

緊急時における放射性ヨウ素測定法

平成 1 4 年改訂

文 部 科 学 省

科学技術・学術政策局

原子力安全課防災環境対策室

目 次

序論	1
第1章 大気	4
1.1 機器及び器具	4
1.1.1 現場	4
1.1.2 分析所	5
1.2 試料の採取と現場測定試料の調製	5
1.2.1 操作	5
1.2.2 試料採取時の注意点	6
1.3 現場での測定（スクリーニング）	6
1.4 分析所での測定（精密測定）	6
第2章 飲料水	7
2.1 機器及び器具	7
2.1.1 現場	7
2.1.2 分析所	8
2.2 試料の採取と現場測定試料の調製	8
2.2.1 操作	8
2.2.2 試料採取時の注意点	8
2.3 現場での測定（スクリーニング）	9
2.4 分析所での測定（精密測定）	9
第3章 牛乳	10
3.1 機器及び器具	10
3.1.1 現場	10
3.1.2 分析所	11
3.2 試料の採取と現場測定試料の調製	11
3.2.1 操作	11
3.3 現場での測定（スクリーニング）	12
3.4 分析所での測定（精密測定）	12

第4章 葉菜	13
4.1 機器及び器具	13
4.1.1 現場	13
4.1.2 分析所	14
4.2 試料の採取と現場測定試料の調製	14
4.2.1 操作	15
4.2.2 試料採取時の注意点	15
4.3 現場での測定（スクリーニング）	15
4.4 分析所での測定（精密測定）	15
第5章 測定	16
5.1 NaIシンチレーションサーベイメータを用いる方法（現場測定）	16
5.1.1 機器及び器具	17
5.1.2 校正用標準試料の調製	17
5.1.3 チェック用比較線源	19
5.1.4 NaIシンチレーションサーベイメータの測定条件	19
5.1.5 機器の校正	19
5.1.6 チェック線源による測定器の感度確認	21
5.1.7 現場での測定	22
5.2 Ge半導体検出器を用いる方法（分析所測定）	23
5.2.1 機器及び器具	23
5.2.2 測定試料の調製	24
5.2.3 測定方法	25
〔解説〕	
〔解説1〕 現場測定に関する検討結果－1	26
(NaIシンチレーションサーベイメータを用いたスクリーニング)	
〔解説2〕 分析所測定に関する検討結果	42
(Ge半導体検出器を用いた γ 線スペクトロメトリー)	
〔解説3〕 現場測定に関する検討結果－2	51
(NaIシンチレーションガンマ線スペクトロメータを用いる方法)	

(付録)

(付録 1) ヨウ素同位体の核データ 54

(付録 2) 参考文献 55

序 論

原子力発電所等で異常事態が発生し、放射性ヨウ素が施設外へ大量に放出されたとき、またはその恐れがあるときに、施設周辺における環境試料中の放射性ヨウ素濃度を推定・評価するための迅速測定法として「緊急時における放射性ヨウ素測定法」（昭和52年、科学技術庁）が定められた。しかしその後、放射性ヨウ素測定に係る測定機器等の改良、R(レントゲン) からGy(グレイ) への単位の変更、さらに防災指針〔「原子力施設等の防災対策について」（昭和55年6月、原子力安全委員会決定、平成13年6月改訂）（以下、防災指針という）〕における飲食物摂取制限に関する指標の改訂が行われた。

本マニュアルは、これらの事項に対応するため昭和52年に制定された上記マニュアルを改訂したものである。

今回の改訂にあたり、緊急時においては、測定値などの情報取得に迅速性が求められることから、NaIシンチレーションサーベイメータを用いた試料採取現場での簡易測定法（現場測定）を、多数の試料の中から飲食物摂取制限に関する指標等を考慮してより詳細な測定を要すると判断される試料のみを選択する、いわゆるスクリーニングを目的としたものとして位置づけた。スクリーニングにより選択された試料はモニタリングセンター等の分析所に持ち帰り、Ge半導体検出器を用いて、より精度の高い測定（分析所測定）を行うこととした。

また、現場測定における飲料水等の液体試料は、測定に供する量を従来の20Lから採取及び取り扱いが容易な量（2L）とし、検出器部分を試料中に浸けて測定するより検出感度の良い方法を用いた。

なお、現在国内で市販されているNaIシンチレーションサーベイメータにはエネルギー補償型（DBM方式）と計数率表示型の2種類がある。ヨウ素-131から放出されるガンマ線（364keV）に対する感度は、エネルギー補償型の機器が計数率表示型と比較して数倍低い。このため、本測定法では原則として計数率表示型の機器を用いることとした。この機器を用いる場合には、2分程度の測定時間（時定数：10秒，40秒間隔で3回測定）で飲食物摂取制限に関する指標を上回っているかどうかを判別することが可能である。

NaIシンチレーションサーベイメータを用いた現場測定では、核種弁別ができないことから放射性核種を全てヨウ素-131として扱った。従って、ヨウ素-131以外

の放射性核種（例えばセシウム-137）が混入している場合には過大評価となる。

本マニュアルによるヨウ素-131の検出下限値を、「防災指針」に示された飲食物摂取制限に関する指標等と比較して表1に示す。

本測定マニュアルの構成は、第1章から第4章に各種環境試料（大気、飲料水、牛乳、葉菜）の採取から測定試料の調製までを、第5章にNaIシンチレーションサーベイメータの校正及び測定方法とGe半導体検出器を用いる測定方法を記載した。また、本マニュアルの作成にあたり実施した検討結果及び調査結果を解説に記載した。

本マニュアルは緊急時において用いることから、機器・器具類は日頃から整備しておく必要がある。特に、採取現場で用いるNaIシンチレーションサーベイメータは、ヨウ素-131標準溶液を用いた校正の他に、年1回程度、チェック線源等による指示値と感度の確認を行い、その測定結果等を保管しておく必要がある。

表 1 本法におけるヨウ素-131の検出下限値

試料名	測定供試量	検出下限値			参考 (指標等)
		現場測定 (スクリーニング)		分析所測定 (精密測定)	
		NaI サーベイメータ*1		Ge 半 導 体 検 出器*4	
		計数率表示型*2	エネルギー補償型*3		
大 気	0.25m ³	400 Bq/m ³ *5	620 Bq/m ³ *5	6 Bq/m ³	610 Bq/m³*6
飲料水	2 L	100 Bq/L	300 Bq/L	2 Bq/L	300 Bq/kg*7
牛 乳	2 L	100 Bq/L	300 Bq/L	2 Bq/L	300 Bq/kg*7
葉 菜	0.5 kg	1000 Bq/kg	1700 Bq/kg	6 Bq/kg	2000 Bq/kg*7

^{*1}: 1 × 1 インチ φ NaIシンチレーションサーベイメータ

^{*2}: 時定数10秒、30秒間隔で3回読み取った時の平均値の誤差の3倍（3σ）とした。

^{*3}: 3mm 厚の鉛張り容器中（バックグラウンド 0.025 μ Gy/h程度）での測定。時定数30秒、2分間隔で3回読み取った時の平均値の誤差の3倍（3σ）とした。

^{*4}: 相対効率30%の検出器で10分間測定した場合の値。〔測定容器：小型容器（大気）、2Lマリネリ容器（飲料水、牛乳）、0.7Lマリネリ容器（葉菜）〕

^{*5}: GMサーベイメータを用いた場合の検出下限値は、およそ400Bq/m³である（活性炭カートリッジ吸引口表面にヨウ素-131を吸着し、ポリエチレン袋1枚を隔てて測定した場合）。但し、活性炭カートリッジを吸着材として用いた場合は、測定対象がβ線であることから、ヨウ素の吸着位置等により感度が大きく変わるので、正確な値を得ることが難しい。

^{*6}: 小児甲状腺の等価線量10mSvに相当する大気中ヨウ素-131濃度（24時間吸入）。なお、屋内退避及び避難等に関する指標（「防災指針」）に対応する放射性ヨウ素による甲状腺の予測線量は100～500 mSv である。

^{*7}: 飲食物摂取制限に関する指標（放射性ヨウ素（代表核種 ヨウ素-131）に対しての値）。

第 1 章 大気

原子力発電所から大気中に放出される放射性ヨウ素は、放出時には粒子状成分は極めて少なく、大半がガス状の無機ヨウ素と有機ヨウ素と想定される。このことから、採取はダストろ紙と活性炭カートリッジを装着したローボリュームエアサンプラ^{*1}を用いて5分間吸引する。採取した試料は、ポリエチレン袋に入れ、NaIシンチレーションサーベイメータで測定^{*2}（現場測定）し、スクリーニングを行う。スクリーニングにより選択された試料は、分析所に持込みGe半導体検出器を用いてより精度の高い測定（分析所測定）を行う。

1.1 機器及び器具

1.1.1 現場

(1) 機器

可搬型集じん器

ローボリュームエアサンプラ（流量 10～100L/分）

^{*1}：より正確な値を得るという観点から、ヨウ素の捕集効率を重視してローボリュームエアサンプラと活性炭カートリッジの組み合わせを用いた。従来のハイボリュームエアサンプラと活性炭ろ紙の組み合わせでは、短時間に多量の大気について採取できるが、ヨウ素の捕集効率が50%以下であるため、大気中の放射性ヨウ素濃度を正確に求めることが難しい。

なお、活性炭ろ紙と活性炭カートリッジによるヨウ素の捕集効率はカタログによると以下のとおりである。

Toyo製 CP-20（活性炭ろ紙）：捕集効率 38 %

Toyo製 CHC-50（活性炭カートリッジ）：捕集効率 99 %

^{*2}：NaIシンチレーションサーベイメータの代わりに NaIシンチレーションガンマ線スペクトロメータを用いることができる。

NaIシンチレーションガンマ線スペクトロメータを用いる方法の特徴等については、〔解説3〕を参照のこと。

NaI シンチレーションサーベイメータ

計数率表示型

NaI 検出器の大きさが25mmφ×25mm（1インチφ×1インチ）程度のもの^{*3}

(2) 器具

ダストろ紙（HE-40T等）

活性炭カートリッジ（10% TEDA^{*4} 添着炭使用）^{*5}

時計、記録用紙、ポリエチレン袋、ビニールテープ等

1.1.2 分析所

(1) 機器

Ge半導体検出器を用いたガンマ線スペクトロメータ

1.2 試料の採取と現場測定試料の調製

試料採取機材をモニタリングカー等に搭載し、大気採取地点で大気を5分間捕集する。

捕集後、ろ紙と活性炭カートリッジをポリエチレン袋に封入し測定試料とする。

1.2.1 操作

(1) エアサンプラを設置する。^{*6}

(2) エアサンプラにろ紙（ダストろ紙と活性炭カートリッジ）を取り付ける。

^{*3} :計数率表示型線量率計としてアロカ社製TCS-172(cps, μ Sv/h表示の切り替え) が市販されている。エネルギー補償型の機器（アロカ社製TCS-171 (μ Sv/h, μ Gy/h表示の切り替え) 等) を用いてもよい。但し、これらの機器は、エネルギーを補償するために低エネルギー γ 線に対する感度を落としていることから、計数率表示型の機器に比べヨウ素-131の γ 線(364keV)に対しての感度が劣る。詳細は〔解説1〕参照。

^{*4} :トリエチレンジアミン

^{*5} :TOYO製 CHC-50 等。購入後、直ちに使用しない場合には開封せずに冷暗所に保存する。

^{*6} :内部被ばく線量を評価するため、地上 1m 前後の高さで採取することが望ましい。

(3) 採取を開始し^{*7}、時刻と採取量（流量）を記録する。

(4) 5 分間大気を採取する。

(5) 採取終了直前に採取量（流量）を読み取り記録する。エアサンプラを止め、時刻を記録する。

(6) ダストろ紙及び活性炭カートリッジをエアサンプラから取り外す。

(7) ろ紙とカートリッジを重ねてポリエチレン袋に入れる。袋の口を折りまげてビニールテープ等で封をし、測定試料とする。

1.2.2 試料採取時の注意点

(1) 捕集材は、ダストろ紙と活性炭カートリッジを組み合わせで用いる。

(2) 雨天の場合は屋根のある場所等で捕集し、エアサンプラの捕集材に雨滴が入らないようにする。^{*8}

1.3 現場での測定（スクリーニング）

1.2.1(7)の測定試料を、第5章 5.1.7に従ってNaI シンチレーションサーベイメータで測定する。

1.4 分析所での測定（精密測定）

1.3 におけるスクリーニングで選択された試料を分析所に持込み、第5章 5.2に従ってGe半導体検出器で測定し、放射性ヨウ素を定量する。

^{*7} : サンプラの流量は50L／分程度に設定する。

^{*8} : 雨滴が入ると、活性炭カートリッジのガス状ヨウ素に対する捕集性能が極度に低下する。

第 2 章 飲料水

蛇口水、井戸水等の飲料水を 2 L のポリエチレン容器に入れ、NaI シンチレーションサーベイメータ^{*1}を用い、検出器部分を試料中に入れて測定（現場測定）し、スクリーニングを行う。スクリーニングにより選択された試料は、分析所に持込んで測定容器に移し、Ge 半導体検出器を用いてより精度の高い測定（分析所測定）を行う。

2.1 機器及び器具

2.1.1 現場

(1) 機器

NaI シンチレーションサーベイメータ

計数率表示型

NaI 検出器の大きさが 25mm ϕ $\times$ 25mm (1 インチ ϕ $\times$ 1 インチ) 程度の^{*2}

(2) 器具

ポリエチレン容器

容量 2 L の円筒型広口容器（予め、容量 2L の位置に印をつけておく。）

^{*1} : NaI シンチレーションサーベイメータの代わりに NaI シンチレーションガンマ線スペクトロメータを用いることができる。

NaI シンチレーションガンマ線スペクトロメータを用いた時の特徴等については、〔解説 3〕を参照のこと。

^{*2} : 計数率表示型線量率計としてアロカ社製 TCS-172 (cps, μ Sv/h 表示の切り替え) が市販されている。

エネルギー補償型の機器（アロカ社製 TCS-171 (μ Sv/h, μ Gy/h 表示の切り替え) 等) を用いてもよい。但し、これらの機器は、エネルギーを補償するために低エネルギー γ 線に対する感度を落としていることから、計数率表示型の機器に比べヨウ素-131 の γ 線 (364 keV) に対しての感度が劣る。詳細は〔解説 1〕参照。

時計、記録用紙、ビニールテープ、ポリエチレン袋、ペーパータオル等

2.1.2 分析所

(1) 機器

Ge半導体検出器を用いたガンマ線スペクトロメータ

(2) 器具

測定容器^{*3}

2.2 試料の採取と現場測定試料の調製

試料採取機材をモニタリングカー等に搭載し、予定した地点で飲料水を採取する。

2.2.1 操作

- (1) 飲料水をポリエチレン容器に容量2Lとなる印の位置まで採取する。
- (2) 蓋をし、測定試料とする。
- (3) 採水地点名、採水時刻等を記録する。

2.2.2 試料採取時の注意点

蛇口から採水する場合は、数十秒放水してたまり水を除いた後に採水する。

^{*3} :マリネリ容器、タッパ容器等を用いる。ただし、使用する容器についてのヨウ素-131(364keV)に対するピーク計数効率を、事前に求めておく必要がある。

