

台風7010の通過に伴う中国・四国地方の風について

光 田 寧・川 平 浩 二

STUDIES OF WINDS CAUSED BY TYPHOON 7010

By Yasushi MITSUTA and Koji KAWAHIRA

Synopsis

Maximum wind speed distribution of Typhoon 7010, which passed over the Japanese Islands in the morning of Aug. 21, 1970, was analyzed using the wind records and the results of the wind disaster survey. The central pressure of the typhoon at the time of landing was about 960 mb, that is as low as the value corresponding to the occurrence probability of 1/5 per year. The radius of the maximum wind zone was about 60 km and which is nearly equal to the radius of the eye wall observed by the radar.

1. は じ め に

台風7010は1970年8月21日朝、四国南部、高知県土佐佐賀町付近に上陸し、北北西に進んで四国、中国を横断して同日午後松江付近から日本海に抜けた。上陸時の中心気圧は約960 mbで、この値を先に著者の1人が行なった過去に日本を襲った台風の統計の結果¹⁾として得られた四国地方に上陸した台風の上陸時の中心気圧の確率分布 (Fig. 1) と対比して見ると、今回の台風は発現確率は約1/5すなわち5年に1回ぐ

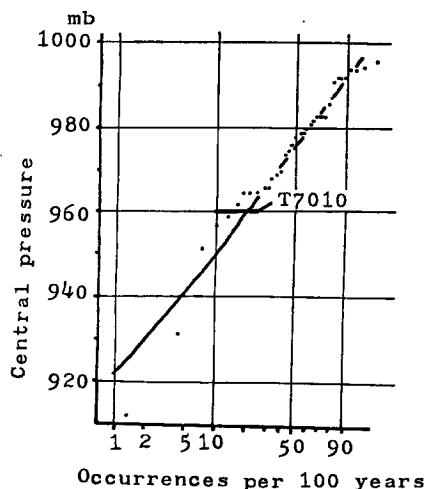


Fig. 1 Occurrence probability of the central pressure of the typhoon hitting Shikoku Isl.

らいの割合で四国のどこかに上陸する可能性のある台風であったということになる。このように台風としては特に強烈なものであったとは考えられないにもかかわらず、今回の台風の通過に伴って高知県の沿岸の浦戸湾の周辺においては、予測もしなかったような異常な高さの高潮が発生した²⁾。このことは台風災害の防

止軽減を考える上で重大な問題であるので、この台風およびそれに伴った災害に関する調査が計画され、実施された。本研究はその調査の一部をなすものである。

2. 風およびそれに伴う被害の分布

この台風の通過に伴って室戸岬測候所においては最大風速 51 m/sec (21 日 06 時 30 分 E), 最大瞬間風速 64 m/sec (06 時 25 分 E) また、沖ノ島では最大風速 58 m/sec (08 時 00 分 NW) という強風が観測されたが、これらは比較的特異な立地条件の観測点で観測されたものであるため他との比較は困難である。一般的な、平地において観測された記録としては高知の最大風速 29 m/sec (09 時 00 分 E), 最大瞬間風速 54 m/sec (09 時 05 分 E) および南国市の高知空港での最大風速 38 m/sec (09 時 00 分 ESE), 最大瞬間風速 57 m/sec (08 時 55 分 ESE) が最も強いものである。中国、四国地域での最大風速の分布は Fig. 2 に示すとおりである。この図からも明らかとなり、瀬戸内海周辺においても 20 m/sec 程度の最大風速が観測されているが、風による陸上の被害は高知県下に集中しており、全半壊家屋総数 4324 棟のうち 3729 棟は高知県で生じている。この四国の南側での風速と、北側での風速との間に、家屋の被害発生に限界があるのではないかと考えられる。

