

台風20号にともなった暴風について

山元龍三郎・光 田 寧

宮 田 賢 二・田 平 誠

SURFACE WINDS OF TYPHOON WILDA (6420) OVER JAPAN

By Ryozaaburo YAMAMOTO, Yasushi MITSUTA,

Kenji MIYATA and Makoto TAHIRA

Synopsis

Wind storm caused by Typhoon Wilda (6420) which passed over Japan on 24 and 25 Sept. 1964 is studied. The typhoon central pressure on the coast of Kyushu was about 940 mb. The observed maximum wind speed distribution is analysed in comparison with the computed maximum gradient wind speed distribution and with the distribution of wind disasters. The existence of a small disturbance in the typhoon is proposed as the explanation of the extraordinary large peak gust speed of 72 m/sec observed at Uwajima.

1. は し が き

1964年9月24日から25日にかけて日本西部を通過した台風20号 Wilda は上陸時の中心気圧約 940 mb で、日本全体として見ても平均10年に一度ぐらいの割合でしか襲って来ないような比較的強いものであった。この台風の通過に伴って各地では強い風が吹いたが、中でも四国の宇和島では最大瞬間風速 72 m/sec という大きな値が記録された。一方このような台風の強さや大きな風速の割には被害が少なかった。これら2つの事柄はこの台風の特色として注目すべきことである。著者らは台風の通過後直ちにこの台風の調査に着手し、代表的な例として台風の一般的性質を調べると同時に上に述べた特色について特に重点をおいて考察を進めた。この台風は九州から斜めに四国と中国を横断して行ったので、陸上を通過した距離が比較的長く、地上観測の結果に基づいて解析を行ない得る時間が長いこと、またこの台風が特に顕著な前線を伴わなかったことはともにこの台風を日本を襲う台風の代表的なものとして解析を行なうことの意味を認めさせる事柄であった。以下はその解析の結果である。

2. 台風20号通過の概要

台風20号は9月19日マリアナ群島近海において Typhoon Intensity に達し、その後ゆっくりと北西に進んで24日早朝には奄美群島付近に至った。この間21日15時には硫黄島の南西 550 km 付近で中心気圧は 895 mb という最低値を示したが、奄美付近に達した時にはほぼ 930 mb に弱っていた。台風はこの付近で転向を始め、屋久島の西側から北東に進んで17時頃大隅半島南部に上陸した。その後いったん豊後水道にでた後、再び四国西部、岡山県、兵庫県北部を通して若狭湾に抜け、25日8時頃には福井県に上陸、北陸、南奥羽を経て15時頃には太平洋に抜けた。

この間九州上陸から中国通過の間が台風として勢力も強く、被害も主にこの間に生じているので、解析もこの間に重点をおいておこなった。24日の21および24時と25日の3および6時の地表天気図を Fig. 1a)~d)

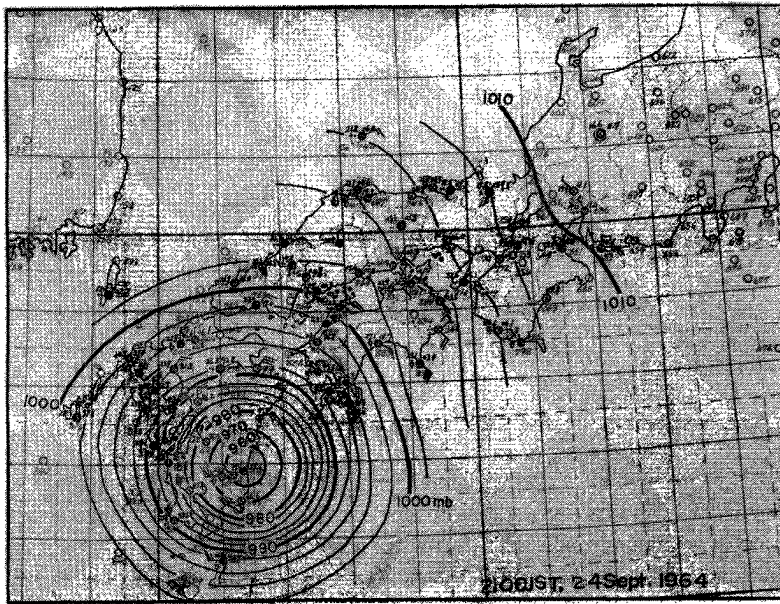


Fig. 1 (a)

