

新人研修報告

海域および河川における水質に伴うプランクトン組成の違い

平田 敦洋・水谷 悦子・Susanne Zielinski

1. 目的

Any population is influenced by different biotic and abiotic parameters. For aquatic communities these parameters include water quality, which can be assessed by parameters like nitrate and phosphate concentrations and oxygen content for example. In this research project the plankton composition was investigated at different points of the Shinmei River and in the sea off Kominato, Chiba Prefecture. Concomitantly water samples were taken to measure different abiotic parameters for an evaluation whether there is a relation between water quality and plankton composition. Regarding the Shinmei River three stations were compared, one upriver, one in the middle reaches of the river and one station close to the river mouth. Due to human activities the water quality might change from upriver towards the river mouth. Freshwater run-off into the sea can influence seawater quality and thus may lead to a different faunal and floral composition close to the river mouth in comparison to a station further offshore. Additionally, any influx of nutrients like nitrate and phosphate from the river into the sea might also affect the plankton composition and or/abundance.

2. 調査方法

平成 15 年 4 月 23 日および 24 日に、千葉県安房小湊町付近の神明川と海域で行なった。調査測点は海域 2 測点 (St. 1、St. 2)、河川 3 測点 (St. 5、St. 6、St. 7) の計 5 測点である。調査項目を表 1 に示した。

2. 1. 海域

2. 1. 1. 水質

The salinity and the water temperature at the two stations on sea were measured using a CTD. The water sample for the analysis of dissolved oxygen (DO) was taken with a Kitahara water sampler, while water samples taken with a Vandorn water sampler were used to evaluate water pH, chemical oxygen demand (COD) and the concentrations of nutritive salts (NH_4 , NO_2 , NO_3 , T-P, PO_4) as well as chlorophyll and phaeophytin.

Water samples were analyzed for DO, pH, COD, and the concentrations of nutritive salts (NH_4 , NO_2 , NO_3 , T-P, PO_4), chlorophyll a and phaeophytin using the methods given in Table 2.

2. 1. 2. バクテリア

海水試料は北原式採水器を用い表層水を採水した。それぞれの試料には、グルタルアルデヒドを最終濃度 1% になるように添加し固定した。試料は、本社に持ち帰り、DAPI 染色した後、落射蛍光顕微鏡で細胞数を計数した。

2. 1. 3. 植物・動物プランクトン

プランクトン採集は、ネット法と採水法で行った。ネット法では、北原式ネット (NXX 13 目合い: 0.093 mm) を使用し、St. 1 と St. 2 で、0 ~ 5 m 層の 1 層で鉛直曳きを行った。

採水法では、バンドーン型採水器 (容量 6 L) を使用し、St. 1 と St. 2 で、表層水を 2 L 採水した。試料は、中性ホルマリンを添加し、植物プランクトンの

表1 調査項目

調査区分	項目	器材	St.1	St.2	St.5	St.6	St.7	
海域・河川	一般	天候	目視	○	○	○	○	○
		気温・湿度	アスマン乾湿計	○	○	○	○	○
		風向・風速	ピラム風向風速計	○	○			
		波向・波高	目視	○	○			
		水色	色名帳	○	○			
		透明度	透明度板	○	○			
		透視度	透視度計			○	○	○
		水深	間縄(アクアソナー)	○	○			
	水質	流速	目視			○	○	○
		河床状況	目視			○	○	○
	水質	水温・塩分	CTDメーター(棒状水温計)	○	○	○	○	○
		溶存酸素	北原採水器(バケツ)	○	○	○	○	○
		pH	バンドーン採水器・pHメーター(バケツ)	○	○	○	○	○
		栄養塩(CODを含む)	バンドーン採水器(バケツ)	○	○	○	○	○
		クロロフィル(フェオ色素)	バンドーン採水器(バケツ)	○	○	○	○	○
	生物	採水バクテリア	北原採水器(バケツ)	○	○	○	○	○
		採水植物プランクトン	バンドーン採水器(バケツ)	○	○	○	○	○
採水動物プランクトン		バンドーン採水器(バケツ)	○	○	○	○	○	
ネット植物プランクトン		北原式ネット	○	○	○	○	○	
ネット動物プランクトン		北原式ネット	○	○	○	○	○	

Table 2 Water Analysis Methodology

項目		分析方法 / Method
溶存酸素	Dissolved Oxygen (DO)	JIS K 0102 32.1
水素イオン濃度	pH	JIS K 0102 12.1
	Chemical Oxygen Demand (COD)	JIS K 0102 17
アンモニア態窒素	NH ₄ -N	海洋観測指針 8.8.2.4
亜硝酸態窒素	NO ₂ -N	海洋観測指針 8.8.2.5
硝酸態窒素	NO ₃ -N	海洋観測指針 8.8.2.6
リン酸態リン	PO ₄ -P	JIS K 0102 46.1.2
	T-P	海洋観測指針 8.8.2.3
クロロフィル a	Chlorophyll a	海洋観測指針 9.6.1
フェオフィチン	Phaeophytin	海洋観測指針 9.6.1

場合は最終濃度 5%、動物プランクトンの場合は 10%で固定した。その後、本社に持ち帰り種の同定、計数を行った。

2. 2. 河川

2. 2. 1. 水質

At the three stations in the Shinmei River, the water temperature was measured using a thermometer. Water samples for the measurement of water pH, COD, DO and the concentrations of nutritive salts, chlorophyll and phaeophytin were taken by using a bucket.