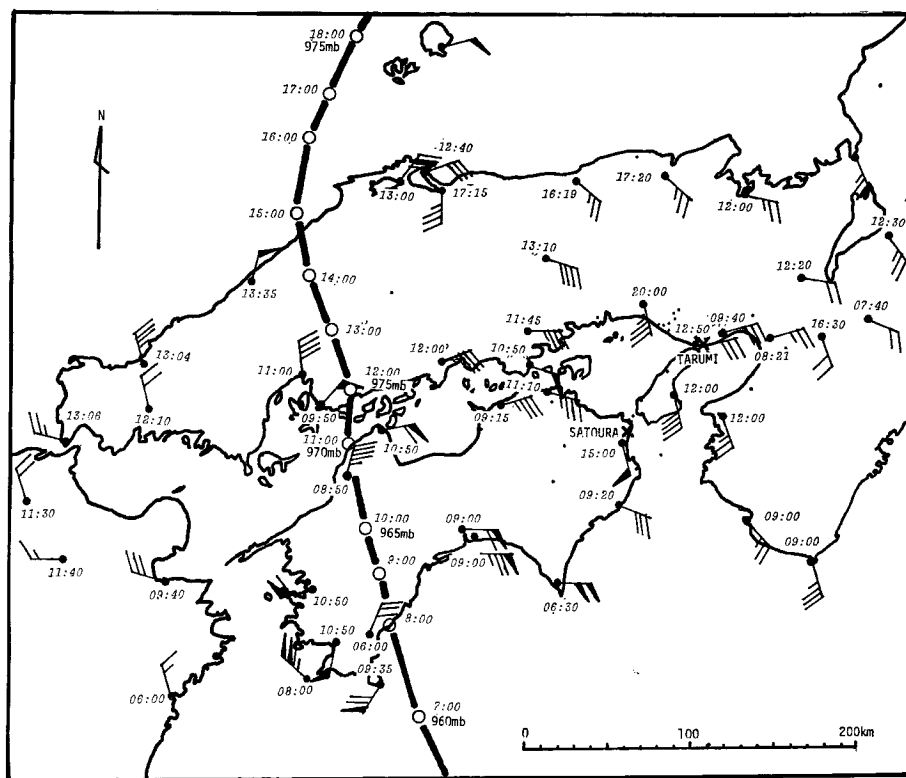


Fig. 2 Distribution of the maximum wind speed and the time of its occurrence with the course of the center passage.

高知県下における風速の分布を調べ、高潮などの分布と対比することを試みるには Fig. 2 にも見られるとおりあまりにもその観測点の数が少ない。過去の台風の被害の調査の結果によれば家屋の被害率と最大風速あるいは最大瞬間風速との間には比較的良好の対応があることが知られている^{3), 4), 5), 6)}。従って、それらの

場合と同一の手法によって高知県下の今回の家屋の被害分布を調べて見た。全壊家屋の棟数と世帯数の比として定義される家屋の全壊率の市町村別の分布を図示したものが Fig. 3 である。

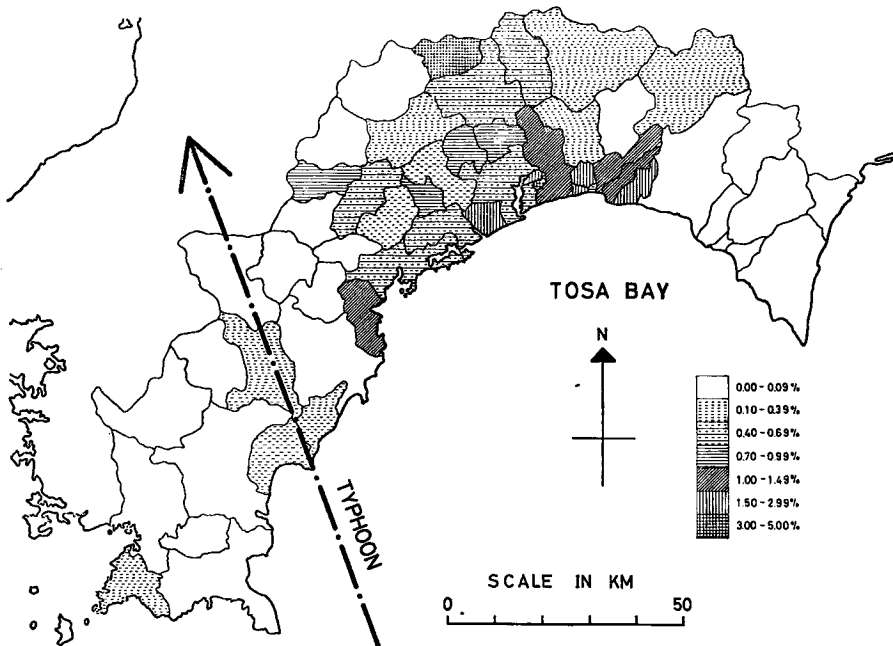


Fig. 3 Distribution of the rate of the completely destroyed houses caused by Typhoon 7010.

