

## 凝結核濃度測定における問題点\*

児 島 紘\*\* 関 川 俊 男\*\*

## 要 旨

大氣中に浮遊するエアロゾル粒子の濃度の測定には通称ポラックカウンターと呼ばれている断熱膨脹による水蒸気過飽和を利用し、粒子を霧粒に成長させ、それによる透過光量の変化から濃度を見積る測定器を用いることがしばしばある。この装置の問題点として、直接に粒子を計数しない間接法であるから絶対値は他の方法で求めねばならない。試料空気の温度による誤差が無視できないであろう。

われわれは粒子濃度の絶対測定法として、薄箱型の膨脹箱内のできる霧粒を暗視野照明法で使用した顕微鏡で直接計数を行なった。温度効果の実験結果は、試料空気の温度の増加とともにみかけ上の濃度の変化は1°C当たり4%の補正を必要とするとの結論をえた。

## 1. 序

大氣中に浮遊する粒子濃度の測定については気象、大氣汚染等に関連し、今日まで多くの報告があり、そのための測定器として保守、操作が簡便である理由から、しばしばポラックカウンターが使われてきた。

測定原理は以下のようである。エアロゾルを含んだ空気が円筒型の膨脹箱 (Expansion chamber) に導入され円筒の壁に張られた水を浸み込ませた吸取紙、又は素焼きから水蒸気を供給される。外部から粒子を全て取りのぞくことができるエアフィルターを通して、円筒内の圧力が1.21気圧に達するまで圧縮する。圧縮による温度上昇が元の大氣温度にもどつた後に急激に大氣圧まで圧力を降下させる。この断熱膨脹により、粒子を核にして霧粒が生じる。円筒の上部に光源、底面に光電素子を置き、あらかじめ霧粒のできる前の光量 ( $I_0$ ) を測定しておく。同じ条件で霧粒ができた後の光量 ( $I$ ) を測定する。 $E=100 \times \frac{(I_0-I)}{I_0}$  を Extinction 値 ( $E$  値) とし、この値は粒子濃度に関係し、次のような関係式が一般に与えられている。

$$\frac{I}{I_0} = e^{-\pi r^2 n K l}$$

$r$ : 霧粒の半径  $l$ : 光路の長さ

$K$ : 散乱面積係数  $n$ : 霧粒の濃度

カウンターの各部分の大きさが決まっても、霧粒の大

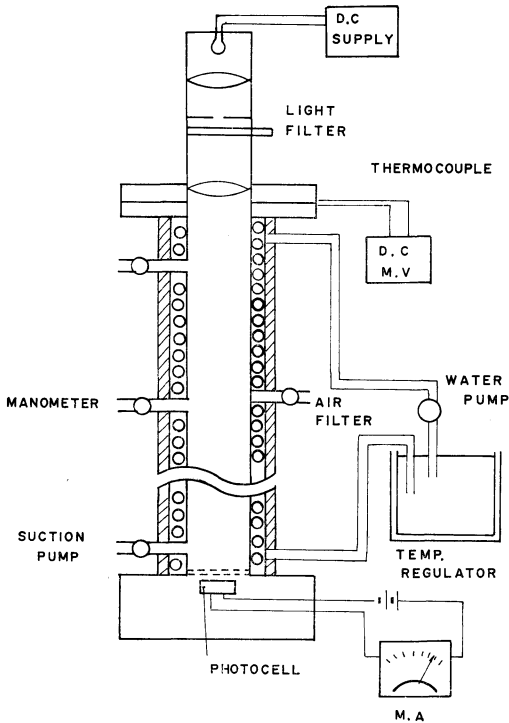
きさ、光電素子の特性等で異なり、絶対値は決定できない。結局は個々の霧粒を直接計測する絶対値測定法で得た値との比較測定を行い、検定曲線をつくらねばならない。

