

海洋観測塔で記録された遠隔台風による突発的強風*

中 村 重 久**

A note on a sporadic gale accompanied by a distant typhoon observed at offshore fixed tower station*

Shigehisa NAKAMURA**

Abstract: Specific features of a sporadic gale induced by a distant typhoon with a cold front are studied referring to the observed results at an offshore fixed tower station. For making ease the features, a case appeared at the time of the distant typhoon 8613, which had induced an inundation and a storm surge in Maidzuru facing Japan Sea, is considered. The author's interest is to study about a sporadic gale induced by the typhoon 8613 observed at an offshore fixed tower station in the western North Pacific. A possible mechanism is considered by using available data in order to get a reasonable understanding and to find a key for predicting such a sporadic gale.

1. 緒 言

台風は北太平洋熱帯域で発生し、あるものは北上して日本列島を襲い、時として、その沿岸域に甚大な被害をもたらす。近年、台風の予想の精度が向上し、気象庁による予警報が適確に伝達されるようになるとともに、土木技術の進展などにより、沿岸域の災害防止対策も従来に比較してさらに万全なものとなってきている。

ところが、実際に、海上での台風時の諸現象についての実測は、レーダ観測・航空機観測・衛星赤外画像解析など総観的なものを除けばほとんどない。たまたま台風に遭遇した船舶の報告が少数例ながらみとめられる程度にすぎない。ましてや、海洋中の固定点における台風時の海上風の直接観測と、これにもとづく研究成果も、著者の知るかぎりにおいてないと言ってよい。

1986年8月22日、台風8613号が発生し、その台風が北上したとき、日本海沿岸の舞鶴市に高潮による浸水をもたらした。その台風の経路は、京都大学の白浜海洋観測塔から900 km以上離れていた。観測塔での観測記録に

よれば、台風が朝鮮半島北部を北東進する頃に、台風からのびた寒冷前線が通過したことによる突発的強風がみられた。このような突発的強風は、小型船などの海難という事態につながりかねない。

本報では、台風の経路とその概況（気象庁の資料による）では、遠隔の経路をとった台風にもかかわらず、観測塔では突発的強風がとらえられている事実について述べる。一方、観測塔からあまり距離のへだたっていない南紀白浜空港（以下空港と略称）ではそのような突発的強風はあらわれていない。これらの点を観測記録と既往の研究例とをあわせて考察してみる。このような突発的強風の力学的機構についても、関連資料を参考にして検討し、今後の問題点としたい。

2. 台風8613号の経路

日本列島の南方洋上に発生した熱帯低気圧は、1986年8月22日には台風8613号となり Fig. 1 に示すように(●印)、8月22日18時(JST:日本標準時)以後8月30日18時まで、20°Nから50°Nまで、145°Eから123°E付近を経て136°Eまでの間を、図中太線のように移動している。この Fig. 1 は、本文に関連の最も深い1986年8月29日9時(JST)の日本列島を中心とした地上天気図を、気象庁発行の極東天気図から一部とり出したものである。この図をみると、8月29日9時頃には

* 1987年2月18日受理 Received February 18, 1987

** 京都大学防災研究所附属白浜海象観測所、〒649-22 和歌山県西牟婁郡白浜町堅田畑崎 Shirahama Oceanographic Observatory, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, Katada-Hatasaki, Shirahama, Wakayama, 649-22 Japan

