

南西諸島

大度海岸

潮流観測報告

平成 21 年 3 月

第十一管区海上保安本部

## 1. 目的

平成 20 年度海洋情報業務計画に基づき、マリンレジャー海域における海難防止及び安全対策の向上のため、流速計を設置しての 32 昼夜潮流観測を行う。観測後、得られたデータを解析して調和定数等を算出し、この海域における流況を把握するとともにこれらの解析結果を一般利用者等へ情報提供する。

## 2. 観測概要

### (1) 観測海域

第 1 図（観測海域図）に示す海域

### (2) 観測期間

平成 20 年 5 月 30 日～平成 20 年 7 月 9 日（41 日間）

### (3) 使用した船舶又は航空機の種別又は名称

測量船「おきしお」及び現地用船一隻

### (4) 観測方法

資料番号	280711	280712	280713
観測期間	2008. 6. 2～7. 7	2008. 5. 30～7. 9	
流速計設置点 (世界測地系)	26° 05' 21" N 127° 42' 28" E	26° 05' 13" N 127° 42' 20" E	26° 05' 09" N 127° 42' 27" E
観測層	0.5m 層	5.0m 層	2.0m 層
水深	1.2m	6.0m	2.8m
測定間隔	10 分	10 分	10 分
流速計の種類	ACM-8M(78A)	ACM-8M(237)	Wave Hunter (165)

資料番号	280714	280715
観測期間	2008. 5. 30～7. 9	
流速計設置点 (世界測地系)	26° 05' 13" N 127° 42' 39" E	26° 05' 05" N 127° 42' 28" E
観測層	7.0m 層	1～20m 層 1m 間隔
水深	7.8m	23m
測定間隔	10 分	10 分
流速計の種類	Wave Hunter (166)	WH-ADCP(1200kHz)

\* 設置方法は、第 2-1 図（流速計設置要領図）を参照。

\* 観測層は、海底設置型によるため、最低水面からのおおよその層を表している。

\* その他、潮流観測にあわせ、測量船「おきしお」による ADCP 観測（第 3 図）及び DGPS 漂流ブイを用いた漂流ブイ観測（第 2-2 図）による流況調査を実施。

### 3. 観測経過

5月30日、測量船「おきしお」、現地用船及び潜水土により、第1図に示す4測点280712, 280713, 280714, 280715（以下「712, 713, 714, 715」という）に流速計等を設置した。なお、当該海域は南側に開けた海域であり、2ヶ所の発達したリーフギャップが存在する。本文中ではそれぞれ「リーフギャップ（西側）」、「リーフギャップ（東側）」と称する（第1図）。

6月2日、担当官により、第1図に示す測点280711（以下「711」という）に流速計等を設置した。

測点の位置は、「リーフカレント」（リーフ内からリーフの切れ目（以下、「リーフギャップ」と言う。）に向かい、リーフ外に流れる離岸流の一種）の流況も把握出来るよう、リーフの形状からリーフカレントの発生が想定される場所を選定した（第1図）。

711は、単層の観測に対応するACM-8M(78A)1機及び水位計をリーフ内に設置した。

712は、ACM-8M(237)1機をリーフギャップ（西側）の近くに設置した。

713は、波高等が観測できるWaveHunter(165)1機をリーフギャップ（東がウェア）の近くに設置した。

714は、WaveHunter(166)1機をリーフ外に設置した。

715は、多層の観測に対応するWH-ADCP(1200Hz)及び水位計をリーフ外に設置した。

6月3日～5日、9～10日は、付近海域の流況調査として、測量船「おきしお」によるADCP観測及びDGPS漂流ブイを用いた漂流ブイ観測を行った。

なお、6月3日の漂流ブイ観測前に各流速計の設置状況の確認を行ったところ713及び714において設置した観測機器が転倒している様子が確認されたため、潜水土と調整を行い6月6日に再設置作業を行った。

6月13日は、測量船「おきしお」、現地用船及び潜水土により設置状況を確認した結果、良好であった。

6月11～12日、16日、24日は、陸上から当該海域を10分毎に写真撮影、DGPSにより、潮汐推算上0m時におけるリーフの形状の計測及び風向・風速観測を行った。

7月7日、担当官により、711の流速計等を揚収した。

7月10日、測量船「おきしお」、現地用船及び潜水土により残る全ての流速計等を揚収し、32昼夜観測を終了した。

### 4. 観測結果

流速計を設置した潮流観測の結果並びにADCP及び漂流ブイによる流況調査の結果を示す。

#### (1) 水位・流速及び有義波高・平均波向…第4-1図～第4-3図

6月22日08:50頃、当該海域においてサーファー等3名が陸岸に戻れなくなったものの、約1時間後、無事に救助される事案が発生した。当該事案は、本観測海域においてリーフカレントが発達したことを示していることから、観測データによる検証を行った。

事案発生日のリーフギャップ（西側）に設置した712のStick Diagram（第4-1

図) は、08:50 頃から、約 0.2~0.4kn のリーフカレントを示しているが、流向・流速ともに不安定で発生時間も 2 時間程度と短いものであった。その原因は、リーフ内の地形が西から 1/5 あたりで南北に遮蔽するように浅瀬 (第 1 図) が存在しており、リーフギャップ (西側) に続くリーフ内の海水の量が少ないためと推察される。

また、リーフギャップ (東側) に設置した 713 の Stick Diagram (第 4-1 図) は、約 0.4~0.8kn のリーフカレントが 10:00 頃から 6 時間以上連続して発生している様子を示した。

712、713 は、ともにリーフカレントの発生を捉えているものの、712 は、流向・流速がともに不安定であること、713 は、リーフカレント発生時間が救助後であり、タイムラグが約 1 時間あることから、712、713 の Stick Diagram は、海底に設置した流速計が表層のリーフカレントの様子を捉えているとは考えにくい。

そこで、リーフ内の 711 及びリーフ外の 715 に設置した水位計の観測値 (第 4-1 図) を示す。

この図は、リーフ内外の水位が静穏な日の満潮時にほぼ一致するものとして調整し示したものである。

一般的に水位は、低潮時にリーフ内外に水位差が生じて潮汐性のリーフカレントが発生しやすく、高潮時は、水位差が解消されて潮汐性のリーフカレントは発生しにくいとされている。

しかし、事案発生時は、リーフ内の水位がリーフ外の水位に比べて、終日高い状態が続いている。この水位差が生じる原因として、リーフ外からの波浪の打ち込みが考えられる。713、714 において観測された有義波高・平均波向の Stick Diagram (第 4-1 図) を見ると、713 は、04:00 頃から北に向かう有義波高が 0.8m を超え始めた。714 は、02:00 頃から同様の有義波高を示した。

その後、713、714 における有義波高・平均波向の Stick Diagram は、11 時~12 時頃に 1.6m 前後で有義波高のピークを迎えた後、終日、北へ向かう 0.8m 以上の有義波高が連続して発生している様子を示した。

このことから、02:00~04:00 頃にかけて南からの有義波高 0.8m 以上の波浪がリーフ内に海水を供給し始め、リーフ内外で水位差が生じたことにより、海難発生時間において表層では既にリーフカレントが発生していたと考えられる。

加えて、リーフギャップでは、上層と下層でリーフカレントの発生時間に差が生じていると考えられる。

同様の観測データを用いて全観測期間を検証してみると、当該海域におけるリーフカレントの特徴として、次のことが上げられる。

- ・ 沖 (南) から陸岸 (北) に向かう 0.8m 以上の有義波高が連続している時に卓越したリーフカレントが発生している。
- ・ 高潮時でも、水位差によりリーフカレントが発生している場合がある。
- ・ リーフギャップでは、上層と下層でリーフカレント発生時間の差が生じる。

以上の検証結果から、当該海域は、「潮汐性のリーフカレント」に比べ卓越した「波浪性のリーフカレント」が発生する海域と言える。

さらに、当該事案発生後の 6 月 24 日 (第 4-2 図) は、陸岸から観測海域の写真

観測（第 4-3 図）を行っておりリーフカレント発生時の海面の様子を捉えることができた。この観測からリーフカレントが発生している時の目安として

- ・ リーフギャップを遮るように発達したリーフ（第 1, 4-3 図）が見え始める頃にリーフカレントが最強流速を迎える。

と言える。

(2) 時系列変化図（潮流及び水温）…第 5-1 図～第 5-9 図

流れについては、単層観測を実施した 712 及び 713 では、測点毎に全ベクトル図（流速ベクトル(Stick Diagram)、25 時間移動平均(Running Mean)、北方分速・東方分速ベクトル(N-comp、E-comp))を一つの図にまとめた(第 5-1 図、第 5-2 図)。

なお、711 及び 714 は、観測機器の不調により欠測とした。

多層観測を実施した 715 においては、各層の流れが比較できるよう各種のベクトル図毎に分けて表示した(第 5-3 図～第 5-6 図)。

水温については、全測点が比較できるようにまとめた(第 5-7 図～第 5-9 図)。

① 流速ベクトル(Stick Diagram)，北方分速・東方分速ベクトル(N-comp、E-comp)

712（第 5-1 図）は、リーフギャップ(西側)付近に設置した測点である。全観測期間をとおり不安定な流れで、流速は、最大で約 0.8kn（リーフカレント発生時）、平均で 0.1kn 弱の流れであった。

713（第 5-2 図）は、リーフギャップ(東側)に設置した測点である。全観測期間をとおり安定した南北流を繰り返す潮流成分が見られた。712 にくらべリーフカレント発生時期には、リーフギャップ（東側）から沖に向かう南方成分が顕著に観測された。流速は、最大で約 1.0kn（リーフカレント発生時）、平均で約 0.3kn の流れであった。

715（第 5-3, 5, 6 図）は、リーフギャップ(東側)の沖合にあたり多層観測に対応した流速計 (WH-ADCP) を設置した水深の深い観測点である。設置点がリーフギャップから遠いため、各観測層ともリーフカレント発生時は、その影響が認められず、陸岸に沿った東西成分が卓越した流れが主に認められた。流速は最大で約 0.4kn（5m 層）、平均で約 0.2kn（5m 層）の流れであった。

② 25 時間移動平均流速ベクトル (Running Mean)

712（第 5-1 図）は、期間を通して微弱な流れであった。

713（第 5-2 図）は、期間を通して微弱な流れであったが、6 月 7 日、7 月 22 日～7 月 26 日の間、発生しているリーフカレントは、潮流成分を除いた残差流として安定して現れている。

715（第 5-4 図）は、期間を通して微弱な流れであった。

③ 水温 (Temperature Data)

リーフ内に設置した 711（第 5-7 図）の水温は、日中は水温が上昇し、夜間は水温が低下する周期であった。6 月 18 日から 20 日及び 7 月 2 日から 4 日の静穏な大潮に掛けてその差は大きく 4～5°C 程度の変動幅が見られ、6 月 6～7 日及び 22～26 日の波浪が大きくリーフカレントが発達している時期にかけてその差は小さ

く 2℃程度の変動幅が見られる傾向が認められた。またリーフ外の観測点（第5-7～9図）は、1日の温度差が約2～3℃であった。

(3) 流向別頻度図及び流速別頻度図…第6-1図～第6-2図

第6図に、流向別頻度図及び流速別頻度図を示した。

712, 713 (第6-1図) の流速は slight を含む 0.2kn 未満が、ほぼ全体を占めている。流向について、712 は、西方向の流れが約 30%と卓越している。

713 は、0.19kn 以下の沖合からリーフギャップ（東側）に向かう北東方向の流れが、ほぼ半数を占めているが、0.2kn 以上の速い流れは、概ねリーフギャップ（東）から沖合へ向かう南方向に流れた。

715 (第6-1, 2図) は、各層で 0.05～0.19kn の流速及び 0.20～0.39kn の流速で全体の大半占めているが、下層に行くに従って 0.05～0.19kn の流速が増え 0.20～0.39kn の流速が減っている。流向は、各層とも陸岸に沿った東西方向を示した。

(4) 気象データ…第7図

6月11日、12日、16日及び24日に、観測海域付近の陸岸において、気象観測として風向・風速の観測を実施した。この観測値と観測海域に近い気象庁所管の測候所等（那覇、安次嶺、糸数）の観測値についてそれぞれ相関を求めた。

測候所等	相関係数	
	北方成分	東方成分
那覇	0.80	0.06
安次嶺	0.76	0.04
糸数	0.81	-0.09

最も相関の高い那覇測候所のデータを用いて全観測期間における、時系列変化図 (Stick Diagram of Wind)、風向別頻度図 (Current Rose Diagram) 及び風速別頻度図 (第7図) を示した。

なお、流れの図との整合をとるため、北を上方向として風の吹き去る方向を示している

① 風速ベクトル

観測期間中は、南寄りの風が大半を占めた。また、前線通過時には、風速が 6～7m/s を超えた。

② 風向別頻度図及び風速別頻度図

南方よりの風が大半を占め風速は、0.05～2.99m/s が約 15%、3.00～5.99m/s が約 60%、6.00～8.99m/s が約 20%を占めた。

(5) 調和分解…第1-1表～第1-2表

① 計算期間

測点 712、713、715

平成 20 年 6 月 7 日～平成 20 年 7 月 9 日までの 32 昼夜調和分解

② 計算結果

第1表に、測点 712, 713, 715 の潮流調和定数を示した。

主要四分潮 ( $M_2, S_2, K_1, O_1$ ) の振幅の和、及び日周潮と半日周潮との振幅の比率 ( $K_1 + O_1$ ) / ( $M_2 + S_2$ ) で表した潮型を下表に示した。結果、712、713 及び 715 の各層は、全て混合潮型であった。

測点	層	和(kn)	比率	測点	層	和(kn)	比率
712	5.0m	0.04	0.41	715	3m	0.44	0.42
713	2.0m	0.16	0.36		5m	0.41	0.43
					10m	0.30	0.54
					15m	0.14	0.66

715 は、下層になるに従い振幅の和が弱まっていく。

また、 $M_2$  に対する  $S_2, K_2, N_2$  の理論的比率 ( $S_2:0.47, K_2:0.13, N_2:0.19$ ) についても検証したところ、712 の  $S_2, N_2$  の比率が高い値を示す以外は、全て理論的比率の近似値を示した。

(6) 恒流図…第8図

第8図に、各測点の恒流図を示した。多層観測の測点 715 においては表層下 5m の流れを記した。また、流速が弱いため、0.05kn 未満も Slight とせず矢符を表示した。

最大で、0.06kn の流速を示す結果を得た。流向は、入り込んだ測点に設置した 712 が西向きを示したが、713、714 は、西から東へ向かう流れとなった。

(7) 最大流況図…第9図

第9図及び下表に、推算上の上げ潮・下げ潮の最大流速値(日周潮+半日周潮+1/4日周潮)を示した。但し、測点 715 においては、底上 18m(水深約 5m) の値を記した。

測点	712	713	715
上げ潮流向(°)	13	12	264
上げ潮最大流速(kn)	0.01	0.11	0.34
測点	712	713	715
下げ潮流向(°)	170	180	81
下げ潮最大流速(kn)	0.05	0.18	0.39

東西のリーフギャップにおいて、上げ潮時に、リーフ外からリーフギャップをとおしてリーフ内に海水が供給され、下げ潮時にリーフギャップをとおしてリーフ外に海水が流出する流れとなった。

(8) 大潮平均流況図…第10-1図～第10-3図

第10図に、那覇港の潮位を基準として、大潮期の平均流況(半日周潮+1/4日周潮)を、那覇港の高潮時から次の高潮時1時間前まで1時間毎に12図にまとめた。日周潮及び恒流成分は含めていない。また、0.05kn 未満は、slight とせず、流速を表示し

た。なお、那覇港と、観測海域近傍の奥武港との潮時差は-25分である。

下げ潮時は、特に、高潮3時間後から低潮時(第10-1,2図)に掛けてリーフ内の海水がリーフギャップ(東側)から沖合へ流出し、沖合では顕著な東流を示した。同潮時帯にかけて、リーフギャップ(東側)から海水が流出する微弱な潮汐性のリーフカレントが発生していると思われる。また、下げ潮時全般における最大流速は、低潮2時間前(第10-2図)で流速は約0.2knである。

上げ潮時は、リーフギャップからリーフ内に向かう弱い流れが見られた。上げ潮時全般における最大流速は、低潮3時間後(第10-3図)で0.3kn弱程度であった。

低潮時まで続いたリーフ外向きの海水流出は、高潮時に向かうにつれ反転して、微弱な流れとなりリーフ内向きへ海水流入が見られた。

(9) 流況調査結果(ADCP観測及び漂流ブイ観測)…第11-1図～第11-7図及び第12-1図～第12-2図  
潮流観測にあわせて6月3日～5日、9日～10日の5日間、測量船「おきしお」によるADCP観測及びDGPS漂流ブイを用いた漂流ブイ観測による流況調査を実施した。

① ADCP観測…第11-1図～第11-7図

下げ潮時(高潮時から低潮時)の観測によると、陸岸に沿うような東流が見られた。また、低潮2時間前ごろ(第11-5図)から観測海域東方で東流から西流へ転流し始めている様子が見られた。

上げ潮時(低潮時から高潮時)の観測によると、転流し西流が発達し始める様子が見られた。

観測された最大流速は、下げ潮時に東流0.9kn、上げ潮時に西流0.5knであった。また、ADCP観測実施時における、各流速計の観測値を掲載した。

② 漂流ブイ観測…第12-1図～第12-2図

上げ潮(低潮～3時間後6月3日)の観測によると、低潮時(12:15～13:40)は転流中で東流に加え、西寄りの風の影響を受けて東の0.3～0.4knで漂流ブイが流れた。その後、転流(13:50～14:50)し西流となるも、西寄りの風に相殺され漂流ブイは0.1knと微速で西向きに流れた。

上げ潮(低潮1時間後～3時間後6月4日)の観測によると、北寄り5m/sの風の影響を大きく受け、漂流ブイは0.3kn弱で南向きに流れた。

下げ潮(低潮2時間前～低潮時6月4日)の観測によると、東流と北北東寄りの風の影響を受け、漂流ブイは0.5kn弱の南東向きに流れた。

下げ潮(低潮3時間前～低潮時6月5日)の観測によると、低潮3時間前～低潮2時間前(11:10～12:09)の1時間は、東流と北西寄り2m/sの風の影響を受け0.5kn前後の東南東向きに漂流ブイが流れた。その後、低潮1時間前～低潮時(13:30～14:30)の1時間は、南東寄り5m/sの風の影響を受け0.2～0.4kn前後のリーフに沿った西南西向きに漂流ブイが流れた。

5. あとがき

今回の観測海域は、一年を通してマリンレジャーを楽しむ人が多い海域であるばかり



でなく、多くの海難が発生している海域でもある。今年度は、本観測中にサーファー3名が流され観測機器の位置を示す目印ブイにつかまり無事に救助された事案に始まり、観測終了後の平成20年9月にも、サーファー3名が沖に流され帰れなくなり、当庁航空機に救助された事案などが発生した。

また、過去に遡ってみると、平成18年9月には、シュノーケリング中の男性1名が沖に流され死亡した事案が発生している。

過去の海難事案から、リーフカレントの発生が十分に予見される当該観測海域における観測は、その現象を捉えるため観測期間をこれまでの倍となる32昼夜観測とした。

観測の結果、リーフギャップ（東側）付近でリーフカレントの発生を捉えることに成功し、リーフ外2カ所に設置した波高・波向計及びリーフ内外2カ所に設置した水位計のデータの解析結果から当該観測海域の特徴として、

- ・ 沖（南）から陸岸（北）に向かう0.8m以上の有義波高が連続している時に卓越したリーフカレントが発生している。（「波浪性のリーフカレント」）
- ・ 高潮時でも、水位差によりリーフカレントが発生している場合がある。
- ・ リーフギャップでは、上層と下層でリーフカレント発生時間の差が生じる。

が示された。

また、今回初めて取り組んだ写真観測は、リーフカレントが発生している海域の様子を示すことができ、海域利用者に一定のリーフカレント発生基準として、

- ・ リーフギャップを遮るように発達したリーフ（第1,4-3図）が見え始める頃にリーフカレントが最強流速を迎える。

を示した。

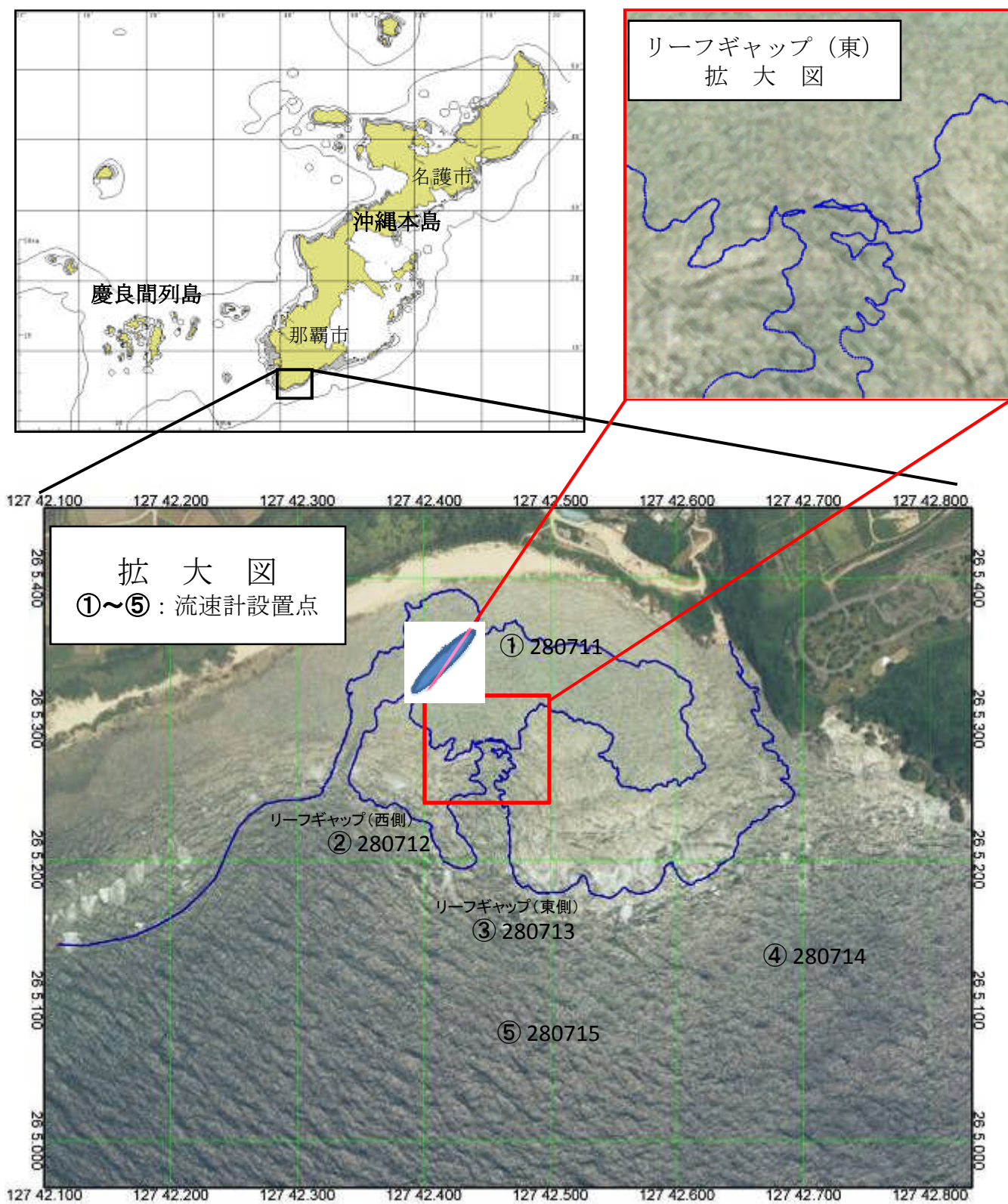
しかし、今回使用した観測機器は、全て海底設置であったため表層の流れを捉えているとは言い難く、表層の流れを観測するための設置及び解析方法が今後の課題として、残された。

最後に、今回の潮流観測実施に際し、観測に協力していただいた地元関係者及び気象データを提供していただいた沖縄気象台に対して感謝の意を表す。

## 図索引

- 第 1 図 観測海域図
- 第 2-1 図 流速計設置要領図
- 第 2-2 図 漂流ブイ概要
- 第 3 図 ADCP 観測測線図
- 第 4-1~2 図 水位差、流向・流速及び有義波高・波高
- 第 4-3 図 水位差、流向・流速及び写真観測
- 第 5-1 図 測点 280712 Stick Diagram, Running Mean (25hours), N-comp, E-comp
- 第 5-2 図 測点 280713 Stick Diagram, Running Mean (25hours), N-comp, E-comp
- 第 5-3 図 測点 280715 Stick Diagram
- 第 5-4 図 測点 280715 Running Mean (25hours)
- 第 5-5 図 測点 280715 N-comp Layer 3~15m
- 第 5-6 図 測点 280715 E-comp Layer 3~15m
- 第 5-7 図 測点 280711~280712 Temperature Data
- 第 5-8 図 測点 280713~280714 Temperature Data
- 第 5-9 図 測点 280715 Temperature Data
- 第 6-1 図 測点 280712~280713 Current Rose Diagram
- 第 6-2 図 測点 280715 Current Rose Diagram Layer 3~5m
- 第 6-3 図 測点 280715 Current Rose Diagram Layer 10~15m
- 第 7 図 気象データ
- 第 8 図 恒流図
- 第 9 図 最大流況図  $M_1+M_2+M_4$  (日周潮+半日周潮+1/4日周潮)
- 第 10-1 図 大潮平均流況図  $M_2+M_4$  (半日周潮+1/4日周潮) 那覇港高潮時~
- 第 10-2 図 大潮平均流況図  $M_2+M_4$  (半日周潮+1/4日周潮) 那覇港低潮2時間前~
- 第 10-3 図 大潮平均流況図  $M_2+M_4$  (半日周潮+1/4日周潮) 那覇港低潮2時間後~
- 第 11-1 図 ADCP 観測 停潮時 6月9日、ADCP 観測 下げ潮時 6月9日
- 第 11-2 図 ADCP 観測 下げ潮時 6月10日、ADCP 観測 下げ潮時 6月10日
- 第 11-3 図 ADCP 観測 下げ潮時 6月9日、ADCP 観測 下げ潮時 6月9日
- 第 11-4 図 ADCP 観測 下げ潮時 6月5日、ADCP 観測 下げ潮時 6月5日
- 第 11-5 図 ADCP 観測 下げ潮時 6月4日、ADCP 観測 下げ潮時 6月4日
- 第 11-6 図 ADCP 観測 下げ潮時 6月3日、ADCP 観測 下げ潮時 6月4日
- 第 11-7 図 ADCP 観測 下げ潮時 6月3日、ADCP 観測 下げ潮時 6月4日
- 第 12-1~2 図 流況調査-漂流ブイによる観測
- 第 1-1 表 潮流調和定数表 測点 280712、280713、280715
- 第 1-2 表 潮流調和定数表 測点 280715

