

## 台風6626号による山地および海岸災害に関する研究

### 目 次

まえがき .....	1
(A) 昭和41年台風26号による山地災害の特性について .....	西川 泰 .. 3
(B) 台風6626号による駿河湾沿岸災害の調査について .....	有賀世治・水谷武司 .. 19

### REVIEW OF RESEARCH FOR DISASTER PREVENTION No. 13

STUDIES ON DISASTERS IN MOUNTAINOUS AND COASTAL AREAS,  
CAUSED BY TYPHOON IDA (No. 6626) IN SEPTEMBER 1966

### CONTENTS

Preface .....	1
(A) On the Characteristics of Mountainous Disasters	
Caused by the Typhoon No. 26 of 1966 .....	Y. Nishikawa ... 3
(B) On the Investigation of the Disasters in a Coastal Area of	
Suruga Bay, Caused by Typhoon No. 6626	
.....	T. Ariga and T. Mizutani ... 19



## 台風6626号による山地および海岸災害に関する研究

Studies on Disasters in Mountainous and Coastal Areas,  
Caused by Typhoon Ida(No. 6626) in September 1966

### Preface

The present paper deals with the disasters which occurred on 25 September 1966 from the typhoon No. 26, namely with the mountainous disaster in Yamanashi Prefecture and with the coastal disaster of Suruga Bay in Shizuoka Prefecture. Immediately after the disasters, aerophotographs were taken, situations of the disasters were investigated, relevant materials were collected, and then some considerations were executed.

The present paper consists of two parts: (A) mountainous disaster and (B) coastal disaster.

### ま　え　が　き

この研究は、昭和41年(1966年)9月25日に台風26号によって発生した山梨県および静岡県下の山地崩壊災害および静岡県下駿河湾沿岸の海岸災害について、緊急に空中写真撮影などを行なって災害の状況を調査し、関係資料を収集して、災害の発生などについて若干考察したものである。本研究論文は、(A) 山地災害、(B) 海岸災害の2部とする。



627:551.3:551.515.2 (521.51+521.61)

## (A) 昭和41年台風26号による山地災害の特性について

西 川 泰

国立防災科学技術センター第1研究部

### (A) On the Characteristics of Mountainous Disasters Caused by the Typhoon No. 26 of 1966 By Yasushi Nishikawa

*National Research Center for Disaster Prevention, Tokyo*

#### *Abstract*

Real states of the landslides, which occurred on the occasion of Typhoon No. 26 of 1966 mainly in the prefectures of Yamanashi and Shizuoka, indicate the characteristics corresponding to geological condition and precipitation quantity. The landslide which occurred on the north side of the lake Saiko has the closest relation to rainfall, but other landslides at other places are, though their occurrence was accompanied by rainfall as a moment, related to the geological structure more deeply than to the rainfall.

On the north side of the lake Saiko, the streams of earth and stone from landslide were not always large-scale, but they delivered a heavy blow at villages standing from of old. And this fact seems to show the limits of the efficiency of artificial preventive works, such as sand arrestation dams and altered river routes, and to give a key for clarifying the mechanism of expiration of the effective period of protective power against mountainous disasters.

#### 概 要

昭和41年台風26号の際に、山梨県、静岡県を中心とした山くずれの形態は、地質条件ならびに雨量条件に対応した特徴を示している。西湖北側に発生した山くずれは雨量との関係が最も深く、その他の地域の山くずれは降雨が契機となっているが地質構造との関係が深い。西湖北側において、山くずれによる土石流の規模が必ずしも大きくなかったが、古くから開けていた集落に大打撃を与えたことは、砂防ダムの効能の変化、河川流路の改変など人為的な防災事業の限界を示したものと思われ、また、山地災害における免

疫期間の切れる機構を解明するかぎを与えているものである。

### 1. はしがき

昭和41年9月25日を中心とする台風26号は静岡、山梨両県から関東地方の各県に甚大な被害をもたらしたものであるが、これら災害のなかで山梨県足和田村の根場、西湖両部落に発生した災害は、土石流が家屋を倒壊埋没せしめ93名に及ぶ多数の死者をだしたことで特異なものといえる。この種の災害に関する調査、研究にあたっては災害をもたらす直接原因となつた降雨や山崩れ、土石流などの状況を明らかにしておく必要がある。この調査研究は降雨状況には全くふれないで、もっぱら地表変動状況について行ない、そこにみられた特性にふれたものである。この報告に示す資料が土石流発現機構の解明のための基礎的資料となれば幸いであるが、現在のところ、今次土石流発生に至るまでの谷部における土石の堆積の推移を把握し得てないので、このことが土石流発現機構解明の重要な欠陥となっている。このような欠陥があるにしても、航空写真を利用することによって、山崩れ、土石流の概観的考察を試みることができた。特に、今次災害発生以前に足和田村地域を撮影した航空写真があり、災害の前後の変化を比較することができた。

### 2. 利用した基礎資料

足和田村をはじめ、その北側の芦川村、下九一色村の地表変動状況について現地踏査を行なつたのはもちろんであるが基礎的資料として次のものを挙げ得る。

#### (1) 地質図

地質調査所発行になる、縮尺5万分の1の甲府図幅である。西湖北岸及び芦川流域のように今次台風で山崩れ土石流の集中的に発生した地域は、ほとんどこの図幅に含まれている。

#### (2) 航空写真

昭和36年5月、すなわち今次災害以前に西湖、河口湖周辺を撮影したもの、および昭和41年12月、すなわち今次災害直後に撮影したもの2種がある。いづれもアジア航測株式会社が撮影したもので、前者の写真をモザイクしたが、足和田村付近のものを参考までに写真-1に示しておく。災害発生後の航空写真は縮尺2万分の1で、参考までに西湖北辺地域の写真2-1および写真2-2に示しておく。

### (3) 傾斜分布図

傾斜分布を直接図化したもので、上記の災害後航空写真について、地面傾斜測面図機（アジア航測株式会社が開発したもの）を使用して、地表面の傾斜を直接測定し、縮尺1万分の1に図化したもので、 $2^{\circ}$ 単位で等傾斜度線が描かれている。この図の部分を図1-1, 1-2, 1-3, 1-4に示しておく。

### (4) 新旧崩壊地分布図

今次災害以前と以後の航空写真によって、西湖北側から芦川村にわたる面積約 $33\text{ Km}^2$ の範囲にわたり、今次災害以前の山崩れの状況、以後の山崩れの状況を同一図面にプロットしたものである。本図の作成もアジア航測株式会社に依頼したものであるが、図化にあたっての要目を列記しておく。

ア. 図化はステレオプロッターA-8を用いて行なう。

イ. 図化縮尺は新旧とも $1:10,000$ とし、旧崩壊地図化は崩壊地のみ描画する。（注、新崩壊地の図化にあたっては土石流の分布範囲も示されている。）

ウ. 等高線の主曲線は $10\text{ m}$ で間曲線は $5\text{ m}$ である。

エ. 図化精度として、平面位置の較差は図上 $0.4\text{ mm}$ 以内とし、垂直較差は主曲線間隔の $\frac{1}{2}$ 以内とする。

オ. 崩壊地の範囲は特に正確に判読描画する。

カ. 地類界の描画にあたっては特に林相の区分に注意し、耕地、宅地、草生地、伐採跡地、広葉樹、針葉樹の区分を示す。

キ. 描画はスクライプ法で行なう。

新旧崩壊地分布図の部分図を図2-1, 2-2, 2-3, 2-4に示しておく。

利用した主な基礎的資料は以上であるが、この報告に掲載した写真や図の概略の位置を図-3に示しておく。

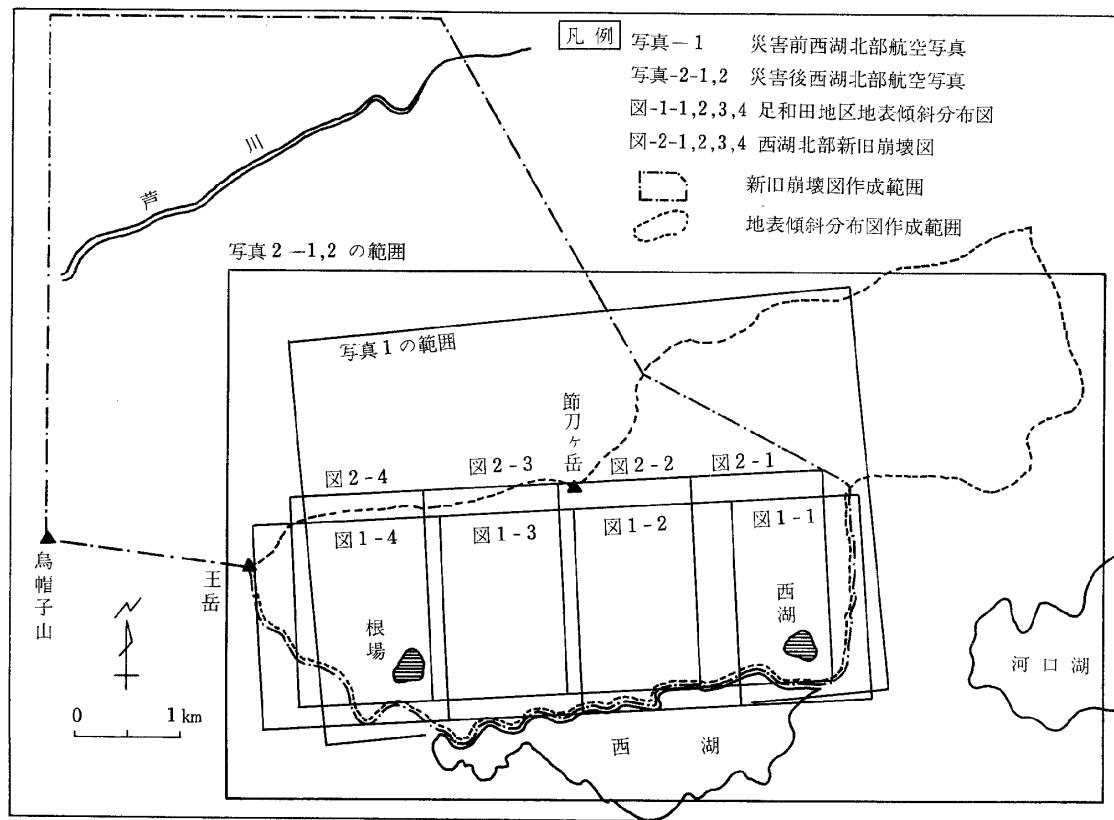


図-3 関連資料位置図

### 3. 地表変動にみられる諸特性

地表変動にみられる諸特性を述べる前に、足和田村周辺の地形・地質の概況にふれておく。本地域はいわゆる御坂層群に属するが、地質調査所発行の地質図によれば新第三系（中新世）の西八代層群とされ、地層はほぼ東西方向（若干東東北方向をもつ）で帶状に分布し、西湖の北側では、南方から芦川累層（玄武岩およびその碎屑岩類からなる。）、河口累層（凝灰岩、泥岩、玄武岩等からなる。）、芦川累層の玄武岩、石英閃緑岩類と分布している。西湖と芦川の分水界をなす尾根部一帯は河口累層が分布している。これらの地層の間に、各所に石英砂岩が貫入している。頗著な断層が発達し、各地層の露頭では節理、小断層など断裂系が多くみられ、破碎されている地層も多く、概して複雑な地質構造をもっているといえる。地

形は急傾斜のところが多く、陵線から西湖北岸の間の平均勾配は%弱で、陵線近くでは $40^{\circ} \sim 50^{\circ}$ の傾斜面が主で中腹部においても $30^{\circ} \sim 40^{\circ}$ の傾斜面が広く分布し、根場や西湖の部落は谷の口に開けた小面積の扇状地を開けているものである。

地表変動に関して特徴のある傾向として次の各事項を指摘することができる。

(1) 山崩れの形態は、平面的には樹枝状をなし、陵線からやや下ったところを起点として谷に向って縦ではいたように細長い帯状を示すのが大部分である。スプーンで小規模にえぐったような形状を持っているのは数ヶ所散在してみられるにすぎない。

(2) 新旧いづれの山崩れも、その分布をみると山崩れの分布密度の特に高いところと、山崩れのまれにみられるに過ぎないところとを、相当明瞭

に区分することができる。分布密度の高い地域は、東側線は西湖東端、西側線は西湖西端からやや西寄り、南側線は西湖北岸；北側線は芦川左岸側傾斜面で陵線から約1km北寄りの矩形で囲まれた範囲である。この範囲外では急に山崩れが少なくなる。この傾向が今次災害以前においてもみられることは注意すべきであろう。

(3) 新規に発生した山崩れは、旧山崩れを拡大するか分岐するかによって、すなわち旧山崩れから派生したか、細胞分裂でもしたかのように発生したものが大部分であって、従来山崩れの階無であったような斜面に新しく発生したものは比較的少ない。例えば、西湖部落に災害をもたらした三沢川では、樹枝状山崩れの幹線は10条程あるが、新規に幹線たり得たのは小規模なのが1条あるのみである。

(4) 山崩れの分布と地質との関係は若干認めることができる。河口累層の中に山崩れの発生が特に多くみられ、芦川累層の玄武岩帯でやや少なく、石英玢岩帯ではさらに少ない。この傾向は岩体のもつてゐるどの性質と関連が深いとはまだ不明である。

(5) 土石流が扇状地にどの範囲に氾らんしたかは、この調査研究で最も重要なところと思われるが、西湖北辺の各扇状地（東から西湖部落、桑留尾川、根場部落と三大別され、根場部落の扇状地は東から東の入川、中の沢、西の入川の三河川で複合されている。）での航空写真をみると意外に小面積に止まっている。西湖にまで達した新土石流はなく、いづれも谷の出口からいくらかはみだしたとみなせる程度である。さらに詳細にみると、西湖部落のが最も小規模であり、桑留尾川がやや規模が大きく、西の入川がこれに次いでいる。砂防ダムでの堆砂の関係があるのでもっと検討をするが、今回の新土石流の広がった面積は、その谷の流域面積と関係があるようである。流域面積の広さに応じて、扇頂部での土石流が広がっているといえる。

(6) 山崩れは斜面勾配が45°～50°のところに多発しているといえる。傾斜分布図をみてもわかるとおり西湖北側の斜面は30°から60°の勾配をもつた各面からなるが、これらのなかでの山崩れ分布密度に上記の傾向がみられる。

(7) 山崩れ分布と植生の関係は特に深いとみえないが、樹木の少ない、カン木でおおわれたか裸

地をなしている斜面により多く山崩れが発生している傾向があるのではないだろうか。

#### 4. 地表変動からみた今次災害の考察

地表変動の立場からみて、今次災害の発生に二つの特徴を指摘しておきたい。第1の特徴は、地表変動として必ずしも規模が大きくはない土石流によって甚大な被害を生じたことである。桑留尾川は最も規模の大きい土石流であったが、そこに部落がなかったので田畠の埋没被害に終っている。最も、人身被害の多かった根場と西湖部落で、決定的な被害をもたらしたのは、根場部落では中ノ沢であり、西湖部落では三沢川であり、西湖北岸の五河川のなかで規模のより小さい土石流によつてである。また、山崩れの直撃による人身被害はほとんどみられなかつたことも注意しておくべきである。

第2の特徴としては、当地区が二百有余年の長い間災害らしい災害の経験がないところに突如として土石流が部落を襲つたことである。このことは谷間に堆積した土砂が、いかなる条件を持つたとき移動を初めるか科学的な解明を要求するものである。今のような豪雨は、過去200年の間に何回かはあったと思われる。にもかかわらず、今回久方ぶりに災害の発生したのは、緩慢ではあるが長年にわたって谷間に堆積し続けた土砂が、堆積の耐えうる限界点を超える時機に至つていたことを推定させる。今次豪雨による新規崩落土砂が人家を襲つた土石流の構成要素としてどの程度の役割を持っていたか必ずしも明らかでない。また、砂防ダムが今のべた堆積限界の発生時機を遅らせることは確かにあろうが、いつまでも遅らせることはできないし、一たん調和が破れたときより大きい被害をもたらすことも考えられる。いづれにしろ、今次足和田村の災害は、土石流による災害発生に重要な問題を投げかけたものであり、今後の解明にまつところが多いといえる。

#### 5. む す び

この報告は、山地災害研究の一資料を提供することを主目的としたもので、土石流の発生機構解明には道遠く、また各種の特性についても定量的表現にまで至っていないこともことわっておく。この報告の基になった資料は、科学技術庁計上の特別研究促進調整費によるもので、航空写真、その各種の図化などはアジア航測株式会社に依頼して行なわれたものであることを付記しておく。