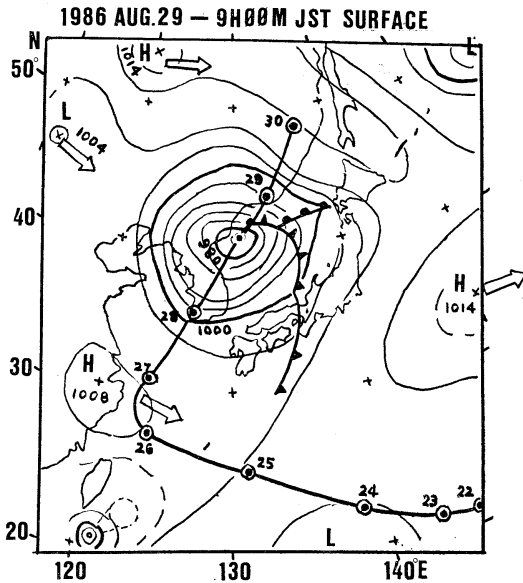


Fig. 1. A weather map (surface) at 09h00m JST on 29 August 1986 (referred to the Far-East Weather Chart issued by JMA). Each encircled dot shows the location of the center of the Typhoon 8613 at 18h00m JST on the day from 22 to 30 August 1986, respectively. The thick line connecting the encircled dots shows the track of the Typhoon 8613 from 22 to 30 August 1986.

紀伊半島西部に台風からのびた寒冷前線が位置していることがわかる。

この Fig. 1 に示された天気図の時刻の前後に、白浜海洋観測塔でどのような現象がとらえられたかについて、次節以下に検討を加えてみたい。この観測塔は海洋上の固定点であることが重要である (cf. Fig. 2)。

3. 観測塔の記録

白浜海洋観測塔の位置は Fig. 2 で Tower と示された黒点である。ついでながら、白浜空港は図中 Air Port と示された黒点である。

ここで、Fig. 3 には、熱帯低気圧が台風 8613 号となり、北上して温帯低気圧となるまでの期間、すなわち、1986年 8月16日から31日までの観測塔における風速 U_D 、風向 U_D および気温・水温を示した。ここに、風速は3杯式風速計 (平均海面上 13m)、風向は矢羽根式風向計 (平均海面上 10m) により、10分間平均の風速と風向の記録である。気温はサーミスタにより (平均海面上 8m)、水温は観測塔 (水深約 5m) の底上 2.5m におい

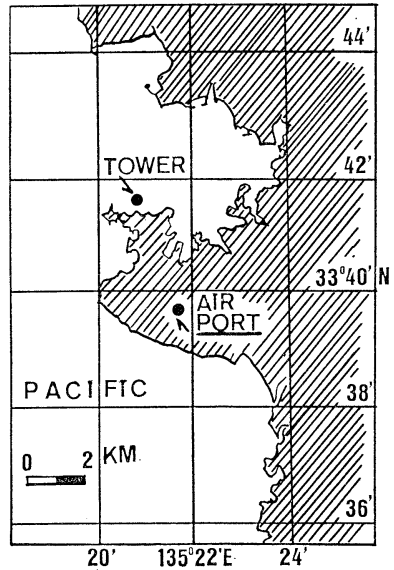


Fig. 2. A map showing the locations of the Oceanographic Tower of Kyoto University (briefly, Tower) and the Meteorological Station for the Nanki-Shirahama Air Port (briefly, Air Port) and the surrounding coastline.

て得られた。この期間、水温の変動は小さい。

この Fig. 3 によれば、海陸風の卓越した日の特徴は、8月16・17日あるいは8月31日にとらえられる。台風が日本の南方洋上を西進している8月22-26日に得られた記録は、微弱ながら台風の影響のあらわれていることを示しているようである。気温・水温でははっきりしないが、風速・風向の時間的変化は、8月16・17日の例から少しずつ異なったものとなっている。8月24日には台風の影響はなくなったかと思われるようなパターンである。しかし、台風がそれから東支那海へ入り転向点を経て朝鮮半島を横断する頃には、観測塔でも典型的な台風による風が観測記録され、さらに北上してしまうと、8月31日のようなパターンになる。

ここで少し注意したいのは、8月27, 28, 29, 30日の記録である。8月27および28日の例は地域的な海陸風のパターンに少しばかり台風の効果加わったものともてもよいかもしれない。

8月29日には、8時10分頃に、観測塔においては、気温が数分のうちに約 4°C 低下し、同時刻に、風速はそれまでの約2倍となり、風向は南寄りから東寄りの風へと変化している。この Fig. 3 をみるかぎり、この現象は、まもなく消滅しその前の状態を持続するような傾向を示している。

