

2010 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・ 海洋動態解析事業及び漁港漁場計画調査)

平手 康市

Oceanographic Observation around the Ryukyu Islands in fiscal 2010.

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

沖合定線観測（沖合海域海洋観測調査）

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、P9 及び Sta.14~7 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 1000m 程度、水深が

1000m 以下の場合には海底上 10m までを目安として実施した。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。

観測機器の内、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。

大東定線観測（漁場探索支援事業、海洋動態解析事業及び漁港漁場計画調査）

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）の Sta.210~320 及び P9 の観測点（表 1）において沖合定線観測と同様に、図南丸を運用して 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。

先島海域海洋観測（漁場探索支援事業、海洋動態解析事業及び漁港漁場計画調査）

先島海域に設定した観測線上の Sta. S1 から S20（図 1 及び表 1）において、沖合定線観測と同様に、図南丸を運用して 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。

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

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 (八重山西: N12; 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。2010 年 1 月~12 月に得られたニライ 12 号による水温情報は日毎に平均水温 (以下, 日平均水温とする) を算出して時系列で図示した。また, 過去 10 ヶ年の日平均水温の最高値, 最低値及び平均値を算出して, それぞれ 4 次多項式による近似曲線で示し, 2010 年の日平均水温と比較して, 水準の目安とした。同時に沖縄気象台西表観測所 (北緯 24° 25.6' 東経 123° 45.9' 標高 9.9m) で観測された日平均気温の 15 日移動平均値 (以下, 気温とする) を示して, 日平均水温の推移と比較した。

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) を必要に応じて入手し, 沖合定線観測, 大東定線観測, 先島海域海洋観測及び浮魚礁による水温観測による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

沖合定線観測 (沖合海域海洋観測調査)

2010 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。また, 各観測結果の流向・流速平面図の 37m 深の図には観測航海には直近の海面高度偏差情報を併せて図示した。

4 月の観測では, Sta.10 以降の観測点では海況の悪化により CTD 観測が困難となり Sta.10 及び 9 は欠測となった。また, 航行の安全を確保する為に Sta.9 以降の観測点における観測を省略し, 復路の X-1 から X-6 の XBT 及び ADCP 観測を行い帰港した。CTD 観測が実施できた Sta.10~14 では表面から水深 200m において東側に向けて水温が高くなる傾向が見られた。また, 水深 500~800m に分布する 34.2 の塩分帯は 11~13 に一つの水塊として分布していた。一方, Sta.11~14 の表層から水深 25m に観測された塩分躍層は降水によるものと考えられる (図 2)。ADCP 観測では黒潮の流軸は Sta.9~10 付近にあり比較的大陸棚寄りであった。一方, Sta.10~12 では黒潮に引き込まれるように北西向けの流れを観測した。一方, P9 から Sta.13 付近には高気圧性の中規模渦による影響と見られる北東向けの流れを観測した (図 3)。

5 月の観測では, Sta.8~11 付近の表層には周辺より水温の高い 25°C の温度帯が分布していた (図 4)。これは ADCP 観測による黒潮流軸の位置 (図 5) に一致することから, 黒潮の存在を反映したものと考えられる。一方,

Sta.12 付近には水平方向の顕著な流れは観測されていないが, 水深 350m 付近には水温及び塩分の分布に褶曲が見られ下降流が発生していたことが示唆された (図 4)。また, 水深 500~800m に分布する 34.2 の塩分帯は顕著な水塊を形成せず散在して分布していた (図 4)。観測航海時において P9 から Sta.140 付近には顕著な中規模渦は確認できていないが, 比較的安定した北東向けの潮流を観測した (図 5)。

6 月の観測では, Sta.8~10 付近の表層には周辺より水温の高い 27°C の水温帯が分布しており, (図 6) 同月の ADCP 観測結果 (図 7) と併せて, この観測点付近に黒潮流軸が存在していたと推測される。また, Sta.10~14 の水深 200m 付近までの水温は西側に向けて高くなる傾向があり, 比較的深い水深まで黒潮の影響があったと考えられる (図 6)。一方, 水深 500~800m に分布する 34.2 の塩分帯は Sta.13 付近に達していた (図 6)。観測航海時において Sta.13~14 は低気圧性の中規模渦の影響下にあり, この影響を受けて西向けの潮流を観測した (図 7)。

7 月の観測では, Sta.9~10 付近の 25°C 水温帯は近接する観測点より深い水深にあり, また, ADCP により観測された黒潮の流軸も同様の位置にあったことからこの付近に黒潮流軸があったと推定される (図 8 及び 9)。一方, Sta.7~9 には中国大陸に由来する河川水の影響と考えられる低塩分の水塊が表層に観測され, また, 水深 500~800m に分布する 34.2 の塩分帯は Sta.11 付近にまで達していた (図 8)。観測航海時において P9 及び Sta.14 はおおよそ +10cm の海面高度偏差コンタ線に沿うように時計回りの潮流, Sta.10~13 は北西に向けて伸びた +5cm の海面高度偏差コンタ線に沿うように潮流が観測されたが, 前述の黒潮の流軸に近接する海域ではこの影響をうけて, 広い海域において比較的強い潮流が発生したと推測される。

8 月の観測では, 表層付近に黒潮流軸と対応する顕著な高い水温帯は観測されなかったが, Sta.9~10 付近の水深 50~100m に確認された 25°C の水温帯に褶曲が見られること (図 10) と ADCP による黒潮流軸 (図 11) がよく一致していた。これに対して, Sta.12~14 の表層に 30°C の水温帯が観測されたが, これはこの付近あったとされる比較的小規模な暖水性の中規模渦の影響であったと推測される。一方, 水深 500~800m に分布する 34.2 の塩分帯は Sta.12 付近に達し, Sta.11 付近には断片的な水塊が観測された (図 10)。観測航海時において, P9 及び Sta.12~14 は比較的勢力の強い高気圧性の中規模渦影響下にあり, ADCP 観測結果もこの海域に時計回りの潮流を観測している。

10 月の観測では, Sta.9~11 付近の表層には周辺より水温の高い 28°C の温度帯が分布していた (図 12)。これは ADCP 観測による黒潮流軸の位置 (図 13) に一致し, 黒潮の存在を反映したものと考えられる。一方, Sta.11 の水深 300~400m には水温及び塩分帯の褶曲が見られ下降流が発生していたと推測される (図 12)。また, 水深 500~

800m に分布する 34.2 の塩分帯は Sta.11 付近にまで達していた (図 12). 観測航海時において Sta.12'~14 は低気圧性の中規模渦の影響下にありこの縁辺を回り込む様に反時計回りの潮流を観測した (図 13).

11 月の観測では、季節的な混合層の形成により水深 100m 付近まで水温及び塩分がほぼ一様になっていたが、20°C の水温帯が Sta.9~10' 付近で深くなっている事 (図 14) と ADCP 観測による黒潮流軸が確認できる位置 (図 15) がほぼ一致することからこの付近に黒潮があったと推測される。一方、水深 500~800m に分布する 34.2 の塩分帯は Sta.10' 付近にまで達していた (図 14). 観測航海時において Sta.11'~14 は勢力の弱い低気圧性の中規模渦の影響下あったと考えられ、ADCP 観測結果もこの海域に反時計回りの潮流を観測している (図 15).

3 月の観測では、Sta.9'~11' 付近の表層には周辺より水温の高い 23°C の温度帯が分布していた (図 16). 一方、ADCP 観測による黒潮流軸の位置は Sta.9'~10 にあり、Sta.10'~12' 付近では 301m 深を除いて南西向けの流れを観測した (図 17). これらの観測点の水温が周辺とは比較的高いことから、Sta.10'~12' 付近で確認された南西向けの流れは黒潮の反流であることが推測される。また、黒潮流軸とその反流と推測される流れの境界に当たる Sta.10' 及び反流と推測される流れの中心に一致する Sta.11 の水深 200~750m には水温及び塩分帯の褶曲が見られ、黒潮の反流と推測される流れの影響が示唆される (図 16). 一方、水深 500~800m に分布する 34.2 の塩分帯は見られず、34.4 の塩分帯もかなり東寄りに後退して見られた (図 16). 観測航海時において中規模渦の影響と考えられる顕著な潮流は観測されなかったが、Sta.12'~13' では南東向けの潮流を観測した (図 17).

大東定線観測 (漁場探索支援事業、海洋動態解析事業及び漁港漁場計画調査)

2010 年 6 月 28~30 日に実施した観測では、Sta.220~290 は暖水性の中規模渦の影響下にあったと考えられ、水深 400m 付近までこの付近の水温及び塩分帯の鉛直構造に緩やかな下方への湾曲が見られ (図 18), ADCP 観測の結果もこの付近に大きな時計回りの渦流を示している (図 19). 一方、水深 500~800m に分布する 34.2 の塩分帯は観測海域の全体に確認できた (図 18).

2011 年 3 月 8~10 日に実施した観測では、水温及び塩分帯の鉛直構造では Sta.220~230 付近の水深 100~250m において上向きの褶曲が見られた (図 20). また、これに対応して、ADCP 観測では Sta.230 付近の水深 205m までに水平方向に対して流向の急変が観測されている (図 21). この付近は大きく北東-南西方向に伸びた冷水帯の影響下にあったことが海面高度偏差情報により解っており、この影響と考えられる。一方、水深 500~800m に分布する 34.2 の塩分帯は観測海域の全体に確認できなかった (図 20). この事は、3 月に実施した沖合定線観測の結果と一致している。

先島海域海洋観測 (漁場探索支援事業、海洋動態解析事業及び漁港漁場計画調査)

今回設定した先島海域海洋観測における Sta.S2 (往路) 及び S20 (復路) は、それぞれ沖合定線観測における Sta.12 及び Sta.12' と同じ位置で、この海域の海底地形は沖縄諸島と宝山・大九曾根を形成する島棚を分断する慶良間ギャップと呼ばれる水路状となっている (表 1 及び図 1). 2011 年 2 月 21~24 日に実施した観測では、慶良間ギャップに相当する往路の Sta.S2~S3 及び復路の Sta.S19~S20 で水温と塩分が隣接する観測点より高い傾向が確認できた (図 22 及び 23). また、ADCP 観測においても該当する Sta.S2, S3 及び S20 に南東向けの流れを観測した (図 24). これらが周辺と比較して高水温及び高塩分であることから黒潮から波及した流れの一部であることが示唆される。一方、水深 500~800m に分布する 34.2 の塩分帯は観測海域の全体で確認できなかったが、34.4 の塩分帯は往路の Sta.S1~S2 付近, S3~S4, S6 及び S9, 復路の Sta.S20 付近に断片的に観測された。 (図 22 及び 23). 前述した慶良間ギャップ付近を除いた航海中の ADCP 観測結果の内、往路では海面高度偏差に対応して Sta.S4~S6 に時計回り、Sta.S7~S9 に反時計回りの潮流を観測したが、復路に相当する Sta.S10~S19 では特徴的な海面高度偏差は確認されなかったが、流向・流速の変化があり黒潮の波及及び海底地形による局所的な潮流の発生が示唆され、沖縄諸島南部から八重山諸島にかけての広域な海域において、海域毎の特徴を掴む必要がある (図 24).

2) 浮魚礁 (係留系) による水温観測

ニライ 12 号で観測した 2010 年 1 月~12 月の日平均水温、過去 10 年間の最高、最低及び平均値の 4 次近似曲線と西表観測所の日平均気温を図 25 に示す。

2010 年にニライ 12 号で観測した日平均水温は、1 月上旬は平年より低めで推移したが、中旬から下旬にかけては平年並みとなった。その後、2 月上旬から中旬にかけて平年より高め、下旬は一時的に平年並みとなった。3 月上旬から 4 月上旬にかけては平年より高めで推移した後、4 月中旬から下旬は低めで推移した。5 月上旬及び中旬において一時的に平年より高めの水温を記録したが、5 月下旬から 6 月中旬までは低めの水温となった。6 月下旬から 9 月上旬は概ね平年より高め、9 月中旬から 10 月中旬は平年並みで推移した。10 月下旬から 11 月下旬は平年より低め、12 月は概ね平年並みの水温を記録した (図 25). ニライ 12 号による水温観測は水面下 4m の位置で観測していることから、気温の影響を強く受けており、図 25 に示した水温の水位は概ね直近の観測地である西表観測所の気温に連動していた。また、9 月中旬に観測された急激な水温低下は、9 月 18~19 日に八重山近海に接近した台風 11 号の影響と考えられた。

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 61,
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 67, 34-69.