写真1 災害前西湖北部航空写真

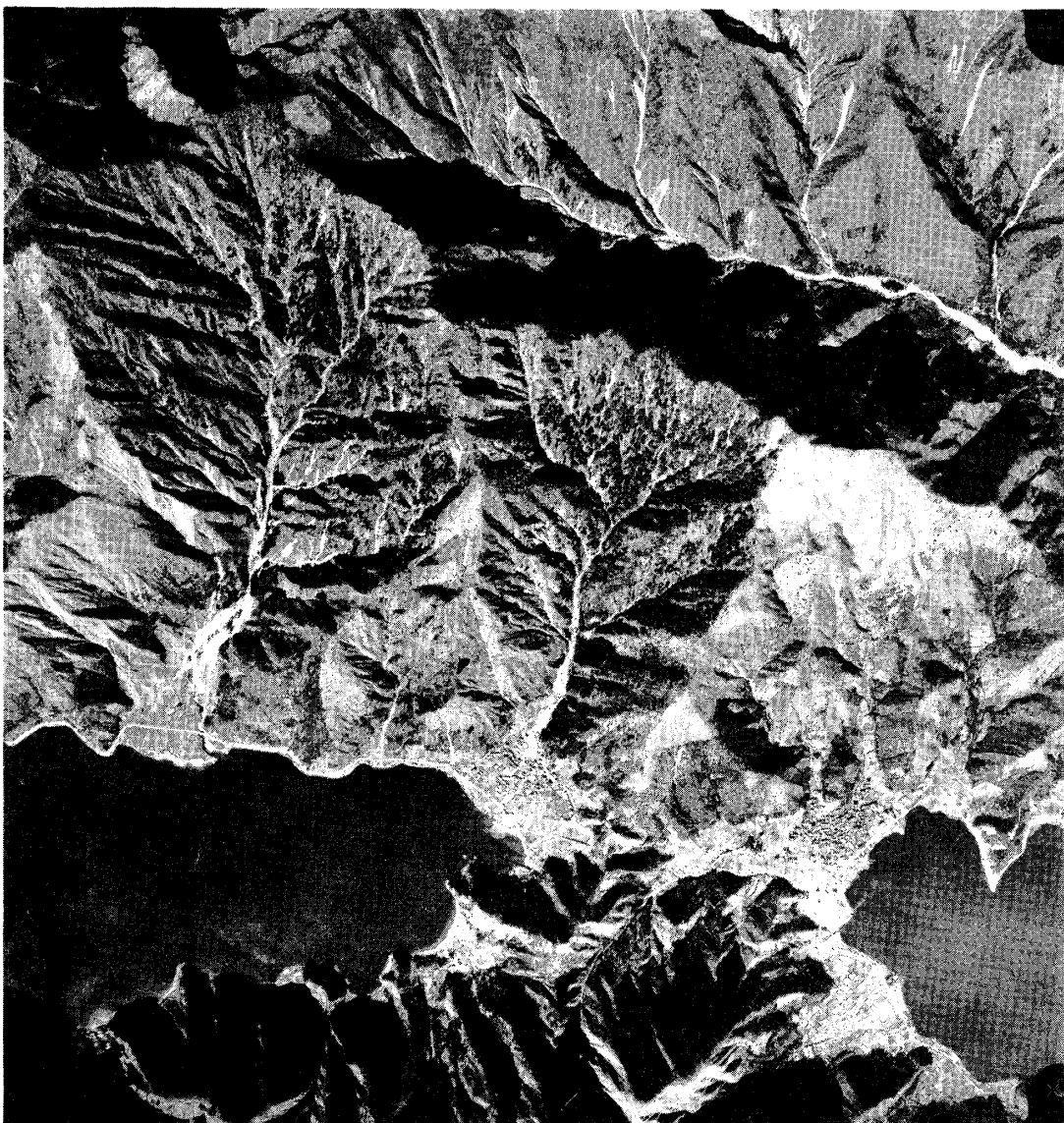


写真2-1 災害後西湖北部航空写真



写真2-2 災害後西湖北部航空写真

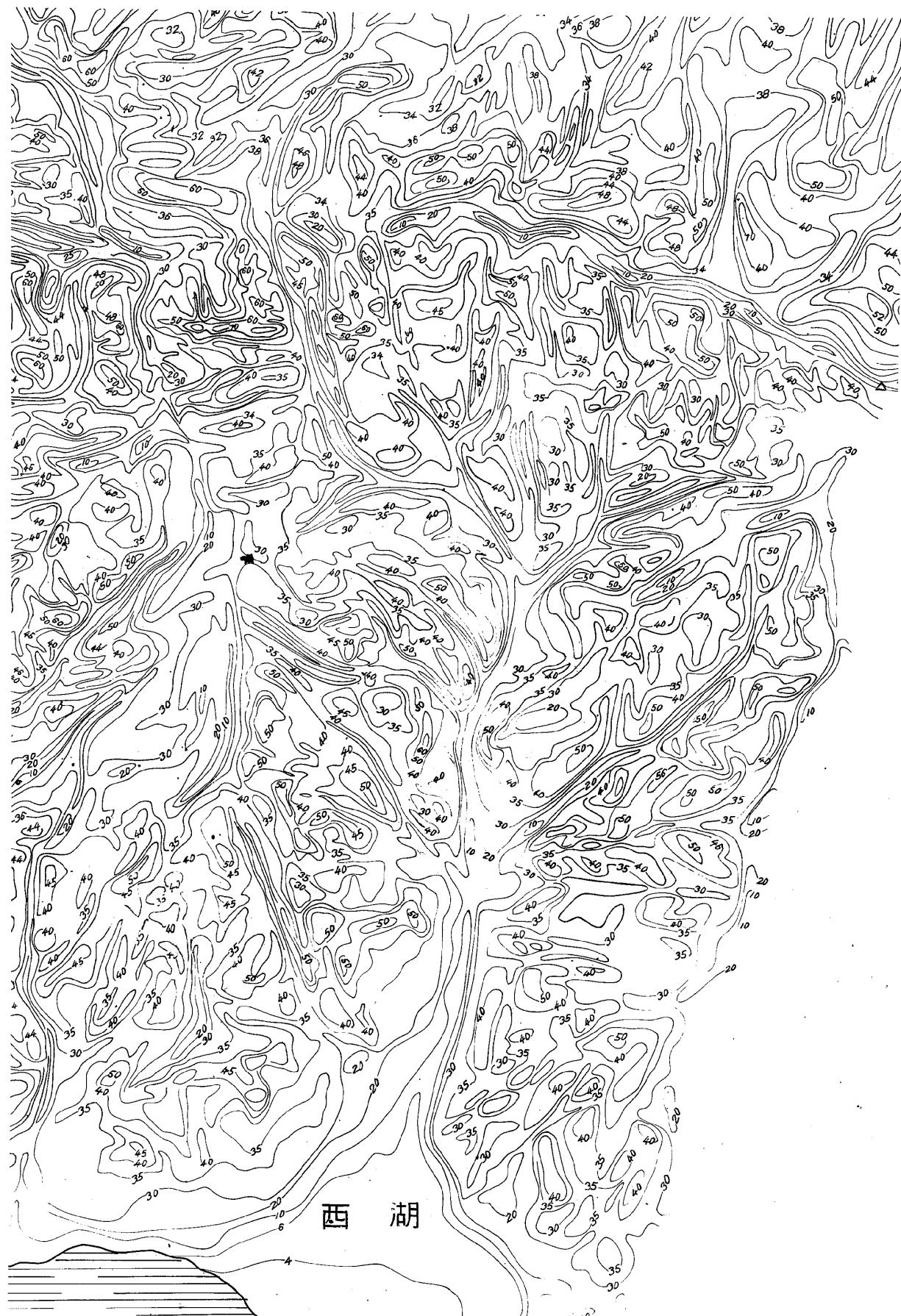


図1-1 足和田地区地表傾斜分布図

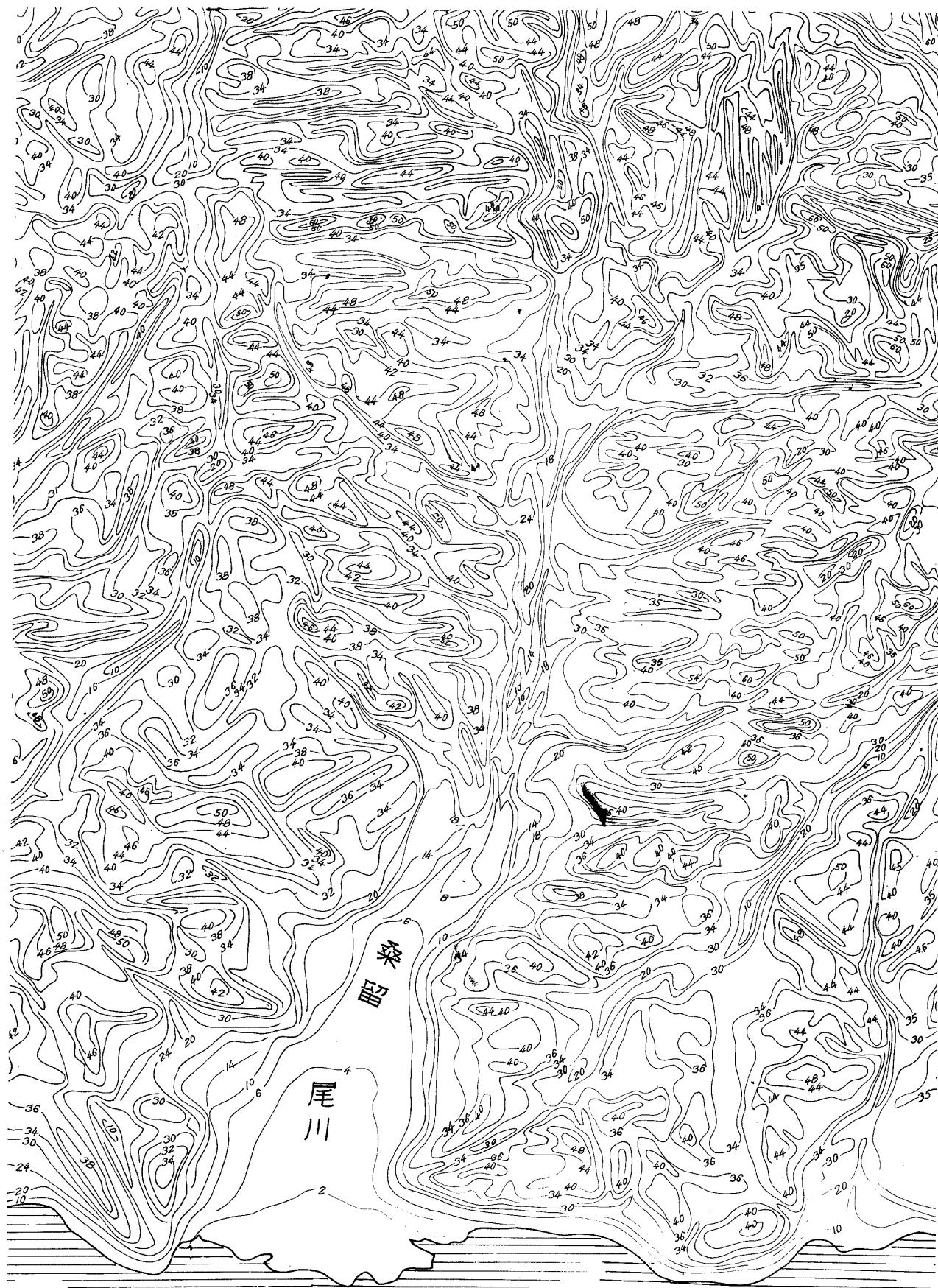


図1-2 足和田地区地表傾斜分布図



図1-3 足和田地区地表傾斜分布図

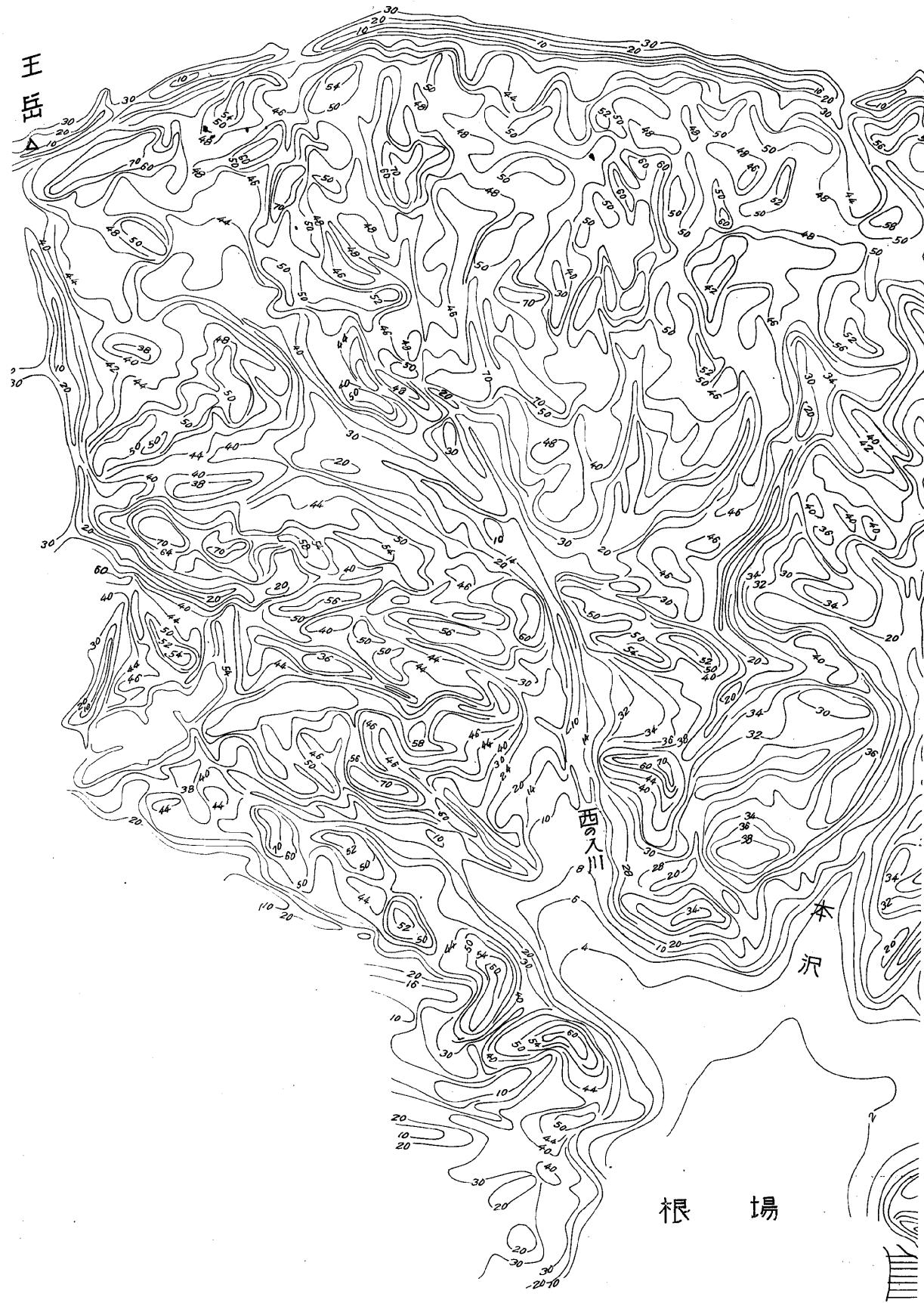


図 1-4 足和田地区地表傾斜分布図

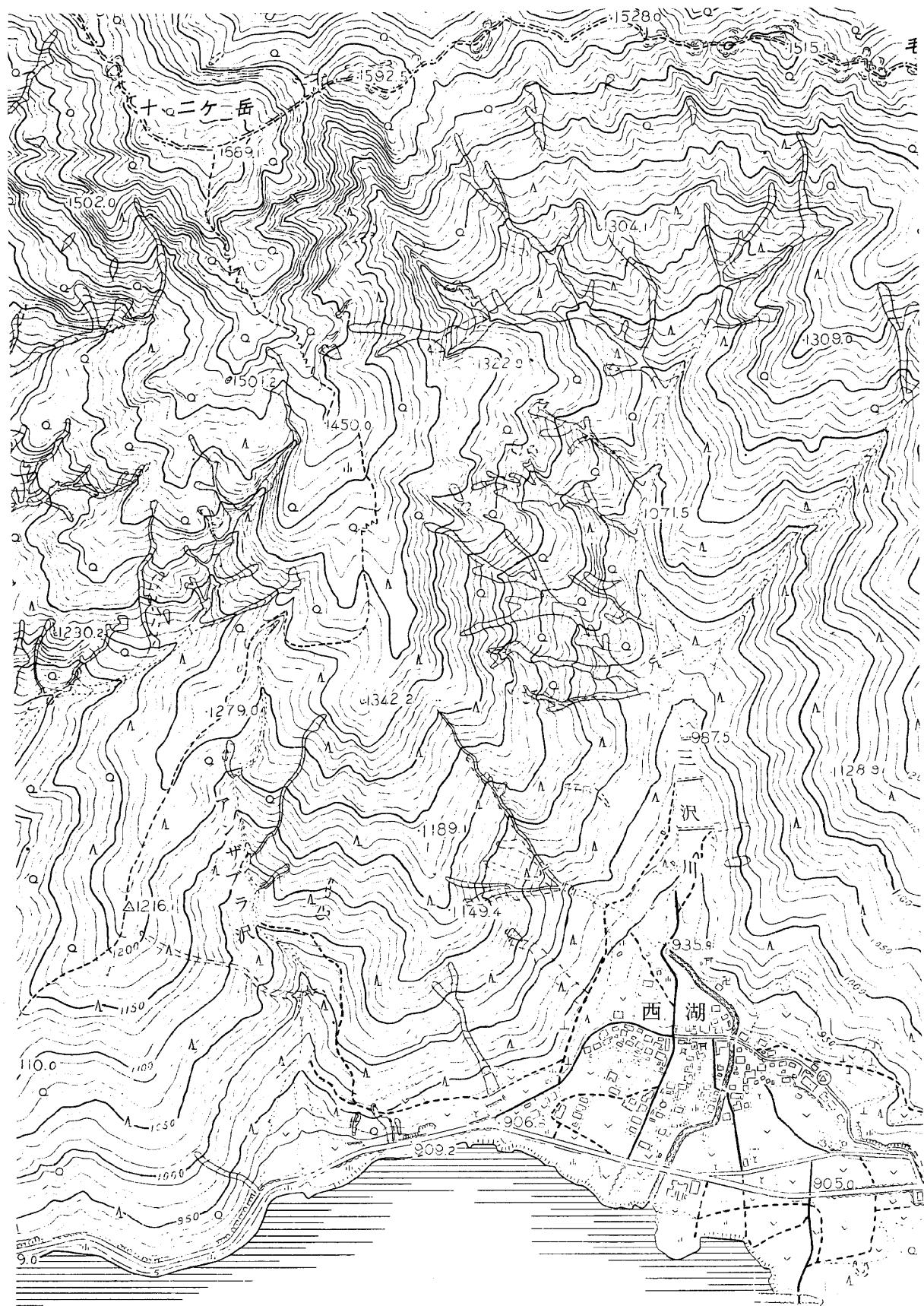


図2-1 西湖北部新旧崩壊図

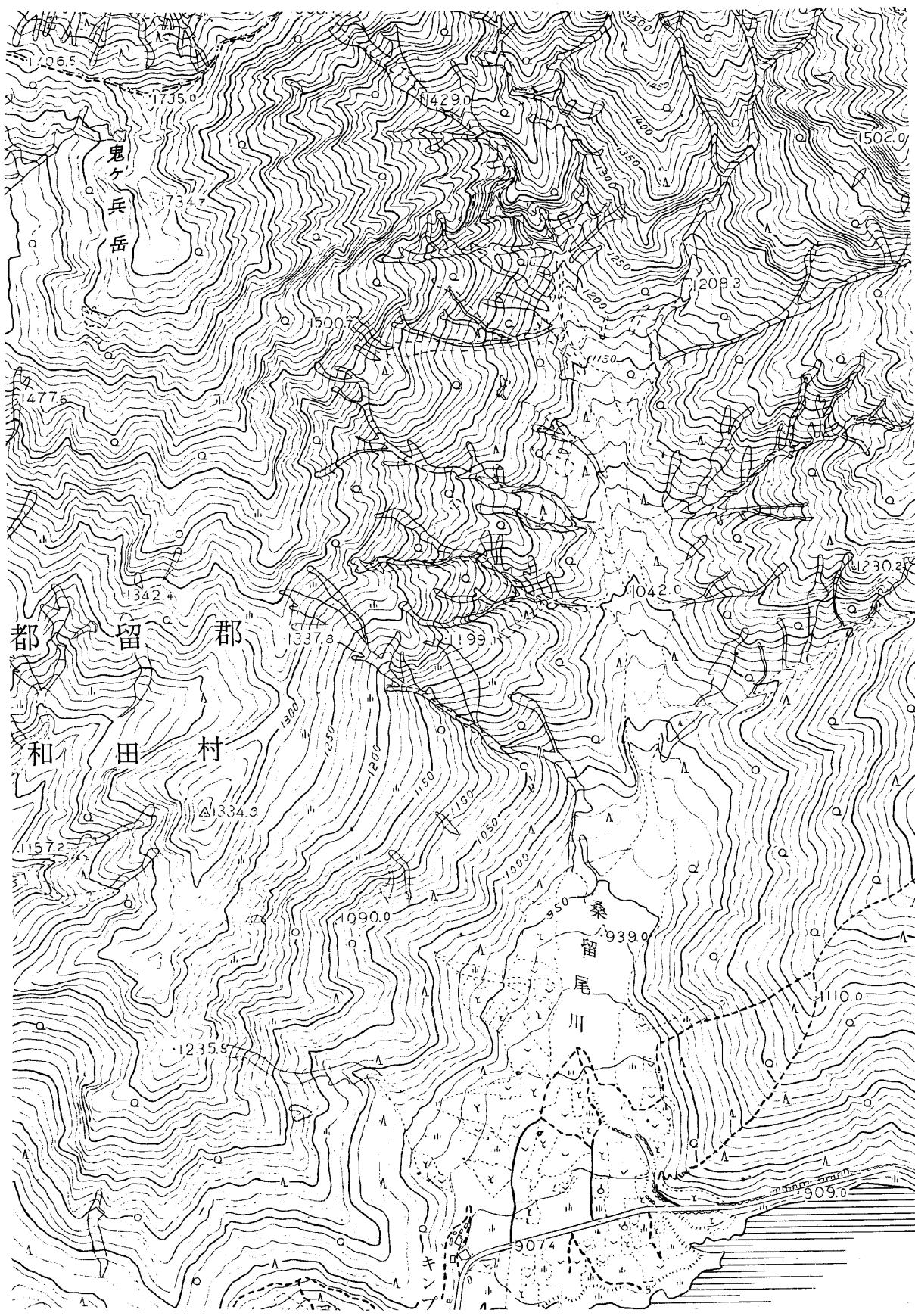


図 2-2 西湖北部新旧崩壊図

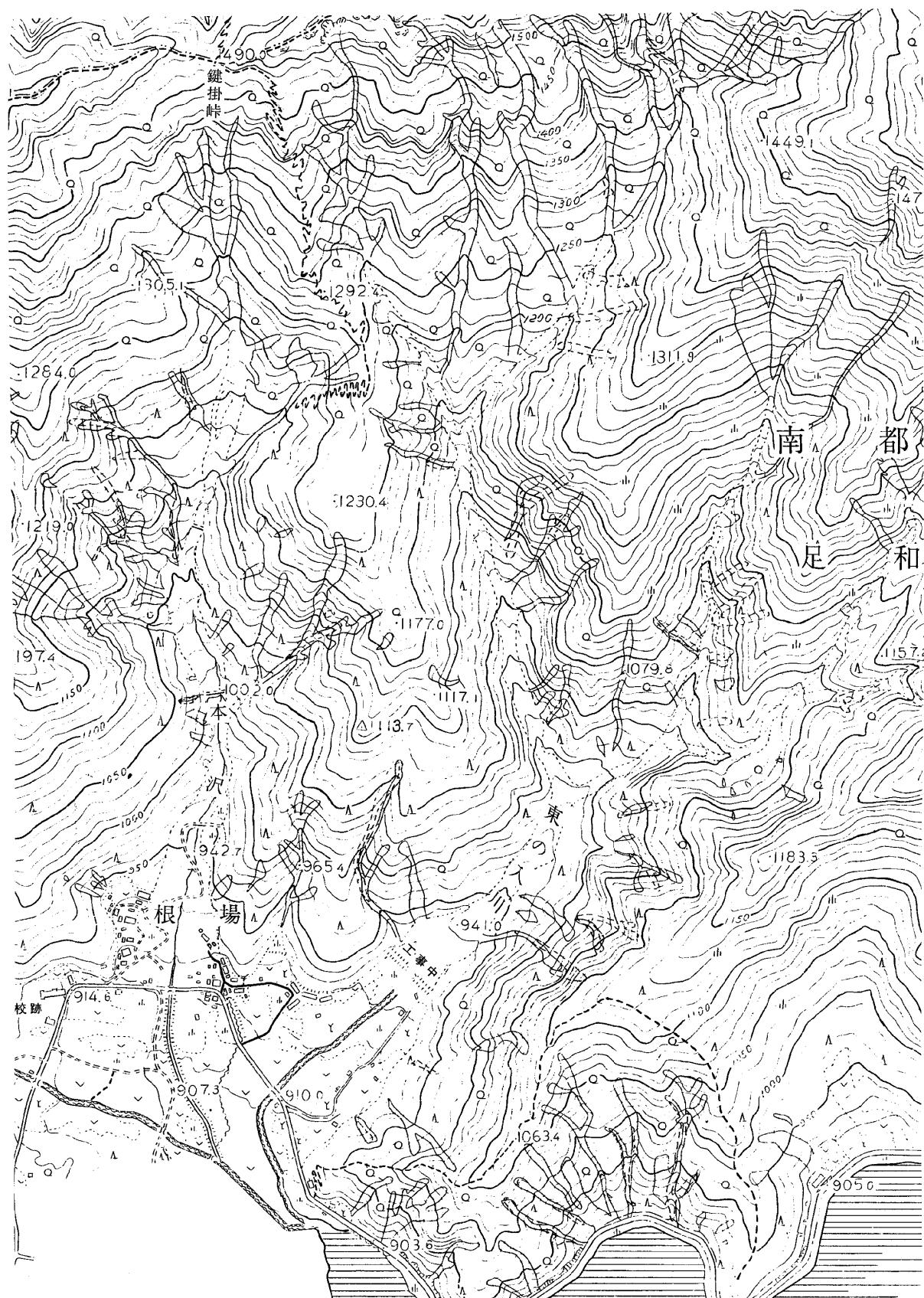


図2-3 西湖北部新旧崩壊図

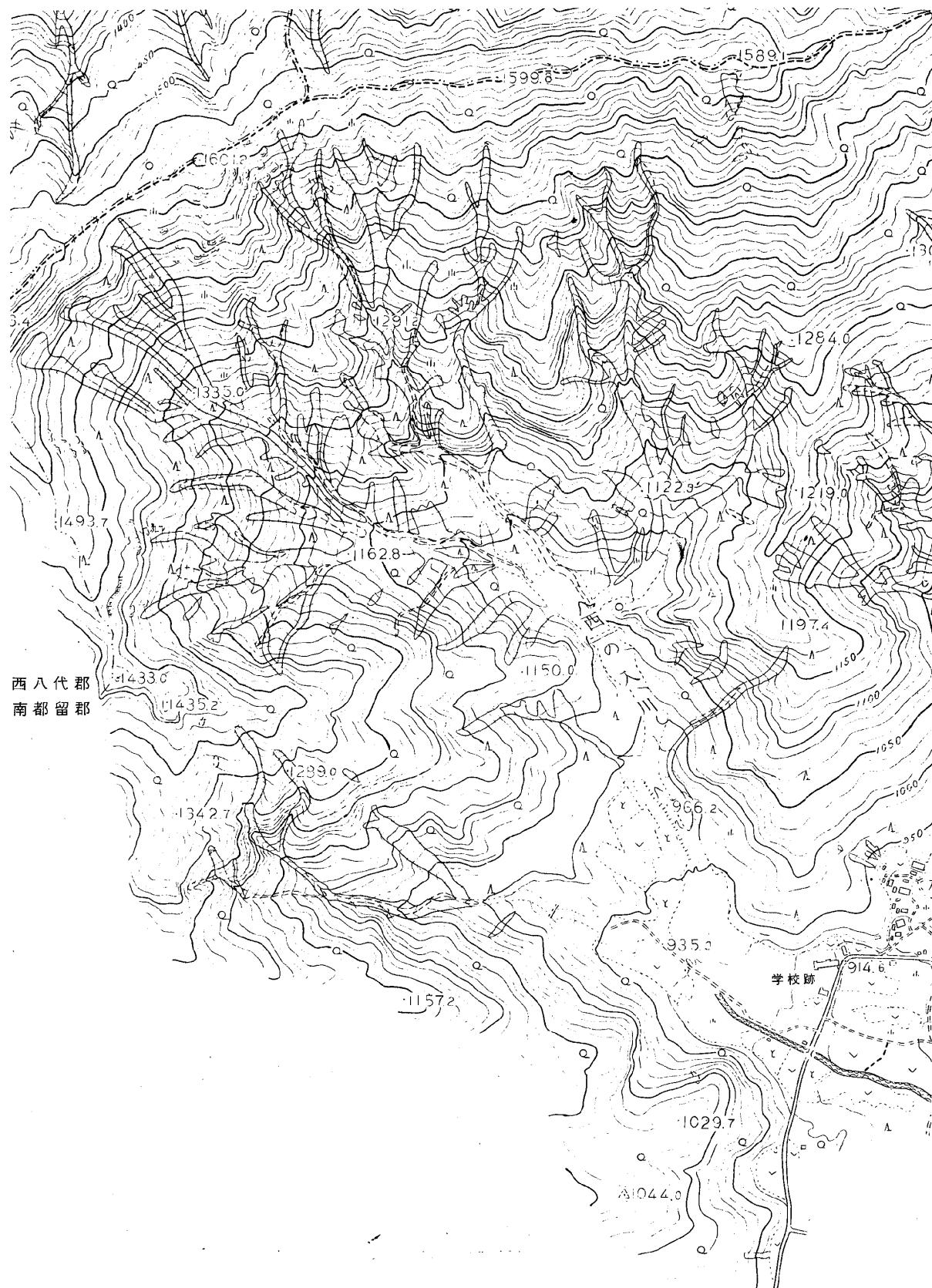


図2-4 西湖北部新旧崩壊図



627.5/.6:551.466:551.515.2(521.61)

