

潮流と水温分布および ブリ (*Seriola quinqueradiata*) 漁獲量との関係

橋本 寛

福井県水産試験場

緒 言

日本海における水塊配置や水温分布等の海況は、対馬暖流の流路の形態や暖流によって運びこまれる熱量によって規定されているが、対馬暖流は黒潮などに比べ弱く、時空間的に変動が激しいことから、海況情報を迅速に収集するためには、当該海域の海洋構造特性を踏まえた新たな海況情報収集体制と、その収集体制を支援する情報収集システムの構築が必要となっている。

本研究において、ADCPを使用した潮流データ収集から応用研究に至るまでには大きく分けて4つの段階がある。第1段階:周辺機器とソフトの整備および機器操作の習熟などを行い、実際に磁気媒体でADCPデータを収集し、作図する。第2段階:ADCPデータの機械誤差を補正する。第3段階:絶対流速として考えられる流れ図を作図する。第4段階:応用研究。

当水試では上記の4段階の到達度を確認しながら、第4段階の応用研究として、潮流と水温分布、および当県では重要魚種であるブリの漁獲量との関係を検討した。

本研究を進めるに当たり、日本海区水産研究所海洋環境部海洋動態研究室室長平井光行博士をはじめとする研究室の諸氏、(社)漁業情報サービスセンターの本田修氏、(株)エス・イー・エイ、福井県農林水産部水産課の吉村祐一氏からご指導をいただいた。各位に厚く謝意を表します。

材料と方法

1 潮流図の作成

1993年4月から1996年10月までに行った沿岸観測、およびスルメイカ漁場一斉調査時に得られたADCPデータを用い、潮流図を作図した。データの収集状況は表1に示したとおりである。ADCP307およびADCP309で収集したデータについては、テキストダンプソフトRD-DUMPを用いて変換した後、海流データ解析プログラムで作図した。作図条件として3層(18m, 50m, 98m)を抽出し、対地船速が得られる海域は対地モードを、対地船速が得られない海域は、210mを基準層とした対水モードをそれぞれ使用した。プロット周期は、1995年の9月分は6、その他は2とし、エラーフラグや流速表示の範囲設定等の制限は行わなかった。作図結果は付図に示した。

TRANSECTで収集したデータについては、(株)エス・イー・エイが作成した作図ソフト、マップイーグルで作図した。作図条件として3層(18m, 50m, 98m)を抽出し、対地モードのみで作図した。対地船速が得られない海域のベクトル表示をしなかった。また、1.5

ノット(75cm/s)以上のベクトルは削除し、流向を明確にするために、10分間の移動平均をかけた。作図結果は付図に示した。

表1 ADCPデータ収集状況.

年月日	収集ソフト	年月日	収集ソフト
1993年 4月 6日(4月分)	ADCP307	1995年 3月 4日(3月分)	ADCP307
5月 6日(5月分)	ADCP307	4月 5日(4月分)	ADCP307
5月31日(6月分)	ADCP307	4月27日(5月分)	ADCP307
8月30日(9月分)	ADCP307	9月 1日(9月分)	TRANSECT
11月 4日(11月分)	ADCP309	9月26日(10月分)	ADCP307
1994年 2月27日(3月分)	ADCP309	11月 6日(11月分)	ADCP307
4月 4日(4月分)	ADCP309	1996年 4月 8日(4月分)	TRANSECT
4月25日(5月分)	ADCP309	5月 7日(5月分)	TRANSECT
5月30日(6月分)	ADCP309	5月30日(6月分)	TRANSECT
8月29日(9月分)	ADCP309	7月 1日(7月分)	TRANSECT
10月 3日(10月分)	ADCP307	9月 3日(9月分)	TRANSECT
11月 1日(11月分)	ADCP307	10月 3日(10月分)	TRANSECT

2 潮流と水温分布との関係

抽出し作図された3層のうち50m層を選び、50m層の潮流図と日本海区水産研究所発行海況図の50m層水温分布図を重ね合わせることにより、潮流と水温分布の関係および潮流の変動傾向を検討した。

3 ブリ漁獲量と潮流・水温分布との関係

福井県における定置網によるブリの月別・年齢別漁獲量(属地集計)の変動と、潮流・水温分布との関係を検討した。

結 果

1 段階別到達度の確認

(1) 第1段階

流速計はRD社のドップラー流速計(RD-VM150)を、データの収集には同社製のデータ収集ソフトADCP307、ADCP309およびTRANSECTを用いた。ADCP307およびADCP309で収集したデータは5インチのフロッピーディスクに、TRANSECTで収集したデータは光磁気ディスク(MO)に保存した。作図には作図ソフトである海流データ解析プログラムまたはマップイーグルを用いた。

(2) 第2段階

調査船福井丸に搭載している船底型ADCPで収集した対地データと、係留型ACM(ニール

ブラウン社製SACM)で収集したデータとの比較試験(1994年5月23~24日)により、両者の誤差は流速で $3.2 \pm 2.56 \text{ cm/s}$ (0.06 ± 0.05 ノット)、流向で $7.01 \pm 6.09^\circ$ という結果が得られており、船底型ADCPの対地データは実際の流れを十分に反映している、という判断がなされている(漁業情報サービスセンター1995年:pp126~128)。したがって、機械誤差については問題がないと判断し、補正は行わなかった。

(3)第3段階

水深が350m程度までの海域では対地船速が得られるため、対地モードで作図できる。対地モードを用いた時には、実際の流れを十分に反映した作図ができるが、対地船速が得られない海域では、船速をGPSから得るGPSモードか、ある層を基準層とし、その層を海底とみなして船速を得る対水モードのどちらかを選ばなければならない。

GPSモードによる作図は、GPSそのものが持っている誤差に影響され、実際の流れを反映した作図ができない。対地モードとGPSモードとの比較試験の結果によると、GPSモードは船速が変化した時、または船のコースが変化した時の反応が対地モードより鈍く、それらが流速では $17.72 \pm 10.91 \text{ cm/s}$ (0.34 ± 0.21 ノット)、流向で $27.26 \pm 22.55^\circ$ という誤差となって作図に現れる(漁業情報サービスセンター1995年:pp128~129)。

対水モードを使用して作図した時の潮流は、基準とする層の流れに対する相対流速となり、基準層の流れが作図に大きく影響する。

(4)到達度の評価

本県では第1段階、第2段階はすでにクリアしていると判断した。第3段階は対地船速が得られない海域についての課題は残されたが、対地船速が得られる海域については実際の流れを十分に反映した作図が可能で、1993年4月からある程度データが得られているため、第4段階に進むことができた。

2 潮流と水温分布との関係

(1)1993年(図1)

ア 4月

水温は $11 \sim 12^\circ\text{C}$ 台でほぼ一定であった。潮流も弱く、対馬暖流の流軸も確認できず、潮流と水温分布との関係も見られなかった。

イ 5月

若狭湾に向かって 13°C 以下の水域が張り出していた。潮流はその水域をまくように若狭湾に流れ込み、反時計まわりの還流となり北西に向かって流れ、その後 13°C 線に沿うように蛇行していた。

ウ 6月

10°C 以下の孤立冷水塊付近に反時計まわりの渦がみられた。沿岸域では $13 \sim 16^\circ\text{C}$ の範囲内に強い流れがみられ、 16°C 線に沿った流れが若狭湾に流れ込み、越前岬付近で反時計まわりに旋回していた。

エ 9月

福井県沿岸から能登半島西岸域にかけて、蛇行しながら北東へ向かう流れがあり、その流れは 18°C 線に沿うように流れていた。

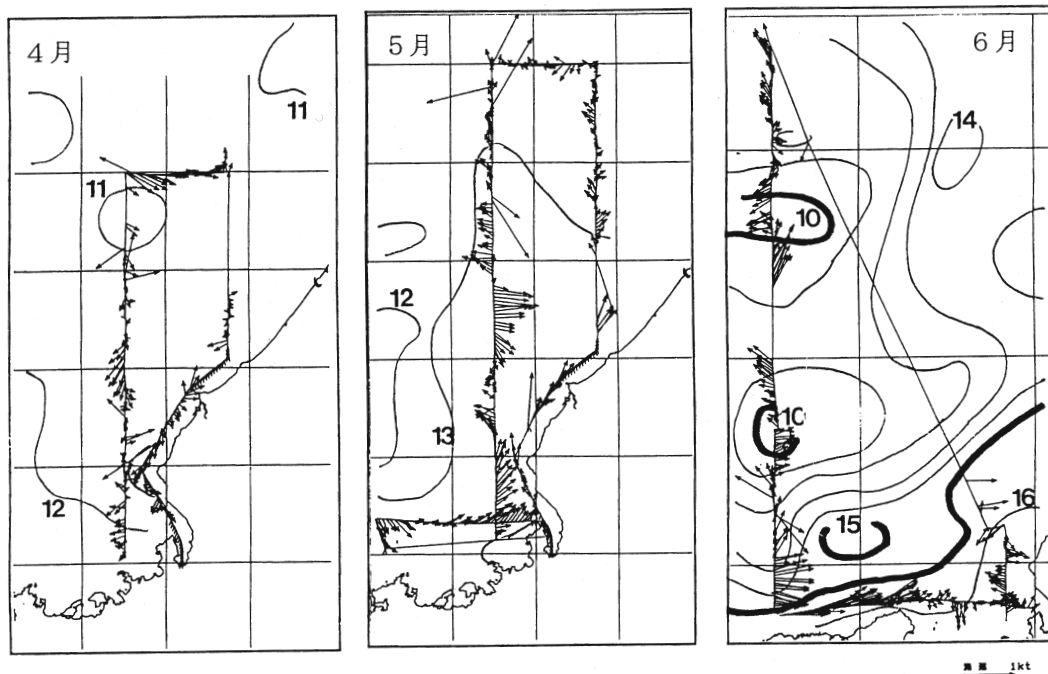


図1-1 50m層の潮流と水温分布(1993年).

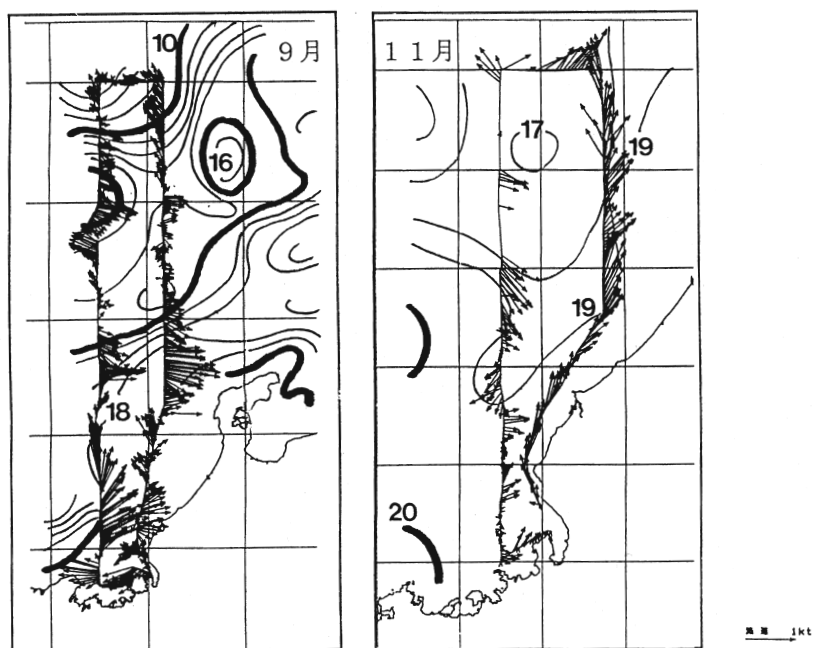


図1-2 50m層の潮流と水温分布(1993年).

