

遠州灘～熊野灘の沿岸流 (II)

加藤弘紀, 豊嶋 茂, 高橋 渡 : 第四管区海上保安本部水路部

佐藤 敏, 吉 宣好 : 海洋研究室

和志武尚弥 : 測量船「昭洋」

Coastal Current in Ensyu-Nada and Kumano-Nada (II)

Hiroki Kato, Shigeru Toyoshima, Wataru Takahashi : Hydro. Dept., 4th R.M.S.Hqs

Satoshi Sato, Nobuyoshi Yoshi : Ocean Research Laboratory

Hisaya Washitake : Survey Vessel SYOYO

1. はじめに

伊豆半島から潮岬にかけての海域は、ほぼ日本列島の中央に位置し、東日本と西日本を結ぶ航路となっているほか、名古屋港、豊橋港をはじめとした国際貿易港に出入港する船舶が多数航行している。また、漁業活動も盛んで、一本釣、はえ縄、底引き網等の各種漁業が、ほぼ周年にわたって行われており、鳥羽パールレース等のヨットレース、釣り等の海洋レジャーも活発である。

この様な状況の中で、平成5年に木材流出等の海難事故がたて続けに発生し、航行船舶に多大な危険を及ぼした。

このため、第四管区海上保安本部水路部では、事故防止、今後の漂流予測等に資するため、複雑な海況となっている遠州灘から熊野灘にかけての沿岸流観測を平成6年度から実施している。

初年度である平成6年度の観測では、当該海域の流況把握には、黒潮前線の短周期変動と沿岸流との関連、数十kmの空間スケールをもつ小規模の暖水・冷水域の移動状況、消長の時間スケール等の解明が重要であることがわかった。

このため、平成7年度は、沿岸流の短期変動把握を重点に、同一観測において6日間毎に3回のADCPとXBTによる観測を実施した。

2. 観測の概要

(1) 観測期間：平成8年2月11日～平成8年2月27日 (17日間)

1回目の観測：2月11日～2月15日 (5日間)

2回目の観測：2月17日～2月21日 (5日間)

3回目の観測：2月23日～2月27日 (5日間)

(2) 観測海域：第1図のとおり

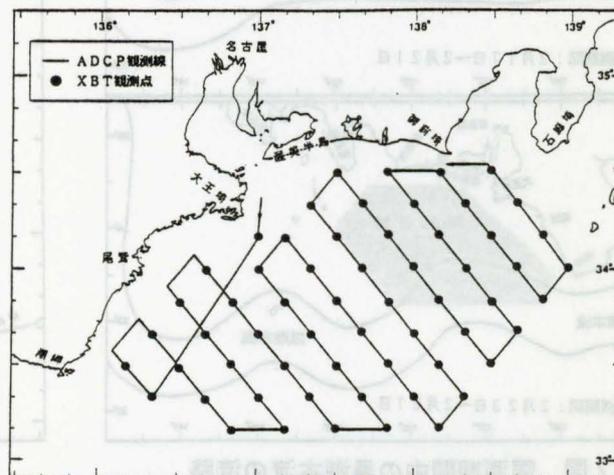
(3) 観測船：測量船「海洋」(550トン)

(4) 観測方法

測点図に示す観測線上において、ADCPによる3層(10m層, 50m層, 100m層)の海流測定, 約13海里毎のXBTによる水温測定を実施した。

(5) 現地作業及び資料整理の概要

観測期間中、2回目と3回目に一時荒天になった



第1図 遠州灘～熊野灘沿岸流観測測点図

が、冬季の観測にしては天候及び海上模様に恵まれ観測は順調に進み、当初予定した観測すべてを終えることができ、良好な観測データを取得することが出来た。

3. 海況の概要

(1) 観測期間中の黒潮本流の流路

黒潮の流軸は、A型、B型、C型、D型、N型の5種類に大別されている。

観測期間中の黒潮本流の流路(第2図)は、前年の11月頃から石廊崎の南方にあった冷水域が伊豆諸島の東に抜け、1回目はC型に近く、2回目はD型となっており、観測海域に限るとほぼ直進していた。

