

田老海岸の流動についての現地観測 (2)

誌名	水産工学研究所技報. 水産土木
ISSN	03892344
著者	杜多, 哲 乃万, 俊文
巻/号	5号
掲載ページ	p. 51-63
発行年月	1984年3月

水工研技報
水産土木5 1984
P. 51~P. 63

田老海岸の流動についての現地観測—II

杜多 哲*・乃万俊文**

目 次

1. はじめに	51	3. まとめならびに今後の課題	62
2. 観測方法ならびに結果	51	4. 謝 辞	63
2.1 1981年の観測	51	参考文献	63
2.2 1982年の観測	56		

1. はじめに

岩手県田老地区においては、大規模増殖場造成事業の実施によって、事業前には磯焼け地帯で、アワビ・ウニ等の成長が極めて遅かった海域に、コンブの生息量が、増大し、それに伴ってアワビ・ウニの成長が良くなり、事業前は全く利用されていなかった海域が、一躍優良漁場となったことが報告されている¹⁾。この原因として、漁業者による養殖ワカメ・コンブの投入による摂餌圧の低減、付着基質の増大、潜堤による消波効果あるいは、循環流の形成による、孢子、流れ藻の他海域への流出抑止といったことが挙げられている。

本報告では、このうち潜堤を中心とした循環流に焦点をあて、現地における循環流の実態を把握するために行った現地観測の結果について報告する。

田老地区において、離岸潜堤を中心として、循環流が生じていることについては、前報²⁾で報告した。しかしこの観測は、染料、あるいはプラスチックボールのラグランジュ的な、数時間の観測であり、離岸潜堤周辺及び岸側に焦点が絞られており、沖側の流れとの関連性については明らかでなく、また波についても観測地点から約20km北の島の越波浪観測所のデータしか得られていなかった。

以上のことから1981年及び1982年に再度調査を行なった。この調査では、前回と比べて2つの点で調査項目が増えている。

(1) 波に基因する流れの影響の及ばないと考えられる沖合に、磁気記録式流向流速計を設置して、増殖場沖側の流れを観測し、そこでの流れと、増殖場内の流れとの関連性を見ようとした。

(2) 現地波高を測定する目的で、離岸潜堤の沖側・岸側の波を測定した。これはまた、潜堤による波の減衰、増殖場内の流動との関連を見ることも目的としている。

本観測では上記の他、染料濃度の追跡、より大きなスケールでの流動調査についても実施しているが、その結果については、改めて報告する予定である。

2. 観測方法ならびに結果

2.1 1981年の観測

2.1.1 観測方法

対象海域の位置図を図1に示す。観測は1981年10月～11月にかけて行なった。観測日時と主な観測項目を表1に示す。このうち波高観測は潜堤沖側と岸側にボールを立て、容量式波高計を用いて船上で記録をとる予定であったが、海上が荒れていたため、測定ができなかった。

またプラスチックボールによる流跡線の追跡は10月28日に、トランシットによる追跡を行なったが、10月29日には、船で追跡することができず、陸上の腹下展望台から、目視によって流跡を求めた。

沖側に設置した磁気記録式流速計の設置位置を図1に示す。

2.1.2 観測結果

a. 潮汐・風・波

宮古測候所における潮位変化、および田老地区より20

* 環境改変研究室

** 漁場水理研究室

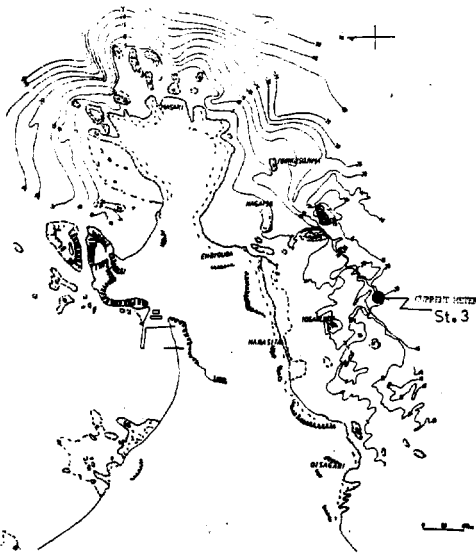


図1 調査対象海域(図中●印で示したのは沖合(水深15m)における流速計設置地点)

kmほど北に位置する島之越波浪観測所における、有義波高、周期、風向、風速の測定結果を図2に示す。10月28日～29日の波浪は、除々に高くなり、1.5m程度にまで達している。これを現地で見ると沖合ではうねりが見られる程度であったが、調査水域では複雑な岩礁帯であるため、局所的に碎波域となり、調査船は潜堤より岸側

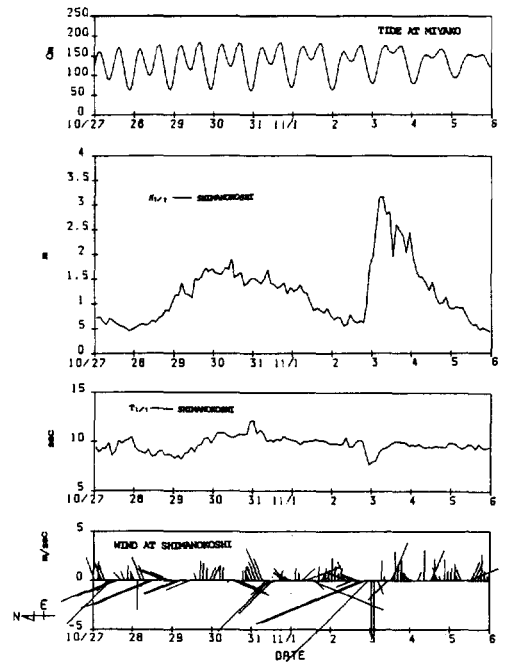


図2 潮汐・風・波測定結果(1981年)

潮汐:宮古測候所

波:島之越波浪観測所における有義波高・周期

に入ることは不可能であった。

b. 沖合の流れと水温・塩分

図3に腹下の沖合(水深15m)における底上10mでの流れの測定結果を示す。この流速計には、水温、塩分の

表1 観測項目 1981年

観測項目	観測目的	観測手法	観測時間(1981年)
長期流動(塩分) 水温観測	波に基因する流れの影響の及ばない沖合での流れを測定する。	磁気式流速・水温・塩分計又は磁気式水温計を水深15mの地点に設置観測する。	10月26日11時～11月13日10時 5分間隔
波高観測	離岸潜堤沖側ならびに岸側の波高を測定し岩礁域内の波浪流との関連を調べる。	離岸潜堤の沖側と岸側にポールを立て容量式波高計で測定	失敗
波動流速・水温 塩分観測	岩礁域内の流速・水温・塩分を測定する。	離岸潜堤のすぐ岸側および潜堤と潜堤の間に磁気式電磁流速計を設置、観測する。	10月28日8時～16時 0.120秒間隔で連続
流跡線観測	岩礁域内の流動を測定する。	プラスチックボールを投入し、陸上から目視でその移動を追跡(一部トランシット)	10月28日～29日

