

10. 浮漁礁「黒潮牧場 1 号」
による連続観測調査

浮魚礁「黒潮牧場 1 号」による連続観測調査について

高知県水産試験場 宮本 猛
高知県土佐清水漁業指導所 上岡 一 兄

1. はじめに

高知県の沿岸漁業は、沖合を東流する黒潮にのり来遊するカツオ、マグロ類、シイラ等高度回遊性魚類の漁獲に対する依存度が極めて高く、また、これらの漁獲に多くの漁船が従事しているのが特徴である。しかし土佐湾への年々の来遊水準及び滞留状況は、それ自身の資源変動はもちろん餌料環境、黒潮流路及びそこから派生する分枝流の動向などの海況条件に大きく左右されるため安定しない。このため土佐湾では簡易な浮魚礁を設置し、一旦来遊してきた高度回遊性魚類の滞留率を高める「漬漁業」が従来より営まれてきた。その一例として1976年から1989年のシイラ漁獲量の推移を図1に示す。手結、興津両漁協の漁獲量は県計の35～72%（平均50%）を占めているが（図1下段）、両漁協とも6～11月はシイラ漬を利用した旋網漁業がおこなわれておりこの期間の漁獲量が年間漁獲量の大半を占めている（図1上段）。このように本県のシイラ漁は浮魚礁利用漁業の代表的なものであるが、これ以外にもカツオ、ヨコワ、サワラ等を狙った浮魚礁の設置が盛んに行われている。このシイラ漬は浮体として孟宗竹を7～15本束ね、固定用おもりに砂袋を用いたもので土佐湾では毎年1,000～1,500基ほどが設置されている。漬けは漁期終了後回収されるがそれ以前に荒天や強流等により流失するものも多い。耐久性のある浮魚礁の開発は浮魚礁利用漁業の1課題と言えよう。また

高知県では海域の立体的かつ総合的利用をはかるため、1975年以降県単独あるいは国の委託をうけ各種の中層浮魚礁や大型ブイ等に関する開発試験に取り組んできた（高知県水産試験場、1987）。1984年12月には「土佐湾域黒潮牧場構想実験調査」の一環として、これらの知見を集約した大型鋼製浮魚礁「黒潮牧場 1 号」が土佐湾中央部に設置され、2年間にわたって耐久性、集魚効果等の実験がおこなわれた。「黒潮牧場 1 号」は実験終了後回収されたが、1988年3月にはマリノフォーラム21の浮魚礁システム研究の一環として黒潮牧場 1 号に水温、流向・流速、風向・風速、魚群量の計測機能を搭載した「MF-21-F 1 号」が同じ海域に設置され「漁海況情報収

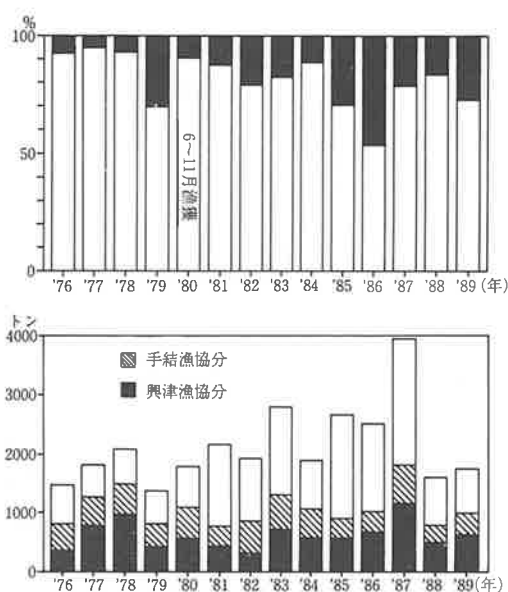


図1 高知県におけるシイラ漁獲量の推移（下段）及び手結・興津両漁協におけるシイラ漬（6～11月）利用漁獲割合（上段）

高知県では海域の立体的かつ総合的利用をはかるため、1975年以降県単独あるいは国の委託をうけ各種の中層浮魚礁や大型ブイ等に関する開発試験に取り組んできた（高知県水産試験場、1987）。1984年12月には「土佐湾域黒潮牧場構想実験調査」の一環として、これらの知見を集約した大型鋼製浮魚礁「黒潮牧場 1 号」が土佐湾中央部に設置され、2年間にわたって耐久性、集魚効果等の実験がおこなわれた。「黒潮牧場 1 号」は実験終了後回収されたが、1988年3月にはマリノフォーラム21の浮魚礁システム研究の一環として黒潮牧場 1 号に水温、流向・流速、風向・風速、魚群量の計測機能を搭載した「MF-21-F 1 号」が同じ海域に設置され「漁海況情報収

集伝達システム」の実験が続けられている。両実験を通じ鋼製浮魚礁の耐久性はもちろんのこと、カツオ・ヨコワ・シイラ等の釣獲がみられるなど浮魚礁本来の集魚効果も確認された（上岡，1987）。また「MF-21-F1号」で実施している付加機能の試験は、初期のソフト、ハード面の調整を終え現在は安定した情報が集積されておりシステム全体としての完成度は高くなっている。ここでは、「MF-21-F1号」の「漁海況情報収集伝達システム」の概要及びそれによって得られた海況情報について整理し若干の考察をおこなったので報告する。

2. 資料と方法

浮体に設置された主な観測機器及び観測項目は表1のとおりである。このほか、浮体の方位、太陽電池の状態（出力電圧、電流）、蓄電池電圧、電源電圧等浮体の状況や保安上重要な灯火器の正・異常等がチェックされる。

