緊急時における γ線スペクトロメトリーのための 試料前処理法

平成31年3月改訂原子力規制庁監視情報課



目次

第1章 序 論	1
第2章 緊急時における試料前処理法の考え方	
2.1 緊急時モニタリングについて	2
2.2 対象試料について	3
2.3 汚染防止策について	3
2.4 前処理方法について	8
2.5 定量可能レベルについて	9
2.6 測定試料の調製方法1	13
第3章 用語の解説1	16
第4章 大気	
4.1 必要な機器、用具等1	19
4.2 試料搬入時の注意点1	19
4.3 試料の前処理方法2	20
4.4 試料の保存方法2	23
4.5 長尺(連続)ろ紙及び大型ろ紙の前処理方法及びその特徴2	24
第5章 降下物及び降水	
5.1 必要な機器、用具等2	26
5.2 試料搬入時の注意点2	
5.3 試料の前処理方法2	27
5.4 試料の保存方法2	28
第6章 飲料水及び陸水	
6.1 必要な機器、用具等	
6.2 試料搬入時の注意点	31
6.3 試料の前処理方法	
6.4 試料の保存方法	34
第7章 海水	
7.1 必要な機器、用具等3	
7.2 試料搬入時の注意点	
7.3 試料の前処理方法3	36
7.4 試料の保存方法	37

第8章	章 土壌	
8. 1	必要な機器、用具等	38
8.2	試料搬入時の注意点	38
8.3	試料の前処理方法	39
8.4	水分の多い試料の前処理方法	40
8.5	乾土率の算出	41
8.6	沈着量の算出方法	42
8. 7	試料の保存方法	42
第9章	章 野菜類	
9. 1	必要な機器、用具等	44
9.2	試料搬入時の注意点	45
9.3	試料の前処理方法	45
9.4	試料の保存方法	51
第 10	章 果実類	
10.	1 必要な機器、用具等	52
10.2	2 試料搬入時の注意点	52
10.	3 試料の前処理方法	53
10.	4 試料の保存方法	57
第 11	章 茶葉	
11.	1 必要な機器、用具等	58
11.	2 試料搬入時の注意点	58
11.	3 試料の前処理方法	59
11.	4 試料の保存方法	61
第 12		
	1 必要な機器、用具等	
12.	2 試料搬入時の注意点	63
	3 試料の前処理方法	
12.	4 試料の保存方法	66
第 13	章 豆類	
13.	1 必要な機器、用具等	67
13. 2	2 試料搬入時の注意点	68
13.	3 試料の前処理方法	68
13.	4 試料の保存方法	71

第 14 章 キノコ類		
14.1 必要な機器、	用具等	72
)注意点	
	里方法	
	5法	
第 15 章 海藻類		
15.1 必要な機器、	用具等	77
15.2 試料搬入時の	D注意点	78
15.3 試料の前処理	里方法	78
15.4 試料の保存力	5法	81
第 16 章 肉類		
	用具等	
	D注意点	
	里方法	
16.4 試料の保存力	7法	85
第 17 章 牛乳		
	用具等	87
,	元共寺 D注意点	
	型方法	
	5法	
11. 4 降(州 () (水(丁))) 14	30
第18章 乳製品		
18.1 必要な機器、	用具等	91
	D注意点	
18.3 試料の前処理	里方法	92
	5法	
第 19 章 卵		
19.1 必要な機器、	用具等	96
19.2 試料搬入時の	D注意点	96
19.3 試料の前処理	里方法	97
19.4 試料の保存力	5法	99

第 2	20 章 魚	以介類	
20	.1 必要	な機器、用具等1	.00
20	.2 試料	搬入時の注意点1	.01
20	.3 試料(の前処理方法1	.01
		の保存方法1	
第 2	21 章 指	標生物(牧草を含む)	
21	.1 必要	な機器、用具等1	10
		搬入時の注意点	
		の前処理方法	
		の保存方法	
21	• I h (/)	·> pk 1 / 2 2 · · · · · · · · · · · · · · · · ·	10
解	説		
) 1T		定量可能レベルの計算1	16
	解説 B	放射性核種の測定容器壁への吸着状況の検討結果	
	77+176 D	从引出你准*767是在福生一*7次有你也*7快时相水	. 21
付	録		
1.1	· 付録 1	常備しておく機器 (用具)・試薬等の一覧表1	2.1
	付録 2	マリネリ容器及びマリネリ容器用内袋1	
	付録 3	小型容器1	
	打球り	小空谷台	.30
参	考		
//	5 参考1	緊急時モニタリングにおける実施項目及び内容の考え方について1	27
	- •		
	参考 2	高濃度試料への対応について	
			42
	参考 4	試料を廃棄する際の留意点について1	
	参考 5	陸水中のセシウムの存在状態について1	
		土壌のモニタリングの考え方について1	
	参考7	野菜類等の洗浄について1	.52
参考	育文献		.53

第1章 序 論

緊急時モニタリングは、「原子力災害対策指針」原子力規制委員会(2018)(文献 1)(以下「原災指針」という。)において、放射性物質若しくは放射線の異常な放出又はそのおそれがある場合に実施する環境放射線モニタリングをいい、警戒事態においてその準備を行い、施設敷地緊急事態において開始するとされている。また、防護措置の判断等のための初期モニタリング、周辺環境に対する全般的影響の評価・確認等のための中期モニタリング、復旧段階における復旧期モニタリングの3段階に分かれるとされている。さらに、緊急時モニタリングについては、「緊急時モニタリングについて(原子力災害対策指針補足参考資料)」原子力規制庁監視情報課(2017)(文献 2)に、緊急時モニタリングの目的、実施体制、実施項目等が示されている。「緊急時におけるγ線スペクトロメトリーのための試料前処理法」(以下「本法」という。)は、初期モニタリングにおける前処理法を整理したものであるが、中期及び復旧期モニタリングにおいても初期モニタリングにおける調査を継続する場合などにおいて活用可能なものである。

前処理法に関連する放射能測定法シリーズとしては、放射能測定法シリーズ No. 13「ゲルマニウム半導体検出器等を用いる機器分析のための試料の前処理法」(文献 3)及び放射能測定法シリーズ No. 16「環境試料採取法」(文献 4)が制定されており、本法は、数十種類の環境試料を対象とした緊急時における γ 線スペクトロメトリーのための前処理法を記載した放射能測定法シリーズ No. 24 として、平成 4 年 8 月に制定された。その背景には、昭和 61 年に発生したチェルノブイリ原子力発電所事故に伴う放射能影響調査を機に、緊急時における迅速な対策策定と線量当量の評価を行う必要性から、緊急時モニタリングに関するマニュアルの整備が望まれていた。

平成23年3月11日に発生した東日本大震災に伴う東京電力福島第一原子力発電所事故 (以下「福島第一原発事故」という。)直後から、ゲルマニウム半導体検出器を用いた γ線 スペクトロメトリーは、緊急時モニタリングに広く活用されており、様々な分析機関等で 実施されていた。一方、数多くの分析機関が緊急時に γ線スペクトロメトリーを実施した 経験がなかったことから、前処理における試料の取扱方法、特に試料の洗浄の必要性等の 課題が明らかとなった。

本法は、対象試料の選定、汚染防止策、前処理法、定量可能レベル等について検討し、その対処法を取りまとめた。その際、できるだけ具体的な記載や写真等を追加するとともに、福島第一原発事故を経験して得られた知見や実例等を広く共有できるように配慮した。ここで示した前処理法は、標準的な操作方法等を規定し、もって測定結果の斉一化を図ることを目的としている。このため、緊急事態において自治体や研究機関等が独自に行うモニタリングについても、基本的に本法に準ずることが期待される。なお、特定の目的で実施されるモニタリングについては、その目的に照らして適切であれば、本法以外の前処理法を妨げるものではない。

原災指針及び原子力災害対策指針補足参考資料の改訂状況や今後のモニタリング技術 の進展に伴い、本法に示されている内容は、必要に応じて見直すこととする。

第2章 緊急時における試料前処理法の考え方

2.1 緊急時モニタリングについて

緊急時モニタリングについては、「緊急時モニタリングについて(原子力災害対策指針補足 参考資料)」原子力規制庁監視情報課(2017)(文献 2)に示されており、本法で関連するモニタリング実施項目として、「大気中の放射性物質の濃度の測定」及び「環境試料中の放射性 物質の濃度の測定」の2種類が挙げられている。

2.1.1 大気中の放射性物質の濃度の測定

原子力災害による環境放射線の状況に関する情報収集及び原子力災害による住民等と環境への放射線影響の評価材料の提供が主な目的である。時間的に連続した大気中放射性物質濃度の変化の把握が可能な大気モニタやガス状及び粒子状ョウ素について連続的にサンプリングし、一定の時間ごとにろ紙及び活性炭カートリッジを交換するオートサンプルチェンジャー付きョウ素サンプラによる測定体制を整備することによって、放射性物質の拡がりを確認するとともに被ばく評価に活用する。

2.1.2 環境試料中の放射性物質の濃度の測定

環境試料については、降水、土壌等及び飲食物に分類する。なお、土壌等は、土壌の他に、 陸水、海水、河底土、湖底土、海底土、指標生物等を含む。

(1) 土壌等中の放射性物質の濃度の測定

土壌等中の放射性物質の濃度を測定する主な目的は、地上に沈着した放射性物質の拡がりの確認とその核種組成の把握である。このため、初期対応段階においては、まず 0IL2 ¹ を超過した空間放射線量率が測定されたモニタリングポスト等の設置地点近辺の土壌の採取・分析又は測定を速やかに実施する。

(2) 飲食物中の放射性物質の測定

飲食物中の放射性物質の濃度を測定する主な目的は、防護措置を実施する必要性を判断するための材料の提供及び原子力災害による住民等と環境への放射線影響の評価材料の提供である。

① 0IL6² に基づく飲食物中の放射性物質の検査開始前

飲料水への放射性物質の影響を把握するため、放射性物質の放出が確認された場合には速やかに、対象となる地域にある水源から供給される飲料水の採取・分析を行うこととし、主として汚染されるおそれのある上水道、簡易水道を対象に実施する。

¹ 地表面からの放射線、再浮遊した放射性物質の吸入、不注意な経口摂取による被ばく影響を防止するため、地域生産物の摂取を制限するとともに、住民等を 1 週間程度内に一時移転させるための基準(地上 1 m で計測した場合の空間放射線量率として 20 μ Sv/h となる。)

² 経口摂取による被ばく影響を防止するため、飲食物の摂取を制限する際の基準(表 2.1 に示す。)

② 0IL6 に基づく飲食物中の放射性物質の検査

空間放射線量率が $0.5~\mu$ Sv/h を超える地域においては、その地域で生産された飲食物中の放射性物質濃度を測定する。

表 2.1 OIL6 (初期設定値) 3

核種	飲料水・牛乳・乳製品	野菜類、穀類、肉、 卵、魚、その他				
放射性ヨウ素	300 Bq/kg	2,000 Bq/kg 💥				
放射性セシウム	200 Bq/kg	500 Bq/kg				

※根菜、イモ類を除く野菜類が対象。

OIL6 に基づく防護措置を実施する必要性を判断するための測定については、測定に要する時間を、核種ごとに考慮に入れた上で、緊急時モニタリングの結果が必要とされる時期までに、その測定結果が得られるように留意する。OIL6 と緊急時におけるγ線スペクトロメトリーの測定時間との考え方については参考1に示す。

2.2 対象試料について

改訂前の本法の対象試料については、当時の「緊急時環境放射線モニタリング指針」(原子力安全委員会)等を参考に、「大気」、「降下物及び降水」、「飲料水及び源水」、「牛乳」、「乳製品」、「葉菜類」、「海藻類」、「魚類」、「海水」及び「土壌」としており、環境放射線モニタリングで必要となる「穀類」、「豆類」、「肉類」及び「卵」も含めていた。その他、これらに挙げた試料と前処理方法が同一と考えられる試料についても、対象としていた。今般、改訂前の本法に記載していた環境試料及び、「緊急時モニタリングについて(原子力災害対策指針補足参考資料)」原子力規制庁監視情報課(2017)(文献 2)に記載されている環境試料を対象とした。また、これらに記載されている試料に、福島第一原発事故の経験を踏まえ、「果実類」を追加した。

併せて、試料の特徴や前処理方法を考慮して、18 グループに分類し、一部の試料については、試料名称を変更した。

2.3 汚染防止策について

緊急時モニタリングにおいては、平常時モニタリングでは検出しないか、又は存在しても極めて低レベルの放射性核種が数多く高濃度で検出される。このため、他の試料や測定容器、実験機器及び実験室の汚染が生じる可能性があり、実験室内だけでなく、試料を取り扱う場

③ 「原子力災害対策指針」原子力規制委員会(2018)(文献1)

所において、その取扱いには注意を要する。汚染防止対策は必要な実験機器(用具)の準備、作業場所のレイアウト設計などあらかじめ準備すべきものと、汚染検査、養生、ゴム手袋や白衣の着用など分析・測定の作業者が現場で着実に実行すべきものがある。作業の流れを吟味し、次に述べる汚染防止策の実現に必要な手段と手順の確立が求められる。

緊急時に高濃度で検出が予想される放射性ヨウ素及び放射性セシウムについては、特に注意が必要となる。

放射性ヨウ素については、揮散性が大きく、その化学的挙動も複雑である。また、放射性 セシウムについては、放射性ヨウ素に比べて半減期が長く、影響が長期に及ぶことになる。 これらの汚染については、その影響箇所や規模は予想できないことがあるため、前処理等を 行う際には、実験室の汚染、試料相互間の汚染を防止することが必要である。

使用する物品が汚染されていないことが大前提であり、作業前、作業後に、あるいは汚染のおそれがあった場合には、使用する物品等の汚染検査を実施することが重要である。特に、繰り返し使用する器具等については、汚染検査等を実施して、相互汚染防止に努める。また、作業者が実験室等を出入りする箇所に、その実験室等で使用する専用の靴を用意し、粘着マットを配置し、実験室周辺を定期的に清掃するなど、他の作業場所に汚染が拡大することを抑制するような対策を講ずる必要がある。4 さらに、実験室等にある外気に通じる窓、扉を粘着テープで目張りすること 5 や実験室間を移動する際に屋外を経由して測定試料等を運搬する場合には、運搬容器等をポリエチレン袋で包むなどの処置により、外気からの汚染防止策を実施することも重要である。

これらのことを踏まえ、試料の受入れ、前処理及び測定容器への充填の3段階において、 作業者への配慮、試料相互汚染防止及び測定容器への汚染防止の留意点を示す。なお、試料 採取時及び試料測定時における高濃度試料を取り扱う際の留意点については参考2に示す。

2.3.1 試料の受入段階における留意点

環境試料については、採取した周辺環境の汚染状況によって、環境試料中の放射能濃度が変化するものと考えられる。そこで、試料を分析機関が受け入れる際に、採取場所等の試料情報を確認した上で、サーベイメータ⁶によって、試料を梱包する袋等を含め試料全体の放射線レベルを把握する必要がある。(写真 2.1 及び写真 2.2)

放射線レベルごとに区分して試料を保管するなどの試料管理を行い、試料の相互汚染の防止に十分に注意する。放射線レベルの高い試料については、作業者が立ち入らない場所に保管するなど、作業者への被ばくに配慮した作業環境にする必要がある。併せて、緊急時モニタリングにおいては、短期間に多量の試料を取り扱うこと、平常時モニタリングとは異なる

⁴ 栗田義幸, 三枝純, 前田智史, 放射能分析建屋内への放射性セシウムの混入状況及び低減策, 日本放射線安全管理学会誌, 第 15 巻 2 号 (2016) (文献 5)

⁵ 消防上、目張りできない箇所があるので確認してから実施すること。

⁶ 放射線レベルを把握する上でγ線用シンチレーションサーベイメータを、汚染検査のために GM 計数管サーベイメータを使用することがある。

作業者が試料を取り扱うことなどが考えられることから、試料の取り違いがないように、試料の管理方法についてあらかじめ決めておく必要がある。⁷



写真 2.1 サーベイメータによる 試料受入時の測定例 (ホウレンソウ)



写真 2.2 サーベイメータによる 試料受入時の測定例(拡大)

また、放射線レベルが高い環境試料については、少ない供試量で分析・測定ができる可能 性があるなど、前処理方法の判断材料にもなるものと考えられる。

一連の作業を行う際には、使い捨てのゴム手袋、白衣、マスク等を着用して、試料を梱包する袋等が汚染されているという前提で作業を行う必要がある。(写真 2.3) また、試料を梱包する袋等が汚染されているおそれがある場合は、試料の相互汚染を防止するために、ポリエチレン袋で二重に包むなどの処置を行うことも必要である。



写真 2.3 作業者の汚染防止策を実施した例 (背面開きの使い捨て白衣を着用)

サーベイメータを使用する前に、ポリエチレン袋でサーベイメータを養生する。また、ポリエチレン袋を適宜交換するなど、サーベイメータの汚染防止策を実施する必要がある。

⁷ 試料タグ、ラベル等を付与して、試料を管理する方法がある。その際には、一次元コード又は 二次元コードなどを用いることも有効である。

2.3.2 試料前処理における留意点

試料の受入れ後、試料の前処理を行う分析機関の実験室及び実験台周辺についても、試料、外気等からの汚染に十分に注意する必要がある。そのため、使用する実験室及び実験台については、ポリエチレンろ紙、ブルーシート等の養生シート ® によって、実験室の汚染防止を図ることが重要である。(写真 2.4 及び写真 2.5) その際、試料を取り扱う施設等については、可能な限り、作業スペース及びその周辺を含めて、養生シートで養生することが望ましい。また、養生シート ® については、使用中に破損することがあるため、状況に応じて、二重にする必要がある。

さらに、試料ごとに養生シートを交換するなど、放射性核種の混入及び試料の相互汚染防 止対策を十分に行う必要がある。

試料を取り扱う際に、作業者は使い捨てのゴム手袋、白衣、マスク等を着用して、試料の相互汚染の防止及び作業者への内部被ばく及び放射性核種の付着防止に、十分に注意する必要がある。

また、実験台等の養生シートや作業者が着用している使い捨てのゴム手袋については、試料ごとに新たなものを使用することが、汚染防止対策として重要であり、汚染するおそれがある場合には、作業の途中で交換することも考慮しておく必要がある。



写真 2.4 汚染防止策の実施例 (ポリエチレンろ紙による養生)



写真 2.5 汚染防止策の実施例 (ブルーシートによる養生)

試料前処理において、試料を細断時(写真 2.6)に使用する包丁、カッター、バット等の器具について、繰り返して使用する際は洗浄することとなるが、十分に洗浄できないこともある。そのため、使い捨ての包丁、カッター、紙皿等を用いることは、不十分な洗浄による相互汚染の防止策として有効である。ただし、使い捨ての包丁、カッター等は、通常の作業で使用しない器具のため、作業の安全性に十分に留意する必要がある。

また、飲料水などの液体状の試料については、必要に応じて、バット内にろ紙等を敷き、 その中で作業を行う等、汚染拡大防止策をとる。

⁸ 使い捨てのものも含む。

⁹ 養生シートが不足した際に、汚染していない古新聞を使用した事例がある。



写真 2.6 カッター及び紙皿を用いた試料の細断作業 (ハクサイ)

試料や器具の洗浄等で使用する水道水及び純水については、使用前に汚染状況を確認しておく。確認方法は、第6章に従うこと。洗浄等で使用する水道水に放射性物質が検出され、試料を汚染する可能性がある場合には、純水を使用する。

2.3.3 測定容器への充填時の留意点

本法においては、測定容器としてマリネリ容器及び小型容器 ¹⁰ を採用しており、マリネリ容器を使用する ¹¹ 際には、マリネリ容器に内袋を使用して、測定することを原則としている。 内袋はマリネリ容器の内壁に密着し、マリネリ容器の形状に適合できるものを用いることとしている。また、小型容器については、原則として、繰り返し使用しないこととしている。

マリネリ容器の形状に適合した内袋がない場合には、ポリエチレン袋で代用することができる。その際には、ポリエチレン袋とマリネリ容器の内壁に空気が入らないように、できるだけ密着した状態で使用する。

試料を測定容器に充填する(写真 2.7 及び写真 2.8)際には、試料を取り扱う作業者(ホット作業者)と、試料を取り扱わない作業者(コールド作業者)に区分して、ホット作業者が測定容器の外側に触れないように作業を分担するなど、測定容器の外側を汚染しないように努める。12



写真2.7 マリネリ容器に充填する作業(ハクサイ)



写真 2.8 小型容器に充填する作業 (ハクサイ)

¹⁰ 代表的な小型容器して、U-8 容器がある。

¹¹マリネリ容器を使用する前には、汚染状況を確認しておく。

¹² ホット作業者が測定容器を実験台に置いて試料を充填し、コールド作業者が測定容器を移動する作業を行うなど作業を分担するとよい。

また、試料を封入した測定容器の外側を、水又はエタノール¹³ で湿らせたペーパータオルで拭くことで、測定容器外側の汚染を除去する。測定容器の外側を拭き取った後、測定容器からの汚染防止として、測定容器に適した大きさのポリエチレン袋に入れ測定する。

2.4 前処理方法について

本法の改訂に当たり、緊急時に想定される汚染の拡大を防ぎ、かつ、迅速性を確保するため、できるだけ採取形態のまま又は生試料で測定することを基本とした。

2.4.1 飲食物の前処理方法

緊急時における飲食物の測定結果は、0IL6(表 2.1 を参照)の判断等に用いられることから、飲食に供される際の一般的な処理方法によることを基本として、厚生労働省の食品中の放射性物質の試験法等 ¹⁴ との整合を図った。これによって、改訂前の本法においては、葉菜類は試料相互間の汚染を防止するために、水洗いをしないこととしていたが、食用に供する形での前処理とするため、付着している土壌など落とした上で水洗い ¹⁵ ¹⁶ を実施することを記載した。野菜類等の洗浄方法によって放射性物質の除去率が異なることから、野菜類等の洗浄に関する調査結果については参考7に示す。

2.4.2 試料の保存方法

試料の保存方法については、試料測定後の経過時間を考慮した考え方を整理して、「比較的短期間の保存」及び「長期保存」という観点から取りまとめた。比較的短期間の保存をする場合には、腐敗のおそれがある試料については、冷蔵又は冷凍保存することが望ましい。試料を保存する際には、試料採取年月日、場所(可能な限り、緯度及び経度の情報・写真も含めたもの)、採取者、前処理及び測定の内容・結果について、記録しておくことが重要となる。なお、緊急時モニタリングにおいて採取された環境試料については、安易に廃棄できないこともあるため、廃棄する際の留意点については参考4に示す。

2.4.2.1 比較的短期間の保存

緊急時におけるγ線スペクトロメトリーで得られた測定結果について、再確認が必要とされるなどの様々な状況によって、再測定を実施するため、比較的短期間の保存をすることが考えられる。ここでは、保存期間としては、数日から数ヶ月単位を目安とする。

試料を比較的短期間の保存をする場合には、試料の腐敗を防止する目的で、牛乳、乳製品、 卵等の試料に防腐剤としてホルマリンを添加することとしていたが、ホルマリンの危険性を 考慮して、使用しないこととした。また、改訂前の本法では、容器への吸着防止を目的とし

¹³ アクリル製の器具に対して、エタノールを使用すると膨潤によりひびが入ることがあるので注意する。

^{14「}緊急時における食品の放射能測定マニュアル」厚生労働省医薬局食品保健部監視安全課(2002) (文献 6)

¹⁵「緊急時における食品の放射能測定マニュアル」に基づく検査における留意事項(事務連絡)厚 生労働省医薬局食品保健部監視安全課(2011)(文献7)

¹⁶ 試料や器具の洗浄等で使用する水道水及び純水については、使用前に汚染状況を確認しておく。 確認方法は、第6章に従うこと。

て、降水及び陸水の試料に塩化ナトリウムを添加することとしていた。今回、文献及び解説 B に示す検討実験結果を踏まえ、放射性ヨウ素の測定容器への吸着を考慮して、チオ硫酸ナトリウム ¹⁷ を添加することとした。 ¹⁸ なお、チオ硫酸ナトリウムを添加した測定容器内の試料溶液については、放射性ヨウ素を再測定するための保存用として取り扱うこととして、他の放射性物質を目的とした保存容器に移し替えなどは行わないこと。

2.4.2.2 長期保存

緊急時モニタリングで採取された試料の中には、貴重な試料が含まれていることが考えられることから、長期に保存する方法を次に示した。ここでは、保存期間としては、年単位を 目安とする。

土壌等、腐敗のおそれが少ない試料については、そのまま保存することとした。また、腐敗するおそれがある試料については、灰化処理を行うこととした。灰化処理を行う際には、核種又は化合形態によっては、揮発損失等することがあるために、試料中の放射能濃度が変化すること並びに他の試料及び使用機器への汚染等に注意する必要がある。水試料については、平常時モニタリングにおける保存方法を用いて、長期保存をするための容器に酸添加を行うこととした。具体的な試料の長期保存方法については参考3に示す。灰化処理を行う際及び水試料への酸の添加方法については、放射能測定法シリーズNo.13「ゲルマニウム半導体検出器等を用いる機器分析のための試料の前処理法」(文献3)及び放射能測定法シリーズNo.16「環境試料採取法」(文献4)を参照のこと。

2.5 定量可能レベルについて

本法を用いて、 γ 線スペクトロメトリーで得られる 131 I、 134 Cs 及び 137 Cs の定量可能レベルを表 2.2 及び表 2.3 に示した。

 γ 線スペクトロメトリーの検出下限値は、環境試料中の放射能濃度により変動する。このことから、福島第一原発事故後に採取された環境試料(降下物、土壌又は大気)をマリネリ容器又は小型容器に詰めて、実測したスペクトルを利用し、環境試料の種類、測定時間ごとに検出下限値を計算した。計算に当たっては、現在のゲルマニウム半導体検出器の一般的な相対効率として 30 %程度のものを想定した。定量可能レベルの計算方法の詳細については解説 A に示す。得られた検出下限値から、試料ごとに分類して、測定時間ごとに、 131 I、 134 Cs 及び 137 Cs の定量可能レベルとした。

なお、検出下限値の計算方法については、放射能測定法シリーズ No. 7「ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー」(文献 8) に示されているものを用いた。

ここで得られた定量可能レベルと飲食物摂取制限の基準値 0IL6 との関連等の緊急時モニタリングにおける実施項目及び内容の考え方について、参考1に示した。

¹⁷ チオ硫酸ナトリウムの還元作用により、試料中に含まれる鉄等の還元可能なイオンや化合物の酸化状態が変化することがあるので、試料溶液の状態の変化に留意する。

¹⁸ 試料容器内での放射性物質の吸着や揮散を避けるため、なるべく早く前処理及び測定を実施することが望ましい。

表 2.2 及び表 2.3 に示した定量可能レベルについては、一つの目安であり、測定容器に含まれる放射性核種の種類やその濃度によって変動するので注意が必要である。特に、¹³¹I については、半減期が 8 日と短いことから、試料を採取してから測定開始までの経過日数にも注意を払う必要がある。

実際の測定条件を決定するに当たっては、予備測定等を実施する。また、基準値を十分に満足できる測定条件を適宜確認し、変更することも考慮する必要がある。各分析機関においては、緊急時に備えて、データの蓄積をするなどの対策を準備しておくことが必要である。

表 2.2 緊急時(多核種検出時)においてマリネリ容器(2 L)を用いたときの測定時間と定量可能レベルの関係

試料名	供試量		131 I 定量可	能レベル	,	1	³⁷ Cs 定量F	可能レベル	/	¹³⁴ Cs 定量可能レベル				単位
F/17/11	(g)	10 分間	30 分間	1 時間	10 時間	10 分間	30 分間	1 時間	10 時間	10 分間	30 分間	1 時間	10 時間	半江
降下物 降水	2000 g	110	70	50	20	90	60	40	20	100	60	50	20	Bq/kg
飲料水 牛乳	2000 g	110	70	50	20	90	60	40	20	100	60	50	20	Bq/kg
土壌	3100 g	80	50	30	10	70	40	30	8	70	40	30	9	Bq/kg
野菜類	1000 g	200	120	80	30	170	100	70	30	180	110	80	30	Bq/kg
肉類 卵 魚介類	1900 g	120	70	50	20	100	60	40	20	110	60	50	20	Bq/kg

ゲルマニウム半導体検出器の相対効率を38%として計算。

野菜類、肉類、卵、魚介類については、生重量当たりの放射能濃度である。

表 2.3 緊急時(多核種検出時)において小型容器(50 mm φ × 50 mm)を用いたときの測定時間と定量可能レベルの関係

	供試量	#試量 ¹³¹ I 定量可能レベル			13	¹³⁷ Cs 定量可能レベル				¹³⁴ Cs 定量可能レベル				
試料名	(g又はm³)	10 分間	30 分間	1 時間	10 時間	10 分間	30 分間	1時間	10 時間	10 分間	30 分間	1時間	10 時間	単位
	1 m^3	6	4	3	0.8	6	3	2	0. 7	8	5	3	1	
大気	10 m^3	0.6	0.4	0.3	0.08	0.6	0.3	0.2	0.07	0.8	0.5	0.3	0.1	$\mathrm{Bq/m^3}$
	1000 m^3	0.006	0.004	0.003	0.0008	0.006	0.003	0.002	0.0007	0.008	0.005	0.003	0.001	
降下物 降水	89 g	350	200	150	50	280	170	120	40	310	180	130	40	Bq/kg
飲料水牛乳	89 g	350	200	150	50	280	170	120	40	310	180	130	40	Bq/kg
土壌	140 g	240	140	100	30	190	110	80	30	200	120	90	30	Bq/kg
野菜類	47 g	610	350	250	80	500	290	210	70	550	320	230	70	Bq/kg
肉類 卵 魚介類	86 g	360	210	150	50	290	170	120	40	320	180	130	40	Bq/kg

ゲルマニウム半導体検出器の相対効率を 31 %として計算。ただし、大気については、相対効率を 27 %として計算。 野菜類、肉類、卵、魚介類については、生重量当たりの放射能濃度である。

2.6 測定試料の調製方法

本法に基づいて調製した試料は、ゲルマニウム半導体検出器を用いる γ 線スペクトロメトリーで測定される。 γ 線スペクトロメトリーでは、得られた計数値をピーク効率で除して、正味の γ 線放出率を求める。測定試料の幾何学的条件(形状、高さ等)やその密度は、ピーク効率を決定するための要因の一つであり、測定試料の調製の良否によって定量値に大きな差異が生じる。したがって、可能な限り、定量値が不必要に変動する要因を除かなければならない。

測定容器の種類には、代表的なものとして、マリネリ容器 ¹⁹ (図 2.1 及び図 2.2) と小型容器 (図 2.3) がある。詳細については、放射能測定法シリーズ No.7 「ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー」(文献 8) を参照のこと。ここでは、特に、本法に基づいて測定試料を調製する際に、注意しなければならない事項を、マリネリ容器の場合と小型容器の場合について次に示す。

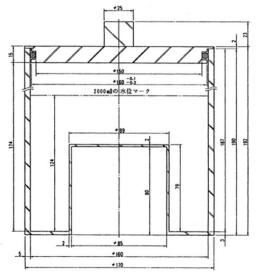


図 2.1 2 L マリネリ容器図

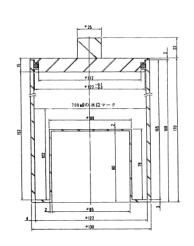


図 2.2 700 mL マリネリ容器図

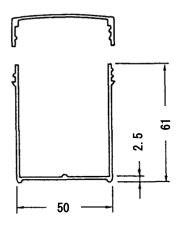


図 2.3 小型容器図

¹⁹ 最近は 1 L マリネリ容器も市販されている。ただし、容量が同じでも形状が異なるものがあるので、効率校正に留意すること。

2.6.1 マリネリ容器を用いる場合

固形物であり、しかも微細でないため一定の形に整えにくい試料、たとえば、土壌、野菜類、穀類、肉類、乳製品、魚介類等に注意が必要である。(a) マリネリ容器の形状、(b) 本法で用いるマリネリ容器用内袋に試料を封入した状態及び(c) 空隙のできた状態を図 2.4 に示す。

ここで、試料を入れたマリネリ容器用内袋は、マリネリ容器の容器壁と同一の形状になる ことが重要である。また、(b) に示すように、試料はマリネリ容器用内袋の中で空隙が生じ ないように均等に封入しなければならない。

専用の内袋をマリネリ容器に入れる場合は、装着が容易なように、あらかじめタルク等²⁰をマリネリ容器用内袋の外壁に付けておくとよい。また、内袋を装着したマリネリ容器に、メスシリンダーを用いて2Lの水を入れ、水面の高さを標線として印を付けておくとよい。

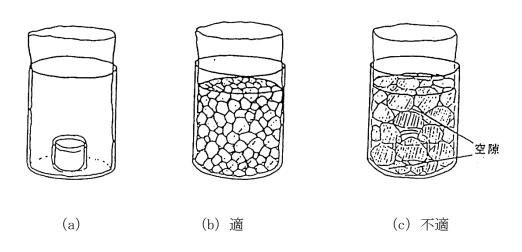


図2.4 マリネリ容器への試料詰め

2.6.2 小型容器を用いる場合

マリネリ容器と同様に固形物の試料を封入する際は空隙を生じないように、注意が必要である。特に、野菜類や海藻類のように強く押しても移動性が悪く、空隙がなくならない試料は、細断等の処理が必要となるときもある。また、測定容器に入れた試料の高さは、ピーク効率に影響を及ぼすので、試料の上面が水平になるように、しかも試料全体が均質な密度を保てるように、薬さじ、治具やゴム手袋を着用した指のひらで軽く押して圧力をかける。なお、粒子状の試料については、作業時に叩きながら容器に充填すると、粒径の細かいものが沈降して測定結果に影響を与える可能性があるため、注意が必要である。小型容器への試料詰めの方法を図 2.5 に示す。

²⁰ 滑石を粉砕して作った体質顔料。市販のベビーパウダーなども利用できる。

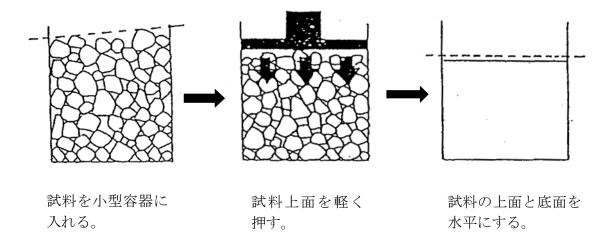


図 2.5 小型容器への試料詰め

試料を封入する際に、作業者がどの程度詰めるか分かりやすくするための目安(容器の 8 割程度の高さ)として、小型容器にあらかじめ印を付けておくとよい。

第3章 用語の解説

本章では、本法に記載されている用語、試料前処理作業を実施するに当たり重要と思われる用語を解説した。

原子力災害対策指針(文献1)

原子力事業者、国、地方公共団体等が原子力災害対策に係る計画を策定する際や当該対策 を実施する際等において、科学的、客観的判断を支援するために、専門的・技術的事項等に ついて定めた指針。

緊急時モニタリング (文献1)

放射性物質若しくは放射性の異常な放出又はそのおそれがある場合に実施する環境放射線 モニタリングをいう。

平常時モニタリング (文献 9)

原子力施設の平常時の周辺環境における空間放射線量率及び放射性物質の濃度を把握しておくことにより、緊急時モニタリングに備えておくとともに、原子力施設の異常を早期に検出し、その周辺住民及び周辺環境への影響を評価するこという。

大気モニタ (文献2)

大気中の α 線放出核種又は β 線放出核種若しくはその両方の放射性物質濃度を連続的に把握するために、当該核種が付着した粒子等を空気とともにポンプで吸引し、ろ紙上に集塵して、放射線検出器により計数し、大気中の放射性物質濃度を測定する装置。

環境試料

環境放射能の測定に用いる試料。大気浮遊じん、降下物、陸水、土壌、精米、野菜、茶、 牛乳、日常食、海水、海底土、海産魚、淡水魚、貝類、海藻類などが選択される。

ヨウ素サンプラ (文献 10)

空気中に浮遊する放射性ヨウ素による空気中放射能濃度を求めるため、ヨウ素捕集用ろ材を用いてヨウ素を捕集する装置。

モニタリングポスト(文献11、文献12)

環境γ線の空気吸収線量率、空気カーマ率又は周辺線量当量率、若しくは中性子フルエンス率を連続的に監視する野外の固定施設。

サーベイメータ (文献 13)

