

台風 の 速度 予想 について*

大 塚 龍 蔵**

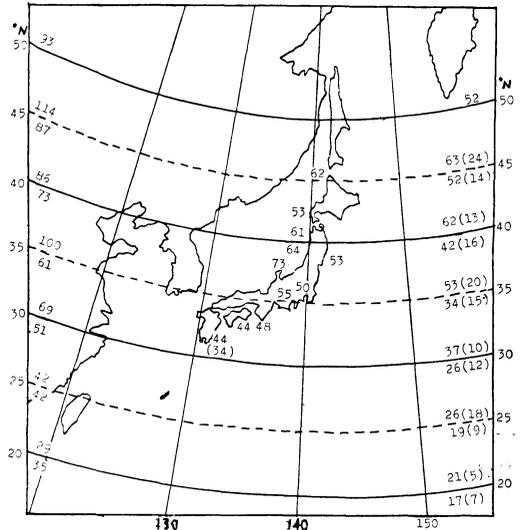
1. 緒 言

飛行機観測資料の充実、レーダー観測資料の充実などによって、従来よりも、より正確な台風の経路図が画かれるようになった。さて、台風の進路予想において、その進行方向の予想と同時に進行速度の予想が問題になる。進路予想に関する文献及び報告は非常に多く発表されているが、速度予想の問題を実際的な予報の立場から調査されたものは極めて少ない。従来の方法は台風の規模に応じて選定された特定高度の地衝風又は実測風いろいろな比率を加味したり、時間平均、空間平均図より求めた平均流など流れの場における指向流の一般的概念に基づいたものが多い。温度風、実測風と速度との関連を調査したものもある。何れもその時々によって有効である場合もあるが予報的立場に立った場合、速度予想が非常に難しい加速期間（発生から消滅までの寿命が非常に長く、且つ本邦に大きな被害をもたらす秋台風の本邦通過時はこの加速期間に当たっている）における速度予想に何等かの予報法を、しかも一般的に適用できる予報法の探求が痛感されるのである。筆者はこのため加速する台風の速度予想探求の第一歩として24時間予報における24時間後の実際の位置と予想位置のズレを検討した結果、ズレが最も大きくでているのは転向後で台風が加速期間内にあるときの予想における場合であることを指摘した¹⁾。次に豊富な飛行機観測を記入した最終経路図からマップ・タイム毎の速度を算出し、その速度変化の状況を調査した。その結果、台風の速度変化（加速する台風—主に秋台風の場合）は、大体同じような傾向を示していることを指摘した²⁾。その後引きつづき加速する秋台風について速度変化の実態を調査して来たがその結果を次に述べる。

2. 台風の緯度別平均速度について

比較的豊富な飛行機観測のあるもの、発生から消滅まで生命の長いもの、本邦及びその周辺海上を通過した秋の台風（9～11月）、以上の条件のもとで緯度別平均速度を算出したが³⁾、その後、さらに1959、1960年の資料を追加した⁴⁾結果は殆んど同じであった。矢木氏が本邦に

上陸した台風の上陸時の速度を調査⁴⁾しているが筆者の平均値と大差ないことがわかる。その結果を第1図に示してある。これらの値は台風の本邦通過時の速度予想上一つの有効な参考資料になろう。さらに具体的な速度の予想が問題となる。



第1図 上陸台風の平均速度分布及び緯度別平均速度 (km/hr)

- (1) 上陸台風の平均速度（九州北上型及び5405のような極端におそい台風の2、3を除く、九州北上型の平均速度は34k/hr）は矢木氏の調査。
- (2) 緯度線の上の数値は大塚（秋台風）、下の数値は高橋氏（台風一般）の調査、カッコ内は標準偏差。右端は平均速度、左端は最大速度
- (3) 上陸時の平均速度は殆んど緯度別平均速度に近いことがわかる。

3. 台風の速度変化の実態

前述の条件を満足する1954年以降1961年に至る主な台風についてマップ・タイム毎の速度変化図を作成した⁵⁾、⁶⁾。その結果、台風が転向緯度に達する前の西進運動期間は従来の平均速度で外挿しても大差ないことがわかる。次に台風が転向後、加速して最大速度に達するまでの加速期間および、最大速度に達してからの減速期間は1～2日（24～48時間）でその間の速度の増減の割合も2～3 km/hr でこれらの値の変動は小さく、とくに加速期間における速度増加の割合の変動はかなり小さい

* Forecasting of the Moving Speed of a Typhoon.

