

## 第五章 金沢湾の底生動物相とその分布・季節変化 (昭和58年度金沢湾底生生物調査報告)

桑 原 連\*

### 1. はじめに

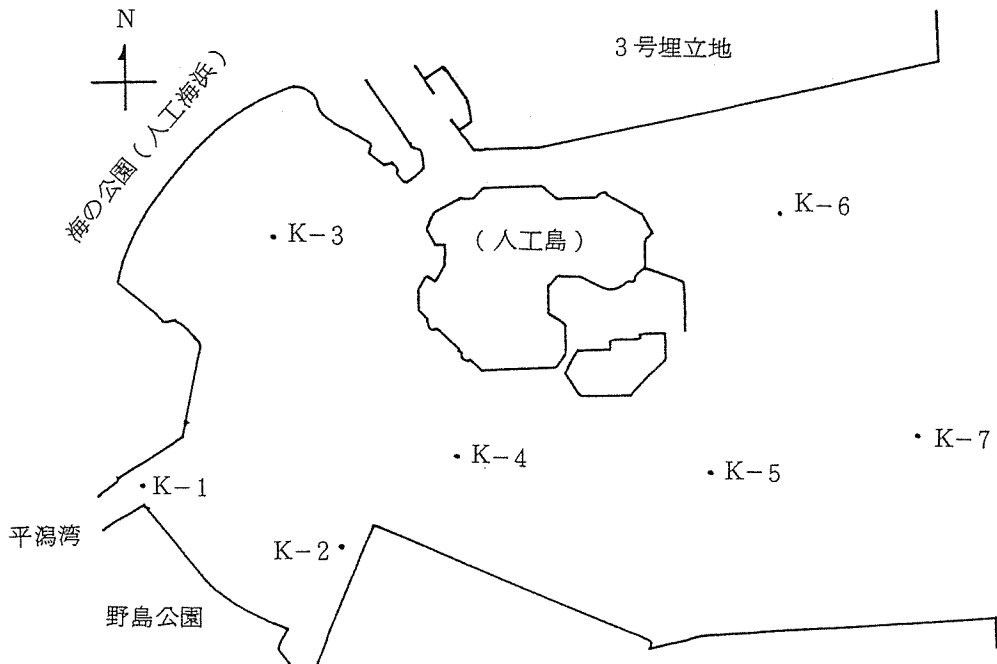
平潟湾の外湾に相当する金沢湾は横浜市沿岸域に属する三湾すなわち横浜港湾域、根岸湾、金沢湾の中では最も小規模かつ最南端に位置する。広重の武陽金沢八勝夜景に詳しい地形が見られるように、かつては内湾と云うより外海に面して多少入り組んだ海岸線を持った広い浅海域であったが、昭和11年および20年の現・日産自動車敷地の埋立てによって南側を狭められ、昭和47年に始まった3号埋立地の工事により北側に作られた護岸のため現・海の公園砂浜の一部を失い、現在のような矩形状の金沢湾が出来上がった。したがって、元来は内湾的性格を持たなかったことから、生物相にもある程度通常の内湾と異なる特徴が見出されるものと期待される。

金沢湾の周辺の底生生物相については昭和48年8月、49年2月および4月の横浜沿岸域の調査記録があり<sup>1)</sup>、金沢湾沖の測点では44種を産するのみであるが、全体を通じては74種が報告されている。また、昭和59年7月・60年4月の著者による横浜沿岸域12測点の調査によっても金沢湾内の1測点で44種、全域で82種が記録された<sup>2)</sup>。これらの報告によると、金沢湾は周辺水域に比べて極めて種類数に富む結果を示し、生物相の豊富さにおいて注目すべき水域であることが判る。魚類相に関する調査<sup>3)</sup>でも金沢湾は横浜港湾域・根岸湾に比較してはるかに多くの種類を産する結果が得られている。しかしながら、金沢湾は地形上は東京湾の二次湾であり、外海としての東京湾沿岸水の影響を受け、同時に内奥域の汚濁の顕著な平潟湾と連結しているため、それらの環境要因とくに水質汚濁の影響を二方面から受け易い条件下にある。このために生物相においても上記の金沢湾特有の性状に加えて、汚濁内湾水の影響を併せ持つ可能性も考えられる。

施した。結果の考察・論議には、年度は異なるが平潟湾調査の結果を加えて両者を比較しつつ、内湾最奥部から東京湾に面した金沢湾口部までの連続面における生物相の変化とその傾度などについても検討した。

### 2. 調査方法および試料

前年度に実施した平潟湾内の月別の海産底生生物調査に引き続き、本年度は平潟湾の外湾としての位置にある金沢湾全域に関して同様の方法で底生生物の調査を行った。測点は図-1に示したように、全体で7測点とし、季節別に昭和58年5月30日(春期)、8月1日(夏期)、11月28日(秋期)、昭和59年2月27日(冬期)の4回実施した。St.K-1は平潟湾と金沢湾を結ぶ野島水路附近、St.K-2は野



図一 1 底生生物調査測点 (昭和58年5月～59年2月)

島東側の日産自動車岸壁寄り, St. K-3は海の公園の沖で人工島との中間部, St. K-4, K-5, K-7は人工島脇から金沢湾口部までの間を等間隔に配置し, St. K-6は人工島北側の湾口ヘリコプター基地に近い湾口部にそれぞれ配置した。前年度の平潟湾内奥の St. H-1から St. H-3, H-5, H-6(野島水路内)を結び, 更に今年度の St. K-1, K-4, K-5, K-7へ向うラインは, 最も湾奥域から湾口部までを一直線に結ぶので, 陸地寄りから沖側へ向かう生物相と環境の変化の傾度を見るのに適している。

調査方法は前年度の平潟湾調査とほぼ同様であるが, 金沢湾には礫質の場所もあるので, 泥底用のエクマンバージ型採泥器に加えて, 砂質底の採取に適する田村式採泥器を併用した。なお, エクマンバージ型採泥器は小型の $15.2\text{cm} \times 15.2\text{cm}$ の面積を採取する型式のものを用いた。採取した底質は直ちに船上で或はその日のうちに実験室で $0.5\text{mm}$ メッシュの篩でふるい分け, 残渣をホルマリン固定し, 後にロー・バット上で生物を肉眼的に取り集め, 検鏡のための試料とした。各測点の試料中の生物全ての種類および各種類毎の個体数を計数・同定し, 採泥単位表面積当りの分布個体数(現存量)として表示した。なお, 対照として, 春期調査に準じ6月10日に平潟湾内鷹取川前面閉鎖水路内の1点(St. A)で, コードラートによって採泥し, また, 夏期調査に準じて8月1日に鶴見川河口の水質分析定点(St. B)で, エクマンバージ型採泥器により採泥したそれぞれの試料につき同様に分析し, 金沢湾と比較参照した。

### 3. 結 果

#### 3-1 出現種および種類数

季節別4回の調査結果より各種類の分布密度を求め、表-1に一括して示した。

現時点で得られている種類は腔腸動物2種、環形動物多毛綱53種、軟体動物腹足綱4種、同二枚貝綱11種、節足動物甲殻綱コノハエビ目・クーマ目・タナイス目・等脚目各1種ずつ、甲殻綱端脚目9種、甲殻綱十脚目長尾亜目(エビ類)1種・同短尾亜目(カニ類)8種、棘皮動物蛇尾綱(クモヒトデ類)3種、同海星綱1種、同海鼠綱1種で合計97種に達し、前年度の平潟湾調査における合計57種をかなり上まわる値になっている。中でも多毛類が平潟湾の30種をこえる53種、二枚貝類・カニ類の増加などが種類数の増加した原因である。多毛類については、平潟湾内で見出された種類は殆んど出現しているが、ゴカイ類(*Nereidae*)の一部、*Polydora ciliata*、エラナシスピオ(*Spiophanes bombyx*)などは見出されなかった。これらの種類はむしろ平潟湾内のような強内湾性の区域を好む特性を有するようと思われる。また、近年4型に分類されたヨツバナスピオ(旧名 *Prionospio pinnata*)については、平潟湾内および今回の対照測点である鶴見川河口の測点Bで見られたものが水深10 m以浅の最沿岸性の *Paraprionospio* A型であったのに対し、金沢湾に出現したのは、深度が大きく外洋水の影響のある砂底に分布するC I型であるなど、金沢湾と平潟湾とではある程度、底生生物相に基本的な差異があるようと思われる。また、上述のように金沢湾では二枚貝類・カニ類が増加し、生物相も若干豊富になっているようである。

種類数に関する各調査時期の全測点平均値および範囲を、生物分布量および環境諸項目などと共に表-2、表-3にそれぞれ一括して示した。調査時期の差異すなわち季節別に出現種類数を比較すると、全測点平均値で9~19種程度が得られており、夏期に最も多く秋期と冬期に少ない一般的傾向とやや異なる特徴を示している。しかし、少なくとも還元層の発達する夏期に種類・量とも低減する平潟湾のような悪条件は認められない。種類数の最高値は14~42種とかなり広い範囲にわたり、測点別の全調査時期平均値で見ると(表-3)、最高値・最低値ともに湾口部の St. K-7で見出されている。5月は湾口部に少なく湾内域の St. K-1・K-5で20種以上が見られるのに対して、8月は種類数が平均している一方、湾口部の St. K-7では反対に42種を産し、かなり生物相が豊富になって来たことが判る。11月、2月は全般的に10種前後に低下し、とくに2月に St. K-7で4種のみとなっている。一般に冬期は底生生物が量・種ともに増加するのが通例であるが、2月の調査は2月下旬に行われ、冬期というよりはむしろ、早春の時期にあたり、丁度冬の盛期の終了時に相当したのではないかと思われる。何れにせよ、海況・流動の変化の著しい野島水路入口の St. K-1と湾口部の外海水の影響の強い St. K-7で多くの種類が出現したことから、地形上の変曲点と見られるこれらの地点に生物相の豊富なことが特徴付けられる。また中間部の St. K-5でも春期に多くの種類が見出されているが、この区域は他と異なり底質粒子がかなり粗く礫に近い状況でサラサウミケムシ(*Amphinome rostrata*(PALLAS))など、独得の種類が出現している。

表-1 金沢湾底生生物相調査結果(個体数/㎡) A点:1983.VI-10, B点:1983.VIII-1

生物名	1983.V-30							1983.VIII-1							1983.XI-28							1984.II-27								
	1	2	3	4	5	6	7	A	1	2	3	4	5	6	7	B	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
<i>Penaeidae</i> sp. ウミエビ目1種																														
<i>Acinetaria</i> sp. イソギンポ目1種	8															13														
<i>Harmothoe imbricata</i> (LANGE) マダラウロコムシ	26	29							9	9	32				41															
<i>Amphionome rostrata</i> (PALLAS) サラサウミケムシ					29																									
<i>Eularia bilineata</i> (JOHNSTON) サミドリサシバ																														
<i>E. viridis</i> (LINNAEUS) サミドリサシバ					29	14									5								13							
<i>Elyone longa</i> (FABRICIUS) ホソミサシバ					14																									
<i>Amphidromus setosus</i> HESSE	8																													
<i>Anectrosyllis hanaokai</i> KITAHORI ハナオカカキゴカイ	121	101	173	101	29	173	289		259	233	130	26	104	10	181	65	39	130	39	6	233	65	26	39	324	181	65	117		
<i>Syllis gracilis</i> GRUBE														10																
<i>Nemertes japonica</i> (IZUMI) コカイ							3664																							
<i>N. suecica</i> (FRESY) LEUCKERT アシナゴコカイ	139														5	52	13													
<i>Nectonantes latipoda</i> PAIK								16	9	43	78	13	52	65									13							
<i>Neris nicholisi</i> KOTT														5																
<i>Nephtys polybranchia</i> SOURNIER ミナシロガキゴカイ	8	144				14			17							26	52	26	117				26	39	39	194				
<i>Glycera alba</i> (MÜLLER)					14	14								6																
<i>G. consociata</i> KEFERSTEIN					53									9																
<i>G. roulei</i> AUDOUBERT et MILNE-EDWARDS							43																							
<i>G. prashadi</i> PAVEL								9																						
<i>Eunicia indica</i> KUMBERG ナリブスマ					14									6									13							
<i>Diopatra sugoi</i> IZUMI スゴカイイソム	8	14						17																						
<i>Lumbrineris nipponica</i> IZUMI and HIGUCHI	43	72	289	447	188	361			121	9	35	78	110	350	285	39	39	13	194	130	39	155	39	65	155	104	350	78	65	
<i>L. longifolia</i> IZUMI and HIGUCHI																														
<i>Dorvillea matsushimaensis</i> OKUDA et YAMADA アカスガイソム	8				29																									
<i>Naineris lasuigata</i> GRUBE ツブナホコムシ					14																									
<i>Nerides</i> sp.					43	87																								
<i>Pseudopolydora kempfi japonica</i> IZUMI et HARTMAN							72																							
<i>Spio</i> sp.																														
<i>Prionospio cirrifera</i> WIJREN	95	43			53	144																								
<i>P. steenstrupi</i> MALMGRÉN					43																									
<i>P. malmgreni</i> CLAPAREDE																														
<i>P. japonica</i> OKUDA ナイトスビオ																														
<i>Paraprionospio Form A</i>																														



表一1 続 き (Ⅱ)