表1 観測項目及び観測機器構成

観測項目	観 測 機 器	備 考
水 温	白金電気抵抗温度計	
流向・流速	超音波ドップラー式	N-203 (JRC)
風向・風速	風車形式風向風速計	V-200 (光進電気工業)
浮体位置	ロランC受信機	JNA-800 (JRC)
魚群反応	魚群探知機 (50kHz 3方向)	JFV-216 (JRC)

浮体は1988年3月に高知市桂浜沖約40kmの東経133°38.5′，北緯33°08.4′の水深約550mの地点に設置された。設置直後から観測情報が収集されたが、ハード・ソフト両面での調整が遅れ初期は欠測および異常値が多い。したがってデータ整理期間は、今回使用する流向・流速、風向・風速及び水温の各データがすべて安定して収集でき始めた1989年4月1日から1990年9月30日までの期間である。データは観測ごとにハードディスクへ書き込まれている自動計測時のもの（1日6回、0・4・8・12・16・20時）を使用した。流向及び風向は、それぞれ流速・風速の絶対値が小さいときには誤差が大きいが、その境界値を正確に把握することが困難であったため、方位別出現頻度の計算時のみ、流向の場合は流速が0.4ノット未満、風向の場合は風速が1.0m/sec未満のデータを除去した。流速・風速も同様に絶対値が小さいと誤差が大きいがここでは考慮せずそのまま使用した。

3. 結果

(1) 漁海況情報収集伝達システムの概要

このシステムは海上観測局（浮体、図2中A）、中継局（図2中B）、基地局（図2中C）の3局により構成されている。基地局と中継局との間はNTTの専用回線、中継局と観測局との間は411.4MHzの無線回線で通信をおこなう。基地局は観測局への観測開始、データ転送、観

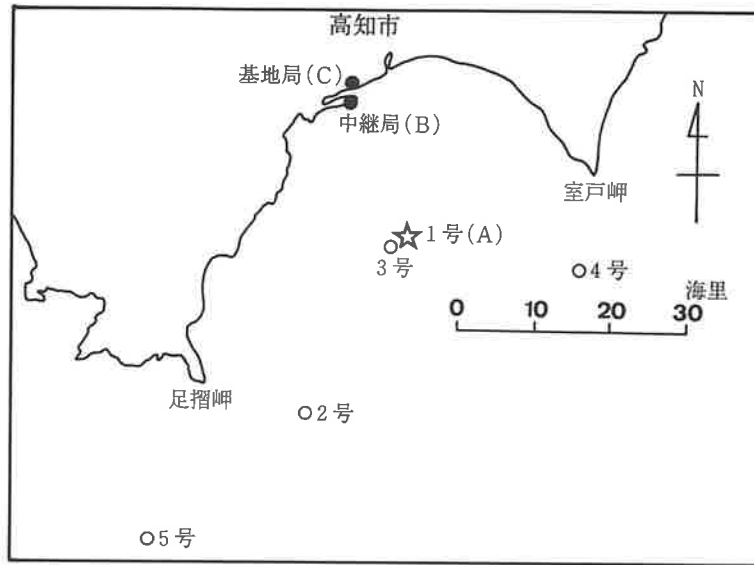


図2 システム構成局設置場所及び黒潮牧場（浮魚礁）設置海域

測終了等の命令など観測局の制御を始め、転送されたデータの演算・表示等の処理をおこなう。観測局は基地局からの観測命令により、自動計測時は0時から4時間間隔で1日6回、また手動計測時は即座に水温、流向・流速、風向・風速等の計測をおこなう。取得されたデータは中継局を介し基地局に転送される。なお海上局の電源は浮体に設置された太陽電池が蓄電池を充電することにより確保されている。1回の計測シーケンスを図3に示した。基地局からの計測開始命令により先ず風向・風速観測機器が作動、その7分後からロランC（浮体位置の取得用）、ドップラーログ（流向・流速観測機器）が作動する。観測開始から10分後には基地局からのデータ転送命令がおこなわれるがこの時に水温計が作動し計測がおこなわれる。各々転送されるデータは風向・風速が10分間の平均値、ロラン、流向・流速及び水温はデータ転送命令時の測得値である。

データ転送は転送時の“データ化け”による誤情報の取得を防ぐため3連送でおこなわれる。観測局から送出されたこの3連のデータは基地局で照合され、3連の転送データがすべて一致すれば正常値として処理されCRTに表示されるとともにハード

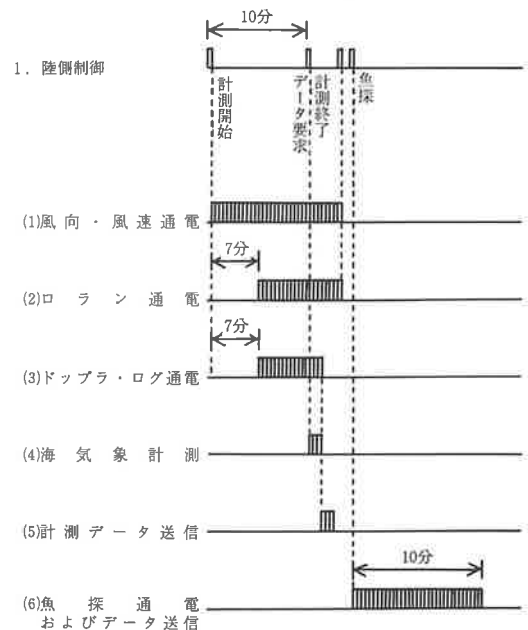


図3 計測シーケンス

ディスクに書き込まれる。一致しない場合は観測局に対しデータ再送を要求し再び照合がおこなわれる。この作業は最大3回繰り返されるが3回とも一致しない場合は異常値として処理されデータは表示されずハードディスクにも欠測値として記録される。この処理が終了後魚群探知機が10分にわたって作動し反応記録がそのまま基地局へ転送され表示される。魚探の振動子は浮体底部に120度間隔3方向（3チャンネル）に設置されており、各チャンネルごとの反応が繰り返し順次モニターへ表示される。これら一連の観測に要する時間は約25分である。