絶対値用の測定器としてはエイトケンカウンターが古くから用いられてきたが、Pollak らはこれを操作の簡便な間接法に改良した (1955, 1957)。近年、これを連続測定に使用する事に研究が向けられ、Verzar は電磁弁を使用し操作を自動化し (1955)、Skala らは測定手順の速い繰り返しから連続記録の可能な測定器を開発した (1963)。Pollak らは低濃度用に改良する目的で膨脹箱の長さを変えたカウンターによる実験を行った (1957)。また彼は補償回路を光量の検出に採用することにより、目盛りを細かく読むことを可能にし、カウンターの小型化を容易にした (1963)。光源と光電素子に従来は白色電球、セレンカドニウム (CdSe) を使用しているが、光源を単色光源の発光ダイオードに変え、受光部にシリコン光電素子を使い、 $E$  値の理論的算出を単純化した (McGreevy) 1970)。試料空気の温度や圧力の変化による  $E$  値の見かけ上の変化に関しては Pollak [(1961) (1961)] の研究がある。膨脹箱内の霧粒の挙動について Pollak (1957) Ohta (1958) により研究され、断熱膨脹による霧粒の発生、消滅、発生した霧粒の大きさ等について詳しく報告されている。検定に関しては従来エイトケンカウンターとの同時測定を行うことによりなされてきたが Pollak ら (1958) はエイトケンカウンターを改良しポラックカウンターに近い使用法で検定した。Emmanuel (1969) は低濃度領域について、非常に緻密な装置で、霧の発生した瞬間の写真を撮りポラックカウンターの再検定を行った。

\* Problems in the measurement of condensation nuclei

\*\* H. Kojima and T. Sekikawa: 東京理科大学理学部

—1973年3月29日受理—



第1図 ポラックカウンターの構造  
M.A. 電流計 (100  $\mu$ A)

近年連続測定がなされるようになり、また広い地域にわたる測定が行われ、それら相互のデータの比較が必要となってきた。ここでは、誤差として表われる可能性がある、光電素子の選択検定方法、温度効果の補正等について再検討を行った。

## 2. ポラックカウンターの構造

我々が使用したカウンターは、第1図に示すように Pollak ら (1957) が開発した標準型を基本にして製作した。膨脹箱は内径 38 mm 長さ 600 mm の円筒で、上部に光源、底の部分に光電素子が組み込まれている。光源として12ボルト用白色電球を使い、直流安定化電源から0~12ボルトの電圧が供給される。これからの光はレンズで集光され直径 2 mm のスリット、絞り、レンズを通り、直径約 20 mm の平行光線となり、膨脹箱に投射される。スリットの直後には光電素子の特性の経年変化を監視できるガラス沓光板が付く。我々は三種類の異った透過率を持つ沓光板を用意した。箱の内側に吸取紙を張りカウンター内の空気に水蒸気を供給する。受光部の硫化カドニウム (CdS) にはバイアス電圧 8 ボルトが水銀電池により加えられ、その出力は電流計につながれて

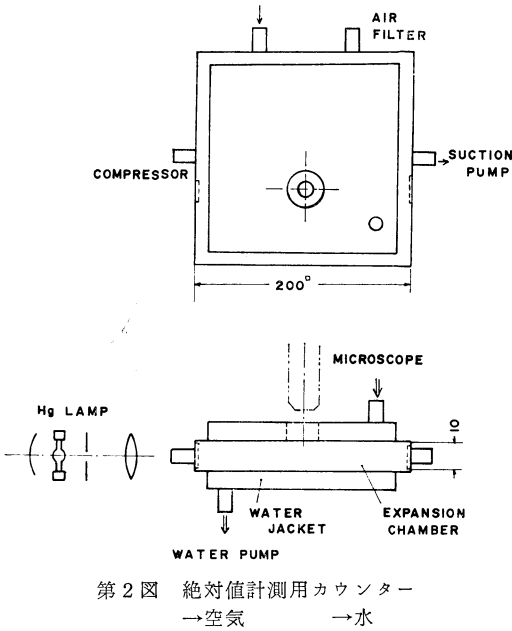
いる。霧粒の発生する前の電流が 100  $\mu$ A になるように電球の明るさを変えることにより調節する。

