1－5－5　データの統計解析計算

データの時系列解析計算では，データの時系列図から調査海域の流れの変動状況やその周期成分等についてみてきたが，これから記述するデータの統計解析計算は，測定データを統計量として扱って統計的な数値解析を行い，流れの時間的な変動の特性について数値的に把握するものである。

現地調査の統計解析計算は種々の目的に応じて計算プログラムが作成されている。表Ⅱ1－5⑥に統計解析項目と成果の一覧を示す。

表Ⅱ1－5⑥　統計解析項目と成果一覧

項　　目	成　　果
1）潮流調和分解	調和分解結果表 潮流楕円
2）変動の統計計算	
(1)　平均流速，標準偏差	計算結果表
(2)　パワースペクトル	パワースペクトル図 計算結果表
(3)　自己相関関数	自己相関図

1）潮流調和分解

現在潮流や潮汐の解析には，調和分析（harmonic analisis）と云う方法が最も一般的である。

潮流の場合は，潮流調和分解（harmonic analisis of tidal current），潮汐の場合は，潮汐調和分解と云っている。この両者の方法は，潮流が潮汐に起因して起きるという点から，基本的には解析の方法は同じである。

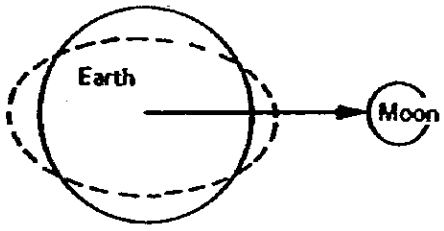
潮流や潮汐の調和分析の方法として，現在の所Darwin法，Tidal Institute法，最小自乗法（method of least squares）などの方法が確立されている。今回は最小自乗法を用いて解析を行った。解析結果について述べる前に"潮流調和分解"の方法について概略を述べる。（参考文献　東海大学出版会：海洋物理Ⅲ"潮汐"（彦坂繁雄）その他）

<潮流調和分解について>

潮汐の発生理論（ニュートンの平衡潮汐論 — I. Newton equilibrium theory of tidal）によると，潮汐は月と太陽の引力が地球の表面の各点で異なるため発生するとしている。

図Ⅱ1－5⑭は，起潮力によって地球の表面の姿が変形した例の模式図である。

この図は月の運行によって地球表面の海水面が変化していく状態を表わしている。この海水面の変化は周期的なもので，この現象を"潮汐"と云っている。



図Ⅱ1－5⑭　起潮力による地球表面の変化

ところが実際には地球からみた月や太陽の運行は一様でなく，運行周期，地球からの距離，軌道等は絶えず変化している。

従って，潮汐はこのような複雑な天体の運動の複合によって発生している。図Ⅱ1－5⑭は潮汐の現象の単純なモデルである。

これ等の現象を解析するために，月や太陽からの複雑な起潮力を個々に分類して，1つの起潮力は1つの天体によって起こると仮定する。この一つの天体を仮想天体と云い，この天体は地球から一定の距離にあって，一定の速さで地球の赤道上を運行しているものとして，この仮想天体によって起こされた潮汐を分潮と呼ぶ。

潮流の場合は，分潮流と呼んでいる。つまり，実際の潮流（潮汐）は，これ等の分潮流（分潮）の和から成り立っているものと考えるものである。

分潮流（分潮）は，数多く決められているが，通常は表Ⅱ1－5⑦に示す分潮流（分潮）を求める。

表1－5⑦から代表的な分潮について説明する。

M_2潮（主太陰半日週潮）は，太陰によって生ずる半日周潮のうち最も重要なもので，太陰が地球から太陰と地球間の平均距離を保って赤道上を運行すると仮想したときに生ずるものである。太陰がある地点の子午線を上経過してから再び上経過するまでの平均時間は24時間50.6分で，この間に潮汐は2回高低するから，周期は12時間25.3分で，速度は

表Ⅱ1－5⑦ 分潮の一覧

Symbol		Component Tide	Speed (360° ÷ Period)	Period (mean solar time)
	半日周潮	(Semidiurnal tide)	(°)	(hour)
M_2	主太陰半日周潮	Lunar semidiurnal tide	28.98410	12.42
S_2	主太陽 〃	Solar semidiurnal tide	30.00000	12.00
N_2	主太陰楕円 〃	Lunar ellipse tide	28.43973	12.66
K_2	日月合成 〃	Luni-solar semidiurnal tide	30.08214	11.97
	日周潮	(Diurnal tide)		
K_1	日月合成日周潮	Luni-solar diurnal tide	15.04107	23.93
O_1	主太陰 〃	Lunar diurnal tide	13.94304	25.82
P_1	主太陽 〃	Solar diurnal tide	14.95893	24.07
Q_1	主太陰楕円 〃	Luner ellipse tide	13.39867	26.87
	その他	(Overtide)		
M_4	$(O_1 \times 2)$		57.96821	6.21
MS_4	$(M_2 + S_2)$		58.98410	6.01

360° ÷ 12.421 ＝ 28.984°／時である。

S_2潮（主太陽半日周潮）は，平均太陽によって生ずるもので，速度σ＝30°／時，周期T＝12時間である。

K_1潮（日月合成日周潮）は，月と太陽が赤道上を運行しないために起こるもので，σ＝15.041°／時，T＝23.93時間。

O_1潮（主太陰日周潮）は，月が赤道上を運行しないために起こるもので，σ＝13.943°／時，T＝25.82時間である。

この他にも多数の分潮があるが，以上の4つを主要4分潮といって最も重要なもので，実際問題としてはこの4分潮のみを考えれば大体の潮汐や潮流のもようを知ることができる。

今，観測によって，流速Uが求まるとすると，これを南北成分（U_N）と東西成分（U_E）に分ける。

従って，得られた流速は次式で表わすことができる。

$$U^2 = U_N^2 + U_E^2 \quad \cdots\cdots (1)$$

ここで，U_N，U_Eは一方向の水平運動であるから，潮汐と同様に調和分解できる。すなわち，これらの流速は，それぞれの方向において，各分潮流に固有の振巾と遅角とを持った分潮流の和として表わされる。

$$U_{N,E} = U_0 + \Sigma f_n U_n \cos(V_{0,n} + \sigma_n t - K_n) \quad \cdots\cdots (2)$$

ここに，添字（n）は各分潮流を示し，分潮の数（表Ⅱ1－5⑦）だけ加え合わせること

になる。U_0は潮流とは異なる平均の流速（恒流）を表わし，海流のようなものである。f_nは約18.6年を周期としてわずかに変化する1に近い数，$V_{0,n}$は紀元時における各分潮流の天文引数で計算から求められ表になっている。σ_nは各分潮流の速度で天体の運動からきまっている。U_n，K_nは観測から決定できる各分潮流の最大流速と遅角を表わし，各地に固有な常数である。これらU_n，K_nを潮流の調和常数という。また，観測結果からこれらの調和常数を算出することを調和分解（harmonic analysis）と呼んでいる。このような調和分解を行なって潮流の調和常数を算出するには，求める分潮流の数にもよるが最小15日間位の連続観測が必要である。

つまり，潮流（潮汐）調和分解は，観測によって得られた潮流（潮汐）のデータを各々の周期と大きさをもった流れ（分潮流）に分解することである。

以下，1日間の潮流の観測結果の潮流調和分解の例について述べる。

いま，潮流を東西および南北の方向の2成分に分解し，東西成分，南北成分ともに次の式で表わされるとする。

$$U = U_0 + U_1\cos(\sigma t - \zeta_1) + U_2\cos(2\sigma t - \zeta_2) + U_4\cos(4\sigma t - \zeta_4) \cdots (3)$$

ここにU_0は，1昼夜くらいの間では変化しない流れで普通恒流と呼ばれるもので，長周期分潮流はこの中に含まれ，地形の影響などで見掛け上現われてくるものもあり，とくに1昼夜の潮流観測結果を整理する場合に注意する必要がある。第2項，第3項はそれぞれ半日周潮流と日周潮流を表わし，第4項は浅海分潮流のうち¼日周潮流を示している。潮汐と同様，潮流も大部分が月によって起こされる。月は1太陰日（平均太陽時で約24時50分）で地球を1周するから，日周潮流，半日周潮流，¼日周潮流の周期はそれぞれ1太陰日，½太陰日，¼太陰日と考えることができ，1日，半日，¼日周潮流の速度はそれぞれ1太陰日につき15°，30°，60°と考えられる。

流速，流向の観測記録から東西成分と南北成分とに分解して，両成分の流速の時間的変化を方眼紙上にプロットして流速曲線を描く。太陰がその地の子午線上を経過する時刻を暦から求めてその前後を1太陰時≒1時間2分平均太陽時ごとに流速曲線から流速24個読み取り調和分解を行う。その結果を表Ⅱ1－5⑧に示す。

図Ⅱ1－5⑮は，分解によって得られた分潮流の経時変化を除いたホドグラフである。この図は，各分潮の潮流楕円（current ellipse）と呼ばれている。潮流楕円は，潮流調和分解の結果得られるもので，潮流の解析結果の図として最も重要図である。潮流楕円は実際は楕円の他に円や直線に近い場合もある。そして，その回転方向はその測点の流況変化の方向を示しており，地域によって違う。

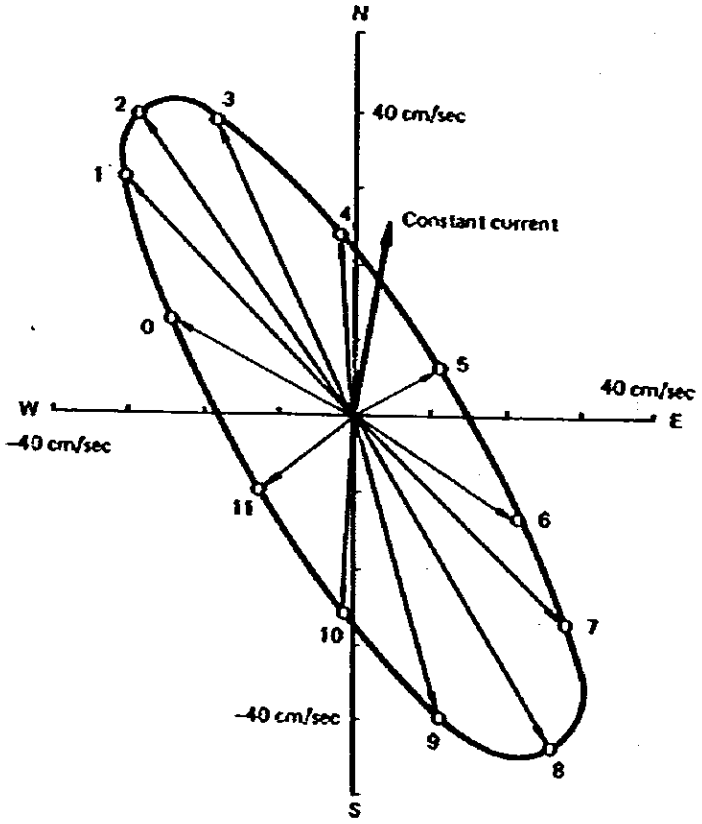
表Ⅱ１－５⑧　調和分析の結果

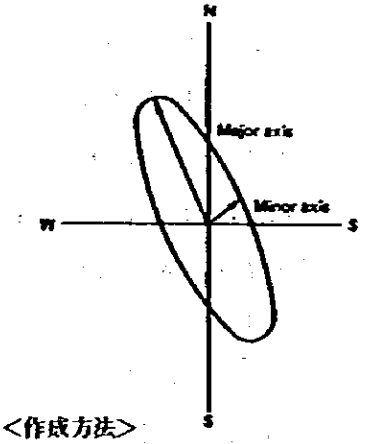
	Constant Current U_0	Diurnal current		1/2 diurnal current		1/4 diurnal current	
		U_1	ζ_1	U_2	ζ_2	U_4	ζ_4
North Component Current	0.18 kt	0.25 kt	223°	0.63 kt	64°	0.01 kt	290°
East Component Current	−0.03 kt	0.25 kt	51°	0.73 kt	232°	0.06 kt	66°

表Ⅱ１－５⑨　潮流楕円要素

	M_1			M_2			M_4			Constant Current	
	Direction	U_1	1	Direction	U_2	2	Direction	U_4	4	Direction	Velocity
Major Axis	315°	0.35 kt	227°	311°	0.96 kt	57°	97°	0.06 kt	67°	351°	0.18 kt
Minor Axis	45°	0.03 kt	137°	41°	0.10 kt	147°	7°	0.01 kt	337°		

M_1 . . . . . diurnal current
M_2 . . . . . semi-diurnal current
M_4 . . . . . quarter diurnal current





<作成方法>

(1)　方向座標に流速値のスケールを入れる。

(2)　0時～11時の流向・流速値をvector(↑)で入れる。

(3)　0時～11時のVetorの先端を線で結ぶ。

<注　意>

＊半日周潮流の場合は周期が半日なので0時～11時(計12時間)のプロット

＊1日周潮流の場合は周期が1日なので0時～23時(計24時間)のプロット

図Ⅱ１－５⑨　各分潮流の潮流楕円とその作成方法

表Ⅱ１－５⑨は，潮流楕円を作成するために計算された結果で，潮流楕円要素表と呼ばれる。

表Ⅱ１－５⑩に潮流調和分解の結果表の１例を示す。

本表は，表Ⅱ１－５⑧と表Ⅱ１－５⑨をまとめたもので，潮流調和分解によって求められた各分潮（記号で示されている）要素が示されている。図Ⅱ１－５⑯で説明した潮流楕円の要素（elements of ellipse）は，楕円の長軸（major axis）と短軸（minor axis）の要素として示されている。つまり，長軸の流向と流速が，その分潮流の最大流速である。それ等の結果で一番大きな流速をもった分潮流が，その測点の卓越分潮流である。その測点の流れは，この卓越分潮流により流れが支配されていると思えば良い。

通常，潮汐が卓越している海域では，M_2，S_2分潮流（約半日周期），K_1，O_1分潮流（約１日周期）の分潮流について調べれば良い。ちなみに，今回の調査結果では，セラヤ地区はK_1分潮流，テコン地区ではM_2分潮流が卓越分潮流であった。

表Ⅱ１－５⑩　潮流調和分解の結果表の例

SC-1	Position Lat. 1°17'01"N Long. 103°44'31"E				From : To Feb. 25 1981 00:00 Mar. 12 1981 00:00						Observation Layer - 11 m	
Constituents	N-Comp.		E-Comp.		Elements of Ellipse Major Axis			Minor Axis			Main Dir.	
	V (cm/s)	k (°)	V (cm/s)	k (°)	Dir. (°)	V (cm/s)	k (°)	Dir. (°)	V (cm/s)	k (°)	V (cm/s)	k (°)
K_1	19.07	54	22.79	229	309	29.69	51	39	1.27	141	29.69	51
O_1	19.21	18	23.00	196	309	29.97	17	39	0.56	107	29.97	17
Q_1	2.19	50	2.13	208	315	3.00	40	45	0.57	130	2.99	38
M_2	8.10	235	10.81	47	126	13.48	50	216	0.83	140	13.43	230
S_2	6.09	243	6.93	70	131	9.21	67	41	0.51	157	9.20	247
N_2	3.88	254	4.87	51	128	6.11	60	218	1.24	150	6.10	240
M_4	1.36	117	1.70	229	307	2.10	37	217	0.58	127	2.10	37
MS_4	1.57	130	2.04	305	307	2.58	127	37	0.10	217	2.58	127
K_2	1.65	243	1.88	70	131	2.50	67	41	0.13	157	2.50	247
P_1	6.31	54	7.51	229	309	9.82	51	39	0.42	141	9.82	51
V_0	10.69 cm/s		-14.43 cm/s		17.96 cm/s				306°		17.93 cm/s 309°	

以上，潮流調和分解の方法についての記述を終える。

次に，今回の調査の潮流調和分解の結果を述べる。

＜潮流調和分解の結果＞

表Ⅱ１－５⑪にセラヤ地区の潮流調和分解の結果を，表Ⅱ１－５⑫にテコン地区の同結果を示す。本表で左側のK_1～P_1の記号は各分潮の記号である。Vは分潮の最大流速で，このVの値から分潮流の大きさをみる。Kは遅角で，月や太陽がその地の子午線を通過し

表Ⅱ 1 － 5⑪　セラヤ地区の潮流調和分解の結果(1)

SC－1	Position		From : To	Observation Layer
	Lat. 1°17'01"N Long. 103°44'31"E		Feb. 25 1981 00:00 Mar. 12 1981 00:00	－ 11 m

Constituents	N-Comp.		E-Comp.		Elements of Ellipse							Main Dir.	
					Major Axis			Minor Axis					
	V (cm/s)	k (°)	V (cm/s)	k (°)	Dir. (°)	V (cm/s)	k (°)	Dir. (°)	V (cm/s)	k (°)		V (cm/s)	k (°)
K_1	19.07	54	22.19	229	309	29.69	51	39	1.27	141		29.69	51
O_1	19.21	18	23.00	196	309	29.97	17	39	0.56	107		29.97	17
Q_1	2.19	50	2.13	208	315	3.00	40	45	0.57	130		2.99	38
M_2	8.10	235	10.81	47	126	13.48	50	216	0.83	140		13.47	230
S_2	6.09	243	6.93	70	131	9.21	67	41	0.51	157		9.20	247
N_2	3.88	254	4.87	51	128	6.11	60	218	1.24	150		6.10	240
M_4	1.36	117	1.70	229	307	2.10	37	217	0.58	127		2.10	37
MS_4	1.57	130	2.04	305	307	2.58	127	37	0.10	217		2.58	127
K_2	1.65	243	1.88	70	131	2.50	67	41	0.13	157		2.50	247
P_1	6.31	54	7.54	229	309	9.82	51	39	0.42	141		9.82	51
V_0	10.69 cm/s		−14.43 cm/s		17.96 cm/s			306°		-		17.93 cm/s 309°	

SC－2	Position		From : To	Observation Layer
	Lat. 1°15'53"N Long. 103°45'09"E		Feb. 25 1981 00:00 Mar. 8 1981 19:00	－ － 15 m

Constituents	N-Comp.		E-Comp.		Elements of Ellipse							Main Dir.	
					Major Axis			Minor Axis					
	V (cm/s)	k (°)	V (cm/s)	k (°)	Dir. (°)	V (cm/s)	k (°)	Dir. (°)	V (cm/s)	k (°)		V (cm/s)	k (°)
K_1	3.18	231	40.26	224	265	40.39	44	175	0.42	134		40.38	44
O_1	3.98	162	38.31	188	264	38.48	8	354	1.77	98		38.46	8
Q_1	0.45	304	2.48	220	268	2.48	40	178	0.45	130		2.48	41
M_2	1.41	162	19.51	51	91	19.52	51	1	1.32	141		19.44	231
S_2	0.97	7	11.37	58	86	11.38	58	176	0.75	148		11.38	238
N_2	1.60	132	8.13	59	86	8.14	60	356	1.52	150		8.15	240
M_4	0.72	191	3.24	218	258	3.31	37	348	0.32	127		3.28	38
MS_4	0.60	202	3.57	269	266	3.58	88	356	0.55	178		3.58	88
K_2	0.26	7	3.09	58	86	3.09	58	176	0.20	148		3.09	238
P_1	1.05	231	13.32	224	265	13.36	44	175	0.13	134		13.36	44
V_0	1.91 cm/s		-19.69 cm/s		19.79 cm/s			275°				19.52 cm/s 266°	

SC－3	Position		From : To	Observation Layer
	Lat. 1°15'05"N Long. 103°43'57"E		Feb. 23 1981 17:00 Mar. 9 1981 12:35	12 m

Constituents	N-Comp.		E-Comp.		Elements of Ellipse							Main Dir.	
					Major Axis			Minor Axis					
	V (cm/s)	k (°)	V (cm/s)	k (°)	Dir. (°)	V (cm/s)	k (°)	Dir. (°)	V (cm/s)	k (°)		V (cm/s)	k (°)
K_1	10.54	233	35.77	228	253	37.28	48	163	0.89	138		37.28	48
O_1	10.31	185	36.15	184	254	37.59	5	164	0.09	95		37.59	5
Q_1	0.79	189	3.10	206	256	3.19	25	346	0.22	115		3.19	25
M_2	4.62	82	15.24	42	76	15.67	44	346	2.89	134		15.66	224
S_2	2.37	61	10.97	51	77	11.21	52	347	0.36	142		11.20	232
N_2	1.93	71	4.10	72	64	4.54	72	154	0.01	162		4.47	252
M_4	0.88	168	2.73	220	257	2.78	37	347	0.68	127		2.78	36
MS_4	0.70	296	4.33	272	261	4.38	93	171	0.27	183		4.35	93
K_2	0.64	61	2.98	51	77	3.05	52	347	0.10	142		3.04	232
P_1	3.49	233	11.84	228	253	12.34	48	163	0.29	138		12.34	48
V_0	-4.85 cm/s		−12.55 cm/s		13.46 cm/s			248°				13.39 cm/s 254°	

表Ⅱ 1 － 5(1)　セラヤ地区の潮流調和分解の結果(2)

SC-4	Position		From : To	Observation Layer
	Lat. 1°15'26"N Loing. 103°40'12"E		Feb. 25 1981 00:00 Mar. 12 1981 00:00	– 8 m

Constituents	N-Comp.		E-Comp.		Elements of Ellipse						Main Dir.	
					Major Axis			Minor Axis				
	V (cm/s)	k (°)	V (cm/s)	k (°)	Dir. (°)	V (cm/s)	k (°)	Dir. (°)	V (cm/s)	k (°)	V (cm/s)	k (°)
K_1	1.75	260	22.98	219	266	23.01	40	176	1.14	130	22.60	39
O_1	2.20	36	26.21	184	274	26.27	5	4	1.15	95	26.23	5
Q_1	0.85	196	0.94	223	228	1.24	31	318	0.29	121	0.83	47
M_2	7.94	153	12.91	355	300	14.95	169	210	2.49	259	13.78	173
S_2	2.92	216	10.09	32	106	10.51	32	196	0.23	122	10.39	212
N_2	1.90	170	3.34	23	117	3.73	16	27	0.93	106	3.53	201
M_4	0.44	124	2.01	203	267	2.02	23	357	0.43	113	1.99	25
MS_4	0.85	171	3.93	267	271	3.93	87	1	0.84	177	3.91	89
K_2	0.79	216	2.74	32	106	2.85	32	196	0.06	122	2.82	212
P_1	0.58	260	7.60	219	266	7.61	40	176	0.37	130	7.48	39
V_0	-0.57 cm/s		-7.94 cm/s		7.96 cm/s			265°			7.80 cm/s 277°	

SC-5	Position		From : To	Observation Layer
	Lat. 1°16'27"N Long. 103°39'33"E		Feb. 25 1981 00:00 Mar. 9 1981 10:45	– 8 m

Constituents	N-Comp.		E-Comp.		Elements of Ellipse						Main Dir.	
					Major Axis			Minor Axis				
	V (cm/s)	k (°)	V (cm/s)	k (°)	Dir. (°)	V (cm/s)	k (°)	Dir. (°)	V (cm/s)	k (°)	V (cm/s)	k (°)
K_1	7.74	233	22.71	215	251	23.88	37	161	2.32	127	23.42	36
O_1	5.18	206	23.95	190	258	24.47	11	168	1.40	101	24.38	11
Q_1	0.62	260	1.67	333	262	1.68	151	352	0.58	241	1.68	151
M_2	5.14	166	8.71	343	300	10.12	164	30	0.29	254	8.05	162
S_2	1.70	221	6.47	27	104	6.67	28	194	0.40	118	6.23	206
N_2	1.26	100	1.28	39	46	1.54	69	316	0.91	159	1.35	225
M_4	1.08	216	2.01	249	244	2.22	62	334	0.52	152	2.11	67
MS_4	0.79	183	1.83	288	277	1.84	112	7	0.76	202	1.80	106
K_2	0.46	221	1.76	27	104	1.81	28	194	0.10	118	1.69	206
P_1	2.56	233	7.51	215	251	7.90	37	161	0.77	127	7.75	36
V_0	-4.10 cm/s		-9.26 cm/s		10.13 cm/s			246°			9.68 cm/s 263°	

SC-6	Position		From : To	Observation Layer
	Lat. 1°17'18"N Long. 103°40'51"E		Feb. 25 1981 00:00 Mar. 12 1981 00:00	– – 10 m

Constituents	N-Comp.		E-Comp.		Elements of Ellipse						Main Dir.	
					Major Axis			Minor Axis				
	V (cm/s)	k (°)	V (cm/s)	k (°)	Dir. (°)	V (cm/s)	k (°)	Dir. (°)	V (cm/s)	k (°)	V (cm/s)	k (°)
K_1	33.15	221	33.34	222	225	47.02	42	315	0.37	132	47.02	42
O_1	33.71	190	35.61	191	226	49.03	11	316	0.63	101	49.03	11
Q_1	2.00	204	1.62	227	218	2.52	33	308	0.51	123	2.51	35
M_2	10.66	37	10.37	31	44	14.85	34	314	0.72	124	14.85	214
S_2	8.00	44	8.14	46	45	11.41	45	135	0.24	135	11.41	225
N_2	4.45	59	4.95	51	48	6.64	55	318	0.41	145	6.64	235
M_4	2.18	222	2.78	230	231	3.52	47	321	0.24	137	3.50	47
MS_4	3.55	271	4.06	273	228	5.40	92	318	0.09	182	5.39	92
K_2	2.17	44	2.21	46	45	3.10	45	135	0.06	135	3.10	225
P_1	10.97	221	11.03	222	225	15.56	42	315	0.12	132	15.56	42
V_0	-14.52 cm/s		-18.21 cm/s		23.30 cm/s			231°			23.19 cm/s 225°	

表Ⅱ 1 − 5⑫ テコン地区の潮流調和分解の結果(1)

TC-1	Position		From : To		Observation Layer
	Lat. 1°25'00"N Long. 104°00'08"E		Feb. 28 1981 00:00 Mar. 15 1981 00:00		− 16 m

Constituents	N-Comp.		E-Comp.		Elements of Ellipse							
					Major Axis			Minor Axis			Main Dir	
	V (cm/s)	k (°)	V (cm/s)	k (°)	Dir. (°)	V (cm/s)	k (°)	Dir. (°)	V (cm/s)	k (°)	V (cm/s)	k (°)
K_1	4.80	354	2.40	204	155	5.26	179	65	1.10	269	5.25	179
O_1	3.34	337	1.38	133	158	3.57	154	248	0.54	244	3.57	154
Q_1	2.21	331	1.49	174	146	2.62	158	56	0.49	248	2.57	156
M_2	28.07	226	13.63	37	154	31.14	45	244	1.95	135	31.09	45
S_2	11.32	278	3.41	89	163	11.81	97	253	0.49	187	11.75	97
N_2	6.36	205	2.18	8	161	6.70	23	251	0.59	113	6.68	23
M_4	7.74	205	3.12	54	159	8.23	28	69	1.43	118	8.22	29
MS_4	7.34	269	2.64	94	160	7.80	90	70	0.18	180	7.79	90
K_2	3.07	278	0.92	89	163	3.21	97	253	0.13	187	3.19	97
P_1	1.59	354	0.79	204	155	1.74	179	65	0.36	269	1.74	179
V_0	4.78 cm/s		−1.27 cm/s		4.95 cm/s			345°			−4.91 cm/s 157°	

TC-2	Position		From : To		Observation Layer
	Lat. 1°26'03"N Long. 104°04'03"N		Feb. 28 1981 00:00 Mar. 15 1981 00:00		− − 7 m

Constituents	N-Comp.		E-Comp.		Elements of Ellipse							
					Major Axis			Minor Axis			Main Dir	
	V (cm/s)	k (°)	V (cm/s)	k (°)	Dir (°)	V (cm/s)	k (°)	Dir. (°)	V (cm/s)	k (°)	V (cm/s)	k (°)
K_1	3.06	1	9.76	178	107	10.23	179	197	0.16	269	10.21	179
O_1	3.04	319	8.97	137	108	9.47	137	198	0.11	227	9.46	137
Q_1	0.07	72	1.45	70	87	1.45	71	357	0.001	161	1.33	70
M_2	15.37	211	40.48	30	111	43.44	30	201	0.45	120	43.44	30
S_2	6.78	256	16.27	80	112	17.62	80	22	0.42	170	17.61	80
N_2	3.66	216	9.02	24	111	9.71	26	201	0.69	116	9.71	26
M_4	4.36	223	9.86	40	113	10.78	41	203	0.21	131	10.77	41
MS_4	3.85	283	8.63	103	114	9.45	103	24	0.003	193	9.44	103
K_2	1.84	256	4.42	80	112	4.79	80	22	0.11	170	4.79	80
P_1	1.01	1	3.23	178	107	3.38	179	197	0.05	269	3.38	179
V_0	-3.64 cm/s		1.01 cm/s		3.78 cm/s			164°			2.26 cm/s 111°	

TC-3	Position		From : To		Observation Layer
	Lat. 1°24'39"N Long. 104°05'20"E		Feb. 28 1981 00:00 Mar. 15 1981 00:00		− 7 m

Constituents	N-Comp.		E-Comp.		Elements of Ellipse							
					Major Axis			Minor Axis			Main Dir.	
	V (cm/s)	k (°)	V (cm/s)	k (°)	Dir. (°)	V (cm/s)	k (°)	Dir. (°)	V (cm/s)	k (°)	V (cm/s)	k (°)
K_1	9.65	349	0.82	211	176	9.67	169	86	0.55	259	9.67	169
O_1	9.33	319	0.39	140	178	9.33	130	88	0.05	220	9.33	130
Q_1	0.16	265	1.10	170	90	1.10	169	0.9	0.16	259	0.18	106
M_2	43.55	210	2.39	81	178	43.58	31	88	1.85	121	43.56	31
S_2	18.01	260	1.31	124	177	18.04	80	87	0.90	170	18.04	80
N_2	10.64	201	1.14	328	176	10.66	21	266	0.93	117	10.66	21
M_4	10.08	221	0.70	14	176	10.10	41	266	0.31	131	10.10	41
MS_4	9.64	282	0.79	154	177	9.66	102	87	0.62	192	9.66	102
K_2	4.90	260	0.35	124	177	4.90	80	87	0.24	170	4.90	80
P_1	3.19	349	0.27	211	176	3.20	169	86	0.18	259	3.20	169
V_0	5.44 cm/s		-1.97 cm/s		5.79 cm/s			340°			−5.55 cm/s 176°	

表Ⅱ１－５⑫　テコン地区の潮流調和分解の結果(2)

TC-4	Position Lat. 1°21'06"N Long. 104°03'07"E					From : To Feb. 28 1981 00:00 Mar. 15 1981 00:00					Observation Layer - 8 m	
Constituents	N-Comp.		E-Comp.			Elements of Ellipse Major Axis			Minor Axis		Main Dir.	
	V (cm/s)	k (°)	V (cm/s)	k (°)	Dir. (°)	V (cm/s)	k (°)	Dir. (°)	V (cm/s)	k (°)	V (cm/s)	k (°)
K_1	4.43	5	15.60	201	285	16.18	20	195	1.18	110	15.13	19
O_1	3.77	339	11.32	170	108	11.92	169	18	0.66	259	11.34	348
Q_1	2.19	302	2.42	128	132	3.26	126	42	0.16	216	3.24	306
M_2	29.24	217	30.90	46	133	42.40	41	43	3.40	131	42.06	222
S_2	11.88	268	13.97	92	130	18.32	90	40	0.75	180	18.27	271
N_2	6.59	207	8.41	45	127	10.56	38	37	1.61	128	10.56	218
M_4	6.20	225	5.48	67	138	8.14	55	48	1.52	145	7.95	237
MS_4	4.80	280	3.46	131	145	5.72	110	55	1.53	200	5.41	296
K_2	3.23	268	3.80	92	130	4.98	90	40	0.20	180	4.97	271
P_1	1.46	5	5.16	201	285	5.35	20	195	0.39	110	5.01	19
V_0	5.72 cm/s		4.00 cm/s			6.98 cm/s			325°		6.60 cm/s 306°	

てから，その分潮流の流速が最大となる時間を角度で表わしたものである。

Elements of ellipseは潮流楕円の要素である。潮流楕円は各分潮流の流況の経時変化をVectorで示し，その先端を結んで曲線としたものである。この楕円から各分潮流の流れの大きさ，経時変化，方向をみることができる。

次に，表Ⅱ１－５⑪，⑫の結果から最も大きい分潮流と，次に大きな分潮流を抜き出して表Ⅱ１－５⑬に示す。本表から各測点の最も大きな（卓越する）分潮流を把握することができる。

表Ⅱ１－５⑬から，セラヤ地区はSC４のN－Compを除いてO_1分潮流及びK_1分潮流が卓越していることがわかる。

これ等の分潮流は，いずれも１日周潮流と呼ばれる分潮流で，その周期は約１日である。

従って，セラヤ地区の流況は約１日周期で流況が変化していて，その流れの成分は潮流のO_1やK_1分潮流で代表される。

テコン地区はM_2分潮流が卓越している。M_2分潮は約半日の周期を持った流れで，半日周流と呼ばれる分潮流である。

以上よりテコン地区は約半日周期で流況が変化していて，その流れの成分はM_2分潮流で代表される。

表Ⅱ1－5⑬　各測点の卓越分潮流の一覧

地区名	測点名	第一卓越分潮流（Vcm/sec）		第二卓越分潮流（Vcm/sec）	
		N－Comp	E－Comp	N－Comp	E－Comp
セラヤ地区	SC1	O_1（19.21）	O_1（23.00）	K_1（19.07）	K_1（22.79）
	SC2	O_1（ 3.98）	K_1（40.26）	K_1（ 3.18）	O_1（38.31）
	SC3	K_1（10.54）	O_1（36.15）	O_1（10.31）	K_1（35.77）
	SC4	M_2（ 7.94）	O_1（26.21）	S_2（ 2.92）	K_1（22.98）
	SC5	K_1（ 7.74）	O_1（23.95）	O_1（ 5.18）	K_1（22.71）
	SC6	O_1（33.71）	O_1（35.61）	K_1（33.15）	K_1（33.34）
テコン地区	TC1	M_2（28.07）	M_2（13.63）	S_2（11.32）	S_2（ 3.41）
	TC2	M_2（15.77）	M_2（40.48）	M_4（ 4.36）	S_2（16.27）
	TC3	M_2（43.55）	M_2（ 2.39）	S（18.01）	S_2（ 1.31）
	TC4	M_2（29.24）	M_2（30.90）	S（11.88）	K_1（15.60）

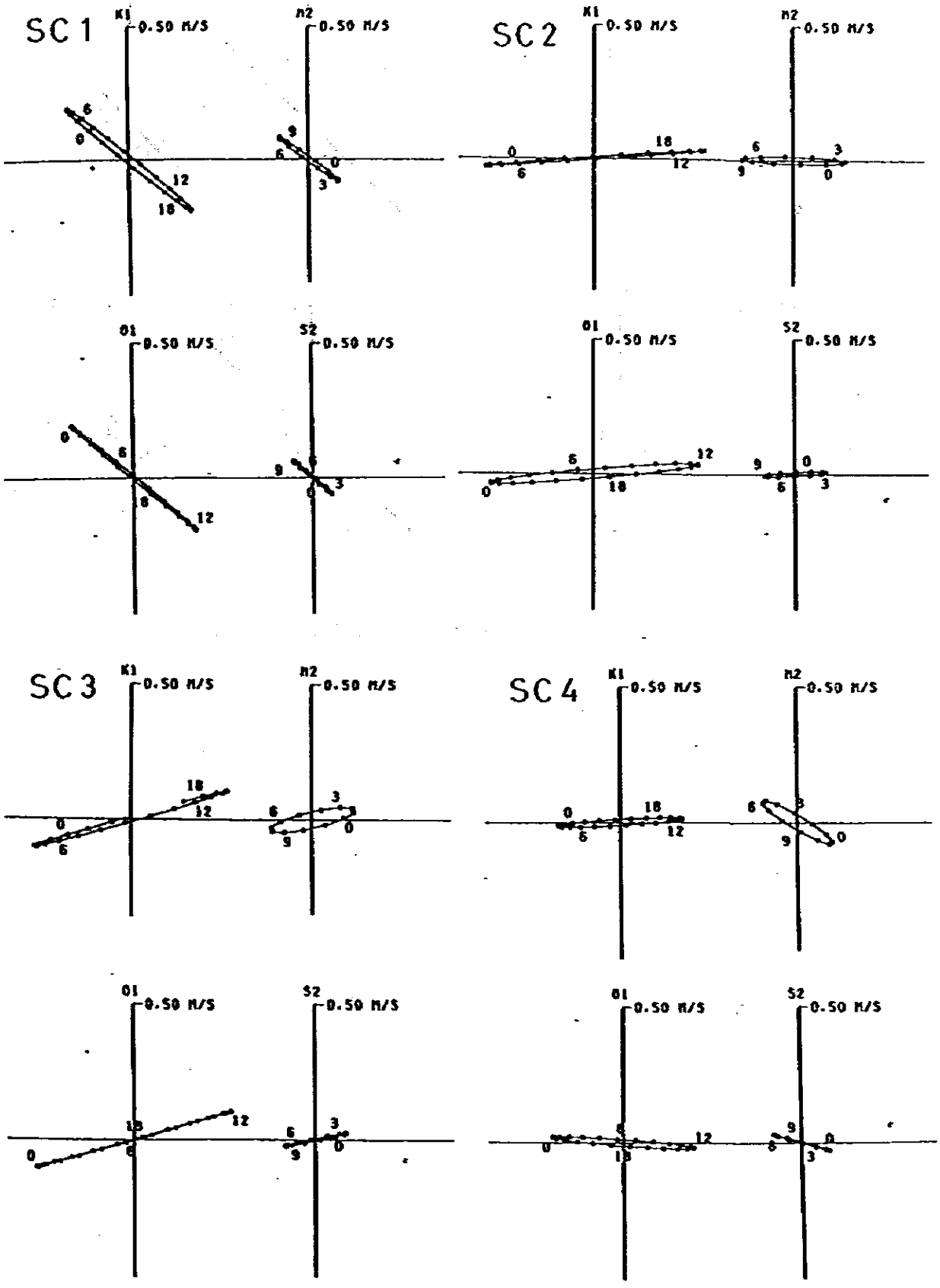
次に潮流楕円の結果について述べる。

通常，K_1，O_1，M_2，S_2 の分潮流を主要4分潮流と云っている。潮流の中でこの4分潮流が最も出現頻度が高く，流速値も大きいからである。

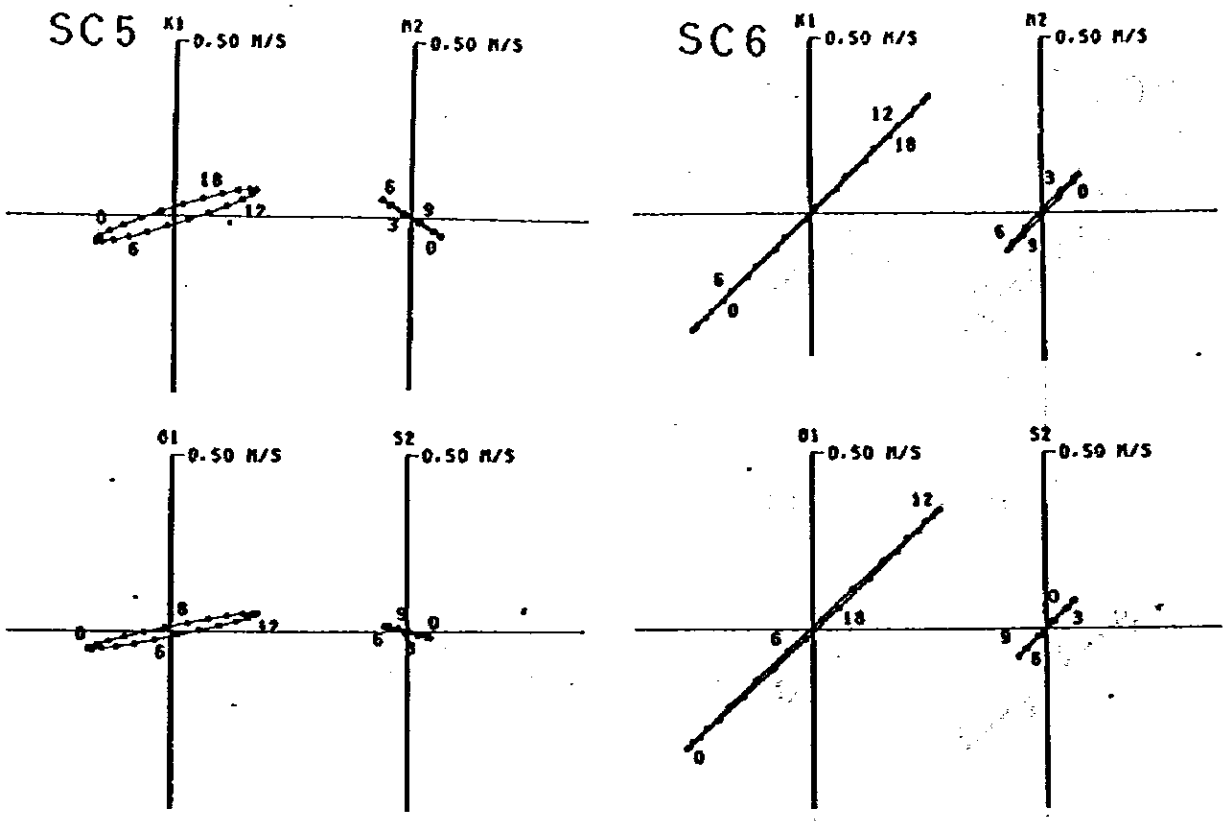
今回の結果もセラヤ地区では K_1 と O_1 分潮流が，テコン地区では M_2 分潮流が卓越していることがわかった。図Ⅱ1－5⑯，⑰にセラヤ地区とテコン地区の主要4分潮流の潮流楕円を示す。なお，楕円上の数字は時刻である。

本図からもこれ等の状況を確認することができる。

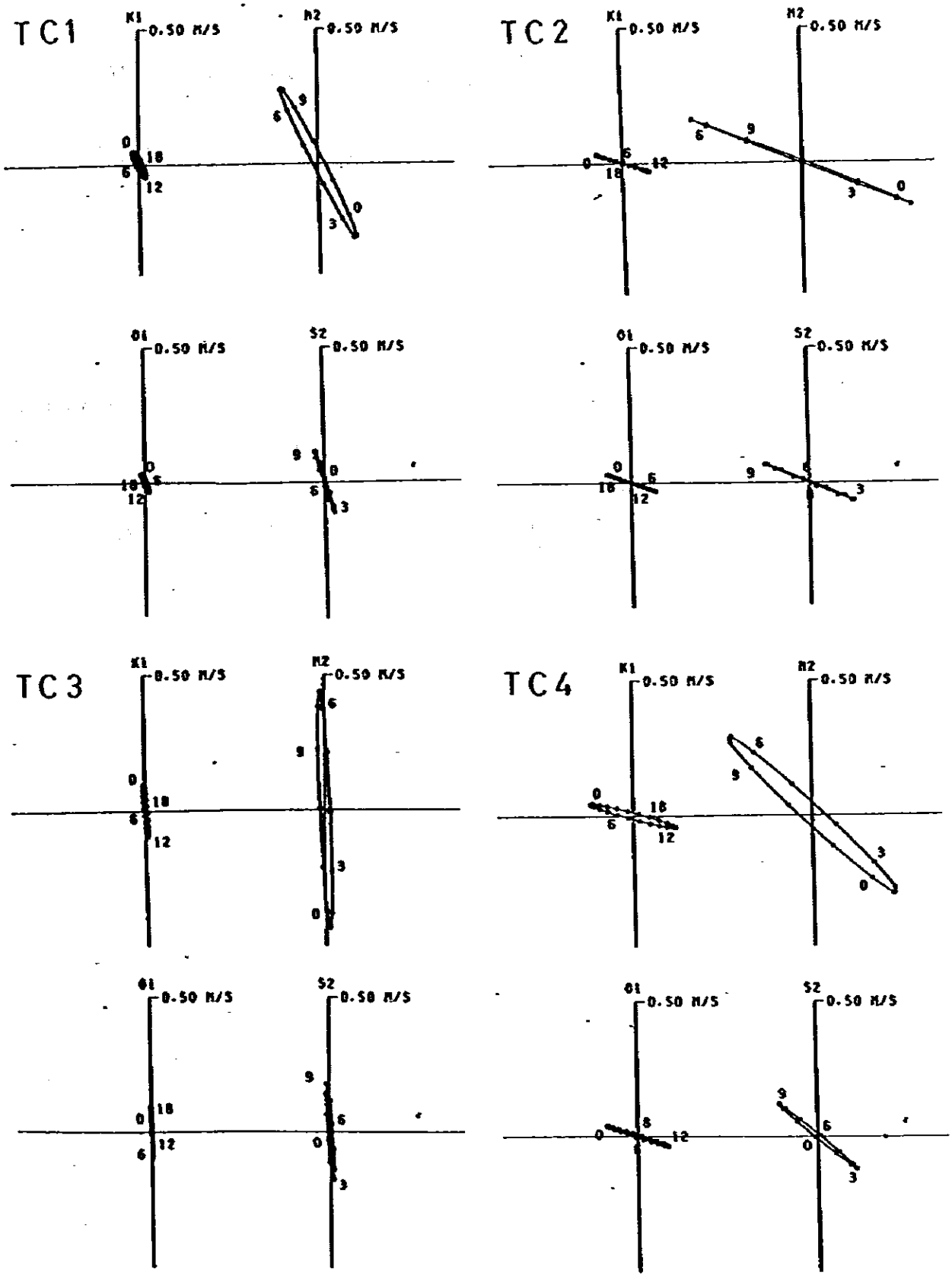
例えば，図Ⅱ1－5⑯のセラヤ地区では K_1 分潮流と O_1 分潮流の潮流楕円が他の分潮流よりも大きな楕円となっている。一方，図Ⅱ1－5⑰のテコン地区では M_2 分潮流が一番大きい。



図II 1－5⑯　セラヤ地区の潮流楕円(1)



図II 1 − 5⑯　セラヤ地区の潮流楕円(2)



図II 1－5⑰ テコン地区の潮流楕円

2) 変動の統計計算

本計算は調査データを統計的に処理して，統計数値を求め，流速変動を数値的に把握するものである。

計算項目は，(1)平均流速，標準偏差，(2)パワースペクトル，(3)自己関数係数である。表Ⅱ1－5⑭に計算に用いた各測点のデータの期間を示す。

(1) 平均流速・標準偏差

平均流速の計算は，全調査期間平均の流れをみるために行う。この全調査期間平均の流れは潮流調和分解では恒流と定義される。この項では平均流と云う。

標準偏差はデータの変動の強さをみるために計算する。

表Ⅱ1－5⑮にそれ等の結果を示す。本表の右の欄のDominant period (hour)は後述のパワースペクトルから求まる各測点の流速変動の卓越周期である。本表のN，E－Compの平均流速値から各測点の平均流のベクトルを測点上に図示したものを図Ⅱ1－5⑱（セラヤ地区），図Ⅱ1－5⑲（テコン地区）に示す。なお平均流のベクトルの図示の例については図Ⅱ1－5⑱の右上に示した。

図Ⅱ1－5⑱から，セラヤ地区の調査期間の平均流は西流パターンとなっていることがわかる。

図Ⅱ1－5⑲から，テコン地区はTC2を除いて北流のパターンとなっていることがわかる。

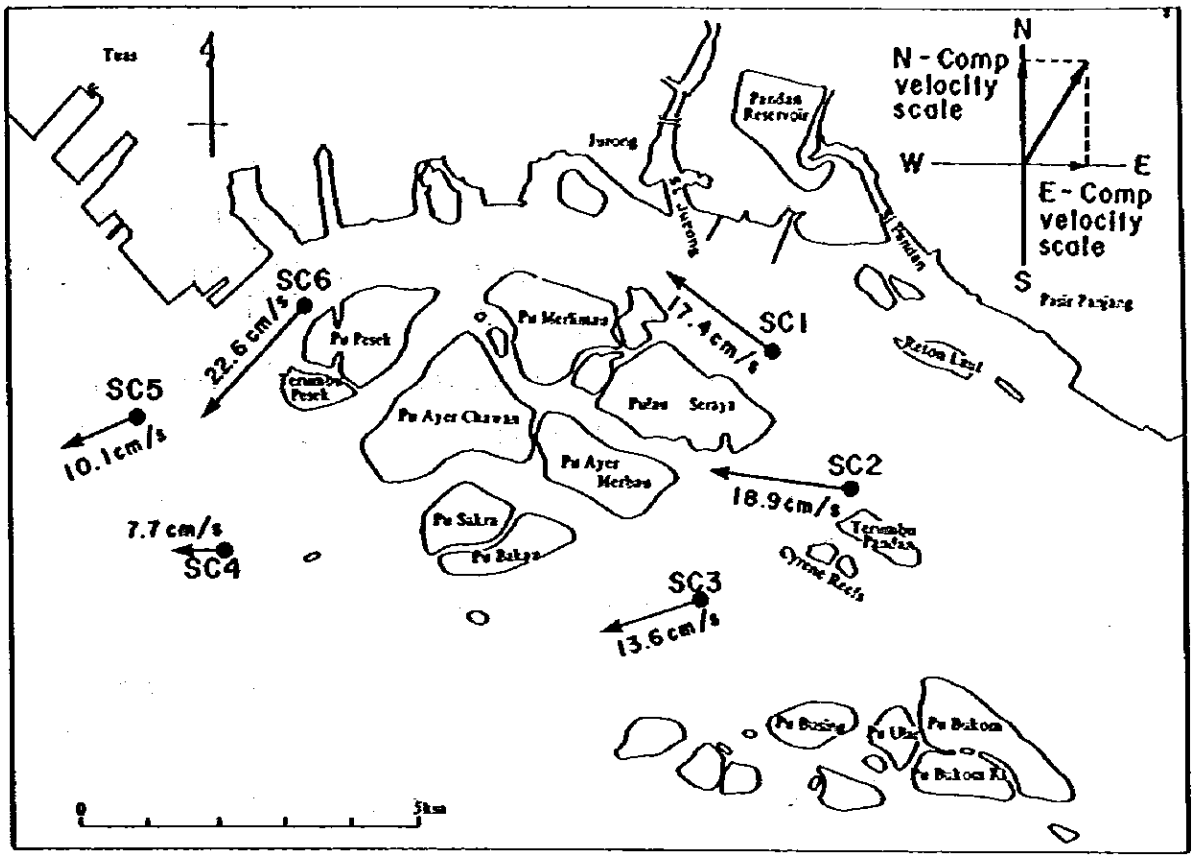
標準偏差の値はどの測点とも大きい。

表Ⅱ1－5⑭　計算に用いた各測点のデータの期間

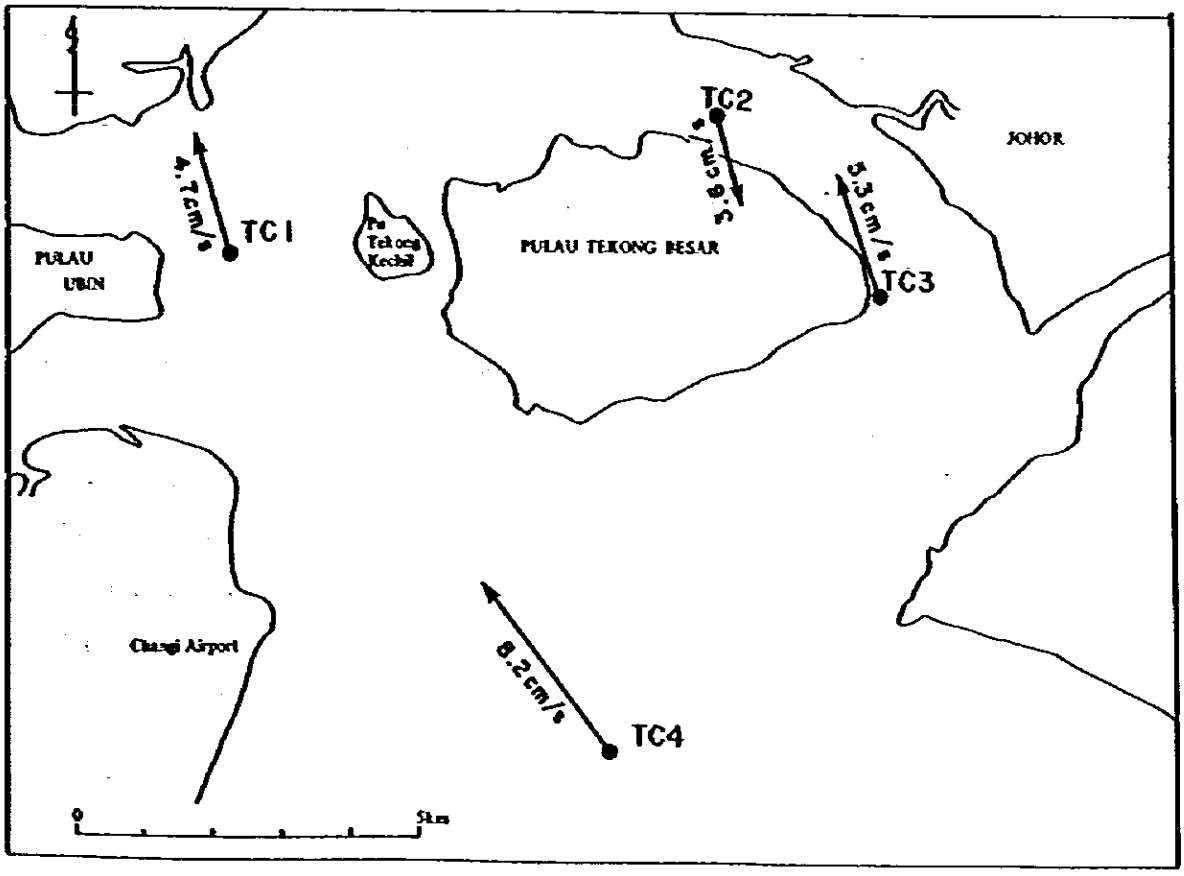
測　点	潮流調和分解の使用データ期間					変動の統計計算の使用データ期間				
	1981					1981				
SC1	00^h-00^m	Feb.25	～00^h-00^m	Mar.12	(15day)	13^h-00^m	Fed.23	～10^h-05^m	Mar.13	(18day)
SC2	〃	〃	～18^h-55^m	Mar. 8	(11day)	15^h-00^m	Fed.23	～18^h-55^m	Mar. 8	(13day)
SC3	00^h-00^m	Feb.23	～00^h-00^m	Mar. 9	(14day)	17^h-00^m	Fed.23	～12^h-35^m	Mar. 9	(14day)
SC4	00^h-00^m	Feb.25	～00^h-00^m	Mar.12	(15day)	13^h-00^m	Fed.24	～17^h-50^m	Mar.12	(16day)
SC5	〃	〃	～10^h-45^m	Mar. 9	(15day)	14^h-00^m	Fed.24	～10^h-45^m	Mar. 9	(15day)
SC6	〃	〃	～00^h-00^m	Mar.12	(15day)	14^h-00^m	Fed.24	～13^h-55^m	Mar.13	(18day)
TC1	00^h-00^m	Feb.28	～00^h-00^m	Mar.15	(15day)	13^h-00^m	Fed.26	～09^h-25^m	Mar.17	(19day)
TC2	〃	〃	～ 〃	〃	(〃)	14^h-00^m	Fed.26	～11^h-05^m	Mar.17	(19day)
TC3	〃	〃	～ 〃	〃	(〃)	16^h-00^m	Fed.26	～11^h-30^m	Mar.17	(19day)
TC4	〃	〃	～ 〃	〃	(〃)	13^h-00^m	Fed.27	～12^h-30^m	Mar.17	(18day)