携帯用放射線測定器。空間放射線量率又は表面汚染の測定を目的とする。電離箱式、GM 管式、NaI シンチレーション式、プラスチックシンチレーション式などのサーベイメータがある。それぞれの特徴があるので使用環境に応じて選択する必要がある。

ゲルマニウム半導体検出器(文献13)

半導体検出器の一種で、ゲルマニウムの単結晶を検出素子として用いる放射線検出器。反整流方向に電圧をかけた半導体が、放射線によって生じる電離電流パルスを利用する。γ線や X 線を高感度かつ高いエネルギー分解能で検出できる。

検出下限値(文献8、文献14)

測定試料と測定条件(測定器、測定時間等)が決められたとき、分析対象となる核種について検出できる最小量(値)。その算出方法については、様々な考え方による提案がなされているが、本法においては、Cooperの方法を用いた。

定量可能レベル

試料種、供試量及び測定時間等の一連の分析条件が共通の場合に定量が可能とみられる レベルを検出下限値の経験値の蓄積を基に設定したもの。本法においては、福島第一原発 事故後に採取された環境試料(降下物、土壌又は大気)をマリネリ容器又は小型容器に詰 めて、実測したスペクトルを利用し、環境試料の種類、測定時間ごとに検出下限値を計算 した結果を定量可能レベルとした。なお、分析化学の分野でよく用いられる定量下限値(バ ックグラウンドにおける測定値の標準偏差の10倍値)とは、考え方が異なるものである。

ピーク効率 (文献8)

相対ピーク効率、基準ピーク効率、自己吸収などその他の補正項を含めた絶対ピーク効率 の総称である。

恒量(こうりょう)(文献14)

同一条件の下で、物質を加熱・放冷・ひょう量などの操作を繰り返したとき、前後の質量の計量差が規定の値以下となった状態。

デッドタイム (文献 15)

不感時間とも呼ばれ、入射した γ 線の信号処理に費やす時間である。その時間内は次の γ 線が入射しても処理することができない(不感である)。

デッドタイム=リアルタイム(トゥルータイムともいう)ーライブタイムの関係である。

参考文献

- 文献 1 「原子力災害対策指針」原子力規制委員会(2018)
- 文献 2 「緊急時モニタリングについて(原子力災害対策指針補足参考資料)」 原子力規制庁監視情報課(2017)
- 文献 8 放射能測定法シリーズ No.7「ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線 スペクトロメトリー」
- 文献 9 「平常時モニタリングについて(原子力災害対策指針補足参考資料)」 原子力規制庁監視情報課(2018)
- 文献 10 JIS Z4336:2010 放射性ヨウ素サンプラ
- 文献 11 放射能測定法シリーズ No. 17「連続モニタによる環境 y 線測定法」
- 文献 12 JIS Z4325:2008 環境γ線連続モニタ
- 文献 13 JIS K0216:2014 分析化学用語(環境部門)
- 文献 14 JIS K0211:2013 分析化学用語(基礎部門)
- 文献 15 放射能測定法シリーズ 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」

第4章 大気

大気中の放射性物質、特に放射性ョウ素¹を対象として、ガラス繊維ろ紙、長尺ろ紙及び活性炭カートリッジを測定試料に調製する前処理方法及び保存方法について示す。測定容器としてマリネリ容器又は小型容器を用いるときの方法を示す。

4.1 必要な機器、用具等

- ・γ線用シンチレーションサーベイメータ (機器表面の汚染を避けるため、大きなビニール袋などで覆ったもの。)
- ・マリネリ容器(容積2L)又は小型容器(容積100 mL程度)
- ・マリネリ容器用内袋
- ・測定容器を封入するポリエチレン袋
- ・ビニールテープ
- ペーパータオル
- エタノール
- · 純水 ²
- ・白衣(使い捨てできるものが望ましい。)
- ・使い捨てのポリエチレン又はゴムの手袋
- 腕カバー
- 使い捨てのマスク
- ・大型ろ紙 (60 cm×60 cm 程度)
- ビニールシート(ビニール袋で代用可)
- ・ものさし
- ・電子天秤 (g 単位で小数点第 2 位まではかれるもの。プリンター等の記録機能のあるものが望ましい。) ³ (機器表面の汚染を避けるため、操作パネル、天板等をラップフィルムで養生したもの。)

4.2 試料搬入時の注意点

- ① 試料の搬入に当たっては、被ばく及び汚染を防止する観点から、作業者は使い捨ての手袋及び白衣を着用する。
- ② 試料の採取場所、採取期間、採取条件等を確認し、試料に識別する番号を付与する。

¹ 大気中の放射性ヨウ素の形態は、粒子状及びガス状ョウ素である。粒子状ョウ素は大気浮遊じんに含まれるヨウ素塩等で構成されており、ガス状ョウ素は無機ヨウ素(I₂等)及び有機ヨウ素(ヨウ化メチル等)で構成されている。粒子状ョウ素はガラス繊維ろ紙に捕集され、ガス状ョウ素は活性炭カートリッジに捕集される。

² 使用する純水に放射性物質が含まれていないことを事前に確認すること。

³ 定期的に点検・校正を行うなど適切に管理された天秤を使用すること。また、使用開始前及び 使用後に分銅を用いて天秤の状態をチェックするなど、日常点検を行うとよい。

- ③ サーベイメータを試料にできるだけ近づけて測定し、放射線レベルを確認する。試料の供試量及び放射線レベルから、ゲルマニウム半導体検出器で測定した場合のデッドタイムを予想し、できるだけ10%程度以下になるよう試料量を調節し、その試料量に応じた測定容器を選択する。4
- ④ サーベイメータでの測定結果から試料の汚染状況を把握し、放射線レベルが高い場合にはレベルの低い他の試料と区別して保管することや、作業者の被ばく防止のため試料を取り扱う時間を管理することなど、適切な措置をとる。

4.3 試料の前処理方法

4.3.1 試料の前処理における留意事項

- ① 相互汚染防止のため、試料搬入時のサーベイメータでの測定結果を参考にして、前処理作業を行う試料の順番を事前に決めておく。
- ② 放射線レベルの高い試料を取り扱う際には、試料を取り扱う時間を可能な限り短縮できるよう、事前に作業者間で作業手順等について確認する。
- ③ 作業開始前に、第2章に記載した方法によって室内(床、作業台等)の養生を行う。
- ④ 養生した作業台の上にビニールシートを敷き、その上に大型ろ紙を載せ、試料ごとに作業する。⁵
- ⑤ 試料からの汚染を拡大させないため、試料に直接触るホット作業と直接触らないコールド作業とを区別して、可能な限り、作業者と作業台を別々にすることが望ましい。

4.3.2 測定容器への充填

- (1) 小型容器を用いるとき
 - ① 小型容器に、試料を識別する番号等のデータを記入又は添付した後、小型容器の風袋重量をはかり記録する。
 - ② 均質性に留意しながら、あらかじめ折り畳み等の処理を行ったろ紙 を①で用意した小型容器になるべく隙間の無いように詰める。(写真 4.1) 小型ろ紙及び打ち抜いたろ紙は浮遊じんの付いている面を底に向けて詰めるようにする。7(写真 4.2)
 - ③ 小型容器に蓋をして、試料の高さをはかり記録する。
 - ④ 容器の外側を、純水、エタノール等で湿らせたペーパータオルでよく拭き取る。
 - ⑤ 小型容器の重量をはかり、先の風袋重量を差し引き、測定試料の重量を求め、記録する。
 - ⑥ 測定器への汚染を防止するため、小型容器にポリエチレン袋を被せ、空気を抜き、容器 の底にシワがよらないように口を結んで封入し、測定試料とする。(写真 4.3)

⁴ サーベイメータによる試料表面の線量率と放射能濃度の関係については、「緊急時における食品中の放射性セシウム測定に用いる NaI(T1)シンチレーションサーベイメータの機器校正(第2版)」日本アイソトープ協会(2011)(文献16)において機種ごとに紹介されており、参考にするとよい。

⁵ 作業台や床面の養生の張替えには少なからず労力を要する。試料ごとに使い捨てできる簡易養生を施すことによって、養生の張替えの頻度を少なくできる。

⁶ 4.5 に処理方法の例を記載した。

⁷ ろ紙が複数枚ある場合は積み重ねる。



写真 4.1 小型容器への試料の充填 (ガラス繊維ろ紙)

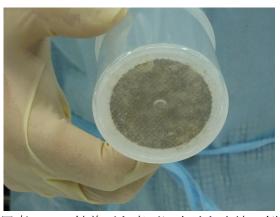


写真 4.2 付着面を底面に向けた充填の例 (ガラス繊維ろ紙)



写真 4.3 ポリエチレン袋で覆った小型容器 (ガラス繊維ろ紙)

(2) マリネリ容器を用いるとき8

- ① マリネリ容器用内袋を、マリネリ容器内に隙間なく装着する(測定容器壁への汚染を極力避けるため、使い捨ての内袋を使用する)。
- ② マリネリ容器に、試料を識別する番号等のデータを記入又は添付した後、マリネリ容器 及び蓋並びに内袋の風袋重量をはかり記録する。
- ③ 均質性に留意しながら、あらかじめ折り畳みや切抜き等の処理を行ったろ紙 ® をマリネリ容器の標線までなるべく隙間の無いように詰める。(写真 4.4) 試料を詰めた後、試料とともにマリネリ容器及び蓋の重量をはかり、先の風袋重量を差し引き、測定試料の重量を求め、記録する。
- ④ マリネリ容器内袋の口にビニールテープを用いて封をする。10 (写真 4.5)
- ⑤ マリネリ容器に蓋をし、蓋の接合部にビニールテープを巻いて封をする。(写真 4.6 及 び写真 4.7)
- ⑥ マリネリ容器の外側を、純水、エタノール等で湿らせたペーパータオルでよく拭き取る。

⁸ この方法は、大量のろ紙を迅速に測定することを目的とした方法である。集じん部分のみの測定を目的とした方法では、4.3.2 (1)に示すように小型容器に充填する方法がある。

^{9 4.5} に処理方法の例を記載した。

¹⁰輪ゴムや結束バンド等を用いてもよい。

⑦ 測定器への汚染を防止するため、マリネリ容器をポリエチレン袋に入れ、十分空気 を抜きながら口を結んで封入し、測定試料とする。(写真 4.8)



写真 4.4 マリネリ容器への試料の充填 (長尺ろ紙)



写真 4.5 内袋をビニールテープで閉じる (長尺ろ紙)



(長尺ろ紙)



写真 4.6 ビニールテープによる蓋の固定 写真 4.7 ビニールテープによる蓋の固定 (長尺ろ紙)



写真 4.8 ポリエチレン袋で覆ったマリネリ容器 (長尺ろ紙)

4.3.3 活性炭カートリッジの前処理 11

緊急時においては、捕集材からの汚染を防止するため、活性炭カートリッジから捕集材を 取り出さず、そのまま測定 ¹²することが望ましい。ただし、活性炭カートリッジの形状に対応 する標準線源がない場合、次の方法で捕集材を取り出し、測定試料とする。

(1) 小型容器を用いるとき

- ① 小型容器に、試料を識別する番号等のデータを記入又は添付した後、小型容器の風袋重量をはかり記録する。
- ② 活性炭カートリッジ内の捕集材を取り出して小型容器に移す。(写真 4.9) この時、静電気等の影響で捕集材が飛散しやすいので飛散しないよう十分注意する。13
- ③ 小型容器に蓋をして、試料の高さをはかり記録する。(写真 4.10)
- ④ 容器の外側を、純水、エタノール等で湿らせたペーパータオルでよく拭き取る。
- ⑤ 小型容器の重量をはかり、先の風袋重量を差し引き、測定試料の重量を求め、記録する。
- ⑥ 測定器への汚染を防止するため、小型容器にポリエチレン袋を被せ、空気を抜き、容器 の底にシワがよらないように口を結んで封入し、測定試料とする。



写真 4.9 活性炭の取出し



写真 4.10 小型容器への充填(活性炭)

4.4 試料の保存方法

4.4.1 比較的短期間の保存

- ① 小型容器の測定試料は、内袋のまま、他のポリエチレン袋又は容器に入れて保存する。
- ② マリネリ容器の測定試料は、測定容器のまま、他のポリエチレン袋又は容器に入れて保存する。
- ③ カートリッジをそのまま測定した場合、他のポリエチレン袋又は容器に入れて保存する。

4.4.2 長期保存

① 小型容器の測定試料は、内袋のまま、他のポリエチレン袋又は容器に入れて保存する。

¹¹活性炭ろ紙の前処理方法は、ガラス繊維ろ紙と同様である。

¹² 活性炭カートリッジをろ紙に重ねて、一緒に測定することもある。その際、吸引面が検出器側になるようにする。

¹³ 汚染の拡大や試料の飛散を防止するため、除電器やアルミホイルを使用するとよい。

- ② マリネリ容器の測定試料は、測定容器のまま、他のポリエチレン袋又は容器に入れて保存する。
- ③ カートリッジをそのまま測定した場合、他のポリエチレン袋又は容器に入れて保存する。
- ④ 放射能測定法シリーズ No. 13「ゲルマニウム半導体検出器等を用いる機器分析のための 試料の前処理法」(文献 3) 及び放射能測定法シリーズ No. 16「環境試料採取法」(文献 4) の方法によって、試料の灰化作業を行ってもよいが、器具及び装置を使用した後に 洗浄・清掃するなど、他試料への汚染が起こらないよう十分留意する必要がある。灰化 処理を行った試料は、デシケーター内など低湿度の環境下、又はなるべく空気に触れないような措置をとり保管する。

4.5 長尺(連続) ろ紙及び大型ろ紙の前処理方法及びその特徴

大気モニタ等に用いられる長尺(連続)ろ紙や大型ろ紙は、様々な前処理方法で処理がなされている。緊急時モニタリングの際は、原則として、小型容器に入りきらない量のろ紙についてはマリネリ容器で測定し、少量のろ紙については小型容器で測定する。次に示す前処理方法にはそれぞれ特徴があるため、目的に合わせて適切な方法を選択する必要がある。¹⁴

(1) 折畳み 15

大型ろ紙を折り畳み、測定容器に充填し、測定試料を調製する方法である。

浮遊じんの付いた面を内側にして、測定容器に入る大きさになるように折り畳む。 ^{16 17}

長所:器具を使用しないので、試料間の相互汚染や環境場汚染のリスクが比較的低い。

短所:作業者によって測定容器への充填率に差が出やすい。ろ紙のうち、元々浮遊じん の付いていない部分に浮遊じんが付着する可能性がある。

(2) 切抜き又は打抜き 15

長尺(連続)ろ紙又は大型ろ紙を、はさみ等で浮遊じんの付いている部分を切り抜く、又は専用の器具等で打ち抜き、測定容器に充填し、測定試料を調製する方法である。

切抜き又は打抜きの際に、測定容器の径に合わせることで、充填しやすくなる。 ¹⁸ 充填の際は浮遊じんの付いた面を下にして測定容器に入れる。 ¹⁹

長所:測定容器(小型容器)への充填率が高く、作業者による充填率の差が少ない。

短所:打抜き等に使用した器具を介した相互汚染に注意が必要である。

¹⁴ 試料の状況に応じた効率校正を行う必要があることに留意する。

¹⁵ 放射能測定法シリーズ No. 16「環境試料採取法」(文献 4)を参照のこと。

¹⁶大型のろ紙の場合、適当な大きさに切ってから折り畳んでもよい。

¹⁷ 必要に応じて、ポリエチレン袋やラミネート等で覆い、外部への飛散を防止してもよい。

¹⁸ 放射能濃度の算出の際、吸引部分と切り抜いた(打ち抜いた)部分の面積が必要となる。

¹⁹ ろ紙が複数枚ある場合は積み重ねる。

(3) 灰化 20

長尺(連続) ろ紙又は大型ろ紙を、浮遊じんの付いた面を内側にして折り畳み(又は巻き取った状態²¹で)、磁製皿に入れ、電気炉等で灰化し、測定する方法である。²²

長所:他の方法では測定容器に充填できない大量のろ紙を測定試料とすることができる。 他の方法と比較して、均質性が高い。

短所:器具及び装置を使用した後に洗浄・清掃するなど、他試料への汚染が起こらないよう十分留意する必要がある。核種によっては揮発してしまうため、適用できない。また、適用可能な核種であっても、異常昇温等によって、電気炉が設定した以上に高温になると放射性核種が揮散する可能性がある。前処理に時間がかかるため、迅速性に劣る。

²⁰ iCAM 用ロール (キャンベラ製) 等灰化ができないろ紙もある。

²¹ 芯は除いておく。

²² 放射能測定法シリーズ No. 13「ゲルマニウム半導体検出器等を用いる機器分析のための試料の前処理法」(文献 3) を参照のこと。

第5章 降下物及び降水

大型水盤等で採取した降下物及び雨水採水器等で採取した降水試料の前処理方法について、測定容器としてマリネリ容器又は小型容器を用いるときの方法を示す。

5.1 必要な機器、用具等

- ・γ線用シンチレーションサーベイメータ (機器表面の汚染を避けるため、大きなビニール袋などで覆ったもの。)
- ・マリネリ容器(容積2L)又は小型容器(容積100 mL程度)
- ・マリネリ容器用内袋
- ・測定容器を封入するポリエチレン袋
- ・ピストン式ピペット
- ・ビニールテープ
- ・シールテープ
- ・ペーパータオル
- エタノール
- チオ硫酸ナトリウム
- 純水¹
- ・白衣 (使い捨てできるものが望ましい。)
- 使い捨てのポリエチレン又はゴムの手袋
- 腕カバー
- 使い捨てのマスク
- ・大型ろ紙 (60 cm×60 cm 程度)
- ・ビニールシート (ビニール袋で代用可)
- ・バット
- ・ものさし
- ・電子天秤 (g 単位で小数点第 2 位まではかれるもの。プリンター等の記録機能のあるものが望ましい。) ² (機器表面の汚染を避けるため、操作パネル、天板等をラップフィルム等で養生したもの。)

5.2 試料搬入時の注意点

- ① 試料の搬入に当たっては、被ばく及び汚染を防止する観点から、作業者は使い捨ての手袋及び白衣を着用する。
- ② 試料の採取場所、採取期間、採取量、採取条件等を確認し、試料に識別する番号を付与する。

¹ 使用する純水に放射性物質が含まれていないことを事前に確認すること。

² 定期的に点検・校正を行うなど適切に管理された天秤を使用すること。また、使用開始前及び 使用後に分銅を用いて天秤の状態をチェックするなど、日常点検を行うとよい。

- ③ サーベイメータを試料にできるだけ近づけて測定し、放射能レベルを確認する。小型容器の場合には試料 100 g以上(体積が 100 mL以上になる。)、マリネリ容器の場合には試料 2 kg以上(体積が 2 L以上になる。)を必要とする。試料の供試量及び放射線レベルから、ゲルマニウム半導体検出器で測定した場合のデッドタイムを予想し、できるだけ 10 %程度以下になるよう試料量を調節し、その試料量に応じた測定容器を選択する。3
- ④ サーベイメータでの測定結果から試料の汚染状況を把握し、放射線レベルが高い場合にはレベルの低い他の試料と区別して保管することや、作業者の被ばく防止のため試料を取り扱う時間を管理することなど、適切な措置をとる。
- ⑤ 試料容器内での放射性物質の吸着や揮散を避けるため、なるべく早く前処理及び測定を 実施することが望ましい。

5.3 試料の前処理方法 4

5.3.1 試料の前処理における留意事項

- ① 相互汚染防止のため、試料搬入時のサーベイメータでの測定結果を参考にして、前処理 作業を行う試料の順番を事前に決めておく。
- ② 放射線レベルの高い試料を取り扱う際には、試料を取り扱う時間を可能な限り短縮できるよう、事前に作業者間で作業手順等について確認する。
- ③ 作業開始前に、第2章に記載した方法によって室内(床、作業台等)の養生を行う。
- ④ 養生した作業台の上にビニールシートを敷き、その上に大型ろ紙を載せ、試料ごとに作業を行う。必要に応じて、バット内にろ紙を敷き、その中で操作を行う。⁵
- ⑤ 試料からの汚染を拡大させないため、試料に直接触るホット作業と直接触らないコールド作業とを区別して、可能な限り、作業者と作業台を別々にすることが望ましい。

5.3.2 測定容器への充填

- (1) マリネリ容器を用いるとき
 - ① マリネリ容器用内袋を、マリネリ容器内に隙間なく装着する(測定容器壁への汚染を極力避けるため、使い捨ての内袋を使用する)。
 - ② マリネリ容器に、試料を識別する番号等のデータを記入又は添付した後、マリネリ容器 及び蓋並びに内袋の風袋重量をはかり記録する。
 - ③ 試料をよく混合し、②で用意したマリネリ容器に移し入れ標線に合わせる。標線に合わせるときはピストン式ピペットを利用するとよい。
 - ④ 容器内壁への核種の付着を防ぐため、チオ硫酸ナトリウムを試料 1L 当たり $80\sim100~mg$ 添加する。 6

³ サーベイメータによる試料表面の線量率と放射能濃度の関係については、「緊急時における食品中の放射性セシウム測定に用いる NaI(T1)シンチレーションサーベイメータの機器校正(第2版)」日本アイソトープ協会(2011)(文献16)において機種ごとに紹介されており、参考にするとよい。

⁴ 前処理作業の写真は、第6章を参照のこと。

⁵ 作業台や床面の養生の張替えには少なからず労力を要する。試料ごとに使い捨てできる簡易養生を施すことによって、養生の張替えの頻度を少なくできる。

^{6 「}水道水等の放射能測定マニュアル」厚生労働省(2011)(文献 17)

- ⑤ 試料とともにマリネリ容器と蓋の重量をはかり、先の風袋重量を差し引き、測定試料の 重量を求め、記録する。
- ⑥ マリネリ容器内袋の口にビニールテープを用いて封をする。7
- ⑦ マリネリ容器に蓋をし、蓋の接合部にビニールテープを巻いて封をする。
- ⑧ マリネリ容器の外側を、純水、エタノール等で湿らせたペーパータオルでよく拭き取る。
- ⑨ 測定器への汚染を防止するため、マリネリ容器をポリエチレン袋に入れ、十分空気を抜きながら口を結んで封入し、測定試料とする。
- ⑩ 試料の採取量及び供試量から分取率を次の式によって求める。

分取率 (%)=
$$\frac{\text{供試量 (g)}}{\text{採取量 (g)}} \times 100$$

(2) 小型容器を用いるとき

- ① 試料中にちり等の異物が含まれるため、試料溶液を十分に混合し、均質にしておく。
- ② 漏れ防止のため、小型容器のねじ部分にシールテープを巻く。
- ③ 小型容器に、試料を識別する番号等のデータを記入又は添付した後、小型容器の風袋重量をはかり記録する。
- ④ 試料を③で用意した小型容器に約80g移し入れる。液量を調整するときはピストン式 ピペットを利用するとよい。なお、試料が少量の場合は試料全量を移し入れる。
- ⑤ 容器内壁への核種の付着を防ぐため、チオ硫酸ナトリウムを試料 1L 当たり $80\sim100~mg$ (試料 80~g 当たり $6.4\sim8.0~mg$) 添加する。 8
- ⑥ 小型容器に蓋をして、試料の高さをはかり記録する。
- ⑦ 容器の外側を、純水、エタノール等で湿らせたペーパータオルでよく拭き取る。
- ⑧ 小型容器の重量をはかり、先の風袋重量を差し引き、測定試料の重量を求め、記録する。
- ⑨ 測定器への汚染を防止するため、小型容器にポリエチレン袋を被せ、空気を抜き、容器の底にシワがよらないように口を結んで封入し、測定試料とする。
- ⑩ 試料の採取量と供試量から、分取率を次の式によって求める。

分取率 (%)=
$$\frac{$$
供試量 (g)}{採取量 (g)} × 100

5.4 試料の保存方法

5.4.1 比較的短期間の保存

- ① マリネリ容器の測定試料は、内袋のまま、他のポリエチレン袋又は容器に入れて保存する。
- ② 小型容器の測定試料は、測定容器のまま、他のポリエチレン袋又は容器に入れて保存する。
- ③ いずれの測定試料も、腐敗しないよう低温下で保存するのが望ましいので、保存する場

⁷輪ゴムや結束バンド等を用いてもよい。

^{8 「}水道水等の放射能測定マニュアル」厚生労働省(2011)(文献 17)

所は冷蔵庫又は冷暗所がよい。

5.4.2 長期保存

- ① 長期保存用容器の内壁への核種の付着を防ぐため、放射性ョウ素を対象としない場合、 塩酸 (12 mol/L 程度) 又は硝酸 (13 mol/L 程度) を 1 L 当たり 1 mL 程度 ⁹ 添加する。¹⁰
- ② 腐敗しないよう低温下で保存するのが望ましいので、保存する場所は冷蔵庫又は冷暗所がよい。

⁹ 放射能測定法シリーズ No. 13「ゲルマニウム半導体検出器等を用いる機器分析のための試料の前処理法」(文献 3)及び放射能測定法シリーズ No. 16「環境試料採取法」(文献 4)による。
10 ヨウ素が揮発してしまうので、ヨウ素を対象とする場合、酸を添加してはいけない。

第6章 飲料水及び陸水

緊急時における蛇口水、井戸水、天水等の飲料水及び河川水、湖沼水等の陸水のモニタリングは、様々な目的及び緊急時のフェーズに応じて、異なる手法が用いられる。「ここでは、飲料水及び陸水を、溶存態と懸濁態を分離せずに測定試料に調製する前処理方法及び保存方法について、測定容器としてマリネリ容器又は小型容器を用いるときの方法を示す。溶存態と懸濁態の分離を必要とする場合や、その際の留意事項については参考 5 を参照のこと。

6.1 必要な機器、用具等

- ・γ線用シンチレーションサーベイメータ (機器表面の汚染を避けるため、大きなビニール袋などで覆ったもの。)
- ・マリネリ容器(容積2L)又は小型容器(容積100 mL程度)
- ・マリネリ容器用内袋
- ・測定容器を封入するポリエチレン袋
- ピストン式ピペット
- ・ビニールテープ
- ・シールテープ
- ペーパータオル
- ・エタノール
- チオ硫酸ナトリウム
- · 純水²
- ・白衣(使い捨てできるものが望ましい。)
- ・使い捨てのポリエチレン又はゴムの手袋
- 腕カバー
- 使い捨てのマスク
- ・大型ろ紙(60 cm 程度)
- ・ビニールシート (ビニール袋で代用可)
- ・バット
- ・電子天秤 (g 単位で小数点第 2 位まではかれるもの。プリンター等の記録機能のあるものが望ましい。) ³ (機器表面の汚染を避けるため、操作パネル、天板等をラップフィルム等で養生したもの。)

¹ 緊急時には通常、迅速性や操作の簡便性を優先し、分離等を行わない。一方で、溶存態と懸濁態それぞれの挙動の違いを調査するため、分離を行った事例がある。 Takahiro Nakanishi, Kazuyuki Sakuma, Trend of ¹³⁷Cs concentration in river water in the medium term and future following the Fukushima nuclear accident, Chemosphere, 第 295 巻 (2019) (文献 18)

² 使用する純水に放射性物質が含まれていないことを事前に確認すること。 ³ 定期的に点検・校正を行うなど適切に管理された天秤を使用すること。また、使用開始前及び 使用後に分銅を用いて天秤の状態をチェックするなど、日常点検を行うとよい。

6.2 試料搬入時の注意点

- ① 試料の搬入に当たっては、被ばく及び汚染を防止する観点から、作業者は使い捨ての手袋及び白衣を着用する。
- ② 試料の採取場所、採取日、採取条件等を確認し、試料に識別する番号を付与する。
- ③ サーベイメータを試料にできるだけ近づけて測定し、放射線レベルを確認する。試料の供試量及び放射線レベルから、ゲルマニウム半導体検出器で測定した場合のデッドタイムを予想し、できるだけ 10 %程度以下になるよう試料量を調節し、その試料量に応じた測定容器を選択する。4
- ④ サーベイメータでの測定結果から試料の汚染状況を把握し、放射線レベルが高い場合にはレベルの低い他の試料と区別して保管することや、作業者の被ばく防止のため試料を取り扱う時間を管理することなど、適切な措置をとる。
- ⑤ 試料容器内での放射性物質の吸着や揮散を避けるため、なるべく早く前処理及び測定を 実施することが望ましい。

6.3 試料の前処理方法

6.3.1 試料の前処理における留意事項

- ① 相互汚染防止のため、試料搬入時のサーベイメータでの測定結果を参考にして、前処理 作業を行う試料の順番を事前に決めておく。
- ② 放射線レベルの高い試料を取り扱う際には、試料を取り扱う時間を可能な限り短縮できるよう、事前に作業者間で作業手順等について確認する。
- ③ 作業開始前に、第2章に記載した方法で室内(床、作業台等)の養生を行う。
- ④ 養生した作業台の上にビニールシートを敷き、その上に大型ろ紙を載せ、試料ごとに作業する。必要に応じて、バット内にろ紙を敷き、その中で操作を行う。⁵
- ⑤ 試料からの汚染を拡大させないため、試料に直接触るホット作業と直接触らないコールド作業とを区別して、可能な限り、作業者と作業台を別々にすることが望ましい。

6.3.2 測定容器への充填

(1) マリネリ容器を用いるとき

- ① マリネリ容器用内袋を、マリネリ容器内に隙間なく装着する(測定容器壁への汚染を極力避けるため、使い捨ての内袋を使用する)。
- ② マリネリ容器に、試料を識別する番号等のデータを記入又は添付した後、マリネリ容器 及び蓋並びに内袋の風袋重量をはかり記録する。
- ③ 試料をよく混合し、②で用意したマリネリ容器に移し入れ標線に合わせる。(写真 6.1) 標線に合わせるときはピストン式ピペットを利用するとよい。

⁴ サーベイメータによる試料表面の線量率と放射能濃度の関係については、「緊急時における食品中の放射性セシウム測定に用いる NaI(T1)シンチレーションサーベイメータの機器校正(第2版)」日本アイソトープ協会(2011)(文献16)において機種ごとに紹介されており、参考にするとよい。

⁵ 作業台や床面の養生の張替えには少なからず労力を要する。試料ごとに使い捨てできる簡易養生を施すことによって、養生の張替えの頻度を少なくできる。

- ④ 容器内壁への核種の付着を防ぐため、チオ硫酸ナトリウムを試料 1 L 当たり 80~100 mg 添加する。 6
- ⑤ 試料とともにマリネリ容器及び蓋の重量をはかり、先の風袋重量を差し引き、測定試料の重量を求め、記録する。
- ⑥ マリネリ容器内袋の口にビニールテープを用いて封をする。7(写真 6.2)
- ⑦ マリネリ容器に蓋をし、蓋の接合部にビニールテープを巻いて封をする。(写真 6.3 及 び写真 6.4)
- ⑧ マリネリ容器の外側を、純水、エタノール等で湿らせたペーパータオルでよく拭き取る。
- ⑨ 測定器への汚染を防止するため、マリネリ容器をポリエチレン袋に入れ、十分空気を抜きながら口を結んで封入し、測定試料とする。(写真 6.5)



写真 6.1 マリネリ容器への試料の充填 (飲料水)



写真 6.2 内袋をビニールテープで閉じる (飲料水)



写真 6.3 ビニールテープによる蓋の固定 (飲料水)



写真 6.4 ビニールテープによる蓋の固定 (飲料水)

^{6 「}水道水等の放射能測定マニュアル」厚生労働省(2011) (文献 17)

⁷輪ゴムや結束バンド等を用いてもよい。



写真 6.5 ポリエチレン袋で覆ったマリネリ容器 (飲料水)

(2) 小型容器を用いるとき

- ① 漏れ防止のため、小型容器のねじ部分にシールテープを巻く。(写真 6.6)
- ② 小型容器に、試料を識別する番号等のデータを記入又は添付した後、小型容器の風袋重量をはかり記録する。
- ③ 試料をよく混合し、②で用意した小型容器に約80gを移し入れる。(写真 6.7) 液量を調整するときはピストン式ピペットを利用するとよい。
- ④ 容器内壁への核種の付着を防ぐため、チオ硫酸ナトリウムを試料 1L 当たり $80\sim100~mg$ (試料 80~g 当たり $6.4\sim8.0~mg$) 添加する。 8
- ⑤ 小型容器に蓋をして、試料の高さをはかり、記録する。
- ⑥ 容器の外側を、純水、エタノール等で湿らせたペーパータオルでよく拭き取る。
- ⑦ 小型容器の重量をはかり、先の風袋重量を差し引き、測定試料の重量を求め、記録する。
- ⑧ 測定器への汚染を防止するため、小型容器にポリエチレン袋を被せ、空気を抜き、容器 の底にシワがよらないように口を結んで封入し、測定試料とする。(写真 6.8)



写真 6.6 ねじ部分をシールテープで巻く作業 (飲料水)



写真 6.7 試料を入れた小型容器 (飲料水)

^{8 「}水道水等の放射能測定マニュアル」厚生労働省(2011)(文献 17)



写真 6.8 ポリエチレン袋で覆った小型容器 (飲料水)

6.4 試料の保存方法

6.4.1 比較的短期間の保存

- ① マリネリ容器の測定試料は、内袋のまま、他のポリエチレン袋又は容器に入れて保存する。
- ② 小型容器の測定試料は、測定容器のまま、他のポリエチレン袋又は容器に入れて保存する。
- ③ いずれの測定試料も、腐敗しないよう低温下で保存するのが望ましいので、保存する場所は冷蔵庫又は冷暗所がよい。

6.4.2 長期保存

- ① 長期保存用容器の内壁への核種の付着を防ぐため、放射性ョウ素を対象としない場合、 塩酸 (12 mol/L 程度) 又は硝酸 (13 mol/L 程度) を 1 L 当たり 1 mL 程度 9 添加する。 10
- ② 腐敗しないよう低温下で保存するのが望ましいので、保存する場所は冷蔵庫又は冷暗所がよい。

⁹ 放射能測定法シリーズ No. 13「ゲルマニウム半導体検出器等を用いる機器分析のための試料の前処理法」(文献 3) 及び放射能測定法シリーズ No. 16「環境試料採取法」(文献 4) による。

¹⁰ ヨウ素が揮発してしまうので、ヨウ素を対象とする場合、酸を添加してはいけない。

第7章 海水

採取した海水を測定試料に調製する前処理方法及び保存方法について示す。沈降法等によって明らかに異物と思われる物(海藻等)は除くが、ろ過等の処理は行わない。測定容器としてマリネリ容器又は小型容器を用いるときの方法を示す。

7.1 必要な機器、用具等

- ・γ線用シンチレーションサーベイメータ (機器表面の汚染を避けるため、大きなビニール袋などで覆ったもの。)
- ・マリネリ容器(容積2L)又は小型容器(容積100 mL程度)
- ・マリネリ容器用内袋
- ・測定容器を封入するポリエチレン袋
- ・ピストン式ピペット
- ・ビニールテープ
- ・シールテープ
- ペーパータオル
- ・エタノール
- 純水¹
- ・白衣(使い捨てできるものが望ましい。)
- 使い捨てのポリエチレン又はゴムの手袋
- 腕カバー
- 使い捨てのマスク
- ・大型ろ紙 (60 cm×60 cm 程度)
- ・ビニールシート (ビニール袋で代用可)
- ・バット等
- ・ものさし
- ・電子天秤(g単位で小数点第2位まではかれるもの。プリンター等の記録機能のあるものが望ましい。)²(機器表面の汚染を避けるため、操作パネル、天板等をラップフィルム等で養生したもの。)

7.2 試料搬入時の注意点

- ① 試料の搬入に当たっては、被ばく及び汚染を防止する観点から、作業者は使い捨ての手袋及び白衣を着用する。
- ② 試料の採取場所、採取期間、採取量、採取条件等を確認し、試料に識別する番号を付与する。

¹ 使用する純水に放射性物質が含まれていないことを事前に確認すること。

² 定期的に点検・校正を行うなど適切に管理された天秤を使用すること。また、使用開始前及び 使用後に分銅を用いて天秤の状態をチェックするなど、日常点検を行うとよい。

- ③ サーベイメータを試料にできるだけ近づけて測定し、放射線レベルを確認する。試料の供試量及び放射線レベルから、ゲルマニウム半導体検出器で測定した場合のデッドタイムを予想し、できるだけ10%程度以下になるよう試料量を調節し、その試料量に応じた測定容器を選択する。3
- ④ サーベイメータでの測定結果から試料の汚染状況を把握し、放射線レベルが高い場合にはレベルの低い他の試料と区別して保管することや、作業者の被ばく防止のため試料を取り扱う時間を管理することなど、適切な措置をとる。

