海洋構造変動パターン解析技術開発試験事業

高橋　進吾・佐藤　晋一・黄金崎　栄一・今村　豊

はじめに

青森県海域の海洋構造は、親潮、黒潮及び対馬（津軽）暖流等に支配され、短期・長期的に複雑に変動し、イワシ・サバ類、スルメイカ等浮魚類の漁場形成や沿岸域の生産力に大きな影響を及ぼしている。本事業では、超音波式流向流速計（以下「ADCP」という。）を用いて海流データを迅速かつ組織的に収集・解析するための技術開発、及びADCPデータと調査船による海洋観測データ、衛星情報等をあわせて青森県沿岸・沖合域の高精度な海況の把握と漁場・海況予測に資するための技術開発を行うことを目的としている。

本年度は、ADCPによって得られた流向流速データについて系統誤差の補正を行い、精度の高い流れのデータを蓄積していくための手法を検討するとともに、海況情報の整理を行い、海況の特徴等を把握した。

材料と方法

参加機関（青森県水産試験場以外）

（太平洋）岩手県水産技術センター・宮城県水産研究開発センター・茨城県水産試験場
福島県水産試験場・東北区水産研究所（指導機関）

（日本海）京都府立海洋センター・秋田県水産振興センター・日本海区水産研究所（指導機関）

開発検討委員会（作業部会）

事業推進上の問題点の摘出と対策、成果の取りまとめと活用方法等、事業の円滑な推進に必要な事項について総合的な検討を行うため、各海域の担当水産試験場が年１～２回分担し、開発検討委員会を開催する。太平洋海域については、必要に応じて解析技術開発の専門的事項に関する具体的作業を行う作業部会を開催する。

調査内容

１　調査項目

調査項目は、従来の一般海洋観測（漁況海況予報事業に準ずる）とADCPによる流向流速観測である。「開運丸」のADCPは日本無線社製（3層式）とRDインストルメンツ社製（多層式）で、CTDはシーバード社製である。「東奥丸」のADCPは日本無線社製（3層式）で、CTDはニールブラウン社製である。「青鵬丸」のADCPはRDインストルメンツ社製（多層式）で、CTDはシーバード社製である。CTDの観測深度は、沿岸域の浅海部を除き、0～1,000mである。

調査船に装備しているシステムは表１のとおりである。

表１　各調査船の流向流速測定システム

調　査　船	超音波式潮流計（ADCP）	航　法　装　置
東奥丸（140トン）	JRC社製JLN-615	JRC社製JLR-4200
青鵬丸（ 65トン）	RDI社製RD-10201300	JRC社製JLR-7700
開運丸（208トン）	RDI社製RD-9HP075P	FURUNO社製GP-500
	JRC社製JLN-615	JRC社製JLR-6000MKH

※JRC：日本無線(株)、FURUNO：古野電気(株)、RDI：RDインストルメンツ社

2　流向流速データ収録環境設定

2 - 1　3層式ADCP

ADCPの観測深度は、図1（観測点図）に示す太平洋定線、日本海定線、及び津軽海峡東口定線では基本的に10、50、100ｍの3層、図2に示す津軽海峡西口定線では10、50、90ｍの3層に設定し測流を行った。データ収録間隔は「開運丸」「東奥丸」とも8分平均のデータを1分毎にFDに収録した。

2 - 2　多層式ADCP

「開運丸」では、測定層厚8ｍ（水深約650ｍまで、層数約80層）の設定で、データ収録間隔は3分平均のデータを3分毎にMOに収録した。

「青鵬丸」では、新造となり初めての調査のため、航海ごとに測定層厚を4ｍと8ｍ（水深約250mまで、層数64層と32層）の2通りの設定で動作・収録状況を確認した。

データ収録間隔は、いずれも1分平均のデータを1分毎にMOに収録した。

3層式及び多層式ADCPとも対地・対水（航法）モードは自動切替に設定したが、太平洋定線及び日本海定線はごく沿岸域を除き、ほとんどが対水（航法）モードで、一方、津軽海峡定線は対地モードで収録された。

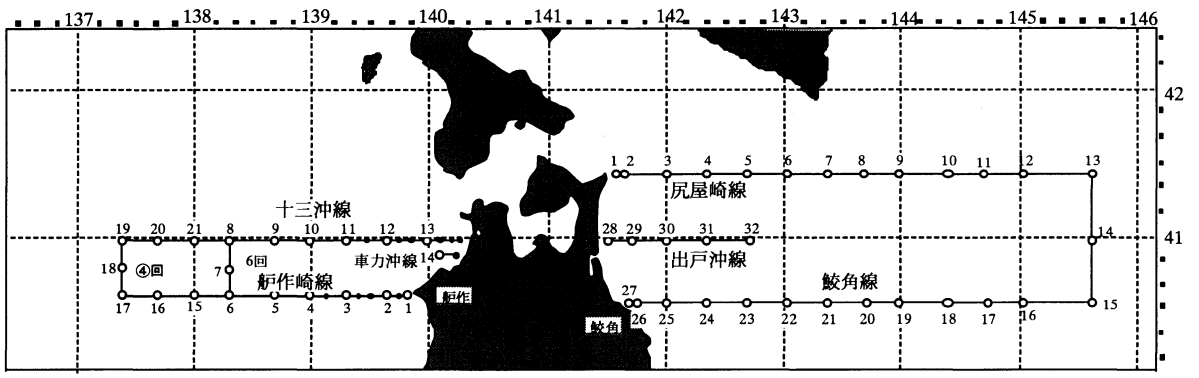


図1　青森県海洋観測定線図

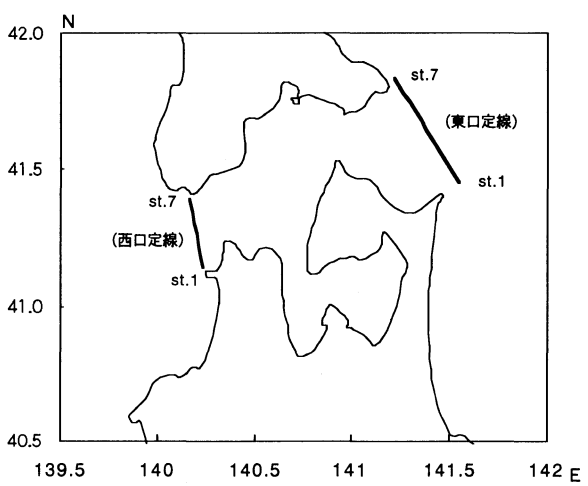


図2　津軽海峡流量調査定線図

結　果

流向流速データ収録状況

平成11年４月から平成12年３月までの流向流速データの収録状況を表２～４に示した。

日本海では、「東奥丸」「青鵬丸」により５月及び１月を除く年10回、海洋観測を行いデータを収録した。「青鵬丸」で収録した７、８、10月はADCPの機器不調（音波の送受信を制御するデッキユニット内の基盤の故障）のため、収録したデータは異常値を示し思わしくなかったが、「東奥丸」での収録状況は比較的良好であった。

太平洋では、「東奥丸」「開運丸」により年４回、海洋観測を行いデータを収録した。「開運丸」の多層式ADCPは８月以外は機器接続不良等により収録状況は思わしくなかったが、３層式ADCPでの収録状況は比較的良好であった。

津軽海峡では、西口定線で年４回、東口定線で年１回、４往復横断観測を行いデータを収録した。「青鵬丸」で収録した９月は日本海と同様、機器不調により収録したデータは思わしくなかったが、それ以外の航海における収録状況は比較的良好であった。

表2　日本海におけるデータ収録状況

No	調査月	調査期間	調査船名	ADCP機種名	測定層	収録状況
1	4月	1999. 4. 9~10	東奥丸（140t）	JRC JLN-615	3層（10・50・100m）	良好
2	6月	1999. 6. 5~ 6	東奥丸（140t）	JRC JLN-615	3層（10・50・100m）	良好
3	7月	1999. 7. 5~ 6	青鵬丸（ 65t）	RD-10201300	多層（8mごと）	不良
4	8月	1999. 8. 2~ 3	青鵬丸（ 65t）	RD-10201300	多層（8mごと）	不良
5	9月	1999. 9. 1~ 2	東奥丸（140t）	JRC JLN-615	3層（10・50・100m）	良好
6	10月	1999. 9.28~28	青鵬丸（ 65t）	RD-10201300	多層（8mごと）	不良
7	11月	1999.11. 2~ 3	東奥丸（140t）	JRC JLN-615	3層（10・50・100m）	良好
8	12月	1999.12. 1~ 4	東奥丸（140t）	JRC JLN-615	3層（10・50・100m）	良好
9	2月	2000. 2. 4~ 5	東奥丸（140t）	JRC JLN-615	3層（10・50・100m）	良好
10	3月	2000. 3. 2~ 4	東奥丸（140t）	JRC JLN-615	3層（10・50・100m）	良好

表3　太平洋におけるデータ収録状況

No	調査月	調査期間	調査船名	ADCP機種名	測定層	収録状況
1	6月	1999. 6.17~21	東奥丸（140t）	JRC JLN-615	3層（10・50・100m）	良好
2	8月	1999. 8.20~24	開運丸（208t）	RD-9HP075P	多層（8mごと）	良好
				JRC JLN-615	3層（10・50・100m）	良好
3	12月	1999.11.29~12.2	開運丸（208t）	RD-9HP075P	多層（8mごと）	不良
				JRC JLN-615	3層（10・50・100m）	良好
4	3月	2000. 2.28~ 3. 3	開運丸（208t）	RD-9HP075P	多層（8mごと）	不良
				JRC JLN-615	3層（10・50・100m）	良好

表4　津軽海峡におけるデータ収録状況

No	調査月	調査期間	調査船名	ADCP機種名	測定層	収録状況
（海峡西口）						
1	7月	1999. 7. 7~ 8	青鵬丸（ 65t）	RD-10201300	多層（4mごと）	良好
2	9月	1999. 9. 1~ 2	青鵬丸（ 65t）	RD-10201300	多層（8mごと）	不良
3	11月	1999.11.19~20	東奥丸（140t）	JRC JLN-615	3層（10・50・90m）	良好
4	2月	2000. 2.14~15	東奥丸（140t）	JRC JLN-615	3層（10・50・90m）	良好
（海峡東口）						
1	11月	1999.11.18~19	開運丸（208t）	RD-9HP075P	多層（8mごと）	良好
				JRC JLN-615	3層（10・50・100m）	良好

収録した流向流速データの処理

1　流況図の作画

1-1　3層式ADCP

これまでと同様の方法で、ファイル合成、異常な位置データ等の削除、真測流速変換プログラムによる真測流速変換、異常な流向流速データの削除（船速10knot未満、異常値（例えば4knot以上の流速、連れ潮等）の非表示）などの前処理を行ったうえで、流況図を作画した。

1-2　多層式ADCP

収録されたProcess data（平均データ）またはRaw data（平均処理されない生データ）を用い、解析ソフト（(株) SEA社製MapEagle、Multiplot）により流況図を作画した。異常データの削除、平均化の処理は、解析ソフトの流速最大値の制限、移動平均処理により行った。

2　系統誤差の補正

東北（太平洋）ブロックでは、岩手県水産技術センターが窓口となり「系統誤差補正ソフト」を開発（古野電気 (株) に委託）した。この「系統誤差補正ソフト」を用いて補正係数を算出し、補正後の流況図を作画、水温・塩分分布等との比較を行い、流向流速データの精度について検討した。

使用したデータは、事業が開始された1997年4月～2000年3月までのうち、収録状況が比較的良好な3層式ADCP（当該ソフトはJRC社、FURUNO社製のみの機器に対応）により収録された流向流速データについて行った。

各航海ごとに対地・対水モードのそれぞれについて1～3回算出し、その平均値を各モードの補正係数とした。（表5～6）

なお、補正係数の算出にあたり、異常データを算出に含めないため、ADCP船速が巡航速度である10～13knotの範囲にあるデータのみを使用するように条件設定した。

日本海の「東奥丸」による補正係数は、対地モードの場合は、ずれ角度α＝－0.5～0.8°の範囲、平均－0.1°で、特に1998年1月の上架時に船底トランスデューサーを交換（1997年12月の観測途中から機器不調）して以降では－値（針路方向の右舷側にずれ）を示す場合が17回中13回（約76%）と多かった。

