

奥港付近及び伊江付近における流況調査報告書

1．調査区域

調査区域図（図1）に示すとおり。

2．調査期間

奥港付近 平成20年8月4日～7日（4日間）

伊江付近 平成20年8月18日～21日（4日間）

3．調査方法

高低潮の差が大きい時期（原則として大潮期）に、以下の調査方法により流況調査を実施した。

礁外 測量船「おきしお」による ADCP 観測（古野電気株式会社製 CI-60G による）

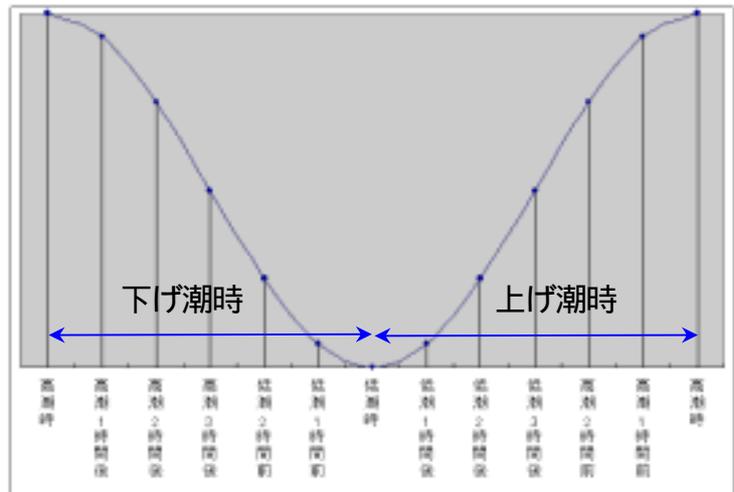
礁内 搭載艇による DGPS プイを用いた漂流観測（図2）

4．調査結果

漂流観測と ADCP 観測の結果を、海域毎に記す。なお、漂流観測の結果については、リーフの切れ目（以下、「リーフギャップ」と言う）をとおり、リーフの内側から外側に向かう流れ（以下、「リーフカレント」と言う）の発生と、潮汐の関連を比較するため、観測日時の順ではなく潮汐の変動順に整理した。

潮時については、およその目安として、右図により区分して整理した。

なお、比較に用いている潮汐の推算値は、観測海域に最も近い安田港の調和定数を使用した。



(1) 漂流観測

那覇航空基地撮影の航空写真に、GPS で観測した位置情報を GIS ソフトで付与し、これに DGPS プイの測位データを漂流経路として重ね合わせた。

なお、航空写真の撮影日は平成20年5月18日14時ころである。撮影時の気象は、気象庁アメダス(奥)によれば東南東の風6～7m/s であり、航空写真では、リーフ周辺に波浪による白波が目立っている。

一方、漂流観測時の海況は、伊江付近の低潮時の観測時(8月20日)以外は、航空写真撮影時と比較して概ね穏やかであり、リーフ周辺の白波も、比較的小さかった。

1) 奥港付近 (図 3-1 ~ 3-6)

高潮 1 時間前(図 3-1)は、0.1kt のリーフカレントが観測された。

高潮時から高潮 1 時間後(図 3-2)、高潮 1 時間後から高潮 2 時間後(図 3-3)は、リーフカレントは観測されず、不安定な流れが観測された。

低潮 2 時間前(図 3-4)になると、再びリーフカレントが観測され始め、最大流速は 0.6kt に達し、低潮時(図 3-5)まで、引き続き最大 0.5kt のリーフカレントが観測された。

低潮時から低潮 1 時間後(図 3-6)になると、リーフカレントは観測されなくなった。

また、周辺の海況は、リーフギャップ付近から世皮埼付近を過ぎて辺戸岬に向かう最大 1.3kt の北西流(図 3-6)が顕著であった。

なお、観測期間中における気象は、概ね東 ~ 南の風 2 ~ 6m/s であった。

2) 伊江付近 (図 4-1 ~ 4-4)

高潮時から高潮 1 時間後(図 4-1)は、リーフギャップ付近においては、最大 0.6kt の北東流が観測された。当日は、波浪は顕著ではなかったが、南の風 5 ~ 6m/s があつた。DGPS プイの漂流経路は、南の風の影響と、東(リーフの外側)に向かうリーフカレントの双方の影響を受けていると思われる。

高潮 1 時間後から低潮 2 時間前(図 4-2)は、風も南 ~ 南東の風 3 ~ 4m/s と弱かつたこともあり、図 4-1 の観測に比べてはっきりとリーフカレントが観測された。流速は、最大 0.6kt であった。

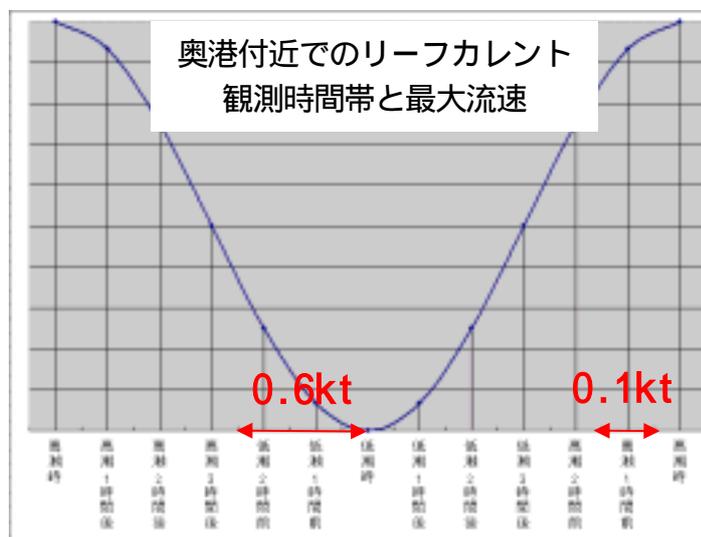
低潮 1 時間前から低潮時(図 4-3)は、海況模様が悪く、搭載艇を用いた観測が実施できなかったが、リーフギャップ付近の海面には、流れによると思われる乱れが認められた。海面が静穏な図 4-2 の観測時でも、最大 0.6kt のリーフカレントが観測されていることから、更に発達したリーフカレントが発生している可能性がある。

低潮 2 時間後から高潮 2 時間前(図 4-4)は、リーフカレントは観測されなかった。

また、リーフギャップ付近の海況は、高潮時から高潮 1 時間後(図 4-1)に観測された最大 0.8kt の北流が顕著であった。

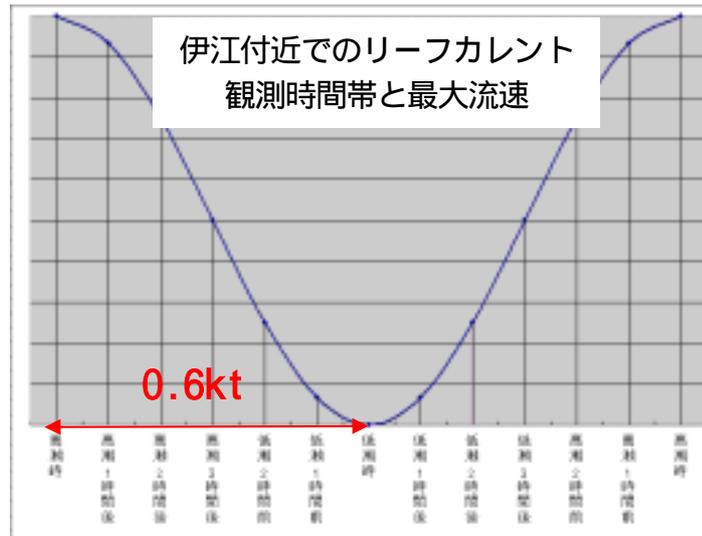
漂流観測の結果から、リーフカレントについては、奥港では、低潮 2 時間前から低潮時にかけて最大 0.6kt が観測されたほか、高潮 1 時間前に 0.1kt 観測された。

伊江付近では、高潮時から低潮時にかけての下げ潮時に全般的に見られた。流速は最大 0.6kt が観測さ



れた。低潮1時間前から低潮時は、漂流観測は実施できなかったが、目視により強い流れが発生していたと思われる。

今回の観測では、波浪の打ち込みは少なく、下げ潮時を中心に発達したリーフカレントが観測されたことから、潮汐性のリーフカレントが発生したと想定される。



(2) ADCP 観測

漂流観測に併せて、周辺の沿岸部について ADCP 観測を実施した。観測層は、海面下 10m 層である。また、参考として観測時の潮汐推算値を示した。

1) 奥港付近 (図 5-1~5-4)

8月4日(図5-1)は、主に0.6kt前後の沿岸に沿う南流が観測されたが、奥港北方で、南流が西流に変化する様子が観測された。

8月5日(図5-2)は、奥港北方において辺戸岬方面に向かう1.0kt前後の北西流と、奥港東方において、沿岸に沿う0.6kt~0.7kt前後の南流が観測された。

8月6日(図5-3)は、奥港北方において辺戸岬方面に向かう0.5kt前後の北西流が観測されたほかは、奥港東方において、0.2kt前後の微弱な流れが多くを占めた。

8月7日(図5-4)は、奥港北方において辺戸岬方面に向かう最大1.8ktの北西流と、奥港東方において、沿岸に沿う0.5kt前後の南流が観測された。

2) 伊江付近 (図 6-1~6-4)

8月18日(図6-1)は、0.9~1.0kt前後の沿岸に沿う南流が観測されたが、観測時間によっては、陸岸寄りでは0.4kt前後の北流が観測された。

8月19日(図6-2)は、0.5kt~1.0kt前後の沿岸に沿う南流が観測されたが、観測時間によっては、陸岸寄りでは0.3kt前後の北流が観測された。

8月20日(図6-3)は、0.7kt~1.0kt前後の沿岸に沿う南流が観測された。

8月21日(図6-4)は、0.6kt前後の沿岸に沿う北流が観測された。

奥港付近から伊江付近に至る沿岸では、奥港付近では、主として奥港北方で辺戸岬に向かう北西流が、奥港東方から伊江沖に向かう南流が見られた。この北西流と南流の分枝は、強弱の変化があり、8月4日は南流が優勢となり、8月6日は全体的に流速が弱くなっている。