3回目の観測では石廊崎の南方と野島崎の南南東方の2か所に冷水域がありBC共存型となっており、観測海域では浜名湖の南方を頂点としたゆるやかな山型であった。

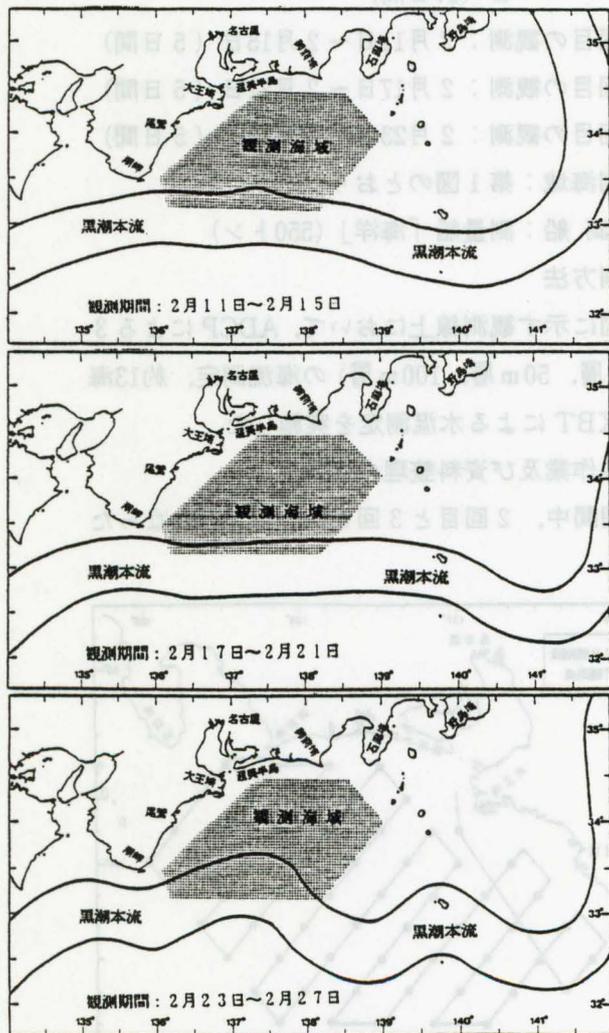
かな山型であった。

(2) 1回目の観測結果(2月11日~2月15日)

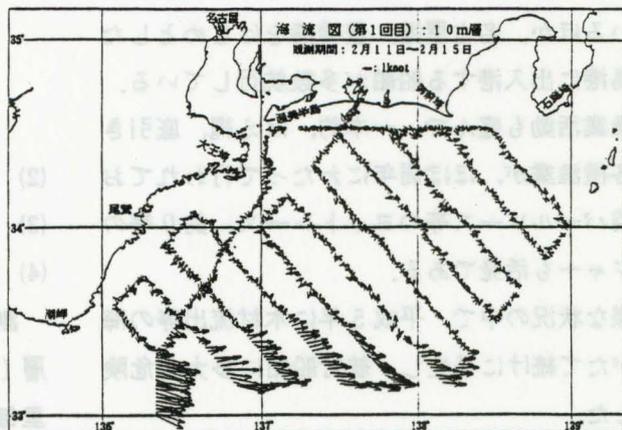
第3図は、10m層のADCP観測値をプロットしたもので、流向流速を矢印で示し、矢印の長さが流速に対応しており、0.2kn以下の観測値については○印で表現してある。また、第4図は表面、第5図は200m層の水温水平分布図である。

観測海域の南部に、黒潮本流の強い流れと黒潮の北端に沿って東に向かう流れが明瞭に見られるが、その北側の海域は、尾鷲の南東方に反時計回りの流れが比較的よくわかる程度で、明確な流れがなく複雑な様相を呈していた。

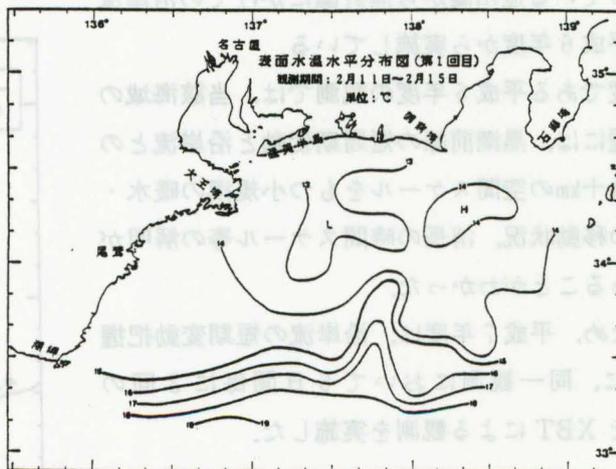
水温は、表面で御前崎の南南西方に黒潮からの暖水の張出しが見られた。200m層では尾鷲の南東方に比較的顕著な冷水域が見られたが、御前崎の南方は冷水域と暖水域が混在し複雑な分布となっていた。



