

(7) 宮古西部地区潮流調査報告

目的

与那覇湾内外の生物相分布と漂砂分布に潮流がどのような影響を及ぼしているのか検討資料を得るために潮流調査を実施した。

調査年月 昭和51年11月～昭和52年4月

調査方法 I) 小野式自記潮流計(3日巻)による一昼夜観測
II) 海流ビン調査

調査担当者 友利昭之助・金城武光・川崎一男・喜屋武俊彦

調査結果の要約

1. 湾口部では、恒流は西南西へ7cm/secであり、湾外では北々東へ6cm/sec、来間島と前の浜間は1.3cm/secである。
2. 上げ潮時は湾外域で北流が卓越し、下げ潮時は南流が卓越する。湾口部では上げ潮時湾内へ、下げ潮時湾外へ流去する。
3. 調和分解結果から調査海域は約12.5時間の周期をもつ半日周潮流の成分が卓越している。
4. 海流ビン調査結果から与那覇湾内に弱い時計回りの環流が存在すると推定される。
5. 高潮時放流の海流ビンは全て伊良部島東側海岸、池間島で再捕されていることから、北上流の恒流が宮古-伊良部間の水道に存在することを裏づけている。
6. 海藻類、貝類の主分布域は湾内水と湾外水との混合域にみられ、魚類卵稚仔の出現数は湾外水域(サンゴ礁地帯)に高く、湾口部の混合域は出現数少く、湾奥部はやや高い。
7. 漂砂の分布域は、湾外の北上流と湾内からの流出水の出合うことによって形成される強い渦流の存在と地形の影響によって形成されると推定する。

I 小野式自記潮流計による一昼夜観測結果

1) 調査期間(大潮期)

昭和51年11月24日～11月26日、昭和52年4月1日～4月3日

2) 調査器具 小野式自記潮流計 1台

3) 指導機関 水産庁南西海区水産研究所海洋部宮田枝官

4) 資料整理の方法

潮流計の記録から平均流速・流向を読み取り、それぞれ測得値を東方と北方に分解し、各分速毎に次式で表わされるものとして調和分解を行った。

$$U.(V) = R_0 + R_1 \cos(\sigma t - Z_1) + R_2 \cos(\sigma t - Z_2) + R_4 \cos(\sigma t - Z_4)$$

R_0 : 恒流で観測期間中(25時間)の流れの平均値

$R_1 \cos(\sigma t - Z_1)$: 日周潮流で約25時間を周期として変化する潮流

$R_2 \cos(\sigma t - Z_2)$: 半日周潮流で約12.5時間を周期として変化する潮流

$R_4 \cos(\sigma t - Z_4)$: $\frac{1}{4}$ 日周潮流で約 6.25 時間を周期として変化する潮流

なお、日周潮流 (M_1) は月の赤緯の大小によって変化し、赤緯の大きい時に流速が早くなり小さい時に遅くなる。半日周潮流は月令によって変化し、朔、望の頃に流速が最大となり、両弦の頃に最小となる。 $\frac{1}{4}$ 日周潮流は一般に浅海域に発達し、浅海分潮流ともよばれる。

5) 結果

調和分解の結果は表 I-1、表 I-2 に示した。

恒流) 大潮時における与那覇湾口 (st 1) の恒流は西南西へ 7 cm/sec で湾外に流去し、久松-伊良部間 (st 2) と来間-前の浜間 (st 3) は外海から入りこんでくる北上流の存在が示され、流速はそれぞれ 6 cm/sec 、 1.3 cm/sec である。

これから外海から浅海域に流入する北上流と与那覇湾口から湾外へ流れる西行流が合流し、右旋渦流が久松西側の浅海域に形成される。

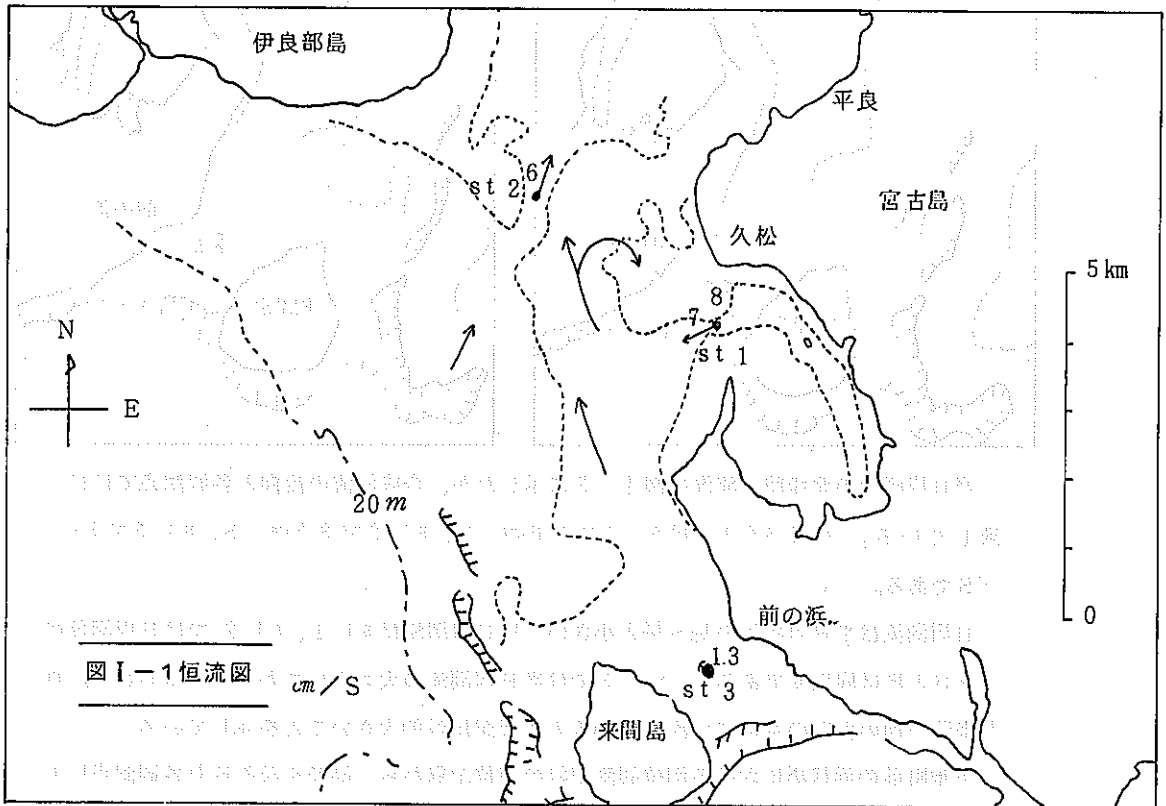
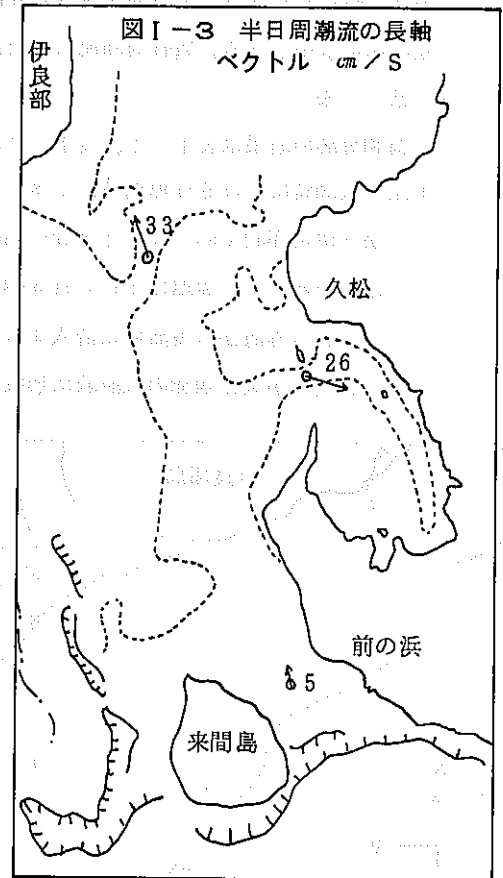
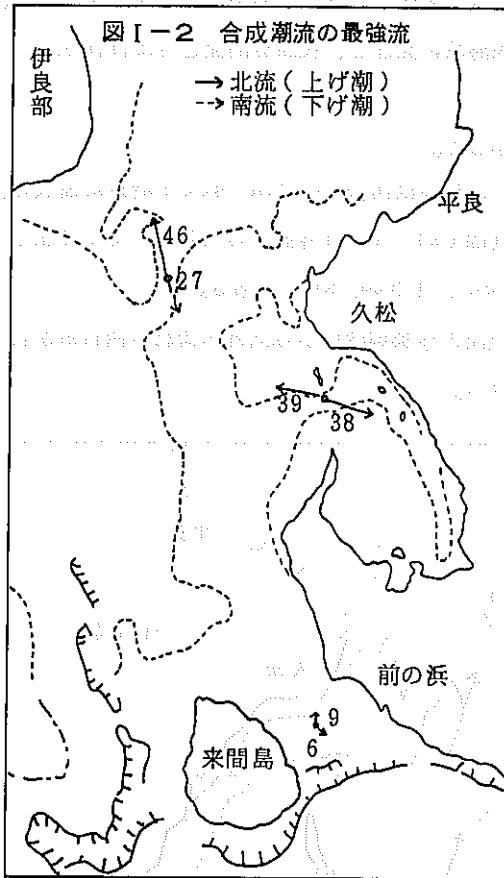


