

台風上陸後の衰弱予想*

菊 田 一 郎**

要旨: 昭和9年以後の台風32例について調査した結果、台風が上陸した後に衰弱する割合は、上陸時における中心気圧と990mb等圧線とに関係づけることが適当と考えられた。これに一旦上陸した後の海上通過時間の補正等を加えて、陸地通過時間に対応する中心気圧の変化を統計した結果かなりよい関係が得られたので、この標準値をそのまま予報値として図示した。

1. 緒 言

台風が陸地に上陸した後の衰弱については、京大を中心とする副台風論の中で論及されているが、その他にはあまり具体的な研究はない様である。予報現業の立場から見た場合、台風の衰弱予想は重要な問題ではあるが、専ら経験に頼っている現状である。

この経験はもっと具体的な形で把握しておく必要があるので、過去の台風について統計的な調査を行ない、これを用いやすい形に表現することを試みてみた。

2. 台風衰弱度の目安と統計の基本方針

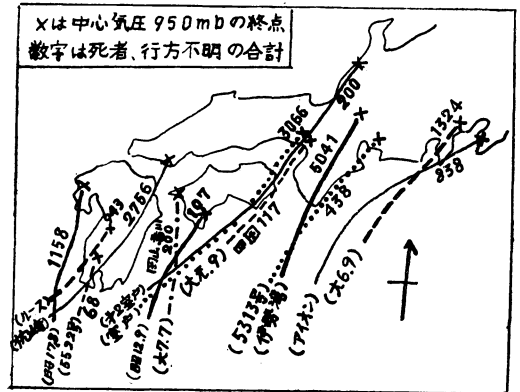
台風の衰弱度合は、気圧傾度分布の変化で理解することが望ましいが、外側等圧線の変化は小さいものと仮定できれば、中心気圧だけでもかなりよい目安になるはずである。

第1図は、上陸時の中心気圧950mb以下の台風例であるが、このうち950mbの終点が上陸後100キロ以上に及んだ台風は7例あり、第2室戸の外はいずれも1000名級の死者を伴っていることが注目される。

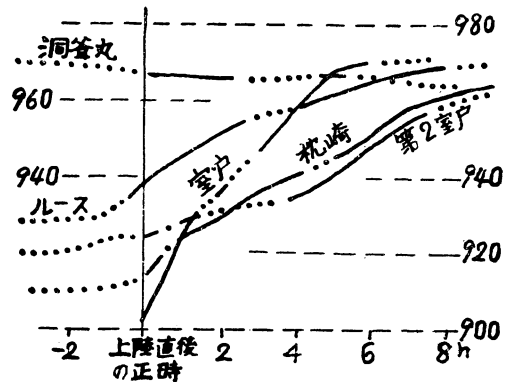
そこで衰弱度は中心気圧の変化で代用することとし、第2図には、四国地方に大きな被害をもたらした著名台風の例を示してみた。この5例だけを見ても衰弱速度に大きな差があり、このまゝ機械的に統計したのでは有効な結果が得られないから、色々な操作を考えてみる必要がある。

第3図に類似台風として、室戸台風と第2室戸台風をとり、時間経過を比較してみた。気圧傾度からみて、中心から200キロくらいまでの風は、大阪付近までは室戸台風が強いのにそれ以後は次第に第2室戸が強くなつて

いる。これは中心気圧の変化度の差として解釈できる。この様な衰弱速度の差が、台風規模の差によるものか局地的な経路の差によるものか速断できないが、ともに考えてみる必要がある。上陸時には950mb円内では深



