5.4 ハリケーンによる最大波（深水波，有義波）の推算結果

5.4.1 深水波の推算結果

［波浪推算対象ハリケーンと波浪推算に用いたハリケーンパラメータ］

1969年～1998年の30年間にセント・ジョージ海岸に高波をもたらした可能性のあるハリケーンは前掲の表－3.2 に示した。このハリケーンの風の推算に必要なパラメータ（緯度，経度，Pc，Po，ro；5.1.1に詳述）は添付資料－2に収録されている。

［ハリケーンによる波向別最大波（深水波，有義波）］

上記ハリケーンパラメータを用いて 5.1～5.3 に述べた方法でセント・ジョージ海岸の深水波を推算した。この推算によって得られた波向別最大波の詳細資料を添付資料－4に収録し、これをとりまとめて表－5.4.1 に示した。

5.4.2 波高と周期の関係（深水波，有義波）

表－5.4.1 の資料から波高と周期の関係を波向別にプロットして図－5.4.2.1 ～図－5.4.2.2 に示す。これらの図によると、SSW ～NW方向の波は殆どが風浪で、NNW ～N 方向の波はうねりと風浪が混在することが分かる。

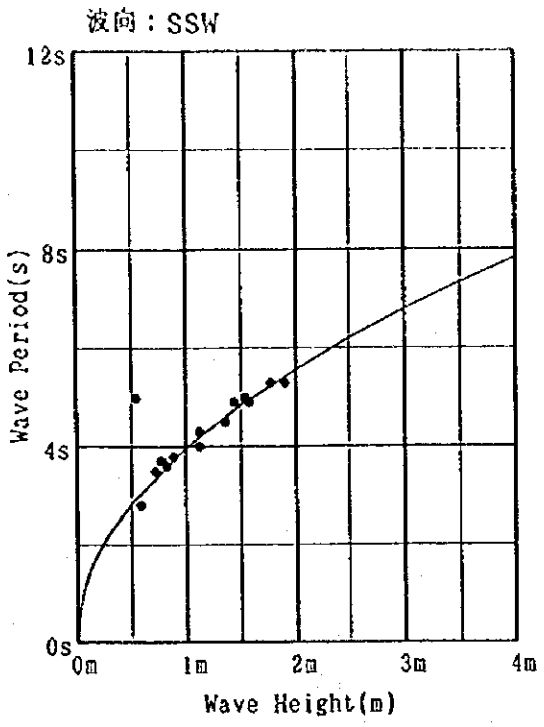
図中の実線は風浪について最少自乗法で求めた波高と周期の回帰曲線で、図の下にこの曲線の数式を示した。そして、 NNW～N の図にはうねりについて求めた回帰曲線を破線で示した。これらの回帰式をまとめて下表に示す。

表－5.4.2　ハリケーンの波の波高と周期の関係

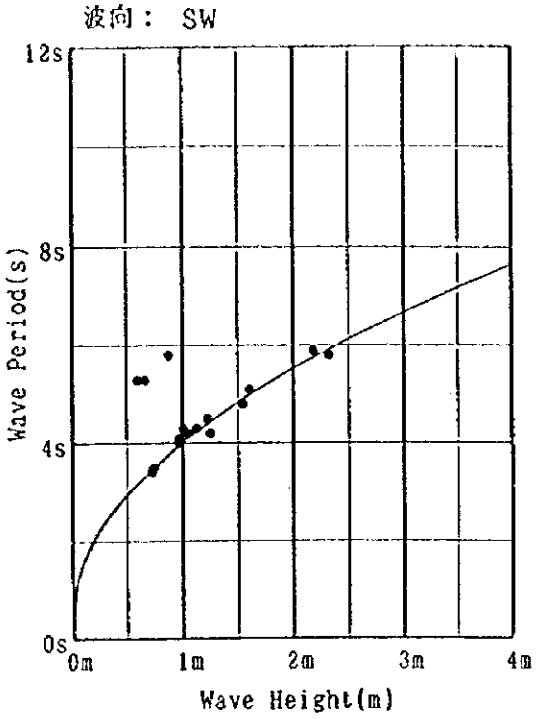
波　向		回　帰　式	相関係数	個数
SSW	風浪	$T_{1/3}=3.85H_{1/3}^{1/2}+0.12$	0.984	13
SW	風浪	$T_{1/3}=3.62H_{1/3}^{1/2}+0.41$	0.989	13
WSW	風浪	$T_{1/3}=3.59H_{1/3}^{1/2}+0.47$	0.990	13
W	風浪	$T_{1/3}=3.72H_{1/3}^{1/2}+0.34$	0.990	14
WNW	風浪	$T_{1/3}=3.76H_{1/3}^{1/2}+0.31$	0.991	13
NW	風浪	$T_{1/3}=3.83H_{1/3}^{1/2}+0.20$	0.993	13
NNW	風浪	$T_{1/3}=3.91H_{1/3}^{1/2}+0.09$	0.991	11
	うねり	$T_{1/3}=4.81H_{1/3}^{1/2}+3.19$	0.931	7
N	風浪	$T_{1/3}=4.06H_{1/3}^{1/2}-0.15$	0.996	7
	うねり	$T_{1/3}=4.03H_{1/3}^{1/2}+3.08$	0.849	11

表-5.4.1　ハリケーン別・波向別最大波（深水波）一覧表

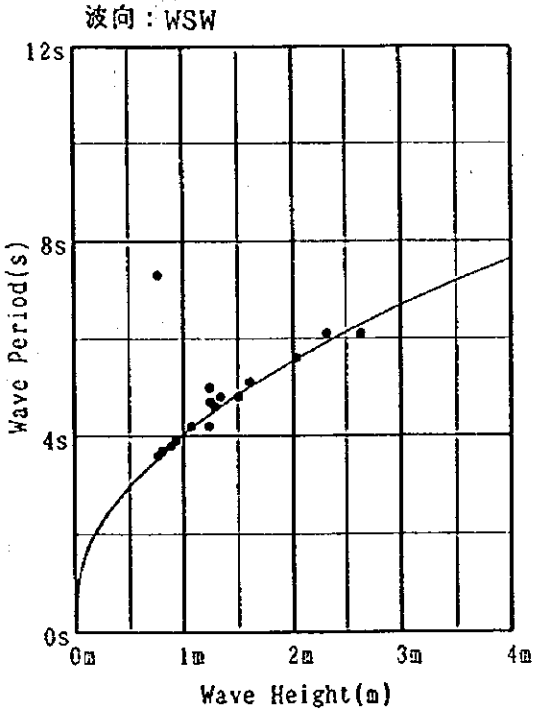
Hurricane	W.dirctn	SSW		SW		WSW		W		WNW		NW		NNW		N	
number	Nickname	H(m)	T(s)	H(m)	T(s)	H(m)	T(s)	H(m)	T(s)	H(m)	T(s)	H(m)	T(s)	H(m)	T(s)	H(m)	T(s)
6906	FRANCELIA	1.54	5.0	0.59	5.3	0.35	5.5	0.26	5.9	-	-	-	-	-	-	-	-
7005	DOROTHY	0.88	3.8	1.13	4.3	1.29	4.6	1.41	4.8	1.61	5.1	1.81	5.4	1.83	5.4	1.44	7.2
7106	EDITH	-	-	-	-	0.25	5.3	0.39	7.2	-	-	-	-	-	-	-	-
7304	CHRISTINE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.23	4.6	0.46	5.3
7404	ALMA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.56	2.9
7804	CORA	1.57	4.9	0.66	5.2	0.36	5.7	-	-	-	-	0.91	3.8	1.53	4.8	2.04	5.5
7904	DAVID	1.12	4.3	1.61	5.1	2.03	5.6	2.32	6.1	2.49	6.3	2.55	6.4	2.69	10.9	2.52	10.8
7906	FREDERIC	-	-	-	-	-	-	0.78	3.7	0.86	3.9	0.83	3.8	0.80	7.2	0.57	6.1
8001	ALLEN	1.90	5.3	2.32	5.8	2.63	6.1	2.87	6.4	3.02	6.6	3.08	6.7	2.85	6.5	2.52	8.9
8107	GERT	0.40	2.4	0.72	3.4	0.80	3.7	0.75	3.6	0.49	2.9	0.32	5.4	-	-	-	-
8412	KLAUS	0.76	3.7	1.00	4.3	1.24	5.0	1.40	5.7	1.26	7.7	1.51	9.0	1.05	8.7	-	-
8604	DANIELLE	1.12	4.0	1.25	4.2	1.23	4.2	1.08	3.9	1.10	4.0	1.33	4.3	1.49	4.6	1.46	4.6
8706	EMILY	1.36	4.5	1.55	4.8	1.50	4.8	1.11	4.1	0.74	3.4	1.04	4.1	1.34	4.5	1.49	4.8
8808	GILBERT	1.77	5.3	2.18	5.9	2.32	6.1	2.01	5.7	1.33	10.0	1.33	4.7	1.45	4.9	1.32	4.7
8811	JOAN	1.44	4.9	0.87	5.8	0.76	7.3	-	-	0.84	3.7	1.64	5.1	2.40	6.2	3.04	7.0
8908	HUGO	0.71	3.5	1.05	4.2	1.25	4.7	1.29	4.8	1.20	4.6	1.51	9.1	2.01	10.5	1.17	8.6
9007	GUSTAV	-	-	-	-	-	-	-	-	0.74	3.6	0.84	3.8	0.78	3.7	0.61	5.7
9302	BRET	0.54	5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.65	3.1
9303	CINDY	0.49	2.7	0.73	3.5	0.88	3.8	0.95	4.0	0.90	3.9	0.73	3.4	0.50	2.8	0.28	5.0
9509	IRIS	-	-	0.97	4.1	1.34	4.8	1.67	5.3	2.00	5.7	2.30	6.2	2.43	6.4	2.24	7.8
9513	MARILYN	-	-	0.74	3.5	1.07	4.2	1.39	4.7	1.61	5.1	1.72	5.3	1.72	5.3	1.57	8.2
9602	BERTHA	0.78	3.7	1.22	4.5	1.61	5.1	1.86	5.5	1.91	5.6	1.68	5.2	1.59	9.5	0.97	7.7
9603	CESAR	0.58	2.8	0.24	4.7	0.33	5.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9608	HORTENSE	0.82	3.6	0.97	4.0	0.93	3.9	1.56	5.1	1.61	5.3	1.49	8.5	1.53	8.3	0.97	7.4
9706	ERIKA	-	-	0.44	2.5	0.76	3.6	0.73	3.5	0.97	4.3	0.89	4.0	1.00	8.0	0.57	5.7



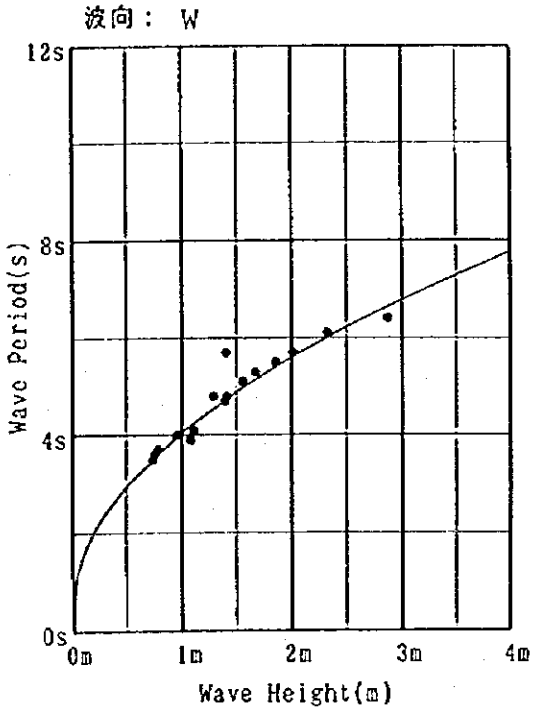
Sea　: T=3.85*sqrt(H)+0.12



Sea　: T=3.62*sqrt(H)+0.41

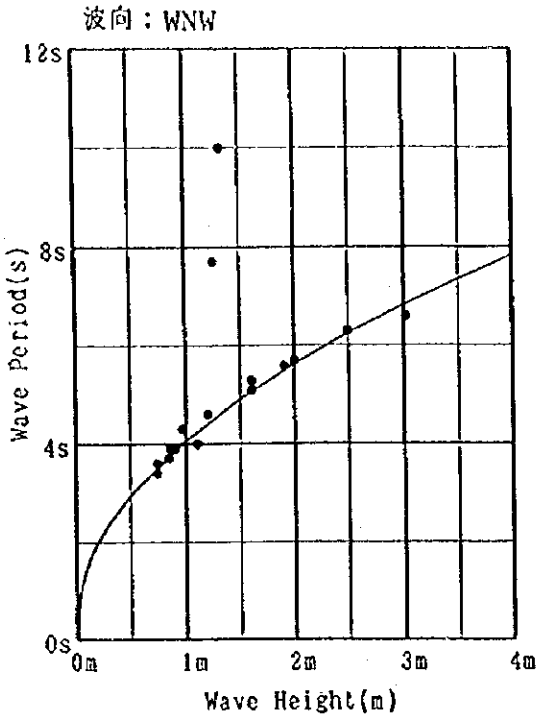


Sea　: T=3.59*sqrt(H)+0.47

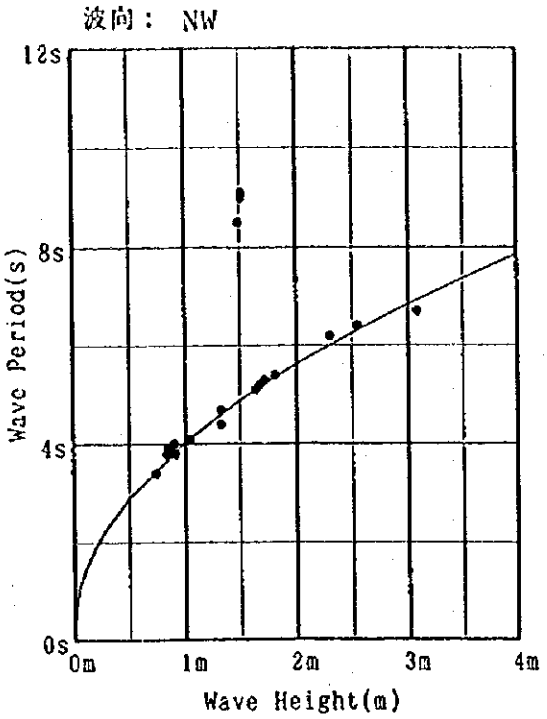


Sea　: T=3.72*sqrt(H)+0.34

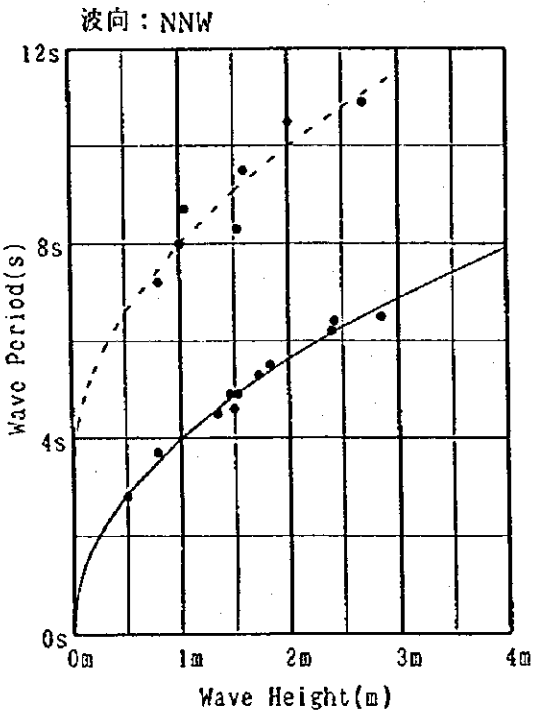
図-5.4.2.1　波高と周期の関係(1)



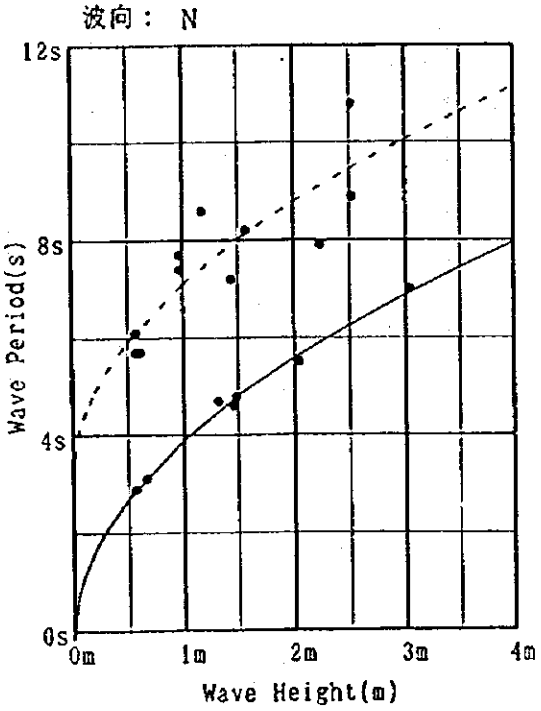
Sea : T=3.76*sqrt(H)+0.31



Sea : T=3.83*sqrt(H)+0.20



Sea : T=3.91*sqrt(H)+0.09
Swell : T=4.81*sqrt(H)+3.19



Sea : T=4.06*sqrt(H)-0.15
Swell : T=4.03*sqrt(H)+3.08

図-5.4.2.2 波高と周期の関係(2)

§6　確率波高の計算

6.1　確率波高の計算法

確率波高は高波（極値）の確率分布関数がわかれば、この分布関数の逆関数から簡単に求めることができる。従って、確率波高の推定はハリケーン等で発生する高波（極値）の確率分布（極値分布）を推定することである。

極値分布の推定法としては、純統計数学理論に基づく研究が多くなされてきたが、最近、合田良實がモンテカルロ法に基づくコンピューターシミュレーションで実証論的な研究を行い、その結果を［増補改訂］港湾構造物の設計，鹿島出版，1990，pp.267-322に詳しく解説している。本調査では確率波高をこの合田の方法によって求めることとし、この方法の要旨を以下に述べる。

なお、文中の「データ採択率ν」と「平均発生率λ」は以下の通りである。

本調査では過去 N_K 年間(N_K=30) にセント・ジョージ海岸に高波をもたらしと推定されるハリケーン N_T 個(N_T=25) を選定し、このハリケーンについて波浪推算を行い、ハリケーン1個につき最大波1個を抽出し、この N_T 個の最大波のうち波高が一定基準に満たない波は捨てて、残ったN個の波を用いて極値分布の解析を行ったが、この場合、

平均発生率　$\lambda = N_T/N_K$　(mean rate)

データ採択率　$\nu = N/N_T$　(sensoring parameter)

となる。

(a)　分布関数の関数型

極値の分布関数としては極値Ⅰ型分布，極値Ⅱ型分布，極値Ⅲ型分布，ワイブル分布，対数正規分布等が知られているが、本調査では以下の分布型を解析の対象とした。

①極値Ⅰ型分布（グンベル分布，二重指数分布）

$$F(x) = \exp[-\exp(-\frac{x-B}{A})] \qquad (6.1.1)$$

②極値Ⅱ型分布（フレッシュ分布）

$$F(x) = \exp[-(1+\frac{x-B}{k\cdot A})^{-k}] \qquad (6.1.2)$$

但し、kは 2.5，3.3，5，10の4種の値に固定する。

③ワイブル分布

$$F(x) = 1-\exp[-(\frac{x-B}{A})^{k}] \qquad (6.1.3)$$

但し、kは 0.75，1.0，1.4，2.0の4種の値に固定する。

上式におけるxは確率変数、Fが発生確率（未超過確率）、A，B，kは分布のパラメーターであるが、フレッシュ分布とワイブル分布のkを上のように4種に固定すると、A、Bをパラメーターとする分布関数はグンベル分布を含めて9種類となる。

この場合、極値分布解析は上の9つの分布関数の中から標本データにあてはまる最適分布関数をみつけ、そのパラメーターA，Bを推定することになる。

(b) プロッティング・ポジション（経験的再現期間）

標本データx_iを大きい順に並べ変えて、大きい順（降順）に 1,2,･･･,i,･･,N と番号を付したとき、i番目のデータの発生確率（未超過確率）をいくらに推定すべきかという問題がある。これは標本データを確率用紙上のどの位置にプロットすべきかという問題であるので、プロッティング・ポジションの問題という。また、実測データの再現期間を決めることでもあるので経験的再現期間の問題ともいう。

これについて、以前はハーゼンプロット法やトーマスプロット法がよく用いられたが、その後、プロッティング・ポジションは分布関数によって変えた方がよいと考えられるようになった。

これについて合田は、コンピューターに分布関数を与えて乱数を発生させ多数の標本を作り、これを統計解析して次のような最適ポジションを求めた。

$$F_i = 1 - \frac{i - \alpha}{N / \nu + \beta} \qquad (6.1.4)$$

ここに、iは降順の順位、Nはデータ数、αとβは以下の値をとる。

		グンベル分布	フレッシュ分布	ワイブル分布
α	=	0.44	0.44+0.52/k	0.20+0.27/√k
β	=	0.12	0.12-0.11/k	0.20+0.23/√k

(c) 最小自乗法による母数の推定

(a)に述べたどの分布関数も（x－B）／Aの型の項を含んでいるので、これをyとおく。そうすると、

$$x = Ay + B \qquad (6.1.5)$$

となり、yは分布関数の逆関数として次のように表される。

①グンベル分布

$$y = -\ln[-\ln F] \qquad (6.1.6)$$

②フレッシュ分布

$$y = -k[(-\ln F)^{-1/k} - 1] \qquad (6.1.7)$$

kは 2.5, 3.3, 5.0, 10 の4種

③ワイブル分布

$$y = [-\ln(1-F)]^{1/k} \qquad (6.1.8)$$

kは 0.75, 1.0, 1.4, 2.0 の4種

標本データx_i（iは降順の順位）の発生確率F_iを (6.1.4)式で求め、このF_iを (6.1.6) ～ (6.1.8)式に代入してy_iを求めると、y_iはx_iと (6.1.5)式の関係にあるはずである。従って、N組の（y_i, x_i）から最小自乗法で、(6.1.5)式のパラメターA, Bの推定値$\hat{A}$, $\hat{B}$を求めることができる。

(d) 最適分布関数の選定

(6.1.1)～ (6.1.3)式の分布関数から最適な分布関数を求めるには、各分布関数ごとに（y_i, x_i）の相関係数を計算し、その最大となる分布関数を選ぶのが簡明であるが、一般に（y_i, x_i）の相関係数は1に非常に近く、しかも分布の裾の広がりの狭い分布関数ほど相関係数が1に近い傾向があり、単純に相関係数の大小で分布の適合度を比較することは適切でない。そこで、合田はモンテカルロ法で各分布関数の相関係数rについて数値実験し、相関係数の残差$\Delta r=1-r$の平均値Δr_{mean}を求める式を (6.1.9)式のように導いた。そして、標本相関係数の残差Δrと (6.1.9)式のΔr_{mean}の比$\Delta r/\Delta r_{mean}$（正規化相関係数残差：Ratio of Residual Correlation Coefficient）が最小となる分布関数を最適分布関数と判定することを提案した。

本調査ではこの提案に従って最適分布関数を判定する。

$$\Delta r_{mean} = \exp[\, a + b\cdot\ln N + c(\ln N)^2 \,] \qquad (6.1.9)$$

ここに、Nはデータ数、a, b, cは表－6.1.1 の通りである。

表－6.1.1 相関係数の残差平均値Δr_{mean}の係数

		係数a	係数b	係数c
フレッシュ分布	k=2.5	$-2.470+0.015\nu^{3/2}$	$-0.1530-0.0052\nu^{5/2}$	0.0
	k=3.3	$-2.462-0.009\nu^{2}$	$-0.1933-0.0037\nu^{5/2}$	-0.007
	k=5.0	-2.463	$-0.2110-0.0131\nu^{5/2}$	-0.019
	k=10.	$-2.437+0.028\nu^{5/2}$	$-0.2280-0.0300\nu^{5/2}$	-0.033
グンベル分布		$-2.364+0.054\nu^{5/2}$	$-0.2665-0.0457\nu^{5/2}$	-0.044
ワイブル分布	k=0.75	$-2.435-0.168\nu^{1/2}$	$-0.2083-0.1074\nu^{1/2}$	-0.047
	k=1.0	-2.355	-0.2612	-0.043
	k=1.4	$-2.277+0.056\nu^{1/2}$	$-0.3169-0.0499\nu$	-0.044
	k=2.0	$-2.160+0.113\nu^{1/2}$	$-0.3788-0.0979\nu$	-0.041

（νはデータ採択率）

(e) 最大値の棄却検定（DOL test）

例えば１０年間の年最大値の標本について考えると、標本データの第１位の経験的再現期間（プロッティング・ポジション）は (6.1.4)式から17～30年（分布型によって異なる）と計算されるが、実際のサンプリングにおいては第１位のデータに数百年に１度というような異常に大きいデータがサンプリングされる可能性がある。また逆に第１位のデータが異常に小さい場合もある。