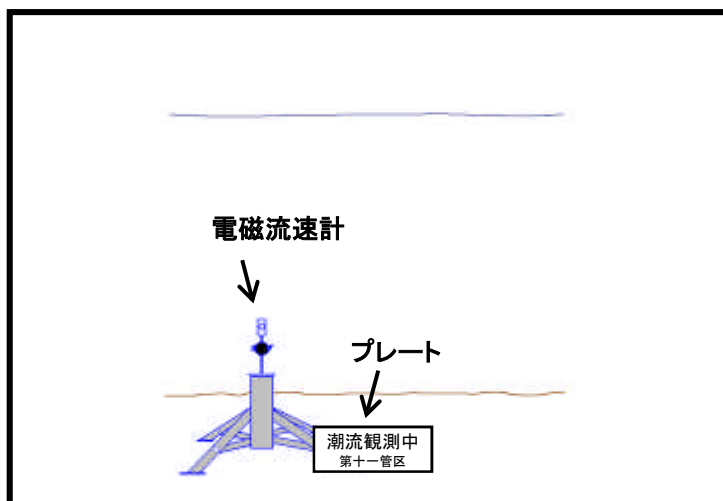
# 観測海域図



# 流速計設置要領図

第2-1図

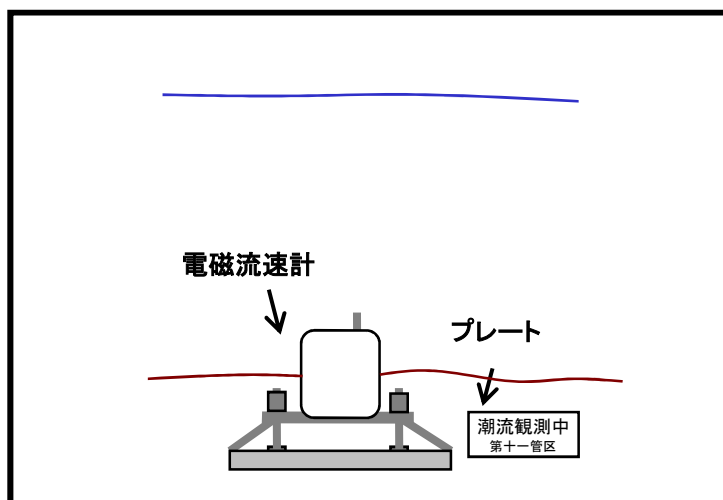
測点：280711+水位計， 280712 ACM-8M



ACM-8M 及び  
Wave Hunterの概要

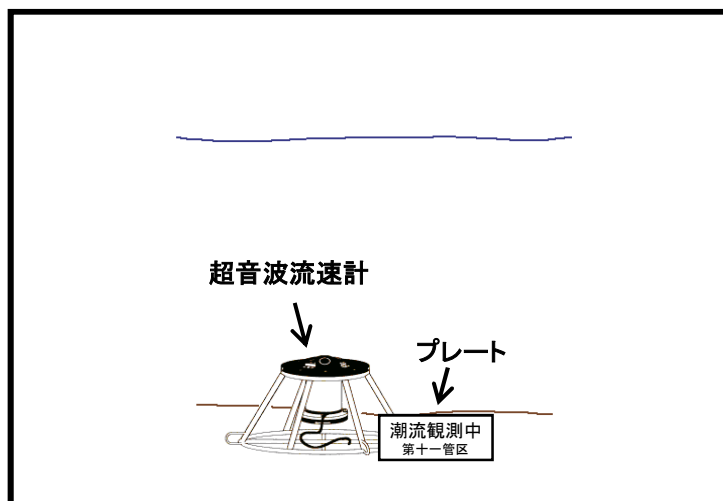
【測定方法】  
本体にあるセンサー部付近の磁界を、流体が切ることにより発生する電圧を利用した単層観測が可能

測点：280713, 280714 Wave Hunter



【運用方法】  
水深が浅いリーフ内の観測に運用

測点：280715 WH-ADCP+水位計



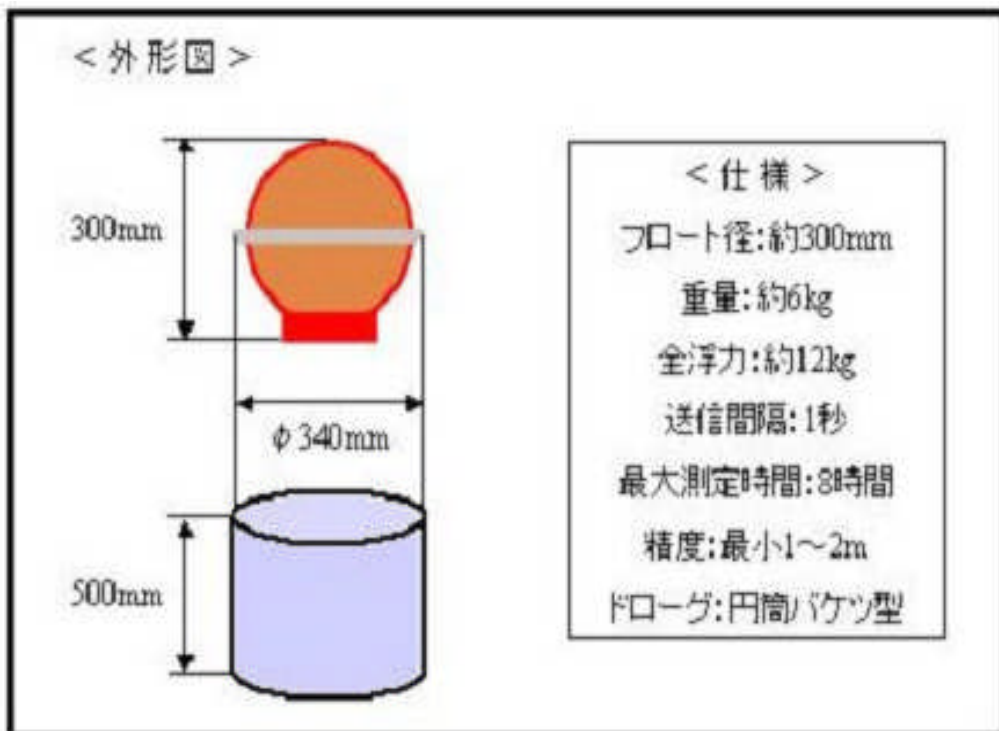
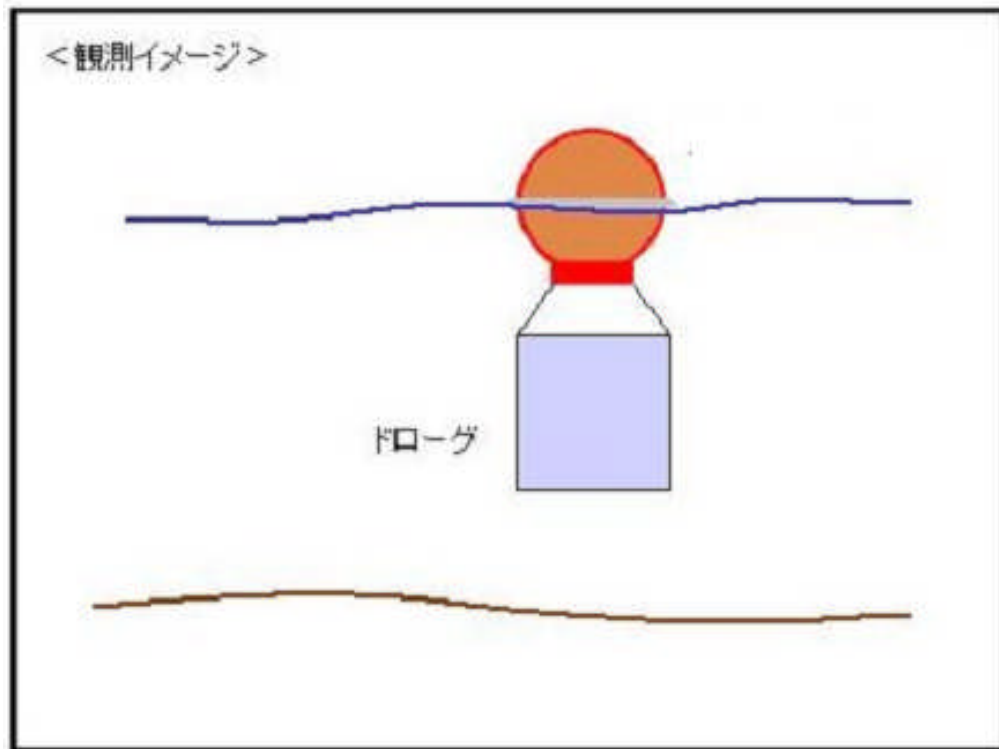
WH-ADCPの概要

【測定方法】  
音波によるドップラー効果を利用した多層観測が可能

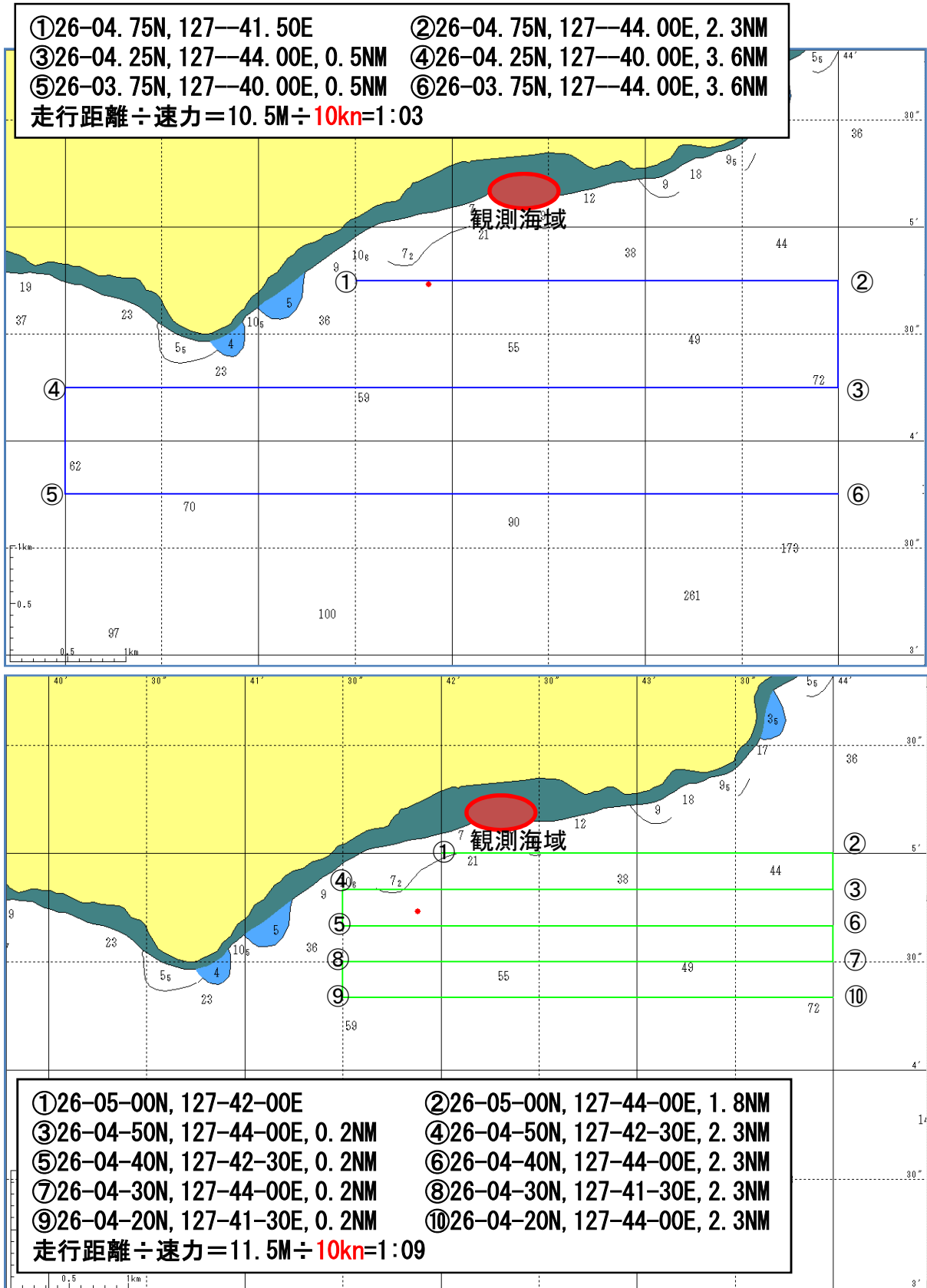
【運用方法】  
水深があるリーフギャップ付近の観測に運用

# 漂流ブイ観測概要図

第2-2図



# ADCP観測測線図

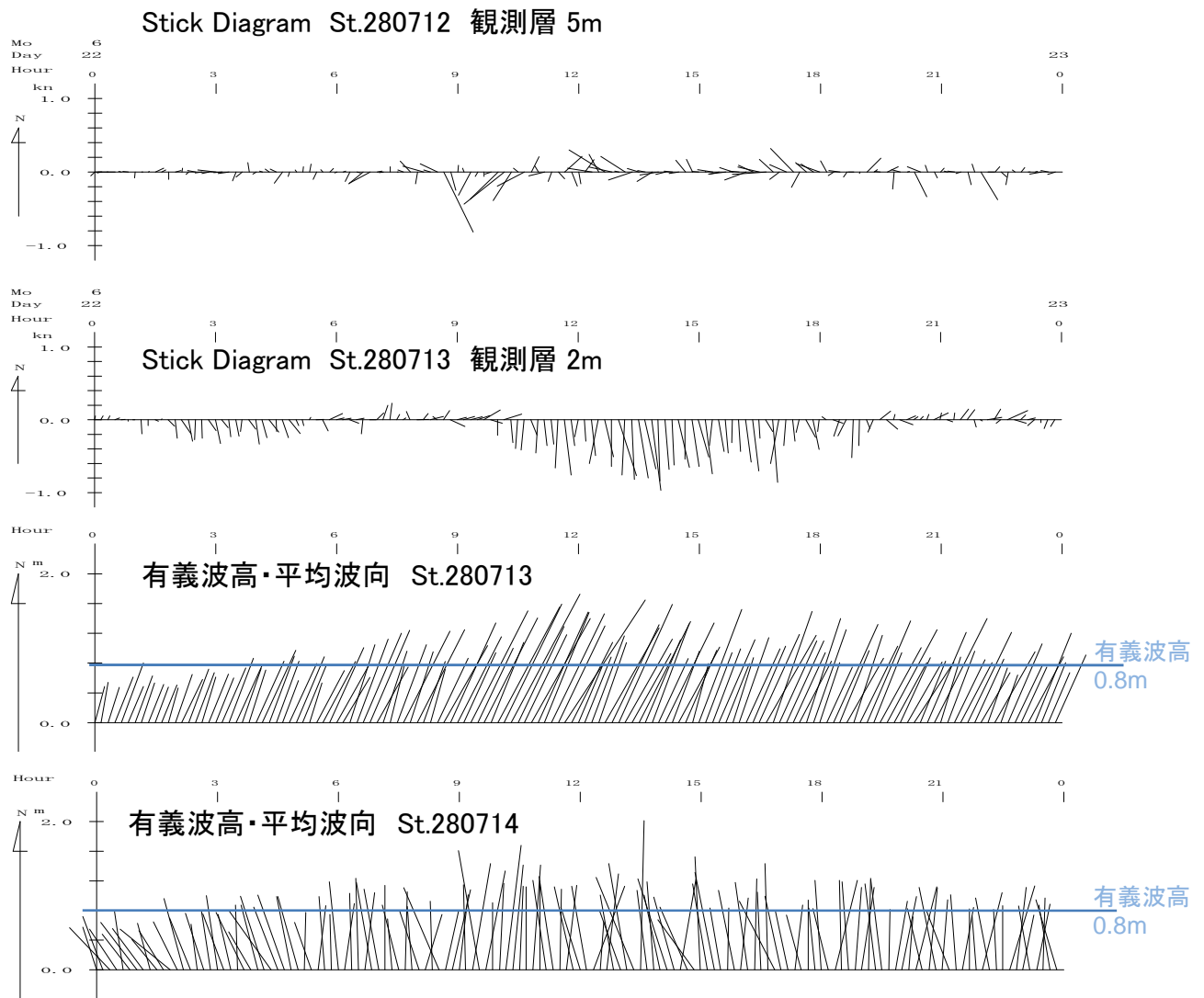
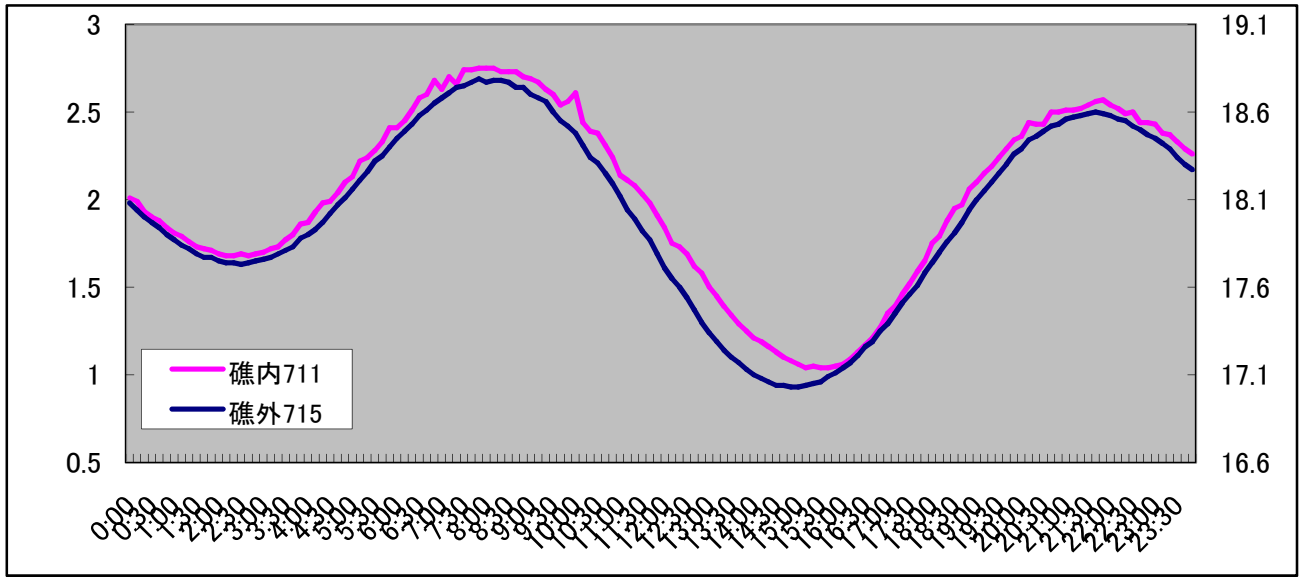




# 水位差、流向・流速及び有義波高・平均波向

大度海岸 平成20年6月22日

第4-1図

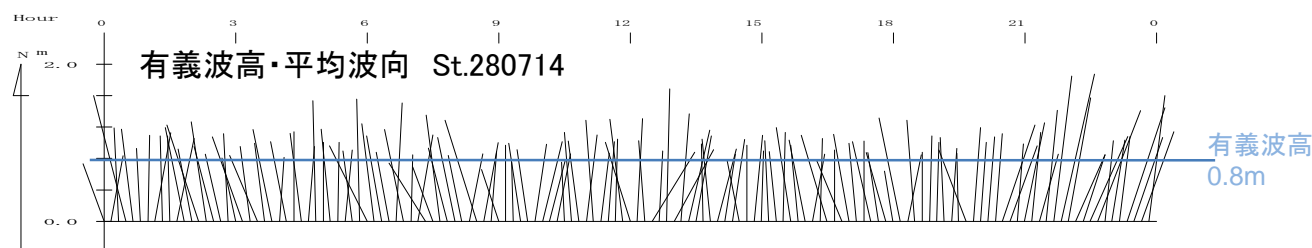
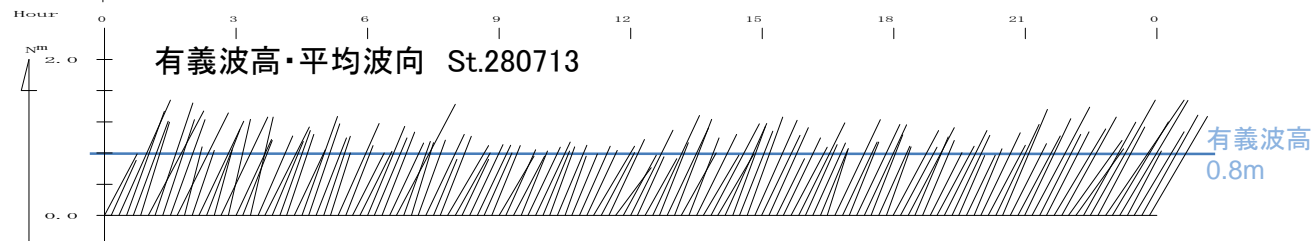
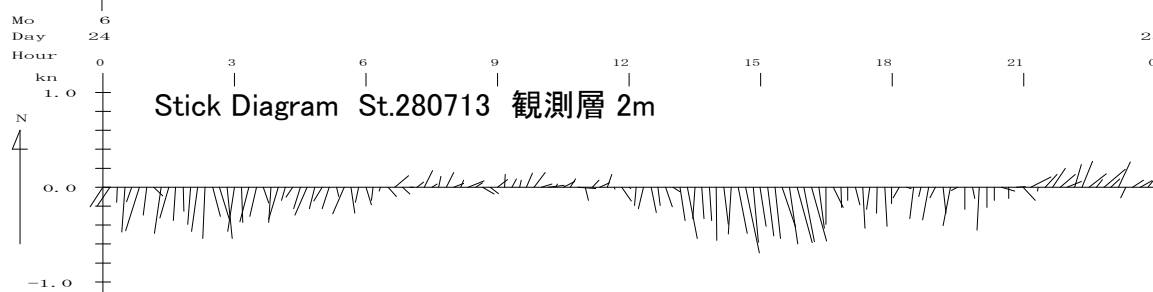
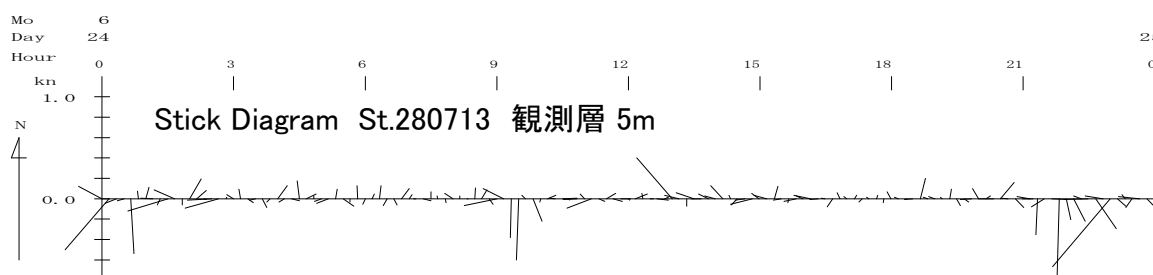
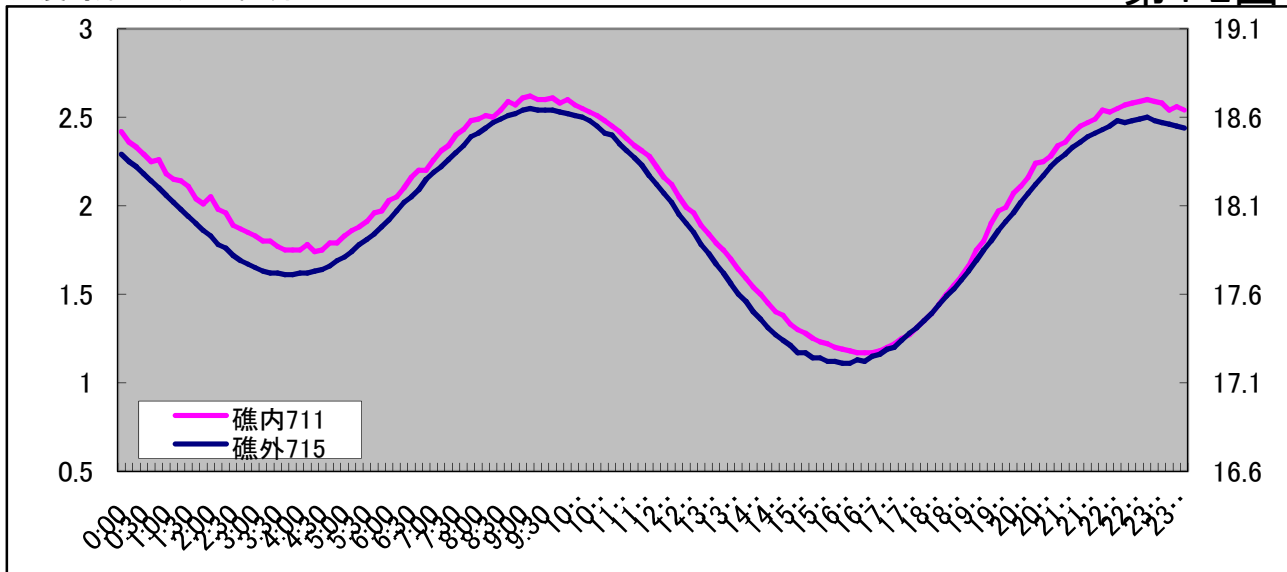