オ 11月

西側の定線で時計まわりに旋回する流れがみられ、その流れは18℃台の水域の張り出しに向かっていた。東側の定線には18℃台の水域を北北東に向かう流れがみられた。

(2)1994年(図2)

ア 3月

水温は11~12℃台でほぼ一定である。潮流と水温分布との関係はみられなかった。

イ 4月

西側および北側の定線には、11℃線付近で反時計まわりにまく還流がみられた。

ウ 5月

西側の定線に12℃線に沿う反時計まわりの還流がみられた。

エ 6月

沿岸域に13~16℃台の範囲を蛇行しながら北東へ向かう流れがみられた。

オ 9月

福井県沿岸から能登半島西岸域、大和堆付近にかけて強い流れがみられ、その流れは18~19℃線に沿って蛇行しながら北東へ向かっていった。

カ 10月

20℃線付近に強い流れがみられ、東側の定線には18℃線に沿って反時計まわりに旋回し北西へ向かう流れがみられた。

キ 11月

水温は20~21℃台でほぼ一定で、時計まわりの流れがみられるが、潮流との関係はみられなかった。

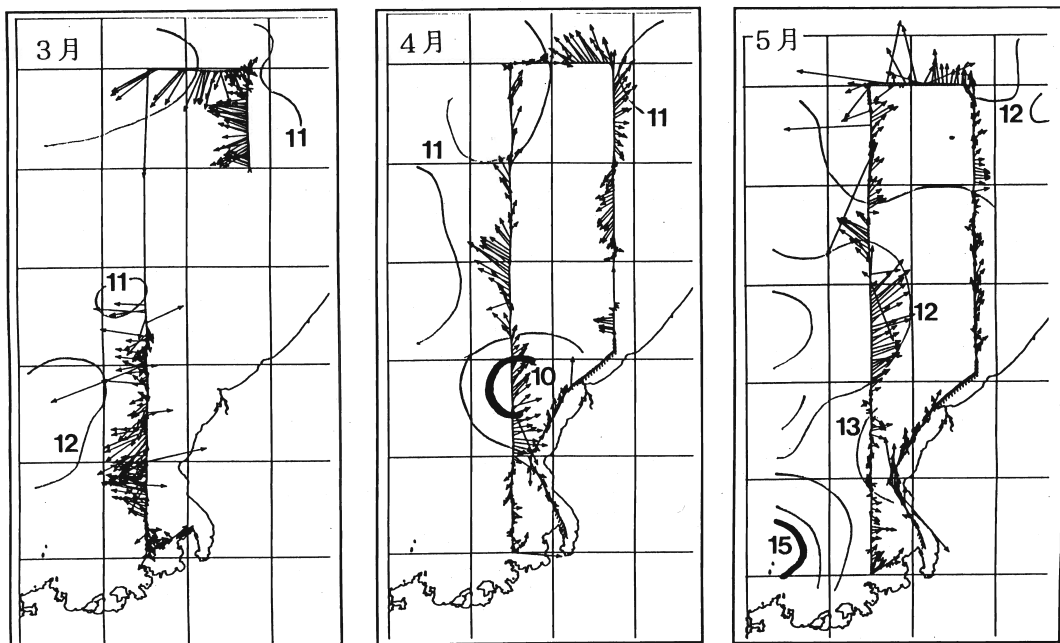


図2-1 50m層の潮流と水温分布(1994年).

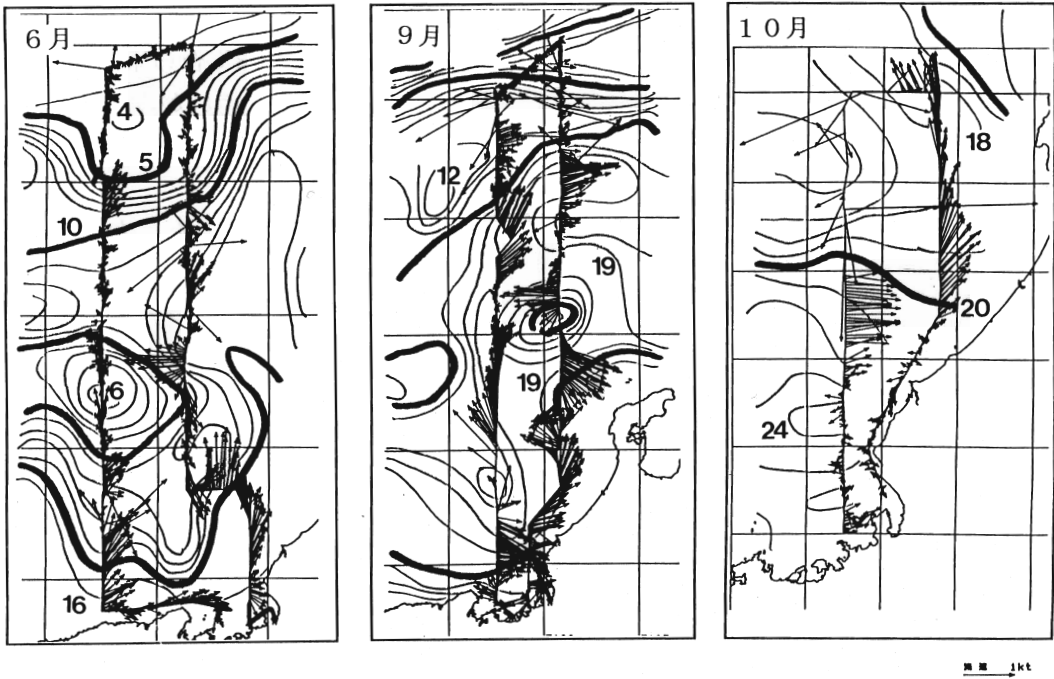


図2-2 50m層の潮流と水温分布(1994年).

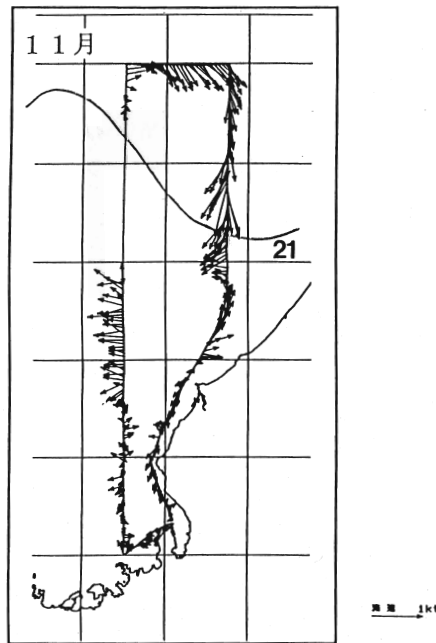


図2-3 50m層の潮流と水温分布(1994年).

(3)1995年(図3)

ア 3月

水温は11~12℃台でほぼ一定である。潮流と水温分布との関係はみられなかった。

イ 4月

定線はほぼ11℃台の水域内にあり、潮流はその水域内を北東に向かって流れ、北側の定線には反時計まわりに旋回し北西に向かう流れがみられた。

ウ 5月

東側の定線の12℃台の水域で反時計まわりに旋回する強い流れがみられた。

エ 9月

等温線が密になっている16~20℃付近に北東へ向かう強い流れがみられた。

オ 10月

15~20℃の範囲内に北東へ向かう強い流れがみられた。

カ 11月

潮流は20℃線付近で分枝流となり、一方は若狭湾内へ流れ込み、もう一方は北東へ向かって流れていた。北東へ向かう流れは17℃台の水域で強く、東側の定線では18℃線に沿うように北北東へ向かって流れていた。

(4)1996年(図4)

ア 4月

水温は10~11℃台でほぼ一定である。東側の定線の10℃台の水域には、かなり複雑な流れがみられた。

イ 5月

12℃台の水域に北東へ向かうかなり強い流れがみられ、12℃線の北端で反時計まわりに旋回していた。

ウ 6月

14~15℃台の水域を蛇行しながら北東へ向かう流れがみられた。

エ 7月

16~18℃台の水域に強い流れがみられた。

オ 9月

東側の定線には17℃台の水域に強い流れがみられ、17℃線に沿うように蛇行しながら北東へ向かって流れていた。

カ 10月

西側の定線には18℃線に沿って反時計まわりに旋回し北西へ向かう流れがみられた。また、20℃線付近にかなり強い流れがみられた。

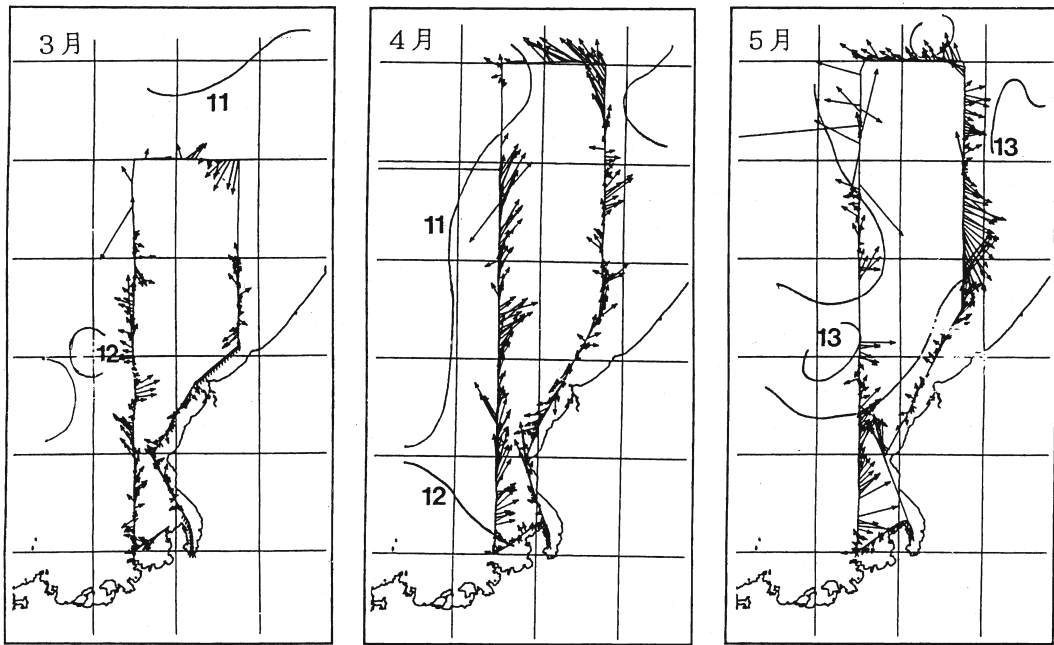


図3-1 50m層の潮流と水温分布(1995年).

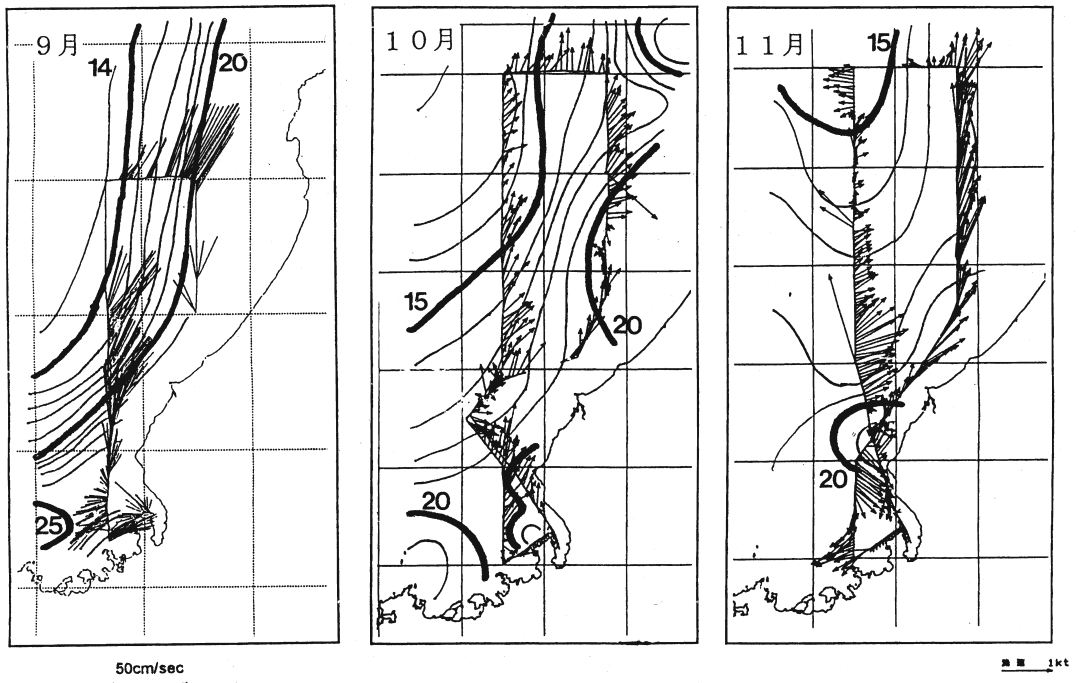


図3-2 50m層の潮流と水温分布(1995年).

