

# 宮城県原子力センター年報

第 23 卷

平成 17 年

ANNUAL REPORT

OF

ENVIRONMENTAL RADIOACTIVITY  
RESEARCH INSTITUTE OF MIYAGI

VOL. 23 (2005)

宮城県原子力センター

# 目 次

## はじめに

I 宮城県原子力センター概要	1
----------------	---

## II 研究論文

1. レスポンスマトリクス法を活用した人工放射線寄与量の測定 に関する検討 (5)	5
木村昭裕、木立 博、石川陽一、三浦英美	
2. ラドン及び娘核種の空間ガンマ線線量率変動に対する影響調査	15
木村昭裕、木立 博、石川陽一、三浦英美	
3. 環境試料中の放射性ストロンチウムの濃度調査 (1)	20
面川和信、石川陽一、三浦英美、佐藤信俊	

## III 学会発表等の要旨

1. 学会発表	25
2. 誌上発表	26

## IV 資 料

1. 環境試料の安定元素分析結果	27
石川陽一	
2. 環境試料の放射化学分析結果	30
石川陽一	
3. 宮城県における環境放射能核種分析結果	36
(1) Ge半導体検出器による分析結果	39
(2) $^{90}\text{Sr}$ 分析結果	54
(3) $^3\text{H}$ 分析結果	55
(4) 文部科学省委託調査結果	56

# C o n t e n t s

## Preface

<b>I Outline of Environmental Radioactivity Research Institute of Miyagi.</b> .....	1
---	---

## II Papers

1. A Study on Evaluating Contribution of Artificial GammaRay in Measuring Environmental Gamma-Ray Dose-Rate (5) .....	5
<i>Akihiro Kimura, Hiroshi Kidachi, Yoichi Ishikawa and Hidemi Miura</i>	
2. Investigation of the Influences of Radon and the Daughter Nucleus on the Variation of Gamma-Ray Dose-Rate .....	15
<i>Akihiro Kimura, Hiroshi Kidachi, Yoichi Ishikawa and Hidemi Miura</i>	
3. An investigation of Concentrations of Radiostrontium in environmental samples (1) .....	20
<i>Kazunobu Omokawa, Yoichi Ishikawa, Hidemi Miura, Nobutosi Sato</i>	

## III Abstracts

1. Conferences .....	25
2. Papers .....	26

## IV Data

1. Results of Stable Element Analysis. ....	27
<i>Yoichi Ishikawa</i>	
2. Results of Radiochemical Analysis of Environmental Samples. ....	30
<i>Yoichi Ishikawa</i>	
3. Results of Radionuclide Analysis of Environmental Samples. ....	36
(1) Results of Gamma-ray Spectrometry with Ge-detectors. ....	39
(2) Results of <sup>90</sup> Sr Analysis. ....	54
(3) Results of <sup>3</sup> H Analysis. ....	55
(4) Fallout Survey Data in Miyagi Prefecture. ....	56

# I 宮城県原子力センター概要

## 1 設 立

昭和56年(1981年)4月

## 2 敷地及び建物面積

敷地面積: 3840.55 m<sup>2</sup>

建物面積: 1 階 1179.6 m<sup>2</sup>

2 階 570.6 m<sup>2</sup>

## 3 主な業務内容

- (1) 女川原子力発電所周辺の環境放射線及び環境放射能の監視・測定、  
関連調査・研究
- (2) 放射線、放射能及び原子力に関連する広報・展示
- (3) 緊急時環境モニタリング等の原子力防災対策

## 4 組織及び名簿 (平成18年4月1日現在)

職名(担当)		氏 名	配属年月日
所 長		佐藤博明	H 18. 4. 1
技術副参事兼次長(総括担当 兼監視測定班長)		石川陽一	S 56. 4. 1
次長(庶務担当)		菊地梅雄	H 16. 4. 1
主 事		木村由紀子	H 17. 4. 1
監視測定班	上席主任研究員	伊藤節男	H 18. 4. 1
	副主任研究員	高橋正人	H 18. 4. 1
	技 師	木村昭裕	H 16. 4. 1
	技 師	面川和信	H 15. 4. 1

## 5 主要設備・機器 (重要物品)

2006年3月31日現在

区分	名称	メーカー・型式等	数量	取得年度	備考
監視・測定用	1 フレームスキャンコンバータ	フォトロン、FSC-6400AC	1式	H. 1	環境放射線監視システム用
	2 可搬型モニタリングポスト	アロカ、MAR-561	3台	H. 16	
	3 気象測器	小笠原測器、風向風速計発信器WS-B16型、ほか	6式	H. 15	女川、飯子浜、小屋取、寄磯、鮫浦、谷川 各MS用
	4 粉じん計	紀本電子工業、SPM-613D	1台	H. 15	
	5 環境放射線監視システム	富士通	1式	H. 13	
	6 監視データ二重化システム	富士通	1式	H. 12	テレメータシステム
	7 小積MSテレメータ装置	富士通	1式	H. 12	
	8 電離箱式放射線監視装置	アロカ、RIC-338他	7式	H. 12	
	9 放射線測定装置 高線量測定装置	アロカ、ASE-452	1式	H. 12	小積MS電離箱用
	10 低バックグラウンド・ガスプロセッサ	アロカ、LBC-4202	1台	H. 15	2πガスフローカウンター
	11 β線自動測定装置	アロカ、JDC-3201	1台	H. 11	放射能水準調査用
	12 球形可搬型αカウンタ	セイコ、EG&G、C76B/2-X	1式	H. 7	
	13 環境放射線実験装置	Epson、Endeavor AT-3600	1式	H. 7	
	14 ラドンモニタ	Genitron製、AlphaGuard PQ2000型他	2式	H. 10	
	15 原子吸光度計	日立、Z-5010	1台	H. 11	MS用検出器 (予備も含む)
	16 放射線測定装置 線量率測定演算部	アロカ、ACE-451、NaI (TI) 検出器用	7式	H. 11	小積MS低線量率計用
	17 環境放射線測定装置 線量率測定演算部	アロカ、ASE-451、NaI (TI) 検出器用	1式	H. 12	小屋取MS、小積MS用
	18 ダスト・ヨウ素モニタ	アロカ、DMS-R41-21087	2式	H. 12	
	19 伝送式可搬型モニタリングポスト	三菱電機製	3台	H. 12	データ収集用親局含む
	20 モニタリングポスト	アロカ、MAR-21	1式	H. 8	放射能水準調査用
	21 交流無停電電源装置 (入出力インバータ蓄電池)	ユアサ、STL-A-200他	1式	H. 11	テレメータシステム他用
	22 TLD標準照射装置	千代田保安用品、CD-1527T型	1台	S. 55	
	23 熱蛍光線量読取装置	松下電器産業、UD-5160Pほか	1台	H. 15	
	24 ガン線ポータルスクロメータ	アロカ、JSM-102	1台	H. 2	
	25 スクロメータ	アロカ、SS-γ	1式	H. 2	
	26 液体シンチレーションカウンタ	アロカ、LSC-LB 5	1台	H. 13	
	27 蒸発濃縮装置	ヒロヤジャパン、LACE-002-5	1式	H. 7	
	28 電気灰化炉	ヒロヤジャパン、KH-20R	1式	H. 7	
	29 Ge半導体スペクトロメータ	セイコーEG&G、オルテック	1式	H. 8	
	30 計測室Geシンチレーション処理システム	デル・コンピュータ、Power Edge 600SCほか	1式	H. 15	

5 主要設備・機器（重要物品）一統-

区分	名称	メーカー・型式等	数量	取得年度	備考
監視・測定用	31 可搬型Ge検出器システム	キャンベラ社、GR-1528型Ge検出器ほか	1式	H.15	
	32 蛍光X線装置	パナソニックPanalytical、Epsilon5	1台	H.15	試料採取用自動車
	33 小型貨物自動車	ニッサン、パネット、1780cc	1台	H.15	
	34 移動観測車	マツダ、ボンゴ、1788cc	1台	H.12	
	35 気象測器（小積局）	風向風速計発信器ほか	1式	H.17	
	36 トリチウム電解濃縮装置	トリビュア XZ030	1台	H.17	
	37 TLD標準照射確認用線量計	応用技研：AE-1326ほか	1台	H.17	
	38 Ge半導体検出器用液体窒素蒸発防止装置	ハイブリッド冷却システム	1台	H.17	
広報・展示用	1 宇宙線飛跡観察展示装置	応用光研工業（株）	1台	H.8	スーパークチェンバー
	2 Mビジョンデテクトロダ-	コセキ(株)、UNIHI	1式	H.3	
	3 広報展示室「原子力情報コーナー」	榎乃村工業社、TH36HDI他	1式	H.3	
	4 展示用パノ社「安全対策」	榎乃村工業社	1式	H.3	グラフィックパノ社一式モニター付
	5 展示用パノ社「原子力って何だろう」	榎乃村工業社	1式	H.3	グラフィックパノ社
	6 放射線と放射能	榎乃村工業社	1式	H.3	グラフィックパノ社及びロボットシステム
	7 ハイビジョンシステム	コセキ(株)、TH-HDI300CA	1式	H.3	
	8 Mビジョンレザディスプレイ	コセキ(株)、HLD-V500	1式	H.4	風の時間、アニマルズ
	9 放射線実験コーナー	日本タイムシエア(株)	1式	H.5	パノ社ほかビデオ他
	10 ジオラマ	榎乃村工業社	1台	H.13	
	11 広報展示用トランスミッター・グラフィックパノ社	榎乃村工業社	1式	H.3	
その他	1 小型乗用自動車	トヨタ、RAV4、1990cc	1台	H.12	原子力防災対策車
	2 中央監視室空調機	富士電気総設 FDCJ160A2	1台	H.13	
	3 自家用ディスプレイ発電装置	日立製作所 BDE-180E	1台	H.13	

## II 研究論文

## レスポンスマトリクス法を活用した人工放射線

### 寄与量の測定に関する検討(第5報)

木村昭裕、木立 博、石川陽一、三浦英美

レスポンスマトリクス法を用いた指標線量率算出過程の詳細解析を行った。その結果、降水時における指標線量率の変動には推定 BG 線量率の構成成分の一つであるウラン系列からの直接線の線量率 ( $I$ ) を算出する際に用いる核線束スペクトルテーブルの不適合が強く関与していることが判明した。線量率の降水増分に対して降水時対応の核線束スペクトルテーブルを適用することにより指標線量率上昇を緩和することができた。

#### I はじめに

宮城県原子力センターでは、女川原子力発電所からの影響の有無を判断するために牡鹿半島の発電所周辺に設置した自動測定局で空間ガンマ線線量率の監視を行っている。空間ガンマ線線量率は降雨等の気象現象の影響を受けて、しばしば平常の変動幅を超過することがある。このため、当センターでは降水による変動の少ない指標線量率も併用して監視を行っている。