※平均波向は、流れの向きに整合性を合わせるため、波向に180° 加算している。

# 水位差、流向・流速及び有義波高・平均波向

大度海岸 平成20年6月24日

第4-2図



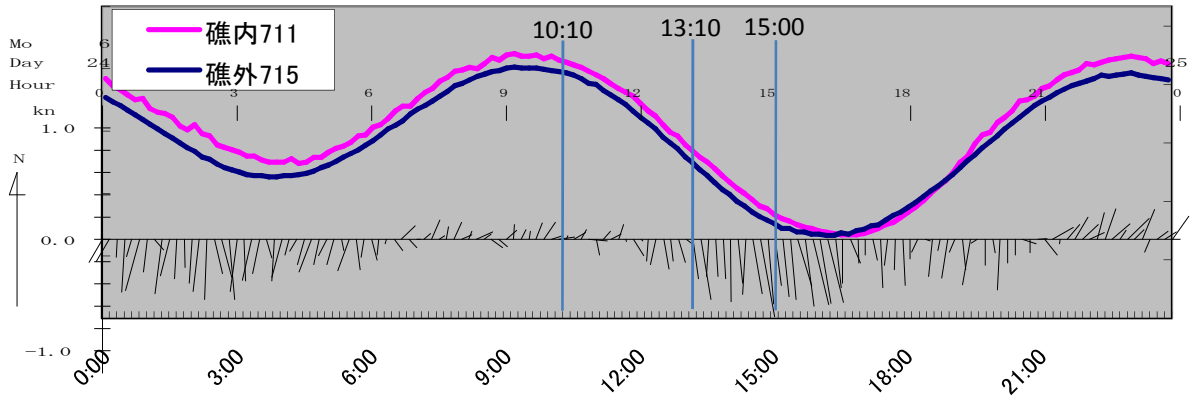
※平均波向は、流れの向きに整合性を合わせるため、波向に180° 加算している。



# 水位差、流向・流速及び写真観測

第4-3図

大度海岸 平成20年6月24日



写真撮影位置



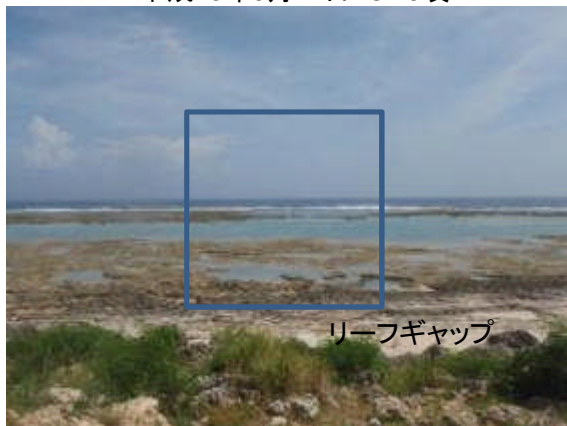
平成20年6月24日 10:10頃



平成20年6月24日 13:10頃



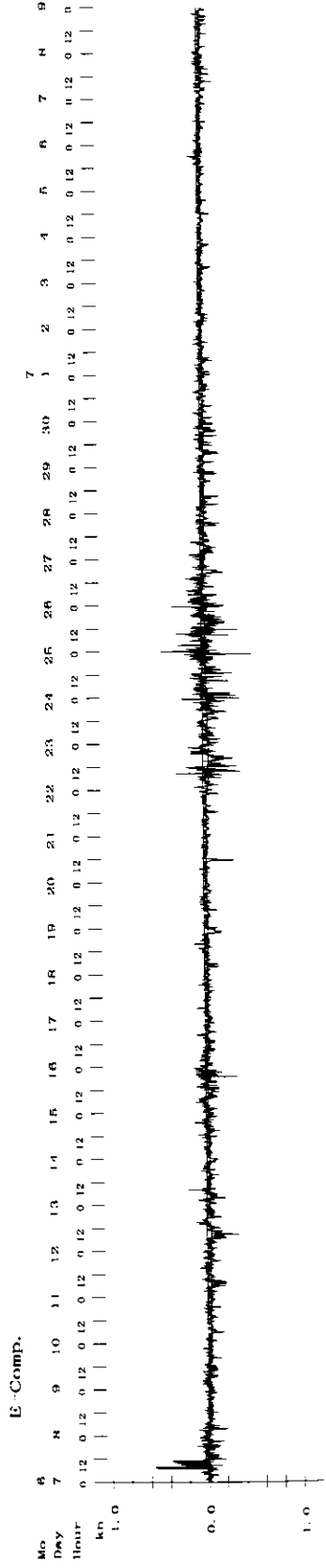
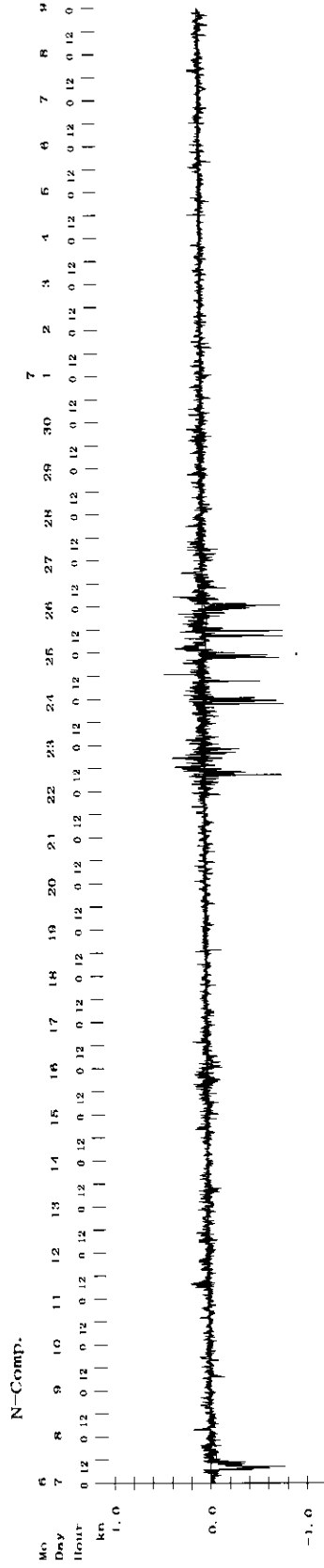
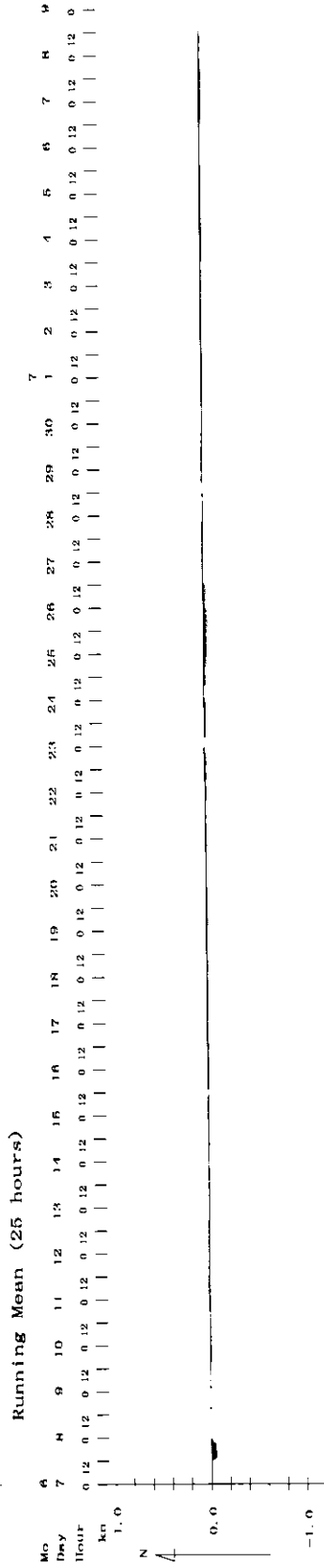
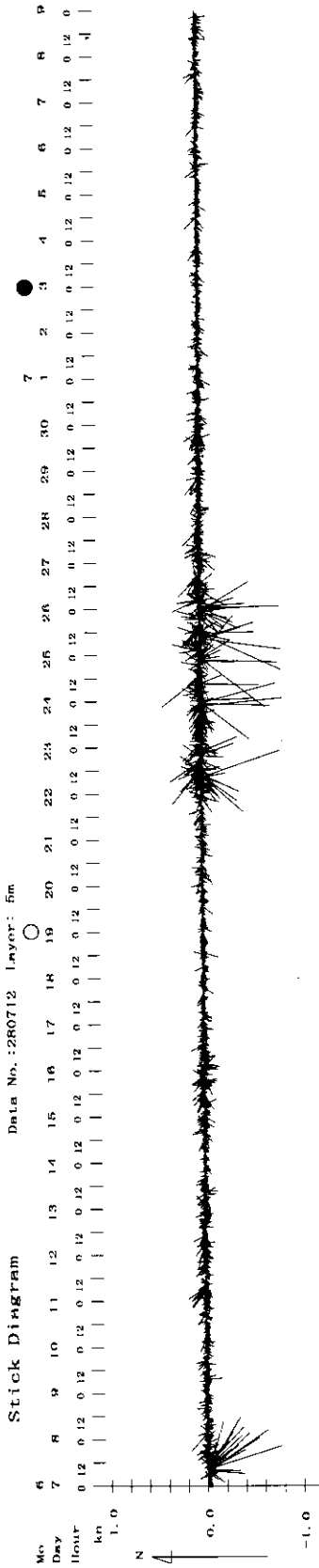
平成20年6月24日 13:10頃 (拡大写真)

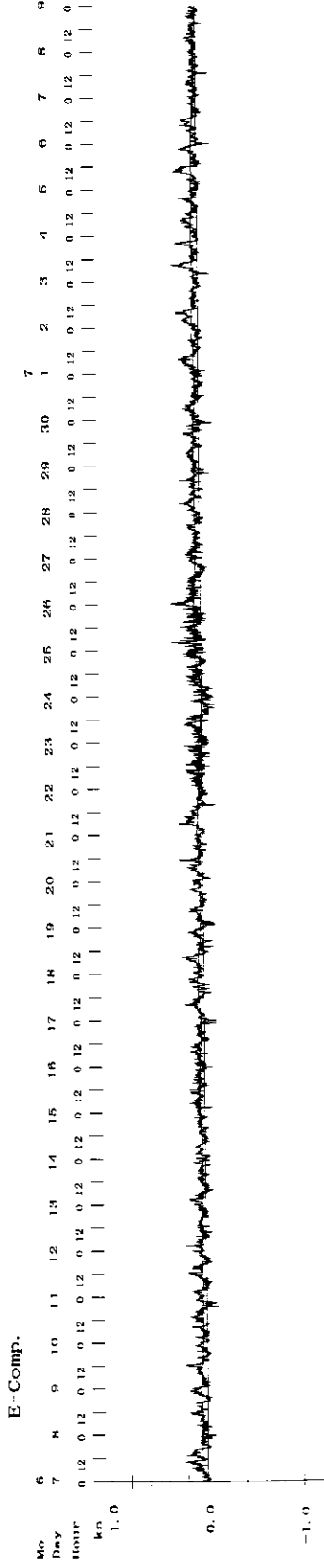
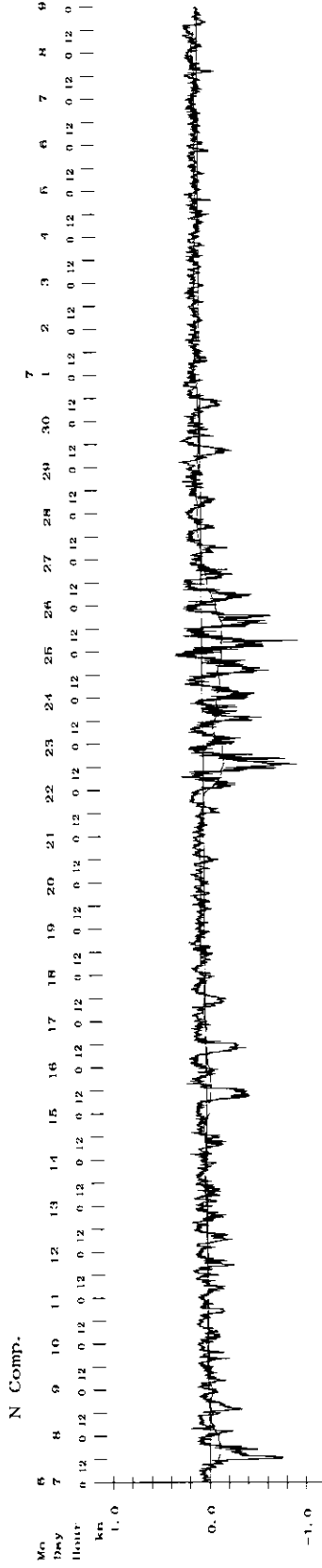
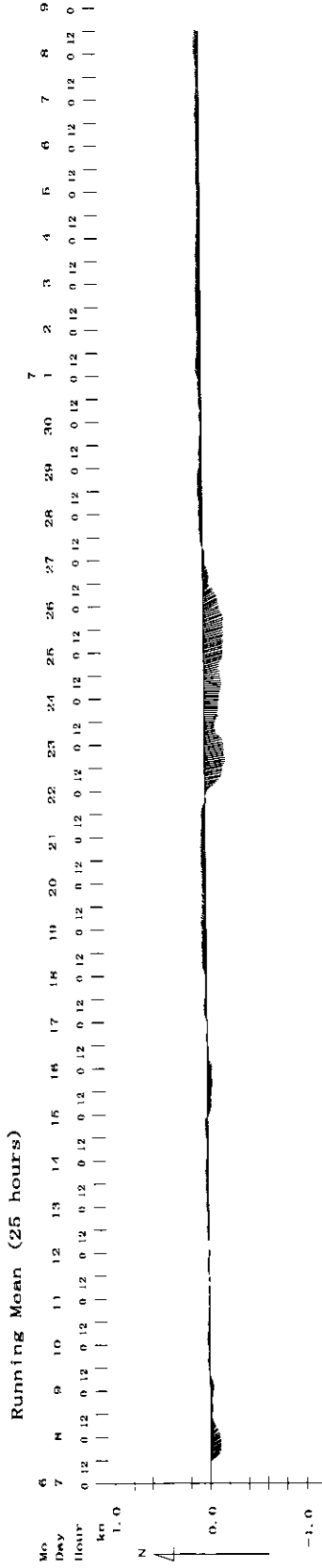
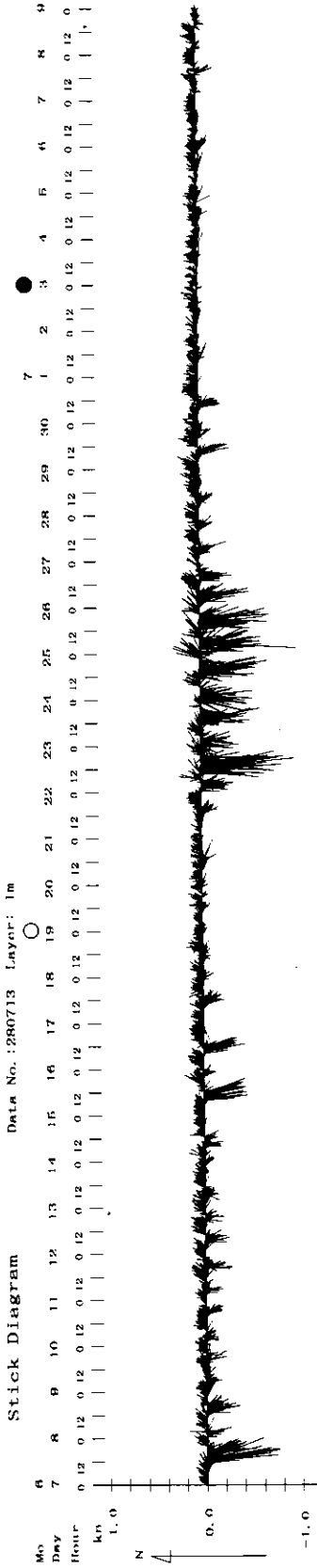


平成20年6月24日 15:00頃  
※ 第1図にリーフギャップの拡大図あり



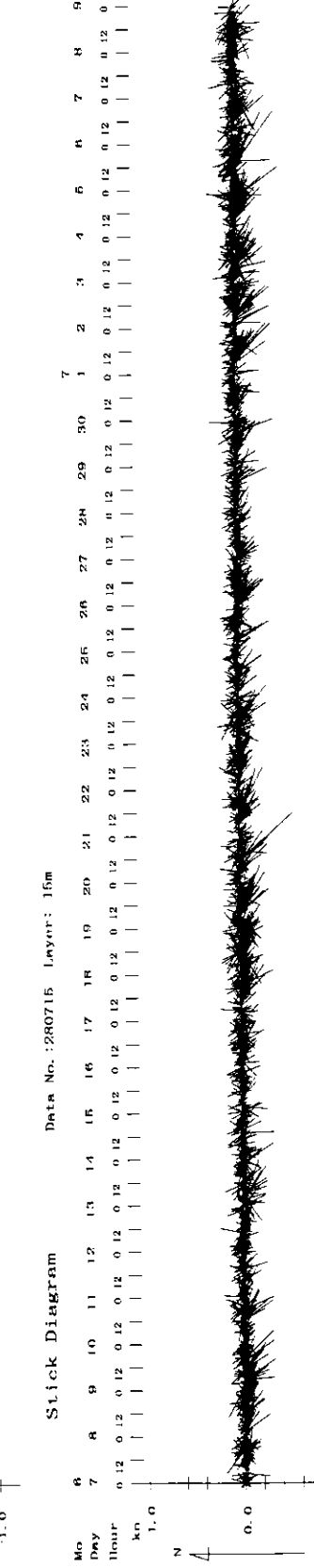
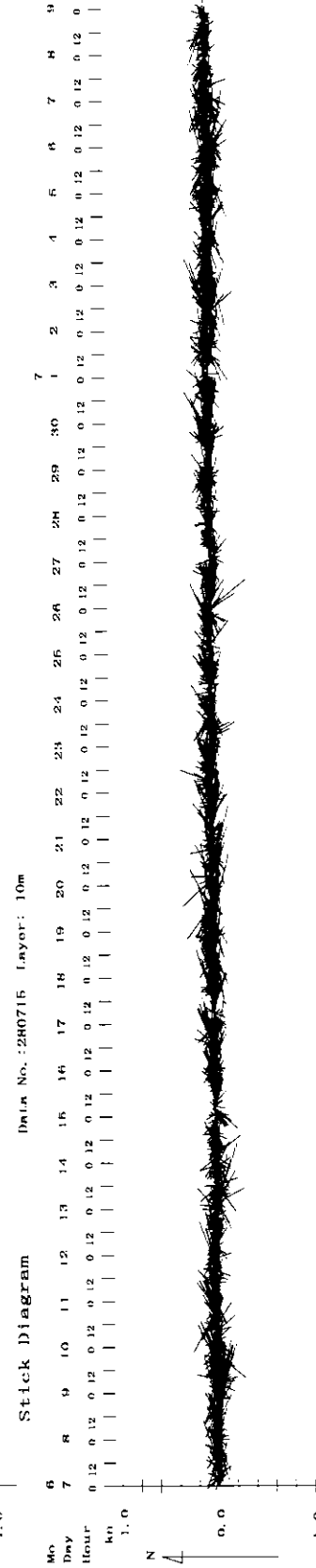
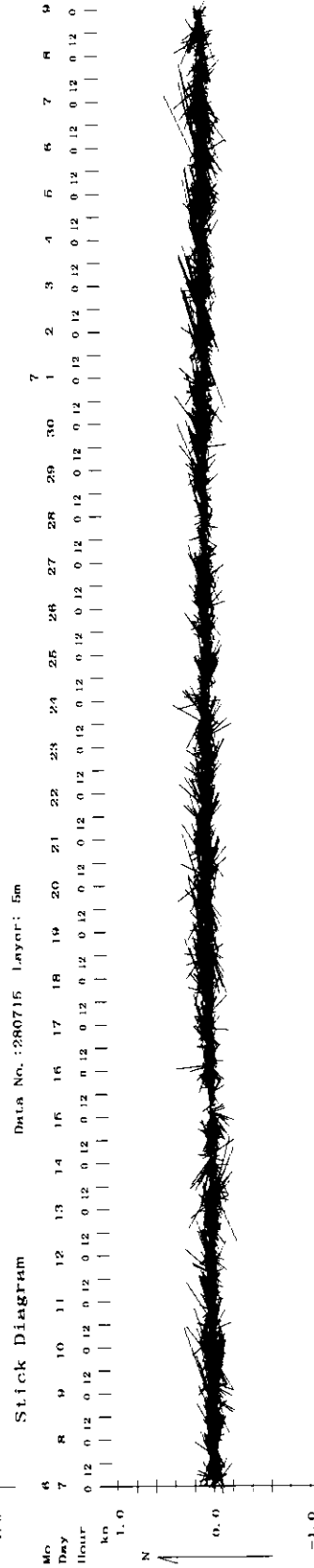
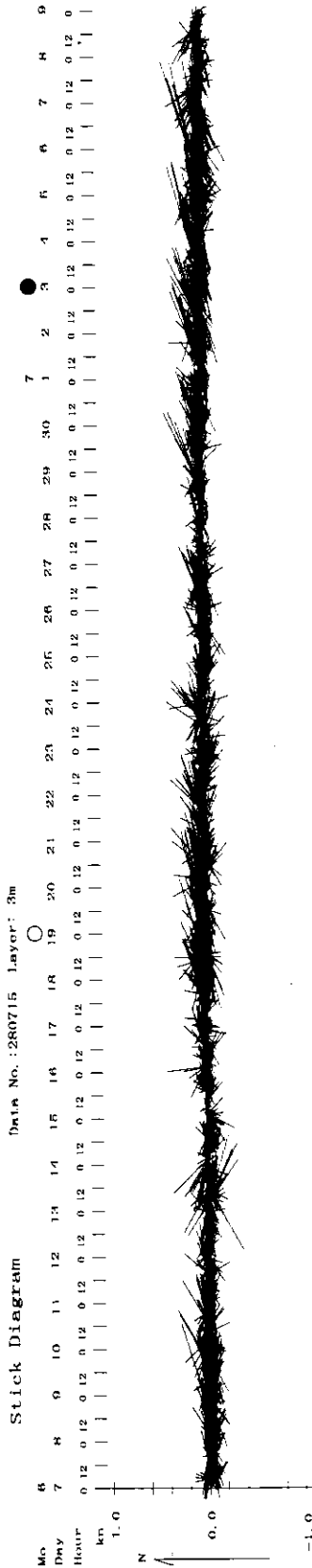
平成20年6月24日 15:00頃 (拡大写真)





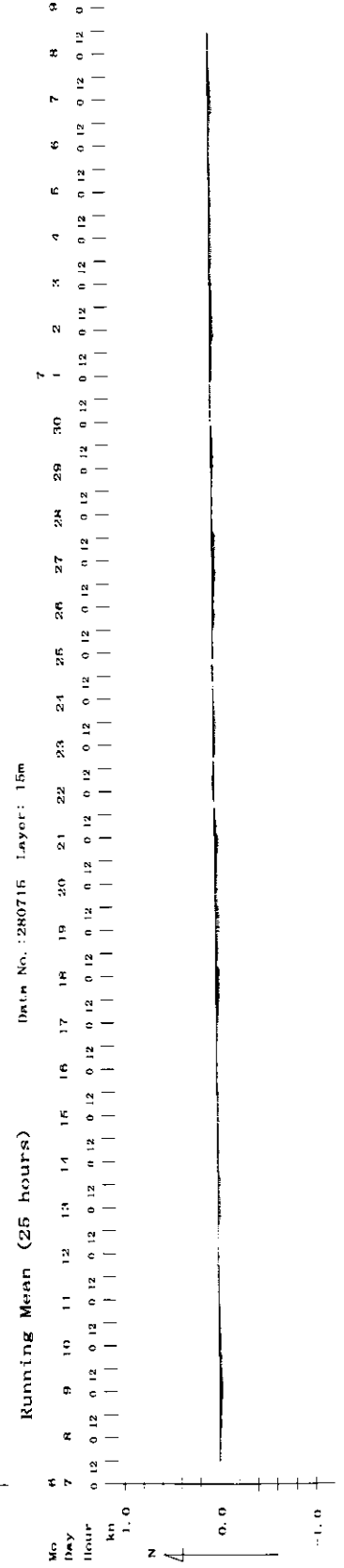
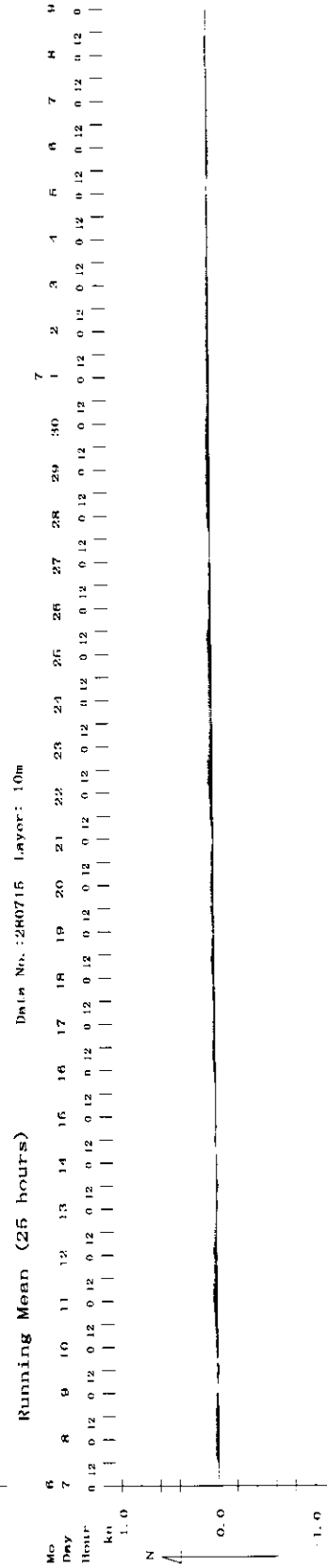
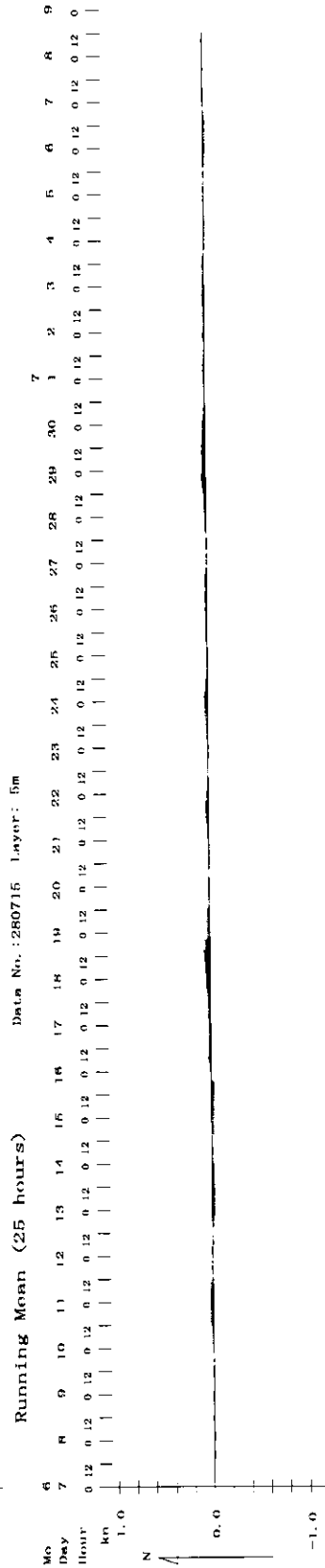
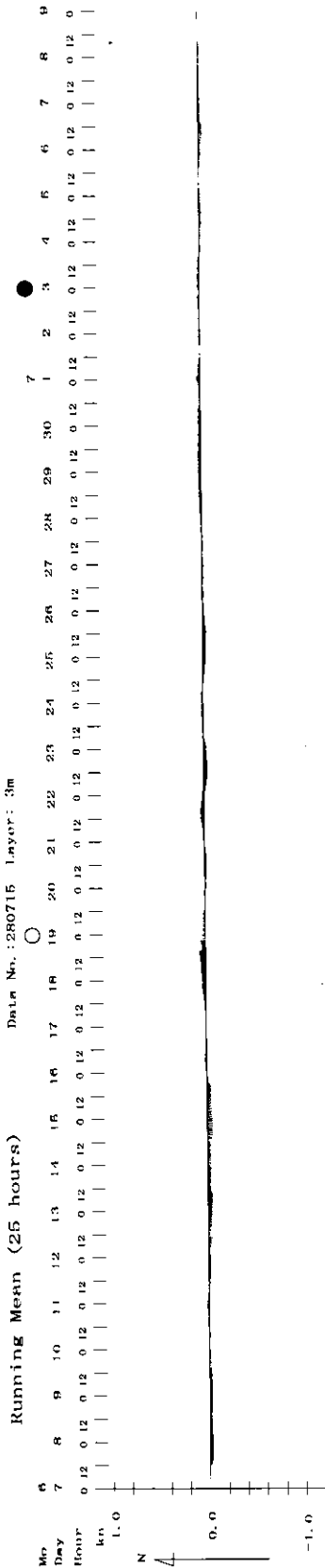
# Stick Diagram