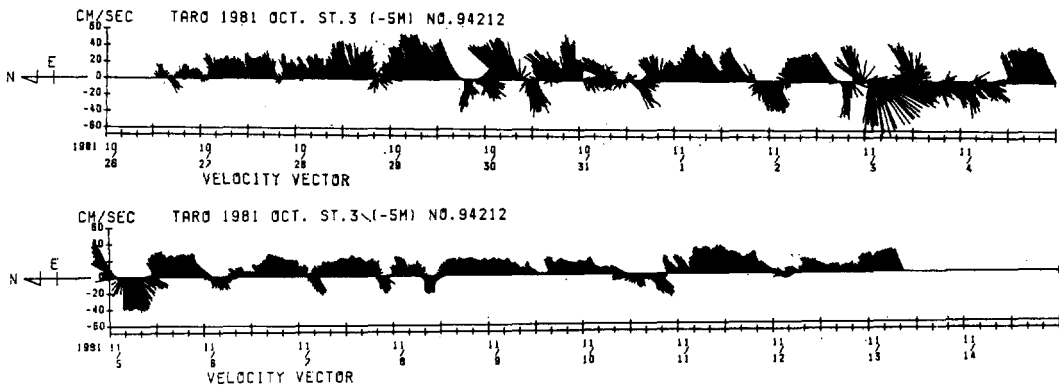


図3 沖合における流速ベクトル (1981年)

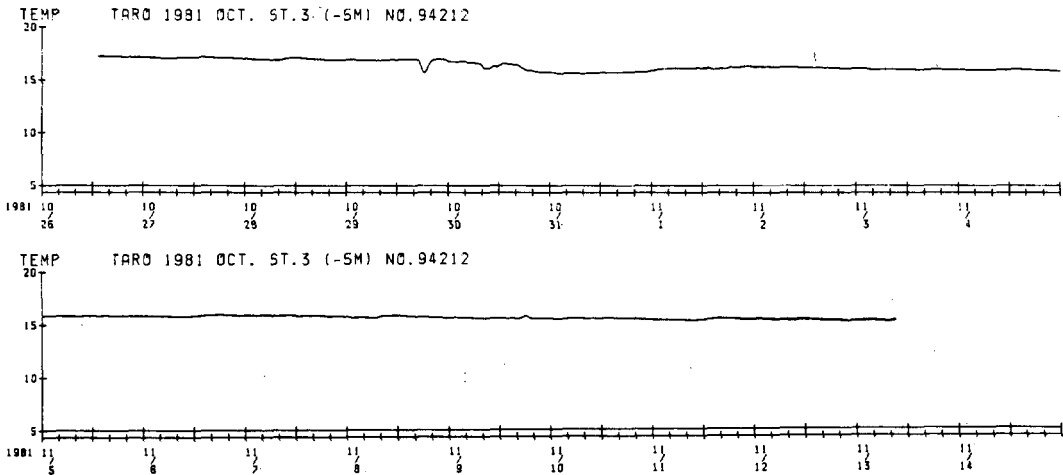


図4 沖合における水温変化 (1981年)

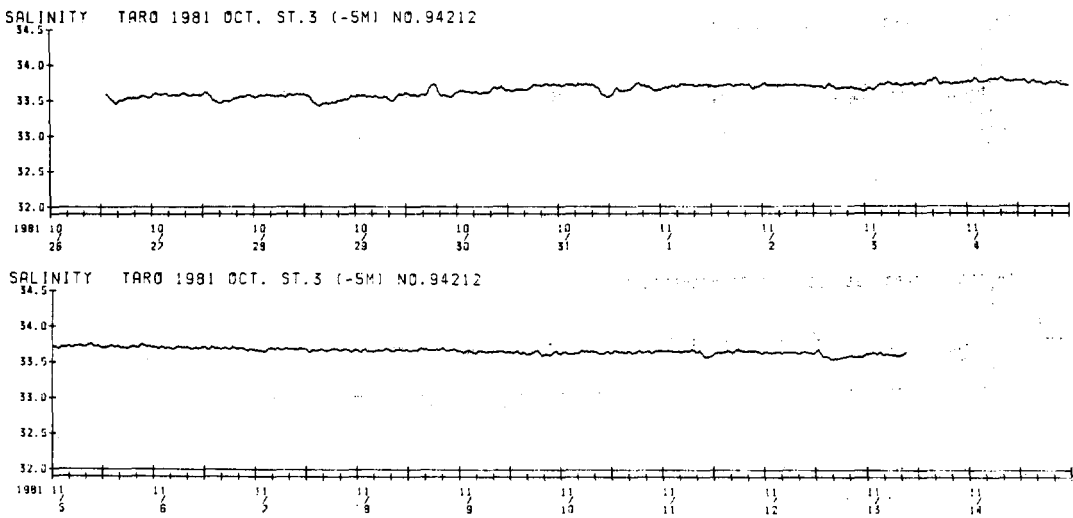


図5 沖合における塩分変化 (1981年)