このような場合、この第１位のデータを母数Ａ，Ｂの推定にそのまま用いると、かえって誤った結果を与えるので、このデータは棄却した方がよい。

この棄却法について、合田は無次元化最大値偏差

$$\xi = (x_1 - \bar{x}) / \sigma_x \qquad (6.1.10)$$

x_1 ：最大値 ， $\bar{x}$ ：平均値 ， σ_x ：不偏標準偏差

を導入し、この無次元化最大値偏差を指標として棄却検定することを提案した。

即ち、合田は各分布型の母集団における無次元化最大値偏差の発生確率をシミュレートし、未超過確率 95%と5%の確率統計値 $\xi_{95\%}$ と $\xi_{5\%}$を(6.1.11)式のように与え、標本の無次元化最大値偏差ξが$\xi_{95\%}$ 以上、または$\xi_{5\%}$以下のとき、異常値とすべきことを提案した。（DOL : Deviation of Out Lier）

$$\xi_p = a + b \cdot \ln N + c(\ln N)^2 \qquad (6.1.11)$$

ここに、p は 95%または5%、Ｎはデータ数、ａ，ｂ，ｃは下表の通りである。但し、最大値が異常値と検定された場合でも、異常に大きい事象が発生したことは事実であるから、(c)の母数の推定においては第１位を空白とし、ｉ＝２～Ｎのデータについて順位ｉをそのままにして解析する。

表－6.1.2　未超過確率 5% の無次元化最大値偏差$\xi_{5\%}$の係数

		係数ａ	係数ｂ	係数ｃ
フレッシュ分布	k=2.5	$1.481-0.126\nu^{1/4}$	$-0.331-0.031\nu^2$	0.192
	k=3.3	1.025	$-0.077-0.050\nu^2$	0.143
	k=5.0	$0.700+0.060\nu^2$	$0.139-0.076\nu^2$	0.100
	k=10.	$0.424+0.088\nu^2$	$0.329-0.094\nu^2$	0.061
グンベル分布		$0.257+0.133\nu^2$	$0.452-0.118\nu^2$	0.032
ワイブル分布	k=0.75	$0.534-0.162\nu$	$0.277+0.095\nu$	0.065
	k=1.0	0.308	0.423	0.037
	k=1.4	$0.192+0.126\nu^{3/2}$	$0.501-0.081\nu^{3/2}$	0.018
	k=2.0	$0.050+0.182\nu^{3/2}$	$0.592-0.139\nu^{3/2}$	0

νはデータ採択率

表－6.1.3　未超過確率 95%の無次元化最大値偏差$\xi_{95\%}$ の係数

		係数a	係数b	係数c
フレッシュ分布	k=2.5	$4.653-1.076\nu^{1/2}$	$-2.047+0.307\nu^{1/2}$	0.635
	k=3.3	$3.217-1.216\nu^{1/4}$	$-0.903+0.294\nu^{1/2}$	0.427
	k=5.0	$0.599-0.038\nu^{2}$	$0.518-0.045\nu^{2}$	0.210
	k=10.	$-0.371+0.171\nu^{2}$	$1.283-0.133\nu^{2}$	0.045
グンベル分布		$-0.579+0.468\nu$	$1.496-0.227\nu^{2}$	-0.038
ワイブル分布	k=0.75	$-0.256-0.632\nu^{2}$	$1.269+0.254\nu^{2}$	0.037
	k=1.0	-0.682	1.600	-0.045
	k=1.4	$-0.548+0.452\nu^{1/2}$	$1.521-0.184\nu$	-0.065
	k=2.0	$-0.322+0.641\nu^{1/2}$	$1.414-0.326\nu$	-0.069

(f)　再現確率統計量の推定

最適分布関数と分布のパラメータA，Bの推定値$\hat{A}$，$\hat{B}$が解れば、指定の再現期間Rに対する再現確率統計量は、

$$x_R = \hat{A}\, y_R + \hat{B} \qquad (6.1.12)$$

で求まる。ここでy_Rは再現期間Rから次の式で求める。

①グンベル分布

$$y = -\ln[-\ln(1-1/R)] \qquad (6.1.13)$$

②フレッシュ分布

$$y = -k\,[\{-\ln(1-1/R)\}^{-1/k}-1] \qquad (6.1.14)$$

③ワイブル分布

$$y = [\ln(R)]^{1/k} \qquad (6.1.15)$$

再現期間Rと発生確率Fとは次の関係にある。

$$F = 1-1/R, \qquad R = 1/(1-F) \qquad (6.1.16)$$

但し、平均発生率がλの場合、再現期間を年数（T）で表すと、上式のRは

$$R = \lambda T \qquad (6.1.17)$$

となる。

(g)　推定値の標準誤差（信頼区間）

合田は (f)で推定された再現確率統計量の信頼区間の指標として、推定値の標準誤差を用いることを提案し、推定の標準誤差σ_xの推定式を数値実験により次のように求めた。

$$\sigma_x = [1 + a\,(y_R - c + \alpha \ln \nu)^2]^{1/2} / \sqrt{N} \qquad (6.1.17)$$

ここで、aは分布によって次のように与えられる。

[グンベル分布とワイブル分布]

$$a = a_1 \exp[a_2 N^{-1.3} + \kappa\,(-\ln \nu)^{1/2}] \qquad (6.1.18)$$

[フレッシュ分布]

$$a = a_1 \exp\{a_2\,[\ln(N \nu^{0.5}/N_0)]^2 - \kappa\,[(\ln \nu / \nu_0)]^2\} \qquad (6.1.19)$$

表－6.1.4　グンベル分布とワイブル分布における再現確率統計量の標準誤差の係数

		a_1	a_2	κ	c	α
グンベル分布		0.64	9.0	0.93	0.0	1.33
ワイブル分布	k=0.75	1.65	11.4	-0.63	0.0	1.15
	k=1.0	1.92	11.4	0.00	0.3	0.90
	k=1.4	2.05	11.4	0.69	0.4	0.72
	k=2.0	2.24	11.4	1.34	0.5	0.54

表－6.1.5　フレッシュ分布における再現確率統計量の標準誤差の係数

	a_1	a_2	N_0	κ	ν_0	c	α
k=2.5	1.27	0.12	23	0.24	1.34	0.3	2.3
k=3.3	1.23	0.09	25	0.36	0.66	0.2	1.9
k=5.0	1.34	0.07	35	0.41	0.45	0.1	1.6
k=10.0	1.48	0.06	60	0.47	0.34	0.0	1.4

6.2 セント・ジョージズ海岸の深水波の確率波高の計算

6.1 に述べた方法で表－5.4.1 の最大波（有義波）から確率波高を計算し、計算結果の詳細を表－6.2.2 ～表－6.2.5 と図－6.2.1 ～図－6.2.8 に示した。但し、この計算ではデータの採択基準を波高 0.5m とし、これより波高の低い波は計算から除外した。表－6.2.2 は波向別に表－5.4.1 の波高を大きい方から順に並べたものである。表－6.2.3 は 6.1の (e)に述べた方法で各波向の第１位の値（最大値）について棄却検定（DOL Test）を行った結果である。これによると、どの波向にも異常値はみられなかった。

表－6.2.4 は各分布関数の相関係数、相関係数の残差比率、および分布のパラメータＡ，Ｂである。そして、表－6.2.5 は最適分布関数に関する各種パラメータ、この分布関数で求めた確率波高、 6.1の (g)に述べた方法で計算した確率波高の信頼区間（標準誤差）である。

図－6.2.1 ～図－6.2.8 は表－6.2.5 の確率波高（実線）と信頼区間（破線）をプロットしたものである。図中の黒点は表－6.2.2 の最大波高を (6.1.4)式のプロッティング・ポジションにプロットしたものである。

以上の計算結果から３０年確率波高と５０年確率波高を抜き出して下表に示す。但し、この表の波の周期は表－5.4.2 の式で計算した。

表－6.2.1(1)　セント・ジョージズ海岸の３０年確率波（深水波，有義波）

Offshore W.Dr.		SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N
Wave Heights		1.9m	2.1m	2.4m	2.6m	2.7m	2.8m	2.9m	2.9m
Wave Period	Sea	5.5s	5.7s	6.0s	6.3s	6.5s	6.6s	6.7s	6.8s
	Swell	-	-	-	-	-	-	11.4s	9.9s

表－6.2.1(2)　セント・ジョージズ海岸の５０年確率波（深水波，有義波）

Offshore W.Dr.		SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N
Wave Heights		2.1m	2.4m	2.7m	2.9m	3.0m	3.1m	3.1m	3.2m
Wave Period	Sea	5.7s	6.0s	6.3s	6.6s	6.8s	6.9s	7.0s	7.1s
	Swell	-	-	-	-	-	-	11.7s	10.3s

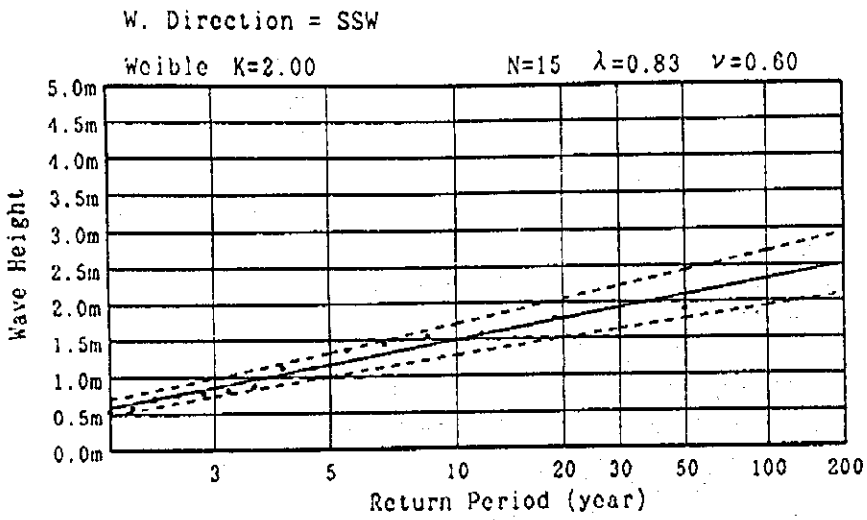


図 -6.2.1 波向ＳＳＷの確率波高（深水波，有義波）

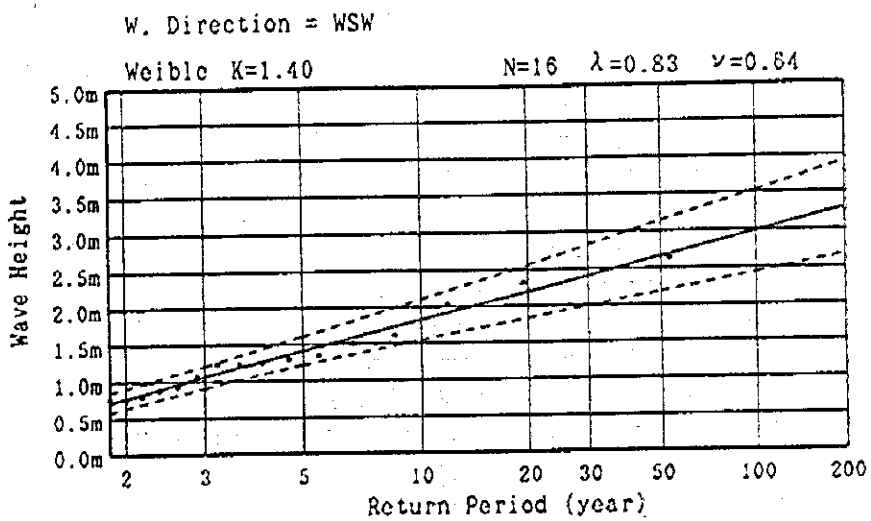


図 -6.2.3 波向ＷＳＷの確率波高（深水波，有義波）

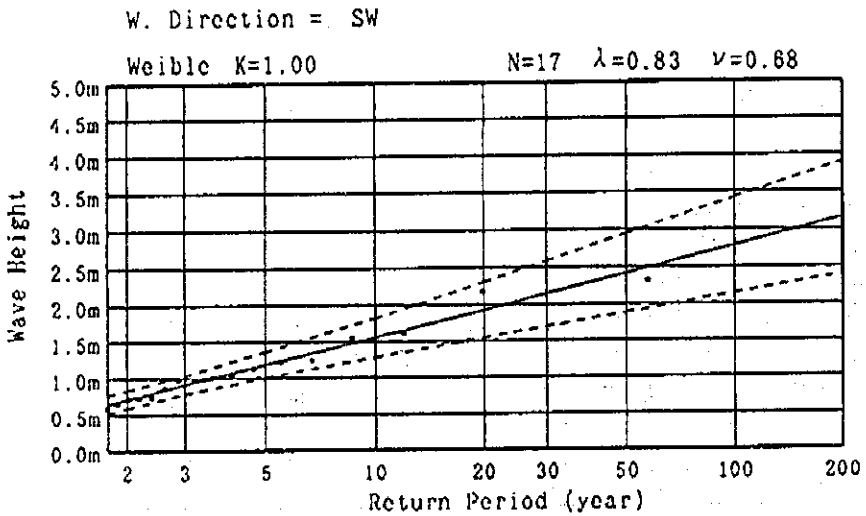


図6.2.2　波向ＳＷの確率波高（深水波，有義波）

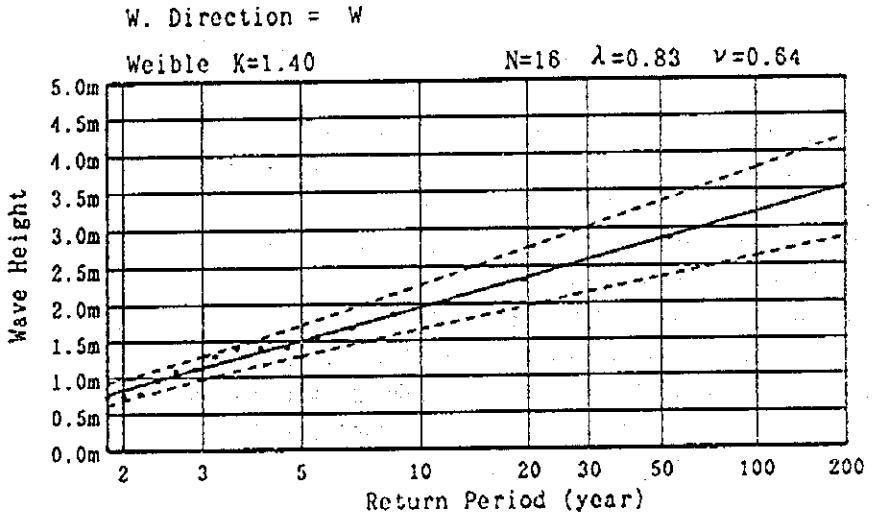


図6.2.4　波向Ｗの確率波高（深水波，有義波）

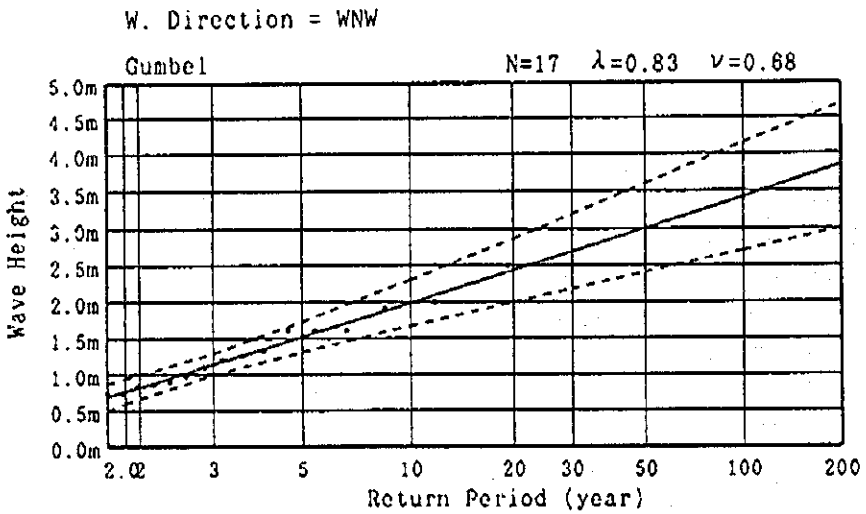


図 -6.2.5 波向ＷＮＷの確率波高（深水波，有義波）

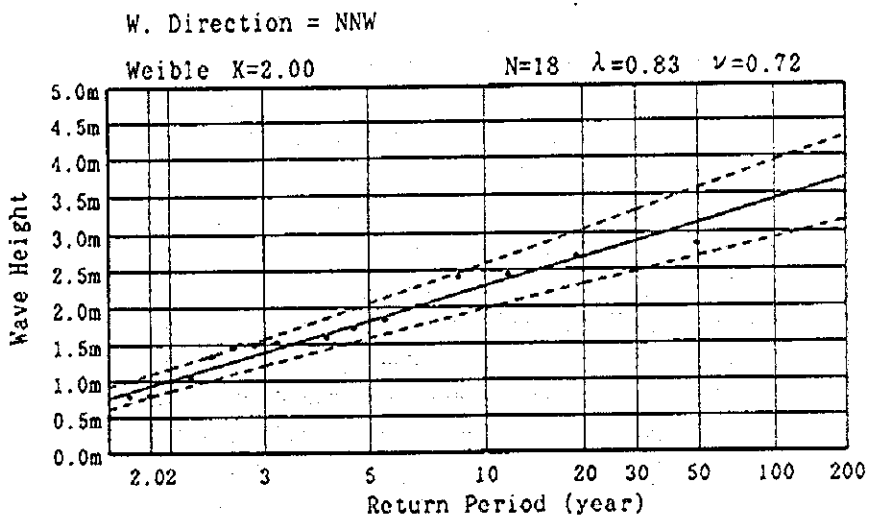


図 -6.2.7 波向ＮＮＷの確率波高（深水波，有義波）

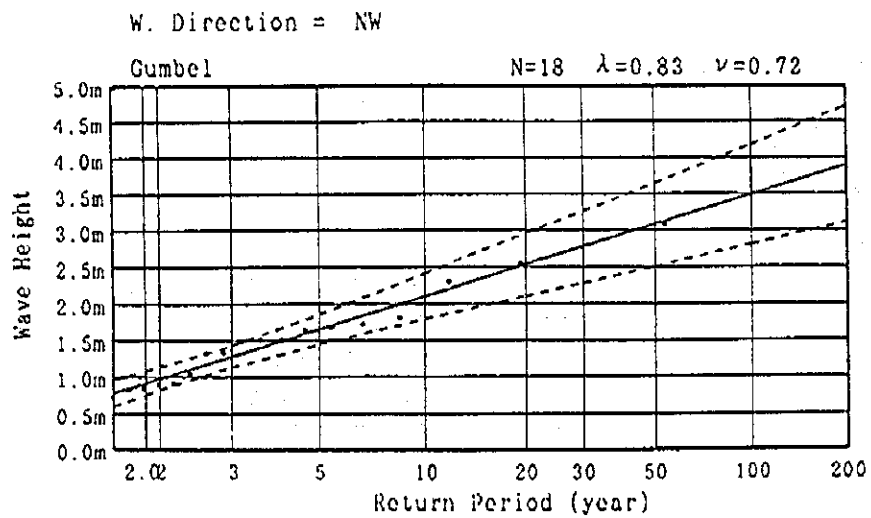


図6.2.6　波向ＮＷの確率波高（深水波，有義波）

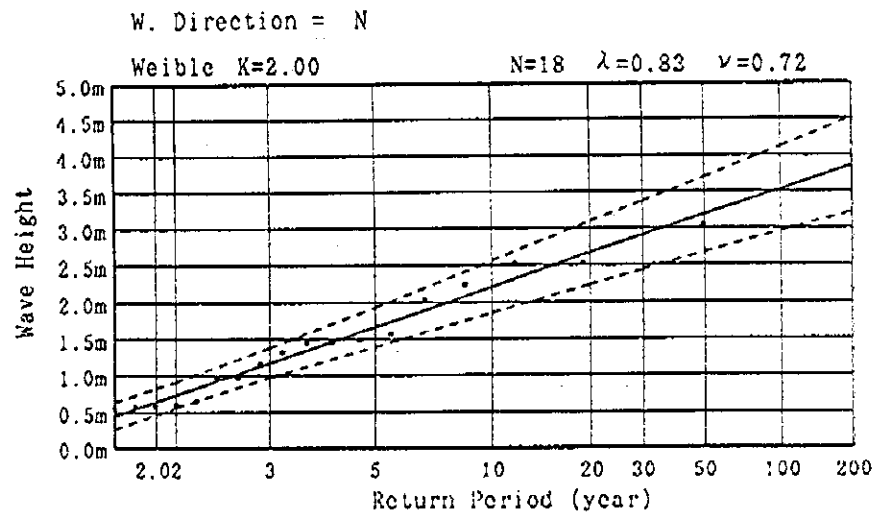


図6.2.8　波向Ｎの確率波高（深水波，有義波）

表-6.2.2　サイクロンによる最大波高（深水波，有義波）の波向別順位表

Rank/Dr	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N
1	1.90	2.32	2.63	2.87	3.02	3.08	2.85	3.04
2	1.77	2.18	2.32	2.32	2.49	2.55	2.69	2.52
3	1.57	1.61	2.03	2.01	2.00	2.30	2.43	2.52
4	1.54	1.55	1.61	1.86	1.91	1.81	2.40	2.24
5	1.44	1.25	1.50	1.67	1.61	1.72	2.01	2.04
6	1.36	1.22	1.34	1.56	1.61	1.68	1.83	1.57
7	1.12	1.13	1.29	1.41	1.61	1.64	1.72	1.49
8	1.12	1.05	1.25	1.40	1.33	1.51	1.59	1.46
9	0.88	1.00	1.24	1.39	1.26	1.51	1.53	1.44
10	0.82	0.97	1.23	1.29	1.20	1.49	1.53	1.32
11	0.78	0.97	1.07	1.11	1.10	1.33	1.49	1.17
12	0.76	0.87	0.93	1.08	0.97	1.33	1.45	0.97
13	0.71	0.74	0.88	0.95	0.90	1.04	1.34	0.97
14	0.58	0.73	0.80	0.78	0.86	0.91	1.05	0.65
15	0.54	0.72	0.76	0.75	0.84	0.89	1.00	0.61
16	–	0.66	0.76	0.73	0.74	0.84	0.80	0.57
17	–	0.59	–	–	0.74	0.83	0.78	0.57
18	–	–	–	–	–	0.73	0.50	0.56
M.R. λ	0.833	0.833	0.833	0.833	0.833	0.833	0.833	0.833
S.P. ν	0.600	0.680	0.640	0.640	0.680	0.720	0.720	0.720
S.Level	1.00m	1.00m	1.00m	1.00m	1.50m	1.50m	1.50m	1.50m

表-6.2.3 無次元化最大値偏差による棄却検定(DOL Test by Goda)

(Upper Limit Test $\xi_{95}-\xi$)

Dr.	Max.	Mean	StD	ξ	Weib-1	Weib-2	Weib-3	Weib-4	Frsh-1	Frsh-2	Frsh-3	Frsh-4	Gumbel
SSW	1.90	1.13	0.44	1.744	1.728	1.577	1.402	1.224	1.833	1.790	1.740	1.622	1.509
SW	2.32	1.15	0.50	2.317	1.360	1.173	0.941	0.714	1.464	1.421	1.359	1.213	1.058
WSW	2.63	1.35	0.56	2.295	1.281	1.113	0.909	0.707	1.384	1.342	1.287	1.156	1.023
W	2.87	1.45	0.59	2.389	1.187	1.019	0.815	0.613	1.290	1.248	1.194	1.062	0.929
WNW	3.02	1.42	0.64	2.483	1.194	1.007	0.775	0.548	1.298	1.256	1.193	1.048	0.893
NW	3.08	1.51	0.64	2.463	1.311	1.103	0.843	0.591	1.418	1.374	1.300	1.139	0.961
NNW	2.85	1.61	0.67	1.853	1.921	1.714	1.453	1.202	2.029	1.984	1.911	1.750	1.572
N	3.04	1.43	0.77	2.097	1.677	1.470	1.209	0.957	1.784	1.740	1.666	1.506	1.327
ξ_{95} (Universal Max. with Probability 95%)					3.774	3.567	3.306	3.054	3.881	3.837	3.763	3.603	3.424

Notice] Values in Table is $\xi_{95}-\xi$. Negative must be rejected because of $\xi>\xi_{95}$

(Lower Limit Test $\xi-\xi_5$)

Dr.	Max.	Mean	StD	ξ	Weib-1	Weib-2	Weib-3	Weib-4	Frsh-1	Frsh-2	Frsh-3	Frsh-4	Gumbel
SSW	1.90	1.13	0.44	1.744	-0.074	0.019	0.106	0.181	-0.108	-0.073	-0.008	0.041	0.095
SW	2.32	1.15	0.50	2.317	0.404	0.514	0.619	0.709	0.388	0.428	0.498	0.554	0.616
WSW	2.63	1.35	0.56	2.295	0.429	0.530	0.626	0.708	0.404	0.441	0.509	0.561	0.619
W	2.87	1.45	0.59	2.389	0.522	0.624	0.720	0.802	0.498	0.535	0.602	0.655	0.712
WNW	3.02	1.42	0.64	2.483	0.569	0.679	0.785	0.874	0.553	0.593	0.663	0.719	0.781
NW	3.08	1.51	0.64	2.463	0.505	0.624	0.739	0.836	0.498	0.541	0.615	0.674	0.740
NNW	2.85	1.61	0.67	1.853	-0.106	0.013	0.128	0.226	-0.113	-0.070	0.004	0.063	0.130
N	3.04	1.43	0.77	2.097	0.138	0.257	0.373	0.470	0.131	0.175	0.248	0.308	0.374
ξ_5 (Universal Max. with Probability 5%)					1.959	1.840	1.724	1.627	1.966	1.922	1.849	1.789	1.723