カウンターの外側は内径 5 mm の銅パイプが巻かれており、温度調節器を通った水がその中を毎分 5 l/min の速度で流される。円筒内には直径 50  $\mu$  の太さの銅コンスタンタン熱電対が置かれ、導入された空気は温度、圧縮、膨脹時の温度が得られる。カウンターに加える圧力は 1.21 気圧で、圧縮ポンプによりエアフィルターを通った空気で加圧する。空気の入換量はカウンターの体積約 0.7 l の 5 倍以上、圧縮に要する時間は約 3 秒である。加湿および圧縮による温度上昇が元にもどるのに要する時間は 30 秒で十分であった。これらの操作は電磁弁、リレー、タイマー、接点付圧力計等により全て自動的になされる。

光電素子として最終的には CdS を採用したが、他にセレンカドニウム (CdSe)、シリコン (Si) 太陽電池、フォトトランジスタ (P.T) について、光量対出力電流の特性曲線をもとに、ポラックカウンターの使用にどれが適当であるか検討した。光量を相対的に変化させるために、連続的に透過率を変えることができるガラス標準フィルターを使用した。光量対電流の関係は CdS, CdSe のバイアス電圧を適切に決定することにより比較的良好な直線性が得られた。Si 太陽電池はバイアス電圧を加える必要がなく調整する要素が減るという利点を持つが、感度、直線性に難点がある。P.T. は小型のために使用法が複雑になる。以上のことから CdS, CdSe が適していると思われる。

## 3. 絶対値計測用カウンター

絶対値測定のための測定器は第2図に示す。膨脹箱は 200×200 mm 高さ 10 mm の薄い箱型で、側面には試料空気の出、入口、圧縮用空気の入口等がある。また相対する側面のアクリル製の窓は光の入射と出口の役割をはたす。箱のほぼ中央の上面には顕微鏡で観測するための窓がつく。外側の上、下面はウォータージャケットでおい、内部空気の対流の阻止、温度調節を行う。箱の内側の上、下面には吸取紙が張られている。膨脹箱全体は顕微鏡のステージの代りに取りつけられ、必要に応じて上下への移動は可能である。光源としては強い光の必要性から低圧水銀ランプを使い、反射鏡、レンズ、スリット、絞りにより直径 5~40 mm の平行光線をつくることできる。入射した平行光線は霧粒により散乱され、光線に対して 90° の方向に置かれた顕微鏡で観測される。顕微鏡の焦点を膨脹箱の底面にあわせておき、落下してきた霧粒は光のフラッシュとして計測される。



第2図 絶対値計測用カウンター  
→空気 →水

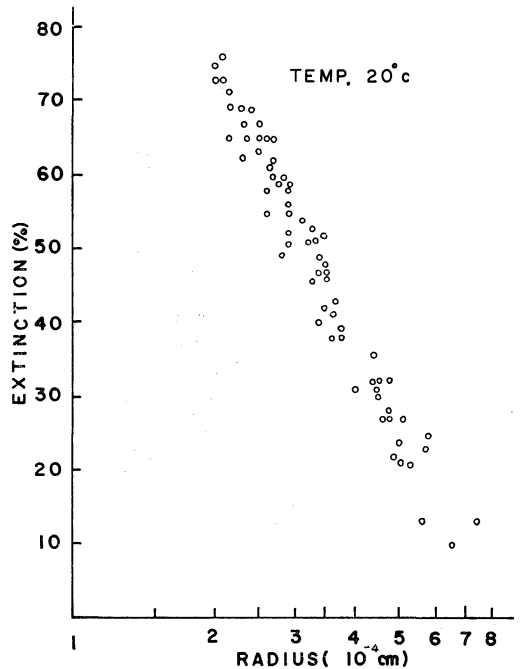
(暗視野法) この方法で自由落下する程度の動きの速さの  $1\mu$  以上の霧粒は十分検出可能であった。この装置の特徴として顕微鏡の倍率を変えることにより広い濃度範囲にわたった測定が可能である。従来、濃度が高い場合、試料空気と汙過した空気を一定の割合で混合する方法がとられてきたが、この方法ではその必要がなく視野面積は狭くなるが顕微鏡の倍率を増せば良い。一方、濃度が低い場合、霧粒の大きさが増し箱内を落下する速度が速くなり、数え損じの誤差が考えられる。また箱の中央付近だけの観測値を全範囲の代表値として良いかという疑問が生じる。それ故、霧粒の検出手段として従来しばしば霧の観測に使用されている酸化マグネシウム法を併用した。マグネシウム金属を燃焼させ、カバーガラス表面に薄い膜をのせ、これを箱の底に、前後、左右対称になるように合計5カ所に置く。霧粒を落下させた後、顕微鏡でその痕跡を測定した。