図 I-1 恒流図

潮流) 潮流は st 1 ~ st 3 の各観測点ともほとんど往復運動に近く、約 12.5 時間を周期とする半日周潮流の成分が非常に卓越している。潮汐の日潮不等に応じて潮流にも日潮不等がみられる。合成潮流の上げ潮時における最強流速流向は st 1 の湾口では湾内へ 3.8 cm/sec 、st 2 では北々西へ 4.6 cm/sec 、st 3 では北々西へ 9 cm/sec を示した。下げ潮時の最強

流速流向は上げ潮時のほぼ反対流向を示し、st 1は 39 cm/sec 、st 2は 27 cm/sec 、st 3は 6 cm/sec であった。



半日周潮流の北流時の流況を図 I-3 に示したが、合成潮流の流向と各観測点ではほぼ一致している。長軸ベクトルは st 1 で 26 cm/S 、st 2 で 33 cm/S 、st 3 で 5 cm/S である。

日周潮流は半日周潮流の $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{2}$ と小さい。 $\frac{1}{4}$ 日周潮流は st 1、st 2 では日周潮流の大きさとほぼ同程度であるが、st 3 では半日周潮流の大きさにちかい値が得られた。即ち来間～前の浜間の水道では浅海分潮流の影響が比較的大きいことを示している。

下地町前の浜栈橋における潮位観測記録の潮位記録から、潮時を読み取り各観測点における最強流速及び転流時と潮時との関連をみると、湾口(st 1)では高潮時3時間前と低潮時1～2時間前に最強流速が観測され、転流は高、低潮時にみられた。来間～前の浜間(st 3)では高潮時3時間前と高潮時3時間後に流速は大きくなるが北流は 14 cm/S で南流は 7.7 cm/sec でst 1、st 2 に比べ $\frac{1}{4} \sim \frac{1}{5}$ 程度である。転流は高、低潮時にみられ、この時2時間前後の憩流がみられる。伊良部～久松間(st 2)では高潮時と低潮時に最強流速がみられ、転流は高潮時(低潮時)と低潮時(高潮時)の中間にみられる。

以上の事から st 1、st 3 は内湾性の潮流の性質を持ち、st 2 外洋性の潮流の性質と同様である。

表 I - 1 潮流の調和常数

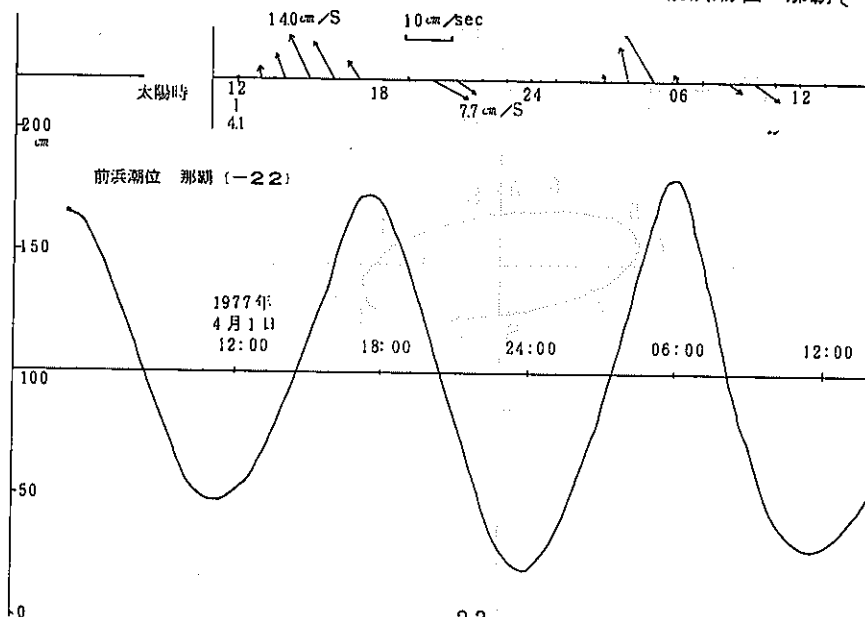
観測年月日	st	Lat (N) Long (E)	観測層 (m)	方向	南中時基準調和常数						
					R ₀	R ₁	Z ₁	R ₂	Z ₂	R ₄	Z ₄
1976 11.24	I	24°-46'-18" 125°-15'-36" (与那覇湾口)	2	E	-6.69	10.7	15.3	25.7	101.1	9.1	98.9
				N	-2.14	2.1	134.6	6.9	283.7	3.6	345.6
1976 11.25	II	24°-47'-29" 125°-14'-6" (伊良部- 久松の中間)	6	E	1.95	1.7	291.3	10.8	316.9	0.5	209.7
				N	6.02	8.8	78.3	32.0	133.1	5.5	257.7
1977 4.1	III	24°-43'-36" 125°-15'-33" (来間- 前の浜の中間)	3	E	-1.2	0.3	4.9	1.8	28.6	2.7	21.2
				N	0.55	1.3	21.8	4.7	16.2	3.3	31.4