鉛直方向の傾斜による流速誤差1+β

表5　系統誤差補正係数算出結果表（日本海）（東奥丸JRC3層式）

		対地モード		対水モード		潮流データ
No	調査月	α°	1+β	α°	1+β	の良否
1	1997年04月	☆ 0.2	1.01	☆ 0.1	1.00	○
2	1997年05月	☆ 0.0	1.01	-0.6	1.01	△
3	1997年08月	☆ 0.0	1.00	☆ 0.0	1.01	○
4	1997年09月	☆ 0.1	1.00	☆ 0.0	1.01	×
5	1997年11月	（収録データなし）		☆ 0.1	1.01	○
6	1997年12月	（収録データなし）		☆ -0.2	0.99	×
7	1998年02月	☆ -0.1	1.00	1.3	1.01	○
8	1998年03月	☆ -0.3	1.00	0.5	1.01	○
9	1998年04月	☆ -0.2	1.01	0.1	0.98	○
10	1998年05月	☆ 0.3	1.00	0.3	1.04	○
11	1998年06月	☆ -0.3	1.00	☆ -0.2	1.01	△
12	1998年08月	☆ -0.2	1.00	☆ -0.1	0.99	○
13	1998年09月	☆ -0.1	1.00	☆ -0.1	1.00	○
14	1998年10月	☆ -0.4	1.00	☆ -0.1	1.00	○
15	1998年11月	☆ 0.3	1.00	-0.2	0.99	○
16	1998年12月	☆ -0.2	0.99	0.1	1.03	△
17	1999年04月	☆ -0.5	1.00	0.1	1.02	○
18	1999年06月	☆ -0.3	1.00	0.1	0.99	○
19	1999年09月	☆ -0.3	1.00	☆ -0.1	1.00	○
20	1999年11月	☆ 0.2	1.00	0.5	0.99	△
21	1999年12月	0.8	1.01	☆ -0.2	1.00	△
22	2000年02月	☆ -0.4	1.00	-0.2	1.08	△
23	2000年03月	☆ -0.3	1.01	☆ 0.0	1.01	○
	平　均	-0.1	1.00	0.1	1.01	

☆印：妥当と思われる補正モードの補正係数（両モードに付いているのはどちらの補正係数でも差がほとんどない場合）

※判断基準：○=概ね良好、△=不良箇所ややみられる、×=不良箇所多い。

=0.99～1.01の範囲、平均1.00でほとんどないものと推定された。

対水モードの場合は、ずれ角度α = －0.6～1.3°の範囲、平均0.1で、対地モードに比べるとやや変化幅は大きく、選択するデータ数や海域によって多少の違いがみられ、やや不安定な傾向にあったが、対地、対水で大きな違いがみられる場合は少なかった。鉛直方向の傾斜による流速誤差1+ β =0.98～1.08の範囲で対地モードに比べるとややばらつきはあるものの平均1.01で、ほとんどないものと推定された。

表6　系統誤差補正係数算出結果表（太平洋）

No	調査月	対地モード α°	対地モード 1+β	対水モード α°	対水モード 1+β	潮流データの良否
（開運丸JRC3層式）						
1	1997年09月	0.1	1.00	☆ 1.0	1.03	○
2	1997年10月	☆ -0.5	1.00	2.1	0.96	○
3	1997年12月	☆ -0.4	1.00	☆ -0.4	1.00	△
4	1998年03月	☆ 0.0	1.00	1.4	1.07	△
5	1998年12月	☆ -0.7	1.00	0.8	1.02	△
6	1999年03月	☆ -0.6	1.00	-1.8	1.02	△
7		☆ -0.4	1.00	-1.3	1.04	△
8	1999年09月	☆ -0.6	1.00	2.1	0.96	△
9	1999年12月	☆ 0.3	1.00	-2.7	0.98	△
10	2000年03月	☆ -0.3	1.00	0.1	1.02	△
	平　均	-0.3	1.00	0.1	1.01	
（東奥丸JRC3層式）						
11	1998年06月	☆ 0.2	1.00	0.5	1.09	△
12	1999年06月	☆ 0.0	1.00	-1.2	1.03	△
	平　均	0.1	1.00	-0.4	1.06	

☆印：妥当と思われる補正モードの補正係数（両モードに付いているのはどちらの補正係数でも差がほとんどない場合）

※判断基準：○=概ね良好、△=不良箇所ややみられる、×=不良箇所多い。

なお、当該「補正ソフト」を使用せずに、十三線と艫作崎線を往復観測線とみなし、山田（1995）の方法に従って計算した結果（α = －0.2～0.7°、平成9年度分のみ）も、ほぼ当該「補正ソフト」の対水モードの算出結果と同程度の補正係数を示し、日本海のデータについては、両方の方法で補正係数を見積もることができることが分かった。

一方、太平洋での「開運丸」による補正係数をみると、対地モードの場合は、ずれ角度α = －0.7～0.3°の範囲、平均－0.3°で、－値を示す場合が10回中7回（70%）と多く、日本海の東奥丸と同様に、針路方向の右舷側に偏っている傾向が認められた。鉛直方向の傾斜による流速誤差1+ β は全て1.00でほとんどないものと推定された。対水モードの場合は、ずれ角度α = －2.7～2.1°の範囲、鉛直方向の傾斜による流速誤差1+ β =0.96～1.07の範囲と、ともに航海ごとのばらつきが大きく、同じ航海の対地と対水でもα =1.0°以上の違いが見られる場合が多かった。これは「東奥丸」の対水モードの場合も同様で、太平洋は日本海に比べ複雑な海況（親潮、津軽暖流、暖水塊等が入り組んでいる）となっていることも一要因と思われる。

日本海、太平洋における対地・対水モードそれぞれで算出された補正係数で補正し、流況図を作画したところ、$\alpha \fallingdotseq \pm 0.6°$以内の場合は、補正前と補正後では大きなベクトルの変化がみられない場合が多く、この値が一つの目安になるものと考えられる。また、対地・対水の別でみると、特に両者の補正係数の差が大きい太平洋の場合、全般的にずれ角度が小さい対地モードの場合は比較的良好に補正されるが、対水モードの場合は流れが発散または収束するように過剰に補正される場合が多く、対地モードによる補正係数の方が比較的信頼できるものと考えられる。

これらのことから、「東奥丸」「開運丸」のJRC社製3層式ADCPは、対地モードで補正した方が妥当な場合が多く、また、この時の補正係数もα = ±0.6°前後と小さい場合が多いことから、出港前のジャイロ設定や異常データの削除等の前処理を確実に行えば、特に大きな補正を行わなければならないケースは少ないものと考えられる。

3　流向流速データの良否の検討

3-1　3層式ADCP

妥当と判断した補正モードの補正係数で補正した流況図（図3～14）について、水温（塩分）水平分布、及び水温・塩分鉛直分布（図15～28）から予想される流れと対応しているかどうか確認し、流向流速データの良否を判断した。（表5～6）

判断基準は「○＝概ね良好」「△＝不良箇所がややみられる」「×＝不良箇所多い」としたが、明確な判断基準ではないため、甘く採点しているかもしれないが、全般的には、補正係数が小さく、大きな誤差補正を行う場合が少ないこともあり、比較的良好（判断基準の○や△）と判断したデータが多かった。

判断基準で「△」や「×」とした航海では、水温（塩分）分布等から予想される流れと異なったベクトルを示す（例えば流速が4kt以上の異常値）海域がみられ、このような海域ではGPS船速と対水船速の両方または片方が15knot以上の異常値の場合や停船時の異常データを引き連る場合等が多く、これらの精度や海象等に起因すると思われるデータエラーの一つと考えられるため、このような海域の流向流速データは、補正処理以前に使用しない方が妥当であると考えられる。

また、当該観測定線で収録されるデータはほとんどが対水モードで、この場合、基準層に対する相対的な流れを収録するので、絶対流速として表すためJAFICの真速流速算出ソフトでGPS船速を基準とした流れに変換処理し作画しているが、日本海の1997年9、10月はこの基準層を20m層に設定していたためか、データのばらつきが多かったり、予想される流れと逆の流れを表している海域がみれらたりとやや不安定で、収録データ自体に問題があると思われた。これら以外は基準層を流れが比較的弱いと思われる100m層（機器の仕様上100m層が設定可能な最深層）に設定しており、この場合は収録データ自体に大きな問題があることは少なかった。今後も基準層を100m層に設定することで収録データの不具合を多少でも軽減することができると考えられる。

これらのことから、補正処理を行う以前に、異常データを見極め、異常データの除去等の前処理を確実に行ってから、補正を行うことが重要であることを再確認した。

3-2　多層式ADCP

「青鵬丸」の多層式ADCP（RD-10201300型）は、7月の津軽海峡流量調査の時は比較的収録状況が良かったものの、これ以降は機器不良により流速が針路方向の右舷側に偏って、かつ、2knot以上の異常値を示し（図10参照）、収録データは使用不可能であった。このため、航法モードにおける精度の検討はできなかったが、2000年2月に機器不良の原因である基盤を交換して以降は、テスト航海等で収録した流向流速データ（対地モード）は、比較的良好に収録されており、現在のところは特段問題はないものと思われるので、来年度、改めて流向流速データ（航法モード）の精度について検討したい。

「開運丸」の多層式ADCP（RD-9HP075P型）は、機器接続不良等により1999年8月だけが良好な流向流速データであるが、特に補正処理を行わなくても、塩分分布図から予想される流れと比較的対応しており、現在のところは特段補正処理の必要はないものと考えられる。今後は航海ごとに異なる収録不良の原因を確認し、改善する必要がある。

一方、多層式ADCPの対地モード（津軽海峡流量調査）の場合は、海底を探知できる浅い海域であるため、収録データの信頼性は高く、特段補正処理の必要はないものと考えられる。

4　海況の特徴について

4-1　日本海

青森県沖は対馬暖流が最も岸寄りに収束するので、その流勢の全体像を把握しやすい利点がある。

日本海を北上する対馬暖流の勢力（流勢）は、7つの指標（0・50・100m層最高水温、舳作崎線・十三線における暖流幅（100m層5℃等温線の岸からの離岸距離）、水塊深度（7℃等温線の最深度）、舳作崎西方における北上流量（300m無流面、地衡流量））を算出し、これらを総合的に判断のうえ評価しているが、近年の特徴をみるため、1964～1999年までの期間における各指標の季節変化、及び平年偏差の時系列（近年10年間）を図29～35に示した。ただし、8月は1980年代の約10カ年が欠測のため24カ年の平均、また、12月は1993～1999年までの7カ年の平均となっている。

0mおよび50m層最高水温は3～4月が最低で、9月が最高となる。100m層最高水温は最低は上層と同時期であるが、9月に極大になった後、10月に一旦降温し、11月に最高となる季節変化を示している。1999年は各層とも夏季以降平年より高め傾向で推移した。

舳作崎線・十三線における暖流幅は、各月とも標準偏差及び変動幅が大きいが、流量が多くなる夏～秋季にかけては春季に比べやや広い（離岸）傾向がみられる。1999年は、十三線ではほぼ平年並みだったが、舳作崎線で平年より広めの傾向にあった。

水塊深度は、各月とも標準偏差及び変動幅が大きいが、4月が最も浅く、水温上昇とともに深くなり8月に最高となった後、9～10月に一旦浅くなり、11～12月に再び深くなる季節変化を示している。1999年はほぼ平年並みで推移した。

舳作崎西方における対馬暖流北上流量は、3～4月が最低で、8月に極大になった後、9～10月に一旦減少し、11～12月に増加し12月が最高となる季節変化を示している。1999年は平年より多めの傾向で推移した。

青森県日本海沖の平均的海況については、天野（1986）が1964（昭和39）～1984（昭和59）年度の日本海定線海洋観測結果を取りまとめており、各月の平均水温・塩分鉛直分布を示している。

また、本県沖に存在する各水塊の特徴についても述べているが、対馬暖流水（塩分34.1psu以上の水塊）については分布の中心は常に岸側にあり、34.4psu以上を示すのは8～10月の期間で、対馬海峡付近における高塩分の出現時期（4月頃極大）からみて4～5ヶ月の移動期間が想定されるとしている。1999年の本県沖における対馬暖流水の分布動向を把握するため、舳作崎線st.2（40-36.6N、139-40E）における1999年2～12月までの水温・塩分の季節変化を図36に示した。沿岸域における特徴的な分布動向は特にみられなかったが、各月の水温・塩分鉛直分布をみると、7月の水深50m層付近（舳作崎線st.4、十三線st.12付近）に34.3～34.4psu台の高塩分水がみられており、天野の平均的海況で示されている「1964～1984年の各月の平均水温・塩分鉛直分布」に比べると、約1ヶ月早い出現となっていた。

これらを総合的に判断すると、1999年の対馬暖流の勢力は、特に夏季以降、強めの傾向で推移したものと推察される。

4－2　太平洋

津軽海峡から太平洋へ流出する津軽暖流の張り出し位置（100m層5℃以上で33.7psu以上の東端位置）について、年4回の定線海洋観測結果から1999年の特徴をみると（図37）、平年より西偏（接岸）傾向で、その勢力は全般的にやや弱勢に推移したものと推察される。

また、東北各県の海洋観測結果や関連情報等から1999年東北海区の海況の経過をみると、三陸沖に強勢な暖水塊が存在し、その影響もあってか親潮第1分枝は弱勢、そして表面水温は特に夏～秋季にかけて高めに推移、という特徴があった。

