

海洋構造変動パターン解析技術開発試験事業

高橋進吾・今村 豊

はじめに

青森県海域の海洋構造は、対馬（津軽）暖流、親潮および暖水塊等に支配され、短期・中長期的に複雑に変動し、イワシ、サバ類、スルメイカ等の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および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・沖合域的な確かな海況の把握と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。

今年度は、データ解析の基礎となる高精度なADCPデータの取得継続と、5ヶ年の総括として、これまでに蓄積されたデータから各水塊ごとの特徴等を整理した。

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・福島県水産試験場・茨城県水産試験場、東北区水産研究所（指導機関）

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

検討会

事業推進上の問題点の抽出と対策、成果の取りまとめと活用方法などの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、各海域の担当水試が年1～2回分担し検討会を開催する。

調査内容

1 調査項目

漁海況予報事業に準ずる一般海洋観測とADCPによる流向流速観測を行った。

各調査船に搭載している流向流速測定システムは表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

調査船名	ADCP機種名	航法装置
東奥丸（140トン）	JRC JLN-615	JRC JLR-4200
青鵬丸（65トン）	RD-10201300	JRC JLR-7700
開運丸（208トン）	RD-9HP075P	FURUNO GP-500
	JRC JLN-615	JRC JLR-6000

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

海洋観測に用いるCTD（水温塩分

等測定機器）は開運丸と青鵬丸はシーバード社製、東奥丸はFSI社製で、観測深度は沖合定線観測では水深1,000 mまで、沿岸定線観測では水深500 mまでとした。

2 流向流速データ収録環境設定

2-1 3層式ADCP

日本海・太平洋定線および津軽海峡東口定線での観測深度は10 m・50 m・100 mの3層、津軽海峡西口定線では10 m・50 m・90 mの3層に設定した。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 8 m（最大観測水深約 650 m まで、層数 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。

青鵬丸では測定層厚 8 m（最大観測水深約 250 m まで、層数 32 層）の設定で、データ収録間隔は 1 分平均のデータを 1 分毎に MO に収録した。

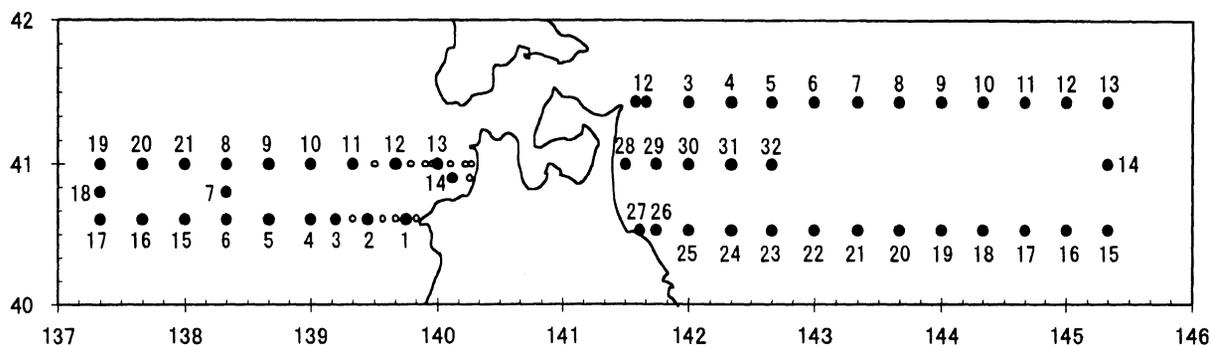


図1 青森県海洋観測定線図（日本海・太平洋）

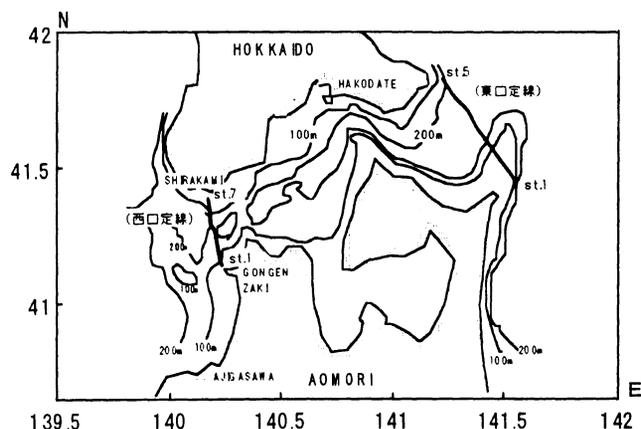


図2 津軽海峡流量調査定線図

結果と考察

流向流速データ収録状況

平成 13 年 4 月から平成 14 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、東奥丸と青鵬丸により 1 月を除く年 11 回の海洋観測を行いデータを収録した。

東奥丸は収録パソコンの設定不良等により 8 回のうち 4 回（4・9・11・12 月）は収録データに不具合がみられた。一方、青鵬丸で行った 3 回は収録設定ファイル（拡張子 cfg）の見直しにより収録状況は比較的良好であった。

太平洋では、東奥丸と開運丸により年 4 回の海洋観測を行いデータを収録した。開運丸は 8 月に 3 層式 ADCP の収録パソコンの動作不安定が発生し、沖合域のデータ収録ができなかった。その後、予備のパソコンと交換し問題は解決された。一方、多層式 ADCP では機器不安定等により収録データの不具合がみられた。主な原因は、収録設定ファイルの異常であることが判明し、改善後の 3 月のデータは比較的良好であった。

津軽海峡では、西口定線で4回、東口定線で2回の4往復横断観測、2月には冷水接岸監視調査を行ったがデータ収録状況は比較的良好であった。

今年度は例年に比べ不具合が多くみられ、収録設定等の再確認の徹底が必要と思われた。また周辺機器の老朽化も原因の一つと考えられ、機器の更新等も今後の検討課題と思われた。