2.3 現場での測定（スクリーニング）

2.2.1(2)の測定試料を、第5章 5.1.7に従ってNaI シンチレーションサーベイメータで測定する。

2.4 分析所での測定（精密測定）

2.3 におけるスクリーニングで選択された試料を分析所に持込み、第5章 5.2に従ってGe半導体検出器で測定し、放射性ヨウ素を定量する。

第3章 牛乳

原乳あるいは殺菌・均質化等の加工処理を施した市販乳を、2Lのポリエチレン容器に入れ、NaIシンチレーションサーベイメータ^{*1}を用い、検出器部分を試料中に入れて測定（現場測定）し、スクリーニングを行う。スクリーニングにより選択された試料は、分析所に持ち込んで測定容器に移し、Ge半導体検出器を用いてより精度の高い測定（分析所測定）を行う。

3.1 機器及び器具

3.1.1 現場

(1) 機器

NaI シンチレーションサーベイメータ

計数率表示型

NaI 検出器の大きさが25mmφ×25mm（1インチφ×1インチ）程度のもの^{*2}

^{*1} : NaIシンチレーションサーベイメータの代わりに NaIシンチレーションガンマ線スペクトロメータを用いることができる。

NaIシンチレーションガンマ線スペクトロメータを用いた時の特徴等については、〔解説3〕を参照のこと。

^{*2} : 計数率表示型線量率計としてアロカ社製 TCS-172（cps, μ Sv/h表示の切り替え）が市販されている。

エネルギー補償型の機器（アロカ社製TCS-171（ μ Sv/h, μ Gy/h表示の切り替え）等）を用いてもよい。但し、これらの機器は、エネルギーを補償するために低エネルギー γ 線に対する感度を落としていることから、計数率表示型の機器に比べヨウ素-131の γ 線(364keV)に対しての感度が劣る。詳細は〔解説1〕参照。

(2) 器具

ポリエチレン容器

容量2Lの円筒型広口容器（予め、容量2Lの位置に印をつけておく。）

時計、記録用紙、ビニールテープ、ポリエチレン袋、ペーパータオル等

3.1.2 分析所

(1) 機器

Ge半導体検出器を用いたガンマ線スペクトロメータ

(2) 器具

測定容器^{*3}

3.2 試料の採取と現場測定試料の調製

試料採取機材をモニタリングカー等に搭載し、予定した地点で牛乳を採取する。

3.2.1 操作

- (1) 牛乳をポリエチレン容器に印の位置まで採取する。
- (2) 蓋をし、測定試料とする。
- (3) 採水地点名、採取時刻等を記録する。

^{*3} :マリネリ容器、タッパ容器等を用いる。ただし、使用する容器についてのヨウ素-131(364keV)に対するピーク計数効率を、事前に求めておく必要がある。

3.3 現場での測定（スクリーニング）

3.2.1(2)の測定試料を、第5章 5.1.7に従ってNaI シンチレーションサーベイメータで測定する。

3.4 分析所での測定（精密測定）

3.3 におけるスクリーニングで選択された試料を分析所に持込み、第5章 5.2に従ってGe半導体検出器で測定し、放射性ヨウ素を定量する。

第4章 葉菜

ほうれん草、ハクサイ、キャベツ等の葉菜を、1L程度のタッパ容器等に入れ、容器外部から NaIシンチレーションサーベイメータで測定^{*1}（現場測定）し、スクリーニングを行う。スクリーニングにより選択された試料は、分析所に持ち込んで測定容器に移し、Ge半導体検出器を用いてより精度の高い測定（分析所測定）を行う。

4.1 機器及び器具

4.1.1 現場

(1) 機器

NaI シンチレーションサーベイメータ

計数率表示型

NaI 検出器の大きさが25mm ϕ ×25mm（1インチ ϕ ×1インチ）程度のもの^{*2}

^{*1} : NaIシンチレーションサーベイメータの代わりに NaIシンチレーションガンマ線スペクトメータを用いることができる。

NaIシンチレーションガンマ線スペクトメータを用いた時の特徴等については、〔解説3〕を参照のこと。

^{*2} : 計数率表示型線量率計としてアロカ社製 TCS-172（cps, μ Sv/h表示の切り替え）が市販されている。

エネルギー補償型の機器（アロカ社製TCS-171（ μ Sv/h, μ Gy/h表示の切り替え）等）を用いてもよい。但し、これらの機器は、エネルギーを補償するために低エネルギー γ 線に対する感度を落としていることから、計数率表示型の機器に比べヨウ素-131の γ 線（364keV）に対しての感度が劣る。詳細は〔解説1〕参照。

(2) 器具

タッパ容器等

容量 1 L 程度の円筒または角型容器（予め、内容積と風袋重量をはかっておく。）

カマ、包丁、手袋（布製及びポリエチレン製）

秤り（5 kg 程度まで計量可能なもの）

時計、記録用紙、ビニールテープ、ポリエチレン袋等

4.1.2 分析所

(1) 機器

Ge 半導体検出器を用いたガンマ線スペクトロメータ

(2) 器具

測定容器^{* 3}

4.2 試料の採取と現場測定試料の調製

試料採取機材をモニタリングカー等に搭載し、予定した地点で葉菜を採取する。

^{* 3} : マリネリ容器、タッパ容器等を用いる。（現場測定の測定試料をそのまま用いることもできる。）ただし、使用する容器についてのヨウ素-131 (364 keV) に対するピーク計数効率を、事前に求めておく必要がある。

4.2.1 操作

- (1) カマ等を用いて葉菜の根を除いた部分を刈り取り、ポリエチレン袋に採取する。
- (2) 採取地点名、採取時刻等を記録する。
- (3) 予め容積量と風袋重量を求めておいたタッパ容器（容量 0.5～1L）に、採取した葉菜をできるだけ空隙をつくらないように詰め^{*4}、蓋をする。
- (4) 重量を秤り、正味重量を求め記録する。
- (5) ビニールテープ等で蓋を固定し、ポリエチレン袋に入れて測定試料とする。

4.2.2 試料採取時の注意点

- (1) 葉菜は水洗いをしないで測定試料とする。
- (2) 出来るだけ土が入らないように注意する。
- (3) 採取量は1 kg程度とする。

4.3 現場での測定（スクリーニング）

4.2.1(5)の測定試料を、第5章 5.1.7に従ってNaI シンチレーションサーベイメータで測定する。

4.4 分析所での測定（精密測定）

4.3 におけるスクリーニングで選択された試料を分析所に持込み、第5章 5.2に従ってGe半導体検出器で測定し、放射性ヨウ素を定量する。

^{*4} :1Lの容器に0.5kg 程度入る。

第5章 測定

第1～4章で得られた測定試料を、NaIシンチレーションサーベイメータ及びGe半導体検出器を用いて測定する方法を示す。なお、NaIシンチレーションサーベイメータを用いる方法は、試料採取現場におけるスクリーニングの目的に限定する。

また、採取現場で用いるNaIシンチレーションサーベイメータはヨウ素-131標準溶液による校正の他に、年1回程度、チェック線源等による指示値と感度の確認を行い、その測定結果等を一定の場所に保管しておく。

なお、Ge半導体検出器の校正方法はここでは省く。^{*1}

5.1 NaIシンチレーションサーベイメータを用いる方法（現場測定）

NaIシンチレーションサーベイメータを用いて、採取した試料中のヨウ素-131濃度が飲食物摂取制限に関する指標等の濃度レベルを超えているかどうかを試料採取現場で推定し、多数の試料の中から比較的放射能濃度の高い試料を選択する、いわゆるスクリーニングのために適用する。

本法では、核種組成に関する情報は得られないので、スクリーニングにより選択された試料は分析所に搬入し、Ge半導体検出器を用いたガンマ線スペクトロメトリーを行う。

^{*1} :文部科学省放射能測定法シリーズ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」（平成4年3訂）を参照。

5.1.1 機器及び器具

NaI シンチレーションサーベイメータ

計数率表示型

NaI 検出器の大きさが25mmφ×25mm（1インチφ×1インチ）程度のもの^{*2}

チェック用比較線源^{*3}

時計、記録用紙、ポリエチレン袋、ペーパータオル等

5.1.2 校正用標準試料の調製

試料採取現場での測定に使用する放射線測定機器を校正するための校正用標準試料の調製方法を示す。

なお、校正用標準試料中のヨウ素-131濃度は、飲食物摂取制限に関する指標等の5倍程度とする。

^{*2} : 計数率表示型線量率計としてアロカ社製 TCS-172 (cps, μ Sv/h表示の切り替え) が市販されている。

エネルギー補償型の機器（アロカ社製TCS-171 (μ Sv/h, μ Gy/h表示の切り替え) 等) を用いてもよい。但し、これらの機器は、エネルギーを補償するために低エネルギー γ 線に対する感度を落としていることから、計数率表示型の機器に比べヨウ素-131の γ 線(364keV)に対しての感度が劣る。詳細は〔解説1〕参照。

^{*3} : Cs-137密封線源、または I-131模擬線源(Ba-133 とCs-137の混合密封線源) 等で1000～3000Bq程度のものを用いる。半減期が10年以上の核種が望ましい。

(1) 担体溶液^{*4}の調製

以下に示す組成を有する担体溶液の必要量を調製する。

水酸化リチウム20mg、亜硫酸ナトリウム20mg、ヨウ化ナトリウム50mgを水1Lに溶解する。

(2) 大気用標準試料

- ① 活性炭カートリッジの片側のろ紙部分を切り^{*5}、シャーレに敷いたポリエチレンシート上におく。
- ② ヨウ素-131標準溶液 400Bq程度^{*6}をピペットで正確に取り、活性炭表面に一様に滴下する。
- ③ 赤外線ランプの下で乾燥する。
- ④ 乾燥後、ろ紙の切取り部分を元に戻し、セロハンテープ等で張り付ける。
- ⑤ カートリッジをポリエチレン袋に入れ、ビニールテープ等で封をする。

(3) 飲料水、牛乳及び葉菜用標準試料^{*7}

- ① 測定に用いる容器に、測定試料と同容積になるように担体溶液を入れる。
(飲料水及び牛乳の場合は2L、葉菜は 0.5～1L程度^{*8})
- ② ピペットを用いて、ヨウ素-131標準溶液の一定量を加える。^{*9}(飲料水及び牛乳については 1500Bq/L程度、葉菜については 5000Bq/L程度の濃度とする。)
- ③ 攪拌後、蓋をし、ビニールテープ等で封をする。

^{*4} :ヨウ素-131の揮散、容器内壁への吸着を防止する。

^{*5} :一部分は切り離さないで残す。

^{*6} :大気採取量が 0.25m^3 の場合は、 $1600\text{Bq}/\text{m}^3$ に相当する。

添加容量は、2ml程度とするのが望ましい。

^{*7} :試料に含まれるK-40の測定値への寄与は無視できる。(牛乳のカリウム濃度は1～2 g/L、葉菜は5～8 g/kg (2～4 g/L) 程度である。) 詳細は〔解説1〕を参照。

^{*8} :あふれない程度に上部まで溶液で満たす。

^{*9} :添加容量は担体容量の1/100 以下とする。

5.1.3 チェック用比較線源^{*10}

機器の感度等が校正時と変わっていないことを確認するために用いる。校正時及び機器の使用時に測定する。

5.1.4 NaI シンチレーションサーベイメータの測定条件

計数率表示型とエネルギー補償型の NaI シンチレーションサーベイメータではヨウ素-131 のガンマ線に対する感度が異なるため、本法では原則として表 2 に示す測定条件で行うものとする。

表 2 NaI シンチレーションサーベイメータの測定条件

	計数率表示型	エネルギー補償型
時定数	10 秒	30 秒
測定レンジ	最小レンジ 0.3ks^{-1}	最小レンジ $0.3(\mu\text{Sv/h または } \mu\text{Gy/h})$
読み取り間隔	30 秒	2 分
読み取り回数	3 回	3 回
読み取り方法	デジタル表示値 (cps)	アナログ表示値 (小数点以下第 3 位まで)

5.1.5 機器の校正

5.1.2 で調製した校正用標準試料を 5.1.4 に示した条件で測定し、その時の指示値を読み取る。校正は購入時等に行い、感度を確認するためのチェック用比較線源も測定する。その測定記録等は定められた場所に保管する。^{*11}

^{*10} :Cs-137 密封線源、または I-131 模擬線源 (Ba-133 と Cs-137 の混合密封線源) 等で 1000～3000Bq 程度のものを用いる。半減期が 10 年以上の核種が望ましい。

^{*11} : 試料の種類毎の飲食物摂取制限に関する指標等の濃度レベルに対応する正味の読み取り値 (バックグラウンドを差し引いた値)、または正味の読み取り値を放射能濃度に換算する換算係数 (試料の種類毎) とチェック用比較線源の測定結果を、機器毎に添付しておくことが望ましい。

(1) サーベイメータの電源スイッチをいれ、バッテリーと高圧(H.V)を確認する。

(2) 測定位置(例えば「USE」)に切替え、測定レンジと時定数を設定する。

(3) サーベイメータの検出部をポリエチレン袋で包む。

・バックグラウンドの測定

(4) 地上1m程度の空間に検出部を保持する。

(5) 指示値を3回読みとり、記録する。

(6) 3回の読みとり値を平均する。

・校正用標準試料の測定

(7) 大気 : 検出部先端部分を5.1.2 で調製した標準試料の吸着面に密着させて測定する。^{*12}

飲料水、牛乳 : 検出部を先端から10cmの深さまで5.1.3 で調製した標準試料の溶液中に浸ける。^{*13}

葉菜 : 検出部先端部分を5.1.3 で調製した標準試料上面中央部に密着させる。

(8) 指示値を3回読みとり、記録する。^{*14}

(9) 3回の読みとり値を平均する。

^{*12} : 大気用標準試料については両面から測定し、その平均値を用いる。

^{*13} : 溶液中に入れることから、検出器の汚染を防止するためポリエチレン袋で二重に包む。

^{*14} : 放射線量が高く、最小レンジ(例えば 0.3ks^{-1}) を超える場合は、時定数と測定レンジを適宜切り換えて測定する。

- (10) バックグラウンド値を差し引き、正味の読み取り値を算出し、I-131濃度と正味読み取り値の関係を記録する^{*15}。

・チェック用比較線源の測定

- (11) チェック用比較線源について、(5)～(6)に従って測定する。^{*16}

- (12) バックグラウンドを差し引き、正味の読み取り値を求める

- (13) 正味の読み取り値と測定条件（検出器からの距離等）を記録する。

5.1.6 チェック線源による測定器の感度確認^{*17}

年1回程度定期的に行う。^{*18} また、使用する際にも実施する。

- (1) 5.1.5 (1)～(6)と同様の方法でバックグラウンドを測定する。

- (2) 5.1.5 (11)～(12)と同様の方法でチェック用比較線源の正味の読み取り値を求める。

^{*15} : 正味の読み取り値と放射能濃度の関係式は、原点を通る直線となる。（〔解説1〕を参照）

^{*16} : 放射線量が高く、最小レンジ（例えば 0.3ks^{-1} ）を超える場合は、時定数を10秒に設定（40秒間隔で読み取る）し、測定レンジを切り換えて測定する。