## (B) 台風6626号による駿河湾沿岸災害の調査について

有賀世治・水谷武司

国立防災科学技術センター第1研究部

### (B) On the Investigation of the Disasters in a Coastal Area of Suruga Bay, Caused by Typhoon No. 6626

By

Toshiji Ariga and Takeshi Mizutani

National Research Center for Disaster Prevention, Tokyo

#### Abstract

On 25 September 1966 the typhoon No.6626 of medium size advanced northward at high speed, landed at Cape Omaezaki, continued to go northward, and caused in Suruga Bay extraordinarily high waves which dashed against the innermost coastal area of the bay. As this area with the cities of Yoshiwara and Fuji as its center faces the deep sea of ocean, the waves in this area were so high that an overflow of sea water into the land occurred and destroyed coastal banks and sea walls for a considerable length of extension, causing a great deal of unexpected damage to private houses on the hinterland. This fact gave us many suggestions in regard to the way that the protection of oceanic coast of our country should be, and to the estimation of long-period waves. Immediately after the disaster, the National Research Center for Disaster Prevention held conference with the research organs concerned, and in compliance with their requests the center took precise aerophotographs (colored and panchromatic) of the damaged coastal places and schematized them, conducted the surveys of the water's edge line of beach and of the depth and shallowness, and besides, the data concerning coastal topography, weather and damage were collected, and the data were utilized for the promotion of the works of restoration and improvement of coastal embankment by the Ministries of Construction, Transportation, and Agriculture and Forestry, which the data were partially analyzed. In the present report, there are described an outlook of the coastal damage, topographical states before and after the disaster, conditions of the overflow in particular, and next, as for the singular change of tidal level and the waves at the innermost places of the bay, arrangements and analyses are done on the basis of the observed data of the organs concerned, and some opinions are expressed in regard to the plan of coastal maintenance. In addition, though it may be a belated effort after the fact, here are briefly presented also the results of data analyses and model experiments conducted by the research organs of the Ministries of Construction and Transportation.

## 概 要

1966年9月25日、中型台風26号は高速で北上、御前崎に上陸し、北進したが、深海に面する駿河湾沿岸一帯にまれにみる高波を生ぜしめた。これによって湾奥部の吉原、富士海岸の海岸堤防を中心に全面的な越流が起り、かなりの延長にわたり堤防および護岸が破壊し、背後地の民家などに予期しがたい多くの被害を与えた。そしてわが国の外洋性海岸の防護のあり方について、また、周期の長い波浪の見積りについて、示唆するところが多かった。国立防災科学技術センターでは、災害直後、関係研究機関と協議し、その要望にこたえて、被災海岸一帯にわたり、精密な航空写真（カラーおよびパンクロ）を撮影し図化し、また、海浜の汀線および深浅測量を実施するほか、海岸地形、気象、被災状況に関する資料を収集し、一部解析を行ないつつ、建設、運輸、農林各省の海岸堤防復旧もしくは改良事業の推進に役立たしめた。本文は海岸災害の概況、災害前後の地形変化、特に越波の状況を記述し、次いで湾奥の特異な潮位変化と波浪について、関係機関の観測資料を基にして整理し、海岸保全計画について若干の意見を述べたものである。さらに事後ではあるが、建設、運輸両省の研究機関の行なった資料分析の成果と、模型実験の成果について比較することとした。

## 目 次

1. 気象と災害の一般状況.....	1 9
1.1 台風及び気象の概況.....	1 9
1.2 災害の一般状況.....	2 2
1.3 沿岸過程と過去の災害.....	2 5
2. 空中写真及び地上測量による	
災害の解析.....	2 7
2.1 空中写真の撮影及び	
地上測量について.....	2 7
2.2 空中写真による海岸災害の解析.....	2 7
3. 駿河湾における潮位と	
波についての考察.....	3 2
3.1 潮 位.....	3 2
3.2 波 浪.....	3 2
3.3 建設省土木研究所の模型実験.....	3 8
3.4 運輸省港湾技術研究所の模型実験.....	3 9
4. 今後の問題に関する所見.....	4 6

### 1. 気象と災害の一般状況

#### 1.1 台風及び気象の概況

台風6626号は昭和41年9月22日21時頃サイパン島の北東350kmの海上で熱帯性低気圧から台風となり、西北に進み発達し、24日3時頃より北進に変じ、同日15時頃に勢力は最も強まった。このときの中心気圧は960mb、中心付近の最大風速は35m/sec、風速25m/secの暴風半径は約200km、風速15m/secの強風半径は約500kmとなつた。台風の強さは“並み”であり、大きさは“中型”であった。その後勢力をゆるめず、時速60～70kmの高速で北上し、25日0時に御前崎に上陸し、山地にぶち当り、若干衰弱し、甲府、若松を経て9時頃に三陸沖に抜けた。この台風の特徴は発生から上陸まで僅かに2

日半の高速性と、上陸24時間前からほぼ北進の一途をたどり、駿河湾を中心とした本州中部南岸に発達した風浪を間断なく送り込んだ点にある。

次に主要地点の風向、風速、気圧の変化を示すと表-1.1のとおりである。これによると駿河湾沿岸で南成分の風が吹き出したのは24日夜半であって、このときすでに湾奥田子の浦では高浪が押しよせ、T.P.+15mの高い海岸堤防に越流を見ている。潮位の上昇の関係も多少利くわけであるが、大勢を支配するものではなく、台風の発生域で発達した風浪がうねりとなって、深さ1000mの深海をエネルギーの減耗が少なく、駿河湾に進入し、これに湾の副振動の影響も加わって、異常な高波の遡上をもたらしたものと考えられる。

（図-1.3 駿河湾一般図）

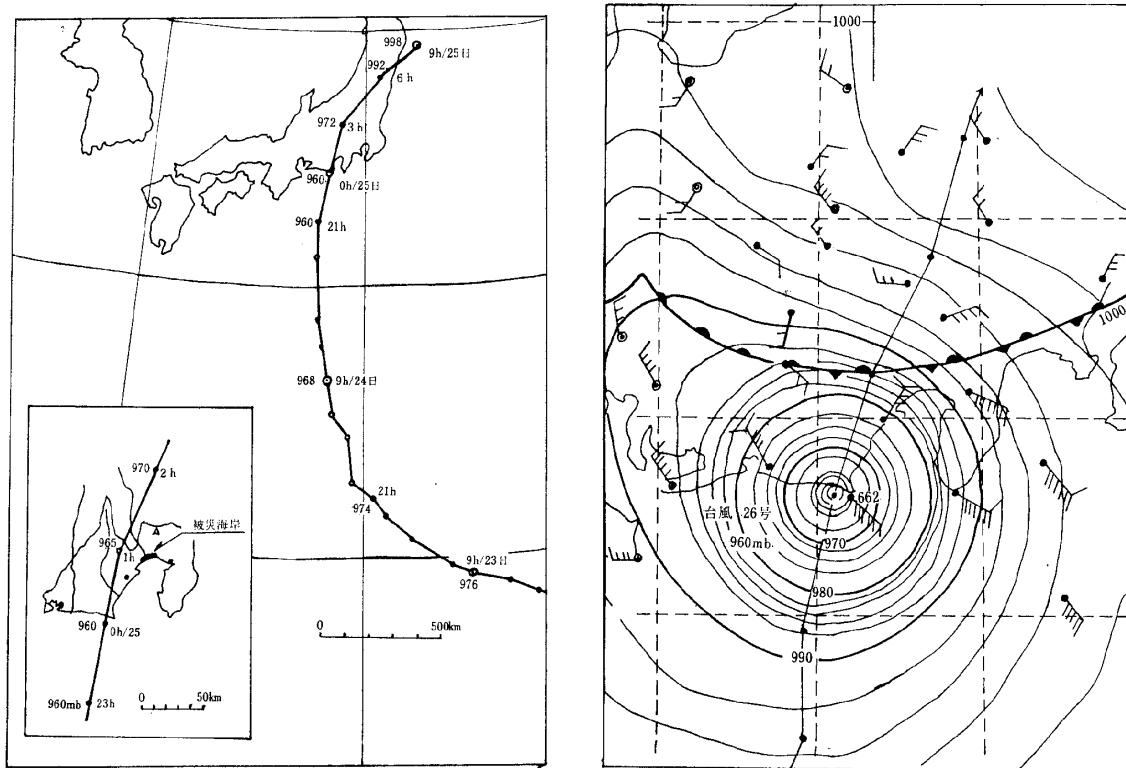


図-1.1 6626号台風の経路図

図-1.2 6626号台風時天気図例

1966年9月25日00時

表-1.1 6626号台風時各地の気圧と風

時刻 年月日時	台風中心位置		台風中心示度 mb	田子の浦			長津呂			御前崎		
	北緯	東経		気圧 mb	風向	風速 m/s	気圧 mb	風向	風速 m/s	気圧 mb	風向	風速 m/s
'66.9.24.20 21 22 23 25. 0 1 2 3 4 5	32°1'0' 32°5'0' 33°2'5' 33°5'5' 34°3'5' 35°1'0' 35°5'0' 36°2'5' 37°0'5' 37°4'0'	137°4'0' 137°4'0' 137°5'5' 137°5'5' 138°0'5' 138°2'0' 138°4'0' 138°5'5' 139°1'0' 139°5'0'	960 960 960 960 960 (976.0) (996.0) 972 975 980	NNW N NNE E E SSW SSW 100.2.0 100.3.5 100.5.0	2.5 4.0 3.0 9.75 9.90.0 (9.76.0) (9.96.0) 1.1.0 1.7.0 1.7.0	100.3.0 100.1.0 99.6.5 99.2.6 98.6.8 99.0.7 99.7.0 100.0.2 100.0.4 100.0.8	m/s ENE ENE E ESE S SSW SW SW SSW	1.0 1.3.7 2.3.3 2.3.7 1.4.8 2.2.7 2.0.5 9.5 6.7 9.9.9	100.1.6 99.8.8 99.3.2 97.6.5 96.6.2 98.5.8 99.6.2 99.9.2 99.9.9 100.0.8	NE NE NE ENE SE SW SW SW SSW SSW	1.0.7 1.1.7 1.2.3 1.9.8 1.5.8 2.8.6 1.8.0 9.2 9.0 9.2	

表-1.2 6626号台風時各地の潮汐観測最大値

	最高潮位(TP上)			高極潮位(TP上)			最大偏差(暫定)			顕著副振動		
	cm	日時分	cm	日時分	cm	日時分	cm	分	日時分	cm	分	日時分
内浦	5.4	25.02.06	10.5	25.02.06	3.7	25.02.10	14.0	7	25.02.06			
舞阪	6.8	25.01.00	9.3	25.00.45	7.9	25.01.00	4.6	15	25.00.45			
清水港	8.6	25.00.50	10.0	25.01.28	5.7	25.00.50	6.4	5	25.01.20			
田子浦	13.7	25.01.33	18.6	25.01.33	15.0	25.01.33	10.0	23	25.01.33			
焼津港	12.0	25.01.10	13.7	25.01.10	(7.0)	(7.0)	不	明	25.02.ころ			

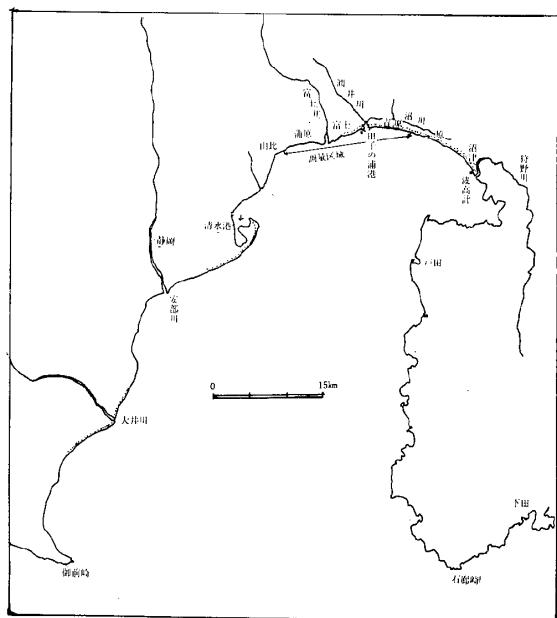


図-1.3 駿河湾一般図

さて、次に潮位であるが、主要点の最高潮位、高極潮位、最大偏差とそれぞれの起時を示すと表-1.2のとおりである。これによれば最大潮位は各地とも25日の1時から2時の間に起こり、低気圧、風の吹き寄せ、湾の副振動の代数和によつ

てかなりの偏差を示している。特に湾奥部の田子の浦港の潮位変化は後に特記するが6~20分前後の卓越周期のほかに複雑な陪振動をともなっている。この観測所は堀込港湾の内部にあって、港内の固有振動も加わっていると見られる。これに対し内浦(沼津の南東方)は、伊豆半島の遮れい内にあり、内湾で浅く風のフェッチも少ないので、田子の浦港の値より遙かに小さい値を示している。

さて波浪であるが、駿河湾全体で波高観測施設のあったのは、水压式波高計では下田港、沼津港、田子の浦港、清水港、焼津港および御前崎で清水港を除いては、いずれも静岡県の管理に属するものであった。また階段式波高計では由比海岸道路の沖合に建設省の設置したものがあった。このうち信頼出来るデーターとしては、内湾で伊豆半島の遮へい域に入っていた沼津港の記録であって、25日0時前後から作動し、一部スケールアウトの部分があつたが、最大有義波高3.22m、最大波高4.5mを記録した。記録の期待された田子の浦、由比では計器の破損で欠測であった。焼津港では最大波高5mの目視観測の記録が報告されており、御前崎でもうねり2m、波浪3mの記録が報告されている。後述するようにいろいろの方法

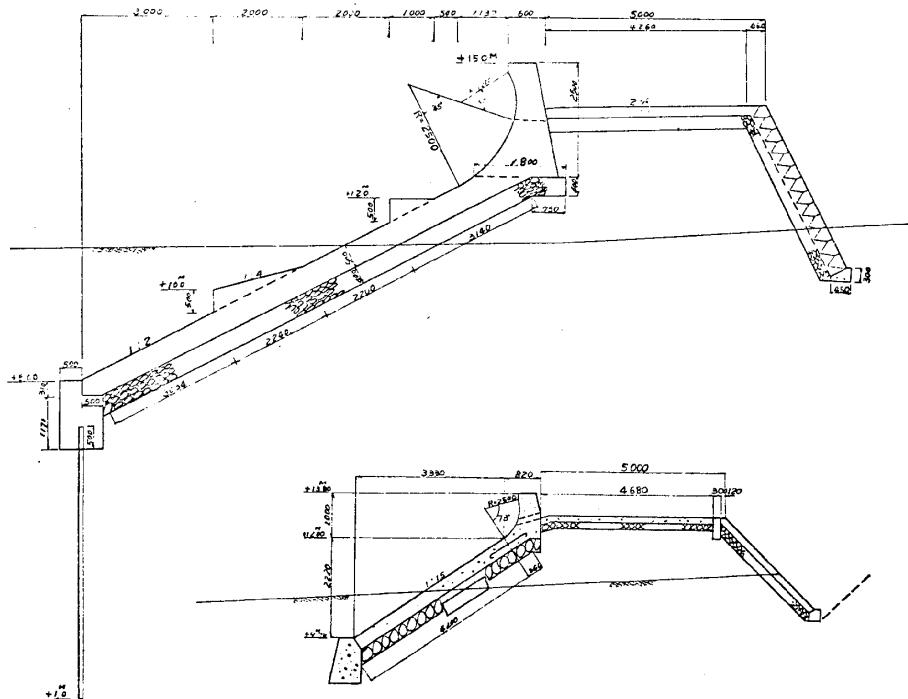


図-1.4 海岸堤防標準断面図(吉原海岸)

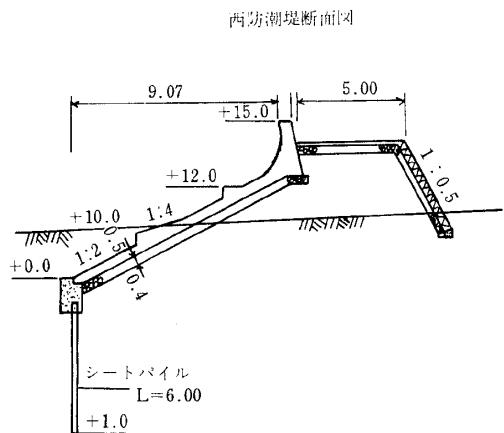


写真-1.1 吉原海岸背後地における波の越流による一般被害

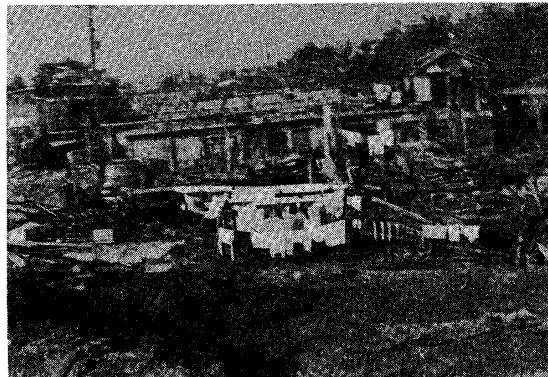
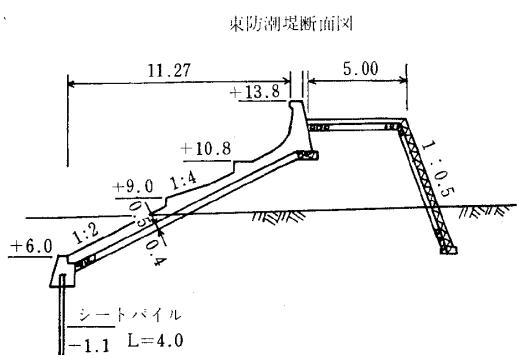


図-1.5 田子の浦港湾区域防潮堤断面

で田子の浦港（港外水深14mのところ。）の波高、周期について推定（沖波波高18m、周期20秒以上）が行なわれた。被害の方から考えて、最大波の起時は1時30分頃であったようである。

### 1.2 災害の一般状況

1) 原海岸から吉原、田子の浦および富士海岸に至る海岸堤防の越流および洗堀による被害（図-1.4、図-1.5、図-1.6参照）

狩野川河口右岸堤より富士川河口左岸堤に至る20km区間は、伊勢湾台風時の波浪によって甚大な被害を受け、災害復旧及び助成事業、港湾修築

写真-1.2 背後地民家の被害



写真-1.3 元吉原小学校の被害状況

（元吉原小学校職員撮影）

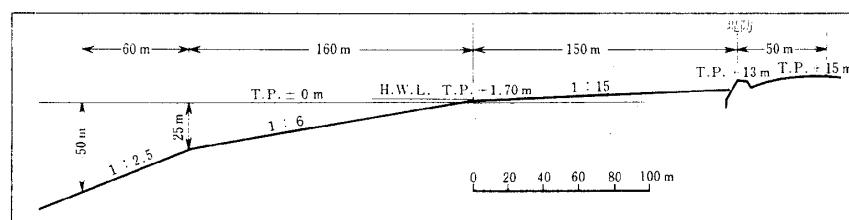


図-1.6 駿河湾沿岸吉原海岸断面図

事業等の費目で、総額25億円をもって小規模な旧堤にかわって、コンクリート三面張りの雄大な海岸堤防が完成していた。最大潮位偏差1.21m、設計波高(有義波高)8.5m、余裕高2mの計算のもとに表のり1.5~2わり、天端高(胸壁で)T.P.+13~15m、天端幅5m、裏のり1わり、重要個所にはコンクリートブロック式堤脚水制が設けられていた。これが今回の台風時の波浪によって、原海岸以西が全面的に越流をうけ、裏のりコンクリートブロックの崩壊、田子の浦港突堤及び護岸施設の沈下、欠損、海岸堤防前面ブロック水制の破壊、富士海岸四軒家地先の約300mの破堤等があつた。堤防の背後の高い砂州上の松林を越流した水は、背後の下方の民家を押し流した。堤防警戒に出た警察官は車もろとも越水をかぶって死