伊江付近では、8月18日~20日にかけて主に南流が継続しているが、8月21日は

北流に転じている。但し、南流が主に観測されている8月18日及び19日でも、陸岸寄りでは北流が一部観測されており、漂流観測の結果においても、リーフカレント以外の流れは殆どが北流を観測している。

このことから一つの可能性として、伊江付近の流れは、主に南流であるが陸岸寄りでは北流の反流が発生し、南流が離岸すると北流が占めることが考えられるが、詳細な解析のためには更なる観測が必要である。

(3) その他

リーフカレントの発生状況を目視で確認できるよう、適宜、写真撮影を実施した。シーマーカー及び漂流ブイがリーフ外に流れる様子や、流れによると思われる海面の乱れ、白く泡立っている様子等を撮影した(図7-1~7-2)。

5. 過去の海難事故について

当該海域の各リーフギャップでは、過去にリーフカレントが原因と思われる海難事故が発生している。

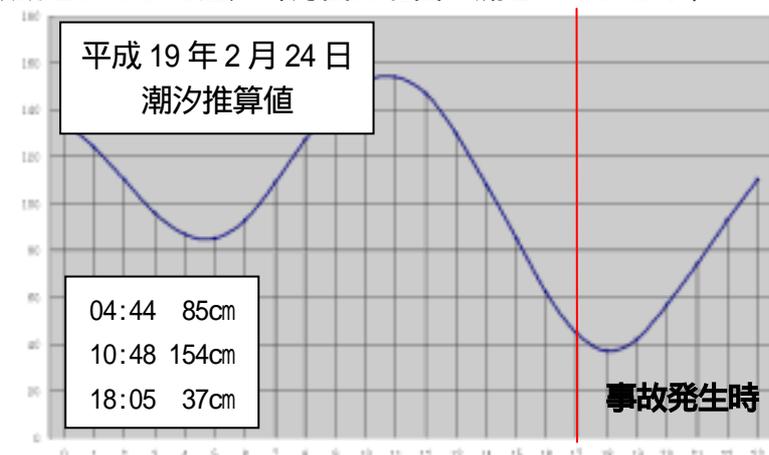
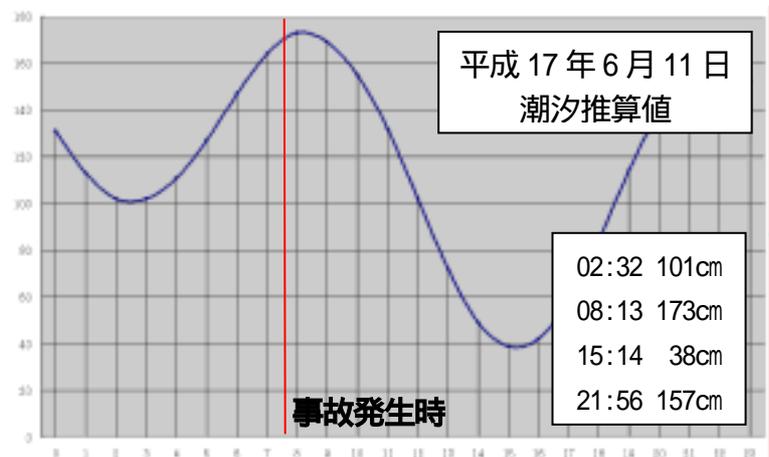
奥港付近では、平成17年6月11日07:45にサーファー1名が沖合に流され、他のサーファー3名が救助に向かったが、4名とも戻れなくなった。そのまま北西に漂流し、世皮崎を超えて、辺戸岬の南東約2,200m付近

で地元消防により救助された。潮汐推算によれば、当日は08:13頃に高潮を迎え、事故発生時は概ね高潮1時間前の頃だったと思われる。気象は南東の風8m/s、沖縄本島には波浪注意報が出されていた。

今回の漂流観測の結果を見ると、同じ潮時である高潮1時間前は、0.1ktの弱いリーフカレントが観測(図3-1)されているが、事故当時は悪荒天であったため、波浪性による強いリーフカレントが発生していた可能性がある。

その後、沖合に流された後は、救助されるまで辺戸岬方面に北西に流されているが、ADCP観測の結果を見ると、日によって流速の強弱はあるものの、世皮崎を経て辺戸岬方面に流れる北西流が観測されており、最大流速は、1.8kt(図5-4)に達している。

伊江付近では、平成19年2月24日17:10にシュノーケリング中に1名が溺れ、他の2名が救助に



向かったが、3名とも戻れなくなり、沖合リーフ上に取り残され、地元住民により救助された。

潮汐推算によれば、当日は18:05頃に低潮を迎え、事故発生時は概ね低潮1時間前の頃だったと思われる。気象は北の風5m/sであった。

今回の漂流観測の結果を見ると、事故発生時間帯に近い潮時である低潮2時間前にリーフカレントの発生が観測(図4-2)されており、流速も発達している時間帯となっていた。

6. まとめ

調査海域及び周辺海域は、過去の観測の成果が無く、流況の把握が非常に困難な海域であるが、今回の観測結果及び過去の海難事故の状況からは、以下のとおり流況が推察される。

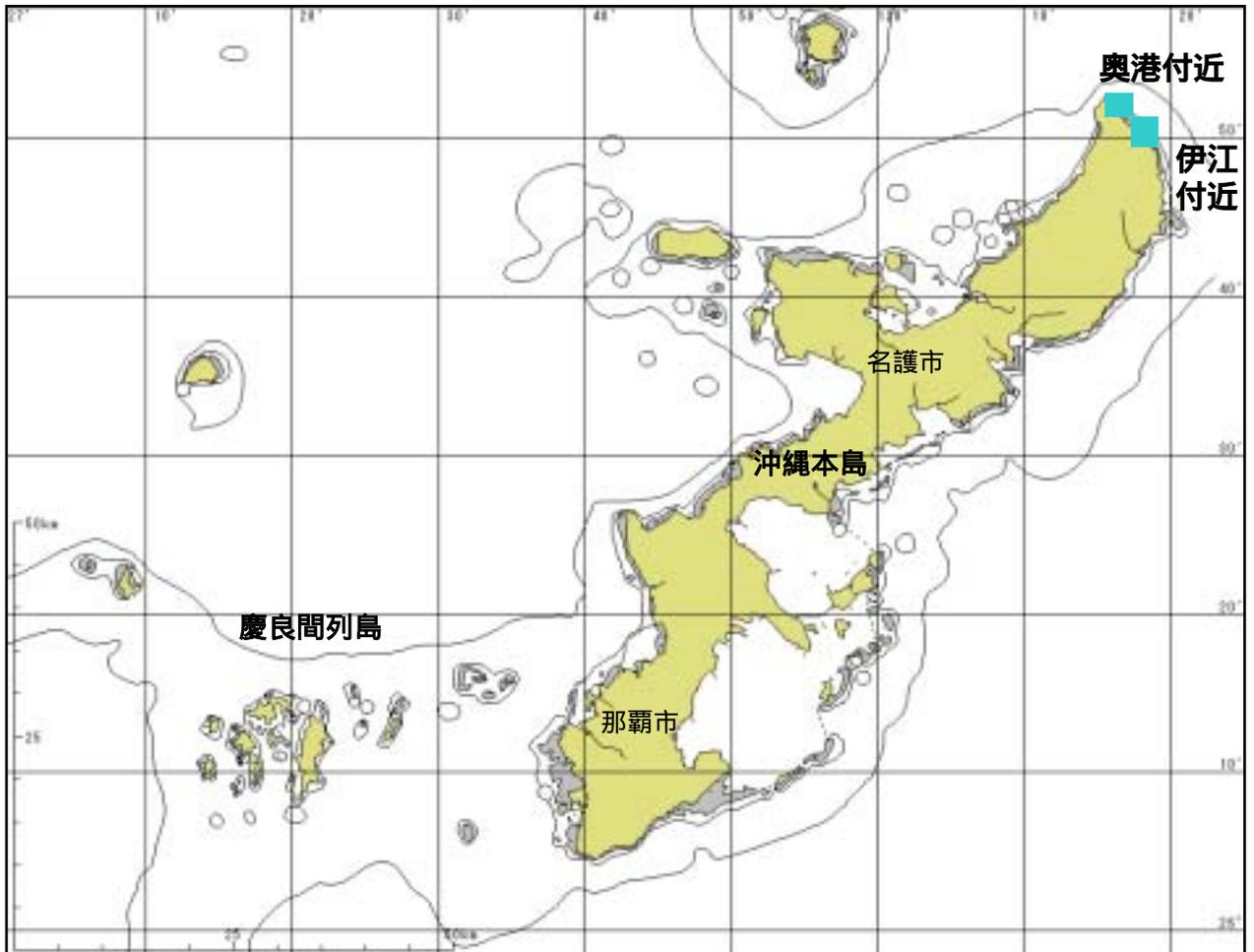
リーフカレントについては、全ての潮時間帯を完全に観測できてはいないが、主として下げ潮時に観測されていることから、成因として潮汐性があげられる。最大流速は0.6ktであった。

但し、リーフカレントを捉えるための観測は、小型の搭載艇を用いた漂流ブイによる観測のため、比較的海況模様が静かな時の観測に限られる。今回の観測結果は、海況が穏やかなときでも、最低限発生する可能性があるリーフカレントとして捉えるべきである。波浪が打ち込むような海況では、今回リーフカレントが観測されなかった潮時でも波浪性のリーフカレントが発生する可能性がある上、更に速い流速に発達する可能性もある(奥港における人身事故は、波浪注意報発令時に発生している。)。調査海域のリーフカレントの把握には、波浪性のリーフカレントの把握が今後の課題である。

