

TN8420 86-013(1)  
PNC ~~8420-86-05~~

内部資料

本資料は 年 月 日付で登録区分、  
変更する。 2001.6.20

[技術情報室]

# 東海沿岸海域における流動調査

Observation of Ocean Current in Tokai Coastal Area

## 第1分冊 調査結果の概要

1986年4月

動力炉・核燃料開発事業団

東海事業所

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村大字村松4番地49  
核燃料サイクル開発機構  
技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:  
Technical Cooperation Section,  
Technology Management Division,  
Japan Nuclear Cycle Development Institute  
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki, 319-1184  
Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)  
2001

東海沿岸海域における流動調査  
Observation of Ocean Current in Tokai Coastal Area



第1分冊 調査結果の概要

実施責任者 岩井 誠\*  
(環境安全課長)  
報告者 黒須 五郎\*  
晴山 央一\*  
浅野 智宏\*  
岡 努\*

要 旨

海洋における液体廃棄物の希釈・拡散の評価において、重要な因子のひとつに流動調査がある。東海村沿岸海域における流動調査は、再処理施設設置以前から、原研、東海区水産研、事業団等の機関により実施されており、昭和52年からは、事業団が海中放出口付近に自記式流向流速計を設置し、流動調査を行なってきた。

本報告書は、昭和52年以降、事業団が実施してきた流動調査の結果から、東海前面海域における流動特性について検討したものである。報告書の全体構成は、以下の分冊からなっている。

- 第1分冊 調査結果の概要
- 第2分冊 流向頻度及び流速階級頻度
- 第3分冊 流向別平均流速
- 第4分冊 流向・流速ベクトル
- 第5分冊 パワースペクトル解析結果
- 第6分冊 調和解析結果
- 第7分冊 プログレッシブ・ダイアグラム

本報告書はこのうちの第1分冊として、これまでの事業団における流動調査の全体概要に関してまとめたものである。

本調査は、放出源近傍(ニア・フィールド)の拡散評価において、基本的かつ重要なデータを提供するものであり、今後とも継続してデータの蓄積を図る予定である。

\* 安全管理部環境安全課

## 目 次

1. はじめに .....	1
2. 海洋調査の経緯 .....	2
2.1 海洋調査の全体概要 .....	2
2.2 流動調査の経緯 .....	7
3. 調査方法 .....	11
4. データ解析 .....	17
5. 解析結果及び考察 .....	26
6. 今後の課題 .....	32
参考文献 .....	33
付録A 流向出現回数及び流向頻度 .....	35
付録B 平均流速 .....	49
付録C 各年の年間及び四季別の流向頻度及び流速階級頻度 .....	55

## 1. は じ め に

東海再処理施設の運転に伴い、低レベル液体廃棄物が距岸 1.8 km に設置されている海中放出管から放出される。東海事業所では、定常的な海洋環境モニタリングとして、海水、海底土、海産生物等の定常的な採取と測定を行ない、再処理施設に起因する環境への影響の監視を行なっている。

一方、海洋における液体廃棄物の希釈・拡散の評価において、重要な因子のひとつに流動がある。東海村沿岸海域における流動調査は、再処理施設の設置以前から、原研、東海区水産研、事業団等の機関により実施されてきた。<sup>1),2)</sup> 昭和52年からは、事業団が海中放出口付近の海面下3m層に自記式流向流速計を設置し、流動調査を行なっており、また、55年9月からは海面下10m層に測定点を追加し、57年7月からは海面下16m層にも測定点を追加し、現在では、1定点3層において多重層の流動調査を行なっている。

これらの調査に基づく流向・流速分布は、海洋拡散評価においては、基本的かつ重要なデータであり、また、海洋中に存在する種々の時間的・空間的スケールをもった多数の変動現象について検討することも東海沿岸海域の特性を把握するといった観点から重要なことである。これら変動現象の解析にあたって、一般的には、スケールが異なればそれを支配する力学的要因も異なってくることから、事象をそれぞれスケール別に分解し、分類することが必要となる。

本報告書は、これまでの流動調査の結果から、流向・流速の分布状況、パワー・スペクトル解析、潮流の調和解析、プログレッシブ・ダイアグラム等の解析により、海中放出口付近の流動特性を検討したものである。本調査は、放出源近傍（ニア・フィールド）の拡散評価において、基本的かつ重要なデータを提供するものであり、今後とも継続してデータの蓄積を図る予定である。

## 2. 海洋調査の経緯

### 2.1 海洋調査の全体概要

事業団の前身である原子燃料公社は、昭和36年頃から原研の協力を得て再処理施設立地のための海洋調査を実施していた。昭和41年、再処理施設からの放射性廃液の海洋放出に伴う環境への安全性を確保するための調査・研究の場として、財原子力安全研究協会に、「放射性廃液の海洋放出調査特別委員会」（以下「海放特委員会」と略記）が設置された。これにより、約70名以上の専門の研究者がこのプロジェクトの下で議論を行なうこととなった。海放特委員会は、5つの分科会から成り立っており、その組織を図2-1に示す。委員会は、5ヶ年のプロジェクトの間に様々な知見を集約し、また関係機関においてもいくつかの調査が行なわれた。

海洋拡散に係る検討、海産生物への放射性物質の濃縮に係る検討等を含め、得られた成果は、43年～44年の再処理施設の安全審査においても、有効な知見を提供することとなり、44年11月原子力委員会から内閣総理大臣に対し、再処理施設の安全性は十分確保しうるとの答申が行なわれた。

一方、この間にも地元漁業者団体、一部市町村等の施設設置に対する反応の声もあり、引き続いての海洋調査を実施することは、困難な状況であった。しかしながら、原子力委員会の答申でも海洋調査の継続について言及されていたこともあり、44年12月、水産庁に対して科学技術庁及び茨城県から海洋調査の実施についての要請があり、この結果、東海区水産研究所が中心となり、図2-2に示す調査が行なわれた。

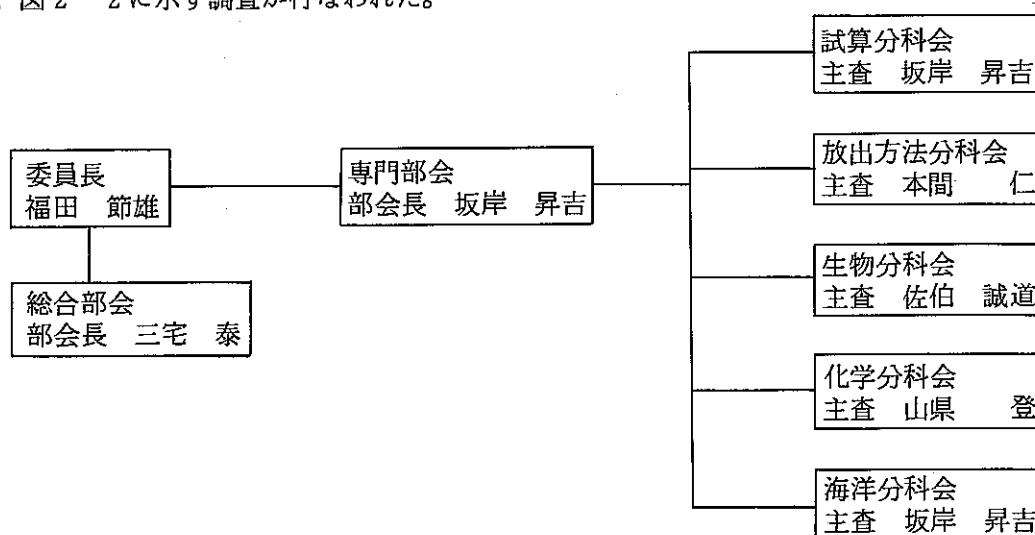


図2-1 「放射性廃液の海洋放出調査特別委員会」の分科会組織

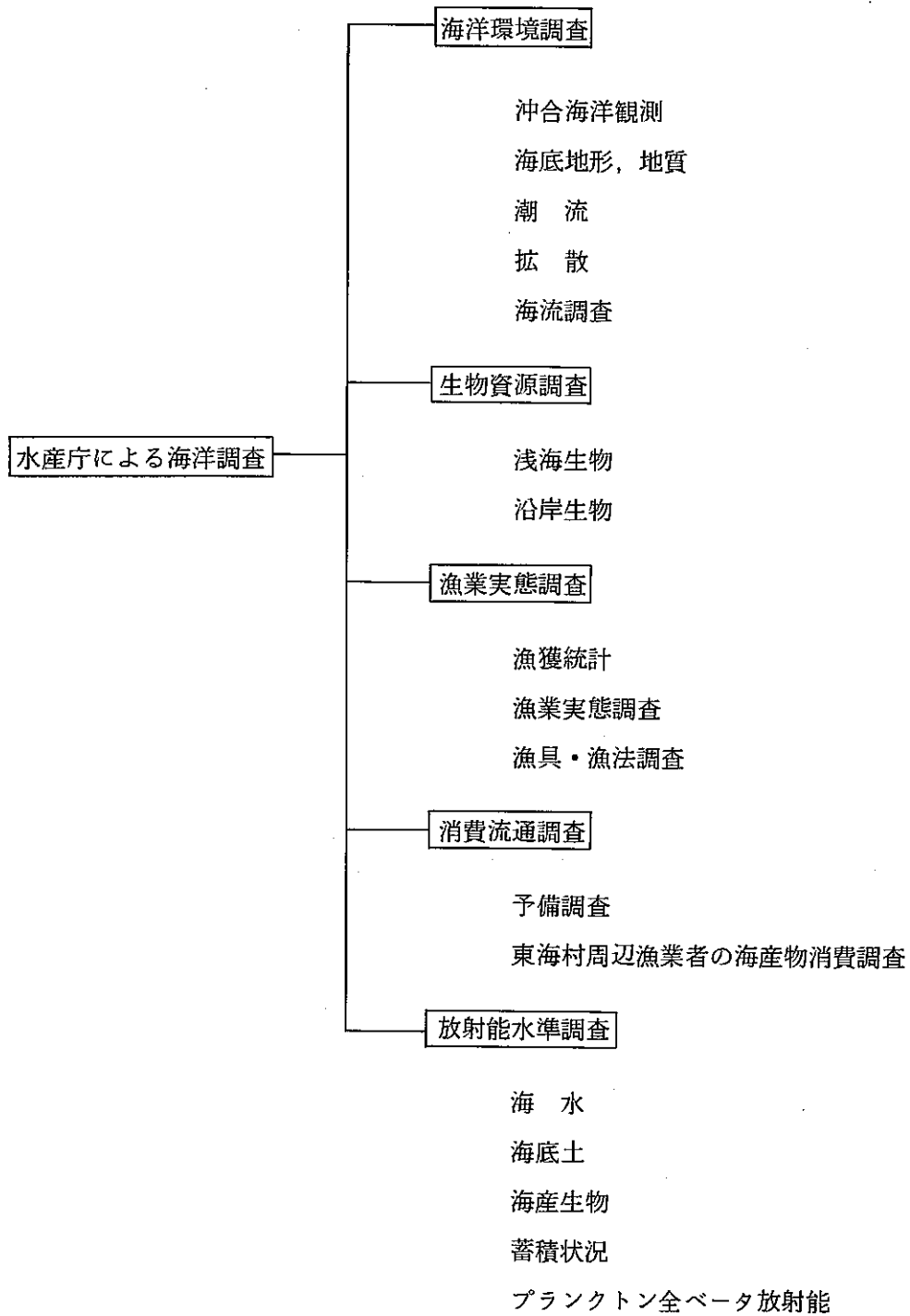


図 2-2 水産庁による海洋調査項目

44年からは、海放特プロジェクトの下で放射線医学総合研究所が「食品の消費に関する実態調査」を開始し、また47年からは、同じく原安協の下で「放射能クリティカル経路の調査」として継続されることとなった。

この間、46年からは事業団が事前調査として放射能水準調査を開始した。また、海底地形調査、生物調査等を実施し、海洋の一般的状況に関するデータの蓄積を図った。49年1月には、モニタリング船「せいかい」を導入し、海洋試料の採取、海象観測等を定常的に実施するための体制の整備を図った。

一方、東海再処理施設は、昭和46年6月5日付けで原子炉等規制法に基づく設計及び工事の方法の認可を受け、また茨城県からも6月7日付けで建築基準法に基づく着工の認可を得、工事を開始し、昭和49年にはその建設を完了した。海中放出管は、海洋調査の結果を踏まえて、距岸1.8 kmの点に設置された。50年8月には、保安規定の認可とともに、環境放射線モニタリング中央評価専門部会の審議を経て、環境監視計画が定められ「再処理施設からの低レベル廃液の海への放出に係る詳細な審査」が行なわれ、海洋放出に係る被ばく評価について、前回の安全審査以降得られた知見を踏まえて全面的に見直した。東海再処理施設は、ウラン試験を経て、52年9月からホット試験運転に入り、ホット試験運転の間に、海中放出管から放出される実廃液中のトリチウムをトレーサーとして海洋における拡散・希釈効果の調査を行なった。

55年9月からは、低放射性廃液蒸発処理開発施設(E施設)及び極低放射性廃液蒸発処理開発施設(Z施設)本施設組み込みによりトリチウムを除く $\beta$ 放射能について海洋放出量を、それまでの年間260 Ciから26 Ciに低減した。

東海再処理施設は、56年1月から本格操業を開始し、その1年後の57年の原子力安全委員会環境放射線モニタリング中央評価専門部会において、環境監視計画の見直しが行なわれ、現在に至っている。

これら、海洋調査に係る経緯をまとめて表2-1に示す。



表 2-1 海洋放射能モニタリング計画に係る経緯

項目	年度	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	
海洋放射能調査	放射能水準調査	事前調査							保安規定に基づく海洋放射能モニタリング													見直し
	海底土放射能調査								□	□	□	□	□	□	□			□			□	
	環境影響詳細調査																	1回/月(県報告)				
海洋調査	拡散調査				水産庁						染料実験			H-3実験							染料実験	
	海底地形、底質、水質				水産庁																	
	生物調査								□	□	□	□										
	水温、塩分					原研・動燃																
	流向、流速					多点同時観測(原研)				□	多点同時	□										
	しおめ					水産庁					定点											
海放特の活動					原研・動燃																	
漁業、漁労実態調査					水産庁																	
消費実態調査					原安協(海放特)					原安協(放射能クリティカル経路)												
再処理施設の運転														ホット試験		使用前検査	本格操業					
その他の状況										↑ 「せいかい」の進水				↑ 県監視計画改訂	↑ 県監視計画改訂			↑ 県監視計画改訂	↑ 新「せいかい」の進水			

## 2.2 流動調査の経緯

東海地先海域における流動調査は、20年以上にもわたり実施されてきており、種々のデータの蓄積がはかられている。初期の頃の調査結果については、原研等の機関の報告書としてまとめられており、これらの調査結果が安全審査に反映されている。これらの流動調査は、大別して2つの方法によっている。一つは、定点における自記式流向流速計による流動調査であり、他は漂流浮標等を用いる追跡調査である。自記式流向流速計は、ブイ等に接続して定点に設置し、流速計に内蔵した記録計の記録期間中連続測定を行なうことができるものであり、これに対し漂流浮標等による観測は、常時追跡が必要であり、データの連続性を確保することは困難である。

昭和44年の安全審査においては、主として原研の調査報告書「JAERI 4044」<sup>1)</sup>にまとめられた昭和38年から41年のデータに基づき、再処理施設からの低レベル廃液の海への放出に係る安全性の検討が行なわれた。流動調査は、漂流浮標による表層、海面下3m及び5mの3層流の数時間程度を主とする観測と、原研沖約700m及び約1400mに設置されたブイ（図2-2参照）による定点における海面下3m及び5mの測定をその内容とするものである。

その後、昭和42年から47年まで、本海域における流動調査は、原研をはじめとして関係各機関ならびに事業団によって行なわれたが、48年にはほとんど実施されていない。この間、昭和45年には、水産庁東海区水産研究所を中心とする総合的な海洋調査が実施され、その一環として、放出口予定地点における15昼夜連続測定及び周辺海域15点における1昼夜連続測定が海面下3mで行なわれ、漂流浮標追跡調査もあわせて実施された。その後、原研及び事業団により、新たにレーダーブイの漂流観測が実施され、また原研の定点における連続観測も1週間程度にまで及ぶようになった。49年から51年は、事業団において再処理施設の海中放出口付近の定点で調査を実施するとともに東西1km、南北4kmの海域で、多点同時流動調査を行なっている。

これらの結果から、「詳細な審査」においては、昭和40年から51年のデータに基づき、再処理施設からの低レベル廃液の海への放出に係る安全性の検討が行なわれた。そのデータの整理にあたっての基本的考え方は以下のとおりである。

- ・自記式流向流速計による測定データを中心とする。
- ・海面下3mの測定データのみを用いる。
- ・1965年（昭和40年）から1976年（昭和51年）までのデータを対象とする。
- ・測定点の差異は考慮しない。
- ・流向及び流速の測定値は、同一時刻においていずれかが欠測であれば、採用しない。

「詳細な審査」で用いられた流向分布を図2-3に示す。

図からもわかるように、流向に関しては、NNE-SSWを軸として比較的海岸線に並行した流向が多く、その他の方向は少ない。S-SSW-SWの3方位の流れが約30%、N-NNE-NEが約30%で、これら6方位の流向頻度が約60%となり、南北流の卓越がみられる。

流速に関しては、当該期間の11,000のデータを用い、1時間平均値を1サンプルとして平均

流速を求めると、40年から47年の測定データについては13.4 cm/s、49年から51年については13.7 cm/sとなり、40年から51年までの通算では、13.6 cm/sとなり、いずれも10 cm/s以上の平均流速となっている。なお、流速の変動幅はかなり大きく、40 cm/s以上の流速も記録されている。

安全審査においては、上記のデータに基づき評価を行なっているが、安全性の確認という観点だけでなく、東海沿岸海域の一般的な海況特性を把握するといった観点からも流動調査を継続して実施することは重要なことであった。そこで、52年9月から補足的な調査として、自記式流向流速計を放出口付近に設置し、連続観測を実施することにより、データの蓄積を図ることとした。

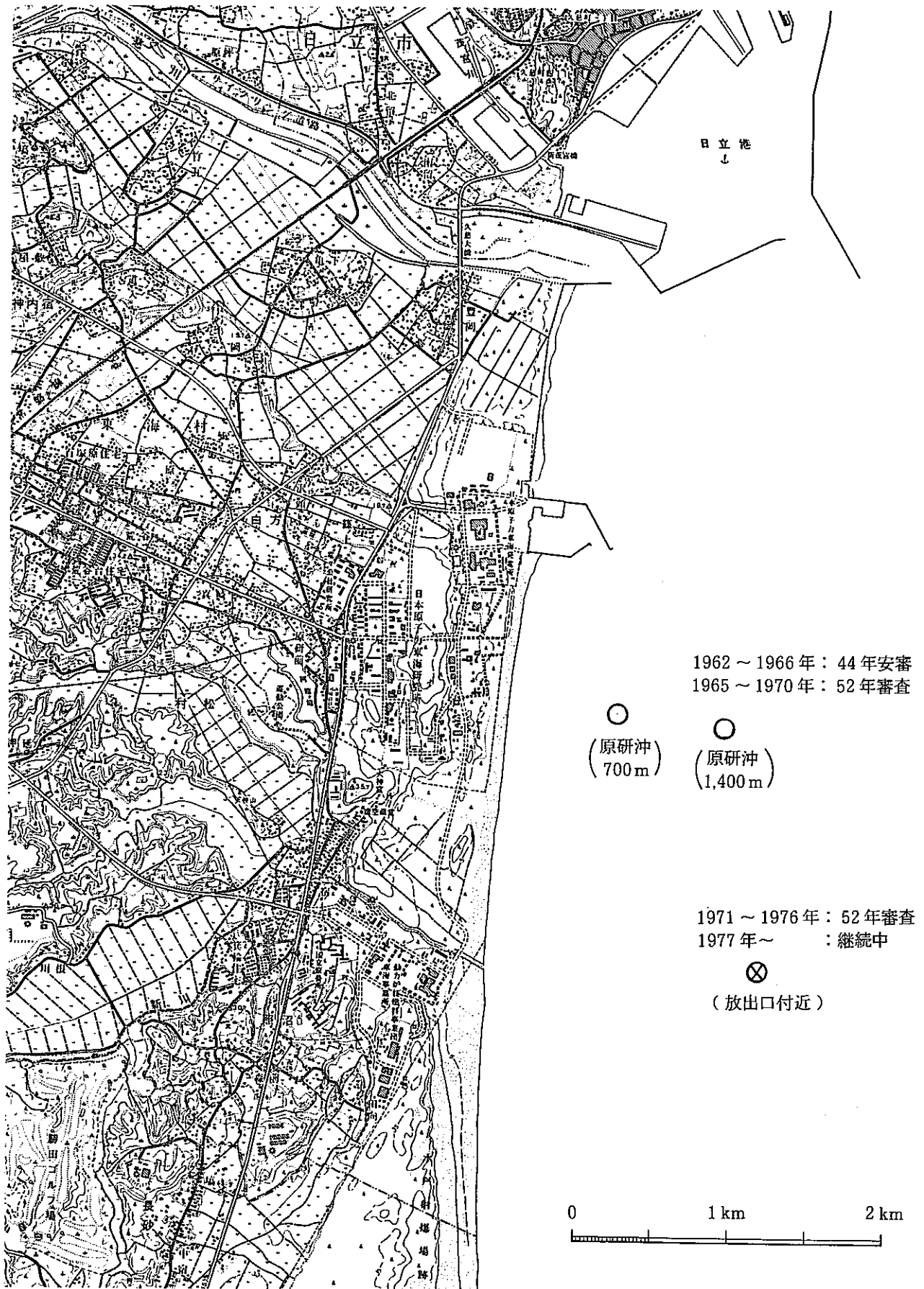


図2-2 流動調査地点

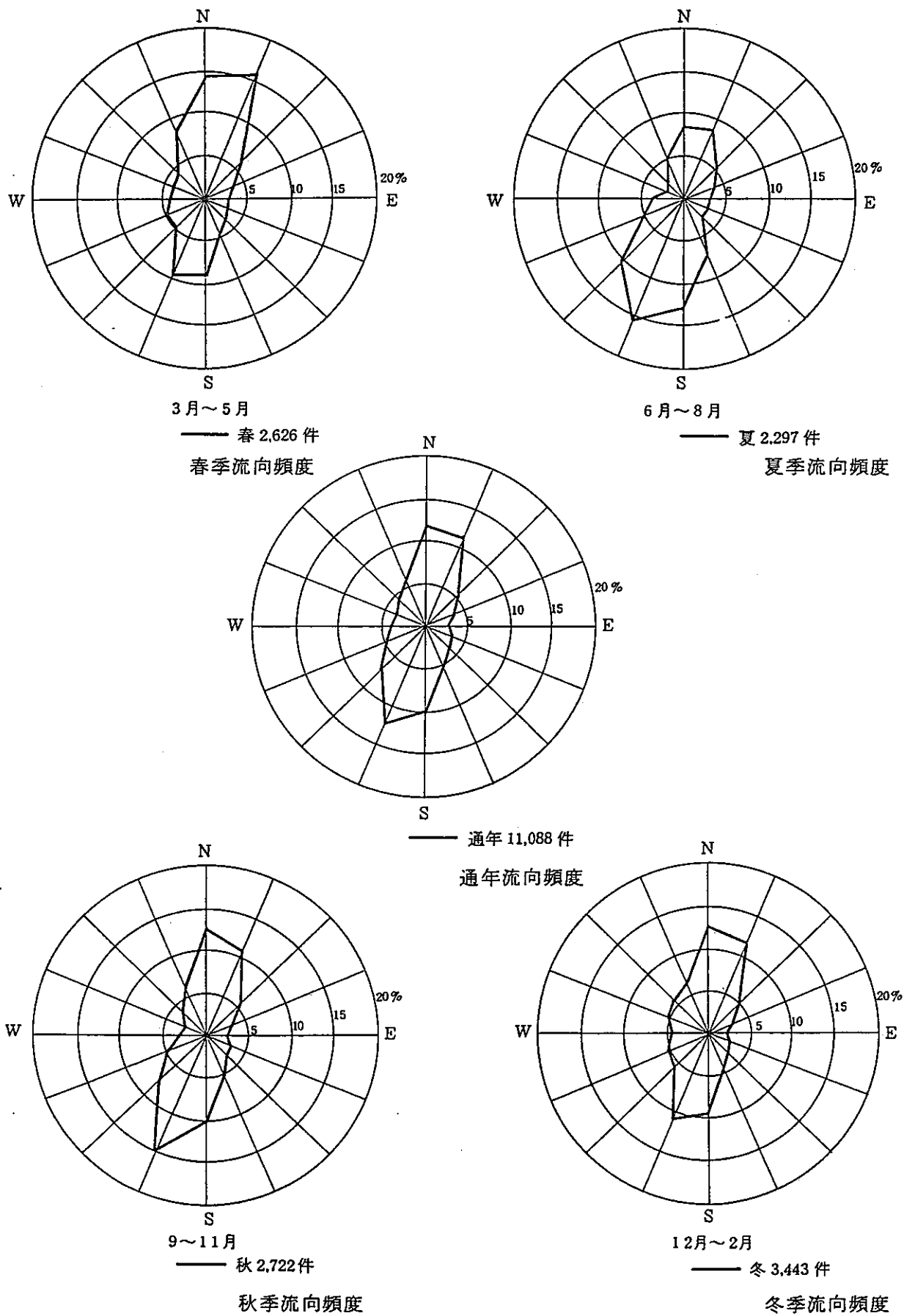


図 2 - 3 「詳細な審査」で用いた流向分布

### 3. 調査方法

流動調査は、図3-1に示す再処理施設海中放出口から南へ50m、西へ50mの地点に、ローター型自記式流向流速計を設置し、測定を行っている。自記式流向流速計は、アンデラー社製のベルゲン・モデル4を用いており、流向、流速、水温、塩分の4要素を一定間隔で測定することが可能で（本調査においては、5分間隔としている）、装置内部の磁気テープに記録する自記式の機器である。<sup>3)</sup>仕様は、表3-1に示すとおりであり、機器の外観は、図3-2及び3-3に示すとおりである。なお、本報告書では、流向と流速の2要素についてのみ着目してデータのまとめを行なっているが、水温、塩分については、引き続き別途検討する予定である。

自記式流向流速計の導入当初においては、吊り下げ方式により、海面下3m層において観測を行っていたが、昭和54年8月から55年9月の間、吊り下げ方式と立ち上がり方式の両方式による並行比較測定を行なった結果、吊り下げ方式は、立ち上がり方式に比べて、うねり、風波等の影響を受けやすいことが判明したので、昭和55年9月より設置方式を立ち上がり方式とし、また既設の海面下3m層の観測に加え、海面下10mについても連続観測を行なうこととした。さらに昭和57年7月からは、底層流の観測を行なう目的で、海面下16m（海底から3m）にも機器を設置し、合わせて1定点3層において多重層の流動調査を行なうこととした。現在の機器の設置方法は、図3-4に示すとおりである。

自記式流向流速計の記録は、内蔵の1/4インチ磁気テープに記録されることとなっており、最大33日まで記録することができる。現在は、原則として30日ごとに専門の潜水夫によりテープの交換及び機器の保守をおこなうこととしている。交換した磁気テープについては、安全管理棟に持ち帰った後、磁気テープ読み取り交換装置により1/2インチの通常の磁気テープに変換し、環境データ処理装置（IBM 4331）による計算機処理を行なっている。

