

海洋構造変動パターン解析技術開発試験事業

中地良樹・内海遼一・竹内淳一

漁業調査船「きのくに」船長 東田和行 他 6名

目的

和歌山県沿岸における漁業にとって、黒潮流路の変動と黒潮からの暖水波及などの海況変化は、魚類の分布や漁場形成に大きな影響を及ぼし漁況を左右する重要な要因である。本事業では黒潮変動とそれに伴う海況がもたらす海洋構造の変化を迅速に把握し、解明することを目的に海況変化のパターン化の技術開発を実施する。

方法

和歌山県農林水産総合技術センター水産試験場の調査船「きのくに」による浅海・沿岸・沖合調査時に、ドップラー流速計(ADCP)による測流を実施した。ADCPの使用機種は古野電気製のCI-60G型(海流演算装置付き)およびRD社製の10202150(周波数150kHz)である。

使用ソフトおよび解析方法

データ収集ソフト：(株)SEA製 V m D as 1.01

データ解析ソフト：(株)SEA製 ADCP Tracker 1.3

データの描画には、(株)SEA製のパソコンソフトADCP Tracker1.3を使用した。描画データは、1分平均をとったプロセスデータに3アンサンブル間で移動平均を1回かけた。海流ベクトルの作図はエラー値の卓越するアンサンブルを随時トリミングして除去を行った。

観測結果

1) 2004年4月21～22日の観測(図1～3)

人工衛星画像によると、黒潮は九州東岸～足摺岬～土佐湾沖で著しく離岸、室戸岬でも大きく離岸し、紀伊水道沖で離岸傾向、潮岬で接岸して熊野灘を東へ流去した。潮岬東岸から紀伊半島西岸に沿って黒潮系暖

水が進入した。この暖水の先端部は伊島の南付近に孤立した暖水となり、一部は紀伊水道内に達した。熊野灘の沿岸部は17～19℃台の水温に覆われ、檜野埼から東に延びる顕著な潮目が形成された。

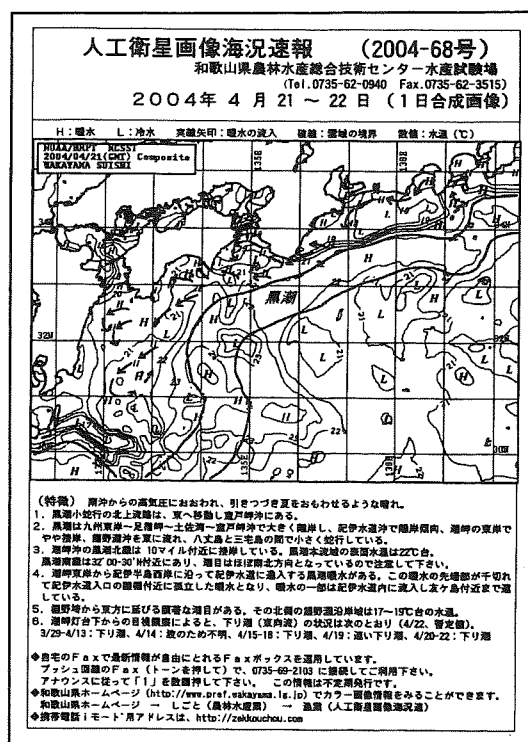


図1 人工衛星画像

潮岬沖の黒潮北縁は10マイル付近で流速2.3ktであった。黒潮流域内は流速1.9～2.9ktで流れの変化が小さい。強流域は20マイル付近にあり、これより沖側ではやや北向きの流れであった。同岬30～40マイルの流れはやや緩く、潮岬南40マイルから合ノ瀬沖60マイルに至る流れは、流速1.6～2.3ktで西側でやや速くなった。

潮岬沿岸部への15℃の低水温の上昇はみられず、水深150m付近にあった。

合ノ瀬沖の黒潮はやや離岸傾向にあることから、流速は沖側ほど速くなった。黒潮流域内の流速は2.3～

*海洋構造変動パターン解析技術開発試験事業費による。

2.5kt、合ノ瀬南 20 マイル以遠では東向流であり、これより北側では瀬戸崎から続く西向流であった。合ノ瀬南 5 マイルには本県沿岸沿いから達した孤立した暖水域があり、表面水温は 22°C 台であった。

紀伊水道内中央部の流れは北上流が卓越し、本県沿岸は水道入口付近と紀淡海峡付近で南下流がみられた。水道中央部では北部の中層に 15°C の低水温がみられた。

紀伊水道側の沿岸部では、日置付近を基点とした「振り分け潮」が形成され、北西流・南東流はともに 1 kt 未満の弱い流れであった。潮岬沿岸で流速が速くなり 2.7kt であった。

2) 2004年5月25～26日の観測 (図4～6)

人工衛星画像によると、黒潮は九州東岸～紀伊水道西沖で大きく離岸し、紀伊水道中央沖から紀伊半島西岸に向かって北上して潮岬で接岸、熊野灘を北東へ流去していた。紀伊水道外域は 21～22°C 台の黒潮系暖水に覆われた。熊野灘では、樫野崎から東へ延びる顕著な潮目がみられ、南部沿岸域は 19°C 台であった。

調査船による観測結果から、黒潮は紀伊水道沖南方で 33° 01' N, 134° 55' E 付近を流速 2.3kt で北東方向に流れ、潮岬沖南 10 マイル付近を流速 3.6kt で東に流れている。これは人工衛星画像から推察される流れとほぼ一致した。