Notice] Values in Table is $\xi-\xi_5$. Negative must be rejected because of $\xi<\xi_5$

表-6.2.4　各分布型の相関係数，相関係数の残差比率，回帰係数

(1) Correlation coefficients

Dstr/Dr	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N
Weibl-1	0.91	0.97	0.97	0.97	0.98	0.96	0.90	0.93
Weibl-2	0.94	0.98	0.99	0.99	0.99	0.98	0.94	0.96
Weibl-3	0.96	0.99	0.99	0.99	1.00	0.99	0.97	0.98
Weibl-4	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.99
Fresh-1	0.83	0.93	0.93	0.93	0.94	0.92	0.84	0.87
Fresh-2	0.88	0.95	0.95	0.96	0.97	0.95	0.88	0.91
Fresh-3	0.91	0.97	0.97	0.98	0.98	0.97	0.92	0.94
Fresh-4	0.94	0.98	0.98	0.99	0.99	0.98	0.94	0.96
Gumbel	0.96	0.99	0.99	0.99	1.00	0.99	0.96	0.98

(2) Ratios of Desidual Correlation coefficient

Dstr/Dr	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N
Weibl-1	2.44	0.77	0.75	0.80	0.57	1.02	2.71	1.83
Weibl-2	1.74	0.49	0.44	0.40	0.24	0.62	1.93	1.15
Weibl-3	1.18	0.52	0.38	0.20	0.17	0.47	1.29	0.69
Weibl-4	0.83	0.79	0.53	0.20	0.35	0.57	0.88	0.51
Fresh-1	2.96	1.32	1.31	1.27	1.08	1.38	3.01	2.30
Fresh-2	2.60	0.98	0.96	0.93	0.73	1.05	2.63	1.90
Fresh-3	2.16	0.68	0.66	0.60	0.43	0.74	2.18	1.47
Fresh-4	1.72	0.50	0.45	0.35	0.22	0.52	1.72	1.07
Gumbel	1.37	0.51	0.38	0.21	0.16	0.44	1.37	0.78

(3) Parameters of Distribution Funcion : A

Dstr/Dr	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N
Weibl-1	0.25	0.31	0.34	0.37	0.40	0.40	0.39	0.46
Weibl-2	0.45	0.53	0.59	0.63	0.69	0.67	0.67	0.79
Weibl-3	0.78	0.88	0.99	1.06	1.13	1.10	1.13	1.31
Weibl-4	1.27	1.37	1.56	1.69	1.77	1.70	1.78	2.06
Fresh-1	0.13	0.17	0.18	0.20	0.22	0.21	0.20	0.24
Fresh-2	0.18	0.23	0.25	0.27	0.30	0.29	0.29	0.34
Fresh-3	0.25	0.31	0.34	0.36	0.39	0.39	0.38	0.45
Fresh-4	0.33	0.39	0.43	0.46	0.50	0.49	0.49	0.58
Gumbel	0.42	0.47	0.53	0.57	0.61	0.59	0.60	0.71

(4) Parameters of Distribution Funcion : B

Dstr/Dr	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N
Weibl-1	0.65	0.62	0.74	0.80	0.74	0.88	0.99	0.69
Weibl-2	0.45	0.42	0.50	0.54	0.48	0.63	0.72	0.38
Weibl-3	0.13	0.10	0.13	0.13	0.07	0.24	0.31	-0.10
Weibl-4	-0.35	-0.37	-0.43	-0.47	-0.54	-0.33	-0.31	-0.80
Fresh-1	0.83	0.81	0.96	1.02	0.98	1.10	1.22	0.96
Fresh-2	0.77	0.75	0.89	0.95	0.91	1.04	1.15	0.88
Fresh-3	0.71	0.70	0.82	0.88	0.84	0.98	1.08	0.80
Fresh-4	0.65	0.65	0.76	0.82	0.78	0.93	1.02	0.74
Gumbel	0.59	0.61	0.71	0.76	0.73	0.88	0.97	0.68

表-6.2.5 最適分布関数，確率波高，信頼区間

(1) Best fit Functions (Minimum Ratio of Residual Cor.)

Direct.	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N
D.Function	Weibl-4	Weibl-2	Weibl-3	Weibl-3	Gumbel	Gumbel	Weibl-4	Weibl-4
K	2.00	1.00	1.40	1.40	0.00	0.00	2.00	2.00
Param.A	1.27	0.53	0.99	1.06	0.61	0.59	1.78	2.06
Param.B	-0.35	0.42	0.13	0.13	0.73	0.88	-0.31	-0.80
Corr. r	0.977	0.984	0.989	0.994	0.995	0.988	0.979	0.988
M.Ratio	0.827	0.492	0.380	0.198	0.164	0.444	0.877	0.513

(2) Recurrent Wave Heights (m)

Year/Dr	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N
200	2.51	3.15	3.29	3.54	3.85	3.90	3.71	3.86
100	2.31	2.78	2.98	3.20	3.42	3.49	3.43	3.53
70	2.20	2.59	2.82	3.02	3.20	3.28	3.27	3.36
50	2.09	2.41	2.66	2.85	3.00	3.08	3.12	3.18
30	1.92	2.14	2.40	2.58	2.68	2.77	2.88	2.90
20	1.77	1.92	2.19	2.35	2.43	2.53	2.67	2.66
10	1.49	1.55	1.82	1.95	1.98	2.10	2.28	2.20
5	1.16	1.18	1.40	1.50	1.52	1.65	1.81	1.66
3	0.86	0.91	1.06	1.13	1.14	1.28	1.39	1.17
2	0.55	0.69	0.74	0.79	0.78	0.94	0.96	0.68

(3) Reliable upper limits (m)

Year/Dr	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N
200	2.93	3.90	3.92	4.21	4.69	4.71	4.27	4.51
100	2.69	3.42	3.53	3.79	4.15	4.18	3.94	4.12
70	2.56	3.17	3.33	3.57	3.86	3.91	3.76	3.91
50	2.43	2.94	3.13	3.35	3.60	3.65	3.58	3.70
30	2.22	2.58	2.82	3.02	3.19	3.26	3.29	3.37
20	2.04	2.30	2.56	2.74	2.86	2.95	3.04	3.09
10	1.71	1.82	2.10	2.25	2.30	2.41	2.58	2.55
5	1.32	1.36	1.60	1.71	1.73	1.85	2.05	1.93
3	0.98	1.03	1.20	1.29	1.29	1.43	1.57	1.38
2	0.67	0.81	0.88	0.94	0.95	1.09	1.11	0.85

(4) Reliable lower limits (m)

Year/Dr	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N
200	2.09	2.39	2.67	2.86	3.00	3.10	3.15	3.21
100	1.93	2.14	2.43	2.61	2.70	2.80	2.92	2.95
70	1.85	2.01	2.30	2.47	2.54	2.65	2.79	2.80
50	1.76	1.88	2.18	2.34	2.40	2.50	2.67	2.66
30	1.62	1.69	1.99	2.14	2.17	2.28	2.47	2.43
20	1.50	1.54	1.83	1.96	1.99	2.10	2.30	2.23
10	1.28	1.28	1.54	1.65	1.67	1.79	1.97	1.85
5	1.00	1.00	1.21	1.29	1.31	1.44	1.58	1.39
3	0.74	0.78	0.91	0.97	0.99	1.13	1.21	0.97
2	0.44	0.57	0.60	0.64	0.62	0.78	0.81	0.50

§7　セント・ジョージズ海岸の換算沖波波高の計算

7.1　エネルギー平衡方程式による波浪変形の計算法

Karlssonは多方向不規則波のエネルギー平衡方程式を (7.1.1)式のように導いた。この式は多方向不規則波の浅海域における波浪変形を計算する式で、この式によって屈折係数と浅水係数を含んだエネルギー変化（波高変化）が計算される。従って、この式で計算されたエネルギー（波高）を浅水係数で割ると換算沖波波高が求まる。

$$\frac{\partial}{\partial x}(D\cdot v_x)+\frac{\partial}{\partial y}(D\cdot v_Y)+\frac{\partial}{\partial a}(D\cdot v_a)=0 \qquad (7.1.1)$$

ここに、

$$\left.\begin{aligned} v_X &= C_G\cos(a) \quad , \quad v_Y = C_G\sin(a) \\ V_a &= \frac{C_G}{C}\left[\frac{\partial C}{\partial x}\sin(a)-\frac{\partial C}{\partial y}\cos(a)\right] \end{aligned}\right\} \qquad (7.1.2)$$

$D = S(f)\cdot G(f,a)$ ：　波のエネルギースペクトル

$S(f)$ ：周波数スペクトル　，　$G(f,a)$ ：方向関数

a ：　成分波の波向　　，　f ：　成分波の周波数

C ：　波速　　$C=\left[\frac{gL}{2\pi}\tanh\frac{2\pi h}{L}\right]^{1/2}$　　$L=\frac{gT^2}{2\pi}\tanh\frac{2\pi h}{L}$

C_G：　波の群速度　　$C_G=n\cdot C$　　$n=\frac{1}{2}\left(1+\frac{4\pi h/L}{\sinh(4\pi h/L)}\right)$

g ：　重力加速度　　，　T ：　波の周期

h ：　水深　　，　L ：　波長

周波数スペクトルと方向関数についてはいくつかの関数型が提案されているが、本調査では最も一般的であるBretshneider－光易型の周波数スペクトルと光易型の方向関数を用いることとし、これを以下に示す。

［Bretshneider－光易型周波数スペクトル］

$$S(f) = 0.257H_{1/3}^{2}T_{1/3}(T_{1/3}f)^{-5}\exp[(-1.03(T_{1/3}f)^{-4}] \qquad (7.1.3)$$

［光易型方向関数］

$$G(f,a) = G_0(f)\cos^{2S}\left(\frac{a}{2}\right) \qquad (7.1.4)$$

$$S = S_{MAX}(f/f_P)^5 \qquad f \leqq f_P$$

$$S = S_{MAX}(f/f_P)^{-2.5} \qquad f > f_P$$

$$f_P = (1.05T_{1/3})^{-1}$$

$$G_0 = \left[\int\cos^{2S}\left(\frac{a}{2}\right)da\right]^{-1}$$

S_{MAX}は波向の集中度パラメータであり、風浪の場合 10 程度が適当とされている。本調査の計算対象波浪は風浪であるので $S_{MAX}=10$ として計算することとする。

換算波高 Ho'は目標点 (x,y)のエネルギー D(x,y) とその点の浅水係数 K_s から、

$$Ho' = 4[D(x,y)]^{1/2}/K_s \qquad (7.1.5)$$

として求めることができる。浅水係数は次式で計算される。

$$K_S = [\ C_0/(2n \cdot C)]^{1/2}\ , \qquad C_0 = gT/2\pi \qquad (7.1.6)$$

(7.1.1) 式は波速Cと群速度 C_0 によって決まるが、波速と群速度は水深hよって決まる。従って、浅海域の水深分布が分かれば (7.1.1)式と (7.1.5)式によって換算沖波波高 Ho'を求めることができる。

7.2 確率波高の換算沖波波高の計算

図－7.2.1 に調査点周辺の海岸地形状況を示す。この図によると、調査点のS～SW方向は Salines岬に遮蔽されており、この方向の沖波はこの Salines岬を迂回して調査点に到達する。このためこの方向の波はかなり減衰することになる。一方、 6.2の確率波高をみるとSSW～SWの波はWSW～Nの波に比べて波高が小さい。従って、この方向の沖波は調査点の設計波高にはなり得ない。このため、ここでは沖波波向WSW～Nの波を対象として波浪変形計算を行うこととした。この計算に用いる座標と水深（等深線）を図－7.2.2 と図－7.2.3 に示し、調査点周辺の水深データの詳細を図－7.2.4 に示す。

表－6.2.1(1)と表－6.2.1(2)のWSW～Nの波について 7.1に述べた方法で波浪変形の計算を行った。この計算結果の詳細を添付資料－5と添付資料－6に収録した。但し、この計算では等深線図の水深に計画潮位（1.0m）を加算した水深を用いた。

この計算結果から調査点の換算沖波波高を抽出して表－7.2.1 と表－7.2.2 に示す。

表－7.2.1　30年確率波のセント・ジョージズ海岸における換算沖波（Ho'）
調査点の水深：5.1m(under D.L) ＋1.0m(H.W.L) ＝6.1m

		Wind Sea (Smax＝10)						Swell (Smax=25)	
Offshore W. Dr.		WSW	W	WNW	NW	NNW	N	NNW	N
Deep Water Waves	$H_{1/3}$	2.4m	2.6m	2.7m	2.8m	2.9m	2.9m	2.9m	2.9m
	$T_{1/3}$	6.0s	6.3s	6.5s	6.6s	6.7s	6.8s	11.4s	9.9s
Equivalent deep water Waves	$H_{1/3}$	2.0m	2.4m	2.5m	2.4m	1.8m	1.2m	1.2m	0.9m
	W.dr	268°	274°	289°	299°	306°	309°	298°	303°

註］ここでは波高の少数点以下第２位を切り上げて表示した。
波向は北から時計回りに測った角度である。

表－7.2.2　５０年確率波のセント・ジョージズ海岸における換算沖波（Ho'）

調査点の水深：5.1m(under D.L) ＋1.0m(H.W.L) ＝6.1m

		Wind Sea (Smax＝10)						Swell (Smax=25)	
Offshore W. Dr.		WSW	W	WNW	NW	NNW	N	NNW	N
Deep Water Waves	$H_{1/3}$	2.7m	2.9m	3.0m	3.1m	3.1m	3.2m	3.1m	3.2m
	$T_{1/3}$	6.3s	6.6s	6.8s	6.9s	7.0s	7.1s	11.7s	10.3s
Equivalent deep water Waves	$H_{1/3}$	2.2m	2.7m	2.8m	2.6m	1.9m	1.3m	1.3m	0.9m
	W.dr	269°	275°	290°	298°	305°	308°	298°	302°

註］ここでは波高の少数点以下第２位を切り上げて表示した。

波向は北から時計回りに測った角度である。

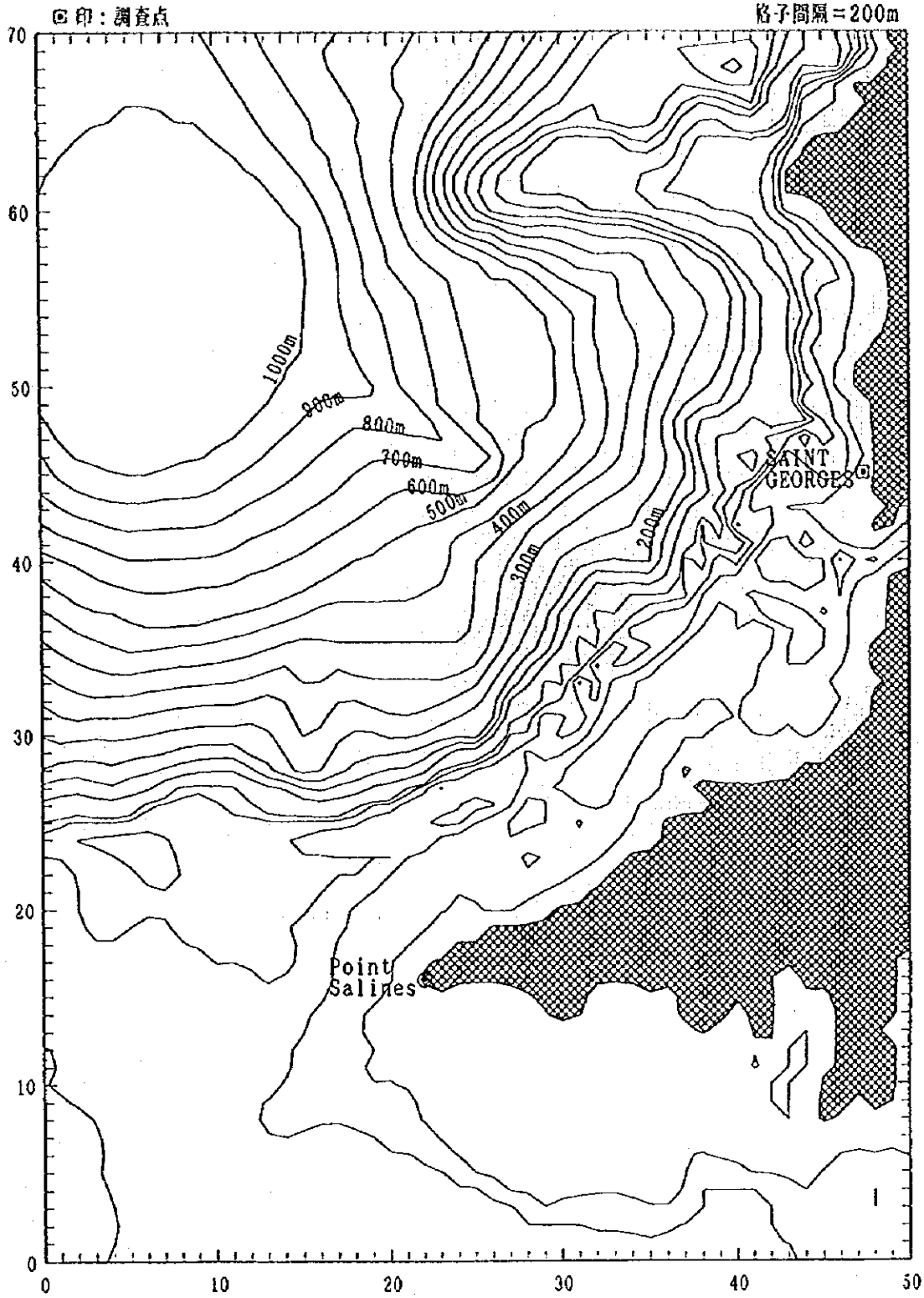


図-7.2.1　調査点周辺の海岸地形状況図

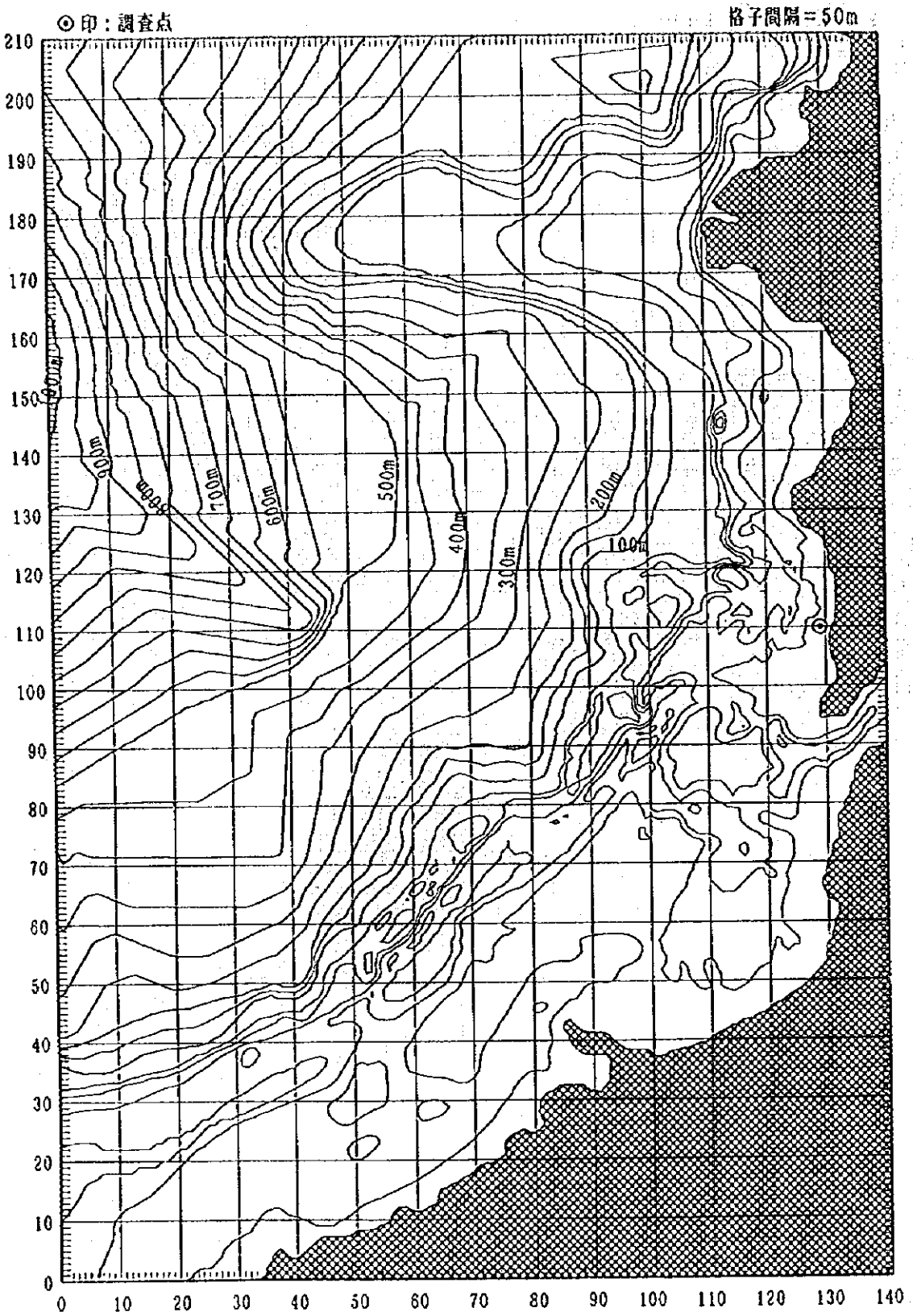
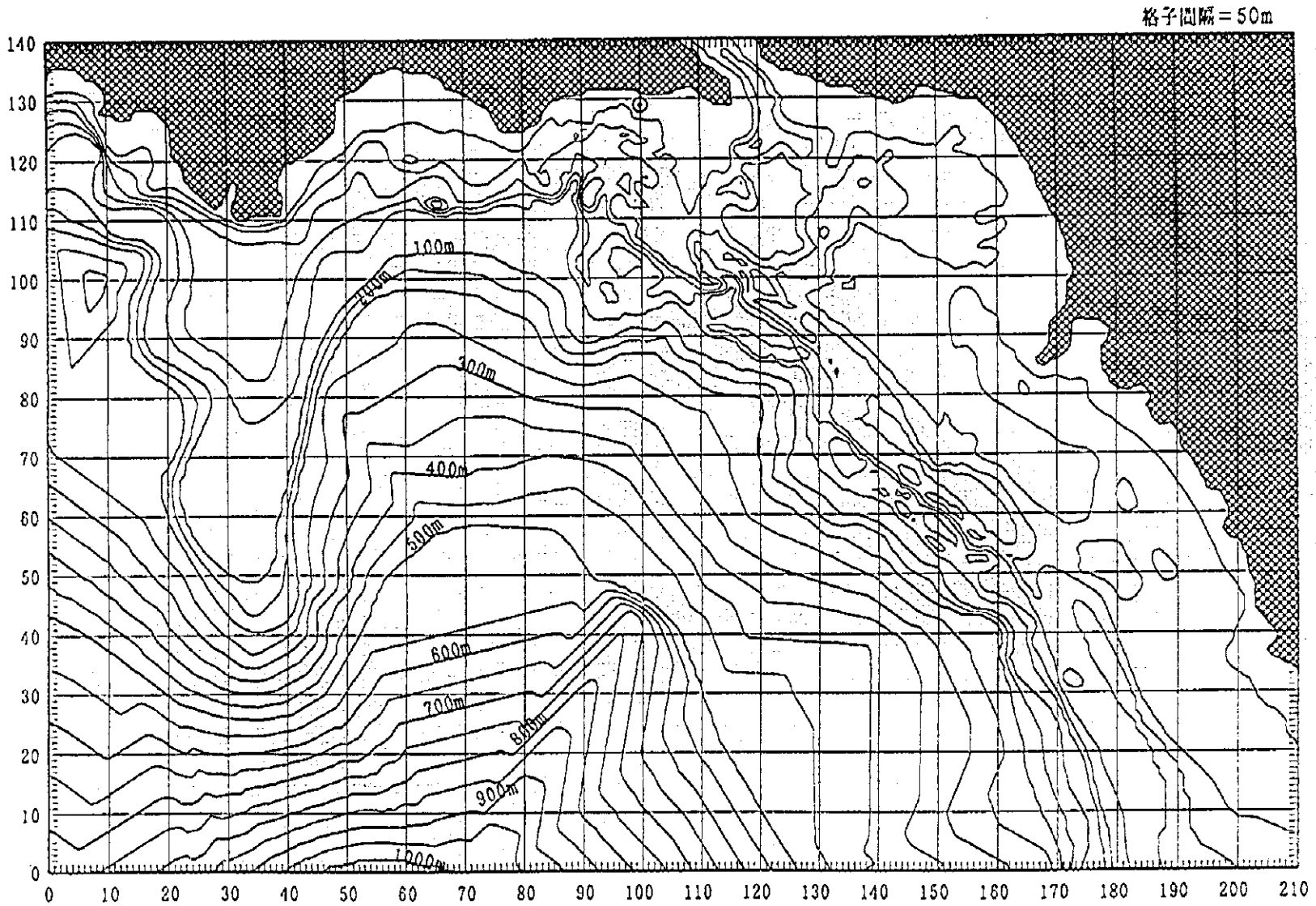


