

大きな低気圧の地形分裂について*

竹 永 一 雄**

要 旨

台風または大きな低気圧が、山脈等の地形の影響を受けて、その中心域の等圧線が変形、または見かけ上の分裂を起こす効果は、次の3つの場合が考えられる。つまり流れが山の斜面を上昇または下降する場合の力学的効果、低気圧の内域が傾圧性を持つ場合、山脈に沿って大きな傾圧場が形成されるための収束、および山脈による摩擦の効果である。以上の論旨から、日本列島における低気圧内域の地形変形のモデルと、実例について述べる。

ま え が き

最近日本列島を通過する台風や大きな低気圧の中心が中央山脈による地形効果で変形したり、分裂を起こして、その追跡に混乱を生ずる場合がしばしば起っている。この問題については、九州の地形について台風の中心域の変形を論述したこともあるが⁽¹⁾、これを本州以北に拡張する場合や、大きな低気圧に論及する場合は、傾圧大気を取り扱う必要があることと、とくに関東地方における地形効果の現象を特記する必要から、改めて問題を提起したい。

1. 山脈等の斜面効果

簡単のため等密度大気を仮定し、渦度方程式は常用の記号を用いて次のように書く⁽²⁾。

$$\frac{d\zeta}{dt} = -\frac{2\omega \cos\phi}{a} v - (\zeta + 2\omega \sin\phi) \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right) \dots\dots\dots (1)$$

次に平地から山の影響を全く受けないレベルまでの高さ、つまり大気の厚さを D_0 、平地の風速を V_0 、斜面の任意の点からそのレベルまでの高さを D とすると、任意の点の流れの速度 V は、 $V_0 \frac{D_0}{D}$ となる。

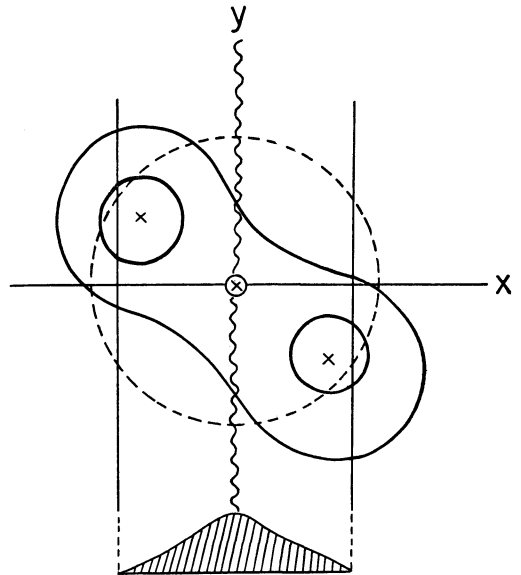
また発散を極座標で表わすと、

$$\nabla_H V = \frac{l}{r} \frac{\partial V_\theta}{\partial \theta} = V_0 \frac{D_0}{D^2} \frac{\partial D}{\partial x} \sin\theta \dots\dots\dots (2)$$

これらの式から近似的に

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} = -\frac{2\omega \cos\phi}{a} V_0 \cos\theta - (\zeta + 2\omega \sin\phi) V_0 \frac{D_0}{D^2} \frac{\partial D}{\partial x} \sin\theta \dots\dots\dots (3)$$

いま原点を第1図のようにY軸方向に無限に長い山脈の峰において考える。(3)式から右辺各項の符号を考えると、第1象限で流れが山の斜面を昇り始めると、渦度



第1図 傾圧場を考慮しない場合の山脈による円形等圧線の変形模図、実線のように変形することを示す。

の減少が起り、第2象限で斜面を下り始めると増加する。また第3象限では、減少し、第4象限では増加することになる。

一方 ζ を円形の流れの中心に原点を有する極座標で表わすと、

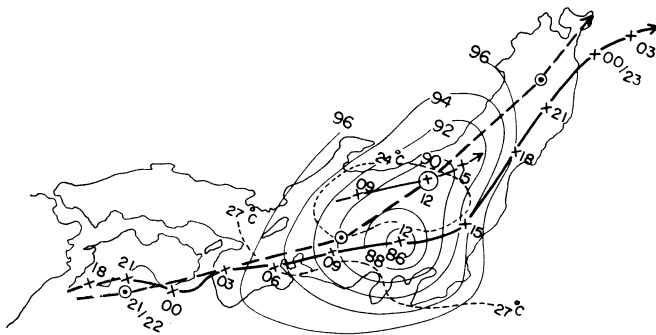
$$\zeta = \frac{\partial V_\theta}{\partial r} - \frac{1}{r} \frac{\partial V_r}{\partial \theta} + \frac{V_\theta}{r} \dots\dots\dots (4)$$

* Disruption of Cyclone under the Influence of Orographic Barrier.