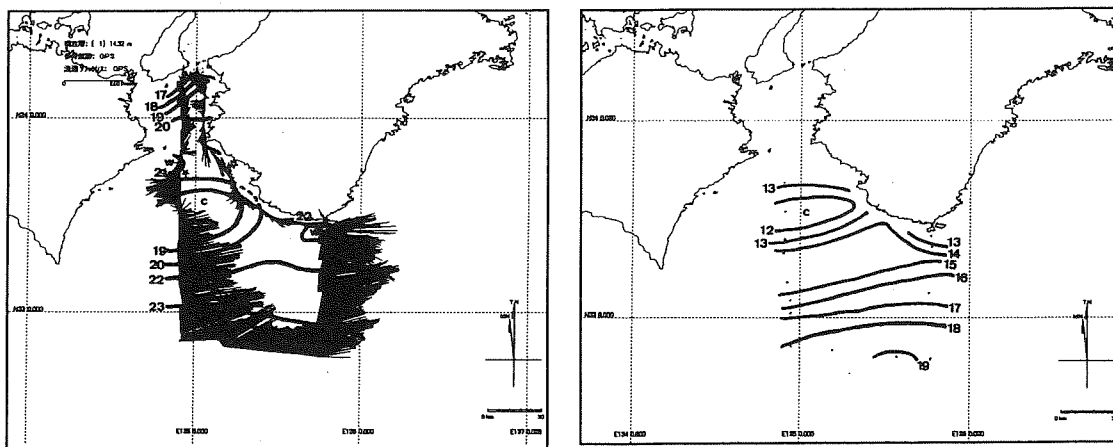


図2 潮岬南沖と紀伊水道合ノ瀬南沖の黒潮本流位置 (距離：マイル)
 図中の数字は表面 (左図) および 200 m (右図) の水温を表す。

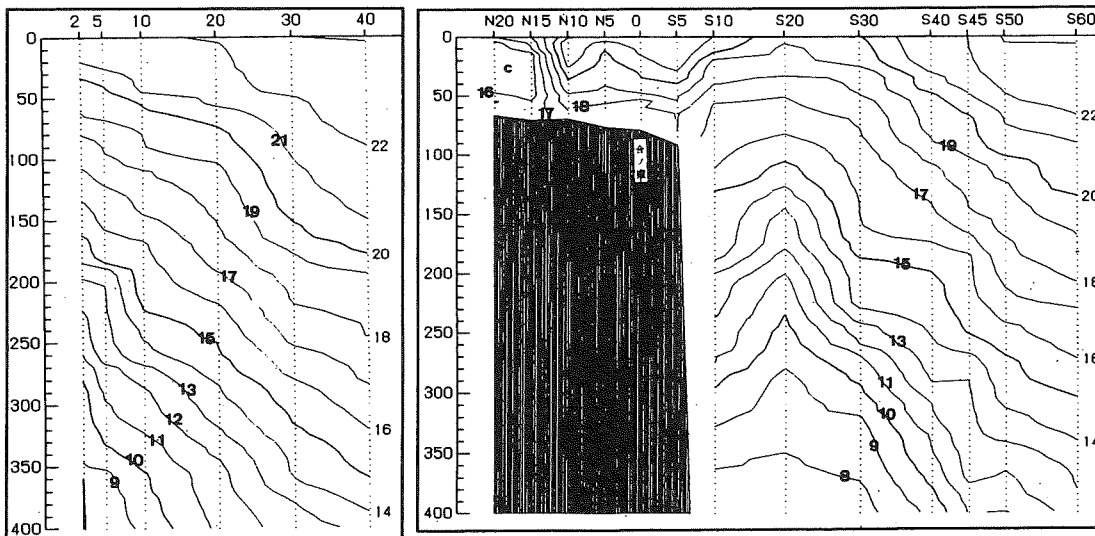


図3 潮岬南沖 40 マイルおよび合ノ瀬北 20 マイル～同南沖 60 マイルの水温鉛直断面分布図
 (2004.4.21-22 観測)

潮岬沖 5 マイル付近が黒潮北縁にあたり流速は約 4.0kt であった。黒潮流域内の流速変化は大きく 0.8 ~ 3.6kt であり、強流域は 10 マイル付近であった。また、同 30 マイル付近は黒潮南縁とみられ、この付近の流速は 1kt 未満で最も弱く、これより沖側 40 マイルまで 1kt 台の流れであった。潮岬南 40 マイルから合ノ瀬沖 60 マイルに至る西側の海域の流れも流速 0.8 ~ 2.3kt で変化は大きく、西側の合ノ瀬沖の観測点付近で黒潮流域内となった。

黒潮は潮岬沖 10 マイルと極めて強い接岸であることから、沿岸部では 15°C の低水温の上昇はみられず、水深 160 m 付近にあった。

合ノ瀬沖の黒潮流域内の流速変化は潮岬沖より小さく、流速 1.6 ~ 2.7kt、同 48 マイル以遠の流れは 2kt 台で速い。200 m 層 16°C 台の高水温は黒潮北上流路に

