

平成8年度
小湊周辺における河川・海域環境調査
報告書

平成8年度 入社	GISラボラトリー	浦野 庸子
	環境微生物課	鈴木 信也
	環境生物 I 課	松丸 智
	浮遊生物課	Tim Dempster
	浮遊生物課	栗田 貴代
	浮遊生物課	師田 彰子
	浮遊生物課	村野 原

1. 調査目的	6
2. 調査方法	7
3. 結果	9
3-1. 一般項目	9
3-2. 水質調査	10
3-3. 底質調査	10
3-4. 生物調査	13
(1) バクテリア	13
(2) 動物・植物プランクトン	14
(3) 卵・稚仔	20
(4) 底生生物	22
(5) 潮干帯生物	28
4. 考察	29
4-1. 水質と浮遊生物	29
4-2. 卵・稚仔	32
4-3. 底生生物	33
4-4. 潮干帯と潮干帯生物	34

1. 目的

本調査は新入社員研修の一環として行われたものの一つである。新入社員研修は当社の主要業務である現地調査から報告書作成業務までを体験実習することにより、①当社の基礎的な業務内容を理解すること、②業務の舞台が海や河川などの自然界であることからそのスケールや特殊性を認識すること、③現地においては最も基本的なところである安全の確保と安全に対する意識の向上を図ることを目的として行われた。その上で本調査は小湊周辺における河川・海域の環境を把握することを目的とした。

2. 方法

2-1. 調査期間

平成8年4月22日から4月25日の期間に行った。

2-2. 調査場所

千葉県安房郡天津小湊町地先海域（5測点）および神明川（2測点）の7測点で行った。各測点は図1及び表1に示した。

2-3. 調査項目

一般・水質・底質・生物の各項目について調査した。詳細項目は表2に示した。

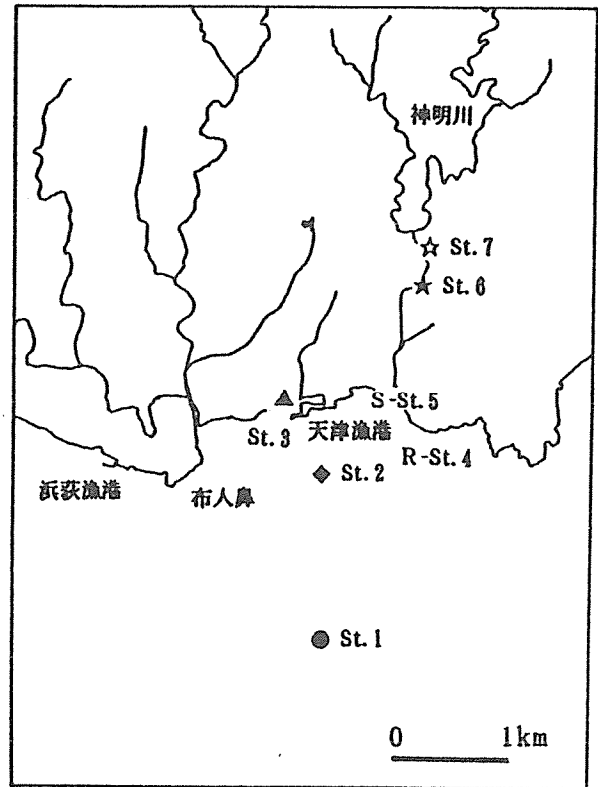


図1 千葉県南房総 天津小湊

表1 調査測点

	測点	位置	緯度経度
海域	St.1	沖合	35° 06.570' N, 140° 10.090' E
	St.2	沿岸	35° 06.954' N, 140° 10.187' E
	St.3	天津漁港内	35° 07.117' N, 140° 9.765' E
潮干帯	St.4	城崎海岸（岩礁部）	-
砂浜	St.5	城崎海岸（砂浜部）	-
河川	St.6	神明川（下流）	-
	St.7	神明川（上流）	-

表2 調査項目

	測点	調査項目
一般項目	St.1-3	水温・気温・風向・風速・波高・波向・透明度・水色・水深 溶存酸素・海況・天候
	St.4	気温・付着基盤断面測量
	St.5	水温・気温・泥温
	St.6,7	水温・気温・流速・透視度・河床状況・河川周辺の状況
水質	St.1-3, 6,7	塩分・pH・溶存酸素・クロロフィルa 栄養塩(NH ₄ -N, NO ₂ -N, NO ₃ -N, PO ₄ -P)
底質	St.1-3	泥温・泥色・泥臭・性状・乾燥減量・強熱減量・粒度組成
生物	St.1-3	バクテリア・動物植物プランクトン（採水・ネット）・卵稚仔 メイオセントス・マクロセントス
	St.4	バクテリア・メイオセントス・マクロセントス
	St.5	潮干帯（岩礁部）生物
	St.6,7	バクテリア・動物植物プランクトン（採水・ネット） メイオセントス・マクロセントス・付着藻類

2-4. 調査方法

(1) 水質

水質調査のためのサンプル採集は北原式採水器・バンドーン型採水器・バケツを使用して採水を行った。採水を行った測点と採水層は表3に示した。採取したサンプルは白または茶色のポリ容器（100-500ml容量）に取り、塩分分析のためのサンプルは塩検ビン、溶存酸素分析のためのサンプルは直ちに固定しDOビンに入れて冷蔵した。

調査終了後、クロロフィル_a分析のためのサンプルはGF/Cフィルター（ワットマン社）で濾過処理を行い、そのフィルターを冷凍サンプルとして保存した。DO・pHについては調査終了後に、その他は帰社後に室内分析を行った。水質分析の方法は表4に示した。

水温・塩分は、CTDメーター（アレック社、AFD-Ⅲ型）・Seabird（SEABIRD社、SBE19型）を使用し船上観測を行った。観測は海面から海底直上1mまで1m毎に行い、測定したデータは塩検分析・棒状温度計の結果値で補正した。

(2) 底質

底質調査のためのサンプル採集にはスミス・マッキンタイヤ採泥器（採泥面積0.05m²）を使用して採泥し、各測点で2回行った。採集はSt. 1-3で行った。

泥温は棒状温度計で測定し、泥色・性状の観察は目視、泥臭は嗅覚により判断した。その他の項目については帰社後に分析した。分析方法は表5に示した。

(3) 生物

① バクテリア

バクテリア調査のためのサンプル採集は、St. 1-3, 5-7で行った。採集した測点と採水層・採集場所及び採集方法は表6に示した。

採水試料については容量50ml滅菌済み容器（コニング社）に入れ、最終濃度が1%になるようにグルタルアルデヒドで固定した。採泥試料はマイクロピペットのチップを用いて採泥し、事前に孔径0.2μmのヌクレポアフィルターで濾過除菌済みの海水を最終濃度1%になるようグルタルアルデヒドを添加しておいた固定液に入れた。採取した試料は遮光・冷蔵保存し、帰社後分析を行った。

計数は、DNAと特異的に結合するDAPI（4'-6-diamidino-2-phenylindole）染色による直接計数法（Porter and Feig, 1980）により行った。採水サンプルは2mlずつ採取し3mlまでメスアップした後、DAPIを添加（最終濃度1mg/ml）し10分以上染色した。採泥試料はPyrophosphateを2滴入れ超音波分散器（Model社）で約45秒分散処理した。10分間静沈後、0.05-0.3mlずつ採取

表3 調査海域と採水層

測点	採水層
St.1	0.5, 5, 10, B-1m
St.2	0.5, 5, B-1m
St.3	0.5, B-1m
St.4	流下河川水
St.7	流下河川水

表4 水質分析方法

項目	分析方法
pH	JIS K 0102 規格 12.1 ガラス電極法
溶存酸素	JIS K 0102 規格 32.1 ウィンクラー・アジ化ナトリウム変法
塩分	海洋観測指針 8.2 サリノメーターによる方法
NH ₄ -N	海洋観測指針 8.8.2.4 インドフェノール法
NO ₂ -N	海洋観測指針 8.8.2.5 スルファニルアミド・エチレンジアミンによる発色法
NO ₃ -N	海洋観測指針 8.8.2.6 銅・カドミウムカラムによる還元後、スルファニルアミド・エチレンジアミンによる発色法
PO ₄ -P	海洋観測指針 8.8.2.2 モリブデン青法
クロロフィル _a	海洋観測指針 89.6.1 蛍光光度法

表5 底質分析法

項目	分析方法
乾燥減量	底質調査法2.3
強熱減量	底質調査法2.4
粒度組成	JIS A 1204 土の粒度試験法

表6 バクテリア調査測点と採水層及び採取場所及び採集方法

測点	採水層・採取場所	採集方法	
		採水	採泥
St.1	0.5, 5, 10, B-1m, B	バンドーン型採水器	スミス・マッキンタイヤ型採泥器
St.2	0.5, 5, B-1m, B	バンドーン型採水器	スミス・マッキンタイヤ型採泥器
St.3	0.5, B-1m, B	バンドーン型採水器	スミス・マッキンタイヤ型採泥器
St.5	砂浜	-	コア (直径3cm)
St.6	流下河川水、河床水深0cm	-	コア (直径3cm)
St.7	流下河川水、河床水深1cm	-	コア (直径3cm)

し、3 mlまでメスアップした後、DAPIを添加（最終濃度 1 mg/ml）し10分間以上染色した。採水・採泥サンプルをこのようにして染色後、Sudan Blackで黒く染めた孔径0.2μmのヌクレポアフィルター上に濾過捕集しプレパラートを作成した。プレパラートを落射蛍光顕微鏡（Leitz DMRB）下で紫外線励起光（波長330-380nm）を当てて1000倍で観察し、青く光る2μm以下のものについて50×50μmを1視野として10視野以上計数を行った。

② 動物・植物プランクトン

動物・植物プランクトン調査のためのサンプル採集は、採水法およびネット法による定量採集の2種類を行った。

採水法ではバンドーン型採水器およびバケツを使用して採水し、1サンプル2 lをポリ容器に採取した。採取後、2%中性ホルマリンで固定した。調査を行った測点と採水層は表3に示した。

ネット法では北原式ネット（NXX13, 目合い0.093mm）・ノルパックネット（NGG54, 目合い0.33mm）を使用し、St.1-3では各層を北原式ネット及びノルパックネットで鉛直曳きし、St.6, 7ではバケツで河川水を100 l汲みノルパックネットで濾過した。北原式ネットで採集したサンプルは2%中性ホルマリンで、ノルパックネットで採集したサンプルは5%ホルマリンで、ポリ容器（250ml）中に固定した。ネット採集を行った測点と曳網層は表7に示した。

固定したサンプルは常温で保存し、帰社後分析をおこなった。分析は光学顕微鏡下で観察し、種の同定・分類群別計数を行った。

③ 卵・稚仔

卵・稚仔調査のためのサンプル採集はマルチネット（口径1.3m, NGG54, 目合い0.33mm）を使用し約2ノットで10分間の表層水平曳きを行った。採集はSt.1, 2で行った。採集したサンプルはポリ容器（1 l）中に10%中性ホルマリンで固定した後常温で保存し、帰社後分析をおこなった。分析は光学および実体顕微鏡下で観察し、種の同定・分類群別計数・体長測定を行った。

④ ベントス

a. メイオベントス

メイオベントス調査のための採集はコアサンプ

表7 ネット法による動・植物プランクトンの調査測点と曳き網層

測点	曳網層
St.1	0-5, 5-10, 10-21m
St.2	0-5, 5-10m
St.3	0-4m
St.6	流下河川水
St.7	流下河川水

ラー（直径3 cmのシリンジ）を使用した。St.1-3ではスミス・マッキンタイヤ型採泥器で採取したのから、St.5では直接砂浜から、それぞれ1 cmピッチで深さ3 cmまでの柱状採集を行った。採取したサンプルは、軟膏ビン（30ml）中にローズベンガルを加えた中性ホルマリンの原液で固定した後常温で保存し、帰社後分析をおこなった。分析は光学および実体顕微鏡下で観察し、種の同定・分類群別計数を行った。

b. マクロベントス

マクロベントス調査のための採集は、St.1-3においてはスミス・マッキンタイヤ型採泥器と篩い（1 mmメッシュ）、St.5ではコドラート（30×30cm）とシャベルと篩い（同目合い）、St.6, 7においてはサーバーネット（網口50×50cm, NGG54, 目合い0.33mm）を使用して定量採集を行った。さらにSt.6, 7においてはタモ網を使用し定性採集を行い、採集したサンプルは中性ホルマリンで固定した後常温で保存し、帰社後分析をおこなった。分析は光学・実体顕微鏡で行い、種の同定・分類群別計数・体長測定・湿重量測定を行った。

⑤ 付着藻類

付着藻類調査のためのサンプル採集は、St.6, 7においてコドラート（5×5 cm）とブラシを使用して、河床の転石に付着した藻類を剥離して行い、5方形区分を採集した。それらをまとめて良く攪拌した後、4/5量を生物分析のためにポリ容器（250ml）に取った。それを5%ホルマリンで固定・常温保存し、生物分析は帰社後、光学顕微鏡を使用して種の同定・分類群別計数を行った。1/5量はクロロフィルa分析のためにポリ容器（250ml）に採取した。それを調査終了後に、GF/Cフィルターで濾過処理し、そのフィルターを冷凍保存して帰社後分析

を行った。付着藻類のクロロフィル *a* の分析は蛍光光度法（海洋観測指針，1989）により行った。

⑥ 潮干帯生物

潮干帯生物調査はSt. 4 の岩礁部でのみ行った。ベルトトランセクト法により，1 方形区 (50×50cm) における表在性の動・植物を対象とした目視観察を行った。

(4) その他の調査項目

天候，海況，水色，波高，波向，河床状況，河川周辺状況の観察は目視，泥臭は嗅覚により観察を行った。水深はCTDメーターおよびSeabird，風速は風速計，流速はストップウォッチ，透明度は透明

度板，透視度は透視度計を使用し測定を行った。

参考文献

- 1) Porter, K. G. and Y.S. Feig (1980): The use of DAPI for identifying and counting aquatic microflora., *Limnol., Oceanogr.*, 25, p.943-948.

3. 結果

3-1. General Conditions

Details of the sampling conditions experienced during sampling at the various locations are contained in Table 8 and more specifically for the river sampling sites in Figure 2.

Table 8 Description of and general conditions at the Kominato sampling stations.