指標線量率とは、式1に示すように空間ガンマ線スペクトルをレスポンスマトリクス(RM)法(応答行列法)<sup>1)</sup>で処理して得られるガンマ線線量率(以下RM線量率という)から、天然放射性核種寄与分(推定バックグラウンド線量率、以下、推定BG線量率と略す)を差し引いて得られる値である<sup>2)</sup>。

$$(\text{指標線量率}) = (\text{RM線量率}) - (\text{推定BG線量率}) \quad (\text{式1})$$

しかし、指標線量率にも、人工放射性核種の影響がないにも関わらず数 nGy/h 程度の変動が認められる場合がある<sup>2)</sup>。これまでの研究で、エネルギー/チャンネル・キャリブレーション及び偏回帰係数選択の不具合による変動については、それぞれ算出プログラムの修正等により変動の発生の抑制に成功している<sup>3)</sup>。

一方、降水時に発生する変動(降水影響型変動)については、発生頻度は大幅に低下したものの、解消するまでには至っていない。空間ガンマ線監視の一層の精度向上のためには、降水影響型変動の原因を明らかにする必要がある。前々報<sup>3)</sup>及び前報<sup>4)</sup>では、この変動には推定BGを構成する $\beta_1 U$ ( $\beta_1$ : 偏回帰係数、 $U$ : U系列核種からの直接線の線量率)の算出過程の不具合が関与している可能性があることを報告した。

本研究では降水影響型変動が認められ、その変動が最も大きかった小積局の事例を中心に変動原因の解明及び変動の解消または緩和法について検討を行った。

#### II 測定及びデータ処理方法

##### 1 解析対象データ

解析対象としたデータは、2003年から2004年の宮城県石巻市小積浜に設置した自動測定局(小



積局)における NaI(Tl)シンチレーション検出器 (Aloka 製、3φ” ×3” 円筒形、下方 2π鉛遮蔽付)による 256 チャンネルスペクトル 10 分値データで詳細の期間は表 1 に示したとおりである。

表 1 解析対象日時

表記日付	開始日時	終了日時
2003 年 11 月 9 日	2003 年 11 月 8 日 16:00	2003 年 11 月 9 日 14:00
2004 年 1 月 23 日	2004 年 1 月 22 日 22:10	2004 年 1 月 23 日 9:10
2004 年 3 月 6 日	2004 年 3 月 6 日 6:30	2004 年 3 月 6 日 15:00
2004 年 12 月 21 日	2004 年 12 月 20 日 20:30	2004 年 12 月 21 日 2:00

## 2 ガンマ線スペクトル処理及び推定 BG 算出

本センターの環境放射線監視システムによりガンマ線スペクトル (波高分布) は自動処理され、次に示す各数値が算出されている。

線束密度スペクトル及び RM 線量率は、NaI(Tl)シンチレーション検出器により測定したガンマ線スペクトルをレスポンスマトリクス法<sup>1)</sup>により算出されている (応答行列処理)。応答行列は中村のモンテカルロ計算結果<sup>5)</sup>を用いている。線束密度スペクトルはガンマ線のエネルギー毎に不等間隔で 22 区分 (この 1 区分をピンという) されていて、U 系列核種、Th 系列核種及び <sup>40</sup>K からの直接線の線量率の値は、線束密度スペクトルの 1.39~1.54MeV (第 14 ピン)、1.69~1.84MeV (第 16 ピン)、及び 2.51~2.72MeV (第 20 ピン) 領域の線束密度値がこれらの天然放射性核種からの直接線のみによるものと仮定し、これらの値と、地中に一様分布したと仮定して得られた U 系列核種、Th 系列核種及び <sup>40</sup>K の直接線による線束密度スペクトル<sup>6)</sup> (核線束スペクトルテーブル) の対応エネルギー領域の値との間の関係から算出している (3×3 行列処理)<sup>6)</sup>。これら天然核種からの直接線の線量率と RM 線量率の関係について、測定日の過去 27 日間の 10 分値から、9 個に 1 個の割合で計 432 個を抽出し、U、Th、K を独立変数、RM 線量率を従属変数として重回帰分析し、偏回帰定数  $\beta_0$  及び偏回帰係数 ( $\beta_1 \sim \beta_3$ ) を求め、式 2 により推定 BG 線量率の算出を行っている。

$$\text{推定 BG 線量率} = \beta_0 + \beta_1 U + \beta_2 Th + \beta_3 K \quad (\text{式 2})$$

U、Th、K; U 系列核種、Th 系列核種、<sup>40</sup>K からの直接線の線量率

$\beta_0, \beta_1 \sim \beta_3$ ; 過去 27 日間のデータを重回帰分析して求めた偏回帰定数及び偏回帰係数

今回の解析では、降水時の波高分布から降水前の波高分布を差し引いた波高分布差分を用いる。ここで降水前の波高分布の定義であるが、一般には降水前と降水後の波高分布を用いて、時間と波高分布の相関から傾きを求め、これに従い降水時の波高分布から降水前の波高分布を差し引くのが適当であると考えられる。今回の解析では、降水前、降水後の判定が困難な場合もあるため、降水前の波高分布について 1 時間分の平均をとった波高分布を作成し、これを降水前の波高分布として用いた。また、10 分値データでは計数が少ないと考えられる場合は、30 分間の移動平均を行い、30 分値のデータを用いた。

推定バックグラウンド算出の際に必要な偏回帰係数は 1 日毎に計算されている。これは本センターのテレメータシステムで保持しているデータである。今回の解析で用いた偏回帰係数の値を表 2 に示す。

表2 解析に用いた偏回帰係数の値

日付	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_0$
2003年11月8日	1.6108011	0.7927613	3.6265344	5.4424983
2003年11月9日	1.6494432	0.8035271	3.7767788	5.2531726
2004年1月22日	1.6999643	0.4435840	3.0740915	6.2178430
2004年1月23日	1.7055108	0.4228873	3.0311029	6.2568005
2004年1月24日	1.7164396	0.4770879	3.0566797	6.1611060
2004年3月6日	1.5372900	0.6764971	3.3216372	5.9594978
2004年3月7日	1.6893910	0.4512912	3.0193213	6.2608091
2004年12月20日	1.6479683	0.7658486	2.9020325	6.0858546
2004年12月21日	1.6291465	0.7453170	2.8215467	6.2086933

降水時の指標線量率の算出の際には、降水前の波高分布（以下、「平常時」と呼ぶ。）と降水時の波高分布差分（以下、「降水差分」と呼ぶ。）それぞれを独立に応答行列処理、 $3 \times 3$ 行列処理を行った。これより、平常時と降水差分によるRM線量率の和と、平常時と降水差分による推定BG線量率の和を求め、指標線量率を算出した。

### III データ解析結果及び考察

#### 1 降水時の波高分布データを用いた指標線量率変動の再現

平常時及び降水差分又は降水差分を定数倍した値それぞれに対し、応答行列による処理、 $3 \times 3$ 行列処理を行った後、RM線量率、推定BG線量率及び指標線量率の算出をした。この指標線量率を現在行われている本センターテレメータシステムによる指標線量率の結果と比較することにより、降水差分と指標線量率の相関の有無について解析を行った。

この解析では応答行列や核線束スペクトルテーブルは本センターのテレメータシステムで使用されているものと同一の値を用いた。

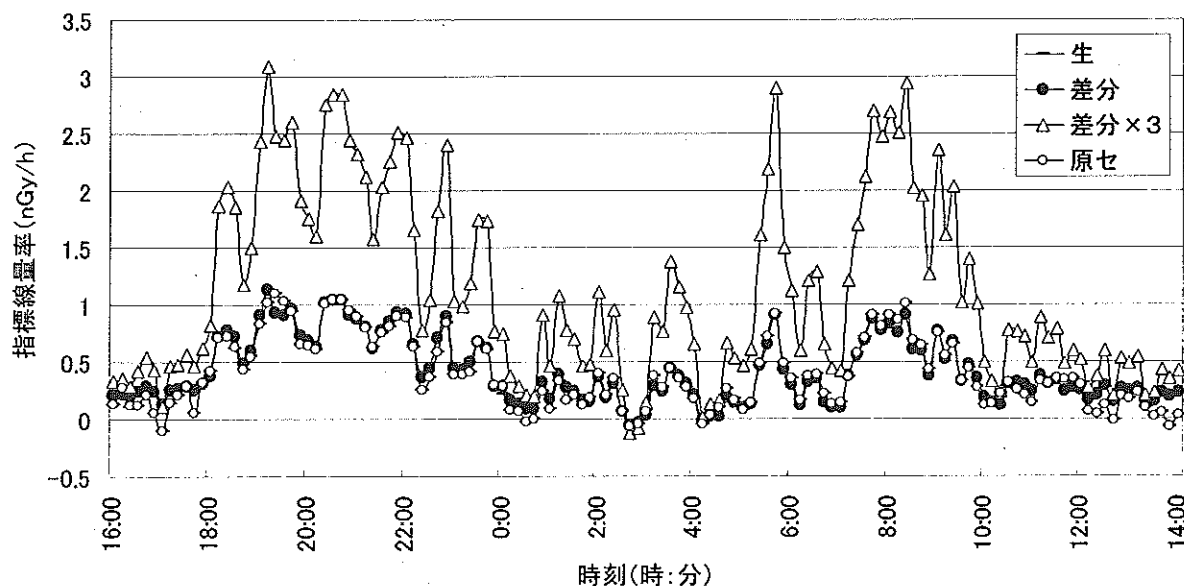


図1 2003年11月9日の各解析結果の指標線量率の時系列図

図1には、2003年11月9日の解析結果について示す。この図で生は256チャンネル波高分布の生

データ、差分は降水差分の等倍、差分×3は降水差分の3倍、原セは本センターテレメータシステムの解析結果を表している。横軸は時刻、縦軸は指標線量率 (nGy/h) である。

ここで、生データの処理と本センターテレメータシステムの解析結果は一致していることから、本解析のために独自に作成したソフトウェアは本センターテレメータシステムと同等の性能を有していることが確認された。降水差分の等倍の解析結果は、生データとほぼ同様な変動を示しているが、所々に生データとは異なり変動がなめらかになっている。また、降水差分の等倍の解析結果は、一例として3倍した結果について述べると、等倍の結果に比べて約3倍近く高い指標線量率を示している。この傾向は他の3つの事例においても同様であった。

降水差分を3倍した結果、指標線量率も等倍のものと比較して3倍程度大きい値を示したことから、降水差分と指標線量率の間には比例関係が認められ、降水影響型変動は降水差分に平常時と同様のスペクトル処理をすることによって生じていることが示唆された。

## 2 降水時を模擬した核線束スペクトルテーブルによる解析

現在本センターのテレメータシステムで使用している核線束スペクトルテーブルは、線源が地中に均等に分布していると仮定した体積線源を模擬したものとなっている。これに対し、降水時には、U系列核種は地表面に堆積する面線源となると考えられる。本解析では降水時の面線源を模擬した核線束スペクトルテーブルを新たに作成し、降水差分に対し、3×3行列処理、推定バックグラウンド線量率算出、指標線量率算出を行い、降水時の指標線量率がどのように変動するか解析を行った。