2. 2. 2. バクテリア

淡水試料ではバケツを用いて表層水を採水した。それぞれの試料には、グルタルアルデヒドを最終濃度 1%になるように添加し固定した。試料は、本社に持ち帰り、DAPI 染色した後、落射蛍光顕微鏡で細胞数を計数した。

2. 2. 3. 植物・動物プランクトン

プランクトン採集は、海域と同様の方法で処理・分析した。

ネット法では、バケツで表層水 100 L を採水し、北原式ネット(NXX 13 目合い: 0.093 mm)で濾過し

Table 3 General Conditions at the Kominato Sampling Stations (Sea Stations)

		単位/Unit	Station 1	Station 2
天候	weather condition		曇	曇
気温	air temperature	°C	15	16
湿度	humidity	%	90	85
風向	wind direction		SSE	SSW
風速	wind velocity	m s ⁻¹	3.3	3.3
波向	wave direction		SSE	SSW
波高	wave height	m	1	0.5
水色	water color		藍色	納戸色
透明度	degree of transparency		>10	10
水深	water depth	m	44	10

Table 4 Results of Water Analysis (Sea Stations)

項目		単位/Unit	Station 1	Station 2
水温	Temperature	°C	16.18	15.36
塩分	Salinity	psu	34.70	34.44
水素イオン濃度	pH		8.23	8.25
溶存酸素	DO	mg l ⁻¹	7.75	8.37
	COD	mg l ⁻¹	0.80	0.70
アンモニア態窒素	NH ₄ -N	mg l ⁻¹	<0.01	<0.01
亜硝酸態窒素	NO ₂ -N	mg l ⁻¹	<0.001	<0.001
硝酸態窒素	NO ₃ -N	mg l ⁻¹	0.12	0.07
リン酸態リン	PO ₄ -P	mg l ⁻¹	0.027	0.027
	T-P	mg l ⁻¹	0.038	0.038
クロロフィル a	Chlorophyll a	μg l ⁻¹	1.30	1.10
フェオフィチン	Phaeophytin	μg l ⁻¹	1.00	0.80

て試料とした。

採水法ではバケツで表層水 2 L を採水した。

3. 結果

3. 1. 海域

Details of the conditions experienced during sampling at the various locations are given in Table 3.

3. 1. 1. 水質

At the two sea stations off Kominato, the physical and chemical properties of the sea water did not differ greatly (Table 4).

3. 1. 2. バクテリア

分析結果を表 5 に示した。

海水中のバクテリア細胞数は、St. 1 が 3.93×10^5 cell/ml であったのに対して St. 2 では 5.37×10^5 cell/ml と St. 1 より高い値を示した。

表 5 バクテリア分析結果(海域)

	St. 1	St. 2
平均	3.93E+05	5.37E+05
標準偏差	9.10E+04	8.16E+04
単位: cells/ml		

3. 1. 3. 植物プランクトン

分析結果を表 6 (採水法)、表 7 (ネット法) に示した。

採水法により採集された植物プランクトンは、珪藻類 31 種類、渦鞭毛藻類 6 種類、クリプト藻類、ハプト藻類、プラシノ藻類、ユーグレナ藻類、不明鞭毛藻類が各 1 種類の計 42 種類であった。

優占した種類は、St. 1、St. 2 とともに珪藻類の *Chaetoceros sociale* 及びハプト藻類であった。

細胞数では、St. 1 の方が多く出現した。

ネット法により採集された植物プランクトンは、珪藻類 37 種類、渦鞭毛藻類 7 種類の計 44 種類であった。

優占した種類は、St. 1、St. 2 とともに珪藻類の *Chaetoceros sociale*、*Nitzschia pungens* であった。

細胞数では、St. 1 の方が多く出現した。

表6 採水法植物プランクトン分析結果(海域)