第5-3区  
测点280715



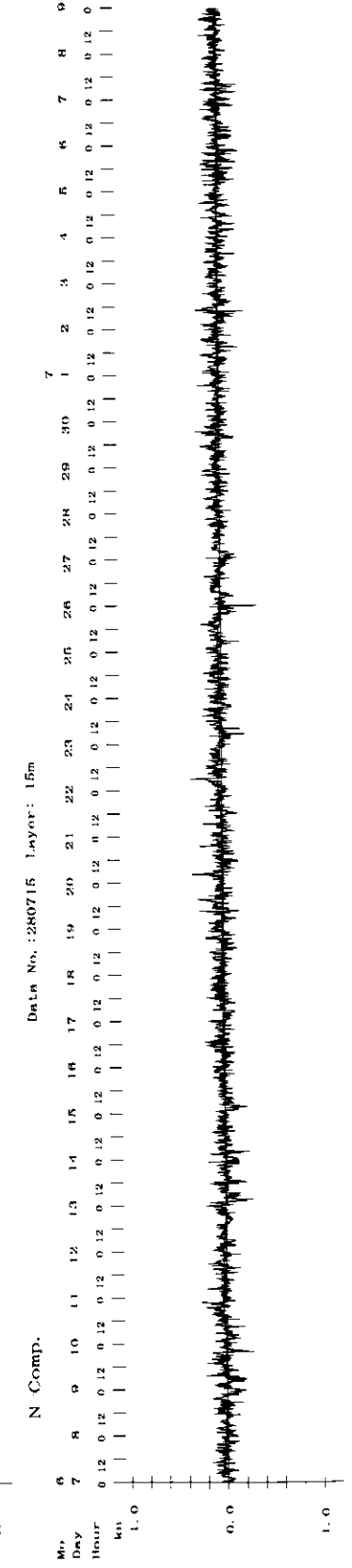
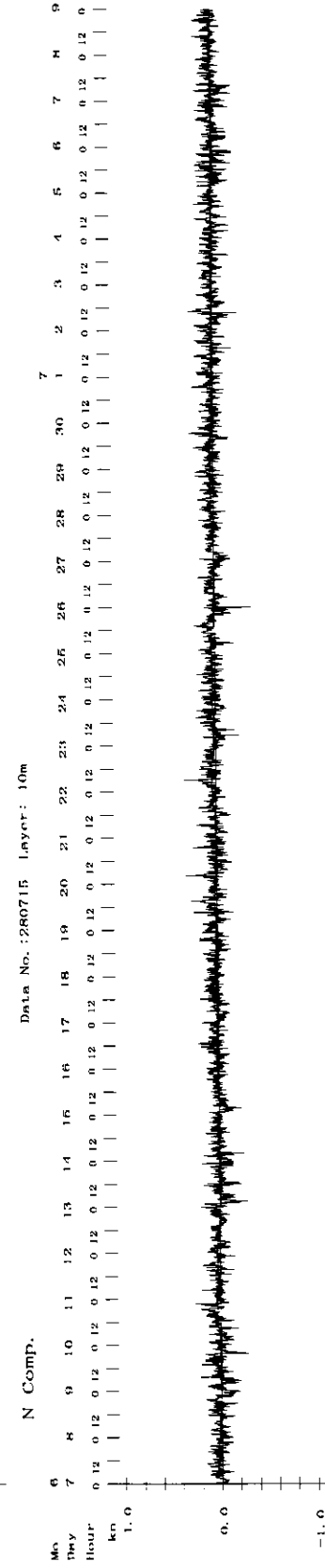
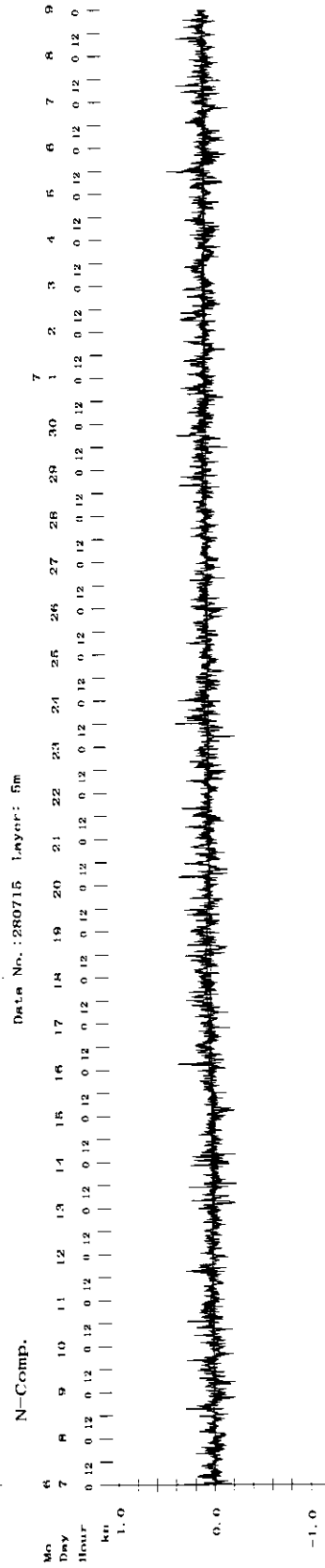
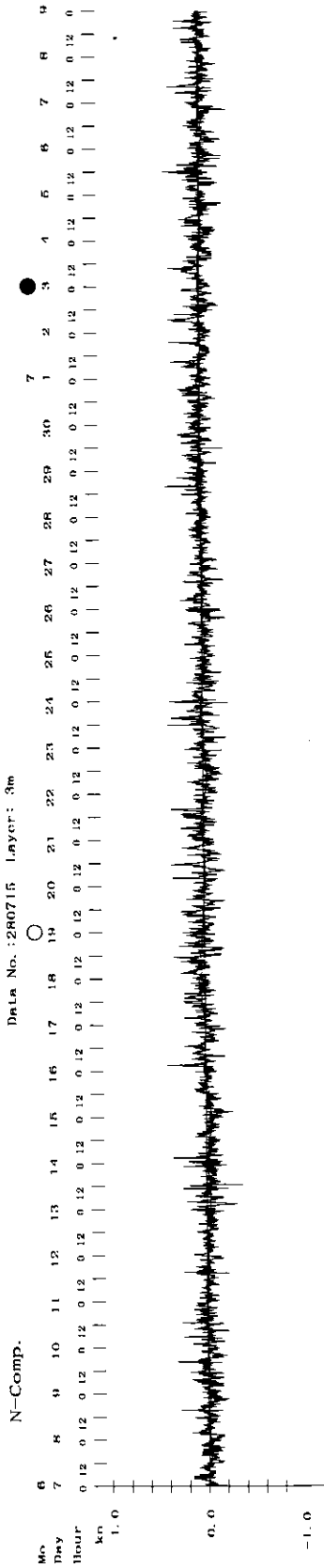
Running Mean (25hours)

第5-4図  
測点280715



N-comp

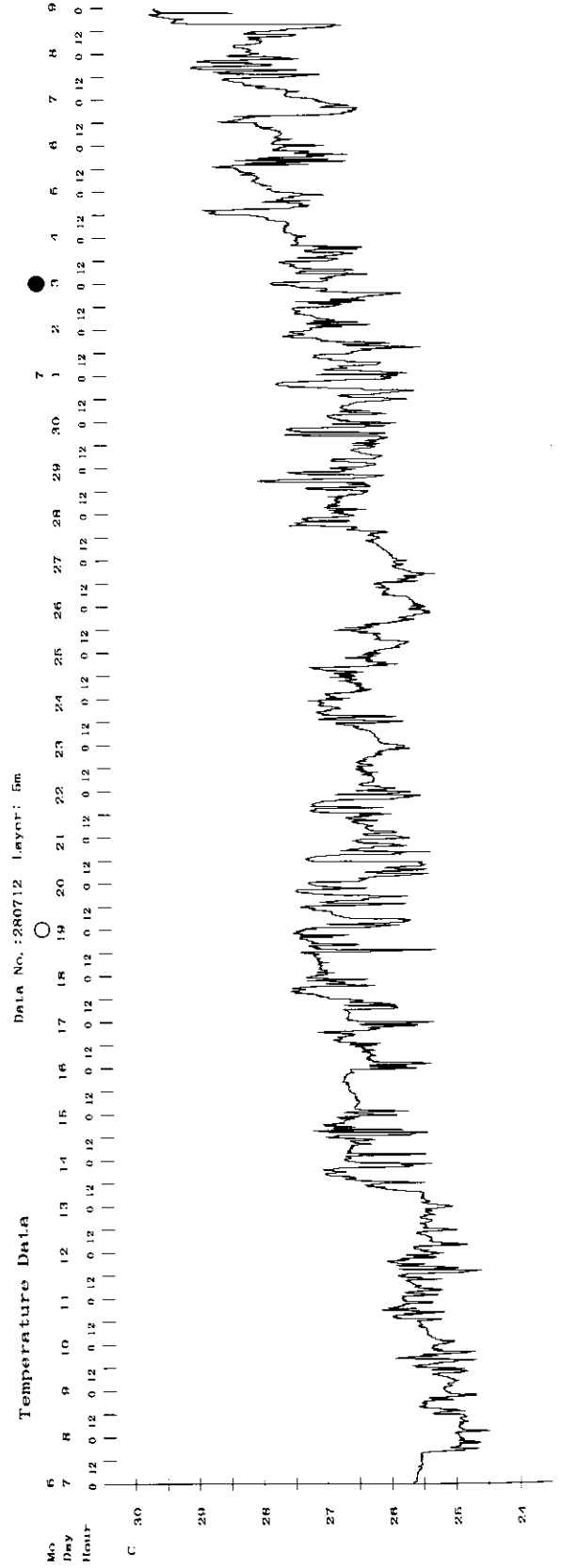
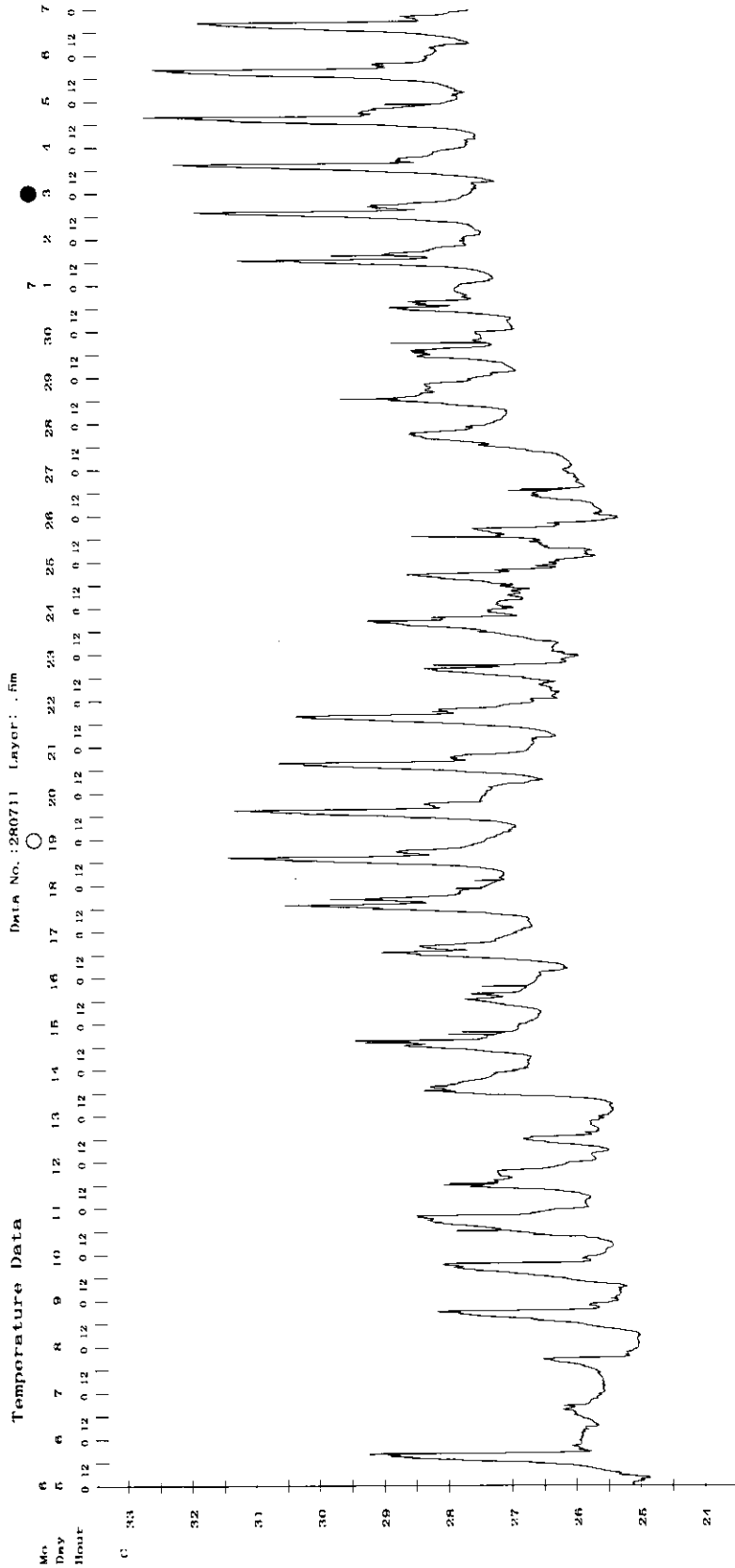
第5-5图  
测点280715





Temperature Data

第5-7图  
测点280711  
测点280712

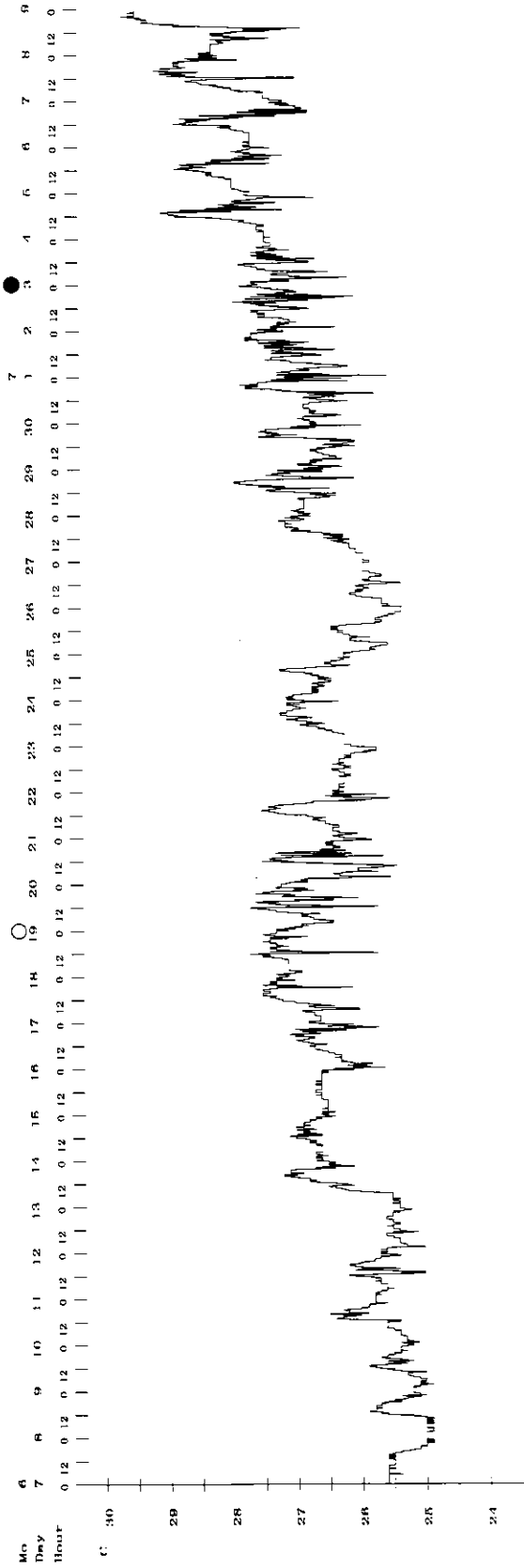




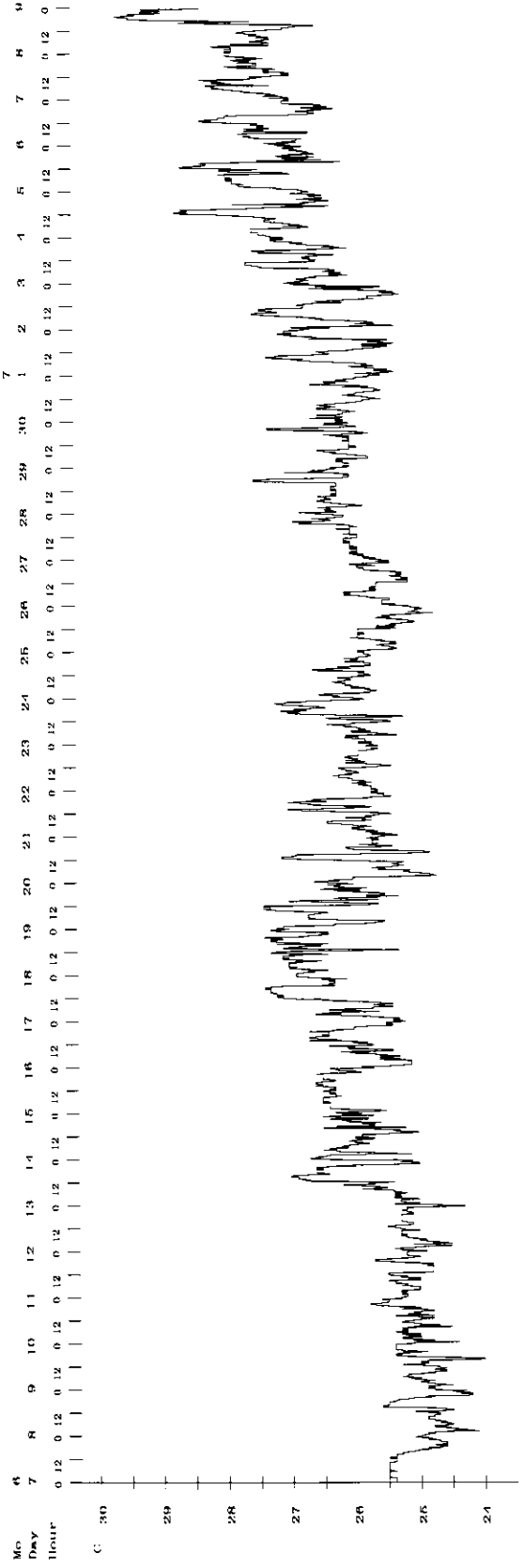
Temperature Data

第5-8図  
 測点280713  
 測点280714

Data No.: 280713 Layer: 1m

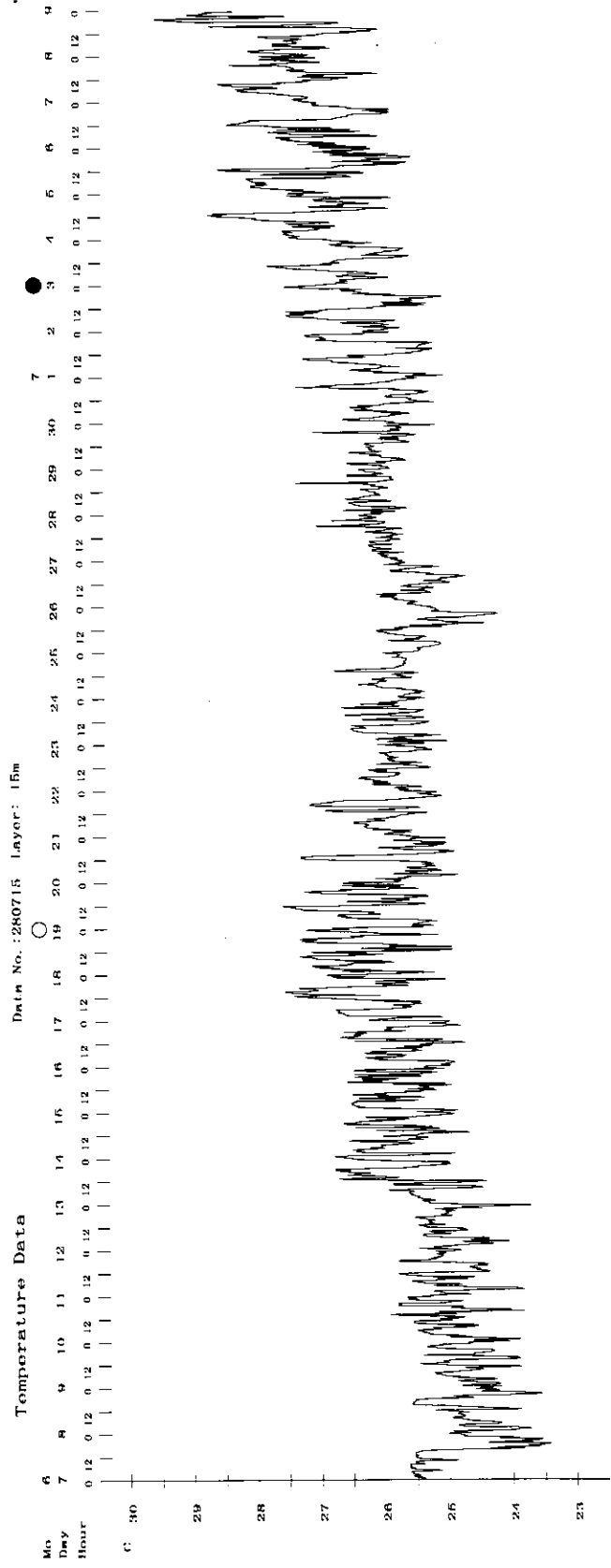


Data No.: 280714 Layer: 7.5m



Temperature Data

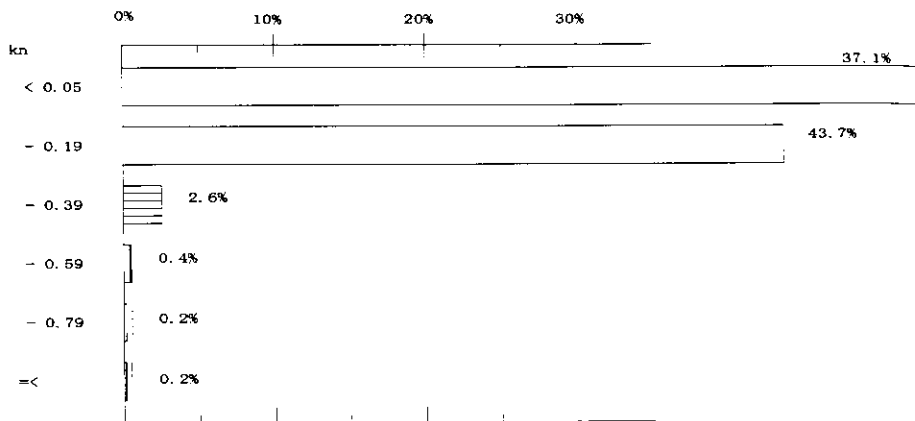
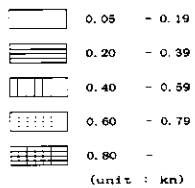
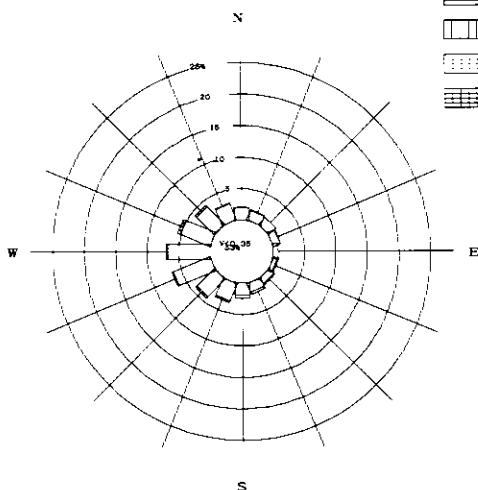
第5-9図  
测点280715



測点280712

Data no.:280712 Layer: 5m

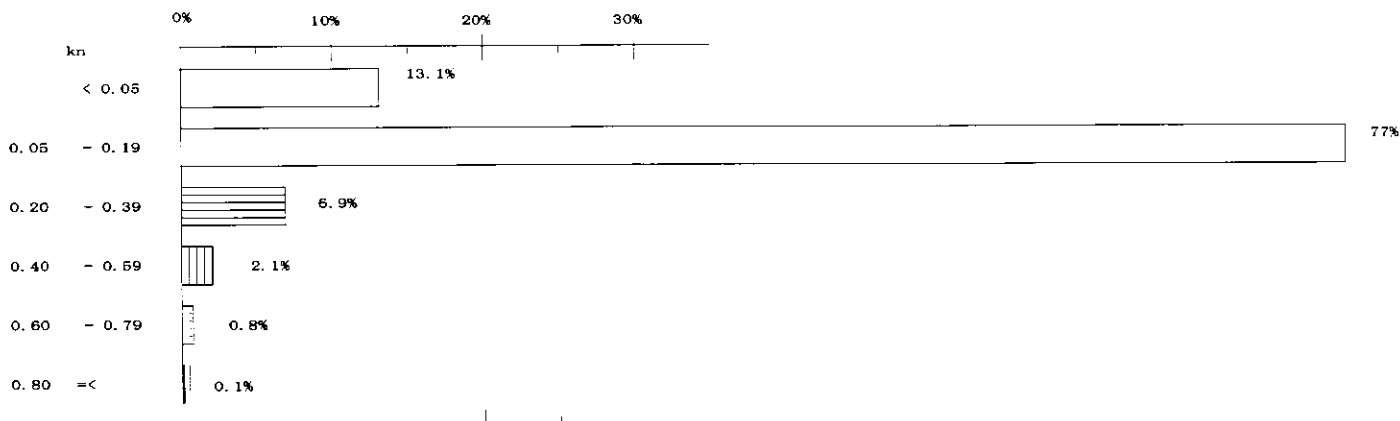
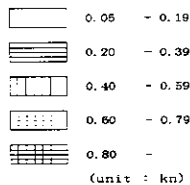
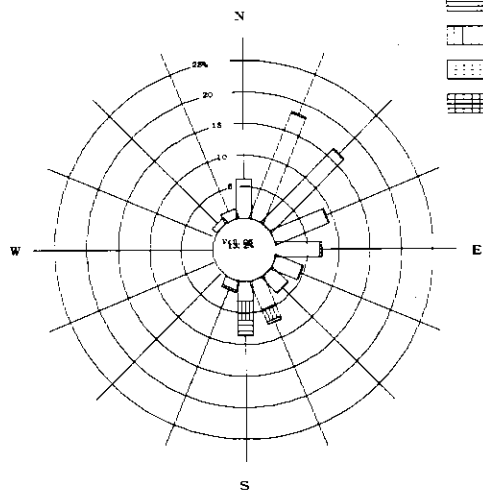
Current Rose Diagram



測点280713

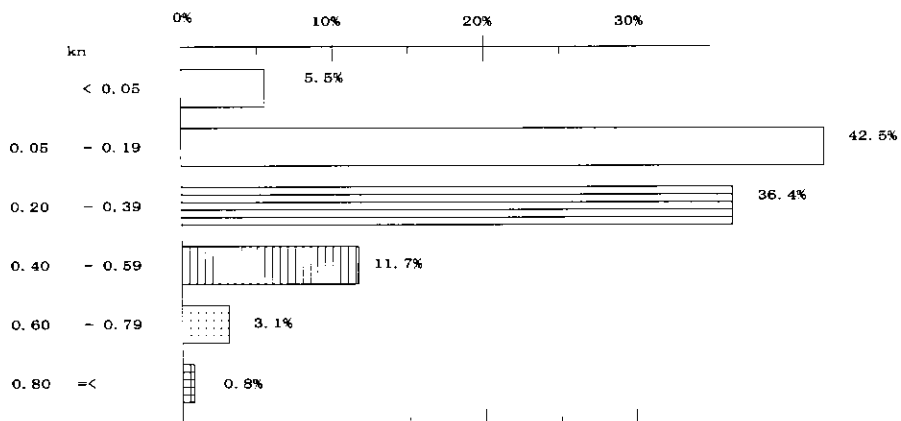
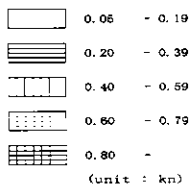
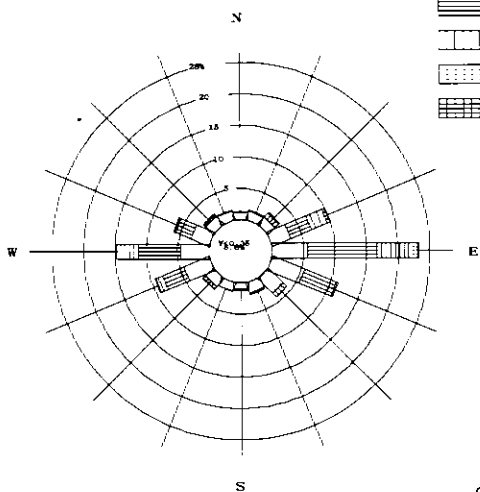
Data no.:280713 Layer: 1m