^{*17} : 分析所で行う。

^{*18} : 測定器の感度を確認し、常に使える状態にしておく。

- (3) 線源の減衰補正を行った後、校正時の正味の読み取り値と比較し、差が 10%以内であることを確認する。^{*19}

5.1.7 現場での測定

5.1.4に示した条件で測定する。なお、エネルギー補償型NaIシンチレーションサーベイメータを用いる場合は、大気試料を除き鉛張り容器中で測定する。

- (1) サーベイメータの電源スイッチをいれ、バッテリーと高圧(H.V)を確認する。

- (2) 測定位置(例えば「USE」)に切替え、測定レンジと時定数を設定する。

- (3) サーベイメータの検出部をポリエチレン袋で包む。

・バックグラウンドの測定

- (4) 地上1m程度の空間に検出部を保持する。^{*20}

- (5) 指示値を3回読みとり、記録する。

- (6) 3回の読みとり値の平均値及び標準偏差を計算する。

・試料の測定

- (7) 大気 : 第1章 1.2.1(7)の測定試料について、検出部をポリエチレン袋に密着させ、吸引口側から測定する。

飲料水、牛乳 : 第2章 2.2.1(2) または第3章 3.2.1(2)の測定試料について、検出部を先端から10cmの深さまで試料溶液中に浸ける。^{*21}

葉菜 : 第4章 4.2.1(5)の測定試料について、検出部を試料容器の上面中央部に密着させる。

^{*19} :10%以上の違いがある場合は、故障等の恐れがあるので、業者に修理・校正を依頼する。

^{*20} :エネルギー補償型NaIシンチレーションサーベイメータを用いる時は、バックグラウンドを0.02~0.03 μ Gy/hに下げることがあるため、鉛張り容器中で測定する。詳細は〔解説1〕を参照。

^{*21} :溶液中に入れることから、検出器の汚染を防止するためポリエチレン袋で二重に包む。

- (8) 指示値を3回読みとり、記録する。
- (9) 3回の読みとり値の平均値及び標準偏差を計算する。
- (10) バックグラウンドを差し引き、換算値を用いて試料中濃度を算出し、記録する。^{* 2 2}

5.2 Ge半導体検出器を用いる方法（分析所測定）

試料採取現場において採取された試料のうち、飲食物摂取制限に関する指標等を超えると判断された試料は分析所等に搬入し、そのまま、またはマリネリ容器等に詰め替え、平常時のモニタリングで使用しているGe半導体検出器を用いて10分間程度の短時間測定を行い、ヨウ素-131を正確に定量する。

平常時のモニタリングに通常使用しているGe半導体検出器を用いることから、機器の校正方法については文部科学省放射能測定法シリーズ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」（平成4年3訂）を参照することとし、ここでの記載は省略する。

5.2.1 機器及び器具

ゲルマニウム半導体検出器を用いたガンマ線スペクトロメータ
測定容器^{* 2 3}

^{* 2 2} : 葉菜試料の場合は、試料により密度が異なるので、測定試料重量を用いて濃度に換算する。

^{* 2 3} : マリネリ容器、タッパ容器等、分析所でヨウ素-131(364keV)等に対するピーク計数効率が求めている容器。

5.2.2 測定試料の調製

(1) 大気

第1章 1.2.1(7) の測定試料をそのまま用いる。

(2) 飲料水、牛乳

容量 0.5L以上の容器が望ましい。^{*24}

- ① 予め測定容量の位置に印をつけた容器に、印の位置まで試料を入れる。
- ② 蓋をし、ビニールテープ等で蓋を固定する。^{*25}
- ③ 容器をポリエチレン袋に入れ、ビニールテープ等で封をする。

(3) 葉菜

容量 0.5L以上の容器が望ましい。^{*24}

- ① ポリエチレン手袋等をはめ、試料を包丁等で細かく刻む。
- ② 予め風袋重量を求め、測定容量の位置に印をつけた容器に、印の位置まで試料を入れる。
- ③ 蓋をして重量を量り、正味重量を記録する。
- ④ ビニールテープ等で蓋を固定する。^{*25}
- ⑤ 容器をポリエチレン袋に入れ、ビニールテープ等で封をする。

^{*24} :マリネリ容器を用いる場合は、マリネリ容器専用のビニール製内袋を使用すると容器への放射性核種の汚染が防げ、また内袋のまま試料を取り出し保存することができる。

^{*25} :容器外側に試料が付着した恐れのある場合は、水を含ませたペーパータオルまたはキムワイプを用い容器表面を拭く。

5.2.3 測定方法

- (1) 検出器汚染防止のため、測定試料を容器ごとポリエチレン袋で包む。
- (2) 測定試料を検出器エンドキャップ上にセットする。^{* 2 6}
- (3) 前に測定したデータを消去する。
- (4) 10分間程度測定する。
- (5) 測定終了後、各分析機関が通常行っている方法でヨウ素-131濃度を求める。

^{* 2 6} : 大気については、気体状のヨウ素が半分以上を占めるが、活性炭カートリッジ内に吸着したヨウ素が均一に分布していないことから、試料の両面から測定し、その平均値を用いる。（片面5分間ずつ測り、カウント数を加算してもよい。）この方法を用いた場合のヨウ素-131定量値の偏りは10%以内である。詳細は〔解説2〕を参照のこと。なお、より正確な値を求めたい時には、カートリッジ内の活性炭を小型容器に移して均一に攪拌後に測定し、さらに別に測定したダストろ紙の測定結果を加算する。

〔解 説〕

〔解説 1〕 現場測定に関する検討結果－ 1

(NaIシンチレーションサーベイメータを用いるスクリーニング)

市販されている4種類の NaIシンチレーションサーベイメータを用いて、検討を行った。

使用した機器を以下に示す^(注)。

アロカ社製 TCS-161 : 1インチ×1インチφ NaI, エネルギー補償型, $\mu\text{Sv/h}$ 表示

アロカ社製 TCS-166 : 1インチ×1インチφ NaI, エネルギー補償型, $\mu\text{Gy/h}$ 表示

アロカ社製 TCS-151 : 1インチ×1インチφ NaI, エネルギー補償無し, $\mu\text{Sv/h}$ 表示

アロカ社製 TCS-172 : 1インチ×1インチφ NaI, 計数率表示型, cps 表示

1. ヨウ素-131の γ 線に対する各測定器の読み取り値

各種試料の測定に用いる容器について、測定機器のヨウ素-131の γ 線に対する読み取り値を解表 1 に示す。

検討したヨウ素-131濃度の範囲内では、放射能濃度と正味読み取り値の関係は直線を示した。
また、検討に用いた機器について、飲食物摂取制限に関する指標等の正味読み取り値を算出した結果の一例を解表 2 に示す。

(注) 平成14年6月現在、アロカ社製TCS-161、166及び151は生産が中止されており、その後継機種としてTCS-171, 172が入手できる。

解表1 ヨウ素-131の γ 線に対する読み取り値

試料の種類	測定容器及び容量	I-131濃度 (Bq/L)	正味読み取り値 ¹⁾			
			TCS-161 ²⁾ (μ Sv/h)	TCS-166 ²⁾ (μ Gy/h)	TCS-151 ³⁾ (μ Sv/h)	TCS-172 ³⁾ (cps)
大気	活性炭カートリッジ	140 ⁴⁾	0.012 $\pm$ 0.005	0.011 $\pm$ 0.003	0.020 $\pm$ 0.007	
		150 ⁴⁾				4.0 $\pm$ 0.8
		860 ⁴⁾				22.3 $\pm$ 0.8
飲料水・牛乳	2Lポリエチレン丸型容器 ⁵⁾ (2L)	150				3.7 $\pm$ 1.2
		280	0.009 $\pm$ 0.005	0.009 $\pm$ 0.003	0.023 $\pm$ 0.003	
		300				6.7 $\pm$ 1.2
		500				12.7 $\pm$ 1.2
		560	0.021 $\pm$ 0.004	0.019 $\pm$ 0.003	0.047 $\pm$ 0.006	
		1400	0.046 $\pm$ 0.007	0.041 $\pm$ 0.004	0.100 $\pm$ 0.006	
葉菜 ⁶⁾	丸型タップ容器 (0.8L)	500				2.3 $\pm$ 0.8
		930	0.010 $\pm$ 0.004	0.006 $\pm$ 0.004	0.023 $\pm$ 0.002	
		1000				6.3 $\pm$ 0.8
		1860	0.021 $\pm$ 0.005	0.017 $\pm$ 0.003	0.050 $\pm$ 0.006	
		4650	0.056 $\pm$ 0.007	0.051 $\pm$ 0.007	0.120 $\pm$ 0.006	
	角型タップ容器(1.3L)	930	0.014 $\pm$ 0.005	0.015 $\pm$ 0.004	0.030 $\pm$ 0.006	

測定条件：時定数30秒、2分間隔で3回読み取った。

- 1) : 3回の平均値からバックグラウンドを差し引いた値。
 2) : エネルギー補償型
 3) : エネルギー補償無し
 4) : 試料当たりの放射能(Bq/試料)
 5) : 検出部先端から10cm液中に浸した。
 6) : 検出部先端を上部中央に密着した。

解表 2 飲食物摂取制限に関する指標等に対する正味読み取り値の一例

試料の種類	飲食物摂取制限 に関する指標等	正味読み取り値			
		TCS-161 ³⁾ (μ Sv/h)	TCS-166 ³⁾ (μ Gy/h)	TCS-151 ⁴⁾ (μ Sv/h)	TCS-172 ⁴⁾ (cps)
大気 ¹⁾	610Bq/m ³	0.013	0.012	0.021	3.8
飲料水・牛乳	300Bq/kg	0.010	0.009	0.022	6.7
葉菜 ²⁾	2000Bq/kg	0.012	0.011	0.026	6.3

1) : 吸引量を 0.25m³ とした。

2) : V5容器を用いた場合、見かけの密度を0.5kg/Lとして算出した。

3) : エネルギー補償型

4) : エネルギー補償無し

2. 測定機器と測定方法（時定数、読み取り回数）の違いによる測定値の感度

エネルギー補償型の機器は低エネルギーの γ 線に対する感度を低くする（実質的な測定時間を少なくする）ことでエネルギー補償を行っているため、ヨウ素-131 (364keV) に対する感度は、エネルギー補償を行っていない検出器に比べ低くなっている。これらの検出器におけるバックグラウンドが $0.03 \sim 0.05 \mu\text{Sv/h}$ ($\mu\text{Gy/h}$) 示すのに対して、飲食物摂取制限に関する指標に対応する濃度の正味読み取り値は解表 2 に示したように $0.009 \sim 0.012 \mu\text{Sv/h}$ ($\mu\text{Gy/h}$) とかなり低い値である。

解表 3 に計数率表示型の機器である TCS-172 の測定結果を示す。また、エネルギー補償型の機器である TCS-166 を用いて解表 2 の中で最も低い $0.009 \mu\text{Sv/h}$ の読み取り値を示す試料を、時定数 30 秒で 2 分間経過後に読み取った場合の読み取り値と誤差の試算結果を解表 4 及び解図 1 に示す。なお、TCS-166 (NaI:1 インチ $\phi \times$ 1 インチ) の指示値 $0.01 \mu\text{Gy/h}$ は 17cpm に相当し、時定数の 4 ～ 5 倍経過後の読み取り値は 1 分間の測定結果と同等であるとして算出した。

解表 3 の結果より、計数率表示型の機器を用いる場合、飲食物摂取制限に関する指標に対応する放射性ヨウ素濃度の測定には時定数 10 秒、3 回測定で十分である。しかし、解表 4 の結果から、エネルギー補償型の機器を用いた場合は、検出下限値を仮に誤差の 3 倍とすると、バックグラウンドが $0.05 \mu\text{Gy/h}$ (屋外における平均的な値) の通常の条件において、飲食物摂取制限に関する指標を上回るかどうかを判別するためには、8 回以上測定することが必要となり、1 試料の測定に 16 分 (2 分 $\times$ 8 回) を要することとなる。このため、この方法を多くの試料を短時間にスクリーニングする必要がある緊急時に適用するには難しい。

このような場合、測定精度を確保しつつ測定時間（回数）を減らす方法の 1 つとして、鉛等の容器によりバックグラウンドを低くした状態で測定する方法が考えられる。（試算結果は解表 4 参照）

試算結果から、誤差の 3 倍程度の測定値を得るためには、バックグラウンドが $0.02 \mu\text{Gy/h}$ の場合は 3 回、 $0.03 \mu\text{Gy/h}$ の場合は 4 ～ 5 回の読み取りが必要となる。

このことから、エネルギー補償型の測定器を用いてスクリーニングを行う場合は、飲食物摂取制限に関する指標を上回るかどうかを判別するには、鉛遮蔽等でバックグラウンドを $0.02 \mu\text{Gy/h}$ 程度に抑えた状態で 3 回測定する必要がある。

解表3 TCS-172 によるI-131 の測定結果

試料	時定数 (sec)	測定値 (cps)	3回の平均値 (cps)	標準 偏差	Net cps	標準 偏差
BG	3	18 15 20	17.67	2.52		
	10	18 17 17	17.33	0.58		
	30	17 18 17	17.33	0.58		
丸型タッパ容器	V5(葉菜測定用)、検出部を容器上部に密着					
500Bq/L (~1000Bq/kgに相当)	3	20 21 22	21.00	1.00	3.33	2.71
	10	21 21 20	20.67	0.58	3.33	0.82
	30	19 20 20	19.67	0.58	2.33	0.82
1000Bq/L (~2000Bq/kgに相当)	3	20 26 23	23.00	3.00	5.33	3.92
	10	24 25 23	24.00	1.00	6.67	1.15
	30	23 24 24	23.67	0.58	6.33	0.82
ポリエチレン容器	容量:2L(飲料水、牛乳測定用)、検出部10cmを溶液中に浸す					
150Bq/L	3	23 17 20	20.00	3.00	2.33	3.92
	10	22 21 21	21.33	0.58	4.00	0.82
	30	21 20 22	21.00	1.00	3.67	1.15
300Bq/L	3	28 25 24	25.67	2.08	8.00	3.27
	10	22 24 24	23.33	1.15	6.00	1.29
	30	25 23 24	24.00	1.00	6.67	1.15
500Bq/L	3	33 30 26	29.67	3.51	12.00	4.32
	10	29 30 31	30.00	1.00	12.67	1.15
	30	30 31 29	30.00	1.00	12.67	1.15
テフロンビン	容量:100ml(模擬大気試料)、容器底面に密着					
860Bq	10	40 40 39	39.67	0.58	22.33	0.82
150Bq	10	21 21 22	21.33	0.58	4.00	0.82

