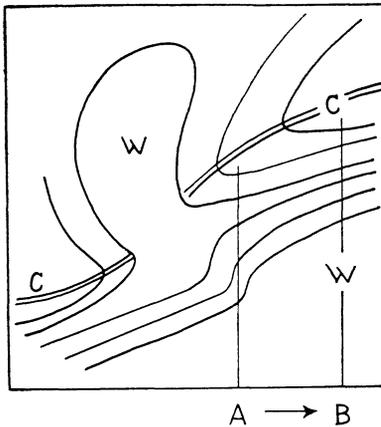


圏界面付近の循環と台風経路*

今 田 克**

1. まえがき

台風の進路予想については、これまで日本でも数多くの研究があり、気象庁の短期予報検討会をはじめ、研究時報、気象集誌などに多くの文献がある。その中で、圏界面付近の循環の変動によって台風の進路を予想しようとする現業的なやりかたもある。例えば、山下洋⁽¹⁾のように上部対流圏(100mb~500mb)での層厚暖気移流のある領域に台風が指向することに着目した方法があり、大久保幸一、中村則行⁽²⁾のように、成層圏の最低気温分布と台風の進路とにより関連性のあることを示しているものもある。これに似た方法としては石毛武士⁽³⁾のように、台風の進行に伴って前方の圏界面が上昇し、またそれにつれて100mb面の温度が著しく下降し、台風はこの低温の谷を通るとしているものもある。つまり、台風前面には対流圏で暖気ははいり圏界面付近では寒気ははいることになる。このため、台風接近時には対流圏での気象要素の変化分布を見るよりも圏界面付近の変化を見た方が大きなじょう乱による変化だけが現わされてい



第1図 圏界面と変化モデル

* Course of the Typhons on the Circulation around the Tropopause.

** Masaru Imada, 大阪管区气象台.

— 1967年1月28日受理, 1967年4月27日改稿受理—

るので、分布が明確に先駆現象的に現われやすいので進路予想のうえに良い。

これをモデル的に考えてみると、第1図のようになる。台風が北上するにつれて、周辺の気塊が立体構造を崩さずにそのまま北上して、例えば、A地点上にあった鉛直構造のところへそれより低緯度のB地点にあった鉛直構造が北上して、これにおきかわったとすると、次のような大きな変化が現われることになる。すなわち、

① 圏界面が上がる：圏界面は低緯度ほど高くなっているためA地点よりB地点の方が高く、台風の北上に伴って圏界面が上がることになる。

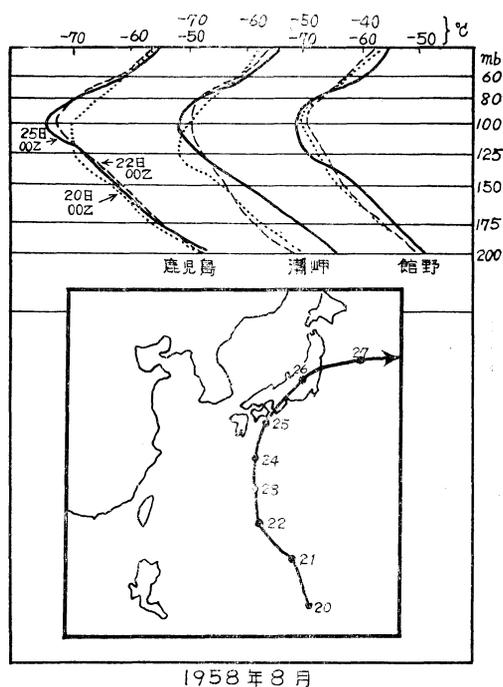
② 圏界面付近の温度が下がる：圏界面の温度は低緯度ほど低いような分布をしているため、台風の北上に伴ってA地点へ低緯度の圏界面が北上してB地点上のものがくると、温度は下がることになる。

③ 上部対流圏で上下の温度差(100~200mb)が大きくなる：上部対流圏の温度の鉛直分布は対流圏の中部よりもその傾度が大きく、中緯度よりも低緯度で更に大きい。このため、台風の北上に伴ってA地点上の100~200mbの温度差は低緯度のB地点上の100~200mbの温度差の大きい分布が現われることになる。

