

放射線 No.14-1 作業環境管理

次の文章の()の部分に入る最も適切な語句又は記号を、それぞれの解答群から1つだけ選べ。[2011年管理測定技術問5]

1. 空気中の放射能測定のための試料採取では、放射性物質の化学形、性状、濃度に応じて、様々な捕集方法が適用されている。例えば、(A)のような放射性希ガスの直接捕集では(B)がしばしば用いられる。水蒸気として存在する ^3H の捕集では、直接捕集の他に、(C)による固体捕集、(D)による液体捕集、(E)による冷却凝縮捕集も利用される。また、同様に気体として存在する ^{131}I の固体捕集では(F)がより有効である。これに対して、(G)などのラジオアイソトープ(RI)が浮遊粒子として存在する場合にはダストサンプラを用いて試料を採取することができる。ただし、浮遊粉じんへの吸着により、気体として存在していたRIがろ紙に捕集される場合もある。

このように捕集されたRIを定量した上で、一般に捕集装置への吸引平均流量、(H)効率、及び(I)の値からRIの空気中濃度を算出する。

< A~F の解答群 >

- | | | |
|-----------------|-------------------|---------------------|
| 1 ^4He | 2 ^{40}K | 3 ^{133}Xe |
| 4 ガス捕集用電離箱 | 5 シンチレーションカクテル | 6 活性炭カートリッジ |
| 7 シリカゲル | 8 ろ紙 | 9 水バブラー |
| 10 ベンゼン | 11 リービッチ冷却管 | 12 コールドトラップ |

< G の解答群 >

- 1 ^{60}Co 2 ^{85}Kr 3 ^{133}Xe

< H, I の解答群 >

- 1 吸入 2 作業 3 捕集 4 捕集時間 5 捕集装置の容積

2. 空気中に放射性物質が存在する場合には、吸入による内部被曝が問題となる。内部被曝の影響を考える場合には、壊変様式や線質などの物理的性質を知っておく必要がある。 ^{133}Xe 、 ^{131}I 、 ^3H 、 ^{60}Co はすべて(J)するが、(K)以外は γ 線も放出する。また、化学的性質も重要である。特に ^{131}I は実験環境中で多様な化学形をとりえるので、取扱いに注意を要する。(L)は特に揮発しやすい化学形である。飛散を防ぐために、水溶液系では(M)となることを避けるなどの工夫が行われる。なお、壊変によって約1%の ^{131}I は放射性的(N)となるので、これの挙動にも注意を要する場合がある。

< J, K の解答群 >

- 1 α 壊変 2 β^- 壊変 3 β^+ 壊変 4 電子捕獲(EC壊変)
5 ^{131}Xe 6 ^{131}I 7 ^3H 8 ^{60}Co

< L~N の解答群 >

- 1 I^- 2 I_2 3 I_3^- 4 IO_4^- 5 酸性
6 中性 7 アルカリ性 8 ^{129}Sb 9 ^{131m}Xe 10 ^{131}Se

3. 空気中に存在する放射性物質を吸入してそれらによる被曝が問題となる場合には、吸入した放射性物質を除去するための処置を速やかに行うことを考慮する。 ^{131}Xe の体内からの除去には清浄な(O)での(P)が有効である。 ^{131}I を吸入した場合の体内汚染の除去には吸入後速やかに(Q)を投与することが有効である。水蒸気として存在する ^3H を吸入した場合の体内汚染の除去には(R)を行い、(S)を投与することが有効である。粒子として浮遊している ^{60}Co を吸入した場合の体内汚染の除去には(T)を投与することが有効である。

< O~T の解答群 >

- 1 呼吸 2 飲水 3 脱毛 4 運動 5 胃洗浄
6 腸内洗浄 7 ヨウ化カリウム 8 利尿剤 9 血管拡張剤 10 D-ペニシラミン
11 空気 12 窒素

[2016 年管理測定技術問 4]

非密封放射性同位元素の ^3H , ^{137}Cs , ^{125}I , ^{131}I を取り扱う施設がある。各使用施設の取扱いに関する次の文章の□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。

1. トリチウム水は、蒸発や飛散などにより周囲を汚染しやすいので、トリチウム水を取扱う作業はフードまたはグローブボックス内で行う。空気中の放射性物質の濃度を測定するには、いったん捕集して行う方法がとられる場合が多い。トリチウム水には、□A またはモレキュラーシーブを用いた固体捕集法や、ドライアイスなどを用いたコールドトラップによる冷却凝縮法などを利用する。気体トリチウムには、パラジウム触媒を用いてトリチウム水に変換したのち、上記の固体捕集法や冷却凝縮法を適用する。トリチウムの β 線最大エネルギーは□ア keV であり、その放射能測定には□B が用いられる。また、試料水は、□C 濃度の低いガラスバイアル又はポリエチレンバイアル等に入れ、水と□D を形成する乳化シンチレータと混和して測定する。