現在、この情報はテレホンサービスを通じ広報されているが、春、秋のカツオ、ヨコワ、シイラ等の漁期には1日に20件近い利用がある。テレホンサービスへの録音は、毎日16:30（土、日曜、祝日は除く）に前日の20:00から当日の16:00の計6回分という内容でおこなわれているが、漁業者に最新（例えば出漁間際の早朝）の水温や潮の流れ、風向きといった情報を即時に提供することができる設備が必要と思われる。

(2) 観測結果

ア. 黒潮の変動

期間中の足摺、室戸両岬沖の黒潮流軸位置を図4に示す。足摺・室戸両岬沖の黒潮流軸は

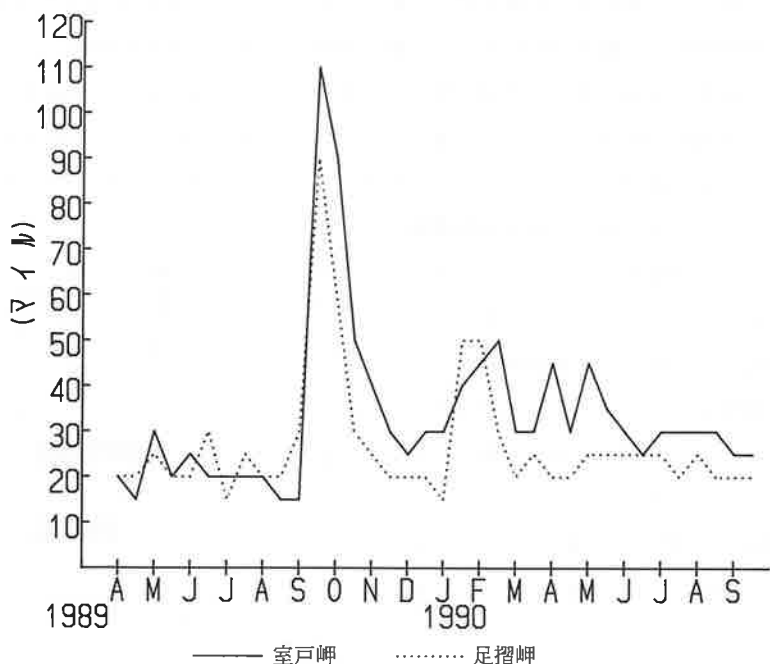


図4 黒潮流軸の変動（保安庁水路部）

1989年4～8月は15～30マイルの安定した接岸傾向で推移していたが、1989年8月に九州東方沖で発生した冷水渦の東進現象により9月後半に急激な離岸現象をしめした。この冷水渦は11月後半には潮岬以東へ移行し12月になって遠州灘沖大冷水塊（黒潮大蛇行）に発達した。冷水渦の東方への移行にともない黒潮流軸は再び接岸傾向に転じた。1990年の冬季（1～2月）に

両岬沖で再び50マイル程度の“かなり離岸”現象を示したが、足摺岬沖ではその後20～25マイルの“接岸”傾向で推移した。しかし室戸岬沖では5月頃まで30～45マイル程度の“やや離岸”傾向で、6月以降も20～30マイルと前年同期に比べて全般に離岸傾向で推移した。

イ. 流れ

図5に7項移動平均処理後の流れのスティック図を示す。図中数字は1989年4月1日からの経過日数である。また上部には室戸、足摺両岬沖の黒潮流軸位置を便宜上30マイル未満、30マイル以上45マイル未満、45マイル以上60マイル未満、60マイル以上の4階級に分類し表示した。時間を追ってみてみると、まず1989年4月～8月は南向流が卓越しており流速も1ノット前後の速い流れが頻繁に出現している。しかし8月後半、北向流が卓越しそれに伴い流速も0.5ノット以下の弱流に転じた。その後12月前半の一時、比較的速い南向流が出現しているが、翌年の8月頃まで全般的に流向は頻繁に変化し流速も極めて弱く推移している。9月には再び南向流が卓越し、流速もやや大きくなっている。また全般に南向流時の流速は北向流時のそれより大きいことが窺える。この流れの変動と四国沖黒潮の離接岸変動との対応をみると、比較的速い西～南向流の出現は足摺・室戸両岬沖の黒潮が接岸傾向で推移している時期と、北向流の出現は黒潮（特に室戸岬沖の黒潮）が離岸して推移している時期と一致しているように見受けられる。即ち両岬沖で接岸傾向の強い1989年4月～8月、12月前半、1990年6月後半及び9月後半には速い南～西向流が出現し、また離岸傾向の強い1989年9月～1990年8月（但し前述の一時的な接岸期を除く）は北向流を主体に不安定な流況を呈している。この関係を明確にするため接岸、離岸期別の流向、流速別出現頻度を図6に示した。流向別と流速別のN（＝データ数）が異なっているのは前述したように方位別出現頻度は0.3ノット以下のデータを除去しているためである。接岸期は両岬沖ではほぼ25マイル以内の“接岸”傾向で経過した1989年4～8月及び足摺岬沖では20～25マイルの“接岸”傾向で推移したが室戸岬沖では30～45マイル程度の“やや離岸”傾向で経過した1990年3～8月とした。また離岸期は50～110マイルで経過した1989年9～10月及び40～50マイルで経過した1990年1～2月とした。両期を比較すると離岸期には北～北東～東向流の出現頻度が、接岸期には南西～西向流の出現頻度が高くなっており両者ではほぼ180度異なった流向を示している。流速は離岸期には0.5ノット以下の弱い流れが全体の90%近くを占めているが接岸期には離岸期に比べ0.6ノット以上の流れの出現頻度が高く相対的に流れが速い。これらの傾向はより接岸傾向の強かった1989年4～8月、より離岸傾向の強かった1989年9～10月両期を比較すると顕著である。流れの安定度をみると接岸期の1989年4～8月、1990年3～8月がそれぞれ56%、42%、離岸期の1989年9～10月、1990年1～2月が37%、20%で接岸期の安定度が離岸期のそれに比べ大きい。また同じ接岸期でもより接岸傾向の強かった1989年の安定度が1990年より大きく、離岸期はより離岸傾向の強かった1989年のそれは1990年より小さくなっている。