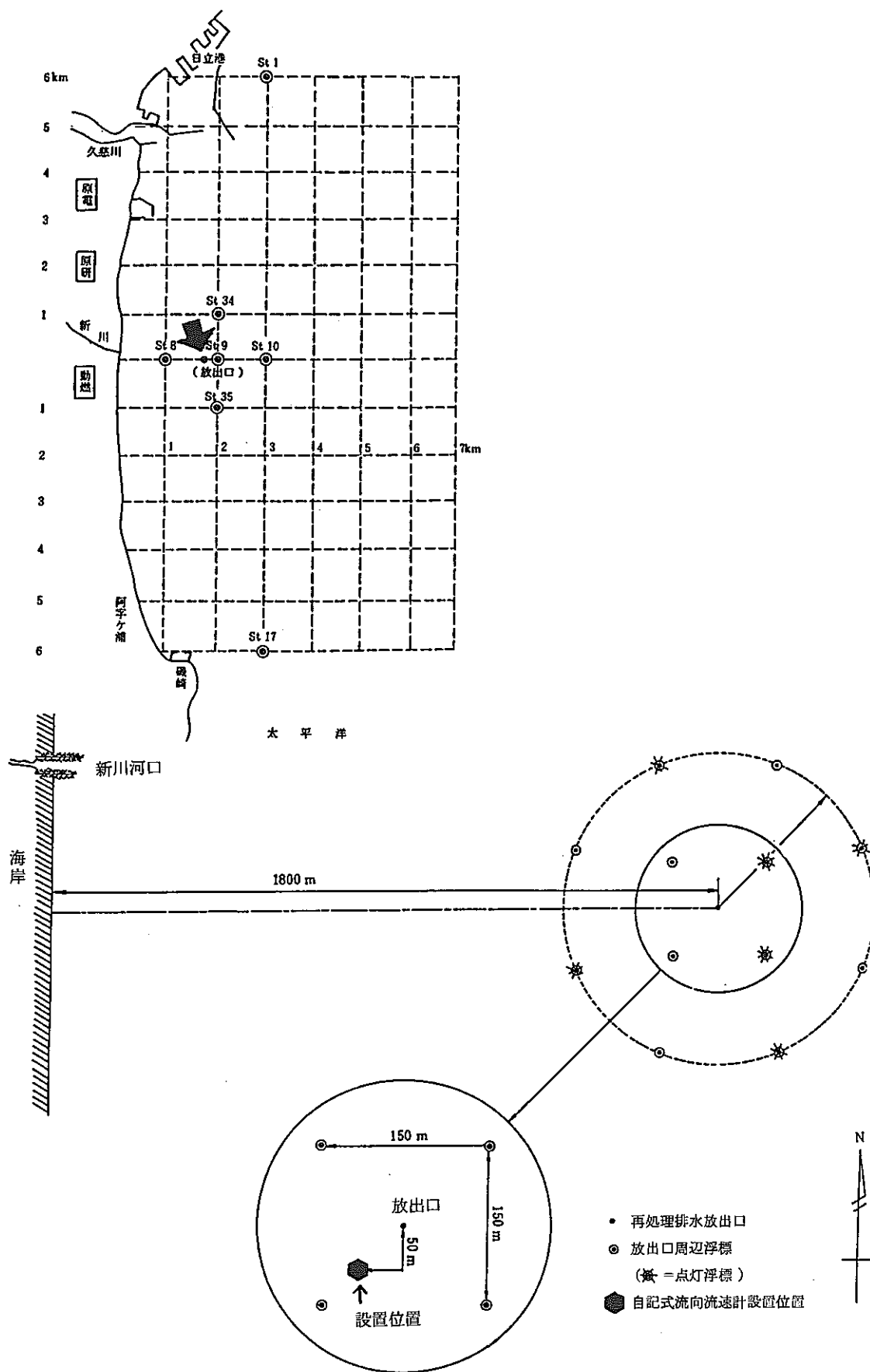
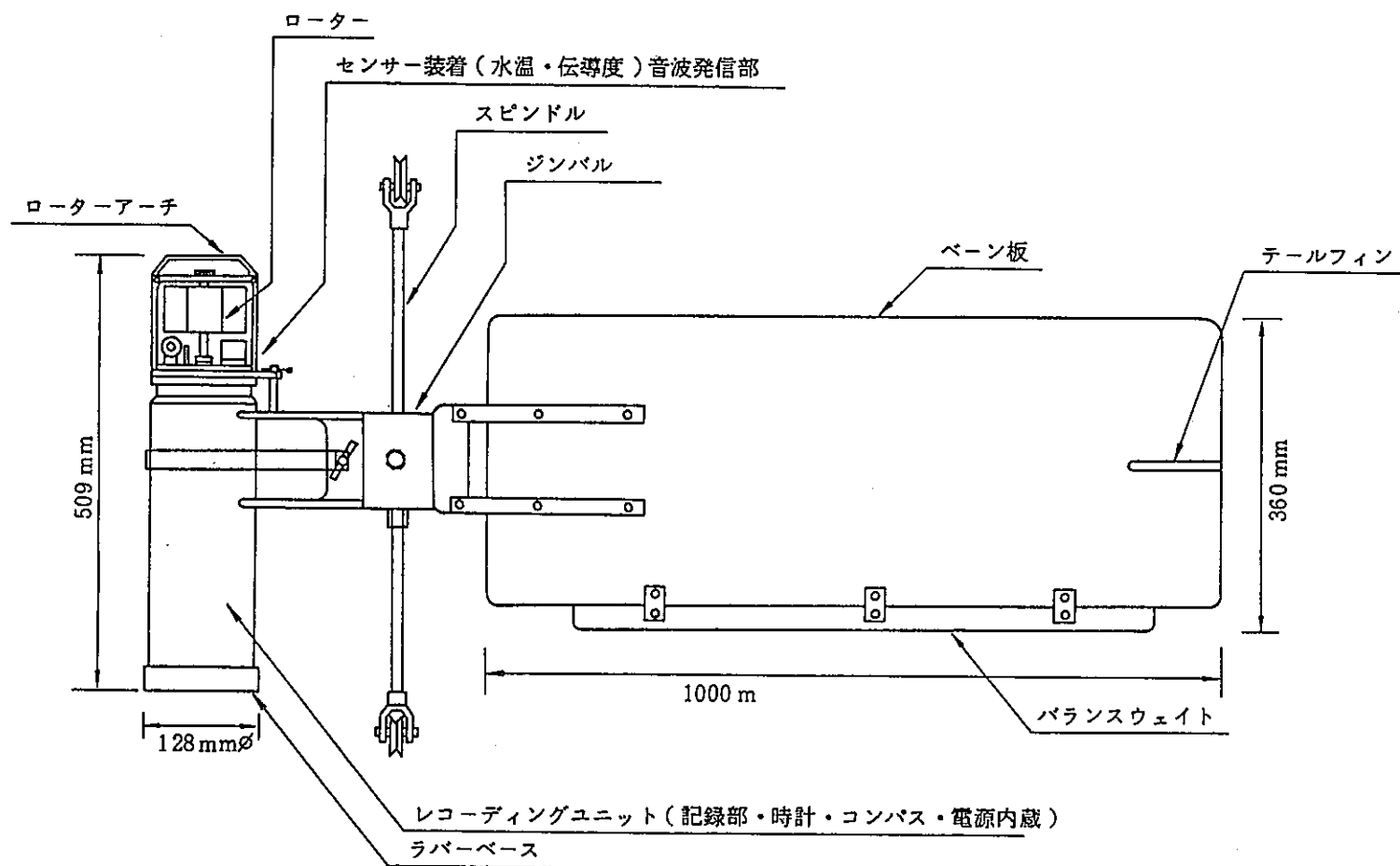


図 3 - 1 自記式流向流速計設置場所

表 3 - 1 ベルゲン・モデル 4 の仕様

測定項目	測定方式	測定範囲	測定精度
流 向	ベ ー ン 方 式	0.35°	流速 2.5~100 cm/s 100~250 cm/s ; ± 7.5° 流速 5~100 cm/s ; ± 5°
流 速	サボニアス・ロータ	2.5~250 cm/s	± 1.0 cm/s
水 温	サ ー ミ ス タ	-0.34~32.17 °C	± 0.15 °C
塩 分 (電気伝導度)	電磁誘導セル	0~70 mmho	± 0.7 mmho





材質：耐圧ケース = ニッケルメッキ合金

ベーン = 8mmのPVCプラスチック

その他 = ステンレス及びニッケルメッキブロンズ

重量 (全体) : 空中 = 26.6 Kg

水中 = 17.3 Kg

図3-2 自記式流向流速計 (ベルゲンモデル4) の外観図

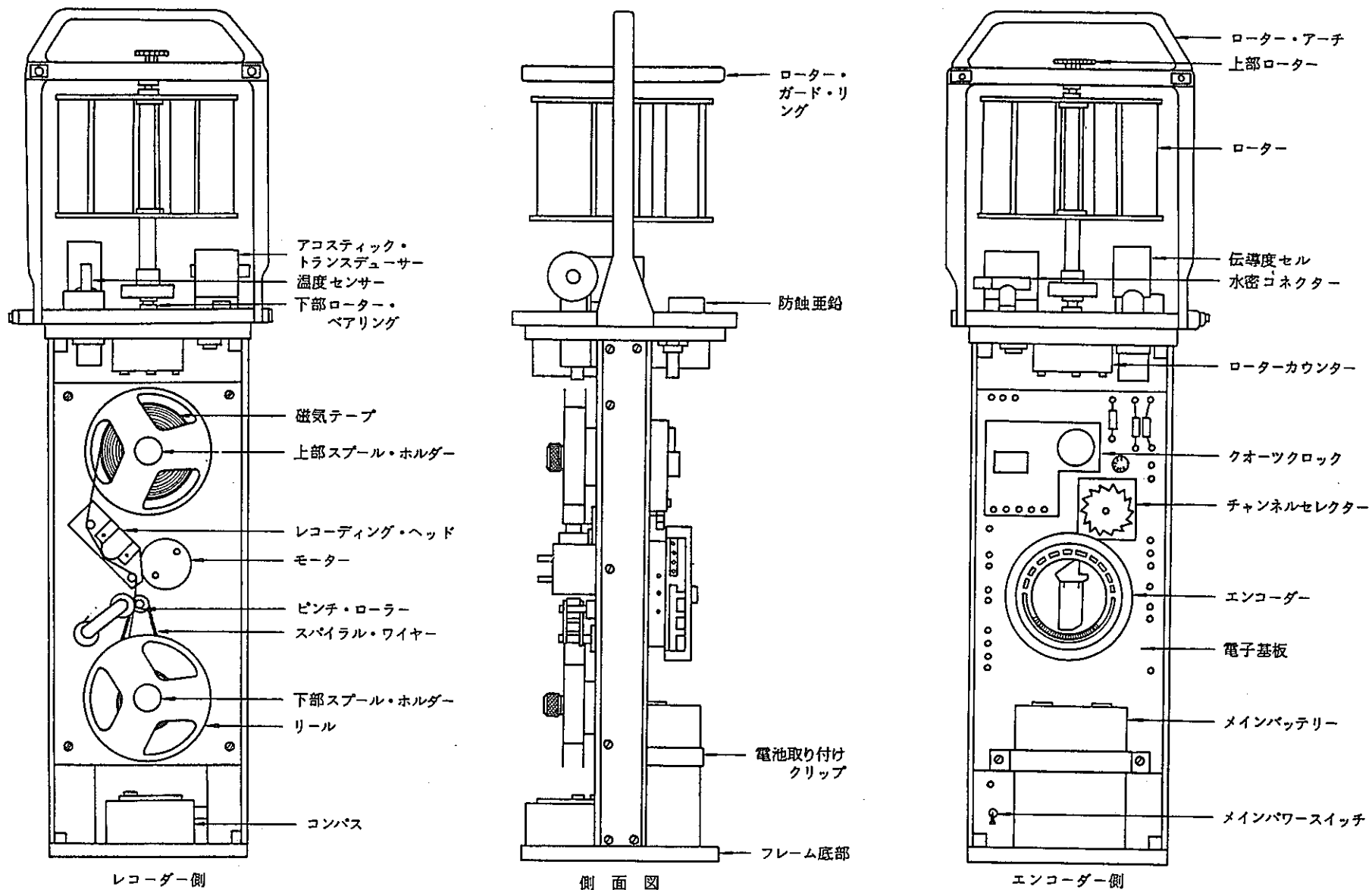
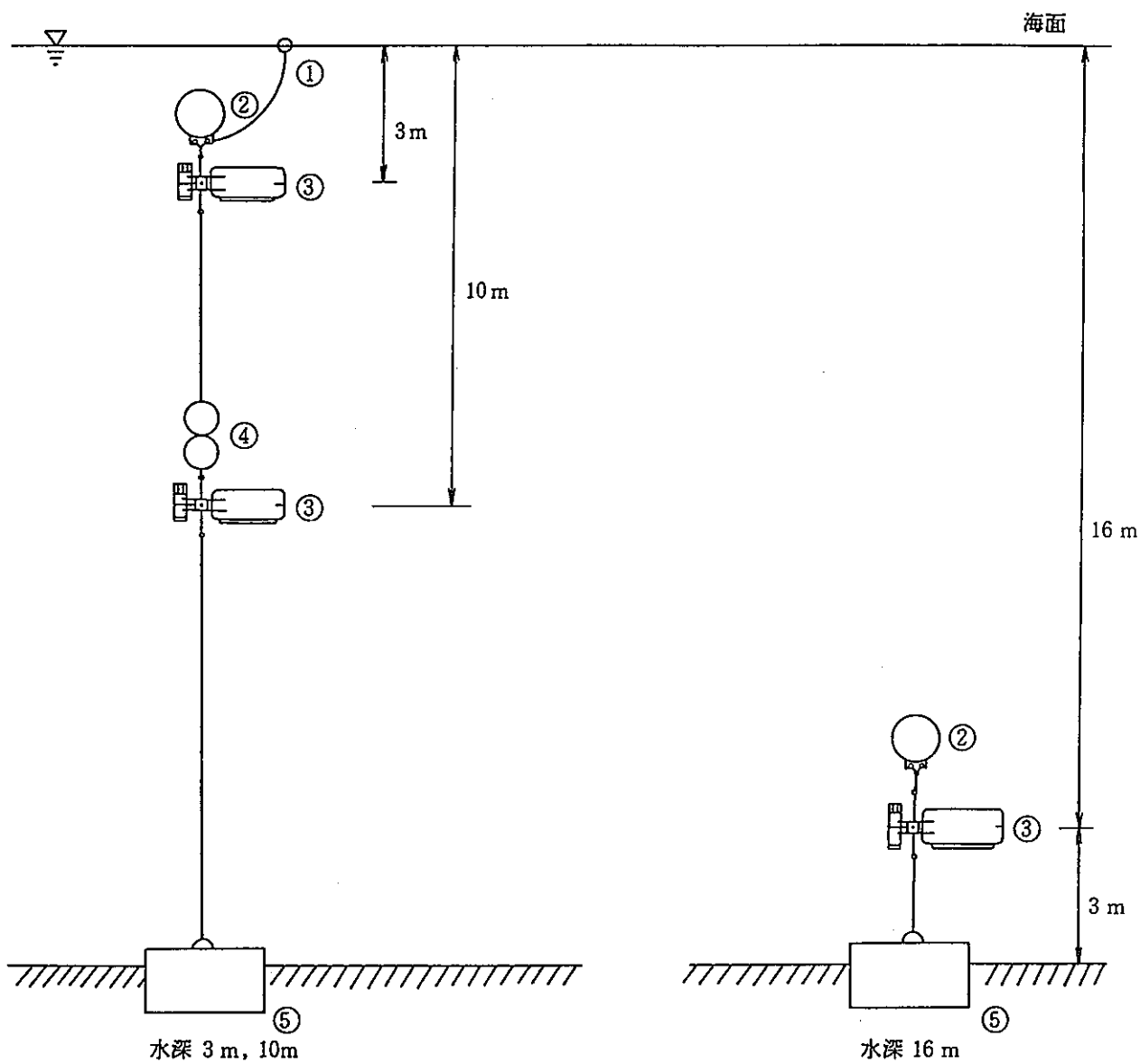


図3-3 自記式流向流速計レコーディングユニット

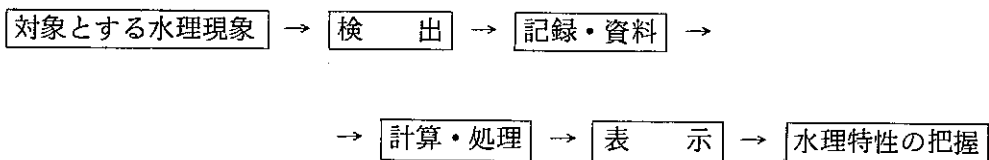


- ① マーカーブイ
- ② サイコラックフロート
- ③ 自記式流向流速計
- ④ 二連フロート
- ⑤ シンカー

図 3 - 4 自記式流向流速計設置方法

## 4. データ解析

海域における流動場は、時間的に変動しており、ある定点において連続的に観測されたデータは、ひとつの過程を表している。過程は、ランダムであったり、ある確率過程に従うものであったり、いくつかのパターンが考えられるが、ひとつのパターンのみを抽出したとき、その値は、ある確率過程に従うと考えられる。よって、過程の変動現象を統計的に処理することにより、海域における周期的特性、外的要因の有無等の流動特性を把握することができる。その解析のための一般的な手順は、以下のとおりである。



本検討では、東海沿岸海域における流動特性の把握のため、収集した連続観測記録を基に、表4-1に示す項目について解析を行った。本章では、データ整理にあたっての基本的考え方、流向・流速の1時間平均値の算出、パワー・スペクトル解析及び調和解析の概要について述べる。

表4-1 流動特性解析項目

	項 目	使 用 デ ー タ
i	流向出現頻度	1 時 間 平 均 値
ii	流速階級出現頻度	1 時 間 平 均 値
iii	流向別平均流速	1 時 間 平 均 値
iv	流向・流速ベクトル	1 時 間 平 均 値
v	パワー・スペクトル解析	1 時 間 平 均 値
vi	調和解析	1 時 間 平 均 値
vii	プログレッシブ・ダイアグラム	5 分 値 生 デ ー タ

## (1) データ整理の基本的な考え方

「詳細な審査」において用いた流動データの整理にあたっての基本的な考え方は、2.2節で述べたとおりであるが、本検討における基本的な考え方は、以下のとおりとした。

- ・海面下3m, 10m, 16m層は、それぞれ別々に解析する。
- ・海面下3m層の観測データについては1978年1月から1985年12月までのデータを対象とする。
- ・海面下10m層の観測データについては1981年1月から1985年12月までのデータを対象とする。
- ・海面下16m層の観測データについては1983年1月から1985年12月までのデータを対象とする。
- ・ただし、冬季の統計解析については、前年の12月から2月までとする。
- ・流向及び流速のデータが、同一時刻においていずれかが欠測であれば、当該データは採用しない。
- ・流向及び流速のデータ統計は、1ヶ月、3ヶ月、1年及び全観測期間を検討対象とする。
- ・海面下3m層の観測データの統計解析にあたって、昭和55年以前は吊り下げ方式の観測、それ以降は立ち上がり方式の観測であるが、全観測期間統計解析を実施する場合は、これらの差異は考慮しない。

## (2) 流向・流速の1時間平均値の計算

流向・流速データは、東西成分及び南北成分の5分値データとして整理されており、1時間平均値は、以下のとおり計算した。

$$X = \frac{x_1 + 2x_2 + 2x_3 + \dots + 2x_{N-1} + x_N}{2(N-1)} \quad (4-1)$$

ここで、記号の意味は以下のとおりである。

N：データ数（1時間平均値を求める場合13）

X：平均値

$x_i$ ：データ

(4-1)式により求めた、東西・南北成分の1時間平均値に基づき流向 $\theta$ 及び流速Vの1時間平均値は、次式により計算した。

$$V = \sqrt{(\text{東西成分1時間平均値})^2 + (\text{南北成分1時間平均値})^2} \quad (4-2)$$

$$\theta = \tan^{-1}(\text{東西成分1時間平均値} / \text{南北成分1時間平均値}) \quad (4-3)$$

なお、流向は、1方位を22.5°とし、表4-2に示す16方位に分けて、解析を行った。

表4-2 流向方位の分割

方位	角 度
NNE	$11.25^\circ < \theta < 33.75^\circ$
NE	$33.75^\circ < \theta < 56.25^\circ$
ENE	$56.25^\circ < \theta < 78.75^\circ$
E	$78.75^\circ < \theta < 101.25^\circ$
ESE	$101.25^\circ < \theta < 123.75^\circ$
SE	$123.75^\circ < \theta < 146.25^\circ$
SSE	$146.25^\circ < \theta < 168.75^\circ$
S	$168.75^\circ < \theta < 191.25^\circ$
SSW	$191.25^\circ < \theta < 213.75^\circ$
SW	$213.75^\circ < \theta < 236.25^\circ$
WSW	$236.25^\circ < \theta < 258.75^\circ$
W	$258.75^\circ < \theta < 281.25^\circ$
WNW	$281.25^\circ < \theta < 303.75^\circ$
NW	$303.75^\circ < \theta < 326.25^\circ$
NNW	$326.25^\circ < \theta < 348.75^\circ$
N	$348.75^\circ < \theta < 360.00^\circ, 0.00 < \theta < 11.25^\circ$

(3) 自己相関とパワースペクトル

一般的に二つの変数  $x$  と  $y$  との相互の関連の度を定量的に調べるには、 $x-y$  面上に、多くのサンプルから得られる  $(x, y)$  で定まる点を打てばよい。もしも、 $x$  と  $y$  とに関連があれば、一つの直線ないしは何らかの関数にのった形で分布するであろうし、逆に関連がなければ、原点のまわりに一様に分布するであろう。(図4-1)

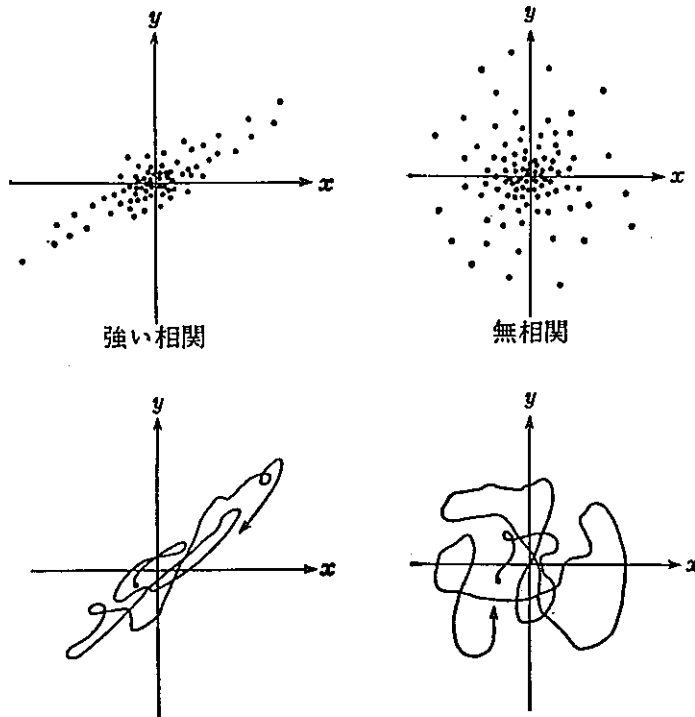


図4-1 不規則変数  $x, y$  の相関

すなわち、相関度  $r$  としてみたとき、 $x$  と  $y$  が無相関であれば  $r = 0$ 、 $\alpha$  倍の違いで完全に一致すれば  $r = 1$  (または  $-1$ ) となる。

さて、 $x(t)$  が周期  $T$  の周期変動であるとすれば、

$$x(t) = x(t \pm nT) \quad (n = 0, 1, 2, \dots) \quad (4-4)$$

と表せる。つまり、周期の整数倍だけ時間をずらすと元の波形と重ねることができる。不規則性変動  $x(t)$  が周期性の強いものならば、周期の整数倍だけ時間軸をずらすと元の波形と似ているであろう。したがって、ある時間  $\tau$  だけずらした波形が、元の波形と似ているかどうかを調べ、変動中の周期成分を判別するには、上の場合と同じく  $x = x(t)$  と  $y = x(t + \tau)$  の相関を求めればよい。

時間に関する不規則変数を  $x(t)$  とするとき、 $\tau$  時間たった二つの変動の積の平均値を次式で定義する。

$$C(t, \tau) = E [x(t) \cdot x(t + \tau)] \quad (4-5)$$

ここで、定義される統計的関数を自己相関関数 (auto-correlation function) と呼ぶ。また、隔たり時間  $\tau$  をラグという。ここでの平均操作は、基本的にはいわゆるアンサンブル平均であるが、定常確率過程では、次式のように時間平均でおきかえることができる。

$$C(\tau) = \overline{x(t) \cdot x(t + \tau)} = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} x(t) \cdot x(t + \tau) dt \quad (4-6)$$

$C(\tau)$  を  $\tau = 0$  の値  $C(0)$  で割って正規化したものを、自己相関係数 (auto-correlation coefficient) と呼ぶ。すなわち、次式で定義される。

$$R(\tau) = C(\tau) / C(0) = \overline{x(t) \cdot x(t + \tau)} / \overline{x^2(t)} \quad (4-7)$$

$$R(0) = 1$$

一方、周波数  $f$  に着目したとき、各周波数に対応したエネルギーの分布を解析する方法としてパワースペクトル (power spectral density) を定義する。パワースペクトル  $S(f)$  は、次式で与えられる。

$$S(f) = \lim_{T \rightarrow \infty} E \left[ \frac{|X(f)|^2}{T} \right] = \lim_{T \rightarrow \infty} E \left[ \frac{X(f) \cdot X^*(f)}{T} \right] \quad (4-8)$$

ここで、 $X(f)$  は  $X(t)$  の複素フーリエ成分 ( $X(f) = \int_{-\infty}^{\infty} X(t) e^{-i2\pi ft} dt$ ) であり、 $X^*$  は  $X(f)$  の共役を表す。ウィナー・ヒンチン (Wiener-Khintchine) の関係によれば、スペクトルと自己相関は相互にフーリエ交換の関係により、以下のことがいえる。

$$S(f) = \int_{-\infty}^{\infty} C(\tau) e^{-i2\pi f\tau} d\tau = 2 \int_0^{\infty} C(\tau) \cos 2\pi f\tau d\tau \quad (4-9)$$

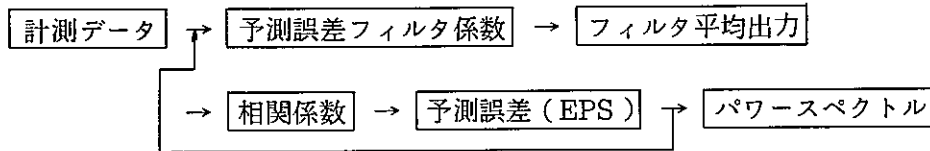
$$C(f) = \int_{-\infty}^{\infty} S(f) e^{i2\pi f\tau} df = 2 \int_0^{\infty} S(f) \cos 2\pi f\tau df \quad (4-10)$$

これらの手法は、一定の期間の流速の南北成分あるいは東西成分について、それぞれの母集団における周期特性を解析するために有効な方法であり、本報告書においては、パワースペクトルについて検討した。

パワースペクトルの計算にあたり、ブラックマン・トゥーキー (Blackman-Tukey) の方法、クーリーとトゥーキー (Cooley-Tukey) による高速フーリエ変換法 (Fast Fourier Transformation : FFT)、最大エントロピー法 (Maximum Entropy Method : MEM) 等がある。(表 4-3)



方法によっては、それぞれ分解能、安定性、演算速度等に一長一短があるが、本検討では、1967年、John Parker Burg により開発された MEM 法により解析を行なった。この方法は、短期間のデータからも分解能が高くかつ安定のよいスペクトルを求めることができ、近年多く使用されている優れた方法がある。その解析方法の概要を以下に示す。



本検討では、最大約 15 日間の連続流動データに基づき、パワースペクトルの計算を行った。

表 4-3 各種スペクトル推定法の比較<sup>4)</sup>

手法	相関関数	スペクトル				備考
		分解能	安定性	演算速度	短いデータ	
W-K	△	—	×	△	×	特別の場合以外は用いられない
B-T	ラグ数大	—*)	○	△	△	*) 一応求まるが、prewhite などの前処理のため真の関数とは異なる
	ラグ数小	—*)	△	○	△	
FFT	○ スペクトルのF 変換より求める	○	△	◎	△	N = 2 <sup>p</sup> データ数の制約は緩和可能
MEM	○	◎	○	○	◎	任意の周波数についてスペクトルが計算できる

◎：優れている，○：良好・普通，△：やや劣る，×：不適

W-K：Wiener-Khintchine 法

B-T：Blackman-Tukey 法

FFT：高速フーリエ変換法

MEM：最大エントロピー法

## (4) 潮汐の調和分解

沿岸海域における流れは、模式的に示すと図4-2に示すようなものと考えられる。海流は、日本近海では黒潮や親潮に代表されるような海の中の大きな流れで、密度差や恒風などによって引き起こされ、その位置や速度はほぼ安定しているといわれている。また、潮流は、潮汐に伴う流れで、その位置や時間的变化をほぼ予測することができる。潮汐は、短周期成分と長周期成分からなる複数の規則的な潮汐分潮の影響を受けており、これらの成分を分解して解析することを調和分解という。代表的な分潮は、表4-4に示すとおりであり、この他にもさまざまな成分が存在する。日本沿岸各地の長期間の観測資料によれば、49分潮について解析された例がある。潮汐は、主に月と太陽の万有引力によって海水が引き寄せられるためにおこる天文潮と気象的要因によって生じる気象潮（台風による高潮）に区別することができるが、このうち天文潮は、実用的には次の四分潮が最も重要であるといわれている。

- (1) 主太陰半日周潮 ( $M_2$ ) : 月の天球上の日周運動によって生ずる主要な潮汐
- (2) 主太陽半日周潮 ( $S_2$ ) : 太陽の天球上の日周運動によって生ずる主要な潮汐
- (3) 日月合成日周潮 ( $K_1$ ) : 太陽の黄道上の平均的運行に対する月及び太陽の相対位置に関連して生ずる潮汐
- (4) 主太陰日周潮 ( $O_1$ ) : 月の天球上の日周運動によって生ずる主要な潮汐

本検討では、これらの主要4分潮 ( $S_2$ ,  $M_2$ ,  $O_1$ ,  $K_1$ ) を対象とした。

分潮流は、東西・南北の2成分で見れば、振動流であるから、流速ベクトルの描く軌跡、すなわちホドグラフは、楕円を描くことになる。

毎時の潮流の観測値  $H(t)$  は、以下のように表すことができる。

$$H(t) = A_0 + \sum_i a_i \cos \sigma_i t + \sum_i b_i \sin \sigma_i t + \varepsilon(t) \quad (4-11)$$

$$a_i = A_i \cdot \cos k_i$$

$$b_i = A_i \cdot \sin k_i$$

ここで、記号の意味は以下のとおりである。

$\sigma_i$  : 分潮の角速度

$A_i$  : 分潮の振幅

$k_i$  : 分潮の遅角

$\varepsilon(t)$  : 誤差

本検討では、最小2乗法により、潮流成分の解析を行った。

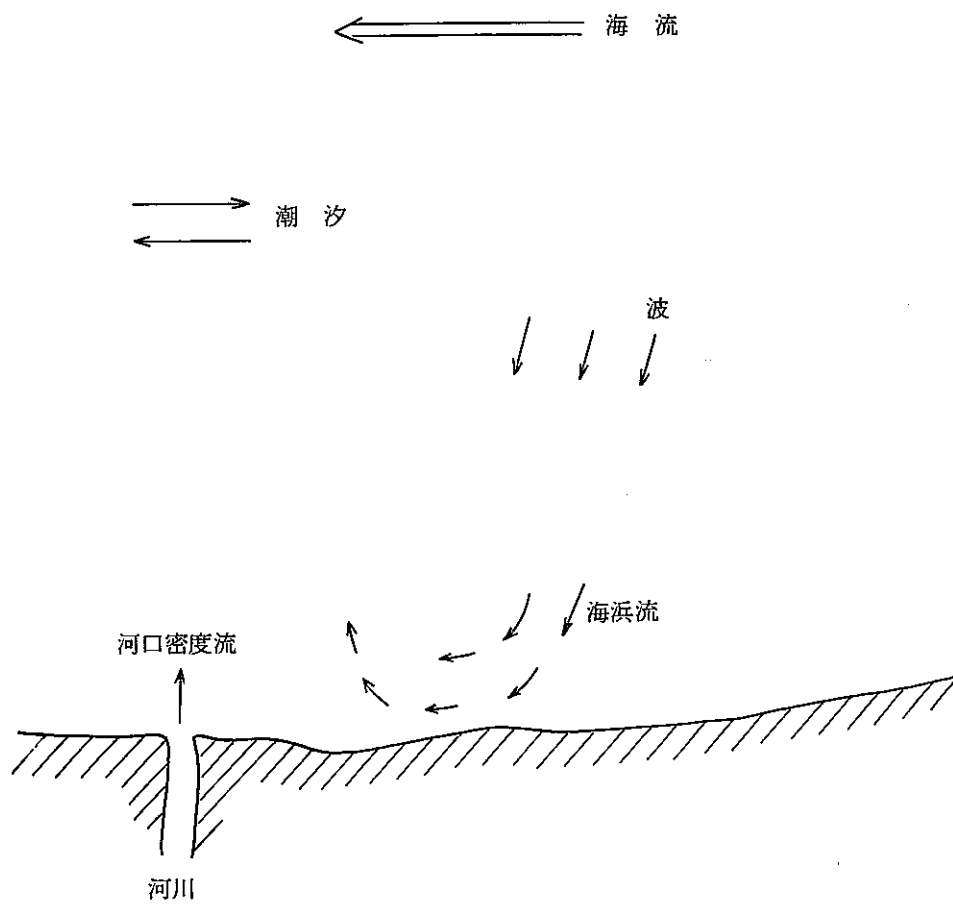


図4-2 海域における流れ

表 4 - 4 主要分潮一覽<sup>4)</sup>

	記号	名 称	角速度(°/h)	周期(h)
半 日 周 潮	M <sub>2</sub>	主 太 陰 半 日 周 潮	28.984 104	12.42
	N <sub>2</sub>	主 太 陰 楕 率 潮	28.439 730	12.66
	L <sub>2</sub>	副 太 陰 楕 率 潮	29.528 479	12.19
	2N <sub>2</sub>	二 次 太 陰 楕 率 潮	27.895 355	12.91
	ν <sub>2</sub>	主 太 陰 出 差 潮	28.512 583	12.63
	λ <sub>2</sub>	副 太 陰 出 差 潮	29.455 625	12.22
	μ <sub>2</sub>	太 陰 二 均 差 潮	27.968 208	12.87
	S <sub>2</sub>	主 太 陽 半 日 周 潮	30.000 000	12.00
	T <sub>2</sub>	主 太 陽 楕 率 潮	29.958 933	12.02
	R <sub>2</sub>	副 太 陽 楕 率 潮	30.041 067	11.98
K <sub>2</sub>	日 月 合 成 半 日 周 潮	30.082 137	11.97	
日 周 潮	O <sub>1</sub>	主 太 陰 日 周 潮	13.943 036	25.82
	Q <sub>1</sub>	主 太 陰 楕 率 潮	13.398 661	26.87
	M <sub>1</sub>	副 太 陰 楕 率 潮	14.496 694	24.83
	J <sub>1</sub>	小 太 陰 楕 率 潮	15.585 443	23.10
	ρ <sub>1</sub>	主 太 陰 出 差 潮	13.471 515	26.72
	P <sub>1</sub>	主 太 陽 日 周 潮	14.958 931	24.07
	K <sub>1</sub>	日 月 合 成 日 周 潮	15.041 069	23.93
	S <sub>1</sub>	気 象 日 周 潮	15.000 000	24.00
1/3 日 お よ び 倍 潮	M <sub>3</sub>	太 陰 1/3 日 周 潮	43.476 156	8.28
	M <sub>4</sub>	太 陰 1/4 日 周 潮	57.968 208	6.21
	M <sub>6</sub>	太 陰 1/6 日 周 潮	86.952 313	4.14
	M <sub>8</sub>	太 陰 1/8 日 周 潮	115.936 417	3.11
	MS <sub>4</sub>	複 合 潮 (M <sub>2</sub> + S <sub>2</sub> )	58.984 104	6.10
長 周 期 潮	M <sub>f</sub>	太 陰 半 月 周 潮	1.098 033	327.86
	M <sub>m</sub>	太 陰 月 周 潮	0.544 375	661.31
	M <sub>sf</sub>	日 月 合 成 半 月 周 潮	1.015 896	354.37
	S <sub>a</sub>	太 陽 年 周 潮	0.041 067	8 766.16
	S <sub>sa</sub>	太 陽 半 年 周 潮	0.082 137	4 382.92