んだ。一般に海岸の災害は海風が漸次強くなり、波が高まって、警報が伝わり、退避が行なわれて後発生するという経過をたどるのが普通であるが、今回の吉原、富士海岸の災害は突如強風が吹き始め、それに伴い大波が長周期変動する潮面上に乘って発生したと思われる。10km以上の延長にわたる堤防の裏のりブロックの崩壊は越波、越流時の吸出しによるものであり、突堤や水制の破壊は衝突波による洗堀、四軒家地先の破堤は前面砂州の欠損による堤脚の洗堀に連なる堤体の吸出しによるものと考えられる。

## 2) 蒲原海岸における被害

富士川河口左岸より蒲原町神沢に至る約4.6kmの区間は堤防の程度が多少富士海岸より落ちるところがあり、特に西側の方は旧堤作りで、昭和35

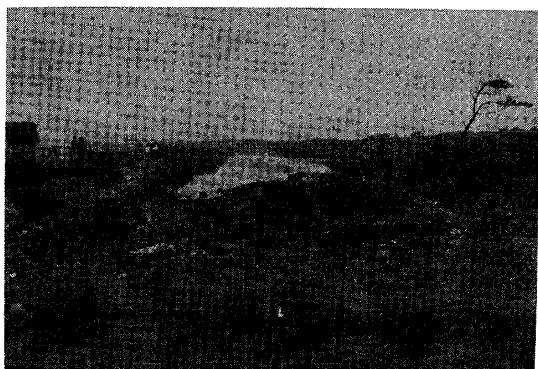


写真-1.4 吉原海岸における堤防裏のり被覆工の被害

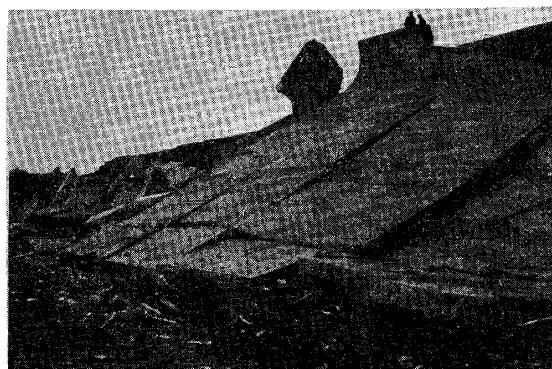


写真-1.6 富士海岸四軒家における海岸堤防の崩壊

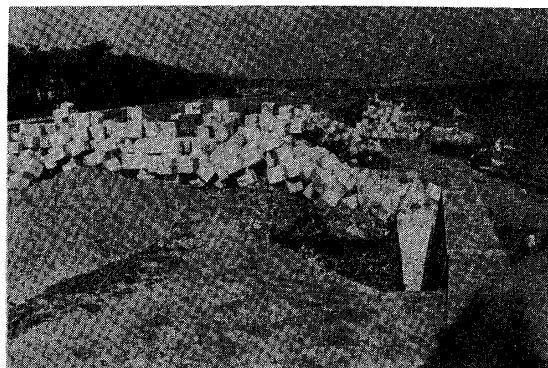


写真-1.5 吉原海岸等におけるブロック水制の決壊

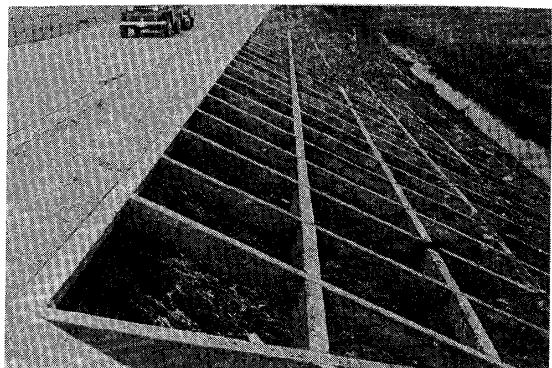


写真-1.7 蒲原海岸の富士川右岸部堤防裏のり工の脱石

年災害助成工事で補強中のところであったが（堤防天端高はT.P.+10.5 m区間3.2 km, T.P.+13 m区間1.4 km）殆んど全面的に越水し、背後の民地に浸水した。富士川河口部を始め至るところで堤脚部及び裏のり被覆工が被災した。

### 3) 由比、興津海岸

延長約1.2 kmにわたり山地が海岸に迫り、鉄道と国道が海に張り出すように走っている区間である。由比海岸は有名な由比地辺り後の復旧事業の一貫として、大規模な海岸道路造成のための埋立工事を施工中であった。強固なテトラポット消波工をもつ護岸の区間では越水はあったが、自体の被害は少なかった。興津海岸のうち、新設中の興津港では造成中の埠頭施設の破損、ケーソンの傾斜、防波堤ブロックの破壊などがあった。

### 4) 三保海岸および中島海岸

三保海岸では、推定7 m以上の風浪と強風にた

たかれ、大木の倒壊、老朽蛇籠堤約1 kmが破堤流失し、背後地に大きく浸水した。中島海岸は安部川の左岸にあたるところであるが、前年から浜の浸食がひどく、今回は約300 mのコンクリート堤防が欠壊して、背後地に浸水した。

### 5) 興津、田尻海岸

推定沖波波高10 mの来襲によって、旧蛇籠堤部延長660 mと天端高T.P.+6.6 mの石積堤延長750 mが越波によって破堤し、背後地に大きく浸水害を出した。

以上で各地の施設被害等を略述したが、被災地域の中心は田子の浦港近傍であり、静岡県の土木部の調査によると海岸及び港湾施設の被害額は約100億円、一般被害としては死者15名、負傷者約100名、家屋の流失倒壊、半壊など1500戸、床上浸水1000戸、田畠の冠水4000町歩以上に達したと報告されている。

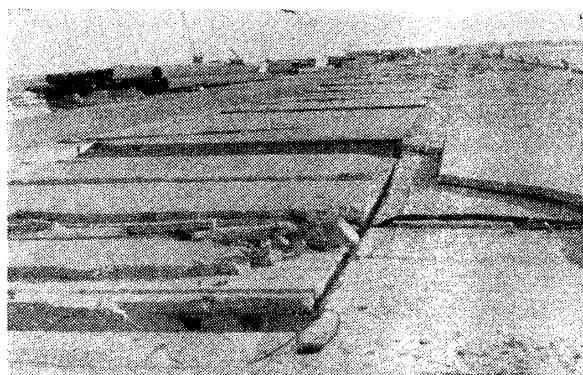


写真-1.8 興津埠頭の桟橋床板の被害

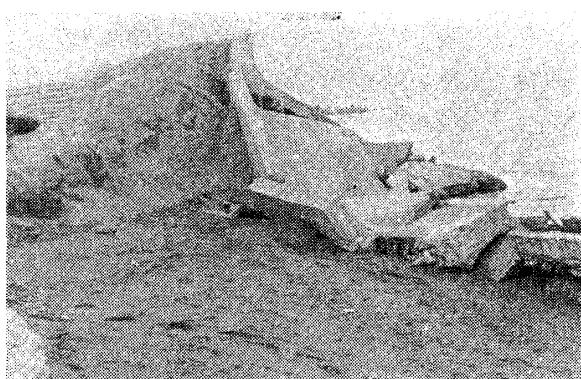


写真-1.10 中島海岸堤防崩壊箇所  
(港技研資料)

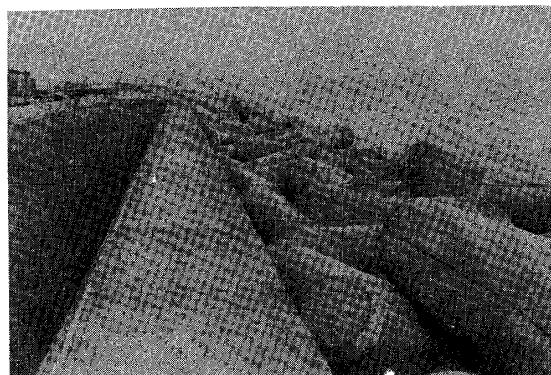


写真-1.9 由比海岸高速道路護岸



写真-1.11 焼津市田尻北浜の越波箇所  
(港技研資料)

## 1.3 沿岸過程と過去の災害

駿河湾は長軸を南北とする水深の大きな矩形型湾であり、東岸は噴火をくり返した伊豆半島の西岸で崖をなしている。西岸は御前崎から大井川、安部川を経て、各デルタ地帯を結ぶ砂浜であり、湾奥部は富士川から狩野川に至る間大砂州を形成し、高い砂丘を作っている。湾はフォフサマグナに属し、古には山梨県まで海であって、富士山は海底火山であり、繰返えされた富士火山の噴火、それによる山麓の形成、愛鷹山の噴出による丘陵の形成、そして富士川の流送砂礫による沿岸砂州の成長、安部川や狩野川のデルタ形成によって、現在みられるような背後にT.P.+0.5m前後の標高の湿原をもち、中央部に潤井川、沼川の開口部をもつ巨大な砂丘海岸が出来上った。(図-1.7参照)。図-1.8に示すように湾の水深500mの線は海岸から4~5kmにせまり、汀線付近の海面勾配は1/4~1/5と急であり、浜の勾配は1/7~1/13程度である。このような地形特性によって、古来駿河湾奥部の波による災害は多発していることが文献でうかがわれる。いずれも台風によるものであり、また津浪に似た長周期波によって侵されていることが推察される。日本災異史

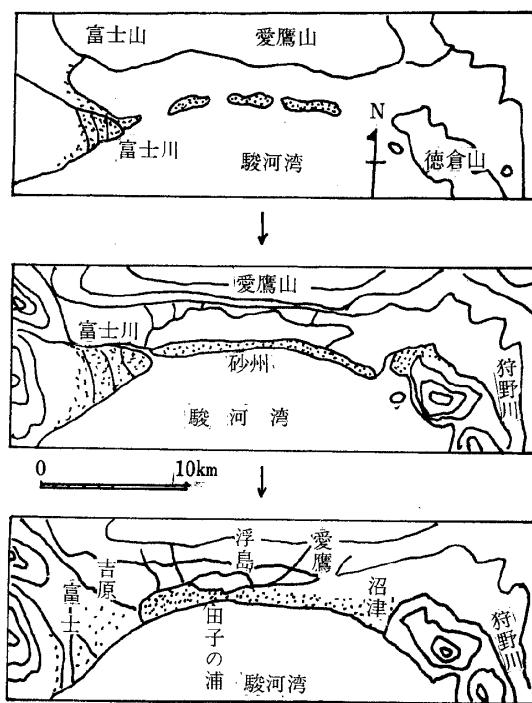


図-1.7 駿河湾奥沿岸州と背後地の生成過程

表-1.3 駿河湾沿岸海岸災害年表

灾害年月日	年号	災害原因	波等状況	被害状況	灾害年月日	年号	災害原因	波等状況	被害状況
1370 9 22	応安 3年	暴風雨	湾一帯大波		1913 8 26	大正 2年	台風	焼津大波	浸水家屋多数
1611 8 14	慶長 16年	"	高波	清水海岸欠壊 家屋倒壊	1917 9 5	" 6年	"	強風、大波	大浸水、死者など20名
1662 8 13	寛文 2年	強風	"		1923 10 10	" 12年	"		浪害あり
1680 9 28	延宝 8年	"	吉原高波浸入	死者300人以上 家屋多数流失	1934 9 20	昭和 9年	"	波高9m	田子の浦一帯大被害
1722 12 15	享保 7年	暴風	高波	海岸欠壊	1940 7 13	" 15年	"	波大	浸水500町歩
1772 8 30	明和 9年	大風雨		家屋倒壊	1944 10 8	" 19年	"	吉原、由比一帯 波大	浸水1200町歩
1774 10 6	安永 3年	暴風雨	高波		1951 10 16	" 26年	"	9ねり大	
1816 9 20	文化 13年	"	波高し	死傷被害	1953 8 17	" 28年	"	波高5m以上	浸水140町歩
1828 8 10	文政 11年	大風雨		安倍川出水	1953 9 25	" 28年	"	波高10m程度	浸水、死傷あり
1856 9 23	安政 3年	暴風雨	波高し		1958 9 26	" 33年	"	波高10m以上	田子の浦港被害
1862 8 19	文久 2年	大風雨	"	↑ 湾奥部被害	1959 9 26	" 34年	"	波高12m以上	大被害、家屋30戸流失
1876 9 13	明治 9年	"	大波		1965 9 17	" 40年	"	波高10m位	護岸欠壊
1899 10 7	明治 32年	台風	"	死者行方不明54名	1966 9 25	" 41年	"	波高19m程度	死者20名、 家屋流失330戸
1908 9 11	明治 41年	"	"	原、吉原一帯に冠水					

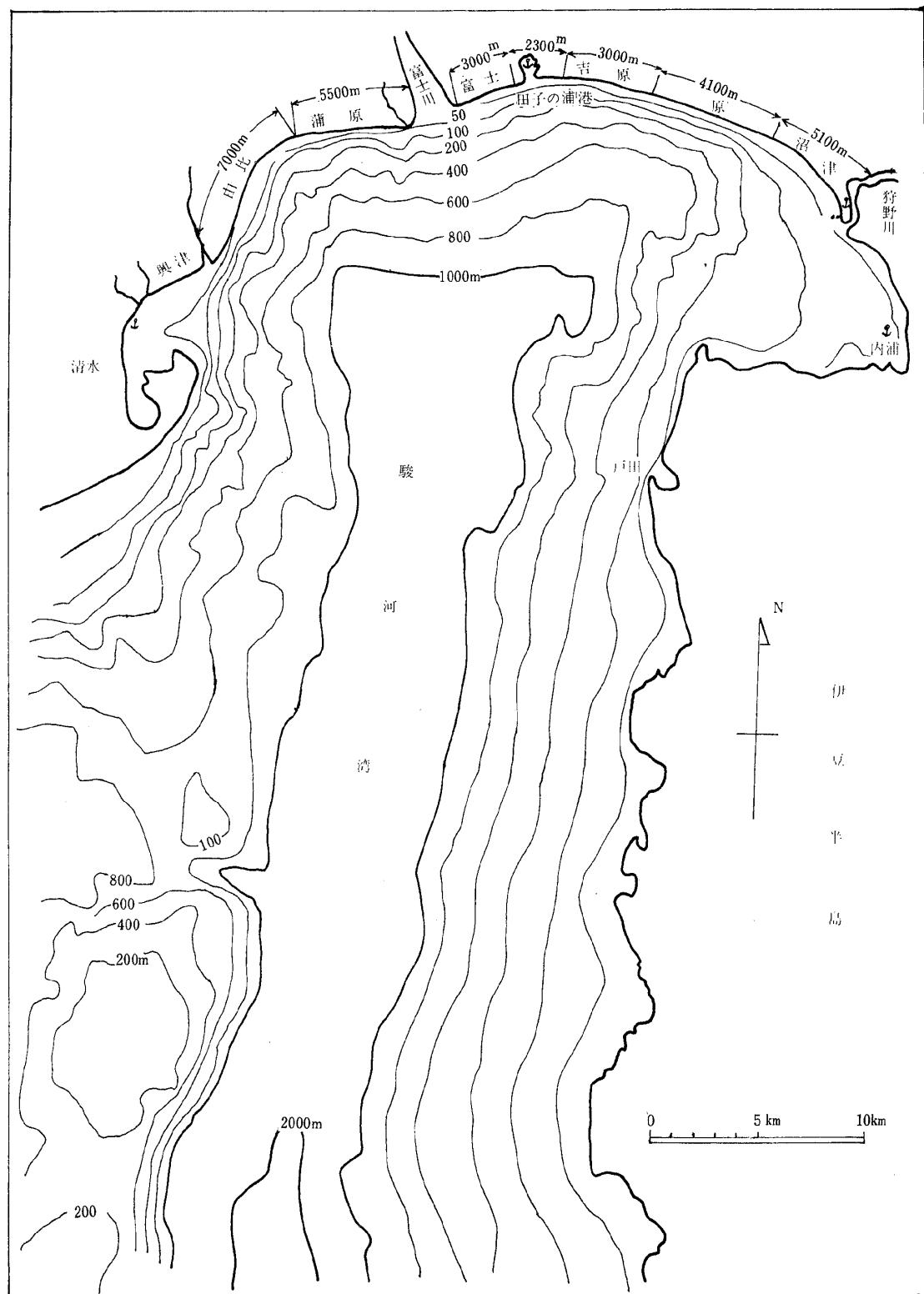


図-1.8 駿河湾深浅図

によって、応安三年以降の海岸災害の年表を作成すると、時代による精粗がばらつくが表-1.3に示すとおりである。被害の中では浸水が目立つ。強雨によるものも含まれるが、多くは高浪による浜の欠壊、潤井川、沼川への遡上による湿原の長期冠水害によるものである。特にひどい災害は延宝8年に起った大浪害で死者も多く、吉原の町がこのため移転している。明治32年、大正6年もひどかった。最近では昭和34年の伊勢湾台風の場合であって、海岸施設に大被害を受け、復旧費が数百億円に上っている。

さて注意を要することは昭和33年以後重量1万トン級船舶受入れの工業港建設を目指した田子の浦港の着工後、沖合200mに設けられた波高計の観測記録である。沖合を台風が通れば、大抵7~10m位の波高が記録され、堤防前面波高10~12mのものの発生も、珍らしいものでないことが示されている。今回の台風26号時にこの貴重な波高計が欠測であったことは、災害復旧の上からも、海岸工学発展の上からもまことに遺憾であった。

## 2. 空中写真および地上測量による災害の解析

2.1 空中写真の撮影および地上測量について  
災害状況のはあく、および波浪による海岸地形の変化等を知るために、国立防災科学技術センターでは、蒲原、富士、吉原海岸の延長20kmにわたり、パンクロおよびカラーによる空中写真の撮影および一部地域の図化と、地上での横断および深浅測量を行なった。

### 空中写真の撮影・図化

撮影区域 由比町西山寺から原町桃里に至る20kmの範囲を、海岸線に沿って1コース撮影。（富士川河口、田子の浦港を含む）

陸地部の被写幅500~1,000m

撮影日時 パンクロ 41年12月3日、カラーハイアゲル 41年12月15日、17日

縮尺 1/5,000 パンクロは2倍(1/2,500)  
に引伸ばして印画した。

枚数 カラー 48枚 パンクロ 57枚

撮影目的 パンクロ：2倍伸ばしにより海岸堤防などの被害の状態を細かく知る。浸水痕跡を摘出し越波状況を知る。被害が著しかった地域の図化に使用する。

カラー：海岸保安林の変色状態などから、越波、浸水の状況を知る。

図化 1/2,000 被害がもっとも著しかった元吉原小学校付近の2km<sup>2</sup>

### 地上での横断、深浅、縦断測量

区域 由比川（由比町）から吉原市一本松に至る20km間（縦断測量は富士川河口部2kmのみ）

方法 汀線横断測量線間隔250m、海岸堤防の内陸側50mのところからT.P.-50mの深さのところまで。

目的 災害前の測量成果と比較することによって、波浪による海岸地形の変化を知る。

時期 昭和41年12月~42年1月

空中写真および測量の成果は現地行政機関および各研究機関に配布され、それぞれの行政・研究目的に利用された。とくに建設省土木研究所および運輸省港湾技術研究所では、海岸模型実験、災害状況調査などに有效地に利用された。

ここでは“空中写真による災害調査”的一例として、空中写真による海岸災害の解析結果について述べる。

### 2.2 空中写真による海岸災害の解析

#### 地形の概況

最初に波および海水の動きを規定する海岸付近の地形・地物（主として吉原海岸）について簡単に触れる。駿河湾の水深は湾口部で2,000mを越え、1,000mの等深線は富士川河口から10km沖に位置する急勾配の外洋性海岸である。汀線から水深20mまでは1/6~1/7、20m~50mでは1/3~1/4、50m~100mでは1/10の急勾配を示す。このため沖波は直進して高い波のまま海岸近くに押し寄せ、減衰することなく汀線付近で碎波して、浜および海岸構造物に強大な力を加える。伊勢湾台風後建設された胸壁高T.P.+13mの海岸堤防は、汀線から100~200m内陸側、砂州の前斜面に位置する。堤防前面の浜勾配は1/13、汀線から40~50m部分は直径5~10cmの砂岩、貞岩、安山岩などの礫からなるかなり急勾配の礫浜で、写真上では砂よりも白い色調を示す。これに続く内陸側は粗砂、細礫からなる砂浜である。砂礫の供給源は大部分が富士川であるが、狩野川からのものも若干ある。海岸堤防の内陸側100~150mの砂州の陵線部に、T.P.+13~P.T.+18mの旧堤（中堤）がある。砂州が高いところでは堤防は作られていない。また、海岸に通ずる道によって各所で切られていて連続していない。

ない。砂州は主として礫層から構成されており、幅は500~700mで、上に風成砂丘がのる。最高所は田子の浦港東の天の香久山砂丘で標高20.3m。砂州の背後はT.P.+2m程度の低湿な浮島が原が愛鷹山麓まで広がる。旧堤付近には樹高10~15mのクロマツが海岸保安林として植えられている。林帯の幅は50~100m程度であるが、住宅の進出によって伐採され、並木状に一列しか残っていないところもある。

