

# 沖縄周辺海域の海洋観測結果 (沖合海域海洋観測調査・海洋動態解析事業)

下條 武\*

## Oceanographic Observation around the Ryukyu Islands

Takeshi SHIMOJOH\*

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、沖合定線観測、係留系観測及び人工衛星による海面高度データの取得を行った。その結果2007年は、沖縄本島南部から慶良間諸島、久米島近海までの海面付近の水温は概ね平年（1997～2006年）並みから低めで推移し、本島南部海域は高水温ではなかったが、石垣島周辺海域では、2001年以降水温が最も高く、その期間も長かった。

### 1. 目的

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。今年度は、大陸棚上のデータ取得を目的としてSt. 7'及び7を新設した。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。

なお昨年度までの流況鉛直断面図は、ベクトルを東西成分（東向が正）及び南北成分（北向が正）に分解

して作図（測線の断面を南からみることになる）したが、今年度はベクトルを座標変換（時計回りに37°回転）したうえで、測線平行成分（沖縄本島方向が正）及び測線直行成分（黒潮下流方向が正）に分解し、測線の断面を平行に見るように作図し、より分かりやすくした。

#### 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）で水温観測を実施した（図1）。

#### 3) 人工衛星による海面高度データ

気象庁のJMA NERA-GOOS Regional Real Time Data Base (<http://goos.kishou.go.jp/>)から海面高度データを取得し、St. 140の水温鉛直分布とともに漁海況鉛直潮流解析ソフトで時系列図とした。

### 3. 観測結果及び考察

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線の水溫、塩分の鉛直断面図と平年偏差図を、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に海面高度偏差及びSt. 140の水溫鉛直分布の時系列を、図27にニライの各月上旬、中旬、下旬の旬平均値を示す。水溫と塩分の鉛直断面平年偏差図では平均値算出期間を1997～2006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、過去2年分と比較した。水溫、塩分の鉛直断面平年偏差図と流速断面図について、負の値を破線で示すと

\* Email: shmojotk@pref.okinawa.lg.jp

もに灰色で塗りつぶした。流速断面図中の数値の単位はcm/secである。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：St. 8'付近の大陸棚部では、低水温が表面にまで達し平年より低め、St. 9'付近の黒潮域は100m深付近を中心に平年より高め、St. 11'付近の久米島近海は全層で平年よりかなり低め、St. 13'付近の本島南部海域の表層は低め、中層域は概ね高めであった(図2)。

5月：St. 11'付近の久米島近海は全層で低め、St. 14'付近の本島南部海域の表層はかなり低め、中層は概ね平年並みであった(図3)。

6月：St. 8'付近の大陸棚部の表面は高め、大陸棚の海底直上部で低め、St. 9'付近の黒潮域は平年並みから高め、St. 10'~14'付近の久米島近海から本島南部海域の表層は、St. 10'の50m深とSt. 12'の100m深付近でかなり低め、中層は400m深付近を中心にかなり高めであった(図4)。

7月：St. 8'付近の大陸棚部は平年並み、St. 9'付近の黒潮域は、300m深付近を中心にかなり高め、St. 10'~14'付近の久米島近海から本島南部海域は、全層で低めであり、特にSt. 13'付近の50m深及び、450m深付近がかなり低めであった(図5)。

8月：St. 8'付近の大陸棚部は平年並み、St. 9'付近の黒潮域は、150m深付近を中心にかなり高め、それより深層では250m深を中心に低め、St. 11'~14'付近の久米島近海から本島南部海域は、全層で高めであり、特にSt. 14'の中層付近からSt. 12'の100m深付近がかなり高めであった(図6)。

10月：定線の表面は全般に平年並み、表層は全般に低めで、特にSt. 10~10'の100~150m深付近がかなり低めであった。中層は全般に高めで、特にSt. 10の黒潮域の500m深や、St. 11'の久米島近海の400m深かなり高めであった(図7)。

11月：定線の全般にわたり低めであった。特にSt. 8'~9'にかけての大陸棚斜面がかなり低めであった(図8)。

3月：定線全般で平年並みであった(図9)。

ニライ12号の水温：ニライの旬平均水温は、6月上旬頃から2001~2006年の同旬平均値より高めとなり、7月に入ると高め傾向がさらに強まり、8月上旬まで高めが継続した。旬平均水温が最高を記録したのは7月下旬の30.5℃であり、2001~2006年の同旬平均値よ

り1.7℃高かった。水温は、7月21日~8月7日までの18日間に渡って30℃を上回り、最高水温は31℃を超えた。2001~2006年の最高水温は、30℃をわずかに上回る程度であり、継続期間も1~2日程度であることから、石垣島周辺海域の表面では2001年以降、2007年の水温が最も高く、その期間も長かった(図27)。

### 2) 塩分の季節変化

4月：定線全般で平年並みであった(図2)。

5月：St. 11~13'付近の久米島近海から本島南部海域表層は低め、中層は平年並みであった(図3)。

6月：定線全般で平年並みであった(図4)。

7月：St. 8'付近の大陸棚部表面は低め、St. 9'付近の黒潮域は全層で高め、St. 10'~14'の久米島近海から本島南部海域の表層は高めで、特にSt. 13'の50m深付近で高め、中層は低めで、特にSt. 13'の400m深付近で低めであった(図5)。

8月：St. 8'付近の大陸棚部は平年並み、St. 9'付近の黒潮域は250m深付近を中心に低め、St. 11'~14'付近の久米島近海から本島南部海域表層は概ね低め、中層は概ね高めであった(図6)。

10月：St. 8'付近の大陸棚部は低め、St. 9'~11'付近の黒潮域から久米島近海の表層は高め、他は平年並みであった(図7)。

11月：定線全般で平年並みであった(図8)。

3月：XBT観測のため、塩分データ無し(図9)。

### 3) 流れの季節変化

4月：黒潮の流れは明瞭で、37m深(ADCPの第1層に相当する)における最大流速位置はSt. 9'付近にあり、概ね北東方向へ流れていたが、久米島近海や本島南部海域では弱い流れであった(表3, 図10)。流速断面図の測線直行成分ではSt. 9'付近の50m深及び、150~200m深を中心に100cm/sec以上の顕著な流速コアが見られた(図18)。

5月：黒潮の流れは明瞭で、37m深における最大流速位置はSt. 9'付近にあり、概ね北北東方向へ流れていた。粟国島西側の復路の測線上では、久米島方向への明瞭な反流が観測された。また本島南部海域では、各層で右回りの流れが見られ、高気圧性渦の存在が示唆された(表3, 図11)。流速断面図の測線直行成分ではSt. 9'~9'付近の50~100m深付近及び、St. 9'付近の200~250m深を中心に100cm/sec以上の顕著な流速コアが見られた(図19)。

6月：黒潮の流れは明瞭で、37m深における最大流

速位置はSt. 9付近にあり、概ね北北東方向へ流れていた。粟国島西側の復路の測線上では、久米島方向への明瞭な反流が観測された。また本島南部海域では、各層で右回りの流れが見られ、高気圧性渦の存在が示唆された(表3, 図12)。流速断面図の測線直行成分ではSt. 9付近の50m深を中心に130cm/sec以上の顕著な流速コアが見られた(図20)。

7月：黒潮の流れは明瞭で、37m深における最大流速位置はSt. 9付近にあり、概ね北北東方向へ流れていた。粟国島西側の復路の測線上では、黒潮縁辺部の高気圧性渦が見られ、久米島方向への明瞭な反流が観測された(表3, 図13)。流速断面図の測線直行成分ではSt. 9付近の50m深を中心に130cm/sec以上の顕著な流速コアが見られた(図21)。

8月：黒潮の流れは明瞭で、37m深における最大流速位置はSt. 9'付近にあり、概ね北東方向へ流れていた。本島南部海域では、各層で強い東向きの流れが見られた(表3, 図14)。流速断面図の測線直行成分ではSt. 9'付近の50m深を中心に120cm/sec以上の顕著な流速コアが見られた(図22)。

10月：久米島や慶良間堆でも比較的強い北東向きの流れが見られるため、黒潮の流れは他の月に比べると不明瞭で、37m深における最大流速位置はSt. 8'と9'の間付近にあり、概ね北北東方向へ流れていた(表3, 図15)。流速断面図の測線直行成分では、St. 9'付近の200~300m深を中心に、110cm/sec以上の顕著な流速コアが見られた(図23)。

11月：黒潮の流れは明瞭で、37m深における最大流速位置はSt. 9'付近にあり、概ね北北東方向へ流れていたが、久米島近海や本島南部海域では弱い流れであった(表3, 図16)。流速断面図の測線直行成分では、St. 9'の75m深付近及び、200m深付近に、110cm/sec以上の顕著な流速コアが見られた。久米島近海のSt. 11'付近には、全層にわたって概ね南西方向の反流が見られた(図24)。

3月：黒潮の流れは明瞭で、37m深における最大流速位置はSt. 9'と10'の間付近にあり、概ね北方向へ流れていた。St. 11~11'の久米島近海では、強い南向きの反流が、本島南部海域では、強い東向きの流れが見られた(表3, 図17)。流速断面図の測線直行成分では、St. 9'~10'の間付近の50~100m深及び、200m深を中心にそれぞれ90cm/sec, 70cm/sec以上の顕著な流速コアが見られた。(図25)。

#### 4) 海面高度と水温鉛直分布の時系列

海面高度時系列から、東経128°(沖縄本島付近)付近は、7月を境に負の偏差から正の偏差へと転じていることがわかる。9月には、沖縄本島(北緯26°~27°付近)とSt. 14(破線)の間を高気圧性渦が通過したことがうかがえる。水温鉛直時系列では、7月に中層の水温が下がり、8月に上昇していた。

#### 5) さいごに

定線観測は、比較可能な繰り返しデータを得る単純な観測であるが、その歴史は古く、我が国における定線観測は世界に例を見ないものである。言うまでもないが、立体構造を有する海洋の出来事を、鉛直分布図等の作成に足る数値データとして直接把握する方法は、船舶による観測しかない。

適切に計画・実施された定線観測のデータは、鉛直分布や水平分布図とすることで重要な知見を与えてくれる。卑近な例では、水温偏差を計算しその鉛直分布図を作成することで、今期の8月の海面付近は概ね平年並みだが、100m深付近は平年よりかなり高めであり、所謂「高水温」であったことが一目瞭然となった(図6)。普段、我々の生活する領域ではない水深100mの世界の出来事は、検出される機会がほとんど無く「見えない」ために社会的に大きく取り扱われることはないが、海洋における空間的な変動は極めて大きく、沖縄近海における水温の変動を例にとると、海面だけでなく、立体構造として見た海洋では高水温や低水温の出現は頻繁に見られ(下條, 2008)、むしろ普通である。

水産資源や海洋環境の研究をとおして水産業へ貢献する公設試験研究機関は、「見えるか、見えないか」という無邪気で興味本位な社会的インパクトの大小や、稚拙な成果の要求にとらわれることなく、今後も基本的な定線観測を継続することで基礎知見をさらに蓄積し、真理を追究する落ち着いた態度で資源や環境等の他分野と関わっていく必要がある。

#### 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.
- 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.
- 下條武(2008): 調査船による沖縄周辺海域の観測. 沿岸海洋研究, 第46巻第1号, 19-27.

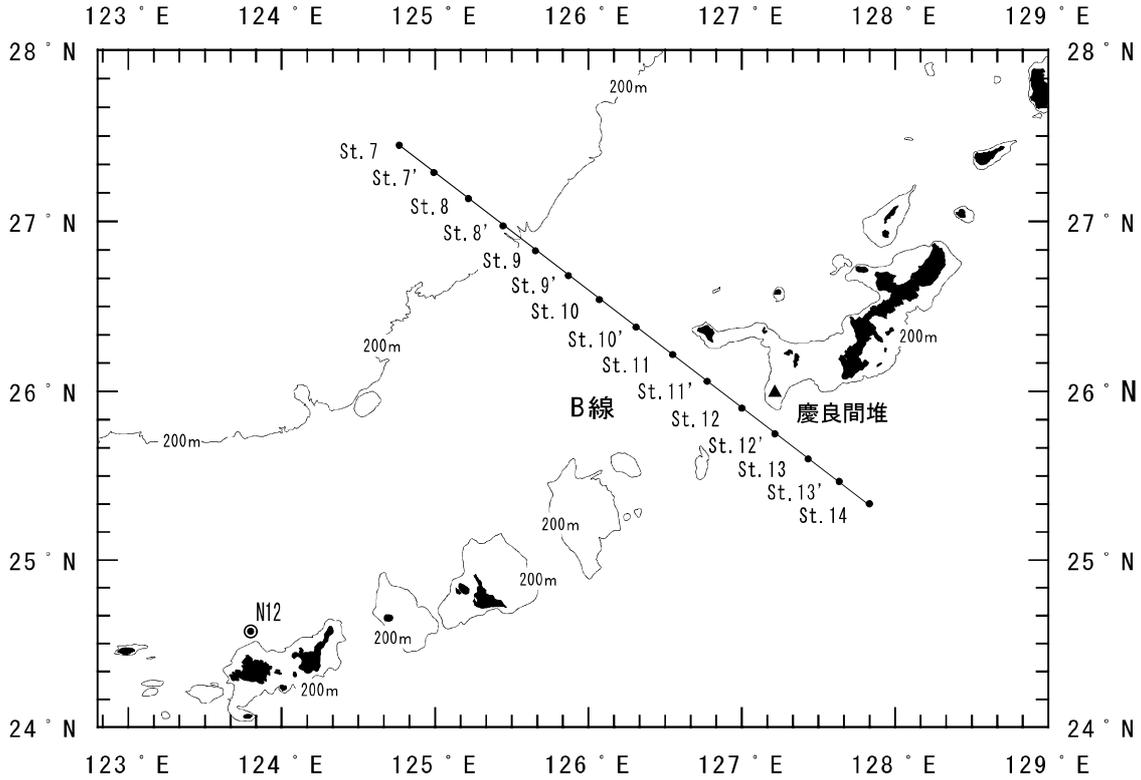


図 1. 沖合定線(B線), ニライ(◎)の位置。200m等深線を細線で示した。

表 1. B線の観測定点(St.)