Station	1	2	3	4	5	6	7
Area	Coastal Ocean	Coastal Ocean	Harbour	Beach	Rock Platform	River	River
Position	35° 06.570' N 140° 10.090' E	35° 06.954' N 140° 10.187' E	35° 07.117' N 140° 10.765' E	-	-	-	-
Date	1996/4/23	1996/4/23	1996/4/23	1996/4/25	1996/4/25	1996/4/24	1996/4/24
Time	10:24-11:30	11:45	9:15-10:00	-	-	-	-
Weather	fine	fine	fine	fine	fine	fine	fine
Air temperature	19.6	17.6	16.7	-	-	16.1	16.9
Wind direction	SSE	E	SW	-	-	-	-
Wind speed (m/s)	3.7	4	1.2	-	-	-	-
Secchi Depth (m)	21	bottom	4.6	-	-	-	-
Wave height (m)	0.2	0.2	0	-	-	-	-
Wave direction	SE	NNE	-	-	-	-	-
Water colour	4	6	7	-	-	-	-
Water depth (m)	22	12	5.1	-	-	-	-

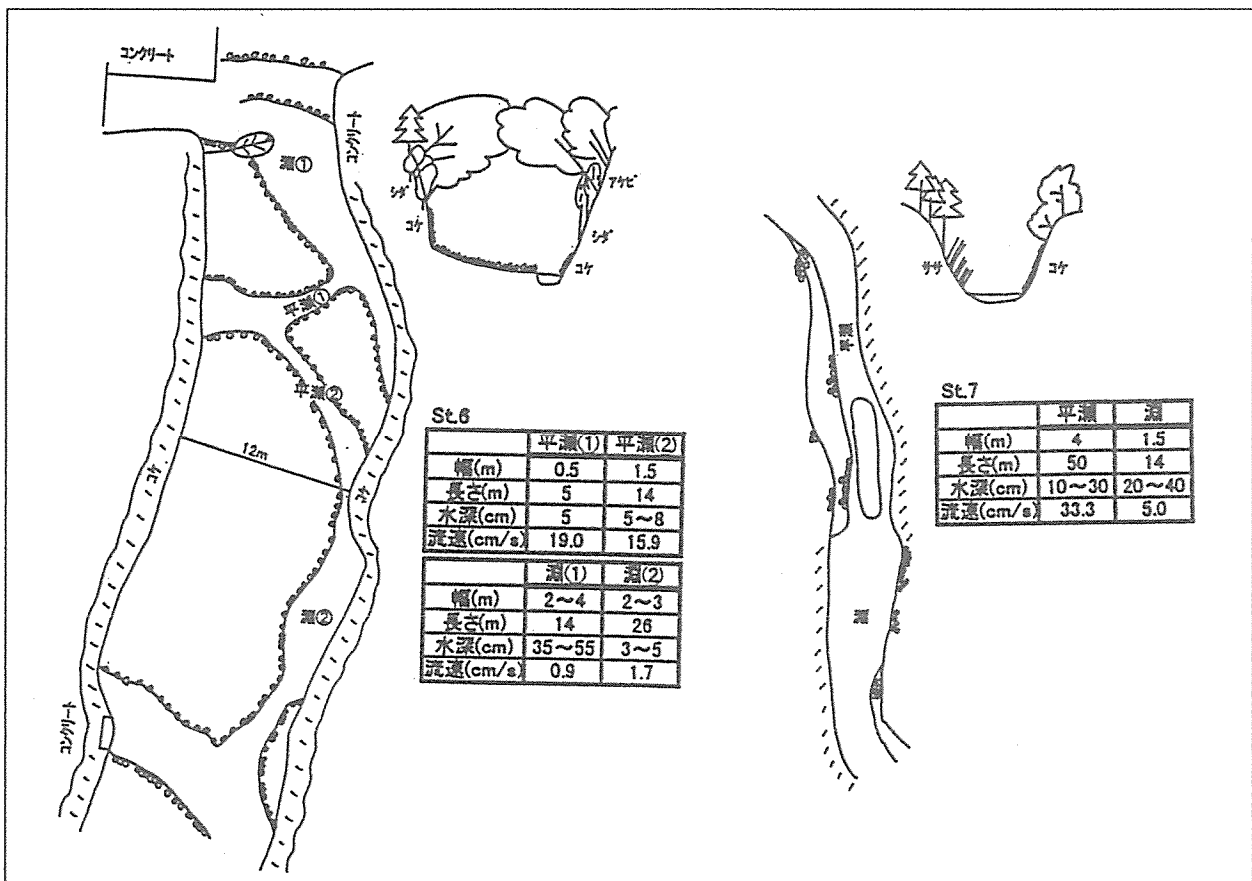


Figure 2 General sketch of the river conditions and environment at stations 6 and 7.

3-2. 水質調査

図3に水温、塩分の鉛直分布と、T-Sダイアグラムを示す。水温はSt. 3（港内）で15.3～16.0℃、St. 1とSt. 2（沿岸域）では16.5～17.7℃の範囲にあり、塩分はSt. 3で34.1～34.4psu、St. 1、St. 2では34.5～34.7psuの範囲であった。各測点とも水深の増加に伴い水温は下降、塩分は上昇する傾向がみられたが、沖合のSt. 1においては深度に伴う温度、塩分の鉛直的な変化は水深10m以深では小さかった。また、St. 3はSt. 1、St. 2に比べ水温、塩分ともに低く、T-SダイアグラムよりSt. 3はSt. 1、St. 2とは異なる水塊であった。

図4に溶存酸素量の鉛直分布を示す。溶存酸素量は6.8～8.1mg/lの間であり、鉛直的な変化はみられなかった。また表9より、河川ではSt. 6で11.6mg/l、St. 7では10.3mg/lと海域よりも3～4 mg/l高い値を示した。

図5にクロロフィルa濃度とフェオ色素濃度の鉛直分布を示す。クロロフィルa濃度は0.2～1.4μg/l、フェオ色素濃度は0.4～4.4mg/lであった。両項目とも10m以浅は1.4mg/l以下と低く、フェオ色素濃度はSt. 1の底層で4.4mg/lと高い値を示した。

図6に無機栄養塩類の鉛直分布を示す。亜硝酸態窒素は0.001～0.005mg/l、アンモニア態窒素は0.005～0.018mg/lであったが、硝酸態窒素は0.02～0.08mg/lと他の無機態窒素に比べ1桁高かった。磷酸態磷は0.004～0.024mg/lの値を示した。各項目ともSt. 1、St. 2に比べSt. 3で高い値を示し、また沖合のSt. 1では底層に向かってアンモニア態窒素と磷酸態磷が高くなった。表11より、河川では硝酸態窒素、アンモニア態窒素、磷酸態磷とも海域より高く、St. 6ではアンモニア態窒素が0.059mg/l、磷酸態磷は0.091mg/lと高い値を示した。

3-3. 底質調査

粒度組成について図7に示す。St. 1では細砂が97%、St. 2でも細砂が87%と大半を占めているのに対し、St. 3では細礫が6.7%、中礫が31.5%、粗礫が21.6%と全体の約60%を礫が占めていた。シルト、粘土分では、沿岸域から港内にかけて高くなる傾向が認められた。

表12に乾燥減量および強熱減量分析結果を示す。乾燥減量は、沿岸域のSt. 1、St. 2では25～30%であったのに対し、港内のSt. 3では粒度組成の60%

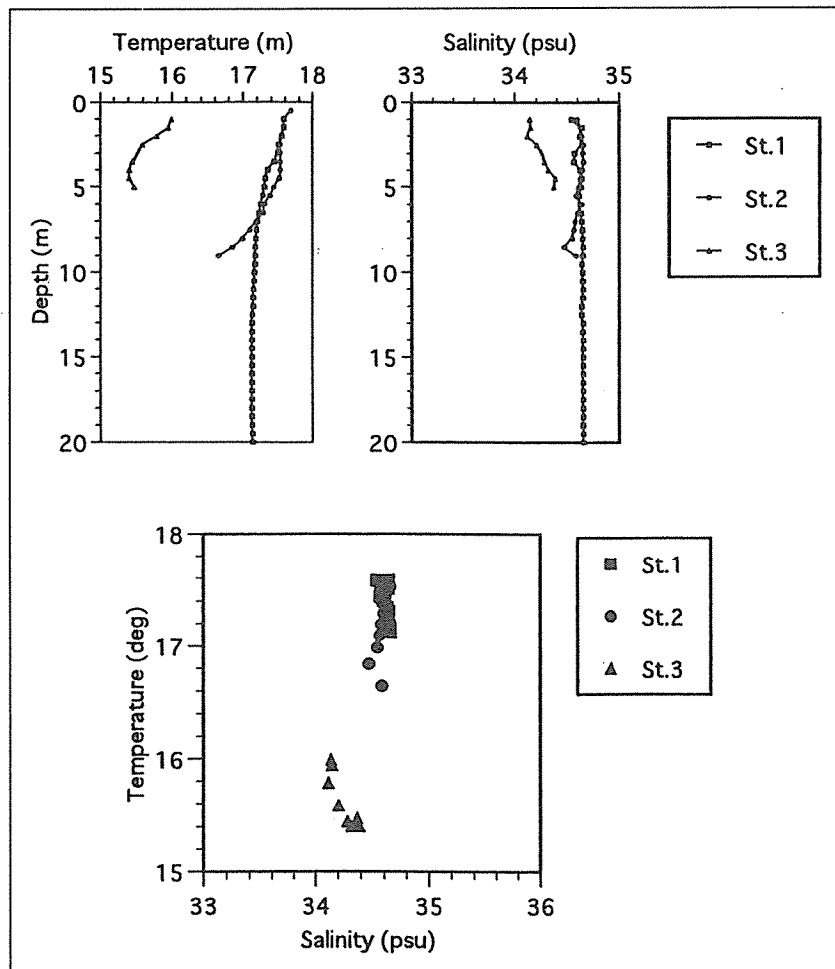


図3 (上) 水温、塩分の鉛直分布 (下) T-Sダイアグラム

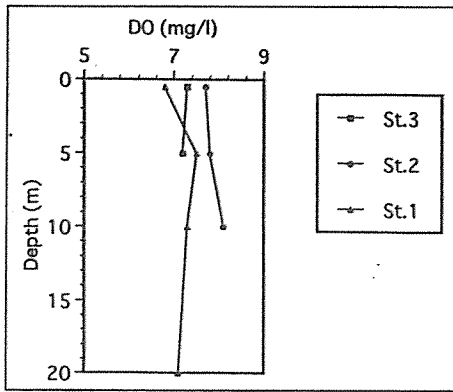


図4 溶存酸素量鉛直分布図

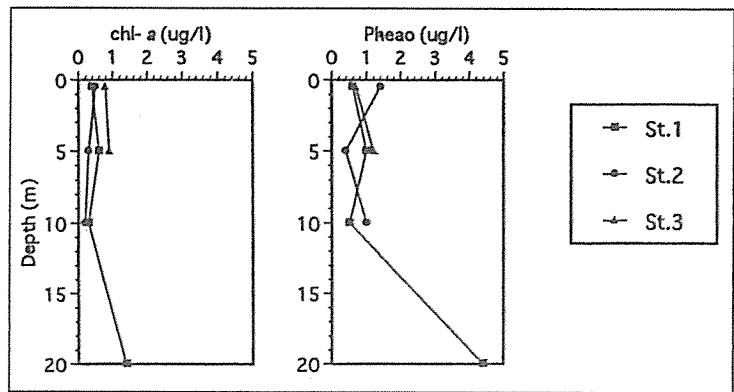


図5 クロロフィル濃度、フェオ色素濃度の鉛直分布図

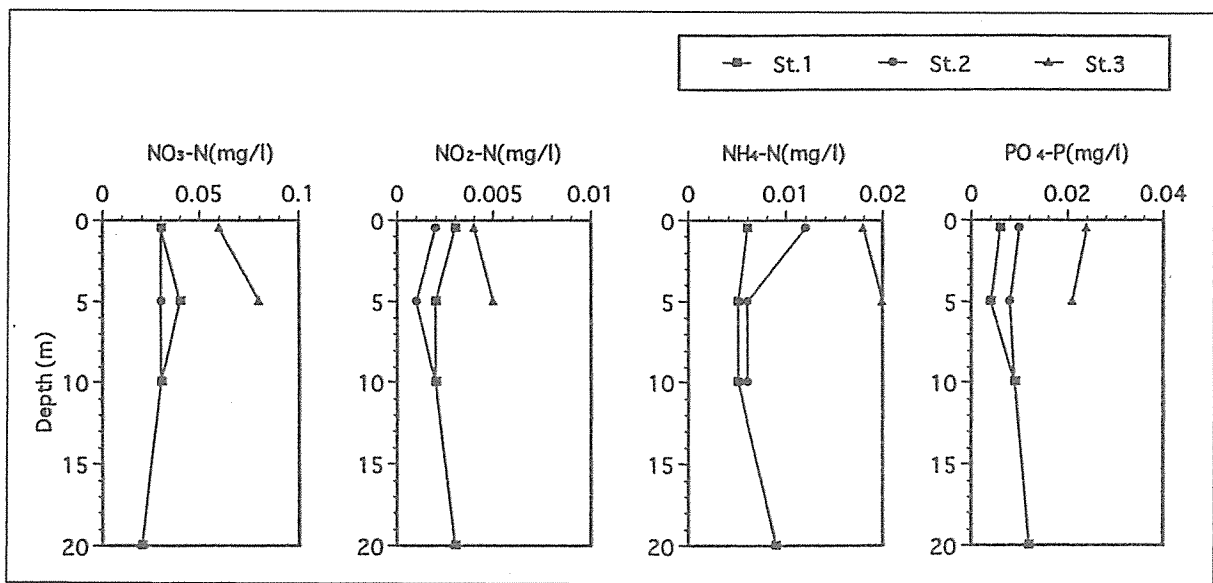


図6 無機栄養塩類の鉛直分布図

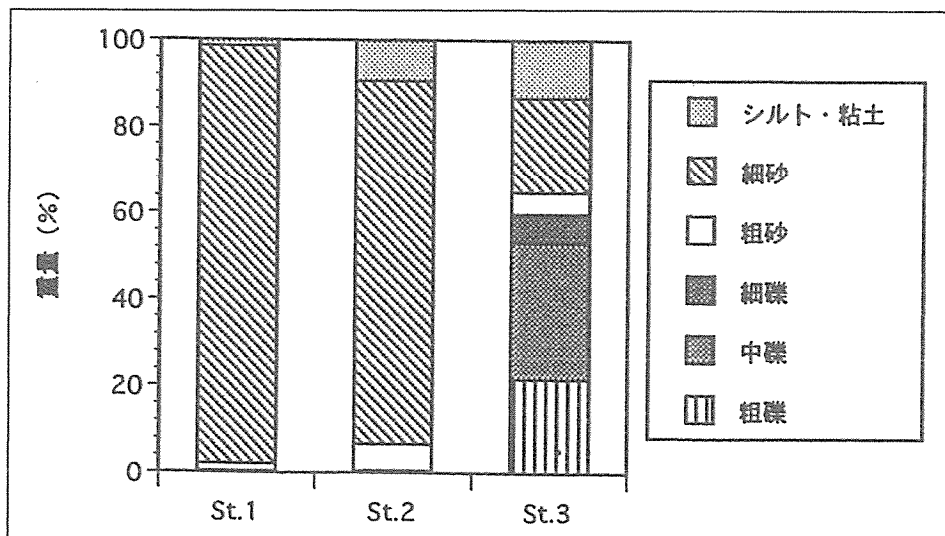


図7 粒度組成分布図

表9 pH溶存酸素量および塩分結果

観測点	層	pH (16°C)	D0(mg/l)	塩分
海域 St.1	表層	8.3	6.8	34.77
	中層 (5m)	8.3	7.5	34.76
	中層 (10m)	8.3	7.3	34.76
	底層	8.3	7.1	34.71
海域 St.2	表層	8.3	7.7	34.77
	中層	8.3	7.8	34.77
	底層	8.3	8.1	34.73
海域 St.3	表層	8.2	7.3	34.37
	底層	8.2	7.2	34.44
河川 St.6	—	8.2	11.6	—
河川 St.7	—	7.4	10.3	—

表10 クロロフィル a 濃度およびフェオ色素濃度分析結果

観測点	層	Chlorophyll-a (mg/l)	Phaeophytin (mg/l)
海域 St.1	表層	0.4	0.6
	中層 (5m)	0.6	1.0
	中層 (10m)	0.3	0.5
	底層	1.4	4.4
海域 St.2	表層	0.5	1.4
	中層	0.3	0.4
	底層	0.2	1.0
海域 St.3	表層	0.8	0.7
	底層	0.9	1.2
河川 St.6	—	1.0	3.6
河川 St.7	—	0.2	2.0

