

自然放射性物質に対する濾紙の捕集効率*

朝 来 野 国 彦**

要旨: 大気中に浮遊している自然放射性物質に対する濾紙の捕集効率を測定した。Rn 生成物を用いた放射性エアロゾルに対する効率と、Pollak aerosol counter を用いたエアロゾルに対する効率を測定した。その結果メンブレン濾紙 (Millipore AA) はエアロゾルに対して、面速度に関係なく 100%、セルローズ濾紙 (東洋 No. 5A) は面速度と共に増加するが、100cm/sec で約70%となり飽和することがわかった。また、エアロゾルに附着していない極微粒の放射性物質に対しては、メンブレン濾紙でも面速度によって変動し、30cm/sec 近傍で最大効率を示すことがわかった。

1. 緒言

濾紙の捕集効率についてはいくつか報告されているが¹⁻³⁾、その結果は必ずしも一致していない。人工的な粒子に対する結果から見て粒子の物質によってかなり変動すると考えられる。したがって目的とする粒子に対する効率を知ることが必要となって来る。本報では大気中の自然放射能測定の立場から、大気エアロゾルについて検討した。大気中の自然放射能は主として Rn, Tn とその生成物であることが知られている。しかし、定量的には Rn とその生成物について考えればよい。大気中の Rn は重い金属の同位元素を生成していくが、これ等は比較的短時間でエアロゾルに附着し放射性エアロゾルとなる⁴⁾。最初の生成物である RaA(PO-218) はフリーアトムの状態でも存在している。したがって捕集効率は放射性エアロゾルとフリーアトムの状態の生成物について別に考える必要がある。この放射性エアロゾルに対する結果は当然非放射性エアロゾルに対しても適応できる。ここでは実用的な面も考慮してメンブレン濾紙として Millipore AA (孔径 0.8μ)、セルローズ濾紙として東洋 No. 5A を選び検討した。

2. 実験

(1) 装置

(a) Pollak aerosol counter

エアロゾル濃度の測定は Pollak 等によって開発された測定器によった。本体は直径 3.0cm 高さ 60cm の円筒で内壁に湿した黒色の濾紙をはっている。上部に光源を置きレンズを通して底部にその光束を受ける cds 照度計を備えている。エアロゾルを含んだ試料空気は断熱膨

脹による過飽和状態にするとエアロゾルを核として霧を結ぶ。あらかじめ校正した光束の減衰とエアロゾル濃度との関係を用いて測定する。断熱膨脹比を増加するとイオンを核として霧を結ばせることもできる。

(b) 放射性エアロゾル捕集装置

Fig. 1 に示してある様に、Rn 発生用 500cc キュリー瓶、1 立方メートル塩化ビニール製貯溜槽、流量計、ポンプから構成されている。キュリー瓶には 200cc の HCl に溶解した $0.1\mu\text{c}$ の Ra-226 を封入してある。Rn は約 15日 で Ra-226 と放射平衡に達するので、適当な時間放置した後通気し貯溜槽へ導いた。貯溜槽にエアロゾルを含んだ空気と共に封入した Rn ガスは、生成物が放射平衡に達するまで放置した。また静電気の影響をなくすため、内壁に Al 箔を貼って接地した。この測定では流量計の精度が問題となるので特に注意し、ポンプの排気口に接続し圧力による誤差を防いだ。

貯溜槽と濾紙とは $10\text{mm}\phi$ のゴム管で接続した。

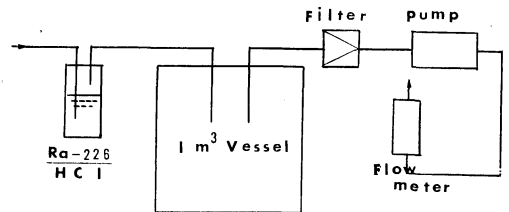


Fig. 1. 実験系統図

(2) 測定

Pollak aerosol counter を用いたエアロゾル濃度測定による効率の決定は、次によった。濾紙を通す前のエアロゾル濃度を N_0 、濾紙を通過したエアロゾル濃度を N_f とすれば、捕集効率は $\eta = 1 - N_f/N_0$ によって求められる。測定は比較的エアロゾル濃度の変動が少ない状態を選び野外でおこなった。

