

台風による定置網被害時の波浪特性 I

徳田正幸*・渡部 勲*・平元泰輔***

池田文雄**・長谷川保***

国立防災科学技術センター平塚支所

On the Wind Waves and the Damage of Set Net caused by Typhoon in Sagami Bay

By

M. Tokuda, I. Watabe

Hiratsuka Branch, National Research Center for Disaster Prevention

No. 9-2, Nijigahama, Hiratsuka, Kanagawa-Ken 254

T. Hiramoto¹⁾, F. Ikeda²⁾ and T. Hasegawa¹⁾

Sagamiwan Branch, Kanagawa Prefectural Fisheries Experimental Station

No. 8-1, Hayakawa 1-chome, Odawara, Kanagawa-Ken 250¹⁾

Kanagawa Prefectural Fisheries Experimental Station

Misaki, Miura, Kanagawa-Ken 238-02²⁾

Abstract

In 1982, Sagami Bay was hit by a severe typhoon, No. 8210 and suffered serious damage of set net. In order to prevent such a coastal disaster, we investigated the characteristics of the wind waves and the damage of set net caused by typhoon in Sagami Bay during 1972-1982, and indicated the following facts:

- (1) The strong correlation was observed between the significant wave height and the degree of damage of set net.
- (2) A dangerous zone for the course of typhoon was found in a sea area (LAT 30°N-35°N, LONG 130°E-140°E) from the position of typhoon at the time of the damage of set net.

1. はじめに

近年沿岸地域の開発が盛んになり、それに伴って沿岸災害は質的に変化して来ている。台風による災害においても、1960年代頃までは伊勢湾台風の災害に見られるように高波・高潮による防波堤の決壊による災害が多かったが、1970年代以降は港・防波堤等の設備の充

* 国立防災科学技術センター平塚支所, ** 神奈川県水産試験場, *** 同場相模湾支所

実により、このような災害は減少して来た。それに代って1970年代後半からは、沿岸付近の積極的な利用（例えばレジャー産業）に対して災害が増加して来た。これらは比較的の小規模であるが頻度は高い。沿岸海域の利用の代表的な産業は漁業で、海に施設を設置する主要なものの中に定置網漁業が上げられる。この漁業は昔から行われて来たもので、よく知られているように比較的浅い沿岸海域（水深30m～70m）に網を一定期間設置して魚を捕獲するものである。

相模湾における定置網漁業は、1965年以前は冬から春にかけての鱒網期に重点的に行われていた。台風季節を含む夏から秋にかけては秋網期と呼ばれ、とくに湾の西部(西湘)では翌年の鱒網期へのつなぎ程度として漁業が行われていた。このようなことから鱒網期の被害すなわち急潮による被害の防止が重要な課題であった。しかし近年では鱒網期の極端な不振により、秋網期に鱒網期以上に重点を置くようになった。そのために秋網期の台風による被害の防止が重要な課題となって来た。このようなことは特に昭和57年(1982年)の台風10号そして18号の大きな被害に見られた。上述したことから、今後台風の被害を最小限にとどめるために国立防災科学センター平塚支所と神奈川県水産試験場および同場の相模湾支所は、昭和47年(1972年)から昭和57年(1982年)までの主要な台風について共同研究を始めた。

本論文は上記の共同研究の中の、台風による定置網被害時の波浪特性の研究の中間報告である。本研究ははじめに台風時の波浪特性と定置網の被害の関係を明らかにし、これをもとに将来漁業等を含む沿岸波浪予報を行うための予報モデルを確立することにある。本論文で次のことを明らかにする。

- (1) 相模湾の定置網に被害を及ぼした台風の強さと進路を明らかにする。
- (2) 被害を及ぼした時の台風の位置に特徴はないか。
- (3) 定置網の被害と平塚沖の観測塔での有義波高の関係。
- (4) 沿岸波浪の予報の可能性。

2. 平塚沖の波浪等観測塔の波浪観測

第一章で述べたことにより台風による被害として、本論文では相模湾沿岸の定置網(図1と表1)の被害を研究する。台風による被害の原因は、波浪、強い潮流そして吹送流等が考えられる。ここでは異常波浪に原因があると仮定する。異常波浪の強さは波高とくに有義波高でパラメータ化される。平塚沖の波浪等観測塔での波浪観測は容量型波高計によって行っているため、精度の高いものである。ここで得られた波浪の波高を、上記の相模湾沿岸の、台風による異常波浪の代表波高すなわち定置網の被害のパラメータとして考えることにする。これ以後平塚沖の観測塔での波浪を代表波浪と呼ぶことにする。

上述した観測塔の波浪観測の概要と典型的な台風時の観測例を示す。観測塔は図1に示し

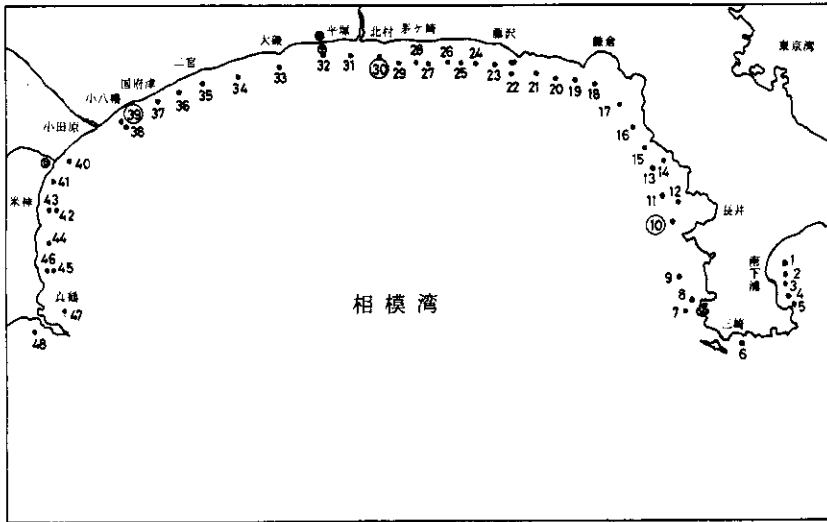


図1 神奈川県定置漁場位置図（定置漁業権に基づく漁場）
 点は定置網の設置位置を示し、漁場名称（数字）は表1に表した、○印は標本漁場、
 ⊕印は平塚沖波浪等観測塔、⊗印は国立防災科学技術センター平塚支所、◎印は神奈川県水産試験場相模湾支所を示す。

Fig. 1 Positions of set net in Sagami Bay

表1 神奈川県定置漁場名

Table 1 List of set net in Sagami Bay

番号	漁業権の 公示番号	通称 漁場名	番号	漁業権の 公示番号	通称 漁場名	番号	漁業権の 公示番号	通称 漁場名
1	定第1号	太八漁場	17	定第17号	小坪漁場	33	定第33号	大磯漁場
2	定第2号	賀利屋漁場	18	定第18号	鎌倉第1漁場	34	定第34号	中丸漁場
3	定第3号	松原漁場	19	定第19号	鎌倉第2漁場	35	定第35号	二宮漁場
4	定第4号	南下浦漁場	20	定第20号	細井第1漁場	36	定第36号	梅沢漁場
5	定第5号	深瀬漁場	21	定第21号	細井第2漁場	37	定第37号	前川漁場
6	定第6号	昆沙門漁場	22	定第22号	江の島、片瀬第1漁場	38	定第38号	小八幡魚師漁場
7	定第7号	踏磯漁場	23	定第23号	江の島、片瀬第2漁場	◎39	定第39号	小八幡夏網漁場
8	定第8号	小網代漁場	24	定第24号	基江第1漁場	40	定第40号	道合漁場
9	定第9号	初声漁場	25	定第25号	基江第2漁場	41	定第41号	石橋漁場
◎10	定第10号	長井漁場	26	定第26号	青柳漁場	42	定第42号	米神魚師網漁場
11	定第11号	大楠漁場	27	定第27号	小和田漁場	43	定第43号	米神夏網漁場
12	定第12号	大楠小網漁場	28	定第28号	川長漁場	44	定第44号	江の浦漁場
13	定第13号	秋谷漁場	29	定第29号	三見漁場	45	定第45号	岩江魚師網漁場
14	定第14号	秋谷小網漁場	◎30	定第30号	北村漁場	46	定第46号	岩江夏網漁場
15	定第15号	葉山第2漁場	31	定第31号	須賀漁場	47	定第47号	真鶴沖網漁場
16	定第16号	葉山第1漁場	32	定第32号	丸須漁場	48	定第48号	福浦漁場

○印は標本漁場を示す。

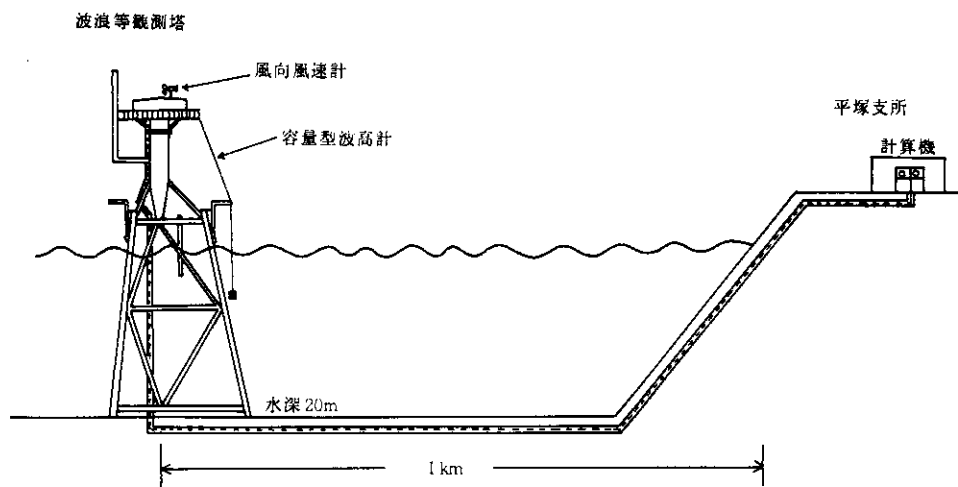


図2 平塚沖の波浪等観測塔の波浪観測システム

Fig. 2 Sketch of capacitance wave measuring system

たように、相模湾の奥の中央に位置している。このために、観測塔での波浪特性は相模湾沿岸の代表波浪と見なすことができる。図2は塔での波浪観測システムを示す。波高計からのデータは毎正時10分前から10分後までの20分間のもので、読み取り間隔0.3秒で採取され、陸上の計算機に送られ収集・解析される。このシステムは1979年に確立されたもので、計算機によってすべて自動化されている。詳しいことは渡部・徳田(1981)及び徳田(1983)に示されている。

図3は昭和57年8月の台風10号による異常波浪の観測例である。この台風は後述するように相模湾の定置網に大きな被害をもたらしたものである。波浪記録は上述したように毎正時をはさんで20分間の波面の変動の時系列となる。この時系列から個々波すなわち波高と周期をもつ波を読み取る。ここで用いられた個々波の求め方は、図4に示したゼロアップ・クレスト・ツー・クレスト法である。具体的に述べると、平均水面より上にある峰で区切り、峰と峰の間の長さを周期とし、その間で一番高いところと一番低いところの差を波高とするものである。このように読み取られた個々波の中で、もっとも波高が高い波を最大波高波とし、その波高を最大波高と呼ぶ。よく使われる有義波は次のように求められる。時系列から得られた個々波を波高の高い順に並び換えて、高い方から個々波の全個数の $1/3$ 個分を取り出して、波高と周期について平均し、得られた平均値をそれぞれ有義波高と有義波周期と呼ぶ。このような波高と周期をもつ波を有義波と名づけられている。有義波がよく用いられるのは、最大波高波に比べて統計的に波浪の場をよく表現しており、目視観測で得られる平均的波(波高と周期)とよく一致するからである。

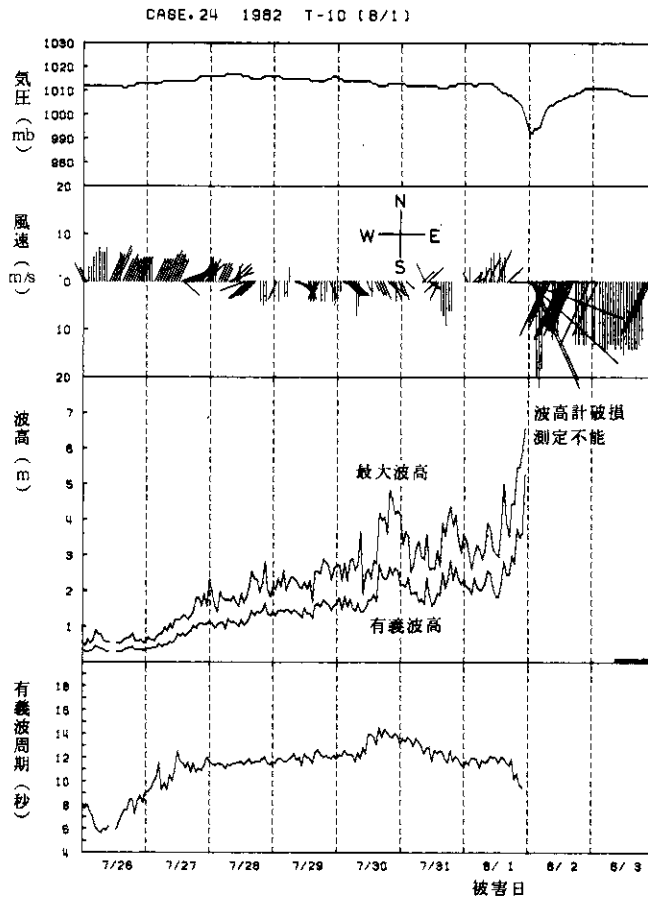


図3 観測塔で得られた台風時の異常波浪の観測例

Fig. 3 Changes of atmospheric pressure, direction and speed of wind, maximum and significant wave heights, and period of significant wave

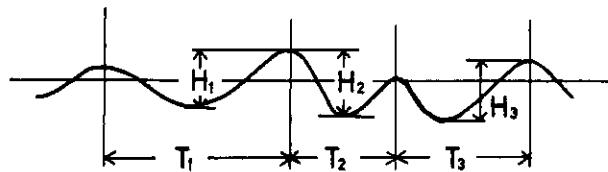


図4 ゼロアップ・クレスト・ツー・クレスト法
HとTはそれぞれ個々波の波高と周期を表す。

Fig. 4 Individual waves with the type of zero-up crest to crest

図3によれば、相模湾の定置網に被害が起きた日（被害日）は8月1日である。その日の23時頃平塚の気圧がもっとも低くなり、風は急に強い南風となり、観測塔での有義波が5mを越えたことである。台風による異常波浪の特性は次章で詳しく議論するが、この図より次のことが結論される。定置網の被害のパラメータとして有義波高を考慮することが妥当であること。

3. 台風による異常波浪の特性

図3から台風時の異常波浪について述べる。よく発達した台風は、たとえ遠く離れた南海上にあっても、相模湾に周期10秒から12秒のうねりをもたらす。7月27日からの周期12秒の有義波は台風10号によるうねりであった。30日から31日かけて周期は14秒に大きくなった。それは比較的近い外洋で台風の接近とともに、うねりがさらに発達し相模湾に入って来たためであると推定される。このために波高はますます大きくなった。風の方はまだ弱い南風であった。台風は8月1日から2日にかけて愛知県に上陸して日本海に移動した。台風の上陸とともに風は強い南風となり、それとともに波高がさらに急激に大きくなり、相模湾の定置網に非常に大きな被害をもたらした。このような大きな波高になったのは、大きな波高のうねりの上に強い南風が加わったためであった。この強い南風は比較的狭い領域に限られてい

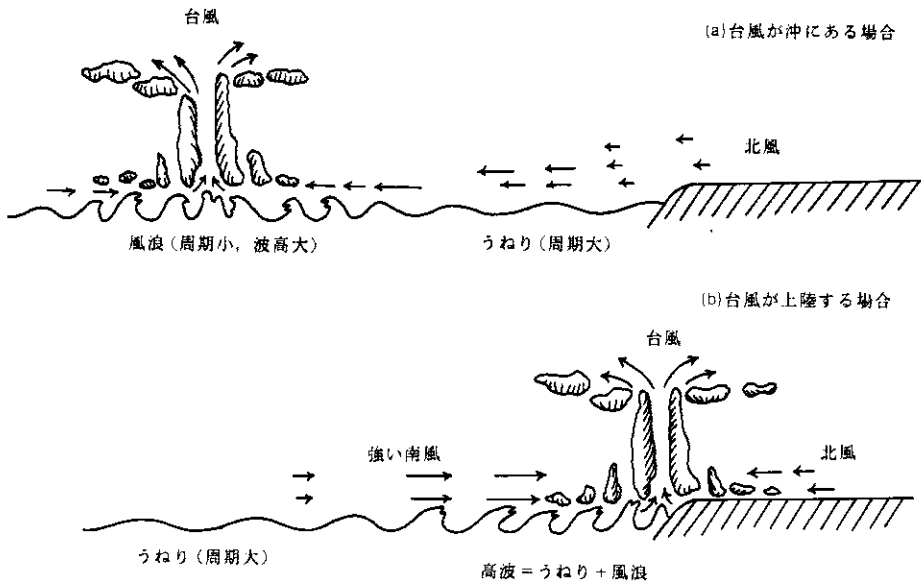


図5 台風時の異常波浪の特徴

Fig. 5 Schematic representation of wind wave and swell induced by typhoon.

たため、これによって起こされる波はうねりよりも短い周期をもつ。このために有義波の周期は強い南風とともに小さくなった。このような台風による異常波浪は他の例（付録）に見られることから、相似的な構造をもつことが分る。

上述した台風時の異常波浪の相似的特徴を模式的に表すと図5を得る。台風が沖にある場合（南海上にある場合）、台風の暴風域で発生した波浪は四方へ伝播していく。その場合周期（又は波長）が大きい波の成分ほど波の進行速度が早くかつ減衰が少ないので、周期の大きいうねりが最初に日本の沿岸に伝播してくるわけである。このような波は秋に土用波と呼ばれている。風の方は一般に北風が吹く。台風が上陸すると強い南風が吹くことになり、うねりの上に風浪が発達することになる。そのために高波が起き異常波浪となる。よって台風時の異常波浪は次のようなうねりと風浪によって特徴づけられる相似性をもつ。台風が接近する時はじめに北風が吹き高いうねりが来る。台風が上陸すると、強い南風となりうねりの上に風浪が発達し、波高はさらに大きくなることである。このようなことから波高がもっとも高くなる日はほぼ台風が相模湾にもっとも接近した — もっとも気圧が低下した日、被害日に対応する。

上記の観点に立つと、台風による異常波浪の地域特性を比較的容易に考えることができる。相模湾沿岸域を西部（西湘）、中部（湾央）及び東部（湾東）にわける。台風による異常波浪はうねりと風浪で特徴づけられた。風浪は地域の風で決まる。よって異常波浪はうねりと風でパラメータ化できることになり、図6の結果が示される。この図によれば、例えば西

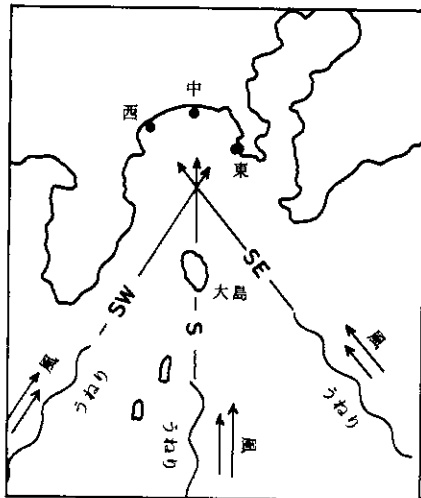


図6 相模湾沿岸域の台風による異常波浪の地域特性
SWは南西、Sは南、SEは南東の方向を示す。

Fig. 6 Characteristic of wind wave and swell induced by typhoon in Sagami Bay

相沿岸がもっとも高い波浪が起る時は南東からのうねりと強い南東の風の場合である。うねりが南東から伝播して来るのは主に台風が北西の方向に北上する場合であり、強い南東の風は台風が相模湾より南の沿岸に上陸する場合に吹く可能性が高い。このように考えると、台風による異常波浪がどこの沿岸域でもっとも激しくなるかはおよそ予測ができることになる。表2に1972年から10年間に日本に上陸又は接近した主要な台風の特性及び相模湾の定置網の被害の大きさ(被害率)が示されている。上述した予測法を用いると、被害日の風とうねりから網の被害の地域性を定性的に説明できる。このような風浪とうねりの特性は、気象庁海洋気象部の数値シミュレーションの結果(1981)によって支持される。

4. 解析データ

前章で次のことを明らかにした。台風による異常波浪はうねりと風によって特徴づけられる。この異常波浪が相模湾における台風による定置網被害の主要な原因となること。相模湾沿岸の波浪は平塚沖の観測塔で観測された波浪によって代表されることである。このことから、相模湾の定置網の被害と台風の強さ及び進路の関係、とくに網に被害を及ぼした日の台風の位置の特徴、そして網の被害率と代表波浪の波高との関係を明らかにすることが

表2 台風の強さ、波浪の波高及び定置網の被害率

Table 2 Characteristics of selected typhoons, height of wind waves and damage of set net.

