

論文

ラドンに由来するバックグラウンド計数の低減と安定化 —液体シンチレーションカウンタにおける—

佐 竹 洋*・松 山 政 夫**

*富山大学理学部地球科学教室

〒930 富山市五福3190

**富山大学トリチウム科学センター

〒930 富山市五福3190

Reduction and stabilization of the radon-induced background count rate of a liquid scintillation counter

Hiroshi SATAKE*, Masao MATSUYAMA**

*Department of Earth Sciences, Toyama University, Gofuku 3190, Japan.

**Tritium Research Center, Toyama University, Gofuku 3190, Japan

(Received December 24, 1983)

Abstract

The ^3H channel background count rate of a liquid scintillation counter in Tritium Research Center, Toyama Univ. showed a daily fluctuation due to adsorption of radon and/or its daughter elements on a vial surface. To reduce and stabilize the background count rate, the following experiment was performed.

Three background samples which were emulsion scintillators in 20ml Teflon vials, two being covered with polystyrene cups, were measured for the ^3H channel count rate. The count rate of the non-insulated sample increased from 2 to 5 cpm and those of the two insulated samples were each about 1.5 cpm less. This suggests that the vial coverage considerably reduce the background count rate.

Background samples (D, E, F) having the same count rate were measured under different conditions (D: non-insulated, E: insulated by polystyrene cup, F: insulated by polystyrene cup and sponge rubber). The averaged count rate and standard deviation ($\pm 2s$) of samples D, E and F were 2.71 ± 0.88 , 1.98 ± 0.49 , 1.96 ± 0.33

respectively. Thus, the insulation of a vial from Rn and its daughter elements in room air caused the background count rate to be reduced and stabilized.

緒 言

自然環境中の放射能の測定など、低レベルでの放射線計測の場合には、バックグラウンド計数が低く、かつ安定している事が必要である。近年、新しい建築資材として、石膏ボードやロックウール等が広く用いられるようになったが、これらの資材には、多量のラジウムが含まれている事が多い¹⁾。これらの建築資材やコンクリート中のラジウムから生ずる ^{222}Rn やその娘核種が、低レベルの放射線計測の際に大きな障害となる事が、各方面から指摘されている²⁾。富山大学トリチウム科学センターも例外ではない。

富山大学トリチウム科学センターでは、天井にすべて石膏ボードを使用するなど、多量の新建材が使用されている。その管理区域内に設置された液体シンチレーションカウンター (LSC) には、 ^3H チャネルにおけるバックグラウンド計数が昼間低く夜間高いという、管理区域の換気の運転・停止のサイクルと一致する日変化がある事が、佐竹³⁾によって見出されている。このバックグラウンド計数の変動は、100ml テフロンバイラル (乳化シンチレータ 60ml + 水 40ml) の場合、6 から 12cpm までと、2 倍にも達する大きなものである。バックグラウンド計数が大きく変動する状況のもとでは、天然レベルトリチウムを電解濃縮せずに直接測定しても、十分に正確な測定値を得ることは出来ない。また、電解濃縮資料の場合にも好ましいものではない。管理区域の換気を昼夜連続運転した場合、バックグラウンド計数は安定するが³⁾、多額の費用が必要となる。

今回、このバックグラウンド計数の変動の起るメカニズム—換気の運転・停止に伴って増減する室内空気中のラドンやその娘核種が、LSCの試料交換装置に侵入し、そこでバイラルに吸着され、測定室に持ち込まれてカウントされる³⁾—に注目し、試料交換装置上のバイラルを市販のスチロールカップにより覆い、外部の空気との接触を断つ事により、バックグラウンド計数を安定化させる方法を考案した。その結果について報告する。

実 験

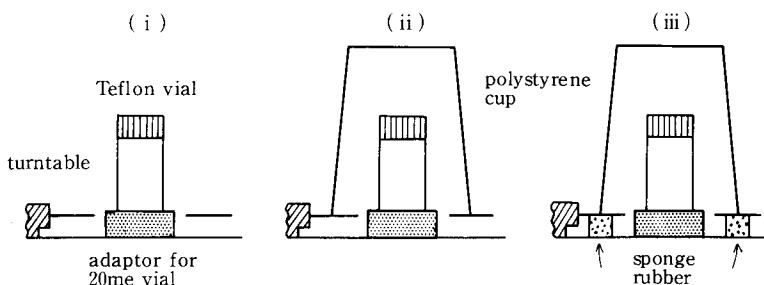


Fig. 1 Schema of sample insulation.