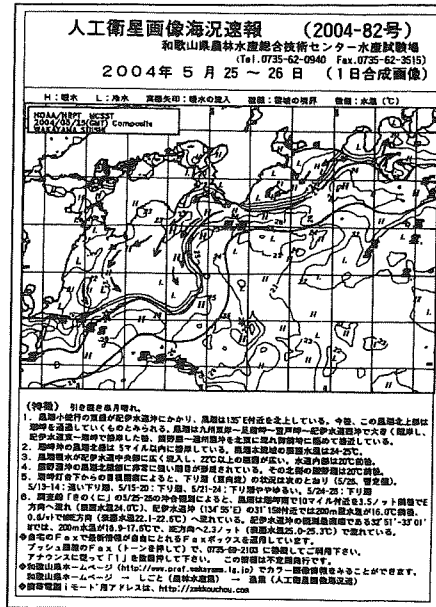


図4 人工衛星画像図

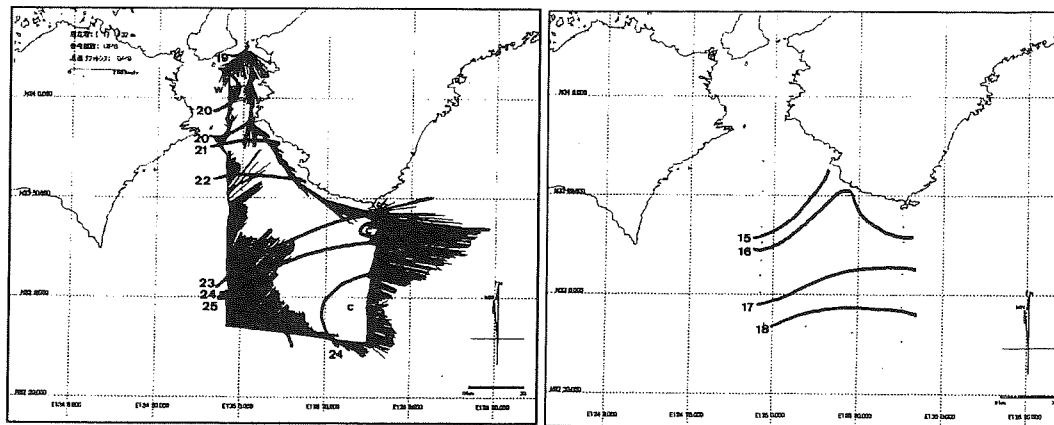


図5 潮岬・紀伊水道沿岸沖合の海況図 (2004.5.25-26 観測)
図中の数字は表面 (左図) および 200 m (右図) の水温を表す。

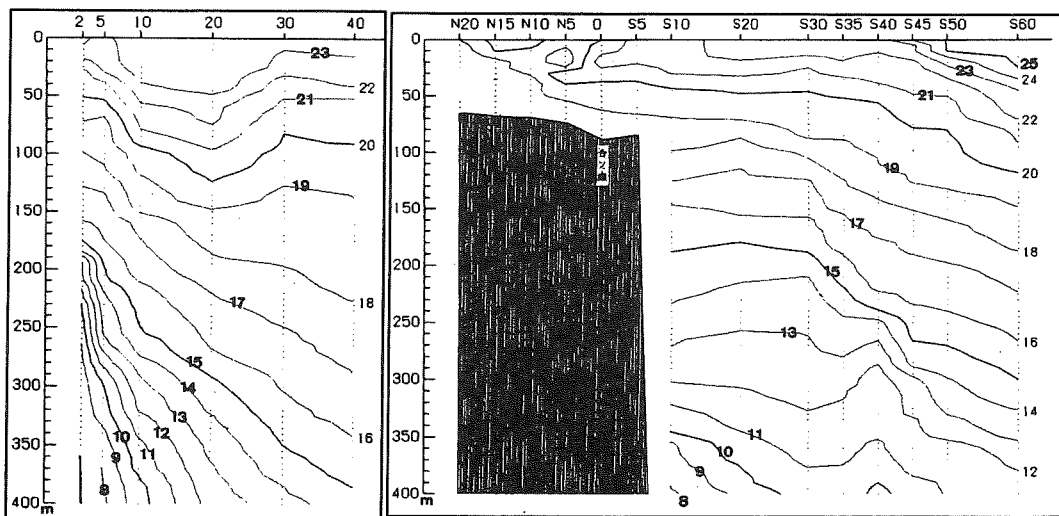


図6 潮岬南沖 40 マイルおよび合ノ瀬北 20 マイル~同南沖 60 マイルの水温鉛直断面分布図 (2004.5.25-26 観測)

人工衛星画像によると、黒潮は九州東岸で接岸、足摺岬で接岸傾向であるが、四国沖～潮岬沖～熊野灘で大きく離岸し、遠州灘を北上して御前崎に接岸した後三宅島付近を流去した。潮岬付近の沿岸部に25℃台の低水温域がみられた。ここから南南西に低水温が細長く張出し、この低温帯の東西には28℃台の暖水が広く分布した。

黒潮は潮岬南沖105マイルと大きく離岸していることから、沿岸部の速い東向流はみられていない。潮岬沿岸2マイルでは流速0.5ktの弱い東向流であるが、これより沖側では流速0.6～1.4ktの南下流が同岬南沖55マイル付近まで続き、同岬55マイル以遠では東向流となった。この南下流は表層よりも100m・200m層での流速が大きく、向きもやや西方向となった。同岬50～60マイル付近は南下流から東向流に流れが変わり流速1kt未満となり、この海域で流れは弱くなった。同岬95マイル付近から流速は3kt前後の速い流れ、同岬100マイルは流速2ktのやや速い東向流であり、200m水温が15.86℃であることから、この付近が黒潮北縁部とみられた。黒潮域は流速2.7～3.3ktの東向流で、南沖ほど流速が大きくなった。

