

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

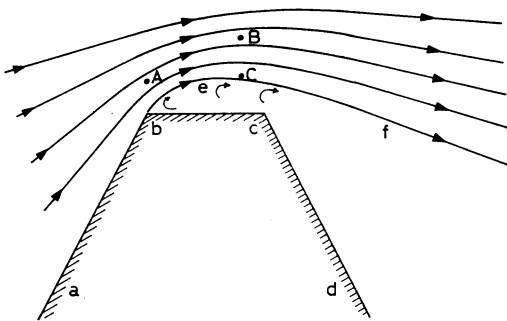
問：山頂では、空気の流れが吹き上げあるいは吹き下ろしになっていることが多いのではないかと思います、山頂での風速の測定は、地上のそれと違うのですか？

またその風速計の検定は、山頂と同じ気圧で行なう必要があるのですか？

(一会員)

答：現在、通常的气象観測では、山頂における風速の測定には、地上におけるのと全く同様な風速計が用いられています。またそれらの検定は、山頂と同じ気圧の下ではなくて、海面気圧に近い自然の大気圧の下で行なわれています。これらのことは、それでよいというわけではなく、いろいろな問題点を含んでいますから、それらについて考えてみたいと思います。

一般に、山頂付近では、風上側の斜面に当たった風は、斜面に沿って吹き上げになります。その様子は山頂の形と風の強さによっていろいろ変化しますが、一例として図のような流線を持つようになるものと考えられます。斜面 ab に沿って吹き上げられた空気は、山頂のかど“b”のところ、自己の運動量のために、急に水平方向に向きを変えることが出来ず、地面から離れて流線 bef を形造るようになり、これより上の流線はこの流線をまわって図のような模様になるでしょう。山頂 bc が比較的長い場合には流線 bef は再び地面に接するようになります。この流線から下側はウェイク (wake) と呼ばれる領域で、その中の風速は一般流に比べてずっと小さく、風向は不定で、いわゆる乱流になっています(1)。



一般の風速計は、水平な気流の速さを正しく示すように作られており、これに吹き上げ流が当たるときには、その流速を正しくは示しません。たとえば、吹き上げ流の角度が 30° 上向きであるとすれば、現在気象庁で使用している風車型風速計の示度は吹き上げ流速の80%を示し(2)、昔のロビンソン風速計は逆に110%位を示すことに

なります(3)。図のA点に風速計を置けばこのような結果になるでしょう。また図のB点では、気流がほぼ水平になるので、風速計を置く位置としてはよいのですが、地形によっては地面からかなり高い位置になります。C点の位置に風速計を置いたとすると、流線 ef は風速の変化につれて上下に移動するので、この風速計は時には一般流の中にあり、時にはウェイクの中に入るようになるため、その示度は一般流の変化よりはるかに大きい変動を示します。風向もまた不安定になります。山頂付近にはこのような場所が沢山ありますから、風速計を設置するときには事前によく調査してこのような場所をさげなければなりません。なお、一般に、山の上の風速は、地形によって強められると考えられていますが、一方地面付近ではその摩擦によって風速は弱められます。この両者の影響の大小は場所によって異なるので、山頂の風速について考えるときには注意が必要です。

もともと風といえば、平らな地面に立っている人の経験から出発し、また自由大気中でも空気の動きの鉛直成分は水平成分に比べて一般に小さいので、風速といえば、空気の速度の水平成分を測定するようになりましたが、山の斜面を吹き上げ、吹き下ろす風を測定しようとする場合には、鉛直成分をも含めて測定できる風速計が必要でしょう。

はじめに述べましたように、現在風速計の検定は、海面付近の大気圧の下で、一定風速の中で行なわれております。一定風速の中では、気圧がかわっても、風杯型や風車型の風速計の指示値にはほとんど変化はありません(ただしダインス風速計は別です)。風速が変動する場合には、風速計の動特性にはそのまわりの空気の密度が直接影響します。実際の風は常に変動しているので、山頂で使用する風速計は、それと同じ気圧をもった変動風速の下で動特性の検定をするのが望ましいことですが、実現困難なために実行されていないのが現状です。しかし、必要な場合には、海面気圧の下で求められた動特性を用いて、山頂における動特性を計算によって求めることはできます。

(気象庁高層課：清水逸郎)

文献

- 1) 大阪管区気象台編、1962: 室戸岬測候所の乱流、関西気象協会。
- 2) 佐貫亦男、1953: 地上気象器械、共立出版、p. 48。
- 3) Sanuki M. and S. Kimura, 1953: Pap. Met. Geophysics, 4, 93-94。

問：暖かい雨であるか、そうでないかを判別するにはどうするのですか、また天気予報上にどのような意義がありますか、
(関東地区会員)

