

沖ノ鳥島周辺の海洋環境

米山純夫¹・小埜田 明²・前田洋志²

Oceanographic conditions of the Okino-torishima waters

Sumio YONEYAMA, Akira ONODA and Hiroshi MAEDA

沖ノ鳥島は日本最南端の北緯20度に位置し、小笠原諸島からも遠く隔たっている。近年沖ノ鳥島の重要性が認識され、周辺海域における漁業活動が開始されるなか、その海洋環境を把握することは今後の水産開発にとって重要である。同島周辺の海洋観測はこれまで殆ど行われてこなかったため、春期および秋冬期に各種観測を実施し海洋環境を明らかにした。

調査地点および方法

春期調査は2005年4月13日および5月19日に東京都島しょ農林水産総合センター漁業調査指導船「みやこ」136トンにより実施し、沖ノ鳥島の東西南北で

CTDもしくはXBTにより水深600～700mまで水温・塩分の観測を行った(図1, 付表1)。また、4月には沖ノ鳥島南北の観測点で表層から水深500mまで100m毎に採水し、全窒素・イオン状シリカ・リン酸イオンの濃度を分析した。採水にはニスキン採水器(BOTTLE MODEL 1010-1.2T030L)を用い、分析は東京都産業技術研究センターが行った。全窒素の分析は熱分解法(JIS K0102)により、測定にはアナティックヤナコ製TN-3089全窒素分析装置を用い、試料はマイクロシリンジにて50 μ l 1回注入とした。イオン状シリカはモリブデン黄吸光度法(JIS K 0101)、リン酸イオンはモリブデン青(アスコルビン酸還元)吸光度法

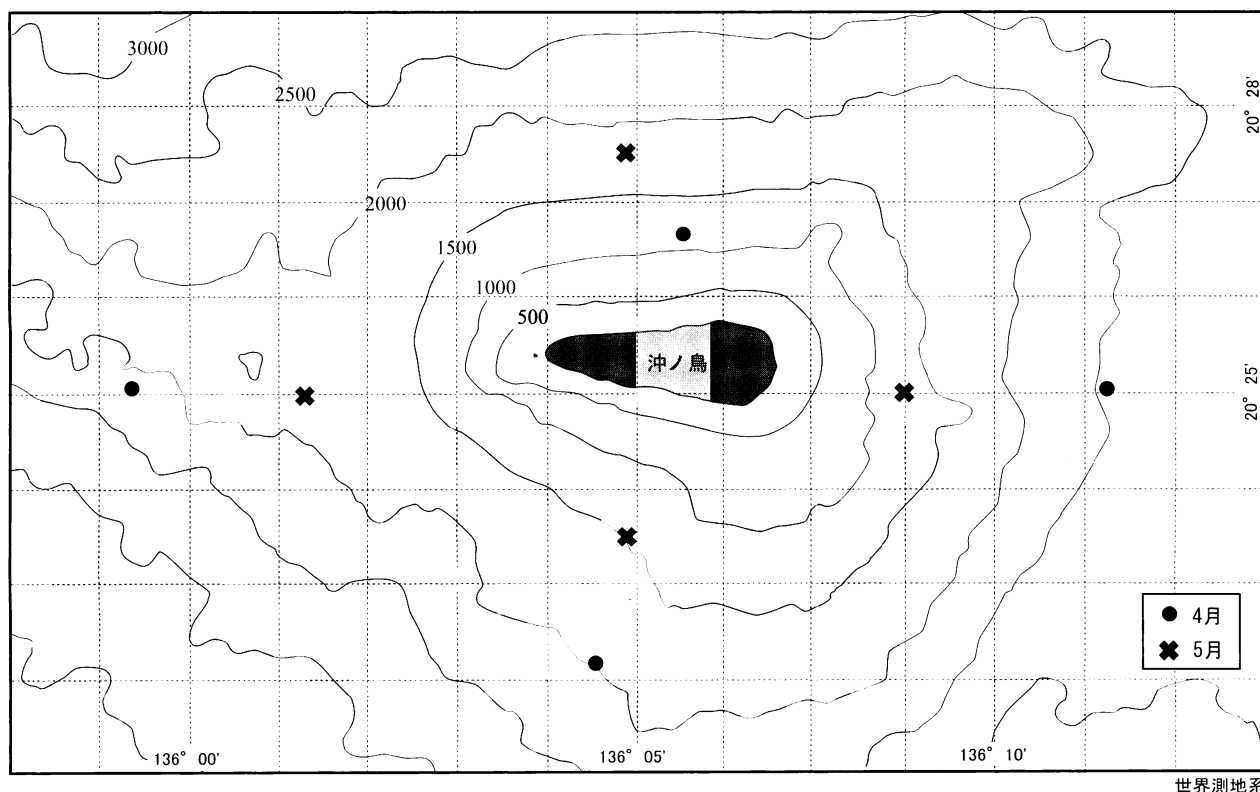


図1 春期調査観測地点

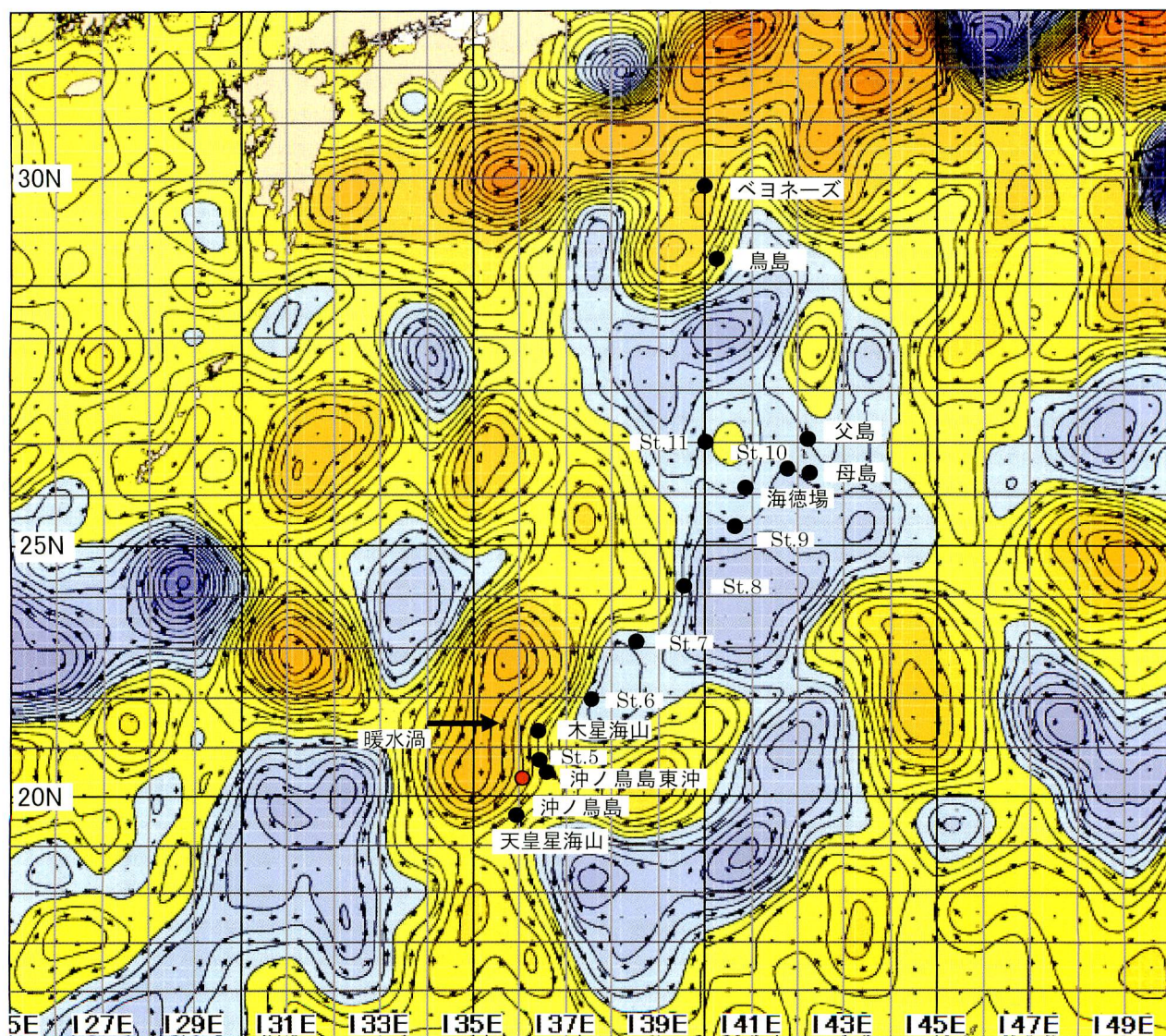
1 東京都島しょ農林水産総合センター 〒105-0022 東京都港区海岸1-13-17

2 東京都島しょ農林水産総合センター大島事業所 〒100-0212 東京都大島町波浮港18

(JIS K 0101) により測定した。測定には島津製作所製 UV3100S の分光光度計を用い、定量下限を上げるため 50ml セルを使用した。

秋冬期調査は 2005 年 11 月 8 日～12 月 8 日に日本海洋 (株) 所属「第七開洋丸」499 トンにより実施し、沖ノ鳥島周辺の他、同島北西に存在した暖水渦水域、沖ノ鳥島から父島を経てベヨネーズ列岩に至る海域においても観測を行った (図 2・3)。沖ノ鳥島周辺では島を中心に東西南北に設定した観測線で、水深 500m までの水温・塩分・クロロフィル量の鉛直分布を航走式

自動連続鉛直プロファイルシステム (MVP: Moving Vessel Profiler, フラッシュランプ型蛍光センサー, FL3000; Ex/Em: 425/685nm) により船速 5.5 ノットで観測し、観測線の内側末端付近で水深 800m までの CTD による水温・塩分観測を実施した。この他、各漁業操業海域で CTD 観測を行った。沖ノ鳥島の東 1.5 マイルに南北方向に距離 2 マイルの観測線を設け (L15), 11 月 10 日～16 日の早朝に航走し、ADCP による流向・流速観測 (対水モード, 水深 10, 20, 50, 100m) を実施した。暖水渦の観測航路の決定にあたっては、海面高度画



(2005 年 11 月 30 日)

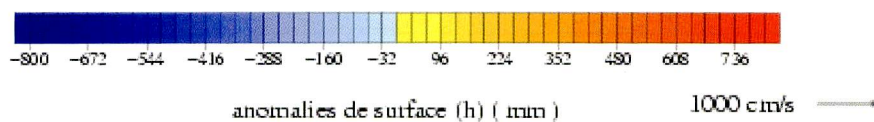


図 2 海面高低画像による暖水渦及び海洋観測地点 (海面高度画像は社団法人漁業情報サービスセンター提供)

像をシー魚ッチャー(社団法人漁業情報サービスセンター：マイクロ波海面高度センサー利用による流向・流速，海面高低偏差画像サービス)によって約1ヶ月前の10月初旬から直近までモニタリングし，沖ノ鳥島付近に存在する暖水渦の位置を確認した。これに基づき暖水渦の西端付近(21°30'N, 134°01'E)から21°30'N線に沿い，暖水中心を越えて135°37'Eまで観測することとし，11月30日～12月1日に観測距離約90マイルにおいて，80キャストのMVP横断観測(鉛直キャスト，水深500m)とADCPによる流向・流速観測を実施した。また観測線の始点，中間点，終点で水深600mまでのCTD観測を実施した(図2)。