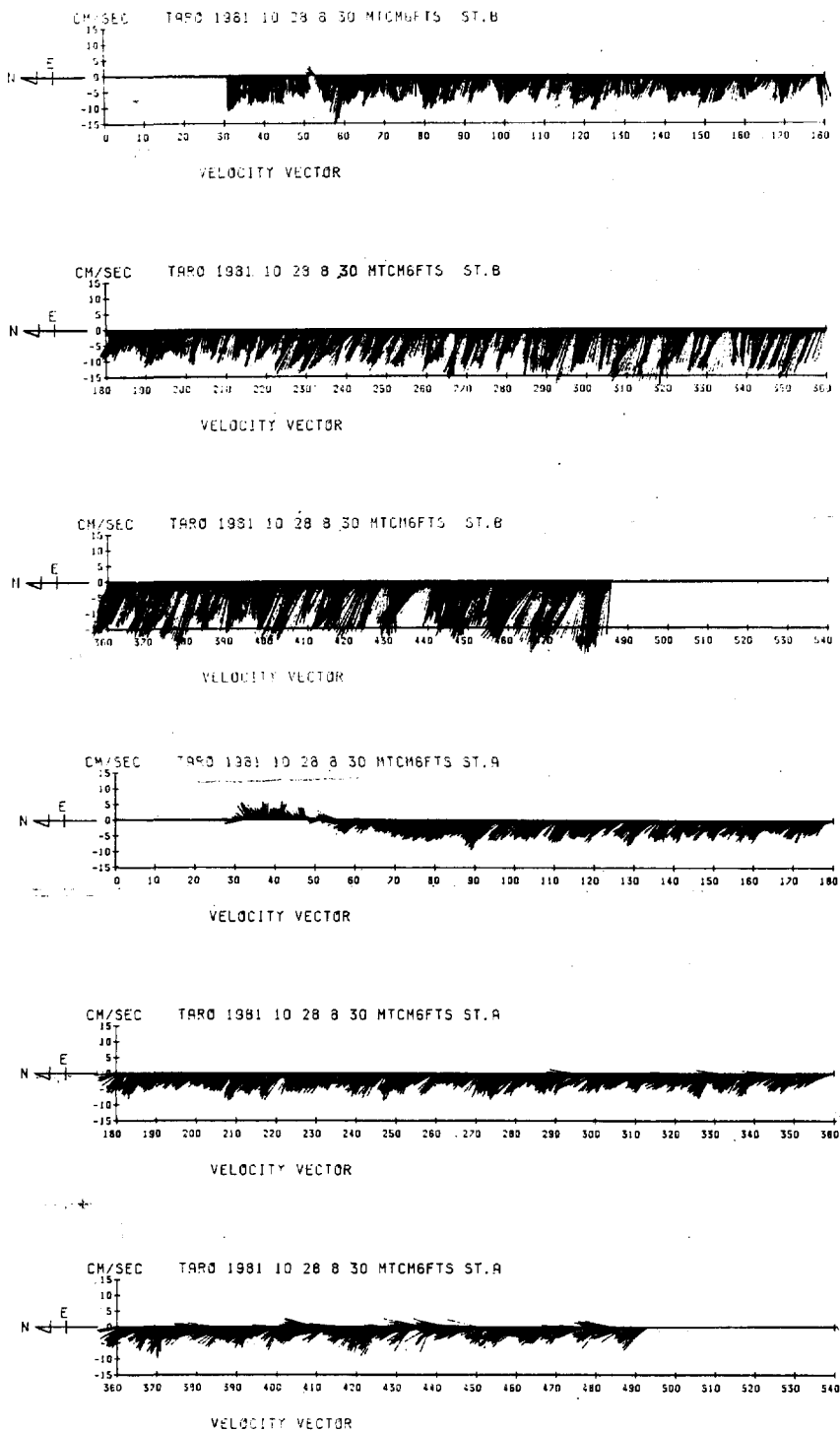


図6 潜堤岸側 (St. A) 及び 潜堤と潜堤の間 (St. B) における平均流速。
横軸の原点は1981年10月28日8時(測定開始は8時30分)であり、分
単位で目盛っている。

測定センサーもついており、その記録を図4、図5に示す。10月27日から11月12日にわたる期間においては、東流が卓越しており、その大きさは20~50cm/secにも及んでいる。水温は徐々に低下の傾向がみえるが、10月29日~30日を除いて大きな変動はない。

c. 潜堤岸側及び、潜堤間の流れ

底面に設置するタイプの磁気記録型流速計を図7に示す2点に設置して得られた記録を図6に示す。この流速計は電磁流速計であり、0.120secのサンプリングタイムでデータ取得を行なっている。従って波に対応した流速が得られるが、図6では、それを94.8秒で平均し波の影響を除去した平均的な流れを表わしている。A点における流向は北西(岸向)で、数cm/secの大きさであり、B点でも同じ流向となっている。特にB点では、波高の増大と対応して西方向への流速成分が増大している。この日の波は目視によるとかなり東方向から寄せており、これが関連しているのではないかとと思われる。