St.	B 線	
	N	E
7	27° 00.0'	124° 47.0'
7'	27° 17.0'	125° 00.0'
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
2007年4月	St. 9' 付近 (26° 45' N・125° 51' E)	51	122	2.4	1.81
2007年5月	St. 9付近 (26° 49' N・125° 42' E)	31	111	2.2	1.98
2007年6月	St. 9付近 (26° 52' N・125° 40' E)	22	142	2.8	1.84
2007年7月	St. 9付近 (26° 53' N・125° 40' E)	37	129	2.5	1.39
2007年8月	St. 9' 付近 (26° 43' N・125° 52' E)	50	121	2.3	1.30
2007年10月	St. 8' と9' の中間付近 (26° 53' N・125° 36' E)	33	120	2.3	1.16
2007年11月	St. 9' 付近 (26° 44' N・125° 51' E)	26	120	2.3	0.27
2008年3月	St. 9' と10' の中間付近 (26° 38' N・125° 59' E)	354	120	2.3	—

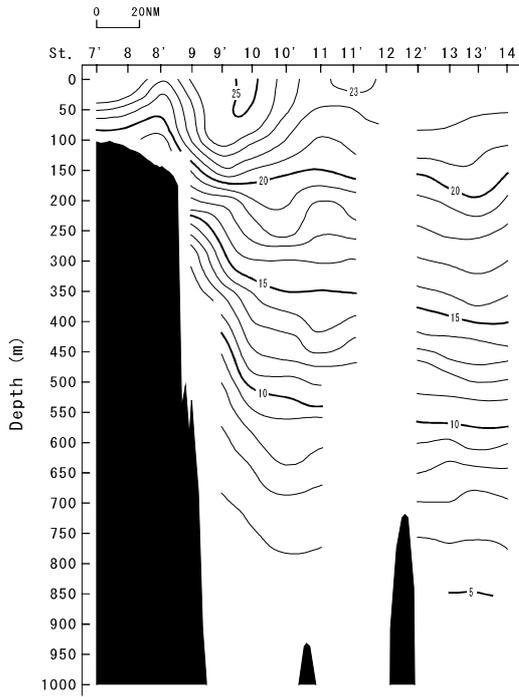
※ 1. 3月は時化のため船首方向が安定せず、補正に必要なデータが得られなかった。

表 2. 観測実施月 (2007年4月~2008年3月)

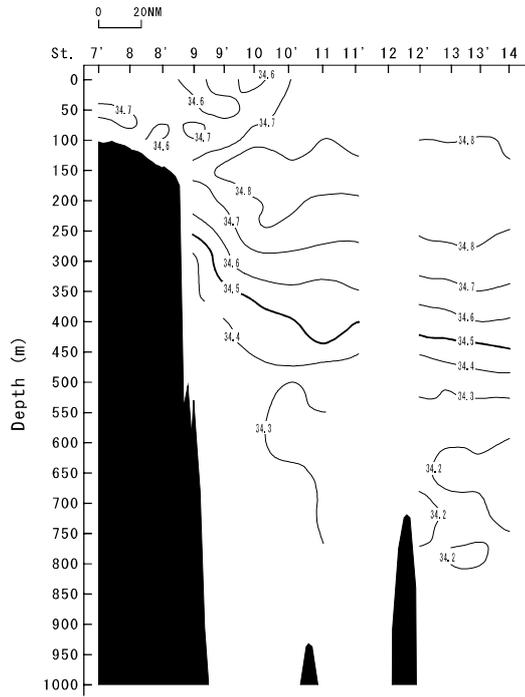
観測月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
観測日	11~13	7~9	4~6	2~4	15~17	—	1~3	6~8	—	—	—	3~5
ADCP	○	○	○	○	○	—	○	○	—	—	—	○
CTD	○	○	○	○	○	—	○	○	—	—	—	○
CTD種類	25	25	19	19	19	—	19	19	—	—	—	※ 2

※ 1. 観測に使用したCTDの種類: 25はSBE25, 19はSBE19plusを示す。

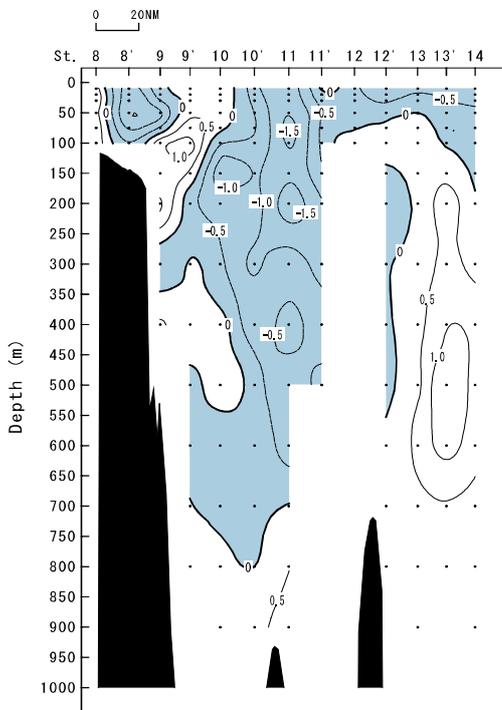
※ 2. 時化のため, XBT観測とした。



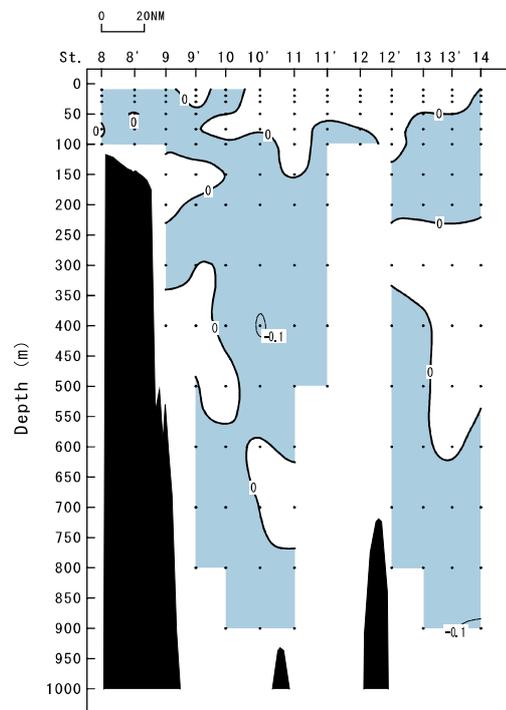
2007年4月 水温鉛直分布



2007年4月 塩分鉛直分布

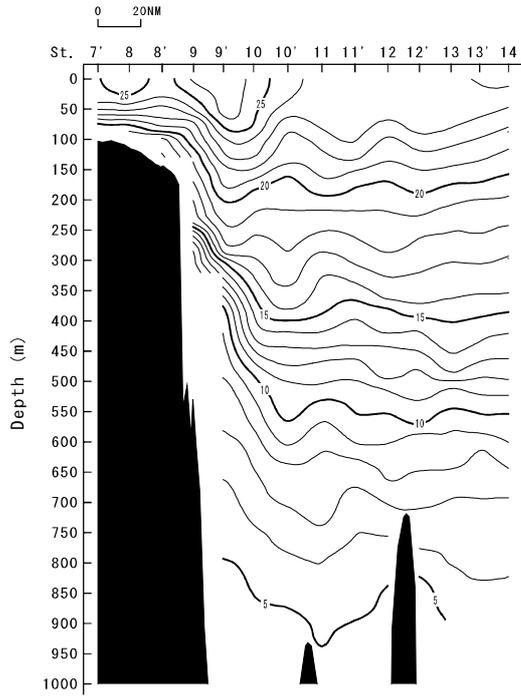


2007年4月 水温平年偏差 (計算期間:1997~2006年)

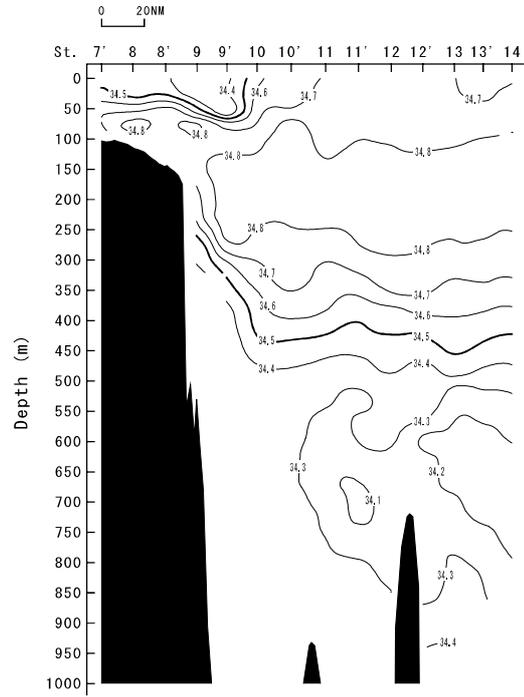


2007年4月 塩分平年偏差 (計算期間:1997~2006年)

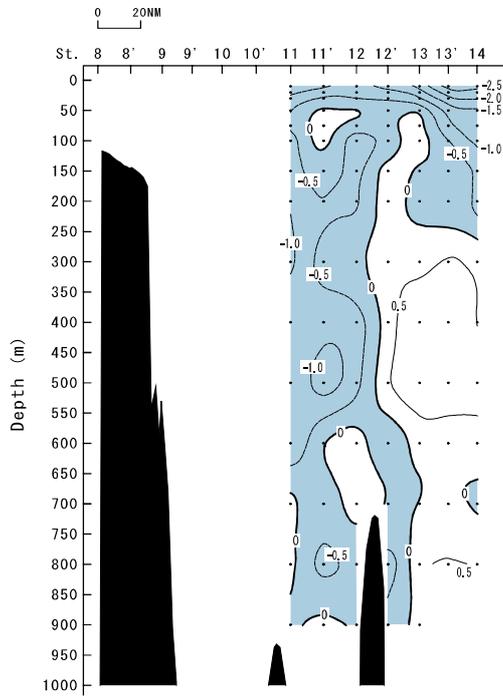
図2. 2007年4月のB線の水・塩分の鉛直断面図



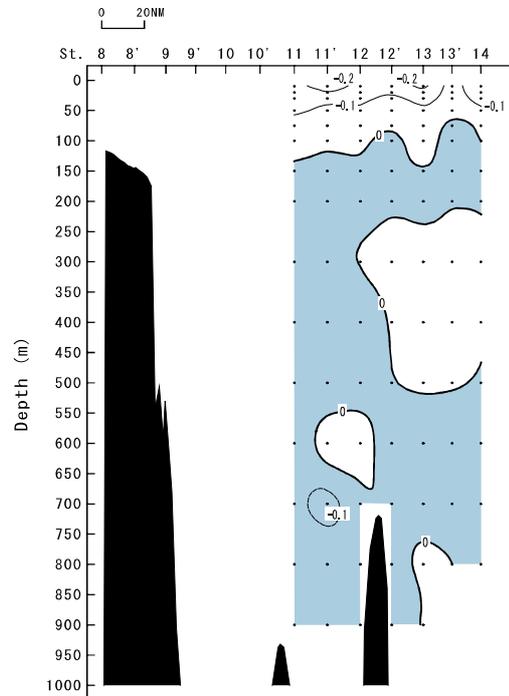
2007年5月 水温鉛直分布



2007年5月 塩分鉛直分布

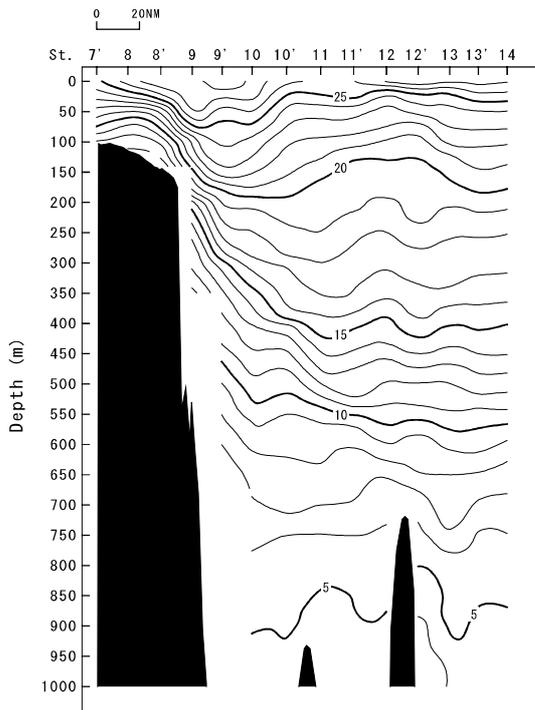


2007年5月 水温平年偏差(計算期間:2005~2006年)

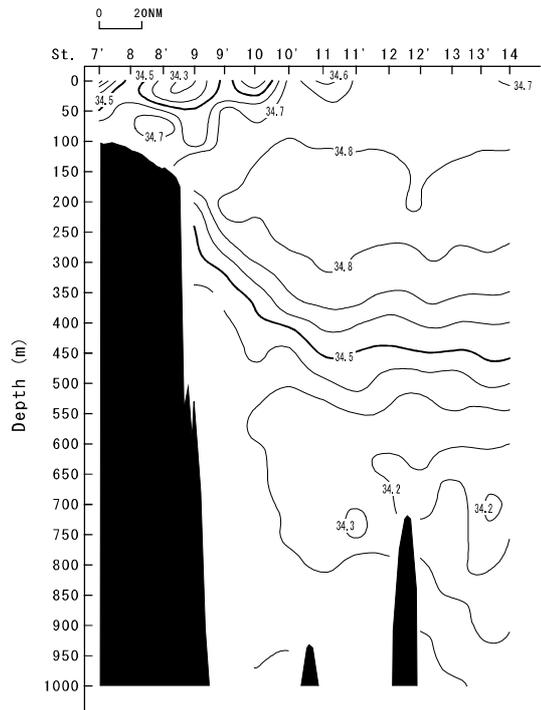


2007年5月 塩分平年偏差(計算期間:2005~2006年)

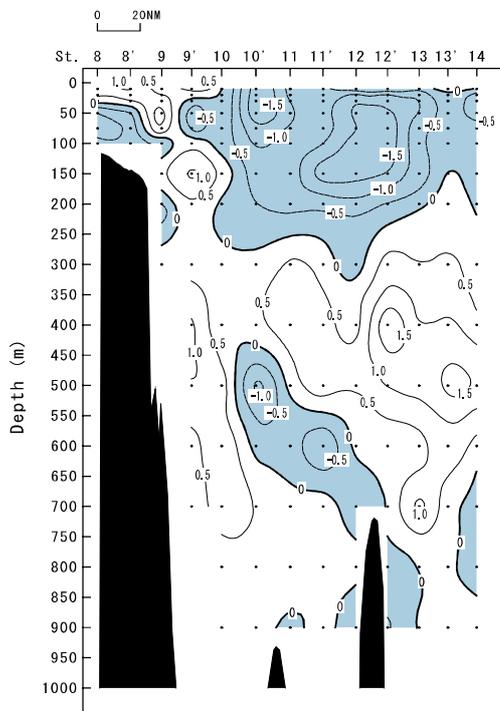
図3. 2007年5月のB線の水溫・塩分の鉛直断面図



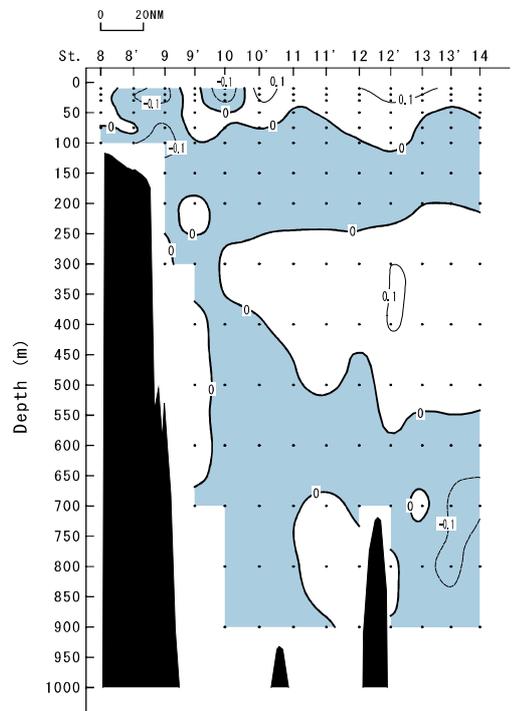
2007年6月 水温鉛直分布



2007年6月 塩分鉛直分布

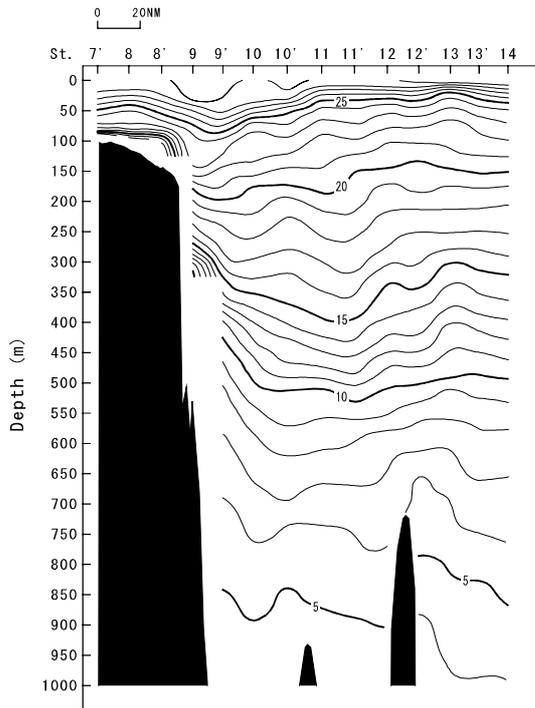


2007年6月 水温平年偏差(計算期間:1997~2006年)