調査海域の水温分布は、沿岸2～10マイルに表面水温24～25℃台の低水温があった。100m水温は沿岸2マイル～同岬南沖90マイルが17～18℃台であり同

岬95マイル以遠の19～21℃よりかなり低く、200m水温も同岬70～80マイルの14℃台を除き沿岸2マイル～同岬95マイルが12～13℃台とかなり低い。

今回の調査では表層の塩分濃度が34.1～34.3台PSUと低く、特に黒潮流域と北縁部が34.1台の低塩分域となっていた。

4) 2004年9月15日の観測 (図10～12)

人工衛星画像によると、黒潮と沿岸域の表面水温差が小さく黒潮流路の詳細な把握は難しい状況であった。調査開始直前の黒潮は九州東岸～足摺岬で接岸、土佐湾沖～潮岬沖で離岸して東に流れ、潮岬沖から南東に向きを変え熊野灘～遠州灘にある大規模な冷水部を迂回し、遠州灘沖で北緯30°N付近まで著しく離岸、伊豆諸島沖からS字状に北上して伊豆半島に接岸した後、三宅島を北東に流去していた。

熊野灘は内側反流による水温27～28℃の暖水に広く覆われている。熊野灘からの暖水が潮岬沖合に達していた。

調査開始前(9/14-15)の人工衛星画像による潮岬沖合の黒潮は、同岬60マイル付近とみられた。今回の調査では潮岬沖60マイルの調査定点で黒潮を捉えることが出来なかった。15～16日の人工衛星合成画像によると、黒潮は潮岬沖80マイル付近にあると推定