表 1 調査船南丸によって実施した海洋観測の観測点の緯度経度

Sta.	北緯	東経	観測種別
P9	25° 49.5'	127° 50.0'	沖合定線・沖縄-大東間定線観測
7	27° 26.0'	124° 47.0'	沖合定線観測
7'	27° 17.0'	125° 00.0'	沖合定線観測
8	27° 08.0'	125° 13.0'	沖合定線観測
8'	26° 59.0'	125° 27.0'	沖合定線観測
9	26° 50.0'	125° 40.0'	沖合定線観測
9'	26° 41.5'	125° 52.5'	沖合定線観測
10	26° 33.0'	126° 05.0'	沖合定線観測
10'	26° 23.0'	126° 19.0'	沖合定線観測
11	26° 13.0'	126° 33.0'	沖合定線観測
11'	26° 03.5'	126° 46.5'	沖合定線観測
12	25° 54.0'	127° 00.0'	沖合定線観測/ Sta.S2と同じ
12'	25° 45.0'	127° 13.0'	沖合定線観測/ Sta.S20と同じ
13	25° 36.0'	127° 26.0'	沖合定線観測
13'	25° 28.0'	127° 38.0'	沖合定線観測
14	25° 20.0'	127° 50.0'	沖合定線観測
X1	27° 20.0'	126° 00.0'	沖合定線観測
X2	27° 10.0'	126° 15.0'	沖合定線観測
X3	27° 00.0'	126° 30.0'	沖合定線観測
X4	26° 50.0'	126° 45.0'	沖合定線観測
X5	26° 40.0'	127° 00.0'	沖合定線観測
X6	27° 30.0'	127° 15.0'	沖合定線観測
210	26° 09.0'	128° 00.0'	沖縄-大東間定線観測
220	26° 09.0'	128° 20.0'	沖縄-大東間定線観測
230	26° 09.0'	128° 40.0'	沖縄-大東間定線観測
240	26° 09.0'	129° 00.0'	沖縄-大東間定線観測
250	26° 09.0'	129° 20.0'	沖縄-大東間定線観測
260	26° 09.0'	129° 40.0'	沖縄-大東間定線観測
270	26° 09.0'	130° 00.0'	沖縄-大東間定線観測
280	26° 09.0'	130° 20.0'	沖縄-大東間定線観測
290	26° 09.0'	130° 40.0'	沖縄-大東間定線観測
300	26° 09.0'	131° 00.0'	沖縄-大東間定線観測
310	26° 09.0'	131° 20.0'	沖縄-大東間定線観測
S1	25° 55.0'	127° 30'	先島海域海洋観測
S2	25° 45.0'	127° 13'	先島海域海洋観測/ Sta.12と同じ
S3	25° 27.0'	126° 49'	先島海域海洋観測
S4	25° 08.0'	126° 20'	先島海域海洋観測
S5	24° 50.0'	125° 55'	先島海域海洋観測
S6	24° 28.0'	125° 25'	先島海域海洋観測
S7	24° 30.0'	125° 0'	先島海域海洋観測
S8	24° 16.0'	124° 29'	先島海域海洋観測
S9	24° 06.0'	124° 6'	先島海域海洋観測
S10	24° 00.0'	123° 19.0'	先島海域海洋観測
S11	24° 14.0'	123° 05.0'	先島海域海洋観測
S12	24° 28.0'	122° 51.0'	先島海域海洋観測
S13	24° 37.0'	123° 55.0'	先島海域海洋観測
S14	24° 45.0'	124° 13.0'	先島海域海洋観測
S15	25° 00.0'	124° 53.0'	先島海域海洋観測
S16	25° 10.0'	125° 09.0'	先島海域海洋観測
S17	25° 21.0'	125° 31.0'	先島海域海洋観測
S18	25° 37.0'	126° 00.0'	先島海域海洋観測
S19	25° 50.0'	126° 23.5'	先島海域海洋観測
S20	25° 54.0'	127° 00.0'	先島海域海洋観測/ Sta.12'と同じ

表 2 調査船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
2010/4/6	2010/4/8	沖合定線観測	P9→Sta.14→8'→X1→X6	時化によりSta.10は欠測, Sta.8'で折り返し
2010/5/10	2010/5/12	沖合定線観測	P9→Sta.14→7→X1→X6	
2010/6/7	2010/6/9	沖合定線観測	P9→Sta.14→7→X1→X6	
2010/6/28	2010/6/30	沖縄-大東間定線観測	Sta.210→310→P9	
2010/7/6	2010/7/8	沖合定線観測	P9→Sta.14→7→X1→X6	
2010/8/2	2010/8/4	沖合定線観測	P9→Sta.14→7→X1→X6	
2010/10/12	2010/10/14	沖合定線観測	P9→Sta.14→7→X1→X6	
2010/11/8	2010/11/10	沖合定線観測	P9→Sta.14→7→X1→X6	
2011/2/21	2111/2/25	先島海域海洋観測	S1→S10→S12→S20	先島海域浮魚礁効果調査と同時に実施
2011/2/28	2011/3/2	沖合定線観測	P9→Sta.14→7→X1→X6	
2011/3/8	2011/3/10	沖縄-大東間定線観測	Sta.210→310→320→P9	大東海域浮魚礁効果調査と同時に実施