④ 100mb面は寒気のため高度が上がる：台風の北上に伴って低緯度の圏界面の低温が北上してくると、100mb面では寒気のため高度が上がってくる。この寒気が対流圏の高気圧を補償している。したがって、中緯度では台風が接近してくると、100mb面の高度が全体に上がって気圧の谷に重なる。

以上のように、低緯度の上部対流圏構造が中緯度に達して、台風の先行現象として大きく圏界面付近で変化するので、台風接近時には対流圏の変化を見るよりは上部対流圏または圏界面付近の変化を見た方が、台風そのものによるじょう乱の変化を見ることができて、台風の進路予想には適しているように思われる。

1例として、第2図に1958年8月25日に台風17号が紀伊半島に上陸したときの鹿児島、潮岬、館野における200mb以上の状態曲線の変化を示してある。20日は点線、22日は破線、25日は実線で示してあるが、これによ



第2図 台風接近時の100~200mbの状態曲線の変化

ると、20日から22日、25日と台風が接近するにつれて、全体に圏界面高度が上がり、圏界面の温度は下がっている。そして、100mb面の温度は下がり、200mb面の温度は上がって100~200mbの温度差は20日、22日のものよりも大きくなっている。そして、これらの変化は台風が最も近づいた潮岬で最も大きな変化を示している。すなわち、台風接近時は台風の進路に当たっている前面で最も大きな圏界面付近の変化がおり、これらの水平分布の極大軸は先行現象としてその台風の進路をとらえることができる。これらは今までに多くの人によって調べられている上部対流圏や圏界面付近の循環の変化と台風の進路との関係を肯定しているものである。

一方、台風が影響しないときの層気圧場はどうであろうか。例えば、100mb面においては一般に日々の天気図が平均図であるかのように見える程持続性のある、小じょう乱の取り除かれたような場を示している。また、地上から上層にいくにしたがって気圧の軸は低緯度側から中緯度側にかたむき、夏季においては100mb面の中緯度高圧帯は日本上空に存在することが多い。したがって、夏季の100mb面は台風のような小じょう乱が影響しないかぎり、持続性が強く、その100mbの平均場

は日本上空を含めて、かなり強い持続性のある流線場を示しているものと思われる。この100mbの流線場へ発達した台風がはいった場合は100mbの平均の谷に沿って台風が流れ、低緯度の気塊の北上によって圏界面付近に大きな変動がおり、この変化が先行現象となって中緯度の日本上空で観測されるのではなかろうか。したがって、これらの性質を用いて台風の進路予想をすることも可能になる。ただし、これらを用いるには時期があって、日本上空が100mb面において中緯度高圧帯におおわれるような、主として夏季に適用され得ることであり、日本上空が偏西風波動に支配されるような時期にはこの流線に台風が乗って進むことが考えられる。

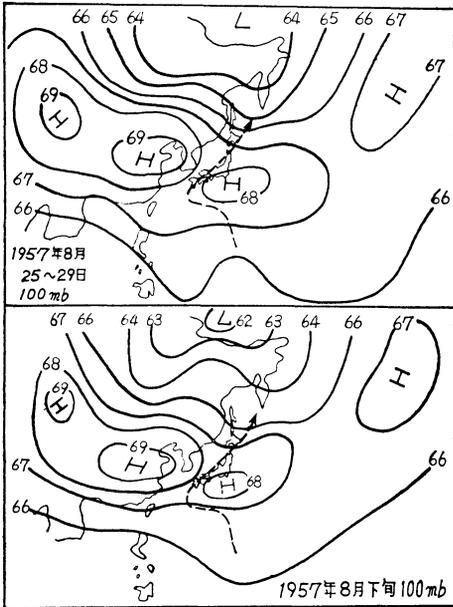
この考えを検証するために、台風の影響のない100mb面の5日平均図として、台風が20°N線に達した日の前5日間の100mbを平均した図を作り、この5日平均図の谷とその後の台風の進路との関係を調べると、7、8月には中緯度高圧帯の谷に沿って台風が進んでいるが、その他の月は日本上空が偏西風におおわれているので、中緯度高圧帯の間は気圧の谷に沿うが、偏西風帯にはいるとその流線に沿って進むようになっている。また、台風接近時の圏界面の変化を見て予想する時期は、台風が20°N線を越えて北上しはじめたときからの分布を調べることとした。これによると、夏季においては圏界面上昇域、圏界面の温度の低温域、および100~200mbの気温差の大きな地域が台風の進路の前面の100mbの気圧の谷に沿って先行していることがわかった。すなわち、100mb面で台風の影響のないとみられる時まで(20°N線に台風が達したとき)の平均図(前5日平均または10日平均図)の気圧の谷は持続性が強いので、台風が中緯度に北上して日本に影響を及ぼすようになっても、この谷は維持されており、この谷に沿って台風が進行し、また台風の北上に伴って低緯度の圏界面が中緯度まで北上し、この谷に沿って高い圏界面や低い圏界面温度が分布するようになる。また、圏界面付近の温度の鉛直傾度は大きく、100~200mbの温度差の大きい地域が、この谷に沿って台風前面で先行的に分布するようになる。この場合の日々の100mb図は高気圧が変動しているように見えるが、台風の影響のないと見られる時の平均図の気圧の谷の位置はやはり谷としてのこっている。

