

浜田漁港内の海水交流について

誌名	水産工学研究所技報. 水産土木
ISSN	03892344
著者名	山本,正昭 上北,征男 影山,智将
発行元	水産庁水産工学研究所
巻/号	2号
掲載ページ	p. 1-31
発行年月	1981年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



浜田漁港内の海水交流について

山本 正昭*・上北 征男**・影山 智将***

Study on Exchange of Water in Hamada Fishing Port

by Masaaki YAMAMOTO, Yukuo UEKITA and Tomamasa KAGEYAMA

目 次

1. 緒 言	1	4. 1 観測記録の測得状況	10
2. 従来の調査	1	4. 2 水 位	10
2. 1 水質調査	1	4. 3 港内流況	11
2. 2 潮流調査	4	4. 4 港内の水質	17
2. 3 港内への淡水流入量	4	5. 元浜地区泊地の海水交流交換	18
2. 4 元浜地区港内への流入汚濁負荷量	5	5. 1 海水交換量	18
3. 現地調査	5	5. 2 海水交換	20
3. 1 調査概要	5	5. 3 海水交換についての考察	20
3. 2 調査内容与方法	6	6. 結 言	21
4. 調査結果	10	付 図	22

1. 緒 言

浜田漁港は、島根県西部石見地区に位置し、島根県最大の陸揚量を誇る特定第3種漁港である。本漁港の漁業は、あぐり網、沖合底びき、沖合イカ釣などの沖合漁業が主体であるが、沿岸漁業も盛んで陸揚される魚種は多岐にわたっている。また、水産物加工も盛んで、カン詰類は遠く東南アジア、中近東まで出荷されている。

本漁港の整備は、昭和30年からの第2次漁港整備における修築事業で開始されて以来継続して整備がなされ、昭和53年度までに、瀬戸ケ島地区、元浜地区の整備もほぼ終わり、原井地区、笠ヶ柄地区へと整備の重点がうつってきているが、昭和54年度から原井地区の突堤を施工することになった。従来、元浜地区と原井地区を分けている北防波堤基部が港内への通水を考慮して透過堤となり、港外と通じていたが、突堤式岸壁を施工するにあたり、透過部を潰すと元浜地区の港内の水質が悪化する心配があるため、その対策をたててほしいという地元からの要望が出ている。、当研究室は島根県よりその調査指導の依頼を受け研究に取り組むことになった。

現地調査は県漁港課、浜田水産事務所および、当研究室が共同で行なった。また、水質分析にあたっては県水

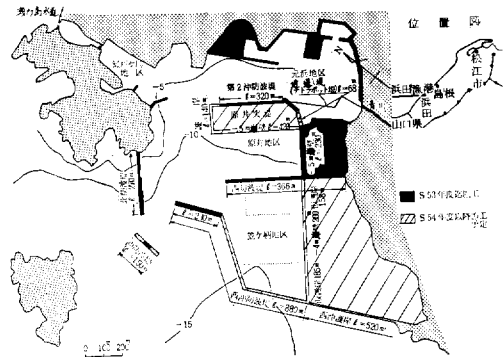


図 1 浜田漁港平面図

産試験場の協力を得た。また、排水量調査等のデータ収集は県漁港課の宮島博技師が担当した。ここに記して感謝の意を表わす。

2. 従来の調査

2. 1 水質調査

浜田漁港区域は昭和48年に公共用水域が該当する水質汚染に係る環境基準の水域類型Aに指定され、それに基づき昭和48年度以降防波堤の外側において水質測定が行なわれている。

また、51年と52年には漁港課と港湾課による合同調査が行なわれ、この時漁港港内の水質調査も行なわれていた¹⁾。これらの結果を表1および表2に示す。なお表2

* 漁港水理研究室

** 漁場施設研究室

*** 水産庁計画課 (もと漁港水理研究室)

表 1 浜田漁港外の水質調査結果

項目	水素イオン濃度 (pH)				溶存酸素量 (DO)				大腸菌			油分		化学的酸素要求量 (COD)				
	7.8~8.3				7.5ppm				1000MPN/ml			検出されないこと		酸性法2ppm以下				
年度	最小	最大	平均	m/n	最小	最大	平均	m/n	最小	最大	平均	m/n	最小	最大	平均	75%値	m/n	
環境保全課	48	7.8~8.4	8.2	6/22	5.8~9.8	7.4	12/22		350~160,000	36,853	10/12		ND~2.4	0/5				
	49	7.8~8.3	8.2	0/20	6.7~8.8	7.5	9/20		0~220	54	0/10		ND~1.0	0/4				
	50	7.9~8.4	8.2	0/18	6.7~10.3	8.2	8/18		2.3×10 ³ 1.1×10 ³	1.7×10 ²	0/8		ND	0/3	ND~0.8	0.5	0.6	0/5
	51	8.1~8.4	8.2	0/18	7.0~9.8	8.1	5/18		2.3×10 ³ 2.4×10 ²	4.8×10	0/9		ND~1.2	0/6	0.5~3.6	1.1	0.7	1/8
港港調 湾合 漁同 査	51	8.1~8.4	8.3	10/54	7.5~9.3	8.2	0/44											
環 全 境 課	52	8.1~8.4	8.2	4/19	6.3~10.0	7.8	7/19		0~1.3×10 ³	1.3×10 ²	1/10		ND	0/4	0.5~1.9	1.0	1.8	0/10
港港調 湾合 漁同 査		8.2~8.4	8.4	47/54	8.4~8.9	8.6	0/12		0~68	12.3	0/6				1.1~2.1	1.3	1.4	1/36
環 全 境 課	53	8.2~8.4	8.2	1/20	6.5~8.9	7.5	11/20		0~2.4×10 ²	3.1×10	0/10		ND~0.8	0/9	0.5~2.5	1.2	1.6	1/10

表 2 浜田漁港内の水質調査結果

項目	水素イオン濃度 (pH)						溶存酸素量 (DO)						化学的酸素要求量 (COD)									
	元 浜			原 井			元 浜			原 井			元 浜			原 井						
年度	最小	最大	平均	m/n	最小	最大	平均	m/n	最小	最大	平均	m/n	最小	最大	平均	m/n	最小	最大	平均	m/n		
46	8.1~8.5	8.2	1/8					4.9~8.5	6.7	4/8				0.1~2.8	0.9	1/8						
51	8.2~8.3	8.3	0/5		8.2~8.4	8.3	2/11		7.9~9.0	8.4	0/5		7.6~9.3	8.5	0/9		0.8~2.0	1.4	4/4	0.5~1.0	0.7	1/10
52	8.3~8.4	8.35	7/13		8.3~8.4	8.4	10/16		7.1~8.5	7.8	1/4		8.1~8.6	8.3	0/4		0.6~1.4	1.0	13/13	0.4~1.2	0.8	1/16
54								5.6~6.5	6.0	4/4			5.8~6.6	6.2	4/4		0.9~2.5	1.4	2/2	1.0~1.2	1.1	1/2

表 3 潮流観測 (第1回目) 結果表

No.	気 象		st 1		st 2		st 3		st 4					
	風 向	風速 (m/s)	時 間	流 向 。	流 速 (m/s)	時 間	流 向 。	流 速 (m/s)	時 間	流 向 。	流 速 (m/s)			
			(27日)											
1			9:15	160	0.15	9:20	40	0.03	9:25	—	0	9:30	90	0.1
2	S	3.4	10:00	290	0.15	10:05	—	0	10:10	300	0.1	10:15	150	0.05
3			11:00	120	0.1	11:55	90	0.05	11:05	20	0.03	11:10	250	0.1
4	SSW	9.5	12:00	140	0.1	12:05	110	0.03	12:10	300	0.1	12:15	140	0.35
5			13:10	70	0.15	13:15	90	0.15	13:05	180	0.08	13:00	40	0.15
6	SW	9	14:05	310	0.1	14:00	130	0.15	14:10	130	0.1	14:15	270	0.25
7			15:10	120	0.17	15:16	158	0.1	15:05	243	0.15	15:00	146	0.15
8	WSW	11.9	16:10	310	0.12	16:16	238	0.03	16:05	96	0.1	16:00	210	0.12
9			17:10	15	0.2	17:16	313	0.03	17:05	105	0.26	17:00	240	0.35
10	WSW	9.7	18:00	300	0.05	18:06	170	0.15	18:10	260	0.02	18:15	350	0.05
11			19:00	290	0.02	19:06	—	0	19:10	340	0.02	19:15	350	0.02
12	WNW	3.1	20:10	10	0.03	20:16	—	0	20:05	—	0	20:00	—	0
13			21:00	360	0.2	21:06	—	0	21:10	225	0.02	21:15	330	0.05
14	NE	3.5	22:05	130	0.15	22:00	45	0.05	22:10	270	0.03	22:15	100	0.1
15			23:00	30	0.01	23:05	—	0	23:00	15	0.03	23:15	150	0.05
			(28日)											
16	E	2.3	0:00	—	0	0:05	—	0	0:10	—	0	0:15	—	0
17			1:00	—	0	1:05	—	0	1:10	—	0	1:15	—	0
18	ENE	3.6	2:00	—	0	2:05	—	0	2:10	—	0	2:15	210	0.05
19			3:10	—	0	3:15	—	0	3:05	—	0	3:00	80	0.02
20	ENE	6.6	4:10	—	0	4:15	90	0.08	4:05	—	0	4:00	—	0
21			5:10	15	0.1	5:15	350	0.08	5:05	150	0.02	5:00	100	0.05
22	ENE	9.0	6:00	350	0.15	6:05	—	0	6:10	—	0	6:15	30	0.1
23			7:00	—	0	7:05	—	0	7:10	340	0.03	7:15	350	0.01
24	ENE	6.6	8:00	—	0	8:05	—	0	8:10	90	0.1	8:15	20	0.05
25			9:00	—	0	9:05	100	0.05	9:10	0	0.1	9:15	170	0.02
26	ENE	6.4	10:00	0	0.15	10:05	—	0	10:10	100	0.05	10:15	165	0.05
	恒 流			24.8	0.028		96.7	0.013		95.2	0.009		175.8	0.021

表 4 潮流観測 (第2回目) 観測時気象 (浜田測候所)

1 月 9 日		6 時	9 時	12 時	15 時	18 時
	風 向	SSW	SSW	SW	W	ENE
	風 速 (m/s)	3.9	2.7	4.5	2.8	1.6
	気 温 (°C)	12.2	13.4	15.2	16.1	11.5
気 圧 (mb)	1021.9	1023	1023.1	1022.0	1022.7	

には今回の調査結果も併せて記した。

2.2 潮流調査

港内の流れを知るため、今までに2回の調査が行なわれている。

1回目は流速計による調査で昭和53年10月27日09時15分から翌日10時15分までの25時間26回の連続定点観測が

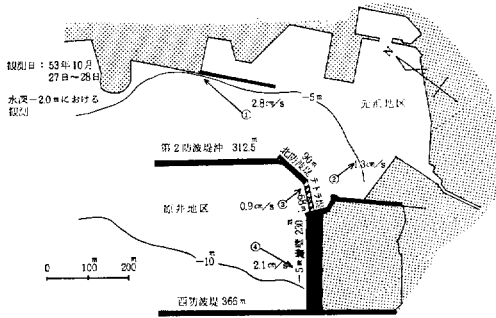


図2 潮流調査(第1回目)の測点と恒流

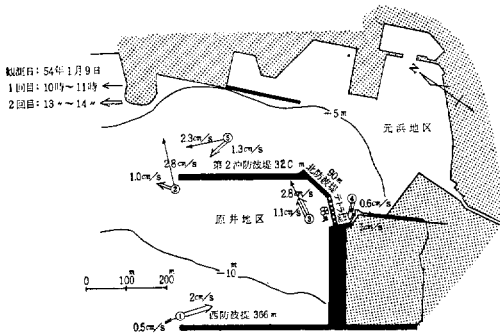


図3 潮流調査(第2回目)の測点と恒流

行なわれた。図2に示す港内の測定は4カ所において水面より2mの深さで、CM-2電気流速計を用いて行なわれた。この結果を表3に示す。この結果をみると、透過堤より元浜地区へ流れ込み、その港口より出る恒流成分が存在すること、又、時折20cm/secをこす強い流れが観測されているが、観測初日の28日8時前後にはWSW方向の約10m/sの風が存在したこと、2日目の6時には逆方向の9m/sの風が吹いており、この影響も考えられる。

2回目の潮流観測は昭和54年1月9日染料拡散法により行なった。この時の気象条件は表4に示す通り風速5m/s風浪0で上潮時であった。投入箇所は図3に示す通り5点であり、ここに11時と13時の2度投入した。染料はウラニン(緑色)を用い、150gを10lの海水に解き、これを各定点に投入した。そして5~10分間隔ごとに拡散範囲を測定し、同時に写真撮影をおこない、その移動拡散状況を求めた。これによると、元浜地区の港口部および透過部共に流出の傾向が観察された。ST③とST④についてはその拡散の状況を図4に示す。

2.3 港内への淡水流入量

2.3.1 元浜地区への背後地及び青川よりの雨水

青川流域よりの流入量は、流域面積が2.4km²、年間降雨量は1,700mm、流出係数として山地河川の平均0.80²⁾を用いて求めると、日平均8,950m³となる。また、元浜地区周辺の流入量としては、流域面積0.3km²流出係数を0.6²⁾と見積ると日平均839m³となる。これらは流域が小さいから、降雨時に短時間で流出し、平常は無視できる程の量と考えられる。

2.3.2 元浜地区港内への家庭排水および工場排水

52年度の元浜地区および青川流域の家庭排水量を上水

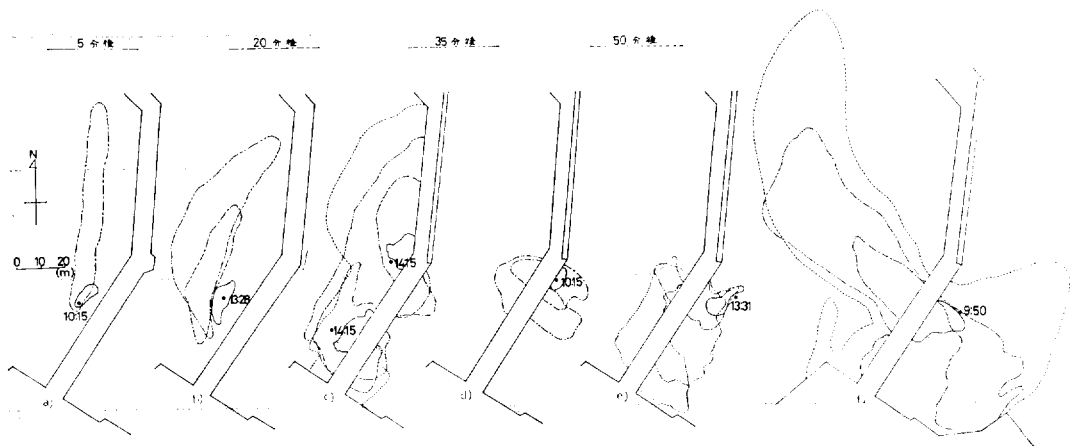


図4 染料拡散図

道の実績給水量より求めると日平均 961m³であった。また、52年度には元浜地区の工場は 7 軒、排出汚水量 72m³/日であった。

2.4 元浜地区港内への流入汚濁負荷量

2.4.1 自然汚濁負荷量

汚濁負荷量を化学的酸素要求量 (COD) で表わすと、自然汚濁負荷量は平均 0.75kg/km²³⁾ を用いて

$$0.75\text{kg/日km}^2 \times (2.4\text{km}^2 + 0.3\text{m}^2) = 2.0\text{kg/日}$$

2.4.2 家庭排水の汚濁負荷量

S50年調査で 1人当たり雑用水の汚濁負荷量 COD は 17g/日³⁾とされている。52年の元浜地区の人口は 3,600人であり、同地港内に流入する家庭汚水の汚濁負荷量は 61kg/日と推定される。