CASE ケース番号	台風 名前	解析期間 年月/日	最低中心気圧		最大波高			定置網被害日			被害率(%)			被害集中 域の状況
			月/日	mb	月/日	m	有義波高 ×0.64 m	月/日	気圧 mb	最大波高 m	西 %	中 %	東 %	
1	低気圧	1972年7/6-7/14	-	-	7/14	2.47	1.58	7/12	-	1.87	5	15	0	
2	T 9	7/17-7/25	7/15	940	7/19	3.93	2.52	7/23	970	2.20	5	0	0	西 SE弱 SE高
3	T 20	9/10-9/18	9/5	955	9/12	4.80	3.07	9/16	960	3.80	20	15*	0	西 SE強 SE低
4	T 21	9/18-9/26	9/22	930	9/24	4.40	2.82	9/24	950	4.40	15	10	0	西 SE弱 SE高
5	T 14	1974年8/20-8/28	8/25	965	8/26	5.20	3.33	8/26	975	5.20	0	0	0	
6	T 16	8/26-9/3	8/28	950	8/26	5.27	3.37	9/1	955	1.33	0	5*	0	中 S弱 S高
7	T 5	1975年8/11-8/19	8/15	920	8/17	3.20	2.05	8/17	960	3.20	0	0*	0	
8	T 6	8/17-8/25	8/22	965	8/23	6.40	4.10	8/23	980	6.40	15	5*	0	西 SE強
9	T 8	8/31-9/8	9/5	945	9/7	3.00	1.92	9/7	955	3.00	0	0	0	
10	T 17	1976年9/7-9/15	9/8	910	9/12	3.00	1.92	9/13	975	1.47	0	0	0	
11	T 11	1977年9/3-9/21	9/17	965	9/19	4.73	3.03	9/19	975	4.73	20	15*	0	中 S弱 S高
12	T 3	1978年6/14-6/22	6/19	985	6/21	4.13	2.64	6/20	985	1.53	0	0	0	
13	T 13	8/14-8/22	8/19	998	8/20	2.07	1.32	8/20	998	2.07	0	0	0	
14	T 24	10/9-10/17	10/13	940	10/16	1.40	0.90	10/15	996	0.80	0	0	0	
15	T 12	1979年7/29-8/6	9/3	990	8/1	2.27	1.45	8/4	992	1.33	0	0	0	
16	T 16	9/24-10/2	9/26	920	10/1	5.67	3.63	9/30	955	2.27	15	15*	0	全 SW強 S高
17	T 20	10/13-10/21	10/12	870	10/19	8.00*	5.12	10/19	965	8.00*	60	60*	50	全 S強
18	T 3	1980年5/15-5/23	5/17	980	5/21	6.13	3.92	5/21	980	6.13	0	0	0	
19	T 13	9/5-9/13	9/10	960	9/11	5.40	3.46	9/11	962	5.40	0	0*	0*	
20	T 19	10/8-10/16	10/9	890	10/15	1.67	1.07	10/14	950	1.33	0	15*	10*	中 S高
21	低気圧	1981年4/14-4/22	-	-	4/20	8.00*	5.12	4/20	-	8.00*	5	10	5	
22	T 15	8/17-8/25	8/20	955	8/22	8.00*	5.12	8/22	964	8.00*	15	10*	15*	全 S強
23	T 22	9/25-10/23	9/28	895	10/1	2.87	1.84	10/1	940	2.87	0	0	0	
24	T 10	1982年7/26-8/3	7/29	900	8/1	7.00*	4.48	8/1	960	7.00*	100	60*	90*	全 SW高
25	T 13	8/21-8/29	8/24	930	8/28	4.87	3.12	8/27	960	4.47	0*	0*	0*	
26	T 15	8/29-9/6	8/31	946	9/3	4.60	2.94	9/4	965	2.53	0*	10*	5*	中 S弱 S高
27	T 18	9/6-9/14	9/7	940	9/12	7.00*	4.48	9/12	965	7.00*	100*	90*	20*	全 SW高
28	T 19	9/18-9/26	9/20	940	9/25	3.53	2.26	9/25	970	3.53	0	0	0*	
29	T 21	10/3-10/11	10/4	888	10/9	2.40	1.54	10/9	965	2.40	0	0	0*	

(西) 湾西部, (中) 湾中央部, (全) 湾全域

* 予測値

* 予測値

* 網抜き

できる。必要なデータは1972年から約10年間の期間のもので、次のようになる。第一に代表波浪として平塚沖観測塔の波浪データ及び風のデータ。第二に台風の強さと経路のデータ。第三に定置網被害のデータとなる。

4.1 平塚沖観測塔の波浪及び風のデータ

解析する台風は日本に接近又は上陸した主要なもので、後述するように27例(表2)である。これらの台風の中には相模湾の定置網に被害をおよぼしたものとそうでないものがある。データは基本的に各々の台風の被害日をはさんで6日前から3日後までの9日間で、1時間ごとに観測されたものとする。得られた結果は台風10号(1982年)に対して図3に、その他の台風に対しては付録に示した。これらの結果において、気圧データは平塚支所内にあるアネロイド気圧計で測定されたもので毎正時の値であり、風向風速データは観測塔の風向風速計で得られたもので正時をはさんで10分間の平均値であり、波浪データは第二章で説明したように、正時をはさんで20分間の波高データから最大波高と有義波高を求めたものである。

ここで注意すべきことは2つある。第一に、被害がゼロの場合被害日を便宜的に相模湾に台風の影響(台風の接近の度合、気圧、風、波高)がもっとも強く現われた日とした。第二は、データの欠損についてである。とくに台風の接近によって波浪が異常に高くなった時からのデータの欠損(ケース番号3, 17, 21, 22, 24, 27)は波高計センサーの破損によるものである。また波浪のデータの中で最大波高の結果しかない例が多い。それは正常な測定が行われたが、停電より計算機によるデータの収集及び波浪の特性の計算ができなかったことによる。これらの例で使えるデータはモニター用の記録にかかれた波面の変動記録だけである。よってこれらの例についてはもっとも簡単な解析法を用いた。すなわち最大波高の値だけを求めた。第二章で説明したように、異常波浪のパラメータとしては最大波高よりも有義波高の方

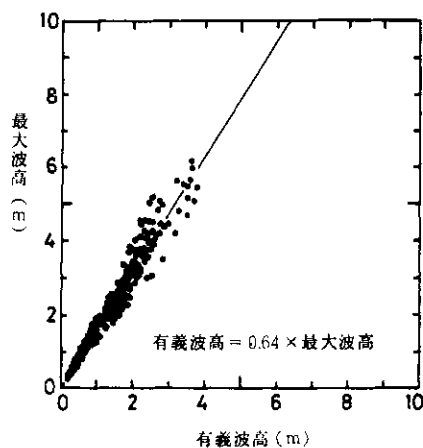


図7 最大波高と有義波高の関係

Fig. 7 Characteristic relation between the maximum wave height and the significant wave height

が優れていることである。今までの研究から、両者は波浪の場において強い相関をもつことが知られている。その相関をケース番号15から24までの例について調べると、図7の結果を得た。この図より、有義波高 H_{SIG} と最大波高 H_{MAX} の間は強い相関で結ばれ、次式で表される。

$$H_{SIG} = 0.64 \times H_{MAX} \quad (1)$$

上式より最大波高から有義波高を得る。これ以後出てくる有義波高は、断わらない限りすべて最大波高から得られたものとする。

以上のことから、平塚沖観測塔で得られた波浪及び風のデータそして陸上で得られた気圧のデータから、定置網に被害をもたらした台風について次のことが言える。被害日の中心気圧が980 mb 以下であること。相模湾の気圧がもっとも低くなった時波高は急激に大きくなり、気圧が上がり始める頃強い南の風が急に吹き出す。その結果波高は減少せず、さらに大きくなることである。このことは第三章で議論した異常波浪の特性と一致している。

4.2 台風に関するデータ

データは主に台風の経路と中心気圧で、気象年鑑によった。図8は解析した27例の台風の経路を示す。この節では次節で明らかにする湾内の被害(表2)を台風の経路から検討し、

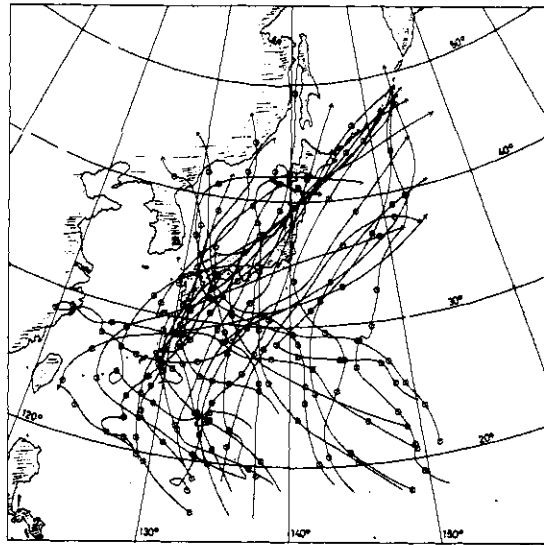


図8 解析した台風の経路
丸と丸の間の線分は1日間に移動した経路で、各々の丸の位置は午前9時の台風の位置を示す。

Fig. 8 Typhoon's tracks that have a large effect on the wind wave field in Sagami Bay during 1972-1982.

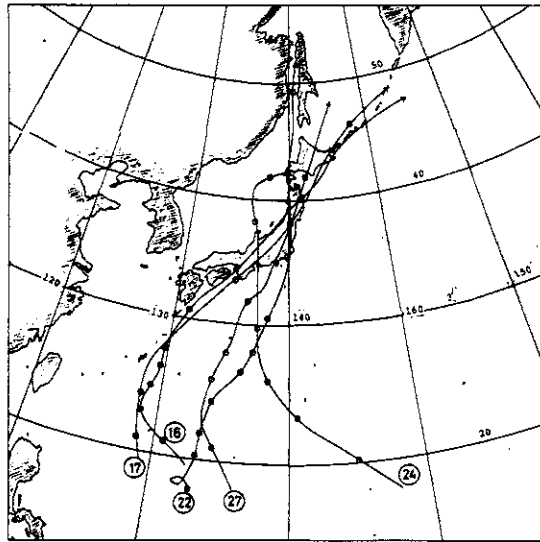


図9 相模湾全域に被害をもたらした台風の経路
丸の中の数字は台風のケース番号で、台風の経路上の初めの丸印は各台風に対して、次の日付けの午前9時の台風的位置を示す。
⑮ 9月25日、⑰ 10月17日、⑳ 8月16日、㉔ 7月29日、㉚ 9月9日。
各々の日付けの年号は表2に示した。

Fig. 9 Typhoon's tracks for the case of a serious damage of the set net in the whole part of Sagami Bay.

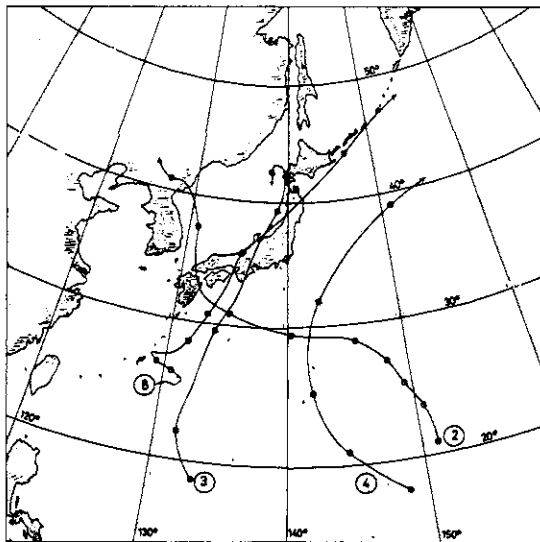


図10 相模湾西部に被害をもたらした台風の経路
記号は図9と同じである。経路の初めの丸印の日付けは次の通りである。② 7月17日、③ 9月14日、④ 9月21日、① 8月19日。

Fig.10 Typhoon's tracks for the case of a serious damage of the set net in the west part of Sagami Bay.

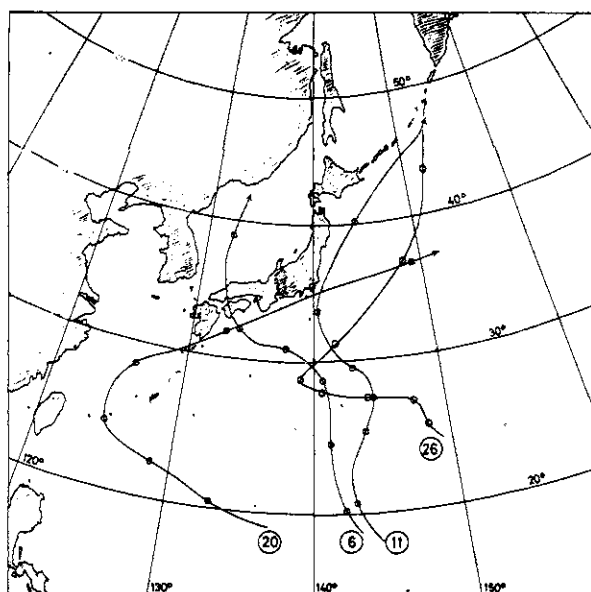


図 11 相模湾中部（湾央）に被害をもたらした台風の経路
経路の初めの丸印の日付けは次のとおりである。
⑥ 8月28日, ⑪ 9月15日, ⑳ 10月10日, ㉔ 8月30日.

Fig.11 Typhoon's tracks for the case of a serious damage of
the set net in the central part of Sagami Bay.

その地域特性を明らかにする。この地域特性は第三章の図6をもとに議論する。

相模湾全域に被害をもたらした台風を選び出し、その経路をまとめると図9を得る。これらの台風は被害日の中心気圧が970mb以下の非常に強いもので、かつ相模湾の近くを通過したものばかりである。このために湾内の定置網の被害は全域におよび、非常に高い被害率をもたらした。このように相模湾全域に大きな被害をもたらす台風の特徴は相模湾に近いところを通過し、かつ通過時の中心気圧が970mb以下である。

相模湾西部に集中した被害をもたらした台風は4例で、それらの経路は図10に示した。図6によれば西部がとくに異常波浪となるのは、南東からの高い波高のうねりと強い南東の風の場合である。4例のうちでケース番号2と4の台風がうねりが主要原因で、ケース番号3と8は強い南東の風である。このように相模湾西部に被害が集中する台風は、沖にある場合は外洋から南東の高いうねりをもたらし、相模湾より西で上陸する場合は強い南東の風を吹かせる特徴をもつ。

相模湾中部（湾央）に集中した被害をもたらした台風は4例で、それらの経路は図11に示した。図6によれば中部がとくに異常波浪となるのは南からのうねりと南風の場合であるが、

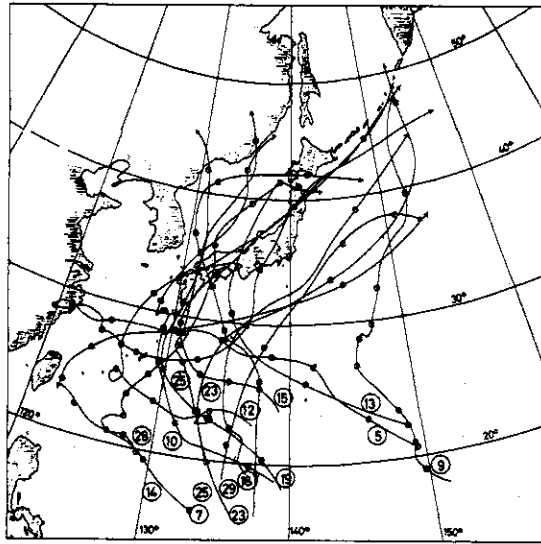


図 12 被害をもたらさなかった台風の経路

経路の初めの丸印の日付けは次のとおりである。

- ⑤ 8月13日, ⑦ 8月14日, ⑨ 9月3日, ⑩ 9月7日, ⑫ 6月15日,
- ⑬ 8月18日, ⑭ 10月10日, ⑮ 7月31日, ⑯ 5月20日, ⑰ 9月8日,
- ⑱ 9月29日, ⑲ 8月24日, ⑳ 9月18日, ㉑ 10月7日。

Fig.12 Typhoon's tracks for the case of no damage of the set net in Sagami Bay

4例すべて南からの高いうねりが主要原因となっている。主要原因が高いうねりの場合だけで強い南風の場合を含まなかったのは、強い南風が吹けばたとえ波高の小さいうねりであっても、湾全体に異常波浪が起き、被害は湾全体となるためと思われる。このように相模湾中部においてはむしろ強い南風にも注意すべきであるが、とくに南からの高いうねりに注意すべきであると言える。

相模湾東部に集中した被害をもたらした台風は、1972年から1977年までの長井の網の被害のデータ欠損のため明白には言えないが、非常に少ないと言える。その理由は次のことによる。図6によれば、東部がとくに異常波浪となるのは南西からのうねりと南西の風となる。南西からのうねりは伊豆半島と大島により、南西の風は伊豆半島の山によってブロックされ減衰される。このために相模湾東部に集中した被害がほとんど起らなかったと言える。相模湾に接近して網の被害を及ぼさなかった台風の経路は図12に示した。

上述したように、定置網の被害の地域特性を台風の経路から検討した。この結果は第三章(図6)で議論した台風による異常波浪の特徴と一致した。このようなことから、台風による定置網の被害の主要原因は定性的に台風による異常波浪によってパラメータ化できると言える。

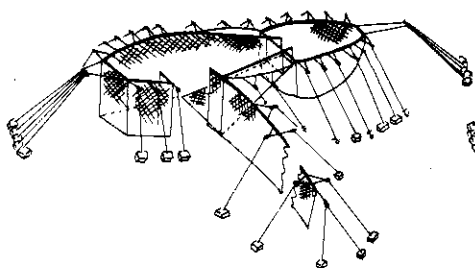


図 13 a 正常な落とし網の概略図
相模川以西に多い。太線は側張りを示す。

Fig.13a Sketch of a normal "Otoshi" set net

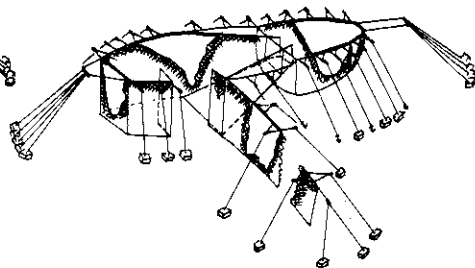


図 13 b 被害を受けた落とし網の概略図
太線は被害を受けた側張りを示す。

Fig.13b An example of a damaged "Otoshi" set net by typhoon

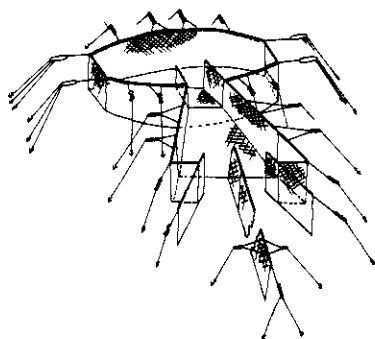


図 14 a 正常な猪口網の概略図
相模川以东に多い。太線は側張りを示す。

Fig.14a Sketch of a normal "Choko" set net

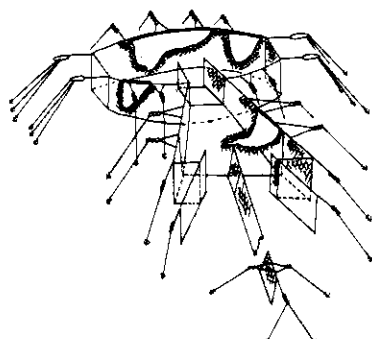


図 14 b 被害を受けた猪口網の概略図
太線は被害を受けた側張りを示す。

Fig.14b An example of a damaged "Choko" set net by typhoon

4.3 定置網被害のデータ

相模湾の定置網は図1に示したように湾全体に一様に分布しており、その数は48である。網の被害の地域性を定量的に調べるために、標本定置網の選択と網の被害率の定量的評価が必要となる。標本定置網については、湾西部として小八幡(㊟)、中部として北村(㊟)、東部として長井(㊟)の3つの網を採用した。次にこれらの標本定置網の被害率の算出法について考える。網の被害率について今まで具体的に研究されていなかったように思われる。ここでは次のように単純な算出式を考えた。

$$\text{被害率 (\%)} = \frac{\text{破損した側張り長}}{\text{定置網の全側張り長}} \times 100 \quad (2)$$

相模湾の定置網は図13と図14から分るように、相模川を境界として構造的に異なっている。ここではこれらの構造的な相違は無視されるとして、式(2)で被害率を求めた。具体的な例を上げる。図13.aにおいて全側張り長は950m、図13.bにおいて破損(太線)した側張り長の合計が530mとすると、被害率は $(530 / 950) \times 100 \div 55\%$ となる。図14の場合も同様に計算される。以上のことにより、27例の台風に対して3つの標本定置網の被害率を計算し、その結果を表2に示した。

5. 解析結果

前章で示された代表波浪の波高データ、台風の経路データ及び定置網の被害率データから、第一章の最後のところで述べたことを明らかにする。

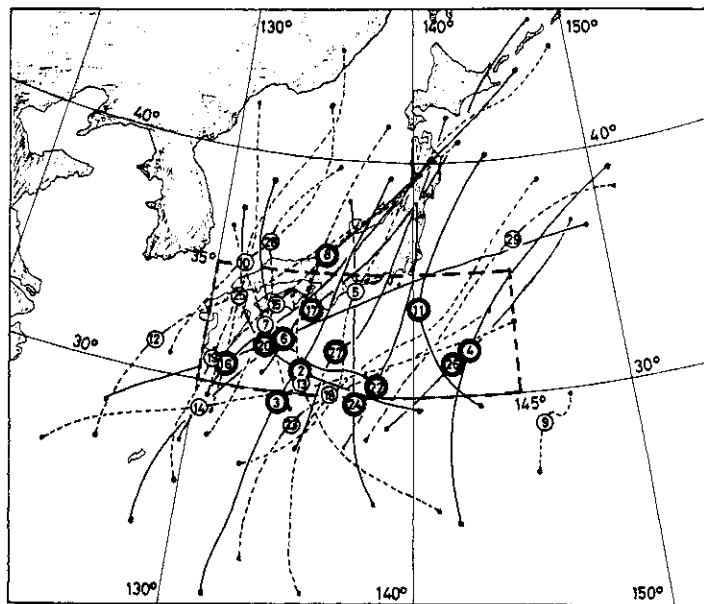


図15 相模湾にもっとも強い影響をおよぼした日とその前日の台風の経路
丸の中の数字は台風のケース番号で、定置網に被害を及ぼした台風の位置と
その経路はそれぞれ太線の丸と実線で示した。

Fig.15 Range of typhoon's tracks, when they had a largest effect on the wind waves in Sagami Bay.