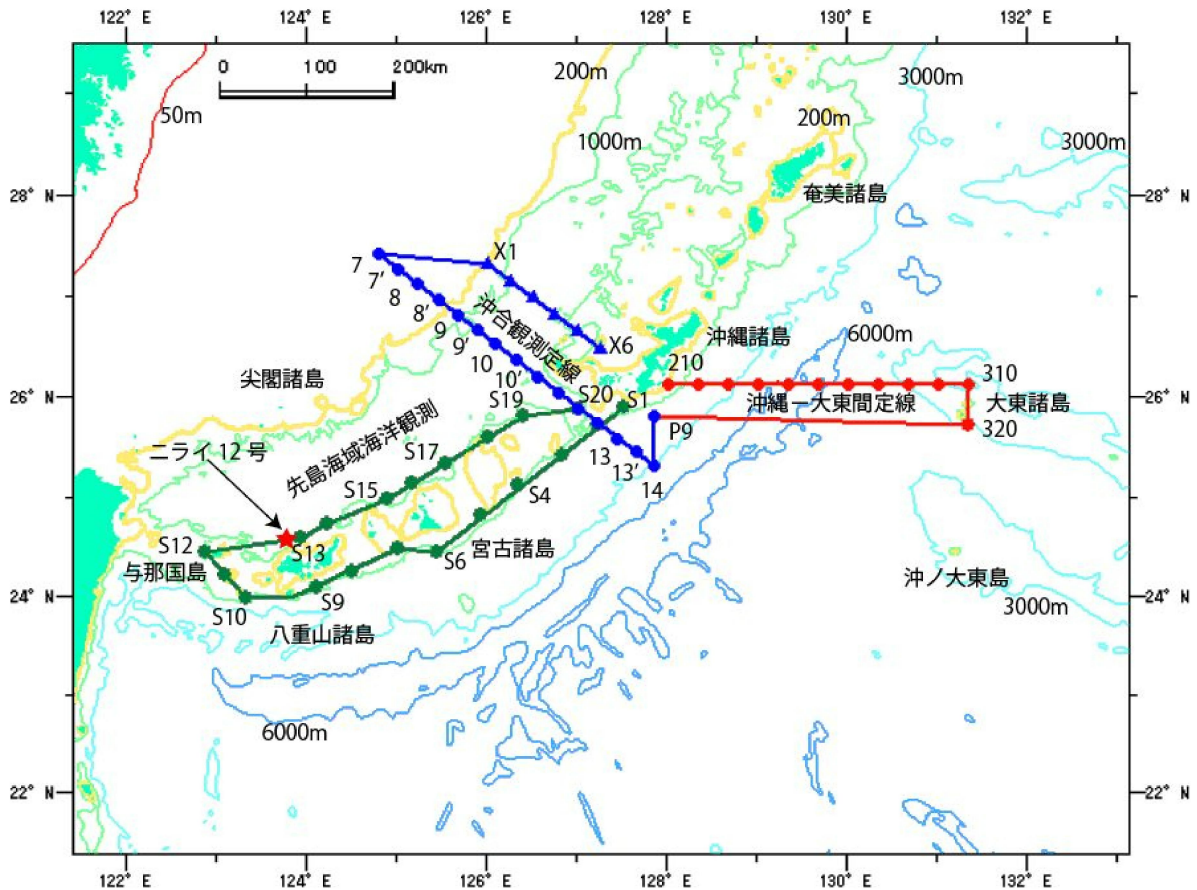


図 1 2010 年度に実施した海洋観測定線とニライ 12 号の位置

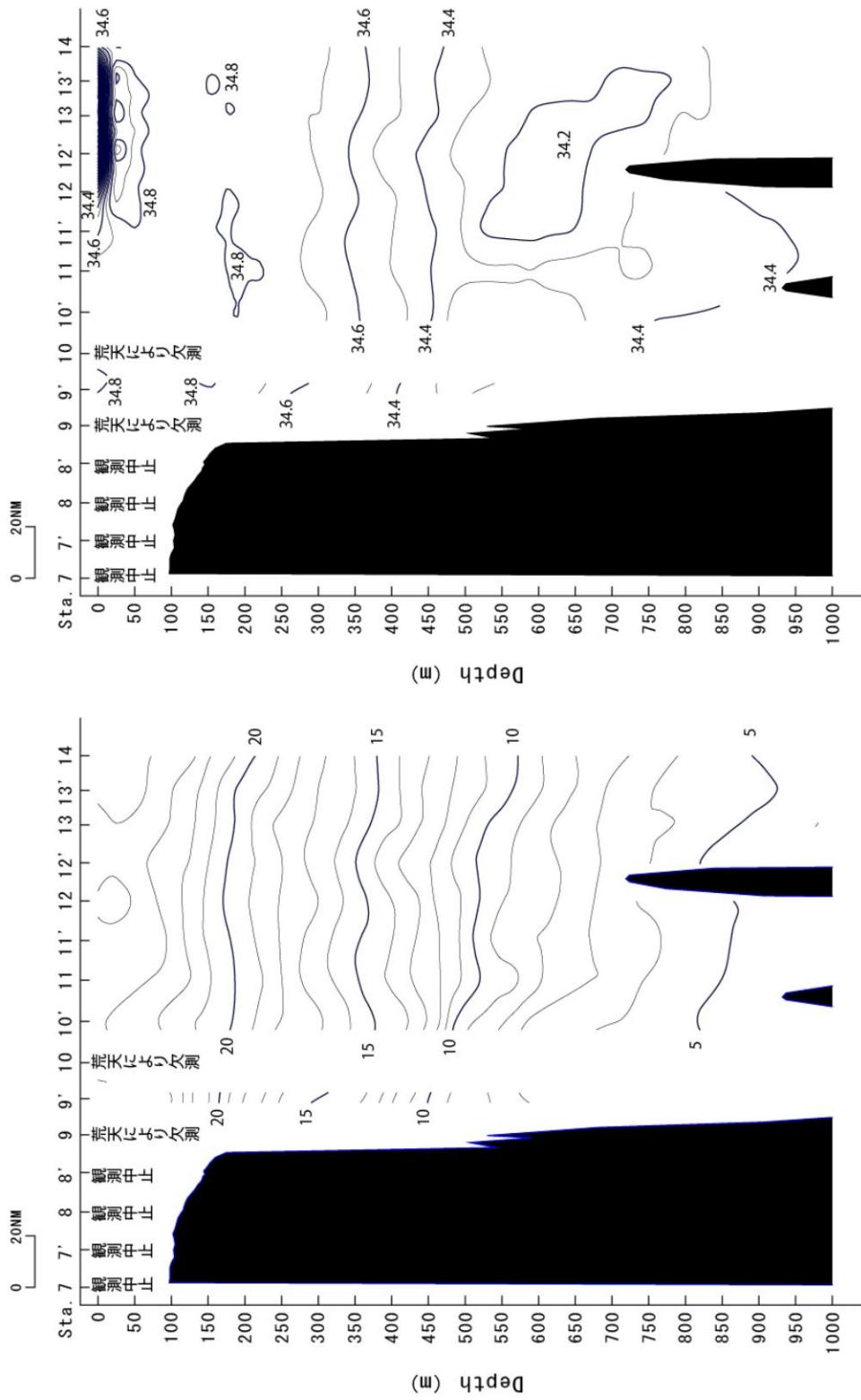


図2 2010年4月沖合定線観測における水温(下)・塩分(上)の鉛直分布

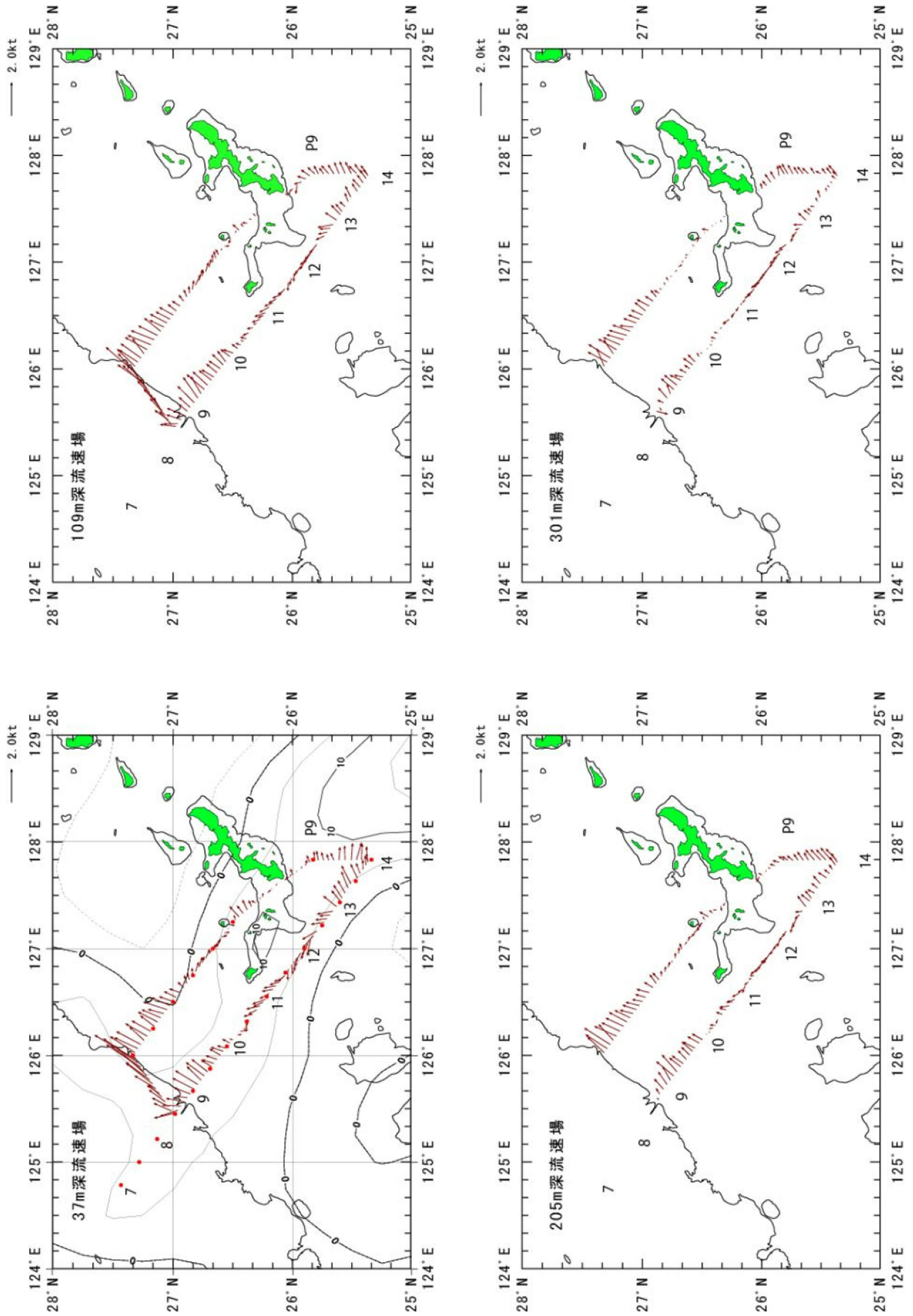


図3 2010年4月沖合定線観測における各層の流向流速の平面分布

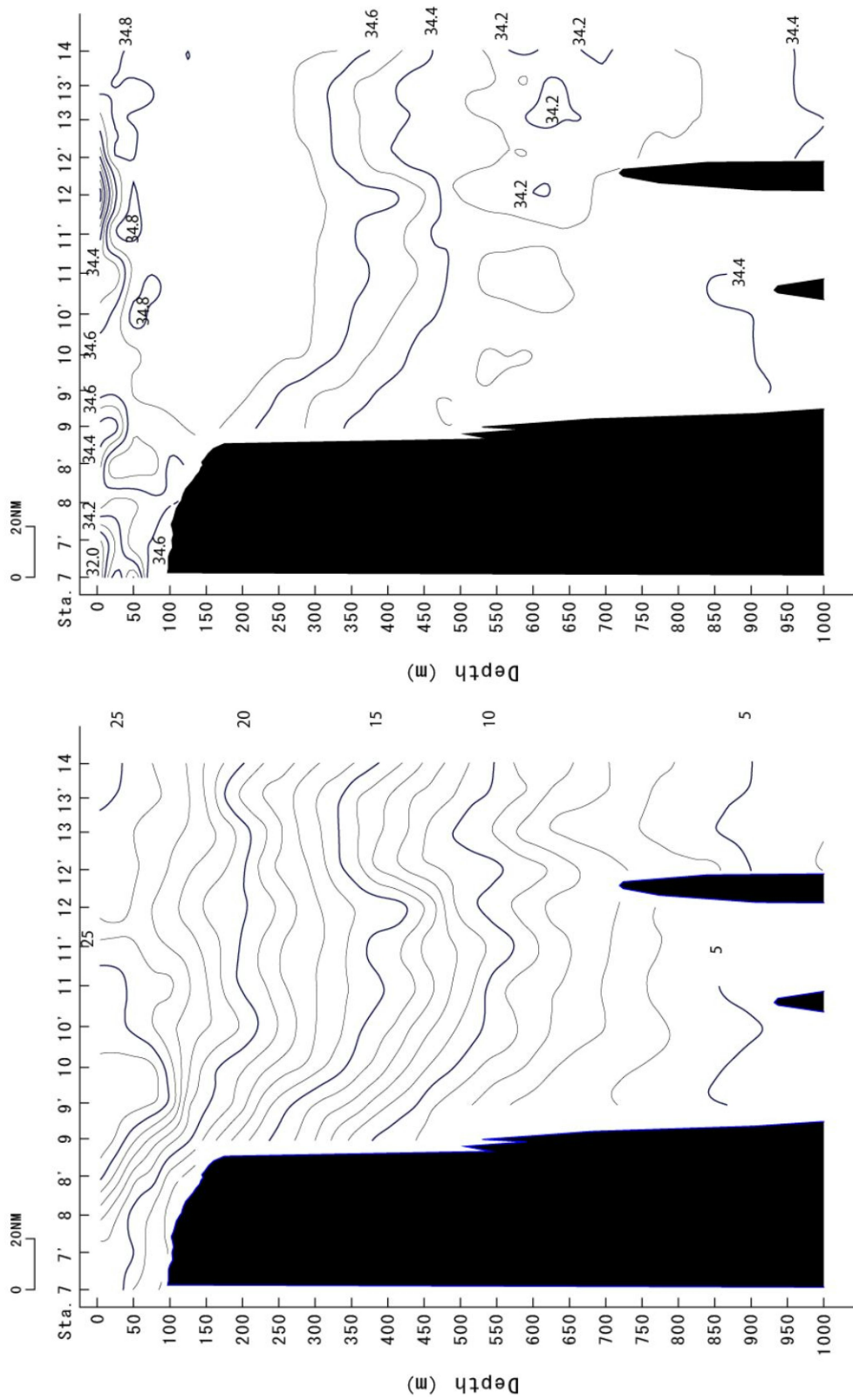


図4 2010年5月沖合定線観測における水温(下)・塩分(上)の鉛直分布

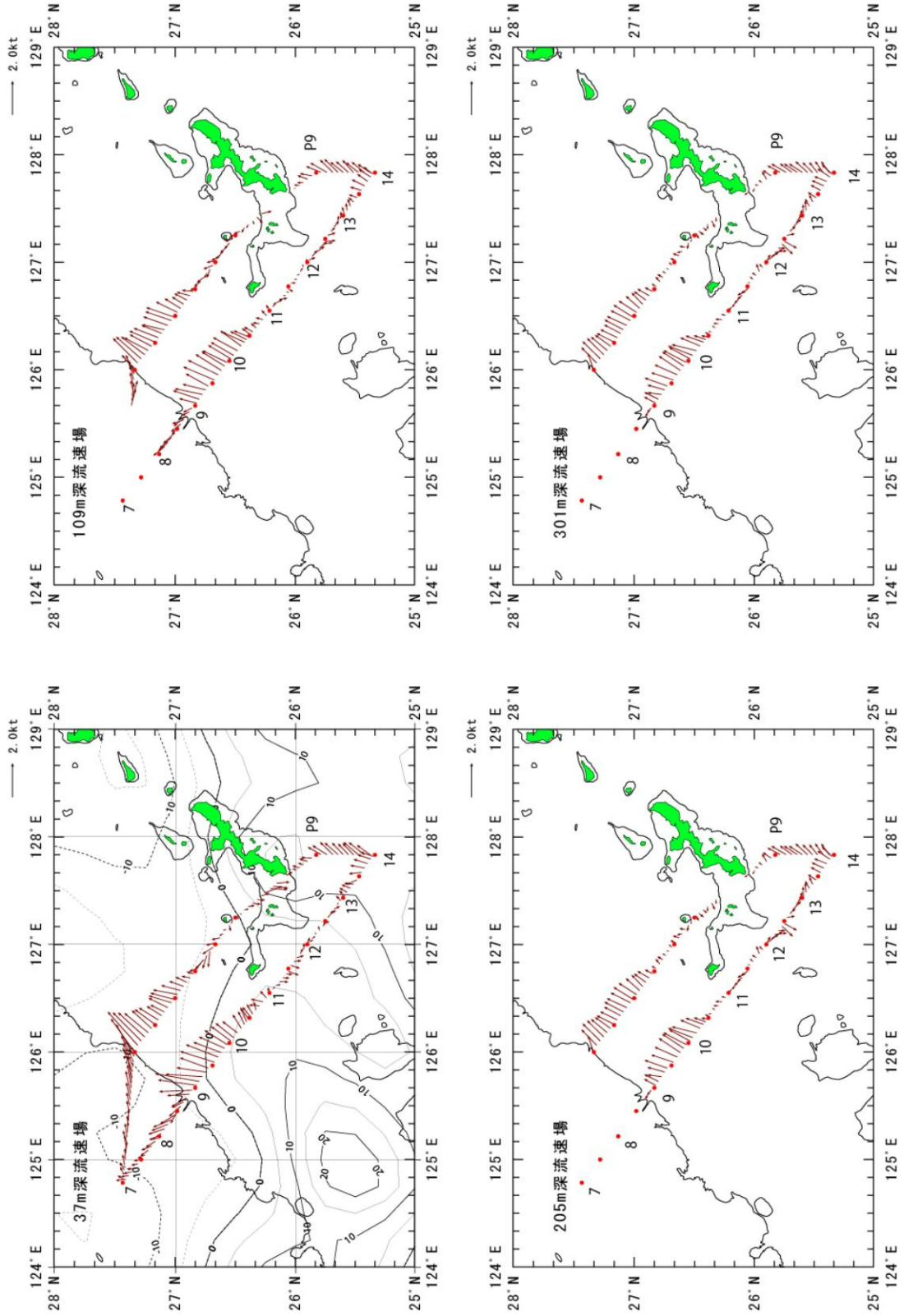