表Ⅱ1－5⑮ 平均流速と標準偏差

Station	平均流速 (cm/s)		標準偏差 (cm/s)		Deminent Period (hour)	
	N－Comp	E－Comp	N－Comp	E－Comp	N－Comp	E－Comp
SC1	10.4	－13.9	17.5	21.1	25.82 12.13	25.45 12.30
SC2	1.8	－18.8	4.3	38.2	23.37	24.74 11.95
SC3	－4.9	－12.7	10.4	34.7	23.37	24.74 11.62
SC4	－0.7	－7.7	8.2	24.5	12.48	24.74 11.95
SC5	－4.2	－9.2	8.3	22.9	24.39	24.74
SC6	－14.1	－17.7	29.1	30.2	25.45 12.13	25.45 12.30
TC1	4.5	－1.2	24.4	11.3	12.30	12.48
TC2	－3.4	1.1	13.9	34.9	12.30	12.30
TC3	5.0	－1.8	38.0	2.9	12.30	12.66
TC4	6.5	－5.0	25.1	29.4	12.48	27.73 12.30



図Ⅱ１－５⑱　セラヤ地区の平均流（１９８１年２月下旬～３月中旬）



図Ⅱ１－５⑲　テコン地区の平均流（１９８１年２月下旬～３月中旬）

(2) パワースペクトル

パワースペクトルは，調査期間中の時系列データに平均的に存在する周波数毎の変動の強さを見るもので，調査海域の変動の周期性をみるために行う。つまり，ある周波数の単位時間当りの平均エネルギー量を求める。

計算方法には，Blackman-Tukey 法（BT），Fast Fourier Transform法（FFT），Maximum Entropy Method 法（MEM）の3つがあって，今回は，BT法とMEM法により計算を行った。

参考にBT法の計算式を示す。

今パワースペクトルをPxx(τ)，Pyy(τ)とすると，

$$Pxx(\tau) = \left\{ Rxx(0) + 2\sum_{j=1}^{m-1} Rxx(i)\cos\left(\frac{\pi\tau j}{m}\right) + Rxx(m)\cos\tau\pi \right\}\triangle t$$

$$Pyy(\tau) = \left\{ Ryy(0) + 2\sum_{j=1}^{m-1} Ryy(i)\cos\left(\frac{\pi\tau j}{m}\right) + Ryy(m)\cos\tau\pi \right\}\triangle t$$

これからパワースペクトルの推定値を求めるには，ある係数をかけて平滑化する。この係数として，Hamming，Hanning，赤池等のものがあるが，今回はHamming を用いた。すなわち，

$$\hat{P}xx(0) = 0.54\,Pxx(0) + 0.46\,Pxx(1)$$

$$\hat{P}xx(\tau) = 0.23\,Pxx(\tau-1) + 0.54\,Pxx(\tau) + 0.23\,Pxx(\tau+1)$$

$$Pxx(m) = 0.46\,Pxx(m-1) + 0.54\,Pxx(m)$$

である。

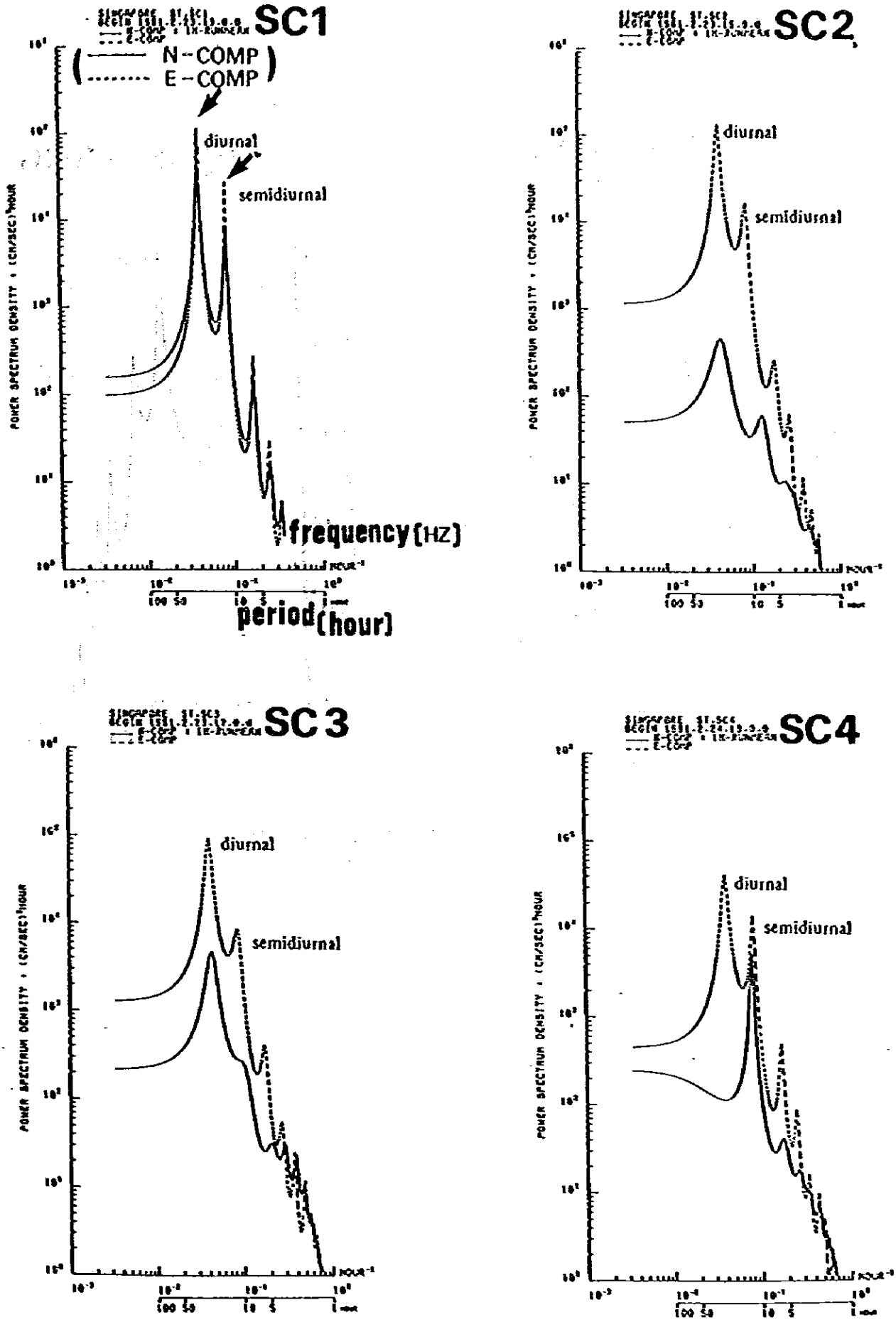
なお，Pyy(τ)についても同様に平滑化した。

パワースペクトルの計算結果を図示したものが，power spectrum である。これを図Ⅱ1－5㉓，㉔に示す。

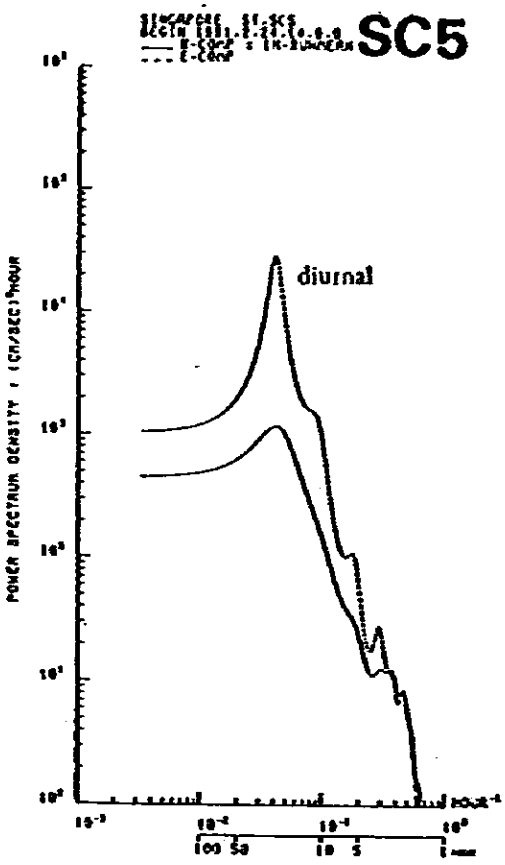
図の中のピークがエネルギー密度（power spectrum density）の最も高い所を示していて，そのピークの周期がその測点の卓越周期である。この卓越周期は計算結果のリストからも読み取ることができる。それ等の結果は前表（表Ⅱ1－5⑲）に示した。

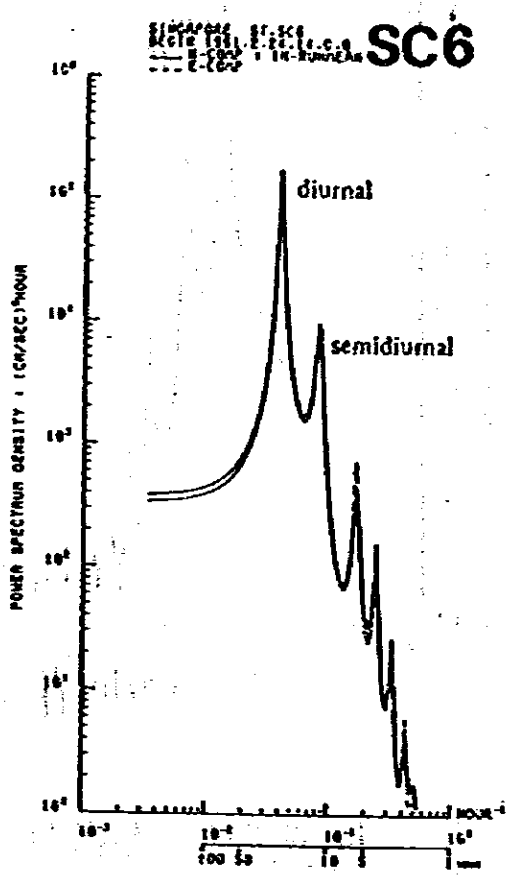
図Ⅱ1－5㉓はセラヤ地区の結果であるが，各測点とも最も高いピークは約1日の所にあり，次いで約半日の所にある。従ってセラヤ地区ではこれ等の周期が卓越していることがわかる。

一方，図Ⅱ1－5㉔は，テコン地区の結果であるが，各測点ともピークが約半日の所にある。従ってテコン地区は半日周期が卓越していることがわかる。

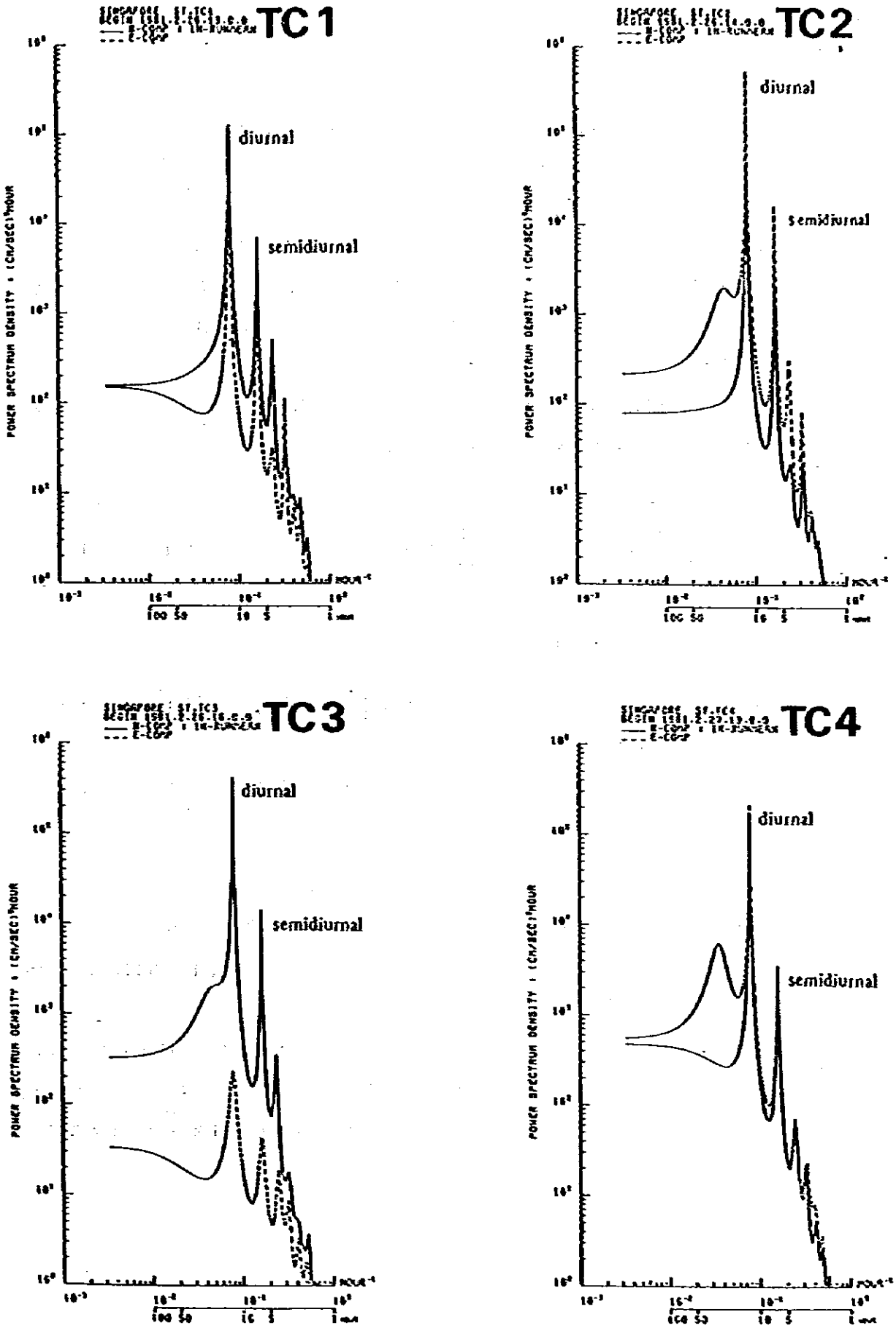


図II 1－5㊙　セラヤ地区のPower spectrum (1)





図II 1 − 5㊁　セラヤ地区の Power spectrum (2)



図II 1 − 5㉑ テコン地区のPower spectrum

また，1日周期より長い周期をもつ変動の寄与はスペクトル解析の結果からも小さいことがわかる。

(3) 自己相関関数

自己相関関数は，ある時系列データの周期性をみるために用いる手法で，そのデータ変動が周期性の強いものならば周期の整数倍だけ時間軸をずらすと元の波形とかなり似ていると考えられる。したがって，ある時間だけずらした波形が元の波形とどれだけ似ているかを調べ，変動中の周期成分を判別する。

今，X(i)，Y(i)という時系列が△tの時間間隔でN個サンプリングされたとする。ここでi番目の読み取りをX(i)，Y(i)と書く。

まず，平均値$\bar{X}$，$\bar{Y}$は，

$$\bar{X} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} X(i) \qquad \bar{Y} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} Y(i) \qquad (1-4-1)$$

で表わせる。

自己相関関数Rxx(τ)，Ryy(τ)は，

$$Rxx(\tau) = \frac{1}{N-\tau}\sum_{i=1}^{N-\tau}\{X(i+\tau)-\bar{X}\}\{X(i)-\bar{X}\} \qquad (1-4-2)$$

$$Ryy(\tau) = \frac{1}{N-\tau}\sum_{i=1}^{N-\tau}\{Y(i+\tau)-\bar{Y}\}\{Y(i)-\bar{Y}\} \qquad (1-4-3)$$

$$\tau = 0,\ 1,\ \cdots\cdots\cdots,\ m$$

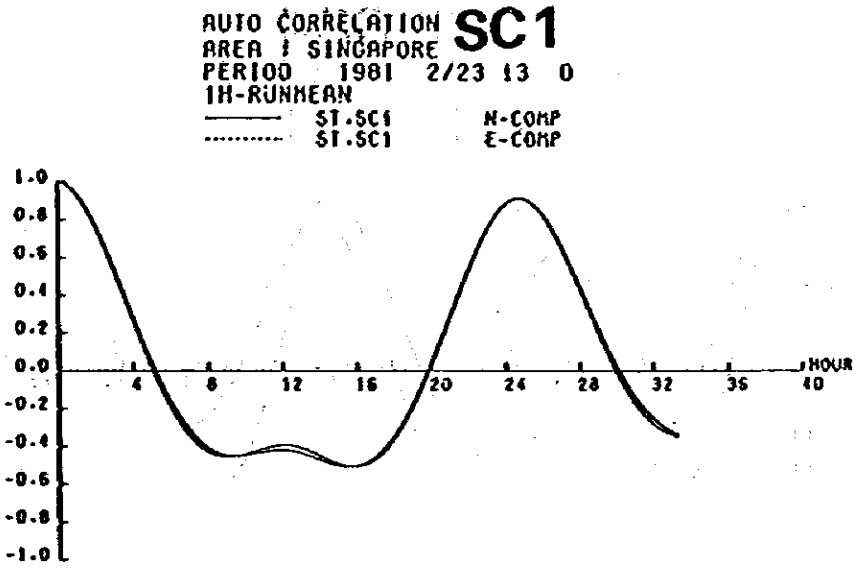
ここでτはずらし個数で最大ずらし数をmとしている。

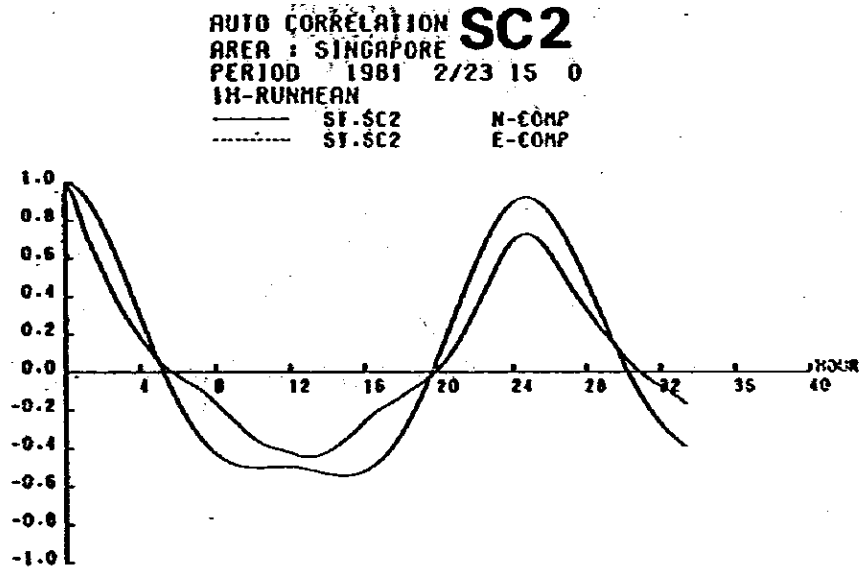
さらに，各々Rxx(0)，Ryy(0)で割り正規化したものが自己相関係数である。

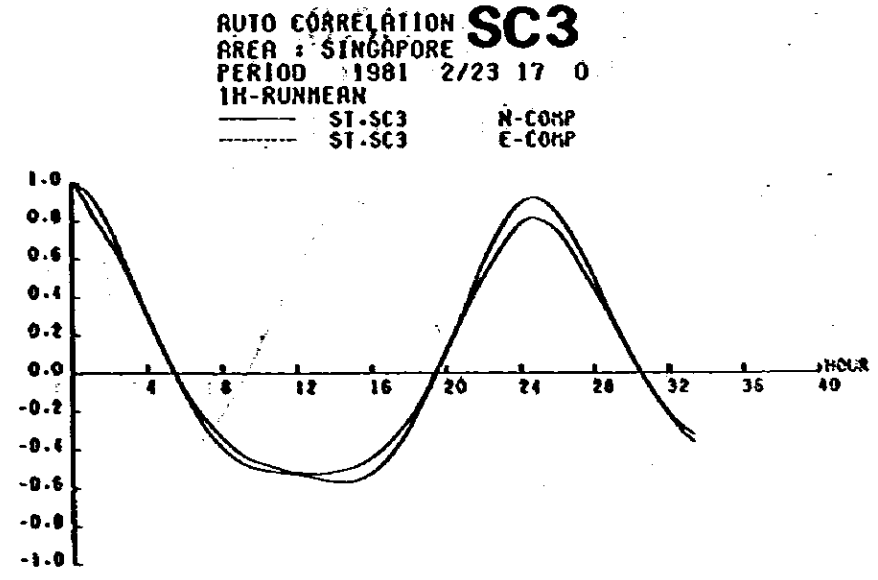
自己相関係数を時間の関数としてグラフに示したものを，図II 1－5②，③に示す。縦軸は相関係数で1及び－1に近いほど相関が高い。

図II 1－5②は，セラヤ地区の結果で，図中の曲線はSC 4のN-Compを除いて約24時間の所で一周期となっている。従って約1日の周期が明確にあることがわかる。

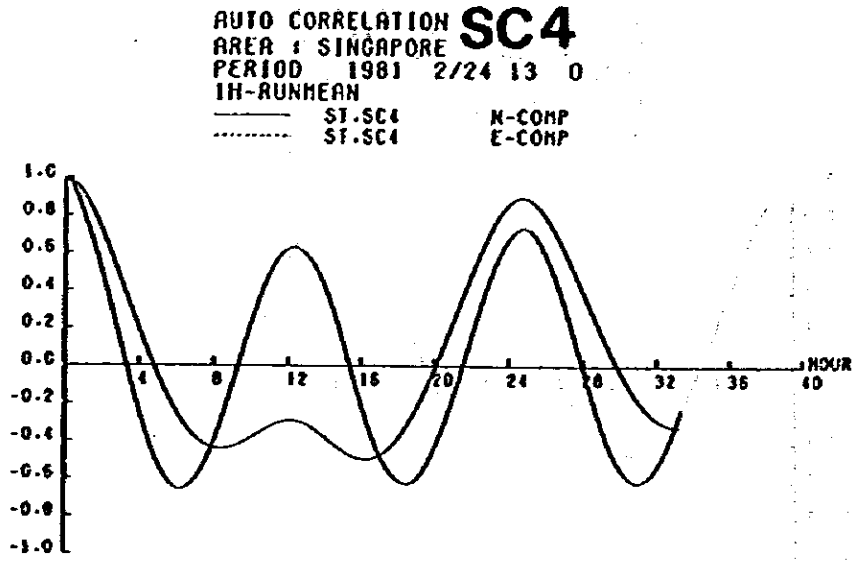
図II 1－5③は，テコン地区の結果で，曲線は各測点とも約12時間で1周期となっている。従って約半日の周期が明確にあることがわかる。

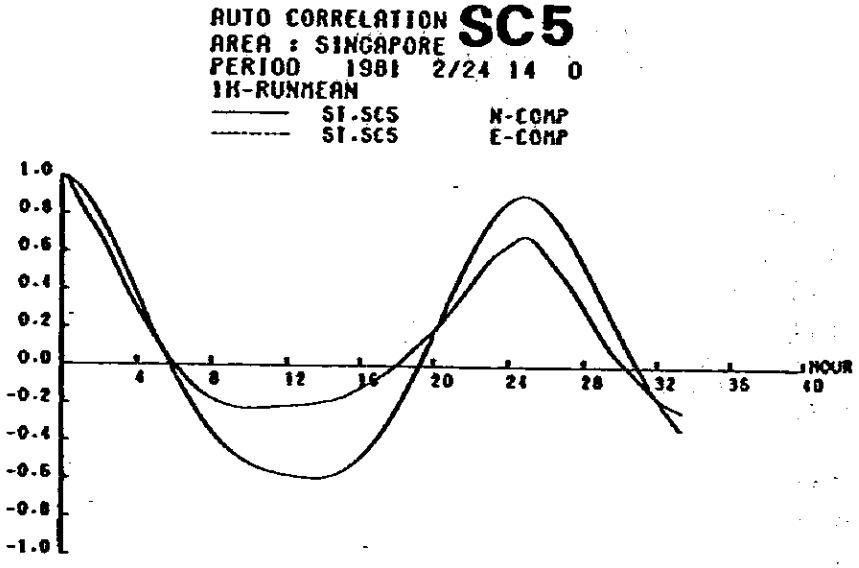


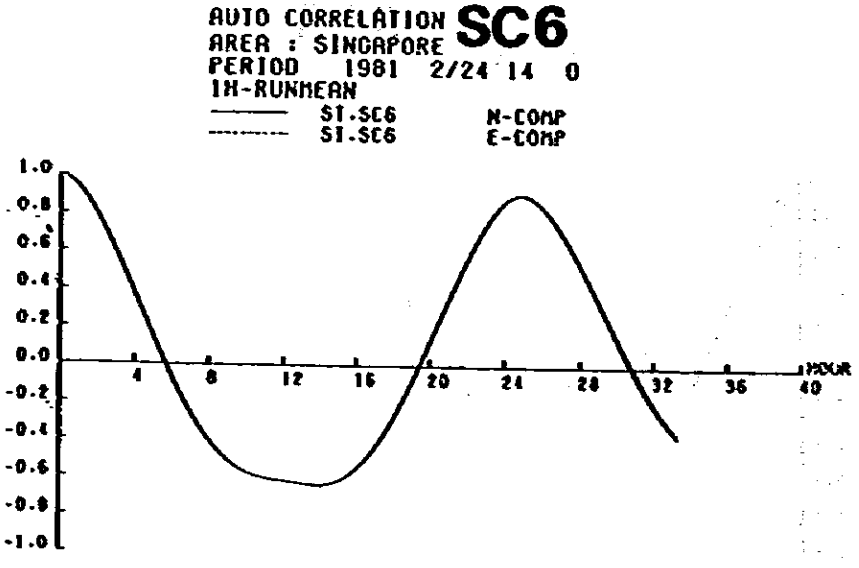




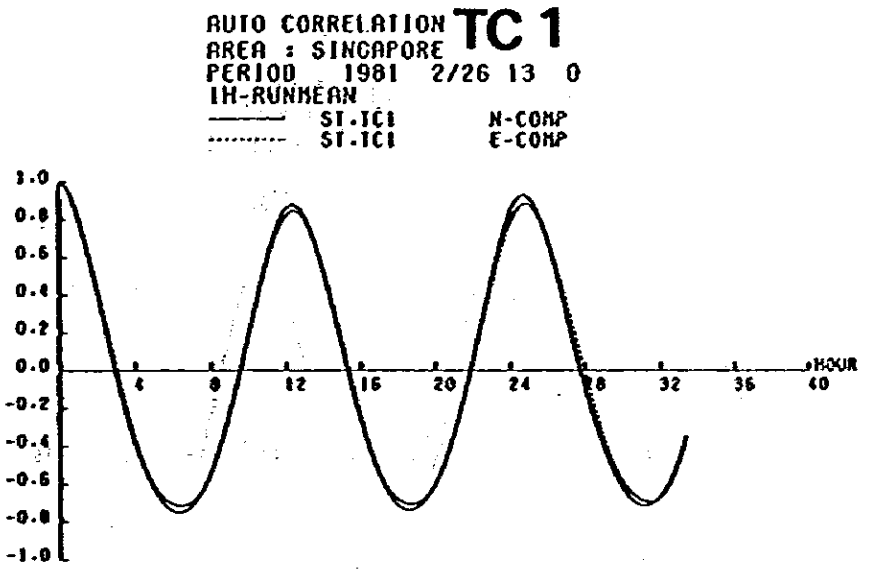
図II 1－5㉒ セラヤ地区のAuto correlogram(I)

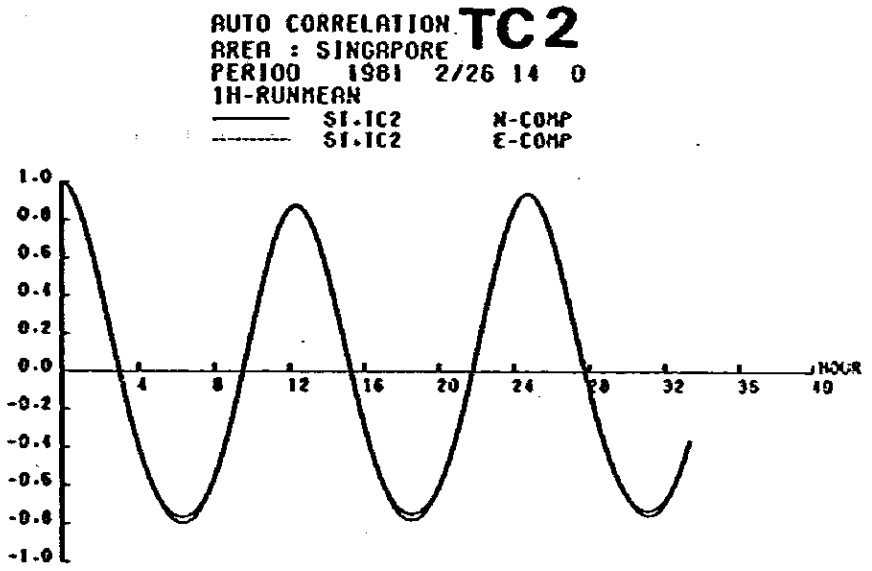


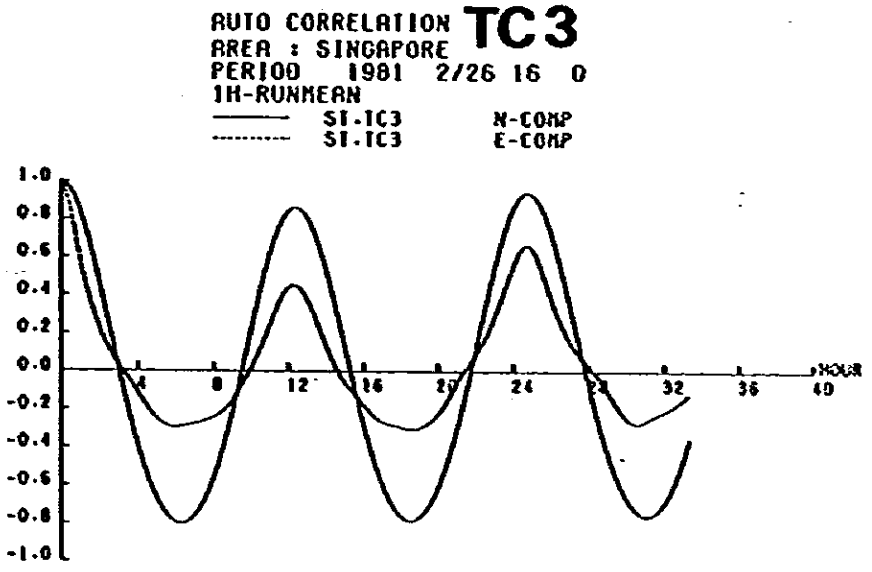




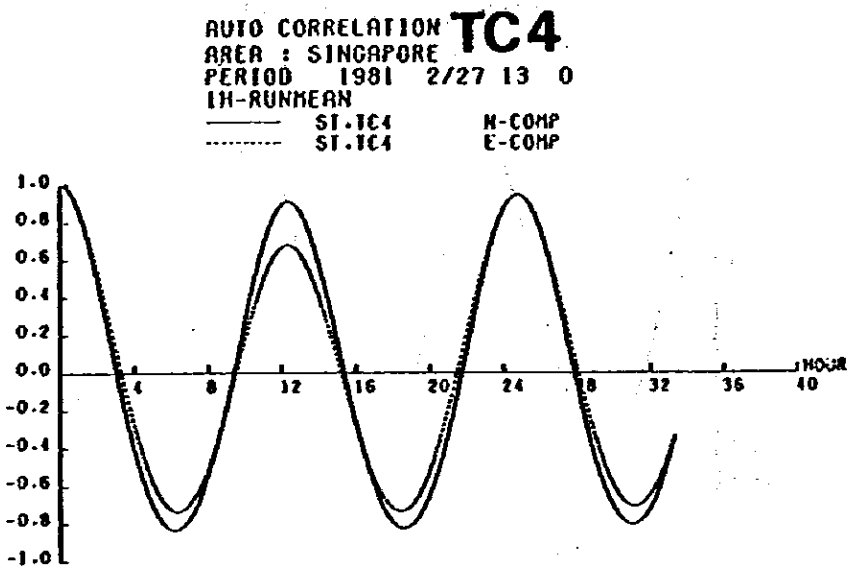
図II 1－5㉒ セラヤ地区のAuto correlogram(2)







図II 1 − 5㉓ テコソ地区のAuto correlogram(I)



図II 1 — 5㉓ テコン地区のAuto correlogram(2)

1－5－6　流況パターン解析計算

今までは，各測点における時系列データ調査海域の海況の時間変動に関する解析方法について述べた。

ここでは，調査海域の海況の空間変動についての解析方法について述べる。表Ⅱ1－5⑯に，流況パターン解析の項目と成果を示す。これ等の成果の図は，全て大型コンピュータのXYプロッターで作成するが，それぞれの使用目的に応じて種々の表現がとれるようプロッタープログラムが組まれている。

表Ⅱ1－5⑯　流況パターン解析項目と成果一覧

解析項目	成果
(1) 流向・流速頻度分布	・計算結果表 ・流向頻度分布図 ・流速　〃〃 ・流向・流速階級別頻度分布図
(2) スキャッタリングプロット（Scattering plot）	・Scattering plot 水平分布図
(3) 潮流調和分解の結果による流況パターン図	・潮流楕円水平分布図 ・各分潮流の流況図 ・恒　流　図
(4) ベクトル時系列からの流況パターン図	・1時間移動平均値の流況図

(1)流向・流速頻度分布は，調査期間中の流向と流速の頻度分布を求めるものである。

表Ⅱ1－5⑰は，セラヤ地区とテコン地区の頻度分布計算の計算結果である。データは1時間移動平均値を使用している。本計算は，流向を16方位，流速を5cm/sec毎に分けて行っている。

それ等の結果を図化したものを，図Ⅱ1－5㉔，㉕に示す。

表Ⅱ1－5⑰から，各測点の最大流速値とその流向，出現日時を表Ⅱ1－5⑱に示す。

表Ⅱ1－5⑱　最大流向・流速値とその出現日時

測　　点	最大流速値	流　　向	出現　月／日	時　－　分
SC1	69.07cm/sec	308°	1981/3/ 7	08h－ 15m
SC2	83.09	273	3/ 6	08 － 50
SC3	74.80	74	3/ 4	13 － 10
SC4	55.63	279	3/ 4	03 － 50
SC5	63.76	246	3/ 1	22 － 15
SC6	92.86	227	2/28	21 － 30
TC1	64.68	152	3/ 9	15 － 15
TC2	103.43	114	3/ 9	15 － 25
TC3	89.56	179	3/ 9	15 － 25
TC4	89.75	127	3/ 8	15 － 20

表Ⅱ1－5⑱から，最大流速はセラヤ地区の場合●新月（3月6日）の後の大潮時に出現し，その流向はSC3を除いていずれも西流時に出現していたことがわかる。

テコン地区の場合は，やはり●新月（3月6日）の後の大潮時に出現していた。その流向は南流時に出現していた。

図Ⅱ1－5㉓，㉔から，10cm/sec毎の流速分布の60cm/s迄をみた場合，SC4，SC5，TC1を除いて各ランク極端な差はなく，ほぼ一様に10～20%の出現率となっている。

また流向は下図の測点図を参照してみると，各測点の海岸線に平行な方向に流向は分布している。地域全体としてみると，セラヤ地区は東流と西流，テコン地区は南流と北流とになっている。

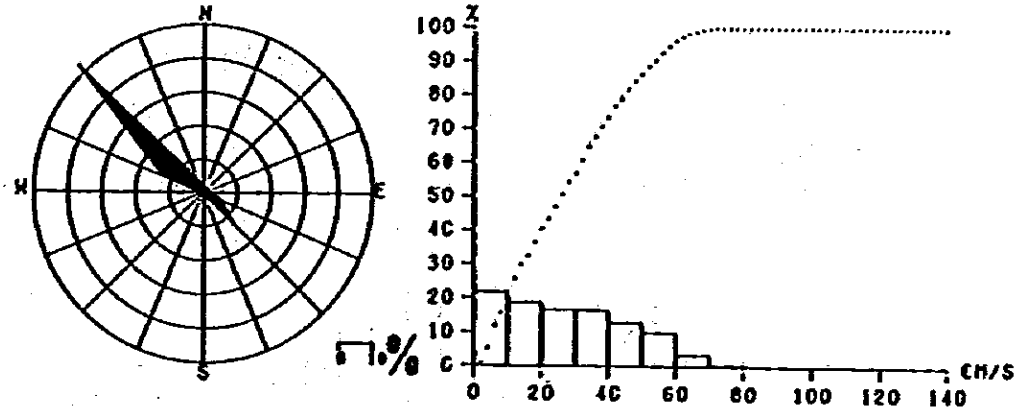
(2)スキャッタリングプロットは，(1)の流向・流速頻度分布と同じもので，方向座標に調査期間中の流向・流速の1時間移動平均値をプロットしたものである。調査期間中の流れが各方向にどの位の流速値で分布しているかみることができる。

プロットは，測点毎に行われるが，それを測点図上に展開して水平分布図として表わすことが多い。

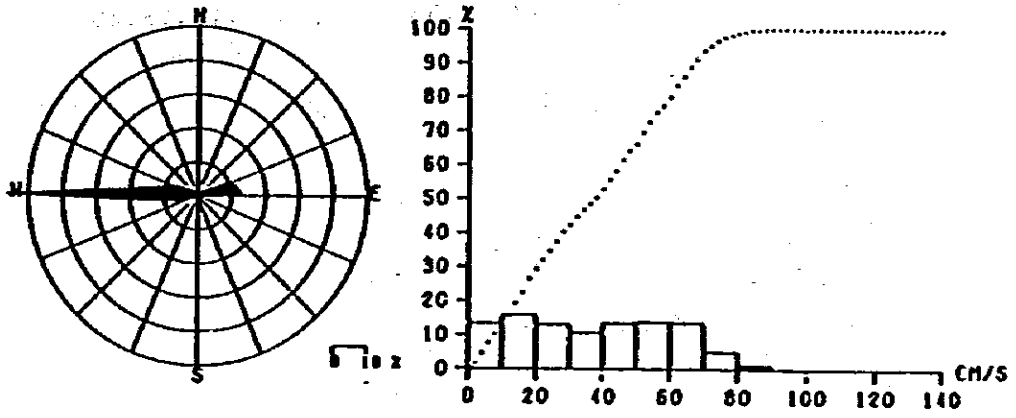
結果の図は「1－7　調査海域の代表的な流況」の項で示す。

(3)調流調和分解の結果による流況パターン図，調流調和分解（harmonic analisis of tidal current）によって，その測点の最も成分の大きい分潮流（component current）がわかる。（潮流は色々な分潮流の和から成り立っている。）

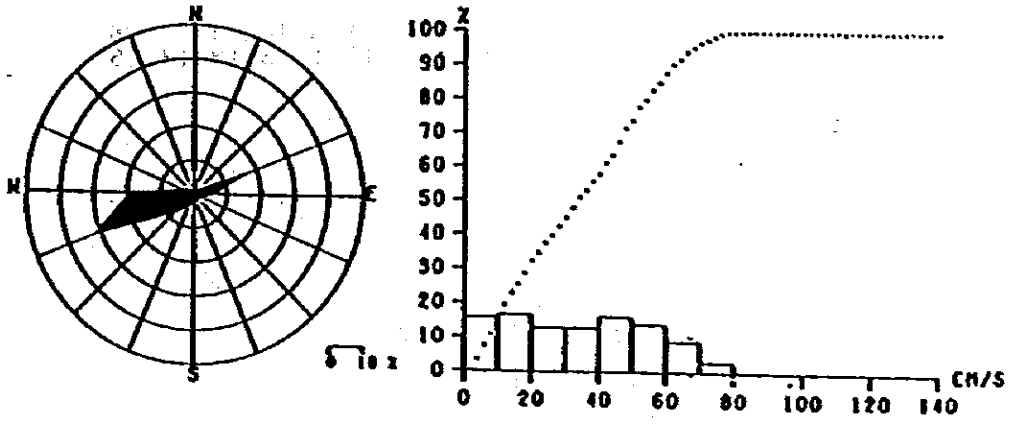
AREA : SINGAPORE STATION : SC1
PERIOD : 1981. 2.23.12.30 - 1981. 3.13.10.35



AREA : SINGAPOLE STATION : SC2
PERIOD : 1981. 2.23.14.15 - 1981. 3.13.11.35

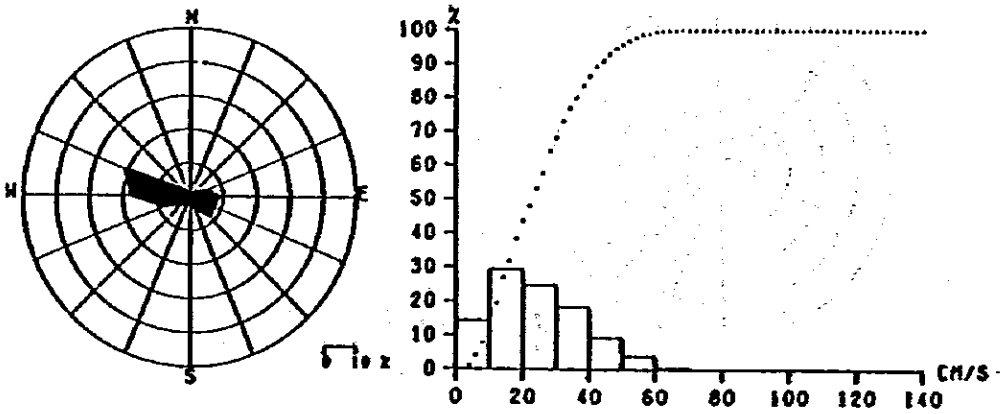


AREA : SINGAPORE STATION : SC3
PERIOD : 1981. 2.23.15.35 - 1981. 3. 9.13. 5

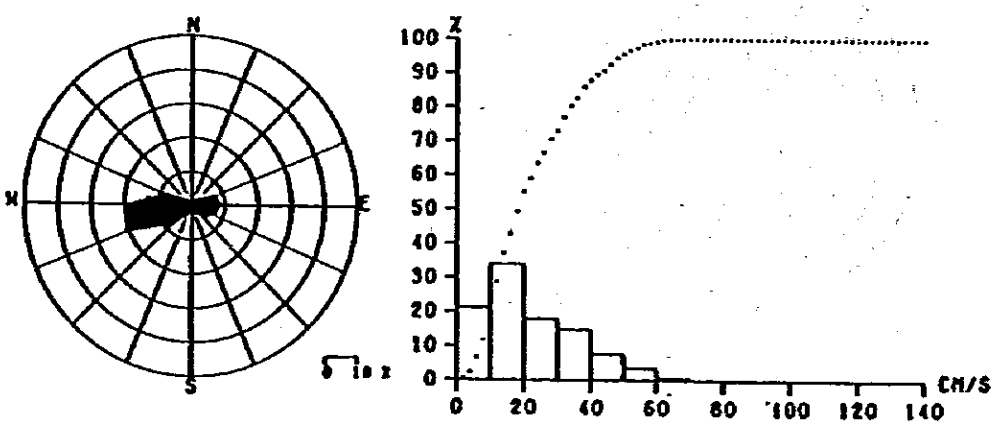


図Ⅱ1－5㉔　セラヤ地区の流向・流速頻度分布図(1)

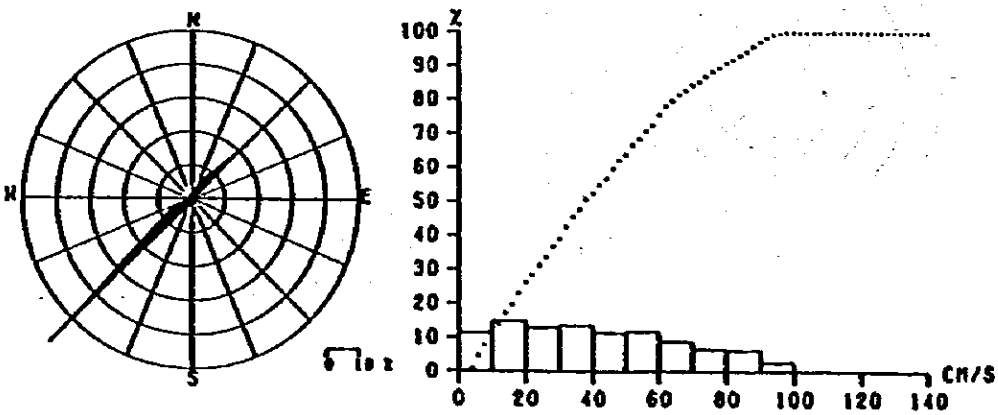
AREA : SINGAPORE STATION : SC4
PERIOD : 1981. 2.24.11.35 - 1981. 3.12.18.20



AREA : SINGAPORE STATION : SC5
PERIOD : 1981. 2.24.12.35 - 1981. 3.13.13.40

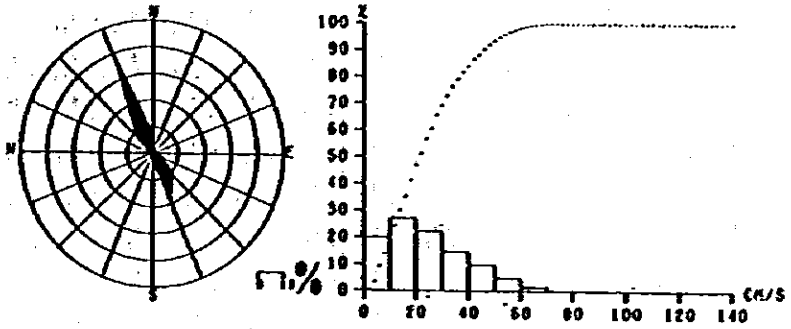


AREA : SINGAPORE STATION : SC6
PERIOD : 1981. 2.24.13.20 - 1981. 3.13.14.25

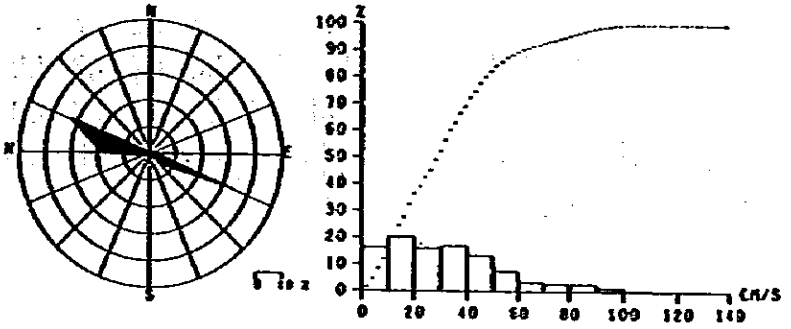


図II 1 − 5㉘ セラヤ地区の流向・流速頻度分布図(2)

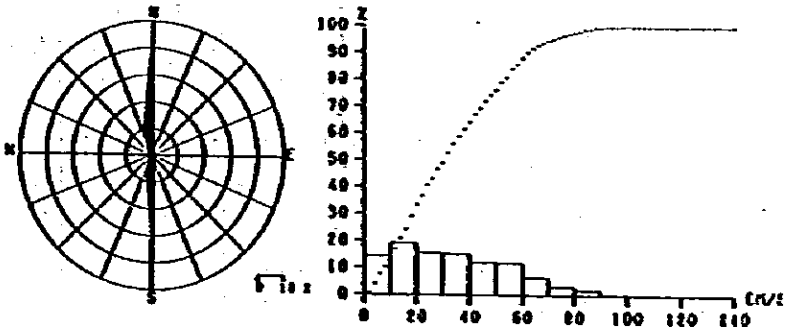
AREA : SINGAPORE STATION : TC1
PERIOD : 1981. 2.26.11.50 - 1981. 3.17. 9.55



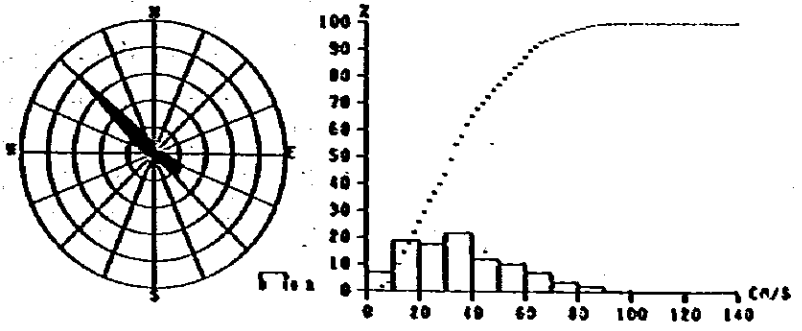
AREA : SINGAPORE STATION : TC2
PERIOD : 1981. 2.26.13.30 - 1981. 3.17.11.35



AREA : SINGAPORE STATION : TC3
PERIOD : 1981. 2.26.14.45 - 1981. 3.17.12. 0



AREA : SINGAPORE STATION : TC4
PERIOD : 1981. 2.27.11.40 - 1981. 3.17.13. 0



図Ⅱ1－5㊇　テコン地区の流向・流速頻度分布図

SC 1

0. - 9.9	43	319	93	59	89	16	50	55	35	12	11	11	36	21	246	532	1528
	0.01%	2.11%	0.61%	0.41%	0.29%	0.11%	0.41%	0.41%	0.23%	0.23%	0.23%	0.23%	0.23%	0.41%	0.01%	3.49%	21.1%
10.0 - 19.9	0	0	0	0	0	396	87	23	5	0	0	0	0	506	165	28	1326
	- %	- %	- %	- %	0.29%	2.61%	1.41%	0.41%	0.01%	- %	- %	- %	0.23%	3.31%	1.01%	0.19%	11.1%
20.0 - 29.9	0	0	0	0	0	31	171	2	0	0	0	0	0	659	592	0	1463
	- %	- %	- %	- %	- %	0.31%	1.31%	0.01%	- %	- %	- %	- %	- %	2.21%	10.21%	- %	17.5%
30.0 - 39.9	0	0	0	0	0	2	105	1	0	0	0	0	0	30	593	0	1136
	- %	- %	- %	- %	- %	0.01%	1.41%	0.01%	- %	- %	- %	- %	- %	1.01%	11.31%	- %	18.9%
40.0 - 49.9	0	0	0	0	0	0	154	0	0	0	0	0	0	2	384	0	1149
	- %	- %	- %	- %	- %	- %	1.31%	- %	- %	- %	- %	- %	- %	0.01%	8.01%	- %	13.9%
50.0 - 59.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	121	0	1136
	- %	- %	- %	- %	- %	- %	0.21%	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	10.31%	- %	18.3%
60.0 - 69.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	163	0	1149
	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	2.01%	- %	2.9%
70.0 - 79.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	0.%
80.0 - 89.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	0.%
90.0 - 99.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	0.%
100.0 -	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	0.%
* SUBTOTAL	85	318	93	59	89	273	616	81	36	12	11	11	42	333	3025	522	
(%)	0.01%	2.11%	0.61%	0.41%	0.29%	5.31%	13.41%	0.41%	0.23%	0.23%	0.23%	0.23%	0.41%	2.41%	20.21%	3.59	
AVERAGE SPEED (M/S)	3.45	3.22	3.29	3.85	8.42	13.36	20.97	16.48	7.55	2.42	4.32	2.42	2.25	19.47	30.45	4.44	27.31
MAX VELOCITY DIRECTION	8.26	5.93	6.29	6.42	17.48	38.35	59.20	31.47	19.98	4.52	8.93	3.74	13.36	46.45	46.87	13.52	69.97
	340.	32.	59.	27.	19.	126.	139.	144.	126.	193.	234.	217.	241.	324.	324.	322.	342.
DATE	2726	3718	3716	2723	3718	3715	3716	3712	3712	3712	3712	3712	3713	3722	3712	2725	3712
	17:59	14:45	16:45	15:59	16:20	11:15	13:5	13:40	15:50	16:5	11:50	16:45	17:50	20:20	8:45	12:10	8:55
***TOTAL(%)	85	318	93	59	89	273	616	81	36	12	11	11	42	333	3025	522	5139
	0.01%	2.11%	0.61%	0.41%	0.29%	5.31%	13.41%	0.41%	0.23%	0.23%	0.23%	0.23%	0.41%	2.41%	20.21%	3.59	100.00
SPECIFIED PERIOD (HOURS) 100.00									0				0	0.			
VECTOR MEAN	310.	321.	9-2492	0-2492													
	347.	17.55	18.42	-13.17													
* TOTAL	5139																