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	ADCP機種名	測定層	収録状況
1	4月	2001. 4. 4-5	東奥丸(140t)	JRC JLN-615	3層(10・50・100m)	不良
2	5月	2001. 4. 27-28	東奥丸(140t)	JRC JLN-615	3層(10・50・100m)	良好
3	6月	2001. 5. 29-31	東奥丸(140t)	JRC JLN-615	3層(10・50・100m)	良好
4	7月	2001. 7. 4-5	青鵬丸(65t)	RD-10201300	多層(8mごと)	良好
5	8月	2001. 8. 2-3	青鵬丸(65t)	RD-10201300	多層(8mごと)	良好
6	9月	2001. 9. 4-5	東奥丸(140t)	JRC JLN-615	3層(10・50・100m)	不良
7	10月	2001. 10. 4-5	青鵬丸(65t)	RD-10201300	多層(8mごと)	良好
8	11月	2001. 10. 30-31	東奥丸(140t)	JRC JLN-615	3層(10・50・100m)	不良
9	12月	2001. 12. 4-5	東奥丸(140t)	JRC JLN-615	3層(10・50・100m)	不良
10	2月	2002. 2. 4-5	東奥丸(140t)	JRC JLN-615	3層(10・50・100m)	良好
11	3月	2002. 3. 12-13	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	ADCP機種名	測定層	収録状況
1	6月	2001. 6. 15-18	東奥丸(140t)	JRC JLN-615	3層(10・50・100m)	良好
2	8月	2001. 8. 23-28	開運丸(208t)	RD-9HP075P	多層(8mごと)	不良
				JRC JLN-615	3層(10・50・100m)	不良
3	12月	2001. 11. 27-29	開運丸(208t)	RD-9HP075P	多層(8mごと)	不良
		2001. 12. 3-6		JRC JLN-615	3層(10・50・100m)	良好
4	3月	2002. 3. 4-9	開運丸(208t)	RD-9HP075P	多層(8mごと)	良好
				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	ADCP機種名	測定層	収録状況
(海峡西口)						
1	7月	2001. 7. 25-26	青鵬丸(65t)	RD-10201300	多層(8mごと)	良好
2	9月	2001. 9. 25-26	東奥丸(140t)	JRC JLN-615	3層(10・50・100m)	良好
3	12月	2001. 12. 12	東奥丸(140t)	JRC JLN-615	3層(10・50・100m)	良好
4	2月	2002. 2. 14	東奥丸(140t)	JRC JLN-615	3層(10・50・100m)	良好
(海峡東口)						
1	4月	2001. 4. 24-25	開運丸(208t)	RD-9HP075P	多層(8mごと)	良好
				JRC JLN-615	3層(10・50・100m)	良好
2	8月	2001. 8. 24-25	開運丸(208t)	RD-9HP075P	多層(8mごと)	良好
				JRC JLN-615	3層(10・50・100m)	良好
(冷水監視)						
1	2月	2002. 2. 13-14	東奥丸(140t)	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 補正処理

1-1 3層式 ADCP

系統誤差補正ソフトを使用し、各調査で収録された比較的良好な3層式 ADCP のデータについて補正処理を行った(表5~6)。日本海の補正係数は総じて小さく、大きな誤差補正は特に必要ないものと思われた。太平洋では日本海に比べると補正係数がやや大きい、いずれもこれまでと同様に対地モードで算出した補正係数の方が妥当と判断される場合が多かった。なお、データの良否については水温・塩分分布と比較・検討した。

1-2 多層式 ADCP

青鵬丸の多層式 ADCP は、海象等により水深 100 m 付近のデータが正常

に収録されないことはあるが、水温・塩分分布との対応から特に誤差補正は必要ないものと考えられた。

一方、開運丸の多層式 ADCP は、収録設定ファイルの異常のためデータは異常値を示し、誤差補正にも使用できなかった。設定ファイルが異常となった原因は不明であるが、今後はデータ収録前の設定内容の再確認と予備の設定ファイルの準備が必要と思われた。

なお、各調査における流況(補正処理後)と水温の重ね合せ図は図3~18に示した。

2 海況の特徴等について

2-1 日本海

2-1-1 流れの強さや流れ方について

これまで得られた流況データをみると、流れ方としては一般に等温線に沿った方向に流れ、極前線付近において流れ(一般に北上流)が強い傾向にあった。しかし、季節による流れの強弱の傾向はよく分からなかった。また成層期には、極前線付近のほか沿岸域の表層(高温・低塩分域)でも強い北上流がみられるときがあった(図6~7、2001年7月・8月)。

2-1-2 暖水域(渦)の出現について

暖水域(渦)の出現頻度や規模は時期により異なるが、本県沖に暖水域の出現(対馬暖流の上流域から北上してくる)がみられ(図3~4、2001年4月・5月など)、その場合は対馬暖流の勢力を推定する指標のうち暖流幅(指標水温5°C)が広く、水塊深度(指標水温7°C)が深く表された。

また暖水域(渦)の縁辺部における流れは、右回りの環流として捉えられるときがあった(図19~21、1998年10月・1999年6月・2000年11月など)。

表5 系統誤差補正係数算出結果表(日本海)

No.	調査月	☆	対地モード		対水モード		潮流データの良否
			α°	$1+\beta$	α°	$1+\beta$	
1	2001年5月	☆	-0.2	0.99	0.2	1.04	○
2	2001年6月	☆	-0.1	1.00	0.1	0.99	○
3	2002年2月	☆	0.0	1.00	-0.1	1.04	○
4	2002年3月	☆	-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

