

2009 年度に実施した沖縄周辺海域の海洋観測結果 (沖合海域海洋観測調査・漁場探索支援事業及び 海洋動態解析事業)

平手 康市*

Oceanographic Observation around the Ryukyu Islands in fiscal 2009.

Koichi HIRATE*

沖縄周辺海域の海洋環境を把握し、水産資源を適切に利用する基礎的知見を構築するために必要な調査船による海洋観測、浮魚礁（係留系）による水温観測及び人工衛星による海面高度偏差データの取得を行った。

沖縄本島周辺海域は、東シナ海を大陸棚縁辺沿いに北上する黒潮や、東方から琉球列島へ向かって西進する中規模渦の影響下にある。このため沖縄本島周辺海域の漁場形成には、黒潮や中規模渦が密接に関連すると考えられ、これらの観測による海況の把握は非常に重要である。

本事業は、我が国周辺漁業資源の適切な保存及び合理的、持続的な利用を図るため、黒潮や中規模渦の影響下にある沖縄本島南部から東シナ海における漁場環境に関する情報を定期的に収集・記述し、資源の回遊と資源変動、漁場形成に密接に関わる海洋環境条件の解明に必要な基礎的知見の構築を目的とする。

なお、本報告の内、沖合定線観測は独立行政法人水産総合研究センターより受託した資源評価調査委託事業により実施した。

材料及び方法

1) 調査船による海洋観測

(1) 沖合定線観測

漁業調査船「図南丸」（総トン数 176 トン、全長 41.43m；以下、図南丸とする）で沖縄本島南部海域から黒潮を横断し、大陸棚斜面にまで達するように設定した沖合定線（図 1）を航行し、Sta.7~14 及び P9 の観測点（表 1）において以下の観測を実施した。観測は下條（2007）に基づいて、音響ドップラー流向流速計（以下、ADCP とする）による多層潮流観測と電気伝導度水温水深計（以下、CTD とする）による水温及び塩分観測を海面から海底（海底上 10m までを目安）まで実施した。また、復路において補足的に投下式水温水深計（以下、XBT とする）による水温観測を行った。ADCP は RD 社製

Ocean Surveyor ADCP 75KHz を用いた。CTD は SEA-BIRD 社製 SBE19Plus を用いた。XBT は鶴見精機社の T-7 プローブを用いた。各観測機器で得られたデータは、(独) 水産総合研究センター西海区水産研究所より提供された漁海況鉛直潮流解析ソフトを用いて水温及び塩分の鉛直断面図を作成した。流向・流速の平面分布図は、RD 社の ADCP データ解析用ソフトウェアを用いて作成して解析し、水深 37m, 109m, 205m 及び 301m における各層の流速場を作成した。

(2) 漁場探索・海洋動態解析

図南丸で沖縄島-大東諸島間に設定した定線（図 1；以下、沖縄-大東間定線とする）を航行し、Sta.210~310 及び P9 の観測点（表 1）において沖合定線観測と同様に、CTD 及び ADCP 観測を実施して水温・塩分の鉛直断面図及び流向・流速平面分布図を作成した。

2) 浮魚礁（係留系）による水温観測

ニライテレメトリーシステム（鹿熊，2001）を搭載した浮魚礁ニライ 12 号（図 1；設置位置：北緯 24° 33.38'，東経 123° 48.25'；以下、ニライ 12 号とする）は、毎正時に海表面の水温を測定し通信衛星を経由して当センターに送信される。この水温データから日平均水温を算出し、過去 5 ヶ年の平均値、最高値及び最低値と比較した。

3) 人工衛星による海面高度情報の収集

コロラド大学より topex/POSEIDON による海面高度偏差情報（以下、海面高度情報とする）を 1 日に 1 回入手し、沖合定線観測、漁場探索・海洋動態解析及び浮魚礁による水温観測による観測観測結果と比較して海洋構造を探る手がかりとした。topex/POSEIDON による海面

*Email:hiratekc@pref.okinawa.lg.jp

高度データには Real-time (速報値) と Historical (再解析値) があり、本報告では Real-time データを使用した。

結果及び考察

1) 調査船による海洋観測

(1) 沖合定線観測

2009 年度の沖合定線観測は表 2 に示した日程で CTD 及び ADCP 観測を実施した。各航海における水温・塩分の鉛直断面図及び各層の流向・流速平面図を図 2~17 に示す。

4 月の観測において、データ回収時における不具合から Sta.11' の CTD データに異常が見られたので欠測とした。水温・塩分鉛直断面図 (図 2) において、Sta.8'~11' の水深 0~50m で周辺より高い水温、塩分を観測した。これらは流向流速平面分布図 (図 3; 37m 深流速場) における黒潮の流軸位置 (Sta.9'~10') と大陸棚への波及 (Sta.8'~9') と一致していることから黒潮の鉛直断面構造を捉えたものと考えられる。一方、流向流速平面分布図 (図 3; 37m・109m 深流速場) の Sta.11~12 付近には黒潮の逆流が観測された。

5 月の観測では、最も水温の高い 25°C の水温帯が Sta.8'~9' にあり (図 4)、流向流速平面分布図 (図 5) の 37m 深流速場における流軸もこれに対応していることから、黒潮は大陸棚に沿う形で流れていたと考えられる。一方、海面付近の 25°C の水温帯は、4 月の観測では Sta.8'~11' にあり水深 100m に達していたのに対して、5 月では Sta.8'~9'、水深も 25m までに縮小した。

6 月の観測では、Sta.9'~9' の海面から 50m までの層が比較的に水温が高く (図 6)、流向流速平面分布図 (図 7) の 37m 深流速場における黒潮流軸の位置と一致している。一方、Sta.10'~11' では黒潮とは別の潮流を観測している。

7 月の観測では、ADCP データ収録機器の不具合により Sta.7~X4 までの間の流向流速が欠測となった。Sta.9'~11' では 25°C 水温帯が水深 100m に達しており (図 8)、流向流速平面分布図 (図 9) の 37m 深流速場における黒潮流軸の位置と一致している。一方、Sta.11~12 には黒潮の逆流と見られる潮流を観測した。

8 月の観測では、Sta.9'~11' の表層で 25°C の水温帯が周辺と比較して深い位置にあった (図 10)。これと対応して、流向流速平面分布図 (図 11) では、Sta.9~11 に黒潮の流軸、これに連続した Sta.11~12 付近に黒潮逆流が観測されており、両者で黒潮の位置を水平・鉛直的に捉えていることが読み取れた。

10 月の観測では、観測点全域の 50m までの層において水温がほぼ一様になり混合層が形成されていた (図 12)、また、流向流速観測においても Sta.8~10' までの比較的に広い海域に潮流の速い海域が観測され黒潮が大陸棚に波及している状況が観測された (図 13)。

11 月の観測では、混合層は 10 月の観測と同様に確認されたが Sta.7~7' の 75m 付近までの表層には比較的に低

水温・低塩分の水塊が観測され、一方、そこから海底直上にかけて深度に対して水温が上昇する水温躍層が確認され、高水温・高塩分の水塊の浸入が見られた。(図 14)。

また、流向流速平面分布図 (図 15) の Sta.7~8' では、37m 深流速場において流向流速が安定した潮流は観測されていないが、109m 深流速場 (大陸棚海底直上付近) には黒潮の波及を示唆する潮流が観測され、前述の水温・塩分鉛直断面図で述べた水塊の浸入と合致している。

3 月の観測では、Sta.8~11' の表面から 100m に周辺と比較して若干高い水温 (23°C) を観測した (図 16)。一方、流向流速平面分布図 (図 17) の 37m 深流速場では Sta.8~8', Sta.9~10' 及び Sta.11~11' に分かれて流向が安定しており、Sta.9~10' は黒潮本体で Sta.8~8' 及び Sta.11~11' はその分枝流であることが示唆された。また、Sta.9' 付近の水深 100~400m において、水温・塩分鉛直構造に表層に向けての水塊の移動を示す観測結果を得ており、表層における黒潮本流とその分枝流の形成に起因する湧昇が発生していたことが示唆された。

(2) 漁場探索・海洋動態解析

2009 年 6 月 15 日~17 日及び 2010 年 3 月 15 日~17 日に図 1 に示した沖繩-大東間定線の観測点 Sta.210~310 及び P9 において CTD 観測、全航海中に ADCP 観測を実施した。観測は Sta.210 から始め Sta.310 で折り返し P9 で終了した。

6 月の観測では、Sta.240~260 において 20°C の水温帯が他の観測点に比較して深く、反対に Sta.280~310 では浅い水深で観測された (図 20)。流向流速観測結果では Sta.260~280 の間で南西向けの強い潮流を観測した (図 21)。

3 月の観測では、150m までの層において西側の観測点 (Sta.210 が西側) で水温が高い傾向にあった。流向流速観測結果では全航海中において、流向流速が安定せず、特に、往路と復路では流向が反対方向になった。

6 月及び 3 月で得られた 37m 深流速場の流向流速結果と海面高度情報を合成すると (図 24)、6 月の観測では Sta.240~260 付近の海域は正偏差、Sta.270~310 は負偏差水塊の影響下にあったことが示された。正偏差水塊では時計回り、負偏差水塊では反時計回りの潮流が発生しており (花輪・江淵, 2002)、水塊それぞれが接する Sta.260~280 付近には双方の潮流が合成され比較的に強く安定した流向流速場が観測されたと考えられる。一方、3 月の観測では、顕著な海面高度差を横断することがなかったために、6 月の観測における Sta.260~280 のような流向流速が安定した海域が無かったと考えられた。

2) 浮魚礁 (係留系) による水温観測

ニライ 12 号から得られた日毎の平均水温 (以下、日平均水温とする)、過去 5 ヶ年の日平均、最高及び最低水温データを時系列にプロットしそれぞれ 4 次多項式による近似曲線で示して比較した (図 25)。

2009 年度にニライ 12 号で観測した日平均水温は、1

月上旬から2月中旬は平年並み、4月上旬から6月上旬に掛けて顕著に低く、6月下旬から9月下旬は高め、10月上旬から11月中旬は平年並み、12月上旬から翌年1月に掛けて低めで推移した。また、8月上旬の顕著な水温の降下は八重山諸島近海を台風8号が通過したことによる海面水温の低下を反映したものと考えられる。4月上旬から6月上旬に観測された顕著に低い水温は本県周辺海域で広く確認されており、その原因は比較的に長期間にわたる寒気を伴った大陸性高気圧の張り出しによる冷却と、気象庁により報告されている（参照資料；気象庁HP海洋の健康診断表）。

文献

- 鹿熊信一郎，2001：海洋構造変動パターン解析技術開発試験事業ニライテレメトリーシステムの構築。平成11年度沖縄県水産試験場事業報告書，45-48。
- 下條武，2007：沖合海域海洋観測調査・海洋動態解析事業。平成17年度沖縄県水産試験場事業報告書，34-69。
- 花輪公雄・江淵直人，2002：黒潮再循環流域の中規模渦の動態と黒潮琉軸変動。月間海洋号外 No.31, p41-47。

表1 調査船図南丸によって実施した海洋観測の観測点の緯度経度

観測点	北緯	東経	観測種別
P9	25° 49.5'	127° 50.0'	沿岸定点
Sta. 7	27° 26.0'	124° 47.0'	沖合定線
Sta. 7'	27° 17.0'	125° 00.0'	沖合定線
Sta. 8	27° 08.0'	125° 13.0'	沖合定線
Sta. 8'	26° 59.0'	125° 27.0'	沖合定線
Sta. 9	26° 50.0'	125° 40.0'	沖合定線
Sta. 9'	26° 41.5'	125° 52.5'	沖合定線
Sta. 10	26° 33.0'	126° 05.0'	沖合定線
Sta. 10'	26° 23.0'	126° 19.0'	沖合定線
Sta. 11	26° 13.0'	126° 33.0'	沖合定線
Sta. 11'	26° 03.5'	126° 46.5'	沖合定線
Sta. 12	25° 54.0'	127° 00.0'	沖合定線
Sta. 12'	25° 45.0'	127° 13.0'	沖合定線
Sta. 13	25° 36.0'	127° 26.0'	沖合定線
Sta. 13'	25° 28.0'	127° 38.0'	沖合定線
Sta. 14	25° 20.0'	127° 50.0'	沖合定線
X1	27° 20.0'	126° 00.0'	沖合定線
X2	27° 10.0'	126° 15.0'	沖合定線
X3	27° 00.0'	126° 30.0'	沖合定線
X4	26° 50.0'	126° 45.0'	沖合定線
X5	26° 40.0'	127° 00.0'	沖合定線
X6	27° 30.0'	127° 15.0'	沖合定線
Sta. 210	26° 09.0'	128° 00.0'	沖縄-大東間定線観測
Sta. 220	26° 09.0'	128° 20.0'	沖縄-大東間定線観測
Sta. 230	26° 09.0'	128° 40.0'	沖縄-大東間定線観測
Sta. 240	26° 09.0'	129° 00.0'	沖縄-大東間定線観測
Sta. 250	26° 09.0'	129° 20.0'	沖縄-大東間定線観測
Sta. 260	26° 09.0'	129° 40.0'	沖縄-大東間定線観測
Sta. 270	26° 09.0'	130° 00.0'	沖縄-大東間定線観測
Sta. 280	26° 09.0'	130° 20.0'	沖縄-大東間定線観測
Sta. 290	26° 09.0'	130° 40.0'	沖縄-大東間定線観測
Sta. 300	26° 09.0'	131° 00.0'	沖縄-大東間定線観測
Sta. 310	26° 09.0'	131° 20.0'	沖縄-大東間定線観測