この図からも明らかなように、家屋の被害の多いのは高知市、南国市を中心とした県の中央部に集中しており、台風の中心の通過経路から東に 50~80 km 離れたところに被害が著しい。これは過去の台風においても普通見られる現象で、台風に伴う強風がこの部分で最も強く、最大風速域がこの付近を通ったことを意味している。そして、南国市付近で特に被害が大きく、ここでの風速が先に示した値になっているところから、その周辺ではそれよりは風が弱かったものと推定される。結局、浦戸湾の周辺が丁度台風の風が最も強かったことになり、台風の移動速度や海象の影響も重なって先に述べたような高い高潮になった原因をなしているであろう。

この図から見られるとおり、台風の風の特に強い範囲は比較的狭いので、浦戸湾といった特定の場所を指定すれば、たとえ 5 年に 1 回ぐらいの割合で四国のどこかに上陸するような比較的近頻度の高い台風についても、その強風域の中にちょうどかかる確率はずっと低くなることは当然である。

なおこの被害率が従来の台風の場合に比較して差があるかどうかを比較したのが Fig. 4 である。この図は過去の伊勢湾、第 2 室戸、第 2・3 宮古島の諸台風について、最大瞬間風速とその値が観測された市町村での家屋の全壊率との関係を黒点で示し、それに今回の台風の高知市と南国市の被害を＋字で記入して対比してある。この図から今回の台風による被害率は過去の台風によるものと大差ないものであることが解る。

また、Fig. 3 の家屋の被害率の分布図において注意されることは、この台風において最も大きな被害を受けたのは海岸にある町ではなく、四国山脈の南側にある大川村であることである。一般に山地においては被害率が低いにもかかわらず、この場所においてのみ被害が大きく風が強かったと推定されるが、その理由はその地形にあると考えられる。すなわち、村は吉野川の上流にあり、谷が西から東に真直ぐに流れている。一方、この付近での最も強かった風は東風であったと推定され、風はまっすぐに走る谷を吹き通したこ

となる。そのため、この谷筋で特に風が強く、谷筋にある家屋の被害の大きかったことは当然ながら考えられよう。しかし、この点については充分な現地調査によって確認されたのではないので断定は出来ない。

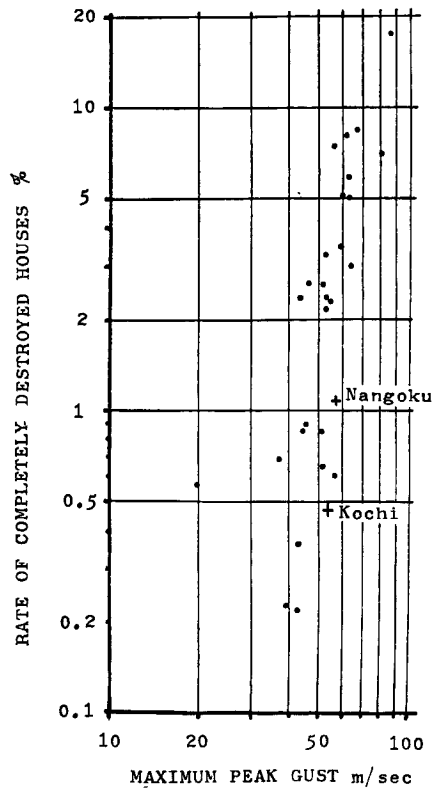


Fig. 4 The rate of the completely destroyed houses as the function of the maximum peak gust speed. (+; Typhoon 7010, •; past severe typhoons)

3. 台風内の気圧分布

台風内の風の分布を調べるにあたって、実測風は観測点周辺の地物の分布あるいは測定方法などによって影響を受けるところが大きいのでその観測値の相互比較を行なうことに問題が多いところから、比較的問題の少ない気圧の観測値を用いて台風内の気圧分布を求め、それに対応する風の分布を計算するという方法がある。ただ、この方法では気圧分布に対応する風は簡単に得られても、それに地面摩擦その他境界層の条件まで考えに入れた補正を行なって、地表面付近の風速に換算するための方策は未だ確立していない。それでも、台風内の風の相対的な分布を知るには有効な手段である。