図5 2010年5月沖合定線観測における各層の流向流速の平面分布

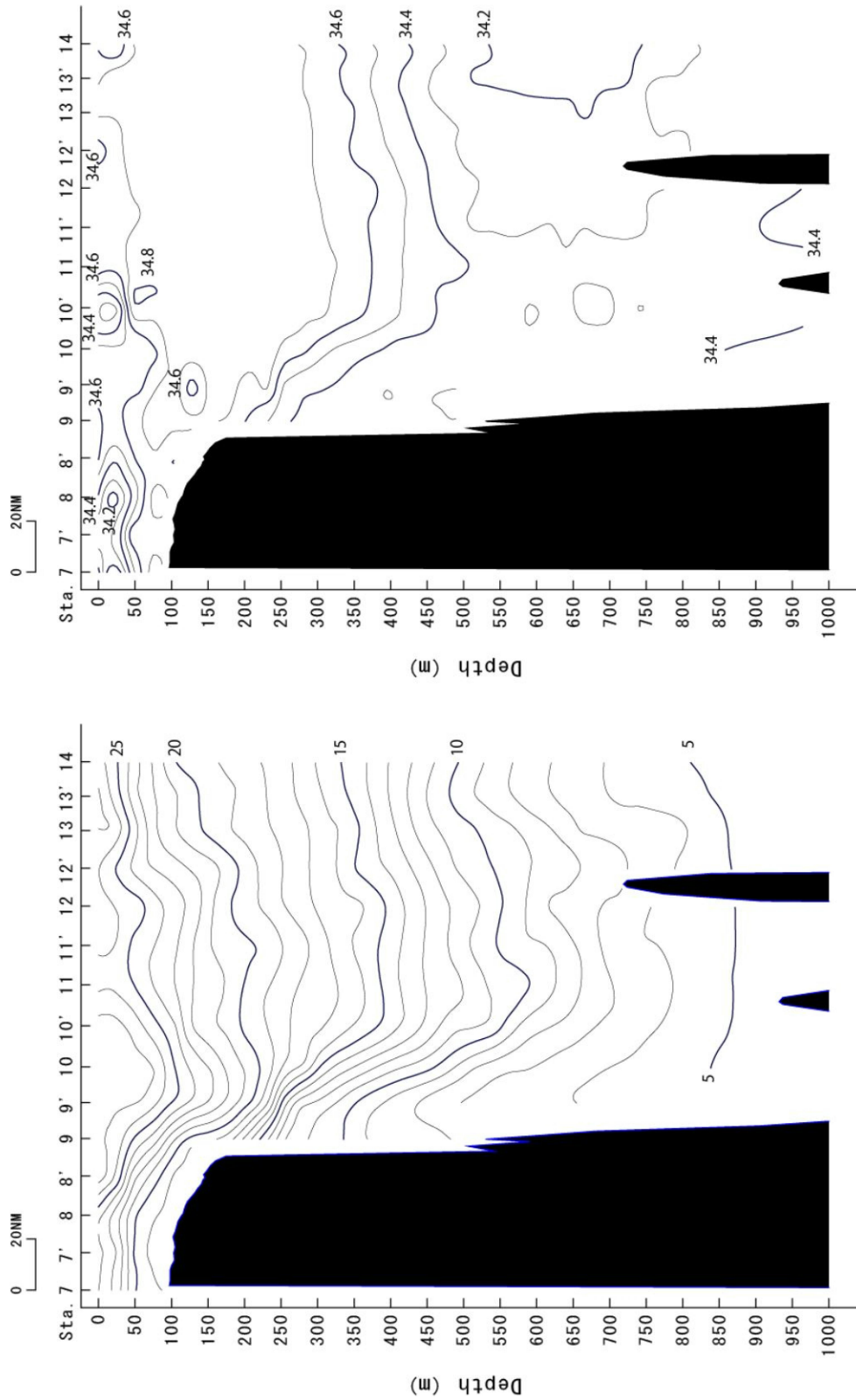


図 6 2010 年 6 月沖合定線観測における水温 (下)・塩分 (上) の鉛直分布

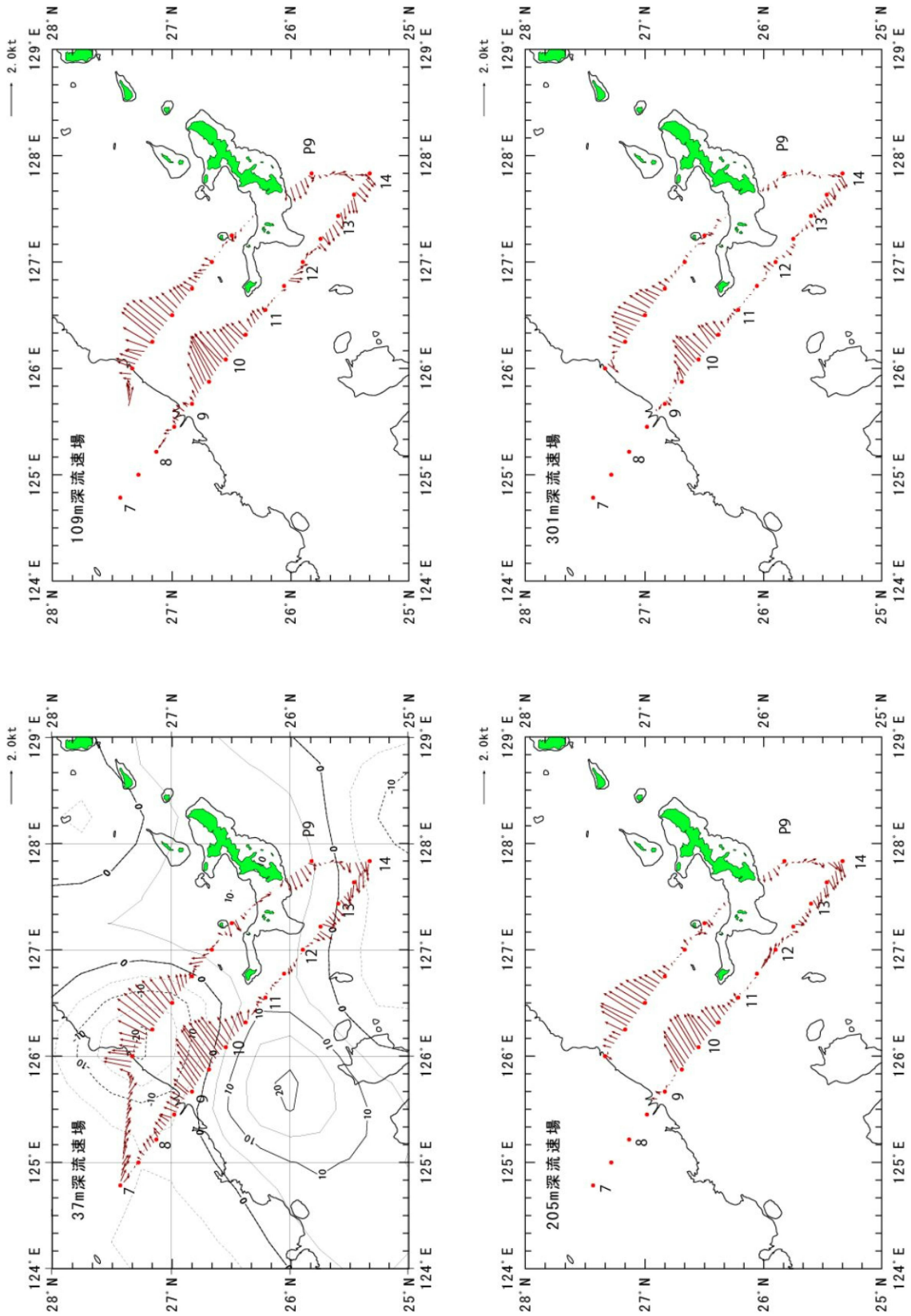


図7 2010年6月沖合定線観測における各層の流向流速の平面分布

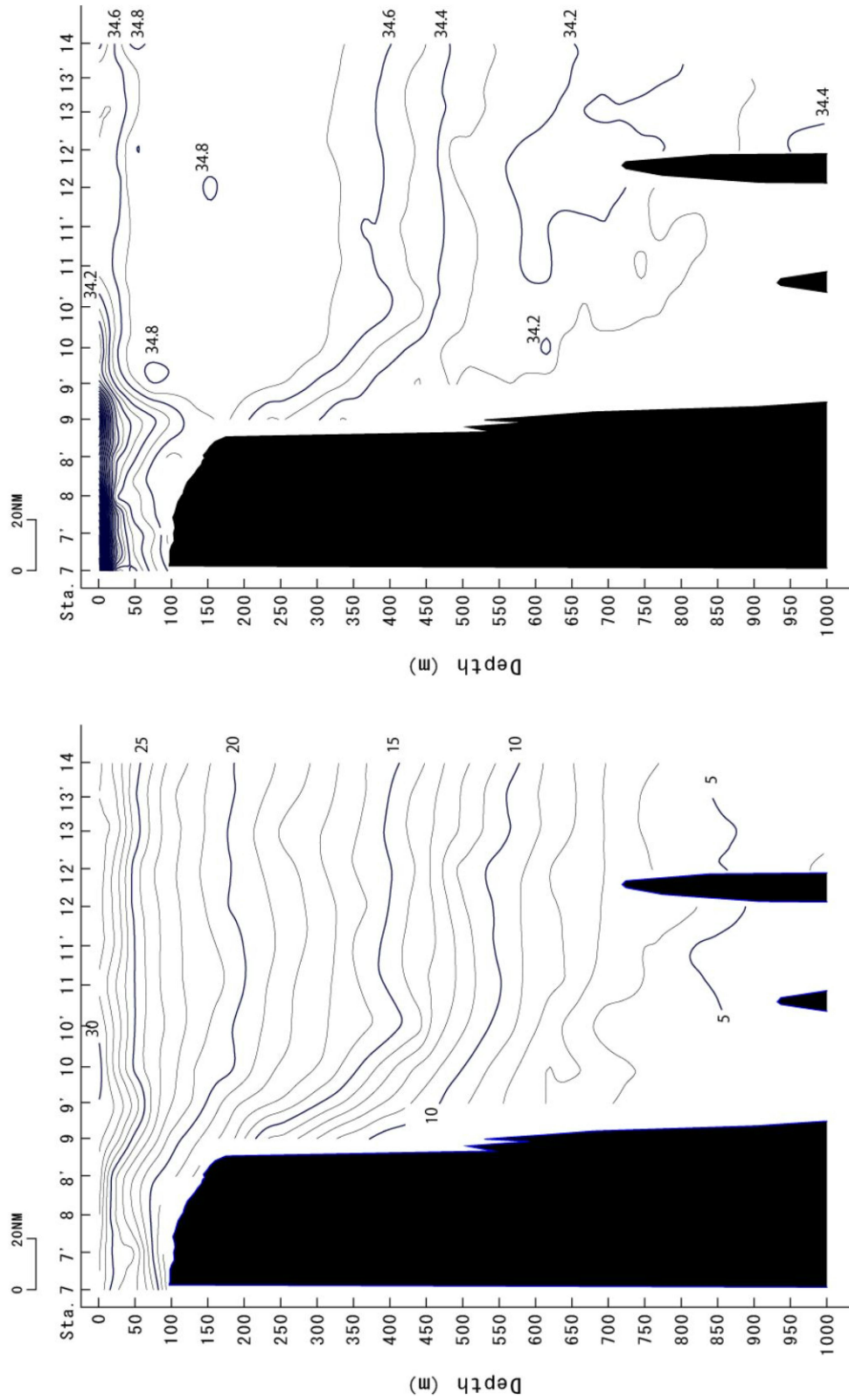


図8 2010年7月沖合定線観測における水温(下)・塩分(上)の鉛直分布

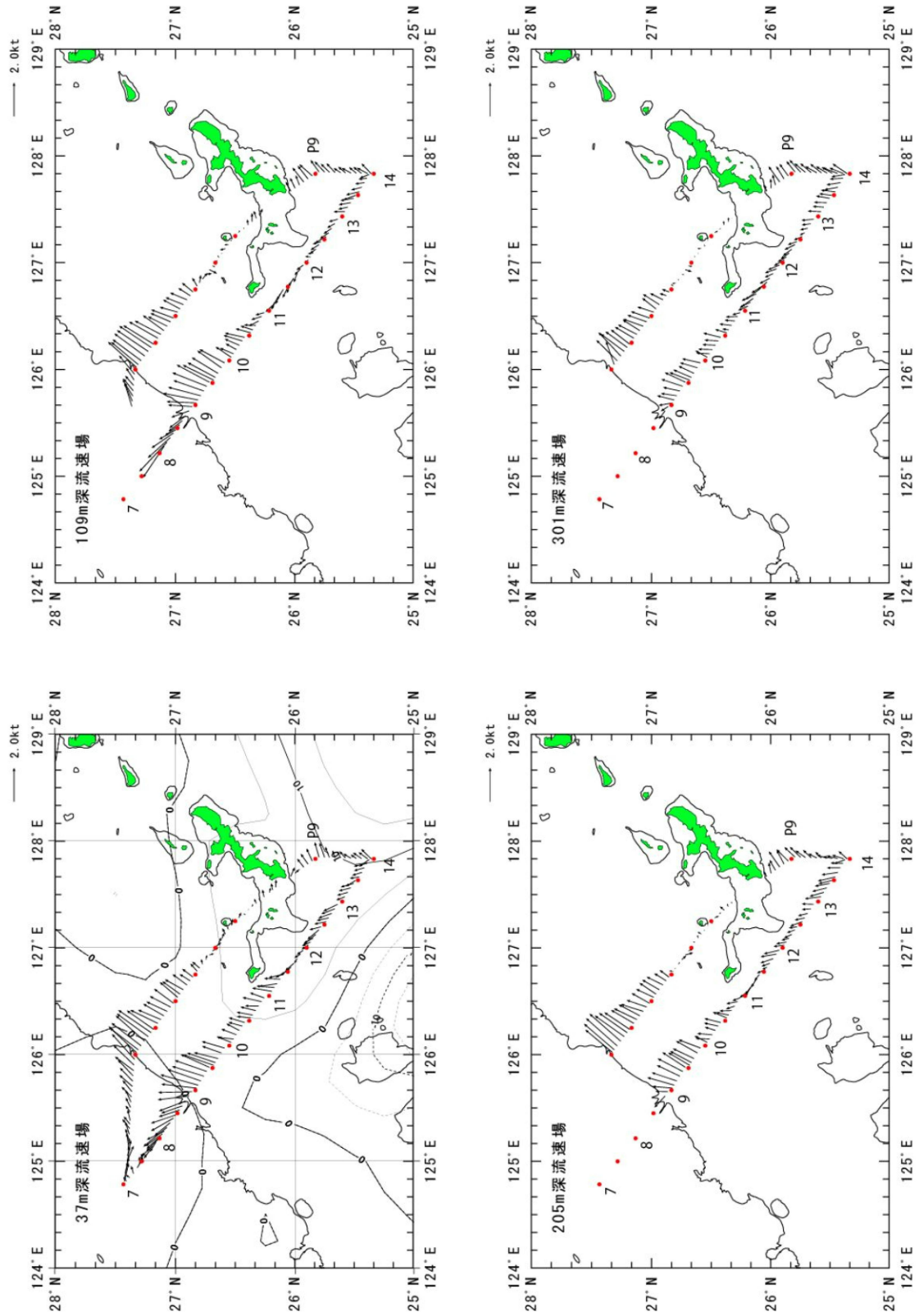


図9 2010年7月沖合定線観測における各層の流向流速の平面分布