Current Rose Diagram



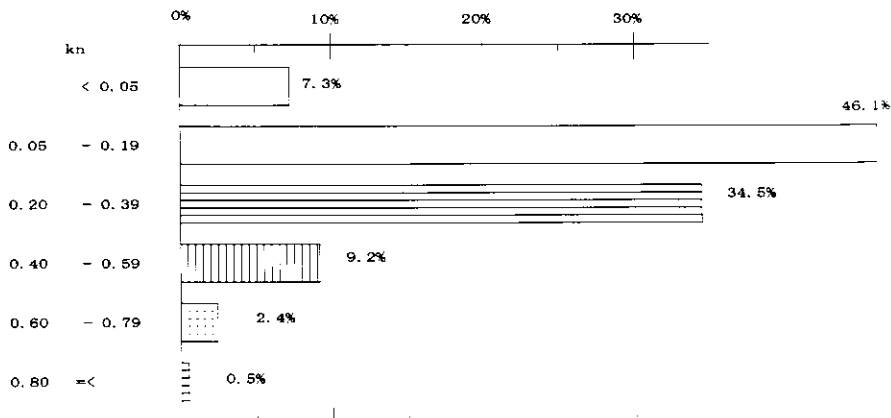
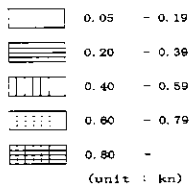
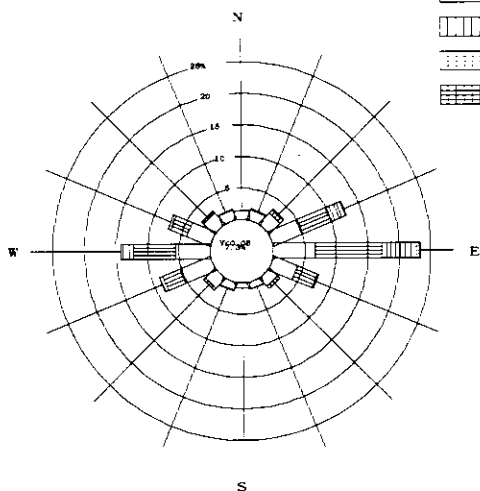
Data no.: 280715 Layer: 3m

Current Rose Diagram



Data no.: 280715 Layer: 5m

Current Rose Diagram

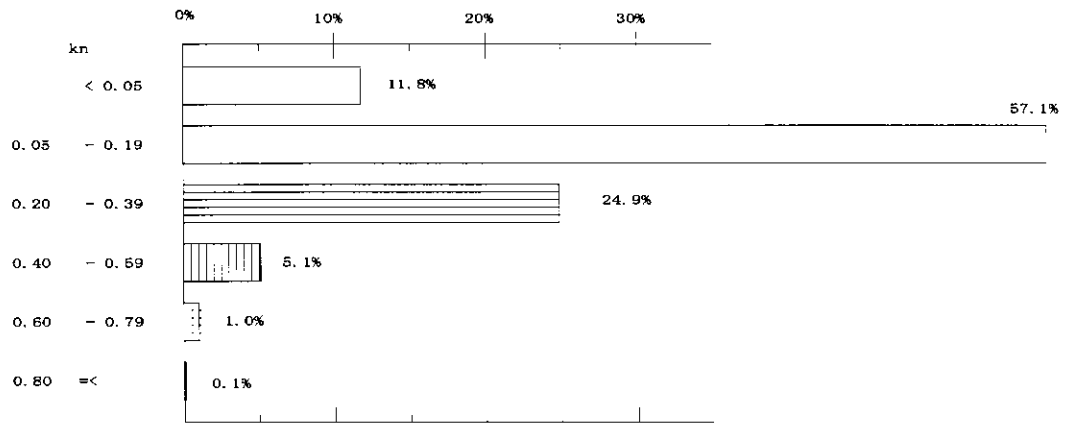
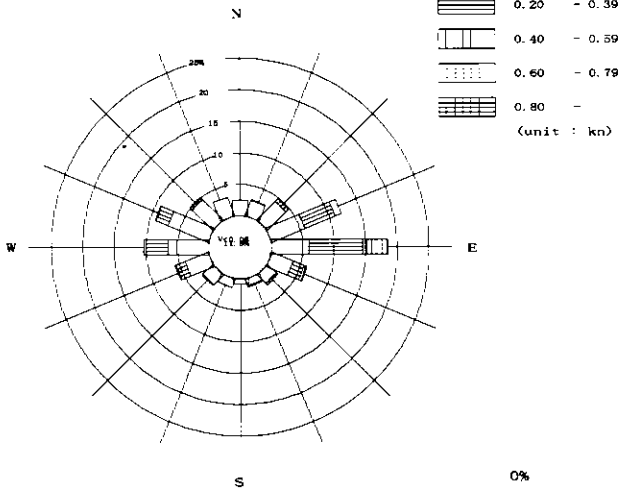


# Current Rose Diagram (流向・流速別頻度分布図)

第6-3図  
測点280715

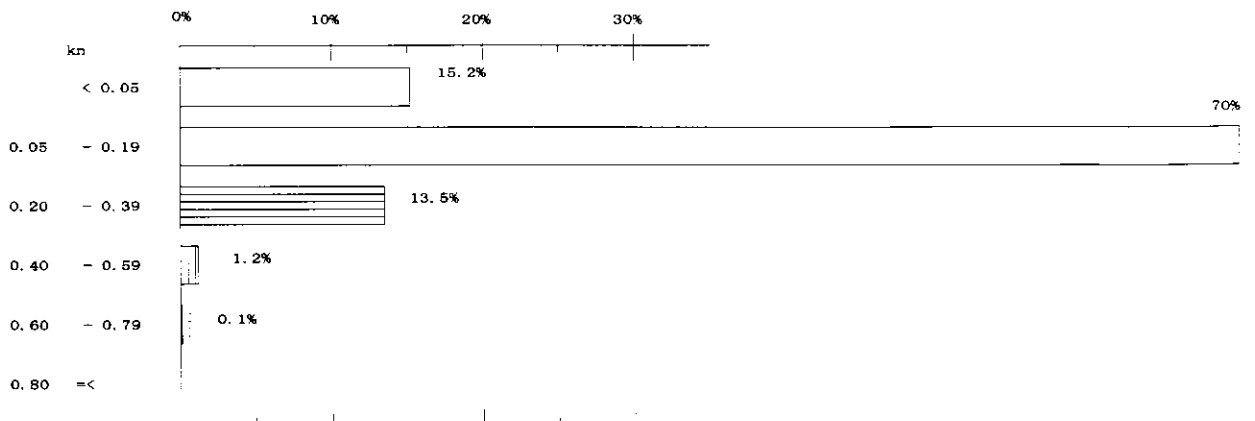
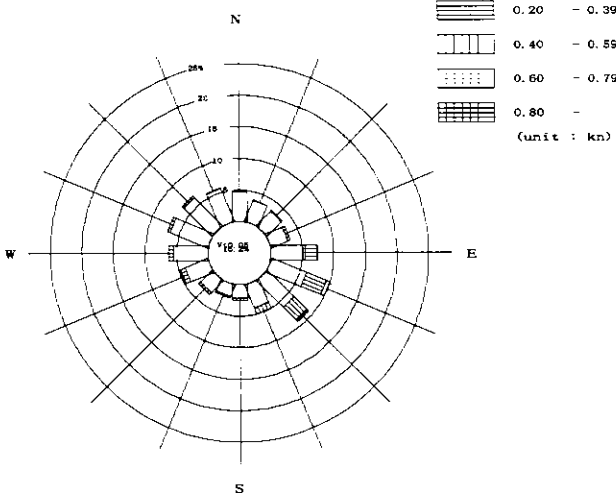
Data no.: 280715 Layer: 10m

Current Rose Diagram



Data no.: 280715 Layer: 15m

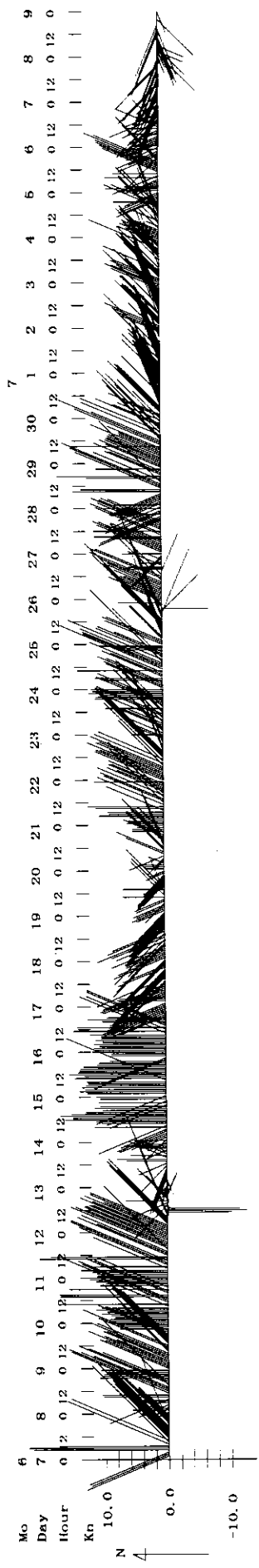
Current Rose Diagram



# 気象データ (Stick Diagram of Wind 及び Current Rose Diagram)

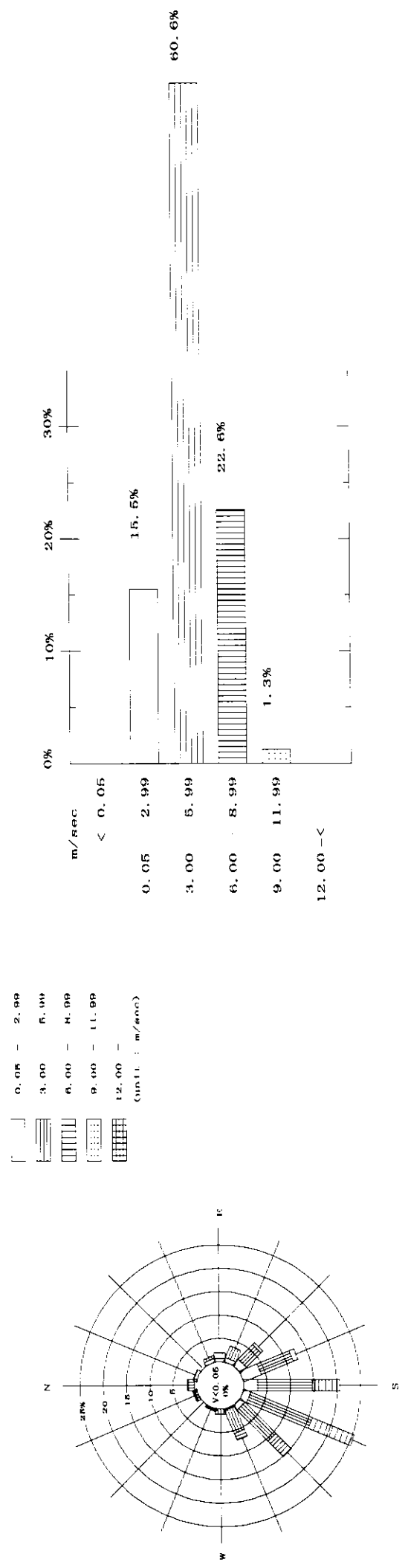
本Stick Diagram図は、流向・流速のStick Diagram図に合わせるため、風向に180度加算している。

Stick Diagram of Wind(那覇)  
(Observation, Dir. : +180)

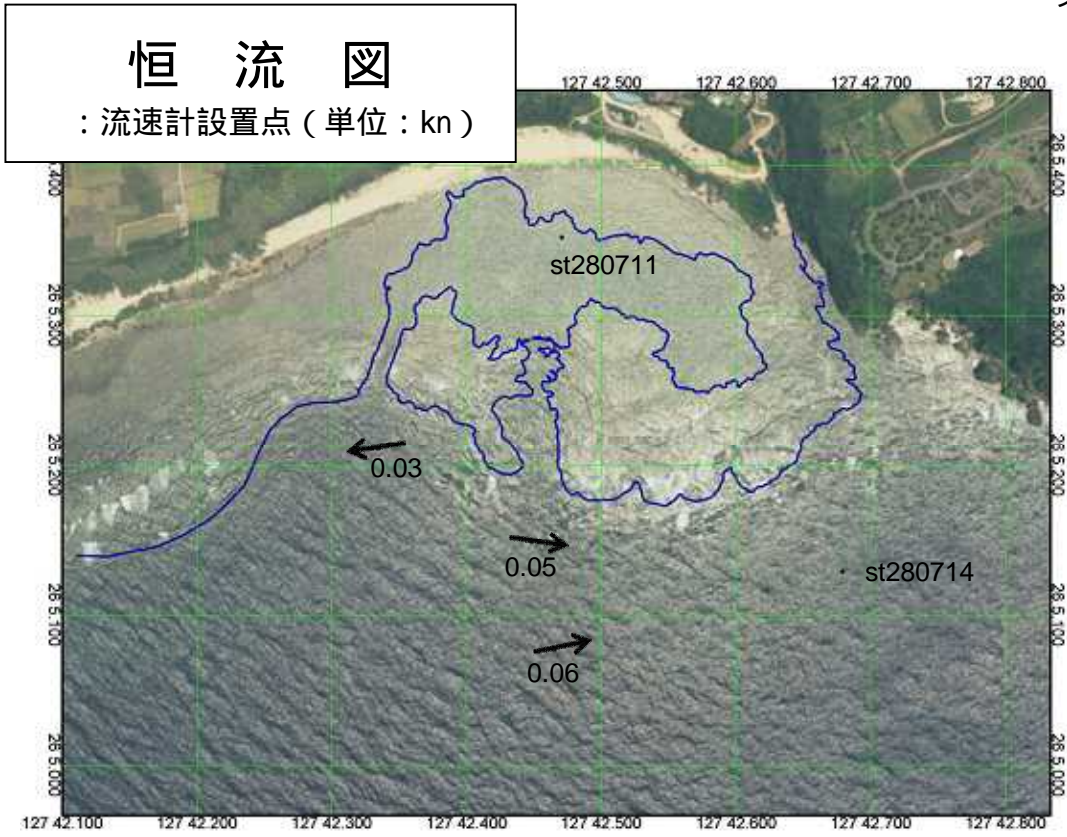


Place : 那覇  
Duration : 2008 6 7 - 2008 7 9

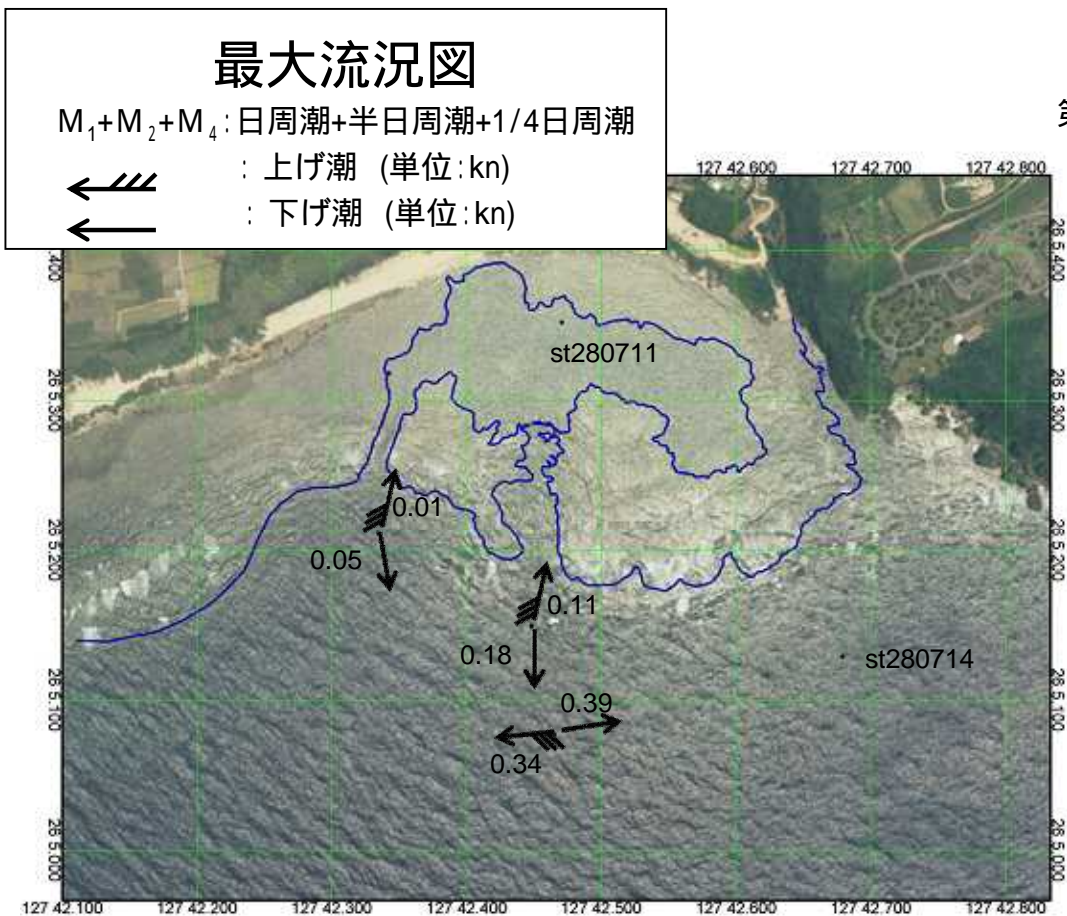
## 風速別頻度分布図



第8図



第9図



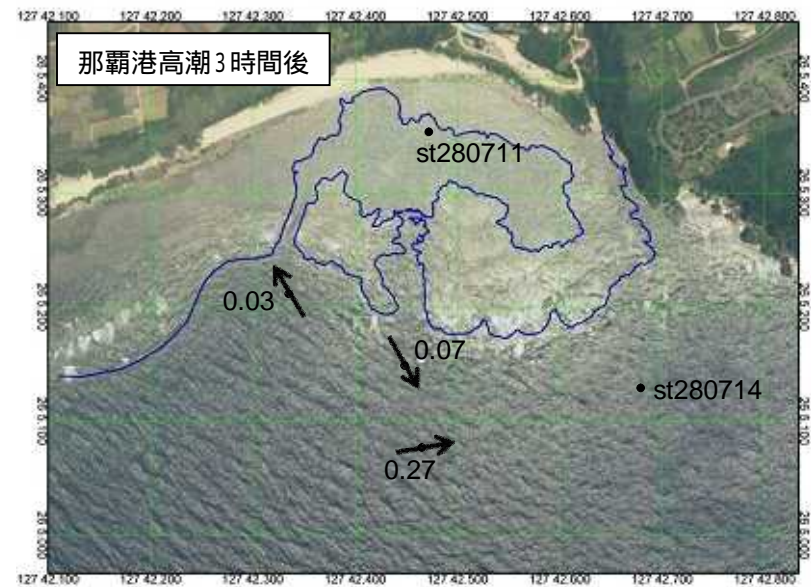
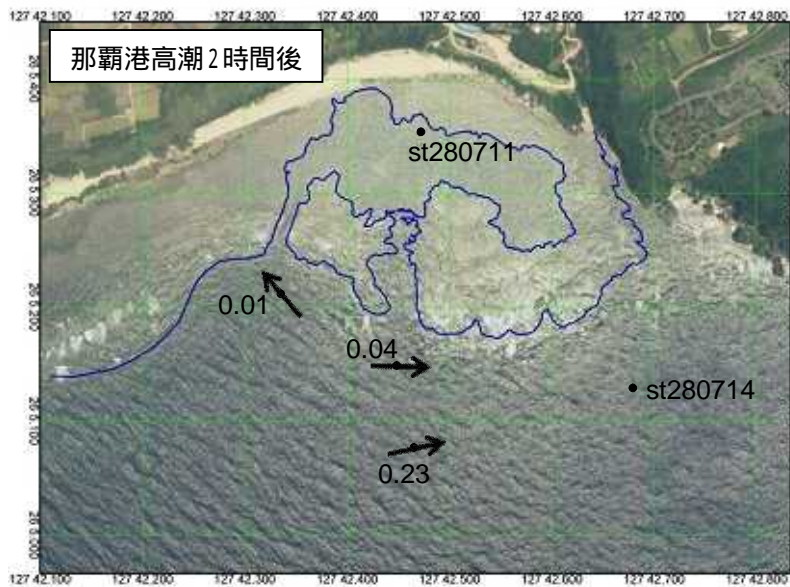
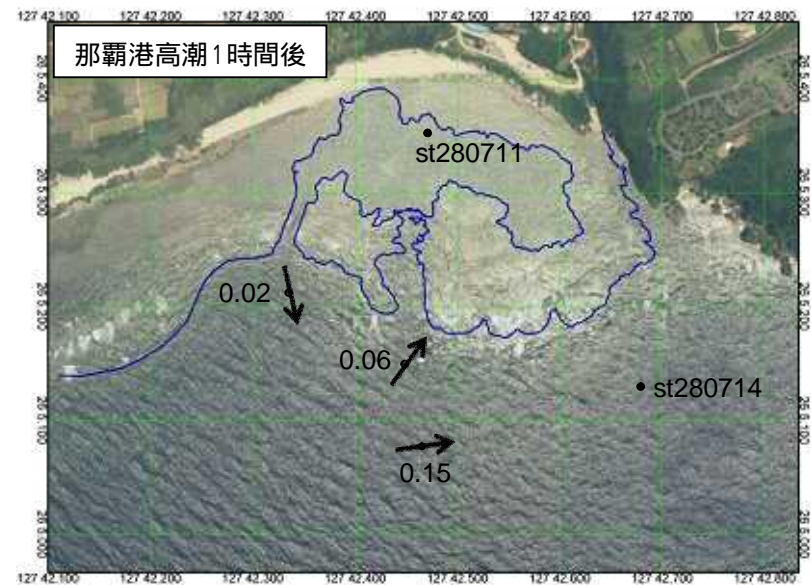
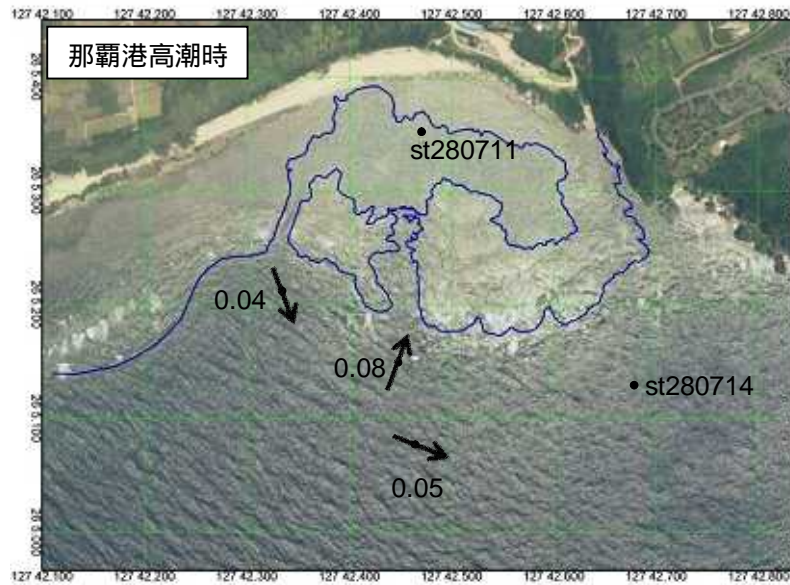


# 大潮平均流況図

$M_2+M_4$  : 半日周潮+1/4日周潮

: 流速計設置点 (単位: kn)