以上のように、台風の進路予想に当たっては、まず台風の影響のないと思われる上層(100mb)低中緯度平均場の谷の位置を求め、持続性があるとしてその気圧の谷に

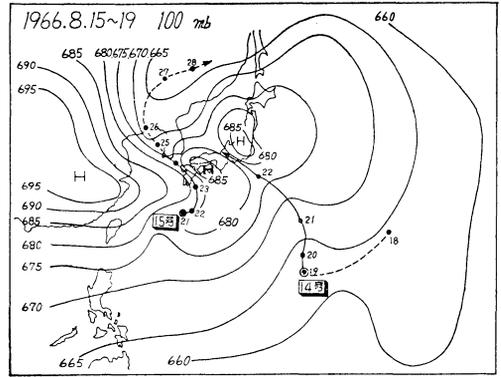
沿って台風が進むと予想すればよいことになる。また、台風が中緯度にはいると上層の循環場は大きく変わるが、前からの平均の谷の位置は維持されて、この平均の谷に沿って変化の大きい領域が先行するようになるので、この変化量の分布を求めて、台風接近時の進路予想を行えばよい。すなわち、圏界面高度の大きな上昇域分布の極大軸、圏界面温度の低温域分布の極大軸、および100~200mbの温度差分布の極大軸を求めて、その主軸が台風の進路であるとすればよい。以下にその実例を示そう。

2. 100mbの半旬および旬平均図と台風経路

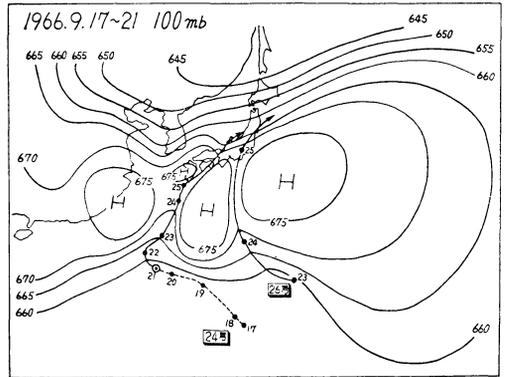
第3図は台風が日本付近を通った例で、台風が20°N線に達したときの前5日間の平均100mb図と旬平均100mb図を示してあり、上図は1957年8月25~29日の100mb半旬平均図で実線は等高度線(単位:100m+10000m)、破線はその後の台風の経路で、平均場の谷線を通っていることを示している。また、下図は1957年8月下旬の100mb旬平均図である。これによると、台風が20°N線に達したときの前5日をとっても旬をとっても平均的には場が変わらないことを示している。すなわち、夏季において中緯度高圧帯が日本上空をおおう場合は、台風が20°N線に達したときの前5日平均図または旬平均図上の循環場は台風が日本付近を通過してしまふまで