本研究は、低バックグラウンド液体シンチレーションカウンター（アロカ、L S C - L B 1）を用いて行なわれた。バックグラウンド計測用試料として、20mℓ テフロンバイアルに乳化シンチレータ（Instagel）11mℓ と蒸留水（³H 濃度、3.2 pci/ℓ）9 mℓ を入れ、ゲル状としたものを用いた。このバックグラウンド試料の処方は、佐竹ら⁴⁾によって、天然レベトリウム測定に用いられているものと同じである。バックグラウンド試料3本を、L S C のターンテーブル式自動試料交換装置上に並べ、サイクルモードで、各試料の計数を1回ずつ順番に繰り返した。計数時間は50分である。

結果と考察

スチロールカップを用いてバイアルを周囲の空気から遮蔽する事による、バックグラウンド計数の変化の有無を検討するため、試料A、B、Cの計測を行った。試料Aは Fig. 1 - i のように遮蔽されていないが、試料B、Cは Fig. 1 - ii のように、市販のスチロールカップによって遮蔽されている。³H チャネルにおける計数結果を、Fig. 2 に示した。土曜日の夕方から月曜日の昼までの期間について見ると、遮蔽されていない試料A（白四角）は、換気の停止した土曜日の夕方から計数値が増加し始め、日曜日の午後には一定に達した後、月曜日の朝、換気の開始と共に急激に減少した。この間に計数値は2から5cpmまで変動した。一方、スチロールカップで遮蔽された試料B、Cは土曜日の夕方から月曜日の朝までの間、計数値が2から4cpmまでほぼ単調に増加した。そして月曜日の朝、2cpmに低下した。この間、試料B、Cの計数値はほぼ一致しており、また試料Aの値に比べ、約1.5cpm系統的に低くなっている。

月曜日の午後、試料Bのスチロールカップを取り去り、新たに試料Aに取り付けて、計測を続行した。試料Aの遮蔽後の計数値（黒四角）は、試料Cとほぼ同一となった。これ

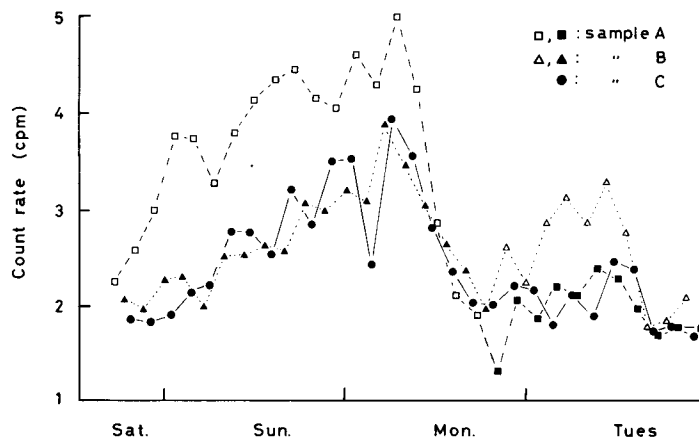


Fig. 2 Variations in the count rate of background samples A, B and C. Solid symbol represents the count rate under the condition of insulation.

とは対照的に、今まで試料Cと同じ計数値を示した試料Bは、スチロールカップを取り去った後、計数値が2から3cpmの間を変動する日変化を示し(白三角)、試料Cとは大きく異なるようになった。

この一連の結果から、各試料のバックグラウンド計数値の違いは、試料個々の持つバックグラウンド値に基づくものではなく、バイアルの遮蔽の有無によって生じた、ラドンとその娘核種の吸着量の差によるものである事は明らかであろう。バイアルをスチロールカップで覆うという簡単な遮蔽を施すだけで、計数値は1.5cpmも低下した。しかし、Fig. 1-i-iiの状態の遮蔽では不十分である事も、日曜日の計数結果から明らかである。Fig. 1-i-iiの場合、バイアルはスチロールカップによって覆われているが、空気中のラドンやその娘核種はターンテーブルの下を通過して、カップの内部に侵入する事が可能である。そこで、Fig. 1-iiiのように、ターンテーブル下面にスポンジテープを貼りつけ、下側からの侵入を防止する事を試みた。