解表 4 飲食物摂取制限に関する指標に対応する濃度の測定値と誤差の試算結果

バックグラウンド ($\mu\text{Gy/h}$)	読み取り回数 (回)	正味の測定値 ¹⁾		
		(カウント)	($\mu\text{Gy/h}$)	誤差との比
0.02	1	15.3 $\pm$ 9.1	0.0090 $\pm$ 0.0054	1.68
	2	30.6 $\pm$ 12.9	0.0090 $\pm$ 0.0038	2.37
	3	45.9 $\pm$ 15.8	0.0090 $\pm$ 0.0031	2.90
	5	76.5 $\pm$ 20.4	0.0090 $\pm$ 0.0024	3.75
	8	122.4 $\pm$ 25.8	0.0090 $\pm$ 0.0019	4.74
0.03	1	15.3 $\pm$ 10.8	0.0090 $\pm$ 0.0064	1.41
	2	30.6 $\pm$ 15.3	0.0090 $\pm$ 0.0045	2.00
	3	45.9 $\pm$ 18.8	0.0090 $\pm$ 0.0037	2.45
	5	76.5 $\pm$ 24.2	0.0090 $\pm$ 0.0028	3.16
	8	122.4 $\pm$ 30.6	0.0090 $\pm$ 0.0023	4.00
0.04	1	15.3 $\pm$ 12.3	0.0090 $\pm$ 0.0072	1.24
	2	30.6 $\pm$ 17.4	0.0090 $\pm$ 0.0051	1.76
	3	45.9 $\pm$ 21.3	0.0090 $\pm$ 0.0042	2.15
	5	76.5 $\pm$ 27.5	0.0090 $\pm$ 0.0032	2.78
	8	122.4 $\pm$ 34.8	0.0090 $\pm$ 0.0026	3.52
0.05	1	15.3 $\pm$ 13.6	0.0090 $\pm$ 0.0080	1.12
	2	30.6 $\pm$ 19.3	0.0090 $\pm$ 0.0057	1.59
	3	45.9 $\pm$ 23.6	0.0090 $\pm$ 0.0046	1.95
	5	76.5 $\pm$ 30.4	0.0090 $\pm$ 0.0036	2.51
	8	122.4 $\pm$ 38.5	0.0090 $\pm$ 0.0028	3.18

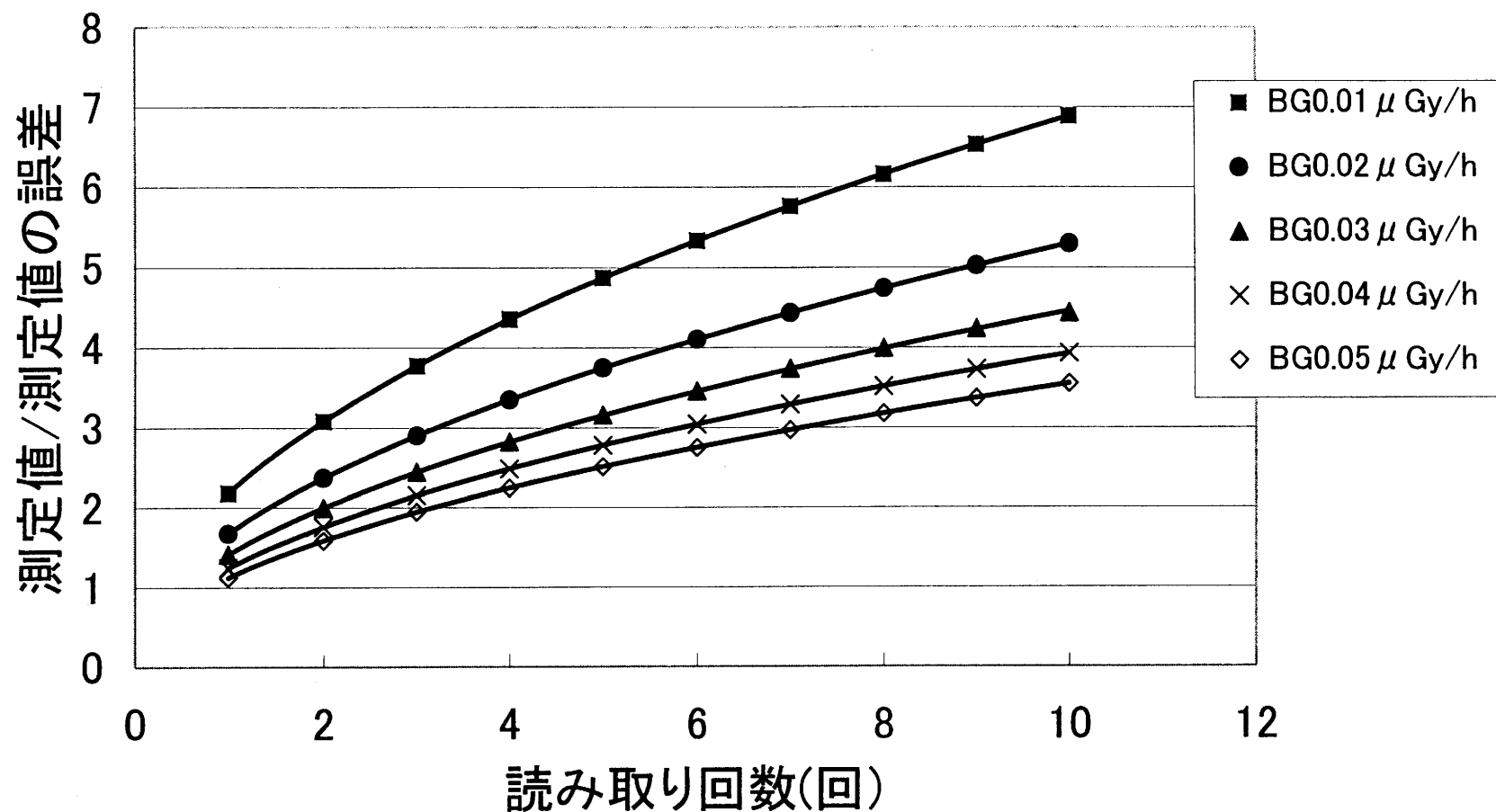
¹⁾ :バックグラウンドを差し引いた試算結果 (バックグラウンドも同様の条件で測定した場合)

試算例

バックグラウンドを0.05 $\mu\text{Gy/h}$ (屋外における平均的な値) とした 1 回測定の場合

100カウント(バックグラウンド 込み試料) - 85カウント(バックグラウンド)

=15.3 $\pm$ 13.6カウント(0.0090 $\pm$ 0.0080 $\mu\text{Gy/h}$)



解図1 飲食物摂取制限に関する指標の濃度を
エネルギー補償型の機器で測定する場合の測定精度
(TCS-166,時定数:30秒,読み取り:2分間隔)

3. 鉛遮蔽容器によるバックグラウンドの減少

2. に示したように、エネルギー補償型の測定器を用いてスクリーニングを行う場合、飲食物摂取制限に関する指標を上回るかどうかを判別するには、バックグラウンドを $0.02 \mu\text{Gy/h}$ 程度に抑える必要がある。この目的で、1～5mm厚の鉛遮蔽容器中でエネルギー補償型の測定器を用いてバックグラウンドを測定した。結果を解表5及び解図2に示す。

鉛厚を増すにつれバックグラウンドは減少した。また、1～3mmまでは減少する割合が大きいが3mm以上ではかなり小さくなった。これは、主に低エネルギーのガンマ線が鉛によって遮蔽されることによるためと考えられる。鉛厚3mmの容器で遮蔽した場合、屋内においてはバックグラウンドが $0.03 \mu\text{Gy/h}$ をやや超えたが、屋外では $0.020 \sim 0.025$ 程度となった。これは、低濃度の試料の測定において、精度を保つ上で有効である。

この結果から、本マニュアルでは、エネルギー補償型の測定器を用いる場合は、試料を3mm厚の鉛遮蔽容器中で3回測定した平均値を用いることとした。

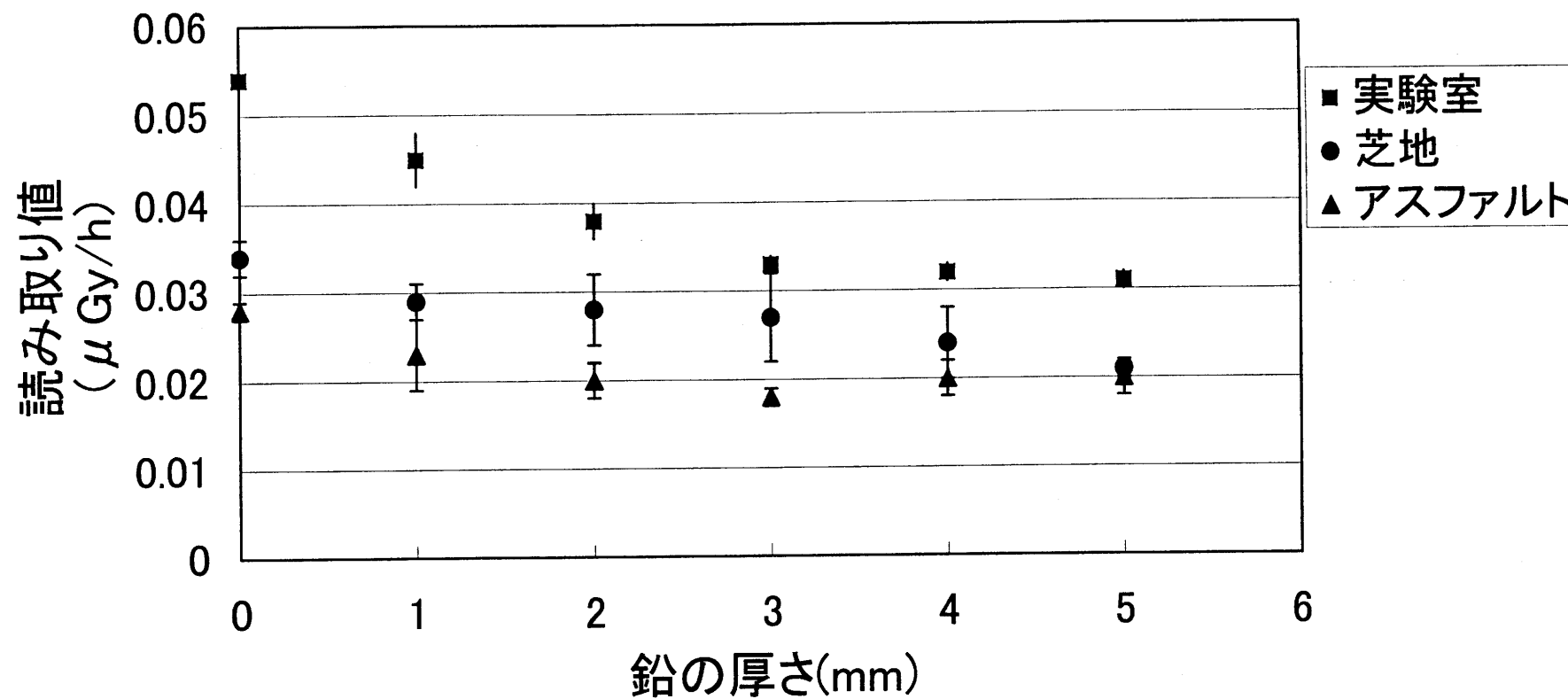
飲食物摂取制限に関する指標に相当する濃度の試料について、本法（エネルギー補償型の測定器を用いる方法）で測定した結果を解表6，7及び解図3，4に示す。

解表5 鉛遮蔽容器内のバックグラウンド

(鉛容器 : $25 \times 15 \times 15\text{cm}$ 、測定器 : TCS-166)

鉛の厚さ (mm)	読み取り値 ¹⁾ ($\mu\text{Gy/h}$)		
	屋内 (実験室)	屋外 (芝地)	屋外 (アスファルト)
0	0.054 ± 0.002	0.034 ± 0.002	0.028 ± 0.001
1	0.045 ± 0.003	0.029 ± 0.002	0.023 ± 0.004
2	0.038 ± 0.002	0.028 ± 0.004	0.020 ± 0.002
3	0.033 ± 0.001	0.027 ± 0.005	0.018 ± 0.001
4	0.032 ± 0.001	0.024 ± 0.004	0.020 ± 0.002
5	0.031 ± 0.001	0.021 ± 0.001	0.020 ± 0.002

¹⁾ : 3回の平均値



解図2 鉛による遮蔽効果(TCS-166)

解表 6 飲料水、牛乳の測定結果

(遮蔽容器：25×15×15cm, 鉛 3mm厚、測定器：TCS-166、
測定容器：2Lポリエチレン容器)

測定	読み取り値 ¹⁾ ($\mu\text{Gy/h}$)		正味読み取り値 ($\mu\text{Gy/h}$)
	バックグラウンド	I-131: 300Bq/L	
1	0.029 $\pm$ 0.002	0.039 $\pm$ 0.002	0.010 $\pm$ 0.003
2	0.030 $\pm$ 0.003	0.040 $\pm$ 0.003	0.010 $\pm$ 0.004
3	0.031 $\pm$ 0.003	0.038 $\pm$ 0.002	0.007 $\pm$ 0.003
4	0.030 $\pm$ 0.003	0.037 $\pm$ 0.004	0.007 $\pm$ 0.005