表2 調査船図南丸による海洋観測の日程

出港日	帰港日	観測目的	観測点	備考
2009/4/13	2009/4/15	沖合定線観測	P9→Sta.14→7→X1→X6	Sta.11'欠測
2009/5/11	2009/5/13	沖合定線観測	P9→Sta.14→7→X1→X6	
2009/6/8	2009/6/10	沖合定線観測	P9→Sta.14→7→X1→X6	
2009/6/15	2009/6/17	沖縄-大東間定線観測	Sta.210→310→P9	
2009/7/6	2009/7/8	沖合定線観測	P9→Sta.14→7→X1→X6	Sta.7~X4間ADCP欠測
2009/8/3	2009/8/5	沖合定線観測	P9→Sta.14→8→X1→X6	台風8号接近のためSta.8折り返し, 図1
2009/10/1	2009/10/3	沖合定線観測	P9→Sta.14→7→X1→X6	
2009/11/7	2009/11/9	沖合定線観測	P9→Sta.14→7→X1→X6	
2009/3/2	2009/3/4	沖合定線観測	P9→Sta.14→7→X1→X6	
2010/3/15	2010/3/17	沖縄-大東間定線観測	Sta.210→310→P9	

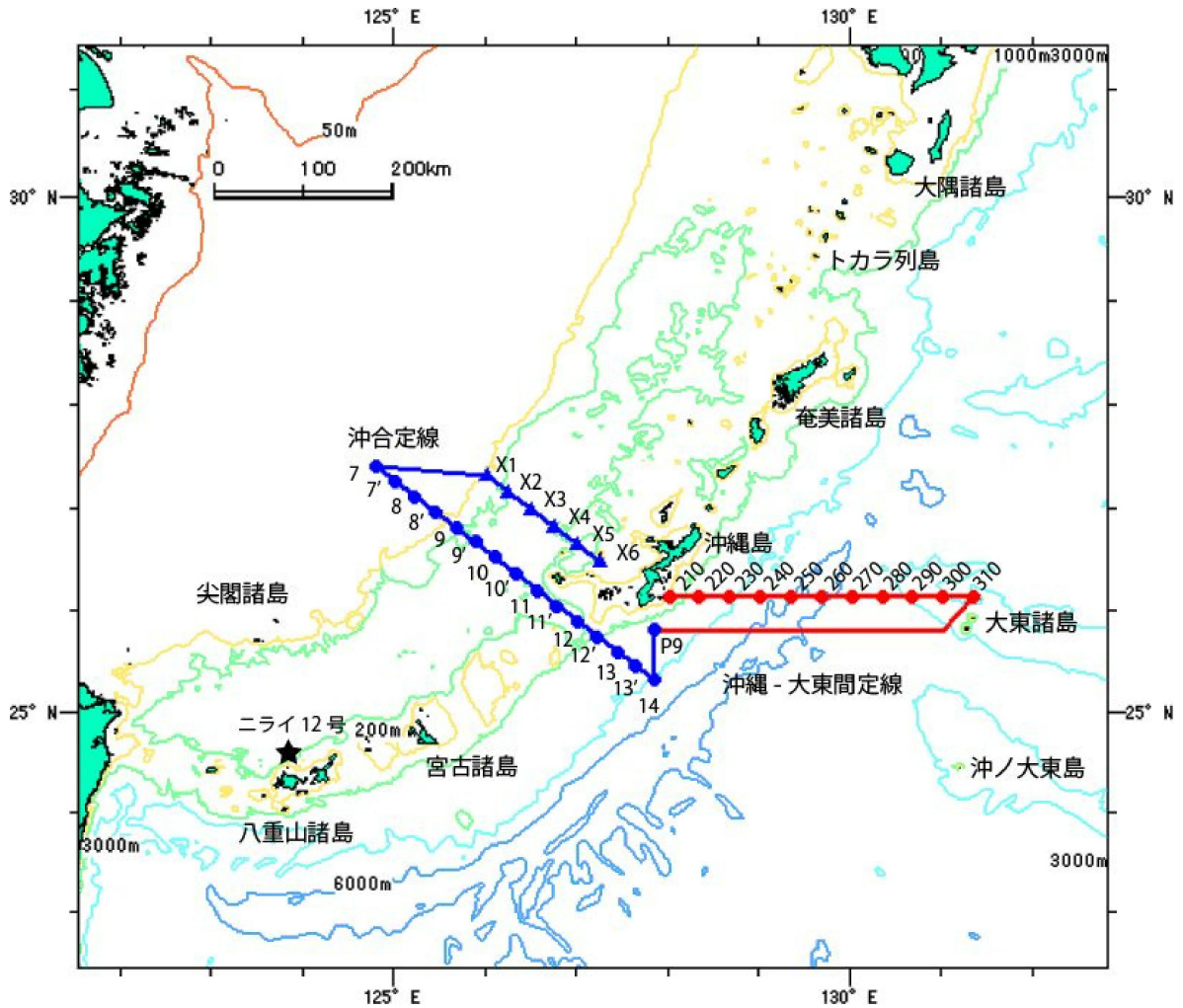


図1 2009年度に実施した海洋観測定線とニライ12号の位置

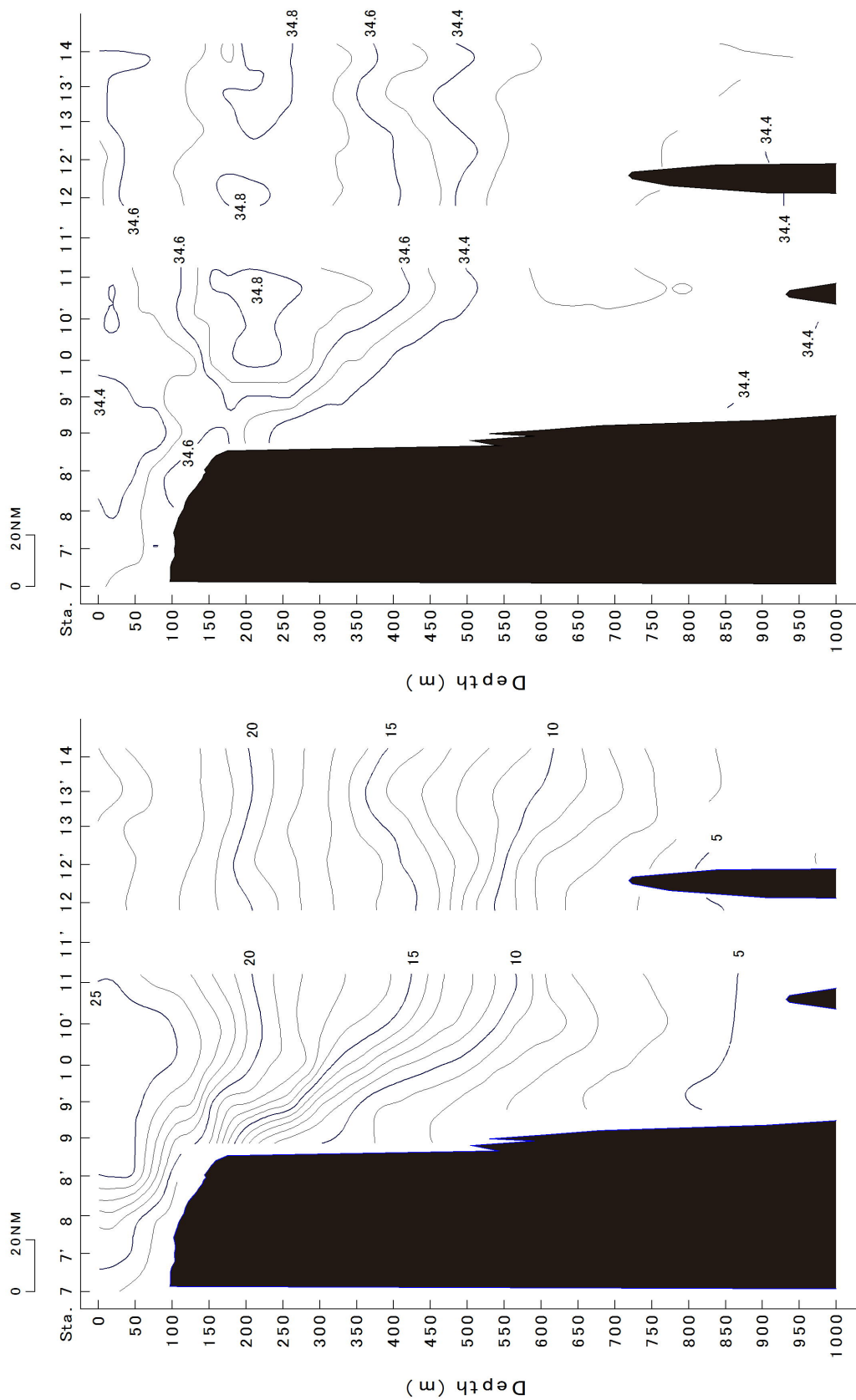


図2 2009 年 4 月沖合定線観測における水温 (下)・塩分 (上) の鉛直分布

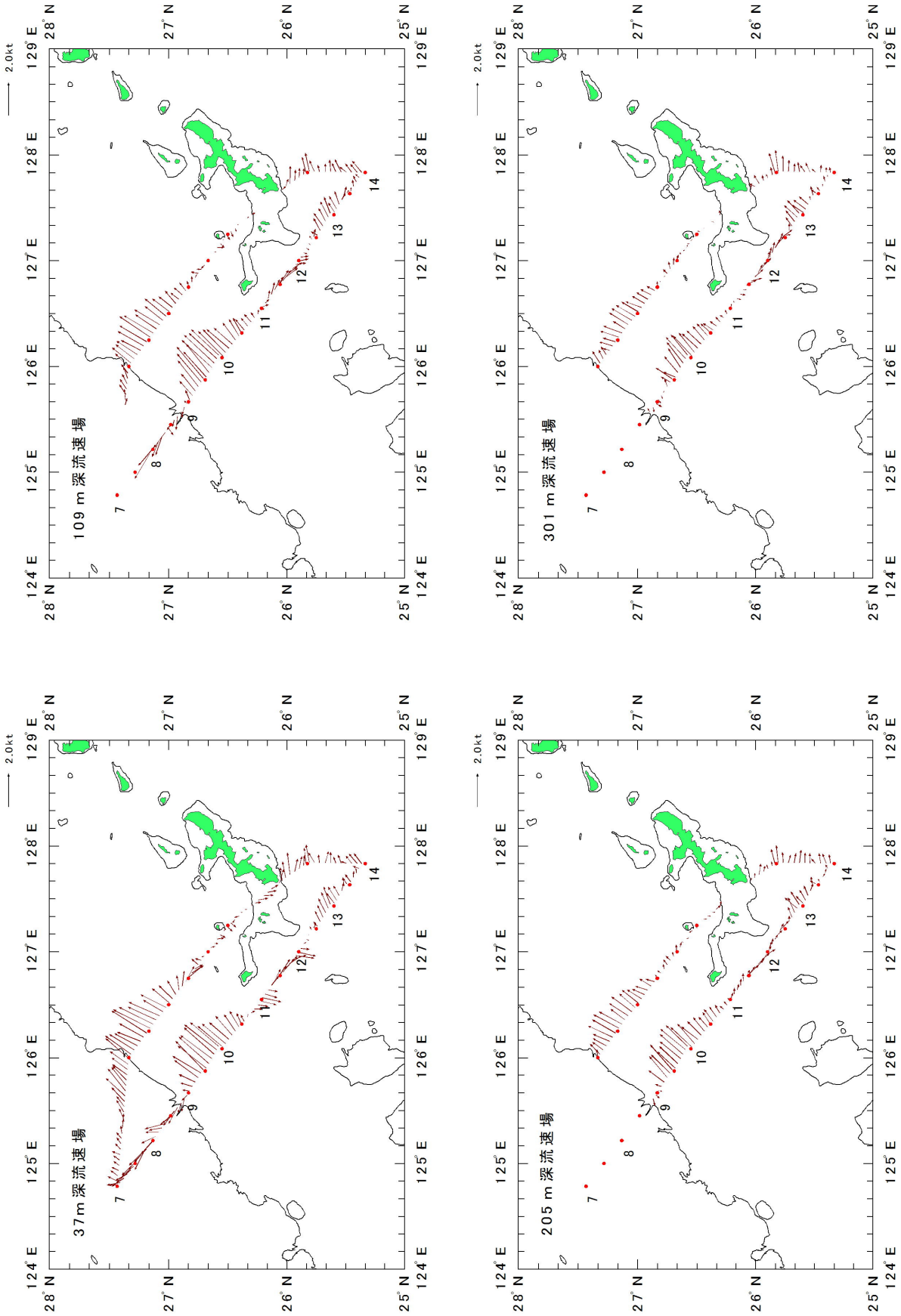