第3図 台風が20°N線に達したときの前半旬および前旬平均図



第4図(a) 1966年8月中旬の台風14号が20°N線に達したときの前5日平均100mb図



第4図(b) 台風24号が20°N線に達したときの前5日平均100mb図

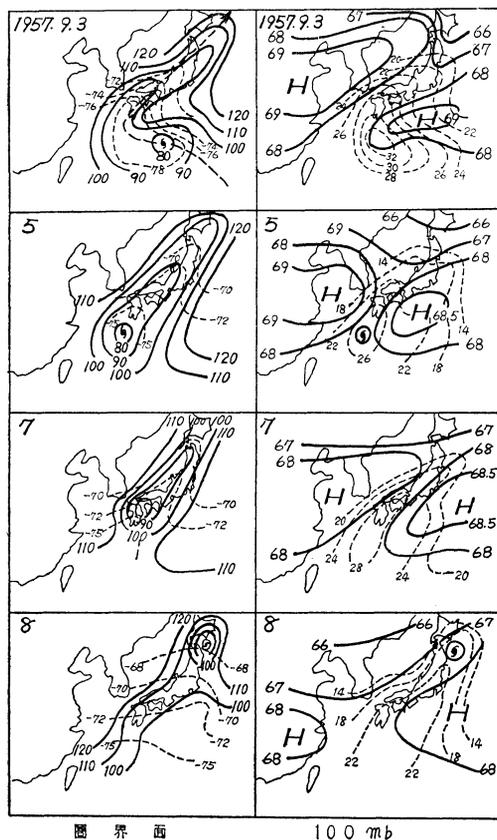
は維持されて、その平均の谷に沿って台風が進むことを物語っている。

第4図は1966年8月中旬の2つ続いた台風(14号と15号)を(a)図に、同9月の2つ続いた台風(24号と26号)を(b)図に示してある。第4図(a)は台風15号が20°N線に達した日の前5日間の100mb平均図であり、実線は等高度線(単位:10m+10000m)、黒点は台風の3時の日付を示し、2重丸印は14号についてはその日に台風が20°N線に達したことを意味している(19日)、15号についてはその日(21日)にはじめて台風となり、平均場の気圧の谷に発生したことになる。台風14号が日本中部に上陸した後、15号は気圧の谷に沿って北西進して23日に九州方面に上陸している。第4図(b)は台風24号が21日に20°N線に達したので、その前5日(17~21日)の5日平均100mb図を求めてある。台風24号の方は気圧の谷に沿ってゆっくり北上していたが、台風26号が平均場の谷に23日発生し、速い速度で谷に沿

って北上した。25日には東日本に上陸して、以後偏西風帯にはって北東進している。24号は25日に北側の高気圧細胞におさえられて速度がゆるみ、26号が偏西流にのると同時に北東側の気圧の谷に沿って急速に移動し偏西風帯にはいつている。以上のように、2連台風の形をした台風でも平均場の谷に沿って台風は移動しやすいことを示しているものと思われる。

3. 台風接近時の圏界面付近の変化

台風が20°N線を越えてからの圏界面付近の日々の変化の1例を第5図に示してある。これは第3図に示された台風に対応するもので、1957年9月3、5、7、8日と中緯度に北上して日本付近を通った台風10号の左図は圏界面の高度分布(実線:単位 mb)と圏界面の温度分布(破線:単位°C)を示し、右図は100mbの等高線(実線:単位 100m+10000m)と100~200mbの気温差(破線:単位°C)を示している。なお、9月3日の左図には台風の経路を太破線で入れてある。



第5図 1957年9月3~8日の圏界面高度分布・温度分布図および100mb図

右図によると、3日から8日まで第3図に示されていた平均の谷の位置は維持されて、その谷に沿って台風が進んでいるが、日々の高度分布は変化している。また、100~200mbの気温差は台風を中心として、分布の極大軸がこの谷に沿ってのびている。

左図によると、圏界面高度が台風を中心として、100mbの谷に沿ってその分布の極大軸がのびており、また圏界面温度も台風を中心としてその分布の極大軸が同じように100mbの谷に沿ってのびている。

これらはすべて台風前面の進路上に先行現象として現われているので、これらの分布は台風の接近時における進路予想の手がかりとなる。

4. まとめ

(1) 台風の影響のないときの100mbの平均図は低中緯度では持続性が強く、台風が20°N線に達したときの前5日間の平均図上の谷は台風が通りやすい。

(2) 台風が20°N線を越えると圏界面付近の変化が中緯度で大きくなり、この100mbの平均の谷に沿ってこの極大変化の分布が先行するようになる。したがって、台風接近時には圏界面の高度、温度および100~200mbの気温差分布等を見れば台風進路予想に有効である。

