

放射能測定法シリーズ 「緊急時における放射性ヨウ素測定法」の 改訂について

令和4年12月
原子力規制庁監視情報課

第16回会合(令和4年3月)後の検討の経緯

令和4年7月: 第1回放射能測定法シリーズ改訂検討委員会

- 環境放射線モニタリング技術検討チーム第16回会合での方向性の審議を踏まえ、緊急時における放射性ヨウ素測定法(改訂案)の作成に着手

令和4年10月: 第2回放射能測定法シリーズ改訂検討委員会

- 緊急時における放射性ヨウ素測定法(改訂案)を提示し、記載内容について検討

令和4年11月: 第3回放射能測定法シリーズ改訂検討委員会

- 緊急時における放射性ヨウ素測定法(改訂案)修正版を提示し、記載内容について検討

目次案 (1/3)

現行の測定法

序論

第1章 大気

1.1 機器及び器具

1.1.1 現場

1.1.2 分析所

1.2 試料の採取と現場測定試料の調製

1.2.1 操作

1.2.2 試料採取時の注意点

1.3 現場での測定(スクリーニング) ←削除

1.4 分析所での測定(精密測定) →第3章へ

第2章 飲料水

2.1 機器及び器具

… 以下、構成は第1章と同じ

第3章 牛乳

3.1 機器及び器具

… 以下、構成は第1章と同じ

第4章 葉菜

4.1 機器及び器具

… 以下、構成は第1章と同じ

改訂案

第1章 序論

第2章 環境試料の採取・測定試料の調製

2.1 試料種類

2.2 試料の採取・測定試料の調製

2.2.1 大気

2.2.2 飲料水

2.2.3 土壌

2.2.4 各種食品試料

(牛乳、葉菜、農畜水産物等)

2.2.5 降下物 (雨水)

… 試料種類ごとに項目立てする

- 試料の採取・測定試料の調製はまとめて第2章に記載
- サーベイメータによる現場測定は削除
- Ge半導体検出器による分析所測定はまとめて第3章に記載。

目次案 (2/3)

現行の測定法

第5章 測定

- 5.1 NaIシンチレーションサーベイメータを用いる方法
(現場測定)
 - 5.1.1 機器及び器具
 - 5.1.2 校正用標準試料の調製
 - 5.1.3 チェック用比較線源
 - 5.1.4 NaIシンチレーションサーベイメータの測定条件
 - 5.1.5 機器の校正
 - 5.1.6 チェック線源による測定器の感度確認
 - 5.1.7 現場での測定
- 5.2 Ge半導体検出器を用いる方法
(分析所測定)
 - 5.2.1 機器及び器具
 - 5.2.2 測定試料の調製
 - 5.2.3 測定方法

改訂案

第3章 ゲルマニウム半導体検出器による測定

- 3.1 機器の調整及び校正
- 3.2 核データ
- 3.3 測定・解析
- 3.4 データ評価

←削除

⇒緊急時における現場測定は、作業員の被ばくや機器の汚染等の懸念があり、補足参考資料(緊急時)においても記載がない。

目次案 (3/3)

現行の測定法

解説1 現場測定に関する検討結果-1
(NaIシンチレーションサーベータを用いたスクリーニング)

←削除

解説2 分析所測定に関する検討結果
(Ge半導体検出器を用いたγ線スペクトロメトリー)

→

解説3 現場測定に関する検討結果-2
(NaIシンチレーションガンマ線スペクトロメータを用いる方法)

←削除

付録1 ヨウ素同位体の核データ

→第3章へ

付録2 参考文献

改訂案

参考

参考A ゲルマニウム半導体検出器によるγ線スペクトロメトリーに関する検討

A-1 測定時間と検出下限値

A-2 活性炭カートリッジの吸引位置と計数効率について

A-3 I-132のサムピークについて

参考B in-situ測定

参考C 連続モニタによる放射性ヨウ素の測定

参考D 福島第一原子力発電所事故時における放射性ヨウ素の検出事例

参考E ヨウ素同位体比を用いたI-131放射能濃度の推定

付録

付録A 用語

付録B 参考文献

各章の記載内容(1/10)

第1章 序論

[改訂案p.3-4]

○改訂の経緯

- ・福島第一原発事故を契機として制定された原子力災害対策指針及び補足参考資料(緊急時)に沿った緊急時モニタリングが実施できるように改訂。

○主な変更点

変更点	現行	改訂案
対象核種	I-131のみ	I-131、I-132、I-133
試料種類	大気、飲料水、牛乳、葉菜	大気、飲料水、土壌、各種食品、降下物(雨水)を対象。うち前3種を優先
大気試料の採取	可搬型サンプラのみ	オートサンプルチェンジャー付きヨウ素サンプラ、大気モニタの追加
現場測定	NaI(Tl)シンチレーションサーベイメータによるスクリーニング	削除
大気試料の測定	ろ紙と活性炭カートリッジをまとめて測定	ろ紙(粒子状)と活性炭カートリッジ(ガス状)を別々に測定 →比率を求め、ろ紙のみの採取地点のガス状ヨウ素を推定