解析に用いた応答行列は本センターのテレメータシステムと同一のもの、また、核線束スペクトルテーブルは本解析のため新たに作成した面線源を模擬したものである。この核線束スペクトルテーブルは、RaBとRaCの核線束スペクトルを作成して、これを基にRaB/RaCの比を任意に調整することにより得られる。本解析では、RaB/RaCが0.6及び1.4の値を用いて行った。

表3には線源の分布条件ごとのU系列の核線束スペクトルの線束密度値を、図2には同スペクトルを示している。また、表4(1)から(4)には面線源を模擬したU系列、Th系列、<sup>40</sup>Kの核線束スペクトルテーブルを示す。各表1行目がU系列、2行目がTh系列、3行目が<sup>40</sup>Kである。

表3 各線源分布のU系列の核線束スペクトルの線束密度値

Bin No.	エネルギー区 分(MeV)	体積線源(検 出器高1m)	面線源(検出 器高4.8m)	面線源(検出 器高4.8m)	面線源(検出 器高4.8m)	面線源(検出 器高4.8m)	本センターの体積線源
			RaB/RaC=0.6	RaB/RaC=1.0	RaB/RaC=1.4	RaB/RaC=1.7	
1	0.05-0.15	2.940E-01	3.886E-01	6.170E-01	8.240E-01	9.675E-01	9.300E-03
2	0.15-0.25	1.180E-01	1.424E-01	2.260E-01	3.020E-01	3.545E-01	1.700E-01
3	0.25-0.35	6.820E-01	6.751E-01	1.070E+00	1.428E+00	1.676E+00	8.216E-01
4	0.35-0.45	3.880E-01	3.742E-01	5.670E-01	7.422E-01	8.635E-01	4.372E-01
5	0.45-0.55	2.600E-02	4.063E-02	3.869E-02	3.692E-02	3.570E-02	3.083E-02
6	0.55-0.65	1.030E+00	1.300E+00	1.238E+00	1.182E+00	1.143E+00	1.057E+00
7	0.65-0.75	1.950E-01	2.576E-01	2.453E-01	2.341E-01	2.263E-01	2.000E-01
8	0.75-0.85	1.630E-01	2.128E-01	2.026E-01	1.934E-01	1.870E-01	1.711E-01
9	0.85-0.95	7.340E-02	8.520E-02	8.113E-02	7.743E-02	7.486E-02	7.647E-02
10	0.95-1.05	6.310E-02	7.174E-02	6.831E-02	6.519E-02	6.303E-02	4.749E-02
11	1.05-1.15	4.200E-01	4.726E-01	4.500E-01	4.295E-01	4.153E-01	4.485E-01
12	1.15-1.25	3.150E-01	2.882E-01	2.745E-01	2.619E-01	2.533E-01	3.102E-01
13	1.25-1.39	2.180E-01	1.868E-01	1.779E-01	1.698E-01	1.642E-01	1.871E-01
14	1.39-1.54	1.850E-01	1.611E-01	1.534E-01	1.464E-01	1.415E-01	1.543E-01
15	1.54-1.69	1.220E-01	1.046E-01	9.962E-02	9.508E-02	9.193E-02	1.015E-01
16	1.69-1.84	5.830E-01	5.016E-01	4.776E-01	4.559E-01	4.408E-01	5.618E-01
17	1.84-2.10	2.570E-02	2.454E-02	2.337E-02	2.230E-02	2.156E-02	2.831E-02
18	2.10-2.31	1.230E-01	1.290E-01	1.228E-01	1.172E-01	1.133E-01	1.359E-01
19	2.31-2.51	2.710E-02	2.565E-02	2.442E-02	2.331E-02	2.253E-02	3.561E-02
20	2.51-2.72	5.160E-03	4.814E-03	4.584E-03	4.375E-03	4.230E-03	6.900E-03
21	2.72-3.00	0	0	0	0	0	0
22	3.00-3.20	0	0	0	0	0	0

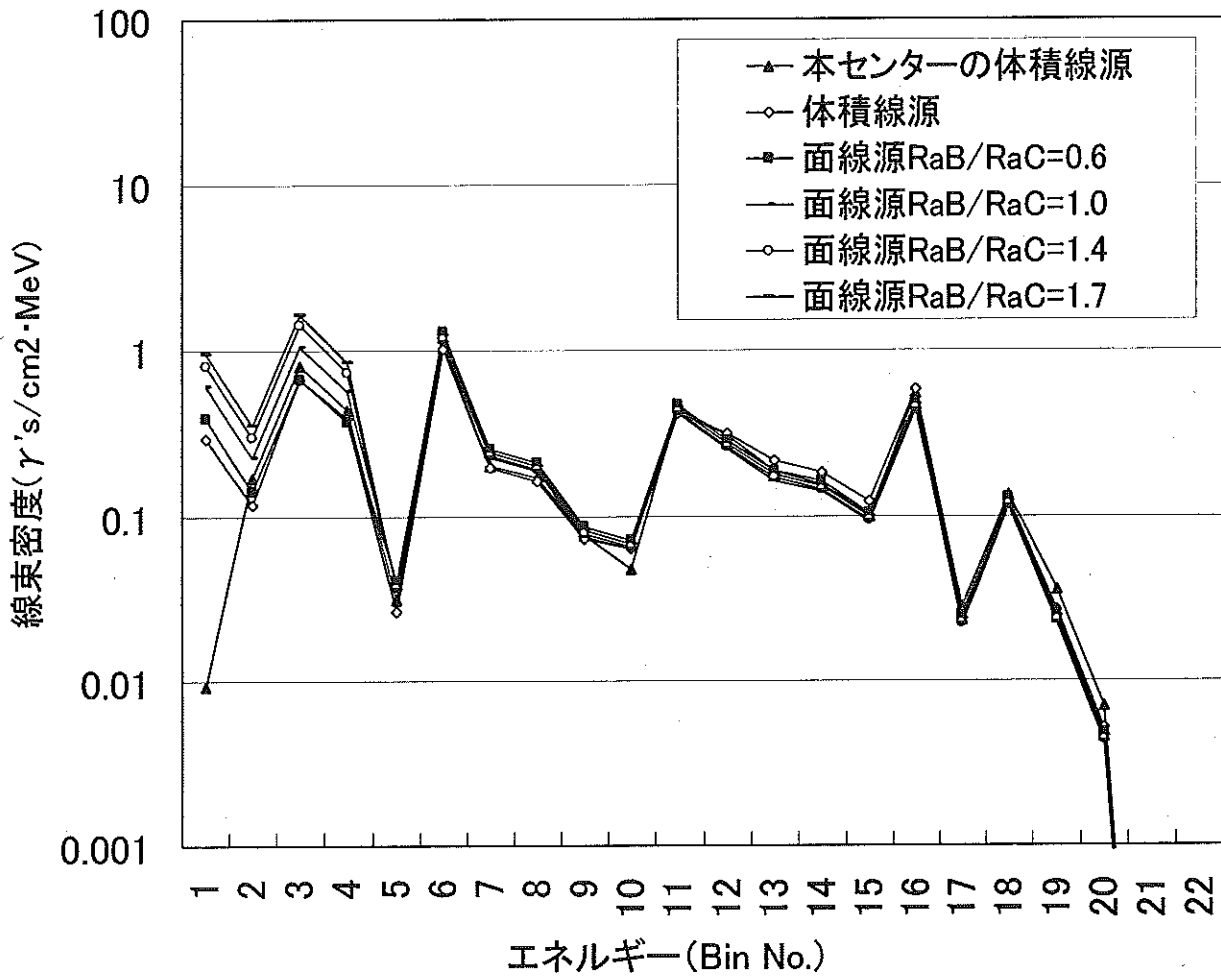


図2 各線源分布条件でのU系列の核線束スペクトル

表4 面線源を模したU系列、Th系列、<sup>40</sup>Kの核線束スペクトルテーブル

(1) RaB/RaC=0.6

単位:  $\gamma's/cm2/MeV/sec$

UHK1	UHK2	UHK3	UHK4	UHK5	UHK6	UHK7	UHK8	UHK9	UHK10	UHK11	UHK12	UHK13	UHK14	UHK15	UHK16	UHK17	UHK18	UHK19	UHK20	UHK21	UHK22
0.3385	0.1424	0.6751	0.3742	0.04053	1.3	0.2576	0.2128	0.0852	0.07174	0.4728	0.2832	0.1858	0.1613	0.1048	0.5016	0.02454	0.129	0.02555	0.004314	0	0
0.02108	0.4084	0.4334	0.1057	0.234	0.4414	0.1132	0.2274	0.8314	0.4717	0.01402	0	0	0.05202	0.1813	0.00928	0.00025	0	0.00159	0.61772	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03177	2.59	0	0	0	0	0	0	0	0

(2) RaB/RaC=1.0

単位:  $\gamma's/cm2/MeV/sec$

UHK1	UHK2	UHK3	UHK4	UHK5	UHK6	UHK7	UHK8	UHK9	UHK10	UHK11	UHK12	UHK13	UHK14	UHK15	UHK16	UHK17	UHK18	UHK19	UHK20	UHK21	UHK22
0.617	0.226	1.07	0.567	0.03263	1.235	0.2453	0.2028	0.08113	0.05831	0.45	0.2745	0.1779	0.1534	0.09962	0.4776	0.02337	0.1223	0.02442	0.004584	0	0
0.02108	0.4084	0.4334	0.1057	0.234	0.4414	0.1132	0.2274	0.8314	0.4717	0.01402	0	0	0.05202	0.1813	0.00928	0.00025	0	0.00159	0.61772	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03177	2.59	0	0	0	0	0	0	0	0

(3) RaB/RaC=1.4

単位:  $\gamma's/cm2/MeV/sec$

UHK1	UHK2	UHK3	UHK4	UHK5	UHK6	UHK7	UHK8	UHK9	UHK10	UHK11	UHK12	UHK13	UHK14	UHK15	UHK16	UHK17	UHK18	UHK19	UHK20	UHK21	UHK22
0.824	0.302	1.428	0.7422	0.03692	1.162	0.2341	0.1934	0.07743	0.05519	0.4295	0.2819	0.1698	0.1454	0.09508	0.4599	0.0223	0.1172	0.02231	0.004315	0	0
0.02108	0.4084	0.4334	0.1057	0.234	0.4414	0.1132	0.2274	0.8314	0.4717	0.01402	0	0	0.05202	0.1813	0.00928	0.00025	0	0.00159	0.61772	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03177	2.59	0	0	0	0	0	0	0	0

(4) RaB/RaC=1.7

単位:  $\gamma's/cm2/MeV/sec$

UHK1	UHK2	UHK3	UHK4	UHK5	UHK6	UHK7	UHK8	UHK9	UHK10	UHK11	UHK12	UHK13	UHK14	UHK15	UHK16	UHK17	UHK18	UHK19	UHK20	UHK21	UHK22
0.5675	0.3545	1.576	0.8535	0.0357	1.143	0.2263	0.187	0.07456	0.05303	0.4153	0.2533	0.1642	0.1415	0.09193	0.4493	0.02158	0.1133	0.02253	0.00423	0	0
0.02108	0.4084	0.4334	0.1057	0.234	0.4414	0.1132	0.2274	0.8314	0.4717	0.01402	0	0	0.05202	0.1813	0.00928	0.00025	0	0.00159	0.61772	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03177	2.59	0	0	0	0	0	0	0	0