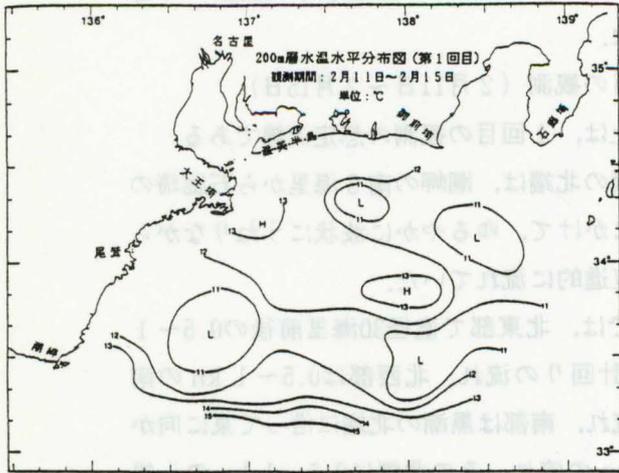
第2図 観測期間中の黒潮本流の流路



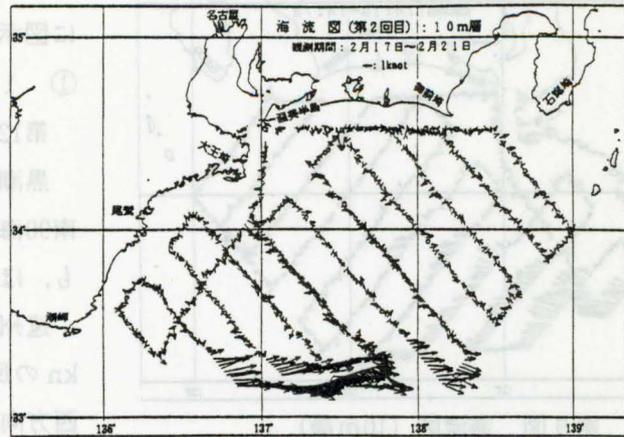
第3図 海流図(10m層)



第4図 表面水温水平分布図



第5図 200m層水温水平分布図



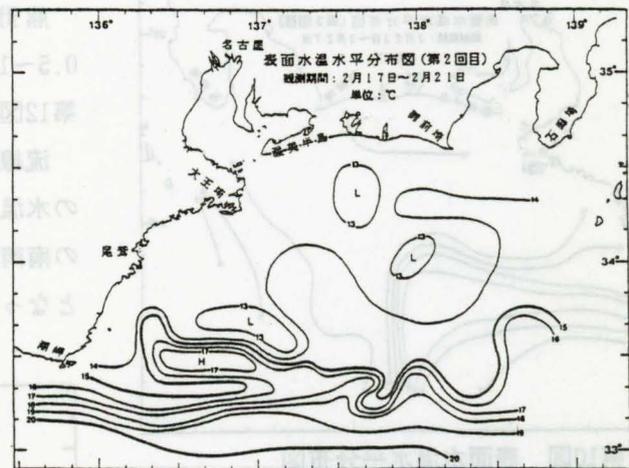
第6図 海流図 (10m層)

(3) 2回目の観測結果 (2月17日~2月21日)

第6図は、10m層の ADCP 観測値をプロットしたものである。また、第7図は表面、第8図は200m層の水温水平分布図である。

観測海域の南部に、黒潮本流の強い流れが明瞭に見られるが、その北側の海域は、明確な流れがなく複雑な様相を呈していた。

水温は、表面で尾鷲の南東方に暖水域が見られたが、その暖水域は200m層では顕著な冷水域となっていた。御前崎の南方では、1回目と同様に複雑な分布となっていた。



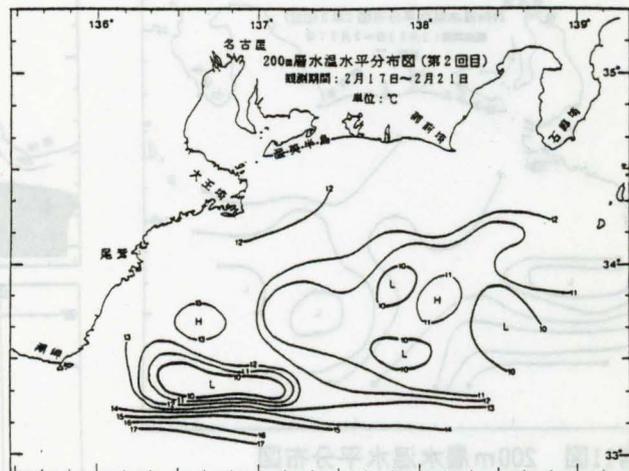
第7図 表面水温水平分布図

(4) 3回目の観測結果 (2月23日~2月27日)