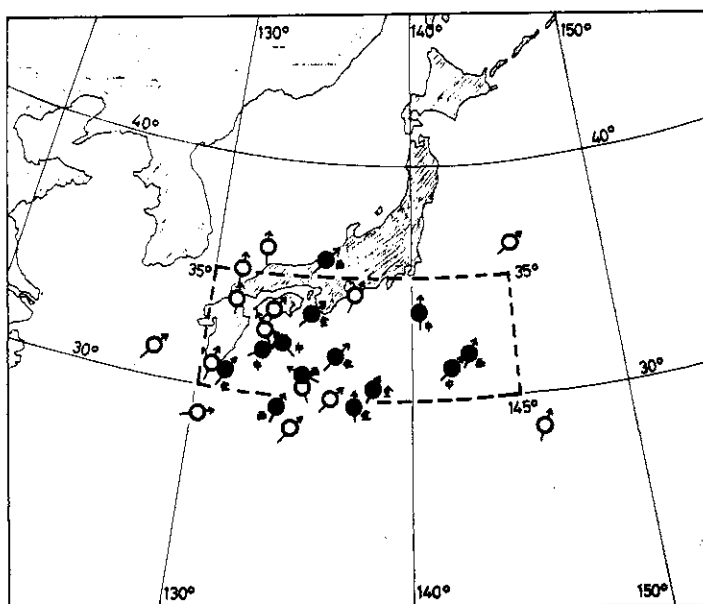


図16 定置網の被害日の台風の位置と進行方向
 黒丸が被害を及ぼした台風で、添字の全、中、西は被害が集中した沿岸域を示し、それぞれ相模湾の全域、湾中央、西部となる。白丸は被害がなかったものを表す。矢印は台風の進行方向を示す。

Fig.16 Representative position of typhoons for the range in Fig. 15

5.1 台風の経路と定置網の被害の関係

第三章において、台風による異常波浪はうねりと局所的な風によってパラメータ化されることを示した。さらに第4.2節で、この考えにもとづいて台風の経路と湾内の定置網の被害の関係を明らかにし、その関係によって台風による異常波浪の地域性を考察した。また被害をもたらした台風の中心気圧は被害日にすべて980mb以下であったことが示された。

この節では、網に被害をもたらした台風はどのように相模湾に接近したかを明らかにする。このことが分れば、台風が大きな被害をもたらすかどうかをあらかじめ予測することができ、早めにその対策をたてることができる。上記のことを明らかにするために、網の被害日とその前日の2日間の台風の経路を調べることにする。被害のない場合の被害日は第4.1節で台風の影響がもっとも強く現われた日とした。被害のあった被害日も、図3と付録に示されているように、ほぼもっとも強い台風の影響を受けた日に対応していることである。このような両者の相似性は第三章で述べた相似性と一致している。このような相似性により、被害日の台風の影響を被害がある場合もない場合も同等に取り扱うことができる。図15は被害日とその前日の台風の経路を示したものである。丸の点は被害日の午前9時の台風の位置を示

す。網の被害が起きた時刻は海が荒れていたためにほとんどの場合正確に分らないが、図に示した2日間の経路を台風が通過した時刻の範囲内にあることは確かである。よって被害日の午前9時の台風の位置を、網の被害をもたらした時刻の台風の代表的位置と近似される。被害のない場合も同様に近似される。図16はこのような台風の位置—被害日の位置（相模湾にもっとも強い影響を及ぼした日の位置）を示したものである。この図から分るように、相模湾の定置網に被害をもたらした台風（黒丸）は陸地をのぞいた点線の海域の中にほとんど入ってしまうことである。今後このゾーンを危険ゾーンと呼ぶことにする。

危険ゾーン………北緯 30°～35°，東経 130°～145°に囲まれた海域

次の3つのタイプがこの危険ゾーンに入らない。第一のタイプは被害をもたらした台風で、ケース番号8の台風である。この台風は上陸するまであまり波高の高いうねりをもたらさないが、しかし上陸してから強い南風を吹かせ、湾内に異常波浪を起こして網に被害をもたらしたタイプと言える。このようなタイプの台風は危険ゾーンにいる時よりも、そのゾーンから抜け出してからのほうがより危険である。上陸してからの南風については後で議論する。第二のタイプは危険ゾーンにありながら被害を及ぼさない台風で、ケース13, 18の台風である。危険ゾーンでの中心気圧はそれぞれ998mbと980mbであり低くない。よって中心気圧が980mb以上の台風は、危険ゾーン内にあっても網に被害をもたらさないとと言える。第三のタイプは説明ができない台風で、ケース番号5の台風である。この台風は中心気圧975mbと少し低く最大波高5.2mの異常波浪をもたらしているが、網の被害はないのである。このタイプは今後さらに細かく分析して調べる必要がある。以上のことから、危険ゾーンで網に被害をもたらす条件（危険ゾーンの条件）として次のことが言える。

危険ゾーンの条件………危険ゾーンにあって、相模湾にもっとも接近する時もっとも強い影響を及ぼし、かつ中心気圧が980mb以下であること。

図15から分るように、危険ゾーンを一度も通過しない台風はケース番号9, 10, 12, 19の4例で、むろん網の被害をもたらしていない。これら以外の台風（23例）は危険ゾーンを一度は通過している。これらのケースで13例が網の被害をもたらし、残り10例は被害のない例である。被害のない例で、5例（ケース番号5, 7, 15, 25, 28）は相模湾にもっとも強い影響を与えた日の位置が陸上にある。残りの5例（ケース番号13, 14, 18, 23, 29）はケース番号23をのぞいて、危険ゾーンで中心気圧980mb以上のものとなる。ケース番号23の台風は940mbと低い風は北風で、うねりの最大波高は2.87mであり高くなかった。以上細かく台風と網の被害の関係を分析した。結論として、危険ゾーンと危険ゾーンの条件から、相模湾に接近する台風の危険性は次のような判断によって推測ができる。

- (1) 北上する台風が危険ゾーンに入ってくるかどうかを判断する。
- (2) 危険ゾーンに入ると予測される台風に対して、その中心気圧が980mb以下を保ちながら相模湾に接近して来るかどうかを判断する。

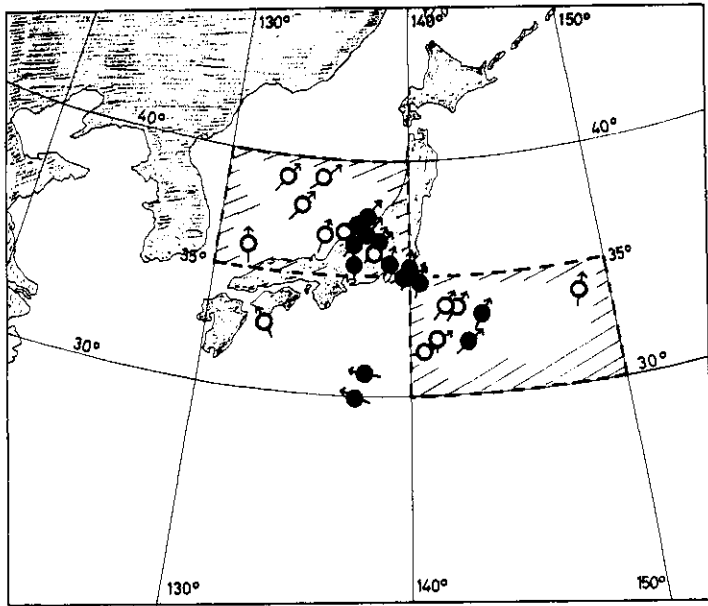


図17 相模湾にもっとも接近した台風的位置
記号の説明は図16と同じである。

Fig.17 Position of typhoons, when they passed most closely to Sagami Bay.

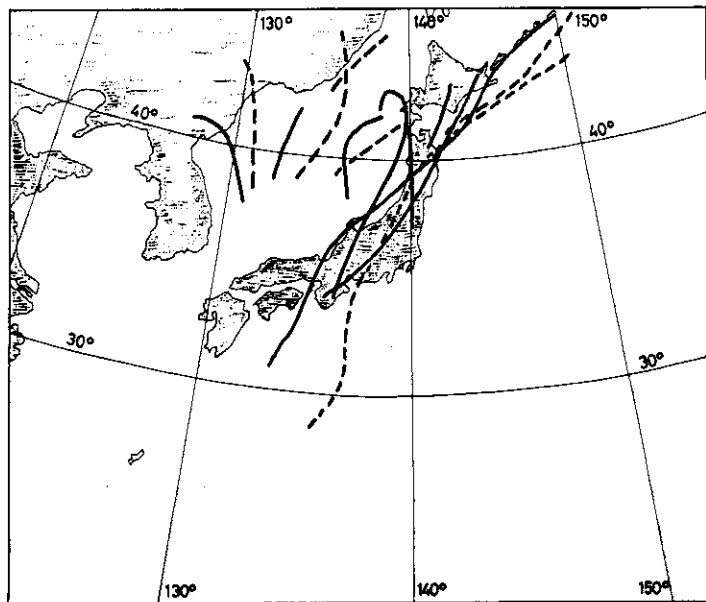


図18 10m/sec以上の南系の風を吹かせた台風の経路
実線は被害であり、破線は被害なしである。

Fig.18 Typhoon's tracks, when wind speed in the south exceeded 10m/sec in Sagami Bay.

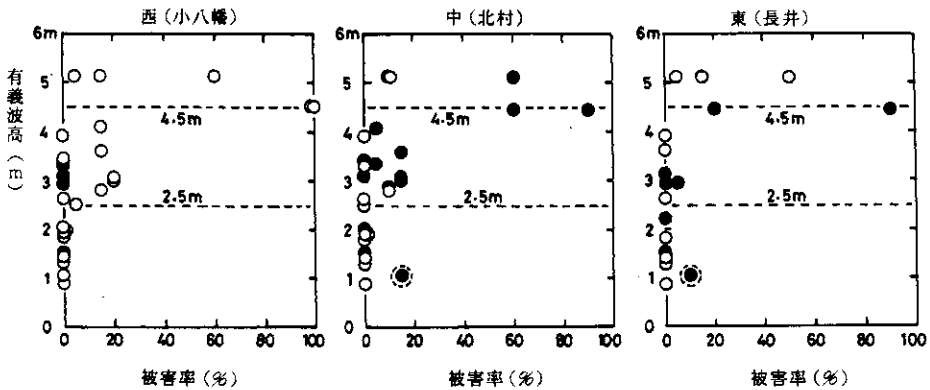


図19 定置網の被害率と代表有義波高の関係。黒丸は網抜きを行ったもの。

Fig.19 Characteristic relation between the degree of damage of set net and the significant wave height.

(3) 相模湾に接近するとともに相模湾の気圧が下降する台風は非常に危険である。気圧が下りきらないうちに危険ゾーンから出てしまう台風は、大きな被害をもたらさない。危険ゾーンから出て日本列島を縦断又は横断する台風は、時には強い南風を吹かすので注意を要する。

最後に、相模湾にもっとも近づいた台風の位置と 10 m/s 以上の南風を吹かせる台風の経路を、それぞれ図17と図18に示す。図17より、ほとんどの台風が図の斜線の領域に入ってしまう。網の被害をもたらした台風は陸上側において、すべて相模湾の近いところを通過するが、海上側においては必ずしも相模湾に接近していないことである。図18より、台風はほぼ上陸した後強い南系の風をもたらすことが分るが、しかしながらすべての台風が上陸した後に、すぐに強い南系の風を吹かし続けるものでない。

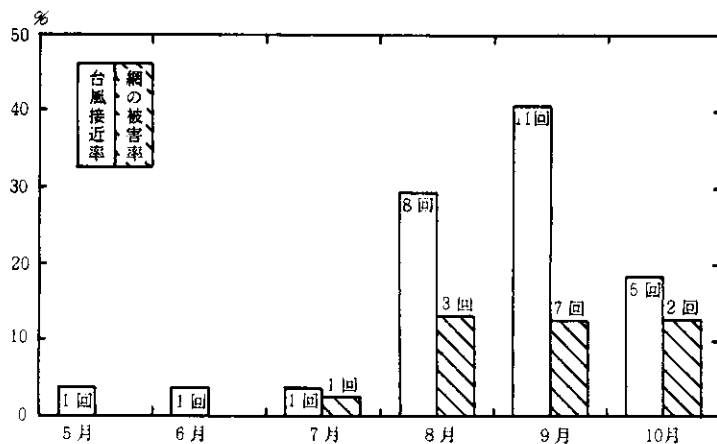


図20 月別の台風の接近率と網の被害率

Fig.20 Monthly frequency of typhoon and damage of set net in Sagami Bay.

表3 月別の台風接近率と網の被害率
 Table 3 Monthly frequency of typhoon and damage of set net in Sagami Bay

	回数	頻度	平均被害率(%)	全平均被害率
5月	1	3.7%	0	0%
6月	1	3.7	0	0
7月	1	3.7	2.5	2.5
8月	8	29.6	0, 0, 10.0, 0, 0, 13.3, 83.3, 0	13.3
9月	11	40.8	17.5, 12.5, 2.5, 0, 0, 17.5, 15.0, 0, 5.0, 70.0, 0	12.7
10月	5	18.5	0, 56.7, 8.3, 0, 0	13.0
合計	27	100.0		

5.2 定置網被害率の特性

網の被害の主要原因は第二章で台風による異常波浪とした。網の被害の度合は第4.3節の式(2)で評価される被害率で、異常波浪の強さは観測塔で観測された代表有義波高で表された。図19は網の被害率と代表有義波高の関係を示したものである。ここで注意すべきことは、用いた有義波高は被害日の最大値でなく、解析した期間中の最大の値とした。その理由は得られた被害率は被害日の被害だけでなく、その後の被害をも含んでいると考えるからである。図19から次のことが言える。

(1) 被害率は異常波浪の有義波高に単純に比例するのではなく、不連続的に増加する。有義波高が2.5m以下では被害率はほぼゼロで、2.5mから4.5mになると最大20%の被害率、4.5m以上になると最大100%の被害率となった。このような被害率と有義波高の関係は、湾の地域性に依存しないものとなった。

(2) 有義波高が4mぐらいになっても被害が起らない場合がある。逆に1mぐらいの有義波高に対して被害が起る場合もある。これらは異常波浪の波高だけで説明ができないと言える。

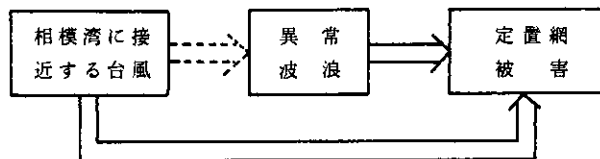


図21 相模湾に接近する台風，異常波浪及び定置網被害の関係
 Fig.21 Characteristic relation among typhoon, wind waves and damage of set net

(3) 網の被害を防ぐために行われて来た網抜き作業は台風による異常波浪には非常に効果的であるとは言えない。

次に、27例の台風の接近率と被害率の月別の特性を調べることにする。ここでの被害率は相模湾全体を平均したものである。例えば湾西部10%、中部5%、東部0%とすると、平均被害率 $(10 + 5 + 0) / 3 = 5\%$ となる。表3に月別の台風の接近回数の頻度と平均被害率を示した。図20は表3をグラフ化したものである。これらの結果から、相模湾に接近する主要な台風の40%が9月に集中していること、湾の定置網の平均被害率は台風シーズン(8月、9月、10月)中に対してほぼ同じ値となることが示された。後者のことにより、次のことが言える。台風シーズンにおいて月別の回数に違いがあるが、どの月においても接近した台風による被害の度合は同じである。例えば、10月の台風の回数は少ないが、接近して来た台風は8月や9月の台風と同じくらいに危険であることを意味している。

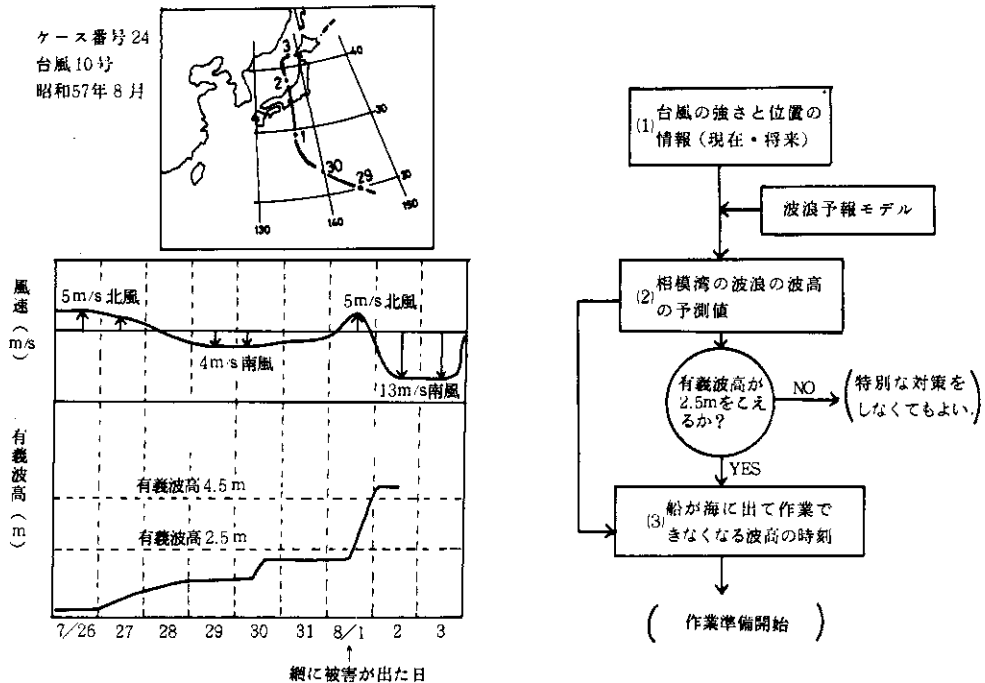


図22 沿岸波浪の予報のブロック図

Fig.22 Block diagram of the coastal wave hindcast in Sagami Bay.

