

沖合海域海洋観測調査 海洋動態解析事業

下條武

1. 目的

沖縄本島周辺海域は、東シナ海を大陸棚縁に沿って北上する黒潮や、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。

2. 調査方法

1) 調査船による観測

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、表1）について、表2のとおり観測を実施した。観測は下條（2007）に基き、ADCPとCTD観測を実施した。CTD観測が困難な場合、XBT観測を実施した。観測データは、（独）水産総合研究センター西海区水産研究所提供の漁海況水平潮流解析ソフトで各層流速場を作図した。水温、塩分及び流況の鉛直断面図は、同所提供の漁海況鉛直潮流解析ソフトで作図した。

2) 係留系（ニライ）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）と15号（宮古西：N15）で水温観測を実施した（図1）。

3. 観測結果と考察

表3にB線第1層（約37m深）の黒潮最大流速位置、流向、流速とアライメント誤差補正角、図2～9にB線の水温、塩分の鉛直断面図と年平均偏差図を、図10～17に各層流速場を、図18～25にB線の流速断面図を、図26にニライの各月上旬、中旬、下旬の旬平均値を、図27に4月、6月、7月のADCP観測結果と、コロラド大学HPから取得したHistorical海面高度図の合成図を

示す。水温と塩分の鉛直断面年平均偏差図では平均値算出期間を1995～2005年までの過去10年間とした。ただし5月と7月は2005年から観測を開始したため、同年分と比較した。水温、塩分の鉛直断面年平均偏差図と流速断面図について、負の値を破線で示すとともに灰色で塗りつぶした。なお「表層」は表面から水深200mまで、「中層」は水深200～700mまでとした。

1) 水温の季節変化

4月の表面水温は22～25℃台を示し、本海域の春季の特徴である水温フロントが、St.12'～13付近に見られた。St.10～12'の表面水温は25℃台で同定点間の表層水温は平年より1～2℃高い傾向を示した。黒潮の最大流速位置は、St.9'と10'の間付近にあり、最高水温帯と大きくずれていた。St.9'と10'の間付近の表層水温と中層水温は1～3℃低めであった（図2、図10）。5月の観測では、CTD観測用の測深儀がSt.10で故障しCTD観測を中止したため、同点以降は欠測である。表面水温は23～25℃台を示し、St.13～14では前年より0～1℃低め、St.11～13では平年より0～2℃高めであった。表層水温は1～3℃高めであった（図3）。6月の観測ではCTD観測を実施したものの、観測値に異常が見られるため全定点欠測とした（図4）。7月の表面水温は26～28℃台を示し、B線全般で2005年より1～3℃低めであった。特にSt.11では26℃台を示し、前年と比較して約2℃低く、同点を中心に広い範囲で平年より低めであった。St.9'の水深約100m付近では前年より4℃高かった（図5）。8月の表面水温は、28～29℃台を示し、平年より0～2℃低めであった。表層水温は全般に平年より低めであった（図6）。10月は水深約100mまで27～28℃台とほぼ一樣の水温を示し、平年より1～2℃低かった。表層水温、中層水温ともに、平年より低めであった（図7）。11月は水深約100mまで26℃台を示し、平年並みの水温であった。100～200mまでは平年より若干低め、中層水温は平年より1℃ほど高かった（図8）。3月の表面水温は21～24℃を示し、St.11～11'付近に水温フロントが見られ、黒潮系の暖水が明瞭となっ

た。St. 11'～14までの表層水温は平年より0～1℃低く、St. 8～11までは平年より0～3℃高かった。中層水温は平年より若干低めであった(図9)。

ニライの観測結果を見ると、八重山西のニライ12号と宮古西のニライ15号では概ね22℃台～29℃台を示した。7月上旬に水温は上昇し続け、平年より約1℃高めで推移したため1998年、2001年、2003年に観測されサンゴの白化や養殖業に被害があった高水温となることが懸念されたが、7月中旬に東シナ海を北上した台風3号による擾乱で水温は急激に低下し、7月下旬には平年より約2℃低めとなった。8月上旬以降は漸次昇温し、9月上旬には平年より約0.5℃高めとなった。他の月は概ね平年並み～約0.5℃ほど高めで推移することが多かった。

2) 塩分の季節変化

4月の観測ではCTD観測用の測深儀が故障しXBTによる代替観測を実施したため、塩分の観測ができなかった(図2)。5月の塩分は、水温と同様St. 10以降は欠測である。表面塩分は34.2～34.4台を示し、水深約150～300mに34.8～34.9台の塩分極大層が見られ、水深約600～750mに34.2台の塩分極小層が見られた。表層塩分は0～0.3低め、中層塩分は平年並みであった(図3)。6月の塩分は水温と同様欠測とした(図4)。7月の表面塩分は34.2～34.5台を示し、水深150～350mに34.8～34.9台の塩分極大層が見られ、水深550～750mに34.1～34.2台の塩分極小層が見られた。前年7月の塩分データに異常が見られ、今回が同月の実質的な初回観測であるため、前年との比較はできなかった(図5)。8月の表面塩分は34.0～34.6台を示し、大陸棚縁辺上のSt. 8'が最も低かった。水深100～250mに34.8～34.9台の塩分極大層が見られ、水深約550～800mに34.1～34.2台の塩分極小層が見られた。表層・中層塩分ともにほぼ平年並みであった(図6)。10月の表面塩分は、34.0～34.5台を示し、大陸棚縁辺上のSt. 8'が最も低かった。表層の水深100～200mに34.8～34.9台の塩分極大層が見られ、水深約500～800mの中層に34.1～34.2台の塩分極小層が見られた。St. 12～14及び、St. 10'～11'付近の表層塩分は平年より0～0.2高め、中層塩分は0～0.1低めであった(図7)。11月の表面塩分は34.2～34.5台を示し、黒潮の最大流速位置であるSt. 8'～9が最も低かった。水深100～350mに34.8～34.9台の塩分極大層が見られ、水深500～800mに34.1～34.2台の塩分極小層が見られた。St. 12～14及び、St. 10'～11'付近の表層塩

分は平年より0～0.2高め、中層塩分は0～0.1低めであった(図8)。3月の表面塩分は34.4～34.7台を示し、黒潮の最大流速位置であるSt. 9が最も低かった。水深100～250mに34.8台の塩分極大層が見られ、水深約550～800mの中層に34.1～34.2台の塩分極小層が見られた。B線の全般にわたり表層、中層ともに0～0.1低めであった(図9)。

3) 流れの季節変化

4月の黒潮の流況は、37m深(第1層)の最大流速位置がSt. 9'と10の中間付近にあり(表3)、流速断面図の東西成分ではSt. 10～10'付近の水深200mと350mに流速コアが見られ、南北成分では同点付近の水深50mと300mに明瞭な流速コアが見られた。St. 12付近では高気圧性渦(右回り)によると考えられる南よりの流れが見られ、本島南部ではSt. 13の水深150m付近をコアとする低気圧性渦(左回り)による西よりの流れが見られた(図27a)。St. 12'付近は高気圧性渦と低気圧性渦の流れの合流地点と考えられ、流速は異なる水深で大きかった(図10, 図18)。4月のADCP観測結果と海面高度偏差図のズレは(6月や7月にも見られる)、同図が有する同一位置の偏差の時間経過によるズレ(島田・福田, 2007)と考えられ、今後提供される図と比較する必要がある。5月の黒潮の流況は37m深の最大流速位置がSt. 9'付近にあり(表3)、流速断面図の東西成分ではSt. 9'～10'付近の水深100mと250mに明瞭な流速コアが見られ、南北成分では、St. 10の水深50mと300mに明瞭な流速コアが見られた。St. 13の表層とSt. 11'の水深200mで南東の流れ、その間のSt. 12の水深100m以深では北東の流れとなっており複雑な流況であった(図11, 図19)。6月の黒潮の流況は37m深の最大流速位置がSt. 9と9'の中間付近にあり(表3)、流速断面図の東西成分では、St. 9～9'の水深100mと250m付近に明瞭な流速コアが見られ、南北成分ではSt. 9'～10で強い北向きの成分見られた。沖縄本島南部には高気圧性渦にとまう強い東よりの流れが表層から中層の深い部分まで見られ、この渦は海面からかなり深い水深まで達する構造を有することが示唆された。興味深い点は、St. 11'の表層付近でこの高気圧性渦による東よりの流れが、あたかも慶良間堆に分断され西よりの流れとなっている点であり、西進してきた渦が沖縄本島の陸棚に接した場合の海況を知る貴重な知見となった(図12, 図20, 図27b)。7月の黒潮の流況は、37m深の最大流速位置がSt. 9'付近にあり(表3)、流速断面図の東西成分ではSt. 10の表層に東

方成分のコアが見られ、南北成分ではSt. 9'の中層で明瞭な流速のコアが見られた。沖縄本島南部で観測された強い東よりの流れは、本島南東海域の太平洋にある高気圧性渦の西側縁辺部の流れを捉えたものと考えられる。この強い東よりの流れは、流速断面図より表層から中層の深い部分にまで達する構造を有することが示唆された。更に流速断面図からSt. 12の水深約500m付近をコアとする強い北西の流れが判読でき、その西隣のSt. 11'では同水深をコアとする南西の流れが判読できる。これは水深500m付近の流れが慶良間堆西側の海底地形の影響を受け、左回りの流れとなっていることを示唆しており中層の流況を知る貴重な知見となった(図13, 図21, 図27c)。8月の黒潮の流況は、37m深の最大流速位置がSt. 9'付近にあり(表3)、流速断面図の東西成分では水深150~200mを中心とする中層に流速コアが見られ、南北成分ではSt. 9'付近に複数の流速コアが見られた(図14, 図22)。10月は観測データに異常が見られるため欠測とした(表3, 図15, 図23)。11月の黒潮の流況は37m深の最大流速位置がSt. 8'付近にあり(表3)、流速断面図の東西成分では、明瞭な流速コアが見られず、南北成分ではSt. 9'の水深250mを中心とする流速コアが見られた(図

16, 図24)。3月の黒潮の流況は、37m深の最大流速位置がSt. 9'付近にあり(表3)、流速断面図の東西成分では明瞭な流速コアが見られず、南北成分ではSt. 9~9'の50mと水深200m付近を中心とする流速コアが見られた(図17, 図25)。

水温、塩分、流速値について沖縄本島海域や黒潮流域等を代表する定点の鉛直時系列解析や、B線の水平時系列解析を進め、漁場形成に係る基礎的知見の構築が今後の課題である。

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.
- 島田和彦・福田将数(2007): ソデイカ漁場形成要因に関する調査. 平成17年度沖縄県水産試験場事業報告書, 26-28.
- 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.

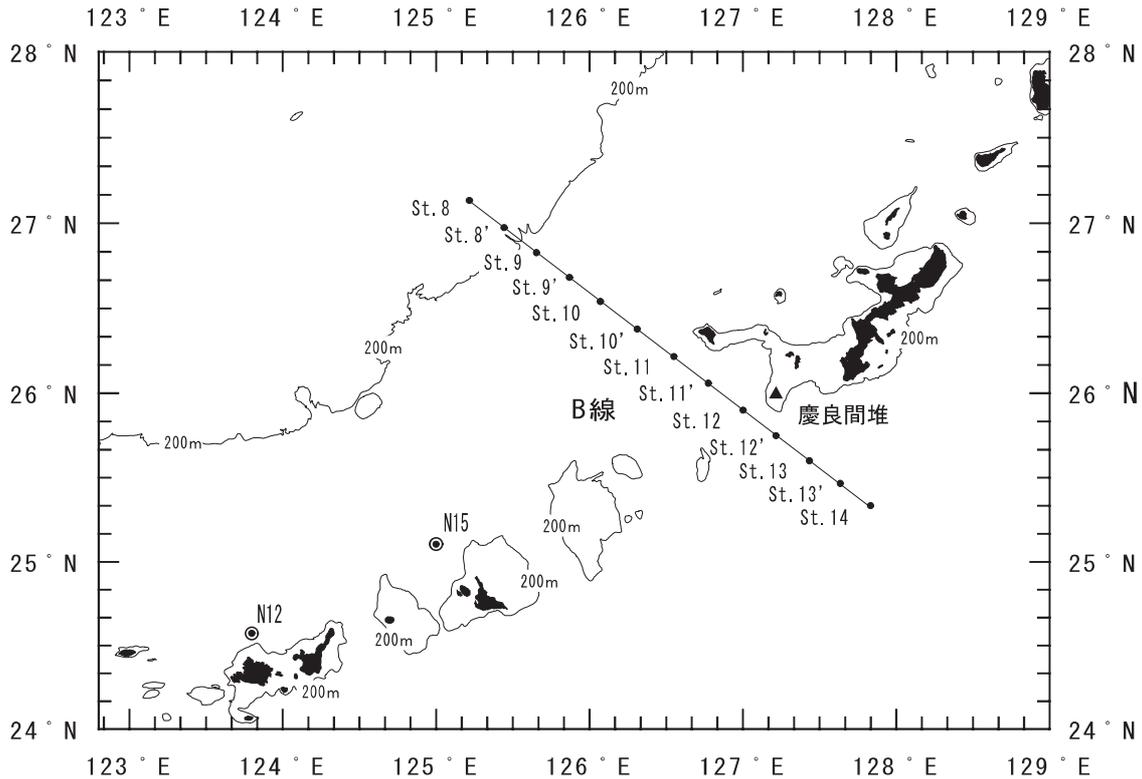


図1. 沖合定線(B線), ニライ(◎)及び、慶良間堆(▲)の位置。200m等深線を細線で示した。

表1. B線の観測定点(St.)

St.	B線	
	N	E
8	27° 08.0'	125° 13.0'
8'	26° 59.0'	125° 27.0'
9	26° 50.0'	125° 40.0'
9'	26° 41.5'	125° 52.5'
10	26° 33.0'	126° 05.0'
10'	26° 23.0'	126° 19.0'
11	26° 13.0'	126° 33.0'
11'	26° 03.5'	126° 46.5'
12	25° 54.0'	127° 00.0'
12'	25° 45.0'	127° 13.0'
13	25° 36.0'	127° 26.0'
13'	25° 28.0'	127° 38.0'
14	25° 20.0'	127° 50.0'

表3. B線(37m深)の黒潮最大流速の位置, 流向, 流速とアライメント誤差補正角

航海	B線上の黒潮最大流速の位置	流向(°)	流速(cm/s)	流速(Kt)	アライメント誤差補正角
2006年4月	St. 9' と St. 10' の中間付近 (26° 36' N・126° 1' E)	13	126	2.5	2.42
2006年5月	St. 9' 付近 (26° 44' N・125° 49' E)	39	145	2.8	2.38
2006年6月	St. 9とSt. 9' の中間付近 (26° 47' N・125° 47' E)	39	119	2.3	2.67
2006年7月	St. 9' 付近 (26° 45' N・125° 50' E)	6	92	1.8	2.48
2006年8月	St. 9' 付近 (26° 44' N・125° 49' E)	35	58	1.1	2.50
2006年10月	—※1	—	—	—	—
2006年11月	St. 8' 付近 (26° 58' N・125° 27' E)	13	103	2.0	2.01
2007年3月	St. 9' 付近 (26° 47' N・125° 43' E)	29	95	1.9	1.71

※1: 流向・流速値に異常が見られるため欠測とした。

表2. 観測実施月 (2006年4月~2007年3月; 観測日の31は前月の31日を表す)

観測月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
観測日	10~12	8~10	12~14	18~20	31~2	—	2~4	31~2	—	—	—	7~9
ADCP	○	○	○	○	○	—	○※5	○	—	○	—	○
CTD	×※1	○※2	○※3	○※4	○	—	○	○	—	○	—	○
XBT	○※1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