生物名	1983. V - 30							1983. III - 1							1983. XI - 28							1984. II - 27									
	1	2	3	4	5	6	7	A	1	2	3	4	5	6	7	B	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	
調査時期・調査地	K-																														
<i>Nidolittorina minuscula</i> (LISCHE) ウズサクガキガイ									9					6																	
<i>Rostellaria rostralis</i> (REEVE) チヨノハナガイ											26	39	104	41																	
<i>Theora lubrica</i> COUL. シズクガイ	8		692	418	14	4084	1674	199	9	1226	1399	6	1163	31	155	26	13	39	39	13	13	13									
<i>Anisocorbula venusta</i> (COUL.) クチヘムデガイ					43								19	26	52																
<i>Cameca</i> sp. ター目1種														5																	
<i>Anatallis portmani</i> (RICHMOND) ノルマンタナイス	95							9						26													13				
<i>Nebalia biflex</i> RAVICUS コノハエビ	8																														
<i>Paranthura japonica</i> RICHMOND ウミナナフシ														21																	
<i>Ampelisca diadema</i> (COX) カギスガメ														21													13				
<i>A. brevicornis</i> (COX) クビナガスガメ													26																		
<i>Meogastropoda</i> NAKA. スナナリヨコエビ					14																										
<i>Eurythenes japonicus</i> NAKA. ニホンソコエビ							43	78						5																	
<i>Ampithoe valida</i> SMITH モズミヨコエビ	355	130																													
<i>Jassa jalcata</i> (MONTGU) カマキリヨコエビ	182	462			29					13				78																	
<i>Corophium unoi</i> STEPHANSEN ウエノドロクダムシ	8								17																						
<i>Ceraplia tubularis</i> SAK. ホソツツムシ								60	915	9																	13		13		
<i>Caprellia saawa</i> TEMPLETON トゲワレカラ	242	14						60																							
<i>Leptochela gracilis</i> SIMPSON ソコナラエビ									9					13	21																
<i>Arcania undecimspinesa</i> elongata YONEDA ナガシユウイチトゲコブシ														5																	
<i>Pugilia quadrifidens quadrifidens</i> (DE HAAN) ヨツバモガニ														5																	
<i>P. sp.</i> モガニ1種														5																	
<i>Hemigrapsus penicillatus</i> (DE HAAN) ケワサイウガニ	17																														
<i>Grapsidae</i> sp. イワガニ科1種										6				16																	
<i>Tritodynamia horvathi</i> NOLAN オヨギゼンノ														10																	
<i>Pinnixa rathbani</i> SAKAI ラスバシマメガニ					130								19																		
<i>P. heermanszooi</i> SAKAI アカシマメガニ														10																	
<i>Ophiophragmus japonicus</i> MATSUMOTO カキクモヒトデ														10																	
<i>Ophura kimbergi</i> (L.) USMAN タンノハクモヒトデ													13	5	26																
<i>Amphiphys encastrotus</i> (CLARK) カネクモヒトデ														5																	
<i>Asterias amurensis</i> LUTSEN ヒトデ														5																	
<i>Cucumaria ebrahijemii</i> TUNEL イシコ														5																	
総個体数 / m <sup>2</sup>	1688	1297	995	1109	1426	4876	2453	3712	1038	1479	1678	1776	268	2191	996	1943	4896	1154	195	933	390	493	337	1322	351	972	2085	662	402	117	
種類数	28	14	6	12	23	11	7	3	18	18	19	9	12	17	42	12	14	10	7	7	8	8	7	11	8	13	18	7	6	4	
多様度指数 H' (SHANNON Index)	3.7482	3.0387	1.4962	2.6564	3.6847	1.0866	1.4694	0.1115	3.2764	2.1004	1.7806	1.3286	2.8985	2.3687	1.4	3.227	3.1320	1.1370	1.9421	2.7732	2.4598	2.5243	2.3540	2.2182	2.3924	2.6708	2.7506	2.6591	2.0266	1.9838	1.6579

表-2 金沢湾における各調査時期の底質環境および底生動物分布の概要 (全測点平均値および範囲)

項目	調査時期	1983. V-30	1983. VIII-1	1983. XI-28	1984. II-27
強熱減量(%)		7.9 (2.6~10.2)		4.7 (2.3~7.5)	5.3 (2.5~7.9)
全炭素 (mg/g 乾泥)		13.7 (4.3~23.4)			
全窒素 (mg/g 乾泥)		0.79 (0.17~1.45)			
全 磷 (mg/g 乾泥)		1.52 (0.88~1.98)			
種類数		14.4 (6~28)	19.3 (9~42)	8.7 (7~14)	9.6 (4~18)
分布密度 (個体/m <sup>2</sup> )		1977.7 (995~4876)	1346.6 (268~2191)	1200.0 (195~4898)	844.4 (117~2085)
多様度指数 H'		1.09~3.75	1.33~4.34	1.13~2.52	1.66~2.75
優占種		シズクガイ <i>Lumbrineris nipponica</i> カマキリヨコエビ	シズクガイ ホソツツムシ <i>Lumbrineris nipponica</i>	ホトトギスガイ ミズヒキガイ ハナオカカゴゴカイ	ホトトギスガイ シダレイトゴカイ <i>Lumbrineris nipponica</i>

表一三 金沢湾における各測点の底質環境および底生動物分布の概要（全調査時期の平均値および範囲）

項目	調査測点	K-1	K-2	K-3	K-4	K-5	K-6	K-7
水深(m)		3.0	2.5	6.5	7.0	7.0	10.0	9.0
中央粒径 Md (mm)		0.066	0.072	0.026	0.050	0.87	0.046	0.09
および Phi 値		3.92	3.80	5.27	4.32	0.20	4.44	3.47
強熱減量(%)		5.9	4.7	5.9	3.7	7.5	7.6	6.5
全炭素 (mg/g 乾泥)		1.66	4.3	1.03	1.06	2.34	1.76	1.29
全窒素 (mg/g 乾泥)		0.97	0.17	0.70	0.69	0.57	1.45	0.97
全 磷 (mg/g 乾泥)		1.50	0.88	1.72	1.44	1.52	1.98	1.60
種類数		178 (11~28)	12.5 (8~18)	113 (6~19)	11.5 (7~18)	12.5 (7~23)	10.5 (6~17)	15.0 (4~42)
分布密度 (個体/m <sup>2</sup> )		2236.5 (1038~4898)	1070.3 (351~1479)	960.0 (195~1678)	1475.8 (933~2085)	686.5 (268~1426)	1990.5 (402~4876)	975.8 (117~2453)
多様度指数 H'		1.14~3.75	1.94~3.04	1.44~2.75	1.33~2.67	2.03~3.68	1.09~2.37	1.47~4.34
優占種		ホトトギスガイ モズミヨコエビ シダレイトゴカイ	ホソツツムシ ホトトギスガイ カマキリヨコエビ	シズクガイ チグサミズヒキ	シズクガイ <i>Pseudopolydora kempi japonica</i>	<i>Lumbrineris nipponica</i>	シズクガイ <i>Lumbrineris nipponica</i> <i>Microclymene caudata</i>	シズクガイ <i>Lumbrineris nipponica</i>



### 3-2 分布量, 多様度およびその環境要因との関係

生物現存量すなわち単位面積あたり総個体数は5月: 995-4876個体/m<sup>2</sup>, 8月: 268-1776個体/m<sup>2</sup>, 11月: 195-4849個体/m<sup>2</sup>, 2月: 117-2085個体となり, 4000個体を越える高密度は, 5月はSt. K-6のシズクガイ, 11月のSt. K-1ではホトトギスガイによるもので, これを除けば凡そ2000個体/m<sup>2</sup>が上限となる。この値は前年度の平潟調査において10000個体以上80000個体/m<sup>2</sup>の測点が多かったことを考えるとかなり低値に見られるが, 本邦内湾域としてはむしろ平均的な範囲内に収まっている。すなわち, 全測点平均値では4回の調査時期を通じて844.4-1977.7個体/m<sup>2</sup>の値を示した。表-3に示した各測点の全調査時期平均値でも野島水路開口部のSt. K-1が最も高く, 地形上滞留しやすい海の公園沖のSt. K-3と底質粒度の粗いSt. K-5と, 湾口部のSt. K-7が何れも1000個体/m<sup>2</sup>以下の低値を示した。

種類数と分布密度の値を用いて, 生物相の豊富さを表わす多様度指数(H')をSHANNONの式<sup>註1)</sup>により各測点について求めた結果を表-1に記し, 各調査時期および各測点の平均値と範囲は表-2, 表-3に併せて示した。全体を通じてH'は1.0866-4.3422の範囲にあり, 各測点の値は各調査時期毎に図-2に比較して示した。St. K-1, K-2・K-4を中心とする湾内奥域とSt. K-5・K-6, K-7を含む湾口域とではH'の値に多少開きがあり, 5月と2月は一部の例外を除き湾内奥域の方が湾口域よりH'値が高く8月・11月は反対に湾内奥域より湾口域の方が概して高くなる傾向が見られる。このことから両区域の生物群集相互の間にも基本的な差異があり, 湾口域は相対的に外海の東京湾の影響を強く受けるのではないかとと思われる。

生物分布量・多様度などに見られる分布特性と環境要因との関係については底質各項目を中心に検討したが, それらの数値も平均値と範囲により表-2・表-3に併せて示した。底質分析は5月の調査時の試料についてのみ行われたので, 調査時期すなわち季節別の比較はできないが, 別報の平潟湾調査報告<sup>3)</sup>に示した前年度同月の分析結果と比較すると, 強熱減量では殆んど等しいが全炭素・全窒素は全測点平均値で共に平潟湾の1/3程度の低値となっている。これに対して生物分布量は平潟湾の約1/10で, むしろ通常の内湾域の値である。しかし, 三河湾の底生生物調査結果<sup>4)</sup>に比べると生物分布量(平均個体数)で1/2, 全燐は約2倍となり, 富栄養化レベルが高い割には生物分布量が少なく, このことが直ちに生物環境の悪条件を意味するか否かは疑問である。一方, 表-3に示した各測点の全調査時期平均値によると, 日産自動車護岸寄りのSt. K-2で底質の全炭素・全窒素・全燐が低く, 底質粒度が粗いSt. K-5で全炭素が高いなどの明らかな特徴が見られた他は, 概して一様な値であった。この傾向は全体として測点間で生物の種類数・分布量に大きな差異のないことと関連があるように思われる。ただしSt. K-2は湾内で最も底泥の富栄養化レベルが低く, 良好な底質環境であると考えてよいであろう。

湾内の環境特性を主要種の分布について見ると, 先ず甲殻類は多毛類, 軟体類とともに分布密度および種類数においてマクロベントスを代表する群であるが, 多毛類・軟体類より汚濁・貧酸素化に対して弱く, 一般に富栄養化が進むと減少する傾向がある<sup>5)</sup>。金沢湾内では11月, 2月にはわずしか出現し

註1)