表 I - 2 潮流楕円要素 (cm/sec)

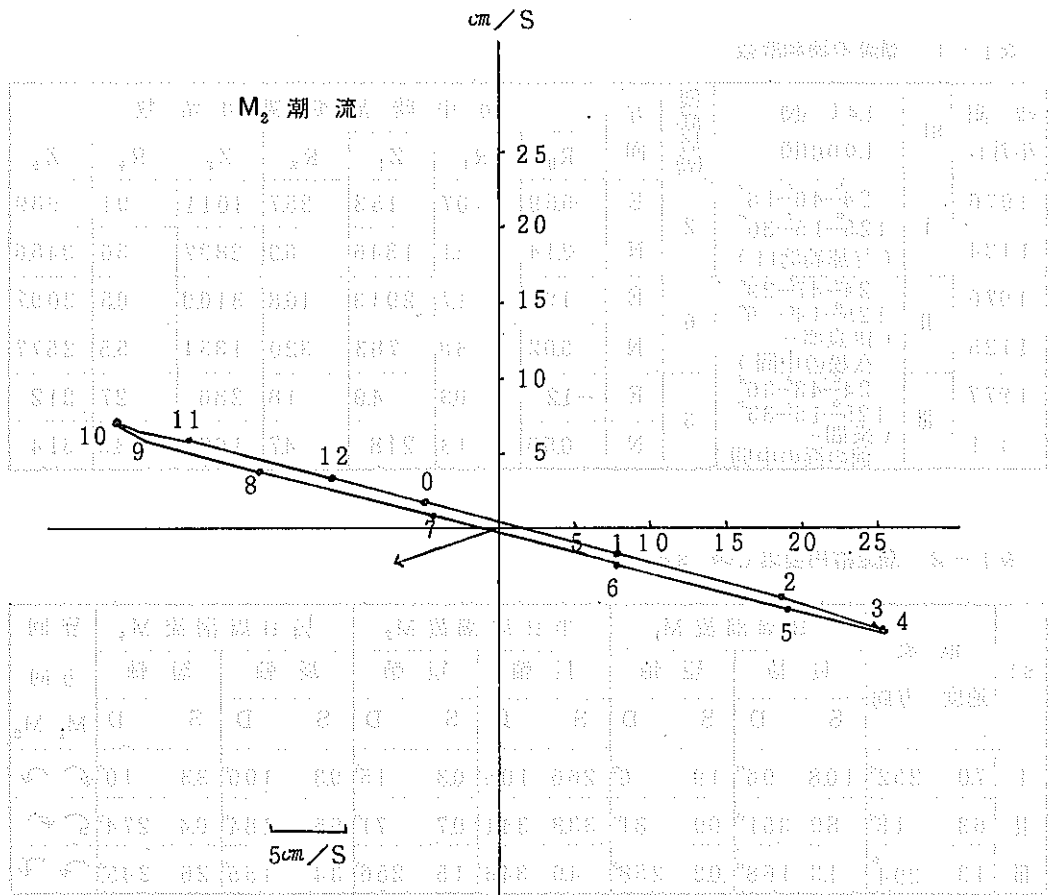
st	恒流 速度 方向		日周潮流 M ₁				半日周潮流 M ₂				¼日周潮流 M ₄				旋回 方向 M ₁ M ₂
			長軸		短軸		長軸		短軸		長軸		短軸		
			S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	
I	7.0	252°	10.8	96°	1.9	6°	26.6	105°	0.3	15°	9.3	106°	3.3	10°	↻ ↻
II	6.3	18°	8.9	351°	0.9	81°	33.8	341°	0.7	71°	5.5	184°	0.4	274°	↻ ↻
III	1.3	294°	1.3	168°	0.2	258°	4.9	346°	1.5	256°	3.4	155°	2.6	245°	↻ ↻

来間-前浜間 ST III 測得流向流速

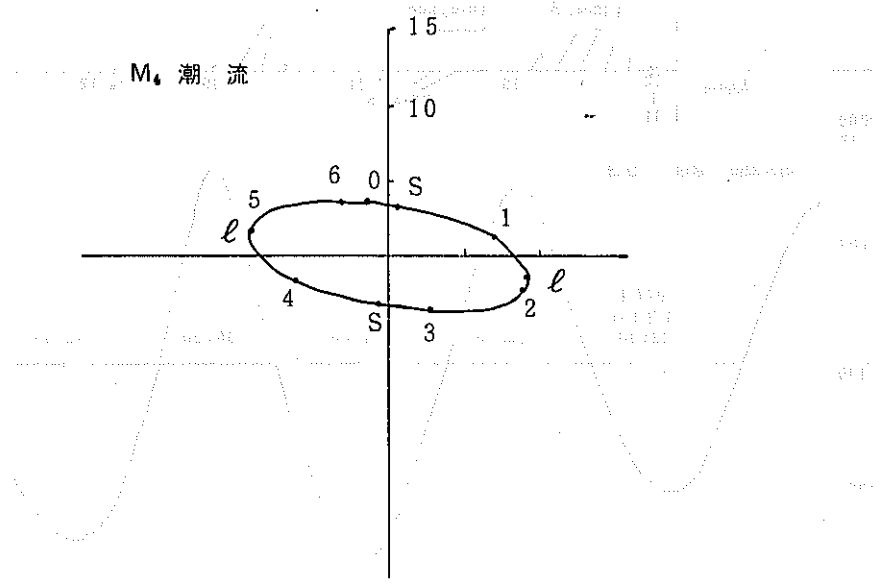
前浜潮位 那覇 (-22)