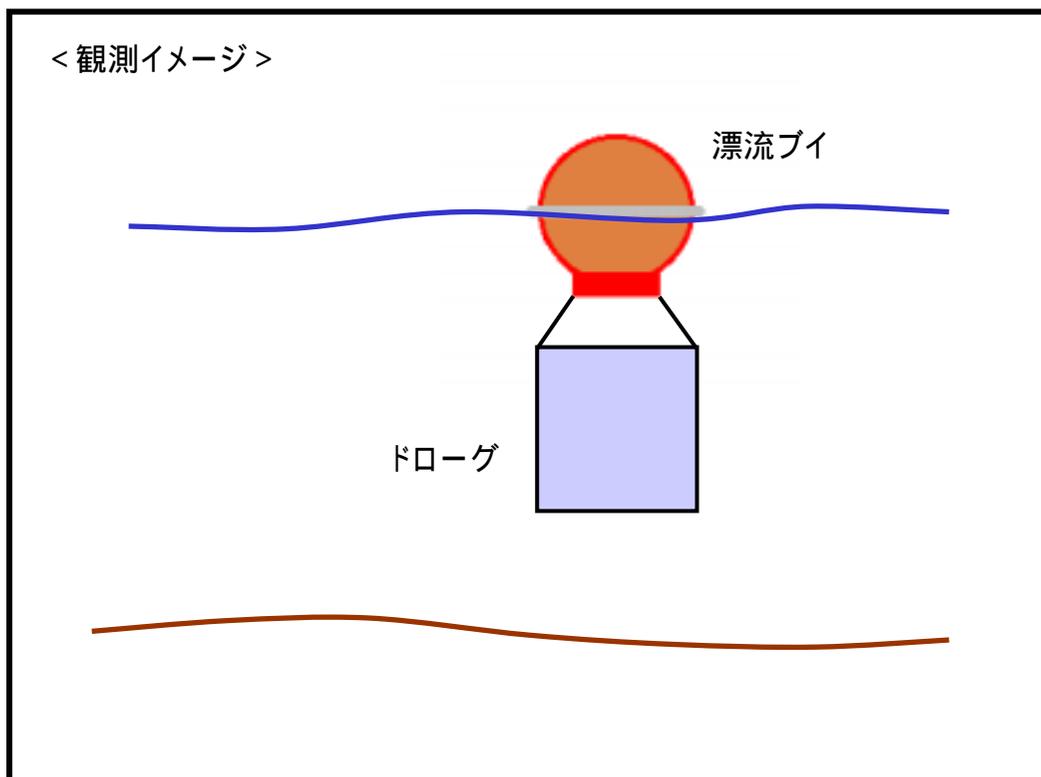
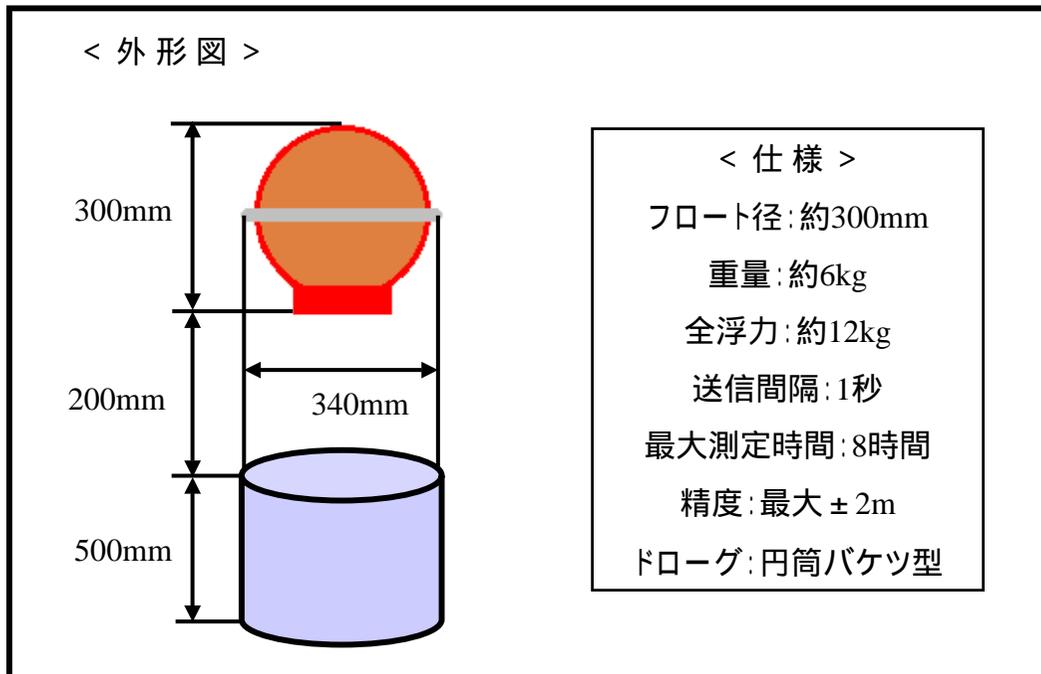
リーフ外の沿岸においては、奥港付近では、北西流と南流が分枝する海況が見られた。伊江付近では、主に南流と陸岸付近に発生する北流が見られた。また、伊江付近の南流は、北流に転じることがあり、その理由の一つとして南流の離岸が一つの可能性として指摘された。

但し、これらの観測結果は、各観測海域について4日間の観測結果によるものであり、定常的な海況を把握しているとは限らない。また、付近海域は、15昼夜以上の潮流観測の成果も無いため、潮流成分及び海流成分の分離も実施できていない点に注意が必要である。当該海域の海況の把握には、詳細な海潮流観測が今後の課題である。

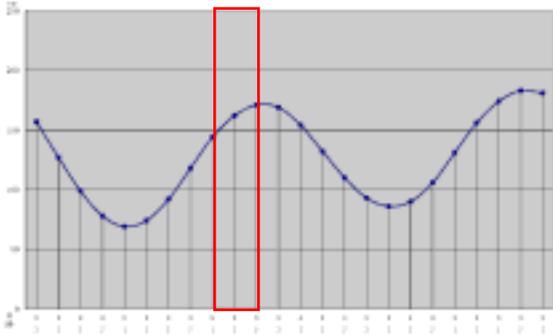
なお、調査期間中は、周辺のビーチや海域では、シュノーケリング、サーフィン、キャンプ等のレジャーを楽しむ姿が多く見られた。海域の利用の際には、リーフカレント等の危険な流れに遭わないよう、気象及び海象に十分な注意を払うことが重要である。



観測海域



8月7日AM



潮汐推算値(安田港)
高潮1時間前

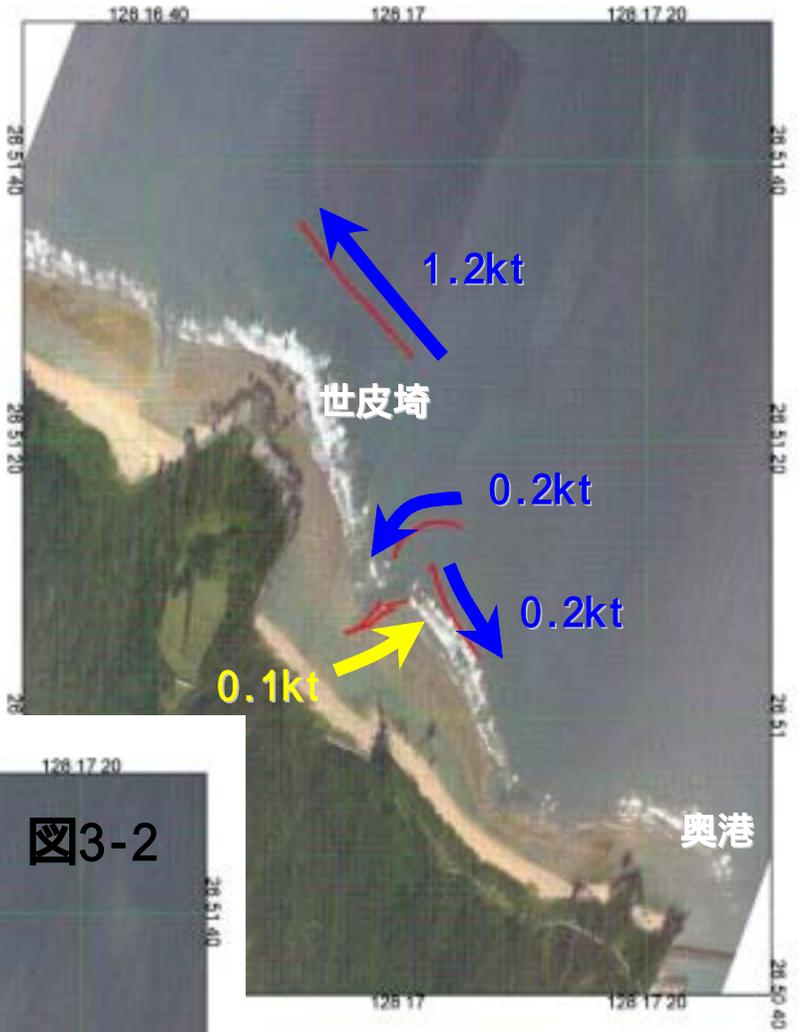
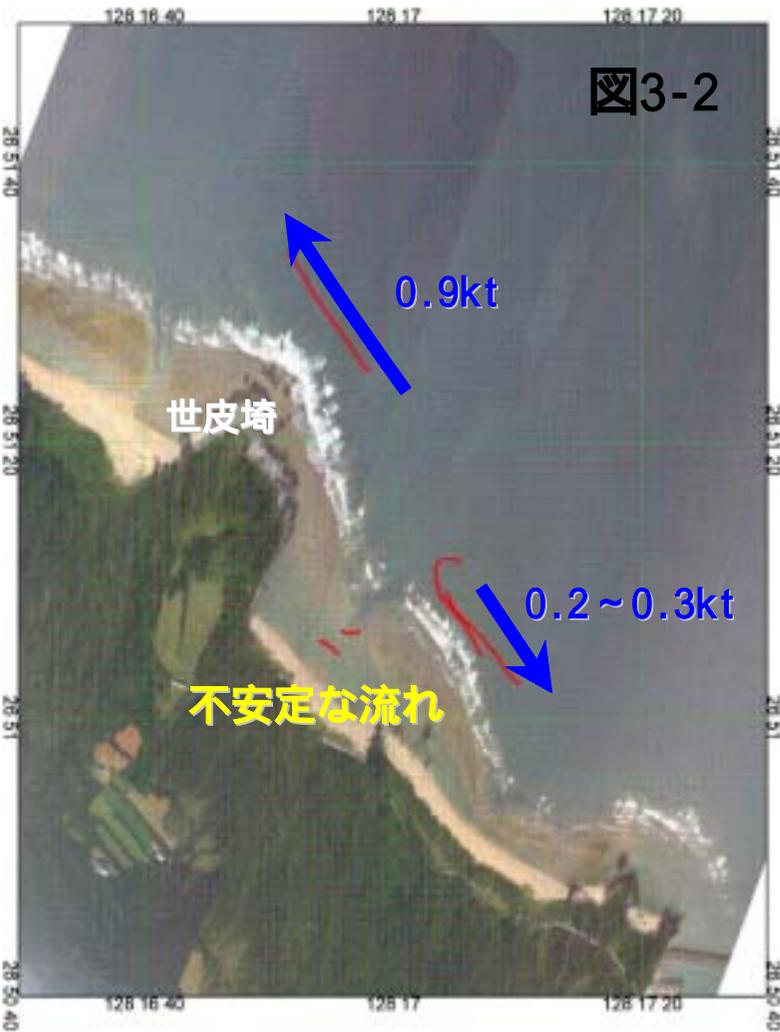
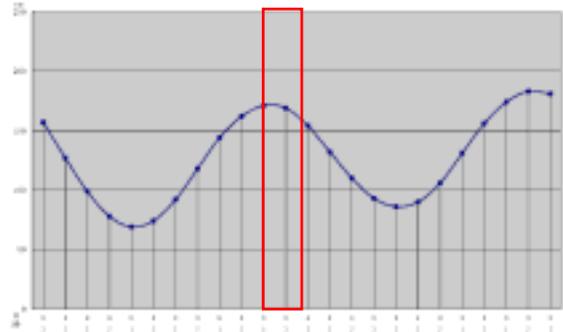