父島～沖ノ鳥島間に約100マイル間隔に7測点を設定し，12月2日～4日に水深700～800mまでのCTDによる水温・塩分観測を実施すると共に，父島～沖ノ鳥島間を航走中，ADCPによる流向・流速観測を実施した(図2，表1)。また，海徳場・鳥島・ベヨネーズ列岩近傍の表中層トロール調査地点においてもCTDによる水温・塩分観測を実施した。

結果

春期調査

4月の沖ノ鳥島西測点では表面水温(水深1m)は27.3℃，水深10～60mに温度変化の少ない混合層が存在し，それより下部では徐々に降温する。一方，塩分は混合層下部で上昇し130m付近に35.00psuの極大がみられ，それ以深では低下するが水深600m付近の34.14psuを極小に再び上昇していた(図4，付表1)。北測点では表面から水深30mまで比較的すみやかに降温し，30～100mは25.5℃前後で温度変化が少ない。110mと170m付近に躍層がみられ，それ以深では漸減し水深600mでは7.3℃であった。塩分は混合層下部の110～180mに極大が認められ，それ以深では徐々に低下し，500m付近から変化が少なくなる。東測点では表層の混合層は不明瞭で表層から深部に向かって比較的一様に降温し，南測点では西測点とほぼ同じ鉛直分布を示した。東西南北4地点を比較すると，北測点では水深110～180mに等温・等塩分の水塊が存在することが特徴的であった。表面水温は北・東測点で26.7～27.8℃，西・南測点で27.3℃，500m水温は北・東で9.5～9.6℃，西・南で9.4℃であり，鉛直分布パターンと併せ，北測点と東測点，西測点と南測点の類似性がみられた。

5月の観測における表層水温は26.7～27.0℃，各測

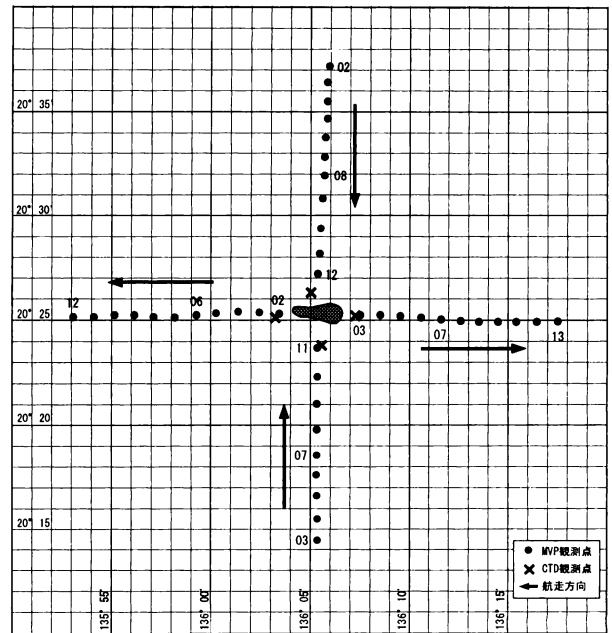


図3 秋冬期調査観測地点 11月29～30日

表1 海洋観測位置 2005年秋冬期調査

地点名	観測日	観測時刻	北緯(度)	東経(度)	測器
木星海山	11/23	13:40	21.325	136.353	CTD
木星海山	11/24	07:24	21.342	136.353	CTD
土星海山	11/25	07:52	20.823	136.398	CTD
St.5土星海山	11/26	16:19	20.770	136.365	CTD
沖ノ鳥島東沖	11/27	16:14	20.492	136.573	CTD
天皇星海山	11/28	16:04	19.650	135.920	CTD
沖ノ鳥島西	11/29	21:02	20.418	136.053	CTD
沖ノ鳥島北	11/29	22:17	20.438	136.083	CTD
沖ノ鳥島東	11/29	23:18	20.420	136.122	CTD
沖ノ鳥島南	11/29	19:50	20.397	136.093	CTD
天皇星海山	11/29	08:51	19.650	135.922	CTD
暖水渦(始)	11/30	20:49	21.510	134.002	CTD
暖水渦(中)	12/1	07:45	21.495	135.642	CTD
暖水渦(終)	12/1	16:30	21.492	135.013	CTD
St.6	12/2	04:25	21.968	137.485	CTD
St.7	12/2	14:24	23.118	138.527	CTD
St.8	12/3	35:52	24.255	139.568	CTD
St.9	12/3	08:30	25.387	140.620	CTD
St.10	12/4	10:26	26.543	141.702	CTD
St.11	12/3	18:09	27.002	140.003	CTD
海徳場	12/4	03:49	26.183	140.822	CTD
鳥島	12/8	06:30	30.470	140.252	CTD
ベヨネーズ列岩	12/8	16:54	31.843	139.992	CTD
沖ノ鳥島西(始)	11/30	06:09	20.420	136.057	MVP
沖ノ鳥島西(終)	11/30	08:10	20.418	135.884	MVP
沖ノ鳥島北(始)	11/30	04:02	20.623	136.099	MVP
沖ノ鳥島北(終)	11/30	05:54	20.453	136.089	MVP
沖ノ鳥島東(始)	11/30	00:21	20.422	136.125	MVP
沖ノ鳥島東(終)	11/30	02:13	20.416	136.293	MVP
沖ノ鳥島南(始)	11/29	17:48	20.240	136.090	MVP
沖ノ鳥島南(終)	11/29	19:31	20.395	136.090	MVP
暖水渦(始)	11/30	21:32	21.512	134.021	MVP
暖水渦(終)	12/1	15:08	21.502	135.619	MVP

CTD観測時刻・位置は観測開始時刻・位置

点の鉛直分布をみると、いずれも表層に混合層がみられ、その下部では徐々に降温し、顕著な水温躍層は現れていなかった。北・南測点の塩分鉛直分布をみると、混合層では34.58～34.62、その下部では逆S字状の分布を示し130～200mに極大、600m付近に極小がみられた(図4、付表1)。4月の観測と比較すると、表面水温は大差ないが、表面直下で4月には25℃程度にまで低下しているのに対し、5月には水深50m程度まで混合層が広がり26～27℃が維持されていた。塩分についても4月には表面直下で大きな変化を示しているが、5月には水深約50mまで変化が少なかった。

栄養塩類

沖ノ鳥島南北の水深500mまでの栄養塩類濃度は表2のとおりである。リン酸イオンは水深200m以深で濃度が増加し、水深500mでは南北両測点とも $1.8\mu\text{M}$ と表層の18倍の濃度が認められた。イオン状シリカと全窒素は水深300mから増加し水深500mのイオン状シリカは $26.7\sim 26.8\mu\text{M}$ と表層の26倍以上、全窒素は $28.6\mu\text{M}$ と表層の4.0～4.5倍であった。南北の測点を比較すると、リン酸とシリカはほぼ同じ濃度であ

るが、全窒素は表層から水深300mで沖ノ鳥島南側の濃度が北側を上回っていた。

秋冬期沖ノ鳥島周辺観測

沖ノ鳥島東西南北のCTD観測によれば、表面水温は $27.2\sim 27.3^\circ\text{C}$ 、表面から水深100m付近まで混合層が形成され、その直下に躍層が存在し、躍層を越えると水深800mまで徐々に降温する。水深800mでは $5.0\sim 5.2^\circ\text{C}$ であった(図5-1)。塩分は表面で34.43～34.49psu、混合層下部の水深150m付近に34.95～34.98psuの極大がみられ、それ以深では漸減し水深600m付近に34.15-34.16psuの極小がみられた。

MVPによる観測結果を東西南北各ライン別にみると、西ラインではライン上の水温変化は少ないが、 20°C 等温線は沖ノ鳥島遠地点から近地点に向かって若干上昇する傾向がみられた(図6、7)。クロロフィルa(以下Chl-aと略す)濃度の鉛直分布をみると、各点とも表面から温度躍層の直上に当たる水深80m付近までは概ね $0.1\mu\text{g/l}$ 以下と低いが、それ以深で大きく増加し120～130m付近に $0.4\sim 0.5\mu\text{g/l}$ のピークが出現する。その後減少し250m以深では概ね $0\sim 0.03\mu\text{g/l}$ と

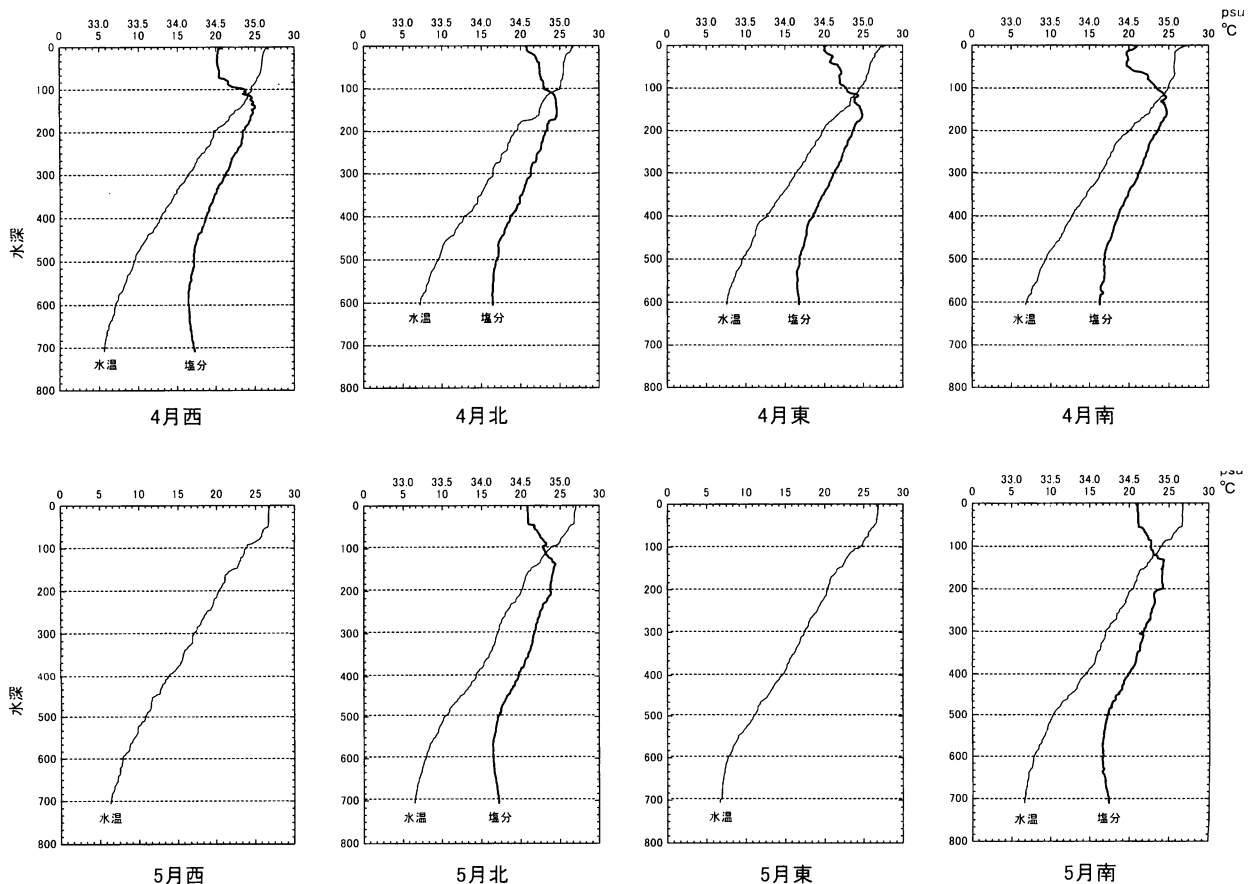


図4 春期調査における沖ノ鳥島周辺の水温・塩分鉛直分布

表2 沖ノ鳥島南北における各層栄養塩類濃度 採水2005年4月13日

採水地点	リン酸イオン (μM)		イオン状シリカ (μM)		全窒素 (μM)	
	北*	南**	北	南	北	南
表層	0.1	0.1	1.0>	1.0>	6.4	7.1
100 m	0.1	0.1	1.0>	1.0>	4.0>	7.1
200 m	0.3	0.3	1.0>	1.0>	4.3	4.0>
300 m	0.5	0.6	2.2	2.5	7.1	14.3
400 m	1.0	1.1	8.1	10.1	14.3	14.3
500 m	1.8	1.8	26.7	26.8	28.6	28.6