図3 2009年4月沖合定線観測における各層の流向流速の平面分布

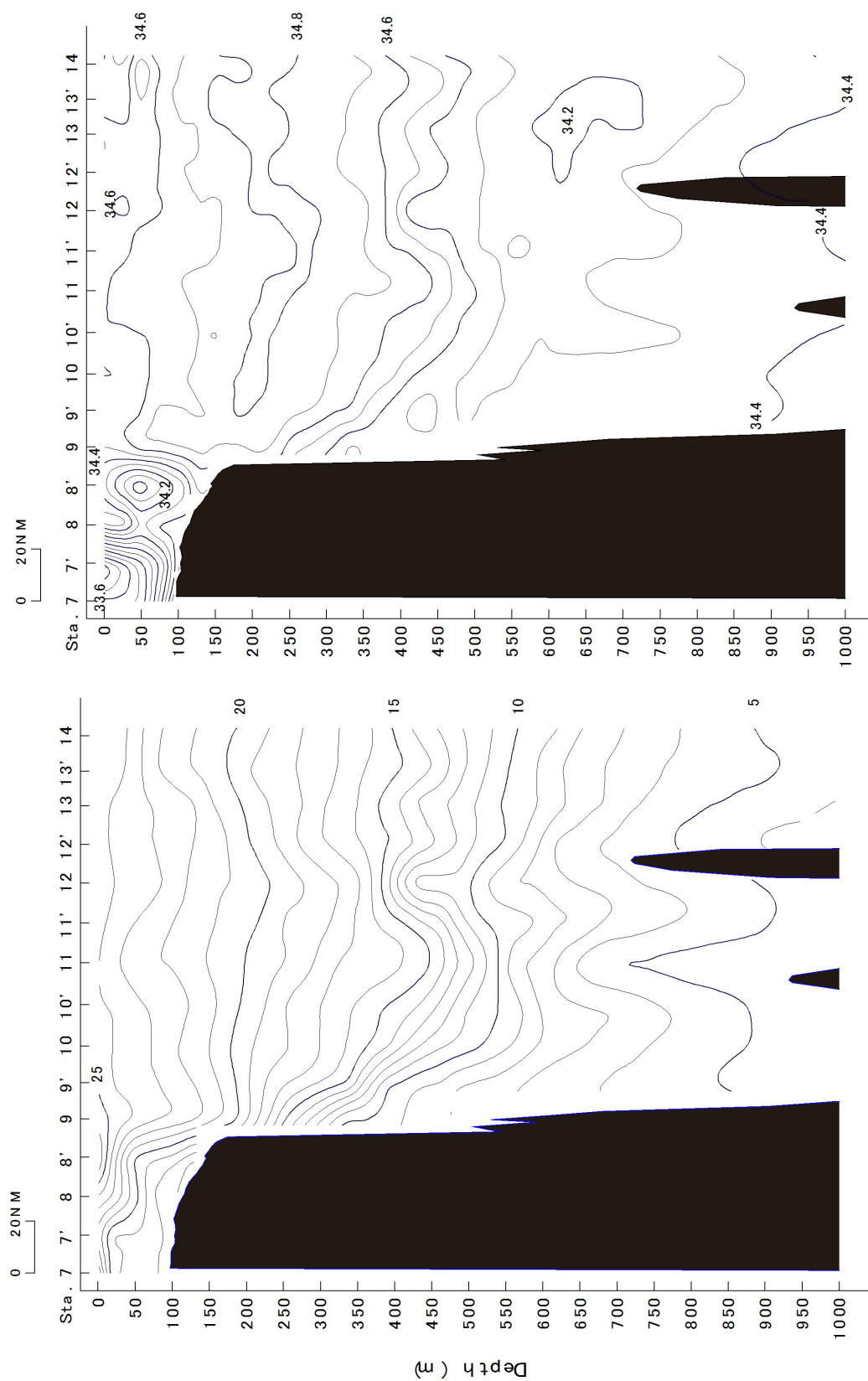


図4 2009年5月沖合定線観測における水温(下)・塩分(上)の鉛直分布

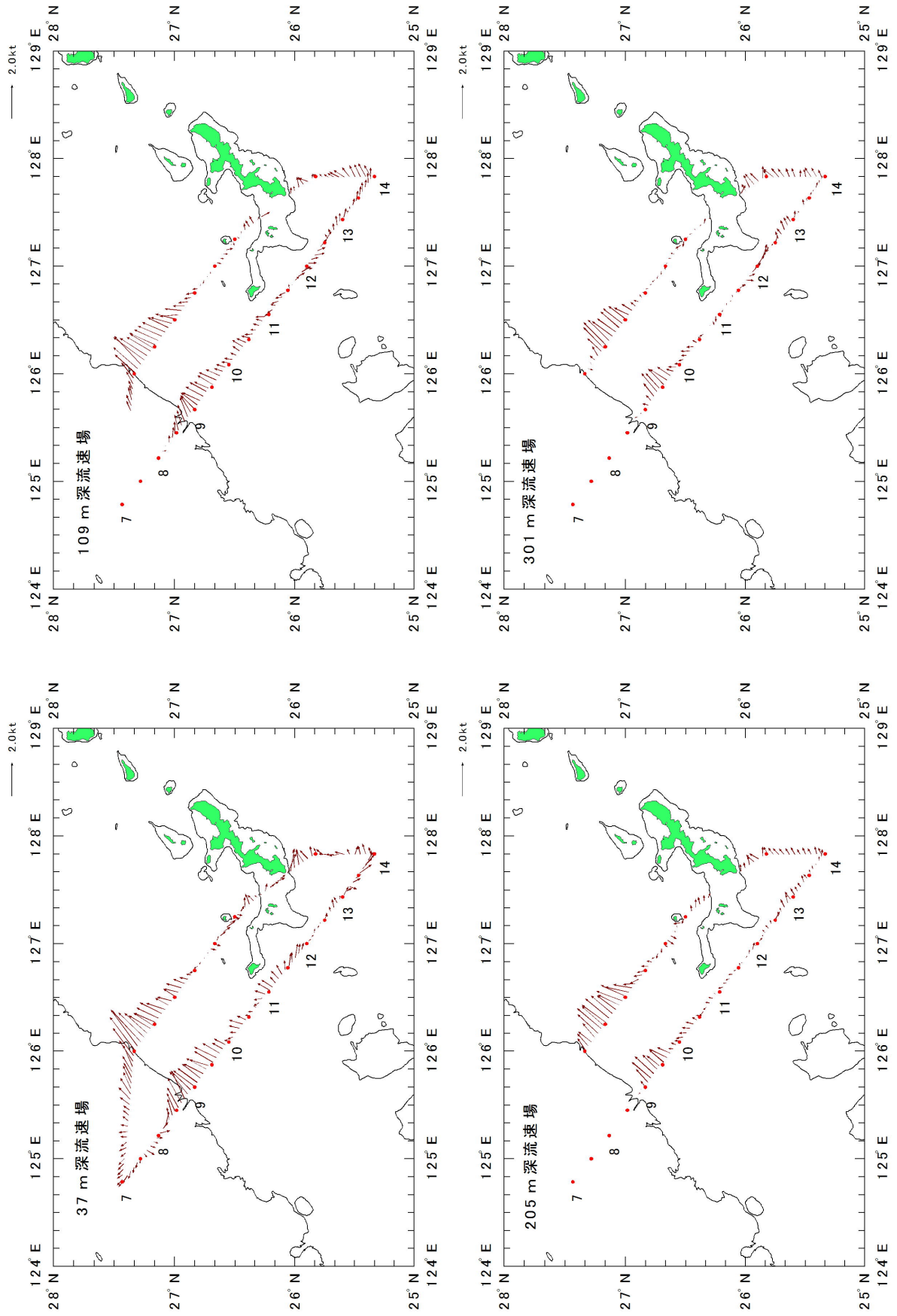


図5 2009年5月沖合定線観測における各層の流向流速の平面分布

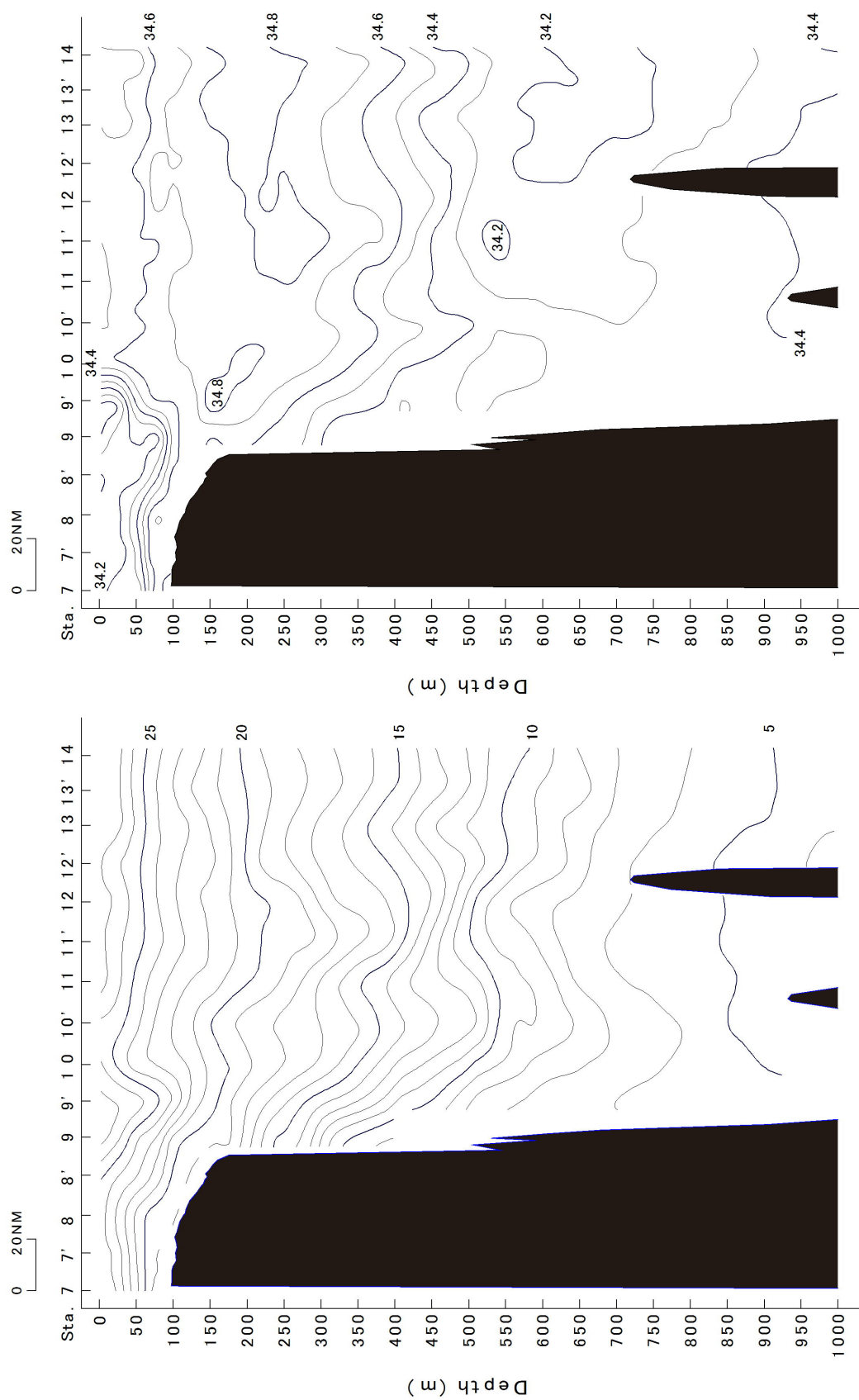


図6 2009年6月沖合定線観測における水温(下)・塩分(上)の鉛直分布

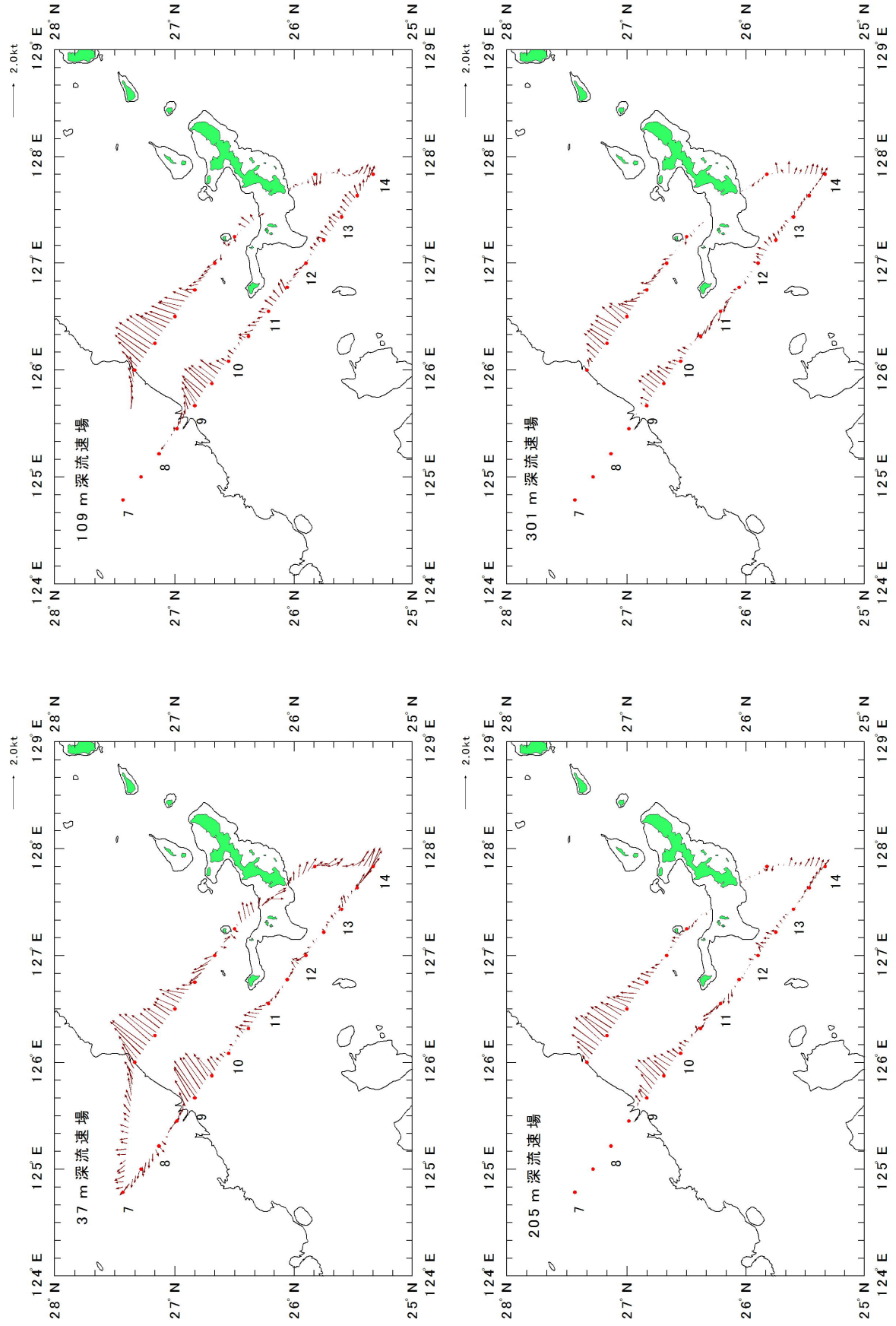


図7 2009年6月沖合定線観測における各層の流向流速の平面分布

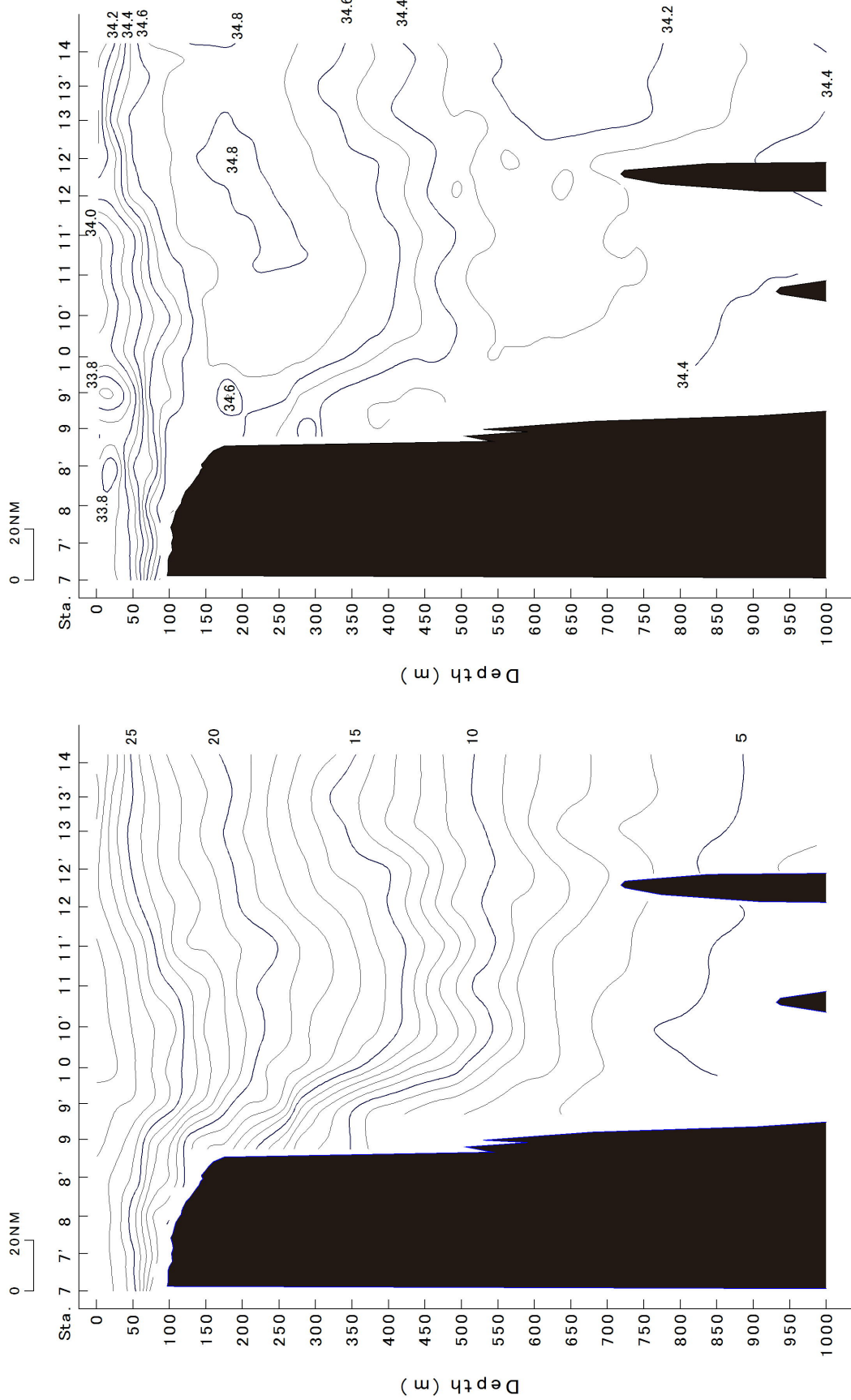