d. フロート追跡による潜堤周辺の流れ

フロートの追跡によって得られたベクトル図を図7、図8に示す。10月27日の観測は、トランシットによるものである

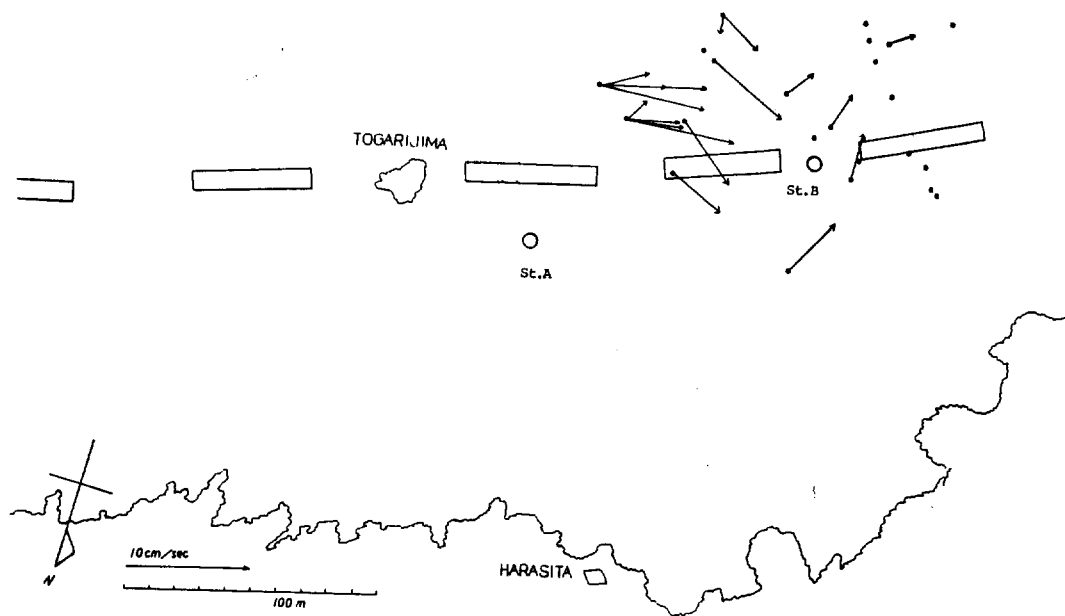


図7 潜堤周辺での流況（1981年10月27日 9：00～11：30。プラスチックボールをトランシットで追跡。図中のA点、B点は流速計の設置点）

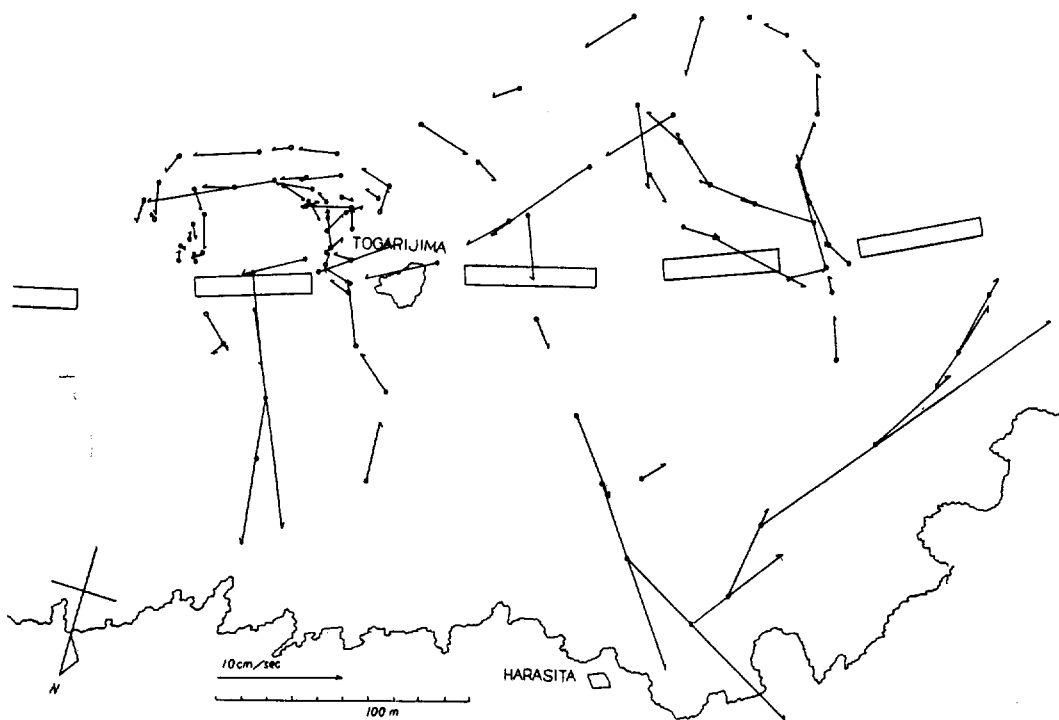


図8 潜堤周辺での流況（1981年10月28日 8：14～10：45。プラスチックボールを目視で追跡）

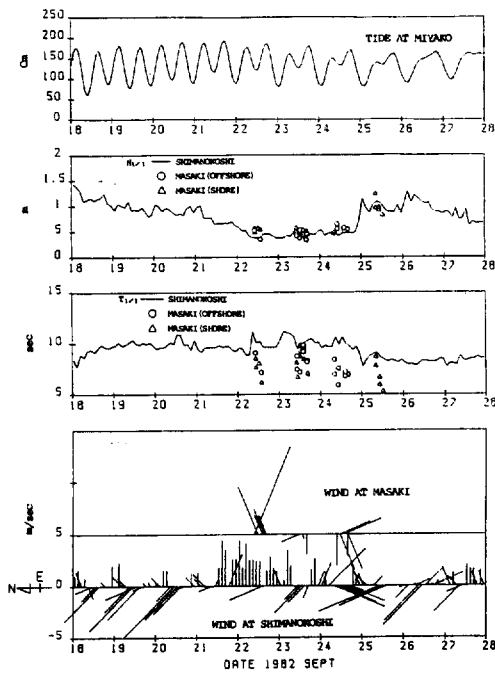


図9 潮汐：風・波測定結果 (1982年)
 潮汐：宮古測候所
 波：島之越波浪観測所における有義波高・周期。風・波については真崎腹下前面における観測値も記入した。

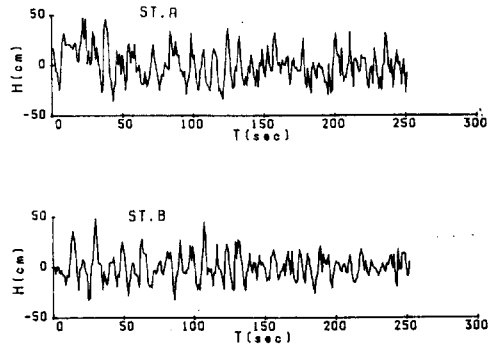


図10 波形記録の一例 (1982年)：上図は St. A, 下図は St. B における9月22日10時0分0秒から10時4分10秒の記録

が、28日には、船が潜堤内側へ入れなかったため、腹下の展望台から目視でスケッチしたものである。10月27日には第4離岸潜堤の上から岸に向かい、第4離岸潜堤と第5離岸潜堤の間から沖へ向かう流れが観測されている。このうち後者については、c. で述べた流速計の測定結果では、西向きの成分が卓越しており、一致しない。

10月28日には波高の増大に伴って大きな循環流が観測され、第3離岸潜堤から入り、腹下前面を通して第5離岸潜堤の西側へ向かう流れがみられる。

2.2 1982年の観測

2.2.1 観測方法

表2 観測項目 1982年

観測項目	観測目的	観測手法	観測時間 (1982年)
長期流動 (塩分) 水温観測	波に基因する流れの影響のおよばない沖合での流れを測定する。	磁気式流速・水温・塩分計又は、磁気式水温計を水深16mの地点に設置観測する。	9月18日12時～9月27日9時5分間隔
波高観測	離岸潜堤沖側ならびに岸側の波高を測定し岩礁域内の波浪流との関連を調べる。	離岸潜堤の沖側と岸側に目盛をうったポールを立て、岸から1秒ごとに撮影して目盛をよみとる。沖側水深6.9m岸側水深4.4m	9月22日から9月25日の4日間、時間は8時、10時、12時、14時、16時
波動流速・水温塩分観測	岩礁域内の流速・水温・塩分を測定する。	離岸潜堤のすぐ岸側および潜堤と潜堤の間に、磁気式電磁流速計を設置、観測する。	9月22日8時～9月26日2時2時間毎に10分間0.120秒でサンプリング
流跡線観測	岩礁域内の流動を測定する。	プラスチックボールを投入し、陸上から目視でその移動を追跡	9月22日～9月25日10時頃～16時頃

観測日時と主な観測項目を表2に示す。1981年の観測と異なる点は次の3点である。

①波高の測定は目盛をうったポールを立て、1000mmの望遠レンズをつけたカメラに、100フィートの長尺フィルムを装着して、1秒間隔で撮影して求めた。1回の撮影時間は約250秒であり、これを2回行って、その時刻の波高とした。

②海底設置型の流速計によって1981年は0.120秒で連続サンプリングしたが、2時間に10分のみ0.120秒でサンプリングを行なうように設定して、観測期間を長く(約88時間)した。

③トランシットによるフロートの追跡をやめ、陸上からの目視によって追跡を行った。このために、あらかじめ対象海域に40点の標識ブイを設置し、トランシットで測量を行ない、島、岩礁、潜堤等の位置とともに地図上に記入し、目視によるフロート追跡の精度が上がるよう工夫した。

2.2.2 観測結果

a. 潮汐・風・波

観測期間内の潮汐(宮古)、波浪・風(島之越)の変化を図9に示す。図中には、対象海域(田老地区真崎)で測定した波浪、風のデータもプロットした。10月25日には、潜堤沖側に設置したポールが波浪のために倒れたため、岸側のみの測定となっている。島之越における測定値と対象海域とを比較すると

①島之越における有義波高と、対象海域における有義波高は、良い相関があるが、有義波周期については、相関が悪く、対象海域においては、かなり小さい周期となっている。図10に波形記録の1例を示すが、沖側においても、島之越における有義波周期に比べ半分程度の周期の波がかなりみられる。

②潜堤の沖側と岸側における波高の違いは、波浪の高かった25日のデータがないこともあって明らかではない。

③風向・風速については、対象海域の北側が、断崖状の陸岸と接していることからかなり局地的な風の影響が強いと考えられるが、平均的な風向については、島の越と大きな違いはないと思われる。