表11 無機栄養塩分析結果

観測点	層	NH4-N(mg/l)	NO2-N(mg/l)	NO3-N(mg/l)	P04-P(mg/l)
海域 St.1	表層	0.006	0.003	0.03	0.006
	中層 (5m)	0.005	0.002	0.04	0.004
	中層 (10m)	<0.005	0.002	0.03	0.009
	底層	0.009	0.003	0.02	0.012
海域 St.2	表層	0.012	0.002	0.03	0.010
	中層	0.006	0.001	0.03	0.008
	底層	0.006	0.002	0.03	0.009
海域 St.3	表層	0.018	0.004	0.06	0.024
	底層	0.020	0.005	0.08	0.021
河川 St.6	—	0.059	0.005	0.35	0.091
河川 St.7	—	0.006	0.003	0.23	0.018

表12 乾燥減量および強熱減量分析結果

観測点	乾燥減量(%)	強熱減量(%)
海域 St.1	24.7	1.4
海域 St.2	29.8	2.8
海域 St.3	51.4	9.6

が礫にもかかわらず51.4%と高かった。これはSt 3では礫を除いた試料で乾燥減量を測定したためである。強熱減量はSt 1で1.4%, St 2で2.8%, St 3では9.6%をであり, シルト, 粘土分の多いSt 3で高い値を示した。

3-4. 生物調査

(1) バクテリア

バクテリアの総細胞数は一般に沿岸から沖合, 汚濁域から非汚濁域の方向で減少する傾向がある(木暮, 1985)。本調査において, 水柱中のバクテリア総数(表13)は, $3.40 \sim 7.01 \times 10^5$ cells/mlの範囲にあり富栄養化の進行した内湾域(Fukami et al., 1996)に比べて一桁低い値であった。

堆積物中のバクテリア分布密度は, 構成粒子のサイズに影響を受け, 粒子が細かい程密度が高くなる傾向がある(Meyer-Reil, 1984)。また, 堆積物中の有機物含量とも相関する(Cole et al., 1988)。表14の海域からも同様な傾向が認められた。底質中のバクテリア総数(表14)は, $0.26 \sim 1.39 \times 10^9$ cells/dry weight (g)の範囲であり, St. 3以外では昨年と同程度の値であった。

河川の細胞数では, 採水・採泥サンプルともに昨年のデータより1桁高い値になっている。

FDC法は現場での培養なしでバクテリアの増殖速

度(μ)を推定することができる。そこで, 採水試料中のFDC値から現場での増殖速度を推定し, さらに細胞倍加時間を概算した。その結果St 1の水深10m以浅およびSt 2の5m以浅では, 約4~9時間程度の細胞倍加時間を有していると推定できた。ただし水深B-1m, および河川水中ではFDC値が小さいため増殖速度値は負の値となった。FDC法による増殖速度の測定は, FDCと μ との関係性が大きな問題となる。FDCと μ との関係は温度によって大きな影響を受け, 同じFDCの値でも温度が高くなればそれによって得られる μ の値は大きくなる傾向がある(Hagstrom and Larsson, 1984)。また, FDC法を用いる場合増殖能を持たない細胞の割合が多いと過小評価も生じる。今回の結果からは海域・河川共に顕著な傾向は認められなかった。

参考文献

- 1) Cole, J. J., S. Findlay and M. I. Pace (1988): Bacterial production in fresh and saltwater ecosystems: across-system overview., Mar. Eco. Prog. Ser., 43, p.1-10.
- 2) Fukami, K., N. Murata, Y. Morio and T. Nishijima (1996): Distribution of heterotrophs, nanoflagellates and their importance as the bacterial consumer in a eutrophic coastal sea water., J. Oceano., 52, p. 399-407.
- 3) Hagstrom, A. and U. Larsson (1984): Diel and seasonal variation in growth rates of pelagic bacteria. p. 249-262, In: Heterotrophs. Activity in the Sea, ed. by J.E. Hobbie and P.J. LeB. Williams, Plenum Press, New York.

表13 水柱中のバクテリア

水質	平均 (Cells/ml)	標準偏差 (Cells/ml)	FDC (%)	μ (hr ⁻¹)	Generation time (hr)
海域St.1 0.5	4.59E+05	6.26E+04	5.83	0.163	4.25
海域St.1 5.0	4.80E+05	7.34E+04	4.72	0.132	5.25
海域St.1 10.0	5.04E+05	3.96E+04	3.01	0.076	9.12
海域St.1 B-1	5.71E+05	7.32E+04	1.35	-0.070	-9.90
海域St.2 0.5	4.80E+05	4.76E+04	3.79	0.105	6.60
海域St.2 5.0	3.40E+05	4.83E+04	2.95	0.117	5.92
海域St.2 B-1	4.25E+05	5.31E+04	4.63	-0.008	-87.74
海域St.3 0.5	4.56E+05	5.71E+04	6.20	0.022	31.51
海域St.3 B-1	7.01E+05	7.83E+04	4.40	-0.011	-63.01
河川St.6	2.30E+06	2.58E+05	4.41	-0.011	-63.01
河川St.7	1.14E+06	1.18E+05	3.60	-0.018	-38.51

表14 底泥中のバクテリア

底質	平均 (Cells/Dry Weight)	標準偏差 (Cells/Dry Weight)
海域St.1	2.63E+08	9.29E+07
海域St.2	5.23E+08	8.48E+07
海域St.3	1.39E+09	3.18E+08
砂浜(上)	3.29E+08	5.23E+07
砂浜(中)	1.45E+08	2.69E+07
砂浜(下)	1.58E+08	4.62E+07
河川St.6	1.17E+09	2.31E+08
河川St.7	1.44E+09	1.48E+08

- 4) 木暮一啓 (1985) : 水の生態系 p. 40-90. 微生物生態学Ⅱ-生態系の中の微生物-, 清水 潮編, 共立出版, 東京.
- 5) Meyer-Reil, L. A. (1984) : Bacterial biomass and heterotroph activity in sediments and overlying waters. p. 523-546, In: Heterotroph Activity in the Sea., ed. by J. E. Hobbie and P. J. LeB. Williams, Plenum Press, New York.

(2) 動物・植物プランクトン

海域

a. 植物プランクトン

採水法 (表15) : 本調査海域に出現したのは, 珪

藻類 44 種, 渦鞭毛藻類 14 種, 緑藻類 2 種及び藍藻類, ミドリムシ藻類, クリプト藻類, ハプト藻類, プラシノ藻類各 1 種の合計 65 種だった。港外の St. 1 と St. 2 では, 珪藻類が優占した。代表種は, *Cylindrotheca closterium*, *Eucampia zodiacus*, *Nitzschia pungens*, *Chaetoceros debile*, *Thalassiosira* sp. などであった。しかし特出する優占種はなかった。これに対して, 港内の St. 3 は表層で渦鞭毛藻類が約 7 割を占め, *Scrippsiella trochoidea* が優占した。また St. 3 の底層では, 藍藻類の *Phormidium* sp. が高い出現を示した。

表15 採水法植物プランクトン分析結果

種名	St. 1				St. 2			St. 3		Total
	0.5m	5m	10m	20m	0.5m	5m	10m	0.5m	4m	
珪藻類										
<i>Paralia sulcata</i>							60			60
<i>Skeletonema costatum</i>		160		240						400
<i>Leptocylindrus danicus</i>	400			420						820
<i>Datonula pumila</i>	240	400	90	120	80	120				1050
<i>Thalassiosira anguste-lineata</i>	120	480	180	30	80	120		90		1100
<i>Thalassiosira</i> spp.	120	80	150	600		120	60	540	540	2210
<i>Cyclotella</i> sp.						40				40
Thalassiosiraceae				420	280	200	150	720	14400	16170
<i>Coccolodiscus radiatus</i>		80	30							110
<i>Actinocyclus senarius</i>				60	40		30	90	180	400
<i>Rhizosolenia delicatula</i>					40					40
<i>Rhizosolenia fragilissima</i>			30	60						90
<i>Rhizosolenia hebetata</i>	120									120
<i>Rhizosolenia hebetata f. semispina</i>	40									40
<i>Rhizosolenia setigera</i>			30	30	40					100
<i>Rhizosolenia stalterfothii</i>	80			120						200
<i>Chaetoceros compressum</i>	400				120					520
<i>Chaetoceros curvisetum</i>		480								480
<i>Chaetoceros danicum</i>	680	1680			120			180		2660
<i>Chaetoceros debile</i>	2520	1520	810	690	320	80		225	360	6525
<i>Chaetoceros decipiens</i>	280	320								600
<i>Chaetoceros didymum</i>	160			60						220
<i>Chaetoceros distans</i>	840	1600				80				2520
<i>Chaetoceros radicans</i>		240		300						540
<i>Chaetoceros sociale</i>				360	160		60			580
<i>Chaetoceros</i> sp.	160			240	240	800	90			1530
<i>Triceratium alternans</i>							30			30
<i>Eucampia zodiacus</i>	2280	5680	1350	810	440	1600	150		360	12670
<i>Fragilaria</i> sp.							120			120
<i>Thalassionema nitzschioides</i>			30			40	30			100
<i>Grammatophora marina</i>	40		30	30	40			90		230
<i>Licmophora</i> sp.					40			90		130
<i>Cocconeis</i> sp.			30	120			30			180
<i>Navicula membranacea</i>				150						150
<i>Navicula</i> sp.			150	1530	280	40	360	180	900	3440
<i>Diploneis</i> sp.				60			120		180	360
<i>Pleurosigma</i> sp.			30		40				72	142
<i>Trachyneis</i> sp.				60	40			90		190
<i>Tropidoneis</i> sp.					40	40	120		180	380
Naviculaceae				60				90		150
<i>Nitzschia pungens</i>	1520	1680	420	660	320	880	750	225		6455
<i>Nitzschia</i> sp.	80	160	90	90	40	40				500
<i>Cylindrotheca closterium</i>	120	400	240	270	200	280	450	90	540	2590
<i>Amphora</i> spp.	40		180	240			30			490
渦鞭毛藻類					40	40				80
<i>Prorocentrum minimum</i>				60	40	40		90		230
<i>Prorocentrum triestinum</i>					40					40
<i>Dinophysis acuminata</i>	40									40
<i>Noctiluca scintillans</i>	72	53	42	16	120	66	28	2	6	405
Gymnodiniales		240	30		960	1120	360	630	1800	5140
<i>Heterocapsa triquetra</i>					40					40
<i>Scrippsiella trochoidea</i>	400	400	90	30	720	440	180	3420	720	6400
<i>Protoperidinium bipes</i>		80	30	30						140
<i>Protoperidinium pellucidum</i>	80	80					40	60	360	710
<i>Protoperidinium</i> sp.					80	80	360	90		610
Peridinales			30		880	80	90	14580	4500	20160
<i>Ceratium furca</i>			30	30			60			120
<i>Ceratium fusus</i>	40									40
<i>Ceratium kofoidii</i>			30							30
藍藻類									37260	37260
緑藻類									5400	5400
<i>Scenedesmus acuminatus</i>									900	900
<i>Scenedesmus quadricauda</i>										
ミドリムシ藻類	640	560	780	420	920	880	3090	1170	1080	9540
クリプト藻類	240	1440	1680	1050	440	280	210	180		5520
ハプト藻類	6480	7200	3600		280	1360	90	450	540	20000
プラシノ藻類	720	1920	720	540	1000	680	450	2880	720	9630
Total (cells/L)	18952	26933	10932	10006	8520	9626	7618	26282	70998	189867
種類数	29	24	28	35	33	28	28	24	21	

総細胞数は、St. 3の4 m層で 7.1×10^4 cells/lと最も多く、St. 2の10m層で 7.6×10^3 cells/lと最も少なかった。表層を測点別にみると、港内のSt. 3で最も多く、港外のSt. 2では最も少なくSt. 3の3分の1以下だった。鉛直的には、3測点とも表層よりも5 m層で多くなっていた。

ネット法(表16, 17):出現した種類は、北原式ネット、ノルパックネット合わせて、珪藻類39種、渦鞭毛藻類10種の合計44種で、採水試料とほぼ同じだった。珪藻類の優占が顕著で、全測点通じて8割以上を占めた。優占種は、*Nitzschia pungens*, *Thalassiosira* sp., *Eucampia zodiacus*などだった。北原ネットにおいて総細胞数は、St. 1の上層で 1.5×10^6 cells/m³と最も多く、St. 2の底層で 3.2×10^4 cells/m³と最も少なかった。

b. 動物プランクトン

採水法(表18):出現した種類数は、合計46種だった。そのうち、繊毛虫類が全体の約54%を占め、特にOligotrichidaやCiliataは全測点を通じて多く出現した。港内のSt. 3の底層では、輪虫類Bdelloideaが全体の約84%と強く優占した。個体数は、St. 1の5 m層で最も多く(2.6×10^5 inds/m³)、St. 1の表層で最も少なかった(4.0×10^3 inds/m³)。鉛直的にみると、植物プランクトンと同じく3測点で表層よりも5 m層で個体数が多かった。

ネット法(表19):2種類のネット合わせて、合計44種が出現した。このうち、橈脚類が24種と最も多かった。優占種は、橈脚類のNauplius of Copepoda, Copepodite of *Paracalanus*, および幼生類のPolychaeta larvaで、これら3種はほぼ全測点で出現した。

表16 北原ネット植物プランクトン分析結果

種名	St. 1			St. 2		St. 3	Total
	0-5m	5-10m	10-21m	0-5m	5-10m	0-4m	
珪藻類							
<i>Melosira nummuloides</i>		3672					3672
<i>Detonula pumila</i>	14694	3060		288	408		18450
<i>Thalassiosira anguste-lineata</i>	4898	612					5510
<i>Thalassiosira</i> spp.	166531	10405	416327	3889	4896	2449	604497
<i>Coccinodiscus centralis</i>	4898		6122				11020
<i>Rhizosolenia setigera</i>	4898						4898
<i>Rhizosolenia stoltorfothii</i>	9796						9796
<i>Rhizosolenia styliformis</i>	39184	612	6122	432	408		46758
<i>Bacteriastrum varians</i>			12245	144			12389
<i>Chaetoceros affine</i>	39184						39184
<i>Chaetoceros boreale</i>						12245	12245
<i>Chaetoceros compressum</i>	48980						48980
<i>Chaetoceros constrictum</i>	4898		12245	432			17575
<i>Chaetoceros danicum</i>	4898		12245	432			17575
<i>Chaetoceros debile</i>	9796	612	122449		816		133673
<i>Chaetoceros decipiens</i>				576			576
<i>Chaetoceros densum</i>	48980		97959	1152	2448		150539
<i>Chaetoceros didymum</i>	14694	1836			816		17346
<i>Chaetoceros lorenzianum</i>			42857		408	14694	57959
<i>Chaetoceros radicans</i>	9796						9796
<i>Chaetoceros sociale</i>	102857	612	85714	9073	816		199072
<i>Chaetoceros</i> sp.	48980		24490		3264		76734
<i>Triceratium alternans</i>		612					612
<i>Eucampia zodiacus</i>	137143	3672	85714	2016	1224	4898	234667
<i>Thalassionema nitzschioides</i>		612					612
<i>Grammatophora marina</i>			6122			4898	11020
<i>Licmophora</i> sp.						2449	2449
<i>Cocconeis</i> sp.			6122				6122
<i>Navicula membranacea</i>		612					612
<i>Navicula</i> sp.	19592	4896	140816	720	3264	24490	193778
<i>Diploneis</i> sp.		612	6122				6734
<i>Tropidoneis</i> sp.	4898	612					5510
Naviculaceae		3060	6122	288			9470
<i>Nitzschia pungens</i>	568163	5508	232653	4609	2856	17143	830932
<i>Nitzschia</i> sp.				144	408		552
<i>Cylindrotheca closterium</i>	48980	612	18367	864	816		69639
<i>Amphora</i> spp.		612	24490		408	12245	37755
渦鞭毛藻類							
<i>Noctiluca scintillans</i>	72653	7208	67755	46855	8365	5204	208040
Gymnodiniales	58776	3060	6122	576			68534
<i>Scrippsiella trochoidea</i>						7347	7347
<i>Protoperidinium</i> sp.				144	408		552
Peridinales	14694	1836		144			16674
<i>Ceratium furca</i>			6122		408		6530
<i>Ceratium fusus</i>	4898						4898
<i>Ceratium horridum</i>	4898						4898
Total (cells/L)	1512657	54945	1445302	72778	32437	108062	3226181
種類数	27	22	23	18	18	11	