2.4.3 岸壁における汚濁負荷量

岸壁からの汚濁負荷量は陸揚量、漁業種類、陸揚方法汚水処理施設などにより大きく変わると思われるがそれを推定する方法が、現在未だ不明な点が多い。主なるものの概数を挙げると次の通りである。⁴⁾

① 魚船排水 = 陸揚量 × 0.1

$$= 21\text{t/日} \times 0.1 = 2\text{t}$$

② 床洗浄排水 = 荷捌所面積 × 0.075t/m²日

$$+ \text{仲買市場面積} \times 0.015\text{t/m}^2\text{日}$$

$$= 990\text{m}^2 \times 0.075\text{t/m}^2\text{日} + 4,960\text{m}^2$$

$$\times 0.015\text{t/m}^2\text{日}$$

$$= 149\text{t/日}$$

(荷捌所面積) (仲買市場面積)

元浜突堤岸壁 660m² 3,640m²

青川岸壁 330m² 1,320m²

計 990m² 4,960m²

③ 漁獲物洗浄排水 = 荷捌所面積 × 0.022t/m²日

$$= 990\text{m}^2 \times 0.022\text{t/m}^2\text{日}$$

$$= 22\text{t/日}$$

合計 (①+②+③) 排水量は 173 t / 日となる。

したがって汚濁負荷量 (COD) は 1000ppm とすると、173kg/日となる。

2.4.4 工場よりの流入汚濁負荷量

当地区の主な工場は水産加工場であり、その出荷金額より S52年の汚濁負荷量 (COD) を推定する⁵⁾と、

$$\text{COD} = \left(\frac{\text{出荷額百万円当}}{\text{り排水量原単位}} \right) \times \text{濃度} \times 43\text{年度出荷金額} \\ \times \frac{52\text{年度出荷量}}{43\text{年度出荷量}}$$

ねり製品 = 0.928t/日百万円 × 0.0001 × 661百万円

$$\times \frac{1,287\text{t}}{3,890\text{t}} = 0.020\text{t/日}$$

その他 = 0.617t/日・百万円 × 0.0003 × 1,878百万円
 $\times \frac{9,368\text{t}}{5,122\text{t}} = 0.636\text{t/日}$

したがって、合計で 656kg/日となる。しかし、水産加工場のうち元浜地区工場の比率を 3割とすると、元浜地区への流入は約 197kg/日となる。

2.4.5 元浜地区への流入汚濁負荷量

自然汚濁、家庭排水、岸壁排水そして水産加工場の汚濁負荷量を合わせると 1日当たり 433kg と推定される。

3. 現地調査

3.1 調査概要

浜田漁港の水理環境の現状を精密に把握し、突堤式岸壁完成後の環境を予測するため、港内における海水の流れ、水質、潮位、波浪等の調査を行なった。調査時期の選定に当たっては、港内の汚濁が目立つと言われている夏期の休漁時を除いた期間を選定した。

その第 1 回目の観測は昭和 54 年 6 月 23 日～7 月 12 日、第 2 回は同年 8 月 21 日～24 日である。それぞれの調査地点を図 5 に示す。なお、調査項目は次の通りである。

- ① 水位
 - 潮位：(浜田・外の浦港)
 - セイシュ (副振動)：内突堤の内外 2 地点
 - 波高：沖波 (浜田港)

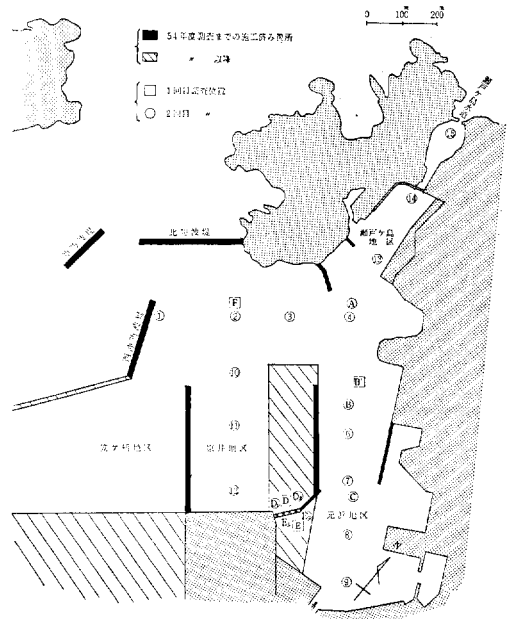


図 5 本調査測位置図

- ②流れ
- 流速流向の経時変化
 - 流れの鉛直分布
 - 透過堤部の流動
- ③水質
- 塩分濃度, 水温の鉛直変化・経時変化
 - CODおよびDO測定

である。

	ST.D	ST.E
記録振幅比	1/21	1/21
記録紙速度	60mm/hr	同左
最大記録時間	150時間	同左

3.2 調査内容与方法

3.2.1 水位測定

水位変化のうち、最も緩やかな変化である潮位の観測値は隣接の浜田漁港外の浦地区にある気象庁所管の潮位データを用いることとした。副振動、波浪は港内外が異なることが予想されるため、透過堤の内外に測点を設け、第1回目の調査では、水圧式直記型波高計(DW)を用いたが、副振動の周期が長すぎてその観測には不向きと思われたので2回目の調査では水圧式潮位計を用いた。

(1) 水圧式直記型波高計による水位測定

この波高計は海底に設置して、波による海底の水圧変動を感圧紙に自記させて波の高さと周期を求める方法をとっている。すなわち、波による海底の圧力変動は受圧チューブ、耐圧ゴムホースより記録部内の金属ベローズに導かれ、金属ベローズの伸縮をレバー機構で拡大し、記録紙上に波形を描かせるようになっている。

通常は、潮波等の周期の長い波はリーク機構により除去されているが、今回の観測は港内外の副振動の測定も目的としているため、リークプラグから空気を逃さないように改造し、また、観測場所は波が小さく、潮位変化も小さい所なので機械感度をよくするため金属ベローズを2mフルスケールのものにとり替えた。その他の仕様は次の通りである。

	ST.D	ST.E
記録振幅比	1/37	1/39
記録速度	2秒/mm	同左
記録時間	20分/2時間	同左

(2) 水圧式長期巻潮位計による水位測定

第1回目の調査により港の副振動が20分近いことが判明したので、波高計で観測するには長すぎて適当でない。従って、第2回目の調査では記録時間の長い潮位計を改造して測定に用いた。水圧式長期巻水位計は記録器本体、沈鐘及び導圧管とからなり、沈鐘は水中に設置し潮位の変化に従って起る水圧変化を沈鐘内のゴムベローズで空気圧変動に変換し導圧管によって、陸上の記録器本体に伝達し、ペンを作動して記録紙上に水位変化を自記する。記録速度は通常12mm/時であるが今観測では副振動をとらえることを主としているため、速度を60mm/時に改造した。この潮位計の主な仕様は次の通り

3.2.2 流れの測定

(1) 流向流速測定の概要

漁港内全体の流れを定量的に把握するには三次元的な空間的測定、およびさらに詳しい経時変化を測定する必要がある。この目的で流れの経時変化を測定する計器として、小野式流速計、流れの鉛直分布を測定する計器として直統式流向流速計(DCM-2)を用い補間的にCM-2を用いた。前者については第1回目の調査ではF点及びB点の上下2層、第2回目の調査では元浜地区内の流れを把握するためA、B、Cの3地点の各上下2層について2昼夜の測定を行なった。

直統式流速計は流れの平面分布、鉛直構造を握えると共に小野式流速計の補間を行なうためのもので第2回目の調査において、1、2、3、4、B、C、8、9、10、11、12、13、14、15の測定において、午前と午後の2回流向流速測定を行なった。

また第1回目の調査では透過堤部、港橋、瀬戸港口部において目視による流速観測も行なった。

(2) 小野式流速計による流れの経時変化測定

この流速計は潮流観測に用いられ、流向と流速を同時に胴体内部に記録できる方式である。測定の際は測定地点の所要の深さに本体を錨及び浮標によって吊して置き、3日～7日間の記録を取ることができる。記録は通常プロペラ100回転ごとに流向指示ペン(4色の色ちがいのペンで方向を示す)を打点し、流速ペンは鋸刃状の記録を描くが、今回は弱流測定のため2倍及び4倍カムを使用した。なお、この流速計の測定可能範囲は0.05～0.6m/secである。

測定期間は下記の通りである。

		6月23日	6月24日
第1回	B'	上層 水面下1m	11:45 ~ 18:25
		下層 " 4m	11:45 ~ 18:40
	F	上層 水面下1m	10:35 ~ 18:20
		下層 " 9m	10:40 ~ 18:20
		8月21日	8月24日
第2回	A	上層 水面下1m	11:08 ~ 13:23
		下層 " 5m	11:34 ~ 13:16
	B	上層 " 1m	13:54 ~ 13:49
		下層 " 4m	14:11 ~ 13:55
	C	上層 " 1m	15:03 ~ 14:21
		下層 " 4m	14:44 ~ 14:29

(3) 流れの鉛直分布測定

この測定に用いた直読式流向流速計 (DCM) はプロペラの回転を近接スイッチで電気パルス信号に変換し、積算し、1分間の平均流速をデジタル表示する方式で流向は方位磁石と連動した光学的デジタル変換器により磁北からの方位を表示する。測定流速の範囲は5 cm/sec からである。

各測点の深さ方向の測定は水面直下と1 m間隔で水底まで測定した。

(3) 透過堤部の流速測定

現在、消波ブロックで仕切られている元浜地区と原井地区間で、消波堤を通して流れる海水の流速変動 (主として副振動による流速) を測定する目的で、堤内外の測点各2点において上下層の流れを連続測定した。

外側	D ₁	上層 (水面下 2 m)	11 : 45~12 : 07
		下層 (水面下 4 m)	11 : 46~12 : 08
	D ₂	上層 (水面下 2 m)	11 : 15~11 : 37
		下層 (水面下 4 m)	11 : 16~11 : 38

内側	E ₁	上層 (水面下 2 m)	14 : 41~15 : 17
		下層 (" 4 m)	14 : 42~15 : 16
	E ₂	下層 (" 2 m)	14 : 02~14 : 35
		上層 (" 4 m)	14 : 00~14 : 37

(4) 瀬戸ヶ島水道部の流速測定

7月3日と5日、瀬戸ヶ島水道港口部においてCM-2型流向流速計を用いて測定を行なった。

3.2.3 水質測定

(1) 塩分濃度、水温の測定

この測定は、塩分濃度及び水温の分布を知ることにより海水の混合状況を把握すると共に、海水の密度を計算し、境界層の有無を把握するために行ったものである。

第1回目の調査は6月24日にST.F及びB'で電気伝導式塩分計 (ECT-5型) を使用し、日中の12時間 (7:00~18:30)、30分毎に水温と塩分濃度を表層から海底まで1 m毎に観測した。

第2回調査は8月23日に測点A, B, C, 9で同じ方法で、7時から1時間毎に13回測定を行なった。さら

表 5 測得状況 (第1回目)

測点	6				7												
	23	24	25	26	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
ST1 上層	—	—															
ST1 下層	—	—															
ST2 上層	—	—															
ST2 下層	—	—															
ST3	—	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
ST4	—	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

ST 1, 2は小野式自記流速計の記録
ST 3, 4は水圧式直記型波高計の記録
点線箇所は欠測である。

表 6 測得状況 (第2回目)

測点	月日	8						
		20	21	22	23	24	25	26
STA 上層			—	—	—	—		
STA 下層			—	—	—	—		
STB 上層			—	—	—	—		
STB 下層			—	—	—	—	—	
STC 上層			—	—	—	—		
STC 下層			—	—	—	—	—	
STD		—	—	—	—	—		
STE		—	---	---	---	---	---	

STA, B, Cは小野式自記流速計の記録
STD, Eは水圧式長期巻水位計の記録
点線箇所は欠測

に、広汎な塩分、水温の分布を求めめるため、測点1~11において表層より水底まで1 m間隔に、漲潮及び落潮時にそれぞれ1回ずつ電気伝導度計 (ECT-5型EIL) を使用し測定を行なった。

(2) 化学的水質の測定

港内における汚染の程度、進行状況を把握するため、8月24日にST. 2 (F), 4 (A), 9, 12において表層及び底層を採水し、溶存酸素量 (DO), 化学的酸素要求量 (COD-アルカリ性法) について測定を行なった。

なお表層は水面下1 m, 底層は各測点の水底上1 mにおいてサンプリングを行なった。

表 7 観測日気象海象 (第1回目)

月:日	時刻	風向	風速 m/s	沖波 m	潮位 cm	備考
6:23	12:00	WSW	2.5	(小伊津)		定点との流速観測
	14:00	W	2.9	0.41		波高:小伊津
	16:00	WSW	4.5	0.44		(潮位表)
	18:00	WSW	6.0	0.41		21L 18:32
	20:00	SW	2.4	0.44		
	22:00	SSW	2.0	0.39		
	24:00	ENE	1.5	0.28		35H 0:13
6:24	2:00	SSW	3.6	0.29		定点での流速観測
	4:00	SW	4.2	0.29		31L 04:10
	6:00	SSW	4.0	0.33		
	8:00	SW	4.0	0.39		
	10:00	WSW	3.2	0.42		63H 11:12
	12:00	W	1.8	0.37		
	14:00	W	3.0	0.40		
	16:00	W	2.0	0.40		
18:00	SW	2.5	0.48		21L 19:10	
7:2	16:00	SWS	4.8	0.55	62	(潮位曲線)
	18:00	W	2.2	0.60	61	63H 16:55
	20:00	W	0.5	0.50	52	波高及び水位観測
	22:00	N	0	0.46	45	
	24:00	N	1.5	0.35	43	43L 23:30
7:3	2:00	NNE	1.0	0.31	47	波高及び水位観測
	4:00	NE	3.0	0.31	51	瀬戸計口部流速測定
	6:00	ENE	3.0	0.41	51	52H 05:05
	8:00	NE	4.2	0.52	48	
	10:00	NNE	3.0	0.66	43	
	12:00	NNE	4.5	0.62	41	40L 13:00
	14:00	NNE	4.8	0.92	41	
	16:00	WSW	5.3	0.94	44	
18:00	ENE	2.2	1.19	45	46H 18:30	
7:5	10:00	WSW	2.9	0.62	54	57H 8:30
	12:00	WSW	2.9	0.53	48	瀬戸港口部流速測定 38L 15:50
7:11	8:00	WSW	9.5	(浜田港)	60	38L 4:35
	10:00	WSW	2.5	1.96	78	
	12:00	WSW	11.2	1.56	84	84H 13:00
	14:00	WSW	12.1	1.99	77	波高及び水位観測
	16:00	WSW	12.9	1.69	57	目視水位
	18:00	WSW	11.5	1.62	42	
	20:00	WSW	18.2	欠	35	35L 20:40

表 8 観測日気象海象 (第 2 回目)