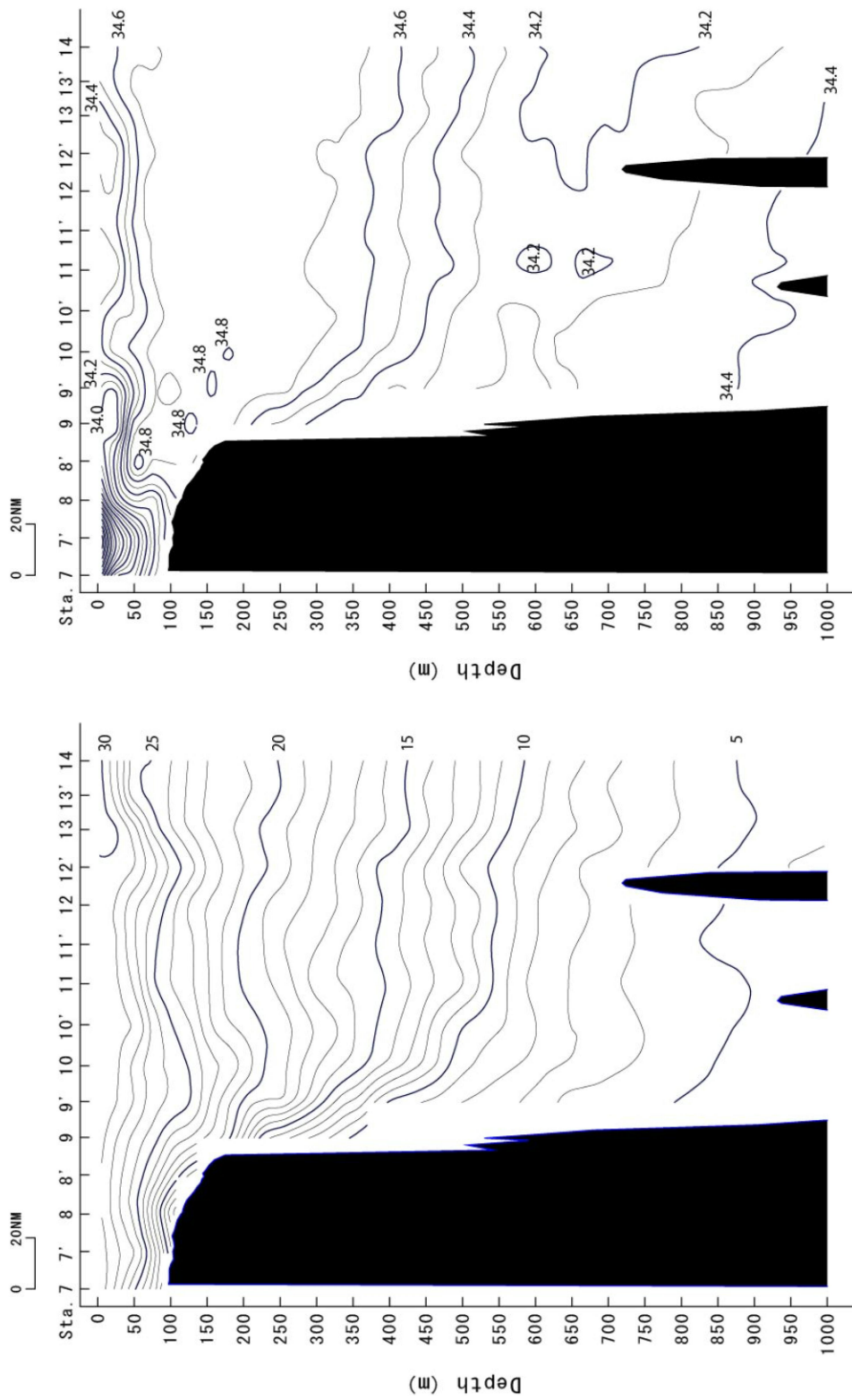


図 10 2010 年 8 月沖合定線観測における水温 (下)・塩分 (上) の鉛直分布

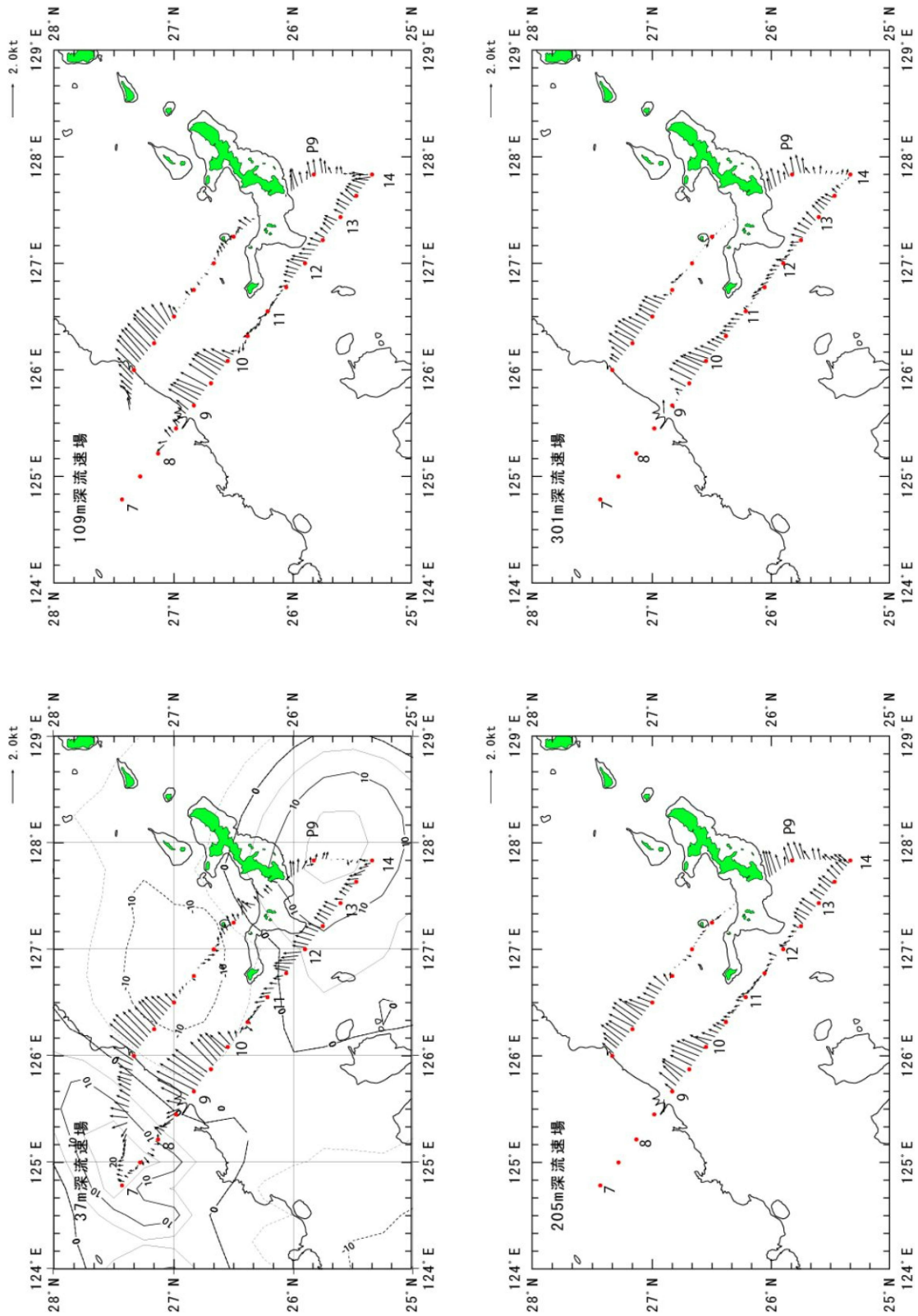


図 11 2010 年 8 月沖合定線観測における各層の流向流速の平面分布

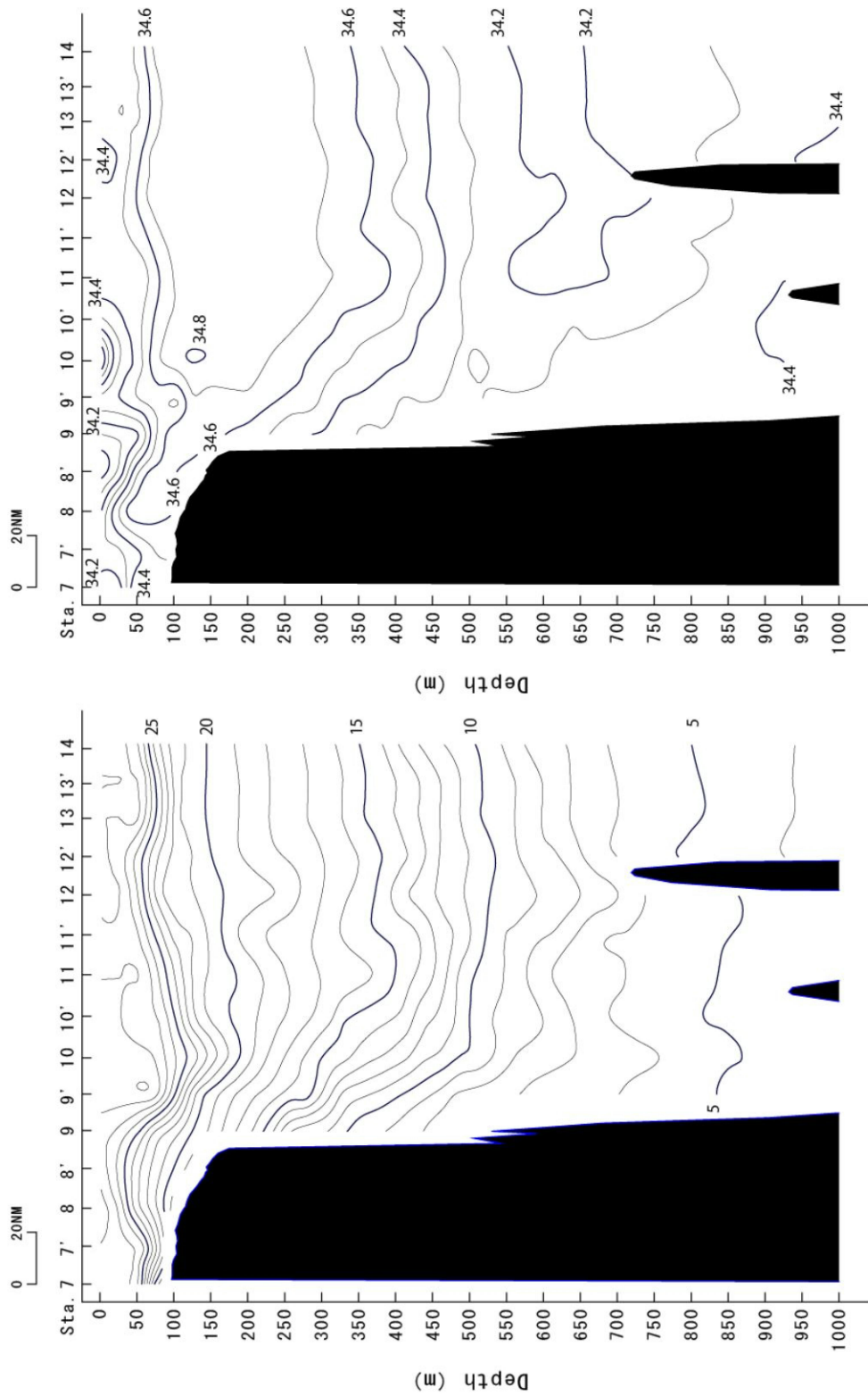


図 12 2010 年 10 月沖合定線観測における水温 (下)・塩分 (上) の鉛直分布

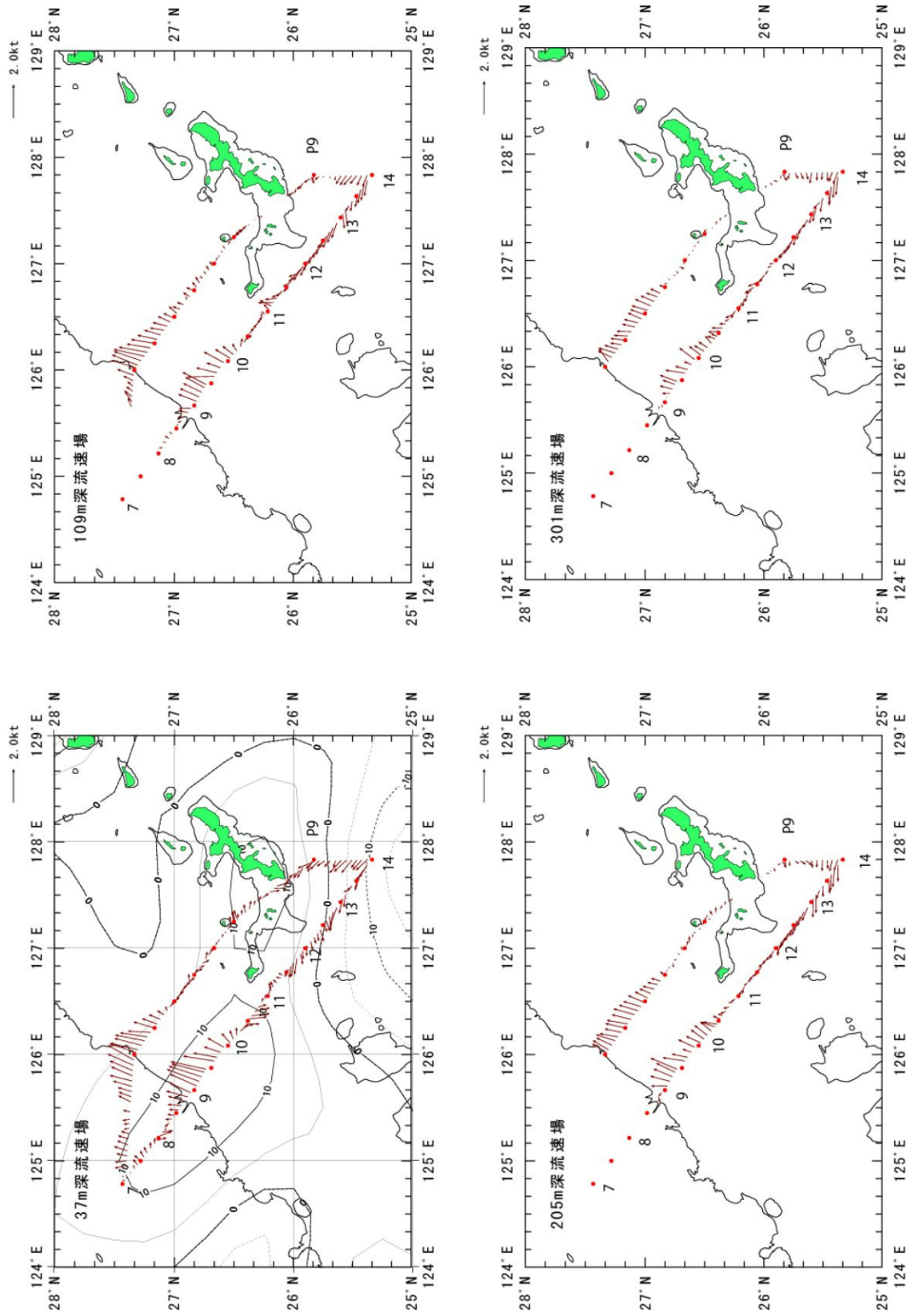


図 13 2010 年 10 月沖合定線観測における各層の流向流速の平面分布