番号	種名	測点	St. 1	St. 2
1	珪藻類	<i>Skeletonema costatum</i>	8084	2618
2		<i>Leptocylindrus danicus</i>	6063	873
3		<i>Guinardia flaccida</i>	379	436
4		<i>Detonula pumila</i>	4674	3491
5		<i>Lauderia annulata</i>	2021	1418
6		<i>Thalassiosira anguste-lineata</i>	1263	
7		<i>T. spp.</i>	1263	873
8		<i>Rhizosolenia imbricata</i>	505	655
9		<i>R. setigera</i>		109
10		<i>R. stolterfothii</i>	1516	109
11		<i>R. spp.</i>	379	109
12		<i>Bacteriastrum sp.</i>	505	
13		<i>Chaetoceros danicum</i>	632	327
14		<i>C. debile</i>	7074	1527
15		<i>C. denticulatum</i>	253	
16		<i>C. eibenii</i>		655
17		<i>C. lorenzianum</i>		218
18		<i>C. sociale</i>	30568	15491
19		<i>C. subsecundum</i>		436
20		<i>C. spp.</i>	1389	764
21		<i>Cerataulina pelagica</i>	505	
22		<i>Ditylum brightwellii</i>		109
23		<i>Eucampia zoodiacus</i>	2147	1091
24		<i>Licmophora sp.</i>		109
25		<i>Cocconeis sp.</i>		109
26		<i>Navicula membranacea</i>	1768	655
27		<i>N. spp.</i>	2274	1855
28		<i>Pleurosigma sp.</i>	126	109
29		<i>Nitzschia spp.</i>	1137	1964
30		<i>Cylindrotheca closterium</i>	2653	2836
31		<i>Cymatosiraceae</i>		982
32	渦鞭毛藻類	<i>Noctiluca scintillans</i>		436
33		<i>Gymnodiniales</i>	505	
34		<i>Protoperdinium sp.</i>	379	436
35		<i>Ceratium fusus</i>	632	655
36		<i>C. kofoidii</i>	1137	3491
37		<i>Peridinales</i>		218
38	クリプト藻類	<i>Cryptophyceae</i>	632	109
39	ハプト藻類	<i>Haptophyceae</i>	19705	9382
40	ブラシノ藻類	<i>Prasinophyceae</i>	8337	2073
41	ユーグレナ藻類	<i>Euglenophyceae</i>	126	764
42	不明鞭毛藻類	<i>Unidentified flagellata</i>	6063	2836
		細胞数合計	114694	60328
		種類数合計	32	37
		沈澱量 (ml/l)	0.21	0.09
		単位: cells/l		

3. 1. 4. 動物プランクトン

分析結果を表8(採水法)、表9(ネット法)に示した。

採水法により採集された動物プランクトンは、多い順に示すと繊毛虫類13種類、続いて橈脚類7種類、その他に根足虫類2種類、ヒドロ虫類、輪虫類、枝角類、幼生類が各1種類の計26種類であった。

優占した種類は、St. 1、St. 2ともに繊毛虫類の

Mesodinium rudrum、*Steombidium spp.*であった。

総個体数では、St. 1の方が多く出現した。

ネット法により採集された動物プランクトンは、多い順に示すと橈脚類10種類、続いて幼生類5種類、その他に枝角類3種類、尾虫類3種類、有孔虫類、放散虫類、ヒドロ虫類、サルパ類が各1種類の計25種であった。

表7 ネット法植物プランクトン分析結果(海域)

番号	種名	測点	St.1	St.2
1	珪藻類	<i>Skeletonema costatum</i>	22739	10942
2		<i>Stephanopyxis palmeriana</i>		7295
3		<i>Leptocylindrus danicus</i>	12403	36474
4		<i>Detonula pumila</i>	239794	134954
5		<i>Lauderia annulata</i>	26874	1216
6		<i>Thalassiosira anguste-lineata</i>	10336	4863
7		<i>T. spp.</i>	39277	1216
8		<i>Coscinodiscus asteromphalus</i>		1216
9		<i>C. waillesii</i>	4135	
10		<i>Rhizosolenia formosa</i>	2067	
11		<i>R. imbricata</i>	107494	53495
12		<i>R. setigera</i>	10336	4863
13		<i>R. stolterfothii</i>		2432
14		<i>Bacteriatrum sp.</i>	4135	12158
15		<i>Chaetoceros affine</i>	43411	
16		<i>C. constrictum</i>	8269	136170
17		<i>C. debile</i>	144703	173860
18		<i>C. decipiens</i>	55814	110638
19		<i>C. denticulatum</i>	173644	178723
20		<i>C. didymum var. anglica</i>	26874	3647
21		<i>C. didymum var. protuberans</i>		3647
22		<i>C. eibenii</i>	4135	
23		<i>C. lauderi</i>		7295
24		<i>C. lorenzianum</i>	16538	26748
25		<i>C. pseudocurvisetum</i>	78553	31611
26		<i>C. seychellarum</i>	37209	6079
27		<i>C. sociale</i>	2819638	375684
28		<i>C. subsecundum</i>	6202	3647
29		<i>C. spp.</i>	6202	12158
30		<i>Cerataulina dentata</i>	6202	12158
31		<i>Ditylum brightwellii</i>		4863
32		<i>Eucampia zodiacus</i>	80620	98480
33		<i>Thalassionema nitzschioides</i>	4135	15805
34		<i>Navicula membranacea</i>	26873	1216
35		<i>Nitzschia pungens</i>	363825	384195
36		<i>N. longissima</i>		1216
37		<i>Cylindrotheca closterium</i>	37210	19453
38	渦鞭毛藻類	<i>Noctiluca scintillans</i>	2448	12438
39		<i>Ceratium fusus</i>	33075	70517
40		<i>C. furca</i>		9726
41		<i>C. kofoidii</i>	2067	
42		<i>C. tripos</i>	2067	
43		<i>C. horridum</i>		1216
44		<i>C. spp.</i>		2432
細胞数合計			4459295	1974746
種類数合計			34	38
沈澱量(m/m ³)			23.26	8.21
単位: cells/m ³				