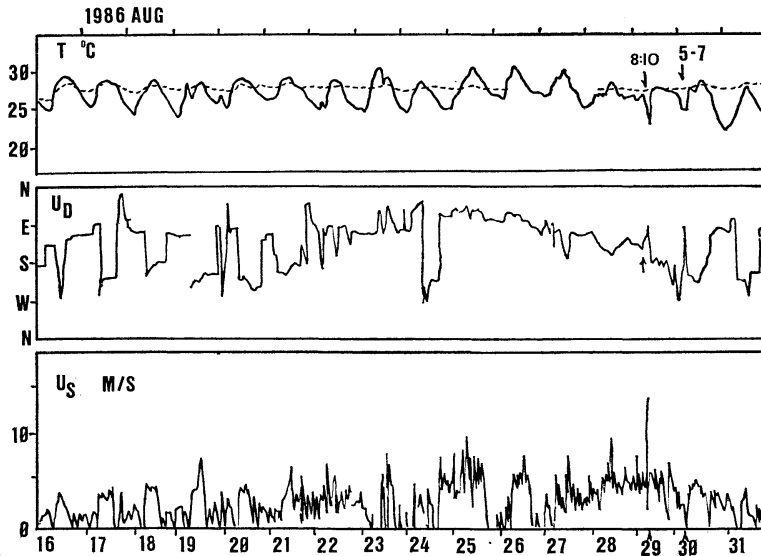


Fig. 3. Wind speed (U_S), wind direction (U_D) and air and water temperatures (full and dotted lines, respectively) at the Tower from 16 to 31 August 1986. The time during 5 to 7 o'clock on 30 August 1986 must be the time when a cold eddy passed the location of the Tower. A sporadic gale appeared at 8h10m on 29 August 1986. On 27 and 28 August 1986, day-time sea winds towards land must be superposed by tiny sporadic gales which are formed by an effect of the Typhoon 8613 possibly.

8月30日には、5-7時の約2時間 $2-3^{\circ}\text{C}$ の気温低下があり、同時に、風向は西から南を経て北へ変っている。ちょうどその間に、風速はゼロとなっている。台風中心の移動速度と同じ速度で観測塔付近の気塊も移動したものとすれば、Fig. 1を参考にしてその移動速度は、その時刻には約 30 km/時 程度であると推定される。この移動速度と約2時間の気温低下からみて、低温の気塊が渦の状態では北北東進し、その半径は約 30 km であったとみられる。風速ゼロはその渦の中心が通過したものである。ただ、残念なことに、周辺によりどころとすべき観測点がないために、十分な検討ができず、推定にとどまらざるを得ない。

これにも増して重要と考えられるのが、8月29日の突発的強風である。

4. 突発的強風

ここでは、台風8613号の北上にともない、台風中心から約 1000 km の距離にあった白浜海洋観測塔で記録された突発的強風に焦点を絞って述べる。これは、海上の固定観測点で観測された数少ない例のひとつであると思う。この突発的強風の特徴をとらえるために、白浜空港

(Fig. 2のAir Portの位置)の気象資料を参考にした。空港の標高は 104.7 m であり、風の観測は地上 6.4 m の高さで実施されている。

さきに示したFig. 3のうち、とくに、1986年8月29日5-14時の風向・風速・気温を、観測塔(図中実線)と空港(図中破線)とによってFig. 4のように示した。

このFig. 4によれば、塔の風速は8時頃から急速に強くなり、8時10分に最大値は 15 m/s をこえ、その後次第に弱くなっている。空港では、このような風速の強まりは塔における約半分程度である。その後の風速の弱まり方には、塔・空港ともによく似た傾向がある。

この時の風向をFig. 4によってみれば、塔と空港とは地理的・地形的条件により若干の差はあるが、8月29日8-10時の期間の風向変動の特徴はほとんど同じといつてよい。8時過ぎに塔では南の風が約5分のうちに西へ変わり、約1時間の後、風向は南にもどり、10時には南東となっている。この時期に、Fig. 1に示すように紀伊半島付近の寒冷前線が台風と同じような速度で移動し、その周辺の気塊も同様であるとする、紀伊半島付近での気塊の移動速度は概略 $10-15\text{ km/h}$ と推定される。このことを念頭において、もう一度、Fig. 4の8-10時