< A~D の解答群 >

- 1 アルミナ 2 シリカゲル 3 酸化鉄 (III) 4 酸化銅 (II) 5 GM 管式計数装置
6 液体シンチレーション計数装置 7 Ge 検出器 8 ナトリウム 9 マグネシウム
10 カリウム 11 気泡 12 白色沈殿 13 エマルジョン

< アの解答群 >

- 1 18.6 2 157 3 249 4 257

2. ^{137}Cs は半減期約 30 年で□イ 壊変して、その 94% は $^{137\text{m}}\text{Ba}$ になり、 $^{137\text{m}}\text{Ba}$ は核異性体転移により γ 線 (□ウ keV) を放出する。

非密封の ^{137}Cs を使用する際には作業室のフードの中で取り扱い、線源バイアルはピンセットやトングなどを使い、直接手では扱わないようにする。 ^{137}Cs (塩化物) の 50 MBq が入ったガラスバイアルを鉛の外容器から取り出してバット内に置き、バイアルから 50 cm の距離で 5 時間作業を行った。バイアルの遮蔽効果を無視すると作業者の実効線量は□エ μSv となる。

遮蔽用の衝立には鉛板を用いる。 ^{137}Cs の γ 線に対する鉛の半価層の最も近い値は□オ cm である。また、線源バイアルと作業者の距離を変えずに線量率を 10 分の 1 にするために線源の入ったガラスバイアルを鉛板で遮蔽するには、その厚さ 1 cm の板が少なくとも□カ 枚必要である。

ただし、 ^{137}Cs の実効線量率定数は $0.078 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{m}^2\cdot\text{MBq}^{-1}$ 、 γ 線に対する鉛の質量減弱係数は $0.11 \text{ cm}^2/\text{g}$ 、鉛の密度を 11.4 g/cm^3 とし、ビルトアップの影響は無視した。

< イの解答群 >

- 1 α 2 β^- 3 β^+ 4 EC

< ウの解答群 >

- 1 159 2 514 3 662 4 835 5 1,369

< エの解答群 >

- 1 16 2 24 3 37 4 78 5 87

< オの解答群 >

- 1 0.1 2 0.6 3 2.8 4 5.6 5 7.3

< カの解答群 >

- 1 1 2 2 3 3 4 4 5 5

3. ヨウ素のトレーサー実験には ^{125}I (半減期 59.4 日) や ^{131}I (半減期 8.02 日) が多く利用される。ヨウ素の化合物には揮発性のものが多い。例えば、ヨウ化カリウム (KI) を含む水溶液を [E] にすると揮発性の [F] が生成する。このため、放射性ヨウ素標識 KI を取扱う作業は、フードやグローブボックス内で行い、[G] を含むマスクを着用する。放射性ヨウ素標識ヨウ化メチルの取扱いの際には、[G] よりも [H] を含むマスクの着用が有効である。

^{125}I は EC 壊変して、[I] の励起準位から γ 線 (35.5 keV) を放出する。また、 γ 線放射と競合する内部転換により、特性 X 線 (27.4 keV 及び 31.1 keV) を放出する。実験テーブルや床面の直接法による表面汚染検査には、低エネルギー光子専用の [J] 式サーベイメータの利用が適している。実験テーブルや床面の除染作業は、ペーパータオルなどに、中性洗剤、あるいは還元性の [K] を浸み込ませて拭き取り、その後、再度サーベイメータで測定して汚染のないことを確認する。

< E~H の解答群 >

- 1 酸性 2 中性 3 アルカリ性 4 IO_3^- 5 I_3^- 6 I^- 7 I_2
 8 無添着活性炭 9 有機アミン添着活性炭 10 シリカゲル添着活性炭
 11 アルミナ添着活性炭

< I の解答群 >

- 1 ^{135}Sn 2 ^{125}Sb 3 ^{125}Te 4 ^{125}Xe

< J, K の解答群 >

- 1 比例計数管 2 ZnS(Ag) シンチレーション
 3 薄型 NaI(Tl) シンチレーション 4 井戸型 NaI(Tl) シンチレーション
 5 希塩酸 6 過酸化水素水
 7 亜硫酸ナトリウム水溶液

4. 実験室からの排水は、一旦、排水設備の貯留槽に溜め置かれる。貯留槽内の排水を排水するには、含まれる放射性同位元素の濃度・化学形、排水中の濃度限度を考慮する必要がある。

貯留槽にトリチウム水 30 kBq/L と無機 ^{131}I 120 Bq/L を含む廃液があり、その水量は 1 m^3 である。これをただちに排水するには、少なくとも [L] m^3 の水で希釈しなければならない。一方、新たな流入がない状態で 24 日間減衰を待つと、それぞれの濃度と排水中の濃度限度との比の和は [M] となり、24 日後に放射能が排水中の濃度限度以下であることを測定により確認した上で排水できる。

ただし、告示別表第 2 第六欄に定める ^3H (水) 及び ^{131}I (ヨウ化メチル以外の化合物) の排水中の濃度限度はそれぞれ $6 \times 10^1 \text{ Bq/cm}^3$ 、 $4 \times 10^{-2} \text{ Bq/cm}^3$ である。 ^3H 及び ^{131}I の半減期は、それぞれ 12 年及び 8 日とする。