判断基準: ○概ね良好、△不良箇所ややみられる、×不良箇所多い

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		対水モード		潮流データの良否
			α°	$1+\beta$	α°	$1+\beta$	
1	2001年6月	☆	-0.2	1.00	0.4	1.01	△
2	2001年8月	☆	-0.2	1.00	-0.7	0.98	△
3	2001年12月	☆	-0.3	1.00	-0.2	1.02	○
		☆	-0.7	0.99	0.6	1.15	○
4	2002年3月	☆	0.0	1.00	0.3	1.03	△
		☆	-0.3	1.00	-	-	△

☆印: 妥当と思われる補正モードの補正係数

判断基準: ○概ね良好、△不良箇所ややみられる、×不良箇所多い

2-2 太平洋

これまで蓄積された補正済み ADCP データのうち 2000～2001 年、1997 年 8 月、1998 年 3 月の 10 航海分のデータを用いて、昨年と同様の方法で各水塊ごとの平均循環流速を算出し、水温分布との重ね合せ(図 22～24) から各水塊ごとの特徴等を整理した。

- 津軽暖流(強流部) 3月・6月 1ノット弱程度(東～西向流)
8月・12月 1～2ノット程度(東～西向流)
- 親潮(沿岸域・南下流) 3月・6月・8月 0.5ノット弱程度(尻屋線・鮫角線)
12月 0.7ノット程度(尻屋線)
- 親潮(沖合域・北上流) 3月・6月・8月・12月 0.4～0.5ノット程度
- 暖水塊 2000年 3月 0.7ノット程度の北上流(145-20 E付近)
1998年 3月 0.7ノット程度の北上流(145-20 E付近)
1997年 8月 1～2ノット程度の右回りの環流(143-20 E～145-20 E間)
- 暖水波及 2001年 8月 1ノット程度の西向流(鮫角線 143-20 E付近)
2001年 12月 1～2ノット程度の東向流(鮫角線 143-20 E以東)
1ノット弱程度の北上流(145-20 E付近)

これまでの知見と同様に津軽暖流は、冬～春季に弱く、夏～秋季に強い傾向がみられた。一方、親潮の南下流は、張り出しが北退し先端位置が本県沖に分布する12月にやや強い傾向がみられ、沖合の北上流は周年ほぼ一定と思われた。また時期によって出現する暖水塊は、1998年3月と2000年3月に145-20 E以東に存在し、その西縁部と思われる海域で0.7ノット程度のやや強めの北上流がみられた。1997年8月には143 E以東に比較的規模の大きい暖水塊が存在し、1～2ノット強の強い右回りの環流として捉えられた。また黒潮系北上暖水の暖水波及としては、2001年8月と12月にいずれも鮫角線で、1ノット強の比較的強い流れがみられた。

各水塊ごとにある程度の特徴はみられたが、解析に使用した事例はまだ少ないので、信頼性(妥当性)も含め、色々な水塊配置における流況と海況の対応を整理・確認していくため、今後も同様の解析を行い、より多くの事例について検討しながら、海況予測技術の精度向上に役立てていきたい。

文 献

- 周東健三(1982) 日本海の海況(I), 海と空, 57(2～3), 93-105
- 磯野 豊(1994) 日本海の暖水渦, 月刊海洋, 26(12), 779-787