(解 説) ① 潮汐資料の調和分解法は古くは Darwin, Doodson により手動計算用に開発されたが、近年では宮崎によるフーリエ解析を用いる方法、Horn, 彦坂によって開発された最小二乗法が一般的である。

② 潮汐分解により精度の良い結果を得るためには、できるだけ長い観測期間の資料を得ることが望ましい。一般に検潮所の潮位資料は長期間のものが得やすく、1年間資料を採用するのが普通である。潮流観測などでは長期間資料を得るのは難しく、15日間か1か月資料であることが多い。一般に、15日間資料を用いる場合<sup>1)</sup>分離可能な分潮は、M<sub>2</sub>, S<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, K<sub>1</sub>, O<sub>1</sub>, P<sub>1</sub>, Q<sub>1</sub>, M<sub>4</sub>, MS<sub>4</sub>の10分潮である。ただし、S<sub>2</sub>とK<sub>2</sub>, K<sub>1</sub>とP<sub>1</sub>分潮は角速度が近いために静力学的な仮定を設けて分解する。1か月資料を用いる場合はM<sub>2</sub>, S<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, K<sub>1</sub>, O<sub>1</sub>, P<sub>1</sub>, Q<sub>1</sub>, M<sub>4</sub>, MS<sub>4</sub>, L<sub>2</sub>, ν<sub>2</sub>, μ<sub>2</sub>の13分潮が分離可能である。ただし、K<sub>1</sub>とP<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>とK<sub>2</sub>, さらにN<sub>2</sub>とν<sub>2</sub>潮は前と同様に静力学的な仮定の下に分解する。1年間(あるいは355もしくは369日)の資料を用いれば短周期分潮のほとんどは分離できる。

## 5. 解析結果及び考察

### (1) 流向頻度

流向頻度の解析結果のうち、全観測期間統計は海面下3m層の解析結果を図5-1に、海面下10層の解析結果を図5-2に、海面下16m層の解析結果を図5-3に示す。また、その内訳の数値を付録Aに示す。また、各年間及び四季別の解析結果を付録Cに、各1ヶ月ごとの解析結果を第2分冊に示す。

海面下3m層の結果は、N-NNE-NEの3方位の流れが全体の約28.3%、S-SSW-SWの3方位の流れが約38.9%程度であり、これら6方位の流向頻度が約67.2%と、2.2節で示した「詳細な審査」で用いたデータと同様に、海岸線に並行な南北流が卓越する傾向がみられる。

また、海面下10m層の結果についても、N-NNE-NEの3方位の流れが約36.6%、S-SSW-SWの3方位の流れが約37.4%程度であり、これら6方位の流向頻度が約74%と3m層と同様南北流の卓越がみられている。

また、海面下16m層の結果についても、N-NNE-NEの3方位の流れが約33%、S-SSW-SWの3方位の流れが約31.4%であり、これら6方位の頻度が約64.4%となっている。

以上のことから、当該海域は、深さ方向すべての流れが、海岸線に並行な南北流の卓越する海域であることがわかる。なお、海面下3m層の流向については、10m層及び16m層に比べて北流（北へ向かう流れ）が少なくなっている傾向がうかがえる。これは、年間を通じて北東系または北西系の風向が卓越している地域特有の気象条件の影響によると考えられるが、これについてはさらにデータの蓄積が必要であろう。

### (2) 流速分布

全観測期間の平均流速の計算結果を、表5-1に示す。また、その内訳の数値については付録Bに示す。また、流速階級頻度を流向頻度とあわせて本報告書の第2分冊に、流向別平均流速を第3分冊に示す。

海面下3m層の全観測期間平均流速は約17.6 cm/s、10m層は約10.4 cm/s、16m層は約14.5 cm/sとなっており、平均流速としては、中層が最も遅いという結果が得られている。また、季節による平均流速の変動はそれほど大きいものでない。流速階級は、3m層については、15 cm/s～17.5 cm/sの出現頻度が最も高く、ここを中心として正規分布的に流速階級が分布している。流速の変動幅は、かなり大きく50 cm/s以上の流速も記録されている。10m層については、7.5～10 cm/sの出現頻度が高くなっており、16m層については、3m層とほぼ同様の結果が得られている。流向ごとの流速は、比較的南流が速い傾向がみられる。

調査に用いた自記式流向流速計は、ローター型ベルゲン・モデルである。このタイプの測器は

昭和50年頃より採用されはじめ、現在最も広く採用されている機器である。しかしながら、近年その機器の特性として、海況、設置水深、設置方法によっては、流速値を過大に測得する傾向があるとの報告がなされている。<sup>8), 9)</sup> すなわち、特に海域の表層部では、波浪の影響が大きく、水粒子の回転運動や係留設備の動揺が無指向性の流速センサーを回転させ、これが計測上流速値としてカウントされるとのことである。本調査のなかでこのような誤データがどの程度計測されているかの定量的な把握は困難であるが、今後これらについても技術的検討を行いたい。

### (3) パワー・スペクトル

東海沿岸海域の流動特性を把握するために、観測された東西及び南北成分の流速について、全観測期間にわたり最大各15日間のパワー・スペクトルを計算した。計算結果を、本報告書の第5分冊に示す。

その結果によれば、東西及び南北成分について日周期及び半日周期成分の振動形状が認められるものの、それ程卓越したものでなく、長い期間スケールで考えるとそれ以上の周期を有する長周期成分の寄与が大きく、比較的周期性の微弱な流況場であると考えられる。

### (4) 調和解析

分潮流の成分をみるために、主要4分潮について調和解析を行った。解析結果を、本報告書の第6分冊に示す。

その結果によれば、海面下3m層の流れは、日周潮のO<sub>1</sub>分潮及びK<sub>1</sub>分潮が年間を通じて比較的卓越している傾向がみられ、楕円の長軸方向は海岸地形に沿った流れとなっている。その振幅は、数cm/sから13cm/s程度であった。

### (5) プロGRESSIVE・ダイアグラム

移流による影響の度合をみるために、PROGRESSIVE・ダイアグラムとして東西及び南北成分をそれぞれ加え流れの軌跡をトレースした。その結果を、本報告書の第7分冊に示す。

その結果によれば、海面下3m層については、年間を通じて南方向へ向かう移流項が卓越しており、冬季の移流距離は小さい傾向にある。また、海面下10m層及び16m層については、冬季には北方への移流が卓越する傾向がみられるが、他の季節は南への移流項が卓越している。このため、年間の移流距離としてみた場合、3m層の移流距離は、1000km以上であるのに対して、10m層及び16m層は400km程度であった。

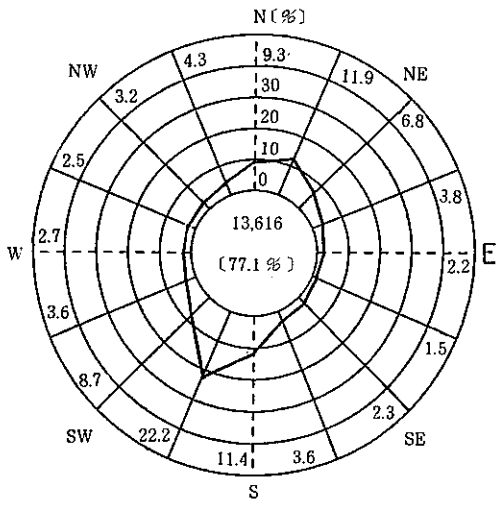
表 5 - 1 平均流速の計算結果

	海面下 3 m	海面下 10 m	海面下 16 m
春 季	18.4	10.8	15.3
夏 季	17.4	10.9	14.8
秋 季	18.8	9.8	14.1
冬 季	16.7	9.6	13.3
通 年	17.6	10.4	14.5

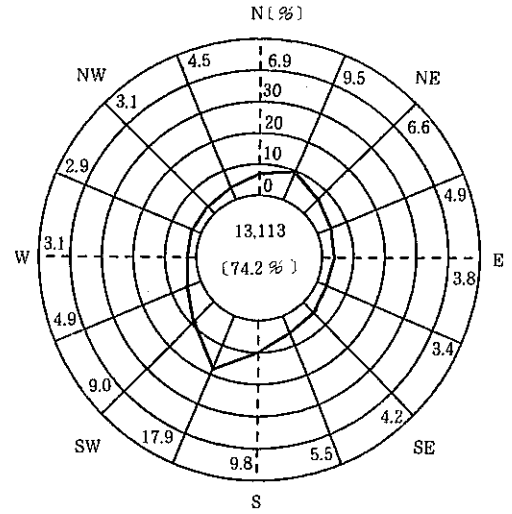
海面下 3 m : 1978 年 ~ 1985 年

海面下 10 m : 1981 年 ~ 1985 年

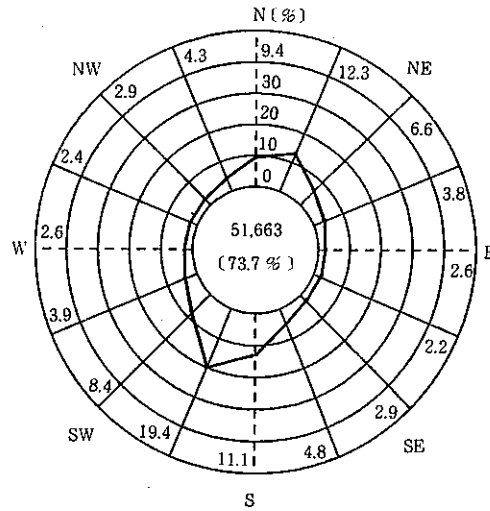
海面下 16 m : 1983 年 ~ 1985 年



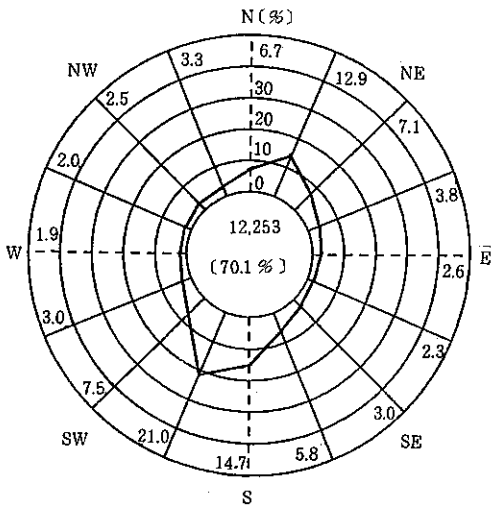
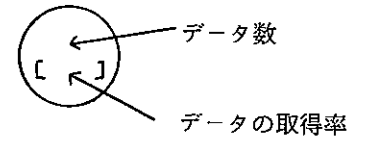
春季流向頻度 (3月~5月)



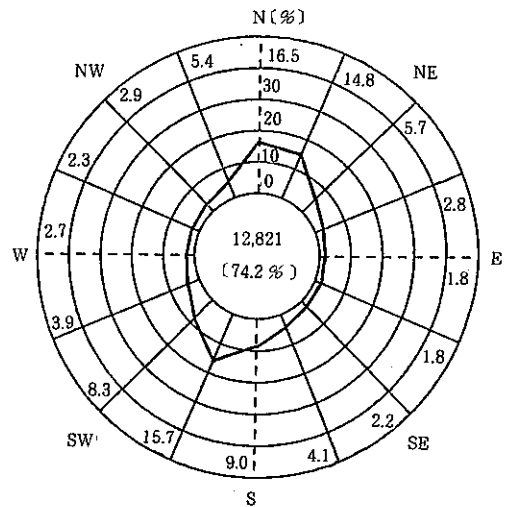
夏季流向頻度 (6月~8月)



通年流向頻度



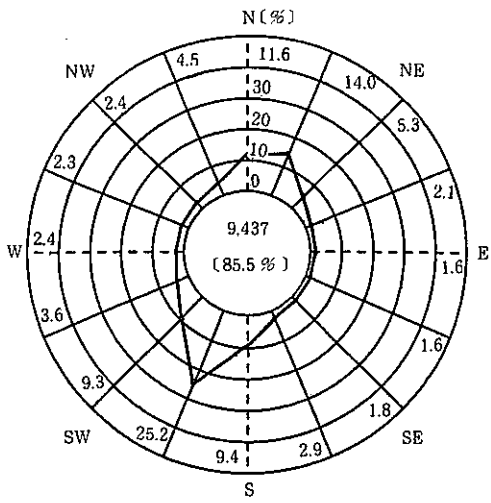
秋季流向頻度 (9月~11月)



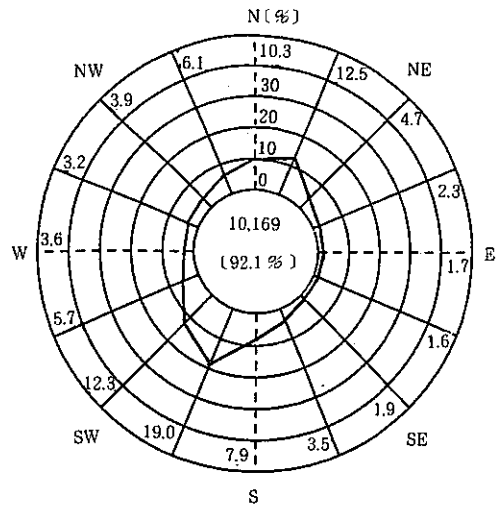
冬季流向頻度 (12月~2月)

図5-1 海面下3m層における流向分布 (1978年~1985年)

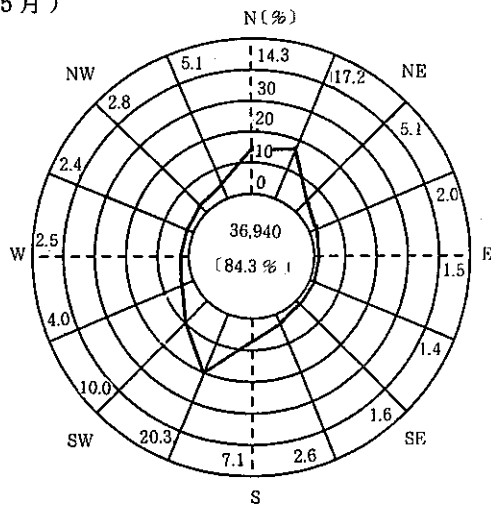




春季流向頻度 (3月~5月)

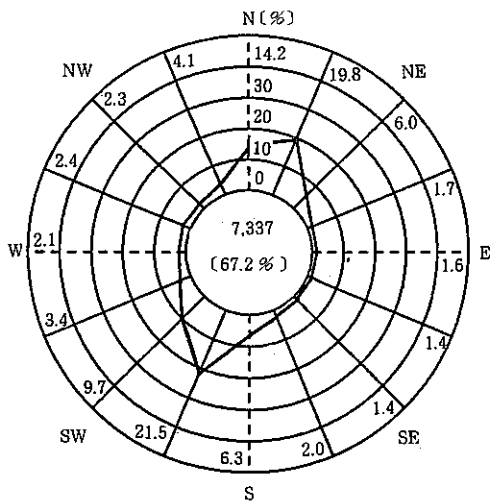


夏季流向頻度 (6月~8月)

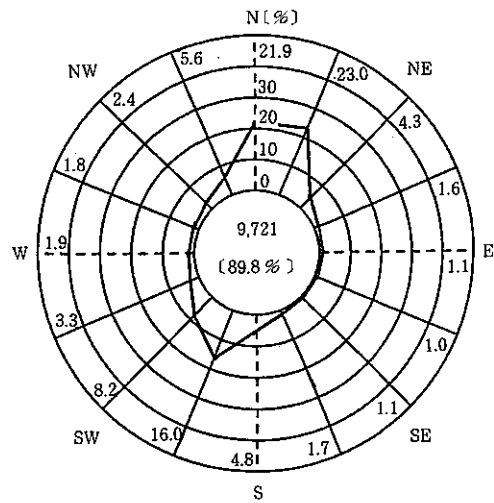


通年流向頻度

データ数  
 [     ]  
 データの取得率

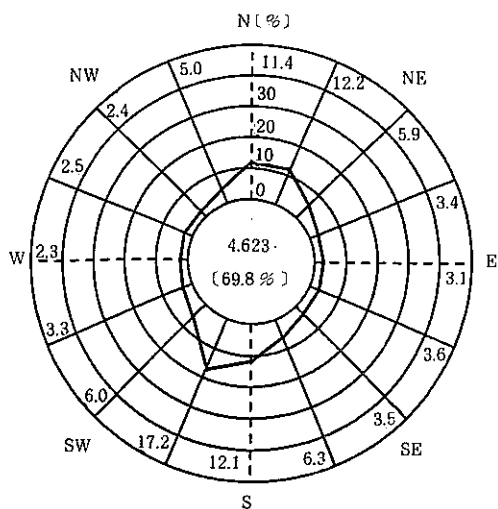


秋季流向頻度 (9月~11月)

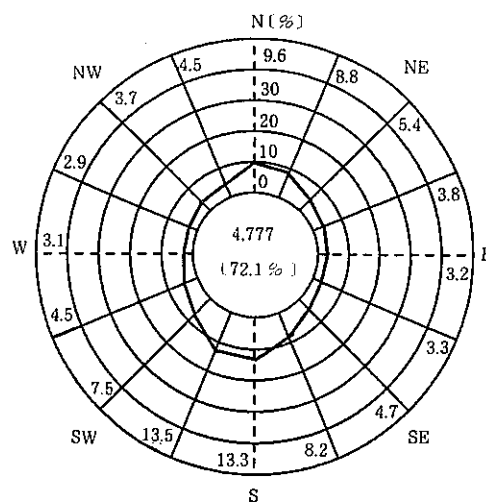


冬季流向頻度 (12月~2月)

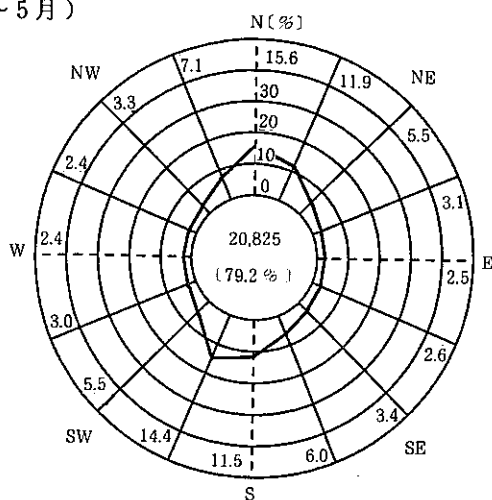
図5-2 海面下10m層における流向分布 (1981年~1985年)



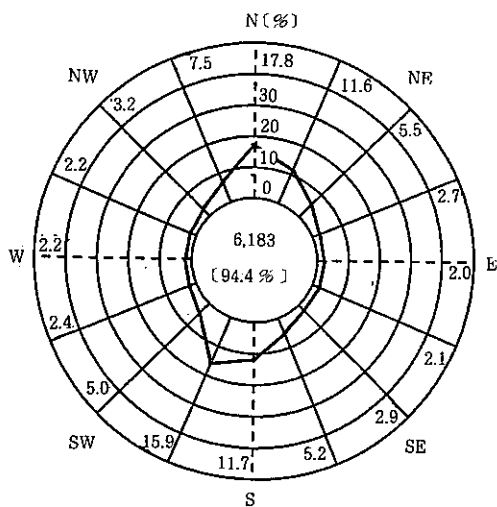
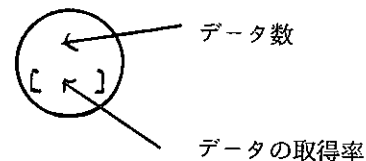
春季流向頻度 (3月~5月)



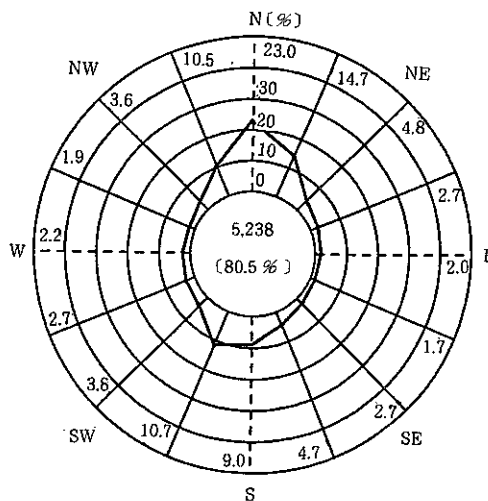
夏季流向頻度 (6月~8月)



通年流向頻度



秋季流向頻度 (9月~11月)



冬季流向頻度 (12月~2月)

図5-3 海面下16m層における流向分布 (1983年~1985年)

## 6. 今後の課題

本報告書では、これまで実施してきた流動調査結果を中間報告としてとりまとめた。今後の課題として以下のことがあげられる。

- i) 本調査は、今後とも継続して実施しデータの蓄積を図り、定期的に報告書を作成することにより成果の資料化、保存を図り、基礎資料として役立てる。
- ii) 安定した長期間の連続データがとれるよう、測器の品質保証に関してより一層の強化を図る。
- iii) また、ローター型ベルゲンモデルは、その測器の特徴として、低流速に対する指向性が必ずしも良好でないとの報告もなされており、近年開発されてきたプロペラ型ベルゲンモデル（改良型ベルゲン）との比較測定の実施についても検討したい。
- iv) 観測データの処理に関して、データ処理体系の確立を図る。
- v) 流動調査の結果が、海洋における放射性物質移行モデルの検討に反映できるよう他の海洋関係調査の結果も加味してデータの整理を行う。

これらについては、適宜検討していきたいと考えるが、関係の諸先輩方より御指導等いただければ幸いである。

## 参 考 文 献

- 1) 谷川芳郎；東海村沖の流速の解析；1967年2月；JAERI 4044
- 2) 水産庁東海区水産研究所，社団法人 日本水産資源協会；茨城県東海村周辺の海洋調査 調査結果（中間報告）；1970年5月
- 3) 岩井 誠他；海洋環境監視作業マニュアル；1984年11月；PNC N 852 84-24
- 4) 土木学会；水理公式集 昭和60年度版
- 5) 日野幹夫；スペクトル解析；1977年10月
- 6) 寺本俊彦編；海洋学講座 2 海洋物理学Ⅱ；1976年6月
- 7) 合田良寛，佐藤昭二；わかり易い土木講座 17 新改訂版 海岸・港湾；昭和57年10月10日  
新訂第1版 第2刷
- 8) 市川雅史，吉岡 洋，森田行司；超音波流速計とロータ，インペラー式流速計の現地比較観測；  
1982年海洋学会発表
- 9) 堀口文男，中田喜三郎；海洋における表層流測定法-(I)；公害 Vol. 17, No. 16；1982年  
11月

## 付録A 流向出現回数及び流向頻度

## 付録A 表 目 次

表A - 1	海面下 3 m層における各暦年の流向出現回数及び通年流向頻度	37
表A - 2	海面下 3 m層における各年の春季流向出現回数及び春季流向頻度	38
表A - 3	海面下 3 m層における各年の夏季流向出現回数及び夏季流向頻度	39
表A - 4	海面下 3 m層における各年の秋季流向出現回数及び秋季流向頻度	40
表A - 5	海面下 3 m層における各年の冬季流向出現回数及び冬季流向頻度	41
表A - 6	海面下 10 m層における各暦年の流向出現回数及び通年流向頻度	42
表A - 7	海面下 10 m層における各年の春季流向出現回数及び春季流向頻度	43
表A - 8	海面下 10 m層における各年の夏季流向出現回数及び夏季流向頻度	43
表A - 9	海面下 10 m層における各年の秋季流向出現回数及び秋季流向頻度	44
表A - 10	海面下 10 m層における各年の冬季流向出現回数及び冬季流向頻度	44
表A - 11	海面下 16 m層における各暦年の流向出現回数及び通年流向頻度	45
表A - 12	海面下 16 m層における各年の春季流向出現回数及び春季流向頻度	46
表A - 13	海面下 16 m層における各年の夏季流向出現回数及び夏季流向頻度	46
表A - 14	海面下 16 m層における各年の秋季流向出現回数及び秋季流向頻度	47
表A - 15	海面下 16 m層における各年の冬季流向出現回数及び冬季流向頻度	47

表A-1 海面下3m層における各歴年の流向出現回数及び通年流向頻度

流 向		NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	計
		出現回数(回)	1978	559	150	61	38	36	38	74	180	659	501	275	173	204	181	313
1979	895		320	122	100	72	99	176	420	1120	616	273	219	205	248	258	705	5848
1980	960		463	264	183	157	177	296	739	1542	635	303	240	211	287	371	708	7536
1981	593		504	354	198	177	271	373	850	1176	564	301	185	155	216	252	446	6615
1982	611		451	280	238	169	254	347	601	1007	391	201	139	110	140	237	390	5566
1983	774		507	313	193	194	215	356	898	1378	414	162	88	98	108	226	525	6449
1984	730		379	239	176	159	212	361	1125	1466	584	212	118	116	132	240	568	6817
1985	1234		627	348	230	199	253	472	1068	1673	648	274	179	164	177	329	765	8640
計	6356		3401	1981	1356	1163	1519	2451	5881	10,021	4353	2001	1341	1263	1489	2226	4881	51687
出現頻度(%)	12.3	6.6	3.8	2.6	2.2	2.9	4.8	11.4	19.4	8.4	3.9	2.6	2.4	2.9	4.3	9.4	100	

表A-2 海面下3m層における各年の春季流向出現回数及び春季流向頻度

流 向		NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	計
		出 現 回 路 ( 回 )	1978	167	39	20	9	10	6	16	24	107	66	47	38	46	49	105
1979	419		89	27	27	21	23	33	82	290	200	93	74	80	90	114	354	2016
1980	330		164	62	26	23	22	58	133	372	185	89	79	60	89	112	235	2039
1981	116		150	148	49	35	69	74	244	531	224	87	66	73	102	69	107	2144
1982	127		107	73	46	32	44	62	133	239	87	43	30	16	26	45	93	1203
1983	142		93	51	29	23	37	62	242	353	71	20	22	15	14	47	75	1296
1984	95		76	41	48	28	48	93	370	521	192	49	29	23	33	42	74	1762
1985	224		203	94	63	39	62	91	322	609	164	64	31	33	26	53	130	2208
計	1620		921	516	297	211	311	489	1550	3022	1189	492	369	346	429	587	1267	13616
出現頻度(%)	11.9	6.8	3.8	2.2	1.5	2.3	3.6	11.4	22.2	8.7	3.6	2.7	2.5	3.2	4.3	9.3	100	

春季：3月～5月



表A-3 海面下3m層における各年の夏季流向出現回数及び夏季流向頻度

流向		NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	計
		出現回数(回)	1978	144	57	26	15	19	21	28	92	182	162	92	64	68	55	75
1979	42		28	11	16	9	14	12	28	49	41	25	15	19	22	45	55	431
1980	151		87	74	51	49	62	74	156	479	175	89	59	54	61	70	101	1792
1981	183		153	103	76	85	116	119	207	216	158	133	71	42	53	83	121	1919
1982	124		131	109	107	82	120	138	215	400	164	74	58	56	54	68	108	2008
1983	160		120	92	76	62	58	79	161	394	129	61	26	35	43	66	117	1679
1984	203		141	112	69	76	86	125	186	271	173	81	52	57	48	82	117	1879
1985	233		153	109	86	68	69	151	235	359	182	90	65	51	66	98	159	2174
計	1240		870	636	496	450	546	726	1280	2350	1184	645	410	382	402	587	909	13113
出現頻度(%)		9.5	6.6	4.9	3.8	3.4	4.2	5.5	9.8	17.9	9.0	4.9	3.1	2.9	3.1	4.5	6.9	100

夏季：6月～8月

表A-4 海面下3m層における各年の秋季流向出現回数及び秋季流向頻度

流 向		NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	計
		出 現 回 数 ( 回 )	1978	104	24	5	1	5	3	7	25	79	42	38	12	21	17	15
1979	219		107	47	39	27	45	92	196	524	191	59	54	51	70	48	87	1856
1980	255		146	86	80	57	63	104	299	390	126	56	40	49	60	74	130	2015
1981	57		79	41	36	21	34	105	223	180	63	23	16	12	18	29	33	970
1982	211		100	57	42	31	44	69	139	216	65	33	26	25	33	60	128	1279
1983	189		121	73	40	53	58	111	257	346	112	36	20	25	24	54	111	1630
1984	241		111	58	38	32	58	97	417	455	141	51	18	17	26	43	126	1929
1985	300		177	93	45	51	61	121	244	382	180	74	48	48	55	86	157	2122
計	1576		865	460	321	277	366	706	1800	2572	920	370	234	248	303	409	826	12253
出現頻度(%)	12.9	7.1	3.8	2.6	2.3	3.0	5.8	14.7	21.0	7.5	3.0	1.9	2.0	2.5	3.3	6.7	100	