7.3 試料の前処理方法 4

7.3.1 試料の前処理における留意事項

- ① 相互汚染防止のため、試料搬入時のサーベイメータでの測定結果を参考にして、前 処理作業を行う試料の順番を事前に決めておく。
- ② 放射線レベルの高い試料を取り扱う際には、試料を取り扱う時間を可能な限り短縮できるよう、事前に作業者間で作業手順等について確認する。
- ③ 作業開始前に、第2章に記載した方法によって室内(床、作業台等)の養生を行う。
- ④ 養生した作業台の上にビニールシートを敷き、その上に大型ろ紙を載せ、試料ごとに作業を行う。必要に応じて、バット内にろ紙を敷き、その中で操作を行う。⁵
- ⑤ 試料からの汚染を拡大させないため、試料に直接触るホット作業と直接触らないコールド作業とを区別して、可能な限り、作業者と作業台を別々にすることが望ましい。

7.3.2 測定容器への充填

- (1) マリネリ容器を用いるとき
 - ① マリネリ容器用内袋を、マリネリ容器内に隙間なく装着する(測定容器壁への汚染を極力避けるため、使い捨ての内袋を使用する)。
 - ② マリネリ容器に、試料を識別する番号等のデータを記入又は添付した後、マリネリ容器 及び蓋並びに内袋の風袋重量をはかり記録する。
 - ③ 試料をよく混合し、②で用意したマリネリ容器に移し入れ標線に合わせる。標線に合わせるときはピストン式ピペットを利用するとよい。
 - ④ 試料とともにマリネリ容器と蓋の重量をはかり、先の風袋重量を差し引き、測定試料の重量を求め、記録する。
 - ⑤ マリネリ容器内袋の口にビニールテープを用いて封をする。6
 - ⑥ マリネリ容器に蓋をし、蓋の接合部にビニールテープを巻いて封をする。

³ サーベイメータによる試料表面の線量率と放射能濃度の関係については、「緊急時における食品中の放射性セシウム測定に用いる NaI(T1)シンチレーションサーベイメータの機器校正(第2版)」日本アイソトープ協会(2011)(文献16)において機種ごとに紹介されており、参考にするとよい。

⁴ 前処理作業の写真は、第6章を参照のこと。

⁵ 作業台や床面の養生の張替えには少なからず労力を要する。試料ごとに使い捨てできる簡易養生を施すことによって、養生の張替えの頻度を少なくできる。

⁶ 輪ゴムや結束バンド等を用いてもよい。

- ⑦ マリネリ容器の外側を、純水、エタノール等で湿らせたペーパータオルでよく拭き取る。
- ⑧ 測定器への汚染を防止するため、マリネリ容器をポリエチレン袋に入れ、十分空気を抜きながら口を結んで封入し、測定試料とする。

(2) 小型容器を用いるとき

- ① 漏れ防止のため、小型容器のねじ部分にシールテープを巻く。
- ② 小型容器に、試料を識別する番号等のデータを記入又は添付した後、小型容器の風袋重量をはかり記録する。
- ③ 試料をよく混合し、②で用意した小型容器に約80gを移し入れる。液量を調整すると きはピストン式ピペットを利用するとよい。
- ④ 小型容器に蓋をして、試料の高さをはかり記録する。
- ⑤ 容器の外側を、純水、エタノール等で湿らせたペーパータオルでよく拭き取る。
- ⑥ 小型容器の重量をはかり、先の風袋重量を差し引き、測定試料の重量を求め、記録する。
- ⑦ 測定器への汚染を防止するため、小型容器にポリエチレン袋を被せ、空気を抜き、容器 の底にシワがよらないように口を結んで封入し、測定試料とする。

7.4 試料の保存方法

7.4.1 比較的短期間の保存

- ① マリネリ容器の測定試料は、内袋のまま、他のポリエチレン袋又は容器に入れて保存する。
- ② 小型容器の測定試料は、測定容器のまま、他のポリエチレン袋又は容器に入れて保存する。
- ③ いずれの測定試料も、腐敗しないよう低温下で保存するのが望ましいので、保存する場所は冷蔵庫又は冷暗所がよい。

7.4.2 長期保存

- ① マリネリ容器の測定試料は、内袋のまま、他のポリエチレン袋又は容器に入れて保存する。
- ② 小型容器の測定試料は、測定容器のまま、他のポリエチレン袋又は容器に入れて保存する。
- ③ いずれの容器の場合も、必要に応じて保管容器に移し替えてもよい。 7 なお、内壁への 核種の付着を防ぐため、放射性ヨウ素を対象としない場合、塩酸($12\ mol/L$ 程度)又 は硝酸($13\ mol/L$ 程度)を $1\ L$ 当たり $1\ mL$ 程度 8 添加する。 9
- ④ 腐敗しないよう低温下で保存するのが望ましいので、保存する場所は冷蔵庫又は冷暗所がよい。

⁷ 試料を移し替える場合、均質性に留意し、できるだけ全量を移すこと。

⁸ 放射能測定法シリーズ No. 13「ゲルマニウム半導体検出器等を用いる機器分析のための試料の前処理法」(文献 3) 及び放射能測定法シリーズ No. 16「環境試料採取法」(文献 4) による。

⁹ ヨウ素が揮発してしまうので、ヨウ素を対象とする場合、酸を添加してはいけない。

第8章 土壤

緊急時における土壌のモニタリングは、様々な目的及び緊急時のフェーズに応じて、異なる手法が用いられる。それらの主なものについて、標準的な採取及び前処理方法並びにその際の留意事項を参考 6 に示す。ここでは、表層土壌を用いて放射能濃度、沈着量を求める際の前処理方法及び保存方法を示す。本法は室内の汚染を防止するため、乾燥処理は行わず、湿土のまま測定試料とし、測定容器は小型容器を用いる方法とした。なお、本法は河底土、湖底土及び海底土にも適用する。

8.1 必要な機器、用具等

- ・γ線用シンチレーションサーベイメータ (機器表面の汚染を避けるため、大きなビニール袋などで覆ったもの。)
- · 小型容器(容積100 mL程度)
- ・測定容器を封入するポリエチレン袋
- 薬さじ(使い捨てできるものが望ましい。)
- エタノール
- 純水¹
- ・白衣(使い捨てできるものが望ましい。)
- ・使い捨てのポリエチレン又はゴムの手袋
- 腕カバー
- 使い捨てのマスク
- ・大型ろ紙 (60 cm×60 cm 程度)
- ・ビニールシート (ビニール袋で代用可)
- ・ものさし
- ・電子天秤 (g 単位で小数点第 2 位まではかれるもの。プリンター等の記録機能のあるものが望ましい。)² (機器表面の汚染を避けるため、操作パネル、天板等をラップフィルム等で養生したもの。)

8.2 試料搬入時の注意点

- ① 試料の搬入に当たっては、被ばく及び汚染を防止する観点から、作業者は使い捨ての手袋及び白衣を着用する。
- ② 試料の採取場所、採取日、採取条件等 3 4を確認し、試料に識別する番号を付与する。

¹ 使用する純水に放射性物質が含まれていないことを事前に確認すること。

² 定期的に点検・校正を行うなど適切に管理された天秤を使用すること。また、使用開始前及 び使用後に分銅を用いて天秤の状態をチェックするなど、日常点検を行うとよい。

³ 沈着量を求めるためには、採取面積が必要となる。算出方法は8.6を参照のこと。

⁴ 小型容器を地表面に押し込み、直接採取する方法があるが、この場合、参考 6 の参考図 6.1 に示すように採取した土壌を十分撹拌しないと、放射能濃度のバラツキが大きくなる。よって、均質性を担保するため、採取した土壌をポリエチレン袋等にいったん取り出し、袋の上から十分に撹拌することで混合した後、元の小型容器に戻し、測定試料とした事例がある。

- ③ サーベイメータを試料にできるだけ近づけて測定し、放射線レベルを確認する。試料の供試量及び放射線レベルから、ゲルマニウム半導体検出器で測定した場合のデッドタイムを予想し、できるだけ 10 %程度以下になるよう試料量を調節する。5
- ④ サーベイメータでの測定結果から試料の汚染状況を把握し、放射線レベルが高い場合にはレベルの低い他の試料と区別して保管することや、作業者の被ばく防止のため 試料を取り扱う時間を管理することなど、適切な措置をとる。

8.3 試料の前処理方法

8.3.1 試料の前処理における留意事項

- ① 相互汚染防止のため、試料搬入時のサーベイメータでの測定結果を参考にして、前処理作業を行う試料の順番を事前に決めておく。
- ② 放射線レベルの高い試料を取り扱う際には、試料を取り扱う時間を可能な限り短縮できるよう、事前に作業者間で作業手順等について確認する。
- ③ 作業開始前に、第2章に記載した方法によって室内(床、作業台等)の養生を行う。
- ④ 養生した作業台の上にビニールシートを敷き、その上に大型ろ紙を載せ、試料ごとに作業を行う。⁶
- ⑤ 試料からの汚染を拡大させないため、試料に直接触るホット作業と直接触らないコールド作業とを区別して、可能な限り、作業者と作業台を別々にすることが望ましい。

8.3.2 測定容器への充填

- ① 搬入された試料の重量を測定し、記録する。7
- ② 混入している大きな草木、根、石礫等は取り除く。8 (写真 8.1)
- ③ 試料の入っている袋 の上から十分に撹拌し、よく混合する。(写真 8.2)
- ④ 小型容器に、試料を識別する番号等のデータを記入又は添付した後、小型容器の風袋重量をはかり、記録する。
- ⑤ 均質性に留意しながら、薬さじを用いて、試料を小型容器内に隙間なく詰める。 (写真 8.3)
- ⑥ 試料の表面を軽く圧縮し、水平にならす。
- ⑦ 小型容器に蓋をして、試料の高さをはかり、記録する。
- (8) 容器の外側を、純水、エタノール等で湿らせたペーパータオルでよく拭き取る。

⁵ サーベイメータによる試料表面の線量率と放射能濃度の関係については、「緊急時における食品中の放射性セシウム測定に用いる NaI(T1)シンチレーションサーベイメータの機器校正(第2版)」日本アイソトープ協会(2011)(文献16)において機種ごとに紹介されており、参考にするとよい。

⁶ 作業台や床面の養生の張替えには少なからず労力を要する。試料ごとに使い捨てできる簡易養生を施すことによって、養生の張替えの頻度を少なくできる。

⁷ 水分を多く含んでいる場合、8.4 に従い、水分を除去する。

⁸ 比較的大きな異物を除去する。多地点における沈着量の測定を目的とした場合、採取地点はすべて理想的な裸地とは限らず、草地しか選定できないようなケースもあり、そのような場所では、土壌試料に混在する植生を除去することなく測定試料を調製する。また、土壌表層の植生及びリター(地表面の枯葉、枝等)と土壌とを区別して採取し、それぞれの放射能濃度を測定する場合もあり、調査の目的に応じた採取及び前処理を行う必要がある。

⁹ ポリエチレンびんに入っている場合、ポリエチレン袋に取り出す。

- ⑨ 小型容器の重量をはかり、先の風袋重量を差し引き、測定試料の重量を求め、記録する。
- ⑩ 測定器への汚染を防止するため、小型容器にポリエチレン袋を被せ、空気を抜き、容器 の底にシワがよらないように口を結んで封入し、測定試料とする。
- ⑪ 必要に応じて、8.5に記載した方法で乾土率を算出する。



写真 8.1 異物の除去



写真 8.2 試料の撹拌・混合



写真 8.3 小型容器への試料の充填(土壌)

- 8.4 水分の多い試料の前処理方法
- 8.4.1 使用器具
 - ・8.1 に記載した器具一式
 - ブフナー漏斗
 - ろ過びん
 - ・アスピレーター
 - ・ろ紙(JIS 規格 No. 2 相当品が望ましい。)
- 8.4.2 水分の除去
 - ① 搬入された試料の重量を測定し、記録する。
 - ② ブフナー漏斗、ろ過びん及びアスピレーターを組み立て、漏斗内にろ紙をセットする。 (写真 8.4)

- ③ 漏斗内に試料を入れ、ろ過を開始する。10 (写真 8.5)
- ④ ろ過が終了したらポリエチレン袋に試料を取り出し、湿土重量を測定する。(写真 8.6)
- ⑤ 8.3.2 ③ 以降と同様に操作する。
- ⑥ 8.5 に記載した方法で乾土率を算出する。11



写真 8.4 ブフナー漏斗へのろ紙の装着



写真 8.5 ろ過の開始(海底土)



写真8.6 ろ過によって水分を除去した試料(海底土)

8.5 乾土率の算出

8.5.1 使用器具

- ・8.1 に記載した器具一式
- 乾燥器
- ・デシケーター
- ・ガラス製ビーカー又は磁製るつぼ
- 耐熱バット

8.5.2 操作手順

① ガラス製ビーカーの風袋質量を測定する。

¹⁰ ろ液の放射能濃度が高い場合があるので、取扱いに留意すること。

¹¹ サーベイメータによる測定等によって試料の放射能濃度が高いと予測される場合、他の試料 を汚染しないよう、十分注意すること。

- ② ガラス製ビーカーに湿土試料を 10 g 以上入れ、重量を測定する。この重量から①の風袋重量を差し引き、湿土重量を計算する。
- ③ 105 ℃に設定した乾燥器内で恒量になるまで乾燥する。^{12 13} (写真 8.7)
- ④ 試料をデシケーターに入れ、放冷後、重量をはかる。この重量から①の風袋重量を差し引き、乾土重量を求める
- ⑤ 乾土率は、湿土重量に対する乾土重量の比率((乾土重量/湿土重量)×100)%とする。



写真 8.7 湿土を乾燥させた後の状況(海底土)

8.6 沈着量の算出方法

ゲルマニウム半導体検出器による測定後、次の式により、 $1 m^2$ 当たりの沈着量を算出する。なお、採取面積が必要となるため、試料搬入時に確認しておく必要がある。

$$A_S \pm \Delta A_S = (A_W \pm \Delta A_W) \times W \times \frac{1}{S} \times 10^4$$

 A_s : 1 m^2 当たりの沈着量 (Bq/m^2)

 ΔA_s : A_s の計数統計に基づく不確かさ

Aw : 試料 1 kg 当たりの放射能濃度 (Bq/kg)

 $\Delta A_{\rm W}: A_{\rm W}$ の計数統計に基づく不確かさ

W:採取試料重量(kg)

S : 採取面積 (cm²)

8.7 試料の保存方法

8.7.1 比較的短期間の保存

小型容器のまま、ポリエチレン袋又は容器に入れて保存する。

¹² 耐熱バットにガラス製ビーカーを載せることで乾燥器の汚染を防ぐことができる。

¹³ 熱風乾燥器を用いる際は、粒子が飛散して乾燥器や室内の汚染を引き起こす可能性があるので、風量に注意するとともに、適宜、乾燥器内の除染(拭取り)を行うこと。

8.7.2 長期保存

- ① 小型容器のまま、ポリエチレン袋又は容器に入れて保存するか、放射能測定法シリーズ No. 13「ゲルマニウム半導体検出器等を用いる機器分析のための試料の前処理法」(文献 3)の方法によって、試料の乾燥処理を行う(放射能濃度の高い試料の乾燥処理を行う際には、器具及び装置を使用した後に洗浄・清掃するなど、他試料への汚染が起こらないよう十分留意する)。
- ② 乾燥した試料を保存する場合、ポリエチレン袋又は容器に入れ、デシケーター内など低湿度の環境下、又は空気になるべく触れないような措置をとり保管する。

第9章 野菜類

野菜類を測定試料に調製する前処理方法及び保存方法について示す。本法では、OIL6 に基づく飲食物中の放射性物質の検査を想定し、野菜類等については水洗いによって土壌等を取り除き、細切りする等の処理とした。参考として、野菜類の水洗いによる放射性物質の除去率を検討した事例について参考7に示す。測定容器としてマリネリ容器又は小型容器を用いるときの方法を示す。試料とする野菜類の例を表9.1 に示す。なお、本法はヨモギなどを食用とする場合にも適用できるが、指標生物として分析する場合には、第21章に示す方法によること。

表 9.1 野菜類の例

分類	具体例
果菜類	トマト、ピーマン
未成熟豆類	サヤインゲン、サヤエンドウ
非結球性葉菜類	ホウレンソウ、コマツナ
結球性葉菜類	ハクサイ、キャベツ
茎菜類 (ネギ属野菜類を除く)	アスパラガス
花菜類	ブロッコリー、カリフラワー
ネギ属野菜類	ネギ、タマネギ
イモ類	ジャガイモ、サトイモ
根菜類(イモ類を除く)	ニンジン、ダイコン(根部)

9.1 必要な機器、用具等

- ・γ線用シンチレーションサーベイメータ (機器表面の汚染を避けるため、大きなビニール袋などで覆ったもの。)
- ・マリネリ容器(容積2L)又は小型容器(容積100 mL程度)
- ・カッター¹、はさみ、包丁² (使い捨てできるものが望ましい。)
- ・マリネリ容器用内袋
- ・測定容器を封入するポリエチレン袋
- 薬さじ(使い捨てできるものが望ましい。)
- ・ビニールテープ
- ・シールテープ
- ・ペーパータオル

¹ カッター刃はさび止め用の油が塗布されている場合があるので、エタノール等を用いて洗浄してから用いること。また、カッター刃以外の使い捨てできる器具としては、ディスポーザブルのメスも有用である。

² 相互汚染防止のため使い捨てのカッター刃などを使うことが望ましいが、硬いものを切る場合は包丁を使うなど、使用に当たっては安全面について十分に配慮すること。

- ・エタノール
- · 純水 ³
- ・白衣(使い捨てできるものが望ましい。)
- ・使い捨てのポリエチレン又はゴムの手袋
- 腕カバー
- 使い捨てのマスク
- ・大型ろ紙 (60 cm×60 cm 程度)
- ・ビニールシート (ビニール袋で代用可)
- ・紙皿(まな板およびバットの代用品)
- ・ものさし
- ・電子天秤 (g 単位で小数点第 2 位まではかれるもの。プリンター等の記録機能のある ものが望ましい。) 4 (機器表面の汚染を避けるため、操作パネル、天板等をラップフィルム等で養生したもの。)

9.2 試料搬入時の注意点

- ① 試料の搬入に当たっては、被ばく及び汚染を防止する観点から、作業者は使い捨ての手袋及び白衣を着用する。
- ② 試料の購入場所及び購入日、又は生産地及び採取日を確認し、試料に識別する番号を付与する。
- ③ サーベイメータを試料にできるだけ近づけて測定し、放射線レベルを確認する。小型容器の場合には試料 50 g 以上(体積が 100 mL以上になる。)、マリネリ容器の場合には試料 1 kg 以上(体積が 2 L 以上になる。)を必要とする。試料の供試量及び放射線レベルから、ゲルマニウム半導体検出器で測定した場合のデッドタイムを予想し、できるだけ 10 %程度以下になるよう試料量を調節し、その試料量に応じた測定容器を選択する。5
- ④ サーベイメータでの測定結果から試料の汚染状況を把握し、放射線レベルが高い場合にはレベルの低い他の試料と区別して保管することや、作業者の被ばく防止のため試料を取り扱う時間を管理することなど、適切な措置をとる。

9.3 試料の前処理方法

9.3.1 試料の前処理における留意事項

① 相互汚染防止のため、試料搬入時のサーベイメータでの測定結果を参考にして、前処理作業を行う試料の順番を事前に決めておく。

³ 使用する純水に放射性物質が含まれていないことを事前に確認すること。

⁴ 定期的に点検・校正を行うなど適切に管理された天秤を使用すること。また、使用開始前及 び使用後に分銅を用いて天秤の状態をチェックするなど、日常点検を行うとよい。

⁵ サーベイメータによる試料表面の線量率と放射能濃度の関係については、「緊急時における 食品中の放射性セシウム測定に用いる NaI(T1)シンチレーションサーベイメータの機器校正 (第2版)」日本アイソトープ協会(2011)(文献16)において機種ごとに紹介されており、 参考にするとよい。

- ② 放射線レベルの高い試料を取り扱う際には、試料を取り扱う時間を可能な限り短縮できるよう、事前に作業者間で作業手順等について確認する。
- ③ 作業開始前に、第2章に記載した方法によって室内(床、作業台等)の養生を行う。
- ④ 養生した作業台の上にビニールシートを敷き、その上に大型ろ紙を載せ、試料ごとに 作業を行う。⁶
- ⑤ 試料からの汚染を拡大させないため、試料に直接触るホット作業と直接触らないコールド作業とを区別して、可能な限り、作業者と作業台を別々にすることが望ましい。
- ⑥ 一つの試料の作業が終了したら、使用した使い捨ての器具等を大型ろ紙に包んで廃棄 する。⁷

9.3.2 試料の洗浄及び可食部の分別

- (1) 果菜類、未成熟豆類、非結球性葉菜類、結球性葉菜類、茎菜類(ネギ属野菜類を除く)、 花菜類、ネギ属野菜類
 - ① 根部等に土壌の付着が多い場合には、あらかじめ土壌を落としておく。
 - ② 表 9.2 の「可食部」の欄を参考に、食用に供しない部位を取り除く(果菜類については、洗浄操作後に食用外部位を除去する)。(写真 9.1)
 - ③ 表 9.2 の「洗浄方法」の欄を参考に、試料を洗浄する。8 (写真 9.2)
 - ④ 食用に供する程度まで土壌等が取り除かれたことを目視で確認する。
 - ⑤ ペーパータオルを用いて付着した水を軽く拭き取る。(写真9.3)
 - ⑥ カッター等を用いて試料を 1~2 cm 程度に細切りする。9 (写真 9.4)



写真 9.1 食用に供しない部位の除去 (ハクサイ)



写真 9.2 水洗い (ハクサイ)

⁶ 作業台や床面の養生の張替えには少なからず労力を要する。試料ごとに使い捨てできる簡易 養生を施すことによって、養生の張替えの頻度を少なくできる。

⁷ 使い捨てのカッター刃等は分別して廃棄する。

⁸ 洗浄に使用する水道水に放射性物質が含まれていないことを事前に確認すること。水道水に 放射性物質が含まれている場合、純水を、放射性物質が含まれていないことを確認のうえ使 用する。

⁹ 柔らかいものは手でちぎってもよい。



写真 9.3 拭取り (ハクサイ)



写真 9.4 試料の細切り (ハクサイ)

(2) イモ類、根菜類 (イモ類を除く)

- ① 付着した土壌を落とし、根部及び茎葉部に分ける。
- ② 表 9.2 の「洗浄方法」の欄を参考に、試料を洗浄する。(写真 9.5)
- ③ 食用に供する程度まで土壌等が取り除かれたことを目視で確認する。
- ④ ペーパータオルを用いて付着した水を軽く拭き取る。(写真9.6)
- ⑤ 表 9.2 の「可食部」の欄を参考に、食用に供しない部位を取り除く。(写真 9.7)
- ⑥ カッター等を用いて、試料を 1~2 cm 程度に細切りする。(写真 9.8)



写真 9.5 水洗い (ジャガイモ)



写真 9.6 拭取り (ジャガイモ)



写真9.7食用に供しない部位の除去(ジャガイモ)



写真 9.8 試料の細切り (ジャガイモ)

表 9.2 野菜類の分類による可食部の区分方法及び洗浄方法

分類	具体例	可食部の区分方法	洗浄方法
果菜類	トマト、ピーマン	洗浄操作後、食用に供されないへたなどの部分をすべて取り除く。 (写真 9.9)	水道水の流水 下で 20 秒程度 洗浄する。
未成熟豆類	サヤインゲン、サヤ エンドウ	へたを除去したもの	
非結球性葉菜類	ホウレンソウ、 コマツナ	根部を切り捨てる (ホウレンソウはひげ根 を取り除く)。	
結球性葉菜類	ハクサイ、キャベツ	外側の葉や食用に供さ れない芯を取り除く。	
茎菜類 (ネギ属野菜類を除く)	アスパラガス	茎	
花菜類	ブロッコリー、 カリフラワー	葉を除去したもの (写真 9.10)	
ネギ属野菜類	ネギ、タマネギ	不可食外皮及びひげ根 を除去したもの	
イモ類	ジャガイモ、 サトイモ	外皮も食用とする場合 はそのまま、食用としな い場合は皮をむく。	水道水で洗浄 し、付着した土
根菜類(イモ類を除く)	ニンジン、ダイコン	ひげ根を取り除き、外皮 も食用とする場合はそ のまま、食用としない場 合は皮をむく。	壌等を取り除 く。



写真 9.9 試料の可食部の例 (ピーマン)



写真 9.10 試料の可食部の例 (ブロッコリー)

9.3.3 測定容器への充填

- (1) マリネリ容器を用いるとき
 - ① マリネリ容器用内袋を、マリネリ容器内に隙間なく装着する(測定容器壁への汚染を 極力避けるため、使い捨ての内袋を使用する)。
 - ② マリネリ容器に、試料を識別する番号等のデータを記入又は添付した後、マリネリ容 器及び蓋並びに内袋の風袋重量をはかり記録する。
 - ③ 均質性に留意しながら、試料をマリネリ容器の標線まで隙間なく詰める。(写真 9.11)
 - ④ 試料の表面を軽く圧縮し、標線で水平にならした後、試料とともにマリネリ容器及び 蓋の重量をはかり、先の風袋重量を差し引き、測定試料の重量を求め、記録する。
 - ⑤ マリネリ容器内袋の口にビニールテープを用いて封をする。10
 - ⑥ マリネリ容器に蓋をし、蓋の接合部にビニールテープを巻いて封をする。(写真 9.12)
 - ⑦ マリネリ容器の外側を、純水、エタノール等で湿らせたペーパータオルでよく拭き取 る。
 - ⑧ 測定器への汚染を防止するため、マリネリ容器をポリエチレン袋に入れ、十分空気を 抜きながら口を結んで封入し、測定試料とする。



(ピーマン)



写真 9.11 マリネリ容器への試料の充填 写真 9.12 ビニールテープによる蓋の固定 (ピーマン)

(2) 小型容器を用いるとき

- ① 漏れ防止のため、小型容器のねじ部分にシールテープを巻く。
- ② 小型容器に、試料を識別する番号等のデータを記入又は添付した後、小型容器の風袋 重量をはかり記録する。
- ③ 均質性に留意しながら、薬さじを用いて、試料を小型容器内に隙間なく詰める。 (写真 9.13~写真 9.18)
- ④ 試料の表面を軽く圧縮し、水平にならす。
- ⑤ 小型容器に蓋をして、試料の高さをはかり記録する。
- ⑥ 容器の外側を、純水、エタノール等で湿らせたペーパータオルでよく拭き取る。

¹⁰ 輪ゴムや結束バンド等を用いてもよい。

- ⑦ 小型容器の重量をはかり、先の風袋重量を差し引き、測定試料の重量を求め、記録する。
- ⑧ 測定器への汚染を防止するため、小型容器にポリエチレン袋を被せ、空気を抜き、容器の底にシワがよらないように口を結んで封入し、測定試料とする。



写真 9.13 小型容器への試料の充填 (サヤインゲン)



写真 9.14 小型容器への試料の充填 (ホウレンソウ)



写真 9.15 小型容器への試料の充填 (アスパラガス)



写真 9.16 小型容器への試料の充填 (ブロッコリー)



写真 9.17 小型容器への試料の充填 (ジャガイモ)



写真 9.18 小型容器への試料の充填 (ニンジン)

9.4 試料の保存方法

9.4.1 比較的短期間の保存

- ① マリネリ容器の測定試料は、内袋のまま、他のポリエチレン袋又は容器に入れて保存する。
- ② 小型容器の測定試料は、測定容器のまま、他のポリエチレン袋又は容器に入れて保存する。
- ③ いずれの測定試料も、腐敗しないよう低温下で保存するのが望ましいので、保存する 場所は冷蔵庫、冷凍庫又は冷暗所がよい。

9.4.2 長期保存

- ① 放射能測定法シリーズ No. 13「ゲルマニウム半導体検出器等を用いる機器分析のための試料の前処理法」(文献 3)及び放射能測定法シリーズ No. 16「環境試料採取法」(文献 4)の方法によって、試料の乾燥・灰化作業を行う(放射能濃度の高い試料の乾燥・灰化処理を行う際には、器具及び装置を使用した後に洗浄・清掃するなど、他試料への汚染が起こらないよう十分留意する)。
- ② 灰試料をポリエチレン袋又は容器に入れ、デシケーター内など低湿度の環境下、又は空気になるべく触れないような措置をとり保管する。

第10章 果実類

果実類(ミカン、リンゴ、カキ、ブドウ、イチゴ等)を測定試料に調製する前処理方法及 び保存方法について示す。水洗いによって土ぼこり等を取り除き、細切りする等の処理とす る。測定容器としてマリネリ容器又は小型容器を用いるときの方法を示す。

10.1 必要な機器、用具等

- ・γ線用シンチレーションサーベイメータ (機器表面の汚染を避けるため、大きなビニール袋などで覆ったもの。)
- ・マリネリ容器(容積2L)又は小型容器(容積100 mL程度)
- カッター¹、はさみ、包丁²(使い捨てできるものが望ましい。)
- ・マリネリ容器用内袋
- ・測定容器を封入するポリエチレン袋
- 薬さじ(使い捨てできるものが望ましい。)
- ・ビニールテープ
- ・シールテープ
- ・ペーパータオル
- ・エタノール
- · 純水 ³
- ・白衣(使い捨てできるものが望ましい。)
- ・使い捨てのポリエチレン又はゴムの手袋
- 腕カバー
- 使い捨てのマスク
- ・大型ろ紙 (60 cm×60 cm 程度)
- ・ビニールシート(ビニール袋で代用可)
- ・紙皿 (まな板及びバットの代用品)
- ・ものさし
- ・電子天秤 (g 単位で小数点第 2 位まではかれるもの。プリンター等の記録機能のあるものが望ましい。) 4 (機器表面の汚染を避けるため、操作パネル、天板等をラップフィルム等で養生したもの。)

10.2 試料搬入時の注意点

① 試料の搬入に当たっては、被ばく及び汚染を防止する観点から、作業者は使い捨ての手袋及び白衣を着用する。

¹ カッター刃はさび止め用の油が塗布されている場合があるので、エタノール等を用いて洗浄してから用いること。また、使い捨てできる器具としては、ディスポーザブルのメスも有用である。

² 相互汚染防止のため使い捨てのカッター刃などを使うことが望ましいが、硬いものを切る場合 は包丁を使うなど、使用に当たっては安全面について十分に配慮すること。

³ 使用する純水に放射性物質が含まれていないことを事前に確認すること。

⁴ 定期的に点検・校正を行うなど適切に管理された天秤を使用すること。また、使用開始前及び 使用後に分銅を用いて天秤の状態をチェックするなど、日常点検を行うとよい。

- ② 試料の購入場所及び購入日、又は生産地及び採取日を確認し、試料に識別する番号を付与する。
- ③ サーベイメータを試料にできるだけ近づけて測定し、放射線レベルを確認する。小型容器の場合には試料 50 g以上(体積が 100 mL以上になる。)、マリネリ容器の場合には試料 1 kg以上(体積が 2 L以上になる。)を必要とする。試料の供試量及び放射線レベルから、ゲルマニウム半導体検出器で測定した場合のデッドタイムを予想し、できるだけ 10 %程度以下になるよう試料量を調節し、その試料量に応じた測定容器を選択する。5
- ④ サーベイメータでの測定結果から試料の汚染状況を把握し、放射線レベルが高い場合に はレベルの低い他の試料と区別して保管することや、作業者の被ばく防止のため試料を 取り扱う時間を管理することなど、適切な措置をとる。

10.3 試料の前処理方法

10.3.1 試料の前処理における留意事項

- ① 相互汚染防止のため、試料搬入時のサーベイメータでの測定結果を参考に、前処理作業を行う試料の順番を事前に決めておく。
- ② 放射線レベルの高い試料を取り扱う際には、試料を取り扱う時間を可能な限り短縮できるよう、事前に作業者間で作業手順等について確認する。
- ③ 作業開始前に、第2章に記載した方法で室内(床、作業台等)の養生を行う。
- ④ 養生した作業台の上にビニールシートを敷き、その上に大型ろ紙を載せ、試料ごとに作業を行う。⁶
- ⑤ 試料からの汚染を拡大させないため、試料に直接触るホット作業と直接触らないコールド作業とを区別して、可能な限り、作業者と作業台を別々にすることが望ましい。
- ⑥ 一つの試料の作業が終了したら、使用した使い捨ての器具等を大型ろ紙に包んで廃棄する。 7

10.3.2 試料の洗浄及び可食部の分別

- ① 水道水⁸で洗浄し、付着した土ぼこりを取り除く。(写真 10.1) なお、ミカン、バナナ等、果皮を食用としないものについては、洗浄操作は不要である。
- ② 食用に供する程度まで土壌等が取り除かれたことを目視で確認する。
- ③ ペーパータオルを用いて付着した水を軽く拭き取る。(写真 10.2)
- ④ 表 10.1 を参考に、食用に供しない部位を取り除く。(写真 10.3)
- ⑤ カッター等を用いて、試料を 1~2 cm 程度に細切りする。⁹ (写真 10.4)

⁵ サーベイメータによる試料表面の線量率と放射能濃度の関係については、「緊急時における食品中の放射性セシウム測定に用いる NaI(T1)シンチレーションサーベイメータの機器校正(第2版)」日本アイソトープ協会(2011)(文献16)において機種ごとに紹介されており、参考にするとよい。

⁶ 作業台や床面の養生の張替えには少なからず労力を要する。試料ごとに使い捨てできる簡易養生を施すことによって、養生の張替えの頻度を少なくできる。

⁷ 使い捨てのカッター刃等は分別して廃棄する。

⁸ 洗浄に使用する水道水に放射性物質が含まれていないことを事前に確認すること。水道水に放射性物質が含まれている場合、純水を、放射性物質が含まれていないことを確認のうえ使用する。

⁹ 柔らかいものは手でちぎってもよい。



写真 10.1 水洗い (ブドウ)



写真 10.2 拭取り (ブドウ)



写真 10.3 食用に供しない部位の除去 (ブドウ)



写真 10.4 試料の細切り (ブドウ)

表 10.1 可食部の区分

試料例	可食部の区分方法	
ミカン等	果皮を除去したもの	
リンゴ等	花おち、芯及び果梗 ¹⁰ の基部を除去したもの(写真 10.5)	
カキ	へた及び種子を除去したもの(写真 10.6)	
ブドウ	果梗 10 を除去したもの (写真 10.7) 種は必要に応じて除去する。	
イチゴ	へたを除去したもの (写真 10.8)	
その他	食用にしない部分を除いたもの	



写真 10.5 試料の可食部の例 (リンゴ)



写真 10.6 試料の可食部の例 (カキ)



写真 10.7 試料の可食部の例 (ブドウ)



写真 10.8 試料の可食部の例(イチゴ)

10.3.3 測定容器への充填

(1) マリネリ容器を用いるとき

- ① マリネリ容器用内袋を、マリネリ容器内に隙間なく装着する(測定容器壁への汚染を極力避けるため、使い捨ての内袋を使用する)。
- ② マリネリ容器に、試料を識別する番号等のデータを記入又は添付した後、マリネリ容器 及び蓋並びに内袋の風袋重量をはかり記録する。
- ③ 均質性に留意しながら、試料をマリネリ容器の標線まで隙間なく詰める。(写真 10.9)
- ④ 試料の表面を軽く圧縮し、標線で水平にならした後、試料とともにマリネリ容器及び蓋の重量をはかり、先の風袋重量を差し引き、測定試料の重量を求め、記録する。
- ⑤ マリネリ容器内袋の口にビニールテープを用いて封をする。11
- ⑥ マリネリ容器に蓋をし、蓋の接合部にビニールテープを巻いて封をする。(写真 10.10)
- (7) マリネリ容器の外側を、純水、エタノール等で湿らせたペーパータオルでよく拭き取る。
- ⑧ 測定器への汚染を防止するため、マリネリ容器をポリエチレン袋に入れ、十分空気を抜きながら口を結んで封入し、測定試料とする。

¹¹ 輪ゴムや結束バンド等を用いてもよい。



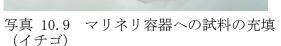




写真 10.9 マリネリ容器への試料の充填 写真 10.10 ビニールテープによる蓋の固定 (イチゴ)