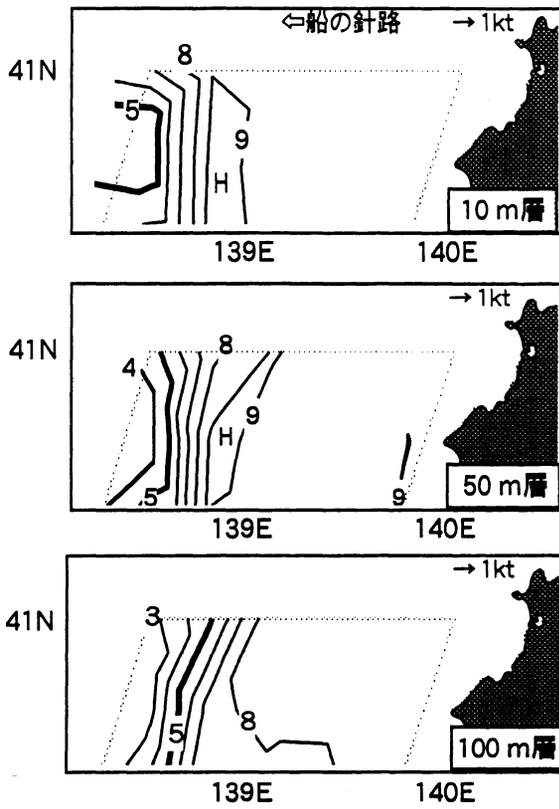


図3 2001年4月上旬の流況（東奥丸 JRC）
（水温水平分布のみ）

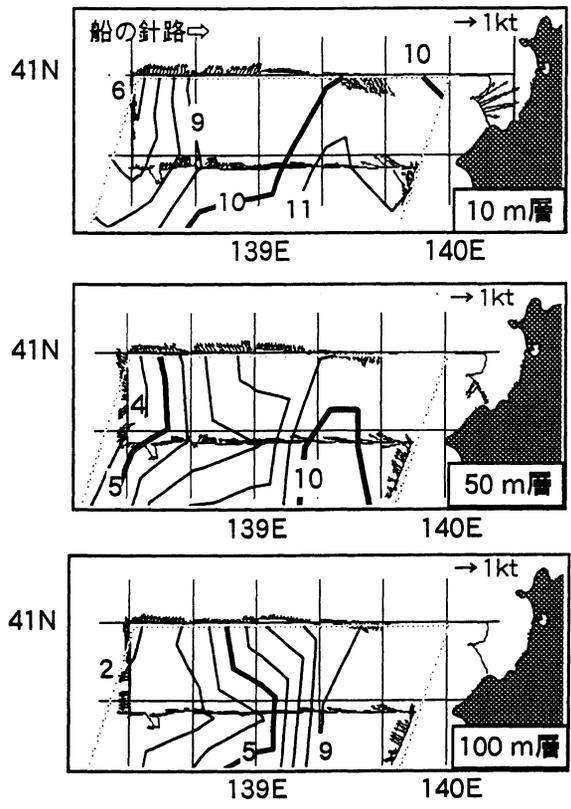


図4 2001年5月上旬の流況（東奥丸 JRC）
（最高流速10m層1.3kt）

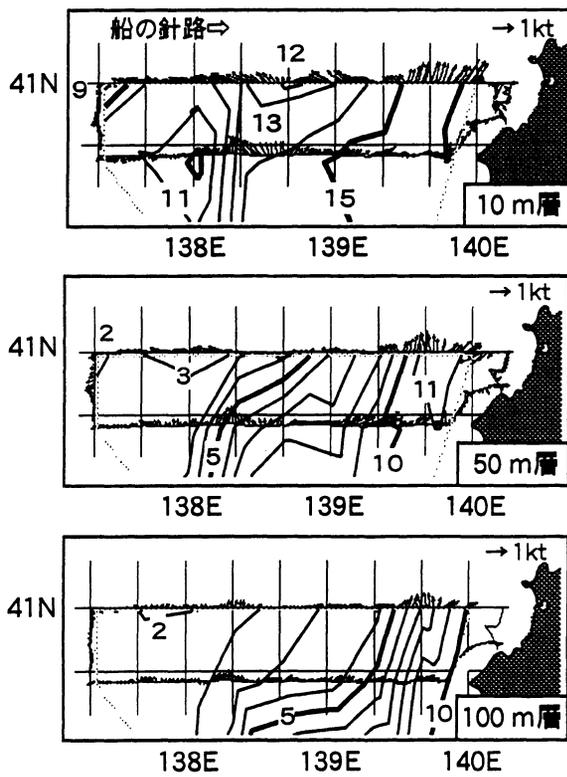


図5 2001年6月上旬の流況（東奥丸 JRC）
（最高流速10m層1.2kt）

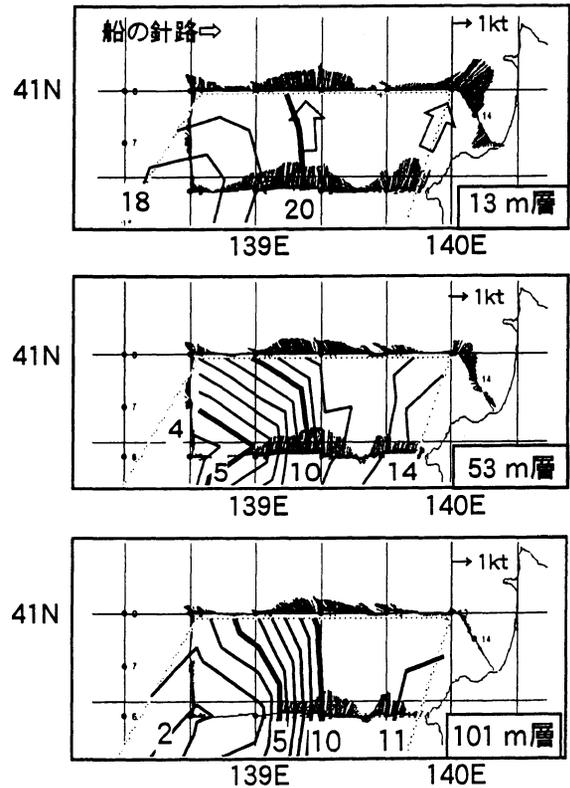


図6 2001年7月上旬の流況（青鵬丸 RD）
（最高流速10m層1.8kt）

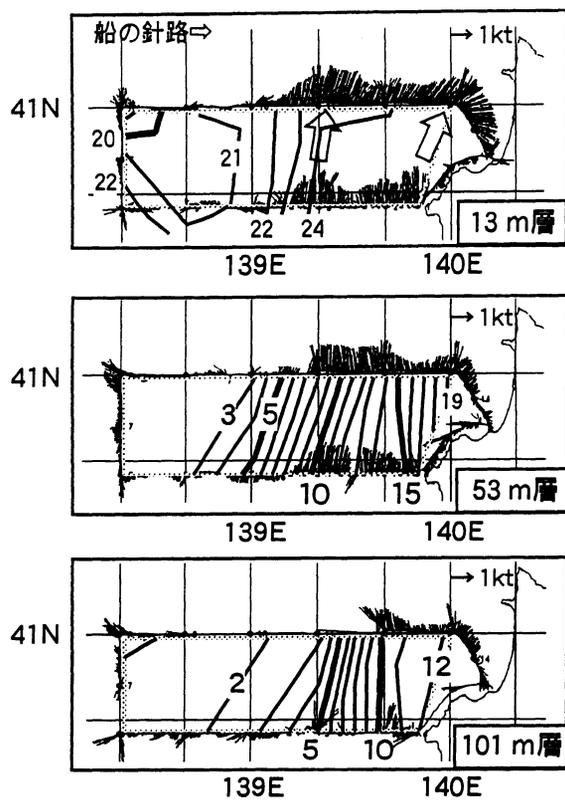