4. 検定曲線

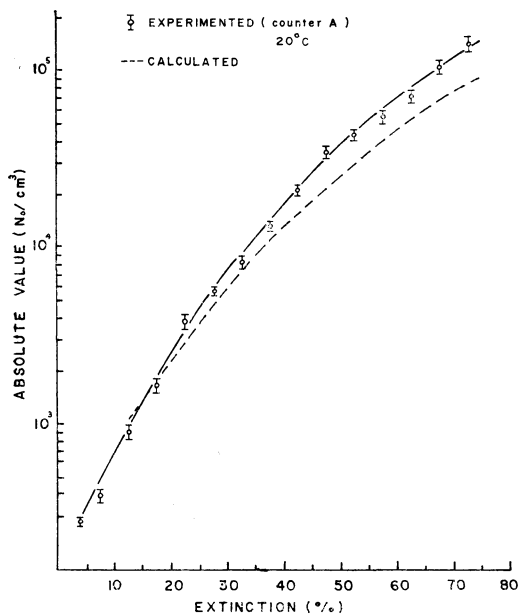
次のようにして検定曲線が得られた。試料空気として外気をそのまま使用し、ボラックカウンターと絶対値カウンターの両方の膨脹箱内の空気を  $20^{\circ}\text{C}$  に保つように温度調節する。絶対値カウンターの顕微鏡の視野内に計測用枠を入れる。この枠内が計測面積であり、濃度により3種類の大きさのものを用意した。濃度が高い場合、底面に落下する前に消滅する霧粒があるため、3回の圧

縮膨脹が繰り返された。種々の濃度での実験の結果4回以上では霧粒は発見できず3回の繰り返しで十分であった。この場合、汙過した空気で圧縮するため、薄められた量の補正をする必要があるが、それは計算でもとめた。霧粒による光のフラッシュは目視で計測するため、1回に読み取る個数は最高20個以下になるように顕微鏡の倍率、枠の大きさを選択した。以上の注意をはらい、種々の濃度について両カウンターで同時測定を行った。

膨脹箱内で発生した霧粒の大きさを落下速度法により求めた。膨脹した瞬間に霧粒群ができるが、それらの発生時からほとんど落下し終るまでの時間を測定する。最大落下距離は  $10\text{ mm}$  であり、霧粒の密度はその成分が水であることから  $1\text{ g/cm}^3$  と仮定でき、落下速度は容易に計算できる [Flanagen (1967)]。その表によれば落下速度は、ほぼ粒子半径の二乗に比例するから、サイズの微小な差を得たい場合には好都合である。さらに霧粒を捕集するという操作を必要としないので、それだけ発生時に近い状態の大きさを測定できるという利点を持つ。一方、欠点として発生した霧粒が均一な大きさを持つとはかぎらない。落下を始める位置が、それぞれの霧粒で異なる事で霧粒群の落下の終了の判定が不明瞭であり、測定する人により差が生ずる可能性がある。以後ここで述