$$\text{多様度指数 } H' = \sum_i \frac{ni}{N} \log \frac{ni}{N}$$

ただし  $ni = i$  種の個体数,  $N =$  全個体数

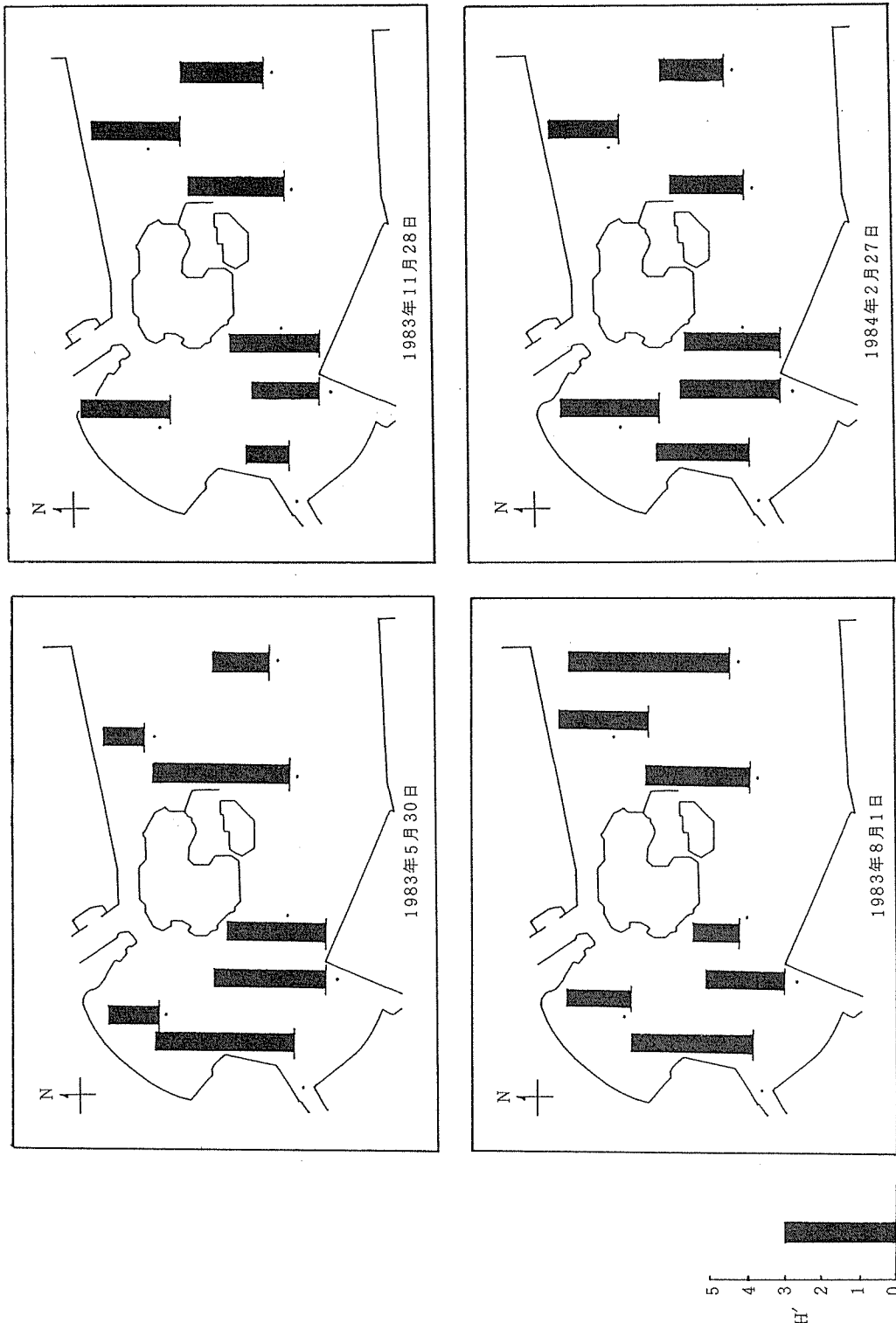


図-2 多様度指数  $H'$  の季節別分布

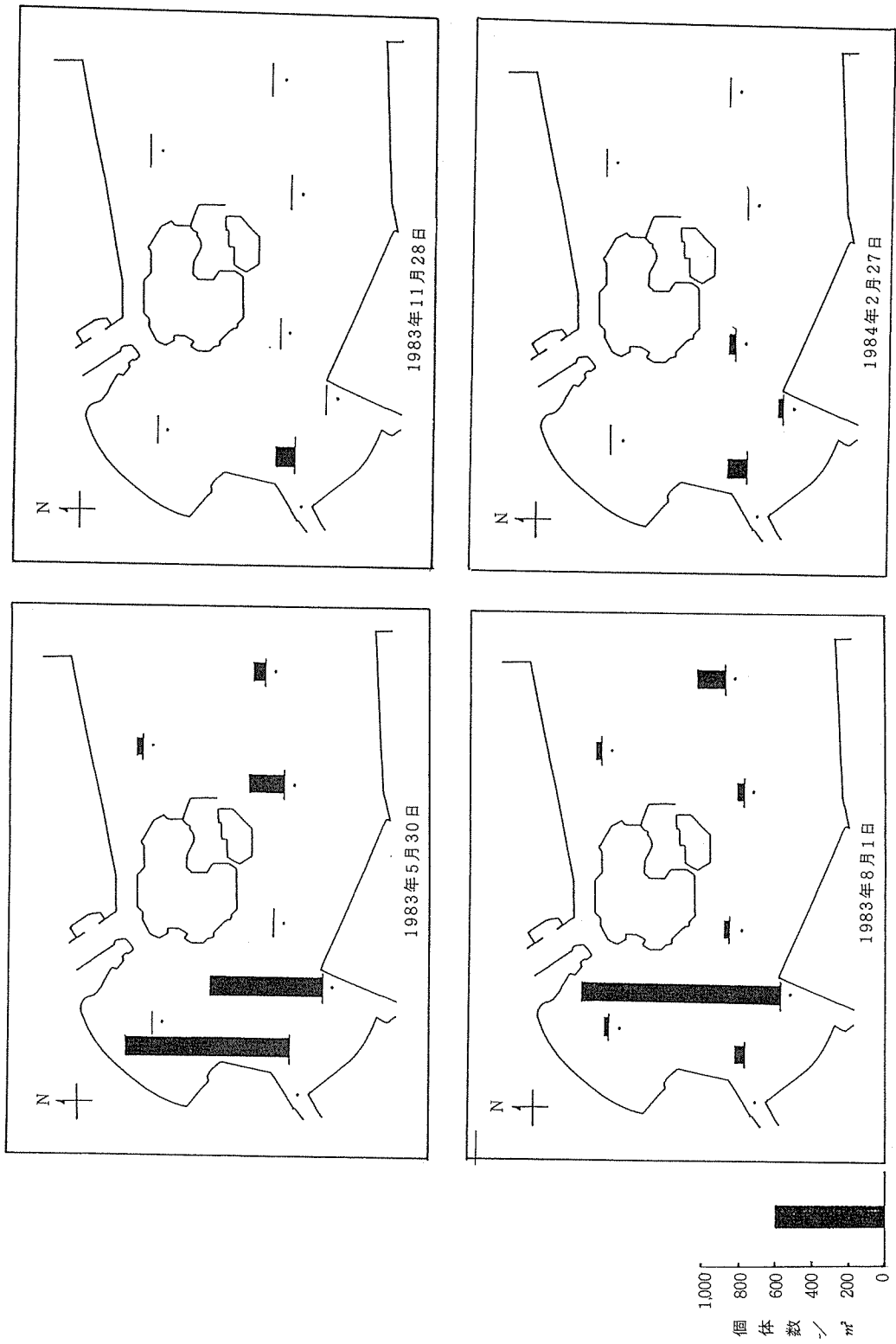
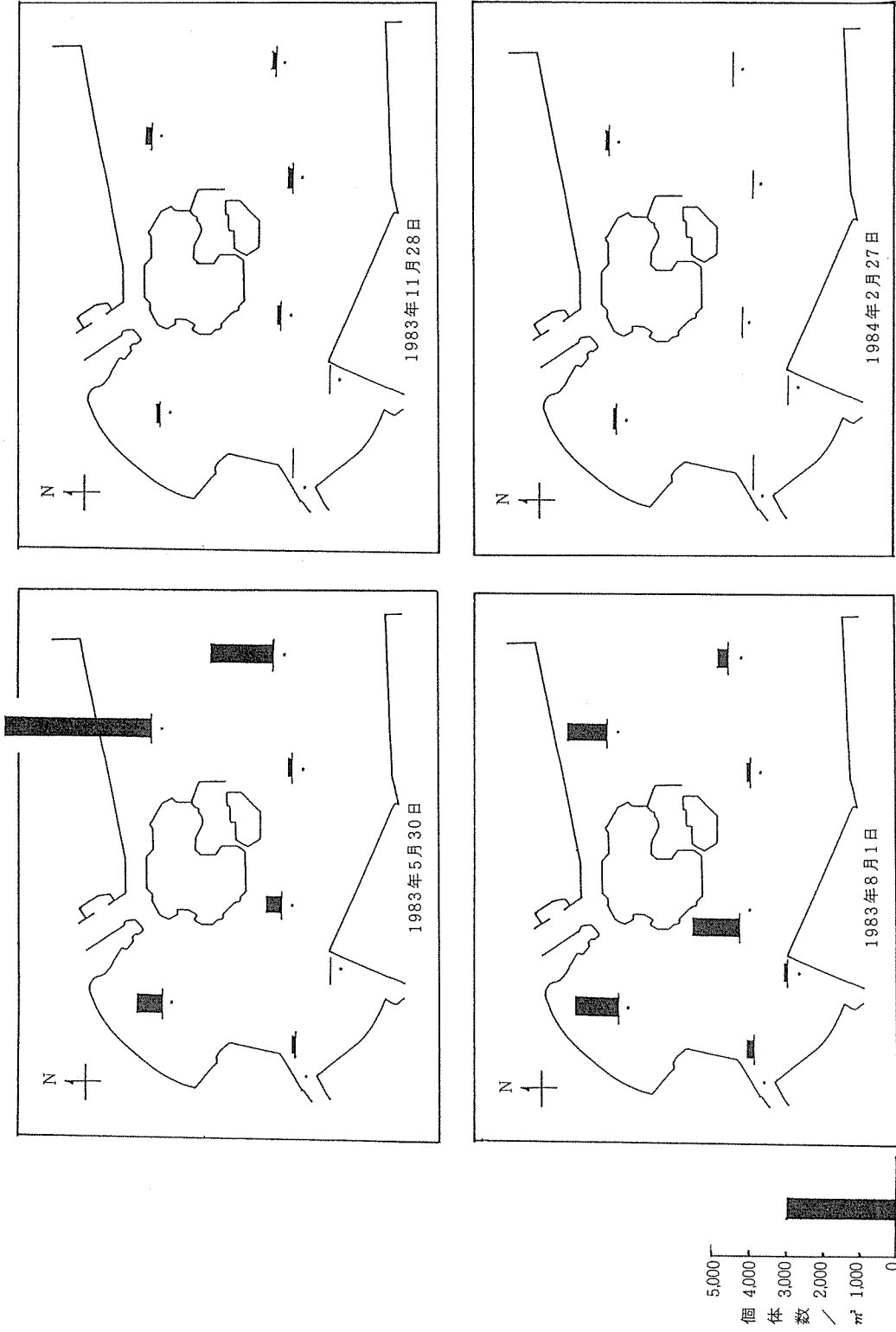


図-3 全甲殻類の季節別分布



図一4 *Theora lubrica* (シズクガイ) の季節別分布

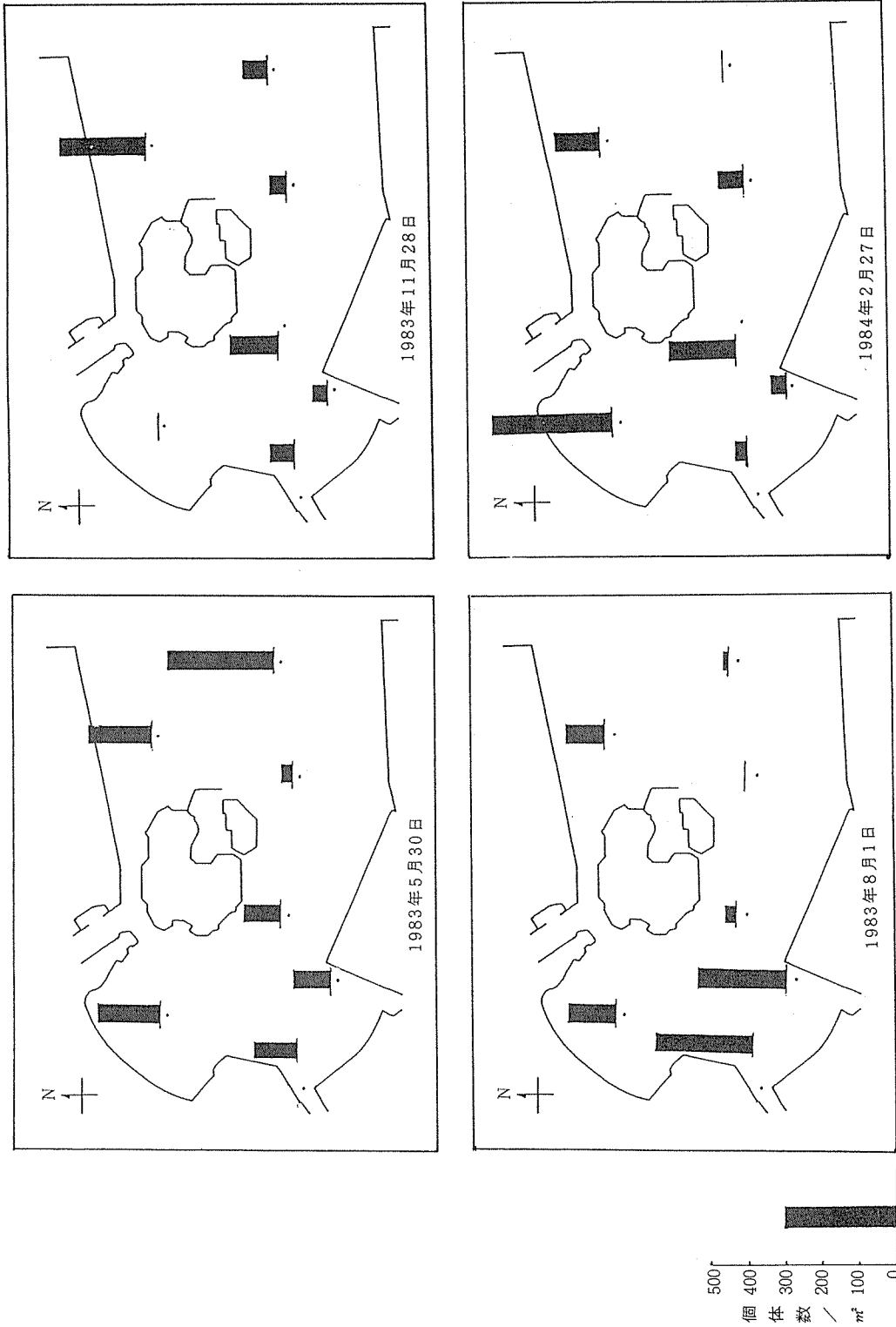
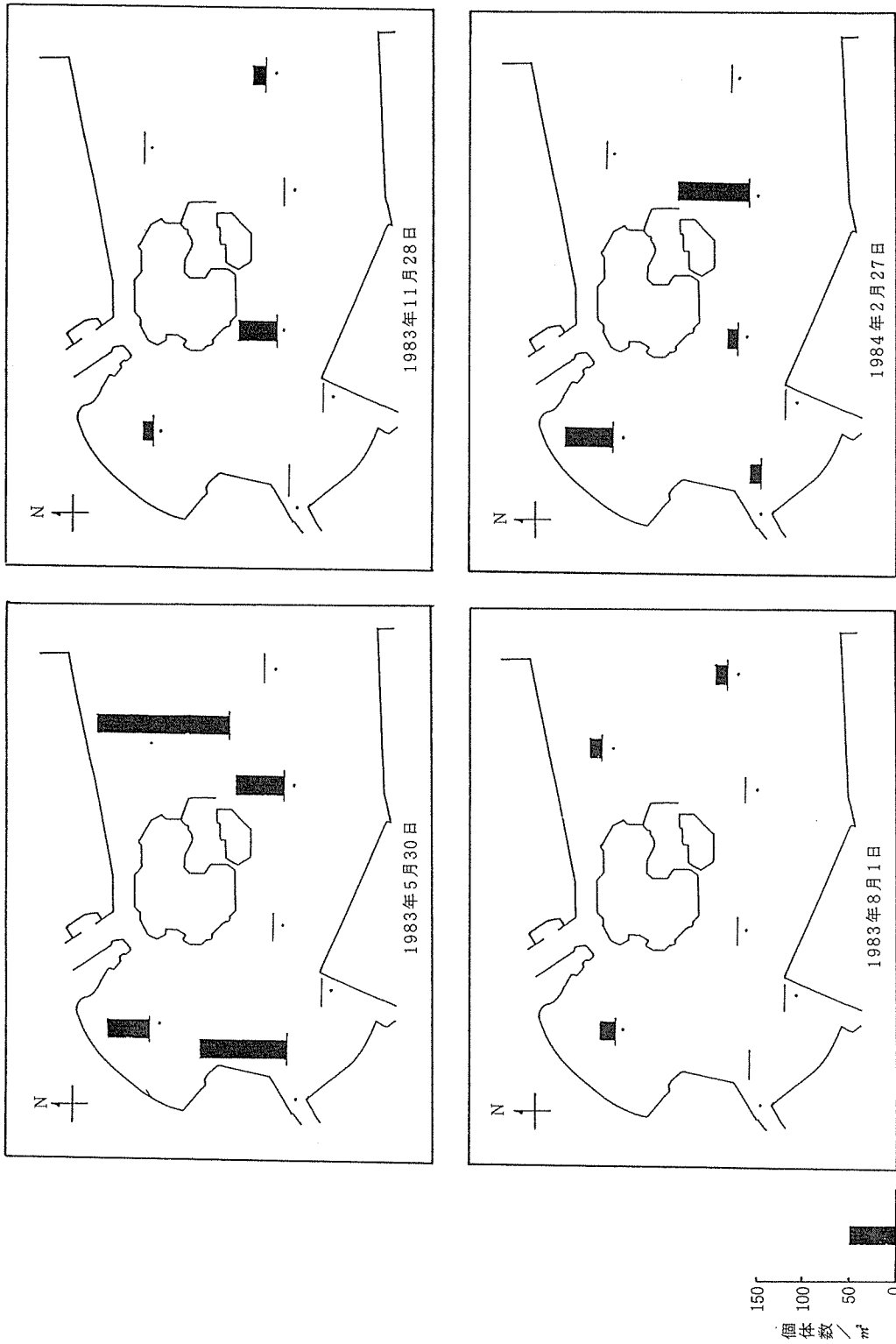