図3には、2003年11月9日の解析結果について示す。この図で、体積は降水差分を本センターで使用している核線束スペクトルを用いた場合、面0.6は面線源を模擬し RaB/RaC の比が 0.6 の場合、面 1.4 は面線源を模擬し RaB/RaC の比が 1.4 の場合、原セは本センターテレメータシステムの解析結果を示す。横軸は時刻、縦軸は指標線量率 (nGy/h) を示している。

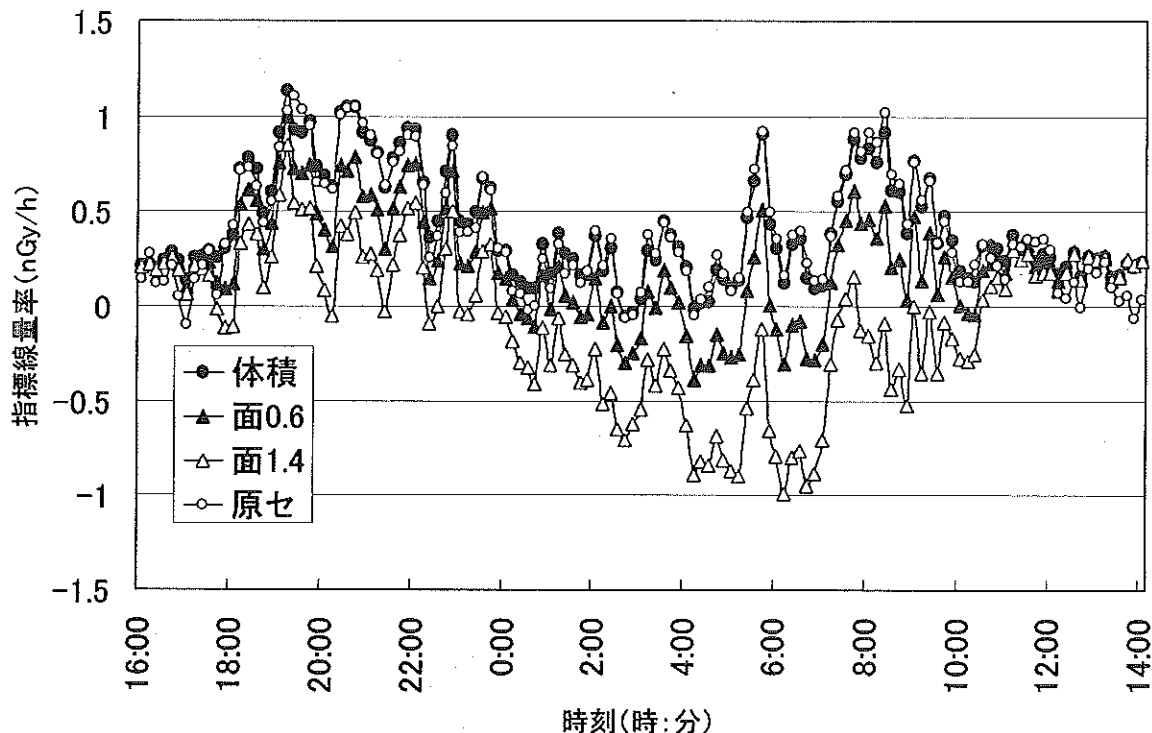


図3 2003年11月9日の各解析結果の指標線量率の時系列図

面 0.6 の場合の核線束スペクトルを用いた解析結果は、原セと同様な変動をしているものの、全体的に指標線量率が低くなる傾向を示している。また、面 1.4 の場合の解析結果は、面 0.6 の場合とほぼ同様な変動を示すが、指標線量は更に低い傾向を示している。これらの傾向は他の3事例においても同様に認められた。

これらの結果から、核線束スペクトルテーブルを平常時と降水時で異なるものを使用することは指標線量率の降水影響型変動の緩和に有効であると考えられる。

### 3 降水時を模擬した応答行列と降水時を模擬した核線束スペクトルテーブルによる解析

面線源からのガンマ線入射に対応する応答行列 ( $2 \times 2 \times 2$ ) を作成し、降水時の波高分布データの応答行列による処理、ガンマ線線量率算出、 $3 \times 3$  行列処理、推定バックグラウンド線量率算出を行い、降水時の指標線量率がどのように変動するか解析を行った。 $3 \times 3$  行列処理については、降水時を模擬した核線束スペクトルテーブル及び、本センターテレメータシステムで用いている核線束スペクトルテーブルを用いた解析を行い両者を比較した。

表5には面線源を模擬して作成した応答行列を示す。

表5 面線源を模擬した応答行列（ヒストリー数：100万、乱数初期値：30000）

ORM1	ORM2	ORM3	ORM4	ORM5	ORM6	ORM7	ORM8	ORM9	ORM10	ORM11	ORM12	ORM13	ORM14	ORM15	ORM16	ORM17	ORM18	ORM19	ORM20	ORM21	ORM22
57.49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.62	54.58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.05	0.92	47.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.49	4.5	0.31	39.68	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.45	4.14	4.19	0.24	33.3	0.06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.97	3.91	3.99	3.72	0.29	28.5	0.13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.46	3.45	3.54	3.84	3.29	0.38	24.77	0.24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	3.01	3.05	3.24	3.76	2.91	0.48	21.87	0.36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.6	2.62	2.66	2.79	3.05	3.61	2.57	0.62	19.5	0.49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.27	2.29	2.33	2.42	2.57	2.89	3.47	2.29	0.7	17.54	0.61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.01	2.01	2.04	2.1	2.2	2.4	2.76	3.33	2.08	0.83	15.96	0.73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.79	1.79	1.81	1.85	1.94	2.04	2.28	2.62	3.22	1.9	0.93	14.55	0.82	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.57	1.57	1.61	1.61	1.68	1.74	1.85	2.07	2.41	2.98	2.23	0.46	14.58	0.23	0	0	0	0	0	0	0	0
1.35	1.35	1.36	1.39	1.39	1.45	1.55	1.65	1.88	2.14	2.55	2.79	0.99	13.42	0.21	0	0	0	0	0	0	0
1.15	1.17	1.18	1.18	1.21	1.4	1.34	1.4	1.48	1.63	2.13	2.22	3.67	1.19	12.23	0.28	0	0	0	0	0	0
1	1	1.02	1.04	1.05	1.06	1.22	1.27	1.28	1.36	1.44	1.83	3.07	3.69	1.18	11.24	0.34	0	0	0	0	0
0.84	0.84	0.84	0.85	0.88	0.68	0.9	0.92	1.14	1.27	1.19	1.27	1.93	3.29	3.39	1.93	11.01	0.01	0	0	0	0
0.7	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.75	0.76	0.77	0.8	0.89	1.35	1.57	1.83	2.52	3.32	3.76	9.86	0.11	0	0	0
0.59	0.59	0.59	0.6	0.61	0.63	0.63	0.64	0.65	0.68	0.69	0.73	1.39	1.83	1.73	1.93	5.75	2.46	9.12	0.18	0	0
0.51	0.52	0.52	0.53	0.54	0.53	0.55	0.55	0.56	0.58	0.58	0.6	0.89	1.03	1.99	1.64	3.84	4.62	2.22	8.54	0.18	0
0.43	0.45	0.44	0.45	0.44	0.45	0.45	0.46	0.48	0.47	0.5	0.5	0.73	0.82	0.88	1.44	3.14	2.76	4.75	2.76	8.38	0.04
0.38	0.39	0.38	0.39	0.39	0.39	0.4	0.4	0.41	0.4	0.43	0.43	0.61	0.68	0.72	0.78	2.3	2.52	2.3	5.21	3.52	7.27

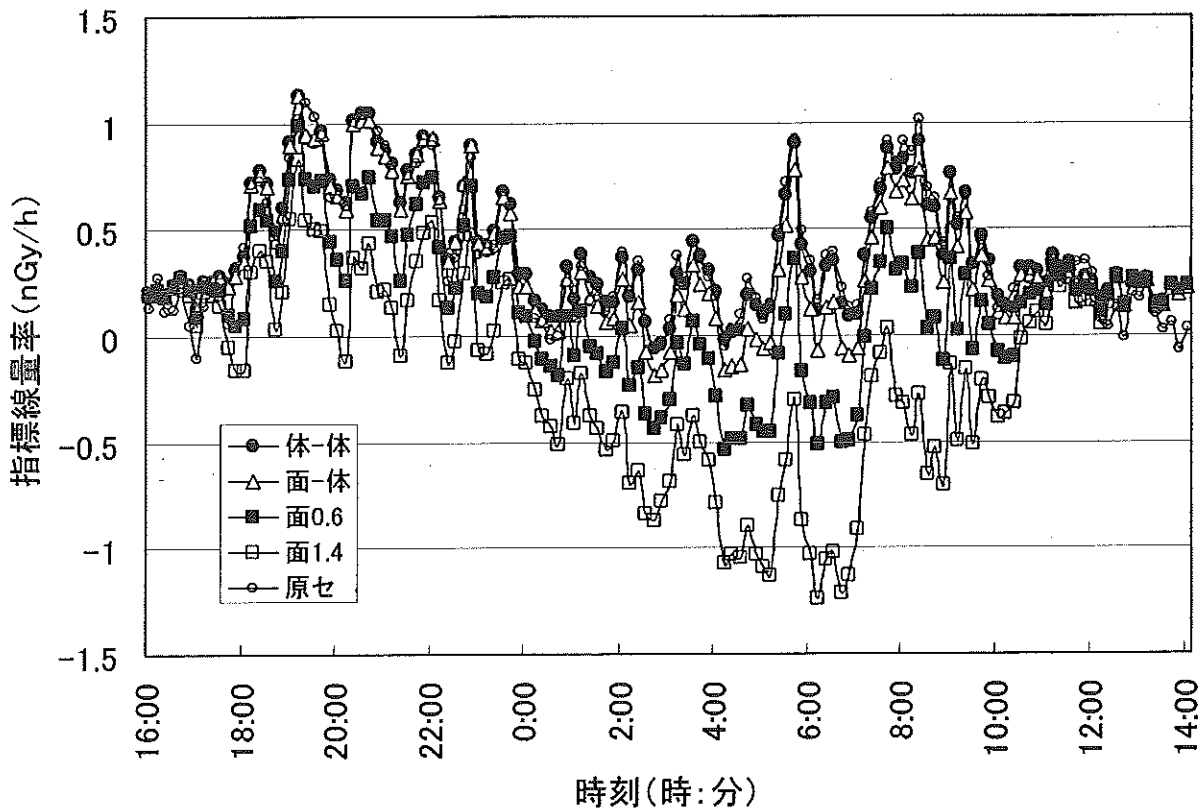


図4 2003年11月9日の各解析結果の指標線量率の時系列図

図4には、2003年11月9日の解析結果について示す。この図で、体-体は降水差分を分離して、応答行列及び3×3行列が本センターと同一のもの、面-体は降水差分に対し応答行列は面線源を模擬し、核線束スペクトルは本センターと同一のもの、面0.6は降水差分に対し応答行列は面線源を模擬し、核線束スペクトルも面線源を模擬し、RaB/RaCの比が0.6の場合、面1.4は降水差分に対