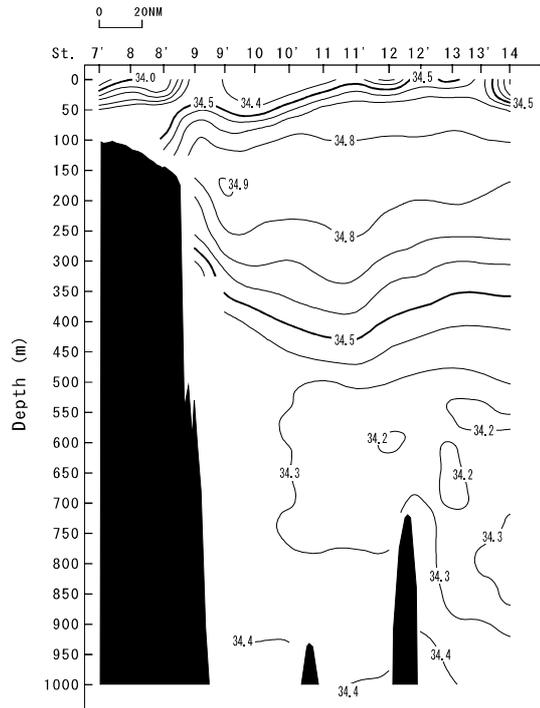


2007年6月 塩分平年偏差(計算期間:1997~2006年)

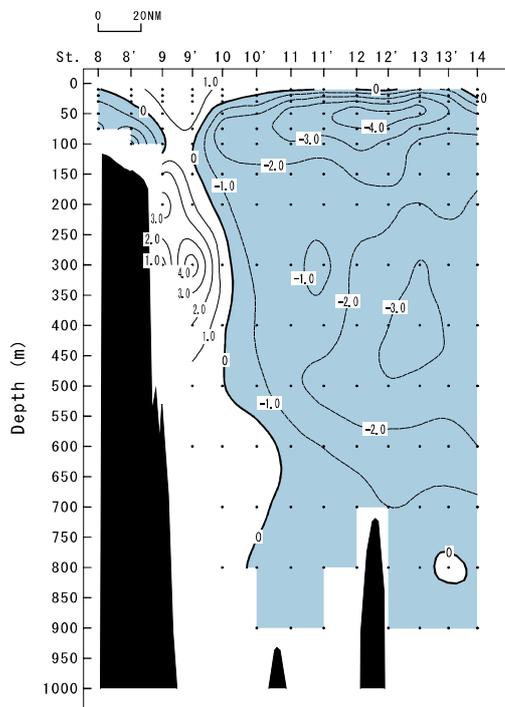
図4. 2007年6月のB線の水温・塩分の鉛直断面図



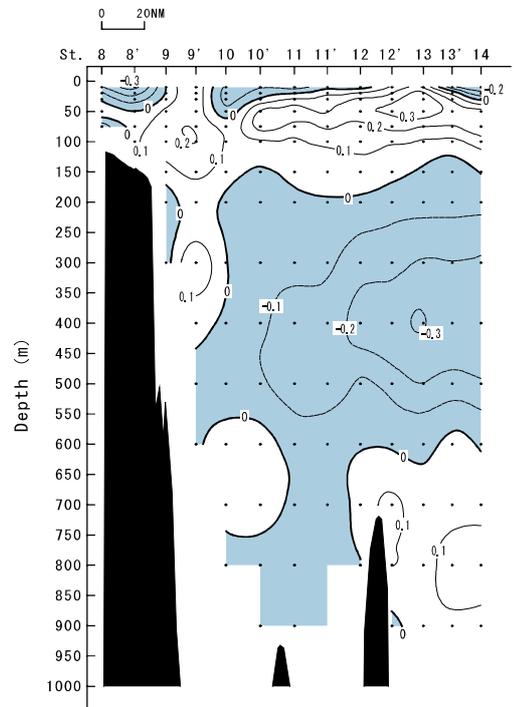
2007年7月 水温鉛直分布



2007年7月 塩分鉛直分布



2007年7月 水温平年偏差(計算期間:2005~2006年)



2007年7月 塩分平年偏差(計算期間:2005~2006年)

図5. 2007年7月のB線の水温度・塩分の鉛直断面図

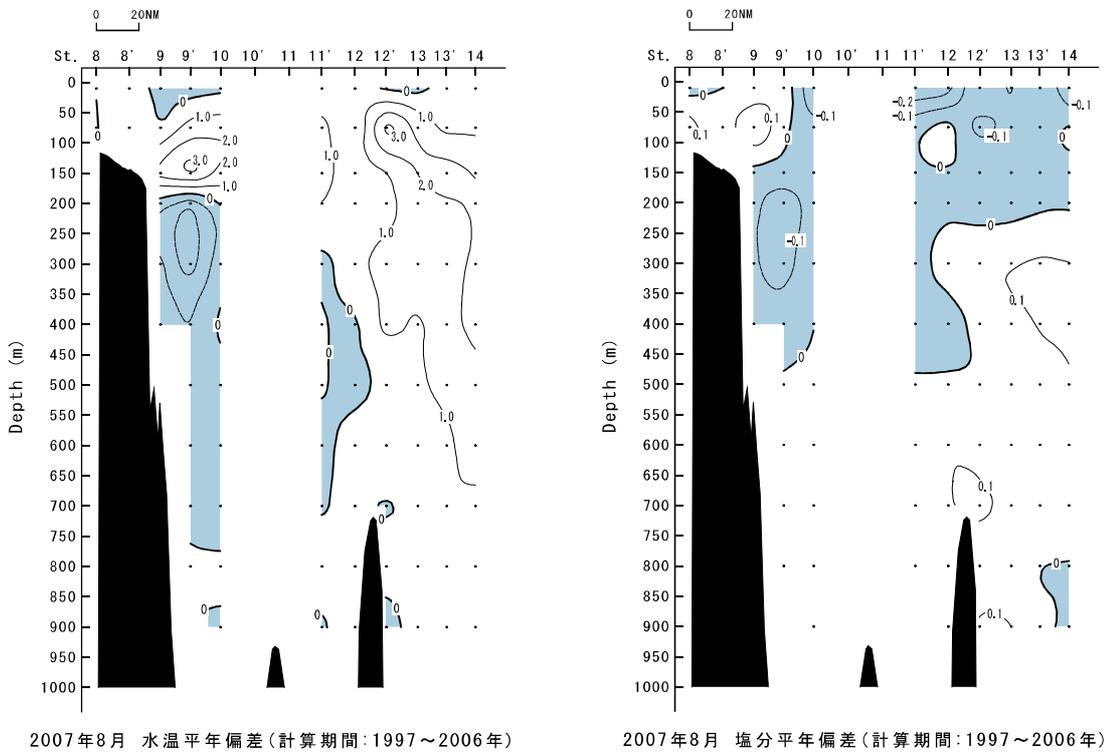
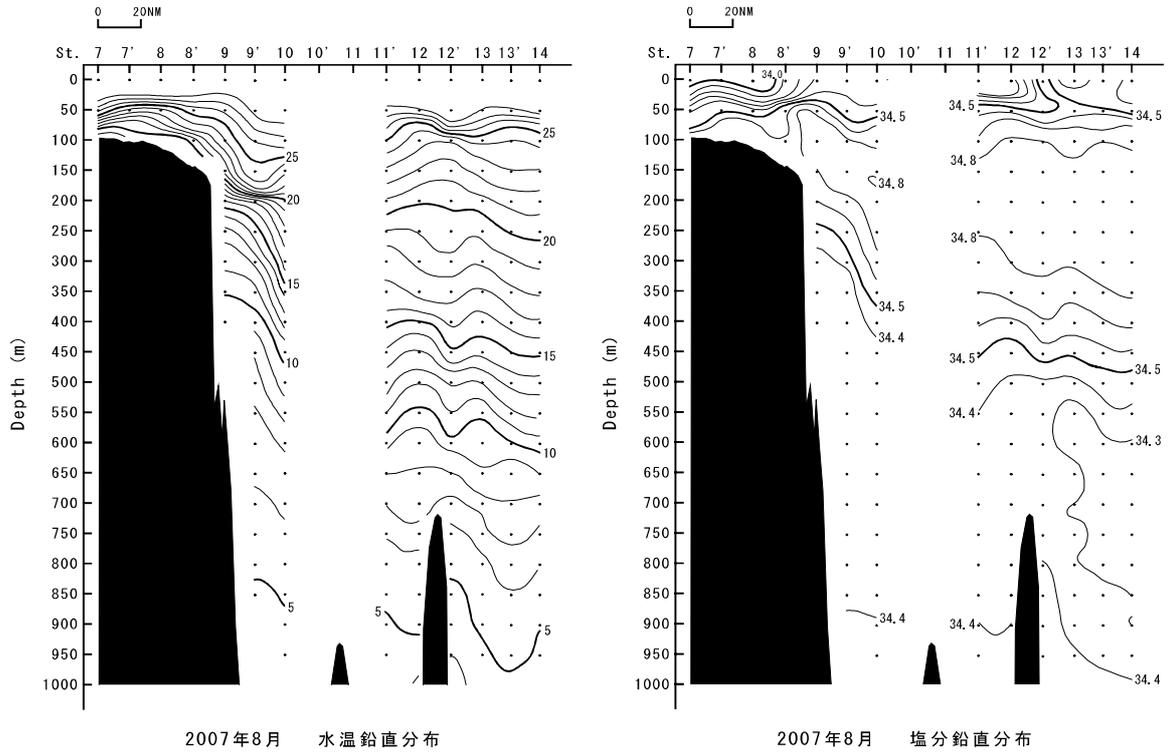
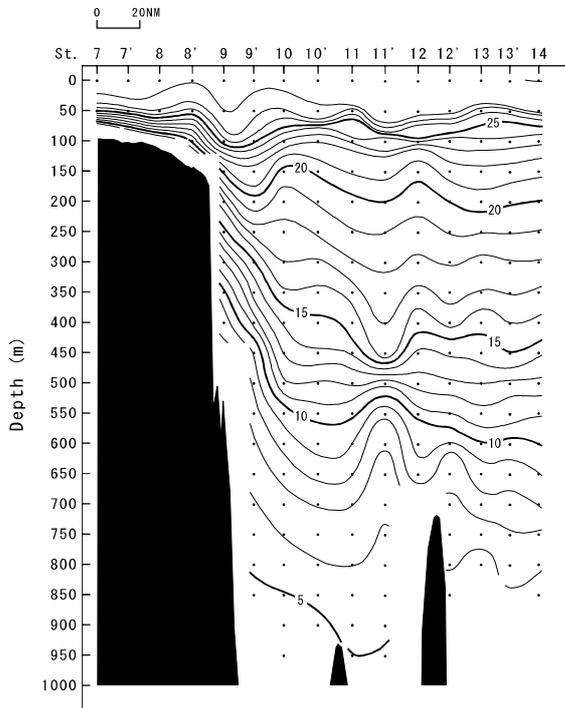
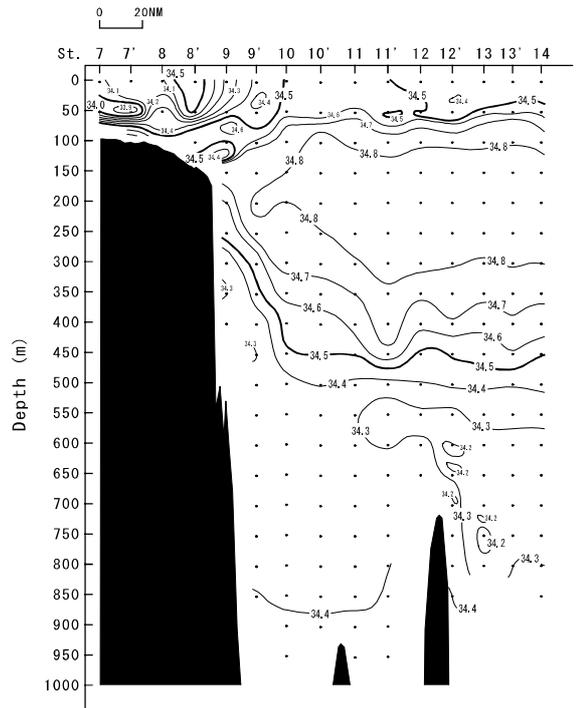


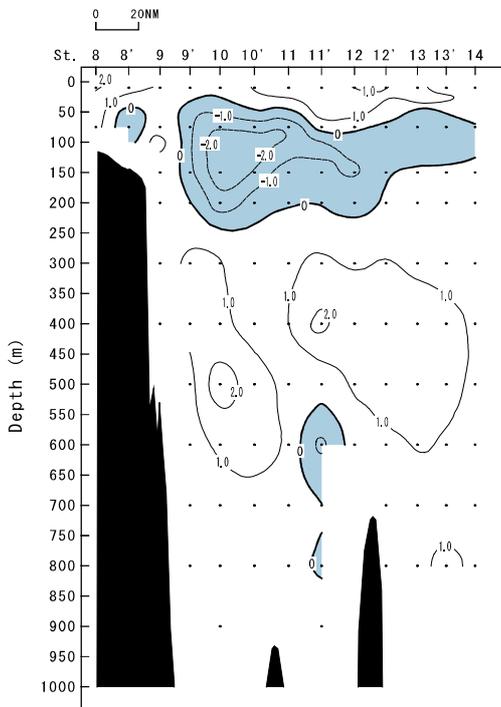
図6. 2007年8月のB線の水・塩分の鉛直断面図



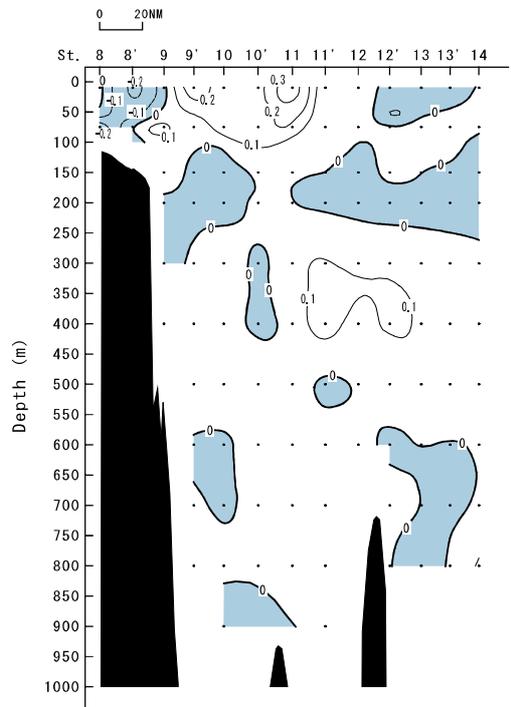
2007年10月 水温鉛直分布



2007年10月 塩分鉛直分布

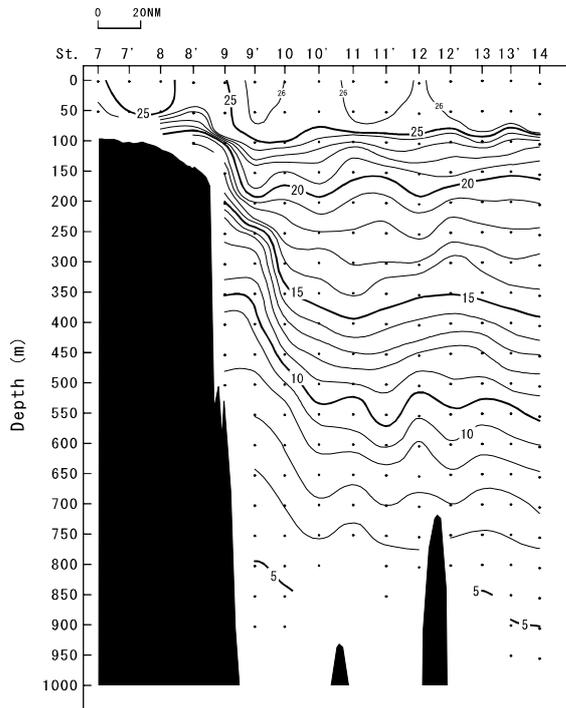


2007年10月 水温平年偏差(計算期間:1997~2006年)