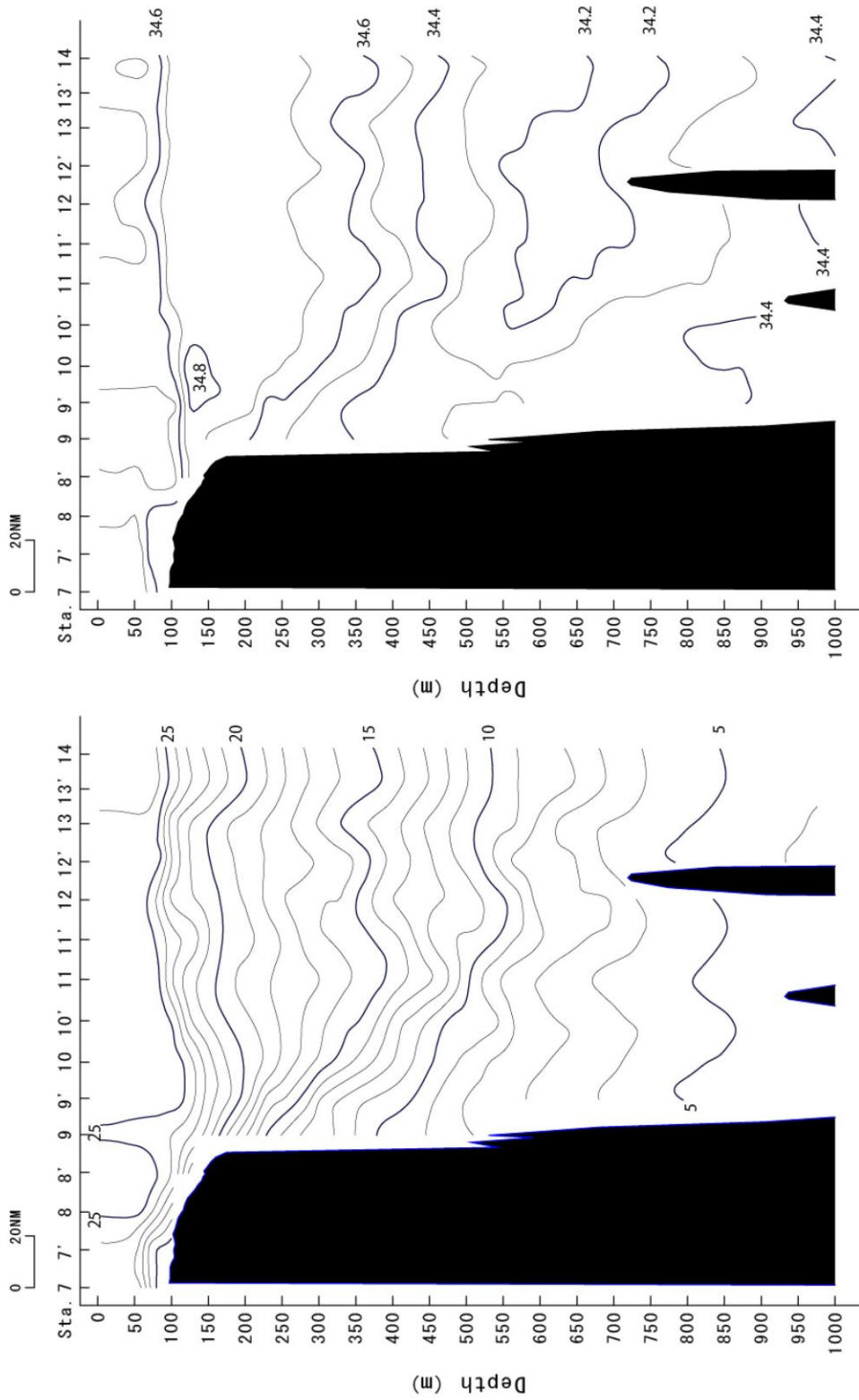


図14 2010年11月沖合定線観測における水温(下)・塩分(上)の鉛直分布

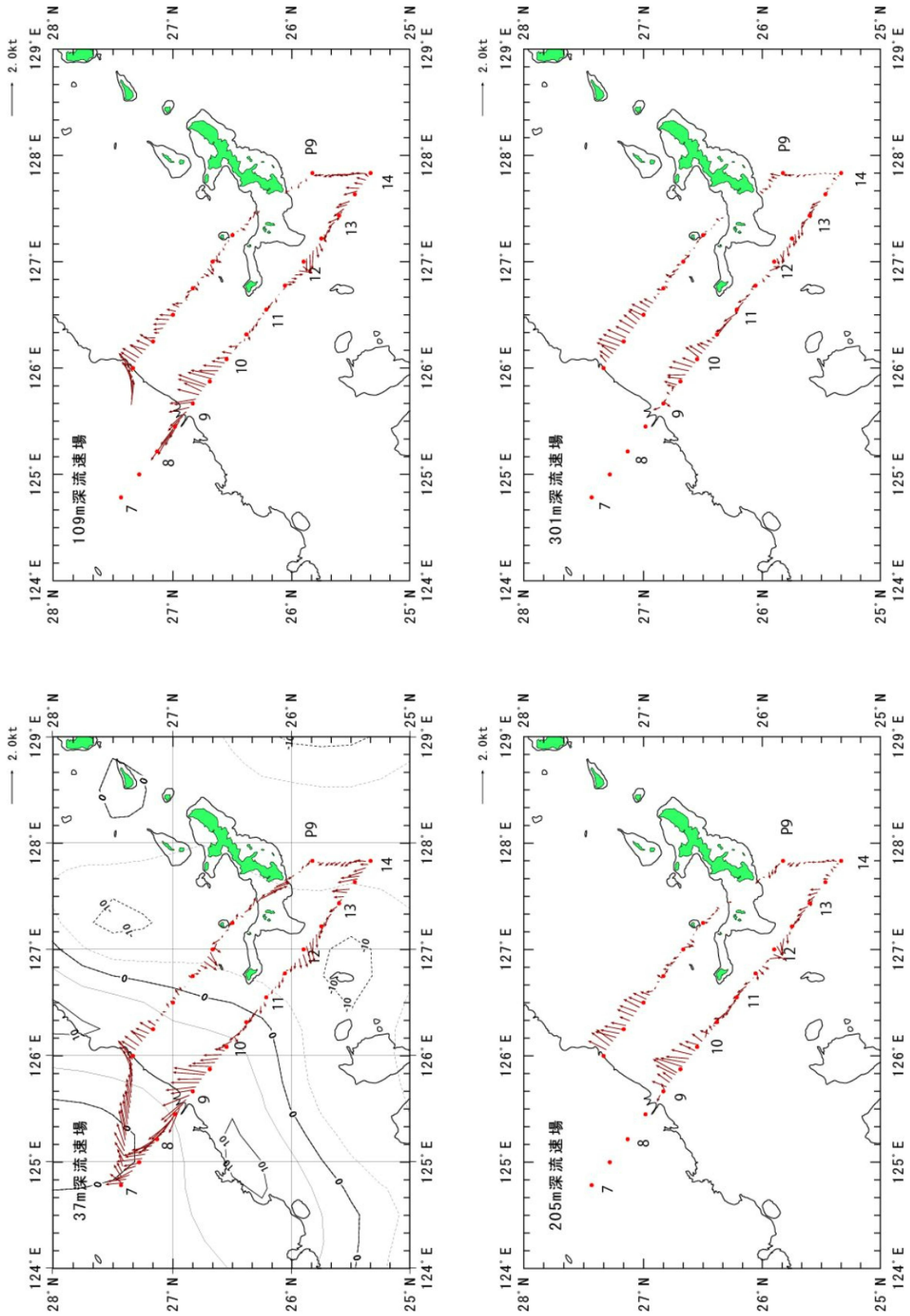


図 15 2010 年 11 月沖合定線観測における各層の流向流速の平面分布

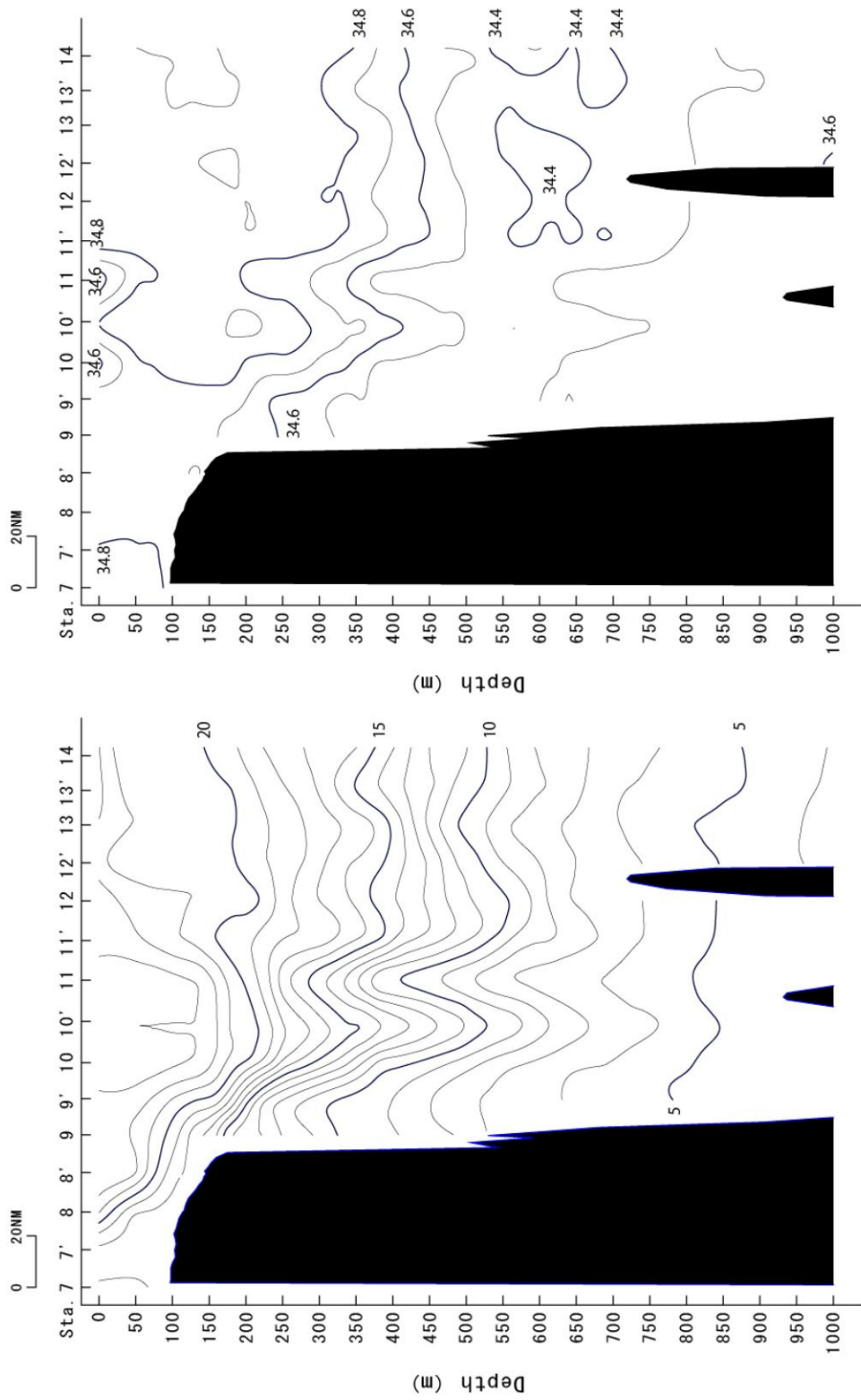


図 16 2011 年 3 月沖合定線観測における水温 (下)・塩分 (上) の鉛直分布

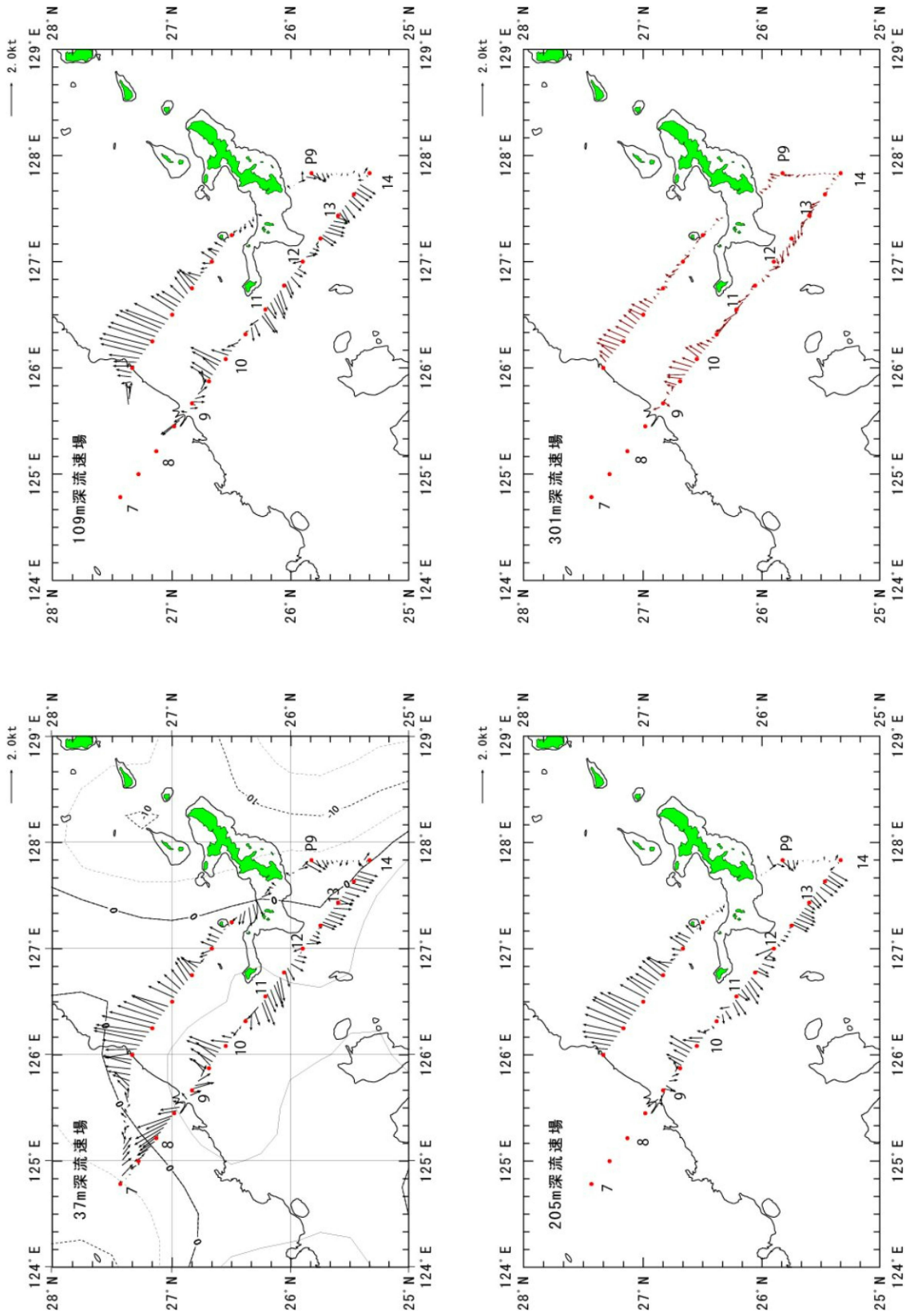


図 17 2011 年 3 月沖合定線観測における各層の流向流速の平面分布

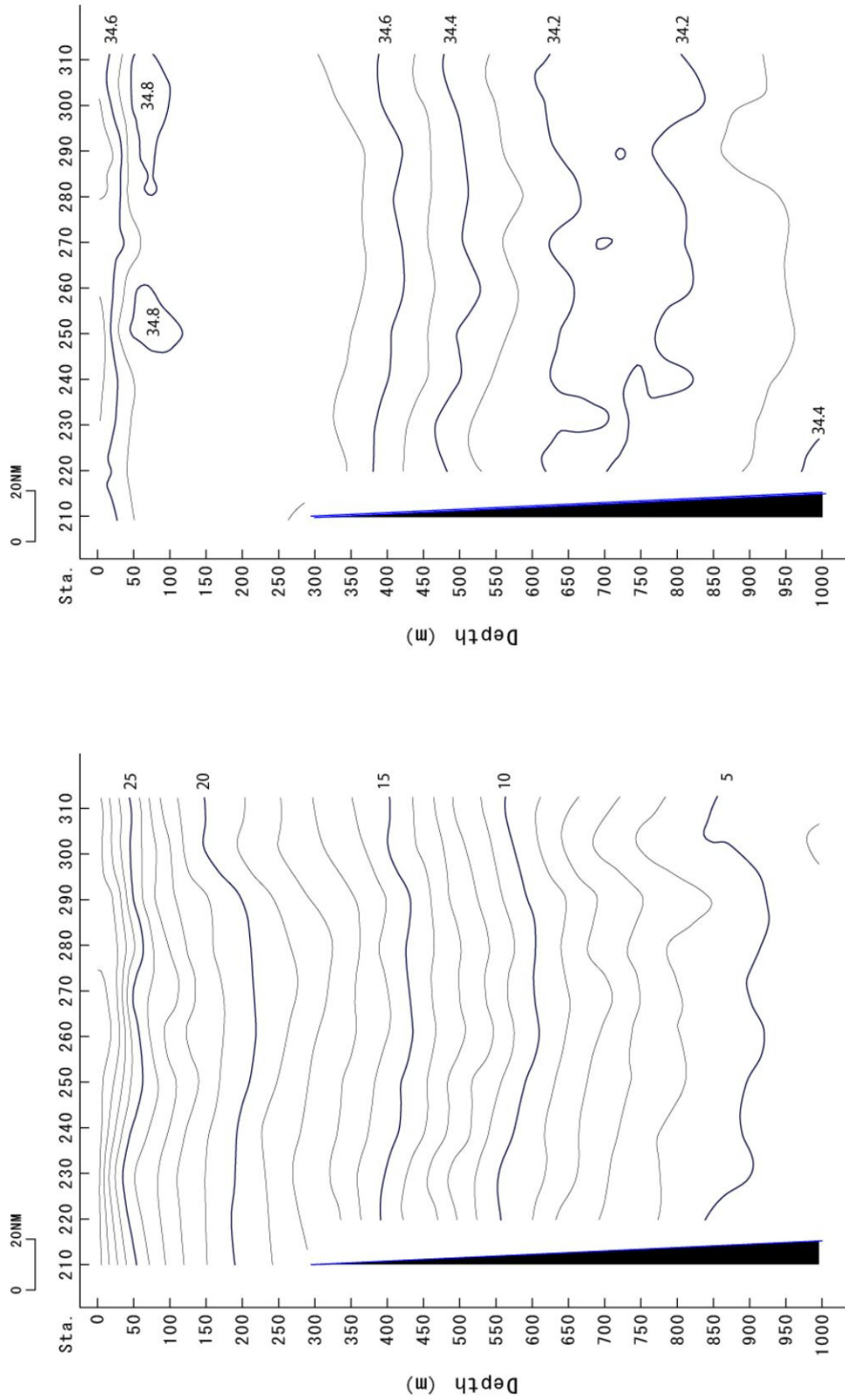