図3-2

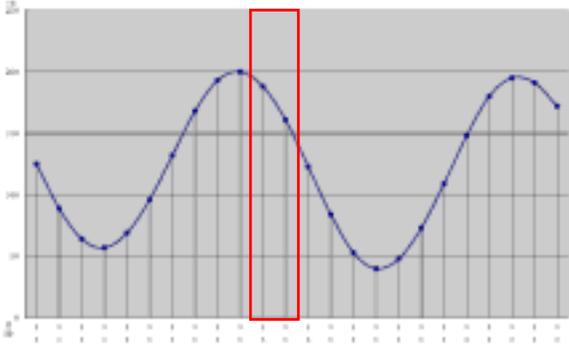


8月7日PM



潮汐推算値(安田港)
高潮時 ~ 高潮1時間後

8月5日AM



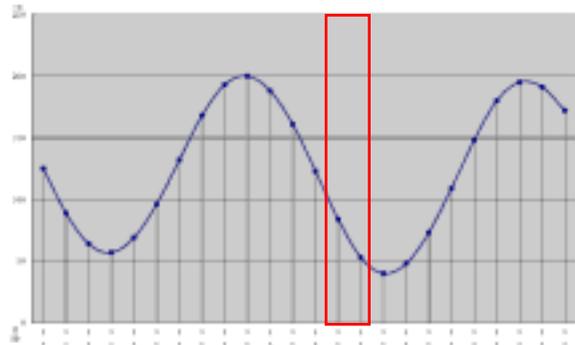
潮汐推算値(安田港)
高潮1時間後～高潮2時間後



図3-4



8月5日PM



潮汐推算値(安田港)
低潮2時間前～低潮1時間前

8月6日



潮汐推算値(安田港)
低潮時

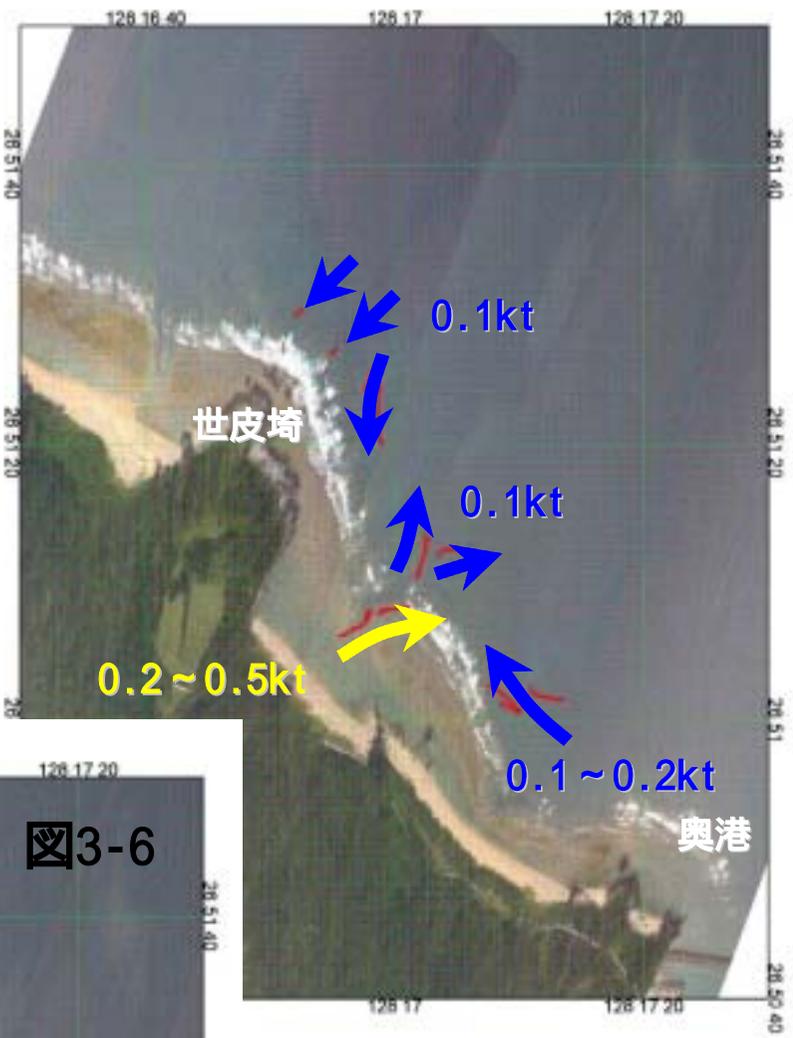
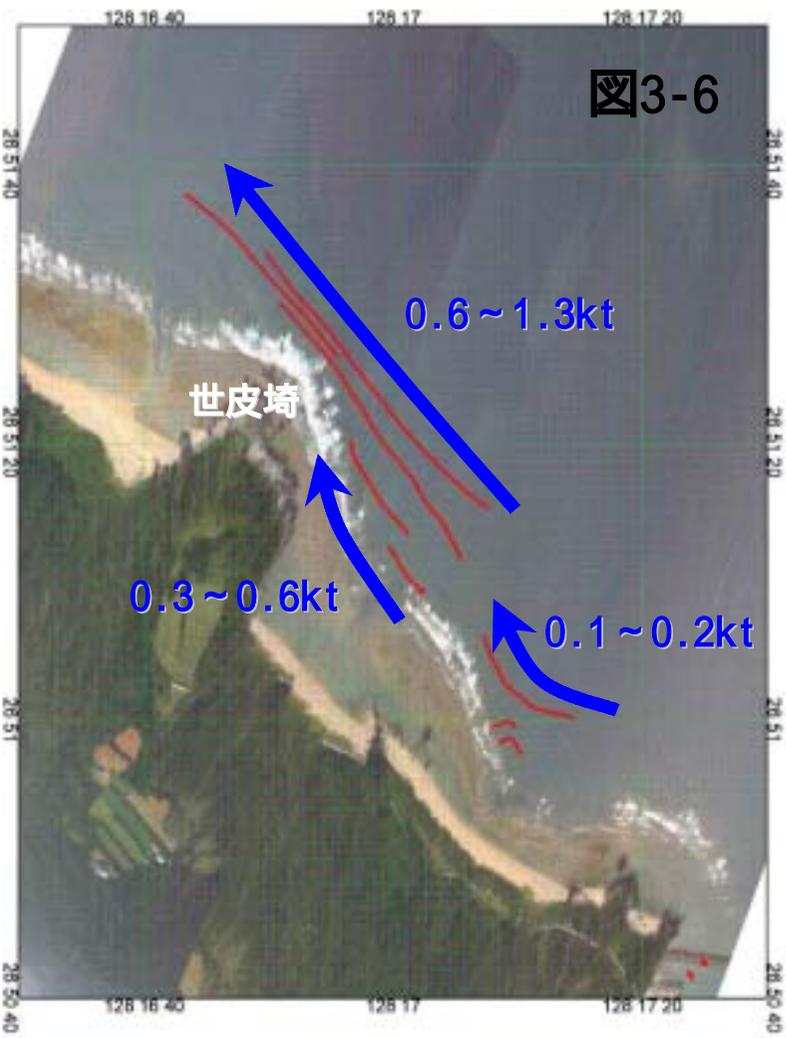
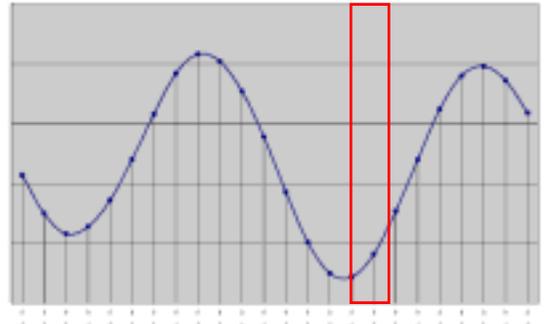