秋季：9月～11月

表A-5 海面下3m層における各年の冬季流向出現回数及び冬季流向頻度

流 向		NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	計
		出 現 回 数 ( 回 )	1978	206	32	16	15	14	13	35	48	251	197	81	69	77	76	148
1979	168		73	17	11	6	7	6	42	264	205	105	54	41	36	56	285	1376
1980	254		78	37	29	28	44	92	162	332	216	105	102	76	107	142	290	2094
1981	182		82	68	35	36	36	74	170	259	82	33	22	17	40	70	141	1347
1982	108		92	34	28	27	39	54	94	151	96	53	26	23	20	47	79	971
1983	286		193	94	62	55	74	128	232	232	73	58	22	19	34	59	174	1795
1984	201		91	48	31	29	28	51	148	204	101	34	18	17	19	49	188	1257
1985	495		89	40	25	34	42	92	253	326	99	33	35	29	37	119	412	2160
計	1900		730	354	236	229	283	532	1149	2019	1069	502	348	299	369	690	2112	12821
出現頻度(%)	14.8	5.7	2.8	1.8	1.8	2.2	4.1	9.0	15.7	8.3	3.9	2.7	2.3	2.9	5.4	16.5	100	

冬季：前年の12月～当該年の2月

表A-6 海面下10m層における各歴年の流向出現回数及び通年流向頻度

流向		流向																計
		NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	
出現回数(回)	1981	1187	390	142	97	116	128	238	522	1342	794	319	173	190	225	415	1229	7507
	1982	955	261	111	78	69	79	122	336	1070	513	232	153	126	154	298	1002	5559
	1983	1268	387	141	93	82	94	154	414	1505	824	272	176	171	179	337	845	6942
	1984	1351	352	155	130	122	136	217	678	2002	825	331	216	217	219	412	1109	8472
	1985	1613	509	187	155	122	145	216	679	1596	717	332	221	200	240	439	1113	8484
	計	6374	1899	736	553	511	582	947	2629	7515	3673	1486	939	904	1017	1901	5298	36964
出現頻度(%)		17.2	5.1	2.0	1.5	1.4	1.6	2.6	7.1	20.3	9.9	4.0	2.5	2.4	2.8	5.1	14.3	100

表A-7 海面下10m層における各年の春季流向出現回数及び春季流向頻度

流向		NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	計
		出現回数(回)	1981	306	116	39	25	40	34	69	209	569	229	58	33	42	43	112
1982	201		88	35	22	19	28	34	111	285	110	77	49	32	34	55	256	1436
1983	272		101	34	28	24	21	31	105	415	173	63	43	39	30	87	172	1638
1984	250		96	48	34	44	47	70	254	662	208	75	57	51	56	87	161	2200
1985	294		97	43	42	25	42	67	206	447	161	66	49	51	62	86	225	1963
計	1323		498	199	151	152	172	271	885	2378	881	339	231	215	225	427	1090	9437
出現頻度(%)		14.0	5.3	2.1	1.6	1.6	1.8	2.9	9.4	25.2	9.3	3.6	2.4	2.3	2.4	4.5	11.6	100

春季：3月～5月

表A-8 海面下10m層における各年の夏季流向出現回数及び夏季流向頻度

流向		NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	計
		出現回数(回)	1981	284	110	51	39	34	47	91	150	323	228	129	65	83	111	164
1982	150		47	23	20	16	16	37	96	355	215	74	46	41	50	80	137	1403
1983	265		115	49	30	28	38	62	137	511	332	108	80	63	76	111	158	2163
1984	291		96	40	39	36	39	82	159	349	263	129	95	82	90	144	265	2205
1985	277		112	65	47	48	53	82	258	390	209	137	76	54	67	125	206	2206
計	1267		480	234	175	162	193	354	800	1928	1247	577	362	323	394	624	1050	10169
出現頻度(%)		12.5	4.7	2.3	1.7	1.6	1.9	3.5	7.9	19.0	12.3	5.7	3.6	3.2	3.9	6.1	10.3	100

夏季：6月～8月

表A-9 海面下10m層における各年の秋季流向出現回数及び秋季流向頻度

流向		NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	計
		出現回数(回)	1981	164	1	21	17	13	16	26	38	153	144	58	28	31	19	34
1982	165		38	9	10	9	8	10	15	98	38	15	8	15	20	32	108	598
1983	226		57	27	18	18	20	37	119	306	180	47	25	30	39	53	189	1391
1984	428		97	33	30	31	29	44	189	595	175	57	33	50	34	65	291	2181
1985	479		185	38	39	30	28	31	99	427	173	73	59	52	55	119	293	2180
計	1462		438	128	114	101	101	148	460	1579	710	250	153	178	167	303	1045	7337
出現頻度(%)		19.9	6.0	1.7	1.6	1.4	1.4	2.0	6.3	21.5	9.7	3.4	2.1	2.4	2.3	4.1	14.2	100

秋季：9月～11月

表A-10 海面下10m層における各年の冬季流向出現回数及び冬季流向頻度

流向		NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	計
		出現回数(回)	1981	231	55	24	13	26	24	44	112	267	182	79	49	35	51	95
1982	485		111	35	22	21	23	40	98	328	145	63	45	39	61	122	506	2144
1983	593		133	52	28	22	29	32	80	319	150	66	39	42	36	115	414	2150
1984	312		47	18	17	11	15	19	76	306	147	50	24	25	38	96	307	1508
1985	612		71	30	25	1	18	35	102	342	176	66	32	38	52	120	427	2159
計	2233		417	159	105	93	109	170	468	1562	800	324	189	179	238	548	2127	9721
出現頻度(%)		23.0	4.3	1.6	1.1	1.0	1.1	1.7	4.8	16.0	8.2	3.3	1.9	1.8	2.4	5.6	21.9	100

冬季：前年の12月～当該年の2月

表A-11 海面下16m層における各歴年の流向出現回数及び通年流向頻度

流向		NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	計
		出現回数(回)	1983	787	326	184	130	166	202	376	838	1054	344	174	174	177	232	528
1984	715		346	197	167	166	187	341	656	860	317	167	120	134	176	349	766	5664
1985	967		465	258	226	219	310	538	904	1081	483	278	208	184	271	593	1269	8254
計	2469		1137	639	522	551	699	1255	2398	2995	1144	619	502	495	679	1470	3250	20825
出現頻度(%)		11.9	5.5	3.1	2.5	2.6	3.4	6.0	11.5	14.4	5.5	3.0	2.4	2.4	3.3	7.1	15.6	100

表A-12 海面下16m層における各年の春季流向出現回数及び春季流向頻度

流 向		NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	計
		出現回数(回)	1983	247	105	62	64	72	60	139	286	357	117	63	42	59	55	117
1984 (5月のみ)	51		31	13	11	15	10	15	27	48	18	10	4	8	5	19	38	323
1985	264		138	80	70	78	92	135	246	389	144	81	59	48	49	95	237	2205
計	562		274	155	145	165	162	289	559	794	279	154	105	115	111	231	525	4623
出現頻度(%)		12.2	5.9	3.4	3.1	3.6	3.5	6.3	12.1	17.2	6.0	3.3	2.3	2.5	2.4	5.0	11.4	100

春季：3月～5月

表A-13 海面下16m層における各年の夏季流向出現回数及び夏季流向頻度

流 向		NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	計
		出現回数(回)	1983	79	51	21	12	16	26	51	151	183	66	21	19	15	18	26
1984	197		126	96	95	100	111	189	256	265	164	102	59	63	84	93	195	2195
1985	146		80	63	47	42	86	151	226	199	130	94	70	60	75	96	208	1773
計	422		257	180	154	158	223	391	633	647	360	217	148	138	177	215	457	4777
出現頻度(%)		8.8	5.4	3.8	3.2	3.3	4.7	8.2	13.3	13.5	7.5	4.5	3.1	2.9	3.7	4.5	9.6	100

夏季：6月～8月



表A-14 海面下16m層における各年の秋季流向出現回数及び秋季流向頻度

流 向		NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	計
		出現回数(回)	1983	183	88	63	34	53	71	100	229	275	91	55	59	50	70	124
1984	268		117	49	33	26	41	93	273	410	99	42	39	46	55	164	376	2131
1985	268		133	57	58	51	65	128	220	300	120	53	41	42	72	177	392	2177
計	719		338	169	125	130	177	321	722	985	310	150	139	138	197	465	1098	6183
出現頻度(%)		11.6	5.5	2.7	2.0	2.1	2.9	5.2	11.7	15.9	5.0	2.4	2.2	2.2	3.2	7.5	17.8	100

秋季：9月～11月

表A-15 海面下16m層における各年の冬季流向出現回数及び冬季流向頻度

流 向		NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	計
		出現回数(回)	1983	227	78	54	36	28	51	73	140	253	92	35	56	52	86	240
1984	207		45	26	18	22	32	44	91	74	32	15	19	18	39	109	249	1040
1985	335		126	62	53	41	58	127	243	232	77	50	41	31	62	202	380	2120
計	769		249	142	107	91	141	244	474	559	201	100	116	101	187	551	1206	5238
出現頻度(%)		14.7	4.8	2.7	2.0	1.7	2.7	4.7	9.0	10.7	3.8	1.9	2.2	1.9	3.6	10.5	23.0	100

冬季：前年の12月～当該年の2月

# 付録B 平均流速

## 付録B 表 目 次

表B-1	各暦年の年間平均流速 .....	51
表B-2	各年の春季平均流速 .....	52
表B-3	各年の夏季平均流速 .....	52
表B-4	各年の秋季平均流速 .....	53
表B-5	各年の冬季平均流速 .....	53

表B-1 各歴年の年間平均流速

単位：cm/s

層 年	海面下 3 m	海面下 10m	海面下 16 m
1978	13.98 ( 4216 )	—	—
1979	17.42 ( 5848 )	—	—
1980	14.84 ( 7536 )	—	—
1981	18.49 ( 6615 )	9.61 ( 7507 )	—
1982	20.27 ( 5566 )	10.10 ( 5559 )	—
1983	18.83 ( 6449 )	10.62 ( 6942 )	14.62 ( 6907 )
1984	18.24 ( 6817 )	10.63 ( 8472 )	14.38 ( 5664 )
1985	18.21 ( 8640 )	10.74 ( 8484 )	14.37 ( 8254 )
計	17.62 ( 51687 )	10.37 ( 36964 )	14.46 ( 20825 )

注) ( )内の値は、データ件数を示す。

表B-2 各年の春季平均流速

単位：cm/s

年 \ 層	海面下 3 m	海面下 10 m	海面下 16 m
1978	16.00 ( 948 )	—	—
1979	14.04 ( 2016 )	—	—
1980	15.57 ( 2039 )	—	—
1981	18.68 ( 2144 )	9.04 ( 2200 )	—
1982	21.71 ( 1203 )	9.94 ( 1436 )	—
1983	21.22 ( 1296 )	11.52 ( 1638 )	15.05 ( 2095 )
1984	20.48 ( 1762 )	11.57 ( 2200 )	15.85 ( 323 )
1985	20.89 ( 2208 )	11.92 ( 1963 )	15.41 ( 2205 )
計	18.44 ( 13616 )	10.80 ( 9437 )	15.28 ( 4623 )

注) ( )内の値は、データ件数を示す。

表B-3 各年の夏季平均流速

単位：cm/s

年 \ 層	海面下 3 m	海面下 10 m	海面下 16 m
1978	11.74 ( 1231 )	—	—
1979	17.93 ( 431 )	—	—
1980	12.62 ( 1792 )	—	—
1981	19.53 ( 1919 )	10.75 ( 2192 )	—
1982	19.66 ( 2008 )	10.15 ( 1403 )	—
1983	19.19 ( 1679 )	10.86 ( 2163 )	16.17 ( 809 )
1984	17.29 ( 1879 )	10.36 ( 2205 )	14.50 ( 2195 )
1985	17.60 ( 2174 )	12.05 ( 2206 )	14.56 ( 1773 )
計	17.14 ( 13113 )	10.89 ( 10169 )	14.81 ( 4777 )

注) ( )内の値は、データ件数を示す。

表B-4. 各年の秋季平均流速

単位：cm/s

層 年	海面下 3 m	海面下 10m	海面下 16 m
1978	15.09 (452)	—	—
1979	22.97 (1856)	—	—
1980	18.76 (2015)	—	—
1981	19.03 (970)	9.22 (987)	—
1982	20.34 (1279)	10.39 (598)	—
1983	18.18 (1630)	10.53 (1391)	14.58 (1875)
1984	17.36 (1929)	10.13 (2181)	14.06 (2131)
1985	16.72 (2122)	9.22 (2180)	13.60 (2177)
計	18.80 (12253)	9.83 (7337)	14.06 (6183)

注) ( )内の値は、データ件数を示す。

表B-5 各年の冬季平均流速

単位：cm/s

層 年	海面下 3 m	海面下 10m	海面下 16 m
1978	15.17 (1821)	—	—
1979	11.54 (1376)	—	—
1980	16.63 (1923)	—	—
1981	17.57 (1347)	9.31 (1760)	—
1982	18.04 (971)	9.55 (2144)	—
1983	18.62 (1795)	9.59 (2150)	13.33 (2078)
1984	18.05 (1257)	9.85 (1508)	12.89 (1040)
1985	17.77 (2160)	9.56 (2159)	13.53 (2120)
計	16.69 (12650)	9.56 (9721)	13.32 (5238)

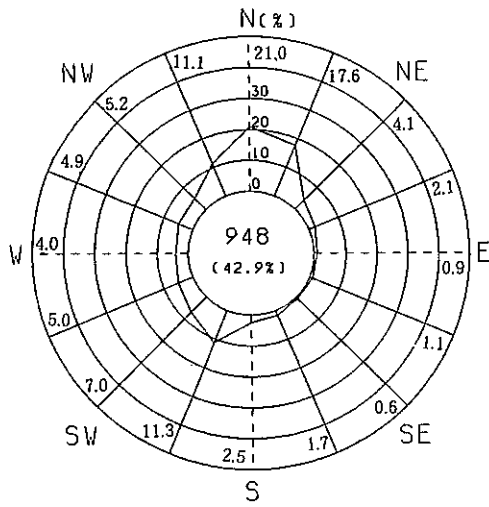
注) ( )内の値は、データ件数を示す。

付録C 各年の年間及び四季別の流向頻度  
及び流速階級頻度

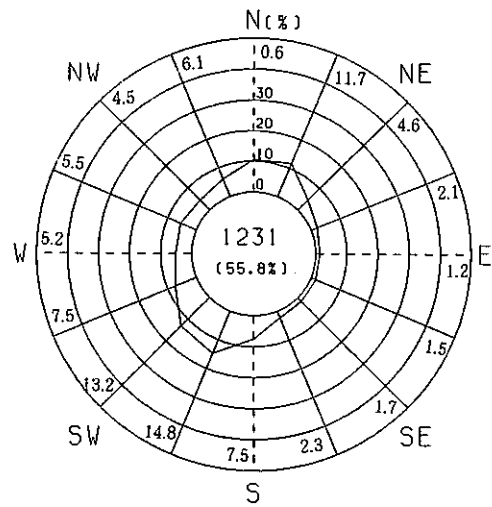
## 付録C 目 次

図C-1	1978年流向頻度(海面下3m層)	56
図C-2	1978年流速分布(海面下3m層)	57
図C-3	1979年流向頻度(海面下3m層)	58
図C-4	1979年流速分布(海面下3m層)	59
図C-5	1980年流向頻度(海面下3m層)	60
図C-6	1980年流速分布(海面下3m層)	61
図C-7	1981年流向頻度(海面下3m層)	62
図C-8	1981年流速分布(海面下3m層)	63
図C-9	1982年流向頻度(海面下3m層)	64
図C-10	1982年流速分布(海面下3m層)	65
図C-11	1983年流向頻度(海面下3m層)	66
図C-12	1983年流速分布(海面下3m層)	67
図C-13	1984年流向頻度(海面下3m層)	68
図C-14	1984年流速分布(海面下3m層)	69
図C-15	1985年流向頻度(海面下3m層)	70
図C-16	1985年流速分布(海面下3m層)	71
図C-17	1981年流向頻度(海面下10m層)	72
図C-18	1981年流速分布(海面下10m層)	73
図C-19	1982年流向頻度(海面下10m層)	74
図C-20	1982年流速分布(海面下10m層)	75
図C-21	1983年流向頻度(海面下10m層)	76
図C-22	1983年流速分布(海面下10m層)	77
図C-23	1984年流向頻度(海面下10m層)	78
図C-24	1984年流速分布(海面下10m層)	79
図C-25	1985年流向頻度(海面下10m層)	80
図C-26	1985年流速分布(海面下10m層)	81
図C-27	1983年流向頻度(海面下16m層)	82
図C-28	1983年流速分布(海面下16m層)	83
図C-29	1984年流向頻度(海面下16m層)	84
図C-30	1984年流速分布(海面下16m層)	85
図C-31	1985年流向頻度(海面下16m層)	86
図C-32	1985年流速分布(海面下16m層)	87

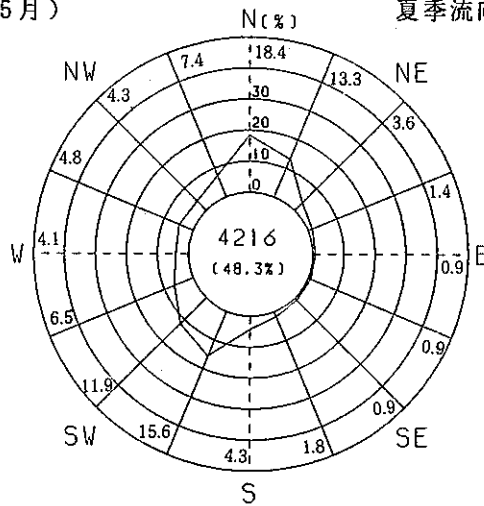




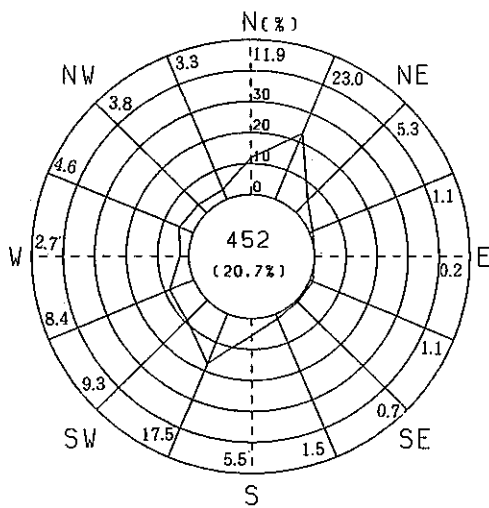
春季流向頻度 (3月~5月)



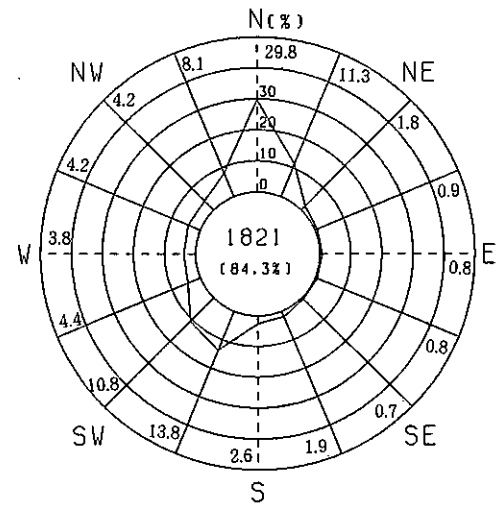
夏季流向頻度 (6月~8月)



通年流向頻度



秋季流向頻度 (9月~11月)



冬季流向頻度 (1977年12月~1978年2月)

圖C-1 1978年流向頻度 (海面下3m層)

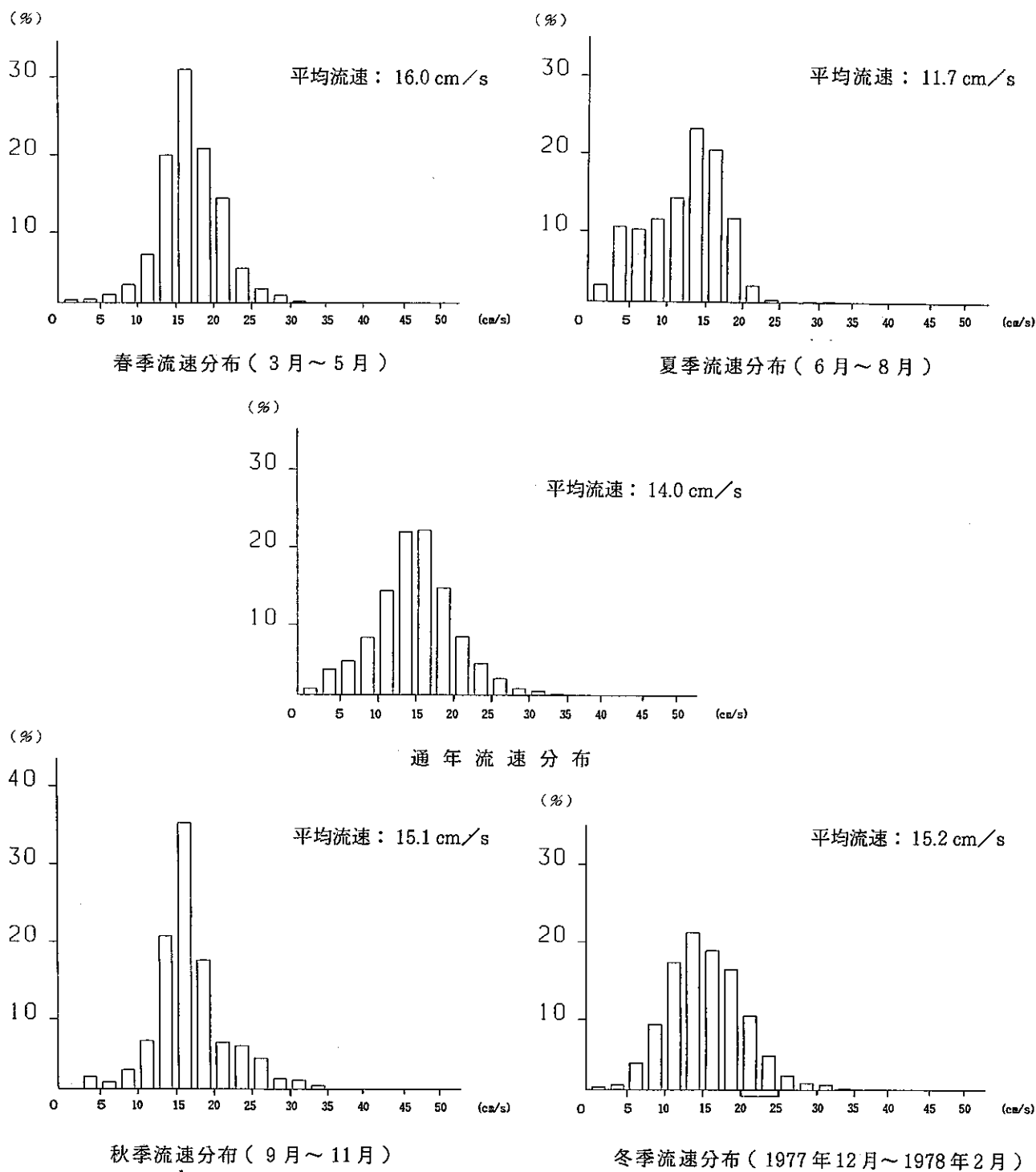
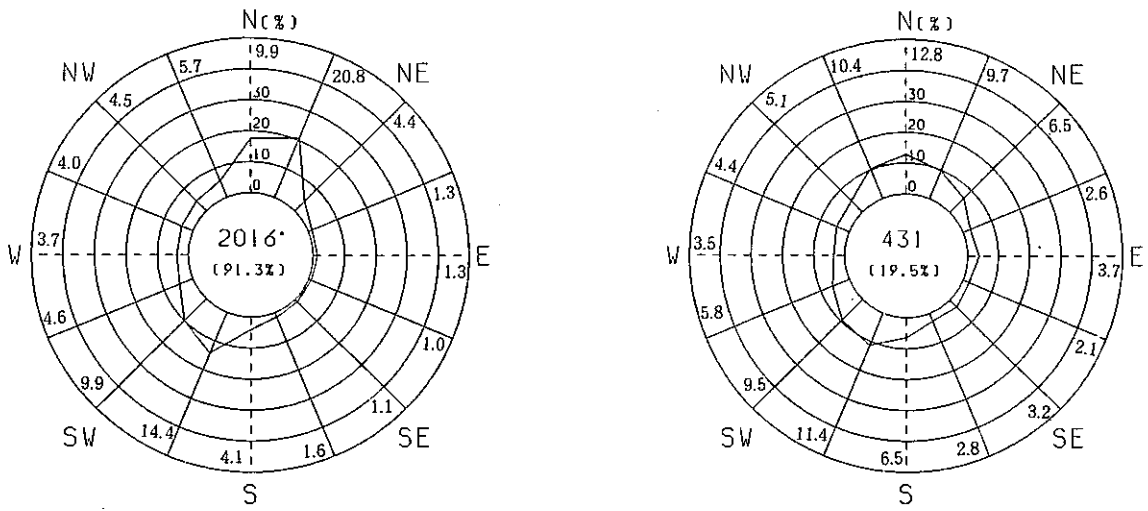
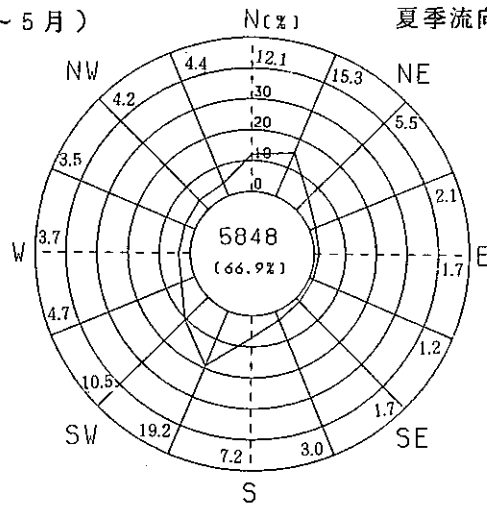


图 C-2 1978 年流速分布 (海面下 3 m 层)

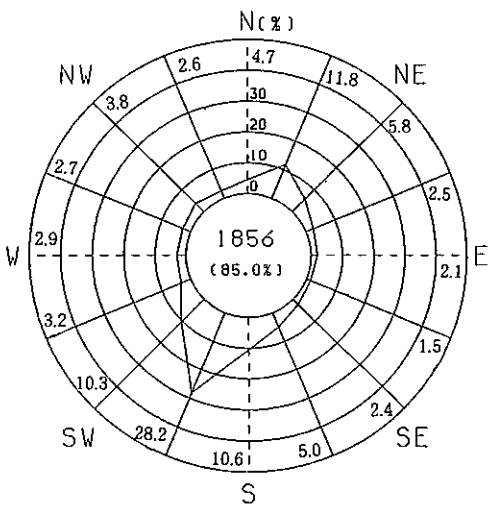


春季流向頻度 (3月~5月)

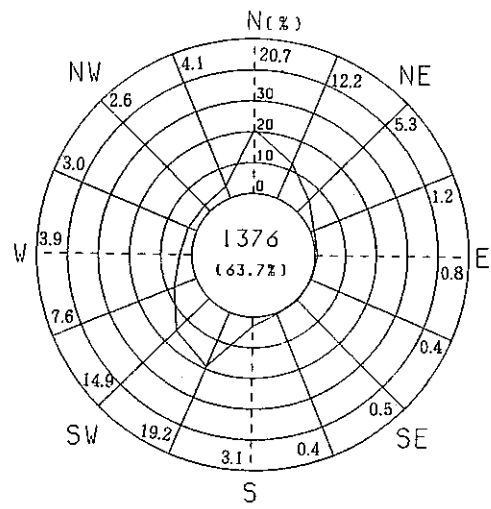
夏季流向頻度 (6月~8月)



通年流向頻度



秋季流向頻度 (9月~11月)



冬季流向頻度 (1978年12月~1979年2月)

圖C-3 1979年流向頻度 (海面下3m層)

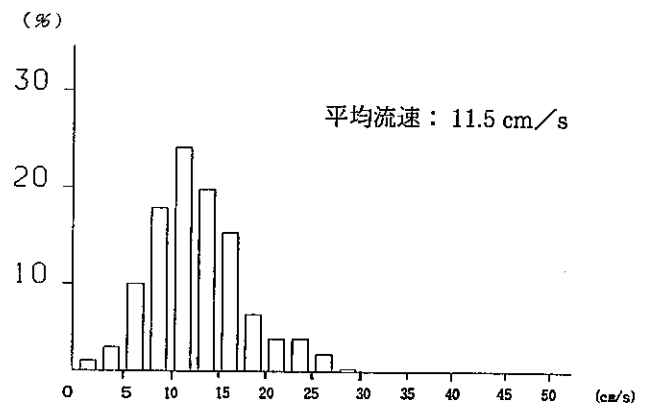
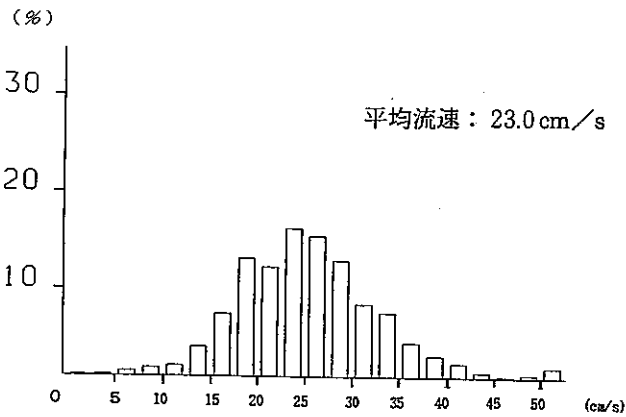
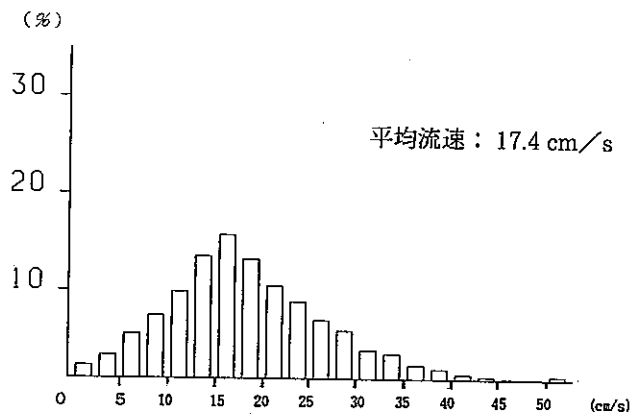
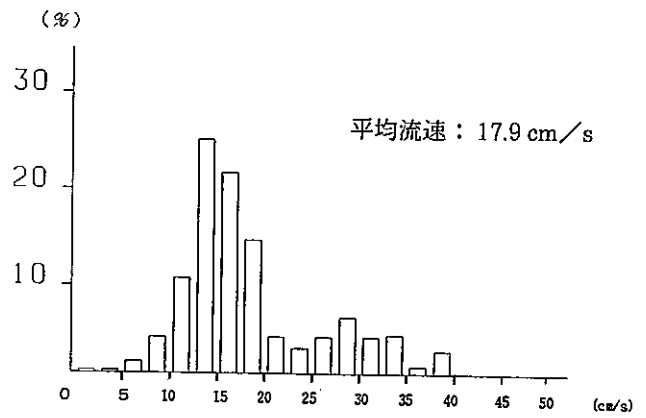
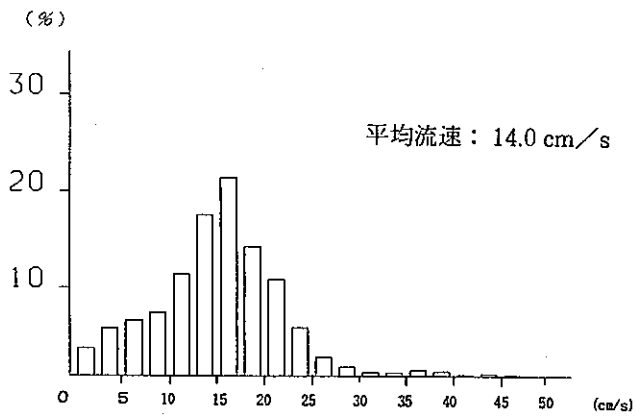
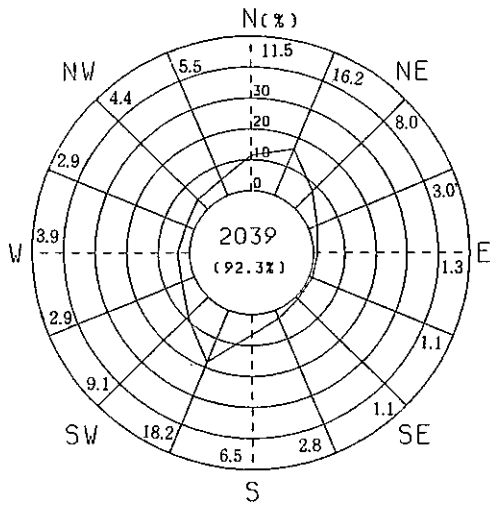
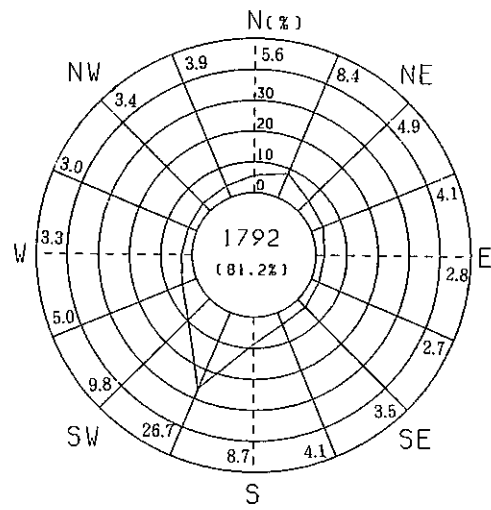