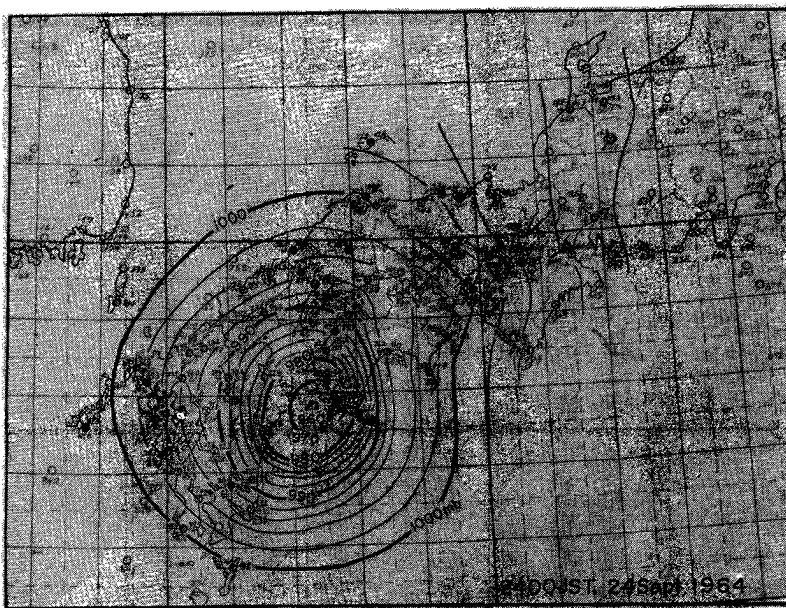


Fig. 1 (b)

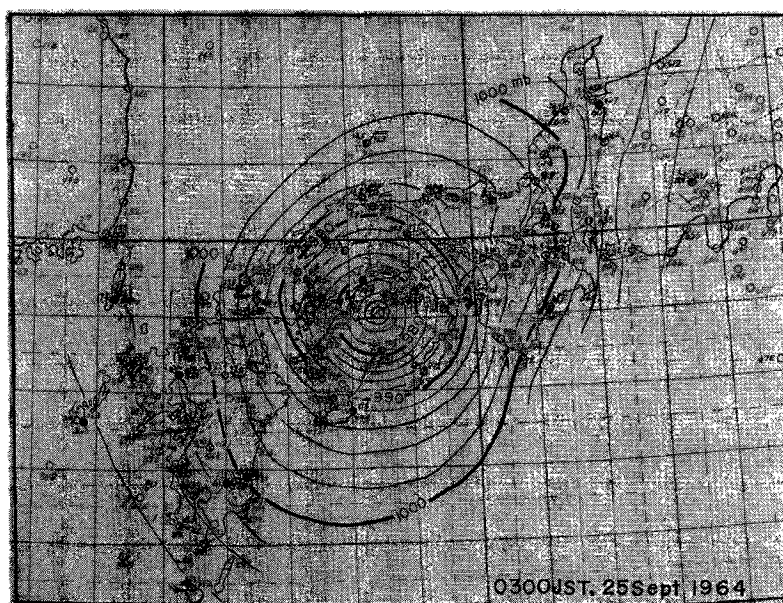


Fig. 1 (c)

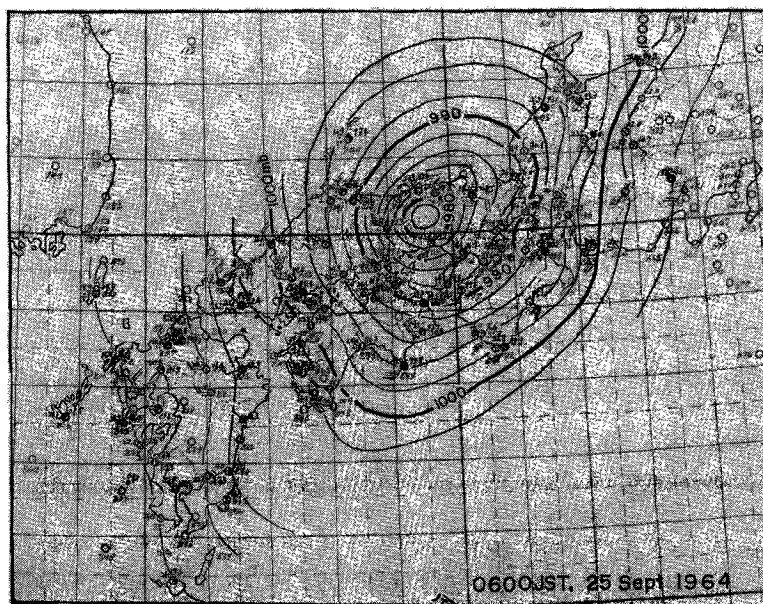


Fig. 1 (d)

Fig. 1 Surface synoptic situations for 2100 JST 24 to 0600 JST 25 Sept. 1964.