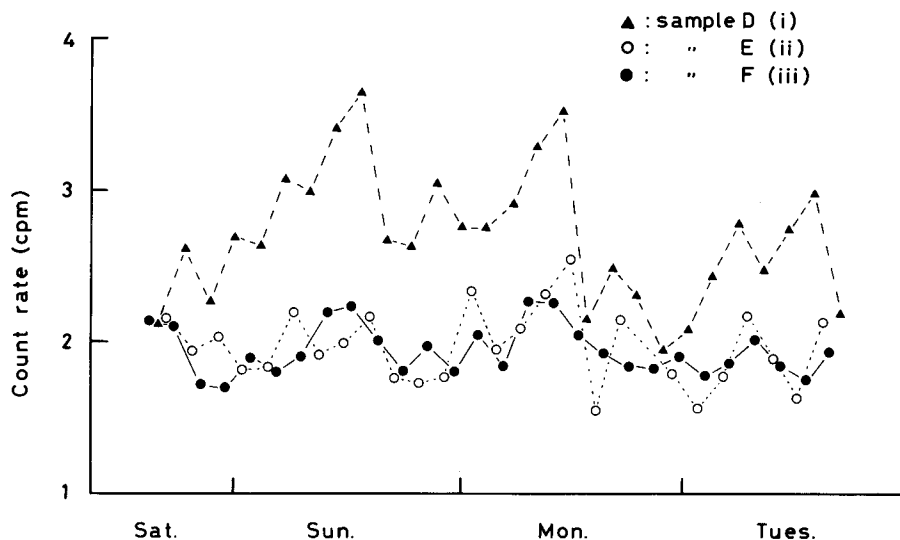


Fig. 3 Variations in the count rate of background samples D, E and F.

同一のバックグラウンド計数値を持つ試料D, E, F (Fig. 1-i-iiの状態)で1.9~2.1cpmを、それぞれ、(i), (ii), (iii)の状態計測した結果が、Fig. 3である。この図から、遮蔽のない試料Dは、計数値が2から3.7cpmまでと、一日周期で大きく変動していることがわかる*。一方、E(ii)とF(iii)の計数値は、2cpmを前後しており、Dと比較した場合、計数値の変動は小さい。しかし、このEとFを更に比較してみると、Fの計数値(1.7~2.3cpm)はEの計数値(1.6~2.6cpm)よりも、さらに変動が小さく安定している事が認められる。試料D, E, Fのバックグラウンド計数値(平均値)および標本標準偏

*この測定期間中の日曜日には、昼間の換気が行なわれた。

Table 1 Count rate of background samples

Sample	Count Rate (cpm)	$\pm 2s$
D (i)	2.71	0.88
E (ii)	1.98	0.49
F (iii)	1.96	0.33

差 ($\pm 2s$) を Table 1 に示した。試料D(i)とF(iii)の間では計数値が2.71から1.96へと0.75cpmも低下し、標準偏差も、0.88から0.33へと大幅に改善された。試料E(ii)とF(iii)の間でも、標準偏差は、0.49から0.33へと約5割も改善された。数値の上からも、バックグラウンド計数の改善は明らかである。

以上の結果から、バイアルを遮蔽し、外気との接触を極力断つ事によって、バックグラウンド計数は大幅に低下し、かつ安定化する事が判明した。この方法は窒素パージや、テフロンバイアルに静電気防止剤を塗布するといった、他の方法に比べて簡便であり、実用価値も高い。

文 献

- 1) 黒澤龍平, Isotope News, No. 328, 9 (1981)
- 2) 池辺幸正, 飯田孝夫, 下 道国, 関 昭男, 中田 啓, 吉田 守, 保建物理, **17**, 157(1982)
- 3) 佐竹 洋, Radioisotopes, **32**, 113 (1983)
- 4) 佐竹 洋, 向井利明, 水谷義彦, 富山大学トリチウム科学センター研究報告, **3**, 45(1984)