図7 2001年8月上旬の流況（青鵬丸 RD）
（最高流速10m層1.6kt）

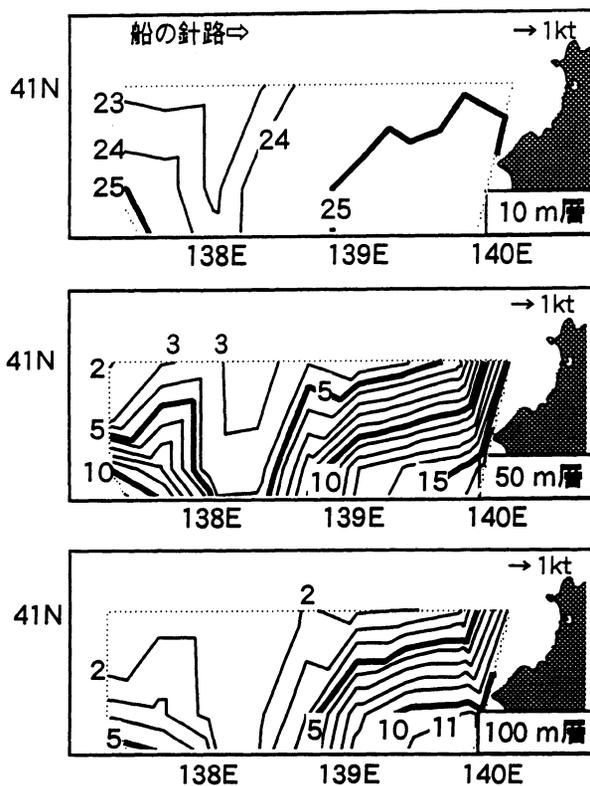


図8 2001年9月上旬の流況（東奥丸 JRC）
（水温水平分布のみ）

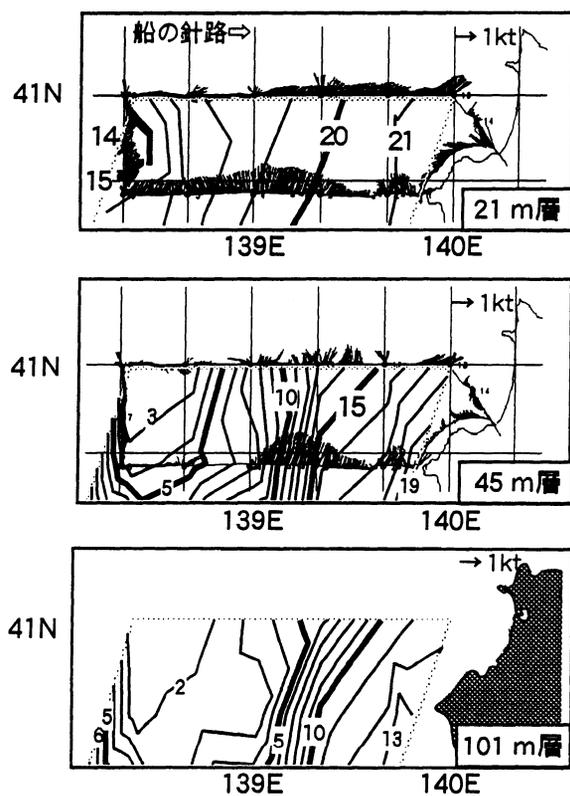


図9 2001年10月上旬の流況（青鵬丸 RD）
（最高流速10m層1.6kt）

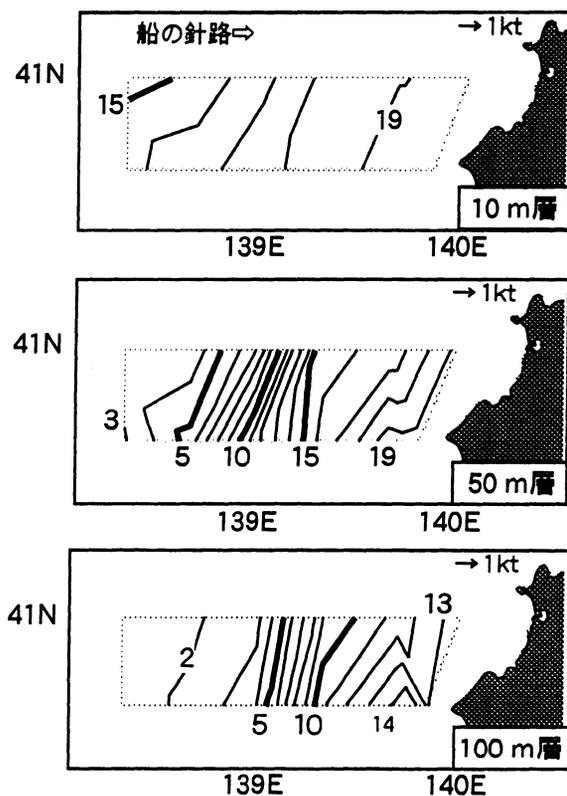


図10 2001年11月上旬の流況（東奥丸 JRC）
（水温水平分布のみ）

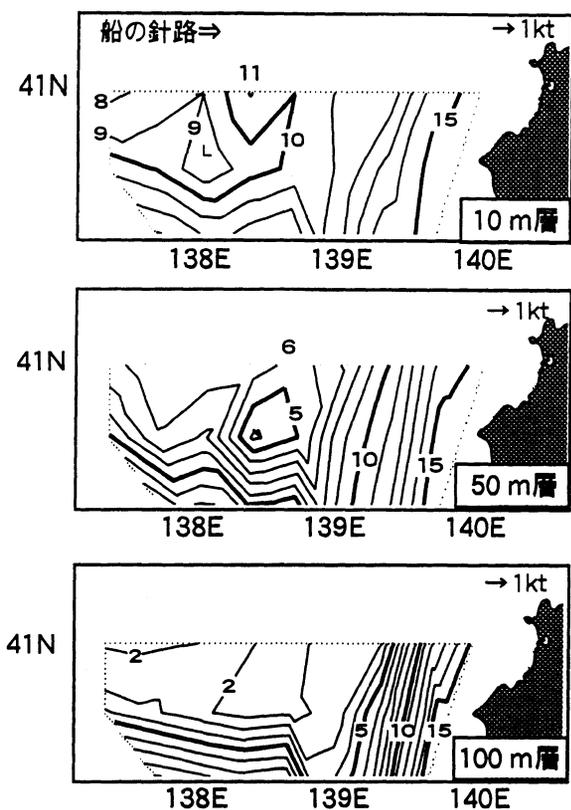


図11 2001年12月上旬の流況(東奥丸JRC)
(水温水平分布のみ)