6. まとめ

本研究の最終目標は沿岸波浪防災のための、台風による異常波浪の予報の確立にある。そのために過去の台風に関するデータを調べ、台風、異常波浪及び定置網の被害の特性を検討した。これら三者の関係を図式化すると、図21を得る。第五章で述べたように、相模湾に接近する台風と定置網被害の関係と、異常波浪と網被害の関係を明らかにした。前者の関係において、台風の危険ゾーンとその条件が、後者からは有義波高と被害率の関係が示された。これらの関係は沿岸波浪の予報モデルの研究に非常に有益なものである。しかしこれらだけで十分でない。図から分るように台風と異常波浪の関係を明らかにする必要がある。この論文ではこの点についてあまり検討を加えなかった。その理由は台風による異常波浪のデータが不十分であったことによる。すなわち、平塚沖の観測塔の波浪観測が異常波浪に対して波高計センサーの破損により十分に行うことができず、完全なデータがとれなかったことである。

今後の研究課題は台風と異常波浪の関係を明らかにすることにある。そのために、第一に異常波浪が台風の相模湾への接近に伴って、どのように発達するかを、さらに観測データから細部にわたって調べる。第二に得られた異常波浪の特性をもとに波浪予報の数値モデルを作り、それによる結果と観測データの比較を行う。この比較検討により、精度の高い予報モデルの開発を行うこと。これらのことにより、図21に示された関係が完結することになり、相模湾の沿岸波浪の精度の高い予報が可能となり、湾内の定置網の被害防止に役立つことができる。

最後に相模湾の沿岸波浪予報の概略(図22)を述べる。台風の強さと位置の情報が気象庁によって与えられる。この情報を計算機に入力し、波浪予報モデルを稼働させ、相模湾の有義波高の予測値を出力させる。有義波高が2.5mを越えるかを調べる。2.5m以下の波高であれば被害なしと見なされる。2.5m以上の波高が予測された場合定置網の防災対策が必要となる。船が漁場へ出て作業できる限界の波高になる時刻を調べる。その時刻になるまでに防災作業が完了するように計画し、作業準備を開始する。

7. 謝 辞

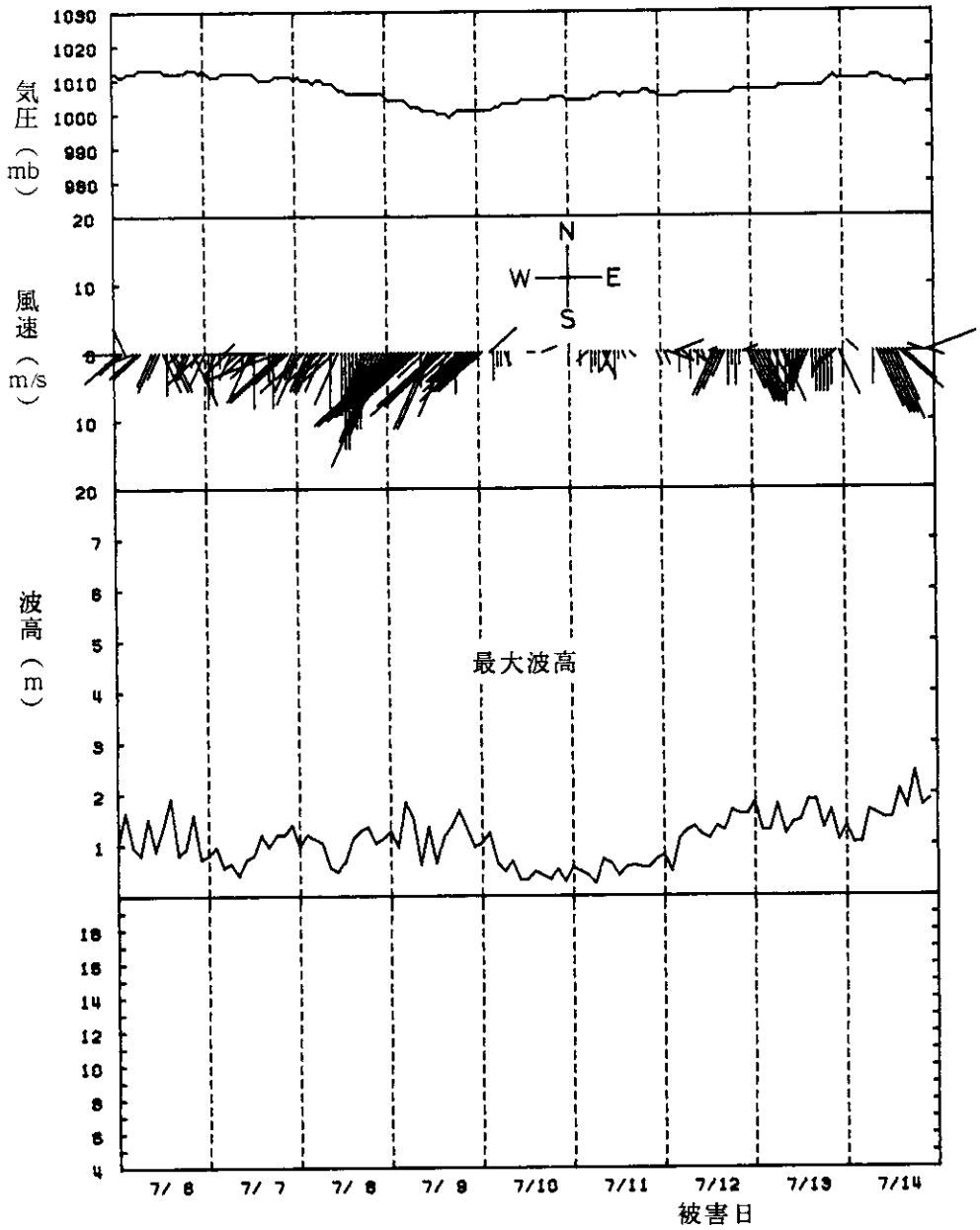
台風による定置網の被害の資料について、小八幡漁場の川辺実氏、北村漁場の北村格氏、長井漁場の太田議氏に御協力を頂きました。また台風の経路図の作成に関して、気象協会の東京本部の調査部の有沢雄三氏にお世話を頂きました。この合せて感謝します。

参 考 文 献

- 1) 気象協会 (1973~1983) : 気象年鑑. 昭和47年度から昭和57年度.
- 2) 気象庁海洋気象部 (1981) : 沿岸波浪予報技術調査報告, 第3号, 1 - 109.
- 3) 徳田正幸 (1983) : 三本の波高計センサーによる波浪の方向特性の算出法 - II. 国立防災科学技術センター研究報告, 第30号, 167 - 187.
- 4) 渡部勲・徳田正幸 (1981) : 平塚沖波浪観測資料(3). 防災科学技術研究資料, 第59, 1 - 127.

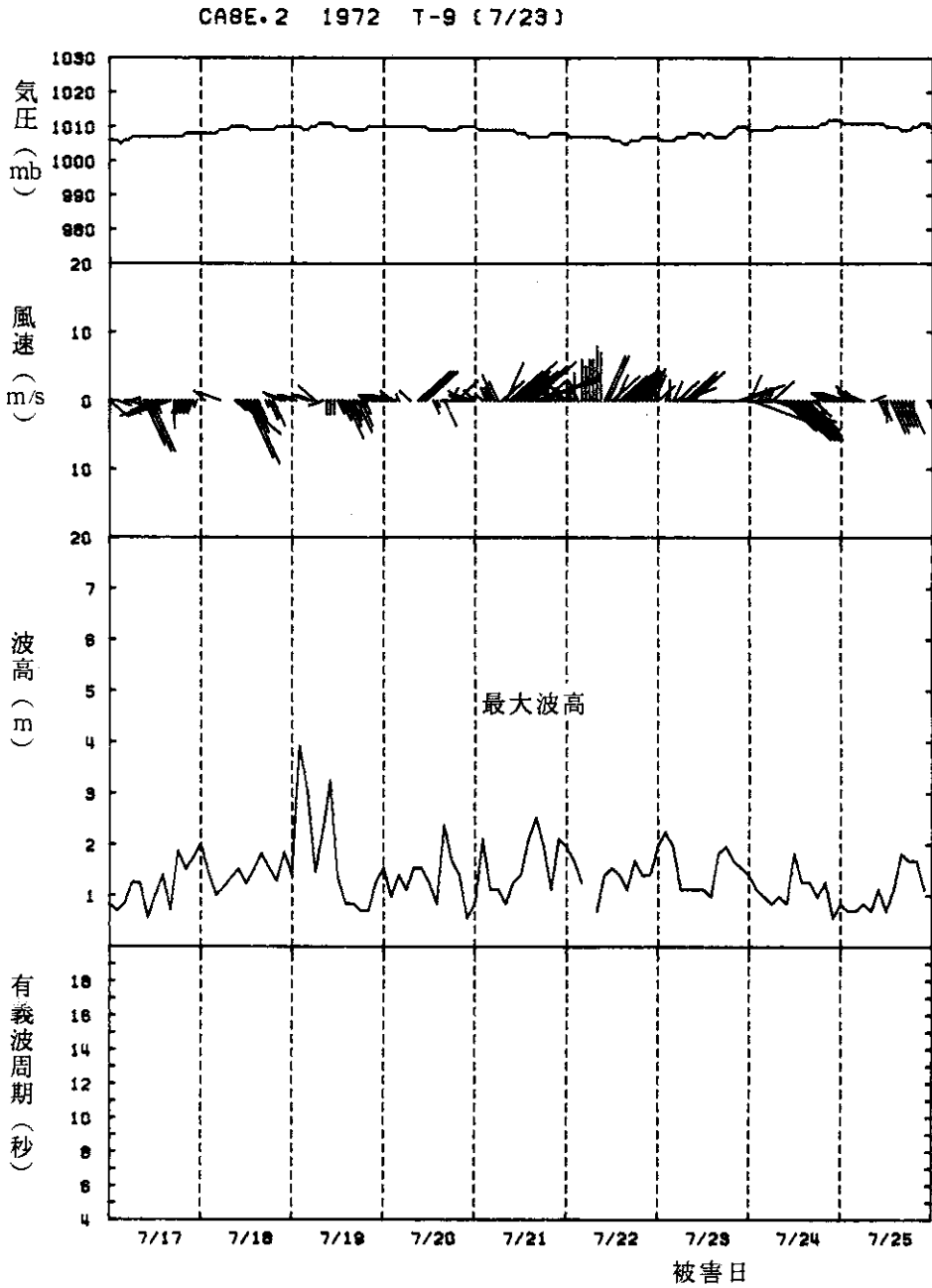
(1984年1月28日 原稿受理)

CASE.1 1972 L(7/12) 低気圧

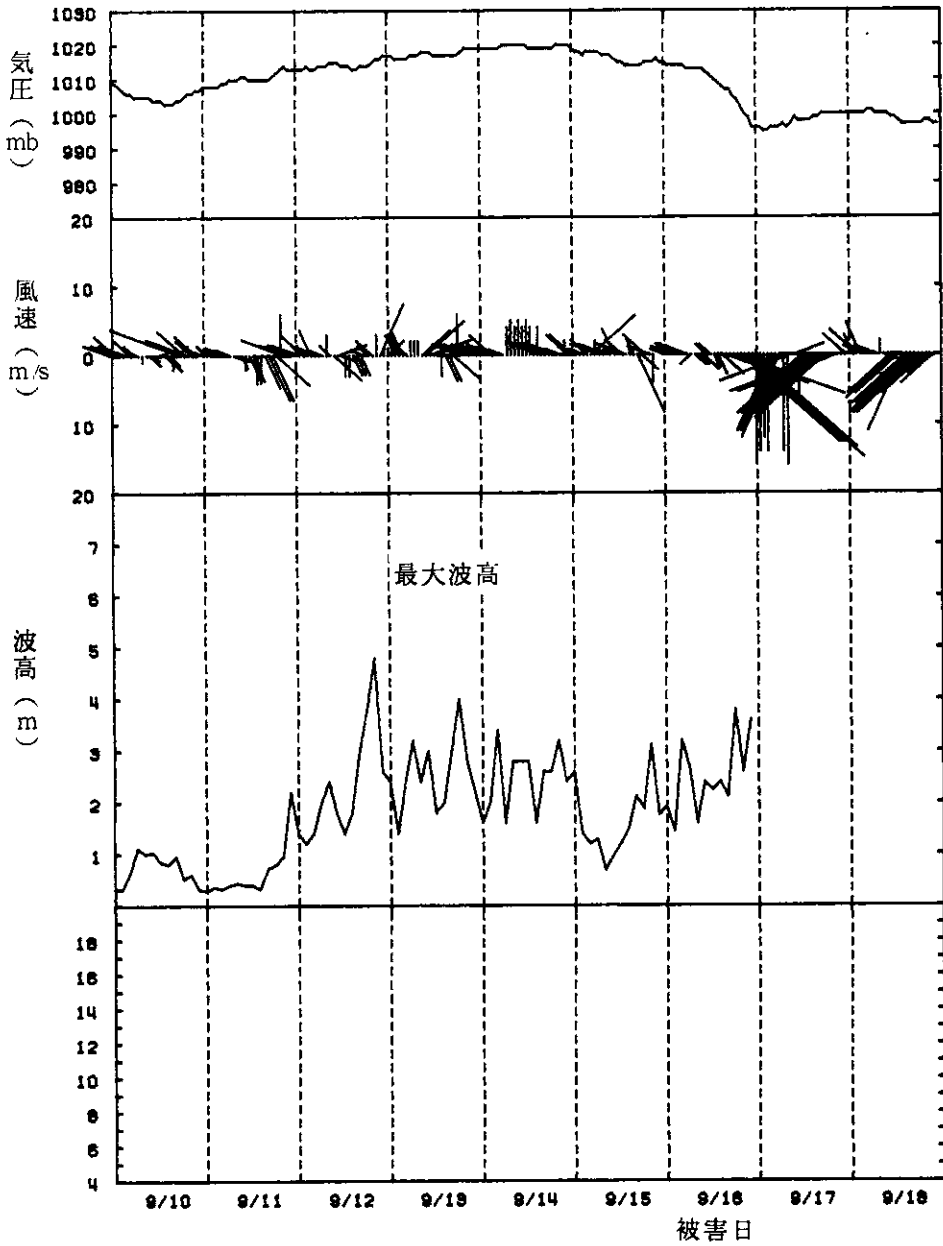


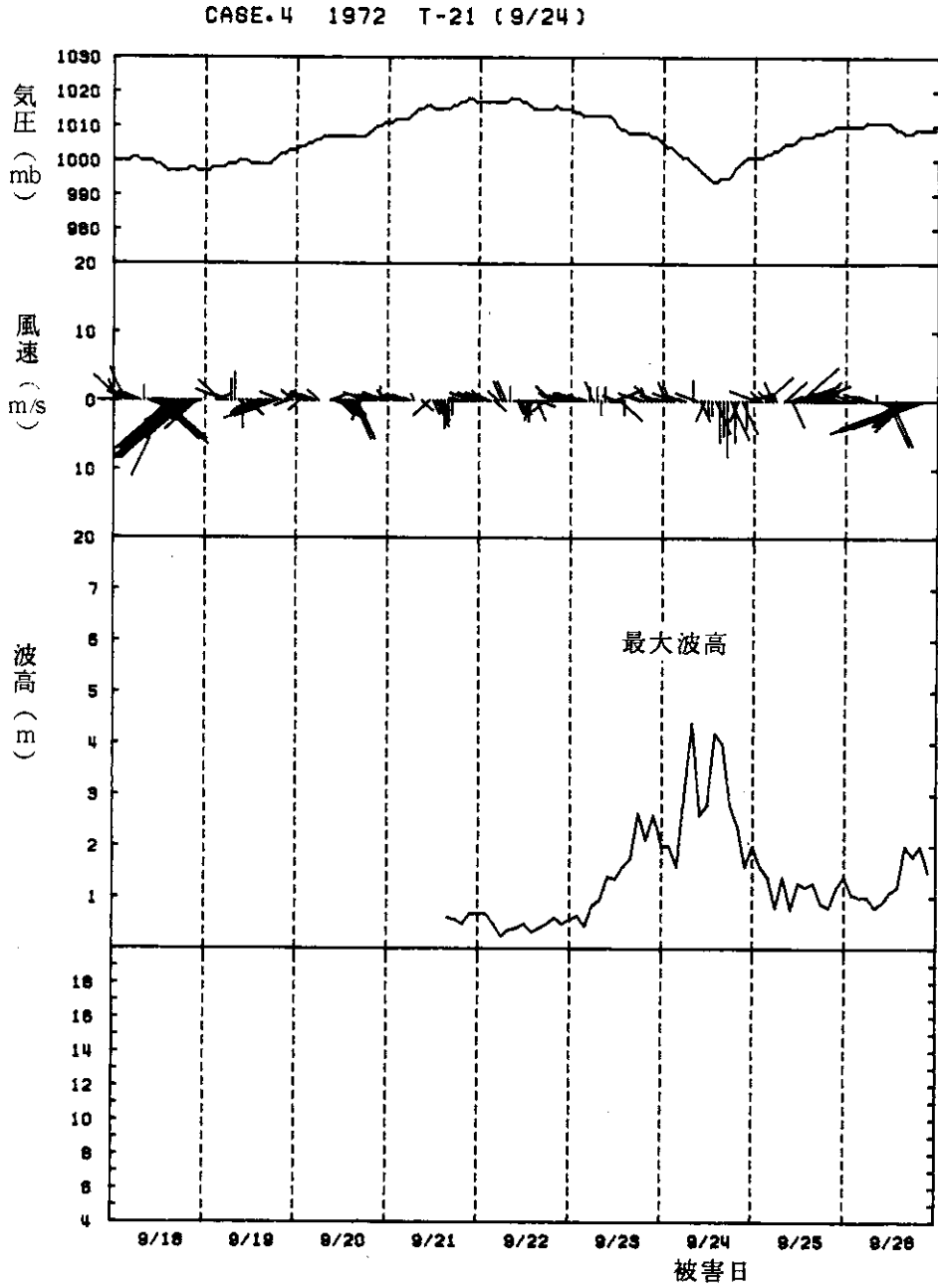
付録 観測塔で得られた台風時の異常波浪の観測例

Appendix Changes of atmospheric pressure, direction and speed of wind, maximum and significant wave heights, and period of significant wave.