宮古島 与那覇湾口 1976年-11月24日 ST1



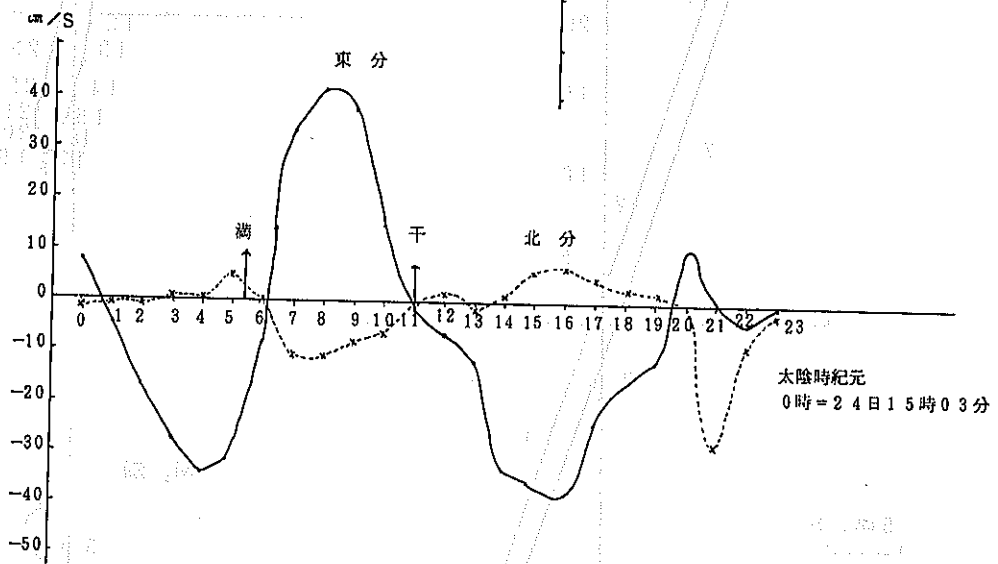
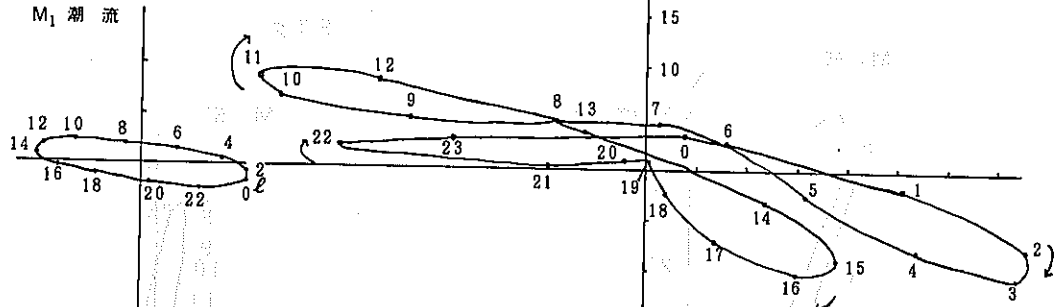
（左）M₂ 潮流の観測結果 （右）M₂ 潮流の計算結果