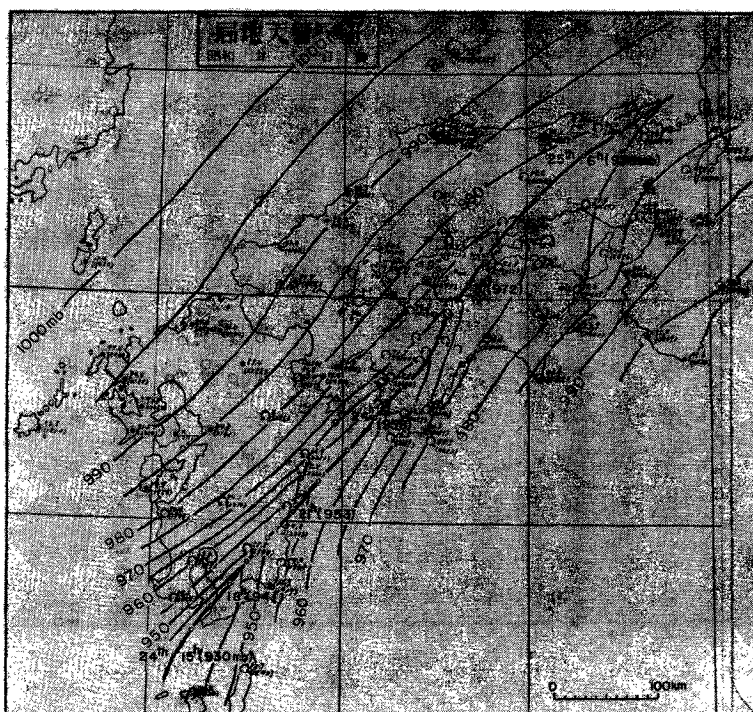


Fig. 2. Minimum pressure distribution and hourly position of the typhoon.

に示す。天気図からも解かるようにこの間の台風の気圧分布は比較的円形に近い形を保っており、特に前線の存在は見当らない。

まずこの間の台風の中心経路を明らかにするために、各地で観測された最低気圧の分布と風向変化の様子を調べた結果を一緒に示したものが **Fig. 2** である。この図で風向変化は中心の経路の近くのみ矢印で示してある。これらから台風中心の経路を決定したものが図に示した太線である。この太線上の白丸は 1 時間毎の位置であり、横に示した数字はその時刻の中心気圧である。

3. 最大風速の分布

この台風に伴って吹いた暴風の最大 (10 分間平均) 風速の分布は **Fig. 3** に示すとおりである。風速 (m/sec) とその発現時刻が地点の横に示してあり、さらに矢羽根で風向と風速が示してある。等値線は概略の見当をつけるために引いたものである。図からも明らかなとおり風の特に強いのは台風の経路の右側にあたる地帯の海岸地方で、南九州から大阪湾付近まで 30 m/sec 以上の風が吹いている。一方台風中心経路の左側では豊後水道付近を除いて風は非常に弱くなっており、100 km も離れると最大風速は 10 m/sec ないし 15 m/sec 程度にまで減じている。

このような地表の最大風速の分布と対応させるために、毎時の天気図にもとづいて計算した傾度風速の分布からその最大値を選んで分布を示したものが **Fig. 4** である。これによれば最大傾度風速は台風中心の経路の右側 30 ないし 50 km のところに極大の軸を持つ分布を示しており、淡路島周辺から近畿地方については地表で観測された最大風速の分布とその形の対応は良い。一方九州および四国南部では強風域の軸は陸上ではなく海上を走っている。なおこの図には 3 時間毎の台風中心の進行方向および速度が記入してあるが、

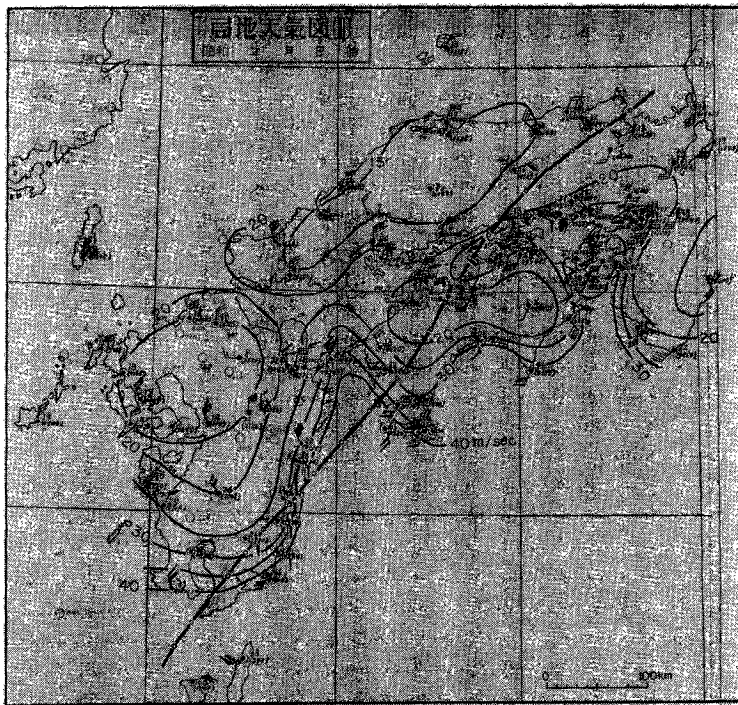


Fig. 3. Maximum mean wind speed over any 10-minute period.