図8 2009年7月沖合定線観測における水温(下)・塩分(上)の鉛直分布

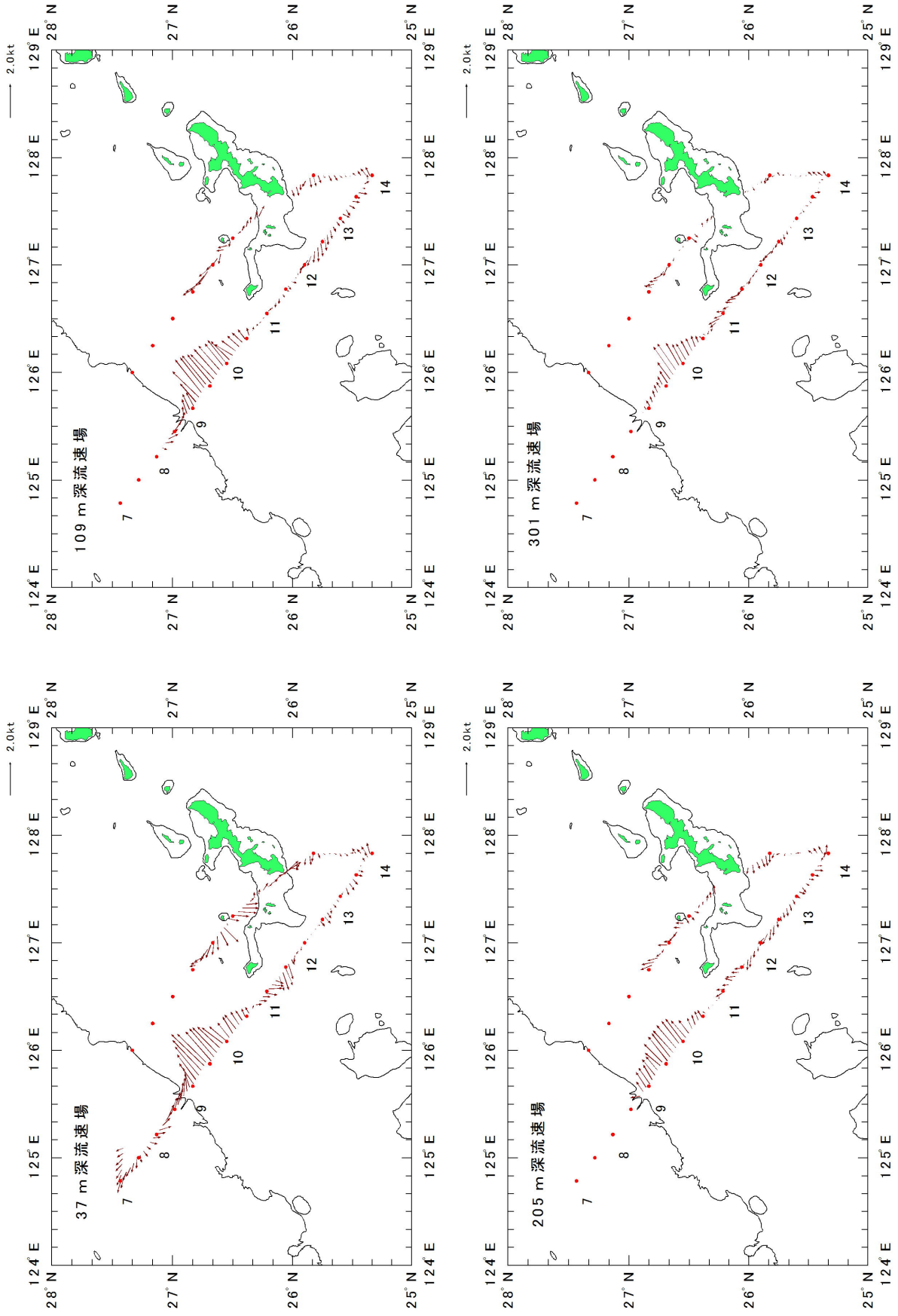


図9 2009年7月沖合定線観測における各層の流向流速の平面分布

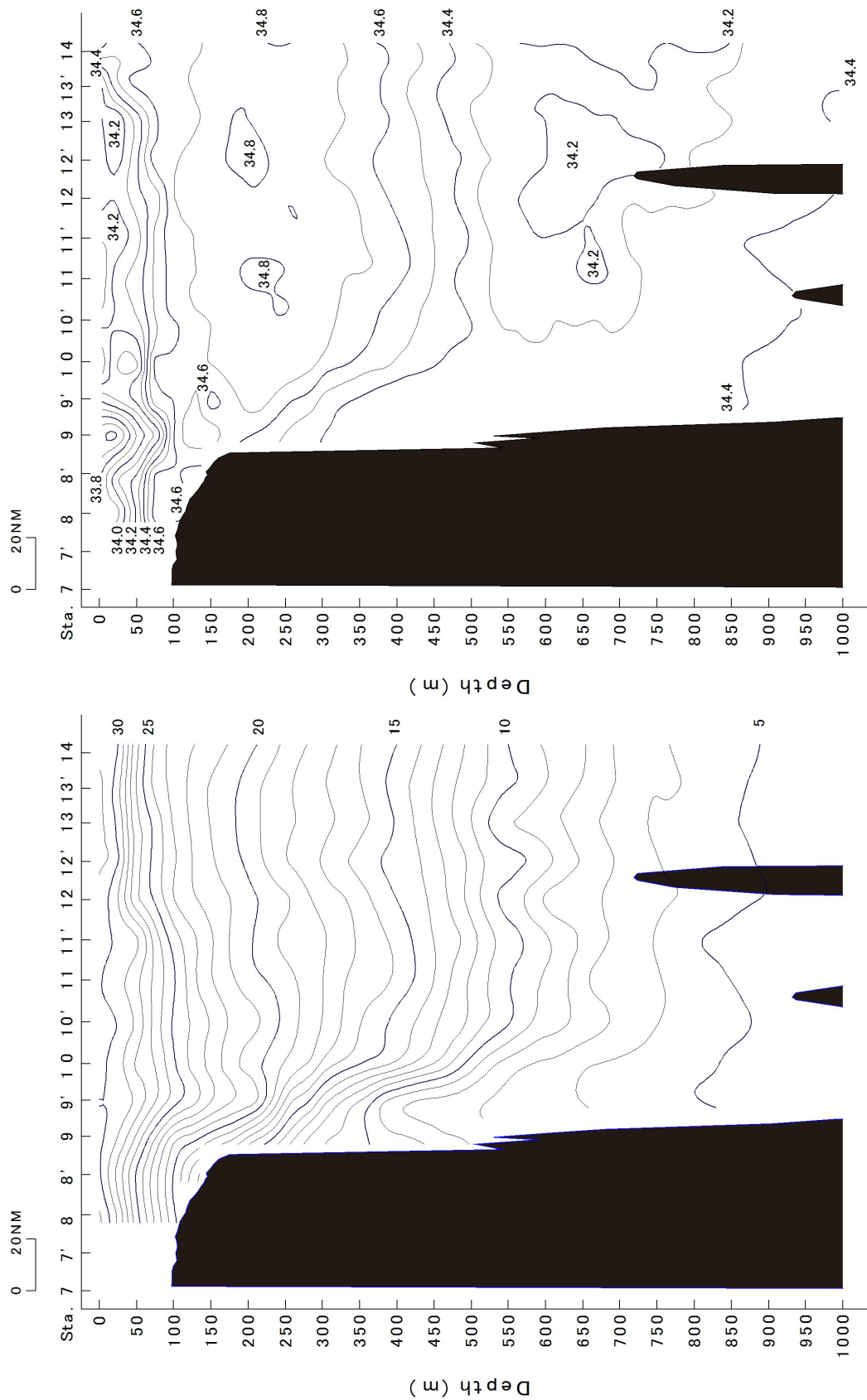


図10 2009年8月沖合定線観測における水温(下)・塩分(上)の鉛直分布

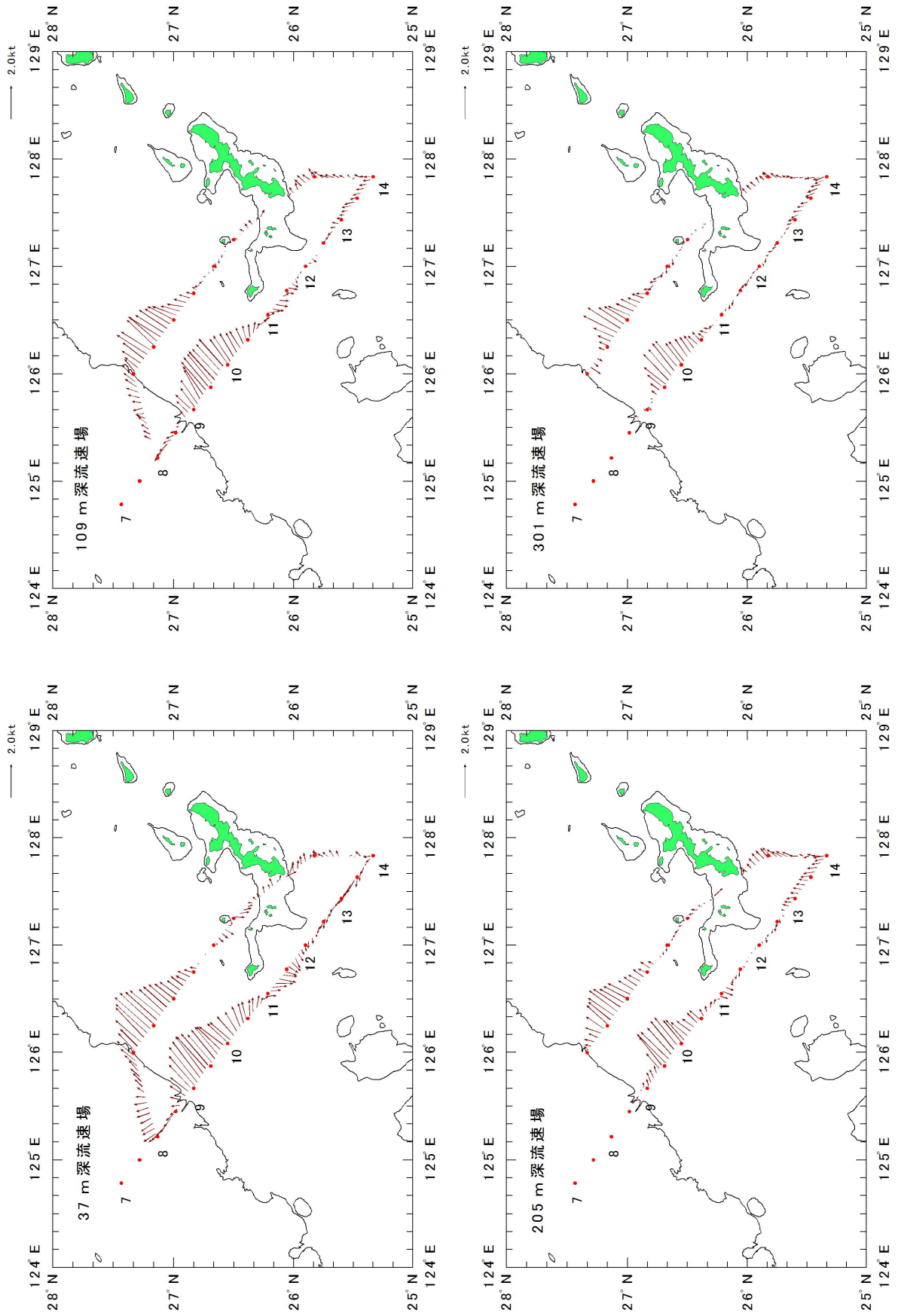


図11 2009年8月沖合定線観測における各層の流向流速の平面分布

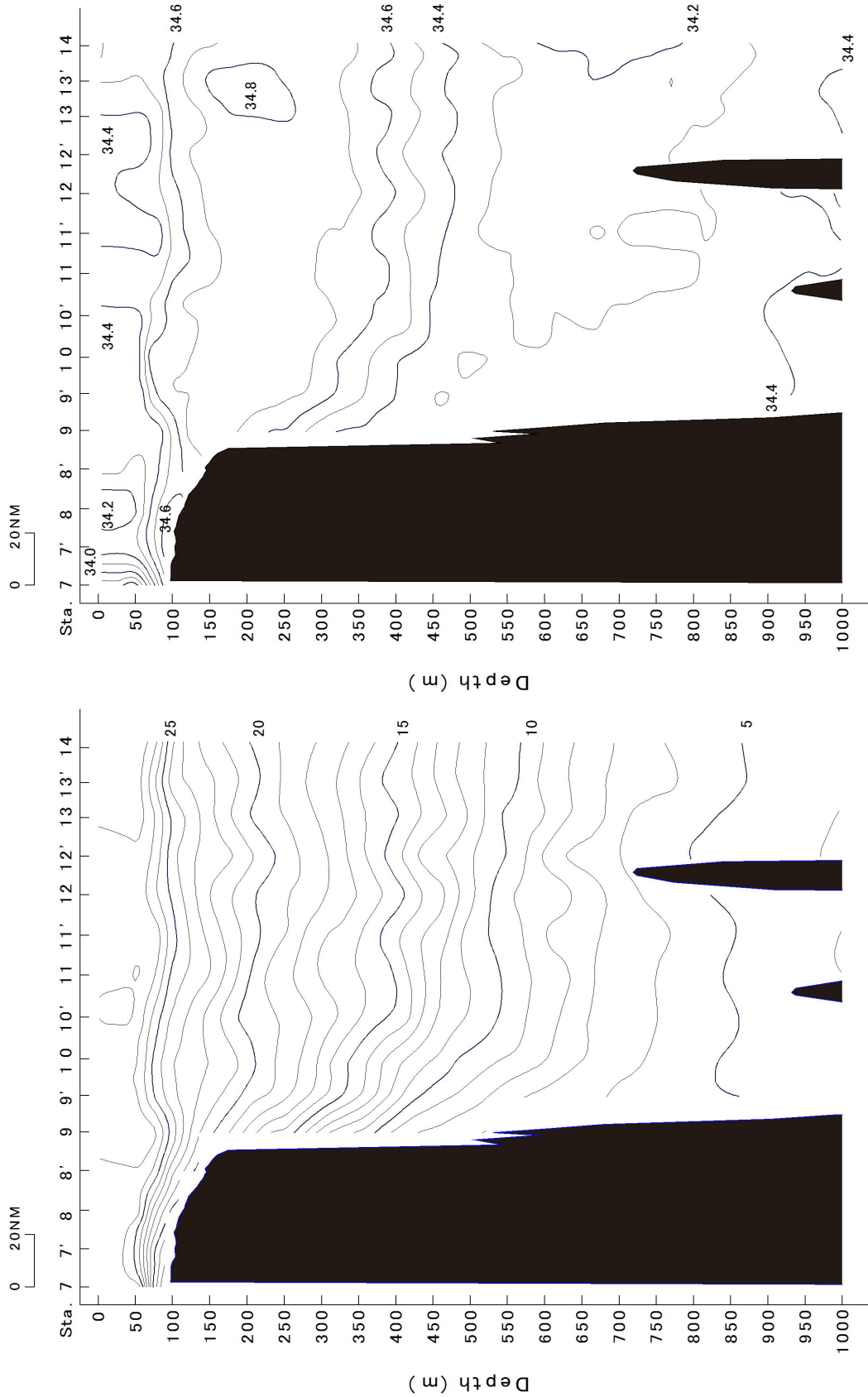


図12 2009年10月沖合定線観測における水温(下)・塩分(上)の鉛直分布