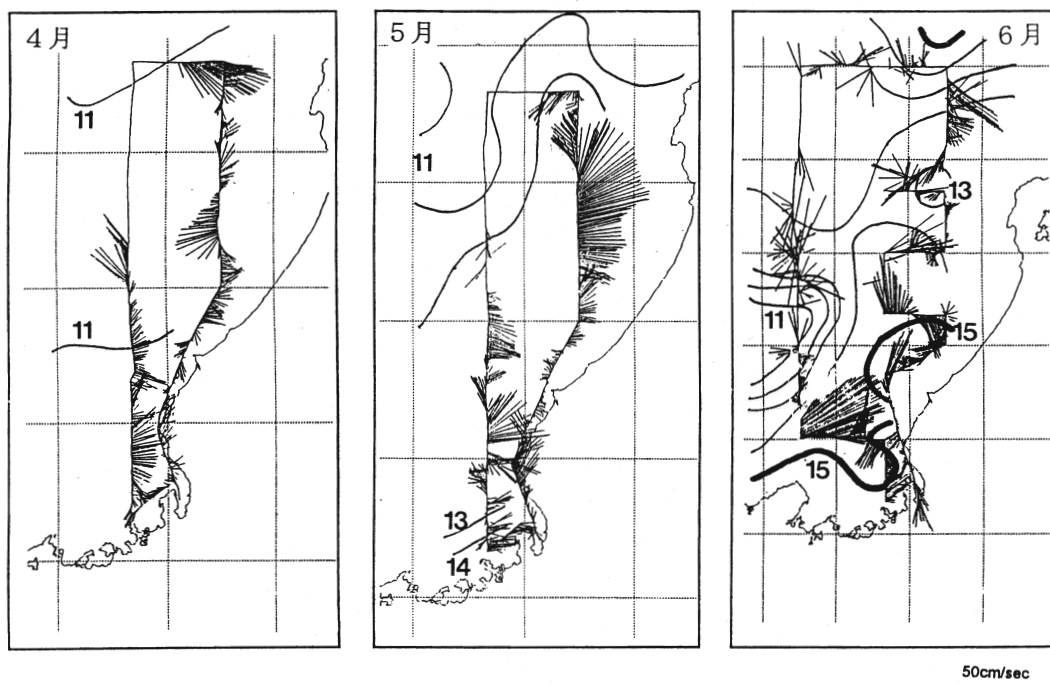


図4-1 50m層の潮流と水温分布(1996年).

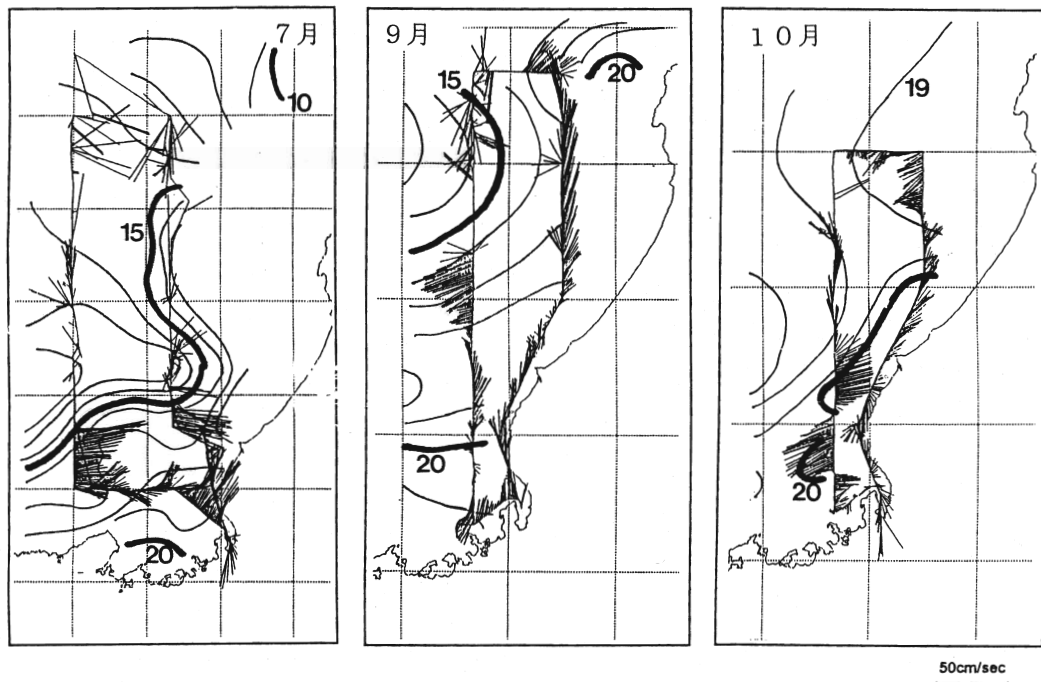


図4-2 50m層の潮流と水温分布(1996年).

3 ブリ漁獲量と潮流・水温分布との関係

(1) 0才魚

0才魚は6月下旬から7月上旬にかけて漁獲されはじめる(図5)。ブリの稚魚が流れ藻を離れ、対馬暖流域で成長しながら北上を開始し、福井県沿岸を通過するのがちょうどこの時期で、体長は20cm前後である。総漁獲量は1996年が最も多く、次いで1995年、1994年、1993年となる。総漁獲量の多寡を決定づけるのは、北上期にあたる7~8月の漁獲量によるところが大きい。

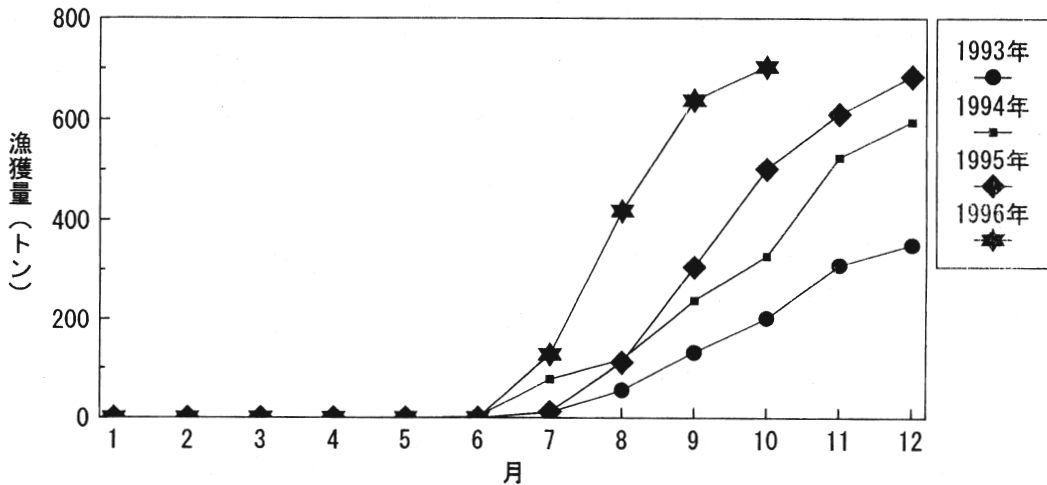


図5 福井県における定置網によるブリ0才魚の漁獲量(累計)。

しかし、7、8月のADCPデータがなく、関係を検討するには資料不足であるが、漁獲量が最も少なかった1993年の潮流の特徴として、対馬暖流が活発になる時期が他の年よりも遅いということが挙げられる。これは4月の潮流図から判断できる。これが漁獲量にどう影響するかは、50m以浅の潮流・水温分布との関係も考慮しながら今後検討する必要がある。

(2) 1才魚

1才魚は主に6月以降漁獲され、総漁獲量の多寡は北上期にあたる7~8月の漁獲量と南下期にあたる10月以降の漁獲量によるところが大きい。総漁獲量は1995年が最も多く、以下1993年、1994年、10月まででは1996年が最も少ない(図6)。

漁獲量と潮流・水温分布との関係を検討すると、好漁だった1993年と1995年は、5~6月にかけて若狭湾に1ノット前後の流れが確認できるが、不漁だった1994年と1996年にはみられない。また、好漁だった年でも1995年は9月以降もある程度の漁獲がみられるが、1993年にはみられない。両年の潮流を比較すると、1995年は南下期にあたる10月以降でも若狭湾内に流れがみられるが、1993年は11月にはすでに若狭湾内の流れはほとんどみられなくなっている。このことから1才魚の漁獲量には若狭湾内へ流れ込む流れの存在が影響していると考えられた。

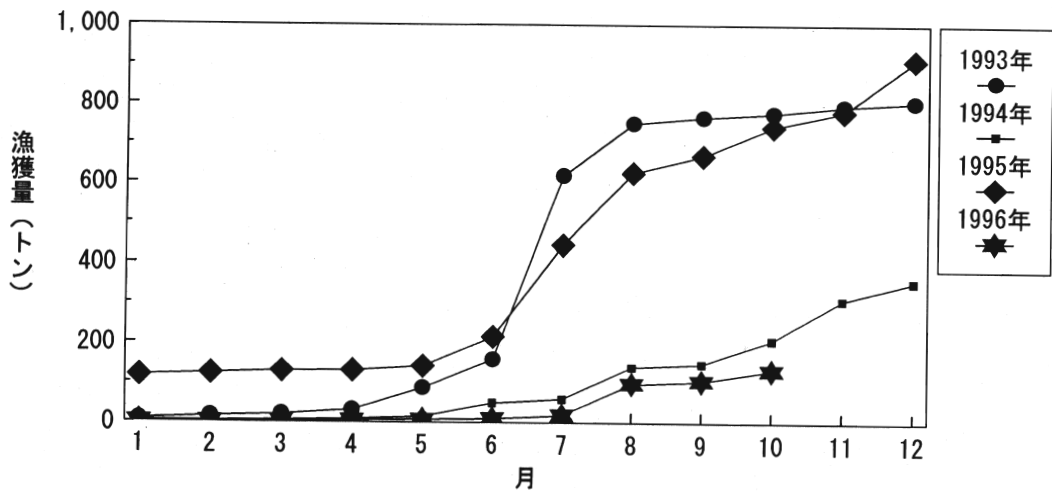


図6 福井県における定置網によるブリ1才魚の漁獲量(累計).

(3) 2才魚以上

2才魚以上は主に北上期にあたる5~6月に漁獲され、その後もわずかに漁獲されるものの、南下期の11~12月まではほとんど横ばい状態である(図7)。成魚にあたる2才魚以上の北上期・南下期における漁獲量の変動には、冷水の離接岸が重大な影響を及ぼしている(原1989年)。

北上期の5月に多く漁獲された1993年と1996年の海況をみると、両者ともに、13℃以下の冷水域が沿岸にまで接近していた。

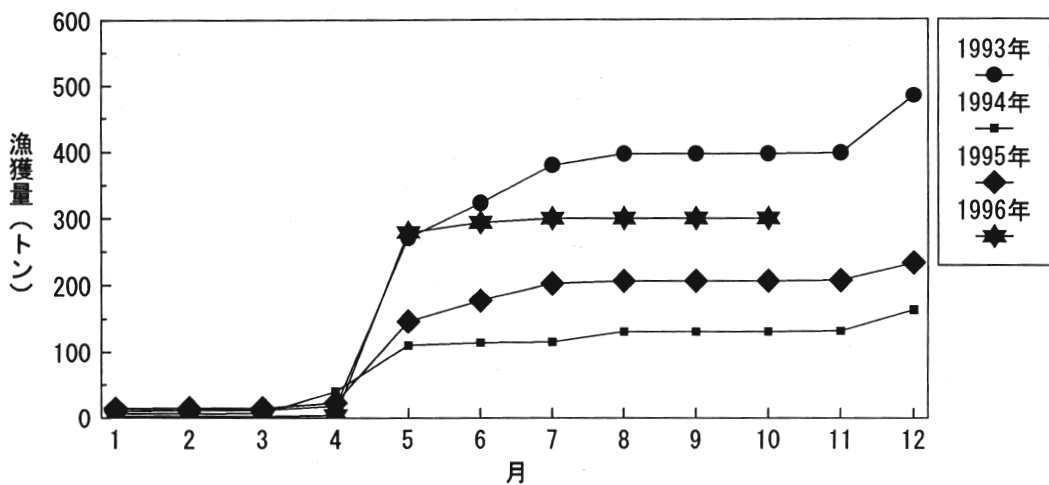


図7 福井県における定置網によるブリ2才魚以上の漁獲量(累計).