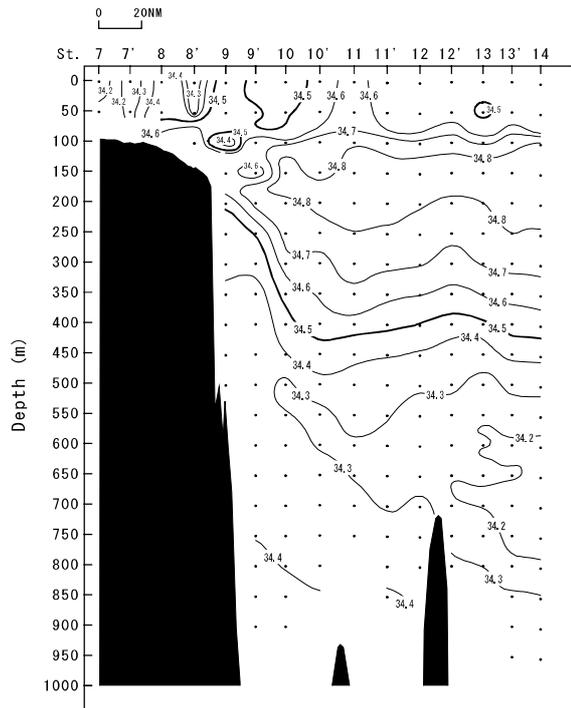


2007年10月 塩分平年偏差(計算期間:1997~2006年)

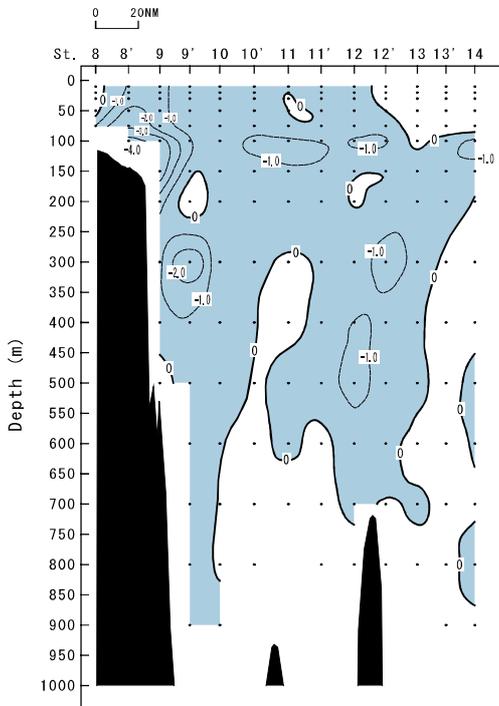
図7. 2007年10月のB線の水溫・塩分の鉛直断面図



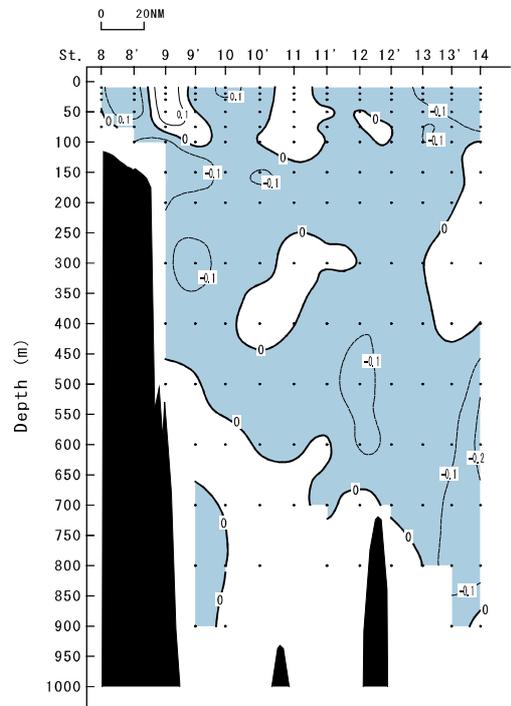
2007年11月 水温鉛直分布



2007年11月 塩分鉛直分布

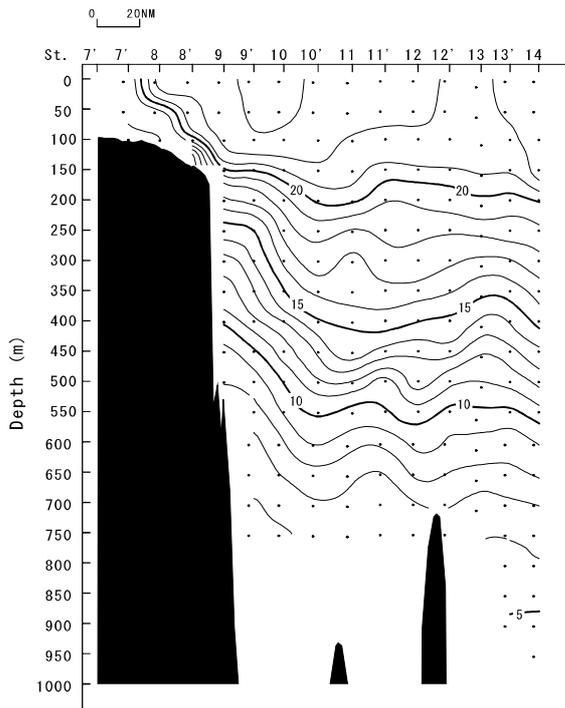


2007年11月 水温年差(計算期間: 1997~2006年)

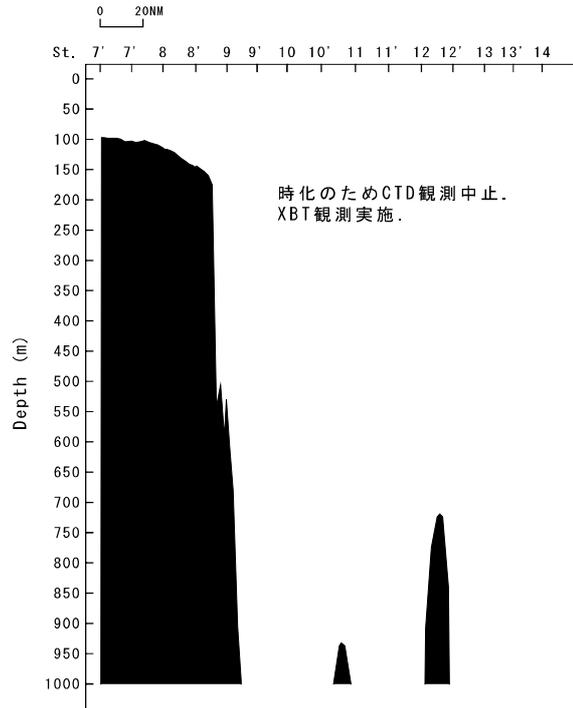


2007年11月 塩分年差(計算期間: 1997~2006年)

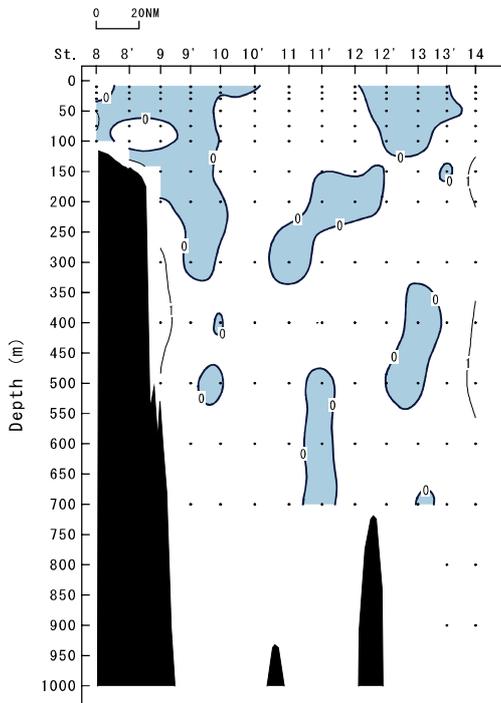
図8. 2007年11月のB線の水温・塩分の鉛直断面図



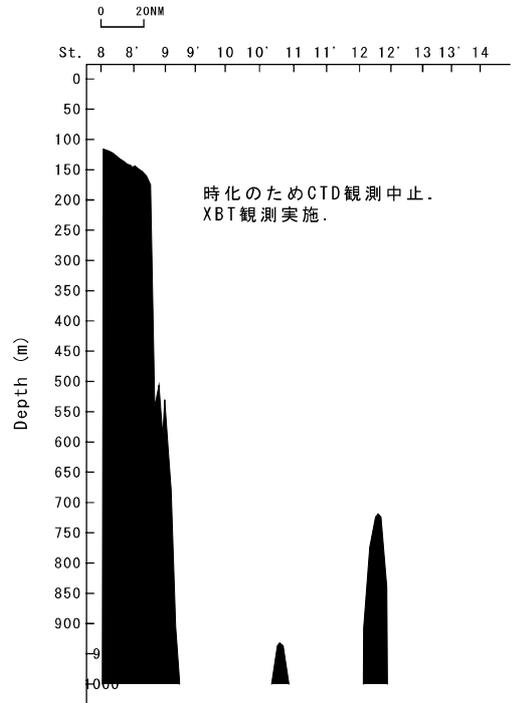
2008年3月 水温鉛直分布



2008年3月 塩分鉛直分布



2008年3月 水温年平均偏差 (計算期間: 1998~2007)



2008年3月 水温年平均偏差 (計算期間: 1998~2007)