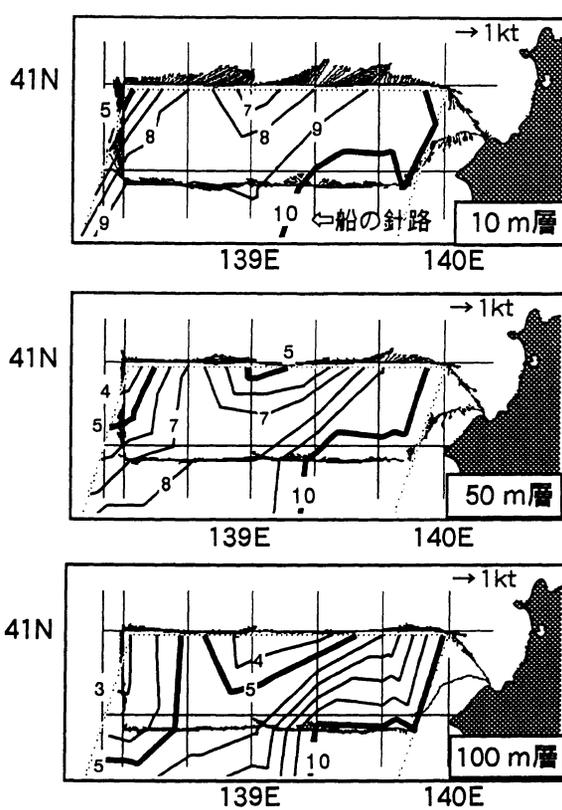


図12 2002年2月上旬の流況(東奥丸JRC)
(最高流速10m層1.4kt)

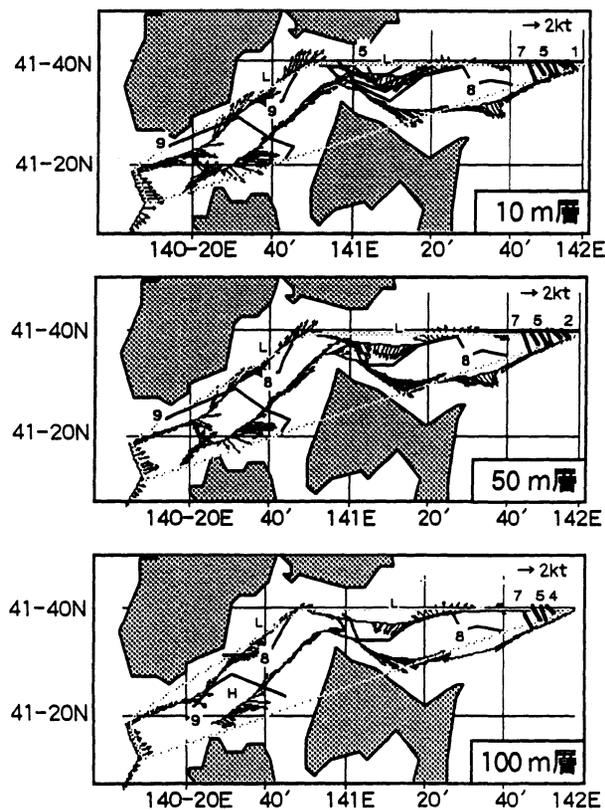


図13 2002年2月津軽海峡内の流況(東奥丸JRC)
(最高流速10m層3.5kt)

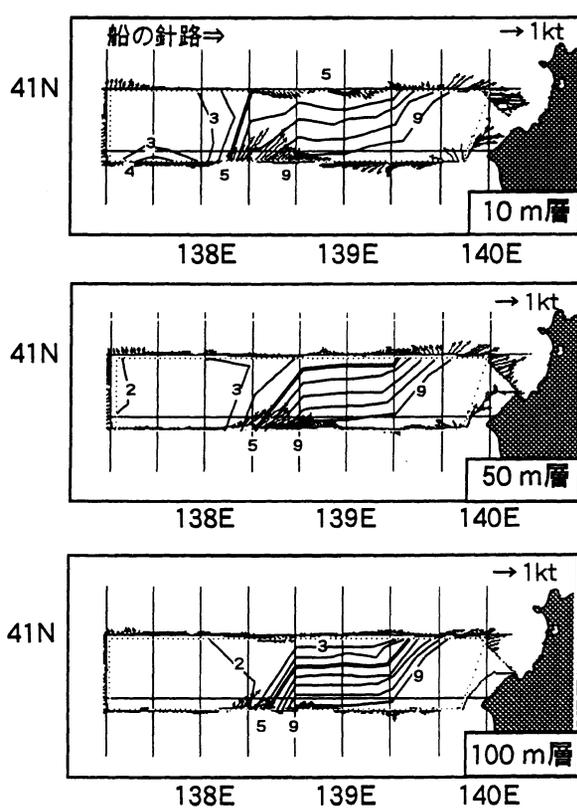


図14 2002年3月中旬の流況(東奥丸JRC)
(最高流速10m層1.5kt)