優占した種類は、St. 1、St. 2ともに橈脚類のノープリウス期幼生、*Oithona* 属のコペポダイト期幼生であった。St. 1では、尾虫類も多く出現した。

総個体数では、St. 1の方が多く出現した。

図1は海域の各測点における栄養塩とクロロフィルa量の関係を示した。栄養塩に関しては硝酸態窒

素(NO₃-N)と全リン(T-P)に注目した。全リンは両測点とも同じ値であった。硝酸態窒素に関しては、St. 2が低く、クロロフィルa量と同じような傾向を示した。図2は海域におけるクロロフィルa量とバクテリア、採水法による動物プランクトン、ネット法による動物プランクトンとの関係を示したものである。バクテリアを除き、クロロフィルa量と採水

表8 採水法動物プランクトン分析結果(海域)

番号	種名	測点	St. 1	St. 2
1	根足虫類 <i>Globigerina</i> spp.		7	5
2	Lobosea		2	
3	繊毛虫類 <i>Mesodinium rubrum</i>		81	77
4	<i>Didinium gargantua</i>		1	1
5	<i>Tontonia</i> sp.		22	5
6	<i>Strombidium</i> spp.		27	51
7	<i>Strobilidium</i> spp.		7	2
8	Oligotrichida		13	
9	<i>Tintinnopsis</i> sp.		1	1
10	<i>Undella</i> sp. 4		3	
11	<i>Amphorella quadrilineata</i>		4	3
12	<i>Dadayiella ganymedes</i>		2	1
13	<i>Salpingella</i> sp.		1	1
14	Tintinnina		3	
15	Ciliata		15	4
16	ヒドロ虫類 Hydroida		1	
17	輪虫類 <i>Synchaeta</i> sp.		1	1
18	枝角類 <i>Evadne nordmanni</i>			1
19	橈脚類 <i>Oithona nana</i>		1	
20	Copepodite of <i>Paracalanus</i>		1	1
21	C. of <i>Ctenocalanus</i>			1
22	C. of <i>Oithona</i>		3	2
23	C. of <i>Corycaeus</i>			1
24	C. of Harpacticoida			1
25	Nauplius of Copepoda		22	30
26	幼生類 Nauplius of Balanomorpha		1	2
	個体数合計		219	195
	種類数合計		21	22
	沈澱量 (ml/l)		0.21	0.09
	単位: inds/l			

およびネット法の動物プランクトンの挙動はほぼ同じであった。

3. 2. 河川

Details of the conditions experienced during sampling at the various locations are given in Table 10.

3. 2. 1. 水質

Regarding the water quality of the Shinmei River, the measured parameters were in a similar range at Station 6 and 7 with the exception of the dissolved oxygen concentration. DO was 7.97 mg l⁻¹ at Station 7, while at Station 6 a concentration of 10.65 mg l⁻¹ was measured. The highest nutrient as well as chlorophyll and phaeophytin concentrations were measured at Station 5, which is located close to the river mouth (Table 11).

3. 2. 2. バクテリア

分析結果を表 12 に示した。

河川水中のバクテリア細胞数は St. 5 及び St. 6 でそれぞれ 4.90 × 10⁶ cell/ml、1.29 × 10⁶ cell/ml であったのに対し、St. 7 では 4.71 × 10⁵ cell/ml と一桁低い値となった。

3. 2. 3. 植物プランクトン

分析結果を表 13(採水法)、表 14(ネット法)に示した。

採水法により採集された植物プランクトンは、珪藻類 18 種類、緑藻類 1 種類の計 19 種類であった。

優占した種類は、St. 5、St. 6 とともに珪藻類の *Navicula* spp. であった。St. 7 では、珪藻類の *Rhoicophenia abbreviate*、*Achnanthes lanceolata* であった。

細胞数でみた場合では、St. 5 が最も多く、St. 7 で最も少なかった。

表9 ネット法動物プランクトン分析結果(海域)

番号	種名	測点	St.1	St.2
1	有孔虫類 Foraminifera		143	281
2	放射虫類 Radiolaria		48	35
3	ヒドロ虫類 Hydroida		143	176
4	枝角類 <i>Evadne spinifera</i>		143	386
5	<i>E. nordmanni</i>		48	70
6	<i>E. spp.</i>			35
7	橈脚類 <i>Paracalanus parvus</i>		334	35
8	<i>Oithona fallax</i>			70
9	<i>O. similis</i>			143
10	Copepodite of <i>Paracalanus</i>		955	457
11	C. of <i>Ctenocalanus</i>		96	105
12	C. of <i>Acartia</i>		48	70
13	C. of <i>Oithona</i>		1146	1054
14	C. of <i>Oncaea</i>			211
15	C. of <i>Corycaeus</i>		191	176
16	Nauplius of Copepoda		3392	4427
17	尾虫類 <i>Fritillaria pellucida</i>		1338	70
18	<i>F. spp.</i>		1576	246
19	<i>Oikopleura longicauda</i>			35
20	サルバ類 Thaliacea		70	
21	幼生類 Polychaeta larva			141
22	Gastropoda larva		48	
23	Nauplius of Balanomorpha			281
24	Nauplius y of Facetotecta			70
25	Fish egg		96	
個体数合計			9889	8502
種類数合計			17	22
沈澱量 (ml/m ³)			19.1	7.3
単位: inds/m ³				