なお、青森県太平洋海域における海況の変動特性については、佐藤（1999～）が水温データを用いた主成分分析等により季節・経年変動特性等について解析を行っており、これらの結果も参考にしながら、海況の特徴等を把握していきたいと考えている。

考　　察

東北ブロックで開発された「系統誤差補正ソフト」を用い、事業が開始された1997年4月以降の3層式ADCPの流向流速データにおける補正係数の算出を行い、試験船ごとの系統誤差を見積もった。その結果、3層式ADCPの場合は、補正係数は全般的に小さく、大きな誤差補正を行わなければならない場合は少なかった。今後も航海ごとに補正処理を行う必要はあるが、この「補正ソフト」の開発により、簡易に系統誤差を見積ることが可能となり、より精度の高い流向流速データを蓄積していく方法が確立できたと思われる。

一方、多層式ADCP（航法モード）の場合は、収録状況が良好なデータについては特段補正処理は必要ないものと思われるが、機器トラブル等が原因で収録不良の場合が多いため、正常にデータ収録するための改善が今後の課題となる。

海況の特徴等については、海洋観測結果や関連情報等を整理し把握したが、今後は、これら海況情報とADCPによる流れの情報等から、より精度の高い海況の見通しを予測する手法を検討していくとともに、漁況（魚類の移動・回遊等）との関係についても、整理していきたい。