図-7.2.2　WSW～NWの波の計算に用いた座標と等深線



図－7．2．3　ＮＮＷ～Ｎの波浪変形計算に用いた座標系

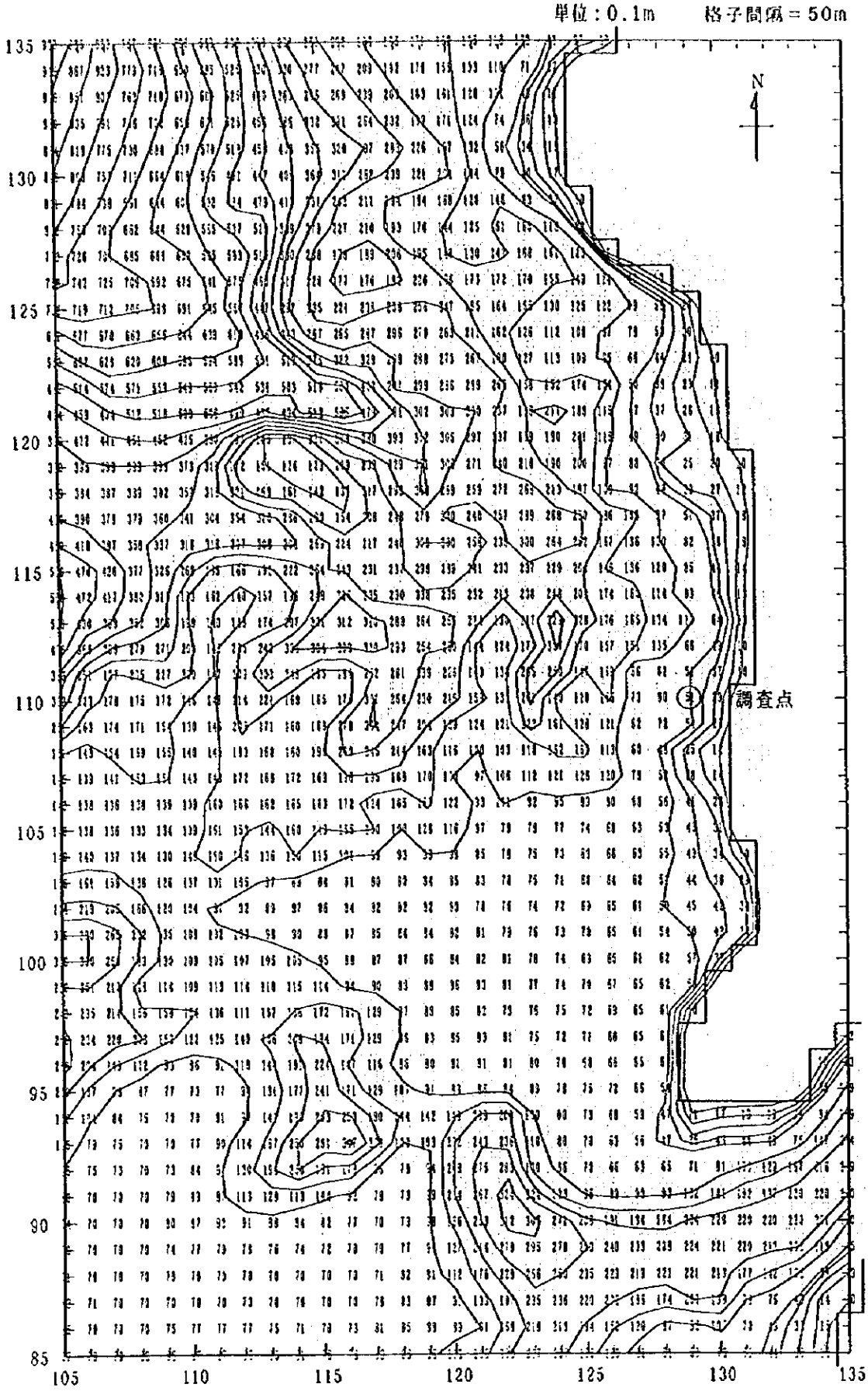


図-7.2.4　調査点周辺の水深データ

添付資料－A　内部摩擦を考慮した場合の風速と風向の関係

参考資料－A　〔内部摩擦を考慮した場合の風速と風向の関係〕

傾度風の式で求まる風速は摩擦が無いときの風速であるが、実際の大気には内部摩擦（粘性）が存在する。このため、実際の海上風速は傾度風速より弱く、風向は等圧線を横切ってサイクロンの内側に吹き込むようになる。この内部摩擦を考慮した場合の風向と風速は以下のように解くことができる。

図－A に内部摩擦を考慮した場合の円形等圧線場における大気運動の力の釣り合い関係（南半球）を示す。この図における記号は次の通りである。

z ：鉛直方向座標（海面を原点にして上方に測る）

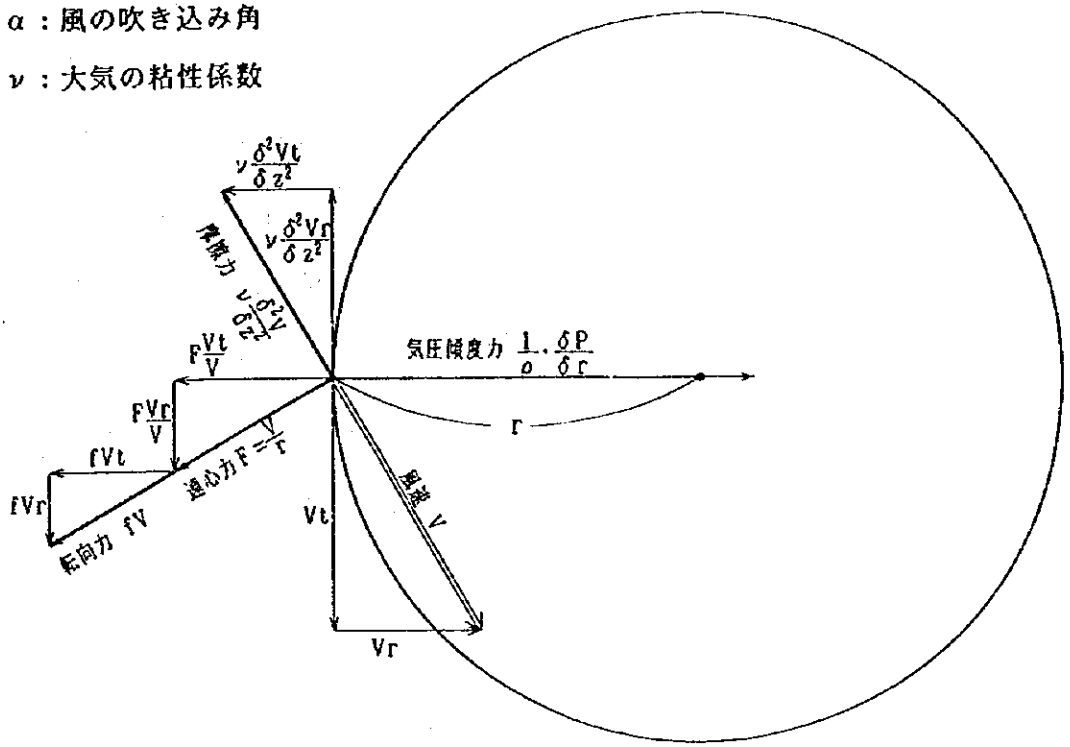
V ：風速

V_r：動径方向（等圧線の法線方向）の風速成分

V_t：等圧線の接線方向の風速成分

α ：風の吹き込み角

ν ：大気の粘性係数



図－A　内部摩擦を考慮した場合の円形等圧線場の力の釣り合い

ここで風の吹き込み角αを小さいとすると、 $V \fallingdotseq V_t$ とおくことができ、

$$F\frac{V_r}{V}=\frac{V^2}{r}\cdot\frac{V_r}{V}\fallingdotseq\frac{V_tV_r}{r} \qquad F\frac{V_t}{V}=\frac{V^2}{r}\cdot\frac{V_t}{V}\fallingdotseq\frac{V_t^2}{r}$$

と表せるので、図－A の力の釣り合いは次のように定式化することができる。

$$\frac{V_t^2}{r}+f\cdot V_t=\frac{1}{\rho}\cdot\frac{\partial P}{\partial r}-\nu\frac{\partial^2 V_r}{\partial z^2} \qquad \text{（動径方向）} \qquad (A\text{-}1)$$

$$\frac{V_tV_r}{r}+f\cdot V_r=\nu\frac{\partial^2 V_t}{\partial z^2} \qquad \text{（接線方向）} \qquad (A\text{-}2)$$

(A-1)式の右辺第一項に傾度風の式

$$\frac{1}{\rho}\cdot\frac{\partial P}{\partial r}=\frac{V_{gr}{}^2}{r}+f\cdot V_{gr}$$

を代入する（気圧傾度力を傾度風で表す）と次のようになる。

$$(\frac{V_t}{r}+f)V_t-(\frac{V_{gr}}{r}+f)V_{gr}=-\nu\frac{\partial^2 V_r}{\partial z^2}$$

ここで、$\frac{V_t}{r}\fallingdotseq\frac{V_{gr}}{r}$ として、

$$\frac{V_t}{r}=\frac{V_{gr}}{r}\equiv\zeta \quad \text{（相対うず度）}$$

とおく。そうすると(A-1)，(A-2)式は次のように表すことができる。

$$(\zeta+f)(V_t-V_{gr})=-\nu\frac{\partial^2 V_r}{\partial z^2} \tag{A-3}$$

$$(\zeta+f)V_r=\nu\frac{\partial^2 V_t}{\partial z^2} \tag{A-4}$$

この式の $\zeta+f$ を絶対うず度という。ここで、

$$2B^2=\frac{\zeta+f}{\nu}$$

$$V'=V_t-V_{gr}$$

とおき、$\frac{\zeta+f}{\nu}$ と V_{gr}（気圧分布）は高度 z に関係なく一定であると仮定する。

V_{gr} が z に無関係であれば、

$$\frac{\partial^2 V_t}{\partial z^2}=\frac{\partial^2 V'}{\partial z^2}$$

と表せるから、(A-3)，(A-4)式は次のようになる。

$$\frac{\partial^2 V_r}{\partial z^2}=-2B^2V' \tag{A-5}$$

$$\frac{\partial^2 V'}{\partial z^2}=2B^2V_r \tag{A-6}$$

この式の一般解は、C，D，γ，δ を積分定数として、次のようになる。

$$V'=C\cdot e^{-Bz}\cos(Bz+\gamma)+D\cdot e^{Bz}\cos(Bz+\delta)$$

$$V_r=-C\cdot e^{-Bz}\sin(Bz+\gamma)+D\cdot e^{Bz}\sin(Bz+\delta)$$

ここで $B>0$，$z>0$ であるので、上式で、もし $D\neq 0$ であれば、高度 z が高くなるに従って V'，V_r は無限に大きくなる。これは観測事実に反する。よって、上式の積分定数Dは0となり、V_t と V_r は次のように求まる。

$$V_t=V_{gr}+C\cdot e^{-Bz}\cos(Bz+\gamma) \tag{A-7}$$

$$V_r=-C\cdot e^{-Bz}\sin(Bz+\gamma) \tag{A-8}$$

ここで、「地上付近では、風速は鉛直方向に変化するが、風向は鉛直方向に変化しない」という観測事実を用いる。この観測事実は次式で示される。

$$\frac{V_t}{V_r}=\frac{\dfrac{\partial V_t}{\partial z}}{\dfrac{\partial V_r}{\partial z}} \tag{A-9}$$

この式に(A-7)，(A-8)式の V_t，V_r を代入して右辺の微分をとると、

$$\frac{V_{gr}+C\cdot e^{-Bz}\cos(Bz+\gamma)}{-C\cdot e^{-Bz}\sin(Bz+\gamma)}=\frac{-B\cdot C\cdot e^{-Bz}\cos(Bz+\gamma)\ -B\cdot C\cdot e^{-Bz}\sin(Bz+\gamma)}{B\cdot C\cdot e^{-Bz}\sin(Bz+\gamma)\ -B\cdot C\cdot e^{-Bz}\cos(Bz+\gamma)}$$

$$=\frac{-\cos(Bz+\gamma)\ -\sin(Bz+\gamma)}{\sin(Bz+\gamma)\ -\cos(Bz+\gamma)}=\frac{-\sin(Bz+\gamma+45^\circ)}{-\cos(Bz+\gamma+45^\circ)}$$

ここで $z=0$ とおくと、上式の関係は以下のように変形される。

$$\frac{V_{gr}+\ C\cdot\cos\gamma}{-\ C\cdot\sin\gamma}\ =\ \frac{-\sin(\gamma+45^\circ)}{-\cos(\gamma+45^\circ)}$$

$$(V_{gr}+\ C\cdot\cos\gamma)\ \cos(\gamma+45^\circ)\ =-\ C\cdot\sin\gamma\sin(\gamma+45^\circ)$$

$$C\ =-\frac{V_{gr}\ \cos(\gamma+45^\circ)}{\cos\gamma\cos(\gamma+45^\circ)\ +\ \sin\gamma\sin(\gamma+45^\circ)}=-\frac{V_{gr}\ \cos(\gamma+45^\circ)}{\cos45^\circ}$$

よって、積分定数Cは次のように求まる。

$$C\ =-V_{gr}\ \sqrt{2}\cos(\gamma+45^\circ) \tag{A-10}$$

この値を (A-7)，(A-8)式に代入し、 $z=0$ とおくと、

$$V_t=\ V_{gr}[1-\sqrt{2}\cos(\gamma+45^\circ)\cos\gamma] \tag{A-11}$$

$$V_r=\ V_{gr}\sqrt{2}\cos(\gamma+45^\circ)\sin\gamma \tag{A-12}$$

ここで、海上風速をVとし、海上風向が等圧線となす角度をαとすると、

$$V_t=\ V\cdot\cos\alpha\quad,\quad V_r=\ V\cdot\sin\alpha$$

であるから、この式を(A-11)，(A-12)式の左辺に代入し、両式の比をとると次式を得る。

$$\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}=\frac{\sqrt{2}\cos(\gamma+45^\circ)\sin\gamma}{1-\sqrt{2}\cos(\gamma+45^\circ)\cos\gamma}$$

即ち、

$$\sin\alpha=\sqrt{2}\cos(\gamma+45^\circ)(\ \cos\gamma\ \sin\alpha+\ \sin\gamma\ \cos\alpha)$$

$$=\ 2\cos(\gamma+45^\circ)\ \sin(\gamma+\alpha)$$

ここで、

$$\sin\alpha=\sin(\alpha+\gamma-\gamma)\ =\sin(\gamma+\alpha)\cos\gamma-\cos(\gamma+\alpha)\sin\gamma$$

$$\sqrt{2}\cos(\gamma+45^\circ)\ =\sqrt{2}\ \cos\gamma\ \cos45^\circ\ -\sqrt{2}\ \sin\gamma\ \sin45^\circ\ =\ \cos\gamma-\ \sin\gamma$$

の関係を用いると次式が得られる。

$$\sin(\gamma+\alpha)\cos\gamma-\cos(\gamma+\alpha)\sin\gamma=(\cos\gamma-\sin\gamma)\sin(\gamma+\alpha)$$

即ち、

$$\{\sin(\gamma+\alpha)-\cos(\gamma+\alpha)\}\sin\gamma=0$$

上式の1つの解は $\sin\gamma=0$ であるが、 $\sin\gamma=0$ を(A-11)，(A-12)式に代入すると、$V_t=0$，$V_r=0$ となるので、この解は意味をなさない。よって、上式の解は

$$\sin(\gamma+\alpha)-\cos(\gamma+\alpha)=\sqrt{2}\sin(\gamma+\alpha-45^\circ)=0$$

となり、積分定数γは以下のように求まる。

$$\gamma=45^\circ-\alpha \tag{A.13}$$

次に、この関係を (A-11)，(A-12)式に代入して海上風速Vを求める。

$$\frac{V_t}{V_{gr}}=1-\sqrt{2}\cos(90^\circ-\alpha)\cos(45^\circ-\alpha)=1-\sin\alpha(\cos\alpha+\sin\alpha)$$

$$\frac{V_r}{V_{gr}}=\sqrt{2}\cos(90^\circ-\alpha)\sin(45^\circ-\alpha)=-\sin\alpha(\cos\alpha-\sin\alpha)$$

であるから、

$$\frac{V}{V_{gr}}=\frac{(V_t^2+V_r^2)^{1/2}}{V_{gr}}$$

$$=[1-2\sin\alpha(\cos\alpha+\sin\alpha)+\sin^2\alpha(\cos\alpha+\sin\alpha)^2$$

$$+\sin^2\alpha(\cos\alpha-\sin\alpha)^2]^{1/2}$$

$$=[1-2\sin\alpha\cos\alpha]^{1/2}=[1-\sin2\alpha]^{1/2}$$

即ち、傾度風速 V_{gr}と海上風速Vの比は等圧線への吹き込み角αが分かれば、

$$\frac{V}{V_{gr}}=(1-\sin2\alpha)^{1/2} \tag{A-14}$$

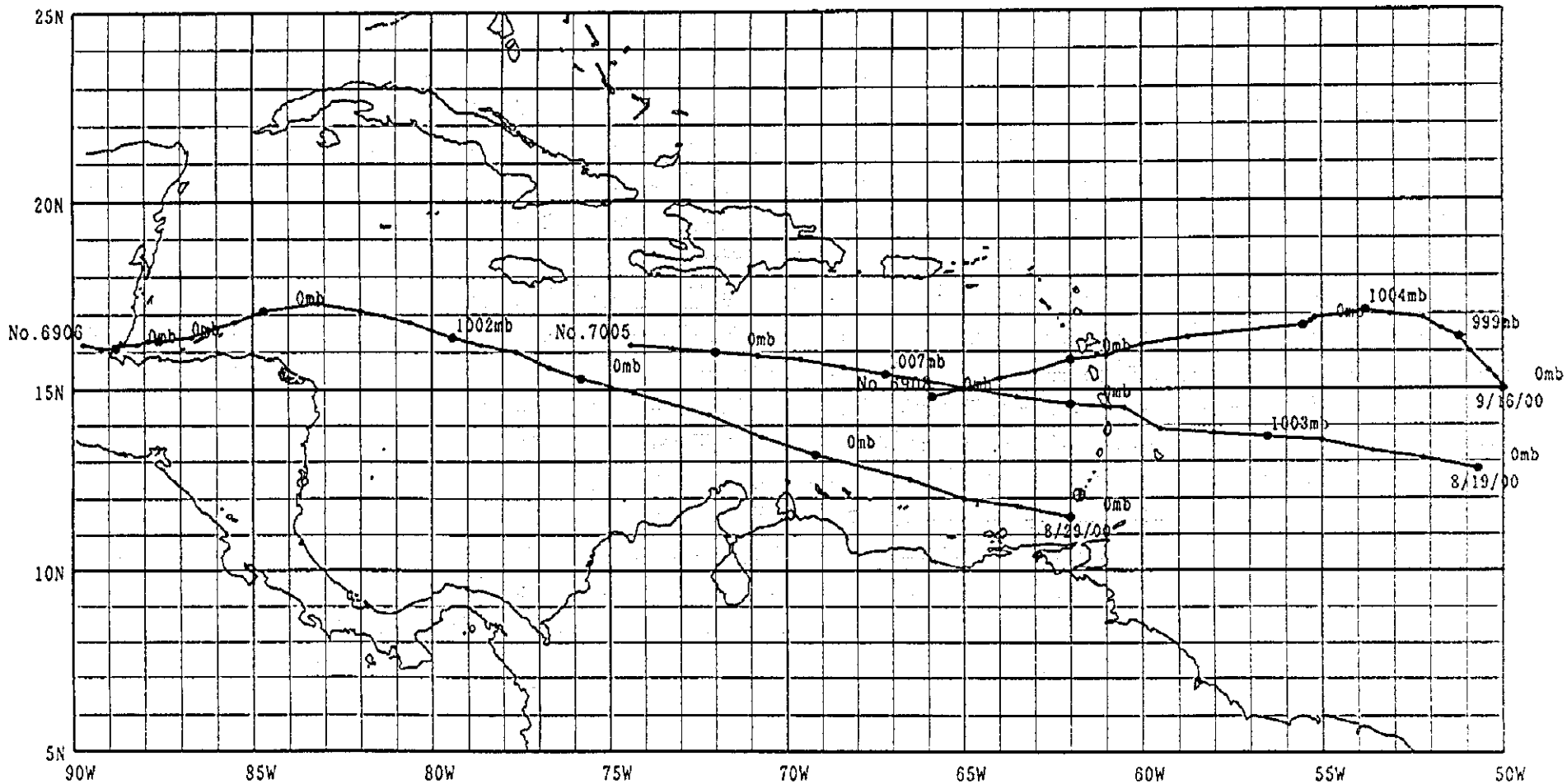
と求めることができる。

また、逆に傾度風速 V_{gr}と海上風速Vの比が分かれば等圧線への吹き込み角αは、

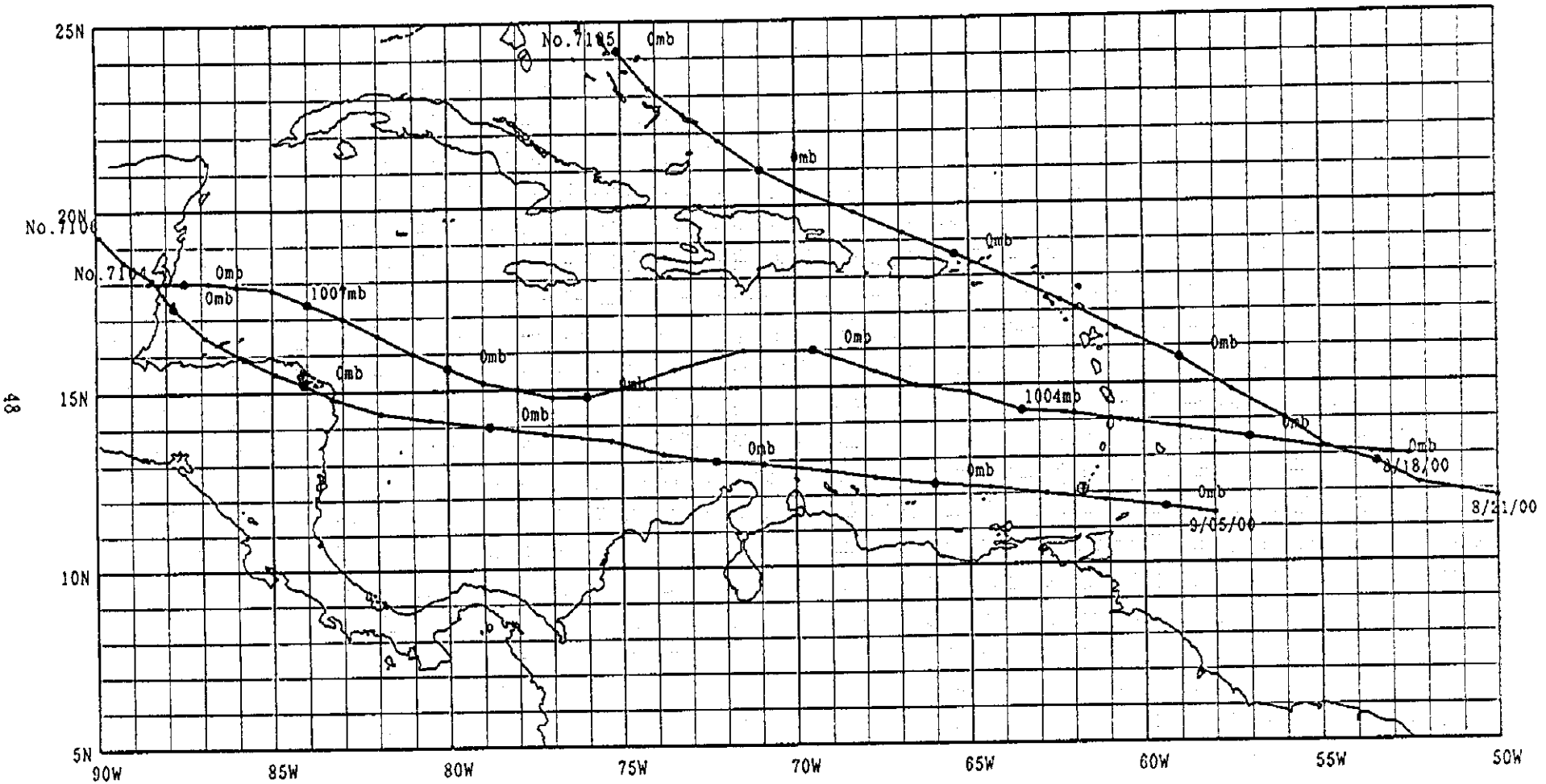
$$\alpha=\frac{1}{2}\sin^{-1}\left[1-\left(\frac{V}{V_{gr}}\right)^2\right] \tag{A-15}$$