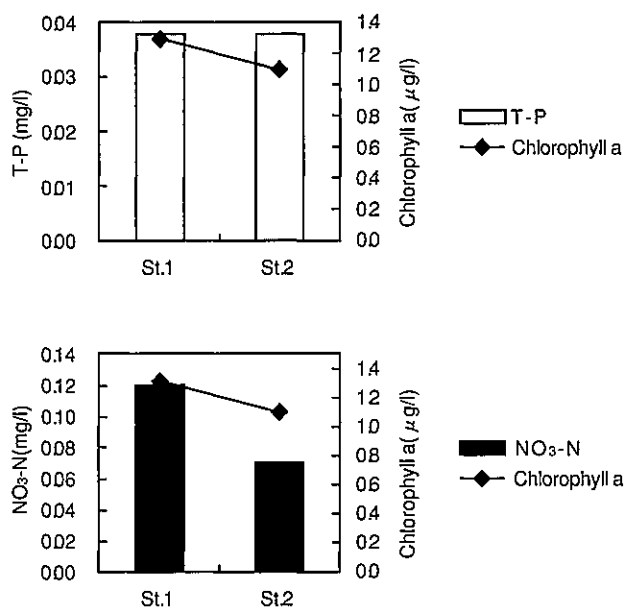


図1 海域での各測点における全リン(T-P; 上段)及び硝酸態窒素(NO₃-N; 下段)と Chlorophyll a の関係

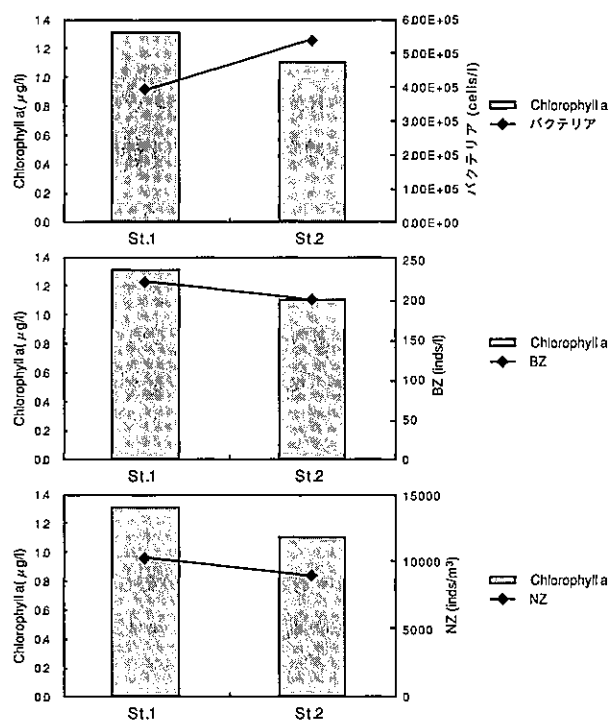


図2 海域での各測点における Chlorophyll a とバクテリア(上段)、採水法動物プランクトン(BZ; 中段)、ネット法動物プランクトン(NZ; 下段)の関係

Table 10 General Conditions at the Kominato Sampling Stations (Shinmei River)

		単位/Unit	Station 5	Station 6	Station 7
天候	weather condition		cloudy	cloudy	cloudy
気温	air temperature	°C	18.5	16.0	15.5
湿度	humidity	%	95	85	95
水温	water temperature	°C	15.1	12.6	11.6
透明度	degree of transparency	cm	30	>50	>50
流速	flow rate	m s ⁻¹	0.08	0.08	—

Table 11 Results of Water Analysis (Shinmei River)

項目		単位/Unit	Station 5	Station 6	Station 7
水温	Temperature	°C	15.1	12.6	11.6
水素イオン濃度	pH	psu	7.66	7.64	7.27
溶存酸素	DO	mg l ⁻¹	9.84	10.65	7.97
	COD	mg l ⁻¹	8.3	3.1	4.1
アンモニア態窒素	NH ₄ -N	mg l ⁻¹	0.15	0.001	<0.01
亜硝酸態窒素	NO ₂ -N	mg l ⁻¹	0.018	<0.001	<0.001
硝酸態窒素	NO ₃ -N	mg l ⁻¹	1.49	1.30	0.53
リン酸態リン	PO ₄ -P	mg l ⁻¹	0.17	0.056	0.099
	T-P	mg l ⁻¹	0.193	0.061	0.113
クロロフィル a	Chlorophyll a	μg l ⁻¹	4.3	1.3	0.2
フェオフィチン	Phaeophytin	μg l ⁻¹	12.6	1.8	1.5

表12 バクテリア分析結果(河川)

	St. 5	St. 6	St. 7
平均	4.90E+06	1.29E+06	4.71E+05
標準偏差	1.01E+06	3.48E+05	1.54E+05
単位: cells/ml			

ネット法により採集された植物プランクトンは、藍藻類1種類、珪藻類16種類、緑藻類3種類の計20種類であった。

優占した種類は、St. 5では、*Navicula* spp.、*Melosira varians*であった。St. 6、St. 7では、ともに、*Navicula* spp.、*Nitzschia* spp.であった。