(2) 小型容器を用いるとき

- ① 漏れ防止のため、小型容器のねじ部分にシールテープを巻く。
- ② 小型容器に、試料を識別する番号等のデータを記入又は添付した後、小型容器の風袋重 量をはかり記録する。
- ③ 均質性に留意しながら、薬さじを用いて、試料を小型容器内に隙間なく詰める。 (写真 10.11~写真 10.13)
- ④ 試料の表面を軽く圧縮し、水平にならす。
- ⑤ 小型容器に蓋をして、試料の高さをはかり記録する。
- ⑥ 容器の外側を、純水、エタノール等で湿らせたペーパータオルでよく拭き取る。
- ⑦ 小型容器の重量をはかり、先の風袋重量を差し引き、測定試料の重量を求め、記録する。
- ⑧ 測定器への汚染を防止するため、小型容器にポリエチレン袋を被せ、空気を抜き、容器 の底にシワがよらないように口を結んで封入し、測定試料とする。



写真 10.11 小型容器への試料の充填 (リンゴ)



写真 10.12 小型容器への試料の充填 (ブドウ)



写真 10.13 小型容器への試料の充填 (イチゴ)

10.4 試料の保存方法

10.4.1 比較的短期間の保存

- ① マリネリ容器の測定試料は、内袋のまま、他のポリエチレン袋又は容器に入れて保存する。
- ② 小型容器の測定試料は、測定容器のまま、他のポリエチレン袋又は容器に入れて保存する。
- ③ いずれの測定試料も、腐敗しないよう低温下で保存するのが望ましいので、保存する場所は冷蔵庫、冷凍庫又は冷暗所がよい。

10.4.2 長期保存

- ① 放射能測定法シリーズ No. 13「ゲルマニウム半導体検出器等を用いる機器分析のための 試料の前処理法」(文献 3) 及び放射能測定法シリーズ No. 16「環境試料採取法」(文献 4) の方法によって、試料の乾燥・灰化作業を行う(放射能濃度の高い試料の乾燥・灰 化処理を行う際には、器具及び装置を使用後に洗浄・清掃を行うなど、他試料への汚染 が起こらないよう十分留意する)。
- ② 灰試料をポリエチレン袋又は容器に入れ、デシケーター内など低湿度の環境下、又は空気になるべく触れないような措置をとり保管する。

第11章 茶葉

茶葉を測定試料に調製する前処理方法及び保存方法について示す。洗浄操作は行わず、 試料をそのまま測定容器に充填する処理とする。「ここでは、生の状態の茶葉について、 測定容器としてマリネリ容器又は小型容器を用いるときの方法を示す。

11.1 必要な機器、用具等

- ・γ線用シンチレーションサーベイメータ (機器表面の汚染を避けるため、大きなビニール袋などで覆ったもの。)
- ・マリネリ容器(容積2L)又は小型容器(容積100 mL程度)
- ・マリネリ容器用内袋
- ・測定容器を封入するポリエチレン袋
- ・薬さじ(使い捨てできるものが望ましい。)
- ・ビニールテープ
- ・シールテープ
- ペーパータオル
- ・エタノール
- 純水²
- ・白衣 (使い捨てできるものが望ましい。)
- ・使い捨てのポリエチレン又はゴムの手袋
- 腕カバー
- 使い捨てのマスク
- ・大型ろ紙 (60 cm×60 cm 程度)
- ・ビニールシート (ビニール袋で代用可)
- ・紙皿 (バットの代用品)
- ・ものさし
- ・電子天秤 (g 単位で小数点第 2 位まではかれるもの。プリンター等の記録機能のある ものが望ましい。)³ (機器表面の汚染を避けるため、操作パネル、天板等をラップフィルム等で養生したもの。)

11.2 試料搬入時の注意点

① 試料の搬入に当たっては、被ばく及び汚染を防止する観点から、作業者は使い捨て の手袋及び白衣を着用する。

¹ 茶葉については、一般に洗浄工程がないため、洗浄しないこととしている。飲用する場合は、「食品中の放射性セシウム検査法」厚生労働省(2012)(文献 19)に準拠して、液体のお茶として測定する。

² 使用する純水に放射性物質が含まれていないことを事前に確認すること。

³ 定期的に点検・校正を行うなど適切に管理された天秤を使用すること。また、使用開始前及び 使用後に分銅を用いて天秤の状態をチェックするなど、日常点検を行うとよい。

- ② 試料の購入場所及び購入日、又は生産地及び採取日を確認し、試料に識別する番号を付与する。
- ③ 試料の状態(生又は乾燥、生茶又は荒茶)を確認して記録する。併せて、報告する 放射能濃度の単位(例: Bq/kg 生、Bq/kg 乾燥)に留意する。
- ④ サーベイメータを試料にできるだけ近づけて測定し、放射線レベルを確認する。小型容器の場合には試料 50 g 以上(体積が 100 mL 以上になる。)、マリネリ容器の場合には試料 1 kg 以上(体積が 2 L 以上になる。)を必要とする。試料の供試量及び放射線レベルから、ゲルマニウム半導体検出器で測定した場合のデッドタイムを予想し、できるだけ 10 %程度以下になるよう試料量を調節し、その試料量に応じた測定容器を選択する。4
- ⑤ サーベイメータでの測定結果から試料の汚染状況を把握し、放射線レベルが高い場合にはレベルの低い他の試料と区別して保管することや、作業者の被ばく防止のため試料を取り扱う時間を管理することなど、適切な措置をとる。

11.3 試料の前処理方法

11.3.1 試料の前処理における留意事項

- ① 相互汚染防止のため、試料搬入時のサーベイメータでの測定結果を参考にして、前 処理作業を行う試料の順番を事前に決めておく。
- ② 放射線レベルの高い試料を取り扱う際には、試料を取り扱う時間を可能な限り短縮できるよう、事前に作業者間で作業手順等について確認する。
- ③ 作業開始前に、第2章に記載した方法で室内(床、作業台等)の養生を行う。
- ④ 養生した作業台の上にビニールシートを敷き、その上に大型ろ紙を載せ、試料ごとに作業する。⁵
- ⑤ 試料からの汚染を拡大させないため、試料に直接触るホット作業と直接触らないコールド作業とを区別して、可能な限り、作業者と作業台を別々にすることが望ましい。
- ⑥ 一つの試料の作業が終了したら、使用した使い捨ての器具等を大型ろ紙に包んで廃棄する。

11.3.2 試料の洗浄及び可食部の分別

- ① 試料は洗浄しない。(写真 11.1)
- ② 芽及び葉が枝に付いている状態の場合は、芽及び葉を枝から手で摘み取る。 (写真 11.2)
- ③ 芽及び葉のうち、異物(クモの巣等)が付着していないものを試料とする(異物が付着している部分を試料から除外する)。(写真 11.3 及び写真 11.4)

⁴ サーベイメータによる試料表面の線量率と放射能濃度の関係については、「緊急時における食品中の放射性セシウム測定に用いる NaI(T1)シンチレーションサーベイメータの機器校正(第2版)」日本アイソトープ協会(2011)(文献16)において機種ごとに紹介されており、参考にするとよい。

⁵ 作業台や床面の養生の張替えには少なからず労力を要する。試料ごとに使い捨てできる簡易養生を施すことによって、養生の張替えの頻度を少なくできる。



写真 11.1 試料 (搬入時) (茶葉)



写真 11.2 芽及び葉の摘取り(茶葉)



写真 11.3 異物の除去 (茶葉)



写真 11.4 芽、葉及び異物を摘み取った 後の試料 (茶葉)

11.3.3 測定容器への充填

- (1) マリネリ容器を用いるとき
 - ① マリネリ容器用内袋を、マリネリ容器内に隙間なく装着する (測定容器壁への汚染を極力避けるため、使い捨ての内袋を使用する)。
 - ② マリネリ容器に、試料を識別する番号等のデータを記入又は添付した後、マリネリ 容器及び蓋並びに内袋の風袋重量をはかり記録する。
 - ③ 均質性に留意しながら、試料をマリネリ容器の標線まで隙間なく詰める。
 - ④ 試料の表面を軽く圧縮し、標線で水平にならした後、試料とともにマリネリ容器及び蓋の重量をはかり、先の風袋重量を差し引き、測定試料の重量を求め、記録する。
 - ⑤ マリネリ容器内袋の口にビニールテープを用いて封をする。6
 - ⑥ マリネリ容器に蓋をし、蓋の接合部にビニールテープを巻いて封をする。
 - ⑦ マリネリ容器の外側を、純水、エタノール等で湿らせたペーパータオルでよく拭き 取る。
 - ⑧ 測定器への汚染を防止するため、マリネリ容器をポリエチレン袋に入れ、十分空気 を抜きながら口を結んで封入し、測定試料とする。

⁶輪ゴムや結束バンド等を用いてもよい。

(2) 小型容器を用いるとき

- ① 漏れ防止のため、小型容器のねじ部分にシールテープを巻く。
- ② 小型容器に、試料を識別する番号等のデータを記入又は添付した後、小型容器の風袋重量をはかり記録する。
- ③ 均質性に留意しながら、薬さじを用いて、試料を小型容器内に隙間なく詰める。 (写真 11.5)
- ④ 試料の表面を軽く圧縮し、水平にならす。
- ⑤ 小型容器に蓋をして、試料の高さをはかり記録する。
- ⑥ 容器の外側を、純水、エタノール等で湿らせたペーパータオルでよく拭き取る。
- ⑦ 小型容器の重量をはかり、先の風袋重量を差し引き、測定試料の重量を求め、記録 する。
- ⑧ 測定器への汚染を防止するため、小型容器にポリエチレン袋を被せ、空気を抜き、 容器の底にシワがよらないように口を結んで封入し、測定試料とする。



写真 11.5 小型容器への試料の充填 (茶葉)

11.4 試料の保存方法

11.4.1 比較的短期間の保存

- ① マリネリ容器の測定試料は、内袋のまま、他のポリエチレン袋又は容器に入れて保存する。
- ② 小型容器の測定試料は、測定容器のまま、他のポリエチレン袋又は容器に入れて保存する。
- ③ いずれの測定試料も、腐敗しないよう低温下で保存するのが望ましいので、保存する場所は冷蔵庫、冷凍庫又は冷暗所がよい。

11.4.2 長期保存

- ① 放射能測定法シリーズ No. 13「ゲルマニウム半導体検出器等を用いる機器分析のための試料の前処理法」(文献 3)及び放射能測定法シリーズ No. 16「環境試料採取法」(文献 4)の方法によって、試料の乾燥・灰化作業を行う(放射能濃度の高い試料の乾燥・灰化処理を行う際には、器具及び装置を使用した後に洗浄・清掃を行うなど、他試料への汚染が起こらないよう十分留意する)。
- ② 灰試料をポリエチレン袋又は容器に入れ、デシケーター内など低湿度の環境下、又は空気になるべく触れないような措置をとり保管する。

第12章 穀類

穀類を測定試料に調製する前処理方法及び保存方法について示す。洗浄操作は行わず、試料をそのまま測定容器に充填する処理とする。測定容器としてマリネリ容器又は小型容器を用いるときの方法を示す。なお、収穫期に試料を採取したときは、精米及び玄米のみでなく、必要に応じて、もみ(籾)米、麦類及びソバ類にも適用できる。

12.1 必要な機器、用具等

- ・γ線用シンチレーションサーベイメータ (機器表面の汚染を避けるため、大きなビニール袋などで覆ったもの。)
- ・マリネリ容器(容積2L)又は小型容器(容積100 mL程度)
- ・マリネリ容器用内袋
- ・測定容器を封入するポリエチレン袋
- 薬さじ(使い捨てできるものが望ましい。)
- ・ビニールテープ
- ・シールテープ
- ・ペーパータオル
- エタノール
- 純水¹
- ・白衣(使い捨てできるものが望ましい。)
- ・使い捨てのポリエチレン又はゴムの手袋
- 腕カバー
- 使い捨てのマスク
- ・大型ろ紙 (60 cm×60 cm 程度)
- ・ビニールシート (ビニール袋で代用可)
- ・紙皿 (バットの代用品)
- ・ものさし
- ・電子天秤 (g 単位で小数点第 2 位まではかれるもの。プリンター等の記録機能のあるものが望ましい。)² (機器表面の汚染を避けるため、操作パネル、天板等をラップフィルム等で養生したもの。)

12.2 試料搬入時の注意点

- ① 試料の搬入に当たっては、被ばく及び汚染を防止する観点から、作業者は使い捨ての手袋及び白衣を着用する。
- ② 試料の購入場所及び購入日、又は生産地及び採取日を確認し、試料に識別する番号を付与する。

¹ 使用する純水に放射性物質が含まれていないことを事前に確認すること。

² 定期的に点検・校正を行うなど適切に管理された天秤を使用すること。また、使用開始前及び 使用後に分銅を用いて天秤の状態をチェックするなど、日常点検を行うとよい。

- ③ サーベイメータを試料にできるだけ近づけて測定し、放射線レベルを確認する。小型容器の場合には試料 100 g 以上(体積が 100 mL以上になる。)、マリネリ容器の場合には試料 2 kg 以上(体積が 2 L以上になる。)を必要とする。試料の供試量及び放射線レベルから、ゲルマニウム半導体検出器で測定した場合のデッドタイムを予想し、できるだけ 10 %程度以下になるよう試料量を調節し、その試料量に応じた測定容器を選択する。3
- ④ サーベイメータでの測定結果から試料の汚染状況を把握し、放射線レベルが高い場合にはレベルの低い他の試料と区別して保管することや、作業者の被ばく防止のため試料を取り扱う時間を管理することなど、適切な措置をとる。

12.3 試料の前処理方法

12.3.1 試料の前処理における留意事項

- ① 相互汚染防止のため、試料搬入時のサーベイメータでの測定結果を参考にして、前処理作業を行う試料の順番を事前に決めておく。
- ② 放射線レベルの高い試料を取り扱う際には、試料を取り扱う時間を可能な限り短縮できるよう、事前に作業者間で作業手順等について確認する。
- ③ 作業開始前に、第2章に記載した方法で室内(床、作業台等)の養生を行う。
- ④ 養生した作業台の上にビニールシートを敷き、その上に大型ろ紙を載せ、試料ごとに作業を行う。⁴
- ⑤ 試料からの汚染を拡大させないため、試料に直接触るホット作業と直接触らないコールド作業とを区別して、可能な限り、作業者と作業台を別々にすることが望ましい。
- ⑥ 一つの試料の作業が終了したら、使用した使い捨ての器具等を大型ろ紙に包んで廃棄する。

12.3.2 測定容器への充填

- (1) マリネリ容器を用いるとき
 - ① マリネリ容器用内袋を、マリネリ容器内に隙間なく装着する(測定容器壁への汚染を極力避けるため、使い捨ての内袋を使用する)。
 - ② マリネリ容器に、試料を識別する番号等のデータを記入又は添付した後、マリネリ容器 及び蓋並びに内袋の風袋重量をはかり記録する。
 - ③ 均質性に留意しながら、試料をマリネリ容器の標線まで隙間なく詰める。(写真 12.1)
 - ④ 試料の表面を軽く圧縮し、標線で水平にならした後、試料とともにマリネリ容器及び蓋の重量をはかり、先の風袋重量を差し引き、測定試料の重量を求め、記録する。
 - ⑤ マリネリ容器内袋の口にビニールテープを用いて封をする。5
 - ⑥ マリネリ容器に蓋をし、蓋の接合部にビニールテープを巻いて封をする。(写真 12.2)

³ サーベイメータによる試料表面の線量率と放射能濃度の関係については、「緊急時における食品中の放射性セシウム測定に用いる NaI(T1)シンチレーションサーベイメータの機器校正(第2版)」日本アイソトープ協会(2011)(文献16)において機種ごとに紹介されており、参考にするとよい。

⁴ 作業台や床面の養生の張替えには少なからず労力を要する。試料ごとに使い捨てできる簡易養生を施すことによって、養生の張替えの頻度を少なくできる。

⁵輪ゴムや結束バンド等を用いてもよい。

- ⑦ マリネリ容器の外側を、純水、エタノール等で湿らせたペーパータオルでよく拭き取る。
- ⑧ 測定器への汚染を防止するため、マリネリ容器をポリエチレン袋に入れ、十分空気を抜 きながら口を結んで封入し、測定試料とする。



(精米)

写真 12.1 マリネリ容器への試料の充填 写真 12.2 ビニールテープによる蓋の固定 (精米)

(2) 小型容器を用いるとき

- ① 漏れ防止のため、小型容器のねじ部分にシールテープを巻く。
- ② 小型容器に、試料を識別する番号等のデータを記入又は添付した後、小型容器の風袋重 量をはかり記録する。
- ③ 均質性に留意しながら、薬さじを用いて、試料を小型容器内に隙間なく詰める。(写真 12.3)
- ④ 試料の表面を軽く圧縮し、水平にならす。
- ⑤ 小型容器に蓋をして、試料の高さをはかり記録する。
- ⑥ 容器の外側を、純水、エタノール等で湿らせたペーパータオルでよく拭き取る。
- ⑦ 小型容器の重量をはかり、先の風袋重量を差し引き、測定試料の重量を求め、記録する。
- ⑧ 測定器への汚染を防止するため、小型容器にポリエチレン袋を被せ、空気を抜き、容器 の底にシワがよらないように口を結んで封入し、測定試料とする。



写真 12.3 小型容器への試料の充填 (精米)

12.4 試料の保存方法

12.4.1 比較的短期間の保存

- ① マリネリ容器の測定試料は、内袋のまま、他のポリエチレン袋又は容器に入れて保存する。
- ② 小型容器の測定試料は、測定容器のまま、他のポリエチレン袋又は容器に入れて保存する。
- ③ いずれの測定試料も、腐敗しないよう低温下で保存するのが望ましいので、保存する場所は冷蔵庫、冷凍庫又は冷暗所がよい。

12.4.2 長期保存

- ① 放射能測定法シリーズ No. 13「ゲルマニウム半導体検出器等を用いる機器分析のための 試料の前処理法」(文献 3) 及び放射能測定法シリーズ No. 16「環境試料採取法」(文献 4) の方法によって、試料の乾燥・灰化作業を行う(放射能濃度の高い試料の乾燥・灰 化処理を行う際には、器具及び装置を使用した後に洗浄・清掃を行うなど、他試料への 汚染が起こらないよう十分留意する)。
- ② 灰試料をポリエチレン袋又は容器に入れ、デシケーター内など低湿度の環境下、又は空気になるべく触れないような措置をとり保管する。

第13章 豆類

豆類を測定試料に調製する前処理方法及び保存方法について示す。洗浄操作は行わず、試料をそのまま測定容器に充填する処理とする。測定容器としてマリネリ容器又は小型容器を用いるときの方法を示す。なお、サヤインゲン等サヤ付きで食用に供するものは第9章の方法によること。

13.1 必要な機器、用具等

- ・γ線用シンチレーションサーベイメータ (機器表面の汚染を避けるため、大きなビニール袋などで覆ったもの。)
- ・マリネリ容器(容積2L)又は小型容器(容積100 mL程度)
- ・カッター¹、はさみ、包丁² (使い捨てできるものが望ましい。)
- ・マリネリ容器用内袋
- ・測定容器を封入するポリエチレン袋
- ・薬さじ(使い捨てできるものが望ましい。)
- ・ビニールテープ
- ・シールテープ
- ・ペーパータオル
- ・エタノール
- 純水³
- ・白衣(使い捨てできるものが望ましい。)
- ・使い捨てのポリエチレン又はゴムの手袋
- 腕カバー
- 使い捨てのマスク
- ・大型ろ紙 (60 cm×60 cm 程度)
- ・ビニールシート(ビニール袋で代用可)
- ・紙皿 (まな板及びバットの代用品)
- ・ものさし
- ・電子天秤 (g 単位で小数点第 2 位まではかれるもの。プリンター等の記録機能のあるものが望ましい。) 4 (機器表面の汚染を避けるため、操作パネル、天板等をラップフィルム等で養生したもの。)

¹ カッター刃はさび止め用の油が塗布されている場合があるので、エタノール等を用いて洗浄してから用いること。また、使い捨てできる器具としては、ディスポーザブルのメスも有用である。

² 相互汚染防止のため使い捨てのカッター刃などを使うことが望ましいが、硬いものを切る場合は包丁を使うなど、使用に当たっては安全面について十分に配慮すること。

³ 使用する純水に放射性物質が含まれていないことを事前に確認すること。

⁴ 定期的に点検・校正を行うなど適切に管理された天秤を使用すること。また、使用開始前及び 使用後に分銅を用いて天秤の状態をチェックするなど、日常点検を行うとよい。

13.2 試料搬入時の注意点

- ① 試料の搬入に当たっては、被ばく及び汚染を防止する観点から、作業者は使い捨ての手袋及び白衣を着用する。
- ② 試料の購入場所及び購入日、又は生産地及び採取日を確認し、試料に識別する番号を付与する。
- ③ サーベイメータを試料にできるだけ近づけて測定し、放射線レベルを確認する。小型容器の場合には試料 50 g以上(体積が 100 mL以上になる。)、マリネリ容器の場合には試料 1 kg以上(体積が 2 L以上になる。)を必要とする。試料の供試量及び放射線レベルから、ゲルマニウム半導体検出器で測定した場合のデッドタイムを予想し、できるだけ 10 %程度以下になるよう試料量を調節し、その試料量に応じた測定容器を選択する。5
- ④ サーベイメータでの測定結果から試料の汚染状況を把握し、放射線レベルが高い場合にはレベルの低い他の試料と区別して保管することや、作業者の被ばく防止のため試料を取り扱う時間を管理することなど、適切な措置をとる。

13.3 試料の前処理方法

13.3.1 試料の前処理における留意事項

- ① 相互汚染防止のため、試料搬入時のサーベイメータでの測定結果を参考にして、前処理作業を行う試料の順番を事前に決めておく。
- ② 放射線レベルの高い試料を取り扱う際には、試料を取り扱う時間を可能な限り短縮できるよう、事前に作業者間で作業手順等について確認する。
- ③ 作業開始前に、第2章に記載した方法で室内(床、作業台等)の養生を行う。
- ④ 養生した作業台の上にビニールシートを敷き、その上に大型ろ紙を載せ、試料ごとに 作業する。⁶
- ⑤ 試料からの汚染を拡大させないため、試料に直接触るホット作業と直接触らないコールド作業とを区別して、可能な限り、作業者と作業台を別々にすることが望ましい。
- ⑥ 一つの試料の作業が終了したら、使用した使い捨ての器具等を大型ろ紙に包んで廃棄 する。⁷

13.3.2 試料の洗浄及び可食部の分別

- ① 試料は洗浄しない。
- ② サヤ付きで搬入されたものは、カッター等を用いて可食部のみ取り出す。(写真 13.1 及び写真 13.2)
- ③ 測定容器に充填しやすいよう、必要に応じて、試料をビニール袋などに入れて、砕く。 (写真 13.3)

⁵ サーベイメータによる試料表面の線量率と放射能濃度の関係については、「緊急時における食品中の放射性セシウム測定に用いる NaI(T1)シンチレーションサーベイメータの機器校正(第2版)」日本アイソトープ協会(2011)(文献16)において機種ごとに紹介されており、参考にするとよい。

⁶ 作業台や床面の養生の張替えには少なからず労力を要する。試料ごとに使い捨てできる簡易養生を施すことによって、養生の張替えの頻度を少なくできる。

⁷ 使い捨てのカッター刃等は分別して廃棄する。



写真 13.1 サヤからの取出し (エダマメ)



写真 13.2 食用に供しない部位の除去 (エダマメ)



写真 13.3 ビニール袋に入れて、砕いた試料 (エダマメ)

13.3.3 測定容器への充填

- (1) マリネリ容器を用いるとき
 - ① マリネリ容器用内袋を、マリネリ容器内に隙間なく装着する(測定容器壁への汚染を 極力避けるため、使い捨ての内袋を使用する)。
 - ② マリネリ容器に、試料を識別する番号等のデータを記入又は添付した後、マリネリ容器及び蓋並びに内袋の風袋重量をはかり記録する。
 - ③ 均質性に留意しながら、試料をマリネリ容器の標線まで隙間なく詰める。(写真 13.4)
 - ④ 試料の表面を軽く圧縮し、標線で水平にならした後、試料とともにマリネリ容器及び 蓋の重量をはかり、先の風袋重量を差し引き、測定試料の重量を求め、記録する。
 - ⑤ マリネリ容器内袋の口にビニールテープを用いて封をする。8
 - ⑥ マリネリ容器に蓋をし、蓋の接合部にビニールテープを巻いて封をする。(写真 13.5)
 - ⑦ マリネリ容器の外側を、純水、エタノール等で湿らせたペーパータオルでよく拭き取る。
 - ⑧ 測定器への汚染を防止するため、マリネリ容器をポリエチレン袋に入れ、十分空気を 抜きながら口を結んで封入し、測定試料とする。

⁸輪ゴムや結束バンド等を用いてもよい。





(エダマメ)

写真 13.4 マリネリ容器への試料の充填 写真 13.5 ビニールテープによる蓋の固定 (エダマメ)

(2) 小型容器を用いるとき

- ① 漏れ防止のため、小型容器のねじ部分にシールテープを巻く。
- ② 小型容器に、試料を識別する番号等のデータを記入又は添付した後、小型容器の風袋 重量をはかり記録する。
- ③ 均質性に留意しながら、薬さじを用いて、試料を小型容器内に隙間なく詰める。 (写真 13.6)
- ④ 試料の表面を軽く圧縮し、水平にならす。
- ⑤ 小型容器に蓋をして、試料の高さをはかり記録する。
- ⑥ 容器の外側を、純水、エタノール等で湿らせたペーパータオルでよく拭き取る。
- ⑦ 小型容器の重量をはかり、先の風袋重量を差し引き、測定試料の重量を求め、記録す る。
- ⑧ 測定器への汚染を防止するため、小型容器にポリエチレン袋を被せ、空気を抜き、容 器の底にシワがよらないように口を結んで封入し、測定試料とする。



写真 13.6 小型容器への試料の充填 (エダマメ)

13.4 試料の保存方法

13.4.1 比較的短期間の保存

- ① マリネリ容器の測定試料は、内袋のまま、他のポリエチレン袋又は容器に入れて保存する。
- ② 小型容器の測定試料は、測定容器のまま、他のポリエチレン袋又は容器に入れて保存する。
- ③ いずれの測定試料も、腐敗しないよう低温下で保存するのが望ましいので、保存する場所は冷蔵庫、冷凍庫又は冷暗所がよい。

- ① 放射能測定法シリーズ No. 13「ゲルマニウム半導体検出器等を用いる機器分析のための試料の前処理法」(文献 3)及び放射能測定法シリーズ No. 16「環境試料採取法」(文献 4)の方法によって、試料の乾燥・灰化作業を行う(放射能濃度の高い試料の乾燥・灰化処理を行う際には、器具及び装置を使用した後に洗浄・清掃するなど、他試料への汚染が起こらないよう十分留意する)。
- ② 灰試料をポリエチレン袋又は容器に入れ、デシケーター内など低湿度の環境下、又は 空気になるべく触れないような措置をとり保管する。

第14章 キノコ類

キノコ類(シイタケ、マイタケ等)を測定試料に調製する前処理方法及び保存方法について示す。表面を軽く拭き、細切りする等の処理とする。測定容器としてマリネリ容器又は小型容器を用いるときの方法を示す。

14.1 必要な機器、用具等

- ・γ線用シンチレーションサーベイメータ(機器表面の汚染を避けるため、大きなビニール袋などで覆ったもの。)
- ・マリネリ容器(容積2L)又は小型容器(容積100 mL程度)
- ・カッター¹、はさみ、包丁² (使い捨てできるものが望ましい。)
- ・マリネリ容器用内袋
- ・測定容器を封入するポリエチレン袋
- ・薬さじ(使い捨てできるものが望ましい。)
- ・ビニールテープ
- ・シールテープ
- ・ペーパータオル
- ・エタノール
- · 純水 ³
- ・白衣(使い捨てできるものが望ましい。)
- 使い捨てのポリエチレン又はゴムの手袋
- 腕カバー
- 使い捨てのマスク
- ・大型ろ紙 (60 cm×60 cm 程度)
- ビニールシート (ビニール袋で代用可)
- ・紙皿 (まな板及びバットの代用品)
- ・ものさし
- ・電子天秤 (g 単位で小数点第 2 位まではかれるもの。プリンター等の記録機能のあるものが望ましい。) 4 (機器表面の汚染を避けるため、操作パネル、天板等をラップフィルム等で養生したもの。)

14.2 試料搬入時の注意点

① 試料の搬入に当たっては、被ばく及び汚染を防止する観点から、作業者は使い捨ての 手袋及び白衣を着用する。

¹ カッター刃はさび止め用の油が塗布されている場合があるので、エタノール等を用いて洗浄してから用いること。また、使い捨てできる器具としては、ディスポーザブルのメスも有用である

² 相互汚染防止のため使い捨てのカッター刃などを使うことが望ましいが、硬いものを切る場合は包丁を使うなど、使用に当たっては安全面について十分に配慮すること。

³ 使用する純水に放射性物質が含まれていないことを事前に確認すること。

⁴ 定期的に点検・校正を行うなど適切に管理された天秤を使用すること。また、使用開始前及び 使用後に分銅を用いて天秤の状態をチェックするなど、日常点検を行うとよい。

- ② 試料の購入場所及び購入日、又は生産地及び採取日を確認し、試料に識別する番号を付与する。
- ③ サーベイメータを試料にできるだけ近づけて測定し、放射線レベルを確認する。小型容器の場合には試料 50 g以上(体積が 100 mL以上になる。)、マリネリ容器の場合には試料 1 kg以上(体積が 2 L以上になる。)を必要とする。試料の供試量及び放射線レベルから、ゲルマニウム半導体検出器で測定した場合のデッドタイムを予想し、できるだけ 10 %程度以下になるよう試料量を調節し、その試料量に応じた測定容器を選択する。5
- ④ サーベイメータでの測定結果から試料の汚染状況を把握し、放射線レベルが高い場合にはレベルの低い他の試料と区別して保管することや、作業者の被ばく防止のため試料を取り扱う時間を管理することなど、適切な措置をとる。

14.3 試料の前処理方法

14.3.1 試料の前処理における留意事項

- ① 相互汚染防止のため、試料搬入時のサーベイメータでの測定結果を参考にして、前処理作業を行う試料の順番を事前に決めておく。
- ② 放射線レベルの高い試料を取り扱う際には、試料を取り扱う時間を可能な限り短縮できるよう、事前に作業者間で作業手順等について確認する。
- ③ 作業開始前に、第2章に記載した方法で室内(床、作業台等)の養生を行う。
- ④ 養生した作業台の上にビニールシートを敷き、その上に大型ろ紙を載せ、試料ごとに作業する。⁶
- ⑤ 試料からの汚染を拡大させないため、試料に直接触るホット作業と直接触らないコールド作業とを区別して、可能な限り、作業者と作業台を別々にすることが望ましい。
- ⑥ 一つの試料の作業が終了したら、使用した使い捨ての器具等を大型ろ紙に包んで廃棄 する。⁷

14.3.2 試料の洗浄及び可食部の分別

- ① いしづきを取り除く。(写真 14.1)
- ② 水道水 8を染みこませたペーパータオルで表面を軽く拭き取る。(写真 14.2)
- ③ 食用に供する程度まで土壌等が取り除かれたことを目視で確認する。
- ④ カッター等を用いて試料を 1~2 cm 程度に細切りする。9 (写真 14.3 及び写真 14.4)

⁵ サーベイメータによる試料表面の線量率と放射能濃度の関係については、「緊急時における食品中の放射性セシウム測定に用いる NaI(T1)シンチレーションサーベイメータの機器校正(第2版)」日本アイソトープ協会(2011)(文献16)において機種ごとに紹介されており、参考にするとよい。

⁶ 作業台や床面の養生の張替えには少なからず労力を要する。試料ごとに使い捨てできる簡易養生を施すことによって、養生の張替えの頻度を少なくできる。

⁷ 使い捨てのカッター刃等は分別して廃棄する。

⁸ 洗浄に使用する水道水に放射性物質が含まれていないことを事前に確認すること。水道水に放射性物質が含まれている場合、純水を、放射性物質が含まれていないことを確認のうえ使用する。

⁹ 柔らかいものは手でちぎってもよい。



写真 14.1 いしづきの除去(シイタケ)



写真 14.2 拭取り (シイタケ)





写真 14.3 試料の細切り (シイタケ) 写真 14.4 細切りした試料 (シイタケ)

14.3.3 測定容器への充填

- (1) マリネリ容器を用いるとき
 - ① マリネリ容器用内袋を、マリネリ容器内に隙間なく装着する(測定容器壁への汚染を 極力避けるため、使い捨ての内袋を使用する)。
 - ② マリネリ容器に、試料を識別する番号等のデータを記入又は添付した後、マリネリ容 器及び蓋並びに内袋の風袋重量をはかり記録する。
 - ③ 均質性に留意しながら、試料をマリネリ容器の標線まで隙間なく詰める。(写真 14.5)
 - ④ 試料の表面を軽く圧縮し、標線で水平にならした後、試料とともにマリネリ容器及び 蓋の重量をはかり、先の風袋重量を差し引き、測定試料の重量を求め、記録する。
 - ⑤ マリネリ容器内袋の口にビニールテープを用いて封をする。10
 - ⑥ マリネリ容器に蓋をし、蓋の接合部にビニールテープを巻いて封をする。(写真 14.6)
 - ⑦ マリネリ容器の外側を、純水、エタノール等で湿らせたペーパータオルでよく拭き取 る。
 - ⑧ 測定器への汚染を防止するため、マリネリ容器をポリエチレン袋に入れ、十分空気を 抜きながら口を結んで封入し、測定試料とする。

¹⁰ 輪ゴムや結束バンド等を用いてもよい。



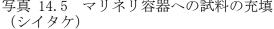




写真 14.5 マリネリ容器への試料の充填 写真 14.6 ビニールテープによる蓋の固定 (シイタケ)

(2) 小型容器を用いるとき

- ① 漏れ防止のため、小型容器のねじ部分にシールテープを巻く。
- ② 小型容器に、試料を識別する番号等のデータを記入又は添付した後、小型容器の風袋 重量をはかり記録する。
- ③ 均質性に留意しながら、薬さじを用いて、試料を小型容器内に隙間なく詰める。 (写真 14.7)
- ④ 試料の表面を軽く圧縮し、水平にならす。
- ⑤ 小型容器に蓋をして、試料の高さをはかり記録する。
- ⑥ 容器の外側を、純水、エタノール等で湿らせたペーパータオルでよく拭き取る。
- ⑦ 小型容器の重量をはかり、先の風袋重量を差し引き、測定試料の重量を求め、記録す る。
- ⑧ 測定器への汚染を防止するため、小型容器にポリエチレン袋を被せ、空気を抜き、容 器の底にシワがよらないように口を結んで封入し、測定試料とする。



写真 14.7 小型容器への試料の充填 (シイタケ)

14.4 試料の保存方法

14.4.1 比較的短期間の保存

- ① マリネリ容器の測定試料は、内袋のまま、他のポリエチレン袋又は容器に入れて保存する。
- ② 小型容器の測定試料は、測定容器のまま、他のポリエチレン袋又は容器に入れて保存する。
- ③ いずれの測定試料も、腐敗しないよう低温下で保存するのが望ましいので、保存する場所は冷蔵庫、冷凍庫又は冷暗所がよい。

- ① 放射能測定法シリーズ No. 13「ゲルマニウム半導体検出器等を用いる機器分析のための試料の前処理法」(文献 3)及び放射能測定法シリーズ No. 16「環境試料採取法」(文献 4)の方法によって、試料の乾燥・灰化作業を行う(放射能濃度の高い試料の乾燥・灰化処理を行う際には、器具及び装置を使用した後に洗浄・清掃するなど、他試料への汚染が起こらないよう十分留意する)。
- ② 灰試料をポリエチレン袋又は容器に入れ、デシケーター内など低湿度の環境下、又は 空気になるべく触れないような措置をとり保管する。

第15章 海藻類

海藻類(コンブ、ワカメ、ヒジキ、テングサ等)を測定試料に調製する前処理方法及び保存方法について示す。水洗いによって砂等を取り除き、細切りする等の処理とする。測定容器としてマリネリ容器又は小型容器を用いるときの方法を示す。なお、ホンダワラ等を指標生物として分析する場合には、第21章の方法によること。