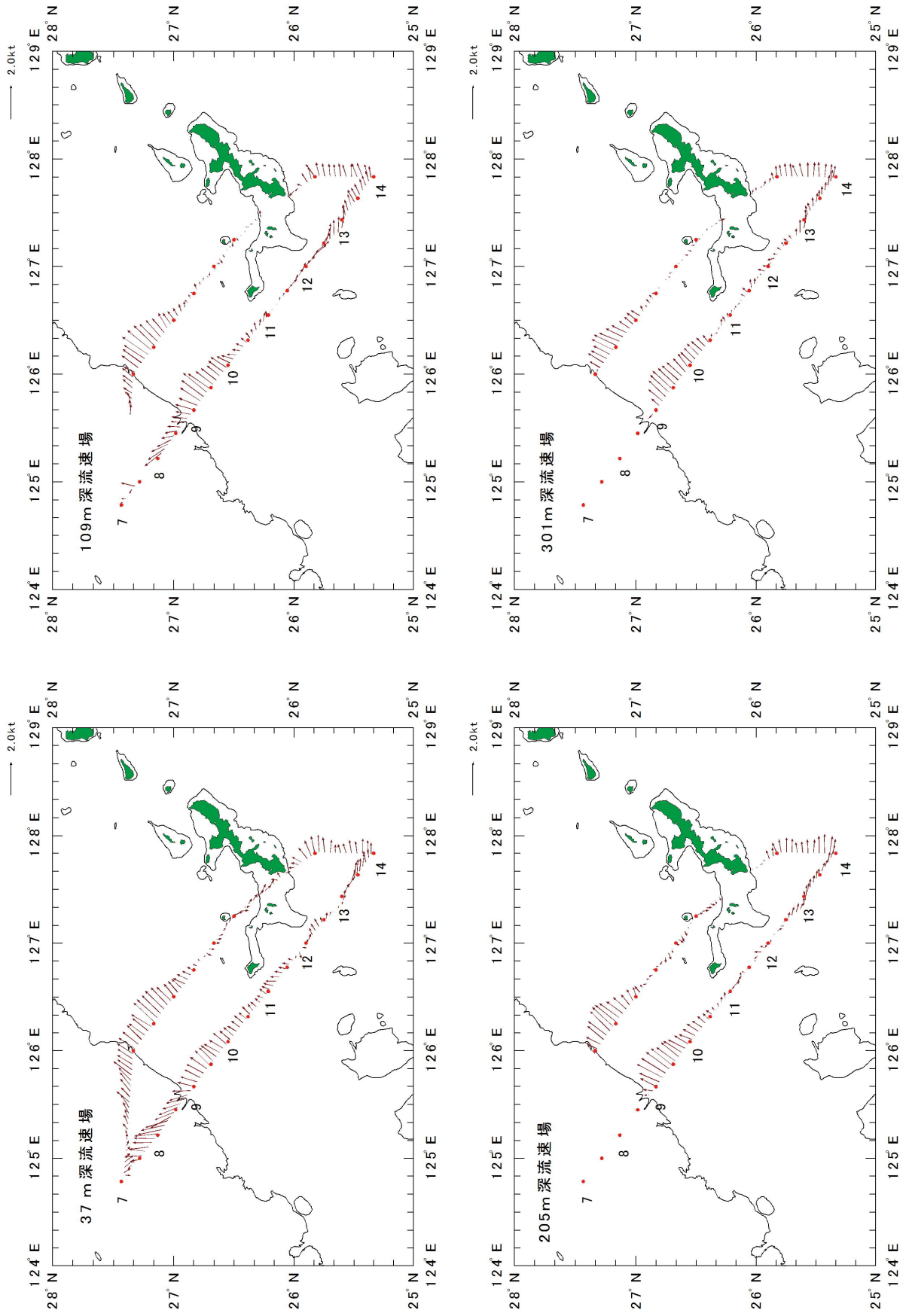


図13 2009年10月沖合定線観測における各層の流向流速の平面分布

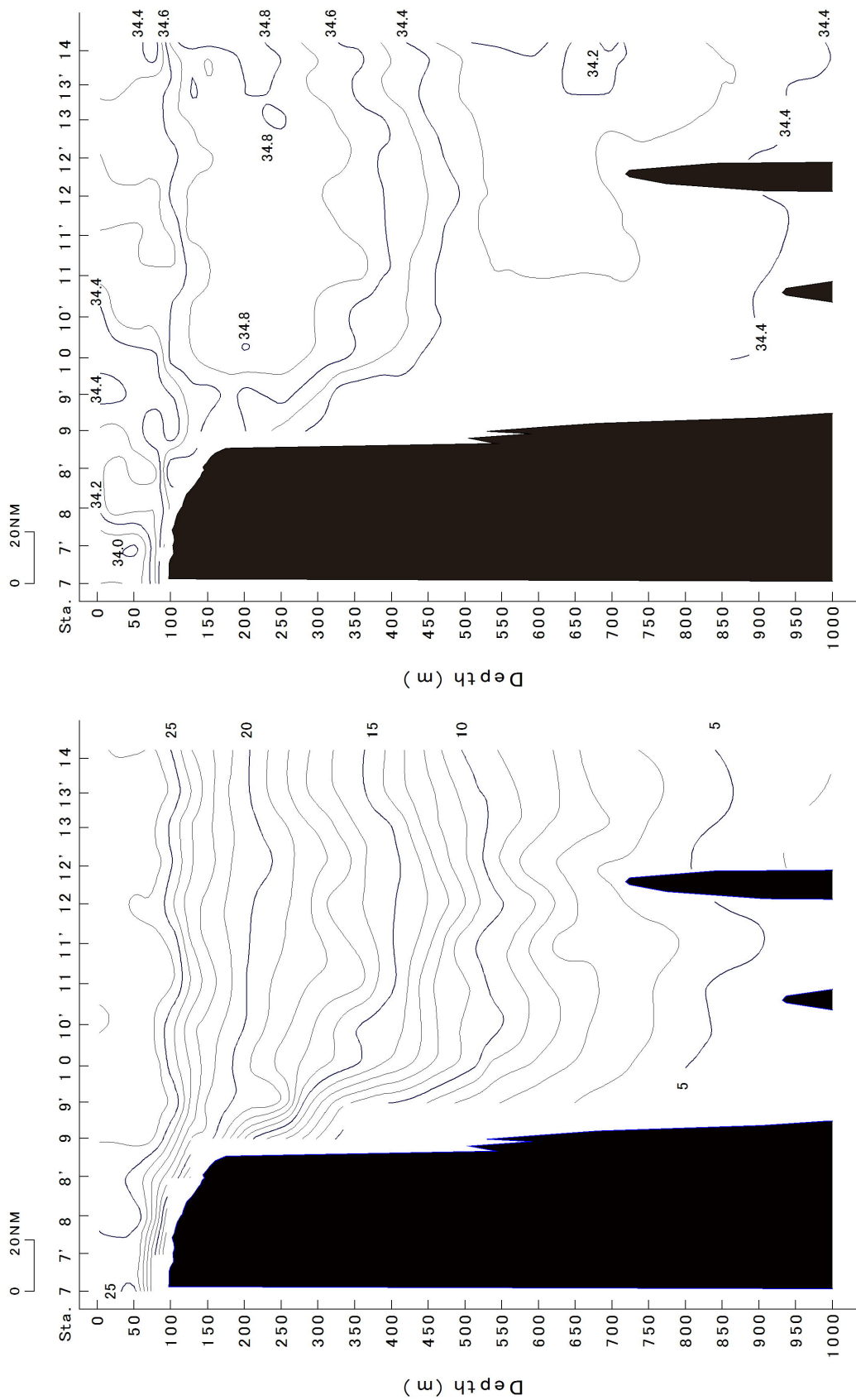


図14 2009年11月沖合定線観測における水温(下)・塩分(上)の鉛直分布

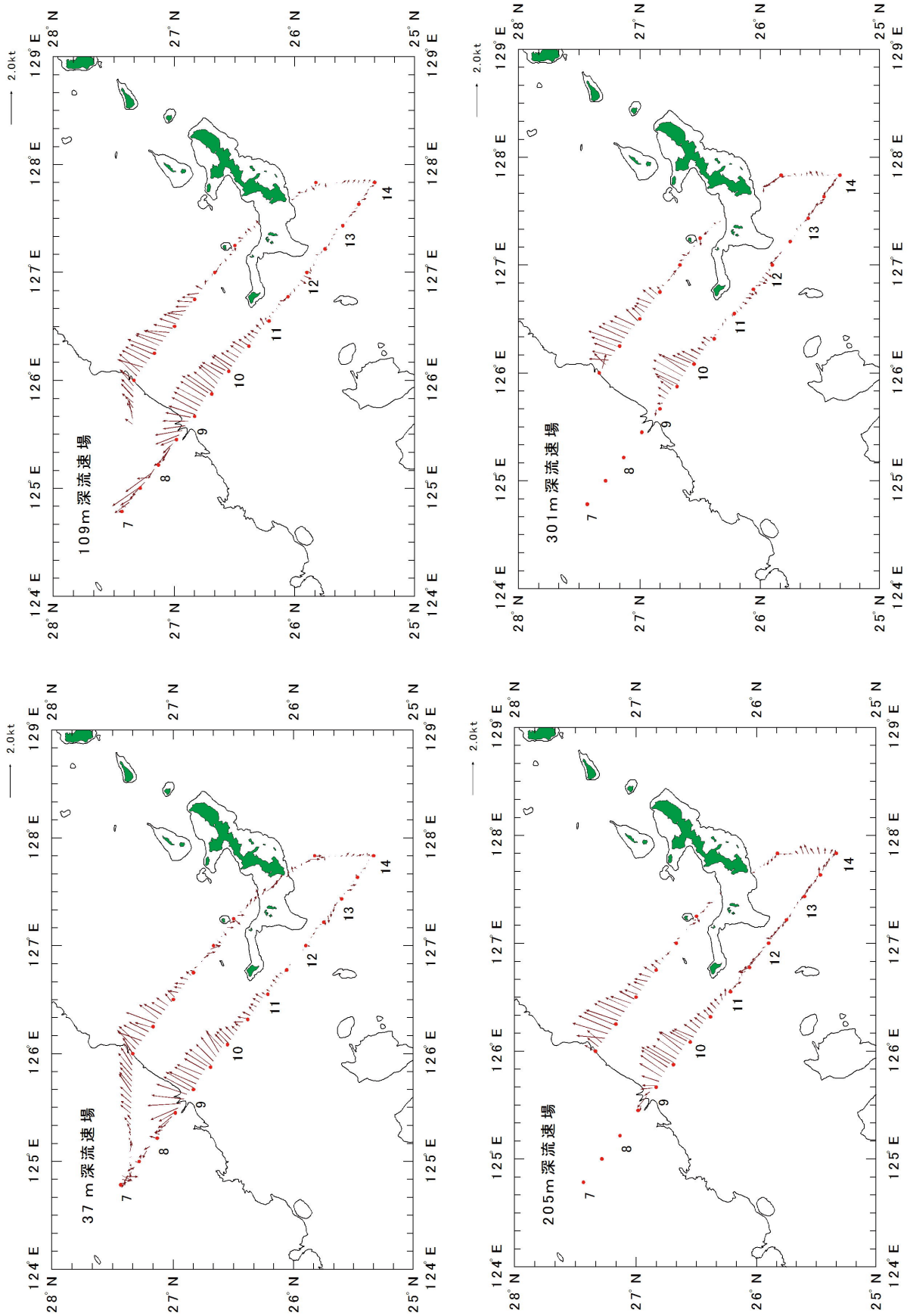


図15 2009年11月沖合定線観測における各層の流向流速の平面分布

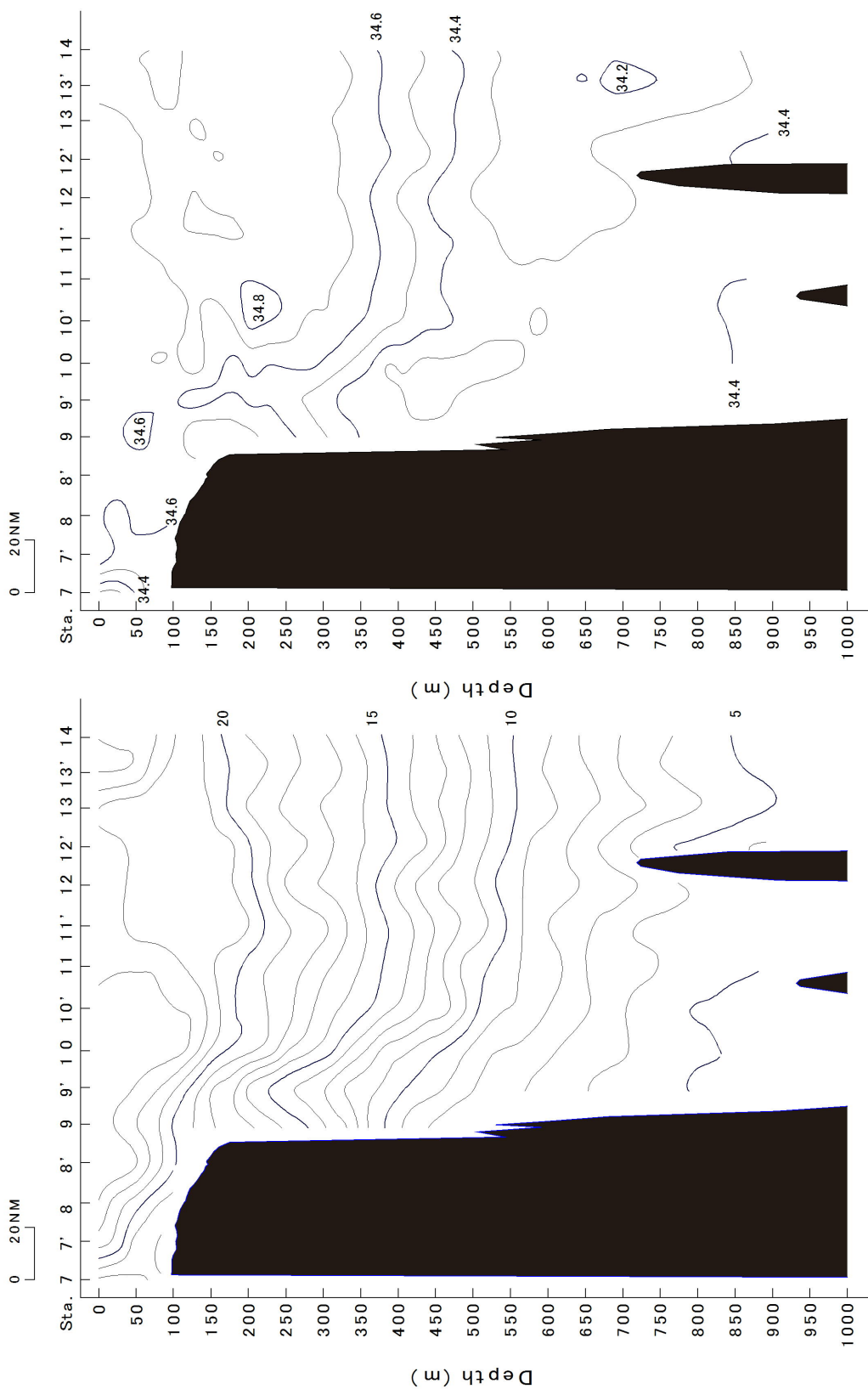


図 16 2010 年 3 月沖合定線観測における水温 (下)・塩分 (上) の鉛直分布

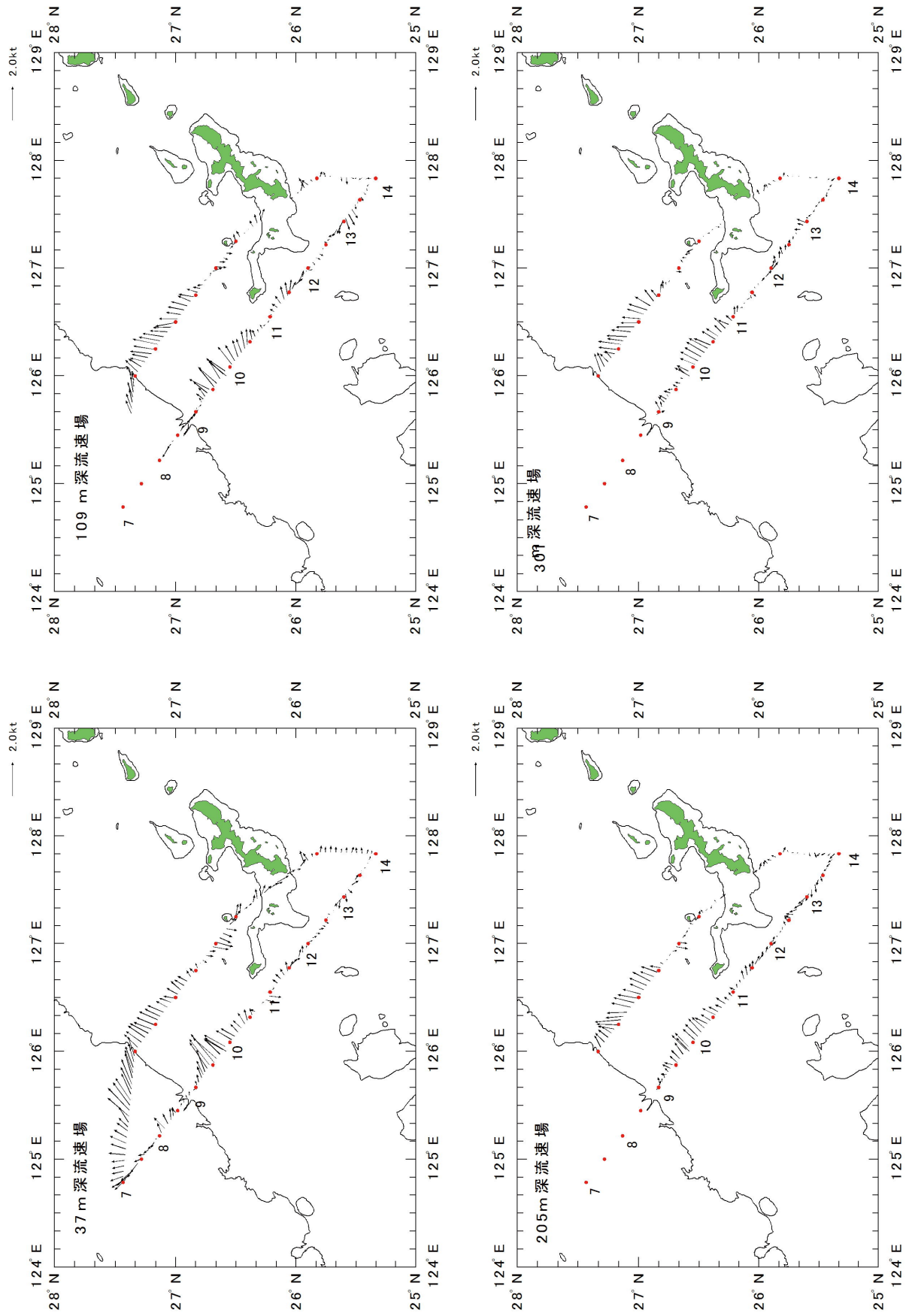