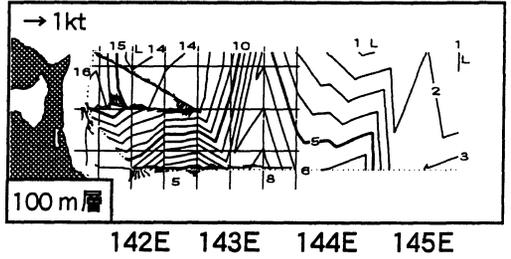
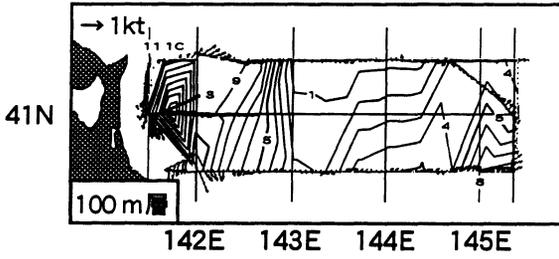
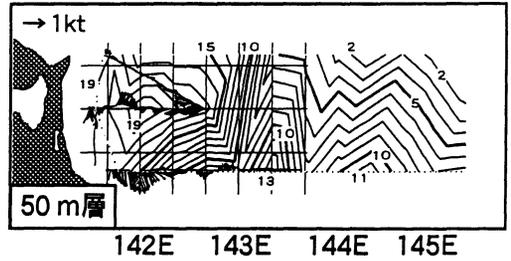
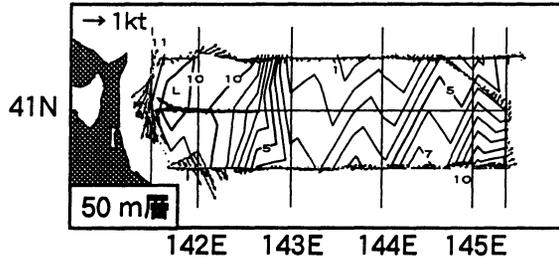
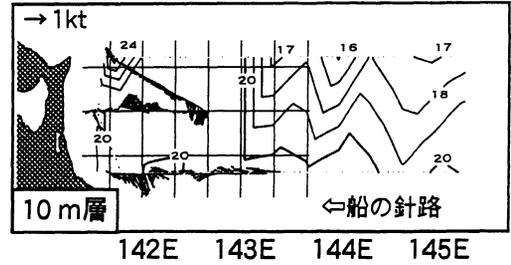
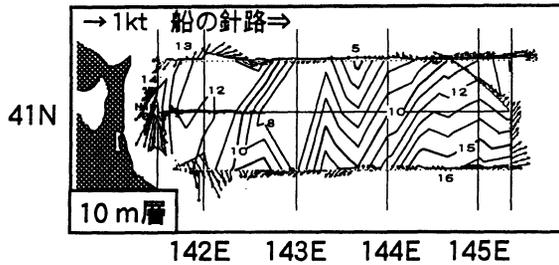


図 15 2001年6月の流況 (東奥丸 JRC)
(最高流速 10m層 1.5kt)

図 16 2001年8月の流況 (開運丸 JRC)
(最高流速 10m層 2.0kt)

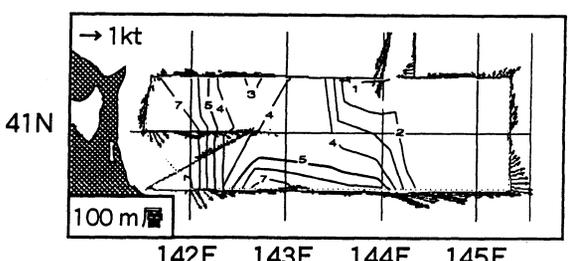
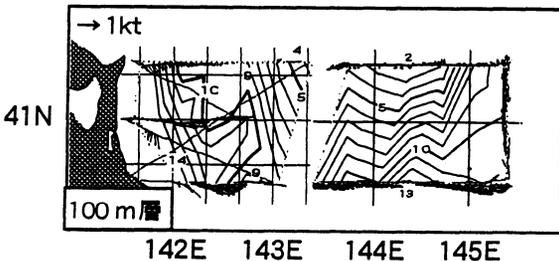
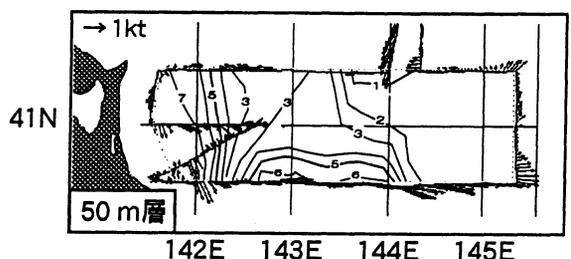
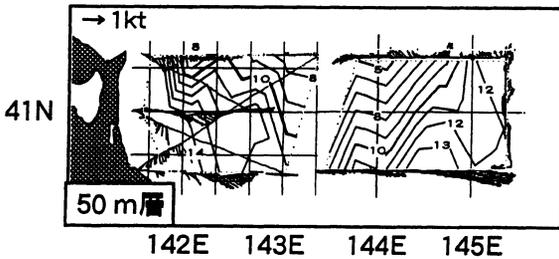
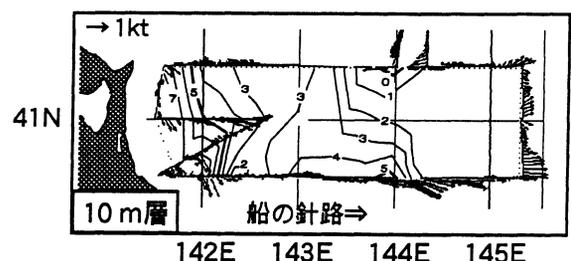
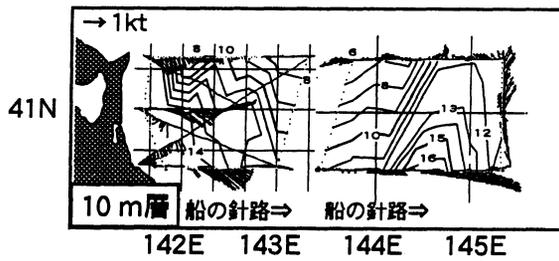


図 17 2001年12月の流況 (開運丸 JRC)
(最高流速 10m層 3.2kt)

図 18 2002年3月の流況 (開運丸 JRC)
(最高流速 10m層 1.2kt)