考 察

南西から北東へ向かう潮流が対馬暖流だとすると、暖流が福井県沿岸を活発に流れ始める時期は年によって多少異なると考えられる。調査を行った4年間の潮流図をみると

1994～1996年では4月の時点ですでに北東の流れが確認できるが、1993年にはみられない。しかし、5月にはすべての年で北東の流れがみられ、このことから福井県沿岸はおそらく5月上旬には対馬暖流の影響を受けていると思われた。また、今回の調査で月ごとの対馬暖流域であると思われる水温帯が推測でき(表2)、それはある温度以下の冷水域の配置に影響され流路を変化させるのではないかと思われた。表2によると水温帯の幅は毎年9月まではほぼ同じで、10月以降で多少の違いがみられると思われた。

また、ブリの漁獲量と潮流・水温分布との関係を検討した結果、1才魚以上の漁獲量は若狭湾内の流れの有無、あるいは13℃以下の冷水の離接岸などが大きく影響しており、冷水域をまくように流れる対馬暖流が若狭湾に流れ込むと好漁になる傾向があるのではないかと思われた。これは原(1989)の報告どおり、日本海を北上するブリが対馬暖流を利用している可能性が高いということを示唆している。

今回の研究で残された課題としては、機械的なミスあるいは操作ミス等をなくし確実にADCPデータを得る、対地船速が得られない海域を作図する時の対策(D-GPSの利用、移動平均または空間平均によるフィルター)、継続データの蓄積、応用研究、そして漁業関係者に潮流を情報の1つとして手軽に提供できるような体制整備の5つが挙げられる。

要 約

1993年4月から1996年10月までに得られたADCPデータをもとに潮流図を作成し、潮流と水温分布との関係、ブリ漁獲量との関係を検討した。

ADCPデータはADCP307, ADCP309, TRANSECTを用いて収集し、海況データ解析プログラム、またはマップイーグルで作図した。対地船速が得られる海域では実際の流れを充分に反映した作図が可能となった。

表2 潮流と水温分布から判断された対馬暖流域の水温帯(℃)。

	3月	4月	5月	6月	7月	9月	10月	11月
1993年	—	11～12 (11)	13～14 (13)	13～15 (15)	—	18～20 (18)	—	17～18 (18)
1994年	11 (11)	10～12 (11)	11～14 (14)	14～15 (14)	—	18～20 (18)	18～21 (20)	20～22 (20)
1995年	11 (11)	11～12 (11)	11～13 (12)	—	—	15～20 (16)	17～22 (17)	17～19 (17)
1996年	—	11～12 (11)	12 (12)	14～15 (14)	16～19 (16)	16～18 (16)	18～21 (20)	—

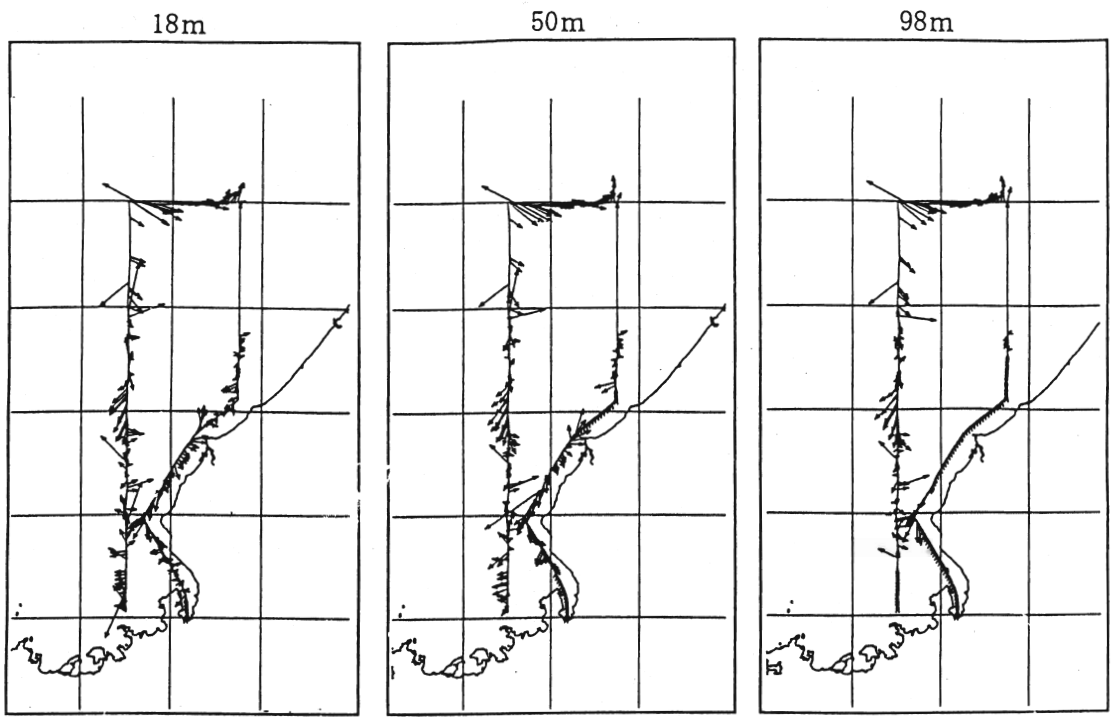
(注)カッコ内の数字は最大流速を示した水温帯

検討した結果、対馬暖流が福井県沿岸を活発に流れはじめる時期は年によって異なり、50m層を流れる対馬暖流域の水温帯がある程度推測でき、その水温帯は毎年9月まではほぼ一致し、10月以降で多少の違いがみられた。

ブリの年齢別漁獲量の好不漁は、0才魚では春季における対馬暖流の流れ、1才魚では北上期における若狭湾内の流れ、2才魚以上では冷水域の張り出しにより左右される傾向がみられた。しかし明確な関係を見出すには、さらなるデータの蓄積、検討が必要であると思われた。

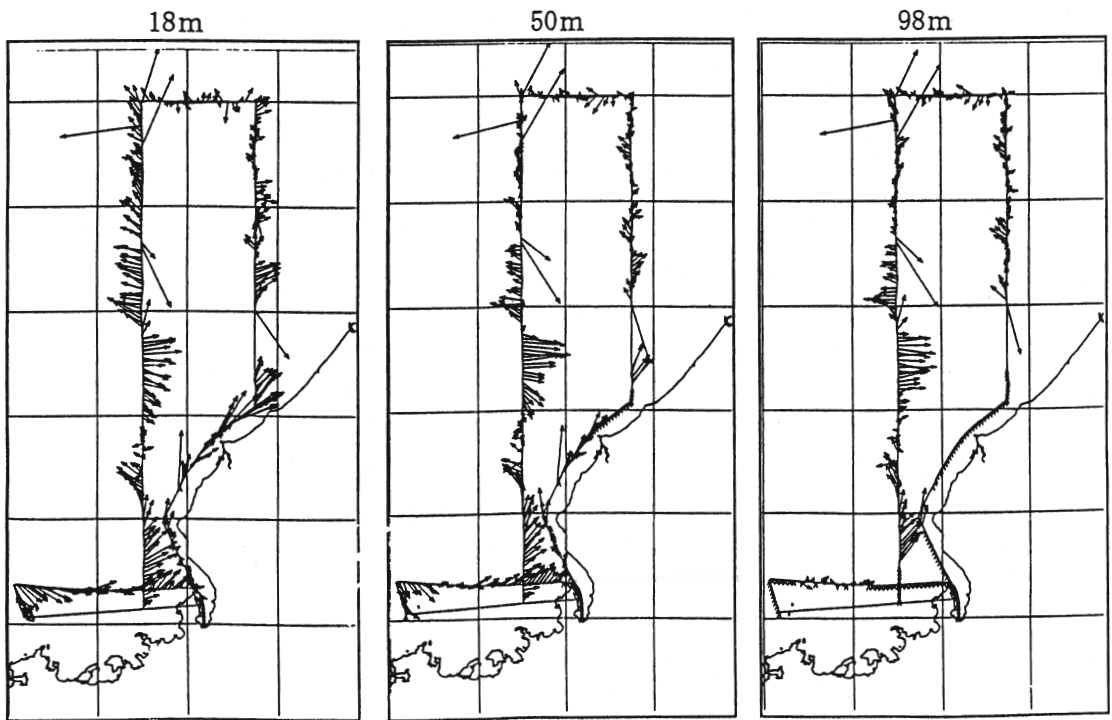
文 献

- 漁業情報サービスセンター(1995) 平成6年度海況情報収集迅速化システム開発試験事業報告書, 126-129.
- 原 哲之(1990) 日本海沿岸域におけるブリ成魚漁獲量の年変動について. 日本水産学会誌, 56 (1), 25-30.



1993年4月

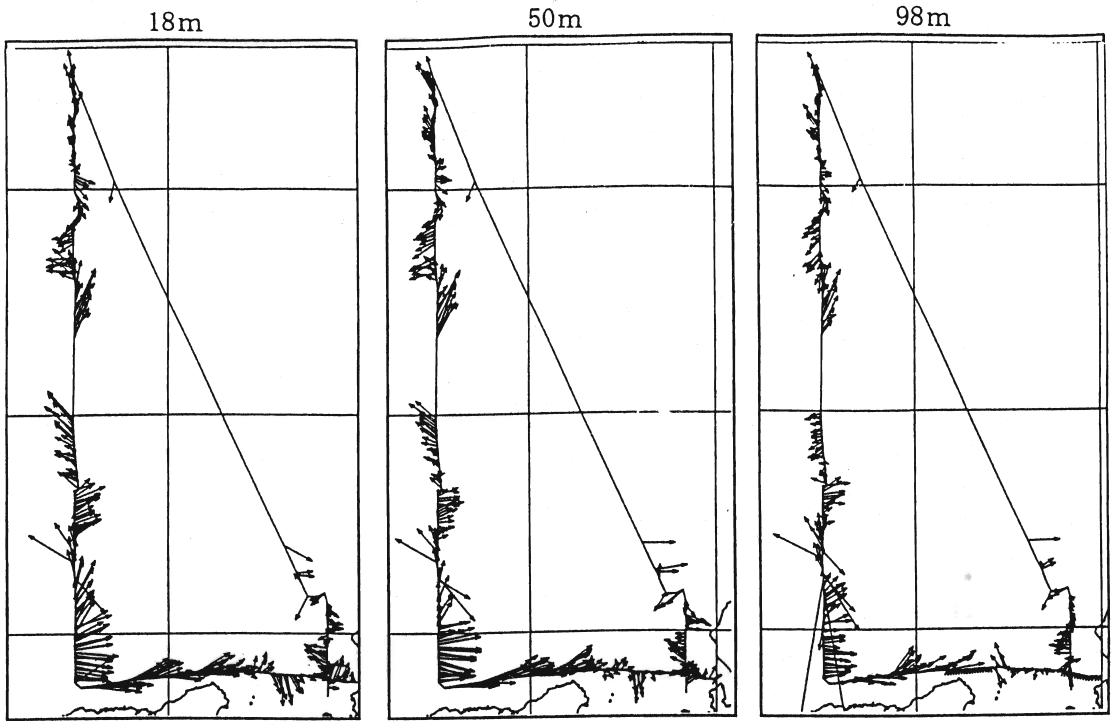
■ 1kt



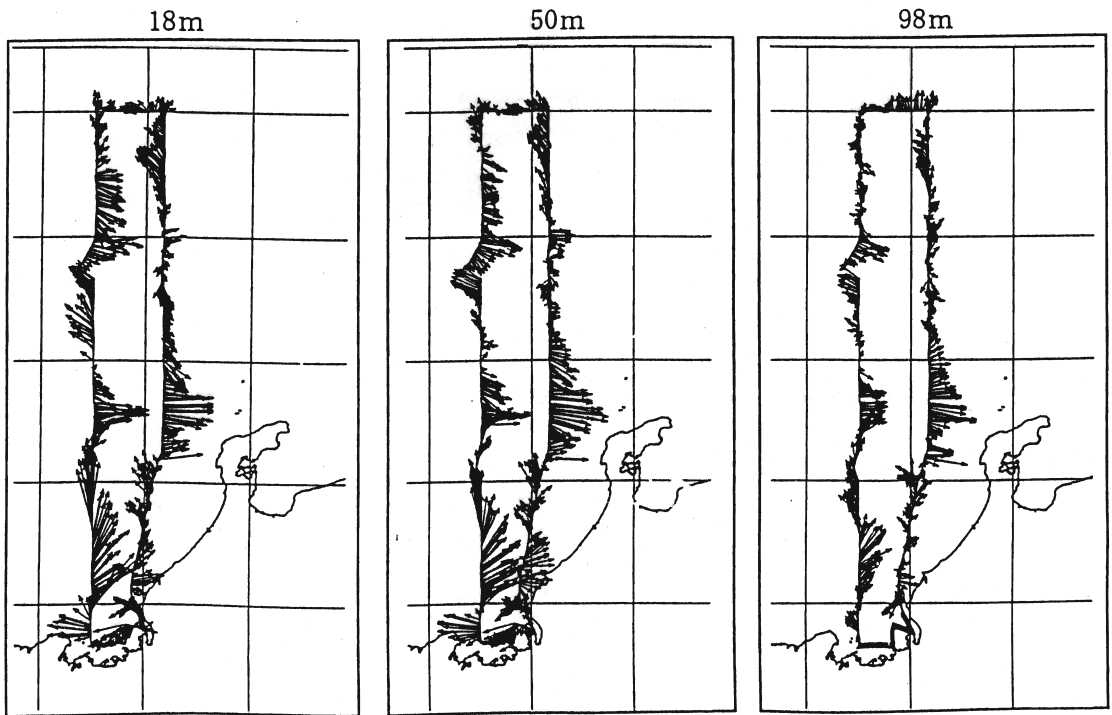
1993年5月

■ 1kt

付図1 ADCP作図結果.