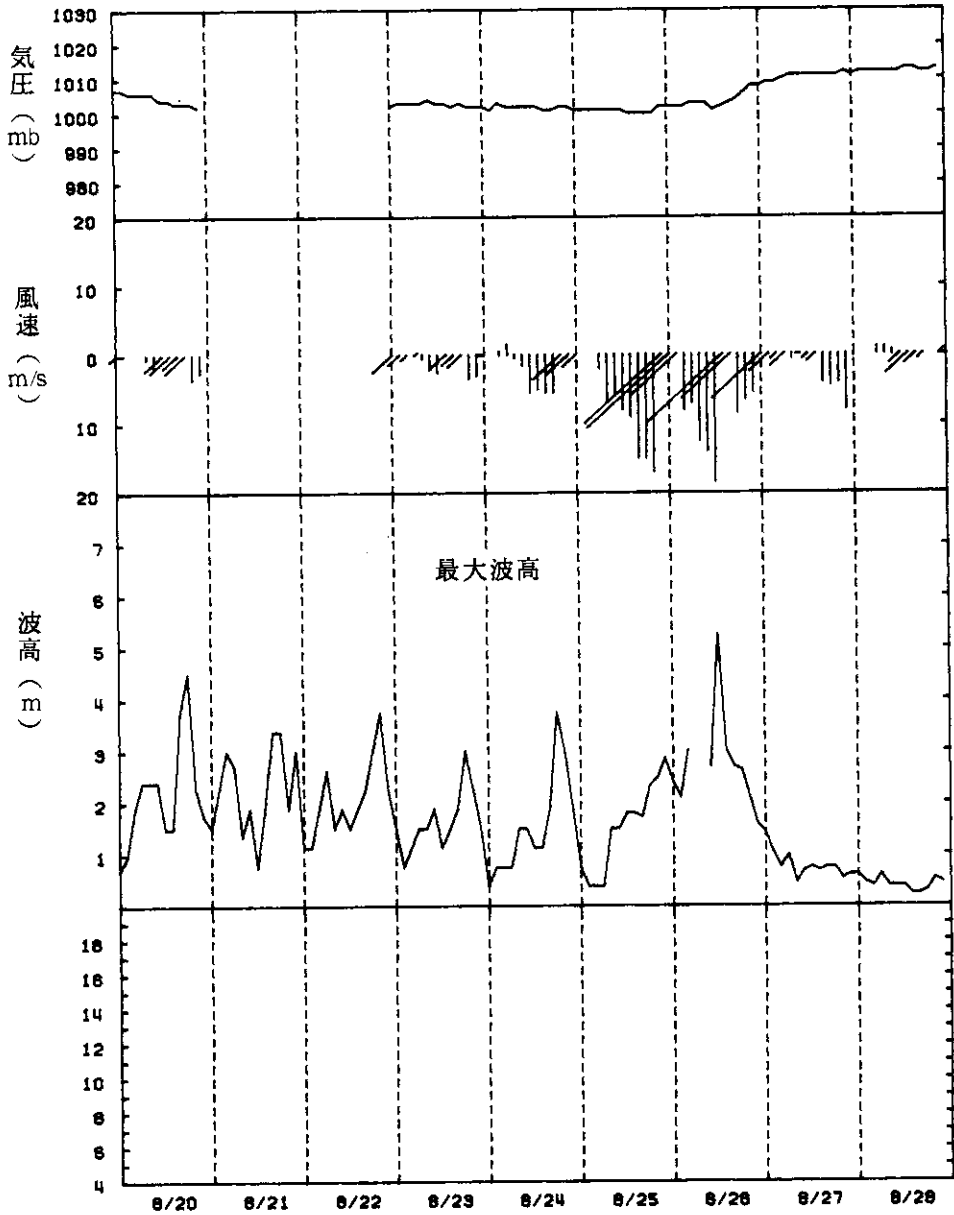


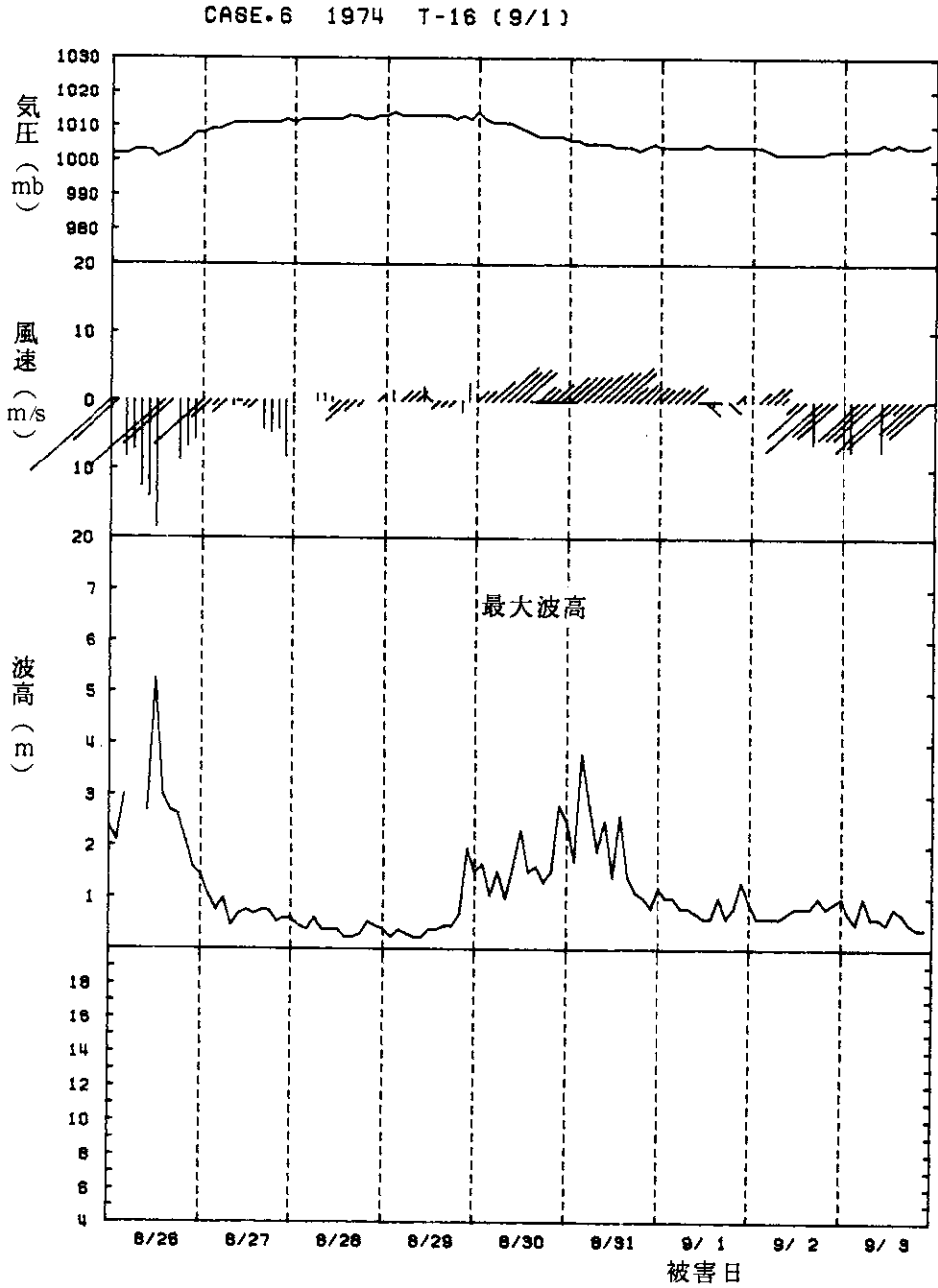
CASE-3 1972 T-20 (9/16)



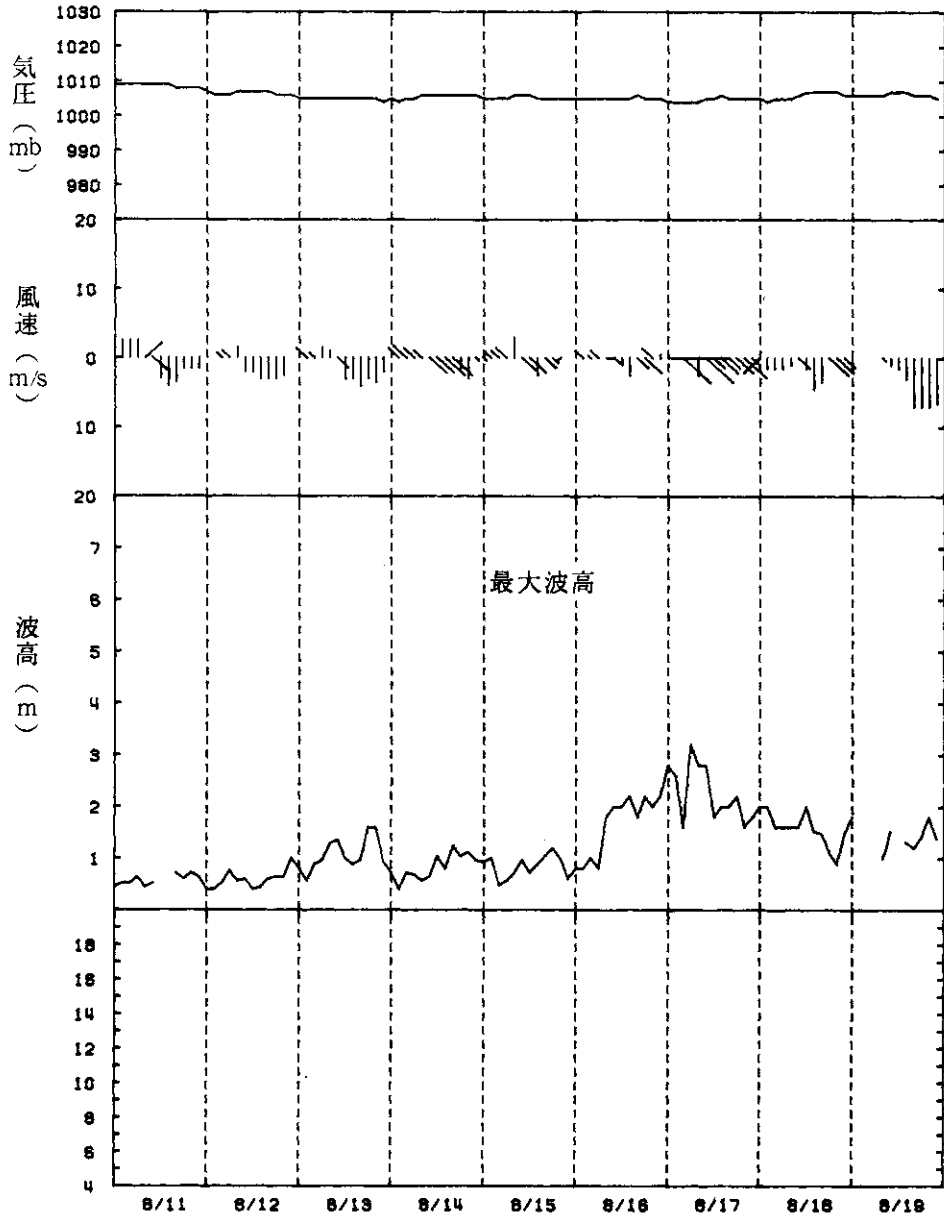


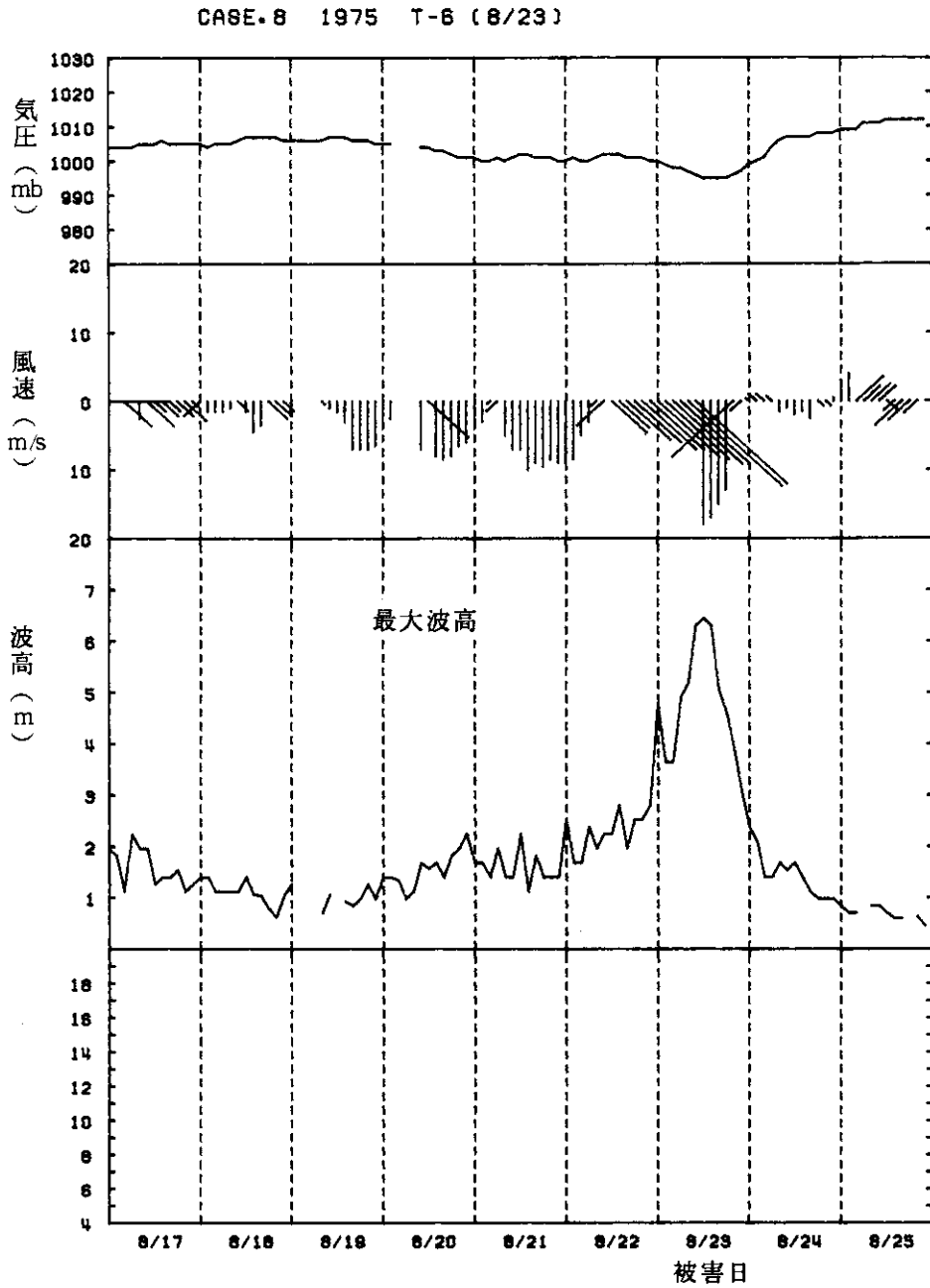
CASE-5 1974 T-14 (8/26)



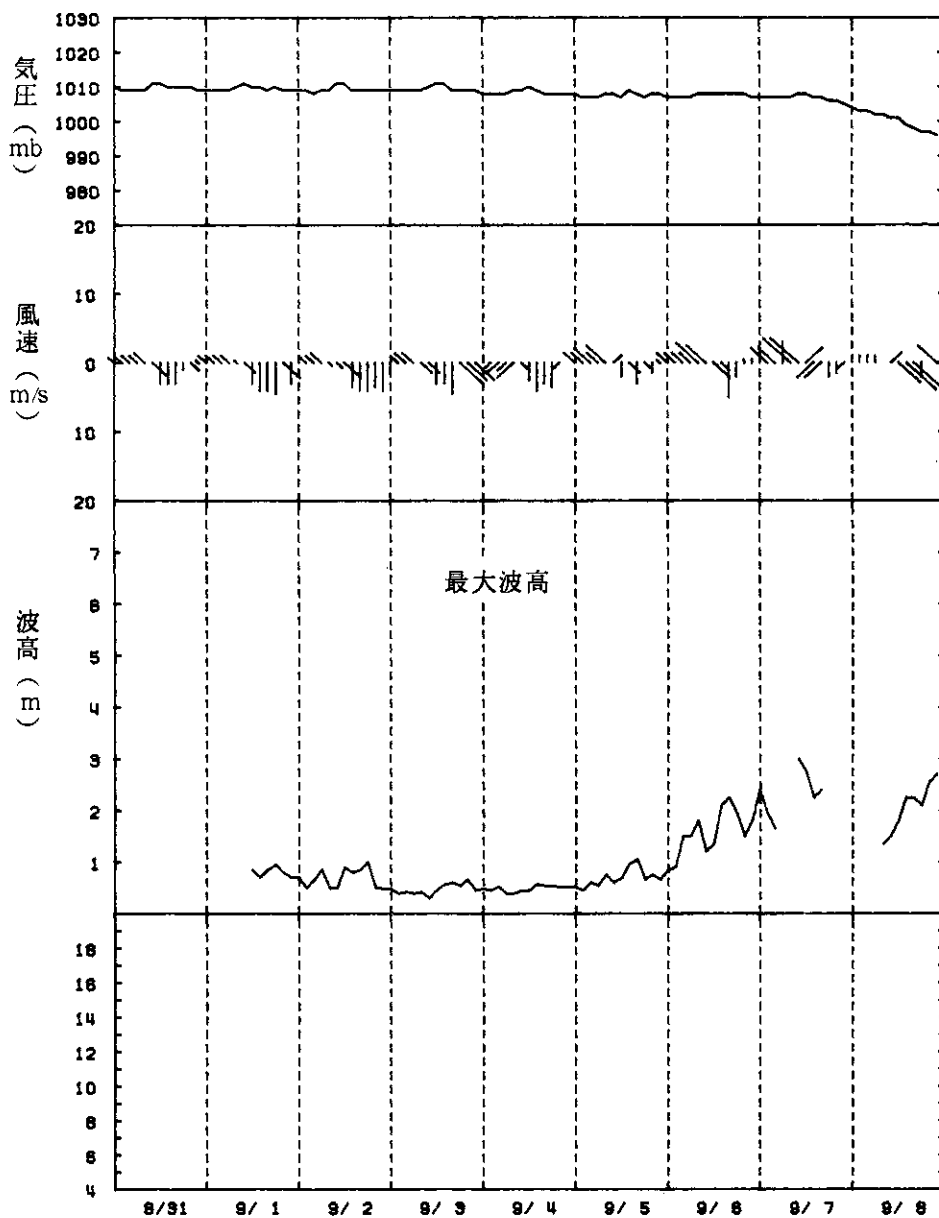


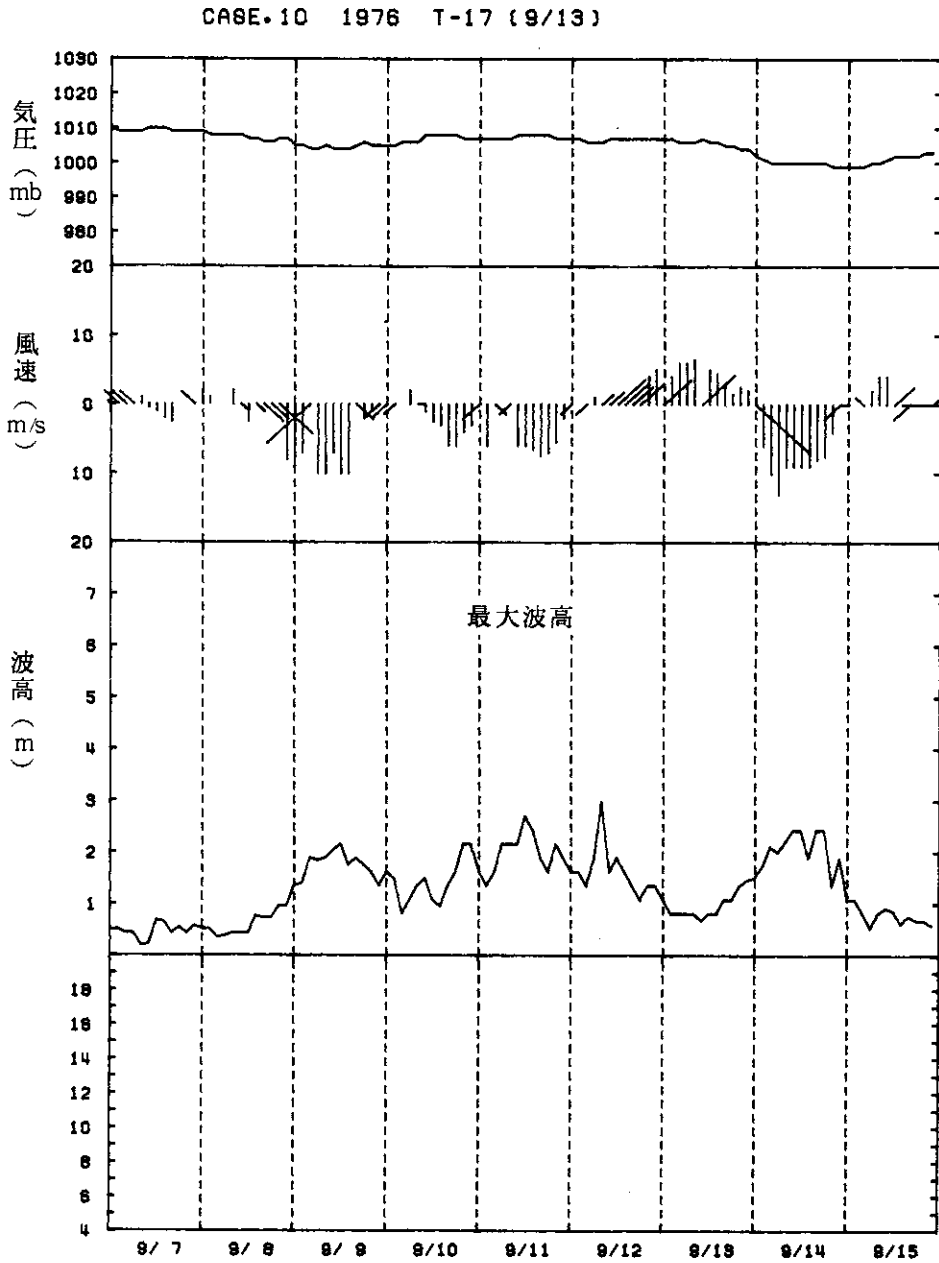
CASE.7 1975 T-5 (8/17)