** K. Takenaga 気象庁予報課
—1971年10月21日受理—

大きな低気圧または台風が、日本列島に上陸した場合を考えると、内陸を進むにつれて中心域の風速は次第に弱くなる。つまり中心弱風域が形成されるようになると、 $\partial V\theta/\partial r=0$ と見なしてよいから、渦度の増加は θ に関して内向きの速度増加となる。しかし中心弱風域の外側では $\neq 0$ であり、 r が一定である点の風速も異なっているため、渦度の増減は $\frac{l}{r} \frac{\partial V_r}{\partial \theta}$ に寄与する量が小さく、円形の流れの変形にはあまりあざからなくなる。

このことから結果的には第1図のモデルのように、台風や大きな低気圧が、山脈などの影響で中心に弱風域が生ずると、長軸が北西から南東に傾き、あたかも山の背をささんで中心が分裂したように変形することになる。



第2図 台風 6909 の経路と1969年8月22日12時 (I) の地上の等圧線 (細い実線) と気温 (点線)。太い実線は地上の低気圧の中心経路と時刻、破線は 850mb 面の中心経路と日時 (8月22日~23日)

第2図は台風6909が本州の中部山岳のため変形した状況を示している。この場合は等温線で見られるとおり台風域内の温度傾度が小さく、傾圧効果が小さい場合の変形の例である。

2. 傾圧効果を考慮した変形

大きな低気圧や秋型の台風が本州に上陸した場合には、低気圧の内域に大きな温度傾度が生じ、傾圧効果を考慮しなければならない。傾圧大気モデルを表わす過度方程式は次のように書ける⁽³⁾。

$$\frac{f}{g} \frac{\partial \eta}{\partial t} = -V \cdot \nabla \eta - A^2 V_T \cdot \nabla \zeta_T \dots\dots\dots (5)$$

ここで η は絶対渦度、 V_T は温度風、 ζ_T はその渦度で、右辺第2項は温度風による移流を表わしている。この結果、暖気移流の大きなところの地上気圧は低下して等圧線は外側にふくらみ、逆に寒気移流の大きなところは内側に凹む結果になる。

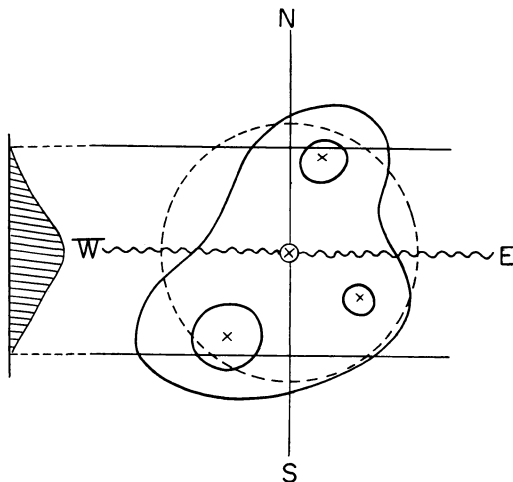
第3図のモデルは東西に長く延びる山脈に低気圧の内域がかかった場合で、しかも温度傾度が大きい場合を仮定して、等圧線の変形を定性的に示したものである。山脈のため下層の空気はせき止められるという作用が働らき、山脈の南東側では暖気移流が、また北西側では寒気移流が起るのである。したがって前節で述べた斜面効果と、傾圧効果、それにすでに報告した摩擦効果⁽¹⁾を加えると、第3図の実線で示すよう

に、あたかも中心が3つあるような分裂または変形を起すことになる。

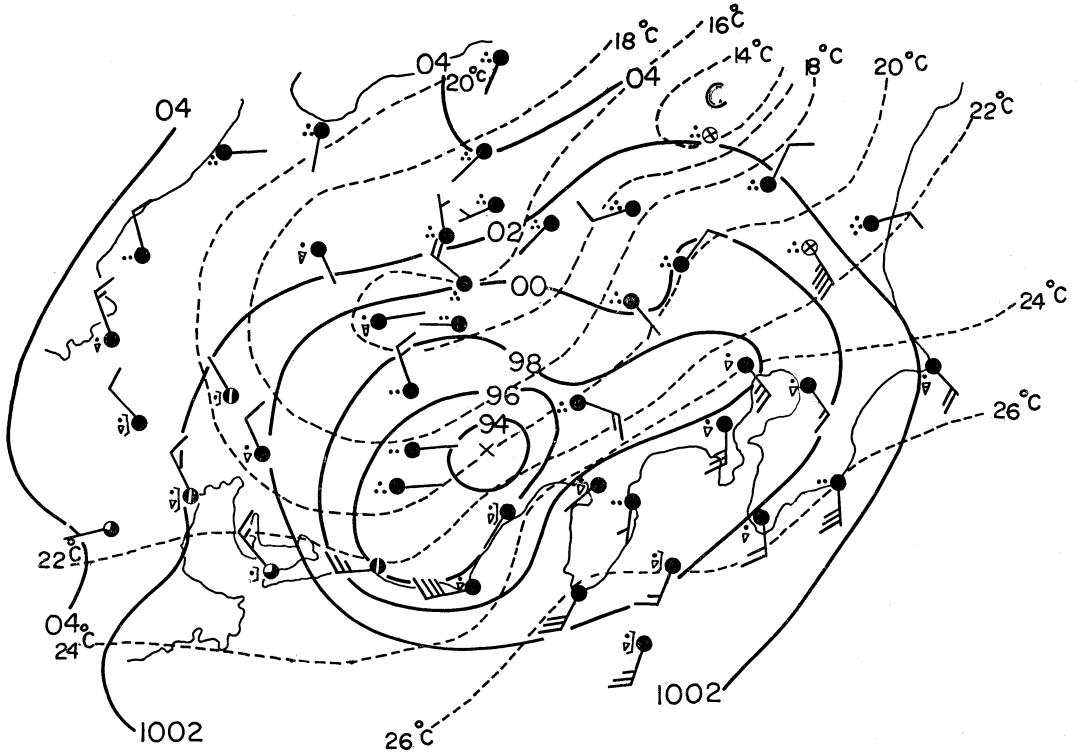
第4図は傾圧場の大きな台風7129の地形変形を示したもので、中央山脈の南東側の関東地方で傾圧効果のため、等圧線の凹み、つまり低圧部が生じ、静岡県にある本体と分裂したような変形が起った。一方山脈の北部では 850 mb の中心に近いにもかかわらず、山脈の北東側の新潟方面でわずかな斜面効果による低圧部が見られるのみである。

