

# ドータイト乳化シンチレータ カクテルの計数特性

高島 良正\* 百島 則幸\*\* 松岡 信明\*\*\*

## 1. 緒言

最近の液体シンチレーション測定技術の向上は、優れた測定機器の開発と合わせて、各種の優れたシンチレータの出現に負うところが多い。特に近年注目されるのは無極性溶媒のシンチレータに非イオン性表面活性剤を加え水溶液を完全な乳濁液として測定する方法で、一般には emulsion counting と呼ばれる方法である。この方法の利点はシンチレータ溶液が多量の水を含むことができるので、有機溶媒に不溶な水溶性放射性物質を効率よく測定できることである。特に高い含水率と計数効率を有するシンチレータ溶液を用いれば環境試料中に存在するトリチウムの測定が可能となる。

この種の乳化シンチレータは研究者が独自に調製して使用することもあるが、<sup>1-3)</sup>乳化剤にシンチレータを混合しそのまま使用できる市販の製品カクテルがある。市販の乳化シンチレータには Aquasol II (New England Nuclear社)、Insta-Gel (Packard社) 等があるが乳化剤の組成その他は公表されていない。国産の乳化シンチレータは市販されていなかったが、今回、同仁薬化学研究所で数種の乳化シンチレータが商品化を目的として調製されたので、その基礎的事項および実用性について検討を加えた。これらのシンチレータの一つはすでにドータイトシンチジール 500 として市販されるようになった。

## 2. 実験 I

同仁薬化学研究所で新しく調製された乳化シンチレータ 4 種類はすべてキシレン系で、第 1 次蛍光物質として DPO を使用し、キシレンと界面活性剤の混合比は 3 : 2 である。これらのカクテルのうち A、C は 2 次蛍光物質として POPOP、B、D は Bis-MSB を使用している。界面活性剤はすべて同じものを使用しているが、A B、C D は精製の度合が違っている。試料は 20 ml のガラスバイアルに放射能標準溶液 (トリチウム、あるいは炭素-14)、カルテル、水を加えて調製した。放射能測定はアロカ一低バックバラウンド液体シンチレーションカウンタ - LB - 1 を使用した。

### 2-1 試料調製後の経過時間と計数効率の関係

放射性物質を含む試料を乳化シンチレータと混合して調製後、測定までの放置時間は実験条件、試料の性質等でさまざまと考えられるが、少なくとも化学発光が消失するまでは冷暗所に保存する必要がある。通常化学発光は数時間で消失するが、その時間は試料中に含まれる化学物質に左右されることが多く、特に低レベルの放射能測定においては一晩程度冷暗所に

\*九州大学理学部教授、当協会常任理事

\*\*\*当協会 R I 課

\*\* 九州大学理学部

放置するのが望ましい。そこで本実験では各カクテルの混合後の放置時間と計数効率の関係を調べた。

## 2-2 計数効率と測定温度との関係

試料の測定温度を変えたときの計数効率を調べた。一般に乳化シンチレータはあまり温度が高くなると白濁して計測に適さなくなるが、通常は0°C~20°Cの温度範囲で測定されている。実験は5°C、10°C、14°C、20°Cについて行った。

## 2-3 塩を含んだ試料の計数効率

試料は実験の内容によってさまざまな塩を含む場合が考えられるが、ここでは代表的な塩として塩化ナトリウムを用いた。塩化ナトリウム飽和溶液の一定量を各試料に加え、計数効率の変化を調べた。試料の濃度は0.072Mであり、測定は14°Cで行った。

## 3. 結果と考察

各カクテルは、含水率15%以下では透明な溶液が得られ、含水率15~20%の場合振とう直後は一見均一なゲル状態を示すが30分程度経ると2層に分離してしまい測定に適さなくなる。それ以上の含水率では透明~半透明の安定したゲル状態を示し、含水率60%まで増加させてもゲル状態を示した。

試料調製後の時間経過による計数効率の変化をみるとカクテルA、Bは時間経過による計数効率変化はほとんど見られなかった。例として図1にカクテルBを示す。しかし、カクテルC、Dではほとんど含水率で計数効率の減少が見られた。カクテルA、BとカクテルC、Dの試料調製後の経過時間に関する安定性の差は表面活性剤の精製の差によるものと考えられる。