図-5 *Ancistrostylis hanaokai* (ハナオカカゴゴカイ) の季節別分布



図一六 *Prionospio cirrifera* の季節別分布

なかったので5月、8月の分布状況を中心に図-3に示した全甲殻類の出現状況を見ると、湾奥部の岸礁や護岸に近いSt.K-1・k-2と沖合のSt.K-5・K-7に高い値が見られる。前2者の高値は端脚類のモズミヨコエビ、カマキリヨコエビなどによるもので、後者のそれは主にカニ類による。この傾向より、St.K-3・K-4・K-6は相対的に環境条件が良くないと考えられる。また、汚濁・貧酸素化の指標種として著名なシズクガイの分布を見ると、図-4のように5、8月の盛期には甲殻類分布と対照的にSt.K-3・K-4・K-6・K-7などで高い値を示し、この区域の悪化を裏付けている。

### 3-3 主要種の分布状況

得られた種類のうち分布密度において各測点を通じて卓越するものをあげるとハナオカカギゴカイ、*Lumbrineris nipponica*、ミズヒキゴカイの3種はほぼ全測点で周年見出され、分布密度も400個体/m<sup>2</sup>程度を上限とするいわば湾内の普通種でもある。これに対してシズクガイもほぼ連続的に出現しているが、5月にSt.K-6・K-7、8月にSt.K-3・K-4・K-6などで、何れも1000個体以上出現し、むしろ重点的に高密度化する傾向がある。ホトトギスガイもやや似たような傾向で、8月にSt.K-1で4000個体以上が見出されている。端脚類も部分的に高密度化する傾向があり、5月にSt.K-1・K-2でモズミヨコエビとカマキリヨコエビ、8月にSt.K-2でホソツツムシの出現が著しい。多毛類で前記3種に準じて多くの測点で出現し、分布密度のかなり高い種類としてはミナミシロガネゴカイ、*Prionospio cirrifera*、シダレイトゴカイ、コウキケヤリなどがあげられる。なお鷹取川河口前面の閉鎖水域の測点Aではほとんどゴカイ *Neanthes japonica*のみが出現し、それも3664個体/m<sup>2</sup>の高密度であったが、平潟湾および金沢湾の他の測点では全く見出されなかった。鶴見川河口の測点Bでは *Lumbrineris nipponica* に代わって *L. longifolia* が出現し、*Paraprionospio* は平潟湾内と同じA型であった。また、淡水の影響域に見られるヤマトスピオ、平潟湾内に出現し金沢湾に見られなかったエラナシスピオなどが見られ、やはり河川の影響域の傾向が明らかである。

全種類中で最も分布が普遍的で、各時期を通じて殆んどの測点に出現したハナオカカギゴカイの分布密度は図-5に示したが、5月はSt.K-3・K-6・K-7、8月はSt.K-1・K-2、11月はSt.K-6、2月はSt.K-3・K-4で高い値を示し、季節によって分布の中心が異なる傾向が見られる。本種は堆積物を広く摂取するが貧酸素に対して抵抗力が強くないよう<sup>6)</sup>、8月の停滞期に高い値を示したのはSt.K-1・K-2の何れも浅所で流動のよい、酸素供給の確かな区域であった。*Prionospio cirrifera* も高密度分布域は季節すなわち調査時期の違いによって相当に異なる状況が図-6で認められる。

### 3-4 汚濁指標種の分布状況

底生生物(マクロベントス)中で有機汚濁の指標とされている種類は多毛類、軟体類および一部の甲殻類を含めて20数種が知られている<sup>7~13)</sup>。その中で今回の調査で金沢湾より見出された種類は *Neanthes succinea* アシナガゴカイ、*Nectoneanthes latipoda* ウチワゴカイ1種、*Lumbrineris nipponica* (= *L. brevicirra*)、*Dorvillea matsushimaensis* (= *Stauronereis rudorphi*) アカスジソメ、*Prionospio cirrifera*、*P. malmgreni*、*Prionospio* Form C I. (= *Prionospio pinnata*、ヨツバナスピオ)、*Cossura coasta*、*Notomastus latericeus* シダレイトゴカイ、*Capitella capitata* イトゴカイ、*Cirri-formia tentaculata* ミズヒキゴカイ、*Musculus senhausia* ホトトギスガイ、*Ruditapes philippinarum* アサリ、*Macoma (Macoma) incongrua* ヒメシラトリガイ、*Raeta rostralis* チヨノハナガイ、

*Theora lubrica*シズクガイ, *Nebalia bipes*コノハエビの17種となり, これより金沢湾が有機汚濁あるいは富栄養化水域の特徴を有することは否定できない。なお, 別報の平潟湾調査報告<sup>3)</sup>で述べたように, 東京都内湾生物調査報告書<sup>13)</sup>で指標種として取扱ったハナオカカギゴカイは分布域の環境特性があいまいなので除外した。これらの指標種の出現を確認するのは別に, 群集組成上の解析を試みるため *Prionospio*属 + *Paraprionospio*属の個体数編組比率, シズクガイ + チヨノハナガイ + *Prionospio*・*Paraprionospio*属の個体数編組比率, ハナオカカギゴカイ + *Prionospio*・*Paraprionospio*属 + イトゴカイの個体数編組比率などに対する底質環境項目すなわち中央粒径値, 強熱減量, 全炭素, 全窒素, 全燐, 全油分, 非極性油分, 極性油分との関係を求めた。結果は何れの組合わせも十分な相関関係を得るには至らなかったため, 次の試みとして上記17種の指標種の出現と同時点で得られた底層水水質と底質のデータを整理して, 全指標種につきその分布域の環境項目の範囲を求めた。しかし平潟湾の場合<sup>3)</sup>と同様にそれらの範囲がはっきりした種特性を表わすには至らなかったため, 平潟湾の結果と金沢湾の結果を合一して各指標種の環境特性として表-4に示した。これにより一応, 各種類の指標特性が整理されたことになるが, データ不足により結果はかなりあいまいなものとなっている。

### 3-5 底生動物相に関する平潟湾と金沢湾の比較

昭和57年度に行われた平潟湾内8測点の年4回の底生生物調査結果<sup>3)</sup>と昭和58年度に行われた金沢湾内7測点の年4回の底生生物調査結果から, 単純に生物分布量を相互比較しただけでも図-7~10に見られるような著しい差異の存在することが判る。すなわち, 平潟湾内では春期に多くの測点で現存量(分布密度)が数万個体/ $m^2$ に達し, 無生物域が広がる夏期でもそれ以外の測点で同じレベルを保っている。秋期・冬期はやや低下するが, それでも1万個体/ $m^2$ を越える附近で各測点とも接近した数値となっている。これに対する金沢湾の値は季節的にかなりの開きがあっても, 平潟湾の変動から見れば僅かな変化に過ぎない。平潟湾と金沢湾の底質・生物各項目の全データの平均値と範囲を比較して示すと表-5のようになる。底質の全炭素・全窒素・全燐については金沢湾の分析結果が5月しかないため表-2と平潟湾調査報告<sup>3)</sup>により同月について比較すると, 凡そ各項目とも平潟湾は金沢湾の約3倍の値になるが生物分布量では約10倍の開きがある。もし底質の分析値がある程度底生動物の餌料環境に比例すると考えれば, その3倍の較差に対する10倍の較差の理由として捕食者による被食圧などの問題を考慮しなければならない。平潟湾調査における野島水路内の St. H-6と金沢湾調査における野島水路開口部の St. K-1とは互に隣り合わせの位置にありながら, 生物分布量に極端な差異の見られることも或る程度その可能性を予測させる。同時に, 平潟湾の現存量は前述のハナオカカギゴカイ, *Prionospio cirrifera*, イトゴカイ, ウエノドロクダムシの4種が主体となって構成され, これが概して富栄養化耐性の強い種類であるところから結果的に高い値が得られたものとも思われる。したがって, もし平潟湾の富栄養化レベルが低ければ種組成は別種にとって代わると同時に, 現存量もこのように極端な高密度にはならず, 金沢湾のような通常の現存量レベルに留まることもあり得ると思われる。種類数, 多様度指数, 汚濁指標種の種類数は平潟湾・金沢湾ともにほぼ等しいが, 優占種はかなり異っている。これは優占種個体群の分布密度の差異によるもので, 各優占種に個有の分布量・生産量を保証する環境条件の範囲が今後検討されねばならない。

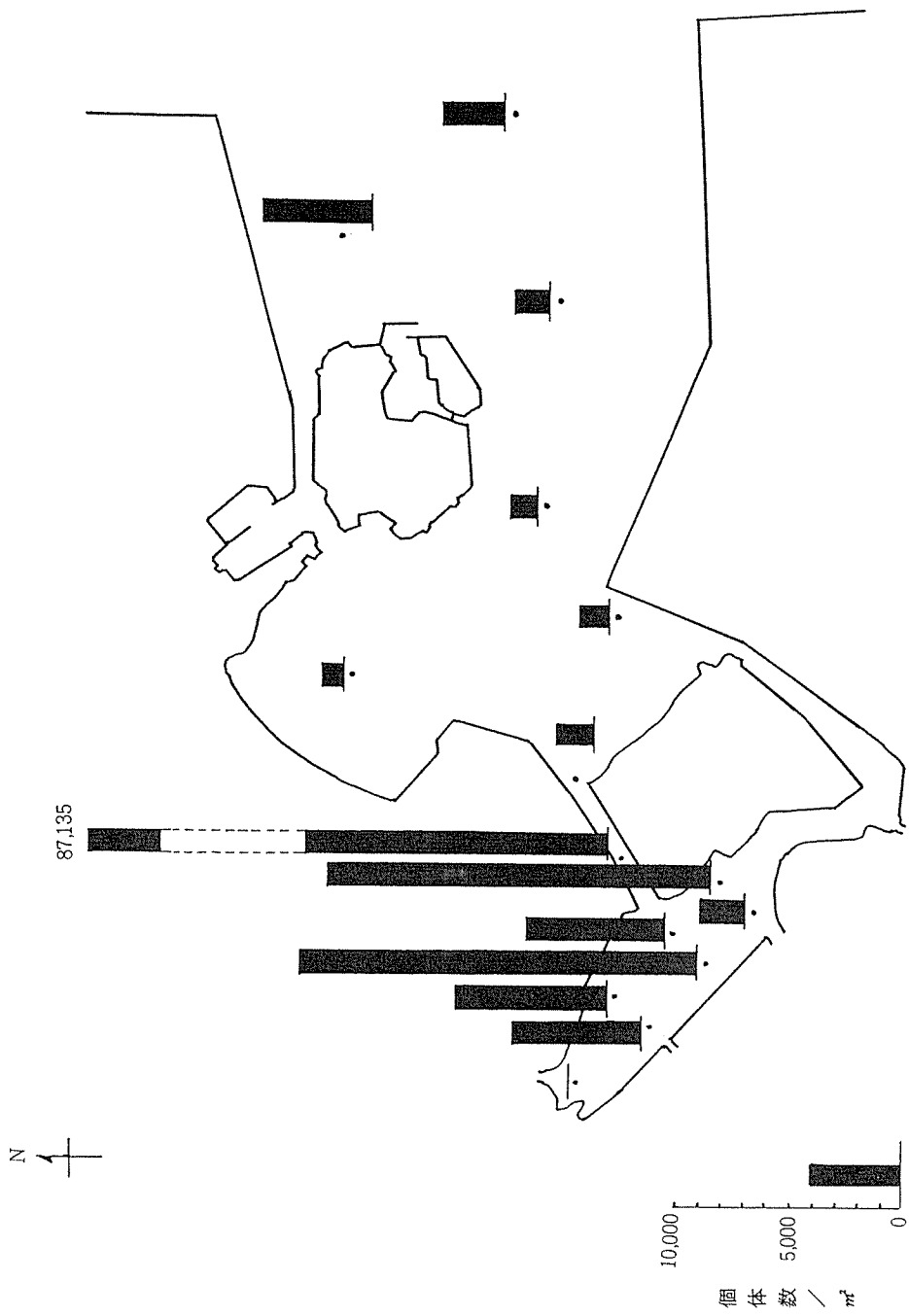
平潟湾・金沢湾それぞれについて種類数および多様度指数 $H'$ と現存量(全生物分布密度)との関係を見ると図-11・図-12のようになる。平潟湾の場合, 生物分布密度が高い値をとるのは, その測点の種