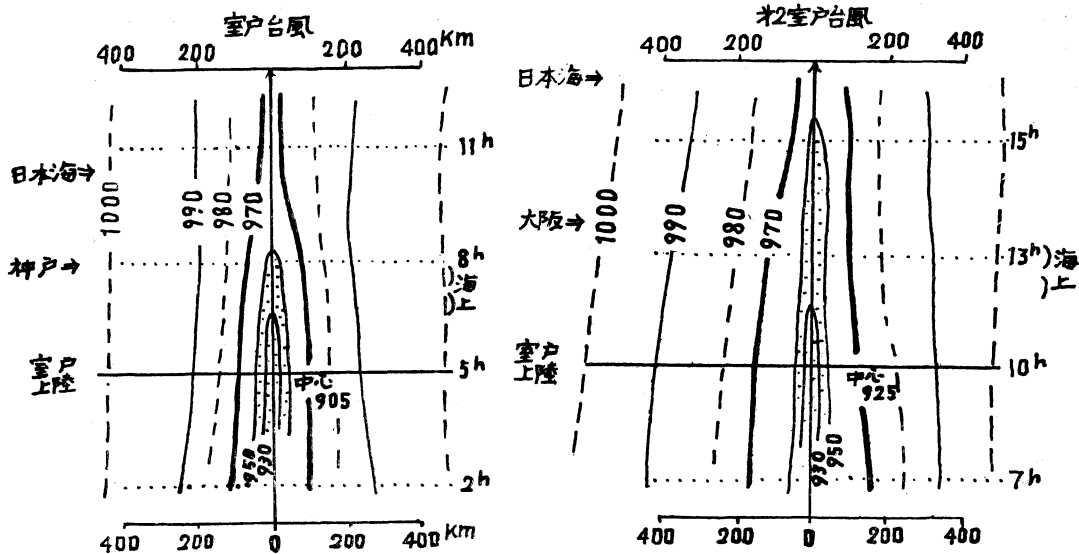
第1図 上陸後950mb以下の台風と死者数 (大元一昭36)



第2図 中心気圧の変化例 (—陸上) (.....海上)

* Forecasting the Decay of Typhoon which pass through Land.

** Ichirō Kikuta. 高松地方気象台
—1962年4月25日受理—



第3図 室戸台風と第2室戸台風の比較

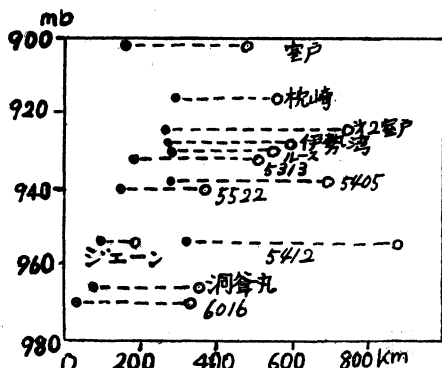
さ、風とも室戸台風が強く、しかも消失も早いので、衰弱予想の目安としてはそれよりも外側に着目すべきであろう。

ともかく、台風上陸後の衰弱度は中心気圧の時間変化で表わし、台風規模と局地経路を統計上の重要要素として調べてみることにする。

3. 台風規模の目安

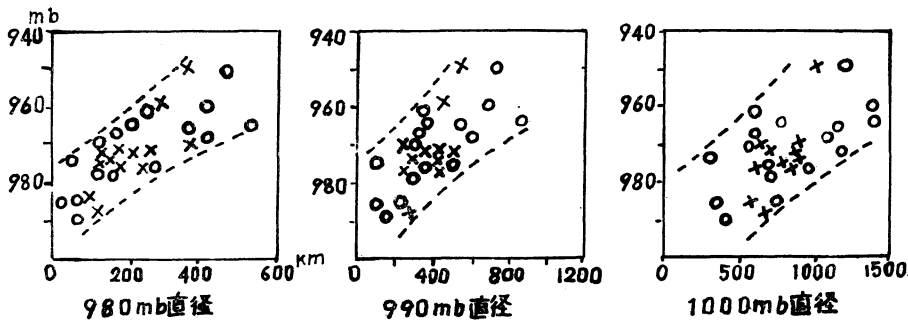
台風規模の目安として、中心気圧と外側等圧線の直径を用いることには、あまり問題はないと考えられるが、外側等圧線としてどこが適当であるかを検討してみる。

第4図で近年の主要台風の例をみると、深い台風では970mb線の直径でも中心気圧と独立な関係がみられる。従って衰弱度を規制する要素として、中心部の



第4図 上陸時の構造比較

(● 970mb直径 ○ 990mb直径)