表17 ノルパックネット植物プランクトン分析結果

種名	St. 1			St. 2		St. 3	Total
	0-5m	5-10m	10-21m	0-5m	5-10m	0-4m	
珪藻類							
<i>Leptocylindrus danicus</i>	116			385	578		1079
<i>Detonula pumila</i>				128			128
<i>Thalassiosira</i> spp.	3234	8759	2695	4107	1588	80	20463
<i>Actinopterychus senarius</i>				128			128
<i>Rhizosolenia styliiformis</i>					144		144
<i>Chaetoceros constrictum</i>	173						173
<i>Chaetoceros debile</i>	462			642	1733		2837
<i>Chaetoceros densum</i>					289		289
<i>Chaetoceros didymum</i>	58			513			571
<i>Chaetoceros lorentzianum</i>	173						173
<i>Chaetoceros sociale</i>				642			642
<i>Chaetoceros</i> sp.	58					160	218
<i>Eucampia zodiacus</i>	2830		214	1027			4071
<i>Licmophora</i> sp.		96	43				139
<i>Cocconeis</i> sp.	58					80	138
<i>Navicula</i> sp.	1386	1251	1198	1027	1155	2888	8905
<i>Nitzschia pungens</i>	693	481	43	2053	2310	642	6222
<i>Nitzschia</i> sp.	58			128			186
<i>Cylindrotheca closterium</i>	116		171	642	722	241	1892
<i>Amphora</i> spp.	520	96	128	128	578	1444	2894
渦鞭毛藻類							
Gymnodiniales	116		43		144		303
<i>Scrippsiella trochoidea</i>	173	578	171	513	289	321	2045
<i>Protoperidinium bipes</i>						80	80
<i>Protoperidinium</i> sp.					144		144
Peridinales	58	289		128	289	321	1085
<i>Ceratium fusus</i>					144		144
<i>Ceratium tripos</i>	58						58
Total (cells/m ³)	10340	11550	4706	12191	10107	6257	55151
種類数	18	7	9	15	14	10	

表18 採水法動物プランクトン分析結果

種名	St. 1				St. 2			St. 3		Total
	0.5m	5m	10m	20m	0.5m	5m	10m	0.5m	4m	
繊毛虫類										
<i>Mesodinium rubrum</i>		3000	10500							13500
<i>Didinium gargantua</i>		1500								1500
<i>Tontonia</i> sp.		1500								1500
<i>Laboea</i> sp.		45000	16500		9000	52000	9000	3000		134500
Oligotrichida	3500	139500	84000		4000	36000	34500	7500	7500	316500
<i>Tintinnopsis kofoidi</i>			1500					16000	2000	19500
<i>Tintinnopsis</i> spp.							4500	4500	1500	10500
<i>Amphorella quadrilineata</i>		1500	1500		500					3500
Peritrichida								500		500
Hypotrichida								1500		1500
Ciliata		15000	7500	1500	1000	6000	12000	4500		47500
有孔虫類		500				500				1000
<i>Globigerina bulloides</i>		500								500
<i>Foraminifera</i>		500	4500				1000			6000
放散虫類		1500								1500
<i>Sticholonche zanzlea</i>		1500								1500
ヒドロ虫類		500								500
<i>Solmundella bitentaculata</i>		500								500
Hydroida		500							500	1000
輪虫類								204000		204000
Bdelloidea										
線虫類							500		500	1000
Nematoda										
矢虫類					500					500
<i>Sagitta juvenile</i>					500					500
枝角類			500		1000					1500
<i>Evadne nordmanni</i>			500		1000					1500
橈脚類						500				500
<i>Mecynocera clausi</i>						500				500
<i>Paracalanus parvus</i>					500	500				1000
<i>Oithona nana</i>		500	500							1000
<i>Oncaea media</i>		1000								1000
<i>Microsetella norvegica</i>								500		500
Harpacticoida				500						500
Copepodite of <i>Mecynocera</i>		500								500
Copepodite of <i>Paracalanus</i>		2000	2500			1500				6000
Copepodite of <i>Acartia</i>						1000	500	500	1000	3000
Copepodite of <i>Oithona</i>		500				1000				1500
Copepodite of <i>Oncaea</i>		500								500
Copepodite of <i>Hemicyclops</i>				500						500
Copepodite of <i>Corycaeus</i>			1000	500						1500
Copepodite of <i>Harpacticoida</i>							500		500	1000
Nauplius of Copepoda	500	36000	5500	3000	9500	108500	5500	16500	11500	196500
腹足類							500			500
<i>Creseis</i> sp.							500			500
尾虫類							500			500
<i>Fritillaria</i> sp.							500			500
<i>Oikopleura dioica</i>		1000								1000
<i>Oikopleura longicauda</i>			500				2500			3000
<i>Oikopleura</i> spp.		1000								1000
サルバ類			500							500
<i>Doliolum</i> sp.			500							500
幼生類				1000					8500	9500
Polychaeta larva				1000					8500	9500
Gastropoda larva		1000	1000	1000			500	500	4500	8500
D larva of Pelecypoda		500	500						500	1500
Umbo larva of Pelecypoda		1500								1500
Nauplius of Balanomorpha			6500			500	1000	500	1500	10000
Total (inds/m ³)	4000	256500	145000	8000	26000	211500	69500	56000	244000	1020500
種類数	2	24	17	7	8	14	11	12	13	

表20 採水植物プランクトン分析結果 (河川)

	種名	St. 6	St. 7	Total
珪藻類	<i>Melosira varians</i>		720	720
	<i>Diatoma vulgare</i>		2880	2880
	<i>Synedra ulna</i>	2160	72	2232
	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	49680	3600	53280
	<i>Achnantes</i> sp.(cf. <i>exgua</i>)		1080	1080
	<i>Achnantes</i> sp.(cf. <i>lanceolata</i>)	1080	360	1440
	<i>Achnantes</i> sp.	1080	1440	2520
	<i>Cocconeis pediculus</i>	9720		9720
	<i>Cocconeis placentula</i>	8640		8640
	<i>Stauroneis</i> sp.(cf. <i>japonica</i>)	324		324
	<i>Pleurosigma</i> sp.	108		108
	<i>Navicula</i> sp.(cf. <i>recens</i>)	1080		1080
	<i>Navicula</i> sp.(cf. <i>tripunctata</i> v. <i>schizonemoides</i>)	14040	1440	15480
	<i>Navicula</i> spp.	23760	4320	28080
	<i>Gomphonema</i> spp.	6560		6560
	<i>Amphora</i> sp.(cf. <i>pediculus</i>)	3240	360	3600
	<i>Cymbella minuta</i>	6480		6480
	<i>Cymbella prostrata</i>	108	360	468
	<i>Nitzschia acicularis</i>	1080		1080
	<i>Nitzschia</i> sp.(cf. <i>dissipata</i>)	55080	5040	60120
<i>Nitzschia linearis</i>	2160	36	2196	
<i>Nitzschia</i> spp.	33480	10800	44280	
<i>Surirella</i> sp.	2160		2160	
ミドリムシ藻類	<i>Trachelomonas</i> sp.	108		108
	<i>Eutreptia</i> sp.	1080		1080
緑藻類	<i>Pandorina morum</i>	2916		2916
	<i>Ankistrodesmus</i> sp.	1080	720	1800
	<i>Scenedesmus</i> spp.		468	468
	不明緑藻	22680	1800	24480
	Total (cells/L)	250884	35496	286380
	種類数	25	17	

表21 付着藻類分析結果

	種名	St. 6	St. 7	Total
藍藻類	<i>Homoeothrix varians</i>		18775	18775
珪藻類	<i>Diatoma tenue</i>		3129	3129
	<i>Diatoma vulgare</i>		1565	1565
	<i>Fragilaria pinnata</i> v. <i>pinnata</i>	1694		1694
	<i>Synedra ulna</i>		1565	1565
	<i>Synedra</i> sp.	847		847
	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	190553	162718	353271
	<i>Achnanthes exigua</i>		3129	3129
	<i>Achnanthes lanceolata</i>	27101	6258	33359
	<i>Achnanthes minutissima</i> v. <i>minutissima</i>		3129	3129
	<i>Achnanthes rostrata</i>	847	1565	2412
	<i>Achnanthes rupestoides</i>		7823	7823
	<i>Achnanthes subhudsonis</i>	13550	28163	41713
	<i>Achnanthes</i> spp.	73680	59454	133134
	<i>Cocconeis placentula</i>	23713		23713
	<i>Caloneis bacillum</i>		3129	3129
	<i>Stauroneis japonica</i>	1694	1565	3259
	<i>Pinnularia microstauron</i>	847		847
	<i>Navicula contenta</i>	3388	1565	4953
	<i>Navicula cryptotenella</i>			0
	<i>Navicula decussis</i>	2541	1565	4106
	<i>Navicula gregaria</i>	9316		9316
	<i>Navicula minima</i>	38111	32857	70968
	<i>Navicula recens</i>		1565	1565
	<i>Navicula seminulum</i>	6775	6258	13033
	<i>Navicula tripunctata</i> v. <i>schizonemoides</i>	22866	17211	40077
	<i>Navicula</i> spp.	2541	1565	4106
	<i>Gomphonema angustum</i>	8469		8469
	<i>Gomphonema clevei</i>		3129	3129
	<i>Gomphonema</i> sp.	847		847
	<i>Amphora ovalis</i> v. <i>affinis</i>	847		847
	<i>Amphora pediculus</i>	26254	7823	34077
	<i>Cymbella prostrata</i>		4694	4694
	<i>Nitzschia amphibia</i>	1694	84488	86182
<i>Nitzschia dissipata</i>	81302	57890	139192	
<i>Nitzschia frustulum</i>	222735	35986	258721	
<i>Nitzschia hantzschiana</i>		3129	3129	
<i>Nitzschia linearis</i>	847		847	
<i>Nitzschia palea</i>	1694		1694	
<i>Nitzschia sinuata</i> v. <i>delognei</i>		1565	1565	
<i>Denticula</i> sp.		3129	3129	
<i>Surirella angusta</i>	847		847	
	Total (cells/cm ²)	765600	566386	1331986
	種類数	27	30	

表22 動物プランクトン分析結果 (河川)

種名	採水法		ネット法		Total
	st.6	st.7	st.6	st.7	
根足虫類					
<i>Arcella discoides</i>			10		10
<i>Euglypha</i> sp.	3000				3000
Rhizopoda		12000			12000
繊毛虫類					
Peritrichida		24000			24000
Ciliata	3000	10500			13500
輪虫類					
Philodinidae	6000	1500			7500
<i>Notholca</i> sp.				20	20
<i>Colurella</i> sp.	1500				1500
Rotatoria		500			500
線虫類					
Nematoda	12500	4000	10	20	16530
貧毛類			30		30
枝角類			20		20
介形類			10		10
Ostracoda	500				510
橈脚類			10		10
Copepodite of Harpacticoida					
Nauplius larva of Copepoda				10	10
昆虫類					
Ephemeroptera			30	10	40
Chironomidae	1500		140	20	1660
Total (inds/m ³)	28000	52500	260	80	80840
種類数	7	6	8	5	

河川

植物プランクトンは、採水法では珪藻類23種、緑藻類4種、およびミドリムシ藻類2種が出現した。珪藻類がそのほとんどを占め、中でも *Nitzschia* sp. (cf. *dissipata*) や着生種の *Rhoicosphenia abbreviata* の優占が顕著だった。総細胞数は、下流の St. 6 で多く 2.5×10^5 cells/cm² だった。

付着藻類では、藍藻類1種および珪藻類41種が出現した。*R. abbreviata* が最も優占し、両測点で総細胞数の24%以上を占めていた。他に、*Achnanthes* spp., *Nitzschia dissipata*, *Nit. frustulum* が優占した。総細胞数は、St. 6 で 7.7×10^5 cells/cm² と採水試料と同じく下流で多かった。

動物プランクトンは、採水法・ネット法合わせて合計17種出現した。St. 6 では線虫類 Nematoda が、St. 7 では繊毛虫類 Peritrichida が優占した。総個体数は、植物プランクトンの結果と逆に、上流の St. 7 で 5.3×10^4 inds/m³ と多く、St. 6 の約2倍だった。

(3) 卵・稚仔

a. 卵

1. 採集個体数と卵の性状

St. 1, 2 で採集された魚卵はそれぞれ17種1227個体/1000m³, 16種1676個体/1000m³ におよび(表23), やや沖合の St. 1 に比べて St. 2 の方が採集個体数は多かった。採集された卵は全て分離浮性卵であった。

2. 各測点の特長

2-1. St. 1

St. 1 で優占したのはマイワシであり、組成比率

は86.5%であった。マイワシは回遊性魚で、成魚は日本各地の沿岸に分布する¹⁾。産卵は太平洋側では11月から6月に行われ、稚仔は日本各地の沿岸の表・中層に分布する²⁾。次に多かった種はネズッポ科・カタクチイワシであったが、組成比率は4.1%, 2.8%と優占種と比較してかなり少なかった。ネズッポ科の卵は従来の知見からはそれ以上の同定は困難とされ、科の査定にとどめた。カタクチイワシは日本周辺のやや外洋水の影響を受けた海域から内湾まで広い範囲に出現し、表・中層に分布するとされている²⁾。産卵は九州海域からオホーツク海にかけての沿岸で周年行われるが、春と秋に盛期がある¹⁾。

2-2. St. 2

St. 2 で優占したのは単脂球形卵 type13 で、組成比率は69.9%であった。本種の卵径は1.77-1.87mm, 油球径は0.40-0.48mm で、黒色素胞の出現した胚体が形成されていたが、これらの形態的特徴と従来の知見からは種の同定は困難としタイプ分けにとどめた。次に多く出現したのはマイワシで組成比率は22.9%, 優占種と合わせると上位2種で全体の92.8%を占めた。次に多く出現したのはネズッポ科で組成比率は2.0%であった。

2-3. 両測点を通して出現した卵

両測点で共通に出現した既知種はマイワシ・カタクチイワシ・ネズッポ科・メイタガレイ属で、いずれも沿岸性の魚類である。また不明卵とし、タイプ分けを行ったもののうち、7種が両測点で出現した。このうち単脂球形卵 type 5 は形態

表23 - 1 魚卵分析結果

調査水域：小湊

調査日：平成8年4月23日

個体数/1000m³

[魚卵]		St.1	St.2
マイワシ	<i>Sardinops melanosticus</i>	1016	384
カサヅキ	<i>Engraulis japonicus</i>	34	4
メダカ属	<i>Liza</i> sp.	2	
ホウライ科	Mugiloidae	10	
ネズッコ科	Callionymidae	50	34
メタカレイ属	<i>Pleuronichthys</i> sp.	15	2
単脂球形卵-1	Unidentified s.o. Egg-1		2
単脂球形卵-2	Unidentified s.o. Egg-2	2	
単脂球形卵-3	Unidentified s.o. Egg-3	6	
単脂球形卵-4	Unidentified s.o. Egg-4	8	11
単脂球形卵-5	Unidentified s.o. Egg-5	2	2
単脂球形卵-6	Unidentified s.o. Egg-6		4
単脂球形卵-7	Unidentified s.o. Egg-7	31	9
単脂球形卵-8	Unidentified s.o. Egg-8	2	2
単脂球形卵-9	Unidentified s.o. Egg-9	2	2
単脂球形卵-10	Unidentified s.o. Egg-10	17	
単脂球形卵-11	Unidentified s.o. Egg-11	13	
単脂球形卵-12	Unidentified s.o. Egg-12	4	24
単脂球形卵-13	Unidentified s.o. Egg-13		1173
単脂球形卵-14	Unidentified s.o. Egg-14		15
単脂球形卵-15	Unidentified s.o. Egg-15	2	2
無脂球形卵-1	Unidentified n.o. Egg-1		2
不明卵	Unidentified Egg		4
破損卵	Damaged Egg	11	
合計種数		17	16
合計個体数		1227	1676
[頭足類]			
十腕形目	Decapoda	40	11
合計種数		1	1
合計個体数		40	11

