

第4章

目的・濃度レベルに応じた測定方法の考え方

水環境における放射性Csモニタリングについて

| 目的 | 具体例 | 求められる 定量下限値 |
|---------------------------|--|--|
| 安全な飲料水の提供 | 飲料水としての摂取を想定。 基準の10 Bq/Lの超過の有無を確認すること。 | 1 Bq/L |
| 食の安全や水環境の保全のための生物移行・濃縮を考慮 | 灌漑用水経由の米への移行、 河川水経由の川魚への移行 等の経路を想定。 米や川魚が基準(100 Bq/kg) を超える可能性を考慮。 | 0.01~0.1 Bq/L |
| 水環境におけるCsの動態研究 | 環境中の動態を評価するため、 懸濁態・溶存態に分離し、定 量する。できるだけ濃度を検 出したい。 | 定量下限値は、濃度が 高い場合は高く、濃度 が低い場合は低くする。 濃度が低いときには、 0.0001~0.001 Bq/Lレ ベルの測定を求められる こともある。 |

環境水中の放射性セシウムのモニタリングの測定濃度レベルは、その目的によって異なる。

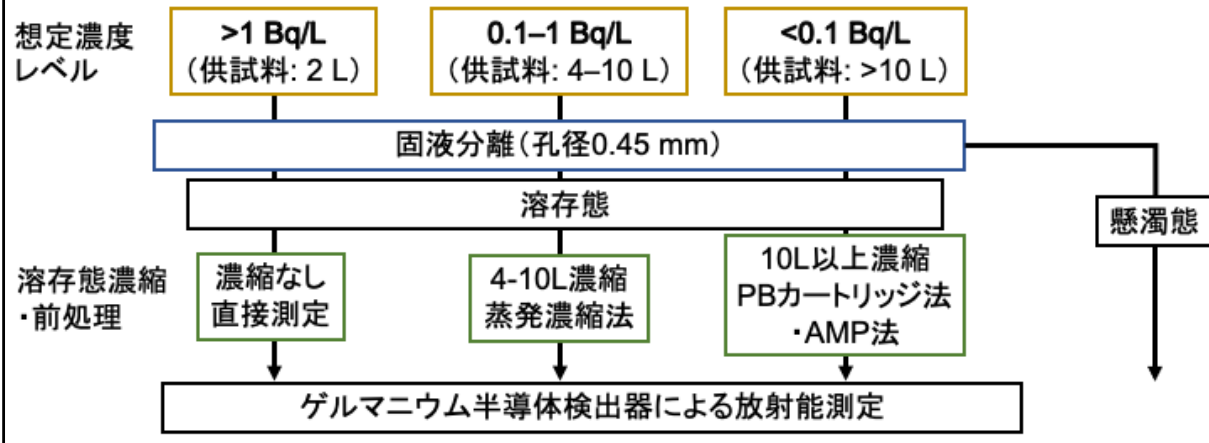
例えば、安全な飲料水の提供を目的にする場合には、飲料水としての摂取を想定し、基準の10 Bq/Lの超過の有無を確認する必要がある。この場合、定量下限値は基準の1/10である1Bq/Lとなる。

また、食の安全や水環境の保全のための生物移行・濃縮を考慮したモニタリングを目的とする場合には、生物移行・濃縮を考慮する必要がある。例えば、灌漑用水経由の米への移行や、河川水経由の川魚への移行等の経路を想定した場合、求められる定量加減は0.01~0.1 Bq/Lレベルとなる。

さらに、水環境におけるCsの動態研究を目的とした場合には、懸濁態・溶存態に分離および、(N.D.では評価ができないため)濃度を検出させる必要がある。この場合、定量下限値は、濃度が高い場合は高く、濃度が低い場合は低くする。濃度が低いときには、0.0001~0.001 Bq/Lレベルの測定を求められることもある。

幅広い放射性Cs濃度レベルの試料群を取り扱う場合は、以下の観点から、濃度レベルに応じて測定方法を選別

- 前処理と測定にかかる時間とコスト
- 相互汚染の防止
- 測定試料の再利用



溶存態放射性Cs濃度の測定にあたり、幅広い濃度レベルの試料群を同時期に取り扱う場合は、以下の観点から、推測されるCs濃度レベルに応じて前処理及び測定方法を選別するという考え方がある。

1. 前処理と測定にかかる時間とコスト

所有するGe半導体検出器のマシントイムを台数・検出限界等から把握し、前処理と測定にかかる時間とコストから、濃度レベルに応じて測定方法(溶存態放射性セシウムの濃縮・前処理方法も含めて)を選択する。

2. 相互汚染の防止

Cs濃度レベルが2桁以上異なる試料については、高Cs濃度試料による低Cs濃度試料の汚染が懸念されるため、可能であれば処理系統を分ける。

3. 測定試料の再利用

比較的高Cs濃度の試料については、他核種等の分析に再利用する可能性を考え、可能な限り元の状態を保つ。

水中の溶存態放射性Cs濃度

$$= \frac{\text{分析結果 (Bq/kg)} \times \text{分析時の重量 (kg)}}{\text{濃縮前の水量 (kg)}}$$

表 20Lの環境水を2Lに濃縮したサンプルの測定時間と検出限界の例

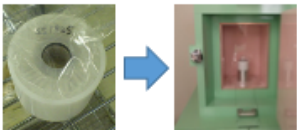
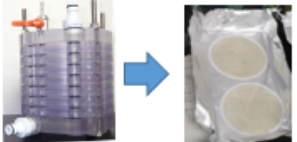
| 測定時間(秒) | 検出限界(Bq/kg) | 測定時間(秒) | 検出限界(Bq/kg) |
|---------|-------------|-----------|-------------|
| 1,000 | 0.85 | 86,400 | 0.059 |
| 3,600 | 0.40 | 150,000 | 0.042 |
| 5,000 | 0.32 | 300,000 | 0.028 |
| 10,000 | 0.21 | 500,000 | 0.021 |
| 43,200 | 0.09 | 1,000,000 | 0.014 |