※1: CTD用測深儀故障のため, 全定点のCTD観測を中止し, St. 9' までXBT観測を実施した。

※2: CTD用測深儀故障のため, St. 10' で観測を中止した。

※3: 水温・塩分値に異常が見られるため欠測とした。

※4: 塩分値に異常が見られるため欠測とした。

※5: 流向・流速値に異常が見られるため欠測とした。

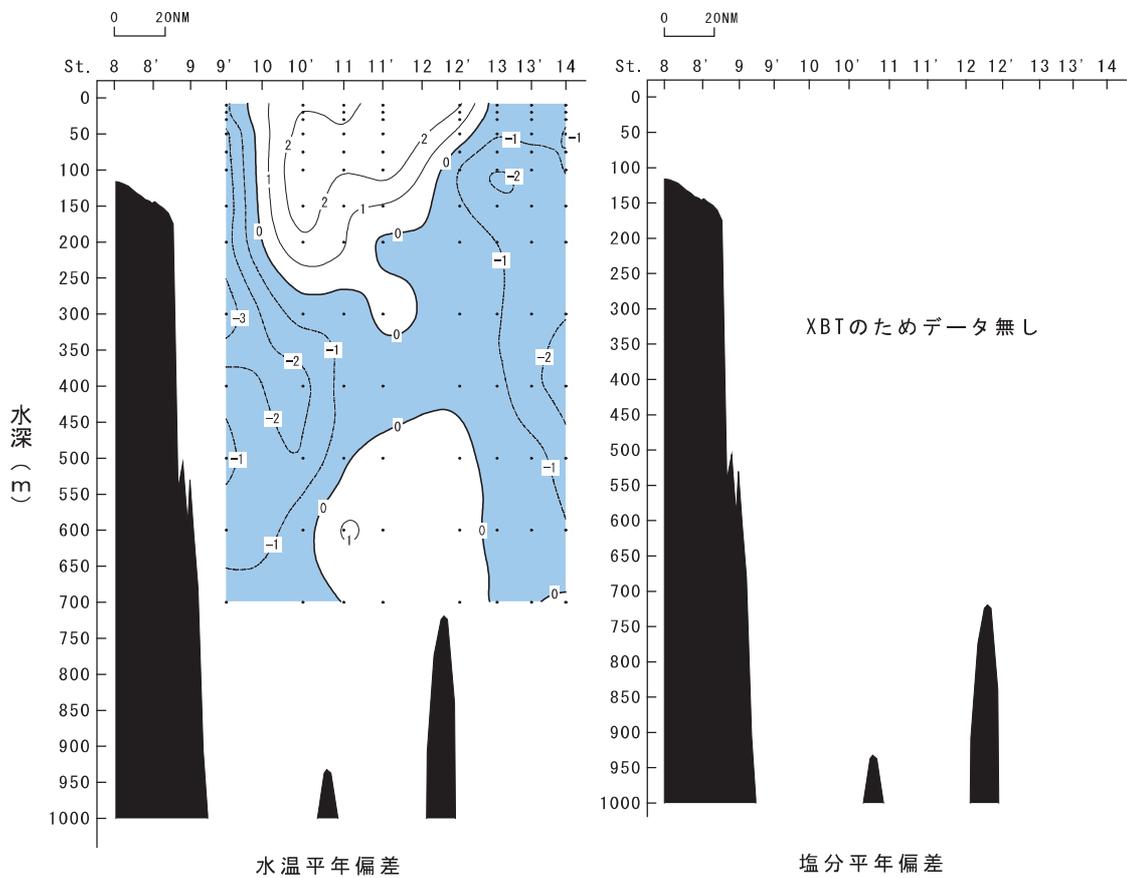
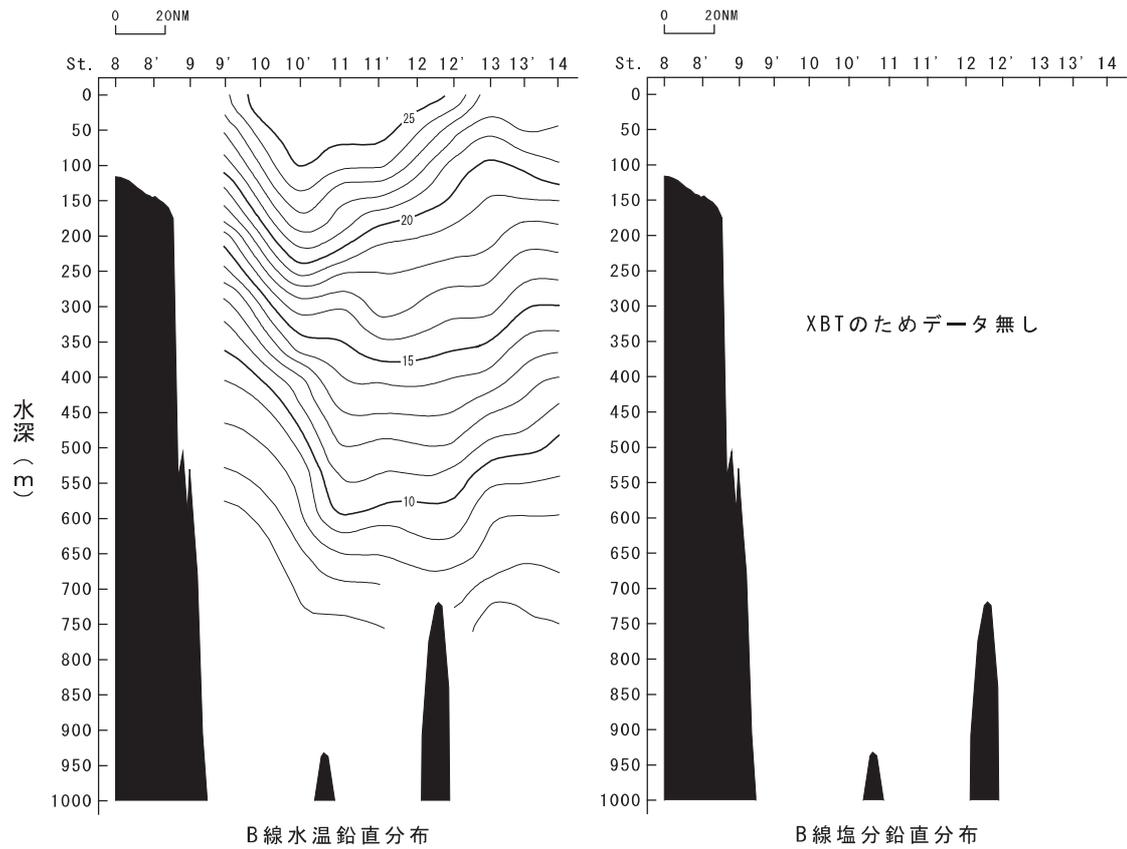
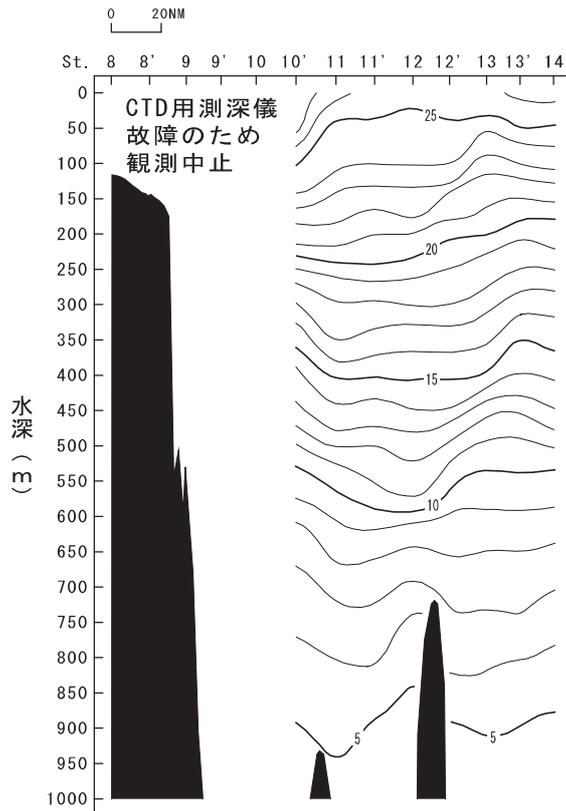
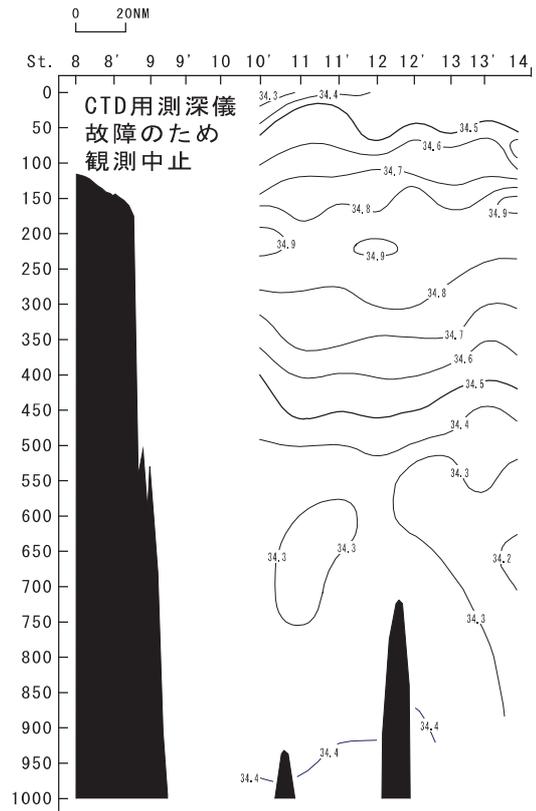


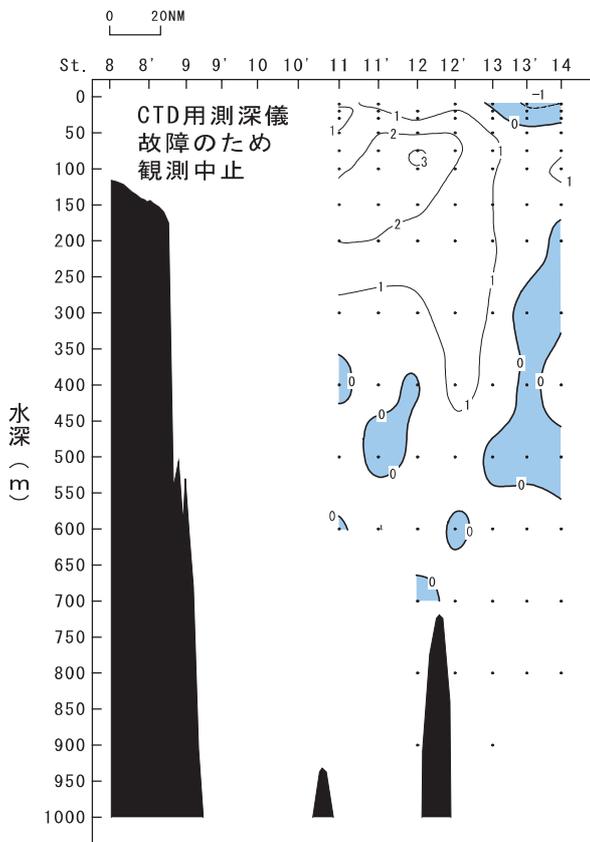
図 2. 2006年4月のB線の水温・塩分の鉛直断面図



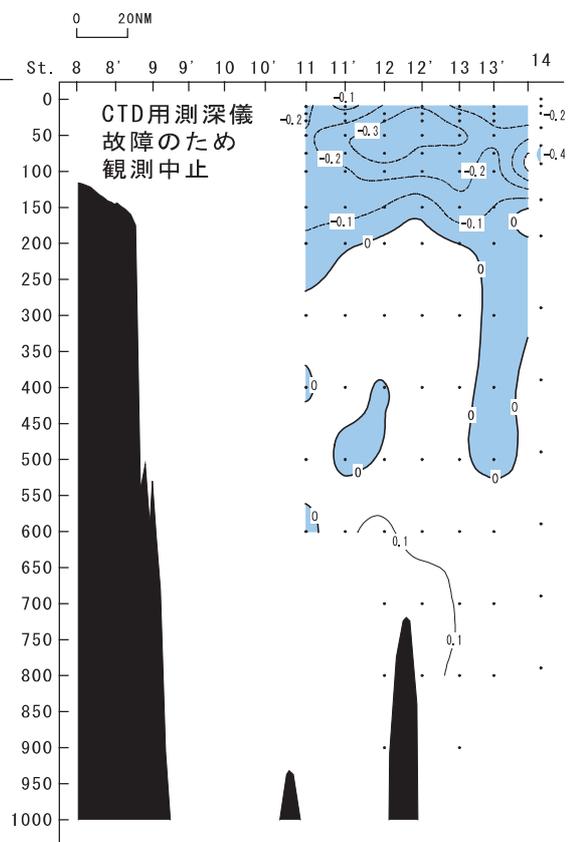
B線水温鉛直分布



B線塩分鉛直分布



水温平年偏差



塩分平年偏差

図3. 2006年5月のB線の水溫・塩分の鉛直断面図

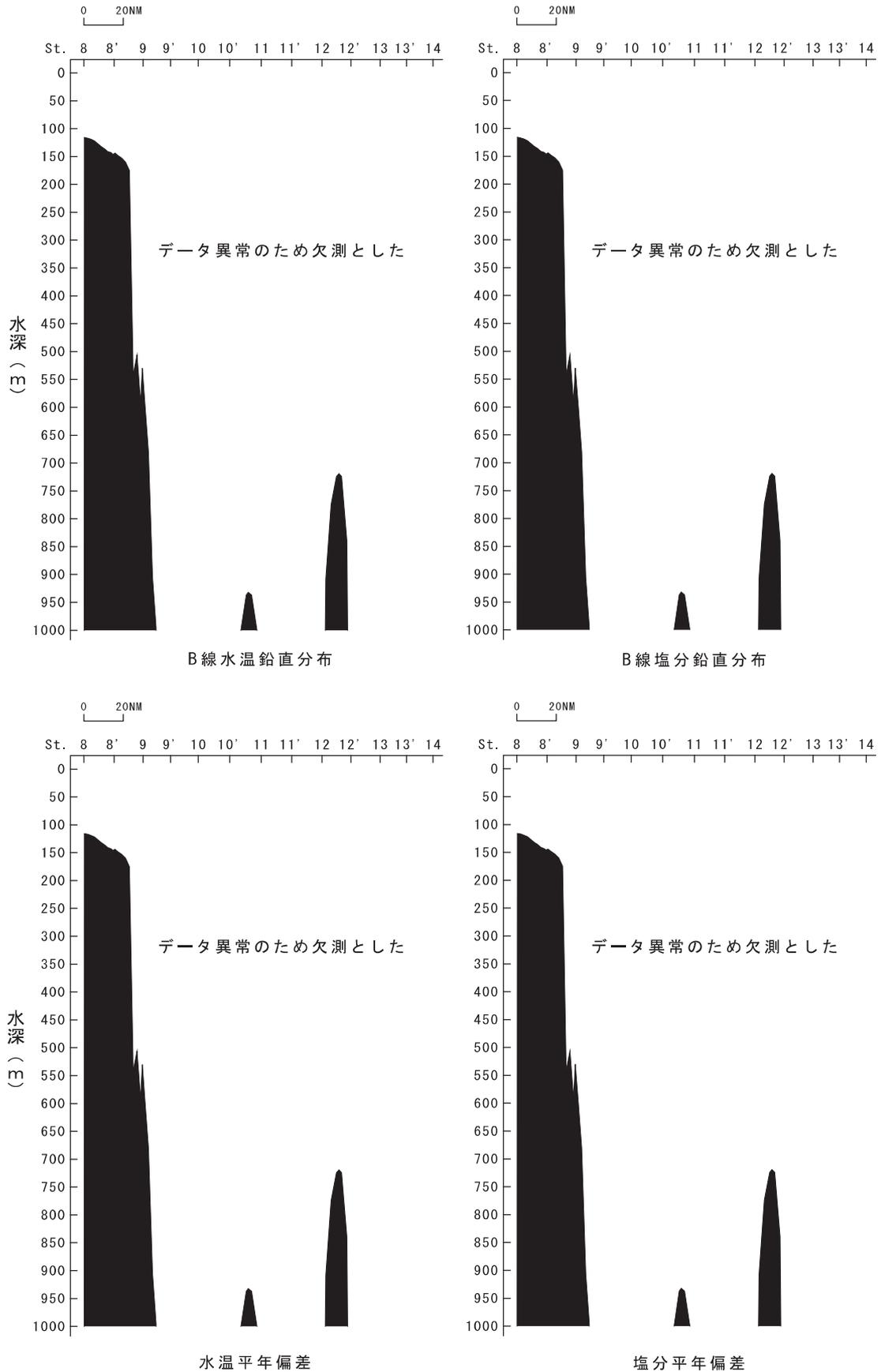
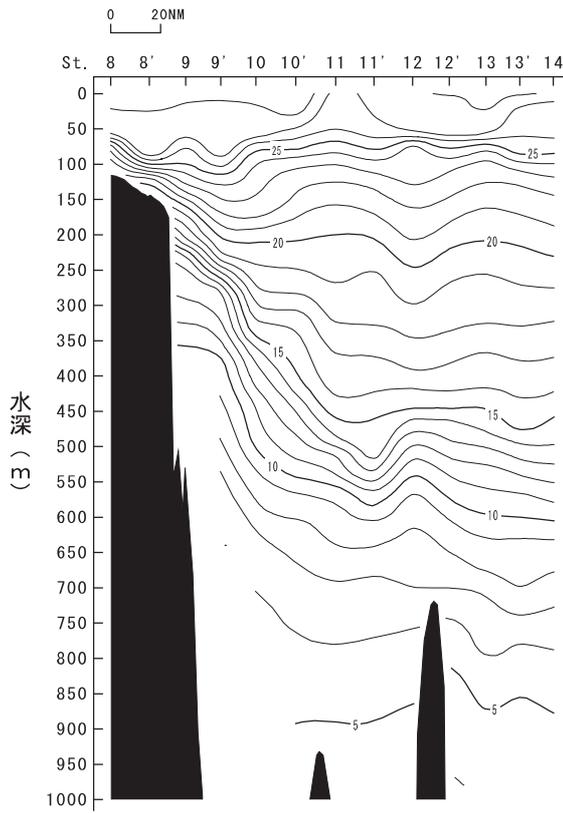
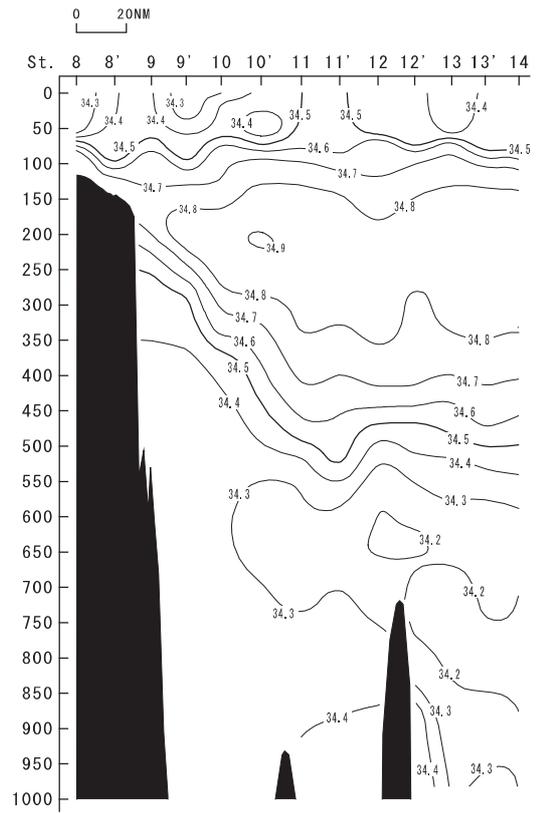