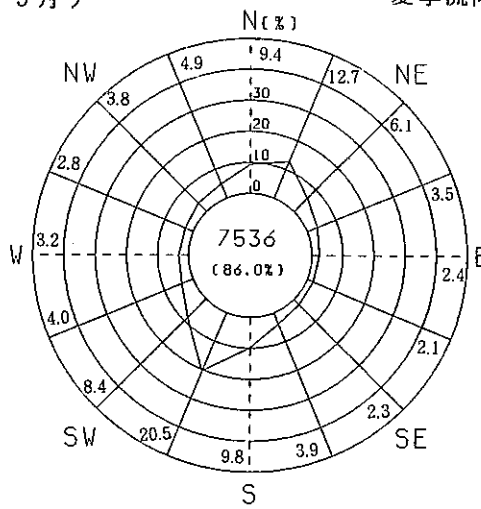
图 C-4 1979年流速分布 (海面下 3 m 层)



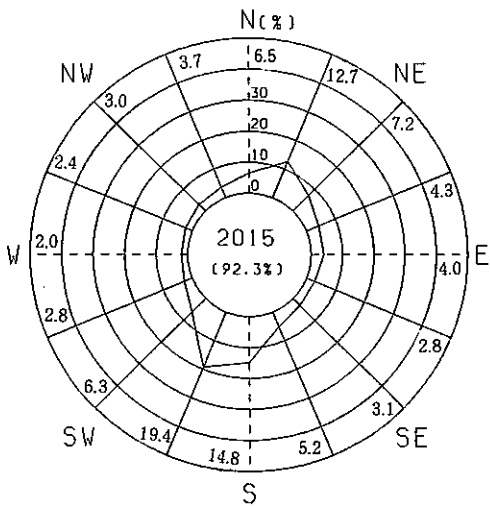
春季流向頻度 (3月~5月)



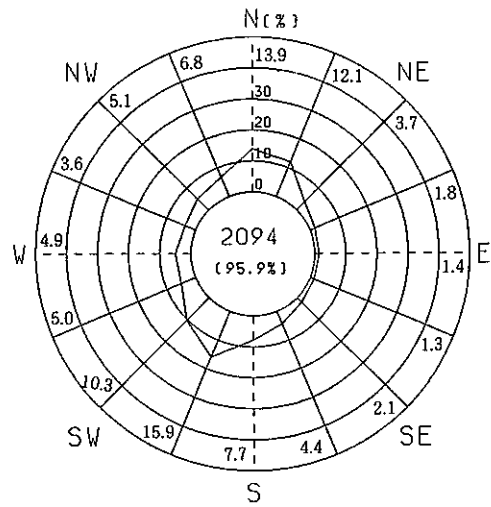
夏季流向頻度 (6月~8月)



通年流向頻度

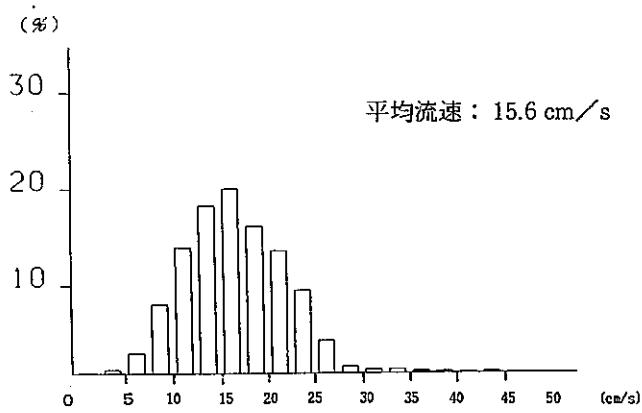


秋季流向頻度 (9月~11月)

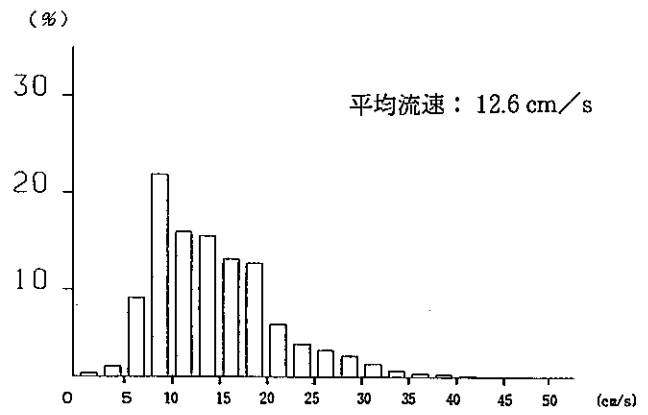


冬季流向頻度 (1979年12月~1980年2月)

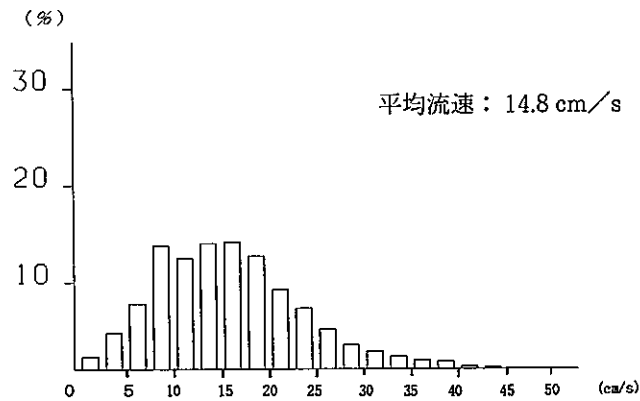
圖 C-5 1980年流向頻度 (海面下3m層)



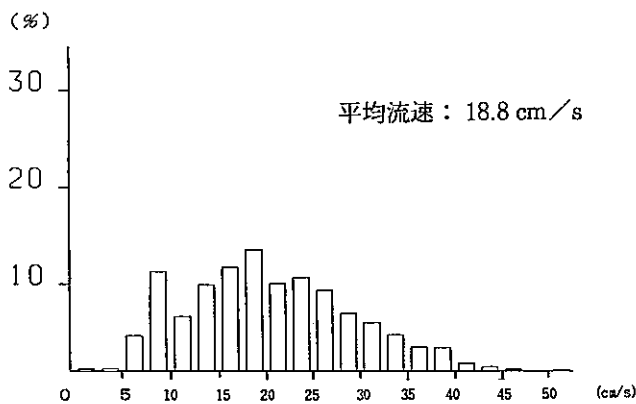
春季流速分布 (3月~5月)



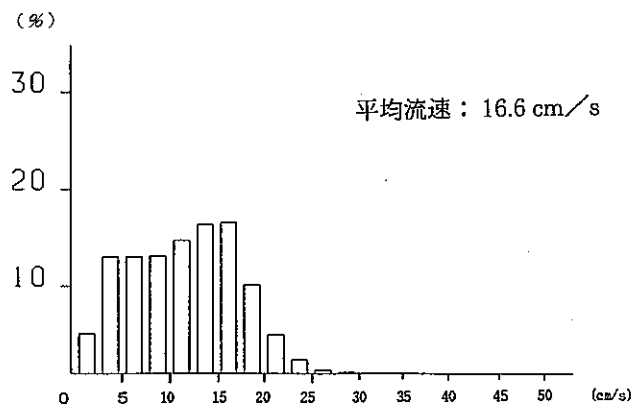
夏季流速分布 (6月~8月)



通年流速分布

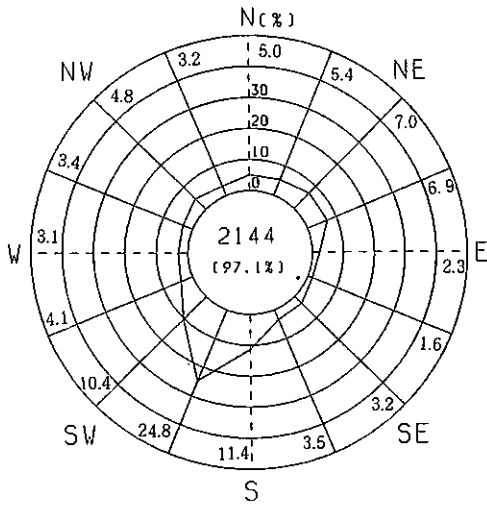


秋季流速分布 (9月~11月)

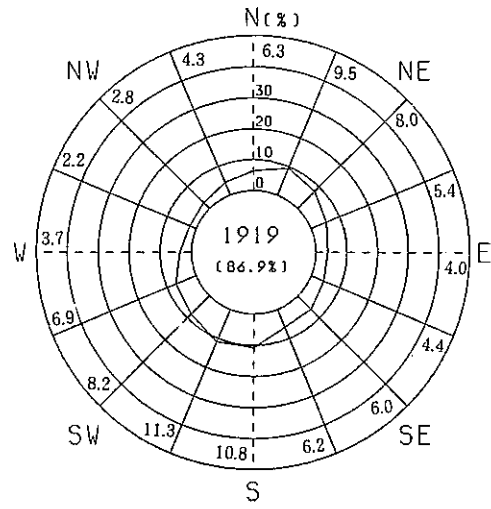


冬季流速分布 (1979年12月~1980年2月)

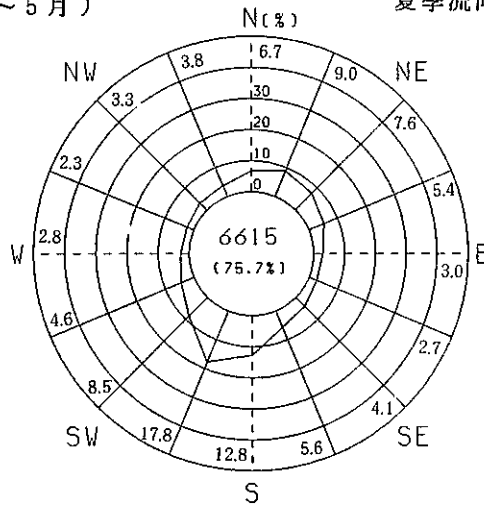
图 C-6 1980年流速分布 (海面下3m层)



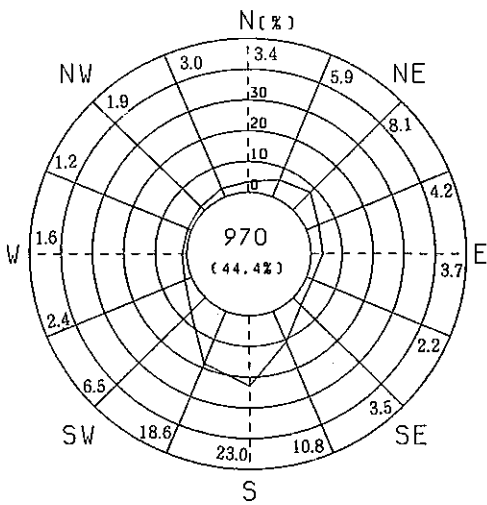
春季流向頻度 (3月~5月)



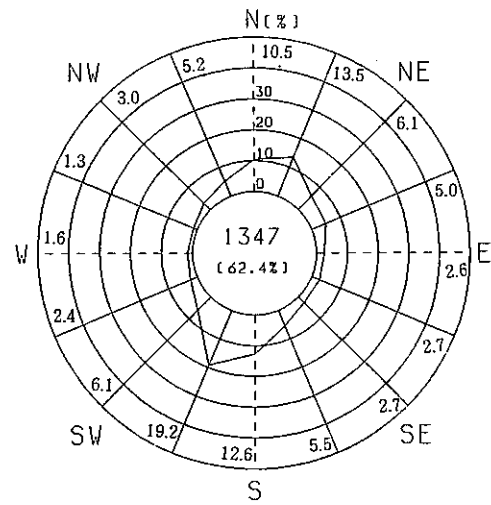
夏季流向頻度 (6月~8月)



通年流向頻度



秋季流向頻度 (9月~11月)



冬季流向頻度 (1980年12月~1981年2月)

圖C-7 1981年流向頻度 (海面下3m層)

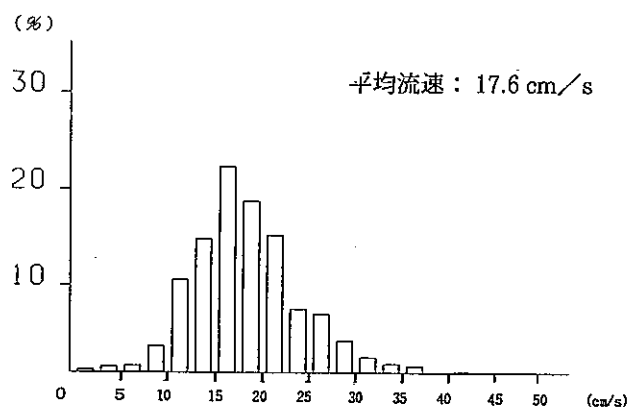
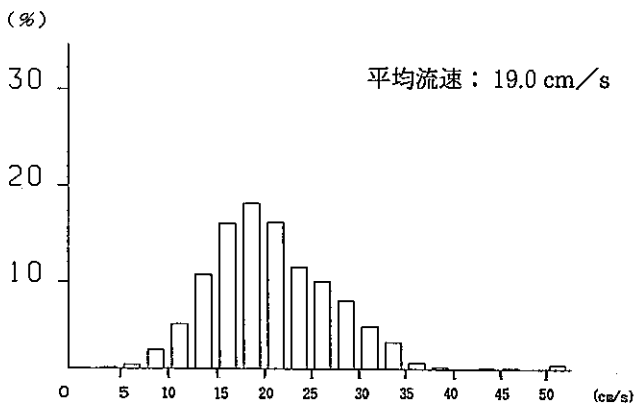
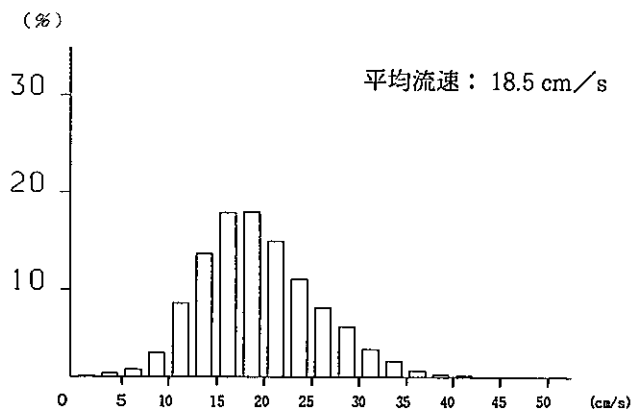
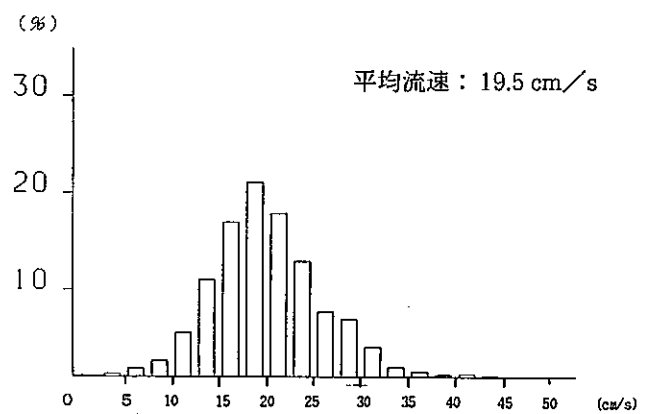
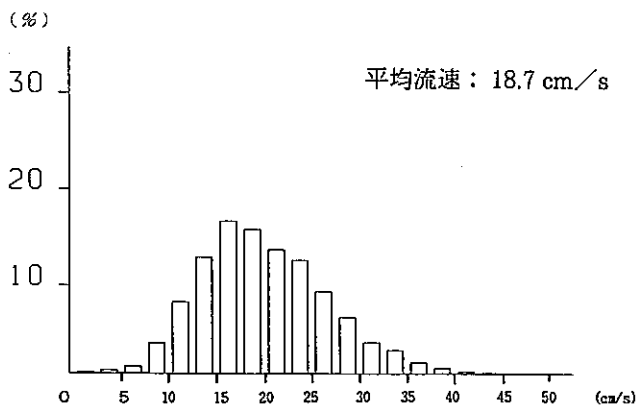
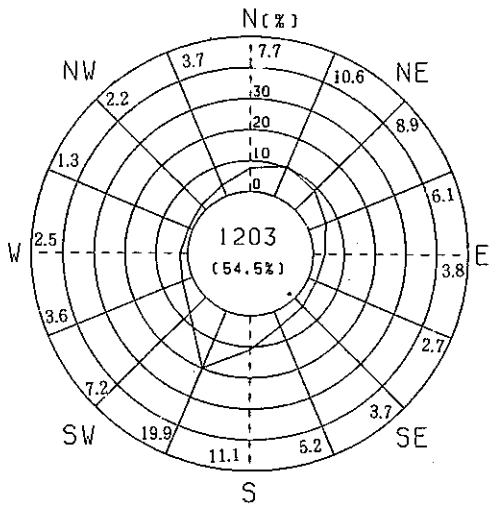
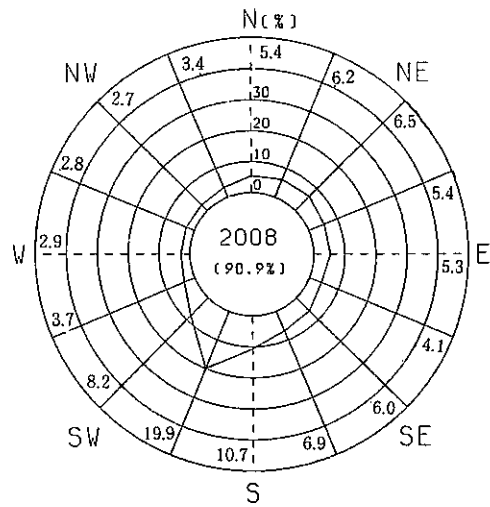


图 C-8 1981 年流速分布 (海面下 3 m 层)

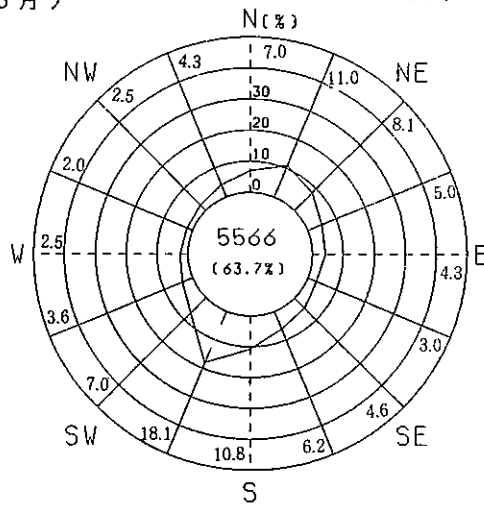




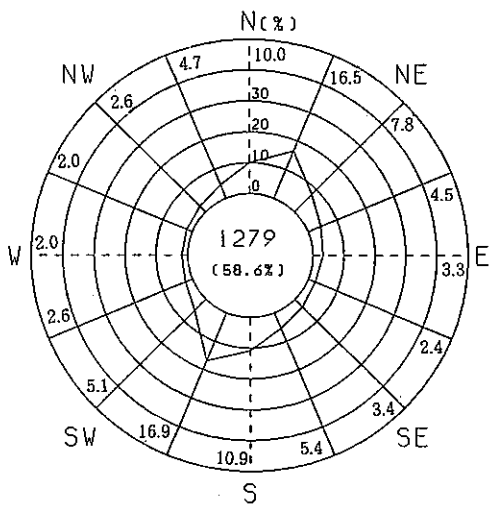
春季流向頻度 (3月~5月)



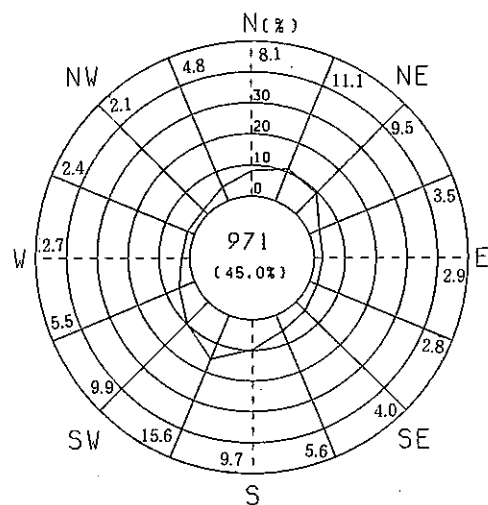
夏季流向頻度 (6月~8月)



通年流向頻度



秋季流向頻度 (9月~11月)



冬季流向頻度 (1981年12月~1982年2月)

圖 C-9 1982 年流向頻度 (海面下 3 m 層)

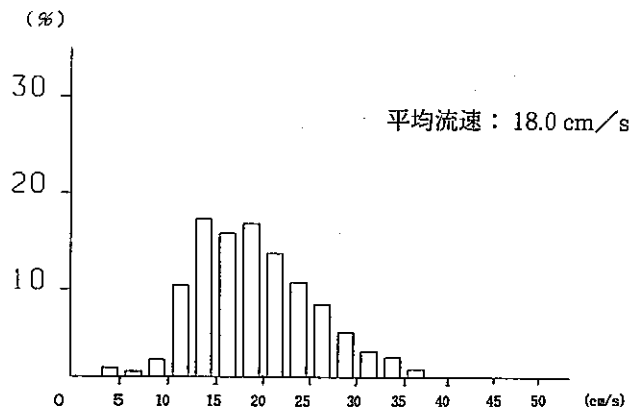
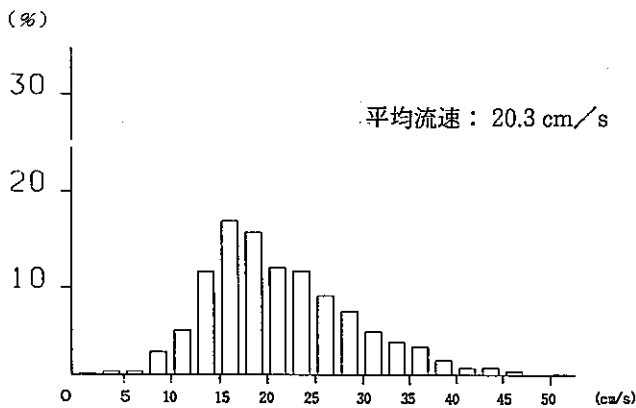
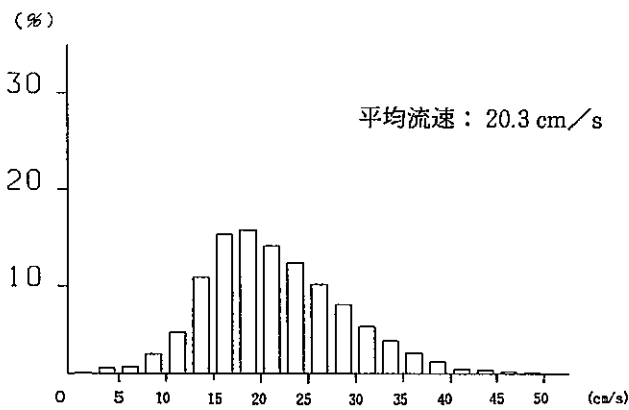
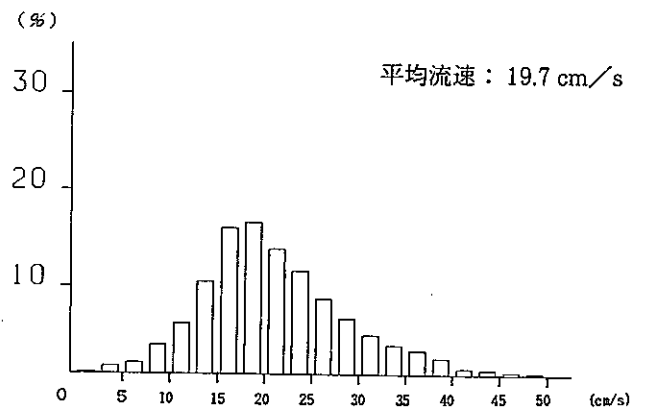
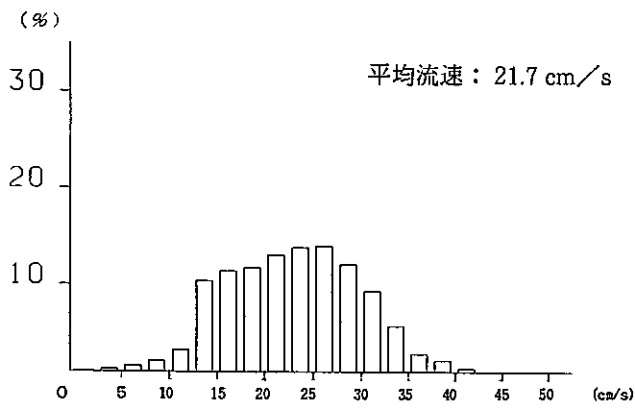
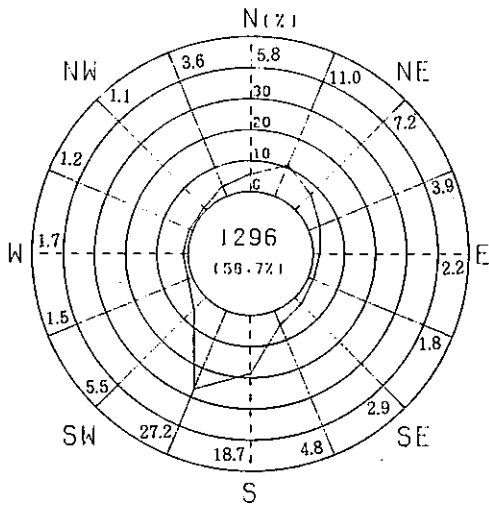
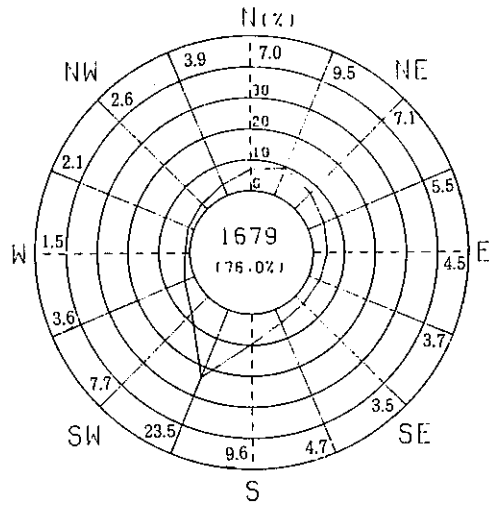


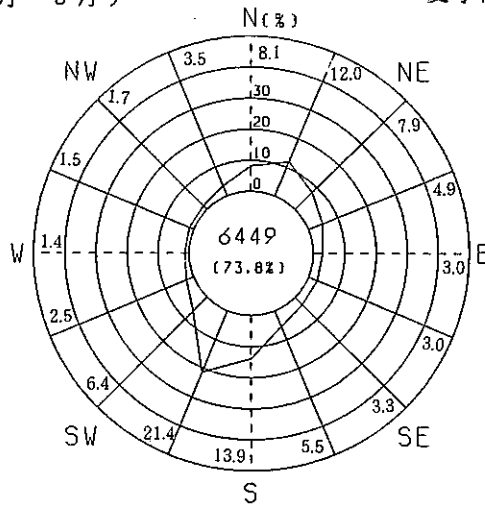
图 C-10 1982 年流速分布 (海面下 3 m 层)



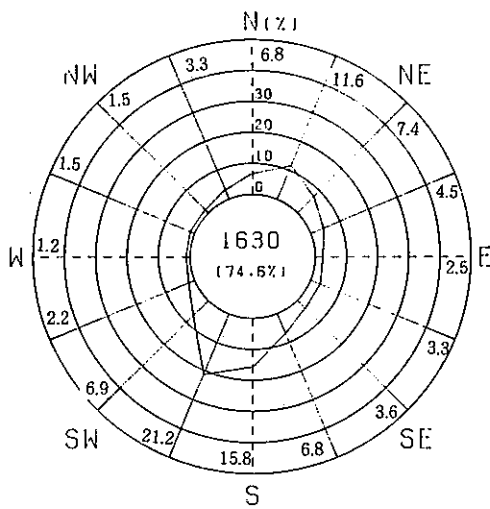
春季流向頻度 (3月~5月)



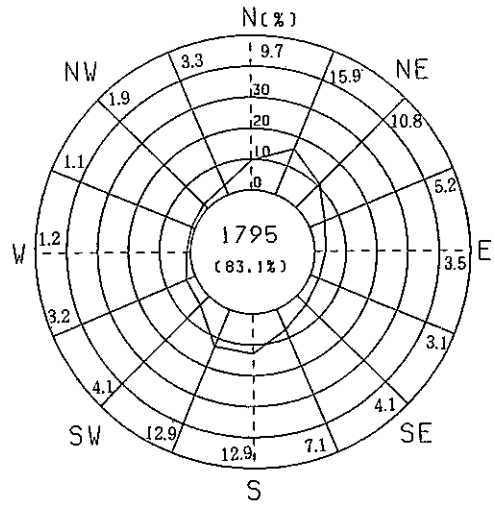
夏季流向頻度 (6月~8月)



