のようになった。

表17 生物学的水質判定結果

判定方法	St.7	St.8
優占種法	不明	清冽
Beck-Tsuda法	かなり汚濁	清冽
汚濁指数法	やや汚濁	やや汚濁

総合的にみるとSt. 7は「やや汚濁した水域」であった。St. 8では結果だけをみると「清冽な水域」となるが，「やや汚濁した水域」を指標するコガタシマトビケラ，「かなり汚濁した水域」を指標するナガレユスリカ属が多数出現しているため，「清冽～やや汚濁した水域」と判定する。

#### 5.5.2 考察

St. 7は出現種類数，個体数ともに少なかった。これは以下に述べることに起因すると考えられる。

- ・底質が岩盤の上に礫が浮き石として存在するという不安定な構造であり，生息する環境が持続しないこと。

- ・周辺には人家があり，田畑が多く人為的汚濁が進んでおり，生物の分布を限定していると考えられること。生物学的水質判定の結果も「やや汚濁～かなり汚濁している」であり，水質汚濁の進行を示している。

St. 8は出現種類数、個体数ともに比較的多く出現した。これは以下に述べることに起因すると考えられる。

- ・凹部に砂の堆積する礫底であり，多様な種の生息できる複雑な底質であったこと。

- ・礫の表面など、基質に固着するナガレユスリカ属，礫間に絹糸で巣を作るコガタ

表16 神明川底生生物分析結果

番号	動物門	綱	目	科	和名	学名	地点		単位[個体数:個体/m <sup>2</sup> ,湿重量g/m <sup>2</sup> ]	
							項目	個体数	湿重量	個体数
1	扁形動物	カスムシ	三岐腸	プラナリア	Planariidae		St.7	St.8		
2	袋形動物	ハリガネムシ	ハリガネムシ	ヒラマキスマイ	Gordiidae		104	0.60	328	1.24
3	軟体動物	マキガイ	モリアガイ	ヒラマキスマイ	<i>Gyraulus chinensis</i>				8	+
4	環形動物	ニマイガイ	ハマガリ	マシ	<i>Corbicula leana</i>				16	+
5		ミズ	イシズ	シシ	<i>Physina</i> sp.				4	+
6					<i>Nais</i> sp.				36	+
7					<i>Limnodrilus</i> sp.				8	+
8	節足動物	クモ	ダニ		Acarina				20	+
9	甲殻	エビ	カゲ	サワガニ	<i>Geothelphusa dehaani</i>				4	2.92
10	昆虫			ヒラカゲ	<i>Ecdyonurus kibunensis</i>				28	0.08
11					<i>Cinygma</i> sp.				8	0.04
12					<i>Baetis salicicornis</i>				4	+
13					<i>Baetis thermicus</i>				32	0.04
14					<i>Baetis yoshinensis</i>				48	0.12
15					<i>Baetis</i> sp.				4	+
16					<i>Paraleptophlebia</i> sp.				1676	1.44
17					<i>Ephemerella rufa</i>				44	0.12
18					<i>Caenis</i> sp.				100	0.04
19					<i>Ephemerella japonica</i>				8	0.40
20					<i>Ephemerella</i> sp.				4	+
21					<i>Onychogomphus viridicostus</i>				12	
22					Anisoptera				4	+
23					不均類				4	+
24					カマキリ科	<i>Wormaldia</i> sp.pupa			4	+
25					イロビケ	<i>Plectrocnemia</i> sp.			60	0.16
26					シマビケ	<i>Cheumatopsyche brevilineata</i>			312	1.64
27					カス	<i>Micrasema</i> sp.			8	+
28					ヘビ	<i>Parachauliodes continentalis</i>			8	2.24
29					カワ	<i>Potrohermes grandis</i>			4	0.96
30					ハラ	<i>Nemoura</i> sp.			8	+
31					カ	Leuctridae			4	+
32					コウ	<i>Hydraena</i> sp.			4	+
33					マル	<i>Gyphon</i> sp.			24	0.08
34					ヒト	<i>Zaitzeviaria</i> sp.			28	0.04
35					ヒト	<i>Eliminae</i> sp.1			36	0.04
36					ヒト	<i>Eliminae</i> sp.2			40	0.04
37					カ	Coleoptera pupa			16	0.04
38					ユ	<i>Ericcera</i> sp.			8	0.32
39					ユ	<i>Pentaneura</i> sp.1			300	0.04
40					ユ	<i>Pentaneura</i> sp.2			12	+
41					ユ	<i>Microtendipes</i> sp.			28	+
42					ユ	<i>Polypedilum</i> sp.			92	0.04
43					ユ	<i>Rhectanytarsus</i> sp.			400	0.04
44					ユ	Orthocladinae			64	+
45					ユ	Chironomidae pupa			712	0.36
46					ユ	<i>Atrichops morimotoi</i>			4	+
47					ユ	<i>Suragina satsumana</i>			12	0.04
					Empididae				76	0.04
					合計		164	1.68	4664	11.80
					種類数		11			45

シマトビケラが出現しており、河床が安定して存続していると考えられること。

・人家、田畑などがなく人為的負荷がほとんどないこと。生物学的水質判定の結果、「清冽～やや汚濁した水域」となり、水質汚濁の進行は若干あるが、自然界由来の汚濁と考えられる。