し応答行列は面線源を模擬し、核線束スペクトルも面線源を模擬し、RaB/RaC の比が 1.4 の場合、原セは本センターテレメータシステムの解析結果を示す。横軸は時刻、縦軸は指標線量率 (nGy/h) を表している。

応答行列は面線源を模擬し、核線束スペクトルは本センターと同一の場合の解析結果は、原セに近い変動を示し、指標線量率に与える影響は小さいと考えられる。応答行列は面線源を模擬し、RaB/RaC=0.6 の場合の核線束スペクトルを用いた解析結果は、全体的に指標線量率が低い傾向を示している。応答行列は面線源を模擬し、RaB/RaC=1.4 の場合の解析結果は、0.6 の場合とほぼ同様な変動を見せており、指標線量率は更に低い傾向を示している。これらの傾向は他の 3 事例においても同様に認められた。

以上のことから、面線源を模擬した応答行列の指標線量率に与える影響は、ほとんど認められず、降水時指標線量率変動は、3×3 行列処理に用いる核線束スペクトルテーブルの違いによる影響が大半をしめていると考えられる。

#### 4 降水時における RaB 及び RaC の存在比の変動解析

本解析では計数誤差を少なくするために 30 分積算値を用いて存在比の解析を行った。RaB 及び RaC の単位濃度あたりの線束密度スペクトルを作成し、降水時における RaB 及び RaC の寄与線束密度及び存在割合の変動を解析した。本解析で得られる比は RaC/RaB である。

図 5 には U 系列である  $^{226}\text{Ra}$  以降の壊変図を示す。RaB はこの中の  $^{214}\text{Pb}$ 、RaC は  $^{214}\text{Bi}$  である。

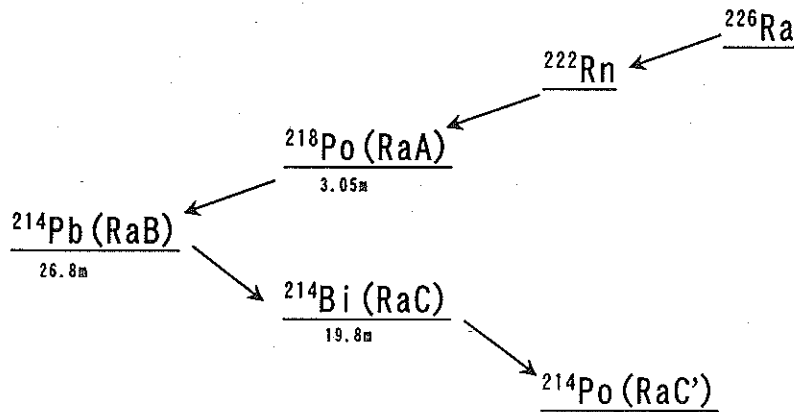


図 5 U 系列  $^{226}\text{Ra}$  以降の壊変図

図 6 には、2003 年 11 月 9 日の解析結果について示す。RaC/RaB は RaC/RaB の存在割合を示し、また、生は 256 チャンネル波高分布の生データ、差分は降水差分の等倍、原セは本センターテレメータシステムの指標線量率を示す。横軸は時刻、縦軸左側は存在割合、縦軸右側は指標線量率 (nGy/h) を表している。

RaC/RaB の変動については、傾向として、降水の後半(0:30 以降)にかけて上昇していることが分かる。また、RaC/RaB は指標線量率に逆相関する傾向も認められた。これらの傾向は他の 3 事例においても同様に認められた。

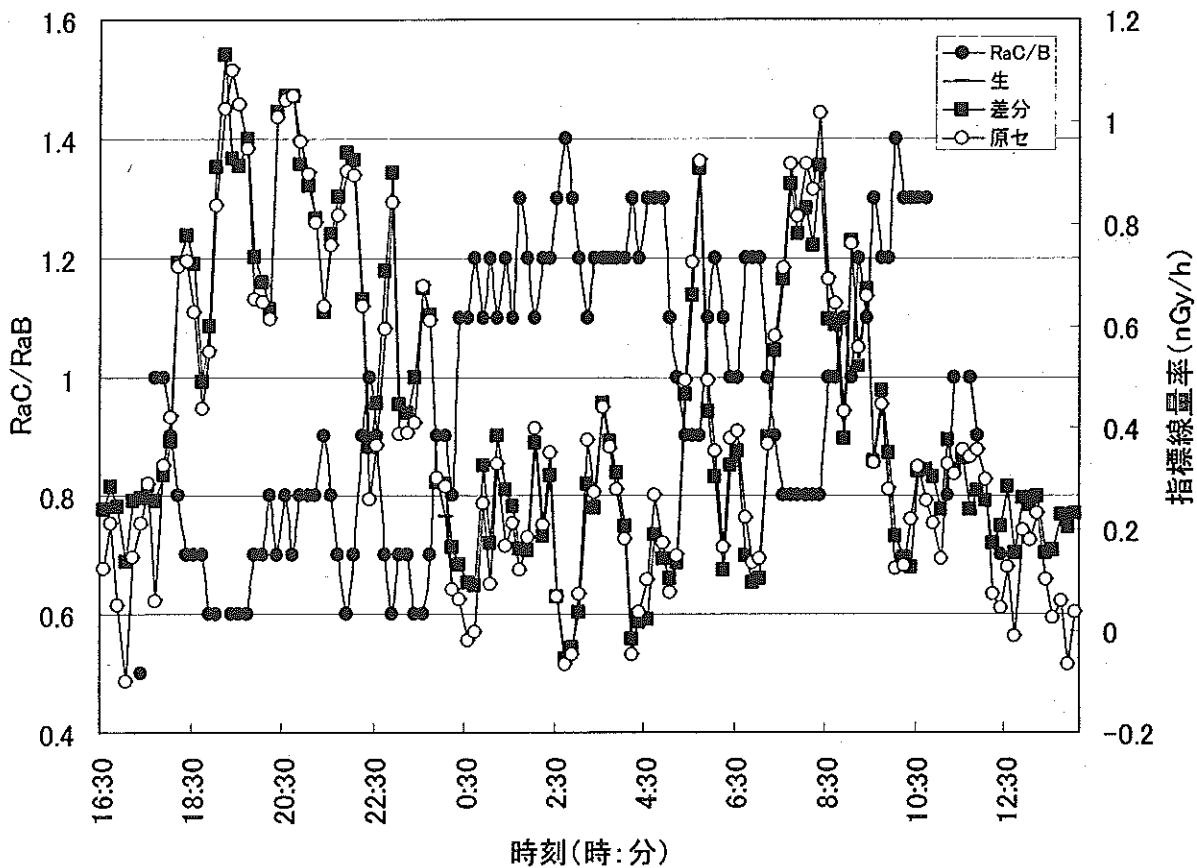


図6 2003年11月9日のRaC/RaB存在割合及び指標線量率の時系列図

#### IV まとめ

生データの処理と本センターテレメータシステムの解析結果は一致していることが分かった。これにより、本解析で作成したソフトウェアは本センターの解析結果を再現しているものと考えられる。

降水差分と平常時のスペクトルを分離して解析することにより、本センターテレメータシステムの解析結果ほぼ同様な変動をすることが分かった。また、降水差分を段階的に付加して行くことにより降水差分の倍数と指標線量率の値はほぼ線形の関係にあることが分かった。

面線源を模擬した核線束スペクトルテーブルを用いた解析では、全体的に指標線量率が低い値を示す傾向があった。

面線源を模擬した応答行列の指標線量率に与える影響は、ほとんどないと考えられる。推定バックグラウンド算出に大きく寄与するのは $3 \times 3$ 行列処理に用いる核線束スペクトルテーブルであると考えられる。

RaC/RaB存在割合の変動については、降水の後半にかけてRaCの存在割合が上昇する傾向があった。

本解析では降水による指標線量率変動の要因を検討した結果、推定バックグラウンド算出時に使用する核線束スペクトルテーブルの影響が大きいことが分かったが、今後指標線量率の変動解消、又は緩和方法の確立にはリアルタイムでの核線束スペクトルテーブルの切替が可能であるか等の検討が必要である。



本研究の解析ソフトウェアは、平成 17 年度環境放射線基本情報管理業務において株式会社CRCソリューションズが受託して作製したものである。

## V 参考文献

- 1) 湊進, 名古屋工業技術試験所報告, 27, p. 384-397(1978)
- 2) 木立博ほか, 宮城県原子力センター年報, 第 20 巻, 18-32(2002)
- 3) 木立博ほか, 宮城県原子力センター年報, 第 21 巻, 26-35(2003)
- 4) 木立博ほか, 宮城県原子力センター年報, 第 22 巻, 5-16(2004)
- 5) 中村栄一, 日本原子力学会誌, 25, 179-185(1983)
- 6) 中村栄一ほか, 宮城衛研年報, 第 55 号, 142-146(1980)

# ラドン及び娘核種の空間ガンマ線線量率変動に対する

## 影響調査

木村昭裕、木立 博、石川陽一、三浦英美

ラドン濃度の変化によって空間ガンマ線線量率に変動が生じるときの指標線量率の挙動及びラドンの各娘核種の寄与について解析を行った。その結果、指標線量率には、ラドン濃度の変化によって変動する場合と変化に無関係な場合があることが判明した。前者については、降水時における指標線量率変動の原因と同様に、ラドン娘核種からのガンマ線のスペクトル形状の特異性より生じていることが考えられる。

### I はじめに

本センターでは女川原子力発電所からの影響の有無を監視するために、発電所周辺に測定局（モニタリングステーション）を設置して空間ガンマ線線量率の測定を行っている。環境における空間ガンマ線線量率は、原子力発電所等由来の人工放射性核種が存在しなくても、気象等の環境条件により天然放射性核種の分布状況が変化し、値が大きく変動する<sup>1) 2)</sup>。このため、本センターでは、観測される空間ガンマ線線量率から天然放射性核種由来の線量率を差し引いたものを指標線量率と呼び、その変動の有無を監視対象としている<sup>3)</sup>。しかしながら、指標線量率も人工放射性核種の影響がないにも関わらず、降水時等において若干の変動がみられることがある<sup>4)</sup>。これまで、この変動原因を解明するために、指標線量率算出過程で得られる降水時のスペクトルデータを中心に解析を行ってきた<sup>5) 6)</sup>。

