

第 3 章 海 象 調 査

執筆者 水津 茂、久保木 宏、渡部 晃

第 3 章 海象調査

3.1 海象調査の概要

Umm Al Nar Station は、アブダビ市の中心部より南東約 25 km のラグーン異部に位置している。アラビア湾からの海水は、ラグーン内にある数本の水路を通して同 Station の取水設備に供給されている。同 Station では取水した海水を発電プラトの冷却水及び海水淡水化プラントの原料海水として利用している。

同 Station に及ぼす油汚染の影響を予測及び軽減化するためには、油汚染モニタリングシステム及び油汚染防御システムの設置が必要とされる。これらのシステムを確立するためには、同 Station 及び Abu Dhabi 島周辺の海域特性を明らかにすることが必要である。そのため、海象調査は次に示す事項を明らかにすることを目的として実施された。

- 1) アブダビ島周辺における油の拡散に関する数値計算を実施するために必要な情報を取得する。
- 2) Umm Al Nar への油の侵入を抑制する取水設備を設計するために必要な同 Station 近傍の流況を明らかにする。
- 3) Umm Al Nar 周辺の油汚染の現況を明らかにする。
- 4) 定期的な油汚染監視方法の立案に必要な Abu Dhabi 島周辺の海域特性を明らかにする。

Umm Al Nar Station を中心にしたアブダビ島周辺海域及び測点を図 3.1.1 カラーに示す。

調査時期は、季節的な海域特性の変動を考慮して、夏季と冬季の 2 回とした。なお、1988 年 3 月には第 2 回以降の調査を効率的に実施するために、調査予定海域において、流向・流速と水温・塩分の分布傾向を調査した。それぞれの海域調査の概要は次に示すとおりである。

① 第1回海象調査

1988年3月20日に Abu Dhabi 島周辺海域において、流向・流速と水温・塩分の分布傾向を調査した。

② 第2回海象調査

夏季の海域特性を明らかにするために、1988年9～11月に表3.1.1に示す日程調査を実施した。

③ 第3回海象調査

冬季の海象特性を明らかにするために、1989年1～3月に表3.1.2に示す日程で調査を実施した。

なお、観測記録及び解析結果の一部を別冊（資料集）に示す。

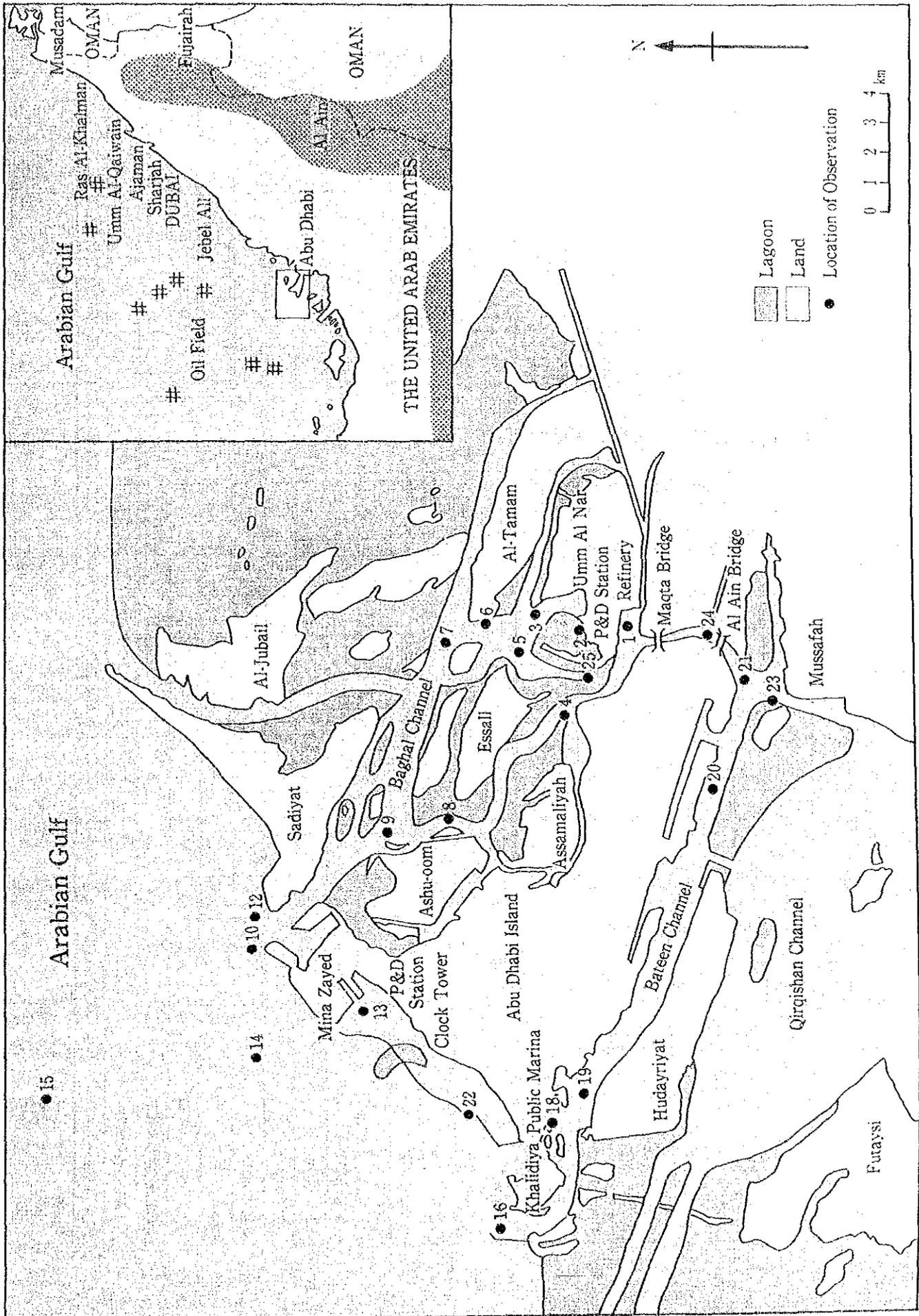


図 3.1.1 アブダビ島周辺海域及び測定

表3.1.1 第2回海象調査の日程

調査項目	1988年9月					10月					11月					測点
	14	15	20	25	30	1	5	10	15	20	25	30	1	5	10	
潮位観測	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	1.7.9.15.20.21.22.
定点連続																Baghal Channel
潮流板																Bateen Channel
鉛直分布																1.3.4.5.6.7.9.12. 16.19.20.24.25
潮位観測																1.10.18.
定点連続																
水準測量																
水温観測																
定点連続																1.7.9.15.19.20. 21.23
鉛直分布																1.2.3.4.5.6.7.9.12. 15.16.19.20.24.25
定点長期																
塩分観測																
定点連続																1.7.9.19.20. 21.23
鉛直分布																1.2.3.4.5.6.7.9.12. 15.16.19.20.24.25
水質試料採取																
底質試料採取																1.4.5.7.8.9.12.13. 14.15.16.19.20
海生生物																1.2.13.22.
プランクトン採取																1.2.9.13.15.
底生生物試料採取																1.4.5.7.8.9.12.13. 14.15.16.19.20
潮間帯生物観察																1.2.13.22.
天候	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	

凡例：
 ● 新月
 ○ 上弦
 ○ 満月
 ○ 下弦
 ○ 快晴
 ○ 晴れ
 ○ 曇り
 ○ 雨

表 3.1.1.2 第 3 回海象調査の日程

調査項目	1989年1月					2月					3月					測 点	
	18	20	25	30	1	5	10	15	20	25	1	5	10	15	20		25
潮流観測	○			○		●			○								1 7 9 15 20 21 23
定点連続																	Baghel Channel
潮流板																	Gateen Channel
鉛直分布																	1 3 4 5 6 7 9 12 16 19 20 24 25
潮位観測																	1 10 18
定点連続																	
水準測量																	
水温観測																	
定点連続																	1 7 9 15 19 20 21 23
鉛直分布																	1 2 3 4 5 6 7 9 12 15 16 19 20 24 25
定点風速																	1
塩分観測																	
定点連続																	1 7 9 19 20 21 23
鉛直分布																	1 2 3 4 5 6 7 9 12 15 16 19 20 24 25
水質試料採取																	1 2 3 7 8 9 12 13 15 16 19 20
底質試料採取																	1 4 5 7 8 9 12 13 15 16 19 20
海生生物																	
プランクトン採取																	1 2 9 13 15
底生生物試料採取																	1 4 5 7 8 9 12 13 14 15 16 19 20
潮間帯生物観察																	1 2 13 22
天 候	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	

凡 例 :

- 新月
- 快晴
- 晴れ
- 上弦
- 満月
- 下弦
- 雨

3.2 潮流

3.2.1 定点流況連続観測

(1) 目的

アブダビ島周辺海域における潮流の特性を明らかにするとともに、油拡散にかかわる数値計算の基礎資料を得る。

(2) 調査位置

図 3.2.1 に定点流況連続観測の調査位置を示す。

調査位置は、アブダビ島周辺海域の潮流を広域的に把握できるように、8 測点設けた。

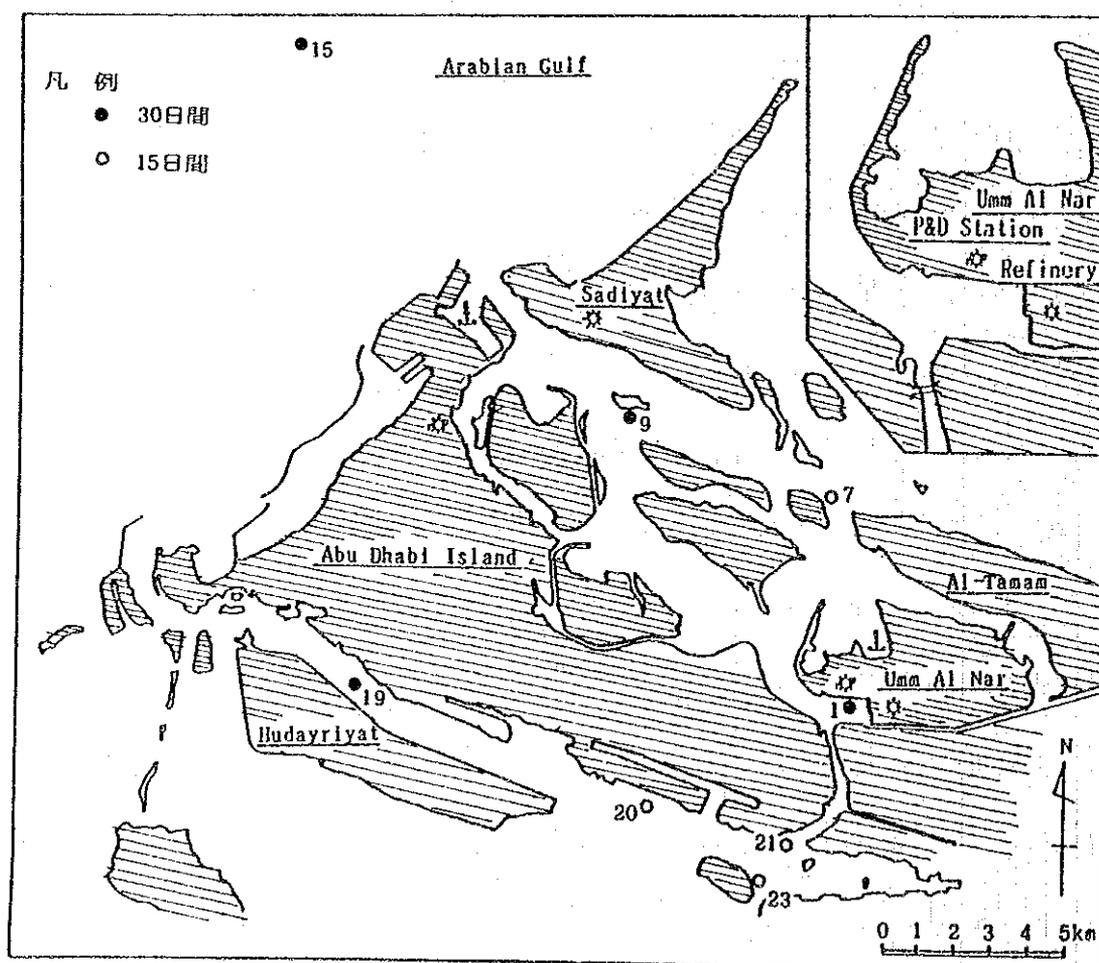


図 3.2.1 定点流況連続観測の位置

(3) 調査期間

各測点における調査実施期間は下記のとおりである。

① 第2回海象調査

測点1	1988年9月26日～11月1日(36日間)
測点7	1988年10月15日～10月31日(16日間)
測点9	1988年9月27日～10月31日(34日間)
測点15	1988年10月8日～11月8日(31日間)
測点19	1988年9月27日～11月1日(35日間)
測点20	1988年9月26日～10月15日(19日間)
測点21	1988年9月26日～10月15日(19日間)
測点23	1988年10月15日～11月1日(17日間)

② 第3回海象調査

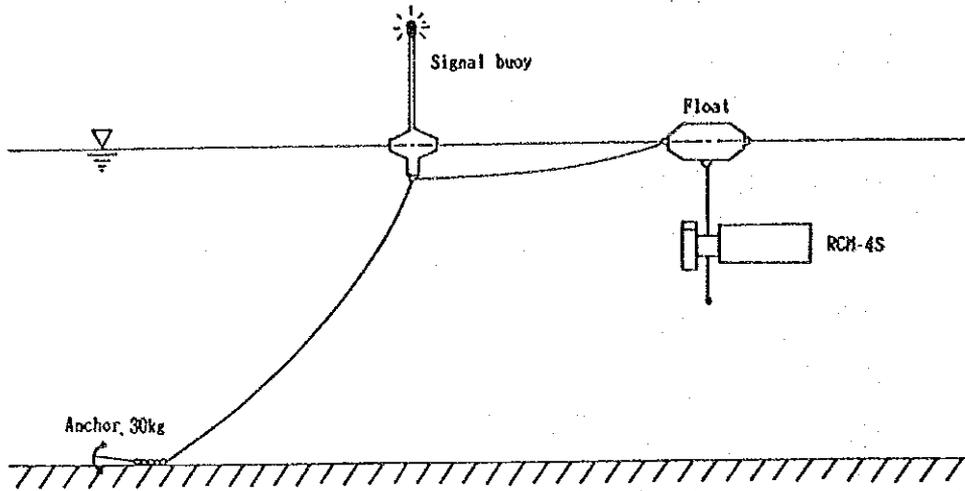
測点1	1989年1月23日～2月25日(33日間)
測点7	1989年1月24日～2月11日(18日間)
測点9	1989年1月24日～2月26日(33日間)
測点15	1989年1月28日～2月28日(31日間)
測点19	1989年1月23日～2月25日(33日間)
測点20	1989年2月11日～2月26日(15日間)
測点21	1989年2月11日～2月26日(15日間)
測点23	1989年1月23日～2月25日(33日間)

(4) 調査方法

潮流観測は、自記式流向流速計(RCM-4S型 アーンデラー社製)を用いて実施した。

流速計の設置は、流速の大小に応じて行った。流速が小さい測点(測点1, 15)ではCase Iの方法で、流速が大きい測点(測点7, 9, 19, 20, 21, 23)ではCase IIの方法で設置した。図3.2.2に流速計の設置状況を示す。

Case I



Case II

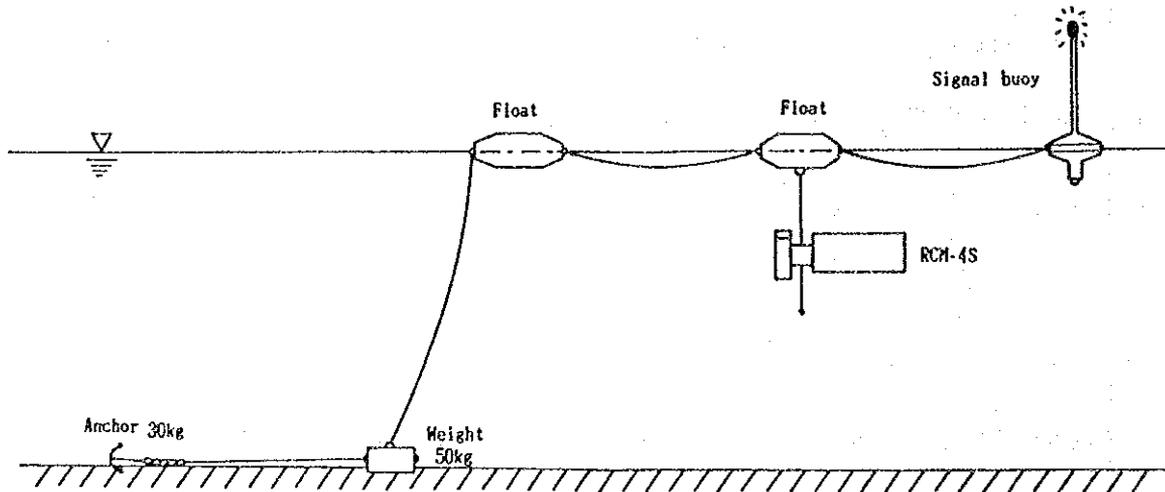


図 3. 2. 2 流速計の設置状況

(6) 調査結果

1) 第2回海象調査

① 流況の概況

今回の調査で観測された全流向・流速値を用いて分散図を作成する。分散図 (Scattering plots) は、流向・流速の10分ごとの値を方向座標にプロットしたもので各測点の全調査期間での流向・流速の概略的な流況パターンをみることができる。

図3.2.3に分散図を示す。

これによると、Baghal水路及びBateen水路内に位置する測点7、9、19、20及び21と測点23では、各測点とも水路にほぼ平行な往復流が卓越していることがわかる。水路の水路口に近い測点9及び19ではラグーンの奥部へ向かう流れと、外海へ向かう流れがほぼ同様に分布しているが、測点20では奥部へ向かう東南東流の流速値が、また測点23では北流の流速値がそれぞれ反対方向に比べ大きいことを示していた。

また、取水口前面の測点1では流速値は全体的に小さく、開口部から奥に向かう東寄りの流れがやや大きいことを示していた。一方、沖合の測点15では東西方向に比べ南北方向の広がりやや大きく、流速値は水路内の測点に比べて小さかった。

次に、流況の周期性について概観すると、水路内の測点では、各測点とも半日あるいは1日周期の流速変動が明確にみられた。これらの周期変動は図3.2.4に示すように、潮位の変動と極めて良く対応していた。すなわち、半日周期の潮位変動が卓越する大潮期（10月11日および10月25日前後）には、半日周潮流が、また、日潮不等が顕著になる小潮期には1日周潮流が発達していた。

また、測点1では東方分速、北方分速ともに小さく流れが弱いことを示していたが、東方分速に注目すると大潮期には半日周期の変動が認められた。

一方、測点15では水路内ほど流速値は遠くはないが他の測点同様、大潮期には半日の、小潮期には1日の明確な周期変動がみられた。

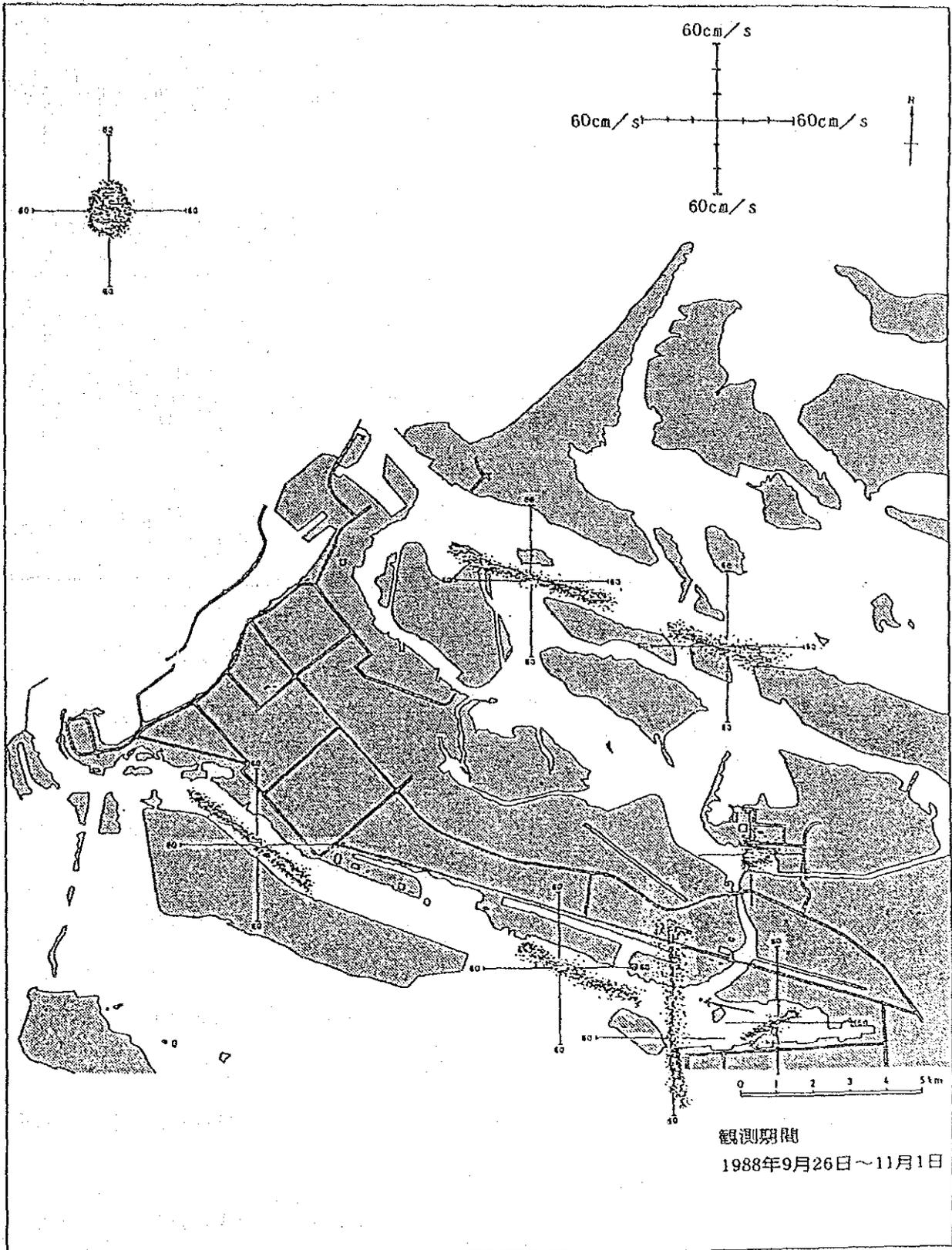


図 3.2.3 第 2 回海象調査・潮流観測結果の分散図

い流速値を示したのは測点23であり、その他の測点では0～50 cm/sの流速範囲に各階級（10 cm/s間隔）とも10～20％程度の出現頻度で分布する傾向がみられた。

表3.2.1 第2回海象調査・流向出現頻度分布の概要

測点	流向出現頻度分布
1	卓越流向なし。やや東寄りの流れが多い。
7	東南東及び西～西北西の流れが多い。
9	東南東及び西北西の流れが卓越し、出現頻度70％以上を占める。
15	卓越流向なし。やや南西寄りの流れが多い。
19	南東及び北西の流れが卓越し、出現頻度70％以上を占める。
20	東南東及び西北西～北西の流れが多く、出現頻度80％以上を占める。
21	東北東及び西南西の流れが卓越し、出現頻度60％以上を占める。
23	北及び南の流れが圧倒的に卓越し、出現頻度80％以上を占める。

表3.2.2 第2回海象調査・流速出現頻度分布の概要

測点	流速出現頻度分布
1	0～10cm/sの弱い流れが90％以上を占めている。
7	0～60cm/sの流速範囲に分布しているが20～30cm/sの流れが最も多い。
9	0～80cm/sの流速範囲に広く分布しているが0～50cm/sまでは10cm/sごとの各階級とも15％強の出現頻度で分布している。
15	0～30cm/sの流速範囲に分布しているが10～20cm/sの流速値が75％を占めている。
19	0～70cm/sの流速範囲に分布しているが0～50cm/sまでは各階級とも15～20％程度の出現頻度で分布している。
20	0～70cm/sの流速範囲に分布しているが20～30cm/sの流速値が25％程度を占め最も多い。
21	0～40cm/sの流速範囲に分布しているが0～20cm/sの弱い流速値が90％程度を占めている。
23	0～100cm/sの流速範囲に広く分布している。50cm/s以上の速い流れが20％程度みられる。