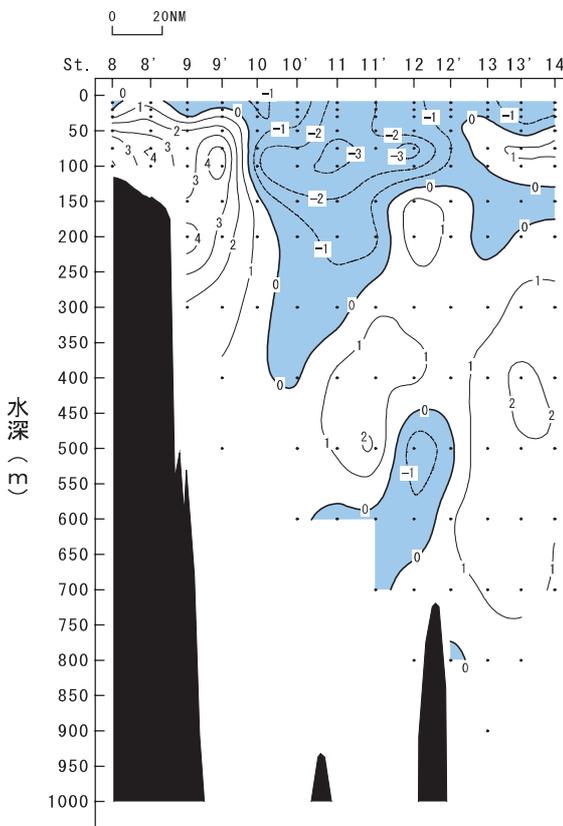
図4. 2006年6月のB線の水温・塩分の鉛直断面図



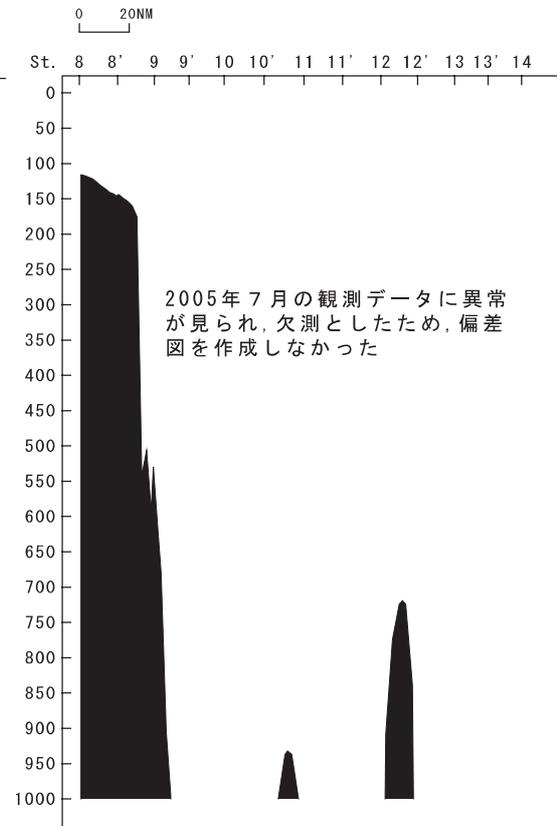
B線水温鉛直分布



B線塩分鉛直分布



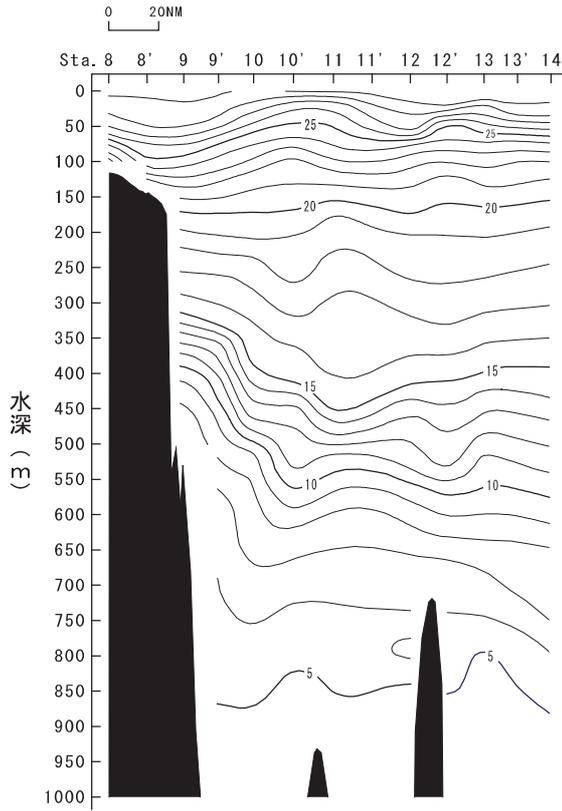
水温平年偏差



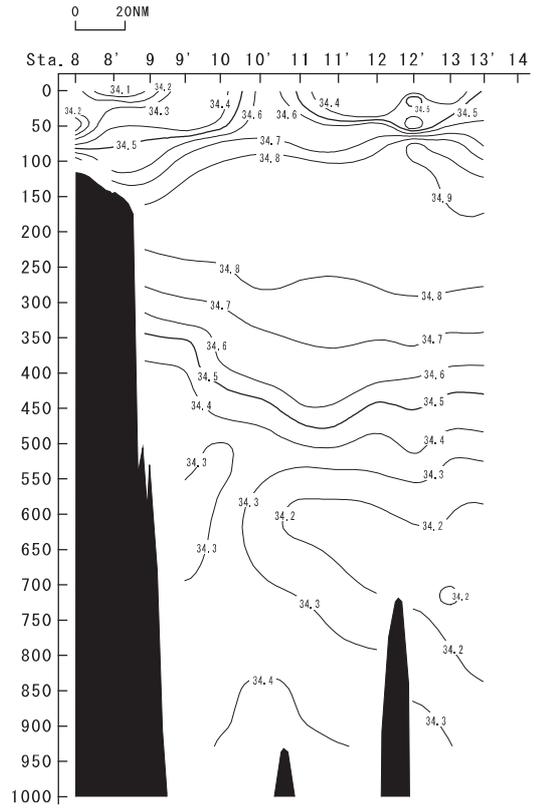
塩分平年偏差

2005年7月の観測データに異常が見られ、欠測としたため、偏差図を作成しなかった

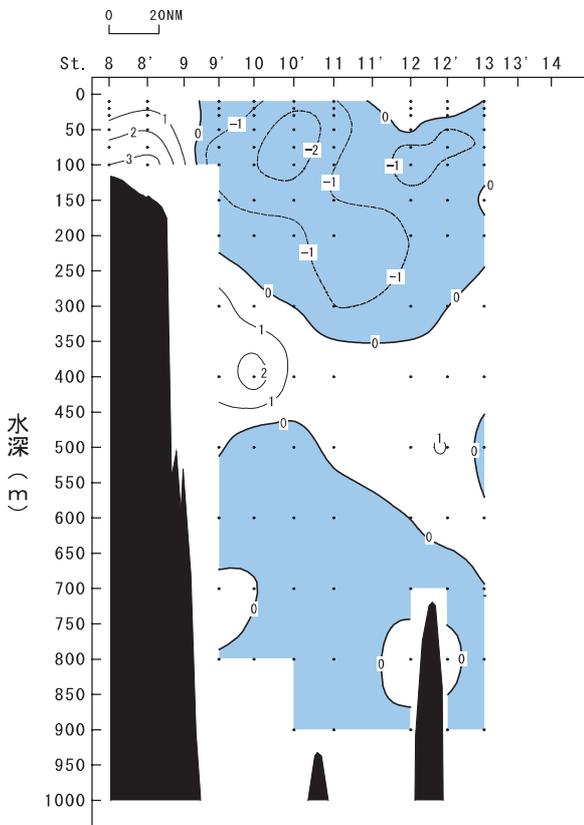
図5. 2006年7月のB線の水温・塩分の鉛直断面図



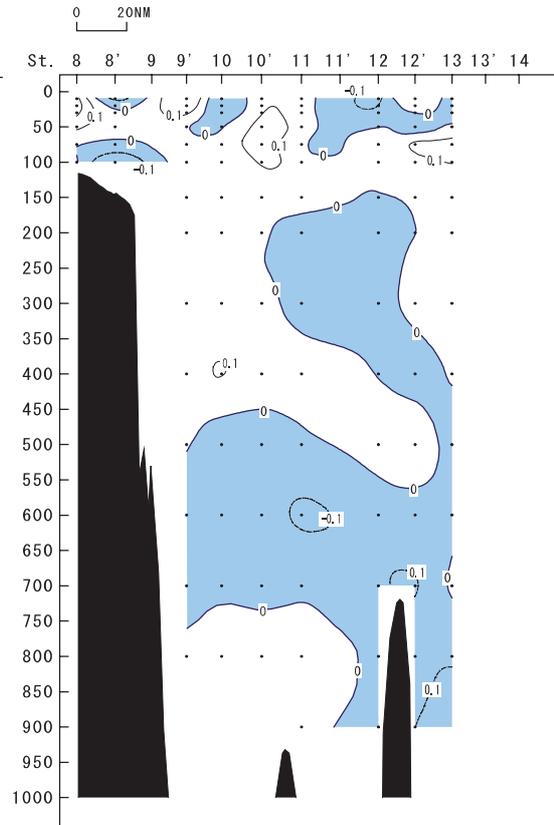
B線水温鉛直分布



B線塩分鉛直分布

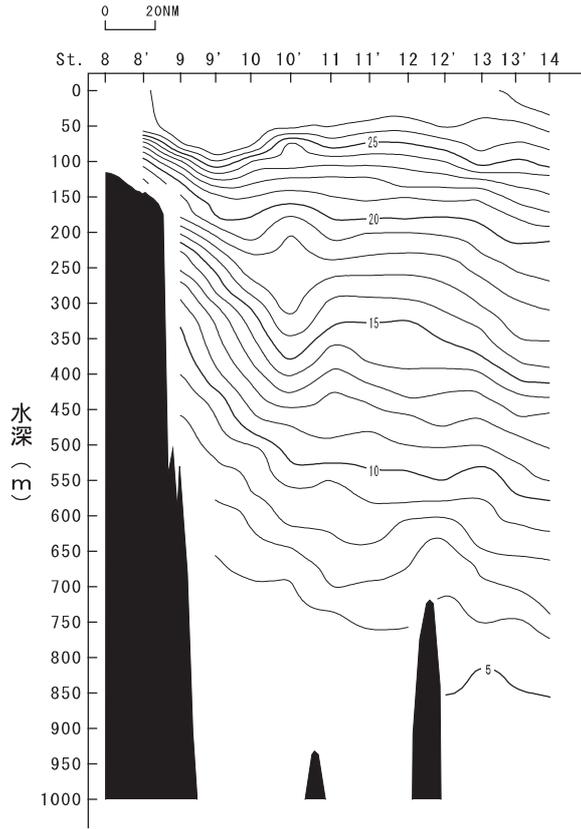


水温平年偏差

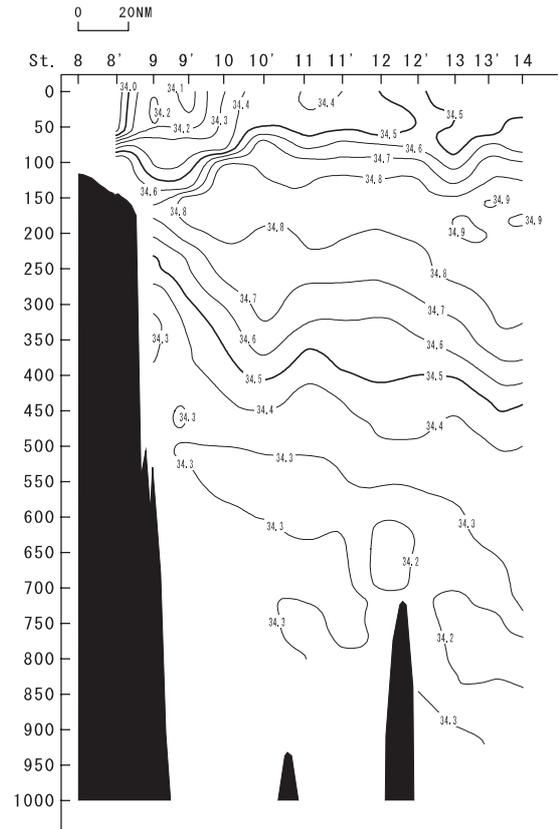


塩分平年偏差

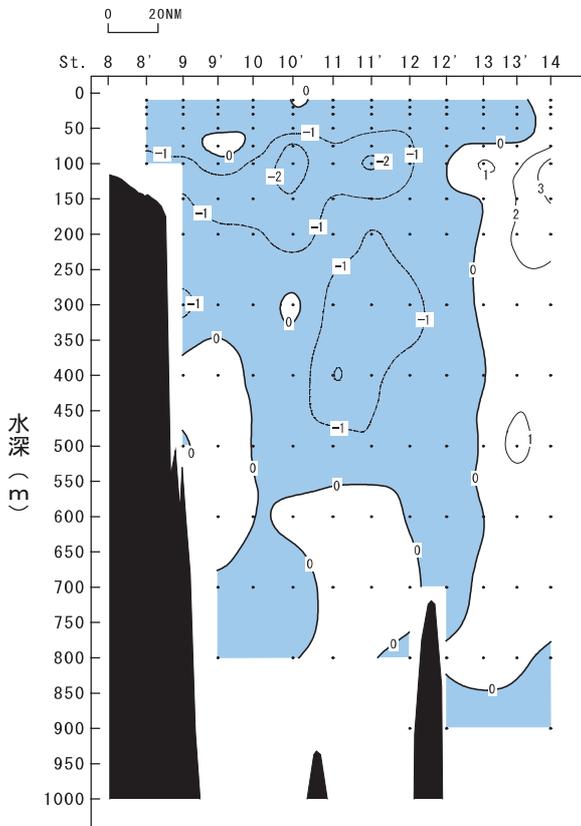