月：日	時刻	風向	風速	沖波	潮位	備考
8 : 21	13 : 00			0.31	47	(観測)
	15 : 00	NE	0.4	0.36	35	52H 11 : 00
	17 : 00	E	0.6	0.34	21	
	19 : 00	SSE	3.1	0.40	20	17L 18 : 00
	21 : 00	S	2.0	0.32	22	
	23 : 00	S	0.5	0.40	28	28H 22 : 30
8 : 22	1 : 00	SSW	1.7	0.31	26	
	3 : 00	SSW	1.9	0.42	20	
	5 : 00	SSW	1.6	0.43	18	17L 04 : 30
	7 : 00	SW	0.4	0.45	24	
	9 : 00	SSE	0.5	0.44	40	
	11 : 00	SSE	0.5	0.43	54	54H 11 : 30
	13 : 00	E	1.5	0.41	48	
	15 : 00	E	1.9	0.53	41	
	17 : 00	E	2.1	0.59	26	
	19 : 00	S	2.5	0.51	21	
	21 : 00	SW	0.4	0.41	27	
23 : 00	SW	1.0	0.40	33	34H 23 : 40	
8 : 23	1 : 00	WSW	1.0	0.34	33	
	3 : 00	SW	2.1	0.29	27	
	5 : 00	SW	1.8	0.27	23	22L 05 : 00
	7 : 00	NW	1.6	0.27	27	
	9 : 00	N	0.5	0.27	43	
	11 : 00	NNW	1.8	0.26	53	55H 11 : 50
	13 : 00	N	1.8	0.23	55	
	15 : 00	NNE	1.1	0.20	43	
	17 : 00	NE	0.5	0.20	31	
	19 : 00	S	1.0	0.30	26	25L 19 : 00
	21 : 00	NW	0.7	0.20	30	
	23 : 00	E	0.9	0.20	42	
8 : 24	1 : 00	ESE	1.9	0.25	42	42H 01 : 00
	3 : 00	SSE	1.2	0.29	32	
	5 : 00	E	2.6	0.39	25	24L 05 : 30
	7 : 00	SE	0.5	0.40	26	
	9 : 00	SE	0.5	0.43	38	
	11 : 00	S	0.5	0.42	49	55H 12 : 00
	13 : 00	NNE	1.9	0.40	55	
	15 : 00	NNE	0.5	0.28	46	
	17 : 00	N	1.0	0.26	32	

4. 調査結果

4.1 観測記録の測得状況

2回の調査の測得状況を表5, 表6に示す。第1回目の調査では流れ観測期間にセットした波高計はD点, E点共に作動せず欠測となった。また, 第2回目の調査においてはC点の下層に据付けた流向流速計が観測できなかった。原因は計器を水面下4mに設置したが水深が小さかったため, 計器が海底に接触したものと推定される。またE点に設置した長期巻水位計も8月22日の朝まで欠測した。

一方, 調査期間中の気象予況を表7, 表8に示す。調査期間全体を通じて穏やかであり, 7月11日のみ風速が10m/secを越え, 沖波が2m位になった。

4.2 水位

4.2.1 第1回調査

波高計による水位の測定結果を付図1~2に示す。この図より長周期波の波高を読み取りプロットしたものが図6であるが, この期間の平均波高約5cm程度, 周期10

分から20分の長周期波があることが判明した。透過堤内外の水位曲線は同じ変化を示し, 水位差は小さく, 2cm以下を見られる。

4.2.2 第2回調査

水位の測定結果を図7に示す。この水位記録には長周期の海面の昇降が現われており, 透過堤内外の波形はほぼ似かよっている。この波形の解析を試みた結果, 長周期波の代表的波高及び周期は次のように計算された。

ST.D $H_{1/2} = 6.2\text{cm}$ $T_{1/2} = 17.0\text{min}$

ST.E $H_{1/2} = 4.6\text{cm}$ $T_{1/2} = 17.4\text{min}$

堤内外共, 17分前後の周期が卓越することが認められた。なお, 透過堤両側の水位差は, ピーク時約2cmと読み取れるが測定器や読取精度上, 位相差については言及できない。その他の卓越周期を探すためスペクトル解析を行ない, 図8を得た。それにより, 元浜地区泊地(1点鎖線)の卓越周期としては, 17.9分の他に13.4分と23.5分が存在することが判明した。ST.D(実線)では17.4分に最大のピークがあり14.3分周期にもピークが現われている。

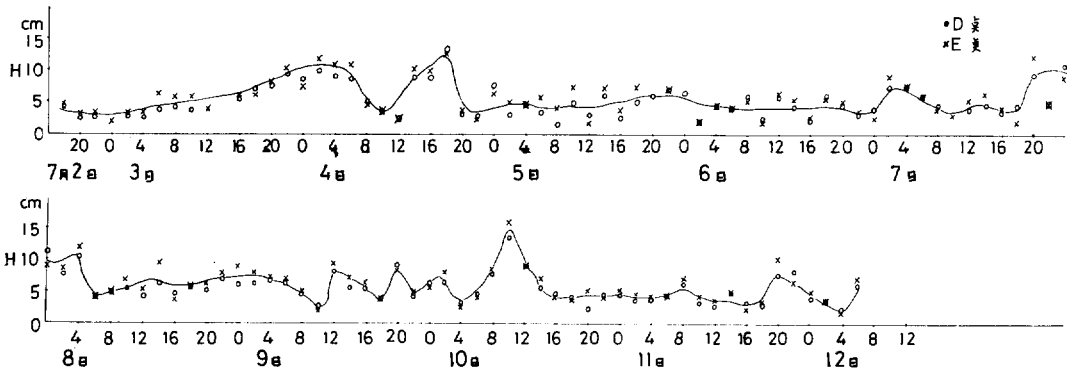


図6 長周期波波高(第1回目)

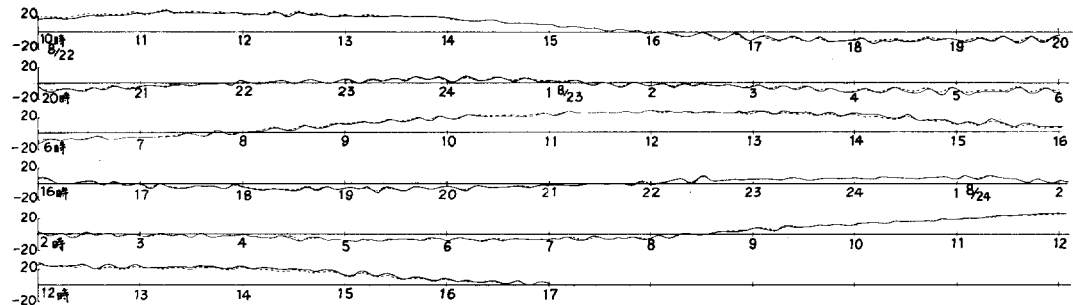


図7 長周期波形(第2回目)実線:内, 点線:外

4.3 港内流況

4.3.1 流向流速の経時変化

(1) 第1回調査測定結果

ST.B'及びFにおける6月23, 24日の流れベクトルの時刻変化を付図21~26に示す。このベクトル図より港の流れの軸に近い流速成分の経時変化を算出して図示したものが図9および図10である。この図9よりST.B'では次の点が指摘できる。ただし、軸をN方向にとった。

- ① 流速の絶対値は0~5 cm/sec, 平均で2cm/sec
- ② 流向の周期性は明確でない。
- ③ 上下層の流れが反転している期間が約半分ある。

一方, ST.FではE方向流速成分の経時変化を示した。

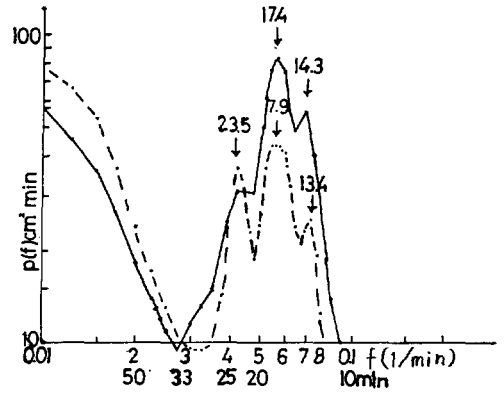


図8 水位変動のスペクトル (点線は元浜地区, 実線は原井地区)

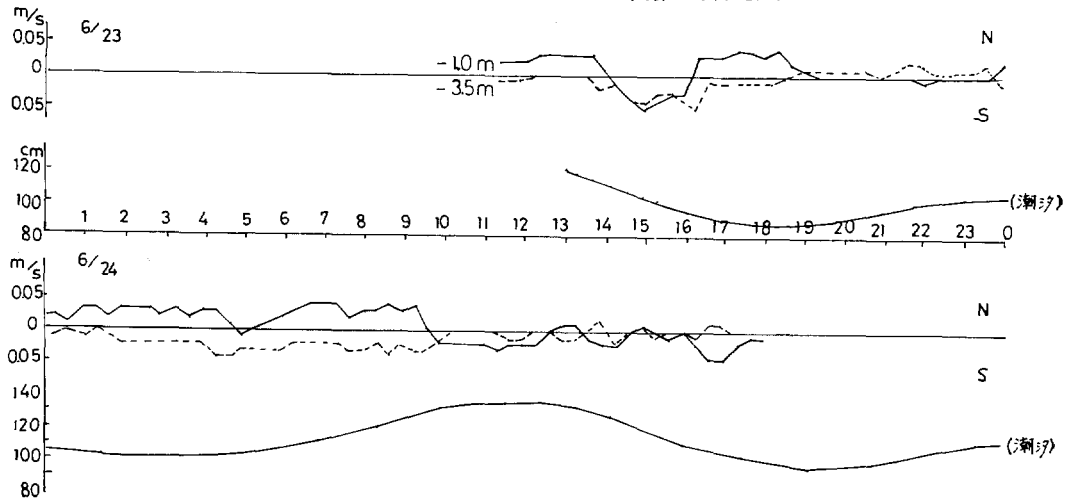


図9 流出入流速変化 (N-S), ST.B'

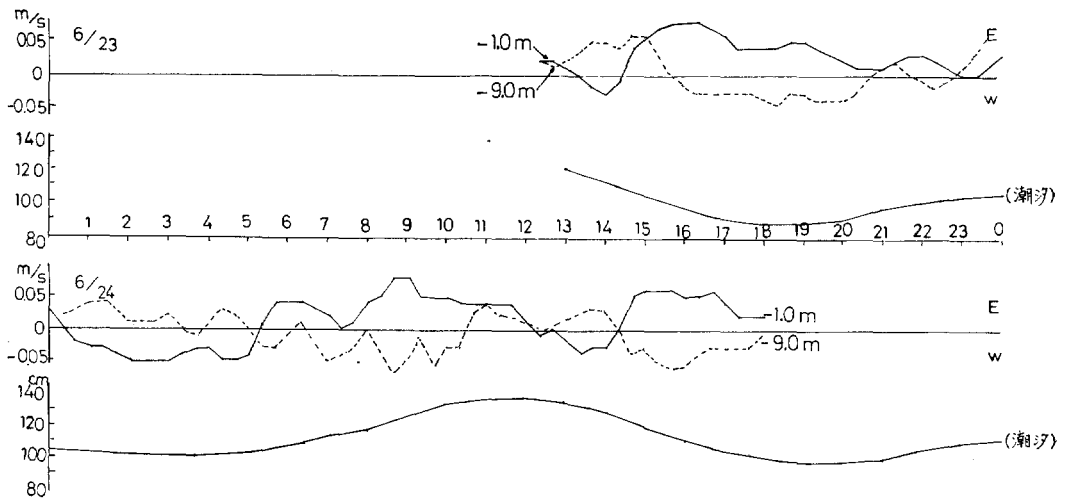


図10 流出入流速変化 (E-W成分), ST.F

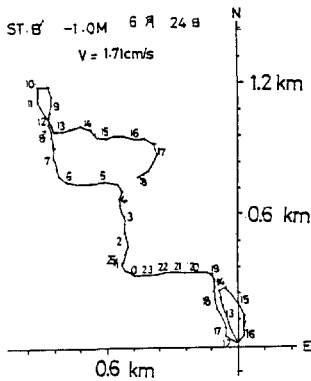


図 11 Progressive Diagram (ST. B' - 1.0m)

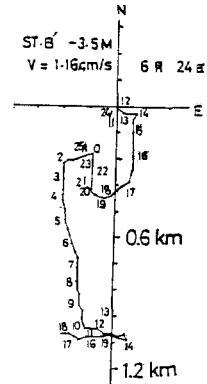


図 12 Progressive Diagram (ST. B' - 3.5m)

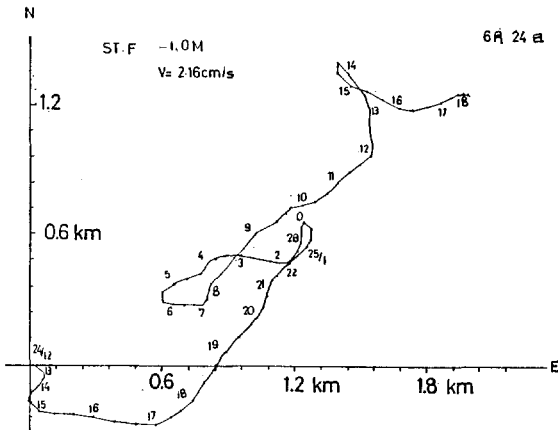


図 13 Progressive Diagram (ST. F - 1.0m)

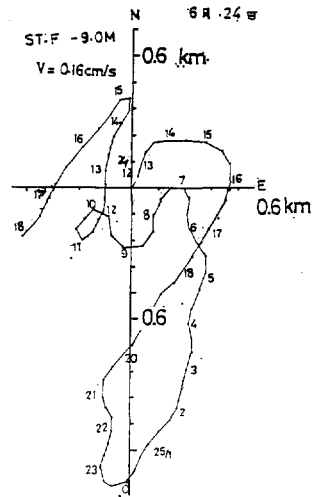


図 14 Progressive Diagram (ST. F - 9.0m)

この図より次の点で指摘できる。

- ① ST. B'より絶対値は大きく、常に5~10cm/secの流が存在する。
- ② 流向の周期性や潮汐との関係は不明瞭である。
- ③ 上下層の流れ方向が反転している。

図11~図14は20分ごとの流速ベクトルを加え分けたもの (Progressive Diagram) である。この図より流れの全体的傾向を捕えることができ、次の特徴が指摘できる。

- ④ ST. B' - 1.0mでは流向の変動はあるが約1日 (25時間) 平均でNW方向へ60m/hrの速度で流れている。

- ⑤ ST. B' - 3.5mでは上層とは逆のS方向へ42m/hrの速度で流れている。
- ⑥ ST. F - 1.0mでは約半日周期の往復流はあるが恒流成分としてNE方向へ78m/hrの流が測定された。
- ⑦ ST. F - 9.0mでは約半日周期の往復流が現われ、1日後の流速ベクトル和は原点近くにもどるが、盛時にはNS方向へ240m/hrと速い流れが観測された。また、盛時の流向は上層と逆になっている。

(2) 第2回調査の測定結果

8月22, 23, 24日に行なったST. A, B, Cの流速ベクトル時間変化を付図27~32に示した。このベクトル図よ

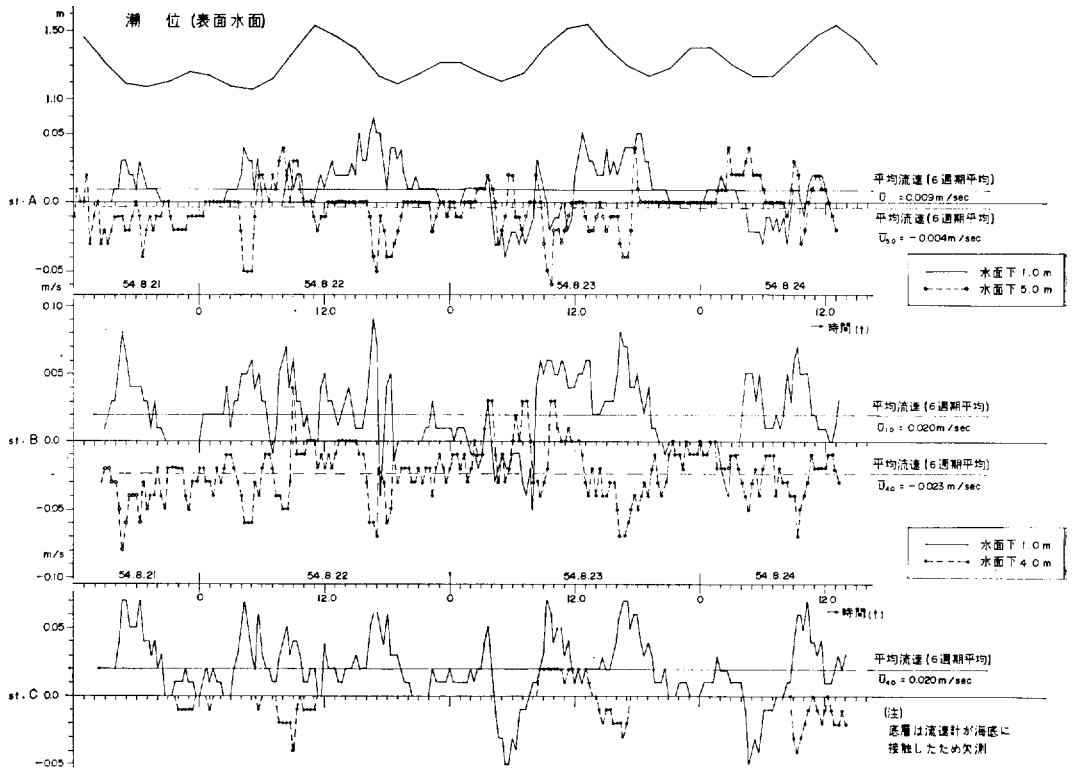


図 15 表層・底層流速の時間的変化 (湾軸成分)