台風の気圧分布をただ1つの観測時刻の測定値の分布、すなわち一枚の天気図のみから求めることにはどうしても不確かさが伴うから、台風の中心気圧の時間変化の少ない時間であれば、各観測時の気圧の測定値を台風の中心に相対的な分布図の上に重ね合わせて行くという、いわゆる、horn card technic⁷⁾によって信頼性の高い気圧分布を求めることが出来る。今回の台風について、その中心の四国上陸前後で中心気圧の変化の比較的小さい(950~965 mb) 21日3時から10時までの間の台風中心に相対的な気圧分布をこの方法によって求めた結果が Fig. 5 である。この図から見ると、等圧線の形には多少の歪みが見られるが、大勢としては等圧線が同心円状に分布していると考えても良さそうである。

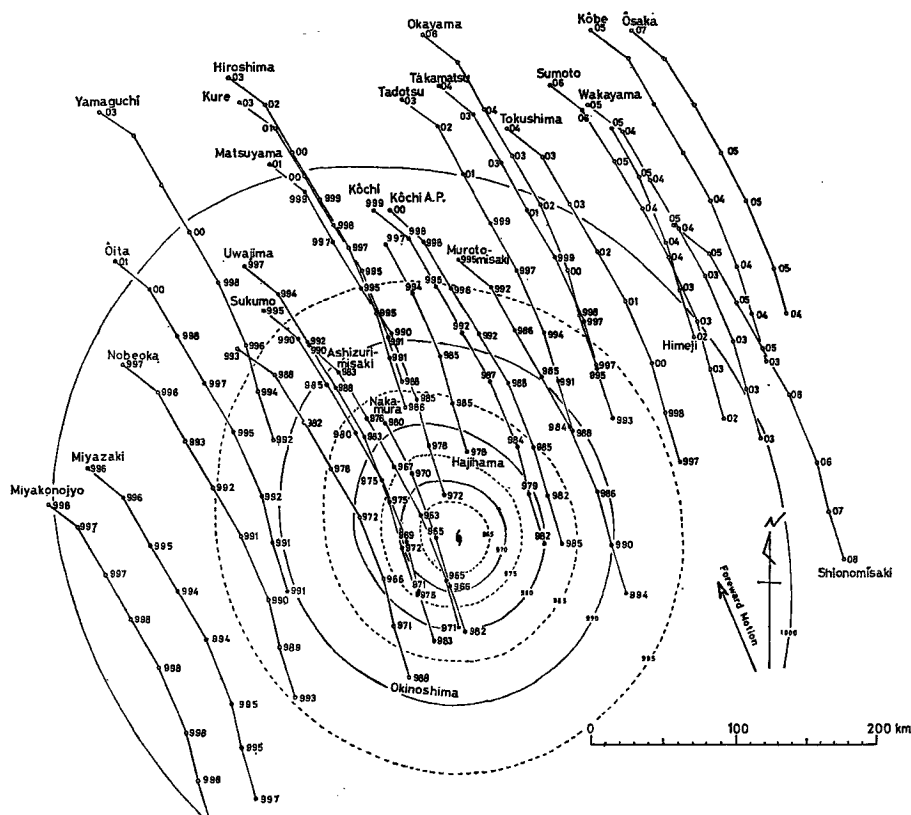


Fig. 5 Distribution of the surface pressure of Typhoon 7010 around the time of its landing on Shikoku Isl. obtained by the horn card technic.