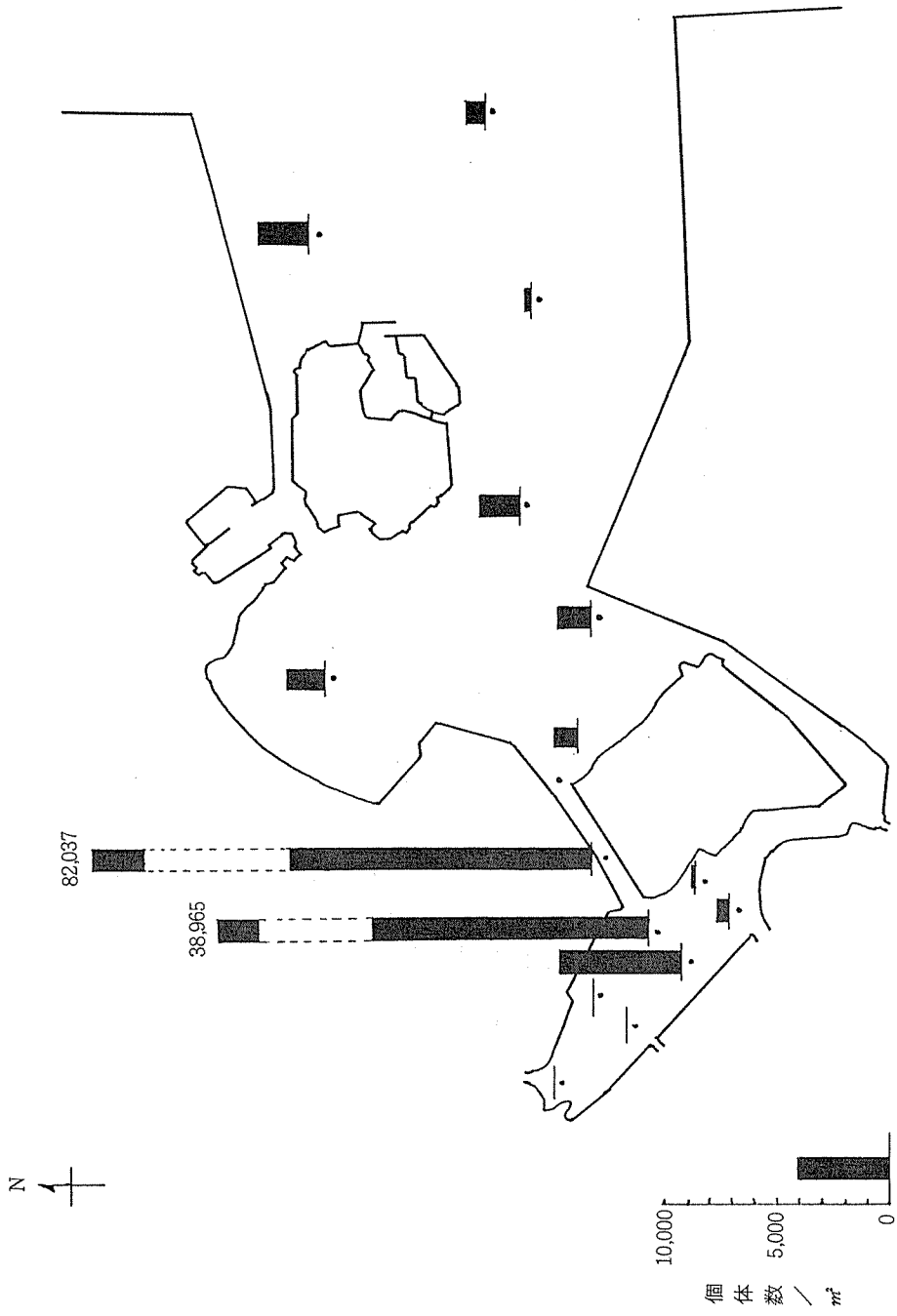
表一 4 平潟湾・金沢湾に出現した底生動物有機汚濁指標種の水質・底質の範囲\*

水底質項目 指標種	底層水塩分 S(%)	底泥 pH	底泥酸化還元 電位(mV)	強熱減量 (%)	全炭素 (mg/g 乾泥)	全窒素 (mg/g 乾泥)	全磷 (mg/g 乾泥)	中央粒径値 (mm)
ゴカイ		7.3	-170	1.30	56.5	2.97	3.80	
ツルヒゲゴカイ	29.5	7.6~8.0	-40~+30	1.6	10.2	0.29	0.90	0.110
アシナガゴカイ	26.8~32.8	5.6~8.0	-240~+270	1.6~1.10	10.2~16.6	0.29~2.64	0.90~2.46	0.054~0.110
<i>Nectoneanthes latipoda</i>	26.8~29.6	5.6~8.0	-240~+120	3.5~1.30	15.0~56.5	0.68~2.97	1.40~3.80	0.054~0.078
<i>Lumbrineris longifolia</i>	26.8	7.2~8.0	-230~120	7.3~1.10	23.5~23.8	1.56~2.64	2.46	0.056~0.078
<i>L. nipponica</i>	32.8~33.3	6.6~7.8	-190~+270	2.3~1.02	4.34~2.34	0.17~1.45	0.88~1.98	0.02~0.100
アカスジイソメ	26.8~33.1	7.2~7.8	-250~+120	7.0~1.14	15.0~23.8	0.57~2.64	1.40~2.46	0.04~0.870
<i>Prionospio cirrifera</i>	27.3~33.3	5.6~8.0	-260~+270	2.3~1.16	10.3~30.6	0.57~2.64	1.40~2.46	0.02~0.080
<i>P. malmgreni</i>		7.2	-170~-70					
<i>Paraprionospio</i> A型	29.2	7.6	-210~-60	6.4	29.6	2.36	1.60	0.063
<i>P. C</i> I型	32.8~33.1	7.1~7.4	-110~-40	2.5~9.4	10.6~17.6	0.69~1.45	1.44~1.60	0.035~0.070
<i>Cossura coasta</i>		5.6~7.8	-60~+270	5.6				
シダレイトゴカイ	26.8~33.1	6.6~8.0	-230~+70	2.3~1.11	4.34~29.6	0.17~2.64	0.88~2.46	0.035~0.870
イトゴカイ	29.0~29.6	6.6~8.0	-260~+30	6.4~1.16	10.2~30.6	0.29~2.96	0.40~2.56	0.054~0.110
ミズヒキゴカイ	26.8~33.1	5.6~8.0	-230~+270	1.6~1.11	4.34~23.8	0.17~2.64	0.88~2.46	0.02~0.870
ホトトギスガイ	26.8~32.9	7.2~7.8	-250~+270	2.6~1.30	1.48~56.5	0.17~3.64	1.40~3.80	0.054~0.078
アサリ	26.8~29.6	5.6~7.8	-250~+270	3.5~1.11	20.5~23.8	1.10~2.64	1.40~2.19	0.056~0.078
チヨノハナガイ	26.8	7.2~7.8	-240~+270	3.8~1.01	15.0	0.68	2.26	0.054
ヒメシラトリ	33.1	6.6~7.4	-190~-110	3.5~7.9	10.6	0.69	1.44	0.035~0.070
シズクガイ	29.2~33.3	6.6~7.8	-250~+270	2.3~1.02	10.6~23.4	0.57~1.45	1.50~2.26	0.02~0.100
コノハエビ	29.4~32.8	5.6~8.0	-230~+120	1.6~1.10	10.2~23.8	0.29~2.64	0.90~2.46	0.054~0.110

\* 水質・底質分析値は島中潤一郎：平潟湾・金沢湾水質調査結果（横浜市公害研資料，68，1986），二宮勝幸：平潟湾および金沢湾底質調査結果（横浜市公害研資料，68，1986）による。

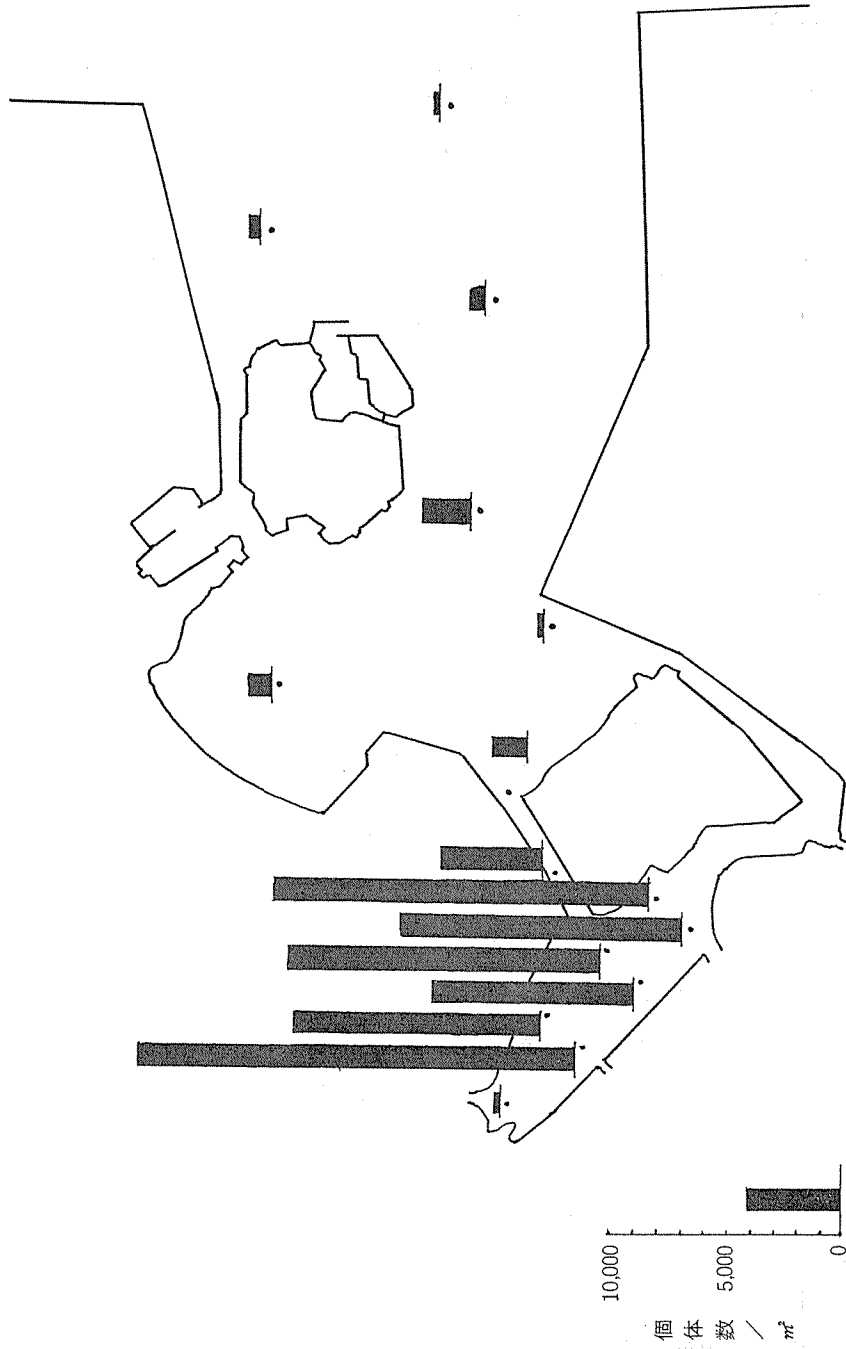
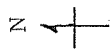


図一七 平潟湾・金沢湾における春期（4-5月）の底生動物現存量の分布



図一 8 平潟湾・金沢湾における夏期（7月～8月）の底生動物現存量の分布





図一10 平潟湾・金沢湾における冬期(1-2月)の底生動物現存量の分布

表一 5 環境因子と生物群集に関する平潟湾と金沢湾の比較

	平潟湾	金沢湾
水深(m)	1.0~4.0	2.5~17.0
中央粒径 Md(mm)	0.052~0.076	0.026~0.87
および Phi 値	4.27~3.72	5.27~0.20
強熱減量(%)	10.0 (1.6~13.4)	6.2 (2.3~10.2)
種類数	12.0 (0~27)	13.0 (4~42)
分布密度(個体数/m <sup>2</sup> )	12459.5 (0~87135)	1342.2 (117~4898)
多様度指数 H'	0~3.91	1.09~4.34
有機汚濁指標種の種類数	17	17
優占種	ハナオカカギゴカイ <i>Prionospio cirrifera</i> イトゴカイ ウエノドロクダムシ	シズクガイ ホトトギスガイ <i>Lumbrineris nipponica</i> ホソツツムシ

種類数が24種以上のときに限られ、多様度指数では1.1付近に限られる。一方、金沢湾では種類数が10~14種のところで生物分布密度が最も高く、多様度指数 H' では平潟湾と同様に1.1付近に最高値が認められる。したがって、分布密度の高いところでは平潟湾・金沢湾とも生物相の豊富さは同様であるが、分布密度の値に大きな開きがあるために平潟湾でそのレベルを保つには種類数の多い地点に限られることになる。云いかえれば、平潟湾にそれだけ多くの種類の生産を許す好条件が存在することである。