また、接岸傾向で経過した1989年4～8月と1990年3～8月の両期を比較すると、流速別では室戸岬沖でより接岸傾向の強かった1989年時の方が1990年時より0.6ノット以上の出現頻度

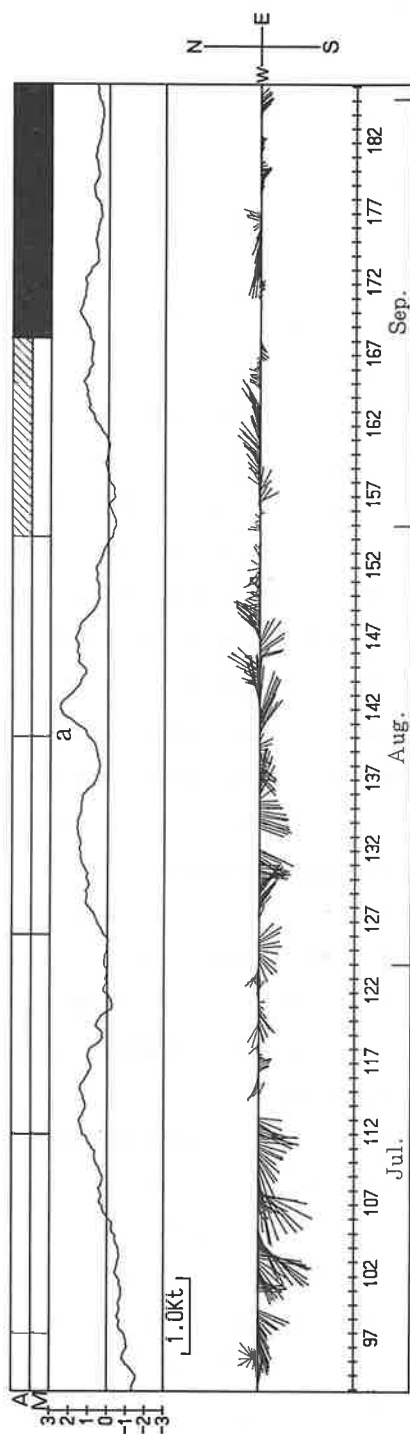
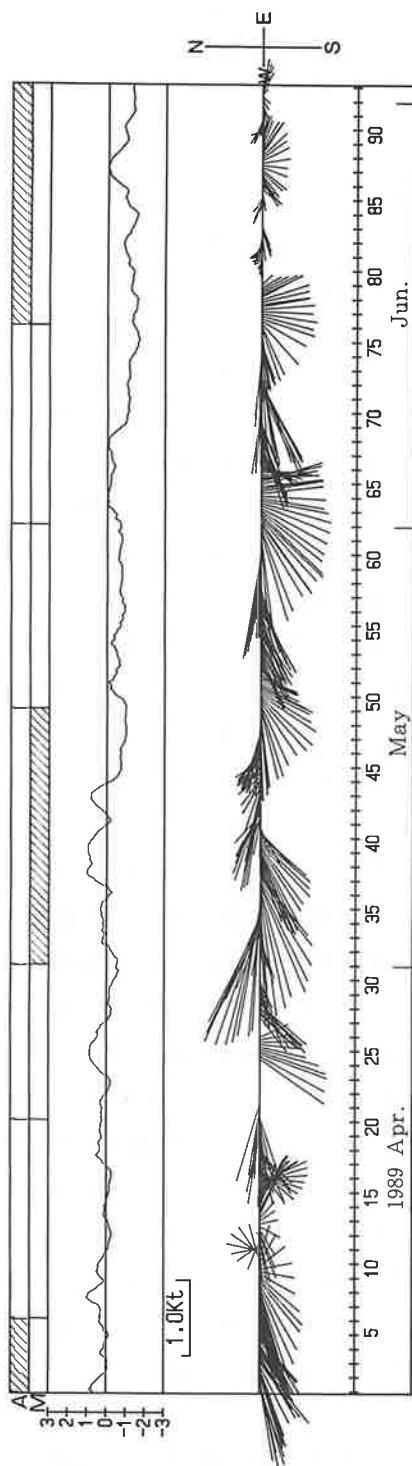