ゲルマニウム半導体検出器(Canberra製、GC2520-7500SL、CGGC4020-7500SL)

準備された試料は、ゲルマニウム半導体検出器を用いて、放射能核種を分析し以下の式で元の濃度に計算する。




水中Cs濃度(Bq/kg) = 分析結果(Bq/kg) × 分析時の重量(kg) / 濃縮前の水量(kg)

放射性Csの測定時間は、検出器の種類によってことなるが、ゲルマニウム半導体検出器(Canberra製、GC2520-7500SL、CGGC4020-7500SL)、2Lマリネリ容器を用いて測定した場合の検出限界と予想時間を表に示す。

| 前処理手法 | 使用するフィルター孔径 | 特徴 |
|--|-------------------------|---|
| <p>吸引・加圧ろ過法</p>  | 1 μ m, 0.45 μ m | 吸引もしくは加圧によりフィルターに通水し、ろ過する方法、汎用的機材で適用可能であり、懸濁物はフィルター上に回収し、U8容器等に入れて測定する。 |
| <p>カートリッジフィルタ法</p>  | 1 μ m | カートリッジフィルターに通水して、ろ過する方法、懸濁物はカートリッジフィルターに回収し、カートリッジフィルターを直接測定する。 |
| <p>積層型フィルター法</p>  | 0.45 μ m | フィルターに通水してろ過する方法、懸濁物は多段式の装置に設置した複数のフィルター上に回収し、U8容器等に入れて測定する。 |

前のページで少し記載したとおり、溶存態の放射性セシウムの濃縮・前処理法は様々な方法がある。

それぞれの手法により、得意とする試料量や前処理時間、操作性等が異なるため、目的に応じて使い分けることが重要である。

| 前処理手法 | 最適試料量 | 前処理時間 | 定量下限 | 操作性 |
|---|--------------------------|-----------------------|---------------------|-----|
| 直接測定 | 2L | なし | 0.1-1 Bq/L | — |
| 蒸発濃縮法  | 4-20 L (20L以上も 可能) | 6時間(4L) ~3日間(20L) | 0.005- 0.05 Bq/L | 簡単 |
| AMP法  | 10-20L | 3日 | 0.005- 0.01 Bq/L | 複雑 |
| PBフィルター法  | 20-100L | 8分(20L) ~40分(100L) | 0.0005- 0.005 Bq | 簡単 |

前のページで少し記載したとおり、溶存態の放射性セシウムの濃縮・前処理法は様々な方法がある。

それぞれの手法により、得意とする試料量や前処理時間、操作性等が異なるため、目的に応じて使い分けることが重要である。

| 手法名 (実施場所) | | 固液分離方法 | | |
|---|---|--------------------------------------|-----------------------------|--|
| | | 吸引・加圧ろ過法 (ラボ・現地) ^{注1} 注2 | カートリッジ フィルター法 (ラボ・現地) | 積層型フィルター 法 (ラボ・現地) ^{注2} |
| 溶存 態放 射性 Csの 濃前 処理 手法 | 蒸発濃縮法 (ラボ) | ○実績あり | ○実績あり | ○実績あり |
| | AMP ^{注3} 法 (ラボ) | ○(ろ過と濃縮は別 工程) | 実績なし | 実績なし |
| | PB ^{注4} カートリッ ジ法 (ラボ・現地) | ○実績あり | ◎実績あり 一体化 | ○実績あり |
| | イオン交換樹 脂法 (ラボ・現地) | ○実績あり | ○実績あり | ◎実績あり 一体化 |

注1 実験室の設備を備えれば、現地でろ過することが可能である。
 注2 技術資料「環境放射能モニタリングのための水中の放射性セシウムの前処理法・分析法、2015年9月発行」では、吸引・加圧ろ過法は、「4.2 ろ過法」、積層型フィルター法は、「4.5 多段式フィルター法」で説明されている。
 注3 Ammonium phosphomolybdate: リンモリブデン酸アンモニウム
 注4 Prussian blue: プルシアンブルー

懸濁態放射性Csの前処理は、①固液分離、懸濁態放射性Csの測定およびろ液の溶存態放射性Csの測定への利用が可能な方法、②懸濁物質の大量収集を主目的とするが、ろ液の溶存態放射性Cs(濃縮)測定への利用が可能な方法に分類される。

表は、固液分離法(懸濁体放射性セシウムの回収法)と溶存体放射性セシウムの濃縮法に関して組み合わせを示したものである。

それぞれ用いるフィルターの孔径や材質等により、回収できる懸濁物質の粒径、通水速度、回収可能懸濁物質量が異なるため、それぞれの目的に応じた選択が必要である。

各手法の選択に参考になるように、研究機関による実績、一本化など、各手法間の相性を表に示す。