#### 4. ま と め

金沢湾の底生動物相の全体像を知るには、比較の上でも隣接する平潟湾の様相を知る必要があるが、その上に三次湾としての平潟湾の最湾奥部から野島水路を経て二次湾の金沢湾に連なり、金沢湾の外海域でかつ一次湾である東京湾へと向かう一つの環境傾度の中で考察を進める必要がある。

前年度の平潟湾調査測点 St. H-1・H-3・H-5・H-6 と今年度の金沢湾調査測点 St. K-1・K-4・K-5・K-7 を結ぶ最内奥域から湾口域への環境傾度と生物相との関係について考察すると、8月の底質の還元化が進む悪条件のもとでは平潟湾内の St. H-1・H-3 は殆んど無生物となり、5月の前兆期でも St. H-1 が無生物となるが、この時、St. H-3・H-5・H-6 では重汚染に最も耐性の強いイトゴカイが大量に発生する。同 St. H-5・H-6 では同時に堆積物摂餌者として著名な端脚類の *Corophium* 属（ここではウエノドロクダムシ *Corophium uenoi* STEPHENSEN）が高密度に出現しているが、これに近接する金沢湾側の St. K-1 では両種の出現は見られない。両湾にまたがって分布が連続しているものとしては、端脚類ではカ

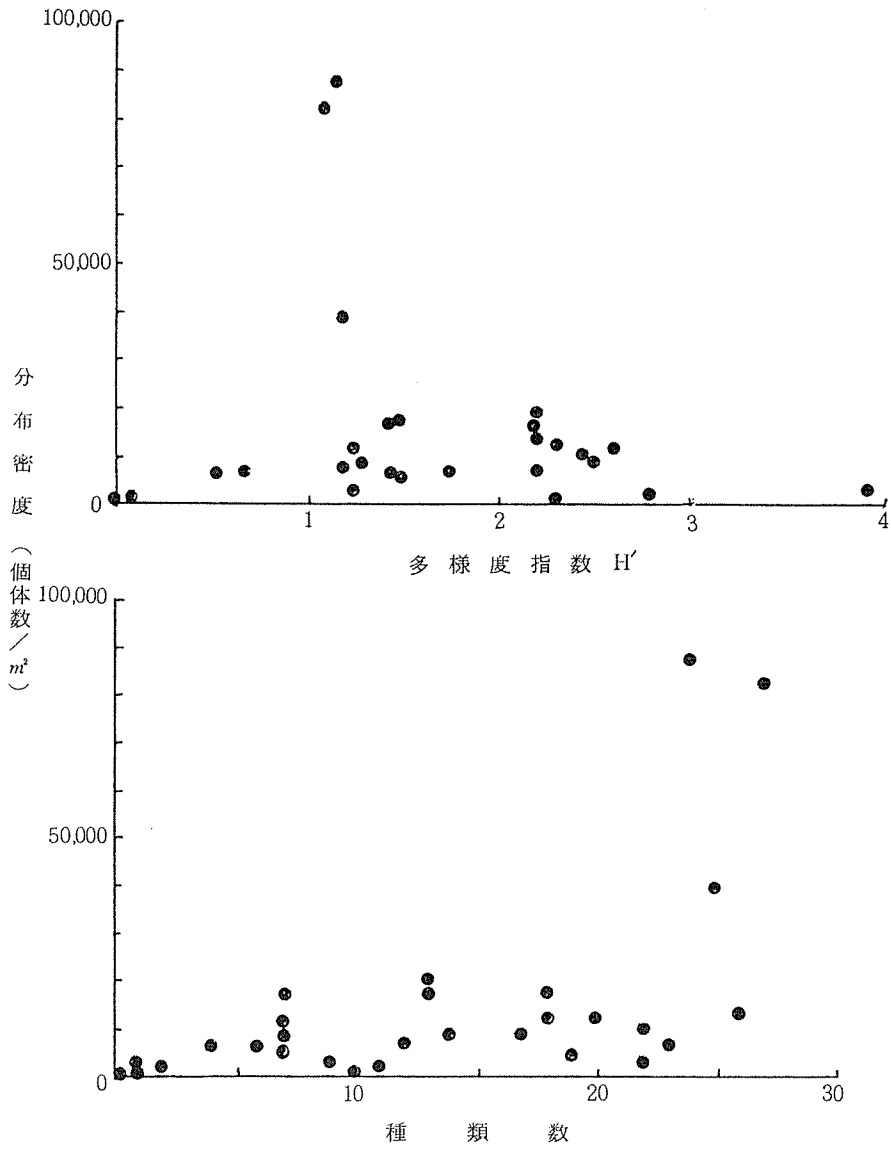


図-11 平潟湾における底生動物の種類数・多様度指数  $H'$  と生物現存量 (分布密度) との関係

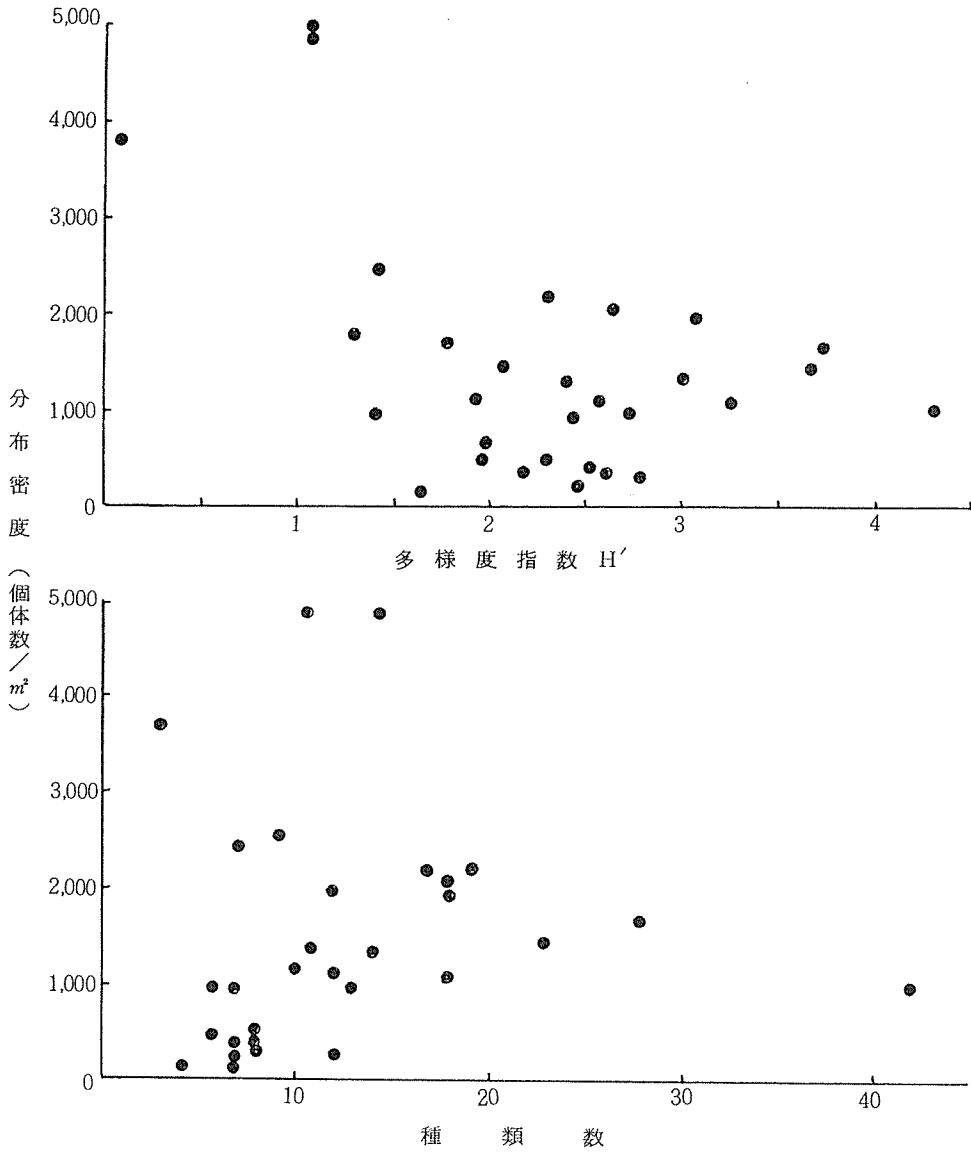
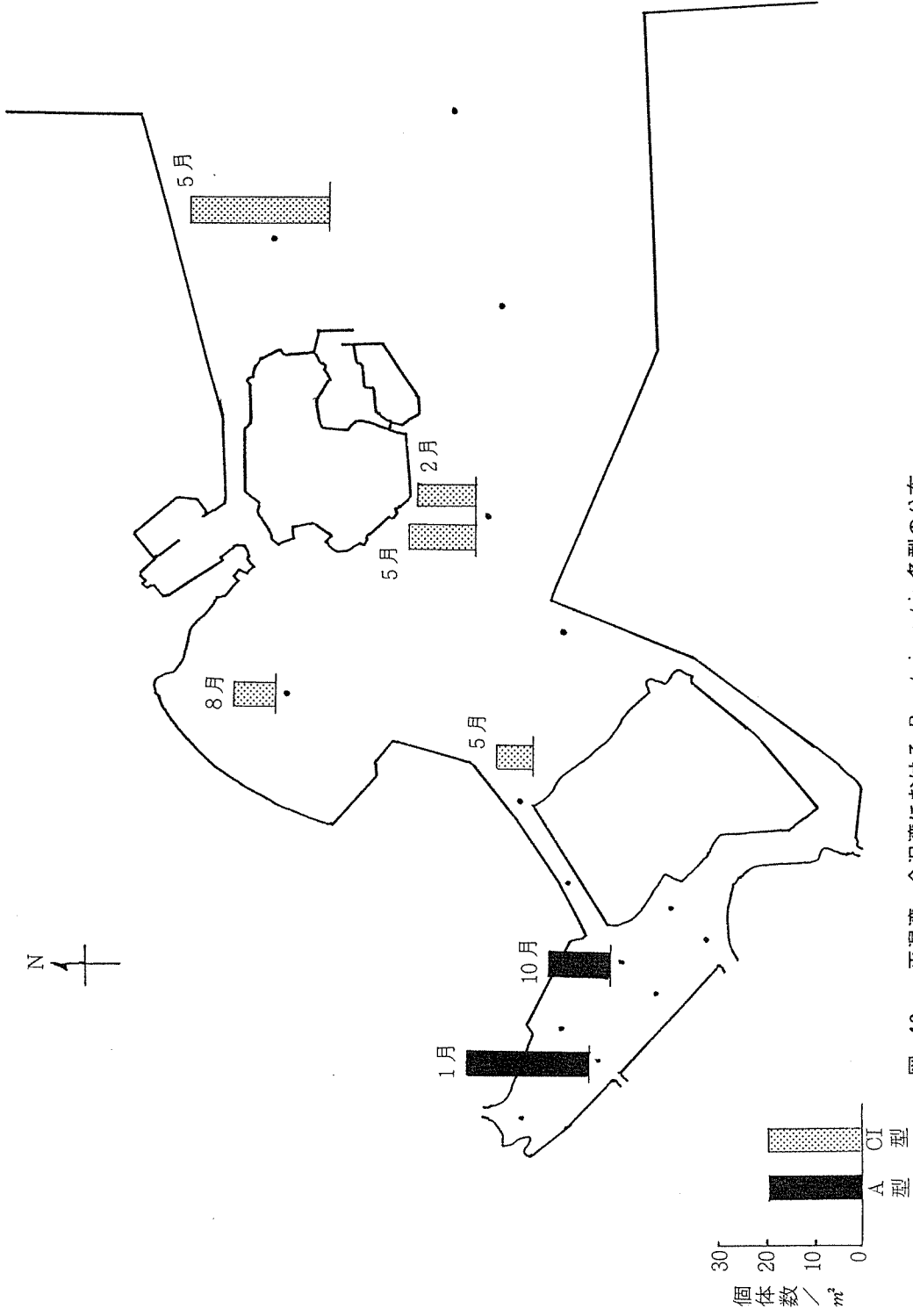