図5(1) 流れと水温偏差の時系列 (7項移動平均値) 1989.4~1989.9
黒潮流軸位置区分 (A: 足摺岬沖 B: 室戸岬沖)

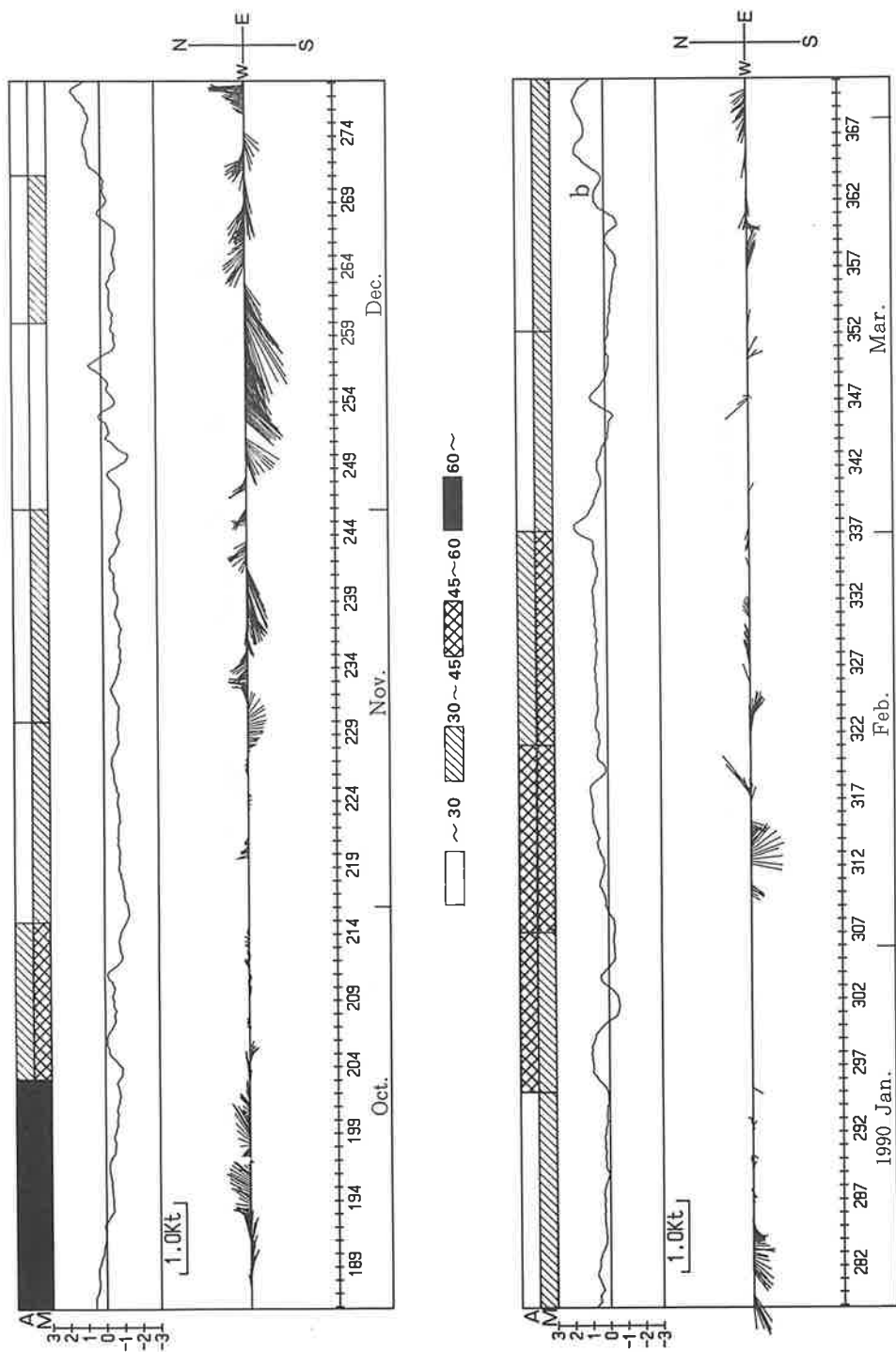
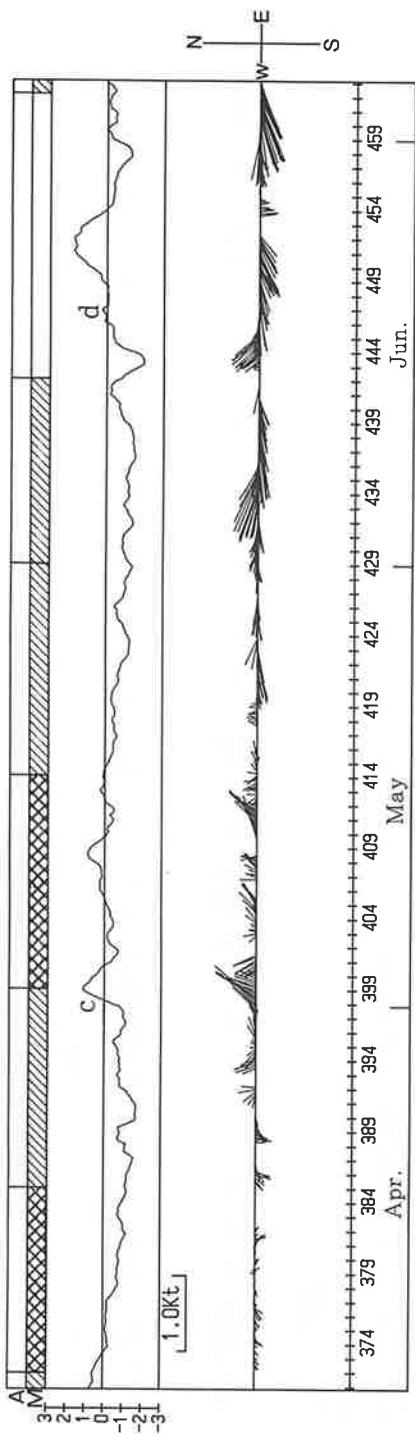