図9. 2008年3月のB線の水温・塩分の鉛直断面図

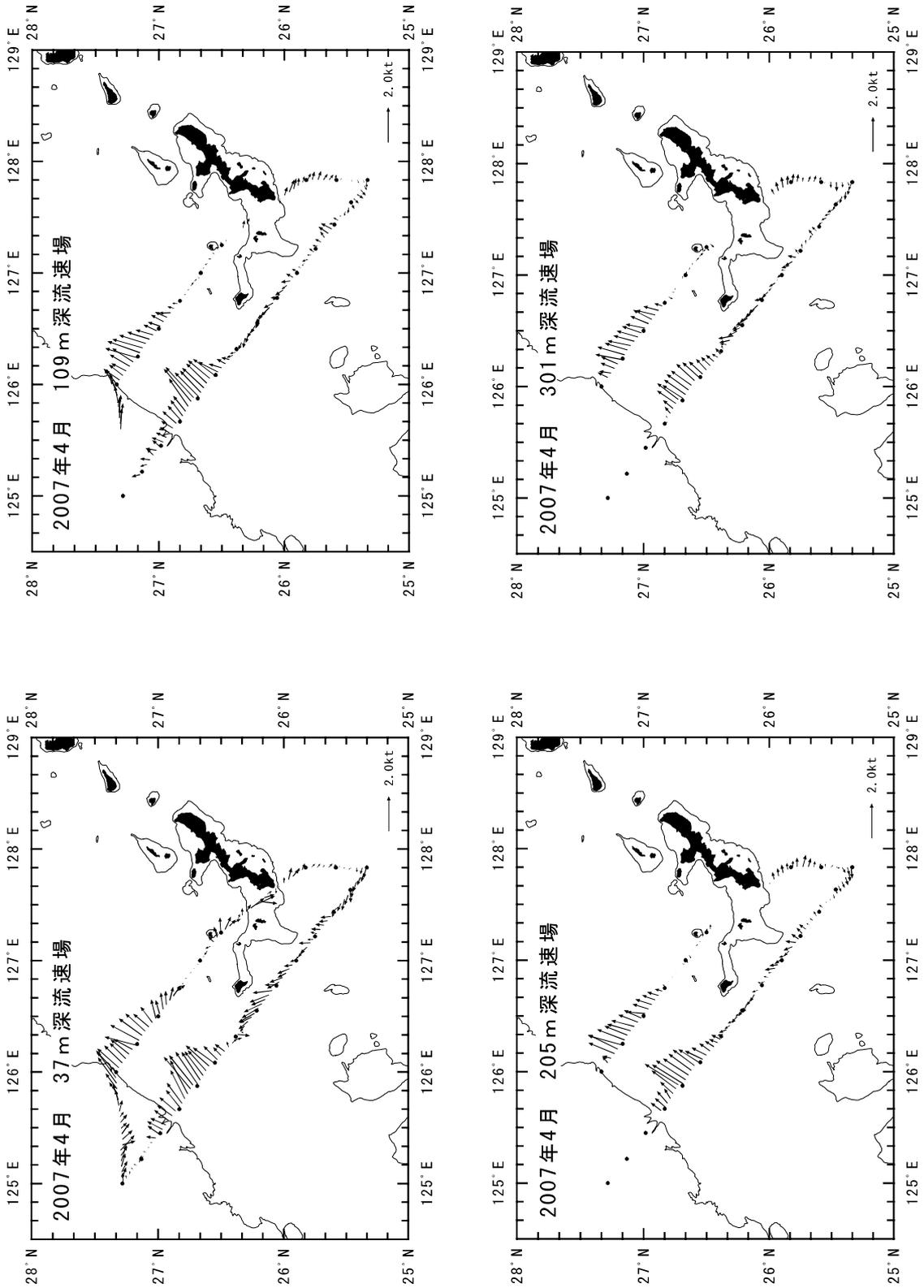


図 10. 2007 年 4 月の各層流速場

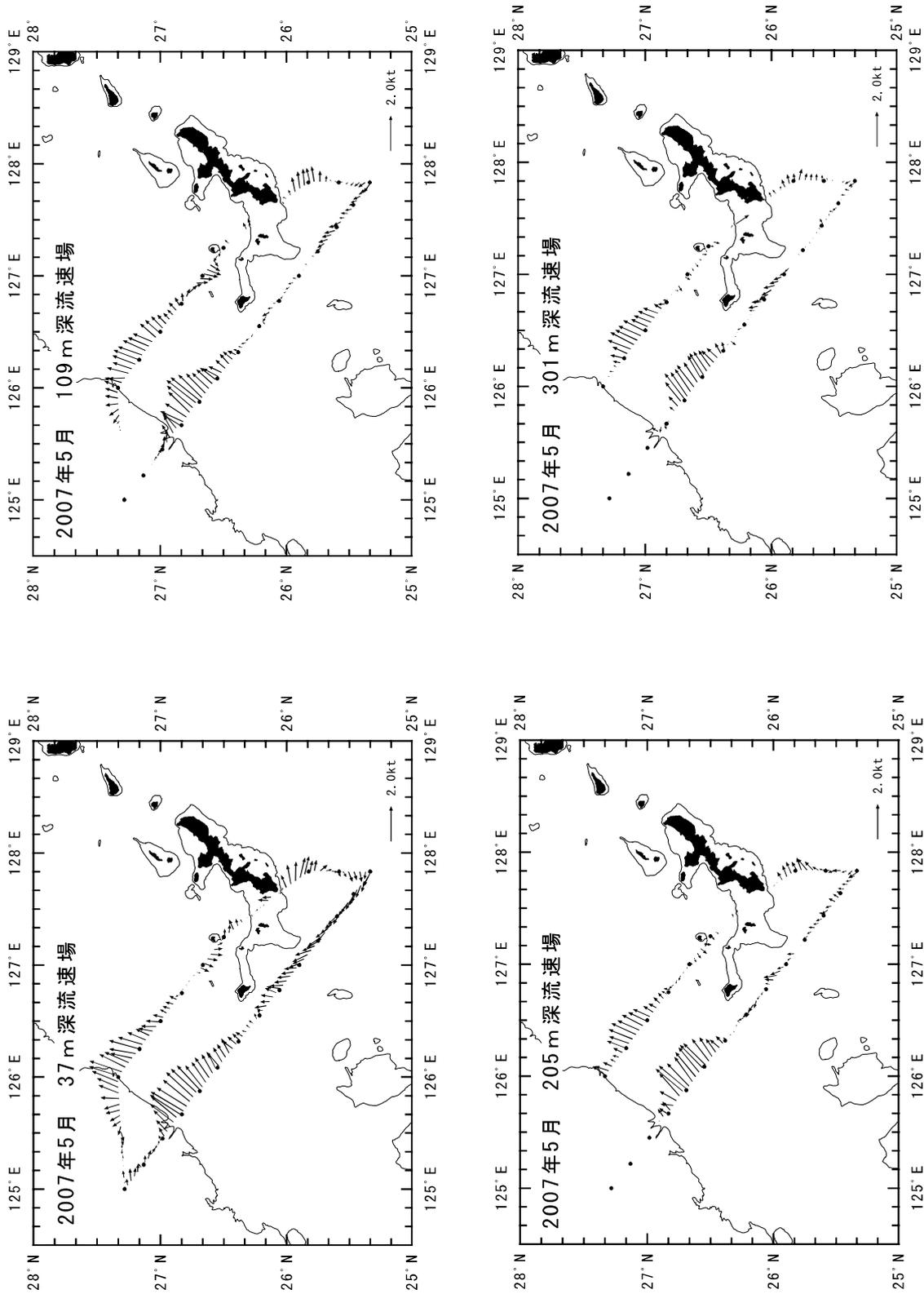


図 11. 2007 年 5 月の各層流速場

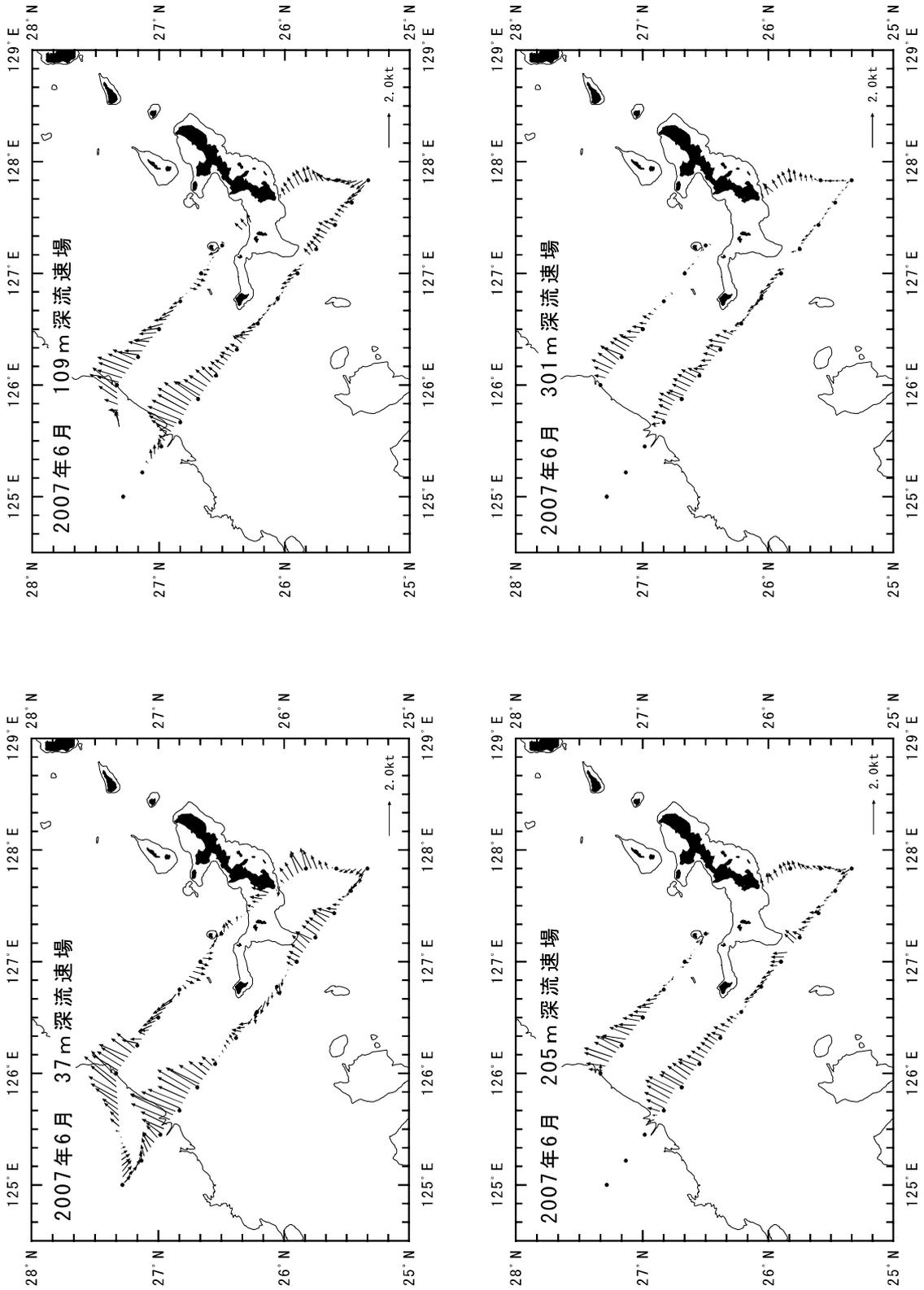


図 12. 2007 年 6 月の各層流速場

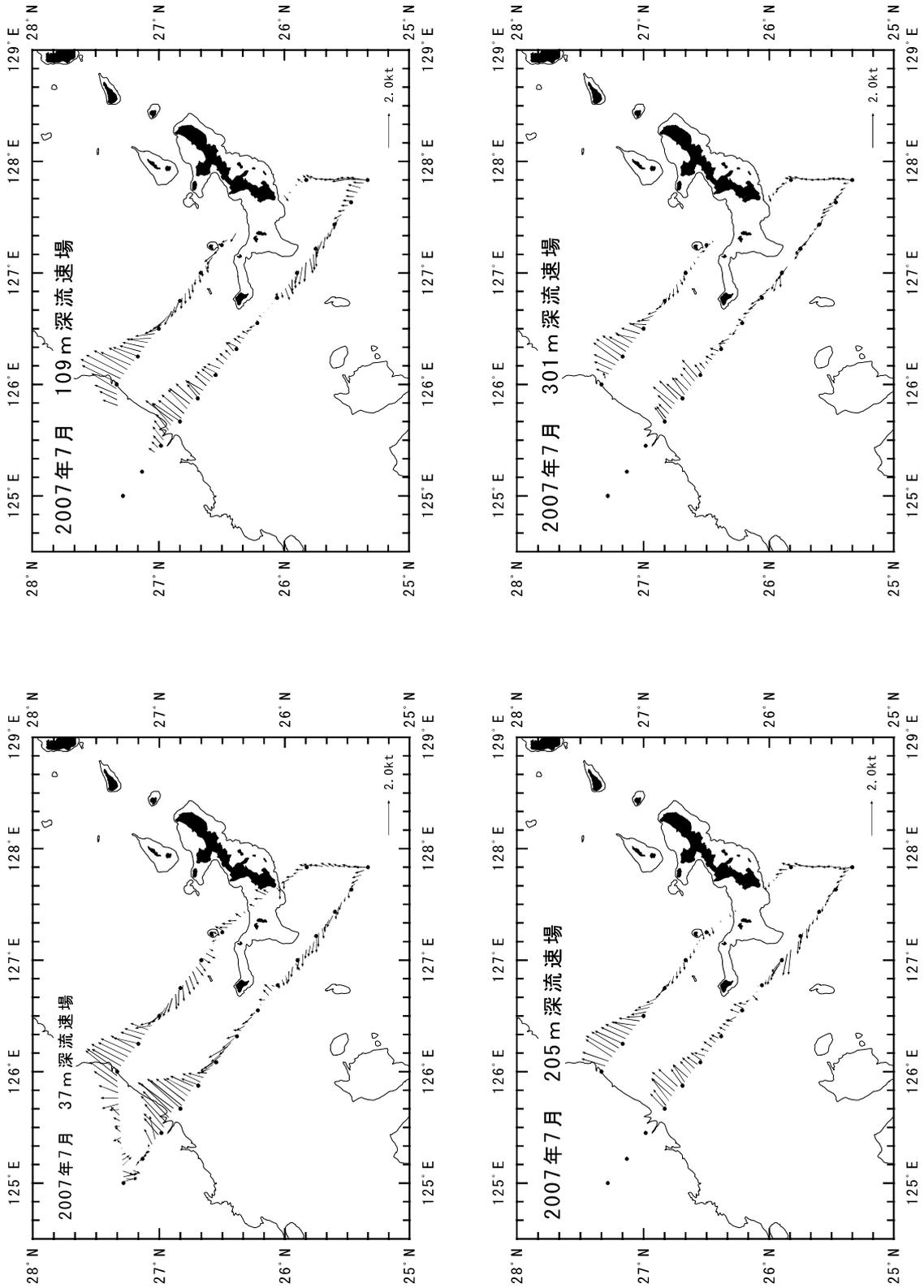


図 13. 2007 年 7 月の各層流速場

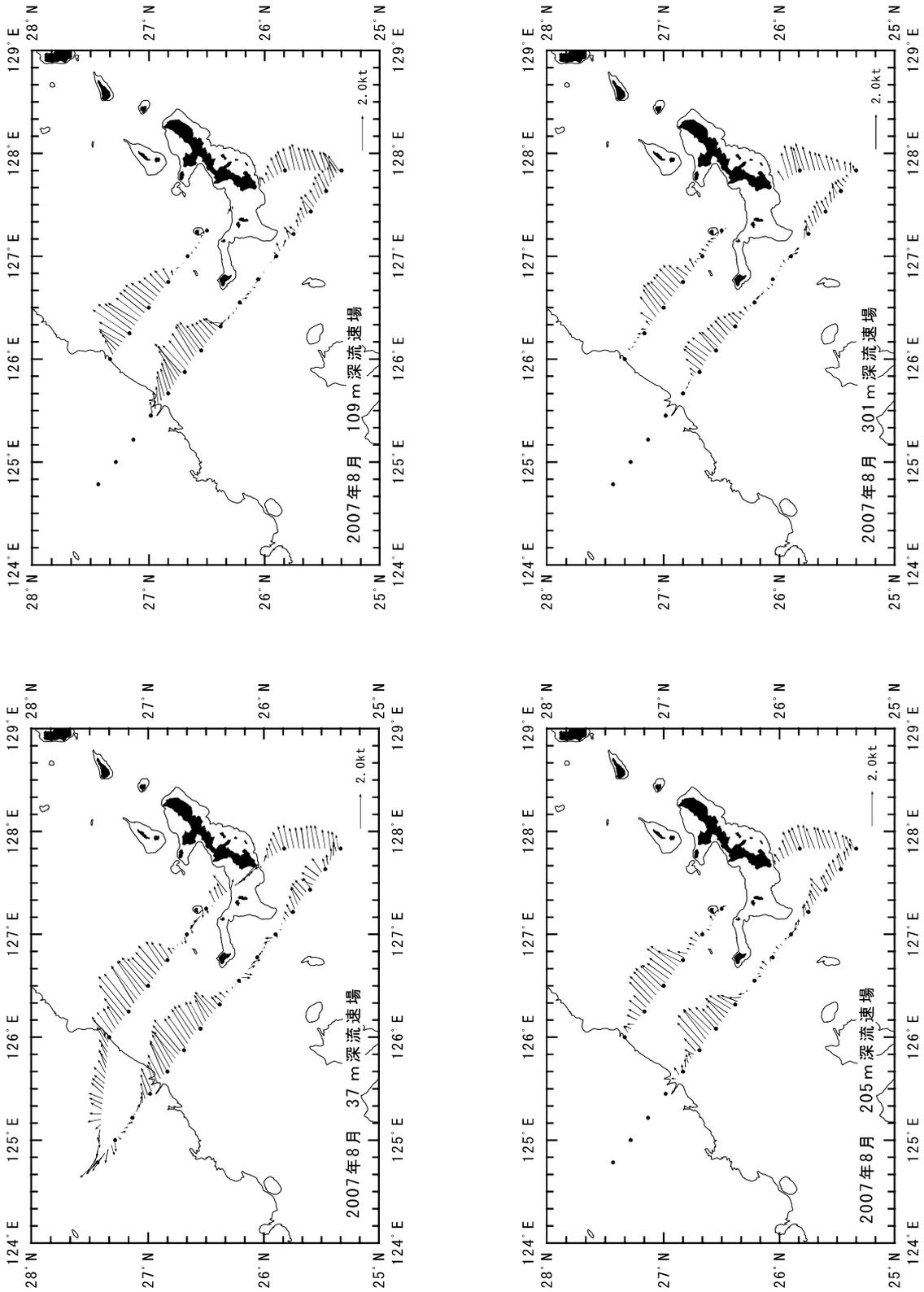


図 14. 2007 年 8 月の各層流速場

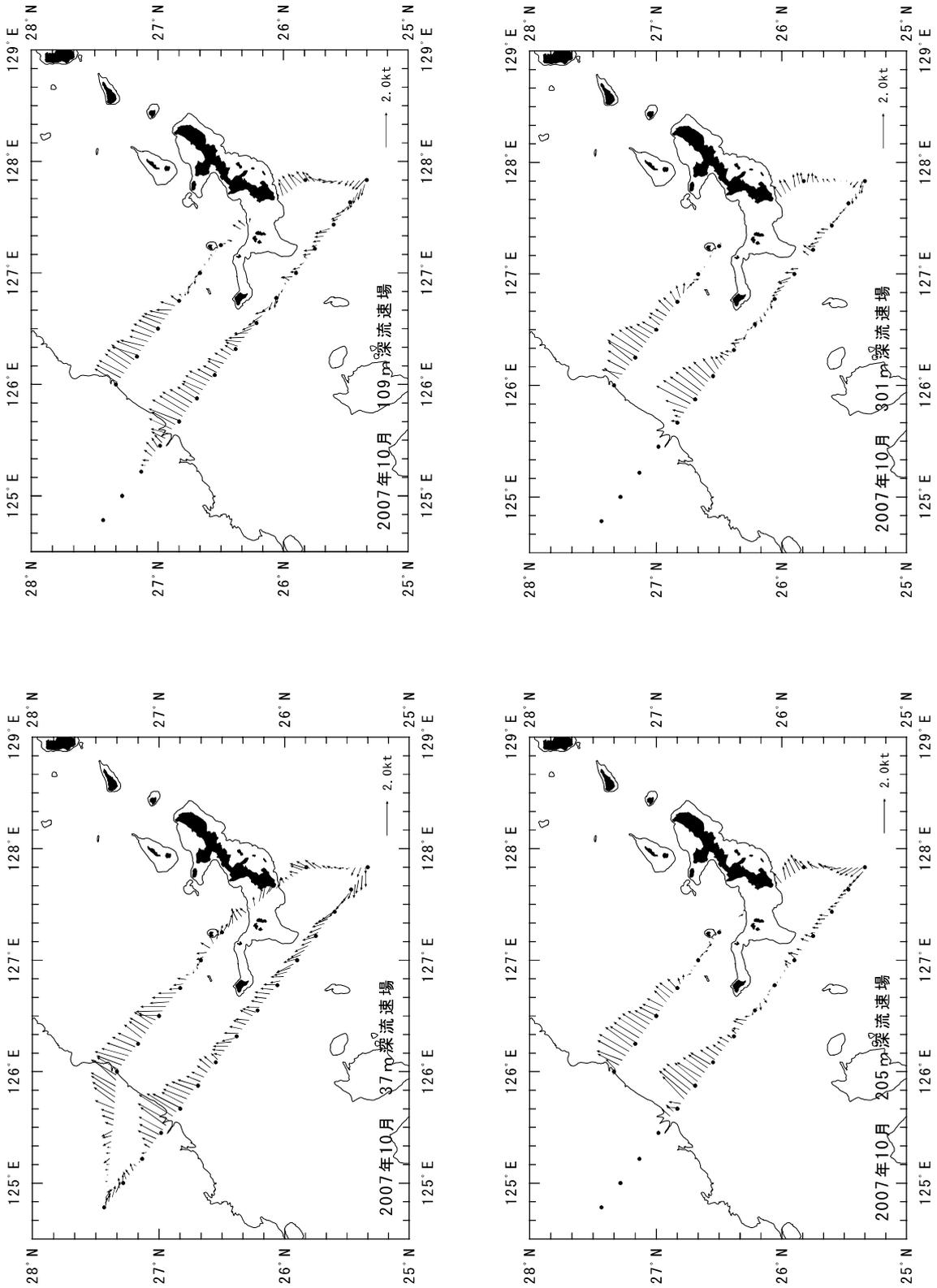