図17 2010年3月沖合定線観測における各層の流向流速の平面分布

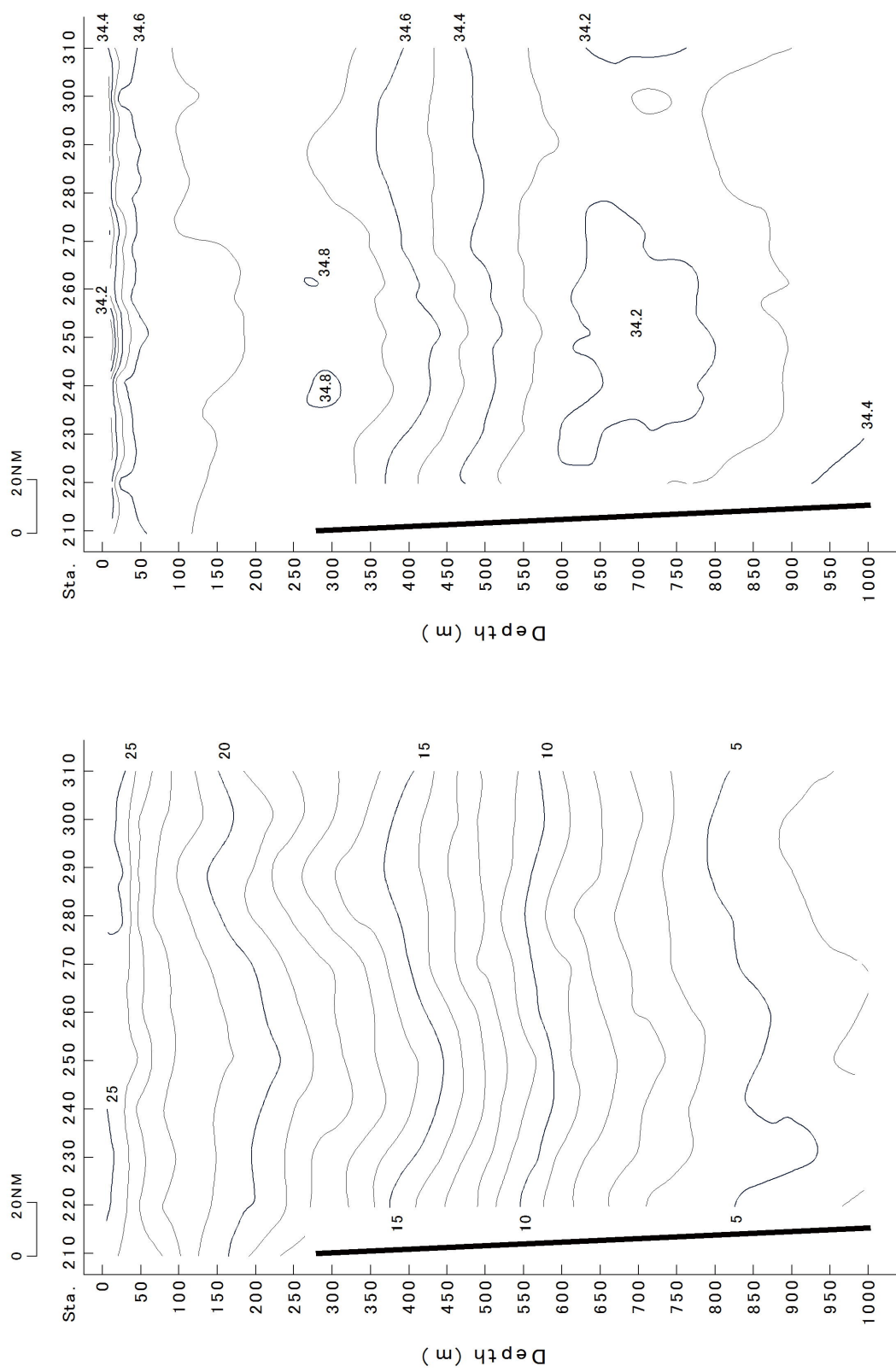


図20 2009年6月漁場探索・海洋動態解析における水温(下)・塩分(上)の鉛直分布

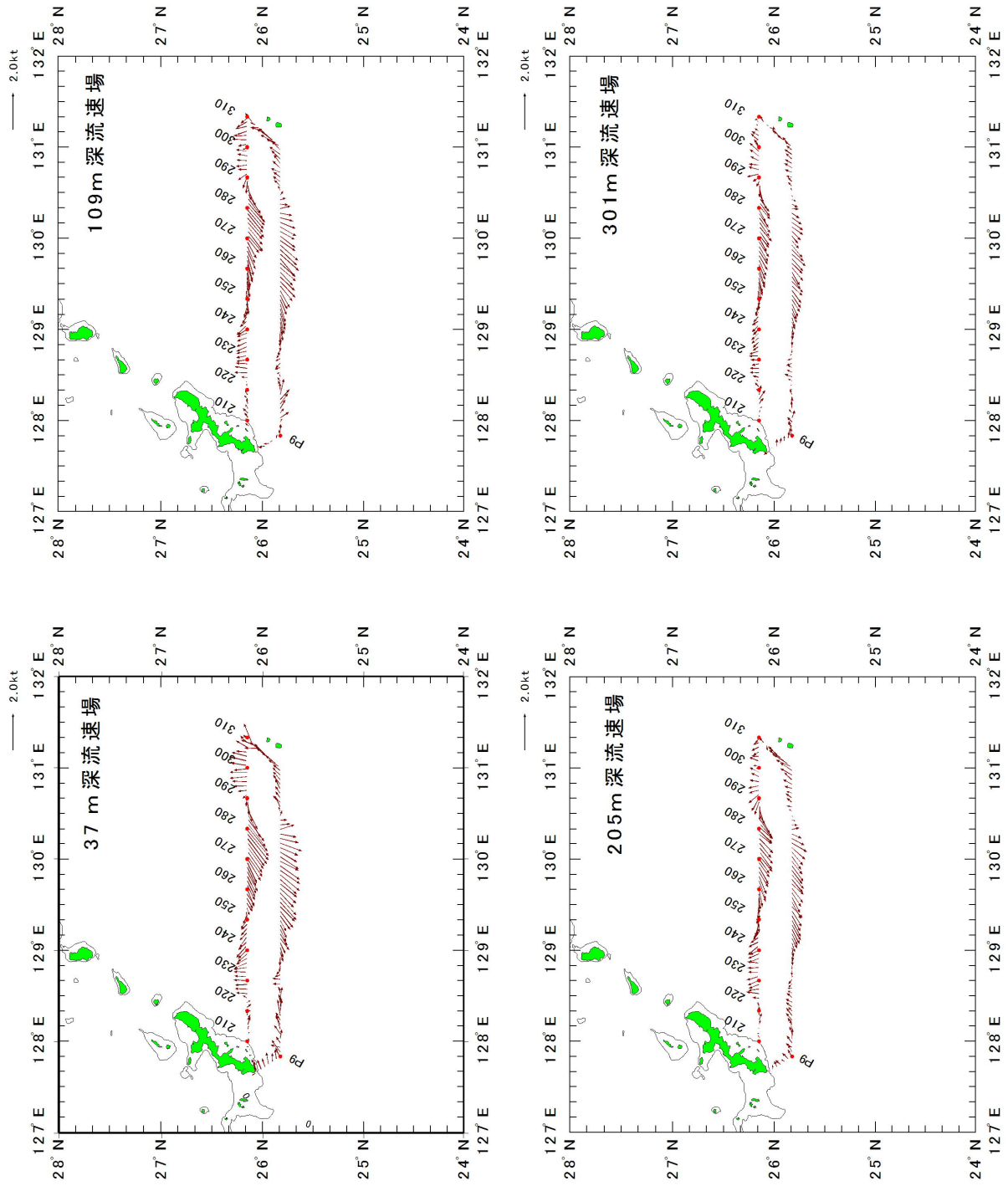


図 21 2009 年 6 月漁場探索・海洋動態解析における各層の流向流速の平面分布

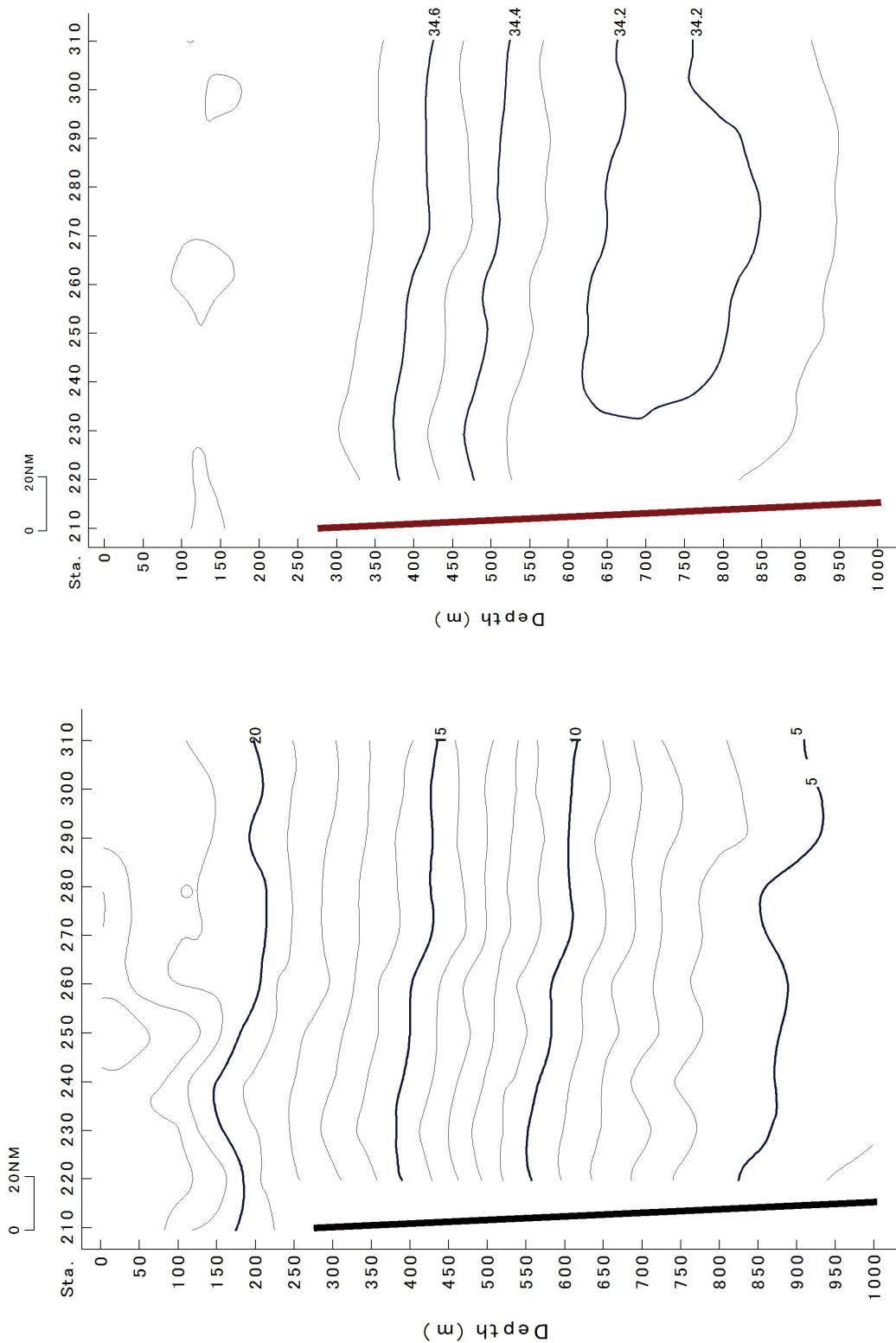


図22 2010年3月漁場探索・海洋動態解析における水温(下)・塩分(上)の鉛直分布

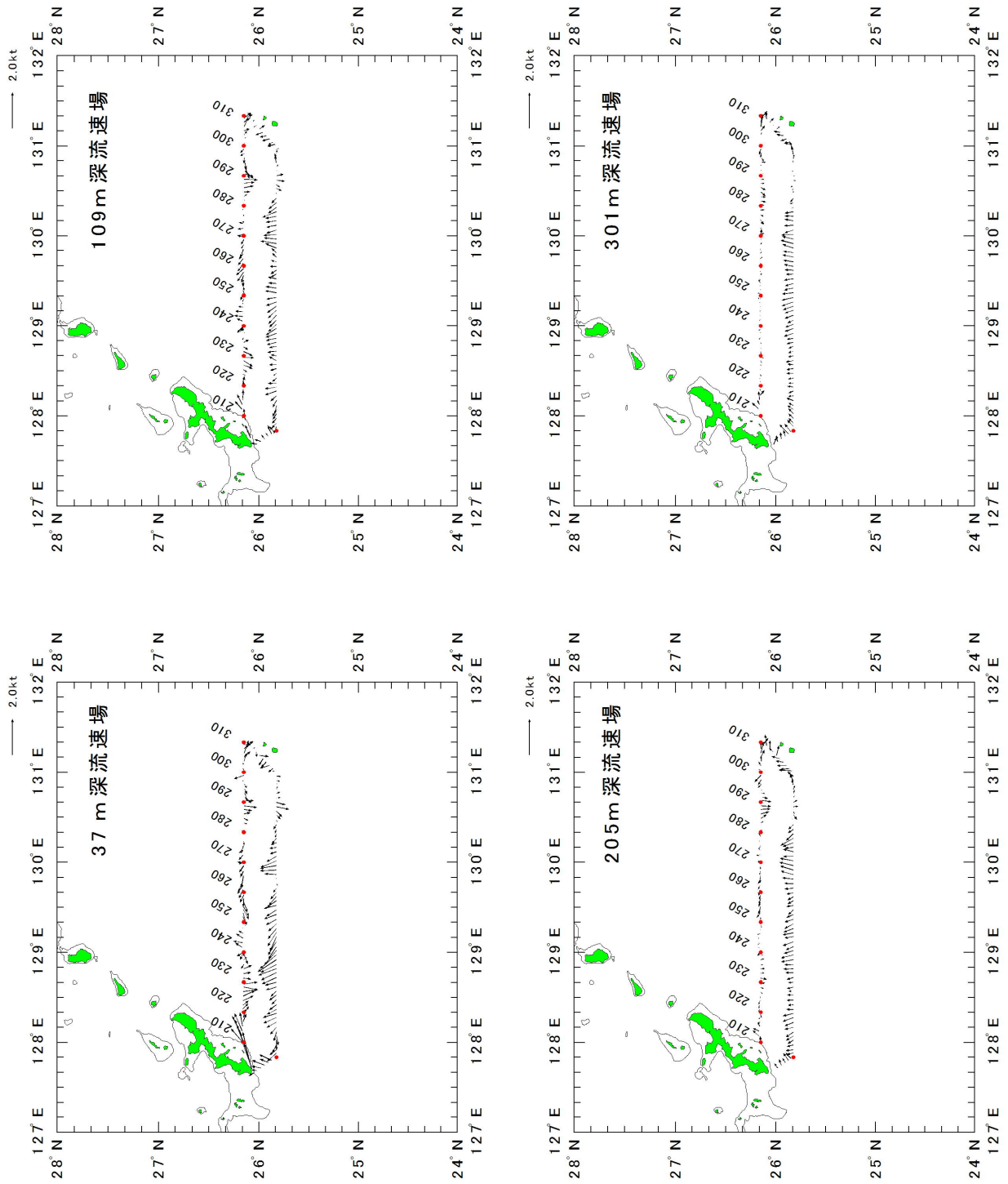


図 23 2010 年 3 月漁場探索・海洋動態解析における各層の流向流速の平面分布