第9図は、10m層の ADCP 観測値をプロットしたものである。また、第10図は表面、第11図は200m層の水温水平分布図である。

観測海域の南部に、黒潮本流の強い流れが渥美半島南方から大きく蛇行している様子が明瞭に見られるが、その北側の海域では、明確な流れがなく複雑な様相を呈していた。

水温は、200m層で尾鷲の南東方と御前崎の南方に冷水域が見られた。

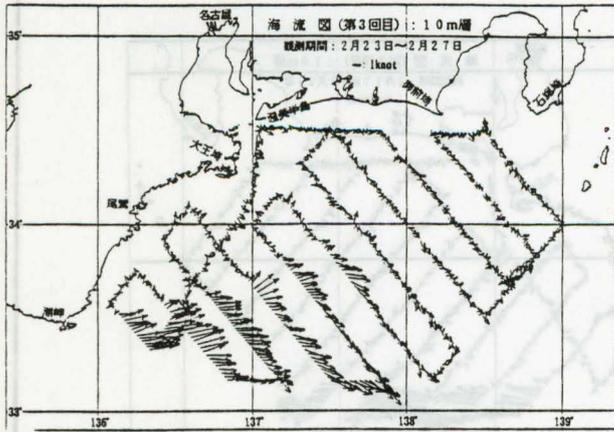


第8図 200m層水温水平分布図

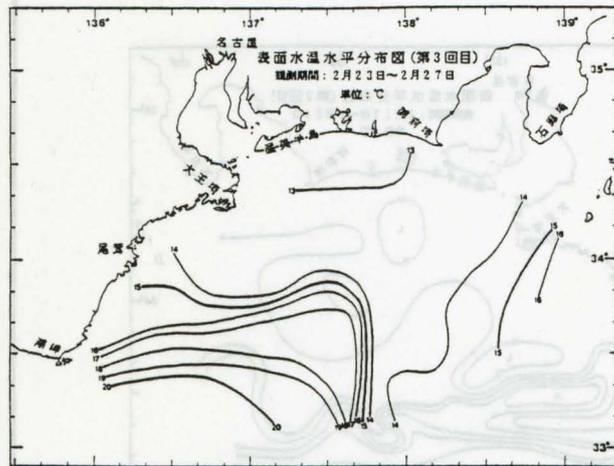
(5) 想定流線と流線関数 (第12図~第14図)

ADCP 観測による海流図と XBT 観測による水温分布図から想定流線を各観測毎に求め、第12図~第14図の上部に示した。

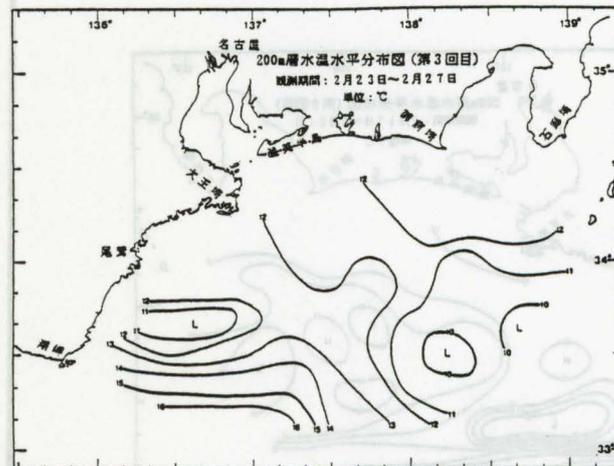
また、流れと水温分布との対応関係を見やすくするため、流れの鉛直発散を無視して、ADCP で観測した流向流速データから流線関数を各観測毎に求め



第9図 海流図 (10m層)



第10図 表面水温水平分布図



第11図 200m層水温水平分布図

(α : 係数, x, y : 東西及び南北方向の距離)の下部に図示した。

① 1回目の観測 (2月11日~2月15日)

