液体シンチレーション測定用小型バイアルの性能の検討†

青木勝己, 川上正也

北里大学医学部

228 神奈川県相模原市麻溝台 1

1977年11月21日受理

1. はじめに

液体シンチレーション測定にともなう、シンチレーター廃液が多量に出され、年々蓄積され、使用済シンチレーター廃液に関して大きな問題となっている。

廃棄の方法が、いくつか検討されているが、その一つの解決法として、少量のシンチレーター量で測定することのできるミニバイアルを使用する方法がある。その実用についての紹介^{1),2)}もあるが、今回、われわれは、入手したミニバイアルと従来使用されていた標準バイアルの性能について、ややくわしく、比較検討したので、ここに報告する。

2. バイアルとホルダーの組合わせ

入手したバイアルとホルダーの大きさなどを Table 1 に示した。試料を入れ、測定するときの組合わせを、

Table 1 Characteristic and combinations of vial and holder

Maker	Name	Material	Diameter (mm)	Maximal volume(ml)	Weight (g)	Combination
Wheaton Sci.	Standard vial	Glass	24	20	16.8	I
Rochester Sci.	Semi-mini-vial	"	18	10	8.2	II
"	Vial-holder	Polyethylene	22	—	9.3	III
"	Mini-vial	Glass	13	5	5.3	IV
"	Vial-holder	"	24	—	11.5	V
Wheaton Sci.	Vial	Polyethylene	23	20	6.8	VI
"	Mini-vial	Glass	14	7	8.0	
"	"	Polyethylene	15	7	4.0	
"	Vial-holder	Glass	24	—	11.1

Fig. 1 Relation between scintillator volume and counting efficiency.

I ~ VI の記号で表した。たとえば、II は、Rochester Scientific 製10ml ガラスバイアル (中型バイアル) と、それに合わせて作られたポリエチレン製バイアルホル

ダー (直径22mm) とを組み合わせたものである。また、使用した標識化合物は、³H-thymidine で、液体シンチレーションカウンターは MARK II (Searle Analytic) である。シンチレーターとしては、液体サンプルの測定用には、トルエン系シンチレーター (トルエン 1*l*, DPO 4 g, POPOP 0.1 g, 2:トリトン X-100 1) を、また、フィルターに固定したサンプルの測定には、トリトン X-100 を含まないものを使用した。フィルターとしては、ミリポアフィルター HAWP 01300 を用いた。

3. 最適シンチレーター量の決定

液体シンチレーションカウンターによる測定にさいして、シンチレーターの量により、計数効率が変化す

† Examination on the Qualities of Mini-Vials for Liquid-Scintillation Counting. Katsumi AOKI and Masaya KAWAKAMI: School of Medicine, Kitasato University, 1, Asamizodai, Sagamihara, Kanagawa 228.

る。

各バイアルに、 $0.016\mu\text{Ci}$ (液量 $20\mu\text{l}$, $0.8\mu\text{Ci/ml}$) を入れ、種々量のシンチレーターを加え、その計数効率を測定した (Fig. 1)。最適シンチレーター量は、標準ガラス製およびポリエチレン製バイアル (I, IV) で $12\sim 14\text{ml}$ 、中型ガラスバイアル (II) で $5\sim 7\text{ml}$ 、小型ガラスバイアル (III) で $3\sim 4\text{ml}$ 、小型ガラスおよびポリエチレンバイアル (V, VI) では、 $4\sim 5\text{ml}$ 付近であった。これらの液量は、いずれも各バイアルの最大容積の約70%前後であった。

小型ガラスおよびポリバイアル (V, VI) に、 $4\sim 5\text{ml}$ のシンチレーターを入れたときの計数効率は、従来使用されている標準ガラスバイアル (I) に、 $10\sim 14\text{ml}$ を入れて使用したときの効率に十分匹敵し、小型ガラスバイアル (III) に、 3ml のシンチレーターを入れた場合にも、I の約90%前後の効率を得られた。これに対し、中型ガラスバイアル (II) では、最適シンチレーター量でも、I の4/5の効率しかえられず、標準ガラスバイアル (I) での効率よりも劣っていた。これは、厚さ 3mm のポリエチレン製ホルダーを使用しているためと考えられる。

以下の実験では、I には 10ml 、II に 6ml 、III に 4ml 、IV に 10ml 、V に 4ml 、VI に 5ml のシンチレーター量を入れて測定した。