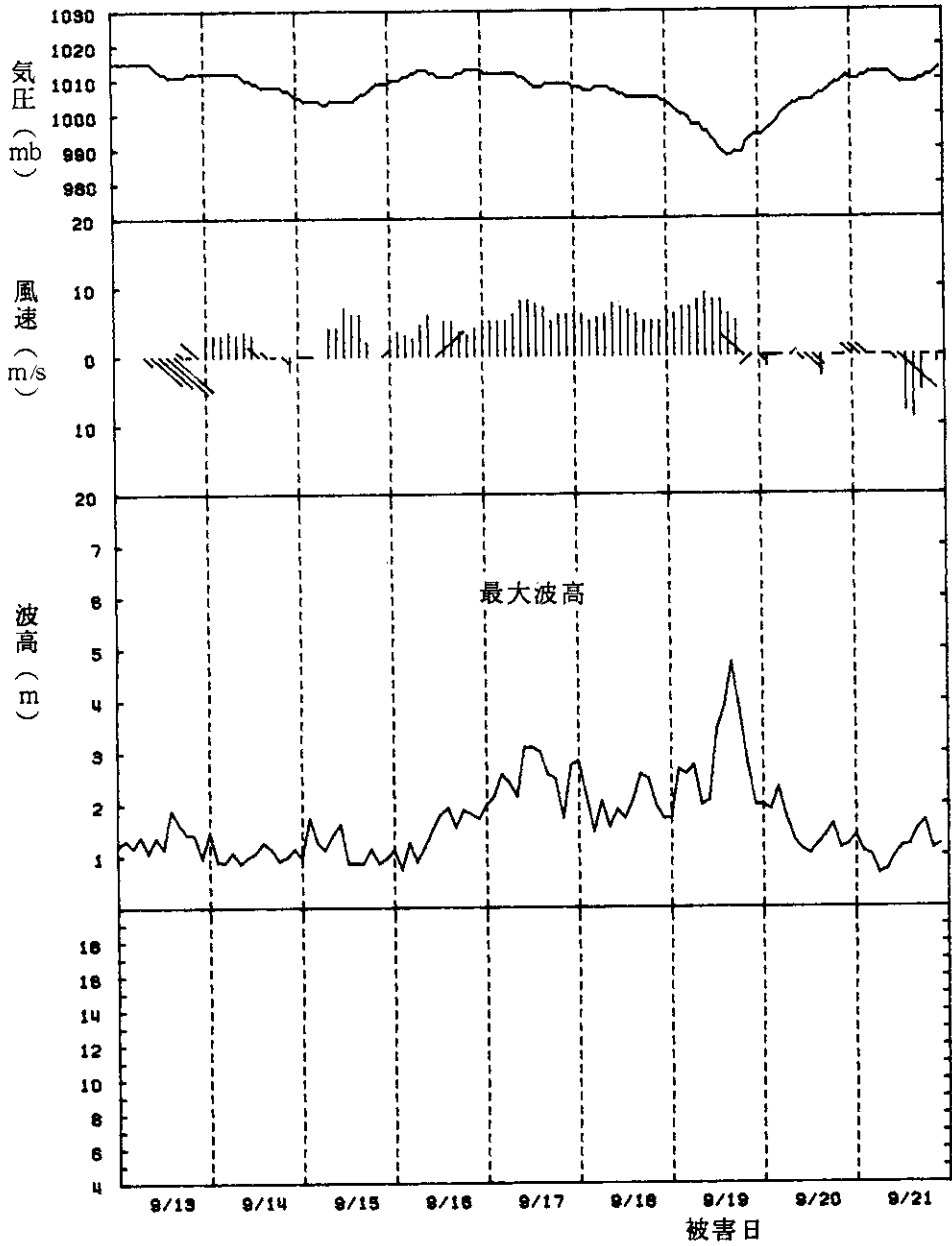


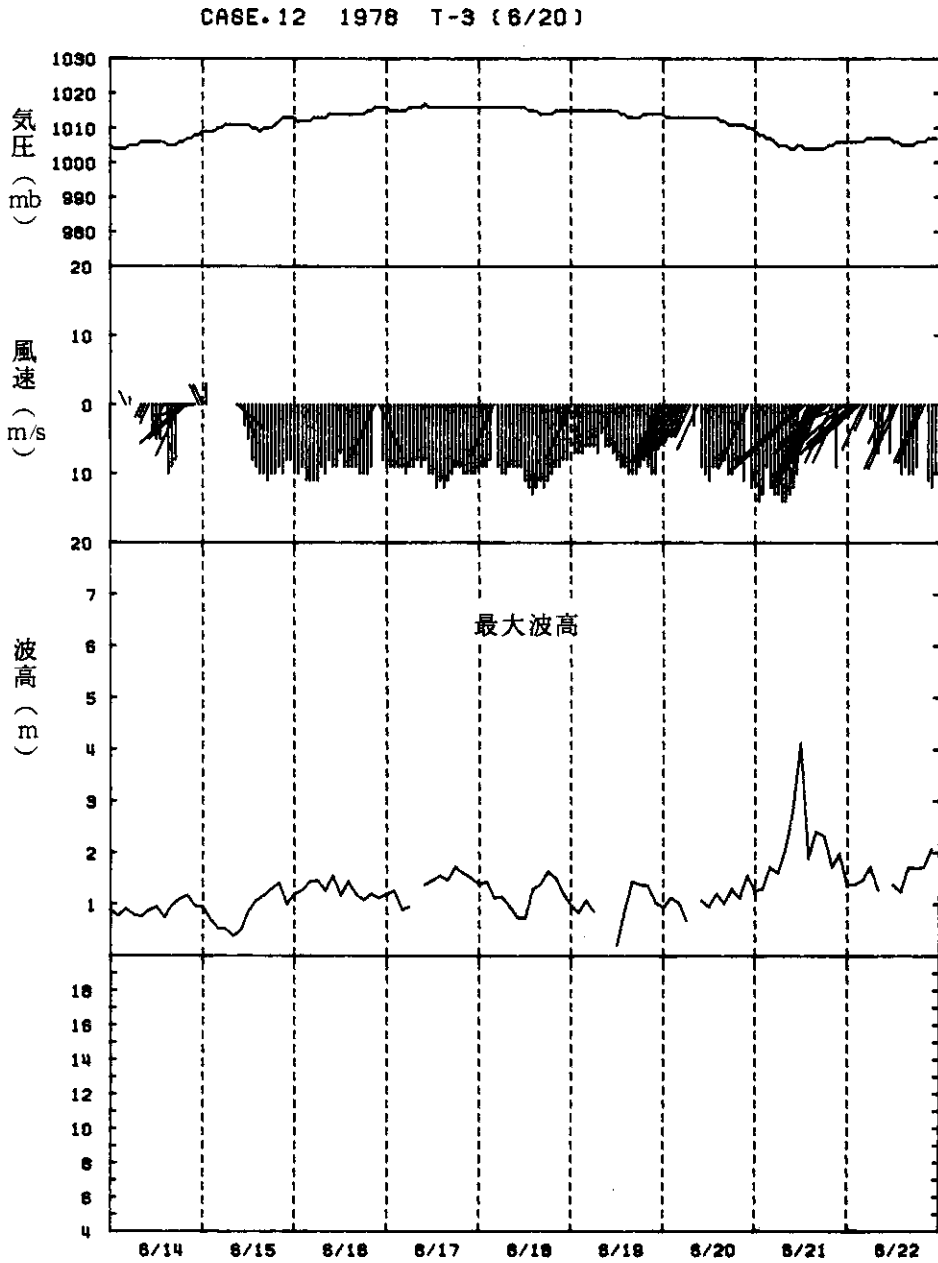
CASE-9 1975 T-8 (9/6)



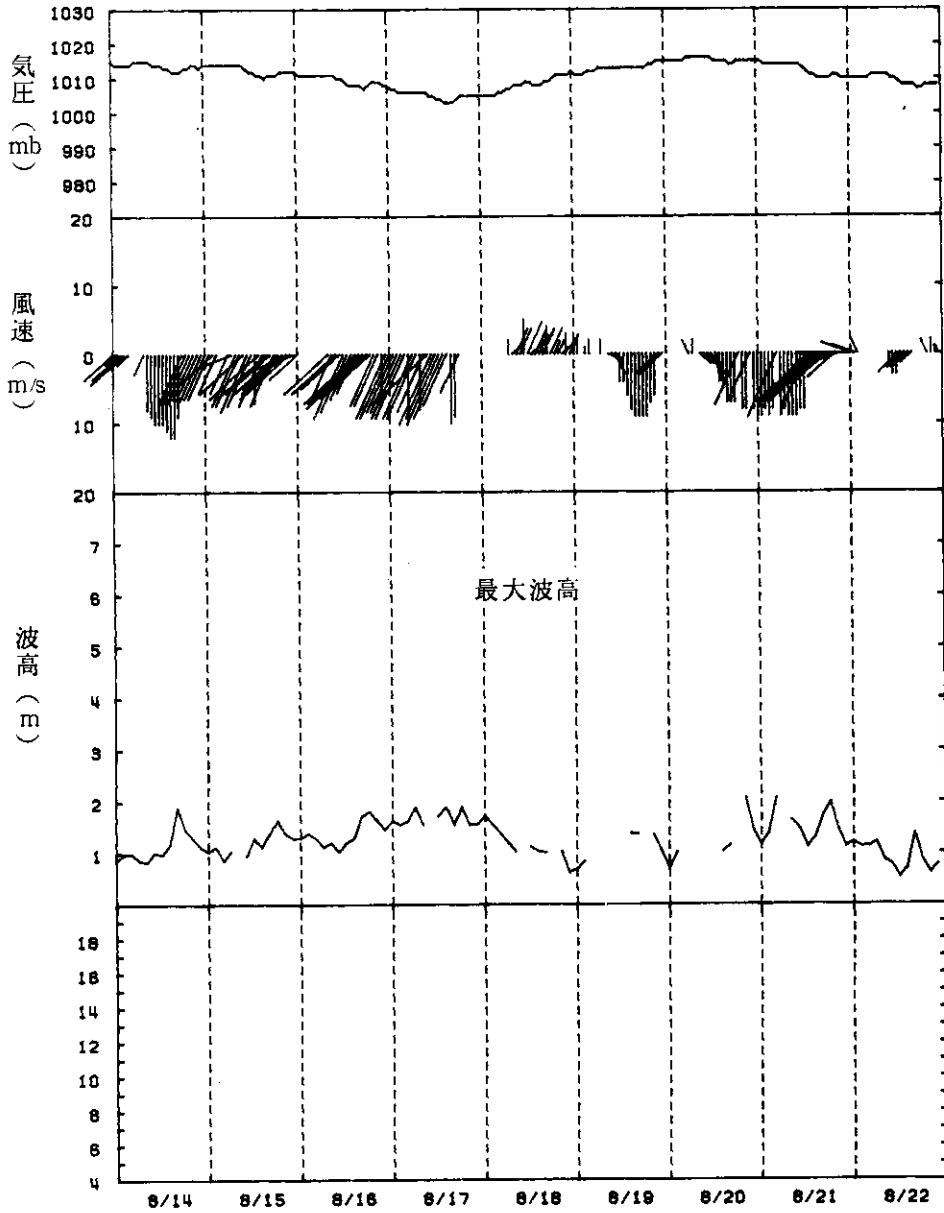


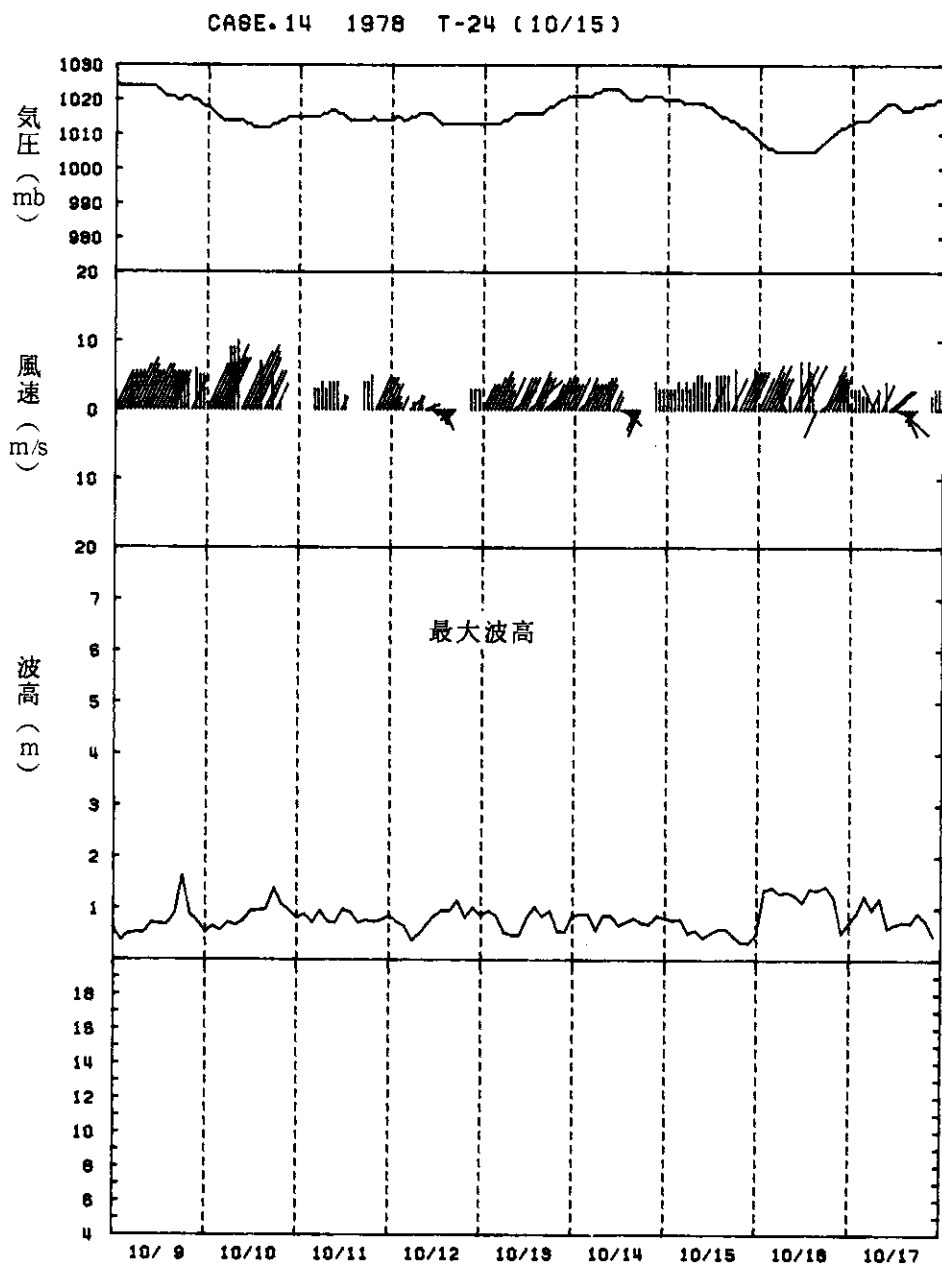
CASE-11 1977 T-11 (9/19)



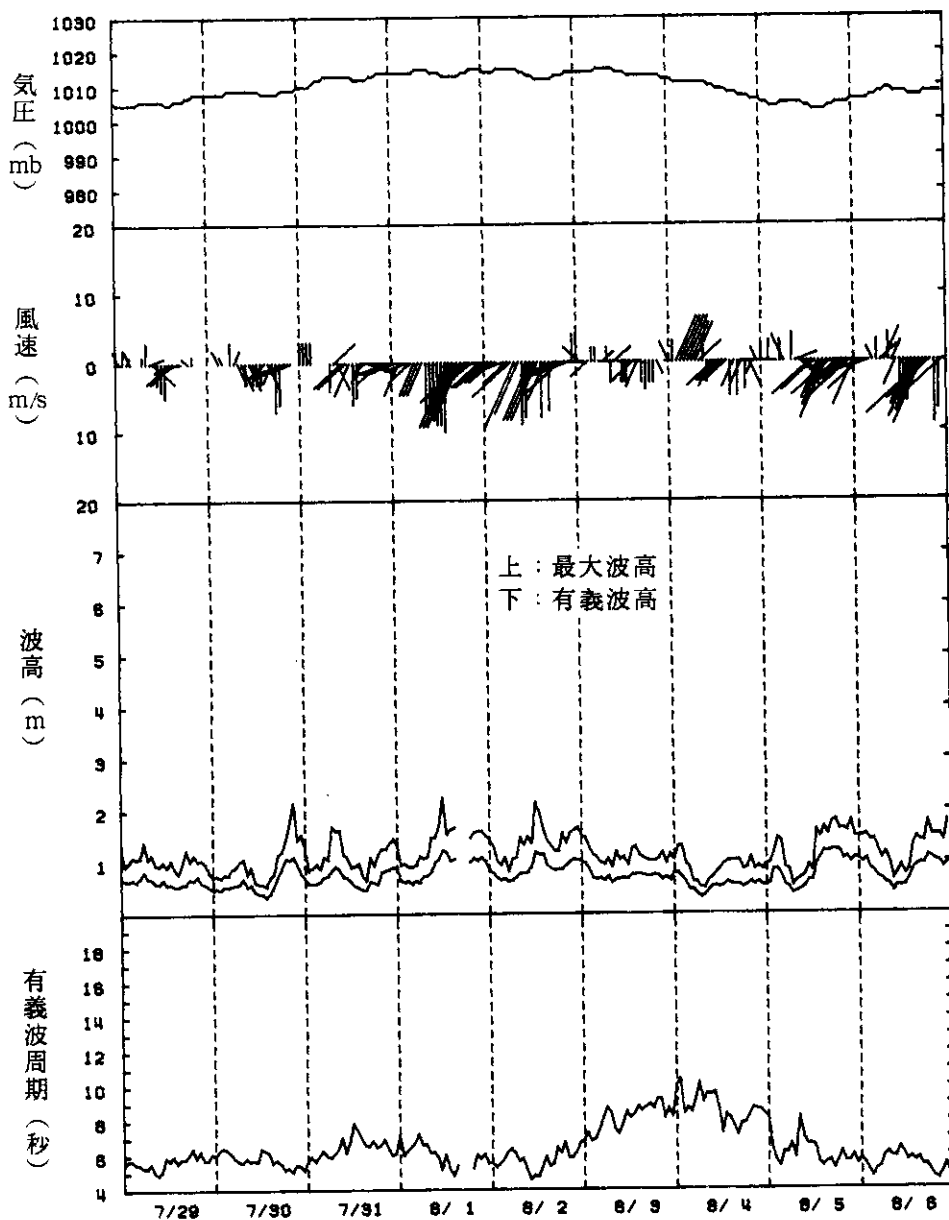


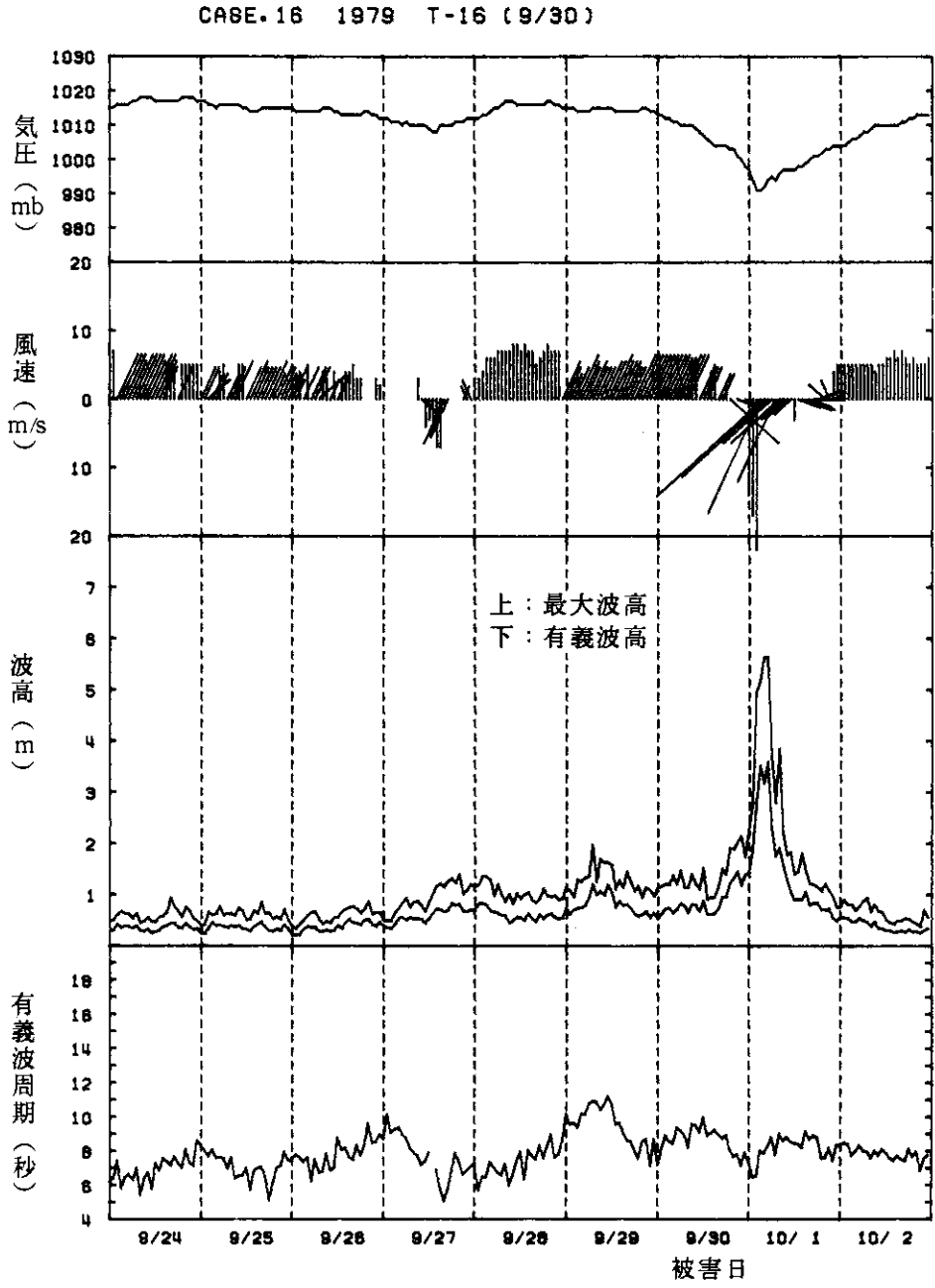
CASE.13 1978 T-13 (8/20)