15.1 必要な機器、用具等

- ・γ線用シンチレーションサーベイメータ (機器表面の汚染を避けるため、大きなビニール袋などで覆ったもの。)
- ・マリネリ容器(容積2L)又は小型容器(容積100 mL程度)
- ・カッター¹、はさみ、包丁² (使い捨てできるものが望ましい。)
- ・マリネリ容器用内袋
- ・測定容器を封入するポリエチレン袋
- ・薬さじ(使い捨てできるものが望ましい。)
- ・ビニールテープ
- ・シールテープ
- ・ペーパータオル
- ・ざる等(水切り用)
- ・エタノール
- 純水³
- ・白衣(使い捨てできるものが望ましい。)
- ・使い捨てのポリエチレン又はゴムの手袋
- 腕カバー
- 使い捨てのマスク
- ・大型ろ紙(60 cm×60 cm 程度)
- ・ビニールシート (ビニール袋で代用可)
- ・紙皿 (まな板及びバットの代用品)
- ・ものさし
- ・電子天秤(g 単位で小数点第 2 位まではかれるもの。プリンター等の記録機能のあるものが望ましい。)4(機器表面の汚染を避けるため、操作パネル、天板等をラップフィルム等で養生したもの。)

¹ カッター刃はさび止め用の油が塗布されている場合があるので、エタノール等を用いて洗浄してから用いること。また、使い捨てできる器具としては、ディスポーザブルのメスも有用である。

² 相互汚染防止のため使い捨てのカッター刃などを使うことが望ましいが、硬いものを切る場合は包丁を使うなど、使用に当たっては安全面について十分に配慮すること。

³ 使用する純水に放射性物質が含まれていないことを事前に確認すること。

^{*} 定期的に点検・校正を行うなど適切に管理された天秤を使用すること。また、使用開始前及び 使用後に分銅を用いて天秤の状態をチェックするなど、日常点検を行うとよい。

15.2 試料搬入時の注意点

- ① 試料の搬入に当たっては、被ばく及び汚染を防止する観点から、作業者は使い捨ての 手袋及び白衣を着用する。
- ② 試料の購入場所及び購入日、又は生産地及び採取日を確認し、試料に識別する番号を付与する。
- ③ サーベイメータを試料にできるだけ近づけて測定し、放射線レベルを確認する。小型容器の場合には試料 50 g以上(体積が 100 mL以上になる。)、マリネリ容器の場合には試料 1 kg以上(体積が 2 L以上になる。)を必要とする。試料の供試量及び放射線レベルから、ゲルマニウム半導体検出器で測定した場合のデッドタイムを予想し、できるだけ 10 %程度以下になるよう試料量を調節し、その試料量に応じた測定容器を選択する。5
- ④ サーベイメータでの測定結果から試料の汚染状況を把握し、放射線レベルが高い場合にはレベルの低い他の試料と区別して保管することや、作業者の被ばく防止のため試料を取り扱う時間を管理することなど、適切な措置をとる。

15.3 試料の前処理方法

15.3.1 試料の前処理における留意事項

- ① 相互汚染防止のため、試料搬入時のサーベイメータでの測定結果を参考にして、前処理作業を行う試料の順番を事前に決めておく。
- ② 放射線レベルの高い試料を取り扱う際には、試料を取り扱う時間を可能な限り短縮できるよう、事前に作業者間で作業手順等について確認する。
- ③ 作業開始前に、第2章に記載した方法で室内(床、作業台等)の養生を行う。
- ④ 養生した作業台の上にビニールシートを敷き、その上に大型ろ紙を載せ、試料ごとに作業する。⁶
- ⑤ 試料からの汚染を拡大させないため、試料に直接触るホット作業と直接触らないコールド作業とを区別して、可能な限り、作業者と作業台を別々にすることが望ましい。
- ⑥ 一つの試料の作業が終了したら、使用した使い捨ての器具等を大型ろ紙に包んで廃棄 する。⁷

15.3.2 試料の洗浄及び可食部の分別

① 藻体基部及び付着した異物を除去する。8

⁵ サーベイメータによる試料表面の線量率と放射能濃度の関係については、「緊急時における食品中の放射性セシウム測定に用いる NaI(T1)シンチレーションサーベイメータの機器校正(第2版)」日本アイソトープ協会(2011)(文献16)において機種ごとに紹介されており、参考にするとよい。

⁶ 作業台や床面の養生の張替えには少なからず労力を要する。試料ごとに使い捨てできる簡易養生を施すことによって、養生の張替えの頻度を少なくできる。

⁷ 使い捨てのカッター刃等は分別して廃棄する。

⁸ 海藻類は他の動植物が付着していることが多く、また、藻体基部には岩石の細片が付着しがちなので、注意してこれを取り除く。

- ② 水道水 9 を用いてよく水洗いする。10 (写真 15.1)
- ③ 食用に供する程度まで砂等が取り除かれたことを目視で確認する。
- ④ ざる等を用いてよく水を切る。(写真 15.2)
- ⑤ カッター等を用いて試料を 1~2 cm 程度に細切りする。(写真 15.3 及び写真 15.4)



写真 15.1 水洗い (ワカメ)



写真 15.2 水切り (ワカメ)



写真 15.3 試料の細切り (ワカメ)



写真 15.4 細切りした試料 (ワカメ)

15.3.3 測定容器への充填

- (1) マリネリ容器を用いるとき
 - ① マリネリ容器用内袋を、マリネリ容器内に隙間なく装着する (測定容器壁への汚染を 極力避けるため、使い捨ての内袋を使用する)。
 - ② マリネリ容器に、試料を識別する番号等のデータを記入又は添付した後、マリネリ容器及び蓋並びに内袋の風袋重量をはかり記録する。
 - ③ 均質性に留意しながら、試料をマリネリ容器の標線まで隙間なく詰める。(写真 15.5)
 - ④ 試料の表面を軽く圧縮し、標線で水平にならした後、試料とともにマリネリ容器及び 蓋の重量をはかり、先の風袋重量を差し引き、測定試料の重量を求め、記録する。
 - ⑤ マリネリ容器内袋の口にビニールテープを用いて封をする。11

⁹ 洗浄に使用する水道水に放射性物質が含まれていないことを事前に確認すること。水道水に放射性物質が含まれている場合、純水を、放射性物質が含まれていないことを確認のうえ使用する。

¹⁰ 試料を水道水に長く浸さない。

- ⑥ マリネリ容器に蓋をし、蓋の接合部にビニールテープを巻いて封をする。(写真 15.6)
- ⑦ マリネリ容器の外側を、純水、エタノール等で湿らせたペーパータオルでよく拭き取る。
- ⑧ 測定器への汚染を防止するため、マリネリ容器をポリエチレン袋に入れ、十分空気を 抜きながら口を結んで封入し、測定試料とする。



写真 15.5 マリネリ容器への試料の充填 (ワカメ)



写真 15.6 ビニールテープによる蓋の固定 (ワカメ)

(2) 小型容器を用いるとき

- ① 漏れ防止のため、小型容器のねじ部分にシールテープを巻く。
- ② 小型容器に、試料を識別する番号等のデータを記入又は添付した後、小型容器の風袋 重量をはかり記録する。
- ③ 均質性に留意しながら、薬さじを用いて、試料を小型容器内に隙間なく詰める。(写真 15.7)
- ④ 試料の表面を軽く圧縮し、水平にならす。
- ⑤ 小型容器に蓋をして、試料の高さをはかり記録する。
- ⑥ 容器の外側を、純水、エタノール等で湿らせたペーパータオルでよく拭き取る。
- ⑦ 小型容器の重量をはかり、先の風袋重量を差し引き、測定試料重量を求め、記録する。
- ⑧ 測定器への汚染を防止するため、小型容器にポリエチレン袋を被せ、空気を抜き、容器の底にシワがよらないように口を結んで封入し、測定試料とする。



写真 15.7 小型容器への試料の充填(ワカメ)

¹¹輪ゴムや結束バンド等を用いてもよい。

15.4 試料の保存方法

15.4.1 比較的短期間の保存

- ① マリネリ容器の測定試料は、内袋のまま、他のポリエチレン袋又は容器に入れて保存する。
- ② 小型容器の測定試料は、測定容器のまま、他のポリエチレン袋又は容器に入れて保存する。
- ③ いずれの測定試料も、腐敗しないよう低温下で保存するのが望ましいので、保存する 場所は冷蔵庫、冷凍庫又は冷暗所がよい。

- ① 放射能測定法シリーズ No. 13「ゲルマニウム半導体検出器等を用いる機器分析のための試料の前処理法」(文献 3)及び放射能測定法シリーズ No. 16「環境試料採取法」(文献 4)の方法によって、試料の乾燥・灰化作業を行う(放射能濃度の高い試料の乾燥・灰化処理を行う際には、器具及び装置を使用した後に洗浄・清掃するなど、他試料への汚染が起こらないよう十分留意する)。
- ② 灰試料をポリエチレン袋又は容器に入れ、デシケーター内など低湿度の環境下、又は 空気になるべく触れないような措置をとり保管する。

第16章 肉類

肉類(牛肉、豚肉、鶏肉等)を測定試料に調製する前処理方法及び保存方法について示す。 骨を取り除き、細切りする等の処理とする。測定容器としてマリネリ容器又は小型容器を用いるときの方法を示す。

16.1 必要な機器、用具等

- ・γ線用シンチレーションサーベイメータ(機器表面の汚染を避けるため、大きなビニール袋などで覆ったもの。)
- ・マリネリ容器(容積2L)又は小型容器(容積100 mL程度)
- ・カッター¹、はさみ、包丁² (使い捨てできるものが望ましい。)
- ・マリネリ容器用内袋
- ・測定容器を封入するポリエチレン袋
- ・薬さじ(使い捨てできるものが望ましい。)
- ・ビニールテープ
- ・シールテープ
- ・ペーパータオル
- ・エタノール
- · 純水 ³
- ・白衣(使い捨てできるものが望ましい。)
- ・使い捨てのポリエチレン又はゴムの手袋
- 腕カバー
- 使い捨てのマスク
- ・大型ろ紙 (60 cm×60 cm 程度)
- ビニールシート (ビニール袋で代用可)
- ・紙皿 (まな板及びバットの代用品)
- ・ものさし
- ・電子天秤 (g 単位で小数点第 2 位まではかれるもの。プリンター等の記録機能のあるものが望ましい。) 4 (機器表面の汚染を避けるため、操作パネル、天板等をラップフィルム等で養生したもの。)

16.2 試料搬入時の注意点

① 試料の搬入に当たっては、被ばく及び汚染を防止する観点から、作業者は使い捨ての 手袋及び白衣を着用する。

¹ カッター刃はさび止め用の油が塗布されている場合があるので、エタノール等を用いて洗浄してから用いること。また、使い捨てできる器具としては、ディスポーザブルのメスも有用である。

² 相互汚染防止のため使い捨てのカッター刃などを使うことが望ましいが、硬いものを切る場合は包丁を使うなど、使用に当たっては安全面について十分に配慮すること。

³ 使用する純水に放射性物質が含まれていないことを事前に確認すること。

⁴ 定期的に点検・校正を行うなど適切に管理された天秤を使用すること。また、使用開始前及び 使用後に分銅を用いて天秤の状態をチェックするなど、日常点検を行うとよい。

- ② 試料の購入場所及び購入日、又は生産地及び採取日を確認し、試料に識別する番号を付与する。
- ③ サーベイメータを試料にできるだけ近づけて測定し、放射線レベルを確認する。小型容器の場合には試料 100 g 以上(体積が 100 mL 以上になる。)、マリネリ容器の場合には試料 2 kg 以上(体積が 2 L 以上になる。)を必要とする。試料の供試量及び放射線レベルから、ゲルマニウム半導体検出器で測定した場合のデッドタイムを予想し、できるだけ 10 %程度以下になるよう試料量を調節し、その試料量に応じた測定容器を選択する。5
- ④ サーベイメータでの測定結果から試料の汚染状況を把握し、放射線レベルが高い場合にはレベルの低い他の試料と区別して保管することや、作業者の被ばく防止のため試料を取り扱う時間を管理することなど、適切な措置をとる。

16.3 試料の前処理方法

16.3.1 試料の前処理における留意事項

- ① 相互汚染防止のため、試料搬入時のサーベイメータでの測定結果を参考にして、前処理作業を行う試料の順番を事前に決めておく。
- ② 放射線レベルの高い試料を取り扱う際には、試料を取り扱う時間を可能な限り短縮できるよう、事前に作業者間で作業手順等について確認する。
- ③ 作業開始前に、第2章に記載した方法で室内(床、作業台等)の養生を行う。
- ④ 養生した作業台の上にビニールシートを敷き、その上に大型ろ紙を載せ、その上で試料ごとに作業を行う。⁶
- ⑤ 試料からの汚染を拡大させないため、試料に直接触るホット作業と直接触らないコールド作業とを区別して、可能な限り、作業者と作業台を別々にすることが望ましい。
- ⑥ 一つの試料の作業が終了したら、使用した使い捨ての器具等を大型ろ紙に包んで廃棄 する。⁷

16.3.2 試料の洗浄及び可食部の分別

- ① 試料は洗浄しない。
- ② 骨付きのものについては骨を除去する。
- ③ カッター等を用いて試料を 1~2 cm 程度に細切りする。(写真 16.1 及び写真 16.2)

⁵ サーベイメータによる試料表面の線量率と放射能濃度の関係については、「緊急時における食品中の放射性セシウム測定に用いる NaI(T1)シンチレーションサーベイメータの機器校正(第2版)」日本アイソトープ協会(2011)(文献16)において機種ごとに紹介されており、参考にするとよい。

⁶ 作業台や床面の養生の張替えには少なからず労力を要する。試料ごとに使い捨てできる簡易養生を施すことによって、養生の張替えの頻度を少なくできる。

⁷ 使い捨てのカッター刃等は分別して廃棄する。



写真 16.1 試料の細切り (牛肉)



写真 16.2 細切りした試料 (牛肉)

16.3.3 測定容器への充填

- (1) マリネリ容器を用いるとき
 - ① マリネリ容器用内袋を、マリネリ容器内に隙間なく装着する (測定容器壁への汚染を 極力避けるため、使い捨ての内袋を使用する)。
 - ② マリネリ容器に、試料を識別する番号等のデータを記入又は添付した後、マリネリ容 器及び蓋並びに内袋の風袋重量をはかり記録する。
 - ③ 均質性に留意しながら、試料をマリネリ容器の標線まで隙間なく詰める。(写真 16.3)
 - ④ 試料の表面を軽く圧縮し、標線で水平にならした後、試料とともにマリネリ容器及び 蓋の重量をはかり、先の風袋重量を差し引き、測定試料の重量を求め、記録する。
 - ⑤ マリネリ容器内袋の口にビニールテープを用いて封をする。8
 - ⑥ マリネリ容器に蓋をし、蓋の接合部にビニールテープを巻いて封をする。(写真 16.4)
 - (7) マリネリ容器の外側を、純水、エタノール等で湿らせたペーパータオルでよく拭き取 る。
 - ⑧ 測定器への汚染を防止するため、マリネリ容器をポリエチレン袋に入れ、十分空気を 抜きながら口を結んで封入し、測定試料とする。



写真 16.3 マリネリ容器への試料の充填 写真 16.4 ビニールテープによる蓋の固定 (牛肉)



(牛肉)

⁸輪ゴムや結束バンド等を用いてもよい。

(2) 小型容器を用いるとき

- ① 漏れ防止のため、小型容器のねじ部分にシールテープを巻く。
- ② 小型容器に、試料を識別する番号等のデータを記入又は添付した後、小型容器の風袋 重量をはかり記録する。
- ③ 均質性に留意しながら、薬さじを用いて、試料を小型容器内に隙間なく詰める。(写真 16.5)
- ④ 試料の表面を軽く圧縮し、水平にならす。
- ⑤ 小型容器に蓋をして、試料の高さをはかり記録する。
- ⑥ 容器の外側を、純水、エタノール等で湿らせたペーパータオルでよく拭き取る。
- ⑦ 小型容器の重量をはかり、先の風袋重量を差し引き、測定試料の重量を求め、記録する。
- ⑧ 測定器への汚染を防止するため、小型容器にポリエチレン袋を被せ、空気を抜き、容器の底にシワがよらないように口を結んで封入し、測定試料とする。



写真 16.5 小型容器への試料の充填 (牛肉)

16.4 試料の保存方法

16.4.1 比較的短期間の保存

- ① マリネリ容器の測定試料は、内袋のまま、他のポリエチレン袋又は容器に入れて保存する。
- ② 小型容器の測定試料は、測定容器のまま、他のポリエチレン袋又は容器に入れて保存する。
- ③ いずれの測定試料も、腐敗しないよう低温下で保存するのが望ましいので、保存する場所は冷蔵庫、冷凍庫又は冷暗所がよい。

- ① 放射能測定法シリーズ No. 13「ゲルマニウム半導体検出器等を用いる機器分析のための試料の前処理法」(文献 3) 及び放射能測定法シリーズ No. 16「環境試料採取法」(文献 4) の方法によって、試料の乾燥・灰化作業を行う(放射能濃度の高い試料の乾燥・灰化処理を行う際には、器具及び装置を使用した後に洗浄・清掃するなど、他試料への汚染が起こらないよう十分留意する)。
- ② 灰試料をポリエチレン袋又は容器に入れ、デシケーター内など低湿度の環境下、又は 空気になるべく触れないような措置をとり保管する。

第 17 章 牛乳

原乳及び殺菌・均質化等の加工処理をした市販乳について、測定試料に調製する前処理方法及び保存方法について示す。測定容器としてマリネリ容器又は小型容器を用いるときの方法を示す。

17.1 必要な機器、用具等

- ・γ線用シンチレーションサーベイメータ(機器表面の汚染を避けるため、大きなビニール袋などで覆ったもの。)
- ・マリネリ容器(容積2L)又は小型容器(容積100 mL程度)
- ・マリネリ容器用内袋
- ・測定容器を封入するポリエチレン袋
- ・ピストン式ピペット
- ・ビニールテープ
- ・シールテープ
- ペーパータオル
- ・エタノール
- 純水¹
- ・白衣(使い捨てできるものが望ましい。)
- ・使い捨てのポリエチレン又はゴムの手袋
- 腕カバー
- 使い捨てのマスク
- ・大型ろ紙 (60 cm×60 cm 程度)
- ・ビニールシート (ビニール袋で代用可)
- ・ものさし
- ・電子天秤 (g 単位で小数点第 2 位まではかれるもの。プリンター等の記録機能のあるものが望ましい。)² (機器表面の汚染を避けるため、操作パネル、天板等をラップフィルム等で養生したもの。)

17.2 試料搬入時の注意点

- ① 試料の搬入に当たっては、被ばく及び汚染を防止する観点から、作業者は使い捨ての 手袋及び白衣を着用する。
- ② 試料の購入場所及び購入日、又は生産地及び採取日を確認し、試料に識別する番号を付与する。

¹ 使用する純水に放射性物質が含まれていないことを事前に確認すること。

² 定期的に点検・校正を行うなど適切に管理された天秤を使用すること。また、使用開始前及び 使用後に分銅を用いて天秤の状態をチェックするなど、日常点検を行うとよい。

- ③ サーベイメータを試料にできるだけ近づけて測定し、放射線レベルを確認する。小型容器の場合には試料 100 g 以上(体積が 100 mL 以上になる。)、マリネリ容器の場合には試料 2 kg 以上(体積が 2 L 以上になる。)を必要とする。試料の供試量及び放射線レベルから、ゲルマニウム半導体検出器で測定した場合のデッドタイムを予想し、できるだけ 10 %程度以下になるよう試料量を調節し、その試料量に応じた測定容器を選択する。3
- ④ サーベイメータでの測定結果から試料の汚染状況を把握し、放射線レベルが高い場合にはレベルの低い他の試料と区別して保管することや、作業者の被ばく防止のため試料を取り扱う時間を管理することなど、適切な措置をとる。

17.3 試料の前処理方法

17.3.1 試料の前処理における留意事項

- ① 相互汚染防止のため、試料搬入時のサーベイメータでの測定結果を参考にして、前処理作業を行う試料の順番を事前に決めておく。
- ② 放射線レベルの高い試料を取り扱う際には、試料を取り扱う時間を可能な限り短縮できるよう、事前に作業者間で作業手順等について確認する。
- ③ 作業開始前に、第2章に記載した方法で室内(床、作業台等)の養生を行う。
- ④ 養生した作業台の上にビニールシートを敷き、その上に大型ろ紙を載せ、試料ごとに 作業する。⁴
- ⑤ 試料からの汚染を拡大させないため、試料に直接触るホット作業と直接触らないコールド作業とを区別して、可能な限り、作業者と作業台を別々にすることが望ましい。
- ⑥ 一つの試料の作業が終了したら、使用した使い捨ての器具等を大型ろ紙に包んで廃棄 する。

17.3.2 測定容器への充填

- (1) マリネリ容器を用いるとき
 - ① マリネリ容器用内袋を、マリネリ容器内に隙間なく装着する(測定容器壁への汚染を極力避けるため、使い捨ての内袋を使用する)。
 - ② マリネリ容器に、試料を識別する番号等のデータを記入又は添付した後、マリネリ容器及び蓋並びに内袋の風袋重量をはかり記録する。
 - ③ 試料をよく混合し、②で用意したマリネリ容器に移し入れ標線に合わせる。(写真 17.1) 標線に合わせるときはピストン式ピペットを利用するとよい。
 - ④ 試料とともにマリネリ容器と蓋の重量をはかり、先の風袋重量を差し引き、測定試料の重量を求め、記録する。

³ サーベイメータによる試料表面の線量率と放射能濃度の関係については、「緊急時における食品中の放射性セシウム測定に用いる NaI(T1)シンチレーションサーベイメータの機器校正(第2版)」日本アイソトープ協会(2011)(文献16)において機種ごとに紹介されており、参考にするとよい。

⁴ 作業台や床面の養生の張替えには少なからず労力を要する。試料ごとに使い捨てできる簡易養生を施すことによって、養生の張替えの頻度を少なくできる。

- ⑤ マリネリ容器内袋の口にビニールテープを用いて封をする。5
- ⑥ マリネリ容器に蓋をし、蓋の接合部にビニールテープを巻いて封をする。(写真 17.2)
- ⑦ マリネリ容器の外側を、純水、エタノール等で湿らせたペーパータオルでよく拭き取る。
- ⑧ 測定器への汚染を防止するため、マリネリ容器をポリエチレン袋に入れ、十分空気を 抜きながら口を結んで封入し、測定試料とする。



写真 17.1 マリネリ容器への試料の充填 (牛乳)

写真 17.2 ビニールテープによる蓋の固定 (牛乳)

(2) 小型容器を用いるとき

- ① 漏れ防止のため、小型容器のねじ部分にシールテープを巻く。
- ② 小型容器に、試料を識別する番号等のデータを記入又は添付した後、小型容器の風袋 重量をはかり記録する。
- ③ 試料をよく混合し、②で用意した小型容器に約80gを移し入れる。(写真17.3)液量を調整するときはピストン式ピペットを利用するとよい。
- ④ 小型容器に蓋をして、試料の高さをはかり記録する。
- ⑤ 容器の外側を、純水、エタノール等で湿らせたペーパータオルでよく拭き取る。
- ⑥ 小型容器の重量をはかり、先の風袋重量を差し引き、測定試料の重量を求め、記録する。
- ⑦ 測定器への汚染を防止するため、小型容器にポリエチレン袋を被せ、空気を抜き、容器の底にシワがよらないように口を結んで封入し、測定試料とする。

⁵ 輪ゴムや結束バンド等を用いてもよい。



写真 17.3 小型容器への試料の充填(牛乳)

17.4 試料の保存方法

17.4.1 比較的短期間の保存

- ① マリネリ容器の測定試料は、内袋のまま、他のポリエチレン袋又は容器に入れて保存する。
- ② 小型容器の測定試料は、測定容器のまま、他のポリエチレン袋又は容器に入れて保存する。
- ③ いずれの測定試料も、腐敗しないよう低温下で保存するのが望ましいので、保存する 場所は冷蔵庫又は冷暗所がよい。

- ① 牛乳試料は、放射能測定法シリーズ No. 13「ゲルマニウム半導体検出器等を用いる機器分析のための試料の前処理法」(文献 3)及び放射能測定法シリーズ No. 16「環境試料採取法」(文献 4)の方法によって、試料の乾燥・灰化作業を行う(放射能濃度の高い試料の乾燥・灰化処理を行う際には、器具及び装置を使用した後に洗浄・清掃するなど、他試料への汚染が起こらないよう十分留意する)。
- ② 灰試料はポリエチレン袋又は容器に入れ、デシケーター内など低湿度の環境下、又は 空気になるべく触れないような措置をとり保管する。

第18章 乳製品

乳製品(粉乳、チーズ、バター等)を測定試料に調製する前処理方法及び保存方法について示す。粉末状、固形状又は液体状のように試料の形状によって、測定試料に調製する前処理方法が異なり、特に、固形状の製品では細切りすることが必要である。測定容器としてマリネリ容器又は小型容器を用いるときの方法を示す。

18.1 必要な機器、用具等

- ・γ線用シンチレーションサーベイメータ (機器表面の汚染を避けるため、大きなビニール袋などで覆ったもの。)
- ・マリネリ容器(容積2L)又は小型容器(容積100 mL程度)
- カッター¹、はさみ、包丁²(使い捨てできるものが望ましい。)
- ・マリネリ容器用内袋
- ・測定容器を封入するポリエチレン袋
- 薬さじ(使い捨てできるものが望ましい。)
- ・メスシリンダー (2 L 又は 100 mL)
- ・ピストン式ピペット
- ・ビニールテープ
- ・シールテープ
- ペーパータオル
- ・エタノール
- 純水³
- ・白衣(使い捨てできるものが望ましい。)
- ・使い捨てのポリエチレン又はゴムの手袋
- 腕カバー
- 使い捨てのマスク
- ・大型ろ紙 (60 cm×60 cm 程度)
- ・ビニールシート (ビニール袋で代用可)
- ・紙皿 (まな板及びバットの代用品)
- ・ものさし
- ・電子天秤 (g 単位で小数点第 2 位まではかれるもの。プリンター等の記録機能のあるものが望ましい。) 4 (機器表面の汚染を避けるため、操作パネル、天板等をラップフィルム等で養生したもの。)

¹ カッター刃はさび止め用の油が塗布されている場合があるので、エタノール等を用いて洗浄してから用いること。また、使い捨てできる器具としては、ディスポーザブルのメスも有用である。

² 相互汚染防止のため使い捨てのカッター刃などを使うことが望ましいが、硬いものを切る場合は包丁を使うなど、使用に当たっては安全面について十分に配慮すること。

³ 使用する純水に放射性物質が含まれていないことを事前に確認すること。

⁴ 定期的に点検・校正を行うなど適切に管理された天秤を使用すること。また、使用開始前及び 使用後に分銅を用いて天秤の状態をチェックするなど、日常点検を行うとよい。

18.2 試料搬入時の注意点

- ① 試料の搬入に当たっては、被ばく及び汚染を防止する観点から、作業者は使い捨ての 手袋及び白衣を着用する。
- ② 試料の購入場所及び購入日、又は生産地及び採取日を確認し、試料に識別する番号を付与する。
- ③ サーベイメータを試料にできるだけ近づけて測定し、放射線レベルを確認する。小型容器の場合には試料 $100 \, \mathrm{g}$ 以上(体積が $100 \, \mathrm{mL}$ 以上になる。)、マリネリ容器の場合には試料 $2 \, \mathrm{kg}$ 以上(体積が $2 \, \mathrm{L}$ 以上になる。)を必要とする。試料の供試量及び放射線レベルから、ゲルマニウム半導体検出器で測定した場合のデッドタイムを予想し、できるだけ $10 \, \%$ 程度以下になるよう試料量を調節し、その試料量に応じた測定容器を選択する。 $5 \, \mathrm{mg}$
- ④ サーベイメータでの測定結果から試料の汚染状況を把握し、放射線レベルが高い場合にはレベルの低い他の試料と区別して保管することや、作業者の被ばく防止のため試料を取り扱う時間を管理することなど、適切な措置をとる。

18.3 試料の前処理方法

18.3.1 試料の前処理における留意事項

- ① 相互汚染防止のため、試料搬入時のサーベイメータでの測定結果を参考にして、前処理作業を行う試料の順番を事前に決めておく。
- ② 放射線レベルの高い試料を取り扱う際には、試料を取り扱う時間を可能な限り短縮できるよう、事前に作業者間で作業手順等について確認する。
- ③ 作業開始前に、第2章に記載した方法で室内(床、作業台等)の養生を行う。
- ④ 養生した作業台の上にビニールシートを敷き、その上に大型ろ紙を載せ、試料ごとに作業を行う。⁶
- ⑤ 試料からの汚染を拡大させないため、試料に直接触るホット作業と直接触らないコールド作業とを区別して、可能な限り、作業者と作業台を別々にすることが望ましい。
- ⑥ 一つの試料の作業が終了したら、使用した使い捨ての器具等を大型ろ紙に包んで廃棄 する。⁷

18.3.2 粉末状製品 (粉乳等)

- (1) マリネリ容器を用いるとき
 - ① マリネリ容器用内袋を、マリネリ容器内に隙間なく装着する(測定容器壁への汚染を極力避けるため、使い捨ての内袋を使用する)。

⁵ サーベイメータによる試料表面の線量率と放射能濃度の関係については、「緊急時における食品中の放射性セシウム測定に用いる NaI(T1)シンチレーションサーベイメータの機器校正(第2版)」日本アイソトープ協会(2011)(文献16)において機種ごとに紹介されており、参考にするとよい。

⁶ 作業台や床面の養生の張替えには少なからず労力を要する。試料ごとに使い捨てできる簡易養生を施すことによって、養生の張替えの頻度を少なくできる。

⁷ 使い捨てのカッター刃等は分別して廃棄する。

- ② マリネリ容器に、試料を識別する番号等のデータを記入又は添付した後、マリネリ容 器及び蓋並びに内袋の風袋重量をはかり記録する。
- ③ 均質性に留意しながら、試料をマリネリ容器の標線まで隙間なく詰める。(写真 18.1)
- ④ 試料の表面を軽く圧縮し、標線で水平にならした後、試料とともにマリネリ容器及び 蓋の重量をはかり、先の風袋重量を差し引き、測定試料の重量を求め、記録する。
- ⑤ マリネリ容器内袋の口にビニールテープを用いて封をする。8
- ⑥ マリネリ容器に蓋をし、蓋の接合部にビニールテープを巻いて封をする。(写真 18.2)
- ⑦ マリネリ容器の外側を、純水、エタノール等で湿らせたペーパータオルでよく拭き取 る。
- ⑧ 測定器への汚染を防止するため、マリネリ容器をポリエチレン袋に入れ、十分空気を 抜きながら口を結んで封入し、測定試料とする。



(粉乳)



写真 18.1 マリネリ容器への試料の充填 写真 18.2 ビニールテープによる蓋の固定 (粉乳)

(2) 小型容器を用いるとき

- ① 漏れ防止のため、小型容器のねじ部分にシールテープを巻く。
- ② 小型容器に、試料を識別する番号等のデータを記入又は添付した後、小型容器の風袋 重量をはかり記録する。
- ③ 均質性に留意しながら、薬さじを用いて、試料を小型容器内に隙間なく詰める。
- ④ 試料の表面を軽く圧縮し、水平にならす。
- ⑤ 小型容器に蓋をして、試料の高さをはかり記録する。
- ⑥ 容器の外側を、純水、エタノール等で湿らせたペーパータオルでよく拭き取る。
- ⑦ 小型容器の重量をはかり、先の風袋重量を差し引き、測定試料の重量を求め、記録す る。
- ⑧ 測定器への汚染を防止するため、小型容器にポリエチレン袋を被せ、空気を抜き、容 器の底にシワがよらないように口を結んで封入し、測定試料とする。

⁸輪ゴムや結束バンド等を用いてもよい。

18.3.3 固形状製品 (チーズ、バター等)

- (1) マリネリ容器を用いるとき
 - ① マリネリ容器用内袋を、マリネリ容器内に隙間なく装着する(測定容器壁への汚染を極力避けるため、使い捨ての内袋を使用する)。
 - ② マリネリ容器に、試料を識別する番号等のデータを記入又は添付した後、マリネリ容器及び蓋並びに内袋の風袋重量をはかり記録する。
 - ③ カッター等を用いて、試料を 1~2 cm 程度に細切りする。
 - ④ 均質性に留意しながら、試料をマリネリ容器の標線まで隙間なく詰める。
 - ⑤ 試料の表面を軽く圧縮し、標線で水平にならした後、試料とともにマリネリ容器及び 蓋の重量をはかり、先の風袋重量を差し引き、測定試料の重量を求め、記録する。
 - ⑥ マリネリ容器内袋の口にビニールテープを用いて封をする。6
 - ⑦ マリネリ容器に蓋をし、蓋の接合部にビニールテープを巻いて封をする。
 - ⑧ マリネリ容器の外側を、純水、エタノール等で湿らせたペーパータオルでよく拭き取る。
 - ⑨ 測定器への汚染を防止するため、マリネリ容器をポリエチレン袋に入れ、十分空気を 抜きながら口を結んで封入し、測定試料とする。

(2) 小型容器を用いるとき

- ① 漏れ防止のため、小型容器のねじ部分にシールテープを巻く。
- ② 小型容器に、試料を識別する番号等のデータを記入又は添付した後、小型容器の風袋 重量をはかり記録する。
- ③ カッター等を用いて、試料を 1~2 cm 程度に細切りする。(写真 18.3)
- ④ 均質性に留意しながら、薬さじを用いて、試料を小型容器内に隙間なく詰める。(写真 18.4)
- ⑤ 試料の表面を軽く圧縮し、水平にならす。
- ⑥ 小型容器に蓋をして、試料の高さをはかり記録する。
- (7) 容器の外側を、純水、エタノール等で湿らせたペーパータオルでよく拭き取る。
- ⑧ 小型容器の重量をはかり、先の風袋重量を差し引き、測定試料の重量を求め、記録する。
- ⑨ 測定器への汚染を防止するため、小型容器にポリエチレン袋を被せ、空気を抜き、容器の底にシワがよらないように口を結んで封入し、測定試料とする。



写真 18.3 試料の細切り (バター)



写真 18.4 小型容器への試料の充填 (バター)

18.3.4 液体状製品 (コンデンスミルク等) 第17章に準じて操作する。

18.4 試料の保存方法

18.4.1 比較的短期間の保存

- ① マリネリ容器の測定試料は、内袋のまま、他のポリエチレン袋又は容器に入れて保存する。
- ② 小型容器の測定試料は、測定容器のまま、他のポリエチレン袋又は容器に入れて保存する。
- ③ いずれの測定試料も、腐敗しないよう低温下で保存するのが望ましいので、保存する 場所は冷蔵庫、冷凍庫又は冷暗所がよい。

- ① 放射能測定法シリーズ No. 13「ゲルマニウム半導体検出器等を用いる機器分析のための試料の前処理法」(文献 3)及び放射能測定法シリーズ No. 16「環境試料採取法」(文献 4)の方法によって、試料の乾燥・灰化作業を行う(放射能濃度の高い試料の乾燥・灰化処理を行う際には、器具及び装置を使用した後に洗浄・清掃するなど、他試料への汚染が起こらないよう十分留意する)。
- ② 灰試料はポリエチレン袋又は容器に入れ、デシケーター内など低湿度の環境下、又は 空気になるべく触れないような措置をとり保管する。

第19章 卵

鶏卵を測定試料に調製する前処理方法及び保存方法について示す。測定容器としてマリネリ容器又は小型容器を用いるときの方法を示す。

19.1 必要な機器、用具等

- ・γ線用シンチレーションサーベイメータ(機器表面の汚染を避けるため、大きなビニール袋などで覆ったもの。)
- ・マリネリ容器(容積2L)又は小型容器(容積100 mL程度)
- ・マリネリ容器用内袋
- ・測定容器を封入するポリエチレン袋
- ・容器 (ビーカー、家庭用ボウル等)
- ・ピストン式ピペット
- ・ビニールテープ
- ・シールテープ
- ペーパータオル
- ・エタノール
- 純水¹
- ・白衣(使い捨てできるものが望ましい。)
- ・使い捨てのポリエチレン又はゴムの手袋
- 腕カバー
- 使い捨てのマスク
- ・大型ろ紙 (60 cm×60 cm 程度)
- ・ビニールシート (ビニール袋で代用可)
- ・ものさし
- ・電子天秤 (g 単位で小数点第 2 位まではかれるもの。プリンター等の記録機能のあるものが望ましい。)² (機器表面の汚染を避けるため、操作パネル、天板等をラップフィルム等で養生したもの。)

