主任者 コーナー

年次大会ポスター発表から(4)

表面汚染拭き取り用シートが液体シンチレーション カウンタの計数値に与える影響について

阿部 利明. 馬田 敏幸

1. はじめに

間接測定法では、表面汚染の検査に拭き取り 検査用ろ紙(以下"スミアろ紙"という。)を 用いるが、複雑な曲面等では拭き取りにくいこ とがあり、その際には紙ワイパーなどを用いる と、スミアろ紙より容易に拭き取れる場合があ る。そこで、表面汚染を拭き取る材料として数 種類の紙製のシート(以下"拭き取り用シート"という。)を想定し、これを液体シンチーションカウテル(以下"液シン"という。)に入れ、液体シンチレーションカウンタ(以下 "液シンカウンタ"という。)で測定した際の計 数値に与える影響を調査した。また、拭き取り た汚染の液シンへの溶出率や、拭き取り効率も はた汚染の液シンへの溶出率や、拭き取り効率も に、表面汚染検査の際の有効性も検討した。

2. 方法

2.1 調査対象

拭き取り用シート (カッコ内に大きさを示す。) として,ティッシュペーパー2種類 (A: 100 mm×71 mm, B: 100 mm×81 mm),ペーパータオル (60 mm×61 mm),紙ワイパー (日本製紙クレシア(株)製,キムワイプ S-200,100 mm×80 mm),ポリエチレンろ紙 ((株)千代田テクノル製,50 mm×27 mm)を,スミアろ紙として杓子型 (円形部 25 mm ϕ ,東洋濾紙

(株)製) を調査対象した。なお、拭き取り用シート1枚の大きさは、スミアろ紙の円形部と同じ重量 (0.18g) となる大きさとした。

2.2 液シンカウンタ、液シン及び放射性同位元素

液シンカウンタは Packard 社 (現 PerkinElmer Inc.) 製 2900TR を用い、測定エネルギー範囲を 3 H は $0\sim18.5$ keV、 14 C と 偽 計 数 は $0\sim156$ keV とした。液シンはクリアゾル II (ナカライテスク(株)製)を用いた。また、放射性同位元素は、 14 C (Butanol)及び 3 H (Dexamethasone)を用いた。

2.3 偽計数の発生状況

拭き取り用シート又はスミアろ紙(以下"拭き取り用シート等"という。)を液シンに浸した際の,偽計数の発生状況を調べた。液シンを18 ml入れたバイアルビンに,拭き取り用シート等を4枚入れ,計数率の変化を経時的に測定した。

2.4 拭き取り用シート等が液シンの計数値 に与える影響

 3 H 又は 14 C を添加した液シン 18 mL に, 拭き取り用シート等を $1\sim4$ 枚順次浸し, それぞれの枚数における計数値を測定した(浸した状態は図 1 参照)。試料数は各 5 個とした。

主任者 コーナー

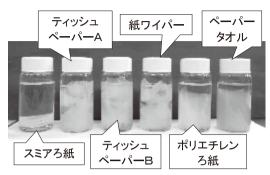


図1 拭き取り用シート等を浸した液シンサンプル

2.5 汚染が付着した拭き取り用シート等を液 シンへ浸した際の計数値の経時的変化

 3 H を滴下し 24 時間以上乾燥させた塩化ビニル製床タイルを、スミアろ紙と紙ワイパーで拭き取り、すぐに 18 mL の液シンを入れたバイアルビンに浸し、各試料の計数値の変化を経時的に測定した。試料数は各 3 個とした。拭き取りは、塩化ビニル製床タイルを上皿天秤の上にのせ、 $1.0\sim1.5$ kg の E^{11} を掛けながら図 2 に示す方法で行った。

2.6 拭き取り効率

スミアろ紙と紙ワイパーを用い,前述の2.5 で示した方法で拭き取り,測定した。拭き取り効率は,塩化ビニル製床タイルの汚染スポットの部分を切り取り,液シンに浸して24時間以上経過後に測定した値を1として求めた。試料数は各6個とした。

3. 結果及び考察

3.1 偽計数の発生状況

液シンカウンタで拭き取り用シート等を測定した際の、計数率の経時的変化を図3に示す。 結果は、拭き取り用シートはスミアろ紙より多くの偽計数が発生すること、及び液シンに浸した直後が特に偽計数が多いことが確かめられた。このため、拭き取り用シートの測定は、試

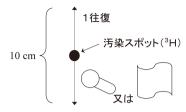


図2 拭き取り用シート等による汚染の拭き取り方法

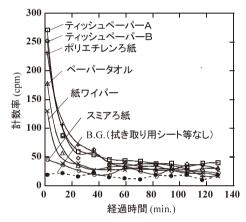


図3 拭き取り用シート等を液シンに浸した際の計数率 (偽計数) の経時的変化

料作成後少なくとも 60 分 (バックグラウンド (B.G.) の 2 倍程度まで減衰する時間²⁾) 以上経過してから行うのが望ましいといえる。なお、この偽計数は 30 分程度で大部分が減少していること²⁾ や、減少した計数が低エネルギー領域 (2 keV 以下) にあることなどから³⁾ ケミルミネッセンスによるものと考えられる。