#### 引用文献

- 1) 谷田一三監修(1992)：滋賀の水生昆虫，新学社，京都
- 2) 上野益三編(1973)：日本淡水生物学，図鑑の北隆館，東京
- 3) 津田松苗編(1962)：水生昆虫学，北隆館，東京
- 4) 森下郁子(1975)：生物モニタリングの考え方，山海堂，東京

## 6 感想

### 浮遊生物課 松井 隆明

学生の頃、船の調査といえばもっぱら手漕ぎボートを使用していたので、今回の新人研修は新鮮であった。しかしながらいざ調査船に乗船してみると、海はやや波が強く、自分の作業を行うことで精一杯、あとは酔ってたまるか遠くを眺めることに徹していた。磯の生物観察や河川での調査は最も楽しみにしていたことであったが、久しぶりに生きた生物を間近で見たり、実際に採集したりとどっぷり水生生物につかることができ満足であった。また迅速に作業をこなす先輩方を見て、仕事に対する緊張感も感じさせられた。昼間の研修もさることながら、夜間の研修も楽しいものであった。採集した生物を図鑑をもとに同定したり、夜間の潮間帯生物観察も新たな発見ができたが、吉澤 忍さん手作りの魔法のウーロン茶は絶品であった。最後に、研修に携わっていただいたみなさまに感謝いたします。ありがとうございました。

### 環境微生物課 中尾 徹

大型船で外洋をさまよい、遙か彼方に陸地もなく、すれ違う船も見えず、ただ重機器を海に落とし、膨大なデータを吐き出し、1ト

ン、2トンと上がってくる海水を処理する日々が続く調査、小さな漁船で大きな波に揺られながら、時間との争いで行う調査。両者の違いは、外洋域か沿岸域かである。さほどの違いはない。やっている事は同じである。しかし、沿岸域はスケール、サイクルが違う…。

さて、本報告書を書くにあたって海底地形図を眺めてみると、なかなか面白い海域で調査を行っていたんだなと気付く…。本調査のデータを見て、絶句。こんな調子で始まった今回の報告書は如何なるものになったのでしょうか…。

最後に、新人研修でお世話になった、諸先輩方々に感謝いたします。

### 環境微生物課 HARRIET BAILLIE

私は会社に入った時、だれも知らなくて、サンプリングの方法もわからなかった。ですから小湊の現場に行ったのは新入社員と友達となって、サンプリングの方法を習うのいい機会だったと思います。そしたらいろいろなことを習ったので、うちの会社の仕事がよくわかりました。報告書を書いた時面白いことを習いました。一番面白かったことは、みんなで報告書を書くことですが、時間がかかってとても難しいです。

今年の小湊の現場に提案があります。科学記事をちゃんと書く目的があったら自分たちの仮説を試験できて、いい経験だと思いません。もっと時間がかかるかもしれませんが面白い記事を出せると思います。ほかの提案は毎年同じステーションでサンプルをとる提案です。そうすると小湊のへんで長期の調査ができます。

### 環境生物Ⅰ課 前島 依子

小湊新人研修で印象に残ったことは“船酔い”でした。今まで一度も船に酔ったことがなかったので、胃が飛び出すのではないかと思うくらい苦しい体験をしました。調査が終わって漁師さん達に「今日は風だから楽だったでしょ」と言われ、言葉になりませんでした。サンプル分析では、メイオベントスを初



めて見たことがかなり印象的でした。マクロベントスは見たことや聞いたことがあったのですが、メイオベントスに関しては存在すら知らなかったのでも驚きました。

小湊研修を通して自分の身の回りに生き物のいない場所はないということをヒシヒシと感じ、勉強しなくてはならないことの多さに我ながらあきれてしまいました。

今後、この新人研修での貴重な経験を仕事をしていく上でのベースにしていきたいと思えます。

最後に新人研修で惜しみなくご指導、ご協力下さいました多くの講師の方々に厚く御礼申し上げます。

環境生物Ⅱ課 花里 匡史

やっとな、報告書が完成しようとしています。長くとも短い、いや短くとも長い道のりでした。山を登り、谷を越え、藪をこぎ、はたまた、海原に漕ぎ出し波に揺られ、調査の一通りを教えてもらっていたあのときは楽しくて仕方ありませんでした。生き物に、生

息しているところで出会うというのは幾つになっても、どんなところでも変わらない喜びなのです。その上、今まで知らなかった生物界にたいする様々な視点、接点を実体験として知る機会を与えてもらい、新しい体験の連続に幸せの絶頂でした。夜のお茶の時間もまた格別で…。そして今報告書をまとめる段階となり、調査の目的、方法、調査地点などの設定段階ですべきことの多さ、重要性を噛みしめています。この調査計画も新人が立てられたらさらに面白くなったでしょう。さらに大変にもなったでしょうが。

このように得ることの多かった研修でしたが最大のもは自分に何が足らず、これから何をすべきなのか、ということを知ることができたことでしょう。今後、私が歩を進めるための力にしていきます。貴重な時間を割いて何もわからない私たちにご指導下さった諸先輩の方々、有り難うございました。お礼を申し上げます。そして最後に同期のみんな、有り難う。一緒に頑張っていこう。