19.2 試料搬入時の注意点

- ① 試料の搬入に当たっては、被ばく及び汚染を防止する観点から、作業者は使い捨ての 手袋及び白衣を着用する。
- ② 試料の購入場所及び購入日、又は生産地及び採取日を確認し、試料に識別する番号を付与する。

¹ 使用する純水に放射性物質が含まれていないことを事前に確認すること。

² 定期的に点検・校正を行うなど適切に管理された天秤を使用すること。また、使用開始前及び 使用後に分銅を用いて天秤の状態をチェックするなど、日常点検を行うとよい。

- ③ サーベイメータを試料にできるだけ近づけて測定し、放射線レベルを確認する。小型容器の場合には試料 100 g 以上 (2 個程度)、マリネリ容器の場合には試料 2 kg 以上 (30~40 個程度)を必要とする。試料の供試量及び放射線レベルから、ゲルマニウム半導体検出器で測定した場合のデッドタイムを予想し、できるだけ 10 %程度以下になるよう試料量を調節し、その試料量に応じた測定容器を選択する。3
- ④ サーベイメータでの測定結果から試料の汚染状況を把握し、放射線レベルが高い場合にはレベルの低い他の試料と区別して保管することや、作業者の被ばく防止のため試料を取り扱う時間を管理することなど、適切な措置をとる。

19.3 試料の前処理方法

19.3.1 試料の前処理における留意事項

- ① 相互汚染防止のため、試料搬入時のサーベイメータでの測定結果を参考にして、前処理作業を行う試料の順番を事前に決めておく。
- ② 放射線レベルの高い試料を取り扱う際には、試料を取り扱う時間を可能な限り短縮できるよう、事前に作業者間で作業手順等について確認する。
- ③ 作業開始前に、第2章に記載した方法で室内(床、作業台等)の養生を行う。
- ④ 養生した作業台の上にビニールシートを敷き、その上に大型ろ紙を載せ、試料ごとに作業を行う。 4
- ⑤ 試料からの汚染を拡大させないため、試料に直接触るホット作業と直接触らないコールド作業とを区別して、可能な限り、作業者と作業台を別々にすることが望ましい。
- ⑥ 一つの試料の作業が終了したら、使用した使い捨ての器具等を大型ろ紙に包んで廃棄 する。

19.3.2 測定試料の充填

- (1) マリネリ容器を用いるとき
 - ① マリネリ容器用内袋を、マリネリ容器内に隙間なく装着する (測定容器壁への汚染を極力避けるため、使い捨ての内袋を使用する)。
 - ② マリネリ容器に、試料を識別する番号等のデータを記入又は添付した後、マリネリ容器及び蓋並びに内袋の風袋重量をはかり記録する。
 - ③ 容器(ビーカー、家庭用ボウル等)に卵を割り入れ、十分に撹拌する。
 - ④ 試料をよく混合し、②で用意したマリネリ容器に移し入れ標線に合わせる。(写真 19.1) 標線に合わせるときはピストン式ピペットを利用するとよい。
 - ⑤ 試料とともにマリネリ容器及び蓋の重量をはかり、先の風袋重量を差し引き、測定試料の重量を求め、記録する。

³ サーベイメータによる試料表面の線量率と放射能濃度の関係については、「緊急時における食品中の放射性セシウム測定に用いる NaI(T1)シンチレーションサーベイメータの機器校正(第2版)」日本アイソトープ協会(2011)(文献16)において機種ごとに紹介されており、参考にするとよい。

⁴ 作業台や床面の養生の張替えには少なからず労力を要する。試料ごとに使い捨てできる簡易養生を施すことによって、養生の張替えの頻度を少なくできる。

- ⑥ マリネリ容器内袋の口にビニールテープを用いて封をする。⁵
- ⑦ マリネリ容器に蓋をし、蓋の接合部にビニールテープを巻いて封をする。(写真 19.2)
- ⑧ マリネリ容器の外側を、純水、エタノール等で湿らせたペーパータオルでよく拭き取 る。
- ⑨ 測定器への汚染を防止するため、マリネリ容器をポリエチレン袋に入れ、十分空気を 抜きながら口を結んで封入し、測定試料とする。





(鶏卵)

写真 19.1 マリネリ容器への試料の充填 写真 19.2 ビニールテープによる蓋の固定 (鶏卵)

- (2) 小型容器を用いるとき
- ① 漏れ防止のため、小型容器のねじ部分にシールテープを巻く。
- ② 小型容器に、試料を識別する番号等のデータを記入又は添付した後、小型容器の風袋 重量をはかり記録する。
- ③ 容器(ビーカー、家庭用ボウル等)に卵を割り入れ、十分に撹拌する。
- ④ 試料をよく混合し、②で用意した小型容器に移し入れる。(写真 19.3) 液量を調整す るときはピストン式ピペットを利用するとよい。
- ⑤ 小型容器に蓋をして、試料の高さをはかり記録する。
- ⑥ 容器の外側を、純水、エタノール等で湿らせたペーパータオルでよく拭き取る。
- ⑦ 小型容器の重量をはかり、先の風袋重量を差し引き、測定試料の重量を求め、記録す る。
- ⑧ 測定器への汚染を防止するため、小型容器にポリエチレン袋を被せ、空気を抜き、容 器の底にシワがよらないように口を結んで封入し、測定試料とする。

⁵輪ゴムや結束バンド等を用いてもよい。



写真 19.3 小型容器への試料の充填 (鶏卵)

19.4 試料の保存方法

19.4.1 比較的短期間の保存

- ① マリネリ容器の測定試料は、内袋のまま、他のポリエチレン袋又は容器に入れて保存する。
- ② 小型容器の測定試料は、測定容器のまま、他のポリエチレン袋又は容器に入れて保存する。
- ③ いずれの測定試料も、腐敗しないよう低温下で保存するのが望ましいので、保存する 場所は冷蔵庫、冷凍庫又は冷暗所がよい。

- ① 卵試料は、放射能測定法シリーズ No. 13「ゲルマニウム半導体検出器等を用いる機器 分析のための試料の前処理法」(文献 3) 及び放射能測定法シリーズ No. 16「環境試料 採取法」(文献 4) の方法によって、試料の乾燥・灰化作業を行う(放射能濃度の高い 試料の乾燥・灰化処理を行う際には、器具及び装置を使用した後に洗浄・清掃するなど、他試料への汚染が起こらないよう十分留意する)。
- ② 灰試料はポリエチレン袋又は容器に入れ、デシケーター内など低湿度の環境下、又は空気になるべく触れないような措置をとり保管する。

第20章 魚介類

魚介類を測定試料に調製する前処理方法及び保存方法について示す。魚介類は全体が可食部である試料と、通常、内臓等を除いて食用に供する試料があり、後者では、解体時における血液、体液等の損失及び他の試料への汚染に注意が必要である。測定容器としてマリネリ容器又は小型容器を用いるときの方法を示す。試料とする魚介類の例を表 20.1 に示す。

表 20.1 魚介類の例

分類	具体例
魚類	キビナゴ、シラス (全体を食用とするもの)
	アジ、サバ、カレイ(筋肉部を食用とするもの)
貝類	アサリ、カキ、シジミ
頭足類	イカ、タコ
甲殼類	エビ、小エビ、カニ
棘皮動物	ナマコ、ウニ

20.1 必要な機器、用具等

- ・γ線用シンチレーションサーベイメータ(機器表面の汚染を避けるため、大きなビニール袋などで覆ったもの。)
- ・マリネリ容器(容積2L)又は小型容器(容積100 mL程度)
- ・カッター¹、はさみ、包丁² (使い捨てできるものが望ましい。)
- ・マリネリ容器用内袋
- ・測定容器を封入するポリエチレン袋
- ・薬さじ(使い捨てできるものが望ましい。)
- ・ビニールテープ
- ・シールテープ
- ペーパータオル
- ・ざる等(水切り用)
- ・エタノール
- 純水³
- ・白衣(使い捨てできるものが望ましい。)
- ・使い捨てのポリエチレン又はゴムの手袋
- 腕カバー
- 使い捨てのマスク
- ・大型ろ紙 (60 cm×60 cm 程度)

¹ カッター刃はさび止め用の油が塗布されている場合があるので、エタノール等を用いて洗浄してから用いること。また、使い捨てできる器具としては、ディスポーザブルのメスも有用である。

² 相互汚染防止のため使い捨てのカッター刃などを使うことが望ましいが、硬いものを切る場合は包丁を使うなど、使用に当たっては安全面について十分に配慮すること。

³ 使用する純水に放射性物質が含まれていないことを事前に確認すること。

- ・ビニールシート (ビニール袋で代用可)
- ・紙皿 (まな板及びバットの代用品)
- ・ものさし
- ・電子天秤 (g 単位で小数点第 2 位まではかれるもの。プリンター等の記録機能のあるものが望ましい。) 4 (機器表面の汚染を避けるため、操作パネル、天板等をラップフィルム等で養生したもの。)

20.2 試料搬入時の注意点

- ① 試料の搬入に当たっては、被ばく及び汚染を防止する観点から、作業者は使い捨ての 手袋及び白衣を着用する。
- ② 試料の購入場所及び購入日、又は生産地及び採取日を確認し、試料に識別する番号を付与する。
- ③ サーベイメータを試料にできるだけ近づけて測定し、放射線レベルを確認する。小型容器の場合には試料 $100 \, \mathrm{g}$ 以上(体積が $100 \, \mathrm{mL}$ 以上になる。)、マリネリ容器の場合には試料 $2 \, \mathrm{kg}$ 以上(体積が $2 \, \mathrm{L}$ 以上になる。)を必要とする。試料の供試量及び放射線レベルから、ゲルマニウム半導体検出器で測定した場合のデッドタイムを予想し、できるだけ $10 \, \%$ 程度以下になるよう試料量を調節し、その試料量に応じた測定容器を選択する。 $5 \, \mathrm{s}$
- ④ サーベイメータでの測定結果から試料の汚染状況を把握し、放射線レベルが高い場合にはレベルの低い他の試料と区別して保管することや、作業者の被ばく防止のため試料を取り扱う時間を管理することなど、適切な措置をとる。

20.3 試料の前処理方法

20.3.1 試料の前処理における留意事項

- ① 相互汚染防止のため、試料搬入時のサーベイメータでの測定結果を参考にして、前処理作業を行う試料の順番を事前に決めておく。
- ② 放射線レベルの高い試料を取り扱う際には、試料を取り扱う時間を可能な限り短縮できるよう、事前に作業者間で作業手順等について確認する。
- ③ 作業開始前に、第2章に記載した方法で室内(床、作業台等)の養生を行う。
- ④ 養生した作業台の上にビニールシートを敷き、その上に大型ろ紙を載せ、試料ごとに作業を行う。 6
- ⑤ 試料からの汚染を拡大させないため、試料に直接触るホット作業と直接触らないコールド作業とを区別して、可能な限り、作業者と作業台を別々にすることが望ましい。

4 定期的に点検・校正を行うなど適切に管理された天秤を使用すること。また、使用開始前及び 使用後に分銅を用いて天秤の状態をチェックするなど、日常点検を行うとよい。

⁵ サーベイメータによる試料表面の線量率と放射能濃度の関係については、「緊急時における食品中の放射性セシウム測定に用いる NaI(T1)シンチレーションサーベイメータの機器校正(第2版)」日本アイソトープ協会(2011)(文献16)において機種ごとに紹介されており、参考にするとよい。

⁶ 作業台や床面の養生の張替えには少なからず労力を要する。試料ごとに使い捨てできる簡易養生を施すことによって、養生の張替えの頻度を少なくできる。

⑥ 一つの試料の作業が終了したら、使用した使い捨ての器具等を大型ろ紙に包んで廃棄 する。⁷

20.3.2 試料の洗浄及び可食部の分別

- (1) キビナゴなど全体を食用とする魚類
 - ① 表面の付着物を除去するため、できるだけ新鮮なうちに水道水⁸で手早く洗浄する。 (写真 20.1)
 - ② ざるなどに入れ、10~15分間、水を切る。(写真 20.2)
 - ③ 水切りした試料をそのまま、(写真 20.3) 又は必要に応じて 1~2 cm 程度に細切り (写真 20.4) した後、測定容器に充填する。



写真 20.1 水洗い (キビナゴ)



写真 20.2 水切り (キビナゴ)



写真 20.3 測定容器に充填する試料 (そのまま)(キビナゴ)



写真 20.4 測定容器に充填する試料 (細切り) (キビナゴ)

- (2) アジなど筋肉部を食用とする魚類
 - ① 表面の付着物を除去するため、できるだけ新鮮なうちに水道水で手早く洗浄する。 (写真 20.5)

⁷ 使い捨てのカッター刃等は分別して廃棄する。

⁸ 洗浄に使用する水道水に放射性物質が含まれていないことを事前に確認すること。水道水に放射性物質が含まれている場合、純水を、放射性物質が含まれていないことを確認のうえ使用する。

- ② ペーパータオルで水を拭き取る。(写真 20.6)
- ③ 頭部、内臓、骨等を除き、筋肉部のみとする。9 (写真 20.7)
- ④ カッター等を用いて試料を 1~2 cm 程度に細切りする。(写真 20.8)



写真 20.5 水洗い (アジ)



写真 20.6 拭取り (アジ)



写真 20.7 食用に供しない部位の除去 (アジ)



写真 20.8 試料の細切り (アジ)

(3) 貝類 (アサリなど)

- ① 緊急時は原則として砂抜きを実施しないが、必要であれば砂抜きを行う。¹⁰ 砂抜きの 有無については記録用紙に記載する。
- ② 表面の付着物を除去するため、できるだけ新鮮なうちに水道水で手早く洗浄する。 (写真 20.9)
- ③ ペーパータオルで水を拭き取る。(写真 20.10)
- ④ 殻を取り除き、むき身にする。11 むき身は水洗いしない。(写真 20.11 及び写真 20.12)
- ⑤ 大型の貝で内臓等を食用としない場合は、カッター等で可食部のみ切り分ける。

⁹ 筋肉、内臓などの部位を分け取る場合は、内臓を傷つけて他の組織を汚したり、体液の流出による損失を起こさないように注意する。

¹⁰ 淡水産生物の貝は真水に、海産生物の貝は採取現場付近で採取した海水に一夜浸して、砂や泥を吐かせる。

¹¹ 試料を凍結してからむき身を取り出す方法や電子レンジを用いて貝の口を開ける方法もある。 ただし、放射性ヨウ素など揮発性の核種を分析対象とする場合は、電子レンジの出力(ワット 数)を抑え、過剰に加熱することによって揮発性核種を揮散させないように注意する。



写真 20.9 水洗い (アサリ)



写真 20.10 拭取り (アサリ)



写真 20.11 殻の除去 (アサリ)



写真 20.12 殻の除去(アサリ)

- (4) 頭足類 (イカなど)
- ① 表面の付着物を除去するため、できるだけ新鮮なうちに水道水で手早く洗浄する。 (写真 20.13)
- ② ペーパータオルで水及びぬめりを拭き取る。(写真 20.14)
- ③ 内臓等を除き、筋肉部のみとする。12 (写真 20.15)
- ④ カッター等を用いて試料を 1~2 cm 程度に細切りする。(写真 20.16)



写真 20.13 水洗い (イカ)



写真 20.14 拭取り (イカ)

¹² 筋肉、内臓などの部位を分け取る場合は、内臓を傷つけて他の組織を汚したり、体液の流出による損失を起こさないように注意する。



写真 20.15 食用に供しない部位の除去 (イカ)



写真 20.16 試料の細切り (イカ)

(5) 甲殻類 (エビなど)

- ① 表面の付着物を除去するため、できるだけ新鮮なうちに水道水で手早く洗浄する。(写真 20.17)
- ② ペーパータオルで水を拭き取る。(写真 20.18) 全体を食用とする小エビなどは、ざるなどに入れ、 $10\sim15$ 分間水を切る。
- ③ 殻を取り除き、むき身にする。(写真 20.19) むき身は水洗いしない。全体を食用とする小エビなどは、殻を取り除かずそのまま測定容器に充填する。
- ④ 必要に応じてカッター等を用いて試料を 1~2 cm 程度に細切りする。(写真 20.20)



写真 20.17 水洗い (エビ)



写真 20.18 拭取り (エビ)





写真 20.19 食用に供しない部位の除去 (エビ) 写真 20.20 試料の細切り (エビ)

(6) 棘皮動物 (ナマコなど)

- ① 採取状況に応じて、必要であれば、採取現場付近で採取した海水に一夜浸して砂や泥を吐かせる。砂抜きの有無については記録用紙に記載する。
- ② 表面の付着物を除去するため、できるだけ新鮮なうちに水道水で手早く洗浄する。 (写真 20.21)
- ③ ペーパータオルで水を拭き取る。(写真 20.22)
- ④ 内臓等を食用としない場合は、カッター等で可食部のみ切り分ける。13 (写真 20.23)
- ⑤ カッター等を用いて試料を 1~2 cm 程度に細切りする。(写真 20.24)



写真 20.21 水洗い (ナマコ)



写真 20.22 拭取り (ナマコ)



写真 20.23 食用に供しない部位の除去 (ナマコ)



写真 20.24 試料の細切り (ナマコ)

20.3.3 測定容器への充填

- (1) マリネリ容器を用いるとき
 - ① マリネリ容器用内袋を、マリネリ容器内に隙間なく装着する (測定容器壁への汚染を極力避けるため、使い捨ての内袋を使用する)。
 - ② マリネリ容器に、試料を識別する番号等のデータを記入又は添付した後、マリネリ容器及び蓋並びに内袋の風袋重量をはかり記録する。

¹³ 筋肉、内臓などの部位を分け取る場合は、内臓を傷つけて他の組織を汚したり、体液の流出による損失を起こさないように注意する。

- ③ 均質性に留意しながら、試料をマリネリ容器の標線まで隙間なく詰める。(写真 20.25)
- ④ 試料の表面を軽く圧縮し、標線で水平にならした後、試料とともにマリネリ容器及び 蓋の重量をはかり、先の風袋重量を差し引き、測定試料の重量を求め、記録する。
- ⑤ マリネリ容器内袋の口にビニールテープを用いて封をする。14
- ⑥ マリネリ容器に蓋をし、蓋の接合部にビニールテープを巻いて封をする。(写真 20.26)
- ⑦ マリネリ容器の外側を、純水、エタノール等で湿らせたペーパータオルでよく拭き取 る。
- ⑧ 測定器への汚染を防止するため、マリネリ容器をポリエチレン袋に入れ、十分空気を 抜きながら口を結んで封入し、測定試料とする。15





写真 20.25 マリネリ容器への試料の充填 写真 20.26 ビニールテープによる蓋の固定 (アジ)

(アジ)

(2) 小型容器を用いるとき

- ① 漏れ防止のため、小型容器のねじ部分にシールテープを巻く。
- ② 小型容器に、試料を識別する番号等のデータを記入又は添付した後、小型容器の風袋 重量をはかり記録する。
- ③ 均質性に留意しながら、薬さじを用いて、試料を小型容器内に隙間なく詰める。 (写真 20.27~写真 20.32)
- ④ 試料の表面を軽く圧縮し、水平にならす。
- ⑤ 小型容器に蓋をして、試料の高さをはかり記録する。
- ⑥ 容器の外側を、純水、エタノール等で湿らせたペーパータオルでよく拭き取る。
- ⑦ 小型容器の重量をはかり、先の風袋重量を差し引き、測定試料の重量を求め、記録す る。
- ⑧ 測定器への汚染を防止するため、小型容器にポリエチレン袋を被せ、空気を抜き、容 器の底にシワがよらないように口を結んで封入し、測定試料とする。15

¹⁴輪ゴムや結束バンド等を用いてもよい。

¹⁵ 冷凍した状態で試料が持ち込まれる場合には、測定前に試料及び測定容器の温度を分析機器が 設置してある室温に戻して測定中の結露を防ぐなど、測定に支障がないよう留意すること。



写真 20.27 小型容器への試料の充填 (キビナゴ)



写真 20.28 小型容器への試料の充填 (アジ)



写真 20.29 小型容器への試料の充填 (アサリ)



写真 20.30 小型容器への試料の充填 (イカ)



写真 20.31 小型容器への試料の充填 (エビ)



写真 20.32 小型容器への試料の充填 (ナマコ)

20.4 試料の保存方法

20.4.1 比較的短期間の保存

① マリネリ容器の測定試料は、内袋のまま、他のポリエチレン袋又は容器に入れて保存する。

- ② 小型容器の測定試料は、測定容器のまま、他のポリエチレン袋又は容器に入れて保存する。
- ③ いずれの測定試料も、凍結して保存するのが望ましいので、保存する場所は冷凍庫がよい。

20.4.2 長期保存

- ① 放射能測定法シリーズ No. 13「ゲルマニウム半導体検出器等を用いる機器分析のための試料の前処理法」(文献 3)及び放射能測定法シリーズ No. 16「環境試料採取法」(文献 4)の方法によって、試料の乾燥・灰化作業を行う(放射能濃度の高い試料の乾燥・灰化処理を行う際には、器具及び装置を使用した後に洗浄・清掃するなど、他試料への汚染が起こらないよう十分留意する)。
- ② 灰試料をポリエチレン袋又は容器に入れ、デシケーター内など低湿度の環境下、又は 空気になるべく触れないような措置をとり保管する。

第21章 指標生物(牧草を含む)

指標生物を測定試料に調製する前処理方法及び保存方法について示す。測定容器としてマリネリ容器又は小型容器を用いるときの方法を示す。試料とする指標生物の例を表 21.1 に示す。なお、ヨモギ、海藻類及びイガイ類を食用として分析する場合には、第 9 章、第 15 章及び第 20 章に示す方法によること。

表 21.1 指標生物の例

分類	具体例			
陸上指標生物	ヨモギ、松葉、杉葉			
海洋指標生物	ホンダワラ、カジメ、アラメ、イガイ類			
牧草	牧草			

21.1 必要な機器、用具等

- ・γ線用シンチレーションサーベイメータ (機器表面の汚染を避けるため、大きなビニール袋などで覆ったもの。)
- ・マリネリ容器(容積2L)又は小型容器(容積100 mL程度)
- ・カッター¹、はさみ、包丁² (使い捨てできるものが望ましい。)
- ・マリネリ容器用内袋
- ・測定容器を封入するポリエチレン袋
- 薬さじ(使い捨てできるものが望ましい。)
- ビニールテープ
- ・シールテープ
- ・ペーパータオル
- ・ざる等 (水切り用)
- エタノール
- 純水³
- ・白衣(使い捨てできるものが望ましい。)
- 使い捨てのポリエチレン又はゴムの手袋
- ・ 腕カバー
- 使い捨てのマスク
- ・大型ろ紙 (60 cm×60 cm 程度)
- ・ビニールシート(ビニール袋で代用可)
- ・紙皿 (まな板及びバットの代用品)

¹ カッター刃はさび止め用の油が塗布されている場合があるので、エタノール等を用いて洗浄してから用いること。また、使い捨てできる器具としては、ディスポーザブルのメスも有用である。

² 相互汚染防止のため使い捨てのカッター刃などを使うことが望ましいが、硬いものを切る場合 は包丁を使うなど、使用に当たっては安全面について十分に配慮すること。

³ 使用する純水に放射性物質が含まれていないことを事前に確認すること。

- ・ものさし
- ・電子天秤 (g 単位で小数点第 2 位まではかれるもの。プリンター等の記録機能のあるものが望ましい。) 4 (機器表面の汚染を避けるため、操作パネル、天板等をラップフィルム等で養生したもの。)

21.2 試料搬入時の注意点

- ① 試料の搬入に当たっては、被ばく及び汚染防止の観点から、作業者は使い捨ての手袋及び白衣を着用する。
- ② 試料の購入場所及び購入日、又は生産地及び採取日を確認し、試料に識別する番号を付与する。
- ③ サーベイメータを試料にできるだけ近づけて測定し、放射線レベルを確認する。陸上指標生物、ホンダワラ、カジメ、アラメなどの海洋指標生物及び牧草においては、小型容器の場合には試料 50 g 以上(体積が 100 mL 以上になる。)、マリネリ容器の場合には試料 1 kg 以上(体積が 2 L 以上になる。)を必要とする。イガイ類などの海洋指標生物においては、小型容器の場合には試料 100 g 以上(体積が 100 mL 以上になる。)、マリネリ容器の場合には試料 2 kg 以上(体積が 2 L 以上になる。)を必要とする。試料の供試量及び放射線レベルから、ゲルマニウム半導体検出器で測定した場合のデッドタイムを予想し、できるだけ 10 %程度以下になるよう試料量を調節し、その試料量に応じた測定容器を選択する。5
- ④ サーベイメータでの測定結果から試料の汚染状況を把握し、放射線レベルが高い場合にはレベルの低い他の試料と区別して保管することや、作業者の被ばく防止のため試料を取り扱う時間を管理することなど、適切な措置をとる。

21.3 試料の前処理方法

21.3.1 試料の前処理における留意事項

- ① 相互汚染防止のため、試料搬入時のサーベイメータでの測定結果を参考にして、前処理作業を行う試料の順番を事前に決めておく。
- ② 放射線レベルの高い試料を取り扱う際には、試料を取り扱う時間を可能な限り短縮できるよう、事前に作業者間で作業手順等について確認する。
- ③ 作業開始前に、第2章に記載した方法で室内(床、作業台等)の養生を行う。
- ④ 養生した作業台の上にビニールシートを敷き、その上に大型ろ紙を載せ、試料ごとに作業を行う。⁶
- ⑤ 試料からの汚染を拡大させないため、試料に直接触るホット作業と直接触らないコールド作業とを区別して、可能な限り、作業者と作業台を別々にすることが望ましい。

⁴ 定期的に点検・校正を行うなど適切に管理された天秤を使用すること。また、使用開始前及び 使用後に分銅を用いて天秤の状態をチェックするなど、日常点検を行うとよい。

⁵ サーベイメータによる試料表面の線量率と放射能濃度の関係については、「緊急時における食品中の放射性セシウム測定に用いる NaI(T1)シンチレーションサーベイメータの機器校正(第2版)」日本アイソトープ協会(2011)(文献16)において機種ごとに紹介されており、参考にするとよい。

⁶ 作業台や床面の養生の張替えには少なからず労力を要する。試料ごとに使い捨てできる簡易養生を施すことによって、養生の張替えの頻度を少なくできる。

⑥ 一つの試料の作業が終了したら、使用した使い捨ての器具等を大型ろ紙に包んで廃棄する。 7

21.3.2 試料の洗浄及び部位の選別

- (1) 陸上指標生物 (ヨモギ、松葉など)
 - ① 枯れ葉や異物が付着していないものを試料とする(枯れ葉や異物が付着している部分を試料から除外する)。原則として水洗いしない。(写真 21.1)
 - ② 枝や茎がある場合には、葉だけを抜き取る。(写真 21.2)
 - ③ カッター等を用いて試料を 1~2 cm 程度に細切りする。(写真 21.3 及び写真 21.4)



写真 21.1 枯れ葉、異物等の除去(松葉)



写真 21.2 枝及び茎の除去(松葉)



写真 21.3 試料の細切り(松葉)



写真 21.4 細切りした試料(松葉)

- (2) 海洋指標生物 (ホンダワラ、カジメ、アラメなど)
 - ① ざる等を用いてよく水を切る。原則として、水洗いしない。(写真 21.5)
 - ② 藻体基部及び付着する異物を除去する。8 (写真 21.6)
 - ③ カッター等を用いて試料を 1~2 cm 程度に細切りする。(写真 21.7 及び写真 21.8)

⁷ 使い捨てのカッター刃等は分別して廃棄する。

⁸ 海藻類は他の動植物が付着していることが多く、また、藻体基部には岩石の細片が付着しがちなので、注意してこれを取り除く。



写真 21.5 水切り (ホンダワラ)



写真 21.6 藻体基部及び異物の除去 (ホンダワラ)



写真 21.7 試料とする部位の選別 (ホンダワラ)



写真 21.8 細切りした試料 (ホンダワラ)

(3) 海洋指標生物 (イガイ類など) 殻を取り除き、むき身にする。むき身は水洗いしない。

(4) 牧草

- ① 根部等に土壌の付着が多い場合は、あらかじめ土壌を落としておく。
- ② 枯れ葉や異物が付着していないものを試料とする(枯れ葉や異物が付着している部分を試料から除外する)。原則として、水洗いしない。
- ③ カッター等を用いて試料を 1~2 cm 程度に細切りする。

21.3.3 測定容器への充填

- (1) マリネリ容器を用いるとき
 - ① マリネリ容器用内袋を、マリネリ容器内に隙間なく装着する(測定容器壁への汚染を極力避けるため、使い捨ての内袋を使用する)。
 - ② マリネリ容器に、試料を識別する番号等のデータを記入又は添付した後、マリネリ容器及び蓋並びに内袋の風袋重量をはかり記録する。
 - ③ 均質性に留意しながら、試料をマリネリ容器の標線まで隙間なく詰める。(写真 21.9)

- ④ 試料の表面を軽く圧縮し、標線で水平にならした後、試料とともにマリネリ容器及び 蓋の重量をはかり、先の風袋重量を差し引き、測定試料の重量を求め、記録する。
- ⑤ マリネリ容器用内袋の口にビニールテープを用いて封をする。⁹
- ⑥ マリネリ容器に蓋をし、蓋の接合部にビニールテープを巻いて封をする。(写真 21.10)
- ⑦ マリネリ容器の外側を、純水、エタノール等で湿らせたペーパータオルでよく拭き取る。
- ⑧ 測定器への汚染を防止するため、マリネリ容器をポリエチレン袋に入れ、十分空気を 抜きながら口を結んで封入し、測定試料とする。



写真 21.9 マリネリ容器への試料の 充填(松葉)



写真 21.10 ビニールテープによる蓋の 固定(松葉)

(2) 小型容器を用いるとき

- ① 漏れ防止のため、小型容器のねじ部分にシールテープを巻く。
- ② 小型容器に、試料を識別する番号等のデータを記入又は添付した後、小型容器の風袋 重量をはかり記録する。
- ③ 均質性に留意しながら、薬さじを用いて、試料を小型容器内に隙間なく詰める。 (写真 21.11 及び写真 21.12)
- ④ 試料の表面を軽く圧縮し、水平にならす。
- ⑤ 小型容器に蓋をして、試料の高さをはかり記録する。
- ⑥ 容器の外側を、純水、エタノール等で湿らせたペーパータオルでよく拭き取る。
- ⑦ 小型容器の重量をはかり、先の風袋重量を差し引き、測定試料の重量を求め、記録する。
- ⑧ 測定器への汚染を防止するため、小型容器にポリエチレン袋を被せ、空気を抜き、容器の底にシワがよらないように口を結んで封入し、測定試料とする。

⁹ 輪ゴムや結束バンド等を用いてもよい。



写真 21.11 小型容器への試料の 充填(松葉)



写真 21.12 小型容器への試料の 充填(ホンダワラ)

21.4 試料の保存方法

21.4.1 比較的短期間の保存

- ① マリネリ容器の測定試料は、内袋のまま、他のポリエチレン袋又は容器に入れて保存する。
- ② 小型容器の測定試料は、測定容器のまま、他のポリエチレン袋又は容器に入れて保存する。
- ③ 陸上指標生物及び牧草の測定試料は、腐敗しないよう低温下で保存するのが望ましいので、保存する場所は冷蔵庫、冷凍庫又は冷暗所がよい。
- ④ 海洋指標生物の測定試料は、凍結して保存するのが望ましいので、保存する場所は冷凍庫がよい。

21.4.2 長期保存

- ① 放射能測定法シリーズ No. 13「ゲルマニウム半導体検出器等を用いる機器分析のための 試料の前処理法」(文献 3) 及び放射能測定法シリーズ No. 16「環境試料採取法」(文献 4) の方法によって、試料の乾燥・灰化作業を行う(放射能濃度の高い試料の乾燥・灰 化処理を行う際には、器具及び装置を使用した後に洗浄・清掃するなど、他試料への 汚染が起こらないよう十分留意する)。
- ② 灰試料をポリエチレン袋又は容器に入れ、デシケーター内など低湿度の環境下、又は空気になるべく触れないような措置をとり保管する。

解説 A 定量可能レベルの計算

解説 A.1 はじめに

今回の改訂において、新たに定量可能レベルの計算を実施した。

これまでは、相対効率 15 %のゲルマニウム半導体検出器を基本としていたが、近年、一般的に使用されているゲルマニウム半導体検出器の相対効率が 30 %程度であることから、定量可能レベルの計算条件を変更した。また、福島第一原発事故後のモニタリング結果を踏まえて、¹³⁴Cs を追加した。

解説 A.2 計算方法

定量可能レベルの計算には、福島第一原発事故後に採取した環境試料をマリネリ容器(2 L)又は小型容器(100 mL:50mm $\phi \times 50$ mm)に詰めて、相対効率 30 %程度のゲルマニウム 半導体検出器で測定したスペクトルを利用した。その際、適度なデッドタイムのスペクトルを基準とし、種々の測定時間及び各試料群について計算して求めた検出下限値(131 I、 137 Cs 及び 134 Cs)を定量可能レベルとした。その際、検出下限値は、放射能測定法シリーズ No. 7 「ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー」(文献 8)に従い計算した。

(1) 緊急時において2 Lマリネリ容器を用いる場合

相対効率 30 %程度のゲルマニウム半導体検出器で測定し、デッドタイムができるだけ低いスペクトルを基準とし、種々の測定時間及び各試料群について計算して求めた検出下限値(131 I、 137 Cs、 134 Cs)を定量可能レベルとした。

① 基準スペクトルとして、福島県環境創造センターにおいて、降下物試料を測定した データを基準スペクトルとした。このときに使用した検出器の相対効率は38%、デッドタイムは54%であった。この測定諸条件を次に示す。

測定試料重量 (w_1) 、密度 (ρ) 、ピーク効率 (ϵ_1) 、測定時間 (t_1) 、検出下限値 (DL_1)

② 種々の測定時間における定量可能レベルを計算した。

 $DL_i = DL_1 / \sqrt{(t_i/t_1)}$

測定時間(t_i):ここでは、10分、30分、1時間及び10時間とした。

- ③ 任意の試料群について、2 L マリネリ容器に充填した際の測定試料重量 (w_i) を密度 (ρ_i) から計算した。
- ④ 任意の試料群について、2 L マリネリ容器に充填した際のピーク効率(ϵ_j)をパラメータである密度(ρ_j)、測定試料重量(w_j)を変更して、ソフトウェアから計算した。この測定諸条件を次に示す。

測定試料重量 (w_i) 、密度 (ρ_i) 、ピーク効率 (ϵ_i) 、測定時間 (t_i) 、検出下限値 (DL_i)

⑤ 任意の試料群についての定量可能レベルを計算した。

 $DL_i = DL_i / \{(w_i/w_1) \times (\epsilon_i/\epsilon_1)\}$

なお、任意の試料群は、原災指針の 0IL6 等を参考に、「降下物・降水」、「飲料水・牛乳」、「土壌」、「野菜類」及び「肉類・卵・魚介類」の 5 群に分けた。

- (2) 緊急時において小型容器を用いた場合
 - ① 基準スペクトルとして、公益財団法人日本分析センターにおいて、土壌試料を測定したデータを基準スペクトルとした。このときに使用した検出器の相対効率は31%、デッドタイムは10%であった。この測定諸条件を次に示す。

測定試料重量 (w_1) 、密度 (ρ) 、ピーク効率 (ϵ_1) 、測定時間 (t_1) 、検出下限値 (DL_1)

- ② 小型容器に 5 cm の高さまで試料を充填した際の測定試料重量(w₂)を密度から算出した。
- ③ 5 cm の高さまで充填した際のピーク効率 (ϵ_2)をパラメータである充填高及び測定試料重量 (w_2)を変更してソフトウェアから算出した。この測定諸条件は次のようになる。測定試料重量 (w_2)、密度 (ρ)、ピーク効率 (ϵ_2)
- ④ 定量可能レベルは次のように計算した。

 $DL_2 = DL_1 / \{ (w_2/w_1) \times (\varepsilon_2/\varepsilon_1) \}$

⑤ 種々の測定時間における定量可能レベルを計算した。

 $DL_i = DL_2/\sqrt{(t_i/t_1)}$

測定時間(t_i):ここでは、10分、30分、1時間及び10時間とした。

⑥ 任意の試料群について、小型容器に 5 cm 充填した際の測定試料重量 (w_j) を密度 (ρ_j) から計算し、さらに、ピーク効率 (ϵ_j) をソフトウェアから計算し、パラメータである材質及び密度(測定試料重量含む)を変更した。このときの諸条件を次に示す。