< L の解答群 >

- 1 1.3 2 2.5 3 3.5 4 5.4 5 6.4

< M の解答群 >

- 1 0.1 2 0.3 3 0.5 4 0.7 5 0.9

[2012年管理測定技術問6]

次の文章の□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。

1. 我々は放射性同位元素を取り扱わなくても自然放射線により常に被曝している。自然放射線による被曝には、宇宙線によるものと□核種からのものの2つがある。さらに、□核種は、地球の誕生時から存在していた□核種とその子孫核種、及び宇宙線が大気に当たって生成した□核種からなる。

宇宙線は外部被曝の原因となる。また、大地の□核種からも外部被曝を受ける。世界平均では、自然放射線による被曝で最も寄与の大きいのはラドン及びその子孫核種の吸入による内部被曝である。

□は□核種であり、外部被曝をもたらすとともに、食品から摂取され、体の構成要素として内部被曝ももたらす。□核種からの被曝の大部分は□による内部被曝であるが、被曝に占める割合はごくわずかである。

これらすべての自然放射線による被曝は、世界平均では年間□ mSv 程度になる。

< A~C の解答群 >

- 1 人工放射性 2 天然放射性 3 原始放射性 4 宇宙線生成

< D, E の解答群 >

- 1 ^3H 2 ^{14}C 3 ^{22}Na 4 ^{40}K 5 ^{45}Ca

< F の解答群 >

- 1 0.1 2 0.5 3 1 4 2 5 5 6 10 7 20 8 50

2. 内部被曝の管理においては、摂取した放射能（単位：Bq）に□を乗ずることにより□を求める。摂取した放射能を被検者の測定から求めるには、体外計測法やバイオアッセイ法などがある。体外計測法は取り込まれた核種から放出される放射線を直接測定する方法で、測定には主に□を用い、□を放出する放射性核種が対象になる。測定時における体内放射能の評価精度はバイオアッセイ法に比べて□。バイオアッセイ法は、被検者の尿、便などの放射能を測定して、その値をもとにして摂取量を推定するものである。すべての核種が測定対象となるが、特に ^{90}Sr のような□だけを放出する核種の場合は、バイオアッセイ法が適している。ただし、尿、便のバイオアッセイ法では□などのパラメータの個人差による誤差に注意が必要である。

空気中の放射性物質の吸入による摂取量の推定には、空気中放射能濃度から算定する方法もある。この場合も、□などのパラメータが必ずしも個人の実際の値と一致しているわけではなく、また空気中放射能濃度と摂取量の関係が一様ではないので、摂取量の評価精度は高くない。

< G, H の解答群 >

- 1 線吸収係数 2 組織加重係数 3 質量吸収係数 4 実効線量係数 5 照射線量
6 吸収線量 7 等価線量 8 預託実効線量

< I~N の解答群 >

- 1 液体シンチレーションカウンタ 2 ホールボディカウンタ 3 エリアモニタ 4 電離箱
5 α 線 6 β 線 7 γ 線 8 高い
9 低い 10 呼吸率 11 突然変異 12 発がん率
13 排泄率

3. 摂取した放射性物質は、体内にとどまっている限り被曝の原因となるので、排泄などによってそれが体外に出るまでの体内動態を知ることが大切である。内部被曝線量の評価には、放射性核種で決まっている物理的半減期と摂取された放射性物質が体外に排出されるまでの時間を反映する生物学的半減期から計算される有効半減期を用いる。 ^{131}I の場合、物理的半減期は $\boxed{\text{O}}$ であり、生物学的半減期を 80 日とすると、有効半減期は約 $\boxed{\text{P}}$ となる。 ^{137}Cs の場合、物理的半減期は $\boxed{\text{Q}}$ であり、生物学的半減期を 100 日とすると、有効半減期は約 $\boxed{\text{R}}$ となる。

内部被曝を低減するためには、放射性物質の摂取をなるべく少なくするとともに、万一摂取してしまった場合、体内からすばやく排除するための手段を講じることが重要である。放射性ヨウ素に対しては、薬剤として安定ヨウ素剤を予防的あるいは摂取後すみやかに投与すると効果が認められている。セシウムは、 $\boxed{\text{S}}$ と化学的性質が類似しており、経口摂取すると消化管から吸収されて全身に分布する。放射性セシウムを摂取した場合には、必要に応じて医師の処方にしたがって $\boxed{\text{T}}$ を投与する。この薬剤はセシウムと結合して、コロイドとして便に排泄されることにより、消化管からの吸収を阻害する。

< O~R の解答群 >

1 1日 2 4日 3 7日 4 8日 5 50日 6 100日

7 160日 8 1年 9 5年 10 10年 11 30年

< S, T の解答群 >

1 EDTA 2 DTPA 3 プルシアンブルー 4 アルギン酸ナトリウム

5 カルシウム 6 カリウム 7 アルミニウム 8 亜鉛 9 鉄