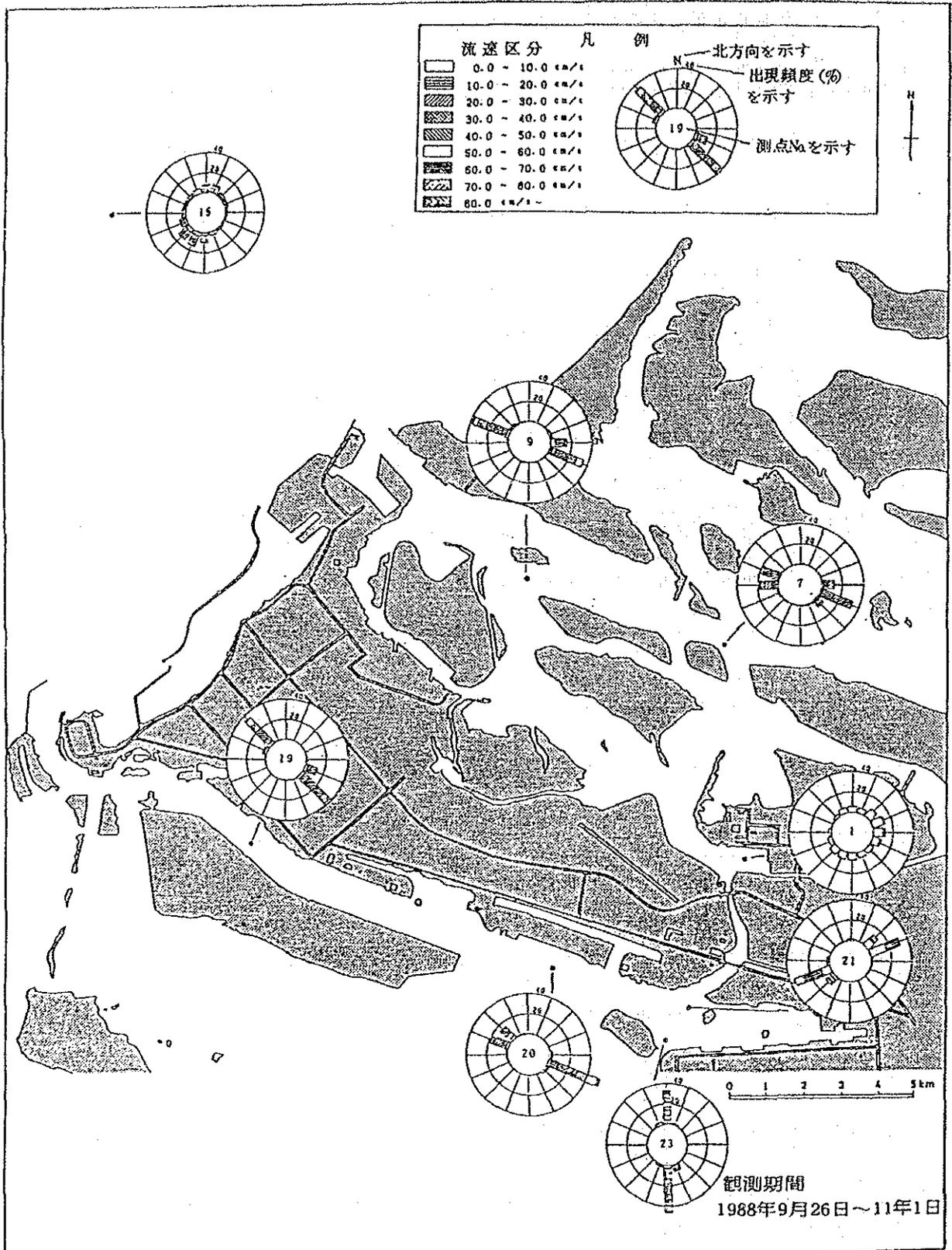


図 3.2.5 第2回海象調査・流向出現頻度分布

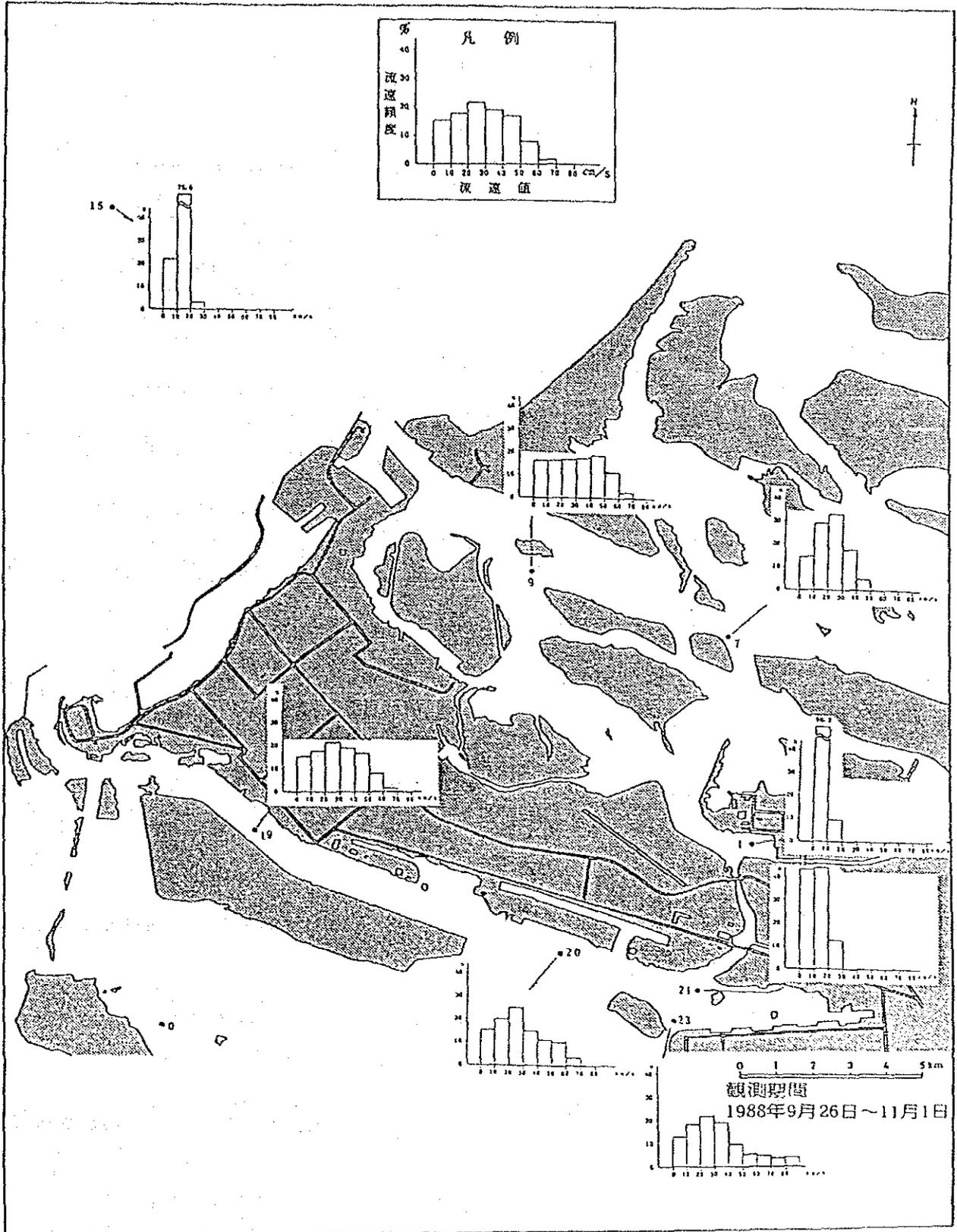


図 3.2.6 第 2 回海象調査・流速出現頻度分布

②調和分析による潮流特性の解析

表3.2.3 に潮流調和分析結果の概要を示す。

表 3.2.3 第2回海象調査・潮流調和分析結果の概要

測点	潮流主流向 (°)	M ₂ (cm/s)	S ₂ (cm/s)	K ₁ (cm/s)	O ₁ (cm/s)	U ₀ (cm/s)
1	74	3.1	1.6	2.4	1.6	1.9
7	285	22.9	10.2	17.3	8.5	1.9
9	287	34.5	16.0	28.1	13.0	3.1
15	18	7.9	4.0	12.6	6.2	2.3
19	308	32.0	13.7	28.9	14.6	1.8
20	297	30.6	14.4	21.4	8.7	13.2
21	61	11.6	5.6	9.5	4.4	2.7
23	357	37.5	15.3	30.2	14.5	3.2

これによると、Baghal 水路及び Bateen 水路内の測点7、9、19、20、21と取水口の測点1及び測点23では半日周潮流のM₂分潮流が最も大きな値(3.1～37.5 cm/s)を示していた。次いで日周潮流のK₁分潮流が大きく、2.4～30.2 cm/sの流速値であった。

また、沖合の測点15ではK₁分潮流が最も大きく、次いでM₂分潮流となっており他の測点とやや異なった傾向を示していた。

期間平均流(U₀)は、1.8～13.2 cm/sの範囲にあり、測点20で最大値を示していた。

非調和定数は調和定数のうち、主要4分潮(M₂, S₂, K₁, O₁)の流速値及び期間平均流(U₀)の流速値を用いて、求めた。

$M_2 + S_2$: 半日周潮流和

$K_1 + O_1$: 日周潮流和

$M_2 + S_2 + K_1 + O_1$: 主要4分潮流和

$(K_1 + O_1) / (M_2 + S_2)$: 潮流型(F)

表3.2.4 に非調和定数を示す。

表 3. 2. 4 第 2 回海象調査・潮流非調和定数

測点	$M_2 + S_2$ (cm/s)	$K_1 + O_1$ (cm/s)	$M_2 + S_2 + K_1 + O_1$ (cm/s)	$K_1 + O_1$	U_0
				$M_2 + S_2$	$M_2 + S_2 + K_1 + O_1$
1	4.7	4.0	8.7	0.85	0.22
7	33.1	25.8	58.9	0.78	0.03
9	50.5	41.1	91.6	0.81	0.03
15	11.9	18.8	30.7	1.58	0.07
19	45.7	43.5	89.2	0.95	0.02
20	45.0	30.1	75.1	0.67	0.18
21	17.2	13.9	31.1	0.81	0.09
23	52.8	44.7	97.5	0.85	0.03

これらによると、主要4分潮流の和は取水口前面の測点1が8.7cm/sで最も小さく、その他の測点では30.7~97.5cm/sの値を示していた。

沖合の測点15を除けば半日周潮流和 ($M_2 + S_2$) が日周潮流和 ($K_1 + O_1$) よりやや大きいことを示していた。

各測点の潮流型(2.3.2項で示したフランス式の判別式による)は、測点15が日周潮流型 ($F=1.58$) であった他は、すべて混合潮流型 ($F=0.67 \sim 0.95$) であった。

また、主要4分潮と期間平均流(U_0)の比をみると測点1及び20を除けば、その値は0.1以下と小さく、平均流が流れに寄与する割合が非常に小さいことを示していた。

③大潮期の流況推定

潮流調和分析の結果から、当調査海域の潮流成分は約半日周期で変化する M_2 及び S_2 分潮流が、約1日周期で変化する K_1 及び O_1 分潮流よりやや大きい（ただし測点15を除く）ものの、両者はほぼ同程度の大きさで存在することが分った。このため、ここでは最大大潮期（ $M_2 + S_2 + K_1 + O_1$ ）の流況推定を行った。潮時の標準地としては、Mina Zayed（今回の潮位調査結果を用いる）とする。

図 3.2.7 に最大大潮期の水路内の推定流況を、図 3.2.8 に測点 1 のホドグラフを、図 3.2.9 に測点 15 のホドグラフを示す。

これによると、下げ潮流（調査海域奥部から外海へ向かう流れ）で最強になるのは Mina Zayed の高高潮後 5～7 時で、沖合及び Baghal 水路で早く、調査海域奥部及び Bateen 水路で遅い傾向にあった。取水口前面及び測点 21 で最も遅く（干潮後 1 時頃最強流速となる）最大流速値が出現することを示していた。

また、上げ潮流（外海から奥部へ向かう流れ）で最強になるのは Mina Zayed の高高潮前 2 時～高高潮時にかけてであり、Baghal 水路で早く、Bateen 水路で遅い傾向にあり、下げ潮流同様、取水口前面及び測点 21 で最も遅い出現時刻となっていた。

最大流速値は、下げ潮流が 6～99cm/s（平均 57cm/s）、上げ潮流が 7～63cm/s（平均 41cm/s）で、上げ潮流に比べ下げ潮流がやや速いことを示していた。

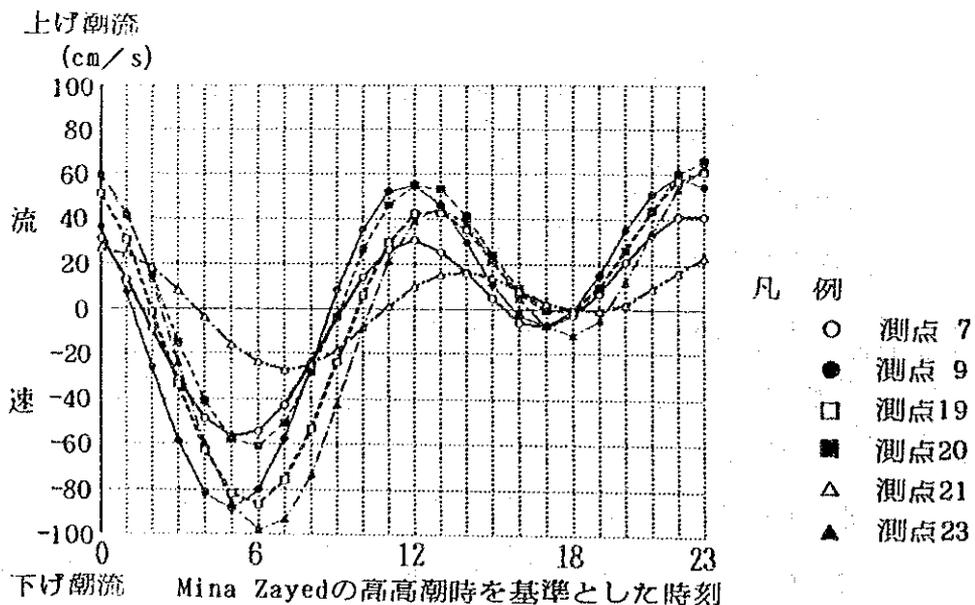


図 3.2.7 第 2 回海象調査・最大大潮期の水路内の推定流況

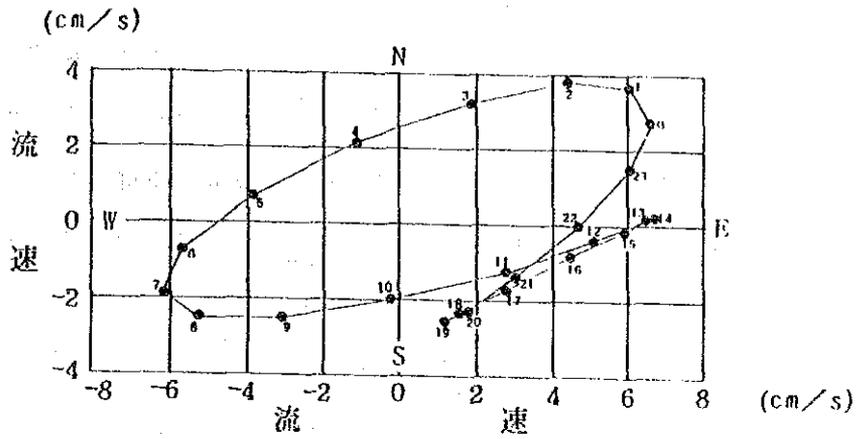


図 3. 2. 8 第 2 回海象調査・最大大潮型の測点 1 の推定流況ホドグラフ

注) 図中の数字はMina Zayedの
高高潮時を基準とした時刻

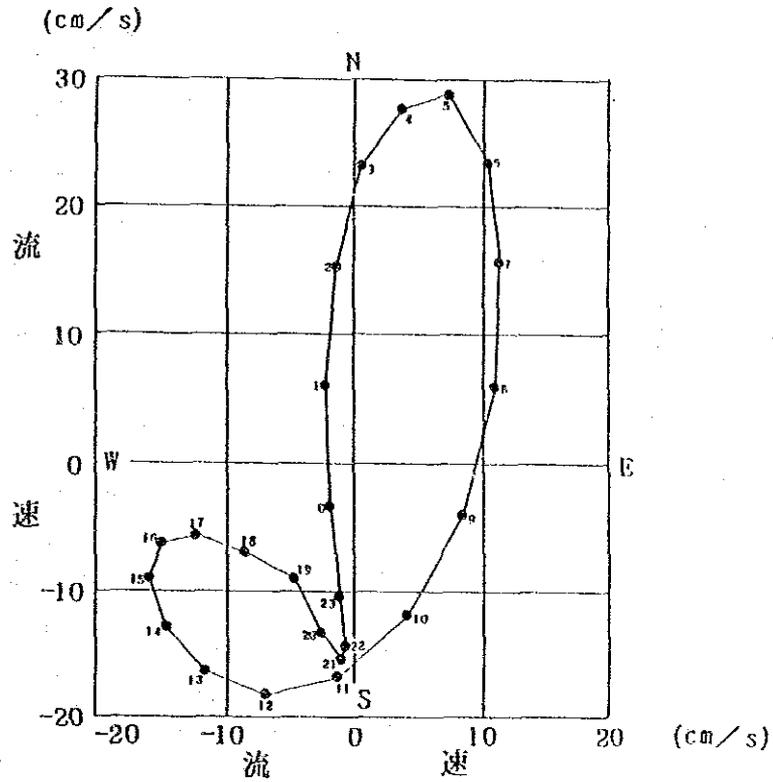


図 3. 2. 9 第 2 回海象調査・最大大潮型の測点 15 の推定流況ホドグラフ

注) 図中の数字はMina Zayedの
高高潮時を基準とした時刻

④ 流れの周期特性

調査海域の流れの周期特性を把握するため、流向・流速測定結果より主流向方向の自己相関曲線及びパワースペクトル密度を求める。それらの例を図3.2.10及び図3.2.11に示す。パワースペクトル密度の図は、縦軸にスペクトル密度を、横軸に周期がとってある。図中のピークの位置から卓越する流速の周期変動をみることができる。

表3.2.5 に各測点の卓越周期を示す。

これによると、各測点の流速変動には約半日(12時間台)と約1日(測点15及び21を除けば24時間台)の周期にパワースペクトルのピークがみられた。また、各測点とも1日以上上の長周期側にはピークはみられないが、測点15は他の測点と異なり長周期側でややエネルギー密度が高くなる傾向がみられた。

表 3.2.5 第2回海象調査・測点別卓越周期

測点	周期 (時間)	
	1	12.4
7	12.4	24.8
9	12.4	24.8
15	12.4	23.9
19	12.4	24.8
20	12.2	24.8
21	12.2	27.3
23	12.4	24.8

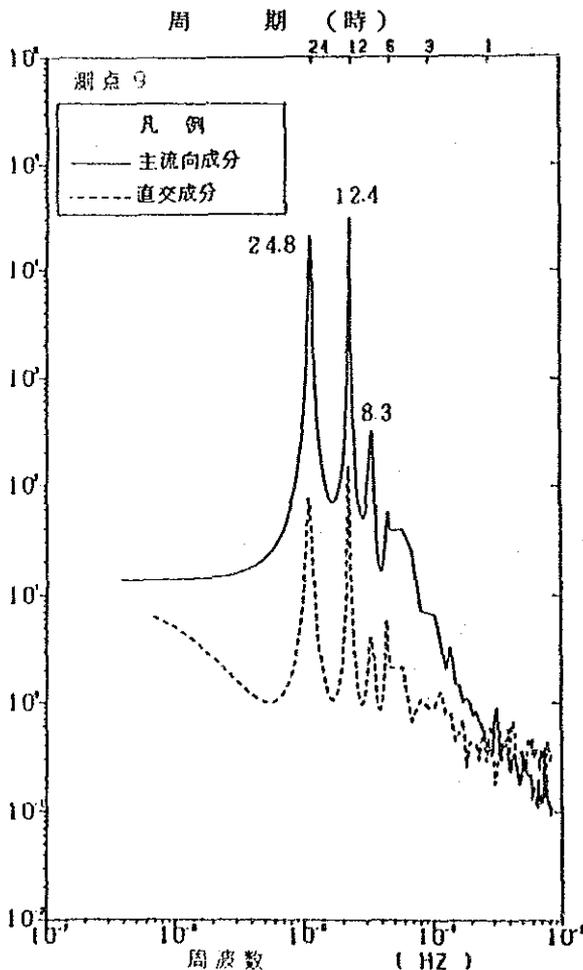


図 3.2.11 パワースペクトル密度の例

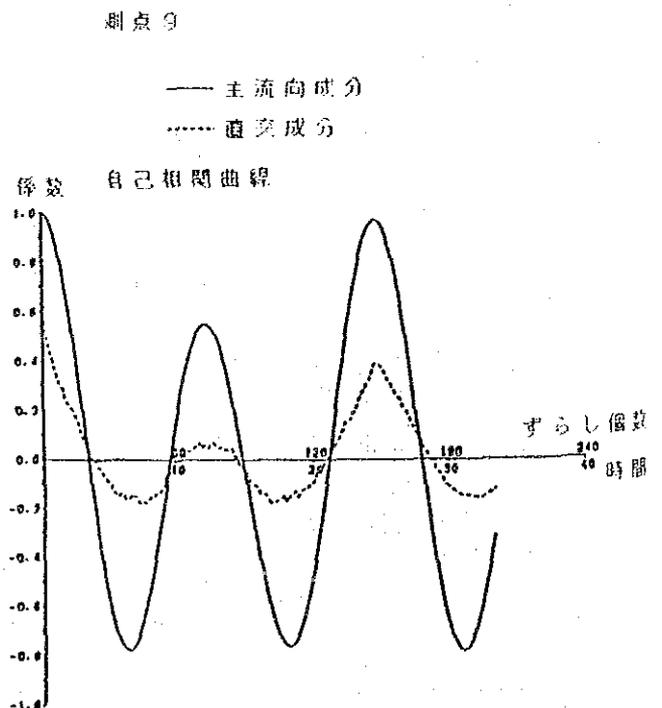


図 3.2.10 自己相関曲線の例

次に、25時間移動平均ベクトルを用いて長周期流の解析を行った。その一例を図3.2.12に示す。移動平均ベクトルによる解析結果の概要を表3.2.6に示す。

これによると、水路内では外海から奥部へ流れる傾向が強く、取水口前面では東寄りの、沖合では南寄りの流れが多くみられた。流速値は0～10 cm/s程度で全体的に小さかった。

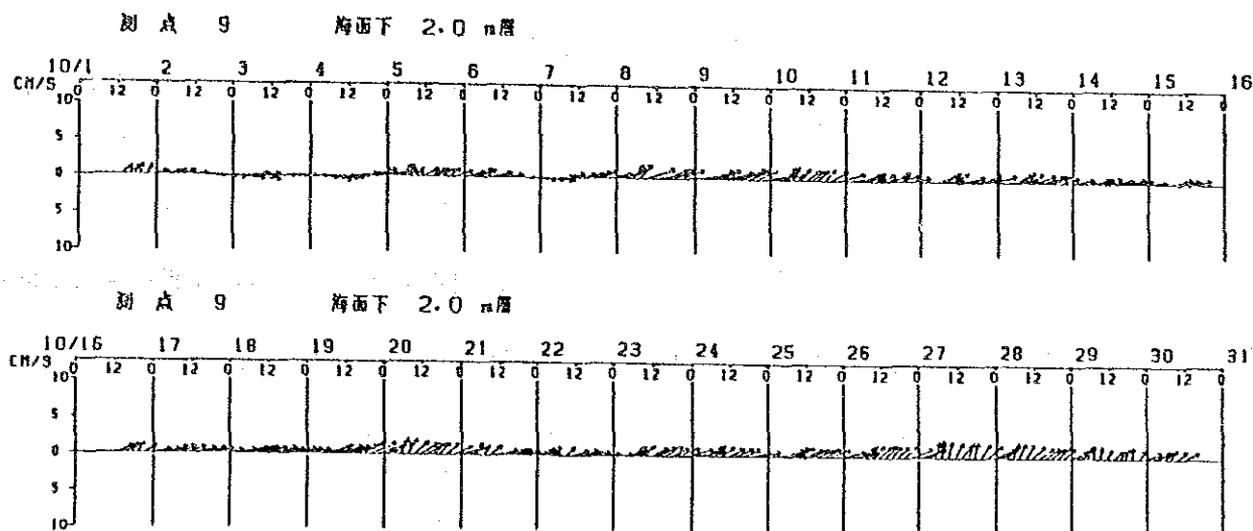


図 3.2.12 25時間移動平均ベクトル図の例

表 3.2.6 第2回海象調査・移動平均ベクトルによる解析結果の概要

測点	流れの状況
1	東寄り（北東～南東）へ流れる傾向が強い。流速値は全期間を通して小さい。
7	全期間を通して南(Umm Al Nar Station)方向へ流れる傾向が強い。流速値は5 cm/s前後が多い。
9	全期間を通して北～東へ流れる傾向が強い。流速値は数 cm/s と小さい。
15	南～南西へ流れる傾向が強い。流速値は0～10cm/sの範囲で変動している。
19	全期間を通して南東（外海から奥部へ向かう流れ）へ流れる傾向が強い。流速値には約1日周期の変動がみられる。
20	全期間を通して東南東（外海から奥部へ向かう流れ）への流れが卓越している。流速値はほとんど10cm/s以上で、今回の調査測点のなかでは最も速い。
21	全期間を通して南西（奥部から外海へ向かう流れ）へ流れる傾向が強い。流速値は全体的に小さい。
23	全期間を通して北～北北東の流れが卓越している。流速値は5cm/s 前後が多い。

更に、進行ベクトルによって前記の長周期流を確認した。

進行ベクトルは、各測点にあった水塊があたかも軌跡（流跡）を描きながら移動したように示したもので、流向と流速の値から10分ごとの移動距離と方向を求めその流程を方向座標に連続した流線で結び、流れの状況図として表現したものである。図中の流線は実際の水の動きの経路を代表しているとはいえないが、流れの特性を直観的につかむのに有効である。

ここでは、1日以上の周期の流れ（恒流）の状況を見るために、25時間移動平均値を用いて作図した。

図 3.2.13 に進行ベクトルの例を示す。

これによると、各測点における流線は、移動平均ベクトルによる解析結果と同様な傾向を示していた。

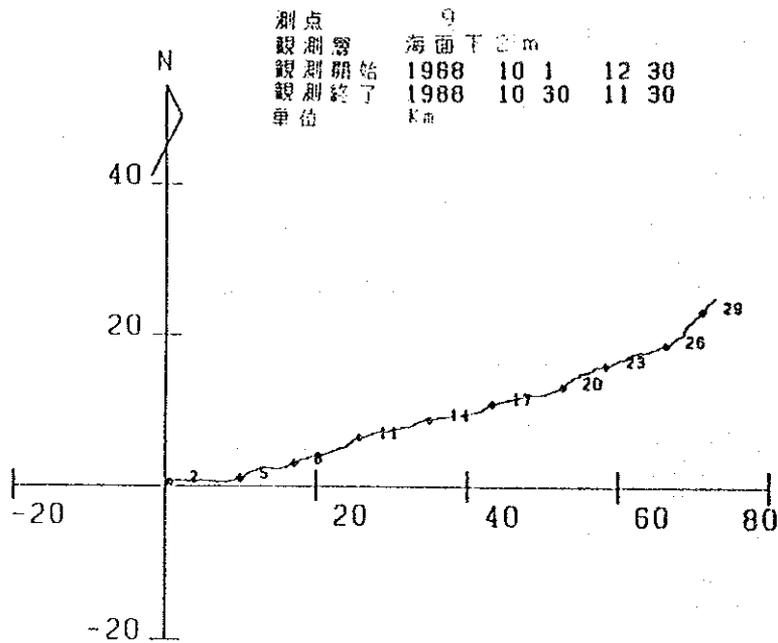


図 3.2.13 進行ベクトルの例

⑤ 流れの乱れ成分

測得したデータから12時間以上の周期をもつ流れ成分を除去し、そのデータについて拡散係数を求めた。計算結果を表 3.2.7に示した。

これによると、拡散係数は主流向方向が $1.6 \times 10^4 \sim 3.7 \times 10^5 \text{ cm}^2/\text{s}$ の範囲にあり、取水口前面の測点1で最も小さく、測点23で最も大きい値を示した。また、主流向法線方向では、 $10^3 \sim 10^4 \text{ cm}^2/\text{s}$ 台の係数値を示していた。

表 3.2.7 第2回海象調査・拡散係数

測点	主流向 (°)	拡散係数	
		主流向成分 (cm^2/s)	主流向直交成分 (cm^2/s)
1	65	1.6×10^4	1.7×10^4
7	285	1.5×10^5	1.1×10^4
9	285	1.5×10^5	2.7×10^3
15	20	2.7×10^4	1.1×10^4
19	310	9.4×10^4	4.1×10^3
20	295	1.1×10^5	6.7×10^3
21	65	8.9×10^4	4.2×10^3
23	0	3.7×10^5	8.0×10^3

2) 第3回海象調査

① 流況の概況

図3.2.14に分散図を示す。

これによると、Baghal水路及びBateen水路内に位置する測点では、各測点とも水路にほぼ平行な往復流が卓越していることがわかる。また、取水口前面の測点1では流速値は全体的に小さく、ほぼ全方位に分布しているが、やや東寄りの広がり大きい。一方、沖合の測点15では全方位に分布しているが、南西方向の流れでやや大きめの流速値を示していた。