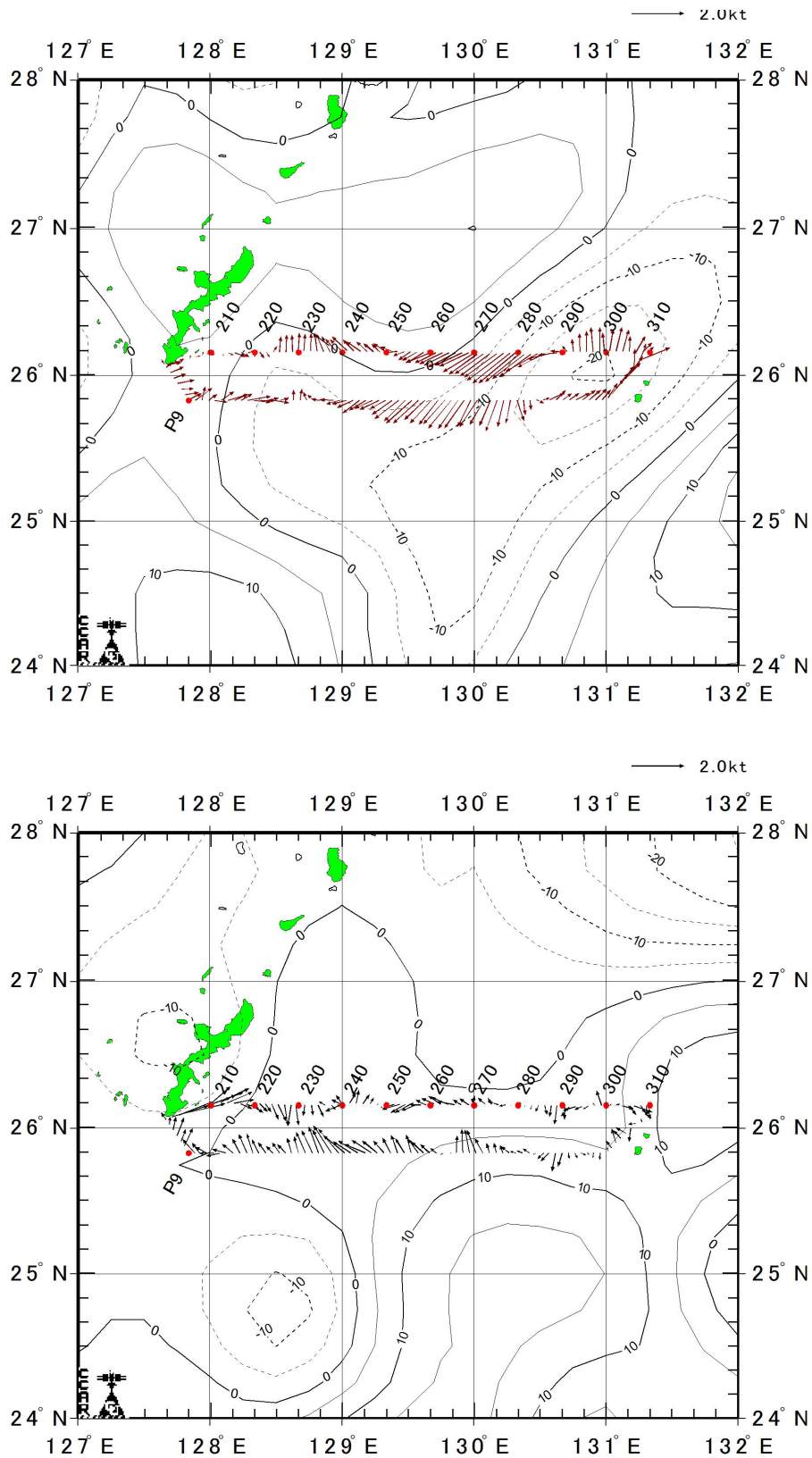


図 24 沖縄-大東間定線観測における流向流速観測結果 (37m 深流速場) と海面高度偏差図の合成図
2009年6月観測 (上) と2010年3月観測 (下)

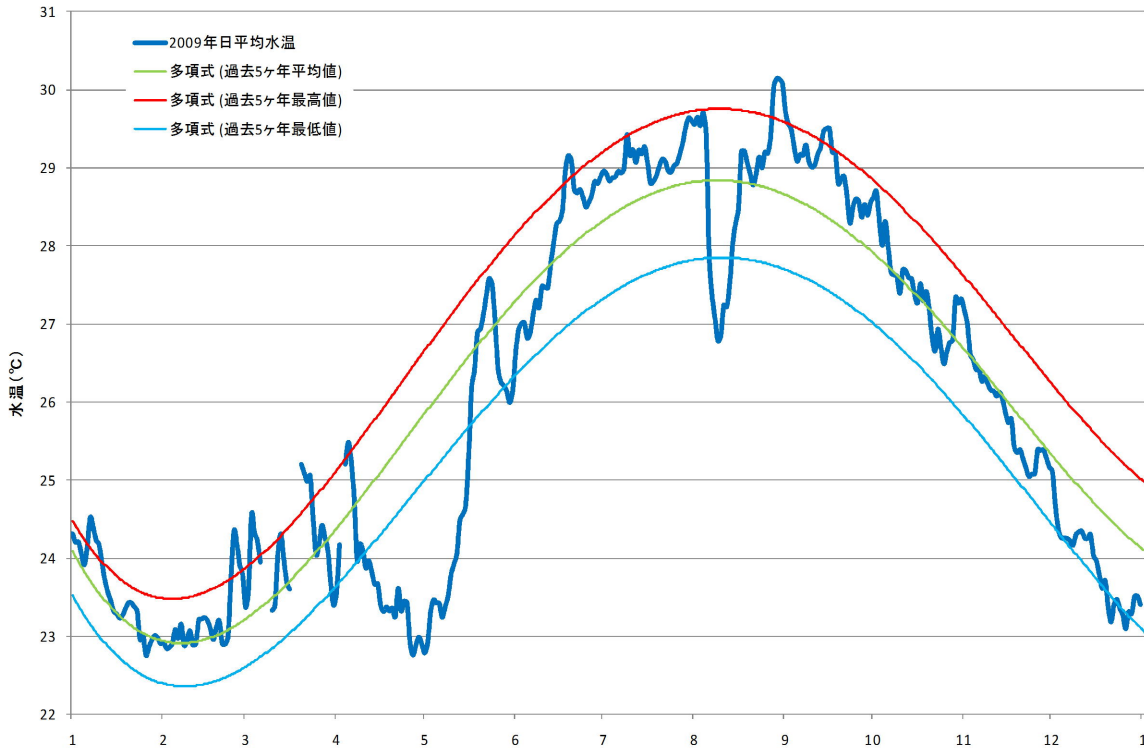
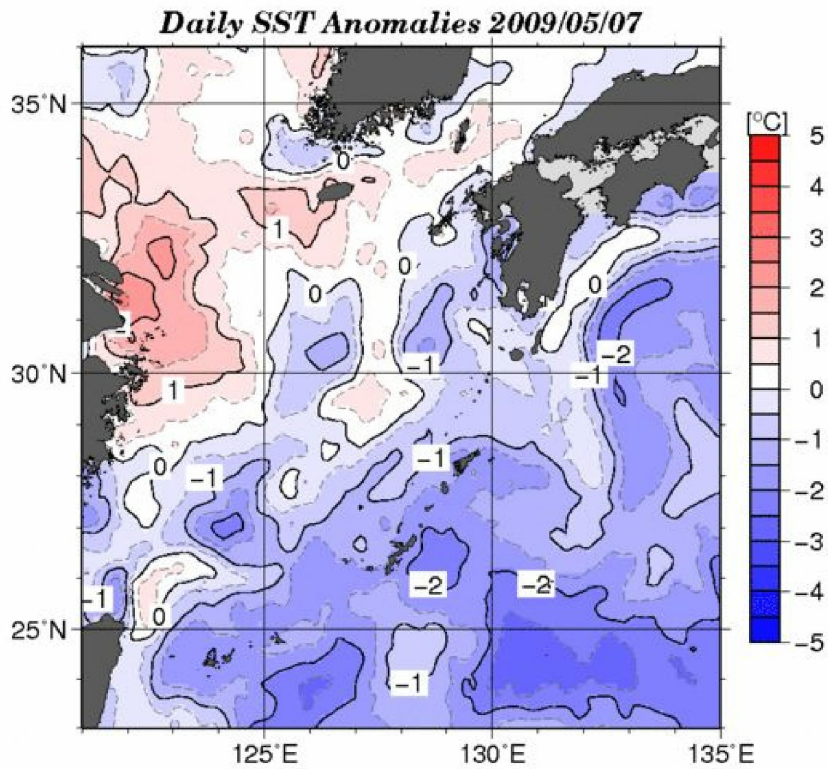


図 25 2009年にニライ12号で観測された日平均水温の変動



参考資料：気象庁 HP 海洋の健康診断表：2009年5月上旬の九州・沖縄海域の海面水温の診断より引用

http://www.data.kishou.go.jp/db/nagasaki/archive/2009/05_1/sst_05_1.html