海峽を流す潮流の観測結果

観測地点：大津川河口

合成潮流

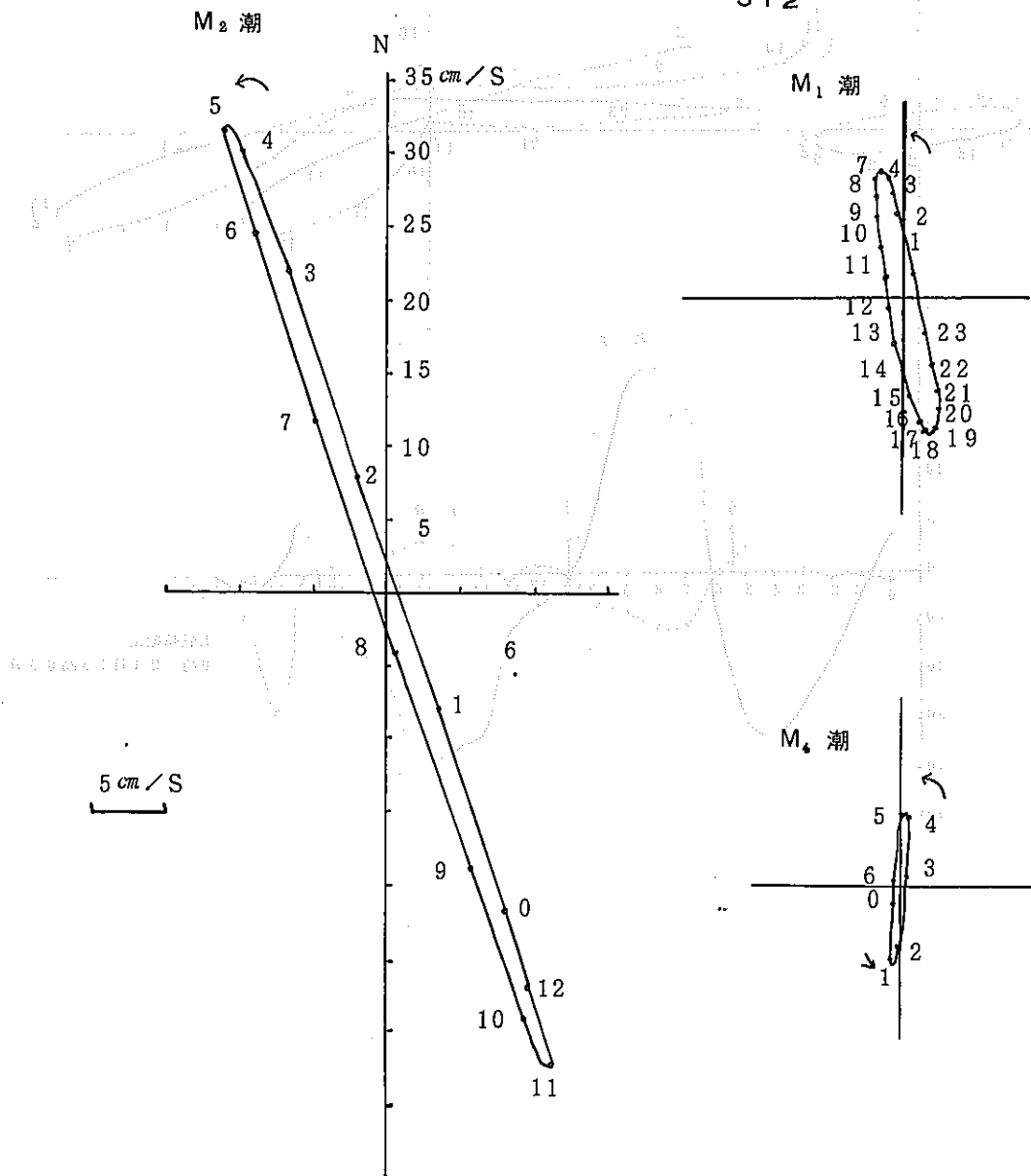


(STB) 伊良部-久松の間
1976-11:25

月の子午線上経過時 11月25日

11月25日 16:59

ST2



前記圖表一帯の節 日：11月25日

観測地点：ST2

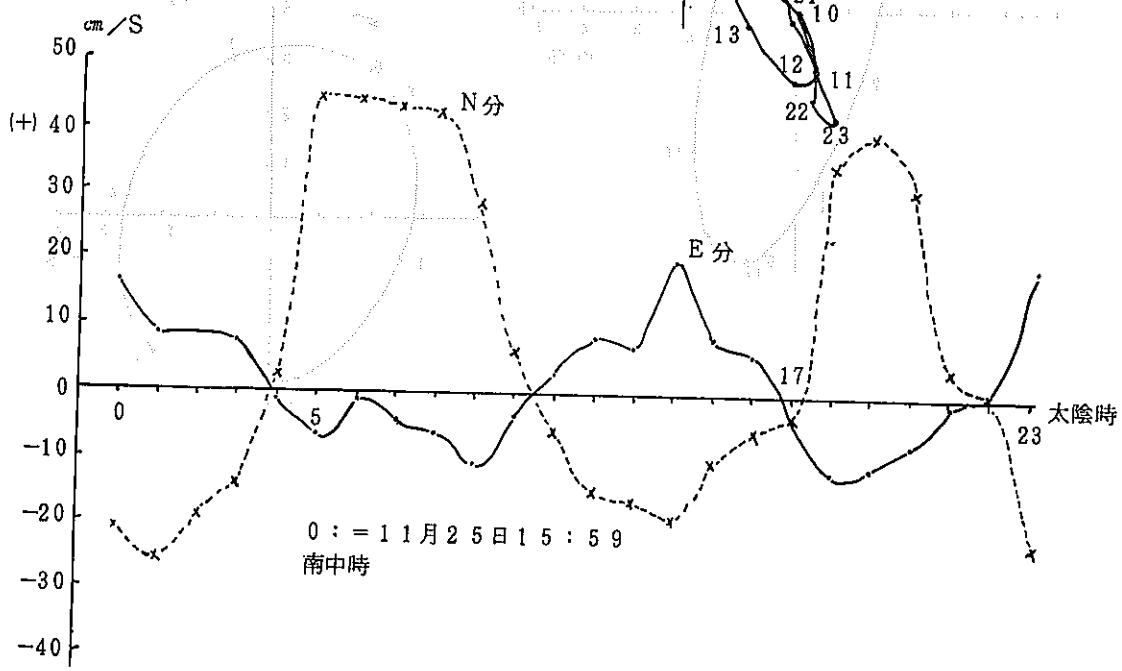
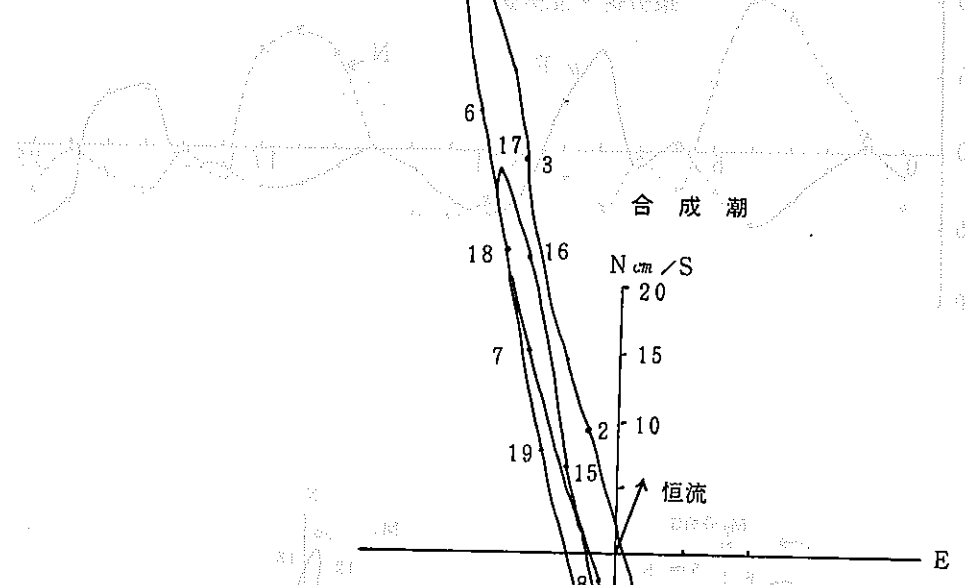
観測時間：15時59分

2.0

0.0

0.0

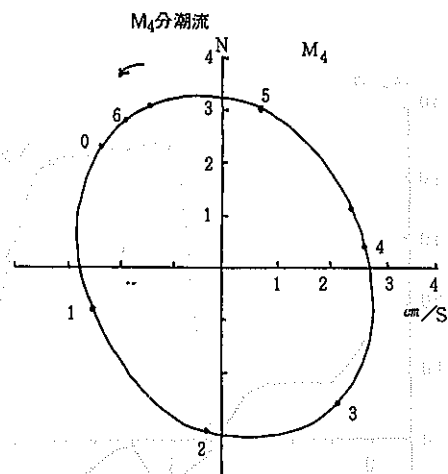
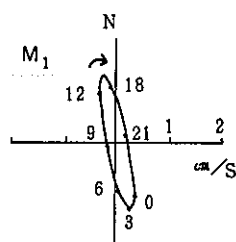
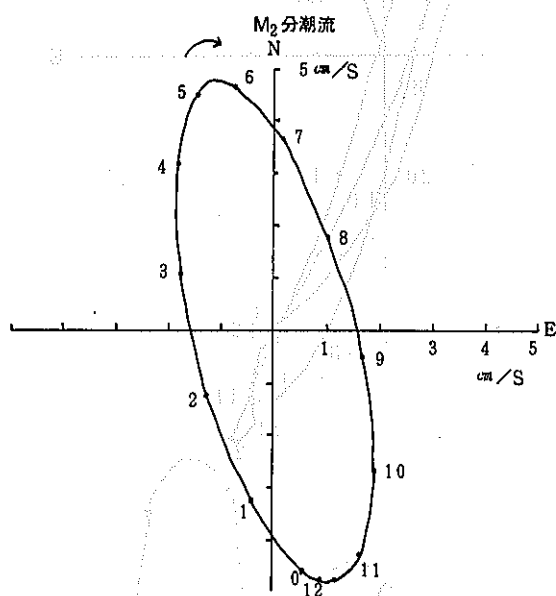
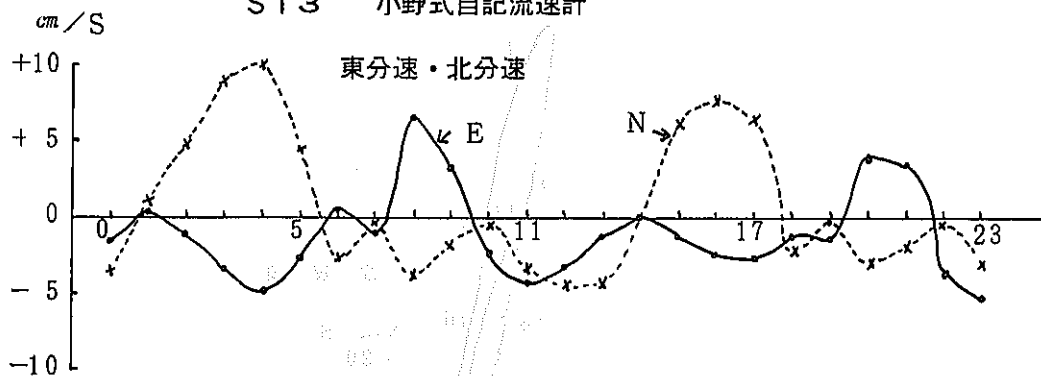
0.0



0 := 11月25日15:59
南中時

1977年4月1日 前の浜一来間島間

ST3 小野式自記流速計



II 海流ビン調査結果

与那覇湾内の海水の水平流動を把握すること、及び湾外に流出した海水の沖合への移動経路を調査するために実施した。

1. 海流ビンの放流

海流ビンは市販のビールビンの $\frac{2}{3}$ 上部に橙色の蛍光塗料を塗り、砂と報告用葉書を入れた後ゴム栓で密封した。放流時間は湾口の最強流速時に放流した。

放流年月日	時間	放流位置 緯度・経度	潮時	天候 風向・風力	放流ビン数	葉書番号
1977 4.1	15:10	与那覇湾口 24°-46'-18"N 125°-15'-33"E	あげ潮	bc N-3	50本	No. 1~50
1977 4.2	08:00	与那覇湾奥 24°-45'-00"N 125°-16'-53"E	下げ潮	bc N-0	50本	No. 51~100