台風の中心近くでの気圧分布を示す実験式としては色々な形のものが提案されているが、ここでは Schloemer⁷⁾が米国フロリダ半島を通過したハリケーンについて永年調査を行ない最も良い一致を見たとしている、次の形の式を採用し上の結果をあてはめて見た、

$$\frac{P-P_0}{P_\infty-P_0} = e^{-r_m/r},$$

ここで、 P は台風中心から距離 r の位置にある点での気圧、 P_0 は台風の中心気圧、 P_∞ は台風周辺の気圧、そして r_m は距離の次元を持つパラメータであるがこれは台風の最大風速半径と一致する。Fig. 6 はその結果を示すもので、横軸は $1/r$ 、縦軸は $(P-P_0)/(P_\infty-P_0)$ を対数で目盛ってある。図上の直線は観測結果に最も良く適合するように引いたものであり、これから上の式のパラメータを決定することが出来る。これから求めた r_m の値は 60 km となり、先の被害分布から求めた最強風域の中心からの距離とも一致する。

なお、今日までの研究の結果によると、台風の強風域はレーダで観測される eye wall と良く一致している。今回の台風の四国上陸前後の室戸岬測候所のレーダ写真上に見られる eye wall の位置とこの最大風速域は良く一致しており、レーダ上で見た観測点上の eye wall の通過時刻とそこでの最大風速の発現時刻との対比も比較的良い。ただ、今回の台風のレーダ写真の調査から注目される興味ある点は、このようにして求められた半径 60 km の eye の内部に今 1 つ半径 20 km ぐらいの比較的はっきりした ring 状のエコーの見られることで、台風の上陸前後の眼は見掛け上 2 種構造になっていたとも言えることである。この点については台風の構造の面からさらに調査しなければならない。

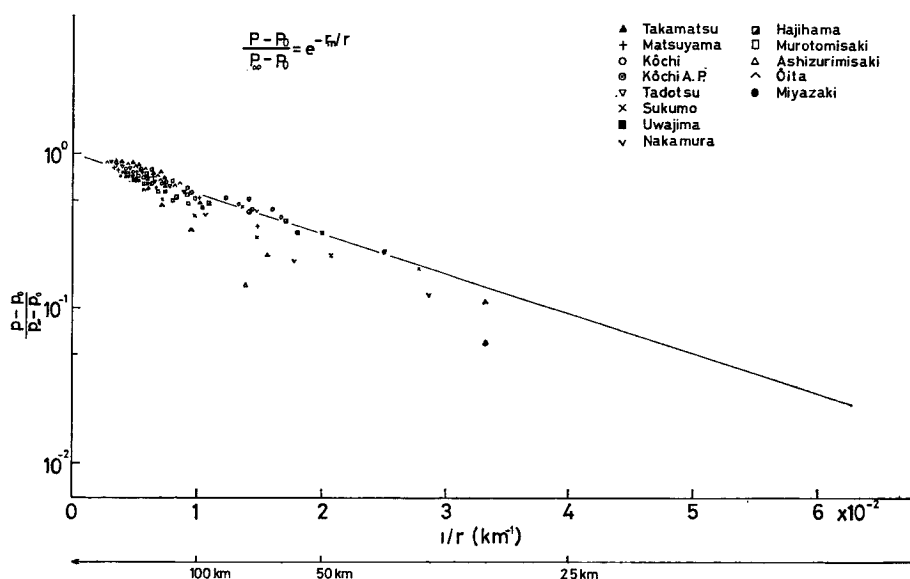


Fig. 6 Surface pressure as the function of distance from the center of the typhoon.

4. 気圧分布と地表風との対比

先にも述べたとおり、気圧分布から直接計算される風速と地表風との対応関係を示す関係式は非常に漠然としたものしか示されていない。従って、今回の台風について求めた気圧分布に対応する風を計算し、観測された地表風との対比を行なって見ることの意義は大きい。しかし、先にも述べたとおり地表風の測定値はその測定条件の影響を受けやすいので、一般的な法則性を求めるために用い得るような観測値は得難い。この意味では今日の地上10mの高さで行なわれている気象庁の業務用観測点は必ずしも適当とは言えない。そして、地表面の影響を受けることの少しでも少ない観測点、すなわち平坦な場所にありしかも観測高度の高い観測点での測定値を用いて、それと気圧分布に対応する風、すなわち仮想的な上空風速との対比を行ない、その関係が明らかとなつてから、より複雑な条件での風へとその対比の対象を拡げていくという方法をとるのが好ましいと思われる。