細胞数でみた場合では、St. 5が最も多く出現し、St. 7で最も少なかった。

3. 2. 4. 動物プランクトン

分析結果を表15(採水法)、表16(ネット法)に示した。

採水法により採集された動物プランクトンは、根足虫類4種類、繊毛虫類2種類、輪虫類7種類、線虫類、介形類、橈脚類、昆虫類各1種類の計17種類であった。

優占した種類は、St. 5、St. 6ではともに、繊毛虫 Ciliata、根足虫類 Lobosea であり、St. 7では、繊毛

虫類、根足虫類 *Trinema* sp.、Lobosea が優占した。

総個体数では、St. 5が最も多く出現し、St. 7で最も少なかった。

ネット法により採集された動物プランクトンは、多い順に示すと橈脚類5種類、根足虫類2種類、輪虫類2種類、昆虫類2種類、その他に線虫類、貧毛類、介形類、蛛形類、不明卵の各1種類の計17種類であった。

優占した種類は、St. 5では線虫類、貧毛類で、St. 6では橈脚類のノープリウス期幼生、Cyclopoida のコペポダイト期幼生であった。St. 7では線虫類が優占した。

総個体数でみた場合では、St. 6が最も多く出現し、St. 7で最も少なかった。

図3は河川の各測点における栄養塩とクロロフィル a 量の関係を示した。ここでも栄養塩に関しては硝酸態窒素(NO₃-N)と全リン(T-P)に注目した。クロロフィル a 量と硝酸態窒素は St. 7 から St. 5、すなわち下流に向かうに従って増加する傾向があった。図4は河川におけるクロロフィル a 量とバクテリア、採水法による動物プランクトン、ネット法に

表13 採水法植物プランクトン分析結果(河川)

番号	種名	測点	St.5	St.6	St.7
1	珪藻類 <i>Aulacoseira granulata</i>		568		
2	<i>Melosira varians</i>		6063	480	
3	<i>Cyclotella meneghiniana</i>		7579	480	
4	<i>Diatoma vulgare</i>		3032		
5	<i>Synedra ulna</i>		1768	960	109
6	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>		17684	4320	5018
7	<i>Achnanthes lanceolata</i>		4042	2400	3491
8	A. spp.		6316	3600	1309
9	<i>Cocconeis pediculus</i>		6821	720	
10	C. <i>placentula</i>		3284	4560	109
11	<i>Navicula</i> spp.		35621	12240	1091
12	<i>Gomphonema parvulum</i>		505	240	
13	G. spp.		4800	1200	1745
14	<i>Cymbella minuta</i>		505	480	
15	<i>Nitzschia dissipata</i>		5558	10800	1527
16	N. <i>inearis</i>		316	1020	327
17	N. spp.		22989	6720	436
18	<i>Surirella</i> sp.			60	
19	緑藻類 <i>Chlamydomonadaceae</i>		505		
	細胞数合計		127956	50280	15162
	種類数合計		18	16	10
	沈澱量(ml/l)		0.05	0.03	0.02
	単位: cells/l				

表14 ネット法植物プランクトン分析結果(河川)

番号	種名	測点	St.5	St.6	St.7
1	藍藻類 <i>Lyngbya</i> spp.*		132000		
2	珪藻類 <i>Aulacoseira italica</i>		6000		
3	<i>Melosira varians</i>		600000	60000	1500
4	Thalassiosiraceae		24000		
5	<i>Diatoma vulgare</i>		3000		
6	<i>Synedra ulna</i>		3000		
7	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>		36000	12000	15000
8	<i>Achnanthes lanceolata</i>			12000	9000
9	A. spp.		300000		27000
10	<i>Cocconeis pediculus</i>		60000		
11	<i>Navicula</i> spp.		3960000	408000	39000
12	<i>Gomphonema parvulum</i>		48000		
13	G. sp.				6000
14	<i>Cymbella minuta</i>		36000		3000
15	<i>Nitzschia dissipata</i>		72000	108000	3000
16	N. <i>linearis</i>				1500
17	N. spp.		540000	408000	39000
18	緑藻類 <i>Ulothrix</i> sp.*		228000		1500
19	<i>Cloniophora plumosa</i> *		6000		
20	<i>Oedogonium</i> sp.*		33000	3000	
	細胞数合計		6087000	1011000	145500
	種類数合計		17	7	11
	沈澱量(ml/m ³)		10.0	7.5	5.0
	単位: cells/m ³				

備考: *は糸状体数

表15 採水法動物プランクトン分析結果(河川)

番号	種名	測点	St.5	St.6	St.7
1	根足虫類	<i>Diffugia</i> sp.		5	5
2		<i>Trinema</i> sp.			9
3		<i>Euglypha</i> sp.		15	
4		Lobosea	63	55	9
5	繊毛虫類	Peritrichida	16		
6		Ciliata	84	30	
7	輪虫類	Philodinidae	5	2	2
8		<i>Lophocharis salpina</i>		2	
9		<i>Notholca labis</i>	1	1	
10		<i>Colurella</i> sp.			1
11		<i>Monostyla</i> sp.	1		
12		<i>Cephalodella</i> sp.		1	
13		<i>Testudinella</i> sp.	1		
14	線虫類	Nematoda	28	9	17
15	介形類	Ostracoda		1	
16	橈脚類	Nauplius of Copepoda	1		
17	昆虫類	Chironomidae			2
		個体数合計	200	121	45
		種類数合計	9	10	7
		沈澱量(ml/l)	0.05	0.03	0.02
		単位: inds/l			