文　　献

1）佐藤晋一・川村俊一・大川光則（1997）　海況情報収集迅速化システム開発試験．平成8年度青森県水産試験場事業報告：155-164

2）高橋進吾・佐藤晋一・大川光則・黄金崎栄一（1998）　海洋構造変動パターン解析技術開発試験事業．平成9年度青森県水産試験場事業報告：208-219

3）山田東也（1995）　航法船速を用いたADCPデータの補正．日水研報告、(45)：79-82

4）天野勝三（1986）　青森県沖合の海況変動に関する研究その2．青森県水産試験場

5）佐藤晋一（1998）　青森県艫作崎西方における対馬暖流の地衡流量について．平成9年度青森県水産試験場事業報告：179-200

6）佐藤晋一（1998）　青森県太平洋側沿岸定線100m深水温及び定地水温の変動特性について．平成9年度青森県水産試験場事業報告：166-180

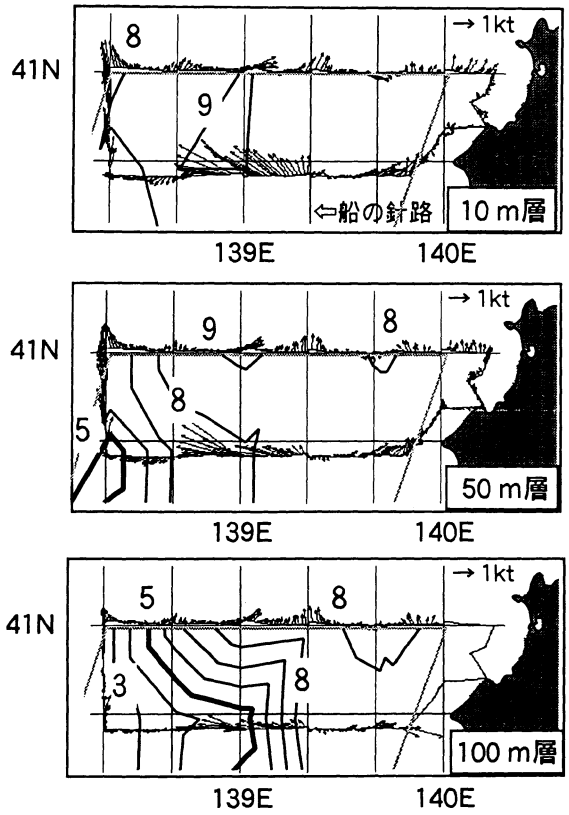


図3　1999年4月日本海の流況（JRC3層）
（最高流速10m層1.5kt）

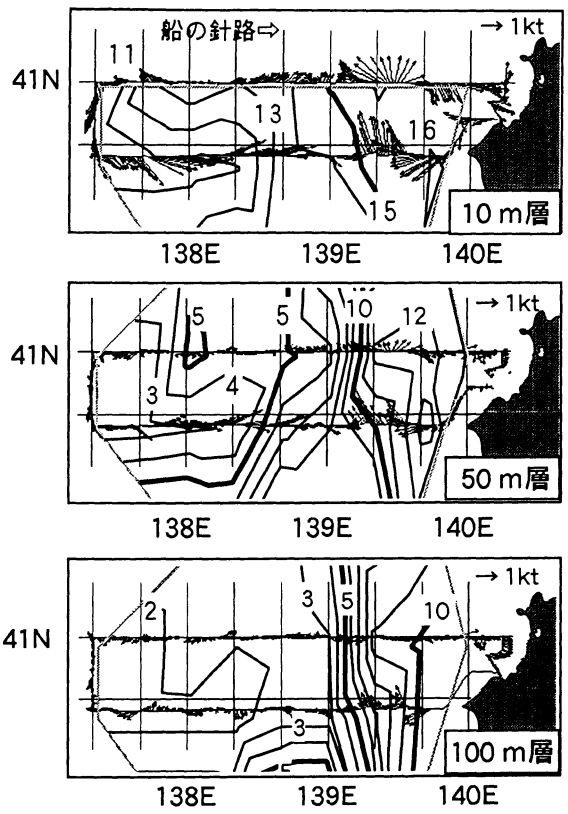


図4　1999年6月日本海の流況（JRC3層）
（最高流速10m層1.6kt）

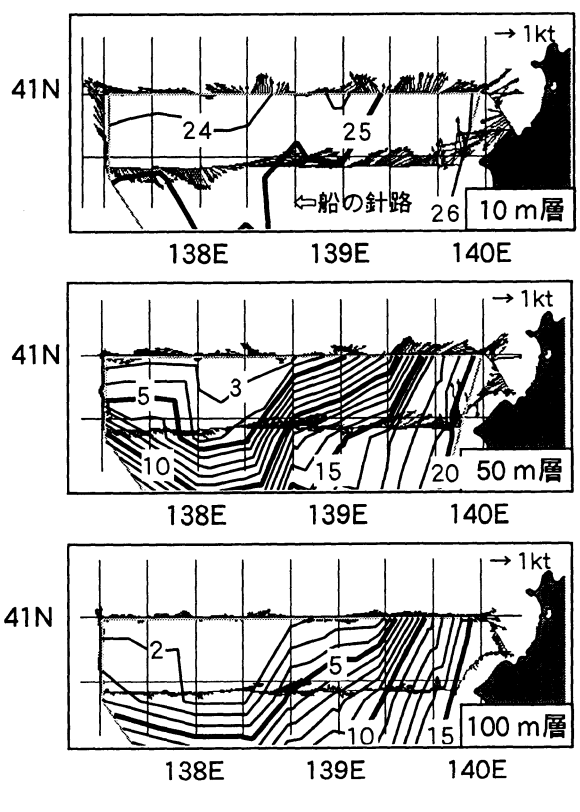


図5　1999年9月日本海の流況（JRC3層）
（最高流速10m層1.8kt）

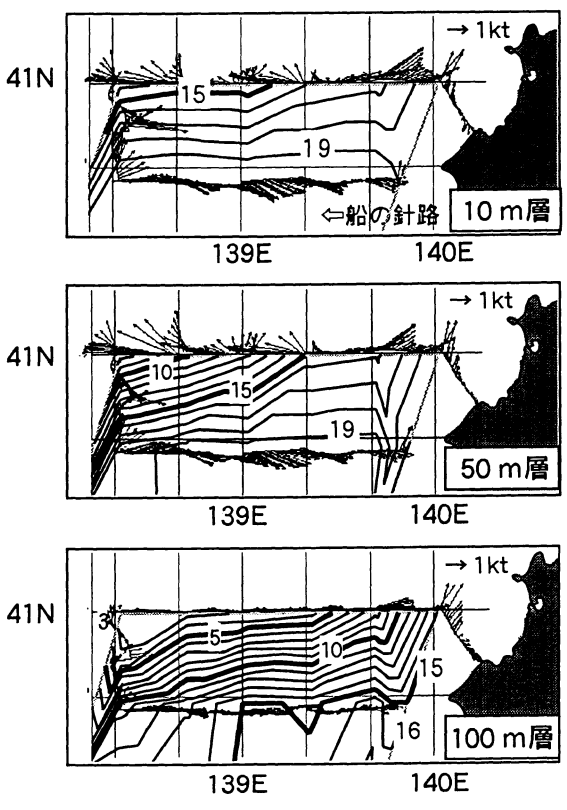