** Ryuzo Ōtsuka 気象庁予報課

—1962年2月28日受理—

ことがわかる。こゝで注意しなければならないことは 1~2時間の短時間の速度増減は24時間予想においては問題にするとかえって事後の速度を過大に見積りやすくなることで24時間予想においては少なくとも6時間位の時間間隔による速度予想が有効であるように思われる。

この結果、得られた平均加速率 $\bar{\alpha} = 6 \text{ kts}^2$ の有効性を毎年検討して来た結果、引きつづき有効であることがわかった。この平均加速率及び、加速時間については粕谷氏も1951年から1959年の資料について調査³⁾ されているが筆者のものと同じような結果が出ている ($\bar{\alpha} = 5.6 \text{ kts}$)。この調査に関する個々の台風の速度変化図、計算値の表は紙数の関係で省略することにした。

4. 転向緯度及び加速開始緯度について

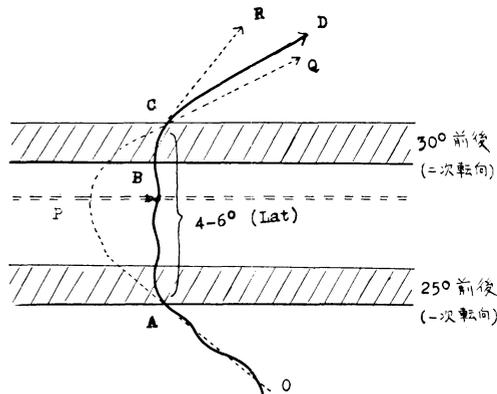
本邦に接近して通過したもの又は上陸した、かなり大きな秋(9月, 10月, 11月)の台風について転向緯度について調査してみると表のようになる。これをモデ

表 秋台風の転向緯度

台風番号	第1次転向	第2次転向	(第1次)-(第2次)緯度差
5115	21°N	25°N	4
5315	19	30	11
5412	28	45	17
5413	30	33	3
5414	28	32	4
5522	29	34	5
5615	24	—	—
5822	20	26	6
5821	21	24	3
5914	25	29	4
5915	27	31	4
平均	25	31	6

注(1) 125°~140°E で 30°N をこえ上陸したもの
 (2) 北上期間のけんちよなもの
 (3) 1960年は該当する秋台風なし

ル的に示したものが第2図である。第1次転向はNW⇨N又はNW⇨NNEの進路の変化がおきる所、第2次転向はN~NNE⇨NE~ENE又はN~NNW⇨NNE~NEの進路の変化がおきる所である。従来、台風の経路として第2図の0PDの如き所謂拋物線経路が基本とされ、P点を通る緯度がいわゆる転向緯度とされているが、第1表からもわかるように前述の条件を基にして秋台風を調べてみると第2図の0ABCDの如きいわゆる北上距離の長いものが多いことがわかる。この場合の北上距離ACは平均4~6°(緯度)で北西進期間の速度より遅く