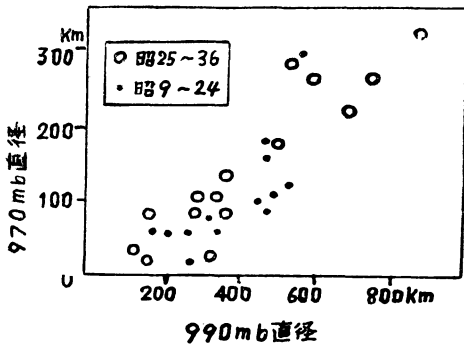
第5図 上陸時の等圧線直径と6時間後の中心気圧の関係

(× 昭9~24 ○ 昭25~36)

すぐ外側として 970mb 程度の所が重要な目安になる可能性がある。

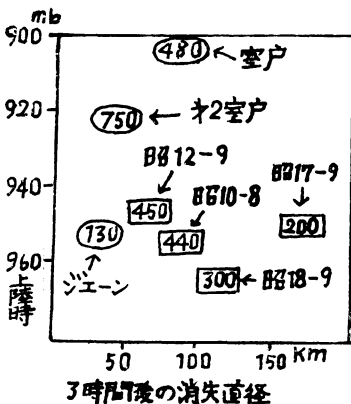
次に中心部の急激な衰弱が一段落するものとみられる上陸 6 時間後の中心気圧と上陸時の等圧線直径との対応を第 5 図に示してみた。関係度は等圧線直径の小さい所ほどよく 980, 990, 1000mb の順になっている様にみえるが, 980mb と 990mb との差は小さい。

更に第 6 図で上陸時の 970mb と 990mb 直径との比較をしてみると, 両者の相間はかなり高いことが解る。



第 6 図 上陸時の 970mb と 990mb の直径比較

すなわち台風衰弱度に関係ある要素として特定等圧線の直径を用いる場合, 深い台風では 970mb 程度の小さいものがよさそうであるが, 990mb でも大差ないという結論に達する。実用上の見地からいうと, 観測誤差と安定性の点で 990mb 線がはるかにすぐれているので, 今後はこれを使用することにする。



第 7 図 上陸時の中心気圧, 990mb 直径 (○ 室戸コース □ 足摺コース) と 3 時間後に消失した等圧線の直径

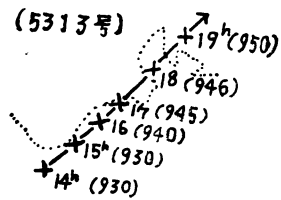
4. 上陸点と内海通過の扱い (海上補正)

第 7 図には類似コース台風の衰弱度を 990mb 直径を目安として比較してみた。但し衰弱度は円形等圧線の消失部分の直径で現わしてみた。深い台風の短時間変化に対して気圧変化よりよい面もあるが, 気圧と逆に浅い台風では比率が大きくなりやすい。

足摺岬西方に上陸して陸上を北東進するコースの台風では, 990mb の直径が小さいほど衰弱度が大きくなっている。

一方海岸沿いに北上する室戸コースの 3 台風ではこの関係が認められず, 規模の小さいジューン台風の衰弱度が小さくなっている。観測精度にも問題があり細かな議論は難かしいかもしれないが, 類似コースであるので台風全体としての渦の受ける地形効果に大差ないとすれば狭い中心部の位置の差が関係しているはずである。このコースは上陸してもすぐ内海にでるので, 中心の海上通過の割合にはかなり差ができるわけで, この局地的な問題の取扱い方を考える必要がある。

従って同様な問題は上陸点の決め方にもでてくるはずである。一般に海上にある間は中心気圧の変化は非常に小さく, 上陸ところから急に大きくなるが, 統計上の上陸気圧としては, 衰弱段階にはいった後でなく衰弱前の安定した気圧をとることが望ましい。実際の衰弱開始時期が上陸前からか上陸後は別として, 台風指示報などでは観測精度の関係もあり上陸点までは前の海上の値を続けてあることが多い。従って普通速度の台風が陸地にぶつかってくるときは, 上陸点が一番近い正時を上陸時とすれば衰弱は次の正時から始まることが多い。