図6　1999年11月日本海の流況（JRC3層）
（最高流速10m層1.6kt）

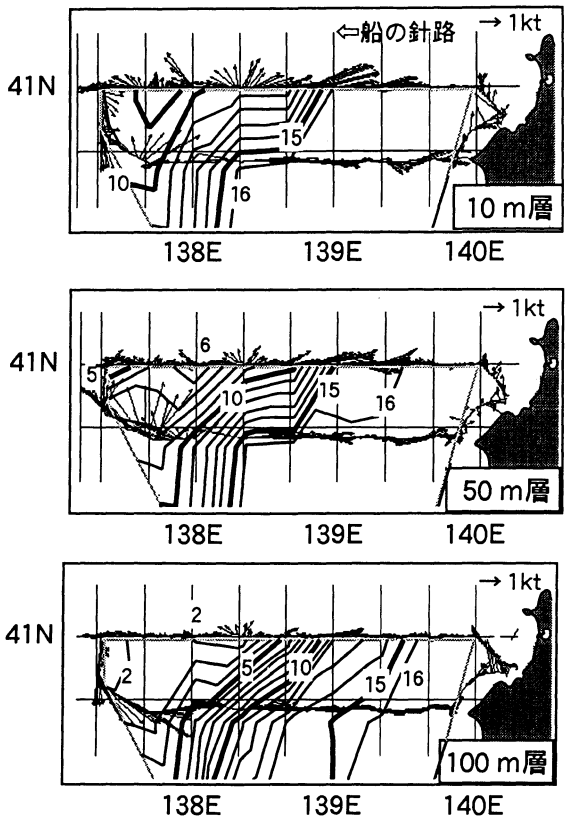


図7　1999年12月日本海の流況（JRC3層）
（最高流速10m層1.6kt）

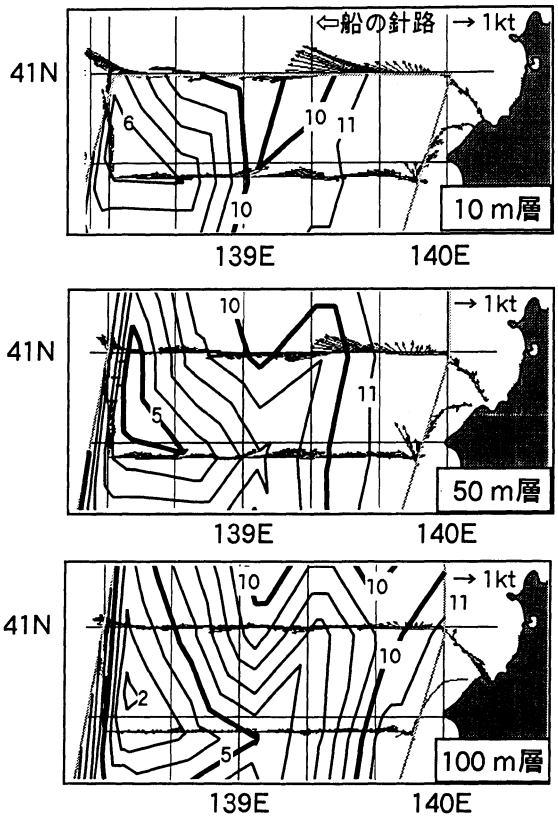


図8　2000年2月日本海の流況（JRC3層）
（最高流速10m層1.6kt）

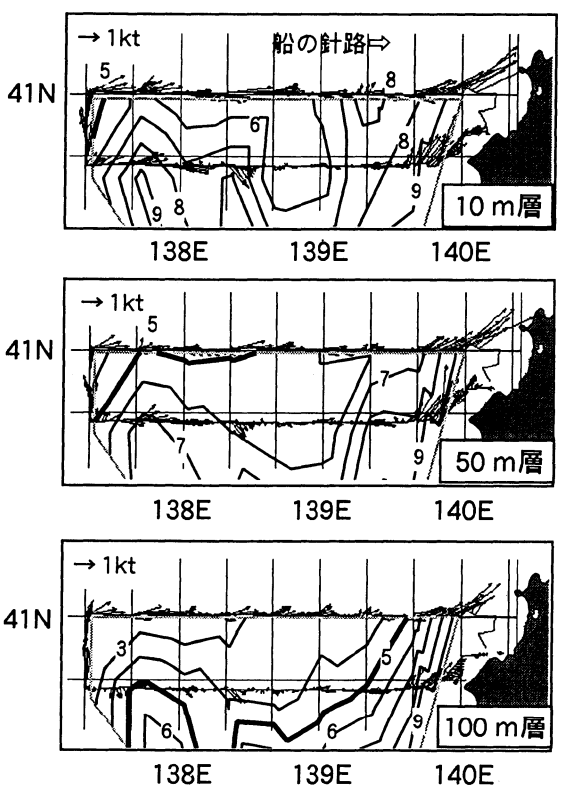


図9　2000年3月日本海の流況（JRC3層）
（最高流速10m層1.6kt）

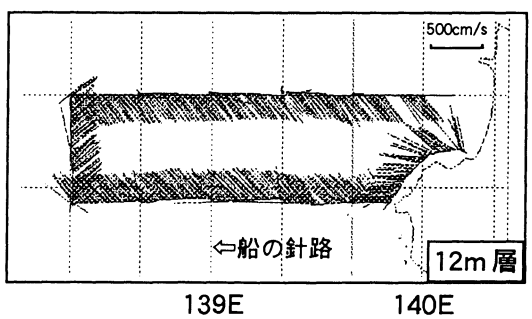


図10　1999年8月日本海の流況（RD多層）
※流速250～300cm/s（全層）で針路方向
右舷側に偏って表示。
（7・10月もほぼ同様の流況を示す）

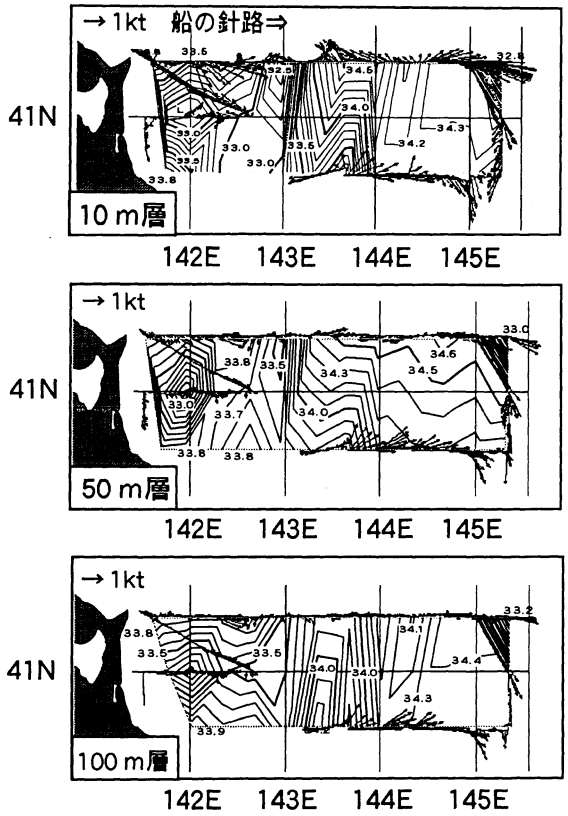


図11 1999年6月太平洋の流況（JRC3層）
（最高流速10m層2.0kt）

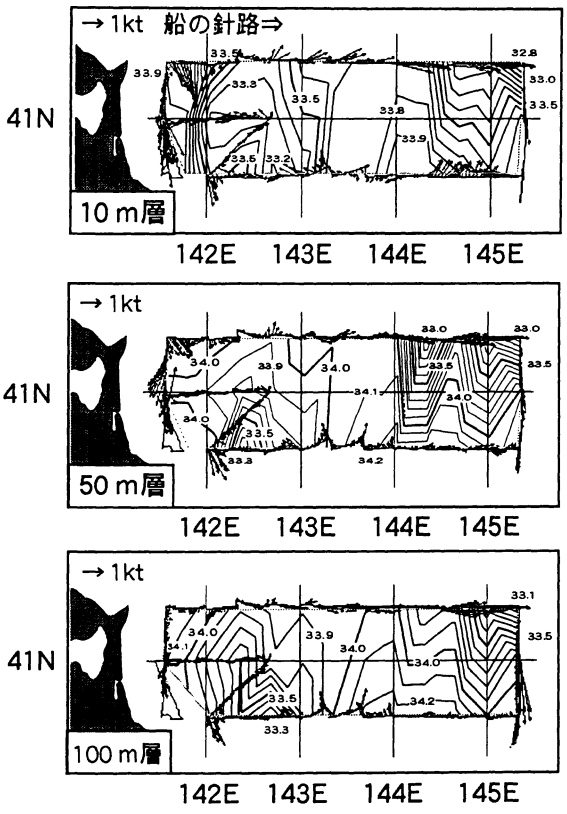


図12 1999年9月太平洋の流況（JRC3層）
（最高流速10m層2.3kt）

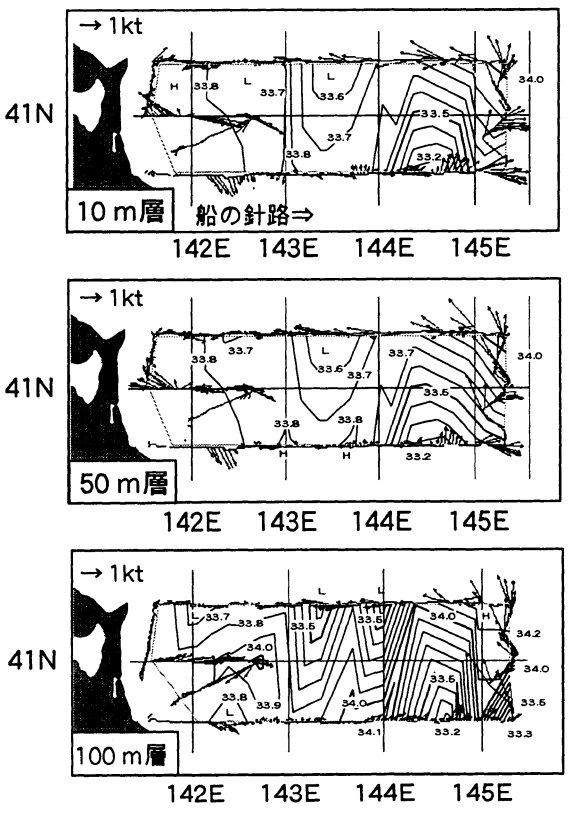


図13 1999年12月太平洋の流況（JRC3層）
（最高流速10m層2.0kt）