表16 ネット法動物プランクトン分析結果(河川)

番号	種名	測点	St.5	St.6	St.7
1	根足虫類	<i>Arcella</i> sp.	100	233	10
2		<i>Centropyxis</i> spp.	233	33	
3	輪虫類	<i>Euchlanis dilatata</i>	33	200	50
4		<i>Cephalodella</i> sp.	67		
5	線虫類	Nematoda	932	766	270
6	貧毛類	Oligochaeta	300	100	50
7	枝角類	<i>Moina</i> sp.	133		
8	介形類	Ostracoda	67	33	
9	橈脚類	Cyclopoida		33	
10		Harpacticoida	133		
11		Copepodite of Cyclopoida	33	1898	40
12		C. of Harpacticoida	200	67	140
13		Nauplius of Copepoda	266	2498	130
14	昆虫類	Ephemeroptera			140
15		Chironomidae	167	67	260
16	蛛形類	Acarina	233	100	70
17	不明卵	unidentified egg			720
		個体数合計	2897	5561	1820
		種類数合計	14	12	11
		沈澱量(ml/m ³)	10.0	7.5	5.0
		単位: inds/m ³			

よる動物プランクトンとの関係を示したものである。バクテリアと採水法動物プランクトンはクロロフィル a と同じ挙動を示した。

4. 考察

4. 1. 海域

出現した植物プランクトンから調査海域の特徴をみるとほとんどが沿岸性種であり、冷水性である珪藻類 *Chaetoceros sociale* が最優占種であった。しかし、珪藻類 *Chaetoceros denticulatum* など暖海、外洋性とされる種も St. 1, 2 に出現した(山路 1966)。

ネット動物プランクトンにおいて、St. 1, 2 に現れた枝角類 *Evadne nordmanni* と St. 1 に現れた橈脚類 *Oithona similis* は冷水性種であるが、St. 1, 2 に現れた尾虫類 *Fritillaria pellucida* と St. 2 に現れた橈脚類 *Oithona fallax* は暖水性の沿岸・外洋性種とされている(千原・村野 1997)。また、採水法の動物プランクトンで両測点において最優占種した繊毛虫類 *Mesodinium rubrum* は内湾汽水域に分布するとされている。しかし、非優占種であるが両測点に出現した繊毛虫類 *Dadayiella ganymedes* は暖水外洋性とされている(山路 1966)。

以上より、両測点において外洋水の影響があったことが推測される。また、冷水性種と暖水性種が混在していたため、99年の小湊調査で指摘されたように、調査海域が冷水域と暖水域の混合域であることも考えられた(鶴澤ら 2000)。よって、植物・動物プランクトンともに両測点における出現種、優占種の組成にさほど差が見られなかったため、測点間の生息環境の差はなかったと考えられる。

栄養塩とクロロフィル a 量の関係については、図 1 から考えるとクロロフィル a 量の増減には少なくとも全リンよりも硝酸態窒素のほうが影響を与えていると思われる。

バクテリアの現存量は一般的に植物プランクトンの現存量に呼応するといわれているが(關 1996)、図 2 からは特にそのような関係はみられなかった。また、クロロフィル a 量と動物プランクトンに関して、ク

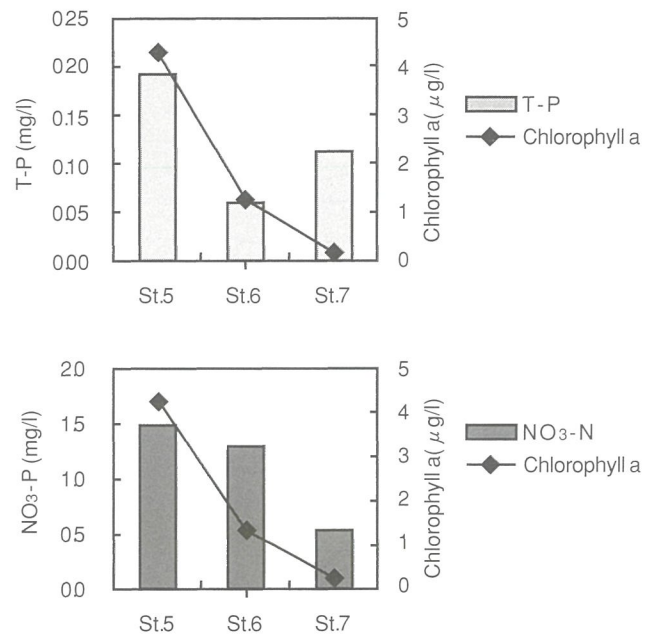


図 3 河川での各測点における全リン(T-P; 上段)及び硝酸態窒素(NO₃-N; 下段)と Chlorophyll a の関係

ロロフィル a 量の高い St. 1 で採水法・ネット法ともに動物プランクトンの現存量も高くなったが、測点間のクロロフィル a 量、動物プランクトン現存量にはたいした差がみられなかった。すなわち動物プランクトンの餌料環境において測点間には差がなかったということが考えられる。