SC 2

0. - 9.9	26	37	76	59	34	16	16	32	5	6	11	32	41	45	36	33	515
	0.21%	0.21%	0.61%	0.51%	0.41%	0.11%	0.41%	0.31%	0.21%	0.31%	0.31%	2.41%	2.11%	1.21%	0.91%	0.91	13.5
10.0 - 19.9	0	0	5	15	112	59	0	0	0	0	0	13	219	15	0	0	521
	0.21%	- %	0.11%	2.31%	3.01%	0.31%	- %	- %	- %	- %	- %	0.31%	6.11%	2.31%	0.21%	- %	13.6
20.0 - 29.9	0	0	0	15	11	0	0	0	0	0	0	5	348	26	0	0	514
	- %	- %	- %	0.31%	0.31%	- %	- %	- %	- %	- %	- %	0.11%	10.21%	0.71%	- %	- %	13.5
30.0 - 39.9	0	0	0	12	63	0	0	0	0	0	0	0	381	0	0	0	556
	- %	- %	- %	0.31%	1.71%	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	7.41%	- %	- %	- %	14.7
40.0 - 49.9	0	0	0	15	21	0	0	0	0	0	0	0	492	0	0	0	543
	- %	- %	- %	0.31%	2.31%	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	12.91%	- %	- %	- %	14.3
50.0 - 59.9	0	0	0	15	16	0	0	0	0	0	0	0	436	0	0	0	535
	- %	- %	- %	0.21%	0.51%	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	11.51%	- %	- %	- %	14.2
60.0 - 69.9	0	0	0	12	12	0	0	0	0	0	0	0	355	0	0	0	519
	- %	- %	- %	0.21%	0.31%	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	9.41%	- %	- %	- %	13.6
70.0 - 79.9	0	0	0	5	32	0	0	0	0	0	0	0	123	0	0	0	163
	- %	- %	- %	0.21%	0.81%	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	3.21%	- %	- %	- %	4.3
80.0 - 89.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	0	32
	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	0.81%	- %	- %	- %	0.8
90.0 - 99.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	0.%
100.0 -	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	- %	0.%
* SUBTOTAL	26	37	81	156	248	76	16	32	5	6	11	46	2316	133	12	33	
	0.71%	0.91%	0.61%	3.91%	11.91%	0.61%	0.41%	0.81%	0.21%	0.31%	0.31%	1.31%	32.91%	3.31%	0.31%	0.91	
AVERAGE SPEED (M/S)	8.43	9.49	8.44	33.22	30.55	8.45	2.79	4.58	5.45	5.43	3.45	2.45	42.13	13.49	6.18	6.22	31.55
MAX VELOCITY DIRECTION	13.25	9.49	12.50	21.47	23.26	13.43	3.47	3.83	3.04	3.56	3.55	22.36	83.04	26.06	12.32	6.43	83.29
	2.	38.	35.	77.	83.	111.	127.	149.	156.	211.	235.	239.	273.	288.	324.	329.	273.
DATE	2722	3718	3716	3716	3716	2723	2728	2726	3715	2726	2726	2722	3713	3716	2723	2722	3716
	5:20	6:30	11:55	14:10	12:35	15:40	2:10	6:50	15:10	6:20	16:15	15:10	6:50	10:10	3:30	3:30	6:50
***TOTAL(%)	26	37	81	156	248	76	16	32	5	6	11	46	2316	133	12	33	3113
	0.71%	0.91%	0.61%	3.91%	11.91%	0.61%	0.41%	0.81%	0.21%	0.31%	0.31%	1.31%	32.91%	3.31%	0.31%	0.91	100.00
SPECIFIED PERIOD (HOURS) 23.83									0	0.							
VECTOR MEAN	310.	321.	9-2492	0-2492													
	235.	19.42	5.76	-19.83													
* TOTAL	3139																

表付1－5⑰　セラヤ地区の流向・流速頻度分布計算結果(1)

AREA : [illegible]
STATION NUMBER : SC3

SAMPLING PERIOD : [illegible] 2 23 17 0 - [illegible] 3 0 12 55

(KNOTS)/(MIN.)	(N)	(NNE)	(NE)	(ENE)	(E)	(ESE)	(SE)	(SSE)	(S)	(SSW)	(SW)	(WSW)	(W)	(WNW)	(NW)	(NNW)	TOTAL
0. - 9.9	33	36	38	33	49	45	43	35	41	32	38	36	39	43	16	18	432
	0.43%	0.53%	0.43%	0.43%	1.01%	0.93%	0.93%	0.73%	0.83%	0.66%	0.78%	0.74%	0.81%	0.89%	0.33%	0.37%	15.9
10.0 - 19.9	0	0	7	145	93	59	22	18	37	59	47	112	186	30	1	0	615
	- 0%	- 0%	0.26%	5.33%	0.93%	0.93%	0.73%	0.93%	0.93%	1.93%	2.23%	2.03%	2.03%	0.93%	0.03%	- 0	15.3
20.0 - 29.9	0	0	0	53	35	23	1	0	0	0	43	244	77	6	0	0	331
	- 0%	- 0%	- 0%	1.03%	0.03%	0.03%	0.03%	- 0%	- 0%	0.23%	1.33%	7.23%	1.93%	0.23%	- 0%	- 0	13.3
30.0 - 39.9	0	0	0	49	36	0	0	0	0	0	0	320	65	1	0	0	312
	- 0%	- 0%	- 0%	2.03%	0.93%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	8.03%	1.63%	0.03%	- 0%	- 0	12.6
40.0 - 49.9	0	0	0	108	21	0	0	0	0	0	0	391	26	0	0	0	539
	- 0%	- 0%	- 0%	2.73%	0.53%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	13.03%	0.53%	- 0%	- 0%	- 0	10.3
50.0 - 59.9	0	0	0	136	2	0	0	0	0	0	0	392	5	0	0	0	535
	- 0%	- 0%	- 0%	3.43%	0.03%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	12.63%	0.23%	- 0%	- 0%	- 0	10.2
60.0 - 69.9	0	0	0	102	0	0	0	0	0	0	0	143	5	0	0	0	253
	- 0%	- 0%	- 0%	2.63%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	3.63%	0.23%	- 0%	- 0%	- 0	7.3
70.0 - 79.9	0	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27
	- 0%	- 0%	- 0%	1.03%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0	0.7
80.0 - 89.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0	0.
90.0 - 99.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0	0.
100.0 -	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0	0.
* SUBTOTAL	65	59	37	284	156	165	65	23	101	125	108	1976	378	85	17	18	
	0.83%	0.53%	0.93%	10.23%	5.03%	2.63%	1.73%	0.83%	2.53%	3.13%	0.73%	47.03%	8.53%	2.23%	0.43%	0.53	
AVERAGE SPEED(KNOTS)	3.92	3.81	4.54	13.76	23.15	11.22	10.15	7.55	9.83	12.24	14.47	42.89	23.68	10.47	5.57	6.43	31.43
MAX VELOCITY DIRECTION	6.26	7.48	13.52	24.38	37.84	22.42	21.35	13.85	13.85	22.03	24.35	42.22	63.81	38.13	13.24	6.98	24.19
	350.	33.	54.	76.	79.	103.	124.	144.	172.	202.	233.	253.	249.	261.	303.	339.	21.
DATE	37 3	7/23	37 8	37 6	37 3	37 8	37 8	37 2	37 3	37 8	37 6	37 6	37 7	37 8	37 5	37 5	37 6
	9:55	11:10	13:55	13:10	10:10	11:10	13:10	6:55	21 0	14:55	0:25	8:55	8:20	18:10	9:20	9:35	13:10
***DIRECTION(%)	15	14	32	265	336	385	69	23	101	125	110	1956	320	66	12	10	3488
	0.43%	0.53%	0.93%	10.23%	5.03%	2.63%	1.73%	0.83%	2.53%	3.13%	0.73%	47.03%	8.53%	2.23%	0.43%	0.37	100.00
	STATION DATA(%)				100.00	,4433[illegible]		0	,5143[illegible]		0	0. 3					
VECTOR MEAN	319.	331.	R-COMP	R-COMP													
	269.	83.73	-4.98	-12.65													
* TOTAL	3488																

AREA : [illegible]
STATION NUMBER : SC4

SAMPLING PERIOD : [illegible] 2 26 13 0 - [illegible] 3 12 12 50

(KNOTS)/(MIN.)	(N)	(NNE)	(NE)	(ENE)	(E)	(ESE)	(SE)	(SSE)	(S)	(SSW)	(SW)	(WSW)	(W)	(WNW)	(NW)	(NNW)	TOTAL
0. - 9.9	25	22	31	51	42	38	86	63	56	39	61	57	22	32	38	23	615
	0.53%	0.63%	0.83%	0.63%	0.63%	0.83%	1.83%	0.53%	1.23%	0.83%	0.53%	1.23%	1.53%	0.23%	0.63%	0.53	14.5
10.0 - 19.9	16	23	79	86	42	181	248	85	45	92	38	95	133	053	43	19	1378
	0.33%	0.53%	0.53%	0.93%	0.93%	2.23%	3.73%	0.83%	0.93%	2.03%	0.93%	2.03%	2.83%	3.33%	0.93%	0.43	29.5
20.0 - 29.9	0	0	0	117	65	173	148	5	0	2	24	147	224	219	5	0	1192
	- 0%	- 0%	- 0%	2.53%	2.03%	3.73%	2.33%	0.03%	- 0%	0.13%	0.53%	3.13%	5.03%	5.03%	0.13%	- 0	25.5
30.0 - 39.9	0	0	0	55	125	35	7	0	0	0	0	38	353	264	0	0	843
	- 0%	- 0%	- 0%	0.53%	3.73%	0.83%	0.13%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	0.73%	7.63%	5.63%	- 0%	- 0	18.0
40.0 - 49.9	0	0	0	0	52	24	0	0	0	0	0	0	193	140	0	0	330
	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	1.13%	0.53%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	4.13%	3.03%	- 0%	- 0	7.0
50.0 - 59.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	81	53	0	0	133
	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	1.73%	1.13%	- 0%	- 0	2.8
60.0 - 69.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0	0.
70.0 - 79.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0	0.
80.0 - 89.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0	0.
90.0 - 99.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0	0.
100.0 -	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0	0.
* SUBTOTAL	39	50	110	218	281	452	449	149	120	131	123	349	1118	857	24	42	
	0.83%	1.03%	2.33%	5.53%	8.23%	9.23%	10.03%	3.23%	2.63%	3.03%	2.73%	7.53%	23.23%	18.43%	1.23%	0.93	
AVERAGE SPEED(KNOTS)	8.23	8.69	10.74	28.21	39.43	24.22	18.23	15.20	19.61	22.93	12.43	18.79	33.53	34.23	12.45	8.23	23.15
MAX VELOCITY DIRECTION	12.85	13.49	14.32	32.21	43.44	40.33	30.22	23.81	19.59	29.16	23.21	36.45	55.43	36.83	24.16	13.23	55.63
	355.	31.	55.	79.	101.	101.	123.	141.	181.	229.	231.	219.	229.	232.	335.	328.	219.
DATE	37 8	37 8	37 6	37 2	37 5	37 5	37 8	3/10	37 2	37 8	37 8	37 8	37 4	37 6	37 9	37 8	37 4
	19:20	18:55	18:20	12:50	12:25	12:10	18:20	0:50	1:55	21:0	21: 5	20:20	3:50	21 5	18:10	11:25	3:50
***DIRECTION(%)	39	50	109	218	281	452	449	149	120	131	123	349	1118	857	24	42	4047
	0.83%	1.03%	2.33%	5.53%	8.23%	9.23%	10.03%	3.23%	2.63%	3.03%	2.73%	7.53%	23.23%	18.43%	1.23%	0.93	100.00
	STATION DATA(%)				100.00	,4433[illegible]		0	,5143[illegible]		0	0. 8					
VECTOR MEAN	319.	331.	R-COMP	R-COMP													
	269.	7.14	-9.13	-17.73													
* TOTAL	4047																

表Ⅱ 1－5⑰　セラヤ地区の流向・流速頻度分布計算結果(2)

AREA : SINGAPORE
STATION NUMBER : SC5

SAMPLING PERIOD : 1981 2 24 16 0 - 1981 3 13 15 59

(DIRECTION)/(DIR.)	(N)	(NNE)	(NE)	(ENE)	(E)	(ESE)	(SE)	(SSE)	(S)	(SSW)	(SW)	(WSW)	(W)	(WNW)	(NW)	(NNW)	TOTAL
0. - 9.9	34	33	17	21	22	32	114	45	79	78	66	53	105	72	34	29	926
	0.71%	0.71%	0.36%	0.44%	0.46%	0.67%	2.39%	0.94%	1.65%	1.63%	1.38%	1.11%	2.21%	1.51%	0.71%	0.61%	19.4
10.0 - 19.9	19	26	31	204	121	171	124	38	93	43	149	132	219	239	26	11	1584
	0.40%	0.54%	0.65%	4.27%	2.54%	3.58%	2.60%	0.79%	1.95%	0.90%	3.12%	2.76%	4.59%	5.01%	0.54%	0.23%	33.1
20.0 - 29.9	4	9	4	124	115	119	7	7	14	8	55	101	134	32	8	8	745
	- 0%	- 0%	- 0%	2.59%	2.41%	2.49%	0.15%	0.15%	0.29%	- 0%	1.15%	2.11%	2.81%	0.67%	- 0%	- 0%	15.6
30.0 - 39.9	4	4	4	18	242	7	8	13	8	6	46	173	234	5	8	8	532
	- 0%	- 0%	- 0%	0.38%	5.07%	0.15%	- 0%	0.27%	- 0%	- 0%	0.96%	3.62%	4.91%	0.10%	- 0%	- 0%	11.1
40.0 - 49.9	4	4	4	4	7	8	8	8	8	8	32	212	22	8	8	8	375
	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	0.15%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	0.67%	4.43%	0.46%	- 0%	- 0%	- 0%	7.8
50.0 - 59.9	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	163	4	4	4	4	163
	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	3.41%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	3.4
60.0 - 69.9	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	10	4	4	4	4	10
	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	0.21%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	0.2
70.0 - 79.9	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	0.
80.0 - 89.9	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	0.
90.0 - 99.9	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	0.
100.0 -	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	0.
* SUBTOTAL	65	51	111	354	492	345	245	95	186	121	349	1920	918	339	69	47	
	1.01%	1.31%	2.45%	7.51%	8.01%	7.51%	5.31%	2.51%	2.51%	2.61%	7.41%	22.21%	19.41%	7.41%	1.51%	1.01%	
AVERAGE(m/sec)	7.56	8.95	11.29	12.15	15.12	12.49	10.12	12.56	10.05	8.96	22.46	14.10	23.55	14.17	8.42	7.98	21.26
MAX VELOCITY DIRECTION	19.29	13.55	16.52	31.09	49.44	31.76	27.23	31.27	20.51	19.26	41.32	63.76	48.93	38.53	18.05	17.05	63.76
	10.	33.	55.	78.	93.	102.	144.	159.	179.	195.	235.	248.	259.	284.	324.	323.	248.
DATE	3/13	3/13	3/ 5	3/ 6	3/ 8	3/ 6	2/27	2/27	2/22	2/22	3/ 5	3/ 1	3/ 6	3/11	3/12	3/ 2	3/ 1
	12:18	11:29	14: 5	16:39	17:25	15:18	8:10	8:35	9:59	11: 5	8:19	22:15	5: 0	18:55	11:40	16:20	22:15
**SUBTOTAL(%)	65	51	111	354	492	345	245	95	186	121	349	1920	918	339	69	47	4518
	1.01%	1.31%	2.45%	7.51%	8.01%	7.51%	5.31%	2.51%	2.51%	2.61%	7.41%	22.21%	19.41%	7.41%	1.51%	1.01%	100.00%
SAMPLING PERIOD	2159.	3911.	4.54E+03	4.71E+03	93.12	2.45E+03	259	2.51E+03	0	0. 0							
VECTOR MEAN	354.	7.01.	0.14E+02	0.14E+02													
	241.	0.59	-5.15	-8.74													
* TOTAL	4517																

AREA : SINGAPORE
STATION NUMBER : SC6

SAMPLING PERIOD : 1981 2 24 16 0 - 1981 3 13 15 55

(DIRECTION)/(DIR.)	(N)	(NNE)	(NE)	(ENE)	(E)	(ESE)	(SE)	(SSE)	(S)	(SSW)	(SW)	(WSW)	(W)	(WNW)	(NW)	(NNW)	TOTAL
0. - 9.9	21	185	95	43	12	19	74	11	29	43	185	43	26	21	21	12	815
	0.43%	2.11%	1.08%	0.49%	0.21%	0.43%	0.32%	0.21%	0.43%	0.43%	2.11%	0.98%	0.51%	0.43%	0.43%	0.23%	12.5
10.0 - 19.9	2	1	219	2	0	0	0	0	0	4	334	22	6	0	1	5	615
	0.13%	0.21%	3.51%	0.03%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	0.06%	4.81%	0.31%	0.09%	- 0%	0.01%	0.07%	9.3
20.0 - 29.9	0	43	219	0	0	0	0	0	0	0	145	0	0	0	0	0	219
	- 0%	0.62%	3.51%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	2.09%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	3.1
30.0 - 39.9	0	0	157	0	0	0	0	0	0	0	438	0	0	0	0	0	657
	- 0%	- 0%	2.26%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	6.31%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	9.4
40.0 - 49.9	0	0	145	0	0	0	0	0	0	0	145	0	0	0	0	0	314
	- 0%	- 0%	2.09%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	2.09%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	4.5
50.0 - 59.9	0	0	233	0	0	0	0	0	0	0	349	0	0	0	0	0	582
	- 0%	- 0%	3.36%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	5.03%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	8.4
60.0 - 69.9	0	0	92	0	0	0	0	0	0	0	318	0	0	0	0	0	412
	- 0%	- 0%	1.32%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	4.58%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	5.9
70.0 - 79.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	325	0	0	0	0	0	325
	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	4.69%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	4.7
80.0 - 89.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	324	0	0	0	0	0	324
	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	4.67%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	4.7
90.0 - 99.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68	0	0	0	0	0	68
	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	0.98%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	1.0
100.0 -	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	0.
* SUBTOTAL	26	232	1516	52	12	19	74	11	29	47	3103	70	32	21	22	17	
	0.43%	3.21%	21.91%	1.01%	0.21%	0.43%	0.32%	0.21%	0.43%	1.01%	45.01%	1.01%	0.51%	0.32%	0.51%	0.31%	
AVERAGE(m/sec)	7.56	17.36	14.71	8.56	3.16	5.76	3.05	2.35	5.32	6.32	16.46	8.85	5.20	5.14	5.13	6.05	15.56
MAX VELOCITY DIRECTION	19.29	29.55	46.21	15.15	5.46	5.30	4.57	3.76	5.82	12.12	92.16	19.49	18.05	6.36	11.20	16.20	92.16
	9.	28.	45.	59.	82.	102.	129.	156.	182.	219.	227.	239.	249.	282.	323.	310.	227.
DATE	2/22	2/22	3/ 2	3/ 2	3/ 2	3/ 6	3/ 6	3/ 6	3/11	3/11	2/26	3/ 6	2/25	2/25	2/22	2/22	2/26
	6:10	8:15	15:35	15:50	15:50	21:45	14: 5	3:20	8:15	11: 0	21:30	18: 0	15:50	16:15	12: 0	15:35	21:30
**SUBTOTAL(%)	26	232	1516	52	12	19	74	11	29	47	3103	70	32	21	22	17	4516
	0.43%	3.21%	21.91%	1.01%	0.21%	0.43%	0.32%	0.21%	0.43%	1.01%	45.01%	1.01%	0.51%	0.32%	0.45%	0.37	100.00
SAMPLING PERIOD	2159.	3911.	4.54E+03	4.71E+03	93.12	2.45E+03	0	2.51E+03	0	0. 0							
VECTOR MEAN	219.	7.01.	0.14E+02	0.14E+02													
	231.	22.53	-11.66	-12.44													
* TOTAL	4516																

表II 1 − 5⑰　セラヤ地区の流向・流速頻度分布計算結果(3)

TC1

0. - 9.9	159	55	36	36	83	73	93	89	53	42	35	39	44	49	53	152	1165	
	2.91%	0.91%	0.61%	1.01%	1.51%	1.31%	1.71%	1.37%	0.81%	0.91%	0.61%	0.71%	0.81%	0.51%	1.01%	2.91%	20.5	
10.0 - 19.9	87	1	0	0	0	56	282	255	53	51	21	0	5	26	268	524	1169	
	1.61%	0.11%	- 1%	- 1%	0.11%	1.01%	5.11%	4.71%	1.01%	0.11%	0.41%	- 1%	0.01%	0.41%	4.91%	9.71	22.1	
20.0 - 29.9	13	0	0	0	0	20	144	240	55	1	0	0	0	0	181	674	1240	
	0.21%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	0.41%	2.61%	4.41%	1.01%	0.11%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	3.31%	12.41	22.9	
30.0 - 39.9	4	0	0	0	0	0	55	220	1	0	0	0	0	0	5	542	832	
	0.11%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	1.01%	4.11%	0.01%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	0.11%	9.91	15.5	
40.0 - 49.9	5	0	0	0	0	0	0	525	0	0	0	0	0	0	0	373	919	
	0.01%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	9.71%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	6.91	16.9	
50.0 - 59.9	0	0	0	0	0	0	0	143	0	0	0	0	0	0	0	105	249	
	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	2.71%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	1.91	4.6	
60.0 - 69.9	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	5	17	
	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	0.21%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	0.11	0.3	
70.0 - 79.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1	0.	
80.0 - 89.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1	0.	
90.0 - 99.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1	0.	
100.0 -	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1	0.	
* SUBTOTAL	263	55	36	36	83	149	510	1149	326	44	56	39	42	63	427	2283		
	4.61%	0.91%	0.61%	1.01%	1.41%	2.71%	9.31%	21.01%	2.51%	0.71%	1.01%	0.71%	0.81%	1.11%	7.91%	42.0		
AVERAGE(M/SEC)	18.38	4.85	3.72	4.59	5.73	10.55	16.41	31.91	11.46	10.20	8.55	5.49	6.21	2.46	16.52	24.69	23.24	
MAX VELOCITY	49.92	12.34	7.95	9.87	15.34	25.58	37.21	45.48	32.98	22.15	15.22	8.78	11.09	14.46	34.83	69.65	84.11	
DIRECTION	349.	32.	42.	22.	160.	123.	133.	152.	149.	132.	214.	232.	272.	350.	328.	343.	152.	
DATE	37 8	2726	2726	37 9	37 5	3726	3714	37 8	2722	2728	2728	37 6	3718	37 8	37 6	3718	37 9	
	12:10	15:25	15:40	10:40	18: 0	18:45	8:20	15:15	6:15	8:20	9:15	15:15	2:40	8:20	18: 0	12:15	15:15	
*DIRECTION(D)	266	55	36	36	83	149	510	1149	326	44	56	39	42	63	427	2283	5438	
	4.91%	1.01%	0.61%	1.01%	1.41%	2.71%	9.41%	21.01%	2.51%	0.71%	1.01%	0.71%	0.81%	1.11%	7.91%	42.0	100.00	
	SECTION	DIFFER(D)	0.00,99	100.0%	,VELOCITY	0	,25.0CC	0	0. 2									
VECTOR MEAN	315.	VEL.	N-COMP	E-COMP														
	343.	8.66	8.51	-1.23														
* TOTAL	5438																	

TC2

0. - 9.9	2	2	3	3	11	119	354	46	32	23	32	112	249	83	18	3	1013	
	0.01%	0.01%	0.11%	0.11%	0.11%	2.21%	2.11%	0.87%	0.61%	0.41%	0.61%	2.11%	4.61%	1.41%	0.21%	0.11	18.7	
10.0 - 19.9	0	0	0	0	2	232	43	5	0	0	0	13	655	318	0	0	1263	
	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	0.01%	4.31%	1.11%	0.01%	- 1%	- 1%	- 1%	0.21%	8.41%	5.81%	- 1%	- 1	23.3	
20.0 - 29.9	0	0	0	0	0	331	35	0	0	0	0	0	45	535	0	0	915	
	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	6.11%	0.61%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	1.11%	9.91%	- 1%	- 1	17.2	
30.0 - 39.9	0	0	0	0	0	341	76	0	0	0	0	0	45	593	0	0	955	
	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	6.31%	1.41%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	0.81%	10.91%	- 1%	- 1	17.6	
40.0 - 49.9	0	0	0	0	13	251	0	0	0	0	0	0	5	315	0	0	619	
	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	0.21%	4.61%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	0.11%	5.81%	- 1%	- 1	11.4	
50.0 - 59.9	0	0	0	0	0	165	0	0	0	0	0	0	0	225	0	0	390	
	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	3.01%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	4.11%	- 1%	- 1	7.1	
60.0 - 69.9	0	0	0	0	0	176	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	176	
	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	3.21%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1	3.2	
70.0 - 79.9	0	0	0	0	0	155	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	155	
	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	2.91%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1	2.7	
80.0 - 89.0	0	0	0	0	0	155	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	155	
	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	2.91%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1	2.7	
90.0 - 99.9	0	0	0	0	0	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	
	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	0.81%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1	0.7	
100.0 -	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	
	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	0.31%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1%	- 1	0.3	
* SUBTOTAL	2	2	3	3	29	1889	218	47	32	23	32	125	1339	2549	18	3		
	0.01%	0.01%	0.11%	0.11%	0.51%	36.01%	4.11%	0.91%	0.61%	0.41%	0.61%	2.51%	25.51%	48.51%	0.21%	0.11		
AVERAGE(M/SEC)	0.58	5.51	0.97	1.02	22.21	43.51	11.72	9.14	2.21	2.76	2.18	5.11	11.37	32.39	5.27	1.41	31.14	
MAX VELOCITY	0.65	5.53	1.14	1.27	14.22	103.43	34.85	19.56	6.69	6.69	5.19	12.68	42.23	55.97	2.52	3.02	103.43	
DIRECTION	359.	21.	53.	81.	97.	114.	125.	147.	170.	116.	255.	230.	209.	238.	324.	328.	114.	
DATE	3716	3711	37 6	37 8	3716	37 8	37 2	37 2	37 2	37 3	37 8	37 8	3713	37 6	37 8	37 8	37 8	
	22: 5	15: 0	11: 5	12:15	18:25	15:25	16:35	12:45	5:45	1:35	5:55	8:20	13:45	7:35	12:25	12:35	15:25	
*DIRECTION(D)	2	2	3	3	20	1929	240	47	32	23	32	125	2339	2549	18	3	5438	
	0.01%	0.01%	0.11%	0.11%	0.51%	35.51%	4.41%	0.91%	0.61%	0.41%	0.61%	2.31%	43.01%	47.01%	0.21%	0.11	100.00	
	SECTION	DIFFER(D)	0.00,99	100.0%	,VELOCITY	0	,25.0CC	0	0. 2									
VECTOR MEAN	115.	VEL.	N-COMP	E-COMP														
	122.	3.83	-3.43	1.73														
* TOTAL	5438																	

表Ⅱ1－5⑰　テコン地区の流向・流速頻度分布計算結果(4)

[illegible] TC3

[illegible]

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
0. - 9.9	63	13	2	3	1	2	3	9	31	102	65	67	35	16	46	117	278
	0.01%	0.31%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.21%	0.01%	2.01%	0.21%	0.01%	0.01%	0.01%	0.21%	2.31%	14.2
10.0 - 19.9	322	0	0	0	0	0	5	11	244	328	10	0	0	2	11	132	1072
	0.01%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	0.01%	0.21%	4.91%	2.21%	0.21%	- 0%	- 0%	0.01%	0.21%	2.61%	19.9
20.0 - 29.9	475	0	0	0	0	0	0	3	345	23	4	0	0	0	0	41	867
	0.01%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	0.01%	5.01%	0.01%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	1.11%	16.0
30.0 - 39.9	476	0	0	0	0	0	0	5	216	3	0	0	0	0	0	21	615
	0.01%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	0.01%	3.01%	0.01%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	0.41	11.0
40.0 - 49.9	491	0	0	0	0	0	0	0	133	0	0	0	0	0	0	0	672
	0.01%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	2.41%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0	12.5
50.0 - 59.9	454	0	0	0	0	0	0	0	111	0	0	0	0	0	0	0	621
	0.01%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	2.21%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0	11.5
60.0 - 69.9	123	0	0	0	0	0	0	0	143	0	0	0	0	0	0	0	322
	0.21%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	2.71%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0	5.9
70.0 - 79.9	2	0	0	0	0	0	0	0	167	0	0	0	0	0	0	0	171
	0.01%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	3.10%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0	3.2
80.0 - 89.9	0	0	0	0	0	0	0	0	92	0	0	0	0	0	0	0	92
	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	1.71%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0	1.7
90.0 - 99.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0	0.
100.0 -	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0	0.
* [illegible]	2618	60	2	3	1	2	4	24	5250	263	25	67	35	16	75	491	
	48.51%	0.51%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	97.01%	5.51%	1.41%	0.01%	0.01%	0.01%	1.41%	9.1%	
[illegible]	55.15	0.02	3.45	2.58	3.74	3.55	7.29	13.02	41.19	19.29	8.91	0.36	0.26	0.31	4.02	12.78	32.65
[illegible]	21.56	0.02	0.11	3.45	3.74	0.01	10.12	39.78	99.56	32.19	13.25	0.50	0.36	10.41	13.45	37.39	87.50
	355.	02.	03.	04.	06.	129.	165.	169.	178.	192.	210.	262.	285.	297.	320.	360.	329.
[illegible]	37.0	37.2	37.2	37.2	37.2	37.2	37.2	37.3	37.4	37.8	37.9	37.6	37.5	37.5	37.5	37.6	37.9
	13125	13125	13.5	13.8	12155	12358	12135	18138	15125	1629	1135	23128	23160	23351	23175	221.6	13125
[illegible]	2618	18	2	3	1	2	6	24	5280	258	25	67	35	16	75	491	5419
	48.51%	0.51%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	97.01%	5.31%	1.41%	0.01%	0.01%	0.01%	1.41%	9.1%	100.00
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	100.00	[illegible]		0	[illegible]		0	0. 1						
[illegible]	010.	311.	W-[illegible]	E-[illegible]													
	319.	5.58	0.92	-1.13													
* [illegible]	5450																

[illegible] TC4

[illegible]

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
0. - 9.9	23	33	46	35	21	14	8	7	9	21	30	22	15	23	20	31	349
	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01	2.9
10.0 - 19.9	39	14	13	36	39	69	22	21	55	43	33	26	119	35	134	127	911
	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01	10.9
20.0 - 29.9	0	0	0	0	33	159	45	45	24	0	0	0	15	123	103	113	552
	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	- 0%	- 0%	- 0%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01	10.4
30.0 - 39.9	0	0	0	0	0	147	37	42	0	0	0	0	0	24	223	55	1018
	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	0.01%	0.01%	0.01%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	0.01%	0.01%	0.01	21.2
40.0 - 49.9	0	0	0	0	0	153	25	16	0	0	0	0	0	33	319	35	631
	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	0.01%	0.01%	0.01%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	0.01%	0.01%	0.01	12.2
50.0 - 59.9	0	0	0	0	0	21	23	0	0	0	0	0	0	0	176	0	510
	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	0.01%	0.01%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	0.01%	- 0	10.0
60.0 - 69.9	0	0	0	0	0	36	127	0	0	0	0	0	0	0	192	0	353
	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	0.01%	0.01%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	0.01%	- 0	6.8
70.0 - 79.9	0	0	0	0	0	31	150	0	0	0	0	0	0	0	28	0	511
	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	0.01%	0.01%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	0.01%	- 0	5.5
80.0 - 89.9	0	0	0	0	0	6	88	0	0	0	0	0	0	0	0	0	89
	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	0.01%	0.01%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0	1.7
90.0 - 99.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0	0.
100.0 -	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0%	- 0	0.
* [illegible]	85	69	59	71	163	678	476	139	88	65	65	48	149	336	2252	341	
	0.35%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	19.01%	12.01%	2.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	63.01%	0.01	
[illegible]	19.92	0.35	0.45	0.15	13.56	32.94	51.92	27.40	16.12	11.70	10.67	11.02	14.85	23.62	31.53	21.07	31.69
[illegible]	12.55	11.59	12.86	16.37	27.55	67.10	88.35	18.95	26.32	14.70	14.03	14.24	24.59	41.98	21.76	42.09	31.75
	351.	16.	65.	29.	187.	324.	127.	167.	169.	224.	227.	251.	292.	343.	310.	327.	327.
[illegible]	3212	3151	3151	3210	37.8	37.6	37.5	37.8	3213	3214	3216	3214	37.5	37.5	37.5	3211	37.8
	8115	27659	28178	19925	17155	16148	15128	2418	19125	211.5	28115	19135	28125	211.8	18155	17138	15128
[illegible]	85	69	59	71	163	678	425	130	88	65	65	76	149	336	2252	341	5179
	1.31%	0.01%	1.31%	1.41%	3.31%	13.01%	12.01%	2.51%	1.71%	1.21%	1.21%	1.41%	2.91%	6.51%	43.01%	6.61	100.00
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	100.00	[illegible]		0	[illegible]		0	0. 1						
[illegible]	010.	311.	W-[illegible]	E-[illegible]													
	329.	8.76	0.43	-1.46													
* [illegible]	5179																

表II 1－5⑰　テコソ地区の風向・流速頻度分布計算結果(5)

従って，この卓越分潮流をその海域の代表的な流れと考えて流況パターン図を作成する。

今回は，①卓越分潮流の流況の時間変化を曲線化した潮流楕円（図Ⅱ１－５⑯，⑰参照）を測点図に展開したもの，②各時間毎の分潮流の経時変化を測点図に流速ベクトルで示したものを作成した。

この①，②の各図から流況パターンを把握する。

結果の図は「１－７　（略）」の項で示す。

(4)ベクトル時系列からの流況パターン図は，日本国内の調査では主に潮流の成分が弱く，長周期の変動が卓越している海域や１日や15日間の観測からは明確に流速変動の周期性を把握できない海域の流況パターンを把握する時に作成する。（このような海域では，通常，調査期間は30～60日以上である。）

その方法としては，１日以下の周期成分をカットした25時間移動平均値の流速ベクトルの流況図（全観測期間６時間に描く）から最も出現頻度の高い流況パターンを選び出す。

今回のシンガポール共和国での調査では，潮流の成分が最も強く，半日，１日の周期で流れが変化していることがわかったので，(4)の流況図は作成しなかった。

しかし，後述の水温・塩分調査，水質調査の実施時間帯（約３時間）の流況については，詳細な流況変化をみるために１時間移動平均値の流速ベクトルを用いて，調査実施時間の流況図を作成した。本図は「Ⅱ－４　水温・塩分調査」の項で示す。

１－６　資料収集データの解析結果

１－６－１　Pulau Ayer Merbau周辺流動調査

本調査は，Pulau Ayer Merbau（シンガポール共和国 Pulau Serayaの付近）に建設されるPetrochemical complexの事前調査として実施された。

調査場所は，Pulau Ayer Merbauを中心とした周辺海域で1979年８月に現地調査が実施された。表Ⅱ１－６①に調査内容を，図Ⅱ１－６①に調査測点図を，図Ⅱ１－６②に調査実施状況を資料から抜粋し示す。

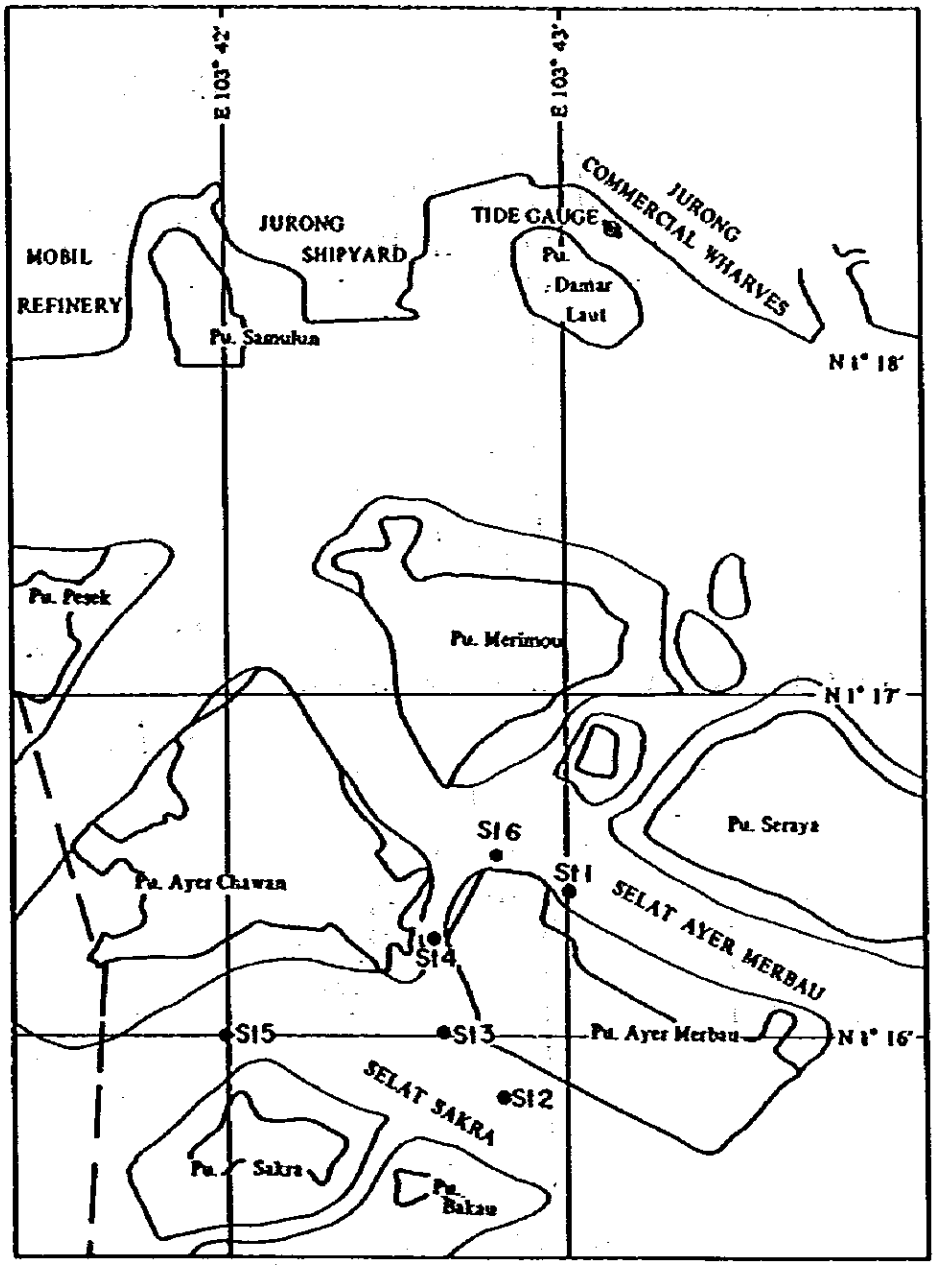
今回解析を行った所は，表Ⅱ１－６①の(1)のデータである。

表Ⅱ1－6① Pulau Ayer Merbau周辺流動調査の内容

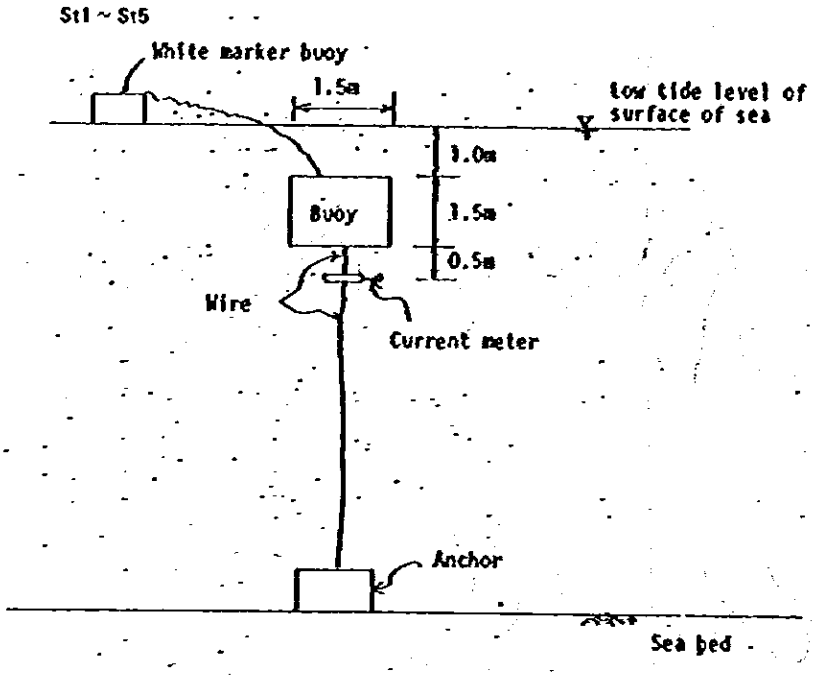
	調査項目	測点	観測層	期間	方法
(1)	15-day current meter observation (15昼夜潮流観測)	St1～St5 (CM1～CM5) 図Ⅱ1－6① 参照	－3m from Low tide level	1979年 8月7日 ～8月25日	CT/3 current meterを設置して△t 30分で観測(図Ⅱ1－6②参照)
(2)	12-hour current meter observation (12時間潮流観測)	St6(CM6) 図Ⅱ1－6① 参照	－0.5m depth×½m Botom×1m	1979年 8月8日 8月16日 8月23日	ENDECO type 110 current meterを船上より降下させて観測(図Ⅱ1－6②参照)

表Ⅱ1－6② Pulau Ayer Merbau周辺流動調査測点図

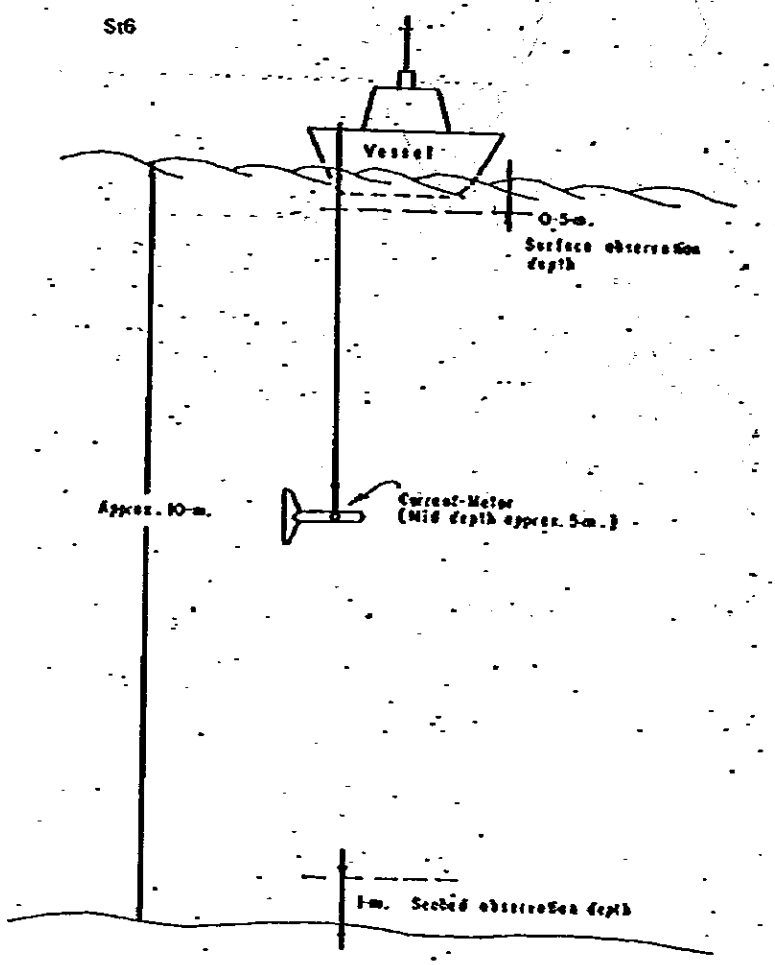
St1(CM1)	01° 16′ 30″ N	103° 43′ 00″ E
St2(CM2)	01° 16′ 00″ N	103° 42′ 50″ E
St3(CM3)	01° 16′ 00″ N	103° 42′ 40″ E
St4(CM4)	01° 16′ 20″ N	103° 42′ 40″ E
St5(CM5)	01° 16′ 00″ N	103° 42′ 00″ E
St6(CM6)	01° 16′ 40″ N	103° 42′ 50″ E