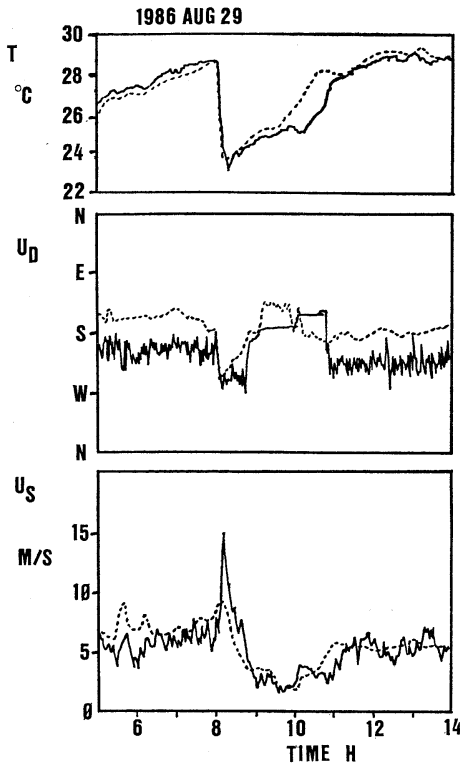


Fig. 4. Wind speeds, wind directions and air temperatures recorded at the Tower (full lines) and at the Air Port (dotted lines) during the time from 5h00m to 14h00m on 29 August 1986 when the distant Typhoon 8613 affected to induce a sporadic gale around the Tower.

の風向・風速の時間的変化をみると、塔での風速は海上であるために空港より強かったかと考えられるが、風向を考慮すると半径 10-15 km の渦が通過したと考える方が力学的に理解しやすい。ただし、寒冷前線の通過時に、あるいは台風の北上時に、半径 10-15 km の渦をとまることがありうるかどうかは、時間スケールや空間スケールを十分考えにいれて今後検討しなければならぬ。

本報の観測例に類似していると考えられるものの代表的な例として、1978年(昭和53年)に発生した地下鉄東西線鉄橋上の電車転覆事故がある。この強風による事故は、気象学的にみて、寒冷前線の前面にあるプレコールドフロントあるいはそれに伴う小低気圧(渦)が原因ではなかったかとも考えられる。ちなみに、FUJITA (1981)によれば、竜巻(トルネード)や突風(ダウンバースト)には数ミリメートルの渦によるものから、高・低気圧やフロントによる数百キロメートルのスケールのものまで

ある。寒冷前線が高気圧前面にあるとき、数 1,000 km のオーダーの寒冷前線は MASO 型であるとされており、我々が総観的地上天気図でみる例と同じである。これが、100 km のスケールの MESO 型になると、総観的寒冷前線の一部前面には Gust front があらわれる。さらに、この Gust front の一部(10 km 程度のスケール)ではダウンバーストによるフロント(MISO型)があらわれる。このダウンバーストによるフロント付近数 km の範囲で Burst swath (MOSO型)の形成が認められることがある。このようなことから、本報の観測例は FUJITA (1981) の分類の一部と類似性はあるが、なお、今後検討の余地がある。

その他の例として、1986年(昭和61年)12月28日、国鉄(現在の JR 線)山陰本線余部鉄橋で、強風による列車の転覆落下の事故があった。これは、当時、四国南沖の低気圧が三陸沖へ移動するとともに発達したことが気象学的原因であるが、列車転覆そのものは、風と車輻との間の応答に関連した力学的問題であるので、ここでは、とくにこれ以上立ちいることはしない。ただし、地形的にみて、余部鉄橋付近は谷筋の海に開いた位置であり、焦点は POST and NEFF (1986) が対象とした谷筋の強風と関連が深いようである。