第 8 図 上陸点の扱い方

問題は第 8 図の様に接岸した状態がつづく場合である。これらの処理方法は個々の場合について色々と考えてみたが, 結局簡便さと客観性を損なわないために次の様な処置をとってみることにした。

- (1) 上陸時は上陸点に最も近い正時をとり, どちらともつかない衰弱のはじまっていない方を上陸時とする。
- (2) 第 8 図の様な接岸期間が長い場合は接岸点を上陸

付表. 陸上通過に伴う中心気圧の変化

昭9~24 上陸時 980mb 以下

昭25~36 // 970mb 以下

但し太平洋岸に沿って進んだ昭27. ダイナと5906を除く.

* 印は上陸又は内海補正を施したもの. () は海上に出た直後のもの.

上陸月時	990 直径	中心気圧上陸時	3 時間後	6 時間後	9 時間後	12 時間後
昭9 9—21	480km	950mb	960*mb	(970)mb	mb	mb
10 8—28	440	956	967	974	978	980
12 9—11	450	948	960	(972)		
13 9—5	330	950	968*	(976)		
16 8—15	520	956	965	972	(976)	
10—1	450	960	968	980*	(984)	
17 8—27	470	945	958			
9—21	200	950	980	988		
18 9—20	270	967	980*	988		
19 9—17	340	958	963	972	977*	
10—8	600	965	974			
20 9—17	550	915	937	960*	968	
10—10	180	965	982	986	988	989
24 6—20	310	965	974	976		
8—15	270	960	964	973		
25 9—3	170	955	967*			
9—13	310	954	965	970	978	980
26 7—1	110	978	983	986	989	994
10—14	550	930	952	964	969	
28 9—25	500	930	950	975	976	979
29 8—18	700	940	955	960	965	970
9—7	120	960	972	975	980	988
9—13	880	955	958	964	964	
9—26	360	966	966*			
30 9—29	360	940*	952	966		
32 9—6	330	958*	966	969	975*	983*
33 7—23	240	976*	983	988	990	
8—25	160	970	980	989	996	997
9—36	300	950*	972	977	(980)	
34 9—26	600	929	945	968		
35 8—29	330	970	975	(980)		
36 9—16	750	925	935*	955		

時とし、以後完全上陸するまでの時間は1/2に評価するが時間の端数は補正しない。

(3) 上陸後再び外海又は内海を通過するとか、海岸ぞいに通過し海上か陸上か不明瞭なときも1/2として扱い、一時間以下なら補正せず陸上通過と同様に扱う。

例えば第8図の場合15時上陸気圧930, 17時945を上陸

1時間後とみなし、18~19時の海上通過は1時間以下で補正せず陸上と同様に扱う。

5. 上陸後の中心気圧変化表

以上の外に台風再発達の問題がある。例えば第2図に示した様に洞爺丸台風は上陸後むしろ発達しているが、台風構造と経路だけからは予想できない問題である。し

かし中心気圧の深い台風では、陸地効果に比べてずっと小さいのが普通である。

こゝでは中心気圧の深い台風だけを扱い、昭和9～24年では上陸時の中心気圧 970mb 以下のものを、昭和25～36年の場合は 980mb 以下のものを統計対象とした。

但し資料は「四国地方防災用台風資料」に掲載したもののからとったので、第9図の様に西日本通過の台風が主になっている。



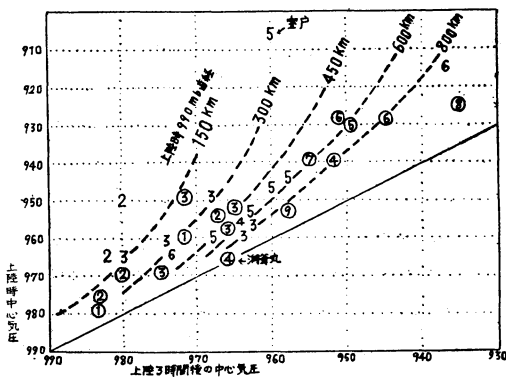
第9図 統計した台風の経路(昭9～36)

