

管理測定技術

第 55 回 (2010 年)

問 4 非密封の ^{137}Cs を使用するために、 ^{137}Cs の核種としての性質、化学的性質、取り扱う上で必要と思われる事項について、次の I ~ II の文章の [] の部分に入る最も適切な語句、記号又は数値を、それぞれの解答群から 1 つだけ選べ。なお、解答群の選択肢は必要に応じて 2 回以上使ってもよい。

I ^{137}Cs は [ア 1] の熱中性子照射により高い収率で生成する核分裂生成核種のひとつである。 ^{137}Cs は半減期 30 年で [A 2] し、その 94% は $^{137\text{m}}\text{Ba}$ となる。この娘核種の $^{137\text{m}}\text{Ba}$ は、半減期 2.55 分で 0.662 MeV の γ 線を放出して ^{137}Ba となる。これを [B 4] という。 $^{137\text{m}}\text{Ba}$ の壊変には、0.662 MeV の γ 線を放出するかわりに [C 6] を放出する割合もあり、 β 線スペクトロメータの校正用線源としても利用される。[C] のエネルギーは 0.662 MeV に比べ [D 10]。

^{137}Cs 水溶液を 30 分以上放置すると、 ^{137}Cs と $^{137\text{m}}\text{Ba}$ は [E 4] に達する。 ^{137}Cs は [F 2]、 $^{137\text{m}}\text{Ba}$ は [G 1] に属する。陽イオン交換樹脂へ吸着する強さは、Cs に比べ Ba の方が [H 7]。このため、 ^{137}Cs を吸着させた陽イオン交換樹脂カラムに pH 3.5 の酸性溶液を通すと、[I 4] が先に溶出する。 ^{137}Cs を含む水溶液に、 CaCl_2 水溶液を加え、さらに Na_2SO_4 水溶液を加えると、 CaSO_4 の沈殿が生成する。このとき、[ウ 5] が共沈し、[エ 4] は溶液に残る。

^{137}Cs は過去の大気圏核実験などにより環境中にも存在しており、環境放射線モニタリングの重要な核種として、水、土壌、作物中の濃度が測定されている。海藻や松葉試料は灰化後、[I 8] で測定する。

<ア~エの解答群>

1 ^{235}U 2 ^{238}U 3 ^{232}Th 4 ^{137}Cs 5 $^{137\text{m}}\text{Ba}$

<A~D の解答群>

1 β^+ 壊変 2 β^- 壊変 3 EC壊変 4 核異性体転移 5 自由電子
6 内部転換電子 7 β 線 8 高くなる 9 変わらない 10 低くなる

<E~I の解答群>

1 アルカリ土類金属 2 アルカリ金属 3 遷移金属 4 永続平衡 5 化学平衡
6 弱い 7 強い 8 Ge 検出器 9 液体シンチレーション検出器
10 表面障壁型 Si 半導体検出器

II 非密封の ^{137}Cs の入ったバイアルは、鉛製容器に入れ貯蔵室に保管する。使用する際には作業室のフードの中で取り扱うようにし、バイアルはピンセットやトングなどを使い、直接手で扱わないようにする。このバイアル表面の汚染検査にはスミア法が適している。

^{137}Cs の実効線量率定数は $0.078 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{m}^2\cdot\text{MBq}^{-1}$ であるので、バイアルに入った 100 MBq の ^{137}Cs 線源から 50 cm の距離で 1 時間作業すると、 μSv の外部被ばくとなる。このバイアルの表面線量を測定するには を使用するのが適している。 50 cm の距離で 3 時間作業とした場合に、外部被ばくが $10 \mu\text{Sv}$ を超えないようにするには、線源の周りを少なくとも cm 厚の鉛遮へい体によって囲む。ただし、鉛の $1/10$ 価層は 2.0 cm とし、バイアルでの減衰やビルドアップ効果は考慮しない。

また、 ^{137}Cs は体内に取り込まれた場合、 して内部被ばくの原因となることが知られている。使用の際には、ゴム手袋を着用するが、万一、手を汚染させた場合には、皮膚を傷つけることのないよう、まずは でよく洗う。

100 MBq の ^{137}Cs の使用後、その 1% が貯留槽に流入し、その貯留量が 4 m^3 であった場合、告示（放射線を放出する同位元素の数量等を定める件）別表第 2 の第 6 欄に定められた排水中の濃度限度 $0.09 \text{ Bq}/\text{cm}^3$ の 倍となる。 ^{137}Cs は短期間には減衰せず、排水するには希釈することが必要になるので、廃液の回収に努め、器具の洗浄の際に排水に混入しないよう注意する。

<オ～キの解答群>

- | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----|----|-----|----|-----|----|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|----|
| 1 | 1.0 | 2 | 1.2 | 3 | 2.0 | 4 | 2.8 | 5 | 3.6 | 6 | 4.0 | 7 | 7.8 | 8 | 10 |
| 9 | 31 | 10 | 39 | 11 | 78 | 12 | 120 | | | | | | | | |

<J～Lの解答群>

- | | | | | | | | | | |
|---|--------|---|--------|---|----------------------|---|--------|---|------|
| 1 | 電離箱 | 2 | Ge 検出器 | 3 | NaI (Tl) シンチレーション検出器 | 4 | 骨に集積 | | |
| 5 | 甲状腺に集積 | 6 | 全身に分布 | 7 | 水 | 8 | キレート化剤 | 9 | 有機溶剤 |