図II 1－6① Pulau Ayer Merbau 周辺流動調査測点図

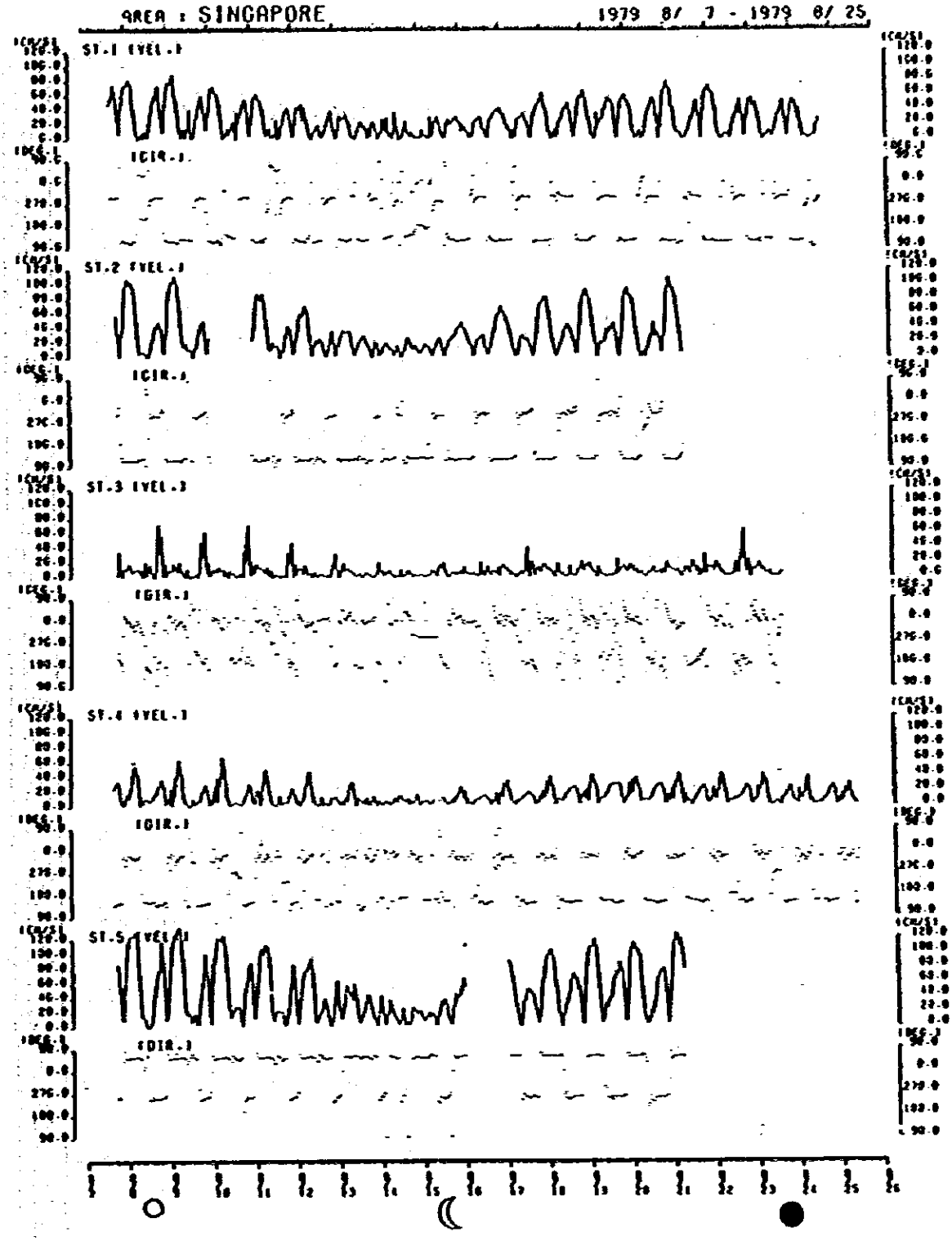


(1) Sketch of the Setting Condition of Current Meter

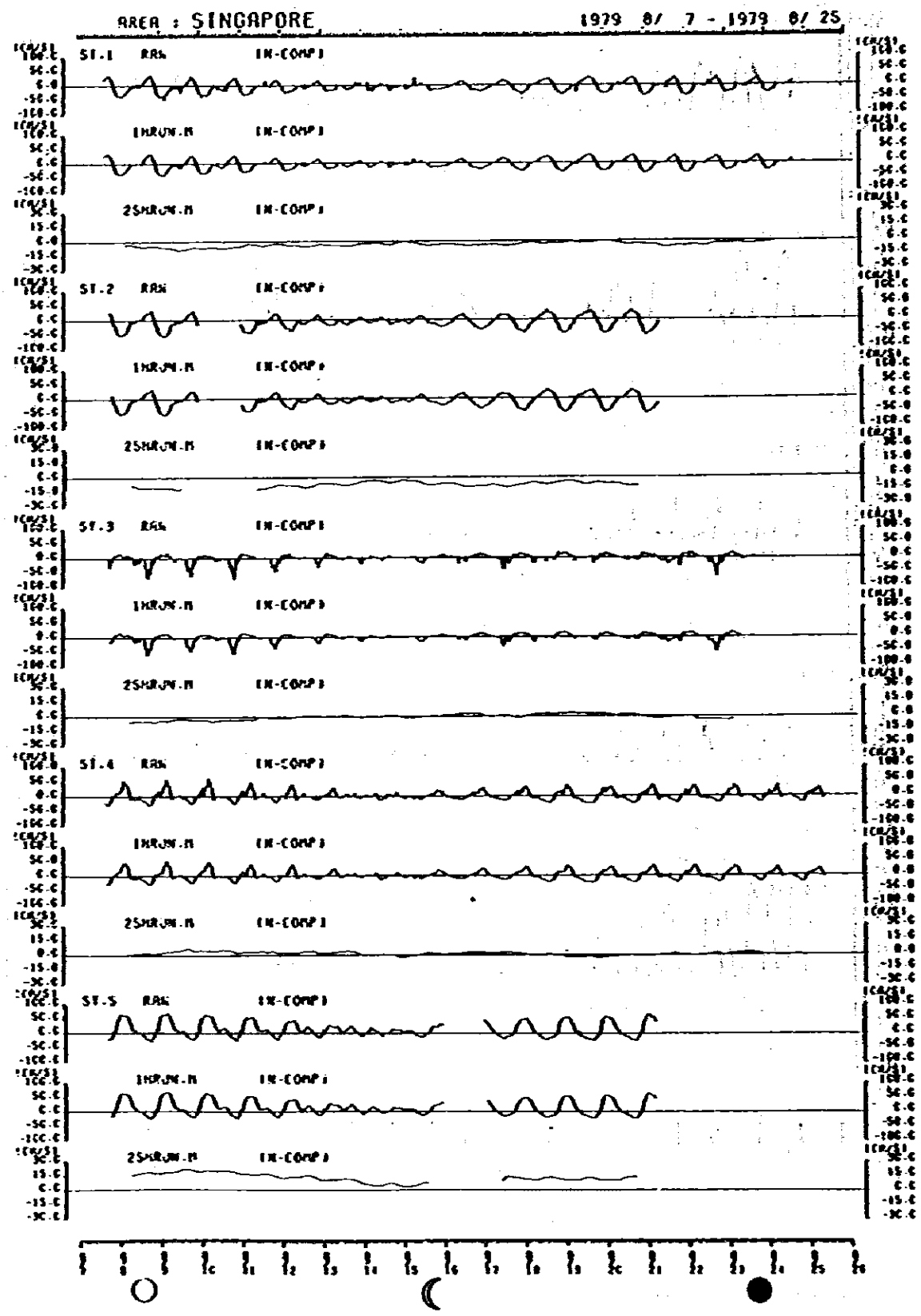


(2) Deployment of Equipment in 12-Hour Current Observ

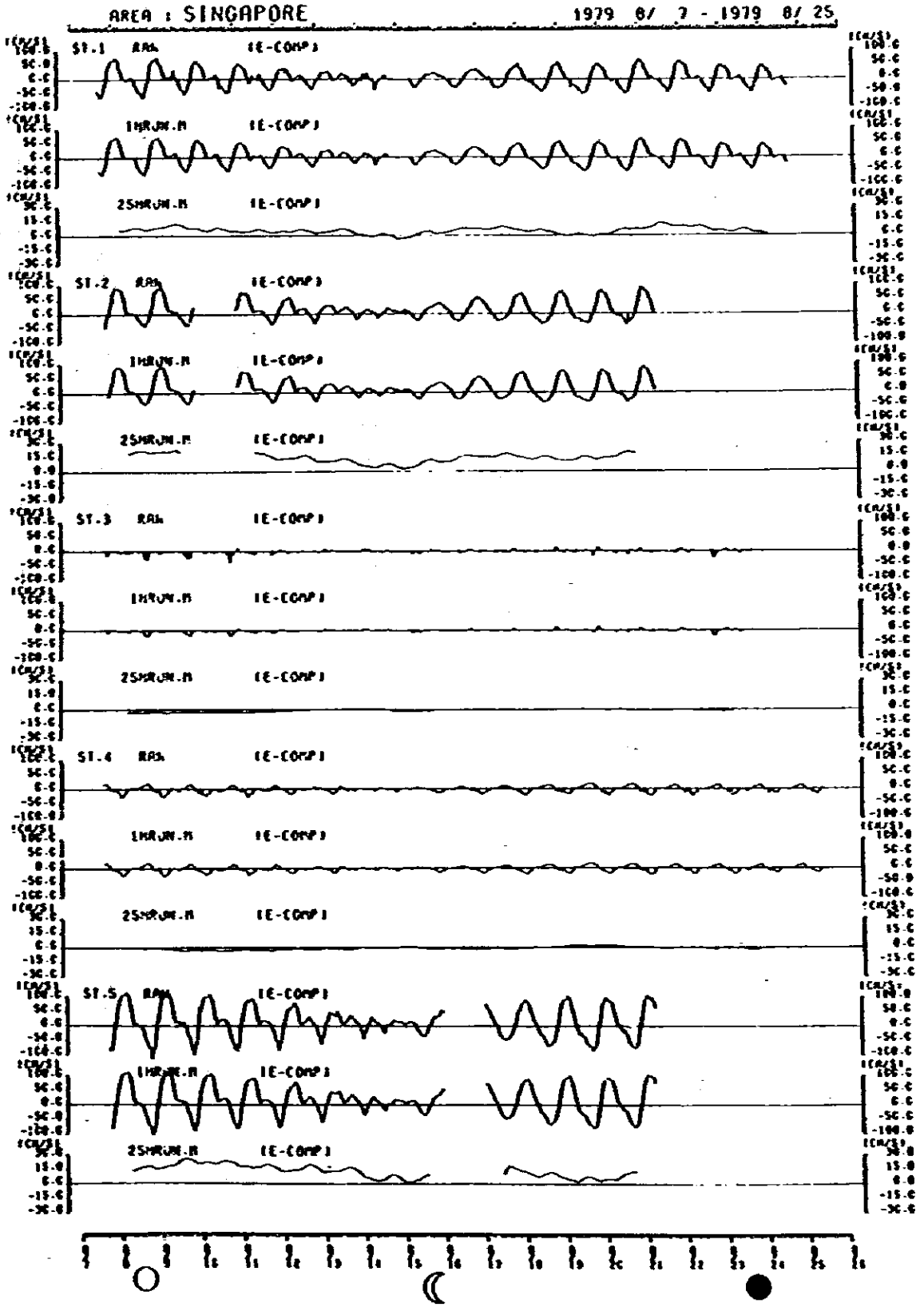
図II 1 − 6② Pulau Ayer Merbau 周辺流動調査の方法



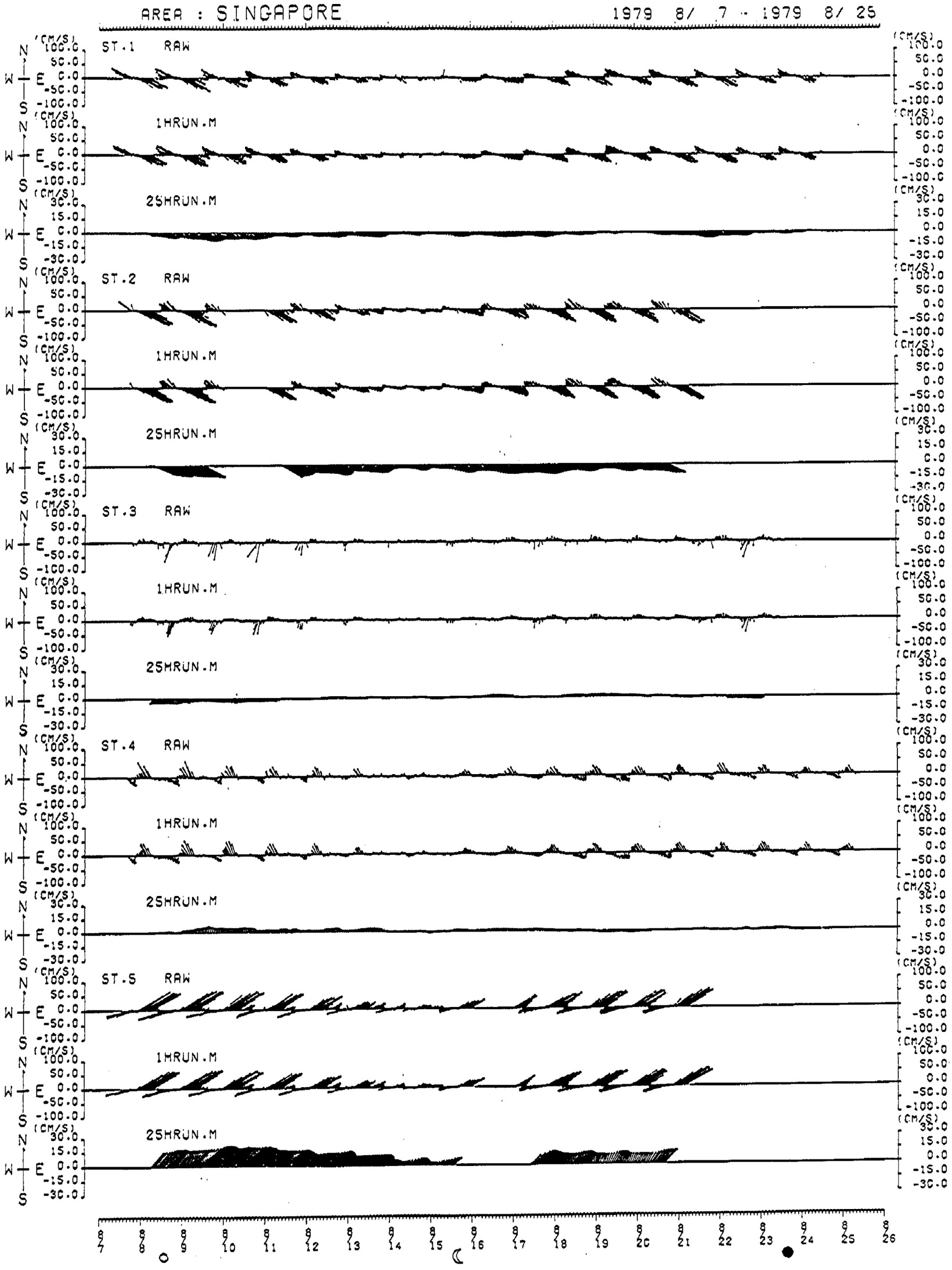
図Ⅱ1－6③　Pulau Ayer Merbau 周辺流動調査の流向・流速時系列曲線



図Ⅱ1－6④　Pulau Ayer Merbau 周辺流動調査
の分速時系列曲線（N－Comp）



図Ⅱ1－6⑤ Pulau Ayer Merbau 周辺流動調査
の分速時系列曲線（E－Comp）



図Ⅱ1－6⑤ Pulau Ayer Merbau 周辺流動調査のベクトル時系列図

1) 流向・流速時系列曲線

本図を図Ⅱ1－6③に示す。

St 1, 2, 5では流速が早く，約1日の周期性がみられる。流向は約1日周期で180°転ずる。

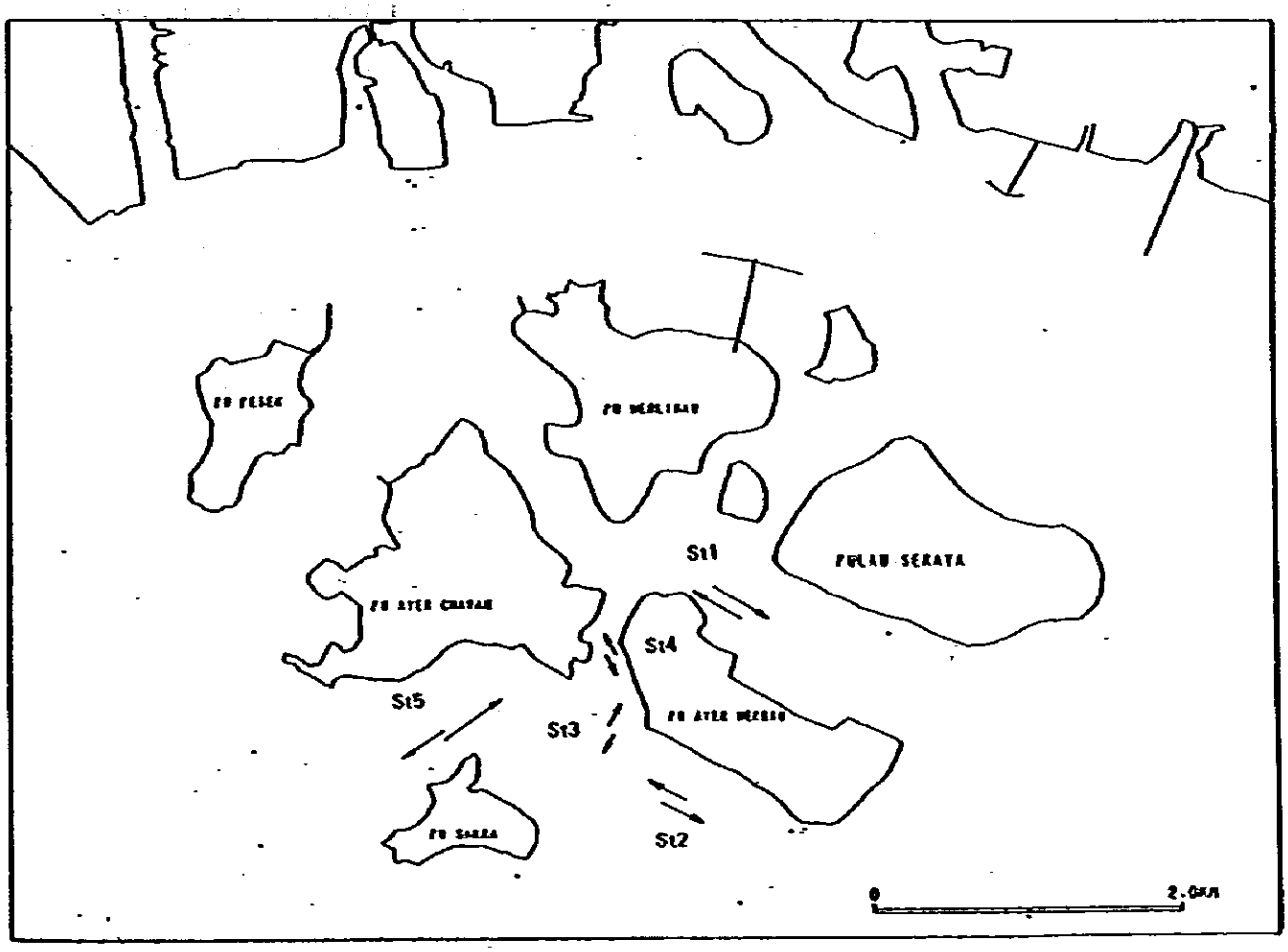
2) 分速時系列曲線

本図を図Ⅱ1－6④，⑤に示す。

各測点とも約1日周期が明確にみられる。パターンとしては前項のセラヤ地区の結果と同じである。

3) ベクトル時系列図

本図を図Ⅱ1－6⑥に示す。各測点とも転流の時間が短かく短時間に流向は180°転ずる。本図から各測点の大体の流況を抜き出すと，図Ⅱ1－6⑦のとおりとなる。



図Ⅱ1－6⑦ Pulau Ayer Merbau 周辺の流況の変化

4) 潮流調和分解

表Ⅱ1－6②に潮流調和分解の結果を示す。本表から各測点の最も大きな分潮流と，次に大きな分潮流を抜き出して，表Ⅱ1－6③に示す。

表Ⅱ1－6③ Pulau Ayer Merbau地区流動調査の各測点の卓越分潮流の一覧

測点名	第一次卓越潮流（Vcm／sec）		第二次卓越潮流（Vcm／sec）	
	N－Comp	E－Comp	N－Comp	E－Comp
St 1	O_1（10.25）	M_2（ 2.56）	K_1（ 8.13）	O_1（ 2.05）
St 2	O_1（14.11）	O_1（ 8.36）	K_1（12.95）	K_1（ 7.57）
St 3	K_1（14.15）	K_1（26.16）	O_1（13.28）	O_1（24.80）
St 4	K_1（21.58）	K_1（33.70）	O_1（18.54）	O_1（29.49）
St 5	K_1（23.87）	K_1（47.03）	O_1（21.39）	O_1（46.79）

表Ⅱ1－6③から，各測点とも（St 1のE－Compを除く）K_1或いはO_1分潮流が卓越していることがわかる。

すなわち，Pulau Ayer Merbau周辺海域は約1日周期の流れが卓越していることを示す。

今回の現地調査のセラヤ地区の結果でも同じ結果となっている。

図Ⅱ1－6⑧に潮流楕円を示す。

表Ⅱ 1 － 6② Pulau Ayer Merbau 地区流動調査潮流調和分解結果(1)

St-1	Position		From : To	Observation Layer
	Lat. 1°16'30"N Long. 103°43'00"E		Aug. 8 1979 00:00 Aug. 23 1979 00:00	－ 3 m

Constituents	N-Comp.		E-Comp.		Elements of Ellipse							
					Major Axis			Minor Axis			Min Dir.	
	V (cm/s)	S (°)	V (cm/s)	S (°)	Dir. (°)	V (cm/s)	k (°)	Dir. (°)	V (cm/s)	k (°)	V (cm/s)	k (°)
K_1	14.15	59	26.16	239	298	29.74	59	28	0.03	149	29.74	59
O_1	13.28	25	24.80	204	298	28.13	24	28	0.30	114	28.13	24
Q_1	2.69	339	5.22	170	117	5.86	167	27	0.45	257	5.85	347
M_2	9.55	200	16.62	23	119	19.16	22	29	0.46	112	19.16	202
S_2	4.20	206	7.28	30	118	8.93	29	28	0.24	119	8.93	209
N_2	1.76	262	2.33	83	127	2.92	83	37	0.02	173	2.89	263
M_4	1.08	96	1.34	280	308	1.72	99	218	0.05	189	1.70	99
MS_4	0.86	102	1.58	294	298	1.80	111	208	0.15	201	1.80	111
K_2	1.14	206	2.14	30	118	2.42	29	28	0.06	119	2.42	209
P_1	4.68	59	8.66	239	298	9.84	59	28	0.01	149	9.84	59
V_0	−3.72 cm/s		5.49 cm/s		6.64 cm/s			124°			−6.61 cm/s 298°	

St-2	Position		From : To	Observation Layer
	Lat. 1°16'00"N Long. 103°42'50"E		Aug. 7 1979 20:00 Aug. 21 1979 07:30	－ 3 m

Constituents	N-Comp.		E-Comp.		Elements of Ellipse							
					Major Axis			Minor Axis			Min Dir.	
	V (cm/s)	k (°)	V (cm/s)	k (°)	Dir. (°)	V (cm/s)	k (°)	Dir. (°)	V (cm/s)	k (°)	V (cm/s)	k (°)
K_1	21.58	63	33.70	239	302	40.00	60	32	1.26	150	40.00	60
O_1	18.54	28	29.49	198	302	34.74	21	32	2.55	111	34.74	21
Q_1	4.92	338	8.77	174	118	9.99	170	28	1.14	260	9.97	350
M_2	9.12	208	12.68	38	125	15.56	35	35	1.29	125	15.54	215
S_2	4.85	220	8.80	47	118	10.03	45	28	0.53	135	10.01	225
N_2	1.52	277	1.39	41	139	1.82	73	229	0.96	163	1.76	243
M_4	0.99	86	0.80	278	320	1.27	91	230	0.13	181	1.20	93
MS_4	1.60	133	2.16	320	306	2.68	137	216	0.14	227	2.68	137
K_2	1.32	220	2.39	47	118	2.73	45	28	0.14	135	2.72	225
P_1	7.14	63	11.15	239	302	13.24	60	32	0.41	150	13.24	60
V_0	−7.91 cm/s		14.80 cm/s		16.78 cm/s			118°			−16.72 cm/s 302°	

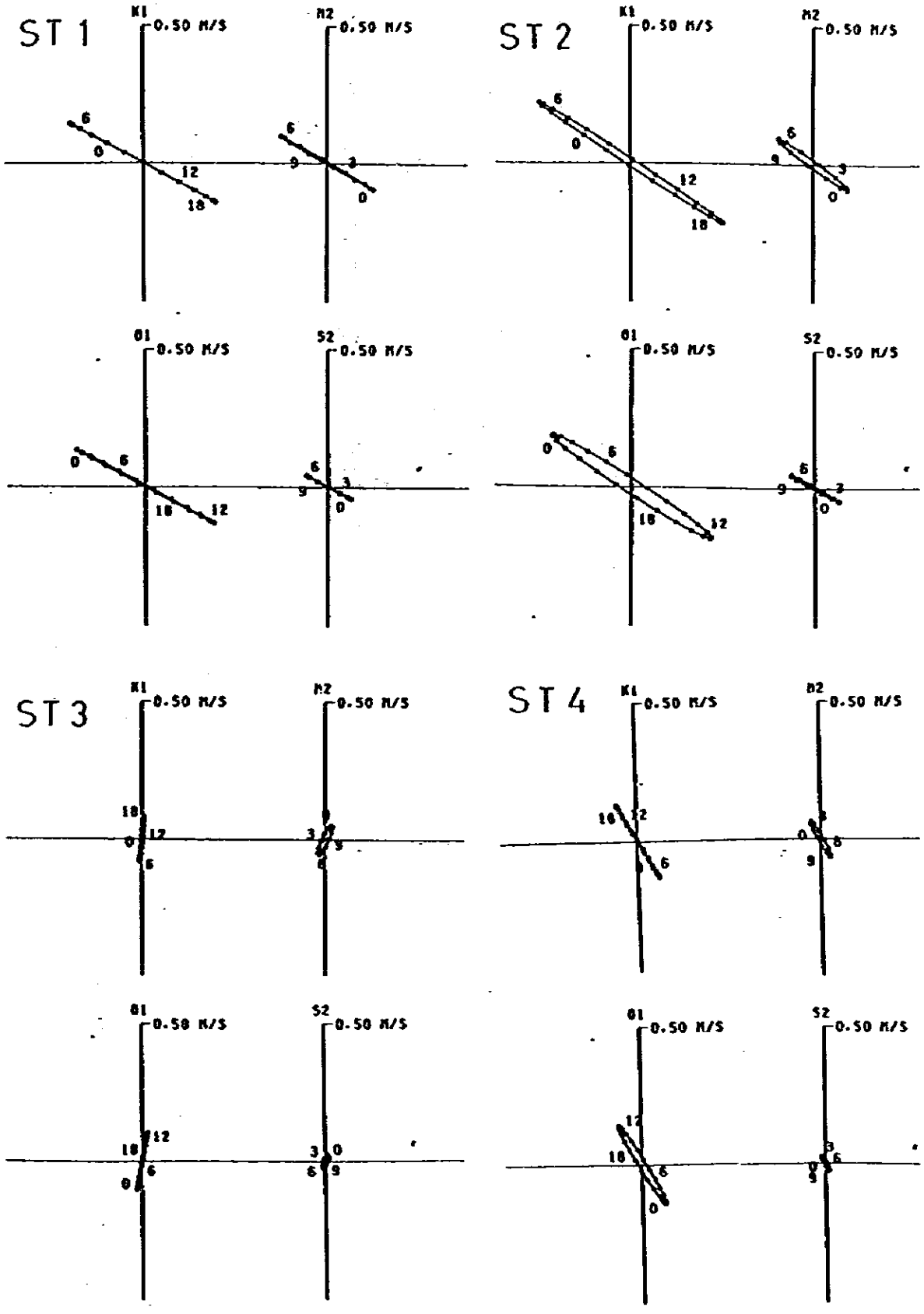
St-3	Position		From : To	Observation Layer
	Lat. 1°16'30"N Long. 103°42'40"E		Aug. 8 1981 00:00 Aug. 23 1981 00:00	－ 3 m

Constituents	N-Comp.		E-Comp.		Elements of Ellipse							
					Major Axis			Minor Axis			Min Dir.	
	V (cm/s)	k (°)	V (cm/s)	k (°)	Dir. (°)	V (cm/s)	k (°)	Dir. (°)	V (cm/s)	k (°)	V (cm/s)	k (°)
K_1	8.13	249	0.87	223	185	8.17	69	95	0.37	159	8.08	69
O_1	10.25	191	2.05	185	191	10.45	11	101	0.22	101	10.44	11
Q_1	3.44	247	0.89	301	189	3.48	69	279	0.70	159	3.47	70
M_2	5.20	356	2.56	325	204	5.67	171	114	1.22	261	5.59	173
S_2	2.35	25	1.07	341	19	2.48	20	289	0.71	110	2.47	201
N_2	3.32	20	0.95	53	13	3.42	22	103	0.50	112	3.42	202
M_4	0.56	142	0.70	225	254	0.71	33	344	0.55	123	0.59	339
MS_4	0.86	240	0.50	219	209	0.98	55	119	0.16	145	0.95	53
K_2	0.63	25	0.29	341	19	0.67	20	289	0.19	110	0.67	201
P_1	2.69	249	0.29	223	185	2.70	69	95	0.12	159	2.67	69
V_0	−0.46 cm/s		−0.76 cm/s		0.89 cm/s			238°			0.63 cm/s 193°	

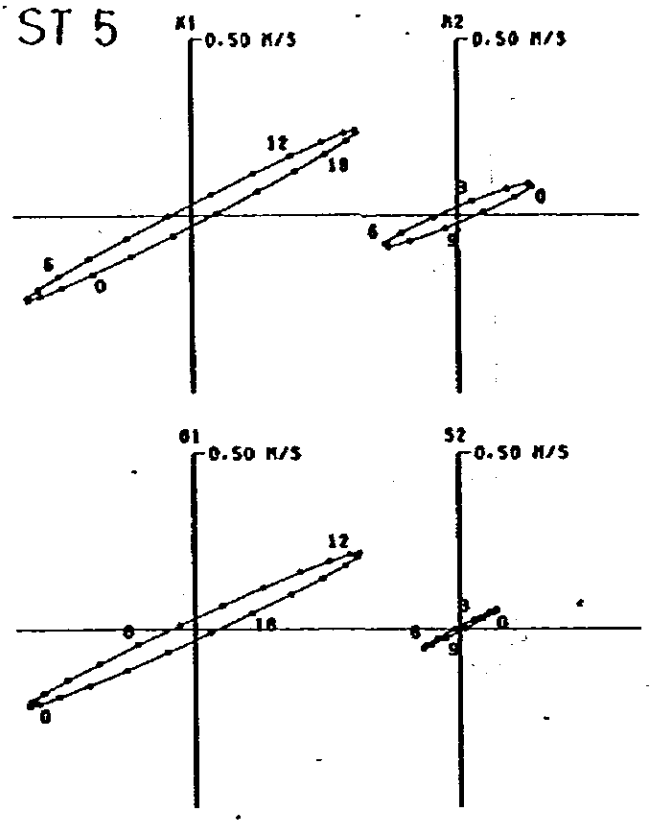
表II 1 − 6② Pulau Ayer Merbau 地区流動調査潮流調和分解結果 (2)

St−4	Position				From : To						Observation Layer		
	Lat. 1°16'20"N Long. 103°42'40"E				Aug. 8 1979 00:00 Aug. 23 1979 00:00						− 3 m		
Constituents	N-Comp.		E-Comp.		Elements of Ellipse						Main Dir.	
					Major Axis			Minor Axis				
	V (cm/s)	k (°)	V (cm/s)	k (°)	Dir. (°)	V (cm/s)	k (°)	Dir. (°)	V (cm/s)	k (°)	V (cm/s)	k (°)
K_1	12.95	236	7.57	58	149	15.00	57	59	0.13	147	9.71	56
O_1	14.11	201	8.36	32	149	16.35	24	59	1.31	114	10.61	19
Q_1	2.36	178	0.88	327	341	2.48	175	71	0.43	265	1.98	3
M_2	6.32	56	3.52	218	331	7.18	52	61	0.93	142	4.87	240
S_2	2.72	74	1.30	235	335	2.99	71	65	0.38	161	2.16	258
N_2	1.83	110	1.18	266	328	2.14	103	58	0.40	193	1.38	297
M_4	3.55	239	1.43	43	158	3.81	57	248	0.36	147	2.90	62
MS_4	3.02	264	1.27	67	157	3.26	82	247	0.35	172	2.45	87
K_2	0.74	74	0.35	235	335	0.81	71	65	0.10	161	0.58	258
P_1	4.28	236	2.50	58	149	4.96	57	59	0.04	147	3.21	56
V_0	1.66 cm/s		−0.56 cm/s		1.75 cm/s			341°			−1.38 cm/s 199°	

St−5	Position				From : To						Observation Layer		
	Lat. 1°16'40"N Long. 103°42'50"E				Aug. 7 1979 18:00 Aug. 21 1979 04:30						− 3 m		
Constituents	N-Comp.		E-Comp.		Elements of Ellipse						Main Dir.	
					Major Axis			Minor Axis				
	V (cm/s)	k (°)	V (cm/s)	k (°)	Dir. (°)	V (cm/s)	k (°)	Dir. (°)	V (cm/s)	k (°)	V (cm/s)	k (°)
K_1	23.87	225	47.03	233	243	52.67	51	333	2.76	141	52.65	52
O_1	21.39	191	46.79	200	245	51.37	19	335	2.85	109	51.36	18
Q_1	6.10	160	10.75	158	60	12.37	158	330	0.19	248	12.33	338
M_2	8.88	25	20.76	10	67	22.48	12	337	2.15	102	22.46	193
S_2	5.36	29	10.20	22	62	11.51	24	332	0.58	114	11.50	203
N_2	1.08	351	4.37	34	79	4.45	33	169	0.72	123	4.31	210
M_4	1.70	299	3.68	229	258	3.74	54	168	1.57	144	3.65	60
MS_4	1.64	284	4.08	263	249	4.36	86	159	0.54	176	4.35	87
K_2	1.45	29	2.77	22	62	3.13	24	332	0.15	114	3.12	203
P_1	7.90	225	15.57	233	243	17.43	51	333	0.91	141	17.42	52
V_0	13.19 cm/s		13.66 cm/s		18.99 cm/s			46°			−17.96 cm/s 245°	



図Ⅱ1－6⑧　Pulau Ayer Merbau 周辺流動調査の潮流楕円(1)



図II 1 − 6⑧　Pulau Ayer Merbau周辺流動調査の潮流楕円(2)

5) 平均流速・標準偏差

表Ⅱ1－6④に変動の統計数値表を示す。

表Ⅱ1－6④ Pulau Ayer Merbau周辺流動調査の変動の統計的数値

Station	平均流速 (cm/s)		標準偏差 (cm/s)		卓越周期 (hour)	
	N－Comp	E－Comp	N－Comp	E－Comp	N－Comp	E－Comp
St 1	−3.5	5.3	15.6	28.3	24.74 12.48	24.74 12.30
St 2	−8.3	15.0	19.1	29.6	25.09 12.13	24.74 12.30
St 3	−0.2	−0.7	11.1	3.5	25.09 12.66	24.04 12.48
St 4	1.7	−0.6	14.7	8.5	24.74 12.30	24.74 12.30
St 5	14.3	16.6	22.7	46.9	24.74 12.30	25.09 12.48

本表のN－CompとE－Compの平均流速値を用いて各測点の平均流ベクトル図を図Ⅱ1－6⑨に示す。

本図から，Pulau Ayer Merbau周辺海域は1979年8月の調査時は，全体としては東流のパターンとなっていたと思われる。これは今回の現地調査のセラヤ地区の結果（西流パターン）とは反対の結果となっている。この理由については，後述「1－7（略）」で述べる。

6) パワースペクトル

図Ⅱ1－6⑩にパワースペクトルの結果の図を示す。詳細な各測点の卓越周期は表Ⅱ1－6④に示した。

各測点とも約1日周期が卓越していることがわかる。

7) 自己相関関数

図Ⅱ1－6⑪に，自己相関関数の結果の図を示す。

各測点とも約1日周期の成分が強いことがわかる。

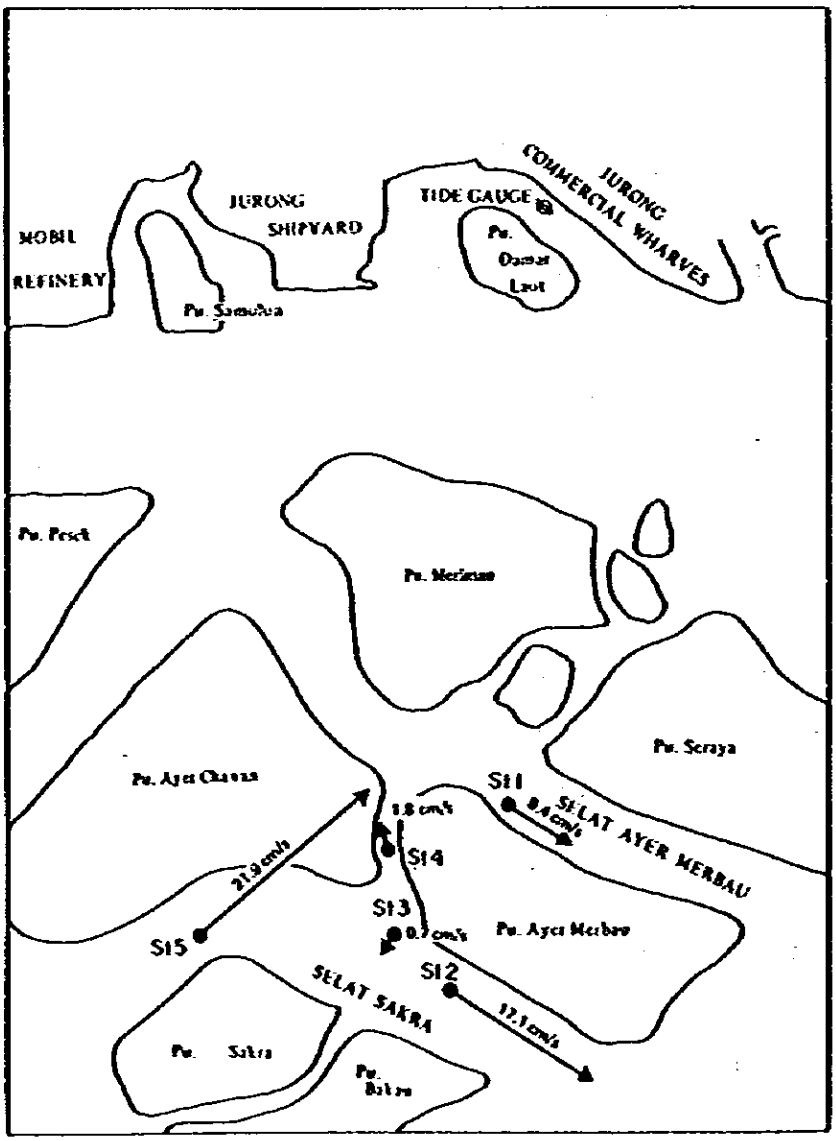
8) 流向・流速頻度分布

図Ⅱ1－6⑫に，流向・流速頻度分布図を示す。

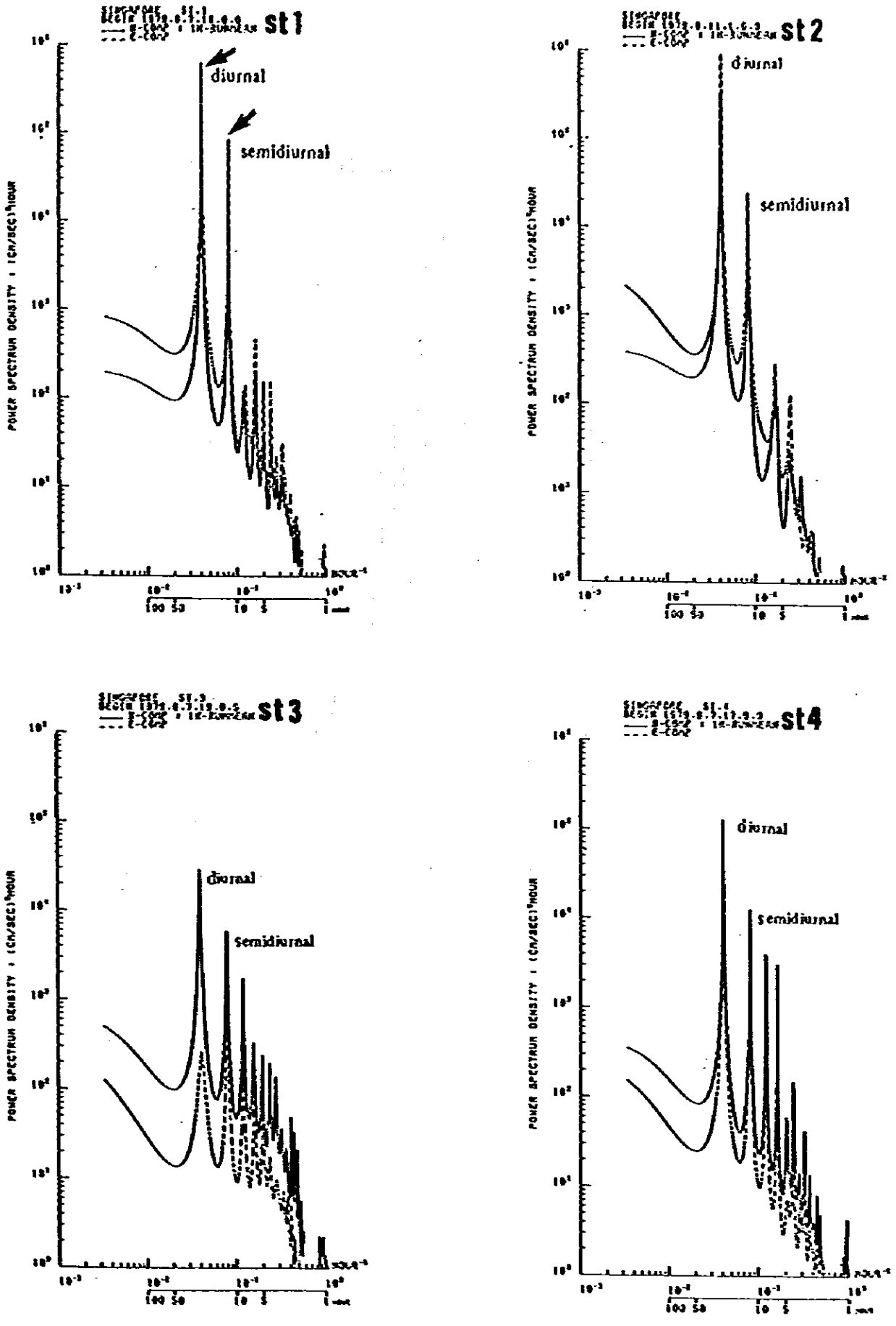
流速分布は，測点によって違いがみられ，St3，St4は0～20.0cm/sec付近の流速が最も多く，他の測点はほぼ各階級で一様に分布している。流向は海岸線に沿った方向に分布している。これは図Ⅱ1－6⑥からも明らかである。

9) スキャッタリングプロット，潮流調和分解の結果による流況図

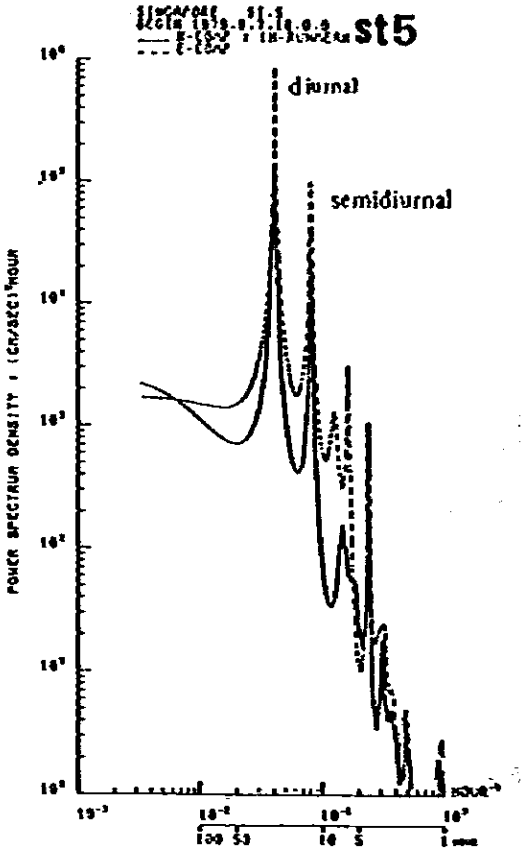
これ等の結果については，この後「1－7　（略）」で述べる。



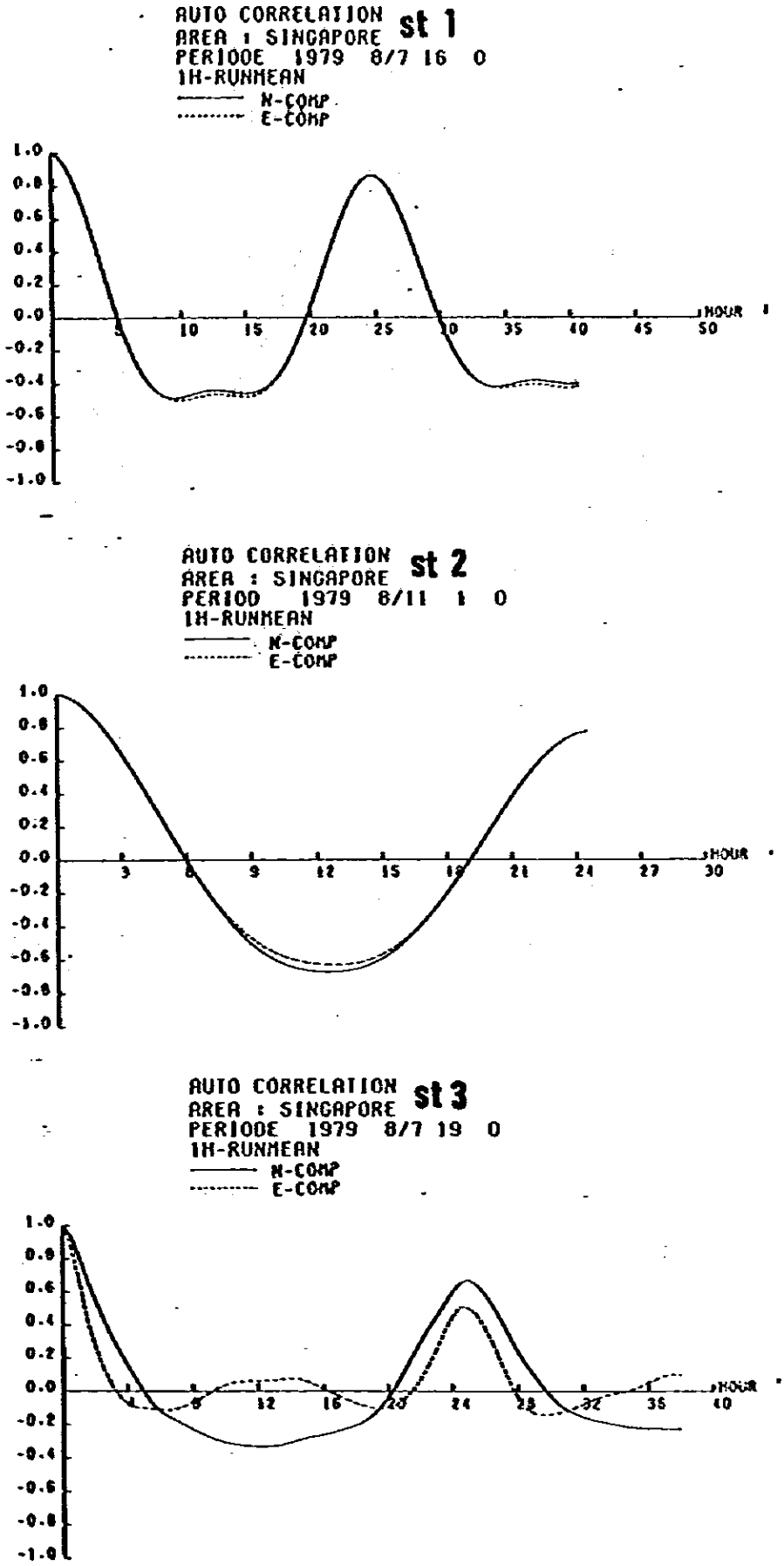
図Ⅱ1－6⑨　Pulau Ayer Merbau 周辺の平均流（1979年8月初旬～下旬）



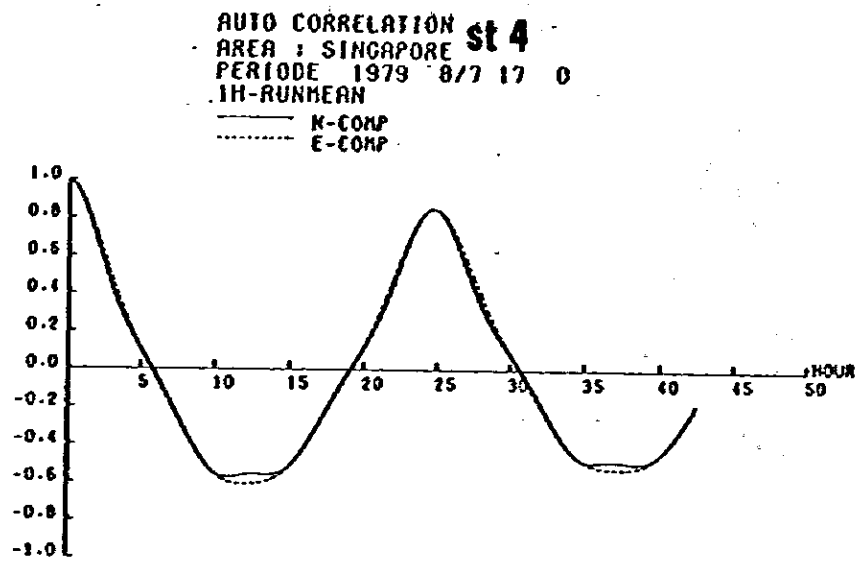
図II 1 ~ 6⑲ Pulau Ayer Merbau 周辺海域流動調査のパワースペクトル(1)

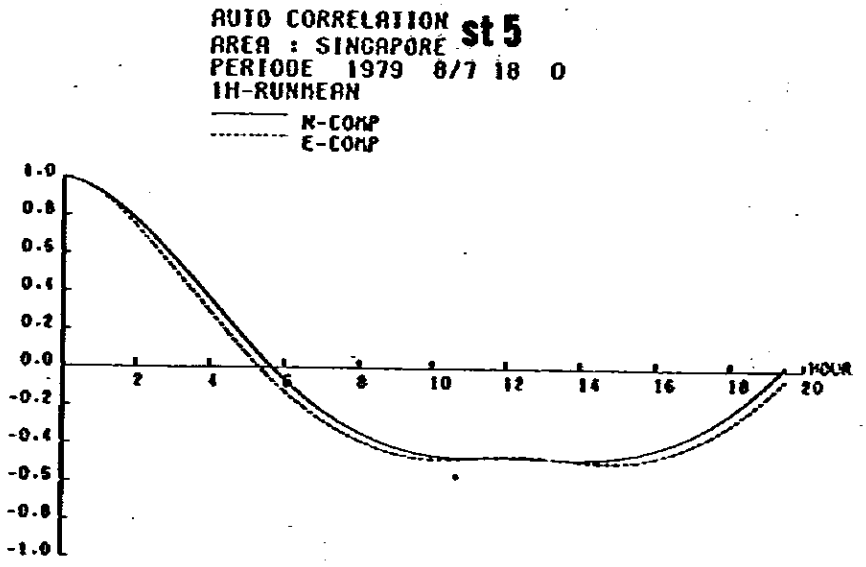


図Ⅱ１－６⑩　Pulau Ayer Merbau 周辺海域流動調査のパワースペクトル(2)

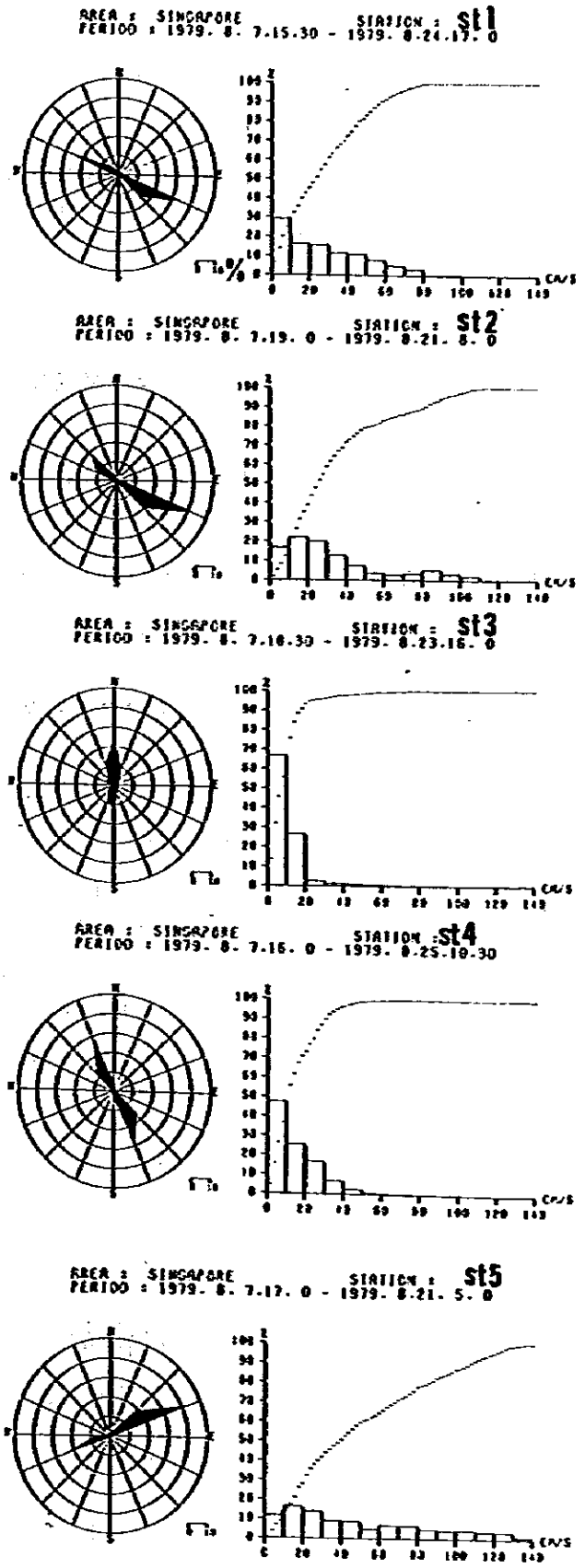


図II 1 − 6⑪ Merbau地区のAuto correlogram (1)





図II 1 − 6⑪　Merbau地区のAuto correlogram(2)



図II 1－6⑫ Pulau Ayer Merbau 周辺流向流速頻度分布図

1－6－2　マラッカ・シンガポール海峡潮汐・潮流調査

本調査は，マラッカ・シンガポール海峡における，5カ所の既存の検潮所と12カ所の新設検潮所において14カ月間の同時観測及び，2回の異った時期に各々35日間の潮流同時観測を行い，同海峡の潮汐・潮流の特性を調査するとともに，潮汐・潮流の予報を行うため実施された。

調査場所は，マラッカ・シンガポール海峡の全域に及び海域で，1978年3月～1979年4月に現地調査が実施された。

表Ⅱ1－6⑤調査内容を，図Ⅱ1－6⑱に調査測点図を，図Ⅱ1－6⑲に潮流調査の実施状況を示す。

以下，本報告書（以下，「報告書」と云う）から，潮流調査の結果を抜粋してコメントを加える。

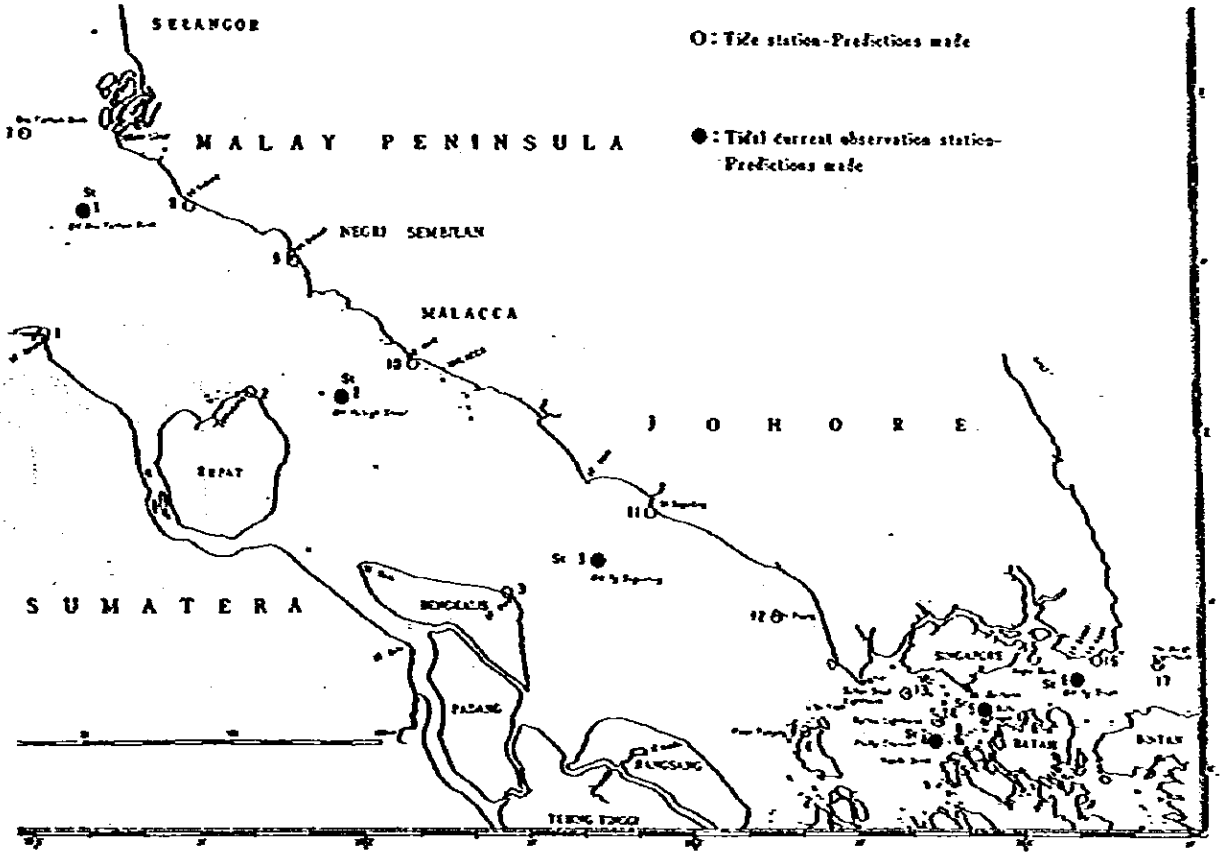
表Ⅱ1－6⑤　マラッカ・シンガポール海峡潮汐・潮流調査の内容

調査項目	測点	観測層	期間	方法
Tidal current observation（潮流観測）	1～6 図Ⅱ1－6⑪参照	－10m	（第一次調査） 1979年7月10日～8月20日 （第二次調査） 1979年11月9日～12月20日	NC－type current meterを設置して観測（定点連続観測） 図Ⅱ1－6⑲参照
	1	－2.5m －5m （以下5m毎） ⋮	1979年8月5日，8月24日 11月16日，12月4日	DCM－2 current meterを船上より降下して観測（各層観測）
	2		7月22日，7月23日 12月2日	
	3		7月21日 12月2日	
	4		7月26日，7月27日 11月14日，12月1日	
	6		11月17日 12月1日	
Tidal observation（潮汐観測）	17測点	—	1978年3月～1979年4月	Tidal stationに検潮器（tide gauge）を設置して行う。