一方、石崎ら(1979)は、紀伊半島南端の潮岬において突風前線の観測研究をはじめ、以来、一連の成果をあげている。彼らは、この問題を乱流境界層の問題としてとりあげた。たとえば、台風7916号の例について強風域の時間的・空間的スケールを検討した。この突風前線を石崎ら(1979)は“Gust front”と称しているが、この対象とする水平スケールは数百メートルである。これは FUJITA (1981) の“Gust front”(10 km のオーダー)と異なっていることに注意しなくてはならない。

著者らの海上の観測塔における突発的強風に対応した例について、神戸海洋気象台の中田(1986)は気象学的資料を可能なかぎり駆使して調査報告をまとめている。この例は、1985年(昭和60年)9月7日、寒冷前線が通過した時の例である。彼によれば、“顕著な寒冷前線の通過と地形の影響によって、寒冷前線の前面付近に異常発達した積乱雲が発生することがある”という。そして、積乱雲下の下降気流(ダウンバースト)が地面にぶつかって水平にひろがるために“突風(陣風)”が生じるとされている。中田(1986)はこれを“Gust”と表現しているが、基本的には FUJITA (1981)の考え方に立脚しているようであり、その具体例とみているようである。

さて、本報の観測例との関連で、FUJITA (1981)の論

文をみると、寒冷前線の例のほか、サイクロンの例がある。すなわち、1,000kmのスケール(MASO型)のサイクロンは総観的な地上天気図での低気圧や台風に対応する。閉塞前線を伴う数十キロメートルのスケール(MESO型)のサイクロンでは、その進行方向の後方に舌状高気圧がみられる。いわゆる竜巻(トルネード)は1kmのオーダーでMISO型である。さらに、FUJITA(1981)は、100mのスケールのMOSO型サイクロン(あるいはsuction vortex)を考え、トルネードに併進する小さな低気圧性渦を考えている。

このように、現段階で系統的な視野に立つた研究はFUJITA(1981)の例に限られ、そのどこに本報の観測例が位置づけられるかを考えることも可能である。しかし、そのためにはいくつかの推測あるいは前提を設定しなくてはならない。台風から約900km離れた位置で観測された突風に対して、FUJITA(1981)のサイクロンの例はあてはまらない。強いて適用するとすれば、FUJITA(1981)の“Gust front”の例であろう。残念ながら推測の域を出ない。はたしてダウンバーストであったのかどうかを確認することは現在利用できる資料によるかぎり困難である。

ところで、実際の現象面からみれば、海上での突発的強風は、比較的短時間ではあるけれども、その時と場所によっては、海難や漁業災害の原因に直接つながる。今後さらに検討をすすめて、現象の実態を把握し、その力学的機構を究明し、さらには、現象の予測への道を開くよう努めなくてはならないと考えている。

なお、突風・陣風・強風あるいはGust・ダウンバーストの定義が明瞭でなく、研究者によって異っている点には十分注意しなくてはならない。

5. 結 言

海中に固定した観測点としての海洋観測塔における記録にもとづいて、台風が1,000kmの遠距離を北上しても、突発的強風があらわれる例を示した。そのような現象の力学的機構や時間的・空間的スケールのほか、地形との関連なども今後明らかにする必要がある。

なお、白浜海洋観測塔の記録は芹沢重厚・片山富晴両君の努力によって得られたものである。また、南紀白浜空港の気象資料などの利用については和歌山地方気象台の御好意によった。さらに、査読者からのコメントにより本文をより充実したものとすることができた。

文 献

- FUJITA, T.T. (1981): Tornadoes and down bursts in the context of generalized planetary scales. *J. Atmos. Sci.*, **38**, 1511-1534.
- 石崎滂雄・光田 寧・林 泰一 (1979): 潮岬における突風前線の観測について (1). 京都大学防災研究所年報, (23 B-2), 257-270.
- 中田隆一 (1986): 大阪湾の気象 (ヨット転覆事故を起した突風 (陣風) 及び大阪湾に発生する陸風収束雲). *海と空*, **62**, 51-62.
- POST, M.J. and W.D. NEFF (1986): Doppler lidar measurements of winds in a narrow mountain valley. *Bull. Am. Met. Soc.*, **67**, 274-281.