図3-6



8月4日

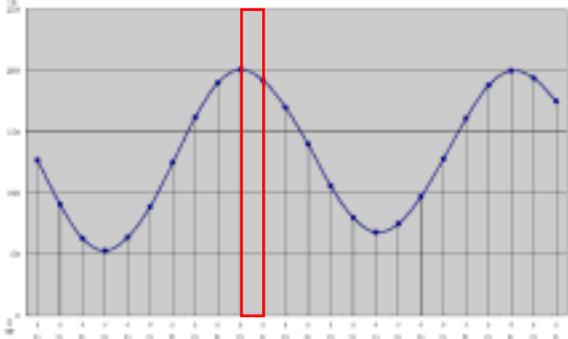


潮汐推算値(安田港)
低潮時 ~ 低潮1時間後

漂流観測 伊江付近

図4-1

8月21日



潮汐推算値(安田港)
高潮時～高潮1時間後

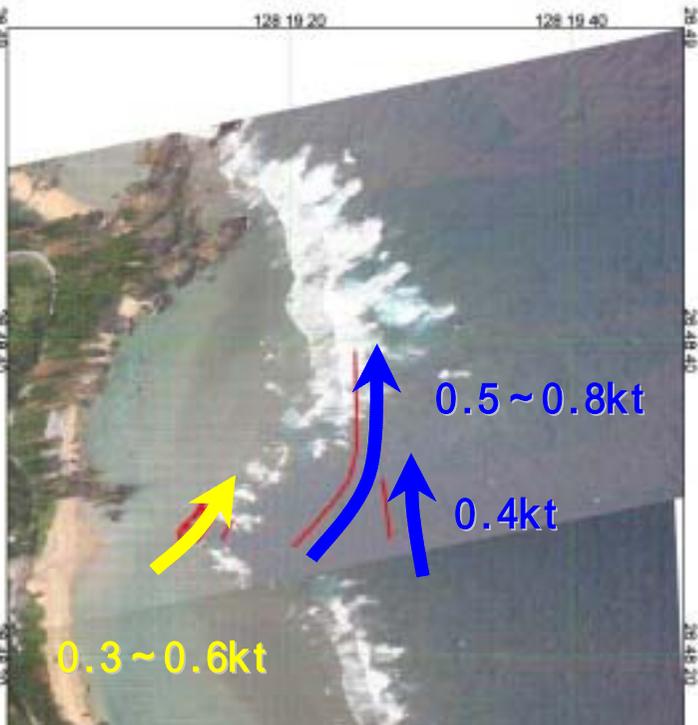
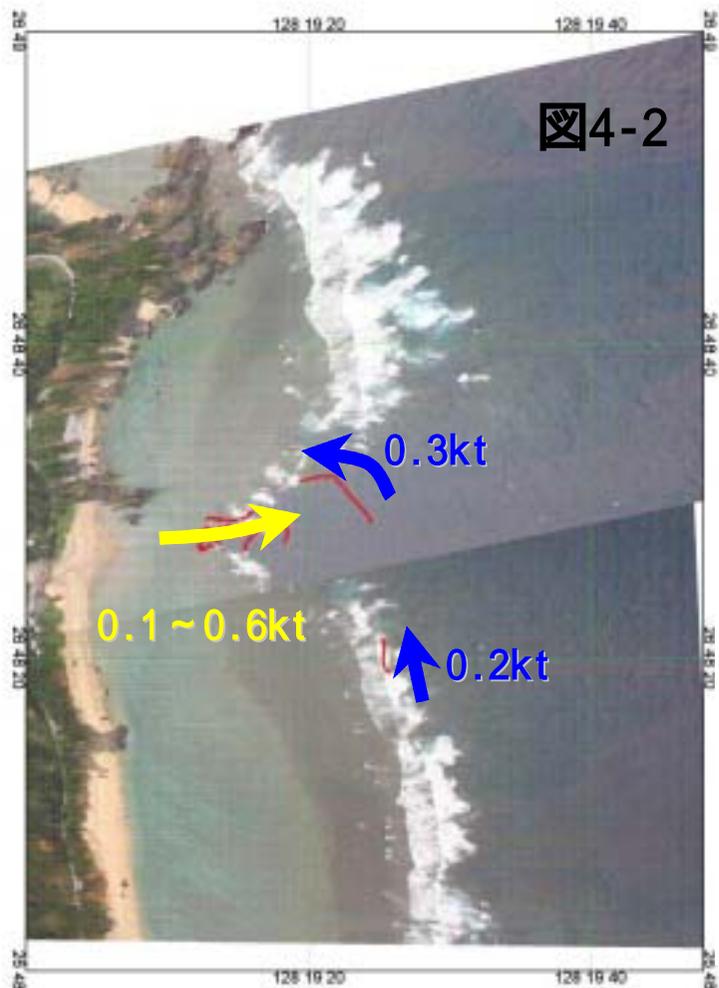


図4-2



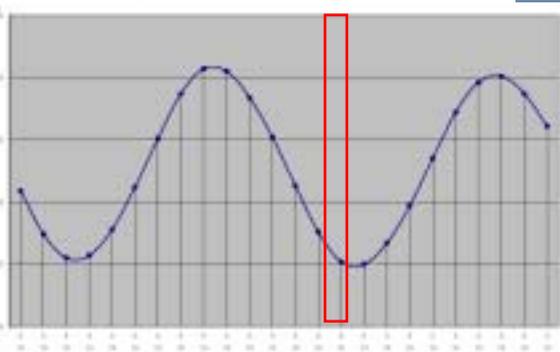
8月19日



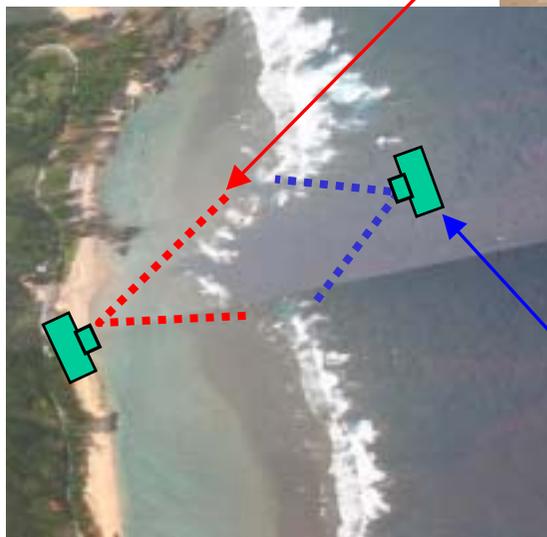
潮汐推算値(安田港)
高潮1時間後～低潮2時間前

8月20日

海況模様が悪く、搭載艇による漂流ブイ観測は実施できなかった。



潮汐推算値(安田港)
低潮1時間前～低潮時



撮影方向

リーフ周辺の波浪とは明らかに異なる海面の乱れが、リーフギャップを中心に見られる(低潮時撮影)。

なお、最大0.6ktのリーフカレントが観測された8月19日は、海面の乱れは認められない。

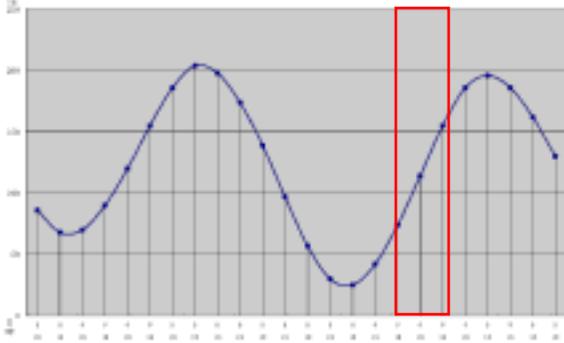
参考：8月19日の様子(図4-2に該当)



漂流観測 伊江付近

図4-4

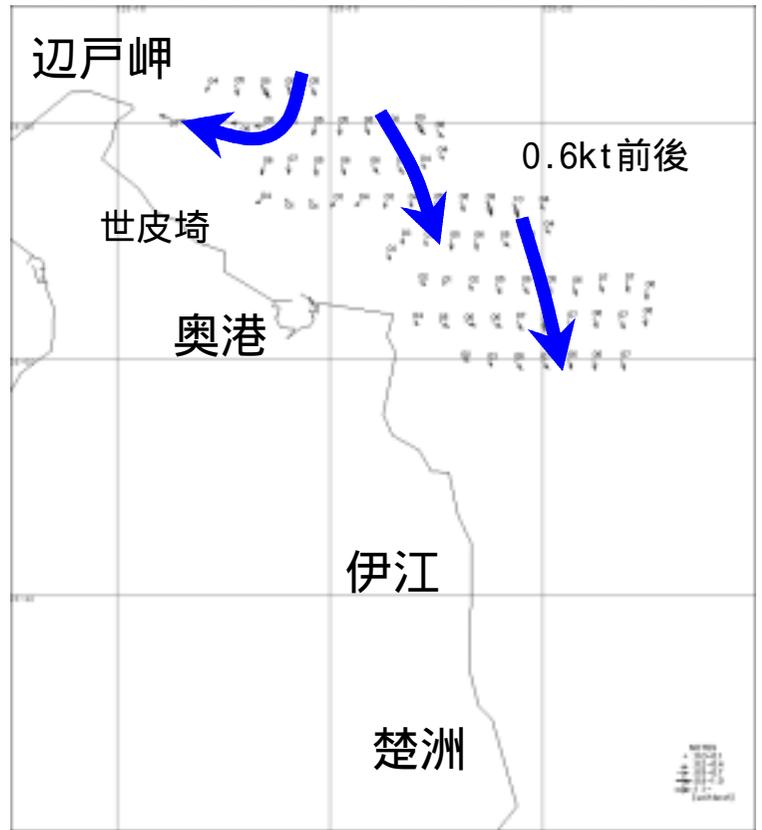
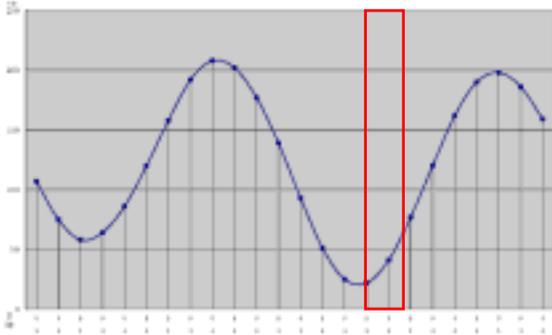
8月18日