図 18 2010 年 6 月沖繩島 ー大東諸島間定線観測における水温 (下)・塩分 (上) の鉛直分布

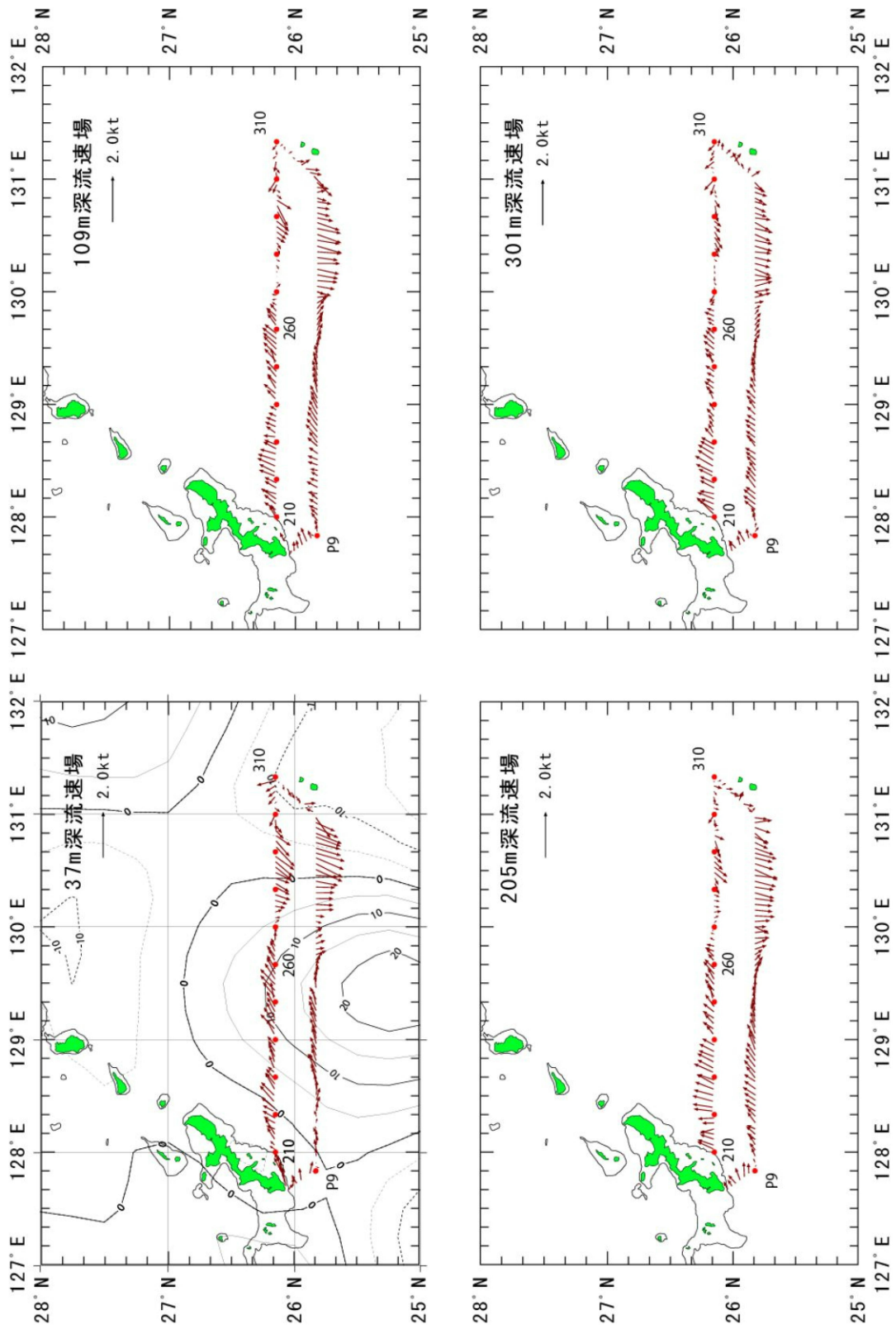


図 19 2010 年 6 月沖縄島—大東諸島間定線観測における各層の流向流速の平面分布

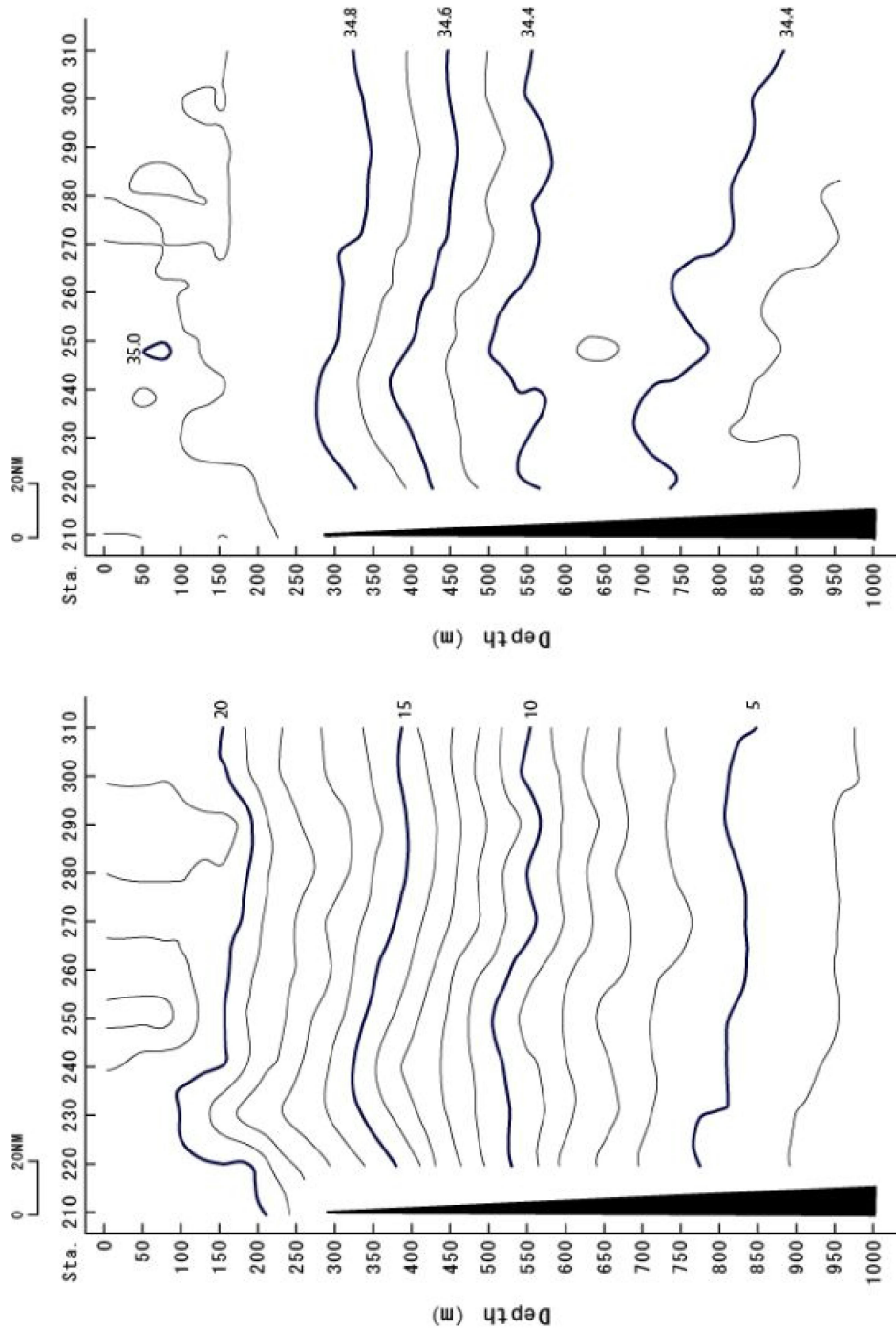


図 20 2010 年 3 月沖繩島 ー大東諸島間定線観測における水温 (下)・塩分 (上) の鉛直分布

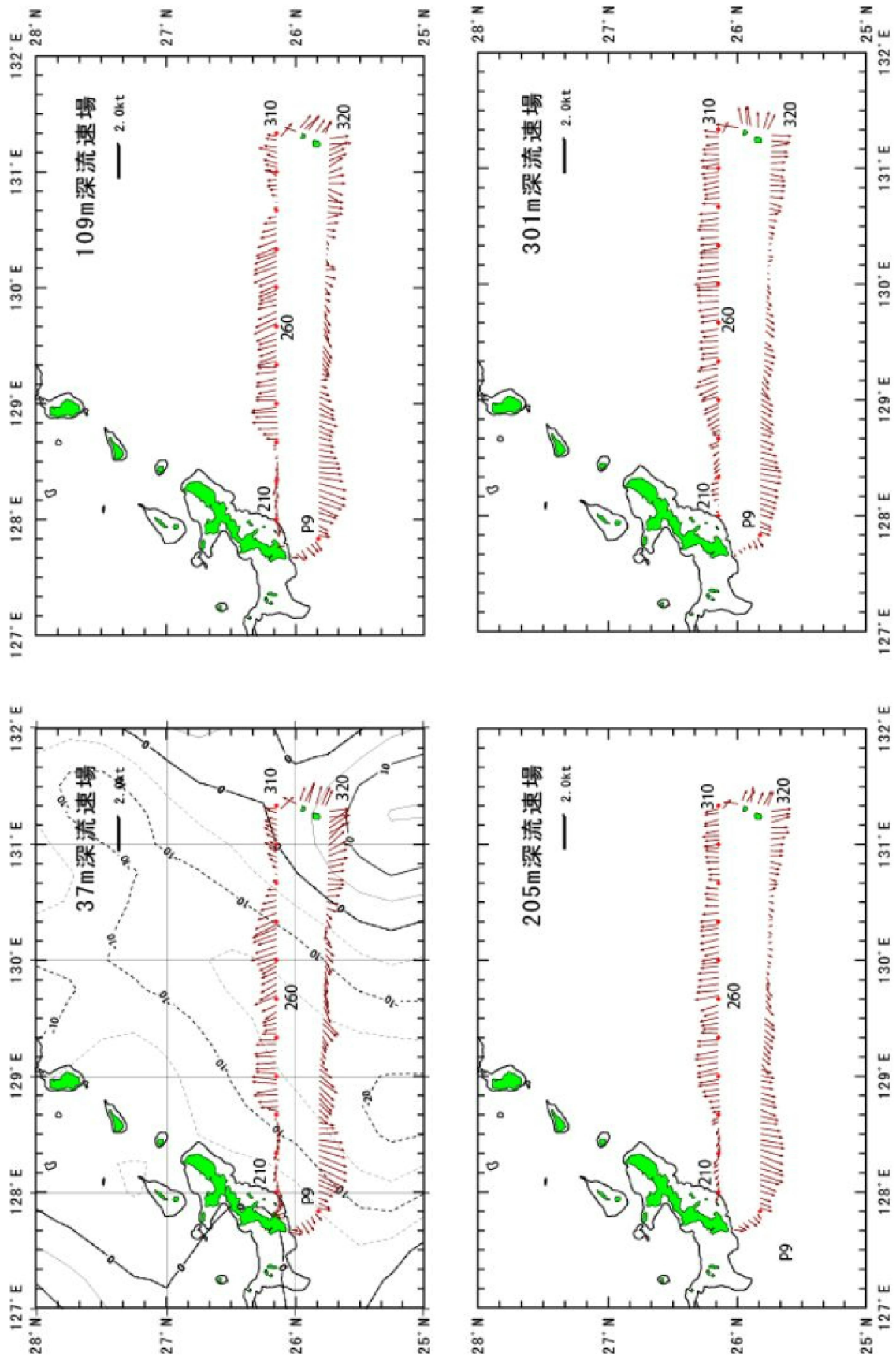


図 21 2011 年 3 月沖繩島—大東諸島間定線観測における各層の流向流速の平面分布

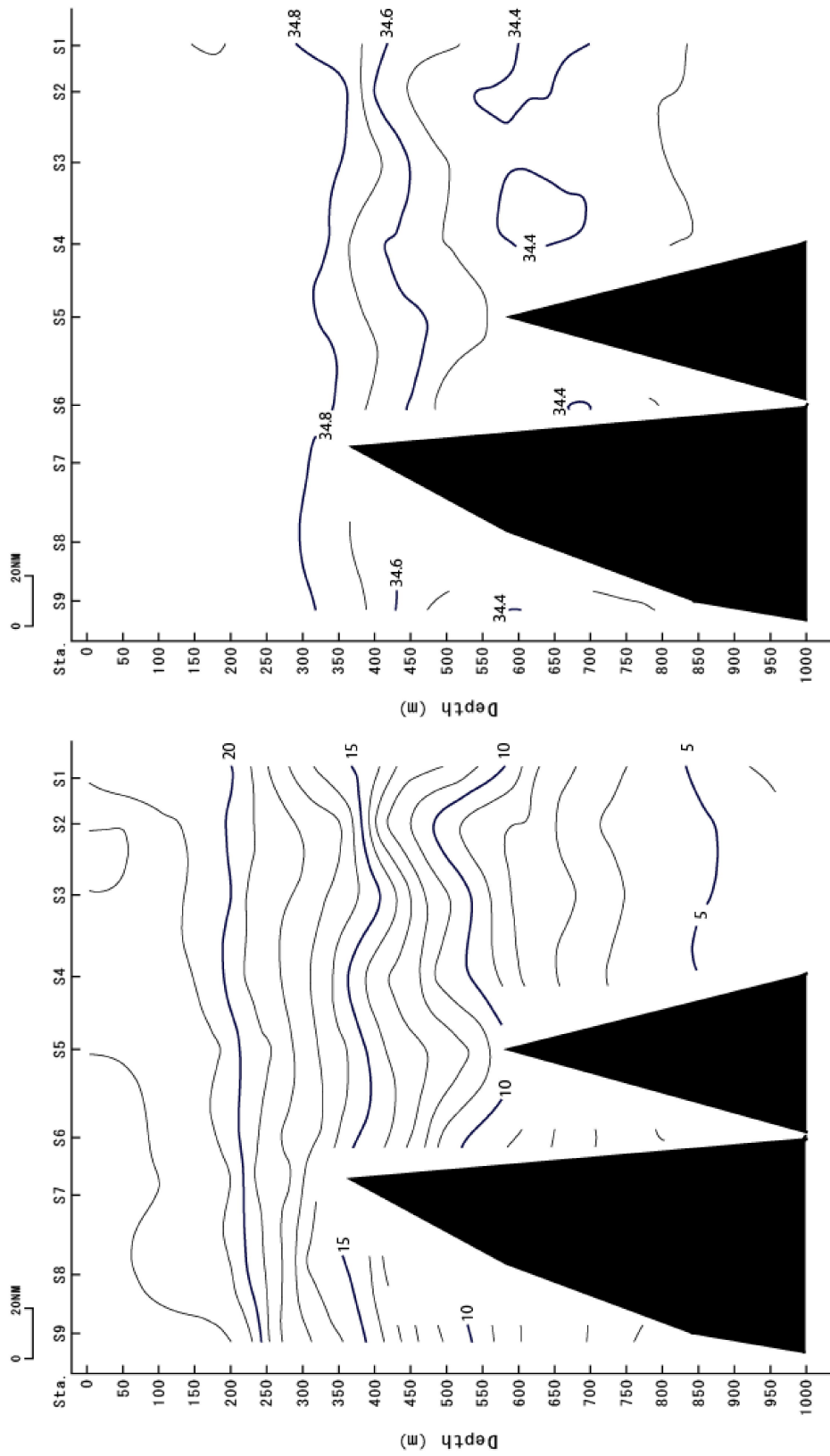