答：暖かい雨の狭義の解釈では、雲の中のいたるところで温度が 0°C より高く、しかもその雲の上空に他の雲がない場合に降る雨を言います。そのような考えが提出された目的は、高緯度地方の強い雨が、過冷却した雲粒と氷の結晶が共存するときに発生することが知られていたため、この高緯度の氷晶雨と疑いなく別物である降雨機構が熱帯地方にあるかどうかを調査するためでした。したがって、暖かい雨であることを判別するためには、飛行機で降水雲の上を飛び、雲頂の温度が 0°C より暖かいことを確認し、さらに付近の上空に、絹雲など、ほかの雲がないことを目視によって確かめることによって、暖かい雨であると判断しました。この方法で、ホンコン气象台、カリブ海の英領の气象台、アフリカ東部およびマダガスカル气象台、ついでハワイから暖かい雨が存在すると報告が出されました。1940年代のことです。

熱帯と亜熱帯に暖かい雨が存在することが明らかにされたので、興味が二つにわかれ、一つは熱帯の暖かい雨の性質を徹底的に調べようとする研究と、他の一つは、中・高緯度にも暖かい雨が存在するかどうかを調べようとする研究が同時に始まりました。1950年代のことです。

中、高緯度で降雨のある場合は、大い多くの種類の雲が同時に色々な高度に出ているし、対流雲の発達したものはすぐに雲頂を 0°C より冷たい気層までのばします。狭義の暖かい雨の存在を発見することは困難でした。そこで厳密性のランクをひとつ落して、上空に別の雲が少し出ている、雲頂の部分に 0°C より冷たい部分が少しあっても、レーダーエコーが 0°C より暖かい部分に最初に出現するときに、暖かい雨、あるいは非氷晶雨と呼ぶようになりました。

この広義の解釈では、氷晶や氷晶のとけた水滴が事前に存在した疑いがあったとしても、それが降水要素の集団的な成長に寄与していないと思われる雨を非氷晶雨と呼ぶことになります。このように厳密性のランクをひとつ低下すると、世界のあちこちに暖かい雨があることになり、緯度の高い方ではレニングラードにも存在することが報告されています。

厳密な例としては、海洋気象観測船が高緯度の外洋にいるときに過冷却した雨が降り、ラジオゾンデによるとすべての高さで 0°C より低温であったと報告されたことがあります。もし氷晶があったとすればとけるはずは

ないので、すべて過冷却した水滴だけが関与したと考えられる暖かい雨の例です。

広義の解釈を採用すると、日本では5月から10月にかけての半年の間に、積雲や高積雲からのしゅう雨として、また梅雨前期の乱層雲から暖かい雨がしばしば降っています。

大阪や東京に接近した台風の内側バンドのレーダーエコーには、降雪特有のブライツバンドが存在します。台風中心部では熱帯性の空気であるにもかかわらず氷晶雨が降っています。梅雨末期の豪雨も氷晶雨です。

九州に接近しつつある台風には、ブライツバンドの確認されない例があります。台風内の降雨が、九州付近で暖かい雨から氷晶雨へせん移するのかもしれない。また、奄美大島の名瀬測候所の高層観測の記録を解析して、奄美大島には暖かい雨と思われる雨がひんばんにおこっているという論文があります。

暖かい雨と氷晶雨とは、降雨の性質がかなりちがいます。雨滴粒径、雨滴の化学成分、雨滴が帯びている電気符号と量、レーダーのZ-R関係などにかなりの差があります。それを利用して暖かい雨であるかどうかの間接的な証拠にすることができます。しかし、それらは熱帯の疑いなく暖かい雨である雨の性質を徹底的に調査しようとする研究の流れにそって開発された方法であって、中・高緯度の暖かい雨を発見するためのものではありませんので、確実と言うわけには行きません。

終りに天気予報上の意義についてですが、暖かい雨の研究はその土地の降雨がたねまき法の人工降雨の対象として適するかどうかの観点からおこなわれたものが多く、初期には天気予報との関連は論じられませんでした。1960年代に、野外観測によって現実の多くの降雨が氷晶雨と暖かい雨の複合型であることが次々と明らかにされました。また、雲力学と雲物理を組み合わせた雲の数値モデルが開発されるにつれて、降雨機構と風の鉛直シャワーの関係や、降水雲のライフタイムとの関係が定量的にわかり始めました。これらはレーダーおよびコンピューターと結び付けて降雨域の短時間予報や、大雨注意報から大雨警報へ切り換える際の重要な手がかりを与えるものと考えられます。

たとえば、私の考えでは、九州南東部、四国南部、紀伊半島南部、赤石山脈南部、伊豆箱根山塊、阿武隈山地などでは、大気境界層内で東成分の風が吹くときの大雨で、暖かい雨が大雨の本格的形成の前駆現象として重要であろうと感じていますが、今後の研究課題であると思っています。
(気象大学校 駒林 誠)