次に、流況の周期性について概観すると、水路内の測点では、各測点とも半日あるいは1日周期の流速変動が明確にみられた。これらの周期変動は潮位の変動と極めて良く対応していた。また、測点1では東方分速、北方分速ともに流れが弱く、明確な周期性はみられなかった。一方、測点15では半日及び1日の周期変動がみられた。

図3.2.15に流向出現頻度分布を、図3.2.16に流速出現頻度分布を示す。

各測点における流向出現頻度分布の概要は、表3.2.8に示すとおりである。

これによると、Baghal水路及びBateen水路内の測点7、9、19、20、21と測点23ではそれぞれの水路にほぼ平行な方向の往復流が卓越しており、それらの出現頻度は90%以上を占めていた。

取水口前面の測点1及び沖合の測点15では卓越流向はみられないが、測点15では南西寄りの流向頻度がやや多いことを示していた。

流速別出現頻度分布より、各測点における流速出現頻度分布を表3.2.9にまとめる。

これによると、今回の調査測点では取水口前面の流速が最も遅く、次いで測点15及び21でやや遅い流速階級(0~20cm/s)の出現頻度が高かった。最も速い流速値を示したのは測点23であり、その他の測点では0~80cm/sの流速範囲に広く分布する傾向がみられた。

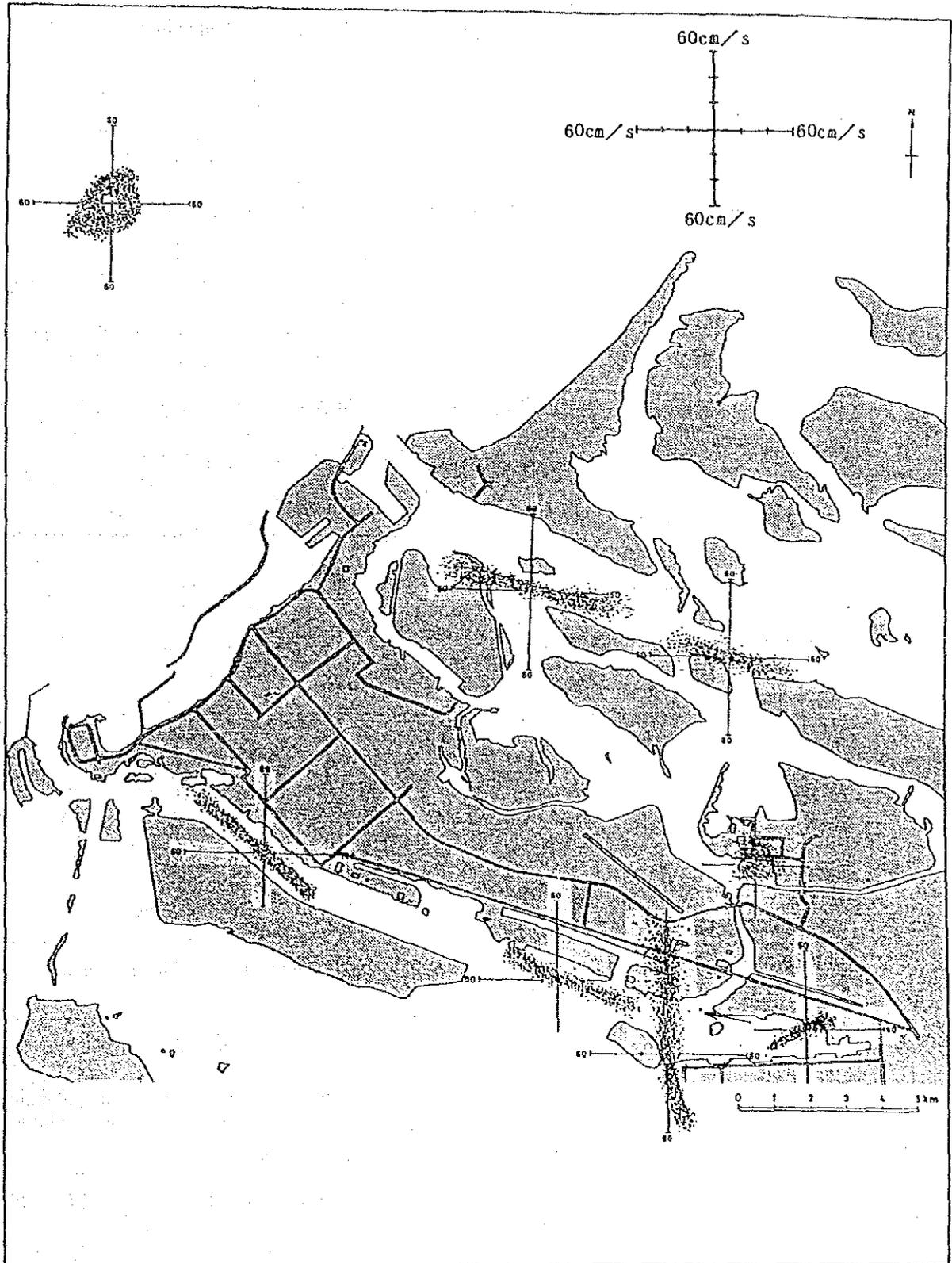


図 3.2.1 4 第3回海象調査・潮流観測結果の分散図

表 3.2.8 第3回海象調査・流向出現頻度分布の概要

測点	流向出現頻度分布
1	卓越流向なし。
7	東南東及び西北西の流れが卓越し、出現頻度60%以上を占める。
9	東及び西北西の流れが卓越し、出現頻度70%以上を占める。
15	卓越流向なし。やや南西寄りの流れが多い。
19	南東及び北西の流れが圧倒的に卓越し、出現頻度80%以上を占める。
20	東南東及び西北西の流れが卓越し、出現頻度70%以上を占める。
21	東北東及び西南西の流れが卓越し、出現頻度60%以上を占める。
23	北及び南南東～南の流れが卓越し、出現頻度80%以上を占める。

表 3.2.9 第3回海象調査・流速出現頻度分布の概要

測点	流速出現頻度分布
1	0～10cm/sの弱い流れが80%以上を占めている。
7	0～60cm/sの流速範囲に分布しているが10～20cm/sの流れが最も多い。
9	0～80cm/sの流速範囲に広く分布しているが0～50cm/sまでは各階級とも15%強の出現頻度で分布している。
15	0～50cm/sの流速範囲に分布しているが10～20cm/sの流速値が70%以上を占めている。
19	0～80cm/sの流速範囲に分布しているが0～40cm/sまでは各階級とも15%以上の出現頻度で分布している。
20	0～70cm/sの流速範囲に分布しているが0～40cm/sまでは各階級とも15%以上の出現頻度で分布している。
21	0～40cm/sの流速範囲に分布しているが0～20cm/sの弱い流速値が90%以上を占めている。
23	0～90cm/sの流速範囲に広く分布している。50cm/s以上の速い流れが20%程度みられる。

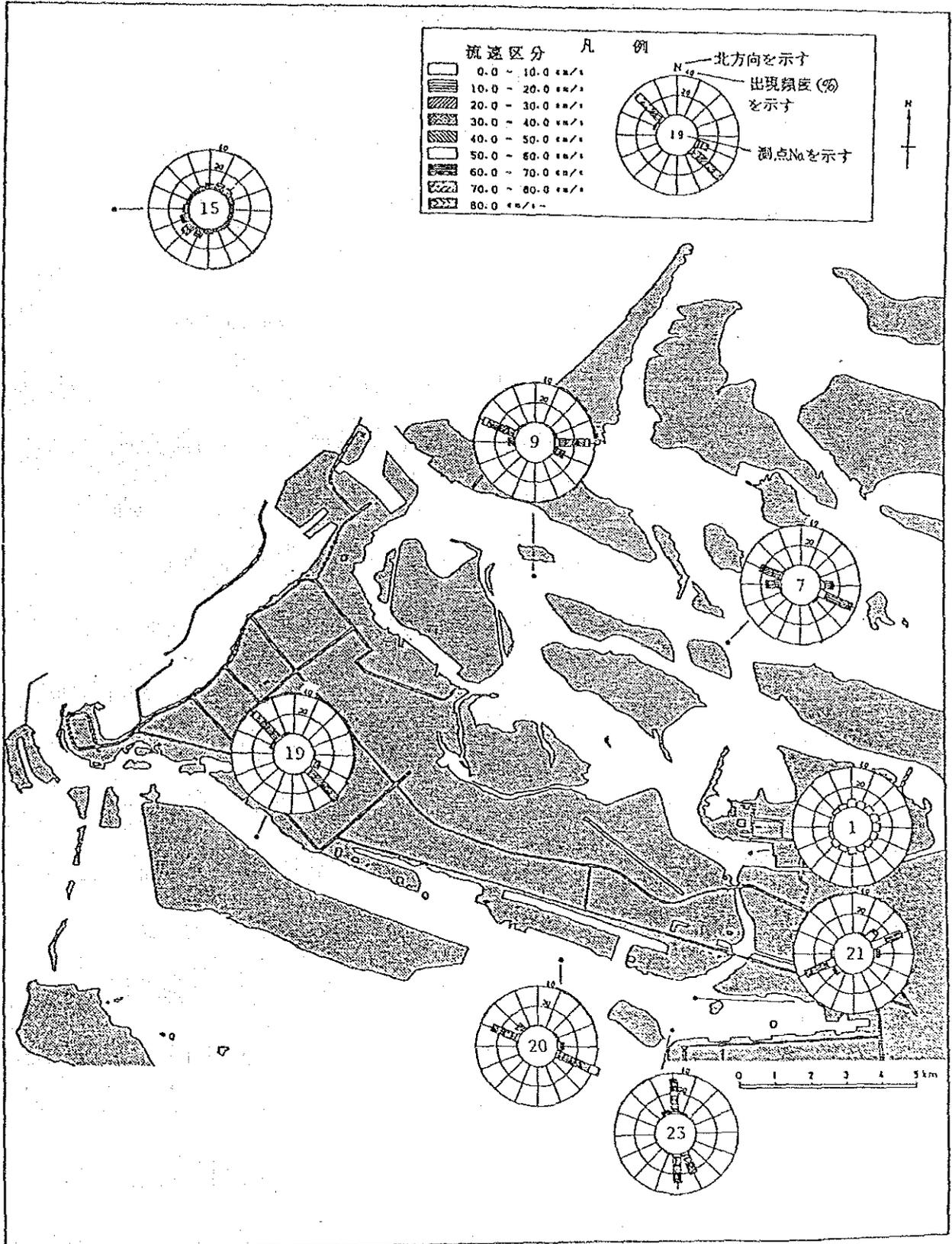


図 3.2.15 第3回海象調査・流向出現頻度分布

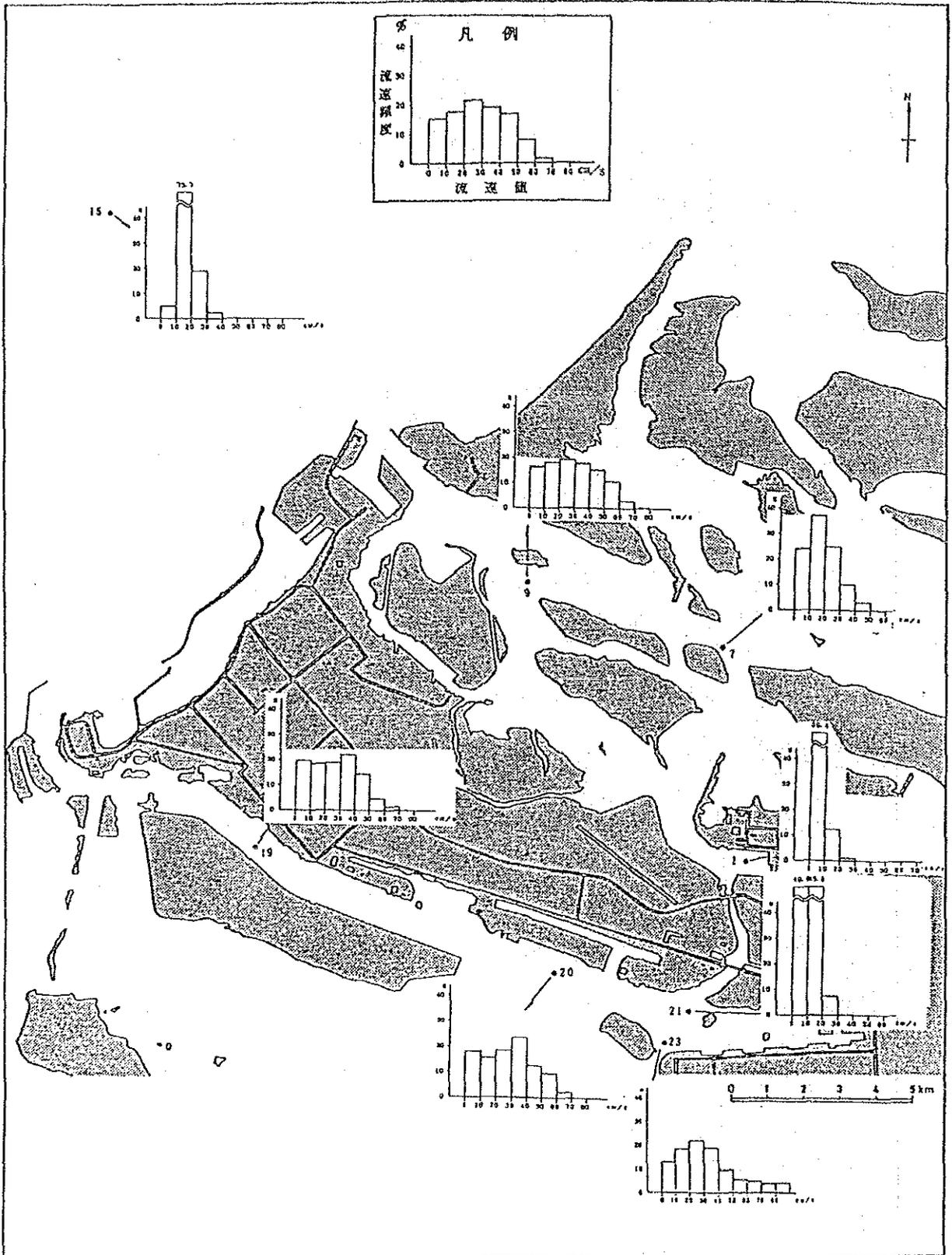


图 3.2.1 6 第 3 回海象調査・流速出現頻度分布

②調和分析による潮流特性の解析

表3.2.10に潮流調和分析結果の概要を示す。

表 3.2.10 第3回海象調査・潮流調和分析結果の概要

測点	潮流主流向 (°)	M_2 (cm/s)	S_2 (cm/s)	K_1 (cm/s)	O_1 (cm/s)	U_0 (cm/s)
1	62	2.7	1.0	1.8	1.6	1.3
7	285	20.1	8.6	11.4	6.2	0.5
9	282	34.6	21.4	17.0	9.8	2.5
15	17	9.1	5.8	12.5	6.0	2.4
19	310	31.7	15.8	17.3	11.2	0.8
20	293	33.0	15.5	15.6	7.3	9.9
21	65	11.4	5.0	4.7	5.5	0.4
23	356	38.4	20.1	21.0	13.6	5.4

これによると、沖合の測点15では日周潮流の K_1 分潮流(12.5cm/s)が、また、その他の測点では半日周潮流の M_2 分潮流(2.7~38.4cm/s)が最も大きな流速値を示していた。

また、期間平均流(U_0)は0.4~9.9 cm/sの範囲にあり、Bateen水路内の測点20で最高値を示した。

表 3.2.11 に非調和定数を示す。

表 3.2.11 第3回海象調査・潮流非調和定数

測点	$M_2 + S_2$ (cm/s)	$K_1 + O_1$ (cm/s)	$M_2 + S_2 + K_1 + O_1$ (cm/s)	$\frac{K_1 + O_1}{M_2 + S_2}$	$\frac{U_0}{M_2 + S_2 + K_1 + O_1}$
1	3.7	3.4	7.1	0.92	0.18
7	28.7	17.6	46.3	0.61	0.01
9	56.0	26.8	82.8	0.48	0.03
15	14.9	18.5	33.4	1.24	0.07
19	47.5	28.5	76.0	0.60	0.01
20	48.5	22.9	71.4	0.47	0.14
21	16.4	10.2	26.6	0.62	0.02
23	58.5	34.6	93.1	0.59	0.06

これらによると、主要4分潮流の和は取水口前面の測点1が7.1cm/sで最も小さく、その他の測点では26.6~93.1cm/sの値を示していた。

沖合の測点15を除けば半日周潮流和 ($M_2 + S_2$) が日周潮流和 ($K_1 + O_1$) より大きいことを示していた。

各測点の潮流型は、すべて混合潮流型 ($F=0.47 \sim 1.24$) であった。また、主要4分潮と期間平均流 (U_0) の比をみると測点1及び20を除けば、その値は0.1以下と小さく、期間平均流が流れに寄与する割合が非常に小さいことを示していた。

③大潮期の流況推定

潮流調和分析の結果から、当調査海域の潮流成分は約半日周期で変化する M_2 及び S_2 分潮流が、約1日周期で変化する K_1 及び O_1 分潮流よりやや大きい（ただし測点15を除く）ものの、両者はほぼ同程度存在することがわかった。このため、ここでは最大大潮期（ $M_2 + S_2 + K_1 + O_1$ ）の流況推定を行った。潮時の標準地としては、Mina Zayed（今回の潮位調査結果を用いる）とする。

図3.2.17に最大大潮期の水路内の推定流況を、図3.2.18に測点1のホドグラフを、図3.2.19に測点15のホドグラフを示す。

これによると、下げ潮流（調査海域奥部から外海へ向かう流れ）で最強になるのはMina Zayedの高高潮後5～7時で、沖合及びBaghal水路で早く、調査海域奥部で遅い傾向にあった。

また、上げ潮流（外海から奥部へ向かう流れ）で最強になるのはMina Zayedの高高潮前2時～高高潮後1時（ただし、沖合は高高潮後12時）で、Baghal水路で早く、Bateen水路及び調査海域奥部で遅い傾向にあり、取水口前面で最も遅い出現時刻となっていた。

最大流速値は、上げ潮流に比べ下げ潮流がやや速いことを示していた。

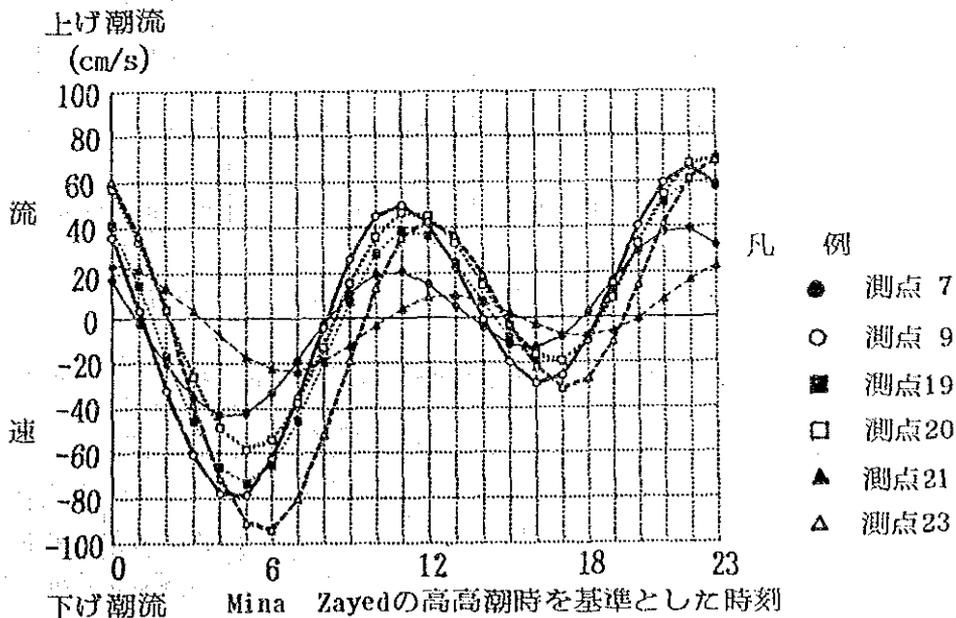


図3.2.17 第3回海象調査・最大大潮期の水路内の推定流況

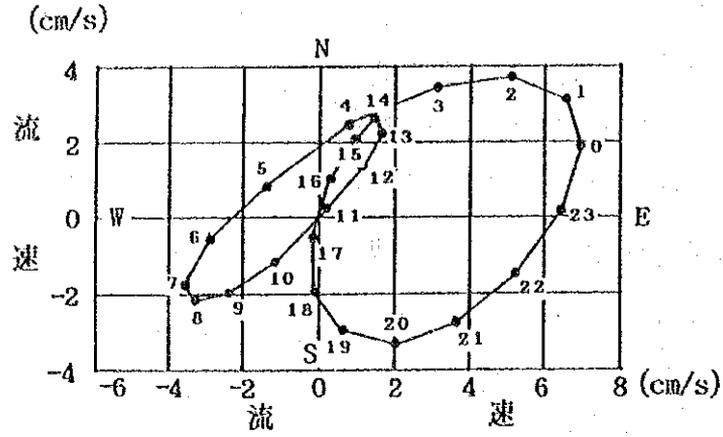


図 3.2.18 第3回海象調査・最大大潮期の測点1の推定流況ホドグラフ

注) 図中の数字はMina Zayedの
高高潮時を基準とした時刻

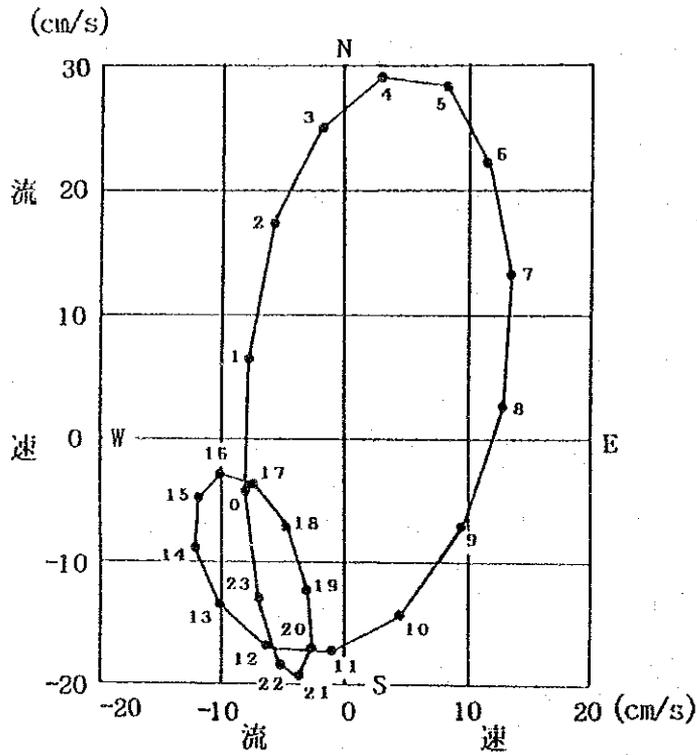


図 3.2.19 第3回海象調査・最大大潮期の測点15の推定流況ホドグラフ

注) 図中の数字はMina Zayedの
高高潮時を基準とした時刻

表 3.2.12 第3回海象調査・

④流れの周期特性

測点別卓越周期

表3.2.12に各測点の卓越周期を示す。

これによると、各測点とも約半日と約1日の周期にパワースペクトルのピークがみられ、流速が約半日周期で変動することを示していた。

測点	周期 (時間)	
	1	12.2
7	12.2	25.8
9	12.4	24.8
15	12.2	23.9
19	12.4	24.8
20	12.0	27.3
21	12.4	28.1
23	12.4	24.8

次に、25時間移動平均ベクトルを用いて長周期流の解析を行った。

移動平均ベクトルによる解析結果の概要を表3.2.13に示す。

表 3.2.13 第3回海象調査・移動平均ベクトルによる解析結果の概要

測点	流れの状況
1	東寄り(北～北東あるいは南東～南)へ流れる傾向が強い。流速値は全期間をおして小さい。
7	全期間を通して南寄り(Umm Al Nar Station)へ流れる傾向が強い。流速値は5cm/s以下が多い。
9	全期間を通して北寄り(北西～北東)へ流れる。流速値は5cm/s程度である。
15	南～南西へ流れる傾向が強い。流速値は0～15cm/sの範囲で変動している。
19	南東(外海から奥部へ向かう流れ)あるいは北西へ流れる傾向が強い。
20	全期間を通して水路に平行な東南東の流れが卓越している。流速値はほとんど10cm/s以上を示している。
21	全期間を通して南西(外海から奥部へ向かう流れ)へ流れる傾向が強い。
23	全期間を通してほとんど北方向への流れを示している。最強時には20cm/s程度の流速値を示している。

次に、25時間移動平均値を用いて、進行ベクトル図を作成した。

このベクトルの流線より、前記の長周期流を確認できる。

(7) まとめ

- ・本調査海域は、Baghal水路及びBateen水路の強流域、沖合の中流域、取水口前
前の弱流域に大別できた。

強流域…………… Baghal及びBateen水路は、共に水深が浅く水路幅が狭いという
地形的な要因により流速が速く、最強流時には90～100 cm/s
の流速値が出現している。流向は水路にほぼ平行な往復流となっ
ている。

中流域…………… 沖合（アブダビ島沖合約8 km）では、卓越した流向はみられないが、
海岸線に平行な北東及び南西方面に流れる往復流の傾向が強い。流
速値は、10～20 cm/sが70%以上を占めている。

弱流域…………… 取水口前面の流速値は小さく（0～10 cm/sが80%以上を占め
る）、卓越した流向はみられない。

- ・流速成分に注目すると、各測点とも約半日及び1日の明確な周期性がみられ、その
変動は潮位の変動と良く対応していた。
- ・調和分析の結果より、潮流型は沖合の測点で夏季に日周潮流型（混合潮に近い）を
示したほかは、全て混合潮流型となっていた。
- ・最大大潮期の流況推定によると、下げ潮流（調査海域奥部から外海へ向かう流れ）
で最強流速になるのはMina Zayedにおける潮位の高高潮後5～7時で、沖合（北
寄りの流れ）及びBaghal水路で早く、Bateen水路及び調査海域の奥部で遅い傾
向にある。また、上げ潮流（外海から調査海域奥部へ向かう流れ）で最強流速にな
るのは、Mina Zayedにおける潮位の高高潮前2時～高高潮後1時にかけてであり
（ただし、沖合では高高潮後12～13時）Baghal水路で早く、Bateen水路及
び調査海域の奥部で遅い傾向にある。
- ・夏季（第2回調査）、冬季（第3回調査）とも同様な結果を示していた。

以上、流れの特性について述べたが、当調査海域の流れは潮汐の昇降運動に伴って
生ずる潮流が支配的であり、アブダビ島を囲む水路内では水路に平行な往復流が発達
し、流速値も大きかった。取水口前面では流速値が非常に小さいことを示していたが、
これは流れの本流からやや離れた場所に取水口が位置するという地形的な要因による。