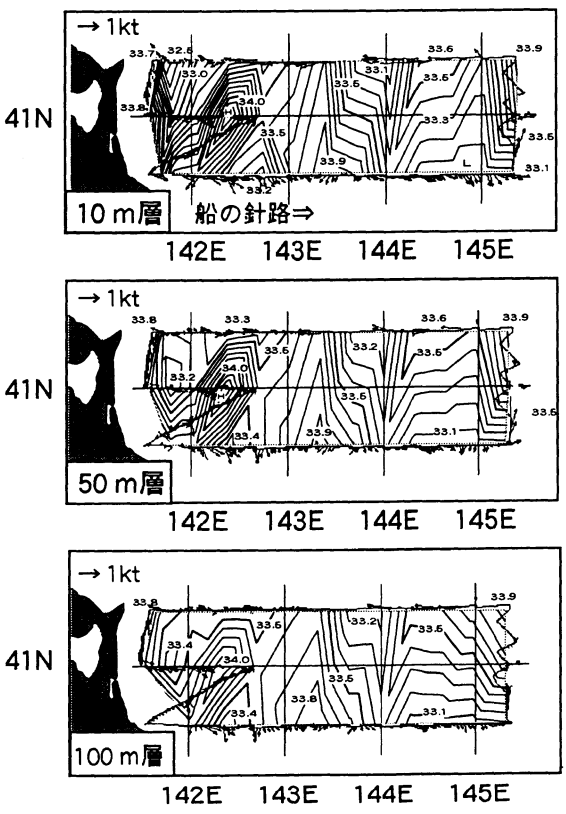


図14 2000年3月太平洋の流況（JRC3層）
（最高流速10m層1.2kt）

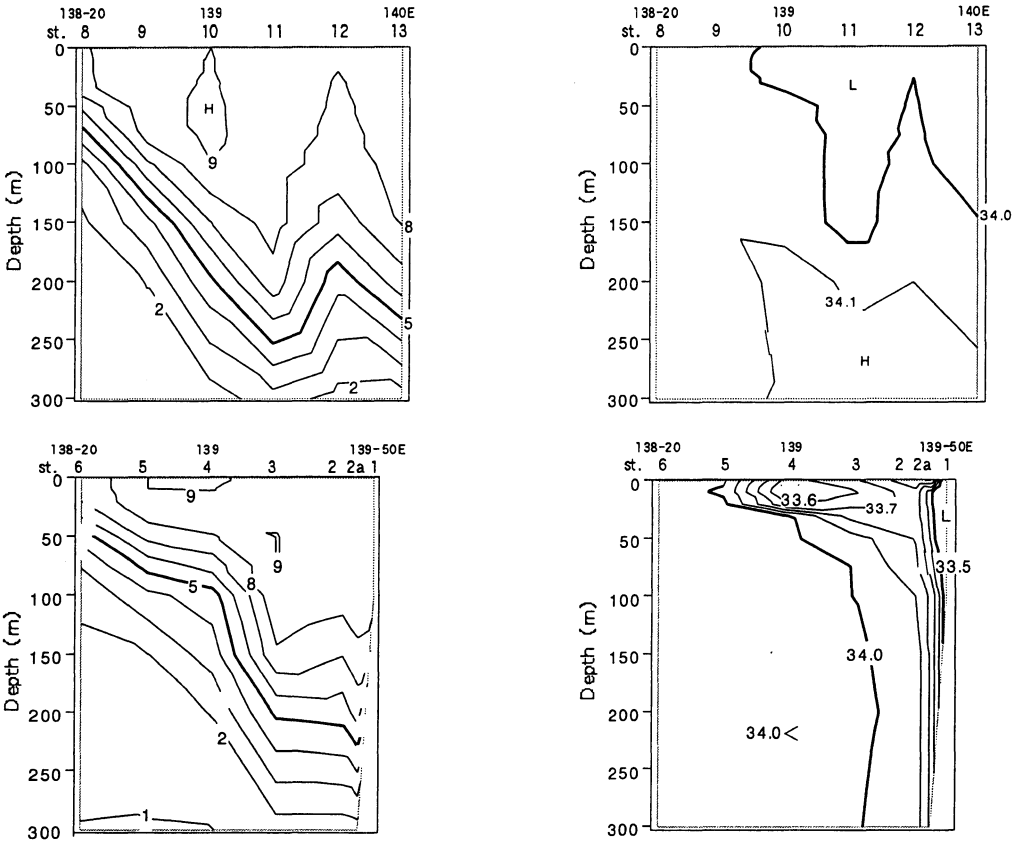


図15　1999年4月日本海の水温塩分分布図（上図：十三線、下図：舳作崎線）

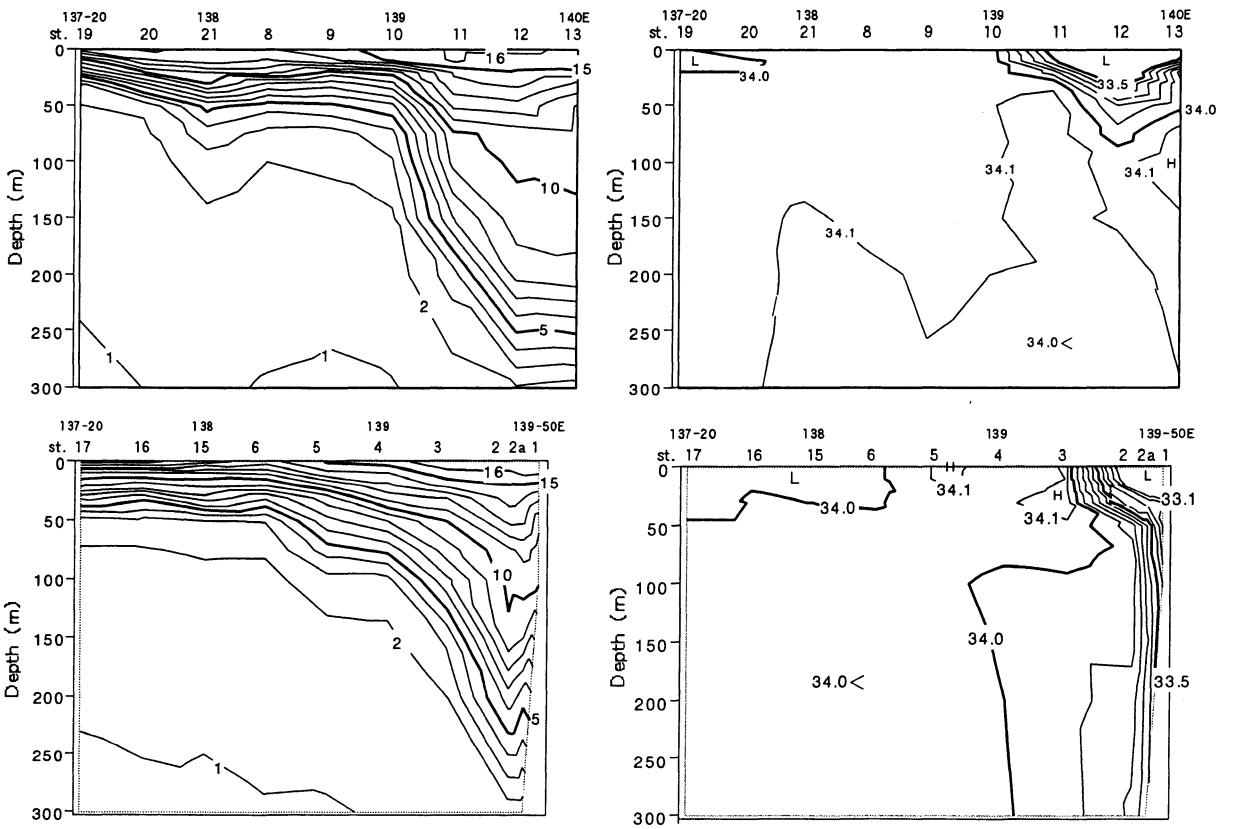


図16　1999年6月日本海の水温塩分分布図（上図：十三線、下図：舳作崎線）

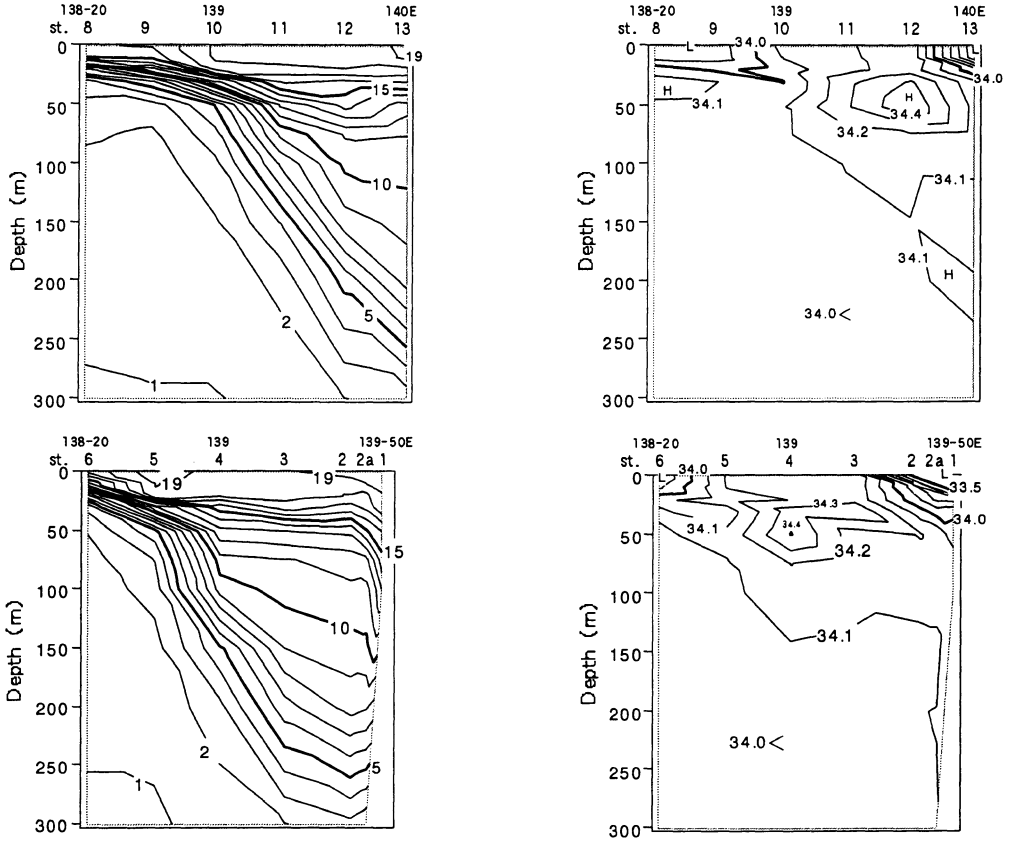


図17　1999年7月日本海の水温塩分分布図（上図：十三線、下図：舳作崎線）

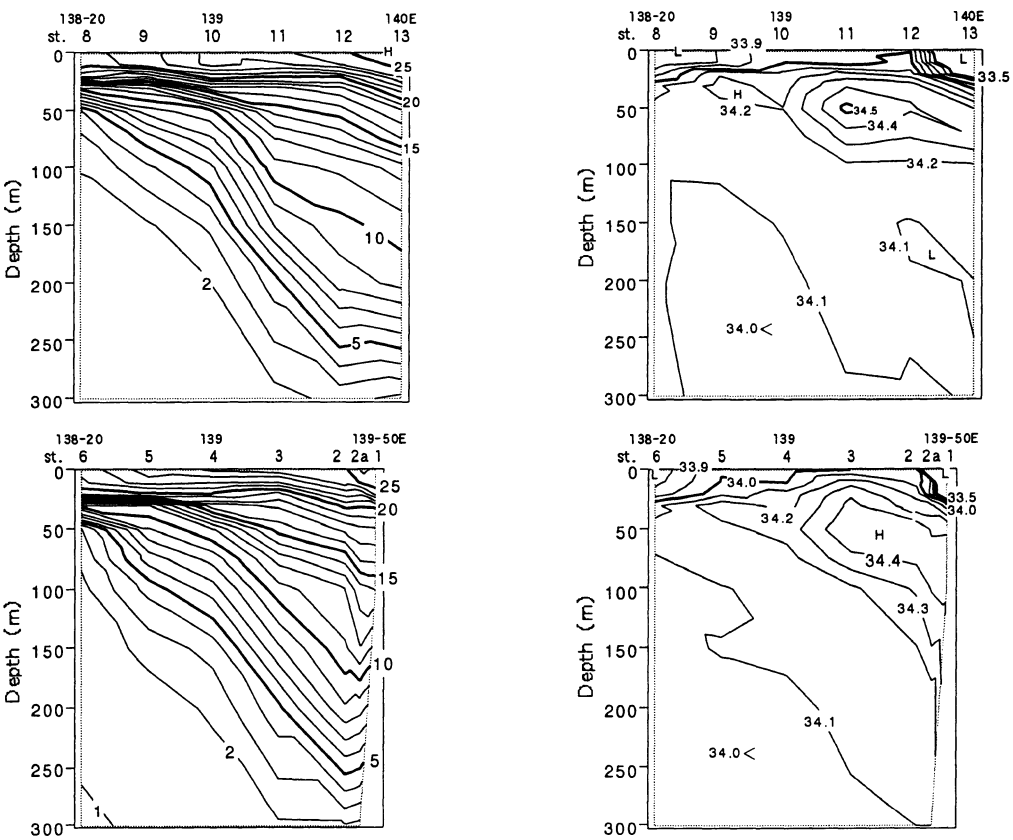


図18　1999年8月日本海の水温塩分分布図（上図：十三線、下図：舳作崎線）

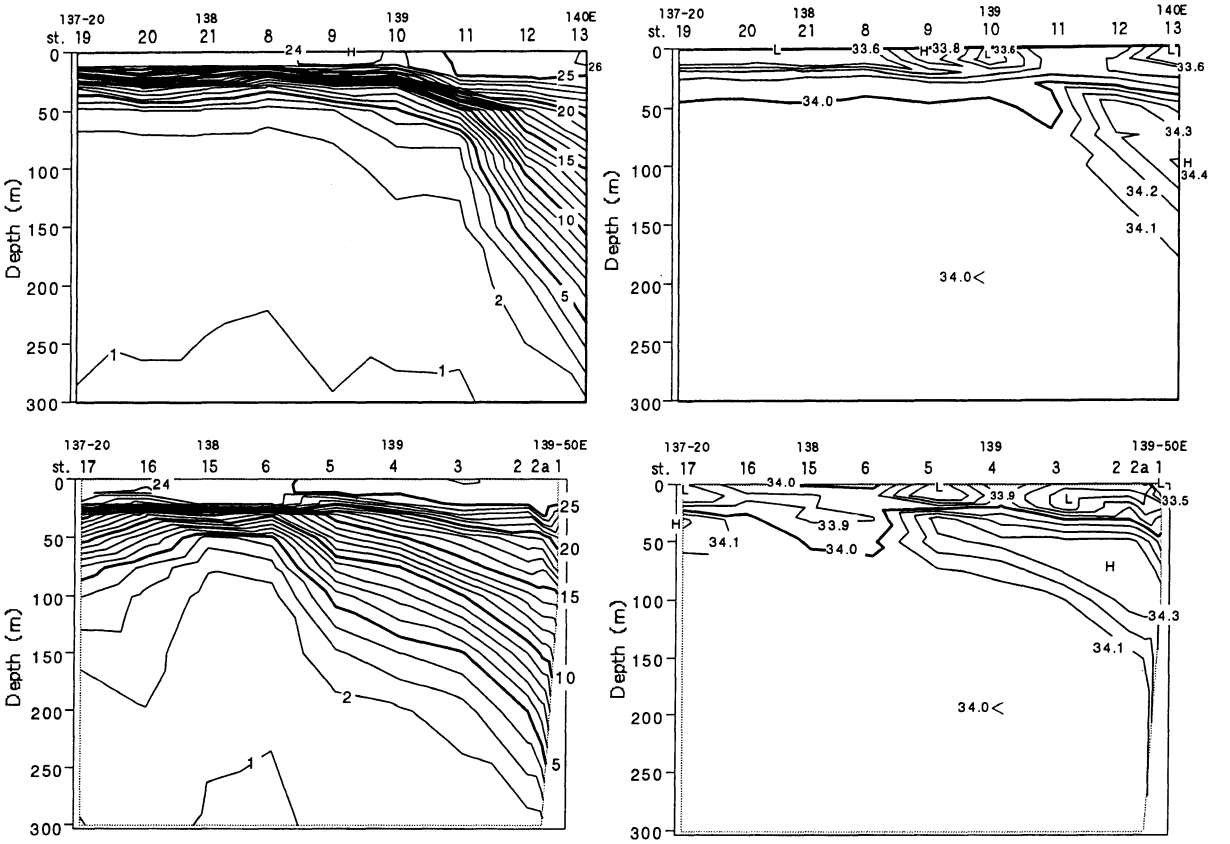


図19　1999年9月日本海の水温塩分分布図（上図：十三線、下図：舳作崎線）

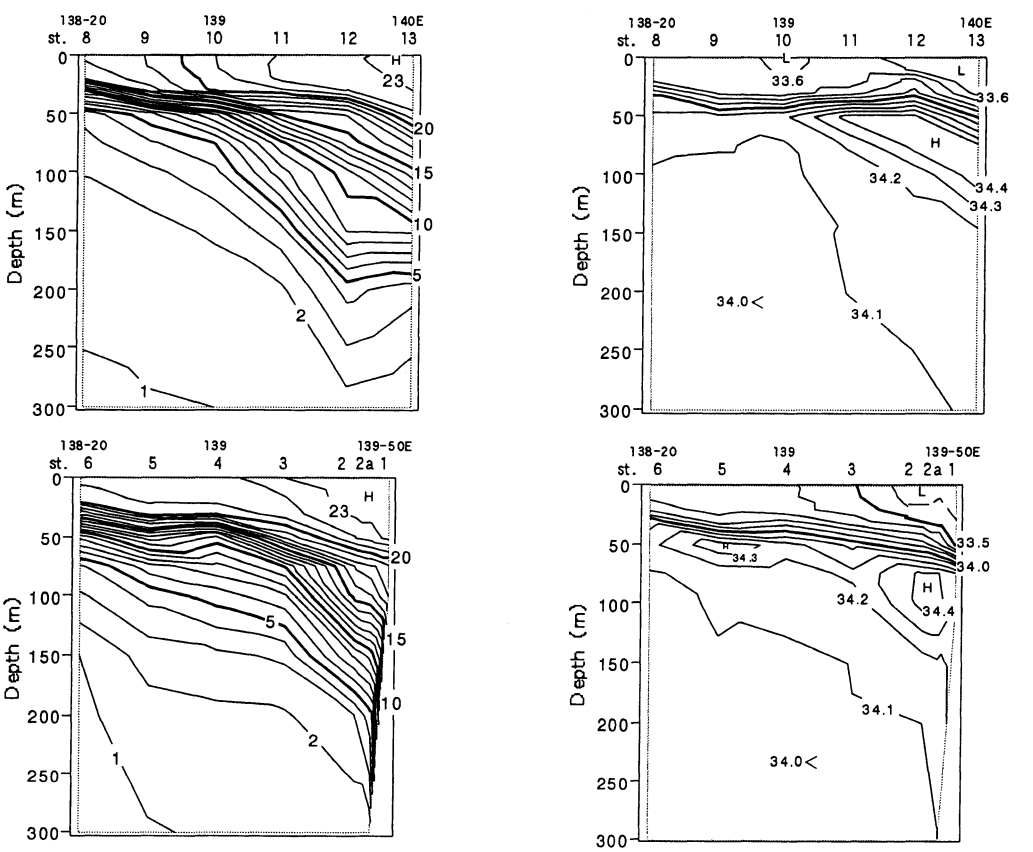


図20　1999年10月日本海の水温塩分分布図（上図：十三線、下図：舳作崎線）

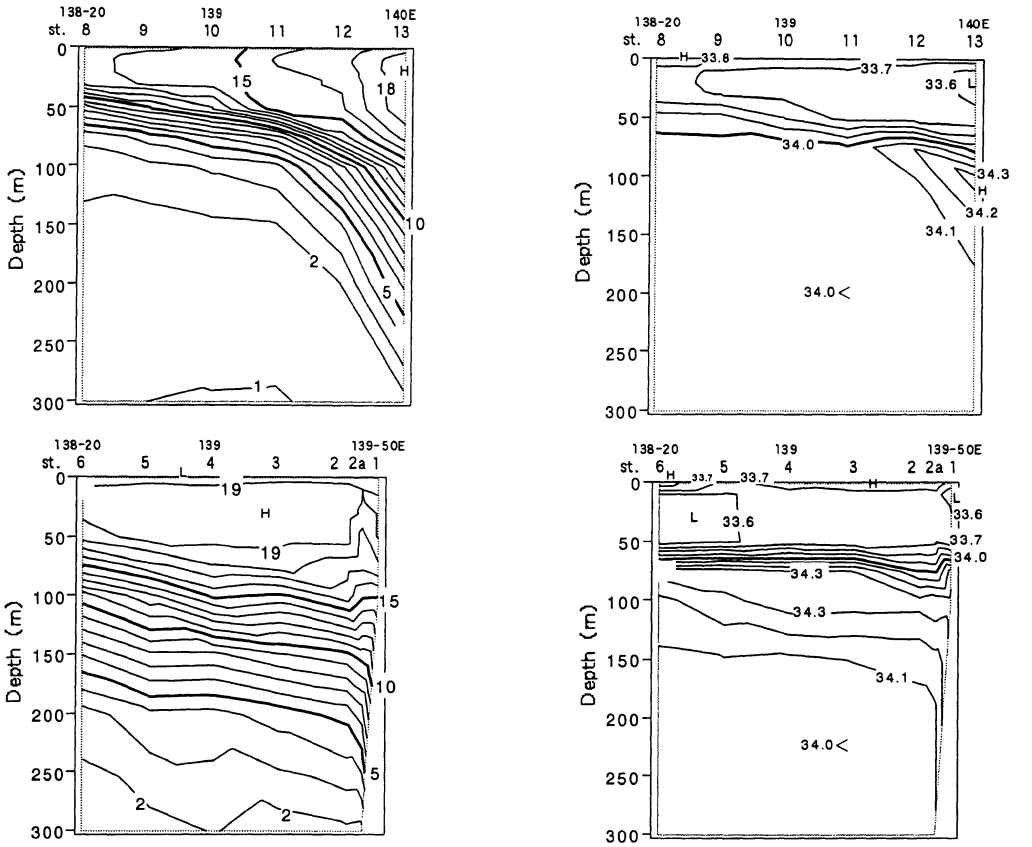


図21　1999年11月日本海の水温塩分分布図（上図：十三線、下図：舳作崎線）

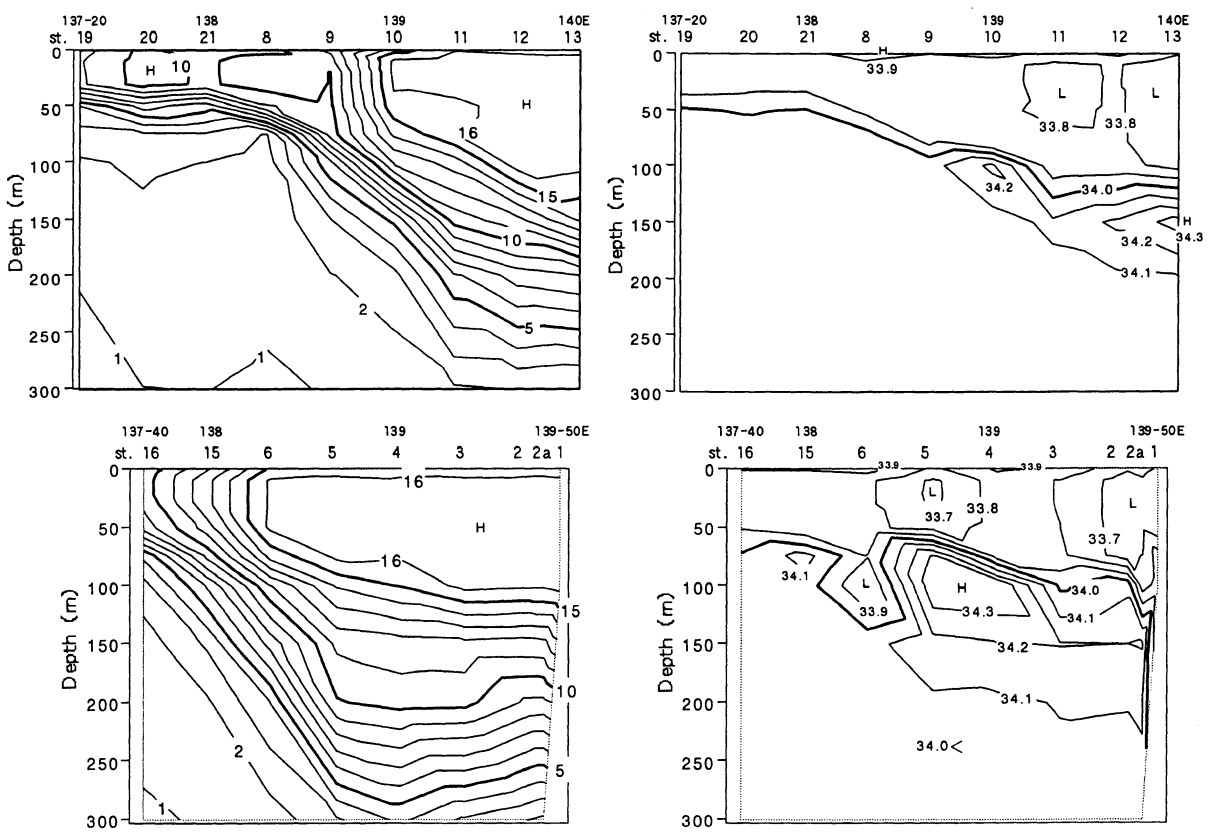