図 15. 2007 年 10 月の各層流速場

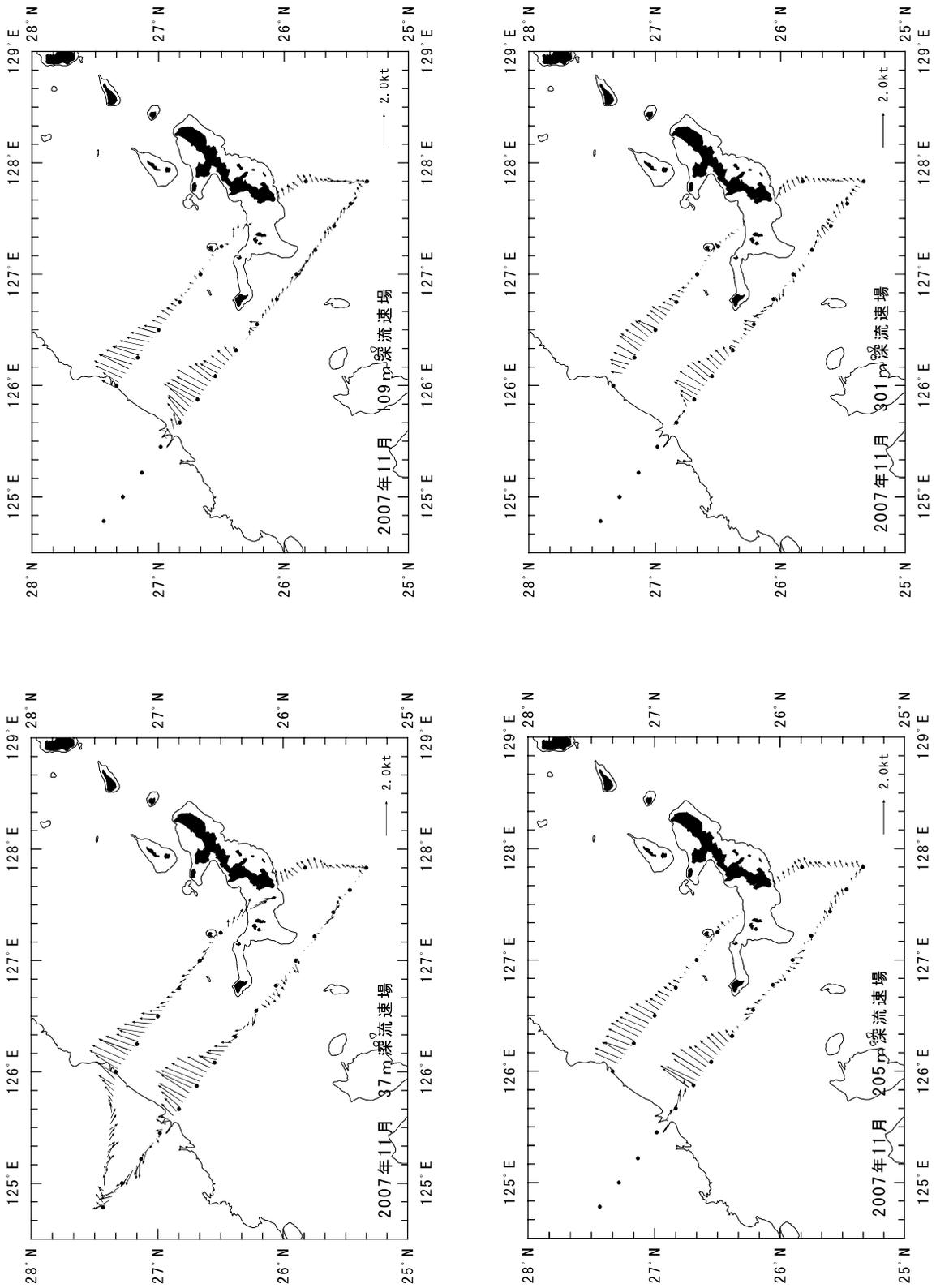


図 16. 2007 年 11 月の各層流速場

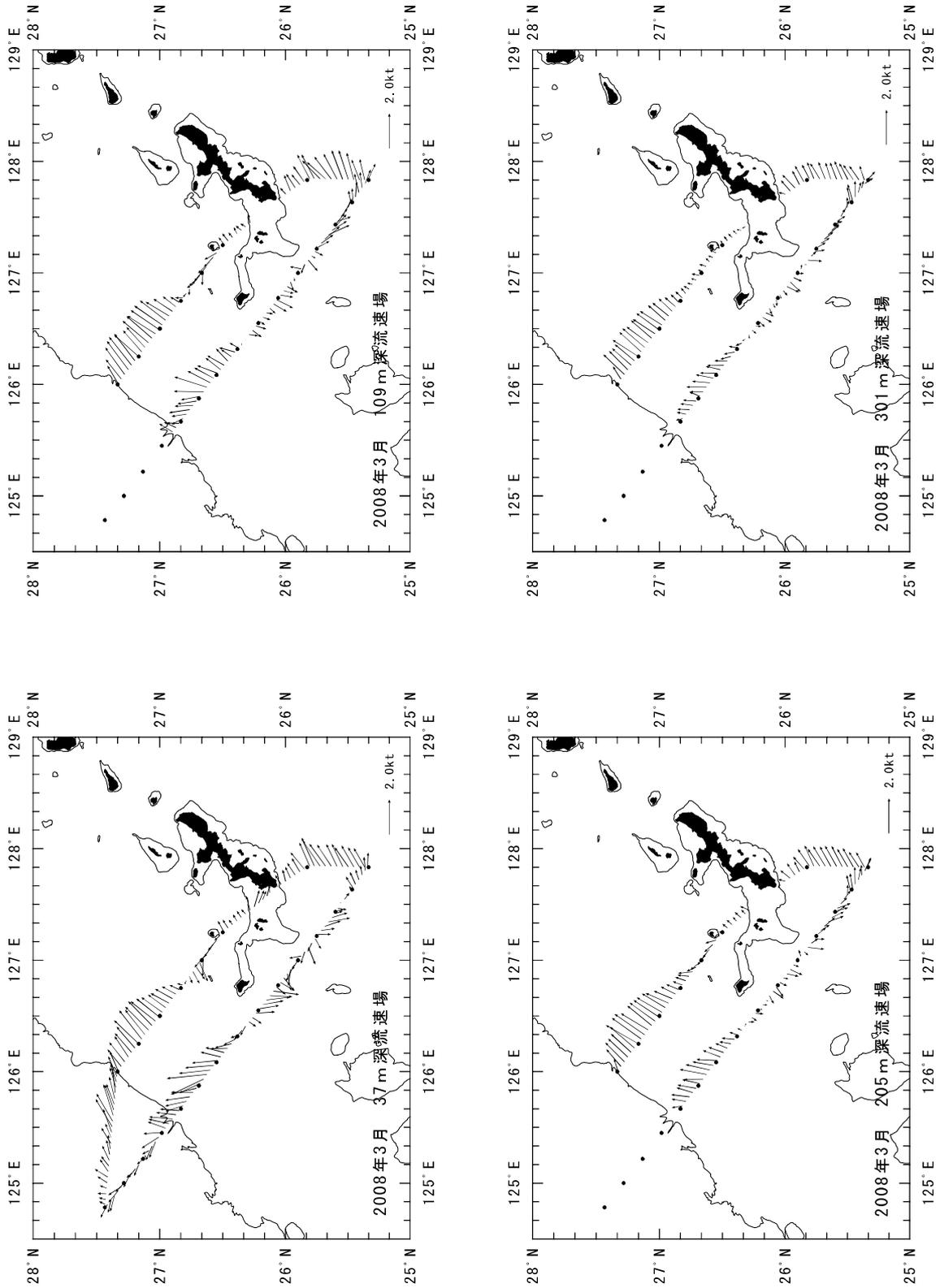
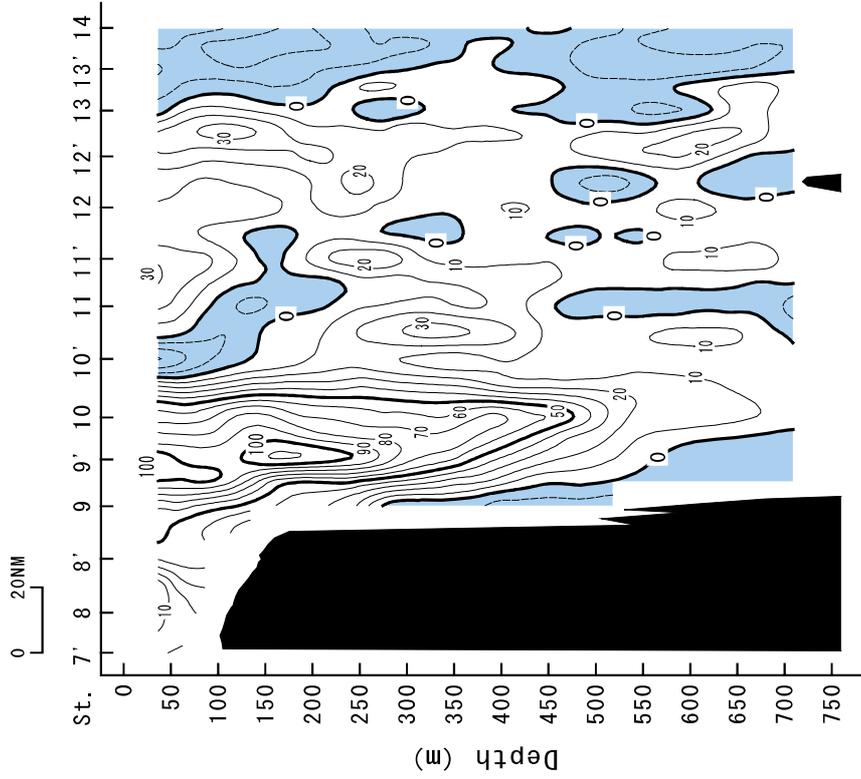
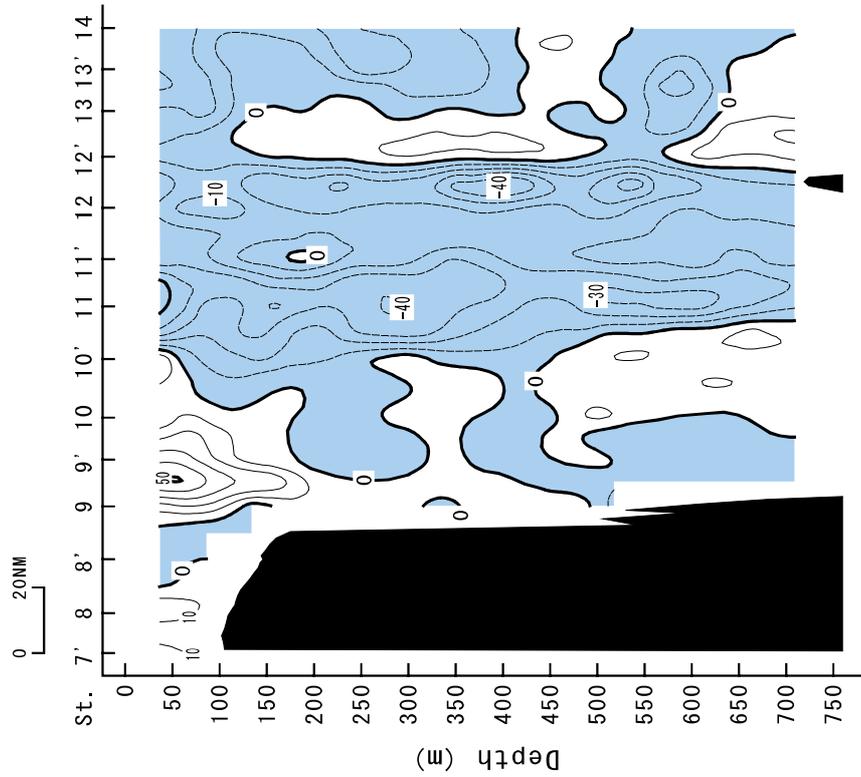


図 17. 2007 年 3 月の各層流速場

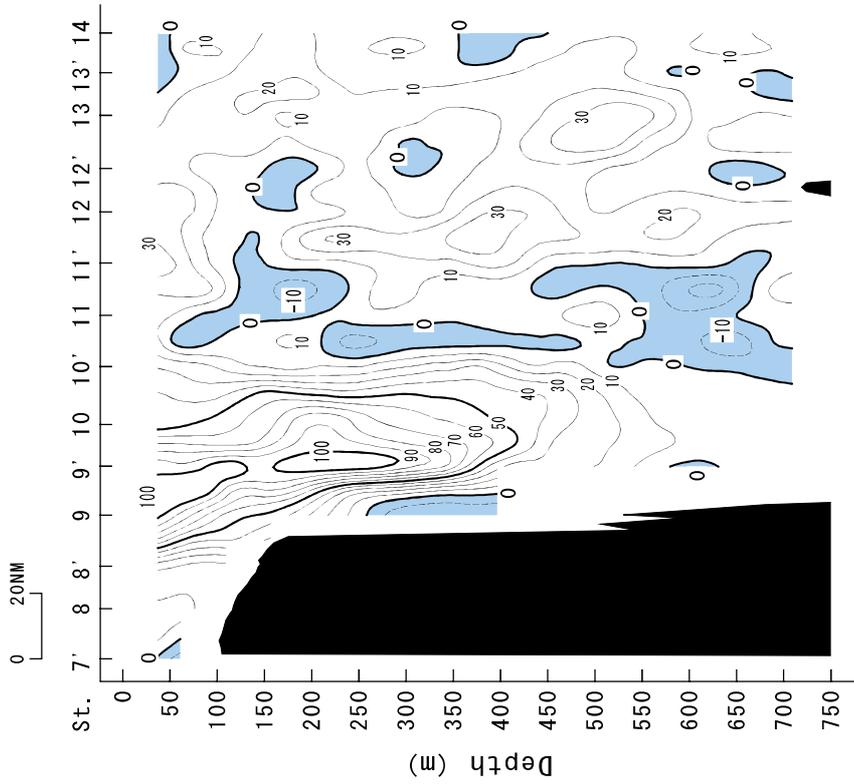


2007年4月 測線直交成分(黒潮下流方向が正)

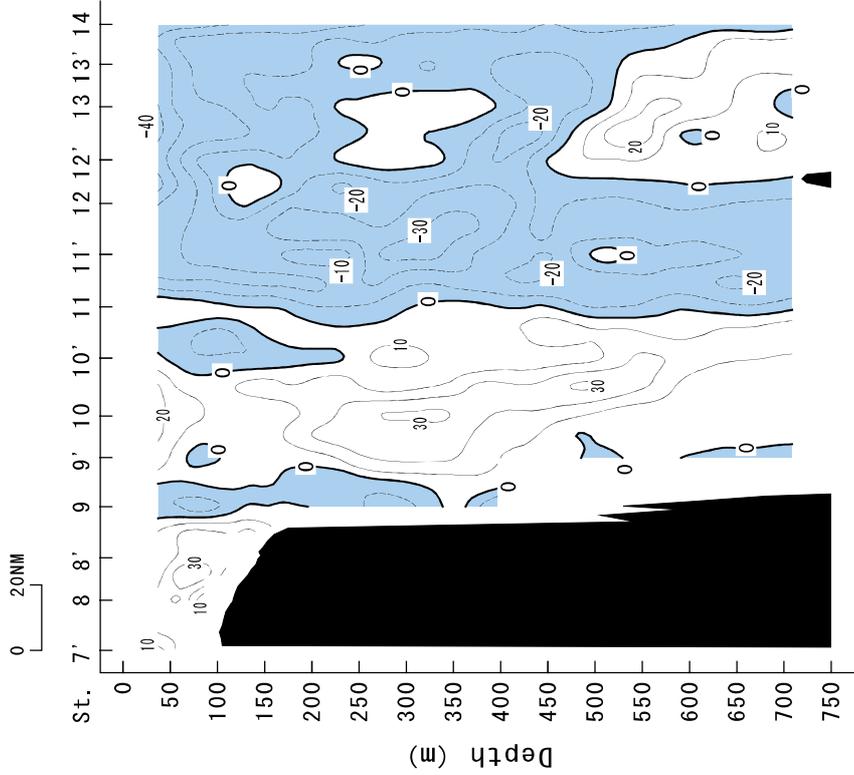


2007年4月 測線平行成分(沖縄本島方向が正)

