

## 湿度計に関するシンポジウム\*

小村寿太郎\*\* 清水逸郎\*\*\*

湿度計測が温度計測とならんで重要視されてきたのは極めて最近のことであるが、湿度計測の難かしきのために、これとって極め手となる湿度計がないのが現状である。

今回のシンポジウムは、今迄に余りよく知られていないもの、および、わが国では、いまだ広く取りあげられていないものの紹介に主眼をおき、また、簡便なために広く使われている毛髪湿度計のうち、高層気象観測に用いられているものの精度、および、今後の問題点の紹介をも兼ねて気象庁第一会議室において2月24日(金)催された。

開催の狙いとしては、湿度計測を今後開発するにあたって、どのような方向に力点がかけられるべきかということを描出したいという点にあったのであるが、問題が大きすぎたために期待に充分にそい得なかったうらみがある。しかし、活発に質問も行われ、この方面の話題に多くの人々の関心を新たに結集させえたことは、この主題を提案し、座長をつとめられた吉武素二氏(気象庁測器課長)の労とともに、一堂に会した関係者の熱意と関心の深さによるものといえよう。記してここに感謝の意を表したい。

### 1. 提案話題をめぐって

湿度の測定にあたって、いつも問題となることは、測定対象となる環境条件が種々様々で、そのどの条件下にあっても、一応満足できる結果を与えてくれる完成された湿度計は皆無といっても過言ではないということである。

私共の日常触れることの多い常温、常湿といった湿度計測にとって恵まれた環境では、乾湿計にしろ、毛髪にしろ、その性能に個々の差異はあるとしても、一応の結果は与えてくれる。

ところが、高温、低湿の気体の湿度、常温にあっても10%以下の湿度となると、通常目にふれる大体の湿度計はお手上げになってしまうのである。

仮りに、毛髪湿度計をとっても、60°C以上の高温の環境におかれると、指示の精度はうすれてくるし、-30°C以下ともなると、毛髪の伸縮は湿度の変化についてゆきにくくなってくる。

今の所、湿度計の研究は、多少、装置が膨大になっても、湿度変化の追従性がよくて精度の高いものの方がよいという風に考えられる機運にはある。しかし、装備、価格が共に張るということは、実際の作業現場で使用するのには不便なことが多い。どちらかという、乾湿球湿度計、毛髪湿度計等で代表されるものを使って、簡便に間に合わせたいという要求が強く、従って、測定対象に応じて、種々雑多な原理に基いたものが用いられているのが現状である。

今回のシンポジウムでは、技術的な面では若干問題が将来に残されてはいるが、原理的にいって精度が高く将来の発展を期待したいものと、人目には余りふれていないものに対する期待と、気象観測で多くつかわれている毛髪湿度計に関連した問題の提起といった所に主眼がおかれた。

人目にふれることが少く、而も製作されているということには、それなりの理由があるのであって、利用者側の要望がある限られた条件下にあるということである。

「真田三喜彦(三鷹工業):ラウター湿度計」,「斎藤隆仁(防衛大),山本和一(新電子工業):水晶湿度計」が好例であって、前者は、高温、多湿のところ威力があるものであり、後者は、海水中にあるケーブル中の湿度を通例の電気湿度計にかわって測ろうとしたものである。

ラウター湿度計は、測定気体の比重または密度を知って含有水分を検出する方法で、被測定空気と比較空気との密度比を、羽根車の回転比にかえて指示する方式である。

今、2つの室の中に夫々同型の羽根車、及び、受動羽根車をとりつけ、夫々の羽根車を逆方向に等速回転させる。二つの室の一方に被測定空気を、他方に既知の水蒸気量を含んだ比較空気をいれる。夫々の室内の受動羽根車は空気の密度に比例したトルクをうける。このトルクの比は、二つの室の圧力、温度、羽根車の回転数、比例

\* Symposium on Hygrometers

\*\* Jutaro Kobayashi, 気象研究所高層物理研究部

\*\*\* Itsuro Shimizu, 気象庁測器課

常数を同じにしておけば、密度比に比例したものになり、これから湿度が得られる。

原理は、古くドイツに発し、長くガス分析計として使われてきたものを湿度測定に利用したもので、水蒸気の含有量の多い時に、従って、高温、多湿の時には非常にうまみのある方法といえよう。特に、水蒸気量を測定するのに秤量したり、吸湿させたり、露を結ばせたりして測る方法と異り、密度を機械的機構を駆使して測る点が特に面白いと思われる。