○参考となる他の測定法シリーズ

各章の記載内容(2/10)

第2章 環境試料の採取・測定試料の調製(その1)

○試料種類 [改訂案p.5]

- ・緊急時における初期モニタリングの実施内容から、試料種類としては**大気、飲料水、土壌、各種食品試料、降水物(雨水)**とし、**大気、飲料水、土壌**を優先。

○大気 [改訂案p.7-13]

【採取】

- ・可搬型サンプラのほか、**オートサンプルチェンジャー付きヨウ素サンプラ、大気モニタ**による採取方法を記載。

【測定試料の調製】

- ・ろ紙と活性炭カートリッジについて、**ろ紙は小型容器**に詰め、**活性炭カートリッジはそのまま測定試料**とする。
 - 活性炭カートリッジは**吸引面を検出器側**にし、ろ紙とまとめて測定する場合には活性炭カートリッジの吸引面側にセットしてポリエチレン袋でひとまとめにする。
- ・大気モニタで採取したろ紙(長尺ろ紙)の調製方法についても記載。

○飲料水 [改訂案p.14-17]

【採取】

- ・採取地点選定の考え方及び採取手順を記載。

【測定試料の調製】

- ・**マリネリ容器及び小型容器**を使用した調製方法を記載。

各章の記載内容(3/10)

第2章 環境試料の採取・測定試料の調製(その2)

○土壌 [改訂案p.18-20]

【採取】

- ・採取地点選定の考え方及び小型容器を使用した採取手順を記載。

【測定試料の調製】

- ・乾燥処理はせず、小型容器に調製する手順を記載。

○各種食品試料(牛乳、葉菜、農畜水産物等) [改訂案p.21-24]

【採取】

- ・地域の実情に合わせて採取試料を選定し、現地や市場等で入手する手順を記載。

【測定試料の調製】

- ・マリネリ容器及び小型容器を使用した調製方法を記載。
→牛乳については飲料水と同様として簡略化。

○降下物(雨水) [改訂案p.25-26]

【採取】

- ・降水採取装置等を使用した採取手順を記載。

【測定試料の調製】

- ・採取量に応じた容器を選択し、飲料水に準じた手順で調製。
・一部分取して測定試料とした場合の方法についても記載。

各章の記載内容(4/10)

第3章 ゲルマニウム半導体検出器による測定(その1)

○機器の調整及び校正 [改訂案p.27-29]

【機器調整】

- ・平常時から使用している機器であるため、通常通りの対応。

【校正】

- ・ピーク効率を使用する容器ごとに事前に準備しておく必要があるが、マリネリ容器や小型容器については平常時に使用しているものをそのまま利用可能。
- ・活性炭カートリッジをそのまま測定する場合のピーク効率校正の手法について記載。

(測定原理に則した方法)

活性炭カートリッジに複数核種を添加した放射能標準線源を作製する方法は最も適切な方法ではあるが、非密封線源を購入して自作することは難しく現実的ではない。

(実施可能な方法)

- I) I-131模擬線源(Mock Iodine-131)による方法
- II) ピーク効率変換を使用する方法
- III) 普段使用している小型容器の効率をそのまま使用する方法

各章の記載内容(5/10)

第3章 ゲルマニウム半導体検出器による測定(その2)

○活性炭カートリッジのピーク効率について(1)

- ・活性炭カートリッジ形状のピーク効率を求める方法 [改訂案p.27-29]

I) I-131模擬線源(Mock Iodine-131)による方法

- 活性炭カートリッジに似た形状で、I-131とほぼ等しい γ 線スペクトルを示すように、半減期の長いBa-133及びCs-137を含む密封線源を用いる。
- 模擬線源の γ 線スペクトルを提示し、ピーク効率校正の方法を記載。

II) ピーク効率変換を使用する方法

- カートリッジ形状の線源を用意することなく、小型容器等の既存のピーク効率を基に、シミュレーションにより活性炭カートリッジ形状のピーク効率を得る。

III) 普段使用している小型容器の効率をそのまま使用する方法

- 既存のピーク効率をそのまま使用するため簡便ではあるが、ジオメトリーが異なるため、I 及び II のどちらも対応できない場合のみとする。

各章の記載内容(6/10)