注：遮蔽体外でのバックグラウンドは0.05 $\mu\text{Gy/h}$

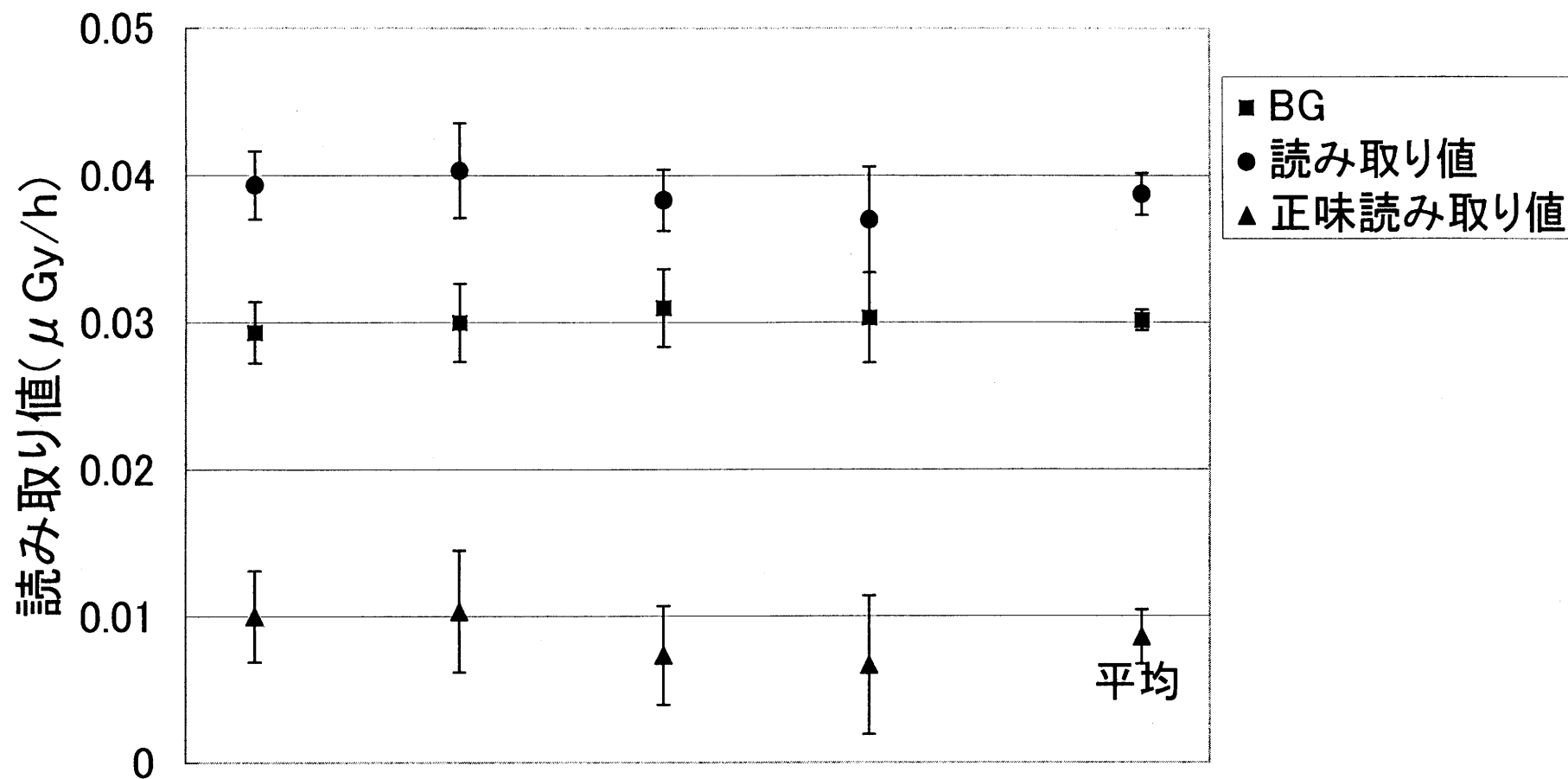
¹⁾：3回の平均値

解表 7 葉菜の測定結果

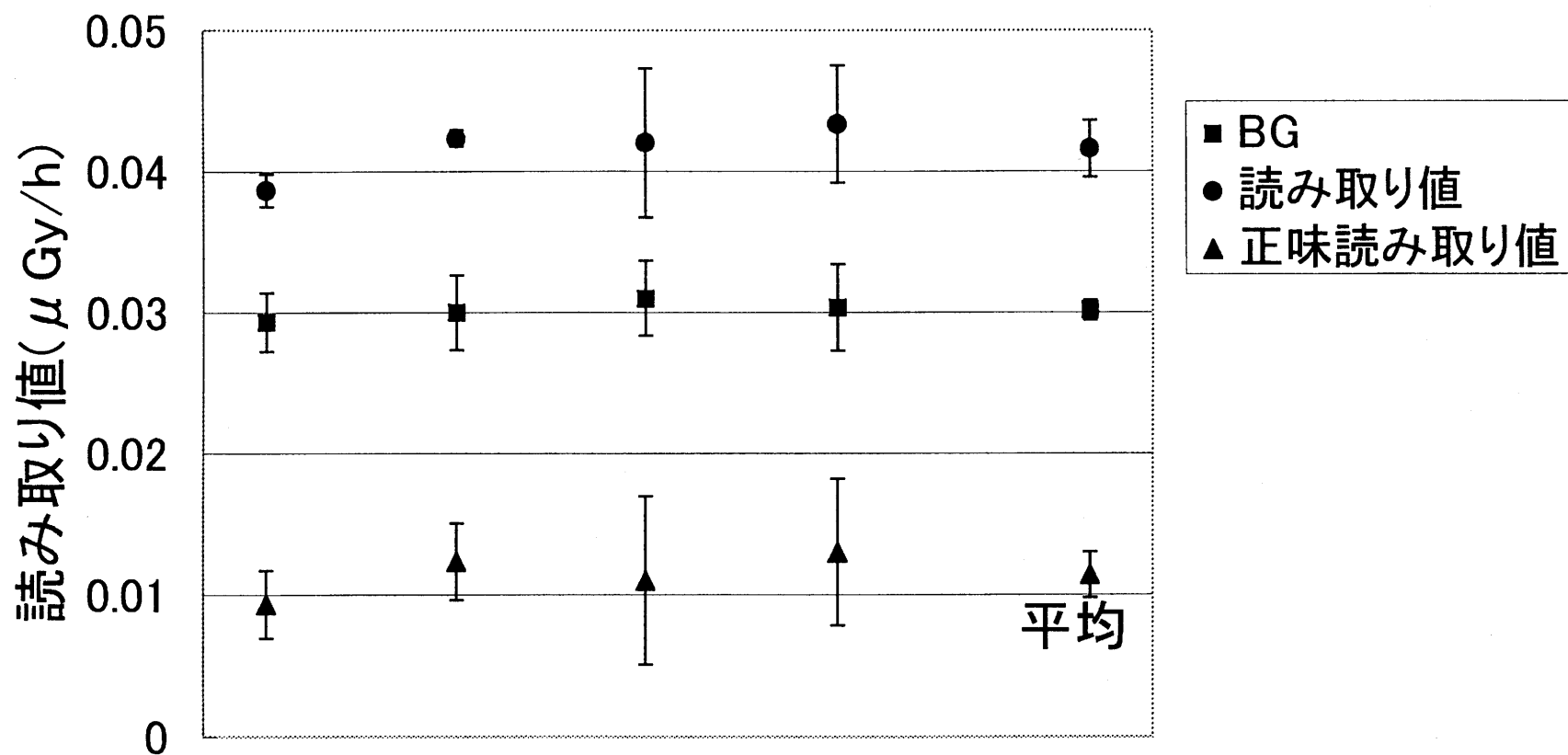
(遮蔽容器：25×15×15cm, 鉛 3mm厚、測定器：TCS-166、
測定容器：V-5容器)

測定	読み取り値 ¹⁾ ($\mu\text{Gy/h}$)		正味読み取り値 ($\mu\text{Gy/h}$)
	バックグラウンド	I-131:1000Bq/L	
1	0.029 $\pm$ 0.002	0.039 $\pm$ 0.001	0.009 $\pm$ 0.002
2	0.030 $\pm$ 0.003	0.040 $\pm$ 0.001	0.012 $\pm$ 0.003
3	0.031 $\pm$ 0.003	0.042 $\pm$ 0.005	0.011 $\pm$ 0.006
4	0.030 $\pm$ 0.003	0.043 $\pm$ 0.004	0.013 $\pm$ 0.005

¹⁾：3回の平均値



解図3 牛乳、飲料水試料の測定結果(3回読み取り)
(I-131 300Bq/L, 2Lポリエチレン容器TCS-166)



解図4 葉菜の測定結果(3回読み取り)
(I-131 1000Bq/L,V5容器TCS-166)

4. 試料中に含まれるカリウム-40 の影響

種々のカリウム濃度の溶液について、2Lポリエチレン容器とタッパ容器(V5)を用いて測定した。結果を解表8及び解図5に示す。

牛乳には1～2g/L、葉菜には5～8g/kg程度のカリウムが含まれている。この濃度のカリウム(K-40)が測定値に及ぼす影響は、 $0.001\mu\text{Sv/h}$ 以下（牛乳： $0.0004\sim 0.0008$ ，葉菜： $0.0004\sim 0.0006\mu\text{Sv/h}$ ）であり、スクリーニングレベルの読み取り値に対して無視できる値である。

解表8 試料中に含まれるカリウム-40 の影響

（測定器：TCS-161、測定条件：5cm厚の鉛中で測定）

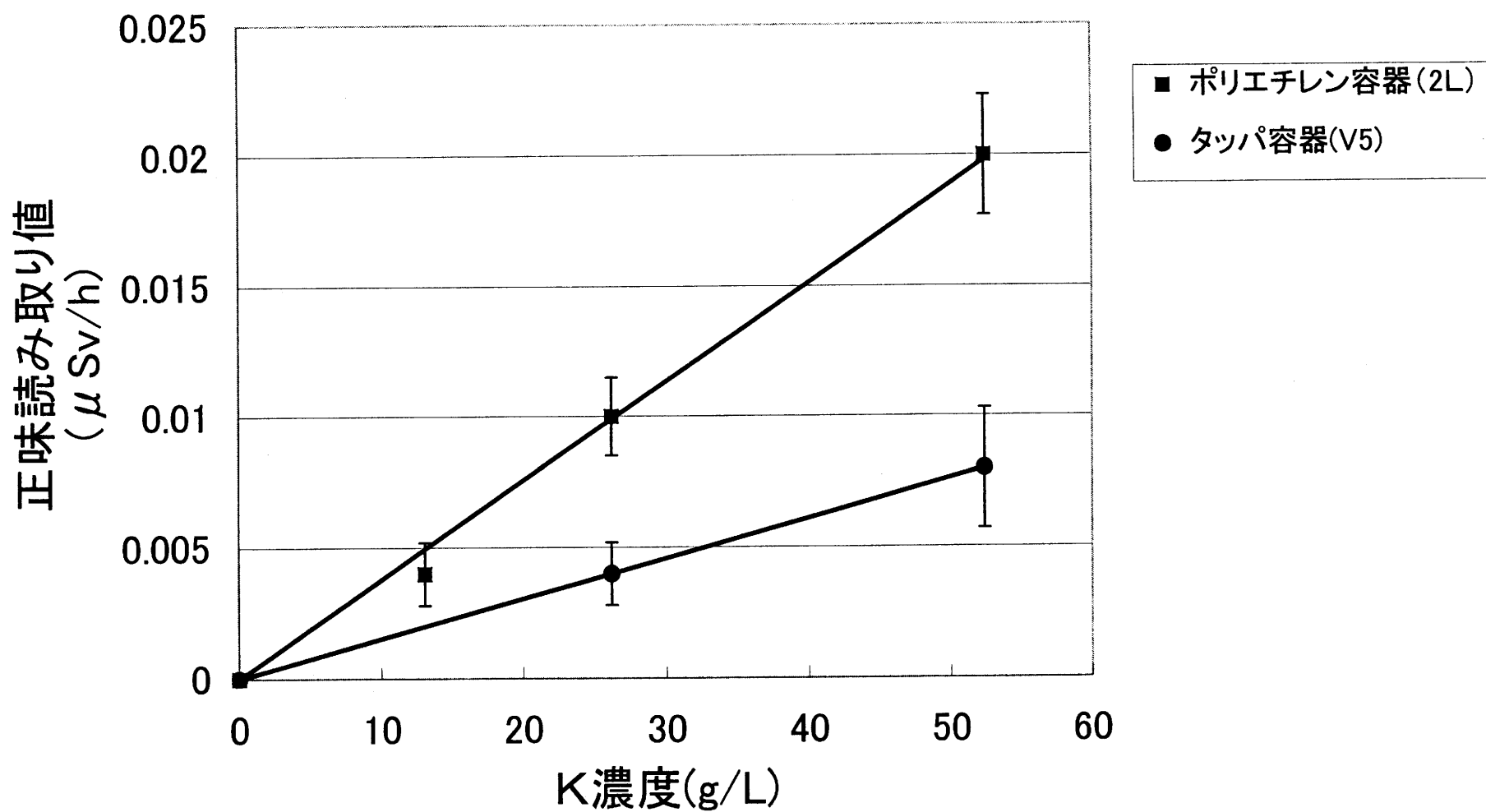
試料の種類	測定容器 及び液量	カリウム添加 濃度 (g/L)	正味読み取り値 ¹⁾ ($\mu\text{Sv/h}$)
バックグラウンド	——	——	0.008 ± 0.0010 ²⁾
牛乳 ³⁾	2Lポリエチ レン丸型容器 (2L)	13.1	0.004 ± 0.0012
		26.2	0.010 ± 0.0015
		52.4	0.020 ± 0.0023
葉菜 ⁴⁾	丸型タッパ容 器(V5) (0.8L)	26.2	0.004 ± 0.0012
		52.4	0.008 ± 0.0023

¹⁾：3回の平均値からバックグラウンドを差し引いた値

²⁾：読み取り値

³⁾：検出部先端から10cm液中に浸した。

⁴⁾：検出部先端を上部中央に密着した。



解図5 カリウム(K-40)の影響

5. 他核種に対する測定器の感度（測定器のチェック）

測定器の感度チェックに使用することを目的とし、セシウム-137標準溶液と市販の密封線源（模擬 I-131線源：活性炭カートリッジ型、Ba-133, Cs-137 混合線源） について測定した結果を解表 9、10に示す。

解表 9 セシウム-137標準溶液についての測定結果

試料の種類	測定容器 及び液量	Cs-137 添加濃度 (Bq/L)	正味読み取り値 ¹⁾ (μ Sv/hまたは μ Gy/h)		
			TCS-151	TCS-161	TCS-166
飲料水・ 牛乳 ²⁾	2Lポリ エチレン 丸型容器 (2L)	300	0.015 $\pm$ 0.005	0.012 $\pm$ 0.003	0.009 $\pm$ 0.004
		600	0.034 $\pm$ 0.004	0.022 $\pm$ 0.004	0.029 $\pm$ 0.003
		1500	0.092 $\pm$ 0.007	0.066 $\pm$ 0.006	0.063 $\pm$ 0.003
葉菜 ³⁾	丸型タッ パ容器 (V5)	1000	0.026 $\pm$ 0.005	0.016 $\pm$ 0.004	0.016 $\pm$ 0.004
		2000	0.042 $\pm$ 0.007	0.037 $\pm$ 0.004	0.033 $\pm$ 0.003
	(0.8L)	5000	0.109 $\pm$ 0.007	0.090 $\pm$ 0.003	0.080 $\pm$ 0.007
	角型タッ パ容器 (1.3L)	5000	0.112 $\pm$ 0.007	0.100 $\pm$ 0.003	0.090 $\pm$ 0.007

¹⁾ : 3回の平均値からバックグラウンドを差し引いた値

²⁾ : 検出部先端から10cm液中に浸した。

³⁾ : 検出部先端を上部中央に密着した。

解表10 模擬I-131 線源（活性炭カートリッジ型）の測定結果

検出部からの 距離 (cm)	正味読み取り値 ¹⁾ ($\mu\text{Sv/h}$ または $\mu\text{Gy/h}$)		
	TCS-151	TCS-161	TCS-166
密着	0.276 ± 0.011	0.133 ± 0.006	0.123 ± 0.003
1	0.172 ± 0.007	0.086 ± 0.006	0.073 ± 0.003
2	0.119 ± 0.007	0.063 ± 0.006	0.053 ± 0.003
5	0.049 ± 0.007	0.021 ± 0.002	0.025 ± 0.003

¹⁾ : 3回の平均値からバックグラウンドを差し引いた値

放射能値: ディスクリレベルを100keVにしてインテグラルモードで測定する場合

$2.45 \times 10^3 \text{Bq}$ (I-131 相当量)

封入値 ^{133}Ba 2.3kBq, ^{137}Cs 0.2kBq

基準年月日 1999年 2月 1日

有効期限 2005年 2月

〔解説 2〕 分析所測定に関する検討結果

(Ge半導体検出器を用いた γ 線スペクトロメトリー)

1. 測定時間と検出下限値

分析所に搬入した試料を、Ge半導体検出器を用いた γ 線スペクトロメトリーによりヨウ素-131を迅速に測定・定量するため、緊急時に主に用いられている3種類の測定容器（小型容器:U-8、マリネリ容器:0.7及び2L）について、測定時間と検出下限値との関係を検討した。

大気中放射性ヨウ素の捕集材である活性炭カートリッジ、飲料水等を小型容器またはマリネリ容器に入れて測定することを想定し、ヨウ素-131濃度が10Bq/試料（小型容器）及び30Bq/L（マリネリ容器）となるように下記のような模擬試料を調製した。

大気試料：小型容器（U-8容器）に既知量のヨウ素-131及びセシウム-137を添加し、純水を加えた後、活性炭（約33g）を少量ずつ加え、攪拌・吸着させた。これを温度60℃で一晩乾燥し、模擬試料とした。