しかし、この方法としても万能のものではなく、常温でも低湿の場合とか、装置が膨大であるとか、おくれの時定数を小さくできにくいこと等、色々の難点があり、特に、圧力、温度を一定に保つことや、被測定気体、及び、標準気体の成分が同じであることを要する等、難点がないわけでない。乾燥炉のように、種々の気体が被乾物質からでてくる場合のことを考えあわせると、高温の湿度測定に最適なものとはいえないであろう。

水晶湿度計は水晶共振器の安定化の研究に端を発したものであり、その原理は、水晶振動子上の水蒸気の吸着、離脱にともなう共振周波数の変化によって湿度を測ろうとしたものである。

原理的には、水晶振動子の表面現象を利用しているものであり、吸湿物質をわざと多量に塗布した電気湿度計にくらべて、空気中の浮遊物質の僅かな沈着により著しく影響を受けやすいものである。いかに、感湿端以後の記録部分にいたる迄の伝達回路に擬ったとしても、その将来性については疑問をもたざるを得ない。むしろ、空洞共振器内に被測定空気を導入し、基準周波数との喰りをとって、含有湿気による電媒常数の変化を検出する方が、時定数も極めて小さくすみ、利用者からみても便利なものではなからうか。もっとも、海水中のケーブル内の湿度の測定に使われつつあるものであり、かかる特殊環境では、この方法も無意味とはいえないが、湿度計測の長年抱えている悩みを一步でも解消するのに役立つものとはいえないであろう。

これらと異って、衆知のことでありながら、目に余りふれていないものに、「上村欣一、井出定久（小松製作所）：熱電冷却を用いた露点湿度計」がある。露点湿度計は、原理的には略々満足できるものであり、その測定可能範囲は広い。その精度は、露点鏡の温度測定精度、及び鏡の加熱冷却自動制御機構の精度によって定り、又現象のとりあげ方が、鏡面上の露の有無を判定する所の Yes or No の方式にあることにうまみのある方法とい

えよう。その確度のよさからいって、技術的な難点が若干残っているが、将来の躍進が期待されるものの一つといえよう。

今迄、鏡を冷やす点がこの方式の技術的な悩みの一つであったのであるが、熱電素子が実に露点湿度計のために作られたものかのように、安直にその役割を果たしてくれることは注目すべき事である。熱電冷却を用いた露点湿度計そのものは、その製作の経験の浅さのために、例えば、鏡が収められている室の大きさ、材料、鏡のあたため方等、幾多の技術的な難点があるが、日常体験する気象条件では熱電素子も1個ですみ、小型で軽量の露点計が可能であるので、その将来を期待したい。特に、低温、低湿の環境条件ではこれに優るものがないことと、確度のよさに比類するものがないことを留意しておきたい。唯、これとても難点がない訳でなく、空気中の浮遊物質の沈着のために鏡が汚染する事が多く、これを折にふれ、その有無を観測する必要があるので、自動記録化するには、今後一層の研究を必要としよう。

露点湿度計とならんで、そのおくれの時定数も小さく、水蒸気量の絶対測定を行うものとして、「赤外吸収湿度計」(清水逸郎)があげられる。ここでは、米国において鋭意研究されているいろいろな方法 (Foskett & Foster 1943 および 1953; Wood, 1958; Richardson, 未印刷) が紹介された。中でも、入射光に対する干渉フィルターの角度をかえて、透過スペクトルをずらし、波長別強度を比較して、光の通過路の可降水量を求める最新の方法が興味深いものである。

この方法では、水蒸気以外の気体による吸収域の影響がきかない程に分解能をあげておくことや、光源の安定性を補償したり、吸収波長の光と基準波長の光の通過路の違いに基づく種々の要因を除去する工夫といった技術的に困難な点が自蔵されている。

しかしながら、計算回路をも具備させて、飛行機観測したり、早い湿度変化を観察したりするには、紫外域の同種の Humidimeter (Ringwalt, 1959) とならんで、最も適したものといえよう。私見ではあるが、測定下限が露点湿度計に比して、高いことを考慮すると、この湿度計は、乾燥炉、電気炉等の導入空気の調湿および測定に将来の期待が大いかけられるのでなからうか。