3.2 拭き取り用シート等が液シンの計数値 に与える影響

液シンで拭き取り用シート等を測定した際の、枚数と計数値の関係を図4及び図5に示す。なお、値は拭き取り用シート等を入れない場合の液シンの計数値を1とする相対値で表す。結果は、 3 Hでは図4に示すとおり、ペーパータオルを除き1、2枚程度では、拭き取り

主任者コーナー

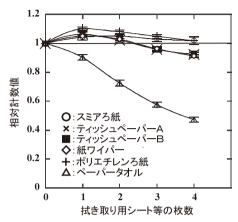


図4 液シンで拭き取り用シート等を測定した際の枚数 と計数値の関係(³H)

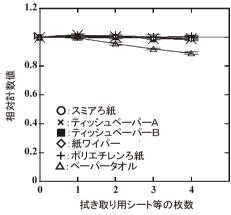


図 5 液シンで拭き取り用シート等を測定した際の枚数 と計数値の関係(¹⁴C)

用シート等を入れない場合と比較して、計数効率が若干上昇することが分かった。また、「4Cでは図5に示すとおり、ペーパータオルを除き計数効率がほとんど変化しないことも分かった。そのため、拭き取り用シート等が液シンの計数値に与える影響は、「4Cより 3Hの方が大きいといえる。そこで、その原因を調査するため、紙ワイパーを入れた液シンのスペクトルを測定した。その結果、「4Cでは図6に示すとお

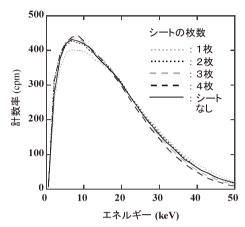


図 6 紙ワイパーでのスペクトルの推移(¹⁴C)

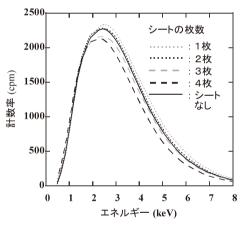


図7 紙ワイパーでのスペクトルの推移(³H)

りシートの枚数が増えて(又は減って)もスペクトルが低エネルギー(又は高エネルギー)側に移動するだけで、全体の計数値は変わらない。しかし、³Hでは図7に示すとおり、シートが1、2枚ではシートを入れない場合よりスペクトルが大きくなり、逆に3、4枚では小さくなることが分かった。なお、このようなスペクトルの推移はクエンチングによるスペクトルの推移と似ている³⁾と考えられる。

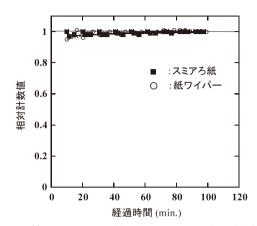


図 8 拭き取り用シート等を液シンに浸した際の計数値 の経時的変化 (^{3}H)

3.3 汚染が付着した拭き取り用シート等を液シンへ浸した際の計数値の経時的変化

³H の汚染を拭き取ったスミアろ紙や紙ワイパーを液シンに浸した際の、各試料の計数値の経時的変化を図8に示す。なお、値は100時間経過後の計数値を1とする相対値で表す。結果は、液シンに浸して10分程度で、両試料とも100時間経過後の計数値とあまり変わらない値となった。また、スミアろ紙や紙ワイパーを取り出した後の計数値は、これらの試料に吸い取られた液シンの量を考慮すると、取り出す前とほとんど変わらなかった。これらのことから、付着した³H は、10分後には大部分が液シン内に溶出したと考えられる。

3.4 拭き取り効率

拭き取り効率は、表1に示すとおりスミアろ 紙と紙ワイパーとの間に差がないことが確認で きた。

表1 塩化ビニル製床タイル上のスポット状 汚染に対する拭き取り効率の比較

拭き取り用シート等の種類	拭き取り効率
スミアろ紙	0.34 ± 0.05
紙ワイパー	$\textbf{0.32} \pm \textbf{0.07}$

4. まとめ

³Hの測定の際に、ティッシュペーパーや紙ワイパー(キムワイプ)などの薄手の物で、100 mm×80 mm のシートが 2 枚程度であれば、液シンに浸しても計数効率が下がらないが、ペーパータオルなどの厚手の物は計数効率を下げることが明らかとなった。また、紙ワイパー(キムワイプ)はスミアろ紙と比較して、液シンに浸した際の計数効率、液シンへの溶出率及び拭き取り効率に大きな差は認められなかったため、スミアろ紙と同様に、液シンカウンタによる表面汚染の検査に利用できると考えられる。特に、表面が滑らかであっても曲がっているものや、指が入らない狭い箇所の汚染検査には有効だと考えられる。

参考文献

- 1) 杉浦紳之,平純一,竹中圭介,山中和夫,菅井研自,小佐古敏荘,表面汚染密度測定におけるスミア法のふき取り効率に影響する要因分析,保健物理,42(3),214-20(2007)
- 2) 石河寛昭, 液体シンチレーション測定法, pp.142-144, 南山堂, 東京(1981)
- 3) Michael, J.K., Liquid Scintillation Analysis Science and Technology, pp2·18–2·22, Packard Instrument Co., Inc, U.S.A. (1989)

(産業医科大学アイソトープ研究センター)