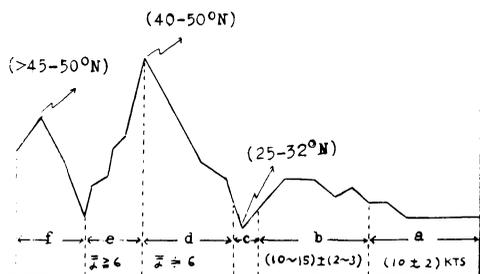


第2図 秋台風の進路変化のモデル

且つ等速で北上するものが多い。北上期間の長いもの程第2次転向後の進路(例えばCR, CD, CQ)及び速度予想が問題となる。又、北上期間の長いもの程、蛇行北上による左右のフレ(NNW又はNNE)が、飛行機観測によって検出される。このため第1次転向の目安となる転向緯度を赤道天気図の流線解析によって検出されるSubtropical ridge lineの位置などで、又、第2次転向を台風の北上による見かけ上の前面のridge lineの推移、2段に認められる場合は本邦に近いridge lineの推移又は中緯度偏西風帯の下限の推移などに留意して、台風の第1次転向後から第2次転向に至る北上期間及び北上距離の大体の予想をつける必要がある。第1次転向と第2次転向の間、つまり北上距離が短い台風は従来のような拋物線経路に近いものが得られることはいうまでもない。次に加速し始める緯度と第2次転向緯度について調べてみると、加速し始める緯度は第2次転向緯度に一致するか、または平均して1~2°(緯度)偏西風帯側にズレていることがわかる。転向後の加速運動の後40~50°N内外で最大速度に達している。つまり転向後、直ちに加速するものと1~2°(緯度)偏西風帯に進入して加速し始めるものがあることに留意する必要がある。この場合、加速開始時期を確認してから速やかに3~6時間の平均の加速率 α^2 を確認することがその後の速度予想に重要である。このため飛行機観測その他の資料によって今までの速度変化の状態を把握しておくことが大切である。

5. 台風速度変化及び速度予想

1954年以後、本土に影響を及ぼしたけんちよな秋台風について個々の経路図から速度変化図を作成^{1),2),5),6)}した結果、得られた台風速度変化のモデルを第3図に示



第3図 秋台風の速度変化のモデル

- a: 偏東風帯内の西進速度
- b: 蛇行北西進中の速度
- c: 転向前後の速度最小域
- d: 加速期間の速度変化
- e: 減速期間の速度変化
- f: 温低期間の速度変化

してある。この図からも分るように従来最も速度予想の難しいのは加速期間内の速度予想であったが多くの変化グラフによって速度変化の実態を調査した結果、前述の平均加速率 ($\bar{\alpha} = 6 \text{ kts}$) と加速開始後の最初の加速率 $\bar{\alpha}$ を知って6時間毎の予想速度を運動学的に算出して速度予想を行えばかなり良好な結果を得ることが分った。この方式はすでに報告¹⁾してあるがその後毎年、検討して来たが従来のものに比して比較的に安定した成果をあげている。つまり、加速開始後の向う24時間の速度予想方式を次式で行なう。

$$\text{最初の6時間の予想速度} \quad \bar{V}_1 = \bar{V} + \bar{\alpha} \Delta t$$

$$\text{次の6時間の予想速度} \quad \bar{V}_2 = \bar{V}_1 + \frac{1}{2} (\bar{\alpha} + \bar{\alpha}) \Delta t$$

$$\text{次の6時間の予想速度} \quad \bar{V}_3 = \bar{V}_2 + \bar{\alpha} \Delta t$$

$$\text{最後の6時間の予想速度} \quad \bar{V}_4 = \bar{V}_3 + \bar{\alpha} \Delta t$$

($\Delta t = 6 \text{ hrs}$, $\bar{\alpha} = 6 \text{ kts}/6 \text{ hrs}$, $\bar{\alpha}$ は加速開始後 Δt における平均加速度)

以上のような方式で6時間毎の平均速度を考慮して向う24時間の速度予想を行えば、加速期間内の予想と実際の位置のズレは1回の外挿による24時間予想よりは選かに小さくなる。この結果得られる予想値は或る場合は指向層の風の値に一致するか又はその値の何割かにあたるわけである。