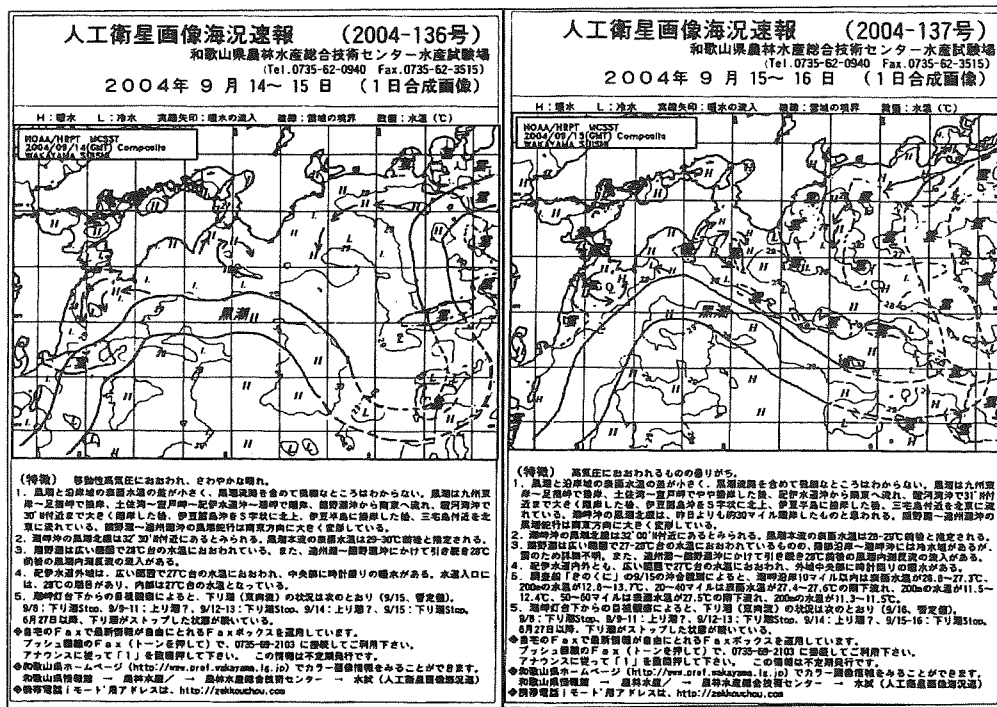


図10 人工衛星画像図

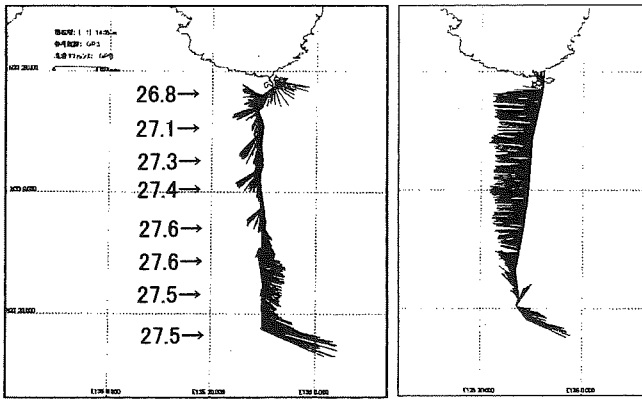


図11 潮岬沿岸沖合の海況図 (2004.9.15 観測)
図中の数字は表面 (左図) 水温を表す。

され、調査実施日に黒潮は潮岬沖で離岸に転じていた。

黒潮は潮岬南沖 80 マイルと大きく離岸していることから、沿岸部の速い東向流はみられていない。潮岬沿岸 2 マイルは流速 0.3kt の弱い東向流であるが 5 マイルは西向流であった。これより以遠では南下流となり 32 マイル付近まで続いていた。この流れは熊野灘から続く内側反流とみられた。同 32 マイル付近で流れは東向に転じ 60 マイル付近で最大流速 2kt 台となった (往路観測時)。復路の流況は同 55 マイル付近から沿岸部までが西向流であり、流速は 2kt 未満で比較的遅く、沿岸部で速かった。今回の調査では、流況が往路と復路で明らかに違っていたのが特徴であった。表面水温は沿岸部 2 マイル付近で 26°C 台それより沖合では 27°C 台であり、水温変化の小さな単調な海況であった。

CTD 観測による水温直分布は、30 ~ 70 m で水温変化が激しい。各観測層の水温最低値は 50 m・100 m 層が 40 マイルで 20.96°C・16.64°C、200 m 層が 60 マイルで 11.33°C、400 m 層が 50 マイルで 6.27°C であり、7 月の観測よりかなり低かった。

5) 2004 年 11 月 24 ~ 25 日の観測 (図 13 ~ 15)

人工衛星画像によると、黒潮は九州東岸~足摺岬で接岸、土佐湾沖~潮岬沖で離岸、潮岬沖で南東に向きを変え、遠州灘沖の冷水域を迂回して 31° N 付近まで著しく離岸した。その後は八丈島の西をゆるやかな S 字となって北上し、三宅島付近を流去した。遠州灘には内側反流がみられるが、熊野灘へ顕著な内側反流は達していないようであった。

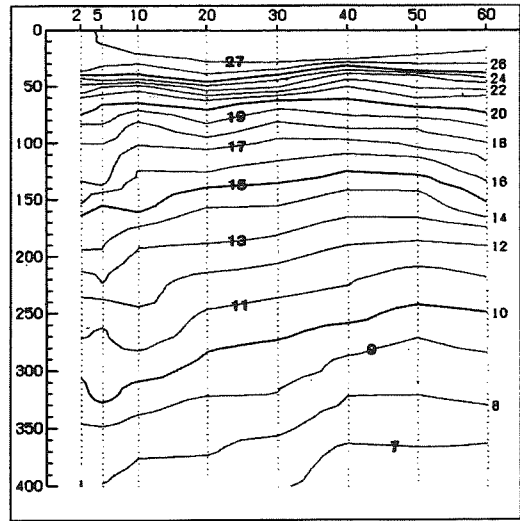


図12 潮岬南沖 100 マイルの水温鉛直断面分布図 (2004.9.15 観測)