* 20° 26.67'N 136° 05.51'E

**20° 22.11'N 136° 04.59'E

痕跡程度の濃度にまで低下していた(図6)。水深15mから250mについて1m間隔にChl-a濃度を積算し現存量とすると、現存量は遠地点から近地点に向かって僅かに減少する傾向がみられた(図8)。北ラインの水温分布をみると、27°C、20°Cの等温線は島に近い地点で下降し、15°C、10°Cの等温線は逆に上昇しており、近地点付近の下層では低層水の上昇がみられた。Chl-a鉛直分布のピークは水深110～120m付近にあり、水深15～250mの現存量は遠地点から近地点に向かって増加する傾向が認められた。東ラインは近地点で混合層の厚みが増し、100m層の水温は遠地点に比べ上昇していた。Chl-a現存量は全体的に高い水準であるが沖ノ鳥島近くの2地点では大きく減少していた。南ラインの水温鉛直分布をみると概ね水深100m付近まで混合層がみられ、直下の躍層の他、中間点より内側の測点では水深100～400mに複数の躍層が現れており、表層混合層の厚みは沖ノ鳥島寄りの3地点で減少している。Chl-a濃度の鉛直分布は他のラインと同じように表層では低いが、遠地点から近地点に向かうに連れ、より浅部から濃度が上昇し始め、分布は裾の広がったパターンを示す。全体として最遠の2地点を除き高い現存量が維持されていた。

4ラインのChl-a現存量を比較すると、西・北の2ラインは全般的に少ないのに対し、東・南の2ライン、とりわけ南ラインの島に近い測点で高い値を示していた。沖ノ鳥島までの距離とChl-a現存量の関係は一定せず、島に近づくに連れて増加するライン(北・南)と逆に減少するライン(東・西)がみられた。

MVP観測中の流向流速は図9に示すとおりで、水深10・20・50・100mの各層とも北・東・西のラインでは南寄りの流れが観測され、この流れは沖側では1kt

程度であるが島に近づくに連れて弱まっていた。東西の10m・20m層についてみると、西側では南西流、東側では南東流が卓越していた。一方、南ラインの10・20・50m層では概ね東寄り1kt弱の流れがみられたが、島に近い2地点や最遠地点では北寄りの流れも認められ、100m層では上層に比べ流れが弱く流向も南東寄りに変化していた。なお観測時、沖ノ鳥島の西に暖水渦が存在したため島周辺には南向流の存在が予測され、また、西・南ライン観測中は下げ潮、北・東ライン観測中は上げ潮に当り、南ラインの東寄りの流れには潮汐の影響が示唆された。沖ノ鳥島東1.5マイルのL15観測線における流向流速をみると(観測時刻05:50～7:10)、11月10～12日は1ノット程度の東～南東流が卓越していたが、13・14日には東～南東の流れが卓越するものの西向流や南向流が含まれるようになり、かつ流速が衰え、15日には南寄り、16日は南西の流れが卓越した(図10)。これらのことから10～16日の観測期間中に、流れは東から南を回り南西へと変化していったことが分かる。観測時間と潮汐の関係を見ると、10～14日は下げ潮、15日は満潮、16日は上げ潮に当たり、下げ潮には東向き、満潮には南向き、上げ潮には西向きになる傾向がみられた。

暖水渦調査

MVPによる表層水温(水深15m)は観測始点の134°01'E, 21°31'Nで28.4°C、東に向かって徐々に降温し、135°37'E, 21°30'Nの観測終点では27.3°Cであった(図11)。水深100m以浅ではこの始点から終点へ向かう降温傾向が明瞭であるが、150m以深では一定の傾向が認められなくなる。表層混合層の厚さは、西側では約75m、東端では100mと東側で厚くなる傾向がみられた(図12)。表層塩分は始点で34.42psu、東に向かっ