#### 海岸保安林の塩害

海岸堤防上最大2mにおよんだと推定される越波越流による冠塩水、堤防に当たって打ち上げられた衝突波の飛散による冠塩水およびしぶきの付着、風速50m/sを越える風による微細塩分粒子の吹送によって、沿岸部の植物は塩害をこうむった。塩害部分は、カラー写真上では、茶褐色に変色したり、緑が脱色された灰白色の色調でそれと認められる。海水の浸入限界高は最高T.P.+17mに達し、保安林前面の幼令樹は完全に冠水し、林帯内にもかなり浸水した。衝突波の高さはT.P.+20mに達したと推定され、しぶきはさらに高く舞い上り、保安林の海側はかなりの飛沫あるいは海水のかたまりを受けたと思われる。台風時に海風中に含まれるC1量は、平穏時の数100倍にもなる。海水の飛沫は直径数10μ程度以下の微細な水滴の状態で風にのり、内陸へ運ばれながらしだいに水分を失って塩分は結晶し、海水よりも高い濃度で植物に付着する。林木の潮風害がおよぶ範囲は、台風時には内陸10kmにもおよぶ。しかしこれは降雨の状態によってかなり左右される。雨によって塩分粒子は内陸奥深く吹送されることなく落下し、枝葉に付着した塩分は洗い流され、土層中の塩分は洗脱・稀しゃくされて塩害は緩和される。50mm程度の雨があると塩害は生じないとされている。本台風時の総降雨量は、原147mm、富士94mmで50mmを越えるが、台風の最盛時（越波時）である25日1時30分以降の雨量は、時間雨量記録のある静岡、三島の観測値では30mm程度であり、塩分を多量に受けた海岸保安林では塩害が生じた。しかし潮風による内陸部の塩害はかなり緩和された様子で、由比、蒲原の街の背後の丘陵地にひろがるみかん畑（前縁は汀線から3~400m位離れている）では、みかんの木は塩害に弱いにもかかわらず、ほとんど変色が認められない。広葉樹では被塩して一晩で変色す

ることもあるが、針葉樹では枯れが完全に現われるので1~2週間かかる。空中写真が示す状態は災害後2.5カ月のものなので、枝葉の部分的枯死だけでなく、根系部の冠塩水による個体の枯死も示されている。また草本類では枯死した後発芽して緑色を呈しているところもある。砂州前面の砂浜に点在する海岸草本類は緑色を呈しているが、ここは長時間にわたり冠塩水、しぶきを受けたところなので、海岸植物は耐塩性が強いとはいえる。やはりこれは一旦枯死したあと更新したものであろう。最前面に植えられている樹高1m前後のクロマツの幼樹は全面的に枯れ、赤褐色を呈している。幼樹は塩分に弱い上に、樹高が低いため海水や衝突波の飛散に樹冠までひたり、地表近くの塩分濃度の高いしぶき、潮風を受け、飛砂により樹皮、葉皮が傷つけられて塩分が浸透しやすくなる等の条件が重なって、全面的に枯死したものである。また海岸堤防背後の平坦地に位置しているので、一時湛水して被害が強められたところも多い。

クロマツ壮令木は樹高10~15m、胸高直径20~30cm、砂州の住宅地化によって伐採されて、林帯の幅は200mから0mにまでおよび一様でない。湾最奥部の波高がもっとも大きく、したがって被害が大きかつた元吉原小学校付近や、海岸堤防の海側が砂に埋められていず、したがって大きな衝突波が発生したであろうと思われるところの背後では、壮令木の群状枯死が認められるが、これ以外のところでは、林帯最前列の風表側の枝葉の枯死が著しいぐらいで、樹冠の風衝部でもわずかな褪色が認められる程度である。林木密度が小さく、枝下高が高く、枝張りが粗であるにもかかわらず、林帯内では変色部は少ない。しかし低木は変色が著しい。また林床は全面褐色を呈しているところが多い、おそらく大部分が枯葉の堆積によるものであろうが、枝下高が高いので、しぶきは林床内深く入り、林床植物を枯死させたことによる部分もあると思われる。

衝突波のかたまりをかぶつたためと思われる群状枯死の枯れの高さ（梢頭の部分を残してそこから下が枯れているところなどの最上端）を視差測定桟で測定した結果では、海岸堤防背後50m付近でT.P.+18m、林床からの高さ5m程度であった。これから衝突波の高さは20mはあったと推定できる。

海岸堤防に近接した疎林や幼樹帯中に散在する

クロマツは、激しい風と飛砂によって枝が吹き折られ、裸木になっているものがある。それは枝のない一本立ちの樹影によって容易に認められる。また、傾いた木は影が正立した木の影と交差していることによって、実体視によるよりも容易に判別できる。完全に根返り倒伏したものは認められない。元吉原小学校付近の海岸では、クロマツの幼樹が波によって流失した跡と推定される部分が、幼樹帯中に、砂が堆積り起こされたための白い色調によって示されている。樹林帯中に部分的に変色が著しい部分があるが、これはマツクイムシなどによる虫害によって以前から枯れていたものが、あるいは弱っていて容易に枯死したことによるものであろう。富士海岸では海岸堤防前面の砂つきがなく、砂浜との比高が大きいので高い衝突波が発生したためか、防災林は全面変色ないし退色している。由比、蒲原の背後の丘陵にひろがるみかん畠では塩害がきわめて少ないが、南向き急斜面や、谷間の風衝部にある木の樹冠に変色が認められ、潮風が地形に左右されることがわかる。

パンクロ写真では、枯れた部分は色調がややうすい程度で、塩害部の摘出は不可能である。赤外線フィルムを使えば、変色部と緑の濃い部分とは明瞭な濃度差を示すので、塩害部の摘出は容易であろう。森林の病虫害発見に使用されるCDフィルムや、赤外カラーフィルムを使用すればより効果的であろう。

#### 浸水域の推定

海岸堤防を越えた海水は、砂州の頂部を直角に切って通じている道路を主な通路として、背後の住宅地へ流入し被害を与えた。越波回数は2～3回で、水量は少なく、堤防背後などの窪地に部分的に湛水はしたが、大部分はすみやかに砂州背後の低地（国道など）へ流れ去った。

2.5カ月後の空中写真から得られる浸水痕跡としては、

#### 植物の塩害

#### 家屋・構造物の被害

地表に残された流痕、斜面ののり崩れなど

#### 漂流物

などがあげられる。

前に述べたように、海水の冠水による塩害と、衝突波の飛散や潮風によるそれとを区別することは不可能である。冠水時間は潮風を受けた時間に比べればきわめて短時間であり、潮風のもたらす

塩分濃度の方が海水よりも高いので、冠水部分の方が塩害度が必ずしも大きく現われているとは限らない。また海水がかたまりとなって飛ぶ衝突波の飛散は、実質的には冠水と同じ効果をもたらすので、これらを区別することは困難である。浸水深は最大2m程度で壮木の下枝に達しない高さなので、幼樹、かん木、草本類の著しい塩害部分を摘出すればよいようにも思われるが、地表に近いところほどしぶき・潮風の塩分濃度は高い上に、低木類は部分的にしかなく、樹林下では枯葉が堆積して地表を褐色にしているので、これも手がかりにはできない。ただ塩害の著しい部分（とくに壮木の）により、浸水域（全域ではない）+衝突波の飛散が著しかった部分を摘出することはできよう。砂州背後については、地盤高、微地形、旧堤の切れ目、流失家屋の配列、斜面ののり崩れ、植物の塩害等を手がかりとして、浸水域と海水の流動方向をある程度推定できる。クロマツの枝幹などに浸水痕跡となる布片・紙片などがひつかかっているはずであるが、1/2,500写真では識別できなかつた。災害直後の写真ならば、地表の浸水痕跡、流痕、漂流物などが明瞭で、浸水域の推定はより容易にできたであろう。

#### 被害状況

富士海岸三四軒屋地先海岸堤防の決壊：前面洗掘により200mにわたって決壊した。堤防がこの部分だけ突出している上に、前浜の侵食が進み、のり先と汀線とは著しく接近して、のり先根固が洗掘され、前のりがすべり落ちた様子がよくわかる。

防砂突堤の流失：五軒屋地先海岸には、六脚ブロック2層積の防砂突堤が六本設けられているが、波浪による汀線付近の砂の移動により、先端のブロックが流失して一部が浜に散乱している。また、一部は砂によって埋積されている。

海岸堤防の裏のりの剝離：吉原海岸では第二昭和放水路を中心とした区域で、延長700mにわたって裏のりのコンクリート表張りがはがれて背後の砂地に散乱している。蒲原海岸では、富士川河口に続く約500mが被害を受け、裏のり面の石詰めとその下の堤体が流されて、帶コンクリートが中空の格子状になって残っているのが、写真上で明瞭である。

その他の被害：元吉原小学校西では、土台石だけが残った流失家屋跡が凹地に沿って並び、海水

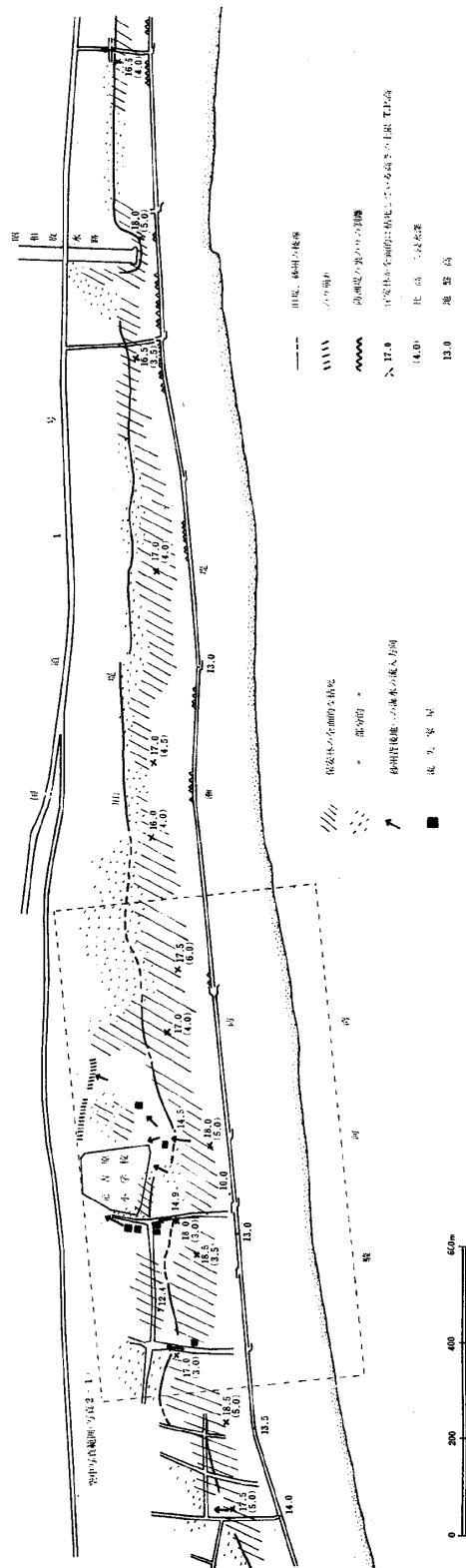
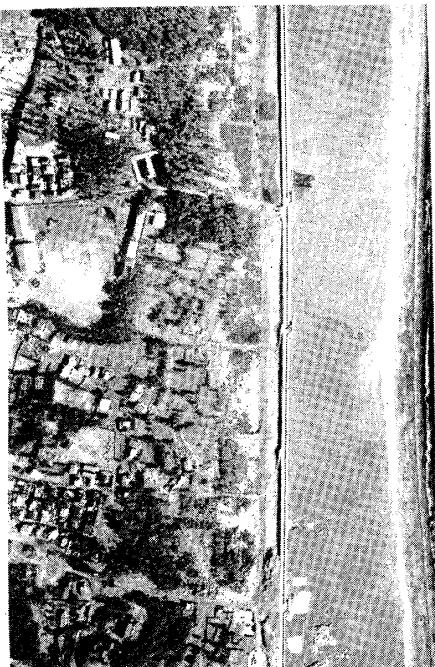
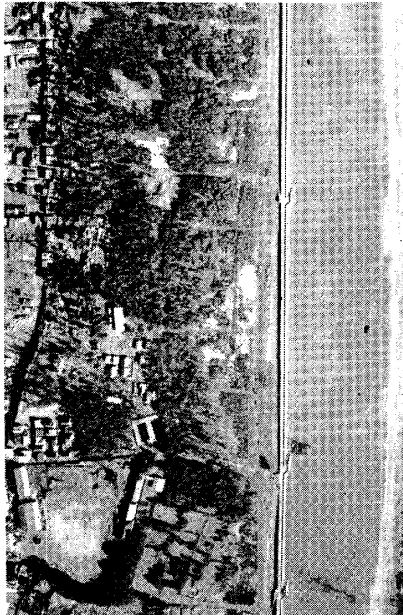
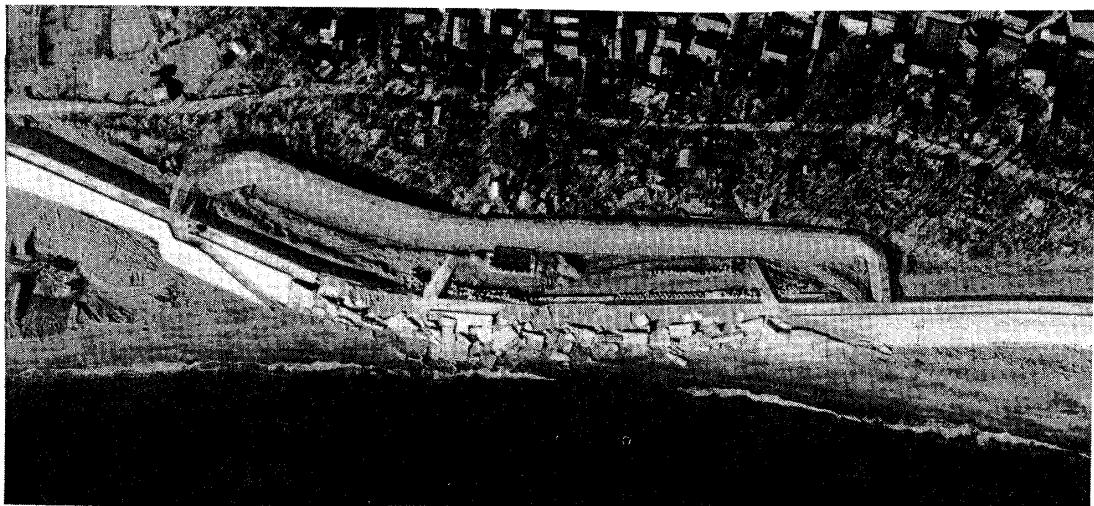


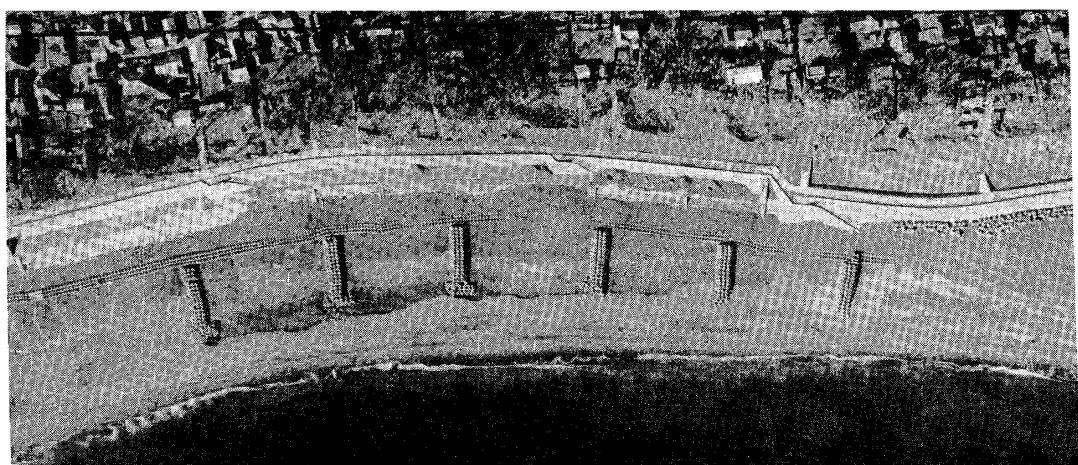
図-2.1 空中写真による波の侵入状況推定図



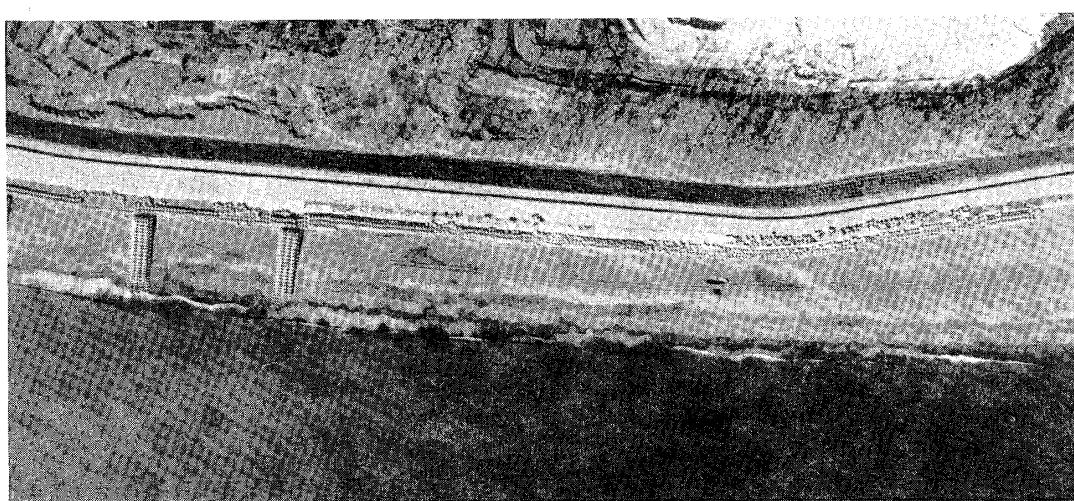
元吉原小学校付近の空中写真 - 2.1



写真－2.2 富士海岸三四軒屋地先海岸堤防の欠壊



写真－2.3 富士海岸における防砂突堤の流失



写真－2.4 浦原海岸における海岸堤防裏のりの破損

の流入方向がよくわかる。小学校東では、砂州北斜面が海水の流下によってのり崩れを起こしたのが、新しいのり面工事によって認められる。

**海浜の地形変化**  
波浪による海岸地形の変化を知るために、横断・深浅測量を行ない、災害前の測量成果と比較した。

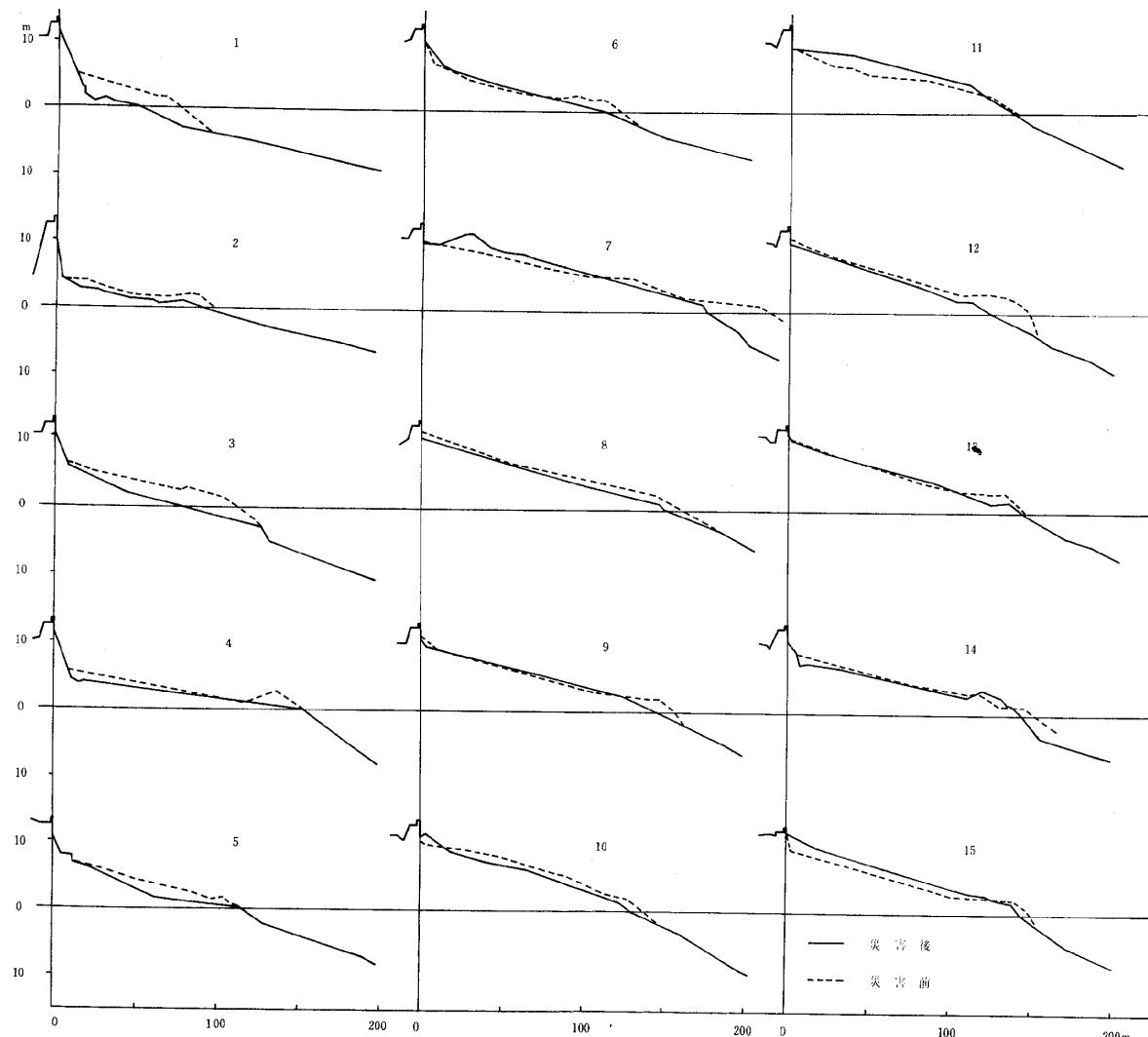


図-2.2 海岸横断面の変化

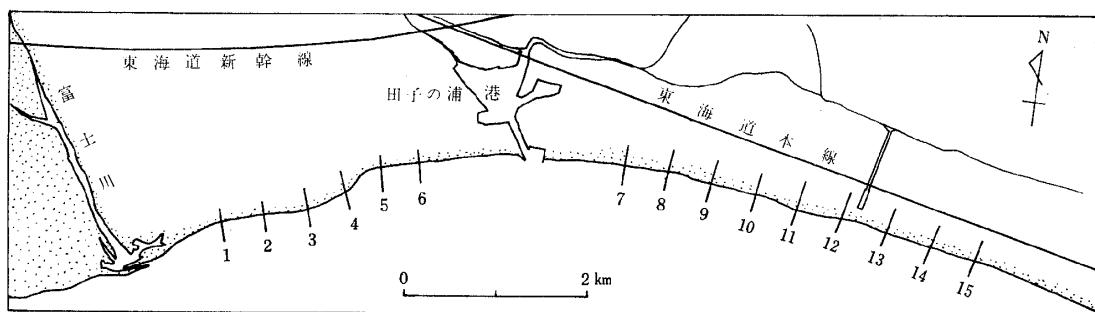


図-2.3 断面位置図

図-2.2に主要な15断面を、図-2.3にその位置を示した。全般に洗掘量が堆積量を上回り、汀線の後退が起こっている。とくに田子の浦港の西側では負の地形変化が著しい。河川上流でのダムの建設や、河床の砂利採取などの影響により、一般に海岸線が後退する傾向にあるが、台風による短時間の変化でも同様の傾向が現われている。