表23 - 2 タイプ分け卵・不明卵の特徴

タイプ分け卵・不明卵の区分	卵径(mm)	油球径(mm)	備考
メダカ属 <i>Liza</i> sp.	0.98	0.48	
ホウライ科 Mugiloidae	0.80-0.87	0.30-0.33	
ネズッコ科 Callionymidae	0.74-0.77		
メタカレイ属 <i>Pleuronichthys</i> sp.	1.03-1.23	0.16-0.19	
単脂球形卵-1 Unidentified s.o. Egg-1	0.72	0.18	
単脂球形卵-2 Unidentified s.o. Egg-2	0.78	0.22	
単脂球形卵-3 Unidentified s.o. Egg-3	0.80-0.90	0.10-0.14	
単脂球形卵-4 Unidentified s.o. Egg-4	0.80-0.90	0.15-0.19	
単脂球形卵-5 Unidentified s.o. Egg-5	0.85-0.87	0.20	(カサヅキ)
単脂球形卵-6 Unidentified s.o. Egg-6	0.87-0.88	0.35	油球破損
単脂球形卵-7 Unidentified s.o. Egg-7	0.87-0.94	0.22-0.26	
単脂球形卵-8 Unidentified s.o. Egg-8	0.88-0.96	0.28-0.30	
単脂球形卵-9 Unidentified s.o. Egg-9	0.92-0.95	0.21	
単脂球形卵-10 Unidentified s.o. Egg-10	0.99-1.10	0.29-0.30	
単脂球形卵-11 Unidentified s.o. Egg-11	1.05-1.15	0.31-0.36	
単脂球形卵-12 Unidentified s.o. Egg-12	1.13-1.25	0.24-0.27	
単脂球形卵-13 Unidentified s.o. Egg-13	1.77-1.87	0.40-0.48	
単脂球形卵-14 Unidentified s.o. Egg-14	1.79-1.88	0.53-0.58	
単脂球形卵-15 Unidentified s.o. Egg-15	2.70-3.30	0.39	卵黄上に黒色素胞
無脂球形卵-1 Unidentified n.o. Egg-1	1.25		

表24 稚子分析結果

調査水域：小湊

調査日：平成8年4月23日

個体数/1000m³

種名	St.1	St.2	備考
[稚仔魚]			
コノシロ <i>Konosirus punctatus</i>	4 (4.9-5.5)	4 (3.5-4.1)	
カンパチ <i>Seriola dumerili</i>		2 (17.6)	
アジ科 <i>Carangidae</i>	2 (10.7)		(マアジ)
メジナ <i>Girella punctata</i>		2 (12.0)	
合計種数	2	3	
合計個体数	6	8	
[頭足類]			
十腕形目 <i>Decapoda</i>	2 (1.9)	4 (2.6-3.0)	
合計種数	1	1	
合計個体数	2	4	

と出現時期からクロダイである可能性が高い。

2-4. 1 測点でのみ出現した卵

St. 1 でのみ出現した種はメナダ属・ボラ科・単脂球形卵 4 タイプ、St. 2 のみで出現した種は単脂球形卵 4 タイプと無脂球形卵 1 タイプであった。

2-5. 頭足類の卵

また、St. 1 と St. 2 の両測点で、頭足類十腕形目の浮性卵 1 種がそれぞれ 40 個体/1000m³、11 個体/1000m³ 採集された。頭足類の中でホタルイカは分離浮性卵を産み、太平洋側では熊野灘以東の広範囲に分布しているとされており³⁾、今回の調査で得られた十腕形目とした卵はホタルイカである可能性が高い。

b. 稚仔魚

1. 採集個体数

本調査で採集された稚仔魚は St. 1 で 2 種 6 個体/1000m³、St. 2 では 3 種 8 個体/1000m³ であった (表 24)。

2. 各測点の特長

2-1. St. 1 のみで採集された稚仔魚

St. 1 で出現した後期仔魚期のアジ科はマアジである可能性が高いが、アジ科の仔魚の形態は種間で極めて類似していることから、ここでは科の査定にとどめた。

2-2. St. 2 のみで採集された稚仔魚

St. 2 で出現したメジナは後期仔魚のものであった。メジナは日本では北海道南部以南の各地 (琉球を除く) に分布し、産卵期は 2 月から 6 月である¹⁾。また、St. 2 では稚魚期のカンパチも出現した。カンパチの分布は南日本・全世界の熱帯・温帯とされている^{1) 2)}。その幼稚魚は流れ藻につく

習性があるとされているが¹⁾、本調査では流れ藻は採集されなかった。

2-3. 両測点を通して出現した稚仔魚

コノシロは両測点を通して出現したが、発生段階はいずれも前期仔魚期であった。コノシロは主に内湾で生活し、小型プランクトンを捕食する。4 月から 6 月に内湾で産卵する¹⁾。分布は本州中部以南の内湾で河口にも来遊する²⁾。

2-4. 頭足類の稚仔

頭足類は St. 1・2 の両測点で、十腕形目の幼生がそれぞれ 2 個体/1000m³、4 個体/1000m³ 出現した。

参考文献

- 1) 益田 一・尼岡邦夫・荒賀忠一・上野輝彌・吉野哲夫編. 1988. 日本産魚類大図鑑, 第 2 版. 東海大学出版会, 東京. xx+469pp., 378pls.
- 2) 沖山宗雄編. 1988. 日本産稚魚図鑑. 東海大学出版会, 東京. xii+1154pp.
- 3) 湯口能生夫. ホタルイカ (その 1). 富山水試だより, 通巻 50 号記念特別号: 54-55.

(4) ベントス

1. マクロベントス

今回の調査の結果、6 測点から 6 動物門 41 種の生物が出現した (表 25)。最も出現した種が多かった測点は St. 1 で 24 種 58 個体/m² であり、環形動物門多毛綱のエゾオフェリア (*Euzonus ezensis*) が優占した。次いで、St. 3 では 13 種、253 個体/m² の生物が確認され、環形動物門多毛綱のミナミシロガネゴカイ (*Nephtys polybranchia*) が優占した。また、St. 2 では 10 種 44 個体/m² の生物が出現し、環形動物門多毛綱の *Dispia* sp. が優占した (図 8)。St. 5 では上層で節足動物門等脚目のヒメスナホリムシ (*Excirrolana japonica*) のみ 2 個体確認され、砂浜

表25 小湊マクロベントス分析結果

個体数/0.05m²
湿重量(g)/0.05m²

No.	紐形動物門	多毛綱	異紐虫目	環形動物門	遊在目	Heteronemertini	St. 1			St. 2			St. 3			St. 5 砂浜上			St. 5 砂浜中			St. 5 砂浜下		
							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	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						NEMERTINEA	1	0.12																
2						<i>Sthenelais</i> sp.	1	0.02	4	0.01	2	0.03												
3						<i>Sigambra tentaculata</i>	1	0.04					4	0.02										
4						<i>Aglaghamus</i> sp.	1	0.01																
5						<i>Nephtys californiensis</i>																		
6						<i>Nephtys polybranchia</i>																		
7						<i>Glycera decipiens</i>	2	0.03					1	0.23	112	0.57								
8						<i>Lumbrinerides acutus japonicus</i>							2	0.02										
9						<i>Lumbrinerides</i> sp.	1	0.01																
10						<i>Lumbrinerides longifolia</i>									106	1.24								
11						<i>Mainereis</i> sp.	1	+																
12						<i>Scoloplos</i> sp.	1	+																
13						<i>Apoprionospio davi japonica</i>	7	0.02																
14						<i>Dispio oculata</i>																		
15						<i>Dispio</i> sp.							3	0.14										
16						<i>Paraprionospio Form A</i>							23	0.04										
17						<i>Prionospio krusadensis</i>	1	0.04							2	0.13								
18						<i>Prionospio paradisea</i>	5	0.03							1	0.01								
19						<i>Pseudopolydora</i> sp.									4	0.01								
20						<i>Poecilochaetus</i> sp.																		
21						<i>Poecilochaetus</i> sp.							1	+										
22						<i>Chaetozone</i> sp.	2	0.01	2	+														
23						<i>Euzonus ezoensis</i>	12	0.17	5	0.14														
24						<i>Notomastus</i> sp.									4	0.13								
25						<i>Chone</i> sp.									12	0.02								
26	軟体動物門	腹足綱	原始腹足目			<i>Umbonium costatum</i>	2	3.32																
27			新腹足目			<i>Niotha livescens</i>									3	0.49								
28						<i>Olivella japonica</i>	5	0.25	2	0.07														
29			頭楯目			<i>Scaphanderidae</i>	1	0.01							1	+								
30			異齒目			<i>Macra crosssei</i>									1	0.28								
31						<i>Nitidollina minuta</i>									1	0.01								
32						<i>Nitidollina nitidula</i>									1	0.02								
33	節足動物門	甲殼綱	7ヶ月			<i>Leuconidae</i> sp.	1	+																
34						<i>Hemilamprops</i> sp.	1	+																
35			等脚目			<i>Excitrolana japonica</i>	4	0.02																
36			端脚目			<i>Lijeborgia serrata</i>	4	0.01																
37						<i>Phoxocephalidae</i>	4	0.01																
38						<i>Synchelidium</i> sp.	1	+																
39			十脚目 長尾類			<i>Crangon affinis</i>	1	0.01																
40	硬皮動物門	海鞘綱	無足目			<i>Protankyra autospisfa</i>	1	0.58																
41	脊椎動物門	硬骨魚綱	ウキ目			<i>Ophisurus macrorhynchus</i>	1	12.56																
							種類数	24	10	13														
							合計	58	17.26	44	0.93	253	2.68	2	0.08	0	0	0	0	0	0	0	0	0