通年流向頻度



秋季流向頻度 (9月~11月)



冬季流向頻度 (1982年12月~1983年2月)

圖 C-11 1983年流向頻度 (海面下 3 m 層)

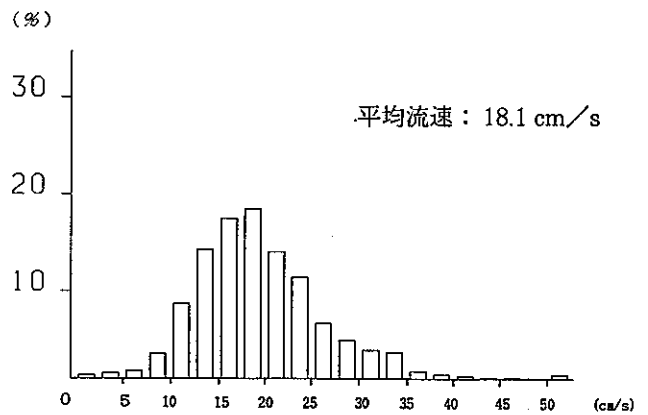
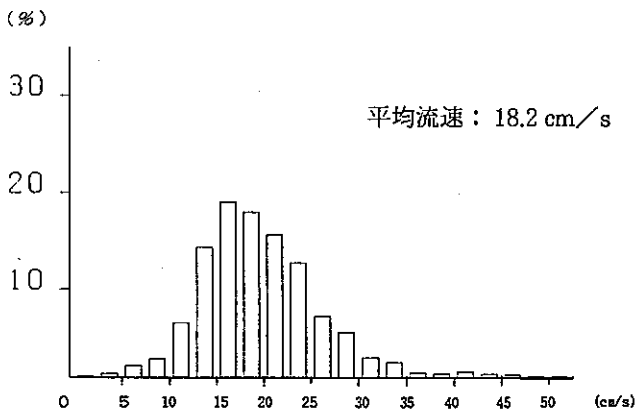
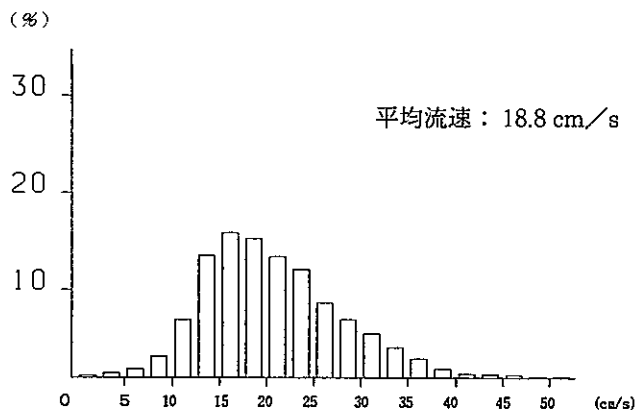
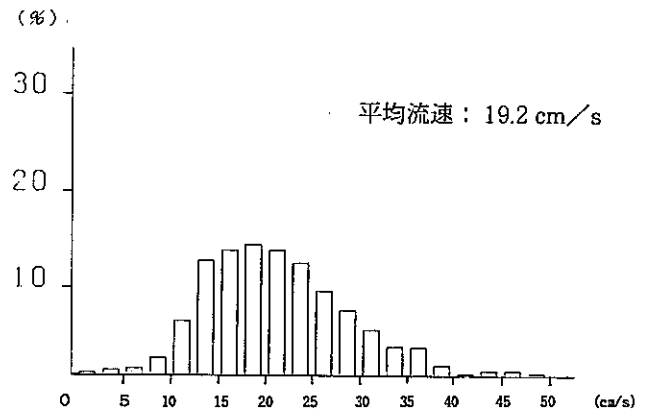
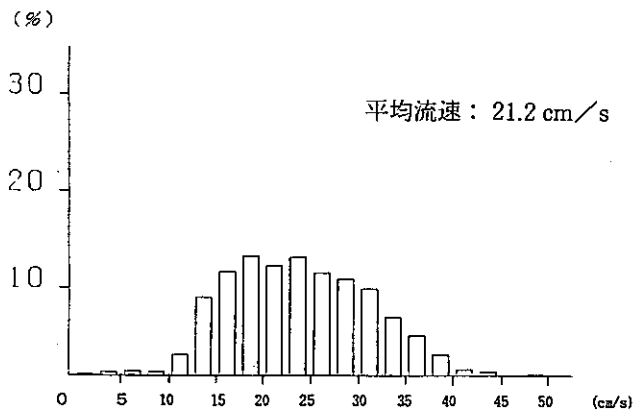
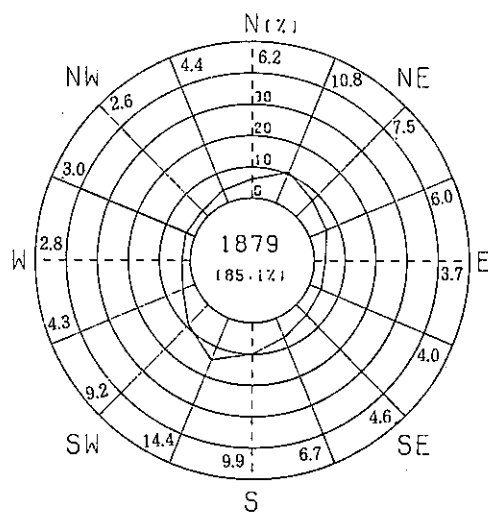
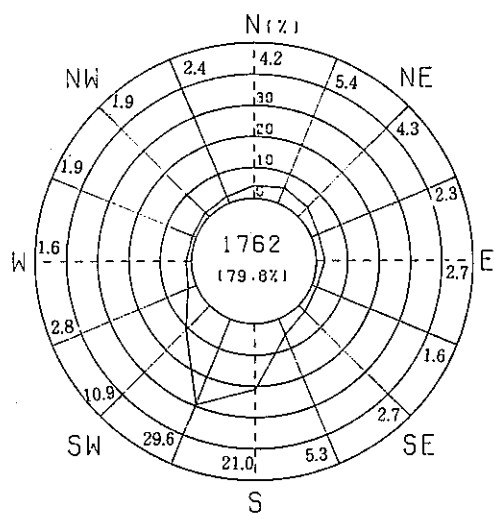
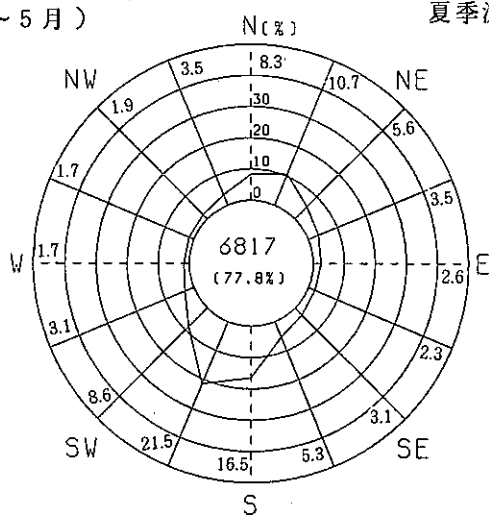


图 C-12 1983 年流速分布 (海面下 3 m 层)

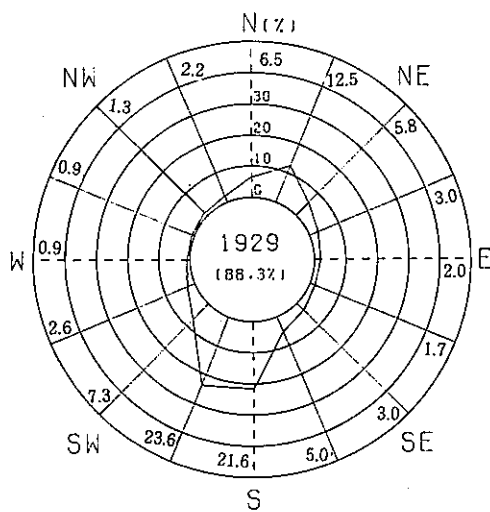


春季流向頻度 (3月~5月)

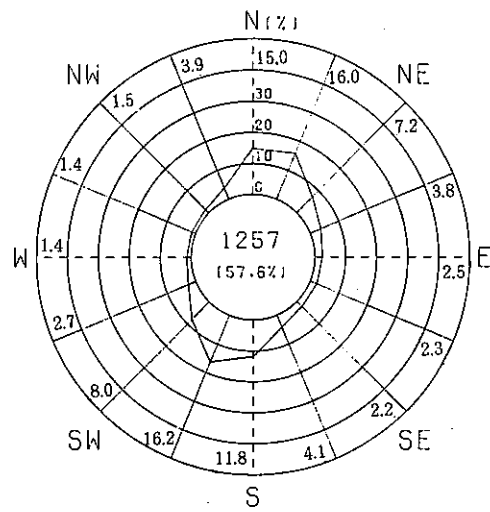
夏季流向頻度 (6月~8月)



通年流向頻度

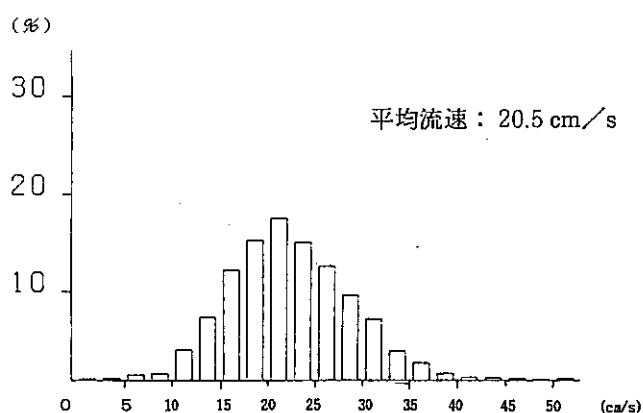


秋季流向頻度 (9月~11月)

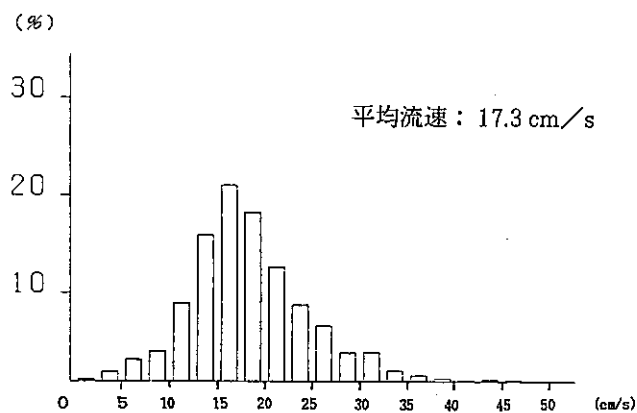


冬季流向頻度 (1983年12月~1984年2月)

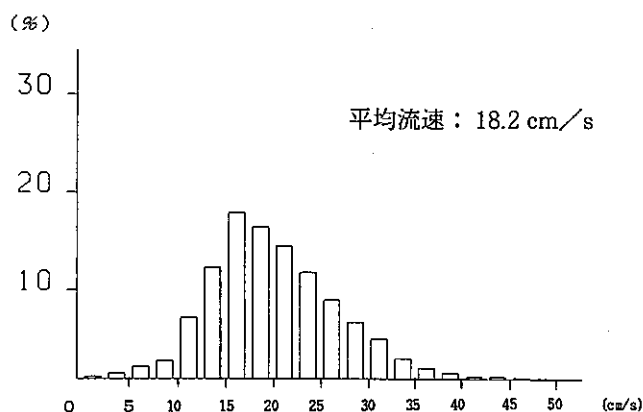
圖 C-13 1984年流向頻度 (海面下3m層)



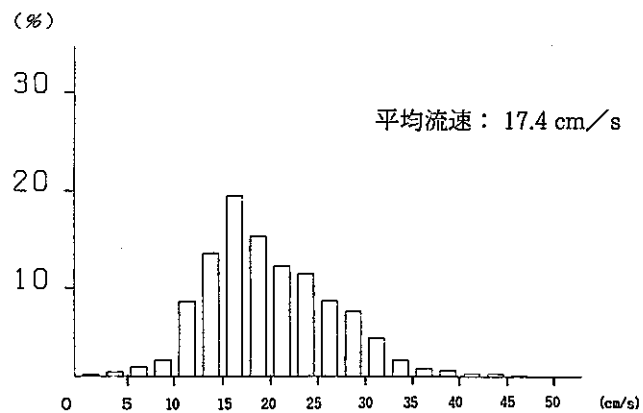
春季流速分布 (3月~5月)



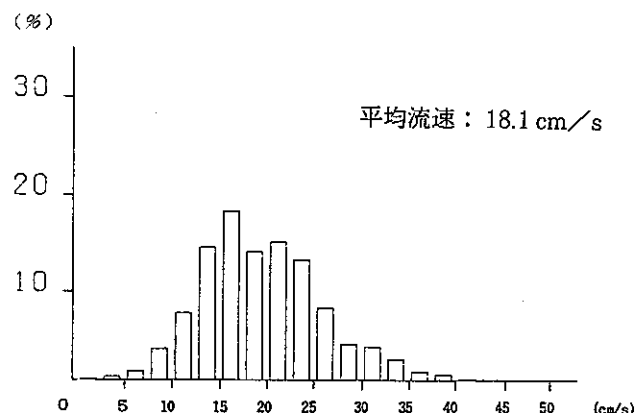
夏季流速分布 (6月~8月)



通年流速分布

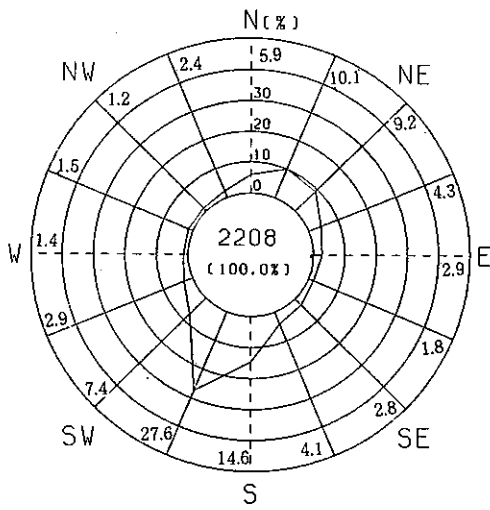


秋季流速分布 (9月~11月)

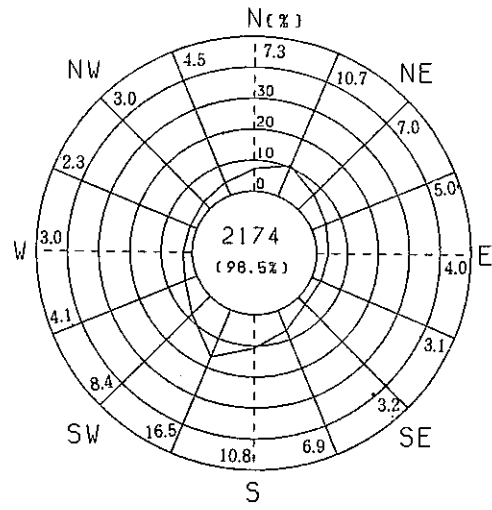


冬季流速分布 (1983年12月~1984年12月)

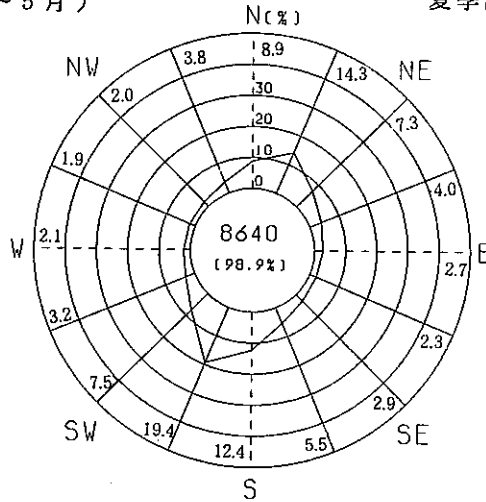
图 C-14 1984 年流速分布 (海面下 3 m 层)



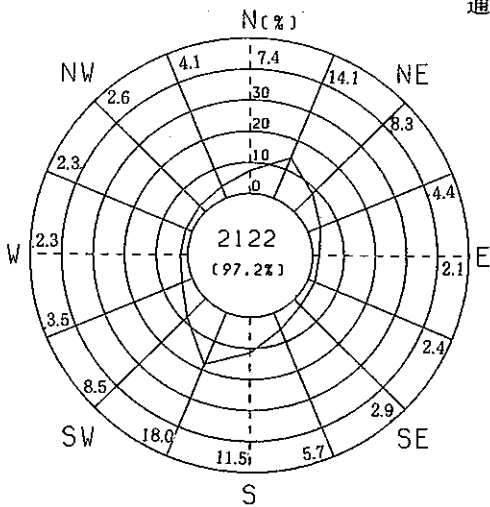
春季流向頻度 (3月~5月)



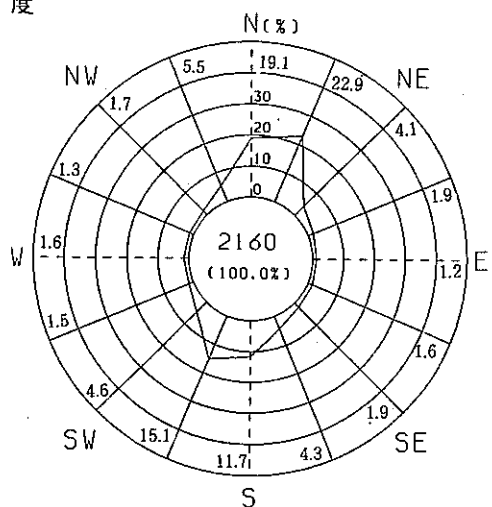
夏季流向頻度 (6月~8月)



通年流向頻度

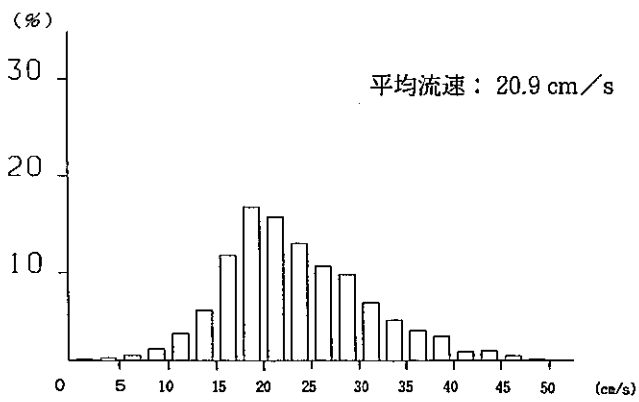


秋季流向頻度 (9月~11月)

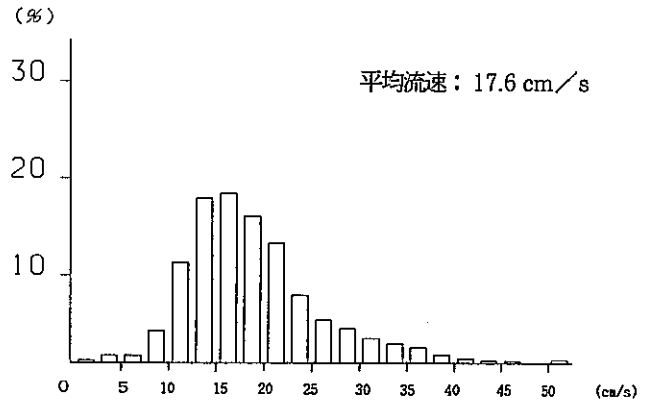


冬季流向頻度 (1984年12月~1985年2月)

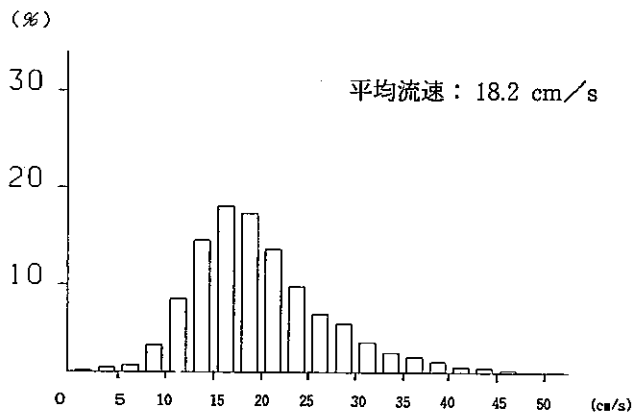
図C-15 1985年流向頻度(海面下3m層)



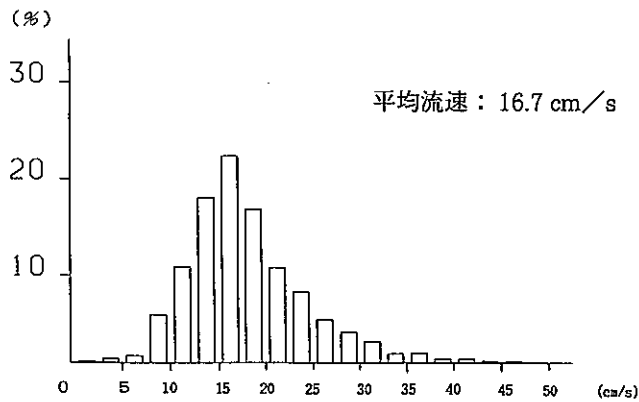
春季流速分布 (3月~5月)



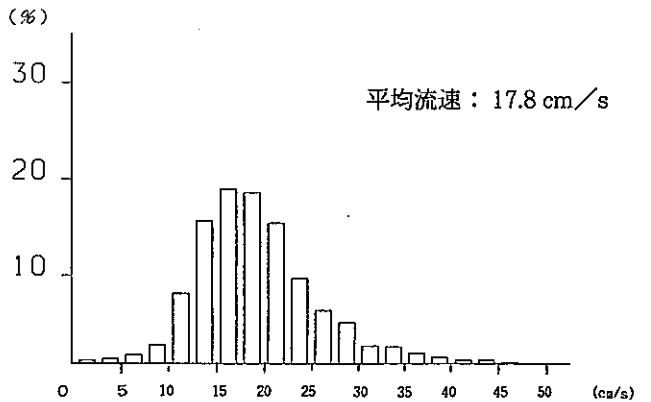
夏季流速分布 (6月~8月)



通年流速分布



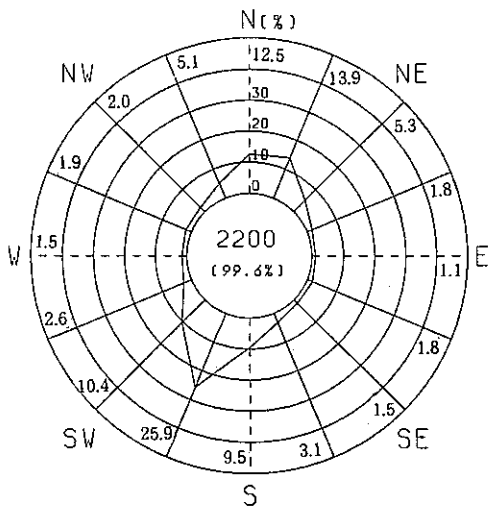
秋季流速分布 (9月~11月)



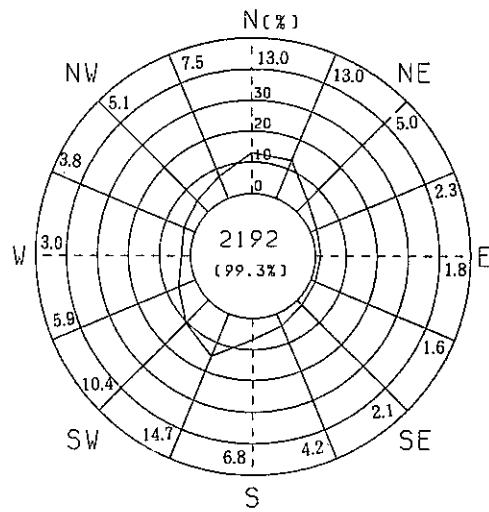
冬季流速分布 (1984年12月~1985年2月)

图 C-16 1985 年流速分布 (海面下 3 m 层)

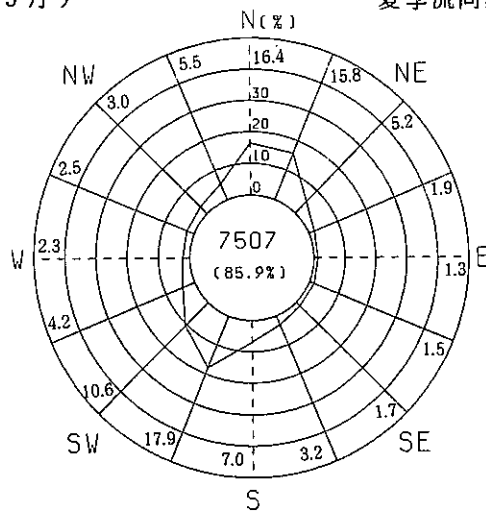




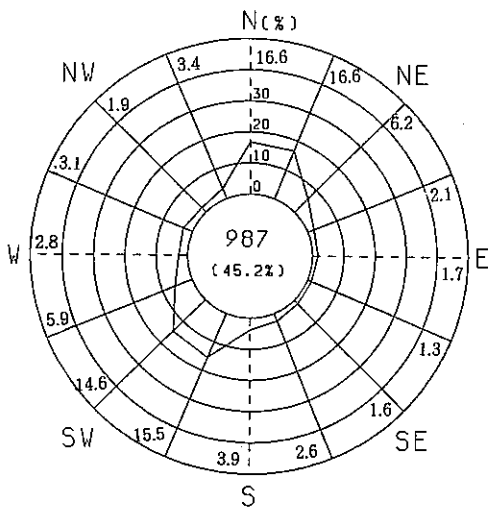
春季流向頻度 (3月~5月)



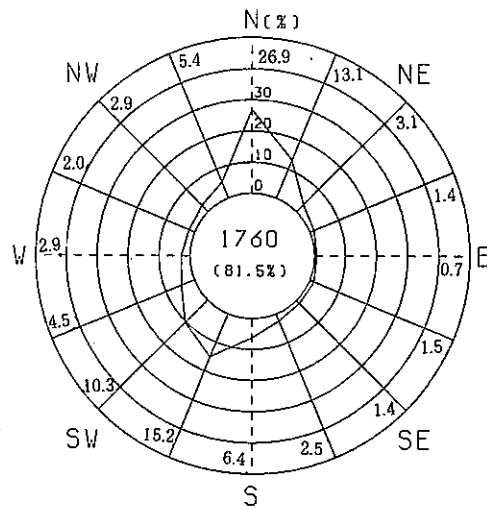
夏季流向頻度 (6月~8月)



通年流向頻度

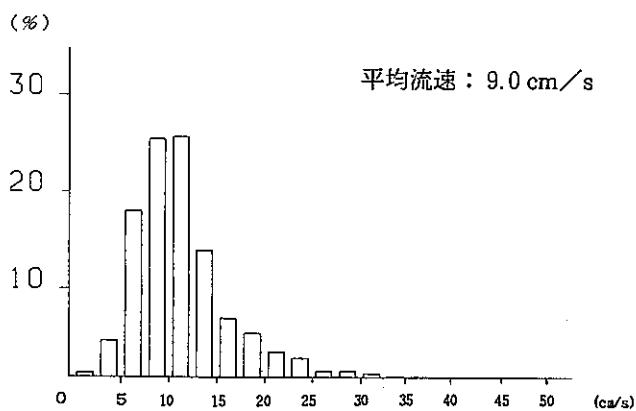


秋季流向頻度 (9月~11月)

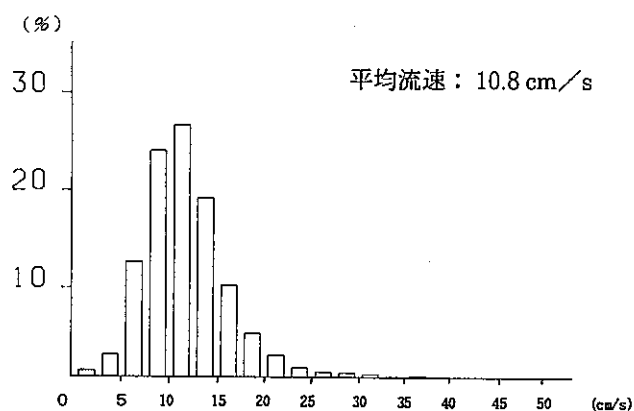


冬季流向頻度 (1980年12月~1981年2月)

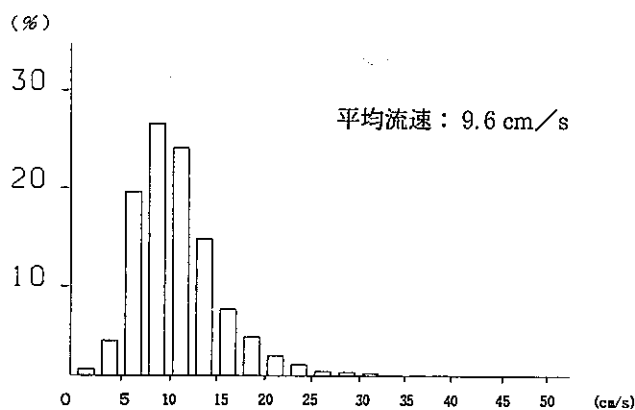
圖 C-17 1981年流向頻度 (海面下 10 m 層)



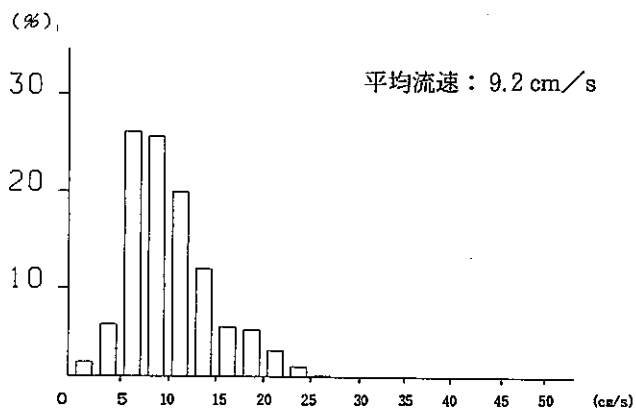
春季流速分布 (3月~5月)



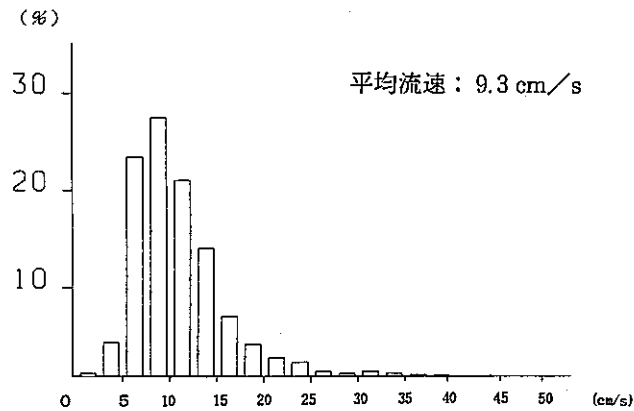
夏季流速分布 (6月~8月)