図 18. 2007 年 4 月の B 線流速断面図 (単位 : cm/sec 各層流速場)

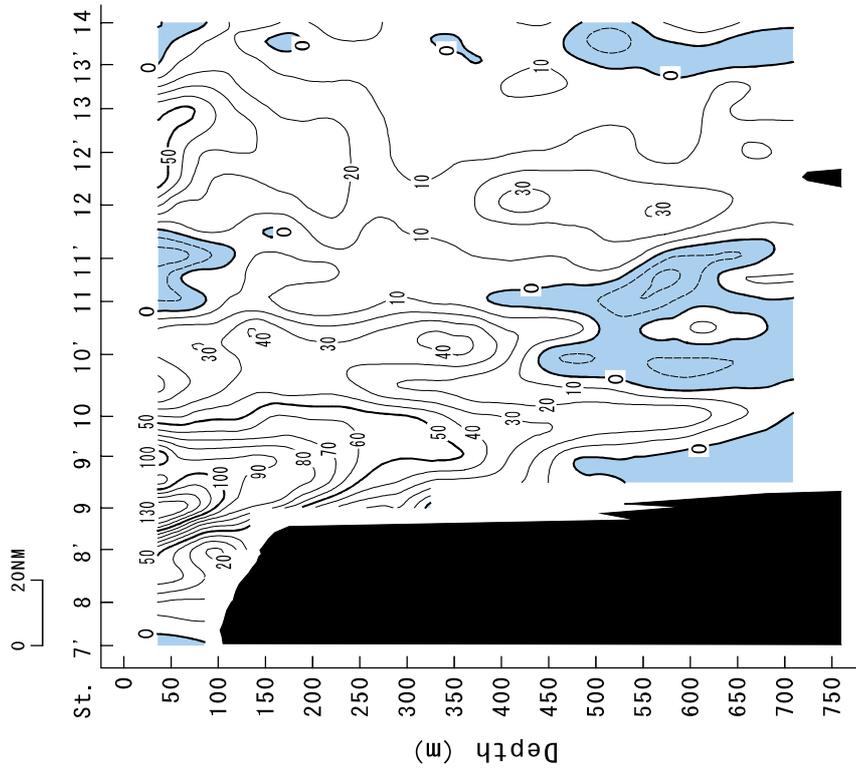


2007年5月 測線直交成分 (黒潮下流方向が正)

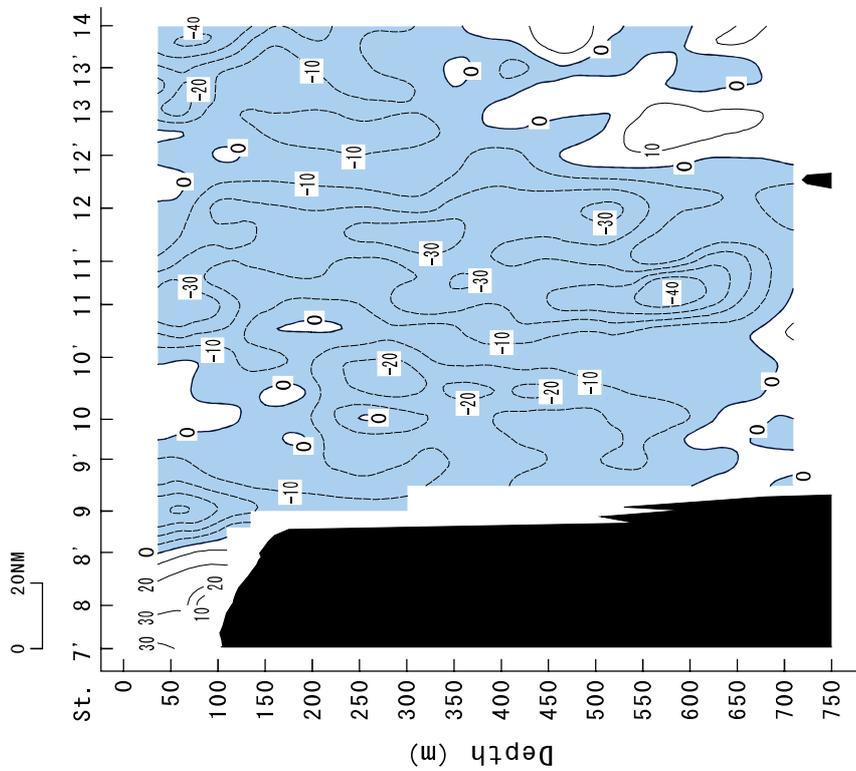


2007年5月 測線平行成分 (沖縄本島方向が正)

図 19. 2007 年 5 月の B 線流速断面図 (単位 : cm/sec 各層流速場)

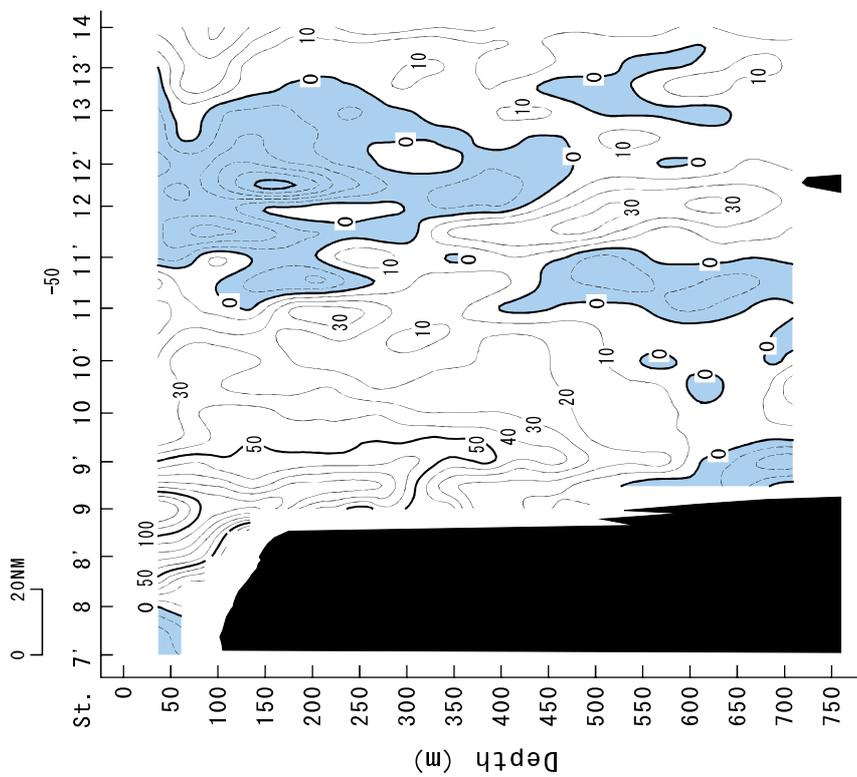


2007年6月 測線直行成分 (黒潮下流方向が正)

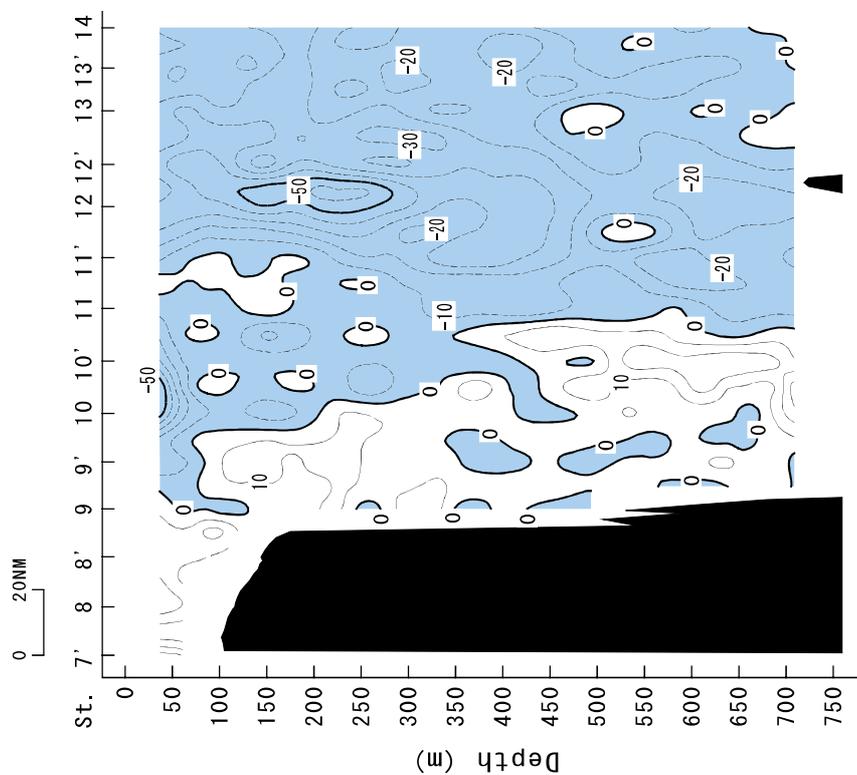


2007年6月 測線平行成分 (沖縄本島方向が正)

図 20. 2007年6月のB線流速断面図 (単位: cm/sec 各層流速場)

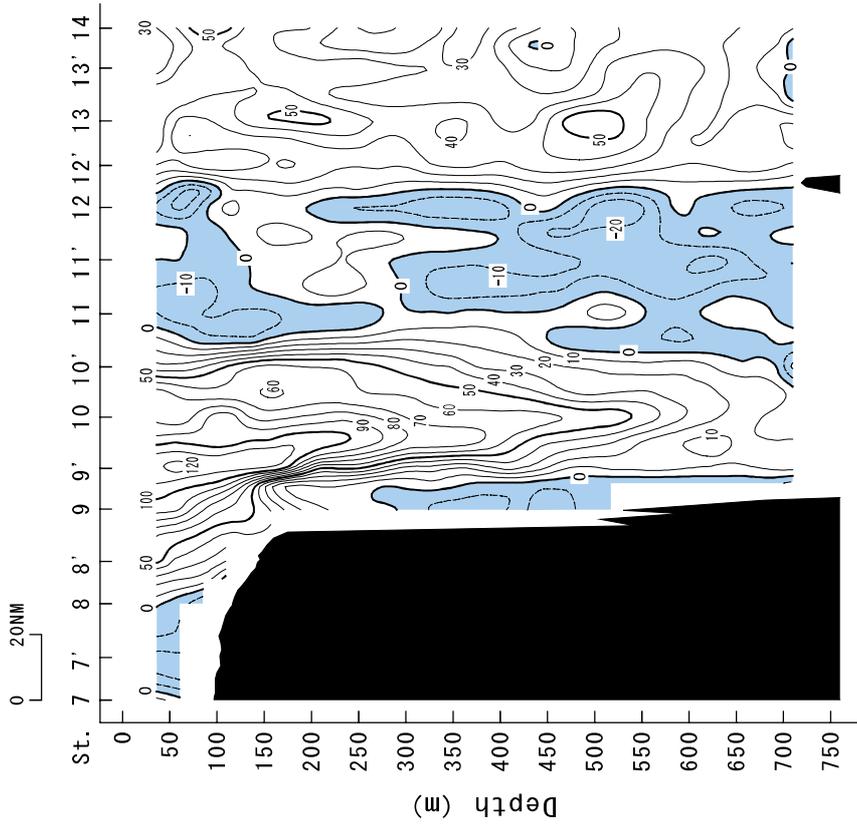


2007年7月 測線直行成分(黒潮下流方向が正)

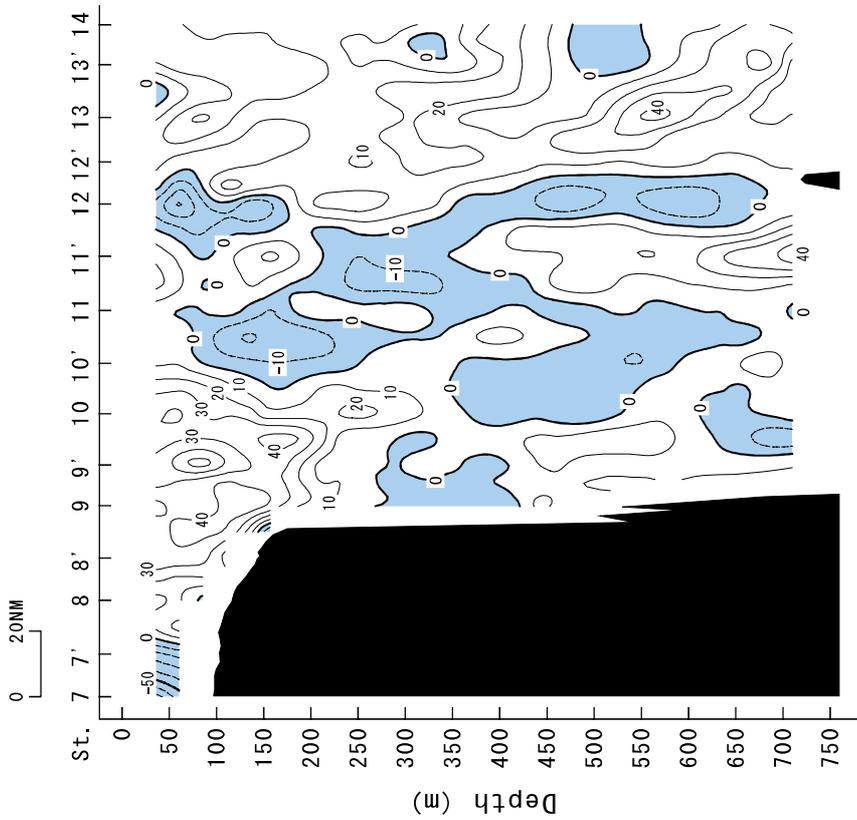


2007年7月 測線平行成分(沖縄本島方向が正)

図 21. 2007年7月のB線流速断面図(単位: cm/sec 各層流速場)

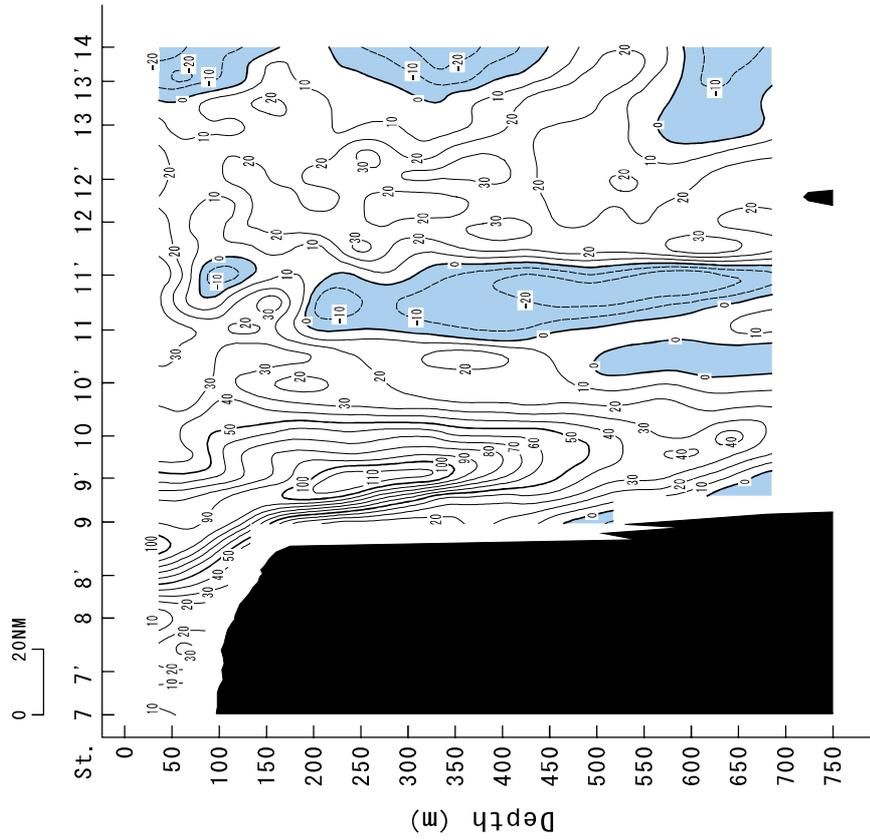


2007年8月 測線直行成分 (黒潮下流方向が正)