図6. 2006年8月のB線の水温・塩分の鉛直断面図



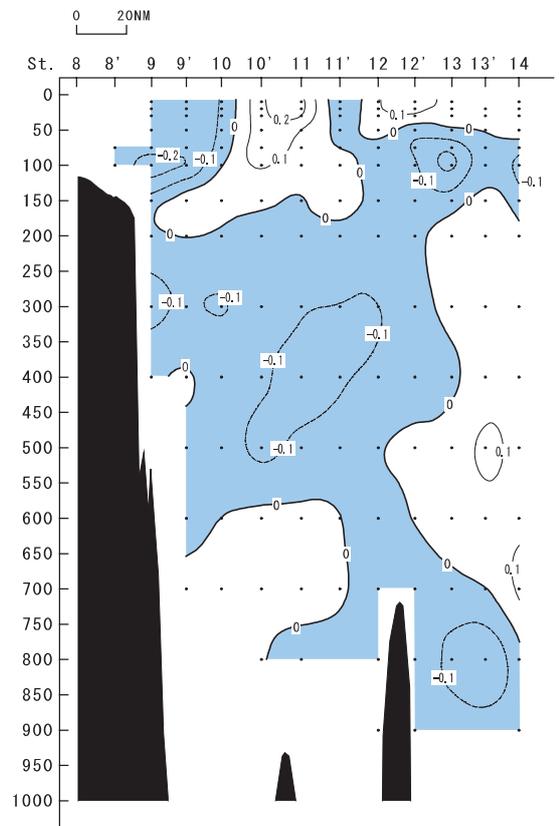
B線水温鉛直分布



B線塩分鉛直分布

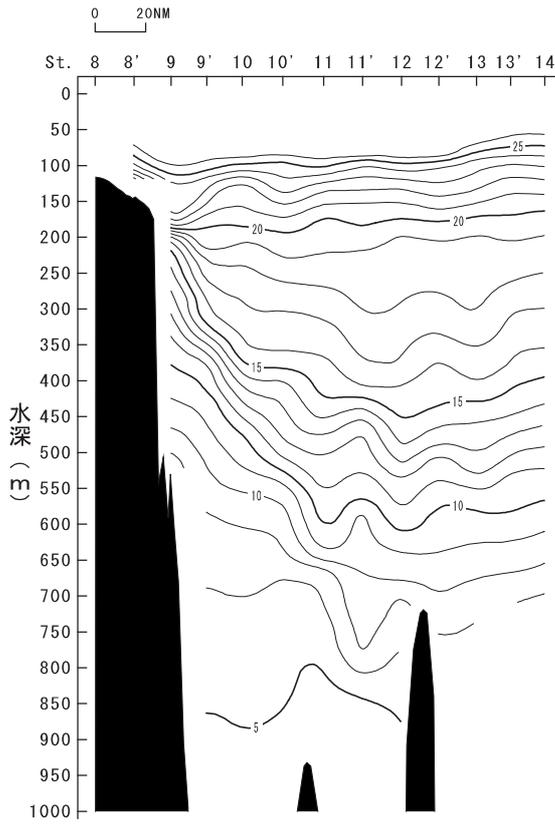


水温平年偏差

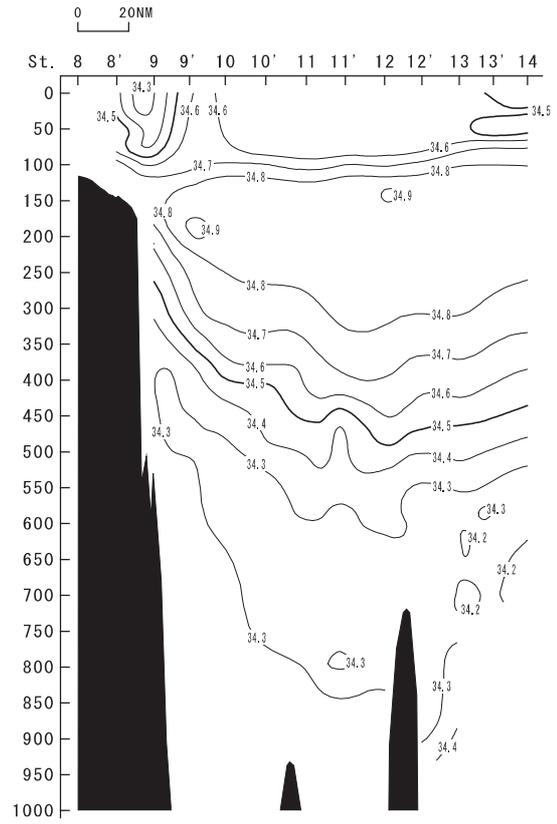


塩分平年偏差

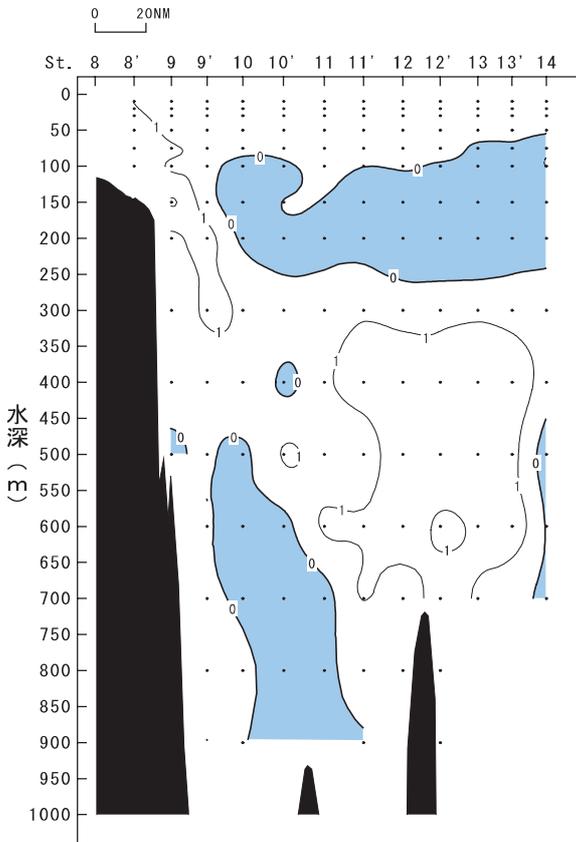
図7. 2006年10月のB線の水温度・塩分の鉛直断面図



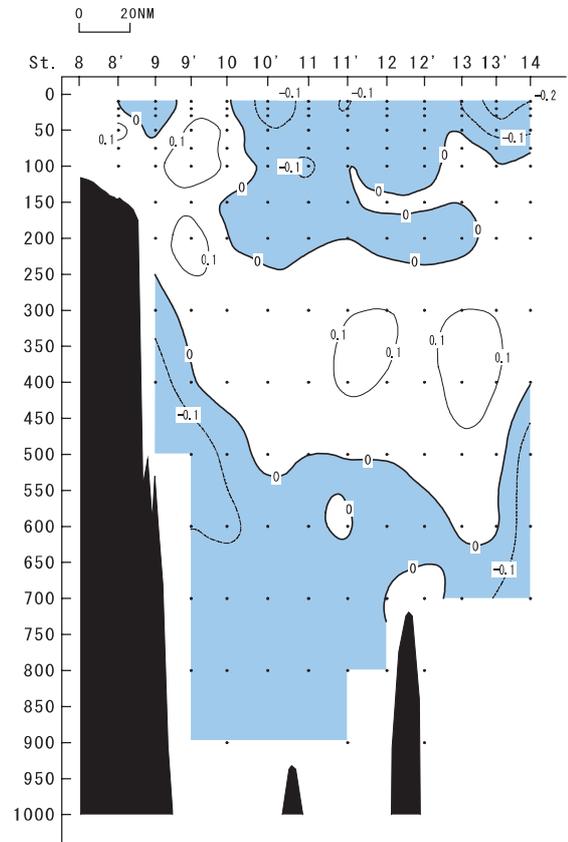
B線水温鉛直分布



B線塩分鉛直分布



水温平年偏差



塩分平年偏差

図8. 2006年11月のB線の水温・塩分の鉛直断面図

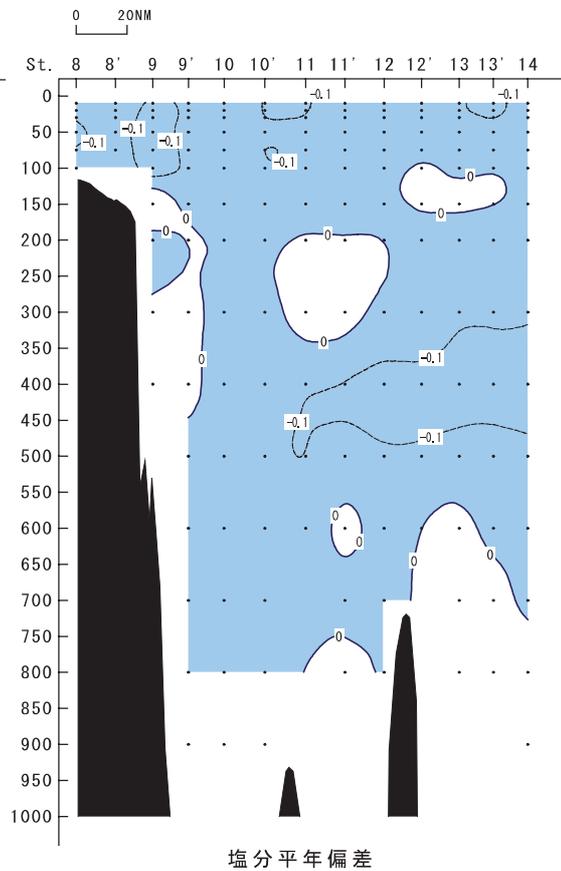
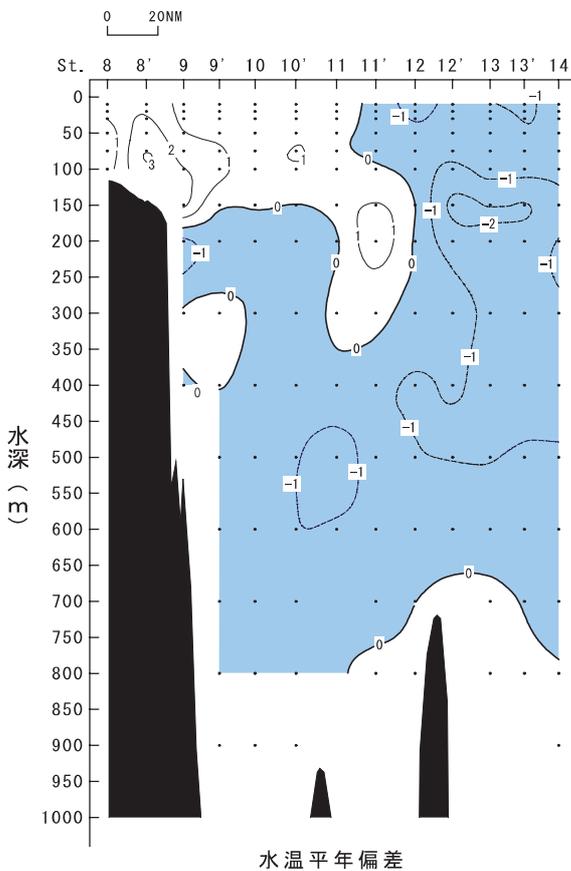
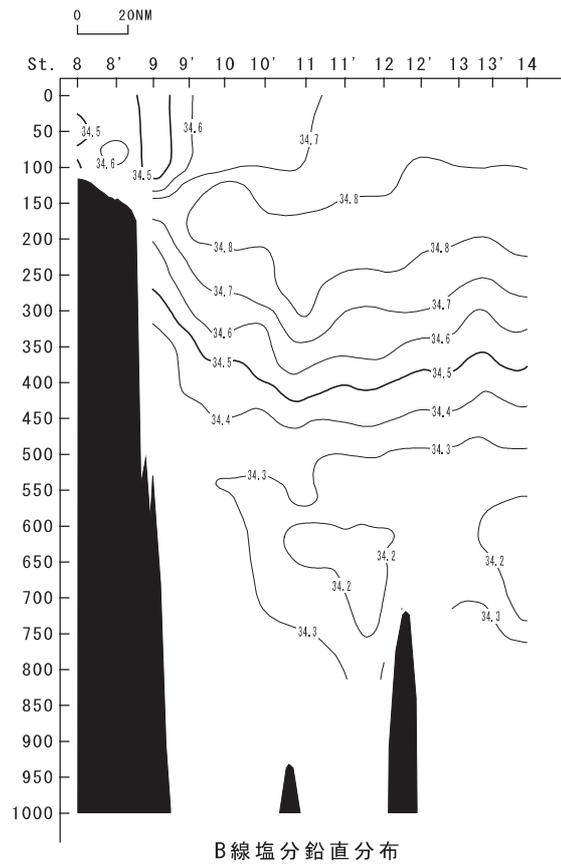
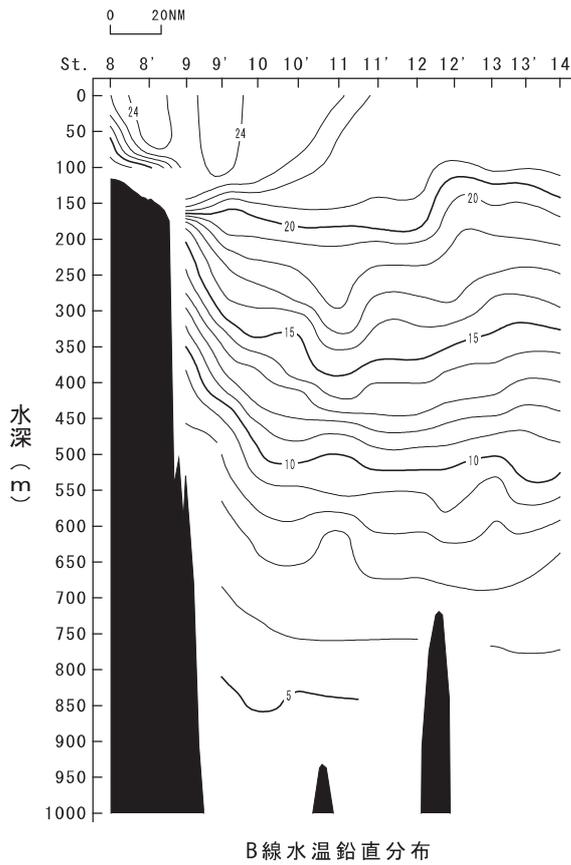