調査開始前 (11/24) の潮岬沿岸部は緩い下り潮で離岸流となった。これは人工衛星画像にみられる紀伊水

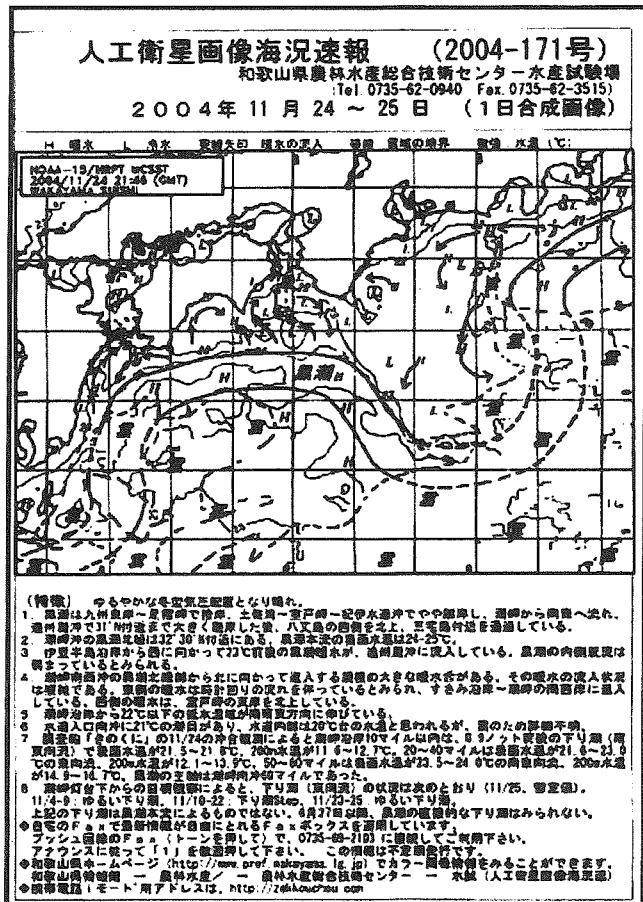


図13 人工衛星画像図

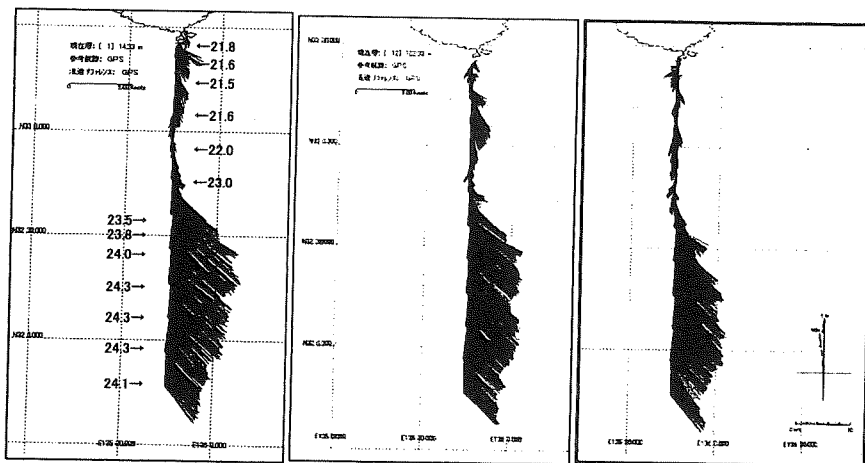


図14 潮岬沿岸沖合の海況図 (2004.11.24-25 観測)
図中の数字は表面 (左図) 水温を表す。

道西沖の黒潮北縁からの北上暖水が紀伊半島沿いに時計回りとなって潮岬へ続く流れとみられた。潮岬沿岸2マイルの102 m、198 m層では表層とは逆の弱い上り潮であった。

潮岬南沖の流れは、同南25マイル付近が流速0.1ktで最も弱く、同南48マイル付近で流速2kt台に速くなり同南55マイル付近が黒潮北縁部の強流域とみられる流速3.0ktであった。同南60マイル以遠は黒潮流域内となり、流速は同南90マイルまでが2.0kt台、それ以外で1kt台となり沖側で緩くなった。

表面水温は沿岸部2～同南30マイル付近まで21℃台、同南30～40マイル付近で22℃台、同南40～60マイル付近で23℃台、それより沖合では24℃台であり、水温は沖側で高くなった。また、沿岸部・沖合部の黒潮流域ともに海面冷却による鉛直混合がすすんでいた。黒潮が60マイルに離岸していることから、潮岬沿岸2マイルでは15℃台の水温が120 mに上昇し、やや低温化した。

紀南沿岸域の流況パターン化

2004年4～11月までの各定線調査時における紀南沿岸域の流況を人工衛星画像から室戸岬・紀伊水道合ノ瀬・潮岬の3地点における黒潮北縁から流軸位置を推定し、各定線調査時の測流結果を検討して、紀南沿岸域における流況のパターン化を行った。

黒潮:2004年2月に九州東岸に小蛇行が形成された。小蛇行の東進に伴い蛇行の北上部は、4月後半から5月前半が室戸岬沖、5月後半から6月前半が紀伊水道沖、6月上旬に一時熊野灘、6月後半に本体が潮岬を通

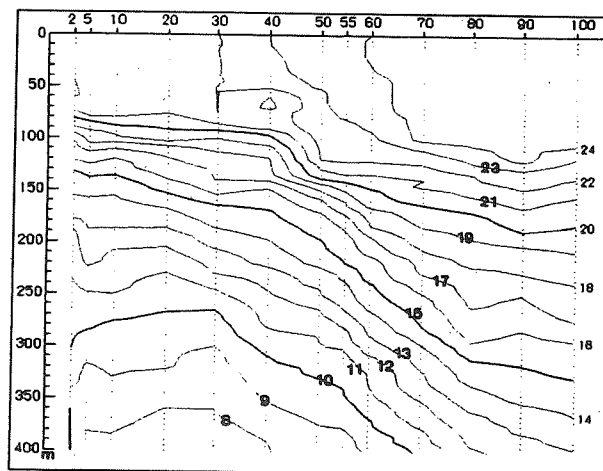


図15 潮岬南沖100マイルの水温鉛直断面分布図 (2004.11.24-25 観測)

過して熊野灘に達した。黒潮は8月に安定した大蛇行となった。

紀南沿岸の流況パターン:2004年4～11月までの各定線調査時における紀南沿岸域の流況観測は26回実施した。このうち黒潮が潮岬で接岸を持続した6月中旬までの調査は11回あった。このうち「振り分け潮」は7回、「下り潮」が4回であった。一方、黒潮が潮岬沖で大きく離岸した2004年7月以降の各定線調査15回では、「収束流」が8回、「下り潮」が3回、「上り潮」と「振り分け潮」がそれぞれ2回であった。本年度の調査では、紀南沿岸域の流況パターンは次の4通りに分類された(図16、表1)。沿岸流況の各発生パターンと室戸岬・紀伊水道合ノ瀬・潮岬における黒潮流軸位置との関係は、次のような特徴がみられた。