⑤ 流れの乱れ成分

測得したデータから12時間以上の周期をもつ流れ成分を除去し、そのデータについて拡散係数を求めた。計算結果を表3.2.14に示した。

これによると、拡散係数は主流向方向が $2.2 \times 10^4 \sim 3.6 \times 10^5 \text{ cm}^2/\text{s}$ の範囲にあり、取水口前面の測点1で最も小さく、測点23で最も大きい値を示した。また主流向法線方向では、 $10^3 \sim 10^4 \text{ cm}^2/\text{s}$ 位の係数値を示していた。

表 3.2.14 第3回海象調査・拡散係数

測点	主流向 (°)	拡散係数	
		主流向成分 (cm^2/s)	直交成分 (cm^2/s)
1	62	2.2×10^4	2.7×10^4
7	285	1.5×10^5	4.9×10^3
9	282	1.0×10^5	3.8×10^3
15	17	3.3×10^4	2.2×10^4
19	310	1.1×10^5	3.1×10^3
20	293	1.9×10^5	5.0×10^3
21	65	9.4×10^4	5.1×10^3
23	356	3.6×10^5	1.4×10^4

3.2.2 測流板観測

(1) 目的

アブダビ島周辺海域における水平的な流況特性を明らかにする。

(2) 調査位置

調査位置は、アブダビ島周辺海域の Baghal 水路及び Bateen 水路と Umm Al Nar Station の取水口近傍でのラグランジュ的流れを把握するため、上げ潮時及び下げ潮時に実施した。

(3) 調査日時

① 第2回海象調査

- ・ 1988年10月10日 09:00 ~ 13:23 上げ潮時
- ・ 1988年10月11日 12:57 ~ 17:16 下げ潮時

② 第3回海象調査

- ・ 1989年2月1日 09:00 ~ 13:55 下げ潮時
- ・ 1989年2月7日 08:33 ~ 13:07 上げ潮時

(4) 調査方法

観測は、図3.2.20に示すような測流板を観測船にて追跡し、その流程距離と方向を求めた。観測層は、原則として海面下2 m層及び7 m層とした。

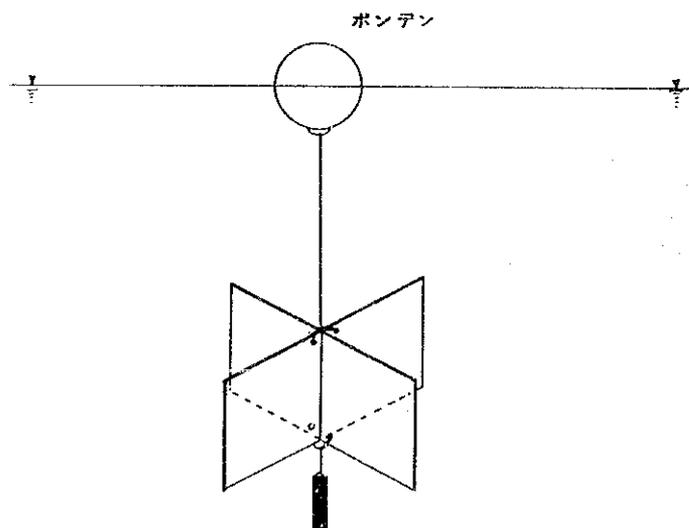


図 3.2.20 測流板の概要図

(5) 調査結果

1) 第2回海象調査 1988年10月10日 上げ潮時

図3.2.2 1に測流板追跡結果の模式図を示す。

これによると、Baghal水路(測点1、2、3)では25~68cm/sの速さで、また、Bateen水路の測点7では49cm/s 測点では27cm/sの速さで、いずれも外海から調査海域奥部(東~南)へ向かう流れを示していた。奥部の測点では29cm/sで南西に向かい、測点6では45~65cm/sの速さで南に向かう流れを示した。取水口前面では10cm/sの速さで南に向かう流れを示した。取水口前面では10cm/s程度の弱い流れで護岸と平行方向に東へ流れた。

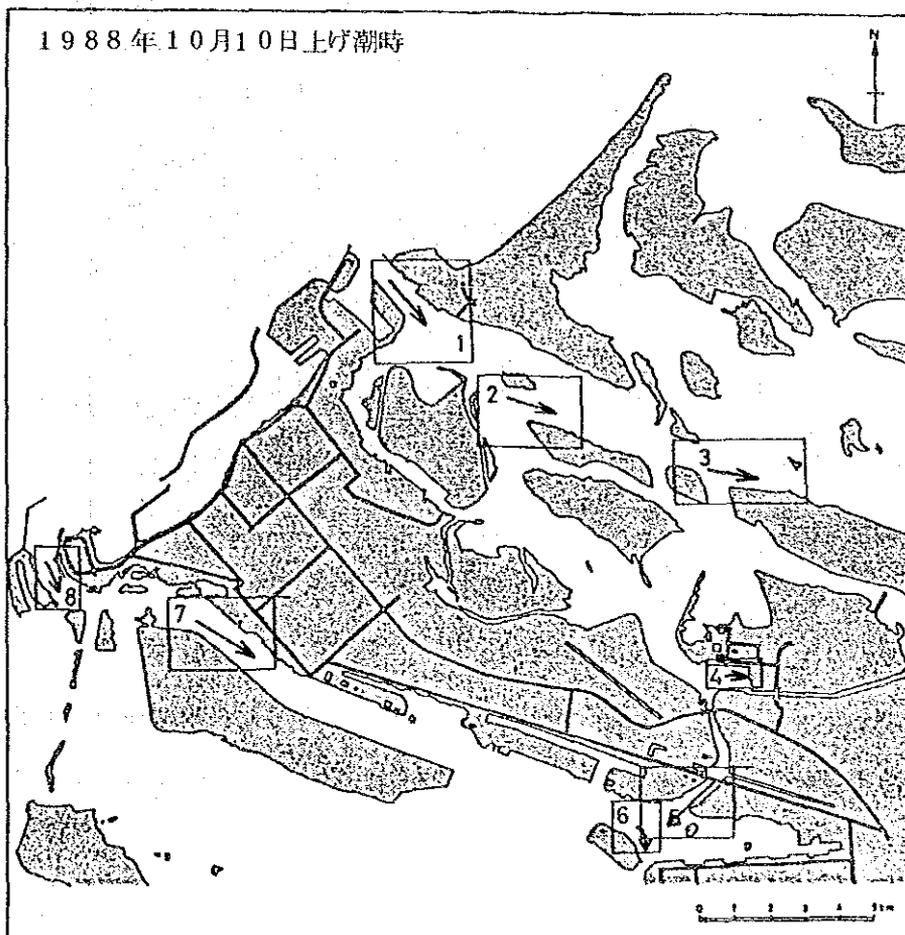


図3.2.2 1(1) 第2回海象調査・測流板追跡結果

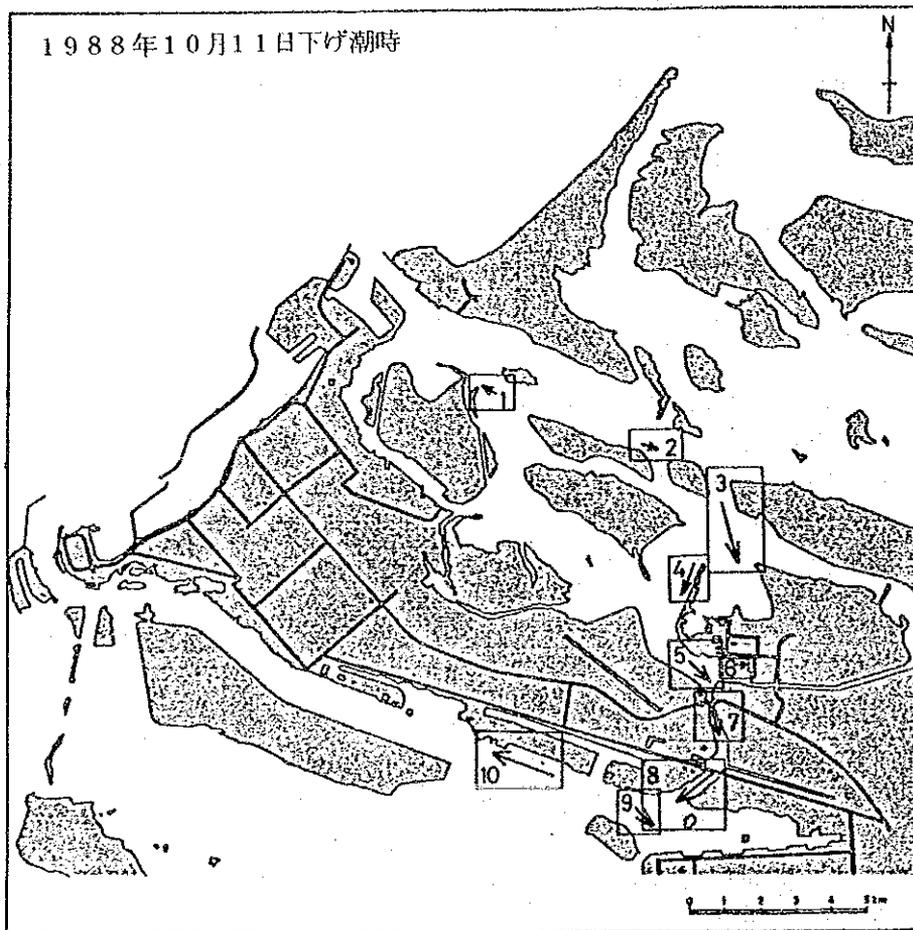


図3.2.2 1(2) 第2回海象調査・測流板追跡結果

Baghal 水路の測点1及びBateen 水路の測点10では、調査海域奥部から外海へ向
から流れを示しているが、その他の測点では依然として、上げ潮時と同様な（外海から
調査海域奥部への流れ）傾向にあった。

3) 第3回海象調査 1989年2月1日 下げ潮時

Baghal水路の測点1及び2では32～63 cm/sの速さで、また、Bateen水路の測点9及び10では23～56 cm/sの速さで、いずれも調査海域奥部から外海へ向かう流れを示した。奥部の測点4では10～42 cm/sで北へ、測点6では29 cm/sの速さで南へ向かう流れを示した。取水口前面では11～20 cm/s程度の流れで護岸と平行方向に西へ向かう流れを示した。

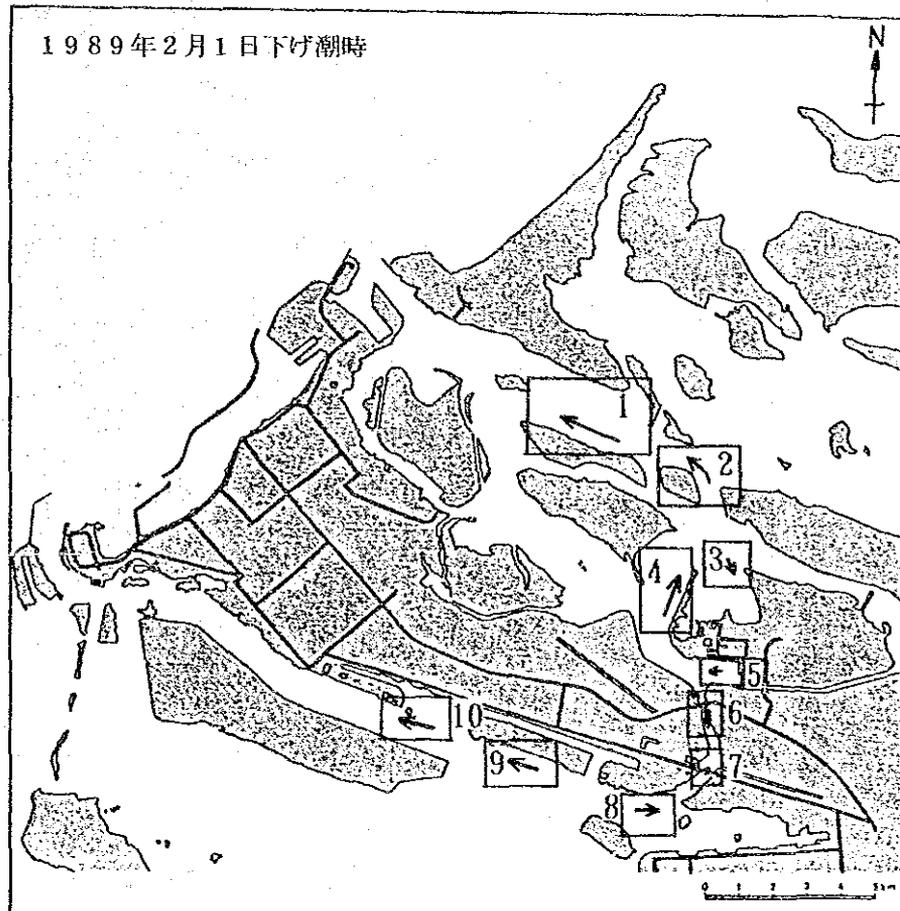


図 3.2.2 1(3) 第3回海象調査・測流板追跡結果

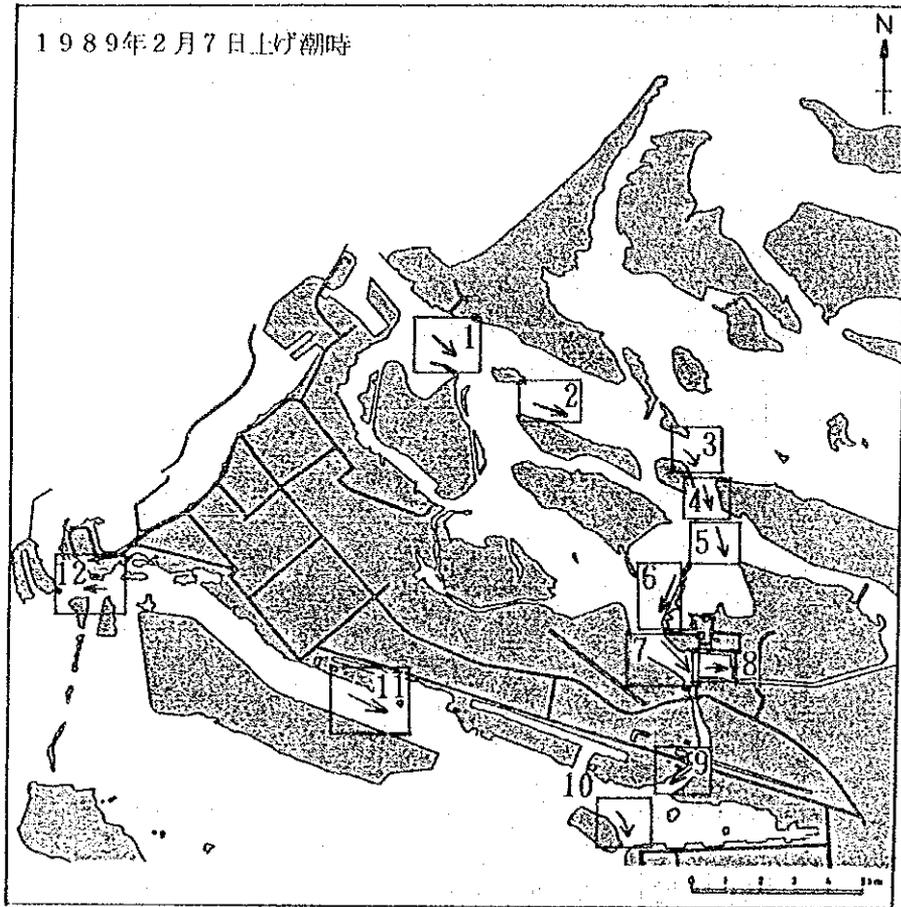


図3.2.2 1(4) 第3回海象調査・測流板追跡結果

Baghal水路の測点1、2、3及びBateen水路の測点11では、35~67cm/sの速さで外海から調査海域奥部へ向かう流れを、また、奥部の測点4、5では放水口方面に44~58cm/sの速さで、測点6及び7では42~46cm/sの速さで南寄りに流れた。南側の測点9、10では35~38cm/sの速さで南西あるいは南東方向の流れを示した。取水口前面では17cm/sの速さで護岸と平行に東の流れを示した。

(6) まとめ

- Baghal 及び Bateen 水路内では、上げ潮時には外海から調査海域奥部へ向かう流跡を示し、流速値は20~70cm/sを示していた。また、下げ潮時には同様な速さで外海へ向かう傾向にあった。
- 取水口前面では、上げ潮時には護岸と平行に東方向へ、下げ潮時には西方向へ流れ、流速値はいずれも10cm/s程度と小さかった。
- 定点流況連続観測（オイラー流の測定）結果と同様な流れが、測流板追跡（ラグランジェ流の測定）結果からも得られていた。
- 夏、冬とも同様な結果を示していた。

3.2.3 鉛直分布観測

1) 目的

アブダビ島周辺海域及び Umm Al Nar Station の取水口近傍における潮流の鉛直的な分布傾向を明らかにする。

(2) 調査位置

図3.2.23に潮流の鉛直分布観測の調査位置を示す。

調査位置は、アブダビ島周辺海域の潮流を広域的に把握するために13測点、Umm Al Nar Stationの取水口近傍を詳細に把握するために9測点設けた。

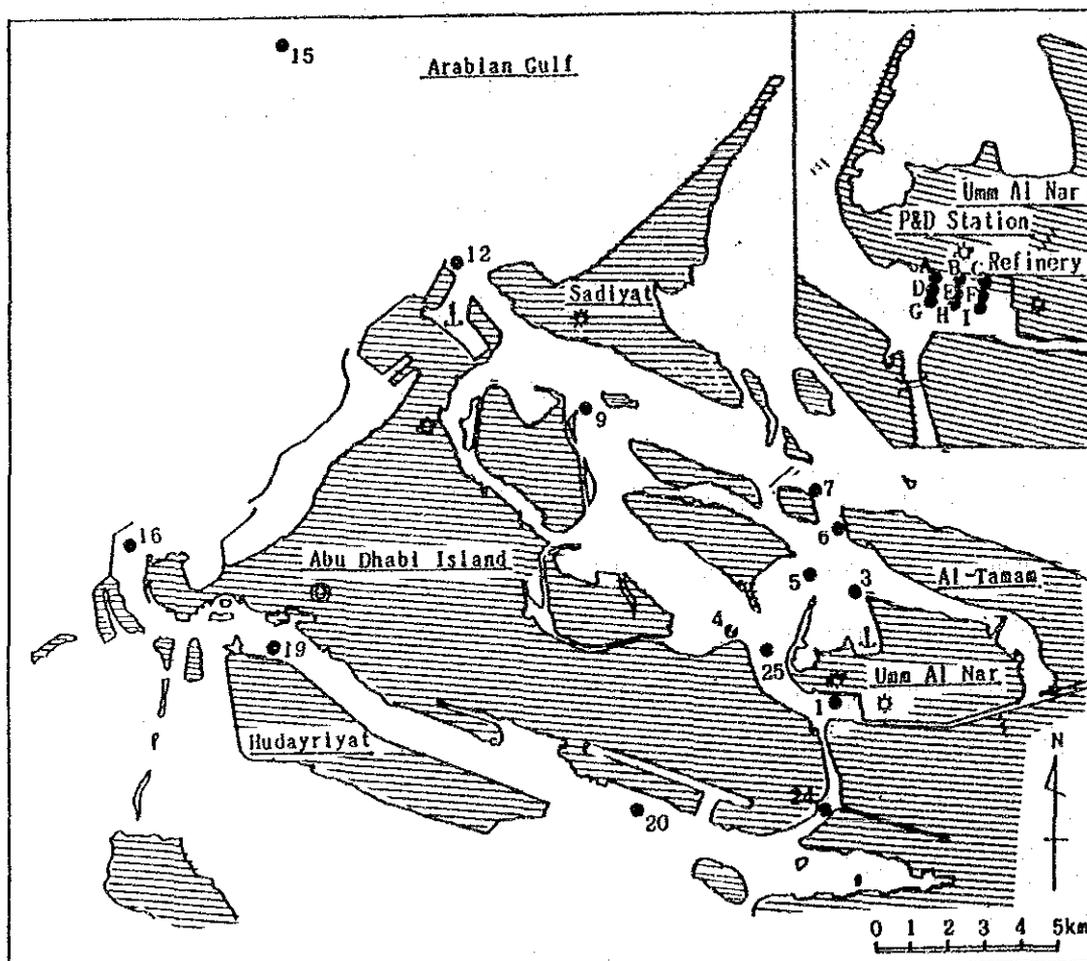


図3.2.2 2 潮流鉛直分布観測の調査位置

(3)調査日時

①第2回海象調査

- ・1988年10月25日 13:36 ~18:20 下げ潮時
- ・1988年10月26日 09:30 ~14:14 上げ潮時

②第3回海象調査

- ・1989年2月2日 09:10 ~14:40 下げ潮時
- ・1989年2月8日 09:23 ~13:52 上げ潮時

(4)調査方法

本調査は水温及び塩分調査と同時に実施した。

観測は、図3.2.23に示すように観測船から直読式電気流速計(CM-2型 東邦電探製)を降下させ行った。観測層は原則として上層(海面下0.3m層)、中層(海面下3.0m層)、下層(海底上1.0m層)の3層とした。

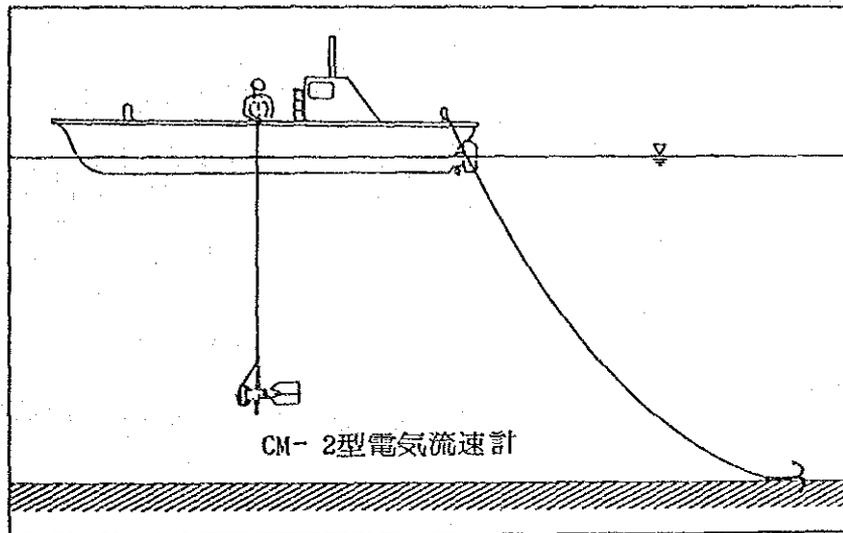


図 3.2.23 潮流鉛直分布観測の実施状況

(5) 調査結果

1) 第2回海象調査 1988年10月25日 下げ潮時

鉛直方向の流況変動をみるために、測点ごとに流向及び流速の鉛直較差を求めた。表3.2.15(1)に第2回調査下げ潮時の鉛直較差による測点区分を示す。

これによると、流向の較差が 90° 以上を示したのは、取水口前面の測点3、16、25で、層による流向の変化が大きいことを示していた。特に測点25では流速の較差も 20 cm/s と大きく、上層と中・下層で異なる流れを示していた。その他の測点では、上層から下層まで調査海域奥部（ラグーン内部）から外海へ向かう、水路にほぼ平行な流れが主であった。

取水口に注目すると、取水口近傍の測点1-A、1-B、1-Cでは取水口に向かう流れが、その他の測点は取水口護岸とほぼ平行に西方向への流れが卓越していた。また、測点1-Bでは上層に比べ下層の流れが速くなっていた。

沖合の測点15での流れは、上層では北西～北流がみられるものの、下層では流速値が 0 cm/s となっていた。

表3.2.15(1) 流向・流速値の鉛直較差による測点区分
(1988年10月25日 下げ潮時)

	流速値の鉛直較差が $<20\text{ cm/s}$ の測点	流速値の鉛直較差が $\geq 20\text{ cm/s}$ の測点
流向値の鉛直較差が $<90^\circ$ の測点	1-A, 1-C, 1-E, 1-G, 1-H, 4 9, 12, 15, 19, 20, 24	1-B, 1-D, 1-F, 5, 6, 7
流向値の鉛直較差が $\geq 90^\circ$ の測点	3, 16	1-I, 25

2) 第2回海象調査 1988年10月26日 上げ潮時

表3.2.15(2)に第2回調査上げ潮時の鉛直較差による測点区分を示す。

流向の較差が 90° 以上を示した測点は、取水口前面の測点1-I及び3であり、この両測点では上層と下層で逆方向の流れを示していた。その他の測点では上層から下層まで測点毎にほぼ一樣な流況変動を示していたが、流向は下げ潮時とは逆に、外海から調査海域奥部（ラグーン奥部）へ向かう水路にほぼ平行な流れとなっていた。

取水口周辺に注目すると、取水口近傍では下げ潮時同様、取水口に向かう流れがみられたが、その他の測点では下げ潮時とは逆に、取水口護岸とほぼ平行に東方向へ流れる傾向が強かった。

沖合の測点15での流れは、上層から下層まで南流が卓越しており、流速値は12~18 cm/sであった。

表 3.2.15(2) 流向・流速値の鉛直較差による測点区分

(1988年10月26日 上げ潮時)

	流速値の鉛直較差が < 20cm/sの測点	流速値の鉛直較差が ≥ 20cm/sの測点
流向値の鉛直較差が < 90° の測点	1-C, 1-D, 1-E, 1-F, 1-G 1-H, 4, 5, 6, 15, 16, 24	1-A, 1-B, 7, 9, 12, 19, 20 25
流向値の鉛直較差が ≥ 90° の測点	1-I	3

3) 第3回海象調査 1989年2月2日 下げ潮時

表 3.2.15(3)に第3回調査下げ潮時の鉛直較差による測点区分を示す。

流向の較差が90°以上、流速の較差が20cm/s以上を示したのは、測点6、20、25で、層による流況の変化が大きいことを示していた。Bateen水路内の測点16、19、20では外海から調査海域奥部へ、Baghal水路内の測点7、9では奥部から外海へ、いずれも水路にほぼ平行な流れが主であった。

取水口に注目すると、取水口近傍の測点1-A、1-B、1-Cでは取水口に向かう流れが、その他の測点は取水口護岸とほぼ平行に西方向への流れが卓越していた。また、測点1-Bでは上層に比べ下層の流れが速くなっていた。

沖合の測点15では北寄りの流れが主であった。

表 3.2.15(3) 流向・流速値の鉛直較差による測点区分

(1989年2月2日 下げ潮時)

	流速値の鉛直較差が < 20cm/sの測点	流速値の鉛直較差が ≥ 20cm/sの測点
流向値の鉛直較差が < 90° の測点	1-A, 1-B, 1-C, 1-D, 1-E 1-G, 1-H, 1-I, 4, 9, 12, 16	1-F, 3, 5, 7, 15, 19
流向値の鉛直較差が ≥ 90° の測点	24	6, 20, 25