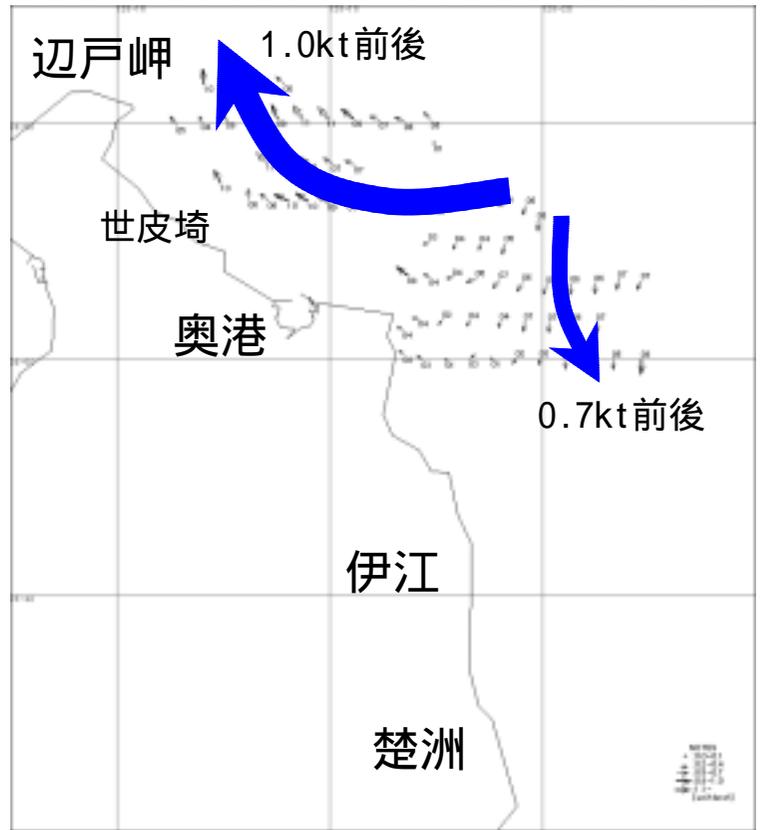
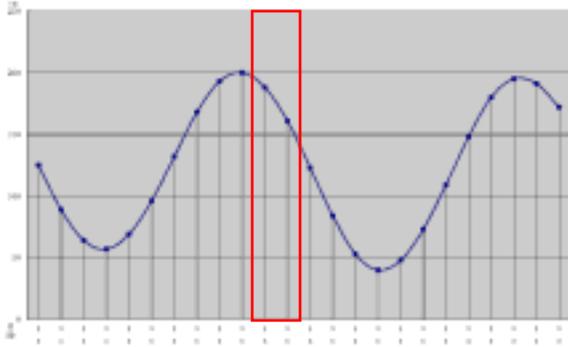
潮汐推算値(安田港)
低潮2時間後 ~ 高潮2時間前



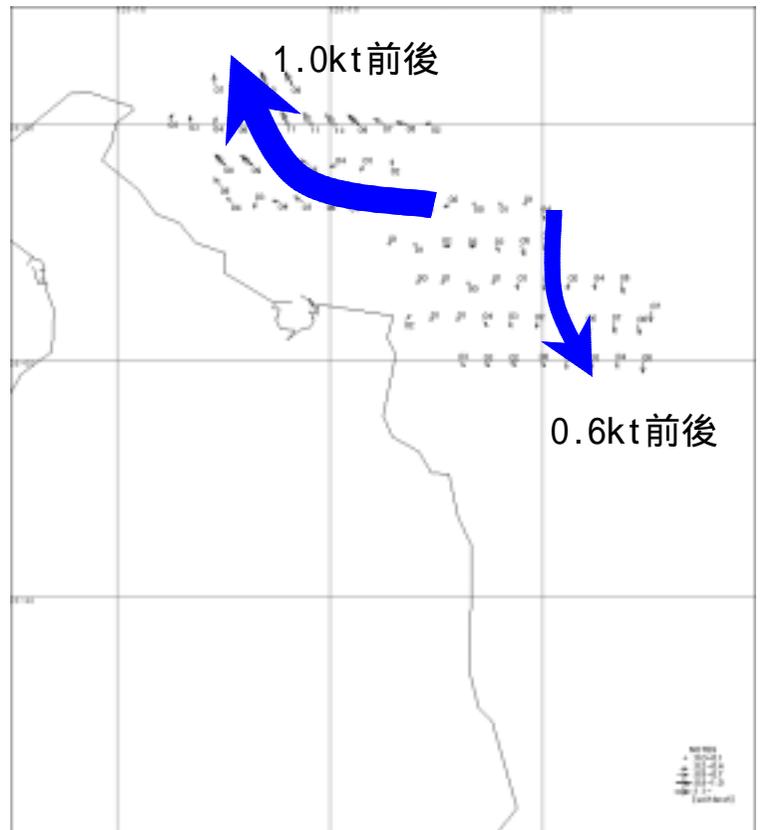
潮汐推算値(安田港)
低潮1時間後



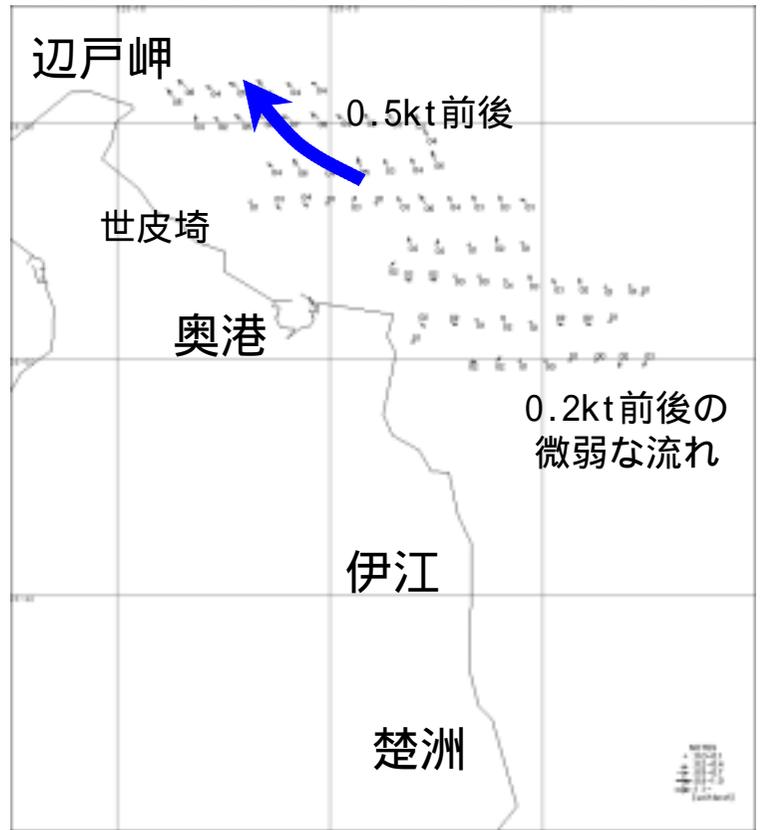
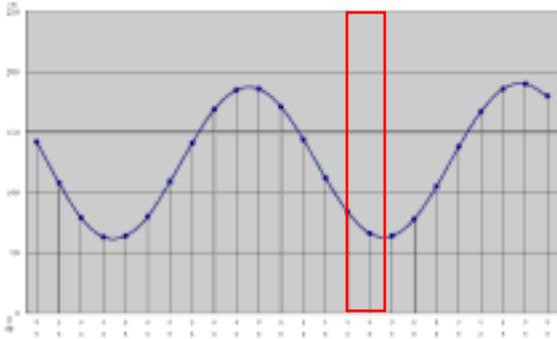
潮汐推算値(安田港)
高潮1時間後 ~ 高潮2時間後



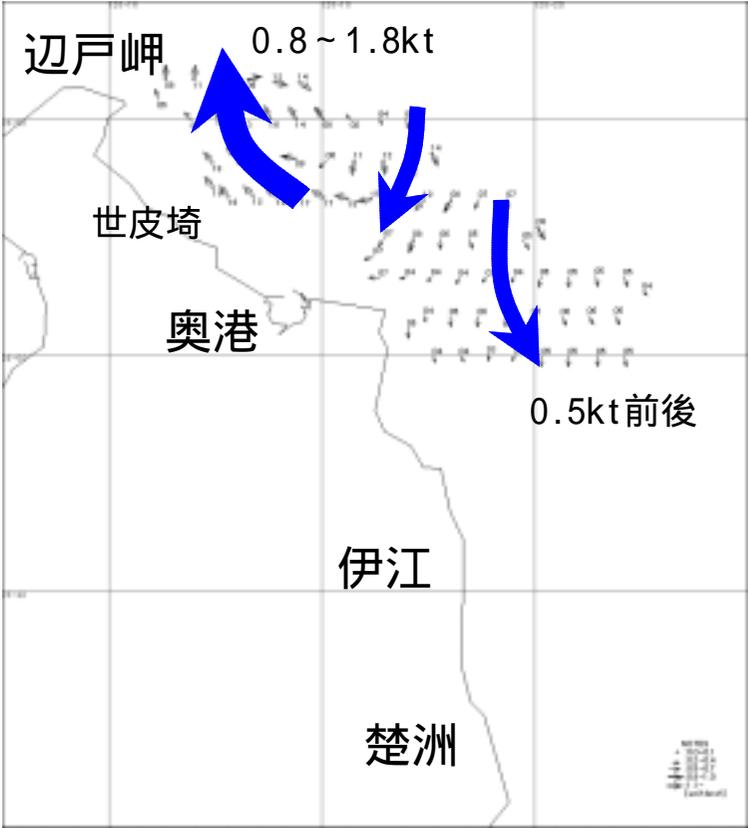
潮汐推算値(安田港)
低潮2時間前 ~ 低潮1時間前



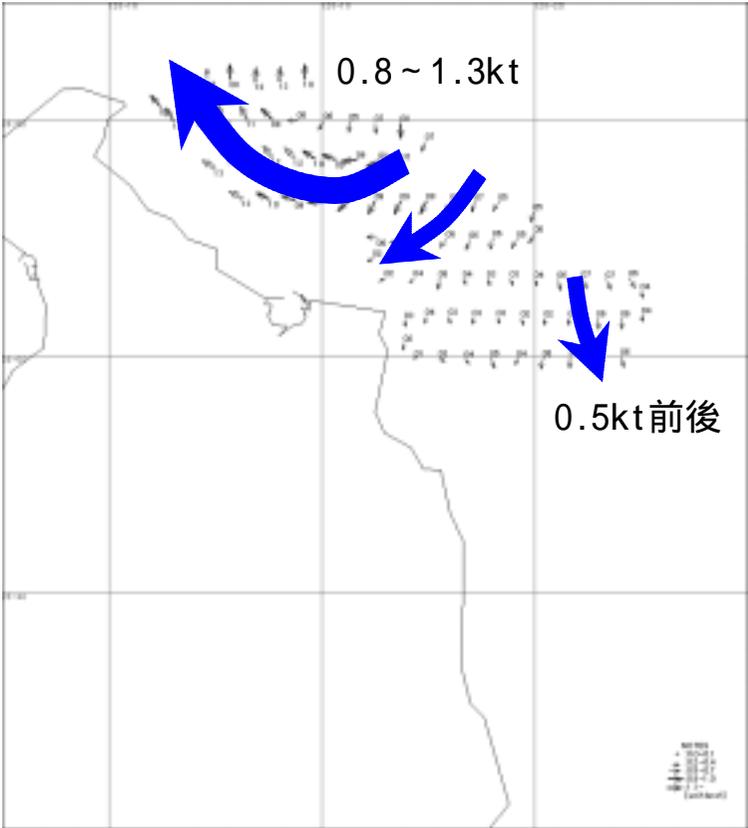
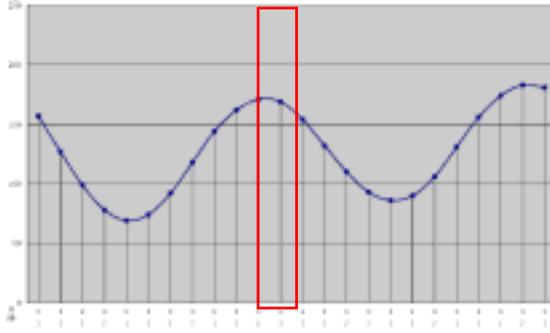
潮汐推算値(安田港)
低潮1時間前～低潮時