1)「振り分け潮」は9回発生した。このうち7回

は黒潮が潮岬沖 20 マイル以内の接岸時に発生し、従来からの知見である「黒潮が潮岬沖 20 マイル以内の接岸時に振り分け潮の形成が多くみられる。」を支持した。また、潮岬沖の黒潮接岸時における調査のうち「振り分け潮」の発生率は 60.3%と高かった。「振り分け潮」発生時の室戸岬および紀伊水道合ノ瀬の黒潮離岸距離は、室戸岬で 11～97 マイル、紀伊水道合ノ瀬沖で 37～134 マイルと範囲が広い。このうち、黒潮は室戸岬で離岸（77～97 マイル）が 3 回、合ノ瀬沖離岸（134 マイル）が 1 回であった。このことから、紀南沿岸域で「振り分け潮」が形成される場合の室戸岬から潮岬海域の黒潮は、紀伊水道合ノ瀬沖から潮岬沖で接岸して流去すると言える。またこれとは異なり、潮岬沖で黒潮が大きく離岸した 10 月 5 日、10 月 25 日に「振り分け潮」が 2 回発生した。このうち、10 月 25 日の「振り分け潮」発生時の人工衛星画像によると、黒潮は室戸岬から潮岬で大きく離岸していた。紀伊水道合ノ瀬沖に小さな暖水があり、その周辺には冷水部、暖水部が入込んだ複雑な構造を呈し、擾乱が発生しているようであった。同日の流況調査結果（図 17）では、紀伊半島西岸の沿岸域で低気圧性の渦と高気圧性の渦がベアーでみられた。このように黒潮は同海域で大きく離岸した流路となるが、黒潮内側域における小規模な擾乱の発生は、紀南沿岸域で「振り分け潮」の形となって現われた。紀伊水道沖から潮岬沖での黒潮離岸時に発生した「振り分け潮」は、同海域で黒潮接岸時に発生する「振り分け潮」とは発生メカニズムが異なると推察される。なお、10 月 5 日の「振り分け潮」の発生要因についてはよく解らなかった。

2) 「下り潮」は 7 回発生した。人工衛星画像によると、潮岬沖の黒潮接岸時が 4 回、離岸時が 3 回であった。黒潮接岸時 4 回のうち 5 月 11 日と 12 日の 2 回は、室戸岬から紀伊水道合ノ瀬沖でも黒潮は接岸しているが、同海域で擾乱の発生がみられた。5 月 25 - 26 日では、前述の観測結果のとおり黒潮は室戸岬で蛇行し、蛇行北上部は紀伊水道合ノ瀬沖に達していた。潮岬沖の黒潮離岸時に発生した 3 回では、合ノ瀬沖でも離岸（63～71 マイル）していた。室戸岬の黒潮離岸状況は、接岸が 5 回、離岸が 2 回であった。以上のことから、紀南沿岸域で「下り潮」が形成される場合の室戸岬から潮岬海域の黒潮は、次の 3 つのパターン分類される。

(1) 黒潮は室戸岬から潮岬で接岸しているが紀伊水道

表 1 黒潮流軸位置と流路パターン

年	月日	流路パターン	振り分け基点	黒潮距離(マイル)		
				室戸	合ノ瀬	潮岬
2004	4.5	振り分け	和深埼	14	37	6
	4.6	振り分け	和深埼	11	40	9
	4.7	振り分け	江須埼	11	40	9
	4.21-22	振り分け	瀬戸埼	31	57	20
	5.11	下り		46	45	11
	5.12	下り		46	45	11
	5.25-26	下り		123	45	6
	6.1	振り分け	切目埼	77	40	9
	6.2	振り分け	瀬戸埼	77	40	9
	6.16	振り分け	瀬戸埼	97	134	11
	6.17	下り		97	134	11
	7.12	収束		114	128	94
	7.15	収束		68	105	86
	7.16	収束		68	105	86
	8.3	収束		46	71	49
	8.4	収束		46	71	49
	8.6	下り		23	63	66
	9.9	収束		37	68	49
	9.10	上り		40	71	51
9.13	下り		31	68	46	
10.4	収束		31	71	74	
10.5	振り分け	江須埼	31	71	74	
10.25	振り分け	すさみ	46	97	80	
11.4	収束		40	82	92	
11.8	上り		37	68	57	
11.9	下り		37	71	57	

流路パターン	発生件数
振り分け	9
上り	2
下り	7
収束	8

沖で擾乱が発生している。

(2) 黒潮は室戸岬から合ノ瀬で離岸、潮岬で接岸している。

(3) 黒潮は合ノ瀬・潮岬ともに離岸している。

3) 「収束流」は 8 回発生した。人工衛星画像によると、「収束流」の発生時の黒潮は、合ノ瀬（68～128 マイル）・潮岬（49～94 マイル）ともに離岸し、離岸程度は「下り潮」の（3）の場合よりも大きい。収束点に向かう南東流・北西流のそれぞれの発生要因は次のようである。南東流は芸東系の暖水波及によるとみられる。冷水塊西端が熊野灘に係るとき、この左遷流の影響を受けて北西流は形成するとみられる。

4) 「上り潮」は 2 回発生した。人工衛星画像によると、黒潮は合ノ瀬（71 マイル）・潮岬（51～57 マイル）ともに離岸したが、室戸岬で接岸した。「上り潮」の発生要因は、上記「収束流」の北西流と同様とみられる。

