

## 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：大気電場はどのようにして測定するか（沖縄の一会員）

答：通常大気電場を測定するには集電器（collector）と電位計（electrometer）からなる装置を用いる。畠山、川野はこの装置を巧みに水銀温度計になぞらえて、集電器は温度計の球部、電位計は温度計の管部に相当するものと説明している。

集電器は、水滴集電器や放射能集電器のように、それに接する周囲の空気の電位に速やかに追従するしくみのものと、回転集電器のように、接地した金属板を空気中に露出することによって電場に比例して誘起される表面電荷の変化をとり出すものとの二つに大別される。

前者は potential equalizer とも呼ばれ、それを地面から絶縁して空気中に置いたとき、その集電器と周囲の空気との間に電位差があれば、その電位差が速やかになくなる、つまり集電器の電位が、その周囲の空気の電位と速やかに等しくなるように電荷の出入が起る一種の電極で、この集電器と地面との電位差を電位計などを用いて測定することによって大気電場の強さ（電位傾度）が求められる。

この potential equalizer の動作を柿岡で用いられている水滴集電器について少し詳しく述べる。底部が次第に細くなった水槽に細い放水管を取りつけ、この先端を観測室の壁を貫いて空気中に突き出し、この管の先端から水滴が細粒になって空気中に噴出するようになっている。若し集電器の電位が、その先端からまさに離れようとしている水滴の周囲の空気の電位と異なる場合には、その電位差は水滴上に一端を持つ電力線を有する電場の存在を意味する。水滴の電位が周囲の空気の電位より低い時には水滴上に負の端を有する電力線があり、その正の端は空気中にある正の空間電荷または電離層でなければならない。従ってその水滴は落下するとき負電荷を運び去り、集電器の電位は高まり周囲の空気の電位に近づこうとする。次の水滴は前の水滴よりも高い電位にあるが未だ周囲の空気の電位よりはずっと低いであろう。この水滴も落下時に負電荷を運び去り、この過程は、水滴がその周囲の空気の電位に達するまで続き、その時はじめて集電器に至る電力線は無くなり、従って水滴はもはや電荷を運ばなくなる。各水滴は電荷  $Q = CV$  を運ぶ。Cは水滴の静電容量でほぼその半径に等しく、Vは水滴と周囲の空気との電位差である。集電器の容量は水滴の

容量よりもはるかに大きいから、集電器の電位が、周囲の空気の電位変動に短時間で追従するためには、多数の水滴が短時間に噴出されねばならない。前述の水槽の形は放水管に加わる水圧をできるだけ高く且つ水位の時間的变化はできるだけ少くなるように工夫した結果である。一個の水滴が運ぶ電荷はほぼ水滴の半径に比例するから、この作用は水滴が小さい程効果的である。周囲の電場の変動に追従する速さをその集電器の集電率という。若し集電器の絶縁が不十分であると漏洩によって極端な場合には地面と同電位となり、集電器はその役割を果さなくなる。従ってこの種の集電器は特にその対地絶縁の保持に注意しなければならない。柿岡の水滴集電器の集電率は数十 V/m/min 程度である。

放射能集電器は少量の $\alpha$ 線を出すある種の放射性物質を塗った円板や針金で、 $\alpha$ 線の射程は短いのでこれは集電器の極く近傍の空気だけを電離する。集電器と周囲の空気との間に電位差があれば、電離されたイオンは電力線に沿って動き電位差がなくなるまで集電器に流れ込む。多量の放射線を出す作り出されたイオンが電場のようすを局所的に変えるのでその点の正しい電位を与えなくなる。また若し弱すぎると電位を一様化するためにはイオン数が不足し、電場の変化に追従しえなくなる。