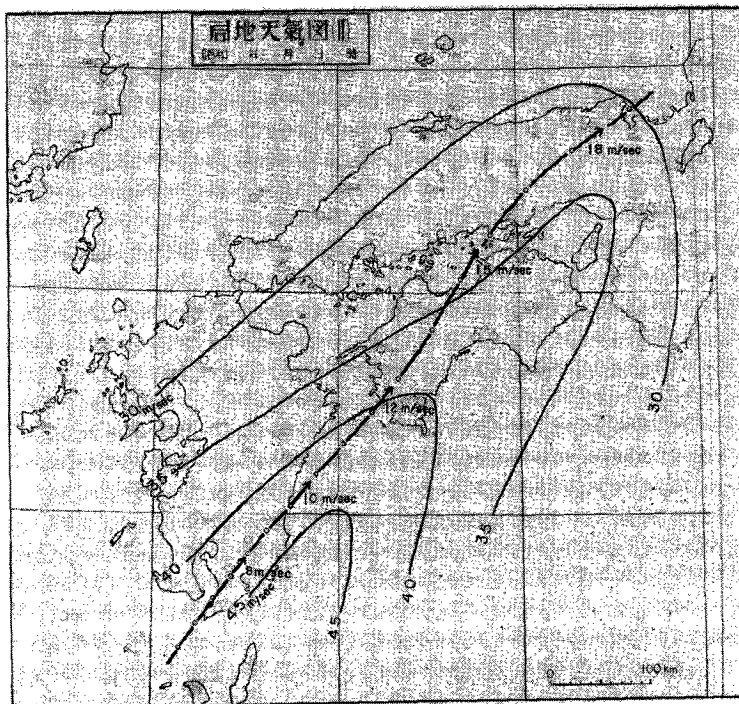


Fig. 4. Computed maximum gradient wind speed.

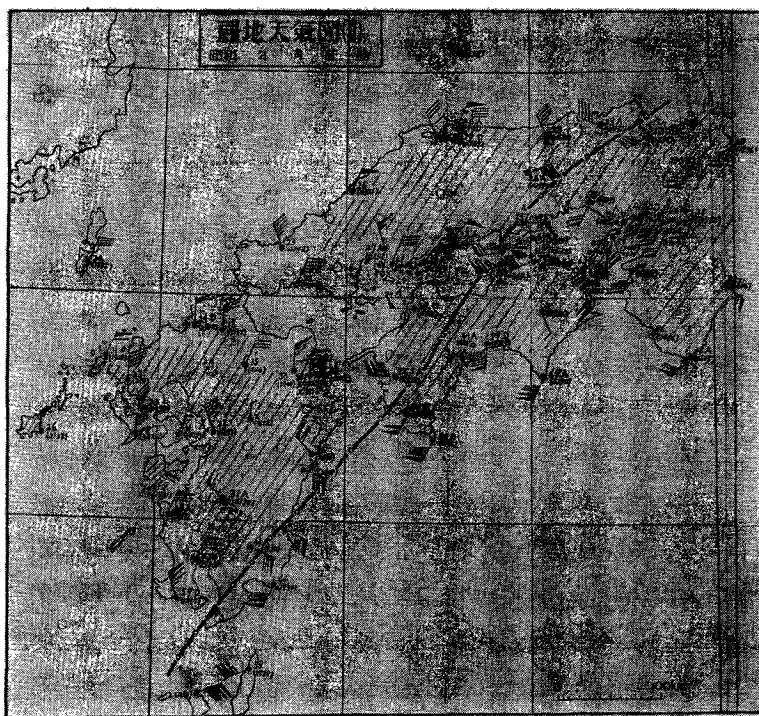


Fig. 5. Maximum peak gust recorded by Anemographs.

その速度は $8 \sim 18 \text{ m/sec}$ とかなり大きい。したがってこの図に示した最大傾度風速の値を地表で観測された最大風速と比較する際にはこの台風の移動速度を何らかの形で導入してやらねばならないであろう。

また最大瞬間風速の分布を示したものが Fig. 5 である。その分布の形はほぼ最大風速の分布と似ているが、やはり宇和島の強風が目立っている。特に宇和島は進路の左側にあり、最大風速の方は 33 m/sec と他に比して特に大きくない点、また近接した点では特に他より風が強いとはいえない点など興味を引く。台風進路の右側すこし離れた地点では 50 m/sec あるいはそれ以上の最大瞬間風速を示しているところもかなりある。