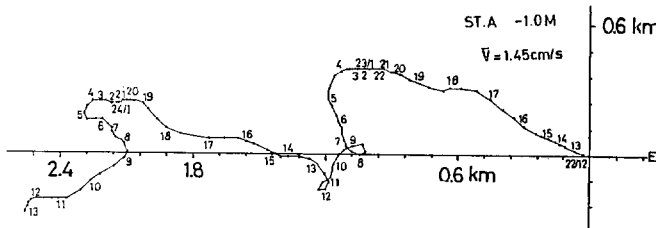


図 16 Progressive Diagram (ST. A -1.0m)

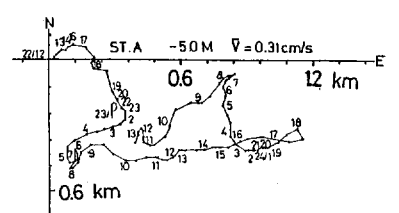


図 17 Progressive Diagram (ST. A -5.0m)

り第 1 回調査と同様に軸方向成分の経時変化を算出して図示したものが図 15 である。ただし軸として ST. A, B, C 共に $N39^\circ W$ 方向とした。この図より ST. A では次の点が指摘できる。

- ① 上層の流れは -4 cm/sec から $+6 \text{ cm/sec}$ に変動するが、大勢は流出方向であり平均 0.9 cm/sec である。
- ② 下層の流れは -6 cm/sec から $+4 \text{ cm/sec}$ まで変動するが、大勢は流入を示し、平均流速は -0.4 cm/sec である。
- ③ 上層と下層の流れは方向が反対の場合が多い。

また ST. B では以下の点で指摘できる。

- ④ 上下層の流れの方向は ST. A と同方向でやはり上下層で逆を示すが、より大きい流速を生じている。かつ、流れの盛衰は上下層で比例に近い様相を呈し、昼間に盛時を示すことが多い。
- ⑤ 平均流速は上層で 2.0 cm/sec 、下層で -2.3 cm/sec である。最も奥にある ST. C では下層の測定に欠測を生じたが、
- ⑥ 上層では流れは流出方向が大勢を占めているが、その変動幅は -5 cm/sec から $+7 \text{ cm/sec}$ を示し、平均で $+2.0 \text{ cm/sec}$ である。

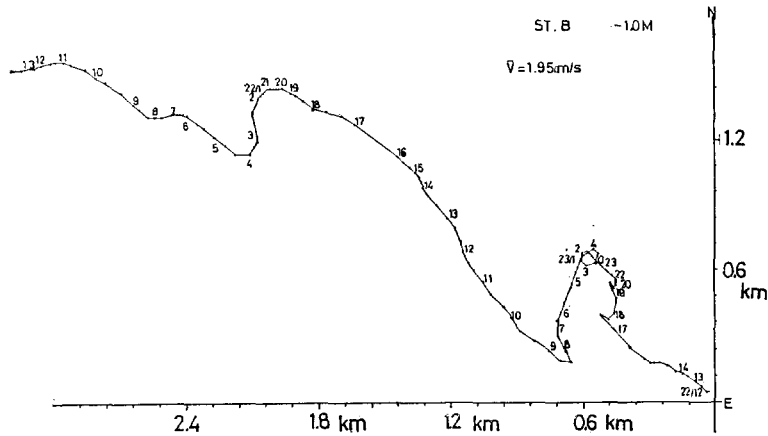


図 18 Progressive Diagram (ST. B -1.0m)

⑦ ST. A, B 及びCの流れの盛衰はお互いの関連は強い。ことなどわかる。

また、各測定値の Progressive Diagram を図16～図20に示す。

4.3.2 流向流速の鉛直分布測定結果

鉛直分布測定点のうちST. 4, 13, 14, 15の各点はCM-2型流速流向計を用いて計測を行なったが、ほとんどの点で流速が10cm/sec以下であるため、計測精度範囲以下である。したがって欠測とみなした。

午前中の測定結果から航路にあたるST. 1, 2, 3では、流向は深さ方向に一様性がなく、成層の流れも認められない。流速は5～15cm/secを示している。流向のパラツキは短い時間で流れがみだれているためとみるべきであろう。原井地区に相当するST. 10, 11, 12での流向は、ST. 10の上層NE方向、ST. 12の上層でW方向を示しているが、他の点では変動がはげしい。流速は5～10cm/sec程度である。元浜地区のST. 9では約10cm/secの流れが現われているが流向は一定でない。

午後の測定結果は午前と同様にばらついており、流速はやや小さい値を示している。

4.3.3 透過堤部の流向・流速

(1) 7月3日の観測結果

浮子による目視観測で表面流速は吐出側でピーク時、約20cm/secとかなり強く、周期は12分であった(図21)。なお、この時の長周期水位変動の振幅は約5cmと推定される。

(2) 8月23日の観測結果

ST. E, E₂におけるDCM型で流向流速計により14時から15時にかけて行なった。この観測では図22に示すように透過堤の港内側の流れは弱く、透過堤通過後の流れと

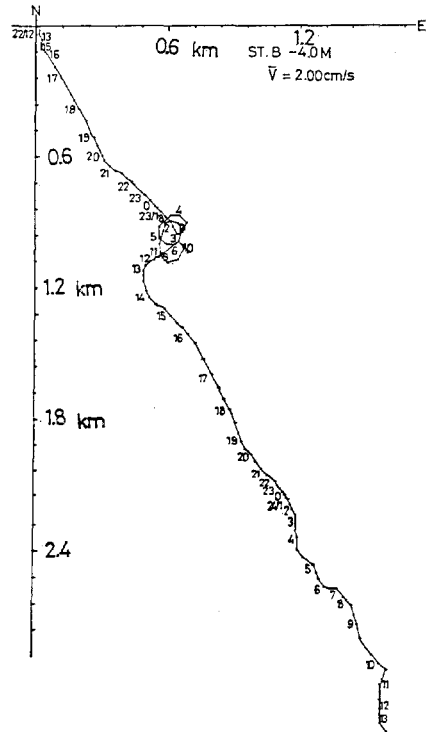


図 19 Progressive Diagram (ST. B -4.0m)

推定される-2m層のSE方向の流速は最大10cm/sec、平均6cm/secであった。一方、流出時の透過堤へ向う流れは微弱であった。また、-4m層の港内側測定では主に透過堤に沿う流れが優勢を示した。なお、測定が行なわれた11時より12時にかけては長周期水位変動は微小

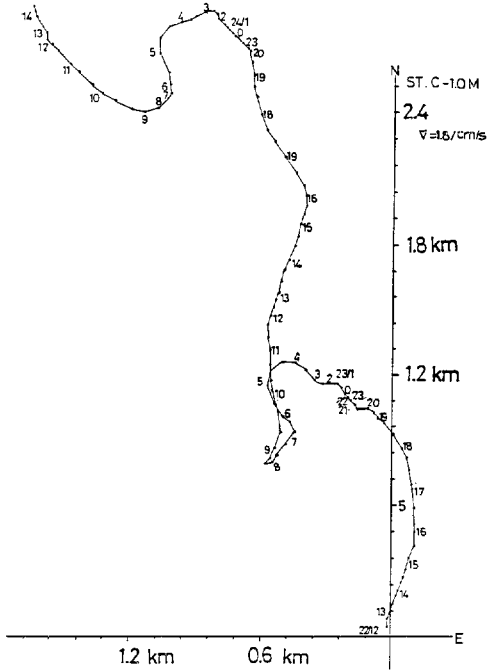


図 20 Progressive Diagram (ST. C - 1.0m)

であった。

4.3.4 瀬戸ヶ島水道部の流速

水道の港口部 (図23) での流速測定は7月3日の目視観測結果 (図24) と共に7月5日 CM-2 による測定値 (図25) が得られた。同図7月3日の測定では最大流80cm/secの交番流が生じており、その周期は約16分の基本同期に5.5分ピーク流速50cm/secの交番流を生じている。5日の測定は落潮時であり、流出方向が優勢である。7月3日は流入流出の差は明瞭でない。

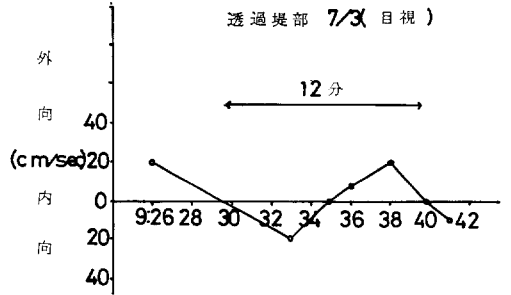


図 21 目視による流速変化 (透過堤)

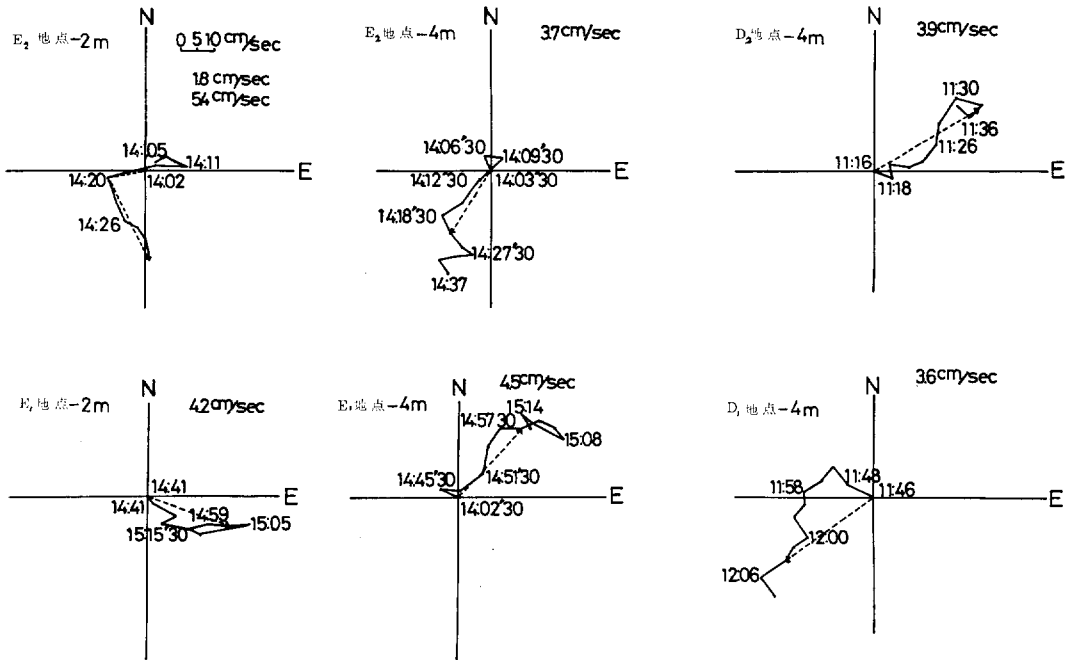


図 22 Progressive Diagram (ST. D & E)



図 23 瀬戸ヶ島防波堤港口断面図

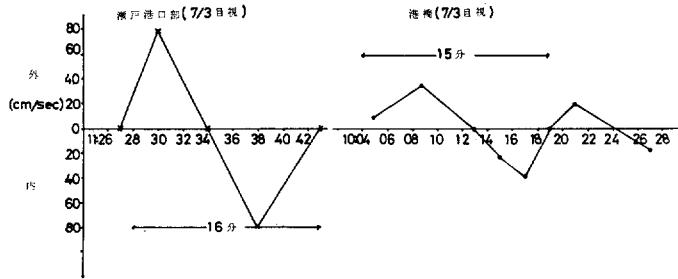


図 24 目視による流速変化 (瀬戸ヶ島水道)

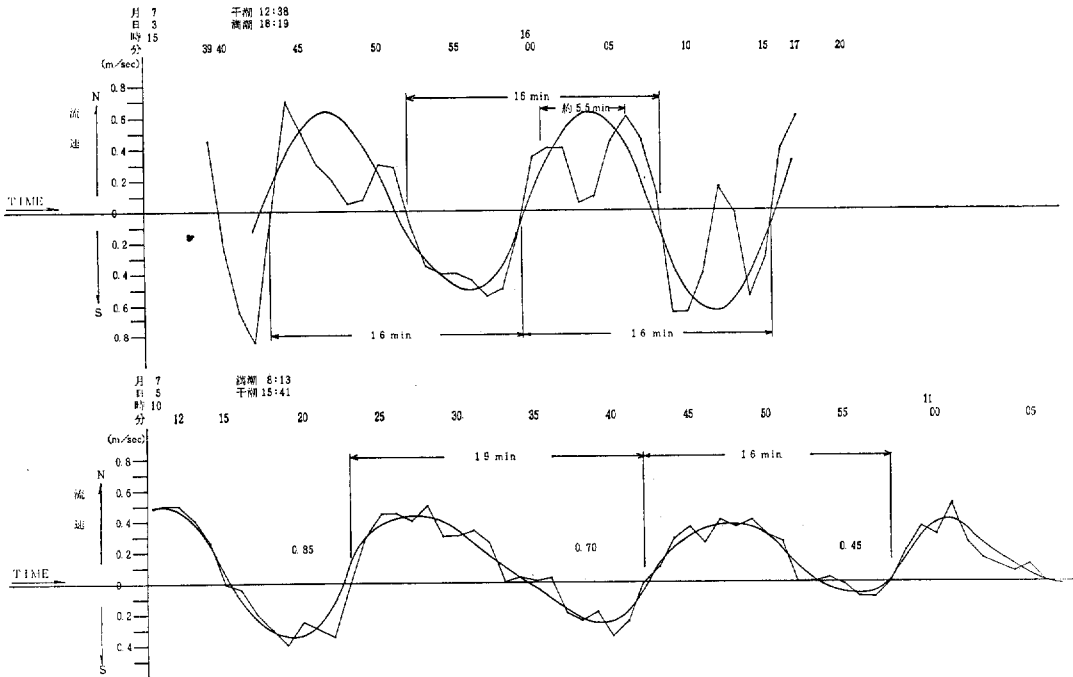


図 25 瀬戸ヶ島水道部流速変化

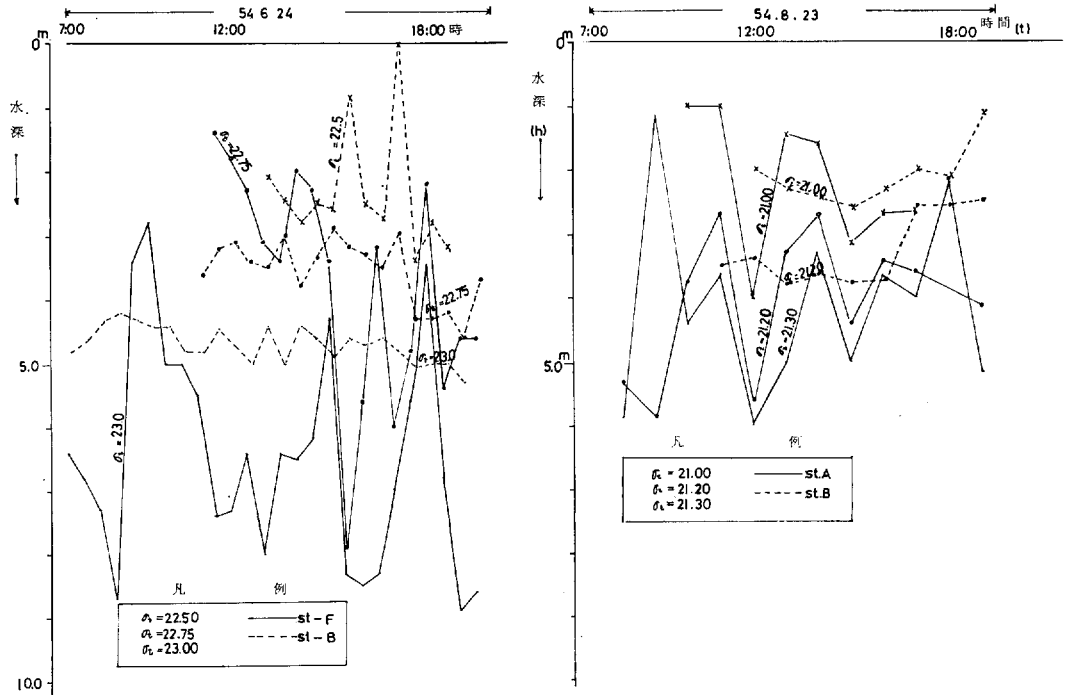


図 26 海水密度の時間変化

4.4 港内の水質

4.4.1 港内の塩分、水温の分布について

調査結果をまとめたものが付図35～付図40及び図26、図27である。この結果、次のような事柄が言える。

① 6月、8月共表層3～4mはそれ以深に比して塩分は薄く水温は高い。時期的には8月の方が上層下層とも約5℃高い。

② 場所的には港奥部のST.9、瀬戸ヶ島水道部のST.13～15を除き、塩分、水分はほぼ同じ値を示し、その時間的变化も同じように変化している。なお、ST.9では陸水の影響を受け易く、時として塩分、水温共に大きく変化することが観測される。一方、瀬戸水道部は外海水の流入の影響が大きく高塩分を呈す。