"空中写真による災害調査"の一例として、台風6626号による駿河湾の海岸災害について、空中写真からいかなることが知られるかを検討した。高波による一時的な浸水災害は、後に著しい結果を残すような現象ではないし、また、空中写真の撮影時期が災害後2.5カ月も経ていたので、得られる情報が少なく、越波量の推定など予期していた結果は得られず、空中写真の優位性はとくに認められなかつた。ただ、カラー写真の強みで、海岸保安林やみかんの塩害状況はよく把握できた。この種の災害の空中写真撮影適期は、植物の塩害が現われる災害1~2週間後ぐらいまでの間であろう。つまり、災害直後何としても早く段取りをして撮影しておくことが肝要であり、そうすれば、地上を歩き回って調査することでは得られない災害情報をつかみとることができよう。

### 3. 駿河湾における潮位と波についての考察

#### 3.1 潮位

湾岸の各地の潮位変化については港内検潮所の記録がとれている。焼津、清水、内浦及び伊東の各地ならびに重要地点である田子の浦港の記録を示せば、図-3.1および図-3.2に示す通りである。伊東を除き、各地とも25日1時頃より湾の影響による振幅の大きい副振動が加わってきていく。田子の浦が最大の振幅を示し、内浦がこれにつぎ、清水、焼津の順となっている。田子の浦では1時15分頃より周期20分程度、最大振幅1mにおよぶ副振動がおこり、約1時間続き、ついで10分~6分の周期に落ち、台風が去るとともに振幅も減って行く。田子の浦の検潮所は図-3.3に示すごとく、堀込港湾の内港の奥にあり、当然のことながらこの副振動は駿河湾(長さ60km、幅約20km)の副振動と港湾内(長さ1.2km、幅0.3~0.4km)及び小港域(長さ500m、幅100m)の副振動の和とみることができよう。最大潮位偏差は約1mであるが、計算すれば気圧

低下による分が約30cm、風の吹き寄せによる分が約1.5cm、台風中心の移動を考慮した動的水位上昇分が約30cm、外海の潮汐による湾の固有振動による高まり約30cmと考えられる。そして前述したようにこの異常潮位の上に三つの副振動が加わることになるが、それらを合成して算出することはやつ介なものである。

西本勝之氏は湾が長軸にそって、各地点の断面積が連続的に変化している場合、湾口に加えられた振動によってひきおこされる long water wave の水面運動について

$$\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = \frac{g}{b} \frac{\partial}{\partial x} (bh \frac{\partial y}{\partial x}),$$

$$y(x \cdot t) = e^{iwt} \times (x) \quad \text{として}$$

$$\frac{g}{b} \frac{\alpha}{d x} (bh \frac{d X}{d x}) + w^2 X = 0 \quad \text{の式を用い}$$

駿河湾に適用するとき、湾奥部に  $t, g, k, w, l$  が  $2wl^{1/2}/\sqrt{gk} = m\pi$  ( $m = 1, 2, 3 \dots$ ) を満足する関係にあるとき湾奥部の潮位  $y_{max}(0, t)$  は異常に高いものとなることを示した。但しここで  $x$  は長軸にそっての座標、  $y$  は水面の鉛直偏位、  $t$  は時間、  $g$  は重力加速度、  $k$  は断面変化に関する常数、  $w$  は周期、  $l$  は湾の長軸の長さ、  $b$  は湾の幅、  $h$  は水深である。西本氏は吉原海岸で高い堤防を乗り越えた異常に大きい波を、異常高潮といふ表現をつかい、前記の考え方でその発生を説明している。これは田子の浦港の内湾内にあつた検潮所の潮位の変化に直接つながるものではないが、次項の波浪として取り上げるべき長周期の波高の高い波を、マクロ的に異常高潮として取り扱えることを示された点に特色がある。

実際今回の災害につながる直接因子は、潮位ではなくその上の波浪であるが、複雑な変動をする潮位の解明も興味あるものと言えよう。ただ田子の浦港外でも検潮所が設置されており、これと港内の記録との比較が出来れば意義深いものがあつたであろう。

#### 3.2 波浪

今回の特色のある災害の要因として、波浪の推定は重大な問題である。越流被害は沼津海岸付近ではなく、原海岸の国鉄原駅付近から西に進むにつれて大きくなり、既述のように吉原海岸元吉原地先で最高となる。田子の浦港はひどい害を受けたが、富士海岸を西に進むにつれて越流はまた減って行くようである。かつての1959年の伊勢湾台風時には被災のひどかったの

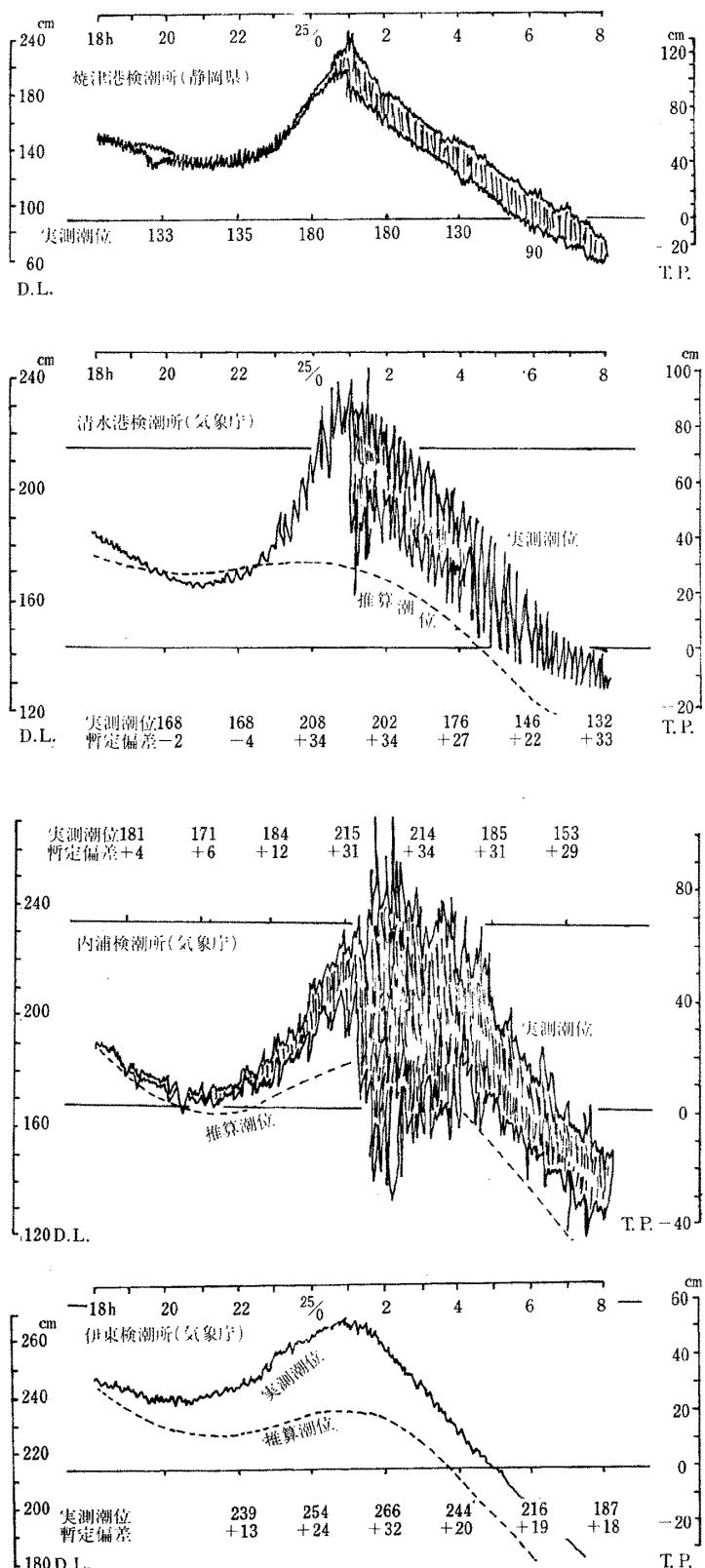


図-3.1 台風6626号による各地の潮位変化(その1)

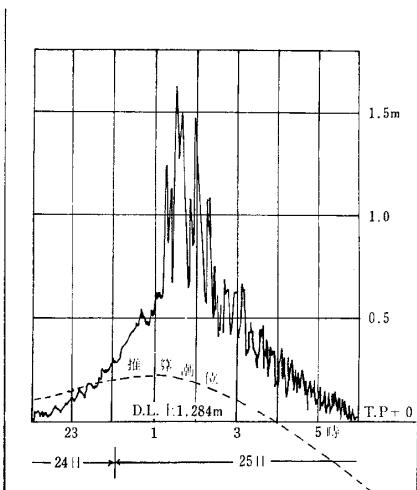


図-3.2 台風6626号による各地の潮位変化  
田子の浦港検潮所 (その2)

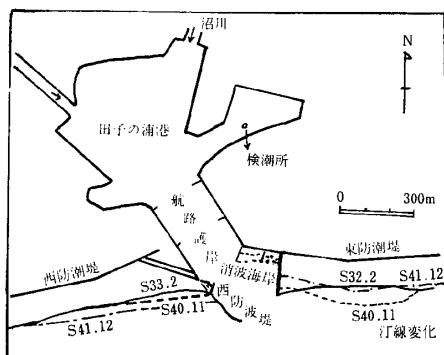


図-3.3 田子の浦港付近図

は、原海岸の一本松付近や吉原海岸の東田子の浦駅から富士海岸の四軒家に至る間であった。主として南方向からの沖波と考えられるが、これが海岸地形と水深の影響を受け、どのように屈折、回折、また方向分散をしたか、また各地点で海浜を遡上し、海岸堤防に衝突し、或いはこれを越流した状況を推算しなくてはならない。要点である田子の浦港外の波高計の記録が欠測であったことはまことに残念であった。得られたデータとしては台風の経路と刻々の中心示度、影響半径内の大体の風速と各地の風および潮位変化の状況で、波浪の連続記録は沼津港外水深13mの箇所にある水圧式波高計（位置は図-3.4参照）のものだけであった。これも最高波のあらわれた25日1時30分より1時間はスケールアウトしている。

さて、既往の台風時の波の記録をしらべてみよ

う。台風の経路の大略は図-3.5に示すとおりである。

建設省や運輸省の資料によって1959年9月26日（伊勢湾台風）、1965年9月17日（24号台風）、1966年6月28日（台風4号）の波について略述しよう。（表-3.1に既往台風時の田子の浦港の波高計の読みを示す。）

#### イ) 伊勢湾台風時

土研が行なった計算によると田子の浦と北緯24.5度、東経136.4度を結ぶ線をフェッチラインとして、台風の中心経路よりWilsonの図解法を数値計算法になおし、また台風域内の風速の推定法に気象庁が伊勢湾、東京湾の高潮計算に用いた仕方で、湾に進入する深海波の有義波を計算した。そして最大値として  $H_1/3 = 1.4\text{ m}$ ,  $T = 17.9\text{ 秒}$ ,  $L = 500\text{ m}$ を得た。これを堤防計画の沖波として、仮想勾配法により堤防への波の打ち上げ高を計算し、衝突波高  $1.0.9\text{ m}$ を得た。この結果は

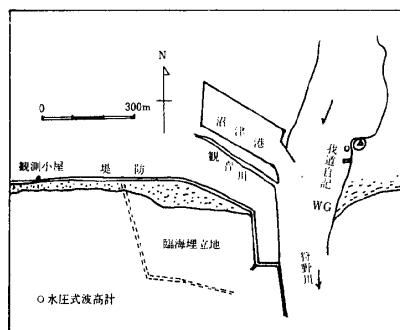


図-3.4 沼津港付近図

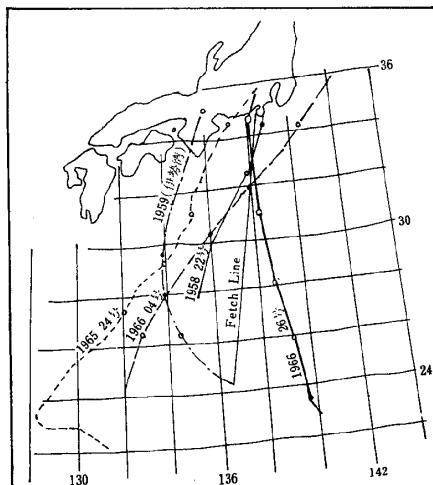


図-3.5 駿河湾沿岸に災害を与えた台風経路図

表-3.1 既往台風時における田子の浦港波高計の記録

順位	発生日時	H	H1/3	全左T	台風名	摘要
1	S 41年9月25日	(14)	(10)	(10)	台風26号	波高計故障し観測出来ず推定値を掲げた
2	40.9.17	12.7	9.2	13.9	台風24号	
3	34.9.26	11.1	8.5	18.0	台風21号(伊勢湾台風)	
4	33.9.26	10.9	8.0	17.0	台風22号(狩野川台風)	
5	33.9.16	10.2	6.9	17.7	台風21号	
6	36.9.15	5.1	4.0	13.5	台風18号	

当時の災害直後の越波または浸水被害の状況を一応説明するに足るものようであった。

#### ロ) 1965年 24号台風時

この台風は中心気圧が低く、割合いで高速であった。実測値は図-3.6および表-3.2に示すとおりである。田子の浦は9月17日23時付近まで記録があり、以後スケールアウトした。この範囲での田子の浦における最大有義波高は9.3m、最大波高は12.7m、(この周期は13.9秒)、そして最大周期は20.8秒であった。沼津はこれに

対し最大有義波高5.1m(このときの周期18.1秒)そして最大波高は7.8mであった。

この時の災害は遠州灘に多く発生し、駿河湾では波高の割り合いで大したことなく、原海岸に越波による浸水があったが、他の海岸では越水がなかった。進入波の方向に東成分があり、沼津の波高は田子の浦のほぼ1/2に近い。

#### ハ) 1966年 4号台風時

この台風は千葉沖を東北に抜けた中型高速台風であって、被害は少なかつたが、その実測記録は

表-3.2 6524号台風時の田子の浦港と沼津港の波観測値

時 間	田 子 の 浦 港		年 月 日	時 間	沼 津 港	
	有 義 波 高	有 義 周 期			有 義 波 高	有 義 周 期
18.00~18.10	2.68	13.4				
19.00~19.10	2.83	14.0				
20.00~20.10	3.45	15.0				
21.00~21.10	3.78	14.4	年 月 日 40.9.17	19.55~20.05	0.99	17.3
21.30~21.40	4.48	11.6		20.50~21.10	1.25	16.6
22.00~22.10	(6.58)	(14.5)		22.00~22.13	2.25	17.6
22.30~22.40	(7.39)	(14.6)		22.30~22.50	(3.89)	(17.4)
22.55~23.05	(8.49)	(14.5)		22.50~23.00	(3.75)	(17.8)
				23.10~23.30	(4.01)	(18.3)
			年 月 日 40.9.18	23.30~23.50	(3.76)	(18.2)
				23.50~00.10	(4.18)	(17.2)
				00.10~00.20	(5.12)	(18.1)
				01.10~01.10	(4.06)	(19.3)

(港技研)

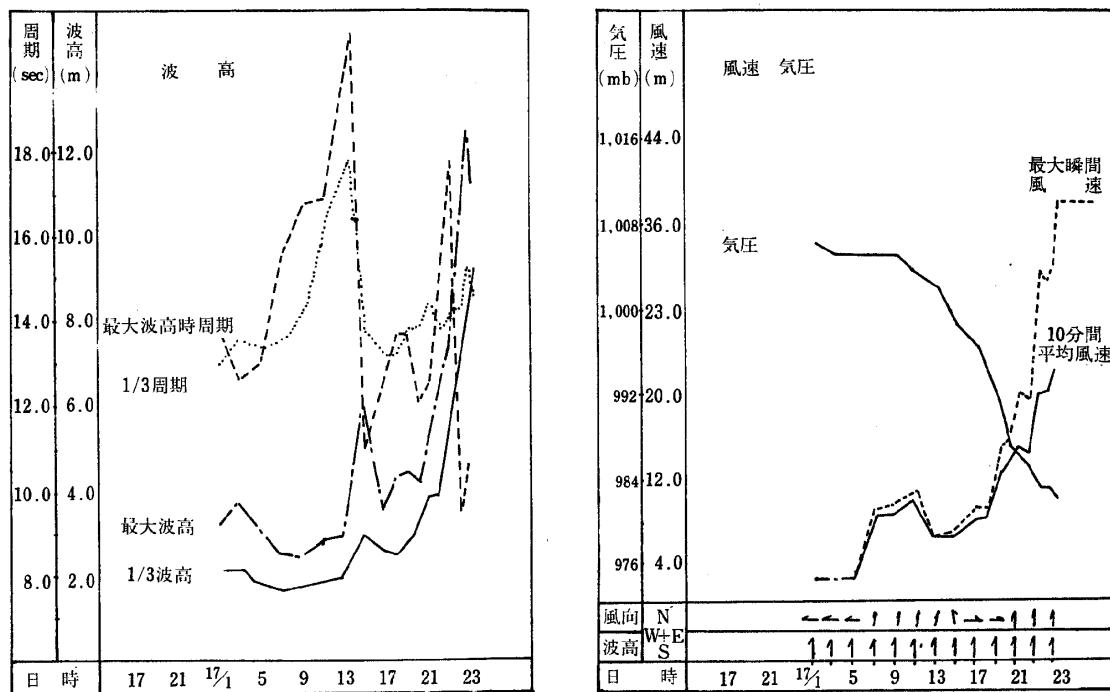


図-3.6 6524号台風時の田子の浦港における気圧・風速・波高(田子の浦港管理事務所)

表-3.3に示すとおりで、田子の浦の最大有義波高は4.45m(この周期16.3秒)，沼津の値は非常に少なく、波高で1/4程度である。なお周期は田子の浦より少し長かった。

二)さて1966年26号台風時の実測波であるが、沼津についての連続波形は一部スケールアウトの分はあるが、よく作動してとらえられている。

有義波高、最大波高のうごきを示せば表-3.4及び3.5のとおりで、最大有義波高は3.22m(この周期17.3秒)，最大波は波高4.7m，周期20秒となっている。沼津の波形記録から長周期波を求め図化したものを図-3.7に示す。周期80～200秒、波高0.5～2.3mのものが見られる。港湾技研が沼津の波形記録からスペクトル解析した

表-3.3 昭和41年6月28日6604号台風時の波の観測値

時 刻	田 子 の 浦 港		沼 津 港	
	時 分 時 分	有義波高(m)	有義周期(Sec)	有義波高(m)
14.00～14.10	2.84	14.2	0.79	15.5
15.00～15.10	2.98	14.5	0.88	15.8
16.00～16.10	3.56	14.8	1.18	16.6
17.00～17.10	3.09	14.3	0.77	16.8
17.30～17.40	3.78	15.4	0.93	17.0
18.00～18.10	4.45	16.3	0.81	14.8
18.30～18.40			1.02	16.6
19.00～19.10	4.04	14.4	1.46	17.3
20.00～20.10	3.34	15.5	0.90	15.8
21.00～21.20			0.68	17.9
22.00～22.10	3.02	14.0	0.63	16.2
00.00～00.10	2.59	13.8	0.42	17.2

表-3.4 6626号台風時沼津港、田子の浦港の波

区 分 時 分	沼 津 港				田 子 の 浦 港			
	有 義 波 高	最 大 波 高	有 義 波 高	最 大 波 高	波 高	周 期	波 高	周 期
波 高	周 期	波 高	周 期	波 高	周 期	波 高	周 期	
日 時 分 25 0 30	m 0.45	sec —	m —	sec —	m 欠測	sec なるも直後の推定	m —	sec —
1 0 0	0.80	21.0	0.90	22.0	3	沼津より大きい	4	沼津より大きい
1 3 0	2.50	20.0	4.7	20.0	8	—	1.7	—
2 0 0	2.45	17.5	4.6	14.0	8	—	1.5	—
2 3 0	1.70	13.5	2.7	12.5	6	—	1.0	—
3 0 0	1.50	10.5	1.9	14.5	5	—	6	—
4 0 0	0.75	9.5	1.0	11.3	—	—	—	—

結果は図-3.8に示すとおりである。これをみるとかなり広い範囲にわたり分布しており、ピークとして、周期200秒、60秒及び18秒近所があげられる。田子の浦港のそれはよくわからないわけであるが、前年の6524号台風時における田子の浦港と沼津港の波のスペクトル比較(図-3.9の(a)と(b)参照)から推定して、図-3.8に田子の浦の値をいた。もちろん長周期成分もたっぷりあるわけであるが省略している。