現在日本においては瞬間風速の測定用の風速計にはダインス型とプロペラ発電式の2種の風速計が混用されており、両者には動特性の差があるので最大瞬間風速の測定値にはかなりの差を生じる可能性がある。光田(1963)¹⁾はさきに普通の場所で平均風速 30 m/sec の時プロペラ型が20%ほどダインス型よりも大きな値を示すという可能性を予測したが、現に神戸海洋気象台の測風塔では平均風速 27 m/sec の時、ダインス風速計によっては 41 m/sec 、プロペラ型風速計によっては 46 m/sec の最大瞬間風速を記録しており、その差は12%となっている、この差は乱れの強さによって変化することを考えに入れるとさきの予測にかなり近い。したがって Fig. 5 に示した値を単純に比較することには問題があることになる。したがってこの図には測器の種類がプロペラ型にAをダインス型にはDという略号を用いて風速の値の次に記入しており、等値線を引くことはしなかった。なお図に斜線をほどこした部分は最大瞬間風速が最大平均風速の1.5倍を越えている地点を連ねたもので、乱れの多いところを示していることになるが、これは内陸の山岳地域とほぼ一致している。

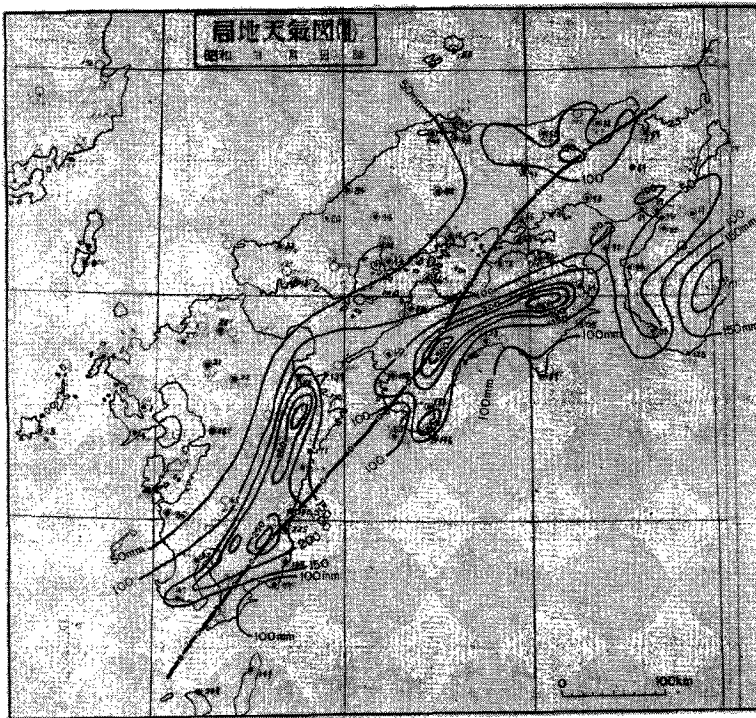


Fig 6. Total rainfall distribution of the typhoon.

4. 暴風による被害について

普通台風の被害は暴風に起因したものと、豪雨に起因したものとに大別され、一般には後者の方が大きい。しかし今回の台風においては全国で流失家屋79戸しかなくこれに反して全壊家屋は2,881戸である。この台風とはほぼ同じ規模を示したジェーン台風の流失家屋2,069戸、全壊家屋17,062戸に比べたら全体としても非常に少ないが特に流出家屋が少ない。これはこの台風に伴った雨による被害が比較的少なかったことを意味する。Fig. 6はこの台風に伴って降った総降水量の分布を示したものである。各山地の南東側斜面では300mm以上の雨の降っているところもあるが全体としてはたいして大きくない。この降雨分布を詳しく見ると山脈の風下側では雨量の少ない部分が発現しているなど意味ある事柄もあるが、ここでの主題とは異なっている。いずれにしてもこの台風の場合については風による被害が大きな割合を占めているから全壊家屋の多くは暴風による被害であると見られ、その分布の様子から風害の分布を調べることができるであろう。

さきに石崎等^{2,3)}が行なったのと同じやり方で全壊棟数と全世帯数との比として定義される全壊率の各府県単位に計算した結果をFig. 7に示す。この図の全壊率は1万世帯当りの棟数で示してある。最も全壊率の大きかったのは高知県で 43.7×10^{-4} である。以下これに続いて鹿児島県の 33.2×10^{-4} 、宮崎の 7.4×10^{-4} が他と差をつけた大きな値を示している。これらの県のうち鹿児島、宮崎の両県は台風の中心が通過したものの、前節で述べた強風域の中心軸からはずれていたために強風に見舞われたのは南部の海岸沿いだけで、全域が強風域に入った高知県に比して被害が少なかったのであろう。これ以外で 1×10^{-4} 以上の被害のあったのは徳島県と兵庫県で、これらも強風域に入った部分が多かったことから理解できる。