図 5(2) 流れと水温偏差の時系列 (7 項移動平均値) 1989.10~1990.3
黒潮流軸位置区分 (A : 足摺岬沖 B : 室戸岬沖)



□ ~ 30 ▨ 30~45 ▩ 45~60 ■ 60~

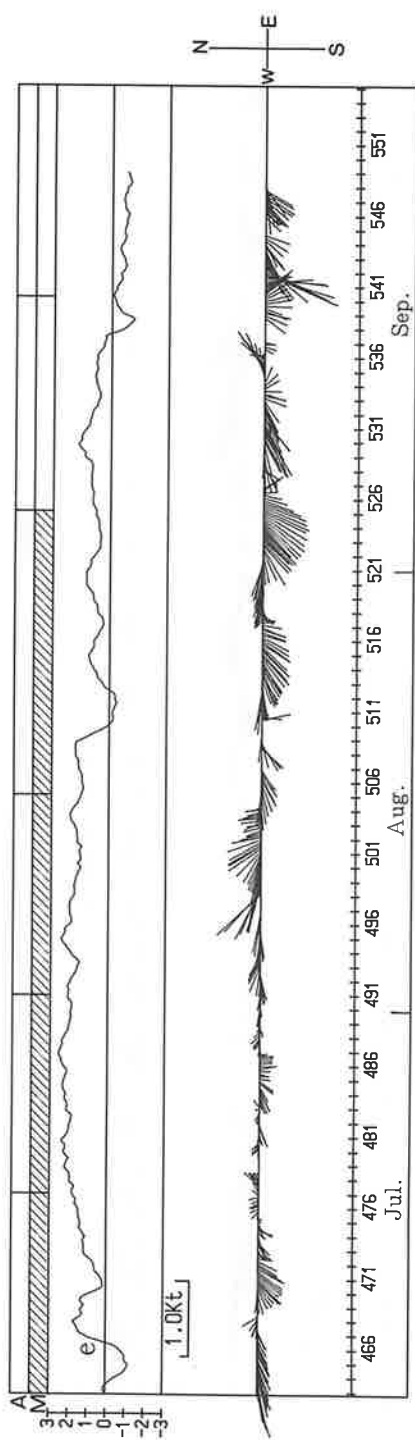


図5(3) 流れと水温偏差の時系列 (7項移動平均値) 1990.4~1990.9
黒潮流軸位置区分 (A:足摺岬沖 B:室戸岬沖)