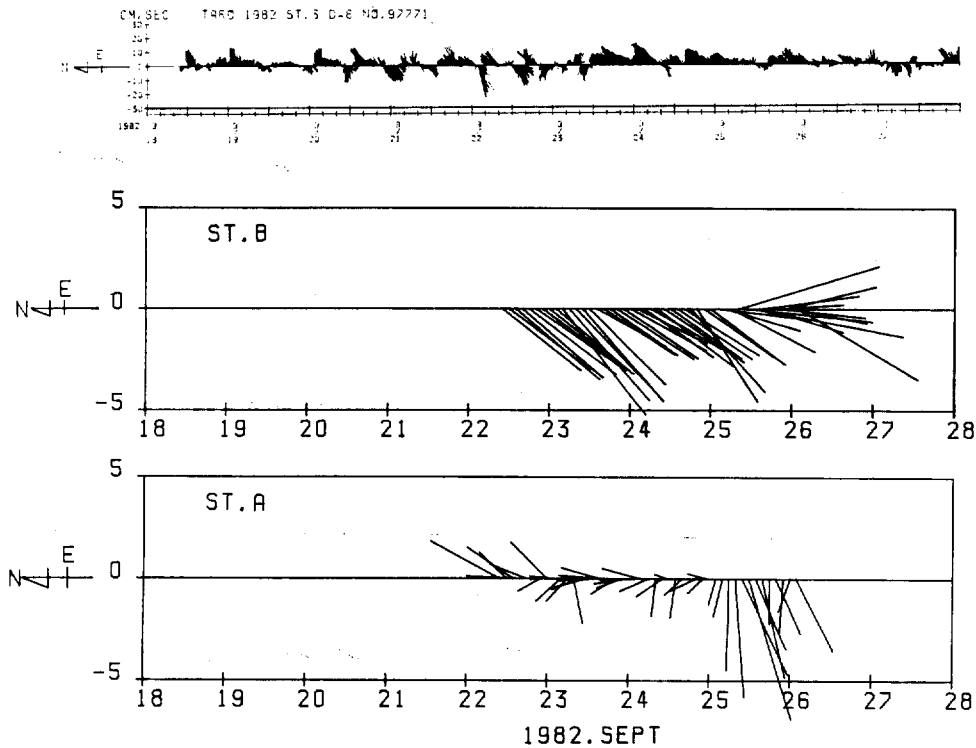


図11 流速ベクトル(1982年9月18日~28日) 沖合(St. 3)は5分毎の測得流速 St. A, St. B は2時間毎に0.120secの間隔で10分間測得した値の平均値(波成分を除いた平均流速)

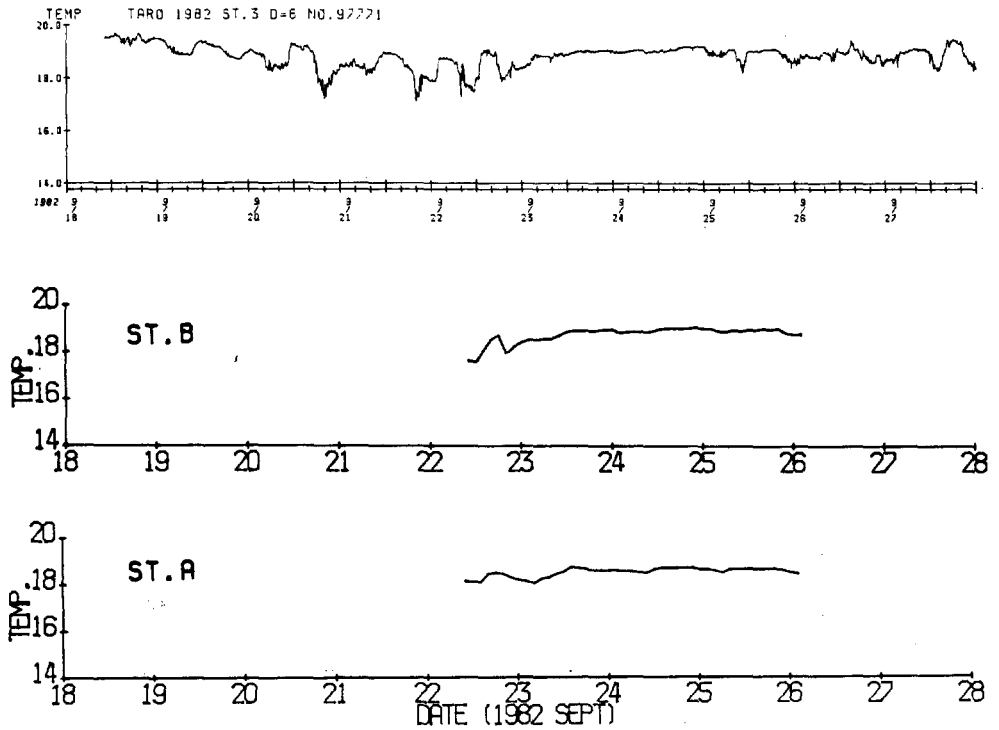


図12 温度変化 (1982年9月18日~28日)

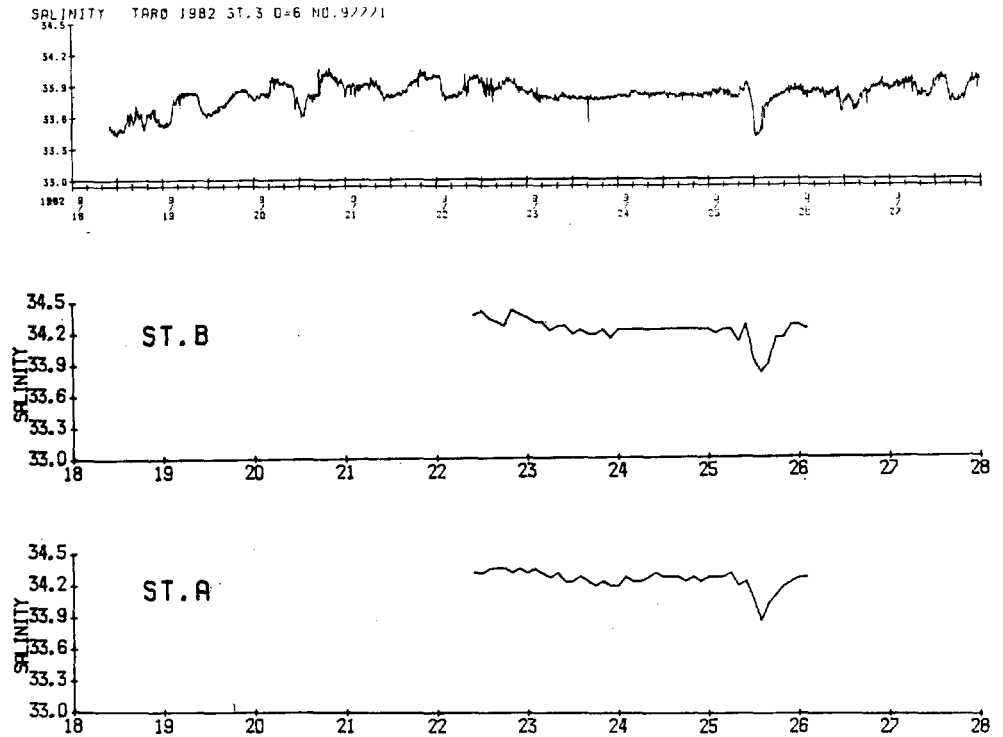


図13 塩分変化 (1982年9月18日~28日)