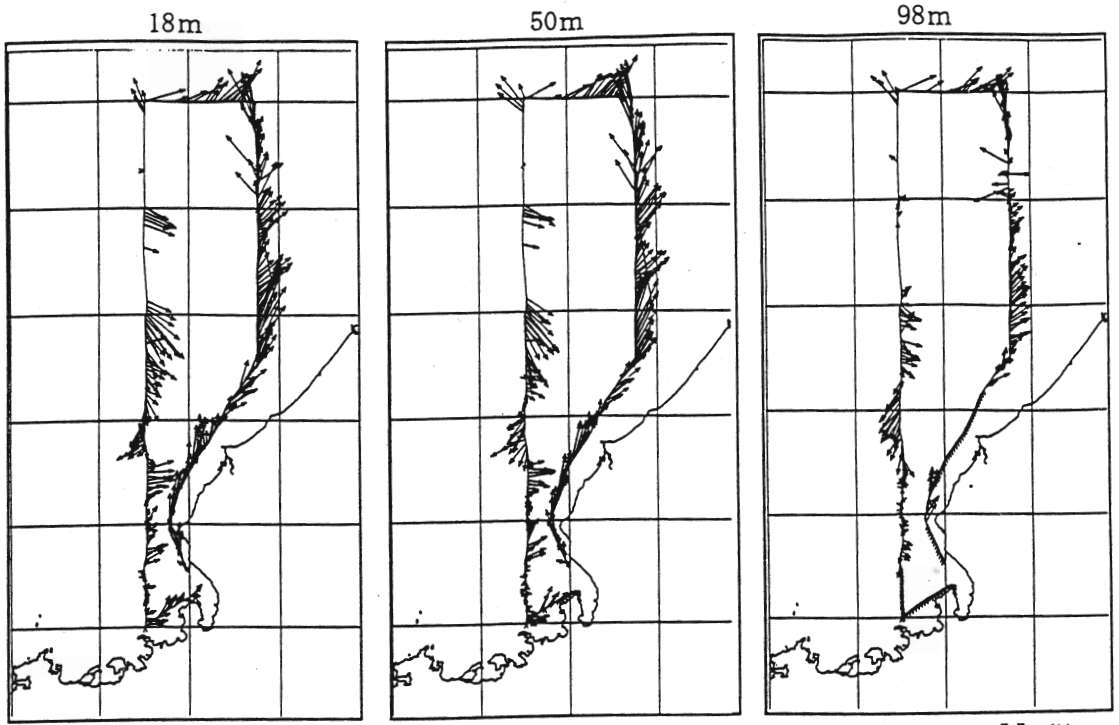


1993年6月

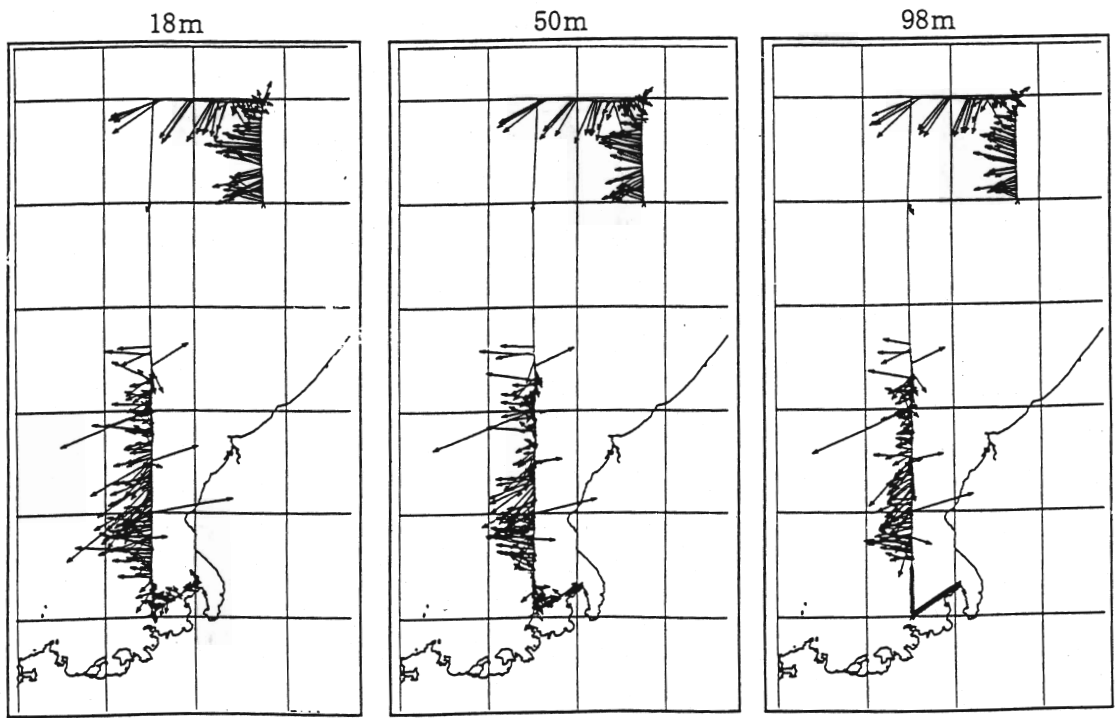


1993年9月

付図2 ADCP作図結果.

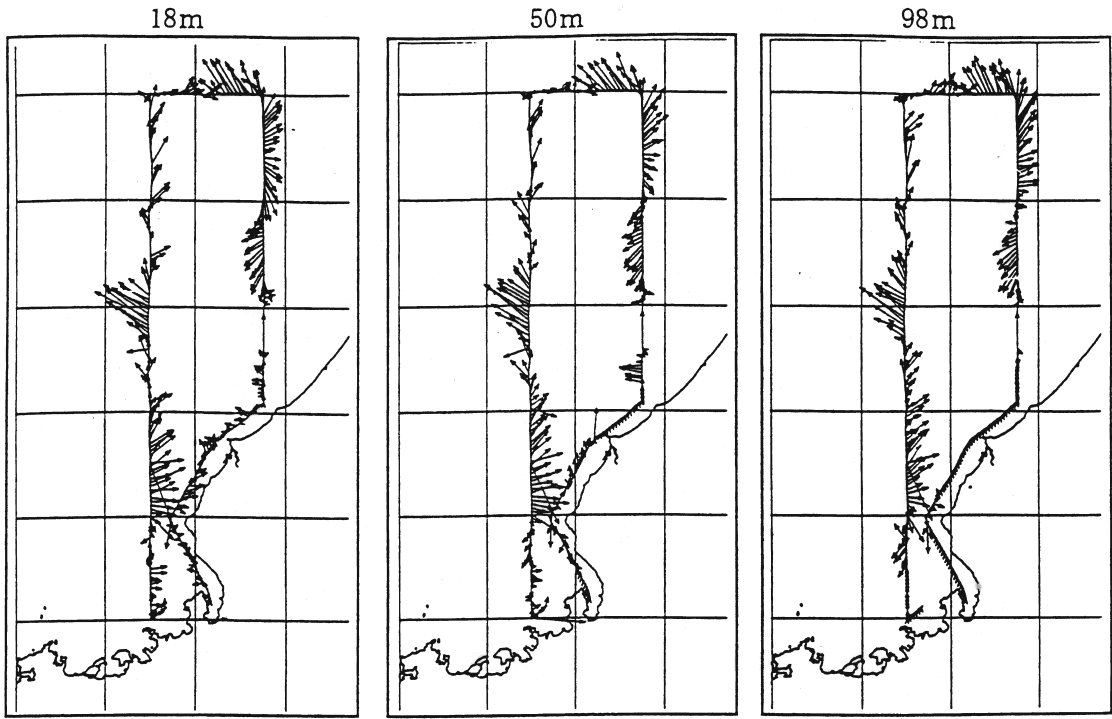


1993年11月



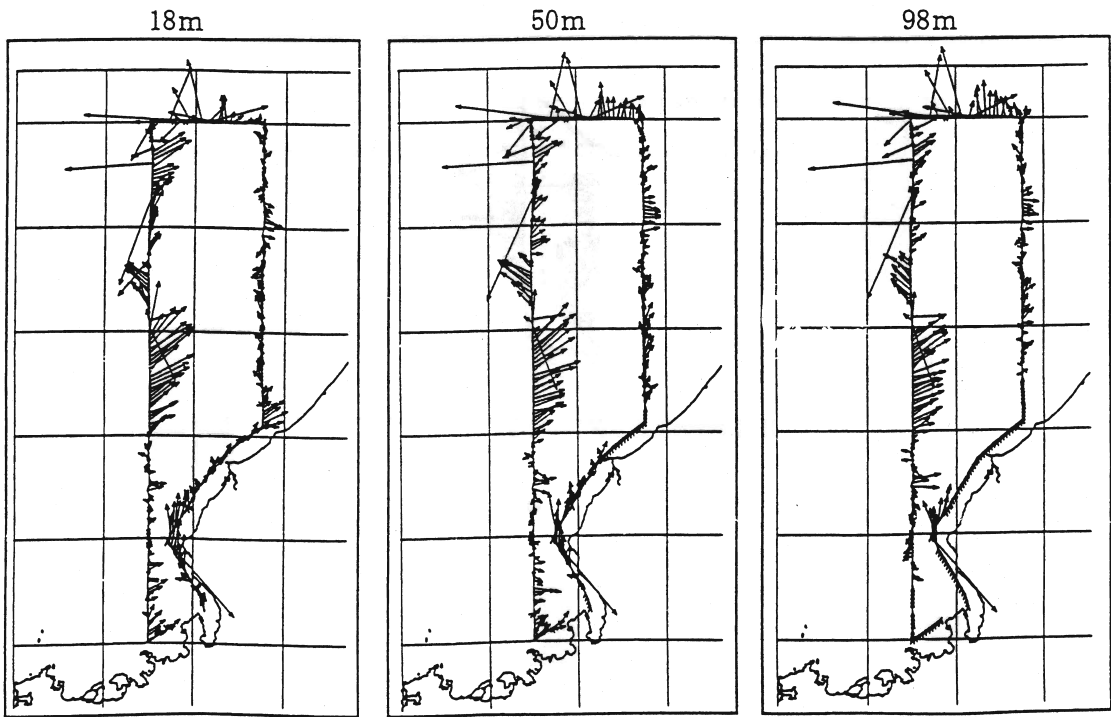
1994年3月

付図3 ADCP作図結果.



1994年4月

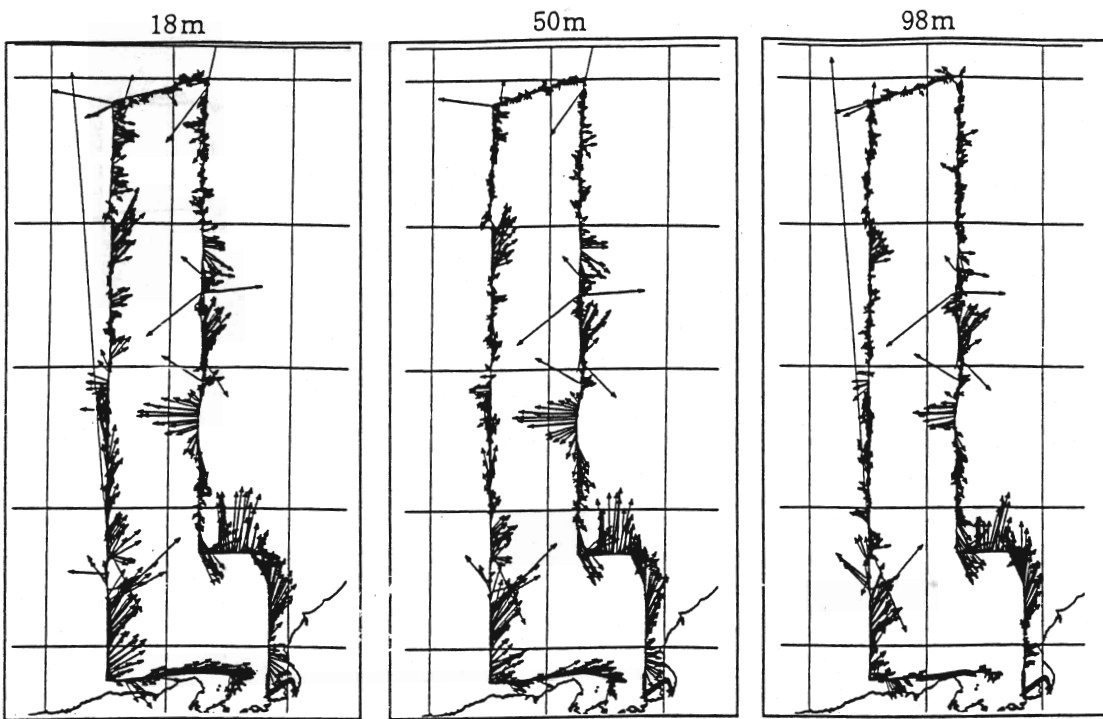
1kt



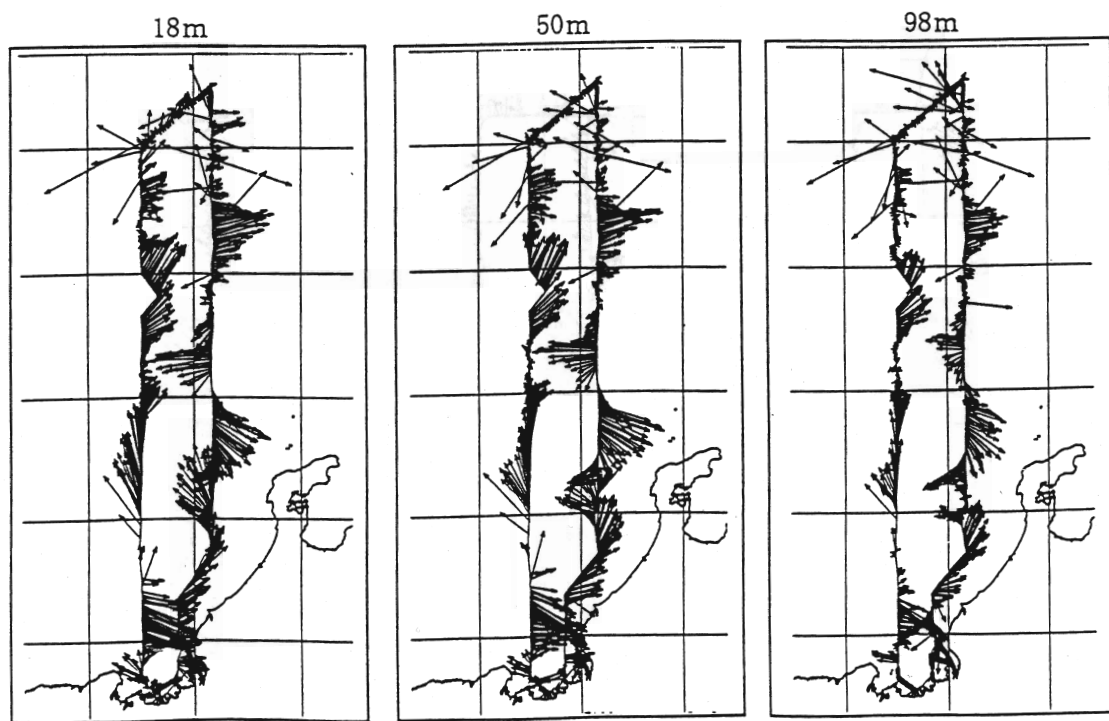
1994年5月

1kt

付図4 ADCP作図結果.