#### ホ) 海岸沿いの波力の分布

等深浅図(水深100mまでの)を作製し、南方からの進入波の波の堀折図を書いてみると、波力の収斂する区間が図上で求められ、これを航空

表-3.5 昭和41年9月25日 6626号台風時沼津港波高記録

時 刻	観 测 値		備 考
時 分 時 分	有義波高(m)	有義周期(sec)	
0030~0050	0.49	22.4	
0050~0110	0.85	20.8	
0110~0130	1.24	18.5	
0130~0150	(3.22)	(17.3)	
0150~0210	(2.67)	(18.3)	
0210~0230	(1.91)	(17.9)	
0230~0250	1.74	13.7	
0250~0310	1.45	14.5	
0310~0330	1.31	15.9	
0330~0350	1.08	14.3	

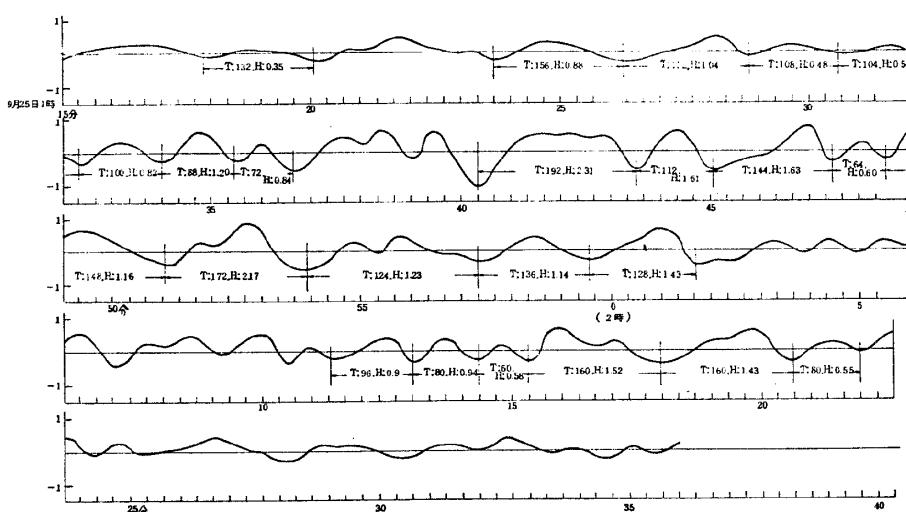


図-3.7 6626号台風とくに沼津港における長周期波の記録

(T:長周期波の周期(sec) H:長周期波の波高)

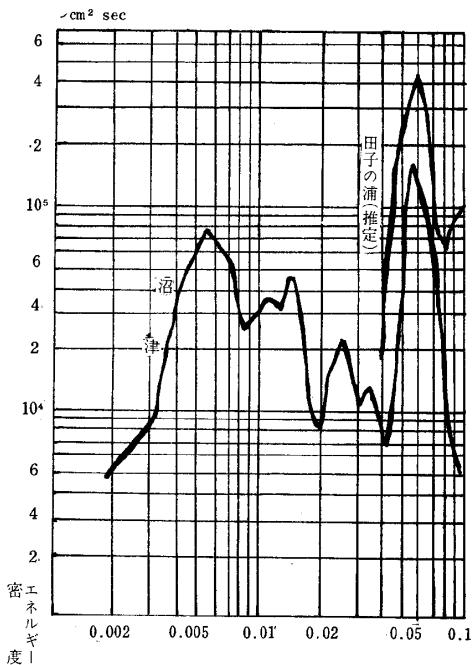


図-3.8 6626号台風時における沼津港の波のスペクトル  
(9月25日1時10分~2時10分)

写真による表のり付近のコンクリートブロックの破壊、転倒、裏のりへの越流の程度の分布と比較すると、大体一致をみる。堤防が完全に破壊した富士海岸の三四軒屋地先は断面測量の変化をみると、すでに4~5年前から侵食によって前浜がけずられ、堤防前面水深が大きくなつて、洗掘力を増大させた影響が強く働いたと言えよう。

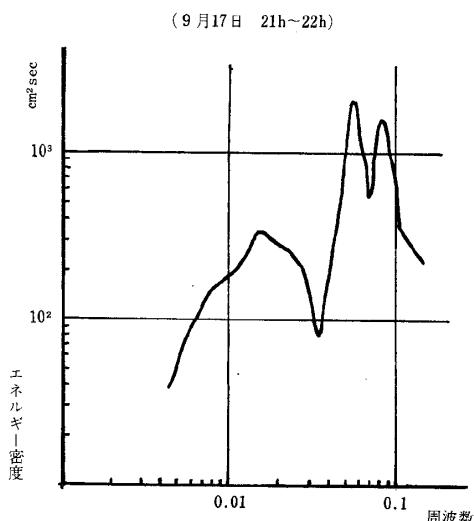


図-3.9 a 6624号台風時の沼津港における波のスペクトル

### ヘ) 破波及び越波

くどいようであるが、今回の被災の原因となつた波は長周期波であつて、エネルギースペクトルの推定では、周期20秒と3分付近にピークがあり、これをはさんでかなりな範囲に周波数帯域があり、波長は数百m程度の津波のような波であつたことがうなづかれ、急勾配の浜をのり上げるとき、碎波はまず考えられず、直接遡上し、越流したものとみられる。従つて、浜の形が人工的に多少変えられていたから、越流被害が多かつたという一部の説は、模型実験の結果からも積極的には認められないものと思う。また、越流の高さと流速は波の集散度に比例したであろうことは当然であるが、背後地の被害はこれだけでなく、保安林の抵抗性や、背後地の斜面勾配による越流水の地表流出速度の大小が、かなり利いたものであることが実地に歩いてみて理解される。最大波による越流、越波をある程度許す保全計画を立てる場合、背後地のいわば第二線防御のあり方が極めて重要なことを指摘していると言えよう。

### 3.3 建設省土木研究所の模型実験

建設省は駿河湾奥部40kmのうち、田子の浦港域部(約1.5km)を除き、大体伊勢湾台風時の波浪を対象として海岸堤防を計画し、完成させていたわけであるが、今回の越流による大きい災害をうけた結果

イ. どのような波高と周期の波が、どんな潮位に上のせされて起つたのか。

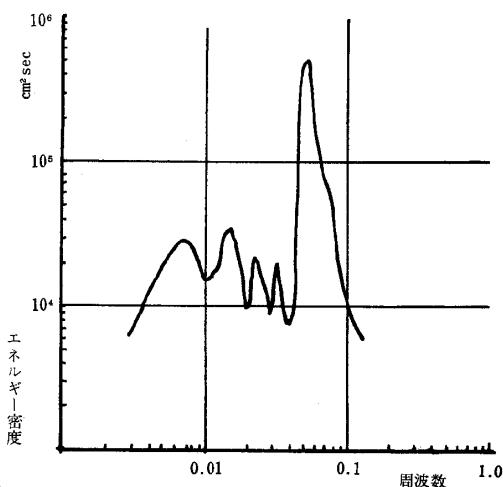


図-3.9 b 6524号台風時の沼津港における波のスペクトル

ロ. 越波の被害を避けるためには、海岸堤防の改造、補強をいかに考えるべきか。

ということを中心課題として、長水路造波装置を用いて模型実験を行なつた。実験は長さ110m、幅1.5m、深さ2.5mの大型造波水路で行なわれ、地形模型の縮尺は1/40であった。

さて、(イ)の課題に答えるにしては、田子の浦港の波高計は全く欠測であり、同港内の潮位記録は複雑な周期をもつて大きく振動しており、更にひどい越流害をうけた元吉原小学校付近をはじめ各地の越流状況などは事後の推測調査であるため、はつきりしない。そこで、まず潮位については、海岸における副振動（実測値からも1m前後ものが見られる。）の重なりの場合を考慮して、T.P.+1.5m, 2.5m, 3.5mの3種を仮定した。波については沼津における波のスペクトル解析の結果を参考として、長周期成分にとらわれず頻度の大きい1.7秒、2.0秒の2種の周期を仮定した。波高については、沼津の記録、前年度における沼津の田子の浦の波の関連、越流状況などを考慮して、有義波高1.0mより最大波2.25mまで各種を仮定した。以上の潮位、沖波波高、周期の多くの組合せ条件のもとに、吉原、富士、原、蒲原など各海岸断面の各々について堤防前面の水位、越流深および越波量（一波あたりの）および越波後、背後地に向つての流下状況を実験観測した。その中から実際の被災状況と比較してこれと大体符合するものを選び出した。

この結果、潮位はT.P.+1.5m程度、最大有義波高は約1.1m（沖波）、最大波高は2.0m（屈折による若干の收れんを考慮）周期は約2.0秒といふことに推定された。そして最大波が来襲したとき大きな越波を生じ、越流量は堤防単位中あたり、一波あたり $70\text{ m}^3$ 程度と推定された。そうすると本堤背後の旧堤付近の水平流速は5m/sec程度になつたと考えられ、保安林の破損、民家の流失、損壊を惹起し得たものと思われる。

次に(ロ)の課題、すなわち前項の条件波に対して、現在堤防の計画高、断面形汀線までの浜傾斜などを如何に変えれば効率よく越波被害を防ぎ得るか、（許容越波量は背後地の地形、傾斜、家屋、鉄道の有無によってかえているが。）この場合現在堤防が伊勢湾台風を目標として計画されているので、前記の条件波のほかに、最悪コースの伊勢湾台風に対しても安全かどうかのcheckも行なわれた。

### 結果として

i) 吉原西部海岸では堤防をT.P.+1.7m（現在1.3m）に嵩上げすれば安全で、波は旧堤内に入らない。

ii) 原海岸および吉原東部海岸では堤防高をT.P.+1.7mに嵩上げしても越波被害があるかどうか更に検討を要する。

iii) 蒲原海岸では2.6号台風に対しては安全であるが、仮想伊勢湾台風については越波量は多くないが、背後地が低く、人家も近いので、更に安全性の検討が必要である。

iv) 沼津海岸については、2.6号台風には安全であるが、仮想伊勢湾台風に際して、堤防高T.P.+1.5mの地区について $10\text{ m}^3/\text{m}$ （一波あたり）程度の越波が予想されるので安全性について検討を要する。

v) 一般に災害時浜の勾配がゆるいので被害を大きくしたといわれたが、そうでもなく、ただ天端まで砂浜にもぐらせることは波の遡上を大きくする。

以上土木研究所の今までの成果について紹介したが、海岸堤防の高さのみでなく、背後地の高さや地形、民家の有無を考慮しての安全性についての実験を行なつたこと、また過去の計画台風を最悪コースにもつてきただきにおける安全性のcheckを行なつたことは、海岸保全計画調査として注目に値することと思う。

参考図として、実験結果の一部を図-3.10(a)～(h)を掲げる。

### 3.4 運輸省港湾技術研究所の模型実験

運輸省は田子の浦港を中心として、東西方向あわせ約2kmの港湾区域を所管しているが、ここでの海岸堤防護岸は田子の浦港拡張と歩調をあわせ、伊勢湾台風当時の波浪を対象として造成された。

港の東部の吉原海岸に属する部分は三面張コンクリート堤防で、胸壁高はT.P.+1.38m、港の西部の富士海岸に属する部分はやや小型な同型の堤防であつて、胸壁高はT.P.+1.28mである。今回越流被害のひどかったのは港東部の元吉原小学校付近である。

模型実験の目標は次の二点に絞られた。

イ) 災害を起こしたときの潮位と波をどう考えるか。

ロ) 現在堤防の改造、補強をどのようにして背後地の安全を確保するか。

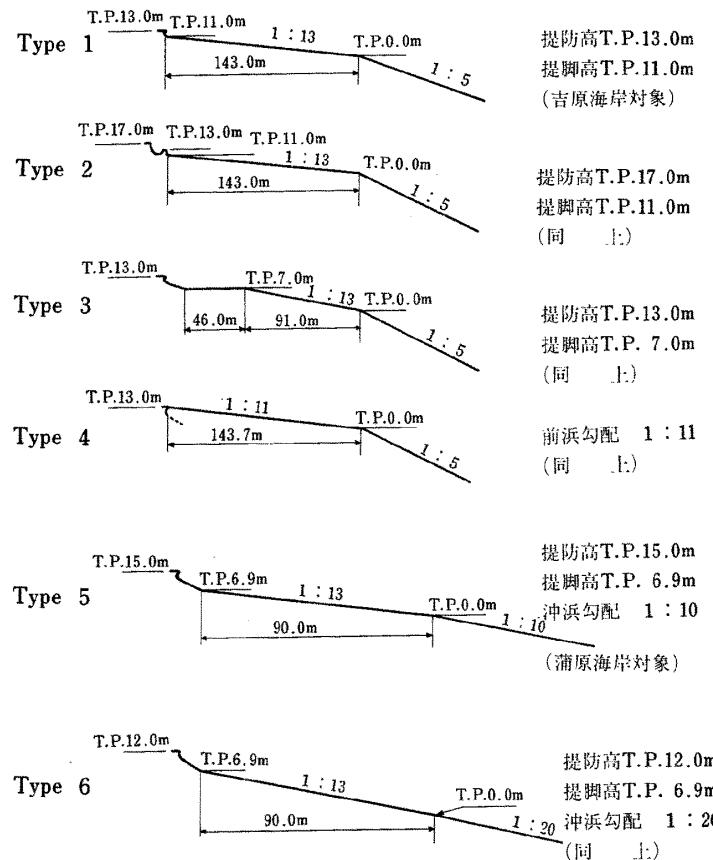


図-3.10(a) 模型実験に用いた海浜形状 (TYPE 1~6)  
(土木研)

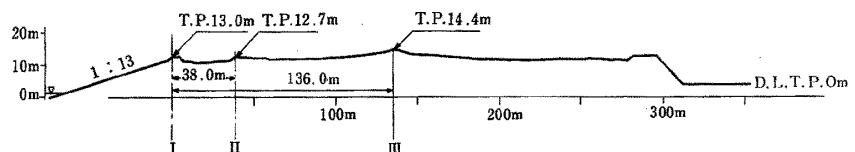


図-3.10(b) 吉原海岸の背後地の形状 (土木研)

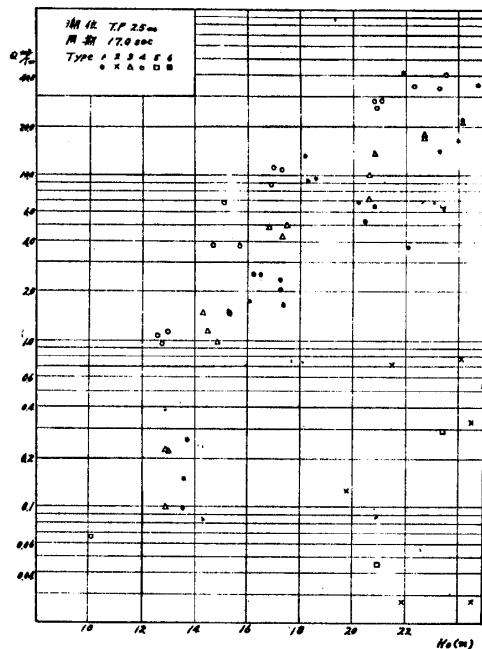


図-3.10(c) 沖波と越波量との関係(実験)  
(土木研)

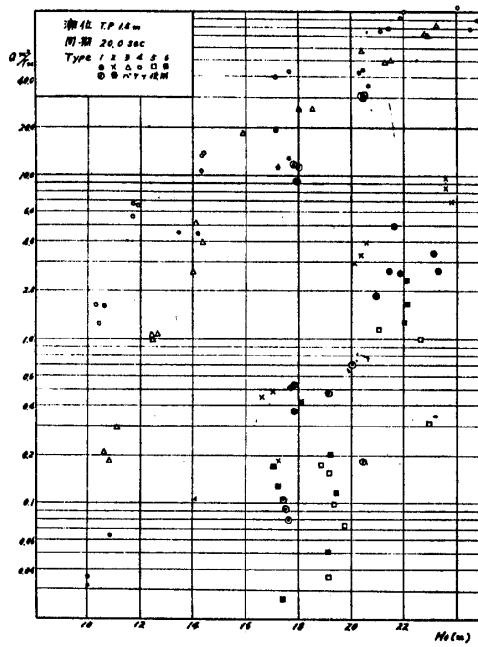


図-3.10(e) 沖波と越波量との関係(実験)  
(土木研)

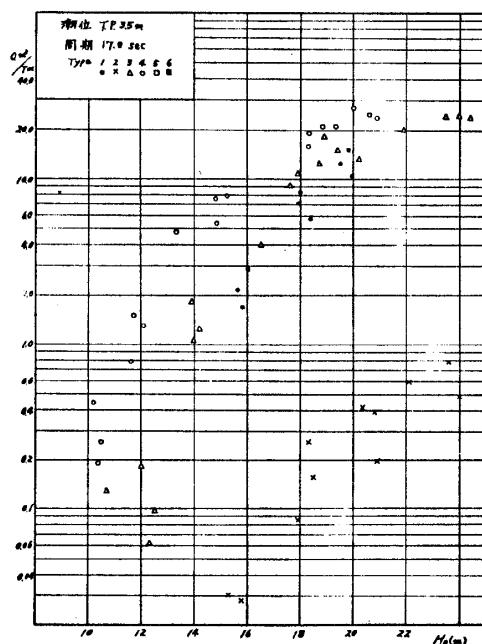


図-3.10(d) 沖波と越波量との関係(実験)  
(土木研)

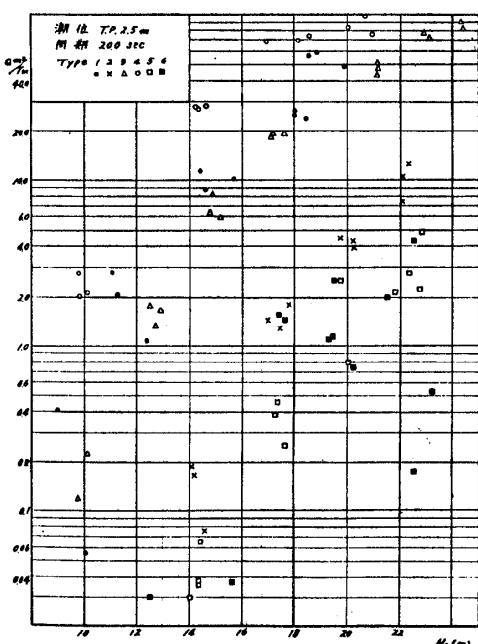


図-3.10(f) 沖波と越波量との関係(実験)  
(土木研)

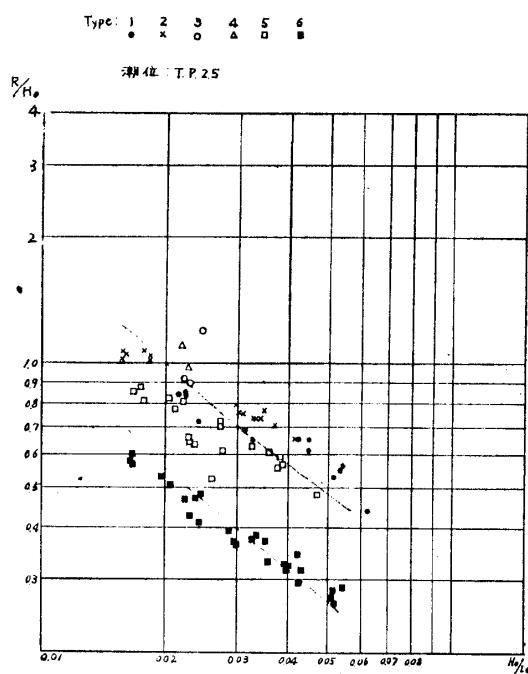


図-3.10(g) 沖波波形勾配と波のうちあげ高の  
関係 (土木研)

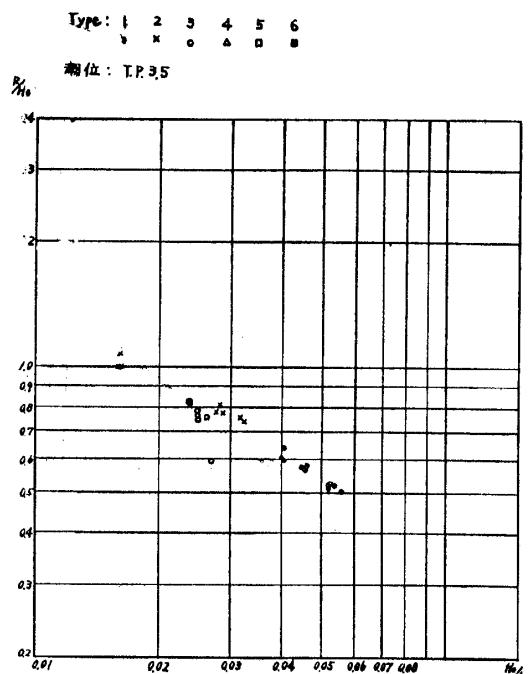


図-3.10(h) 沖波波形勾配と波のうちあげ高の  
関係 (土木研)