図-12 金沢湾における底生動物の種類数・多様度指数 H' と生物現存量 (分布密度) との関係

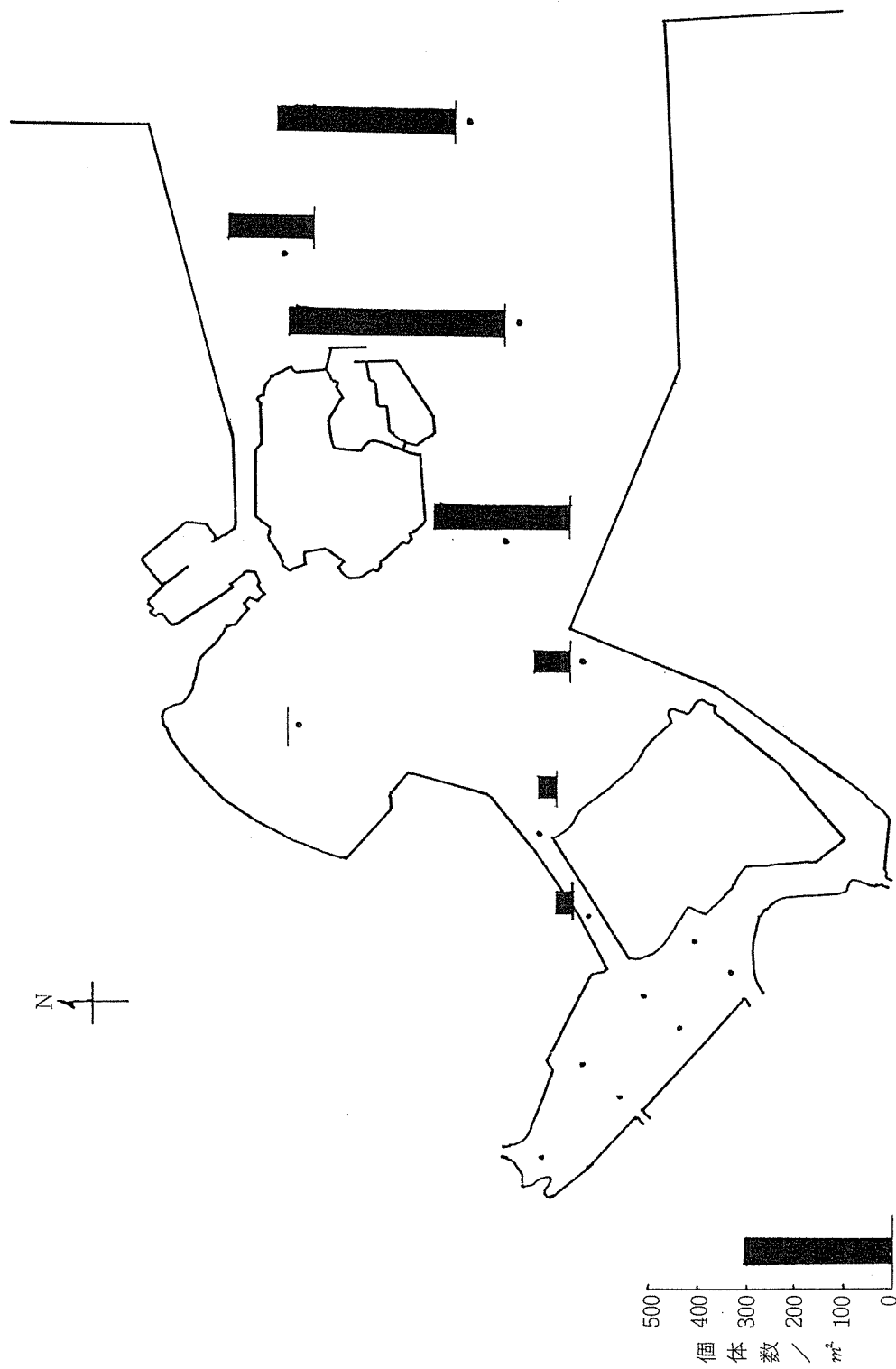


マキリヨコエビ(*Jassa falcata* (MONTAGU))があるがこれも出現時期は異っている。従って、平潟湾の St. H-6 と金沢湾の St. K-1 の間には、やはり不連続点があると考えなければならない。

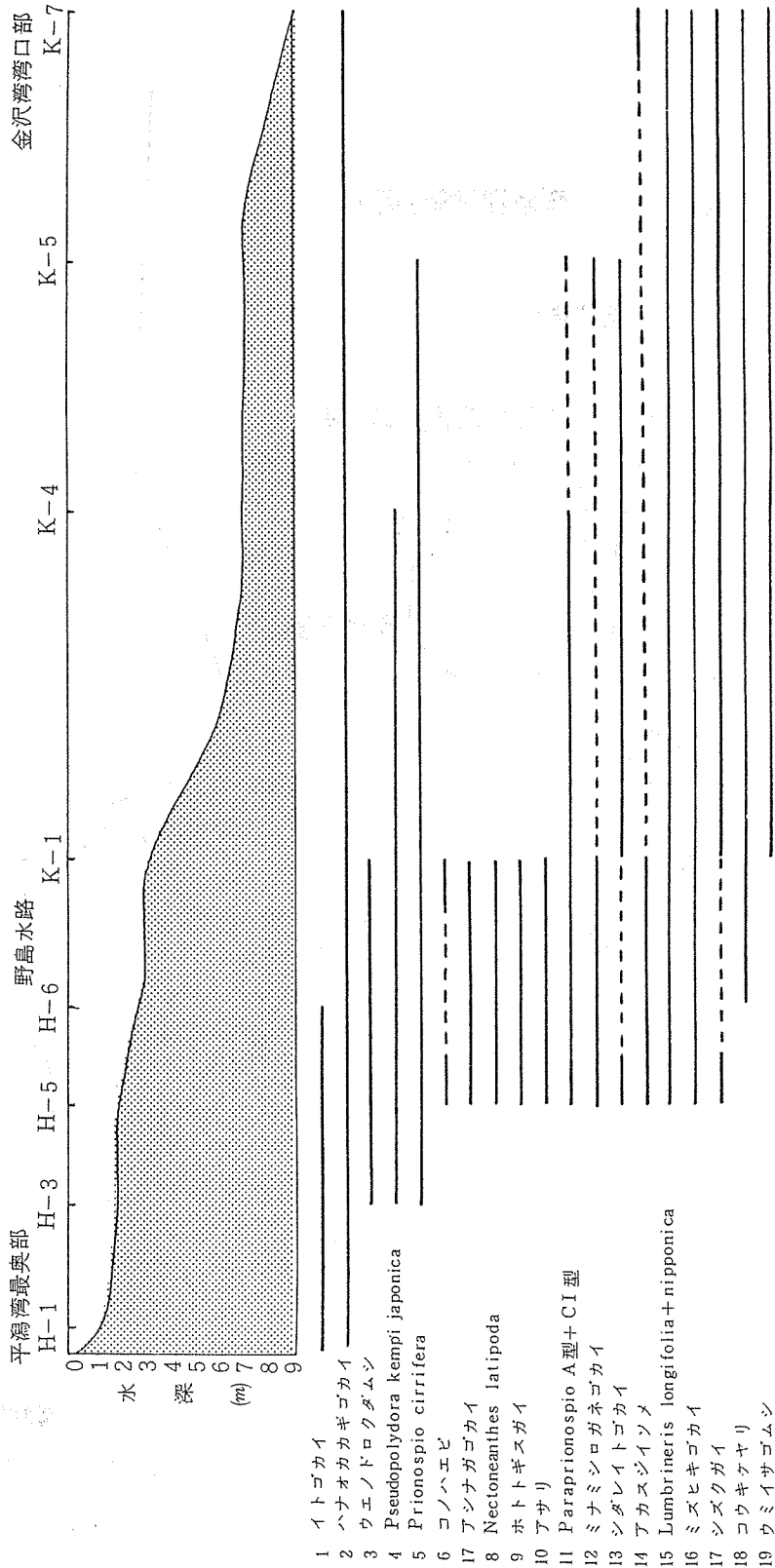
環境傾度と底生生物相の変化の関係については、宮地(1944)・渡部(1956)の知見を整理した菊地<sup>14)</sup>による指標種一覧表があり、強内湾性の湾奥域から弱内湾性の湾口域までを4段階に分け、それぞれ底生生物の指標種が提示されているが、これにほぼ該当する部分を金沢湾について指摘すると、貝類ではチヨノハナガイで表わされる中内湾性一時停滞域は中央部の St. K-4 に見られる。しかしシズクガイによって示される弱内湾性の中貧栄養域は金沢湾口の St. K-7 まで連続し、湾口部といっても強貧栄養性の様相を示すには至らず、やはり、東京湾の二次湾としての性格が表わされていると考えるべきである。中・富栄養種のゴイサギガイが湾口部でも St. K-7 に比べてやや状況の悪い St. K-6 に出現していたことから、十分に外海性貧栄養域としての印象は薄い。多毛類については *Paraprionospio* が強内湾性の一時的停滞域から中・富栄養性非停滞域にかけての指標種とされているが、前述のように、A型とC I型の分布が異なり、一応の区分が認められる(図-13)。玉井<sup>15)</sup>によるとA型の優占するための環境条件は夏季の貧酸素化と豊富な有機物移入の二つであるとされているが、平潟湾の環境はこれを十分に満たす上に、金沢湾とは相対的に相反する条件下にある。一方、C I型は深度が大きく外洋水の影響ある砂底に分布するので<sup>16)</sup>、やはり相対的に金沢湾に適すると云うことができる。三河湾で *Paraprionospio* と対照的な分布傾向を示す<sup>7)</sup> *Lumbrineris nipponica* について平潟湾・金沢湾を通じた環境傾度(St. H-1 ~ K-7)の中での出現状況を見ると図-14のようになる。すなわち、本種は野島水路以内には分布せず金沢湾口にかけて連続的に分布密度が高まる沖合型の分布傾向が明らかである。ただし外洋水影響下で中央粒径0.125mm以下、強熱減量5%以上とする小田和湾の分布例<sup>17)</sup>とは若干状況が異っている。蛇尾類のカキクモヒトデは中・富栄養域の中内湾性指標種であるが、これも湾口部の St. K-7 で見出されているところから、やはり湾口部の富栄養化は認めざるを得ない。これらの指標水準とは別にミズヒキゴカイ近似種で、より内湾泥質域に分布するチグサミズヒキが St. K-2・K-3 に限り出現しているところから、海の公園沖の St. K-3 は湾内でもやや条件の悪い部位と見られ、湾口部の若干外海的な影響を受けるには至っていないと考えねばならない。従って湾口部の外海性貧栄養化の傾向は総体的に微弱であるが、強いていえば、底質粒子の粗くなる St. K-5 を境にして内域をほぼ一様と考え、その様相を St. K-4 で代表し、やや内湾化した外海域の性格を St. K-7 の生物相で代表させることができよう。St. K-1 と K-5 は金沢湾内ではむしろ特徴のある地点であり、他の区域とは異なった生物相を有すると見なしてよいであろう。以上の結果から、平潟湾最奥部の St. H-1 と金沢湾湾口部の St. K-7 を結ぶ線上の測点で連続的に出現した主要種の分布範囲を図-15に示した。このような分布範囲の段階的推移は富栄養化レベルと組合わせた前記の菊地の区分<sup>14)</sup>の他に、宮城県蒲生干潟について潮位、シルト含有率、酸化還元電位の傾度と組合わせた栗原の報告<sup>18)</sup>、東京湾内の干潟において鉛直分布(すなわち潮位)を明らかにした風呂田の結果<sup>19)</sup>などが見られる。後2者は多数の種類を扱った詳細な結果であるが、最も沖側にシズクガイが位置する事を除いて、順位は互いにおよび平潟湾の結果とも一致しない。しかし、その中にハナオカカギゴカイ、*Pseudopolydora kempji japonica*、*Paraprionospio* 属、イトゴカイ、ミズヒキゴカイ、アサリ、ホトトギスなどの共通種が含まれている点では何れも一致している。平潟湾・金沢湾の環境傾度は強いて云えば湾奥部の貧酸素・低塩分減から湾口部の貧酸素還元層の発達しない外海性高塩分域への推移である。そのために大略的には菊地の区分<sup>14)</sup>と環境の質が等しく、生物分布の順位もかなり共通点が認められる。



図一13 平潟湾・金沢湾における *Paraprionospio* 各型の分布



図一14 平潟湾・金沢湾における *Lumbrineris longifolia*, *L. nipponica* の分布 (4月-5月)



図一15 平潟湾奥部から金沢湾湾口まで連続的に分布する底生動物の分布範囲

地点間の類似性に関しては、St. K-3・K-4はその他に比較して互いに最もよく似ており、種・量ともかなり共通点が見られるが、St. K-3はK-4よりは相対的に種類数が劣り、貧弱な印象を受ける。時期によっては日産護岸寄りの St. K-2が貧産の時もあるが、ここは甲殻類を多産し、総合的にかつての外海的性格の強い生物相の豊富な様相を残していると思われる。これに比べると、やはり St. K-3が生物相に乏しい印象は残る。金沢湾が富栄養水域の特徴を明らかにしている点は否定できないが、平潟湾に比べるとサラサウミケムシ・ウミイサゴムシを初め多くの外海性の清浄な海域に分布する種を産出していると同時に、最近の東京湾全域の分布傾向<sup>20, 21)</sup>によっても金沢周辺域は東京湾内で最も底生生物の種類数の多い区域となっている。これに対して東京湾奥部から中央域にかけての広い区域は10種以下で、1～2種を産するか或は無生物域である。このことから、東京湾内では最も生物相の豊富な水域として注目すべきであると云える。

## 5. 謝 辞

底生動物試料の分析と査定に協力していただいた桑原優子に深謝する。

## 文 献

- 1) 北森良之介：海域の底生動物，横浜市内河川・海域の水質汚濁と生物，2・4，143-152，横浜市公害対策局公害資料，No. 53, 168 p., 7 pls., (1974)
- 2) 桑原 連：横浜市沿岸域の底生動物相，横浜の川と海の生物（第4報），公害資料，横浜市，（印刷中）
- 3) 桑原 連：平潟湾の底生動物相とその分布・季節変化（昭和57年度平潟湾底生生物調査報告），横浜市公害資料，68，67-90., (1986)
- 4) 北森良之介：マクロベントス相の変化，西条八束編，内湾の環境科学（三河湾・伊勢湾の研究を中心として），下巻，第3章，93-115，培風館，152 p., (1984)
- 5) 網尾 勝：マクロベントスと水産生物，高松市東部下処理場放流水の水産業への影響に関する調査報告，2-3，59-86，高松市東部下処理場放流水の水産業への影響に関する調査研究会，214 p., (1979)
- 6) 栗原 康：平潟は生きている。岩波新書，129，219 p., (1980)
- 7) 北森良之介：環境指標としての底生動物 (2)，環境指標を中心に，環境と生物指標2，水界編，第2編，第7章，265-273，共立出版社，310 p., (1975)
- 8) 菊地泰二：海洋汚染とベントス，環境科学としての海洋学，3，7・4，352-375，東京大学出版会，384 p., (1979)
- 9) 菊地泰二：海底動物の世界，中央公論社自然選書，中央公論社，201 p., (1981)
- 10) 北森良之介：海域における水質汚濁の生物学的判定，水処理技術，7(4)，1-7，(1966)
- 11) 北森良之介：水質汚濁と底生動物，東水研業績集（さかな），2，51-56，(1968)
- 12) 今島 実：日本産多毛類の分類と生態(5)，2，ゴカイ科の分類，4，海洋と生物13，(Vol. 3, No. 2)，130-133，(1981)
- 13) 東京都環境保全局水質保全部：昭和57・58年度東京都内湾生物調査結果報告書，環境保全局関係資料，3-1-水-32，289 p., (1985)
- 14) 菊地泰二：環境指標としての底生動物，(1) 群集組成を中心に，環境と生物指標2，水界編，第2編，