通年流速分布

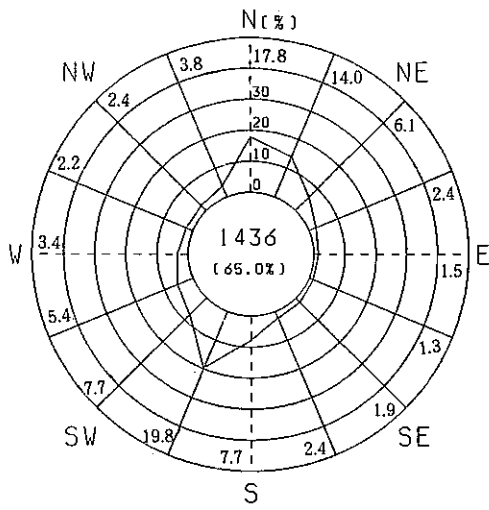


秋季流速分布 (9月~11月)

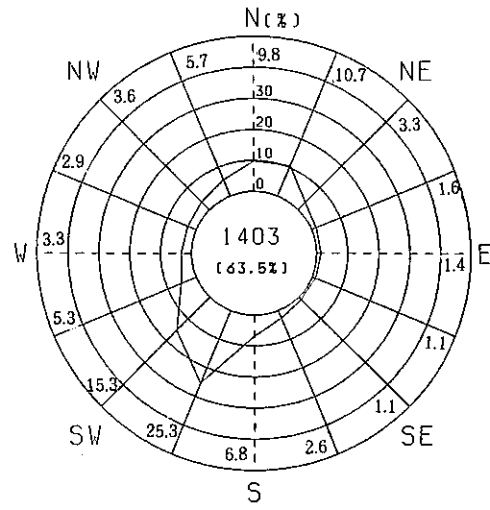


冬季流速分布 (1980年12月~1981年2月)

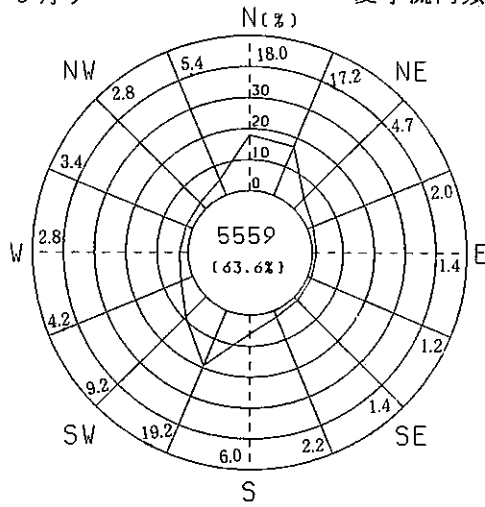
图 C-18 1981年流速分布 (海面下 10 m 层)



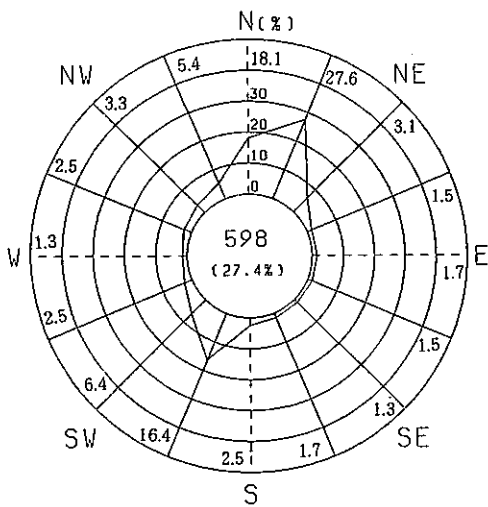
春季流向頻度 (3月~5月)



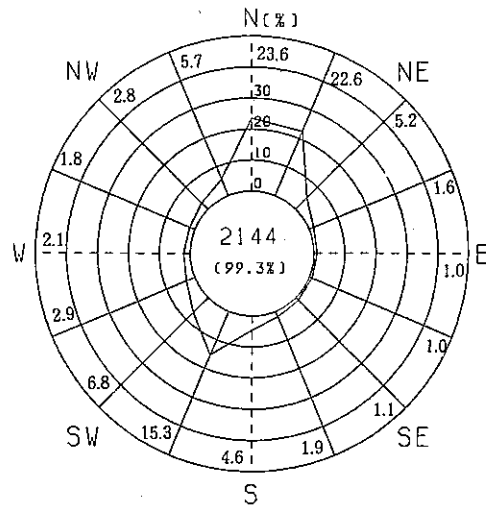
夏季流向頻度 (6月~8月)



通年流向頻度

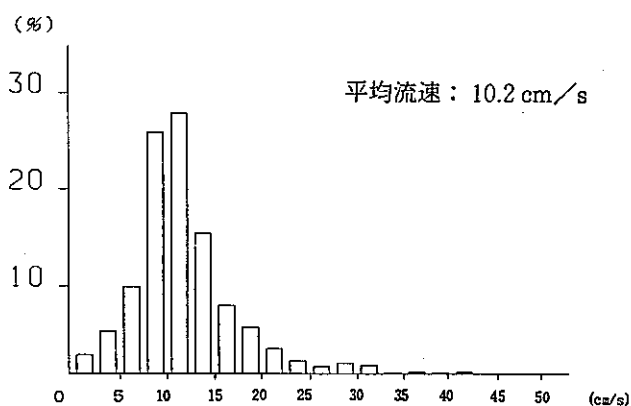
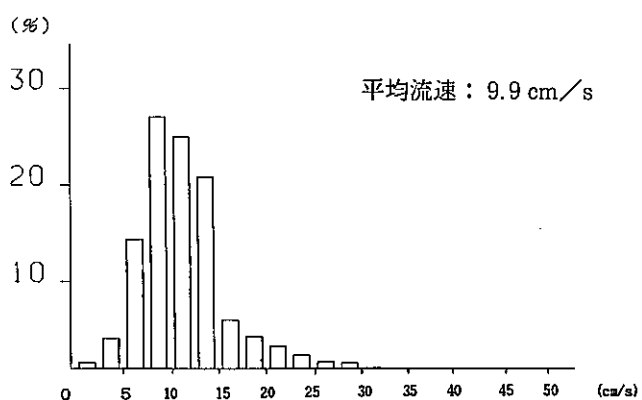


秋季流向頻度 (9月~11月)



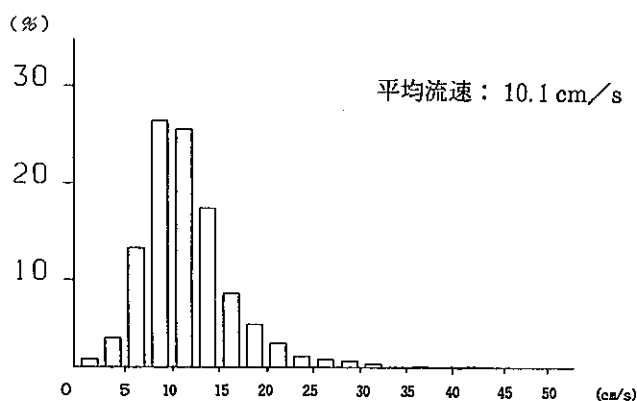
冬季流向頻度 (1981年12月~1982年2月)

圖C-19 1982年流向頻度 (海面下10 m層)

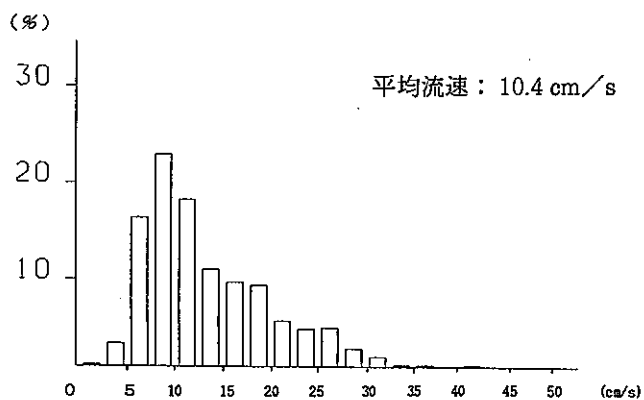


春季流速分布 (3月~5月)

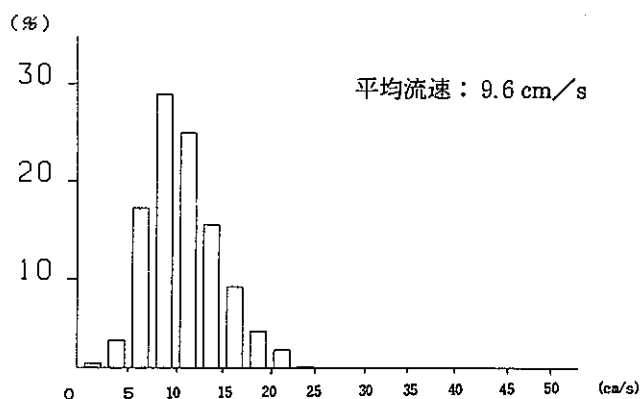
夏季流速分布 (6月~8月)



通年流速分布

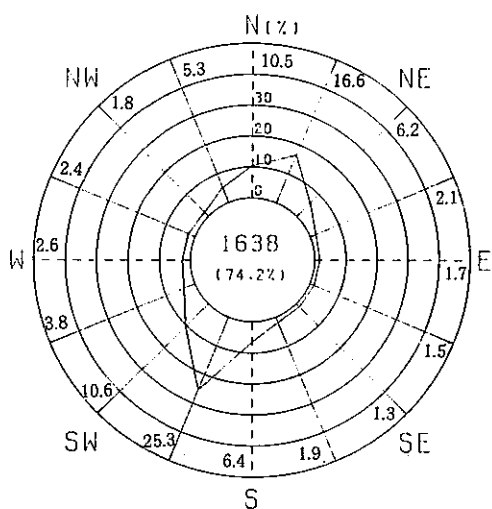


秋季流速分布 (9月~11月)

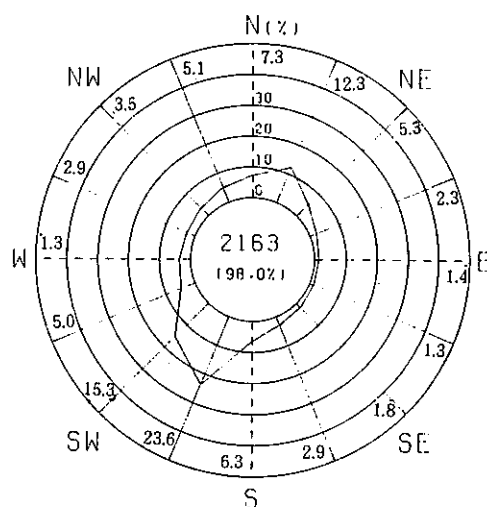


冬季流速分布 (1981年12月~1982年2月)

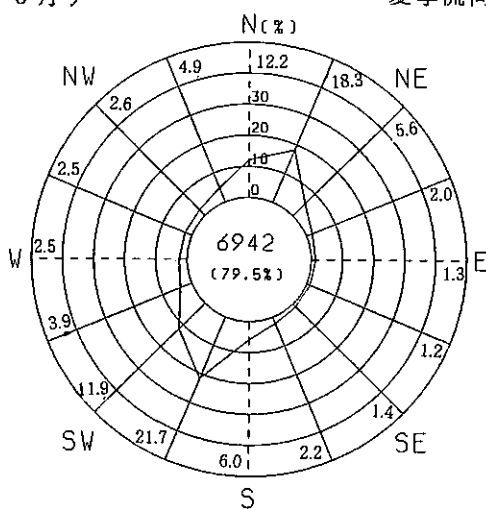
图 C-20 1982 年流速分布 (海面下 10 m 层)



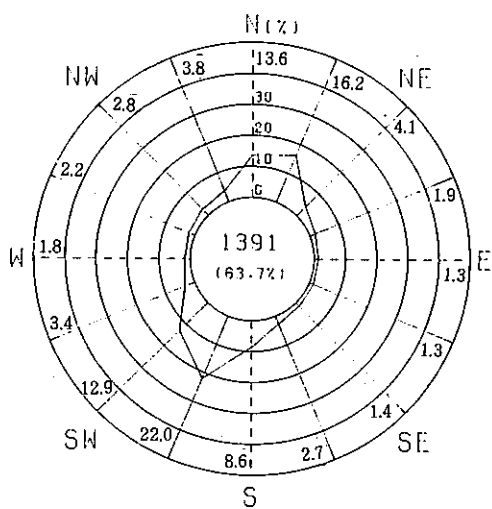
春季流向頻度 (3月~5月)



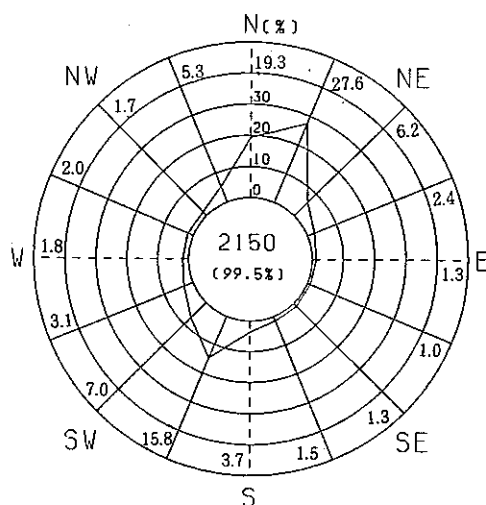
夏季流向頻度 (6月~8月)



通年流向頻度

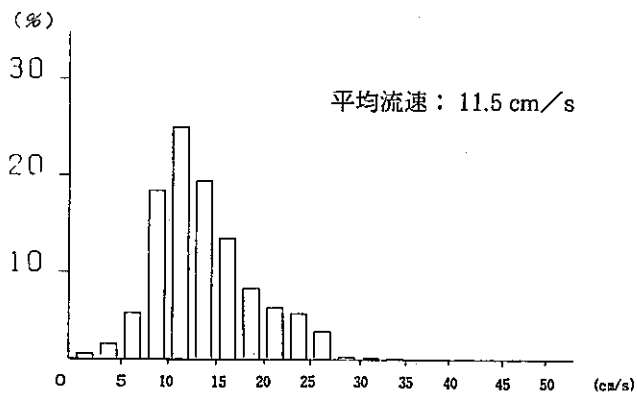


秋季流向頻度 (9月~11月)

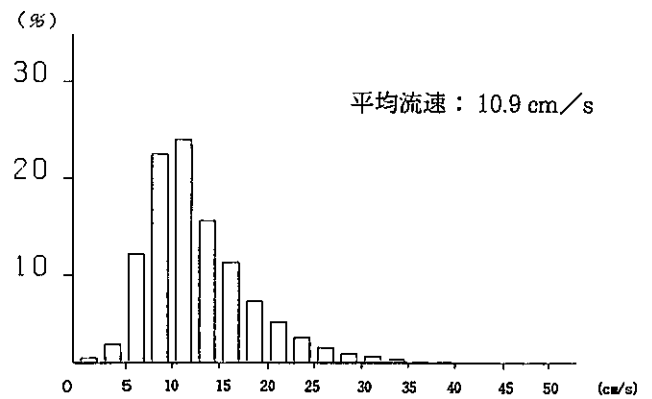


冬季流向頻度 (1982年12月~1983年2月)

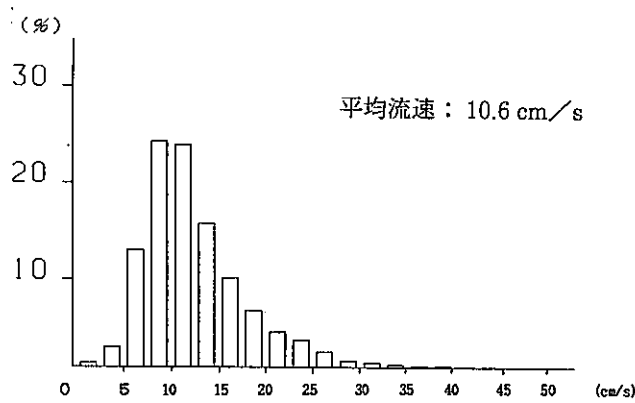
圖 C-21 1983年流向頻度 (海面下 10 m 層)



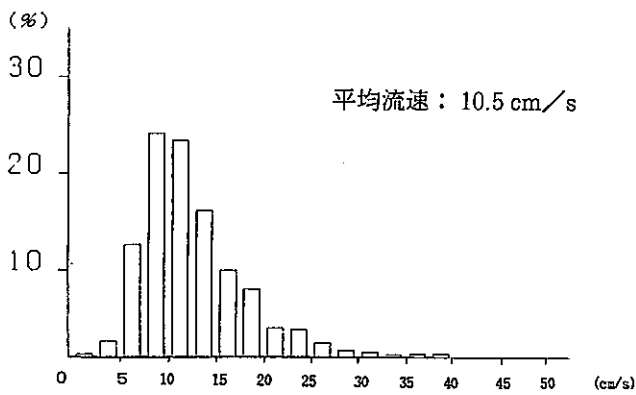
春季流速分布 (3月~5月)



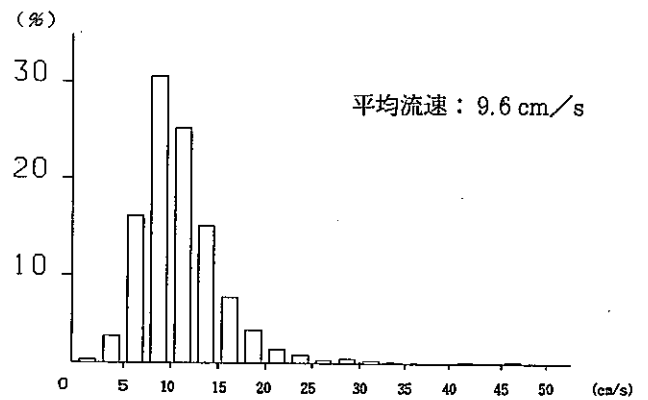
夏季流速分布 (6月~8月)



通 年 流 速 分 布

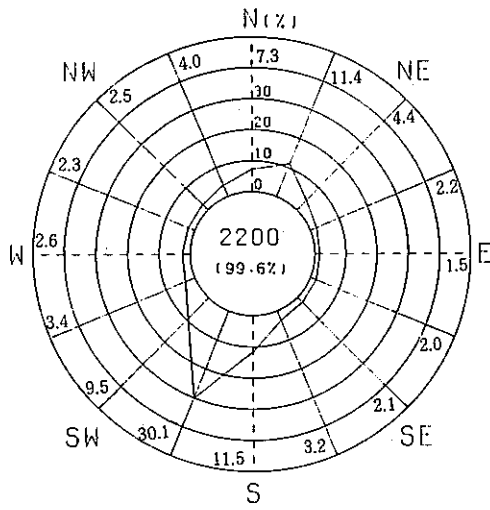


秋季流速分布 (9月~11月)

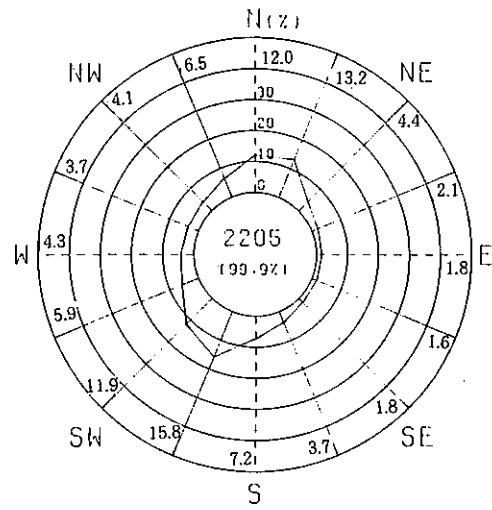


冬季流速分布 (1982年12月~1983年2月)

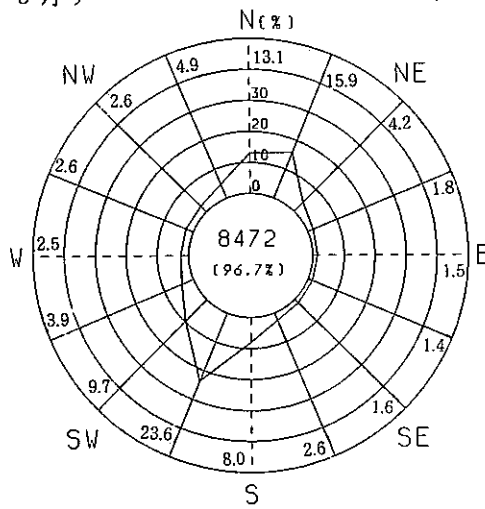
图 C-22 1983 年流速分布 (海面下 10 m 层)



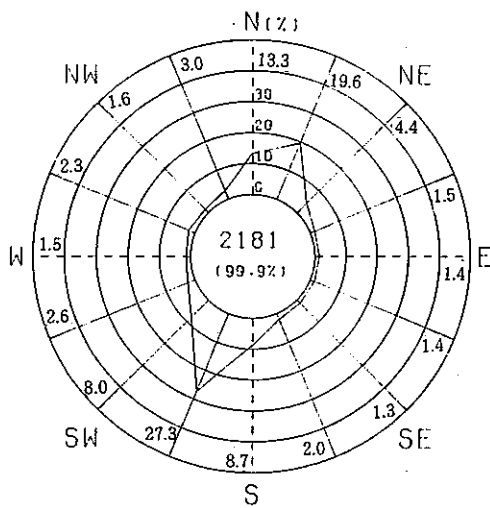
春季流向頻度 ( 3 月 ~ 5 月 )



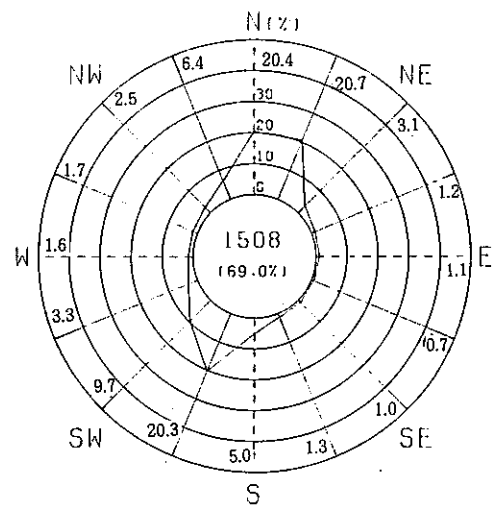
夏季流向頻度 ( 6 月 ~ 8 月 )



通 年 流 向 頻 度

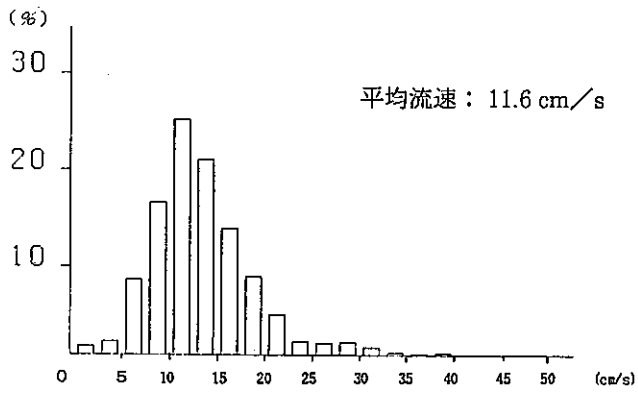


秋季流向頻度 ( 9 月 ~ 11 月 )

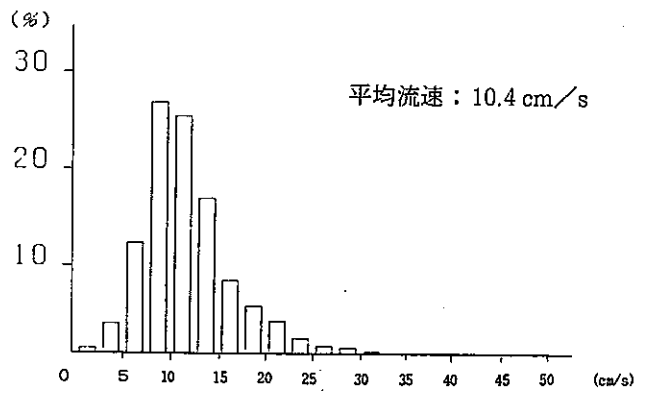


冬季流向頻度 ( 1983 年 12 月 ~ 1984 年 2 月 )

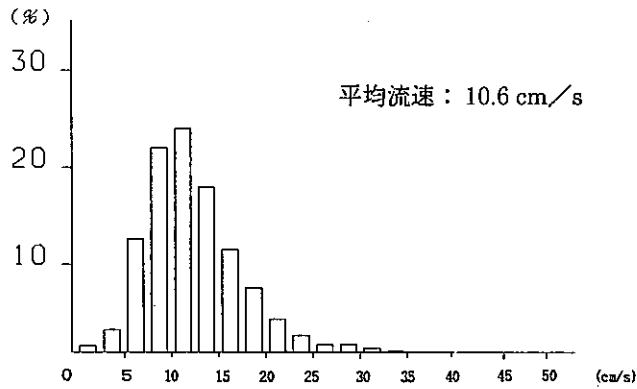
圖 C-23 1984 年流向頻度 (海面下 10 m 層)



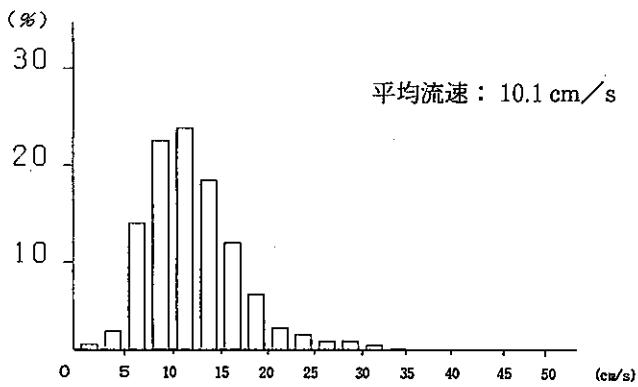
春季流速分布 (3月~5月)



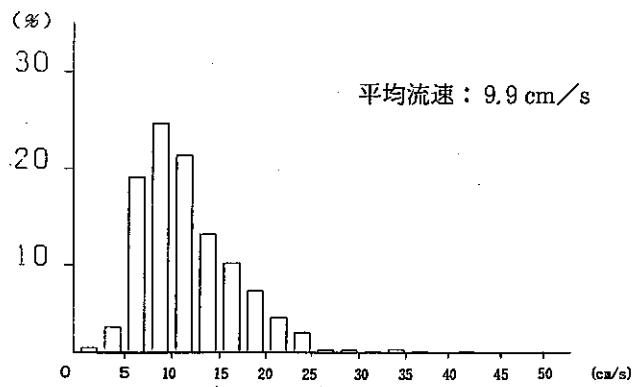
夏季流速分布 (6月~8月)



通年流速分布



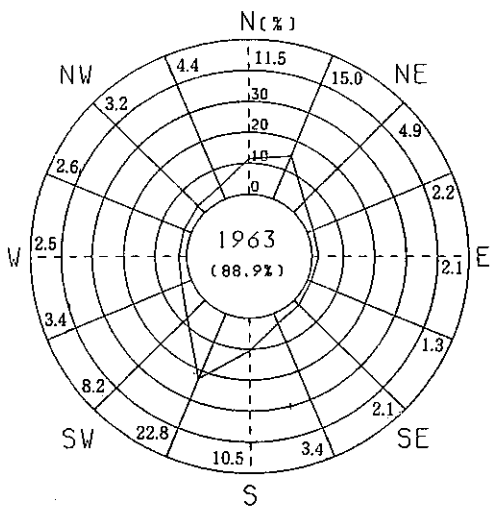
秋季流速分布 (9月~11月)



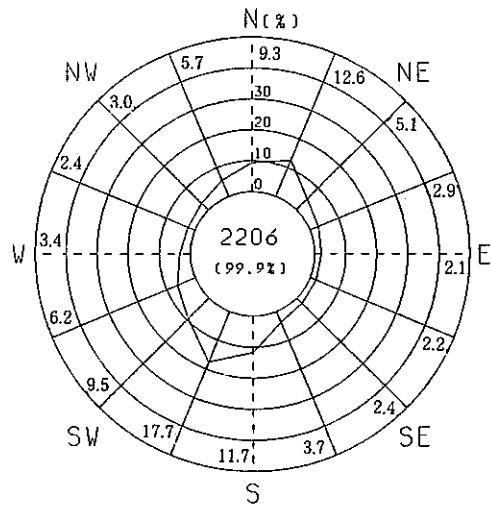
冬季流速分布 (1983年12月~1984年2月)

图 C-24 1984 年流速分布 (海面下 10 m 层)

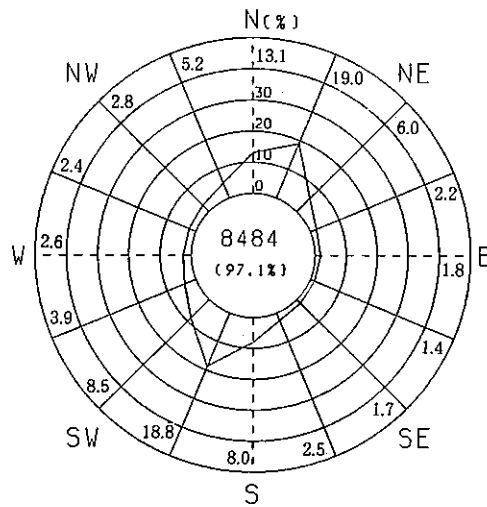




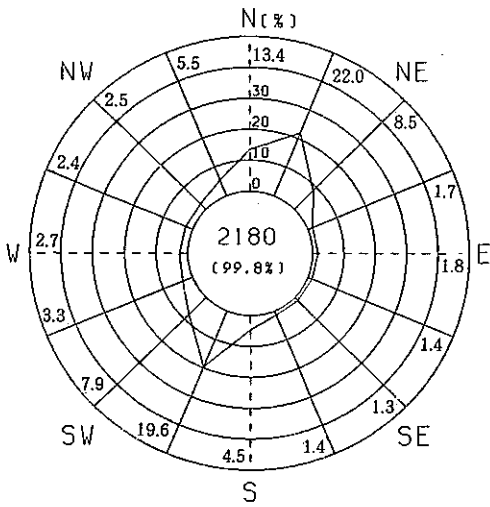
春季流向頻度 (3月~5月)



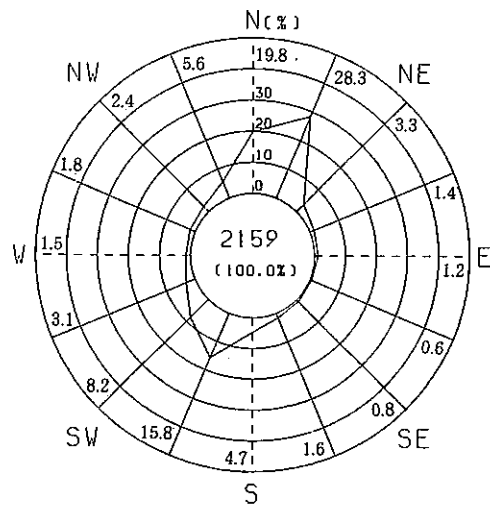
夏季流向頻度 (6月~8月)