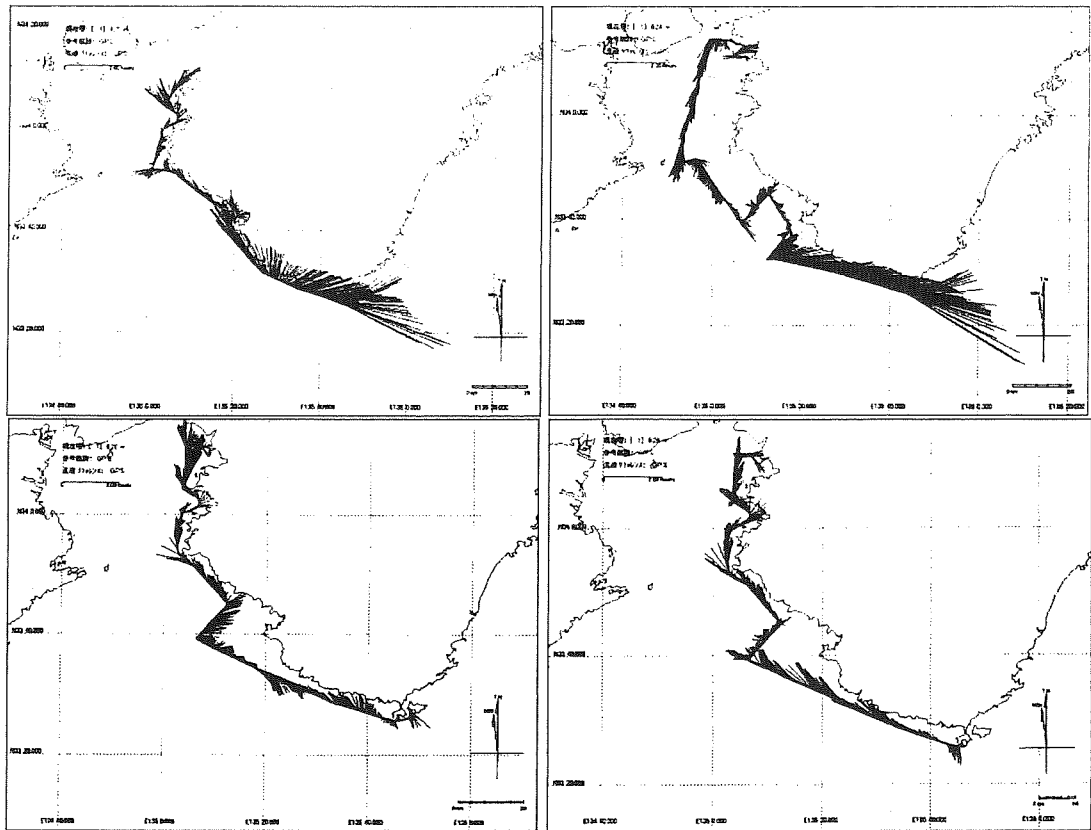


図16 「振り分け潮」(上左)、(下り潮) (上右)、「収束流」(下左)、「上り潮」(下右)

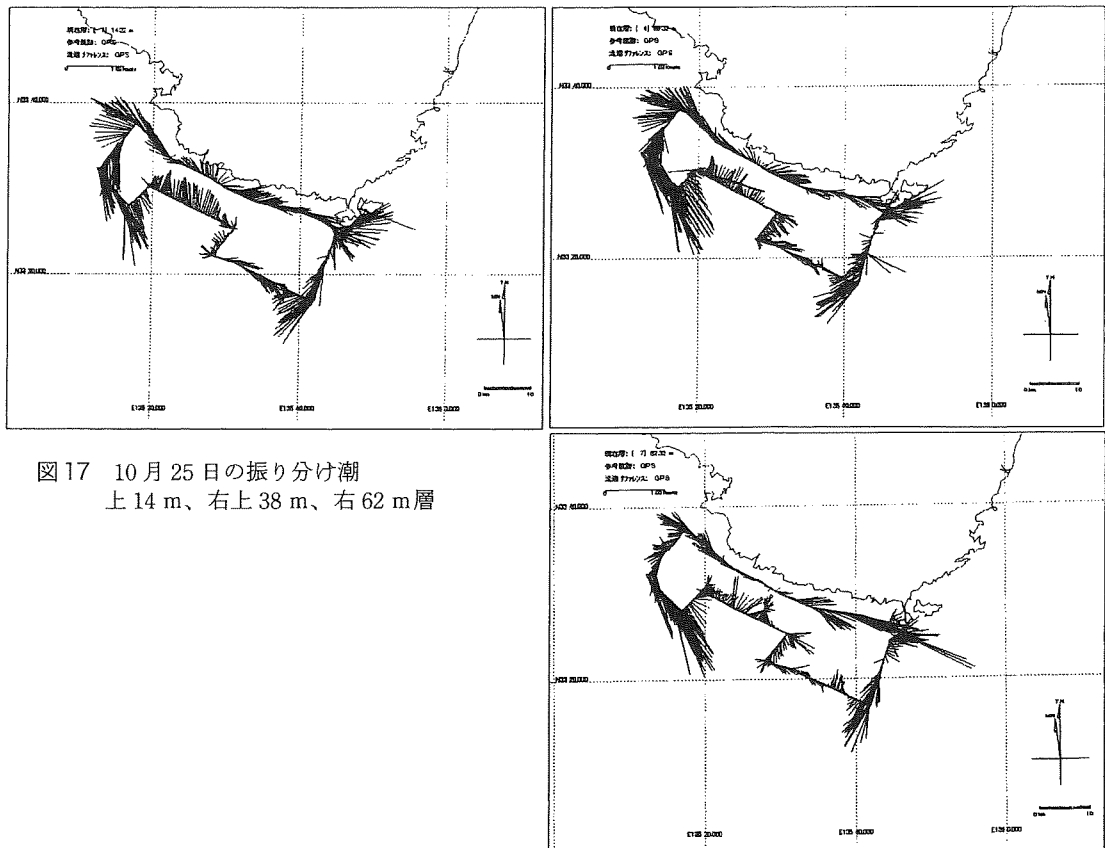


図17 10月25日の振り分け潮
上14m、右上38m、右62m層