4) 第3回海象調査 1989年2月8日 上げ潮時

表 3.2.1 5 (4) に第3回調査上げ潮時の鉛直較差による測点区分を示す。

流向の較差が 90° 以上を示した測点は、測点3及び19であり、層による流向の変化が大きいことを示していた。その他の測点では上層から下層まで測点ごとにほぼ一樣な流況変動を示し、流向は外海からラグーン奥部へ向かう水路にほぼ平行な流れとなっていた。

取水口周辺に注目すると、取水口近傍では下げ潮時同様、取水口に向かう流れがみられたが、その他の測点では下げ潮時とは逆に、取水口護岸とほぼ平行に東方向へ流れる傾向が強かった。

沖合の測点15での流れは、上層から下層まで南流が卓越しており、流速値は $6 \sim 18 \text{ cm/s}$ であった。

表 3.2.1 5 (4) 流向・流速値の鉛直較差による測点区分
(1989年2月8日 上げ潮時)

	流速値の鉛直較差が <20cm/sの測点	流速値の鉛直較差が $\geq 20 \text{ cm/s}$ の測点
流向値の鉛直較差が < 90° の測点	1-A, 1-B, 1-C, 1-D, 1-E 1-F, 1-G, 1-H, 4, 5, 12, 15 16, 24	1-I, 6, 7, 9, 20, 25
流向値の鉛直較差が $\geq 90^\circ$ の測点	19	3

(6) まとめ

- ・ Baghal 及び Bateen 水路内では、上げ、下げ潮時とも表層から下層までほぼ一樣な流れを示していた。流速値は、測点によって異なるが $50 \sim 100 \text{ cm/s}$ の速い流れもしばしばみられた。
- ・ 取水口周辺では、定点流況連続観測と同様な結果（上げ潮時には護岸と平行に東方向へ、下げ潮時には西方向へ流れる）が上層から下層までみられたが、取水口近傍では取水口へ向かう流れを示していた。取水口近傍での流速値は上層に比べて下層で速かった（ $20 \sim 40 \text{ cm/s}$ 程度）。
- ・ 放水口北側では上下層での流向の変動が大きく、上げ潮時には上層は放水口へ向かう流れを、中・下層はそれと逆の流れ（北西流）を示していた。また、下げ潮時には上層から下層まで北寄りの流れを示していた。
- ・ 夏、冬とも同様な結果を示していた。

3.3 潮位

(1) 目的

アブダビ島周辺海域の代表地点において潮位の連続観測を実施し、その統計的な特性を把握するとともに、油拡散の数値計算を実施する際の境界条件設定の資料とする。

(2) 調査位置

潮位の調査位置を図 3.3.1 に示す。

調査位置は、アブダビ島周辺海域の潮位変動を広域的に把握できるように、ラグーン奥部 (Umm Al Nar Station Intake) に 1 測点、Baghal 水路及びBateen 水路の入口付近に位置する Mina Zayed及びPublic Marina に各々 1 測点とした。

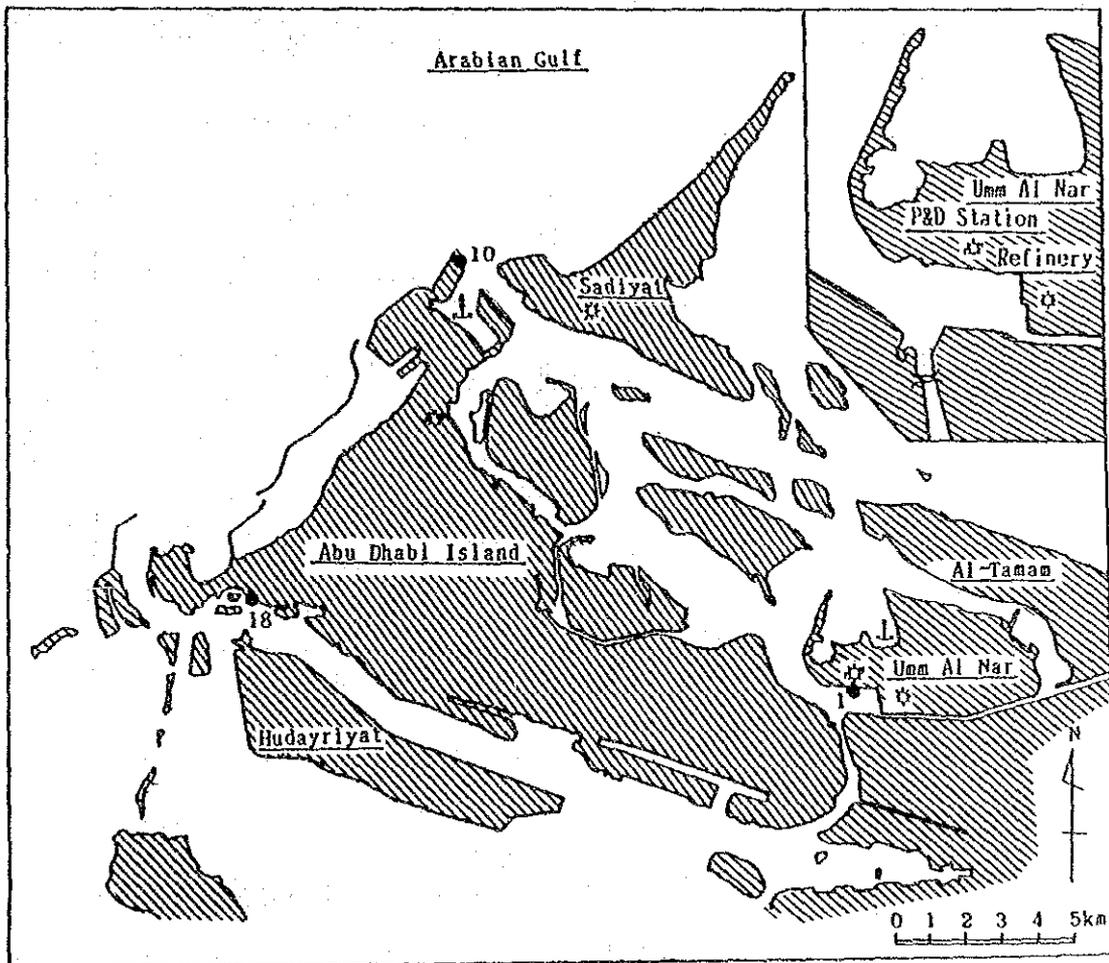


図 3.3.1 潮位の調査位置

(3) 調査期間

測点 1 (1) (Umm Al Nar Station Intake) : 1988 年 10 月 3 日 ~ 1988 年 11 月 27 日
測点 1 (1) (Umm Al Nar Station Intake) : 1988 年 12 月 25 日 ~ 1989 年 2 月 28 日
測点 10 (Mina Zayed) : 1988 年 11 月 8 日 ~ 1989 年 2 月 27 日
測点 18 (Public Marina) : 1988 年 11 月 8 日 ~ 1989 年 2 月 27 日

(4) 調査方法

潮位観測は、水圧式長期自記水位計 (Model EMA-120A 池田計器製作所製) を用いて行い、長期の連続データを取得した。図 3.3.2 に潮位計の設置概要を示す。

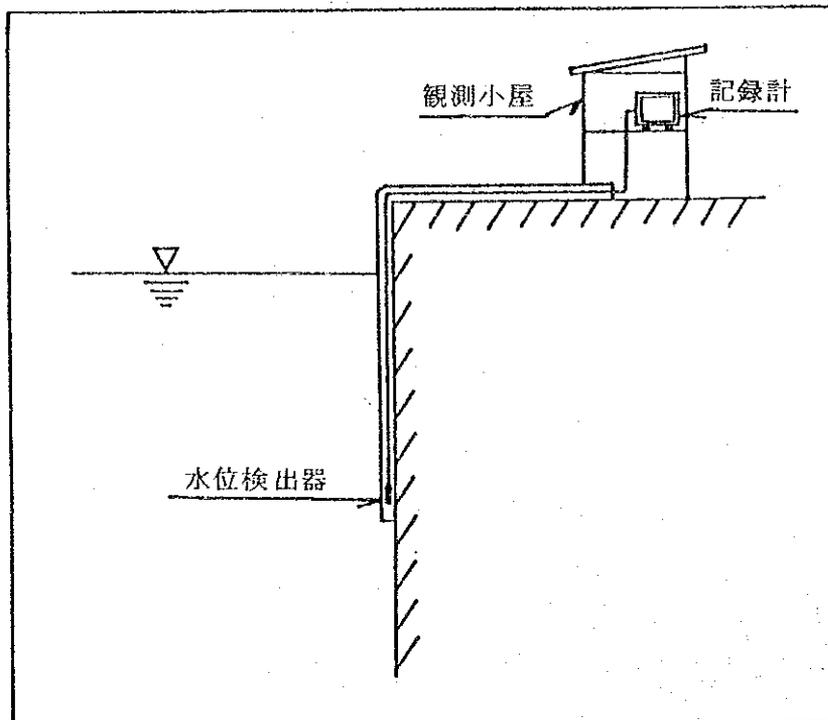


図 3.3.2 潮位計の設置概要

(5) 資料整理・解析方法

毎正時の潮位 (cm) を ACD 上の数値で示した観測結果を用いて調和分析を行い、各測点の調和定数 (振幅と遅角) を求める。調和分析の方法については 2.3.3 (1 項) に示すとおりである。

(6) 調査結果

図 3.3.3に調査期間中の潮位変動を潮位曲線として示す。図中の●印は新月(朔)、○印は満月(望)、◐は下弦、◑は上弦を示すもので、月のみちかけを表したものである。

新月及び満月の頃は大潮期、下弦及び上弦の頃は小潮期に相当する。

これによると、3測点とも同様な潮位変動傾向を示していた。すなわち、半日周潮を主とした潮位変動を示しているが、日潮不等(同一日の相次ぐ二つの高潮または低潮の高さや、相次ぐ二つの高潮または低潮の時間間隔が異なる現象)が頻繁にみられた。10月の朔・望のころは、月も太陽もほぼ赤道付近にあるため日潮不等は特に小さく、潮位差がほぼ等しい1日2回潮となっていた。同月の上弦・下弦のころには、月が回帰線上にあるため日潮不等が大きくなっていた。また、12月の朔・望のころは、月・太陽ともに回帰線上にあるため、日潮不等が大きく、上弦・下弦のころには日潮不等は小さかった。

表3.3.1に潮位の調和分析結果を示す。

本表より調和定数の振幅をみると、3測点とも主要4分潮(M_2, S_2, K_1, O_1 分潮………2.3.2(1)項を参照)の占める割合が大きかった。半日周潮の値(M_2+S_2)は測点1(1)が53.4cm、測点1(2)が55.0cm、測点10が45.7cm、測点18が43.0cm、日周潮の値(K_1+O_1)は測点1(1)が60.0cm、測点1(2)が58.3cm、測点10が60.2cm、測点18が55.8cmであった。

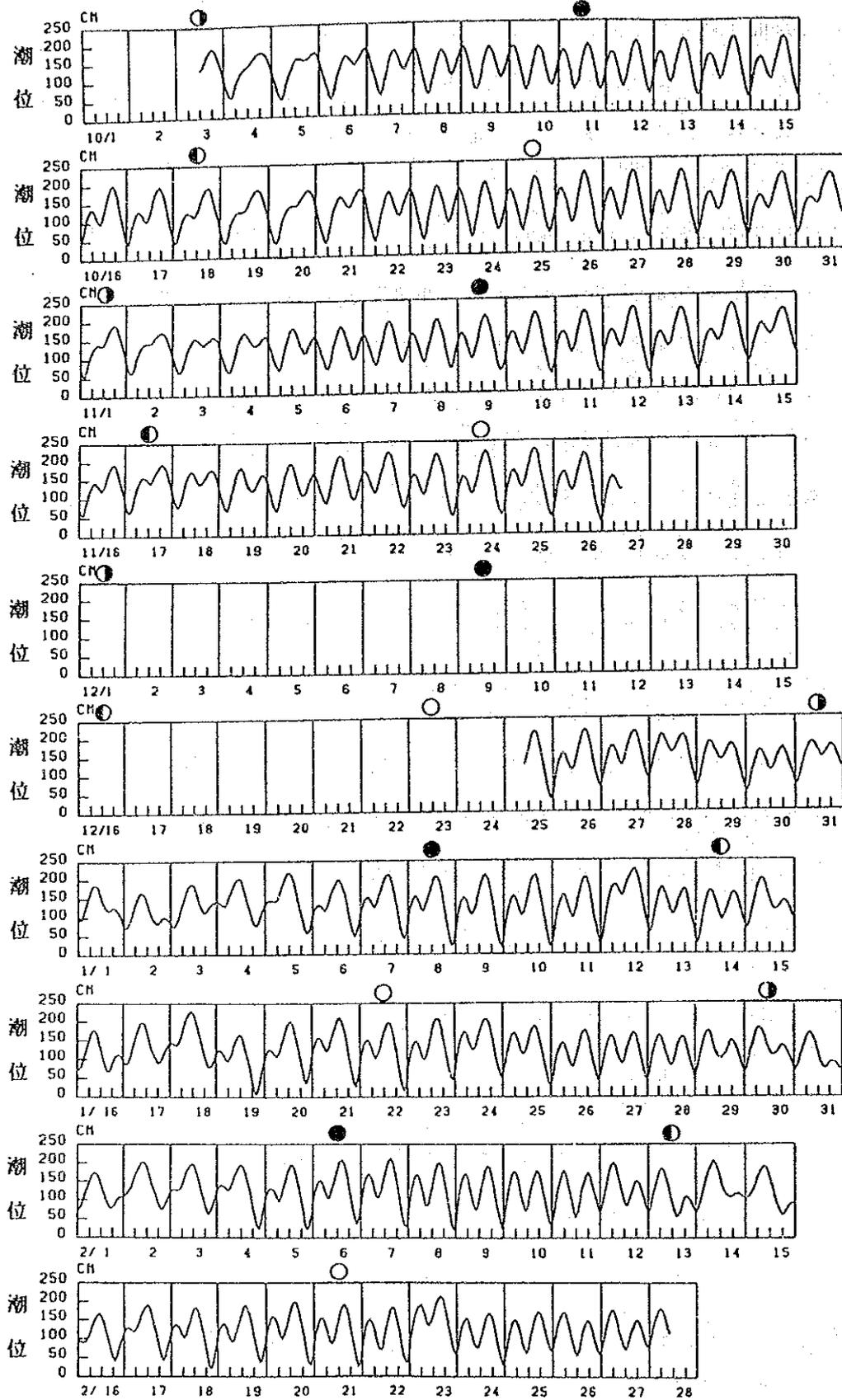


図 3.3.3 (1) 全観測期間中の潮位変動(測点1)

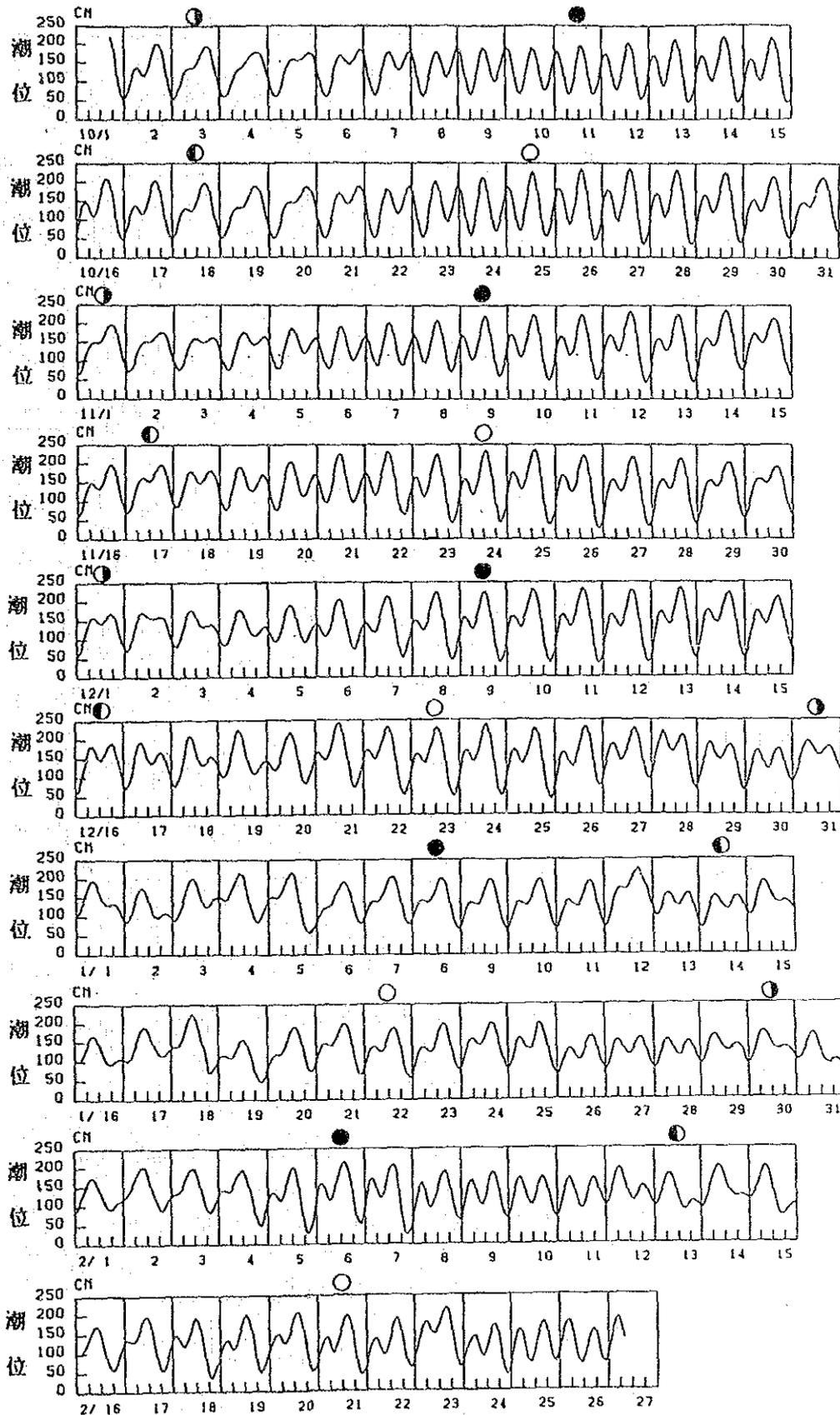


図 3. 3. 3 (2) 全観測期間中の潮位変動 (測点 10)

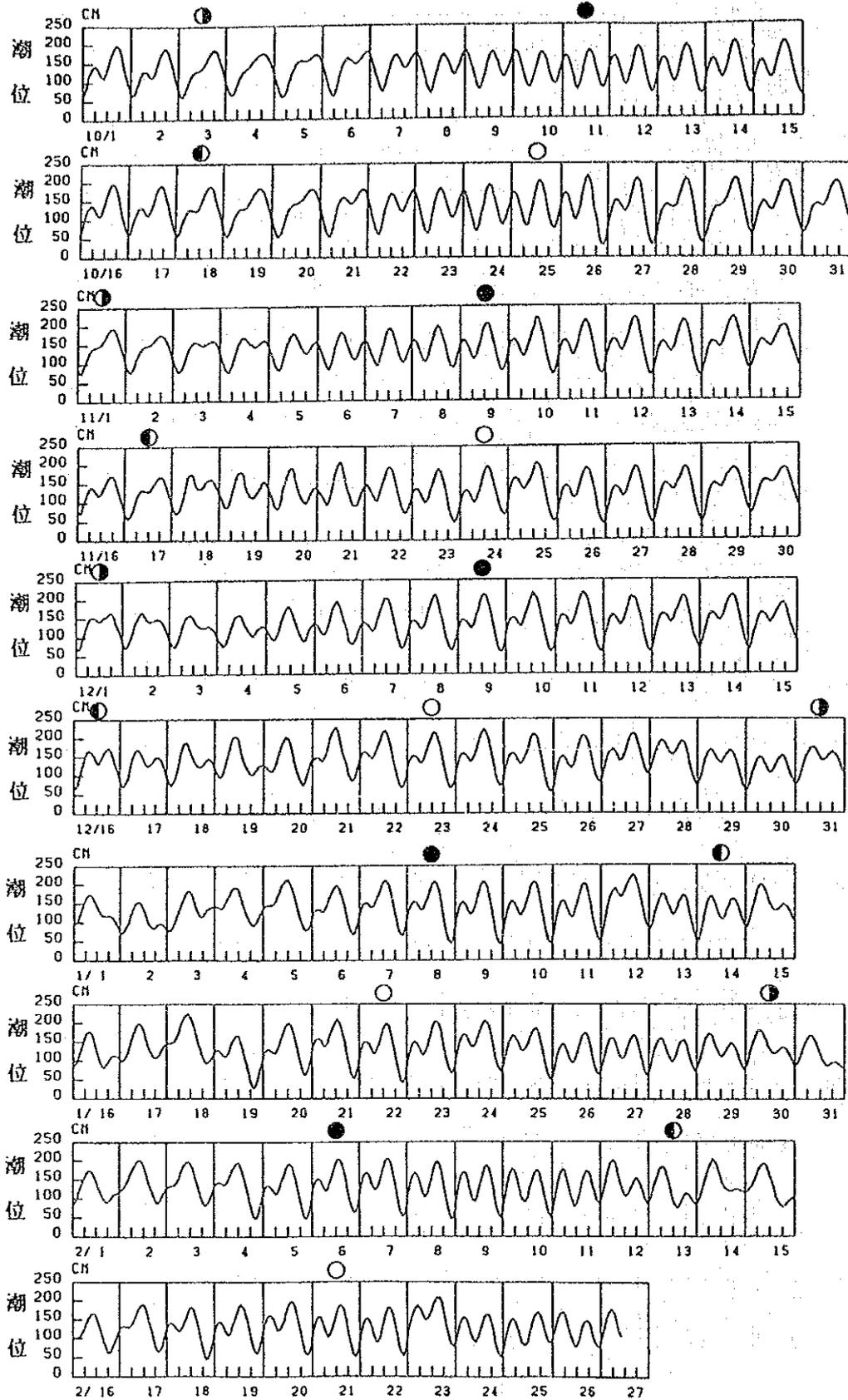


図 3.3.3 (3) 全観測期間中の潮位変動 (測点 18)

表 3. 3. 1 潮位調和分析結果

測 点	1 (1)		1 (2)		10		18	
緯 度	N 24° 25' 51"				N 24° 32' 03"		N 24° 27' 13"	
經 度	E 54° 29' 26"				E 54° 23' 07"		E 54° 19' 37"	
分潮名	振 幅 (cm)	位 相 (°)	振 幅 (cm)	位 相 (°)	振 幅 (cm)	位 相 (°)	振 幅 (cm)	位 相 (°)
Q ₁	2.1	159	3.8	194	2.6	161	2.5	167
O ₁	21.8	151	20.6	168	22.7	146	19.8	153
K ₁	38.2	168	37.7	192	37.5	166	36.0	170
MU ₂	3.0	176	2.5	191	2.2	141	1.8	184
N ₂	6.4	63	7.1	76	5.8	57	5.4	56
M ₂	37.7	74	36.1	75	33.6	54	30.8	61
L ₂	2.1	118	1.5	41	1.9	58	1.4	81
S ₂	15.7	79	18.9	120	12.1	73	12.2	87
M ₄	1.4	6	0.7	16	0.6	160	0.3	31
MS ₄	0.6	23	1.9	43	0.5	228	0.5	38
P ₁	12.7	168	12.5	192	12.5	166	12.0	170
NU ₂	1.2	63	1.4	76	1.1	57	1.1	56
K ₂	4.3	79	5.2	120	3.3	73	3.3	87
V ₀	132cm		127cm		135cm		135cm	

観測期間

測点 1 (1) : 1988 年10月 3日~1988年11月27日

測点 1 (2) : 1988 年12月25日~1989年 2月28日

測点 10 : 1988 年10月 1日~1989年 2月27日

測点 18 : 1988 年10月 1日~1989年 2月27日

潮汐の型を潮汐判定式 $F = (K_1 + O_1) / (M_2 + S_2)$ (……2.3.2 項を参照) より求めると、各測点におけるFの値は表3.3.2 のようになる。

これによると、Fの値は1.06～1.32の範囲にあり、測定1は混合潮型、測定10と測定18は日周潮型であった。

図3.3.4及び図3.3.5に示すように測点1と測点18の高高潮時刻は測定10に比べて遅れていた。

表3.3.2 潮汐判定式(F)の値

測点	非調和定数		Fの値
	($M_2 + S_2$)	($K_1 + O_1$)	
1(1)	53.4cm	60.0cm	1.12
1(2)	55.0	58.3	1.06
10	45.7	60.2	1.32
18	43.0	55.8	1.30