4. 2. 河川

出現した植物プランクトンから調査水域の特徴をみるとほとんどが付着性種であり、どの淡水域にも普遍的にみられる種であったが、採水法の植物プランクトンの St. 5 において好止水性の浮遊性種 *Aulacoseira granulata* が出現していることから St. 5 は流れがゆるく、滞水しているところもあったことを示唆している(小島ら 1995)。

採水法及びネット法動物プランクトンに出現したほとんどが一時プランクトンの種類であった。これらは河床にいたものが流れや、採水時の攪乱などで巻き上がったものを採水したためと思われる。

栄養塩とクロロフィル a 量の関係については、図 3 から考えると、クロロフィル a 量の挙動は全リンよりも硝酸態窒素の挙動と一致しているので、海域と

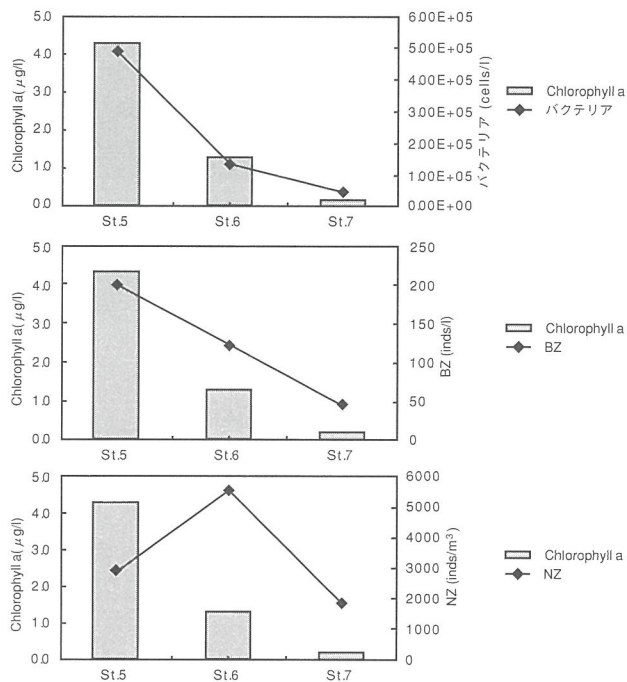


図4 河川での各測点における Chlorophyll a と細菌 (上段)、採水法動物プランクトン (BZ; 中段)、ネット法動物プランクトン (NZ; 下段) の関係

同様にクロロフィル a 量の増減には少なくとも全リンよりも硝酸態窒素のほうが影響を与えていると思われる。また、下流域で栄養塩濃度が高くなるのは下流域には民家や田畑が多いので、それらによる人為的負荷が原因の一つと考えられる(松井ら 1995; 鶴澤ら 2000)。そして、それに伴いクロロフィル a 量も増加したものと考えられる。

細菌と採水法動物プランクトンは、下流に向かいクロロフィル a 量が増加するにつれて増加する傾向がみられた(図4)。しかし、ネット法動物プランクトンにおいてはそうはならず、St. 6 で最も多くなった。St. 6 での組成は橈脚類キクロプス目のコペポダイト期幼生と橈脚類のノープリウス期幼生だけで全体の個体数の 79% を占めた。他の測点ではこ

れが 9 ~ 10% であり、この数値がかなり特異であることがわかるが、本調査のデータだけではその原因を明らかにすることができなかった。しかし、すくなくとも細菌、採水法動物プランクトンにとっての餌料環境としては測点間に差があったと思われる。

5. まとめ

以上の結果より、以下のことが要約される。

海域においては、St. 1、2 の間で非生物的要素、プランクトン組成・現存量ともそれほど大きな差はなかった。一方、河川では St. 7 から St. 5 へと下流に向かうに従って、植物・動物プランクトンの現存量は増加する傾向がみられ、下流域では人間活動による負荷の可能性も推測された。

6. 参考文献

- 山路 勇 1966 日本海洋プランクトン図鑑, 保育社, 1-193.
- 千原光雄・村野正昭 編 1997 日本産海洋プランクトン検索図説, 東海大学出版会, 609-1414.
- 鶴澤 聡・西田和功・松丸 智・筑後 海・禰宜田真弓・山本貴史 2000 平成 11 年度小湊周辺における河川・海域環境調査報告書, (株)日本海洋生物研究所 2000 年年報
- 松井隆明・中尾 徹・HARRIET BAILLIE・前島依子・花里匡史・平野直子 1995 平成 7 年度天津小湊における河川・海域環境調査報告書, (株)日本海洋生物研究所 1995 年年報
- 關 文威 監訳 1996 生物海洋学入門, 講談社サイエンティフィック, 88 pp.
- 小島貞男・須藤隆一・千原光雄 1995 環境微生物図鑑, 講談社サイエンティフィック, 212 pp.