6. 具体例

第4図に台風6118 (第2室戸台風) の速度変化図を示してある。第4図及び経路図から次の事がわかる。

(1) 第1次転向より第2次転向に至る北上距離、約4° (緯度)。

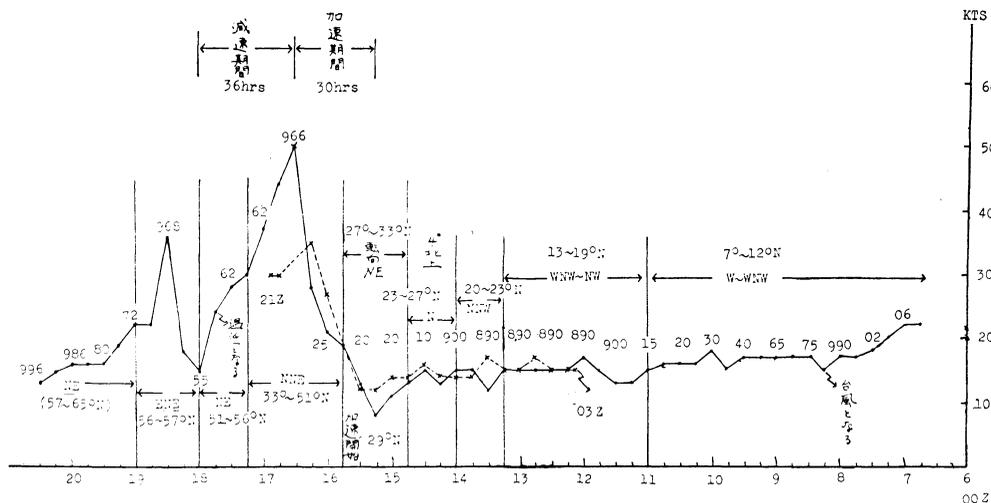
(2) 加速開始緯度は29°N 付近で第2次転向緯度より幾分偏西風帯にズレている。

(3) 加速期間は30時間、減速期間は36時間、加速期間内の速度増加の割合は1.5kts/hrs である。

以上はすでに指摘した結果と大体一致しており速度変化の状況も第3図のモデルとよく一致している。

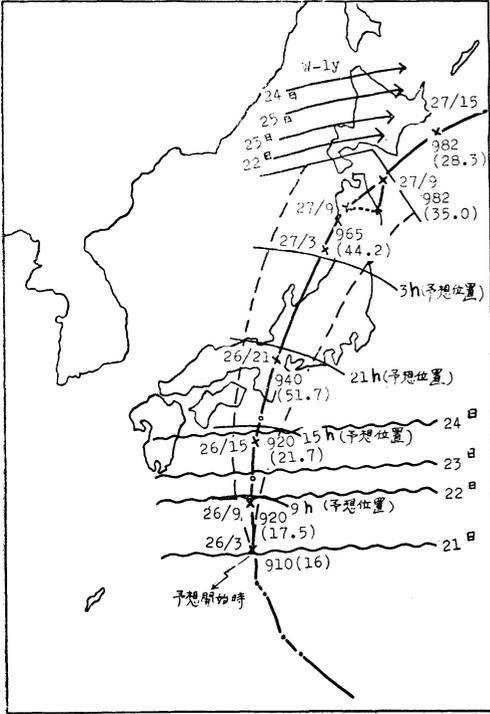
次に第5図、第6図に伊勢湾台風及び第2室戸台風に上述の速度予想方式を適用した結果を示してある。

第2室戸台風について述べると予報時刻までの飛行機観測データも併用した速度変化グラフ及び経路図から15日の1800Z には $\bar{\alpha} = 5 \sim 6 \text{ kts}$ を確認 (0600Z における



第4図 台風 6118 NANCY (第2室戸台風) の速度変化図

- ・——・ 最終経路図より求めたもの
- ×……× 位置決定記録より求めたもの
- (速度変化図上の数字は中心気圧の示度)