このとき、容器底から液面までの高さは、それぞれ $22, 27, 32, 30, 37\text{mm}$ となり、BGは、 $24.3, 12.7, 40.2, 27.3, 21.3, 16.0\text{cpm}$ であった。

4. クエンチングの問題

各バイアルに、 $0.016\mu\text{Ci}$ (液量 $20\mu\text{l}$, $0.8\mu\text{Ci/ml}$) を入れ、エネルギースペクトルを測定した (Fig. 2)。

各バイアルで測定したスペクトルには、多少の差はあるが、ほぼ同じであった。ただし、中型ガラスバイアル (III) では、エネルギースペクトルのピークのずれがみとめられた。また、各バイアルについてアセトンをクエンチャーとして、クエンチング補正曲線を表した (Fig. 3)。標準ポリバイアル (IV) および小型ポリバイアル (VI) で、外部標準線源比率法により測定した曲線は、標準ガラスバイアル (I) を使用した曲線とやや異なっていたが、これ以外は、すべて、類似のクエンチング補正曲線がえられ、従来の標準ガラスバイアル (I) の補正曲線と大差がなかった。

5. Geometrical difference の検討

小型ガラスバイアル (III) をホルダーに入れた場合、

Fig. 2 Energy spectra of ^3H .

Fig. 3 Correction curve for ^3H labeled sample in each vial.

Table 2 Variation of count due to geometrical difference of combination III

Shift	Right P	Forward P	Left P	Backward P

cpm	6562.9 ±64.0	6589 ±59.3	6594.0 ±26.0	6593.2 ±57.3
Analysis of variance	F value 0.49 F ₀₅ (3.30)=2.92 F ₀₁ (3.30)=4.51			

P: photomultiplier

バイアルとホルダーの間に、すきまが生じ、若干傾いたまま測定されるおそれがある。このバイアルに、0.008 μ Ci (液量 10 μ l, 0.8 μ Ci/ml) と、4 ml のシンチレーターを入れて、バイアルをそのホルダーに、前後左右に傾かせ固定したまま、それぞれ、10回測定し、分散分析を行ったが、一定傾斜での測定誤差と、傾きを変えたときの誤差との間に、差はまったく見出せなかった (Table 2)。

Table 3 Comparison of counting in various vials by filter-trap method

Combination	Filter size ^{a)} (mm)	cpm	Relative efficiency (%)
I	25	1918±33	100
II	13	1814±30	94.6±2.2
III	13	2016±76	105.1±4.4
IV	25	1887±50	98.4±3.1
V	13	2080±26	108.4±2.3
VI	13	2104±59	109.7±3.6

6. フィルタートラップ法の検討

³H-leucine をラベルしたミエローマ細胞産生タンパ

クを、トリクロル酢酸で沈殿したのち、フィルターにトラップし、各バイアル型 (組合わせ) について、3つのサンプルを用意し、各サンプルを3回ずつ測定した値の平均と標準誤差および標準ガラスバイアル (I) のカウントを 100 としたときの各バイアルの効率 (相対効率) を計算した (Table 3)。各バイアルとも、効率は、同程度であり、その測定誤差も大きくなかった。

7. まとめ

液体シンチレーションカウンター用小型バイアルを、従来、使用されていた標準ガラスバイアル (I) を標準として、評価してみた。

- 1) 最適シンチレーター量は、中型ガラスバイアル (II) で、5~7 ml, 小型ガラスバイアル (III) で 3~4 ml, 小型ガラスおよびポリエチレンバイアル (V, VI) で 4~5 ml であった。
- 2) 最適シンチレーター量における計数効率を比較すると、厚壁のポリエチレンホルダーに入れた中型ガラスバイアル (II) の場合を除いて、これらの小型バイアル (III, V, VI) は、標準バイアル (I, IV) の計数効率に十分匹敵している。
- 3) エネルギースペクトル、クエンチング補正曲線とも、大きな差はみとめられず、標準バイアルでの測定条件で測定してもさしつかえないと考えられる。
- 4) フィルタートラップ法による測定において、計数および誤差には、標準および標準以外のバイアルとの間に、有意な差はみとめられなかった。

文 献

- 1) 草間慶一: 低カリガラス製ミニバイアルを用いた液体シンチレーション測定, *Isotope News*, No. 274, 19 (1977)
- 2) 松尾光芳: 液体シンチレーションカウンターのミニバイアル, *ibid.*, No. 268, 6 (1976)