第3図 E値と霧粒半径の関係



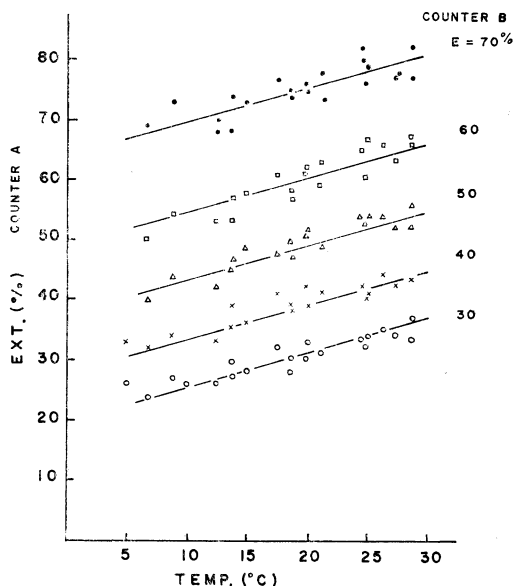
第4図 検定曲線

べる平均霧粒半径は落下法により求めたものである。

第3図は  $E$  値対霧粒半径の関係を示す。  $E$  値の増加と共に大きさは減少する事がわかる。

第4図は上記の方法で得られた検定曲線で、  $E$  値を5%毎に分割しその間の実験値を一つのグループとしたときの平均値と標準偏差を示す。測定は全範囲にわたって約200回行ない、  $E$  値が20%以下では暗視野法と酸化マグネシウム法を併用した。図中の破線は(1)式の  $K$  を2と仮定し、霧粒の半径は第3図の実験結果を使い計算した  $E$  値と霧粒濃度の関係を示す。個々の実験値は平均値からかなりの分散を持つが測定される体積が微小であることがその主な原因であると思われる。計算値との比較で差が生じる理由として、計算に使った霧粒半径が測定法の欠点として真の値より小さく見積り過ぎる事、  $K$  を一定値としたが実際には霧粒半径と共に変化する事などが考えられる。Pollak等の検定曲線と比較すると同じ  $E$  値でも絶対値に差があり、彼らの値より2倍ほど大きい。これに関して Emmanuel は  $E$  値が10%以下の低濃度についてポラックカウンターを再検定し、1957年の検定曲線は低く見積りすぎていることを報告している。我々の結果も類似しており、強力な光源を使ったため小さい霧粒まで検出できたためかもしれないが、しかし使用した光電素子が異り厳密な比較にはならな

1973年6月

第5図 温度と  $E$  値の関係

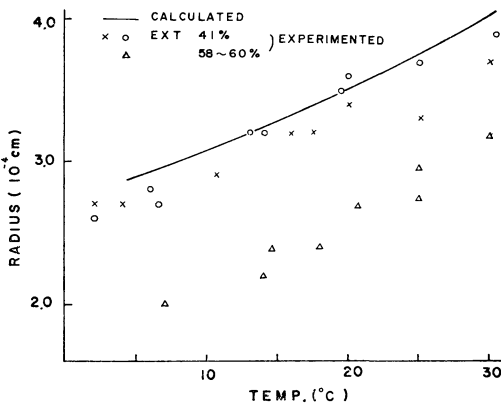
実線は温度上昇  $1^{\circ}\text{C}$  当たり、  $E$  値が0.55%増加したとしたときの直線

い。同じ規格で製作してもまったく同じ特性のカウンターを作ることは不可能であり、厳密に取り扱うには一台毎の検定曲線が必要であろう。

### 5. 温度効果の実験

野外における測定で  $E$  値の誤差として最も大きく影響すると思われる試料空気温度効果を推定する。実験は予め検定しておいた。A, B 2台の同型のポラックカウンターを使って行った。Bは温度を一定に保ち、Aは温度を変化させ、同一試料についての  $E$  値の同時測定を行う。円筒内の温度は上部から10 cmの位置においた熱電対温度計により記録される。試料空気は外気を使い、沝過した空気と混合することにより  $10^3$ 個/cm<sup>3</sup>~ $10^5$ 個/cm<sup>3</sup>の範囲の濃度に調整することができた。測定の手順はBカウンターを  $20^{\circ}\text{C}$  に保つように温度調節器を操作し、一方Aは  $5^{\circ}\text{C}$ ~ $30^{\circ}\text{C}$ の温度範囲を  $5\sim 6^{\circ}\text{C}$  毎に変化させる。温度を変化させた時、円筒の密閉用ガラス面に結露がみられた。これは外気と円筒内の温度差が急激に生じると現われるがその対策として、ガラス面を外から白熱電球で暖めることにより解決した。

実験データを整理した結果を第5図に示す。温度効果は各粒子濃度について同じ傾向で、温度の上昇と共に  $E$  値は増加する。つまり見かけ上の濃度は増加する。その傾きは濃度により若干の差はあるが、都市大気中で経験