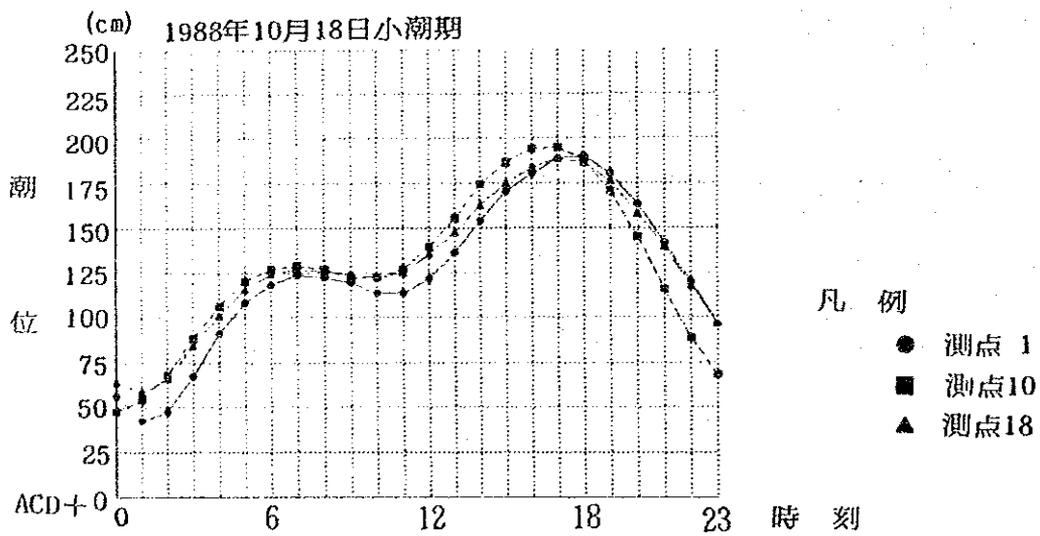


図3.3.4 小潮期の潮位観測結果の例

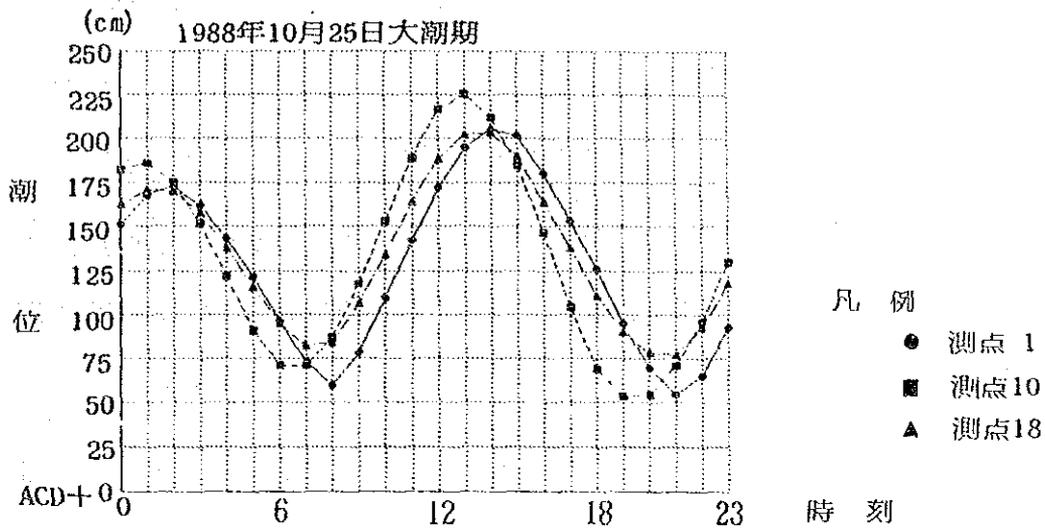


図 3.3.5 大潮期の潮位観測結果の例

(6) まとめ

- ・潮位は Mina Zayed 測点 10 及び Public Marina (測点 18) と Umm Al Nar (測定 1) の 3 測点で観測したが、各測点とも同様な変動傾向を示していた。すなわち 1 日 2 回潮を基本とした変動であるが、日潮不等の現象が頻繁にみられ、1 日 1 回潮となる日も出現していた。
- ・調和分析結果によると、各測点とも主要 4 分潮 (M_2, S_2, K_1, O_1) の占める割合が大きく振幅の 4 分潮の和は、100cm 程度となっていた。
- ・ $(K_1 + O_1) / (M_2 + S_2)$ の値は、測定 1 が 1.09 (前半と後半の平均値)、測点 10 が 1.33、測点 18 が 1.30 で、測点 1 は混合潮型、測点 10 と測点 18 は日周潮型であった。
- ・ 5 か月間の観測結果によると、平均水面は 5 cm 程度 Mina Zayed が Umm Al Nar より高いことを示していた。

3.4 水 温

3.4.1 定点長期観測

(1) 目的

Umm Al Nar Stationの取水口近傍において水温の長期観測を行い、その鉛直的な分布傾向及び動向を明らかにする。

(2) 調査位置

図3.4.1 に定点長期水温観測の調査位置を示す。

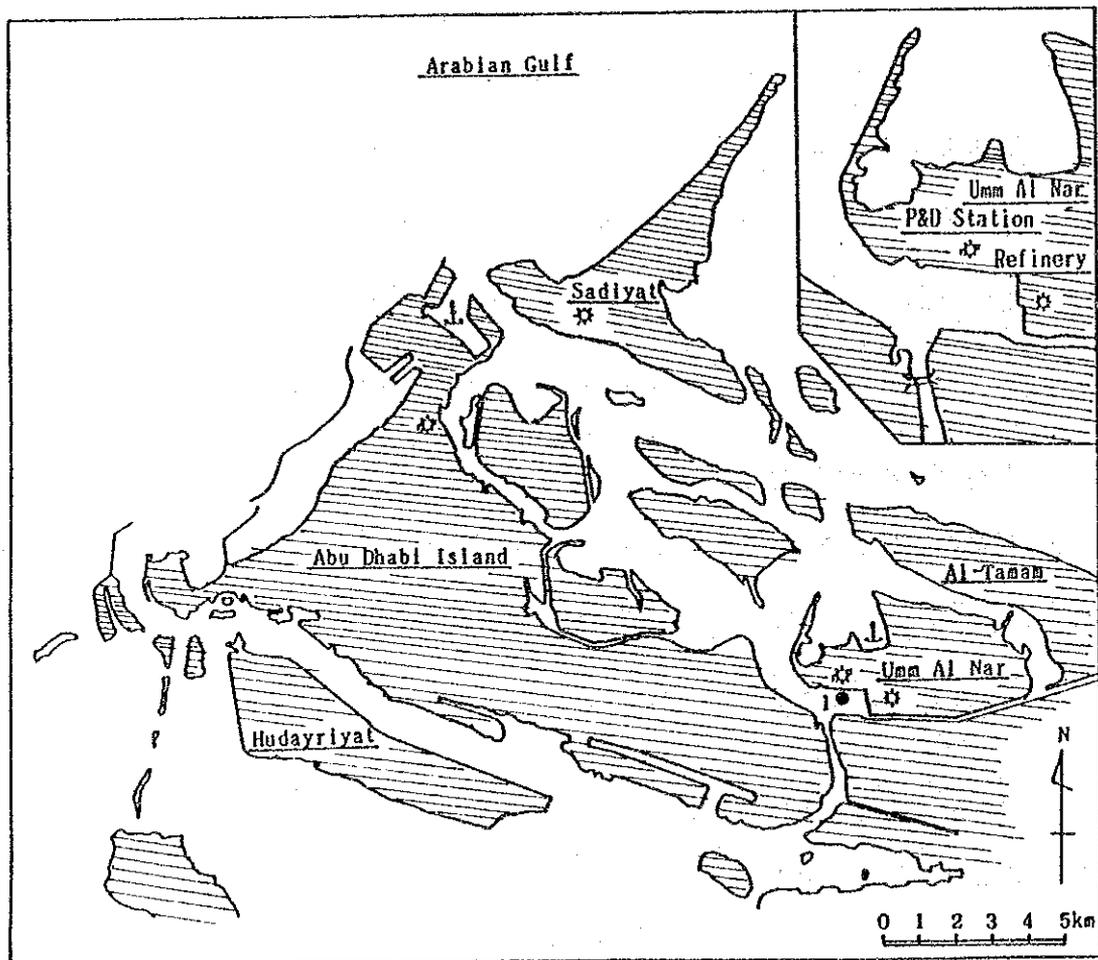


図 3.4.1 定点長期水温観測の調査位置

(3) 調査期間

1988年9月28日～1989年2月25日

(4) 調査方法

水温観測は、自記式水温計(TR-2型 アーンデラー社製)を用いて実施した。測定層は0.5mから5.0mまで50cmピッチの10層とした。

図3.4.2 に自記式水温計の設置方法を示す。

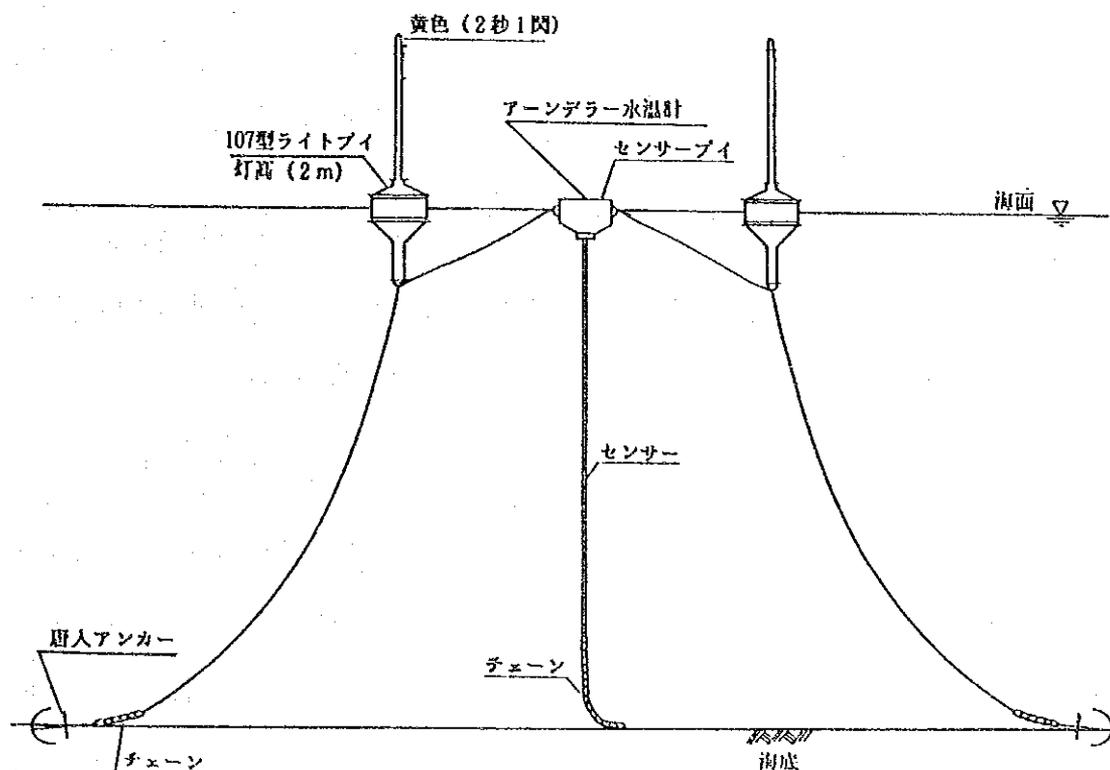


図3.4.2 自記式水温計の設置方法

(5) 観測結果

水温鉛直分布の詳細な変動状況を把握するために行った定点水温長期観測の結果による水深別水温経時変化は図3.4.3(1)～(3)に示すとおりである。

これによると、水温変動は、上層から下層までほぼ一様な経時変化を示していた。表3.4.1に調査期間中の日別の水温の最大、最小、平均値を示す。

表 3.4.1 長期水温観測の月別集計結果

	1988年			1989年	
	10月	11月	12月	1月	2月
最大値	34.4	30.9	25.0	21.8	23.6
最小値	29.4	23.8	20.0	16.9	17.6
平均値	31.1	27.3	23.4	18.8	19.9

(単位: °C)

平均値で見ると、調査期間中の5ヶ月間では、調査開始直後の10月が最も高く(31.1 °C)、11月(27.3 °C)、12月(23.4 °C)と漸次降温し、翌年の1月に最低値(18.8 °C)を示している。2月になると、やや昇温し、19.9°Cの水温値を示した。

また、水温の経時変化には、約1日あるいは半日の周期変動が顕著にみられた。この周期変動は、図3.4.4に示すように潮位の変動(Umm Al Nar Station 測点1)と比較的対応する日もみられた。すなわち、上げ潮から満潮にかけて水温値は高く、下げ潮から干潮にかけて低くなる傾向がみられた。

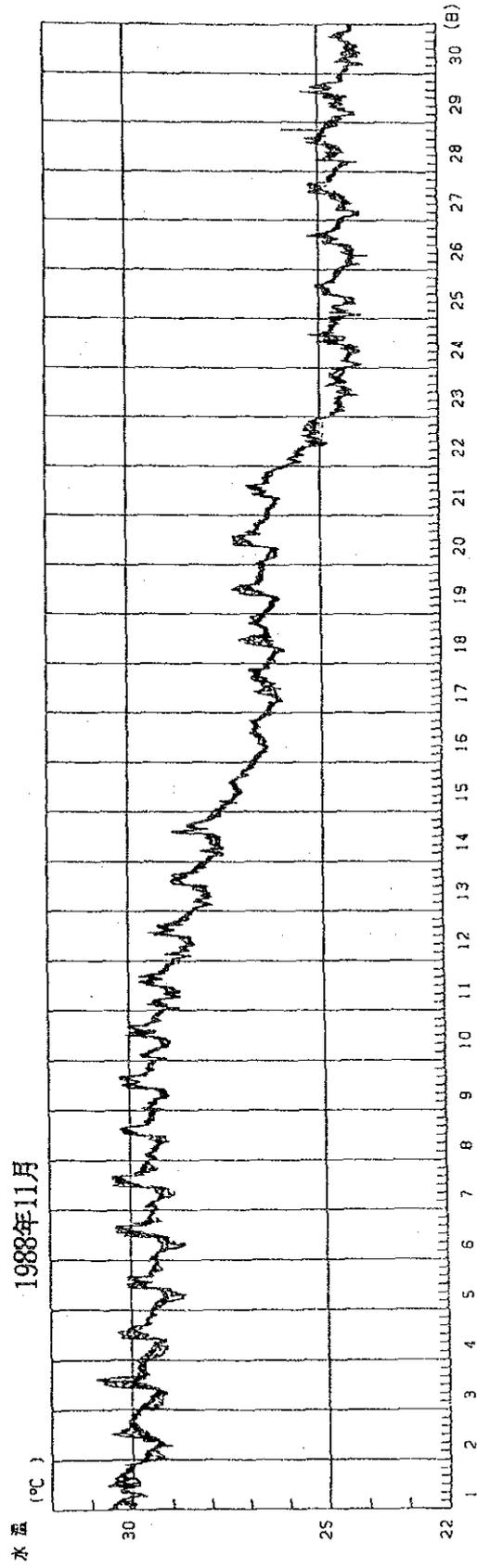
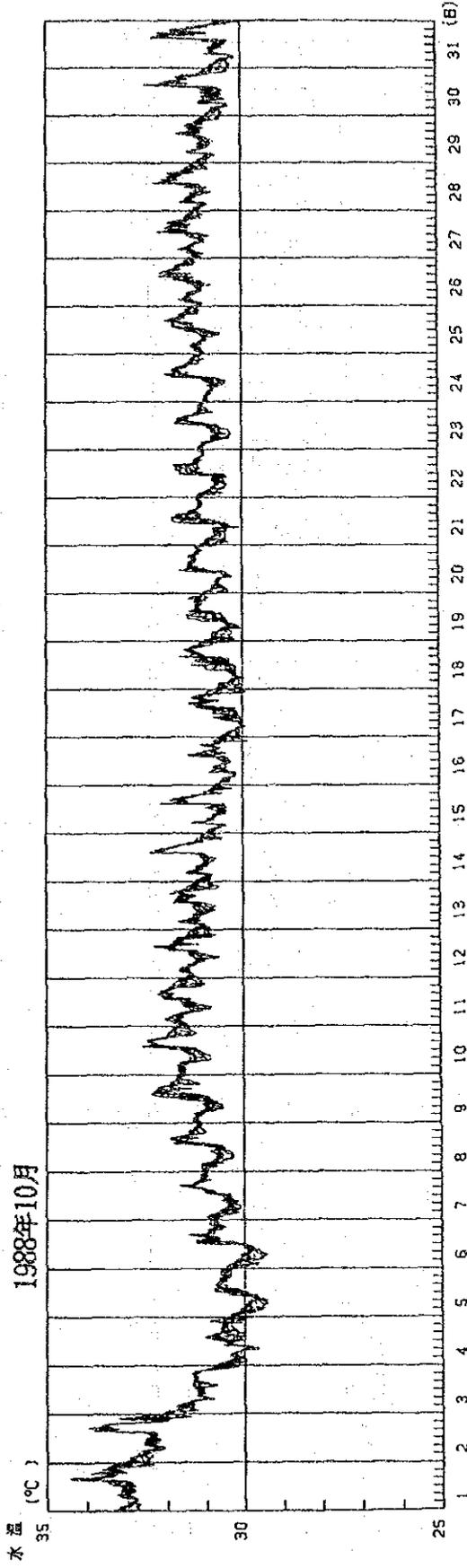


図 3.4.3 (1) 全観測期間中の Umm Al Nar Station 取水口近傍の水温の推移

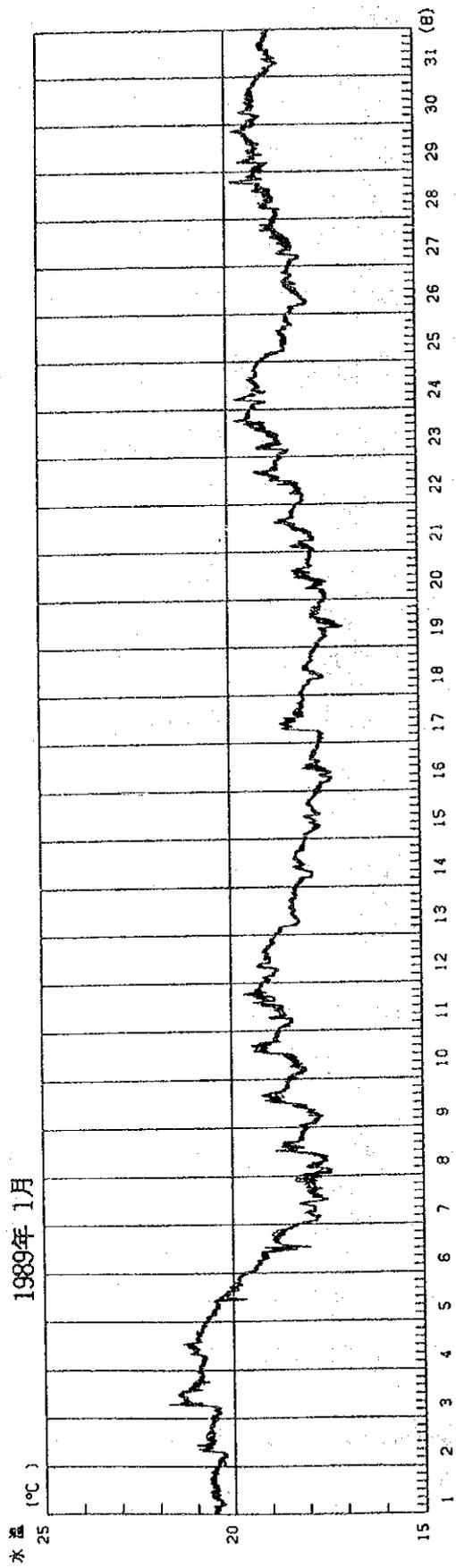
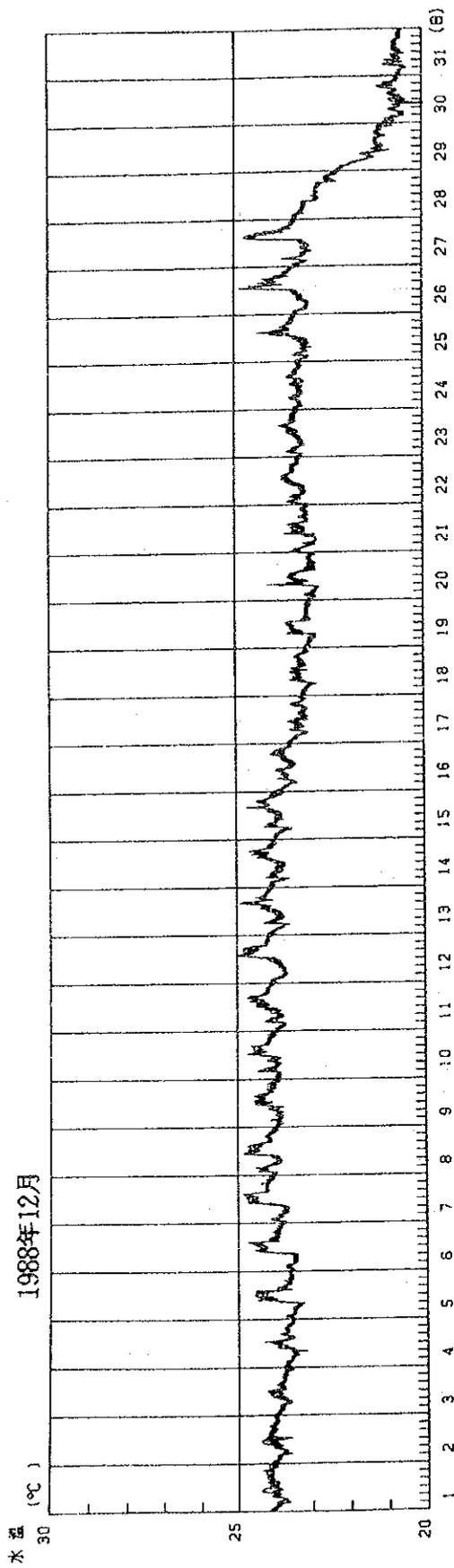


図 3.4.3 (2) 全観測期間中のUmm Al Nar Station取水口近傍の水温の推移

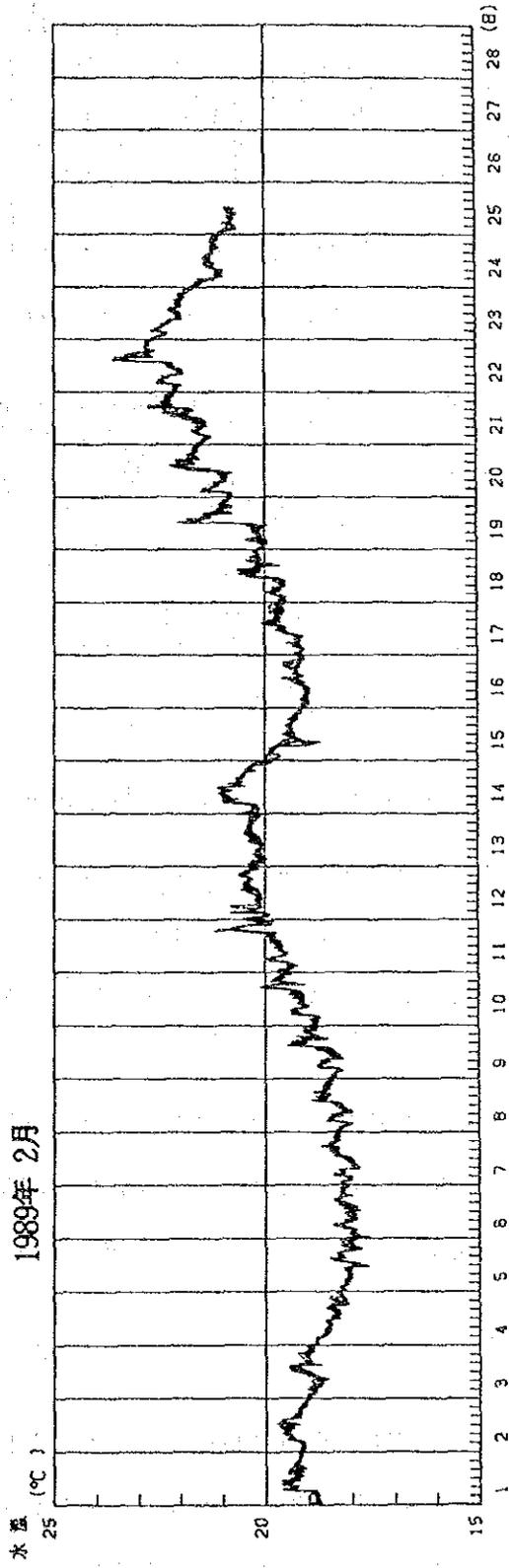


図 3.4.3 (3) 全観測期間中の Umm Al Nar Station 取水口近傍の水温の推移

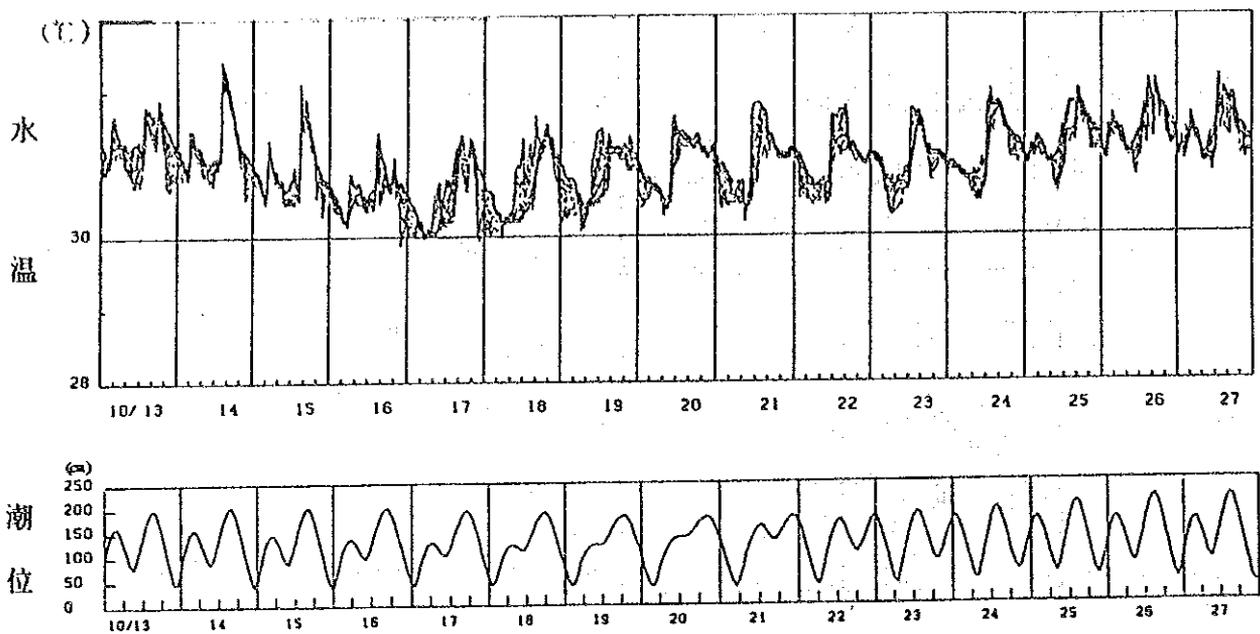


図 3.4.4 水温と潮位変動の関係

次に水温の変動を周波数帯別に検討する。

30分間隔で観測された水温データを1時間で移動平均したものを原系列 T_L とし、原系列 T_L の1か月間移動平均した水温時系列を季節変動成分 T_s とする。次に $T_L - T_s$ 系列の25時間移動平均系列を中規模変動成分 T_M とする。更に原系列 T_L から T_s と T_M 系列を引いた $T_L - T_s - T_M$ 系列の水温変動を1日以下の短周期変動成分 T_D と定義する。

このように、水温変動 T_L を1か月以上の季節変動成分 T_s と、1か月以下で1日以上の中規模変動成分 T_M 並びに1日以下の短周期変動成分 T_D に分解して図化すると、図3.4.5(1)~(3)のようになる。ここでは海面下0.5、3.0、5.0 m層について示した。

各成分の特徴を以下に述べる。

①季節変動成分 T_s (1か月以上の変動成分)

T_s 成分は調査期間が5か月と短いため、年間の季節変動をとらえることはできないが、各層とも大きな差はなく、水温の季節的変動が水深に関係なく一体化して起きていることが推察される。10月に最も高く(30℃程度)、1月に最も低くなる(19℃程度)傾向にあった。

②中規模変動成分 T_M (1か月以下、1日以上の変動成分)

T_M 成分の水温変動には、明確ではないが数日～10日程度の変動がみられた。

③短周期変動成分 T_D (1日以下の変動成分)