付表はその統計結果を示すが、中心気圧の変化は前記資料の最低気圧分布図の原因から読み取り、その他内海補正等の操作は前節までの結論に従って行なったものである。

なお台風が気温の低い所へ進み衰弱するという北上効果も考える必要があるが、陸上効果に比べて小さいものとし特別な操作は行なはなかつた。

6. 上陸時と陸地通過時間に対する中心気圧の関係

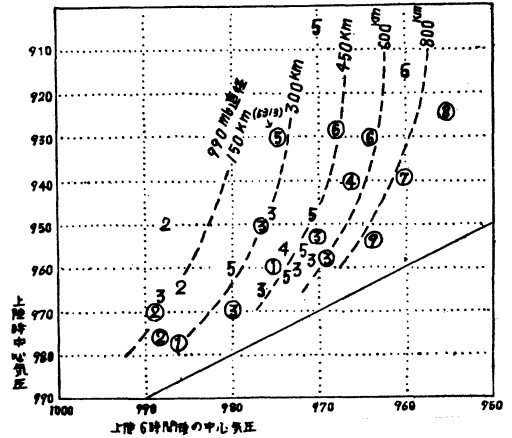
第10図は上陸後陸地通過3時間後の関係であり、上陸時の中心気圧と990mb直径の大きさに関連して示してある。観測精度が高いとみられる昭和25年以後のものは



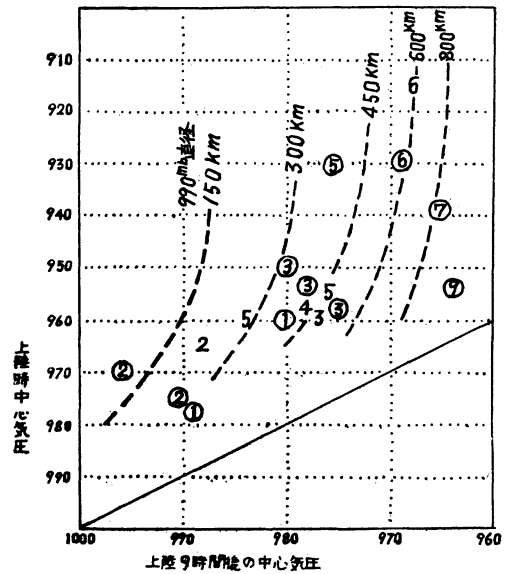
第10図 上陸時と3時間後との中心気圧の関係

○で囲んだ数字 上陸時の 990mb 直径
 // 囲まない // //
 100km 単位に四捨五入 昭25～36
 // // 昭9～24

○印で囲み区別したが、洞爺丸台風のほかはかなり規則的な分布をしている。室戸台風は規模の割に衰弱度が大きい様に見えるが、海上補正が大きすぎた点もある。



第11図 上陸時と6時間後との中心気圧の関係



第12図 上陸時と9時間後との中心気圧の関係

第11図の6時間後では、5313号の衰弱度が大きすぎる様であるが、中部山岳地方通過という実際の地形差も影響しているかもしれない。しかし一般的にみるとこの様な陸地上の条件差は影響が少い様である。

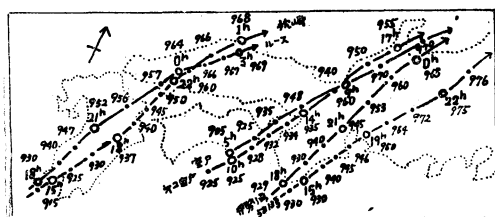
第12図の9時間後になると統計数はかなり少くなるが、衰弱速度が小さくなり、観測誤差や海上補正の影響