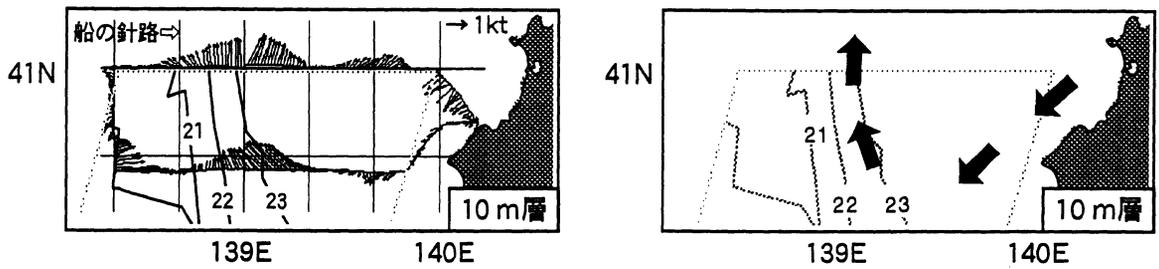


図19 1998年10月上旬の流況（左図）と暖水渦の流況模式図（右図）

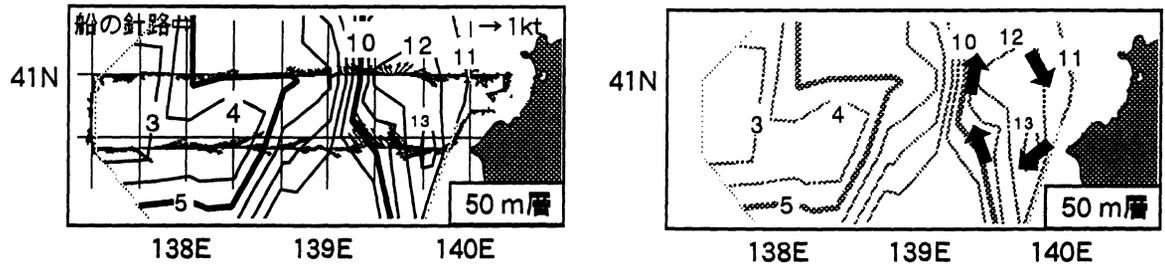


図20 1999年6月上旬の流況（左図）と暖水渦の流況模式図（右図）

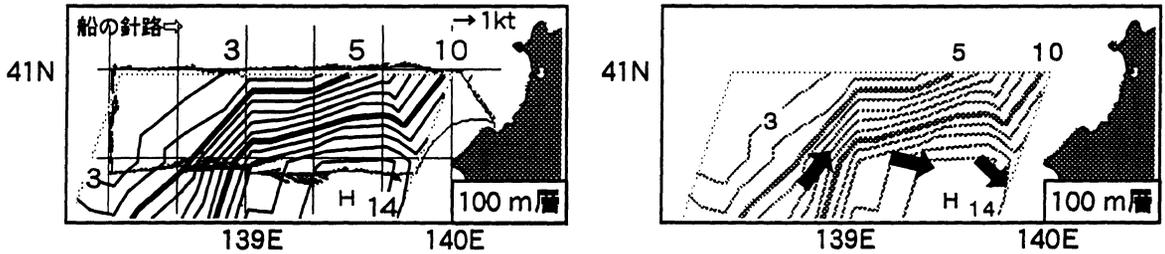


図21 2000年11月上旬の流況（左図）と暖水渦の流況模式図（右図）

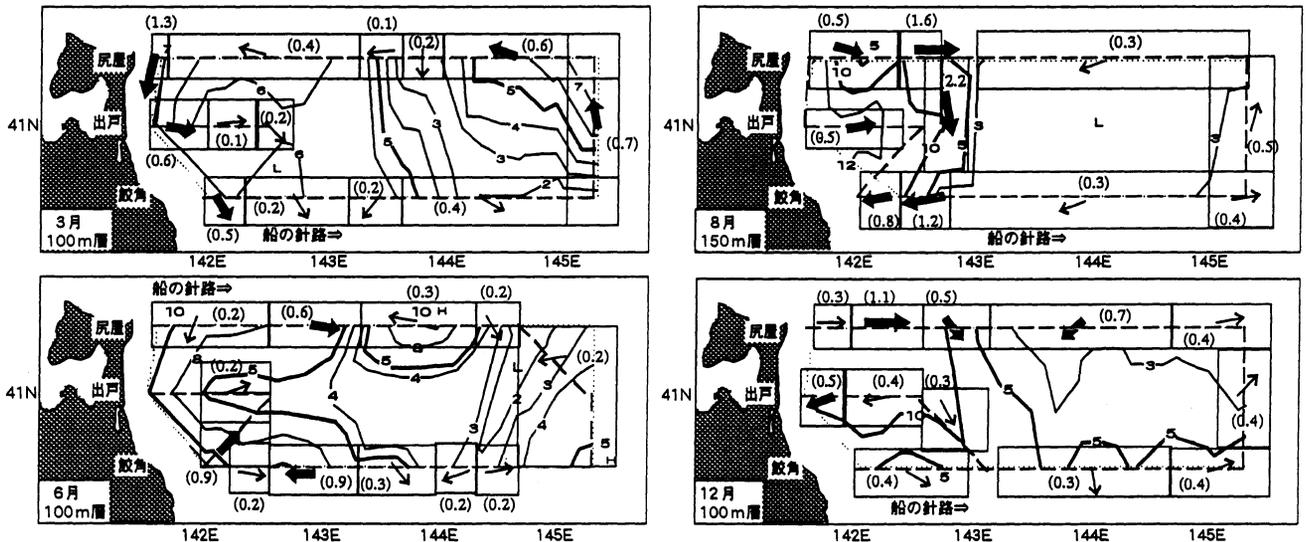


図22 各水塊ごとの平均循環流速ベクトル図（2000年）

※（ ）内が平均流速、単位：ノット (kt)