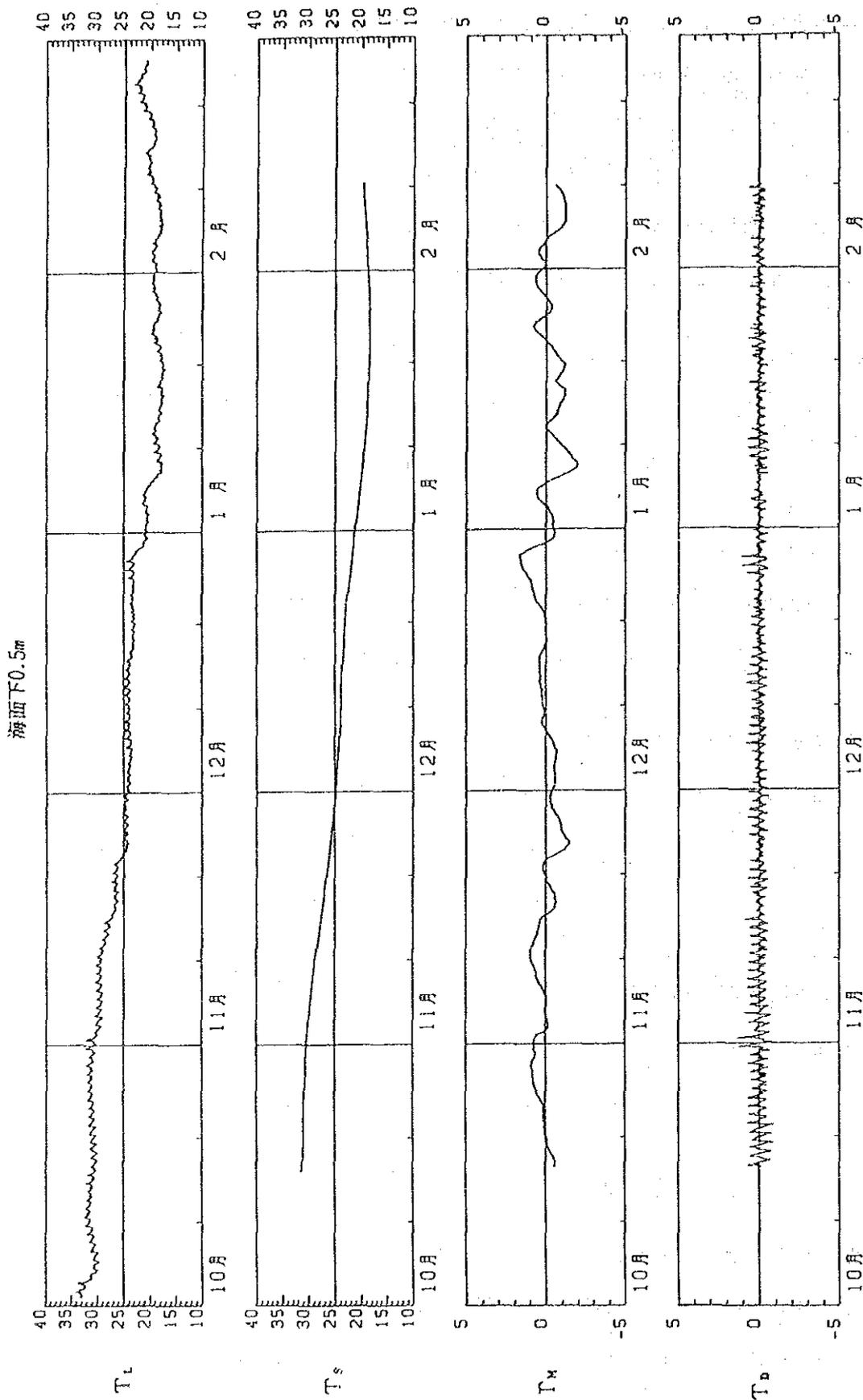
T_D 成分の変化をみると、約1日周期で水温値が1～2℃変動することを示していた。

これは、高水温が午後に、低水温が午前に出現していることから、気温の日変動に伴う水温の変動を示しているものと推察される。

(6) まとめ

- ・取水口前面において、上層から下層まで50 cmピッチで水温の連続測定を行った。
- ・測定層間の水温差は非常に小さく、上層から下層までほぼ一様な経時変化をとることを示していた。
- ・観測期間が5か月間と短いため、年間の水温変動をとらえることはできないが、観測期間中での最高値は10月(平均値31.1℃、最高値34.4℃)、最低値は1月(平均値18.8℃、最低値16.9℃)に出現していた。なお、2月には水温は再び上昇する傾向にあった。
- ・水温の経時変化には明確な日周変動がみられ、その変動幅は1日に1～2℃を示していた。

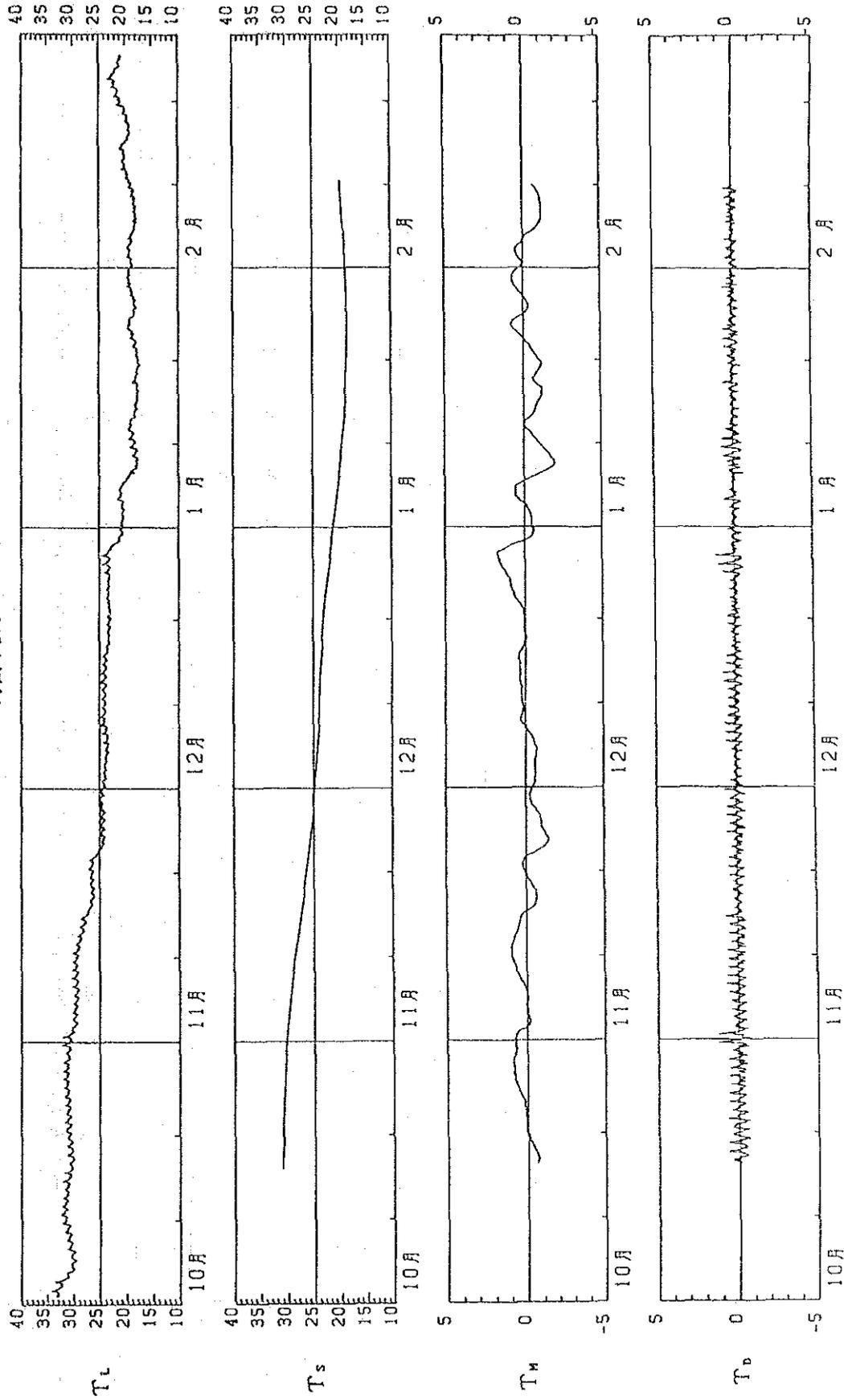
以上、水温変動の特性についてまとめたが、取水口前面における水温は、10月頃最高値を示し、1月に最低となる長期変動に数日変動の中規模変動、さらに、1日周期の明確な短周期変動が加わった変動を示すという特徴を持つことが分かった。



(単位: °C)

図 3.4.5 (1) 水温変動の周期性 (海面下 0.5 m)

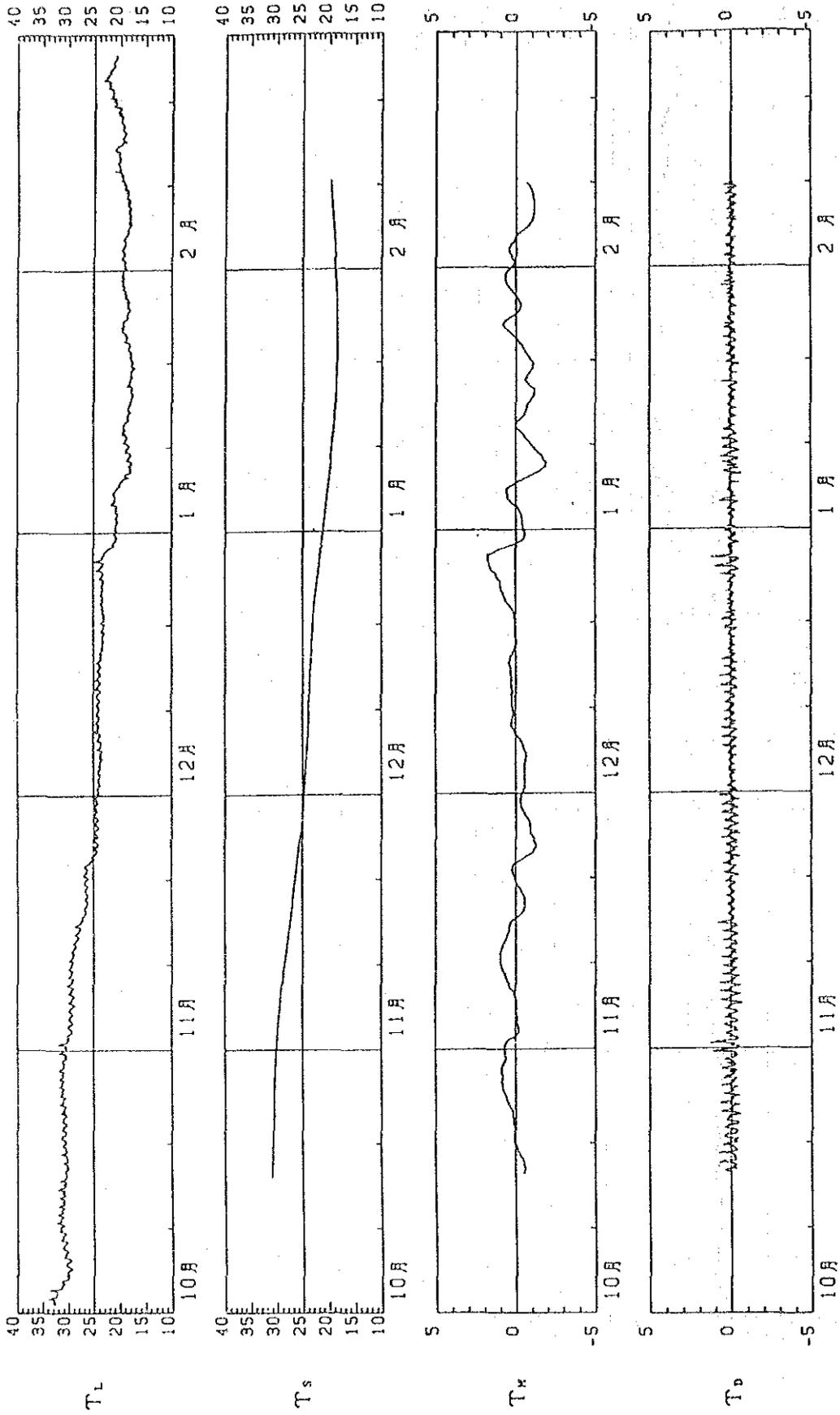
海面下3.0m



(単位: °C)

図 3. 4. 5 (2) 水温変動の周期性 (海面下 3. 0 m)

海面下5.0m



(単位:℃)

図 3.4.5 (3) 水温変動の周期性 (海面下 5.0 m)

3.4.2 定点連続観測

(1) 目的

アブダビ島周辺海域における水温変化の動向を明らかにする。

(2) 調査位置

定点流況連続観測と同じ。

(3) 調査期間

定点流況連続観測と同じ。

(4) 調査方法

水温観測は、定点流況連続観測に用いた自記式流向流速計に付属している水温センサーを用いて実施した。

(5) 調査結果

1) 第2回海象調査

図3.4.6 に代表地点における日平均水温の推移を示す。

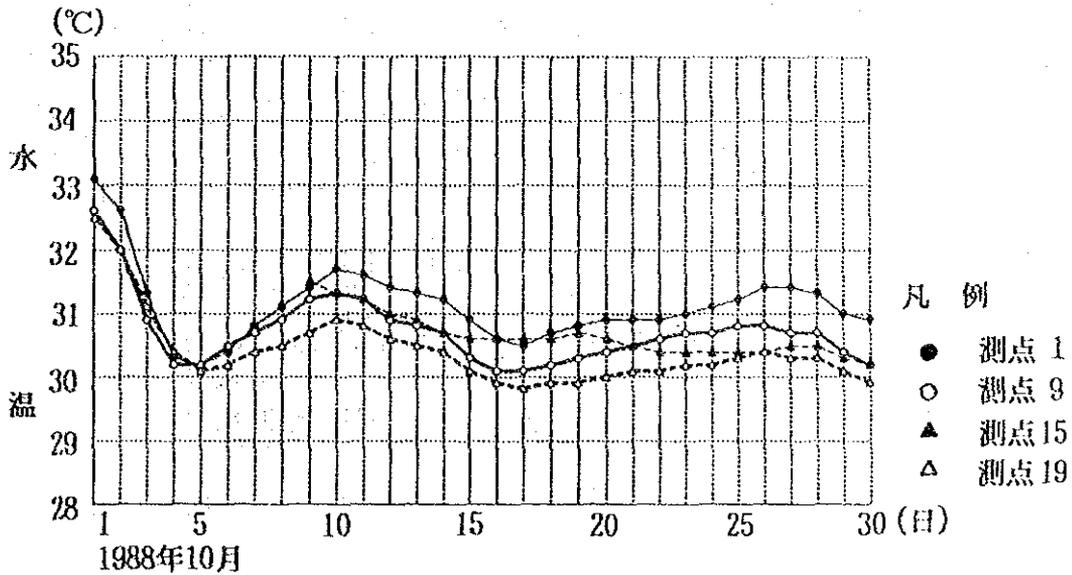


図3.4.6 第2回海象調査・代表地点の日平均水温の推移

表3.4.2 に定点連続水温観測の集計結果を示す。

これによると、取水口前面の測点1は、他の測点に比べ常時高い傾向にあり、調査期間中の平均値においても31℃以上の高い値を示した。

Baghal 水路の測点9は30～32℃、測点7は29～31℃程度で、また、Bateen 水路の測点19及び20では29～31℃程度の範囲で変動していた。

測点23は他の測点に比べて低い水温値を示しており、調査期間中の平均値においても30℃以下の値を示していた。

沖合の測点15では、調査開始直後の31.5℃前後の水温から徐々に降温し、終了時には29.5℃程度となり、1か月で約2℃の水温低下がみられた。

各測点とも、図3.4.7に示す様に水温の変化には、約1日あるいは半日の周期変動がみられた。

表3.4.2 第2回海象調査・定点連続水温観測の集計結果

単位(℃)

測点	最大値	最小値	平均値	調査期間
1	34.1	29.3	31.1	10/1～10/30
7	32.0	29.2	30.4	10/16～10/30
9	32.9	29.8	30.7	10/1～10/30
15	31.8	29.2	30.4	10/9～11/7
19	32.9	29.5	30.4	10/1～10/30
20	32.6	27.6	30.3	9/30～10/14
21	33.6	28.2	30.3	9/30～10/14
23	30.8	28.5	29.6	10/16～10/30

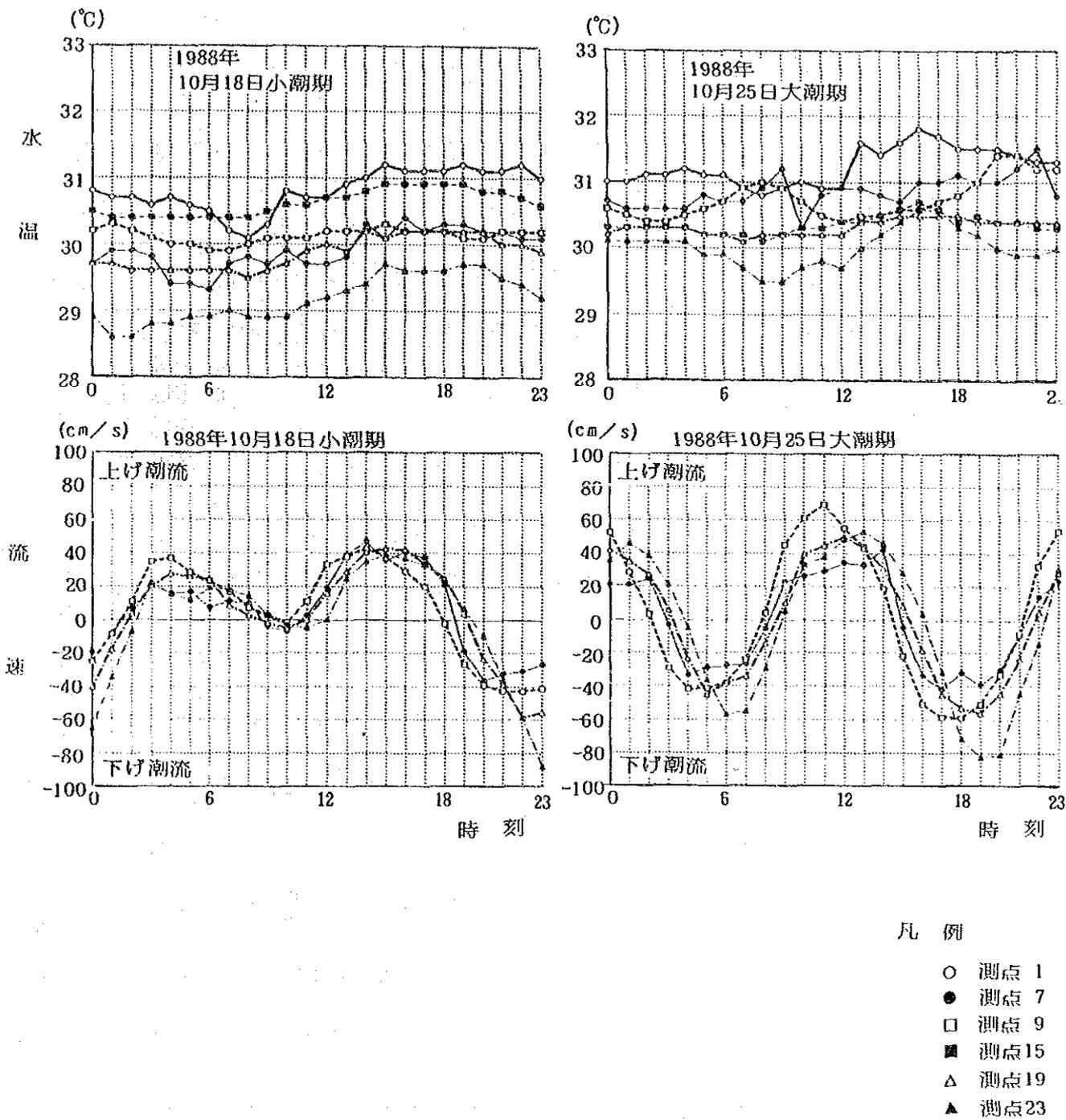


図 3.4.7 水温変化と流況変化の関係

2) 第3回海象調査

図3.4.8 に代表地点における日平均水温の推移を示す。

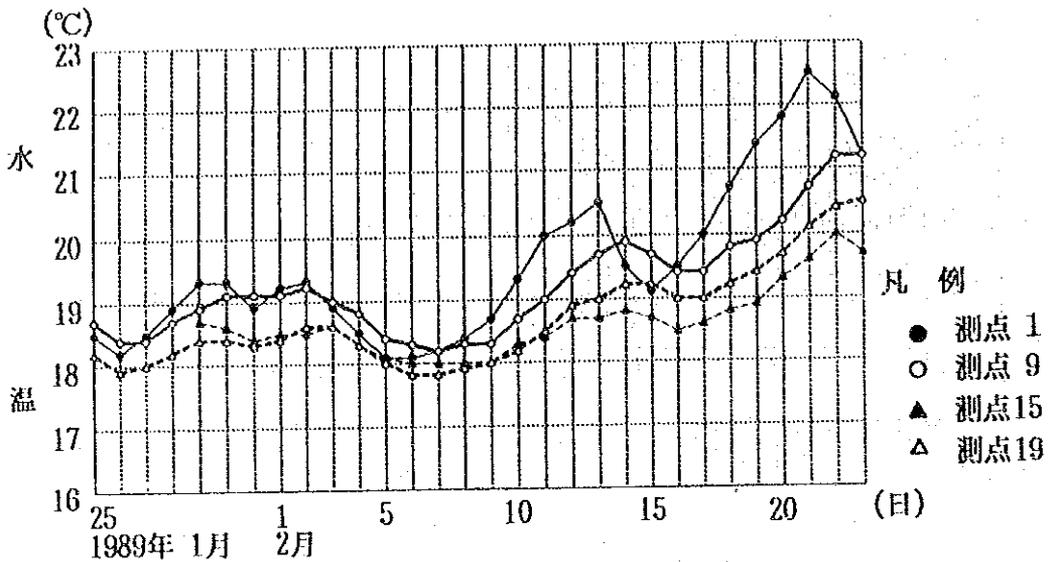


図 3.4.8 第3回海象調査・代表地点の日平均水温の推移

表3.4.3 に定点連続水温観測の集計結果を示す。

これによると、水温値は16.9~23.6°Cの範囲で、また、その平均値は18.7~20.1°Cの範囲で変動していた。

各測点とも、水温の変化には、約1日あるいは半日の周期変動がみられた。

表 3.4.3 第3回海象調査・定点連続水温観測の集計結果
単位 (°C)

測点	最大値	最小値	平均値	調査期間
1	23.6	17.7	19.6	1/25 ~ 2/23
7	20.1	17.5	18.7	1/25 ~ 2/ 8
9	22.4	17.8	19.7	1/25 ~ 2/23
15	20.5	17.7	18.8	1/29 ~ 2/27
19	20.8	17.6	18.7	1/25 ~ 2/23
20	22.3	18.1	20.1	2/11 ~ 2/26
21	22.8	18.3	20.1	2/11 ~ 2/26
23	22.6	16.9	19.4	1/25 ~ 2/23

(6) まとめ

・全期間での水温値は、夏季は27.6～34.1℃の範囲にあり、取水口前面で高い傾向にあった。また、冬季には16.9～23.6℃の範囲にあり、取水口前面及びBateen水路の奥部で高い傾向にあった。日間平均値で見ると、冬季は、夏季に比べ10℃程度水温が低下していた。

・水温の変動には約1日あるいは半日の周期変動がみられ、変動幅は水路内及び調査海域奥部は1～2℃に達していた。

3.4.3 鉛直分布観測

(1) 目的

アブダビ島周辺海域及びUmm Al Nar Stationの取水口近傍における水温の鉛直的な分布傾向を明らかにする。

(2) 調査位置

図3.4.9 に水温・塩分の鉛直分布観測の調査位置を示す。

調査位置は、アブダビ島周辺海域の水温を広域的に把握するために14測点、Umm Al Nar Stationの取水口近傍を詳細に把握するため9測点設けた。

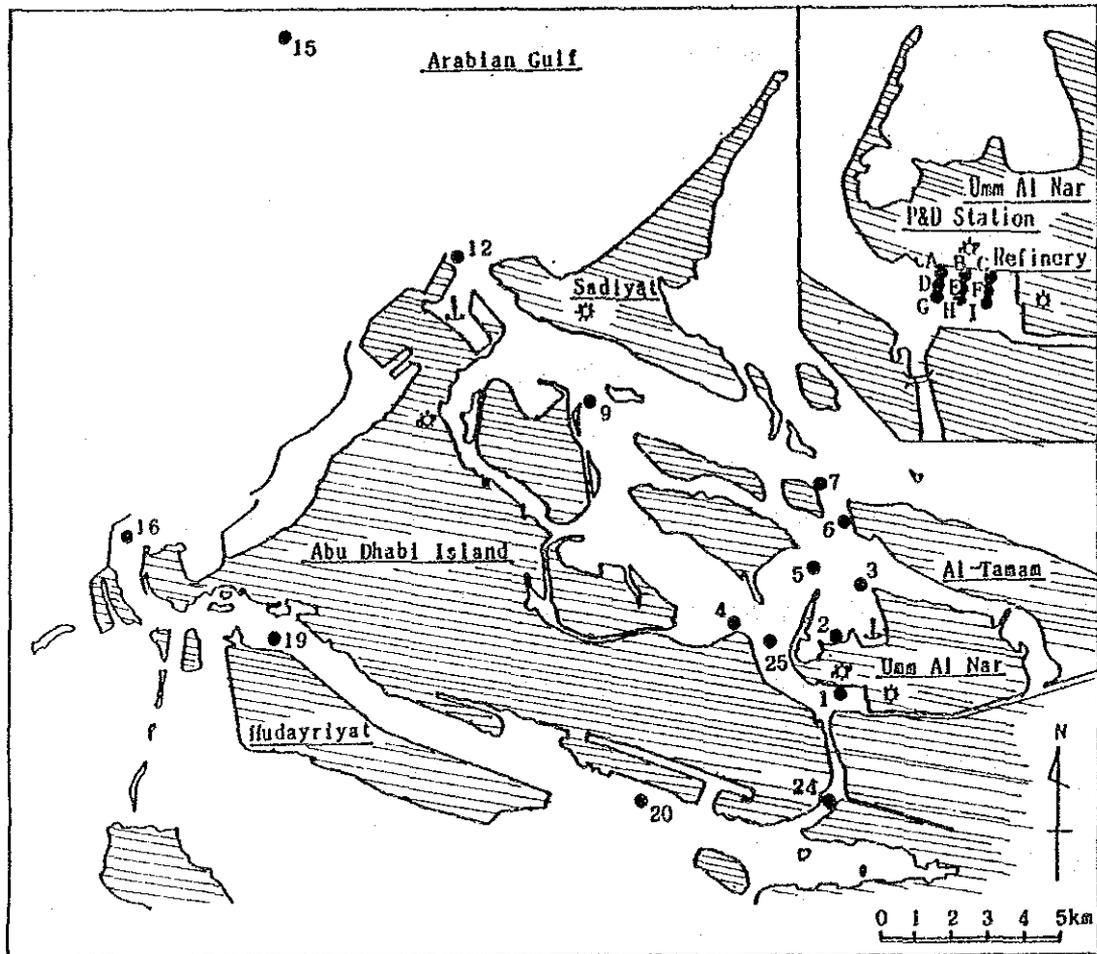


図 3.4.9 水温・塩分鉛直分布の調査位置

(3)調査日時

①第2回海象調査

- ・1988年10月25日 13:36 ~18:20 下げ潮時
- ・1988年10月26日 09:30 ~14:14 上げ潮時

②第3回海象調査

- ・1989年2月2日 09:10 ~14:52 下げ潮時
- ・1989年2月8日 09:23 ~14:05 上げ潮時

(4)調査方法

本調査は塩分及び潮流（鉛直）調査と同時に実施した。

観測は、図3.4.10に示すように観測船から直読式電気水温計(ET-5型 東邦電探製)を降下させ行った。観測層は原則として上層、中層、下層の3層とした。

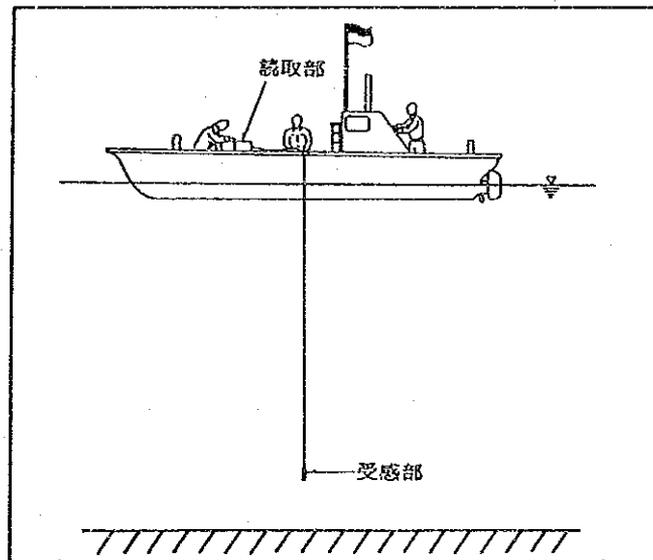


図 3.4.10 水温鉛直分布観測の実施状況

(5)調査結果

1)第2回海象調査 1988年10月25日 下げ潮時

表3.4.4(1)に水温の最大・最小・平均値を層別に、表3.4.5(1)に水温の鉛直較差を示す。

これによると、水温は全測点全層で30.2~36.9℃の範囲にあり、平均値は31.3℃であった。

上下層間での水温差は全体的に小さい。Umm Al Nar Station 放水口の北方2 km 付近の測点3における観測値が、上層に比べて中・下層で2℃程度高く、取水口近傍、南側湾口部及び沖合の測点でやや大きな鉛直較差を示した他は、各測点毎にほぼ様な鉛直分布を示していた。