も小さくなって来る。

これらの図に示した破線は 990mb 直径の基準的な目安として引いたものであるが、この図上の分布から直接引いたものでなく、次の様な操作によるものである。

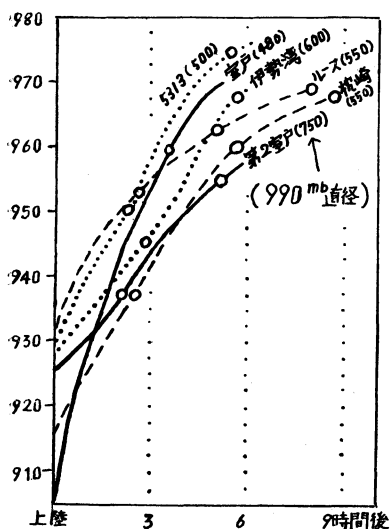
まず第10図を改良してみた。上陸気圧は前と同じであるが、上陸後の陸地通過時間や沿岸、内海通過等の 1/2 補正を時単位でなく細かく端数計算を行ない、また変化の不連続的な所は平滑にしてみた。この様にして第13図の顕著台風につき修正した結果を第14図に例示しておいたが他の台風についても同様な方法で再計算し、上陸点付近の記録の不明確なものは除外することにした。この様にして第10図を同じ様な図を作ってみたのが第15図である。

この修正図によると点の分布は前よりも集中してきてかなりよくなり、例えば室戸台風でも標準的な関係になっている。客観性は減じているかもしれないが、観測誤



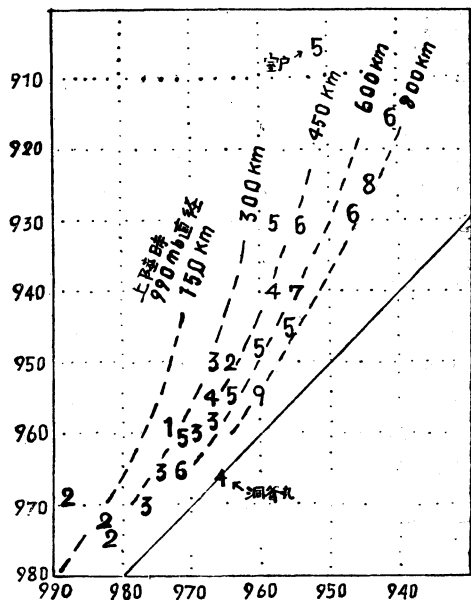
第13図 顕著台風毎時経路図

○は統計表等で採用した3時間間隔

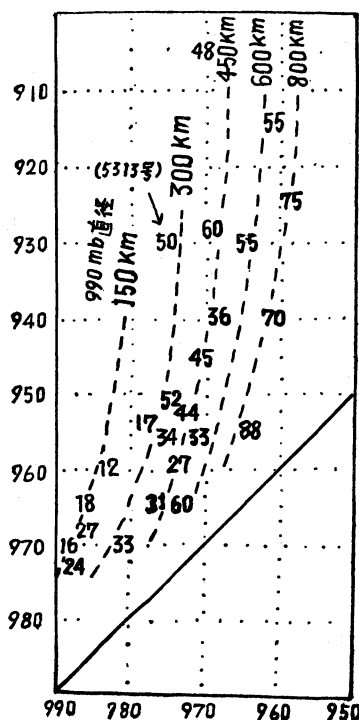


第14図 修正した中心気圧の変化

○は統計表で採用した3時間毎の時間



第15図 上陸時と3時間後の中心気圧 (修正変化による)



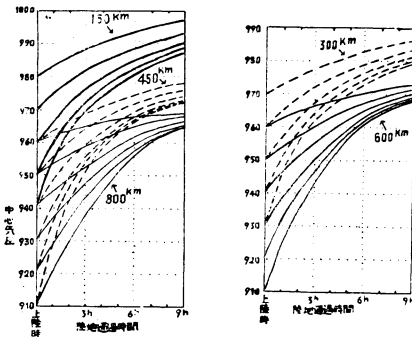
第16図 上陸時と6時間後の中心気圧 (修正変化による)