第10 - 1図



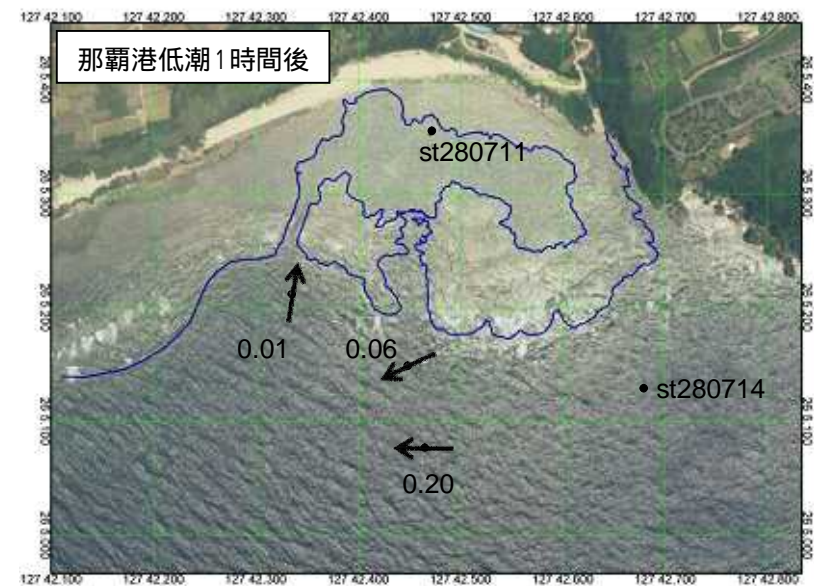
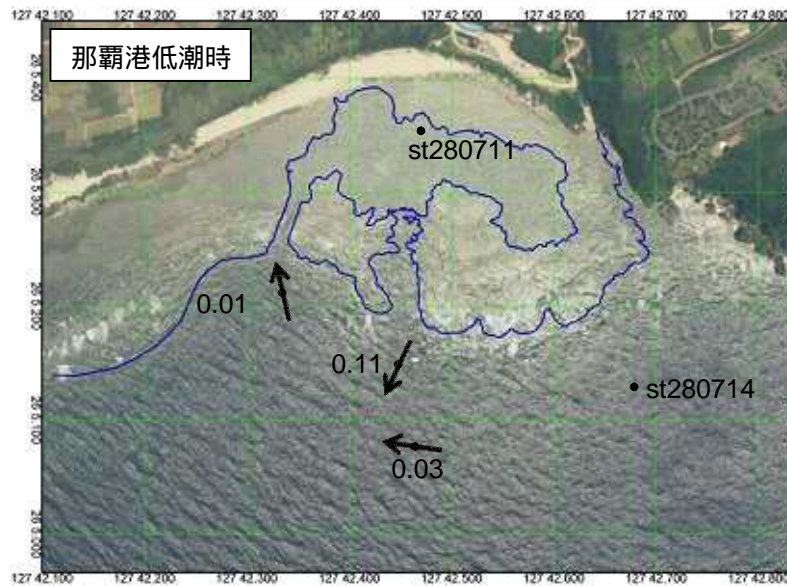
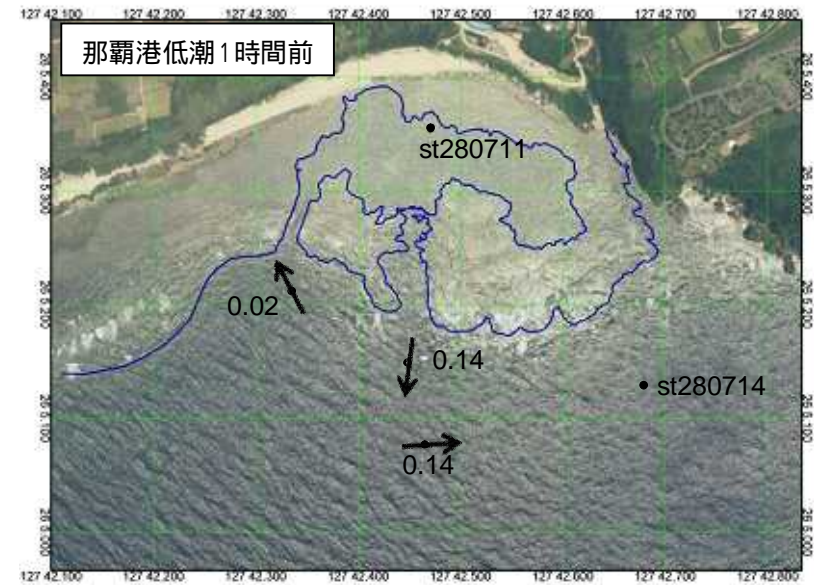
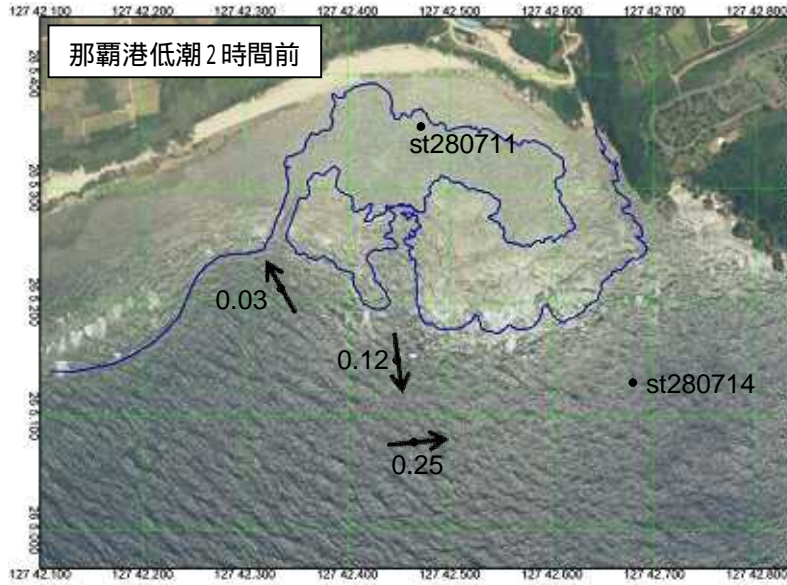


# 大潮平均流況図

$M_2+M_4$  : 半日周潮+1/4日周潮

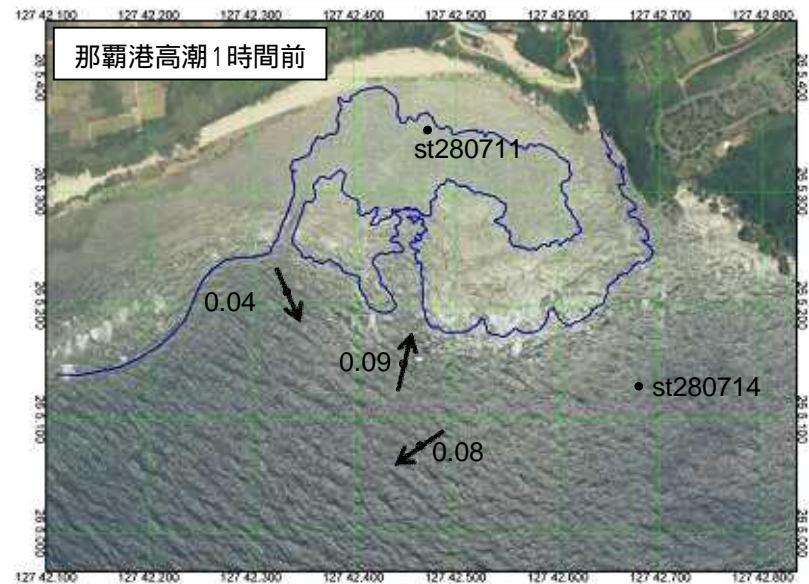
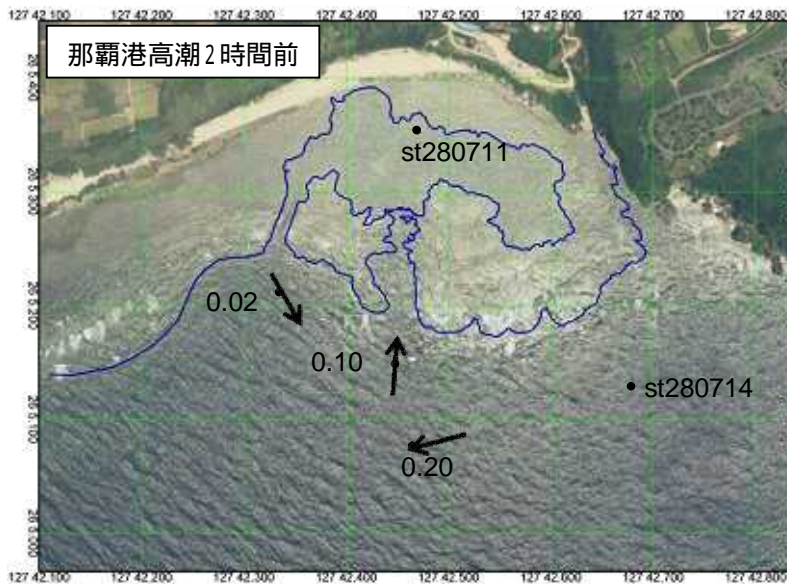
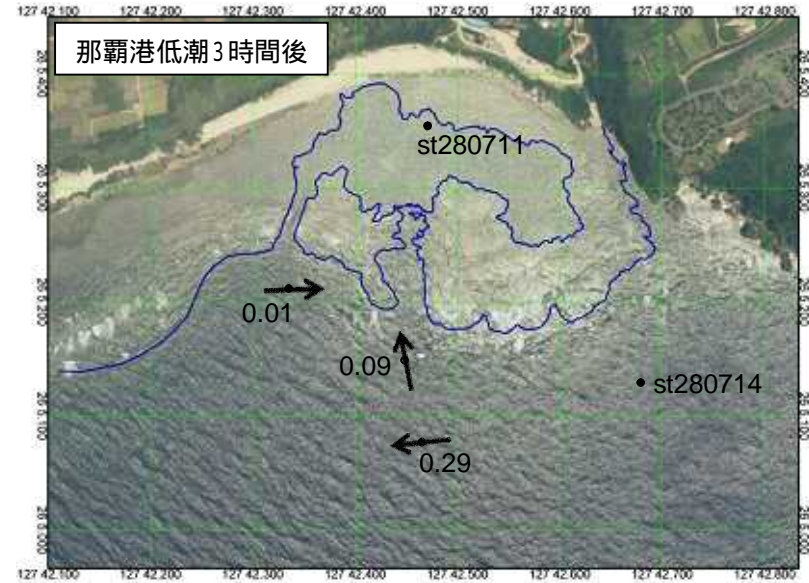
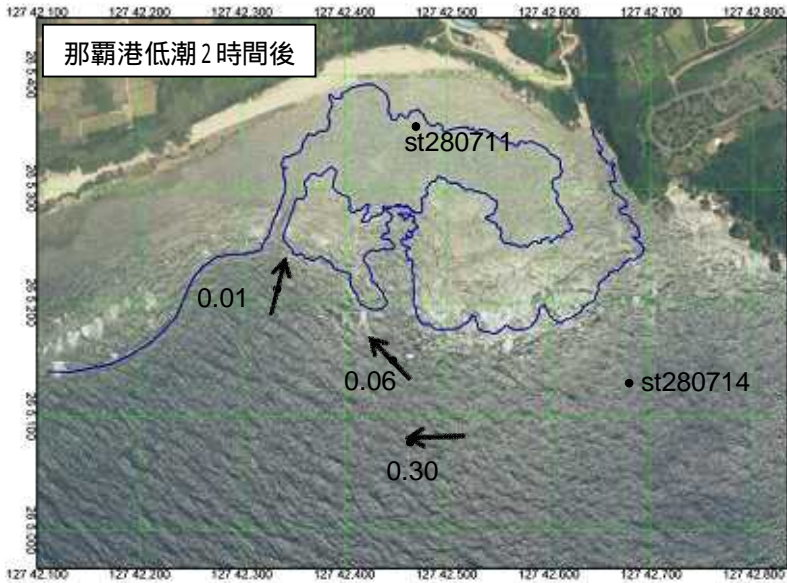
: 流速計設置点 (単位: kn)

第10 - 2図



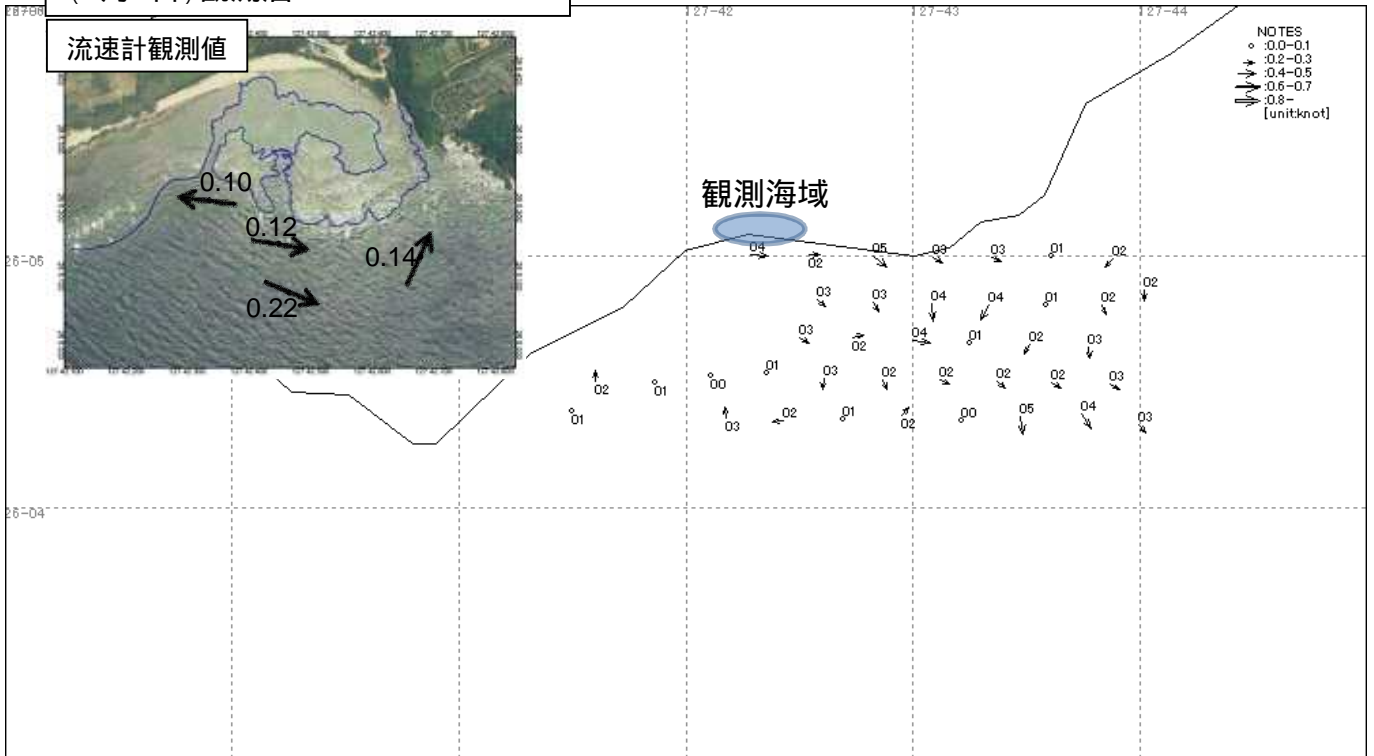


大潮平均流況図  
 $M_2+M_4$  : 半日周潮+1/4日周潮  
 : 流速計設置点 (単位: kn)