と求めることができる。

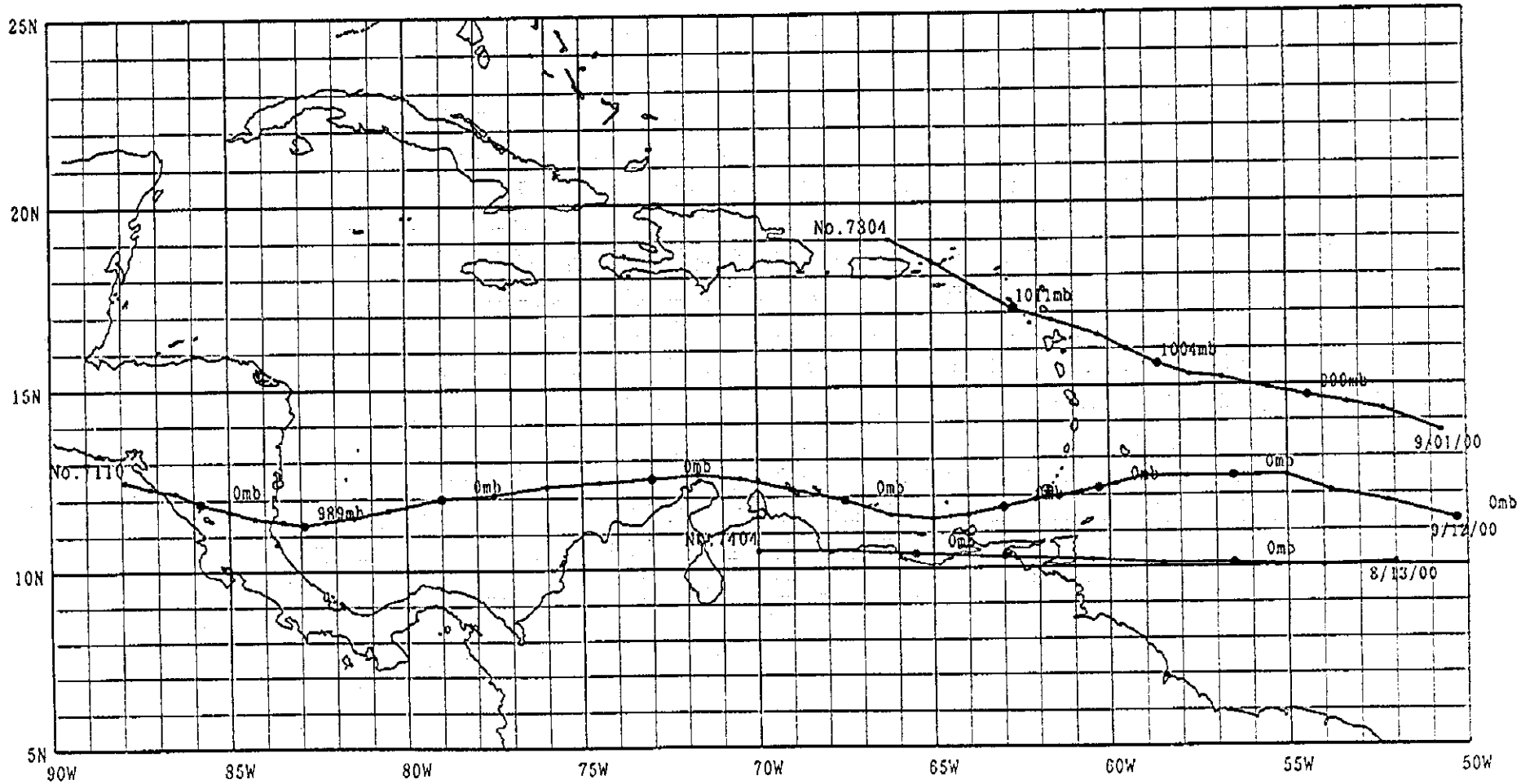
添付資料－1　グレナダ国周辺を通過したハリケーンの経路図



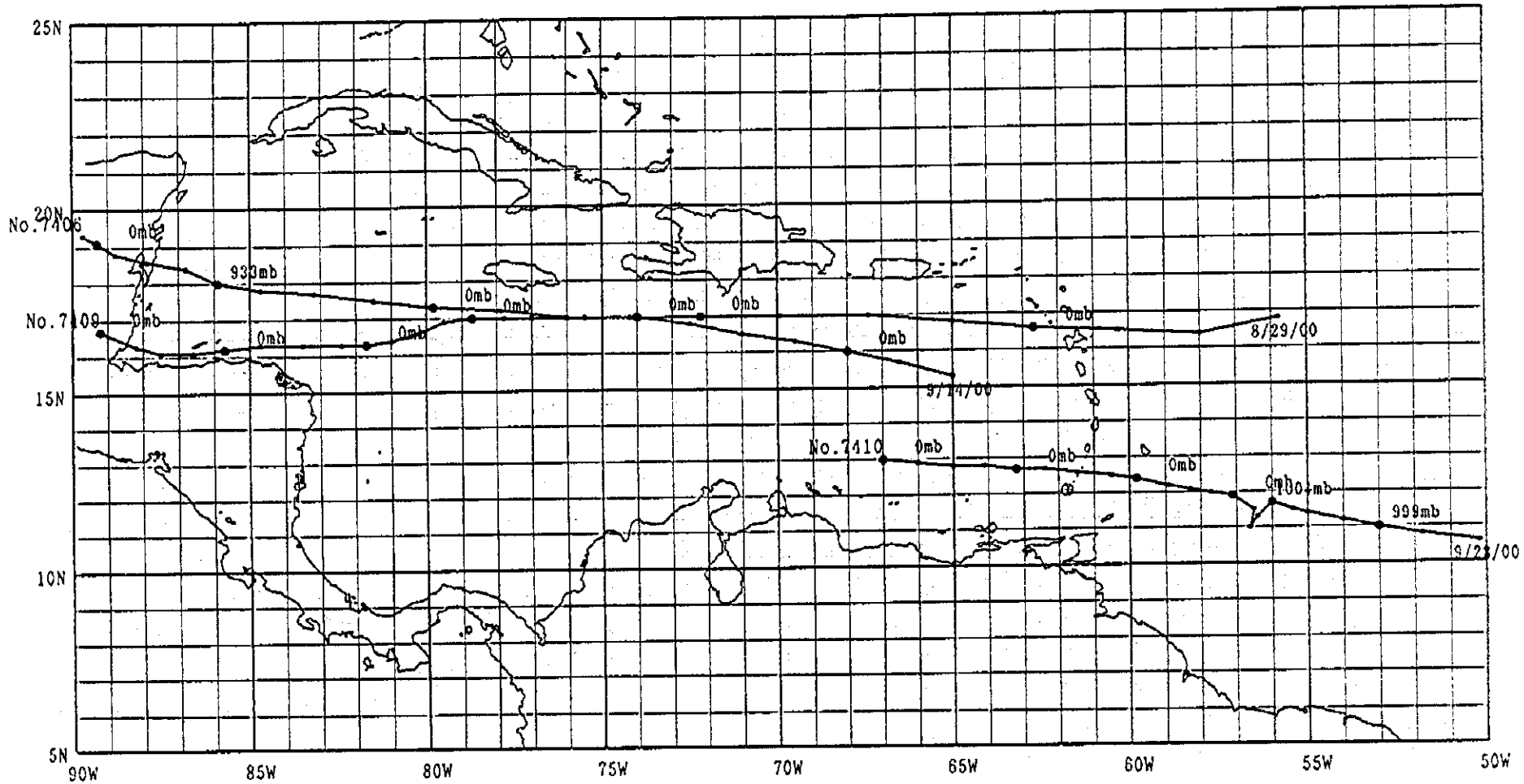
Hurricane Tracking Chart around GRENADA (1)



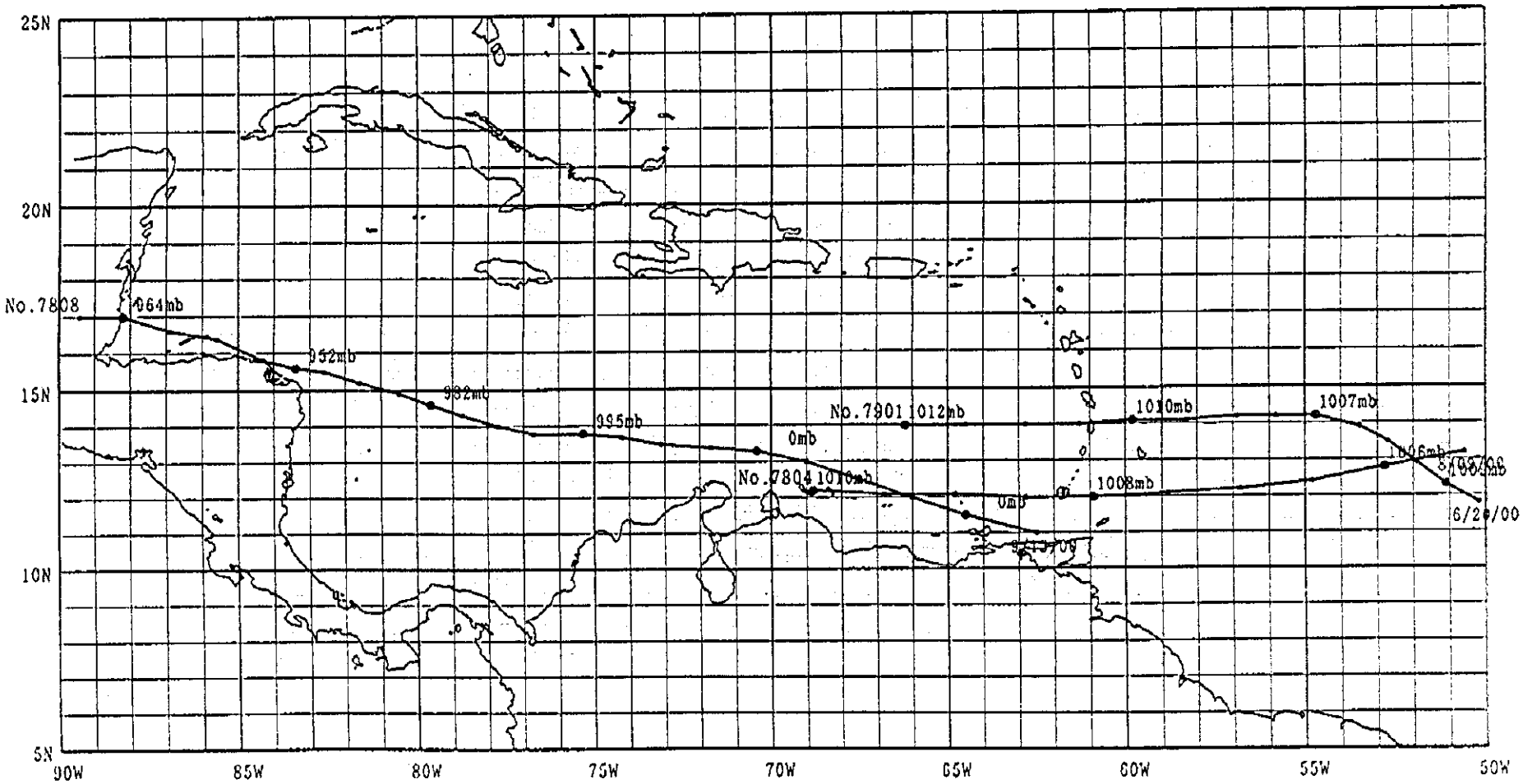
Hurricane Tracking Chart around GRENADA (2)



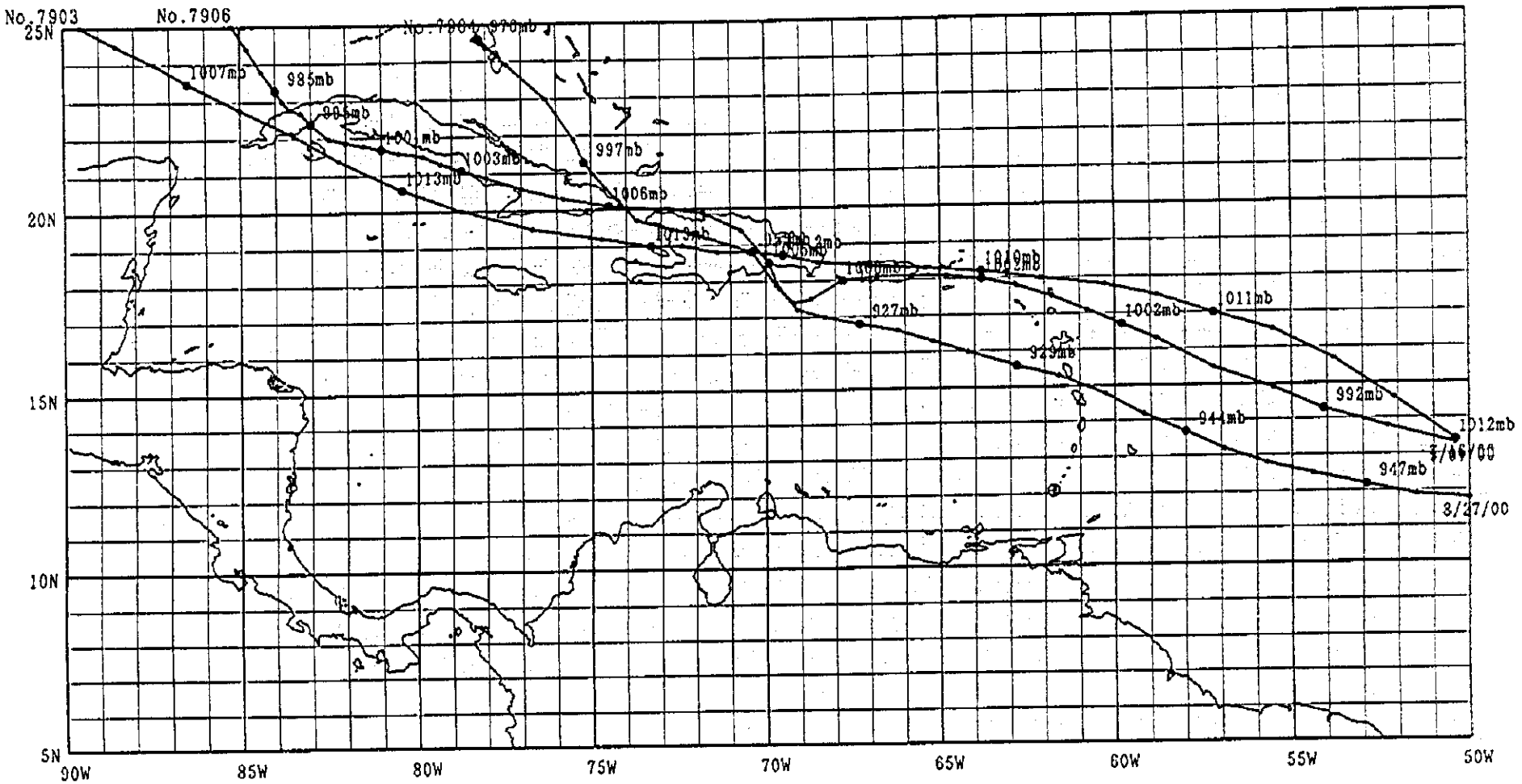
Hurricane Tracking Chart around GRENADA (3)



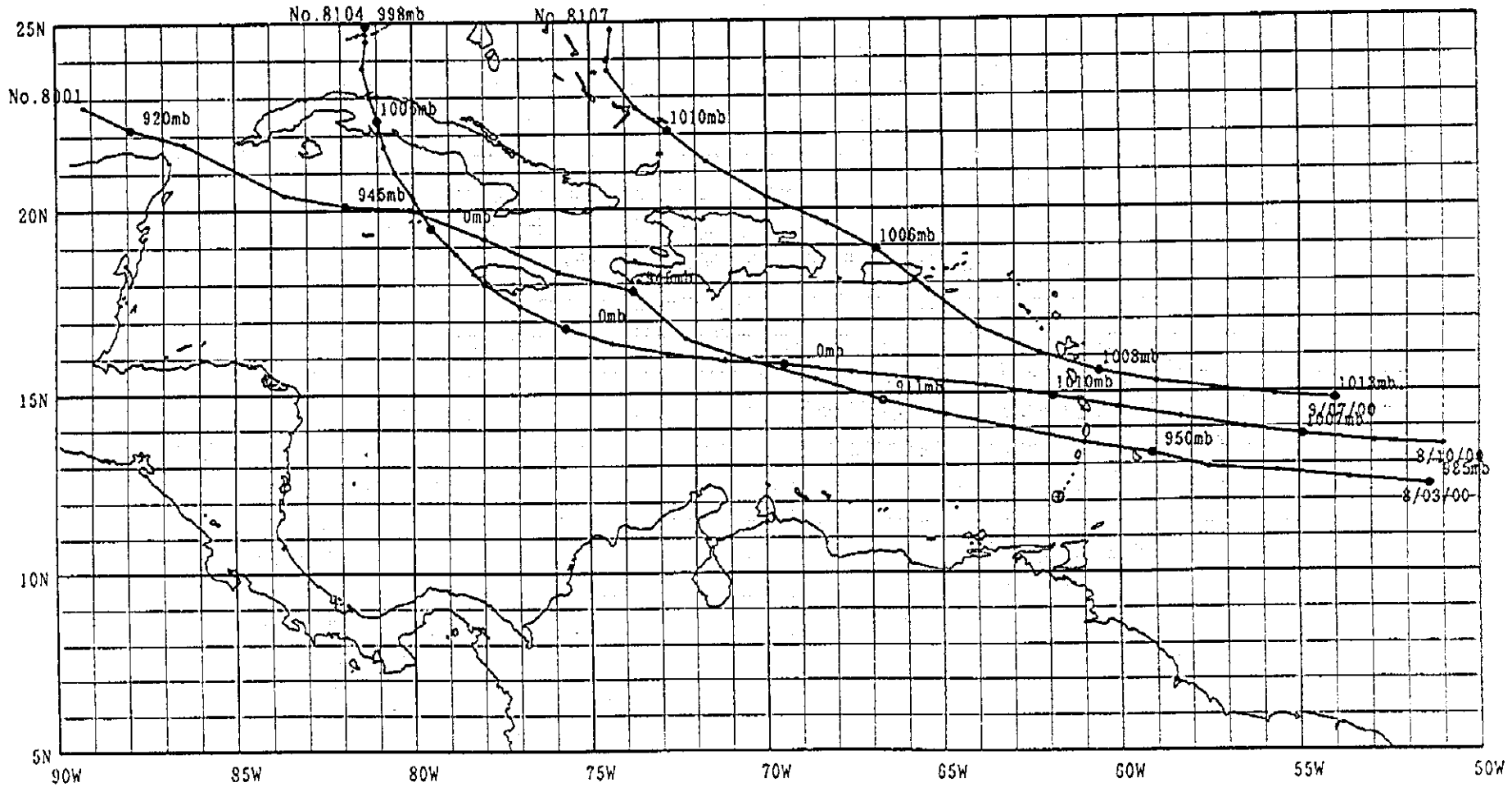
Hurricane Tracking Chart around GRENADA (4)



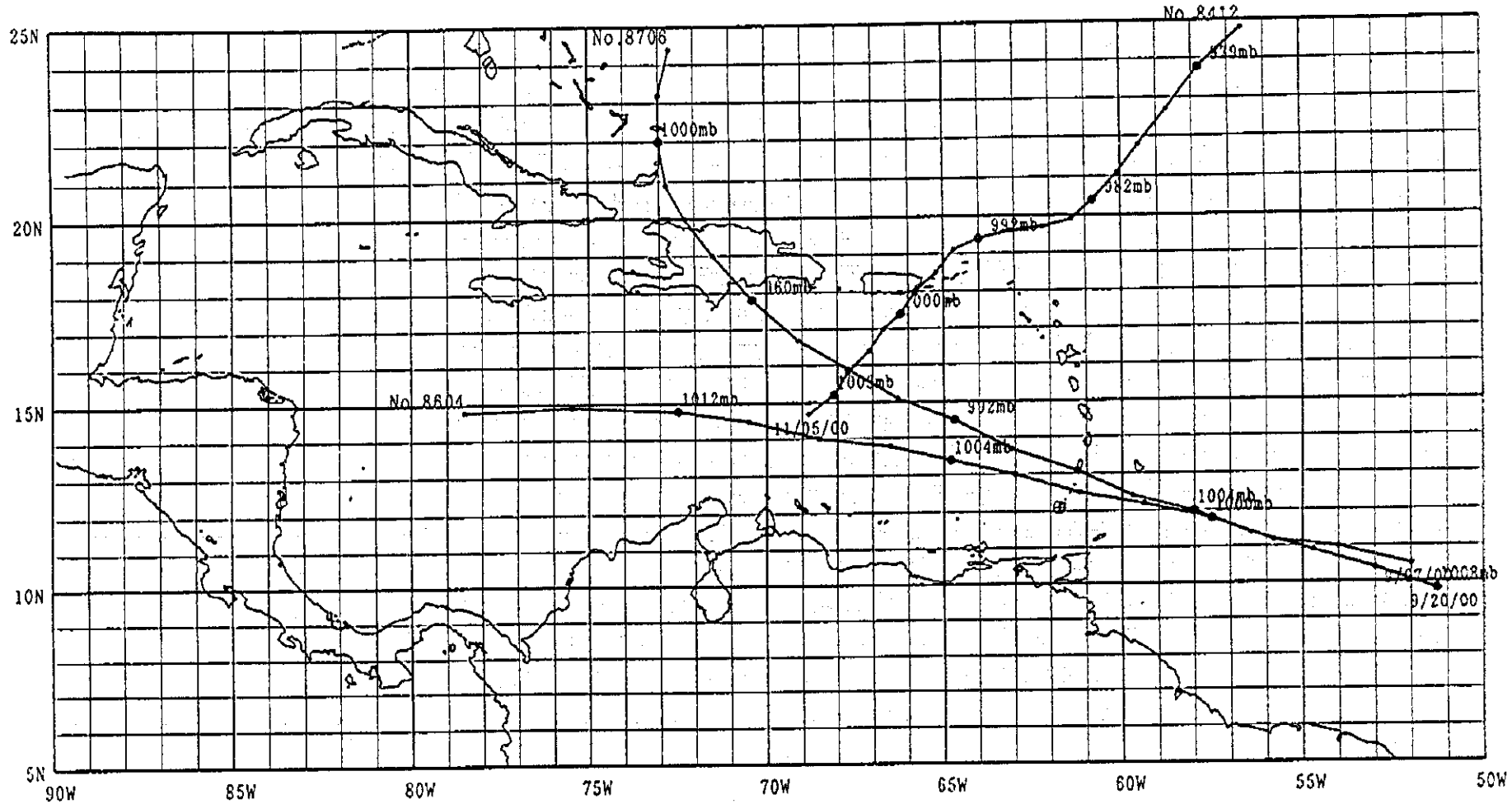
Hurricane Tracking Chart around GRENADA (5)



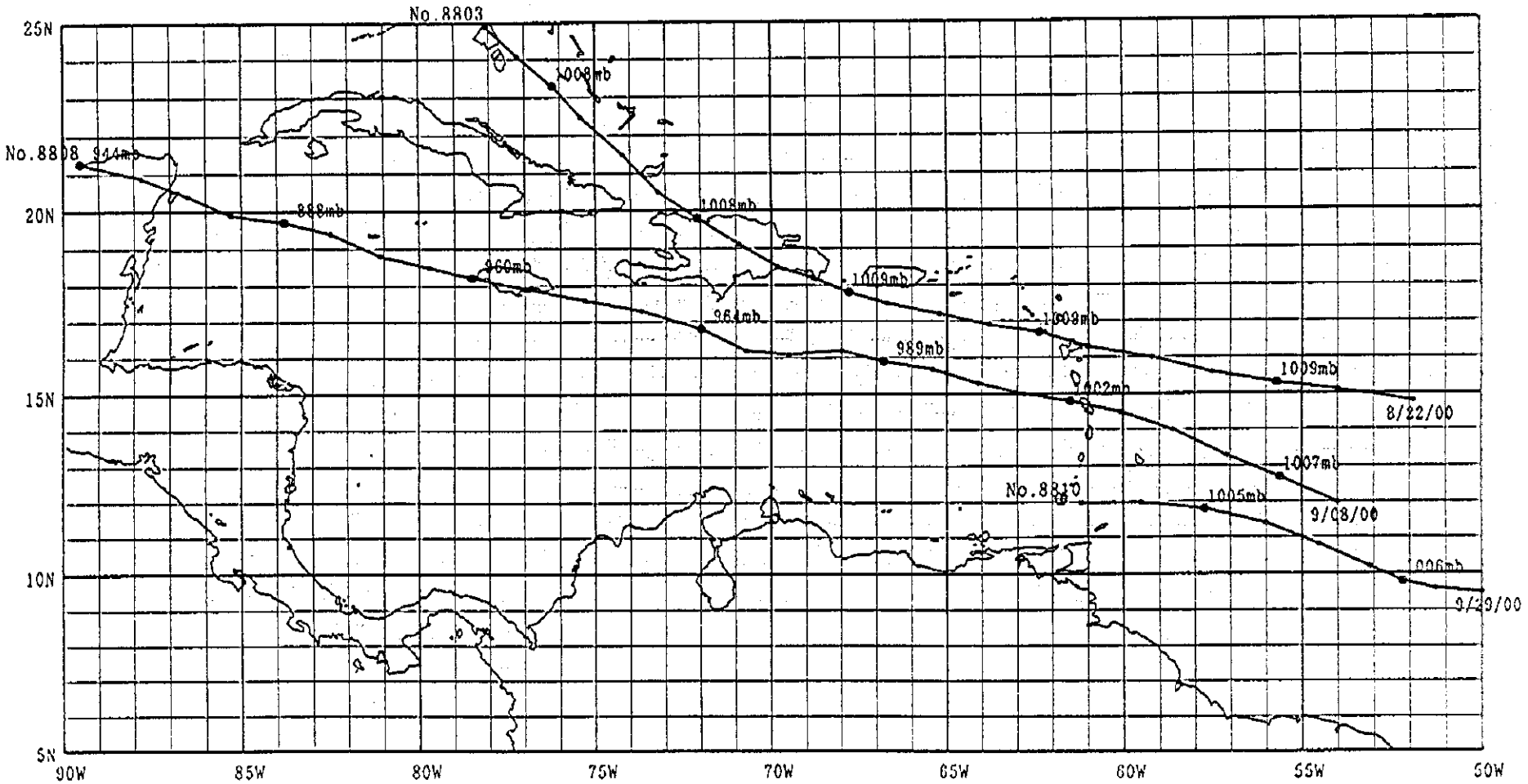
Hurricane Tracking Chart around GRENADA (6)