注：+は0.01g未満を示す。

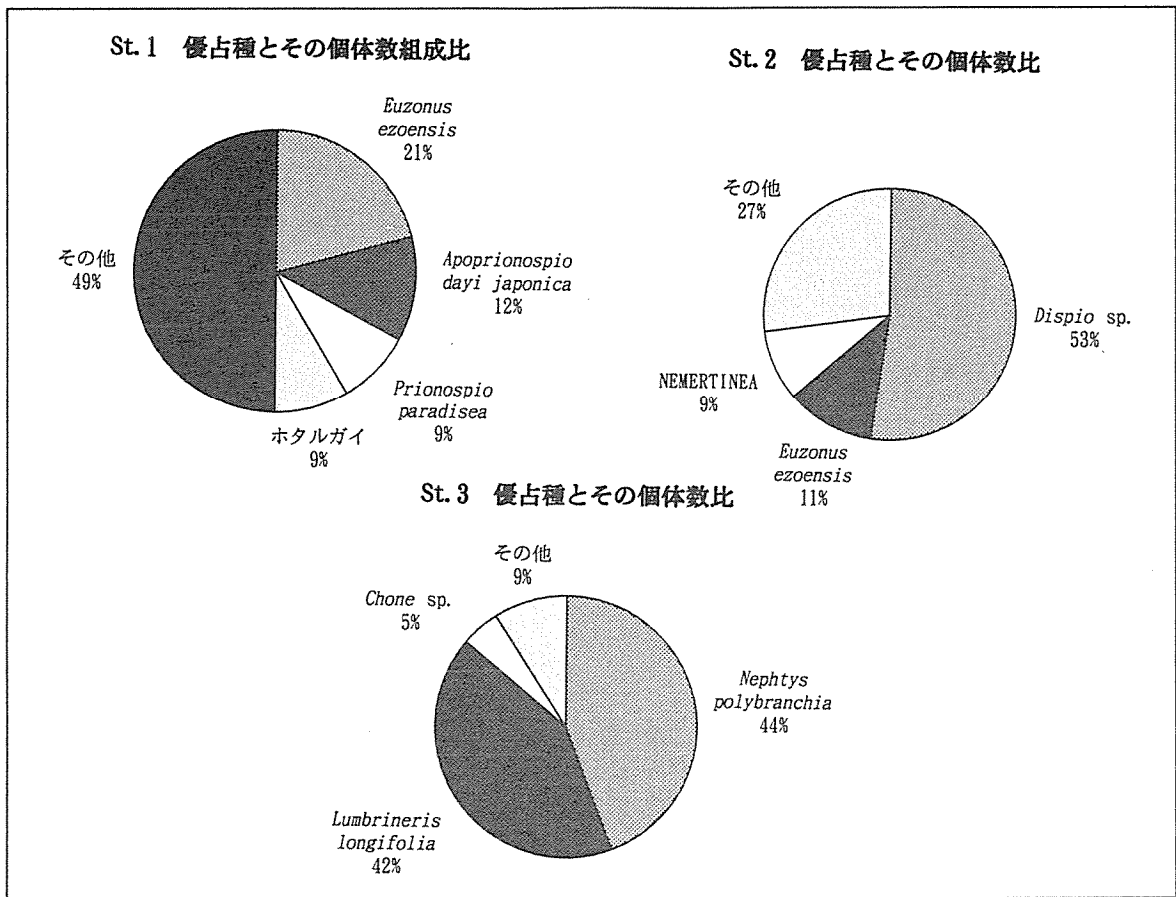


図 8 各測点の優占種とその個体数組成

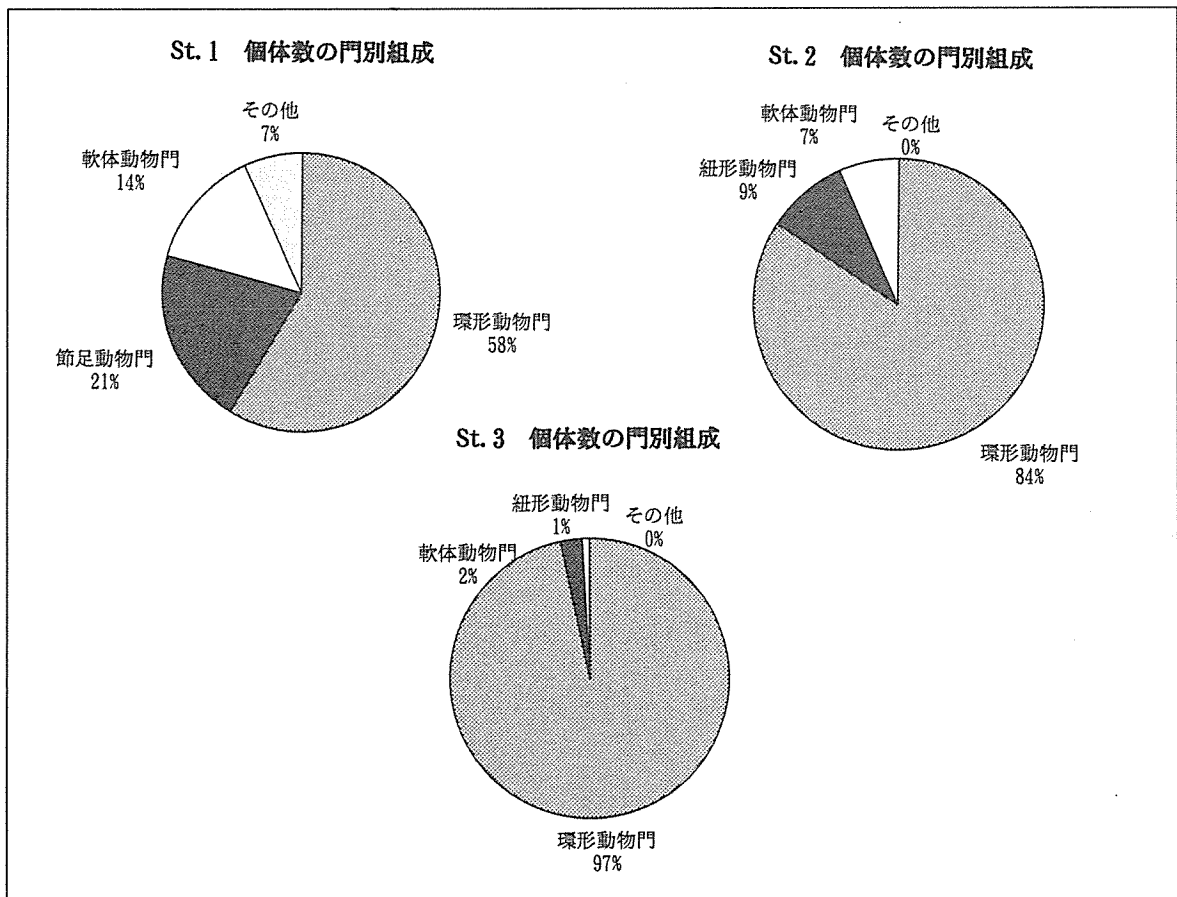


図 9 各測点の個体数門別組成

表26 小湊メイオベントス分析結果

		個体数/7.07cm ³								
No.		St. 1			St. 2			St. 3		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Foraminiferida 原生動物門 根足虫綱 有孔虫目	28	200	176	528	400	328	624	792	520
2	Turbellaria 扁形動物門 渦虫綱									
3	Nematoda 線形動物門 線虫綱	444	156	144	220	168	172	488	160	168
4	Polychaeta 環形動物門 多毛綱	4			4			8		
5	Tardigrada 緩歩動物門				4			8		
6	Acarina 節足動物門 蛛形綱 タニ目				4			16		
7	Ostracoda 節足動物門 甲殻綱 介形亜綱					12				
8	Harpacticoida 節足動物門 甲殻綱 橈脚亜綱 ハハクチス目	52	4		36	12	8	128	40	
	種類数	4	3	2	6	4	3	6	3	2
	合計	528	360	320	796	592	508	1272	992	688

No.		St. 5 砂浜上			St. 5 砂浜中			St. 5 砂浜下		
		0-1cm	1-2cm	2-3cm	0-1cm	1-2cm	2-3cm	0-1cm	1-2cm	2-3cm
1	Foraminiferida 原生動物門 根足虫綱 有孔虫目		4	40	16	16	48	8	24	24
2	Turbellaria 扁形動物門 渦虫綱				8	8		16	28	24
3	Nematoda 線形動物門 線虫綱			8				8	4	8
4	Polychaeta 環形動物門 多毛綱									
5	Tardigrada 緩歩動物門									
6	Acarina 節足動物門 蛛形綱 タニ目									
7	Ostracoda 節足動物門 甲殻綱 介形亜綱							16	12	
8	Harpacticoida 節足動物門 甲殻綱 橈脚亜綱 ハハクチス目						4			
	種類数	0	1	2	2	2	2	4	4	3
	合計	0	4	48	24	24	52	48	68	56

表28 生物学的水質判定結果

判定方法		St. 6	St. 7
汚濁指数法	指数	1.43	1.13
	判定	貧腐水性(os)	貧腐水性(os)

注：計算方法 $S = \Sigma(s \cdot h) / \Sigma h$

h：各測点における出現種ごとの個体数の多少度
 10個体以下：h = 1
 11~100個体：h = 2
 101個体以上：h = 3

s：水質汚濁階級
 貧腐水性(os)：s = 1
 β中腐水性(βms)：s = 2
 α中腐水性(αms)：s = 3
 強腐水性(ps)：s = 4

S：Pollution Index

S	水質汚濁階級
1.0~1.5	貧腐水性 (os)
1.6~2.5	β中腐水性 (βms)
2.6~3.5	α中腐水性 (αms)
3.6~4.0	強腐水性 (ps)

*表27は次ページに示す。

表27 小漢河川生物分析結果

番号	動物門	綱	目	科	和名	学名	地点			St.6			St.7				
							項目	定数	湿重量	定数	湿重量	定数	湿重量	定数	湿重量	定数	湿重量
1	扁形動物	ウスシ	三岐腸	アヲリア	アヲリア科	Planariidae	92	0.20	12	0.08	36	0.04	12	5.96			
2	軟体動物	マサキイ	ナ	初ニ	初ニ	<i>Semiliospira bensoni</i>			4	0.80			56	22.80			
3	節足動物	甲殼	IC	アヒ	アヒ	<i>Paratya compressa</i>	8	5.96	24	19.52			8	13.12			
4						<i>Palaeon pacificus</i>							4	20.60			
5						<i>Geothelphusa dahaani</i>							4	0.72			
6						<i>Ameletus sp.</i>	4	+			4	0.08	4	+			
7						<i>Siphonurus binotatus</i>	4	0.04					4	0.08			
8						<i>Isonychia japonica</i>	4	+					4	0.08			
9						<i>Ecdyonurus kibumensis</i>	4	+	4	+	24	0.04	8	0.08			
10						<i>Epeorus latifolium</i>	4	+					4	+			
11						<i>Baetis sahoensis</i>	4	+			4	+					
12						<i>Baetis thermicus</i>	4	+	4	0.04			8	0.12			
13						<i>Baetis yoshinensis</i>	4	+									
14						<i>Baetis sp.</i>	8	+									
15						<i>Paraleptophlebia spinosa</i>	88	0.04	4	+	784	0.56	4	+			
16						<i>Paraleptophlebia sp.</i>											
17						<i>Thraulius sp.</i>							8	0.12			
18						<i>Ephemera japonica</i>			4	0.08			12	0.40			
19						<i>Aeschnidae</i>			4	+			4	0.48			
20						<i>Nemoura sp.</i>			4	+			4	+			
21						<i>Gibosia sp.</i>			4	0.08			8	0.04			
22						<i>Gerris sp.</i>			4	1.40			4	0.12			
23						<i>Ranatra chinensis</i>			4	1.08			4	0.04			
24						<i>Parachauliodes continentalis</i>			4	7.40			4	0.28			
25						<i>Potohermes grandis</i>			4	+			12	+			
26						<i>Hydropsyche orientalis</i>	32	0.04	4	+			4	+			
27						<i>Hydropsyche sp.</i>											
28						<i>Rhyacophila sp.</i>			16	0.12			4	0.04			
29						<i>Goerodes japonicus</i>			12	0.56							
30						<i>Platambus pictipennis</i>											
31						<i>Colymbetinae</i>							4	0.04			
32						<i>Gyrinidae</i>	4	0.04									
33						<i>Cyphon sp.</i>							8	+			
34						<i>Antocha sp.</i>	8	+					4	0.04			
35						<i>Eriocera sp.</i>							96	0.04			
36						<i>Tanyptinae</i>	8	+	4	+			12	+			
37						<i>Chironominae</i>	28	+	12	+			76	0.04			
38						<i>Orthocladinae</i>	448	0.20	4	+							
39						<i>Chironomidae pupa</i>	36	+									
40						<i>Atherix sp.</i>	12	0.04					16	+			
41	脊椎動物	魚類	コイ	カ	カ	<i>Tribolodon hakonensis</i>			24	11.52			4	1.80			
42			スギ	ハ	ハ	<i>Rhinogobius sp.</i>			24	18.92			12	21.08			
							792	6.56	176	61.60	1100	1.36	160	87.32			
							17		20		17		17				
							個体数・湿重量合計 (個体・g/m ²)			出現種類数			測点別出現種類数				
							31		32		32		32				

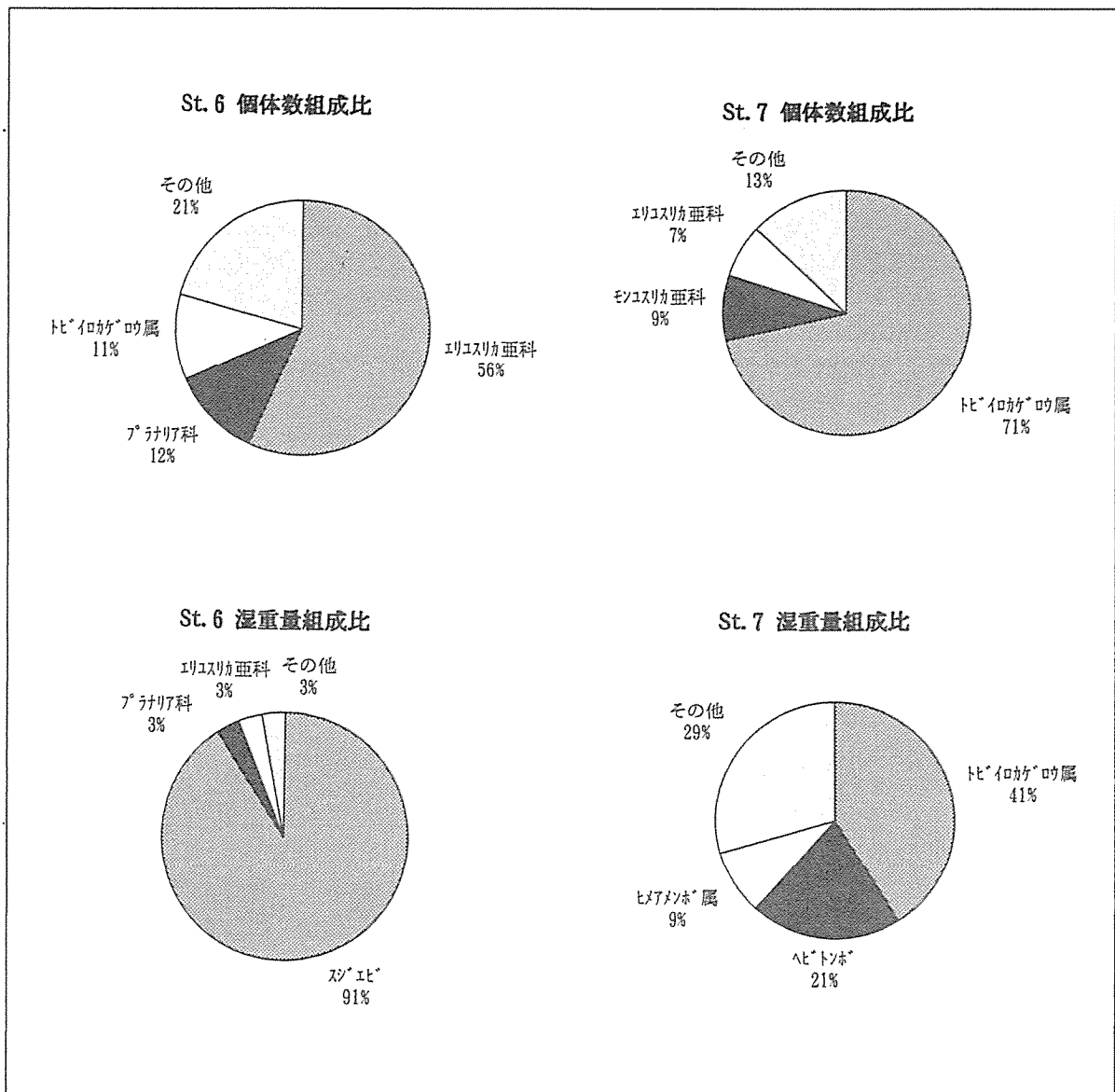


図10 各測点の個体数および湿重量組成

上のSt. 5の中層と下層からは生物が確認されなかった。各測点から得られたサンプルを元に個体数の門別組成比を比較すると、砂浜上の測点St. 5を除き、各測点で環形動物門多毛綱が優先した(図9)。測点別に見るとSt. 1では全体の58%、St. 2では84.1%、St. 3では96.8%を占めた(個体組成比)。これを各測点の優占種別にみてもこの傾向は明確であり、全測点で上位3種を環形動物門多毛綱が占めていた。

2. メイオセントス

調査を行った4測点で6動物門9分類群の生物を確認した(表26)。全測点でほぼ共通した種類は原生動物門根足虫綱有孔虫目と線形動物門線虫綱で、各測点で優占した。砂浜上の測点St. 5では上層の0-1 cm層で生物が出現せず、また1-2 cm層でも出現個体数が少なかった。St. 5の中層や下層では上層と比較して出現個体数が多く確認できた。

3. 淡水生物

今回の調査の結果、St. 6、St. 7の2測点で42種類の生物を確認することができた(表27)。綱別に見ると昆虫綱35種類、甲殻綱3種類、硬骨魚綱2種類、マキガイ綱とウズムシ綱が1種類だった。St. 6の河床は岩盤で浮き石が各所に点在していた。出現した生物は定量、定性合わせて31種類、個体数792個体/m²、湿重量6.56g/m²だった。最も多く出現した種類はエリユスリカ亜科で出現比は約56%、次いでプラナリア科の約12%であった。またSt. 7は河床は礫、砂で沈み石が多く、複雑な底質だった。出現した生物は定量、定性合わせて32種類、個体数1100個体/m²、湿重量1.36g/m²だった。定量採集で最も多く出現した種類は、トビイロカゲロウ属で出現個体組成比が約71%、次いでモンユスリカ亜科の約9%であった(図10)。

汚濁指数法を用いて生物学的水質判定を行った。結果を表28に示した。St. 6、St. 7ともに『貧

腐水性 (os)』と判定された。しかし、St. 6 ではミズカマキリやコカクツツトビケラ、モンキマメゲンゴロウなどのやや汚濁した水域に棲息する種も確認されたため、有機汚濁は若干進んでいるものと思われる。

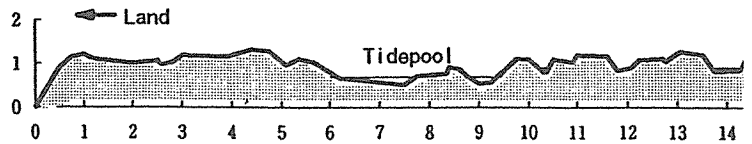
(5) 潮間帯生物

潮間帯生物の観察場所として、砂浜海岸内に部分的にタイドプールのある岩礁部を選択した。観察は、波打ち際を基点にそこから29m沖までを範囲とし、平均水面下111.7cmから平均水面上68.6cmまでの間で行った。観察地点の基質は岩盤で、所々にタイドプールが見られた。観察地点の周囲には、太平洋に面した砂浜海岸が広がっており、同海岸には神明川が流入している。

ライン観察を行った結果、植物(海藻)では緑藻2種、褐藻13種、紅藻12種の合計27種、動物では、軟体動物12種、腔腸動物2種、環形動物2種、および節足動物2種の合計18種が確認された(表29)。

頻繁に観察された種として、植物では緑藻のアオサ属、アオノリ属、褐藻のイソガワラ属および紅藻のピリヒバ、カイノリ、動物では軟体動物のイボニシ、腔腸動物のヨロイイソギンチャクおよび環形動物のカンザシゴカイ科が挙げられる。それぞれの種の水平分布は、アオノリ属に岸側に多い傾向が見られた。また、イソガワラ属がいずれの測点でも多く観察され、ピリヒバがタイドプール内に多く出現した。鉛直分布(図11)については、全体的に平均水面に沿って分布する傾向が見られ、