図22　1999年12月日本海の水温塩分分布図（上図：十三線、下図：舳作崎線）

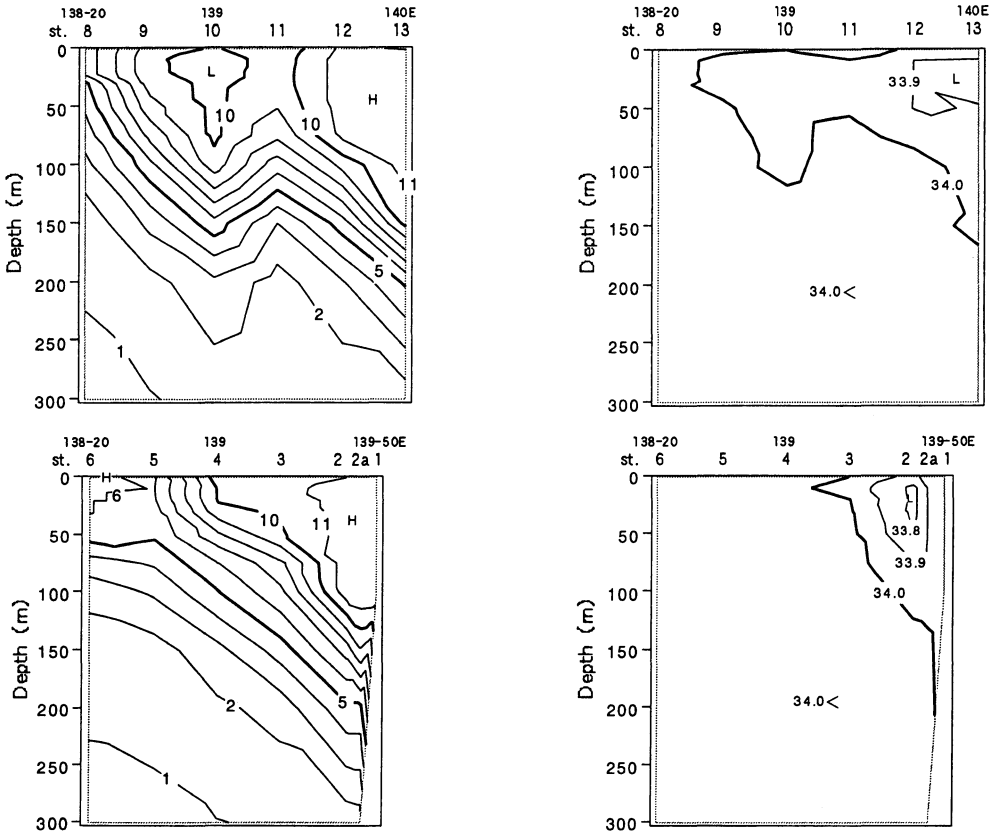


図23　2000年2月日本海の水温塩分分布図（上図：十三線、下図：舳作崎線）

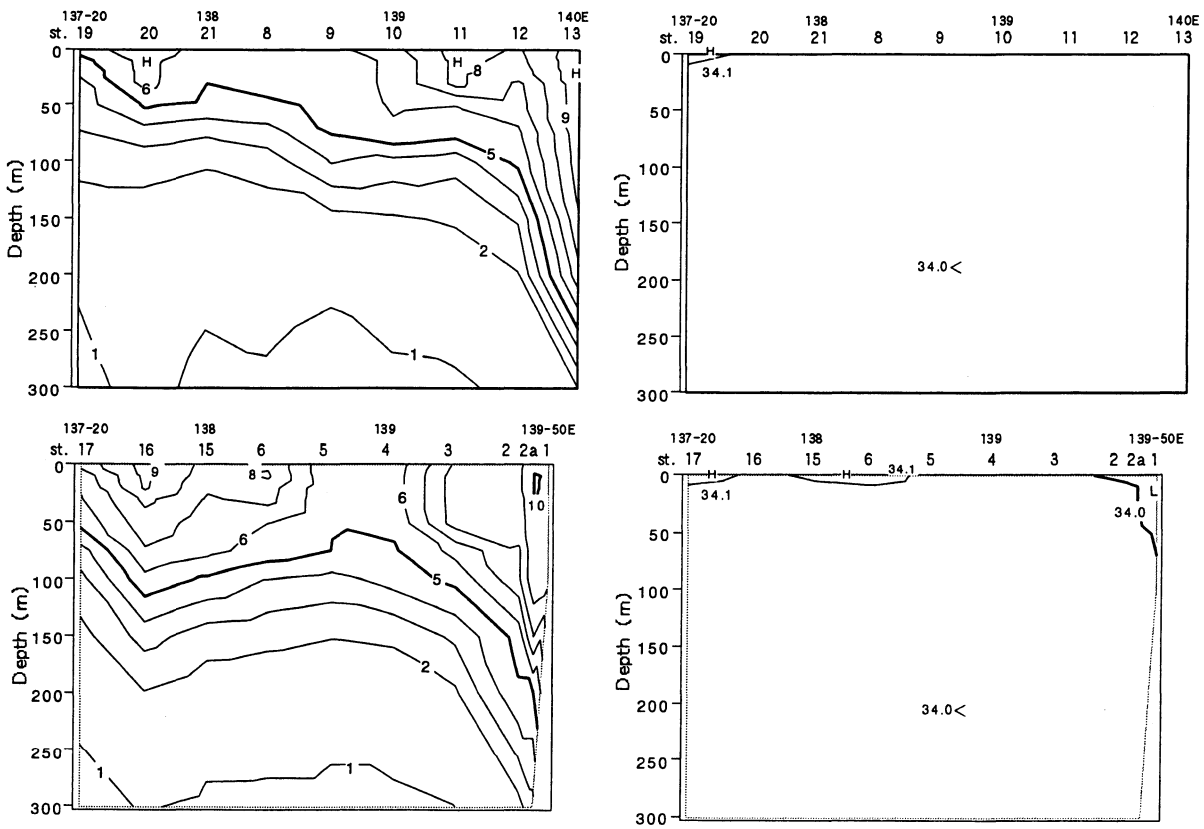


図24　2000年3月日本海の水温塩分分布図（上図：十三線、下図：舳作崎線）

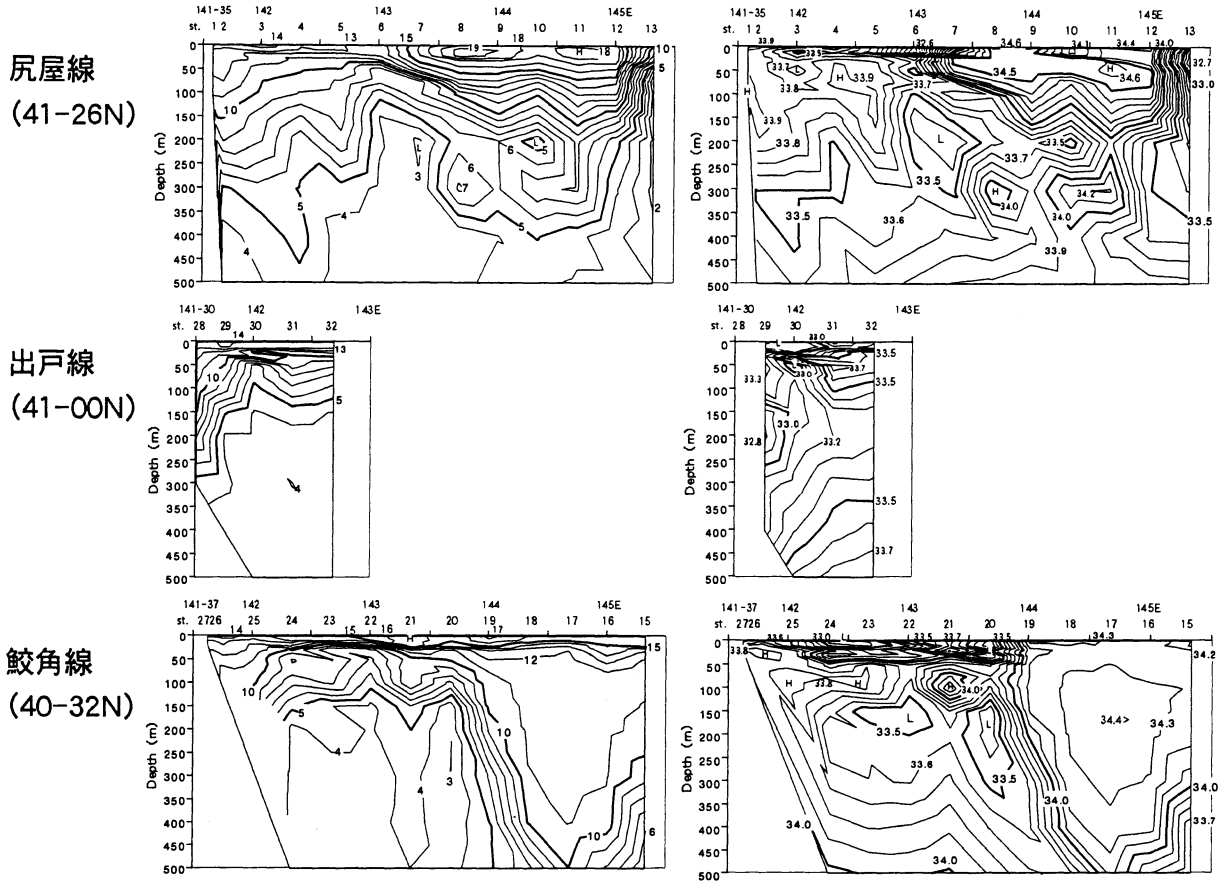


図25　1999年6月太平洋の水温塩分分布図（2000年6月15～21日、東奥丸）

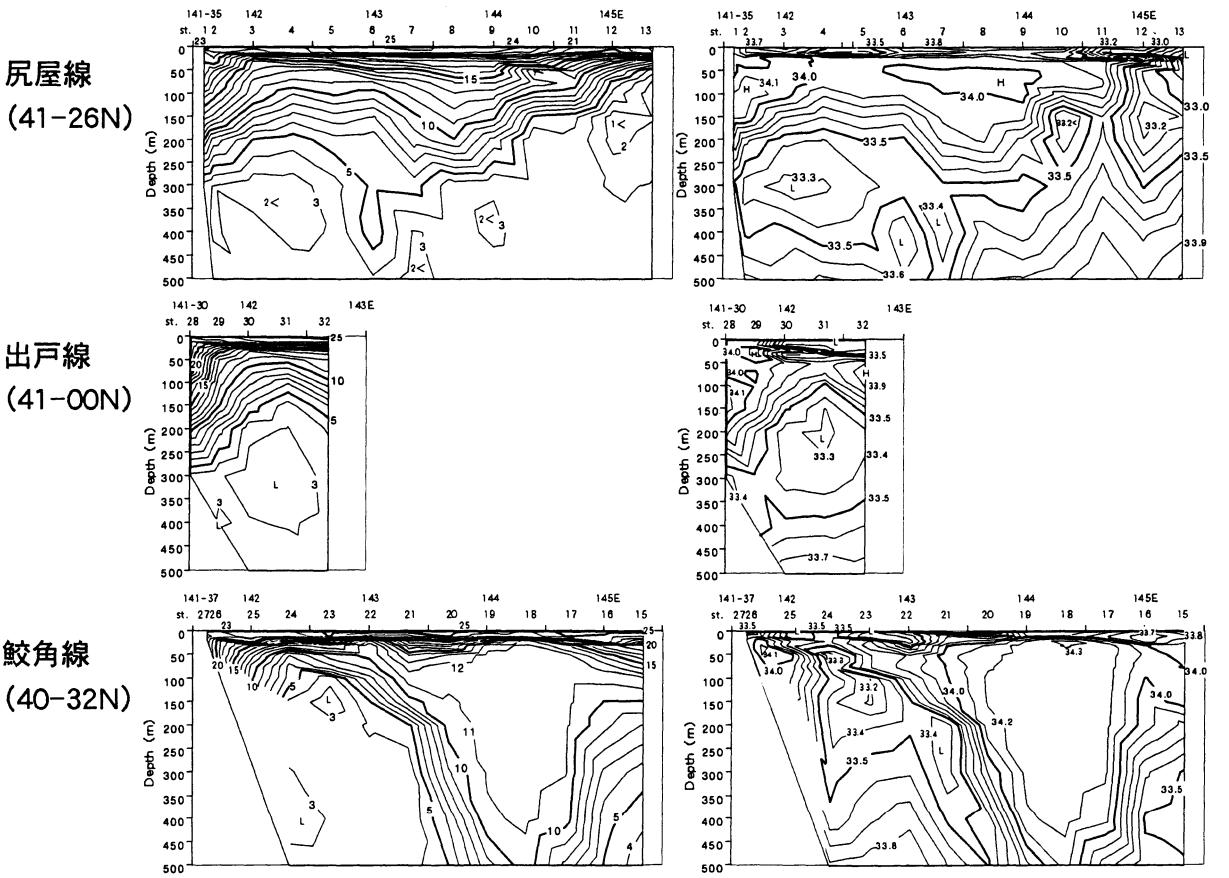


図26　1999年8月太平洋の水温塩分分布図（2000年8月20～24日、開運丸）

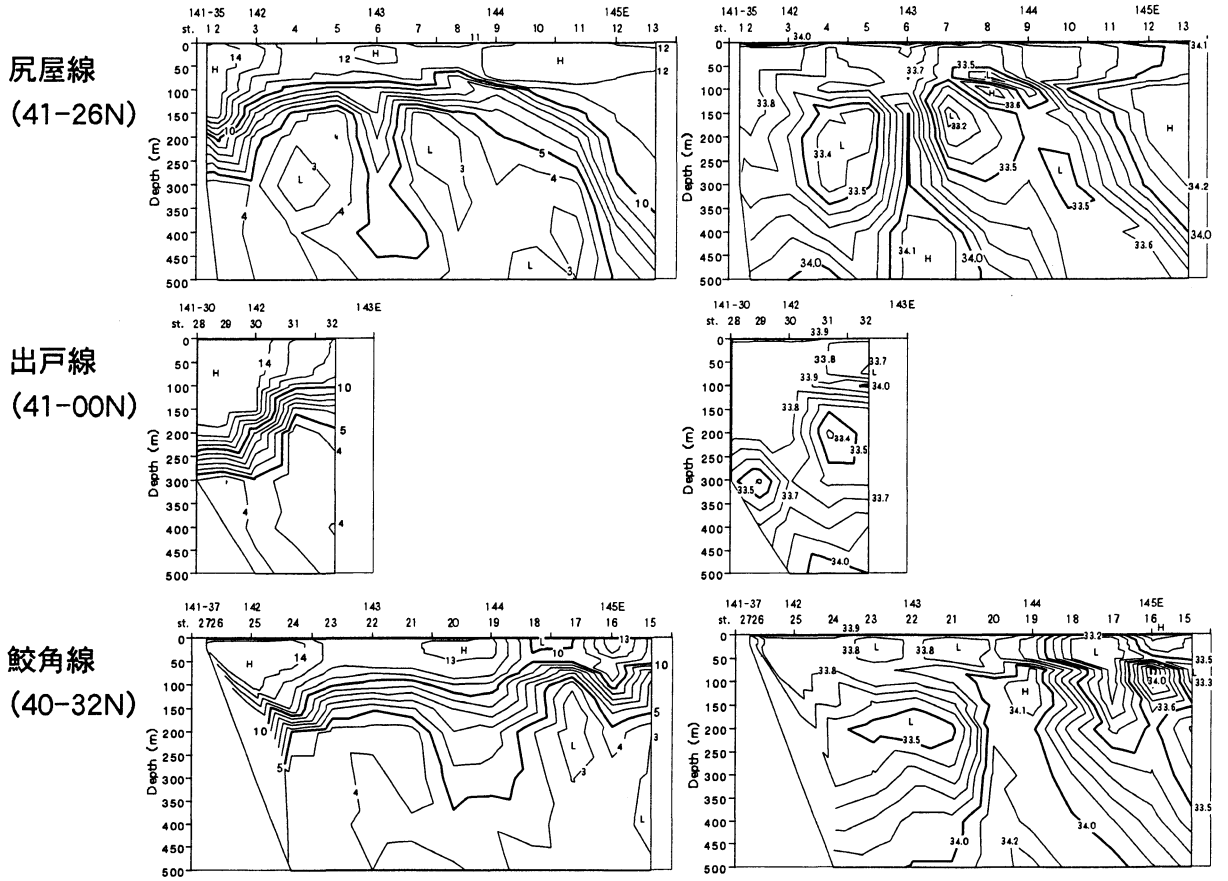


図 27　1999 年 12 月太平洋の水温塩分分布図（1999 年 11 月 29 日～12 月 2 日、開運丸）

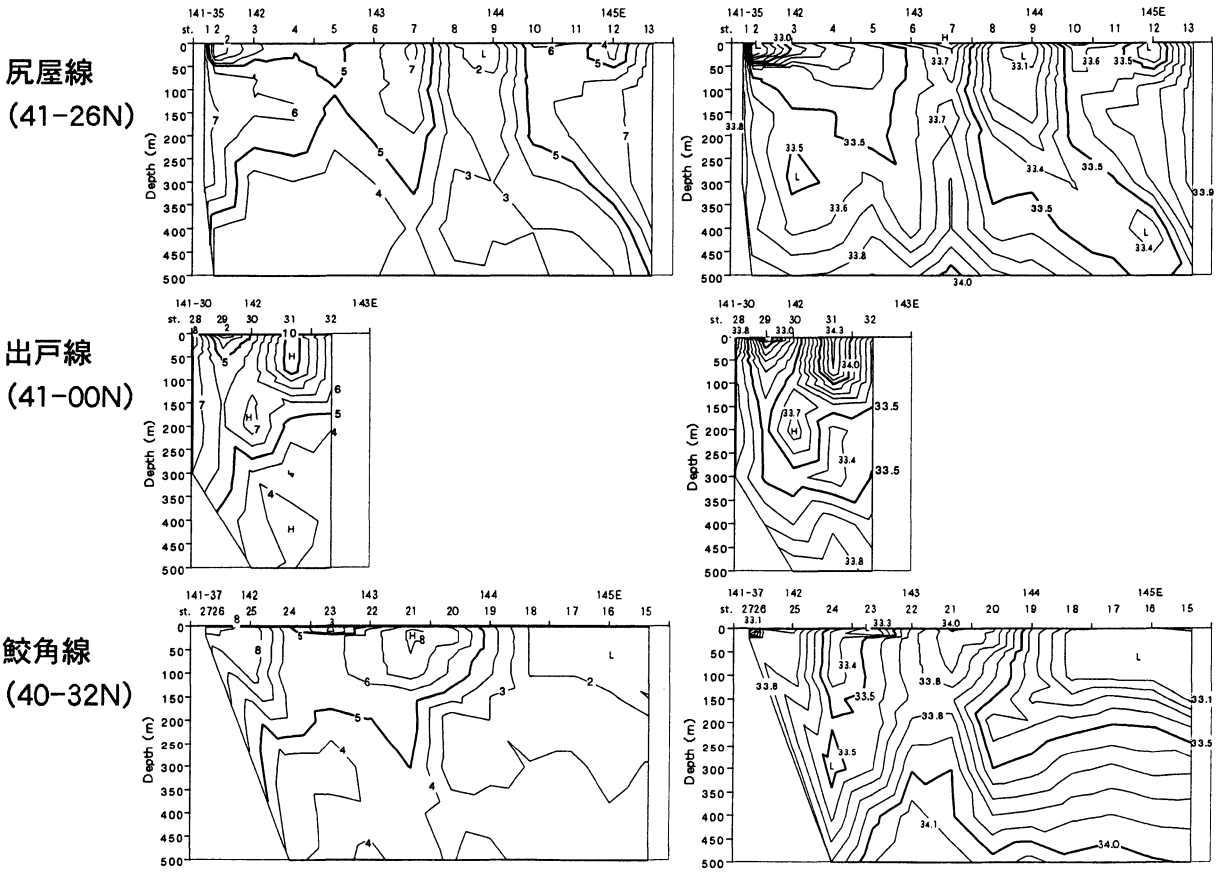


図 28　2000 年 3 月太平洋の水温塩分分布図（2000 年 2 月 28 日～3 月 3 日、開運丸）

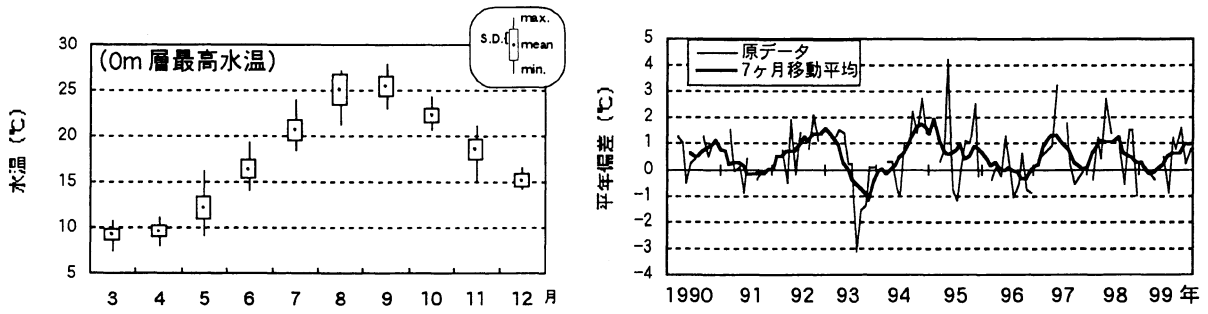


図 29　対馬暖流 0m 層最高水温の季節変化（左図）、及び平年偏差の時系列（右図）