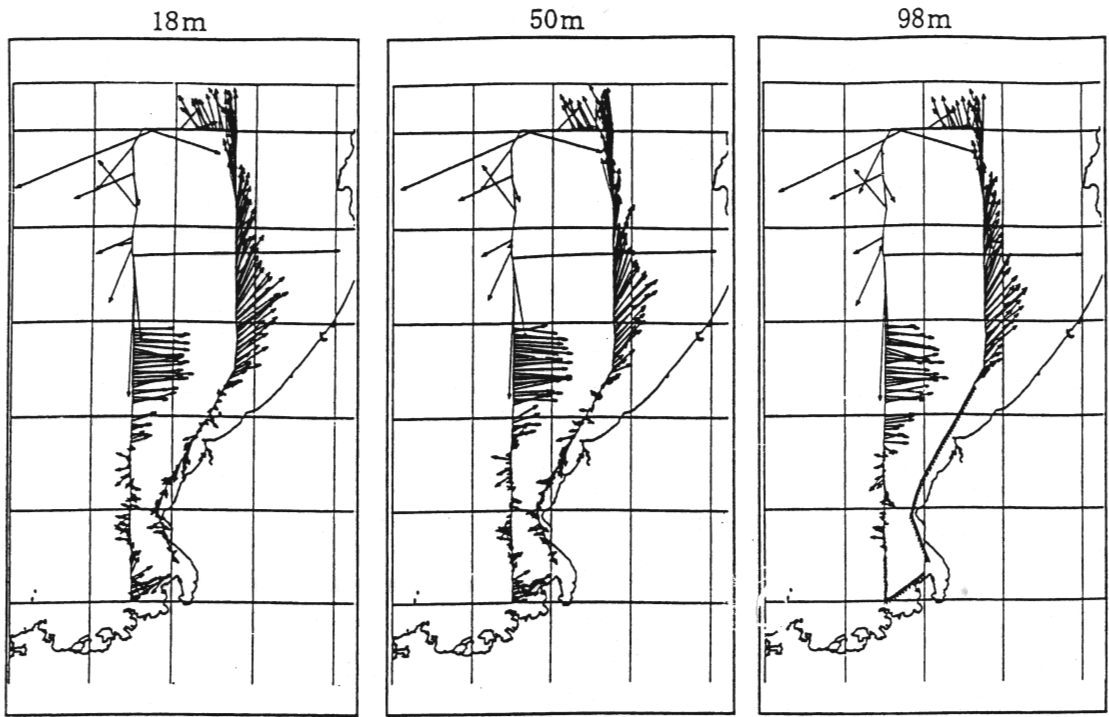


1994年6月



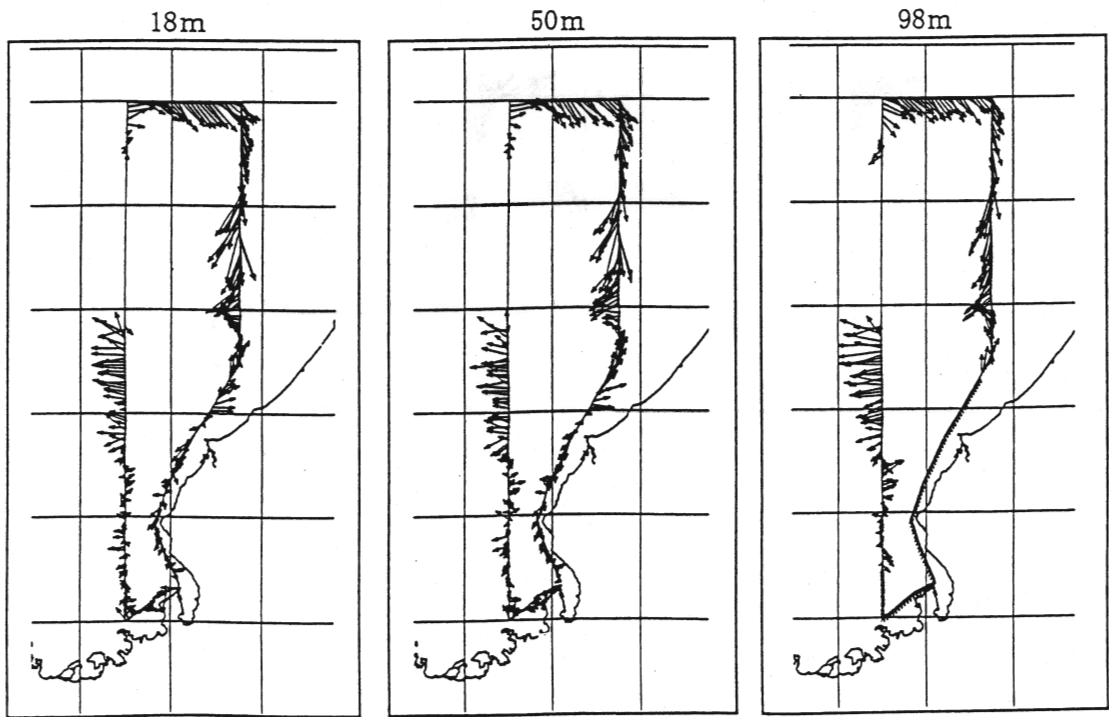
1994年9月

付図5 ADCP作図結果.



1994年10月

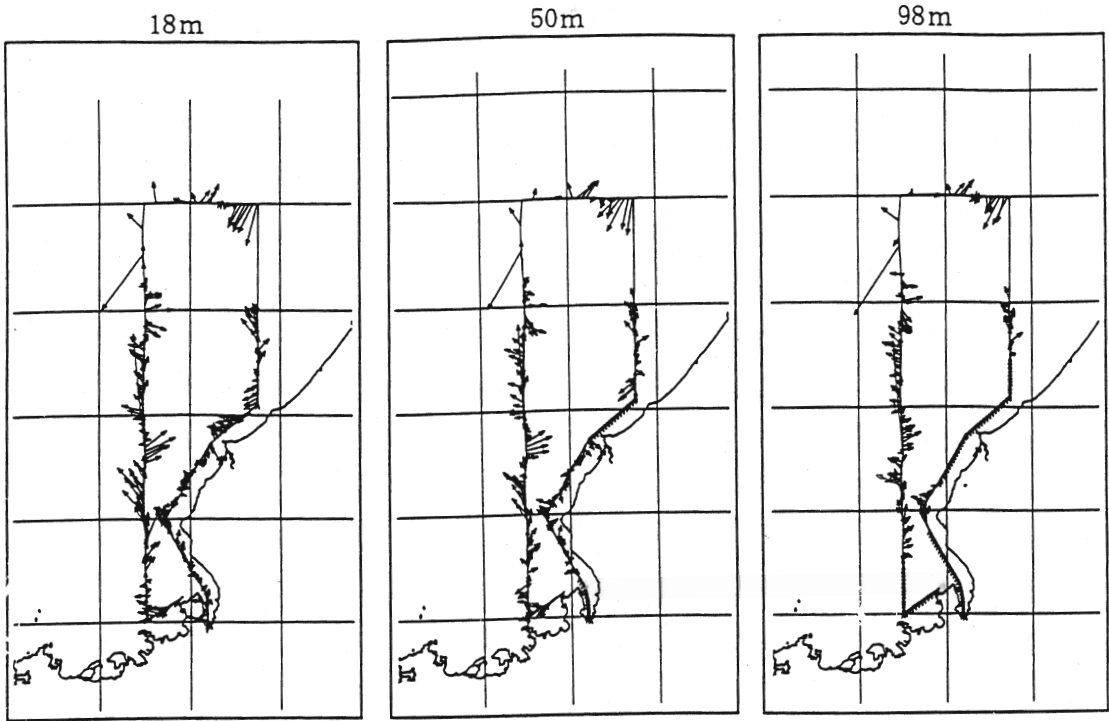
1kt



1994年11月

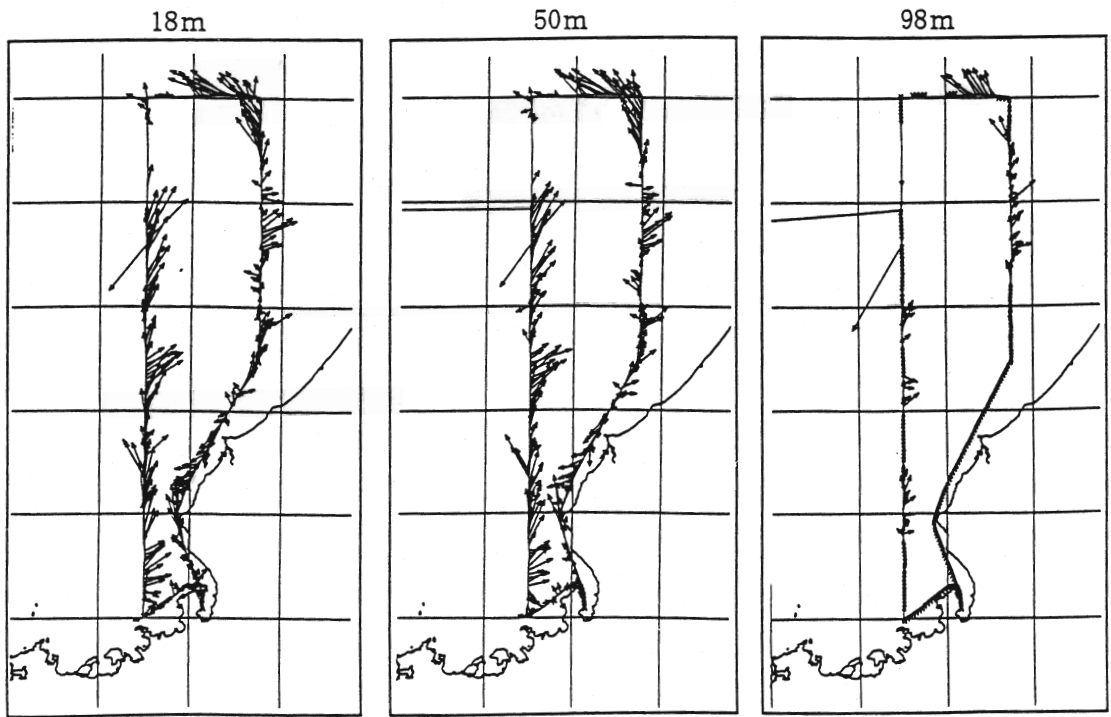
1kt

付図6 ADCP作図結果.