表Ⅱ－6⑥　観測点の緯度経度

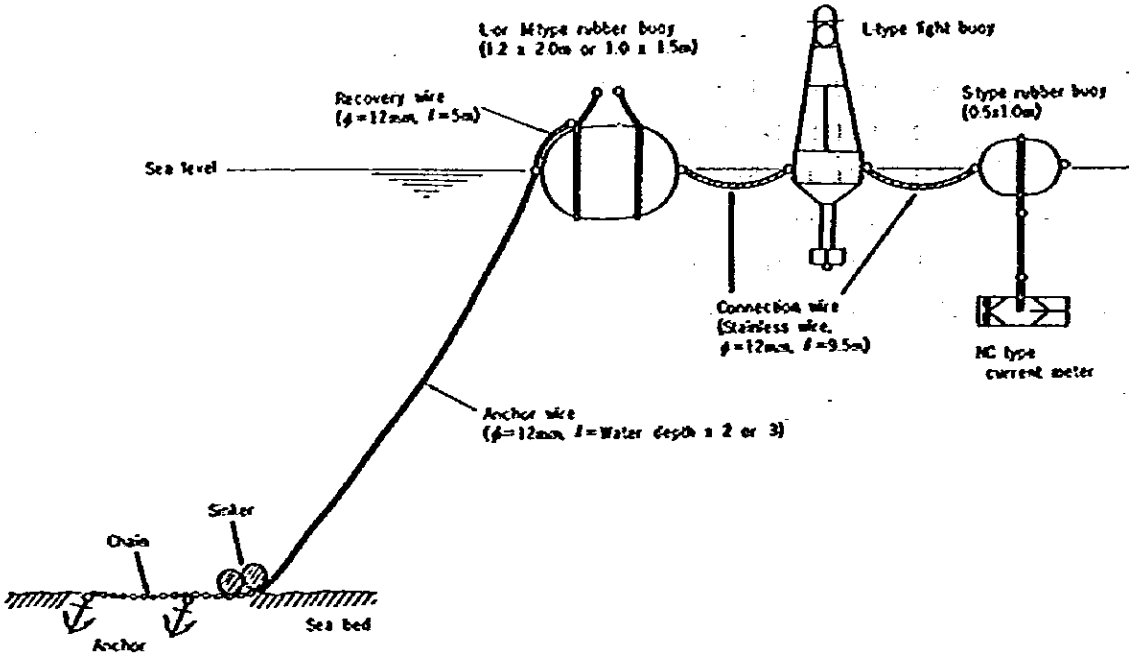
Current Survey Point

St1	Off One Fathom Bank	02° 40.0' N - 101° 10.0' E
St2	Off Raleigh Shoal	02° 06.7' N - 101° 56.8' E
St3	Off Tg. Segenting	01° 37.7' N - 102° 43.0' E
St4	Phillip Channel	01° 05.8' N - 103° 44.0' E
St5	Batu Berhanti	01° 11.8' N - 103° 52.5' E
St6	Off Tg. Stapa	01° 17.3' N - 104° 09.5' E

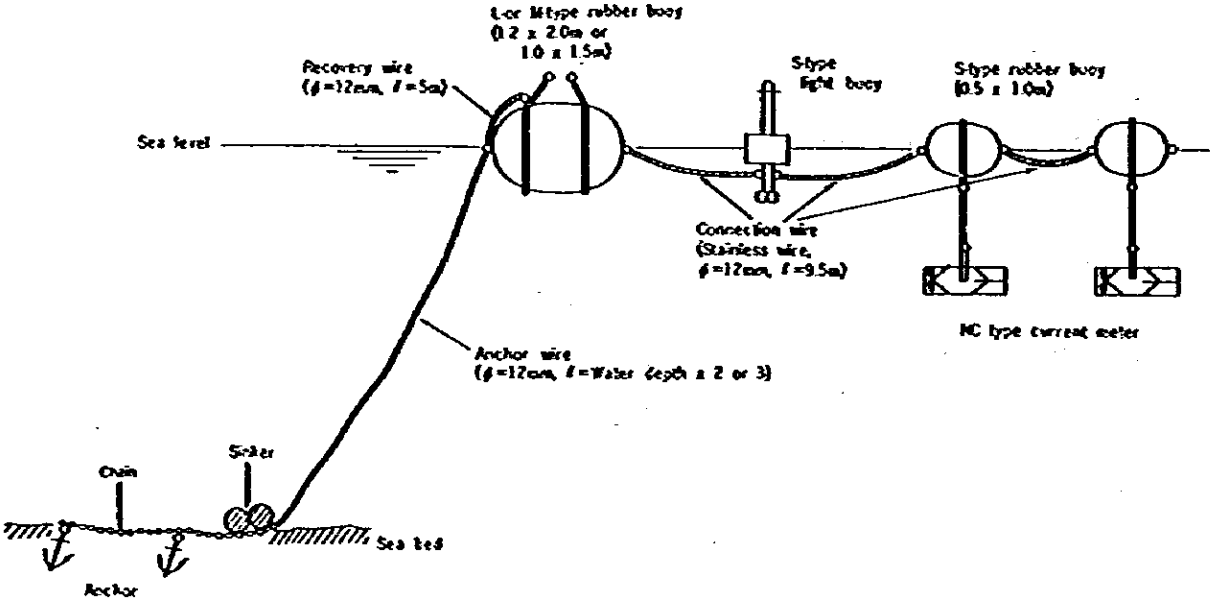


図Ⅱ1－6⑭　マラッカ・シンガポール海峡潮汐・潮流調査測点図

LAYOUT OF MOORING SYSTEM (A) AT STATIONS 1,2,3 AND 6



LAYOUT OF MOORING SYSTEM (B) AT STATIONS 4 AND 5



図II 1 − 6⑲　マラッカ・シンガポール海峡潮汐・潮流調査の方法

「報告書」から，今回の調査海域（セラヤ地区とテコン地区）に最も近いSt 4, 5, 6について，潮流調和分解の結果を表II 1－6⑦，⑧に示す。表II 1－6⑦は第一次調査（1979年7月～8月），表II 1－6⑧は第二次調査（1979年11月～12月）の結果である。なお本表の流速の単位はノット（Kn）である。（1 Kn＝51.4cm/sec）

本表から各測点の卓越分潮流をみてみると，

第一次調査

St 4 (Phillip channel)	K_1 (0.950 Kn)	O_1 (0.713 Kn)
St 5 (Batu Berhanti)	K_1 (0.916 Kn)	O_1 (0.839 Kn)
St 6 (Off Tg Stapa)	K_1 (0.268 Kn)	O_1 (0.205 Kn)

第二次調査

St 4	K_1 (0.989 Kn)	O_1 (0.751 Kn)
St 5	O_1 (0.906 Kn)	K_1 (0.861 Kn)
St 6	K_1 (0.144 Kn)	O_1 (0.128 Kn)

となって1日周潮流のK_1やO_1分潮流が卓越していることがわかる。

「報告書」によると，潮流の流れの方向は，マラッカ海峡では北西あるいは南東であり，シンガポール海峡西口（Phillip Channel）では南南西あるいは北北東，東口では西南西あるいは東北東である。

マラッカ海峡・シンガポール海峡それぞれの中では潮流の特性はほぼ同じと見なされるが，これら両海峡のあいだでは明らかに異っている。マラッカ海峡では1日周潮流と半日周潮流の比は0.26～0.33で，潮流は一般に半日周潮流であることを示すが，一方，シンガポール海峡では1.35～2.15で1日周潮流が卓越している。

6カ所の潮流観測の最強流速の起る時間を比較すると，マラッカ海峡ではSt 1で最も早く，東に向って徐々におくれる。St 1とSt 3の間の時間差は，大潮期の平均状態で約2.7時間である。なお，St 1では高潮時のころに南東流が最強となる。一方，シンガポール海峡では最強流速の起る時間は東口で最も早く，西に向っておくれる。St 6とSt 4の間の時間差は，大潮期の平均的状態で約1.8時間である。なお，St 6では，高潮時の2.2時間前に西南西の流れが最強となる。ただし，シンガポール海峡では流れが1日1回潮の場合にはこれら時間差は非常に小さくなる。

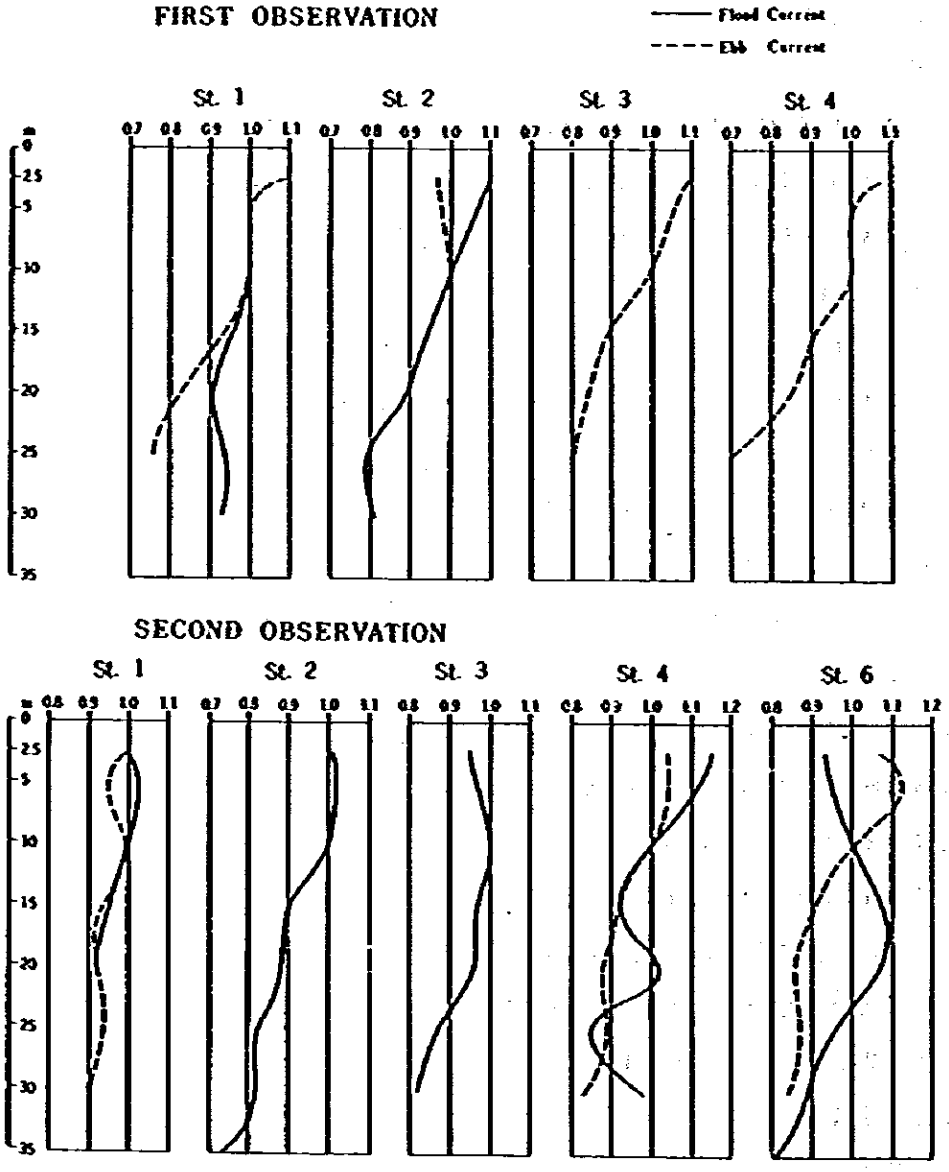
主要4分潮の和（ほぼ最大流速）はマラッカ海峡で1.9 Kn～2.2 Knである。シンガポール海峡ではSt 4で2.9 Kn，St 5で4.8 Kn，St 6で2.7 Knである。

各層潮流観測の結果から，各水深の流速・流向を水深10mの流速・流向と比較すると，

おおむね各水深の流速は±25%以内，流向は±15°以内であった。

図II 1－6⑯に，水深10mの流速と各層の流速を比較した図を示す。

本図では，水深10mの流速を1として比較する。



図II 1－6⑯　水深10mの流速と各層の流速の比較図

表Ⅱ１－６⑦　マラッカ・シンガポール海峡潮汐・潮流調査（第一次調査）
潮流調和分解結果(1)

Table 4-4　HARMONIC CONSTANTS OF TIDAL CURRENT St. 4 (Phillip Channel)

Position:　Lat. 1°05'46" N　Long. 103°44'03" E
Time kept at the Place:　−07 30
Depth:　10 m
Duration:　July 16 ~ Aug. 16, 1978

Constituents	N-Comp.		E-Comp.		Elements of Ellipse: Major Axis			Minor Axis			Main Dir. 25°		
	V (kn)	κ (°)	V (kn)	κ (°)	Dir. (°)	V (kn)	κ (°)	Dir. (°)	V (kn)	κ (°)	V (kn)	κ (°)	g (°)
Mm	0.058	257.0	0.041	303.3	30	0.065	242.3	120	0.030	152.3	0.065	244.4	248.5
MSf	0.254	161.0	0.113	186.0	24	0.257	166.2	114	0.042	256.2	0.257	166.3	173.5
Q1	0.136	153.8	0.072	179.4	26	0.153	159.0	116	0.028	249.0	0.153	158.8	155.5
O1	0.713	103.9	0.477	207.2	33	0.543	191.0	123	0.163	281.0	0.535	189.5	196.5
M1	0.033	109.4	0.035	120.1	50	0.036	149.8	140	0.027	59.8	0.030	149.3	172.3
K1	0.950	333.0	0.533	248.6	29	1.042	256.3	119	0.125	326.2	1.079	256.2	245.3
J1	0.039	41.5	0.019	178.9	341	0.043	41.9	71	0.013	131.9	0.031	59.3	31.9
OO1	0.153	339.6	0.148	340.8	44	0.211	348.1	134	0.002	70.1	0.201	339.9	357.2
P1	0.313	232.1	0.175	243.3	29	0.355	235.8	119	0.041	325.8	0.354	235.3	243.3
μ2	0.029	34.8	0.042	38.5	55	0.050	32.3	145	0.001	122.3	0.044	36.3	38.6
N2	0.187	86.3	0.050	82.9	15	0.194	86.4	105	0.003	356.4	0.191	86.3	92.1
ν2	0.036	85.8	0.010	81.2	15	0.037	85.5	105	0.001	355.5	0.037	85.3	91.3
M2	0.642	110.4	0.186	84.4	15	0.669	108.6	105	0.079	18.6	0.658	107.4	113.3
L2	0.016	65.2	0.015	112.4	43	0.020	84.1	133	0.009	136.3	0.020	77.8	91.8
S2	0.174	150.0	0.073	65.1	3	0.175	148.5	93	0.015	58.9	0.169	139.1	156.6
K2	0.047	150.0	0.020	65.1	3	0.045	148.9	93	0.020	58.9	0.045	138.5	153.1
2SM2	0.012	60.2	0.027	264.0	296	0.028	58.1	30	0.008	8.1	0.000	359.5	16.0
MO3	0.025	305.0	0.078	63.6	279	0.079	244.1	9	0.022	336.1	0.030	22.6	33.3
MK3	0.016	220.3	0.022	229.3	53	0.027	226.5	143	0.002	316.5	0.024	224.2	230.0
SK3	0.007	102.3	0.092	135.9	87	0.092	136.1	177	0.005	46.1	0.044	142.1	161.2
MN4	0.016	52.3	0.013	341.2	49	0.018	16.0	139	0.012	246.2	0.018	32.2	41.0
M4	0.055	15.3	0.031	34.5	29	0.063	13.9	119	0.009	109.9	0.063	15.3	30.2
SN4	0.009	343.2	0.038	297.6	59	0.039	299.3	149	0.006	209.3	0.023	312.0	335.5
MS4	0.049	14.6	0.037	58.0	37	0.061	32.9	127	0.002	202.9	0.060	11.4	42.0
2SM6	0.016	321.2	0.015	303.3	44	0.021	312.4	134	0.003	222.4	0.020	313.6	341.3
M6	0.024	266.1	0.018	238.3	35	0.029	254.2	125	0.009	164.2	0.028	257.1	286.9
MSN6	0.010	286.1	0.014	233.9	68	0.015	228.4	158	0.010	338.4	0.013	259.2	291.5
2MS6	0.013	336.9	0.015	63.8	41	0.021	348.3	131	0.009	76.3	0.020	340.1	17.4
2SM6	0.005	223.0	0.006	135.8	79	0.006	144.2	169	0.005	54.2	0.005	134.6	139.6
Non-Tidal Current	−0.160		0.092		158.1	0.184					−0.106		

Table 4-5　HARMONIC CONSTANTS OF TIDAL CURRENT St. 5 (Batu Berkanak)

Position:　Lat. 1°11'46" N　Long. 103°57'42" E
Time kept at the Place:　−07 30
Depth:　10 m
Duration:　July 16 ~ Aug. 16, 1978

Constituents	N-Comp.		E-Comp.		Elements of Ellipse: Major Axis			Minor Axis			Main Dir. 19°		
	V (kn)	κ (°)	V (kn)	κ (°)	Dir. (°)	V (kn)	κ (°)	Dir. (°)	V (kn)	κ (°)	V (kn)	κ (°)	g (°)
Mm	0.119	264.0	0.100	189.8	74	0.145	139.7	164	0.111	109.7	0.101	209.0	213.1
MSf	0.192	045.1	0.195	208.8	46	0.242	173.4	136	0.128	263.4	0.237	180.4	188.1
Q1	0.193	183.9	0.271	179.4	55	0.339	181.0	145	0.012	91.0	0.332	180.9	177.5
O1	0.839	206.0	1.383	206.5	59	1.618	206.3	149	0.005	296.3	1.610	206.3	201.0
M1	0.096	238.1	0.090	198.5	38	0.101	222.9	128	0.042	132.9	0.101	215.4	226.2
K1	0.916	354.2	1.436	346.2	58	1.736	347.3	148	0.054	157.3	1.736	347.3	354.2
J1	0.034	333.1	0.064	177.6	73	0.065	111.3	167	0.020	91.3	0.062	186.3	199.1
OO1	0.190	351.1	0.393	20.3	65	0.431	14.9	155	0.068	104.9	0.428	13.6	30.1
P1	0.300	249.3	0.434	245.3	58	0.570	246.4	148	0.013	158.4	0.570	246.4	254.3
μ2	0.074	11.5	0.082	26.5	48	0.111	22.4	138	0.009	112.4	0.109	23.3	25.3
N2	0.190	65.0	0.190	61.6	54	0.236	62.8	144	0.007	332.8	0.235	62.3	68.2
ν2	0.022	63.7	0.037	55.9	54	0.046	61.1	144	0.002	331.1	0.045	61.0	67.0
M2	0.519	54.0	0.792	55.8	52	0.945	54.0	142	0.044	144.0	0.945	54.1	63.8
L2	0.051	35.5	0.111	34.4	72	0.111	48.5	162	0.036	158.6	0.115	64.5	78.2
S2	0.172	70.8	0.353	76.2	64	0.392	76.3	154	0.007	346.9	0.390	76.1	84.0
K2	0.047	70.6	0.097	76.2	64	0.108	76.3	154	0.002	346.9	0.107	76.1	84.6
2SM2	0.038	213.2	0.041	242.9	50	0.046	253.3	140	0.031	343.3	0.046	259.4	264.2
MO3	0.056	149.6	0.143	36.3	83	0.144	20.0	173	0.053	309.0	0.133	48.3	58.2
MK3	0.003	321.5	0.032	334.6	85	0.032	334.5	175	0.001	64.5	0.029	334.0	341.4
SK3	0.016	186.4	0.002	125.5	84	0.002	126.5	174	0.014	36.5	0.015	130.2	143.2
MN4	0.013	146.9	0.011	237.1	159	0.013	145.2	89	0.011	235.0	0.012	230.1	215.3
M4	0.026	111.1	0.065	292.5	149	0.023	111.2	79	0.000	21.2	0.029	110.5	129.2
SN4	0.035	329.4	0.052	309.0	37	0.062	315.2	143	0.010	225.2	0.062	314.5	331.2
MS4	0.006	140.4	0.006	347.3	173	0.006	147.1	3	0.003	77.1	0.071	348.9	15.0
2SM6	0.013	332.4	0.012	93.9	299	0.019	299.6	29	0.010	63.6	0.013	67.8	92.6
M6	0.021	39.8	0.022	186.2	307	0.033	18.6	37	0.010	168.6	0.045	142.3	191.2
MSN6	0.015	326.5	0.036	298.2	291	0.037	24.5	81	0.012	294.6	0.036	221.8	251.4
2MS6	0.012	64.4	0.041	113.3	66	0.041	113.3	174	0.001	303.3	0.037	108.4	144.3
2SM6	0.015	168.9	0.026	222.2	68	0.028	213.2	158	0.011	303.2	0.028	259.5	251.6
Non-Tidal Current	0.207		0.415		43.4	0.464					0.442		

表Ⅱ１－６⑦　マラッカ・シンガポール海峡潮汐・潮流調査（第一次調査）
潮流調和分解結果(2)

Table 4-6 HARMONIC CONSTANTS OF TIDAL CURRENT St. 6 (Off Tg. Siapa)

Position: Lat. 1°17'25" N Long. 104°10'20" E
Time kept at the Place: −07 30
Depth: 18 m
Duration: July 16 ~ Aug. 16, 1978

Constituents	N Comp. V (kn)	N Comp. ε (°)	E Comp. V (kn)	E Comp. ε (°)	Elements of Ellipse: Major Axis Dir. (°)	Major Axis V (kn)	Major Axis ε (°)	Minor Axis Dir. (°)	Minor Axis V (kn)	Minor Axis ε (°)	Main Dir. 76° V (kn)	Main Dir. 76° ε (°)	Main Dir. 76° g (°)
Mm	0.017	172.6	0.146	154.0	84	0.143	153.2	174	0.006	243.3	0.145	153.6	157.5
MSf	0.029	257.4	0.176	165.2	273	0.177	344.4	7	0.012	254.4	0.166	167.0	134.7
Q1	0.037	176.5	0.143	180.2	76	0.151	179.9	166	0.002	269.3	0.150	179.3	176.3
O1	0.265	176.0	0.742	200.2	77	0.763	204.3	167	0.107	296.3	0.763	206.2	208.6
M1	0.035	194.5	0.099	188.0	71	0.105	189.3	161	0.004	99.3	0.104	189.4	194.0
K1	0.268	212.8	0.121	346.5	74	0.852	243.4	164	0.112	333.4	0.850	243.3	252.3
J1	0.019	329.3	0.050	135.3	290	0.054	317.1	20	0.005	47.1	0.054	333.1	144.5
OO1	0.013	9.3	0.078	82.1	43	0.126	11.1	137	0.003	101.0	0.093	11.3	28.6
Ji	0.048	262.0	0.269	245.2	74	0.279	247.5	164	0.046	332.5	0.279	247.8	254.8
p2	0.015	244.7	0.047	53.0	288	0.050	234.1	18	0.003	324.1	0.042	52.0	53.6
N2	0.064	54.6	0.161	54.8	69	0.179	51.3	159	0.004	321.3	0.177	51.1	54.1
r2	0.012	53.6	0.033	45.3	69	0.035	45.9	159	0.001	319.9	0.035	45.3	35.2
M2	0.151	59.3	0.729	56.7	78	0.744	51.1	168	0.022	321.1	0.743	51.3	60.2
L2	0.025	89.3	0.076	34.3	72	0.079	35.8	162	0.006	345.8	0.079	35.5	88.6
S2	0.011	154.4	0.291	95.0	75	0.300	95.6	165	0.012	5.6	0.300	95.5	112.3
K2	0.021	104.6	0.080	95.0	75	0.082	95.6	165	0.003	5.6	0.082	95.5	112.8
2SM2	0.029	316.3	0.033	221.4	286	0.034	28.0	16	0.029	298.0	0.032	231.8	254.0
MO3	0.024	322.5	0.043	158.1	299	0.043	334.3	29	0.006	244.3	0.036	164.6	170.0
M3	0.013	197.0	0.024	253.4	304	0.028	88.3	34	0.006	178.3	0.019	253.2	267.3
MK3	0.009	51.6	0.055	211.9	279	0.055	33.4	9	0.003	123.4	0.051	212.1	229.8
MN4	0.011	33.9	0.007	318.2	13	0.011	25.5	103	0.006	296.5	0.007	338.0	351.9
M4	0.024	94.0	0.015	277.4	358	0.030	96.4	88	0.000	7.4	0.000	278.2	296.2
SN4	0.010	358.2	0.029	354.2	72	0.031	355.1	162	0.001	265.1	0.031	355.0	16.6
MS4	0.013	237.0	0.011	309.2	22	0.014	243.3	112	0.010	338.3	0.011	293.3	319.0
2SN6	0.006	212.3	0.008	143.9	294	0.009	264.1	24	0.006	178.1	0.008	114.6	137.6
M6	0.006	34.0	0.018	193.3	83	0.018	101.1	173	0.005	193.1	0.018	99.0	136.1
MSN6	0.003	88.6	0.004	37.5	56	0.005	38.4	146	0.000	348.4	0.005	37.9	108.5
2MS6	0.001	192.9	0.019	206.9	87	0.019	206.9	177	0.000	296.9	0.019	296.8	345.5
2SM6	0.010	204.0	0.009	207.0	43	0.013	267.5	133	0.000	117.5	0.011	207.2	245.5
Non-Tidal Current	0.103		0.307		24.5	0.492					0.402		

表Ⅱ1－6⑧　マラッカ・シンガポール海峡潮汐・潮流調査（第二次調査）
潮流調和分解結果(1)

Table 5-4　HARMONIC CONSTANTS OF TIDAL CURRENT　St. 4 (Philip Channel)

Position:　Lat. 1°05'40" N　Long. 103°43'51" E
Time kept at the Place:　-07 30
Depth:　10 m
Duration:　Nov. 12 ~ Dec. 13, 1978

Constituents	N-Comp. V (kn)	N-Comp. κ (°)	E-Comp. V (kn)	E-Comp. κ (°)	Elements of Ellipse: Major Axis Dir. (°)	Major Axis V (kn)	Major Axis κ (°)	Minor Axis Dir. (°)	Minor Axis V (kn)	Minor Axis κ (°)	Main Dir. 1° V (kn)	Main Dir. 1° κ (°)	Main Dir. 1° g (°)
Mm	0.170	175.6	0.098	156.1	29	0.154	173.8	119	0.034	83.8	0.193	134.1	178.2
MSf	0.098	29.3	0.133	26.0	34	0.165	29.2	144	0.064	293.2	0.148	27.5	35.6
Q1	0.079	193.2	0.092	169.9	46	0.111	181.3	136	0.023	91.3	0.106	185.4	182.2
O1	0.311	191.3	0.413	212.9	37	0.553	199.8	129	0.179	209.8	0.535	197.6	198.5
M1	0.056	20.0	0.017	313.4	3	0.053	18.0	93	0.015	288.0	0.054	32.4	37.4
K1	0.509	234.5	0.545	241.5	29	1.121	236.3	119	0.063	326.3	1.126	236.2	245.5
J1	0.094	106.8	0.026	135.2	14	0.092	108.5	104	0.012	198.5	0.094	110.2	123.5
OO1	0.262	343.3	0.031	25.1	355	0.265	342.9	85	0.019	332.9	0.222	245.6	262.9
P1	0.323	232.8	0.100	240.8	29	0.333	234.2	119	0.022	324.3	0.333	234.6	243.0
q2	0.024	252.6	0.020	10.5	326	0.027	231.8	56	0.016	321.1	0.019	279.2	281.5
N2	0.179	48.5	0.058	52.6	15	0.185	45.2	105	0.033	355.2	0.181	53.5	69.4
ν2	0.034	88.8	0.015	50.6	15	0.035	45.9	105	0.007	355.9	0.035	53.5	69.9
M2	0.920	106.4	0.262	67.0	16	0.937	102.9	106	0.168	12.0	0.944	108.5	110.4
L2	0.045	109.5	0.013	39.5	11	0.045	107.0	101	0.010	17.0	0.044	101.4	117.4
S2	0.255	136.3	0.072	95.3	14	0.243	136.3	104	0.037	34.3	0.255	122.8	140.4
K2	0.070	137.3	0.020	97.0	14	0.072	135.6	104	0.010	35.6	0.071	133.9	142.1
2SM2	0.030	354.3	0.029	141.0	317	0.040	344.2	47	0.011	34.2	0.017	21.0	46.5
MO3	0.070	271.0	0.023	02.6	342	0.074	270.2	72	0.003	0.2	0.052	272.6	283.4
M3	0.008	45.2	0.002	112.5	301	0.014	14.5	31	0.005	104.9	0.005	93.3	108.6
MK3	0.045	128.6	0.059	70.3	55	0.064	95.8	145	0.030	5.8	0.062	109.8	120.5
SO4	0.021	335.0	0.013	243.5	333	0.021	340.9	63	0.012	250.9	0.020	312.8	323.8
M4	0.040	354.4	0.019	312.1	21	0.042	341.1	111	0.012	251.9	0.042	346.4	6.2
SN4	0.005	113.2	0.000	9.1	202	0.006	112.3	12	0.004	92.3	0.005	65.5	88.9
MS4	0.034	77.2	0.024	114.0	33	0.040	84.6	123	0.012	178.6	0.040	86.8	114.3
2SN6	0.011	234.3	0.004	154.2	345	0.011	234.9	75	0.003	148.9	0.009	224.3	250.5
M6	0.010	252.3	0.013	114.9	329	0.025	254.3	59	0.002	250.3	0.008	271.0	281.3
MSN6	0.009	219.9	0.003	321.8	358	0.009	219.9	88	0.003	306.1	0.007	231.8	265.1
2MS6	0.013	327.0	0.012	85.8	292	0.023	236.9	22	0.011	0.3	0.011	10.2	55.6
2SM6	0.009	260.3	0.012	51.5	306	0.013	223.6	36	0.003	133.6	0.004	071.2	215.2
Non-Tidal Current	-0.034		-0.175		195.5	0.058					-0.044		

Table 5-5　HARMONIC CONSTANTS OF TIDAL CURRENT　St. 5 (Batu Berhanti)

Position:　Lat. 1°11'38" N　Long. 103°51'42" E
Time kept at the Place:　-07 30
Depth:　10 m
Duration:　Nov. 12 ~ Dec. 13, 1978

Constituents	N-Comp. V (kn)	N-Comp. κ (°)	E-Comp. V (kn)	E-Comp. κ (°)	Elements of Ellipse: Major Axis Dir. (°)	Major Axis V (kn)	Major Axis κ (°)	Minor Axis Dir. (°)	Minor Axis V (kn)	Minor Axis κ (°)	Main Dir. 1° V (kn)	Main Dir. 1° κ (°)	Main Dir. 1° g (°)
Mm	0.113	106.4	0.339	156.2	55	0.291	173.0	145	0.049	83.0	0.291	172.6	176.6
MSf	0.290	64.0	0.394	61.8	54	0.489	63.2	144	0.019	333.2	0.458	63.1	70.2
Q1	0.115	133.9	0.224	069.3	65	0.245	163.2	155	0.055	253.3	0.243	161.0	158.6
O1	0.906	201.2	1.333	199.3	53	1.645	199.9	143	0.236	109.9	1.644	199.8	200.5
M1	0.020	276.5	0.080	253.2	73	0.082	253.4	163	0.008	183.4	0.078	253.4	260.2
K1	0.861	233.9	1.384	231.9	58	1.629	234.3	148	0.044	144.3	1.625	234.3	243.2
J1	0.060	57.6	0.115	123.5	66	0.122	109.3	156	0.069	199.3	0.121	104.3	113.3
OO1	0.213	209.8	0.063	324.3	13	0.226	211.3	107	0.013	301.1	0.169	214.9	231.5
P1	0.245	236.3	0.458	231.2	58	0.530	232.6	148	0.021	142.6	0.539	231.9	241.0
q2	0.063	199.2	0.015	118.9	29	0.096	125.0	169	0.061	35.8	0.092	140.3	142.1
N2	0.147	53.4	0.298	54.3	64	0.332	54.1	154	0.002	144.1	0.330	54.3	59.6
ν2	0.028	53.3	0.057	54.3	64	0.064	54.0	154	0.001	144.0	0.064	53.9	60.0
M2	0.645	64.3	1.054	62.4	58	1.236	62.9	149	0.018	332.9	1.236	62.9	72.5
L2	0.067	6.3	0.041	245.2	131	0.071	17.3	41	0.033	287.3	0.035	307.9	321.6
S2	0.267	86.2	0.380	32.6	55	0.462	77.1	145	0.052	347.1	0.461	76.8	84.1
K2	0.073	87.6	0.105	74.2	55	0.127	79.6	145	0.014	348.6	0.127	78.3	96.2
2SM2	0.013	33.9	0.009	142.4	173	0.009	323.8	3	0.013	32.8	0.013	137.0	161.9
MO3	0.017	211.3	0.064	21.4	245	0.063	202.1	15	0.003	292.1	0.045	19.3	29.6
M3	0.029	149.4	0.042	103.6	61	0.053	135.1	151	0.014	265.1	0.053	134.2	148.5
MK3	0.036	8.4	0.131	48.1	79	0.133	45.9	169	0.026	135.9	0.124	41.4	63.0
SO4	0.024	245.0	0.058	268.2	69	0.062	265.6	159	0.001	355.6	0.061	264.3	279.4
M4	0.023	251.0	0.113	289.2	31	0.114	268.0	171	0.014	18.0	0.105	265.0	304.2
SN4	0.049	56.5	0.030	294.2	300	0.034	31.0	30	0.029	122.0	0.047	055.9	308.9
MS4	0.026	100.3	0.024	245.2	38	0.030	206.9	128	0.019	296.9	0.029	218.8	245.0
2SN6	0.063	234.2	0.013	34.8	292	0.018	261.6	22	0.002	307.6	0.011	24.9	52.8
M6	0.065	26.9	0.054	26.9	85	0.054	26.8	175	0.001	116.8	0.048	25.8	34.3
MSN6	0.008	145.6	0.012	268.4	77	0.028	206.8	167	0.005	296.8	0.026	201.6	235.0
2MS6	0.012	145.4	0.019	120.8	59	0.022	126.8	149	0.004	36.8	0.022	127.2	147.6
2SM6	0.016	197.6	0.030	94.4	292	0.030	258.4	22	0.043	168.4	0.017	123.3	167.4
Non-Tidal Current	-0.130		-0.461		243.5	0.515					-0.513		

表Ⅱ１－６⑧　マラッカ・シンガポール海峡潮汐・潮流調査（第二次調査）
潮流調和分解結果(2)

Table 5.6　HARMONIC CONSTANTS OF TIDAL CURRENT　St. 6 (Off Tg. Siapa)

Position:　Lat. 1°11'29" N　Long. 104°9'30" E
Time Kept at the Place:　−07 30
Depth:　10 m
Duration:　Nov. 12 ~ Dec. 13, 1978

Constituents	N-Comp.		E-Comp.		Elements of Ellipse: Major Axis			Minor Axis			Main Dir. 45°		
	V (kn)	ε (°)	V (kn)	ε (°)	Dir. (°)	V (kn)	ε (°)	Dir. (°)	V (kn)	ε (°)	V (kn)	ε (°)	g (°)
Mm	0.049	48.4	0.141	171.9	212	0.131	357.0	11	0.039	87.0	0.142	171.3	175.4
MSf	0.048	336.0	0.136	34.9	13	0.132	32.6	103	0.043	342.6	0.133	33.6	40.3
Q1	0.031	148.2	0.106	159.3	14	0.110	150.5	164	0.005	240.5	0.109	154.8	155.1
O1	0.126	190.2	0.315	201.4	15	0.330	201.3	106	0.007	291.3	0.328	200.3	201.3
M1	0.011	24.6	0.043	291.1	271	0.043	110.9	1	0.011	20.9	0.043	293.6	298.8
K1	0.144	218.5	0.326	333.8	79	0.339	333.2	169	0.033	243.2	0.339	333.3	341.0
J1	0.017	16.9	0.038	49.0	80	0.038	84.8	170	0.015	174.8	0.038	85.3	94.6
OO1	0.042	83.2	0.108	210.1	266	0.112	42.3	16	0.028	332.3	0.102	215.5	232.4
P1	0.048	217.0	0.240	232.5	79	0.245	235.6	169	0.012	325.6	0.245	231.7	239.2
q2	0.029	4.5	0.013	222.6	330	0.033	14.3	60	0.016	264.2	0.015	223.5	234.9
N2	0.039	65.2	0.210	45.3	15	0.218	45.5	105	0.007	315.3	0.219	45.6	50.6
m2	0.064	64.1	0.041	45.3	15	0.041	45.4	105	0.001	315.4	0.041	45.6	51.1
M2	0.196	69.5	0.378	34.9	13	0.383	35.1	103	0.026	325.9	0.384	35.3	64.2
L2	0.008	172.3	0.017	239.6	293	0.018	153.1	23	0.003	243.1	0.016	223.5	241.8
S2	0.058	95.4	0.347	85.1	11	0.352	85.5	102	0.014	355.5	0.352	85.5	102.2
K2	0.015	180.3	0.095	86.4	11	0.097	86.8	101	0.004	356.8	0.097	86.8	104.5
2SM2	0.009	41.0	0.019	146.2	275	0.023	343.3	5	0.008	72.3	0.026	143.3	187.6
MO3	0.031	261.0	0.029	72.2	311	0.043	256.9	41	0.003	346.9	0.024	30.3	39.0
M3	0.020	83.2	0.025	243.0	304	0.029	51.0	36	0.013	141.0	0.023	206.3	230.3
MK3	0.031	294.3	0.054	133.8	301	0.063	301.4	31	0.004	210.4	0.048	134.8	143.3
MN4	0.004	216.3	0.026	313.0	271	0.026	133.1	8	0.004	223.1	0.025	311.5	325.6
M4	0.016	147.3	0.054	358.2	285	0.054	176.1	15	0.000	86.1	0.051	359.3	37.8
SN4	0.009	216.1	0.012	90.3	302	0.014	254.1	32	0.007	164.1	0.011	94.8	110.5
MS4	0.010	144.8	0.012	50.8	276	0.013	226.0	6	0.009	136.0	0.013	58.0	83.5
2SN6	0.002	197.0	0.013	219.2	22	0.013	218.7	112	0.005	308.3	0.013	218.3	241.6
M6	0.005	230.0	0.006	344.6	290	0.007	270.0	20	0.004	268.0	0.006	330.0	5.2
MSN6	0.016	189.5	0.029	102.1	14	0.016	113.2	104	0.009	203.1	0.019	164.3	199.0
2MS6	0.009	134.2	0.014	209.9	60	0.016	159.8	150	0.004	239.8	0.015	205.9	243.7
2SM6	0.011	42.0	0.012	119.4	50	0.012	84.6	140	0.010	175.6	0.012	112.8	155.5
Non-Tidal Current	0.043		−0.244		200.1	0.172					−0.254		

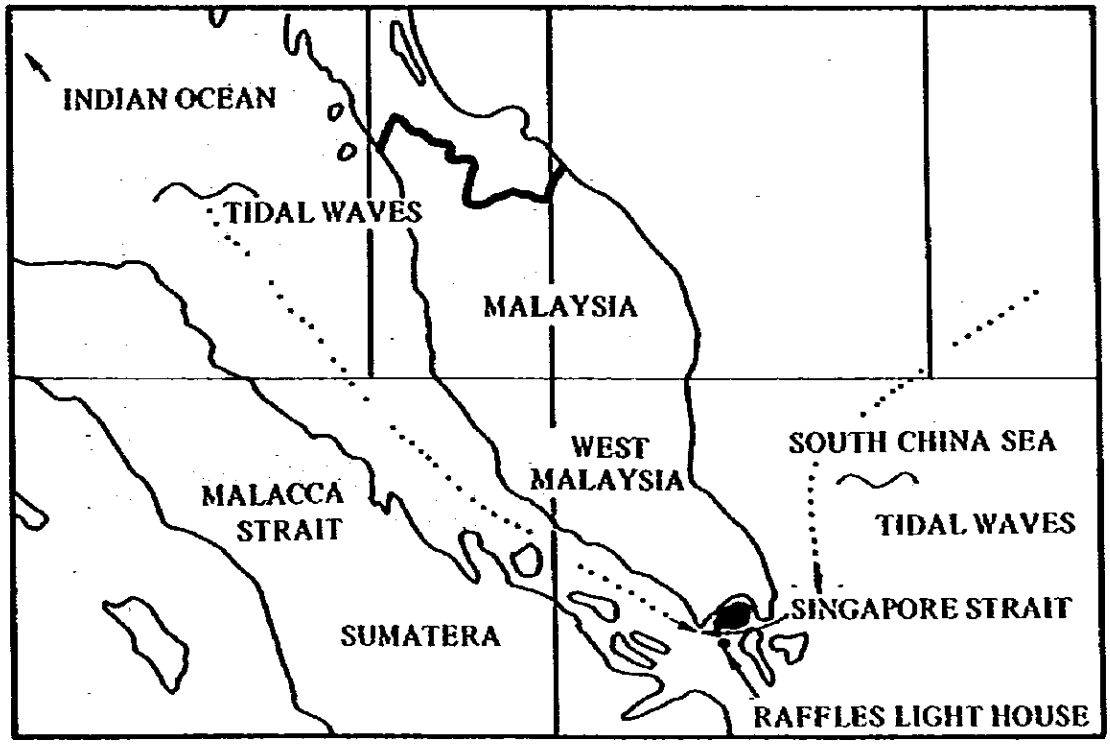
1－7　調査海域の代表的な流況

1－7－1　シンガポール周辺海域の流況特性

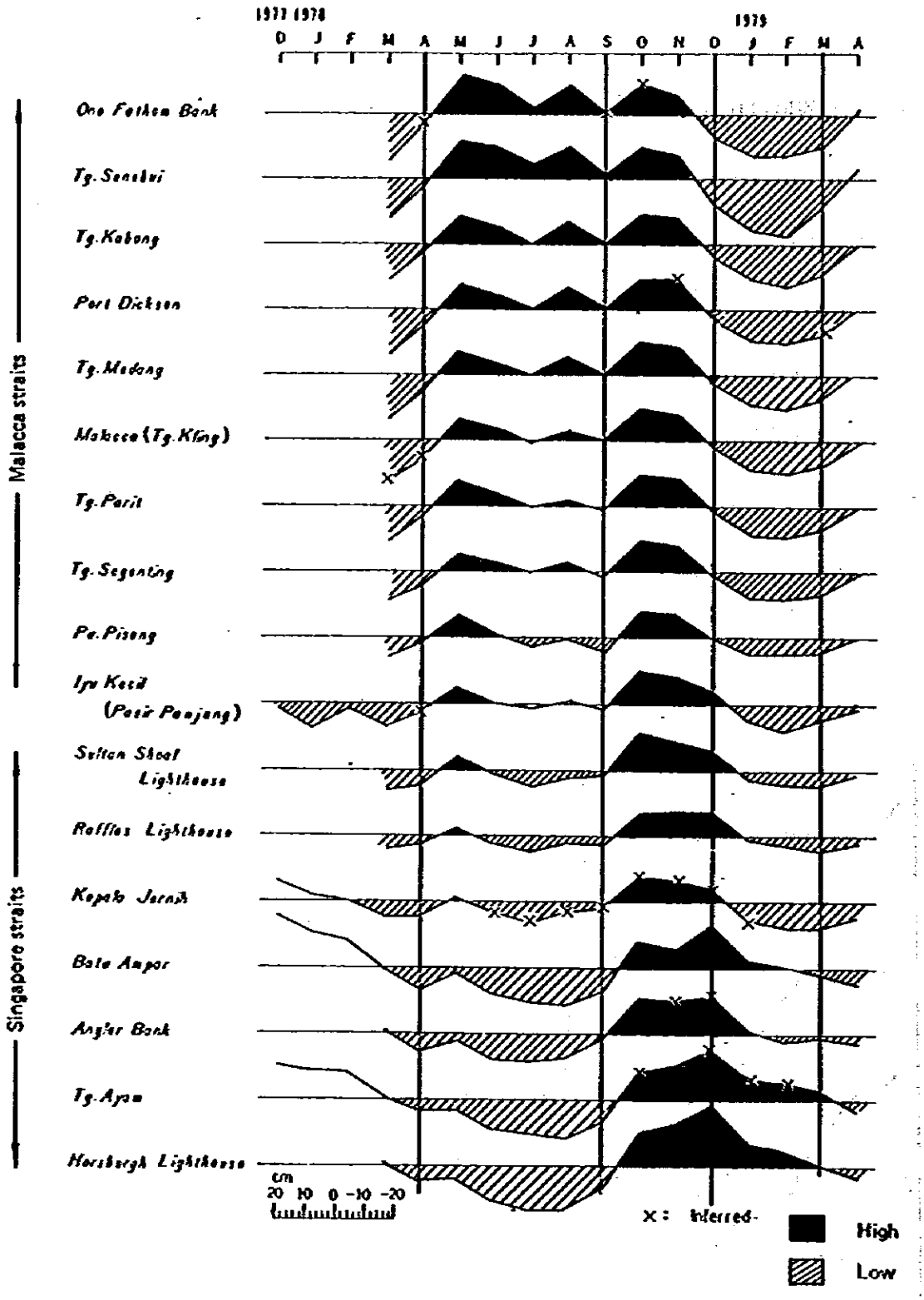
マラッカ・シンガポール海峡潮汐・潮流調査によると，「インド洋及び南シナ海に生じた潮汐は，潮汐波としてマラッカ・シンガポール海峡に達し，海峡内に潮汐を起こす。すなわち，インド洋から進行した半日周期の潮汐波の峯は，マラッカ海峡を東進する。一方，南シナ海から進行してきた半日周期の潮汐波の峯はシンガポール海峡を西進する。これ等の潮汐波はpulau serayaの南東約17㎞付近にあるRaffles灯台付近で会合する（図Ⅱ1－7①参照）。」と報告されている。

このことにより，シンガポール周辺海域の潮流は南シナ海からの流れとマラッカ海峡からの流れによって影響を受けているものと思われる。

また，「潮流の流れの方向は，マラッカ海峡では北西あるいは南東であり，シンガポール海峡西口（Phillip Channel）では南南西あるいは北北東，東口では西南西あるいは東北東である。」と報告されている。



図Ⅱ1－7①　マラッカ・シンガポール海峡の潮汐波（tidal wave）の進行状況



図Ⅱ１－７② 月平均水面の変化 （マラッカ・シンガポール海峡潮汐・潮流調査報告書より抜粋）

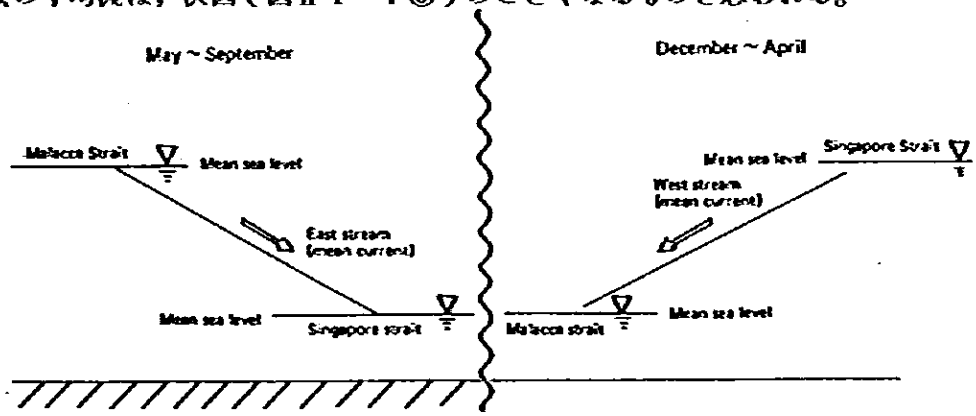
図Ⅱ１－７②は，マラッカ海峡の西側（One Fathom Bank），同中央部（Tg Parit），同東側（Iyu Kecil），シンガポール海峡西側（Sultan Shoal Lighthouse），同中央部（Batu Ampar），同東側（Horsburgh Lighthouse）の海面の平均水位の月変化を示したものである。（図中のOne Fathom Bank 他の位置は，図Ⅱ１－６⑬を参照されたし）

本図から，１年を通じてみてみるとマラッカ海峡の西側とシンガポール海峡の東側では水面の状態が異っていることがわかる。

例えば，One Fathom Bank からTg. Segentingまでの海域では，５月から１１月にかけては年平均水面より高く，５月と１０月に最高が現われる。１２月から４月にかけては年平均より低く，２月に最低が現われている。

Batu Ampar からHorsburgh灯台の海域では，月平均水面は４月から９月にかけて年平均水面より低く，７月から８月の間に最低が現われ，１０月から３月の間は年平均水面より高く，１２月に最高が現われている。

つまり，平均水面は１２月～４月にかけては，シンガポール海峡側（東側）がマラッカ海峡側（西側）より高く，５月～９月にかけては反対になる。このことより，シンガポール周辺海域の平均流は，次図（図Ⅱ１－７③）のごとくなるものと思われる。



図Ⅱ１－７③　マラッカ・シンガポール海峡の水位と流況の季節変化

ちなみに，図Ⅱ１－７④は，マラッカ・シンガポール海峡潮汐・潮流調査の平均流の経時変化を示したものであるが，図上段の１１月中旬～１２月中旬にかけては西流パターン，図下段の７月中旬～８月下旬にかけては東流パターンとなっている。

図Ⅱ１－７⑤は，今回の調査のセラヤ地区のＳＣ１，２，３とPulau Ayer Merbau 周辺流動調査のＳｔ５の平均流の経時変化の図である。

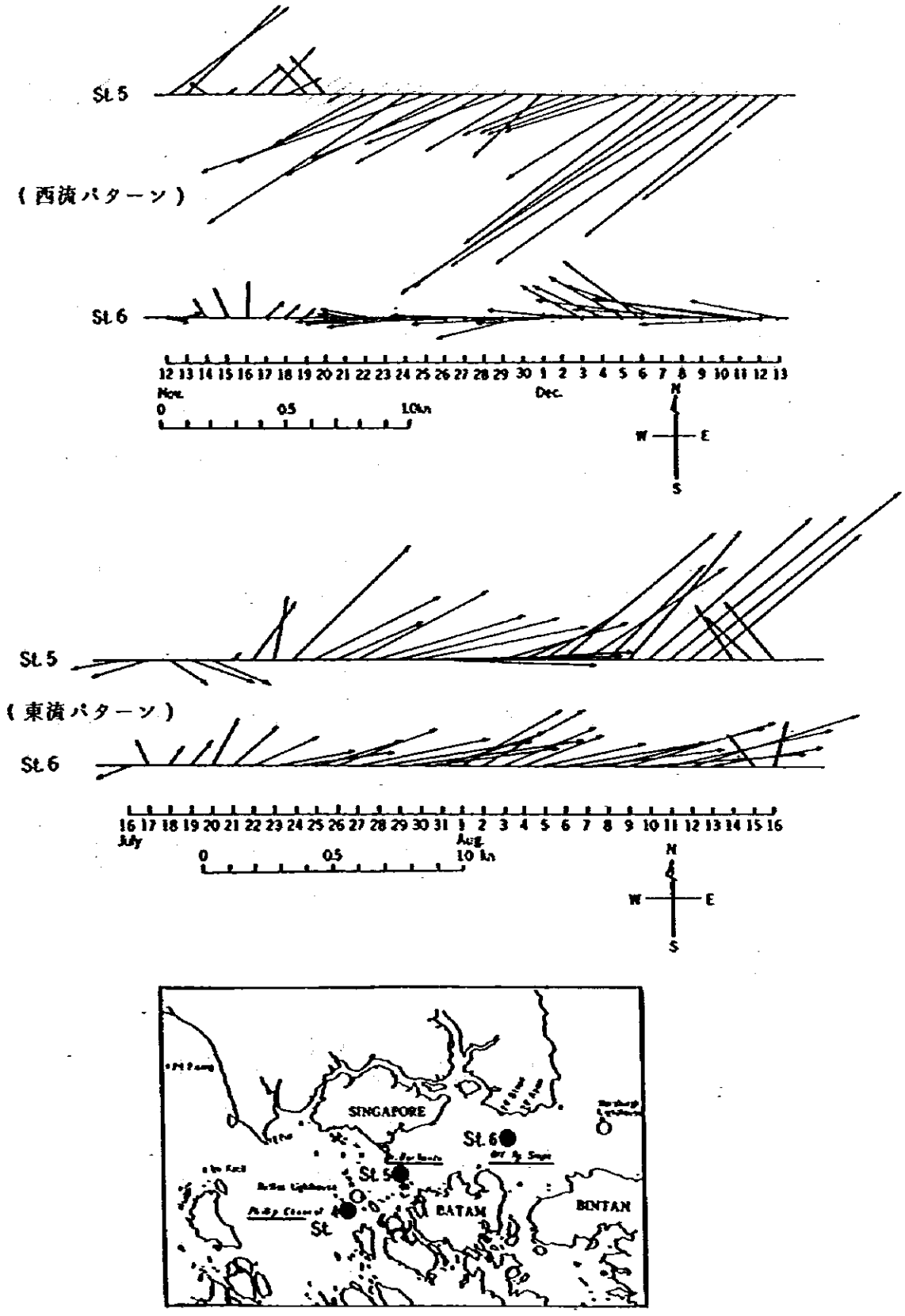
ＳＣ１，２，３は，１９８１年２月下旬～３月中旬にかけて調査が実施された。このため西流