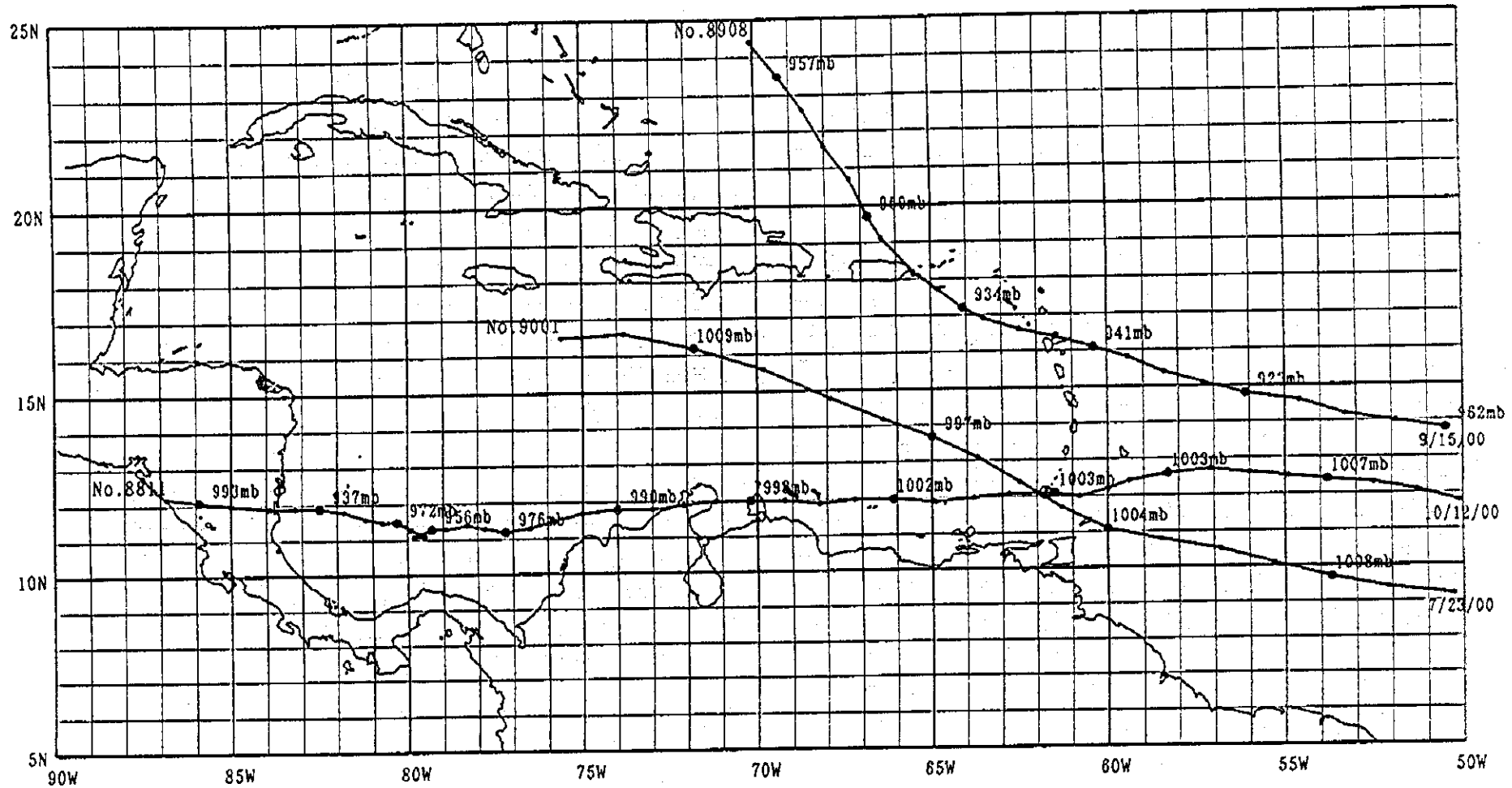
Hurricane Tracking Chart around GRENADA (7)



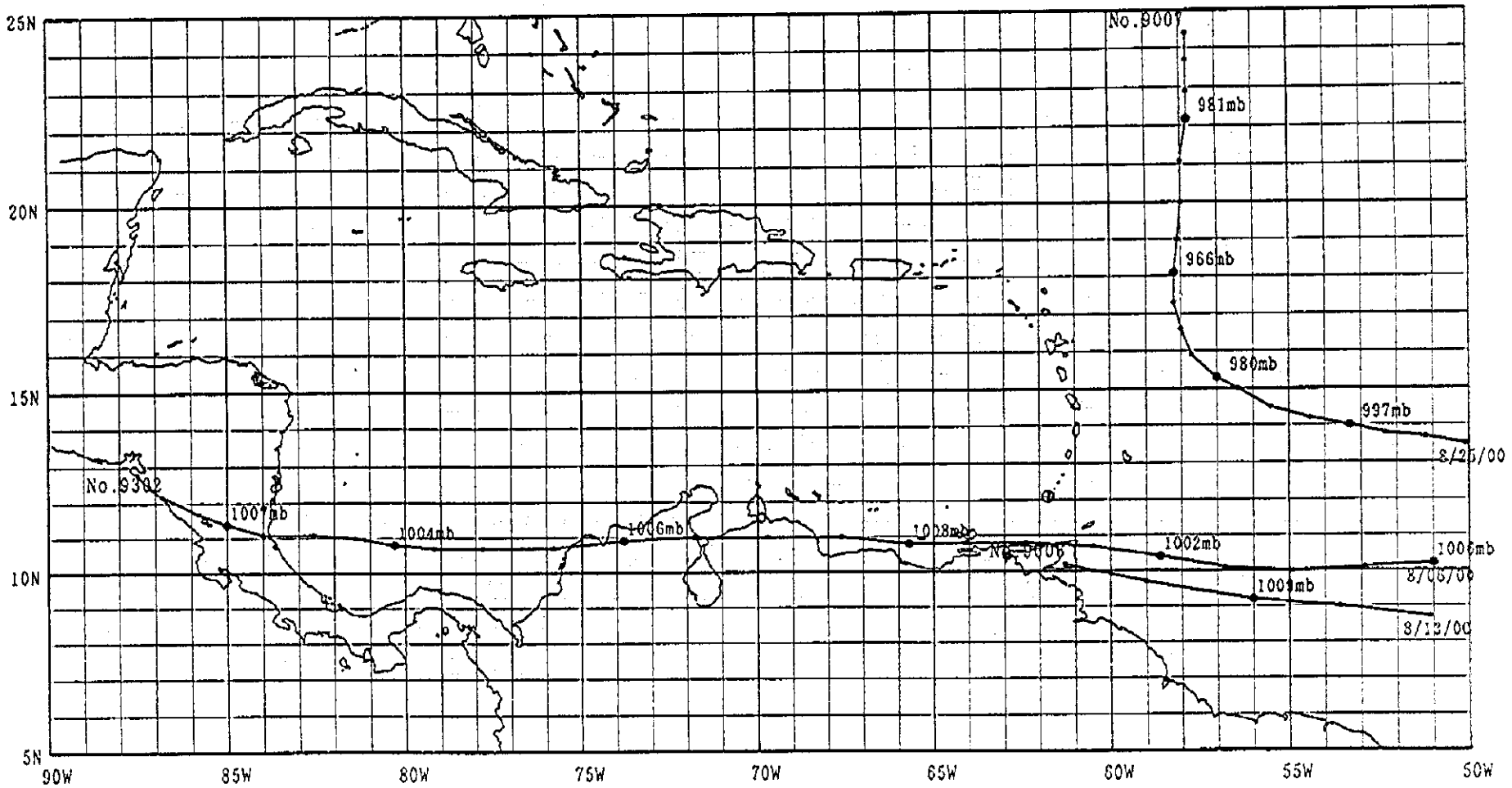
Hurricane Tracking Chart around GRENADA (8)



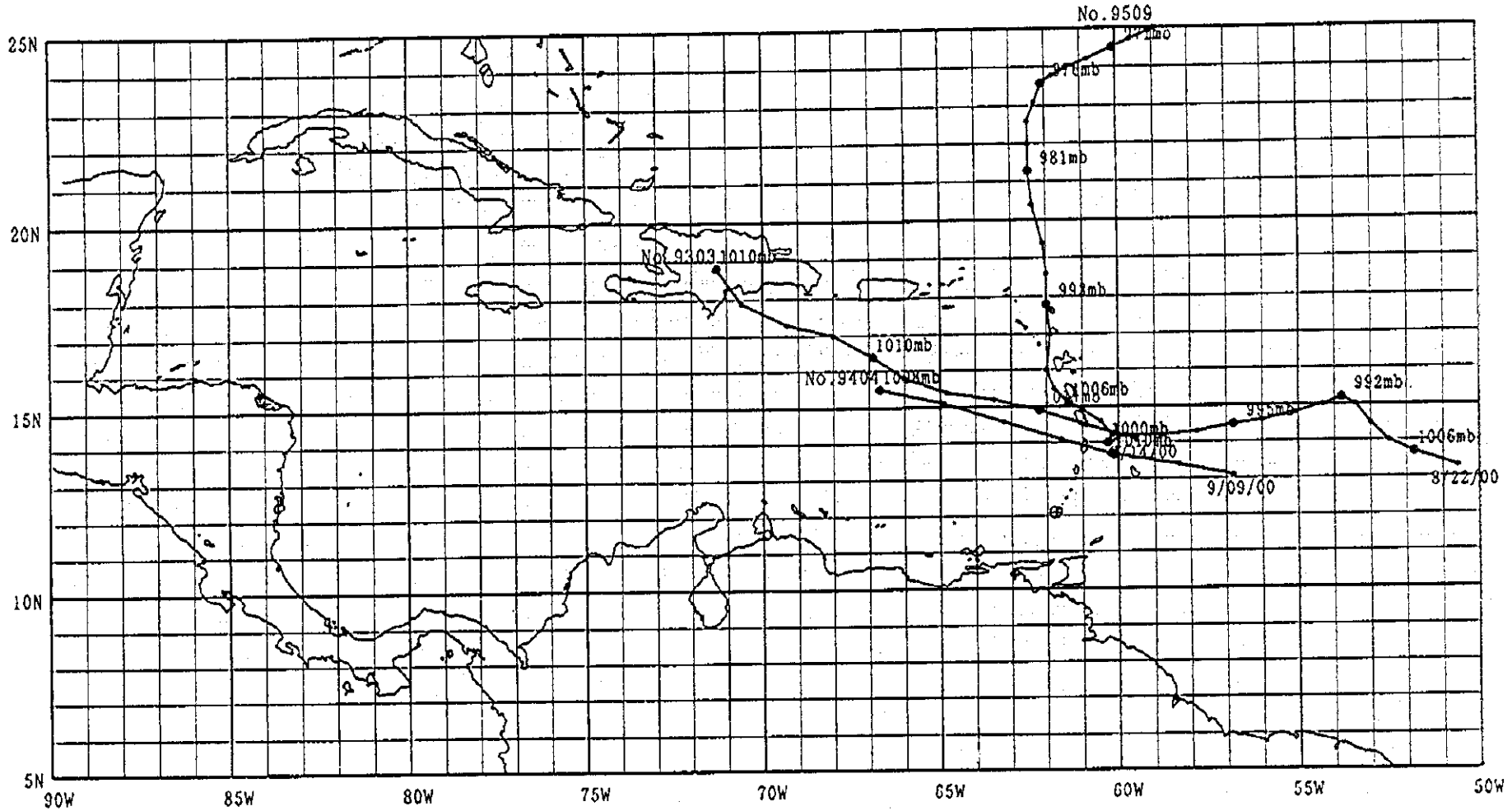
Hurricane Tracking Chart around GRENADA (9)



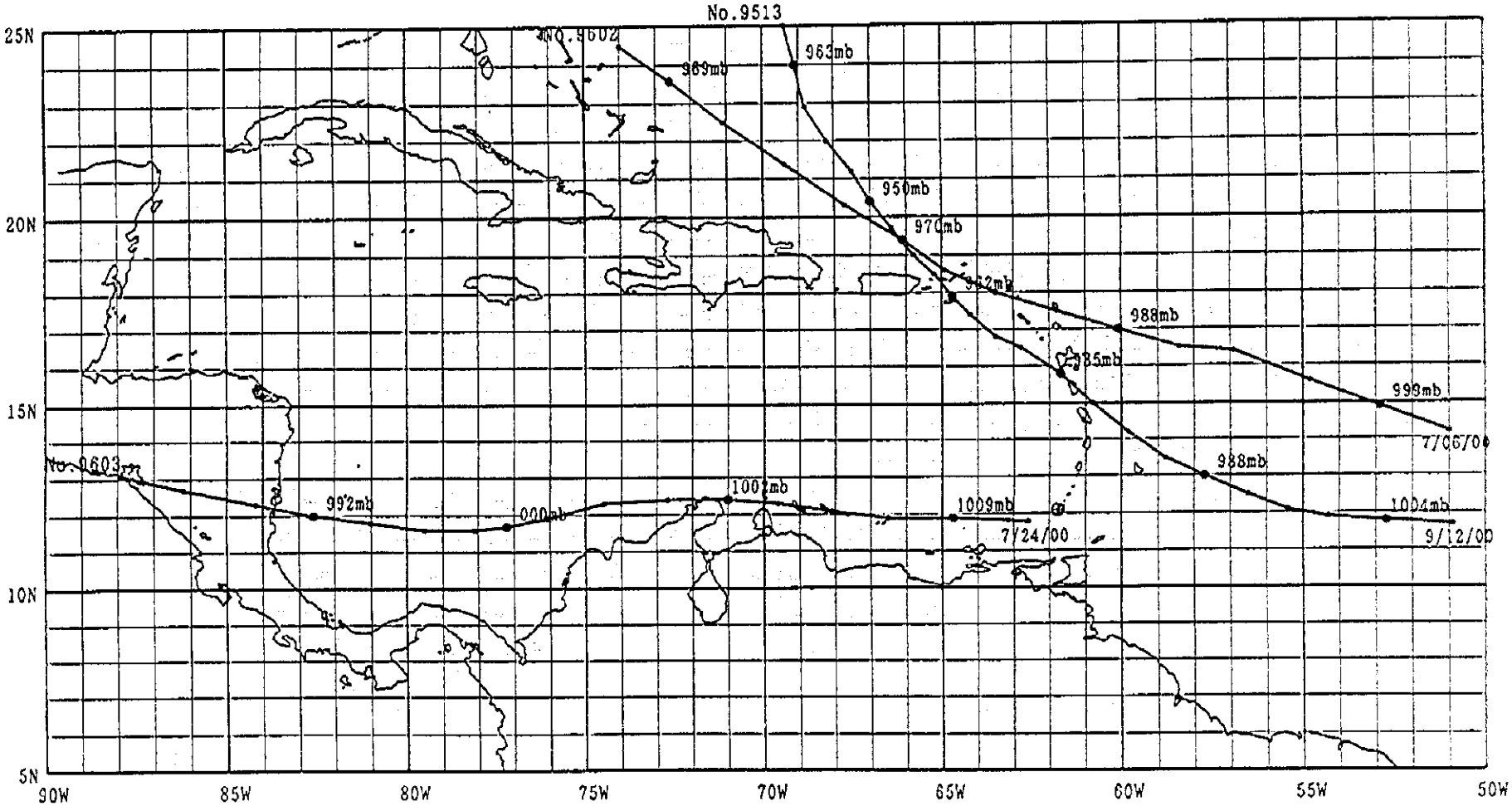
Hurricane Tracking Chart around GRENADA (10)



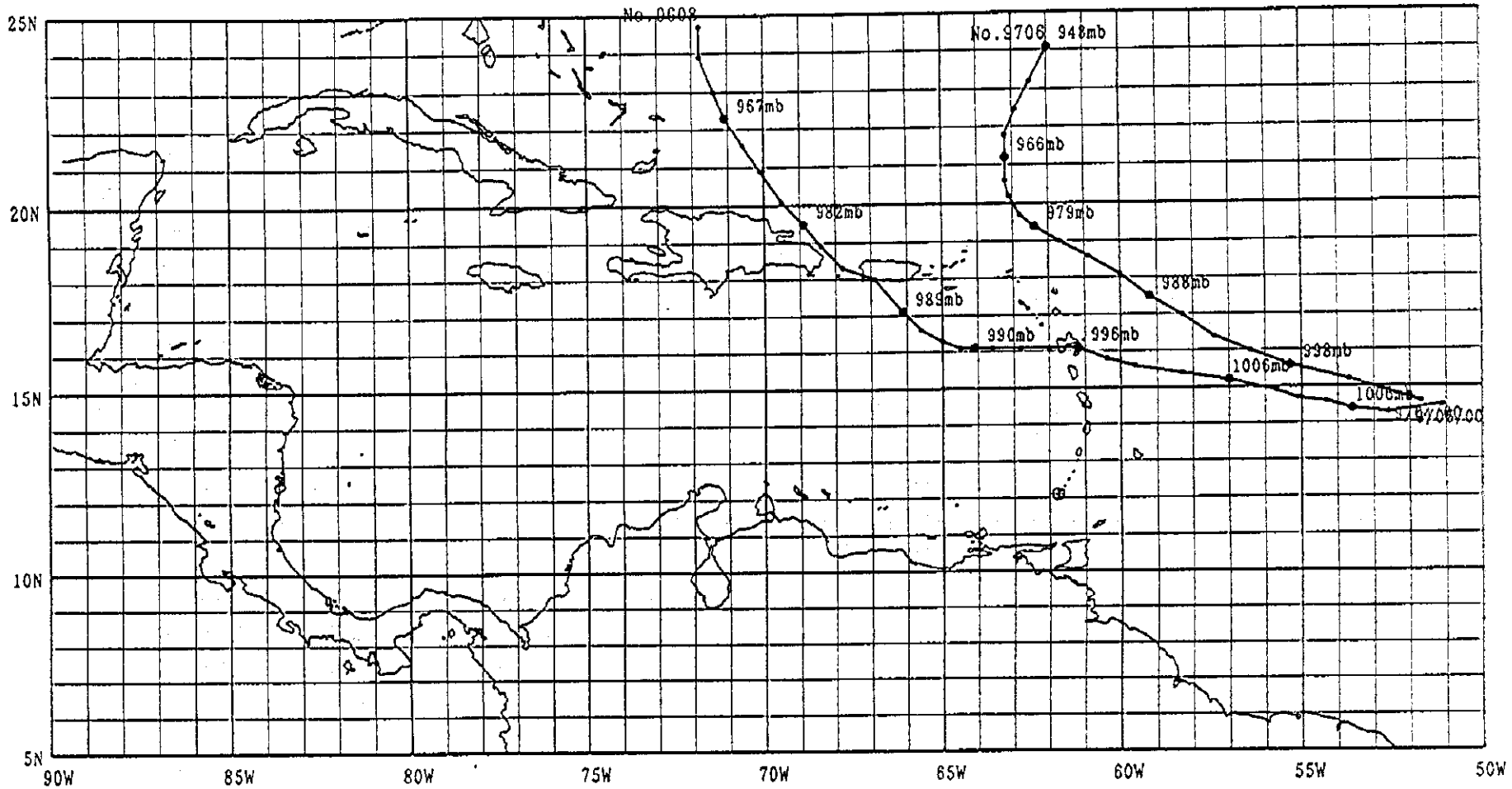
Hurricane Tracking Chart around GRENADA (11)



Hurricane Tracking Chart around GRENADA (12)



Hurricane Tracking Chart around GRENADA (13)



Hurricane Tracking Chart around GRENADA (14)

添付資料－2　波浪推算に用いたハリケーンパラメータ

波浪推算に用いたハリケーンの位置およびパラメータ一覧表(1)

1969年　Haricane No.6906　FRANCELIA　　時刻：GMT

月	日	時	緯度	経度	Pc	Po	Ro	Pout	Rout	P∞
8	29	0	11.5	62.0	1006	9.0	243.3	1010	300	1015
8	29	6	11.8	63.5	1006	9.0	283.8	1010	350	1015
8	29	12	12.0	65.0	1005	10.0	277.3	1010	400	1015
8	29	18	12.5	66.5	1005	10.0	311.9	1010	450	1015
8	30	0	13.2	69.2	1004	11.0	359.7	1005	150	1015
8	30	6	13.7	70.7	1003	12.0	268.8	1005	150	1015
8	30	12	14.3	72.2	1001	14.0	187.9	1005	150	1015
8	30	18	14.9	74.3	1000	15.0	164.8	1005	150	1015
8	31	0	15.3	75.8	996	19.0	112.1	1005	150	1015

1970年　Haricane No.7005　DOROTHY

月	日	時	緯度	経度	Pc	Po	Ro	Pout	Rout	P∞
8	19	12	13.3	53.6	1000	15.0	162.2	1010	400	1015
8	19	18	13.6	55.0	1005	10.0	207.9	1010	300	1015
8	20	0	13.7	56.5	1003	12.0	188.6	1010	350	1015
8	20	6	13.8	58.0	996	19.0	122.2	1010	400	1015
8	20	12	13.9	59.5	998	17.0	121.9	1010	350	1015
8	20	18	14.5	60.5	1002	13.0	145.7	1010	300	1015
8	21	0	14.6	62.0	1004	11.0	181.8	1010	300	1015
8	21	6	14.8	63.5	1005	10.0	173.3	1010	250	1015
8	21	12	15.0	64.8	1006	9.0	162.2	1010	200	1015
8	21	18	15.2	66.0	1005	10.0	138.6	1010	200	1015
8	22	0	15.4	67.2	1004	11.0	121.2	1010	200	1015
8	22	6	15.6	68.4	1004	11.0	121.2	1010	200	1015
8	22	12	15.8	69.6	1004	11.0	121.2	1010	200	1015
8	22	18	15.9	70.8	1004	11.0	121.2	1010	200	1015
8	23	0	16.0	72.0	1004	11.0	121.2	1010	200	1015

1971年　Haricane No.7106　EDITH

月	日	時	緯度	経度	Pc	Po	Ro	Pout	Rout	P∞
9	7	12	12.7	69.1	1006	9.0	162.2	1010	200	1015
9	7	18	12.9	70.9	995	20.0	123.7	1010	430	1015
9	8	0	13.0	72.3	994	21.0	122.4	1010	450	1015
9	8	6	13.2	73.8	993	22.0	116.0	1010	450	1015
9	8	12	13.6	75.3	988	27.0	92.2	1010	450	1015
9	8	18	13.8	77.2	982	28.0	59.0	1005	300	1010
9	9	0	14.0	78.8	970	40.0	40.1	1005	300	1010

波浪推算に用いたハリケーンの位置およびパラメーター覧表(2)

1973年　Haricane No.7304　CHRISTINE　　時刻：GMT

月	日	時	緯度	経度	Pc	Po	Ro	Pout	Rout	P∞
9	2	0	14.7	54.4	999	21.0	108.8	1015	400	1020
9	2	6	14.9	55.5	996	24.0	81.8	1015	350	1020
9	2	12	15.2	56.8	996	24.0	70.1	1015	300	1020
9	2	18	15.3	57.7	1000	20.0	71.9	1015	250	1020
9	3	0	15.6	58.6	1004	11.0	90.9	1010	150	1015
9	3	6	16.0	59.5	1006	9.0	113.5	1010	140	1015
9	3	12	16.4	60.3	1008	7.0	162.9	1010	130	1015
9	3	18	16.8	61.6	1009	6.0	215.0	1010	120	1015
9	4	0	17.1	62.7	1009	6.0	179.2	1010	100	1015

1974年　Haricane No.7404　ALMA

月	日	時	緯度	経度	Pc	Po	Ro	Pout	Rout	P∞
8	14	0	10.1	56.5	1007	8.0	156.9	1010	160	1015
8	14	6	10.1	58.5	1007	8.0	147.1	1010	150	1015
8	14	12	10.2	60.5	1007	8.0	137.3	1010	140	1015
8	14	18	10.3	63.0	1008	7.0	150.3	1010	120	1015
8	15	0	10.4	65.5	1008	7.0	125.3	1010	100	1015

1978年　Haricane No.7804　CORA

月	日	時	緯度	経度	Pc	Po	Ro	Pout	Rout	P∞
8	10	0	12.8	52.8	1006	14.0	132.5	1015	300	1020
8	10	6	12.4	54.8	1007	13.0	135.9	1015	280	1020
8	10	12	12.2	56.8	1007	13.0	126.2	1015	260	1020
8	10	18	12.1	58.8	1008	12.0	134.7	1015	250	1020
8	11	0	12.0	60.9	1008	12.0	124.0	1015	230	1020
8	11	6	12.0	62.8	1008	12.0	134.7	1015	250	1020
8	11	12	12.1	64.8	1008	12.0	145.5	1015	270	1020
8	11	18	12.1	66.8	1009	11.0	175.8	1015	290	1020
8	12	0	12.2	68.8	1009	11.0	181.8	1015	300	1020

波浪推算に用いたハリケーンの位置およびパラメータ一覧表(3)