瀬戸内海周辺には幸い、本州四国連絡橋調査のための比較的高い風の観測塔があり、そこで連続記録が取られているので、その観測結果を利用してこの対比を行なって見た。ただ、この台風の通過時に観測の行なわれていたのは垂水および里浦のみにおいてであり、台風中心の径路より 200 km 程度も離れている。

従って、先に求めた気圧分布の式を用いてこのように台風中心からかなり離れた点での風の計算を行なうことには多少問題があるが、台風の日本横断中の中心気圧を用い、周辺気圧、 P_∞ 、と最大風速半径、 r_m 、は一定で時間的に変化しないとして傾度風の仮定を用いて風速の計算を行ない、実測値との対比を行なった。一般に台風の最強風域付近では台風の移動速度の影響で風の分布には多少の非対称性が生じるが、このように中心から離れたところでは台風の移動の影響はあまり大きくなく⁸⁾、気圧分布に対応する傾度風を直接対比しても問題は大きくないはずである。そこで、気圧分布に対応する傾度風の風向、風速と実測風との対比を示したものが **Figs. 7 and 8** である。**Fig. 7** は垂水観測塔の高さ 80 および 12.5 m での毎時の平均風向風速と同時の傾度風との対比を示したものであり、**Fig. 8** は里浦観測塔の高さ 40 m での風との対比を示したものである。

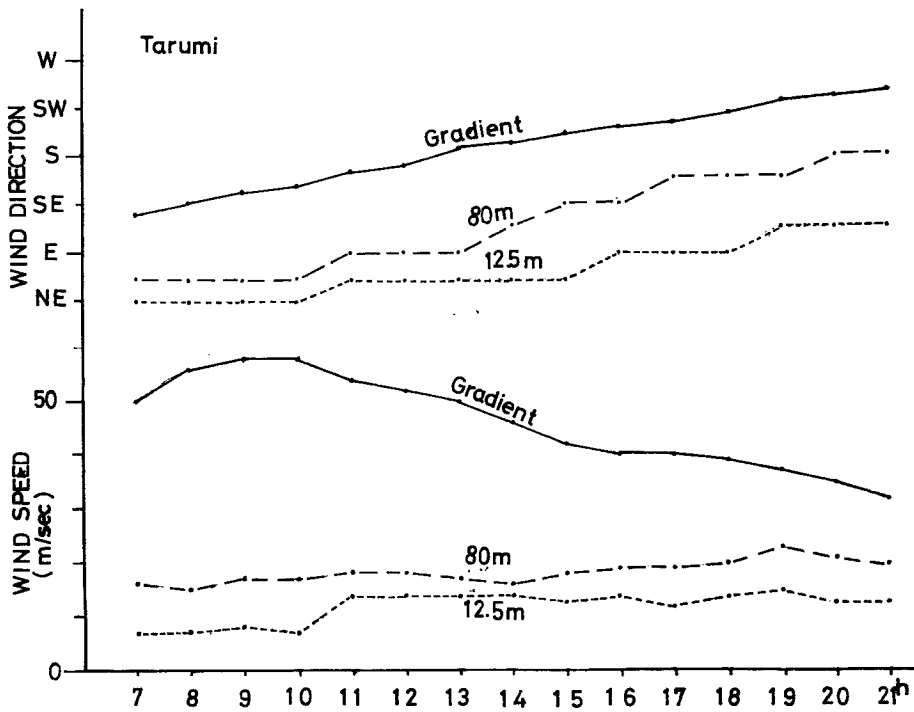


Fig. 7 Comparison of the gradient wind and observed surface wind at the Tarumi Tower.