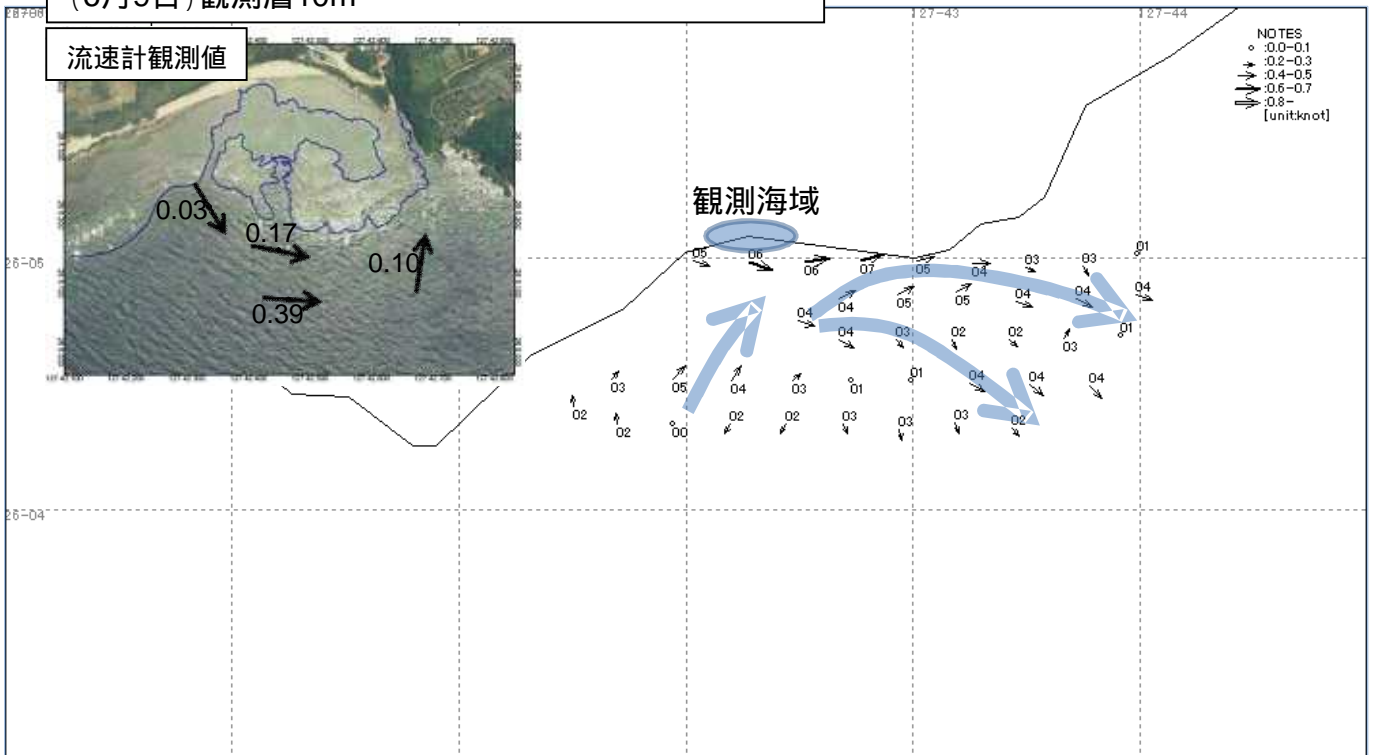


ADCP観測 停潮時(高潮時)  
(6月9日)観測層10m

第11-1図

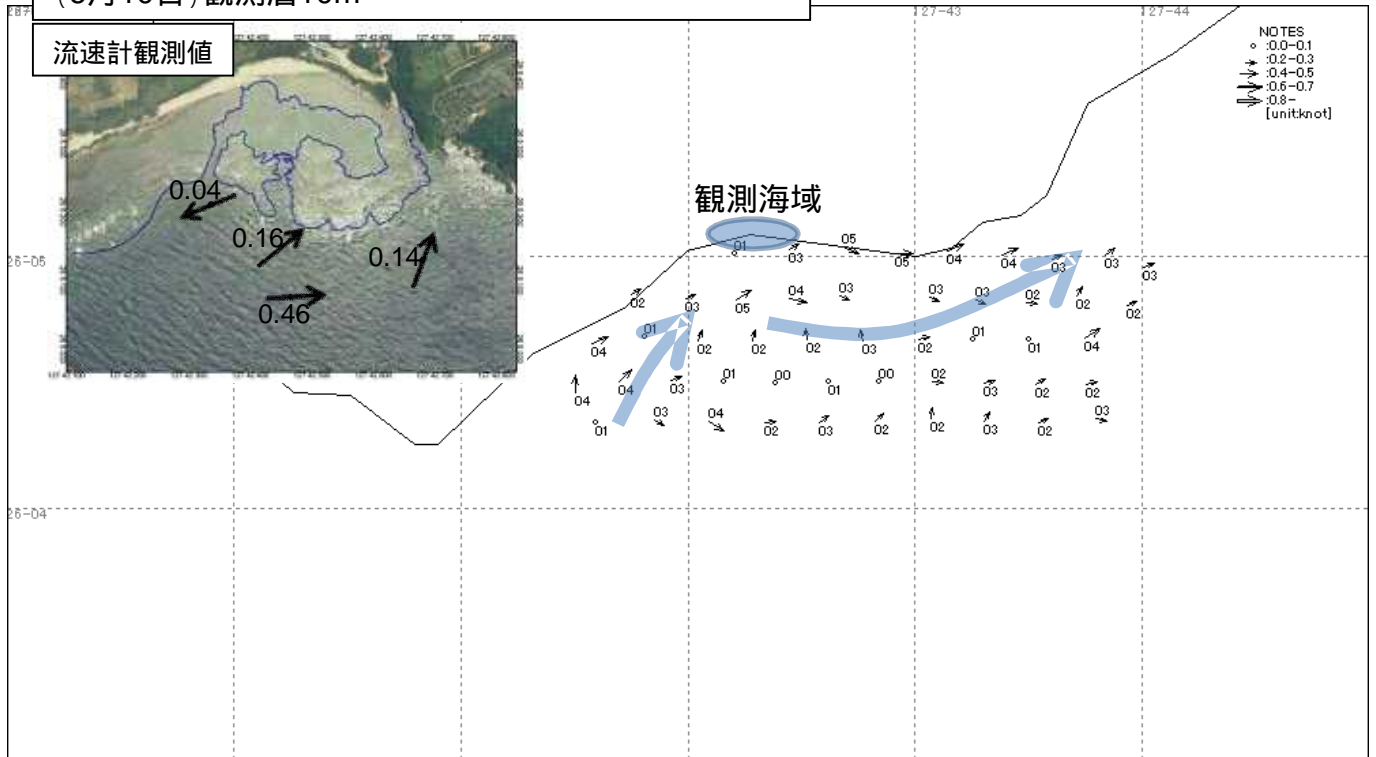


ADCP観測 下げ潮時(高潮時~高潮1時間後)  
(6月9日)観測層10m

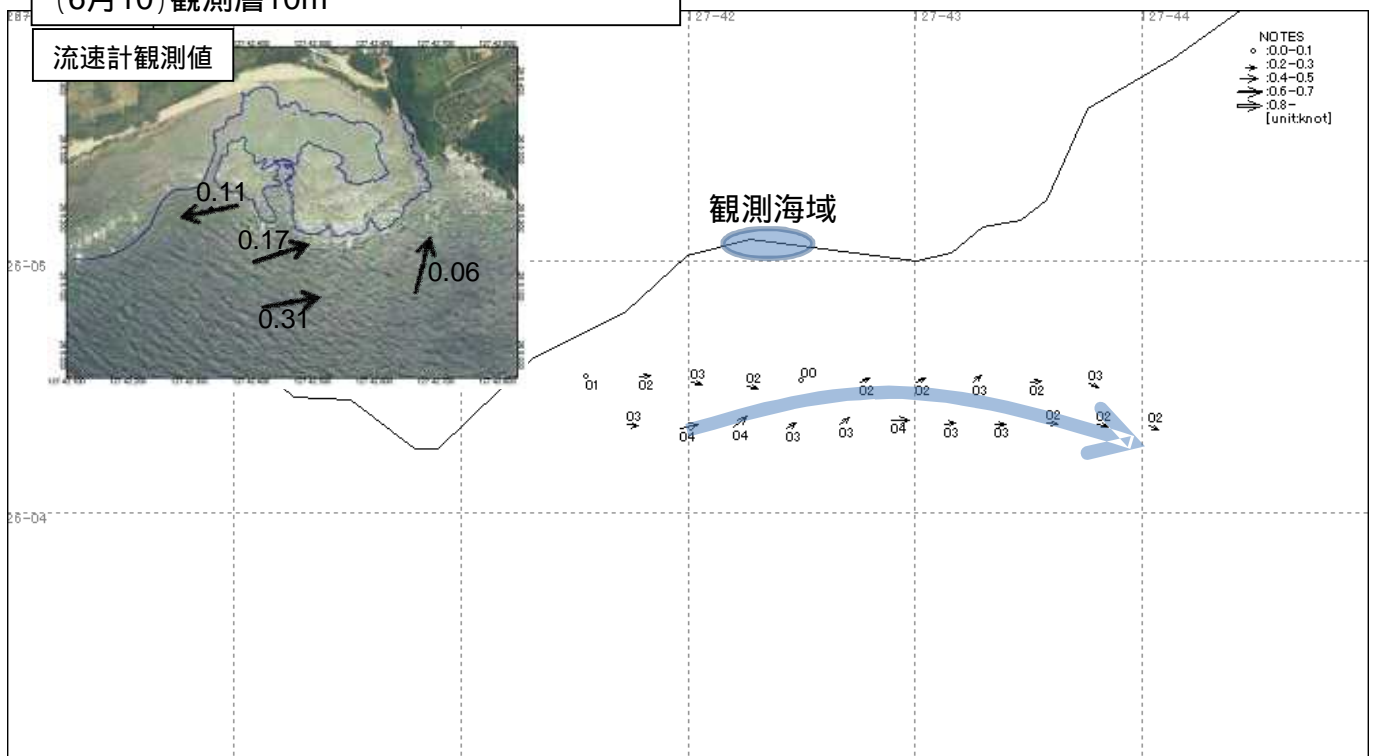


**ADCP観測 下げ潮時(高潮時～高潮後1時間)**  
 (6月10日)観測層10m

第11-2図



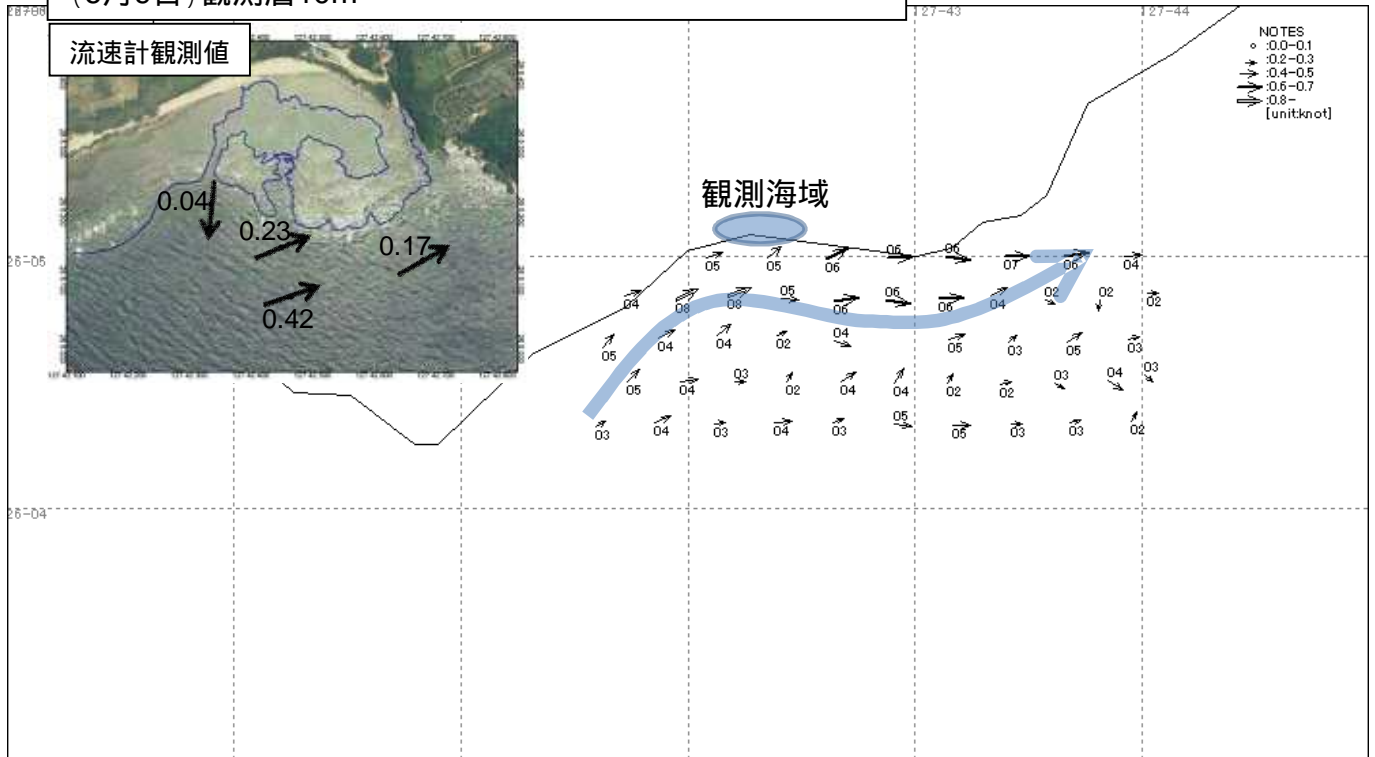
**ADCP観測 下げ潮時(高潮2時間後)**  
 (6月10)観測層10m



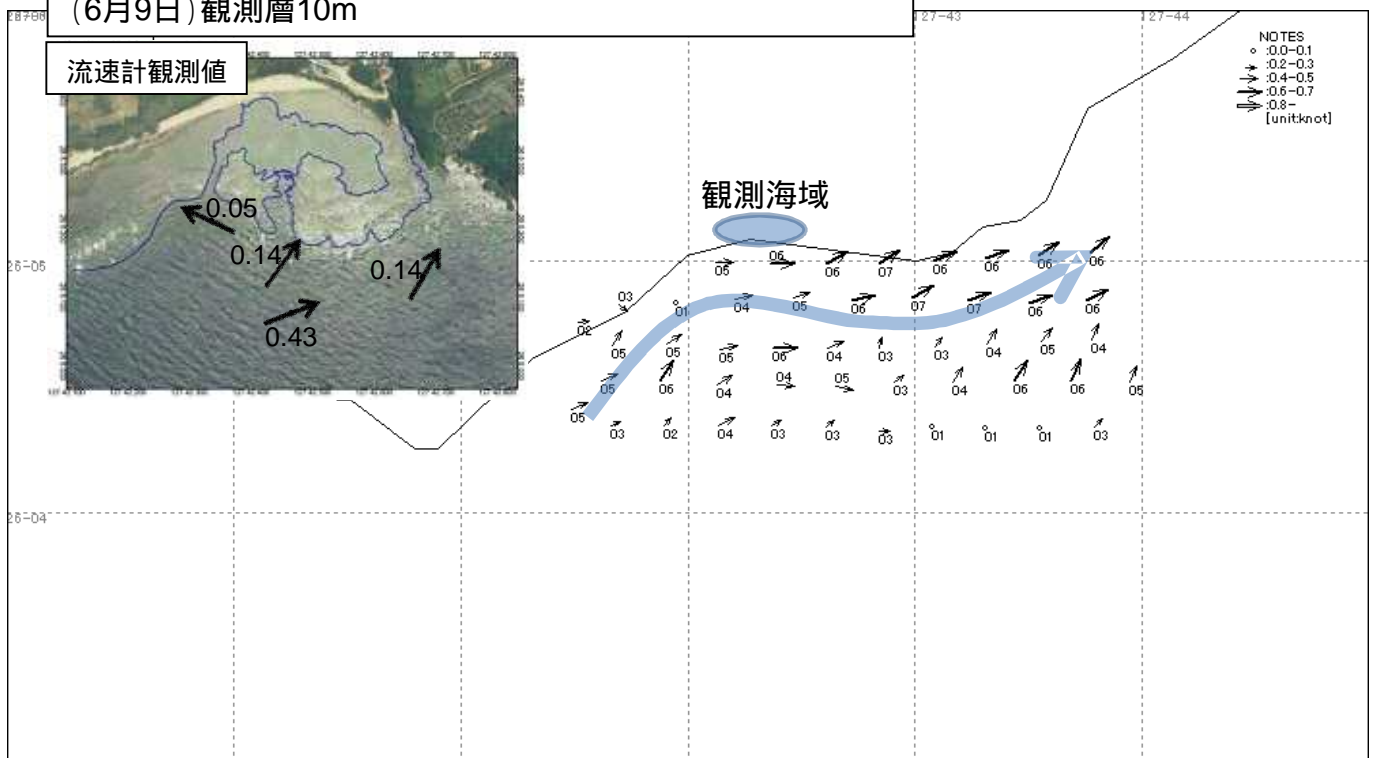


ADCP観測 下げ潮時 (高潮2時間後 ~ 高潮3時間後)  
 (6月9日) 観測層10m

第11-3図

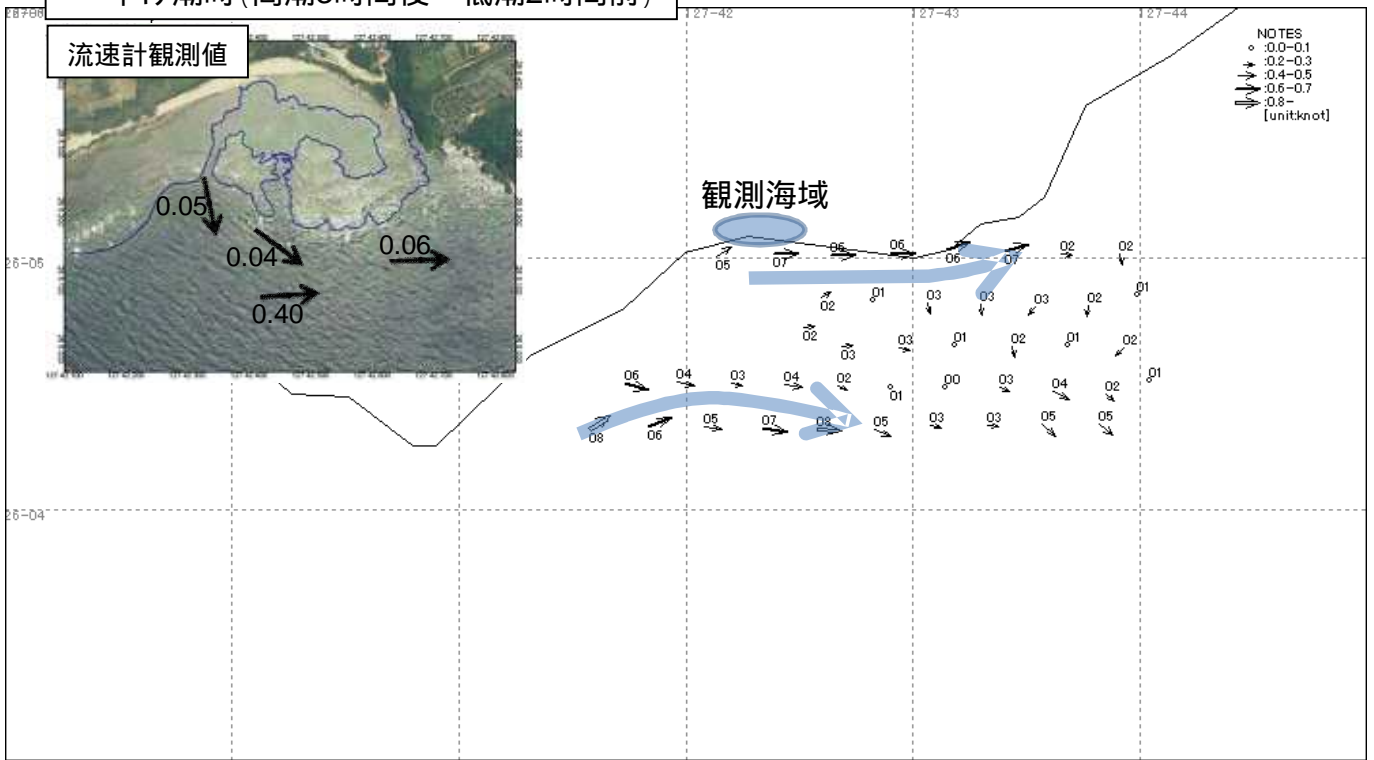


ADCP観測 下げ潮時 (高潮3時間後 ~ 低潮2時間前)  
 (6月9日) 観測層10m

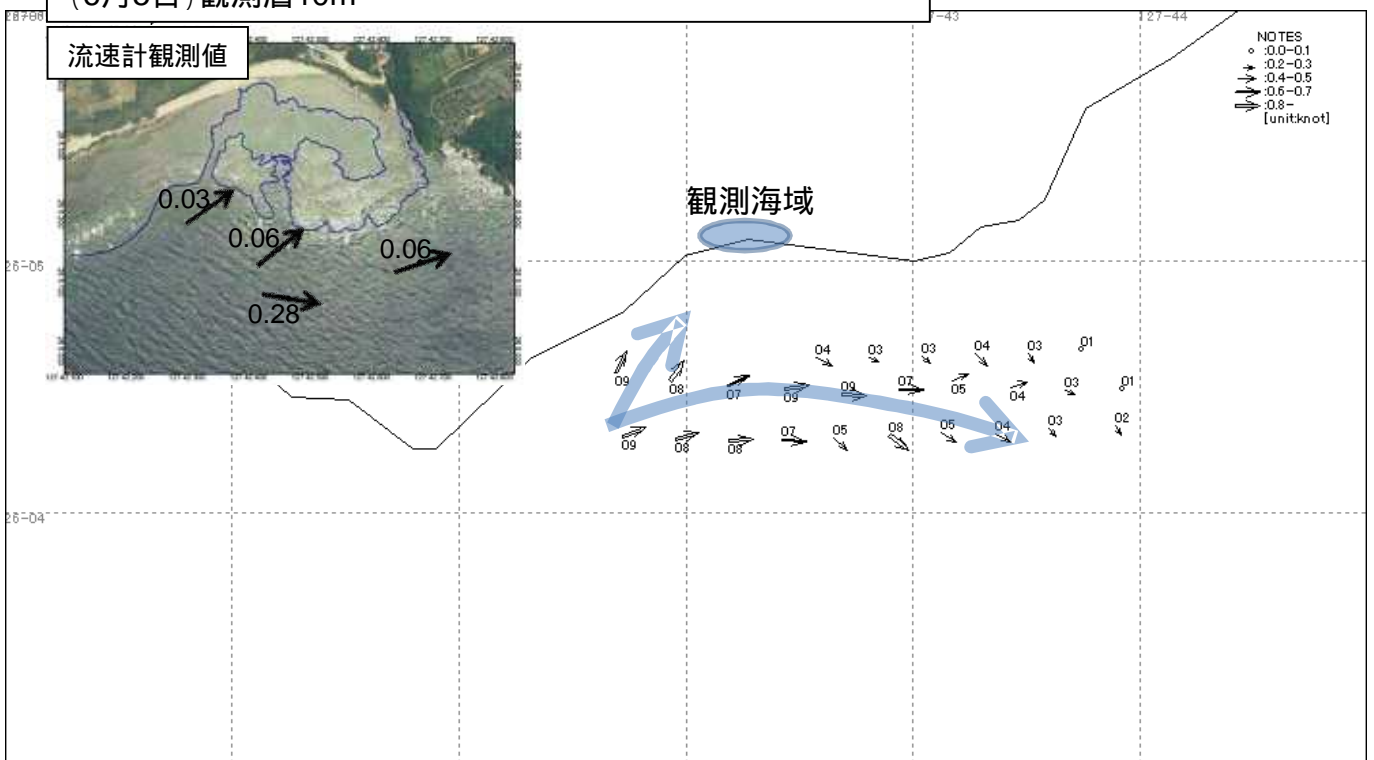


**ADCP観測 (6月5日) 観測層10m**  
 下げ潮時 (高潮3時間後 ~ 低潮2時間前)

第11-4図

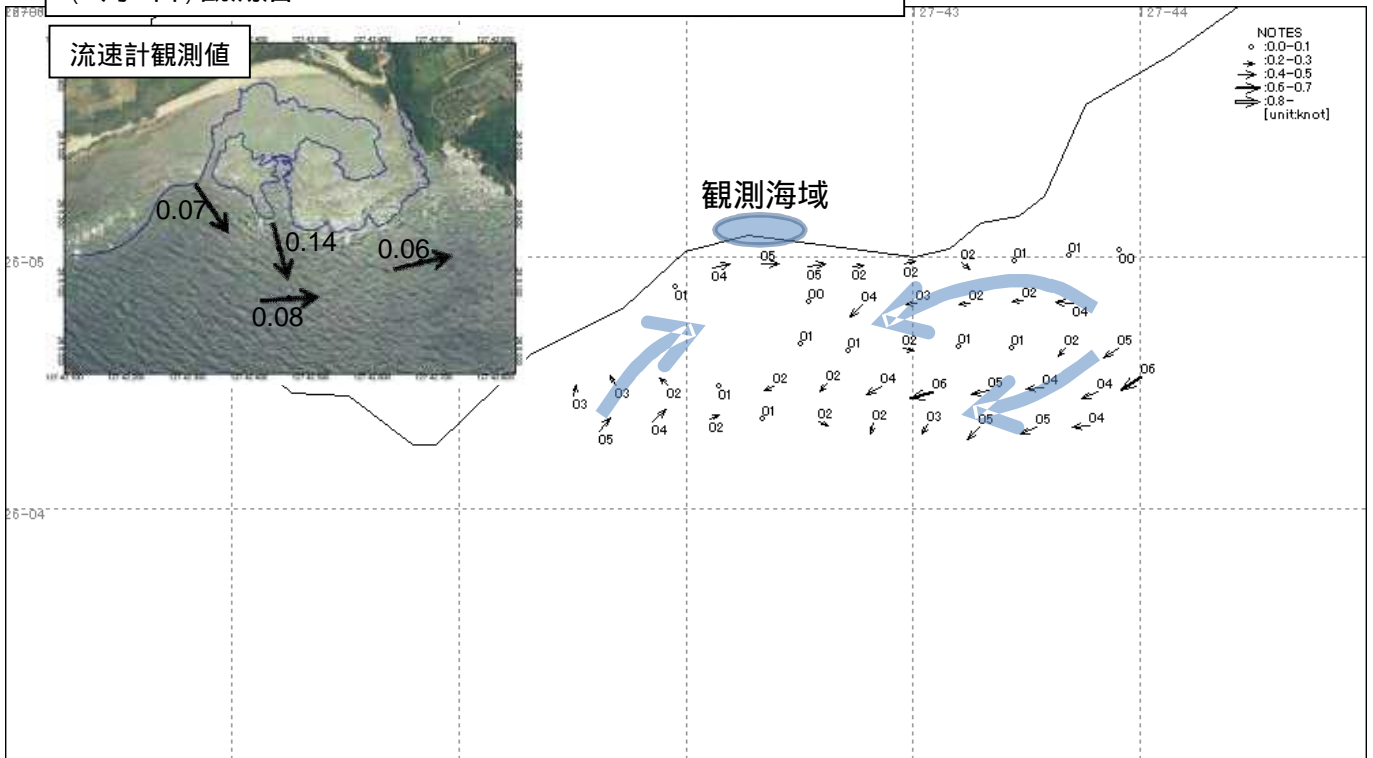


**ADCP観測 下げ潮時 (高潮4時間後 ~ 低潮1.5時間前)**  
 (6月5日) 観測層10m

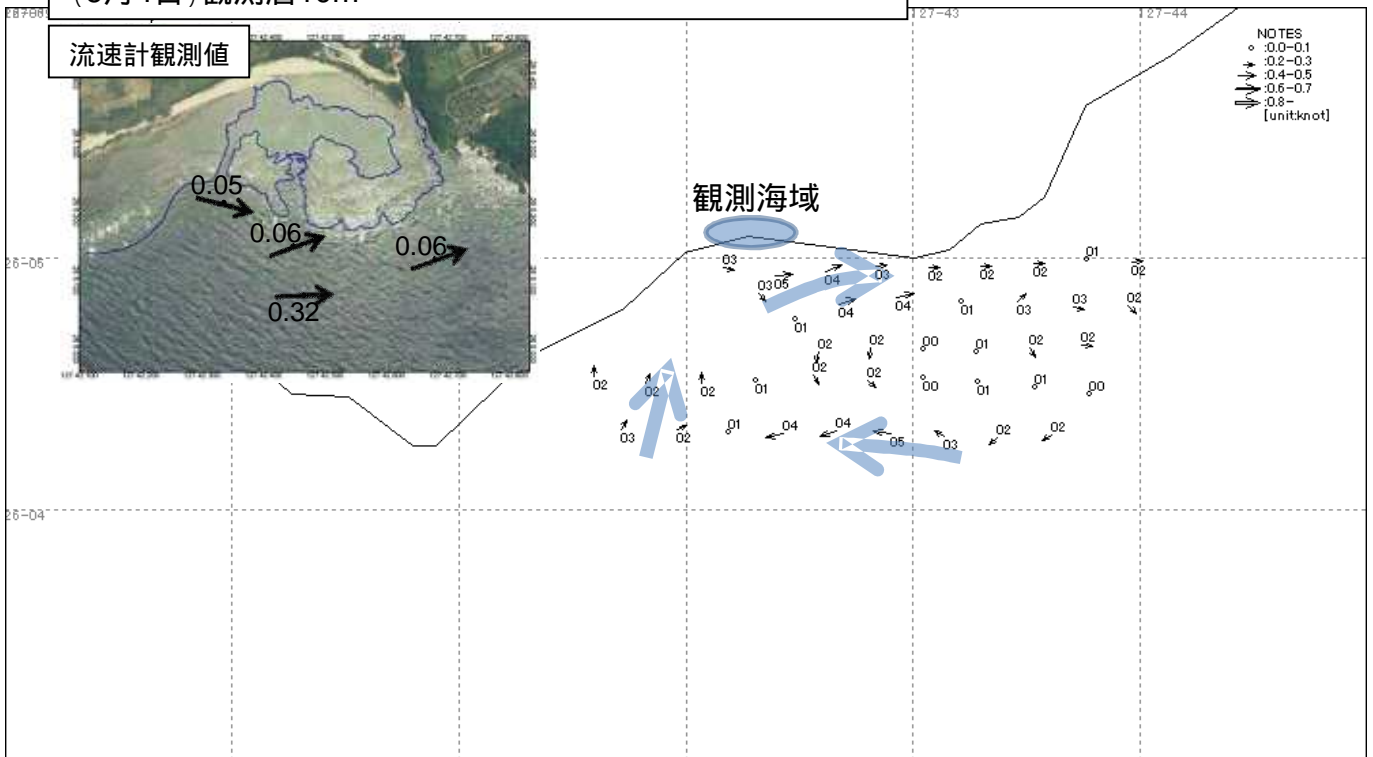


ADCP観測 下げ潮時 (低潮2時間前～低潮1時間前)  
 (6月4日) 観測層10m

第11-5図

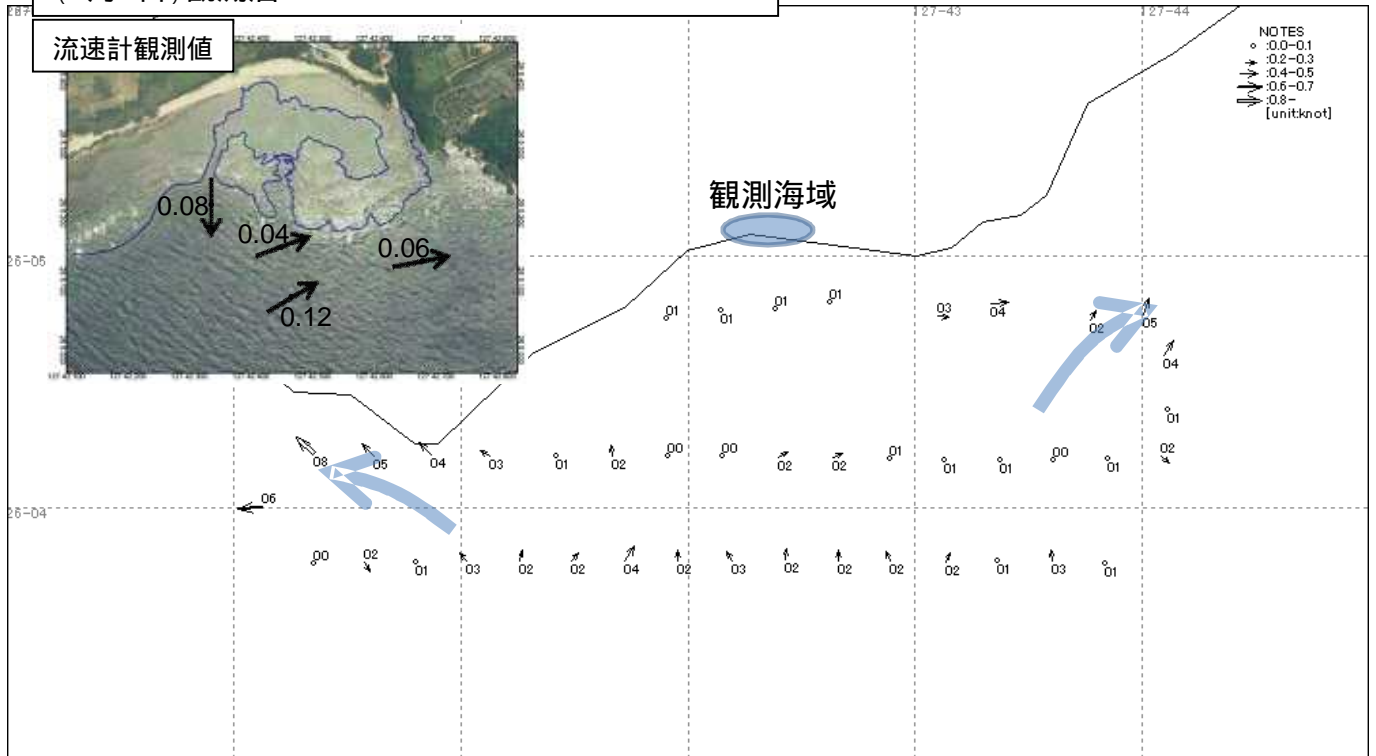


ADCP観測 下げ潮時 (低潮2時間前～低潮1時間前)  
 (6月4日) 観測層10m

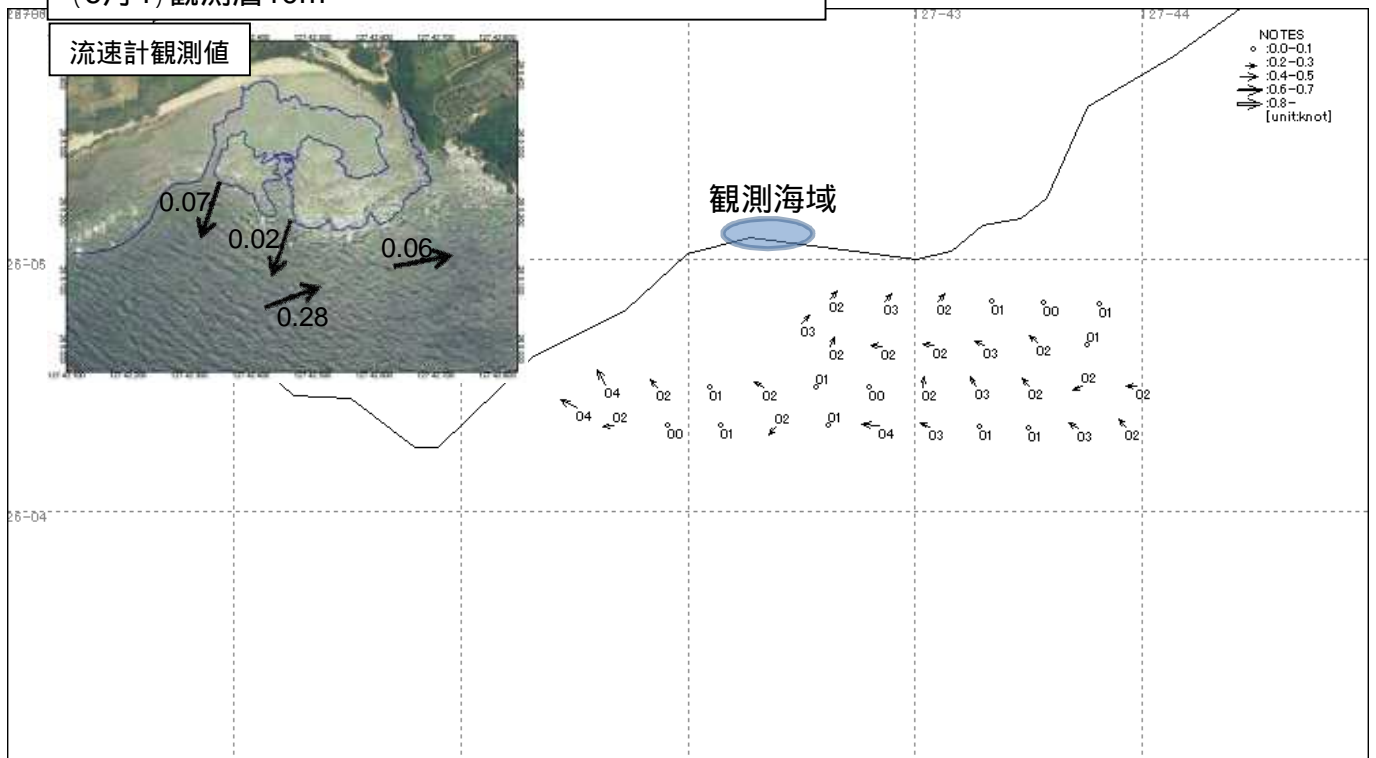


ADCP観測 上げ潮時(低潮～低潮1時間後)  
(6月3日)観測層10m

第11-6図



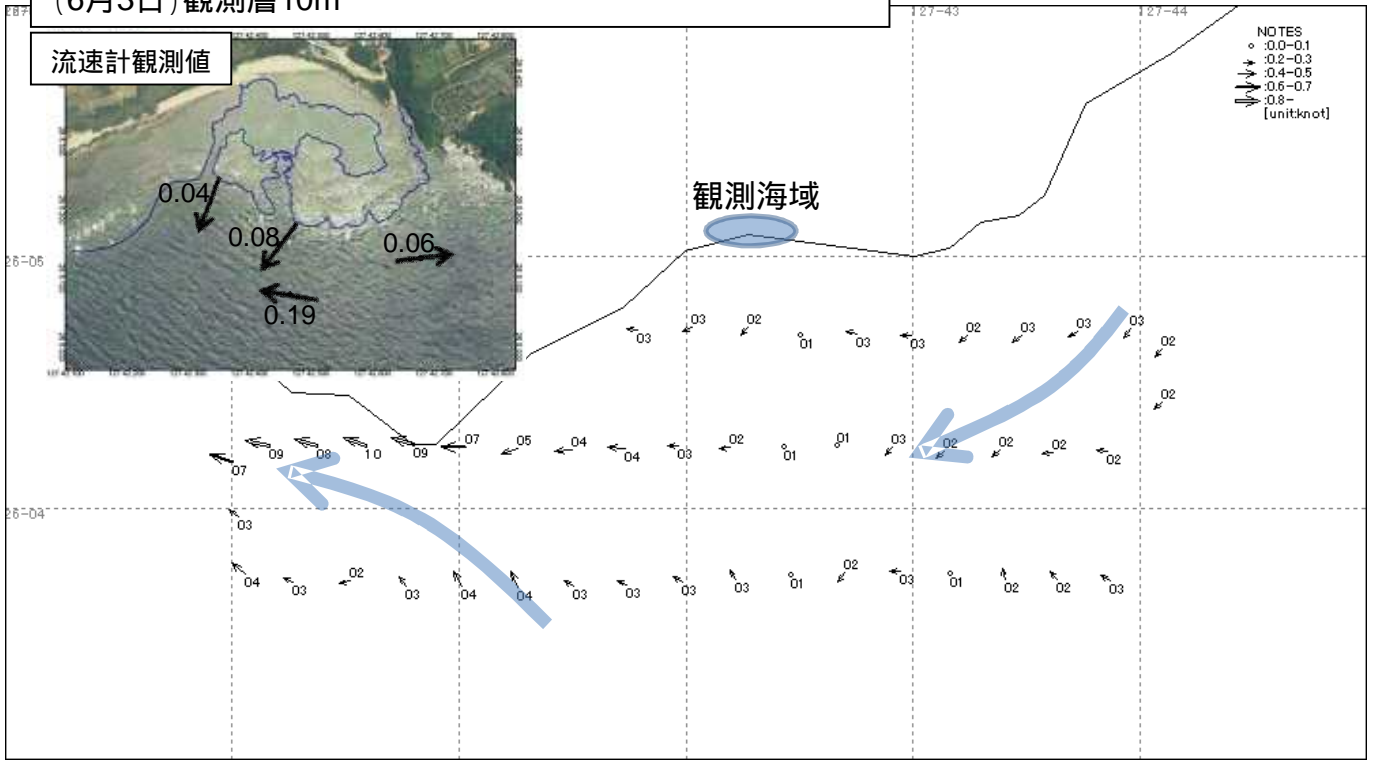
ADCP観測 上げ潮時(低潮時～低潮1時間後)  
(6月4日)観測層10m



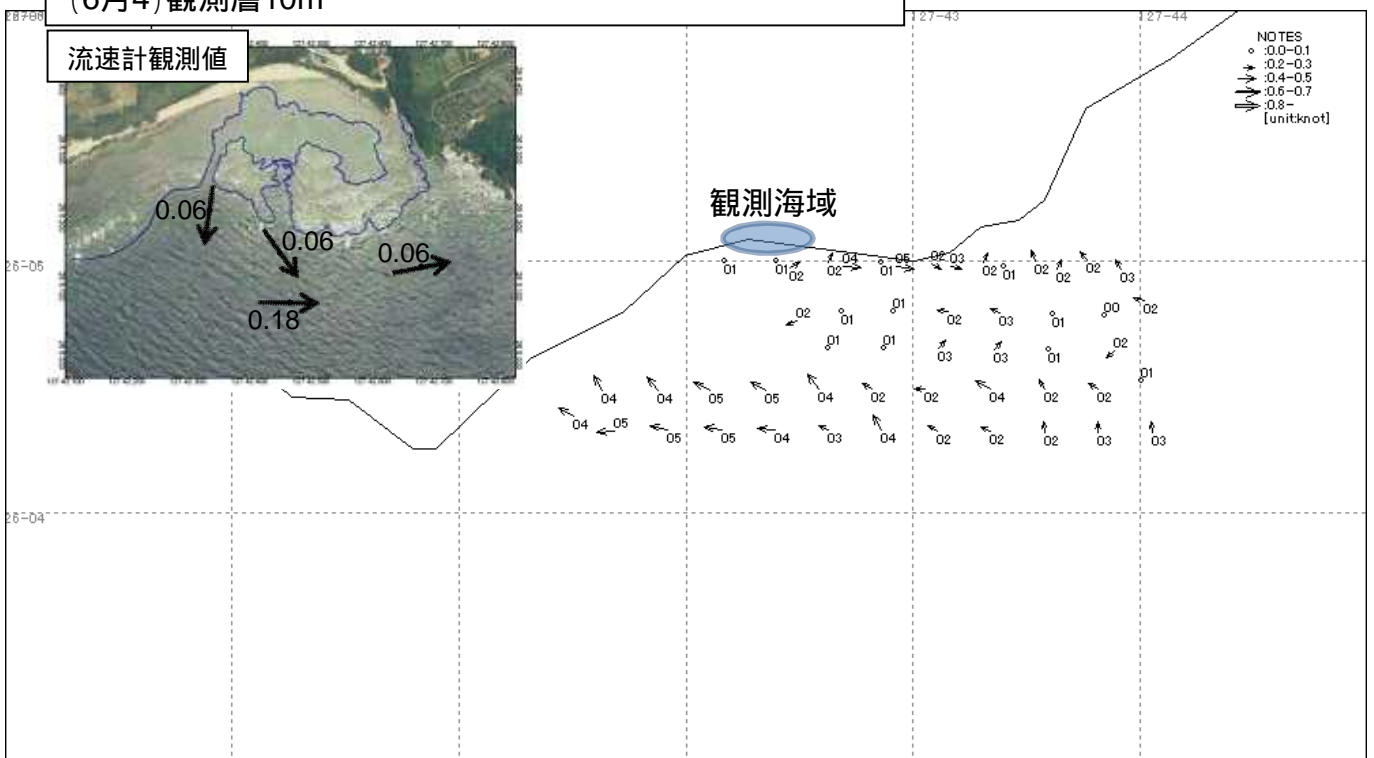


ADCP観測 上げ潮時(低潮1時間後～低潮2時間後)  
(6月3日)観測層10m

第11-7図



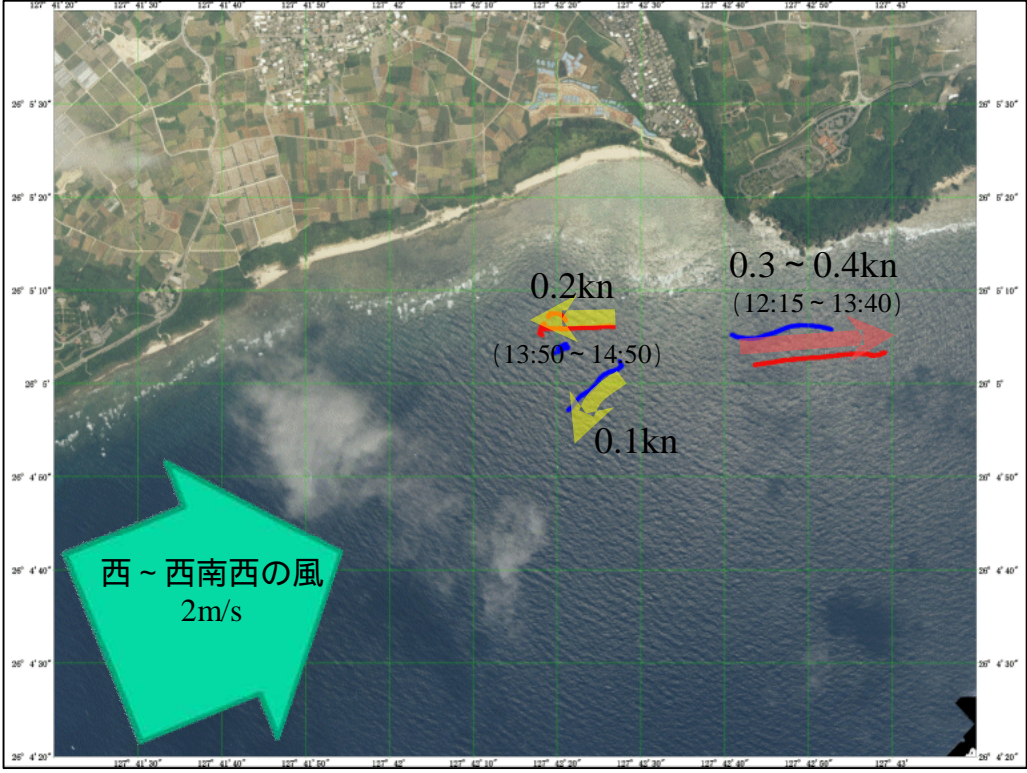
ADCP観測 上げ潮時(低潮1時間後～低潮2時間後)  
(6月4日)観測層10m



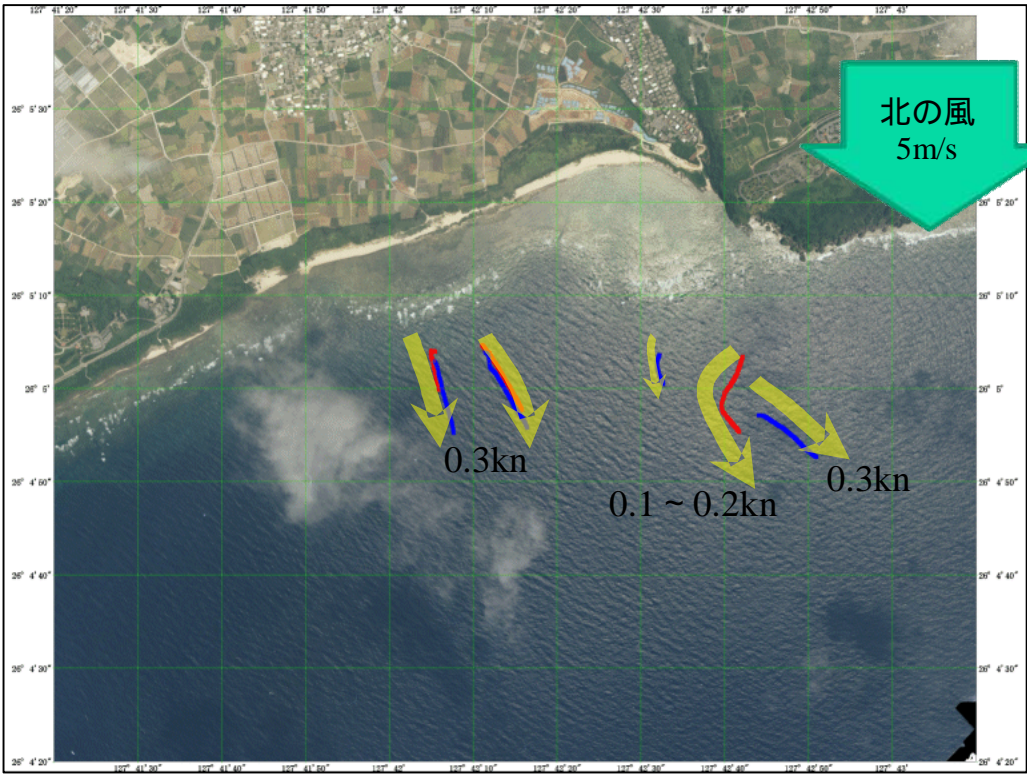
流況調査  
漂流ブイによる観測

第12-1図

6月3日上げ潮 (低潮時 ~ 低潮3時間後)



6月4日上げ潮 (低潮1時間後 ~ 低潮3時間後)

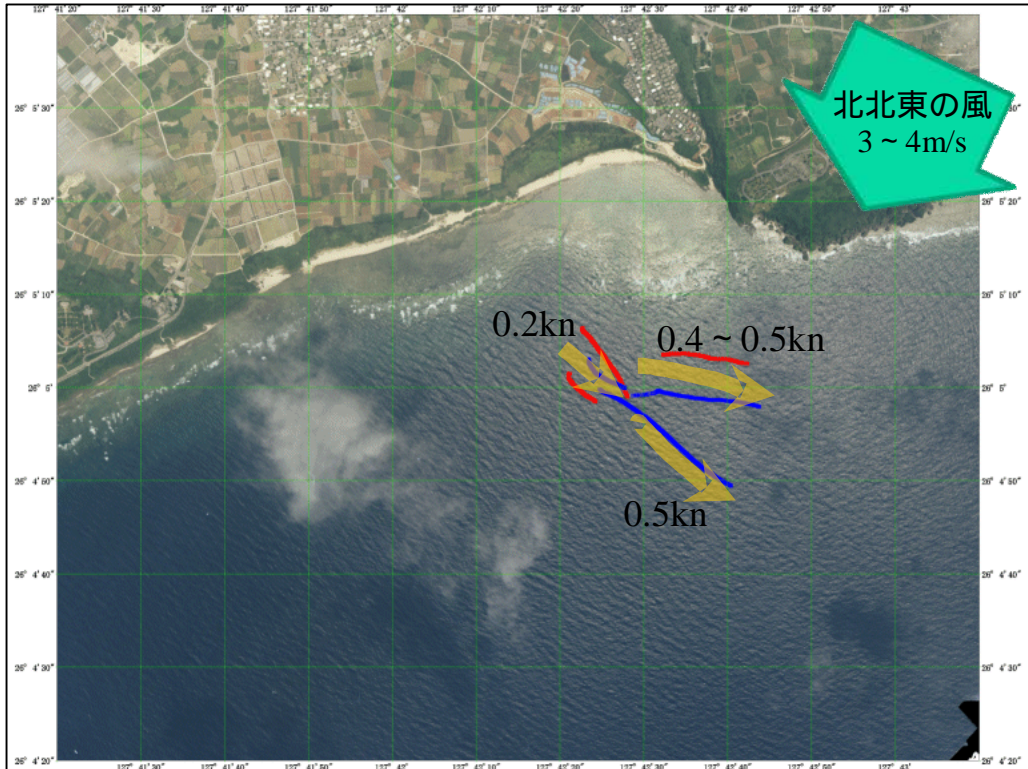




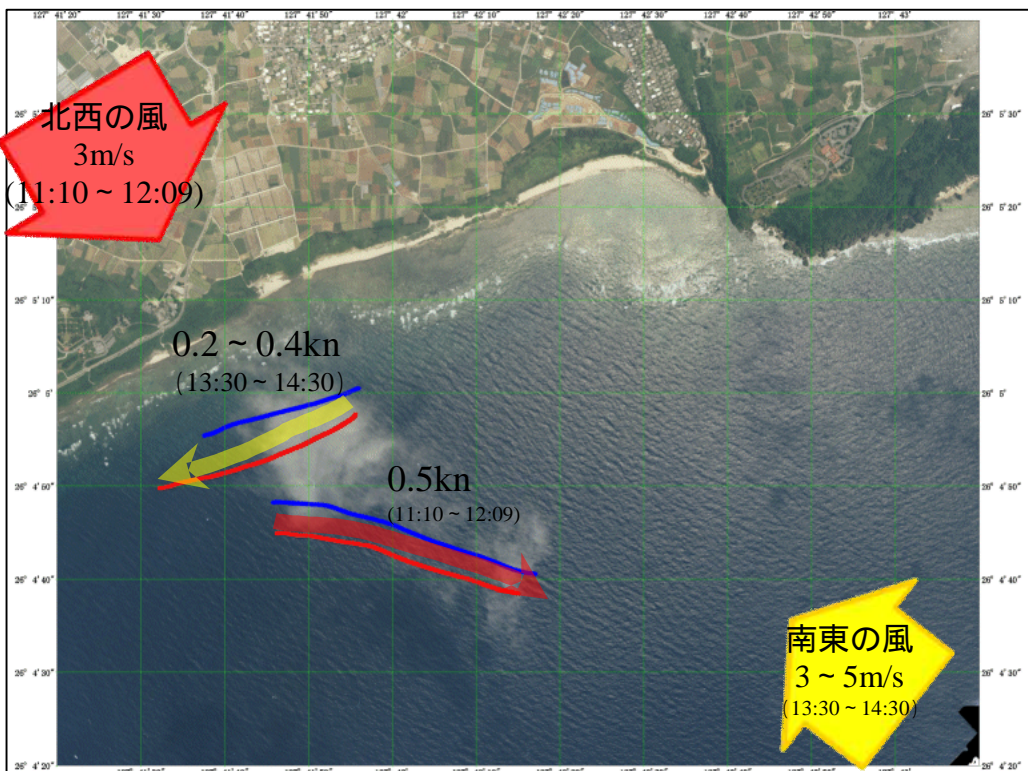
流況調査  
漂流ブイによる観測

第12-2図

6月4日下げ潮 (低潮2時間前 ~ 低潮時)



6月5日下げ潮 (低潮3時間前 ~ 低潮時)



潮流調和定数表

第1-1表

測点番号 280712 5.0m層 計測期間 2008.6.7~ 7.9 (32昼夜観測)	ACM-8M(237)	MM	MSF	Q1	O1	M1	K1	J1	001	MU2	N2	M2	L2	2SM2	S2	M03
	N-Comp	V	0.006	0.011	0.004	0.005	0.002	0.006	0.005	0.002	0.012	0.007	0.016	0.007	0.038	0.012
	K	90.7	242.4	268.8	199.8	98.7	25	250.3	1.2	190.4	88.9	346	66	281.1	139.9	24.5
E-Comp	V	0.006	0.002	0.006	0.004	0.005	0.003	0.005	0.002	0.004	0.004	0.006	0.007	0.02	0.006	0.002
	K	75.9	353.4	169.8	77.5	328.1	168.7	163.6	206.6	340.6	164.5	140.1	241.6	71	39.6	147.5
MAIN Dir	V	0.004	0.011	0.004	0.006	0.003	0.006	0.005	0.002	0.013	0.007	0.017	0.009	0.041	0.012	0.001
	K	96.7	239.9	290.4	208.2	117.7	20.8	267.6	8.2	188	78.6	343.5	65.1	277.2	148	5.5
		M3	MK3	MN4	M4	SN4	MS4	2MN6	M6	MAN6	2MS6	2SM6	K2	NU2	P1	CONSTANT
N-Comp	V	0.002	0.003	0.006	0.003	0.013	0.012	0.002	0.004	0.004	0.013	0.024	0.003	0.001	0.002	-0.004
	K	317.1	264.7	318.5	204.8	48.3	314.6	10.4	329.8	186.2	130.1	293.9	139.9	88.3	25.0	
E-Comp	V	0.002	0.002	0.006	0.002	0.008	0.003	0.007	0.008	0.002	0.008	0.014	0.002	0.001	0.001	-0.027
	K	40.5	199.3	149.9	34.1	298.7	348.8	158.1	75.7	317.2	327.1	138.5	39.6	163.9	168.7	
MAIN Dir	V	0.002	0.002	0.007	0.004	0.013	0.011	0.003	0.005	0.004	0.014	0.026	0.003	0.001	0.002	0.004
	K	344.0	301.7	276.4	321.1	206	57.7	312.0	352.2	301.1	180.5	132.7	297.6	148.0	77.9	

測点番号 280713 2.0m層 計測期間 2008.6.7~ 7.9 (32昼夜観測)	WaveHunter165	MM	MSF	Q1	O1	M1	K1	J1	001	MU2	N2	M2	L2	2SM2	S2	M03
	N-Comp	V	0.049	0.08	0.01	0.019	0.018	0.023	0.007	0.013	0.037	0.017	0.084	0.033	0.122	0.03
	K	76.7	312.2	180.8	173.5	328.6	157.1	2.4	254.9	344.5	223.8	155	199.5	45.8	301.1	258.8
E-Comp	V	0.005	0.007	0.005	0.01	0.007	0.013	0.004	0.001	0.01	0.007	0.032	0.002	0.018	0.016	0.004
	K	37	290.9	326.9	290	6.4	303.8	176.2	248.5	9.7	197.6	224.4	148.2	224.1	251	218.9
MAIN Dir	V	0.049	0.08	0.01	0.019	0.018	0.022	0.007	0.013	0.038	0.017	0.085	0.033	0.122	0.03	0.007
	K	76.5	312.2	181.5	174.5	329.1	157.8	2.5	254.9	344.8	223.4	155.8	199.4	45.8	300.1	257.9
		M3	MK3	MN4	M4	SN4	MS4	2MN6	M6	MAN6	2MS6	2SM6	K2	NU2	P1	CONSTANT
N-Comp	V	0.009	0.012	0.004	0.011	0.011	0.011	0.003	0.010	0.006	0.003	0.018	0.008	0.003	0.008	-0.007
	K	198.3	127.7	119.5	160.6	260.2	94.2	156.1	72.5	144.5	192.3	192.4	301.1	223.1	157.1	
E-Comp	V	0.002	0.003	0.008	0.006	0.004	0.007	0.003	0.003	0.006	0.010	0.028	0.004	0.001	0.004	0.050
	K	289.4	288.2	52.1	251.3	103.9	76.6	345.2	238.2	0.9	345.1	317.8	251.0	197.0	303.8	
MAIN Dir	V	0.009	0.012	0.005	0.011	0.010	0.012	0.003	0.010	0.006	0.002	0.017	0.008	0.003	0.007	-0.005
	K	198.9	127.9	115.7	161.8	259.8	93.8	155.7	72.6	143.1	196.7	195.4	300.1	222.7	157.8	

測点番号 280715 3.0m層 計測期間 2008.6.7~ 7.9 (32昼夜観測)	WH1200KHz	MM	MSF	Q1	O1	M1	K1	J1	001	MU2	N2	M2	L2	2SM2	S2	M03
	N-Comp	V	0.013	0.02	0.003	0.002	0.007	0.004	0.003	0.003	0.016	0.007	0.017	0.007	0.018	0.012
	K	301.2	331.5	203.1	337.7	268.2	352.1	317.7	83.3	270.3	8.6	333.5	79.4	251.1	107.4	270.4
E-Comp	V	0.052	0.007	0.038	0.033	0.016	0.096	0.017	0.019	0.013	0.041	0.2	0.032	0.081	0.108	0.039
	K	253.2	200	240.3	267.9	308.7	315.5	208.7	350.9	271.7	255	277.5	35.5	239.3	277.3	264.2