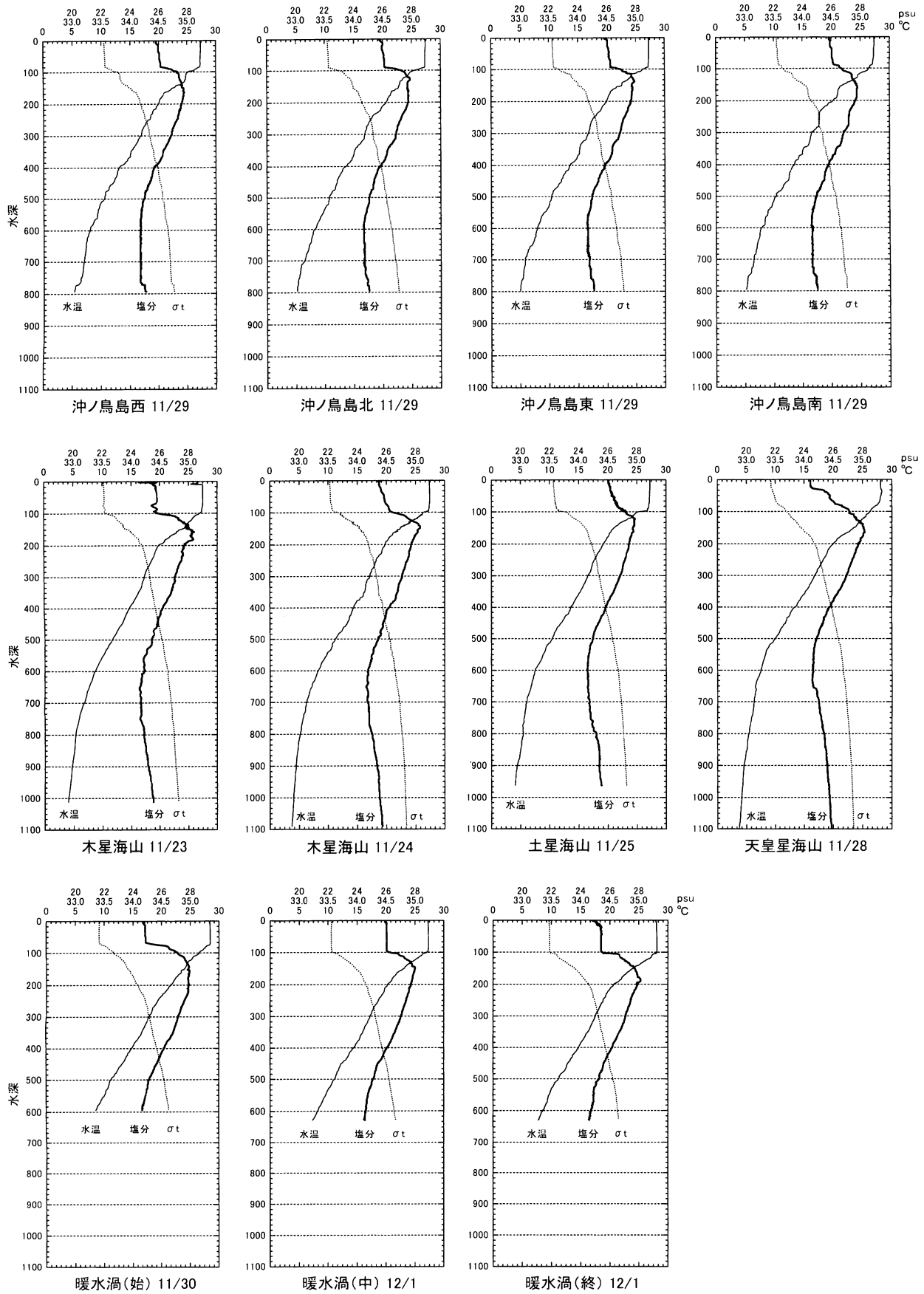


図5-1 2005年秋冬期における水温・塩分・密度の鉛直分布

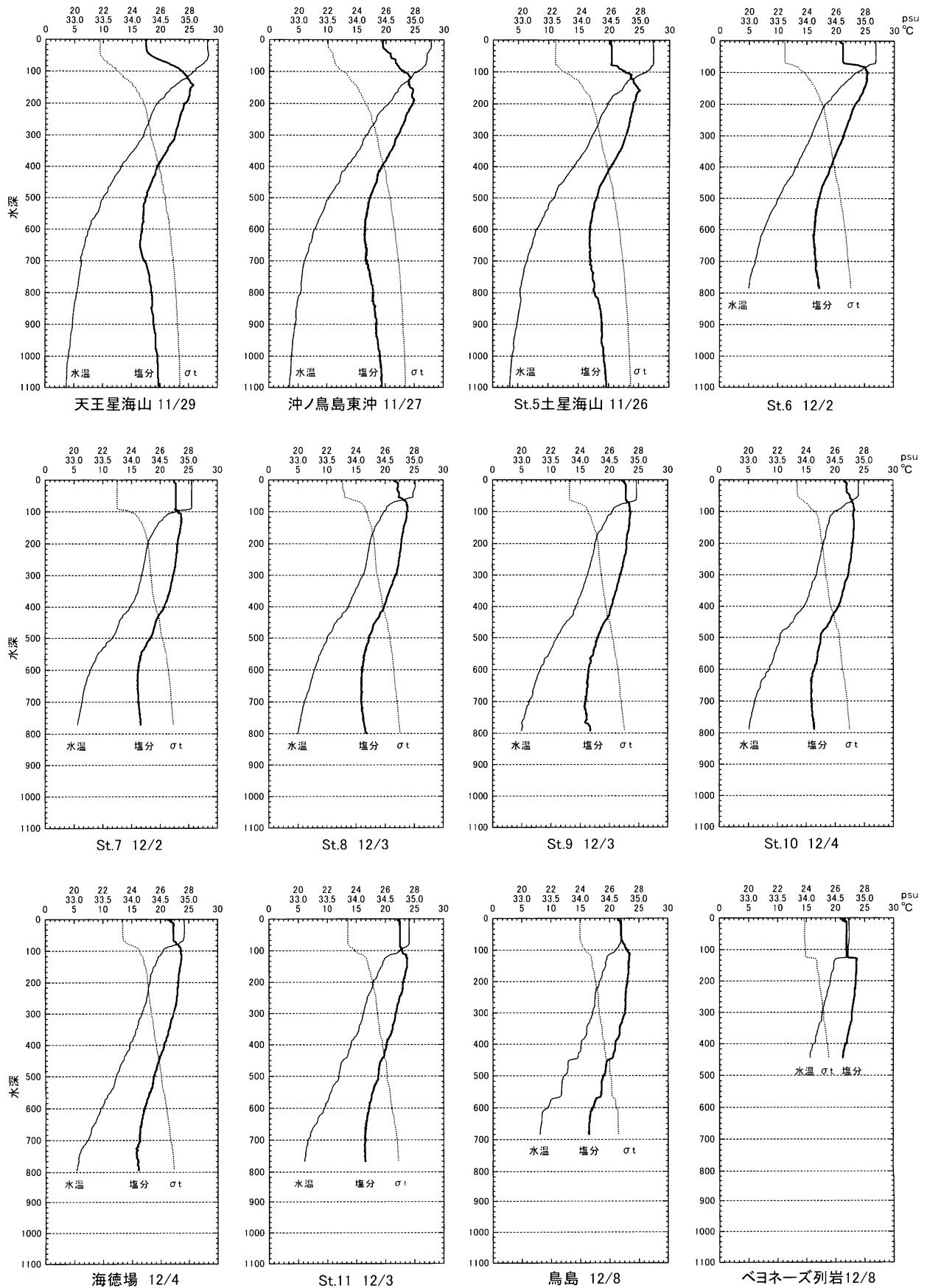


図5-2 2005年秋冬期における水温・塩分・密度の鉛直分布

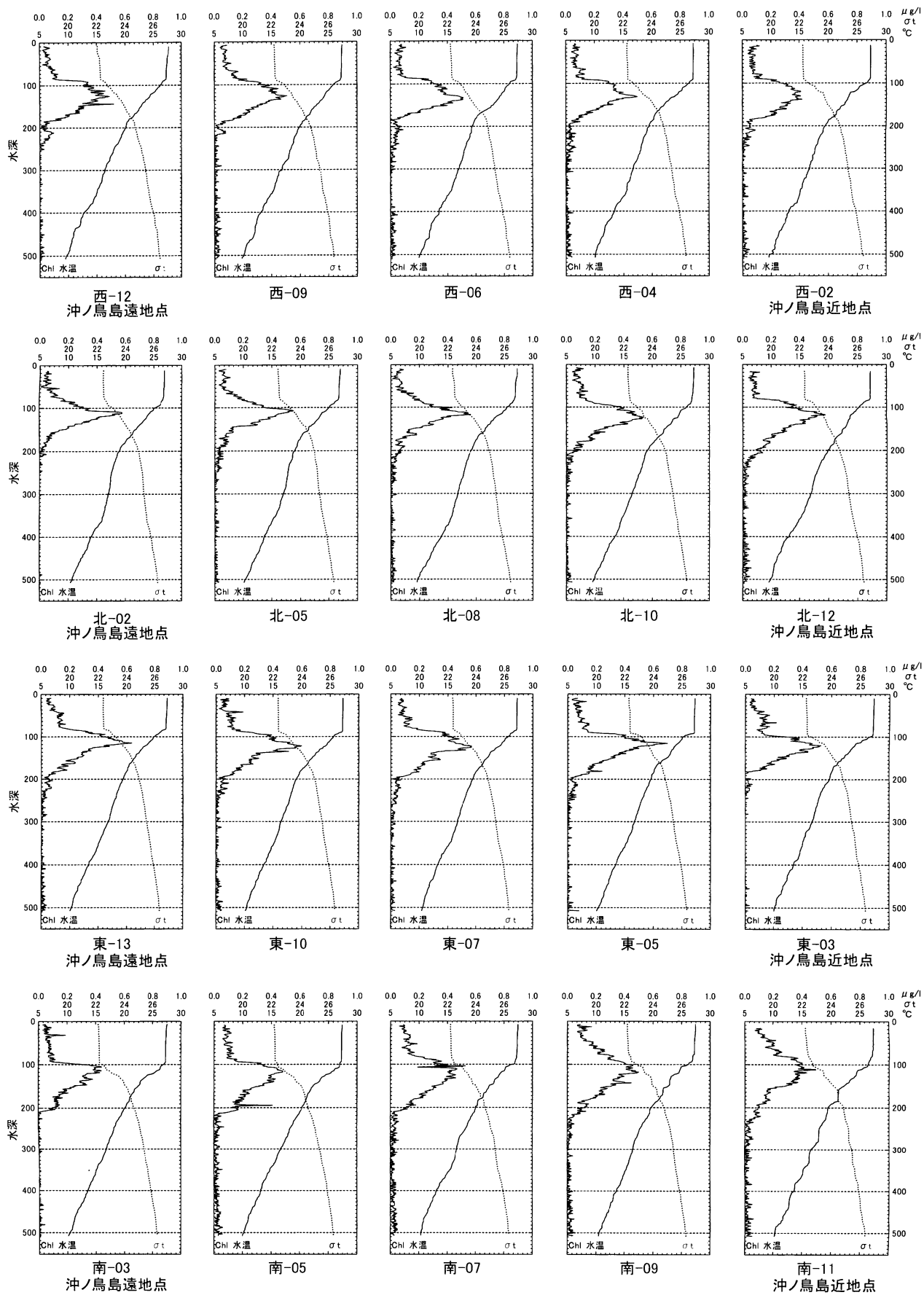


図6 沖ノ島島周辺4ラインにおける水温・密度・クロロフィル濃度の鉛直分布

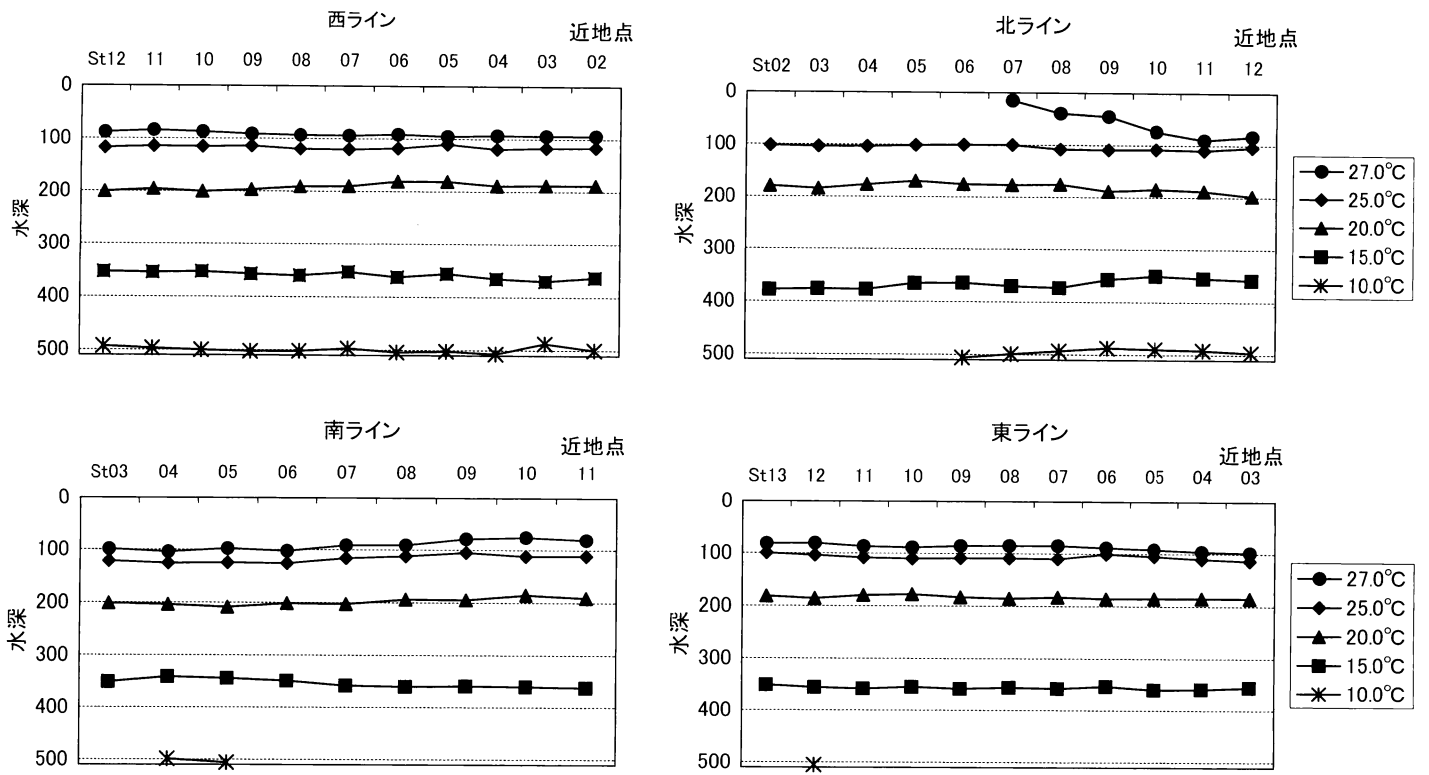


図7 沖ノ鳥島周辺4ライン上の水温分布

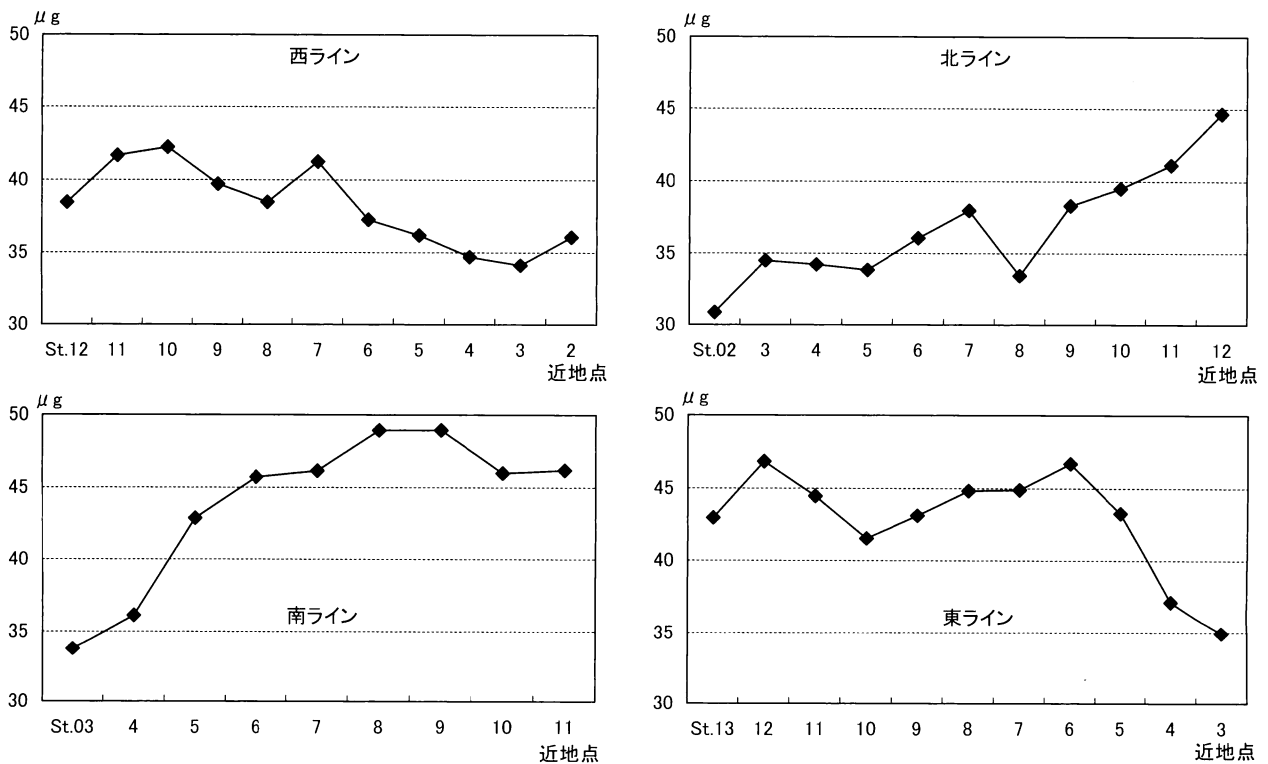


図8 沖ノ鳥島周辺のクロロフィル量
クロロフィル量：水深15-250mの1m間隔濃度の積算

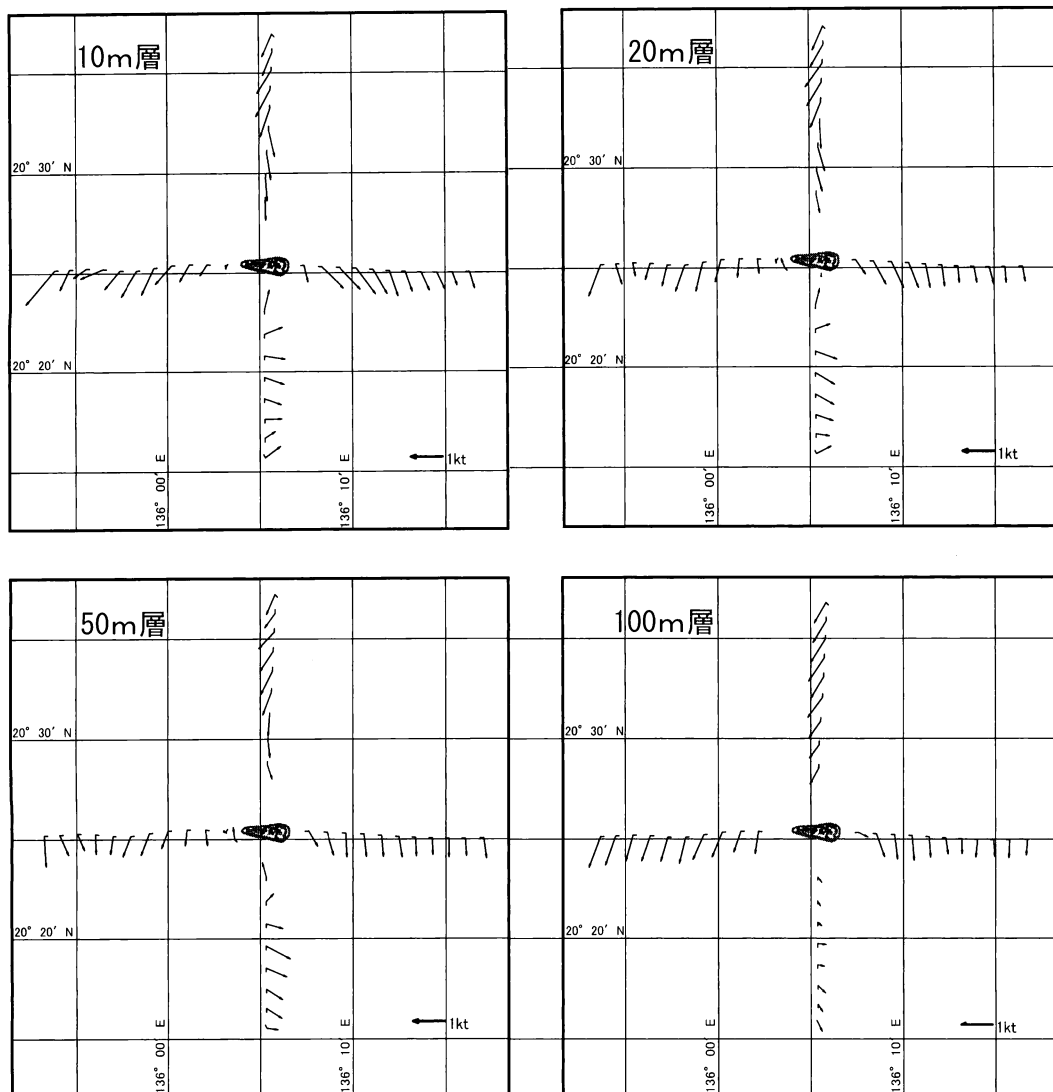


図9 沖ノ鳥島周辺の流向・流速 2005年11月29-30日

て徐々に上昇し終点では34.54psuであった。表層密度(σ_t)は東側1/4の海域で高く、水深400~500mにある26.0の等密度線は中間点付近で下方にやや湾曲し、この付近の密度が低いことを示していた(図11)。Chl-a濃度は表層から水深60mまでは概ね0.1~0.2 $\mu\text{g/l}$ と低くそれ以深で急激に上昇して水深80~120mに0.5 $\mu\text{g/l}$ 程度のピークが現れる。