パターンとなっている。

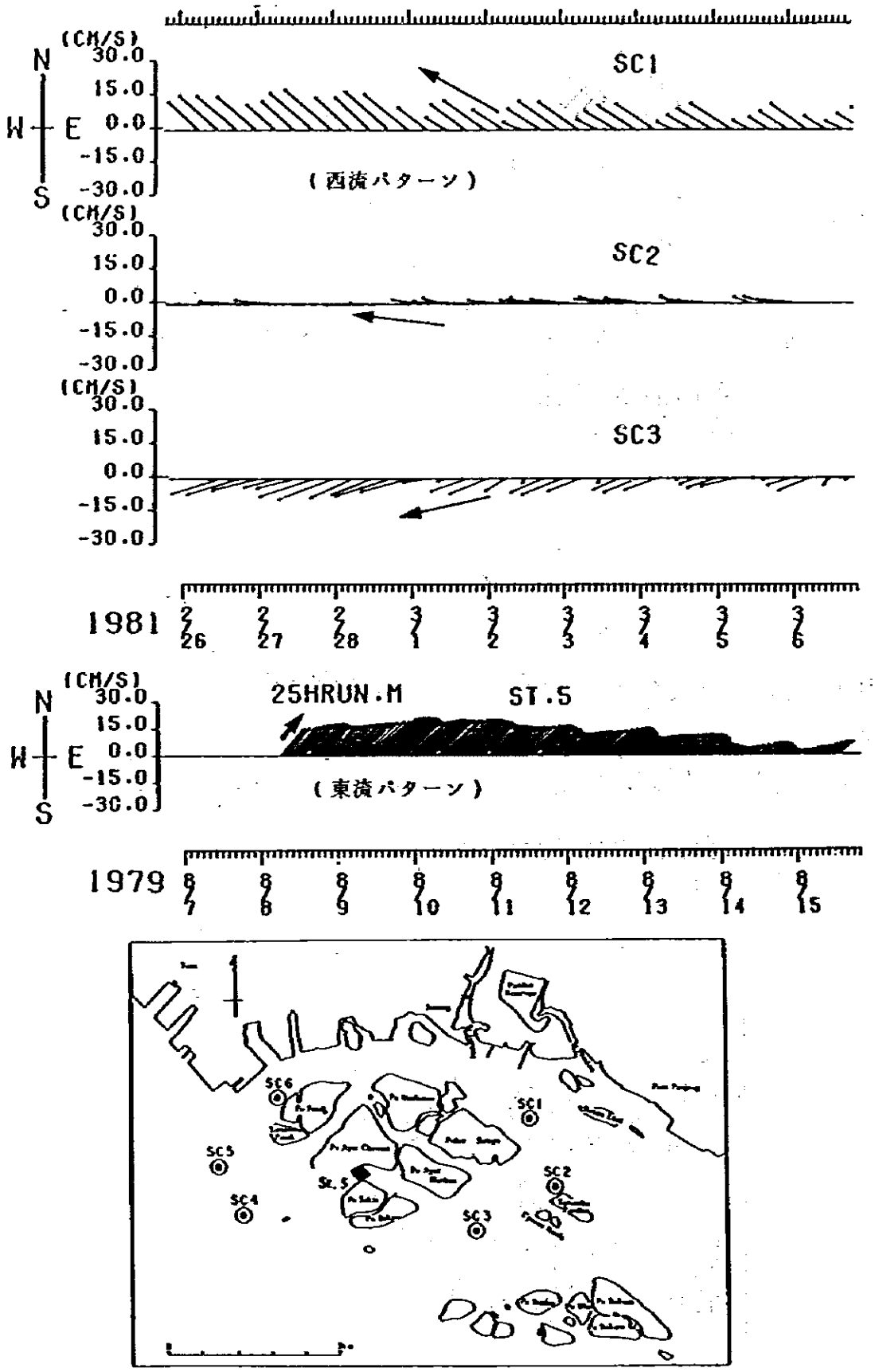
一方，St5は1979年8月初旬～同下旬にかけて実施された。このため東流パターンとなっている。

以上のことより，シンガポール周辺海域は流況の季節変化があり，12月～4月にかけては平均流は西流パターン，5月～9月にかけては平均流は東流パターンとなっているものと思われる。

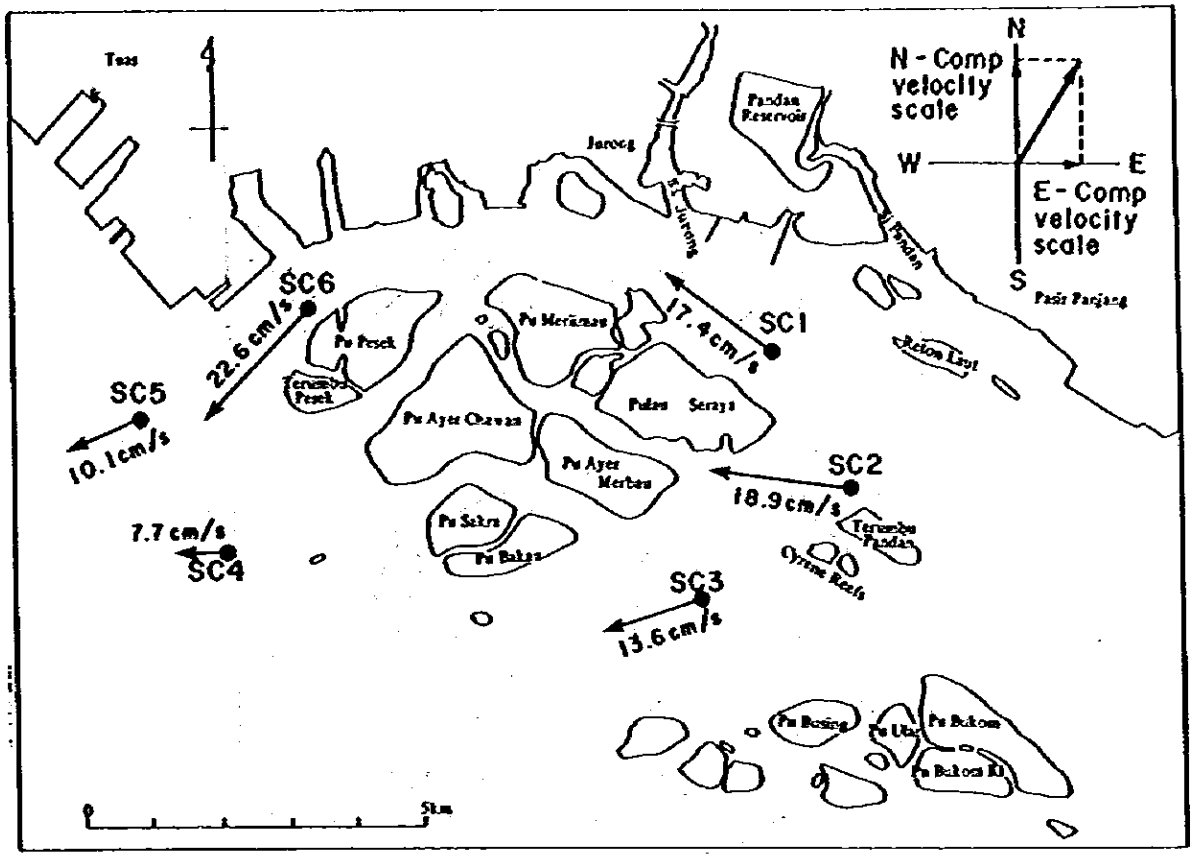
前項「1－5」で示したセラヤ地区，テコン地区，Pulau Ayer Merbau地区の全調査期間の流速を平均した平均流の図を再度ここで示す。本図からも以上のことを確認することができる。



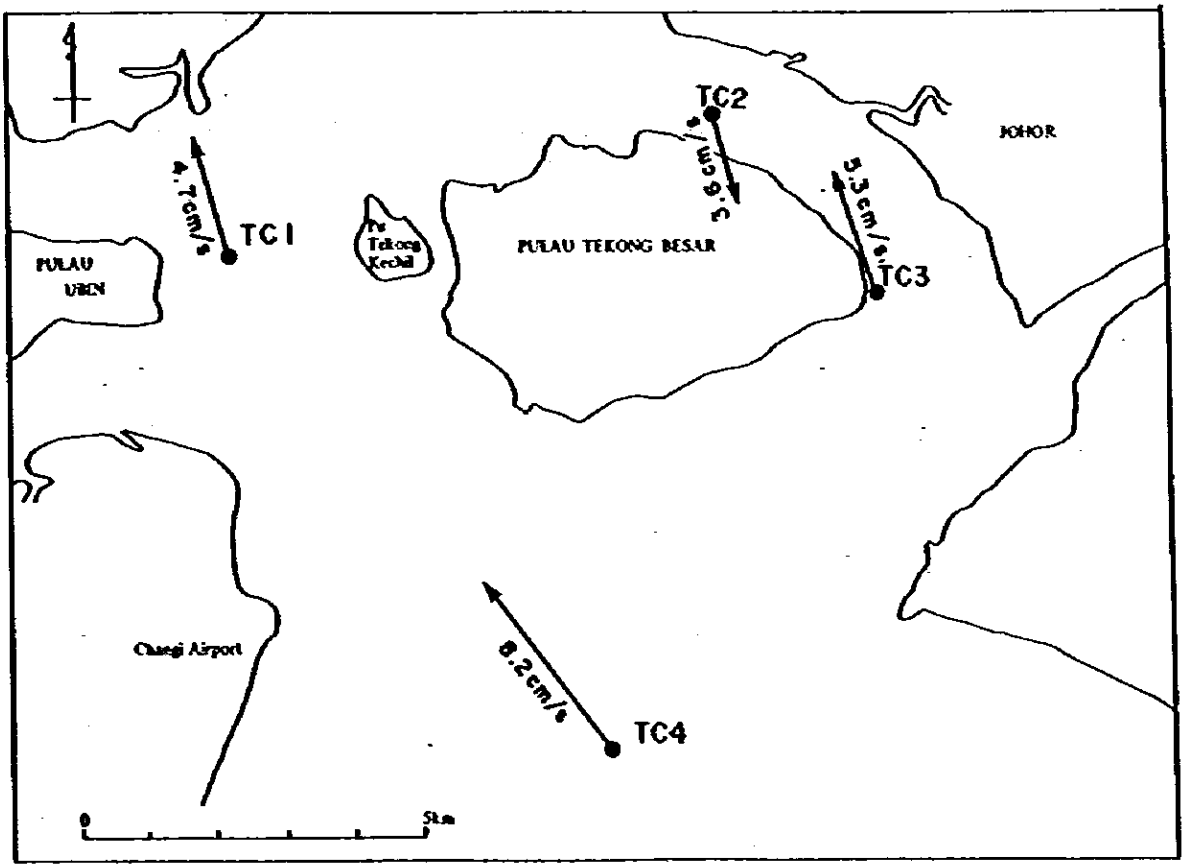
図Ⅱ１－７④　マラッカ・シンガポール海峡地区の平均流の季節変化の例
（西流パターンの例，東流パターンの例）



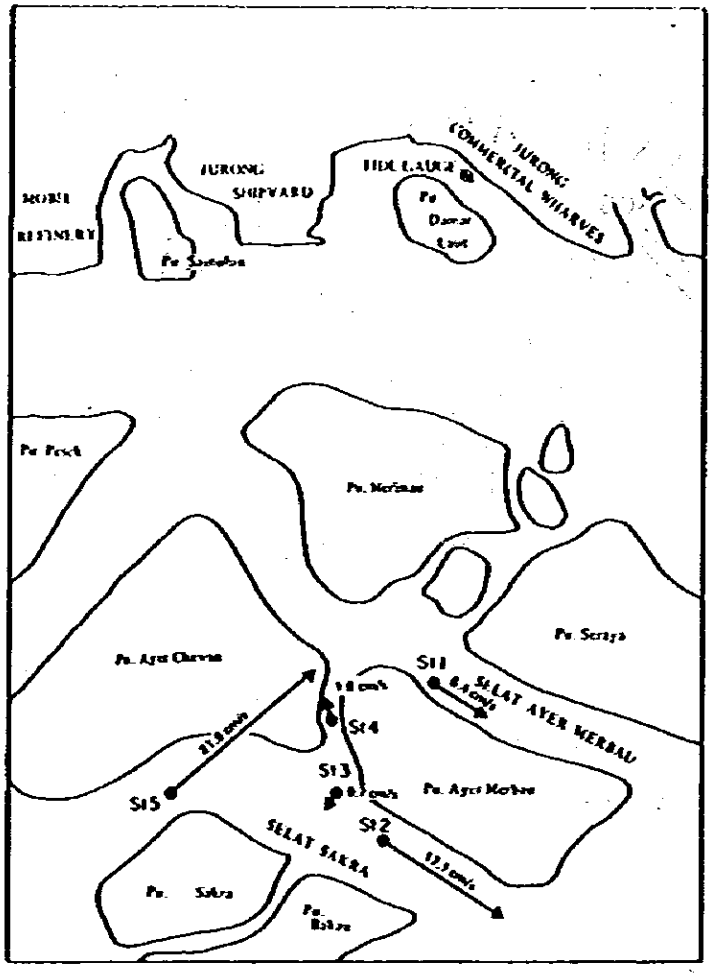
図II 1 - 7⑤ セラヤ地区の平均流の季節変化の例(西流パターンの例,東流パターンの例)



図Ⅱ1－5⑱　（再掲）セラヤ地区の平均流（1981年2月下旬～3月中旬）



図Ⅱ1－5⑲　（再掲）テコン地区の平均流（1981年2月下旬～3月中旬）



図Ⅱ1－6⑨　（再掲）Pulau Ayer Merbau周辺の平均流（1979年8月初旬～下旬）

1－7－2　セラヤ地区の潮流の流況パターン

1－7－1ではシンガポール周辺海域の平均流（恒流とも定義される）をみて，季節的な変化があることなどがわかった。次にこの項では，今回調査を実施したセラヤ地区とテコン地区の詳細な流況パターンについて述べることとする。

データ解析の結果，当海域は潮汐が大きく，潮流が支配的で，セラヤ地区は約1日周期で流況が変化し，テコン地区は約半日周期で流況が変化していることがわかった。

また潮流調和分解の結果，セラヤ地区は約1日周期のK_1分潮流が，またテコン地区は約半日周期のM_2分潮流が卓越していることがわかった。

従って，これ等の分潮流の流況図や，前項1－5　流況パターン解析の結果等により，本項1－7－2ではセラヤ地区，次頁1－7－3ではテコン地区の潮流の流況パターンについて述べる。

1）スキャッタリングプロット

図Ⅱ1－7⑥は，スキャッタリングプロットの水平分布図である。本図は調査期間中の流向と流速を方向座標にプロットしたもので，流速値のバラツキの度合，流向の分布の度合をみることができる。

本図より各測点とも海岸線に平行な方向の往復流のパターンとなっている（図中，矢印参照のこと）。これはプロットが直線状に分布していることからわかる。

SC4，SC5はやや丸味をおびて他の測点よりはやや流況が複雑であることがわかる。

プロットはSC1とSC6を除く。他の測点は東西方向に分布している。

SC1はシンガポール本島側の海岸と平行な方向にプロットが分布している。

プロットの分布の方向から，その測点の卓越流向の主方向をみることができる。

図Ⅱ1－7⑦はPulau Ayer Merbau地区の同上図である。やはり島々の海岸地形と平行な方向にプロットが分布している。

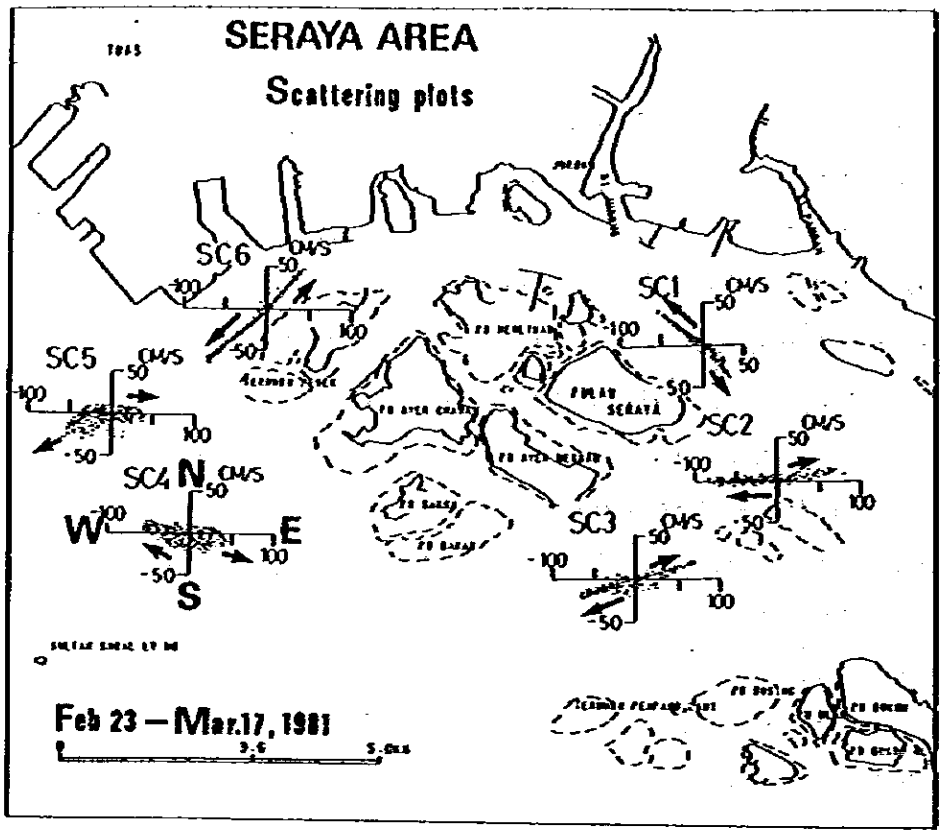
2）潮流楕円の水平分布図と流況図

図Ⅱ1－7⑧は，セラヤ地区で最も卓越するK_1分潮流の潮流楕円の水平分布図である。

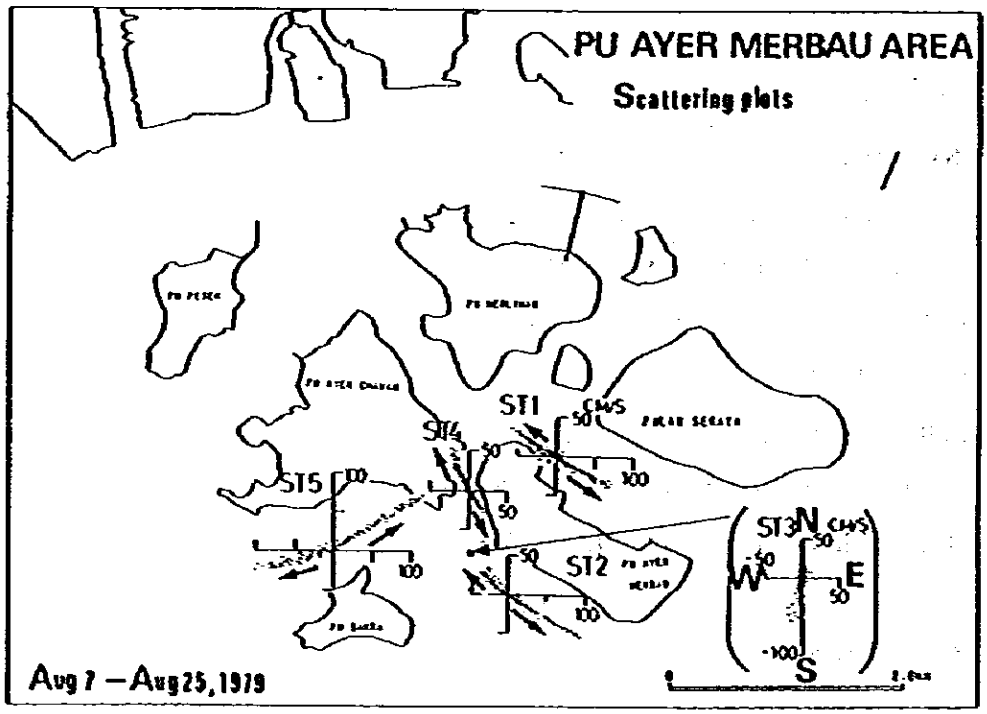
潮流楕円は分潮流の毎時の流況変化を示す図である。

さて，図Ⅱ1－7⑧から潮流楕円の回転方向は，シンガポール本島側（SC 1, 2, 6）は時計廻り，シンガポール海峡側（SC 3, 4, 5）は反時計廻りとなっている。

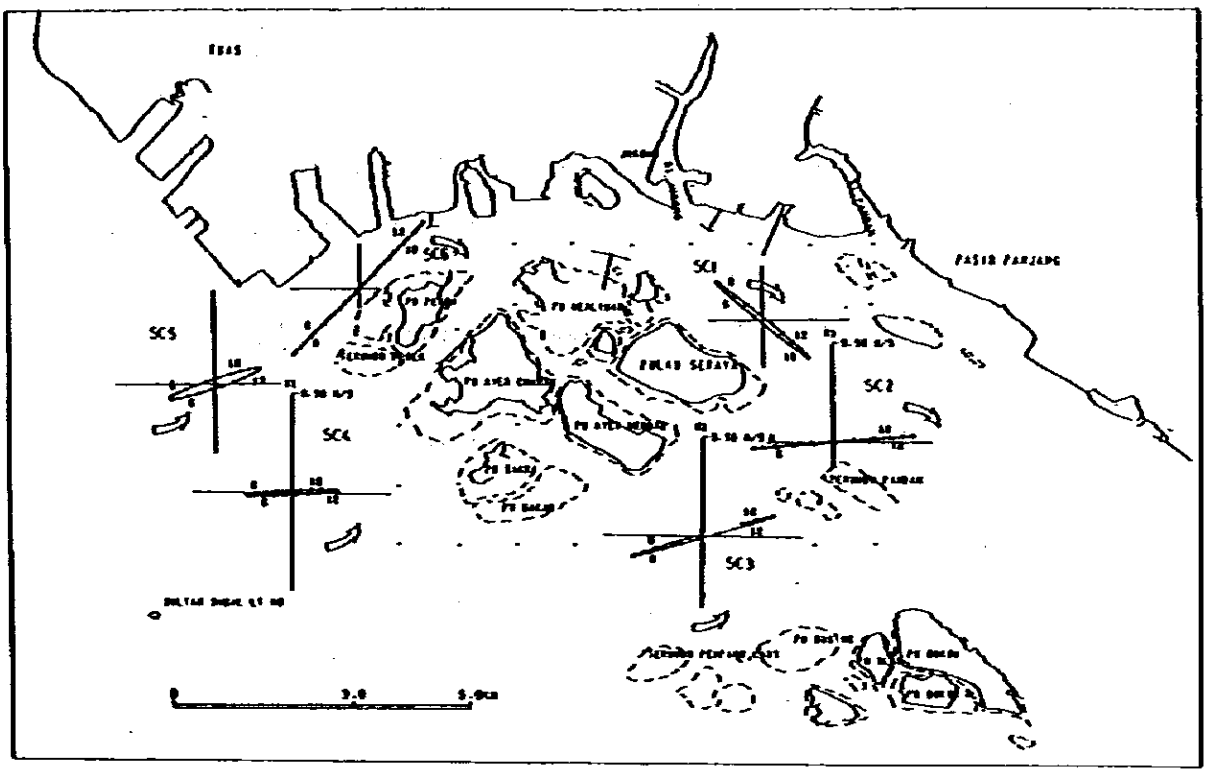
また楕円はSC5を除く全ての測点が直線状となっていて，一定方向の流れが卓越していることを示している。



図II 1 − 7⑥　セラヤ地区の流向・流速のスキャッタリングプロット



図II 1 − 7⑦　Pulau Ayer Merbau地区の流向・
流速のスキャッタリングプロット



図Ⅱ１－７⑧　セラヤ地区の卓越分潮流（K_1分潮流）の潮流楕円の水平分布

図Ⅱ１－７⑨は，以上の流況の変化を水平分布図として表わしたものである。通常このような図を流況図もしくは潮流図と呼んでいる。

潮流楕円で見た０時～２３時の流況の経時変化を１時間毎に水平分布図として表わしたものである。

またベクトルの上にある数値は流速値である。（単位：cm／sec）

以下，各図の右欄で流況の状況を説明する。また，その時の潮汐の状態も付加して潮位と潮汐の関係をみれるようにした。

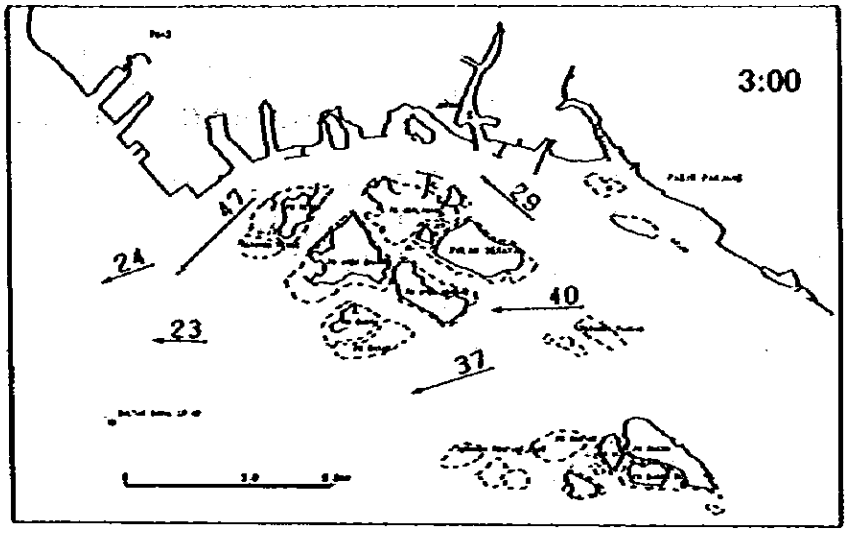
図Ⅱ１－７⑩は，Pulau Ayer Merbau地区の卓越分潮流（K_1分潮流）の潮流楕円の水平分布図である。

本図は，セラヤ地区周辺の島々内の流況をみるために作成した。

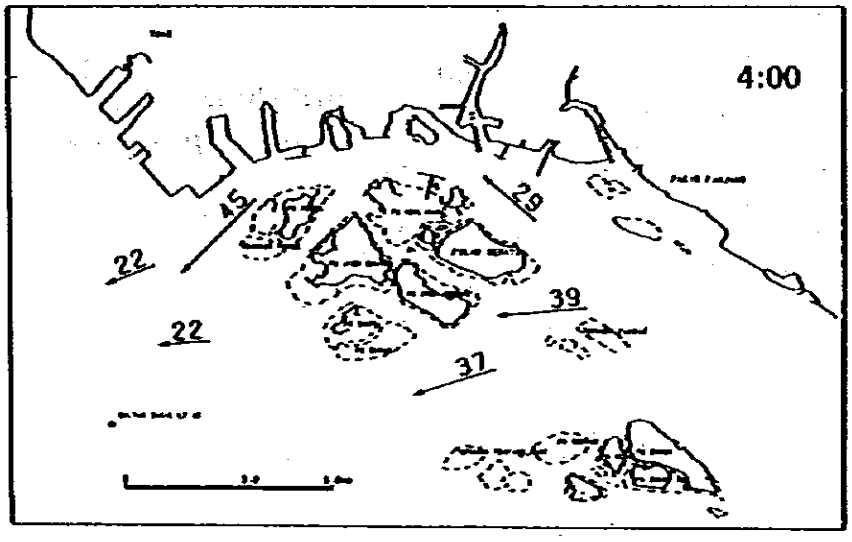
潮流楕円の回転方向はＳｔ４が反時計廻り，Ｓｔ1, 2, 5が時計廻りとなっている。

図Ⅱ１－７⑪は，０時～２３時の流況図である。

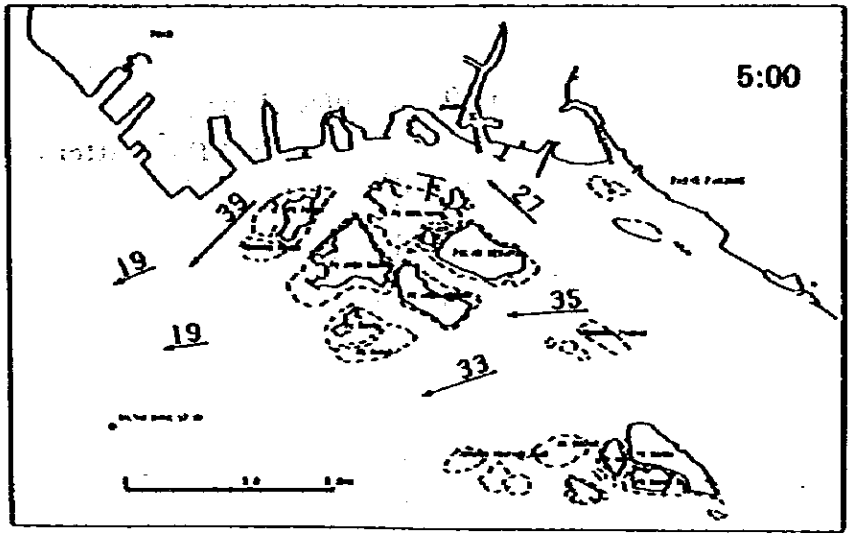
前のセラヤ地区の流況図と同様に０時～２３時の間に西流パターンと東流パターンが見られる。



03:00 hour (high tide)
Maximum velocity time of westward flow pattern.

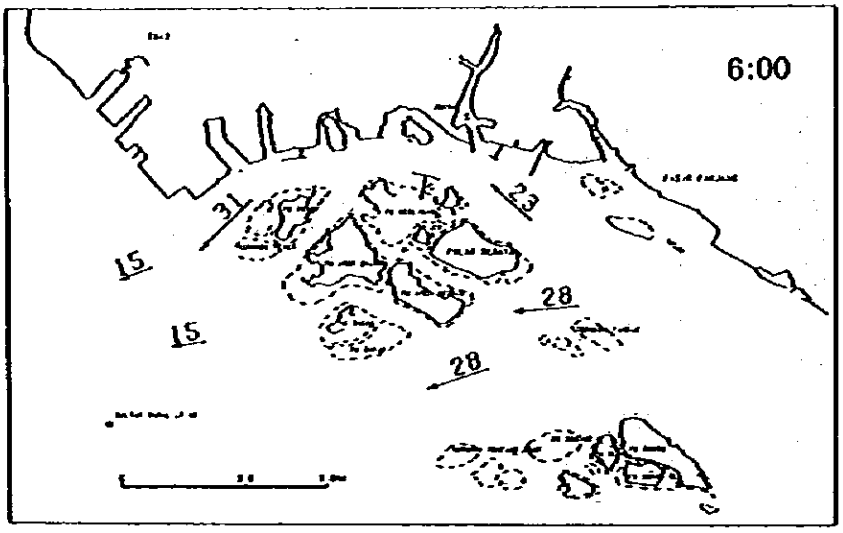


04:00 hour
Westward flow pattern

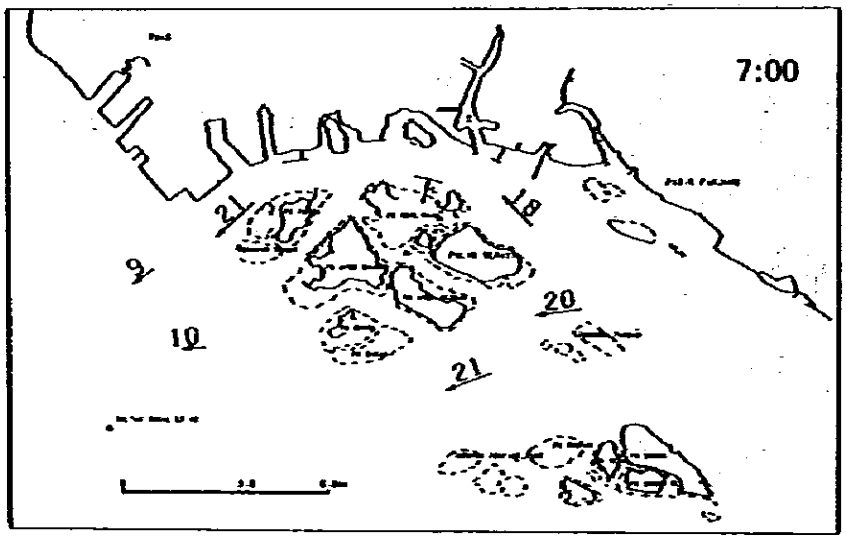


05:00 hour
Westward flow pattern

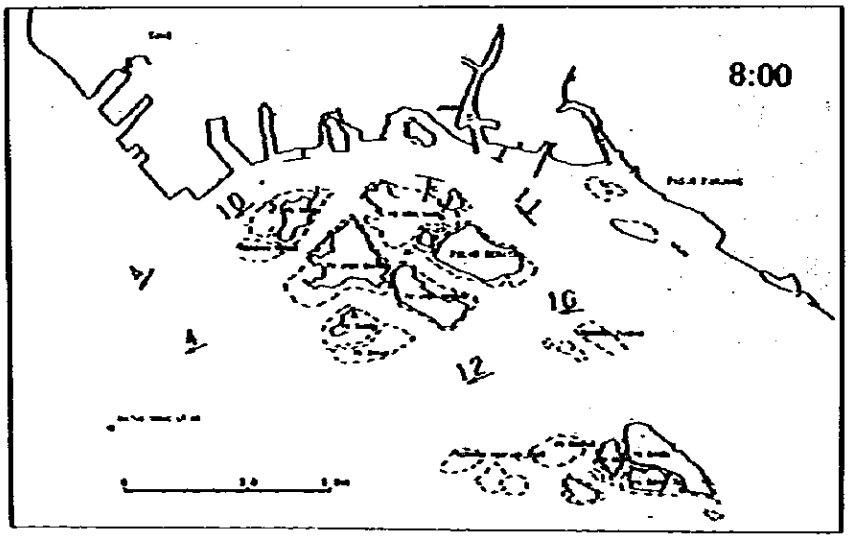
図II 1 － 7⑨　セラヤ地区の流況図（ K_1分潮流 ）(1)



06:00 hour
Westward flow pattern



07:00 hour
Westward flow pattern



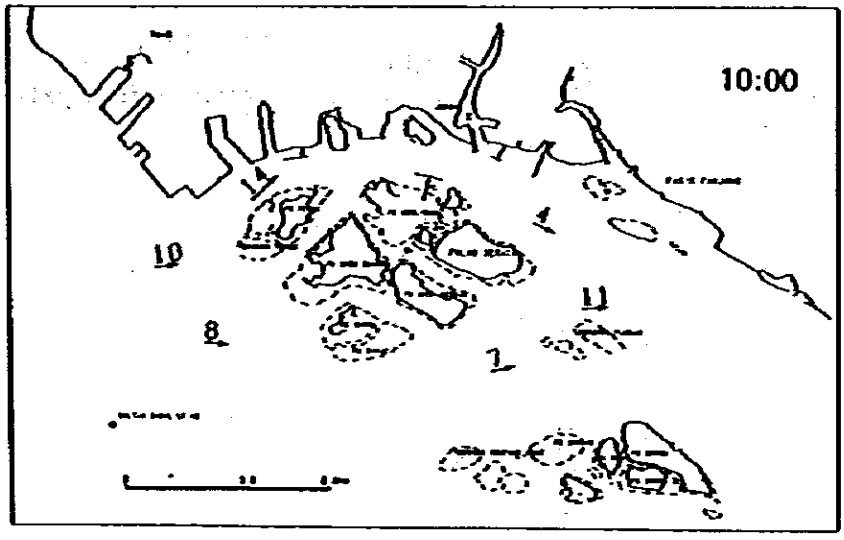
08:00 hour
Westward flow pattern

図Ⅱ1－7⑨　セラヤ地区の流況図（K_1 分潮流）(2)

09:00 hour

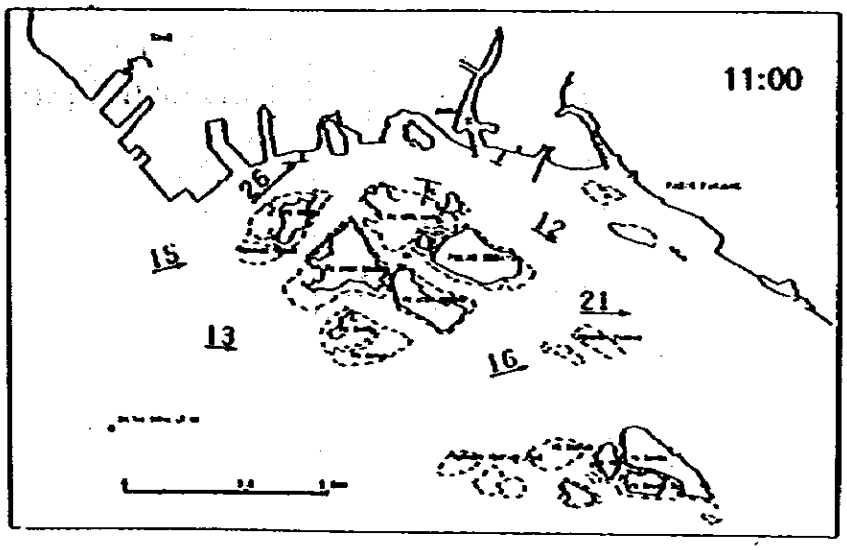
The turn of current commences from the west side

Tide



10:00 hour

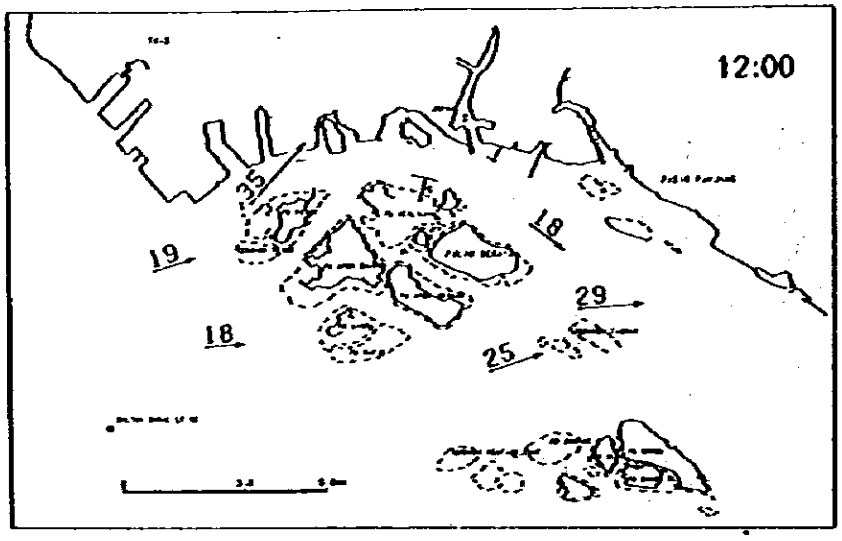
Changes to eastward flow pattern



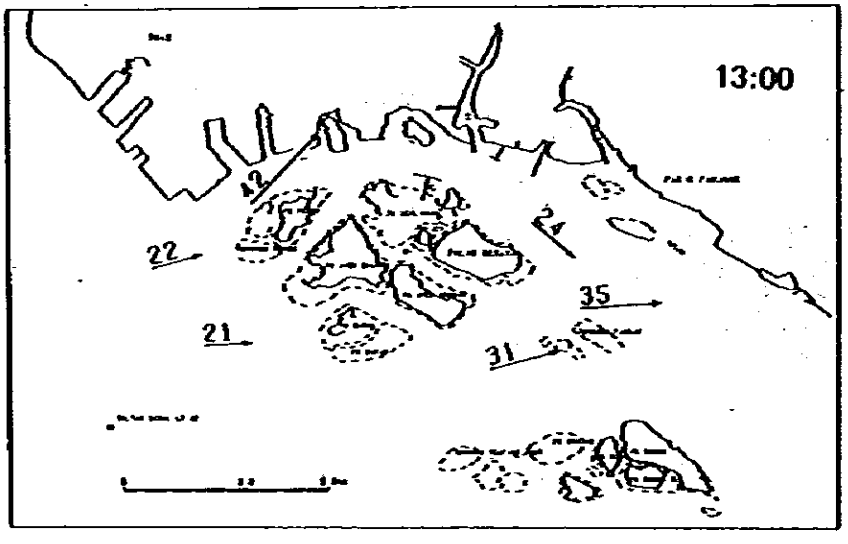
11:00 hour

Eastward flow pattern

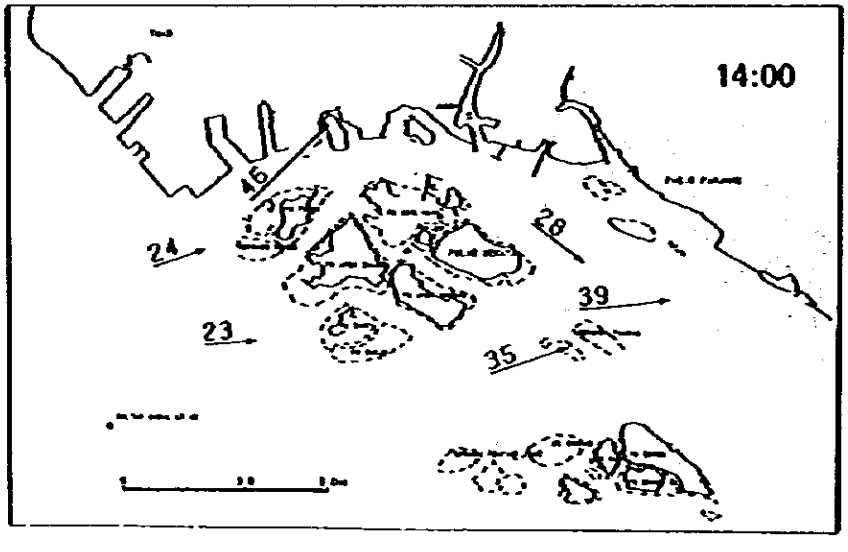
図Ⅱ1－7⑨　セラヤ地区の流況図（K_1分潮流）(3)



12:00 hour
Eastward flow pattern

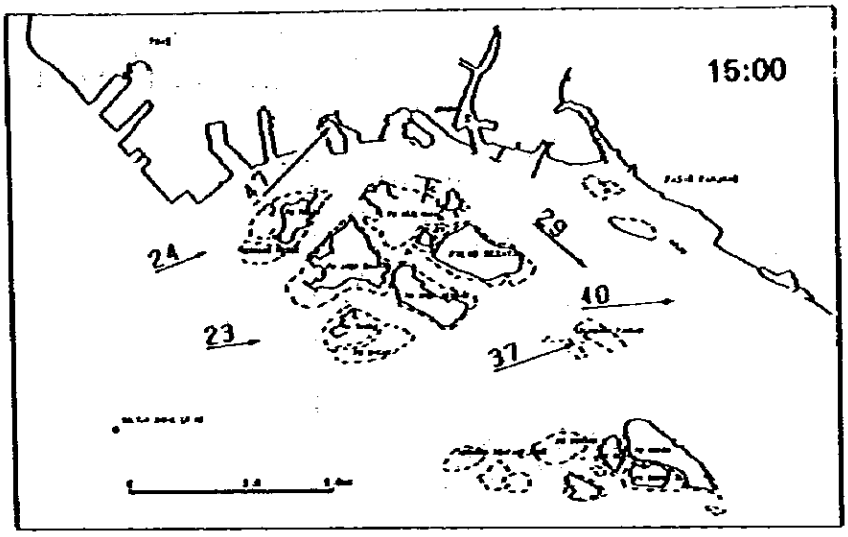


13:00 hour
Eastward flow pattern



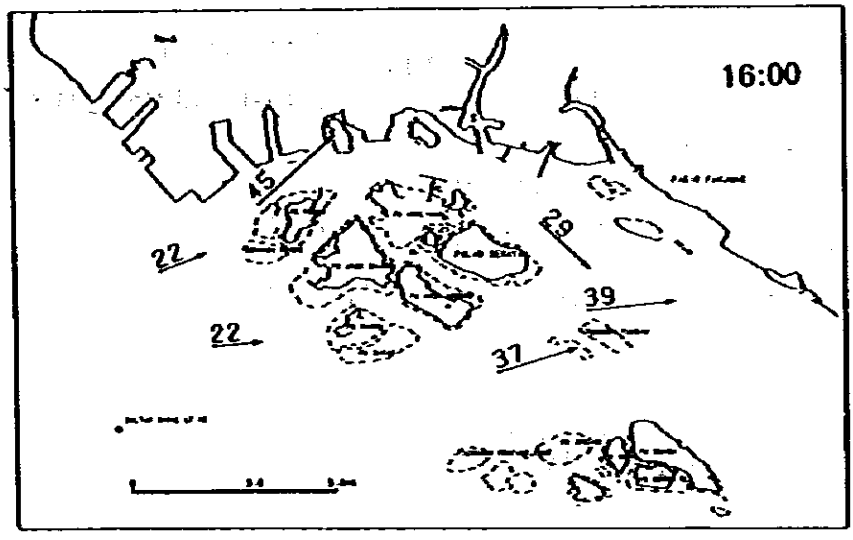
14:00 hour
Eastward flow pattern

図 1 1 － 7 ⑨　セラヤ地区の流況図（K_1 分潮流）(4)

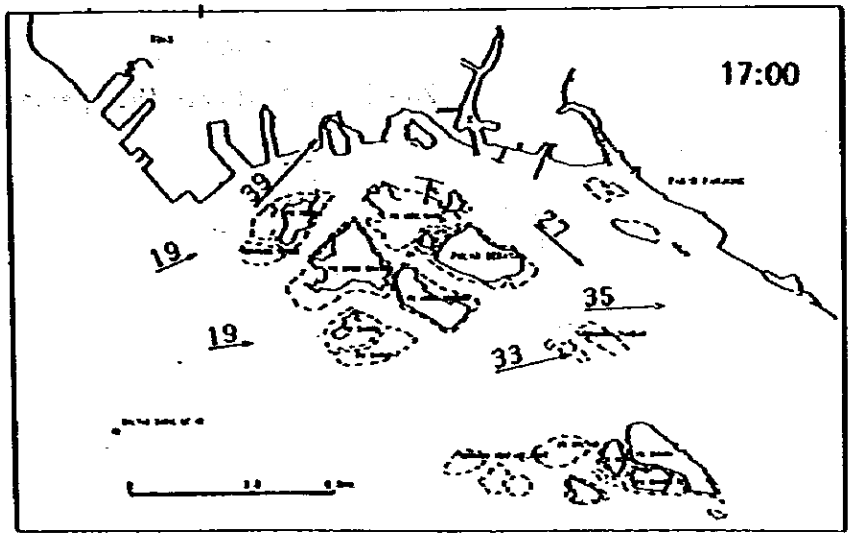


15:00 hour
The maximum velocity time
of eastward flow pattern

Tide

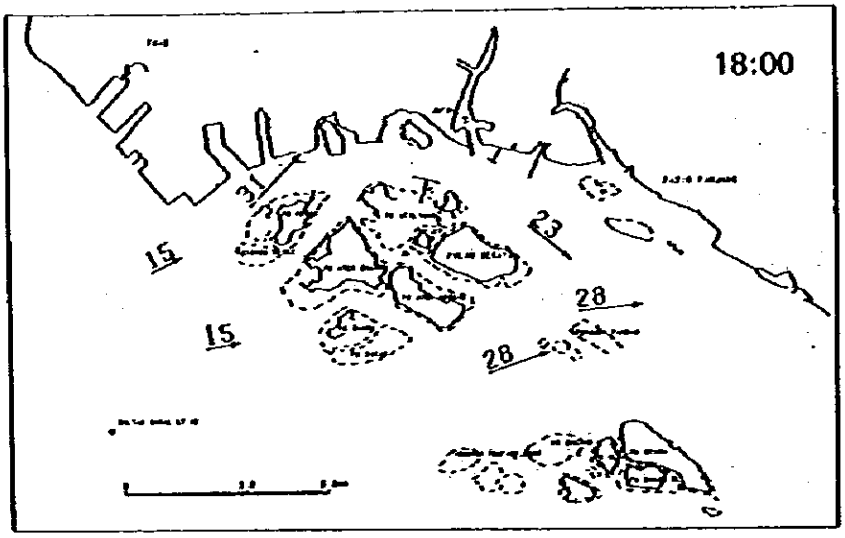


16:00 hour
Eastward flow pattern

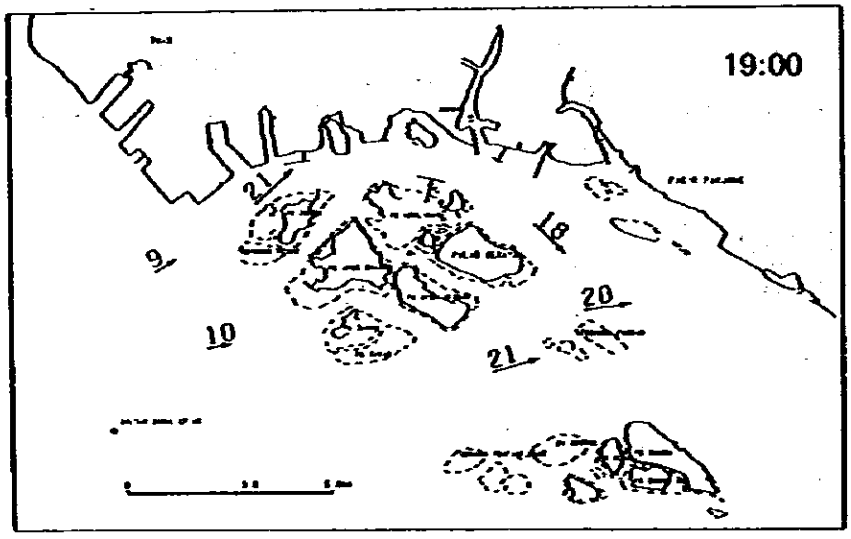


17:00 hour
Eastward flow pattern

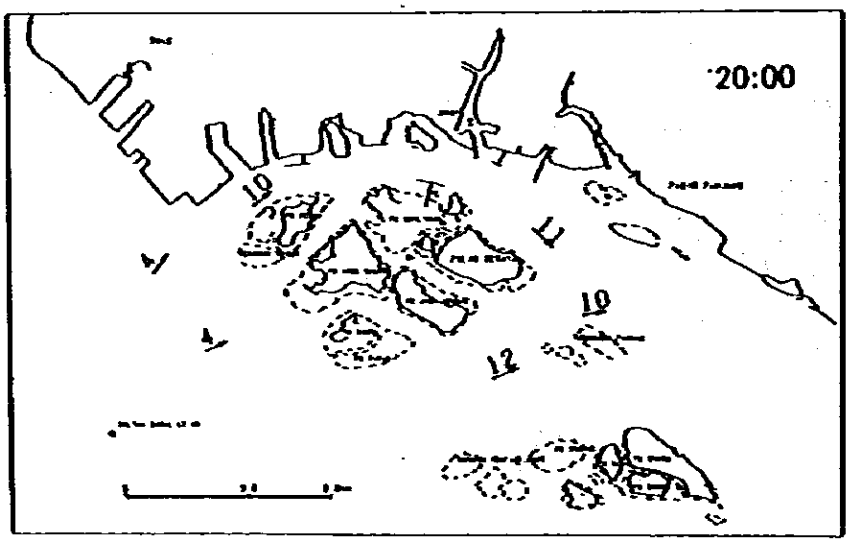
図Ⅱ1－7⑨　セラヤ地区の潮況図（K_1分潮流）(5)