第12図上は, 1回目の観測の想定流線である。

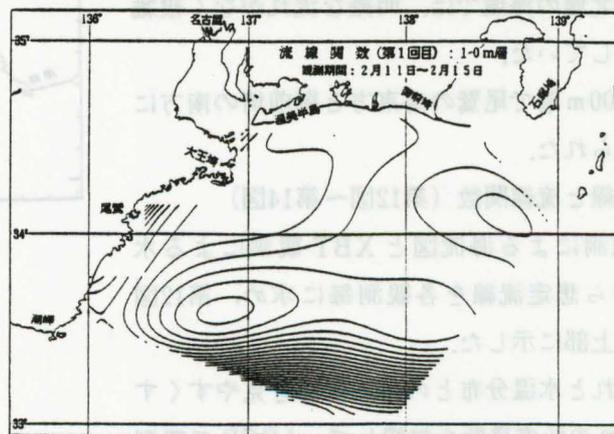
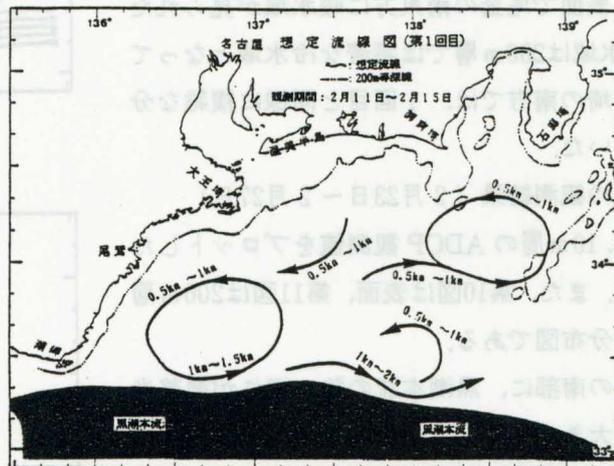
黒潮本流の北端は, 潮岬の南5海里から石廊崎の南90海里にかけて, ゆるやかに波状にうねりながらも, ほぼ直進的に流れていた。

遠州灘では, 北東部で直径30海里前後の0.5~1 knの反時計回りの流れ, 北西部は0.5~1 knの南西方向の流れ, 南部は黒潮の北端に沿って東に向かう1~2 knの流れ, その北側に0.5~1 knの小規模な反時計回りの流れとなっていた。

熊野灘では, 直径30海里以上の比較的大きな0.5~1.5knの反時計回りの流れとなっていた。

第12図下は, 1回目の観測の流線関数である。

流線関数と水温水平分布図と比較すると, 200m層の水温分布 (第5図) とほぼ合致しており, 石廊崎の南南西方と尾鷲の南東方の冷水域では閉じた流線となっており, 水温分布と良い対応を示している。



第12図 上: 想定流線, 下: 流線関数

た。

その導出方法は, Foreman and Freeland (1991) に倣い, 流線関数が下式で表されると仮定し,

$$\Psi_{(x,y)} = \sum_{j=0}^m \sum_{k=0}^j \alpha_{j-k,k} X^{j-k} Y^k$$

また、御前埼南方の冷水域と尾鷲の南東方の冷水域が合わさって、東西方向に長いひとつの大きな環流となっている様子が示されている。

② 2回目の観測（2月17日～2月21日）

第13図上は、2回目の観測の想定流線である。

黒潮本流の北端は、潮岬の南5海里から石廊埼の南80海里にかけて、直進的に流れていた。

遠州灘では、200m等深線に沿って西方へ向かう0.5～1knの流れがあり、その南側にも熊野灘まで達する西向きの0.5～1knの流れが見られた。さらに南側には大小ふたつの0.5～1.5knの反時計回りの流れとなっていた。

熊野灘では、遠州灘から流れ込み尾鷲の南東30海里付近で時計回りになる0.5～1knの流れがあり、その南側には北側で0.5～1kn、南側で1～2knの歪な形の反時計回りの流れとなっていた。

第13図下は、2回目の観測の流線関数である。

流線関数と水温水平分布図と比較すると、200m層の水温分布（第8図）とほぼ合致しており、尾鷲の

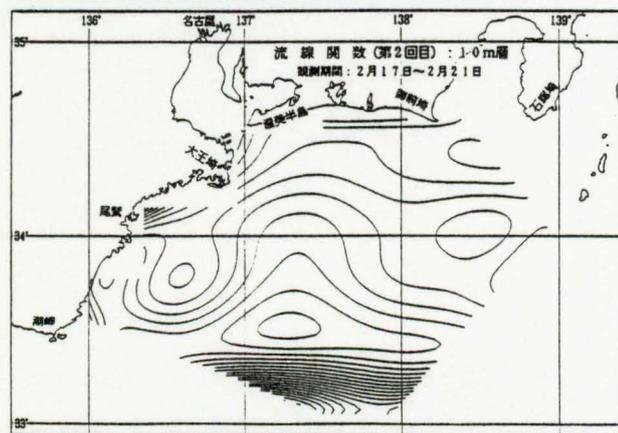
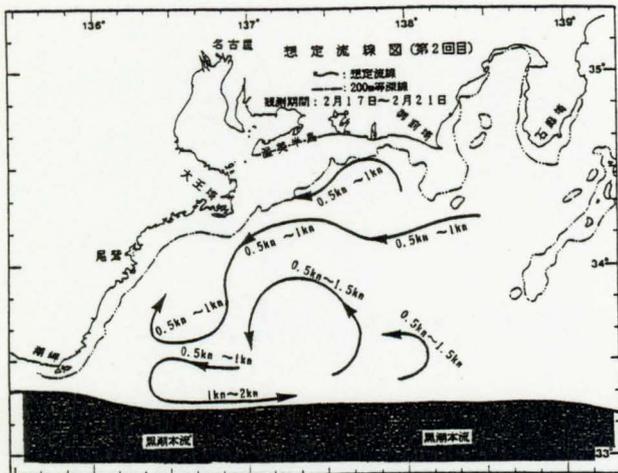
南東方の暖水域では閉じた流線となっており、水温分布と良い対応を示しているが、石廊埼南西方の閉じた流線と200m層の水温分布は合っていないかった。また、御前埼南方の冷水域と尾鷲の南東方の冷水域が合わさって、東西方向に長いひとつの大きな環流となっている様子が示されている。