他方回転集電器は回転する金属板と接地固定されたしゃへい板からなり、例えばこれを地面において回転板を接地してしゃへい板の窓を通して電場に露出すると、露出部には電場に比例した誘導電荷が現われる。次の瞬間にはこの金属板は回転してしゃへい板の下にかくれる。このとき板を絶縁して真空管電位計などに接続すればこの電荷すなわち地表の電場の強さが測定できる。

potential equalizer は集電率に限界があるので、雷放電に伴う電場変化のような速い変化には追従できないが、回転集電器は固定板に開ける窓の数、回転板の回転速度を大きくすることによって時間分解能を高めることができる。

集電器の電位（またはその集めた電荷）は、象限電位計、繊維電位計、真空管電位計および振動容量電位計などの電位計を用いて測定する。地磁気観測所では観測開始時から現在まで一貫してペンドルフ自記象限電位計が用いられている。この電位計は4象限（各象限は上下2板の板から成る）に分れた補助電極の斜めに相対する2対を導体で結び、隣り合せの象限に $\pm 50-100$  Vの反対符

号の補助電圧を掛けておく。この中央に2本吊白金線で電位計駆体から絶縁して金属羽を根吊し、この羽根が電氣的に現象端子を経て集電極に接続される。集電極の電位変化は羽根に回転力を与え、これと吊線の振りによる復元力とが釣り合う位置で羽根は静止する。吊線に取りつけた電位計指針の位置を自記紙上に記録することによって電位傾度が測定される。

地面と集電極との電位差の較正は、電池を用いて既知電圧を現象端子にかけることによって行われる。電位計の感度の調整は2本吊白金線の間隔および補助電圧を変えることによって簡単にできる。

観測室は大気電場を変形する。他方集電器は観測室の壁から大気中に突き出されるのでこうして測定された電位傾度は、その地域の電位傾度を代表する値とはならない。このため付近の平坦な地上の既知の高さに両端を絶縁した針金を水平に張り、これに放射能集電器をつけて、地面との間の電位差を測定する。これと前記の観測

装置によって測られた電位傾度とを比較することによってその装置の平面較正係数がえられる。この観測は観測室のまわりの地物の変化がない限り年に1~2回実施すれば十分である。

通常気象電氣的静穏時の地表付近には100V/m程度の下向きの電場が存在する。この電場は相当大きな日変化をするとともに、天候によって大きく変動する。例えば降水時には数百V/m、雷雨時や降雪時には数千V/mに達することもしばしばである。このように電場変化の振幅が大きいため、地磁気観測所では感度の違う二つの装置を併用することによって欠測が起らないように考慮している。

最後に参考書をあげておく：

J.A. Chalmers: Atmospheric Electricity (1949)

島山久尚, 川野実: 気象電気学, 岩波書店 (1955)

島山久尚, 川野実: 気象電気学, 地人書館 (1956)

(河村 謙)

(33ページより)

Proceedings of the Symposium on Physical and Dynamic Climatology, Leningrad, August, 1971 (約4,500円 WMO), Proceedings of the WMO/IAMAP Symposium on Long-Term Climatic Fluctuations, Norwich, August 1975 (余稿集, 約4,500円, WMO) などの近刊がある。国際的な気候変動の議論のたかまりを示すように、上述の P.Reidel から雑誌 Climatic Change の発行が予告されている。編集者はアメリカ NCAR の若手気候学者 D. S. H. Schneider で、気候変動の解析、原因、影響などについてすべての境界領域を含めた雑誌

をめざしている。今日気候の問題については数多くの即答が要求されているが学問にしっかりしたアプローチが最後の決め手になるという気がしている。

境界領域を扱ってテーマ本位にまとめたものとして、Weather and Climate Modification (ed. by Hees, John Wiley & Sons-A Wiley Interscience 約8,000円), The Changing Global Environment (ed. by S.F. Singer, P. Reidel Pub. Co., 布装約12,000円, ペーパー・ボックス約5,500円) などがある。総合的な見方を養う上で役に立つと思う。(50 .11. 5. 新田 尚)