1995年3月

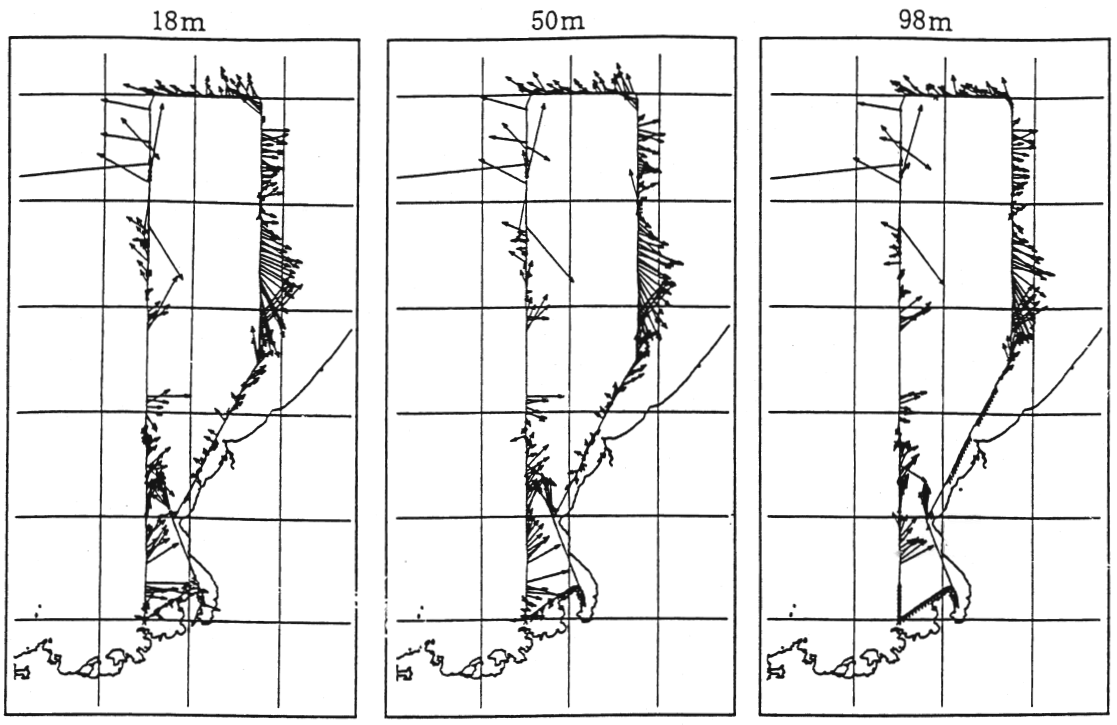
1kt



1995年4月

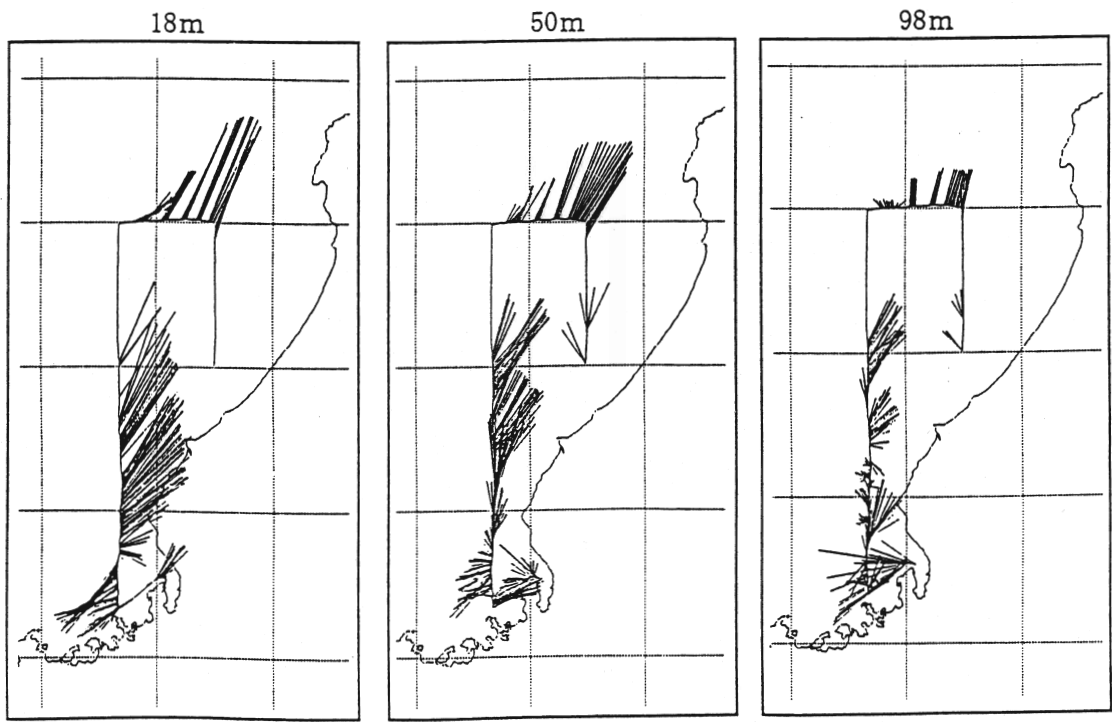
1kt

付図7 ADCP作図結果.



1995年5月

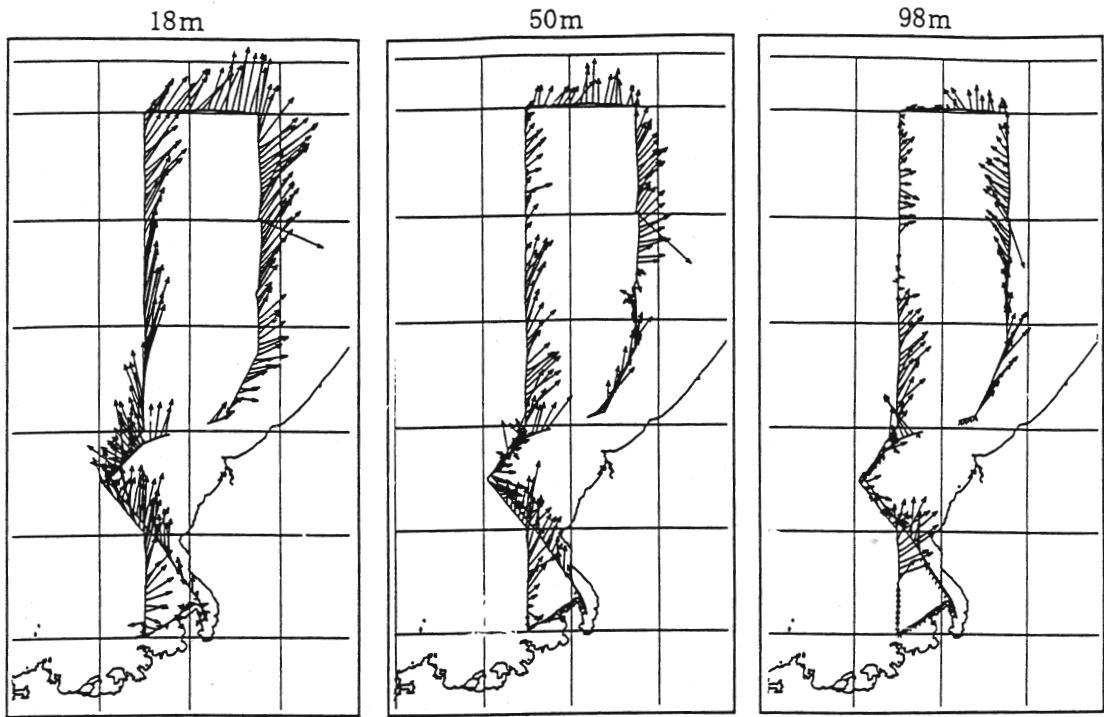
1kt



1995年9月

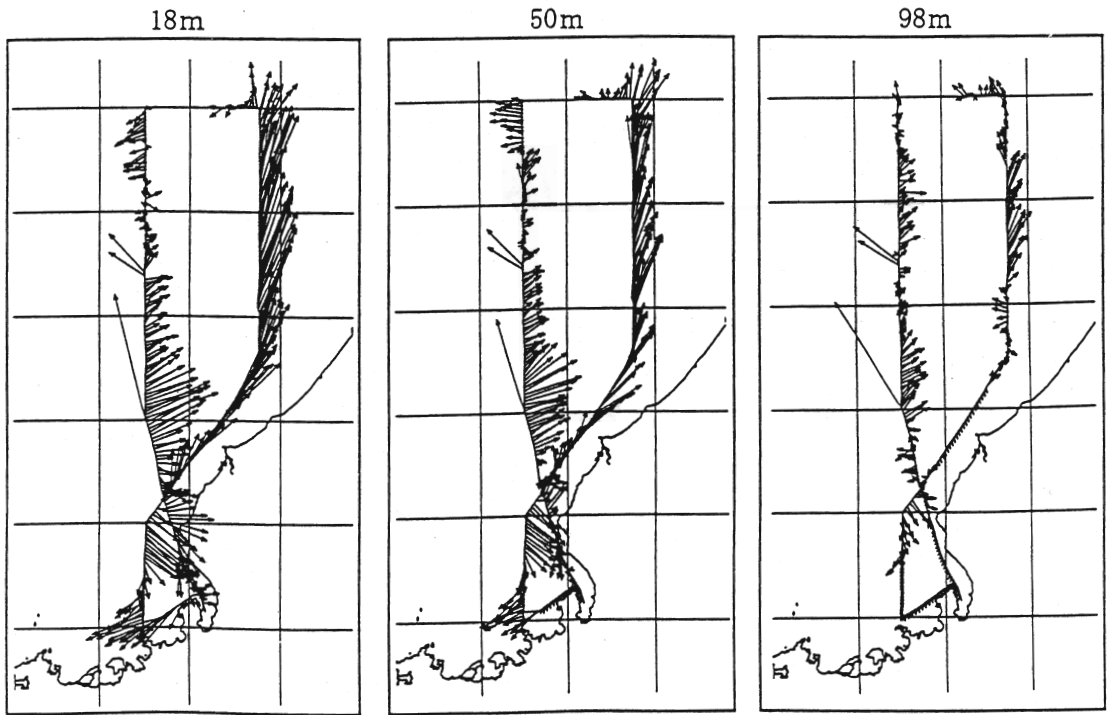
50cm/sec

付図8 ADCP作図結果.