全壊率と最大風速との関係についてはさきに石崎等^{2,3)}によって調べられた結果があるが、それによると

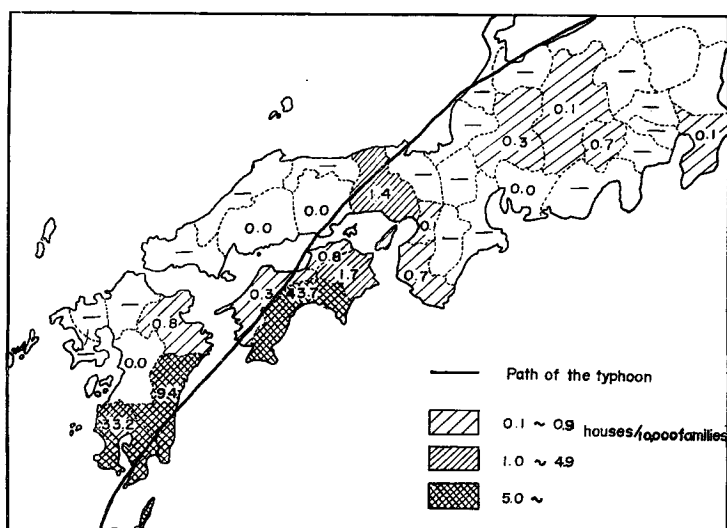


Fig 7. Distribution of completely destroyed houses.

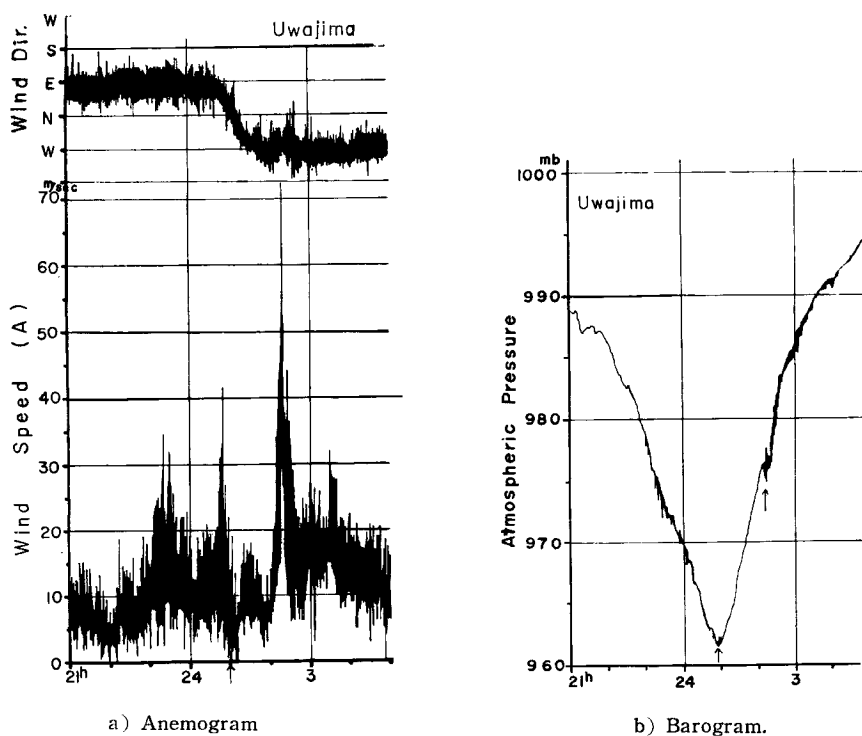


Fig 8. Autographic records of Uwajima.

最大風速 30 m/sec のところでは伊勢湾台風の場合には 1 ~ 3 %, 第 2 室戸台風の場合には 0 ~ 1 % 程度の全壊率になっている。その場合の調査は町村別に調べられているので今回の県別の調査の結果との比較は困難であるが、高知県はほとんど全域にわたって 20 ~ 30 m/sec の暴風が吹いたと見てもよいであろうから、これを第 2 室戸台風の場合と比較して高知県の 0.4 % という全壊率は大体それと同じ程度の水準であると見られる。兵庫、徳島で全壊率が急減しているのは最大風速が 20 m/sec 以下になると全壊率が急減することからも説明できる。要するに今回の被害の総額が小さかったのは強風域が陸地からそれていたからであって、暴風域内での被害のはげしさは普通の台風とあまりかわっていない。