* Collection Efficiency of Fieter Paper for Natural Radioactivity

** K. Asakuno 東京都立アイトーブ総合研究所
—1966年5月25日受理, 1966年9月8日改稿受理—

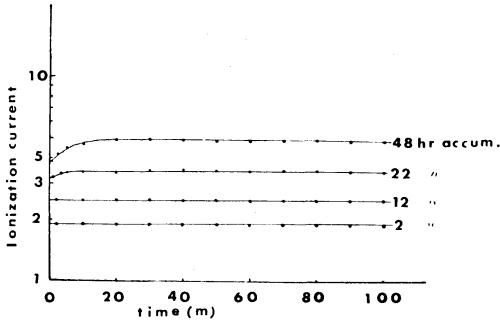


Fig. 2. 貯溜時間と放射平衡の変化

放射性エアロゾルに対する捕集効率の決定は濾紙面上の放射能を測定しておこなった。Pollak counter の結果から Millipore AA はエアロゾルに附着した生成物については、面速度に関係なく100% 捕集できると考えられるので、No. 5A の捕集効率は各面速度について AA との相対値から求めることができる。

測定は1立方メートルの貯溜槽に封入した試料についておこなった。Rn は理論的には約2時間半で RaC' までの短寿命の生成物と放射平衡に達するが、実際には貯溜槽内の試料の放射平衡度は電離箱を用いて確認した。電離電流は α 放射能について考えればよいので、時間 t に於ける電離電流は $I(t) = I \cdot Rn(t) + I \cdot RaA(t) + I \cdot RaC'(t)$ となる。したがって、もし放射平衡に達していれば $I(t) = \text{const}$ となる。Fig. 2 に示した様に、Rn とエアロゾルを貯溜槽に封入後約2時間から12時間まではほぼ放射平衡を保つことがわかる。しかし、エアロゾルの粒径分布は放射平衡とは異なっており、濃度測定から検討して封入後4時間程度が乱れを無視できる限度と考えられる。したがって、実験は貯溜槽封入後2時間後から2時間おこなった。各面速度ごとに AA, No. 5A についてそれぞれ2分間捕集し、1分後から1分間 α 線を ZnS シンチレーションカウンターで、さらに1分後から2分間 β 線を G.M カウンターで測定した。

3. 結果と検討

Pollak counter を用いた測定結果を Fig. 3 に示した。Millipore AA では面速度に関係なく100% 捕集し、東洋 No. 5A では面速度と共に増加し 100cm/sec で70% 捕集することがわかった。

次に Fig. 4 に放射性エアロゾルに対する No. 5A の効率を AA との相対値で示した。 β 線の結果は Pollak counter とほぼ一致しているが、 α 線の結果はかなり低い値を示している。これはセルローズ濾紙である No.

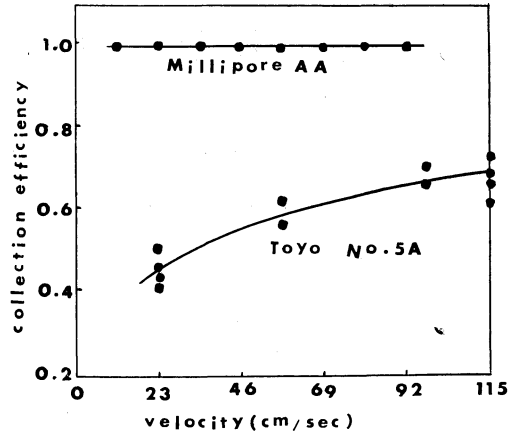


Fig. 3. Pollak aerorol counter による捕集効率

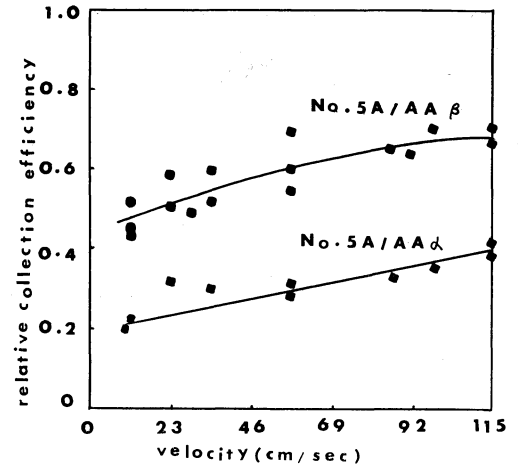


Fig. 4. 放射性エアロゾルに対する No. 5A の相対捕集効率

5A の場合中心部に捕集された成分の吸収による α 線の減衰に起因すると思われる。したがって、 α 線で測定する場合はかなり低い値となり見かけ上の効率は 100 cm/sec で約38%となる。 α 線、 β 線それぞれの野外測定の結果を Table. 1 に示したが、放射性エアロゾルの結果とはほぼ一致している。