一方、降水時以外に、大気中のラドン濃度の変化によっても空間ガンマ線線量率は変動する。ラドン濃度の上昇は、大気安定度が高い気象条件の際に、地表近傍にラドンが滞留することによって生じると考えられる。このときラドンの娘核種である鉛-214及びビスマス-214よりガンマ線が放出されている。この現象は日変動と呼ばれ、これまでの本センターにおける観測から、特に図1に示した地点に設置している小積局において夏季（7月～9月）に顕著に出現している<sup>7)</sup>。本調査では、このラドン濃度の変化によって空間ガンマ線線量率変動が生じる場合の指標線量率への影響及びラドンの各娘核種の寄与について検討を行った。

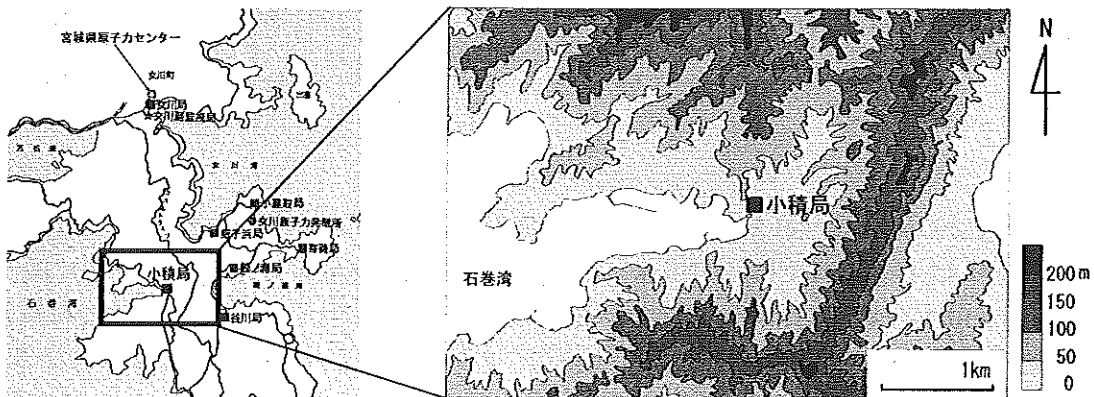


図1 小積局の設置位置と周辺地形

## II 調査方法

大気中のラドン濃度は小積局の屋上に設置したラドンモニター（GENITRON INSTRUMENTS 社製 AlphaGUARD2000PRO）で測定した。この測定周期は1時間とした。ガンマ線線量率は NaI(Tl) シンチレーション検出器（アロカ製、3φ”×3” 円筒形、下方2π鉛遮蔽付）により測定した。さらにこのデータを多チャンネル波高分析器により処理し、本センターの環境放射線監視システムで指標線量率を算出した。風向風速及び放射収支は、風向風速計（小笠原製作所製 WS-B16）、放射収支計（小笠原製作所製 P-MF-11）により測定した。線量率及び風向風速等気象データの測定周期は10分とした。

## III 結果及び考察

図2及び図3にはそれぞれ、2005年7月16日12時から7月17日12時まで、2005年8月13日12時から8月14日12時までのラドン濃度、空間ガンマ線線量率及び指標線量率の時系列図を示す。どちらの場合でも18時ごろからラドン濃度が上昇し、それとともに空間ガンマ線線量率も増加した。これらの観測中に、降水は観測されておらず、線量率の増加は気象条件によって地表付近に滞留したラドンの娘核種である鉛-214及びビスマス-214から発生するガンマ線の寄与によるものと考えられる。一方、指標線量率は、図2の例と図3の例では異なる挙動を示した。図2の例では、ラドン濃度の上昇とともに、0nGy/h付近から最大1nGy/hまで増加し、その後ラドン濃度の下降とともに、0nGy/h付近に減少した。これに対し、図3の例では、0nGy/h付近で推移し、大きな変動は認められなかった。

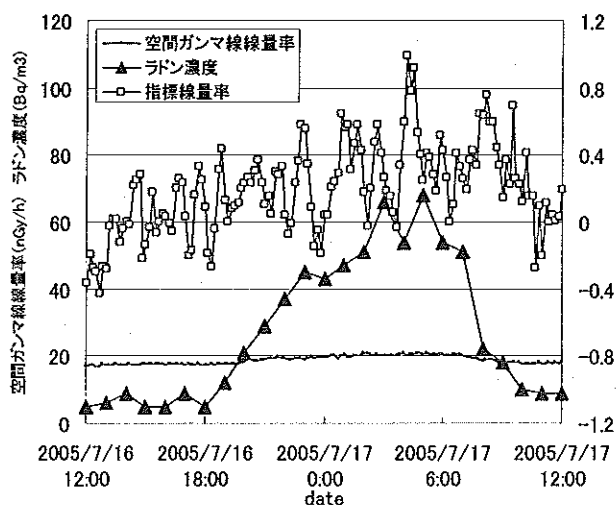


図2 2005年7月16日12時から7月17日12時までのラドン、空間ガンマ線線量率及び指標線量率の時系列図

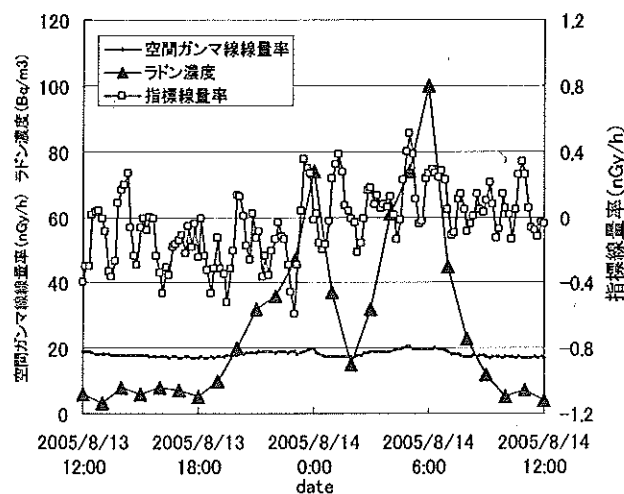


図3 2005年8月13日12時から8月14日12時までのラドン、空間ガンマ線線量率及び指標線量率の時系列図

表1及び表2にはそれぞれ、2005年7月16日13時から7月17日9時まで、2005年8月13日13時から8月14日9時までの風向風速、放射収支量及び大気安定度を示す。前者では、20時以降指標線量率が最大を示す4時10分まで、静穏であるときを除くと一貫して北東または東北東から風速1m/s程度の弱い風が観測されている。小積局においては、これは山側からの風となる。放射収支量はこの間-0.040kW/m<sup>2</sup>以下で大気は接地逆転層を形成する極安定状態であったと考えられる。一方、

後者では 20 時以降 0 時前までは北東または東北東かた風速 1m/s 未満の弱い風が吹いていたが、0 時以降 3 時まで南西からの風となり、3 時以降 4 時 30 分前までほぼ無風となつて、4 時 30 分以降ラドンの濃度が最大値を示す 6 時まで再び北東または東北東からの風が風速 1m/s 程度で吹いている。小積局においては、南西からの風は海側からの風となる。海上でのラドンの発生は陸上と比較して極めて少ないので、図 2 に示したラドンの濃度は南西から風が吹いている間減少傾向を示しているものと思われる。

表 1 2005 年 7 月 16 日 13 時から 7 月 17 日 9 時までの風向風速、放射収支量及び大気安定度（パスキル大気安定度分類に基づく。）

日付	風向	風速 m/s	放射収支量 kW/m <sup>2</sup>	大気安定度
2007/7/16 13:00	南西	4.1	0.633	G
2007/7/16 14:00	西南西	2.4	0.300	A-B
2007/7/16 15:00	西南西	2.4	0.533	A-B
2007/7/16 16:00	西南西	2.4	0.167	B
2007/7/16 17:00	南西	2.0	0.075	B
2007/7/16 18:00	南西	1.2	0.008	D
2007/7/16 19:00	南西	0.5	-0.050	D
2007/7/16 20:00	静穏	0.3	-0.050	G
2007/7/16 21:00	東北東	1.0	-0.058	G
2007/7/16 22:00	静穏	0.4	-0.050	G
2007/7/16 23:00	東北東	1.2	-0.050	G
2007/7/17 0:00	北東	1.1	-0.042	G
2007/7/17 1:00	東北東	0.8	-0.058	G
2007/7/17 2:00	東北東	0.8	-0.033	G
2007/7/17 3:00	東北東	1.0	-0.042	G
2007/7/17 3:10	北東	1.4	-0.050	G
2007/7/17 3:20	東北東	0.7	-0.042	G
2007/7/17 3:30	東北東	0.8	-0.042	G
2007/7/17 3:40	静穏	0.3	-0.042	G
2007/7/17 3:50	北東	0.6	-0.042	G
2007/7/17 4:00	静穏	0.3	-0.042	G
2007/7/17 4:10	北東	1.1	-0.058	G
2007/7/17 4:20	北東	1.0	-0.042	G
2007/7/17 4:30	静穏	0.5	-0.050	D
2007/7/17 4:40	静穏	0.1	-0.033	D
2007/7/17 4:50	東北東	0.8	-0.033	D
2007/7/17 5:00	東北東	0.7	-0.017	D
2007/7/17 6:00	静穏	0.5	0.058	D
2007/7/17 7:00	静穏	0.3	0.133	A-B
2007/7/17 8:00	西	1.6	0.367	A
2007/7/17 9:00	西南西	2.0	0.500	A

表 2 2005 年 8 月 13 日 13 時から 8 月 14 日 9 時までの風向風速、放射収支量及び大気安定度（パスキル大気安定度分類に基づく。）

日付	風向	風速 m/s	放射収支量 kW/m <sup>2</sup>	大気安定度
2007/8/13 13:00	静穏	0.5	0.133	A-B
2007/8/13 14:00	静穏	0.5	0.150	A-B
2007/8/13 15:00	南	1.0	0.267	A-B
2007/8/13 16:00	北東	0.9	0.292	A
2007/8/13 17:00	北東	1.5	0.083	B
2007/8/13 18:00	東北東	1.0	-0.008	D
2007/8/13 19:00	東	0.7	-0.042	G
2007/8/13 20:00	東北東	0.6	-0.042	G
2007/8/13 21:00	東北東	0.6	-0.017	G
2007/8/13 22:00	北東	0.8	-0.017	G
2007/8/13 23:00	北東	0.9	-0.008	D
2007/8/14 0:00	静穏	0.4	-0.008	D
2007/8/14 1:00	南西	1.4	-0.008	D
2007/8/14 2:00	南西	1.0	-0.008	D
2007/8/14 3:00	静穏	0.5	-0.033	G
2007/8/14 3:10	静穏	0.2	-0.058	G
2007/8/14 3:20	静穏	0.0	-0.025	G
2007/8/14 3:30	静穏	0.5	-0.033	G
2007/8/14 3:40	静穏	0.2	-0.033	G
2007/8/14 3:50	静穏	0.1	-0.033	G
2007/8/14 4:00	静穏	0.4	-0.033	G
2007/8/14 4:10	静穏	0.4	-0.050	G
2007/8/14 4:20	静穏	0.2	-0.033	G
2007/8/14 4:30	北東	0.7	-0.033	G
2007/8/14 4:40	東北東	0.6	-0.042	G
2007/8/14 4:50	東北東	0.8	-0.017	G
2007/8/14 5:00	静穏	0.1	-0.033	D
2007/8/14 5:10	北東	0.8	-0.042	D
2007/8/14 5:20	北東	0.6	-0.017	D
2007/8/14 5:30	北東	1.3	-0.017	D
2007/8/14 5:40	東北東	1.4	-0.008	D
2007/8/14 5:50	東北東	0.7	0.008	D
2007/8/14 6:00	静穏	0.5	0.008	D
2007/8/14 6:10	静穏	0.0	0.017	B
2007/8/14 6:20	静穏	0.0	0.050	B
2007/8/14 6:30	静穏	0.4	0.058	B
2007/8/14 6:40	静穏	0.5	0.075	B
2007/8/14 6:50	北東	0.7	0.108	A-B
2007/8/14 7:00	静穏	0.2	0.200	A-B
2007/8/14 8:00	南西	1.6	0.283	A
2007/8/14 9:00	南西	2.1	0.425	A-B