多くの場合ピークの深海側では漸減し海面側に比べ山裾はなだらかな曲線を描く(図12)。東側の観測点ではピークの海面側で鋭く立ち上がっているが西側の観測点では海面側も比較的なだらかに上昇する。水深250m以深では0.1 $\mu\text{g/l}$ 以下と痕跡程度にまで減少する。水深15~250mについてはほぼ1m間隔のChl-a濃度測定値を積算し現存量を求めると、測線中間から東寄りの15km(測点56~84)では

積算値が40未満と低く、始点付近(測点11~22)と終点付近(測点95~98)では45以上と高かった(図13)。ADCPによる流向流速観測結果は水深10mから100mの4層とも観測線西側の東経134°01'~30'では北寄り、134°45'から東では南寄りの最大1kt程度の流れがあり、また、観測線の全行程を通して東向成分の存在を示していた(図14)。

沖ノ鳥島-小笠原-伊豆諸島観測

11月25日~12月8日の沖ノ鳥島から小笠原を経て鳥島、ベヨネーズ列岩に至る測点の表面水温は、沖ノ鳥島周辺で27~28°C、北上するに連れて低下し、St.8(24°26'N)で25.0°C、父島南西のSt.10(26°33'N)で23.9°C、最北のベヨネーズ列岩(31°51'N)では22.2°Cであった(図5-2)。混合層の厚さは沖の鳥島か