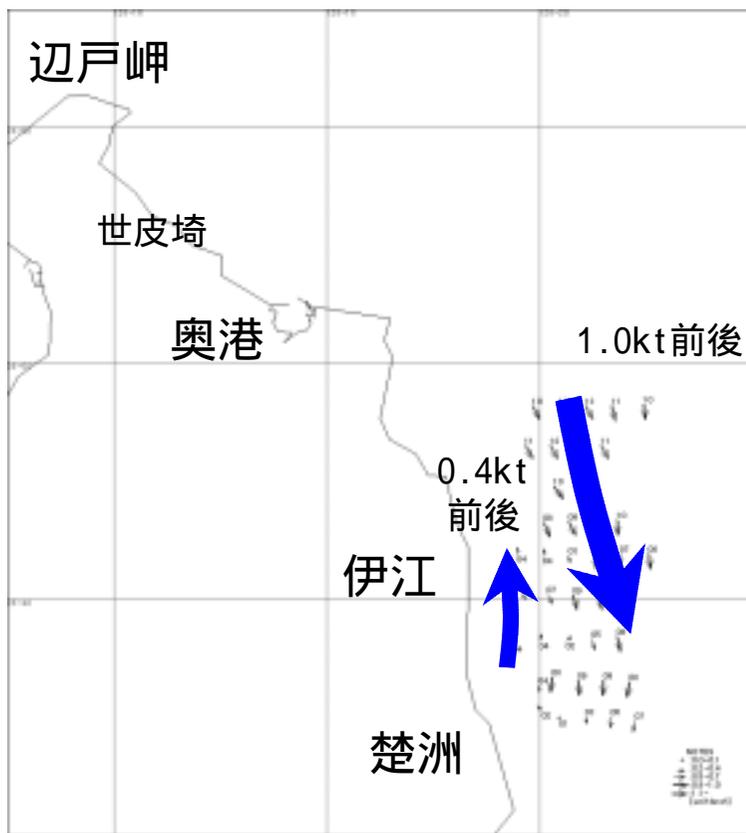
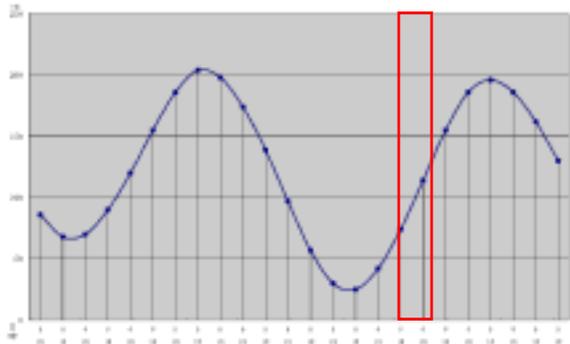
潮汐推算値(安田港)
高潮1時間前



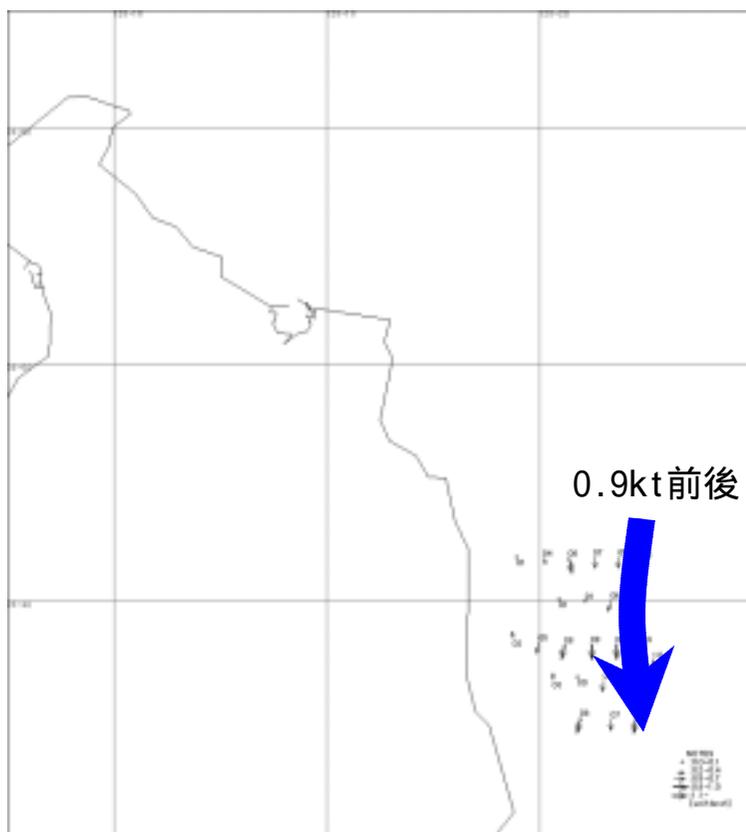
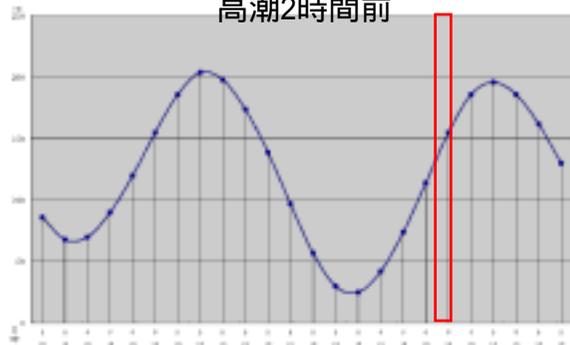
潮汐推算値(安田港)
高潮時 ~ 高潮1時間後

