

放射能ゾンデとその改良

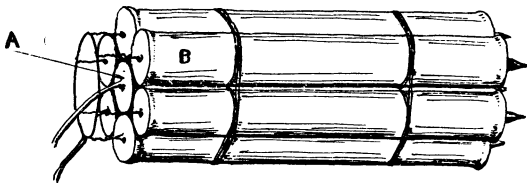
石井 千尋*

放射性の降水・落下塵等の問題は先ず環境衛生の立場からすでに各方面で調査研究されているし、報告もたくさん出されており、すでに経常業務の一部になって観測が続けられている。これらの降下前の状態、すなわち上層大気中に浮遊しているのを観測することは、一つには降水等の汚染を事前に予想することが可能になり、また一方上層における大気の運動を確認するためにも役に立つ。それにもかかわらず現在までにこれ等上層大気の汚染について発表されたものは非常に少い。

われわれ**はこの目的のために、一昨年夏以来ラジオゾンデの方式で予備的な観測を行って来た。その結果については、未だいろいろ問題が残っているが、測定されたもの自体についてはある程度の信頼性が持てるようになったので、その経過と結果について述べる。

I 装 置

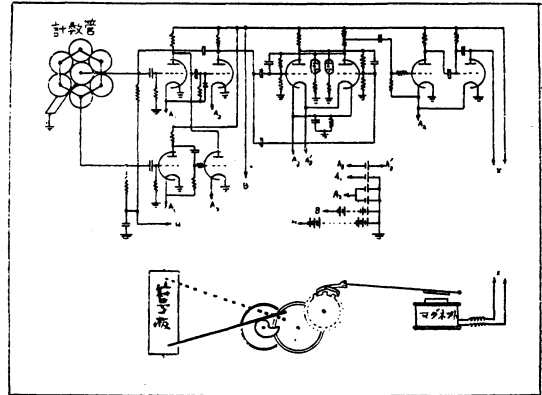
降水・落下塵等の放射能測定には一般に資料を濃縮して β 線強度を測るが、上空で空気に散らばっている資料を対象とする場合にはこの方法が使えない。そこで γ 線の透過性が非常に大きいことを利用して、広い空間の一点で γ 線を測定してこの空間の γ 線強度からそこに存在する放射性物質の量を推定しようとするのである。ところが上空には天然に存在する放射線すなわち宇宙線も同時に観測されるからこの分を取り除かねばならない。これは地上でも同様ではあるが、地上の測定の場合には宇宙線強度が小さいので自然計数として引きさることは易いが、上空の場合には宇宙線が地上の100倍程度になるので観測精度を上げる上でどうしても取り除くことが必要になる。



第1図 計数管の配置

このため第1図に示すように1本の計数管(A)を同じ直径の6本の計数管(B)で囲んだものを一つの組として用いる。宇宙線の主な成分である荷電粒子(μ 中間子および電子)は計数管A, Bの何れにも放電を起すが、 γ 線はA, Bの何れか一つにしか放電を起し得ないから、計数管Aの放電数からA・B共に放電した数を差

引けば、Aだけが放電したもの、すなわち γ 線による放電数が得られる。この引算操作は逆同時放電回路(anti-coincidence circuit)で電気的に行われ、その出力は次のフリップフロップ型の2進法回路を通して数を1/2にして最後に増幅され、機械的な指針の動きになって現われる。(第2図)



第2図 放射能ゾンデ回路図

γ 線による放電数を示す針は、常用のレーウィオンゾンデの温度計指針の代りに取り付けられているので、受信は普通のレーウィオンゾンデと同様に行われる。

計数管は外径30mm、肉厚1mmのアルミニウム管で、有効長210mm、 γ 線に対する感度はラジウム対して0.8%である。

感度は γ 線のエネルギーによって変わるが、人工放射能元素が原爆等によってできた場合には大体平均のエネルギーはラジウムの γ 線と大差ないと考えられている。

Bの計数管を組合せるときに多少のすき間ができるので、ここから宇宙線の荷電粒子が漏れて入るし、また宇宙線中にも γ 線があるのでこれ等の分は計算によって差引く必要がある。

装置の時間分解能は、機械的な部分で制約される。初期のものは分解時間が0.05秒位であり、実験的にも信頼できる限度は600 c.p.m.位であったが、現在は改善されてこの数倍まで計れるようになった。