測定温度を変えた場合、トリチウム試料、炭素-14試料とも含水率5、10、20%では計数効率変化は観察されなかった。しかし、含水率30、40%の試料では測定温度が高くなるにつれて計数効率の低下が見られた。また、含水率50、60%の試料では、測定温度によってかなり計数効率が変化している。測定温度10~15°Cの範囲が高い計数効率を与えており、特に炭素-14試料にこの傾向が強く見られた。例としてカクテルAを図2に示した。

塩化ナトリウムを含んだ計数効率を図3に示した。カクテルA、BがカクテルC、Dより高い計数効率を示しており、また、カクテルAとBを比較した場合、カクテルBの方が高い計数効率を示している。特にトリチウム試料の場合、カクテルBが優れているのがわかる。以上の実験結果より判断すると、試料調製後の経過時間に伴う計数効率の低下や計数値のふらつきの少ないこと、塩を含んだ場合でも高い計数効率が得られることよりカクテルBが一番優れていると言える。しかし、BGが他のカクテルに比して高いのでBGを含めて、更にすぐれた乳化シンチレータを得るため、新しく調製されたカクテルBと同系列のカクテルB-I、B-II、B-IIIについて同様の実験を行った。

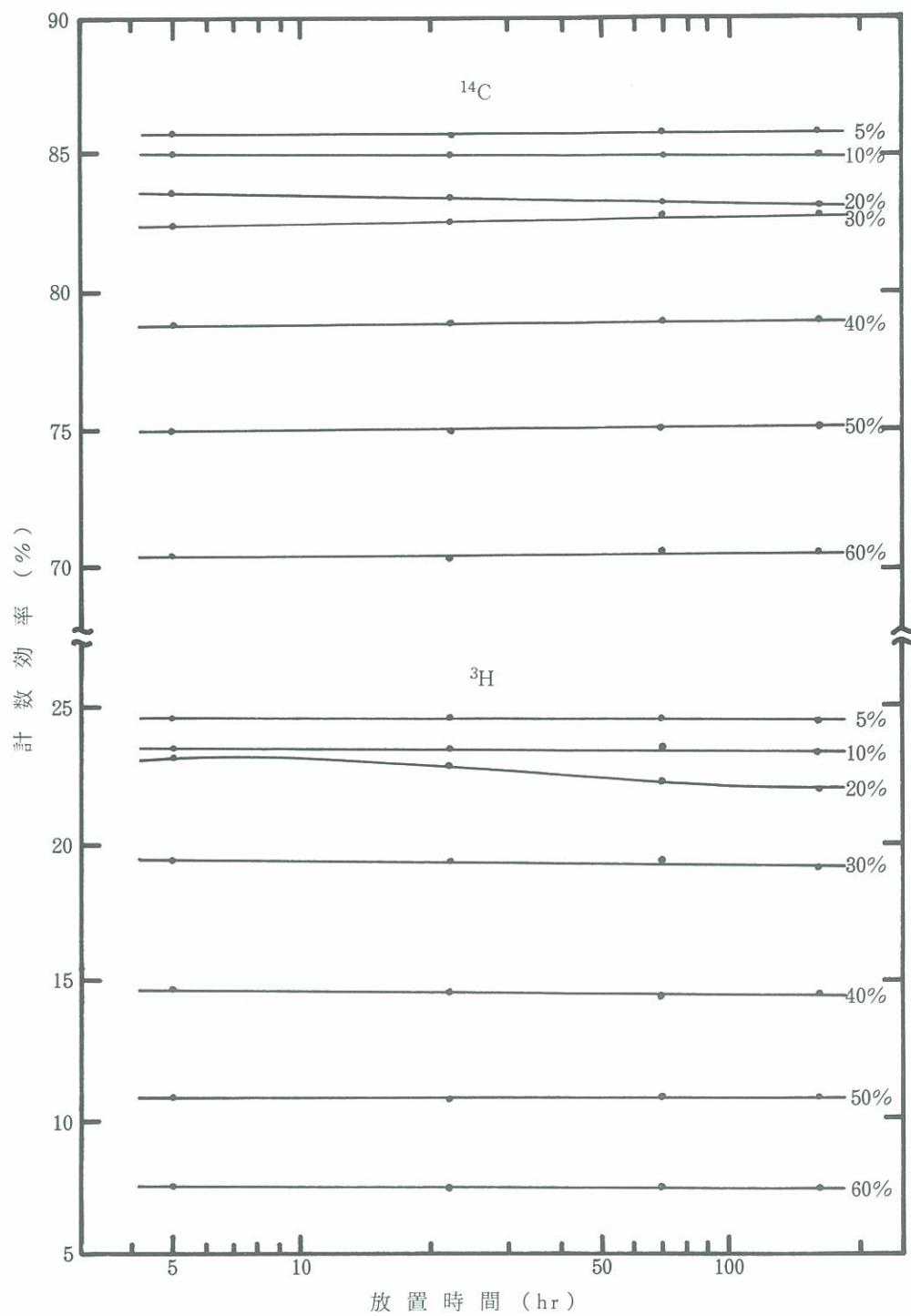


図1 含水率の異なるカクテルBの放置時間に対する計数率変化

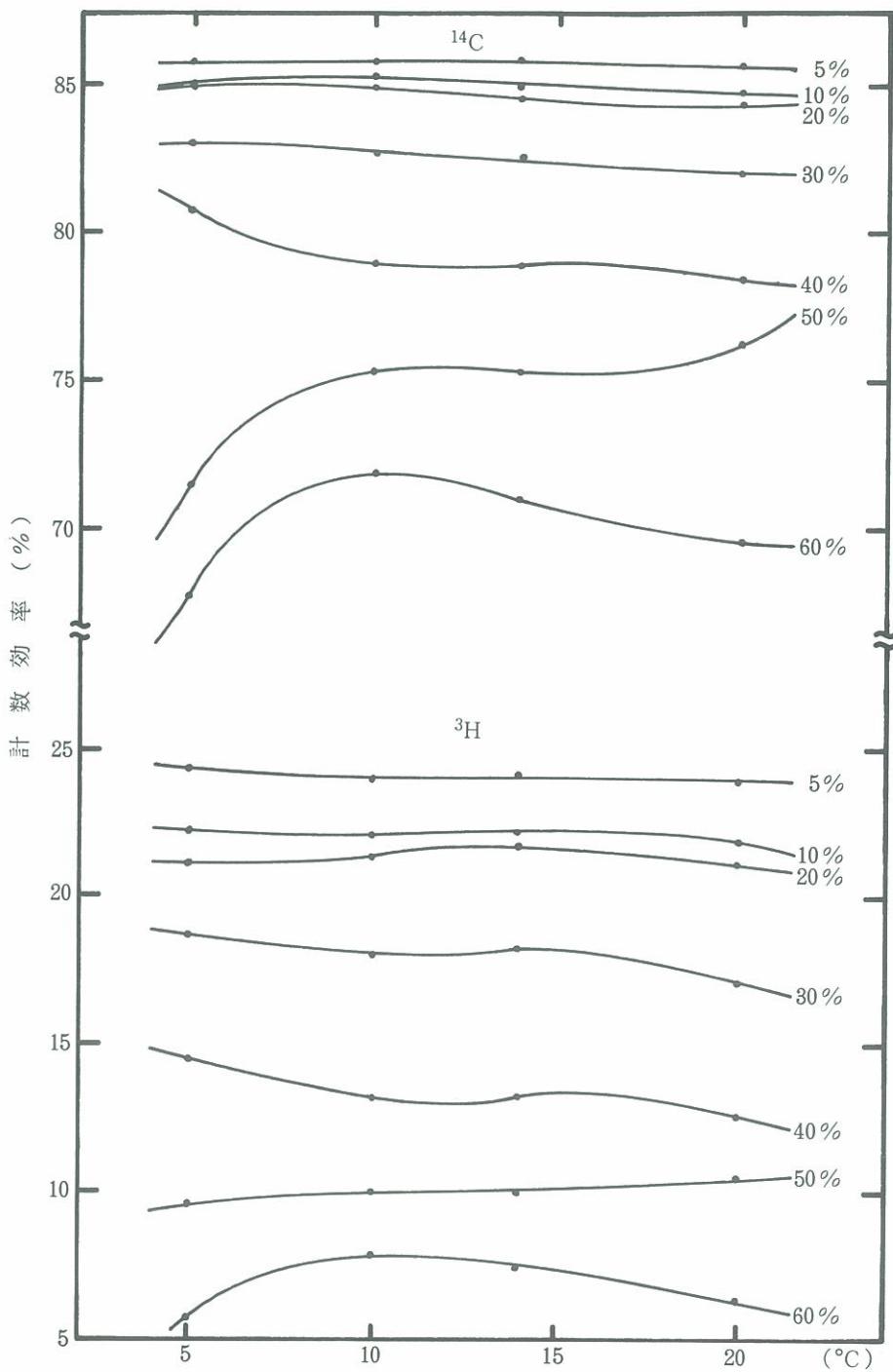


図2 含水率の異なるカクテルAの測定温度の違いによる計数効率変化

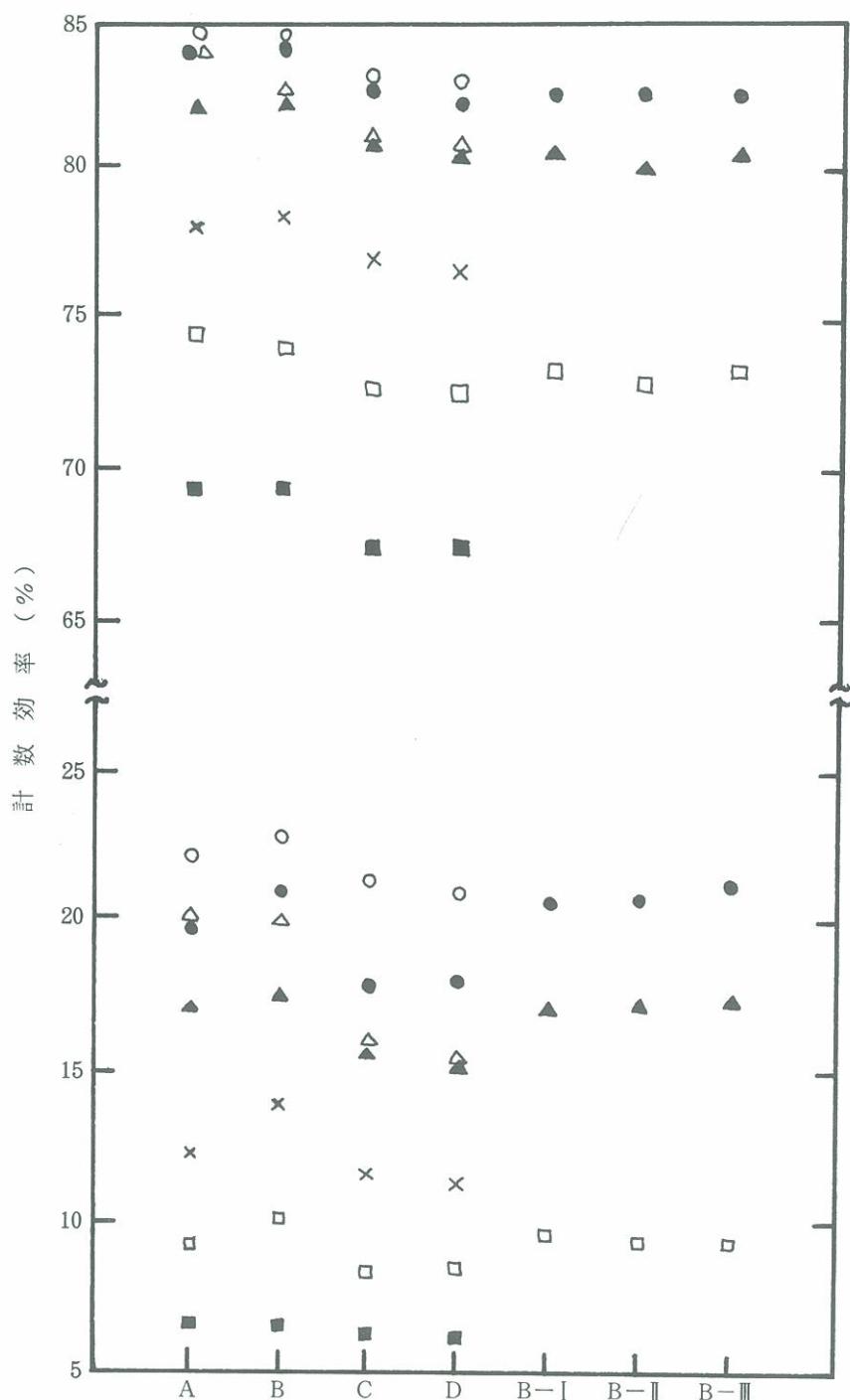


図3 塩を含んだ試料の異なった含水率における計数効率  
( ○ 5%、 ● 10%、 △ 20%、 ▲ 30%、 × 40%、 □ 50%、 ■ 60% )