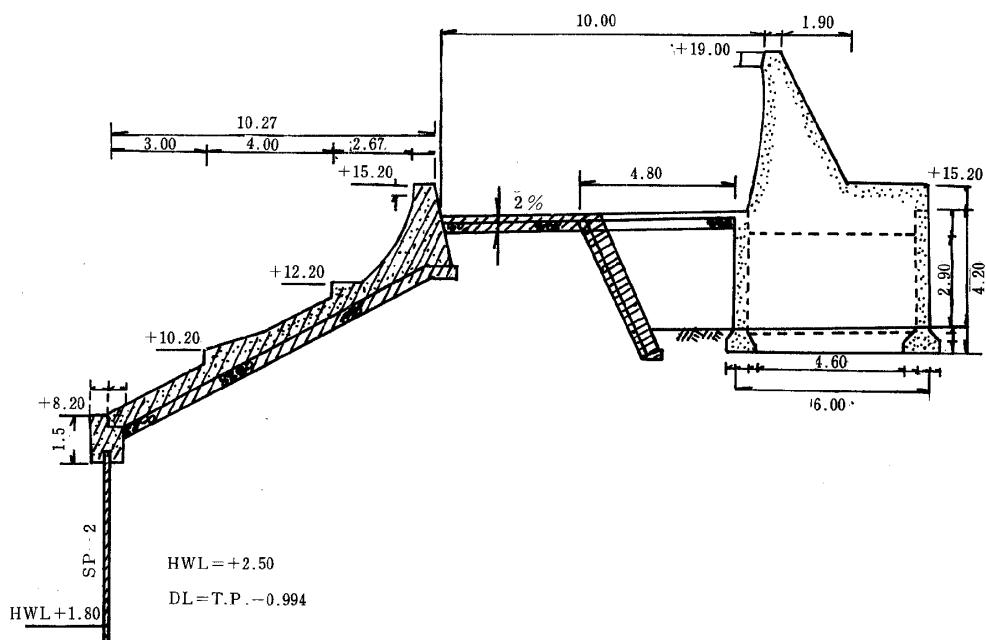


図-3.1.1 港湾区域海岸堤防（補強）標準断面図

第一の海象条件の選定に関しては、被災調査の行なわれた元吉原小学校付近断面の越流条件を満足する波を選ぶということ、すなわち現地調査の

結果

1) 海岸堤防の背後の旧砂丘堤に越流を見たのは約10分おきに3回程度であつて、砂州の後方

の家屋は砂丘堤を越えた海水の衝撃によって破壊された。そして砂丘堤上の越流高は松林の痕跡から1m程度であったろう。

2) これによつて、条件波は最大波を対象とし、砂丘堤上の越流高が1mになるようなものを選ぶことになった。

実測潮位変化、沼津の波のスペクトル解析の結果をもとにして、種々の潮位、波高周期の組み合わせを考え、潮位はT.P.+1.6m~3.6m、波の周期は18秒~150秒の範囲から選び、砂丘堤上の越流高1mに相当する波を探した。

実験水路として、漂砂実験水路、長さ105mの大型造波水路及び長さ160mの津波造波水路の3種を用いた。

図-3.14に模型説明図、表-3.6に条件にあらう潮位と波の組み合わせを、図-3.15に条件波の周期と波高の関係、図-3.16に各種条件波の場合の越波量を示す。

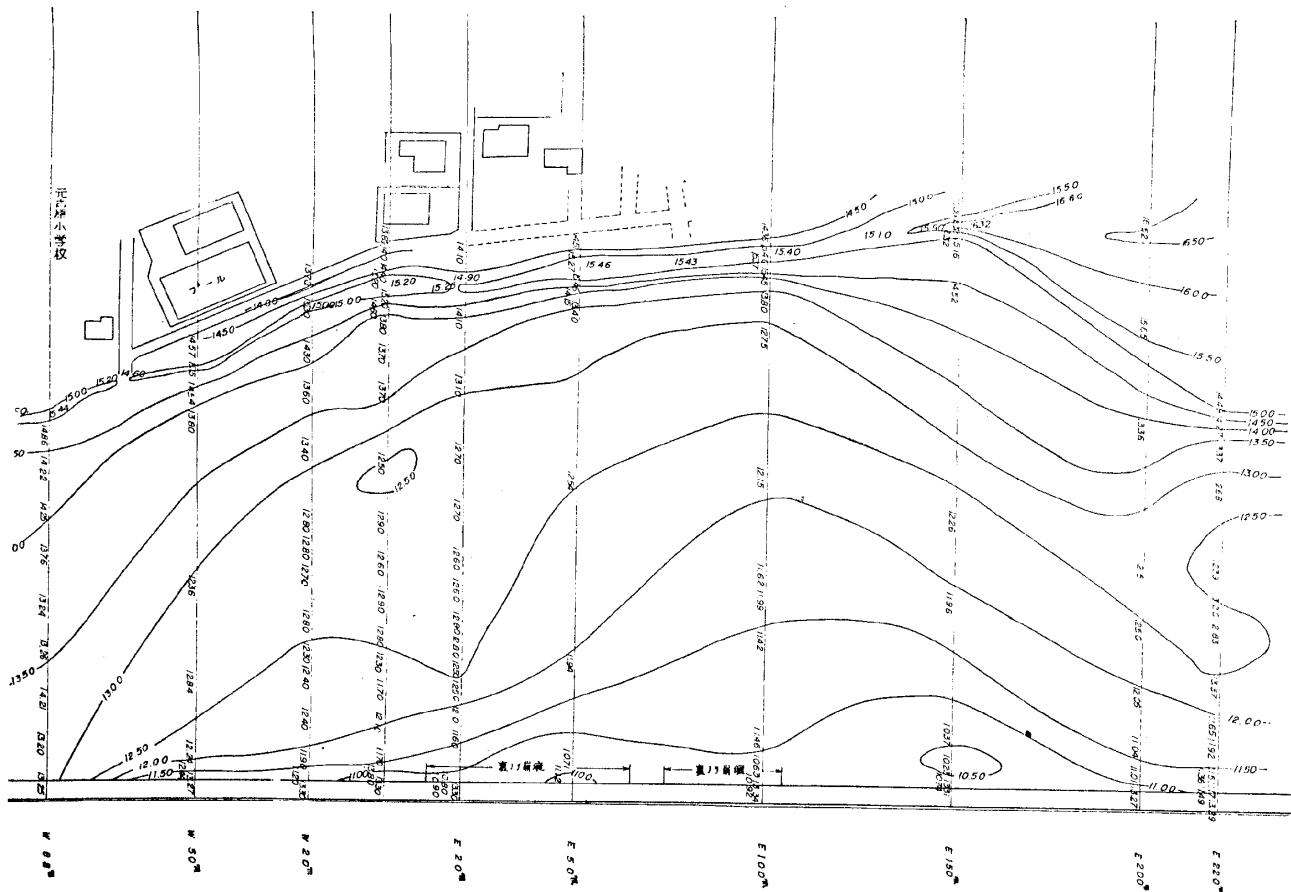
次に、条件波に対し、越波量を安全程度まで減少させるため現在堤防をどう改造補強したらよい

かということに関する実験が行なわれた。Caseとして

- イ) 現在堤防の位置で嵩上げする場合
- ロ) 現在堤防の後方へ第二堤防を設け、越波を抑制する場合
- ハ) 現在堤防前面に二重堤、三重堤を設ける場合、或は消波工を設ける場合

それについて実験が行なわれた。その結果の一部を図-3.17及び図-3.18に示す。精力的実験による結論として下記のようなことが指摘された。

- 1) 条件波としては、潮位T.P.+1.6m(W.D.L上2.6mに相当)の場合、周期20秒、波高23m、また周期150秒の場合には沖波波高4m程度のものとなる。
- 2) 現在堤防を補強嵩上げする場合、天端高をT.P.+1.9mにすれば、周期20秒~40秒の波に対し、越波量を現況の場合(天端高T.P.+1.4m)の3~10%(一波あたり0.06~0.2m<sup>3</sup>/m·sec)に減少させ得



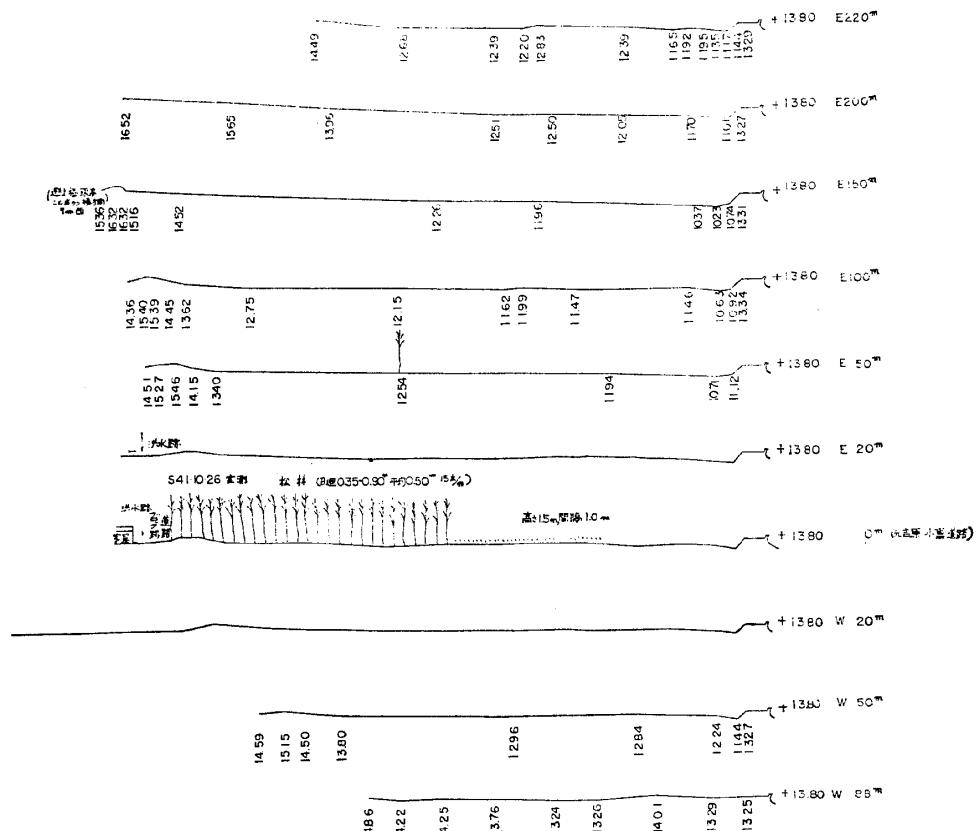


図-3.1.3 吉原海岸元吉原小学校付近の横断面図

- 小型水路  $S=1/100$
- 大型水路  $S=1/40$
- ◎ 津波水路  $S=1/100$

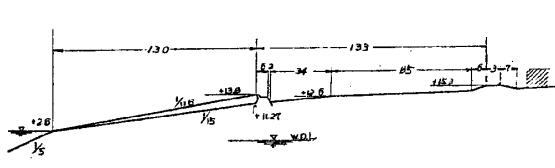


図-3.1.4 模型説明図(港技研)

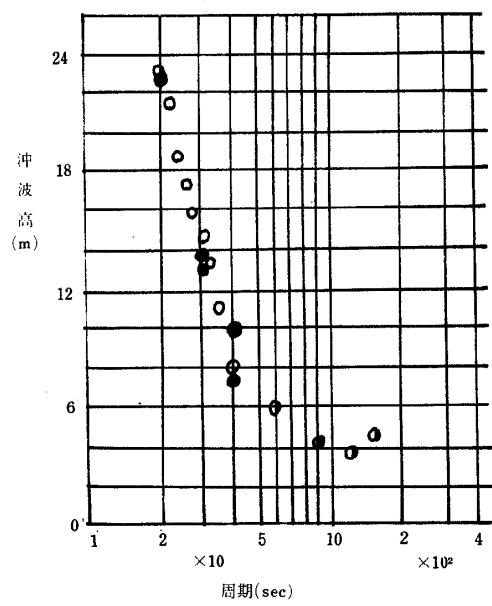


図-3.1.5 砂丘堤上の越流高が約1mであるような周期と波高  
潮位W. D. L上 2.6 m (港湾技研資料)

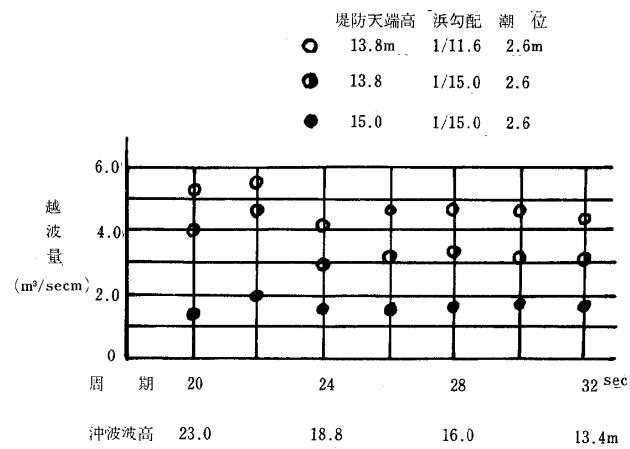


図-3.16 各種条件波による越波量(港技研)

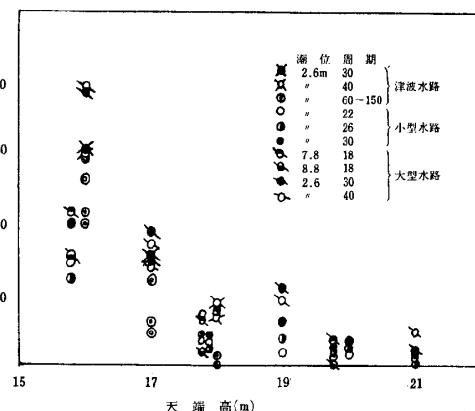


図-3.17 現在堤の嵩上の場合(港技研)

表-3.6 砂丘堤上で越流高が1mとなるような潮位と周期と沖波波高の組み合わせ

潮位 W. D. L 上	周期 (sec)	沖 波 波 高 (m)			沖 波 波 形 勾 配		
		小型水路	大型水路	津波水路	小型水路	大型水路	津波水路
2.6	2.0	23.0	22.7		$\times 10^{-2}$	$\times 10^{-2}$	$\times 10^{-3}$
"	2.2	21.5			3.69	3.64	
"	2.4	18.8			2.84		
"	2.6	17.5			2.09		
"	2.8	16.0			1.66		
"	3.0	14.7	13.0	13.7	1.31		
"	3.2	13.4			1.05	0.926	9.76
"	3.5	11.0			0.834		
"	4.0	8.1	7.3		0.582		
"	6.0				9.8	0.326	3.93
"	9.0				6.0	0.292	1.07
"	12.0				4.2		0.333
"	15.0				3.6		0.161
4.6	2.0		20.0		4.3		0.123
"	3.0		10.5			3.21	
"	4.0		6.5			0.748	
7.8	1.8		17.3			0.26	
8.8	1.8		15.2			3.43	
						2.97	

W. D. L 0 は T. P. - 0.994 m に相当

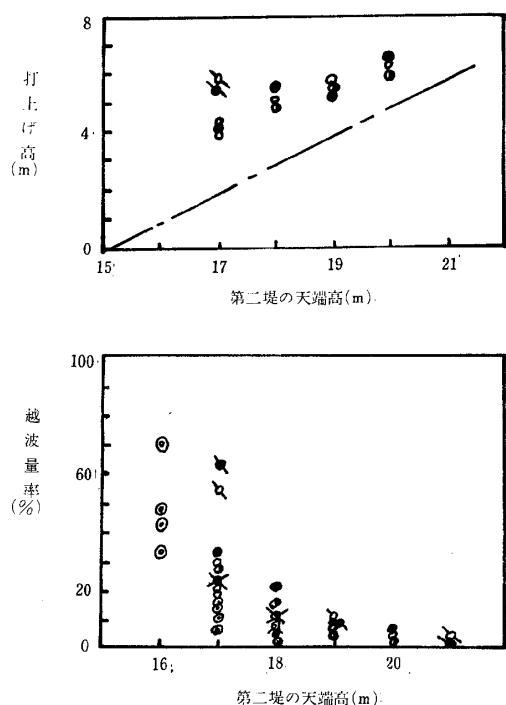


図-3.18 本堤から10m後に第二壁体を設けた場合 (港技研資料)

る。

- 3) 現在堤防の10m後方に第二壁体を設ける場合、天端高を同じくT.P.+20mにすることにより、周期20~40秒の波に対し、越波量を現況の2~6%に減少させ得る。
- 4) 現在堤防の50m背後に第2壁体を設ければ、天端高を18mにしても、越波量を現況の5%程度に抑えられる。
- 5) 周期60~150秒の長周期波に対しては、前記いずれの場合も、天端高T.P.+17mで越波量を現況の5%以下に抑えられる。
- 6) 現在堤防前面に別の堤体を設け、二重堤、三重堤にする方法は、越波量を現況の50%程度までしか減少させない。
- 7) 堤防前面に消波工を設け、遡上による越波を減少させる効果は殆んど期待出来ない。なお、実際の場合は湾の副振動、風の吹き寄せ、波の収斂、背後地の高低、地物の影響によって、場所によって安全であるべき越波量は変ってくるし、工法によっても差異を生ずるであろうということである。

#### 4. 今後の問題に関する所見

今回の災害はその原因たる台風が大した強さでなかったにも拘わらず、T.P.+13mというあの高い頑丈な近代的海岸堤防が長周期波にのり越され、背後の民家にあばれこみ、死傷者を多く出したという事実で海の恐ろしさを示した。今回の調査の段階では事態が十分究明されず、すつきりしないところが多く、今後、多くの面から研究されねばならないと思うのであるが、若干これらについて所見を述べてみたい。

##### 1) 災害の発生機構について

災害の主因として波が重要な要因であったことは間違いないが、伊勢湾台風時の高波に対して十分実験もして安全な構造体を建設していたところが、被災したということは、波以外に富士川流送土砂の減少にもとづく海岸侵食の進行による前浜の欠損、堤防背後の保安林の間伐による越波への抵抗性の減少、洋上台風による刻々のうねりの伝播についての予報及び実況の伝達のおくれ（これは施設的にも難しい問題であるが）、不意の来襲波に対する避難のとまどいなどもからんでいると言つては当たらないだろうか。深海に直接面する海岸の代表として、今回の災害は大きな教訓を与えたものと言える。

2) 台風域に発生する波と長周期波の伝搬について気象学者、海洋学者、海岸工学者によって研究が進んでおり、計算式も提案されているが、今回の災害時に発生した波を説明するにはまだ十分でないようである。それは実測値の不足、すなわち洋上における暴風時の風観測、波浪観測の体制が十分でない点に原因があり、わが国のように南方の広大な洋上に台風の横行を許すところで、観測網が非常に少ないという現状は改善されねばなるまい。またうねりが湾内に侵入し、碎波することなく浜を遡上していく現象は、理論的研究もさることながら、大型水理模型実験による解明も必要ではなかろうか。

##### 3) 海岸保全計画の基準について

保全防災基準は背後地の重要性と外力の大きさ、頻度、経費などによって定まってくるわけであるが、根本的な問題として、計画波として、有義波高をとるか、最大波またはこれに近いものを対象にするかという問題がある。従来の一般通念として、有義波対象が有力であるが、背後地の重要度といふか、利用度といふか、特に堤防背後至近区

域の施設の状況、波の性質と頻度によっては最大波に近いものを計画対象とせざるを得ぬ場合も出て来ることであろう。少なくとも人命の危険が察知されるような場合には、計画波の規模を高めるだけでなく、超波やしぶきに対する第2線防護のあり方を工夫しておく必要があろう。

#### 4) その他

筆者の特に感を深くしたこととして、波高計の欠測がある。今回の被災時に重要地点に設置されていた幾つかの波高計が、風波に破壊されて肝心な時の記録を残し得なかつたことは、従来も大災害時の水位計、風速計、地震計などについて指摘されていたと同様殘念なことで、室内にのみ設置する精度のよい計器と違つて野外の異常外力に耐え得る計器の研究開発と設置拡充を望みたい。

災害時の生観測の経費を惜しむようでは、災害の機構の解明は遅れるばかりである。

次に述べたいことは今回のような海岸災害直後に撮影する航空写真の有効性である。第2節で述べたわけであるが、海岸の長い延長にわたつてかなり正確に地形、地物、構造体及び被災状況を捉え得た。縮尺1/5,000でとったパンクロ写真は2倍に拡大すると、海岸堤防の裏のリブロック(25cm×25cmの正方形)の1個1個、蛇籠護岸の網の目まで、また保安林の幹の傾きまでわかる。立体視すれば浜の傾斜、凹凸までわかる。この点は成功であつて建設、運輸、両省と静岡県土木部に直ちに利用され、復旧工事や堤防改良計画の樹立に役立つた。背後地の複雑な地形、地物の把握は人の足で歩き調べるのに比し、遙かに効率的であった。

しかし一方、筆者らが期待したカラー航空写真による地物色調判読、すなわち今回の場合は越波による保安林の塩害による色調変化を利用した越波被害度分布の把握であるが、これはあまり成果を上げ得なかつた。これは撮影が災害後2カ月半もたつていたことによるが、松の分布が不均一で、樹令もまちまちであり、また越流塩水は凹所をたどつて、限られたところを流れ出て地上被害と色調変化が比例していない点などに原因がある。これらは更に研究を要する問題であろう。

#### 参 考 文 献

- 静岡県災害史 静岡県 1960
- 海岸保全施設築造基準
- 建設省、運輸省、農林省 1958.1.2
- 海岸保全施設設計便覧 土木学会 1958.2
- 富士沼津海岸災害助成工事の大要
- 静岡県 1961.1.0
- 水理公式集 土木学会 1963.8
- 富士海岸工事の概要 静岡県 1964.1.0
- 静岡県防災地学調査報告書 静岡県 1961.3
- 由比海岸工事誌 建設省 1966.3
- 台風26号資料
- 建設省沼津工事事務所 1966.9
- 台風26号異常気象速報
- 静岡地方気象台 1966.9
- 台風第24号第26号の速報 気象庁 1966.9
- 台風26号の記録 静岡県河川課 1966.1.0
- 清水港台風26号気象及び被害状況
- 静岡県清水港工事事務所 1966.1.0
- 昭和41年災害特集(みなどの防災)
- 港湾海岸防災協議会 1967.2
- 富士吉原海岸模型実験報告書
- 土木研究所資料第266号 1967.2
- 駿河湾沿岸の海岸災害
- 防災科学技術第4号 1967.4
- 海岸堤防の越波に関する実験的研究
- 高田 彰 1967.5
- 駿河湾台風6626号総合調査研究報告
- 港湾技術研究所報告第44号 1967.8
- 台風26号による吉原海岸の災害について
- 第14回土木学会海岸講演集 1967.1.0
- 駿河湾海岸災害実態調査
- 昭和41年度特調費研究概要報告 1968.3
- 駿河湾海岸災害報告書
- 土木研究所資料第369号 1968.3
- 6626号台風による吉原海岸の異常高潮発生の理論的背景とその対策について
- 西本勝之 1968.1.0
- 静岡県の海岸事情(みなどの防災第23号)
- 港湾海岸防災協議会 1968.1.1
- 駿河湾奥における沿岸防災海洋学的研究
- 昭和43年度特定研究報告 1969.2
- 伊勢湾台風下における三重、愛知両県下の海岸防災林の効果と森林の潮風害に関する調査報告
- 林業試験場研究報告No.127 1961.1