③ 3回目の観測（2月23日～2月27日）

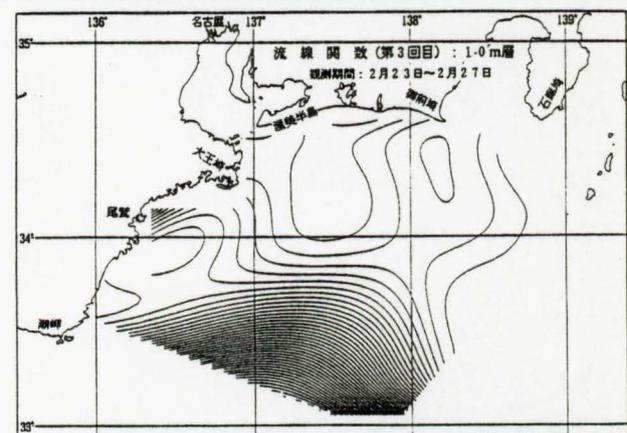
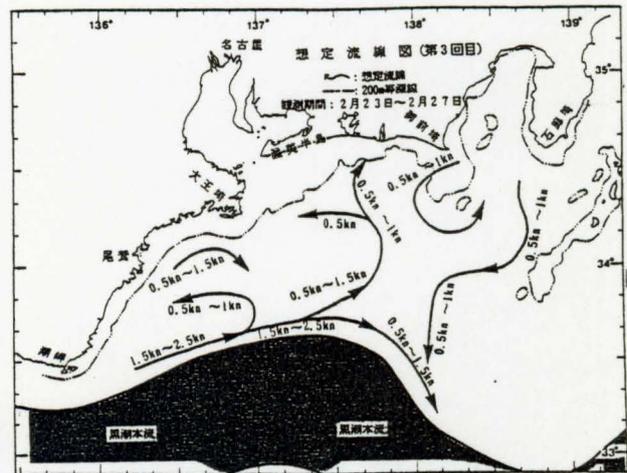
第14図上は、3回目の観測の想定流線図である。

黒潮本流の北端は、潮岬の南10海里から北北東に流れていたが、大王埼の南東50海里から南東に流路を変え、石廊埼の南105海里からさらに流路を変え北東に流れていた。また、黒潮本流の北側では、黒潮の北端に沿って東へ向かう0.5～2.5knの早い流れとなっていた。

遠州灘では、石廊埼の南南西10海里から蛇行しながら南方に向かう0.5～1knの流れ、御前埼の南方に0.5～1knの反時計回りの流れ、渥美半島の南方に黒潮の北端に沿った流れから分岐した0.5～1.5knの反時計回りの流れとなっていた。



第13図 上：想定流線，下：流線関数



第14図 上：想定流線，下：流線関数

熊野灘では、尾鷲の東方に0.5~1.5knの東へ向かう流れ、尾鷲の南東に黒潮の北端に沿った流れから分岐した0.5~1 knの反時計回りの流れが見られた。

第14図下は、3回目の観測の流線関数である。

流線関数と水温水平分布図と比較すると、200m層の水温分布(第11図)で見られた渥美半島南方の11℃台の冷水域と若干の対応が示されている程度で流線関数と水温分布の対応は良くなかった。

(6) NOAA 衛星画像 (第15図~第19図)

第15図は観測の約1週間前である2月5日~2月9日、第16図は第1回目の観測である2月11日~2月15日、第17図は第2回目の観測である2月17日~2月21日、第18図は第3回目の観測である2月23日~2月27日、第19図は観測の約1週間後である3月1日~3月4日のNOAA-AVHRRデータであり、観測前後を含め、ほぼ1週間毎に衛星画像を作成した。5枚の図を比較すると、第19図の水温が全体的に下降しているように見えるが、色指定の違いによるものである。