日変動出現時の風速は無風または弱い風であるため、ラドンが広域的に移動して滞留したものと考えられず、測定局近傍で発生したラドンが影響をあたえているものと推察される。7 月 16 日から 7 月 17 日までの例では、小積局において長時間にわたって山側から発生直後のラドンが供給されるのに対し、8 月 13 日から 8 月 14 日までの例では途中で風向の変化や無風状態があるため、発生したラドンが一定時間滞留してから小積局方向へ移動していると考えられる。

図4及び図5はそれぞれ、2005年7月17日4時10分、2005年8月14日6時00分の空間ガンマ線スペクトルの日変動による上昇差分を示したものである。この差分は、日変動が認められる時間のスペクトルから日変動や降水による線量率上昇のない時間を選び、そのときのスペクトルを差し引いて得たものである。2005年7月17日4時10分に関しては、2005年7月16日15時00分のスペクトルを、2005年8月14日6時00分に関しては、2005年8月12日15時00分のを差し引いている。鉛-214の352keVのガンマ線の光電ピーク（図中①）とビスマス-214の609keVのガンマ線の光電ピーク（同②）の正味計数値の比は表3のようになった。ラドンがその娘核種と放射平衡となるには、3時間半程度必要で、発生直後のラドンは鉛-214の割合が高いとされている。2005年7月17日4時10分の例は2005年8月14日6時00分の例と比較して鉛-214の比率が高い（表3）ことから、前述したとおり、7月16日から7月17日までの例では、発生直後のラドンが測定局周辺を通過していることを示唆している。

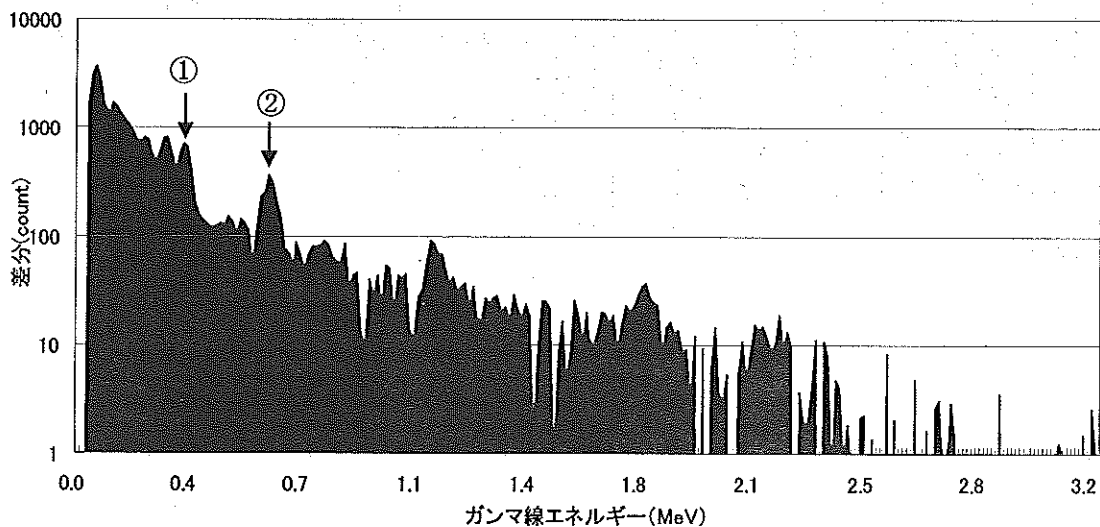


図4 2005年7月17日4時10分のガンマ線スペクトル差分（日変動及び降水がない2005年7月16日15時00分のスペクトルを差し引いたもの。）

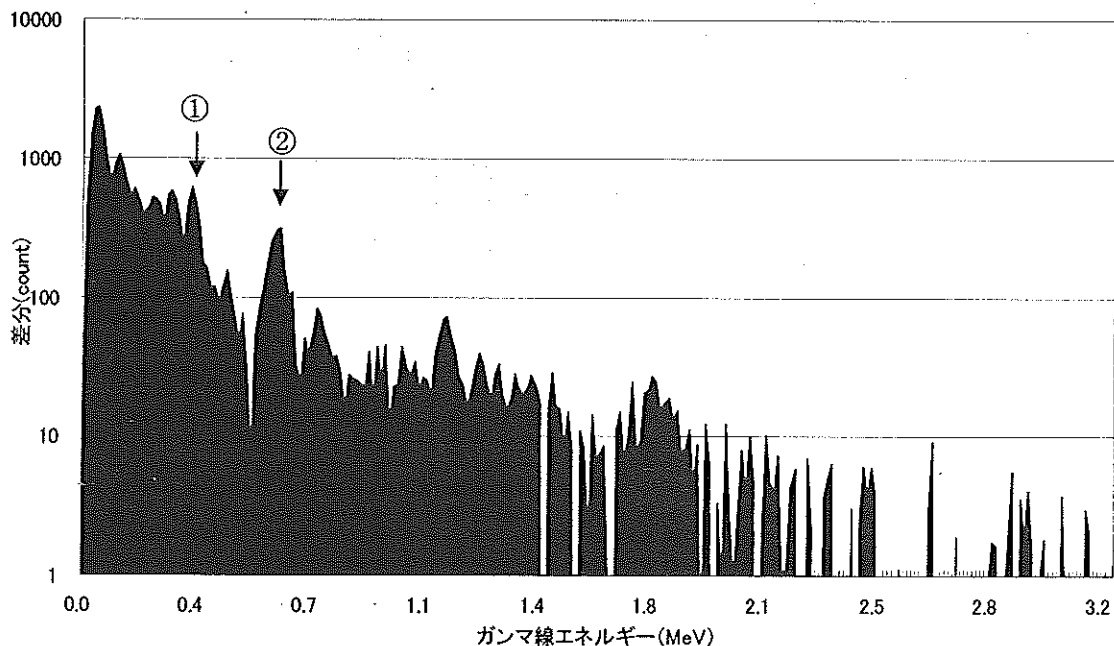


図5 2005年8月14日6時00分のガンマ線スペクトル差分（日変動及び降水がない2005年8月12日15時00分のスペクトルを差し引いたもの。）

表3 鉛-214 (352keV) とビスマス-214(609keV)の差分ピークの比

日時	ピークの比
	鉛-214 (352keV) の正味計数値/ビスマス-214 (609keV) の正味計数値
2005年7月17日4時10分	2.3
2005年8月14日6時00分	2.0

指標線量率算出を算出する際は、鉛-214 とビスマス-214 は平衡に達していると仮定して計算されている。このため、発生直後のラドンが測定局周辺に存在し、ビスマス-214 の比率が平衡である場合と比較して低いときには、鉛-214 も実際より低く見積ることとなるため、推定バックグラウンドを低く評価することとなる。指標線量率は観測された線量率からこの推定バックグラウンドを差し引いて得られている。このため7月16日から7月17日までの例では、図2に示したような指標線量率の変動が生じたと考えられる。

#### IV まとめと今後の課題

ラドン濃度の変化によって指標線量率が変動する場合と変化に無関係な場合があることが判明した。前者については、降水時における指標線量率変動の原因と同様に、ラドン娘核種からのガンマ線のスペクトル形状の特異性より生じていることが考えられ、風向等の条件及びスペクトル差分の解析から、ラドンとその娘核種との間の放射平衡の到達度の違いによるものと推定した。しかし、線量率測定に用いている NaI(Tl) 検出器のエネルギー分解能が低いため、娘核種の寄与の詳細な定量には至らなかった。今後、よりエネルギー分解能が高いゲルマニウム半導体検出器を用いた空間ガンマ線の測定によって、大気中の娘核種濃度の時間的・空間的な変動の詳細な解明が必要である。

#### V 参考文献

- 1) S. Minato, Journal of Nuclear Science and Technology, 17[6], p461-469(1980)
- 2) 岡部茂 ほか, 大気中のラドン族と環境放射能, p127-137(1985)
- 3) 中村栄一, 日本原子力学会誌, 25, 179-185(1983)
- 4) 木立博ほか, 宮城県原子力センター年報, 第20巻, 18-32(2002)
- 5) 木立博ほか, 宮城県原子力センター年報, 第21巻, 26-35(2003)
- 6) 木立博ほか, 宮城県原子力センター年報, 第22巻, 5-16(2004)
- 7) 木立博ほか, 宮城県原子力センター年報, 第19巻, 5-9(2001)

## 環境試料中の放射性ストロンチウムの濃度調査(1)

面川和信、石川陽一、三浦英美、佐藤信俊

海藻試料の $^{90}\text{Sr}$ の分析感度を高めることにより通常なら未検出となるデータの真の値を明確にし、過去から現在までの傾向を調査した。その結果、 $^{90}\text{Sr}$ の検出下限値は通常の方法と比較して数分の一程度に低くなり、また、海藻試料のワカメとアラメの中の $^{90}\text{Sr}$ 濃度は物理的半減期よりも速い速度(それぞれ12.2及び17.1年)で減少していることがわかった。

### I はじめに

宮城県では1981年から女川原子力発電所周辺環境放射能調査を行なっているが、これまでに種々の環境試料から、主に過去の核実験が起因と考えられるわずかな量の放射性ストロンチウム( $^{90}\text{Sr}$ )が時々検出されている<sup>1)</sup>。 $^{90}\text{Sr}$ は環境影響評価上重要であるためその濃度分布等を把握する必要があるが、現在は濃度が低いため測定誤差が大きく、また、天然放射性物質である $^{214}\text{Pb}$ や $^{214}\text{Bi}$ 等の影響による測定値の変動もみられる。そのため、ある試料の分析値が妥当であるかどうかを判断するためには、繰り返し分析を実施したり、あるいは過去データなどを参考にすることが必要であるが、こうしたバックデータ自体が乏しい状況にある。

本調査は、大量試料分析等により $^{90}\text{Sr}$ 分析の検出感度を高めて有意な測定データを求め、通常分析値の妥当性の判断基準となるバックデータを得ることを目的として実施した。