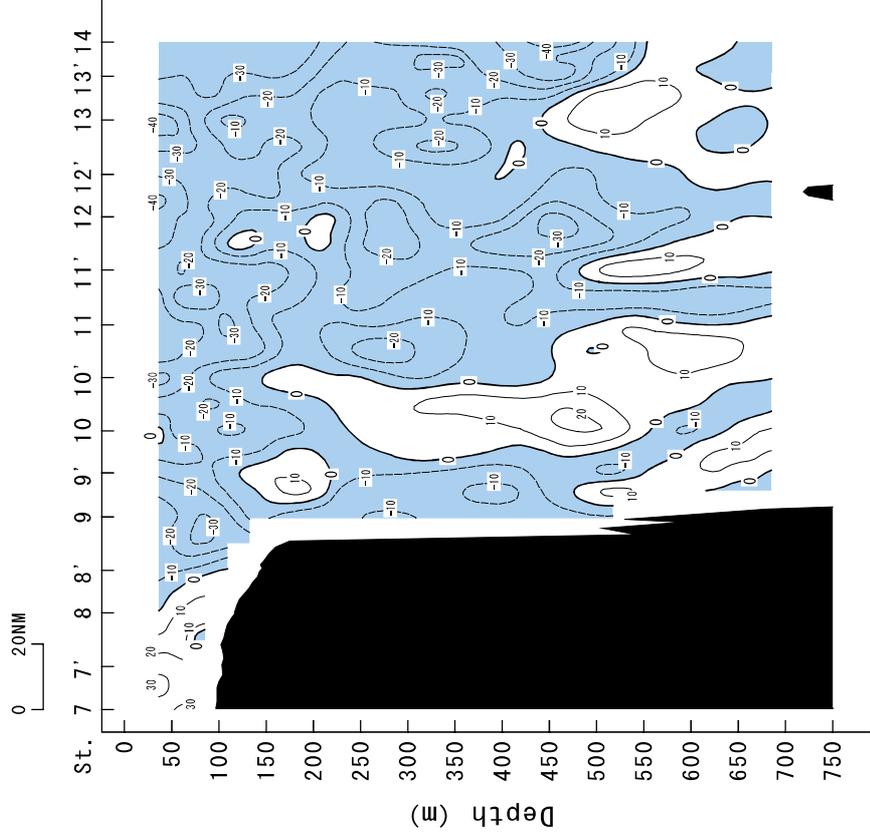


2007年8月 測線平行成分 (沖縄本島方向が正)

図 22. 2007年8月のB線流速断面図 (単位: cm/sec 各層流速場)



2007年10月 測線直交成分（黒潮下流方向が正）



2007年10月 測線平行成分（沖縄本島方向が正）

図 23. 2007年10月のB線流速断面図（単位：cm/sec 各層流速場）

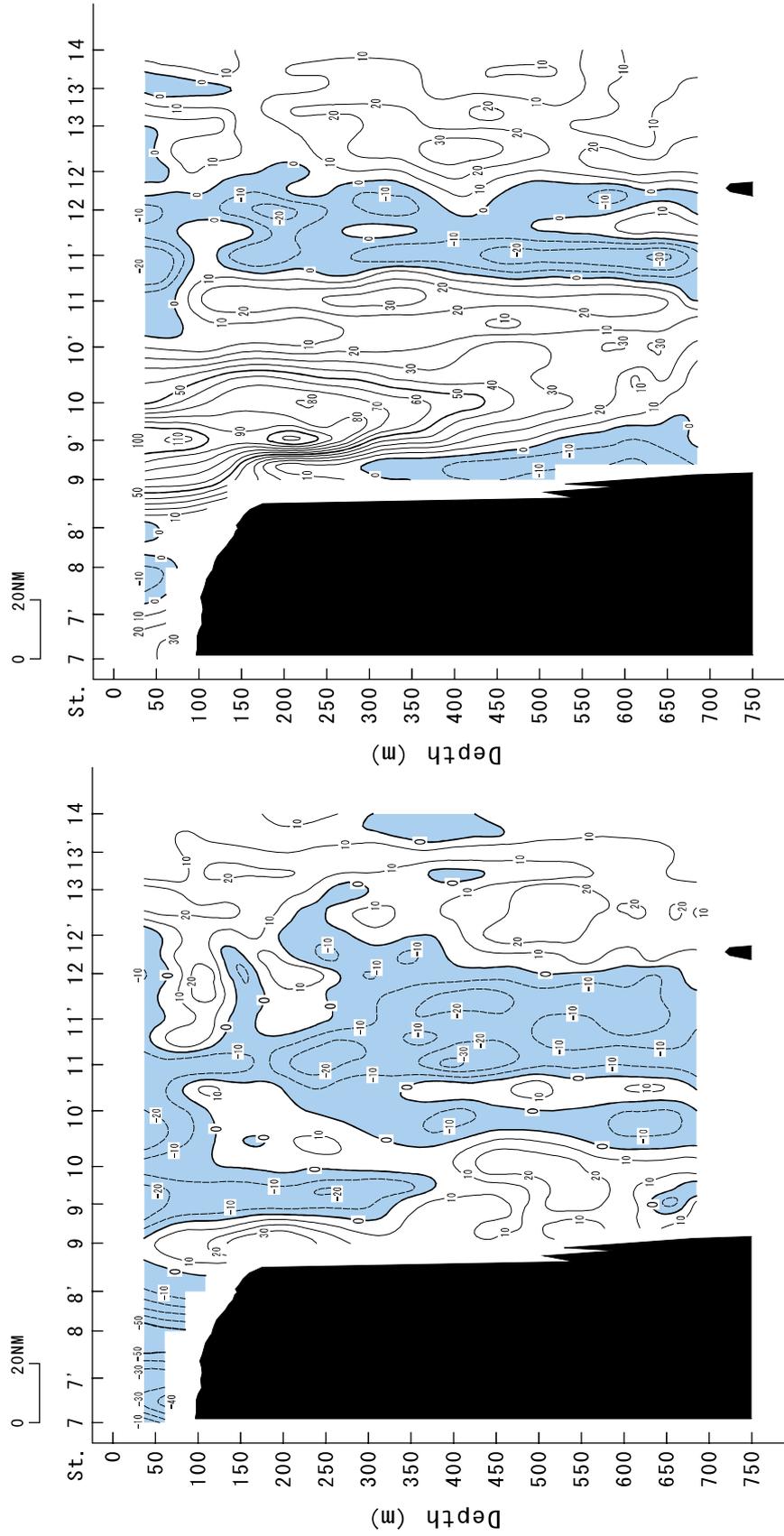


図 24. 2007 年 11 月の B 線流速断面図 (単位 : cm/sec 各層流速場)

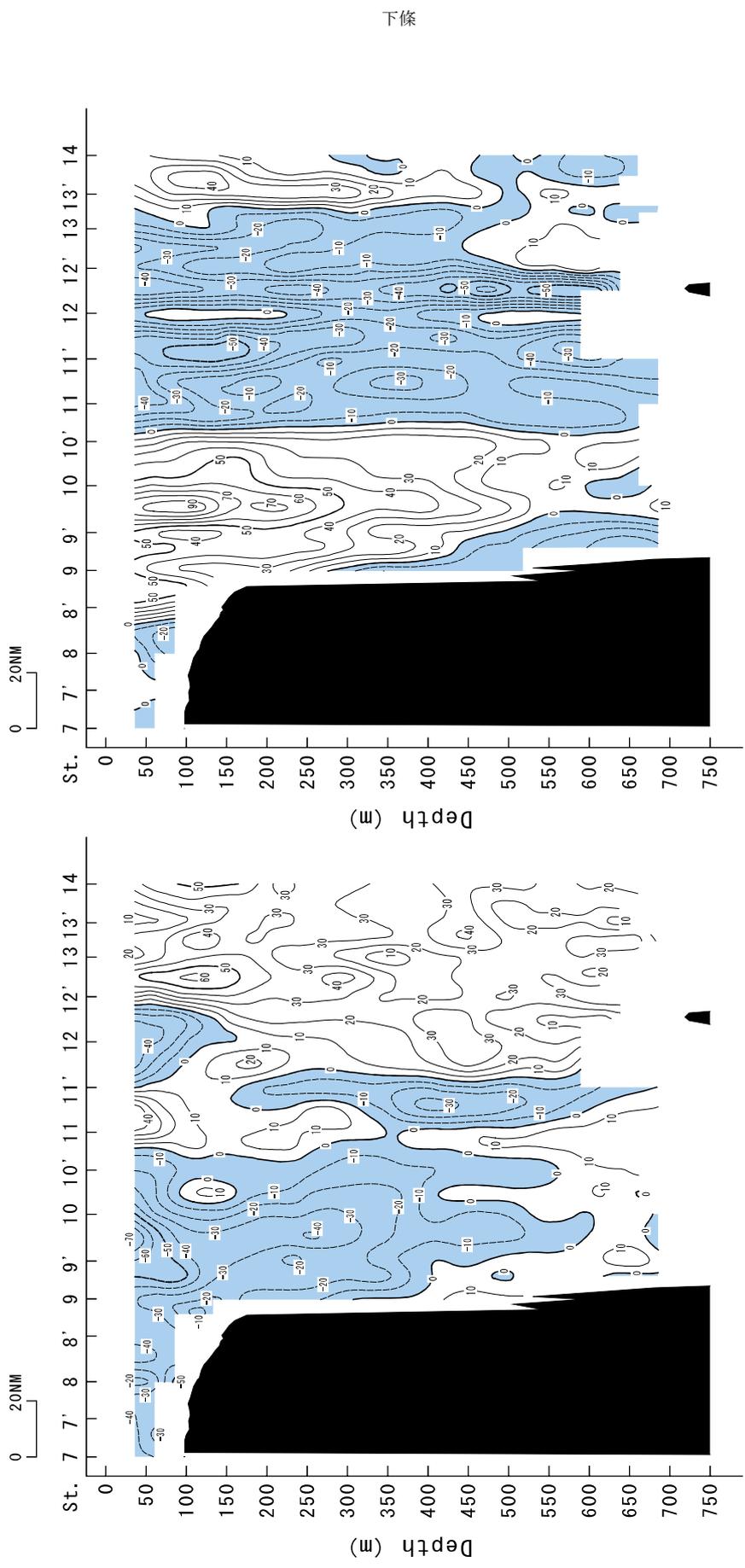


図 25. 2008 年 3 月の B 線流速断面図 (単位 : cm/sec 各層流速場)

2008年3月 測線直交成分 (黒潮下流方向が正)

2008年3月 測線平行成分 (沖縄本島方向が正)

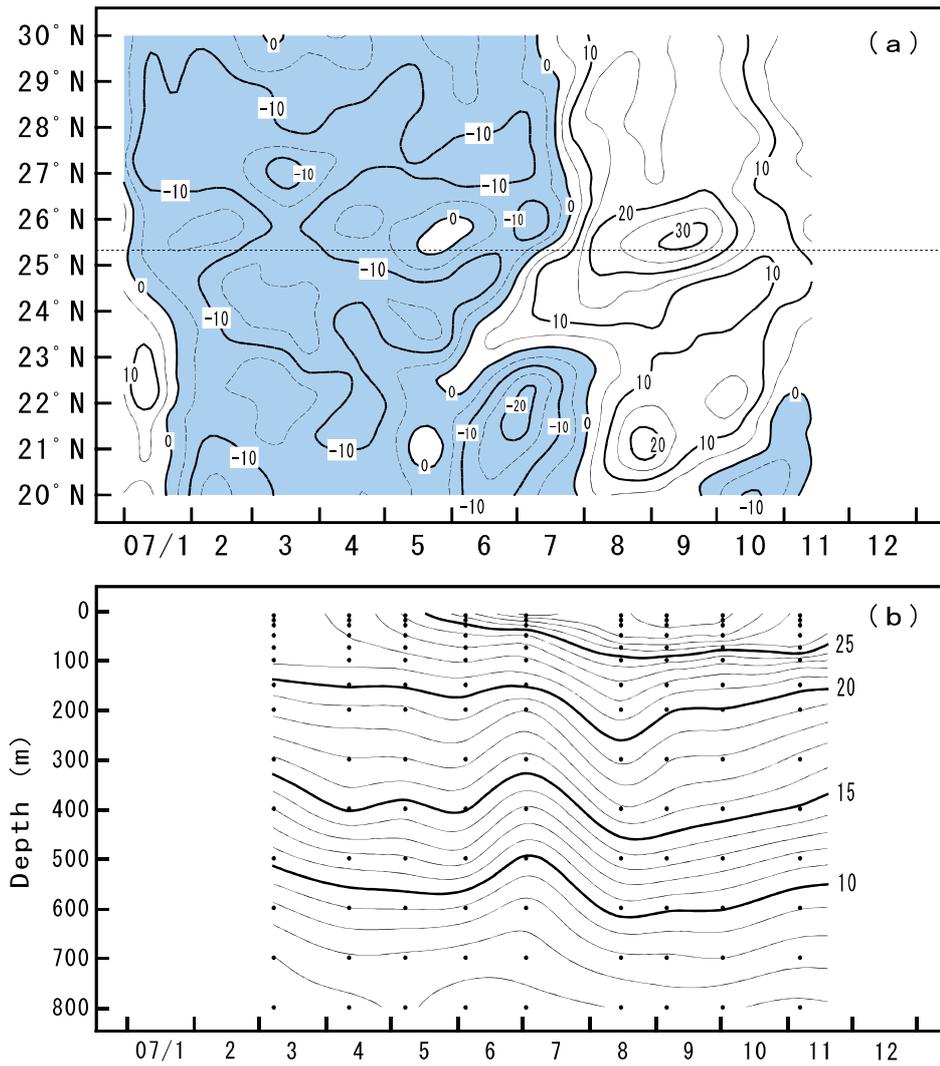


図26. 海面高度偏差と水温鉛直時系列。  
 a : 東経128° の海面高度偏差 b : St. 14の水温鉛直時系列

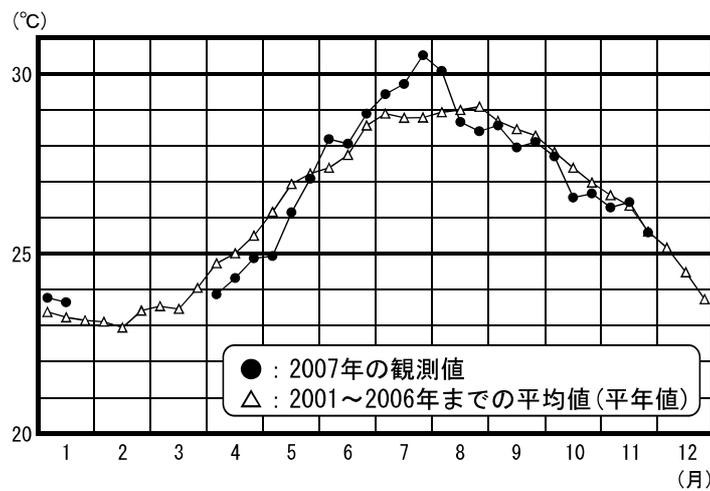


図27. ニライ12号の月上旬・中旬・下旬平均水温時系列