海流葉書の様式

このハガキを拾った方は、御面倒ですが、下の欄へそれぞれ書き入れて、ハガキをポストに投かんして下さい。						
					ハガキ番号	No.
拾った年月日	昭和	年	月	日	午前	時
				午後		
拾った場所	海岸の場合		市町村		部落の海岸	
	沖合の場合		島の沖合		渚 方位	
拾った方の住所	県		市郡	市町村		番地
拾った方の氏名						(年令 満 才)
※ この海流ビンは、宮古島沿岸の潮流を調べるために、放流したものです。 御協力をお願いします。						
沖縄県水産試験場						

2. 海流葉書の再捕状況

海流ビンは潮流及び風によって流されて海岸に漂着したところを再捕されている。4月1日の上げ潮時放流分については表II-1に示したとうり再捕率は22%であった。湾内の再捕は17時間後にみられたが、24時間以降は全て湾外で再捕されており、伊良部島東海岸、池間島へは3日~10日後に再捕された。なお最長移動は164哩で、沖縄諸島、粟国島から27日目に再捕された。

下げ潮時放流分は全て湾内で再捕されており再捕率22%であった。経過日数は放流後7日以内に20%の再捕であったが、7月に入り、108日後の最長経過日数の報告があった。(表II-2)

なお、再捕報告に協力した各位に御礼申しあげる。

3. 結果と考察

上げ潮時は西南西の湾口にあるみおすじと、北方にあるみおすじの2方向から湾内へ海水は流入する。西南西方向からの流量が多いようである。2方向から流入した海水が出合う水域は渦流域となって流速は急速に減少し、全体として南東方向の湾奥に向かって拡散していく。(図II-1)

下げ潮時、湾奥部の海水は放流時に殆んど停滞していたが、その後みおすじに沿って北東の海岸に漂着した海流ビンもあったが、大部分は西側半島の内側に漂着していた。従って湾内の広大な干潟上では時計回りの弱い環流が存在しているようである。(図II-2)

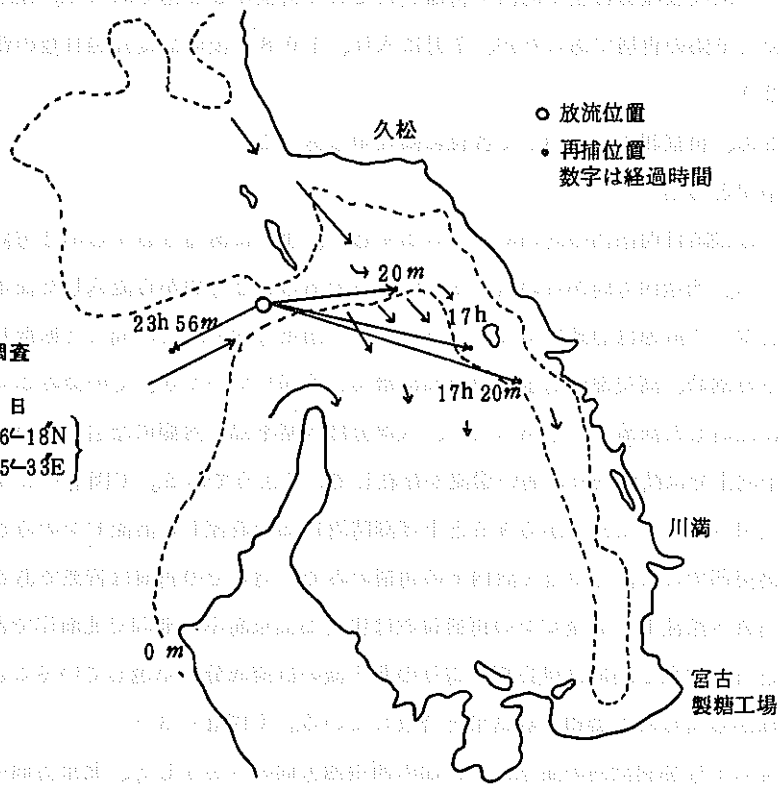
湾外へ漂流した経路からみると上げ潮時湾口部で放流した海流ビンのみが再捕されて、下げ潮時湾奥部での放流分は全て湾内での再捕のみで、湾外での再捕は皆無である。

湾外へ漂流した海流ビンの再捕位置は伊良部島東海岸と池間島北海岸であることから、伊良部島と宮古本島の間には伊良部島寄りの北上流の恒流成分が卓越していることを示し、自記潮流計記録から得られた調和分解結果と合致している。(図II-3)

従って与那覇湾内の海水は湾口部の西南西方向のみおすじと、北東方向の浅いみおすじの2ヶ所から流出するが、湾外の5m以深より外側では強勢な北上流があるため、流出した湾内水と北上流の混合渦流域が、5m等深線より内側に形成されるようである。