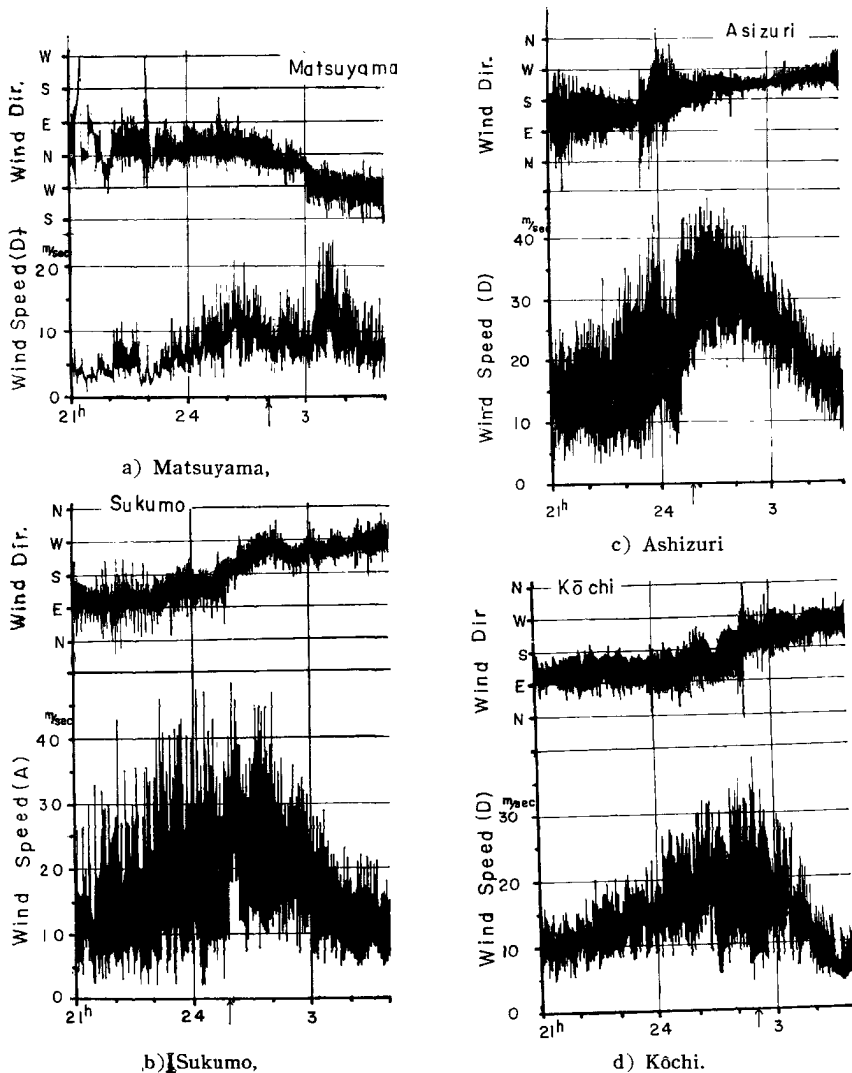


Fig 9. Anemograms

5. 宇和島における強風の原因

前節までも述べたとおり宇和島での最大瞬間風速 72 m/sec (25日 2 時 20 分) は異常でありいろいろな点で興味がある。そこでその原因について特に調査を行なってみた。まず観測値から見て特異な点は最大 (10 分間平均) 風速は最大瞬間風速の発現した時に同時 (25日 2 時 14~24 分の平均) に発現しているが、その値は 33 m/sec であって最大瞬間風速の $\frac{1}{2}$ 以下であること、またこのような大きな風速にもかかわらず宇和島市での全壊家屋は 3 戸しかないということである。この点については風速計がプロペラ式であったため特性が良く乱れに対してよく追従するからさきに述べたような理由によって最大瞬間風速が大きくなる可能性がある。また宇和島測候所は市の北西の岡の上にあり湾口が西に開いているから西風の場合には特に強い風が吹くというようなことが考えられる。これらの点を明らかにするために宇和島測候所での風向風速および気圧の記録を複製したものが Fig. 8 a), b) である。いずれの図も直交座標になおして見やすくしてある。

Fig. 8 の風速変化図から見ると強風が非常に短時間の現象であったことを示しており、しかも台風の後面の強風であるとしても時間的にあるいは継続時間の点から問題がある (最低気圧の発現時は図の下矢印で示されている)。また風速計の特性の影響は多少あるとしてもこのような風速の変動現象のあったことには間違いなく異常現象として考えねばならないことに変わりない。またこの前後にも同じ風向を示している時間があるがその時には特に風が強くなってはいない。このことは固定した地形の影響によってこの強風が生じたとすることも否定している。したがってこの強風の原因は何か異常な気象現象があったと考える以外に解決法がない。しかもその現象は台風そのものよりはずっと小さな規模のものである。

このような異常現象が他の場所でも見られるかどうかを調べたものが Fig. 9 a)~d) で宇和島に近い松



Fig 10. Postion of the severely damaged area in Tosa-Shimizu.