電源は計数管のために550Vの積層乾電池2個を、回路のA・B電源にはマグネシウム—塩化銅の注水電池を、送信用には普通のレーウィオンゾンデと同じ52型を2個並列に用いた。

計数管、電源等が上空で冷却され作用しなくなるのを

* 気象研究所電磁研究室 —1956年2月15日受理— **前田嘉一・須田友重・新井芳子及び著者等

防ぐため全装置を透明ポリエチレン薄布で覆い、内部を全部黒く塗って太陽熱で保温した。念のために計数管の附近に特殊の温度計を付けて、 $0^{\circ}\sim+40^{\circ}\text{C}$ の範囲を外れるとそれぞれ警報が出るようにして実験したが昼間の飛揚では問題が起らなかった。

以上の装置全体で重量約5.5kg以上になるが、800gの気球4個で純総浮力3.6kg位にすれば、300m/分位で上昇させることができる。

II 装置の改良

以上の装置で昨年度中に数回試験を行った結果次のような不満足な点が認められた。

- ① 上空で計数管電源の沿面放電。
- ② 重量過大、従って気球の数が多すぎる。風のあるとき飛揚操作が不便。
- ③ 電源電池の種類が多すぎる。
- ④ 電源電圧変動による回路の不安定性。

以下これ等の欠点および対策とその改良された点について記す。

① 沿面放電

受信記録を整理した結果上空の低圧のため沿面放電が起るらしいと推論されるので、実験室の真空槽内で試験をやってみると、実際に放電が起り、これが計数管放電と同じように数えられることが明らかになった。

これは計数管電源回路の接続部をパラフィン、ワックス、アラルダイト、またはシリコン系のもので覆うことで、現在目標とする高度までは充分放電を防止できることがわかった。

②および③ 重量過大、電源電池の統一

重量の大部分は電源電池である。初期には回路のA電源に単一乾電池5~6個、B電源に積層乾電池BL-1452個を用いたが、これを注水式のマグネシウム塩化銅電池に換えて重量の軽減を計った。

計数管の高圧電源(1100V位)は電流容量はほとんど必要でないが製作上から市販の単位を組合せた積層乾電池を用いたので重くなっている。この点を改良する必要があり、現在久保田気象測器の研究所で、電池の種類を統一することとともに研究中である。

これ等電源を整理することと、各部分の重量軽減化によって、すでに総重量3.5kg程度になり、気球3個で充分飛ばし得る段階になった。

気球の数の多いことは、飛揚に人手を要した気球の準備に時間がかかりその間気球を繫留して寿命をいたずらに縮める結果になるので好ましくない。しかし近い中に800gの気球2個で飛ばし得るところまでになるだろう。

④ 電源電圧変動による回路の不安定性

これについては、軽量化のためすべて注水電池に統一

しようと試みたが、それぞれの容量のちがいのため起電力の立ち上りと、寿命の終りとに時間的なくいちがいが起り、回路の作動を不安定にする。また現在の回路ではA電源の電圧変動がバイアス電圧の変動を起し易い欠点がある。高圧電源をプザートランスの出力に求める試みも実験中であるが、これも電源電圧に左右されるので問題が残っている。

その他の問題

計数管は現在アルゴンとアルコール蒸気を用いているので低温特性がよくない。これはクエンチングガスをえらぶことである程度の改善が期待されるので試験中である。

電池の温度低下は注水電池を用いると自己発熱が相当多いので解決する。

数を機械的運動に変えるためのマグネットが次第に改良され時間分解能も上昇したし、同時に消費電力も減少して来たから、これも軽量化に役立って来た。

III 観測された結果

直接観測した放射線強度と高度との関係は第3図に示すようなものになる。ところで先に述べたように、この強度の中には

- ① 宇宙線の光子成分と
- ② 宇宙線荷電粒子成分で計数管のすきまから漏れて入ったもの

を含んでいる。

①に関しては外国の宇宙線の光子成分測定の結果に対して緯度の差を考慮して推算し、また②の部分は計数管相互の幾何学的位置と、既知の荷電粒子強度から計算した。この①②を合せたものが第3図の点線で示される分である。この絶対値については未だ問題が残っているが、大きな差はなからう。

第3図からわかるとおり上空では実際に非常に多量の γ 線が計数管を貫いている。これは上空の空気密度が小さく吸収が少ないために因るので、各高度に浮遊している放射性物質の量を比較するためには次の換算を要する。