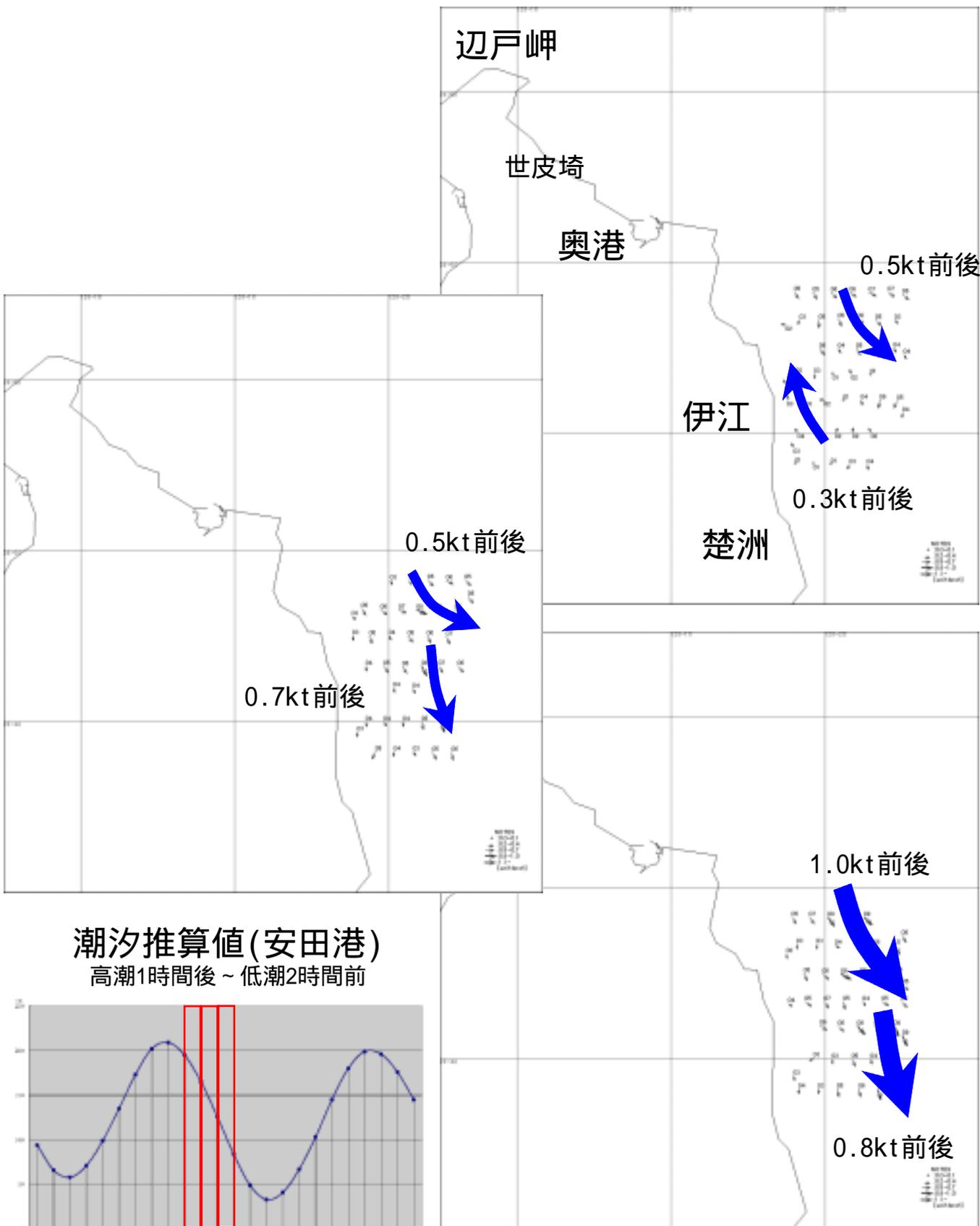


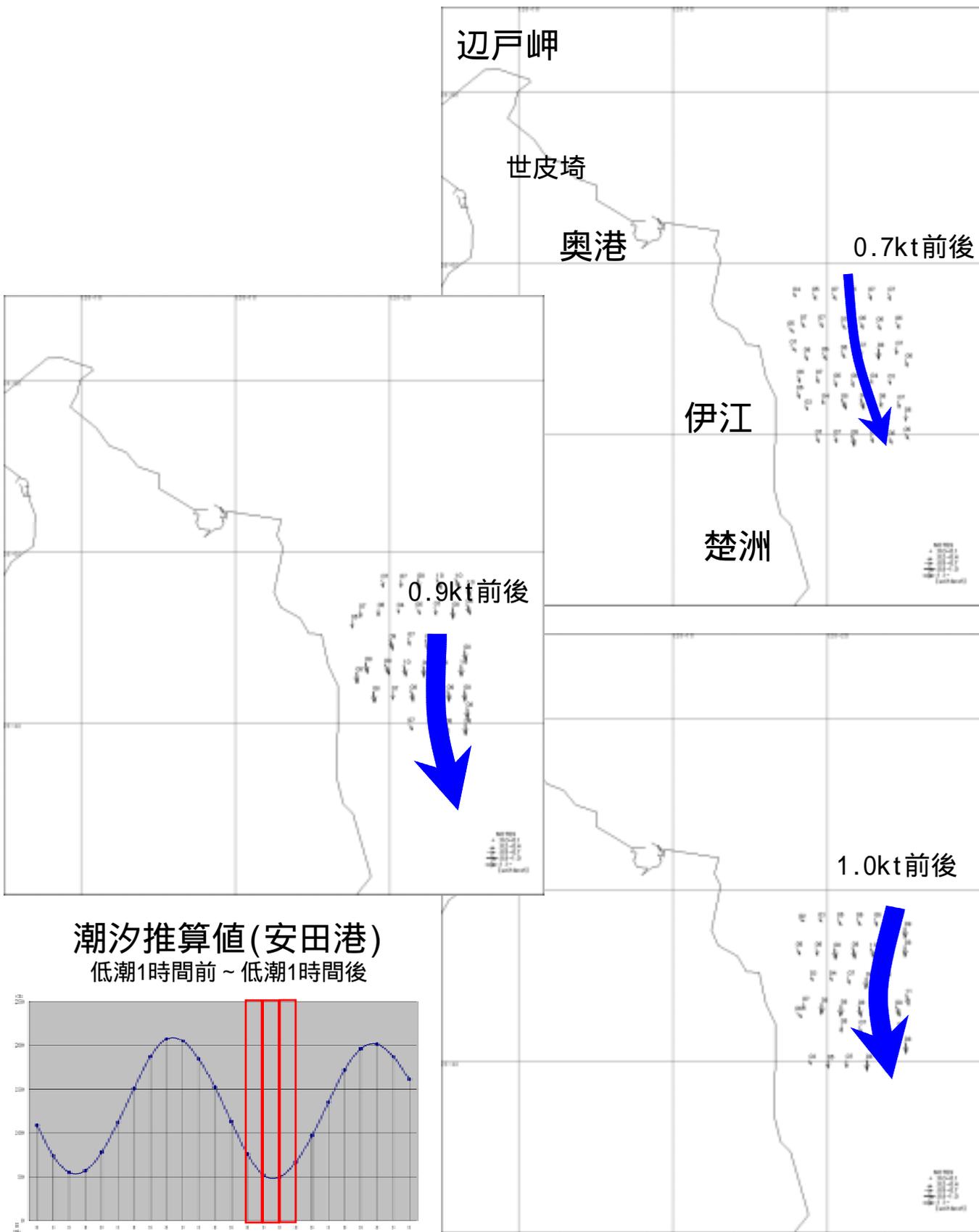
潮汐推算値(安田港)
低潮2時間後 ~ 低潮3時間後



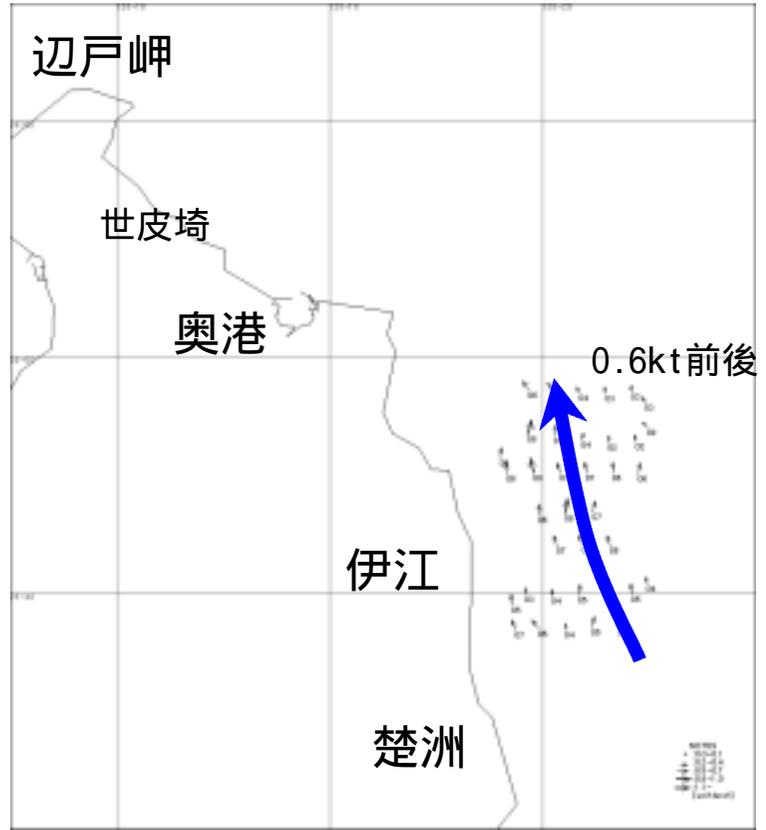
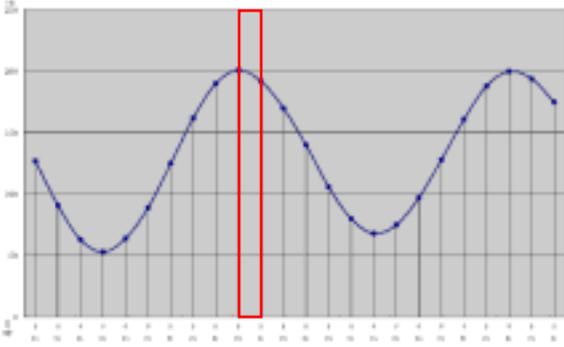
潮汐推算値(安田港)
高潮2時間前







潮汐推算値(安田港)
高潮時 ~ 高潮1時間後



写真で見るリーフカレントの発生状況 奥港付近

図7-1



リーフの切れ目
(リーフギャップ)

漂流ブイによる漂流観測の様子
リーフカレントが、特に強く発生している時間帯
には、海面にリーフカレントに沿って白く泡立っ
ている様子が認められた。

シーマーカー
投入箇所



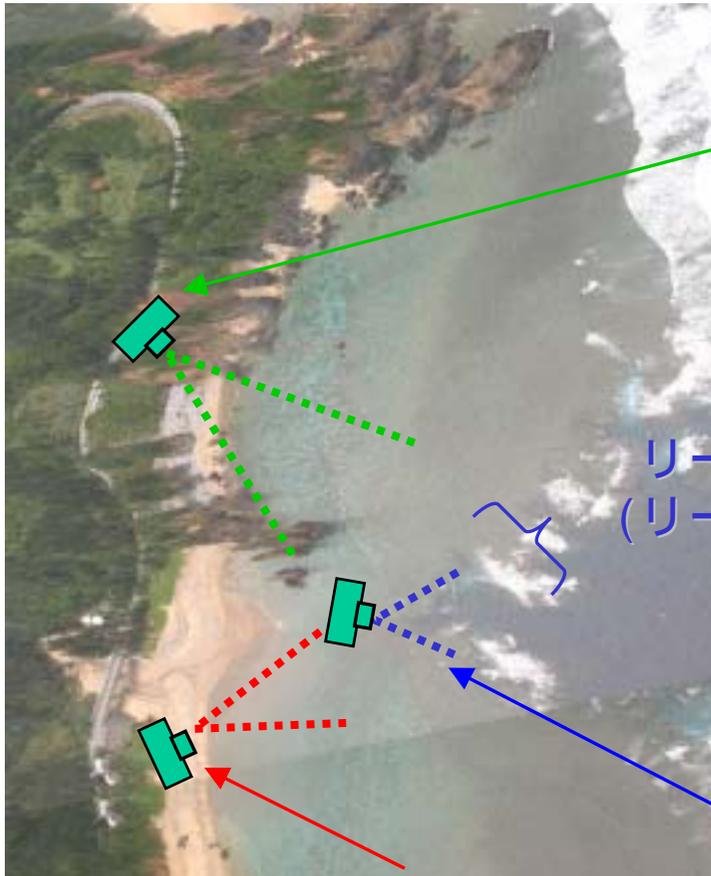
リーフ外側（沖側）に向かい、流れ続ける
リーフカレントをシーマーカーで確認

写真で見るリーフカレントの発生状況

伊江付近



リーフカレントの発生海域とリーフの切れ目（リーフギャップ）の全景



リーフの切れ目
(リーフギャップ)

リーフ外側（沖側）に向かい、流れ続けるリーフカレントをシーマーカーと漂流ブイで確認



うねりの中、周辺海域の流れを観測中の十一管区所属の測量船



沖に流れ出す
漂流ブイ

低潮直前の様子。海面には、流れによると思われる乱れが見られました。このように他の海面と異なる様子が観測された場合、発達したリーフカレントの発生が想定されます。