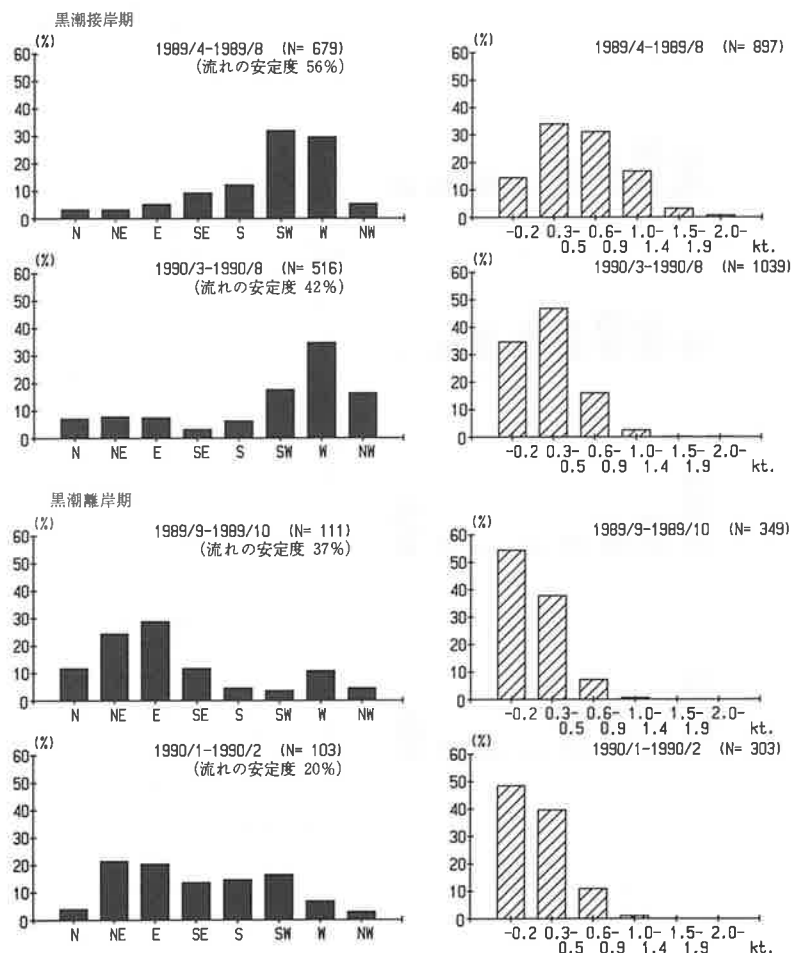


図6 黒潮流軸の接岸期、離岸期別流れの頻度

が高い。また方位別では両期に大差がないようであるが、スティック図(図5)では1990年3～8月に流速の小さい北向流が頻繁に出現している。この両期における黒潮流軸位置は足摺岬沖では20～25マイルではほぼ同じであるが、前述のとおり室戸岬沖のそれは前期(20～25マイル)にくらべ後期(30～45マイル)が離岸傾向で経過している。1990年9月には室戸岬沖でも25マイルに転じ1989年4～8月と同様に両岬で“接岸”となったが、これにともない南向きの強流が出現している。両期に於ける室戸岬沖の黒潮流軸位置の相違は1989年12月に発生した遠州灘沖大冷水塊によるものであると考えられるが、この室戸岬沖黒潮流軸位置の距岸距離の差が流れのパターンの相違の1要因となっているのかもしれない。いずれにしろこの海域の流動は沖合を流去する黒潮の影響におおきく支配され、流動の変化はこの離接岸変動に伴う土佐湾への沖合系水貫入パターンの変化によるものと推察される。

ウ. 風との関係

季別の方位別、風速別出現頻度を図7にしめす。1990年の春季(4～6月)及び夏季(7～

9月)のそれは1989年同期とほぼ似たような傾向のためここでは省略した。春季(4~6月),

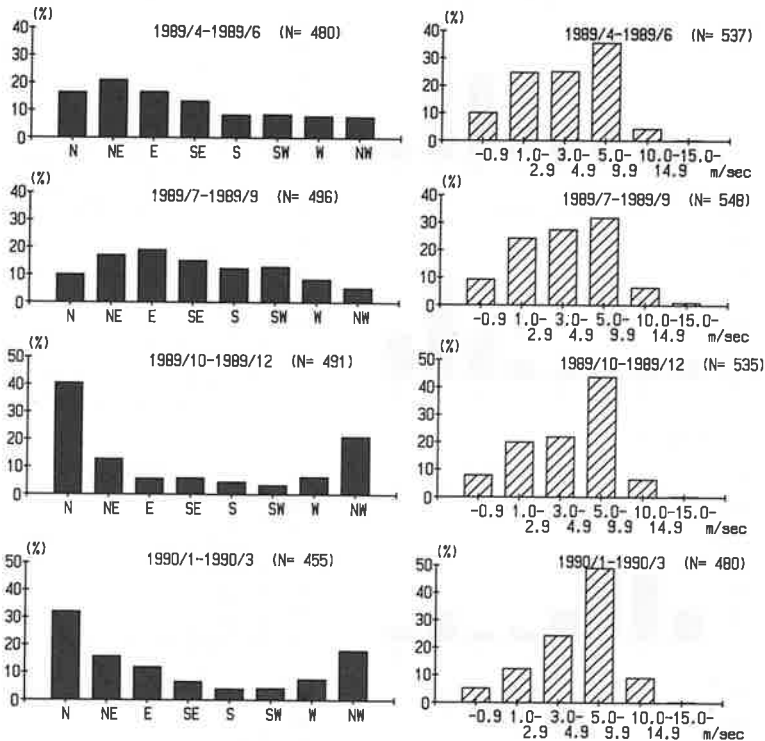


図7 風の方角別、風速別出現頻度

夏季(7~9月)は卓越風向はみられないが秋季(10~12月), 冬季(1~3月)には季節風の北~北西風が高い頻度で出現している。風速も秋・冬季には5m以上の風が全体の50~60%を占めている。また夏季には15m以上の出現頻度が他の季節に比べて高いが, これは台風の影響によるものであろう。冬季に出現する一般的な土佐湾の流動として離岸流があるがこの駆動要因として季節風が指摘されている(山重, 1979)。そこでこの海域の流れと風の関連を検討するため北~北西風が卓越している1989年秋季, 1990年冬季の流れの方角別頻度図を図8に示めた。この期間における風の卓越風向から流れとしては南西~南向きの沖出流の駆動が考えられるが, 冬季の流れは全般的に北~東向流主体となっており卓越風との対応はみられない。また秋季は南西~西向流が卓越しており一見, 風との対応が良さそうだが, 図5をみるとこの期間における南向流の出現は黒潮が接岸して経過した時期に限られているようにも見受けられる。また全期間を通じ南向流は頻繁に出現しており特に冬季に卓越する流向とも言えそうにな

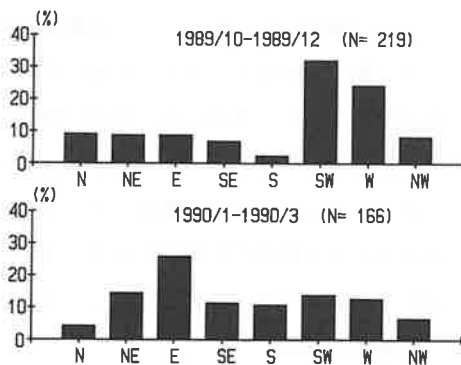


図8 秋季・冬季の流れの方角別出現頻度

い。このようにこの海域では季節風と流れとの間に関連性は認め難い。この海域での南向流の出現が概ね黒潮の接岸と一致していることなどから判断しても、南向流は沖合を流去する黒潮の影響によるこの海域での固有の流れではないだろうか。