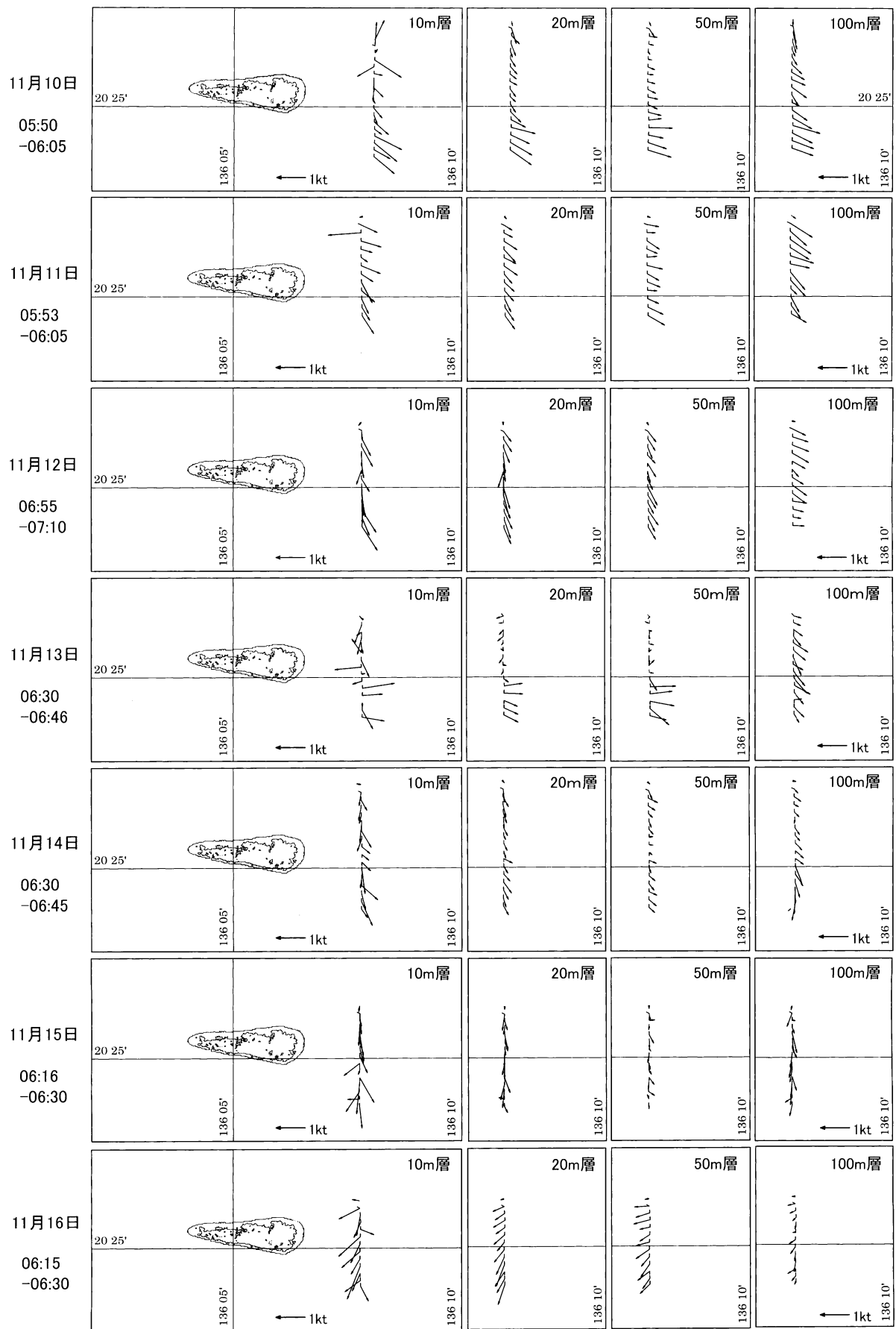


図10 沖ノ鳥島東L15ラインの流向・流速

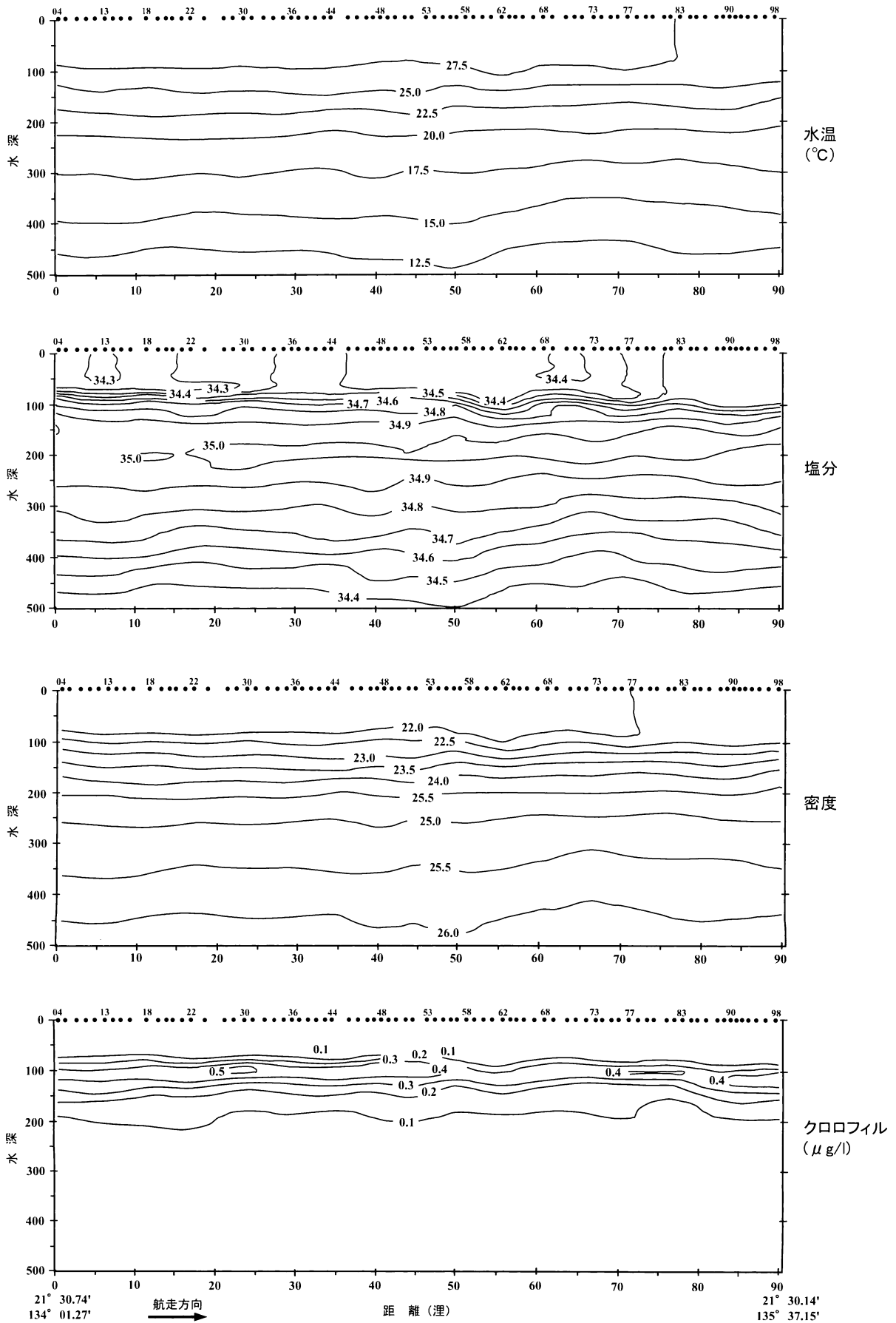


図 11 暖水渦の水温・塩分・密度・クロロフィル濃度鉛直分布

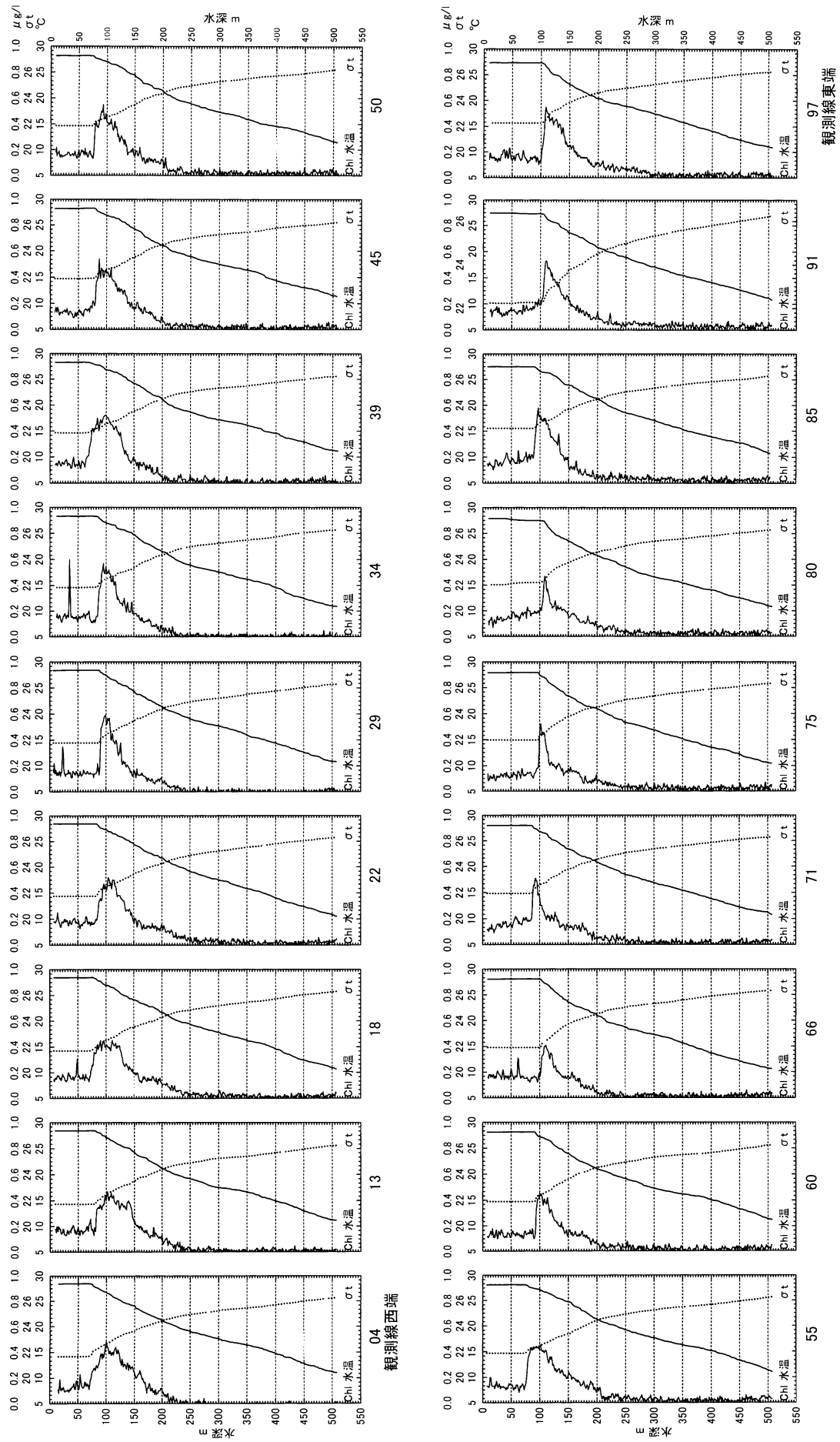


図12 暖水渦の水温・密度・クロロフィル濃度鉛直分布

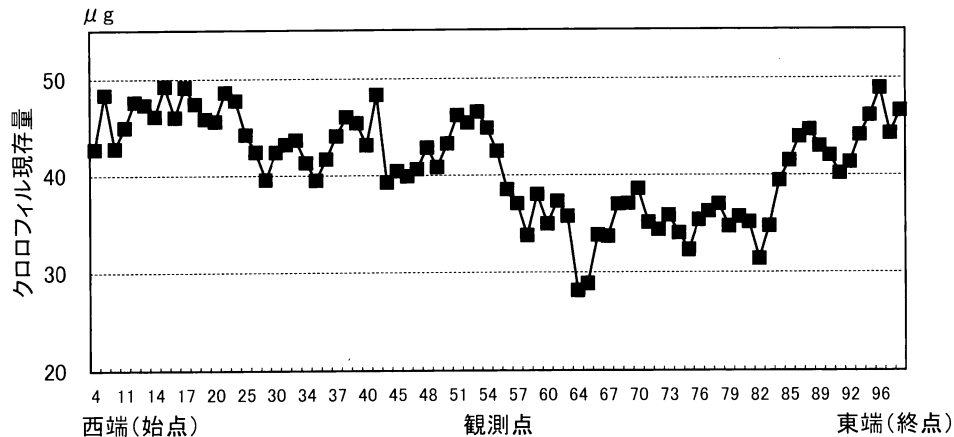


図13 暖水渦観測線上のクロロフィル現存量
水深15-250mの1m間隔クロロフィル濃度の積算

ら小笠原西までは50～90mの範囲で変動し、ペヨネーズ列岩では120mと最も厚かった。季節躍層は全ての地点で混合層の直下にみられ、一方主躍層は明瞭には識別できないが、St.7・10・11で450～500mに弱い躍層がみられた。また、鳥島では450～600mに複数の躍層が存在し複雑な水塊構成を伺わせる。塩分についてみると、混合層の塩分は沖ノ鳥島南方100kmの天王星海山で34.1～34.3psu、沖ノ鳥島～St.5で34.4～34.5psu、St.6～ペヨネーズ列岩で34.7～34.8psuと北部で上昇する傾向がみられた。沖ノ鳥島周辺で明瞭にみられる水深150m付近の塩分極大は北側の観測点では不明瞭となり、沖ノ鳥島北東220マイルのSt.7では混合層直下の水深100mで0.1程度の僅かな上昇を示すのみであった。水深600～700mの塩分極小は、沖ノ鳥島では600m付近、St.9・11では700m付近にあり、極小水深が北部海域で深くなる傾向がみられた。11月8～10日の父島－沖ノ鳥島航海往路および11月16～18日の復路の流向は全体として南向成分が卓越しており、また、航路に沿って交互に東西に振れる傾向がみられるが、潮汐との関係は不明瞭であった(図15)。20°40'N～21°40'Nには往復とも南東に向かう最大1ノット程度の流れが観測され、本海域を航走中は上げ潮に当たっていた。

考 察

沖ノ鳥島周辺の表層から水深1000mまでの典型的な水温塩分鉛直分布は次ぎのようなものである。表層に最大100m程度の混合層が形成され混合層中の水温・塩分はほぼ一定である。混合層直下には躍層が形成され急激な水温低下と塩分上昇がみられる。水深150m付近に35.0psu程度の塩分極大が現れこの極大水

深より下では温度・塩分とも緩やかに低下する。水深600m前後に34.1psu程度の塩分極小が出現し、極小層より下では塩分は上昇に転じ、一方、水温は引き続き低下するが勾配はさらに緩やかになる。

水深150m付近に塩分極大を持つ水塊は、北太平洋高塩分水として知られ、日付変更線周辺の北緯20°～30°付近に存在する降雨量より蒸発量が多い海域で形成される(Suga *et al.* 2000)。この水塊は亜熱帯循環域南西部を中心に分布するとされ、本調査では沖ノ鳥島北東のSt.5(土星海山)までは明瞭に存在を確認できるが、St.6(22°N)では塩分極大水深が上昇し、St.7(23°N)では明瞭な極大はみられなくなることからSt.6とSt.7の間に水塊の境界が位置していたものと考えられる。気象庁(2006)による東経137°線に沿った2005年10月の連続観測結果も本調査と同じように北緯23°以南に35.0psuの水塊の存在を示していた。

水深600m前後に塩分極少を持つ水塊は北太平洋中層水として知られ、低塩分の親潮が黒潮と接する等密度面において混合して形成され、中層で黒潮および黒潮統流によって東に運ばれ、次いで南側の亜熱帯再循環によって西方にも運ばれる(Yasuda *et al.* 1996; Yasuda 1997)。東経137°線に沿った塩分鉛直断面における34.2psu以下の断面積は年変動し、水塊が大きい期間には南側に張り出し、小さい期間には北緯20°を越えて南下することは希である(Nakano *et al.* 2005 Fig. 4)。天王星海山、沖ノ鳥島東、木星海山は、ほぼ東経136°線に沿って北緯19°39'から21°21'に連なり、各海山における塩分34.2psu以下の水深帯の幅は152～203mに渡り、調査時は中層水の西への張り出しが強かったものと推察される。小笠原諸島周辺におけるマグロ・カジキ類の漁獲水深である500mの水温は