第15図のNOAA衛星画像では、黒潮本流の暖水は潮岬からはほぼ直線的に伸びており、石廊崎南方の冷水域を迂回していた。その北側の海域では、御前崎南方と尾鷲南方に黒潮からの暖水の張り出しがあり、遠州灘南西部と熊野灘全域に及んでいた。

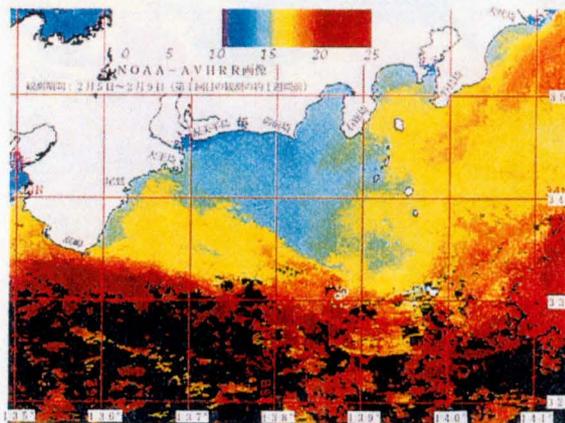
第16図のNOAA衛星画像では、黒潮本流の暖水は特に目立った変化はなかったが、熊野灘への黒潮からの暖水の張り出しが減少した。遠州灘では、南部に黒潮からの暖水の張り出しがあり、表面水温の水平分布(第4図)とよく合っていた。

第17図のNOAA衛星画像では、黒潮本流の暖水は特に目立った変化はなかったが、遠州灘への黒潮からの暖水の張り出しが減少し、尾鷲の南方には熊野灘への黒潮からの暖水の張り出しが新たに見られ、表面水温の水平分布(第7図)とよく合っていた。

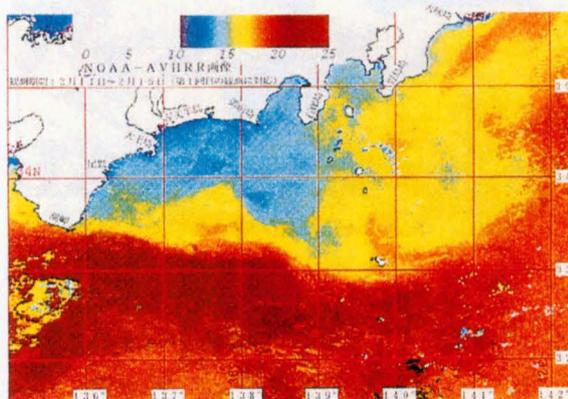
第18図のNOAA衛星画像では、黒潮本流の暖水は大王埼の南方で大きく張り出し、熊野灘と遠州灘西部の南部の海域を覆っており、表面水温の水平分布(第10図)とよく合っていた。また、石廊崎の南