#### 4. 実験2

実験はすべて実験1と同様に行ったが、測定試料の含水率は10、30、50%の3種類で行った。

#### 5. 結果と考察

試料調製後の経過時間による計数効率の減少やふらつきは、B-I、B-II、B-IIIとも全く観察されなかった。B-Iの結果を図4に示す。測定温度と計数効率の関係を図5に示す。

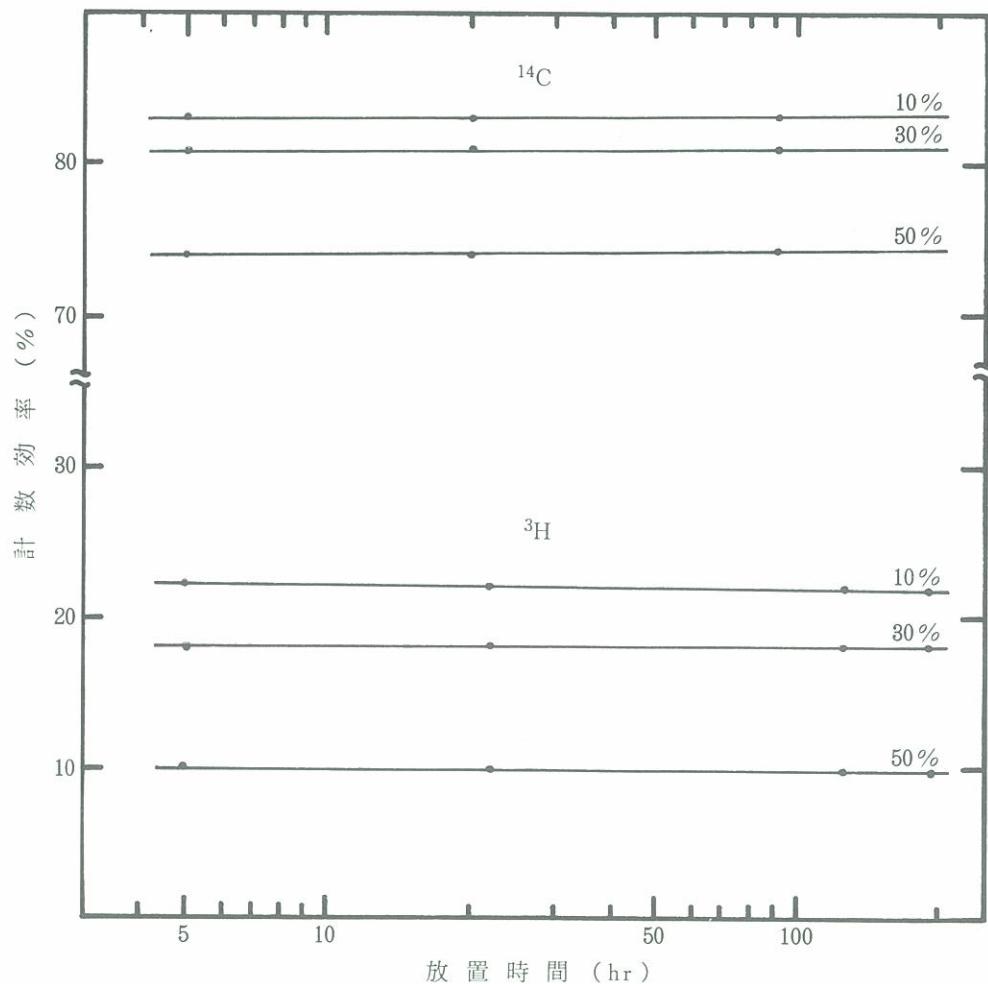


図4 含水率の異なるカクテルB-Iの放置時間に対する計数効率変化

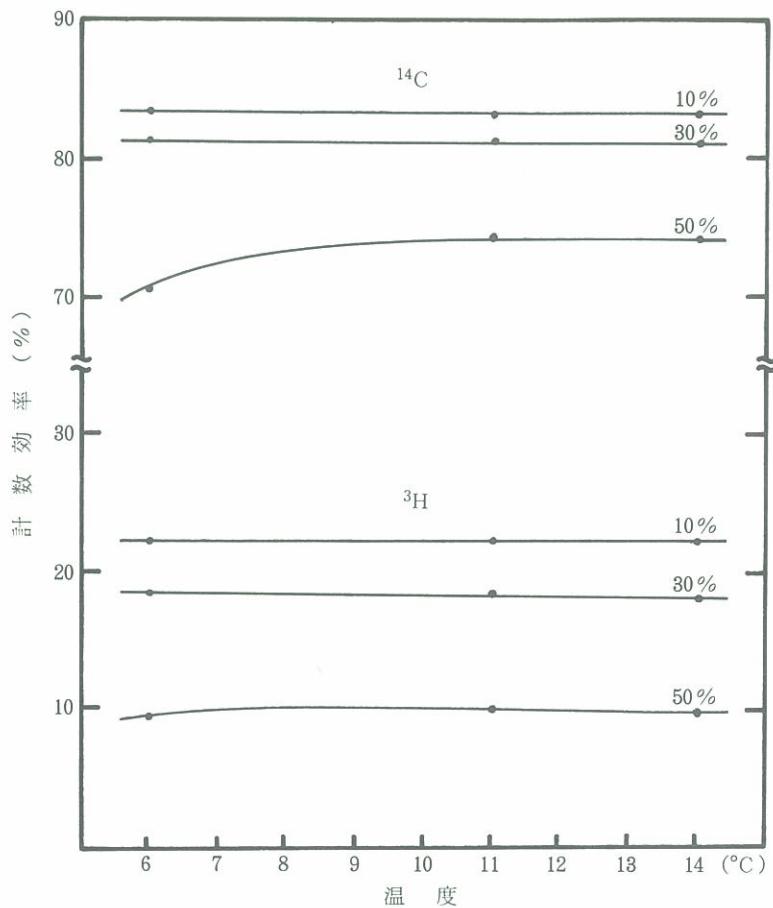


図 5 含水率の異なるカクテルB-I試料の測定温度の違いによる計数効率変化

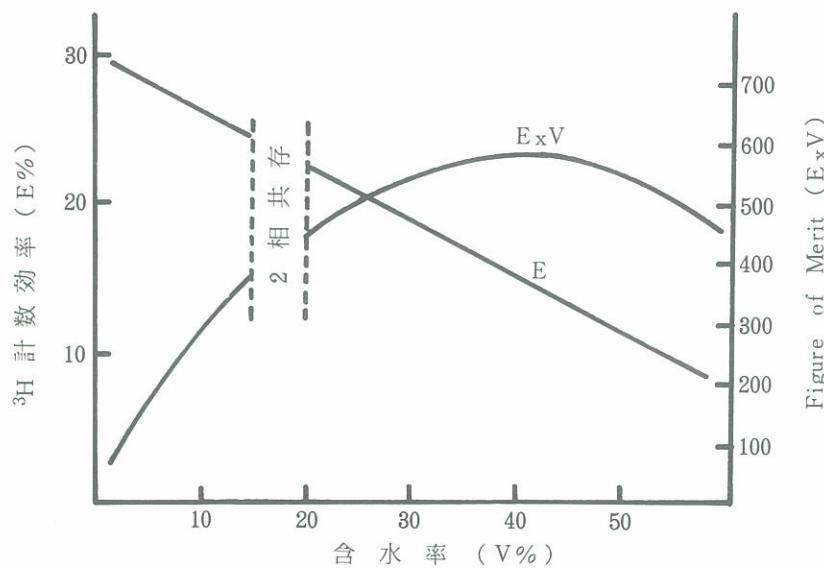


図 6 カクテルB-Iを用いたトリチウム測定の計数効率とFigure of Meritの関係

トリチウム試料では安定した計数効率を示しており、また、炭素-14試料では含水率50%で測定温度6°Cの場合を除いて安定した計数効率が得られ、全体としてカクテルBより安定性が良い。塩を含んだ試料も安定した計数効率を示しているが、炭素-14試料ではB-I、B-IIIがわずかに高い計数効率を示すようである。B-I、B-II、B-IIIとも大きな違いはなかったがBG計数率も考えてB-Iが一番すぐれていると考えられた。このシンチレータの含水率とFigure of Meritの関係を図6に示した。FM値は含水率約40%で最大値を示している。終りにカクテル試料を提供して載いた同仁薬化学研究所に深謝する。

#### 参考文献

- 1) T. Iwakura, A. Maebayashi and Y. Kashida,  
Radioisotopes, **18**, 506-509(1969)
- 2) Robert Lieberman and A. A. Moghissi,  
Int. J. appl. Radiat. Isotopes, **21**, 319-327(1970)
- 3) S. B. Lupica, ibid. **21**, 487-490(1970)