③ ST. A では約3時間周期の濃度変化が読み取れるが他の地点では明瞭でない。

4.4.2 化学的水質の測定結果

本調査の水質分析を表9に示す。環境基準と比べるとCODはST.9の底層を除いて合格しているが、DOは全体に小さい。以前の調査と比較した場合、表2に示すように、元浜地区のCOD増減は判別できないが、原井地区は増大している傾向がわかる。またDOは元浜、原井両

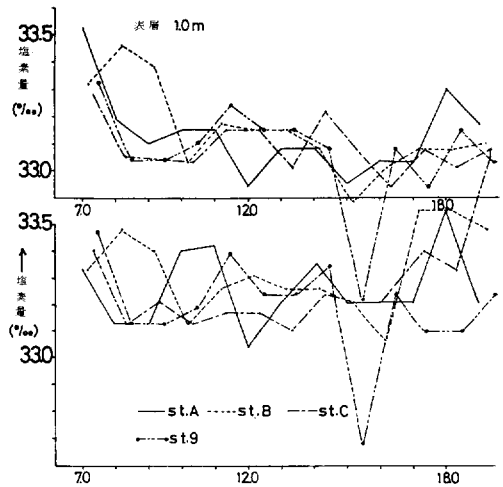


図 27 塩素量の時間変化 (S.54.8.23)

地区とも減少している。

5. 元浜地区泊地の海水交流交換

5.1 海水交流量

5.1.1 潮位差による海水交流

浜田漁港港内は港口が大であること及び奥行きが潮波の波長に比べて小なるために、潮波は港内にすぐ伝達され、港内外の水位差は生じない。従って一潮間の海水交流量は次式により求められる。

潮位差を $H_s=0.2\text{m}$ (平均潮差) 元浜地区の港内面積 $190,000\text{m}^2$ とすると交流量は

$$Q_T = SH_s = 190,000 \times 0.2 = 38,000\text{m}^3$$

港口での平均流速 U は、港口断面積 A = 元浜港口断面 + 透過堤断面 = $1,142\text{m}^2 + 155\text{m}^2 = 1,297\text{m}^2$ とし、1日2回潮を想定すると、

$$\bar{u} = \frac{2 \cdot Q_T}{A \cdot T} = \frac{2 \times 38,000}{1,297 \times 12 \times 3,600} = 0.0013\text{m/sec} = 0.1\text{cm/sec}$$

となり、流れは無視できる程小さい。ところが、現地調査からは平均流速で 2cm/sec の流れがあり潮汐のみによる海水交流とは考えられない。

5.1.2 長周期振動による海水交流量

(1) 透過堤部の交流量

透過堤の長さ $l=68\text{m}$ 、平均潮位 $+0.2\text{m}$ 、異型ブロックの設置深さ 4.5m とすると通水断面積は 320m^2 となる(図29)。これにブロックの空隙率 $P=0.5$ とすると、真の通水面積は $A=160\text{m}^2$ と算定される。一方、透過堤前

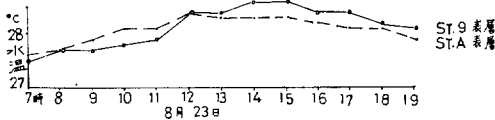


図 28 表層水温の時間的変化 (S.54.8.23)

表 9 水質分析結果 (S.54.8.24)

St. No.	水深	COD. ppm	D.O. ppm
2	1 m	1.00	6.52
	8	0.93	6.11
4	1	1.04	6.13
	5	0.99	6.31
9	1	0.98	5.88
	3	2.58	5.58
12	1	1.20	6.57
	8	1.02	5.81

後の水位差 ($\Delta\eta$) は: $\frac{H_D}{2}$ を振幅として周期 T の長周期波に比例して変化すると仮定すると次式のようになる。

$$\Delta\eta = \alpha \frac{H_D}{2} \cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$$

ただし α は比例定数である。

$$u = C\sqrt{2g\Delta\eta} = C'\sqrt{gH_D}$$

ただし、 C' = 流速係数、 g : 重力の加速度である。

今回の観測から逆算すると C' の値は次の通り、ただし表面流速には 0.8 倍して平均流速とした。

7月3日: $u_{max} = 0.2\text{m/sec} \times 0.8, H_D = 0.05\text{m}$
 $\therefore C' = 0.22$

8月23日: $u_{max} = 0.1\text{m/sec}, H_D = 0.04\text{m}$
 $\therefore C' = 0.16$

データのバラツキは大きいのが、概略平均すると $C' = 0.19$ となる。

さらに平均値として $H_D = 0.05\text{m}, T = 17\text{分} = 1020\text{秒}$ を代入すると

$$\bar{q} = 0.37 \times 0.19 \times 320 \times \sqrt{9.8 \times 0.05} = 16\text{m}^3/\text{sec}$$

$$Q_D = 16 \times 3,600 \times 12 = 691,000(\text{m}^3)$$

したがって、この振動流が元泊地区泊地へ影響を与える。いま、この流量の振動流が同泊地にも発生すると仮定すると、泊地入口付近の平均流速、及び最盛時流速は通水断面積を $A = 1,140\text{m}^2$ と仮定して、

$$\bar{u} = 2q/A = 2 \times 16/1,140 = 0.028(\text{m/sec}) = 2.8(\text{cm/sec})$$

$$u_{max} = \bar{u}/0.74 = 3.8(\text{cm/sec})$$

すなわち、ピーク時 3.8cm/sec の交番流を生じることとなる。

(2) 瀬戸水道の海水交流量

前項と同様に流速係数を逆算する。

7月3日12時: $u_{max} = 0.8\text{m/sec} \times 0.8, H_D = 0.05\text{m}$
 $C = 0.91$

7月3日16時: $u_{max} = 0.6\text{m/sec}, H_D = 0.06\text{m}$
 $C = 0.78$

7月5日10時: $u_{max} = 0.4\text{m/sec}, H_D = 0.06\text{m}$
 $C = 0.52$

この場合もデータのバラツキには大きいのが概略 $C = 0.74$ とし、平均流量を計算すると

通水断面積 $A_s = 17.4\text{m}^2$

$H_D = 0.05\text{cm}$ を代入すると平均流速は

$$\bar{q} = 0.37 \times C A_s \sqrt{gH_D} = 0.37 \times 0.74 \times 17.4 \times \sqrt{9.8 \times 0.05} = 3.3(\text{m}^3/\text{sec})$$

従って瀬戸水道の12時間の交流量 Q_s は次のようになる。

$$Q_s = \bar{q} \times 12 \times 3600 = 143,000(\text{m}^3/\text{sec})$$

しかし、この量は元浜地区泊地に直接、流入しないの

で計算上は算入しないこととする。

5.1.3 密度差による流れ

現地調査の図からわかるように、港内の上層と下層の流れは流向が逆であり、その平均流速はST.Bで上層流出流速 $\bar{u}_{up}=2.0\text{cm/sec}$ 、下層の流入流速 $\bar{u}_{low}=2.3\text{cm/sec}$ であり、流速は約半日周期で変動していることが推測される。これから判断すること、この原因は密度流と潮汐による振動流が重なったものと考えられる。

(1) 内部潮汐の固有振動数

元浜地区泊地での上下層流速観測結果を見ると、上層は流出方向、下層は流入方向が卓越し、流向は逆転していることが多い。この現象及び泊地の密度の鉛直分布を考えると内部潮汐によりこの現象が生じているものと推測される。

内部潮汐による流れの場合、上下層が逆の流れを示し、その大きさは以下に求める周期で変動する。

ST. B, C, 9の σ_t の水深別時間変化図から水深毎の σ_t の平均値を求め、図化した図30より内部波の潮汐固有振動周期を求めると以下の通りとなる。ただし、

泊地長さ： $a=700\text{m}$ 、上層水深： $h_1=3.5\text{m}$ 、下層水深： $h_2=3.0\text{m}$ 、上層密度： $\rho_1=1.0209$ 、下層密度： $\rho_2=1.02127$ とする。

$$\epsilon = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_2} = \frac{1.02127 - 1.0209}{1.02127} = 0.00036$$

内部潮汐の波速Cは

$$C = \sqrt{\epsilon g \frac{h_1 h_2}{h_1 + h_2}} = \sqrt{0.00036 \times 9.8 \times \frac{3.5 \times 3.0}{3.5 + 3.0}} = 0.0755\text{m/sec}$$

固有振動周期 T_f は、 $m=n=1$ として

$$T_f = \frac{4a}{C(2m-1)} = \frac{4 \times 700}{0.0755 \times 1} = 37089(\text{sec}) = 10.2(h_r)$$

となり、塩分の時間変化及び流速の時間変化とほぼ合致する。

(2) 密度流による海水交流量

また、上層と下層それぞれ時間平均すると $\bar{u}_{up}=2.0\text{cm/sec}$ 、 $\bar{u}_{low}=2.3\text{cm/sec}$ の恒流が見られ、密度差による成層流と考えられる。港口部断面を -3.5m を境に上層と下層とに分けると、図27に示すように上層の断面積は $A_1=623\text{m}^2$ 、下層の断面積は $A_2=519\text{m}^2$ となる。この場合の半日当たりの流入量 Q_{in} 、流出量 Q_{out} は

$$Q_{in} = u_{low} \times A_2 \times T = 0.023 \times 519 \times 12 \times 3600 = 520,000(\text{m}^3)$$

$$Q_{out} = u_{up} \times A_1 \times T = 0.020 \times 623 \times 12 \times 3600 = 540,000(\text{m}^3)$$

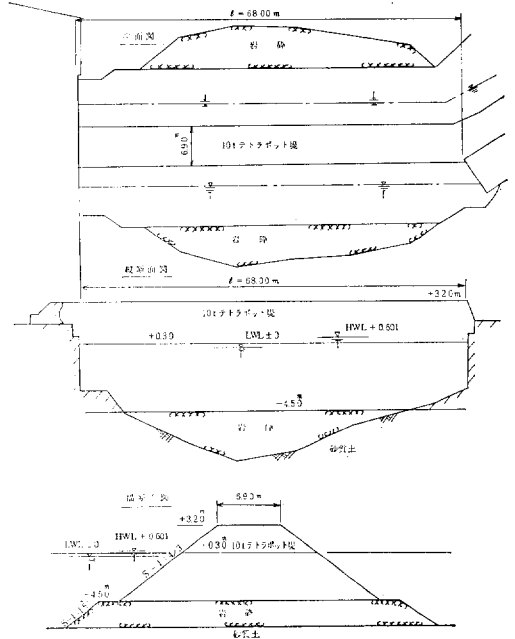


図 29 透過堤一般図

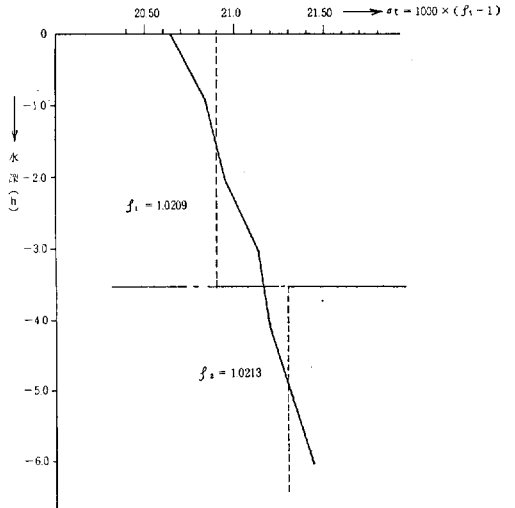


図 30 海水の時間的場所的平均密度の鉛直分布

となり、 $Q_{in} \approx Q_{out}$ とみられる。

このことから透過堤からの恒流成分による流入、流出量は微小であろう。従って、港口からの流入・流出量、 $Q_A=530,000\text{m}^3$ とする。

5.1.4 元浜地区泊地の半日の全交流量

種々の要因による交流量を再び記すと、

- ① 潮位差による量 $38,000\text{m}^3$

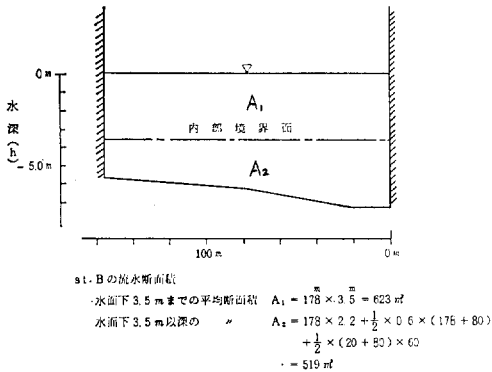


図 31 ST.Bの断面積

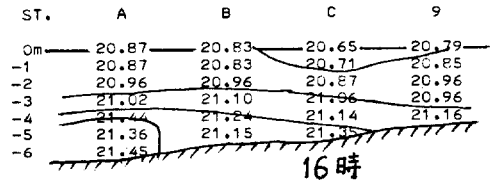
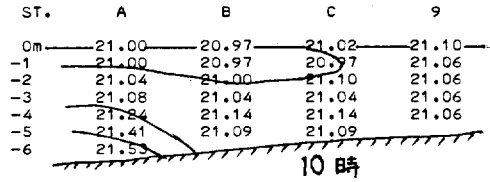


図 32 縦断密度分布図 (S.54.8.23)

② 長周期振動による量 $691,000 \text{ m}^3$

③ 密度差による量 $Q_{in} + Q_{out} = 530,000 \text{ m}^3$

この合計は $1,259,000 \text{ m}^3$ となり、そのうち②と③が大半を占め潮位差による流量は無視し得る量である。

5.2 海水交換

5.2.1 長周期振動流による交換量

交番流による交換量に関しては、いろいろ議論があるが、周期、流速、湾や泊地の広さ等により交換率が変り1~3割程度と見るのが妥当であろう。ここでは概数として2割程度と做すと海水交換量 Q^* は次のように算定される。

$$Q_D^* = 691,000 \times 0.2 = 138,000 (\text{m}^3)$$

泊地入口での下層からの流入、上層からの流出は一方流が卓越していることを考慮して、当入口からの流れの海水交換量は、交換率1.0とすると、半日あたり、 $Q_A^* = 530,000 \text{ m}^3$ となり、港口からの量が最大となる。この海水交換量の合計は $668,000 \text{ m}^3$ となり、元浜地区の貯溜容積 $950,000 \text{ m}^3$ の約7割が半日で替ることになる。