測定試料重量 (w_i) 、密度 (ρ_i) 、ピーク効率 (ϵ_i) 、測定時間 (t_i) 、検出下限値 (DL_i)

⑦ 任意の試料群についての定量可能レベルを計算した。

 $DL_j = DL_i / \{(w_j/w_2) \times (\epsilon_j/\epsilon_2)\}$

なお、任意の試料群は、原災指針の 0IL6 等を参考にして、「大気」、「降下物・降水」、「飲料水・牛乳」、「土壌」、「野菜類」及び「肉類・卵・魚介類」の 6 群に分けた。

また、大気試料については、相対効率 27 %のゲルマニウム半導体検出器で測定したデッドタイム 3.3 %の活性炭カートリッジ(供試量:140.044 m³)のスペクトルを基準とし、小型容器に充填したろ紙(供試量:1 m³)に読み替えてソフトウェアで解析し、検出下限値を次の式で計算した。

ろ紙 $DL=活性炭 DL/\{(1/140.044) \times (ろ紙のピーク効率/活性炭のピーク効率)\}$

解説 A.3 計算結果

マリネリ容器 (2 L) を使用した場合及び小型容器を使用した場合の定量可能レベルの計算結果を第 2 章の表 2.2 及び表 2.3 に示す。なお、今回計算した結果は、有効数値 1 桁又は 2 桁で示した。 134 Cs については、 605 keV と 796 keV での計算を行っており、両ピークのうち、高い計算結果を採用した。 1

マリネリ容器 (2 L) を使用した場合の定量可能レベルは、今回の計算結果の方が、改訂前よりも高い値となった。これは、今回の計算に、降下物試料の測定スペクトルを基準とし、この時のデッドタイムが 54 %であることから、試料中には多くの核種が存在していたものと推定される。このため、コンプトン散乱などの影響を受けたため、対象核種のバックグラウンドが上昇したことに起因し、定量可能レベルが高い値となったと考えられた。

小型容器を使用した場合の定量可能レベルは、大気試料については、¹³¹I 及び ¹³⁷Cs の両核種とも、10 分から 10 時間のいずれの測定時間においても、今回の計算結果の方が、改訂前の定量可能レベルの値より低い値となった。これは、ゲルマニウム半導体検出器の相対効率の違いによるもので、これまでは 15 %であり、今回の計算では 27 %であるため、後者の方が定量可能レベルは低い値となった。大気以外の試料については、今回の計算結果は、いずれの試料及び測定時間においても、改訂前の定量可能レベルの値と比べて、同等か高い値となった。これは、計算に用いたスペクトルの違いによるものと考えられる。今回の計算には、土壌試料の測定スペクトルを採用した。この時のデッドタイムが 10 %であることから、試料中には多くの核種が存在していたものと推定される。マリネリ容器(2 L)を使用した場合と同様に、コンプトン散乱などの影響によるものと考えられた。

解說 A.4 留意点

今回の定量可能レベルの計算結果は、福島第一原発事故後に採取した環境試料(大気、降下物及び土壌)のスペクトルを採用して、他の試料について求めたものである。また、緊急時の汚染状況等により変動するため、ここに示した結果は一つの目安とするのが適切であると考える。¹緊急時には多数の試料を迅速に測定することが求められるため、測定機器を効率的に運用するためにも、試料条件、測定時間、定量可能レベルの関係をあらかじめ評価の上、整理しておく必要がある。また、実際の測定には計数統計に基づく不確かさ(いわゆる計数誤差)を伴うことから、基準値との単純な比較はできない。そのため、緊急時における調査目的に応じた基準値が設定された場合には、各試料の測定ごとにその値を確認することが望ましい。さらに、定量可能レベルの計算結果については、試料採取から測定までの時間を考慮していないため、試料採取から測定までに時間を要する場合には、放射性物質が減衰するため、実際の定量可能レベルよりも高くなることがある。特に、131 I については、134 Cs 及び 137 Cs に比べて、物理的半減期が短いことから、注意が必要である。

¹ ¹³⁴Cs については、分析機関によっては採用するピークが異なることから、このような処理を 行った。

¹ 平常時には、定量可能レベル(検出下限値)は、人工放射性核種を含まない、バックグラウンドスペクトルを基にして算出されることが多い。

解説 A.5 計算に用いた基準スペクトル

定量可能レベルを算出するために使用した基準スペクトル図を次に示す。(図 A. $1\sim$ 図 A. 3)なお、1 kev を 2 チャンネルに換算し、 131 I、 134 Cs 及び 137 Cs の主要なピークについては核種名を記載して、スペクトル図を作成した。

(1) 2 L マリネリ容器

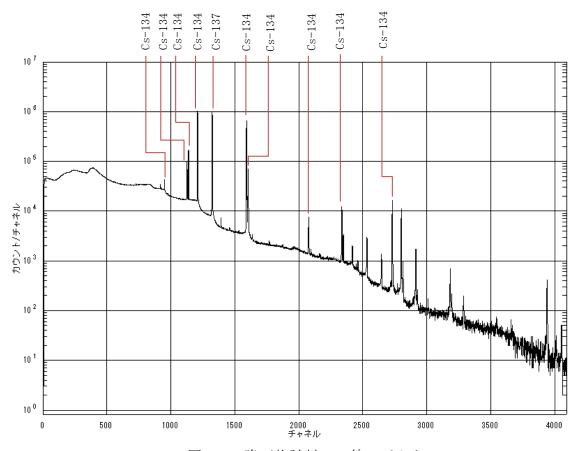


図 A.1 降下物試料のγ線スペクトル

(採取場所:福島県環境創造センター(福島県福島市))

(2) 小型容器

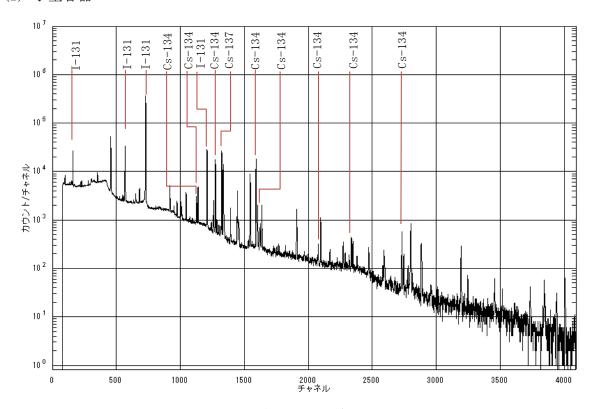


図 A. 2 土壌試料の y 線スペクトル (採取場所:公益財団法人 日本分析センター (千葉県千葉市))

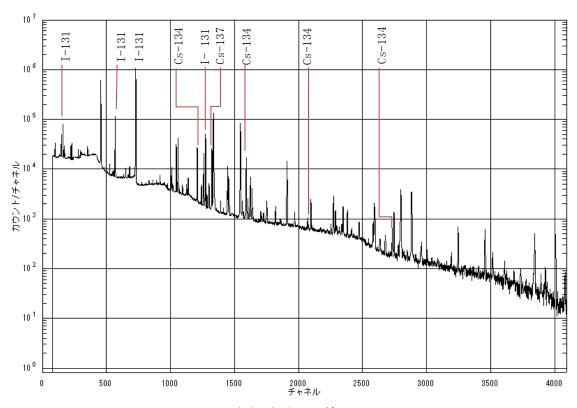


図 A. 3 大気試料の y 線スペクトル (採取場所:公益財団法人 日本分析センター (千葉県千葉市))

解説 B 放射性核種の測定容器壁への吸着状況の検討結果

解説 B.1 検討の目的

改訂前の本法では、降下物及び降水並びに飲料水及び源水の前処理方法として、放射性核種のマリネリ容器等の測定容器壁への吸着を防止するために、塩化ナトリウムを添加することとしていた。今回の改訂に当たり、塩化ナトリウムの添加について、実際の緊急時での使用実績が少なく、また、放射性核種の吸着防止効果を裏付けるデータが見当たらないことから、塩化ナトリウムの添加の有無による放射性核種の吸着状況を比較検討した。また、「水道水等の放射能測定マニュアル」厚生労働省(2011)(文献17)及び米国省庁間放射能実験室分析用プロトコル(MARLAP)¹の記載内容を踏まえ、塩化ナトリウムの代替品として、放射性ヨウ素についてはチオ硫酸ナトリウムを、放射性セシウムについては硝酸を用いることを考え、以下の方法により検討実験を実施した。

解説 B. 2 検討方法

- (1) 対象核種ヨウ素 131、セシウム 137
- (2) 容器の種類 2 L マリネリ容器(塩化ビニル製の内袋を使用)
- (3) 方法
- ① 2 L マリネリ容器を 4 個用意して、水道水 2 L を入れて、重量を測定した。
- ② それぞれの 2 L マリネリ容器に、試料 1 L 当たり塩化ナトリウムを 3 g、チオ硫酸ナトリウムを 100 mg、又は硝酸(13 mol/L) 1 mL を添加したものを用意した。なお、比較対照として、いずれも添加しないものを用意した。
- ③ ヨウ素 131 及びセシウム 137 の放射能濃度既知の水溶液を、2 L マリネリ容器に適量添加した。(ヨウ素 131:11 Bq/L、セシウム 137:4.2 Bq/L)
- ④ 添加剤の異なるそれぞれの 2 L マリネリ容器について、ゲルマニウム半導体検出器 を用いて測定した。なお、容器に吸着する時間、またヨウ素 131 (半減期; 8.021 日) の減衰を考慮して、測定間隔を設定した。(測定間隔:0,1,2,5,10,15日程度)
- ⑤ 測定容器壁に放射性核種が吸着した場合、壁面に放射性核種が集積して、検出器と 放射線源との幾何条件が変わることから、放射能濃度の推移を確認することにより、 添加剤の有無の影響を調べた。
- ⑥ 測定開始後15日が経過したものについては、内容物を取り出し、イオン交換水でマリネリ容器の内袋を洗浄した。洗浄した内袋を測定して、内袋壁面に対象核種が存在するかどうか確認した。
- ⑦ 内袋壁面に吸着した放射性核種を脱着するため、硝酸溶液(6.5 mo1/L)で洗浄した。 これを小型容器(U-8 容器)に入れ、ゲルマニウム半導体検出器で測定して、添加剤 の違いによる容器への吸着状況を調べた。

¹ Multi-Agency Radiological Laboratory Analytical Protocols Manual, NUREG-1576, EPA 402-B-04-001B, NTIS PB2004-105421 (2004) (文献 20)

解説 B.3 検討結果

添加剤の違いによるョウ素 131 濃度の推移について比較した結果を図 B.1 に示す。塩化ナトリウム、硝酸を添加したもの及び添加なしについては、添加したョウ素 131 放射能濃度(11 Bq/L)に比べ、測定結果がやや高い値となる傾向で推移した。一方で、チオ硫酸ナトリウムを添加したものでは、添加した放射能濃度とよく一致した測定結果が得られた。ここで、チオ硫酸ナトリウムを添加したものの測定結果が、他の添加剤の結果と傾向が異なるため、確認のために、チオ硫酸ナトリウムを添加した試料を再度調製し、同様に測定(測定間隔; 0、1、4、7、12、15 100

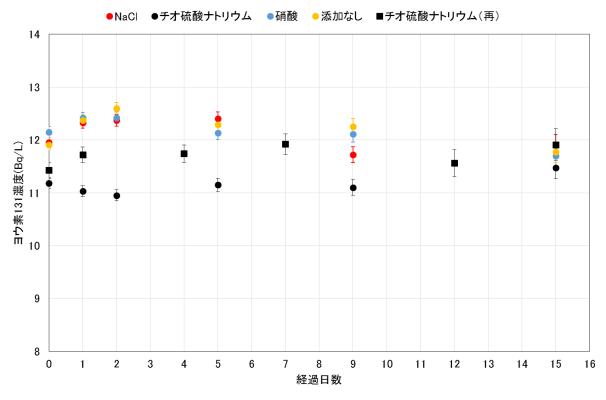


図 B.1 添加剤の違いによるヨウ素 131 濃度の推移² (ヨウ素 131 の添加値: 11 Bq/L、各プロットの縦軸の範囲は計数誤差を示す。)

² チオ硫酸ナトリウム(再)は他の条件の後追いで検討を実施しており、減衰のため計数誤差が他条件より大きな値となっている。

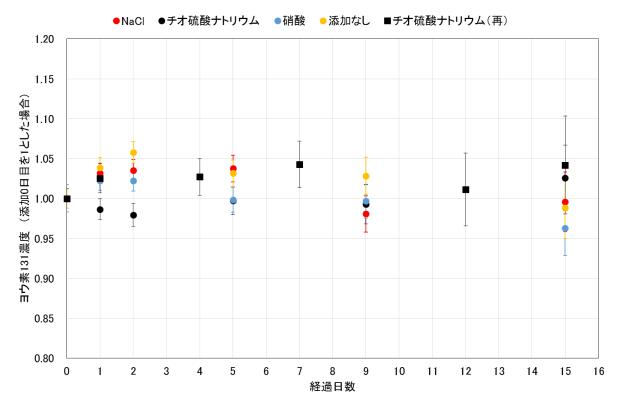


図 B. 2 添加剤の違いによるヨウ素 131 濃度の推移³ (添加 0 日目の濃度を 1 として規格化)

また、添加剤の違いによるセシウム 137 濃度の推移について比較した結果を図 B.3 に示す。いずれの添加剤についても、添加したセシウム 137 放射能濃度(4.2 Bq/L)の \pm 5%の範囲で推移した。添加剤の違いによるセシウム 137 濃度の推移について、添加 0 日目の測定結果を 1 とした場合の割合を比較した結果を図 B.4 に示す。いずれの添加剤についても、 \pm 5%の範囲で推移した。

³ チオ硫酸ナトリウム(再)は他の条件の後追いで検討を実施しており、減衰のため計数誤差が他条件より大きな値となっている。

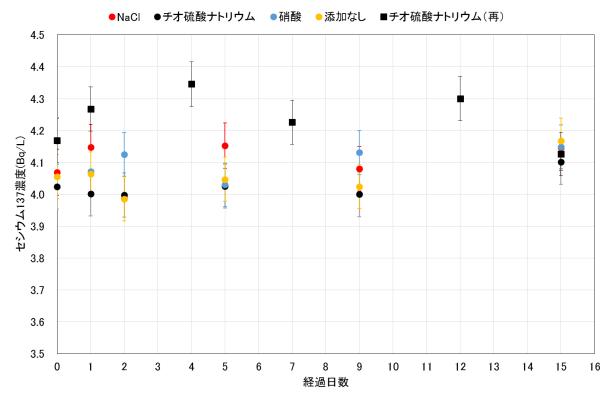


図 B. 3 添加剤の違いによるセシウム 137 濃度の推移 (セシウム 137 の添加値: 4.2 Bq/L、各プロットの縦軸の範囲は計数誤差を示す。)

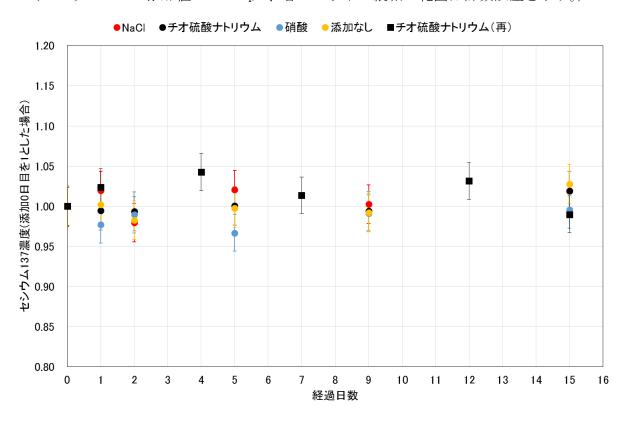


図 B. 4 添加剤の違いによるセシウム 137 濃度の推移 (添加 0 日目の濃度を 1 として規格化)

次に、マリネリ容器の内容物を取り出し、イオン交換水で内袋を洗浄後、塩化ビニル製内袋をゲルマニウム半導体検出器で測定したときのスペクトル図を図B.5及び図B.6に示す。塩化ナトリウム添加については、図B.5に示すように、ヨウ素 131 が検出され、セシウム 137 は不検出であり、内袋にヨウ素 131 が吸着していることが分かった。また、硝酸添加及び添加なしについても同様の結果であった。一方、チオ硫酸ナトリウム添加については、図B.6に示すように、ヨウ素 131 及びセシウム 137 ともに不検出であり、内袋への吸着は見られなかった。添加剤の違いによる吸着状況の違いについてまとめたものを表B.1 に示す。この表で()内に示す塩化ビニル製内袋に吸着した割合は、解説 B.5 に示す吸着状況の計算シミュレーションにより試算したものである。チオ硫酸ナトリウムを添加していない場合、ヨウ素 131 の約 50%が内袋に吸着していると考えられ、チオ硫酸ナトリウムの添加が、ヨウ素 131 の吸着防止に有効であることが分かった。

また、ヨウ素 131 が吸着したマリネリ容器の塩化ビニル製内袋を硝酸溶液で洗浄した結果、洗浄液からはヨウ素 131 及びセシウム 137 は検出されなかった。さらに、酸洗浄後の内袋について測定を行ったところ、前述の結果と同様にヨウ素 131 が検出され、塩化ビニル製内袋にヨウ素 131 が強く吸着していることが示唆された。

これらの結果を踏まえ、ポリエチレン製内袋を装着したマリネリ容器及び U-8 容器についても、チオ硫酸ナトリウムを添加した水道水にヨウ素 131 及びセシウム 137 を一定量添加し、吸着の有無について追加実験を行った。容器に試料溶液を入れてから 5 日後にゲルマニウム半導体検出器で測定したところ、両容器ともに測定結果は添加値とよく一致した。また、容器の内容物を取り出し、イオン交換水で内袋及び小型容器を洗浄後、ポリエチレン製内袋及び小型容器をゲルマニウム半導体検出器で測定したところ、ヨウ素 131 及びセシウム 137 は検出されなかった。これらの結果からも、チオ硫酸ナトリウムの添加が、ヨウ素 131 の吸着防止に有効であることが確認できた。

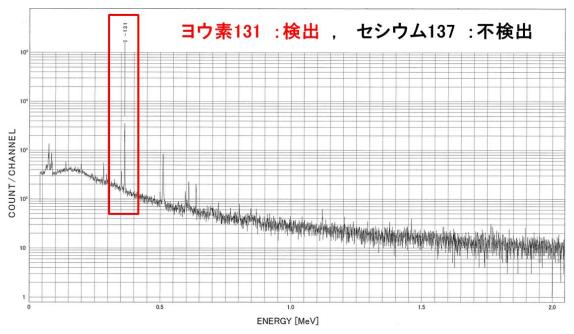


図 B.5 マリネリ容器内袋の測定スペクトル図 (塩化ナトリウムを添加したもの)

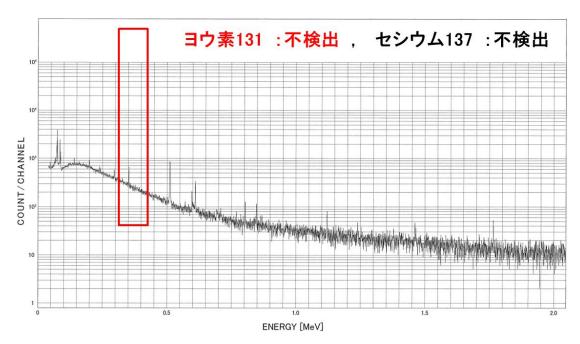


図 B.6 マリネリ容器内袋の測定スペクトル図 (チオ硫酸ナトリウムを添加したもの)

表 B.1 添加剤による吸着状況の違い

添加剤 の種類	塩化 ナトリウム	チオ硫酸 ナトリウム	硝酸	添加なし
ヨウ素131	<u>吸着あり</u> (49%) <u>※</u>	吸着なし	<u>吸着あり</u> (52%) <u>※</u>	<u>吸着あり</u> <u>(53%)※</u>
セシウム137	吸着なし	吸着なし	吸着なし	吸着なし

※() 内の数値は、解説 B.5 に示す吸着状況に関する計算シミュレーションの結果から塩化ビニル製内袋に吸着した割合を試算した結果を示す。

解説 B.4 計算シミュレーションによるピーク計数効率の評価

(1) 計算シミュレーションの条件

水試料 (2 L マリネリ容器、U-8 容器) にヨウ素 131 及びセシウム 137 が均一に分布した場合と、容器又は内袋に付着した場合について、計算シミュレーションによるゲルマニウム半導体検出器のピーク計数効率を評価した。シミュレーションの計算体系を図 B.7 に示す。なお、シミュレーション計算に当たっては、国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 三枝純氏にご協力いただき、関連する図表についてもご提供いただいた。

- ・使用コード: MCNP-6.1
- 検出器、試料(線源)等を三次元で模擬、ピーク計数効率を比較

相対効率40% n型Ge 2Lマリネリ容器

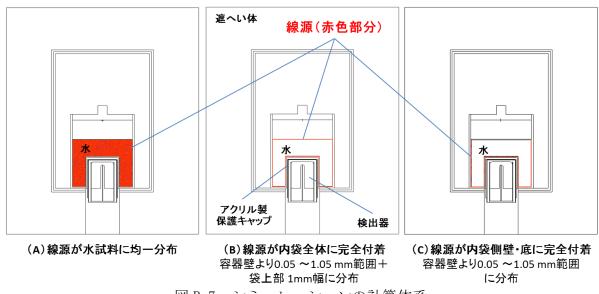


図 B.7 シミュレーションの計算体系

(2) 計算シミュレーションの結果

(1) に示した条件で行った計算シミュレーションの結果を表 B.2 に示す。ここでは、マリネリ容器の内袋の材質として、塩化ビニル (PVC) 及びポリエチレン (PE) の2種類について計算を行った。線源が水試料に均一分布した条件 (A) と比較して、線源が内袋全体に完全付着した条件 (B) では、ヨウ素 131 で約7%、セシウム 137 で約6%のピーク計数効率の増加が見られた。また、条件 (A) と比較して、線源が内袋側壁及び底面に完全付着した条件 (C) では、ヨウ素 131 で約21%、セシウム137 で約19%のピーク計数効率の増加が見られた。なお、表 B.2 に示すように内袋の材質による差異はほとんど見られなかった。

同様の線源の分布条件において、前述の検討実験で使用した p 型ゲルマニウム半導体検出器 (相対効率 25%) を用いた場合の計算シミュレーションの結果を表 B. 3 に示す。なお、内袋の材質は、検討実験で主に使用した塩化ビニルとした。条件 (A) と比較して、条件 (B) では、ヨウ素 131 で 3.1%、セシウム 137 で 0.38%のピーク計数効率の増加が見られた。また、条件 (A) と比較して、条件 (C) では、ヨウ素 131 で 17%、セシウム 137 で 12%のピーク計数効率の増加が見られた。

表 B. 2 各条件におけるピーク計数効率のシミュレーション結果 (相対効率 40% n型 Ge、2 L マリネリ容器の場合)

核種 (エネル ギー)	水均一(A)		L部含む)に (付着(B)	内袋(上部除く)に 全て付着(c)	$\frac{(\mathbf{B})-(\mathbf{A})}{(\mathbf{A})}$	$\frac{(C)-(A)}{(A)}$
I-131	2.20 × 10 ⁻²	PVC	2.35 × 10 ⁻²	2.67 × 10 ⁻²	+6.8%	+21%
(365 keV)	2.20 × 10 -	PE	2.35 × 10 ⁻²	2.67 × 10 ⁻²	+6.9%	+21%
Cs-137	1 45 V 10-2	PVC	1.53 × 10 ⁻²	1.73 × 10 ⁻²	+5.8%	+19%
(662 keV)	1.45 × 10 ⁻²	PE	1.53 × 10 ⁻²	1.73 × 10 ⁻²	+5.8%	+19%

表 B.3 各条件におけるピーク計数効率のシミュレーション結果 (検討実験と同条件、相対効率 25% p型 Ge、2 L マリネリ容器の場合)

核種 (エネル ギー)	水均一(A)	内袋(上部含む)付着(B)		内袋(上部除く)付着 (C)	$\frac{(B)-(A)}{(A)}$	$\frac{(C)-(A)}{(A)}$
I-131 (365 keV)	1.56×10^{-2} (1.17×10^{-2})	PVC	1.61 × 10 ⁻²	1.82 × 10 ⁻²	+3.1%	+17%
Cs-137 (662 keV)	1.02×10^{-2} (7.54 × 10 ⁻³)	PVC	1.02 × 10 ⁻²	1.14 × 10 ⁻²	+0.38%	+12%

() 内は検討実験における実測値を示す。

また、U-8 容器についても、線源が水試料に均一に分布した条件 (A) と、線源が容器壁及び底面に完全付着した条件 (C) のピーク計数効率について計算シミュレーションを行った。計算体系を図 B.8 に、計算シミュレーションの結果を表 B.4 に示す。条件 (A) と比較して、条件 (C) では、ヨウ素 131 で 23%、セシウム 137 で 24%のピーク計数効率の増加が見られた。

相対効率40% n型Ge、U-8容器

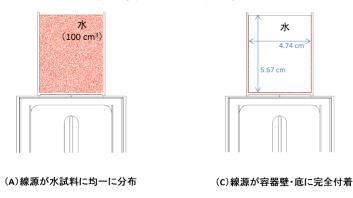


図 B.8 シミュレーションの計算体系

表 B. 4 各条件におけるピーク計数効率のシミュレーション結果 (相対効率 40% n 型 Ge、U-8 容器の場合)

核種 (エネルギー)	水均一(A)	容器壁·底付着(c)	$\frac{(C)-(A)}{(A)}$
I-131 (365 keV)	3.23×10^{-2}	3.99 × 10 ⁻²	+23%
Cs-137 (662 keV)	2.03 × 10 ⁻²	2.52 × 10 ⁻²	+24%

(3) 計算シミュレーション結果のまとめ

マリネリ容器内袋への線源の移行割合(沈着率)をpとした場合、移行割合pの時のピーク計数効率yは次の式で表される。

$$y = (1 - p)a + p \times b$$

このとき、a は水試料に均一に分布した場合のピーク計数効率を、b は内袋に完全沈着した場合のピーク計数効率を表している。前述の検討実験と同等の条件に該当する、表 B. 3 条件 (A) 及び (C) の計算シミュレーション結果をこの式に当てはめてプロットしたものを図 B. 9 に示す。図から、この条件の場合、内袋の沈着率が 50% (p=0.5) の場合、ョウ素 131 濃度を 8.5%過大評価し、また、内袋に全て沈着 (p=1) した場合、約 17%過大評価することが分かる。なお、その他の試料形状、特殊検出器、沈着分布が異なる場合は別途の評価が必要である。

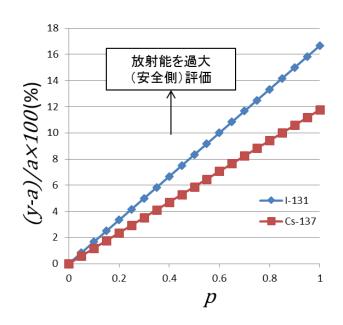


図 B.9 移行割合 p と効率増加割合の関係 (相対効率 25% p 型 Ge、2L マリネリ、内袋上部除く)

解説 B.5 検討結果のまとめ

2 L マリネリ容器の塩化ビニル製内袋を用いて、ヨウ素 131 及びセシウム 137 の吸着状況を確認した。追加実験として、ポリエチレン製内袋、ポリプロピレン製小型容器 (U-8 容器) についても、吸着状況を確認した。ヨウ素 131 については、添加剤としてチオ硫酸ナトリウムを用いた場合、塩化ビニル製内袋への吸着は確認できなかった。また、塩化ナトリウム、硝酸及び添加していない場合には、塩化ビニル製内袋への吸着が確認された。セシウム 137 については、添加剤の種類にかかわらず、塩化ビニル製及びポリエチレン製内袋、ポリプロピレン製小型容器への吸着は確認できなかった。吸着状況の計算シミュレーションの結果から、チオ硫酸ナトリウムを添加しなかった場合の吸着したヨウ素 131 の割合は、塩化ビニル製内袋に対しては約 50%であることが推定され、チオ硫酸ナトリウムの添加がヨウ素 131 の吸着防止に有効であることが分かった。

これらの結果を受け、第5章に示す降下物及び降水並びに第6章に示す飲料水及び陸水について、ヨウ素131が測定容器壁に吸着することを防止するため、チオ硫酸ナトリウムを添加することとする。添加量については、「水道水等の放射能測定マニュアル」厚生労働省(2011)(文献17)と同様とする。添加時期は、現行の前処理法と同様に、試料を測定容器に充填時とする。比較的短期間の保存をする場合、測定容器のままで保存することとする。この時点ですでにチオ硫酸ナトリウムを加えていることから、新たに添加剤を添加することは不要とする。長期保存する場合、放射性セシウムの吸着を考慮して、保存容器に酸を添加する。添加方法については、放射能測定法シリーズ No. 13「ゲルマニウム半導体検出器等を用いる機器分析のための試料の前処理法」(文献3)及び放射能測定法シリーズ No. 16「環境試料採取法」(文献4)と同様とする。なお、海水試料及び牛乳試料については、放射能測定法シリーズ No. 16「環境試料採取法」(文献4)と同様とする。

付録1 常備しておく機器(用具)・試薬等の一覧表

機器(用具)・試薬名	摘 要
γ 線用シンチレーションサーベイメ ータ	試料受入時や搬入時において、試料相互間の汚染防止、 作業者の被ばく防止及び供試量を決定するため、前処 理操作を行う前に、放射線レベルを確認する。使用説 明書に従い、定期的に動作確認をしておく。
マリネリ容器	円柱状のプラスチック製の測定容器で、比較的大量の 試料が封入できる。 放射能測定法シリーズ No.7「ゲルマニウム半導体検出 器によるガンマ線スペクトロメトリー」(文献 8) では、 2 L、700 mL のものが紹介されている。近年は、1 L の ものが市販されている。
マリネリ容器用内袋	ポリエチレン又は塩化ビニル製の袋で、試料を内袋に 封入することによって、マリネリ容器内壁への汚染を 防止する。測定終了後は、内袋に試料を密閉したまま 保管することができる。
小型容器	円柱状の測定容器で、容積 100 mL 程度の大きさのものをいう。ポリプロピレン又はポリスチレン製のものが広く用いられており、U-8 容器と呼ばれている。放射能測定法シリーズ No.7「ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー」(文献 8) では、数種類の容器が紹介されている。
ポリエチレン袋	測定容器にポリエチレン袋を被せ、測定器への汚染を 防止する。その他、様々な目的に使用する。その目的 に応じて、数種類のものを準備しておく必要がある。

機器 (用具)・試薬名	摘 要
カッター、はさみ、包丁等	野菜類、果実類、茶葉、豆類、海藻類、肉類、乳製品、 魚介類等の細切りに用いる。 試料の大きさ、形状に応じて選択する。
薬さじ	測定容器への充填や土壌の処理に用いる。 長さ20 cm前後の製品が適当である。
ピストン式ピペット	液状の試料の分取などに用いる。 用途によって、容量 1~10 mL の製品があるとよい。
手袋(ゴム製又はポリエチレン製)	試料相互間の汚染防止及び作業者の被ばく防止のため に着用する。 使い捨てタイプの汎用品を用いることが多い。
ペーパータオル	汚染の除去、拡大防止のために、化学実験で汎用され ている使い捨ての製品である。
容器(ビーカー、家庭用ボウル等)	卵の均質化に用いる。
冷蔵庫、冷凍庫	腐敗しやすい試料を保存するために用いる。 試料に応じて、冷蔵庫又は冷凍庫に保存する。
メスシリンダー	試料の容量をはかる。また、マリネリ容器の内容量を 確認する際に用いることがある。
エタノール	エタノールを湿らせたペーパータオルで拭くことで、 測定容器等の汚染を除去する。アクリル製の器具に対して 使用する場合は、膨潤によりひびが入ることがあるので注意 する。
チオ硫酸ナトリウム	降下物及び降水、飲料水及び陸水の試料に対して、放射性ヨウ素の容器への吸着防止する目的として、測定容器に添加する。

機器(用具)・試薬名	摘 要
塩酸又は硝酸	降下物及び降水、飲料水及び陸水、海水の試料に対して、長期保存に際して、容器内壁への核種の付着を防ぐ目的として添加する。

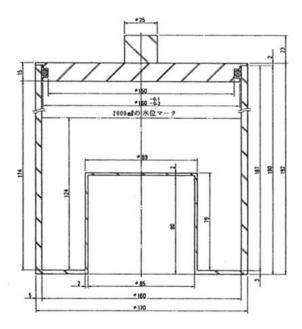
付録2 マリネリ容器及びマリネリ容器用内袋

マリネリ容器を付写真 2.1 及び付図 2.1 に示す。マリネリ容器用内袋を、付写真 2.2 及び付写真 2.3 に示す。

本法では、原則として、ポリエチレン製のマリネリ容器用内袋に試料を封入し、測定することとしている。付写真 2.4~付写真 2.6 に示すように、マリネリ容器用内袋はマリネリ容器の壁に密着し、その形状に適合できるものを用いる。また、破損等によって汚染を拡散させないため、十分な強度を有するものが望ましい。



付写真 2.1 2L マリネリ容器



付図 2.1 2L マリネリ容器図



付写真 2.2 2L マリネリ容器用内袋



付写真 2.3 マリネリ容器用内袋を 2Lマリネリ容器に挿入した状態



付写真 2.4 ポリエチレン製のマリネリ 容器用内袋に試料を入れた状態 (イチゴ)



付写真 2.5 内袋を装着したマリネリ 容器に試料を充填する作業 (イチゴ)



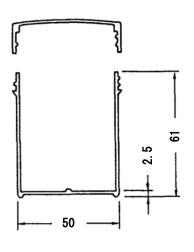
付写真 2.6 試料を充填した 2L マリネリ 容器 (イチゴ)

付録3 小型容器

小型容器を付写真 3.1 及び付図 3.1 に示す。 試料を小型容器に充填した状態を付写真 3.2 及び付写真 3.3 に示す。



付写真 3.1 小型容器 (U-8)



付図 3.1 小型容器



付写真 3.2 小型容器に試料を 充填する作業 (イチゴ)



付写真 3.3 試料を充填した 小型容器 (イチゴ)

参考1 緊急時モニタリングにおける実施項目及び内容の考え方について

緊急時モニタリングにおける実施項目及び内容の基本的な考え方については、「原子力災害対策指針」原子力規制委員会(2018)(文献 1)及び「緊急時モニタリングについて(原子力災害対策指針補足参考資料)」原子力規制庁監視情報課(2017)(文献 2)に示されている。その考え方に基づき、環境試料の分析・測定が実施される。

参考 1.1 飲食物摂取制限との関連について

飲食物摂取制限の判断には、0IL6 が定められており、1 週間内を目途に飲食物中の放射性核種濃度の測定及び分析を行い、基準を超えるものについて摂取制限を迅速に実施する基準である。¹

これらの基準値と定量可能レベル 2 を考慮して、分析供試量、試料の前処理方法、測定時間等を決定する必要がある。定量可能レベルと飲食物摂取制限の基準値 0IL6 を比較した結果を参考表 1.1 及び参考表 1.2 に示す。これらの表に記載されている数値は、解説 Aのスペクトルをもとに算出したものである。なお、飲食物摂取制限の基準値 0IL6 の放射性セシウムについては、 134 Cs と 137 Cs との合計で運用されるため、 134 Cs 及び 137 Cs の定量可能レベルも合算した。

参考表 1.1 定量可能レベルと飲食物摂取制限の基準値 0IL6 との比較表 (飲料水、牛乳)

試料名	測定容器	¹³¹ I 定量可能レベル			¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ Cs 定量可能レベル (合算値)				単位	
H. VIII. II	MAC-11 HI	10 分間	30 分間	1 時間	10 時間	10 分間	30 分間	1 時間	10 時間	1 124
飲料水	マリネリ容器 (2 L)	110	70	50	20	190	120	90	40	D -: /l:
牛乳	小型容器	350	200	150	50	590	350	250	80	Bq/kg
0IL6 値 300				20	00		Bq/kg			

網掛けした部分: 0IL6 値をクリアできてない定量可能レベル

例えば、飲料水や牛乳について、飲食物摂取制限を実施する必要性を判断するための測定をする際には、測定容器をマリネリ容器 (2 L) にした場合は、放射性ヨウ素及び放射性セシウムともに、測定時間が10分間で済むということが分かる。また、測定容器を小型容器にした場合は、放射性ヨウ素については測定時間が30分間で、放射性セシウムについては10時間程度の測定時間を要することが分かる。