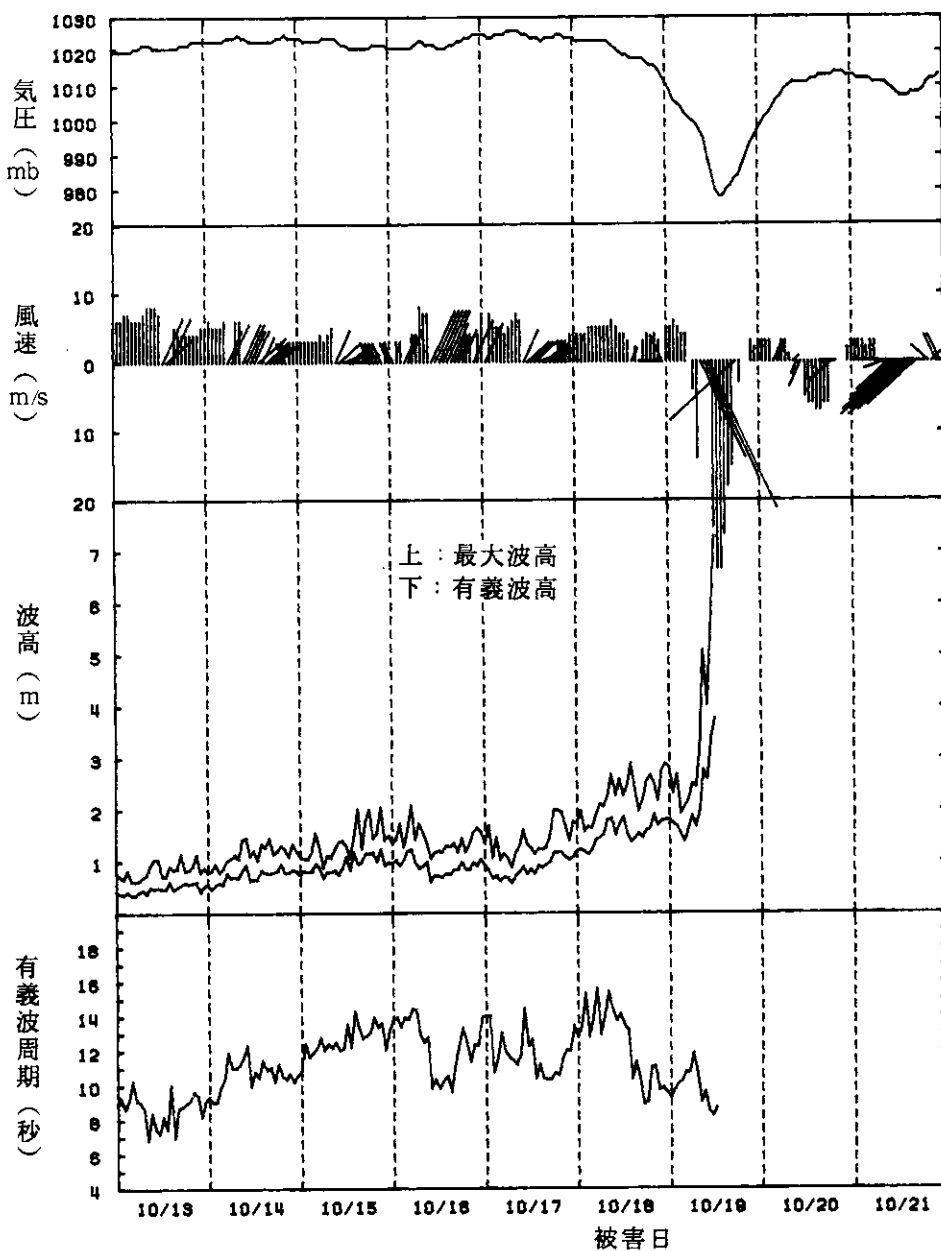


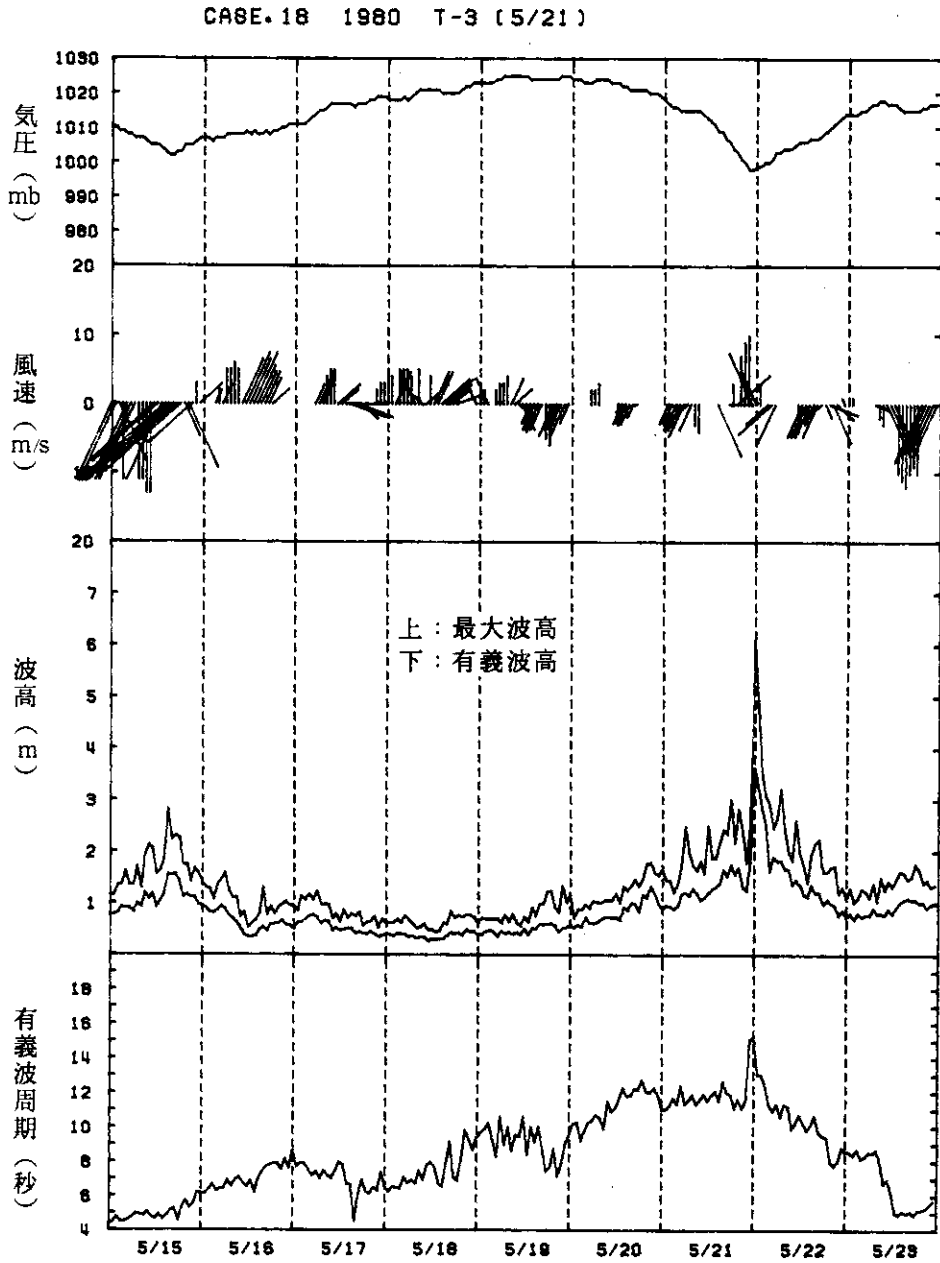
CASE. 15 1979 T-12 (8/4)



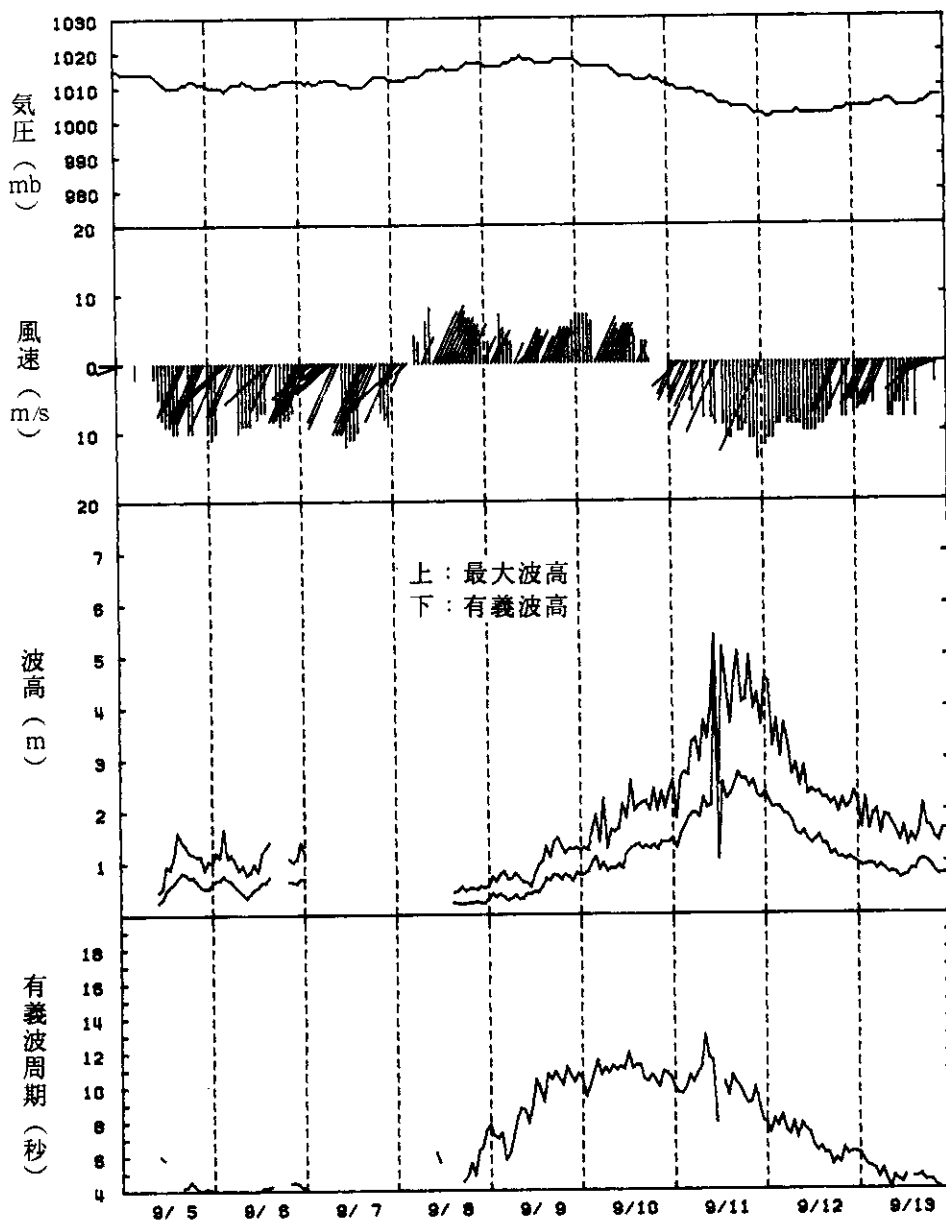


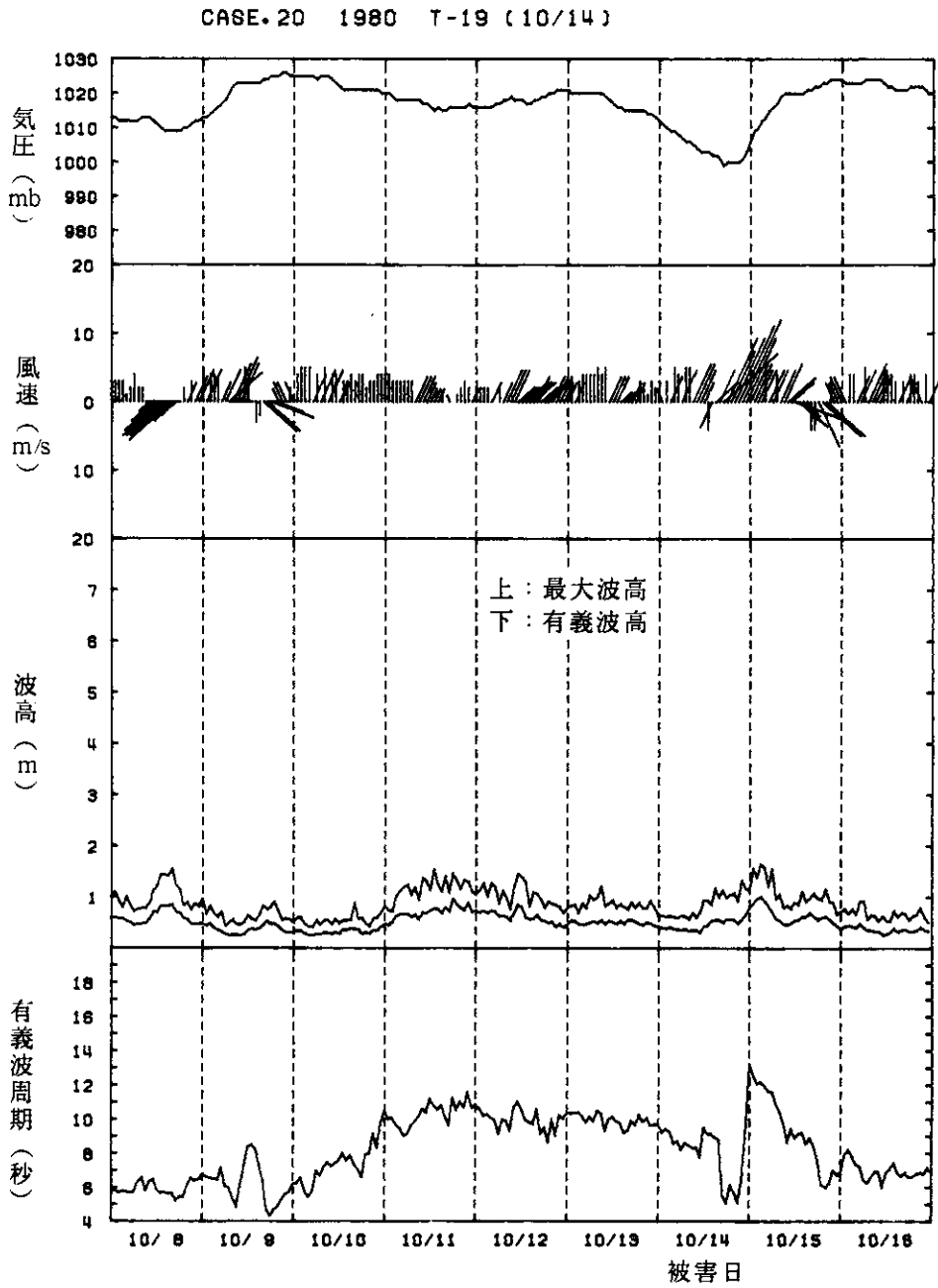
CASE.17 1979 T-20 (10/19)



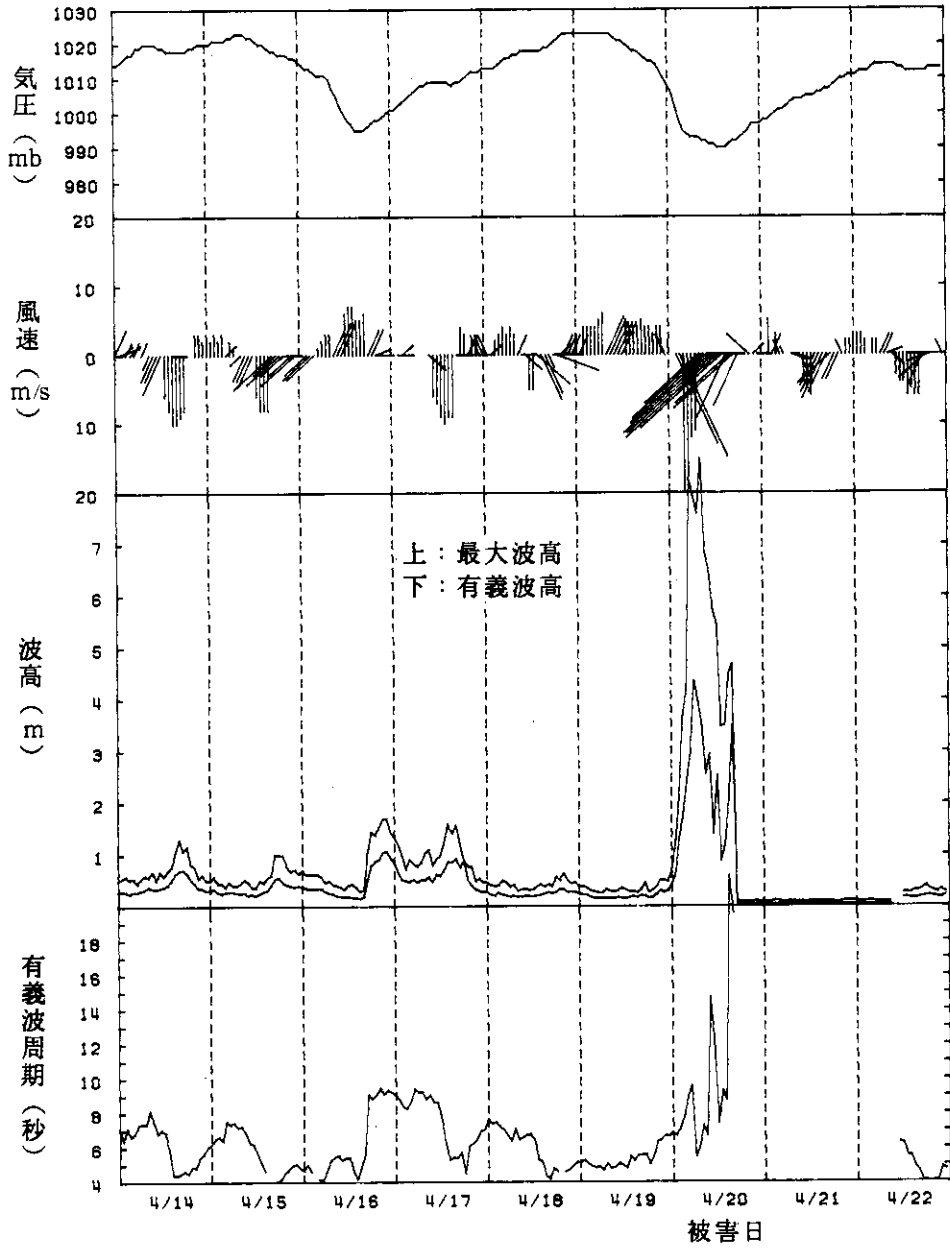


CASE.19 1980 T-13 (9/11)