通年流向頻度

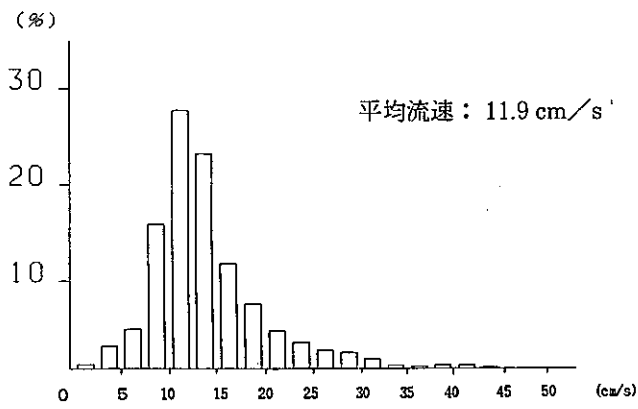


秋季流向頻度 (9月~11月)

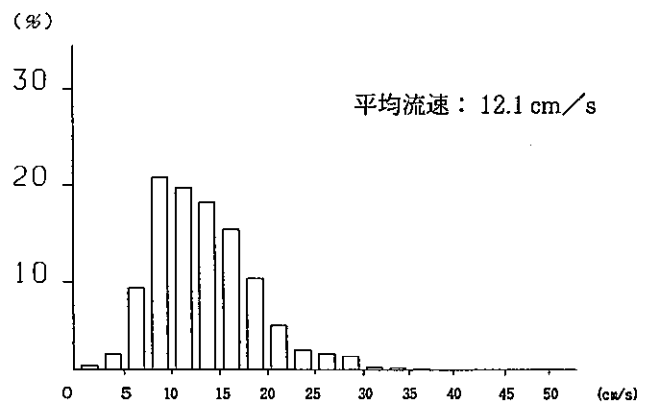


冬季流向頻度 (1984年12月~1985年2月)

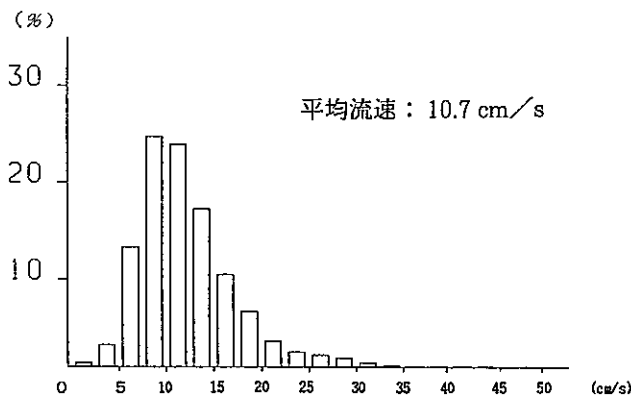
図 C-25 1985年流向頻度 (海面下10m層)



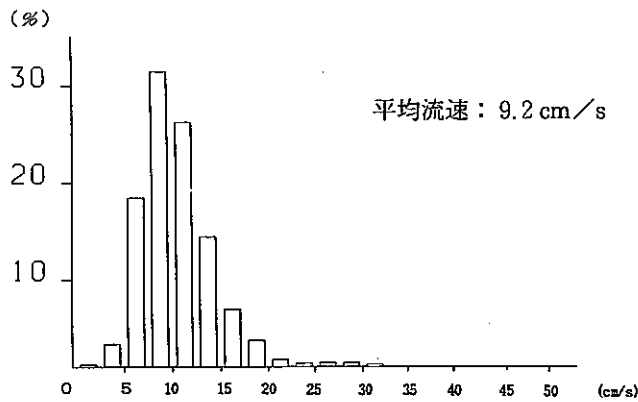
春季流速分布 (3月~5月)



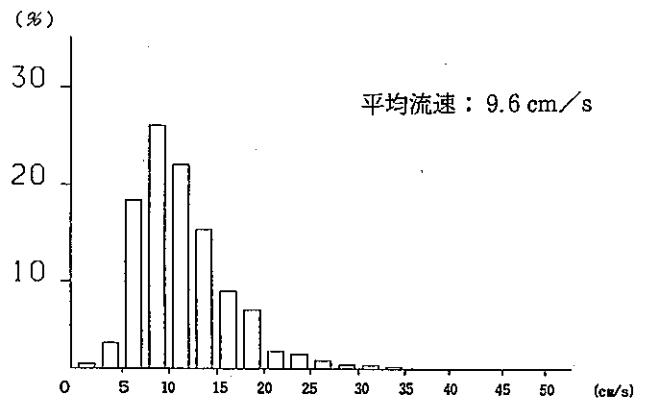
夏季流速分布 (6月~8月)



通 年 流 速 分 布

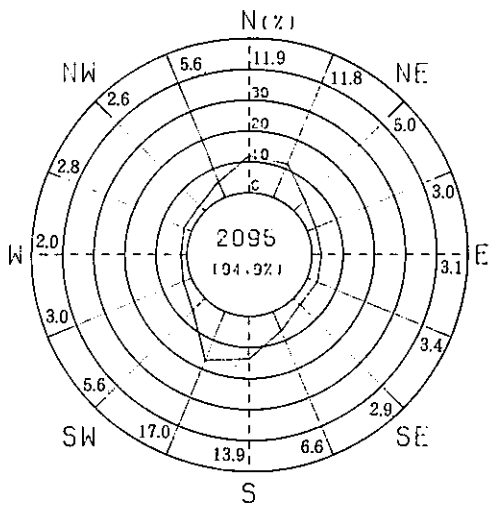


秋季流速分布 (9月~11月)

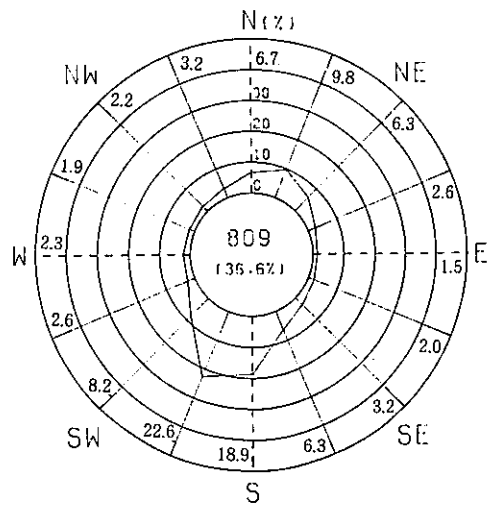


冬季流速分布 (1984年12月~1985年2月)

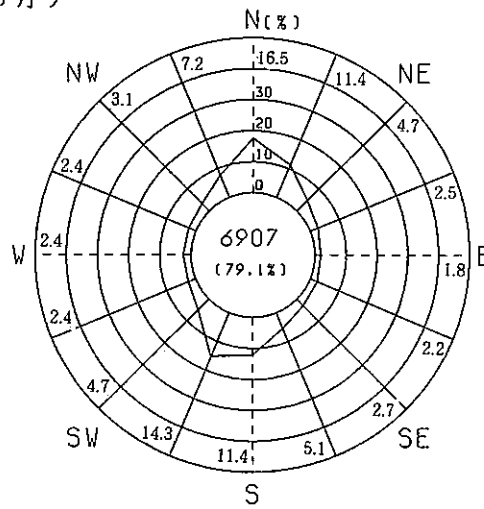
图 C-26 1985 年流速分布 (海面下 10 m 层)



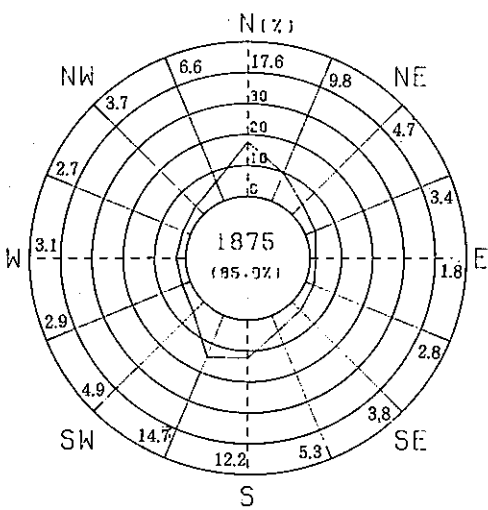
春季流向頻度 (3月~5月)



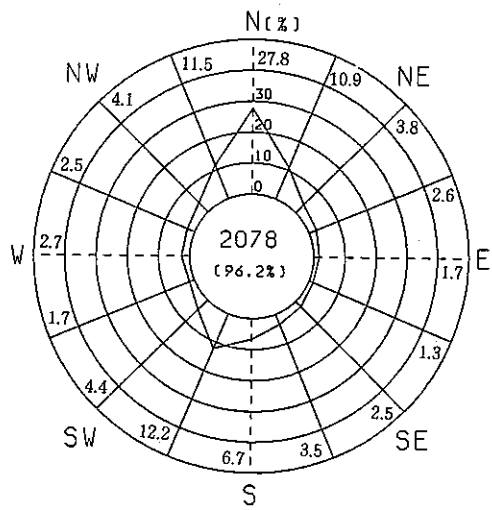
夏季流向頻度 (6月~8月)



全年流向頻度

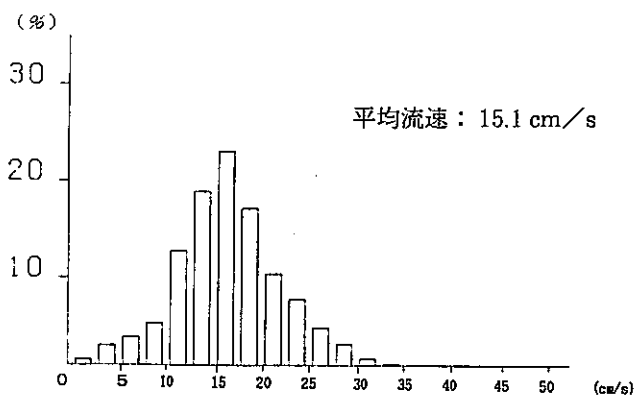


秋季流向頻度 (9月~11月)

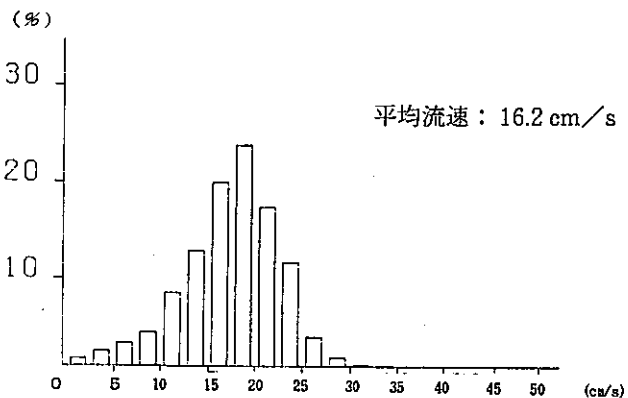


冬季流向頻度 (1984年12月~1985年2月)

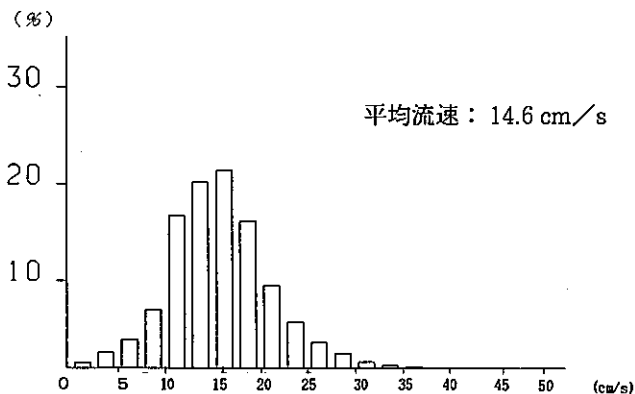
圖 C-27 1983 年流向頻度 (海面下 16 m 層)



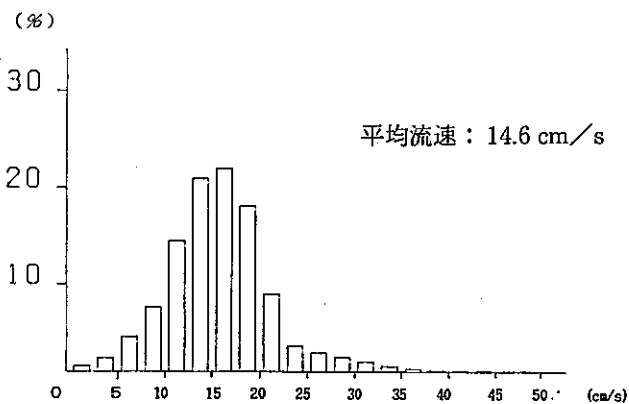
春季流速分布 (3月~5月)



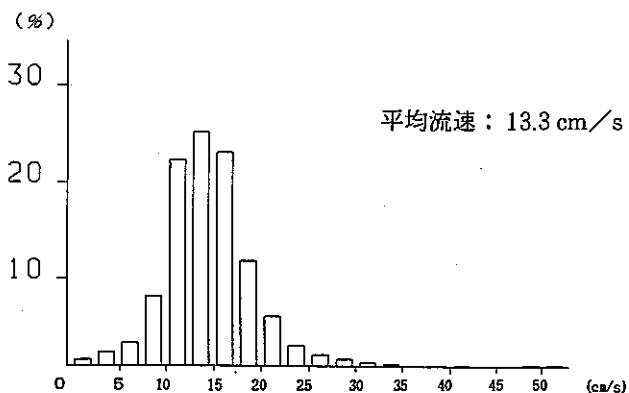
夏季流速分布 (6月~8月)



通年流速分布

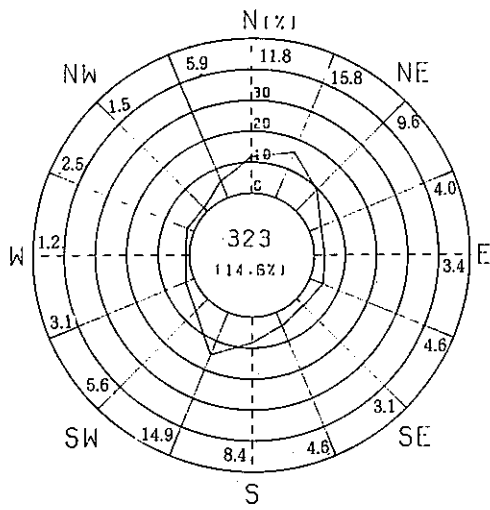


秋季流速分布 (9月~11月)

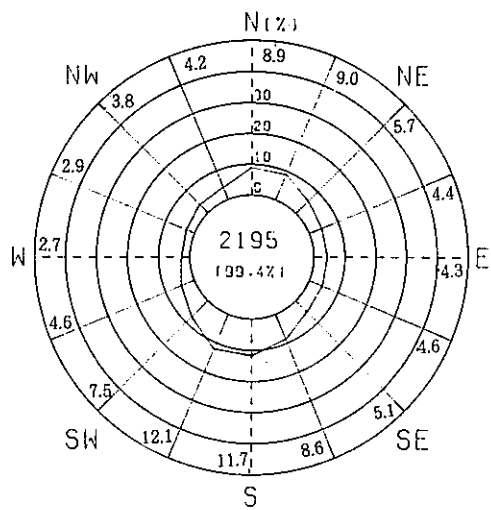


冬季流速分布 (1982年12月~1983年2月)

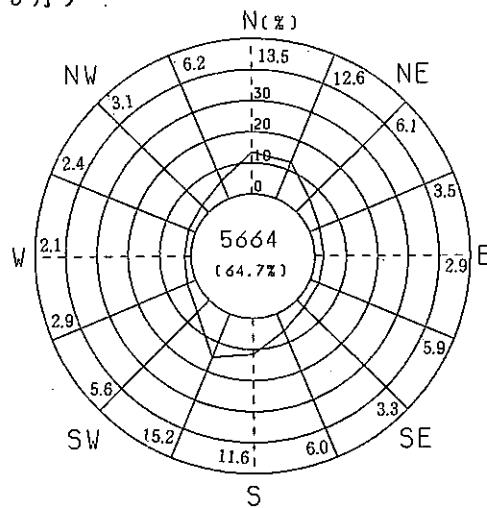
图 C-28 1983年流速分布 (海面下16m层)



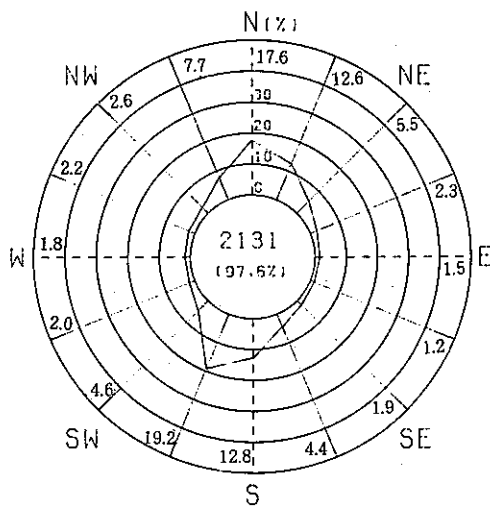
春季流向頻度 (3月~5月)



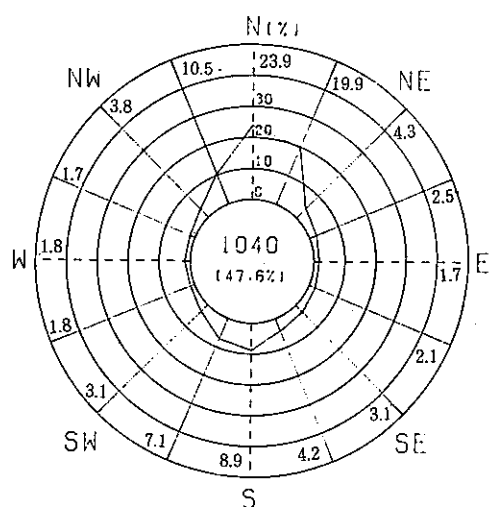
夏季流向頻度 (6月~8月)



通年流向頻度

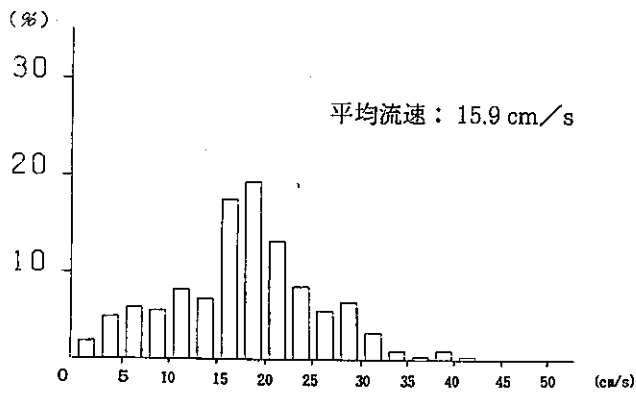


秋季流向頻度 (9月~11月)

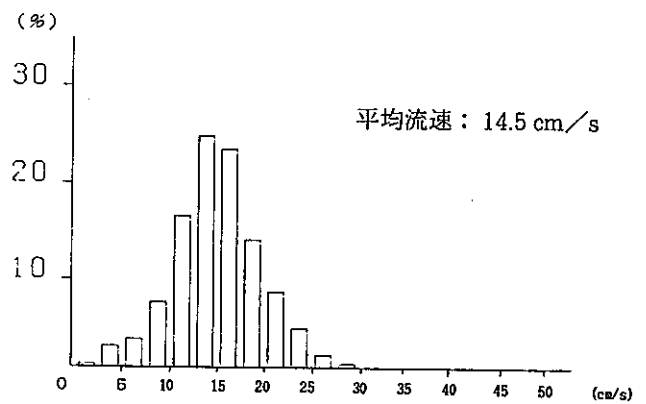


冬季流向頻度 (1983年12月~1984年2月)

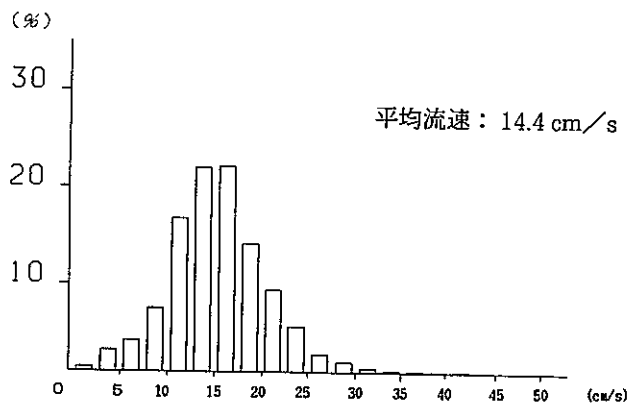
圖 C-29 1984 年流向頻度 (海面下 16 m 層)



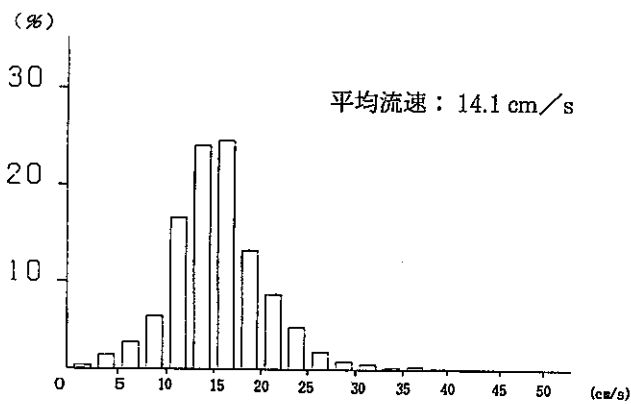
春季流速分布 (3月~5月)



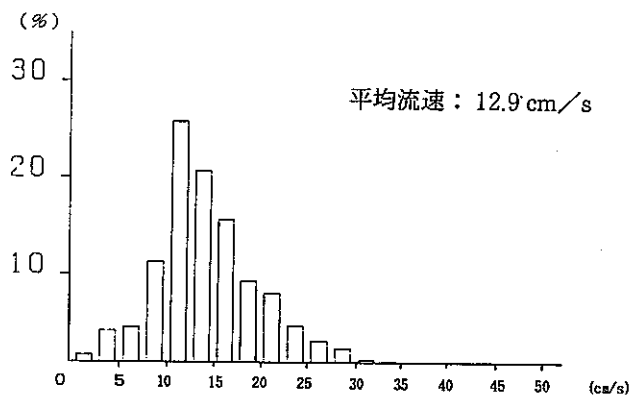
夏季流速分布 (6月~8月)



通年流速分布

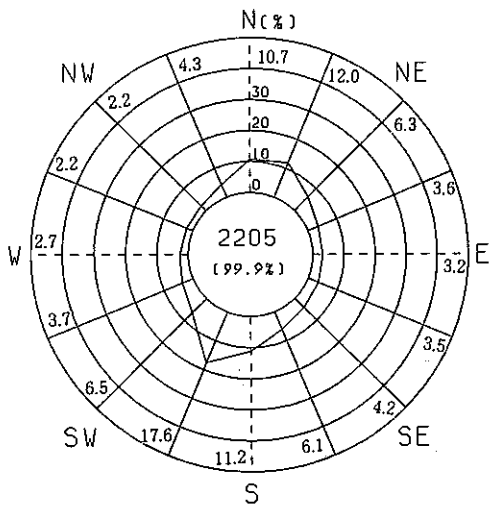


秋季流速分布 (9月~11月)

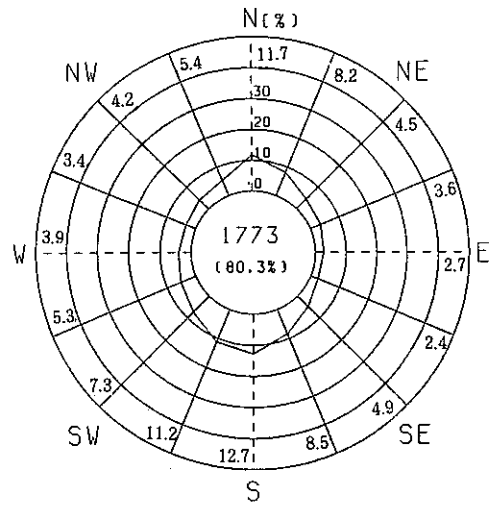


冬季流速分布 (1983年12月~1984年2月)

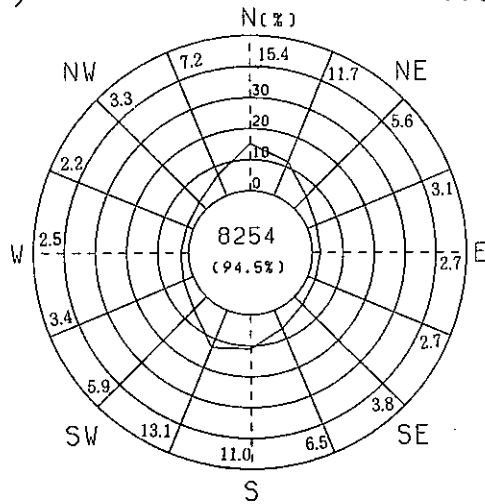
图 C-30 1984年流速分布 (海面下16m层)



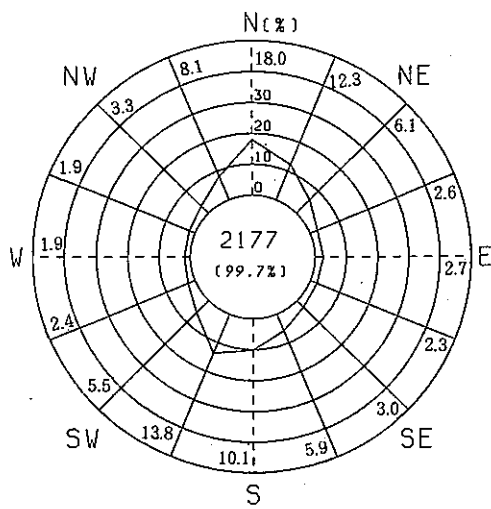
春季流向頻度 (3月~5月)



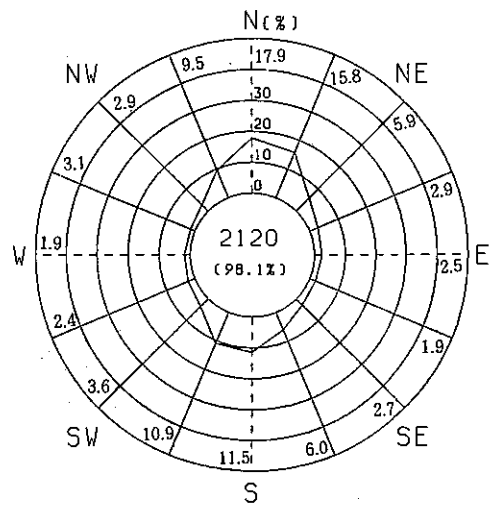
夏季流向頻度 (6月~8月)



通年流向頻度

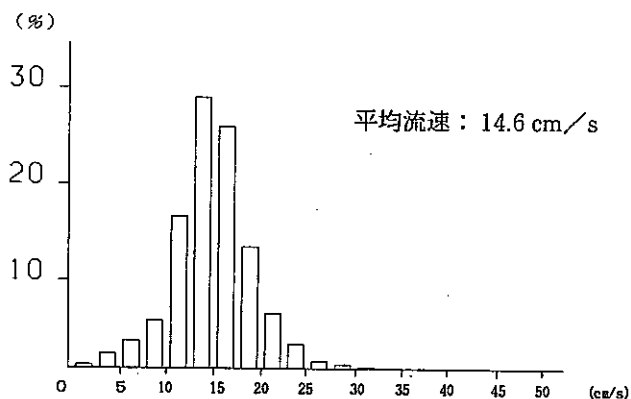
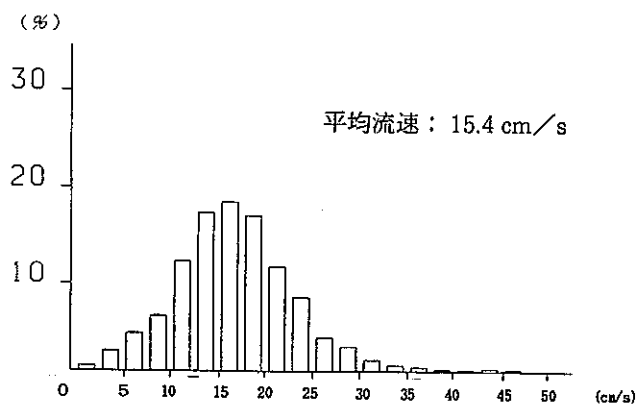


秋季流向頻度 (9月~11月)



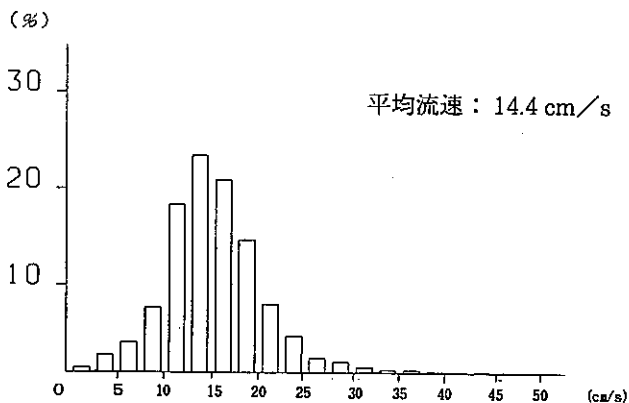
冬季流向頻度 (1984年12月~1985年2月)

図C-31 1985年流向頻度 (海面下16m層)

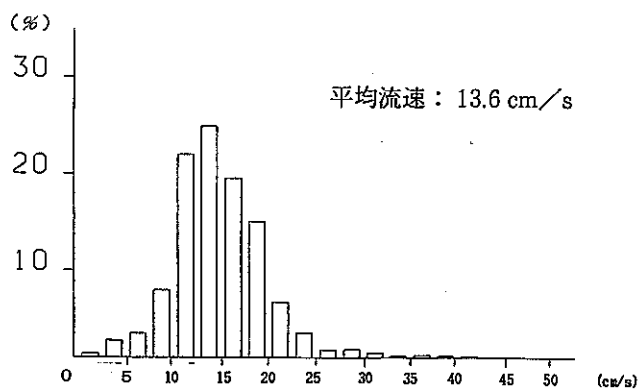


春季流速分布 (3月~5月)

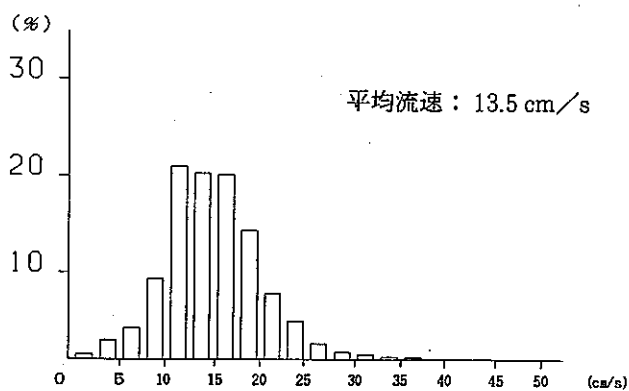
夏季流速分布 (6月~8月)



通年流速分布



秋季流速分布 (9月~11月)



冬季流速分布 (1984年12月~1985年2月)

图 C-32 1985年流速分布 (海面下 16 m 层)