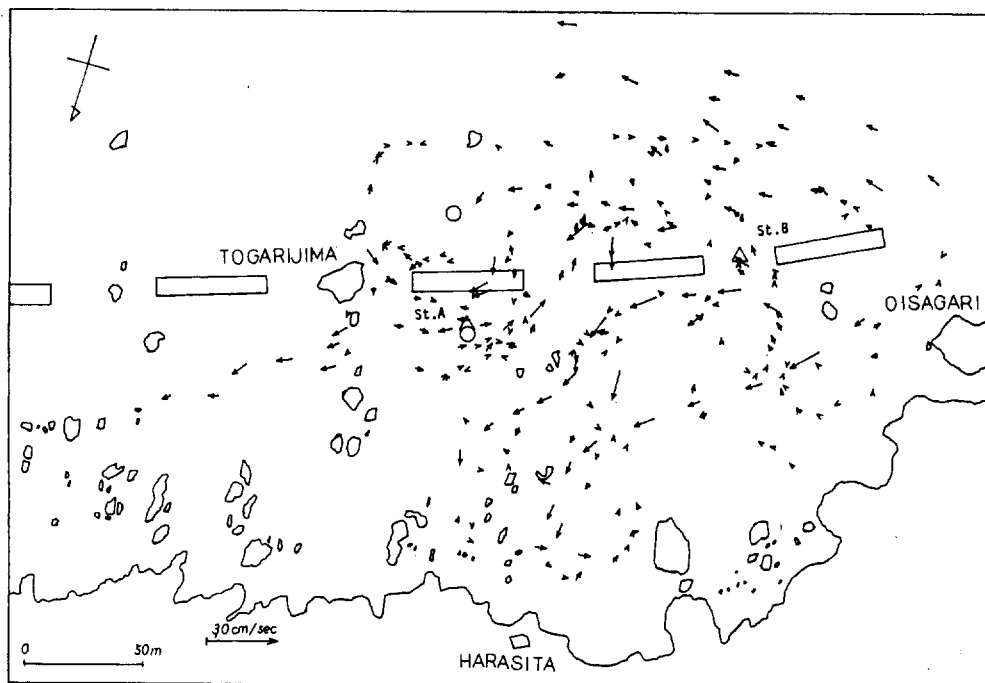


図14 潜堤周辺での流況 (1982年9月22日 8:18~16:09)
プラスチックボールを目視で追跡, 図中の○印及び△印
は, 波高, 流速の測定点

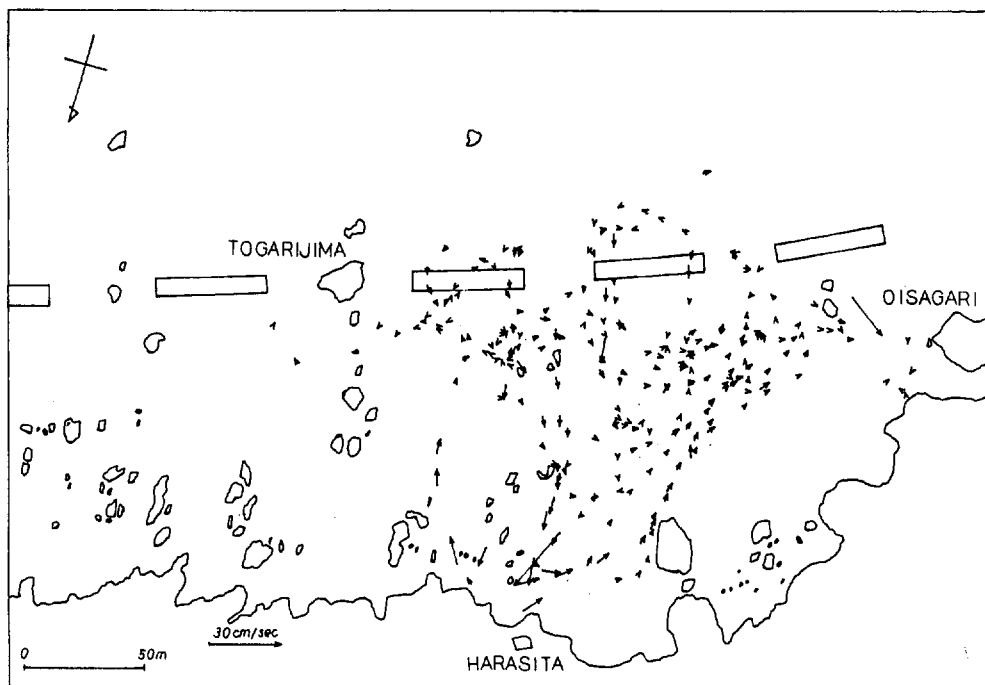


図15 潜堤周辺での流況 (1982年9月23日 9:59~16:08)

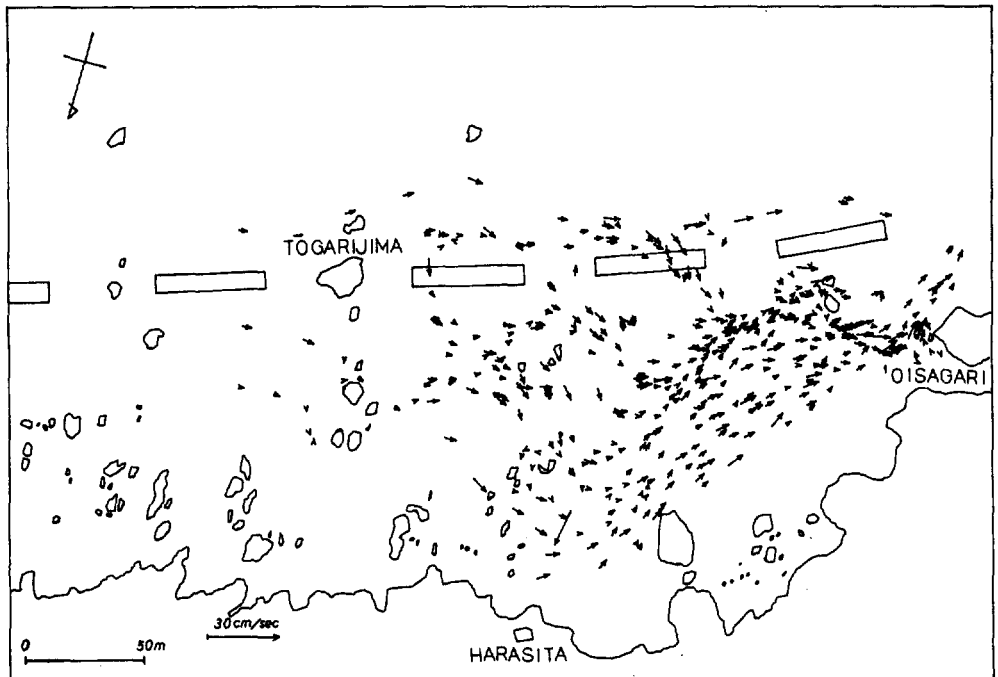


図16 潜堤周辺での流況 (1982年9月24日 8:02~16:06)