図 22 2011 年 2 月先島海域海洋観測における観測点 Sta.S1～S9 の水温 (下)・塩分 (上) の鉛直分布

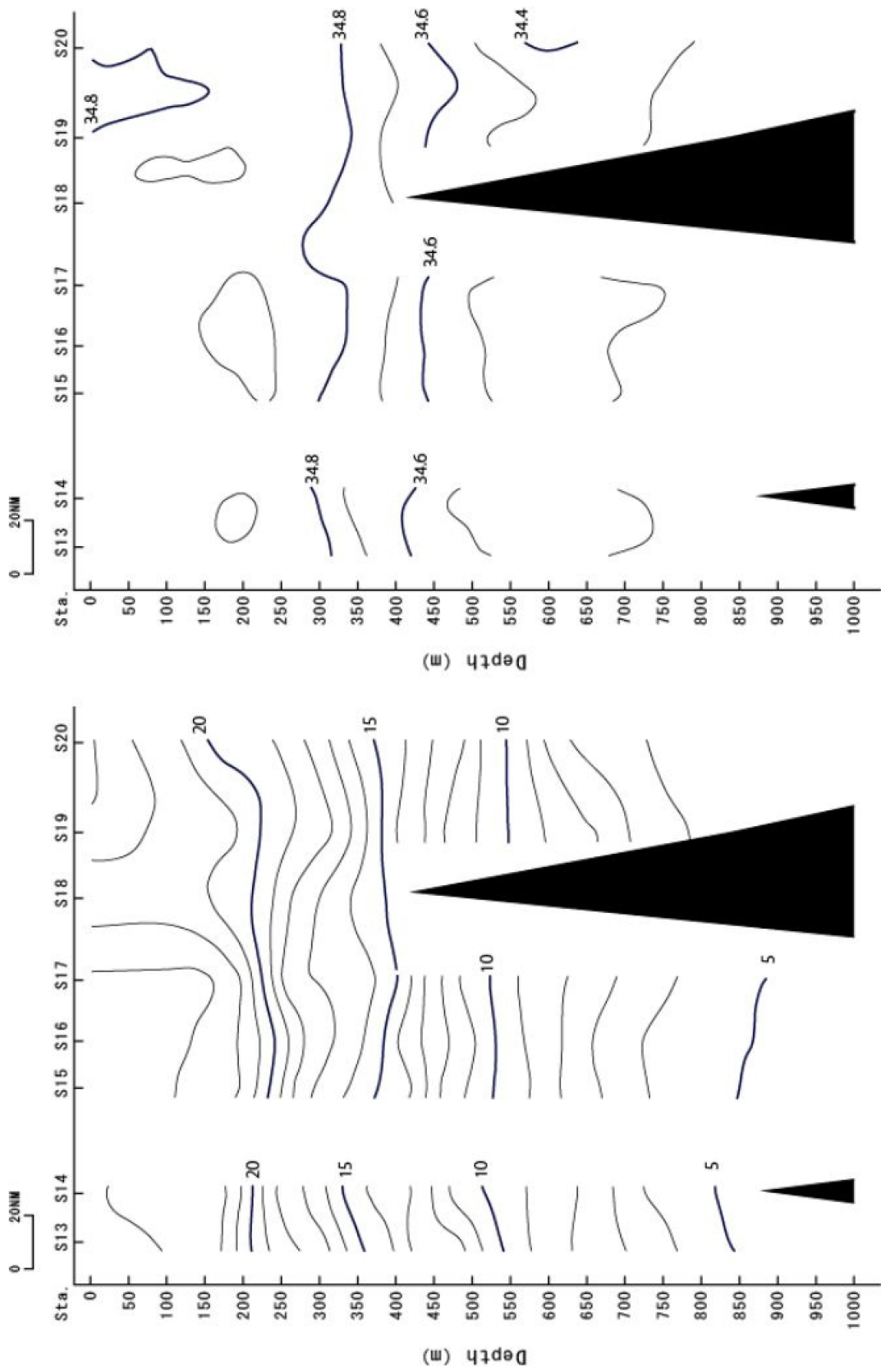


図 23 2011 年 2 月先島海域海洋観測における観測点 Sta.S13~S20 の水温 (下)・塩分 (上) の鉛直分布

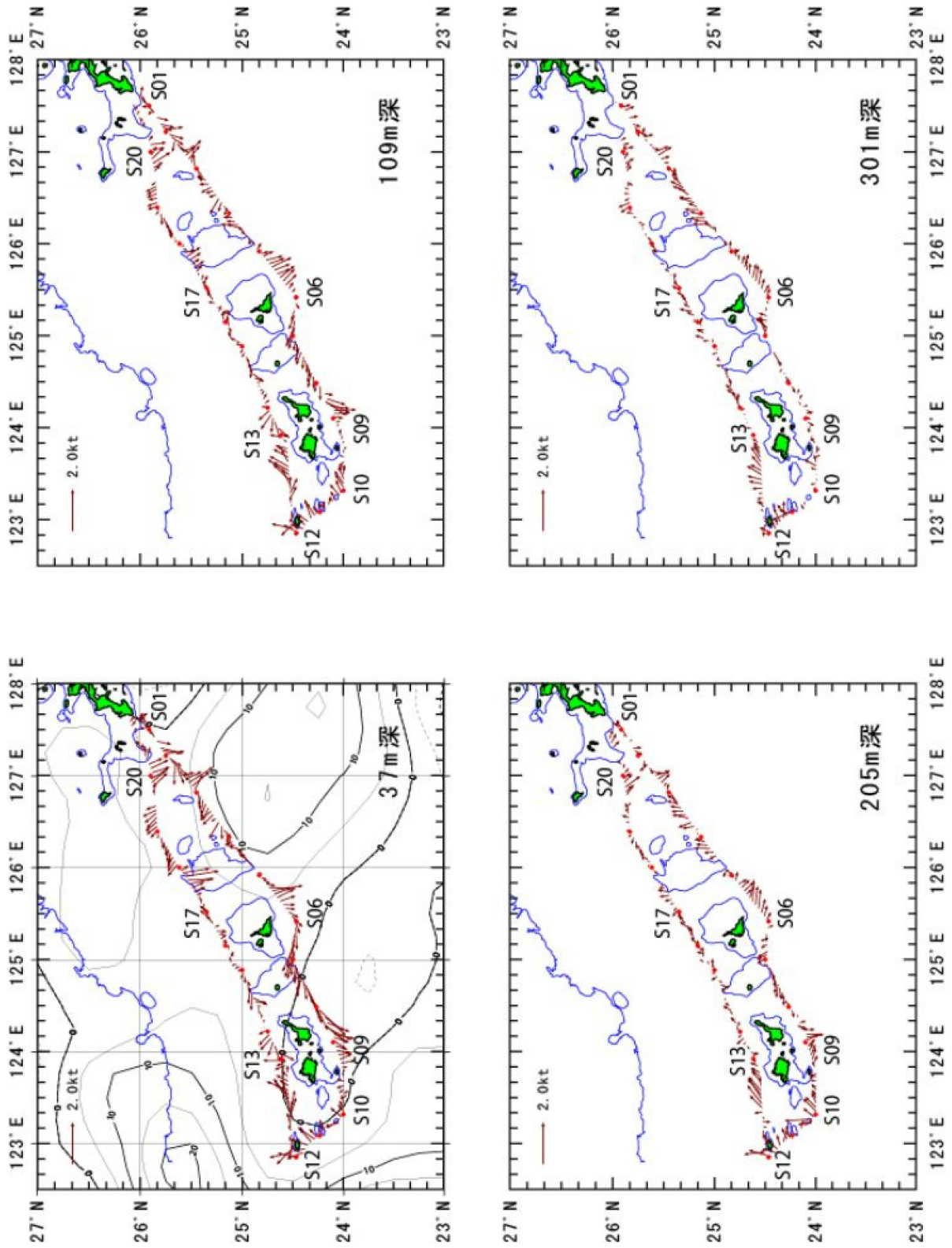


図 24 2011 年 2 月先島海域海洋観測における各層の流向流速の平面分布

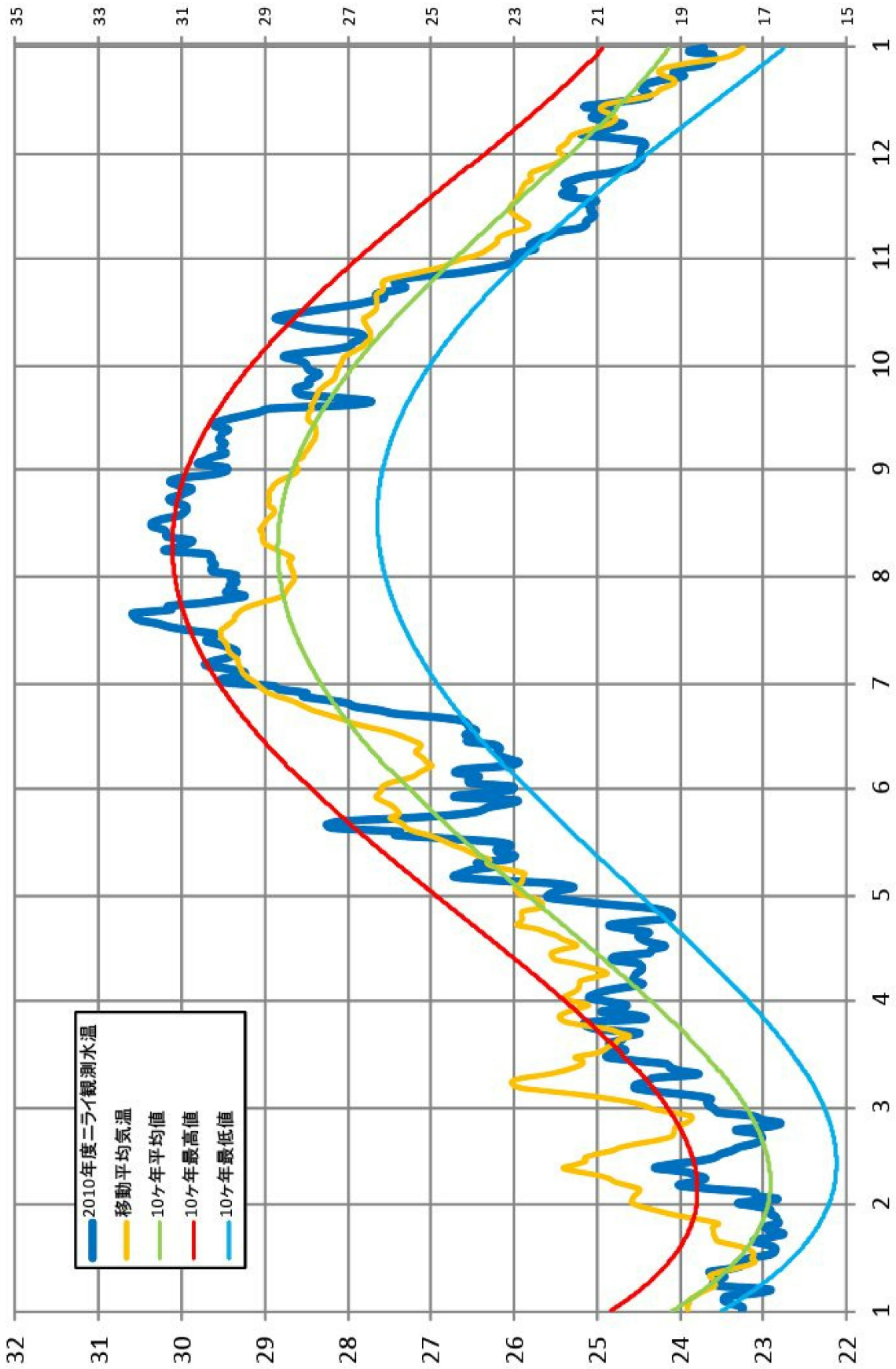


図25 ニライ12号による水温と西表観測所における気温（15日移動平均値）の比較