装置の囲りの空間に m_0 curie/cc の物質が一様にあると、計数管の測定値が N c.p.m. ならば、

$$N = \int_0^{\infty} \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi} \frac{i_0 S_0}{4\pi r^2} e^{-\frac{r}{\lambda}} \cdot f \cdot r^2 \sin\theta d\theta d\phi dr$$

$$= S_0 \cdot f \cdot \lambda \cdot m_0 \cdot 2, 22 \times 10^{12}$$

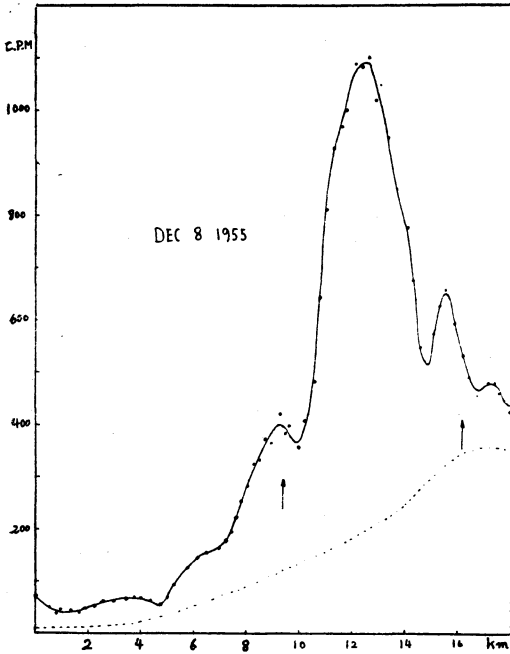
従って

$$m_0 = \left(\frac{N}{S_0 f \lambda} \right) \cdot 4.5 \times 10^{-11}$$

ただし $i_0 = 3.7 \times 10^{10} m_0$

S_0 : 計数管の構造による計数で

$$S_0 = \pi a^2 \sin^2\theta + 2 ab \cos\theta$$



第3図 直接観測された垂直分布の一例

- a は計数管の有効直径
- b は計数管の有効長
- θ は計数管の軸と入射線の間の角
- f : 計数管の γ 線感度で0.8% (実測)
- $1/\lambda$: 標準気圧の下における空気中の γ 線吸収係数
- $\lambda = 1.07 \times 10^4 \text{ cm}$

これからわかるように計数管で単位時間に数える放射線の数 N c.p.m. は m_0 および λ に比例し、この λ は空気の密度に比例する。

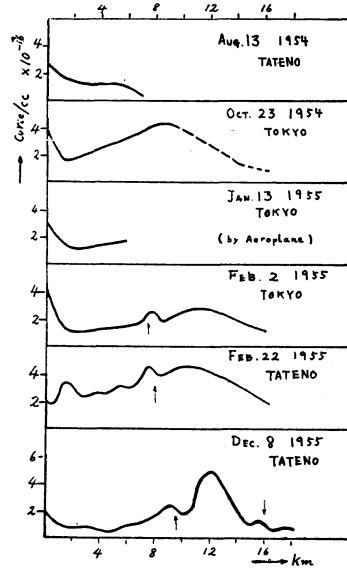
以上の換算をして今まで測定した資料を整理して第4図に示した。

この図をみると上空で相当量の放射性物質が時間的に変化を示しながら長期間にわたって浮遊していることが知られる。

また逆転層のあるところに放射性物質の集積が見られる。これは予想されることで図には逆転層の位置を矢印で示してある。

特徴のあるのは1955年12月8日のもので、これは多量の放射性物質が日本上空に流れてきた時期で、下の圏界面にある程度集積している他に、圏界面の中間と思われる附近に異状な集積がみられる。

以上非常に数少ない実測例ではあるが、これで見ても、定期的に観測するならば種々の問題が解けるだろうと予想される。その意味で現在定期的観測に適するような装置を作るための努力が行われている。