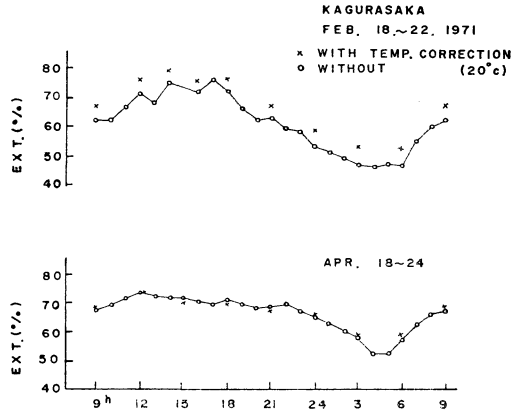


第6図 温度対霧粒半径  
実線は濃度 40,000/cm<sup>3</sup> の場合の計算された半径

する濃度 ( $E=40\sim70\%$ ) の範囲では  $20^{\circ}\text{C}$  を規準にして  $1^{\circ}\text{C}$  増加により  $0.55\%$  の  $E$  値の増加が近似的に求められ、これは濃度が約  $4\%$  であった。図中の直線は上記の傾きを持つ直線である。検定曲線が異なるため直線の比較は困難であるが Pollak ら (1961) の実験から  $E=43\%$  で  $1^{\circ}\text{C}$  当り  $0.45\%$  の  $E$  値の増加が報告されている。

温度効果が生じる原因について Pollak ら (1959) により指摘されている。彼らは Dec (1932) の図式計算法を用い、霧粒の成長に寄与できる水蒸気量を種々の温度について求めた。我々はこの事を実験的に確認するため、前章で述べたサイズ測定法を用い、温度による霧粒の大きさの変化を測定した。この実験では第3図からわかるように濃度の変化による大きさの変化が誤差として入る為に、濃度を厳密に一定に保たねばならない。約  $13\text{ m}^3$  の密閉室に外気空気を入れ、24時間放置する事により、 $E$  値を2時間で  $2\%$  の変化におさえる事ができた。第6図はその結果を示す。参考の為に Dec の表から求めた水蒸気が全て霧粒の成長に使われたとして算出した半径を示す。但し濃度は  $4\times 10^4$  個/cm<sup>3</sup> とした例である実験結果から温度効果の原因は試料空気の温度に依存する水蒸気供給量により、濃度が一定であっても霧粒の大きさを変え、それが見かけ上の  $E$  値に影響するという考え方は明瞭である。当然の事であるが、温度効果は  $E$  値の測定の時のみ現われ、絶対値の測定にはみられなかった。

温度効果をさけるためにはカウンター全体を温度調節し、規準温度に保つ方法とカウンターは通常に操作し、温度を同時に測定し、後に補正を行う方法が考えられ



第7図 E 値の日変化

る。前者の場合、外気温と規準温度との差が大きいと種々の障害が生じる。例えば密閉用ガラス面への結露は光量の変化を生ぜしめ、特に圧縮の操作の時に顕著に現われ連続測定を行う場合非常な不都合となる。我々は後者の方法が有利な点が多いと考える。

温度による補正が大気中で実際にどの程度必要になるか推定した。測定を行った場所は東京、期間は2月と4月の晴天の日の例である。第7図は数日間を平均した値の日変化で、X印は円筒内の温度の記録を基に  $20^{\circ}\text{C}$  を規準に第5図を使い補正した場合である。2月の寒冷期では補正後の値は日変化を減少させるように働き、その値は  $3\%$  程度であった。(注。E 値そのままの値で  $100\%$  分率の  $\%$  ではない) 一方2月と4月とでは気温差が大きく  $E$  値で最大  $6\%$  の補正を加えなくてはならない。おそらく夏と冬季では  $E$  値で  $10\%$  くらいの補正を必要とし、季節間の比較には必ず考慮に入れねばならないであろう。