18:00 hour
Eastward flow pattern

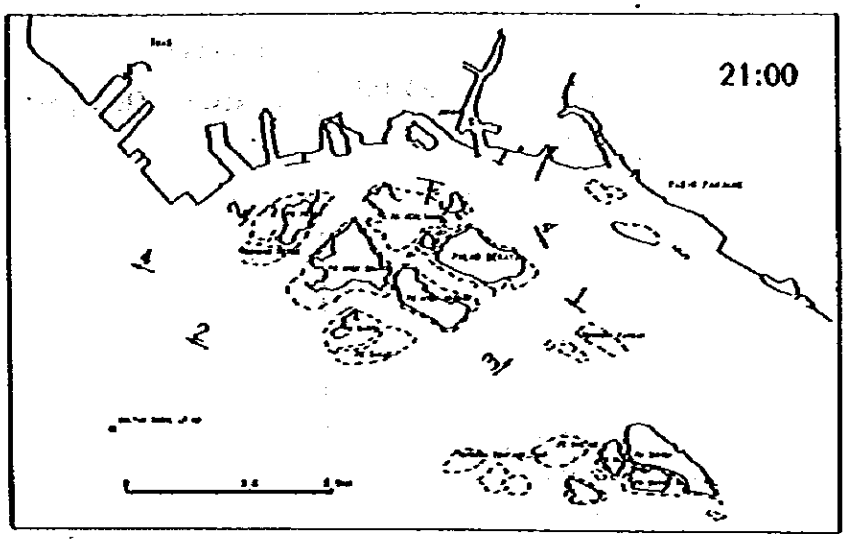


19:00 hour
Eastward flow pattern

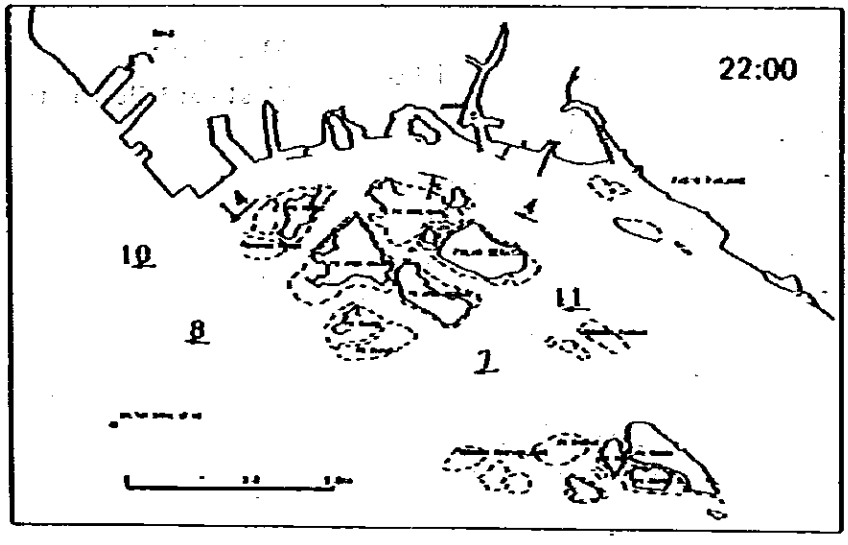


20:00 hour
Eastward flow pattern

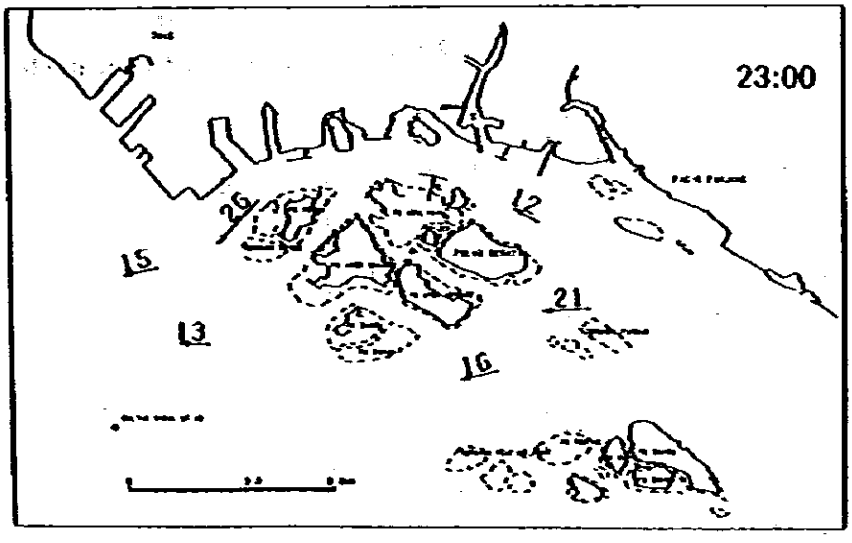
図Ⅱ1－7⑨　セラヤ地区の流況図（K₁分潮流）(6)



21:00 hour (low tide)'
The turn of current commences

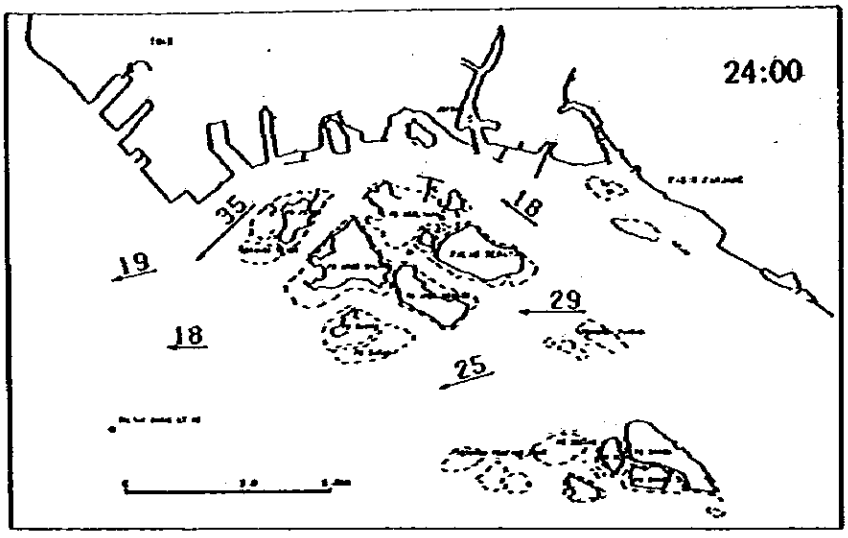


22:00 hour
Westward flow pattern

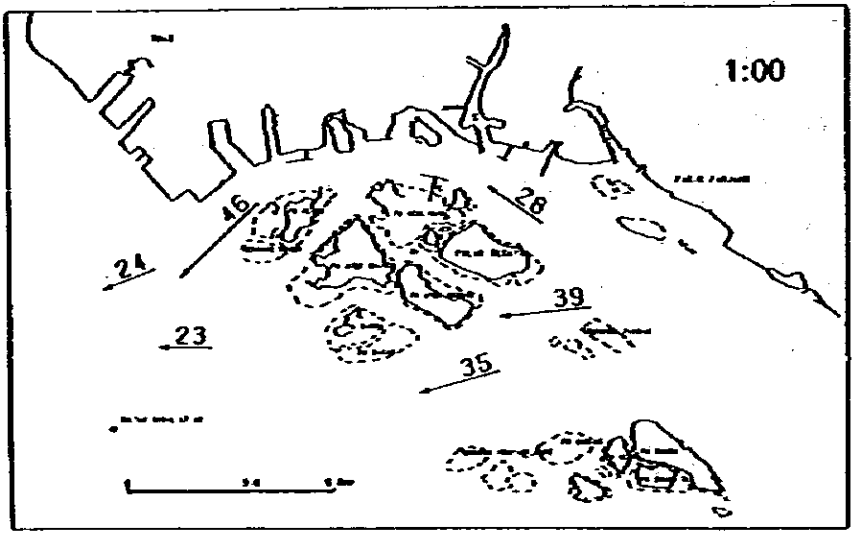


23:00 hour
Westward flow pattern

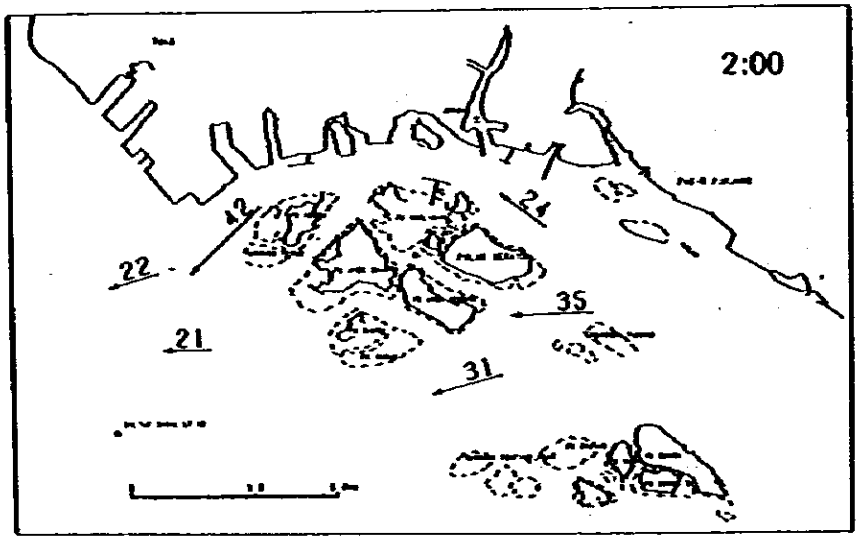
図Ⅱ1－7⑨　セラヤ地区の流況図（K_1分潮流）(7)



24:00 hour
Westward flow pattern

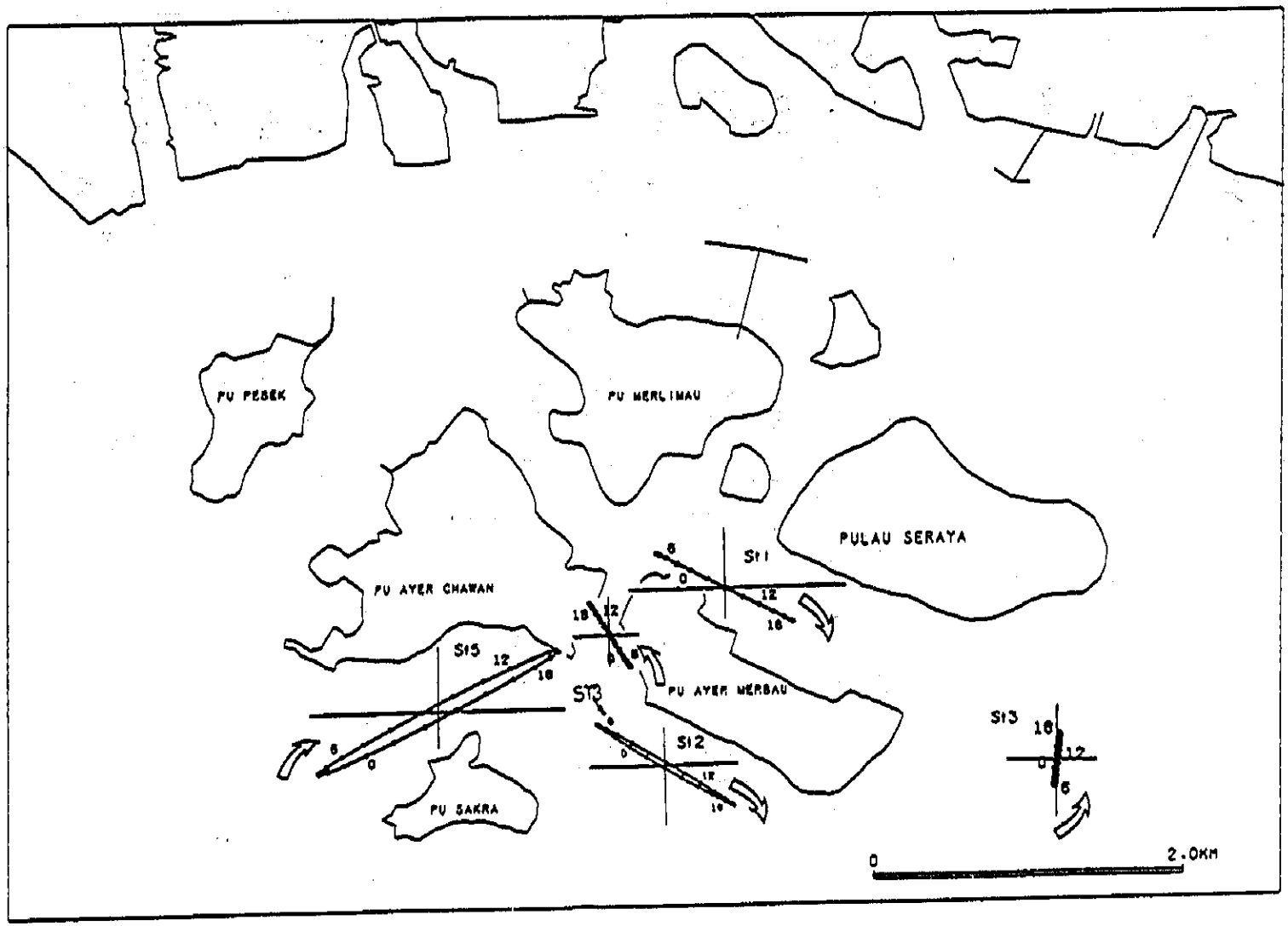


01:00 hour
Westward flow pattern

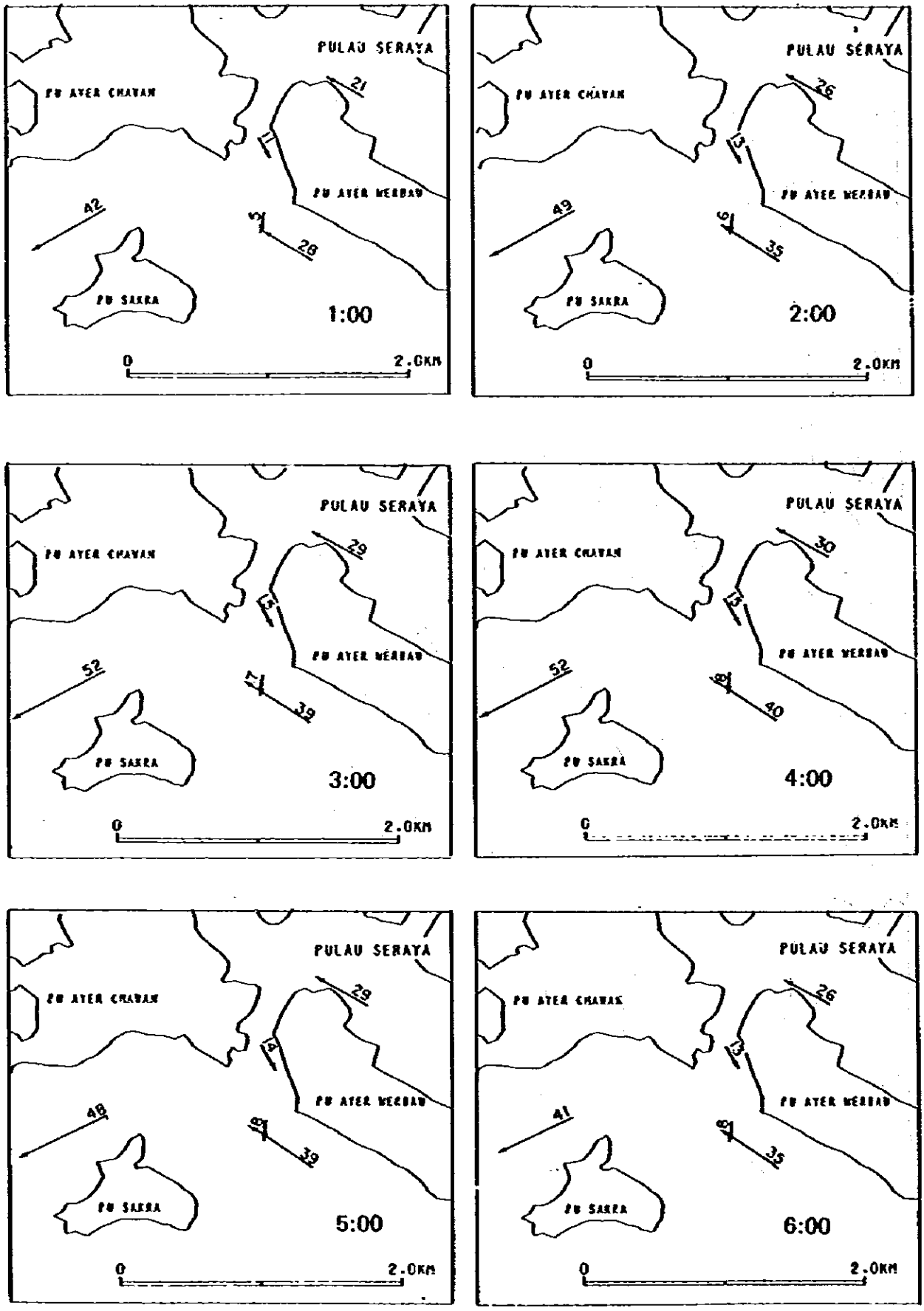


02:00 hour
Westward flow pattern

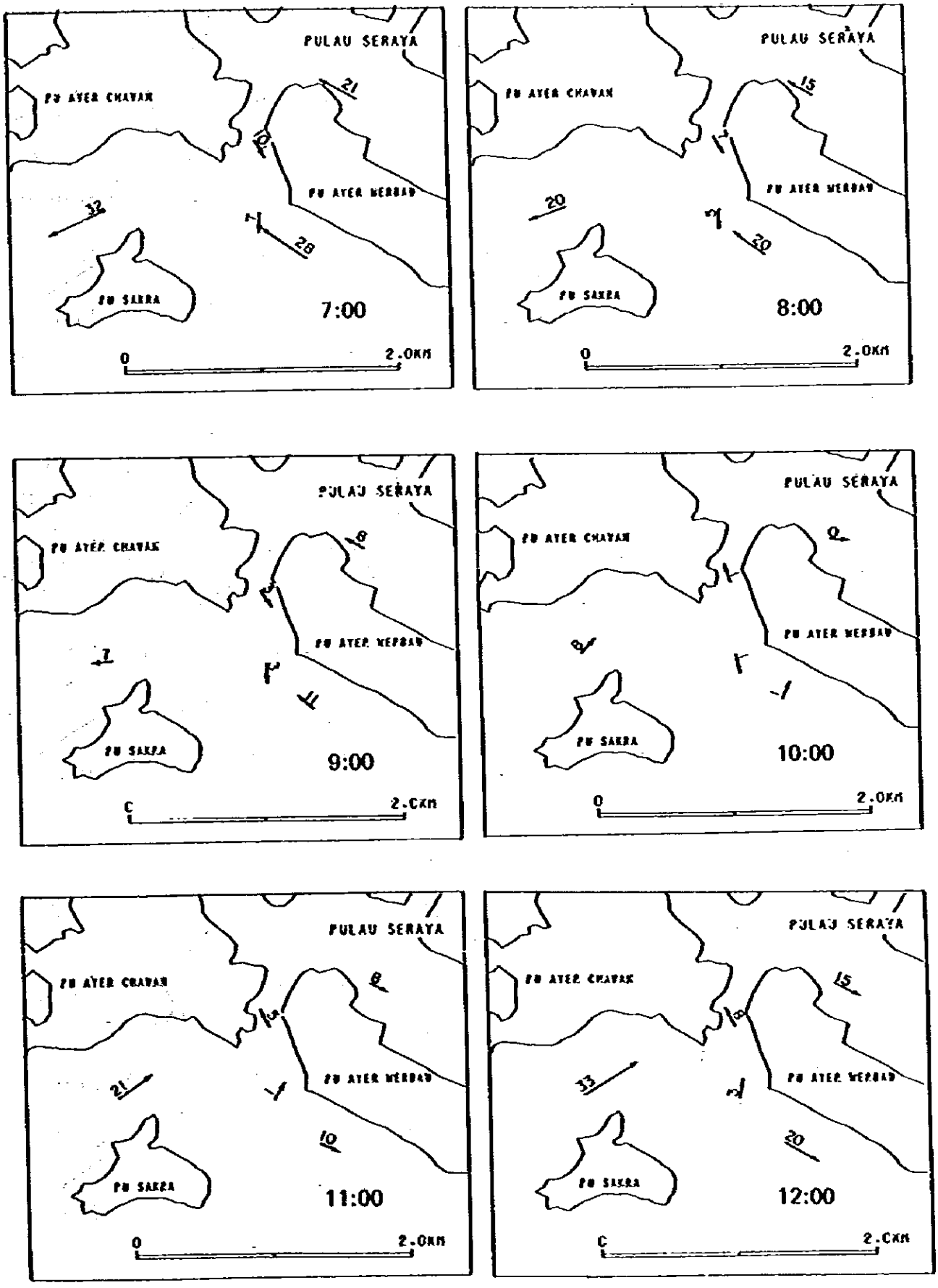
図 1－7⑨　セラヤ地区の流況図（K_1分潮流）(8)



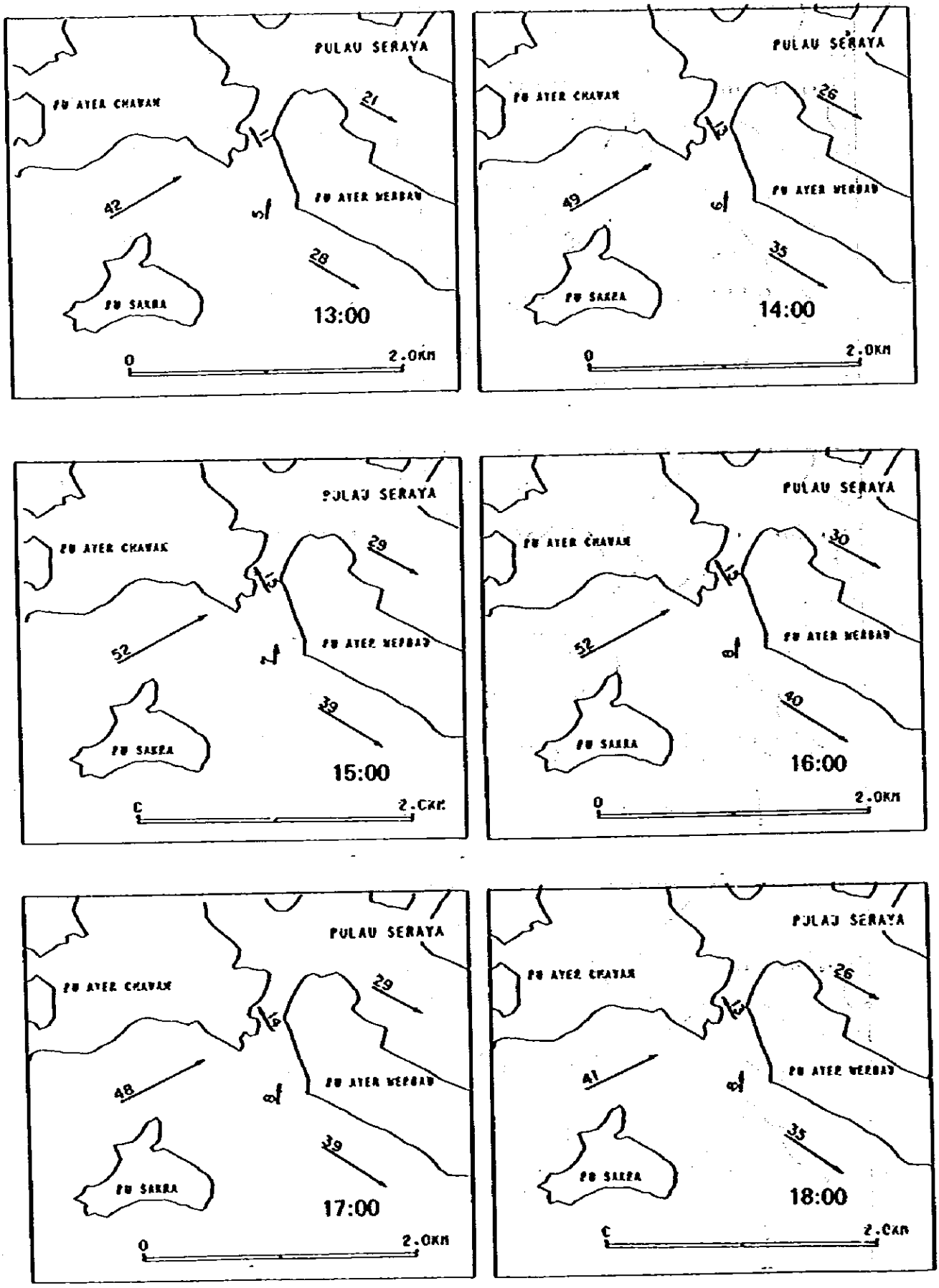
図Ⅱ1－7⑩　Pulau Ayer Merbau地区の卓越分潮流（K_1分潮流）の潮流楕円の水平分布



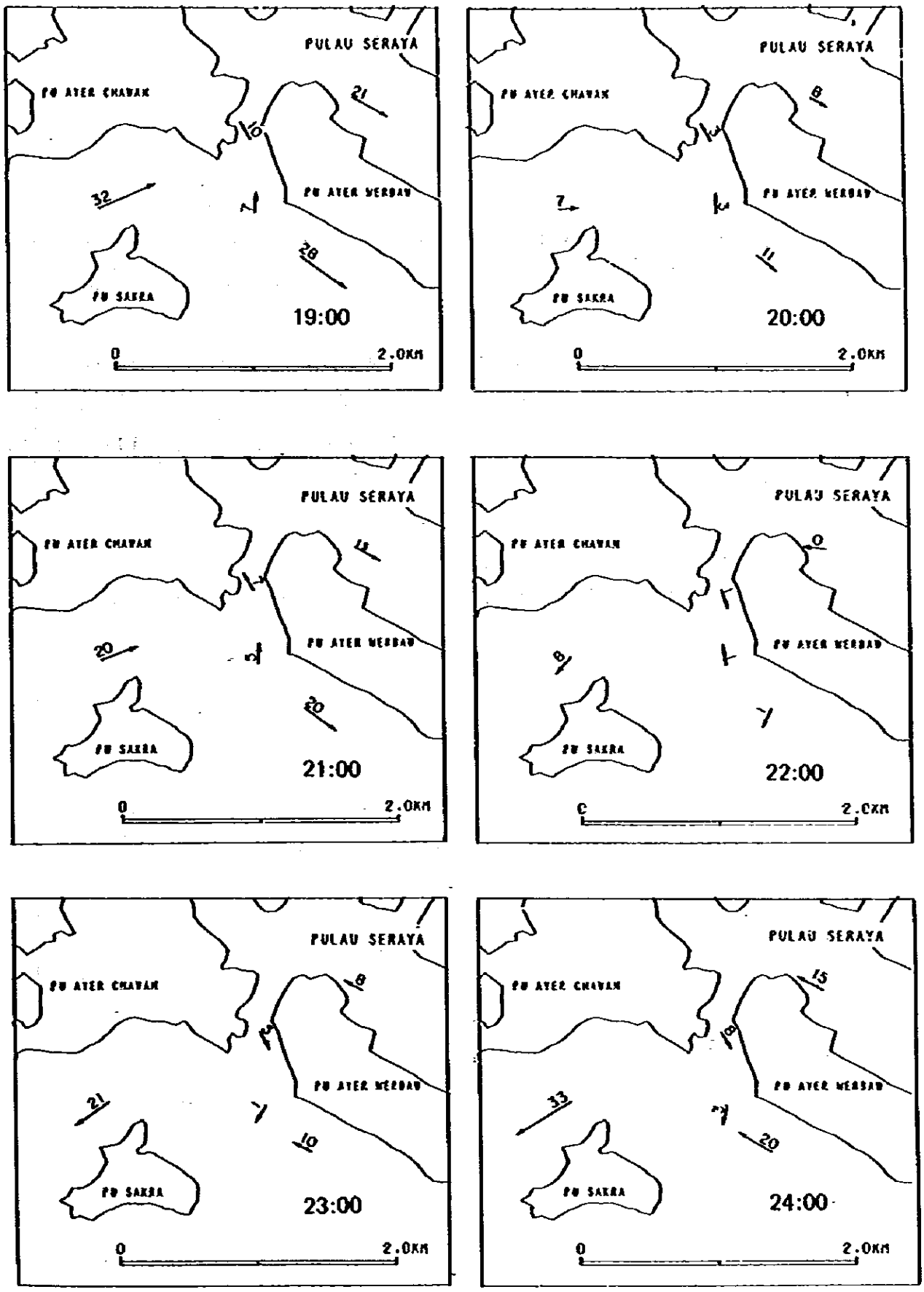
図Ⅱ1－7⑪ Pulau Ayer Merbau 地区の流況図（K_1 分潮流）(1)



図II 1 − 7⑪ Pulau Ayer Merbau 地区の流況図（K_1 分潮流）(2)



図II 1 － 7⑪　Pulau Ayer Merbau 地区の潮況図（K_1 分潮流）(3)



図II 1－7⑪　Pulau Ayer Merbau地区の流況図（K_1分潮流）(4)

1－7－3　テコン地区の潮流の流況パターン

1）スキャッタリングプロット

図Ⅱ1－7⑫に，流向・流速のスキャッタリングプロットを示す。

本図から，プロットはTC1～TC3では海岸線に平行な方向にプロットが分布している。沖合のTC4はPulau Ubinに向う方向に分布している。

2）潮流楕円の水平分布図と流況図

図Ⅱ1－7⑬は，テコン地区で最も卓越するM_2分潮流の潮流楕円の水平分布図である。

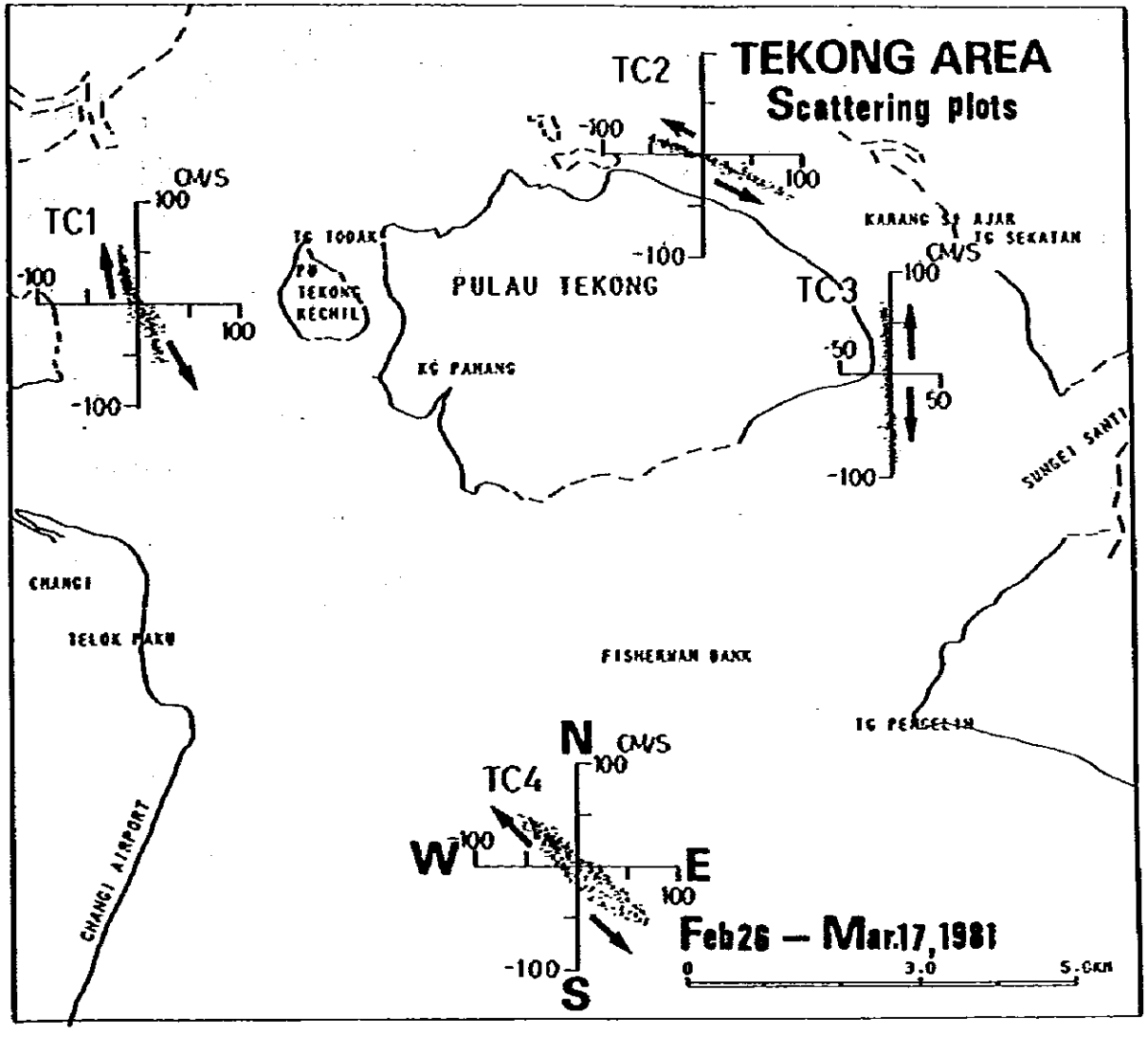
楕円の回転方向は，TC1とTC2が時計廻り，TC3とTC4は反時計廻りである。

M_2分潮流は半日周潮流である。従って，楕円で表わした流況は0時～11時の合計12時間である。

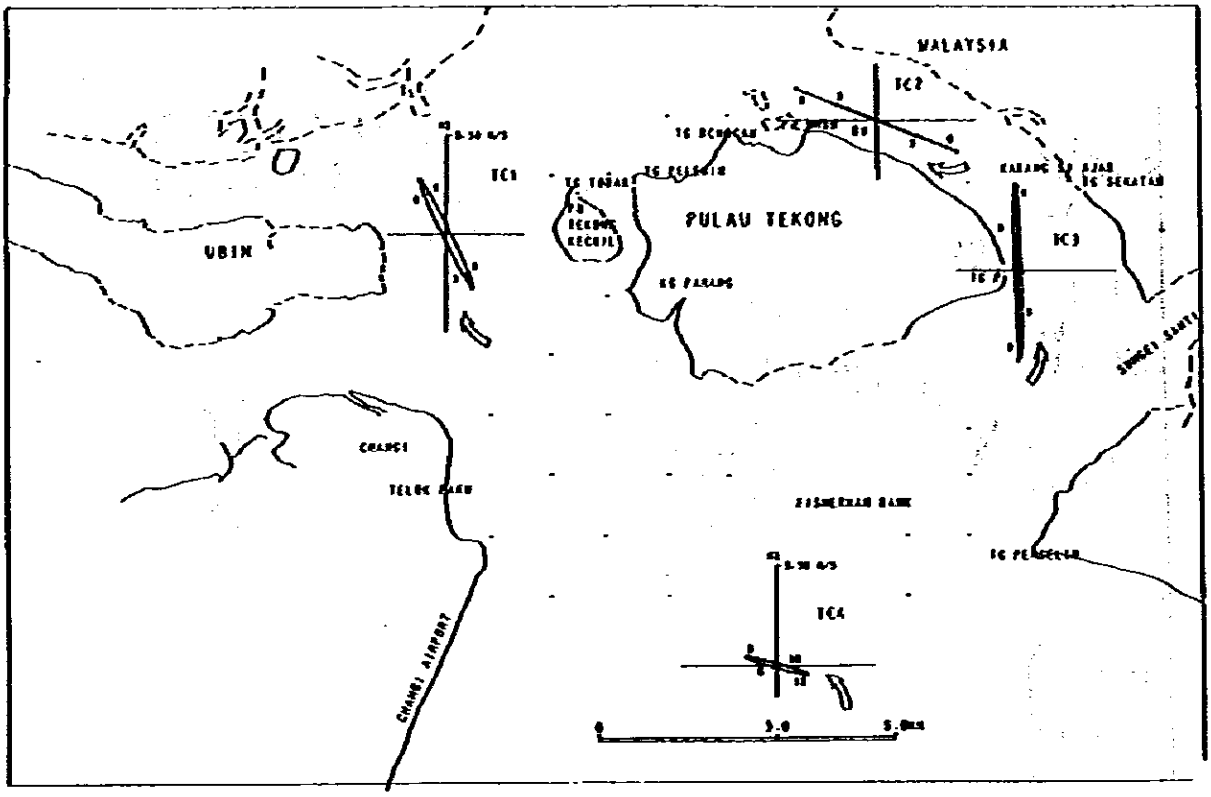
図Ⅱ1－7⑭にM_2分潮流の流況図を示す。

以下，各図の右側で流況の状況を説明する。

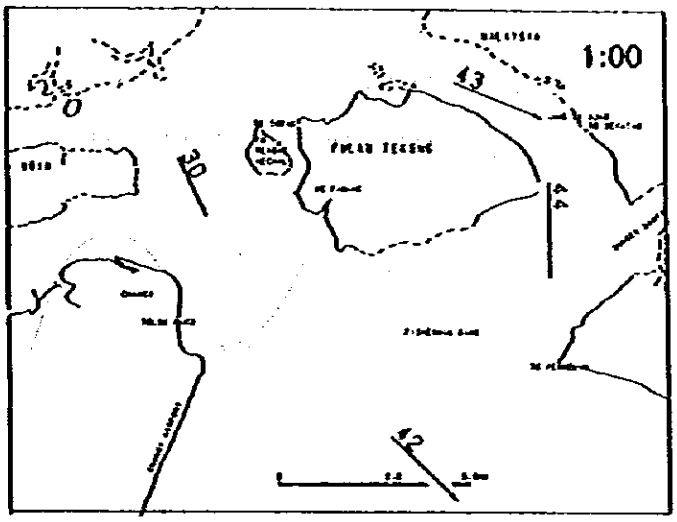
また，その時の潮汐の状態も付加して潮位と潮汐の関係をみれるようにした。



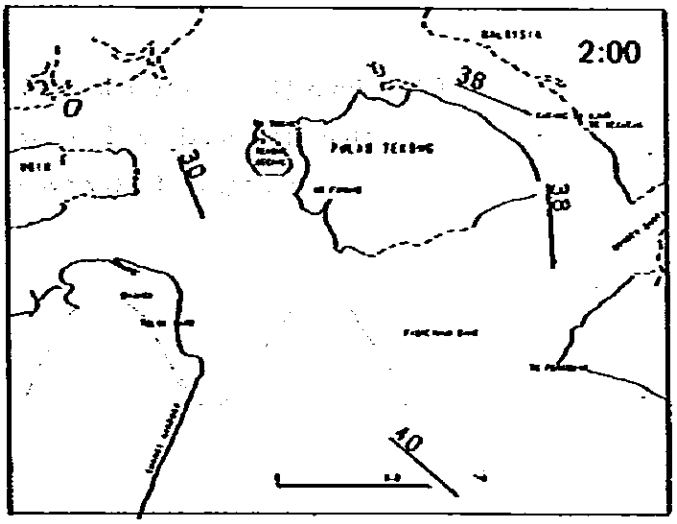
図Ⅱ１－７⑫　テコン地区の流向・流速のスキャッタリングプロット



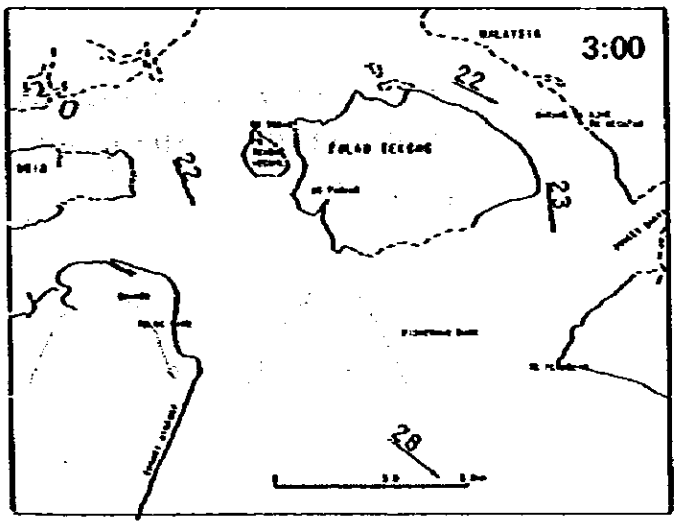
図II 1 − 7⑬　テコン地区の卓越分潮流（M_2分潮流）の潮流楕円の水平分布



01:00 hour (3 hours after high tide)
The maximum velocity time of southward flow pattern
Velocity values of TC2, 3, 4 are more than 40 cm/sec.

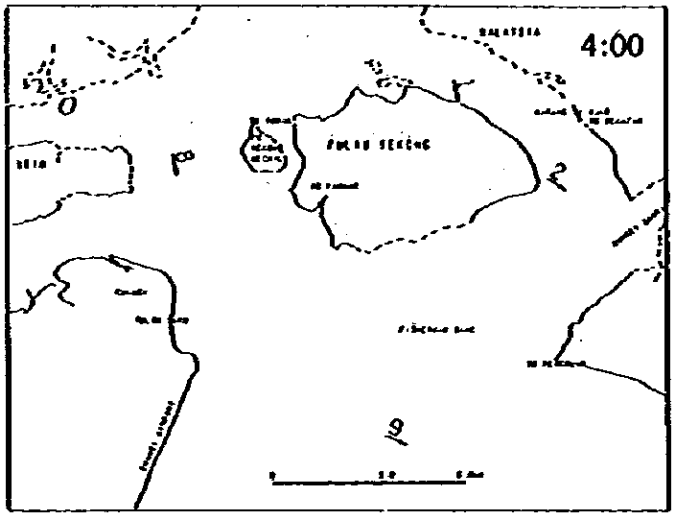


02:00 hour (4 hours after high tide)
Southward flow pattern and velocity slowing down gradually

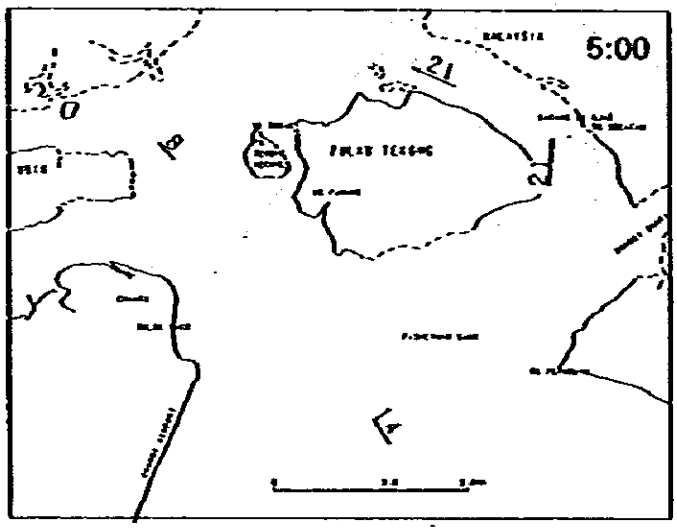


03:00 hour (5 hours after high tide)
Southward flow pattern and velocity slowing further down

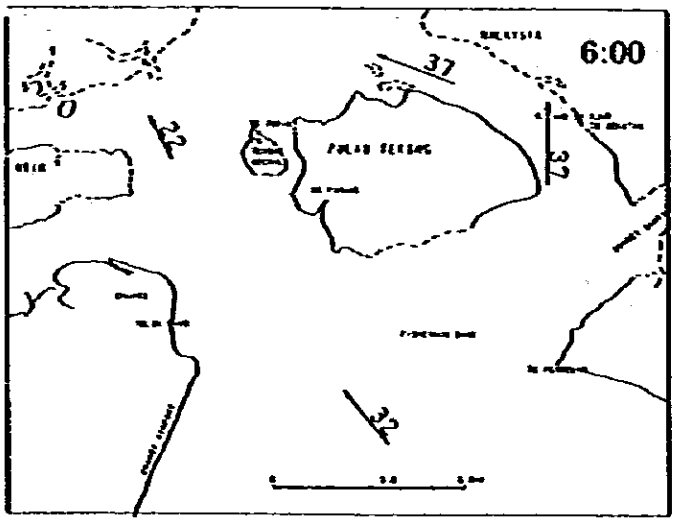
図II 1 − 7⑭ テコン地区の流況図（M_2分潮流）(1)



04:00 hour (slack water)
The turn of current commences

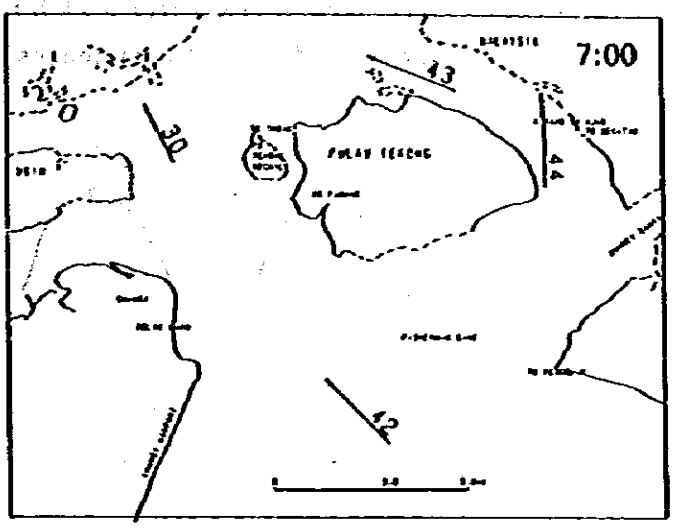


05:00 hour (1 hour after low tide)
Changing to northward flow pattern and velocity getting faster gradually

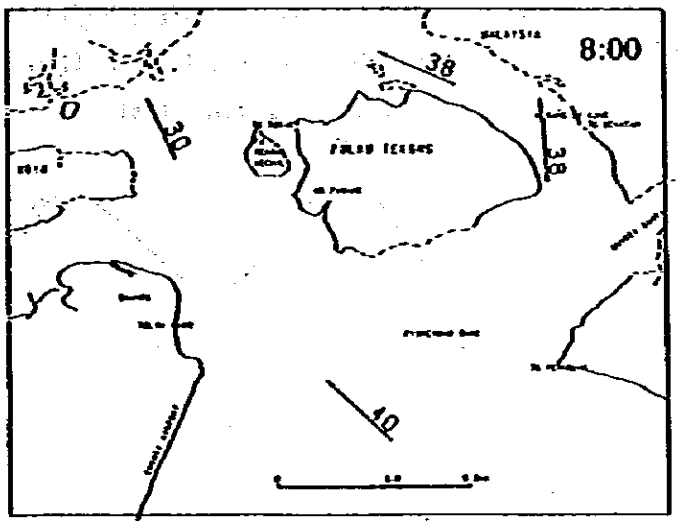


06:00 hour (2 hours after low tide)
Northward flow pattern and velocity getting faster

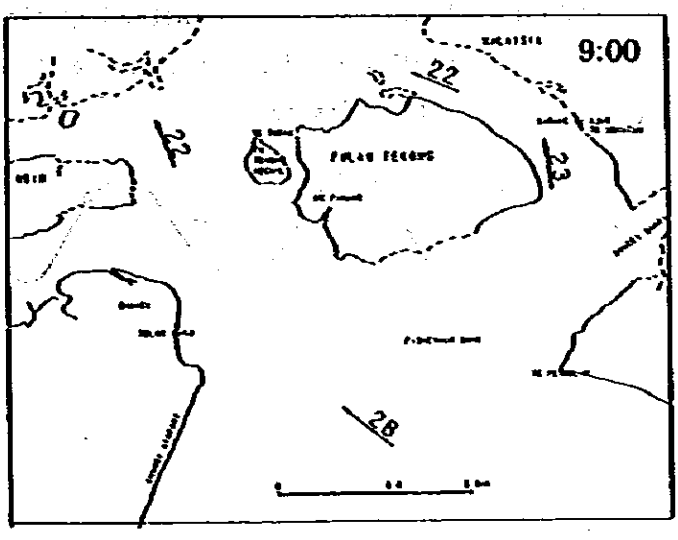
図II 1－7⑭　テコン地区の流況図（M_2分潮流）(2)



07:00 hour (3 hours after low tide)
The maximum velocity time of northward flow pattern and the velocity at TC2, 3, 4 is more than 40 cm/sec.

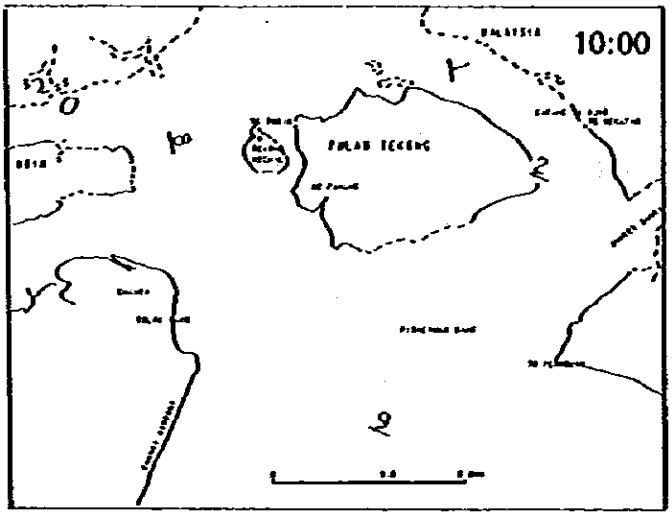


08:00 hour (4 hours after low tide)
Northward flow pattern and velocity slowing down gradually

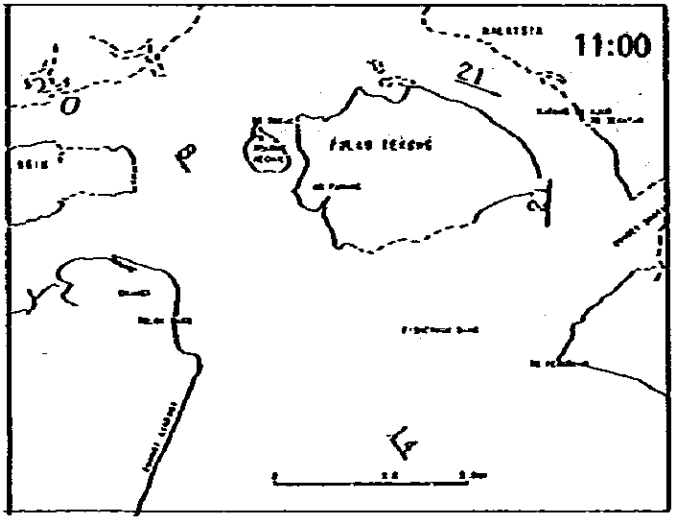


09:00 hour (5 hours after low tide)
Northward flow pattern and velocity showing further down

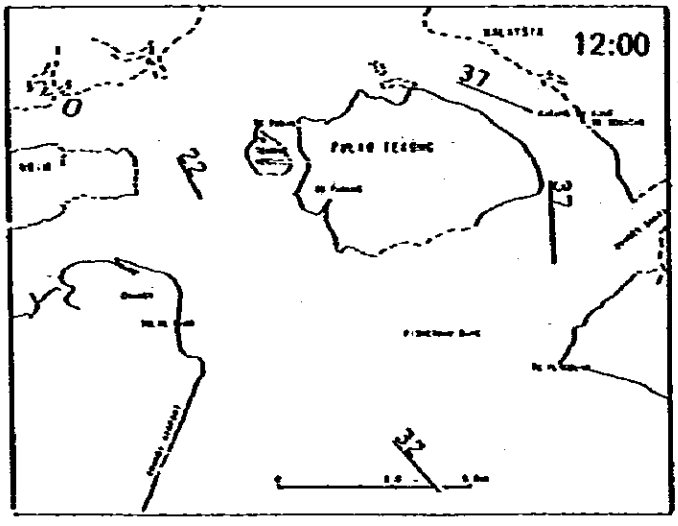
図II 1 - 7⑭ テコン地区の流況図（M_2分潮流）(3)



10:00 hour (slack water & high tide)
The turn of current commences



11:00 hour (1 hour after high tide)
Changing to southward flow pattern and velocity getting fast.