エ. 水温

図9に月別平均水温、最高・最低水温及び変動係数を示した。この期間における月別平均最

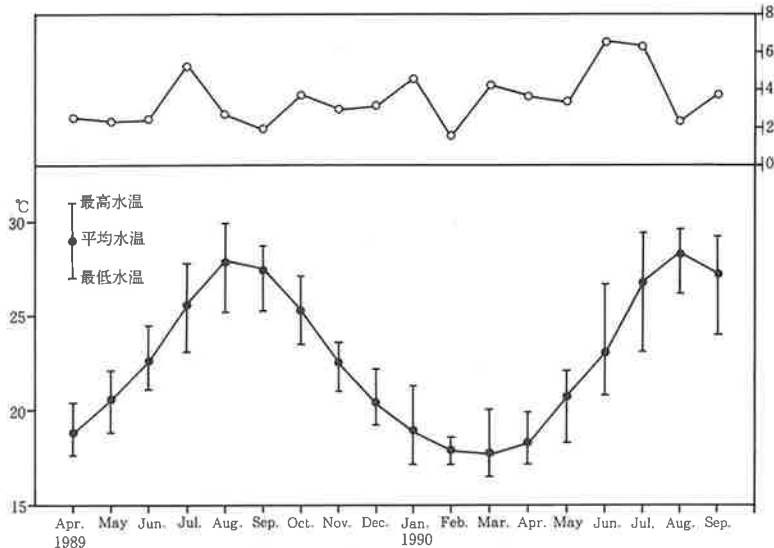


図9 月別平均水温、最高・最低水温及び変動係数

高水温は1990年8月の28.3°Cで前年同期に比べ0.4°C高い。また月平均最低水温は1990年3月の16.7°Cでその年較差は10.6°Cである。全データでの最高水温は1989年8月に測得された29.9°C、最低水温は1990年3月の16.5°Cでその差は13.4°Cとなっている。変動係数をみると梅雨期の6・7月及び冬季の1・3月に大きい、梅雨期は降水の影響によるものと考えられる。また冬季は沖合水と沿岸水の水温差が最も大きくなることから判断して、沖合系水の波及による水温較差が他の期に比べて大きいのではないだろうか。また変動係数の小さい1989年9月、1990年2月は黒潮が離岸して経過した時期と一致しており沖合系水の波及が少なかったことによるものと推察される。図5に水温偏差の時系列を示した。これは年変動として最小自乗法で求めた余弦曲線を当てはめ、それからの偏差を7項移動平均したもので欠測値は事前に補完した。これによると1日～数日程度で1～2°Cの水温変化が頻繁に出現している。このうち特に水温上昇の著しい1989年8月中旬（図中a、以下同じ）、1990年3月下旬（b）、同年5月初旬（c）、同年6月中旬（d）、同年7月初旬（e）の流れをみるとc及びdの前半には明瞭な北向流が出現しており、沖合系水の波及が差し込み流の形で生じていることが窺えるが、他は西～南西流が出現しており沖合系水の差し込みは確認できない。しかしこの流況（西～南西流）が黒潮の接岸に伴って出現すると考えられることから、この急激な水温上昇は沖合系水の波及を示唆しているのではないだろうか。

(3) 今後の課題

土佐湾の流動環境は藤本（1987）、山重（1980、1987）らが主としてG E K観測資料を整理・解析し、この海域付近での流向頻度、卓越流向、流れの安定度、黒潮離接岸と流況との関連などを報告している。これらの報告と今回得られた結果はほぼ一致しており、あらためてこの海域の海況が黒潮の動向に支配されていることが明らかになった。また藤本他（1988）は黒潮牧場1号に流速計、水温計を設置しこれらのデータを整理・解析するとともに、これらの海況データとカツオ・キハダ・ヨコワの浮魚礁での集中操業（上岡他、1988）とを比較検討し、魚群の来遊・逸散と沖合系水の波及との相関を報告している。本報告では漁況との関連は検討しなかったが本システムの最終課題はやはりこのような漁況と海況との関連付けであろう。本システムは現在1海域だけの情報しか取得していないが、この情報だけからでも黒潮離接岸や沖合系水波及の動向がある程度把握できそうである。このことは海況と密接な関連のある漁況（この場合浮魚礁周辺のみならず土佐湾沿岸域全般の漁況）予報にも本システムの情報が利用できる可能性を示唆している。今後は黒潮離接岸、水温分布、漁況情報等と本システムによって得られる情報とを有機的に解析しそれぞれの因果関係を解明・把握する必要がある。また本報告では数日単位の解析を行わなかったが、より短いタイムスケールでの海況変動を把握することにより同様のタイムスケールでの漁況との関連を解明することも可能であろう。

参 考 文 献

- 上岡一兄，1987：高知県で実施した大型浮魚礁について．第6回魚礁研究会報告，1－8．
- 上岡一兄・藤本 實・石田善久，1988：土佐黒潮牧場1号の魚群集効果．水産海洋研究会報 52(1)，63－68．
- 高知県水産試験場，1987：垂直型カツオ漬けの開発試験．高知県水産試験場事業報告．
- 藤本 實，1987：土佐湾に出現する海水流動の型と流れの安定度．海と空 62(4)，127－140．
- 藤本 實・石田善久・上岡一兄，1988：土佐黒潮牧場1号の物理環境．水産海洋研究会報 52(1)，69－75．
- 山重政則，1979：土佐沖の黒潮．高知県沿岸・沖合域の海況と重要魚種の産卵場，高知県，1－21．
- 山重政則，1980：土佐湾の平均的海況について．高知県水産試験場事業報告．
- 山重政則，1987：土佐湾表層の流況．高知県水産試験場事業報告．