¹ 第2章の表2.1を参照のこと。

² 第2章の表 2.2 及び表 2.3 を参照のこと。

このことから、飲料水や牛乳のような液体状の試料については、野菜類等の生物試料に 比べて、試料の細断等が必要ないため、供試量が十分にあれば、マリネリ容器を用いるこ とによって短時間で多くの試料を測定できることが期待できる。

参考表 1.2 定量可能レベルと飲食物摂取制限の基準値 0IL6 との比較表(野菜類、魚介類等)

試料名	測定容器	¹³¹ I 定量可能レベル				¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ Cs 定量可能レベル (合算値)				単位
h, All Is H	MACALAIR	10 分間	30 分間	1 時間	10 時間	10 分間	30 分間	1時間	10 時間	7-12
野菜類	マリネリ容器 (2 L)	200	120	80	30	350	210	150	60	Bq/kg
野米類	小型容器	610	350	250	80	1050	610	440	140	Bq/kg
肉類	マリネリ容器 (2 L)	120	70	50	20	210	120	90	40	Bq/kg
卵 魚介類	小型容器	360	210	150	50	610	350	250	80	Bq/kg
OIL6 値			2, (000		500				Bq/kg

網掛けした部分: 0IL6 値をクリアできてない定量可能レベル

また、野菜類、肉類、魚介類等の生物試料については、飲食物摂取制限を実施する必要性を判断するための測定をする際には、測定容器をマリネリ容器(2 L)にした場合は、放射性ヨウ素及び放射性セシウムともに、測定時間が10分間で済むということが分かる。測定容器を小型容器にした場合は、放射性ヨウ素については測定時間が10分間で、放射性セシウムについては、野菜類は1時間程度、肉類、魚介類等は30分間程度の測定時間を要することが分かる。

よって、これらの試料については細断等が必要となり、小型容器と比べるとマリネリ容器 (2 L) は充填するための前処理に要する時間も増えることから、前処理及び測定に要する時間を考慮すると、小型容器を用いて分析・測定することにより、効率的な運用方法になることが期待できる。

参考 1.2 内部被ばく線量評価との関連について

緊急時モニタリングにおける内部被ばくの線量評価については、「緊急時モニタリングについて(原子力災害対策指針補足参考資料)」原子力規制庁監視情報課(2017)(文献 2)に記載されている。ここでは、住民等と環境への放射線影響の評価材料の提供のためのモニタリングの一環として位置付けられ、環境試料中の放射性物質濃度等を把握する必要があるとされている。その際には、原子力施設の安全審査において事故時の公衆の線量評価の対象とされている核種のほか、福島第一原発事故時に放出された核種の例に倣い ¹³⁴Cs、¹³⁷Cs 等の濃度を測定することが重要とされている。

また、内部被ばくの線量評価については、「平常時モニタリングについて(原子力災害対策指針補足参考資料)原子力規制庁監視情報課(2018)(文献 9)にも記載されており、内部被ばくによる預託実効線量の評価方法の考え方が示されている。緊急時モニタリングにおいて、使用する放射性物質濃度分析結果のデータの取扱いが平常時モニタリングとは異なるものの、線量評価方法としては利用できるものと考えられる。

内部被ばく線量評価の目的に応じて、必要となる放射性物質濃度分析結果のレベルが異なるが、場合によっては、平常時モニタリングと同様の分析・測定方法を採用する必要がある。

参考 1.3 事故における環境影響調査との関連について

原子力緊急事態が発生した際には、周辺環境に対する全般的影響の評価・確認等のための環境影響調査を実施することが想定される。このような場合、原子力緊急事態の内容や復旧状況によっては、平常時モニタリングの実施内容に即した方法を採用することがある。このような場合には、予期しない高濃度の試料に遭遇する可能性もあるため、試料間の相互汚染や実験室の汚染防止策を講じた上で、分析・測定を実施する必要がある。

参考2 高濃度試料への対応について

分析・測定する前には、当該試料が高濃度のものかどうか、必ずしも判別できるとは限らない。しかし、事故の状況や周辺の空間放射線量率のデータ、サーベイメータ等の放射線測定機器の計測値から、環境試料の濃度は推定できることもある。このように、高濃度が予測される場合の試料採取時及び試料測定時における留意点を次に示す。¹

参考 2.1 試料採取時における留意点

緊急時モニタリングにおいて様々な環境試料を採取する際に、試料を採取することに加えて、サーベイメータ等の放射線測定機器を携行して、試料採取地点周辺の空間放射線量率を測定することもある。そこで得られた計測値が通常の測定値よりも高い場合には、試料採取地点周辺が放射性物質によって汚染されていることが十分に考えられる。このような場所において環境試料を採取する際は、使い捨てのゴム手袋や防護衣を着用し、作業者に対する被ばく防止対策及び汚染対策を講じて、採取作業を行う必要がある。また、必要に応じて、マスク等を着用して、内部被ばく対策も併せて講じることも考慮する。

採取した試料を取り扱う際には、サーベイメータ等の放射線測定機器の計測値にかかわらず、放射性物質に汚染されていることを前提に作業する。採取した環境試料をポリエチレン袋に入れ、封をした後、さらにポリエチレン袋に入れて二重に梱包するなど、汚染防止対策に十分に配慮して作業する必要がある。また、着用している作業着や作業靴に土壌等が付着した場合は、できるだけ払い落して、分析場所、実験室等に汚染の原因となるものを持ち込まないように努める。さらに、繰り返し使用する採取道具については、別の試料採取地点に移動する前に、事前に用意した水や湿らせたペーパータオルなどで洗浄して、試料の相互汚染対策を講じて作業を行うように注意する。

参考 2.2 試料測定時における留意点

緊急時における γ 線スペクトロメトリーを行っている際に、高濃度試料を測定することがあり、高計数率測定となることが想定される。この場合、検出器に入射する γ 線の数が膨大となり、電子機器の信号処理が過負荷状態となる。

高計数率測定では、次に示す問題点がある。

- デッドタイムの増加
- ・パルスパイルアップ
- ・ランダムサム

¹ 試料の受入段階、試料前処理、測定容器への充填時における留意点については、第2章の2.3 を参照のこと。

パルスパイルアップ及びランダムサムは、 γ 線ピークの正味計数率の低下を招き、結果として過小評価を引き起こすことがある。デッドタイムの増加に伴って、測定に時間を要することを含めて、これら測定上の問題点の詳細については、放射能測定法シリーズ 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」(文献 15)を参照のこと。

試料の測定を開始して、測定のデッドタイムが大きい場合(目安として 10%程度)は、供試量を減らす等の措置を講じて、測定試料から放出される γ 線の数を減らす必要がある。供試量を減らす際には、次のことに留意する。 2

- ・マリネリ容器で測定した場合は、小型容器に移し替え、供試量を減らす。
- ・小型容器で測定した場合は、測定容器内の供試量を減らす。
- ・移し替える測定容器は同一容器の標準線源で効率校正を実施しておく必要がある。

なお、マリネリ容器から小型容器に移し替える、又は小型容器から供試量を減らす際には、試料の均質性に留意して作業する必要がある。

141

_______ ² 前処理時における留意点については、第2章の2.3を参照のこと。

参考3 試料の長期保存方法について

緊急時におけるγ線スペクトロメトリーを行った環境試料については、貴重な試料が含まれていることから、長期保存することが予想される。その場合、γ線スペクトロメトリーに加えて、他の分析・測定を行うことが十分に想定されるため、それらの分析・測定を行うことを前提として、長期的に保存する必要がある。

試料の腐敗、試料保存容器への吸着等のおそれがある場合には、平常時モニタリングにおいて実施されている、 γ 線スペクトロメトリー、 90 Sr、 ${}^{239+240}$ Pu 等の放射化学分析を行う際の前処理方法を行った上で、試料を保存する方法を参考表 3.1 に示す。試料の前処理方法については、放射能測定法シリーズ No. 13 「ゲルマニウム半導体検出器等を用いる機器分析のための試料の前処理法」(文献 3)及び放射能測定法シリーズ No. 16 「環境試料採取法」(文献 4)に準じた方法とした。

参考表 3.1 試料を長期保存するための前処理方法について

No	対象試料	前処理方法	No	対象試料	前処理方法
1	大気	そのまま、 又は灰化	10	豆類	
2	降下物及び降水	酸添加	11	キノコ類	
3	飲料水及び陸水	酸添加	12	海藻類	
4	海水	酸添加	13	肉類	
5	土壌	そのまま、 又は乾燥	14	牛乳	灰化 (又は乾燥)
6	野菜類	灰化 (又は乾燥)	15	乳製品	
7	果実類		16	內	
8	茶葉		17	魚介類	
9	穀類		18	指標生物 (牧草を含む)	

電気炉等で複数の試料を同時に灰化処理する際は、緊急時におけるγ線スペクトロメトリーの測定結果がある場合には、極端な濃度差が生じないような組合せで処理する、高濃度試料がある場合には、単独で処理するなど、試料の相互汚染に十分注意する。加えて、試料が濃縮されて放射能濃度が高まるため、その取り扱いにはより注意が必要であること、また、電気炉の汚染に十分に留意する必要がある。

灰化処理等の前処理を行った試料については、生試料に比べて試料が腐敗する可能性は低いが、雰囲気から吸湿することにより、カビ等の発生も起こり得るので、高温多湿の場所での保管は避けるべきであり、冷暗所、あるいは必要に応じてデシケーター内に保管することが望ましい。

実際に試料を保管する際に、分析対象となる核種が分かる場合には、その分析方法に適した試料保管方法を検討する必要がある。

参考4 試料を廃棄する際の留意点について1

参考 4.1 試料を廃棄する際の留意点

緊急時モニタリングにおいて採取された環境試料を廃棄する場合には、その時点での関係法令に従い、適正に処分する必要がある。

福島第一原発の事故によって、放射性物質に汚染された廃棄物については、「平成二十三年三月十一日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う原子力発電所の事故により放出された放射性物質による環境の汚染への対処に関する特別措置法」(以下「放射性物質汚染対処特措法」という。)に基づき、処理される。

一定濃度(1 kg 当たり 8,000 ベクレル)を超え、環境大臣が指定したものは、指定廃棄物として、国の責任の下、適切な方法で処理することとなった。

緊急時モニタリングにおける環境試料を産業廃棄物として廃棄する場合は、放射性物質 汚染対処特措法で定められた濃度以下であることを確認した上で、自治体や廃棄物処理事 業者等に依頼する必要がある。

参考 4.2 汚染された廃棄物に関する放射能濃度の測定方法

放射性物質汚染対処特措法に基づき、事故由来放射性物質によって汚染された廃棄物の保管や処理の基準を定めた環境省令等を具体的に紹介したガイドラインがあり、全体6部で構成されている。この中に、「廃棄物関係ガイドライン 第5部 放射能濃度等測定方法ガイドライン (第2版)」環境省 (2013) (文献21) があり、汚染された廃棄物に関する放射能濃度等の測定方法が示されている。本法の土壌試料に類似しているため、ガイドラインにある数種類の対象試料のうちの排水汚泥の測定方法について、次に紹介する。

○排水汚泥

排水汚泥については、本法にある試料としては、土壌に類似した試料に相当する。

排水汚泥における試料採取は、代表性に配慮して行うこととされており、採取した複数の試料全部を一つの容器(チャック付きのビニール袋でよい。)に入れ、よく混合することとされている。放射能濃度の分析は、ゲルマニウム半導体検出器の他、NaI(T1)シンチレーションスペクトロメータ又は $LaBr_3(Ce)$ シンチレーションスペクトロメータでの測定も可能とされている。ゲルマニウム半導体検出器等による核種分析の条件を参考表 4.1 に示す。

参考表 4.1 排水汚泥の分析条件

測定試料	前処理	試料容器	測定時間 (参考)	検出下限値
排水汚泥	なし、 又は粉砕	U-8 容器	1,000~ 2,000 秒	10∼30 Bq/kg

¹ 環境省 放射性物質汚染廃棄物処理情報サイト(http://shiteihaiki.env.go.jp/)から引用

参考 5 陸水中のセシウムの存在状態について

2011 年から 2012 年にかけて実施された関東地方及び福島県内の河川水の調査結果(文献 22)によると、全 137 Cs 濃度(溶存態及び懸濁態の合計濃度、以下同じ。)は、0.009~18.7 Bq/L であり、内訳として、溶存態は 0.002~1.5 Bq/L、懸濁態は 0.007~18.2 Bq/L であった。モニタリング調査の目的 1 によっては、溶存態と懸濁態を分離する必要 2 が生じるため、主な分離方法とその特徴を次に示す。(文献 23)

溶存態は、第6章に示したもの(直接測定)の他、蒸発濃縮法等の方法で前処理を行う。 (文献 4)

フィルター上に回収された懸濁態は、フィルターを乾燥機又はデシケーター内等で乾燥 した後、第4章に記載した方法に準じて前処理を行う。

○ ろ過法(加圧ろ過法・減圧ろ過法)

フィルターに通水し、ろ過する方法である。加圧又は減圧することで処理に係る時間を短縮できる。懸濁態はフィルター上に回収され、汎用的な機材で対応できる。フィルターの孔径及び直径はユーザーが任意に選択可能であるが、一般に孔径 1 μ m や孔径 0.45 μ m のものが使用されることが多い。(文献 17、文献 23 及び文献 24)採取現場と実験室のどちらでも使用可能である。ろ液は溶存態の濃縮及び分析に使用可能である。

○ 多段式フィルター法

孔径 $0.45~\mu$ m、直径 150~mm(又は 142~mm)のフィルターを $2\sim10$ 段、並列に配置したものに通水し、ろ過する方法である。「段」といっても、枝分かれした源水がいずれかのフィルターを一度だけ通過する構造のため、一度に多量のろ過 (濁度にもよるが 100~ を数百 L) が可能である。性質上、採取現場で使用されることが多いが、実験室でも使用可能である。ろ液は溶存態の濃縮及び分析に使用可能である。

○ カートリッジフィルター法

孔径 $1 \mu m$ の不織布カートリッジフィルターに通水し、ろ過する方法である。懸濁態はフィルター中に回収される。採取現場と実験室のどちらでも使用可能である。ろ液は溶存態の濃縮及び分析に使用可能である。

¹ 福島第一原発事故で放出された放射性セシウムの作物への移行、長期環境動態や水生生物への影響等を評価する上で、水中の溶存態セシウム濃度は基盤情報として重要であり、多くの調査研究が実施されている。(文献 22)

² 溶存態と懸濁態では、環境中の挙動が大きく異なる。溶存態は農作物に吸収されやすい。 一方、懸濁態の多くは植物等には吸収されにくい。そのため、環境動態予測等を行う際は、 溶存態と懸濁態のそれぞれの濃度が必要となるため、分離が必要となる。(文献 23)

○ クロスフローフィルター法

クロスフローフィルターに通水し、ろ過する方法である。懸濁態は高濃度の懸濁溶液として回収される。原水が 100 mg/L 以上の高濃度の懸濁態でも効率よく回収できる。 (0.3 L/min の通水量で 95 %以上の回収率である。) 性質上、採取現場で使用されることが多いが、実験室でも使用可能である。ろ液は溶存態の濃縮及び分析に使用可能である。

○ 連続遠心分離法

連続遠心分離器に通水し、懸濁態を分離・回収する方法である。懸濁態の回収形態は、使用する連続遠心分離器により異なる。一度に多量(1,000~2,000 L程度)の処理が可能であり、ろ液は溶存態の濃縮及び分析に使用可能である。性質上、採取現場において使用されることがほとんどである。

○ 浮遊砂サンプラー法(文献 25)

浮遊砂サンプラーを長期間(数日~数か月程度)河川中に設置することで、懸濁態を 大量に回収することができる。浮遊砂サンプラーは塩化ビニール管の出入口に蓋をして、 穴を開けたプラスチックチューブを差し込むことで簡単に作ることができる。試料を回 収した後、ガラス繊維ろ紙などでろ過又は水分を蒸発する必要がある。簡易かつ安価に 多量の懸濁態を回収できるが、流入してきたすべての懸濁態を回収できるわけではない。 また、溶存態の分析ができない点や、その性質上、実験室で使用することができない点 に注意が必要である。

参考文献

- 文献 4 放射能測定法シリーズ No. 16「環境試料採取法」
- 文献 17 「水道水等の放射能測定マニュアル」 厚生労働省 (2011)
- 文献 22 保高徹生,陸水中における微量溶存態放射性セシウムの濃縮法の比較,分析化学 66 巻 4 号(2017)
- 文献23 「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」 水中の放射性セシウムのモニタリング手法に関する技術資料検討委員会(2015)
- 文献 24 IIS K 0102:2013 工場排水試験方法
- 文献 25 古賀聡子,長期浮遊砂サンプリングのための簡易サンプラーの実験的検証, 筑波大学陸域環境センター報告 5 号 (2014)

参考6 土壌のモニタリングの考え方について

緊急時における土壌のモニタリングは、様々な目的及び緊急時のフェーズに応じて、異なる手法が用いられる。ここでは、それらの主なものについて、標準的な採取方法、前処理方法及びその際の留意事項について示す。

なお、共通の留意事項としては、手袋等は使い捨てとするとともに器具を頻繁に除染するなど、相互汚染防止に十分留意すること、また、空間線量率の高い地域での作業においては、空間線量率の低い地域に採取試料を持ち出し、土壌が拡散しないよう万全の対策を講じた上で撹拌するなど、被ばくをなるべく低減できるよう十分配慮して手順を組み立てることが重要である。

参考 6.1 表面から深さ方向の濃度を測定する場合

(1) 土壌採取器を用いる方法

鋼管の上下が開いたもので、円筒 (内径 5~8 cm) の先端に刃を付けて鋭くした器具 (土壌採取器) (参考写真 6.1)をハンマー等で地面に垂直に打ち込み、目的に応じて、地表面から深さ 5 cm、20 cm 及び 100 cm のコアサンプルを採取することができる。採土器等によるコアサンプルの採取は、後述するスクレーパープレートによる採取に比べて時間をかけずに行うことができ、深度分布を簡易的に評価する場合には有効である。一方で、異なる層の試料間で相互汚染が起こる可能性があり、精度的には高い方法ではない。通常、一つの採取地点当たり 5~9 か所を選定して土壌を採取し、深さごとに厚手のポリエチレン製袋に集める。なお、単位面積当たりへの換算係数を求めるためには、採取面積及び新鮮土重量(乾燥・ふるい分けを行う場合には、乾土重量及び乾燥細土重量についても)をはかる必要がある。

標準的な前処理方法としては、採取した試料をバットに広げ、異物を除去しながら指で土塊を崩す。試料を均質になるまで十分混合した後、測定に供する。また、乾土重量当たりの放射能濃度を求めるため、試料の一部をビーカー等に分取後、重さをはかり、105 $^{\circ}$ に調節した乾燥器に入れ十分に乾燥する。乾燥した試料の重さをはかり、乾土率(乾土重量/湿土重量)を求め、測定結果の換算に用いる。乾燥操作を行う場合には、異物を除去した試料の重さをはかり(湿土重量)、105 $^{\circ}$ に調節した乾燥器に入れ十分に乾燥後、重さをはかる(乾土重量)。乾燥した試料は乳鉢などで軽く磨砕後、 $2\,\mathrm{mm}$ のふるいでふるい分けし、植物根、石礫等を取り除く。これを乾燥細土と呼び、重さをはかり(乾燥細土重量)、均質になるまで十分混合した後、測定に供する。なお、乾燥及びふるい分けを行う前処理方法の詳細については、放射能測定法シリーズ No. 13 「ゲルマニウム半導体検出器等を用いる機器分析のための試料の前処理法」(文献 3) を参照のこと。



参考写真 6.1 土壤採取器

(2) スクレーパープレート

土壌を表層から鉛直方向に任意の間隔で削り取って採取する器具であり、地面に固定する金属フレーム及びフレーム内の土壌を削り取りながら採取する金属プレートから構成される。(参考写真 6.2)金属プレートに任意の深さで金属棒を固定することによって、採取深度を細かく調節でき、深度分布の精密な評価を行いたい場合に有効である。

標準的な前処理方法としては、採取した土壌の層ごとの重量を測定する。フレーム内の面積と採取した土壌の層厚から土壌の体積を求め、層ごとの土壌密度を算出する。試料は層ごとにポリエチレン製袋等の容器の中で十分混合し、湿土のまま小型容器に詰め測定に供する。なお、スクレーパープレートを用いた土壌の採取及び測定試料調製方法の詳細については、放射能測定法シリーズ No. 33「ゲルマニウム半導体検出器を用いた in-situ 測定法」(文献 26)を参照のこと。



参考写真 6.2 スクレーパープレート

参考 6.2 沈着量を測定する場合

参考 6.1(1)及び同(2)に示した方法は沈着量の測定にも用いることができる。上記二つの方法に加えて、次の方法も用いることができる。

○ 小型容器を用いる方法

福島第一原発事故に伴う放射性物質の分布調査¹においては、短期間で非常に多くの地点の土壌試料を採取する必要があり、小型容器(U-8 容器)を用いた簡便な土壌採取及び測定試料調製が行われた。その方法の概略についてここで紹介する。

柔らかい土質の土壌の場合には、小型容器を地面に垂直に差し込み、ショベルを用いて容器を周囲の土壌ごと掘り出し、表層土壌を採取する。容器をひっくり返し、余分な土壌を削ぎ取り、残った土壌をポリエチレン袋へ開けて、袋の中で十分に撹拌する。撹拌した土壌は、小型容器へ戻して、蓋をする。小型容器の外側に付着した土壌を拭き取り、測定に供する。固い土質の土壌の場合には、金属製の 100 mL 試料円筒管(参考写真 6.3)をハンマーで地面に垂直に打ち込んで表層土壌を採取する。採取した土壌を小型容器に移し、はみ出た土壌を削ぎ取った後、柔らかい土壌と同様の操作を行う。

沈着量を測定する場合、採取地点はすべて理想的な裸地とは限らず、草木等の処理を どうするのかが問題となる。福島第一原発事故に伴う放射性物質の分布調査においては、 同じ場所で空間線量率を測定するための要件を考慮した結果、調査メッシュ内に草地し か選定できないようなケースがあり、このような場所では、土壌試料中に雑草及び根系 層が混在した場合、これらの植生を除去することなく小型容器内に採取し、土壌試料と して放射能濃度を求めた事例がある。¹

本方法では、採取試料を現場で測定容器に詰めるため、測定容器内での均質性についての検討が行われており、² その概要を紹介する。

①小型容器に直接採取後、撹拌等を行わずそのまま放射能濃度を測定した場合、②小型容器に直接採取後、容器内で使い捨てナイフを用いて撹拌し、さらに 150 回の振動撹拌を行った場合、③採取した土壌を別に用意した袋に入れ、袋内で土塊を揉みつぶしながら振動撹拌した後、小型容器に移し替えた場合、の三つの方法について比較検討した結果、③の方法が最も放射能濃度のバラつきが小さいことが分かっている。(参考図6.1)

¹ 東京電力株式会社福島第一原子力発電所の事故に伴い放出された放射性物質の分布状況等に関する調査研究結果(第一次調査)放射線量等分布マップの作成等に関する報告書(第 1 編),文部科学省原子力災害対策支援本部(2012)(文献 27)

² 第 1 回放射線量等分布マップの作成等に係る検討会,配付資料第 1-4-2-1 号,福島県土 壌放射能分布状況予備調査,文部科学省原子力災害対策支援本部 (2012) (文献 28)

参考 6.3 採取地点の選定に当たっての注意点

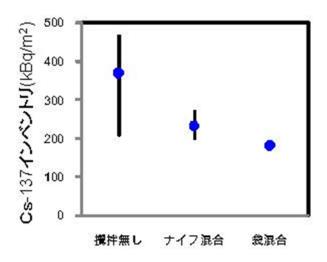
試料の採取に当たっては、一つの採取地点当たり複数ポイントでの採取が行われるが、そのポイント数は、予定される採取地点数及び求められる迅速性に応じ、試料の偏在を考慮した上で決められる。参考図 6.2 に、福島第一原発事故に伴う放射性物質の分布調査において1採取地点(3 m 四方)当たり5ポイントの採取が行われた際に、同一箇所の放射能濃度のバラツキ(土壌試料5 試料の放射能濃度の平均値に対する標準偏差の比率(変動係数))について検討した事例を示す。3 その結果、変動係数の平均値は36%で、なかには100%を超える場合もあり、全体に大きな変動があることが確認された。これは、事故時に地表面に降下した放射性物質は、降下状況の違い、採取した土質の違い、土壌内に含まれる有機物の存在等の要因によって、数 m 以内の狭い範囲内でも相当に不均一に分布したことを示唆するものである。なお、この調査においては原則3 m 四方の範囲の中で5ポイントの試料が採取されたが、高線量域となる警戒区域内については、作業者の被ばくを考慮して長時間の作業が困難であったため、ポイント数を1~3に減らして採取が行われた。



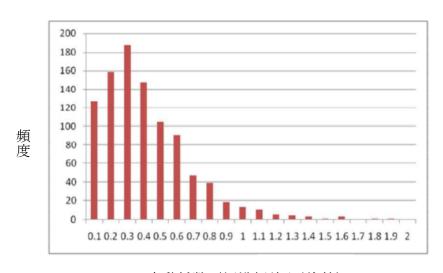
参考写真 6.3 金属製 100 mL 試料円筒管 4

³ 第 1 回放射線量等分布マップの作成等に係る検討会,配付資料第 1-4-2-1 号,福島県土 壌放射能分布状況予備調査,文部科学省原子力災害対策支援本部(2012)(文献 28)

⁴ 東京電力株式会社福島第一原子力発電所の事故に伴い放出された放射性物質の分布状況等に関する調査研究結果(第一次調査)放射線量等分布マップの作成等に関する報告書(第 1編),文部科学省原子力災害対策支援本部(2012)(文献 27)から引用



参考図 6.1 土壌サンプルの採取撹拌方法と放射性同位体濃度の関係(水田土の例)5



変動係数 (標準偏差/平均値)

参考図 6.2 同一箇所で採取した5試料間の放射能濃度の変動係数の頻度 (変動係数は、同一箇所で採取された5試料の放射能濃度の標準偏差を5試料の 放射能濃度の平均値で割った値)⁶

⁵ 第 1 回放射線量等分布マップの作成等に係る検討会,配付資料第 1-4-2-1 号,福島県土 壌放射能分布状況予備調査,文部科学省原子力災害対策支援本部(2012)(文献 28)から引 田

⁶ 東京電力株式会社福島第一原子力発電所の事故に伴い放出された放射性物質の分布状況等に関する調査研究結果(第一次調査)放射線量等分布マップの作成等に関する報告書(第 1編),文部科学省原子力災害対策支援本部(2012)(文献 27)から引用

参考7 野菜類等の洗浄について

本法では、0IL6 に基づく飲食物中の放射性物質の検査を想定し、野菜類等について水洗いすることを記載した。野菜類については、水洗い及び調理に伴い、どの程度の放射性物質が除去されるのかを検討した調査結果が公表されており、 1 その結果の一部を、参考表7.1 に示す。表面汚染したホウレンソウの洗浄に伴う放射性セシウム及び放射性ョウ素の除去率は、それぞれ $32\sim71$ %及び $12\sim50$ %であった。参考のため、食用野草データも同表に示すが、核種や野菜類の表面の状況によっても除去率が異なる。

参考表 7.1 表面汚染した洗浄後の放射性核種の除去率

材料 調理・加工	核種	除去率(%)	試料数
ホウレンソウ 流水洗浄	放射性セシウム	32~71 (56)	13
食用野草 (タンポポ、ツクシ、ノビル、 ギシギシ、フキ、ヨモギ) 貯水洗浄	放射性セシウム	0~52 (21)	6
ホウレンソウ 流水洗浄	放射性ヨウ素	12~50 (33)	13
食用野草 (タンポポ、ツクシ、ノビル、 ギシギシ、フキ、ヨモギ) 貯水洗浄	放射性ヨウ素	9~46 (22)	6
食用野草 (タンポポ、ノビル、 ギシギシ、フキ、ヨモギ) 貯水洗浄	放射性テルル	0~57 (29)	5

()内に平均値を示す。

¹ 公益財団法人 原子力環境整備促進・資金管理センター, 食品の調理・加工による放射性核種の除去率—わが国の放射性セシウムの除去率データを中心に—, 原環センター技術報告書RWMC-TRJ-13001-2 (2013) (文献 29) (掲載された表を一部修正した。)

参考文献

- 1) 「原子力災害対策指針」原子力規制委員会(2018)
- 2) 「緊急時モニタリングについて (原子力災害対策指針補足参考資料)」原子力 規制庁監視情報課 (2017)
- 3) 放射能測定法シリーズ No. 13「ゲルマニウム半導体検出器等を用いる機器分析 のための試料の前処理法」
- 4) 放射能測定法シリーズ No. 16「環境試料採取法」
- 5) 栗田義幸,三枝純,前田智史,放射能分析建屋内への放射性セシウムの混入状況及び低減策,日本放射線安全管理学会誌,第15巻2号(2016)
- 6) 「緊急時における食品の放射能測定マニュアル」厚生労働省医薬局食品保健部 監視安全課 (2002)
- 7) 「緊急時における食品の放射能測定マニュアル」に基づく検査における留意事項(事務連絡)厚生労働省医薬局食品保健部監視安全課(2011)
- 8) 放射能測定法シリーズ No. 7「ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー」
- 9)「平常時モニタリングについて(原子力災害対策指針補足参考資料)」原子力規制庁監視情報課(2018)
- 10) JIS Z4336:2010 放射性ヨウ素サンプラ
- 11) 放射能測定法シリーズ No. 17「連続モニタによる環境 v 線測定法」
- 12) JIS Z4325: 2008 環境γ線連続モニタ
- 13) JIS K0216: 2014 分析化学用語 (環境部門)
- 14) JIS K0211: 2013 分析化学用語(基礎部門)
- 15) 放射能測定法シリーズ No. 29「緊急時におけるゲルマニウム半導体検出器による y 線スペクトル解析法」
- 16)「緊急時における食品中の放射性セシウム測定に用いる NaI(T1)シンチレーションサーベイメータの機器校正(第2版)」,日本アイソトープ協会(2011)
- 17)「水道水等の放射能測定マニュアル」厚生労働省(2011)
- 18) Takahiro Nakanishi, Kazuyuki Sakuma, Trend of ¹³⁷Cs concentration in river water in the medium term and future following the Fukushima nuclear accident, Chemosphere, 第 295 巻(2019)
- 19) 「食品中の放射性セシウム検査法」厚生労働省(2012)
- 20) Multi-Agency Radiological Laboratory Analytical Protocols Manual, NUREG-1576, EPA 402-B-04-001B NTIS PB2004-105421 (2004)
- 21) 廃棄物関係ガイドライン 第5部 放射能濃度等測定方法ガイドライン(第2版) 環境省(2013)
- 22) 保高徹生, 陸水中における微量溶存態放射性セシウムの濃縮法の比較, 分析化学 66 巻 4 号(2017)
- 23)「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」 水中の放射性セシウムのモニタリング手法に関する技術資料検討委員会(2015)

- 24) JIS K 0102:2013 工場排水試験方法
- 25) 古賀聡子,長期浮遊砂サンプリングのための簡易サンプラーの実験的検証, 筑波大学陸域環境センター報告 5 号 (2014)
- 26) 放射能測定法シリーズ No.33「ゲルマニウム半導体検出器を用いた in-situ 測定法」
- 27) 東京電力株式会社福島第一原子力発電所の事故に伴い放出された放射性物質 の分布状況等に関する調査研究結果(第一次調査)放射線量等分布マップの作 成等に関する報告書(第1編)文部科学省原子力災害対策支援本部(2012)
- 28) 第 1 回放射線量等分布マップの作成等に係る検討会,配付資料第 1-4-2-1 号,福島県土壌放射能分布状況予備調査 文部科学省原子力災害対策支援本部 (2012)
- 29) 公益財団法人原子力環境整備促進・資金管理センター, 食品の調理・加工による放射性核種の除去率一わが国の放射性セシウムの除去率データを中心に一, 原環センター技術報告書, RWMC-TR,J-13001-2 (2013)

本書の作成経過、	委員会名簿及び会議開催経過	

1. 本書の作成経過

本書は平成29年度及び平成30年度放射線対策委託費(放射能測定法シリーズ改訂)事業で、公益財団法人日本分析センターに委託した成果を、原子力規制委員会が設置した環境放射線モニタリング技術検討チームにおける議論を経て作成したものである。

2. 平成29年度及び平成30年度放射線対策委託費(放射能測定法シリーズ改訂)事業内に設置した「放射能測定法シリーズ改訂検討委員会」の委員名簿と委員会開催日

平成29年度

委員長 中村尚司 東北大学名誉教授

委員 阿部琢也 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 原子力科学研究部門

原子力科学研究所 放射線管理部 放射線計測技術課 チームリー

ダー

木村芳伸 青森県原子力センター 分析課 分析課長

紺野慎行 福島県環境創造センター 環境放射線センター 主査

斎藤公明 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 福島研究開発部門福

島環境安全センター 東京事務所 嘱託

玉柿励治 福井県原子力環境監視センター 福井分析管理室 主任研究員

長尾誠也 金沢大学 環日本海域環境研究センター 低レベル放射能実験施設

教授

細見健二 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 核燃料・バックエンド

研究開発部門核燃料サイクル工学研究所 放射線管理部環境監視

課 技術員

柚木 彰 国立研究開発法人産業技術総合研究所 分析計測標準研究部門 放

射能中性子標準研究グループ 研究グループ長

事務局 公益財団法人日本分析センター

第一回 平成29年11月8日

第二回 平成29年12月11日

第三回 平成30年2月15日

平成30年度

委員長 中村尚司 東北大学名誉教授

委員 阿部琢也 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 原子力科学研究部門

原子力科学研究所 放射線管理部 放射線計測技術課 主查

木村芳伸 青森県原子力センター 分析課 分析課長

紺野慎行 福島県環境創造センター 環境放射線センター 主査

三枝 純 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 福島研究開発部門廃

炉国際共同研究センター廃棄物処理処分ディビジョン廃棄物処理

技術開発グループ 研究主幹

玉柿励治 福井県原子力環境監視センター 福井分析管理室 主任研究員

長尾誠也 金沢大学 環日本海域環境研究センター 低レベル放射能実験施設

センター長・教授

細見健二 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 核燃料・バックエンド

研究開発部門核燃料サイクル工学研究所 放射線管理部環境監視

課 チームリーダー

柚木 彰 国立研究開発法人産業技術総合研究所 分析計測標準研究部門 放

射能中性子標準研究グループ 研究グループ長

事務局 公益財団法人日本分析センター

第一回 平成30年5月29日

第二回 平成30年11月28日~12月5日(メール会合)

第三回 平成30年12月20日

第四回 平成31年2月26日

3. 原子力規制委員会 環境放射線モニタリング技術検討チーム構成メンバーと会合開催日 原子力規制委員会

伴 信彦 委員

外部専門家

青野辰雄 国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構 放射線医学総合研

究所福島再生支援本部環境動態研究チーム チームリーダー

飯本武志 東京大学 教授

髙橋知之 京都大学原子炉実験所 准教授

田上恵子 国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構 放射線医学総合研

究所福島再生支援本部環境移行パラメータ研究チーム チームリ

ーダー

武石 稔 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 福島研究開発部門福

島環境安全センター 分析技術開発アドバイザー

竹ケ原仁 青森県原子力センター 所長

百瀬琢麿 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 核燃料サイクル工学

研究所 副所長

山澤弘実 名古屋大学 教授

(敬称略・五十音順)

原子力規制庁

片山 啓 核物質·放射線総括審議官

監視情報課

武山松次 課長

小此木裕二 企画官

佐々木潤 環境放射能対策官

二宮 久 課長補佐

木村仁美 課長補佐

海野幸広 地方調整専門官

左海功三 解析評価専門官

武藤保信 解析評価専門官

松田秀夫 解析評価専門官

廣上清一 モニタリング企画専門官

斎藤公明 技術参与

上杉正樹 技術参与

監視情報課放射線環境対策室

根木桂三 室長

放射線防護企画課

佐藤 暁 課長

藤元憲三 技術参与

放射線規制部門

中村尚司 技術参与

環境放射線モニタリング技術検討チーム第8回会合 平成30年9月3日開催

第9回会合 平成31年1月17日開催

第10回会合 平成31年3月22日開催

改訂履歴 平成 4 年 8 月 制定 平成 31 年 3 月 改訂