Fig 11. Wind damage to wooden houses in the area shown in Fig10. (by the courtesy of the Shimizu Meteorological Observatory)

山, 宿毛, 足摺岬および高知における風向風速の変動が示されている。これらから見ると各々の場所によって少しずつその変化には差が見られるが, 全体としては台風の通過に伴って生ずる風の変化としては普通のものであって特に変わったことは認められない, したがって宇和島での異常現象は小規模で局所的なものであると見なければならぬ。**Fig. 8 b)** の気圧変化を注意して見ると強風の発現した2時過ぎには一時回復しつつあった気圧が急変し, 小規模な低圧部が通過したことを示している。これらのことを総合すると宇和島の強風は2次的小擾乱の通過によるものであると考えるのが適当であろう。そうすれば現象の寿命が短かいことが当然予測されているから, 宇和島市内では被害が少なくても不思議ではなくなる。小擾乱が台風域内に存在しある時には突風の風の原因になることはすでに光田⁹⁾によって報告されており, 最近ではレーダーで観測した例もある⁵⁾ので今回の現象もそれと類似のものと考えてよいであろう。室戸岬のレーダー観測によれば丁度この時刻に豊後水道の四国側にはっきりと Rain Band が認められている。この現象についてはさらに詳しく調査をして見る価値がある。

6. 暴風の局地的な増強について

地表付近の風は地形や地面の粗度によって大きく支配され, その変化の様子はわれわれの持っている観測網の密度よりはずっと小規模であるので地形によって生じた局地的な風の強化は現在の観測網ではむしろ見逃される方が普通である。特に普通の気象観測所はわざわざ局地的な影響を避けるような位置を選んでいるのであるからおそらくこのことは当然である。したがって現在のところどのような所で特に風が強くなっているかを知るには暴風によって生じた被害の分布を詳細に調べて行く以外に方法がない。今回の台風についても現地調査に際してそのような場所があるかどうかを注意してみた。その結果土佐清水市に興味ある地点があったのでここに述べる。

場所は土佐清水市加久見地区で Fig. 10 の地図の矢印の先の位置に当たるところである。ここには清水高校とその寄宿舎、教員宿舎および若干の一般家屋が集っていたが、ここで25日1時頃から2時過ぎまでの間非常に強い海からの風が吹き、高校が大きな損害を受けたのを始め宿舎など5棟が破壊されるという大きな被害が生じた。そして破壊した家の一部は Fig. 11 の写真にも示すように風下側の山の中腹にまで吹き飛ばされており(写真中央部矢印)、非常に風が強かったことを物語っている。

この場所の南東2kmほどのところに清水測候所があるが、そこの観測によれば25日0時40分から2時10分までの1時間半にわたって30 m/sec の S ~ S S W の強風が吹いていた。加久見で被害の生じたのもほぼ同じ頃で、加久見での風向もこれとはほぼ一致していたようであり、長い間強い風が吹いたという報告から見てこれは地形に起因した強化によるものであると考えられる。

この加久見地区の被害地点は小さな川が海に流れでる地点で、その部分だけ両側から高さ40~50mの山が突出している。そしてこの山が作った地峡の部分に被害を受けた家々があったことになる。清水市ではこの台風で54棟の全壊家屋が生じたが、その1割がここに集中しているわけである。この場所では当然のことながら風の観測がなかったので、ここでの風が清水測候所での風に比してどの程度強かったのかを判定することは困難である。このような地峡で風が強くなることは他でも認められている⁶⁾。このような一般的に風が強かったところでもさらにまた風害は不連続的に特定の地形のところに集中しているものとすれば、予めそのような地形を知ることさえできれば災害は予防できる。暴風の局地性に関する研究を行なう必要があることが痛感される。

7. む す び

台風20号に伴った暴風について調査をした結果、全体的な風速の分布はほぼ気圧分布から推定されるものと一致しており、台風としては特に特異なところはない。ただ台風中心径路の右側30~50kmのところを走っている最強風域が海上をかすめており、まともに強風を受けたのは高知県だけであったから全体として暴風の被害は少なかった。宇和島で72 m/sec という大きな最大瞬間風速が観測されたが、これは何か小擾乱が通過したためのものではないかと思われる。また土佐清水市で局地的に風の強かったと思われる場所が確認できたが、詳しい資料が得られないので、詳しく調べられなかった。この種の研究はこれだけによって種々の問題を解決するということは望み難いものであり、今後もさらに代表的な台風毎に資料を集積して行き、残された問題の解決に努力したい。

おわりに、この研究のために貴重な観測資料を利用させて頂いた各気象関係機関、特に現地踏査の際の写真を頂いた清水測候所の御好意に深く感謝するとともに、天気図解析に協力して頂いた理学部大学院学生吉住禎夫君にも感謝したい。

参 考 文 献

- 1) Mitsuta, Y.: Studies on Peak Gust. Special contributions of the Geophysical Institute, Kyoto Univ., No. 2, pp. 147~157, 1963.
- 2) 石崎澁雄, 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。京大防災研年報, 第4号, 302~310頁, 1961.
- 3) 石崎澁雄, 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。京大防災研年報, 第6号, 81~94頁, 1963.
- 4) 光田寧: 鳴門海峡付近の小旋風について。海と空, 第38巻, 第2号, 67~71頁, 1962.
- 5) 武田京一: 極小低気圧について。第1回災害科学総合講演会講演要旨, 60~62頁, 1964.
- 6) 山元龍三郎, 光田寧, 宮田賢二: 第二室戸台風通過時の強風の分布について。京大防災研年報, 第6号, 113~127頁, 1963.