差等を考えるとむしろ実際に近いものとも考えられ仮想標準線を引く目安としてはかなり改良された。

同様にして6時間後のものも第16図の様に作り直した。この図上の点の分布を重点にして、気圧減衰曲線の連続性、個々の台風の変化曲線の内容等を吟味して総合的に決定したものである。第10図及び第11図上の破線は第15、16図の破線をそのままうったものである。

7. 中心気圧の変化予想図

第15、16図において基準の破線を中心として点分布をみるとかなりよくまとまっているが、修正前の第10~12図によっても割に規則正しく分布しているの、この基準線はそのまゝ予想値として使えそうである。そこでこれらの基準破線上で、上陸時の中心気圧に対応する各時間経過後の中心気圧を読みとり、連続的に結んで第17図を作製した。これを上陸後の中心気圧変化の予想図とした。



第17図 上陸時 990mb 直径による中心気圧の変化予想図

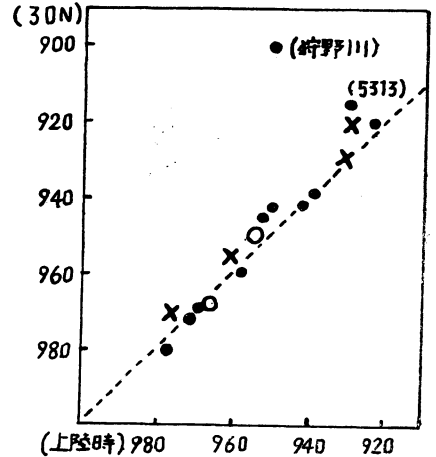
この予想図使用上の注意としては、図を作製した手順と同じ方法をとることであり、要約してみると

- (1) 上陸時の中心気圧は上陸後の衰弱した気圧でなく、上陸直前の気圧とすること。
- (2) 上陸後の経過時間は、陸上通過時間の正味として現わされており、内海や海岸通過の時間は1/2に評価して計算すること。
- (3) 990mb直径は風台進行方向に直角にとったものであるが、実用上大凡の目安で十分である。
- (4) 統計台風は西日本通過のものが主になっており、本州中央部の山岳地方を通過する場合などは衰弱度が多少大きくなるかもしれない等である。

また台風の規模と速度の限界を仮定すれば、内陸上の特定点で将来どれだけの最低気圧の起る可能性があるか

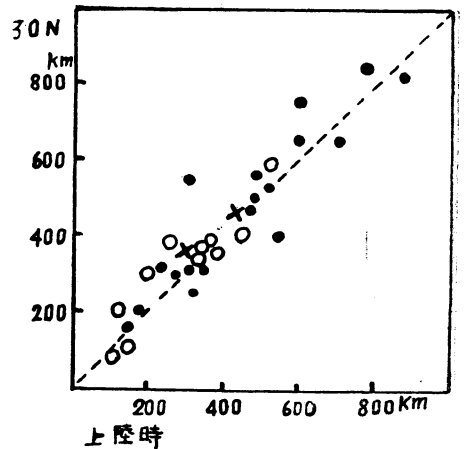
という様な問題もこの予想図から見当づけられるものと思う。

但し実用上の観点からみると、本土上陸時からの予想では時期的に遅いので、30°N 線あたりで使うべきであろう。そこで第18図では30°N と上陸時の中心気圧を比較し、第19図では直径の比較を試みた。図によると



第18図 30°N と上陸時との中心気圧の比較 (昭25~36)

- 30°N 到達前24時間で、中心気圧 5 mb 以上深まり、かつ 990 直径 2 割以上拡大
- × ○印の逆
- その他



第19図 990mb 直径の比較 (昭9~36)

- 30°N 到達前 24 時間で 990mb 直径 2 割以上拡大
- × 同上縮少
- その他

30°Nから上陸時までの間で幾分浅くなる傾向はあるが、1、2の例外を除いて変化は比較的小さい。これは30°Nに近い九州南部上陸の台風がかなりあることにも関係しているかもしれない。一方この図では30°Nから上陸までの発達衰弱傾向は30°Nに到達するまでの発達衰弱傾向と関係が少なく外挿により変化を予想することの困難性を示している。従って特別な温度場がないかぎり30°N付近の台風は、そのまゝの勢力で上陸点に到達するものと考えておくのが实际的であろう。