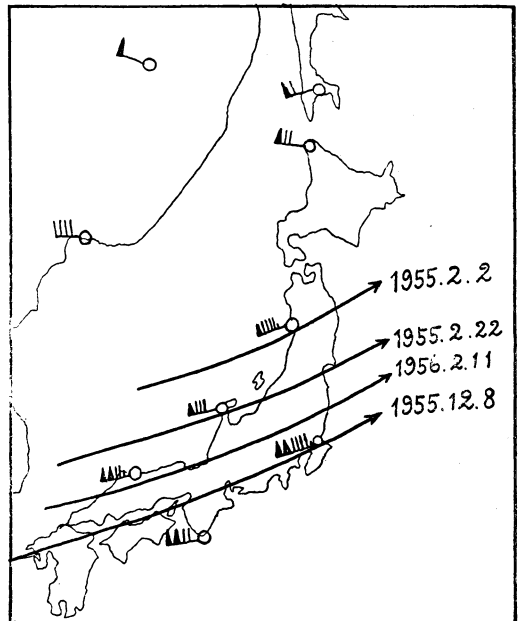


第4図 上空大気の放射能物質垂直分布

おわりに、この観測の実施について、あらゆる面で御協力御援助をいただいた中央気象台高層課の方々ならびに高層気象台の方々に厚く御礼申上げる次第である。

附 記 (ジェット流と対比させて)

石井先生の手稿を編集していて、圏界面のところで放射能のピークが現われていたり、現われなかったりするものが、ジェット流の位置と何等かの関係があるのではない



第5図 1955年12月8日12Iの300mb高層天気図 矢線はジェット流の位置

* λ の値は γ 線のエネルギーによって変るがこの際は平均0.7MeVとした。

かと考え、中央气象台予報課作成の 500mb および 300mb 高層天気図で検討してみた。その結果は第 5 図に示すように、面白そうな結果が出ているので、ここに附記して大方の本格的な御検討を期待したい。

第 4 図と第 5 図を一緒に見ていただきたい。第 5 図は 1955 年 12 月 8 日 12 時 (L. M. T) の 300mb 実測風と、放射能観測日のジェット流の大体の位置を示したものである (矢線)。12 月 8 日は館野附近をジェットが通っており、その時の放射能は 12 km 上層に綺麗なピークが現われている。その外の日の放射能分布とジェット流との関係についても、ある程度は説明ができそうである。

ジェット流が観測地点から最も離れた 2 月 2 日はフラットな分布を示しており、東西南部をジェット流が吹いている 2 月 22 日は、10~12km のところにわずかながら 2 日のそれより増加がみられる。1956 年 2 月 11 日の放射能観測結果は図示されていないが、8 km の処で受信不能になった観測がある。その分布曲線は 8 km のところで急増している形になっている。その時のジェット流は

関東北部を通っている。

ジェット流のところは、モーメントなどの集積されるところであり、放射能塵がこれに集まっているということは重要な意味を持つ。これまでは、火山爆発によって上空に運ばれた灰塵が地球全体に一樣に拡散して、日射を遮断し、その結果大循環を変えて凶冷を惹き起すとの説が強かったが、最も多くジェット流の所に集積され、ジェット流を通じて大循環に影響を与えているという機構を考える必要があるのではないだろうか。

ジェット流と地上で観測した放射能塵の間には、良い関係が見られないといっているが、ジェット流の下層には強いじょう乱が見られ、強く拡散されるために関係が不明瞭になるのであろう。

ジェット流がほとんど常に上空を吹流している日本は実験を北半球の何処でやっても絶えず放射能塵の直接の影響を受ける必然性を持っている。それがなくとも災害に悩まされているわれわれにとって、一大悲劇でなくてなんであろうか。
(奥田 穰)

「季節予報文献目録」

1844年~1955年にいたる季節予報関係の文献を項目別、時代別に集録し、
主な論文に簡単なアブストラクトを付してある。

項	目
1) 総合報告	7) 永年変化
2) Singularity	8) 天体との関係
3) 相関	9) 海洋との関係
4) 週期	10) 火山との関係
5) Synoptics	11) 季節予報の方法 (類似法 汎天候を含む)
6) 大循環 (熱経済を含む)	12) その他

印刷：上質紙による謄写印刷 (長期保存可能) で大体 250 頁位

予 定 価 格：大体 250 円~300 円 (予約金を含む 送料別)

配本予定期日：31 年 8 月中旬

(学会事務が輻輳しているため、配本予定期日が大部おくれて表記頃となります)

◎予約部数以外は印刷いたしませんので、後からの申込みには応じかねます。

まだ御申込みのない方はなるべく早く申込んで下さい。

◎希望者は予約金 100 円をそえ日本気象学会宛御申込み下さい。

編 集 気象研究所予報研究室竹平町分室
発 行 日 本 気 象 学 会