表29 潮間帯生物観察結果



分類	和名	学名	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
緑藻植物	アサ属	<i>Ulva</i> sp.																
	アサノリ属	<i>Enteromorpha</i> sp.																
	褐藻植物	イソガワラ属	<i>Ralfsia</i> sp.															
		アミダクサ	<i>Dictyota dichotoma</i>															
		ウツクサ	<i>Dictyopteria undulata</i>															
		イソガワラ	<i>Petrospongia rugosum</i>															
		イシ	<i>Ishige okamurae</i>															
		イシ	<i>Ishige sinicola</i>															
		イソノリ	<i>Myelophycus simplex</i>															
		イソノリ	<i>Colpomenia sinuosa</i>															
		イソノリ	<i>Petalonia binghamiae</i>															
		ヒジキ	<i>Hizikia fusiformis</i>															
		イソガワラ幼生	<i>Sargassum</i> sp.															
		イソガワラ	<i>Sargassum fulvellum</i>															
イソガワラ		<i>Sargassum thunbergii</i>																
紅藻植物	アサノリ属	<i>Porphyra</i> sp.																
	ヒメノリ科	Melobesioideae																
	ヒメノリ	<i>Corallina pilulifera</i>																
	ヒメノリ	<i>Grateloupia filicina</i>																
	ヒメノリ	<i>Grateloupia sparsa</i>																
	ヒメノリ	<i>Prionitis comea</i>																
	イソノリ	<i>Caulacanthus usutulatus</i>																
	イソノリ	<i>Gracilaria textorii</i>																
	イソノリ	<i>Ahnfeltiopsis paradoxa</i>																
	イソノリ	<i>Chondracanthus intermedius</i>																
	イソノリ	<i>Lomentaria catenata</i>																
	イソノリ	<i>Chondria crassicaulis</i>																
軟体動物	イボニシ	<i>Collisella heroldi heroldi</i>																
	イボニシ	<i>Notoacmea concinna concinna</i>																
	イボニシ	<i>Cellana toreuma</i>																
	イボニシ	<i>Cellana grata grata</i>																
	イボニシ	<i>Patelloida saccharina lanx</i>																
	イボニシ	<i>Chlorostoma argyrostoma lischkei</i>																
	イボニシ	<i>Nerita albicilla</i>																
	イボニシ	<i>Reishia clavigera</i>																
	イボニシ	<i>Inus mitis</i>																
	イボニシ	<i>Acanthochiton dallippii</i>																
	イボニシ	<i>Acanthopleura japonica</i>																
	イボニシ	<i>Siphonaria sinus</i>																
腔腸動物	ヨロイイソギンチャク	<i>Actinia equina</i>																
	ヨロイイソギンチャク	<i>Anthopleura japonica</i>																
環形動物	カンザシゴカイ	<i>Lysidice collaris</i>																
	カンザシゴカイ科(被)	Serpulidae																
節足動物	イソノリ	<i>Paqurus filholi</i>																
	イソノリ	<i>Hamigrapsus sanguineus</i>																

特にアオノリ属、イソガワラ属およびヨロイソギンチャクでは顕著であった。

水産有用種としてアオサ属、アオノリ属、ヒジキ、ホンダワラ、アマノリ属、ムカデノリが出現した。また、魚類等の産卵場、保育場として重要な藻場を形成する種としてヒジキ、ホンダワラおよびウミトラノオが観察されたが、いずれも小型の個体であった。

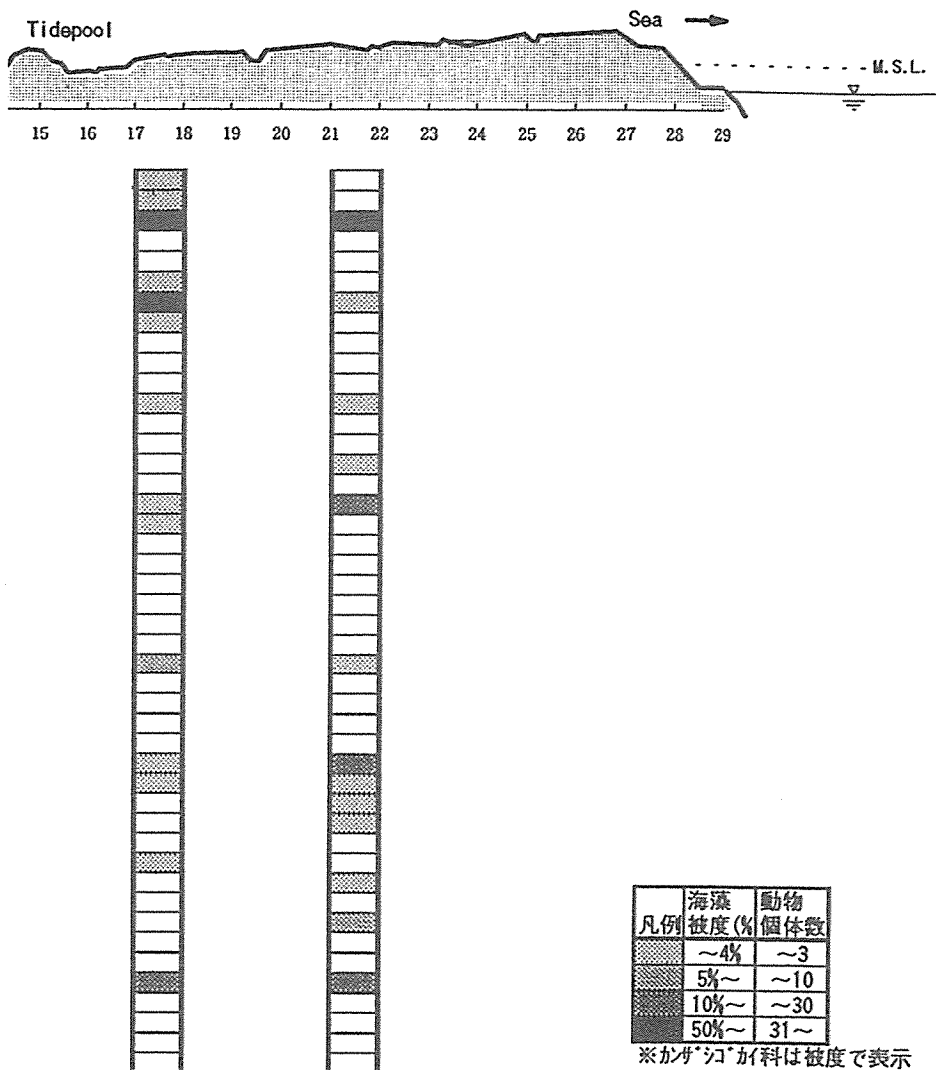
4. 考察

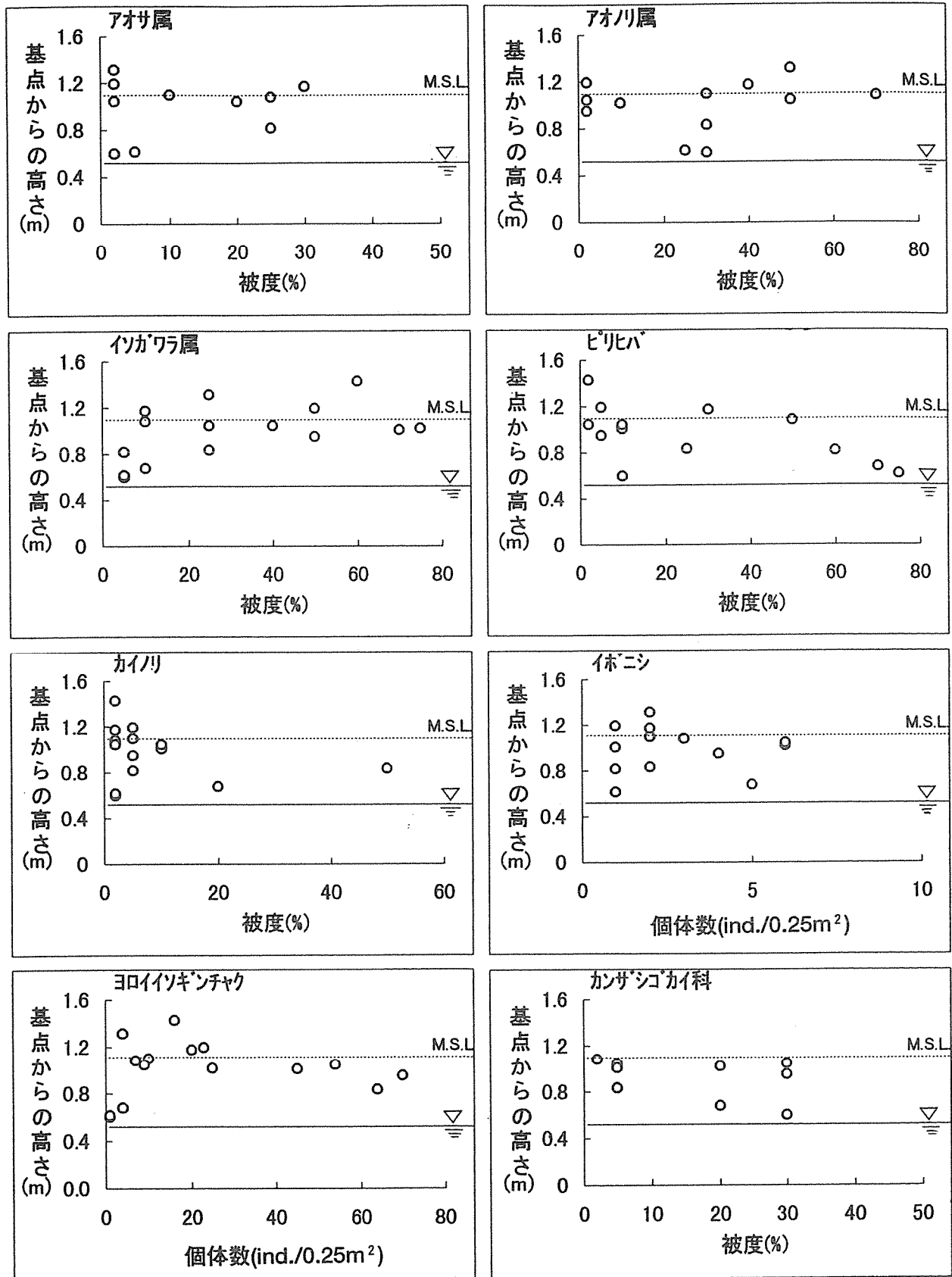
4-1. 水質と浮遊生物

(1) 海域

本調査海域は、植物プランクトンでは日本の沿岸内湾域で普通にみられる珪藻類 *Cylindrotheca closterium*, *Nitzschia pungens*, *Chaetoceros debile*,

渦鞭毛藻類 *Scrippsiella trochoidea*, ミドリムシ藻類, ハプト藻類, プラシノ藻類が全測点を通じて出現した(表15)が、測点ごとの種組成は異なっていた(図12)。特に港内の St. 3は、淡水種の緑藻類 *Scenedesmus acuminatus*, 藍藻類 *Phormidium* sp. の底層での優占が顕著だった。一方、港外の St. 1と St. 2では互いに共通した出現種であったが、珪藻類 *Eucampia zodiacus*, ハプト藻類, ミドリムシ藻類などで組成比に差異が認められた。また、この2測点では暖海性の珪藻類 *Rhizosolenia* 属や、渦鞭毛藻類 *Ceratium* 属が出現した。動物プランクトンは、St. 3で繊毛虫 *Tintinnopsis kofoidi*, 橈脚類 *Microsetella norvegica*, Copepodite of *Eurytemora* など内湾性種と淡水種の輪虫類 *Bdelloidea* が多く出現したのに対し、St. 1, St. 2では、橈脚類





M.S.L.は平均水面、▽は調査時水面を示す

図11 種別鉛直分布

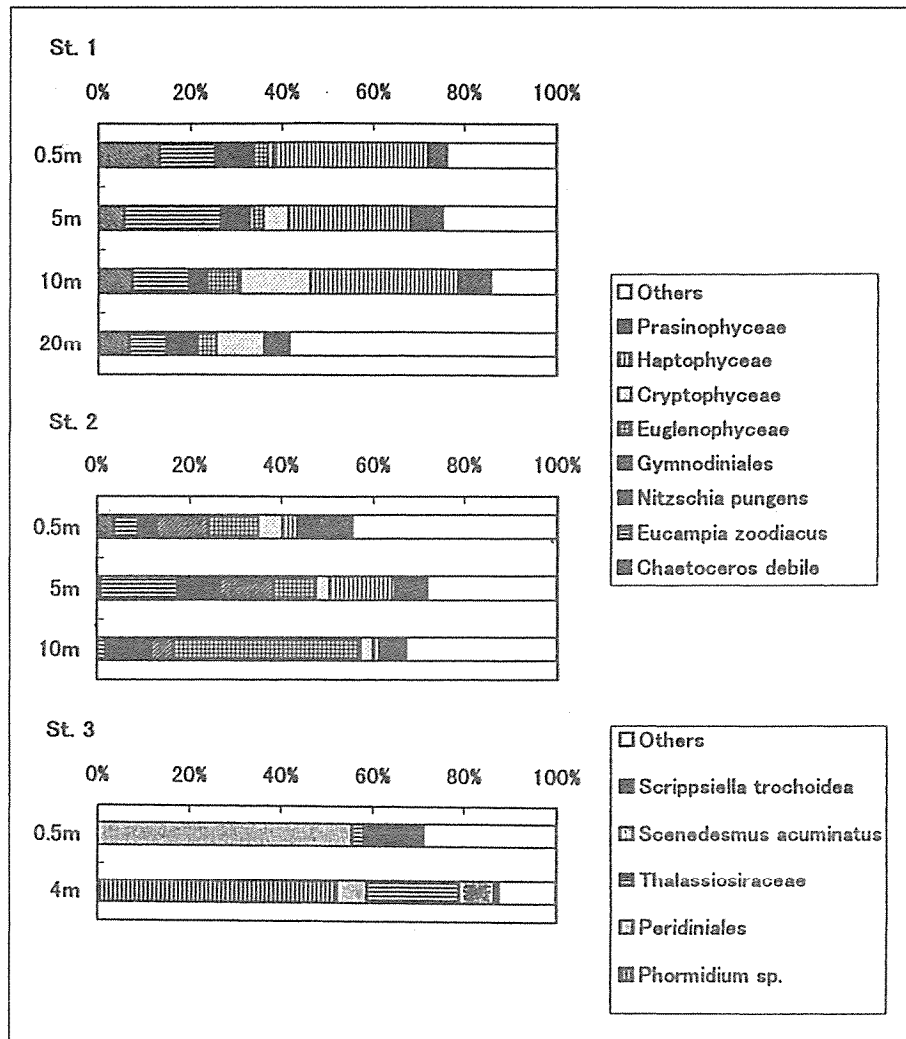


図12 各測点における優占種の鉛直分布

Copepodite of *Mecynocera*, 尾虫類 *Oikopleura longicauda*, サルパ類 *Doliolum* sp., 幼生類 *Calypopsis* of *Euphausiacea* など外洋性種が出現した。St. 3 は St. 1, 2 に比べて水温で約 1.7℃, 塩分で約 0.4psu 低く (図 3), T-S ダイアグラムからも両者は異なる水塊だといえる (図 3)。栄養塩類においても, St. 1, 2 はほぼ同じ値だったが, St. 3 は他の 2 測点の約 2 倍と高かった。このことから, 本調査海域の種組成は港外と港内では水塊の違いを反映していたといえるが, 港外の 2 測点については水質からは違いが認められず, 異なる種組成の明確な要因は得られなかった。

次いで, 植物プランクトンの総細胞数について鉛直的な変化をみると, 3 測点とも表層に比べてやや下の 5 m 層で細胞数が多かった。St. 1 と St. 2 では, その後底層に向かって細胞数は減少した。クロロフィル a 濃度は, St. 1 の底層で 1.4 μg/l を示した以外はいずれも 1 μg/l 以下で, 全体的に低い値だったが, 水深に伴う濃度変化は細胞数とほぼ同じだった。一方, 水柱中のバク