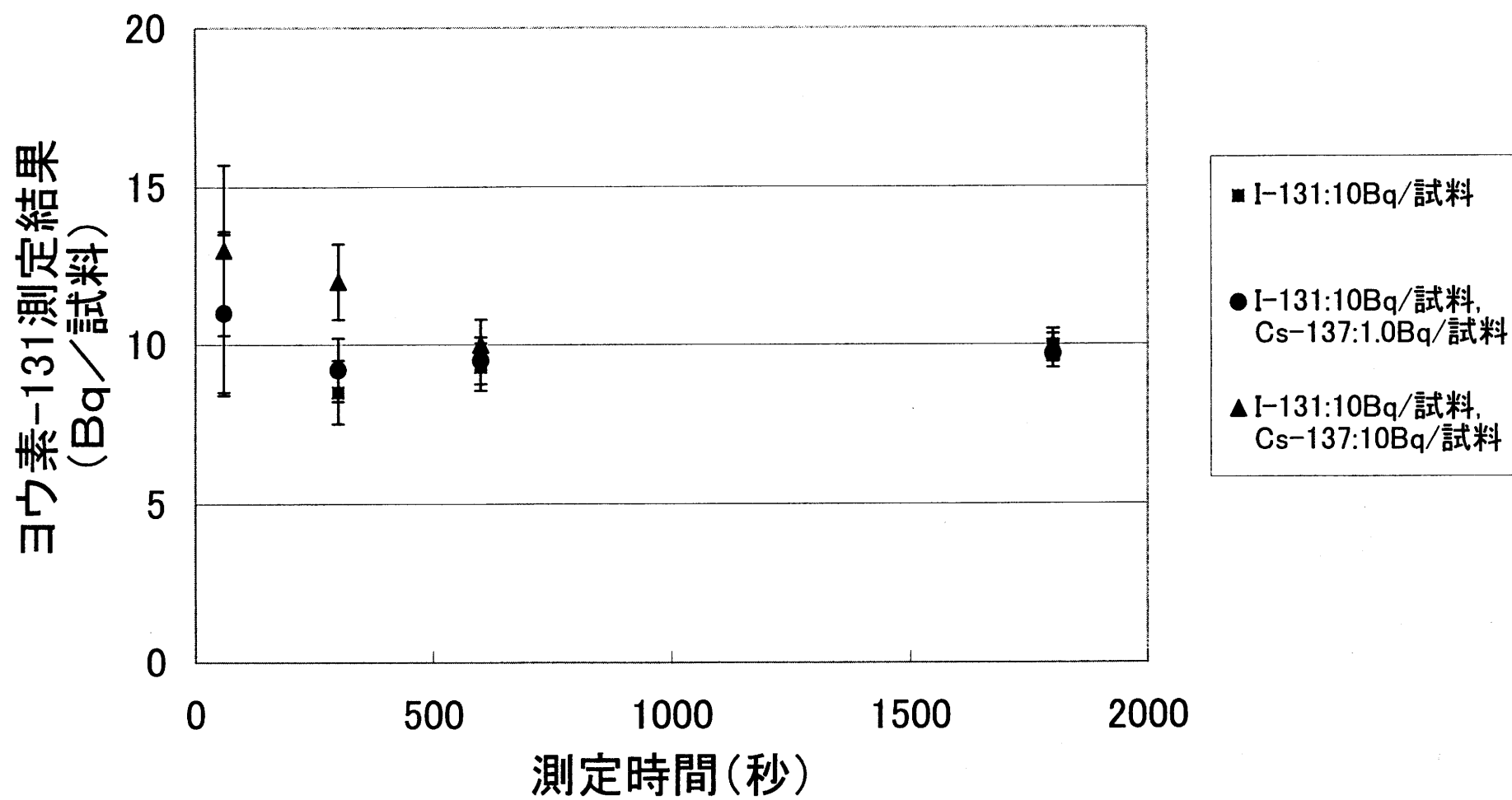
飲料水等：マリネリ容器（0.7及び2L）に、担体溶液と既知量のヨウ素-131及びセシウム-137を添加して、模擬試料とした。

なお、共存するセシウム-137の濃度は、小型容器については0, 1, 10Bq/試料とし、マリネリ容器の場合0, 3及び30Bq/Lの各3段階とした。

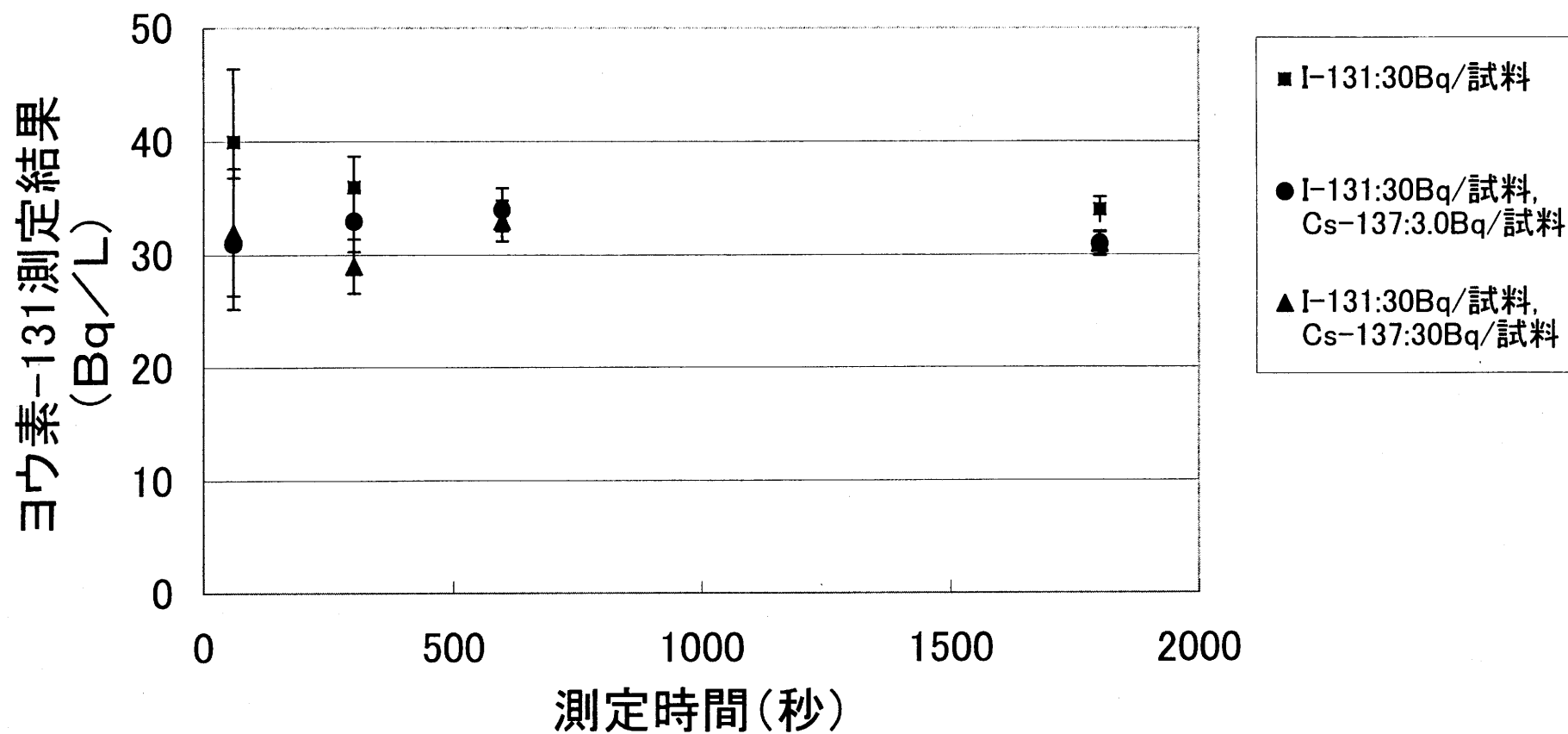
これらの模擬試料を、相対効率30%程度のGe半導体検出器を用いて、1～30分間計測した。

小型容器（U-8）及びマリネリ容器（0.7及び2L）の測定結果を解図6～8に示す。

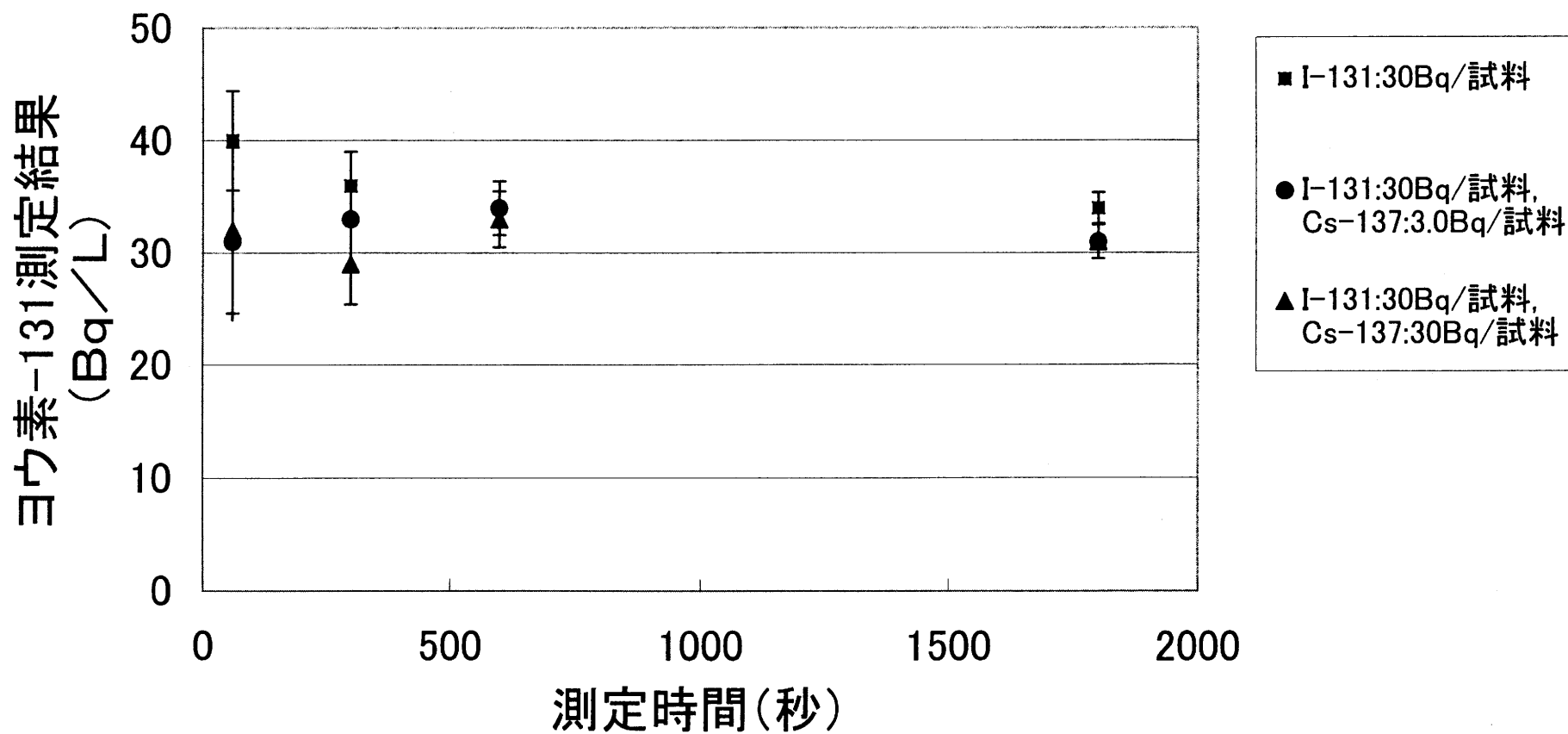
両容器とも、1～5分間の測定で添加したヨウ素-131を検出・定量することができ、いずれの結果も計数誤差を考慮すると、添加値と一致することを確認した。また、測定精度（計数誤差）は測定時間の延長と共に小さくなる傾向を示した。