1995年10月

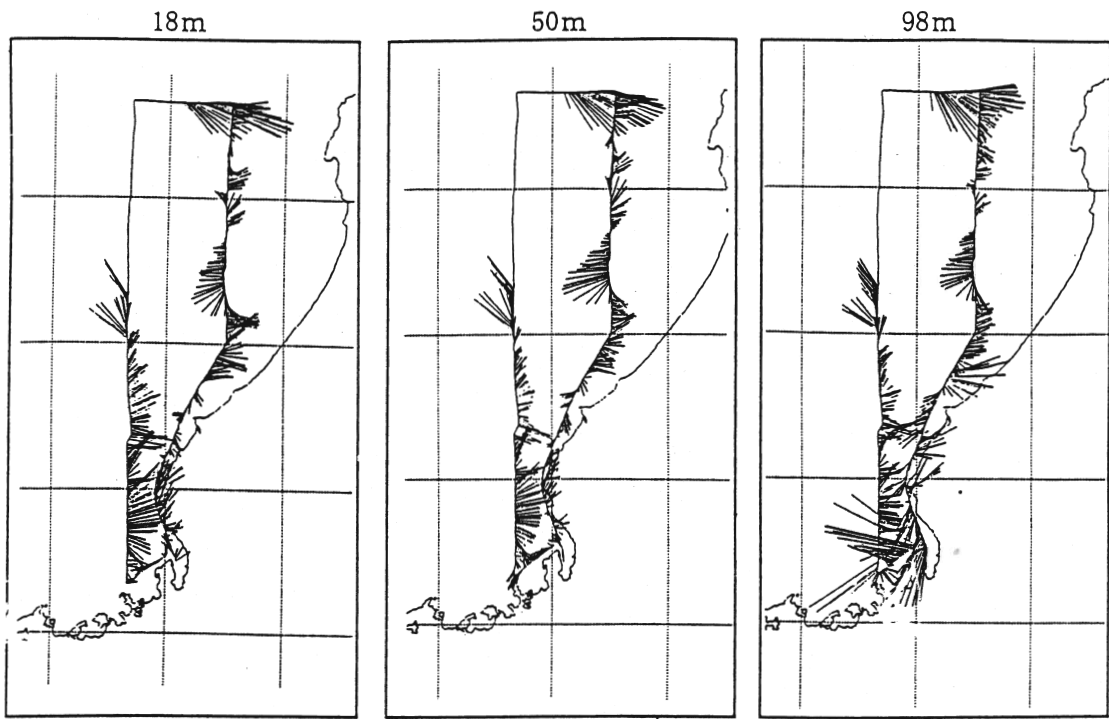
1kt



1995年11月

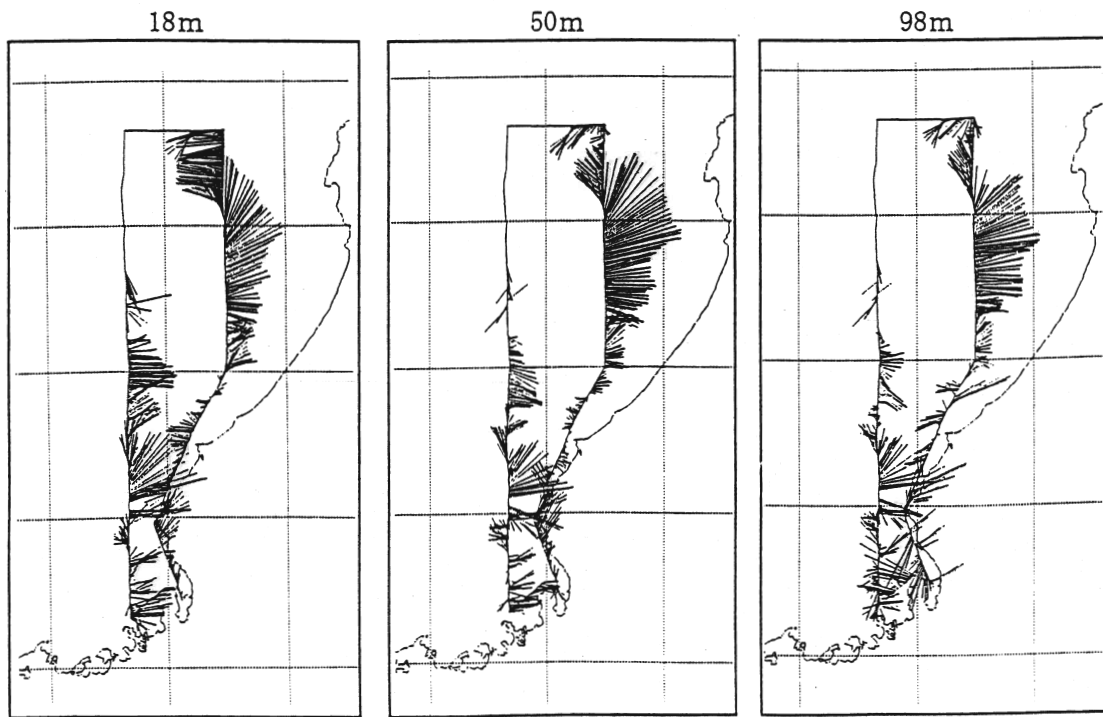
1kt

付図9 ADCP作図結果.



1996年4月

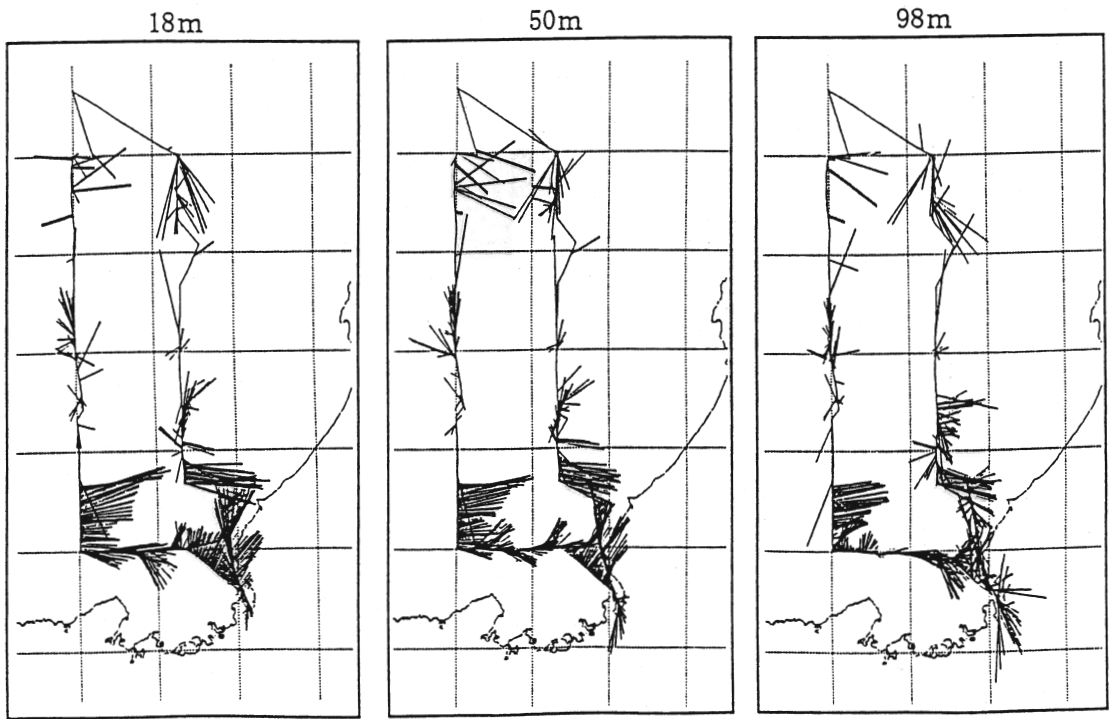
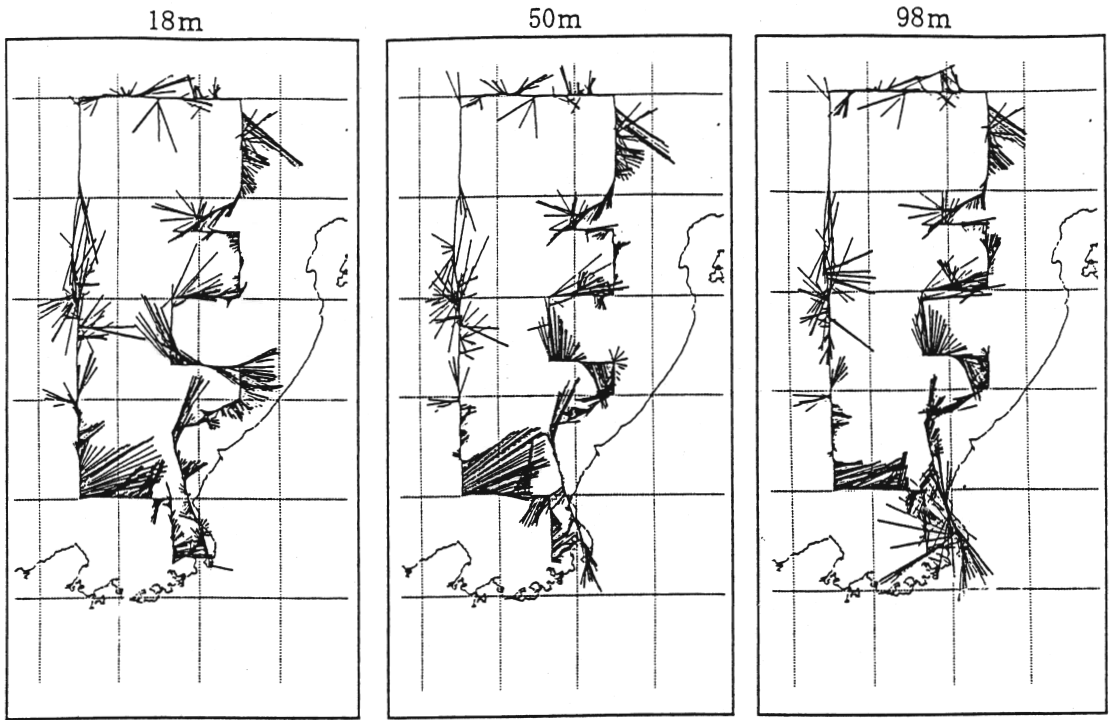
50cm/sec



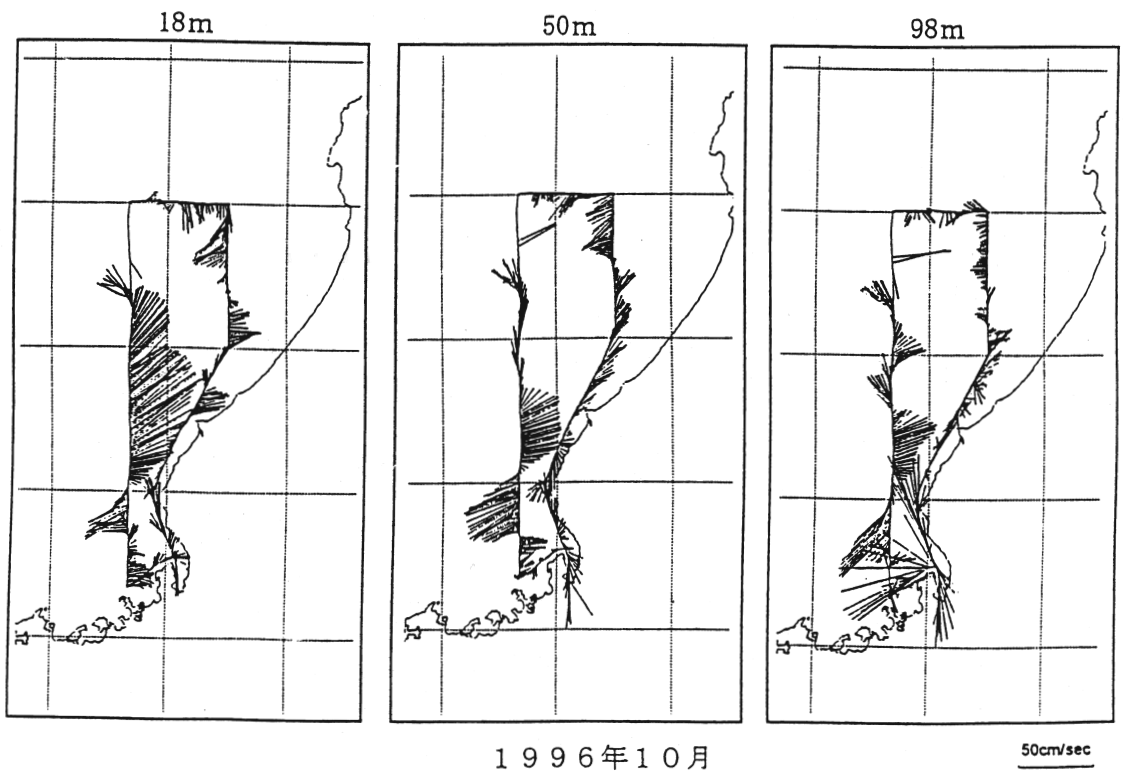
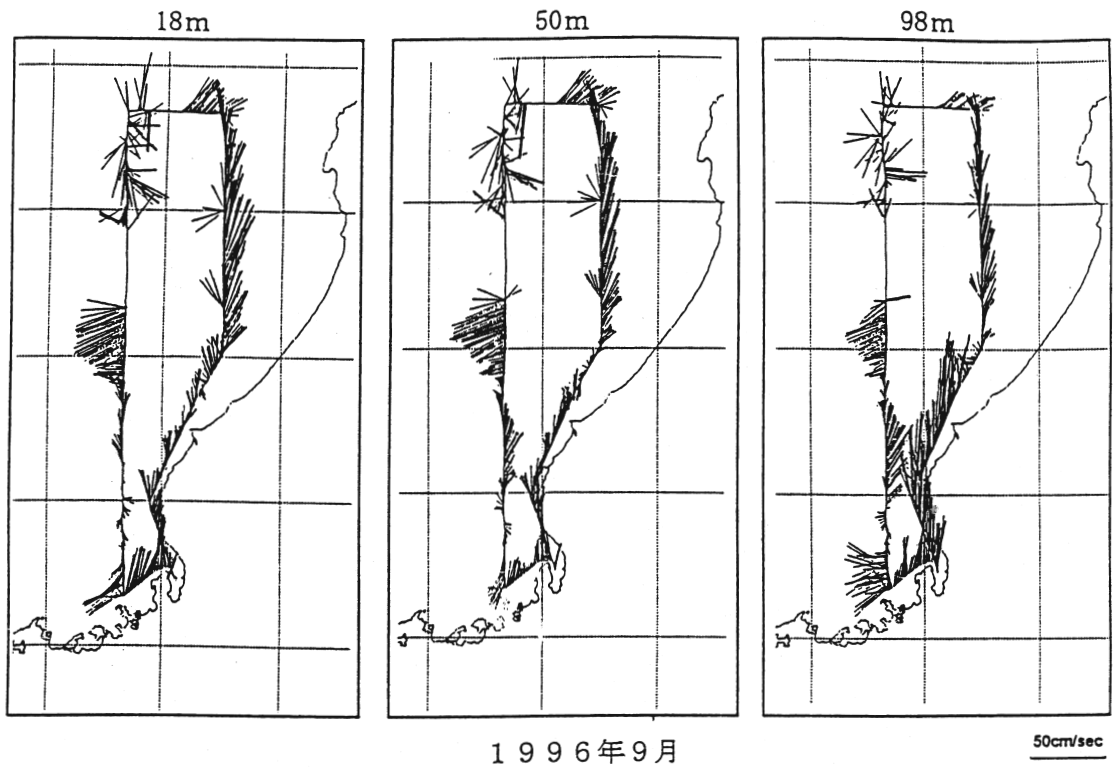
1996年5月

50cm/sec

付図10 ADCP作図結果.



付図11 ADCP作図結果.



付図12 ADCP作図結果.