最後に、「高層観測に用いている湿度計」(小林寿太郎)では、現在、高層気象観測に用いられている毛髪湿度計の性能の一般的説明がなされ、改良すべき点、及び、未解決の問題が提起された。例えば、使用される毛髪の種類

別差が伸長特性に影響をもたないこと、毛髪を硫化バリウム処理して、更に適当に圧延し、硫酸水溶液（5～10%）につけて乾燥すると、伸長特性、おくれの時定数、湿度係数、経日変化がともに改良される。毛髪自身の伸縮の直接観測ではその精度は全部の影響を考慮しても、常温では相対湿度にして±2%以内であること等、実際の性能の紹介がなされた。今後の問題としては、-40°C以下でも使用できるようにするとか、毛髪の伸縮の指示機構を工夫すべきであるといった点を示唆した。残されている問題としては、硫酸処理が、毛髪及びナイロンに対しても同様に非常に伸縮性を良好にする点を含めて、伸縮-吸湿の相互機構の関連性といった所の、今迄ともすれば放置されてきて興味深い問題があることを附言した。

以上、興味深い湿度計と、現実に気象資料を提供している毛髪湿度計の性能の紹介がなされたのであるが、湿度計の本命は何かということになると、湿度計測そのものの内容が雑然としているために、そして、どれをとっても、帯に短く、褌には長いというところであるため

に、結論をひきだすことは難かしい。従って、筆者らの私見は許されないであろう。

## 2. むすび

今回は新奇なものに加えて、確度のよいものの紹介に努めた。今迄はどちらかという、毛髪湿度計のように簡便で価格の易いものが湿度計の本命と考えられ勝ちであったのであるが、このような水蒸気の物体表面への吸着現象をとりあつかうものは、現象としては複雑怪奇なものを取りあつかうので、どうしても湿度指示の確度に疑問がのこる。再現性の高く安定に指示するものを一方で求めながら、それを参考にして簡便な方式を開発してゆくのが常道であると考えられよう。このような機運が助長されてきたことは、泥沼とされてきた湿度計測の研究にとって、何か新しい胎動の表われであると感じさせるものであり、本会の意義は高く評価してよいものと考えられる。特に、活発に意見がでたことは、関心の高まりと深さを示すものとして、関係者一同心から喜びたい。拙稿には、私見がかなりは入っているが、充分に御批判を頂き、将来の躍進の一助にもと念願している。

## 気象の英語 (39)

### 42. 寒暖計が読む

日本語では、「寒暖計を読む」という言い方をするのが普通だが、英語では、「寒暖計が温度を読む」という言い方もするのは面白い。つまり、

The thermometer reads 28 degrees. = 寒暖計は28度を示している。

C.O.D. を引くと、この read の意味として、

read = (of recording instrument) present (figure &c.) to one reading it = (計器について) 読む人に(数字などを) 示す

と書いてある。こういう言い表わし方がどうして出て来たのかは知らないが、read には

read = sound or affect hearer or reader well, ill, &c., when read. = 読んで……である。

という意味の自動詞がある。たとえば

The book reads interesting. = その本は読んで面白い。= その本はおもしろい。

The autobiography reads like a novel. = その自叙伝は小説のようだ(面白くて)。

文法的には、こういう read は be と同じである。つまり上の文は The book is interesting. と同じである。

寒暖計の場合もこの意味にとれば、「寒暖計を読むと

28度である”。あるいは「寒暖計は28度である”。となって日本語的表現と近くなってくる。

「寒暖計が何度である」という言い方は、read を使わなくてもよいので、いろいろな動詞が用いられることはもちろんである。たとえば

The thermometer indicates (shows, registers, records, or stands at) ten degrees below zero.

また温度が上った、下ったという時に、mercury を使う。われわれには水銀はまず気圧を連想させるが、考えて見れば温度でも良いわけである。

The mercury rises (falls or drops). = 気温が上る(下る)。

read が be と同じなる話が出たが、これと同類なものに、measure (計る)、weigh (目方を計る)、smell (嗅ぐ)、taste (味わう) などがある。いずれも、文法的に be と同じである。次の例を見れば直ぐにわかっていただける。

The road measures 40 feet across. = 道路の幅は40フィートである。

He weighs 100 pounds. = 彼(の目方)は100ポンドである。

This flower smells good. = この花は香りがよい。= この花はいいにおいだ。

This cake tastes sweet. = このお菓子はおいしい。

The rice smells of burning. = ご飯がこげくさい。