3. 日本列島における分裂の実例

以上の議論を総合すると、本州を通過する中心弱風域を伴った大きな低気圧、または台風は、第5図のモデルのように分裂して通過することになる。この特徴は太平洋側の分裂した低気圧は、日本海側のそれよりも大きく、また中央山脈が彎曲している関東地方においては、太平洋側を通る低気圧が大きく迂廻し、速度を増して、



第3図 傾圧大気モデルの場合の山脈による円形等圧線の変形模図。

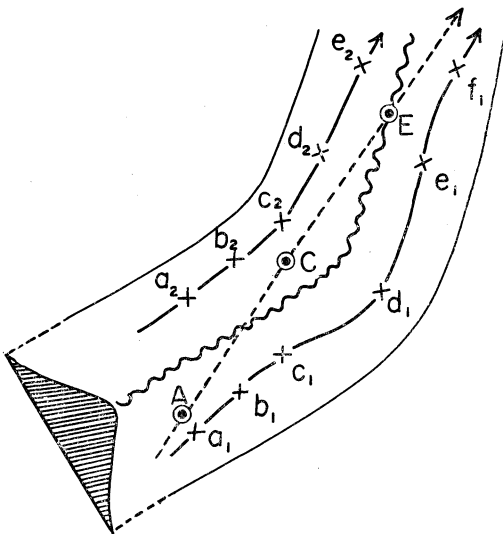


第4図 台風 7129 の等圧線(実線)の変形と気温(点線) 1971年9月26日19時(I)

時には追跡ができないほど東北地方の南部までジャンプすることがある。第2図もその1例で、関東平野における迂廻と増速が見られる。東海地方から東北東に進んできた低気圧の中心が、関東地方を通過したあと、急に北東に転向する現象は、地形効果と傾圧効果が大きく効いている結果と考えられる。つまり中央山脈が関東付近で北東方向に彎曲しているため、暖気が急に北上しやすいことに原因がある。

第6図は大低気圧の例であるが、中心弱風域が現われ始めた近畿地方から分裂が見られ、南側の中心が関東地方を通過するころには、一時不明瞭となって、東北地方までジャンプしている。

一方大きな低気圧や温帯化寸前の台風の時には、低気圧自身の渦度のほか、偏西風帯を東進する別の大きな正渦度が接近してくる場合が多い。したがって北日本では山脈をはさんで2つの低気圧が存在していても、それが別々の低気圧か、または地形分裂かを見分けることは難しい。しかし第6図で見るかぎり、北日本でも本論で述べた地形効果を見ることができる。いわゆる二つ玉低気



第5図 本州を縦断する低気圧の山脈による分裂模図、実線は地上の低気圧の中心経路、破線は 850mb 面の中心経路を示している。



第6図 1968年1月末低気圧の経路，実線は分裂した地上低気圧の中心経路と示度，時刻(I)．点線はその不明瞭な中心の経路，破線は850 mb面の中心経路と日時。(1月30日—2月1日)

圧と呼ばれるものの中には、日本列島をはさんで、それぞれ低気圧としての構造を持った二つの低気圧の場合と元来一つの低気圧が地形分裂している場合とがある。

あとがき

最近本州中部を通る台風の中心域が、衰弱の段階で著しい変形を生じ、中心の追跡に混乱が生じて防災上の問題が再三起っている。本論では山脈による斜面効果と摩擦効果、および傾圧効果によって、中心域が変形または見かけ上の分裂を起すことを述べたが、このような現象を現業的にどのように処理するか、検討を急ぐ必要があるようである。

参考文献

- 1) 竹永一雄・山口弘一, 1956: 台風中心域の地形変形について, 研究時報 8巻 5号.
- 2) J. Holmbae, 1945: Dynamic Meteorology.
- 3) Sasaki, Y. and Miyakoda, K., 1955: Prediction of Typhoon Tracks on the Bases of Numerical Weather Forecasting Method. Proceedings of the UNESCO Symposium on Typhoons, 221.