5.2.3 海水交換量と汚濁濃度

海水交換量と汚濁濃度の間には次の関係が成立つ、

$$E_0 S_1 = F_0 S_0 + Q$$

ここに、

E_0, F_0 : 一潮時での流入、流出交換量 ($645,000 \text{ m}^3$)

S_0 : 外海の濃度 (CODで1.4ppm)

S_1 : 港内の濃度

Q : 一潮時での流入汚濁負荷量 (CODで $0.433 \text{ t/日} \times 0.5 \text{ 日}$)

いま、 $E_0 = F_0$ すると

$$S_1 = S_0 + \frac{Q}{E_0} = 1.4 + \frac{0.433 \times 0.5}{668,000} \times 10^6 = 1.72 (\text{ppm})$$

なお、実測値は1.7ppmであった。

5.3 海水交換についての考察

元浜地の海水交換量は半日あたり約 67 m^3 と推定され、その大半が港口からの2層流による交換量となっている。この流量が大きい時 (8月23日16時付近) の密度分布断面図 (図31) を見ると港口ST. A では上下層の密度差が大きく、かつ-3m付近に跳層が存在する。一方ST. 9での密度はST. A に比べ小さく、かつ、上下層の密度差もやや小さい。-4m層の両地点の密度差は0.28となっている。同日10時の密度分布では-4m層の両地点の密度差は0.18と小さく、かつ、ST. Cおよび9では上下の密度差がほとんどないことがわかる。この時の2層流は小さくなっている。なお、港奥部 (ST. 9, ST. C) の塩分が小さいのは青川の流れや生活排水が港奥部に流入するためである。

この下層から流入して上層より流出する2層流の原因としては、

① 泊地内の内部波が奥部の水深が浅くなる所で碎波するため。

② 図28に示すように港内水の表面が暖められ軽くなるため、特に、港奥の表面が軽くなり午後過ぎから港口より水温が高くなるため。

③ 人為的擾乱、すなわち、生活排水や漁船の出入口に伴う擾乱により港奥部海水が混合されるため、

など種々考えられるが、この中で①の原因による可能性が大きい。すなわち、内部波の波速は 7.6 cm/sec であり、これに対してピーク時 20 cm/sec 近い長周期波による透過堤からの交番流は内部波の碎波を促進し、港奥部海水の混合に寄与しているものと思われる。したがって透過堤部を塞ぐことは元浜地区泊地の水質悪化を招く恐れが大きい。

6. 結 言

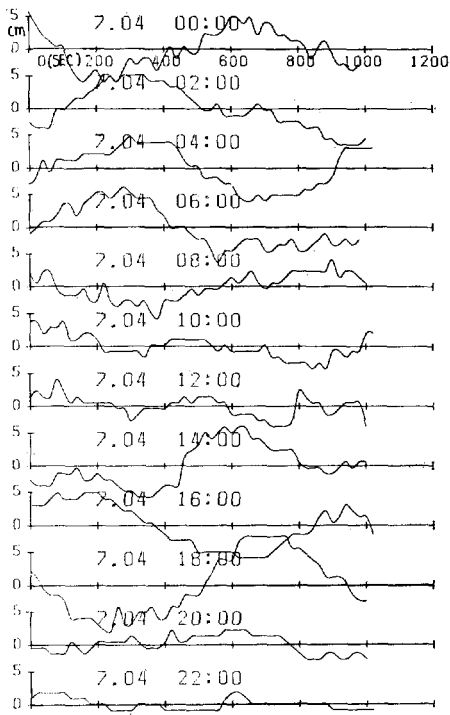
浜田漁港泊地内の海水の流動状況を現地観測し若干の知見を得た。それを要約すると

- ① 潮汐の潮位変化による交流量は微小である。
- ② 周期17分、波高数cmの長周期水面振動が存在し、海水交流に役立っているが、この発生原因は究明できなかった。
- ③ 水深5 m程度の泊地でも内部波が存在した。
- ④ 海水交換量としては下層より泊地奥へ侵入し、上層より流出する密度流が主体を占めている。
- ⑤ 港奥での通水口は海水の交換に寄与している。

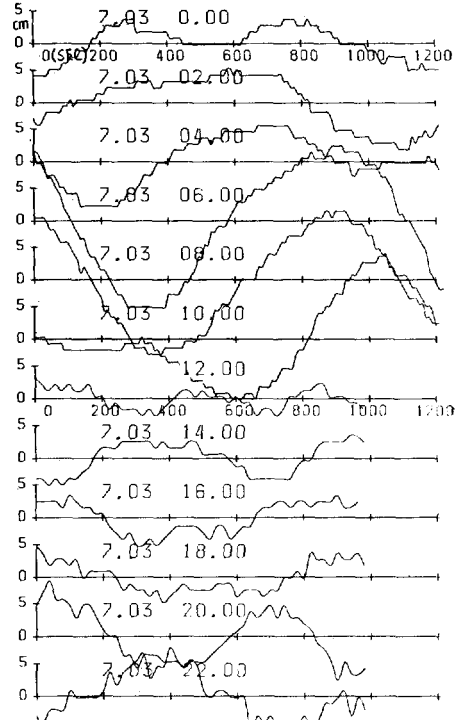
この結果に基づいて原井突堤の付根部に通水口が造られ、昭和55年10月にその後の状況の観測を行なった。それについては後日報告を行なう。

参 考 文 献

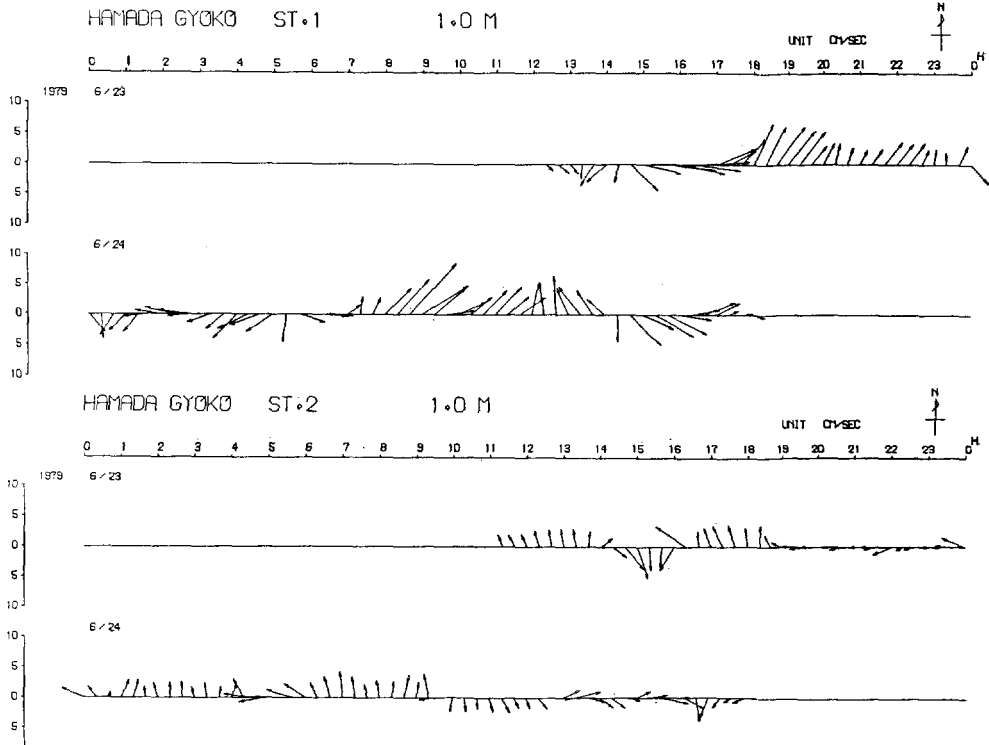
- 1) 島根県：公共用水域水質測定結果報告書，S 48～53
- 2) 本間仁・安芸皎一：物理水理学，岩波書店，pp. 585～586
- 3) 下水道協会：流域別下水道整備総合計画調査指針と解説，p.34，1980
- 4) 水産庁計画課：漁港計画の手引き，全国漁港協会，p.129，1980
- 5) 日本下水道協会：下水道施設設計指針と解説，p.59，1972



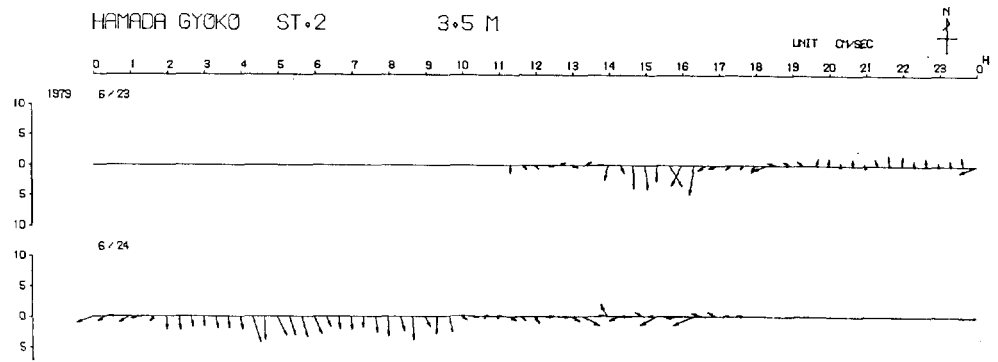
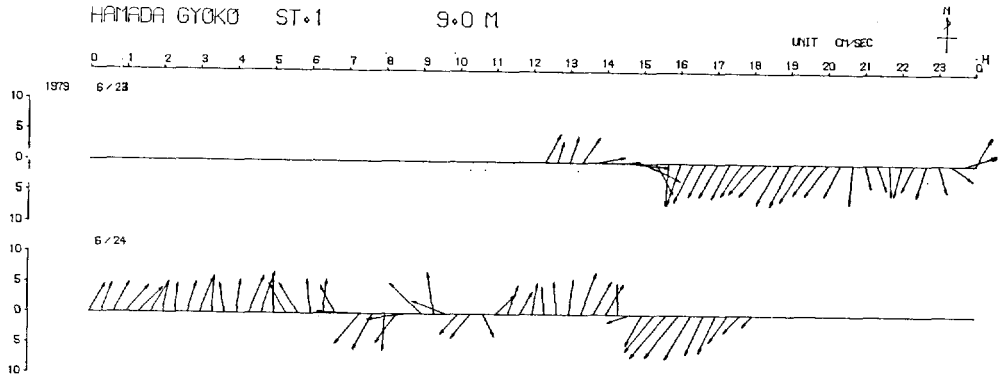
付図 1 浜田漁港長周期波形 (ST. D)



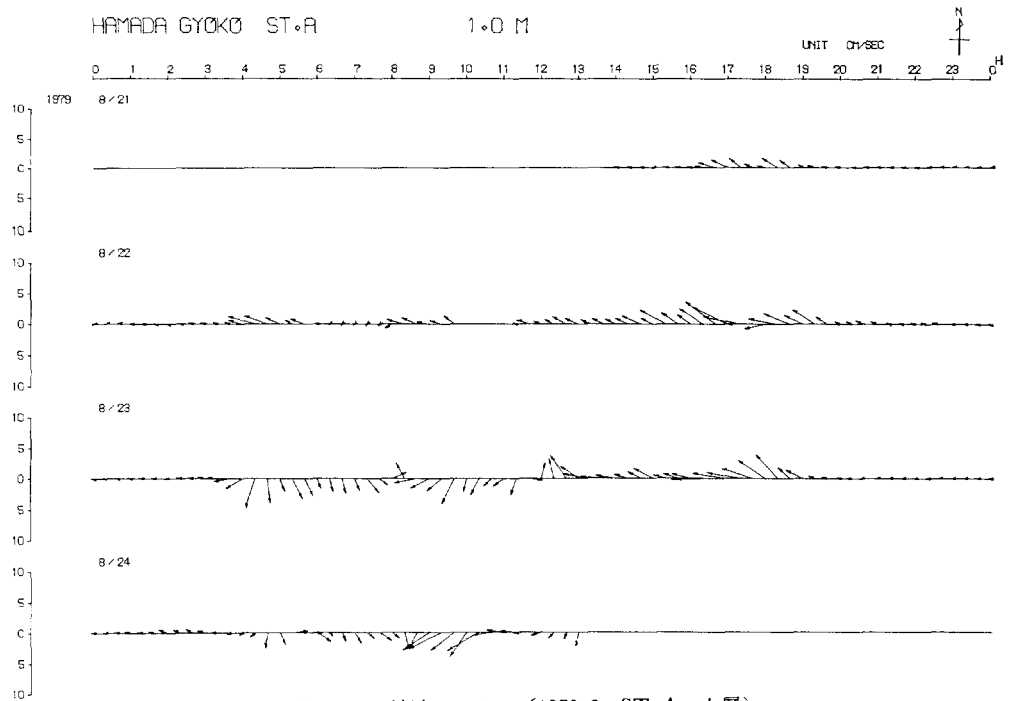
付図 2 浜田漁港長周期波形 (ST. E)



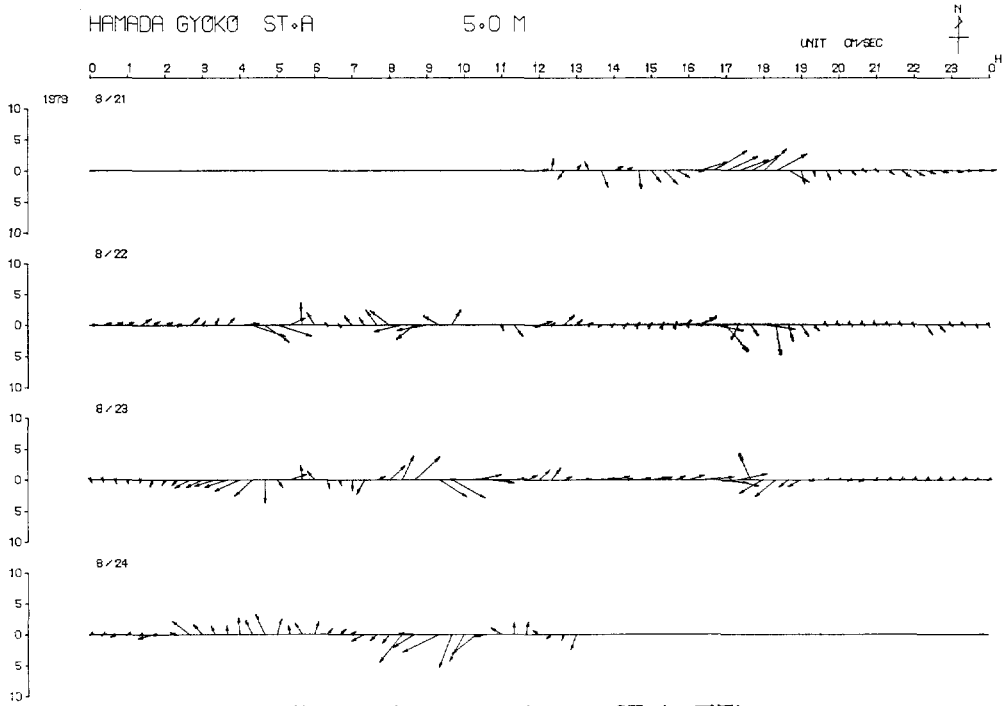
付図 3 流速ベクトル (1979.6, 上層、上: ST.F. 下: ST.B')