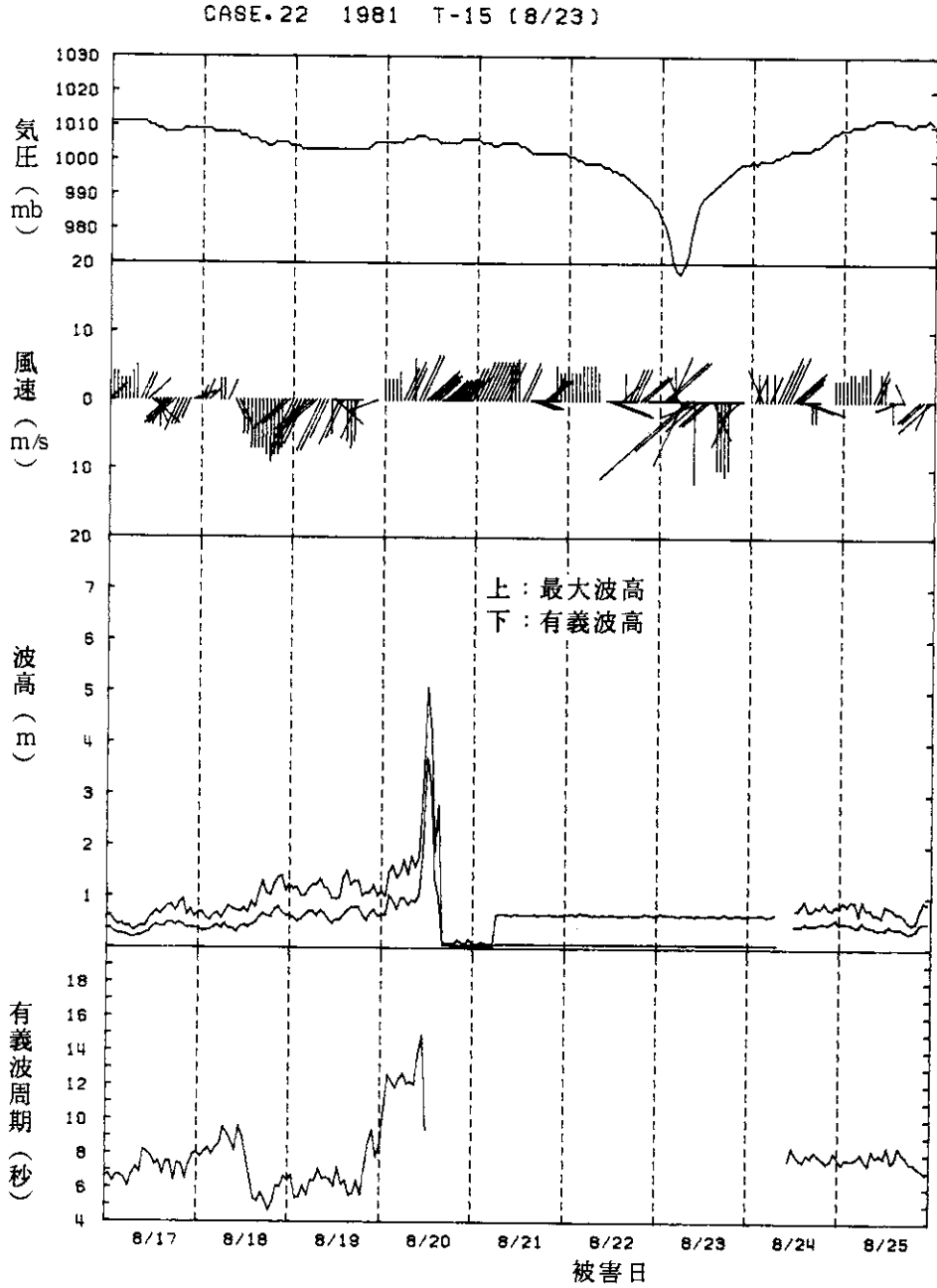




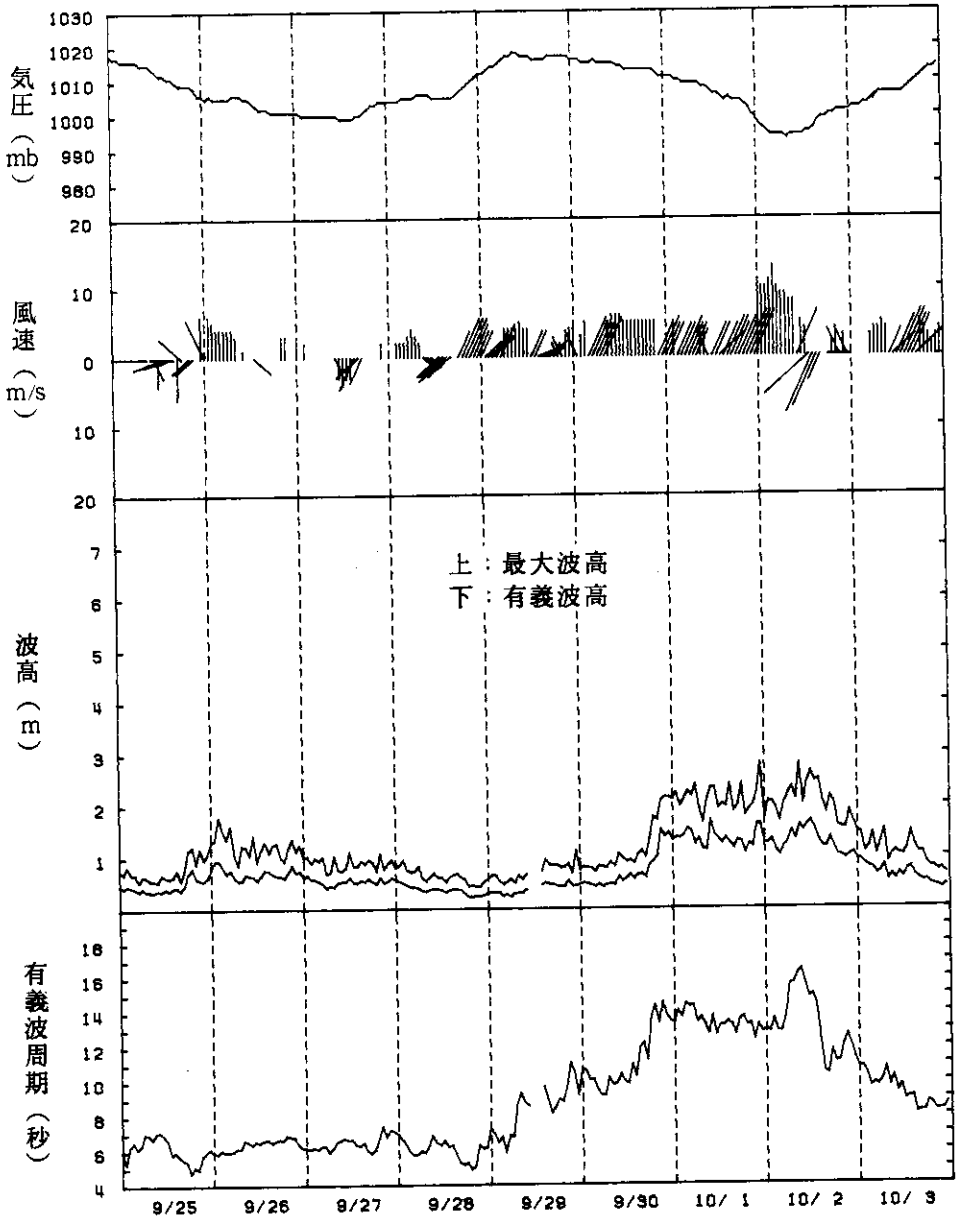
CASE. 21 1981 L (4/20)



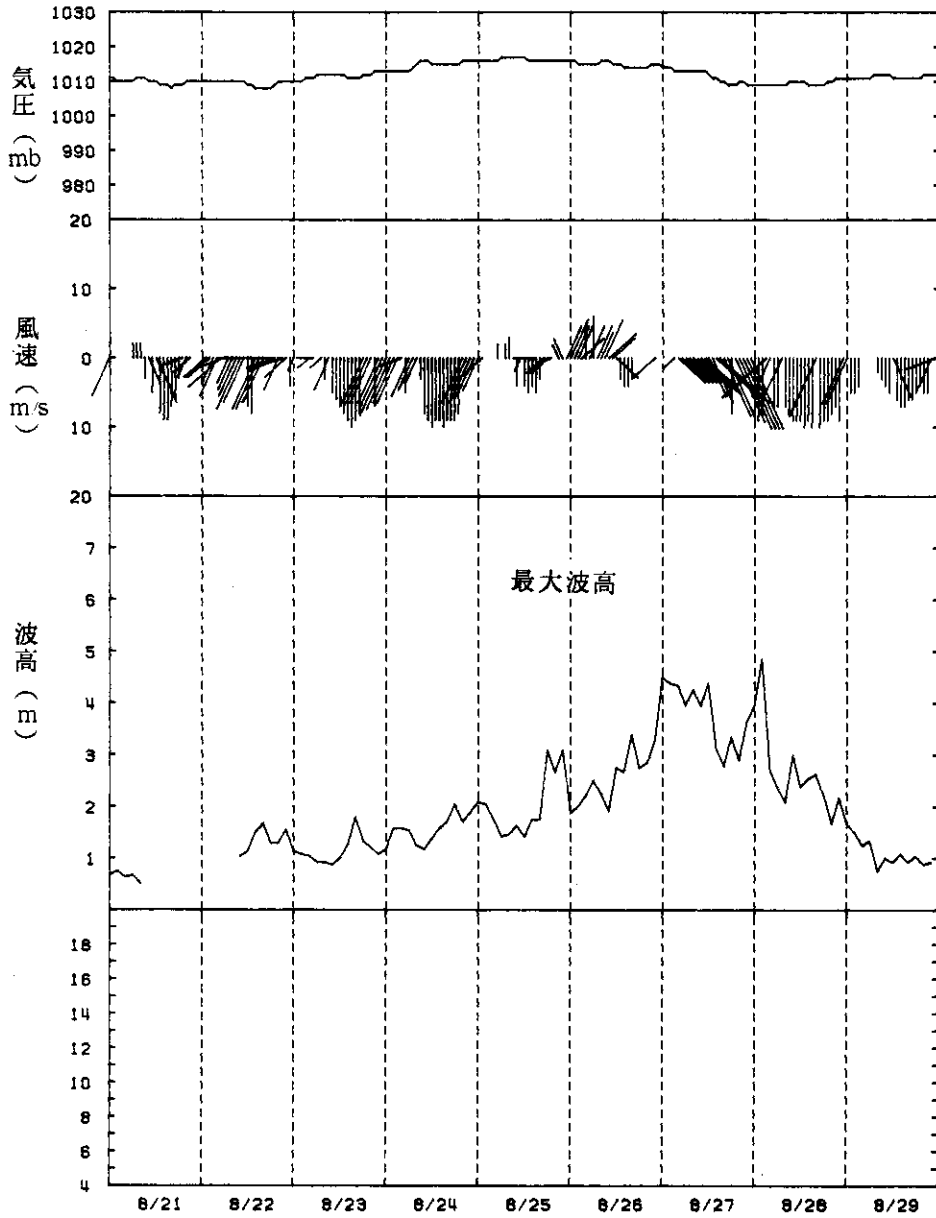
台風による定置網被害時の波浪特性 I—徳田他



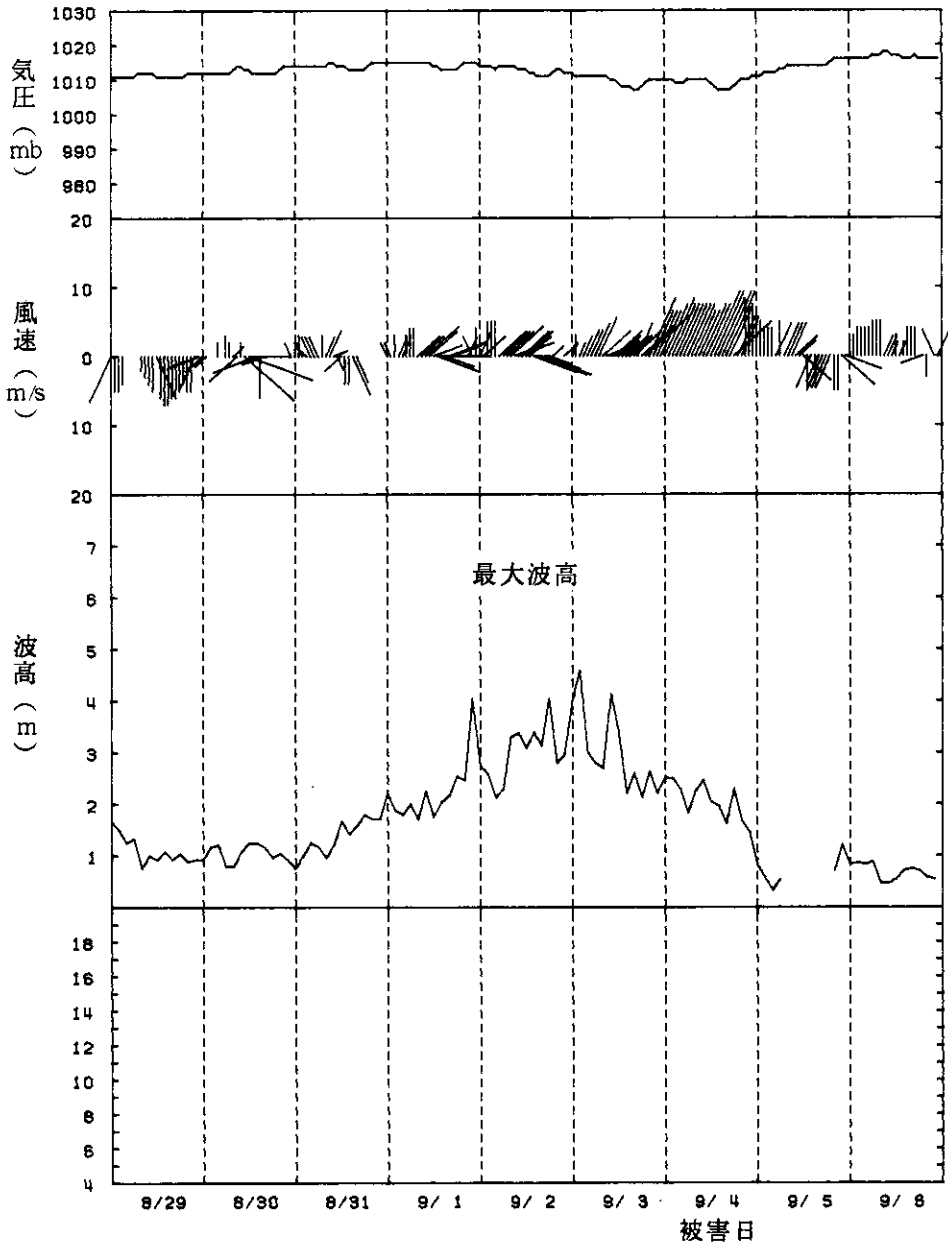
CASE. 23 1981 T-22 (10/1)

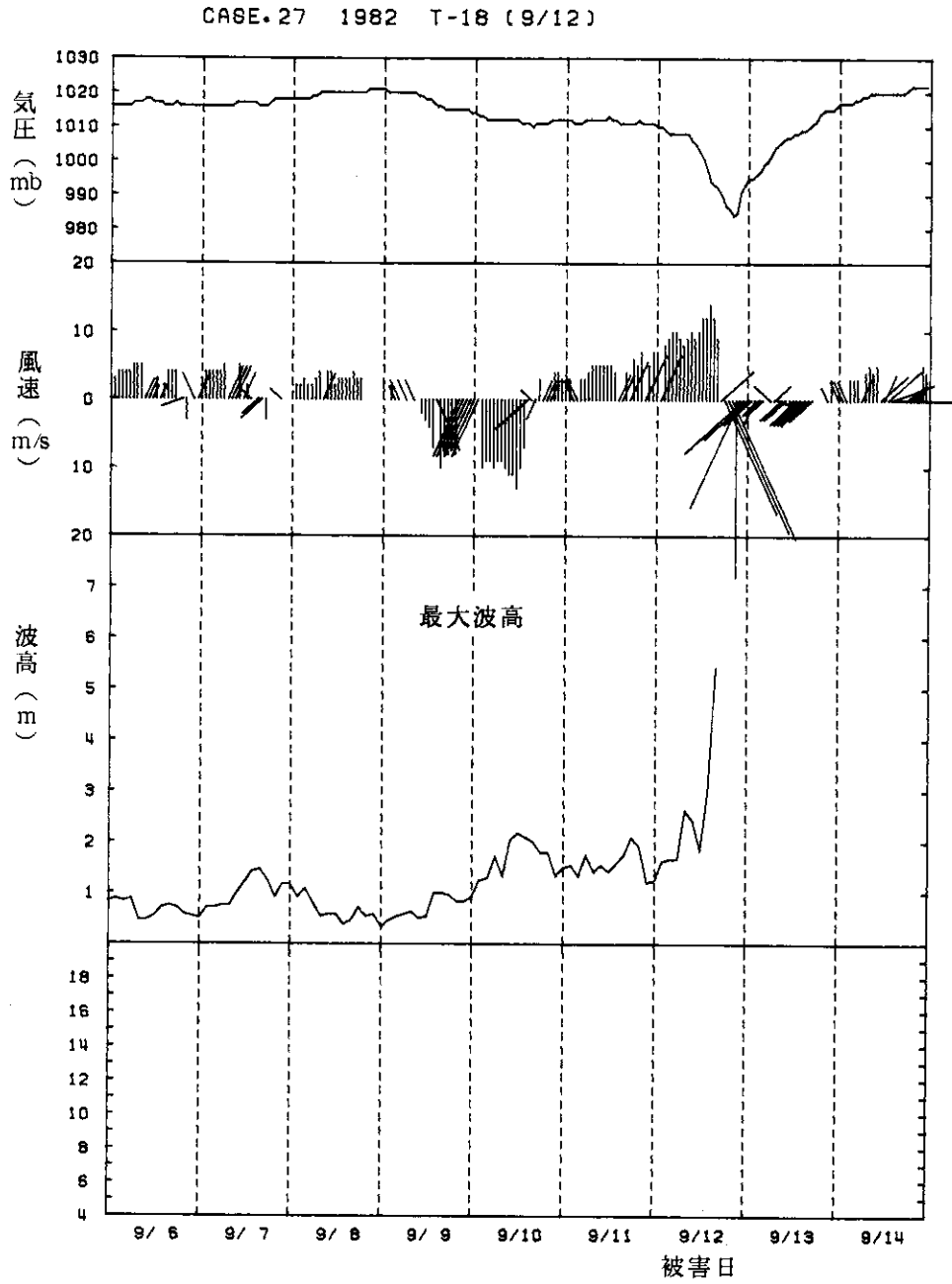


CASE. 25 1982 T-13 (8/27)

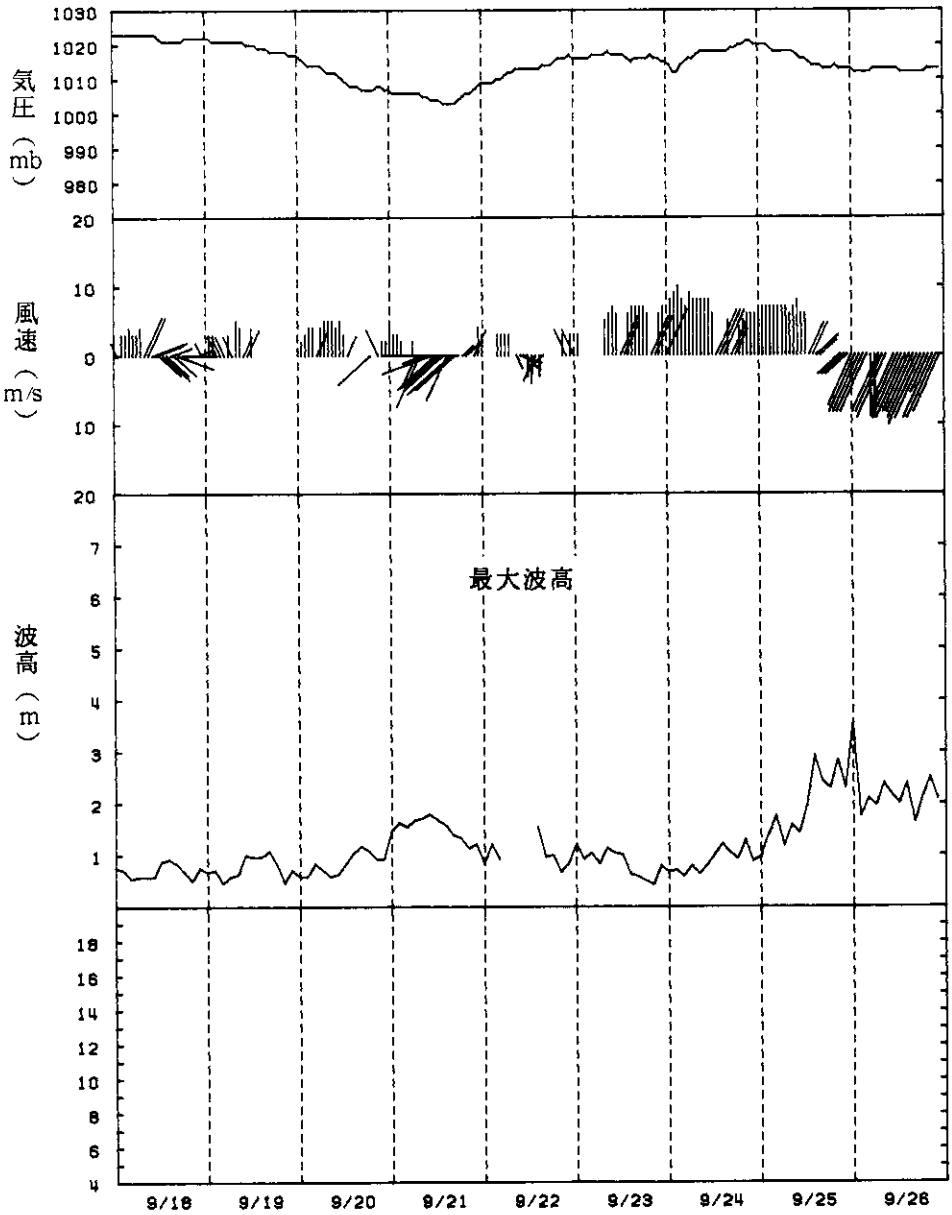


CASE. 26 1982 T-15 (9/4)





CASE-28 1982 T-19 (9/24)



台風による定置網被害時の波浪特性 I - 徳田他