解図6 U-8容器におけるヨウ素-131測定結果



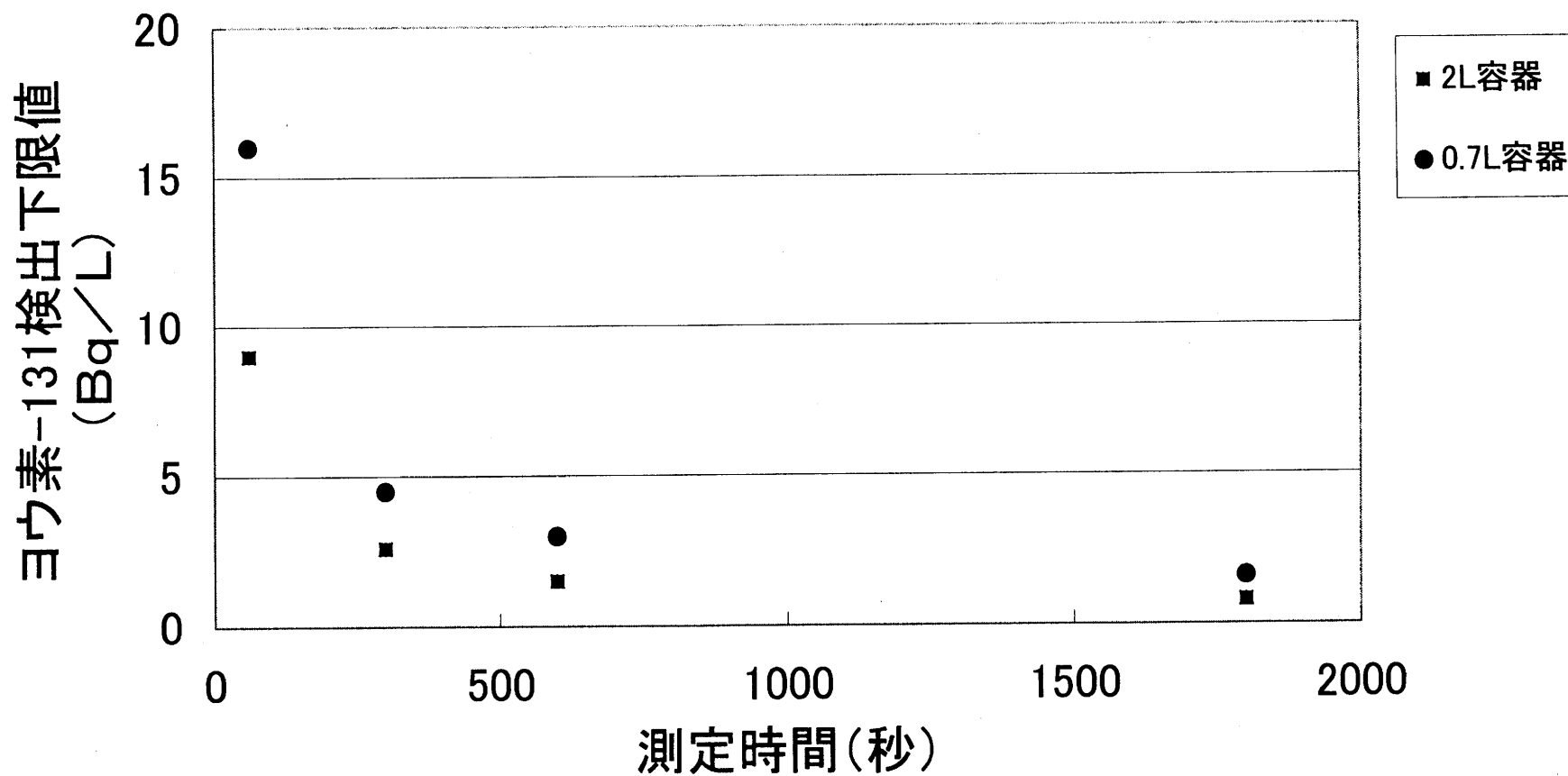
解図7 2Lマリネリ容器におけるヨウ素-131測定結果



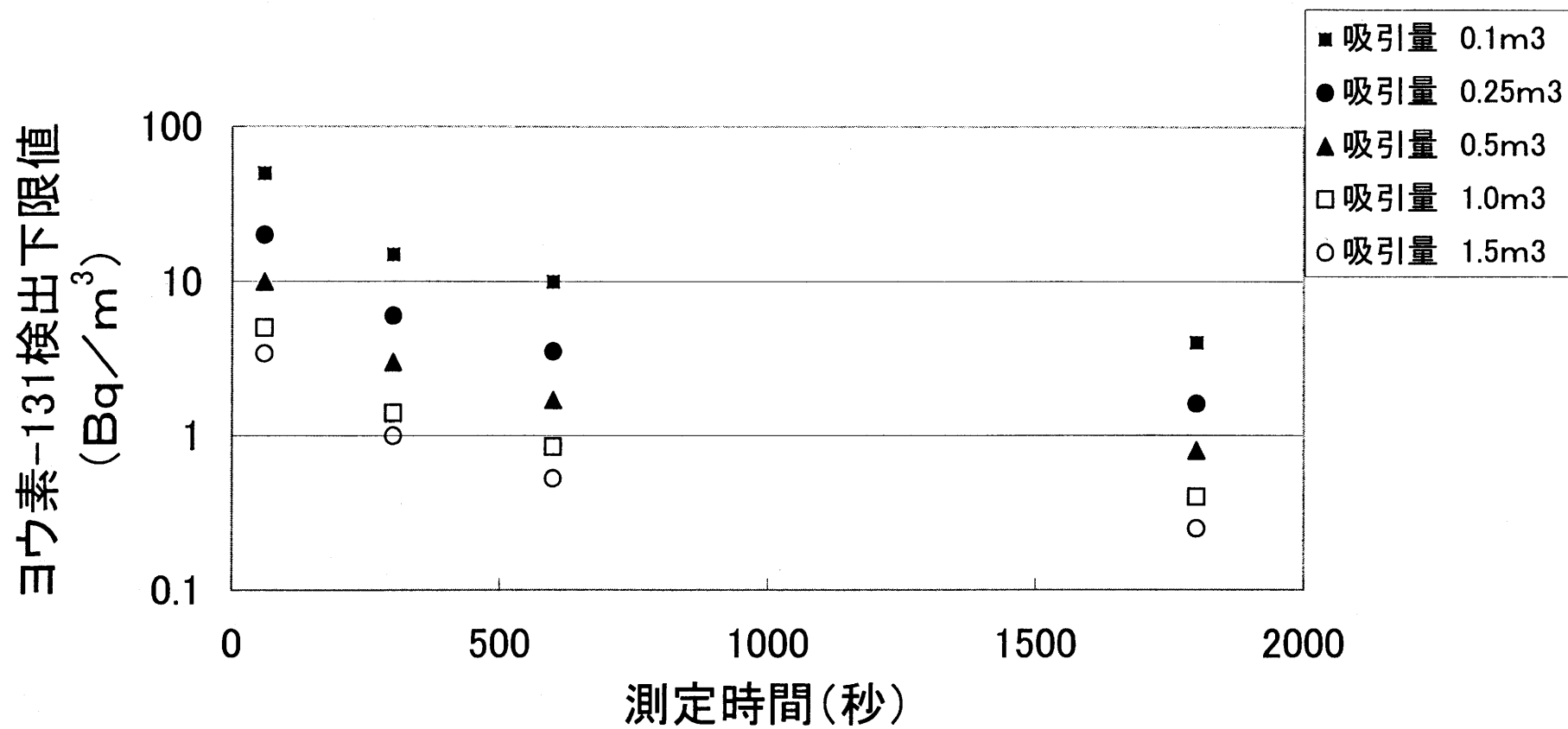
解図8 0.7Lマリネリ容器におけるヨウ素-131測定結果

マリネリ容器についての検出下限値(Bq/L)を試算した結果を解図9に、小型容器（大気）についての結果を解図10に示す。なお、検出下限値の計算は、放射能測定法シリーズ7「ゲルマニウム半導体検出器を用いたガンマ線スペクトロメトリー（平成4年3訂）」に示されているCooperの方法に準じて計算した。

Ge半導体検出器を用いた短時間測定が、緊急時の分析所における迅速測定に有効であり、飲料水及び牛乳については、0.7Lの小型マリネリ容器を用いた場合でも、5分間程度の測定で5Bq/L（飲食物摂取制限に関する指標等の1/60）のヨウ素-131が定量可能であった。また、大気については、活性炭カートリッジを装着したローボリュウムエアサンプラを用いて50L/分で5分間捕集した場合でも5分間程度の測定で、 10Bq/m^3 のヨウ素-131の定量が可能であった。



解図9 マリネリ容器におけるヨウ素-131の検出下限値
(Cs-137 30Bq/L共存)



解図10 大気吸引量とヨウ素-131の検出下限値

2. ヨウ素-131に関する活性炭カートリッジの吸着位置と計数効率について

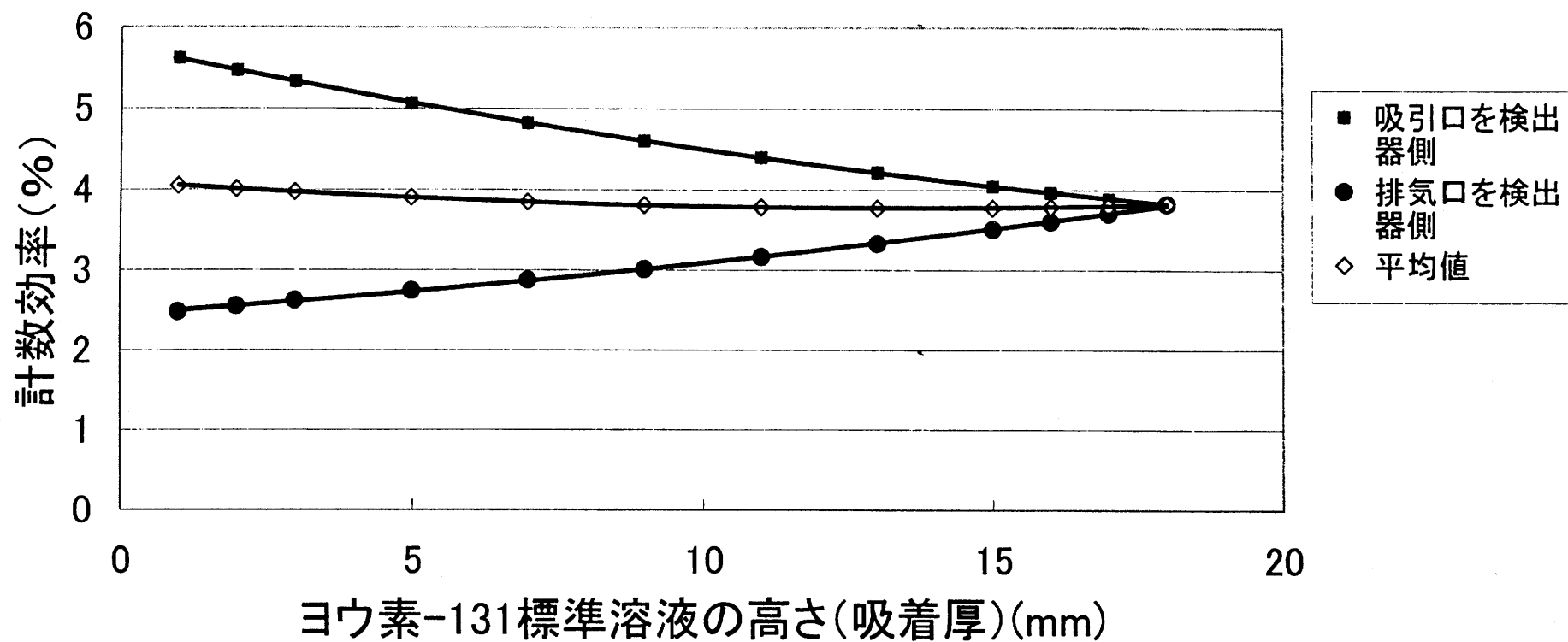
活性炭カートリッジを用いるガス状放射性ヨウ素の捕集において、ヨウ素は吸引口に近い活性炭層から吸着される。ヨウ素が吸着する層の厚さとそのヨウ素濃度は、吸引する空気の量及び流量等で変化する。このため、活性炭カートリッジ内に捕集された放射性ヨウ素の分布は一樣とはいえず、捕集条件等により変化する。Ge半導体検出器を用いて、このような試料の定量を行う場合には、これまで活性炭を別容器に移して攪拌し均一にしてから計測する方法が用いられてきた。しかし、緊急時においてこの方法は、手間がかかる上、周囲を汚染する危険性も大きい。

このことから、カートリッジを直接測定する方法とその定量結果の偏りについて検討した。

Ge半導体検出器を用いて活性炭カートリッジ（内径：52mmφ，厚さ18mm）を測定する場合を想定し、一般的なGe半導体検出器（相対効率：27%）において、U-8容器（内径：48mmφ）を用いた時の364keV（ヨウ素-131）における試料厚（吸着層の厚さに相当）1～18mmに対する効率から、厚さ18mmの容器の上面からヨウ素が吸着した場合の吸着層の厚さに対する効率を算出した。結果を解図11に示す。

これらの結果から、吸引口を検出器に向けて測定した場合、試料厚（吸着層の厚さ）1～18mmのピーク効率は5.6～3.8%と約1.5倍の違いが見られる。同様に吸引口を検出器の反対に向けて測定した場合においても、効率2.5～3.8%と約1.5倍の違いが見られる。しかし、2つの平均をとった場合には、4.05～3.78%と最大でも7%程度しか差が見られない結果となった。このことは、両面から測定してその平均値を求めれば（同じ時間測定し、ピークの正味カウントを加算して計算してもよい。）、ヨウ素がどのように吸着したカートリッジについても、また、ダストろ紙と一緒に測定した場合でも10%以下の偏りでヨウ素を定量できることを示している。

本マニュアルは緊急時に用いるものであることから、攪拌して均一にする手間、周囲への汚染をも考慮し、活性炭を別容器に移して均一にして測定する方法に比べ正確さは多少劣るが、採取試料をそのまま吸着口を上、下にして2回測定し平均する方法を採用した。



解図11 活性炭カートリッジの吸着層の違いによる
ヨウ素-131 (364keV) の計数効率

〔解説3〕 現場測定に関する検討結果－2

(NaIシンチレーションガンマ線スペクトロメータを用いる方法)

採取現場で行うスクリーニングのための測定において、NaIシンチレーションサーベイメータの代わりに NaIシンチレーションガンマ線スペクトロメータを用いることができる。

この方法は、ヨウ素-131のピークのみについて解析できることから、サーベイメータに比べ検出下限値が低く、核種組成に関する情報も得られるため、ヨウ素-131濃度が飲食物摂取制限の指標等を上回るかどうかを5分間程度の測定で確実に推定評価することができる。

しかし、比較的容易に取り扱うことができるサーベイメータに比べ、エネルギー校正、ピーク領域の設定等取り扱いに知識と経験が必要である。

1. 測定方法

1.1 機器及び器具

NaIシンチレーションガンマ線スペクトロメータ

NaI : 51mm ϕ ×51mm (2インチ ϕ ×2インチ)

波高分析器 : 512チャンネル程度

時計、記録用紙、ポリエチレン袋

1.2 校正方法

本文第5章5.1で調製した、校正用標準試料を NaIシンチレーションガンマ線スペクトロメータで試料容器の外部中央に密着して測定し、ヨウ素-131(364 keV)の計数効率を求める。

1.3 測定方法

- (1) スペクトロメータの電源を入れる。(5分間以上ウォーミングアップを行う。)
- (2) チェック線源を用いてエネルギー校正を行った後、ピーク領域を設定する。
- (3) スペクトロメータの検出部をポリエチレン袋で包み、試料容器の外部中央に密着させる。
- (4) 測定を開始する。計測時間は5分とする。
- (5) 測定データを解析し、ヨウ素-131濃度を求める。

2. ヨウ素-131の測定感度とセシウム-137の影響

NaIシンチレーションガンマ線スペクトロメータを用いて、ヨウ素-131を添加した模擬試料溶液を2Lポリエチレン容器に入れ、外部から測定した結果を解表11に示す。

また、ヨウ素-131の他に妨害となるセシウム-137を添加した模擬試料溶液についてヨウ素-131を定量した結果を解表12に示す。

解表11 NaIシンチレーションガンマ線スペクトロメータによる
ヨウ素-131測定結果（2Lポリエチレン製丸型容器）

試料名	ブランク溶液	模擬試料溶液 ¹⁾
測定時間(sec)	4468	4499
ピーク領域の カウント数	17457	31215
ベースライン領域の カウント数	17307	20775
正味カウント数	150 ± 186	10440 ± 228
正味計数率 (cps)	0.03 ± 0.04	2.32 ± 0.05

NaIシンチレーションガンマ線スペクトロメータ：Quantradr Sensor 製 SCOUT™512

検出器部分を容器外部中央に密着した。

¹⁾: ヨウ素-131濃度 300Bq/L

NaIシンチレーションガンマ線スペクトロメータを用いた場合、解表13の結果から試算すると、2L丸型容器においても容器外部から5分間測定すると、飲食物摂取制限に関する指標（飲料水、牛乳：300Bq/kg）の3分の1の濃度である100Bq/Lを20%程度の計数誤差で測定できる。また、1分間の測定でも指標の300Bq/Lを20%以下の計数誤差で測定できる。

また、解表12の結果が示すように、測定の妨害となると思われるセシウム-137をある程度含んでも測定結果は添加値と計数誤差内で一致した。このことから、試料中に目的核種であるヨウ素-131と同程度の放射能濃度のセシウム-137を含んでもヨウ素-131の測定結果に殆ど影響はないと判断される。

解表12 NaIシンチレーションガンマ線スペクトロメータによる

模擬試料の定量結果 (20Lポリエチレン製丸型容器)

試料名	R I 添加量 (Bq/L)		I-131 定量結果 (Bq/L) ¹⁾	
	I-131	Cs-137	外部測定 ²⁾	内部測定 ³⁾
試料－1	30.1	—	31 ± 8.7	28 ± 3.1
試料－2	30.1	2.99	26 ± 8.7	28 ± 3.2
試料－3	30.1	32.8	22 ± 9.0	32 ± 3.2