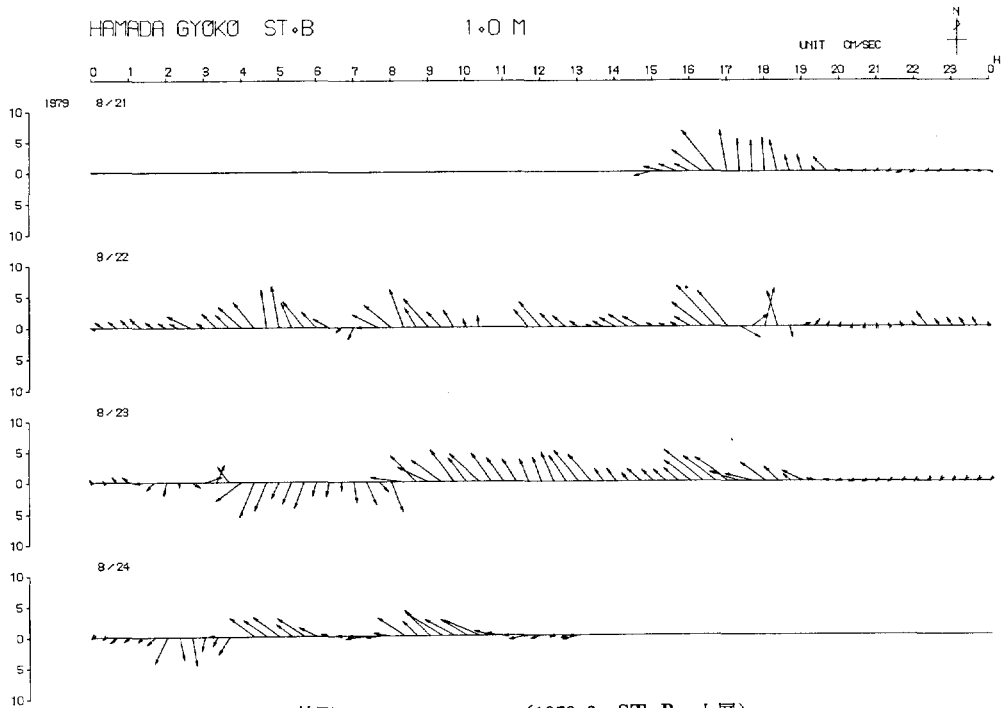
付図 4 流速ベクトル (1979.6, 下層)、上: ST.F. 下: ST.B'



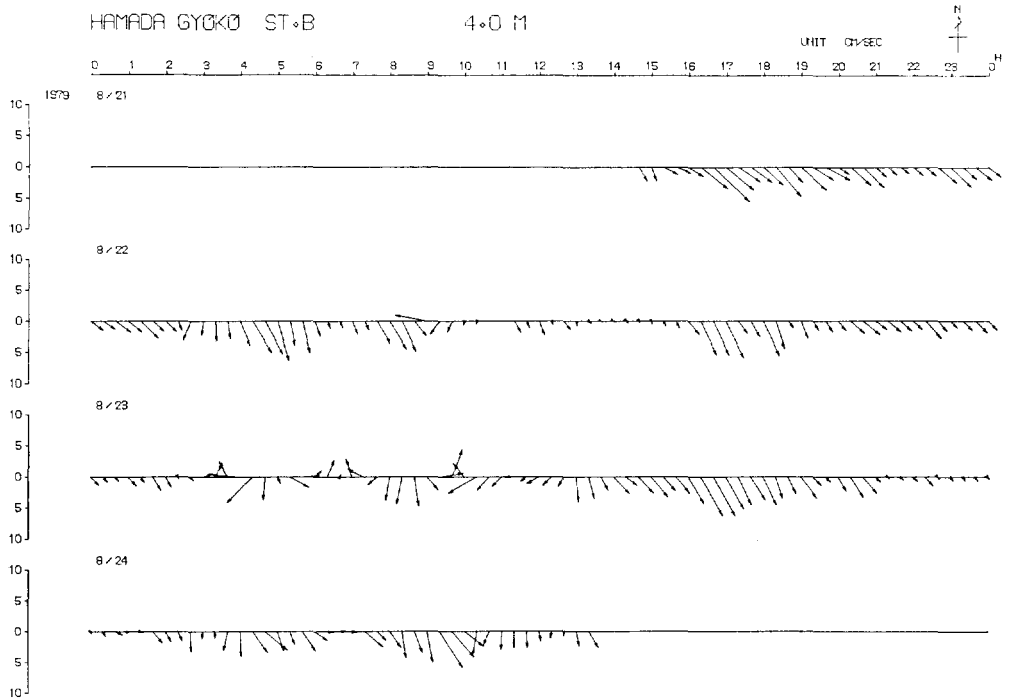
付図 5 流速ベクトル (1979.8, ST.A, 上層)



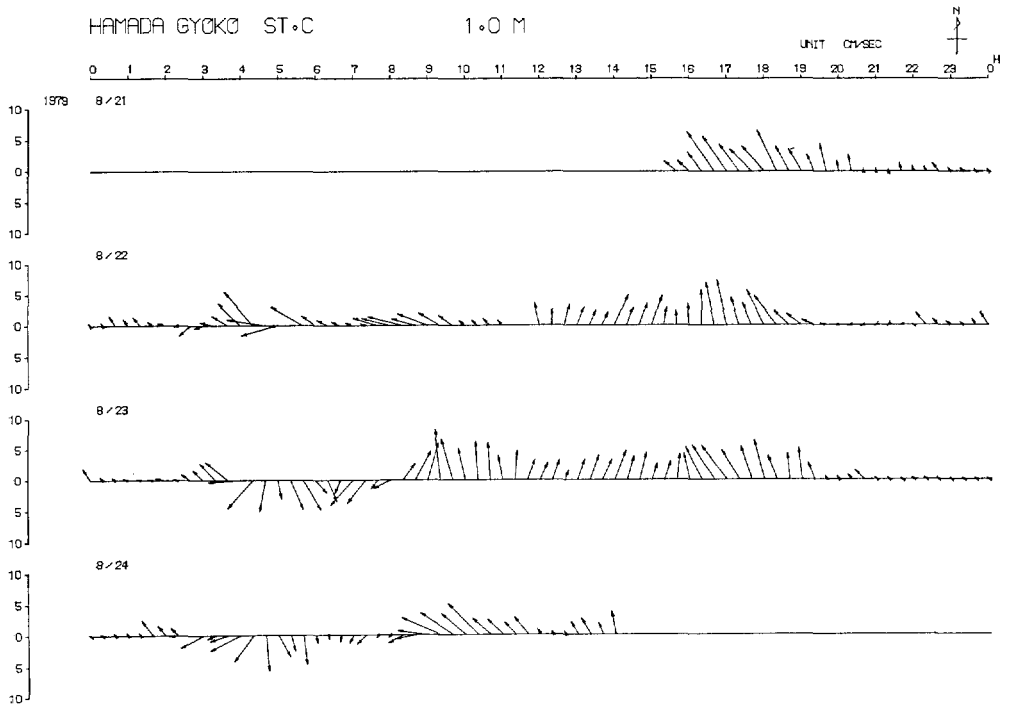
付図 6 流速ベクトル (1979.8, ST. A, 下層)



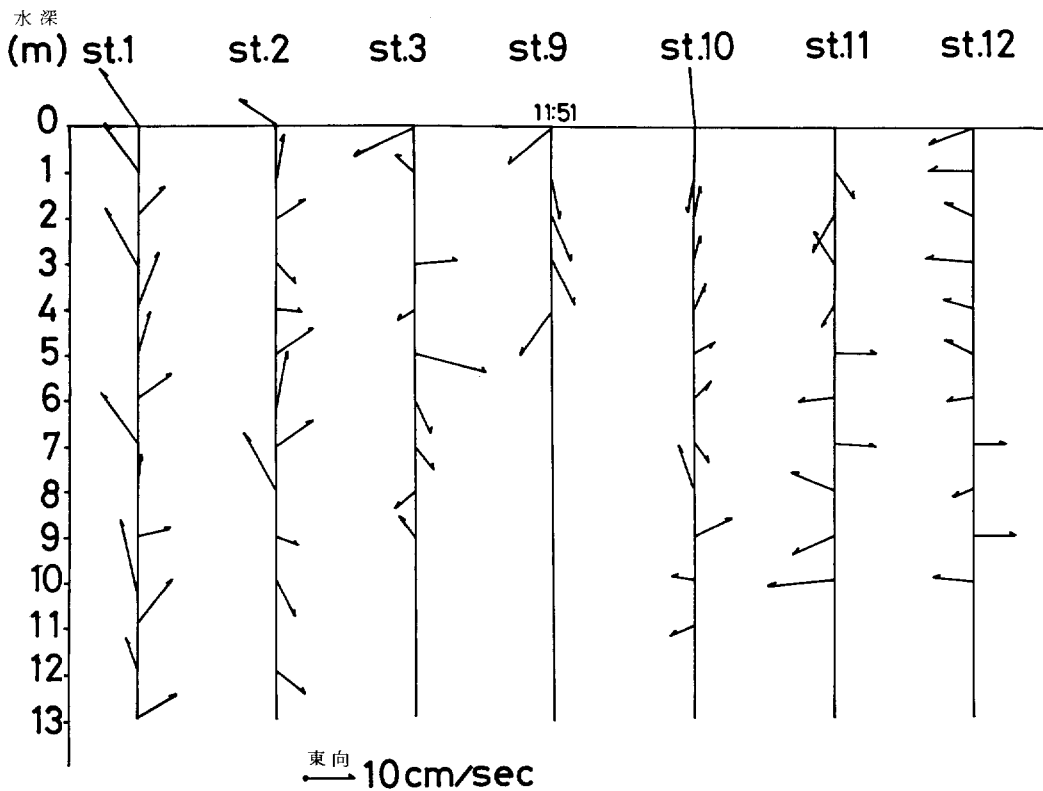
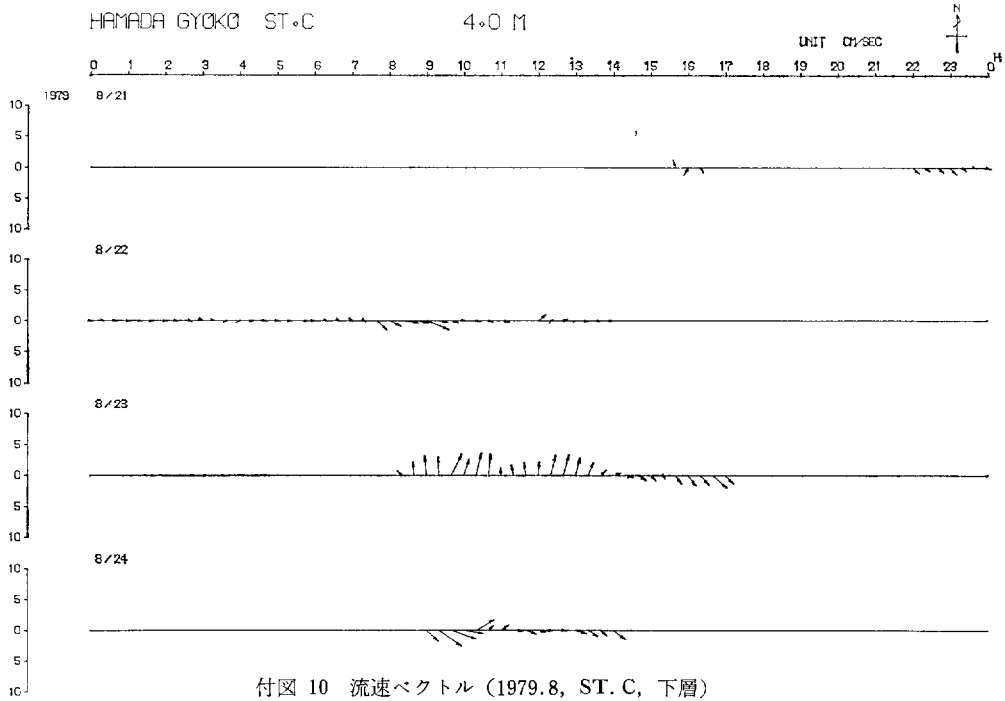
付図 7 (1979.8, ST. B, 上層)



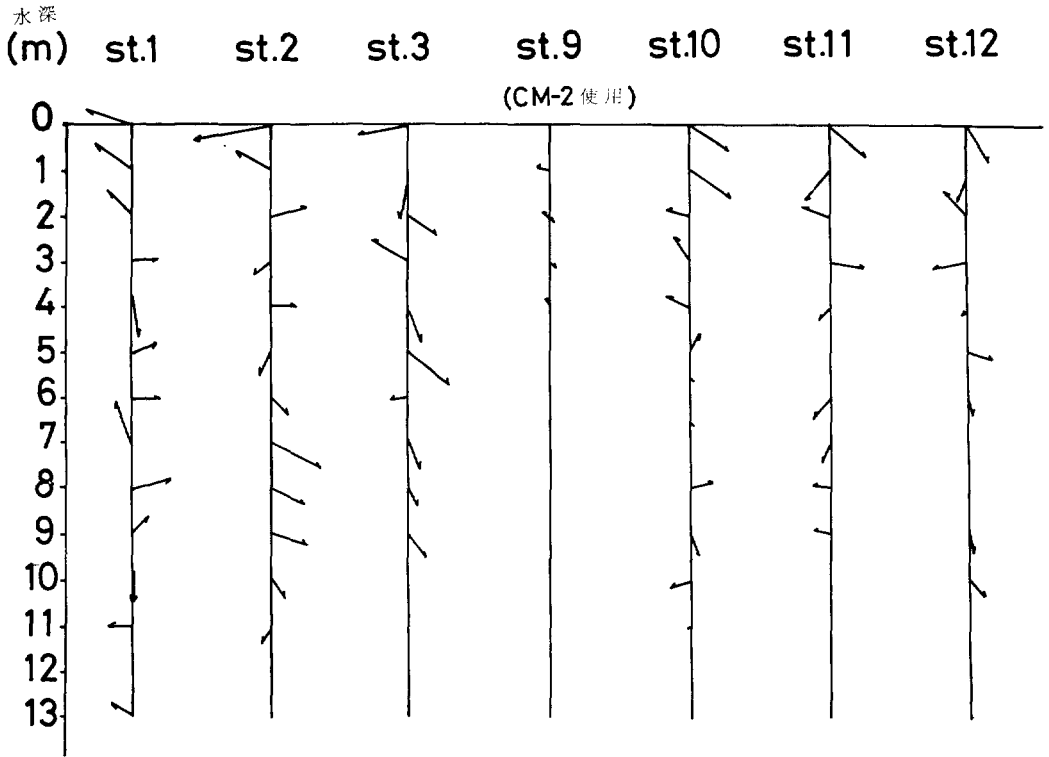
付図 8 流速ベクトル (1979.8, ST. B, 下層)