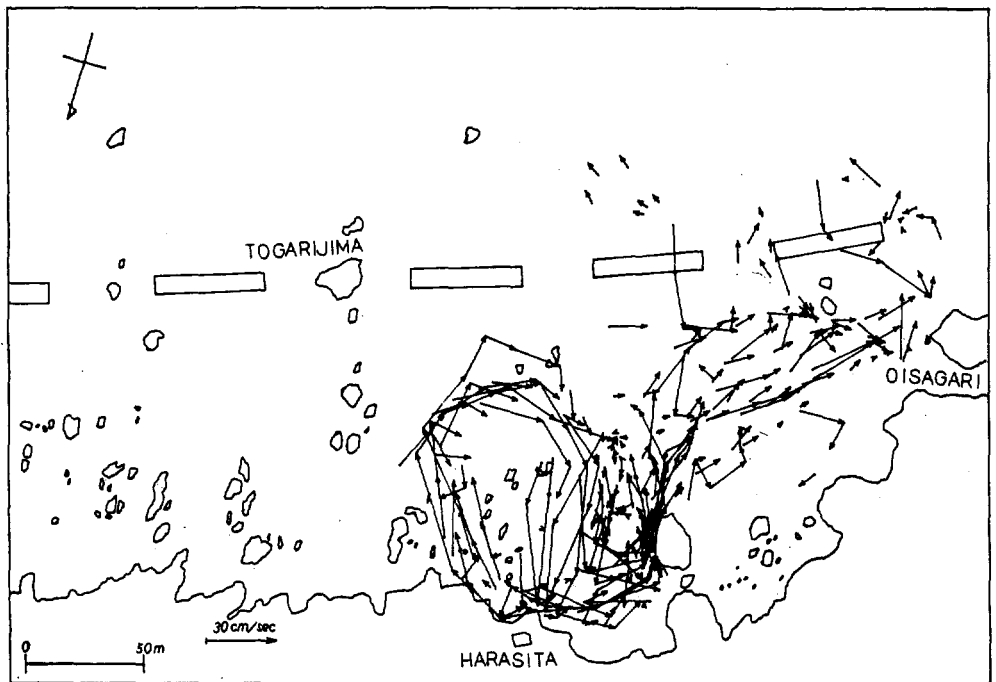


図17 潜堤周辺での流況 (1982年9月25日 8:00~16:01)

といったことがわかる。

b. 沖合および対象海域の流れと水温・塩分

沖合および対象海域に設置した磁気記録式流速計で測得した、流速ベクトル、水温・塩分の変化を図11~13に示す。これらから次のような特徴が読みとれる。

①沖合の流れは1981年とかなり異なっている。1981年は流速の絶対値が大きく、観測期間中は東流が極めて卓越していたのに対して、1982年は、流速の絶対値が10 cm 程度と小さくなっている。また流向についても数日にわたっての東流もみられるが、潮汐に対応した部分もみられ、上げ潮時に東流、下げ潮時に西流となることが多い。この時、潜堤岸寄り (St. A)、潜堤と潜堤の間 (St. B) の流向は、沖合の流れとは相関がみられない。この両測点での流向は9月25日を除いて St. A ではNE

~NW (岸向き)であり、St. B ではSW (沖向き)となっている。9月25日には、St. A でW、St. B ではSW ~Sが卓越している。

②沖側の測点において9月22日と25日に、水温、塩分の顕著な変化がみられ何らかの形で、水塊の交代があったことが推察される。これに対応して、St. A、St. B でも水温、塩分変化がみられるが、その変化幅は小さくなっている。このことは、岩礁帯内での激しい混合作用によって、急激な水塊の交代による水温、塩分の急変がある程度緩和されることを示していると考えられる。