テリア細胞数は 3 測点ともに表層から底層に向かって増加した (表 13)。この時, フェオ色素濃度は各測点において底層で最大値を示していた (図 5)。本調査時期, 水柱には弱い水温躍層が形成されており (図 3), また栄養塩類の濃度は底層に向かって若干増加していた (図 6)。春季に発生する植物プランクトンの大増殖は, 水柱の成層が強くなることで躍層上部の栄養塩が枯渇し, 衰退していく。このことから, 本調査時期は春季増殖の収束期を迎えた植物プランクトンが枯死・沈降していき, その沈降してきた有機物をバクテリアが分解して栄養塩を回帰させていた状態だったと考えられる。

(2) 河川

河川域について, 出現する藻類とその藻類が生息する場所の水質特性との関係から, 様々な水質環境に対する指標種が知られている。これを用いて河川の水質判定を行うことが出来る。本調査では, 有機汚濁の状態に対応して設定された 4 つの

段階とこれらの指標種をもとに、付着藻類の結果を用いて考察を行った。

最も優占したのは、St. 6で*Nitzschia frustulum*, St. 7で*Rhoicosphenia abbreviata*で、それぞれ全細胞数の29.1%, 28.7%を占めていた。この2種に次いで多かった*Nitzschia amphibia*, *Nitzschia dissipata*など本調査河川域では貧腐水性から β -中腐水性の種が優占した。この2段階はBOD値で5 mg/l以下に対応し、汚濁はあまり進んでいないと推測される。しかし、*Navicula minima*, *Navicula seminulum*および*Nitzschia palea*の強腐水性種も出現し、全体に占める割合はそれぞれ6.1%, 6.9%だった。これは最も汚濁している段階を示し、BOD値で10mg/l以上に対応している。以上の結果から、生物学的にみて本調査河川域は汚濁が進行している段階だったと考えられる。

4-2. 卵・稚仔

(a) 魚卵

St. 1は岸から約600m(水深22m), St. 2は約400m(水深12m)の沖合で、曳網時は下げ潮に当たっていたものの、大きな水質学的・物理学的環境の違いはなかった。採集された卵の全数を測点間で比較するとSt. 1の方が少なかった。

両測点を通して出現した12種の内、マイワシ・カタクチイワシ・ネズッコ科・メイタガレイ属・単脂球形卵type 7の5種および十腕形目の卵は採集個体数・組成比率共にSt. 1の方がSt. 2より多かった。またいずれも胚体は形成されておらず卵内発生初期のものであった。これらのことから上記の6種はSt. 1付近で産卵が行われた可能性が高いと思われる。これらの種についてSt. 2で採集された個体数がSt. 1に比べて少なかった要因の一つとして、吹送流・潮流流など潮流による移送・拡散が考えられる^{3) 7)}。

マイワシ・カタクチイワシについては1994年に行われた同時期同海域の調査⁶⁾からも出現が報告されている。それによるとマイワシは全採集個体数の62.6%, カタクチイワシは12.8%を占めている。本調査での組成比率はそれぞれ49.8%, 1.3%と前述の調査には及ばないが、優占した出現が見られたことからマイワシ・カタクチイワシについては本海域付近で産卵が行われていることが考えられた。

しかしこれらの種についてその稚仔魚が得られなかったことは、これらの卵が産卵後に潮流などにより移送・拡散されたことも考えられた。両測点を通して出現した12種のうち、上記の6種以外の6種については単脂球形卵type12で多少の差は見られたものの、顕著な傾向はみられなかった。これらについては採集個体数も少ないことから産卵場所等については言及できなかった。

St. 2のみで採集された単脂球形卵 type13の卵

は、卵内発生が比較的進んでいたことから、産卵されてからの時間の経過が示唆された。その間の移送・拡散作用等を考慮すると、単脂球形卵type13はSt. 2のみで多数が採集されたにも係わらず、産卵場所については言及できなかった。

(b) 稚仔魚

本調査ではコノシロは前期仔魚期のものが出現した。コノシロは1994年の同様の調査でも出現していることから、本調査海域の同時期に分布する種であると考えられる。しかし、岡部(1996)(調査海域:小湊地先, 採集方法:灯火採集)ではコノシロの稚仔魚は本調査海域の付近からは報告されていない。同様に本調査では稚魚期のカンパチも採集されたが岡部(1996)では報告されていない。この違いは両調査の採集方法(灯火採集・マルチネット)の相違, 採集された個体の魚種・発生段階による生態的(走行性・遊泳力など)の違いから生じたものと考えられた。

コノシロ・カンパチ・アジ科・メジナについて本調査では稚仔魚は採集されたがその卵は確認されなかった。これらの種の中で卵の同定が比較的容易なコノシロについては、1994年の同様の調査でも稚仔魚は採集されたが卵は出現しなかった。この要因の一つとして他海域で産卵された卵が潮流などによって本調査海域付近に移送・拡散され、その間に孵化・発育したことが考えられた。カンパチ・アジ科・メジナについては従来の知見からは卵の同定は困難であるとし、言及は避けた。

一方、分離浮性卵を産む沿岸魚の前期仔魚が親の生息するごく沿岸から出現しない例は岡部(1993), Leis and Miller(1974), Leis and Goldman(1987)に見られる。

岡部(1996)によると、本調査海域付近で行った灯火採集の結果、メジナ属は採集個体の優占種であり経時的にその平均体長は増加するが、その中で前期仔魚は採集されなかったと報告している。この様な特異な仔魚の分布の理由について、Leis and Miller(1974)やLeis and Goldman(1987)は、普段の生息場からの産卵のための移動や潮流による分離浮性卵の沖合への移送をあげた。そして岡部(1996)はメジナ属を、採集地周辺に来遊後そこを生育場として利用するグループに位置づけている。

本調査で得られた後期仔魚期のメジナはマルチネットで採集されたものであるが岡部(1996)と相反するものではなかった。

参考文献

- 1) Leis, J. M. and J. M. Miller. 1976. Offshore distributional patterns of Hawaiian fish larvae. Mar. Biol., 36: 359-367.
- 2) Leis, J. M. and B. Goldman. 1987. Composition and distribution of larvae fish assemblages in the Great Barrier Reef Lagoon Island, Australia. Aust. J. Mar. Freshw. Res.,

38:211-223.

- 3) 丸茂隆三編. 1984. 海洋の生物過程. 恒星社厚生閣, 東京. 462pp.
- 4) 岡部 久. 1993. 神奈川県水産試験場地先における灯火採集によって得られた仔稚魚. 神奈川県水産試験場研究報告, 14:53-60.
- 5) 岡部 久. 1996. 房総半島小湊の岩礁域における灯火採集によって得られた仔稚魚. 魚類学雑誌, 43(2):79-88.
- 6) 笹原耕治・豊田光浩・長尾明子・西田和功・李芝旺・国分治代・渡辺晶子. 1994. 小湊周辺における河川・海域調査. 株式会社日本海洋生物研究所年報, 1994:7-26.
- 7) 杉本隆成・石野 誠・杉浦建三・中田英昭編. 1987. 水産海洋環境論. 恒星社厚生閣, 東京. 325pp.

4-3. 底生生物

1. マクロベントス

天津港には市街地から流入する小河川や、港内には水産物の水揚げ・処理施設がある。また、港外への航路は1カ所だけで、閉鎖的な水域を形成している。港内に位置するSt. 3は、水深約5m、底質は砂泥で、採泥時には硫化水素臭が感じられた。底質の化学分析結果からは、St. 1やSt. 2よりも窒素量が多いことが明らかになっている。したがって、St. 3は海水の流動に乏しく、有機物の蓄積しやすい条件にあると思われる。この結果、有機物の分解者としてのバクテリア、さらに上位の栄養段階にあるメイオベントスが多くなっている。St. 3において、マクロベントスの個体数が他の測点に比べて多く、肉食性や堆積物食性のミナミシロガネゴカイ、*Lumbrineris longifolia*が優占したのは、港内の餌料環境を反映していると推測される。また、閉鎖的な港内の条件は、棲息する底生生物に人為的な、あるいは季節的な環境変動の影響を及ぼしやすい。たとえば、出水時の塩分濃度の低下、高水温と有機物の過剰な供給による酸素欠乏などがあげられる。一般に外洋水の影響を受けにくく、内湾的な環境ほど、多毛類の組成比立が高く、逆に甲殻類や棘皮動物の組成比立が低いとされている。St. 3で多毛類の組成比率が特に高く、個体数と種類数を比較した場合の多様性が低く現れているのは、このような港内の環境特性によるものと思われる。

一方、港外の測点St. 1とSt. 2は、直接外洋水の影響を受ける開放的な湾内に位置し、水深はそれぞれ約22m, 12m、底質は砂であった。St. 1では多毛類の組成比率は60%以下で、端脚類などの小型甲殻類や腹足類など多種類のマクロベントスが出現している。また、湿重量で見た場合の大型個体が他の測点より多い傾向が認められる。一般的に大型種ほど生活史が長いことを考えると、St. 1の多様なマクロベントス相は、長期的に安定した環境に由来すると考えられる。また、St. 2で種類数、個体数が少ない理由については不明である

が、波浪により、底質が影響を受けやすいことに起因するのかもしれない。

2. 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10cm³あたり数百~数千個体とされるが、今回の結果では砂浜の測点であるSt. 5を除いて、全測点で同様の傾向がみられた。

線虫類はメイオベントスの中で優占する生物群といわれる。St. 1でこの傾向はみられたが、ほとんどの測点で有孔虫目が優占している。

メイオベントスの分布に影響を与える要因のひとつに底質がある。メイオベントスはマクロベントスに比べ堆積物の粒度組成の変化に反応しやすいとされているが、砂質の測点St. 1, St. 2に比べ、砂泥質の測点St. 3の方が出現個体数が多い。この理由としてはSt. 3は海水の循環が比較的弱い港内にあり、沈殿物がたまりやすいこと、メイオベントスの餌料となりうるバクテリアの繁殖に適した砂泥質を底質に持つことなどが考えられる。この事はSt. 1, St. 2にくらべ、St. 3はバクテリア量、窒素などの有機物量が高かった事により裏付けられる。

砂浜上の測点St. 5はメイオベントスの餌となるバクテリアの細胞数が比較的多かったが、出現した個体数が著しく低く、種類数も少なかった。これは潮汐運動により一時的に干出することで、生息環境が一定しないことに起因すると思われる。そのため、比較的乾燥しやすい上層に比べ、乾燥しにくい中層や下層で多く出現する傾向がみられたのだろう。

メイオベントスそして、マクロベントスは海の生態系において低次生産者であり、生態系を維持するためにも重要な一群である。そのため、今後メイオベントス・マクロベントスの分布様式を解明するには、その分布制限要因となる潮流、底質などを総合的に調査する必要があると思われる。

3. 淡水生物

St. 6では岩盤の上に浮き石が点在するという不安定な底質であるため、水流の影響を受けやすく、出水の際には河床環境が変化しやすいと考えられる。そのため生物の棲息環境の維持が困難であるとおもわれる。しかし、本調査では礫間や礫面上に捕獲網と固着巣をつくるため濁りや河床の攪乱に影響されやすく河床の安定度の指標とされるウルマーシマトピケラが確認された。このことは安定した河床が保たれていることを示唆している。St. 7では礫底であるが大型の礫が少なく、そのため礫間や礫下の空間が小さい。また、測点上流のダムから測点下流に導水

路が設置されており流量が少なかった。St. 7においても、ウルマーシマトビケラが確認されており、安定した河床であることを示唆している。

河川は景観に基づき早瀬、平瀬、淵に区分され、さらに河床材料の状態、流況、水際部の形状、砂礫の堆積状況、水生植物や河岸の植生等により、複雑な河川環境を形成する。水生生物はこのような環境の多様性に対応して種ごとに特有の生活様式を示すことが知られている。そして、種によって異なる摂餌方法、餌料の種類、生息場所、生活型等から分類研究が行われている。本調査においても瀬では礫表面に棲息して主に藻類を摂食するヒラタカゲロウ類、コカゲロウ類、礫間に棲息し他の昆虫類を捕食するヘビトンボ類が見られた。また、緩流部では水面を利用し流下昆虫等を餌にするヒメアメンボ属、砂泥底中に棲息し、主にデトリタスを摂食するフタスジモンカゲロウ、*Eriocera* sp.、雑食性のエビ・カニ類等を確認できた。このように様々な生活様式をもった水生生物がわずか数十メートルの調査範囲内で確認された。また、高次の消費者であるヘビトンボ、ウグイ、ヨシノボリ属が出現していることは餌となる小型の水生昆虫類や付着藻類が十分に存在していることを示唆している。これにより、神明川は健全な食物連鎖（生態系）を保っているものと考えられる。

このような多様な生物相が保たれている要因として、河岸の樹林が発達しており、雨水の急激な流入が少ないこと、またSt. 7上流の農業用水用のダムが、流量調整の役割を果たしている可能性があげられる。これらにより安定した河床が保たれているため生活環境が急変しにくく、また、測点より上流には人家、田畑が少なく、人為的な汚濁負荷が小さいため、生息に適した環境が維持されていると考えられる。

4-4. 潮間帯と潮間帯生物

岩礁性海岸の生物群集の大きさと組成は、波の作用の強度と密接な関係がある（Tait, 1990）とされる。本調査では、波浪に弱い大形海藻類は認められず、コガモガイやケハダヒザラガイなどの生息基盤への吸着力が強い種が多く観察された。このことにより当地点での波浪は比較的強いということが推察される。

潮間帯生物は、棲所の相違と乾燥に対する適応性から、それぞれ以下のように生態区分される（内海, 1950）。

・乾燥に対する適応性

耐乾性群	高度の乾燥に耐えうるもの。
好湿性群	湿潤な場所を好むもの。
好水性群	干潮時の露出を極度に嫌い常に水中にあるもの。

・棲所による相違

表棲群	表層または石の表面にあるもの。
内棲群	基底の中に埋棲するもの。
下棲群	石の下や窪んだ穴の中にあるもの。

内海の生態区分に従い、本調査で観察された種をタイプ分けすると、アオサ属は好湿性表棲群に、ピリヒバおよびアオノリ属は好水性表棲群、イボニシ、カンザシゴカイ科およびカイノリは好湿性下棲群に区分されるとしている。好水性とされるピリヒバは、本調査では全て調査時の水位より上の高さで観察されたが、タイドプール内で集中して観察されたことから、内海の区分には反していないと言える。そのほかに頻りに観察された種として表棲群であるヨロイイソギンチャクとイソガワラ属があるが、いずれも平均水面付近で多く観察されたことから、好湿性群に区分するのが妥当であるといえる。

参考文献

- 1) R.V. テイト. 1990. 海洋生態学入門, 九州大学出版会, 431pp.
- 2) 内海富士夫. 1950. 潮間帯生物群集の棲所に基づく生態区分, 生理生態, 4-1・2, 50-59.

Acknowledgements

Kominato was both an enjoyable introduction to field work and a highly constructive experience. It served as a good introduction to the many different sampling styles that the company commonly undertakes, something that was undoubtedly necessary given the need for standardisation of sampling procedures. All of the new employees, with various scientific backgrounds, learnt new techniques in fields we previously had little experience in. The 1996 new company employees would particularly like to thank Mr. Takamatsu, captain of the Yamaden-maru, Mr. Kiyosawa for analysis of the freshwater phytoplankton samples, Mr. Furusawa, for analysis of the zooplankton samples and all members of the Marine Biological Research Institute of Japan who gave assistance towards the compilation of this report.