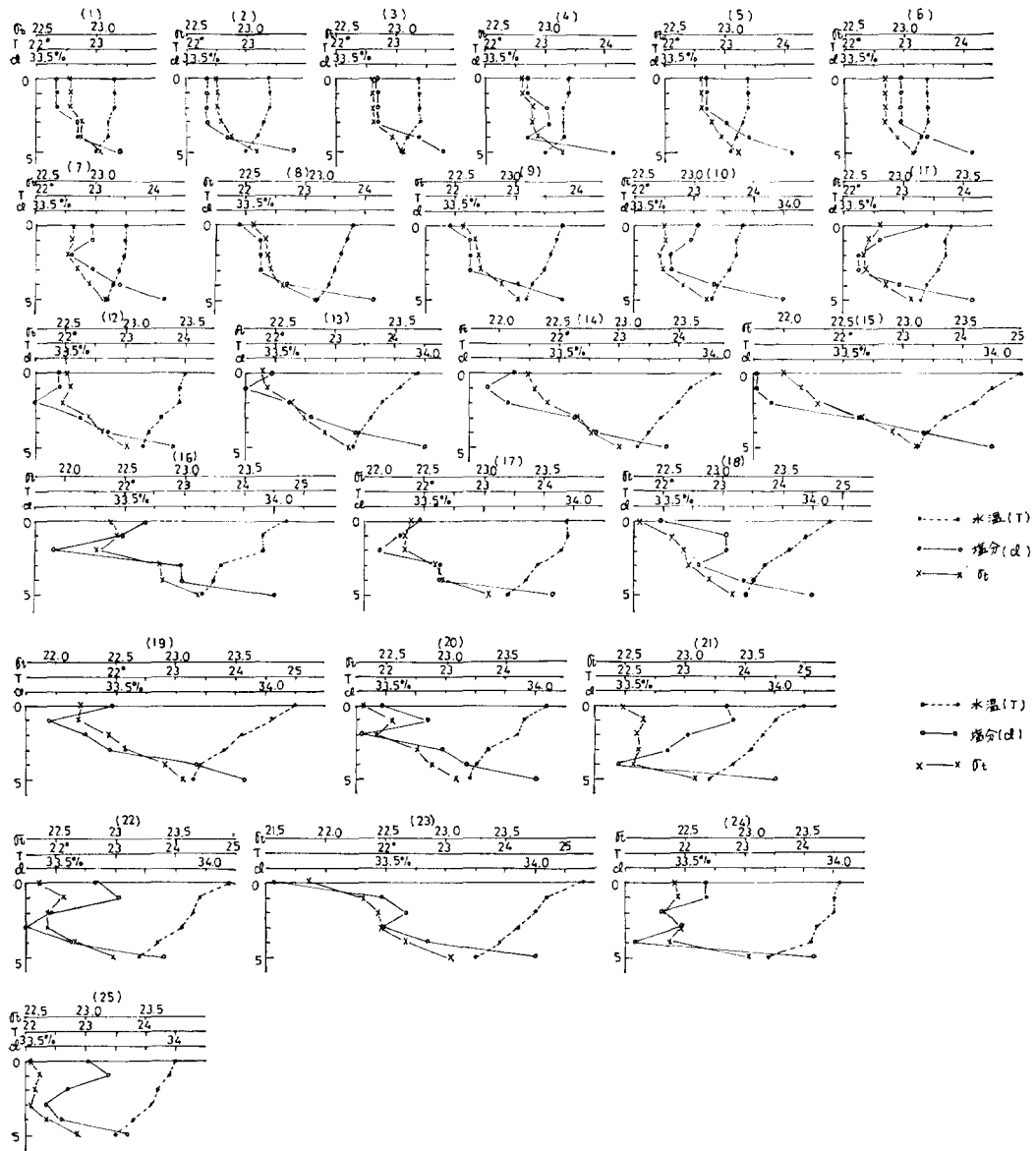
付図 9 流速ベクトル (1979.8, ST. C, 上層)



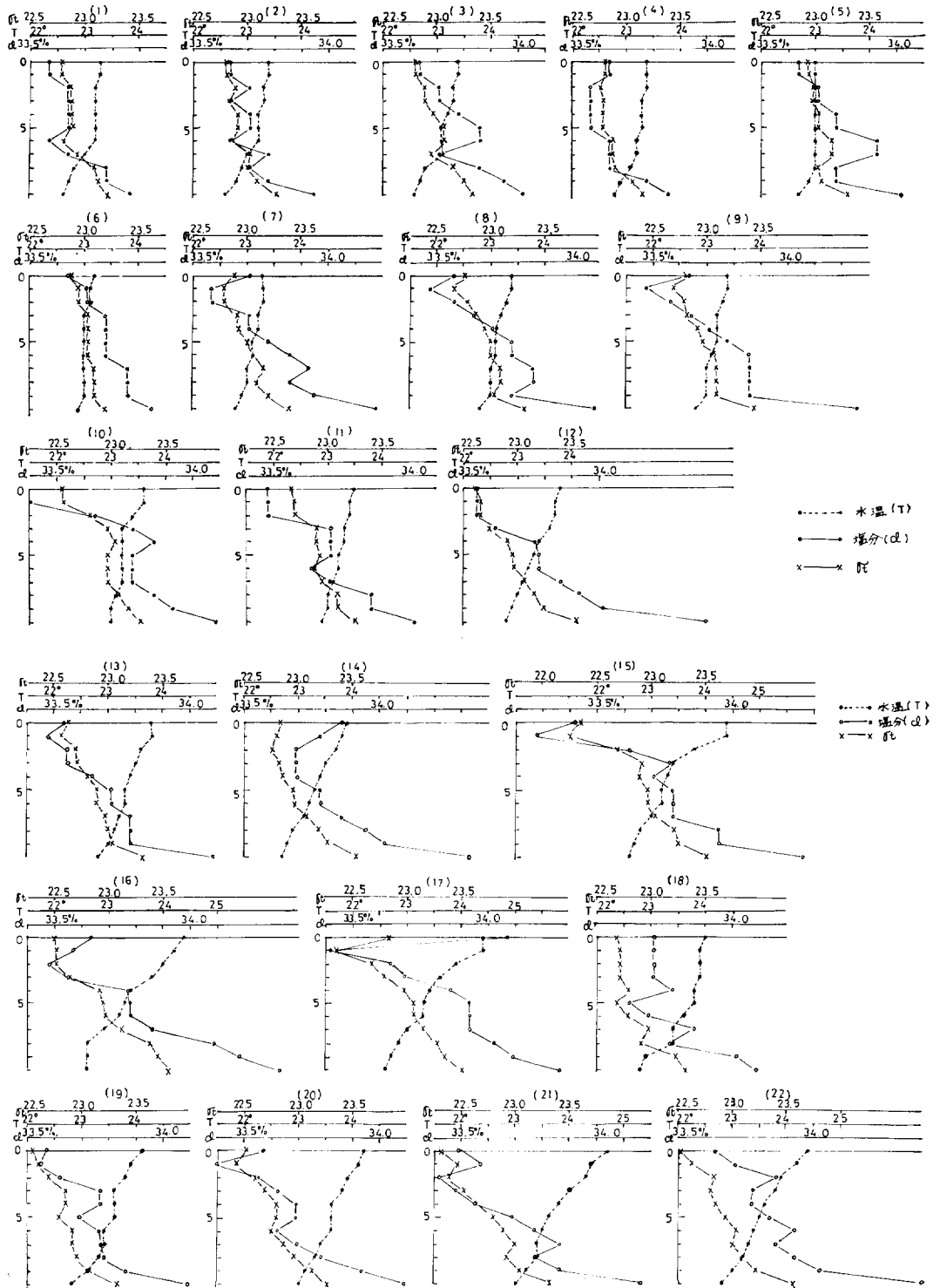
付図 11 流向流速の鉛直分布 (1979.8.23, am)



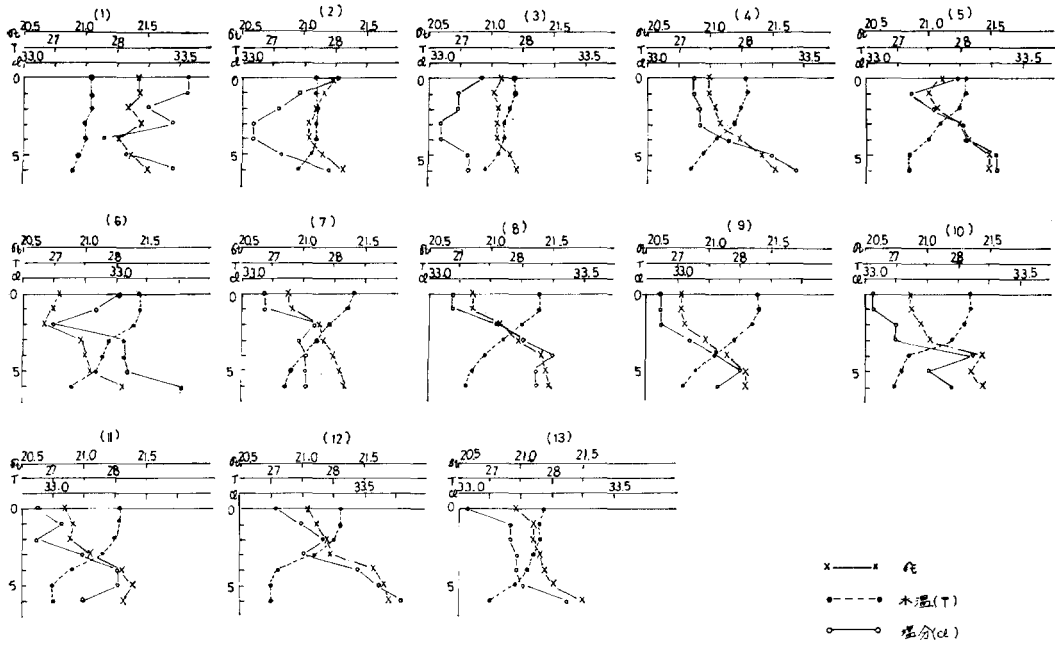
付図 12 流向流速の鉛直分布 (1979.8.23, pm)



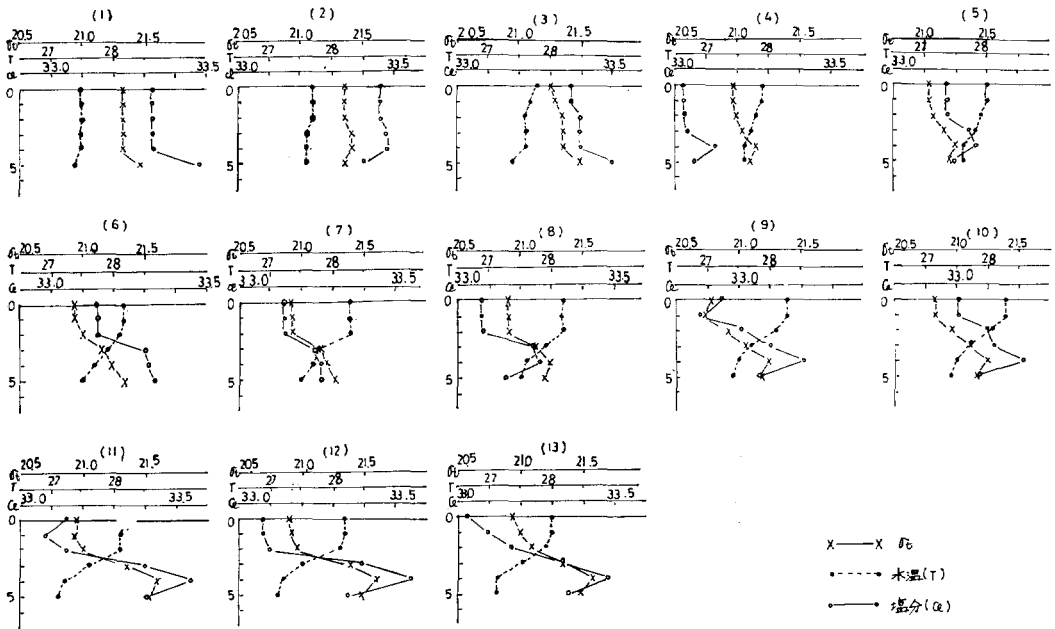
付図 13 水温・塩分の変化 (1979.6.24, ST. B')



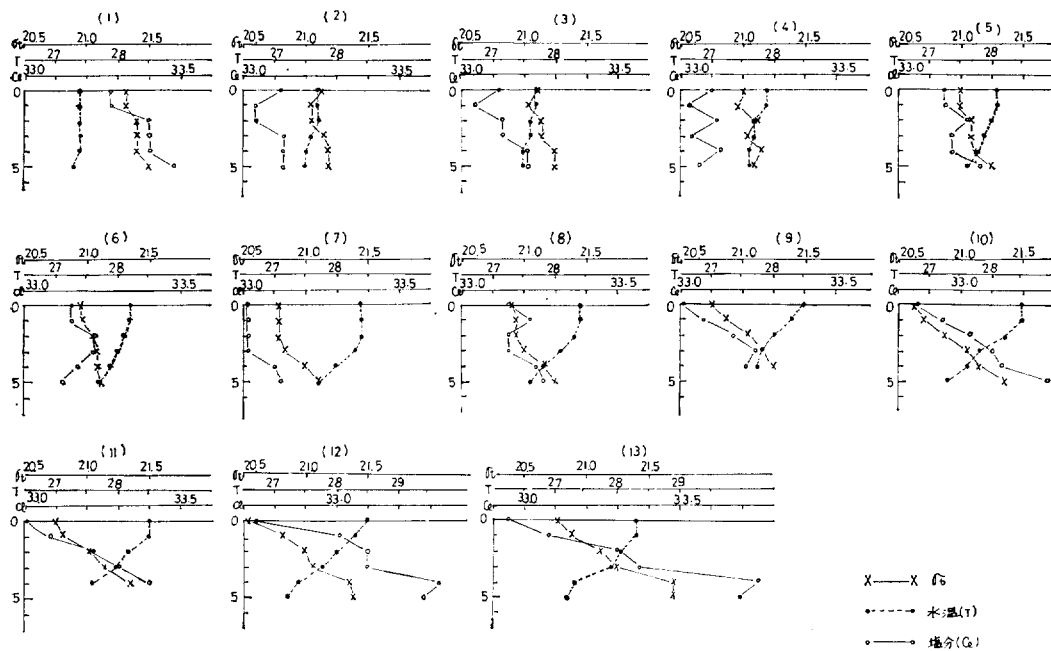
付図 14 水温・塩分の変化 (1979.6.24, ST. F)



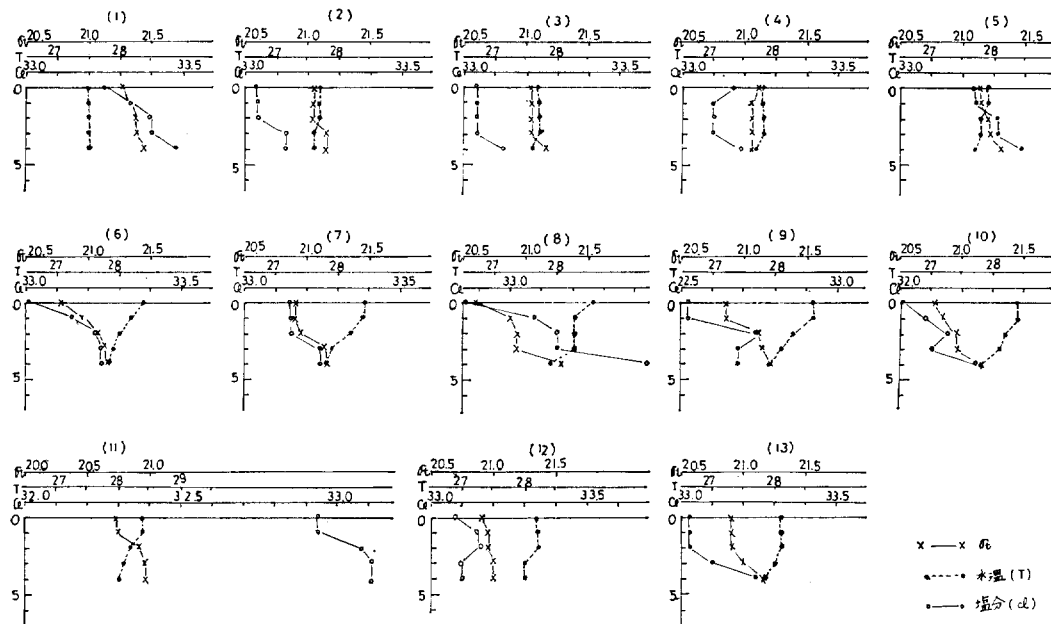
付図 15 水温・塩分の変化 (1979.8.23, ST .A)



付図 16 水温・塩分の変化 (1979.8.23, ST.B)



付図 17 水温・塩分の変化 (1979.8.23,ST.C)



付図 18 水温・塩分の変化 (1979.8.23,ST.9)