c. フロート追跡による潜堤周辺の流れ

9月22日~25日に行ったフロート追跡結果を図14~17に示す。これらから

①22日~24日にかけては、流速の絶対値は非常に小さ

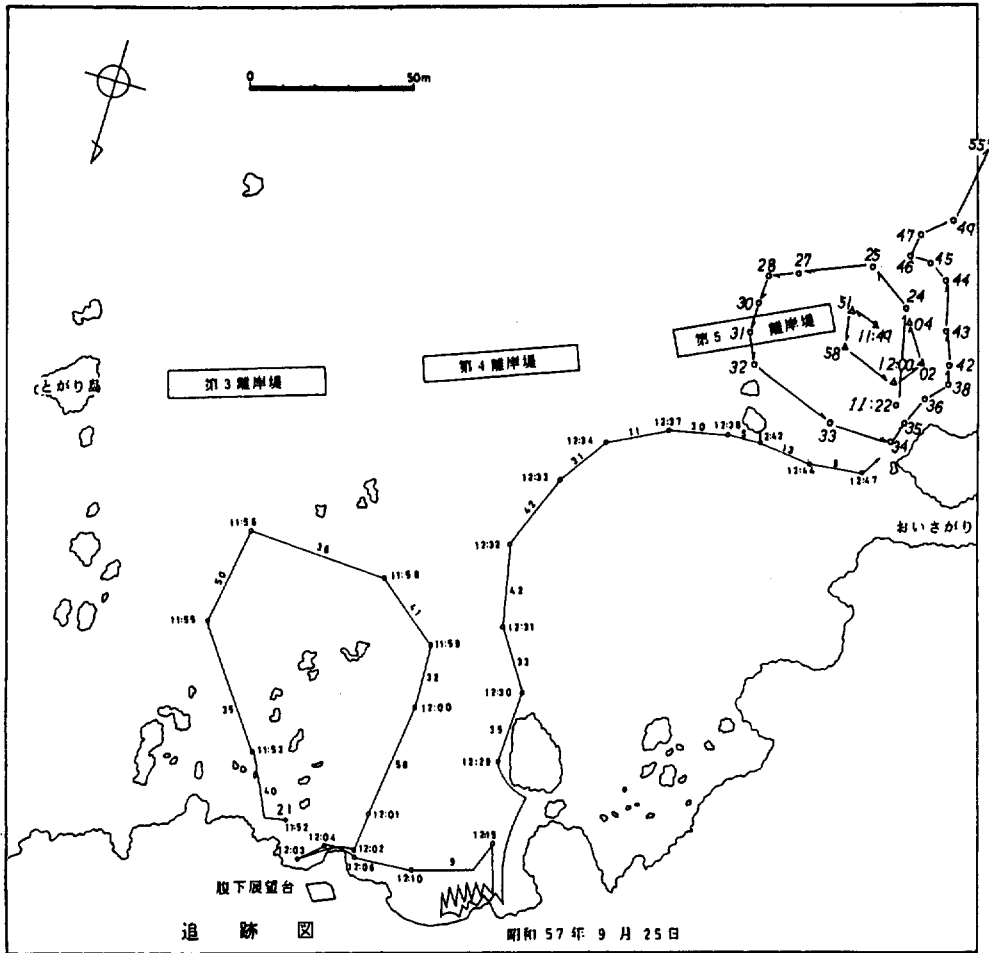


図18 流跡線の一例 (1982年9月25日 11:22~12:55)

くほとんど数 cm/sec 程度である。また潜堤上から岸側に入る例がかなりあるが、その場合、潜堤中央部から入らず、両端から入っている。これは潜堤（長さ約48m）の中央部（約15m）が±0m、両端が+1.0mとなっており、観測期間の潮位が0.5~1.8m程度であったことから波の低い場合中央部では潜堤上水深が大きいため碎波しないことによると考えられる。

全体的な流れの方向としては9月22日が若干東流傾向23日は岸沿いの流れはみられず、9月24日はかなり西流となっており、図9に示す、風向、風速と対応しているように見える。しかし22日は風速がかなりあるにもかかわらず東流傾向は微弱で潜堤付近及び岸側に複雑な循環流を形成しており24日の顕著な西流傾向とはかなり異なっている。この原因としては、この海域は太平洋につき出した真崎の南側にあたるため、波はほとんど東~南東から押し寄せてくる。砂浜域における海浜流の研究では、波が岸に対して斜めに入射する場合、沿岸流が発生することがよく知られており²⁾、この海域でも同様な機構で岸沿いの流れが生じることは十分考えられる。すなわち22日は、東向きの風による吹送流的な流れと、波の斜め入射による沿岸流とが、相殺するような形であり、24日は、重ね合ったような形となっていると考えられる。

②25日には流速の絶対値が大きくなっているが、風速は、前日に比べあまり増大していないことから、これは波高の増大によるものと考えられる。また腹下前面で大きく蛇行しているようなパターンが多数みられるが、これは、この日、波浪のために船が対象海域に近づけず、陸上の展望台からフロートを投入したため、全て展望台前面の岩棚上に落ち、岩棚上の碎波によって東側に押し流されたあと、深み部を通過して岩棚の沖に出、西へ流れたのち、再び岸へ寄せられ、その後西へ向かうという共通の流動パターンを示したためと考えられる。腹下前面において循環流、あるいは蛇行流が生じることは、かなり共通してみられることから、潜堤岸側において、この岩棚を中心とした地形に基づく波浪流が、かなり普遍的なものであると考えられる。

また西に流れたフロートは第5離岸潜堤の周辺にかなり滞留し、第5離岸潜堤を数回以上循環するのが見られた。その流跡の1例を図18に示す。また同図には腹下展望台前面から第5離岸潜堤へ向かったフロート追跡の1例も示した。これによると腹下前面からおいさがりまで約1時間、第5離岸潜堤を1周するのに10~20分程度かかっている。

3. まとめならびに今後の課題

3.1 流動

两年の観測から得られた田老地区における流動の特徴は改めて書くと次のように要約される。

①離岸潜堤に基因する循環流が存在し、潜堤上から流入し、深みから流出するという基本的なパターンが認められる。これはフロート追跡、底面設置型の流速計のいずれにも表われている。

②沖合の流れと、対象海域の流れとの対応はみられず、風速・風向と波向、波高が、外力として重要な役割を果たしていると考えられる。

③岩棚を中心とした波に基因する蛇行流あるいは循環流が、かなり普遍的にみられており、岩礁域の極浅海部では流動に重要な影響を与えていると推察される。

これらのことから、定性的には、離岸潜堤を中心とする循環流が生じたことによって、各種生物の浮遊卵・幼生・孢子あるいは流れ藻が、沿岸沿いの流れによって当該漁場外へ運び去られるのを若干なりとも抑止していることは、理解できる。

今後、沖の流動、風・波の外力に対応して、対象漁場において、どういった流動が生じ、それがどの程度の拡散抑止効果があるかという問題を理論、実験、観測のそれぞれの立場から定量的に明らかにしていくことが必要である。

3.2 調査方法の検討

調査対象地区は、外洋に面した極浅海域であり、そういった場所における調査方法について、2年間で得られた問題点を整理しておく必要がある。波に基因する流動に焦点をあてているため、一定以上の波がある場合に観測を行ないたいわけであるが、波があれば、海上作業は著しく困難となり危険をとまなう。従って計器の設置以外は、できるだけ陸上から作業が行なえるように計画をたて、また使用する計器を検討する必要がある。

具体的には、磁気記録式の海底設置型の波高計、流速計、濃度計等の導入、リモートセンシング的な技術を採用したフロートあるいは染料の広がり追跡手法の採用等が考えられる。

また循環流のパターンの変化には、波向きが重要な役割を果たしていると考えられることから、周期、波高のみでなく波向を精度よく測る必要がある。

3.3 生物相との関連性

「はじめに」でも述べたように、岩手県田老地区では、潜堤を中心とする大規模増殖場が大きな成果をあげつつある。その原因の1つとして、循環流による拡散抑制効果を考えた場合、その効果は、コンブの孢子等有用生物ばかりでなく、浮遊生活期をもつ全ての種に及ぶはずである。なぜ特定の種が増えたかを明らかにするには、行動をも含む浮遊生活期の生態、さらに着底後の環境との対応、種間関係について明らかにしていかなければならない。循環流についての水理学的な検討とともに物理環境と生物の行動・耐性の関連性についての実験的アプローチ、継続的な生物群集の調査をつみかさねていくことが必要である。

4. 謝 辞

観測にあたっては、岩手県栽培漁業センター、宮古水

産事務所、県漁業振興課および田老町漁業協同組合の方々に御協力戴いた。記して感謝の意を表する。

なお本研究は、農林水産省大型別枠研究「近海漁業資源の家魚化システムに関する総合研究」の環境制御技術系（中村充リーダー）の一環として行なわれたものであることを付記する。

参考文献

- 1) 岩手県：大規模増殖場効果調査実績報告書，昭和58年3月
- 2) 杜多 哲・乃万俊文・中村 充：田老海岸の流動についての現地観測，水産工学 研究所 技報，一水産土木一，第3号，1982年
- 3) 岩垣雄一・樺木 亨：海岸工学，共立出版，1979年，p183~191