12:00 hour (2 hours after high tide)
Southward flow pattern and velocity getting faster

図II 1 － 7⑭　テコン地区の流況図（M_2分潮流）(4)

Ⅱ－2　潮汐観測

2－1 概　要

2－1－1　潮汐観測の目的

潮汐観測（ tidal Observation ）は，調査海域の潮汐の変動を把握するために実施した。

また潮汐データは，汚染予測シミュレーションにおいては汚染予測範囲の境界条件の設定データとなる。特に潮汐が卓越している海域の汚染予測シミュレーションでは，シミュレーションモデルの設定の際，不可欠のデータである。

特に今回の調査のシンガポール海域は，潮汐が大きな海域であり潮位観測のデータは重要である。潮汐は月や太陽などによって起こされる海面の周期な昇降現象である。

地球上の各地における潮汐を大観して見ると，近接した地点の高潮時は一方から他方へしだいに遅れ，潮差（ tidal rauge ）も場所から場所へしだいに変化するのが認められる。すなわち，潮汐は一つの波動であって，これが海中を進行し波の頂がある地点に到着すると，その地点は高潮（ high water ）となり，谷が到着したときは低潮（ low water ）であって，同一地点における波の頂から谷までが潮差である。また頂が到着してから次の頂が到着するまでの時間が潮汐の周期に等しい。この潮汐の波を潮汐波（ tidal wave ）という。潮汐は大洋において発達し，潮汐波となって各所に伝わる。その進行する状況は海陸の分布，海湾の深浅，広狭等によって複雑である。

2－1－2　潮汐観測について

潮汐観測は，時々刻々と変化する海面の変化をある基準面（ reference level ）を元にして長期間連続して測定することをいう。日本では別名験潮（ tidal observation ）ともいう。

験潮は，験潮器（ tide gauge ）を観測点に設置して行う。験潮器は，現在表Ⅱ 2－①に示すものが使用されている。

表Ⅱ 2－①　験潮器のタイプ

名　　称	特　　長
(1) うき式験潮器 （ Float Type Tide Gauge ）	水面の Float の昇降を記録紙に自動的に記録する。
(2) 水圧式験潮器 （ Pressure Type Tide Gauge ）	水圧の変化を Pressure センサーにより測定し自動的に記録する。

航海，港の建設，海岸の土木工事等のために，ある地点の潮汐予報（tide prediction）が実施されている。

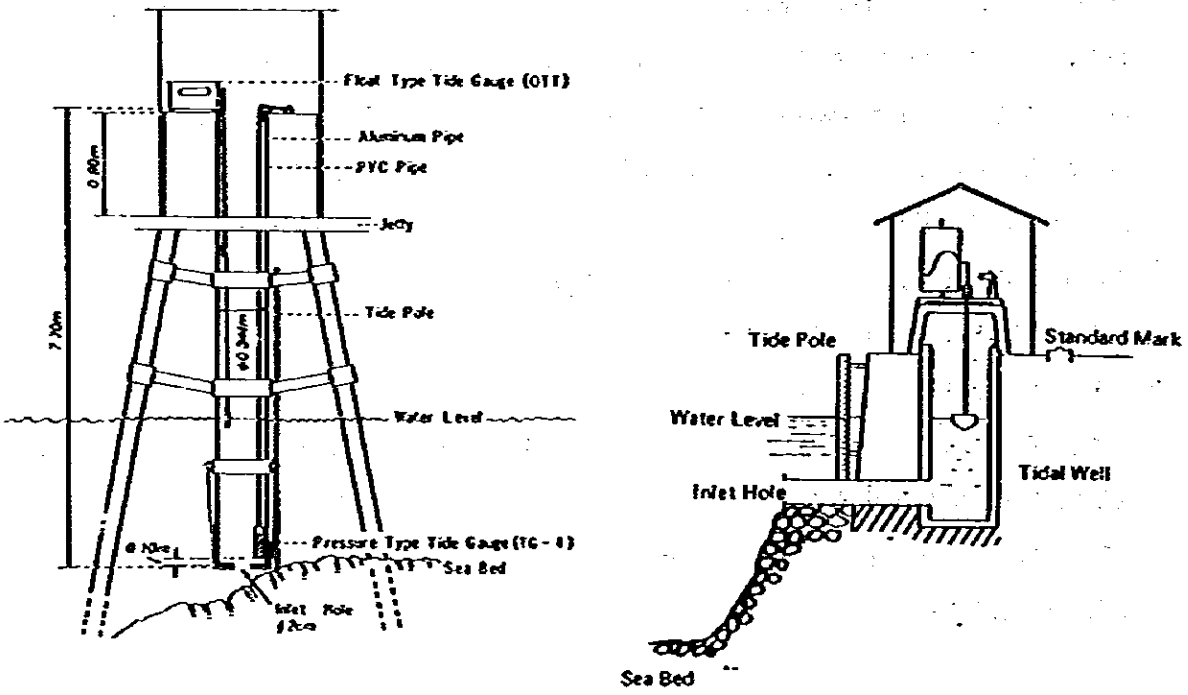
これは潮汐表（tide table）としてまとめられ使用する前年に海上保安庁（Maritime Safety Agency Japan）などから発行されている。シンガポール共和国では，Hydrographic Department Rort of Singapore Authority（PSA）から発行されている。

これ等の潮汐予報を行うための潮汐の観測所を験潮所（tidal station）と云っている。

験潮所は通常図Ⅱ 2 －① に示すよう海岸のすぐ側に験潮井戸（tidal well）を堀って，井戸の中に海水を導いて，そこに験潮器を設置して観測を行っている。

そして検潮所の外には，量水標（tide pole）があって，水位のチェックを行っている。

また，所によっては，沖合の海上でも観測を行っている所もある。（図Ⅱ 2 －①の左側参照）



図Ⅱ 2 －① 験 潮 所

環境アセスメントの潮汐観測は，調査海域内に験潮所があると，そこの資料を収集して解析を行う。

験潮所がない場合は，験潮器を臨時的に設置して調査期間中のみの観測を行う。

特に海岸からの遠く沖合の潮汐を知りたい場合には，水圧式験潮器の水密型のものを海底

に設置して記録をとる。

潮汐観測の際は，平均水面（mean sea level）を基準とする。平均水面は潮汐がないと仮定したときの海面のことである。平均水面は色々な原因によって変化する。

得られた観測結果を元にして基準面関係図を作成する。シンガポール共和国の種々の基準面の関係図を参考に図Ⅱ２－②に示す。

２－１－３　今回実施した潮汐調査

今回の潮汐調査は，現地海域の験潮所の観測データを収集する方法により行った。一方，PSAの潮汐表も事前に入手して，水温塩分調査や水質調査の調査実施時間帯の検討，流速計設置，記録回収，及び撤収時の潮汐の状況の検討等に利用した。

２－１－４　潮汐について

潮汐については，前項「流動調査 1－1－4 海流と潮流について」の項でも少し記した。

本項では，潮汐について概況を知ることができるように日本の海上保安庁発行の潮汐表の潮汐解説等を引用及び参考にして述べる。（Maritime Safety Agency Japan：Tide Tables Vol 1 Nippon and its Vicinities P286）

潮汐とは，海面（sea level）の緩慢な周期的昇降をいい，普通にはその昇降は１日約２回であるが，場所によっては１日１回の所もある。

潮汐の中で規則的なものは，天体の引力に起因する天体潮汐（astronomical tide）であって，気圧や風向等の変化に伴って起こる気象潮汐（meteorological tide）は一般に不規則である。

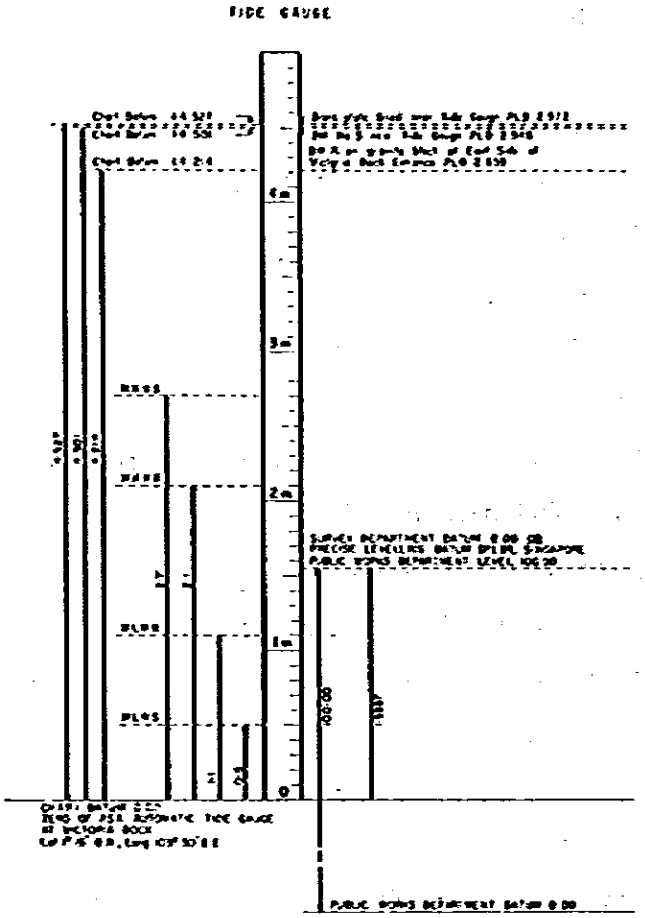
潮汐によって海面が最も高くなった状態を高潮（high water）といい，最も低くなった状態を低潮（low water）という。低潮から高潮までの間は海面はしだいに上昇している。この間のことを上げ潮（flood）という。反対に高潮から低潮までは海面はしだいに降下している。この間のことを下げ潮（ebb）という。高潮又は低潮の前後では，海面の昇降はきわめて緩慢で，あたかも停止しているように見える。この状態を停潮（stand of tide）という。（図Ⅱ２－③参照）

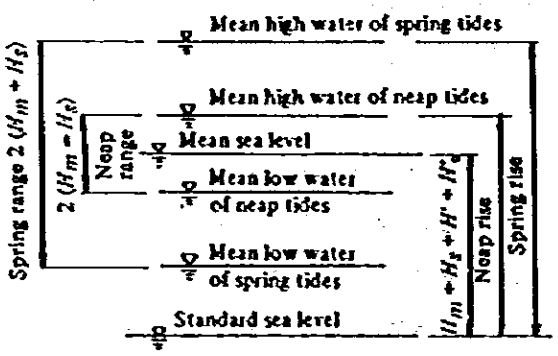
約１日のうち２つの高潮（あるいは低潮）がある所では，この２つの高潮の時間間隔は約１２時間２５分で，このような潮汐を半日潮（semi-diurnal tide）と云う。

約１日のうち１つの高潮（あるいは低潮）しかない所は次の（翌日）高潮までの時間間隔は約２４時５０分で，このような潮汐を１日潮（diurnal tide）と云う。

従って高潮あるいは低潮の起る時刻は毎日約５０分ずつ遅れる。これは潮汐表などをみるとわかる。

図II 2 −② 潮位基準面関係図（シンガポール共和国）



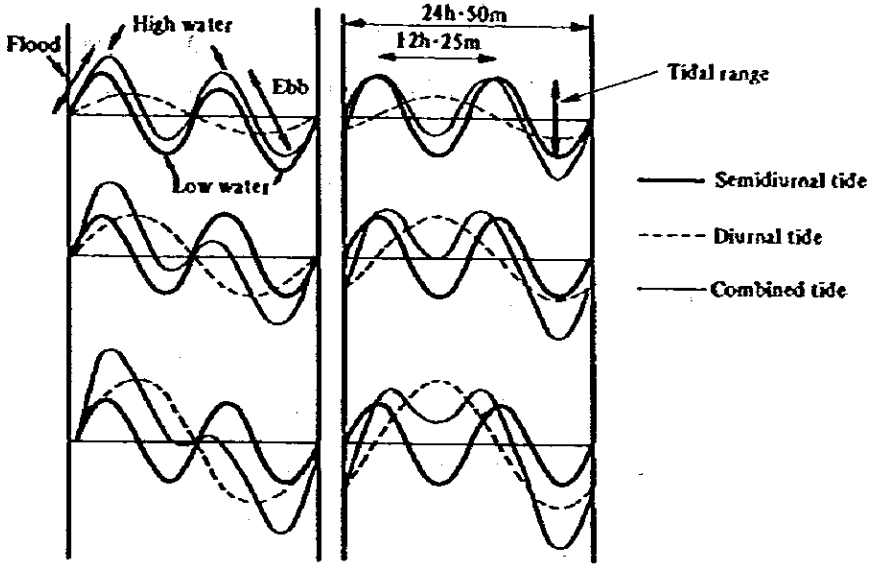


Tidal datums.

実際の海域では，これ等の潮汐が組み合されて我々の眼にふれる。

相次ぐ高潮と低潮との海面の高さの差を潮差（tidal range）という。長期間にわたって潮差を平均したものを平均潮差（mean range）という。

以上の説明のための図を図Ⅱ２－③に示す。



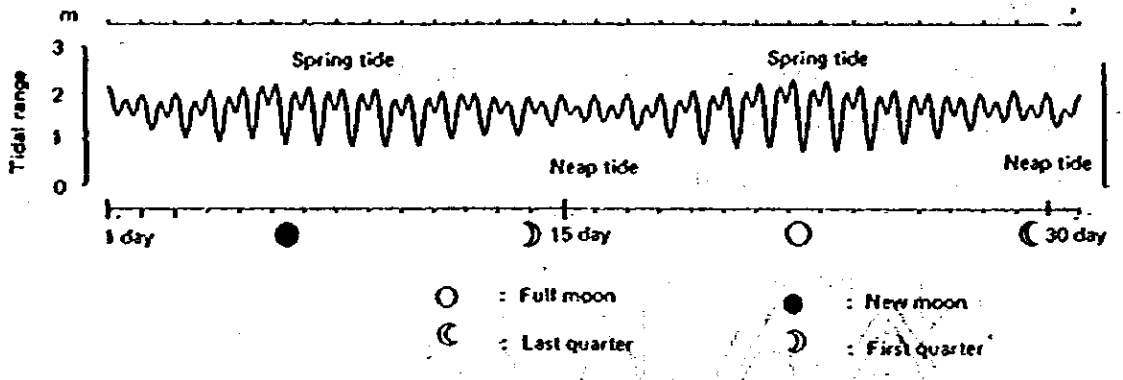
図Ⅱ２－③　半日周潮と１日周潮との組合せ

潮汐の中で主要な部分は天体潮汐である。実際上，この原因となる天体は月と太陽だけであって，月は太陽と比較すると，その２倍以上の力を及ぼすのが一般であるから，潮汐は特殊の場所を除くと，ほとんど月によって支配される。

月の日々の運動は，月齢（age of moon）として示される。新月<朔>（new moon），満月<望>（full moon），上弦の月（first quarter），下弦の月（last quarter）などである。この月が地球の赤道上にある時の潮汐を赤道潮（equatorial tide），月が最も赤道から遠ざかった時の潮汐を回帰潮（tropic tide）と云う。

潮差は朔（new moon）及び望（full moon）後１～２日に極大となり，上弦（First quarter）及び下弦（last quarter）後１～２日に極小となる。潮差が極大となった時を大潮（spring tide）といい，この時の潮差の平均を大潮差（spring range），潮差が極小となった時を小潮（neap tide）といい，この時の潮差の平均を小潮差（neap range）という。図Ⅱ２－④にその図を示す。

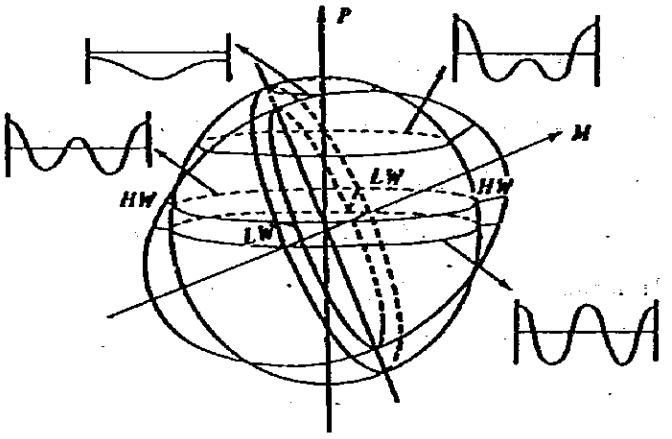
朔又は望から大潮となるまでの時間を日数で表わしたものを潮齢（age of tide）という。



図Ⅱ２－④　大潮と小潮

日本沿岸及び付近では１～２日が普通である。

相次ぐ二つの高潮又は相次ぐ二つの低潮は同一の日にあっても必ずしも同じ高さ（level）でなく，また相次ぐ二つの高潮の間の時間，又は相次ぐ二つの低潮の間の時間は，通常１２時間２５分であるが，この時間が異なることがある。これ等の現象を日潮不等（diurnal inequality）と云う。この状況は図Ⅱ２－③に示すCombined tideがその例である。図Ⅱ２－⑤に地球上の各緯度における潮汐の模式図を示す。本図より日潮不等の現象を理解することができる。

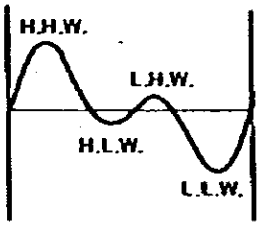


図Ⅱ２－⑤　地球上の各緯度における潮汐

相次ぐ二つの高潮の中の高いほうを高い高潮（higher high water, H.H.W.），低いほうを低い高潮（lower high water, L.H.W.）という。相次ぐ二つの低潮の中の低いほうを低

い低潮（ lower low water, L.L.W.），高いほうを高い低潮（ higher low water, H.L.W.）という。（図Ⅱ２－⑥参照）

日潮不等の非常に大きい場合は，低い高潮及び高い低潮がほとんど消滅して１日１回の高潮及び低潮を見るのみとなる。（１日潮となる）



図Ⅱ２－⑥　日　潮　不　等

天体の子午線（meridian）経過と高潮時とは時間の差があるので，月が子午線を通過してから高潮となるまでの時間を高潮間隔といい，低潮となるまでの時間を低潮間隔という。

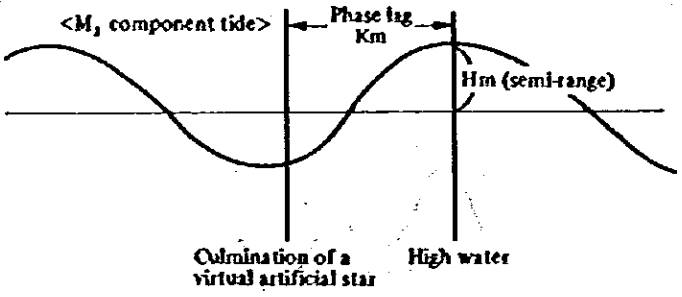
長期間にわたって高潮間隔及び低潮間隔を平均したものを平均高潮間隔（ mean high water interval, M.H.W.I.）及び平均低潮間隔（ mean low water interval, M.L.W.I.）という。

朔，望における高潮間隔を平均したものを朔望高潮間隔（ high water full and change）といい，これらは各港湾ごとにほとんど一定した値をもつものである。

前に述べたように潮汐の潮差，高潮間隔，低潮間隔は，日によって変化するうえに日潮不等があるために１日のうちの２回の高潮及び低潮の間にも複雑な変化がある。これは潮汐を起こす天体，すなわち月及び太陽が軌道を異にし，軌道面が地球の赤道面と一致しないこと，また運行の速度も異なるため地球に対する距離又は関係位置が絶えず変化するためである。

潮汐は，このように不均等な運行をする２天体に起因するものであるが，このように考えて分析する代わりに赤道上を地球から一定の距離で，各固有の速度を保って運行する無数の仮想天体（ virtual artificial star）によって起こる規則正しい潮汐が，相合してできたものと考えることができる。この個々の潮汐を分潮（ component tide）という。各地の潮汐の実測値から計算によって分潮を求めるのであるが，各分潮の潮差の２分の１を半潮差（ semi-range）といい，その仮想天体が南中（ calmination）してから，その分潮が高潮となるまでの時間を角度で表わしたものを遅角（ phase lag）という。各分潮の半潮差（振幅 amplitude）及び遅角を調和定数（ harmonic constant）という。各地の潮汐の実測値から調和定数を求

めることを潮汐調和分解と云う。



図Ⅱ２－７　分潮の遅角と半潮差

表Ⅱ２－②に分潮の表を示す。この分潮は前項「流動調査１－５－５潮流調和分解」の表Ⅱ１－５⑦と同じもので，本表は主要４分潮だけ示してある。

表Ⅱ２－②　主要４分潮

記号 (Symbols)	分潮 (Component tides)	速度 (Speed) <360°÷Period>	周期 (mean solar time)	調和常数記号 (Symbol of Harmonic constant) 半潮差 (Semi-range)	遅角 (Phase lag)
M_2	主太陰半日周潮 (Lunar semidiurnal tide)	28°9840	12^h42	Hm	Km
S_2	主太陽半日周潮 (Solar semidiurnal tide)	30°0000	12^h00	Hs	Ks
O_1	主太陰日周潮 (Lunar diurnal tide)	13°9430	25^h82	Ho	Ko
K_1	日月合成日周期 (Luni-solar diurnal tide)	15°0410	23^h93	Hi	Ki

本表より大潮差（spring range）は２×（Hm＋Hs），小潮差（neap range）は２×（Hm－Hs）で表わされる。

図Ⅱ２－③及び図Ⅱ２－⑤から潮汐は地球上各所で異なる事がわかる。

通常，潮汐の型を３つに分けて分類する。表Ⅱ２－③にそれを示す。

表Ⅱ２－③　潮汐の型

名　称	周　期	特　長
(1) 半日周潮型	約　半　日	１日のうち高潮が２回，低潮が２回みられる。 M_2，S_2分潮等で起こされる。
(2) 日周潮型	約　1　日	１日のうち高潮が１回，低潮が１回みられる。 K_1，O_1分潮等で起こされる。
(3) 混合型	約半日，約１日	(1)，(2)の混合型

実際に調査海域の潮型を判定する場合，その海域の潮汐観測点の潮汐調和分解の結果を用いて算定する。

フランスでは，これら３つの型は次の基準によって

$F=(K_1+O_1)/(M_2+S_2)<0.25$　　半日周潮型

$0.25<(K_1+O_1)/(M_2+S_2)<1.25$　　混合型

$(K_1+O_1)/(M_2+S_2)>1.25$　　日周潮型

分類されている。しかし米国では

$F=(K_1+O_1)/M_2<0.5$　　半日周潮型

$0.5<(K_1+O_1)/M_2<2.0$　　混合型

$(K_1+O_1)/M_2>2.0$　　日周潮型

の基準で分類している。ここにM_2，S_2，K_1，O_1は，それぞれの分潮の半潮差（振幅）で，この数値は潮汐調和分解から求める。（Hm，Hs，Ho，Hi の値）

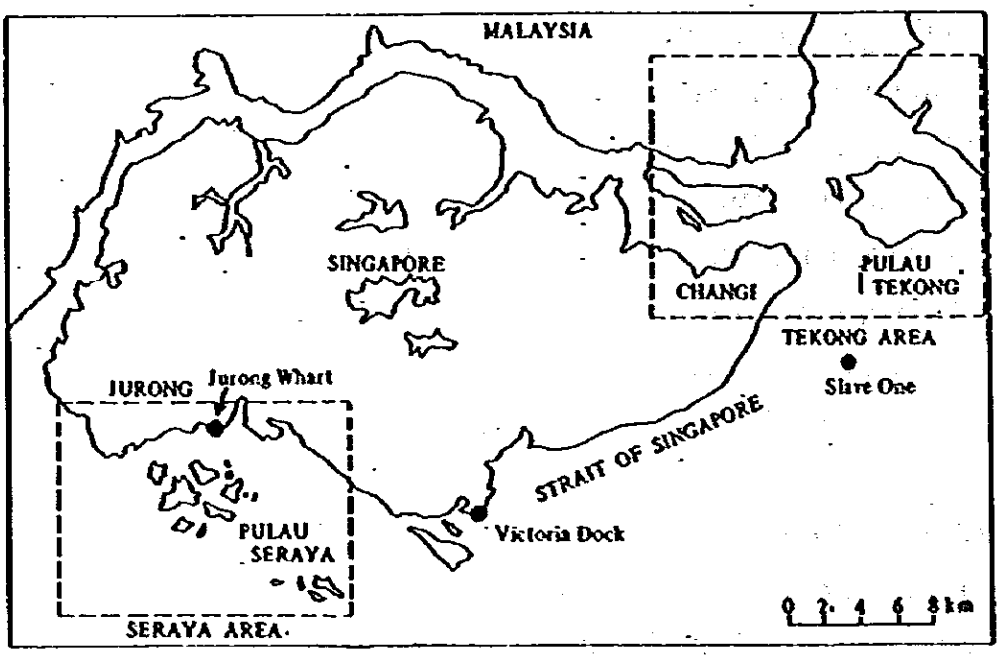
２－２　潮汐データの収集状況

表Ⅱ２－④に収集した潮汐データの一覧を示す。

図Ⅱ２－⑧にSlave One，Jurong Wharf，Victoria Dock の位置図を示す。

表II 2－④ 収集潮汐データ一覧

	測　点　名	データ期間	データの状況	データ提供機関名・資料名
(1)	Slave One Jurong Wharf	1981年1月 6月	実測データ	PSA実測資料
(2)	Victoria Dock Jurong Wharf	1981年1月 ～12月	予報データ	PSA発行潮汐表 (Singapore Tide Tables and Port Facilities)
(3)	マラッカ・シンガポール 海峡内17測点	1978年3月 ～1979年4月	実測解析データ	マラッカ・シンガポール海峡潮汐・潮流調査報告書



図II 2－⑧ Slave One その他位置図

2－3　データ解析と解析結果

2－3－1　データ解析

表Ⅱ 2－④に示したデータのうち，(1)と(2)について今回の調査期間中についてのみパンチカード化して，大型電子計算機に入力して表Ⅱ 2－⑤に示す解析計算を行った。

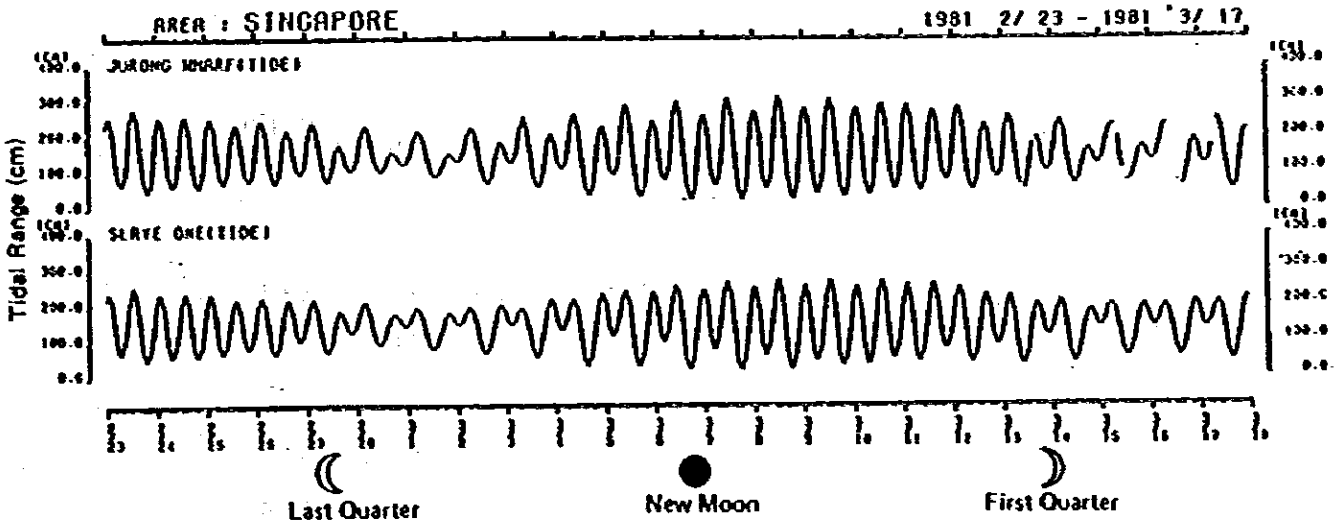
表Ⅱ 2－⑤　潮汐調査のデータ解析項目

データ解析項目	内　　容
(1) 潮汐曲線 (Tidal curves)	潮汐の時系列曲線，潮汐の変動についてみる。
(2) 潮汐調和分解 (Harmonic analisis of tides)	観測された潮汐データを分解して，各分潮の調和常数を求めて，当海域の潮汐の特性をみる。

2－3－2　解析結果

1）今回の調査期間中の潮汐の変動状況

図Ⅱ 2－⑨に今回の調査期間中の潮汐曲線（tidal Curves）を示す。本図は表Ⅱ 2－④の(1)のデータのうち，1981年2月23日～3月17日の間だけ潮汐の変動を時系列



図Ⅱ－2－⑨　調査期間中の潮汐曲線

に曲線化したものである。

本図から次のことを読みとることができる。

(1) 1日2回の高潮と低潮がみられる。

(2) 日潮不等（diurnal inequality）の現象がみられる。

(3) 大潮（spring tide）は3月6日（new Moon）の後である。

(4) 小潮（neap tide）は2月27日（last quarter）の後と3月13日（first quarter）の後である。

(5) 潮差（tidal range）は大潮の項で約2.5 m以上ある。

表Ⅱ 2 －⑥は潮汐調和分解の結果である。表の左側は予報データ，右側は実測データを用いた結果である。

各測点の表の中でK_1～P_1は各分潮の記号である

るHは分潮の半潮差（振幅），Kは遅角である。

表Ⅱ 2 －⑥のH（振幅）より最も大きな分潮と次に大きな分潮及びK_1+O_1/M_2+S_2の値を抜き出してみると表Ⅱ 2 －⑦のとおりとなる。つまりこの表Ⅱ 2 －⑦に抜き出した分潮が調査海域の潮汐の卓越分潮となる。またK_1+O_1 ／M_2+S_2 の値より潮型がわかる。

表Ⅱ 2 －⑦よりセラヤ，テコン地区ではM_2分潮（lunar-semidiurnal tide ，周期12.42時間）が最も大きな分潮であることがわかる。また潮型は混合型に分類される。

表Ⅱ2－⑦ 調査海域の潮汐の卓越分潮

測点名	地区名	第一卓越分潮	第二卓越分潮	$\frac{K_1+O_1}{M_2+S_2}$	（潮型）
＜実測データ＞					
Slave One	テコン地区	M_2（H＝68.9cm）	K_1（H＝29.9cm）	0.61	（混合型）
Jurong Wharf	セラヤ地区	M_2（H＝81.1cm）	S_2（H＝36.1cm）	0.45	（混合型）
＜予報データ＞					
Victoria Dock	セラヤ地区	M_2（H＝77.3cm）	S_2（H＝34.9cm）	0.52	（混合型）
Jurong Wharf	テコン地区	M_2（H＝82.5cm）	S_2（H＝38.8cm）	0.46	（混合型）

表II 2－⑥ 潮汐調和分解結果

＜実測データ＞ 実測潮位

Position (Jurong Wharf)		
Lat. 1° 18' 24" N		
Long. 103° 43' 12" E		
Start Time ; End Time		
Feb. 25. 1981. 00:00		
Mar. 12. 1981. 00:00		
Consti -tuents	H (cm)	k (°)
K_1	26.2	123
O_1	26.6	82
Q_1	3.7	12
M_2	81.1	303
S_2	36.1	356
N_2	12.1	313
M_4	5.0	216
MS_4	5.3	271
K_2	9.8	356
P_1	8.6	123
$\frac{K_1+O_1}{M_2+S_2}$	0.45	

＜予報データ＞ 予報潮位

Position (Jurong Wharf)		
Lat. 1° 18' 24" N		
Long. 103° 43' 12" E		
Start Time ; End Time		
Mar. 1. 1981. 00:00		
Mar. 31. 1981. 23:00		
Consti -tuents	H (cm)	k (°)
K_1	29.0	130
O_1	26.3	84
Q_1	3.8	65
M_2	82.5	307
S_2	38.8	357
N_2	12.9	299
M_4	3.7	210
MS_4	4.3	260
K_2	10.5	357
P_1	9.6	130
$\frac{K_1+O_1}{M_2+S_2}$	0.46	

実測潮位

Position (Slave One)		
Lat. 1° 20' 06" N		
Long. 104° 21' 12" E		
Start Time ; End Time		
Feb. 28. 1981. 00:00		
Mar. 15. 1981. 00:00		
Consti -tuents	H (cm)	k (°)
K_1	29.9	76
O_1	27.0	41
Q_1	6.6	26
M_2	68.9	293
S_2	25.0	338
N_2	18.2	276
M_4	3.3	278
MS_4	3.4	336
K_2	6.8	338
P_1	9.9	76
$\frac{K_1+O_1}{M_2+S_2}$	0.6	

予報潮位

Position (Victoria Dock)		
Lat. 1° 16' 00" N		
Long. 103° 50' 36" E		
Start Time ; End Time		
Mar. 9. 1981. 00:00		
Mar. 31. 1981. 23:00		
Consti -tuents	H (cm)	k (°)
K_1	28.9	99
O_1	29.6	57
Q_1	5.1	36
M_2	77.3	302
S_2	34.9	351
N_2	11.8	287
M_4	1.2	231
MS_4	1.8	285
K_2	9.5	351
P_1	9.5	99
$\frac{K_1+O_1}{M_2+S_2}$	0.52	

2) 調査海域の潮汐の特性について

1)の調査結果と，資料収集したマラッカ・シンガポール海峡潮汐潮流調査報告書より，今回の調査海域の潮汐の特性について述べる。

1)の調査結果からは，調査海域の潮汐はM_2分潮が卓越して混合型であることがわかった。一方，マラッカ・シンガポール海峡潮汐潮流調査では一年間にわたり，マラッカ・シンガポール海峡の全域をカバーする潮汐調査を行っている。

従って調査海域全体の潮汐の特性をみるため同調査の報告書（以下「報告書」と云う）の潮汐調査結果の項を引用して以下に示す。

―「報告書」より引用 ―

『インド洋及び南シナ海に生じた潮汐は，潮汐波（tidel wave）としてマラッカ・シンガポール海峡に達し，海峡内に潮汐を起こす。すなわち，インド洋から進行した半日周期の潮汐波の峯は，月が標準子午線（東経112° 30'）上通過5.1時間後にⒶ One Fathom Bankを通過して東進する。一方，南シナ海に生じた半日周期の潮汐波の峯は，月の標準子午線上通過10.3時間後に，Ⓙ Horsburgh灯台を通過して西進し，11.5時間後Ⓔ Raffles灯台付近（Pulau Serayaの東南約17Kmの所）でインド洋からの潮汐波と会合する。（図Ⅱ2―⑲参照」※1）

引用注※1)

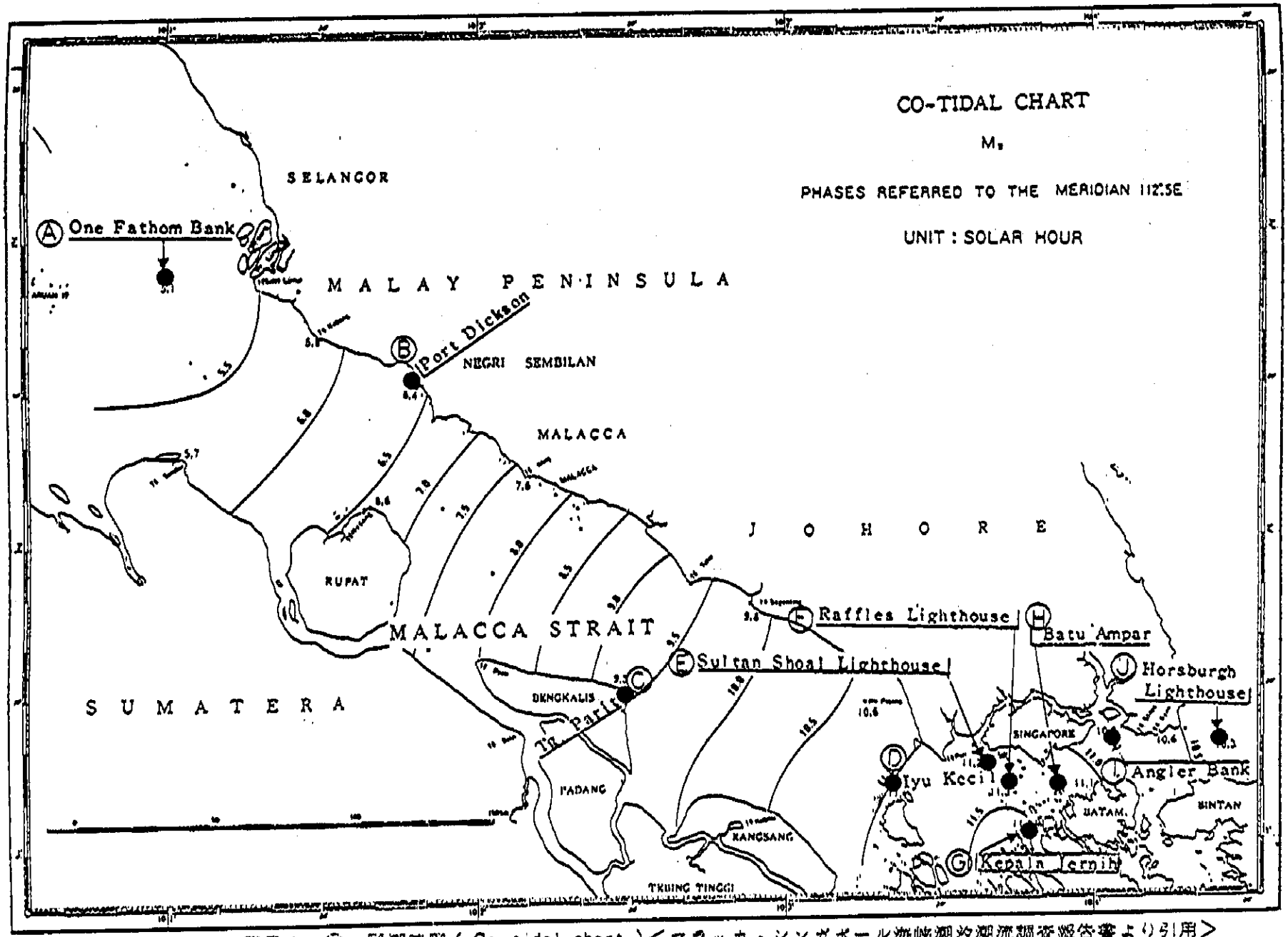
引用文の図Ⅱ2―⑲は「報告書」より抜粋した。これは，潮汐の進行状況を示したもので同時潮図（Co-tidal Chart）と云う。月が子午線（東経112° 30'）を通過後，M_2分潮（半日周期）で高潮となる経過時間（子午線通過時を0時とする）の分布図である。

以上のことから次のことがわかる。

(1) シンガポール海域ではインド洋（Indian Ocean）からの潮汐波（マラッカ海峡を通って西進して来る）と南シナ海（South China Sea）からの潮汐波（シンガポール海峡を東進する）が，セラヤ地区の東南約17Km付近の海域で会合する。

―「報告書」より引用 ―

『マラッカ海峡の西部とシンガポール海峡の東部では潮汐の性質は変る。すなわち，One Fathom Bank付近は日潮不等（diurnal inequality）は小さいが，東方に移るに従い徐々に大きくなる。Ⓗ Port Dicksonと Ⓘ Iyu Kecilの間では潮高の不等は高潮に大きく，潮時の不等は低潮に大きい。Ⓔ Sultan Shoal灯台からⒻ Kepala Jernihの間の海域では，高潮・低潮共にほぼ同等の不等があり，高高潮の次に低低潮が起こる。Ⓑ Batu Ampar と Horsburgh灯台の間では，潮高の不等は低潮に大きく，潮時の不等は高潮に大きい。』※2）



図II 2 -⑩ 同潮時図（Co-tidal chart）<マラッカ・シンガポール海峡潮汐潮流調査報告書より引用>

引用注※2)

上記の引用文のSultan Shoal灯台からKepala Jernihの間の海域内に今回の調査のセラヤ地区が位置している。「報告書」からSeraya地区に最も近いSultan Shoal灯台の四季(春分，夏至，秋分，冬至)の潮汐曲線(Tidal curves for the four seasons)を抜き出して図Ⅱ 2 ―⑪ の上段に示す。

図中Syzygyは朔と望の時，つまり大潮の時の潮汐である。同じくQuadratureは上弦，下弦の時，つまり小潮の時の潮汐である。今回の調査は2月下旬～3月中旬にかけてであるので，図のaround the winter solsticeが該当するものと思われる。

同じく，Batu AmparとHorsburgh灯台の間の海域内にテコン地区が位置している。「報告書」からテコン地区に最も近いAngler Bankの四季の潮汐曲線を抜き出して図Ⅱ 2 ―⑪の下段に示す。

以上のことから次のことがわかる。

(2) セラヤ地区の海域では高潮・低潮ほぼ同等の不等がみられ，高高潮の次に低低潮が起る。

(3) テコン地区の海域では潮高の不等は低潮に大きく潮時の不等は高潮に大きい。

(4) 両地区とも四季において潮汐の変化がみられる。

―「報告書」より引用 ―

『大潮差はOne Fathom Bankでは約3.7 m，Malacca付近で約1.8 m，Iyu Kecil付近で2.8 m，そしてHorsburgh灯台で1.5 mであり，海峡内で場所により潮差が変化する。(図Ⅱ－2－12参照)

小潮差はOne Fathom BankからMalaccaの間の海域では大潮差の約0.3倍，Tg.Paritから① Angler Bankの間の海域で約0.4倍，そしてHorsburgh灯台付近で約0.5倍である。

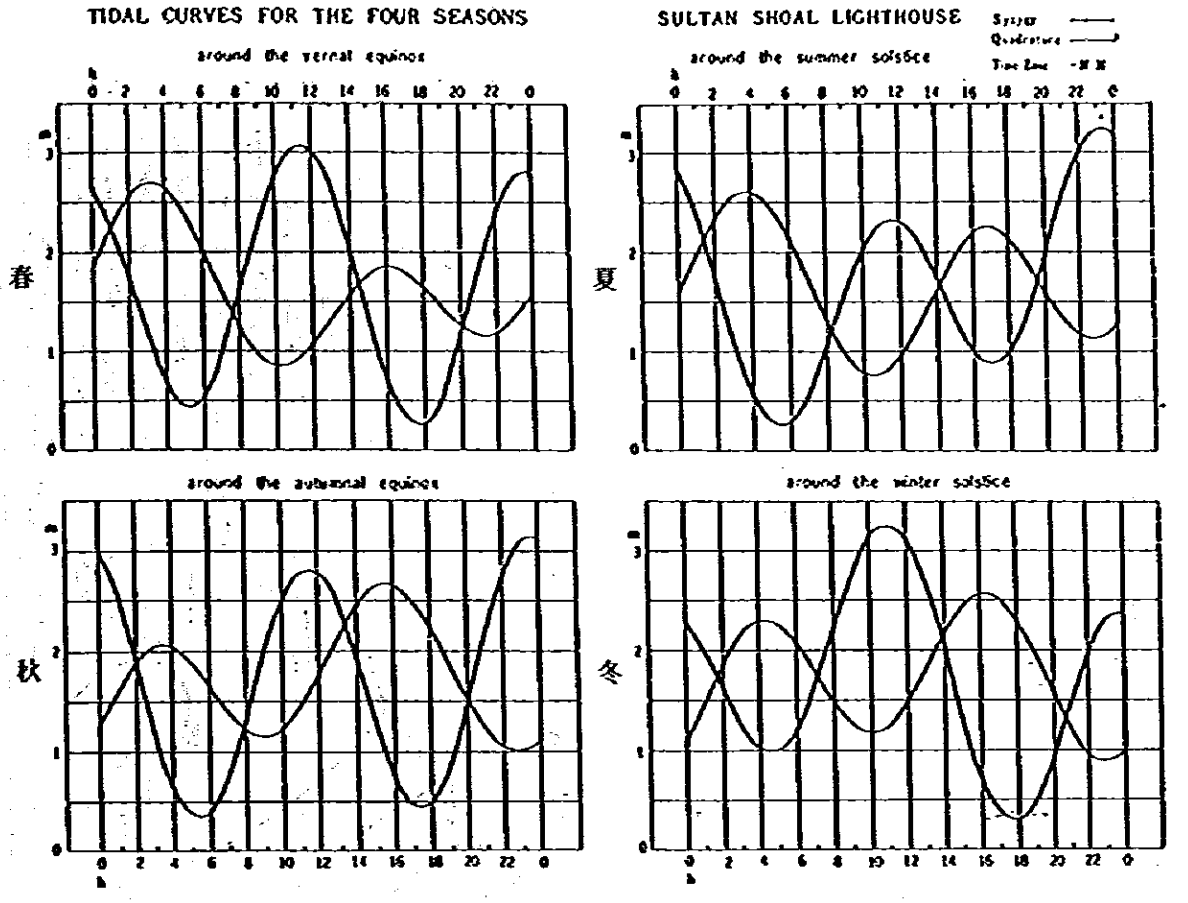
One Fathom BankからHorsburgh灯台の海域では朔・望の約2日後に大潮，上弦・下弦の約2日後に小潮となる。

平均高潮間隔はOne Fathom Bankで4時間18分であり，東に向って徐々に大きくなり，Kepala Jernihで10時間51分となる。更に東では次第に小さくなり，Horsburgh灯台では9時間47分となる。すなわち，One Fathom Bankの高潮時は，Raffles灯台及びKepala Jernih付近では低潮時となる。』※3

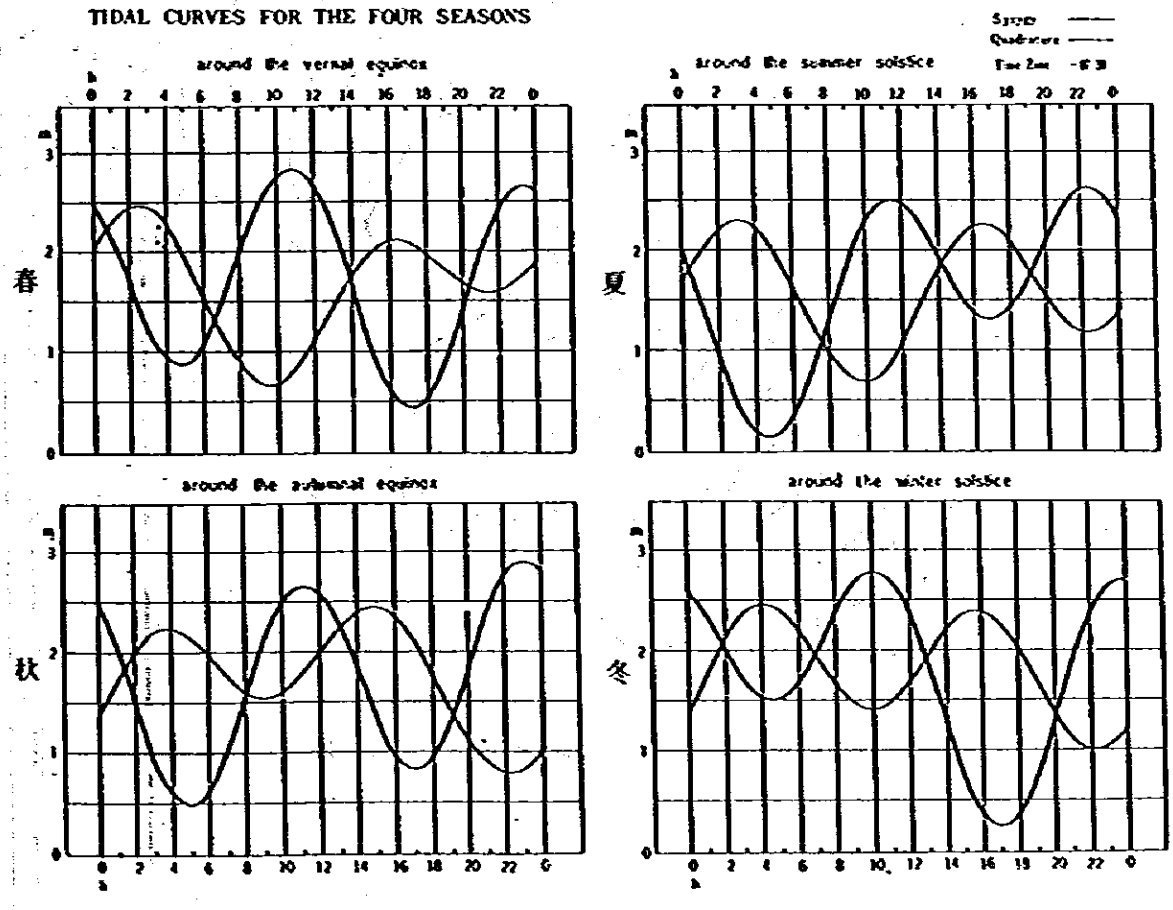
引用注※3)

引用文の図Ⅱ－2－12は等潮差図(Co-range Chart)と云うもので，大潮の時の潮

<Near Seraya Area>

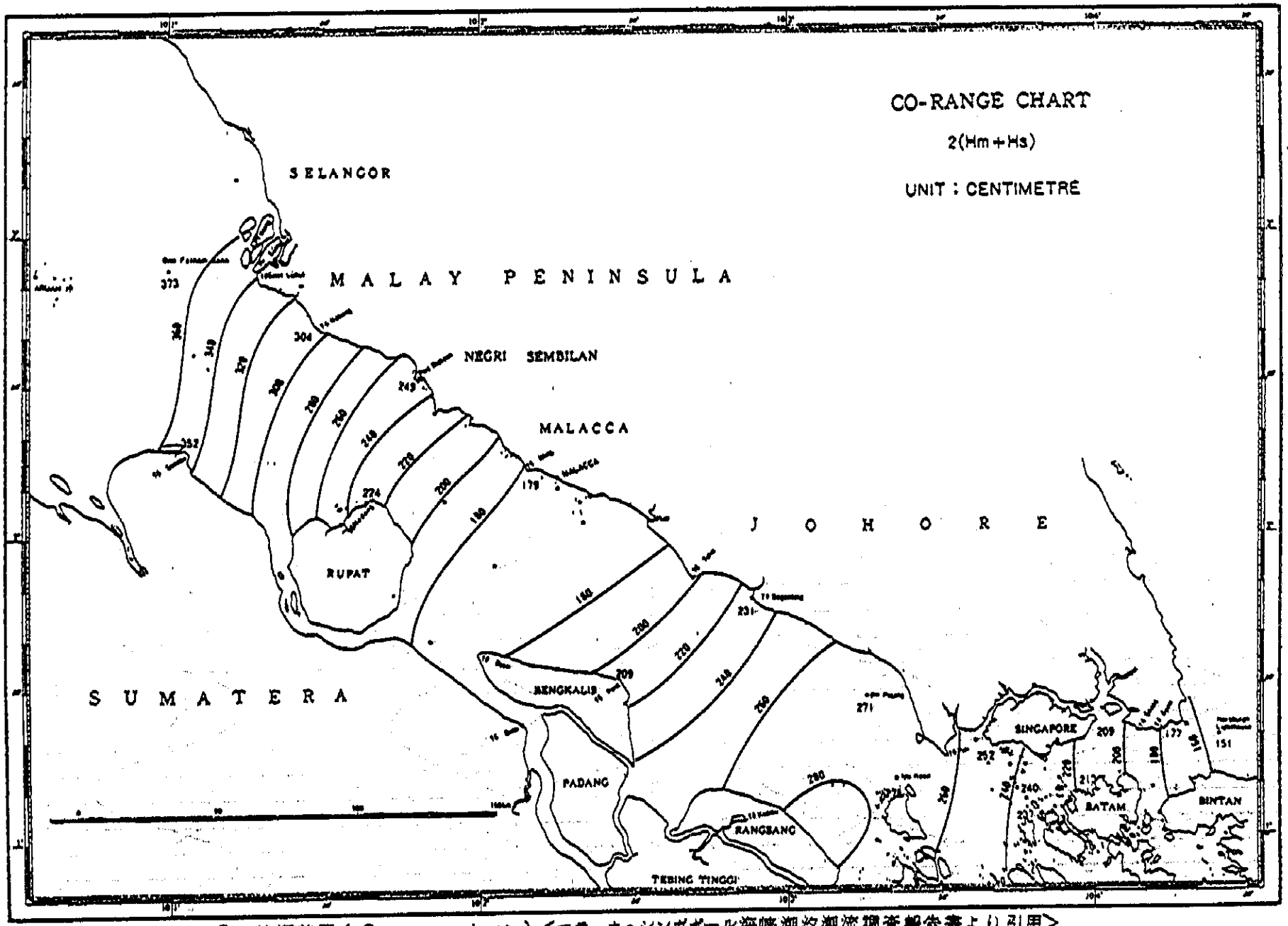


<Near Tekong Area>



図II 2 －⑪　シンガポール海域の四季の潮汐曲線

<マラッカ・シンガポール海峡潮汐潮流調査報告書より引用>



図Ⅱ２－⑫　等潮差図（Co-range chart）<マラッカ・シンガポール海峡潮汐潮流調査報告書より引用>

差の等しい点の分布を示す図である。この図より大潮の時の潮差の分布をみることができ，本図より次のことがわかる。

(5) 大潮の時の潮差，つまり大潮差（Spring range）は，セラヤ地区＞テコン地区とシンガポール海域の西側が高い。その差は約40cmである。

(6) 小潮の時の潮差，つまり小潮差（Neap range）は大潮差の約0.4倍である。

(7) セラヤ地区，テコン地区とも潮齢（Age of tide）は約2日である。

(8) 平均高潮間隔（Mean high water interval）はセラヤ地区，テコン地区とも10時間51分～9時間47分の範囲内あって，セラヤ地区＞テコン地区とセラヤ地区の方が長い。

表Ⅱ2－⑧にこの調査の潮汐の特性をまとめたものを「報告書」より抜粋して示す。

表Ⅱ2－⑧ シンガポール海域の潮汐の特性一覧表

〈マラッカ・シンガポール海峡潮汐・潮流調査報告書より引用〉

	MHWI	$\frac{H'+H_0}{H_m+H_0}$	$\frac{H_0}{H_m}$	$\frac{H_0}{H'}$	Phase Age	Diurnal Age	Spring Range	Neap Range	$\frac{(\varepsilon'+\varepsilon_0)/2}{(\sigma'+\sigma_0)/2}$	$\frac{(\varepsilon'+\varepsilon_0)/2}{(\sigma'+\sigma_0)/2}-\frac{\varepsilon_m}{\sigma_m}$
	h m				d	d	cm	cm	h	h
One Fathom Bank	4 18	0.12	0.50	0.27	1.7	-5.4	393	926	5.4	1.1
Tg. Senebui	4 55	0.12	0.50	0.86	1.8	-4.5	352	819	5.6	0.7
Tg. Keboeg	5 4	0.14	0.50	1.59	1.7	-4.2	304	101	5.8	0.8
Port Dickson	5 39	0.18	0.50	3.66	1.7	-2.4	249	83	7.4	1.8
Tg. Medang	5 54	0.21	0.50	3.62	1.7	-1.3	224	75	8.4	2.5
Malacca (Tg. Kling)	6 55	0.35	0.48	2.45	1.6	0.1	179	62	9.5	2.6
Tg. Parit	8 39	0.40	0.45	1.53	1.7	0.6	209	79	9.6	0.9
Tg. Segenting	9 8	0.39	0.45	1.37	1.7	0.8	231	88	9.5	0.4
Pu. Pisang	9 57	0.37	0.45	1.11	1.8	1.1	271	102	9.2	-0.1
Iyu Kecil (Pasir Panjang)	10 25	0.38	0.46	0.98	1.9	1.3	215	102	9.0	-1.4
Sultan Shoal Lighthouse	10 38	0.40	0.45	0.92	1.9	1.7	252	95	8.3	-2.3
Raffles Lighthouse	10 44	0.44	0.44	0.93	1.9	1.8	240	92	7.3	-3.3
Kepala Jerah	10 51	0.49	0.46	0.86	2.0	1.9	237	88	8.1	-2.8
Batu Ampar	10 29	0.55	0.40	1.02	2.0	1.7	213	91	5.2	-5.3
Angler Bank	10 16	0.55	0.39	1.04	2.0	1.7	209	91	4.6	-5.7
Tg. Ayam	10 4	0.65	0.36	1.05	2.1	1.7	177	83	3.7	-6.4
Horsburgh Lighthouse	9 47	0.72	0.34	1.04	2.1	1.5	151	75	2.8	-7.0