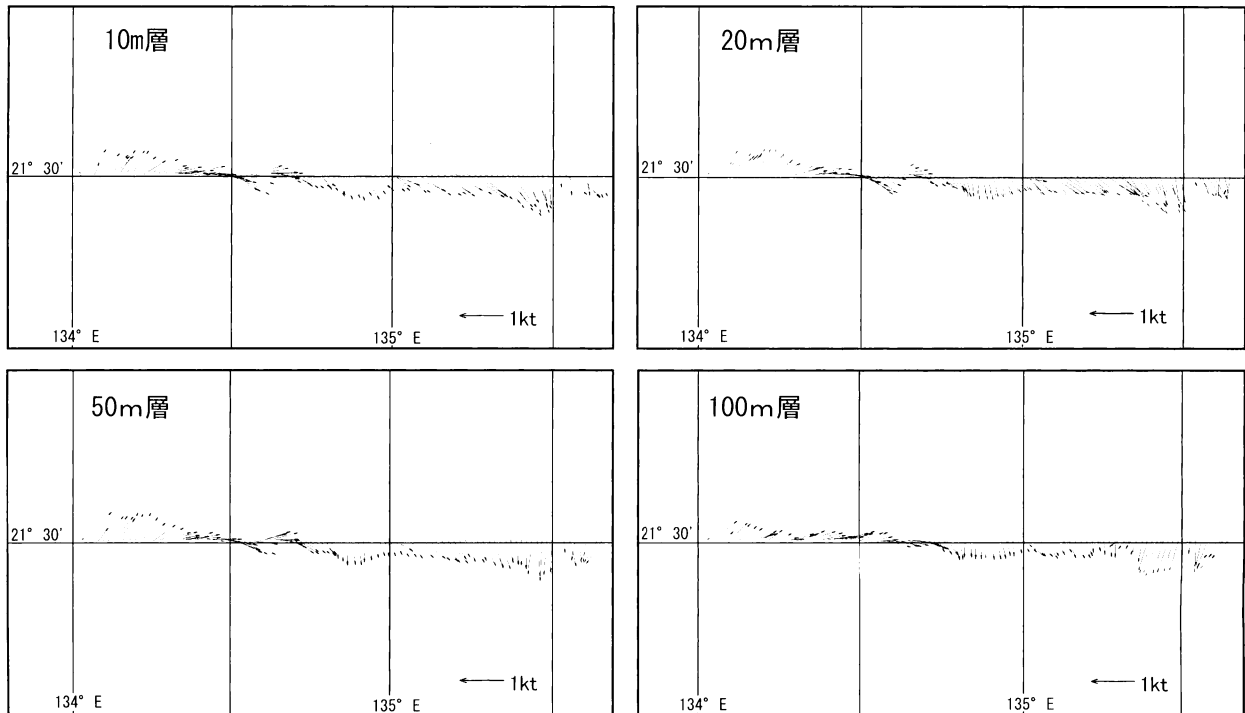


図14 暖水渦観測線上の流向・流速 2005年11月30日～12月1日

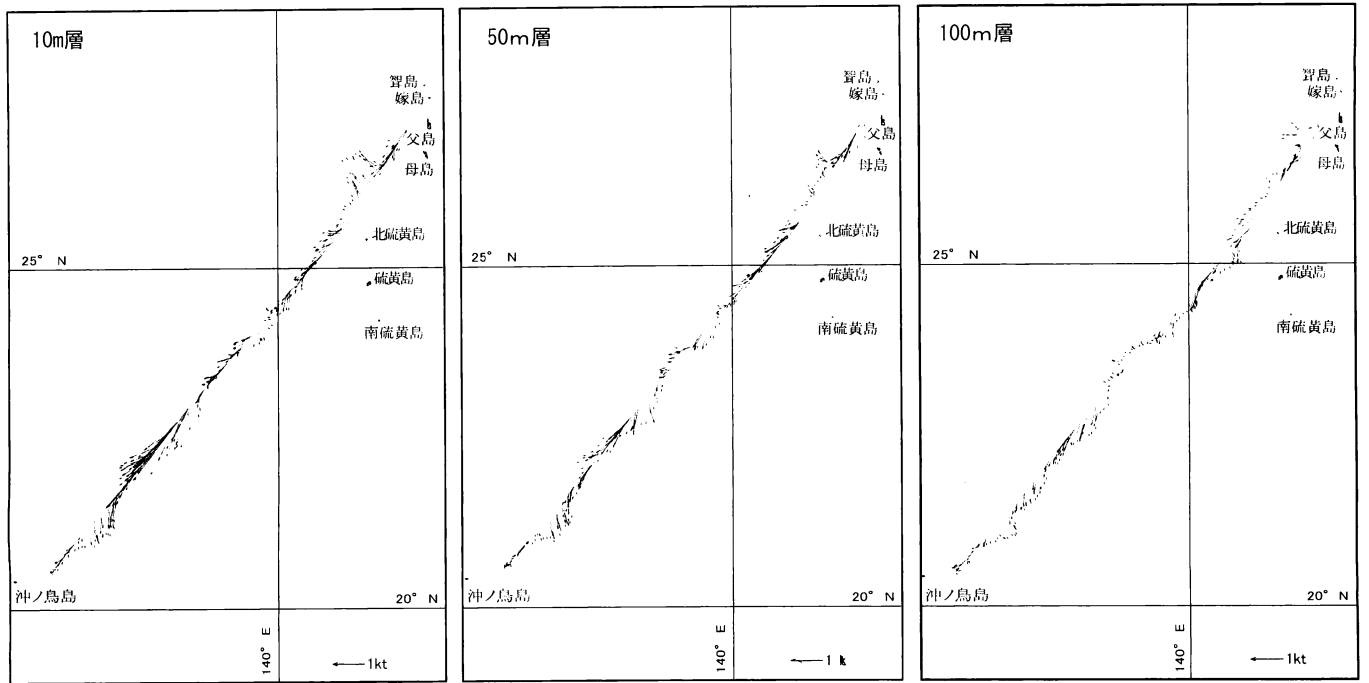
沖ノ鳥島周辺で10.4～10.8℃、母島西のSt.9・10では10.4～11.0℃とほぼ等しく、沖ノ鳥島海域でもこの水深帯が漁場となる可能性が高い。

4・5・11月の沖ノ鳥島東西南北観測結果を比較すると、5月と11月は類似しているが、4月と5・11月は、100m以浅の混合層の形成状況に違いがみられた。表面水温はいずれの月も26.7～27.8℃であるが、4月には表面から水深10mの間で比較的速やかに水温低下と塩分上昇がみられ、それより下層に25～26℃の水塊が続いているが、5・11月には表層から50～100mの範囲で水温・塩分変化の少ない混合層が形成されている。冬季、沖ノ鳥島の気温は表面海水温度より低い23℃にまで低下するため（沖ノ鳥島災害復旧工事誌編集委員会1994）、表面からの冷却により成層が崩れ表層の水温は低下する。3・4月になると気温が上昇し表面からの加温により、極表層に27℃代の暖水、その下層に冬季に冷却された25～26℃の比較的变化の少ない層が残存するという鉛直構造をとるようになったものと考えられる。

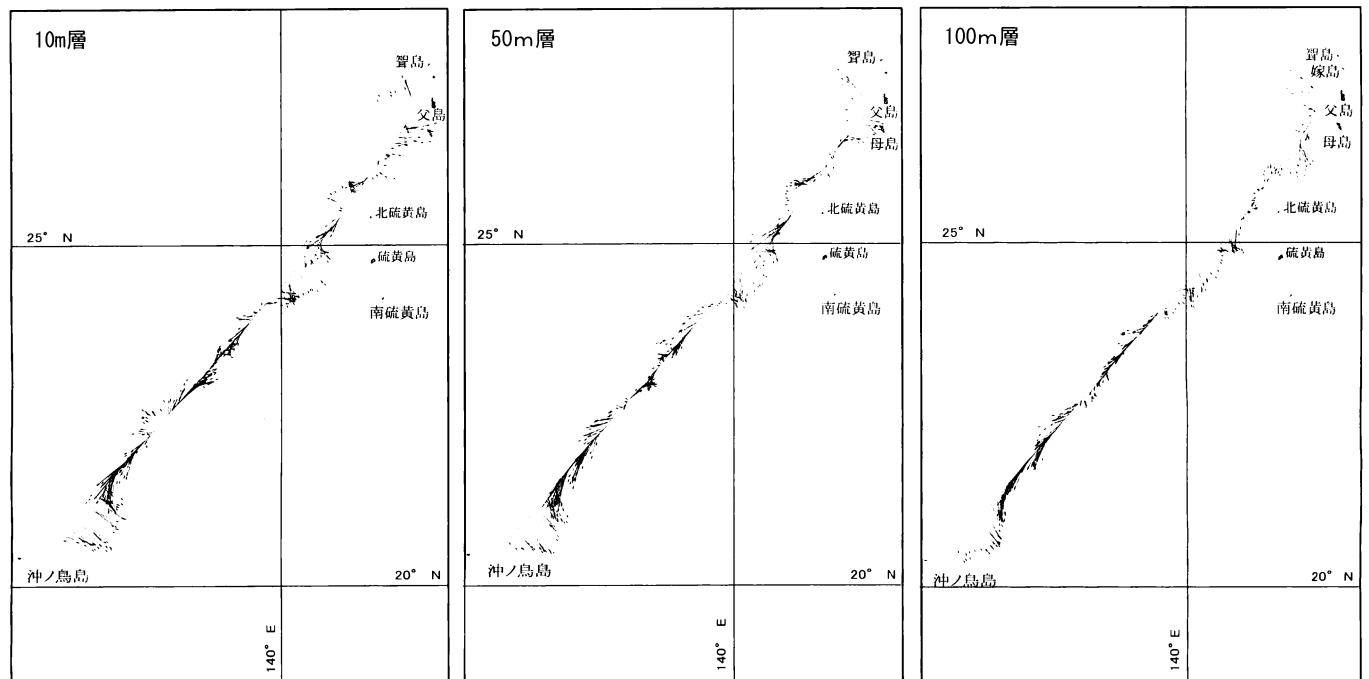
沖ノ鳥島の東西南北を11月の観測値で比較すると、水温鉛直分布に大きな違いはなかったが、Chl-aの現存量は西・北観測ラインで少なく東・南ライン、とりわけ南ラインで多い傾向が認められた。一般に海流が島にぶつかるとその島陰に湧昇流の発生することが知られており（Takahashi *et al.* 1980；岸野1989）、調査

当時、北から南ないし南東に向かう流れが観測されていることから、島陰に当たる南から南東側では弱い湧昇が発生し深層から栄養塩類を補給する動きがあったものと考えられる。3月の栄養塩類調査により全窒素濃度が北側より南側測点の浅海部で高い傾向が認められたことはこのChl-a現存量の違いと矛盾しない。沖ノ鳥島周辺の栄養塩類濃度は水深300m以深で表層に比べ大きく増加し、この傾向は東経137°線に沿った観測においても同緯度付近に認められる（気象庁2006）。東経137°線に沿った北緯3～34°の栄養塩類鉛直断面をみると、北緯30～32°付近に等濃度線の最深部があり、沖ノ鳥島周辺は北部海域に比べ栄養塩類濃度の高い水塊がより浅部にまで波及していることを示している（気象庁2006）。

暖水渦の横断観測は人工衛星海面高度画像に基づき、渦の西側から中心部にかけて実施した。流向・流速は全90マイルの測線の間中点よりやや西に位置する134°45'E付近で北向流から南向流に変化しており、同点付近に渦の中心があることを示している。MVP観測結果をみると σ_t が25.5以下の等密度線は中間点付近（134°51'～58'）で僅かに下に凸となり流向・流速から判断される渦の中心と概ね一致する。観測線東側1/4の表層100m以浅で、それより西側に比べ低水温・高塩分・高密度の水帯がみられ、この付近が渦の中心を外れていることと矛盾しないが、一方、測線西



父島～沖ノ島(11/8-11/10)



沖ノ島～父島(11/16-11/18)

図15 父島-沖ノ島間の流向・流速

側では中間地点に比べて水温・塩分などの観測値に大きな変化はなく渦縁辺の特徴を示さなかった。これは、暖水渦が観測ライン決定後に西に移動し、観測開始点が渦の縁辺から中心側にずれたことが原因と考えられる。Chl-aの現存量は西側測点及び東側測点で多く、

その中間には現存量の少ない海域が存在し、この海域は流向から判断される渦の中心からはやや東にずれているが大きくみれば渦の中心付近に位置すると考えられる(図13)。Chl-a現存量が暖水渦の中心より縁辺域で増加する現象は三陸沖の暖水塊により顕著にみられ