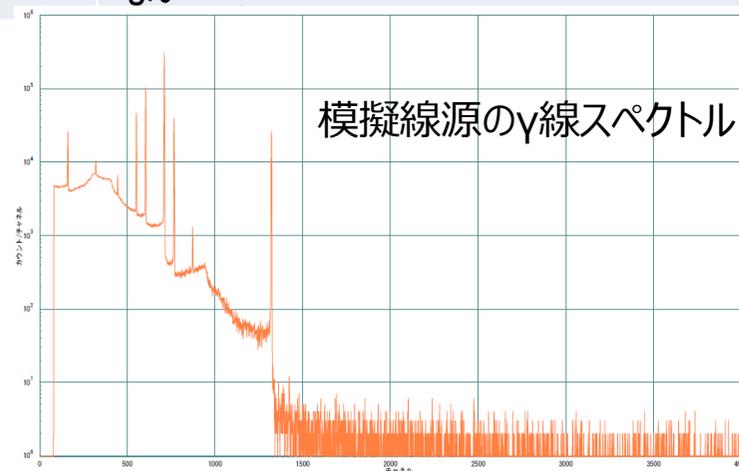
第3章 ゲルマニウム半導体検出器による測定(その3)

○活性炭カートリッジのピーク効率について(2)

各手法の利点と欠点 [改訂案p.27-29]

方法	利点	欠点
I)I-131模擬線源	試料と形状に近い I-131とほぼ同エネルギー領域の γ 線スペクトル 密封線源として市販されている	材質(自己吸収)が異なる
II)効率変換	I から III の中で最も確からしいピーク効率が得られる	手法の習得や、妥当性確認が必要で、難易度が高い
III)小型容器の効率	既存の効率をそのまま使用	標準線源と試料のジオメトリーが異なる
カートリッジ形状の線源を作製する	Ge測定原則に則って正確なピーク効率が得られる	線源の作製・管理面から実施は現実的でない

優先順位: I → II → IIIを明記



各章の記載内容(7/10)

第3章 ゲルマニウム半導体検出器による測定(その4)

○核データ [改訂案p.30-31]

- ・緊急時用に核データライブラリを作成。
- ・放射性ヨウ素の核データ一覧を掲載。

○測定・解析 [改訂案p.32-38]

【測定】

- ・測定時間と定量可能レベル、OIL6との関連について記載。
- ・測定の手順はフロー図で示し、大気試料については粒子状とガス状の比率を求め、ろ紙と活性炭カートリッジを別々に測定することを記載。

【解析】

- ・解析手順をフロー図で示し、放射性ヨウ素の解析については定量ピークを示し、I-132のサムピーク等の解析上の注意点を記載。

○データ評価 [改訂案p.39-40]

- ・大気試料では、ろ紙と活性炭カートリッジそれぞれの結果から、粒子状ヨウ素とガス状ヨウ素の比率を求め、大気モニタろ紙の結果(粒子状)からガス状ヨウ素の放射能濃度を推定する手順を記載。
- ・飲料水及び食品試料について、測定結果とOIL6の基準値との比較。
- ・土壌試料について、単位重量当たりの放射能(Bq/kg)のほか、単位面積当たりの放射能(Bq/m²)でも評価。

各章の記載内容(8/10)

参考(その1)

参考A ゲルマニウム半導体検出器による γ 線スペクトロメトリーに関する検討

A-1 測定時間と検出下限値 [改訂案p.42-45]

- ・I-131及びCs-137を用いた模擬試料による、測定時間と定量可能レベルの検討。

A-2 活性炭カートリッジの吸引位置と計数効率 [改訂案p.46]

- ・大気を吸引した活性炭カートリッジについて、吸引口側からヨウ素が吸着するため、内部の活性炭にはヨウ素が不均一。
- ・両面を測定して平均する方法がより正確ではあるが、緊急時での煩雑な手順を避けるため、吸引側での測定のみ実施。

A-3 I-132のサムピークについて [改訂案p.47-50]

- ・測定法シリーズNo.29「緊急時におけるゲルマニウム半導体検出器による γ 線スペクトル解析法」より引用。

参考B in-situ測定 [改訂案p.51-54]

- ・測定方法や各種検出器の比較。

各章の記載内容(9/10)

参考(その2)

参考C 連続モニタによる放射性ヨウ素の測定 [改訂案p.55]

- ・ろ紙と活性炭カートリッジによる大気の捕集からNaI(Tl)シンチレーション検出器による放射性ヨウ素の測定までを行うヨウ素モニタについて記載。

参考D 福島第一原子力発電所事故時における放射性ヨウ素の検出事例 [改訂案p.56]

- ・実際の事故時のスペクトルを例示し、放射性ヨウ素が検出した事例の紹介。
- ・I-132はTe-132の子孫核種としても生成するため、半減期が約2.3時間と短くても高濃度で検出。

参考E ヨウ素同位体比を用いたI-131放射能濃度の推定 [改訂案p.57-60]

- ・I-131の半減期が約8日と短く、放射性物質の放出後の一定期間が経過すると不検出となり、放出量や沈着量を評価できなくなるため、放射性同位体であるI-129を指標にして、I-131を推定する研究事例の紹介。

各章の記載内容(10/10)

付録

付録A 用語 [改訂案p.62-63]

- ・本測定法で使用している用語の定義。

付録B 参考文献 [改訂案p.64]

- ・本測定法で参照又は引用した文献や資料。