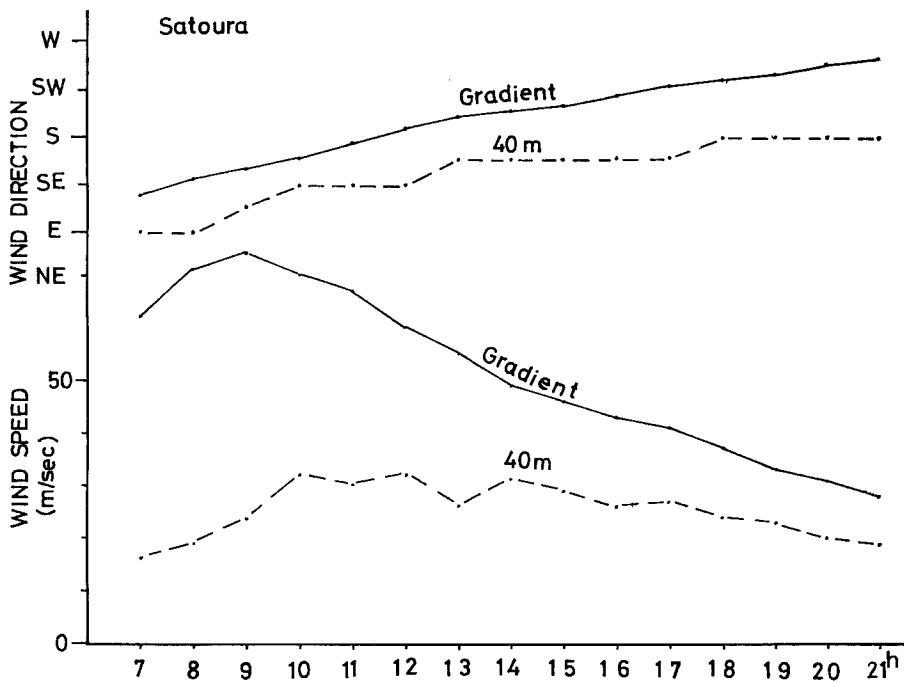


Fig. 8 Comparison of the gradient wind and observed surface wind at the Satoura Tower.

この図からも明らかとなっており、その対比は予想外に悪い。風向については計算値と実測値とがほぼ平行して変化しているが、垂水での偏角は里浦で観測されるものより少しずつ大きい。風速について見ると傾度風速と実測風との比は時間的に一定となっていない。この差が気圧分布の選び方あるいは応用の方法に問題があったのか、それとも実際に自然現象がそのようになっていたのかは現在のところどちらとも断定出来ない。さらに、このような観測資料を集積した上で検討を進めなければならない。

5. 結 語

台風7010の通過に伴って高知県下で異常に高い高潮が観測されたが、台風としては比較的来襲頻度の高い(年生起確率約 1/5)のもので、最大風速半径約 60 km あり、風の強さもそれほど異常なものではないようである。このような台風の解析資料を集積することにより、日本を襲う被害台風の標準的なモデルの作製がより確実に行ない得るようになるであろう。

謝 辞

この研究は文部省科学研究費特定研究(代表者 上森千秋)の補助を得て行なわれたものである。調査に際して資料を頂いた本州四国連絡橋公団および気象庁関係部局の方々に感謝したい。

参 考 文 献

- 1) 光田 寧: 標準計画台風について(1), 京都大学防災研究所年報, 第8号, 昭40. 3, pp. 605-612.
- 2) 岩垣雄一・村上仁士・高木栄一: 高知港における高潮の統計的解析, 昭和45年度台風10号による災害の実態と防災に関する研究, 文部省科学研究費特定研究研究報告, 昭46. 3, pp. 57-71.
- 3) 石崎澄雄・川村純夫・許 昌九: 伊勢湾台風による建築物の風害分布について, 京都大学防災研究所年報, 第4号, 昭36. 3, pp. 95-104.
- 4) 石崎澄雄・原田悦彦・桂 順治: 第2室戸台風による家屋の風害について, 京都大学防災研究所年報, 第6号, 昭38. 3, pp. 81-94.
- 5) 石崎澄雄・桂 順治・室田達郎: 第2宮古島台風による建築物の被害について, 京都大学防災研究所年報, 第11号, 昭44. 3, pp. 517-533.
- 6) 石崎澄雄・山元龍三郎・光田 寧・室田達郎: 第3宮古島台風による家屋の風災害について, 京都大学防災研究所年報, 第13号A, 昭45. 3, pp. 449-461.
- 7) Schloemer, R. W.: Analysis and synthesis of hurricane wind patterns over Lake Okeechobee, Florida, Hydrometeorological Report, No. 31, 1954.
- 8) Yoshizumi, S.: On the asymmetry of wind distribution in the lower layer in typhoon, Journal of the Meteorological Society of Japan, Ser. II, Vol. 46, No. 3, 1968. 6, pp. 153-159.