(横内ら 1992), 縁辺部が植物プランクトンを餌とする食物連鎖上位の動物群, とりわけ有用魚類の漁場として重要なことを示唆している。

沖ノ鳥島から小笠原までの流向は全般的には南向きの流れが卓越していた。これは, 観測当時航走ラインの北側に暖水渦, 南側に冷水渦が存在し(図2), 両者の間で南向きの流れが発生していたためと考えられる。北西太平洋には多数の中規模渦流が存在し, 黒潮再循環域ではこの渦が毎秒7cmで西に移動するとされている(Ebuchi and Hanawa 2001)。沖ノ鳥島-父島間を航走中, 20°40'~21°40'Nには南東に向かう流れが観測され, また21°30'Nに沿う暖水渦観測中, 東向成分が認められていることから, この付近を亜熱帯反流が流去していたものと考えられる。

沖ノ鳥島海域は北赤道海流と亜熱帯反流の両者に影響され得る位置にあるが, 今回, 島の近くで観測された流向は, 潮汐および暖水渦・冷水渦の位置から予測される流向と一致していた。

要約

2005年4・5・11・12月に沖ノ鳥島周辺海域で海洋観測を実施した。表面水温は26.7~27.8°C, 表層混合層の直下に躍層が存在し, それ以深で漸減する。塩分鉛直分布には水深150m付近に35.0psu程度の極大, 600m付近に34.1psu程度の極小がみられ, それぞれ北太平洋高塩分水, 北太平洋中層水に対応し, 北太平洋高塩分水は北緯23°以北では不明瞭であった。調査期間中, 沖ノ鳥島周辺の流れは潮汐と中規模渦流の位置に強く影響されていたと考えられ, 島の北西側に存在した暖水渦により南向流が卓越していた。流れの島陰に当たる南側では水温鉛直分布に明瞭な変化は認められなかったが, クロロフィル量は沖から島に近づくにつれて増加する傾向が認められ, 何らかの栄養塩類の補給があるものと考えられた。暖水渦では渦の中心より西で北向き, 東で南向きの流れが観測され, 水温塩分断面に明瞭な水平勾配はみられなかったが, クロロフィル量は中心付近より周辺域で高くなる傾向が認められた。

キーワード: 沖ノ鳥島, 海洋環境

謝辞

本調査において各種の観測を実施した東京都島しょ

農林水産総合センター調査船「みやこ」の乗組員各位, 日本海洋(株)所属第七開洋丸の乗組員・調査員の皆様, 栄養塩類濃度を分析して頂いた東京都産業技術研究センター伊瀬洋昭, 小坂幸雄, 後藤典子の諸氏, 調査の企画・解析に助言・助力頂いた日本開洋(株)小田秀夫氏他調査員の方々, データの提供に便宜を図られた社団法人漁業情報サービスセンター為石日出生氏, 海上保安庁海洋情報部に心からお礼申し上げる。

文献

- Ebuchi, N. and K. Hanawa. 2001. Trajectory of mesoscale eddies in the Kuroshio recirculation region. *J. Oceanogr.*, 57: 471-480.
- 岸野元彰. 1989. 人工衛星NOAA (AVHRR) 熱赤外面像で捉えた伊豆諸島の湧昇水塊の分布と黒潮との関係. 月刊海洋. 21(10): 569-573.
- 気象庁地球環境・海洋部海洋気象課. 2006. 海洋観測報告. No.32, pp1-19.
- Nakano, T., I. Kaneko, M. Endoh and M. Kamachi. 2005. Interannual and decadal variabilities of NPIW salinity minimum core observed along JMA's hydrographic repeat sections. *J. Oceanogr.*, 61: 681-697.
- 沖ノ鳥島災害復旧工事誌編集委員会. 1994. 沖ノ鳥島災害復旧工事誌. 建設省関東地方建設局京浜工事事務所. pp.16-32.
- Suga, T., A. Kato and K. Hanawa. 2000. North Pacific tropical water: its climatology and temporal changes associated with the climate regime shift in the 1970s. *Prog. Oceanogr.*, 47: 223-256.
- Takahashi, M., I. Koike, T. Ishimaru, T. Saino, K. Furuya, Y. Fujita, A. Hattori and S. Ichimura. 1980. Upwelling plumes in Sagami Bay and adjacent water around the Izu Islands, Japan. *J. Oceanogr. Soc. Japan*, 36: 209-216.
- Yasuda, I., K. Okuda and Y. Shimizu. 1996. Distribution and modification of North Pacific Intermediate Water in the Kuroshio-Oyashio interfrontal zone. *J. Phys. Oceanogr.*, 26: 448-465.
- Yasuda, I. 1997. The origin of the North Pacific Intermediate Water. *J. Geophys. Res.*, 102: 893-909.
- 横内克巳・安田一郎・前川秀則・上野俊士郎. 1992. 春季三陸沖暖水塊前線域におけるクロロフィルaと栄養塩類の深層分布. 東北水研研報, (54): 11-22.

付表1 沖ノ島島周辺春期海洋観測結果 2005年4・5月

観測機器 観測地点 観測日時 観測位置 水深 (m)	CTD		CTD		CTD		CTD		XBT		CTD		XBT		CTD	
	沖ノ島島西 2005/04/13 16:22 20 25.05 N 135 59.36 E 温度(°C) 塩分	沖ノ島島北 2005/04/13 17:28 20 26.67 N 136 05.51 E 温度(°C) 塩分	沖ノ島島東 2005/04/13 18:38 20 25.00 N 136 10.27 E 温度(°C) 塩分	沖ノ島島南 2005/04/13 19:36 20 22.11 N 136 04.59 E 温度(°C) 塩分	沖ノ島島西 2005/05/19 14:00 20 24.93 N 136 01.30 E 温度(°C) 塩分	沖ノ島島北 2005/05/19 15:03 20 27.49 N 136 04.90 E 温度(°C) 塩分	沖ノ島島東 2005/05/19 15:49 20 25.00 N 136 08.00 E 温度(°C) 塩分	沖ノ島島南 2005/05/19 16:41 20 23.49 N 136 04.90 E 温度(°C) 塩分	沖ノ島島西 2005/05/19 14:00 20 24.93 N 136 01.30 E 温度(°C) 塩分	沖ノ島島北 2005/05/19 15:03 20 27.49 N 136 04.90 E 温度(°C) 塩分	沖ノ島島東 2005/05/19 15:49 20 25.00 N 136 08.00 E 温度(°C) 塩分	沖ノ島島南 2005/05/19 16:41 20 23.49 N 136 04.90 E 温度(°C) 塩分				
0	28.4	34.77	27.0	34.23	28.0	34.62	27.8	34.54	27.0	34.59	27.0	34.51				
1	27.3	34.62	26.7	34.56	27.8	34.52	27.3	34.59	26.8	34.58	26.8	34.60				
5	26.3	34.53	26.4	34.58	27.2	34.50	26.6	34.59	26.8	34.59	26.8	34.60				
10	26.2	34.53	26.5	34.58	27.0	34.50	26.2	34.55	26.7	34.59	26.7	34.60				
20	26.0	34.52	25.9	34.66	26.5	34.54	25.8	34.47	26.7	34.59	26.8	34.60				
40	25.9	34.52	25.9	34.73	26.0	34.57	25.7	34.47	26.7	34.59	26.6	34.61				
50	25.8	34.53	25.5	34.74	25.8	34.68	25.6	34.48	26.6	34.67	26.7	34.62				
60	25.7	34.54	25.4	34.74	25.7	34.71	25.7	34.55	25.9	34.71	26.1	34.67				
80	25.1	34.65	25.3	34.77	25.4	34.70	25.4	34.74	25.4	34.78	25.2	34.74				
100	24.6	34.87	25.0	34.80	24.6	34.78	24.9	34.84	23.8	34.79	23.7	34.78				
120	24.0	34.96	23.3	34.94	23.8	34.93	24.1	34.96	23.3	34.85	23.1	34.81				
140	23.3	35.00	22.6	34.95	23.3	34.93	23.0	34.93	22.8	34.85	22.3	34.81				
150	22.4	34.97	22.4	34.96	22.6	34.97	22.7	34.97	22.0	34.92	21.8	34.92				
160	21.9	34.95	22.4	34.96	21.9	34.98	22.6	34.98	21.4	34.91	21.4	34.92				
180	21.1	34.92	20.0	34.86	20.6	34.92	21.2	34.92	20.4	34.88	20.6	34.92				
200	19.7	34.85	19.4	34.83	19.8	34.82	19.8	34.86	20.3	34.88	20.3	34.92				
220	18.7	34.79	18.7	34.79	19.3	34.82	18.9	34.80	19.7	34.80	19.9	34.81				
240	18.1	34.74	18.0	34.73	18.2	34.77	18.2	34.75	18.5	34.77	19.2	34.81				
250	17.2	34.68	16.7	34.65	17.2	34.73	17.7	34.72	18.4	34.73	18.5	34.76				
260	16.4	34.62	16.5	34.63	16.5	34.62	16.5	34.62	17.0	34.67	17.4	34.72				
300	15.7	34.56	15.8	34.58	15.7	34.57	15.9	34.59	16.8	34.65	16.9	34.65				
320	14.9	34.51	15.2	34.54	15.0	34.52	15.0	34.51	15.8	34.62	16.4	34.62				
340	14.5	34.48	15.0	34.52	14.7	34.49	14.7	34.49	15.7	34.60	16.1	34.59				
350	14.2	34.46	14.5	34.49	14.2	34.46	14.3	34.46	15.5	34.56	15.7	34.58				
360	13.4	34.41	14.0	34.45	13.5	34.40	13.5	34.41	14.8	34.51	15.2	34.56				
380	12.7	34.37	12.8	34.37	12.7	34.36	12.8	34.36	13.7	34.47	14.6	34.48				
400	12.1	34.32	12.1	34.33	11.6	34.29	12.2	34.32	13.0	34.43	13.7	34.42				
440	11.1	34.26	11.6	34.29	11.2	34.27	11.6	34.29	12.7	34.36	13.1	34.38				
450	10.9	34.25	10.8	34.25	11.0	34.26	11.3	34.27	11.9	34.32	12.8	34.34				
460	10.6	34.23	10.3	34.22	10.8	34.25	10.8	34.24	11.6	34.30	12.3	34.33				
480	9.8	34.21	9.9	34.22	10.3	34.21	9.9	34.20	11.5	34.25	11.5	34.27				
500	9.4	34.20	9.5	34.20	9.6	34.18	9.4	34.19	10.8	34.21	11.0	34.22				
520	9.1	34.19	9.0	34.17	9.2	34.17	8.8	34.19	10.0	34.19	10.4	34.20				
540	8.5	34.17	8.5	34.15	8.7	34.15	8.4	34.19	9.8	34.17	9.6	34.18				
550	8.3	34.15	8.3	34.15	8.4	34.16	8.3	34.18	9.4	34.16	9.1	34.17				
560	8.1	34.15	8.0	34.15	8.2	34.15	7.9	34.16	9.1	34.15	8.8	34.17				
580	7.4	34.14	7.6	34.14	7.9	34.16	7.5	34.17	8.7	34.15	8.3	34.15				
600	7.0	34.14	7.3	34.14	7.6	34.17	6.9	34.13	7.9	34.15	7.7	34.16				
620	6.9	34.15							7.6	34.16	7.4	34.16				
640	6.4	34.15							7.4	34.17	7.2	34.16				
650	6.2	34.16							7.3	34.18	7.1	34.18				
660	6.0	34.17							7.0	34.19	7.1	34.19				
680	5.8	34.18							6.6	34.20	7.0	34.21				
700	5.6	34.21							6.4	34.22	6.7	34.23				
720									5.9	6.5	6.6					
740									5.9	6.2	6.0					
750									5.5	5.8	5.8					
760									5.5	5.5	5.8					
780									5.4	5.8	6.6					