

質 疑 応 答

質問は、東京都千代田区大手町 1-3-4, 気象庁内
日本気象学会天気編集委員会宛、どうぞ

問：エクマン層における任意の高度の風の実際の計算法について教えて下さい。(一会員)

答：大気境界層を大別するとブランドル層（接地層）とエクマン層（転移層）に分けられる。通常エクマン層の風の鉛直分布を求めるときには、地上風の観測高度をブランドル層の上面の高さとし、その高さから境界層の上面までの層をエクマン層として扱う。

エクマン層は次式によって示される。

$$U = U_0 e^{-BZ} \quad (1)$$

(1) 式が成立するためには、つぎの条件が満足されねばならない。

I $V_0 = V_G (\cos \alpha_0 - \sin \alpha_0)$

II $0 \leq \alpha_0 \leq \frac{\pi}{4}$

III $BZ = \frac{3}{4}\pi + \alpha_0 \leq \pi$

V_0 : 地上風速

U : 各高度における地衡風偏倚

V_G : 地衡風速

U_0 : 地上風速を観測した高度における地衡風偏倚

α_0 : 地上風観測高度における地上風と地衡風のなす角度

B : $B = \sqrt{\frac{f}{2\nu_e}}$

ν_e : 渦粘性係数

f : コリオリー因子

BZ : 高度角

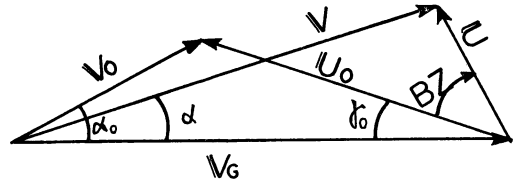
Z : 任意高度

上述の2つの条件が満たされていれば、 α_0 が求まるとき、 α_0 に対して $\frac{V_0}{V_G}$ の値が条件 I から決り、 V_G が求まる。 V_G が求まると、 B の値がわかっていれば、(1) 式から各高度の U が求まる。したがって、第1図のように作図（円形グラフを使用すると便利である）して各高度の風、 V を求めることができる。

B の求めかた

1) 測風気球観測資料のある場合

気球の航跡図から風向や風速が一様になる高度（実際には、それらの高度は一致しない場合が多い。一般に風速が一様になる高度が少し高い）を大気境界層の高さ H_E とすると、 $BH_E = \pi$ （この式は地上風が静穏のときに相当する）から B の値が求まる。 H_E の値は同一地点でも、そのときどきによってかなり変動するので標本例の平均値を用い、その地点の B の値とした方が現業



的には便利である。

2) 測風気球観測資料のない場合

1) の方法で各地点の B の値を求め、それらの値から逆に ν_e を求め、 ν_e の等値線図を作る。今までの調べだと、 ν_e の値は山間部で、 $3.0 \times 10^5 \text{ cm}^2/\text{sec}$ 以上、平野部で $2.0 \sim 1.0 \times 10^5 \text{ cm}^2/\text{sec}$ 、沿岸部で、 $0.4 \sim 1.0 \times 10^5 \text{ cm}^2/\text{sec}$ と見積ることができる。それゆえ、各地点に相当する ν_e の値を適当に決め B の値を決めることができる。

エクマン層法則は α_0 が条件 II を満足していて条件 I から $\frac{V_0}{V_G}$ の値が決り、(1) 式のような関係を満足する理想の場合であるが、実際には α_0 はあらゆる角度をとり、 α_0 と $\frac{V_0}{V_G}$ の間には条件 I のような関係が成立つのは極めて少く、 α_0 と $\frac{V_0}{V_G}$ は独立であるとみなされる場合が多い。それゆえ、測風気球観測資料を使って α_0 と $\frac{V_0}{V_G}$ の値から U の鉛直分布を求めておくと α_0 のどんな値の場合でも第1図のように作図して各高度の風を求めることができる。ここで注意することは、 α_0 が (+)(-) のある角度によっては、シヤhodグラフが時計回りして地衡風に漸近する場合と反時計回りして地衡風に漸近する場合があるので統計的に時計回りか反時計回りするかその限界の α_0 を決めておくことが必要である。

測風気球観測資料が過去にもないところでは、 V_G は通常等圧線間隔 Δn を $100 \sim 200 \text{ km}$ という値で求めなければならないが、 $100 \sim 200 \text{ km}$ の Δn から求まる V_G は10分間平均風速よりも1時間程度の平均風速の方が相関がよいようである。そこで、10分間平均風速と1時間平均風速との関係を求めておけば V_0 と V_G の関係を1時間平均風速を媒介として求めることができる。 B の値は B の求め方の2) からその地点に相当する ν_e から求め、 $|\alpha_0| < \frac{\pi}{2}$ のときは大体 (1) 式が成り立つようである。 α_0 が (+) のときは時計回りで、 α_0 が (-) のときは反時計回りで地衡風に漸近するとよい。 $|\alpha_0| > \frac{\pi}{2}$ のときは、 u が (1) 式のような鉛直分布をするかどうかかわからないのでやめた方がよい。