1979年　Haricane No.7904　DAVID　　時刻：GMT

月	日	時	緯度	経度	Pc	Po	Ro	Pout	Rout	P∞
8	28	0	12.2	52.9	947	68.0	31.8	1005	200	1015
8	28	6	12.5	54.4	941	74.0	29.0	1005	200	1015
8	28	12	12.8	55.7	938	77.0	27.8	1005	200	1015
8	28	18	13.2	56.9	941	74.0	29.0	1005	200	1015
8	29	0	13.7	58.0	944	71.0	30.4	1005	200	1015
8	29	6	14.2	59.2	942	73.0	29.5	1005	200	1015
8	29	12	14.8	60.3	938	77.0	27.8	1005	200	1015
8	29	18	15.3	61.6	933	82.0	26.0	1005	200	1015
8	30	0	15.6	62.8	929	86.0	24.7	1005	200	1015
8	30	6	16.0	64.2	925	90.0	23.6	1005	200	1015
8	30	12	16.3	65.2	924	91.0	23.3	1005	200	1015
8	30	18	16.6	66.2	924	91.0	23.3	1005	200	1015
8	31	0	16.8	67.3	927	88.0	24.1	1005	200	1015
8	31	6	17.0	68.3	928	87.0	24.4	1005	200	1015
8	31	12	17.2	69.1	927	88.0	24.1	1005	200	1015
8	31	18	17.9	69.7	926	89.0	23.8	1005	200	1015
9	1	0	18.8	70.4	953	62.0	35.2	1005	200	1015

1979年　Haricane No.7906　FREDERIC

月	日	時	緯度	経度	Pc	Po	Ro	Pout	Rout	P∞
9	2	0	14.3	54.1	992	23.0	85.6	1005	150	1015
9	2	6	14.9	55.5	994	21.0	90.5	1005	140	1015
9	2	12	15.5	57.2	996	19.0	97.1	1005	130	1015
9	2	18	16.3	58.8	999	16.0	117.7	1005	120	1015
9	3	0	16.7	59.8	1002	13.0	146.6	1005	100	1015
9	3	6	17.1	60.8	1000	15.0	109.9	1005	100	1015
9	3	12	17.5	61.8	999	16.0	98.1	1005	100	1015
9	3	18	17.8	62.8	1000	15.0	109.9	1005	100	1015
9	4	0	18.0	63.8	1002	13.0	97.1	1010	200	1015
9	4	6	18.1	64.8	1003	12.0	102.4	1010	190	1015
9	4	12	18.1	65.8	1004	11.0	109.1	1010	180	1015
9	4	18	18.1	66.8	1005	10.0	110.9	1010	160	1015
9	5	0	18.0	67.8	1006	9.0	121.6	1010	150	1015

波浪推算に用いたハリケーンの位置およびパラメーター一覧表(4)

1980年　Haricane No.8001　ALLEN　　時刻：GMT

月	日	時	緯度	経度	Pc	Po	Ro	Pout	Rout	P∞
8	3	0	12.4	51.4	985	30.0	54.7	1010	300	1015
8	3	6	12.6	53.6	980	35.0	49.3	1010	320	1015
8	3	12	12.8	55.6	975	40.0	44.1	1010	330	1015
8	3	18	12.9	57.5	965	50.0	35.8	1010	340	1015
8	4	0	13.3	59.1	950	65.0	28.0	1010	350	1015
8	4	6	13.6	61.0	948	67.0	27.1	1010	350	1015
8	4	12	14.0	63.0	945	70.0	25.9	1010	350	1015
8	4	18	14.4	64.9	930	85.0	25.0	1005	200	1015
8	5	0	14.8	66.7	911	104.0	20.2	1005	200	1015
8	5	6	15.4	68.6	916	99.0	21.3	1005	200	1015
8	5	12	15.9	70.5	932	83.0	25.7	1005	200	1015
8	5	18	16.5	72.3	940	75.0	28.6	1005	200	1015
8	6	0	17.8	73.8	945	70.0	30.8	1005	200	1015

1981年　Haricane No.8107　GERT

月	日	時	緯度	経度	Pc	Po	Ro	Pout	Rout	P∞
9	8	0	15.6	60.6	1008	7.0	125.3	1010	100	1015
9	8	6	16.1	62.3	1005	10.0	138.6	1010	200	1015
9	8	12	16.8	64.0	1002	13.0	169.9	1010	350	1015
9	8	18	17.8	65.4	1004	11.0	212.1	1010	350	1015
9	9	0	18.9	66.9	1006	9.0	324.4	1010	400	1015

1984年　Haricane No.8412　KLAUS

月	日	時	緯度	経度	Pc	Po	Ro	Pout	Rout	P∞
11	6	0	15.2	68.1	1003	7.0	250.6	1005	200	1010
11	6	6	15.8	67.7	1003	7.0	250.6	1005	200	1010
11	6	12	16.4	67.1	1002	8.0	245.2	1005	250	1010
11	6	18	17.0	66.7	1001	9.0	243.3	1005	300	1010
11	7	0	17.4	66.2	1000	15.0	219.7	1005	200	1015
11	7	6	18.0	65.8	998	17.0	195.2	1005	220	1015
11	7	12	18.5	65.2	997	18.0	194.6	1005	240	1015
11	7	18	19.1	64.7	995	20.0	180.2	1005	260	1015
11	8	0	19.4	64.0	992	23.0	159.8	1005	280	1015
11	8	6	19.6	63.1	989	26.0	145.7	1005	300	1015
11	8	12	19.7	62.2	986	29.0	126.9	1005	300	1015
11	8	18	19.9	61.4	984	31.0	116.8	1005	300	1015
11	9	0	20.4	60.8	982	33.0	108.3	1005	300	1015

波浪推算に用いたハリケーンの位置およびパラメータ一覧表(5)

1986年　Haricane No.8604　DANIELLE　　時刻：GMT

月	日	時	緯度	経度	Pc	Po	Ro	Pout	Rout	P∞
9	8	0	11.8	57.5	1000	15.0	40.5	1010	100	1015
9	8	6	12.2	59.4	1000	15.0	40.5	1010	100	1015
9	8	12	12.5	61.2	1002	13.0	48.6	1010	100	1015
9	8	18	13.0	63.0	1002	13.0	48.6	1010	100	1015
9	9	0	13.4	64.8	1004	11.0	60.6	1010	100	1015
9	9	6	13.8	66.5	1006	9.0	81.1	1010	100	1015
9	9	12	14.0	68.5	1008	7.0	125.3	1010	100	1015
9	9	18	14.5	70.5	1008	7.0	125.3	1010	100	1015
9	10	0	14.8	72.5	1008	7.0	125.3	1010	100	1015

1987年　Haricane No.8706　EMILY

月	日	時	緯度	経度	Pc	Po	Ro	Pout	Rout	P∞
9	21	0	12.0	58.0	1004	11.0	181.8	1010	300	1015
9	21	6	12.4	59.7	1004	11.0	169.7	1010	280	1015
9	21	12	13.1	61.3	1004	11.0	157.6	1010	260	1015
9	21	18	13.7	63.1	1002	13.0	111.7	1010	230	1015
9	22	0	14.5	64.7	992	23.0	49.0	1010	200	1015
9	22	6	15.1	66.3	978	37.0	26.1	1010	180	1015
9	22	12	15.9	67.7	971	44.0	19.3	1010	160	1015
9	22	18	16.7	69.1	958	57.0	11.0	1010	120	1015
9	23	0	17.8	70.4	960	55.0	9.5	1010	100	1015

1988年　Haricane No.8808　GILBERT

月	日	時	緯度	経度	Pc	Po	Ro	Pout	Rout	P∞
9	9	0	12.7	55.6	1002	13.0	293.3	1005	200	1015
9	9	6	13.3	57.1	1002	13.0	322.6	1005	220	1015
9	9	12	14.0	58.6	1002	13.0	351.9	1005	240	1015
9	9	18	14.5	60.1	1002	13.0	381.2	1005	260	1015
9	10	0	14.8	61.5	1002	13.0	395.9	1005	270	1015
9	10	6	15.0	62.8	998	17.0	239.6	1005	270	1015
9	10	12	15.3	64.1	995	20.0	187.1	1005	270	1015
9	10	18	15.7	65.4	992	23.0	154.0	1005	270	1015
9	11	0	15.9	66.8	989	26.0	131.1	1005	270	1015
9	11	6	16.2	68.0	982	33.0	108.3	1005	300	1015
9	11	12	16.1	69.5	975	40.0	94.9	1005	330	1015
9	11	18	16.2	70.7	970	45.0	90.5	1005	360	1015
9	12	0	16.8	72.0	964	51.0	82.9	1005	380	1015

波浪推算に用いたハリケーンの位置およびパラメーター一覧表(6)

1988年　Haricane No.8811　JOAN　　時刻：GMT

月	日	時	緯度	経度	Pc	Po	Ro	Pout	Rout	P∞
10	13	0	12.4	53.8	1007	8.0	127.5	1010	130	1015
10	13	6	12.5	54.9	1007	8.0	196.2	1010	200	1015
10	13	12	12.6	56.0	1006	9.0	202.7	1010	250	1015
10	13	18	12.7	57.1	1005	10.0	207.9	1010	300	1015
10	14	0	12.6	58.3	1003	12.0	268.8	1005	150	1015
10	14	6	12.4	59.4	1002	13.0	220.0	1005	150	1015
10	14	12	12.2	60.0	1001	14.0	187.9	1005	150	1015
10	14	18	12.0	60.8	1001	14.0	187.9	1005	150	1015
10	15	0	12.1	61.5	1003	7.0	187.9	1005	150	1010
10	15	6	12.1	62.8	1004	6.0	179.2	1005	100	1010
10	15	12	12.0	63.8	1004	6.0	179.2	1005	100	1010
10	15	18	11.9	64.9	1003	12.0	161.7	1010	300	1015
10	16	0	12.0	66.1	1002	13.0	169.9	1010	350	1015
10	16	6	12.0	67.2	1001	14.0	132.5	1010	300	1015
10	16	12	11.9	68.2	1000	15.0	101.4	1010	250	1015
10	16	18	12.0	69.2	999	16.0	147.1	1005	150	1015
10	17	0	12.0	70.2	998	17.0	133.1	1005	150	1015
10	17	6	12.0	71.2	997	18.0	122.3	1005	151	1015
10	17	12	11.9	72.1	995	20.0	97.0	1005	140	1015
10	17	18	11.8	73.0	993	22.0	78.8	1005	130	1015
10	18	0	11.8	74.0	990	25.0	66.4	1005	130	1015

波浪推算に用いたハリケーンの位置およびパラメータ一覧表(7)

1989年　Haricane No.8908　HUGO　　時刻：GMT

月	日	時	緯度	経度	Pc	Po	Ro	Pout	Rout	P∞
9	15	0	13.8	50.5	962	53.0	11.9	1010	120	1015
9	15	6	14.0	51.9	957	58.0	11.7	1010	130	1015
9	15	12	14.2	53.3	940	75.0	10.3	1010	150	1015
9	15	18	14.6	54.6	918	97.0	10.6	1010	200	1015
9	16	0	14.8	56.1	923	92.0	11.2	1010	200	1015
9	16	6	15.1	57.3	927	88.0	11.7	1010	200	1015
9	16	12	15.4	58.4	940	75.0	13.8	1010	200	1015
9	16	18	15.8	59.4	941	74.0	17.5	1010	250	1015
9	17	0	16.1	60.4	941	74.0	21.0	1010	300	1015
9	17	6	16.4	61.5	943	72.0	21.6	1010	300	1015
9	17	12	16.6	62.5	949	66.0	23.6	1010	300	1015
9	17	18	16.9	63.5	945	70.0	30.8	1005	200	1015
9	18	0	17.2	64.1	934	81.0	26.4	1005	200	1015
9	18	6	17.7	64.8	940	75.0	28.6	1005	200	1015
9	18	12	18.2	65.5	945	70.0	32.4	1005	210	1015
9	18	18	19.1	66.4	958	57.0	42.4	1005	220	1015
9	19	0	19.7	66.8	959	56.0	43.3	1005	220	1015

1990年　Haricane No.9007　GUSTAV

月	日	時	緯度	経度	Pc	Po	Ro	Pout	Rout	P∞
8	26	0	14.0	53.3	997	18.0	81.4	1010	250	1015
8	26	6	14.2	54.4	993	22.0	72.2	1010	280	1015
8	26	12	14.5	55.5	990	25.0	69.2	1010	310	1015
8	26	18	15.0	56.4	984	31.0	58.0	1010	330	1015
8	27	0	15.3	57.0	980	35.0	54.0	1010	350	1015
8	27	6	15.9	57.7	973	42.0	43.1	1010	340	1015
8	27	12	16.6	58.0	967	48.0	36.3	1010	330	1015
8	27	18	17.3	58.2	965	50.0	33.7	1010	320	1015
8	28	0	18.1	58.2	966	49.0	32.3	1010	300	1015
8	28	6	19.0	58.1	969	46.0	34.5	1010	300	1015
8	28	12	20.0	58.0	973	42.0	36.8	1010	290	1015
8	28	18	21.1	58.0	978	37.0	40.7	1010	280	1015
8	29	0	22.2	57.8	981	34.0	42.9	1010	270	1015

波浪推算に用いたハリケーンの位置およびパラメータ一覧表(8)

1993年　Haricane No.9302　BRET　　時刻：GMT

月	日	時	緯度	経度	Pc	Po	Ro	Pout	Rout	P∞
8	6	12	10.0	54.9	1005	10.0	69.3	1010	100	1015
8	6	18	10.1	56.8	1003	12.0	53.9	1010	100	1015
8	7	0	10.4	58.6	1002	13.0	48.6	1010	100	1015
8	7	6	10.7	60.5	1002	13.0	58.3	1010	120	1015
8	7	12	10.8	62.4	1002	13.0	63.1	1010	130	1015
8	7	18	10.8	64.1	1006	9.0	113.5	1010	140	1015
8	8	0	10.8	65.7	1008	7.0	187.9	1010	150	1015
8	8	6	11.0	67.6	1007	8.0	196.2	1010	200	1015
8	8	12	11.0	69.7	1007	8.0	294.2	1010	300	1015
8	8	18	11.0	71.8	1007	8.0	392.3	1010	400	1015
8	9	0	10.9	73.8	1006	9.0	405.5	1010	500	1015
8	9	6	10.7	75.8	1005	10.0	346.6	1010	500	1015
8	9	12	10.7	77.8	1004	11.0	303.1	1010	500	1015

1993年　Haricane No.9303　CINDY

月	日	時	緯度	経度	Pc	Po	Ro	Pout	Rout	P∞
8	14	12	14.1	59.5	1012	8.0	196.2	1015	200	1020
8	14	18	14.5	60.9	1012	8.0	166.7	1015	170	1020
8	15	0	14.9	62.2	1011	9.0	121.6	1015	150	1020
8	15	6	15.2	63.5	1011	9.0	121.6	1015	150	1020
8	15	12	15.4	64.8	1013	7.0	137.8	1015	110	1020
8	15	18	15.8	66.0	1012	8.0	107.9	1015	110	1020
8	16	0	16.4	66.9	1010	10.0	69.3	1015	100	1020
8	16	6	17.0	68.0	1008	12.0	53.9	1015	100	1020
8	16	12	17.3	69.3	1007	13.0	48.6	1015	100	1020

波浪推算に用いたハリケーンの位置およびパラメータ一覧表(9)

1995年　Haricane No.9509　IRIS　　時刻：GMT

月	日	時	緯度	経度	Pc	Po	Ro	Pout	Rout	P∞
8	23	12	14.5	53.0	998	17.0	69.7	1010	200	1015
8	23	18	15.0	53.4	991	24.0	58.4	1010	250	1015
8	24	0	15.2	53.8	992	23.0	73.5	1010	300	1015
8	24	6	15.0	54.3	992	23.0	78.4	1010	320	1015
8	24	12	14.8	55.1	992	23.0	85.8	1010	350	1015
8	24	18	14.6	56.0	992	23.0	90.7	1010	370	1015
8	25	0	14.5	56.8	995	20.0	115.1	1010	400	1015
8	25	6	14.3	57.8	996	19.0	113.0	1010	370	1015
8	25	12	14.2	58.8	999	16.0	127.4	1010	340	1015
8	25	18	14.2	59.8	998	17.0	111.5	1010	320	1015
8	26	0	14.0	60.3	1000	15.0	121.6	1010	300	1015
8	26	6	14.2	60.2	999	16.0	116.2	1010	310	1015
8	26	12	14.6	60.5	1000	15.0	129.7	1010	320	1015
8	26	18	14.9	61.0	1003	12.0	183.3	1010	340	1015
8	27	0	15.1	61.4	1006	9.0	283.8	1010	350	1015
8	27	6	15.5	61.8	1005	10.0	228.7	1010	330	1015
8	27	12	16.0	62.0	1004	11.0	181.8	1010	300	1015
8	27	18	17.0	61.9	995	20.0	71.9	1010	250	1015
8	28	0	17.8	62.0	993	22.0	51.6	1010	200	1015
8	28	6	18.6	62.0	989	26.0	42.7	1010	200	1015
8	28	12	19.4	62.1	985	30.0	36.5	1010	200	1015

波浪推算に用いたハリケーンの位置およびパラメータ一覧表(10)

1995年　Haricane No.9513　MARILYN　　時刻：GMT

月	日	時	緯度	経度	Pc	Po	Ro	Pout	Rout	P∞
9	13	12	12.1	55.4	995	20.0	86.3	1010	300	1015
9	13	18	12.5	56.5	990	25.0	66.9	1010	300	1015
9	14	0	13.0	57.7	988	27.0	59.4	1010	290	1015
9	14	6	13.5	58.8	987	28.0	55.1	1010	280	1015
9	14	12	14.2	59.8	986	29.0	51.1	1010	270	1015
9	14	18	15.0	60.8	983	32.0	44.2	1010	260	1015
9	15	0	15.8	61.7	985	30.0	45.6	1010	250	1015
9	15	6	16.5	62.8	977	38.0	35.3	1010	250	1015
9	15	12	16.8	63.5	974	41.0	33.8	1010	260	1015
9	15	18	17.4	64.2	969	46.0	31.1	1010	270	1015
9	16	0	17.9	64.7	962	53.0	26.8	1010	270	1015
9	16	6	18.5	65.2	952	63.0	23.2	1010	280	1015
9	16	12	19.0	65.8	951	64.0	23.6	1010	290	1015
9	16	18	19.7	66.4	950	65.0	24.0	1010	300	1015
9	17	0	20.4	67.0	950	65.0	24.0	1010	300	1015
9	17	6	21.2	67.5	953	62.0	25.2	1010	300	1015
9	17	12	22.0	68.2	965	50.0	31.6	1010	300	1015

1996年　Haricane No.9602　BERTHA

月	日	時	緯度	経度	Pc	Po	Ro	Pout	Rout	P∞
7	7	12	16.4	56.9	995	25.0	153.2	1010	300	1020
7	7	18	16.5	58.4	992	28.0	137.0	1010	310	1020
7	8	0	17.0	60.1	988	32.0	119.9	1010	320	1020
7	8	6	17.5	61.8	985	35.0	111.0	1010	330	1020
7	8	12	18.0	63.5	983	36.0	97.8	1010	340	1019
7	8	18	18.6	64.9	978	41.0	86.7	1010	350	1019
7	9	0	19.4	66.1	970	48.0	63.8	1010	350	1018
7	9	6	20.3	67.7	960	58.0	50.5	1010	340	1018
7	9	12	21.4	69.4	965	52.0	46.3	1010	320	1017
7	9	18	22.5	71.1	967	50.0	45.2	1010	300	1017
7	10	0	23.6	72.6	969	47.0	38.2	1010	280	1016
7	10	6	24.5	74.0	971	45.0	40.1	1010	280	1016
7	10	12	25.4	75.3	968	47.0	31.5	1010	280	1015

波浪推算に用いたハリケーンの位置およびパラメーター一覧表(11)

1996年　Haricane No.9603　CESAR　　時刻：GMT

月	日	時	緯度	経度	Pc	Po	Ro	Pout	Rout	P∞
7	25	0	11.9	64.7	1009	11.0	287.7	1010	120	1020
7	25	6	11.9	66.5	1007	8.0	137.3	1010	140	1015
7	25	12	12.1	68.1	1004	11.0	97.0	1010	160	1015
7	25	18	12.3	69.6	1002	13.0	87.4	1010	180	1015
7	26	0	12.4	71.0	1002	13.0	97.1	1010	200	1015
7	26	6	12.4	72.7	1002	13.0	121.4	1010	250	1015
7	26	12	12.3	74.5	1002	13.0	145.7	1010	300	1015
7	26	18	11.9	76.1	1002	13.0	220.0	1005	150	1015
7	27	0	11.7	77.2	1000	15.0	175.8	1005	160	1015
7	27	6	11.6	78.1	992	23.0	114.1	1005	200	1015
7	27	12	11.6	79.5	992	23.0	114.1	1005	200	1015

1996年　Haricane No.9608　HORTENSE

月	日	時	緯度	経度	Pc	Po	Ro	Pout	Rout	P∞
9	6	12	14.7	55.1	1006	9.0	186.5	1010	230	1015
9	6	18	14.9	55.7	1006	9.0	227.1	1010	280	1015
9	7	0	15.2	57.0	1006	9.0	283.8	1010	350	1015
9	7	6	15.4	58.3	1005	10.0	242.6	1010	350	1015
9	7	12	15.6	59.6	1004	11.0	212.1	1010	350	1015
9	7	18	15.8	60.4	1000	15.0	153.8	1005	140	1015
9	8	0	16.1	61.2	996	19.0	112.1	1005	150	1015
9	8	6	16.1	62.0	996	19.0	119.6	1005	160	1015
9	8	12	16.1	62.8	996	14.0	75.1	1005	170	1010
9	8	18	16.1	63.6	991	19.0	55.0	1005	180	1010
9	9	0	16.1	64.1	990	20.0	57.5	1005	200	1010
9	9	6	16.1	64.5	987	23.0	49.0	1005	200	1010
9	9	12	16.3	65.0	985	30.0	81.1	1005	200	1015
9	9	18	16.6	65.6	990	25.0	76.6	1005	150	1015
9	10	0	17.1	66.1	989	26.0	57.7	1010	270	1015
9	10	6	18.0	66.9	989	26.0	57.7	1010	270	1015
9	10	12	18.3	67.8	989	26.0	57.7	1010	270	1015

波浪推算に用いたハリケーンの位置およびパラメータ一覧表(12)

1997年　Haricane No.9706　ERIKA　　時刻：GMT

月	日	時	緯度	経度	Pc	Po	Ro	Pout	Rout	P∞
9	4	12	14.6	51.7	1000	15.0	162.2	1010	400	1015
9	4	18	15.2	53.7	999	16.0	149.9	1010	400	1015
9	5	0	15.6	55.3	998	17.0	139.3	1010	400	1015
9	5	6	16.0	56.4	997	18.0	130.2	1010	400	1015
9	5	12	16.4	57.4	996	19.0	122.2	1010	400	1015
9	5	18	17.0	58.3	990	25.0	89.3	1010	400	1015
9	6	0	17.5	59.2	988	27.0	81.9	1010	400	1015
9	6	6	18.1	60.0	986	29.0	83.3	1010	440	1015
9	6	12	18.6	60.9	982	33.0	78.9	1010	480	1015
9	6	18	19.0	61.7	980	35.0	80.2	1010	520	1015
9	7	0	19.4	62.4	979	36.0	82.2	1010	550	1015
9	7	6	19.7	62.8	978	37.0	79.9	1010	550	1015
9	7	12	20.2	63.1	975	40.0	73.4	1010	550	1015
9	7	18	20.6	63.2	970	45.0	88.0	1005	350	1015
9	8	0	21.2	63.2	966	49.0	79.9	1005	350	1015
9	8	6	21.8	63.2	961	49.0	37.7	1005	350	1010
9	8	12	22.5	62.9	957	53.0	34.7	1005	350	1010

添付資料－3　有効フェッチ計算資料

方位：225.0°　有効フェッチ計算表

i	方位	Δθ	Fi	θ	Δθcos	FiΔθcos2
3	182.05	4.10	217.18	-42.95	3.001	477.041
4	193.30	18.40	148.86	-31.70	15.655	1982.757
5	213.75	22.50	186.55	-11.25	22.068	4037.536
6	230.30	10.60	243.64	5.30	10.555	2560.587
7	241.55	11.90	260.68	16.55	11.407	2850.401
8	251.80	8.60	582.92	26.80	7.676	3994.022
9	263.05	13.90	804.52	38.05	10.946	6934.604
有効フェッチ = 281km				合 計	81.307	22836.949

方位：247.5°　有効フェッチ計算表

i	方位	Δθ	Fi	θ	Δθcos	FiΔθcos2
5	213.75	22.50	186.55	-33.75	18.708	2901.759
6	230.30	10.60	243.64	-17.20	10.126	2356.790
7	241.55	11.90	260.68	-5.95	11.836	3068.775
8	251.80	8.60	582.92	4.30	8.576	4984.967
9	263.05	13.90	804.52	15.55	13.391	10379.122
10	271.20	2.40	717.37	23.70	2.198	1443.533
11	275.20	5.60	2350.81	27.70	4.958	10319.964
12	278.70	1.40	2399.45	31.20	1.198	2457.762
13	284.60	10.40	2877.87	37.10	8.295	19039.533
14	291.15	2.70	1732.75	43.65	1.954	2449.411
有効フェッチ = 731km				合 計	81.239	59401.613