MAIN Dir	V	0.052	0.007	0.038	0.033	0.016	0.096	0.017	0.019	0.013	0.041	0.2	0.032	0.081	0.108	0.039
	K	253.2	200	240.3	267.9	308.7	315.5	208.7	350.9	271.7	255	277.5	35.5	239.3	277.3	264.2
		M3	MK3	MN4	M4	SN4	MS4	2MN6	M6	MAN6	2MS6	2SM6	K2	NU2	P1	CONSTANT
N-Comp	V	0.002	0.001	0.006	0.006	0.011	0.020	0.010	0.012	0.011	0.023	0.022	0.003	0.001	0.001	0.003
	K	94.9	326.9	116.8	146.8	111.6	162.7	263.1	70.1	184.0	161.2	153.0	107.4	7.9	352.1	
E-Comp	V	0.04	0.021	0.009	0.019	0.018	0.022	0.009	0.006	0.016	0.017	0.048	0.029	0.008	0.032	0.065
	K	342.4	348.2	5.5	313.1	87.3	164.0	157.2	214.4	315.2	88.8	214.7	277.3	254.3	315.5	
MAIN Dir	V	0.04	0.021	0.009	0.019	0.018	0.022	0.009	0.006	0.016	0.017	0.048	0.029	0.008	0.032	0.065
	K	90.0	342.4	348.3	5.5	313.1	87.3	164.0	157.1	214.4	315.2	88.8	214.7	277.3	254.3	

単位 V:knot  
k:dgree

潮流調和定数表

第1-2表

測点番号 280715 5.0m層 計測期間 2008.6.7~ 7.9 (32昼夜観測)	WH1200KHz	MM	MSF	Q1	O1	M1	K1	J1	001	MU2	N2	M2	L2	2SM2	S2	M03
	N-Comp	V	0.01	0.008	0.004	0.002	0.009	0.002	0.003	0.004	0.008	0.006	0.018	0.004	0.018	0.005
	K	270	320.5	231.7	229.8	272.5	39.9	336.5	39.6	266.9	337.2	326.1	51.9	213.3	95.5	299.7
E-Comp	V	0.043	0.005	0.031	0.035	0.016	0.088	0.02	0.017	0.012	0.039	0.181	0.031	0.075	0.103	0.036
	K	253.9	184.7	249.4	279	313.7	316.3	196.3	352.1	267.4	249.1	280.2	35.6	229.6	275.1	259.4
MAIN Dir	V	0.044	0.005	0.031	0.035	0.016	0.088	0.02	0.017	0.012	0.039	0.181	0.031	0.075	0.103	0.036
	K	254	185.8	249.4	278.9	313.3	316.3	196.4	352.3	267.4	249.2	280.2	35.7	229.6	275.1	259.5
		M3	MK3	MN4	M4	SN4	MS4	2MN6	M6	MAN6	2MS6	2SM6	K2	NU2	P1	CONSTANT
N-Comp	V	0.003	0.001	0.007	0.005	0.007	0.016	0.008	0.012	0.008	0.011	0.016	0.001	0.001	0.001	0.013
	K	98	339	174.4	147.6	86.1	176.1	276.1	67.5	159.6	160.4	187.8	95.5	336.6	39.9	
E-Comp	V	0.038	0.02	0.011	0.017	0.015	0.022	0.013	0.006	0.015	0.020	0.049	0.028	0.007	0.029	0.063
	K	343.2	334.6	340.2	318.1	91.9	166.1	185.7	254.4	324.6	92.5	228.5	275.1	248.4	316.3	
MAIN Dir	V	0.038	0.02	0.011	0.017	0.016	0.022	0.013	0.006	0.015	0.020	0.049	0.028	0.007	0.029	0.063
	K	343.2	334.6	340.1	318.1	91.9	166.2	186.3	254.7	324.4	93.0	228.3	275.1	248.6	316.3	

測点番号 280715 10.0m層 計測期間 2008.6.7~ 7.9 (32昼夜観測)	WH1200KHz	MM	MSF	Q1	O1	M1	K1	J1	001	MU2	N2	M2	L2	2SM2	S2	M03
	N-Comp	V	0.011	0.007	0.004	0.005	0.002	0.007	0.004	0.006	0.001	0.005	0.008	0.003	0.026	0.01
	K	259.9	145.3	244.9	224	325.3	65.1	245.6	351.6	47.8	271.1	353.1	126.6	180.9	26.4	263.2
E-Comp	V	0.02	0.004	0.014	0.037	0.023	0.068	0.023	0.006	0.016	0.028	0.123	0.013	0.07	0.073	0.022
	K	269.7	84.6	276.4	296.1	316.1	317.6	206.2	19.5	241.9	246.5	279.7	31.6	217.7	282.4	255.1
MAIN Dir	V	0.02	0.004	0.014	0.037	0.023	0.068	0.023	0.006	0.016	0.028	0.123	0.013	0.07	0.073	0.022
	K	269.7	84	276.4	296.1	316.1	317.5	206.1	19.7	241.8	246.4	279.7	31.5	217.8	282.4	255.1
		M3	MK3	MN4	M4	SN4	MS4	2MN6	M6	MAN6	2MS6	2SM6	K2	NU2	P1	CONSTANT
N-Comp	V	0.007	0.003	0.007	0.004	0.008	0.005	0.002	0.010	0.012	0.011	0.022	0.003	0.001	0.002	0.015
	K	187.4	49.3	252.3	321.7	309.4	355.7	263.4	25.4	92.7	328.8	331.0	26.4	270.5	65.1	
E-Comp	V	0.026	0.02	0.009	0.014	0.021	0.027	0.016	0.008	0.010	0.014	0.026	0.020	0.005	0.023	0.051
	K	332.1	315.5	332.4	295.1	81.5	173.3	207.1	329.8	303.9	50.8	234.2	282.4	245.8	317.6	
MAIN Dir	V	0.026	0.02	0.009	0.014	0.021	0.027	0.016	0.008	0.010	0.014	0.026	0.020	0.005	0.023	0.051
	K	332.2	315.5	332.7	295	81.6	173.3	207.0	329.4	303.7	51.1	233.9	282.4	245.8	317.5	

測点番号 280715 15.0m層 計測期間 2008.6.7~ 7.9 (32昼夜観測)	WH1200KHz	MM	MSF	Q1	O1	M1	K1	J1	001	MU2	N2	M2	L2	2SM2	S2	M03
	N-Comp	V	0.004	0.007	0.004	0.003	0.007	0.008	0.006	0.004	0.016	0.006	0.017	0.001	0.028	0.009
	K	213.1	189.2	303.4	106.5	42.9	102.7	71.5	335	42	161.7	74.5	80.1	62.2	35	323.3
E-Comp	V	0.011	0.009	0.006	0.024	0.013	0.03	0.016	0.004	0.009	0.011	0.047	0.001	0.042	0.032	0.011
	K	307.2	65.2	342.6	305.5	308.2	316	211.1	183.7	258.2	236.7	265.7	76.8	207.7	272.1	220.2
MAIN Dir	V	0.01	0.01	0.006	0.024	0.012	0.031	0.016	0.005	0.012	0.01	0.05	0.001	0.047	0.033	0.011
	K	132.6	237.6	168.4	124.9	121	134.1	34.1	358.5	68.2	63.8	84.9	256.1	32.1	89.3	36.1
		M3	MK3	MN4	M4	SN4	MS4	2MN6	M6	MAN6	2MS6	2SM6	K2	NU2	P1	CONSTANT
N-Comp	V	0.006	0.006	0.008	0.007	0.015	0.022	0.005	0.013	0.009	0.020	0.030	0.002	0.001	0.003	-0.013
	K	154.5	118.3	338.4	307.1	287.8	334.0	112.2	267.6	66.1	13.9	48.1	35.0	161.0	102.7	
E-Comp	V	0.012	0.014	0.004	0.011	0.012	0.020	0.010	0.003	0.006	0.009	0.010	0.009	0.002	0.010	0.022
	K	301.4	273.5	321	267.2	108.4	174.1	197.9	335.1	133.1	7.9	224.1	272.1	236.0	316.0	
MAIN Dir	V	0.012	0.015	0.002	0.01	0.015	0.024	0.010	0.003	0.005	0.004	0.017	0.009	0.002	0.010	-0.025
	K	125.1	95.6	126.7	81.4	288.3	350.0	24.5	210.1	333.9	181.4	45.7	89.3	63.1	134.1	

単位 V:knot  
k:dgree