第 5 図 台風5915 (伊勢湾台風) の速度予想

× : マップ, タイムの位置

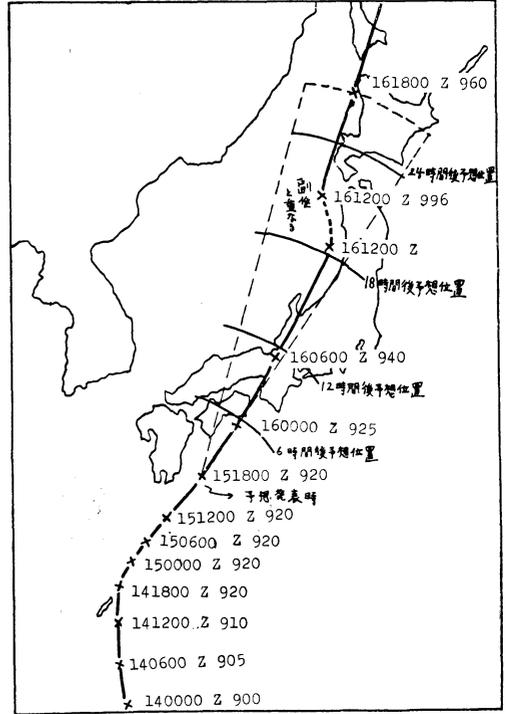
○ : 飛行機観測による

カッコ内は事後解析により求めた速度

過去 6 時間の平均速度は 8 kts で最小となり, 転向後の 1200Z における過去 6 時間の平均速度は 13 kts, 1800Z には 19 kts となる), $\bar{V}_1=19$, $\bar{\alpha}=5$, $\bar{\alpha}=6$ として前述の式で計算すると $\bar{V}_1=24$ kts, $\bar{V}_2=24+\frac{1}{2}(5+6)=29.5 \Rightarrow 30$ kts, $\bar{V}_3=30+6=36$ kts, $\bar{V}_4=36+6=42$ kts となり, これら 6 時間毎の予想速度によって向う 24 時間の予想位置を求めたものが第 6 図である。伊勢湾台風についても同様の方式で求めたものが第 5 図である。何れの場合においても加速期間中の向う 24 時間予想としては従来のものに比してかなり良好な結果を示している。

7. 結 語

台風の進路予想及び速度予想は一般場の予想を理論的, 綜観的に求め, その流れによって台風を流す原則に基づいているが, 実際の予報作業上, 台風の時期的, 地域的環境における速度変化の実態を多くの台風について調査し, その結果, 得られた平均加速率を考慮して 6 時間毎の運動学的外挿を行えば, 加速期間における向う 24 時間予想の予想位置と実際の位置のズレがかなり小さくなることを述べたものである。この場合, 転向後, 加速



第 6 図 台風6118 (第二室戸台風) の速度予想

開始後の平均加速度の早期把握のため経路図と同時に速度変化図を作成しておく必要がある。

おわりに一部資料の作成にご協力を載いた杉浦予報官に深く感謝の意を表します。

参考文献及

- 1) 大塚龍蔵, 1956: 秋の台風の連行速度及びその予想について, 研究時報, 第 8 巻第 4 号。
- 2) 大塚龍蔵, 1960: 台風5907 (加速する台風の速度予想) について, 昭和34年度全国予報技術検討会資料 (気象庁予報部)。
- 3) 粕谷光雄, 1960: 台風第 7 号に関する予報検討, 昭和34年度全国予報技術検討会資料 (気象庁予報部)。
- 4) 矢木秀雄, 1960: 台風第15号 (伊勢湾台風) の検討, 昭和34年度全国予報技術検討会資料 (気象庁予報部)。
- 5) 大塚龍蔵, 1961: 台風の転向緯度及び転向前, 転向後の進路予想に関する検討 (30°N 付近一本邦接近時の予想進路及び速度の検討), 昭和35年度全国予報技術検討会資料 (気象庁予報部)。
- 6) 大塚龍蔵, 1962: 台風6118号 (第 2 室戸台風) の速度変化及びその予想について, 昭和36年度全国予報技術検討会 (気象庁予報部)。