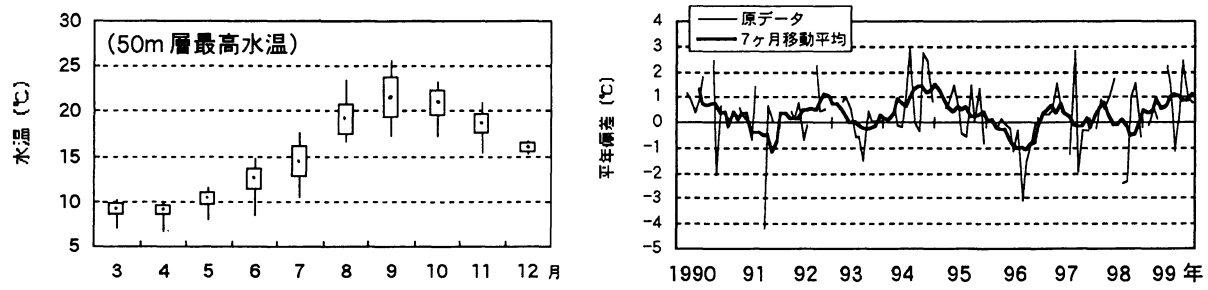


図 30　対馬暖流 50m 層最高水温の季節変化（左図）、及び平年偏差の時系列（右図）

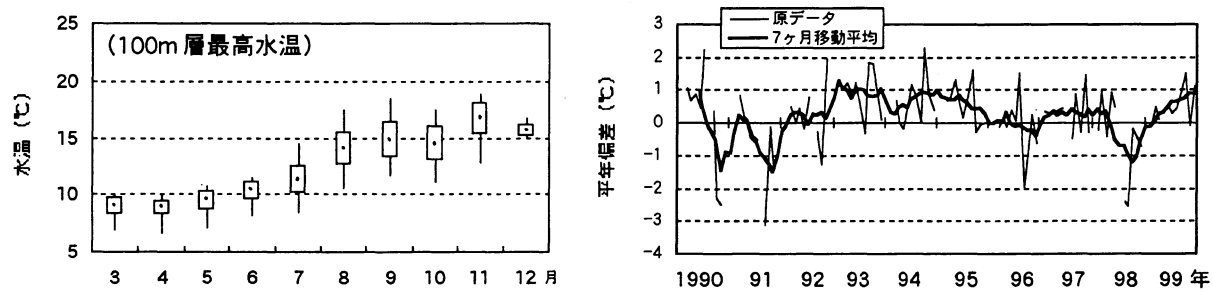


図 31　対馬暖流 100m 層最高水温の季節変化（左図）、及び平年偏差の時系列（右図）

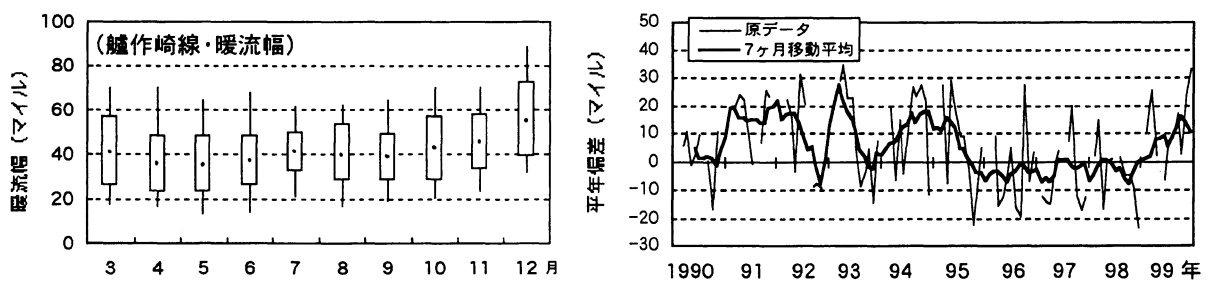


図 32　舳作崎線対馬暖流・暖流幅の季節変化（左図）、及び平年偏差の時系列（右図）

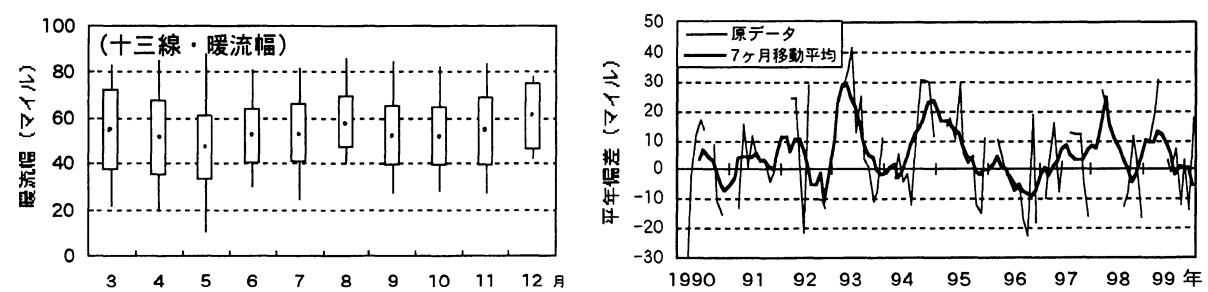


図 33　十三線対馬暖流・暖流幅の季節変化（左図）、及び平年偏差の時系列（右図）

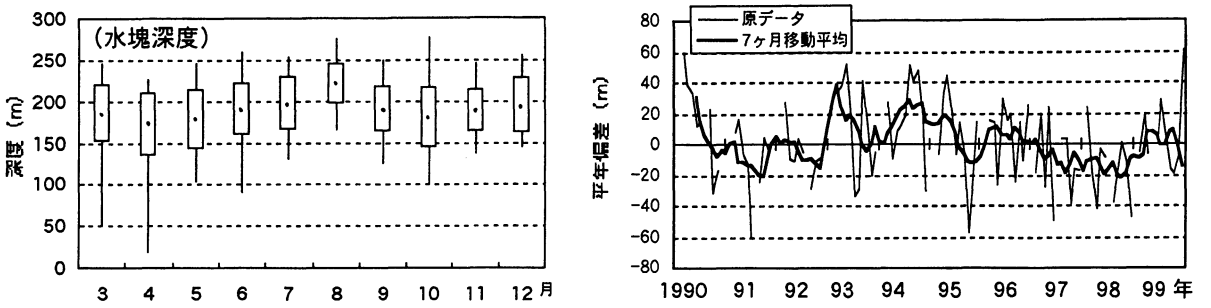


図34　対馬暖流・水塊深度の季節変化（左図）、及び平年偏差の時系列（右図）

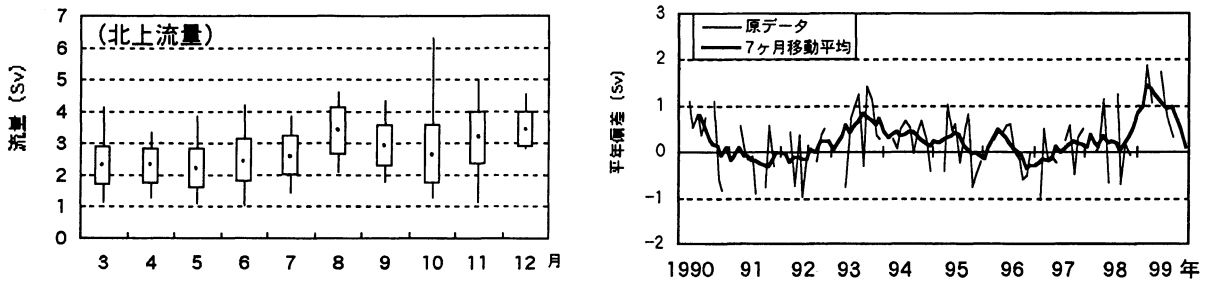


図35　舳作崎西方における対馬暖流北上流量の季節変化（左図）、及び平年偏差の時系列（右図）

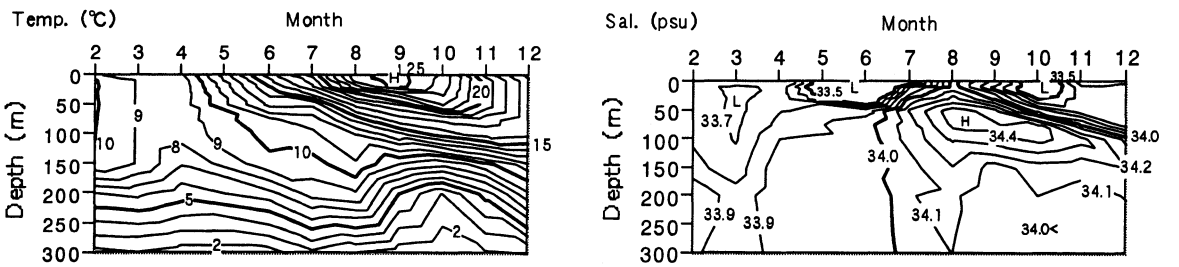


図36　舳作崎線st.2（40-36.6N、139-40E）における水温・塩分の季節変化
（1999年2～12月）

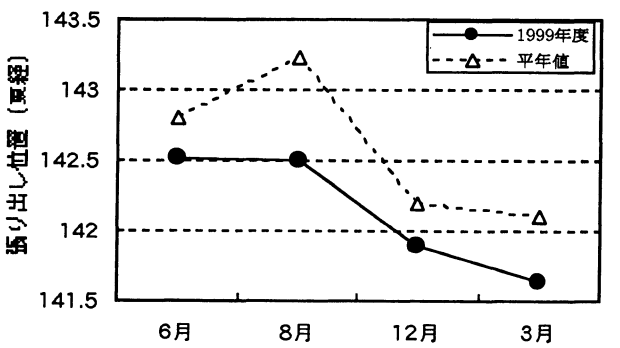


図37　太平洋尻屋崎線における津軽暖流の張り出し位置の推移