Table. 1 野外測定による効率比

	測定日	Millipore AA (c.p.m)	東洋 No. 5A (c.p.m)	相対捕集効率 (5A/AA)
β	66. 2.10	58.6	34.3	0.534
	66. 2.28	62.5	31.3	0.548
α	65.10.27	16.1	4.8	0.298
	65.10.28	26.7	10.7	0.401

捕集面速度: 60cm/sec, 測定場所: 東京

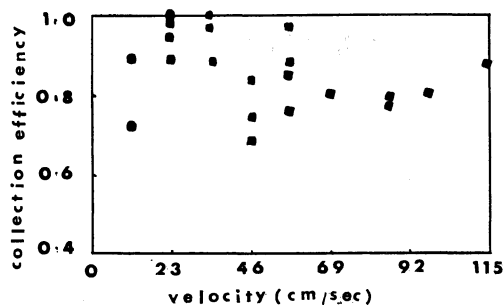


Fig. 5. 放射性エアロゾルに対する Millipore AA の捕集効率の面速度による変動

Fig. 5 は AA に放射性エアロゾルを捕集した場合の比放射能の面速度による変動を示した。縦軸は同一濃度の試料についておこなった測定を最高値で規格化した値である。面速度によってかなり変動し、中間点に最高値が見られ Fig. 3 の結果と一致しない。これから、AA の測定では気体フリーアトム成分を捕集していることが考えられる。フリーアトムは AA の孔径 (0.8 μ) よりはるかに小さく、主として拡散運動によって捕集されるので、最高値が面速度の低い点に見られることからこの考え方は説明できる。ここでは測定例が少なく定量的に充分な検討はできないが、フリーアトム成分まで含めた捕集を考える場合、AA では面速度の低い点 (20~30 cm/sec) で効率が高くなることわかる。また AA を面速度に関係なく標準にとつて算出した放射性エアロゾル

に対する No. 5A の相対捕集率が Pollak counter の結果とはば一致しているのは Fig. 5 からは説明できない。これは Pollak aerol counter の測定感度と放射性エアロゾルに対する測定誤差によると考えられる。

新しく生成された放射性物質がエアロゾルに附着するのは、数秒から数十秒と言われているので Rn 生成物を捕集測定する場合には一応フリーアトム成分も考える必要がある。しかし Fall out 等を対象とする場合はまったく考える必要がない。今後はフリーアトムに対する捕集機構を検討していくつもりである。最後に、本実験を行なうにあたり御指導いただいた都立アイソトープ研究所篠崎化学部長、気象研究所応用気象部矢野室長に感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) Dawson, K.B. 1952: Radioactive material in the atmosphere. Brit. J. can. 6, 22-31.
- 2) Lindenken, C.L. 1963: Colletion efficiency of whatman 41 Filter paper for submicron Aerosols. Health Physics, 9, 305-308.
- 3) 吉田芳和他, 1966: 各種濾紙の放射性塵埃による性能比較, 第3回理工学における同位元素研究発表会要旨集, 55.
- 4) 朝来野国彦, 1966: ラドン生成物を用いたエアロゾル粒度分布の測定. Tokyo Metropolitan Isotope Research Center Ann, Report, 4, 61-66.

群馬県に影響した台風による人的被害

毎年台風シーズンになると、年中行事のように死者○人、行方不明○人と被害が報じられる。しかし、果して気象災害による人的被害のうち、台風によるものはどの位を占めるものか、群馬県について調べてみた。調査対象とした期間は、1946年9月から1965年9月までの20年間である。

	死者	行方不明	負傷者	計
台 風	667 (592)	139 (107)	1407 (1231)	2213 (1930)
雷 雨	14	1	18	33
強 風	9	—	254	263
大 雨	1	1	4	6
火山の爆発	1	—	6	7

低気圧	—	12	9	21
地震	—	—	1	1
	692	153	1699	2544

さらに台風の内訳をみると () 内に記入した数字がカスリーン台風によるもので、多少なりとも人的被害の起った台風は全部で12個あった。このうち、大被害を起したカスリーン台風、あるいはキティ台風は、いずれもいわゆる山津波による被害である点が、注目される。

なお、このような場合を除くと、増水を見に行つたとか、通行中に増水した川に落ちたとか、あるいは魚とりをしていたとか、流木をひろいに行つて流されたとかいふ全くの不注意による死者が過半数を占めていることは、予想外の事実であった。野沢定雄 (上毛新聞社)