図II-1 海流ビン調査
 上げ潮時
 1977年4月1日
 放流位置 24°46'18"N
 湾口部 125°15'33"E



図II-2 海流ビン調査
 下げ潮時湾奥部

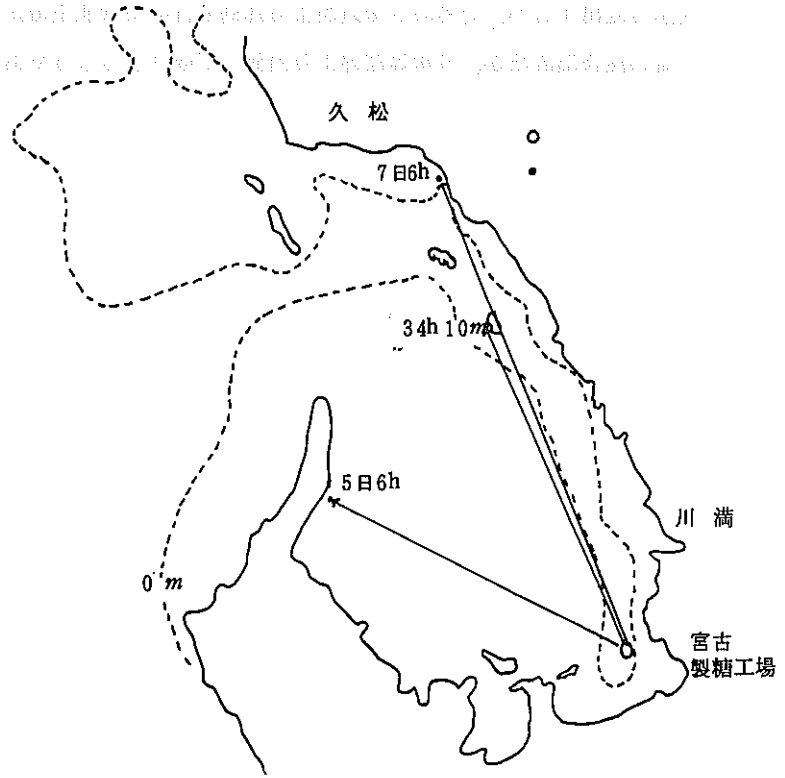
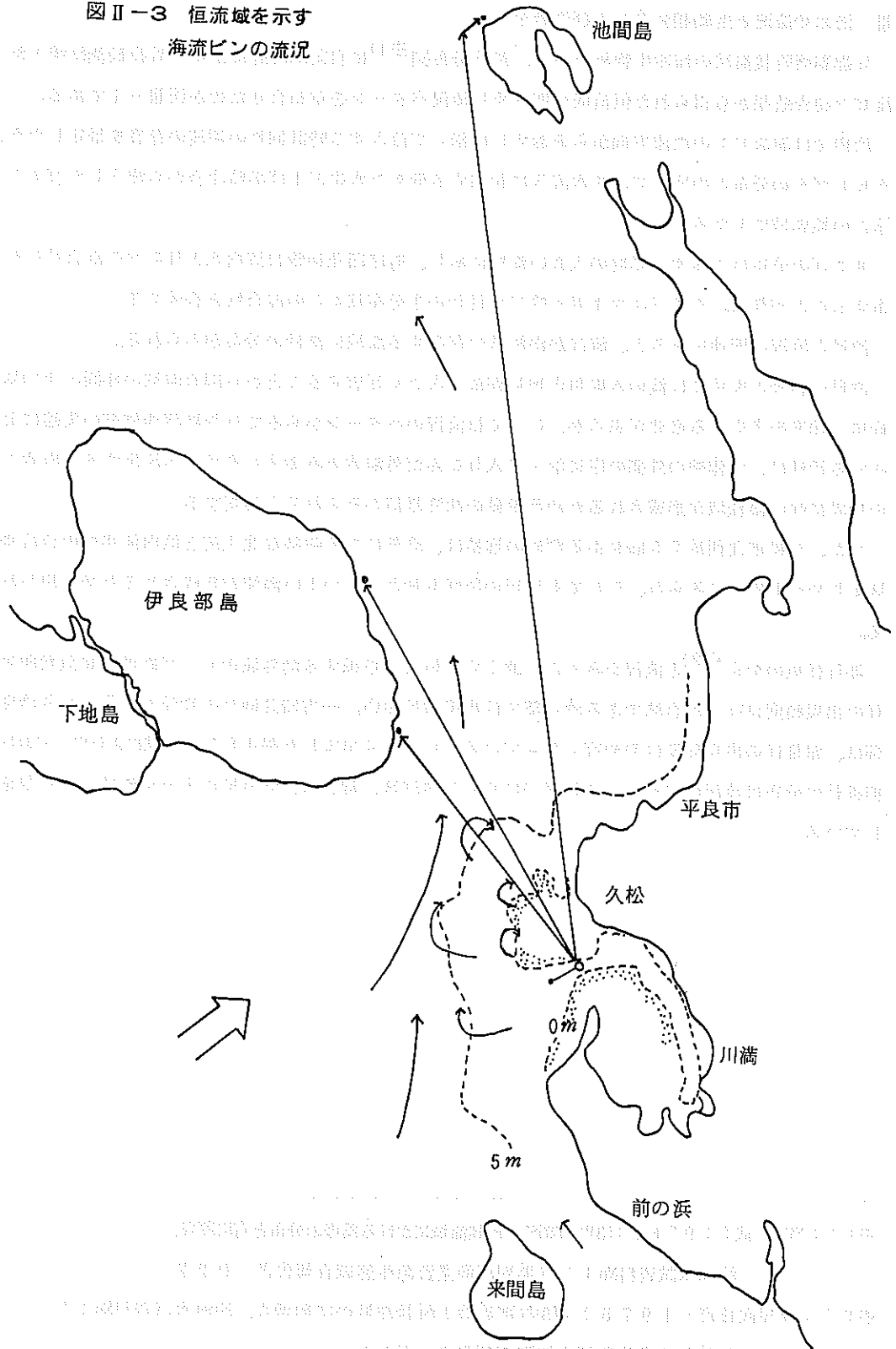


図 II-3 恒流域を示す
海流ピンの流況



Ⅲ 海水の流況と生物相分布および漂砂分布

与那覇湾隣接海域の海産生物相分布図、漂砂分布図^{※1)}に自記潮流計による一昼夜観測結果と海流ビン調査結果から得られた恒流成分即ち平均流況パターンを重ね合せたのが図Ⅲ-1である。

湾内では海流ビンの漂流方向からみおすじに沿って流入する時計回りの環流の存在を推定したが、クビレツタの分布との関連では淡水流入に起因する低カン水帯と上げ潮時沖合から流入した高カン水との境界域にあたる。

サンゴの分布は外海水の影響の大きい海域にあり、海産顕花植物は湾内水と外海水の混合域に分布することが判る。クチベニツキガイ等二枚貝類の主分布域もこの混合域と合致する。

漂砂と流況の関連をみると、流況が渦流域の存在する海域に漂砂の分布がみられる。

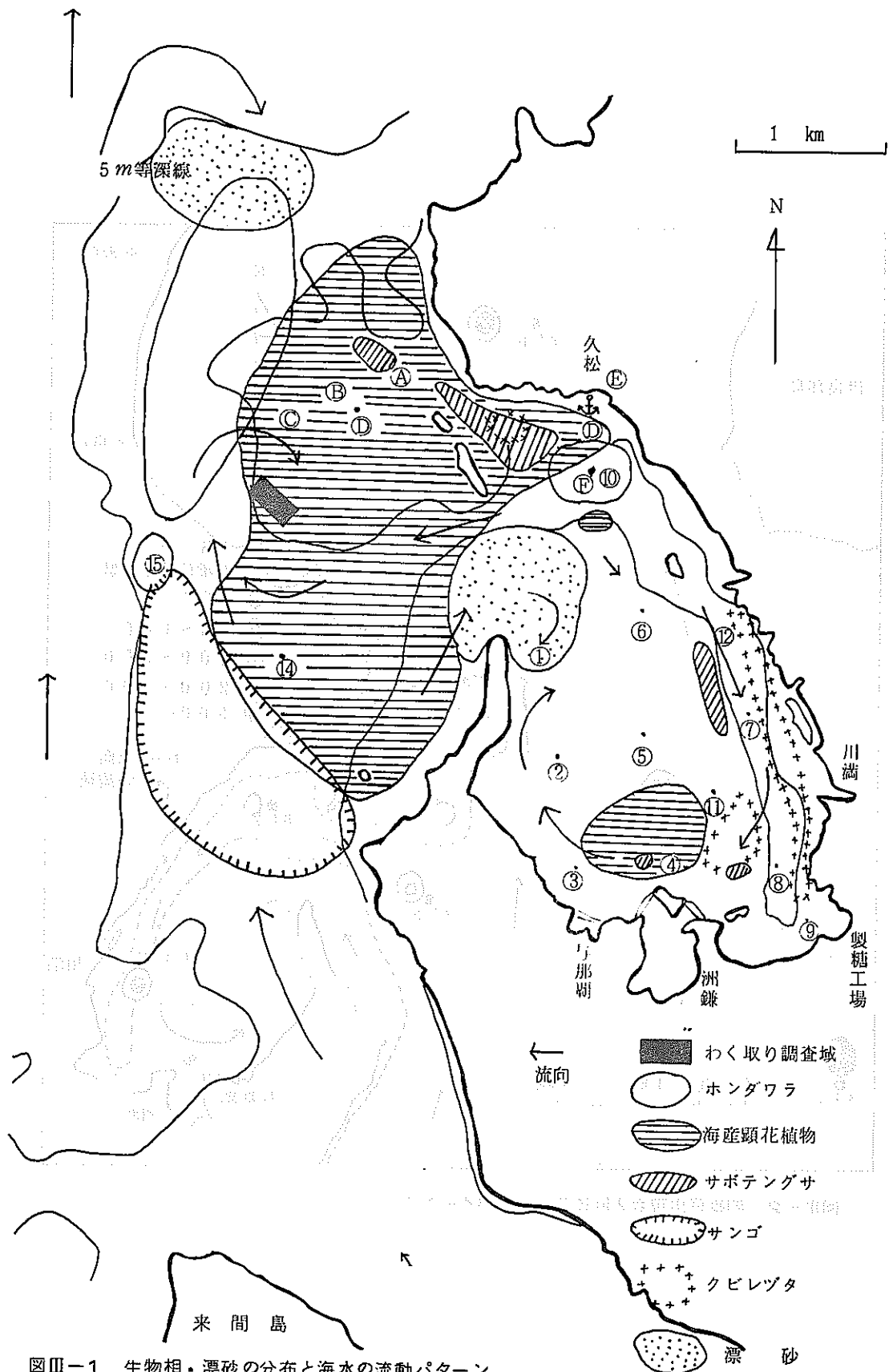
漂砂の移動と堆積には波の入射角と地形が最も大きく影響することから調査海域の年間の平均風向風力頻度を考慮する必要があるが、ここでは流況のパターンからみて与那覇湾西側岬の先端に分布する漂砂は、西側岬の外側の岸に沿って入りこんだ外海水とみおすじを湾外へ流出する湾内水との境界に強い渦流域が形成されるため浮遊砂の沈降堆積がみられると推察する。