図9. 2007年3月のB線の水温・塩分の鉛直断面図

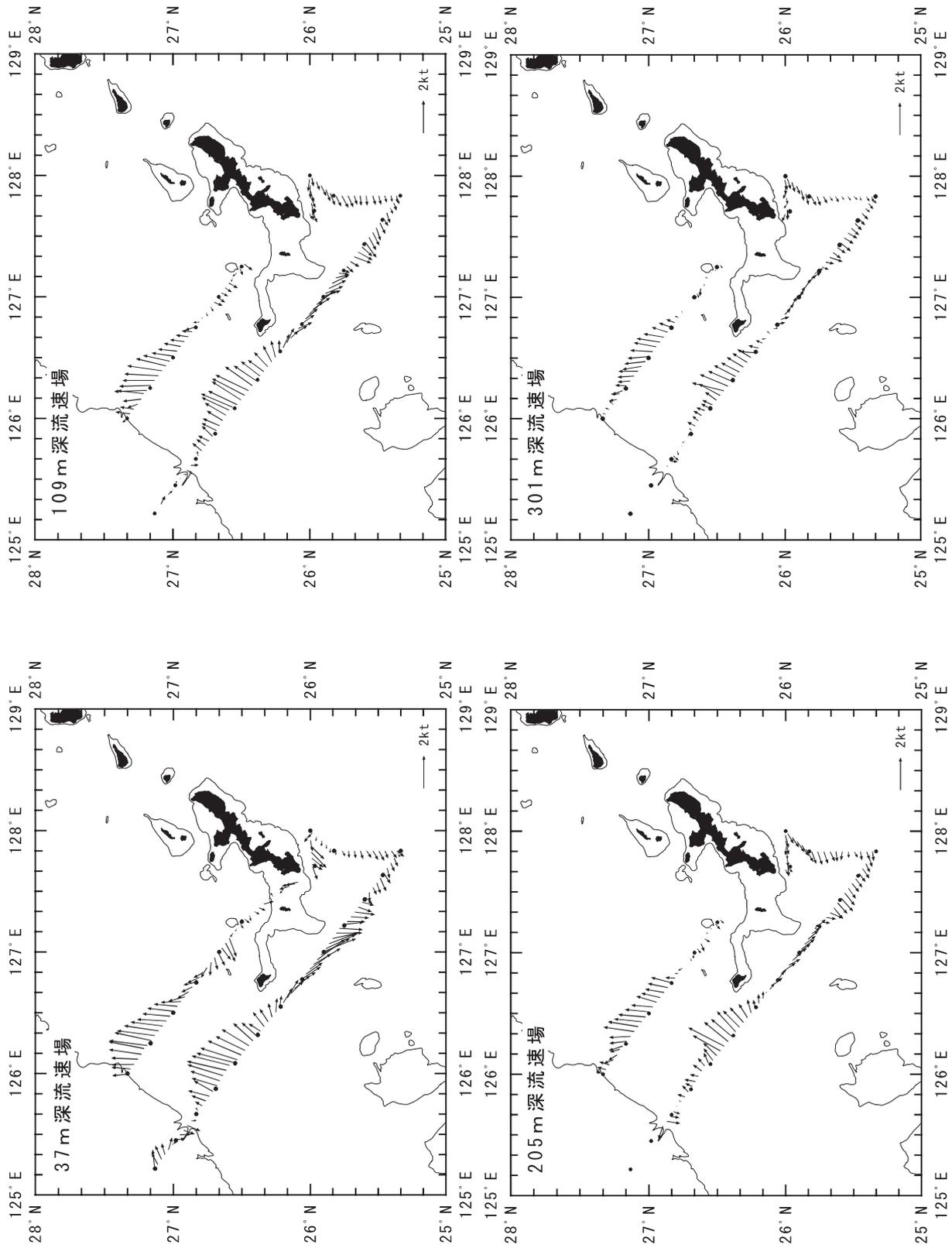


図10. 2006年4月の各層流速場

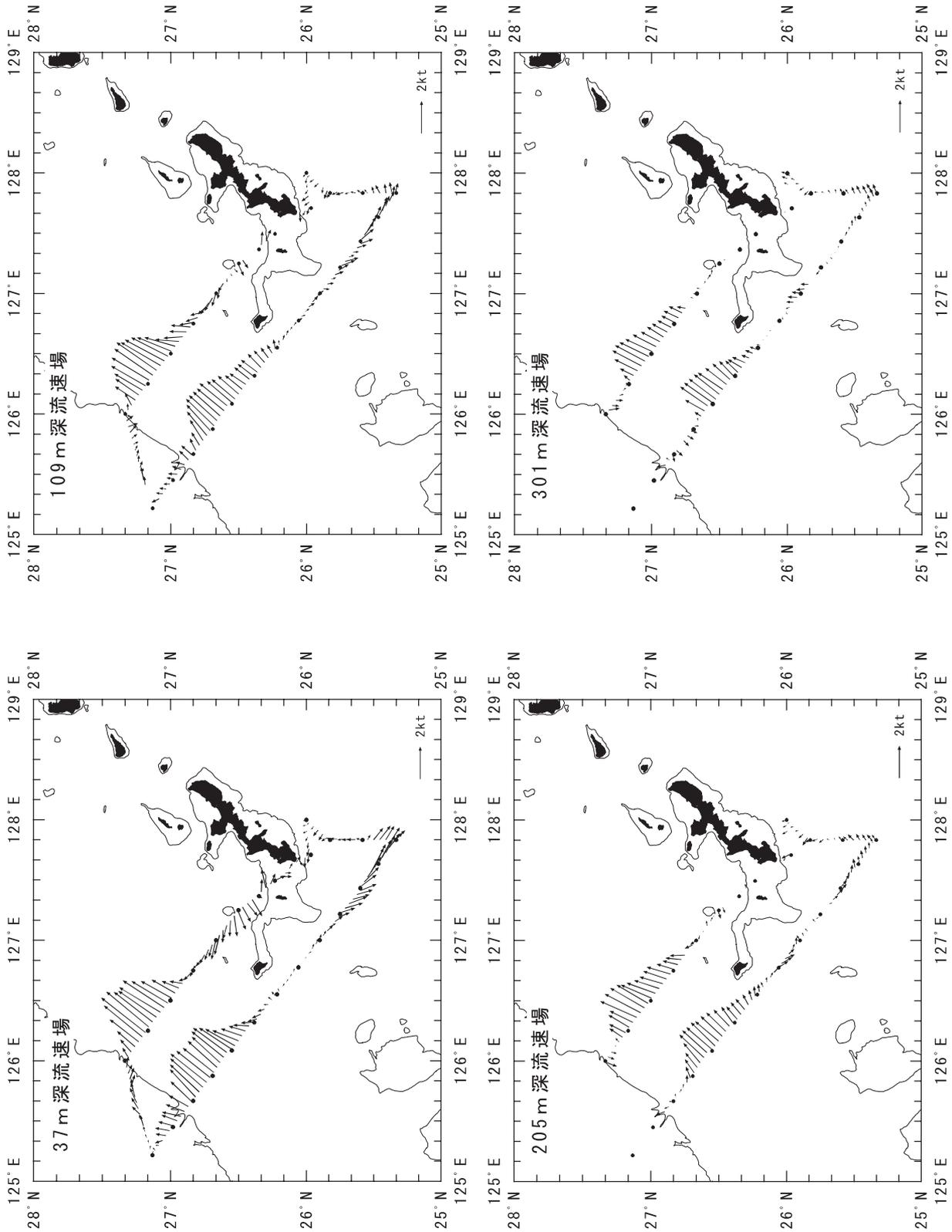


図11. 2006年5月の各層流速場

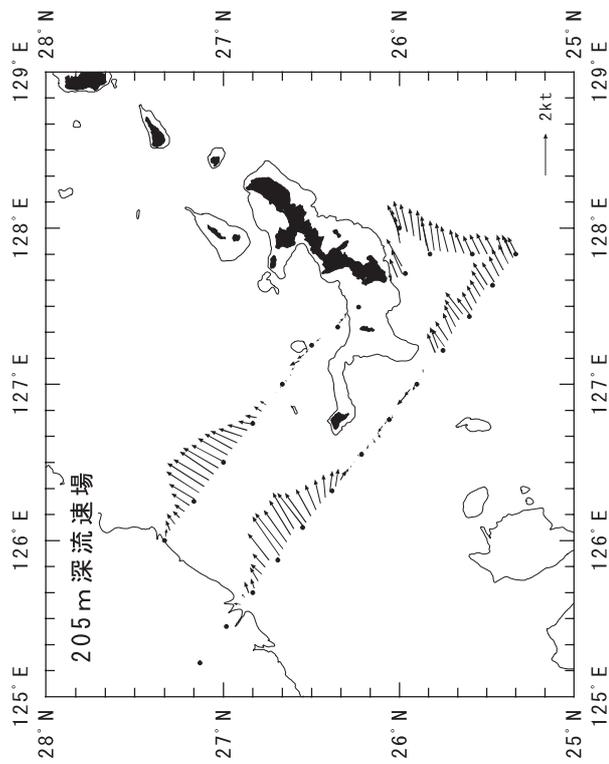
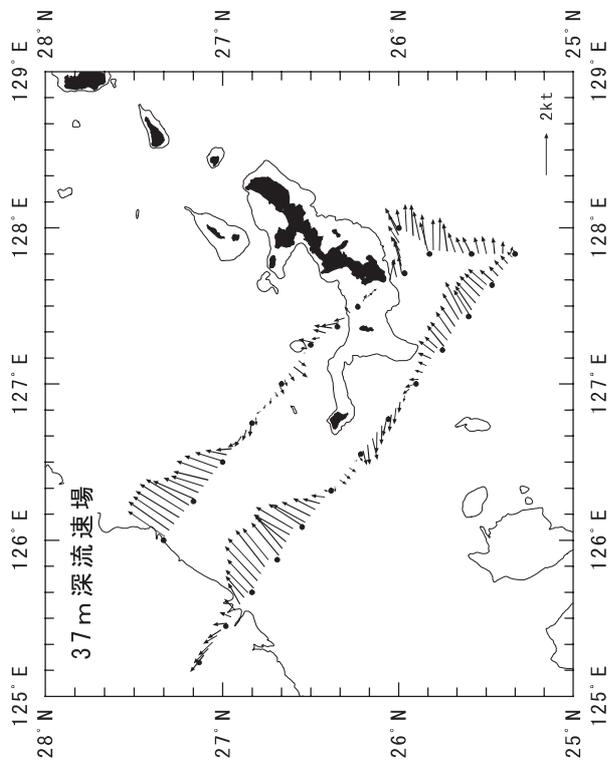
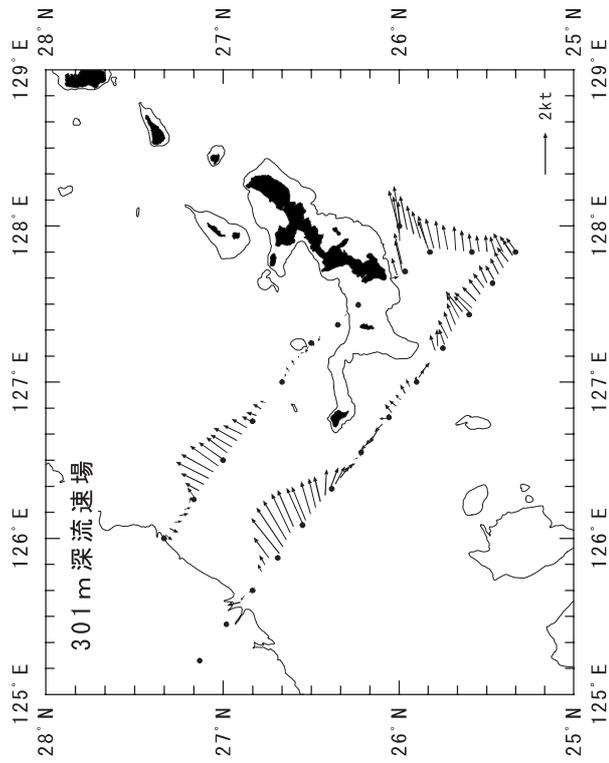
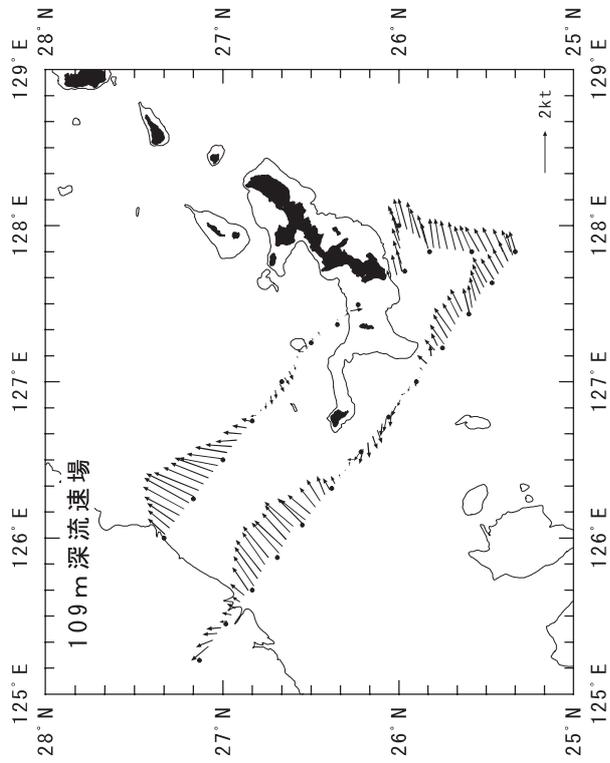