方にはW型の冷水域が見られた。

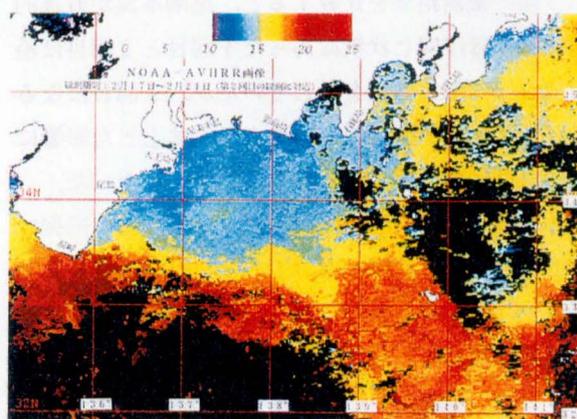
第19図のNOAA衛星画像では、大王埼の南方の



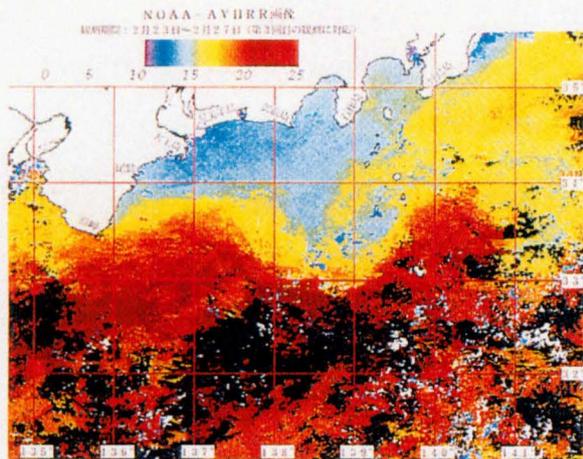
第15図 NOAA衛星画像



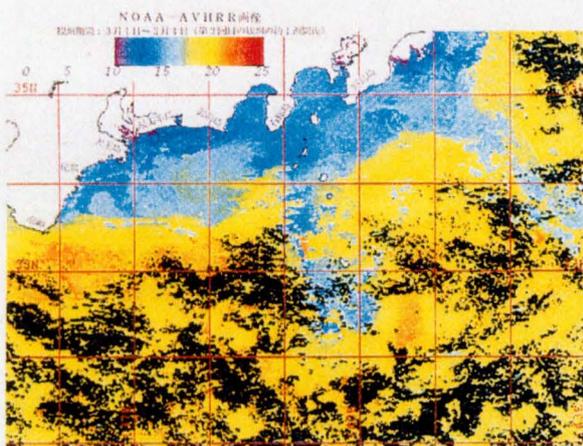
第16図 NOAA衛星画像



第17図 NOAA衛星画像



第18図 NOAA衛星画像



第19図 NOAA衛星画像

暖水の張り出しは、熊野灘で減少し、遠州灘では東方に移動した。また、石廊崎の南方の冷水域は、東方に移動し、狭い幅で南下していた。

4. 海況の短期変動

3回の観測結果を比較すると、黒潮本流が直進的に流れてほぼ同じ状況にあった1回目と2回目は沿岸流もほぼ似た様相を呈していたが、3回目になると、黒潮本流が大王崎南方で大きく北上した影響により、沿岸流は前2回と異なった状況になった。

各観測期とも沿岸流が複雑で、短期変動の把握は難解であるが、比較的顕著であった黒潮本流の北側にあった冷水域の動向に注目し、観測期間内における短期変動について考察してみた。

1回目の観測（第12図参照）で見られた黒潮本流北側の御前崎南方から尾鷲南方にかけての冷水域に

伴う反時計回りの流れは、2回目の観測（第13図参照）では、位置的にはほぼ同じであったが、中心部（顕著な反時計回りの流れの部分）が東方に約25海里移動し、移動速度は、0.2kn前後であった。3回目の観測（第14図参照）では、観測海域に見られなくなった。その冷水域は、黒潮本流の北上の影響により拡散・消滅した可能性もあるが、大部分は黒潮の北上に伴い南東方に移動し、観測前からあった石廊崎南方の冷水域と合わさってW型冷水域の西側部分を形成したと考えることが妥当と思われる。この考察が正しいと仮定した場合移動距離は80海里以上、この際の移動速度は、0.5kn以上となる。

5. 所見

遠州灘から熊野灘にかけての沿岸流観測は、平成6年度に引き続き、2度目の観測であり、沿岸流の短期変動把握を重点に観測を行った。

遠州灘から熊野灘にかけての沿岸流は、

- (1) 黒潮の流軸が直進型の時は、顕著な冷水域が見られず、冷水域及び暖水域が混在し、それに伴い反時計回り及び時計回りの流れの境界がはっきりなく、複雑な流況となっている。
- (2) 数十kmの空間スケールをもつ小規模な暖水・冷水も含め、地衡流とみられるような、水温と流れの対応関係が見られ、当該海域の沿岸流は、200m層の水温水平分布とほぼ合致しており、12℃の等温線と対応している。
- (3) 黒潮の蛇行以外に、黒潮前線の短周期変動も遠州灘から熊野灘の海況に短時間で大きな影響を与えている。

以上の特徴があり、平成6年度の観測と同様の結果となった。

また、尾鷲沖の冷水域の東進が黒潮前線の変動により大きく左右される様子、黒潮前線の変動により沿岸流が1週間程度の時間スケールで全く違う状況になった様子等沿岸流の短期変動把握に新しい知見が得られたが、当該海域の沿岸流は複雑であり、今回の観測だけでは、沿岸流の短期変動の解明は難しく、今後課題を残した結果となった。また、黒潮蛇行期の沿岸流、黒潮前線と沿岸流の変遷過程、沿

岸流の予測等未解決な点が多々あり、今後も計画的に調査を行い、沿岸流解明のための資料を得る必要がある。

平成8年度の調査では、CTD観測を新たに加え、塩分構造、密度分布等の詳細な海洋構造を把握するとともに季節変動にも対応した観測を行う予定である。

最後に、現場観測に協力して頂いた測量船「海洋」乗組員の皆様、資料整理に指導・助言を頂いた海上保安庁水路部道田主任研究官、衛星データの処理をして頂いた増山海洋調査官をはじめ御協力を頂いた関係者の皆様に感謝いたします。