また、久松港北西約2.5 kmにある漂砂の堆積は、湾外にある強勢な北上流と湾内流出水の合流地域よりやや北寄りにみられ、ここでも地形の影響も加わったつよい渦流が形成されるためと思われる。

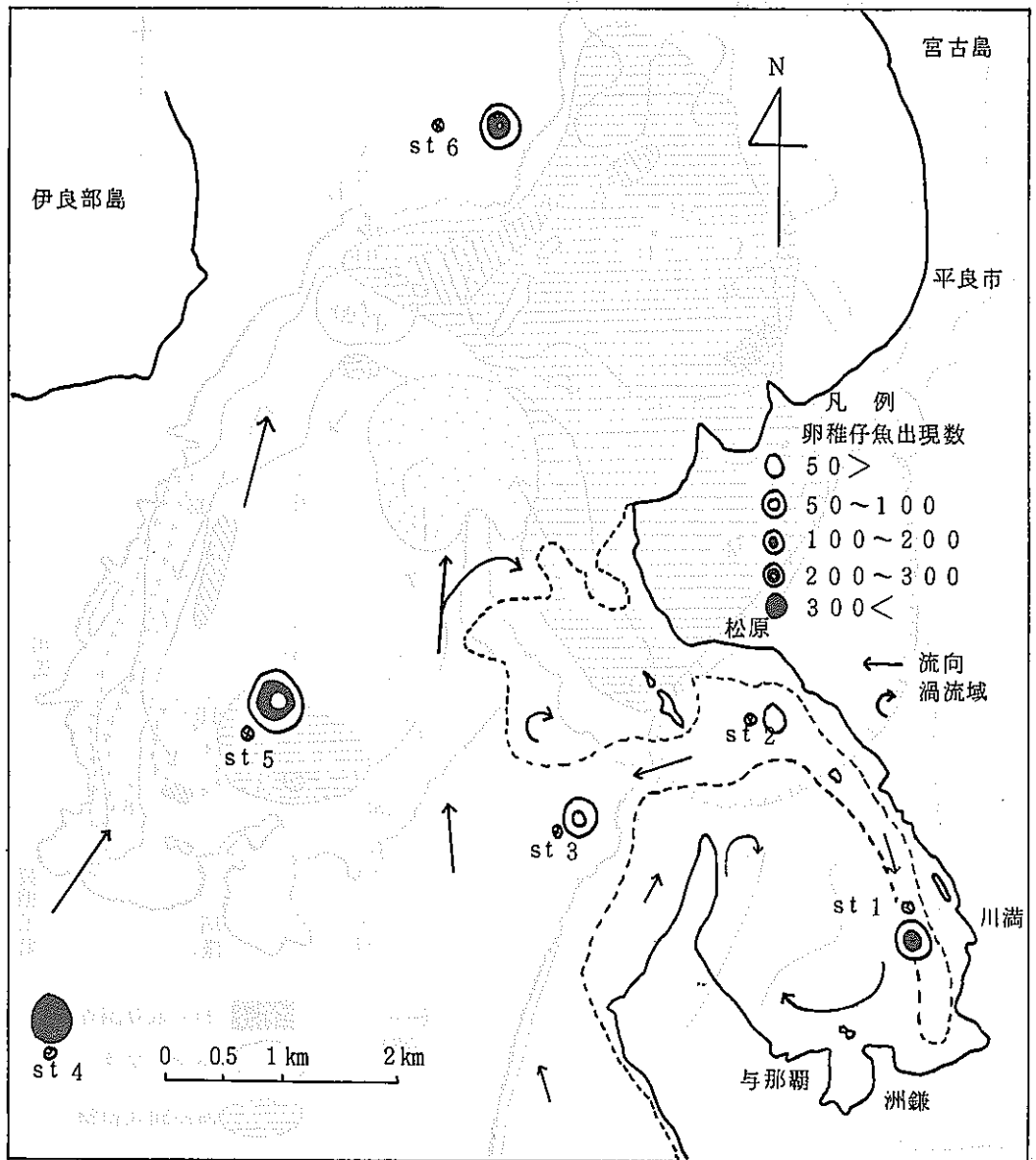
卵稚仔魚の分布^{※2)}と流況をみると、北上する恒流が卓越する湾外域のサンゴ礁地帯に魚類卵稚仔の出現頻度は高く混合域である湾口部では出現数は少ない。一方時計回りの環流が想定される湾奥部は、卵稚仔の出現頻度はやや高くなっている。もちろん出現した優占魚種は海域により異っており、卵稚仔の分布は流況のパターンで特徴づけられる内湾域、混合域、湾外域の夫々の海域とよく対応している。

※1) : 当真 武(1976) : (3)与那覇湾と隣接海域における藻場の分布と有用藻類、
沖繩水試資料No.17 与那覇湾漁業資源生態調査報告書 P 22

※2) : 喜屋武俊彦(1976) : (5)与那覇湾と隣接海域の産卵調査、沖繩水試資料No.17
与那覇湾漁業資源生態調査報告書 P 29



図III-1 生物相・漂砂の分布と海水の流動パターン



図III-2 卵稚仔出現数と恒流図（流動パターン）