第6章, 255-264, 共立出版社, 310 p., (1975)

15) 玉井恭一: 大阪湾におけるスピオ科の多毛類 *Paraprionospio* sp. (A型) 個体群の季節変動と成長, 日本水産学会誌, 43(3), 401-408, (1982)

16) 玉井恭一: 西日本周辺海域に生息する *Paraprionospio* 属 (多毛類: スピオ科) 4 type の形態的特徴と分布について, 南西水研報告, 13, 41-58, (1982)

17) 桑原 連: 藻場・動物群集, 海洋の生物過程, I, 沿岸域群集の生物過程, I-2, 藻場生態系, 2-3-3, 57-59, 丸茂隆三編, 恒星社厚生閣, 456 p., (1984)

18) 栗原 康: 干潟環境の破壊と修復および生物群集の動態, 人間生存と自然環境 (佐々木学・山本正編), 248-270, (1975)

19) 風呂田利夫: 干潟のマクロベントスの群集構造, 沿岸海洋研究ノート, 18(2), 78-87, (1981)

20) 原口明郎: 東京内湾四季別底生生物の変化, 神奈川県の水生物, 6, 97-132, (1984)

21) 風呂田利夫: 東京湾の底生動物 (分布から見た汚濁海域での個体群維持機構に関する考察), 海洋と生物, 40 (Vol. 7, No. 5), 346-352, (1985)

平潟湾・金沢湾で見られる  
底生動物の優占種

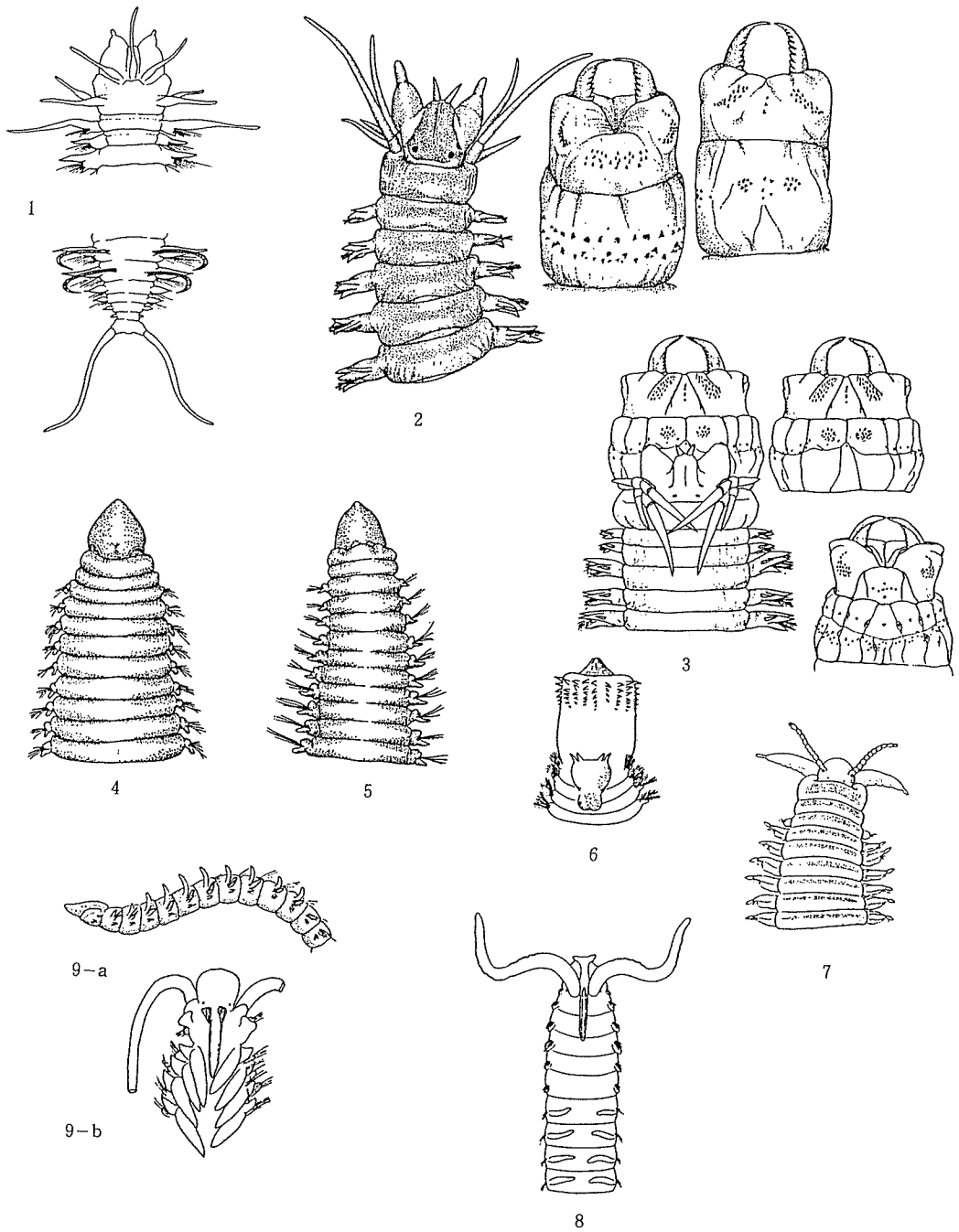
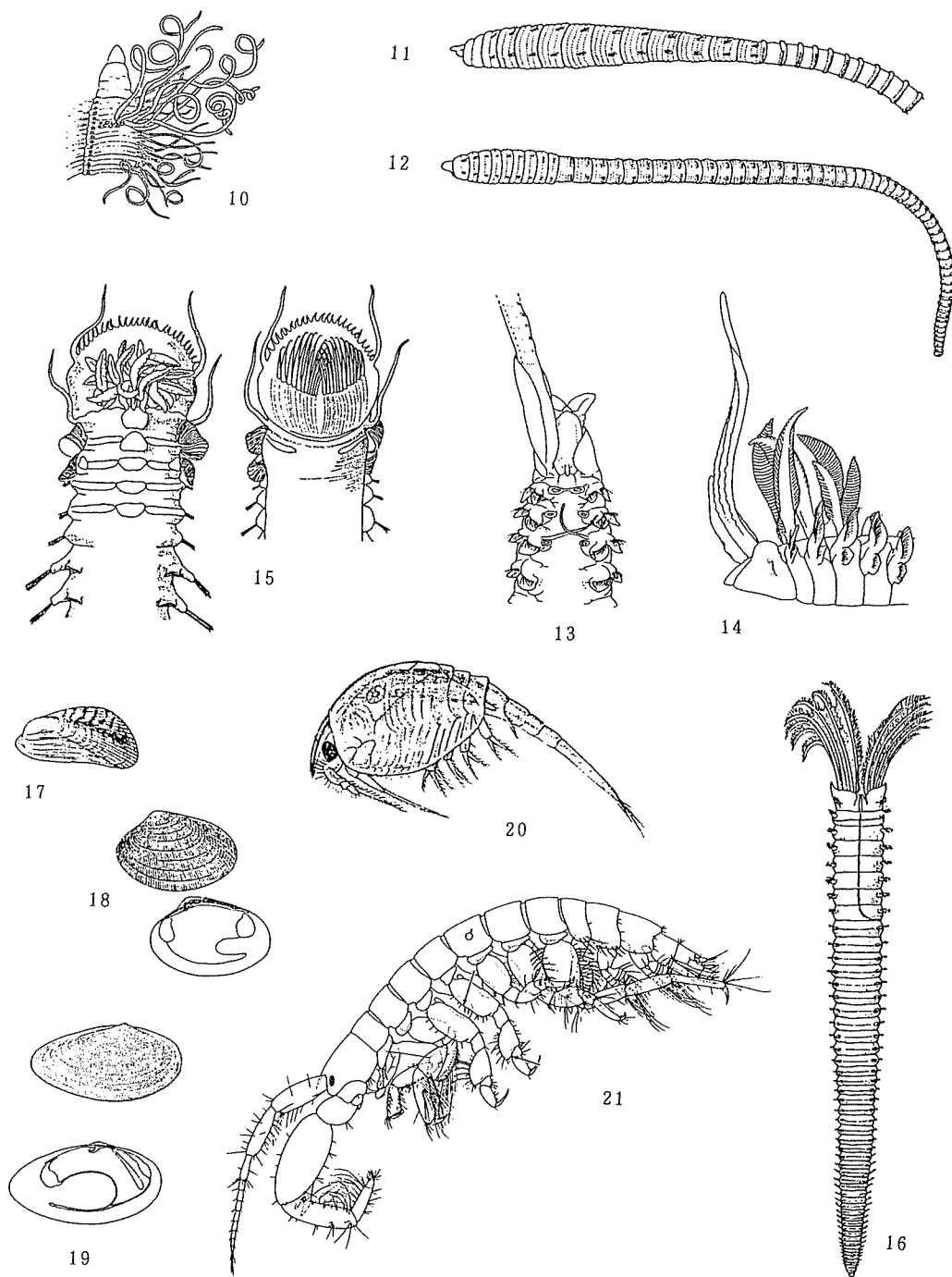


図 - I 底生動物主要種

- 1 : ハナオカカギゴカイ<sup>1)</sup>, 2 : アシナガゴカイ<sup>2)</sup>, 3 : *Nectoneanthes latipoda*<sup>3)</sup>,  
 4 : *Lumbrineris nipponica*<sup>4)</sup> 5 : *Lumbrineris longifolia*<sup>4)</sup> 6 : ミナシシロガネゴカイ<sup>5)</sup>,  
 7 : アカスジイソメ<sup>6)</sup>, 8 : *Pseudopolydora kempji japonica*<sup>7)</sup>,  
 9 : *Prionospio cirrifera* 9-a<sup>8)</sup>, 9-b<sup>9)</sup>





図II-1 底生動物主要種, 続き

10: ミズヒキゴカイ<sup>8)</sup>, 11: シダレイトゴカイ<sup>8)</sup>, 12: イトゴカイ<sup>8)</sup>, 13: Paraprionospio A型<sup>10)</sup>,  
 14: Paraprionospio CI型<sup>10)</sup>, 15: ウミイサゴムシ<sup>11)</sup> 16: コウキケヤリ<sup>12)</sup>, 17: ホトトギスガイ<sup>13)</sup>,  
 18: アサリ<sup>13)</sup>, 19: シズクガイ<sup>13)</sup>, 20: コノハエビ<sup>14)</sup>, 21: ウエノドロクダムシ近似種 *Corophium insidiosum*<sup>15)</sup>

## 引用 図 文 献

- 1) KITAMORI, H. : Description of two new species of Pilargiidae (Annelida: Polychaeta) from the Seto-Inland-Sea, Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 26, 1086-1090(1960)
- 2) IMAJIMA, M. : Review of the annelid worms of the Family Nereidae of Japan, with descriptions of five new species or subspecies, Bull. Natn. Sci. Mus. Tokyo, 15(1), 37-153, (1972)
- 3) PAIK, E. I. : The polychaetous annelids in Korea ( II ), Bull. Korean Fish. Soc., 6(1,2), 81-83, (1973)
- 4) IMAJIMA, M and M. HIGUCHI : Lumbrineridae of polychaetous annelids from Japan, with descriptions of six new species, Bull. Natn. Sci. Mus., Ser. A (Zool.), 1(1), 5-37, (1975)
- 5) OKUDA, S. : Polychaetous annelids of the Ryukyu Islands, Bull. Biogeorg. Soc. Japan, 10, 1-24, (1940)
- 6) OKUDA, S. and M. YAMADA : Polychaetous annelids from Matsushima Bay, Jour. Fac. Sci. Hokkaido Univ., ser. 6, Zool., 12, 175-199, figs 1-10, (1954)
- 7) OKUDA, S. : Spioniform polychaetes from Japan, Jour. Fac. Sci. Hokkaido Univ., ser. 6, Zool., 5, 217-254, (1937)
- 8) DAY, J. H. : A monograph on the Polychaeta of South Africa, Part 2, Sedentaria, The British Museum (Natural History), London, 459-878, (1967)
- 9) FAUVEL, P. : Polychaetes sedentaires, Faune de France, 16, 494p., Office central de Faunistique, (1927)
- 10) YOKOYAMA, H. and K. TAMAI : Four forms of the genus Paraprionospio (Polychaeta, Spionidae) from Japan, Publ. Seto Mar. Biol. Lab., 26(4/6), 303-317, (1981)
- 11) OKUDA, S. : Two species of the sedentary polychaete Pectinaria, Annot. Zool. Japon., 14, 321-326, 6 figs., (1934)
- 12) OKUDA, S. : Some tubicolous annelids from Hokkaido, Jour. Fac. Sci. Hokkaido Univ., ser. 6, Zool., 3, 233-246, 11 figs., (1934)
- 13) 渡部忠重 : 二枚貝綱・掘足綱(日本産軟体動物分類学), 図鑑の北隆館, 372p., (1977)
- 14) 武田正倫 : 原色甲殻類検索図鑑, 北隆館, 284p., (1982)
- 15) BOUSFIELD, E. L. : Shallow-water Gammaridean Amphipoda of New England, COMSTOCK Publ. Ass., London, 312p., (1973)