NaIシンチレーションガンマ線スペクトロメータ：Quantrad Sensor 製 SCOUT™512

- ・ I-131:138Bq/Lの溶液を標準試料に用いた。
- ・ 連続分布差し引き法（文部科学省放射能測定法シリーズ6「NaI(Tl) シンチレーションスペクトロメータ機器分析法」（昭和49年）参照）により求めた。但し、ヨウ素-131のピーク領域へのセシウム-137の寄与は考慮していない。

¹⁾: 計測時間10分間の結果。

²⁾: 検出器部分を容器外部中央に密着した。

³⁾: 検出器部分先端から10cmまでを溶液中に浸した。

(付録)

(付録1) ヨウ素同位体の核データ

核種	半減期	崩壊形式	γ 線エネルギーと放出率 MeV (%)		主な生成反応 (核分裂収率)
^{128}I	24.99 m	β^- 93.6% EC 6.4% β^+ 0.0035%	0.44291 (16) 0.52662 (1.5) 0.7435 (0.14)	0.9694 (0.38)	$^{127}\text{I} (n, \gamma)$
^{129}I	$1.57 \times 10^7 \text{y}$	β^- 100%	0.03958 (7.50)		fission (0.71%)
^{130}I	12.36 h	β^- 100%	0.41801 (34.2) 0.53609 (99.0) 0.66854 (96.1)	0.73948 (82.3) 1.15747 (11.3)	$^{129}\text{I} (n, \gamma)$ $^{133}\text{Cs} (n, \alpha)$ $^{130}\text{Xe} (n, p)$
^{131}I	8.04 d	β^- 100%	0.08018 (2.62) 0.28430 (6.06) 0.36448 (81.2)	0.63697 (7.27) 0.72289 (1.80)	fission (2.84%) $^{131}\text{Xe} (n, p)$
^{132}I	2.30 h	β^- 100%	0.5059 (5.03) 0.52265 (16.1) 0.63022 (13.7) 0.66769 (98.7) 0.6698 (4.9) 0.6716 (5.2)	0.7271 (5.4) 0.77260 (76.2) 0.8122 (5.6) 0.95455 (18.1) 1.39857 (7.1)	$^{132}\text{Te} \rightarrow$ fission (4.30%) $^{132}\text{Xe} (n, p)$
^{133}I	20.9 h	β^- 100%	0.26270 (0.36) 0.51053 (1.81) 0.52987 (86.0) 0.68025 (0.64) 0.70658 (1.49)	0.85628 (1.23) 0.87533 (4.45) 1.05230 (0.55) 1.23641 (1.49) 1.29822 (2.32)	fission (6.5 %)
^{134}I	52.6 m	β^- 100%	0.40545 (7.35) 0.54083 (7.82) 0.59536 (11.4) 0.62179 (10.6) 0.67734 (8.5) 0.84703 (95.4)	0.85729 (6.96) 0.88409 (65.3) 1.07255 (15.3) 1.13616 (9.73) 1.80684 (5.63)	fission (7.6 %) $^{134}\text{Xe} (n, p)$
$^{134\text{m}}\text{I}$	3.5 m	IT 98% β^- 2%	0.0444 (10.4) 0.2343 (1.6)	0.2719 (79.8) 0.3163 (0.8)	fission
^{135}I	6.61 h	β^- 100%	0.28845 (3.1) 0.41763 (3.56) 0.52656 (13.5) 0.54656 (7.2) 0.83680 (6.7) 1.03876 (7.9) 1.12400 (3.6)	1.13151 (22.5) 1.26041 (28.6) 1.45756 (8.6) 1.67803 (9.5) 1.70646 (4.1) 1.79120 (7.7)	fission (6.3 %)
^{136}I	83.4 s	β^- 100%	1.3130 (68.0) 1.3211 (25.3) 2.2896 (10.6)	2.4146 (6.9) 2.6342 (6.9)	fission (3.9 %)

(付録2) 参考文献

- 1) 鎌田 博, 放射性ヨウ素のモニタリングと迅速測定法「ミルク・マトリックス法による迅速測定法」, NIRS-M, 35, 287-298 (1979)
- 2) Akira Nakaoka, Masanori Fukushima, Shinji Takagi, Correlation of Environmental Sample Radioactivity Determination with Sample Pretreatment, Health Physics, 39, 723-735 (1980)
- 3) D.L. Horrocks, Measurement and Quality Control, Qualitative Measurements of Radioiodines, J. Radioanal. Chem., 65, 307-320 (1981)
- 4) 野口 宏, 村田幹生, 土岡吉喜, 松井 浩, 国分守信, メインパックサンプラによるヨウ素種の定量的評価法, JAERI-M, 9408, 40 (1981)
- 5) 加藤正平, 野口 宏, 村田幹生, 今井 裕, 松井 浩, 国分守信, 原子炉事故時の放射性希ガス雰囲気中からの有機ヨウ素の分離捕集, 保健物理, 17, 427-436 (1982)
- 6) 南賢太郎, 国分守信, 緊急時環境放射線モニタリング, 日本原子力学会誌, 26, 9, 753-761 (1984)
- 7) S. Meloni, G. Nogara, and G. Queirazza, Iodine Radionuclides in Environmental Samples: A Procedure for their Assay, J. Trace and Microprobe Techniques, 3, 3, 221-253 (1985)
- 8) R. Leifer, K. Miller and S. Silvestri, Concentration of Gaseous I-131 in New York City Air Following the Chelnobyl Accident, U. S. DOE Reports, EML-460, 301-307 (1986)
- 9) 加藤正平, 箕輪雄資, 村田幹生, 原田康典, 石崎信男, 活性炭素繊維を用いた空气中放射性ヨウ素モニタリング用フィルタの開発, 保健物理, 21, 9-15 (1986)
- 10) 江角周一, 山本春海, 寺井邦雄, 藤井幸一, チェルノブイリ原子力発電所事故影響調査における大気中I-131の捕集, 島根県衛生公害研究所報, 28, 44-47 (1986)
- 11) 成富満夫, 環境における元素の存在形態と形態別分析定量法「大気中のヨウ素」, NIRS-M, 57, 18-23 (1986)
- 12) D. J. Ryden, Methods and Instrumentation for Monitoring Airborne Radioactivity, U. S. DOE Reports, PNL-SA-14225, 321-335 (1987)
- 13) K. M. Miller, Recently Developed Instrumentation and Techniques for Environmental Radiation Measurements, Transactions of the American Nuclear Society, 54, 24-26 (1987)
- 14) Y. Muramatsu, M. Sumiya, Y. Ohmomo, Iodine-131 and Other Radionuclides in Environmental Samples Collected from Ibaraki/Japan after the Chernobyl accident, The Science of the Total Environment, 67, 149-158 (1987)
- 15) 須賀新一, 被ばくの第一次モニタリング, 放医研シンポジウムシリーズ, 19, 57-66 (1987)
- 16) 辻 厚男, 江坂 忍, マリネリ容器を用いた液体試料の迅速核種分析法, 京都府衛生公害研究所報, 32, 147-150 (1987)
- 17) G. A. Stoetzel, T. P. Lynch, Emergency environmental sampling and analysis for radioactive material facilities, U.S. DOE reports (1988)

- 18) H. Noguchi and M. Murata, Physicochemical Speciation of Airborne I-131 in Japan from Chernobyl, J. Environ. Radioactivity, 7, 65-74 (1988)
- 19) R. Seki, K. Endo, N. Ikeda, Determination of Radioiodine Species in Rain Water Collected at Tsukuba near Tokyo, J. Environ. Radioactivity, 6, 213-217 (1988)
- 20) H. U. Siebert, J. Thiele, M. Lonnig, K. Groche, E. Ettenhuber, Methods for Radionuclides Determination in the Environmental Monitoring System of the German Democratic Republic, IAEA-SM, 306/62, 423-437 (1990)
- 21) R. Maushart, Gross Beta and Gamma Activity Measurements Following a Nuclear Accident: Methods, Benefits, Limitations, IAEA-SM, 306/3, 439-448 (1990)
- 22) W. A. Jester, T. T. Tseng and B. S. Lee, Radioiodine Monitoring of Nuclear Power Plant Airborne Emissions under Accident Conditions, Proceeding of the 7th ASTM-EURATOM symposium on Reactor Dosimetry, 915-922 (1990)
- 23) 寺井邦雄, 江角周一, 浜田達二, 中澤正治, チェルノブイリ事故由来の大気中放射性ヨウ素の特性-特にI-131について-, 島根県衛生公害研究所, 32, 39-44 (1990)
- 24) 鈴木隆司, 千坂治雄, 応用放射線エネルギー分析法 (14), V. γ 線のエネルギー分析法とその応用, (3) γ 線エネルギー分析法の応用例, Radioisotopes, 39, 470-478 (1990)
- 25) J. Kuhne, E. Niesler, W. Luthen, W. Schreiter and U. Muller, A Monitoring for the Measurement of Radioiodine in Effluents of Nuclear Power Plants in case of Accident, Kernenergie, 34, 6, 276-278 (1991)
- 26) 宮永一郎, 緊急時モニタリングについて, 放医研セミナーシリーズ, 17, 153-163 (1991)
- 27) L. P. Gubin and G. N. Kaidanovskii, A Low Background Counter for I-131 radiometry, Instruments and Experiments Techniques, 35, 245-247 (1992)
- 28) United States Environmental Protection Agency, Manual of Protective Action Guides and Protective Action for Nuclear Incidents, EPA-400, R-92-001 (1992)
- 29) 高崎浩司, 石松信彦, 江花 稔, 野村 保, 放出管理に係わる技術小論, 再処理施設の排気モニタリング手法に関する開発, 動燃技報, 81, 3 (1992)
- 30) I. A. Zvonova, The Principales of Radioiodine Dosimetry Following a Nuclear Accident, IAEA-TECDOC, 893, 15-33 (1993)
- 31) K. J. Hofstetter, Environmental Radiation Monitoring Technology: Capabilities and Needs, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, A 353, 472-476 (1994)
- 32) 山岸昭規, 早坂貴代史, 田鎖直澄, 上野孝志, 放射性ヨウ素の乳汁への移行と分析法の検討 (平成5年度), 農林水産省関係放射能調査研究年報, 2.3-2.4 (1994)
- 33) 社団法人日本アイソトープ協会, 放射線緊急時における公衆の防護のための介入に関する諸原則, ICRP Publication, 63 (1994)
- 34) 日本工業標準調査会, 放射性よう素サンプリング, JIS, Z4336 (1995)
- 35) 根井 充, 今井靖子, 上島久正, 原子炉事故に伴う緊急時医療活動におけるスペクトロサーベイメータを用いた甲状腺I-131の測定, 保健物理, 31 (4), 443-445 (1996)

- 36) D. Florence, Electricite de france's Application of Rapid Radioactivity Measurements for Effluent Testing in Nuclear Power Plants and Environmental Monitoring in Routine or Emergency Situations, Radioactivity & Radiochemistry, 9, 2, 14-18 (1998)
- 37) 野村貴美, 平林幸夫, 宮村忠夫, 高橋幸嗣, 大林和美, 放射線管理計測技術の最近の進歩, ポータブル放射線測定器の最近の進歩, Radioisotopes, 47, 324-335 (1998)

本分析法の制定に関する調査検討、及び本マニュアルの作成は、下記の方々のご協力を
得て行いました。ご尽力に対し深く御礼申し上げます。

石黒 秀治	(財) 原子力研究バックエンド推進センター
磯貝 啓介	(財) 日本分析センター
岩島 清	(株) 環境管理センター、放射線審議会測定部会長
今村 博香	鹿児島県
植頭 康裕	核燃料サイクル開発機構
小村 和久	金沢大学
佐藤 兼章	(財) 日本分析センター
真田 哲也	(財) 日本分析センター
白石 文夫	元立教大学
杉山 英男	国立公衆衛生院
武石 稔	核燃料サイクル開発機構
殿内 重政	新潟県
中村 吉秀	(社) 日本アイソトープ協会
野口 宏	日本原子力研究所
野口 正安	元 (財) 日本分析センター
浜田 達二	(財) 原子力安全研究協会
樋口 英雄	(財) 日本分析センター
平井 保夫	茨城県
福嶋 浩人	(財) 日本分析センター
村上 博幸	日本原子力研究所
村松 康行	放射線医学総合研究所
森本 隆夫	(財) 日本分析センター

(敬称略・五十音順)

(所属は、ご協力を頂いた時点における所属機関名を記した。)

文部科学省放射能測定法シリーズ

- | | |
|--------------------------------------|-------------------|
| 1. 全ベータ放射能測定法 | 昭和 51 年 9 月 (2 訂) |
| 2. 放射性ストロンチウム分析法 | 平成 15 年 7 月 (4 訂) |
| 3. 放射性セシウム分析法 | 昭和 51 年 9 月 (改訂) |
| 4. 放射性ヨウ素分析法 | 平成 8 年 3 月 (2 訂) |
| 5. 放射性コバルト分析法 | 平成 2 年 2 月 (改訂) |
| 6. NaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータ機器分析法 | 昭和 49 年 1 月 |
| 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 | 平成 4 年 8 月 (3 訂) |
| 8. 放射性ジルコニウム分析法 | 昭和 51 年 9 月 |
| 9. トリチウム分析法 | 平成 14 年 7 月 (2 訂) |
| 10. 放射性ルテニウム分析法 | 平成 8 年 3 月 (改訂) |
| 11. 放射性セリウム分析法 | 昭和 52 年 10 月 |
| 12. プルトニウム分析法 | 平成 2 年 11 月 (改訂) |
| 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 | 昭和 57 年 7 月 |
| 14. ウラン分析法 | 平成 14 年 7 月 (2 訂) |
| 15. 緊急時における放射性ヨウ素測定法 | 平成 14 年 7 月 (改訂) |
| 16. 環境試料採取法 | 昭和 58 年 12 月 |
| 17. 連続モニタによる環境 γ 線測定法 | 平成 8 年 3 月 (改訂) |
| 18. 熱ルミネセンス線量計を用いた環境 γ 線量測定法 | 平成 2 年 2 月 (改訂) |
| 19. ラジウム分析法 | 平成 2 年 2 月 |
| 20. 空間 γ 線スペクトル測定法 | 平成 2 年 2 月 |
| 21. アメリシウム分析法 | 平成 2 年 11 月 |
| 22. プルトニウム・アメリシウム逐次分析法 | 平成 2 年 11 月 |
| 23. 液体シンチレーションカウンタによる放射性核種分析法 | 平成 8 年 3 月 (改訂) |
| 24. 緊急時におけるガンマ線スペクトロメトリーのための試料前処理法 | 平成 4 年 8 月 |
| 25. 放射性炭素分析法 | 平成 5 年 9 月 |
| 26. ヨウ素-129 分析法 | 平成 8 年 3 月 |
| 27. 蛍光ガラス線量計を用いた環境 γ 線量測定法 | 平成 14 年 7 月 |
| 28. 環境試料中プルトニウム迅速分析法 | 平成 14 年 7 月 |

緊急時における放射性ヨウ素測定法

昭和 52 年 10 月	制定
平成 14 年 7 月	改訂
平成 14 年 7 月 31 日	第 1 刷 発行
平成 16 年 7 月 30 日	第 2 刷 発行

発 行 所

財 団 法 人 日 本 分 析 セ ン タ ー

〒263-0002 千葉県千葉市稲毛区山王町 295-3

電 話 (043) 423-5325 (代表)

(043) 424-8663 (直通)

FAX (043) 423-4071