上陸点の取り扱い方で上陸気圧は衰弱前の気圧になる様な方向に統計してあるので、このような使い方には好都合であり、こゝに提出した予想図は30°N付近の状態で見られるはずである。

8. 結 語

台風が本土に接近してからの勢力変化には色々な問題があるが、最も大きな要素は陸地を通過することによる

衰弱である。この衰弱の仕方は台風構造と通過地域の地形によってきまらずであり、これをできるだけ簡単に有効な方法で処理することを理想として、統計的な調査を行なってみた。

(1) 台風構造は中心気圧と990mb等圧線の直径を以て表わすことが妥当であることが解ったので、これを基本条件とした。

(2) 上陸後の経路については、広範囲な地形差は影響が小さく、中心位置の局地的差が主な影響となる様にみられたので、海岸や内海通過の際に簡単な海上補正を行なった。また上陸時などには観測誤差の影響が小さくなる様に努めた。

(3) 以上の様な操作により、陸地通過時間に対応する中心気圧の変化を統計した結果かなりよい関係が得られたので、この標準値をそのまま予想値とすることにし図示した。

気 象 界 消 息

1. 土屋氏シンガポールに出張

気象大学校の土屋瑞樹教官は、6月20日から10月1日まで、スクリップス海洋研究所の観測船アゴ号に便乗して、海洋観測をするため、インド洋赤道海域およびシンガポールに出張された。

2. 北岡氏ヨーロッパ、インドに出張

北岡竜海高層課長は、8月18日から9月6日まで、「成層圏および中間圏の大気循環に関する国際シンポジウム」に出席ならびにWMO事務局、インド気象局において業務打合わせのため、ドイツのベルリン大学、スイス、インドに出張された。

3. 増沢氏米国に留学

気象庁海洋課の増沢謙太郎調査官は、9月20日から来年7月19日まで、「海況変動の研究」のため合州国のジョン・ホプキンス大学に留学される。

4. 寺田氏ヨーロッパ、インドに出張

寺田一彦海洋気象部長は、9月17日から10月5日まで、「IOC海洋学委員会第2回会議」に出席およびオランダ、スイス、インドにおいて海上気象業務について打合わせのため出張される。

5. 水野氏 WMO 事務局員となる

気象庁の水野精一郎国際係長は、WMO（世界気象機関）の事務局員となり、9月日頃羽田を立ち、ジュネーブに向われる。

6. 第9号台風北海道を通過

第9号台風は7月29日沖の鳥島の西方約400kmに発

生、沖縄の南を通り東支那海を北上し、朝鮮のソウル（京城）付近に上陸、日本海を通過したのち、渡島半島および襟裳岬の北を通過した。中心の最低気圧は968mbに達したが、渡島半島通過時は約990mbで、通過後温帯低気圧となった。

北海道では死者20名以上を出し、35,000戸以上が被害を受けた。

7. 第10号台風北海道を通過

第10号台風（Opal）は7月30日トラック島付近で発生、10月2日ヤップ島の北で発達して台風となり、北西に進んで6日台湾を通り、大陸に上陸、その後転向して朝鮮を通って、10日北海道北部を通過した。北海道上陸前は934mb、通過後温帯低気圧となった。

8. 第13号台風九州に上陸

第13号台風（Sarah）は8月14日台湾東方海上でタイロスに発見されてから翌15日に台風となり、台湾の東でゆっくりとループを描いたのち、19日に北上を始め、21日夜半九州に上陸、熱低となって本州を縦断したのち、23日宮古付近で温帯低気圧となって太平洋に抜けた。

9. 第14号台風本州に上陸

第14号台風（Thelma）は8月21日サイパンの北で台風となり、北西に進み、24日父島の西方500km位で、北に進路を変え、27日紀伊半島東岸に上陸、本州を横断して日本海に抜けたのち東北東に向きを変え、27日温帯低気圧となって津軽海峡を通過して太平洋に出た。