6. 結論および検討

ブラックカウンターは凝結核の濃度の測定器として、また拡散箱との組み合わせにより平均粒子サイズ測定器として使用されてきた [Pollak (1961)]. 最近はさらに広い分野で使用されるようになり、例えば特異な応用例として Van Luik ら (1969) は微量気体の濃度の測定において検出器として使う事を試みている。このように広く使用されている理由として、構造が単純で操作製作が容易であるからであろうと思われる。しかし使用される分野が広がると共に精度の向上が要求されるようになってきた。特に絶対値の信頼性、使用上の誤差の考慮等につき良く検討して使用しなくてはならない。ここでは検定、試料空気の温度効果について検討した。その結果、

検定曲線は光電素子の特性が異なる故に個々のカウンターについて必要である。我々は薄箱型の膨脹箱を用い、その中を落下する霧粒を暗視野照明法で使用した顕微鏡で計測した。この方法は操作が容易で野外でもボラックスカウンターと同時測定ができる。温度効果は $1^{\circ}\text{C}$ 当り $E$ 値で0.55%、濃度で4%の補正が必要であり、カウンターを野外に設置して測定を行う場合気をつけねばならない。特に寒暖の差が大きい時期、地点間のデータの解析には注意しなくてはならない。この原因として各温度における水蒸気供給量に差があると考えて定性的な説明がついた。

実際使用している時、問題になる点として、光の入射口として使われているガラス面のくもる事がしばしば測定妨げとなるがその部分を保温する事により防げる。Pollakらはニクロム線入りのガラスを使い、そこを流す電流を適当に調節し結露を消す工夫をしているが、それは円筒内の温度勾配をつくり霧の生成に影響するであろう。断熱膨脹させる手段に膨脹箱に直接圧力を加える加圧法と膨脹箱とコックで接続された容器を減圧し、そのコックを開き膨脹させる減圧法がある。両者の比較は、Burke (1966) により報告されている。減圧法は同じ濃度でも $E$ 値が小さくなるという欠点はあるが、一方利点として加圧法で問題になる汚れた空気と試料空気との混合を考えなくて良い。我々も減圧法を用いたカウンターを使用しているが自動化にする場合装置を小型にすることが容易である。連続測定を行う場合水蒸気の供給の方法が問題になる。従来の内部に吸取紙を張る方法であると長時間にわたる測定がむずかしくカウンターの外部で加湿を行う必要があるが、外気の湿度にまったく影響されない加湿器の構造を考える事、外部加湿の場合に発生した霧粒の消滅の様子等まだ研究しなくてはならないであろう。従来から提言されておりまだに未解決のまま残されている検出される粒子の最小半径の問題があるがしかしこの問題を取り扱うには膨脹箱自体の構造を変えなくてはならないと思われる。さらに操作の手順として空気を膨脹箱に貯蔵しなくてはならないが壁への拡散による損失を見積らねばならないであろう。従来大気中に存在する粒子において拡散が大きく影響すると思われる半径 $10^{-7}\text{cm}$ 以下はわずかであるといわれて問題にならなかった。しかし近年注目されている光化学反応の場合のように大気中の化学反応により発生する極微粒子を取り扱う場合重要になるとと思われる。

## 文 献

- 1) Burke, T.P., J.A. Scott 1966: Examination of the overpressure and underpressure methods of operating a photoelectric nucleus counter. Proc. R.I.A. vol. 64. Ser. A. P. 115-125.
- 2) Dee, P.I. 1932: A condensation diagram. Proc. Camb. Phil. Soc. vol. 28, p. 93-98.
- 3) Emmanuel, M.B., P. Squires 1969: Absolute calibration of a photoelectric condensation nucleus counter. Geofis. Pura e appl. vol. 72. p. 268-283.
- 4) Flanagan, V.P., V.P. Taylor. 1967: Tables of aerosols physics function. Mobility and falling speed of spheres. Atmospheric Environment. vol. 1. p. 327-340.
- 5) McGreevy, G. 1970: An investigation of the performance of the Pollak-Nolan nucleus counter with a monochromatic source. J. Recher. Atmos. vol. 4. p. 19-30.
- 6) Ohta, S. 1958: Investigation on the formation and disappearance of fog in an expansion fog chamber. J. Met. Soc. vol. 29, p. 229-273.
- 7) Pollak, L.W., O'Connor, T.C. 1955: A photoelectric condensation nuclei counter of high precision. Geofis. Pura e appl. vol. 32, p. 139-146.
- , ——, A.L. Metnieks 1956: On the determination of the diffusion coefficient of condensation nuclei using the static and dynamic methods. Geofis. Pura e appl. vol. 34, p. 177-195.
- , A.L. Metnieks 1957: Photo-electric condensation nucleus counter of high precision for measuring low and very low concentration of nuclei. Geofis. Pura e appl. vol. 37, p. 174-182.
- , ——, 1957: The fog in the photo-electric nucleus counter. Geofis. pura e appl. vol. 37, P. 132-203.
- , J. Paly 1958: An improved model of the condensation nucleus counter with stereo-photomicrographic recording. Geofis. pura e appl. vol. 41, p. 211-216.
- , A.L. Metnieks 1959: New calibration of photo-electric nucleus counters. Geofis. pura e appl. vol. 43, p. 285-301.
- , ——, 1960: The influence of pressure and temperature on the counting of condensation nuclei. Geofis. pura e appl. vol. 46, p. 123-141.
- , ——, 1961: The influence of pressure and temperature on the counting of condensation nuclei. Geofis. pura e appl. vol.