(3) これはあくまで平均場が変わらないときに適用できるものであって、急激な場の変化のときには疑問がある。100mb面の夏季は一般に日本を含めた低中緯度が亜熱高圧帯におおわれて変動は小さいので、この方法は有効である。一般に、立体構造を大きく変化させるようなじょう乱のないかぎり、対流圏上部には変動の影響が現われない。筆者の調べたところでは、中緯度の偏西風内ではこの波動は20~30日間隔で現われており、台風はこの谷にのることが多い。したがって、100mb面で日本付近が偏西風帯にはいつても急激な場の変化はあまり起こらないとみてよく、平均の谷は偏西風帯内でもある程度の持続性はあるものと考えられる。

参考文献

- 1) Yamashita, H., (1965): On the relation between movement of typhoon and thickness advection in upper part of troposphere. Geoph. Mag. 32, (4) 361-380.
- 2) Okubo, K. and N. Nakamura, (1950): Cold stratosphere accompanying a typhoon. J. Met. Soc. Jap., 2nd Ser., 28, 107-112 (in Japanese).
- 3) Ishige, T., (1962): On the prediction of typhoon tracks. J. Met. Res., 14, 420-422. (in

- Japanese).
- 4) Shibayama, T., (1960): Forecasting the movement of typhoon by 500-1000mb thickness chart. J. Met. Res., 12, 509-517 (in Japanese).
 - 5) Shibayama, T., (1961): Forecasting the movement of typhoon approaching about 30°N latitude by 500-1000mb thickness chart. J. Met. Res., 13, 881-888 (in Japanese).
 - 6) Shikano, I., (1949): The relation between the path of typhoon and the isotherm on upper level. J. Met. Res., 1, 67-70 (in Japanese).
 - 7) Takahashi, K. and Y. Okuta, (1952): Upper air current and velocity of typhoon. J. Met. Res., 4, 15-19 (in Japanese).
 - 8) Tanaka, B., (1962): Thermal advection around typhoon and the high steering level. Proceedings of the Inter-regional Seminar on Tropical Cyclones in Tokyo, 18-31 January 1962, Techn. Rep., JMA, No. 21, 189-193.
 - 9) Simpson, R. H., (1946): On the movement of tropical cyclones. Trans. Amer. Geophys. Un., 27, No. 5, 641-655.
 - 10) R. C. Sutcliffe and A. G. Forsdyke (1950): The theory and use of upper air thickness patterns in forecasting. Quart. J. R. Meteor. Soc., 76, 189-217.
 - 11) Emanuel M. Ballenzweig (1959): Relation of long-period circulation anomalies to tropical storm formation and motion. J. Meteor., 16, 121-139.
 - 12) Namias, J., (1955): Long-range factors affecting the genesis and paths of tropical cyclones. Proc. UNESCO Symp. on Typhoons, 9-12 November 1954, Tokyo, 213-219.

理事会だより

第14期 第11回 常任理事会

日時 6月12日 15時～18時30分

場所 気象庁第3会議室

出席者 畠山, 根本, 大田, 岸保, 桜庭, 小平, 北岡,
朝倉 (順不同)

議題

1. 秋の大会について

気象大学校と気研と話合った結果, 大学校で世話する事になったが, 重要な臨時総会を開く予定なので, 東京で開催することが望ましい再度大学校に対し気研と話合って東京で開けるよう希望を伝えることになった。

2. 借成会および発明協会よりの推薦依頼について

前者は学会賞推薦委員に, 後者は測器課に依頼することになった。

3. ダビタヤ博士の講演について

学会で謝金をだした講演については, その概要を原則として天気のにせることとする。内容に応じて

長短は自由にきめる。

4. 天気アンケートについて

指名による会員および秋の大会出席者にアンケートをだす。その内容は編集方針に関するもので, 1. 小型天気図, 2. 高卒を対象とした講座, 3. 論文の速報と制限ページ(6頁以内), 4. 現在の解説記事の難易などである。また, 天気購読者実態調査には会員名簿作成とも関連させ, 全会員のカードを会員の協力により作成し, パンチカード作成に便利ようにする。

5. 定款の改正について

会費の値上げとそれに伴う天気などの編集費, 印刷費, 大会費などの増額を具体的にきめ, 次回に討論する。また, 今までの値上げの歴史を作成する(桜庭理事担当)・改正案は庶務理事が作成し, 次回に討論する。