表 3.4.4(1) 水温の層別集計結果

(1988年10月25日)

観測層 \ 項目	最大値 (℃)	最小値 (℃)	平均値 (℃)
0.3m	36.9 (測点2)	30.4 (測点19)	31.6
3.0m	32.1 (測点1-I)	30.3 (測点20)	31.3
底上1m	33.2 (測点3)	30.2 (測点16)	31.2
全層	36.9	30.2	31.3

表 3.4.5(1) 水温の鉛直較差による測点区分

水温の鉛直較差が <0.5℃の測点	水温の鉛直較差が ≥0.5℃の測点
1-A, 1-B, 1-C, 1-F, 1-I, 4, 5, 7 9, 12, 19, 20, 24	1-D, 1-E, 1-G, 1-H, 3, 6, 15, 16 25

2) 第2回海象調査 1988年10月26日 上げ潮時

表3.4.4(2)に水温の最大・最小・平均値を層別に、表3.4.5(2)に水温の鉛直較差を示す。

これによると、水温は全測点全層で29.9~36.8℃の範囲にあり、平均値は31.0℃であった

上下層間での水温差は全体的に小さく、0.5℃以上の水温較差を示したのは、Umm Al Nar Station 放水口北側の測点3のみであった。その他の測点は、下げ潮時同様、測点毎にほぼ一様な鉛直分布を示していた。

表 3.4.4(2) 水温の層別集計結果

(1988年10月26日)

観測層 \ 項目	最大値 (℃)	最小値 (℃)	平均値 (℃)
0.3m	36.8 (測点2)	30.2 (測点20)	31.3
3.0m	31.7 (測点25)	30.0 (測点20)	30.9
底上1m	31.7 (測点25)	29.9 (測点20)	30.9
全層	36.8	29.9	31.0

表 3.4.5(2) 水温の鉛直較差による測点区分

水温の鉛直較差が <0.5℃の測点	水温の鉛直較差が ≥0.5℃の測点
1-A, 1-B, 1-C, 1-D, 1-E, 1-F, 1-G, 1-H, 1-I, 4, 5, 6, 7, 9, 12 15, 16, 19, 20, 24, 25	3

3)第3回海象調査 1989年2月2日 下げ潮時

表3.4.4(3)に水温の最大・最小・平均値を層別に、表3.4.5(3)に水温の鉛直較差を示す。

これによると、水温は全測点全層で18.4~23.6℃の範囲にあり、平均値は19.5℃であった。

上下層間での水温差は全体的に小さく、0.5℃以上の水温較差を示したのは、4測点のみであった。その内Umm Al Nar Station 放水口北側の測点3、6、7では上層に比べ、下層で水温値が高くなる傾向を示した。

表 3.4.4(3) 水温の層別集計結果

(1989年2月2日)

観測層 \ 項目	最大値 (℃)	最小値 (℃)	平均値 (℃)
0.3m	23.6 (測点2)	18.4 (測点15)	19.5
3.0m	23.5 (測点2)	18.4 (測点15)	19.4
底上1m	21.7 (測点7)	18.4 (測点15)	19.5
全層	23.6	18.4	19.5

表 3.4.5(3) 水温の鉛直較差による測点区分

水温の鉛直較差が <0.5℃の測点	水温の鉛直較差が ≥0.5℃の測点
1-A, 1-B, 1-C, 1-D, 1-E, 1-F, 1-G, 1-H, 2, 4, 5, 9, 12, 15, 16, 19, 20, 24, 25	1-1, 3, 6, 7

4) 第3回海象調査 1989年2月8日 上げ潮時

表3.4.4(4)に水温の最大・最小・平均値を層別に、表3.4.5(4)に水温の鉛直較差を示す。

これによると、水温は全測点全層で17.3~20.7℃の範囲にあり、平均値は18.2℃であった。上下層間での水温差は全体的に小さく、0.5℃以上の水温較差を示したのは、2測点のみであった。その内、測点3における水温値は、上層に比べ下層でやや高くなる傾向を示した。

表 3.4.4(4) 水温の層別集計結果

(1989年2月8日)

観測層 \ 項目	最大値 (℃)	最小値 (℃)	平均値 (℃)
0.3m	20.7 (測点2)	17.3 (測点16)	18.3
3.0m	20.6 (測点2)	17.3 (測点16)	18.3
底上1m	18.9 (測点25)	17.4 (測点16)	18.2
全層	20.7	17.3	18.2

表 3.4.5(4) 水温の鉛直較差による測点区分

水温の鉛直較差が < 0.5℃の測点	水温の鉛直較差が ≥ 0.5℃の測点
1-A, 1-B, 1-C, 1-D, 1-E, 1-F, 1-G, 1-I, 2, 4, 5, 9, 12, 15, 16, 19, 20, 24, 25	1-H, 3

(6) まとめ

・上下層間での水温差は、夏季・冬季とも全体的に小さかった。各測点とも水深が浅く、しかも流速値が比較的大きいため、水温躍層が形成されにくい状況にあるためと推定される。

・全体的に上下層間での水温差が小さいなかで、Umm Al Nar Station 放水口の北側では、水温値が、上層に比べ中・下層で1~2℃程度高くなる傾向がみられた。

3.5 塩分

3.5.1 定点連続観測

(1) 目的

アブダビ島周辺海域における塩分変化の動向を明らかにする。

(2) 調査位置

定点流況連続観測と同じ。

(3) 調査期間

定点流況連続観測と同じ。

(4) 調査方法

塩分調査は、定点流況連続観測に用いた自記式流向流速計に付属している塩分センサーを用いて実施した。

(5) 調査結果

1) 第2回海象調査

図3.5.1 に代表地点における日平均塩分の推移を、表3.5.1 に定点連続塩分観測の集計結果を示す。

これによると、塩分値は41.42 ～47.22 の範囲にあり、最大値は測点1で、最小値は測点15でみられた。

平均値で見ると、沖合の測点15で最も低く、Baghal水路及びBateen水路の測点9及び19で、次いで調査海域奥部の測点7、20、21、23、そして取水口前面の測点1と、調査海域奥部ほど高くなる傾向にあった。特に取水口前面は常時、高塩分域となっていることを示していた。

各測点とも、調査開始時と終了時における塩分値にそれほど大きな差異は見られず、長期的変動が小さかった。図3.5.2に示す様に測点1及び15を除く測点では、流況変

化に伴う短期的な周期変動が観測された。すなわち、1日あるいは半日の周期で1～3程度の塩分値の変動がみられた。

表 3.5.1 第2回海象調査・定点連続塩分観測の集計結果

測点	最大値	最小値	平均値	調査期間
1	47.22	45.13	46.29	10/ 1 ~10/30
7	46.50	41.91	44.43	10/16 ~10/30
9	45.42	41.47	43.14	10/ 1 ~10/30
15	42.51	41.42	42.02	10/ 9 ~11/ 7
19	44.84	42.09	43.28	10/ 1 ~10/30
20	45.77	43.45	44.73	9/30 ~10/14
21	46.37	45.00	45.71	9/30 ~10/14
23	46.20	44.52	45.33	10/16 ~10/30

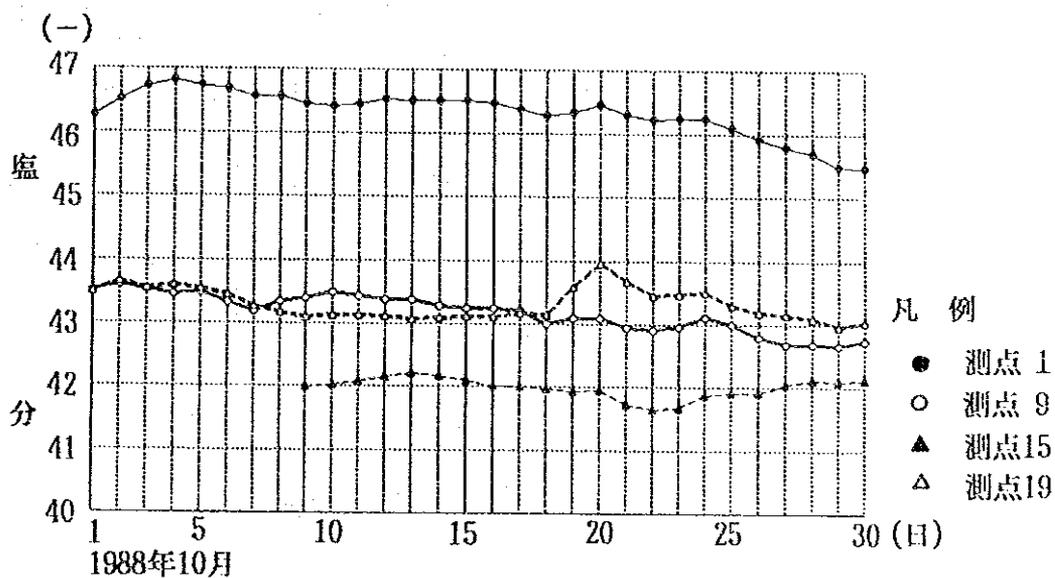


図 3.5.1 第2回海象調査・代表地点の日平均塩分の推移

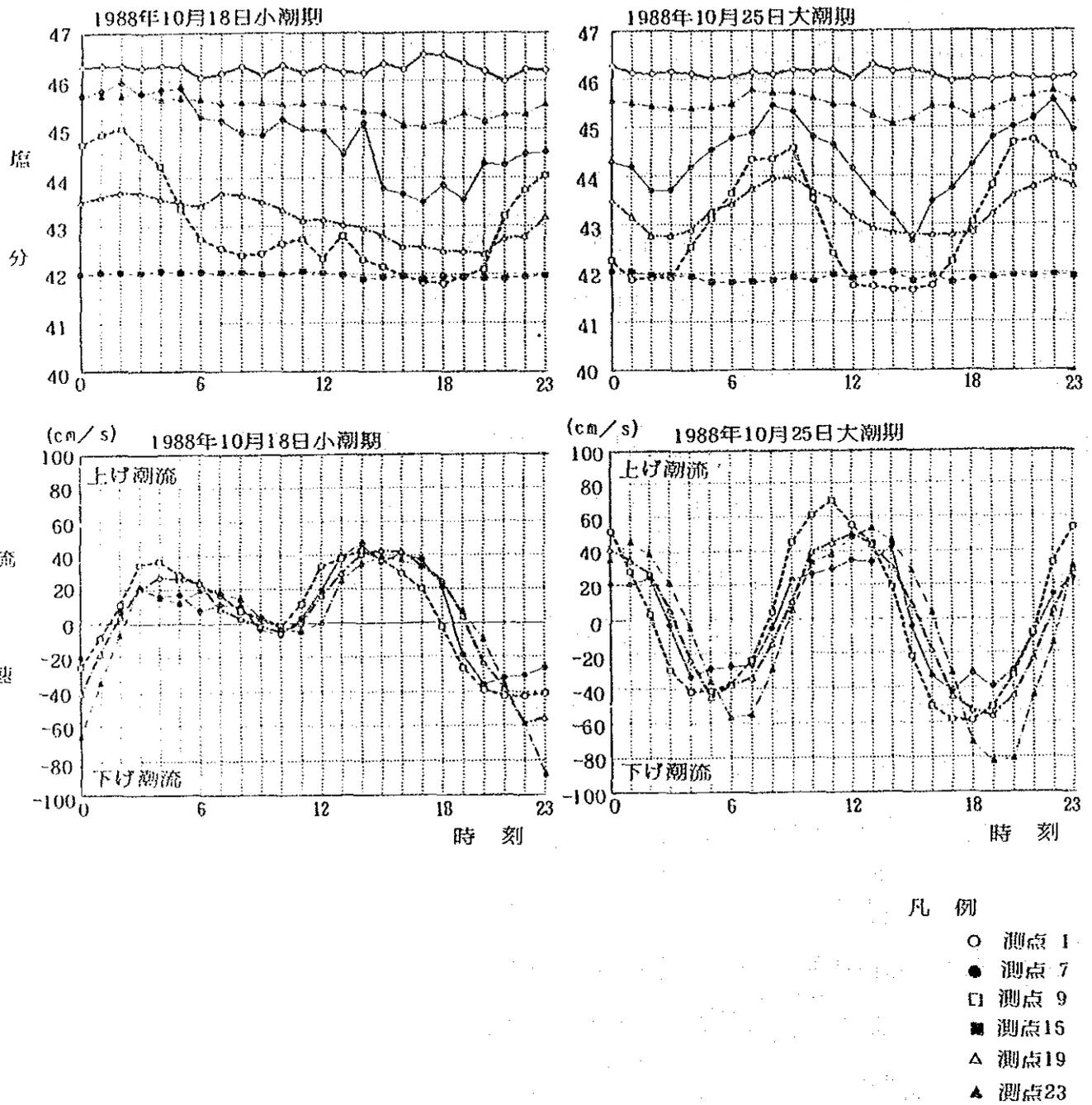


図 3.5.2 塩分変化と流況変化の関係

2) 第3回海象調査

図3.5.3 に代表地点における日平均塩分の推移を、表3.5.2 に定点連続塩分観測の集計結果を示す。

これによると、塩分値は41.38 ～47.21 の範囲にあり、最大値は取水口前面の測点 1 で、最小値は沖合の測点15でみられた。

平均値で見ると、沖合の測点15で最も低く、取水口前面の測点1で最も高い値を示していた。

第2回海象調査の結果と同様、各測点とも、調査開始時と終了時における塩分値にそれほど大きな差異は見られず、長期的変動が小さいのに対し、測点1及び15を除く測点では、短期的な周期変動が大きいのが特徴的であった。すなわち、1日あるいは半日の周期で1～3程度の塩分値の変動がみられた。

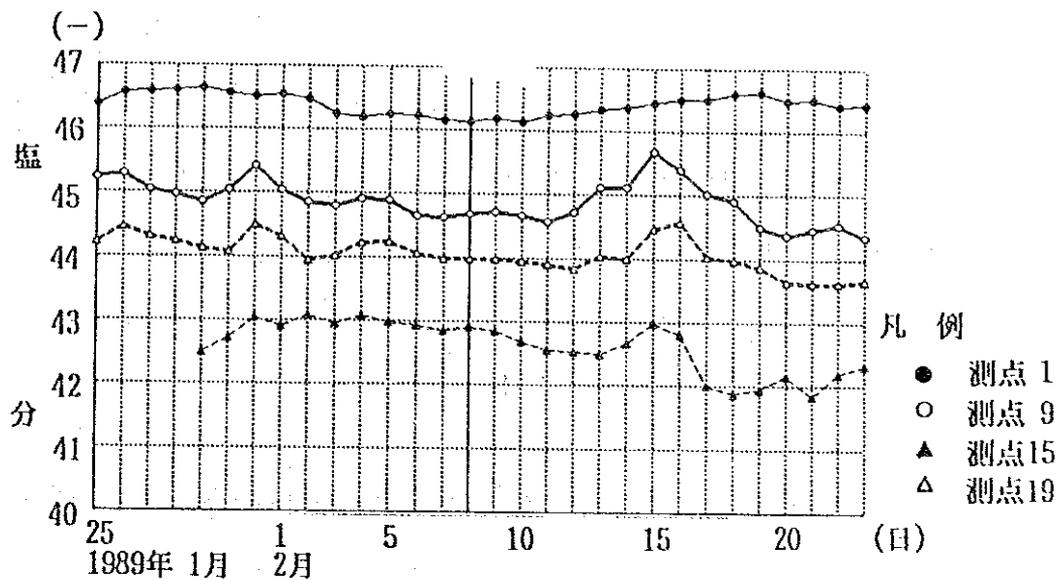


図 3.5.3 第3回海象調査・代表地点の日平均塩分の推移

表 3.5.2 第3回海象調査・定点連続塩分観測の集計結果

測点	最大値	最小値	平均値	調査期間
1	47.21	45.82	46.37	1/25 ~ 2/23
7	46.68	43.85	45.58	1/25 ~ 2/ 8
9	46.72	42.87	44.85	1/25 ~ 2/23
15	43.44	41.38	42.62	1/29 ~ 2/27
19	45.64	43.20	44.03	1/25 ~ 2/23
20	46.23	44.20	45.34	2/11 ~ 2/26
21	46.63	45.41	46.06	2/11 ~ 2/26
23	47.13	44.78	45.82	1/25 ~ 2/23

(6) まとめ

- ・全期間での塩分値は、夏季は41.42～47.22、冬季は41.38～47.21の範囲にあり、いずれも40以上の塩分値を示していた。夏季に比べ冬季でやや高い傾向にあるが、その変動幅は比較的小さかった。
- ・平均値で見ると、沖合で最も低く、Channel内そして、取水口前面と調査海域奥部ほど高く、特に取水口前面は常時、高塩分域となっていることが分かった。
- ・塩分の変動には約1日あるいは半日の明確な周期変動がみられ（沖合および取水口前面の測点は除く）、塩分値で1～3程度の変動を示していた。

3.5.2 鉛直分布観測

(1)目的

アブダビ島周辺海域及びUmm Al Nar Station の取水口近傍における塩分の鉛直的な分布傾向を明らかにする。

(2)調査位置

水温鉛直分布観測と同じ。

(3)調査日時

水温鉛直分布観測と同じ。

(4)調査方法

本調査は水温及び潮流（鉛直）調査と同時に実施した。

図3.5.4 に示すように観測船から北原式採水器（難合社製）を用いて採水した試料をサリノメーターにて測定した。観測層は原則として上層、中層、下層の3層とした。

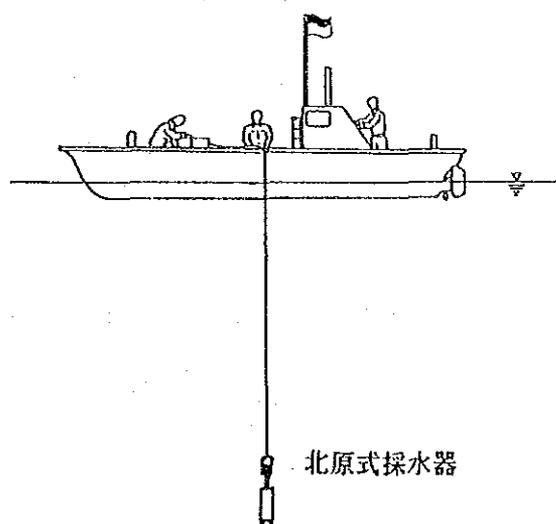


図 3.5.4 塩分鉛直分布観測の実施状況

(5) 観測結果

1) 第2回海象調査 1988年10月25日 下げ潮時

表3.5.3(1)に塩分の最大・最小・平均値を層別に、表3.5.4(1)に塩分の鉛直較差を示す。

これによると、塩分は全測点全層で41.68～48.76の範囲にあり、平均値は44.60であった。

上下層間での塩分差は下表からも分かるように全体的に小さく、Umm Al Nar Station 放水口の北方2km付近の測点3における観測値が、上層に比べて下層で2.7高い他は、測点毎にはほぼ一様な鉛直分布を示していた。

表 3.5.3(1) 塩分の層別集計結果

(1988年10月25日)

観測層 \ 項目	最大値 (-)	最小値 (-)	平均値 (-)
0.3 m	48.76(測点2)	41.72(測点12)	44.70
3.0 m	45.93(測点1-E)	41.68(測点12)	44.55
底上1m	46.54(測点3)	41.74(測点12)	44.80
全層	48.76	41.68	44.60

表 3.5.4(1) 塩分の鉛直較差による測点区分

塩分の鉛直較差が < 0.5 の測点	塩分の鉛直較差が ≥ 0.5 の測点
1-A, 1-B, 1-C, 1-D, 1-E, 1-F 1-G, 1-H, 1-I, 4, 5, 7, 9, 12 16, 19, 20, 24	3, 6, 15, 25

2) 第2回海象調査 1988年10月26日 上げ潮時

表3.5.3(2)に塩分の最大・最小・平均値を層別に、表3.5.4(2)に塩分の鉛直較差を示す。

これによると、塩分は全測点全層で41.59～48.31の範囲にあり、平均値は44.52であった。

上下層間での塩分差は全体的に小さく、下げ潮時同様、測点毎にほぼ一様な鉛直分布を示していた。

表 3.5.3(2) 塩分の層別集計結果

(1988年10月26日)

観測層 \ 項目	最大値 (-)	最小値 (-)	平均値 (-)
0.3 m	48.31(測点2)	41.59(測点12)	44.65
3.0 m	45.89(測点25)	41.59(測点12)	44.54
底上1m	45.89(測点25)	41.61(測点12)	44.61
全層	48.31	41.59	44.52

表 3.5.4(2) 塩分の鉛直較差による測点区分

塩分の鉛直較差が < 0.5 の測点	塩分の鉛直較差が ≥ 0.5 の測点
1-A, 1-B, 1-C, 1-D, 1-E, 1-F 1-G, 1-H, 1-I, 4, 5, 6, 7, 9, 12 15, 16, 19, 20, 24, 25	3

3) 第3回海象調査 1989年2月2日 下げ潮時

表3.5.3(3)に塩分の最大・最小・平均値を層別に、表3.5.4(3)に塩分の鉛直較差を示す。

これによると、塩分は全測点全層で42.97～48.91の範囲にあり、平均値は45.54であった。

上下層間での塩分差は全体的に小さく、Umm Al Nar Station 放水口の北側の測点3、5、6、7を除けば測点毎にほぼ一様な鉛直分布を示していた。

表 3.5.3(3) 塩分の層別集計結果

(1989年2月2日)

観測層 \ 項目	最大値 (-)	最小値 (-)	平均値 (-)
0.3 m	48.91(測点2)	43.03(測点15)	45.49
3.0 m	46.50(測点1-D)	42.97(測点15)	45.39
底上1m	47.56(測点7)	43.20(測点15)	45.76
全層	48.91	42.97	45.54

表 3.5.4(3) 塩分の鉛直較差による測点区分

塩分の鉛直較差が < 0.5 の測点	塩分の鉛直較差が ≥ 0.5 の測点
1-A, 1-B, 1-C, 1-D, 1-E, 1-F 1-G, 1-H, 1-I, 4, 9, 12, 15, 16 19, 20, 24, 25	3, 5, 6, 7

4) 第3回海象調査 1989年2月8日 上げ潮時

表3.5.3(4)に塩分の最大・最小・平均値を層別に、表3.5.4(4)に塩分の鉛直較差を示す。

これによると、塩分は全測点全層で42.99 ~ 48.67 の範囲にあり、平均値は45.66であった。

上下層間での塩分差は全体的に小さく、下げ潮時同様、測点毎にほぼ一様な鉛直分布を示していた。

表 3.5.3(4) 塩分の層別集計結果

(1989年2月8日)

観測層 \ 項目	最大値 (-)	最小値 (-)	平均値 (-)
0.3 m	48.67(測点2)	43.03(測点15)	45.71
3.0 m	46.31(測点25)	42.99(測点15)	45.59
底上1m	47.06(測点3)	43.06(測点15)	45.69
全層	48.67	42.99	45.66

表 3.5.4(4) 塩分の鉛直較差による測点区分

塩分の鉛直較差が <0.5 の測点	塩分の鉛直較差が ≥0.5 の測点
1-A, 1-B, 1-C, 1-D, 1-E, 1-F 1-G, 1-H, 1-I, 4, 12, 15, 16 19, 20, 24, 25	3, 9

(6) まとめ

- ・塩分値は、沖合で最も低く、湾口部、水路内、湾奥部と順次高くなり、放水口で最高値を示していた。
- ・上下層間での塩分差は、夏季、冬季とも非常に小さかった。
- ・全体的に上下層間での塩分差が小さいなかで、Umm Al Nar Station 放水口の北側では、上層に比べ・下層で高くなる傾向がみられた。また、水温の項で示したように、同測点では上層に比べ中・下層が1～2℃程度高い水温値を示しており、これから求めた比重の値は、上層が1.028～1.034、中層が1.028～1.034、下層が1.029～1.034と、下層が上・中層に比べわずかに大きいものの、上層から下層までほぼ同様であることを示していた。以上の結果及び潮流鉛直分布結果より、上げ潮時には上層水は放水口方向へ流れ、それに伴い放水口近傍では沈降流が生じ、中・下層では上層と逆に北方へ流れることを示していた。すなわち、放水口から放出される高温・高塩分の排水が、放水口より潜り込む形で北方海域へ流出していくことを示唆している。