49, p. 7-22.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, 1963: A small portable photo-electric condensation nucleus counter. Geofis. pura e appl. vol. 55, p. 137-150.

8) Skala, G.F. 1963: A new instrument for the continuous measurement of condensation nuclei. Anal. Chem, vol. 35, p. 702-706.

9) Van Luik, F.W. Jr. R.W. Rippere 1962: Condensation nuclei, a new technique for gas analysis. Anal. Chem. 34, p. 1617-1620.

10) Verzar, F. 1955: Continuous record of atmospheric condensation nuclei and their retention in the respiratory tract. Geofis. pura e appl. vol. 31, p. 183-190.

## 第17期 第3回理事会 議事録

**日時** 昭和48年5月22日(火) 17.30~20.00

**場所** 気象庁海洋気象部会議室

**出席者** 小平, 中山, 窪田, 駒林, 河村, 大井, 北川, 川村, 二宮, 伊藤, 丸山, 神山各常任理事  
久米, 中島, 孫野, 山元, 岸保, 沢田, 竹内, 小林各理事  
木村監事

**列席者** 今井春季大会委員長, 中村庶務委員

**議題**

1. 総会準備について

- (1) 理事長あいさつ(要綱)
- (2) 昭和47年度事業経過報告(要綱)
- (3) 昭和48年度事業計画(要綱)
- (4) 昭和47年度会計決算報告
- (5) 同 監査報告
- (6) 昭和48年度予算書(案)  
以上いずれも原案承認
- (7) 総会提出議題

会費前納, 入会金値上げに伴う定款および細則の一部改正

この件については, 出席理事全員で確認し, 総会に諮ることを議決した。

なお, 支部を経由し入会する者の入会金は, 当該支部の収入とすることを承認

- (8) 昭和49年度当番支部  
九州支部とし秋季を担当する。
- (9) その他

イ, 日本学術会議会員選挙有権者の登録もれのないよう注意を喚起する。

2. 学会の財政改善について

賛助会員勧誘計画に基づき賛助会員の増加に努めるよう各理事に依頼。

3. 関西支部天気編集地区委員, 松本 茂, 浅井富雄を川鍋安次, 中島暢太郎に変更することを承認。
4. 昭和48年度の地球物理学連合の本学会担当幹事を岸保勘三郎とすることを承認。

**報告**

[庶務]

4月1日現在の通常会員数は次のとおりである。

大学関係	教職員	307人
	学生	59
短大, 高専	教職員	20
官公立研究機関		114
民間研究機関		11
会社関係		109
外国人		132
その他		2,148
計		2,900
その他のうち	気象庁・気象台等	1,574
気象庁, 協会職員	研究所	119
	気象協会	100

気象部内職員はすべてその他に含めた

[外国文献集]

No. 2, 13, 15~16 は, 印刷不良箇所があるので, その部分だけを印刷し直してサプリメントとして発送する。

[承認事項]

通常会員霜田勇ほか56名および賛助会員紀本電子工業株式会社の入会を承認する。