図12. 2006年6月の各層流速場

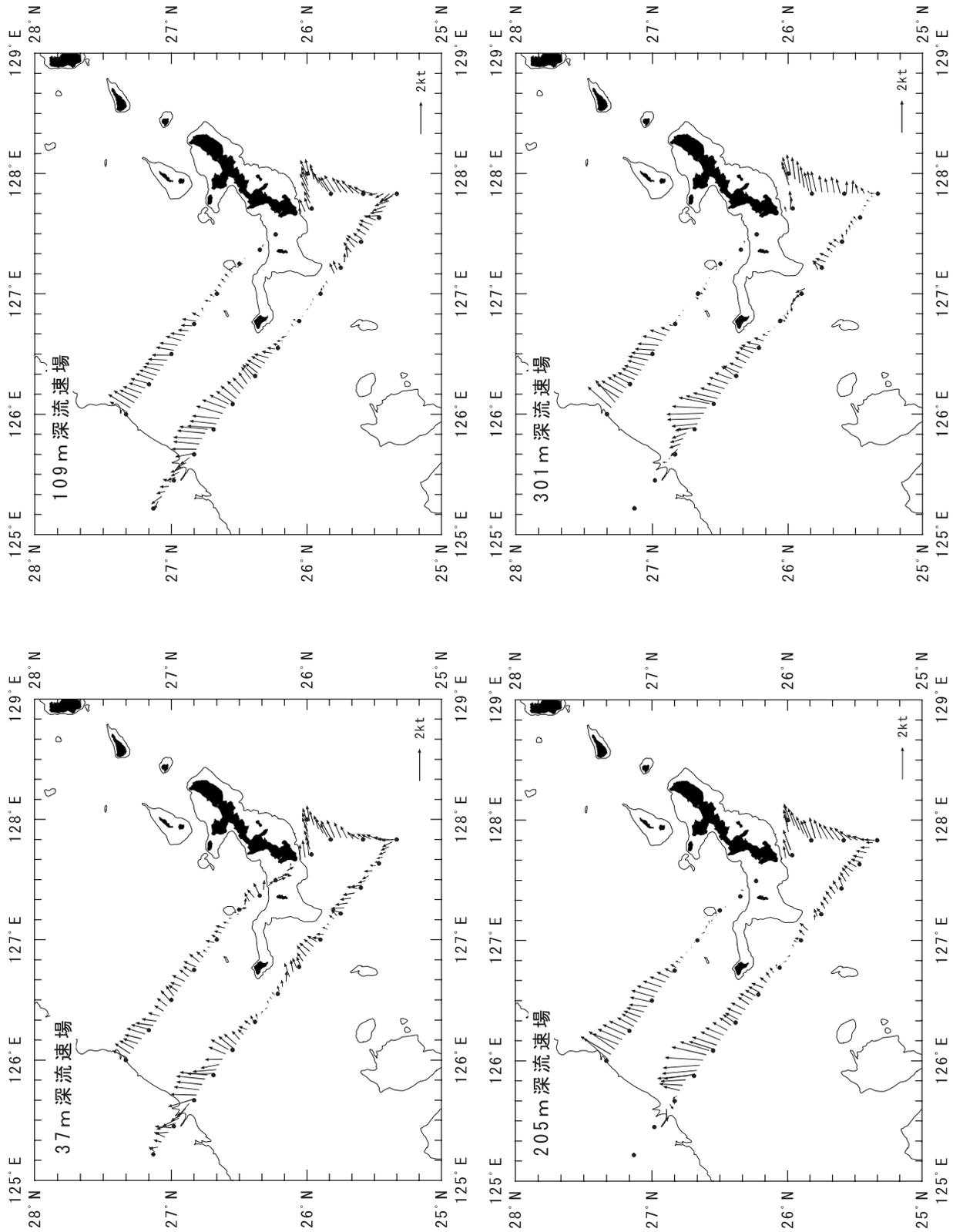


図13. 2006年7月の各層流速場

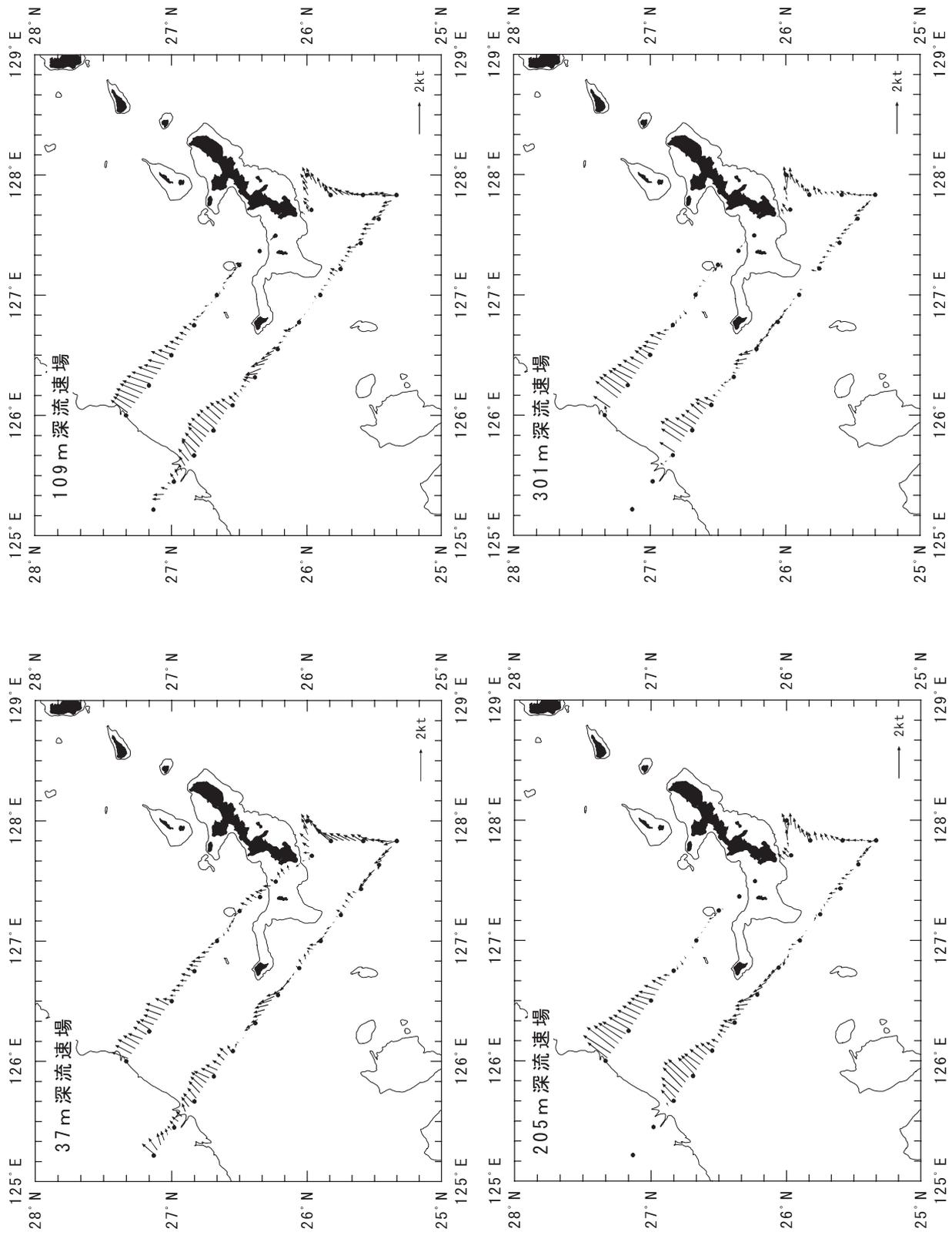


図14. 2006年8月の各層流速場

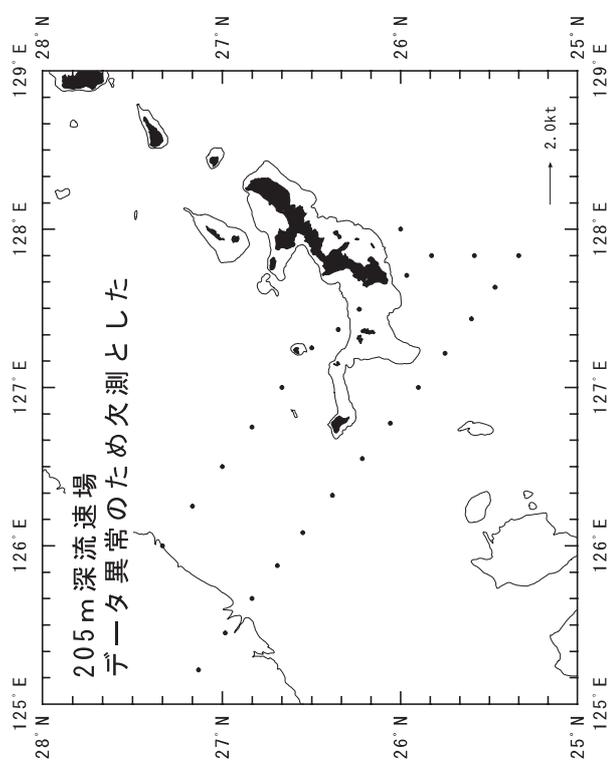
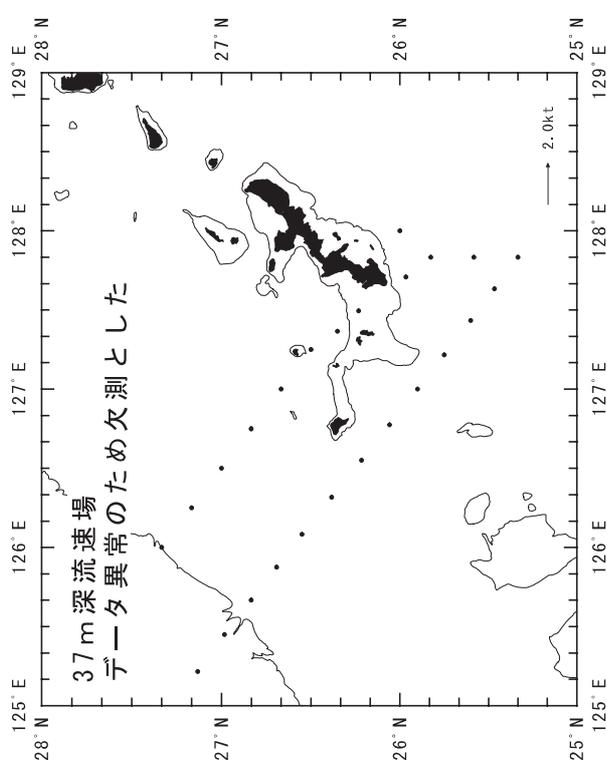
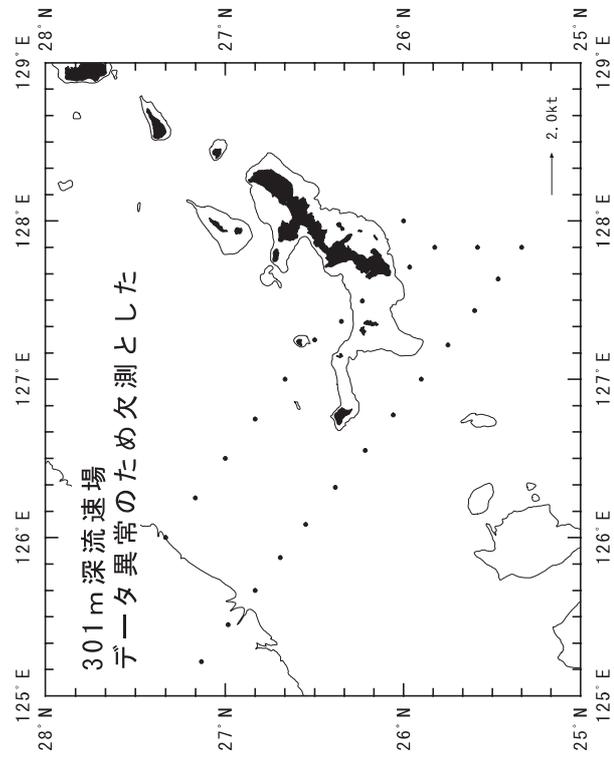
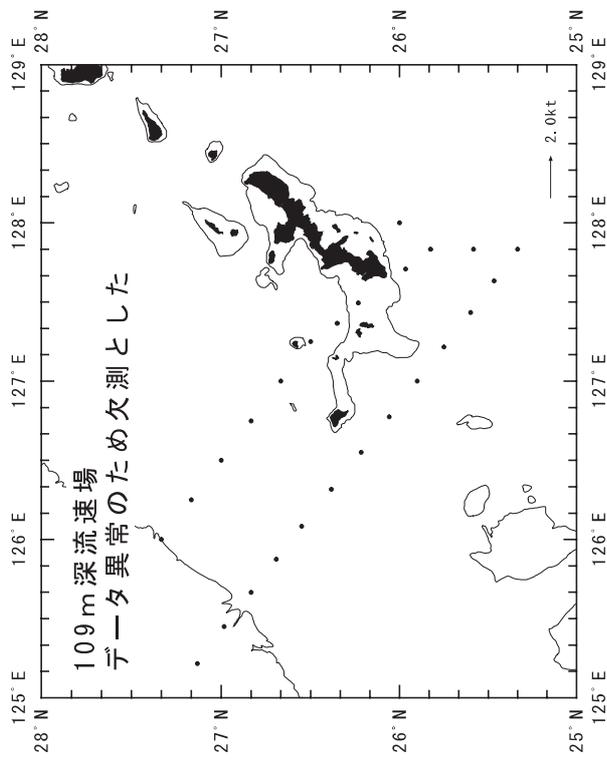


図15. 2006年10月の各層流速場

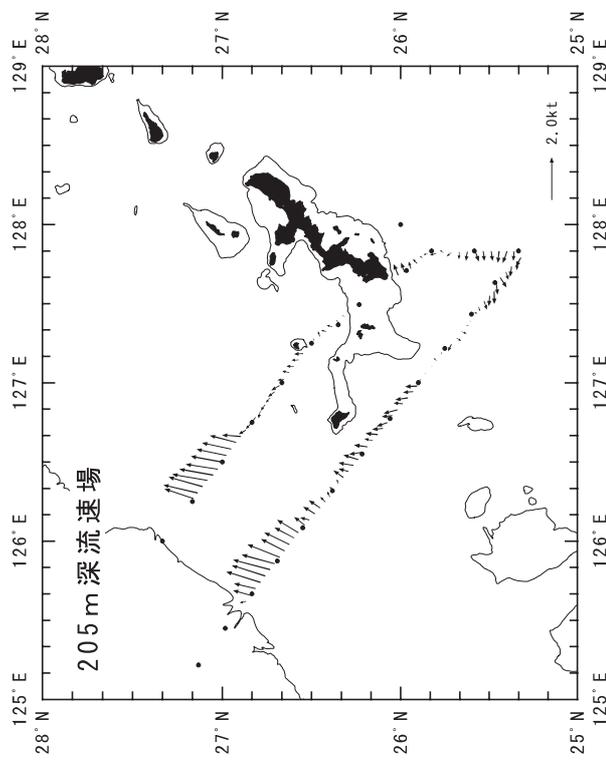
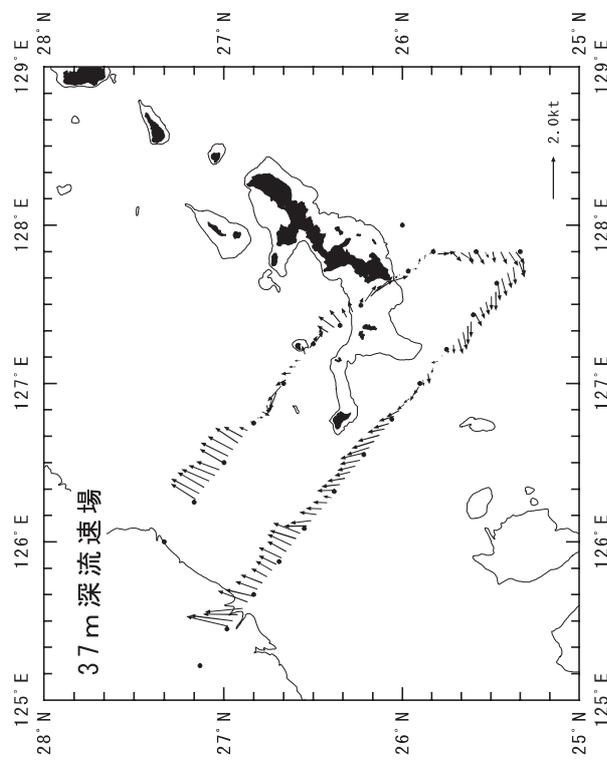
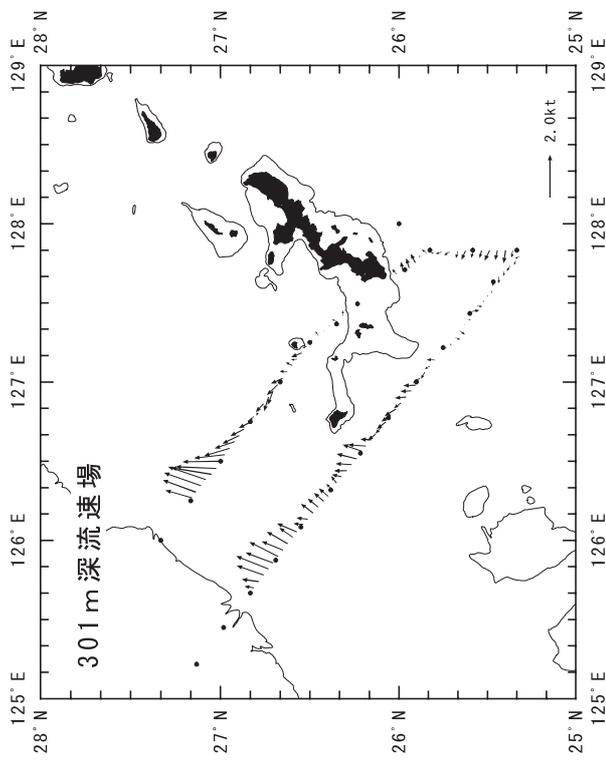
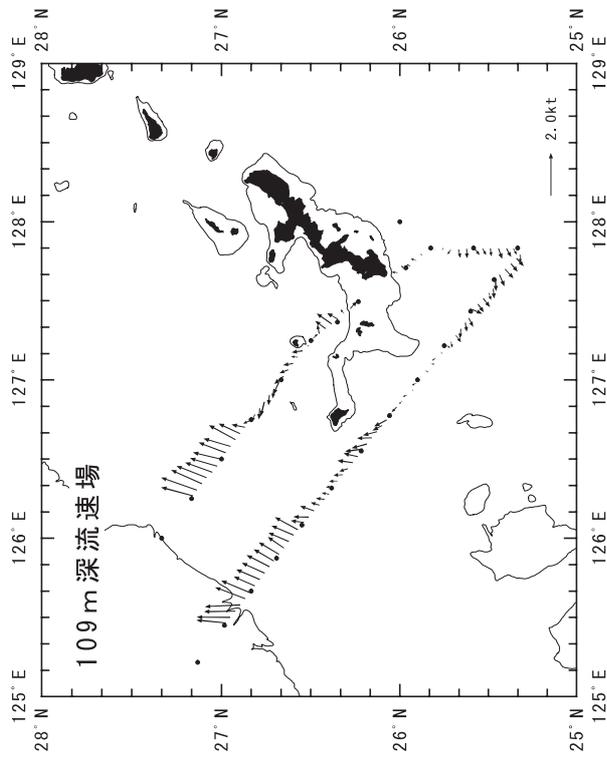


図16. 2006年11月の各層流速場

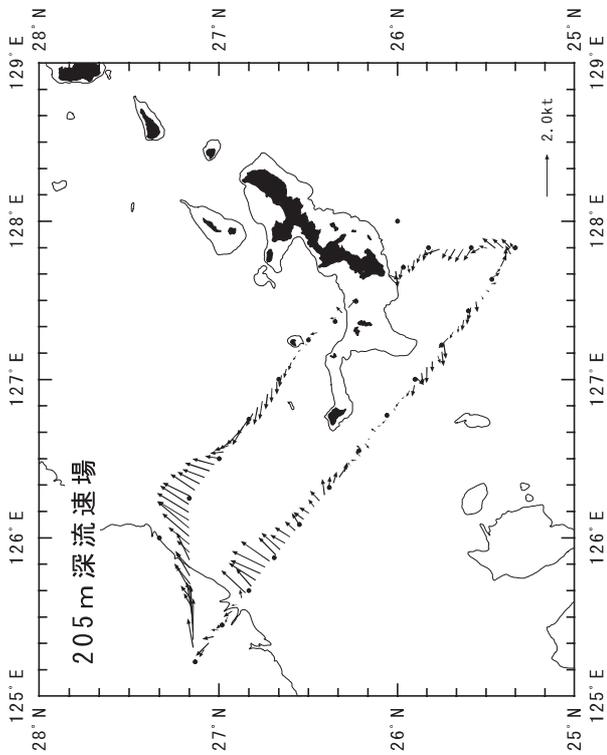
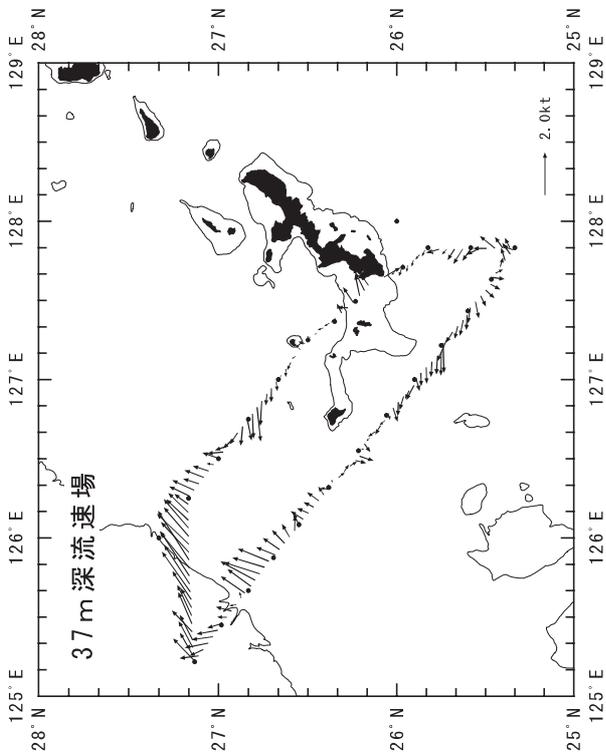
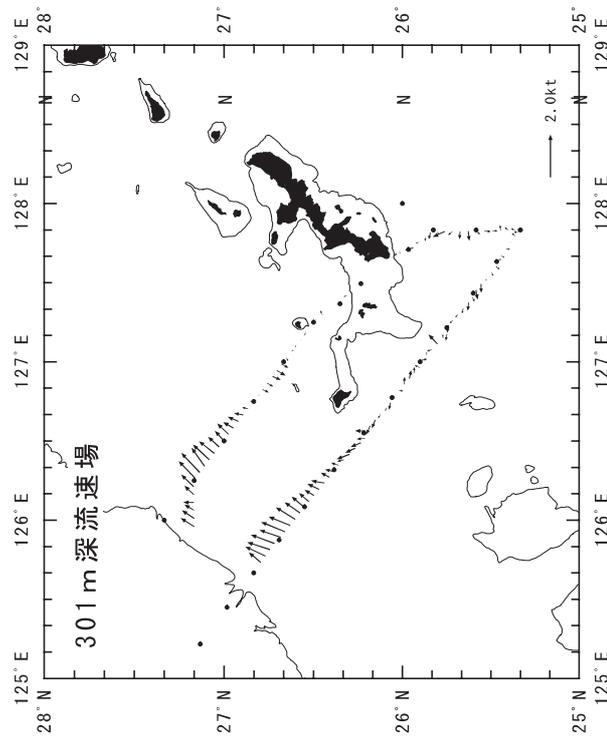
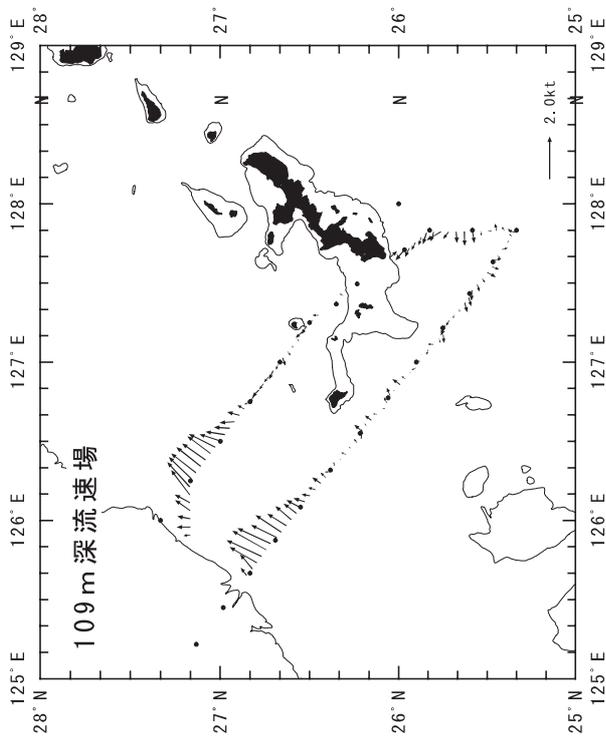