(東京航空地方気象台 森 俊八)

問：天気図上で前線を解析するには、何を基準にまた如何にしてその位置をきめるのですか。また昔と今とで解析の仕方に違いがあるのですか。

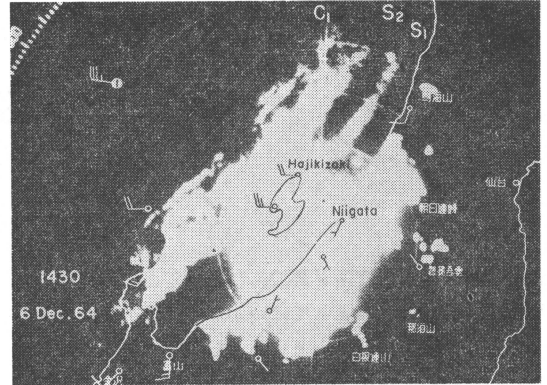
(一読者)

答：戦後の気象庁の印刷天気図を見ますと、日本付近の前線の表現の仕方が年とともに変遷しているのが認められます。おおよそ昭和36年から41年ころまでは前線が数多く描かれ、主な極前線のほかに二次、三次前線や局地的な前線も表現されています。昭和42年ころから現在までは、主要な前線だけにとどめ前線解析はむしろ簡素化されているような感じがします。これは昭和36年ごろからは資料が豊富になり、中小規模現象も解析しようとする気運が盛んになったこと、また昭和42年ごろからは気象衛星の雲写真から主前線に対応する雲バンドが把握できるようになったことにも因ります。

前線は理論的には密度つまり気温、露点温度の不連続または気圧傾度の不連続として定義されます(沢田1950：天気図解析の基礎)。しかし実際の天気図解析では前線は気温、露点温度、気圧変化傾向、悪天候域、雲形などを総合的に考えてきめているのが現状です。そして前線といっても数学的な線ではなく、水平的には100 kmにおよぶ転移層をもっているのが前線の位置決定といっても人によって主観の入る余地があります。第1図は北陸地方を通過した寒冷前線の微細構造を示しますが、100 km幅の中に不安定線、寒冷前線に相当する線状エコーをもち、寒冷前線の位置を総観的にきめることの困難さを物語っています。

前線の位置はもち論、どの程度の前線を表現するかについては今でも解析指針はありません。私見ですが前記の要素を総合的にみるほか、次の点を考慮して前線を解析したらと思います。

1. 大気傾度帯と前線とは密接な関係があるので、1000~500 mbの層厚場から前線の位置をきめる(予報部1965：NAWAC 技術指針)。



第1図 寒冷前線のレーダーエコー(1964年12月6日14時30分の弥彦山レーダー写真)。S₁、S₂は不安定線、C₁は寒冷前線。

2. 層厚図が得られないときは、850mb天気図の等温線の密集帯から前線の位置をきめる。また前線の立体構造を断面図から調べる。

3. 前線系は中部対流圏のジェット流との間に一定の関係があるのでジェット解析から調べる。

4. 気象衛星の雲分布から前線の位置をきめる(岡林俊雄1972：温帯低気圧、前線系の雲パターン)。

5. 梅雨前線は一般の極前線に比較して南北の温度傾度の集中が弱く、強い非地衡風の下の層ジェットを伴っている。解析的には露点温度の集中帯に着目し、強雨、雷の分布からその位置をきめる。

理論家や全国中枢の解析者は、総観規模の現象に着目して前線の大筋をつかんでいますが局地の予報官は、このほか対象とする自分の地域の天気現象に着目して局地的な前線をも描く必要があります。したがって前線を解析することは、立場や目的によって違いがありこのことがかえって前線決定の複雑さを表わしているといえます。

(気象庁予報課：宮沢清治)

(以下202ページの続き)

害損得など自然と超越してしまうほどの研究体制と研究姿勢を示すことである。そのために移転されるならば、筑波おろしはものかわ、廣田氏がNCAR滞在中に眺めたロッキーの山なみに劣らず一層の素朴さをもって万葉の里は新しい研究所を迎えてくれるであろう。

文 献

- 長期計画委員会(1972), 天気, p. 630.
 廣田 勇(1972), ロッキーをながめて考えたこと,
 大気, 巻 6, pp. 3-6.