方位：270.0°　有効フェッチ計算表

i	方位	Δθ	Fi	θ	Δθcos	FiΔθcos2
6	230.30	10.60	243.64	-39.70	8.156	1528.849
7	241.55	11.90	260.68	-28.45	10.463	2398.088
8	251.80	8.60	582.92	-18.20	8.170	4524.102
9	263.05	13.90	804.52	-6.95	13.798	11019.052
10	271.20	2.40	717.37	1.20	2.399	1720.938
11	275.20	5.60	2350.81	5.20	5.577	13056.399
12	278.70	1.40	2399.45	8.70	1.384	3282.356
13	284.60	10.40	2877.87	14.60	10.064	28028.074
14	291.15	2.70	1732.75	21.15	2.518	4069.378
15	293.15	1.30	2650.11	23.15	1.195	2912.638
16	294.35	1.10	2460.97	24.35	1.002	2246.881
17	295.45	1.10	2544.89	25.45	0.993	2282.455
18	297.90	3.80	1402.89	27.90	3.358	4163.714
19	302.85	6.10	1175.34	32.85	5.125	5059.965
20	308.50	5.20	1094.06	38.50	4.070	3484.461
21	313.05	3.90	1015.88	43.05	2.850	2115.704
有効フェッチ =1133km				合 計	81.122	91893.055

グレナダ港の有効フェチの計算に用いたデータ

No.	方位α(°)	角度巾△θ	対岸距離F(km)
1	167.25	19.50	149.46
2	178.50	3.00	210.72
3	182.05	4.10	217.18
4	193.30	18.40	148.86
5	213.75	22.50	186.55
6	230.30	10.60	243.64
7	241.55	11.90	260.68
8	251.80	8.60	582.92
9	263.05	13.90	804.52
10	271.20	2.40	717.37
11	275.20	5.60	2350.81
12	278.70	1.40	2399.45
13	284.60	10.40	2877.87
14	291.15	2.70	1732.75
15	293.15	1.30	2650.11
16	294.35	1.10	2460.97
17	295.45	1.10	2544.89
18	297.90	3.80	1402.89
19	302.85	6.10	1175.34
20	308.50	5.20	1094.06
21	313.05	3.90	1015.88
22	315.85	1.70	2000.00
23	322.60	11.80	831.98
24	333.00	9.00	774.40
25	341.75	8.50	1500.00
26	350.30	8.60	594.46
27	357.30	5.40	527.63
28	371.25	22.50	343.54
29	388.65	12.30	109.81
30	399.90	10.20	39.12

方位：202.5°　有効フェッチ計算表

i	方位	△θ	Fi	θ	△θcos	Fi△θcos2
1	167.25	19.50	149.46	-35.25	15.925	1943.709
2	178.50	3.00	210.72	-24.00	2.741	527.588
3	182.05	4.10	217.18	-20.45	3.842	781.723
4	193.30	18.40	148.86	-9.20	18.163	2669.053
5	213.75	22.50	186.55	11.25	22.068	4037.534
6	230.30	10.60	243.64	27.80	9.377	2020.859
7	241.55	11.90	260.68	39.05	9.241	1870.888
有効フェッチ = 170km				合 計	81.356	13851.354

方位：292.5°　有効フェッチ計算表

i	方位	Δθ	Fi	θ	Δθcos	FiΔθcos2
8	251.80	8.60	582.92	-40.70	6.520	2881.396
9	263.05	13.90	804.52	-29.45	12.104	8479.531
10	271.20	2.40	717.37	-21.30	2.236	1494.513
11	275.20	5.60	2350.81	-17.30	5.347	12000.374
12	278.70	1.40	2399.45	-13.80	1.360	3168.081
13	284.60	10.40	2877.87	-7.90	10.301	29364.375
14	291.15	2.70	1732.75	-1.35	2.699	4675.840
15	293.15	1.30	2650.11	0.65	1.300	3444.667
16	294.35	1.10	2460.97	1.85	1.099	2704.261
17	295.45	1.10	2544.89	2.95	1.099	2791.983
18	297.90	3.80	1402.89	5.40	3.783	5283.762
19	302.85	6.10	1175.34	10.35	6.001	6938.136
20	308.50	5.20	1094.06	16.00	4.999	5256.906
21	313.05	3.90	1015.88	20.55	3.652	3473.753
22	315.85	1.70	2000.00	23.35	1.561	2865.912
23	322.60	11.80	831.98	30.10	10.209	7348.194
24	333.00	9.00	774.40	40.50	6.844	4029.936
有効フェッチ =1309km				合 計	81.112	106201.617

方位：315.0°　有効フェッチ計算表

i	方位	Δθ	Fi	θ	Δθcos	FiΔθcos2
10	271.20	2.40	717.37	-43.80	1.732	896.894
11	275.20	5.60	2350.81	-39.80	4.302	7770.493
12	278.70	1.40	2399.45	-36.30	1.128	2181.877
13	284.60	10.40	2877.87	-30.40	8.970	22265.645
14	291.15	2.70	1732.75	-23.85	2.469	3913.539
15	293.15	1.30	2650.11	-21.85	1.207	2967.905
16	294.35	1.10	2460.97	-20.65	1.029	2370.408
17	295.45	1.10	2544.89	-19.55	1.037	2485.929
18	297.90	3.80	1402.89	-17.10	3.632	4870.058
19	302.85	6.10	1175.34	-12.15	5.963	6851.952
20	308.50	5.20	1094.06	-6.50	5.167	5616.237
21	313.05	3.90	1015.88	-1.95	3.898	3957.348
22	315.85	1.70	2000.00	0.85	1.700	3399.276
23	322.60	11.80	831.98	7.60	11.696	9645.673
24	333.00	9.00	774.40	18.00	8.560	6304.051
25	341.75	8.50	1500.00	26.75	7.590	10167.000
26	350.30	8.60	594.46	35.30	7.019	3405.240
27	357.30	5.40	527.63	42.30	3.994	1558.675
有効フェッチ =1241km				合 計	81.093	100628.211

方位：337.5°　有効フェッチ計算表

i	方位	Δθ	Fi	θ	Δθcos	FiΔθcos2
15	293.15	1.30	2650.11	-44.35	0.930	1761.633
16	294.35	1.10	2460.97	-43.15	0.803	1440.888
17	295.45	1.10	2544.89	-42.05	0.817	1543.576
18	297.90	3.80	1402.89	-39.60	2.928	3164.946
19	302.85	6.10	1175.34	-34.65	5.018	4851.900
20	308.50	5.20	1094.06	-29.00	4.548	4351.963
21	313.05	3.90	1015.88	-24.45	3.550	3283.206
22	315.85	1.70	2000.00	-21.65	1.580	2937.233
23	322.60	11.80	831.98	-14.90	11.403	9168.293
24	333.00	9.00	774.40	-4.50	8.972	6926.683
25	341.75	8.50	1500.00	4.25	8.477	12679.978
26	350.30	8.60	594.46	12.80	8.386	4861.422
27	357.30	5.40	527.63	19.80	5.081	2522.287
28	371.25	22.50	343.54	33.75	18.708	5343.784
有効フェッチ = 798km				合 計	81.201	64837.793

方位：　0.0°　有効フェッチ計算表

i	方位	Δθ	Fi	θ	Δθcos	FiΔθcos2
22	315.85	1.70	2000.00	-44.15	1.220	1750.443
23	322.60	11.80	831.98	-37.40	9.374	6195.699
24	333.00	9.00	774.40	-27.00	8.019	5533.100
25	341.75	8.50	1500.00	-18.25	8.072	11499.581
26	350.30	8.60	594.46	-9.70	8.477	4967.222
27	357.30	5.40	527.63	-2.70	5.394	2842.892
28	371.25	22.50	343.54	11.25	22.068	7435.394
29	388.65	12.30	109.81	28.65	10.794	1040.177
30	399.90	10.20	39.12	39.90	7.825	234.864
有効フェッチ = 511km				合 計	81.243	41499.367

添付資料－4　各ハリケーンの波浪推算結果一覧表

Directional Maximum Deep Water Waves at St. GEORGES (1)

Hurricane No.6906 FRANCELIA

deep water wave			arival time			wind at arrival		estimation factor	
drct.	height	period	mon	day	hor	drct.	speed	fetch	duration
SSW	1.54m	5.0s	8	29	18	18°	9.6m/s	170km	16hr
SW	0.59m	5.3s	8	30	6	1°	4.9m/s	130km	24hr
WSW	0.35m	5.5s	8	31	19	180°	0.0m/s	160km	53hr
W	0.26m	5.9s	9	2	3	180°	0.0m/s	120km	73hr

Hurricane No.7005 DOROTHY

deep water wave			arival time			wind at arrival		estimation factor	
drct.	height	period	mon	day	hor	drct.	speed	fetch	duration
SSW	0.88m	3.8s	8	21	10	325°	7.3m/s	85km	11hr
SW	1.13m	4.3s	8	21	8	322°	7.9m/s	110km	13hr
WSW	1.29m	4.6s	8	21	6	316°	8.7m/s	140km	16hr
W	1.41m	4.8s	8	21	1	298°	9.6m/s	160km	18hr
WNW	1.61m	5.1s	8	20	21	271°	10.2m/s	180km	19hr
NW	1.81m	5.4s	8	20	18	251°	10.6m/s	190km	20hr
NNW	1.83m	5.4s	8	20	17	250°	10.7m/s	200km	18hr
N	1.44m	7.2s	8	21	3	304°	9.5m/s	240km	29hr

Hurricane No.7106 EDITH

deep water wave			arival time			wind at arrival		estimation factor	
drct.	height	period	mon	day	hor	drct.	speed	fetch	duration
WSW	0.25m	5.3s	9	9	15	180°	0.0m/s	100km	51hr
W	0.39m	7.2s	9	10	2	180°	0.0m/s	100km	59hr

Hurricane No.7304 CHRISTINE

deep water wave			arival time			wind at arrival		estimation factor	
drct.	height	period	mon	day	hor	drct.	speed	fetch	duration
NNW	0.23m	4.6s	9	5	7	180°	0.0m/s	120km	49hr
N	0.46m	5.3s	9	4	5	180°	0.0m/s	200km	42hr

Directional Maximum Deep Water Waves at St. GEORGES (2)

Hurricane No.7404 ALMA

deep water wave			arival time			wind at arrival		estimation factor	
drct.	height	period	mon	day	hor	drct.	speed	fetch	duration
N	0.56m	2.9s	8	14	12	127°	10.3m/s	35km	6hr

Hurricane No.7804 CORA

deep water wave			arival time			wind at arrival		estimation factor	
drct.	height	period	mon	day	hor	drct.	speed	fetch	duration
SSW	1.57m	4.9s	8	11	14	14°	8.8m/s	110km	10hr
SW	0.66m	5.2s	8	11	21	12°	5.8m/s	90km	16hr
WSW	0.36m	5.7s	8	13	6	180°	0.0m/s	120km	43hr
NW	0.91m	3.8s	8	10	23	170°	14.1m/s	80km	11hr
NNW	1.53m	4.8s	8	11	0	159°	14.5m/s	125km	14hr
N	2.04m	5.5s	8	11	0	159°	14.5m/s	140km	14hr

Hurricane No.7904 DAVID

deep water wave			arival time			wind at arrival		estimation factor	
drct.	height	period	mon	day	hor	drct.	speed	fetch	duration
SSW	1.12m	4.3s	8	30	8	314°	9.2m/s	125km	15hr
SW	1.61m	5.1s	8	30	4	307°	10.5m/s	150km	16hr
WSW	2.03m	5.6s	8	30	1	300°	11.6m/s	180km	18hr
W	2.32m	6.1s	8	29	23	295°	12.3m/s	220km	21hr
WNW	2.49m	6.3s	8	29	22	292°	12.6m/s	260km	22hr
NW	2.55m	6.4s	8	29	17	274°	13.7m/s	280km	25hr
NNW	2.69m	10.9s	8	30	13	320°	7.8m/s	244km	34hr
N	2.52m	10.8s	8	30	4	307°	10.7m/s	188km	24hr

Directional Maximum Deep Water Waves at St. GEORGES (3)

Hurricane No.7906 FREDERIC

deep water wave			arival time			wind at arrival		estimation factor	
drct.	height	period	mon	day	hor	drct.	speed	fetch	duration
W	0.78m	3.7s	9	3	9	276°	6.1m/s	140km	18hr
WNW	0.86m	3.9s	9	3	6	270°	6.4m/s	160km	20hr
NW	0.83m	3.8s	9	3	4	266°	6.6m/s	160km	19hr
NNW	0.80m	7.2s	9	4	21	322°	2.4m/s	240km	50hr
N	0.57m	6.1s	9	3	21	295°	4.8m/s	160km	36hr

Hurricane No.8001 ALLEN

deep water wave			arival time			wind at arrival		estimation factor	
drct.	height	period	mon	day	hor	drct.	speed	fetch	duration
SSW	1.90m	5.3s	8	4	17	332°	12.1m/s	100km	10hr
SW	2.32m	5.8s	8	4	16	329°	12.9m/s	110km	10hr
WSW	2.63m	6.1s	8	4	14	322°	14.4m/s	120km	11hr
W	2.87m	6.4s	8	4	12	314°	15.8m/s	140km	13hr
WNW	3.02m	6.6s	8	4	10	299°	17.9m/s	160km	15hr
NW	3.08m	6.7s	8	4	9	286°	19.1m/s	190km	18hr
NNW	2.85m	6.5s	8	4	7	266°	19.5m/s	210km	20hr
N	2.52m	8.9s	8	4	12	314°	15.9m/s	200km	23hr

Hurricane No.8107 GERT

deep water wave			arival time			wind at arrival		estimation factor	
drct.	height	period	mon	day	hor	drct.	speed	fetch	duration
SSW	0.40m	2.4s	9	8	12	307°	7.1m/s	15km	3hr
SW	0.72m	3.4s	9	8	15	311°	6.2m/s	65km	9hr
WSW	0.80m	3.7s	9	8	15	311°	6.3m/s	90km	12hr
W	0.75m	3.6s	9	8	15	311°	6.2m/s	120km	15hr
WNW	0.49m	2.9s	9	8	9	301°	7.0m/s	60km	9hr
NW	0.32m	5.4s	9	9	17	180°	0.0m/s	100km	40hr

Directional Maximum Deep Water Waves at St. GEORGES (4)

Hurricane No.8412 KLAUS

deep water wave			arival time			wind at arrival		estimation factor	
drct.	height	period	mon	day	hor	drct.	speed	fetch	duration
SSW	0.76m	3.7s	11	7	12	307°	7.1m/s	145km	18hr
SW	1.00m	4.3s	11	7	19	301°	7.0m/s	240km	25hr
WSW	1.24m	5.0s	11	8	8	288°	7.3m/s	620km	56hr
W	1.40m	5.7s	11	8	14	282°	7.2m/s	760km	62hr
WNW	1.26m	7.7s	11	8	10	286°	7.3m/s	480km	57hr
NW	1.51m	9.0s	11	9	2	180°	0.0m/s	440km	53hr
NNW	1.05m	8.7s	11	9	16	180°	0.0m/s	200km	37hr

Hurricane No.8604 DANIELLE

deep water wave			arival time			wind at arrival		estimation factor	
drct.	height	period	mon	day	hor	drct.	speed	fetch	duration
SSW	1.12m	4.0s	9	8	20	341°	8.8m/s	45km	6hr
SW	1.25m	4.2s	9	8	19	339°	9.3m/s	50km	6hr
WSW	1.23m	4.2s	9	8	19	340°	9.0m/s	60km	7hr
W	1.08m	3.9s	9	8	16	328°	12.1m/s	40km	5hr
WNW	1.10m	4.0s	9	8	15	307°	13.2m/s	50km	7hr
NW	1.33m	4.3s	9	8	13	264°	12.2m/s	65km	9hr
NNW	1.49m	4.6s	9	8	12	235°	12.5m/s	75km	10hr
N	1.46m	4.6s	9	8	12	233°	12.5m/s	80km	9hr

Hurricane No.8706 EMILY

deep water wave			arival time			wind at arrival		estimation factor	
drct.	height	period	mon	day	hor	drct.	speed	fetch	duration
SSW	1.36m	4.5s	9	21	22	328°	9.8m/s	75km	9hr
SW	1.55m	4.8s	9	21	22	329°	9.5m/s	90km	10hr
WSW	1.50m	4.8s	9	21	22	329°	9.3m/s	100km	10hr
W	1.11m	4.1s	9	21	21	327°	10.7m/s	80km	9hr
WNW	0.74m	3.4s	9	21	15	309°	11.5m/s	60km	9hr
NW	1.04m	4.1s	9	21	11	244°	7.8m/s	90km	11hr
NNW	1.34m	4.5s	9	21	10	216°	8.8m/s	90km	10hr
N	1.49m	4.8s	9	21	10	218°	8.7m/s	100km	10hr

Directional Maximum Deep Water Waves at St. GEORGES (5)

Hurricane No.8808 GILBERT

deep water wave			arival time			wind at arrival		estimation factor	
drct.	height	period	mon	day	hor	drct.	speed	fetch	duration
SSW	1.77m	5.3s	9	10	17	324°	11.0m/s	160km	16hr
SW	2.18m	5.9s	9	10	16	324°	11.2m/s	200km	18hr
WSW	2.32m	6.1s	9	10	18	325°	10.8m/s	260km	23hr
W	2.01m	5.7s	9	10	13	320°	12.2m/s	240km	22hr
WNW	1.33m	10.0s	9	12	22	180°	0.0m/s	240km	52hr
NW	1.33m	4.7s	9	9	19	250°	8.4m/s	180km	19hr
NNW	1.45m	4.9s	9	9	17	239°	8.6m/s	180km	18hr
N	1.32m	4.7s	9	9	14	220°	9.2m/s	140km	14hr

Hurricane No.8811 JOAN

deep water wave			arival time			wind at arrival		estimation factor	
drct.	height	period	mon	day	hor	drct.	speed	fetch	duration
SSW	1.44m	4.9s	10	16	0	13°	8.8m/s	170km	16hr
SW	0.87m	5.8s	10	16	7	12°	6.1m/s	160km	24hr
WSW	0.76m	7.3s	10	17	13	11°	2.7m/s	200km	43hr
WNW	0.84m	3.7s	10	14	11	188°	14.5m/s	105km	14hr
NW	1.64m	5.1s	10	14	13	186°	14.8m/s	180km	19hr
NNW	2.40m	6.2s	10	14	15	183°	14.7m/s	250km	23hr
N	3.04m	7.0s	10	14	17	179°	14.3m/s	340km	29hr

Hurricane No.8908 HUGO

deep water wave			arival time			wind at arrival		estimation factor	
drct.	height	period	mon	day	hor	drct.	speed	fetch	duration
SSW	0.71m	3.5s	9	18	2	305°	7.4m/s	100km	14hr
SW	1.05m	4.2s	9	18	1	305°	7.7m/s	165km	20hr
WSW	1.25m	4.7s	9	18	1	305°	7.6m/s	230km	25hr
W	1.29m	4.8s	9	18	0	304°	7.8m/s	260km	26hr
WNW	1.20m	4.6s	9	17	11	287°	8.0m/s	200km	21hr
NW	1.51m	9.1s	9	18	23	312°	4.4m/s	280km	41hr
NNW	2.01m	10.5s	9	18	13	311°	5.8m/s	228km	39hr
N	1.17m	8.6s	9	17	18	300°	8.6m/s	140km	25hr

Directional Maximum Deep Water Waves at St. GEORGES (6)

Hurricane No.9007 GUSTAV

deep water wave			arival time			wind at arrival		estimation factor	
drct.	height	period	mon	day	hor	drct.	speed	fetch	duration
WNW	0.74m	3.6s	8	27	12	242°	6.3m/s	115km	15hr
NW	0.84m	3.8s	8	27	12	242°	6.3m/s	145km	18hr
NNW	0.78m	3.7s	8	27	11	241°	6.5m/s	140km	17hr
N	0.61m	5.7s	8	28	7	254°	3.7m/s	220km	40hr

Hurricane No.9302 BRET

deep water wave			arival time			wind at arrival		estimation factor	
drct.	height	period	mon	day	hor	drct.	speed	fetch	duration
SSW	0.54m	5.0s	8	8	3	28°	5.6m/s	75km	15hr
N	0.65m	3.1s	8	7	6	138°	10.5m/s	35km	6hr

Hurricane No.9303 CINDY

deep water wave			arival time			wind at arrival		estimation factor	
drct.	height	period	mon	day	hor	drct.	speed	fetch	duration
SSW	0.49m	2.7s	8	15	6	311°	6.5m/s	35km	6hr
SW	0.73m	3.5s	8	15	6	312°	6.5m/s	80km	11hr
WSW	0.88m	3.8s	8	15	5	308°	6.8m/s	105km	14hr
W	0.95m	4.0s	8	15	3	302°	7.2m/s	120km	15hr
WNW	0.90m	3.9s	8	15	0	291°	7.7m/s	100km	12hr
NW	0.73m	3.4s	8	14	20	273°	7.9m/s	60km	8hr
NNW	0.50m	2.8s	8	14	18	264°	7.8m/s	40km	6hr
N	0.28m	5.0s	8	15	10	321°	5.2m/s	50km	22hr

Directional Maximum Deep Water Waves at St. GEORGES (7)

Hurricane No.9509 IRIS

deep water wave			arival time			wind at arrival		estimation factor	
drct.	height	period	mon	day	hor	drct.	speed	fetch	duration
SW	0.97m	4.1s	8	27	11	286°	8.9m/s	160km	20hr
WSW	1.34m	4.8s	8	27	9	286°	9.2m/s	230km	25hr
W	1.67m	5.3s	8	26	20	270°	10.4m/s	260km	27hr
WNW	2.00m	5.7s	8	26	8	248°	11.8m/s	260km	26hr
NW	2.30m	6.2s	8	26	7	248°	11.9m/s	340km	31hr
NNW	2.43m	6.4s	8	26	6	246°	12.0m/s	420km	36hr
N	2.24m	7.8s	8	26	11	254°	11.5m/s	380km	34hr

Hurricane No.9513 MARILYN

deep water wave			arival time			wind at arrival		estimation factor	
drct.	height	period	mon	day	hor	drct.	speed	fetch	duration
SW	0.74m	3.5s	9	15	6	293°	7.1m/s	90km	13hr
WSW	1.07m	4.2s	9	15	0	280°	8.6m/s	105km	13hr
W	1.39m	4.7s	9	14	22	274°	9.3m/s	130km	15hr
WNW	1.61m	5.1s	9	14	19	267°	10.1m/s	160km	17hr
NW	1.72m	5.3s	9	14	18	262°	10.6m/s	200km	21hr
NNW	1.72m	5.3s	9	14	16	253°	11.0m/s	220km	22hr
N	1.57m	8.2s	9	15	8	295°	6.8m/s	230km	34hr

Hurricane No.9602 BERTHA

deep water wave			arival time			wind at arrival		estimation factor	
drct.	height	period	mon	day	hor	drct.	speed	fetch	duration
SSW	0.78m	3.7s	7	8	18	305°	7.8m/s	110km	15hr
SW	1.22m	4.5s	7	8	15	301°	8.7m/s	150km	17hr
WSW	1.61m	5.1s	7	8	11	294°	9.7m/s	180km	19hr
W	1.86m	5.5s	7	8	9	290°	10.2m/s	220km	21hr
WNW	1.91m	5.6s	7	8	9	289°	10.4m/s	240km	21hr
NW	1.68m	5.2s	7	8	4	275°	11.4m/s	180km	16hr
NNW	1.59m	9.5s	7	9	7	315°	4.1m/s	270km	43hr
N	0.97m	7.7s	7	8	16	303°	8.3m/s	160km	28hr

Directional Maximum Deep Water Waves at St. GEORGES (8)

Hurricane No.9603 CESAR

deep water wave			arival time			wind at arrival		estimation factor	
drct.	height	period	mon	day	hor	drct.	speed	fetch	duration
SSW	0.58m	2.8s	7	25	3	18°	8.3m/s	20km	3hr
SW	0.24m	4.7s	7	25	24	8°	2.3m/s	50km	24hr
WSW	0.33m	5.6s	7	27	0	11°	1.8m/s	120km	46hr

Hurricane No.9608 HORTENSE

deep water wave			arival time			wind at arrival		estimation factor	
drct.	height	period	mon	day	hor	drct.	speed	fetch	duration
SSW	0.82m	3.6s	9	9	17	319°	6.8m/s	80km	11hr
SW	0.97m	4.0s	9	9	19	320°	6.1m/s	110km	13hr
WSW	0.93m	3.9s	9	9	18	320°	6.4m/s	100km	12hr
W	1.56m	5.1s	9	8	7	287°	9.1m/s	220km	22hr
WNW	1.61m	5.3s	9	8	7	287°	9.1m/s	280km	27hr
NW	1.49m	8.5s	9	10	6	320°	3.6m/s	340km	52hr
NNW	1.53m	8.3s	9	8	24	309°	5.9m/s	300km	41hr
N	0.97m	7.4s	9	8	13	297°	6.1m/s	180km	30hr

Hurricane No.9706 ERIKA

deep water wave			arival time			wind at arrival		estimation factor	
drct.	height	period	mon	day	hor	drct.	speed	fetch	duration
SW	0.44m	2.5s	9	7	19	290°	6.7m/s	20km	4hr
WSW	0.76m	3.6s	9	8	1	289°	5.7m/s	100km	13hr
W	0.73m	3.5s	9	8	1	289°	5.7m/s	100km	13hr
WNW	0.97m	4.3s	9	6	20	282°	6.8m/s	300km	33hr
NW	0.89m	4.0s	9	6	6	265°	7.0m/s	220km	24hr
NNW	1.00m	8.0s	9	7	22	289°	6.3m/s	260km	45hr
N	0.57m	5.7s	9	6	17	279°	7.0m/s	200km	39hr