図17. 2007年3月の各層流速場

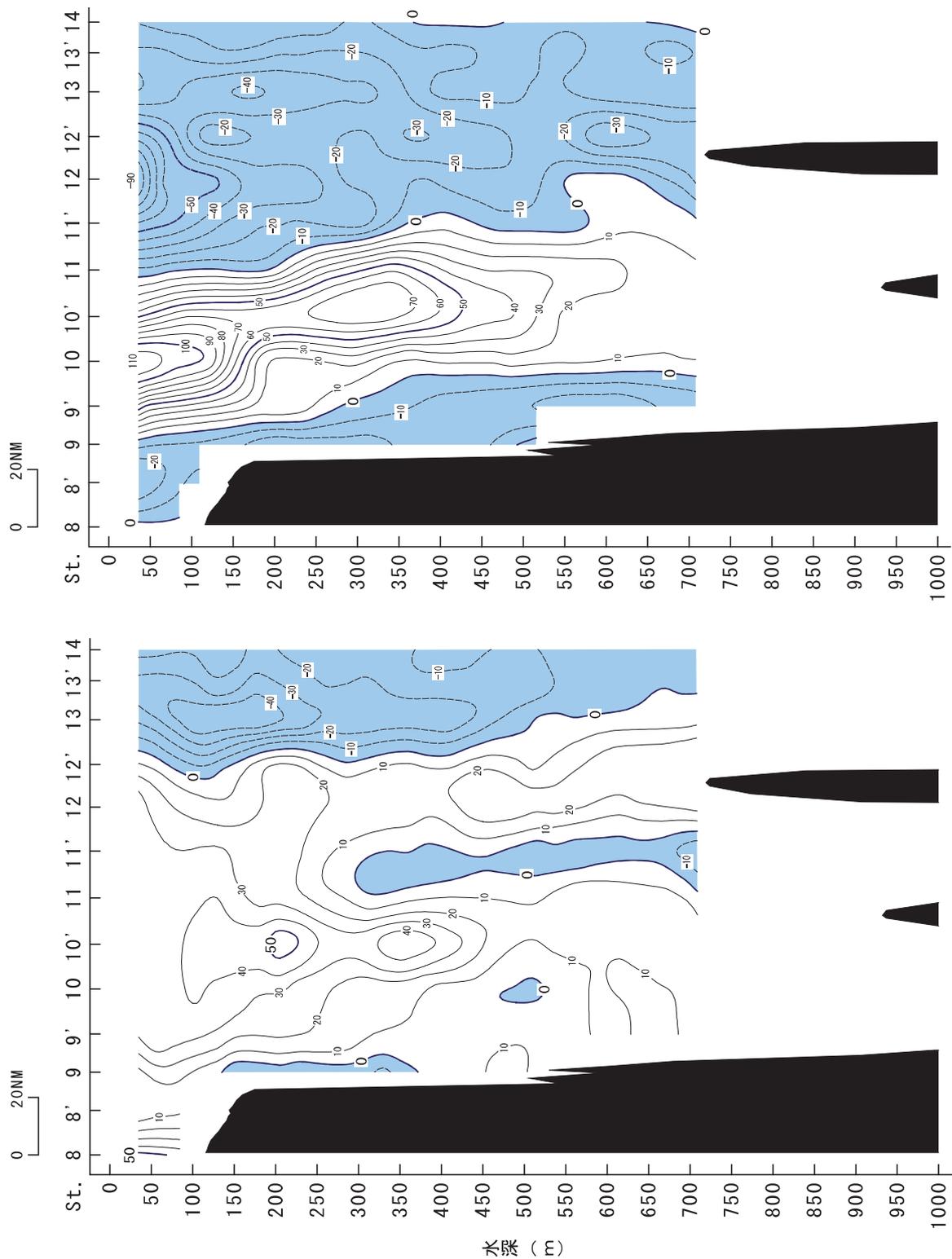


図18. 2006年4月のB線流速断面図(単位: cm/s)

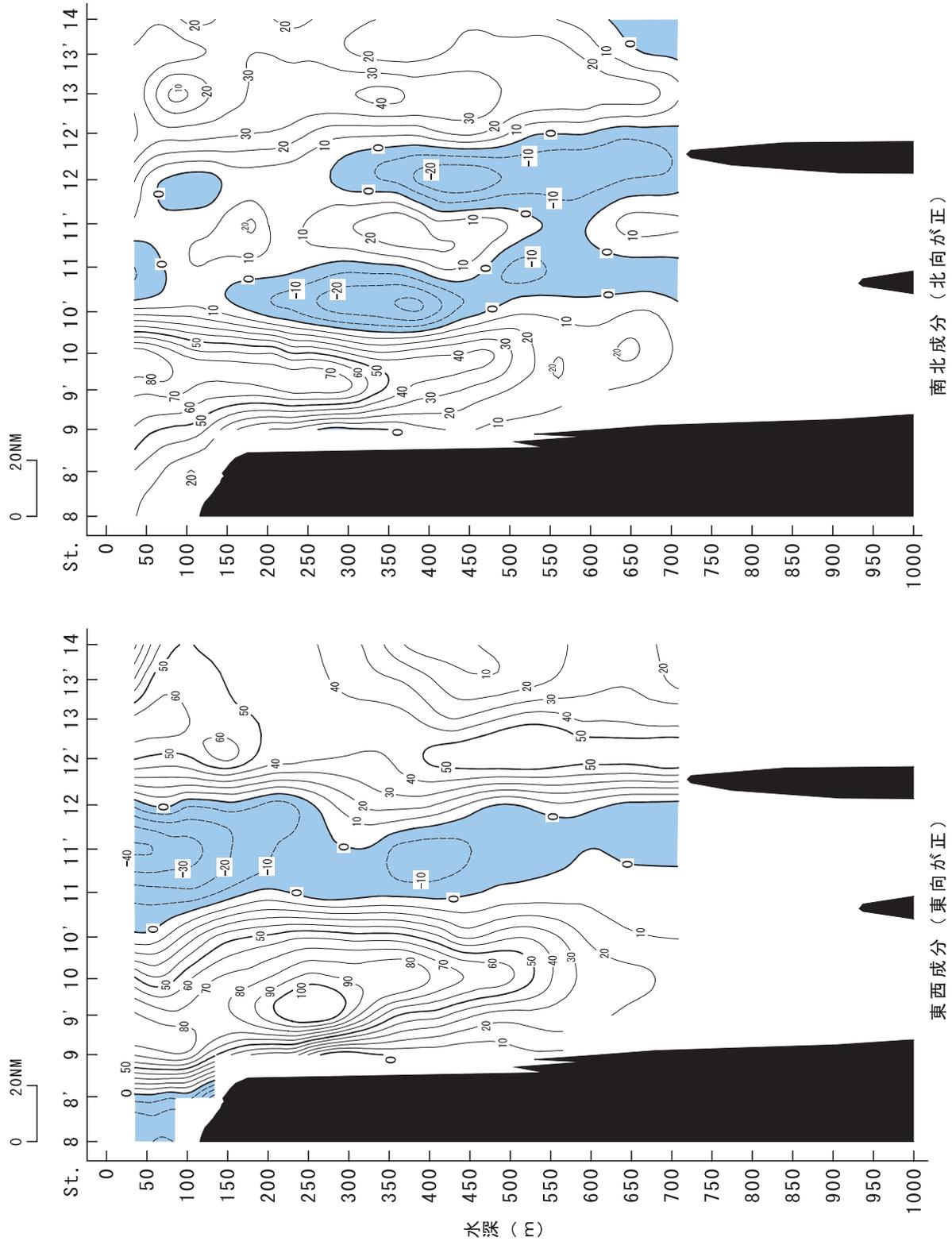


図20. 2006年6月のB線流速断面図(単位: cm/s)

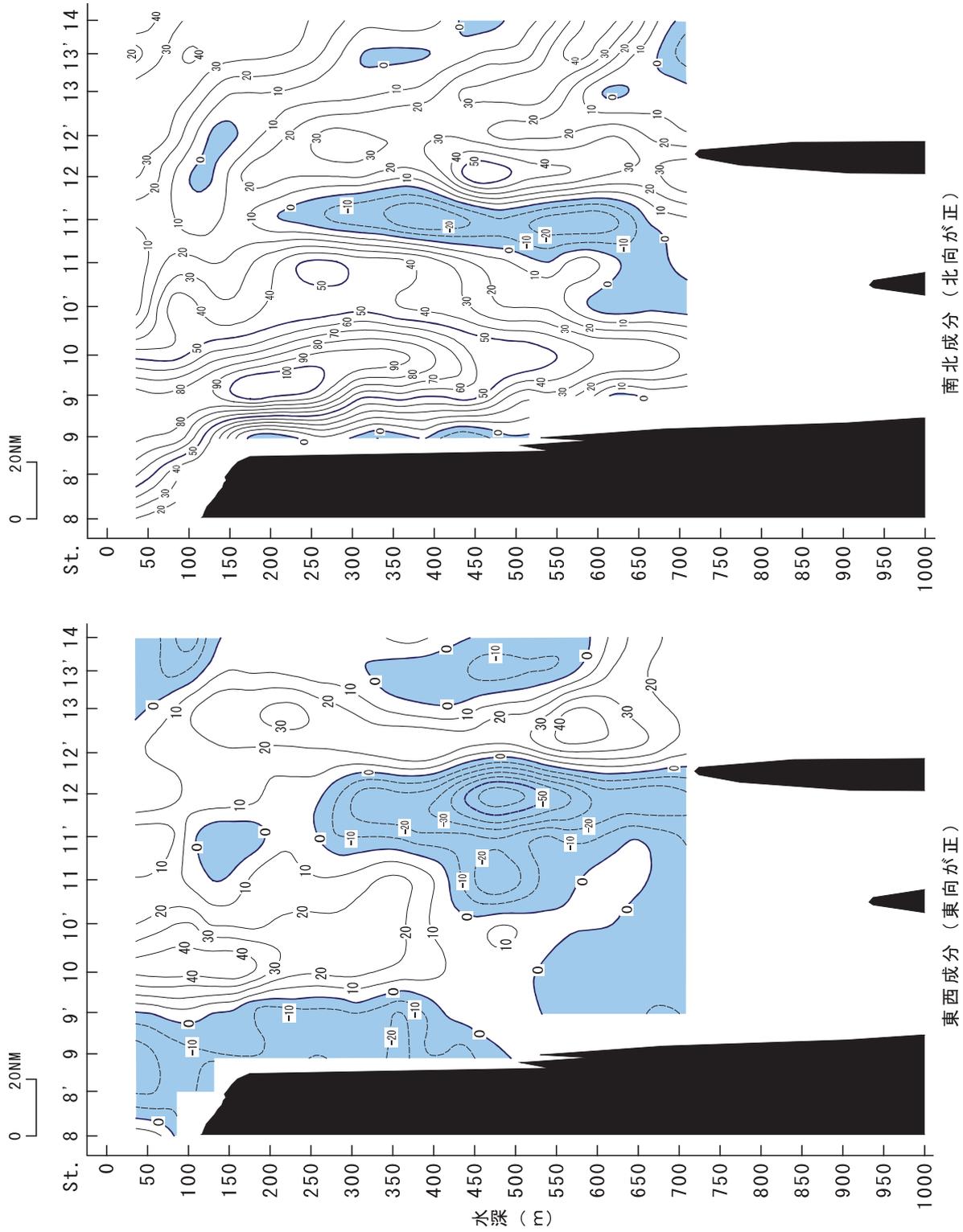
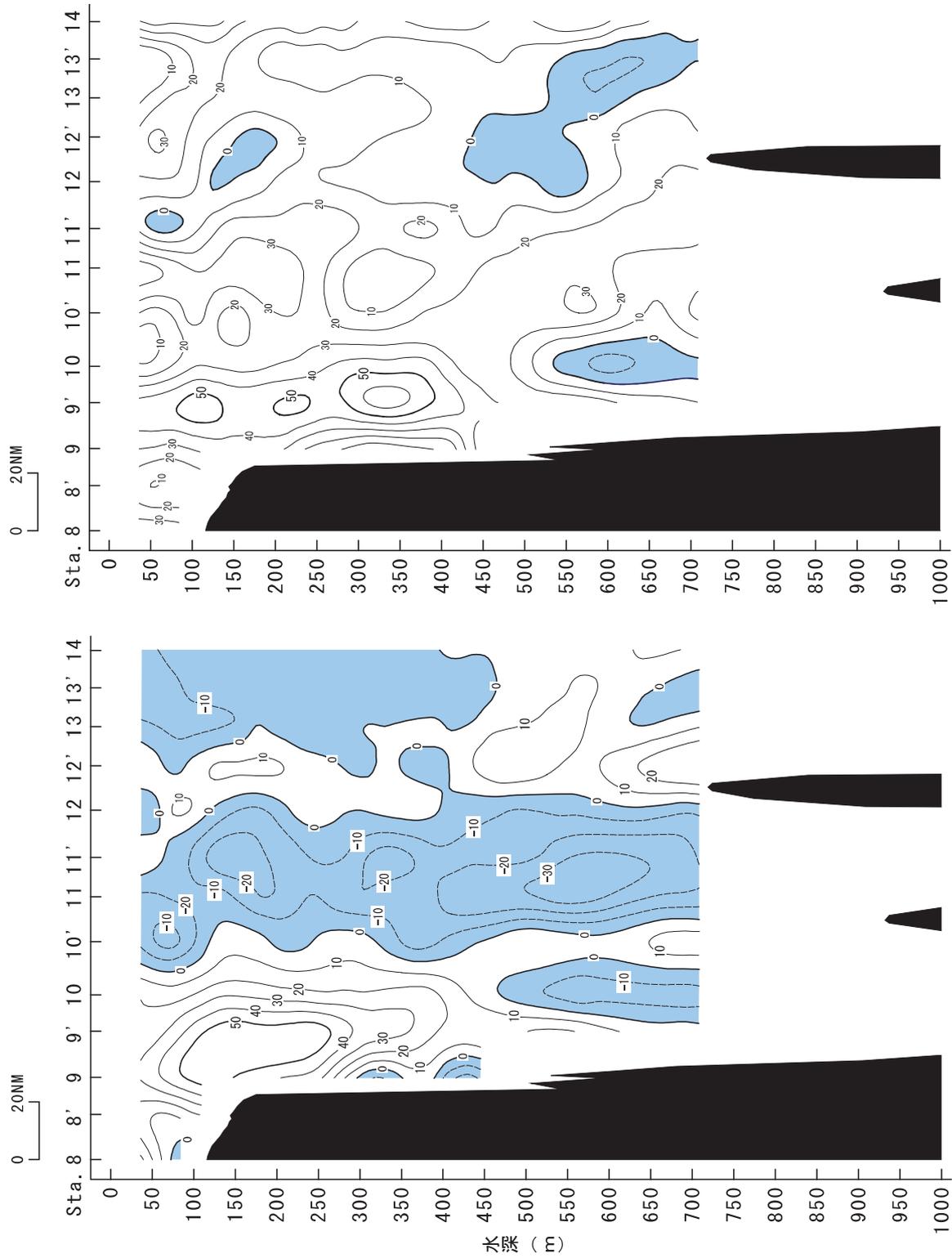


図21. 2006年7月のB線流速断面図(単位: cm/s)



南北成分 (北向が正)

東西成分 (東向が正)

図 22. 2006年 8 月の B 線流速断面図 (単位 : cm/s)

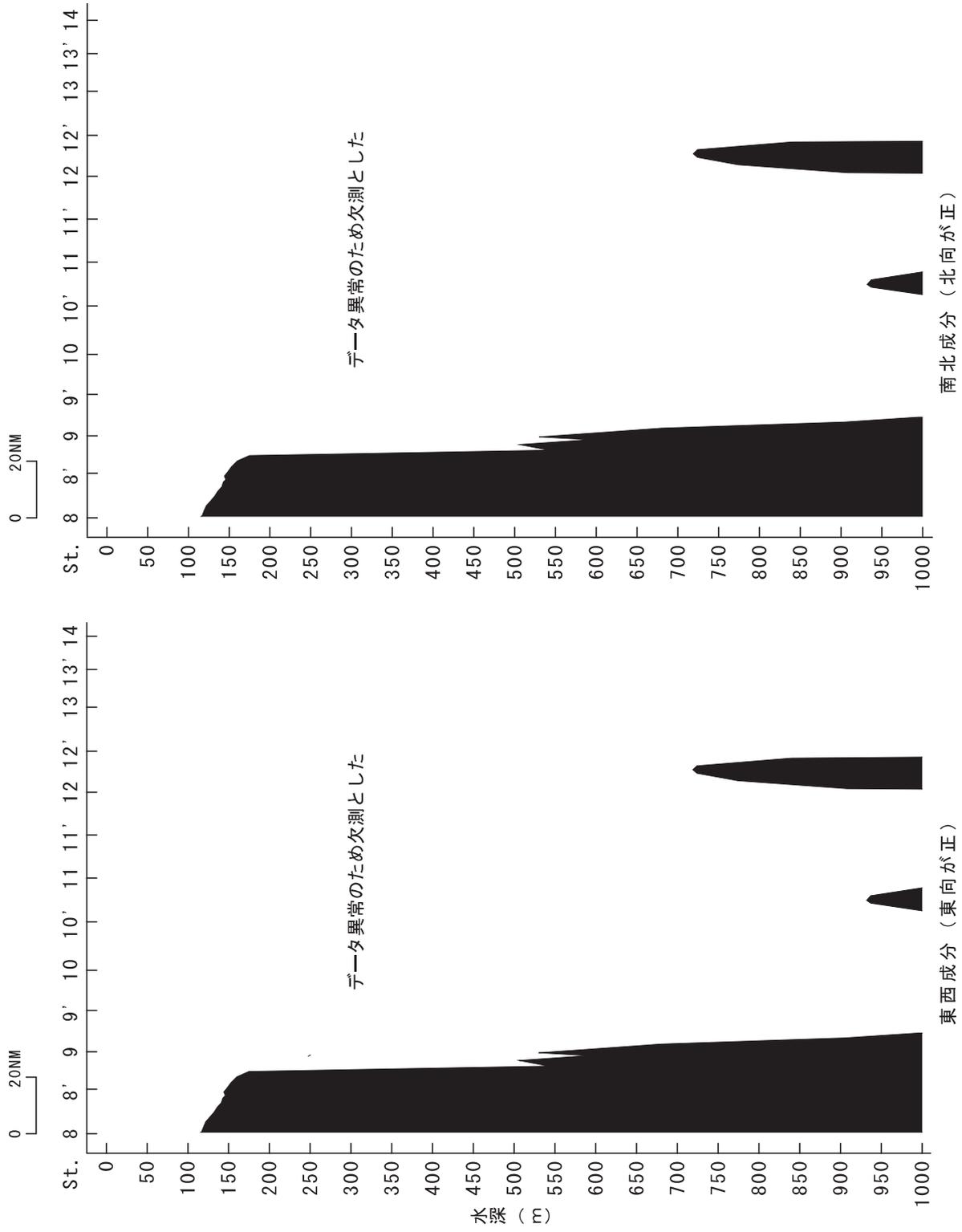


図23. 2006年10月のB線流速断面図 (単位: cm/s)

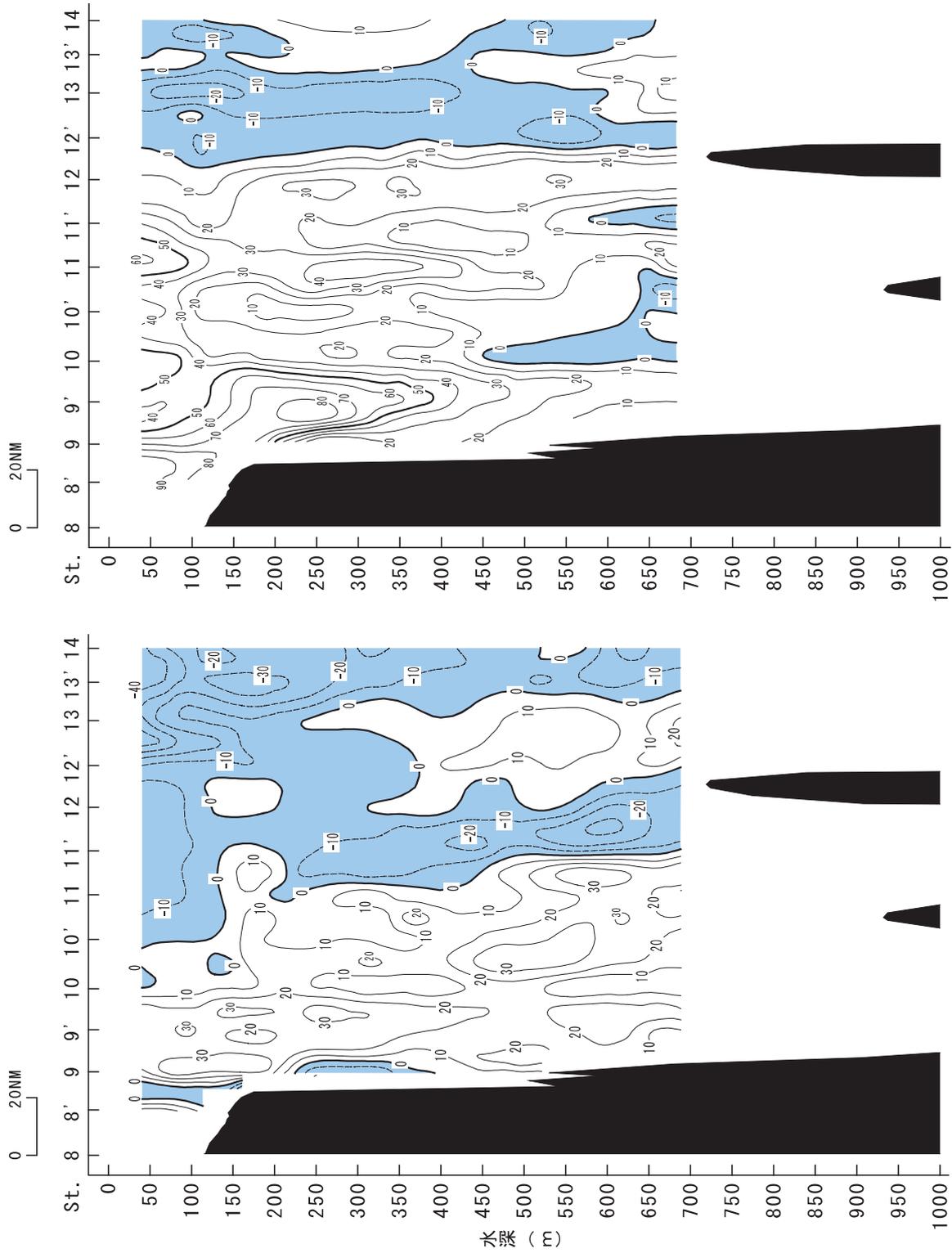


図24. 2006年11月のB線流速断面図(単位: cm/s)

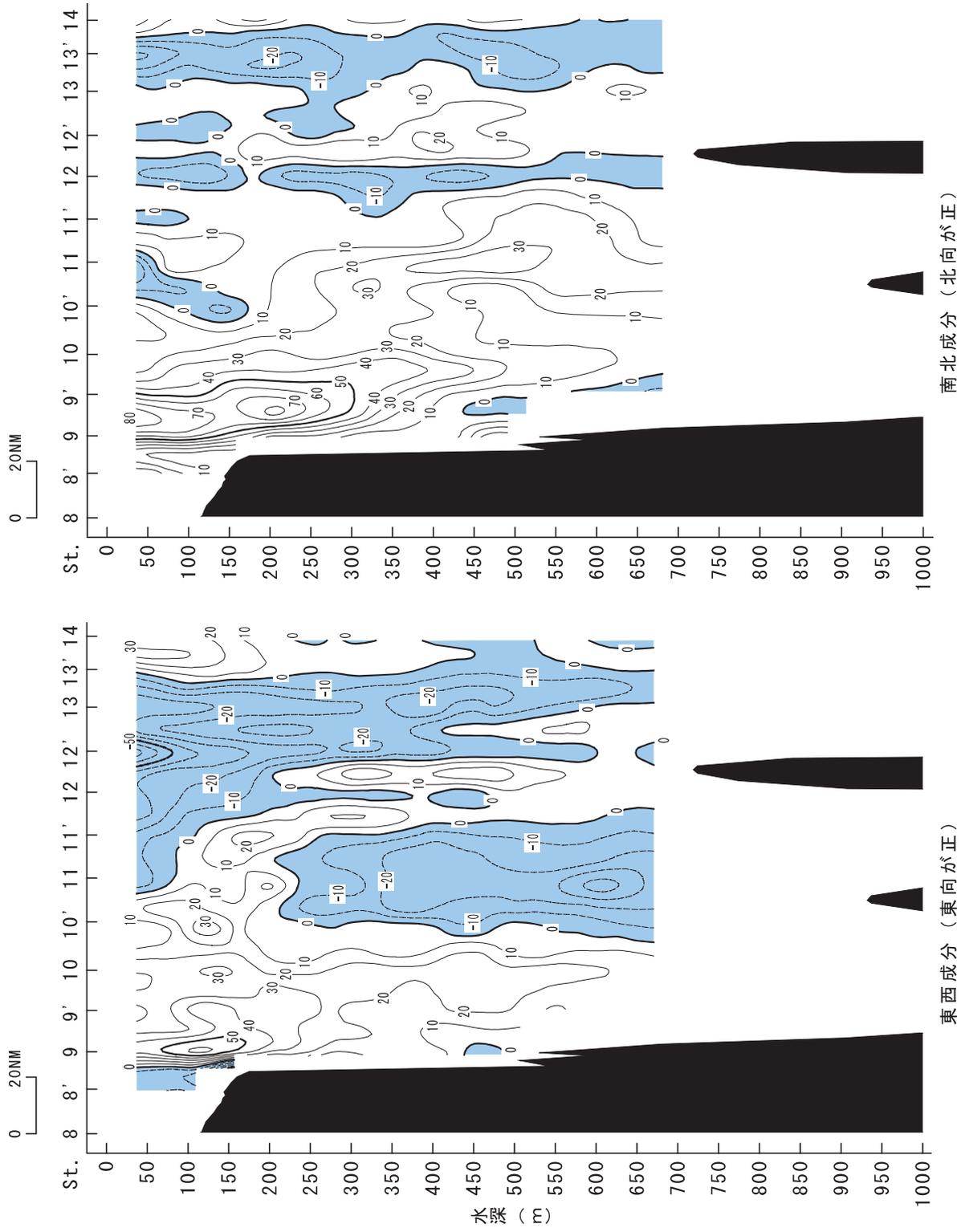


図25. 2007年3月のB線流速断面図(単位: cm/s)

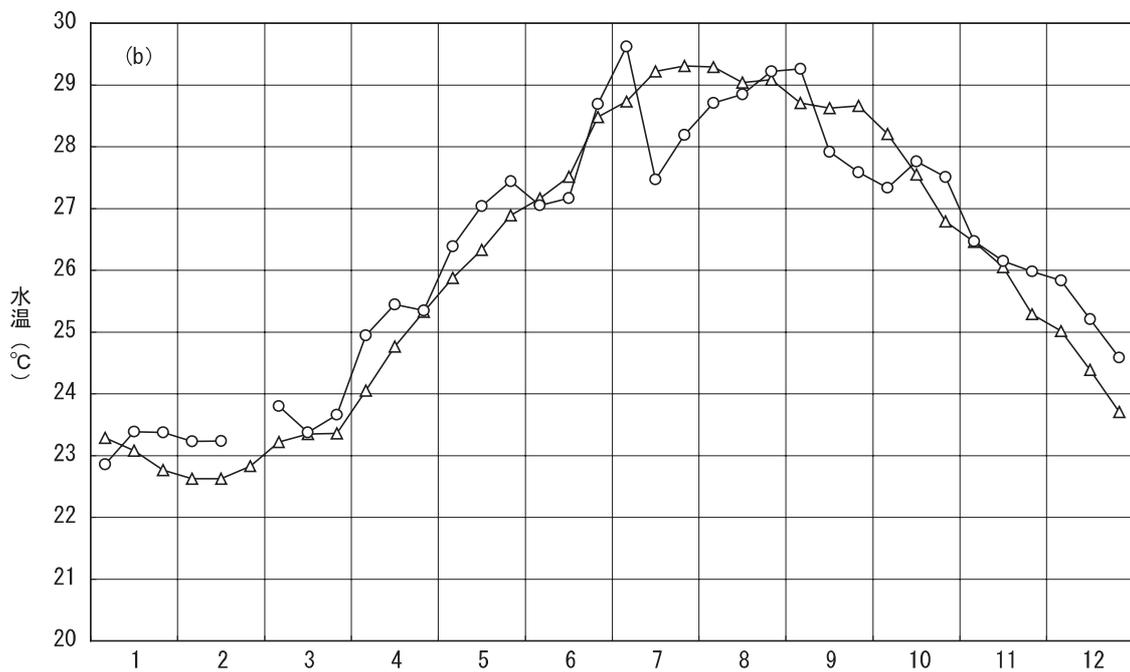
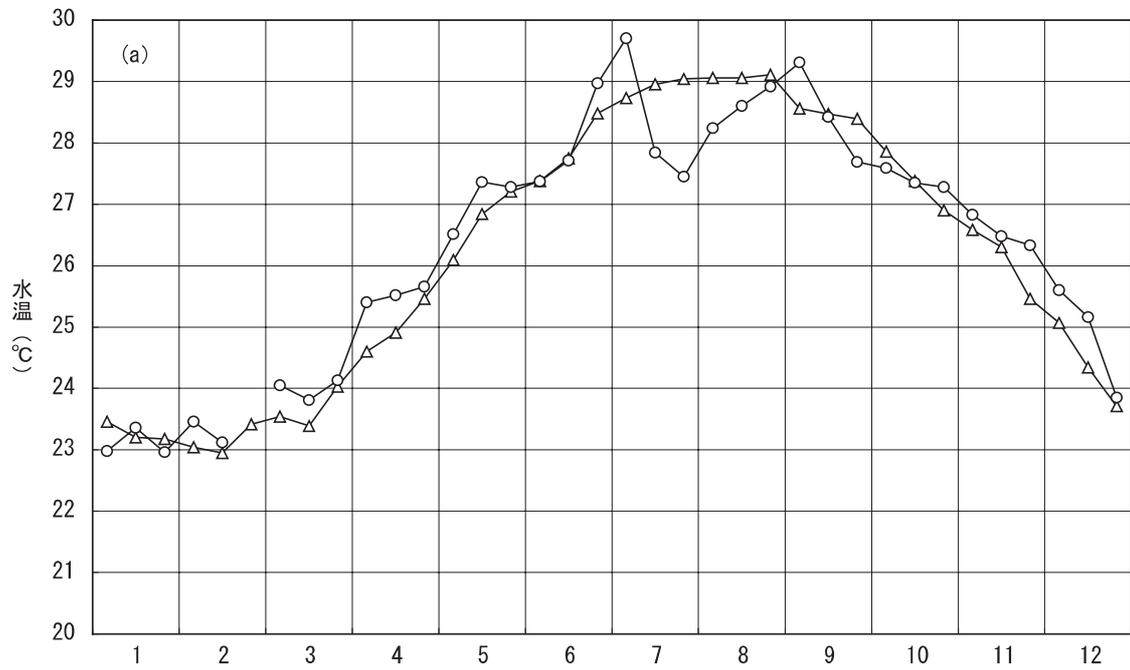


図 26. ニライの各月の上旬, 中旬, 下旬の旬平均水温時系列。○は 2006 年観測値, △は 2001 年～2005 年までの平均値。a: ニライ 12 号 (八重山西) b: ニライ 15 号 (宮古西)。

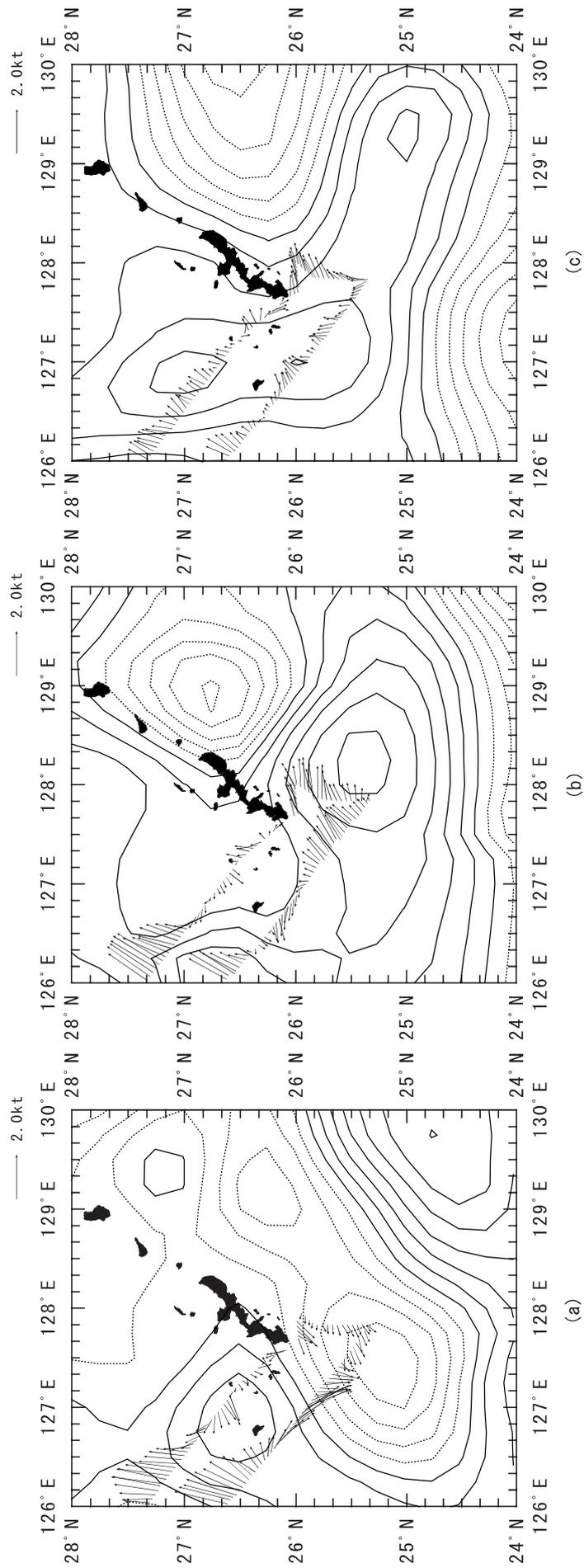


図27. 2006年4月, 6月, 7月のADCP観測結果 (37m深) とHistorical海面高度図の合成図。実線は正の偏差, 破線は負の偏差を示す。値は5 cm毎。
 a: 2006年4月 b: 2006年6月 c: 2006年7月