### II 方法

ガスフローカウンターによる $^{90}\text{Sr}$ の放射能測定において、試料の放射能が非常に弱い場合には、試料の計数がバックグラウンドの計数と区別できないため有意に検出することができない。そこで今回の調査では、通常ではND(検出下限値未満)となるような試料を大量に採取して分析に用いることにより、 $^{90}\text{Sr}$ の分析感度を高めて有意な値を求めることを試みた。また、このような方法で得られた最近の試料についてのデータとともに過去のデータも合わせて解析し、 $^{90}\text{Sr}$ 濃度の変動傾向を調査した。2005年度(平成17年)は、女川原子力発電所環境放射能測定基本計画で分析対象としている女川町シウリ崎の海藻(ワカメ及びアラメ)を採取して、文部科学省編の分析方法<sup>2)</sup>に準じた方法で $^{90}\text{Sr}$ を分析した。測定機器にはアロカ株式会社製の2 $\pi$ ガスフロー式低バックグラウンドカウンター(LBC-4202)を用いた。

### III 結果及び考察

#### (1) 通常量試料と大量試料による海藻の分析

表1に示すように、2005年5月に採取したワカメ及びアラメについて、通常量の試料量(灰30g)を分析したところ、 $^{90}\text{Sr}$ 濃度はいずれもNDであった。近年、これらはNDとなることが多く、他県の分析結果(文部科学省環境放射線データベース<sup>3)</sup>)でも同様の結果が得られている(図1、図2)。し

かし、同じ試料を大量(灰 150~200g)に用いて分析したところ、ストロンチウムの回収率は少し悪くなったものの(約 46~49%)、 $^{90}\text{Sr}$ の検出下限値は通常の方法では約 0.03~0.09 Bq/kg 生であったものが約 0.007~0.01 Bq/kg 生まで数分の一程度に低くなり、その分析感度は大幅に向上した(図3)。その結果、表1に示すようにワカメとアラメの両試料とも通常量試料分析ではNDであったものが、大量試料分析ではそれぞれ 0.017 及び 0.021Bq/kg 生と、有意な値を示した。なお  $^{90}\text{Sr}$ 濃度の検出下限値は、バックグラウンドから求めた検出限界計数率<sup>4)</sup>から算出した(付録参照)。

表1 2005年5月の海藻中の $^{90}\text{Sr}$ 濃度の分析結果

分析方法	試料種類	分析供試料量	検出下限値 (Bq/kg 生)	$^{90}\text{Sr}$ 濃度 (Bq/kg 生)
通常量試料分析	ワカメ	灰 30g (生換算約 760g)	0.029	ND
	アラメ	灰 30g (生換算約 700g)	0.079	ND
大量試料分析	ワカメ	灰 200g (生換算約 5080g)	0.007	0.017
	アラメ	灰 150g (生換算約 3490g)	0.010	0.021

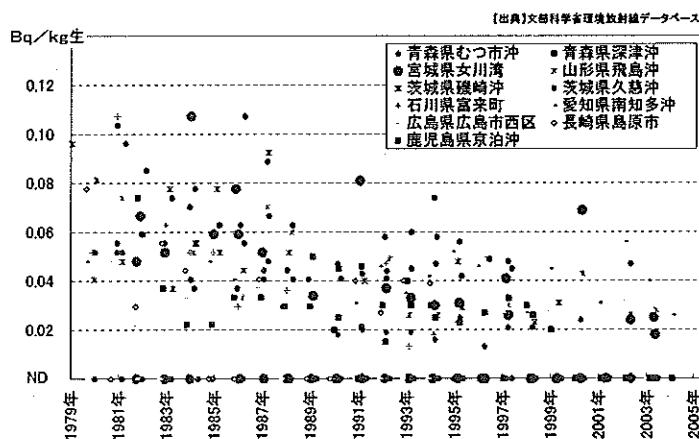


図1 ワカメの $^{90}\text{Sr}$ 濃度の推移(他県との比較)

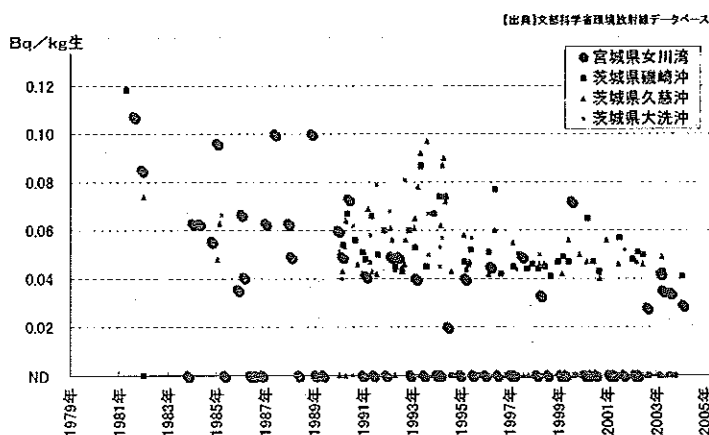


図2 アラメの $^{90}\text{Sr}$ 濃度の推移(他県との比較)



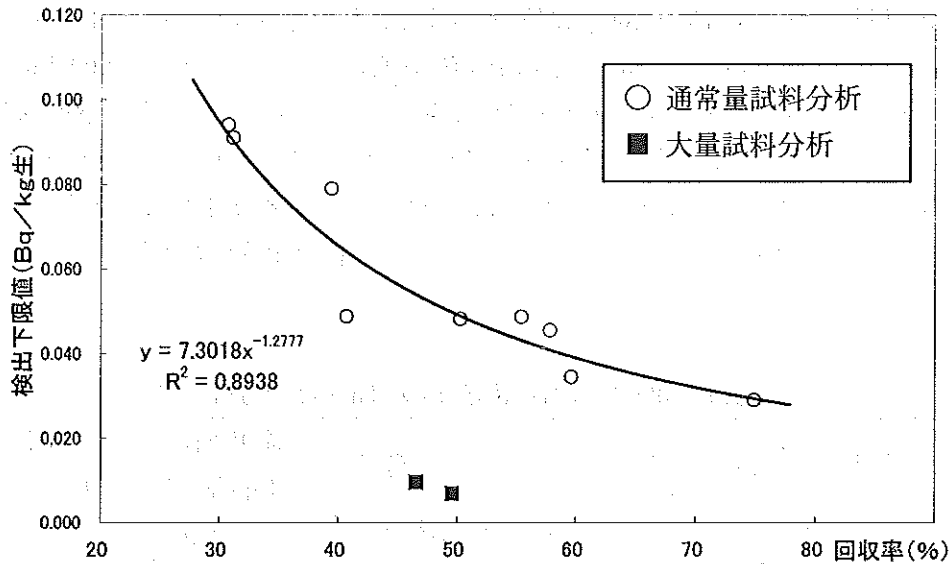


図3 海藻類の<sup>90</sup>Sr分析における検出下限値と回収率

(2)<sup>90</sup>Sr濃度の変動傾向

図4に、今回の大量試料の分析によって得られた値も含めて、1981年度以降の<sup>90</sup>Sr濃度の変動傾向を示す。1981年度以降のワカメとアラムの<sup>90</sup>Sr濃度の環境半減期は、それぞれ12.2及び17.1年であった。比較のため、東北電力が測定した女川原子力発電所の前面海域の海水<sup>1)</sup>について同様に環境半減期を算出したところ17.4年であった。これらの値は、いずれも<sup>90</sup>Srの物理的半減期(28.78年)に比べて短かった。なお、KasamatsuとInatomi<sup>5)</sup>は1984-1994年の対馬海流系における海水中の<sup>90</sup>Srについて、本研究における値と比較的近い17.3年という環境半減期を報告している。

以上のように、ワカメ及びアラムでは<sup>90</sup>Srの物理的半減期よりも速い速度で<sup>90</sup>Sr濃度が減少していることがわかった。この理由は、これらの<sup>90</sup>Sr濃度が海水中の<sup>90</sup>Srの移流・拡散による濃度減衰を反映しているためと考えられ、<sup>90</sup>Sr濃度は今後も同様の変動傾向を示すものと思われる。

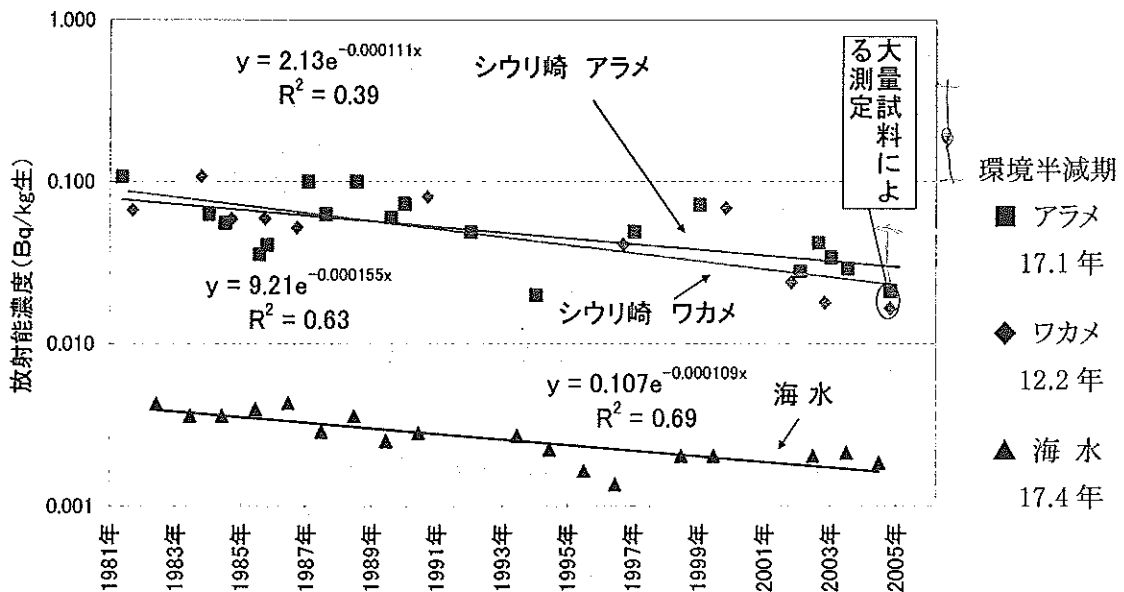


図4 海洋試料中の<sup>90</sup>Sr濃度の変動傾向

## IV まとめ

大量の海藻試料を用いた<sup>90</sup>Sr分析や過去のデータの解析によって、下記の結果が得られた。

- (1) 試料を大量に用いて分析したところ、ストロンチウムの回収率は少し悪くなったものの(約46～49%)、<sup>90</sup>Srの検出下限値は通常の方法と比較して数分の一程度に低くなり、通常量試料分析ではNDであったものが、大量試料分析では有意な値を示した。
- (2) 今回の大量試料の分析によって得られた値も含めて、1981年度以降の<sup>90</sup>Sr濃度のデータを用いて環境半減期を算出したところ、それぞれ12.2及び17.1年であり、いずれも<sup>90</sup>Srの物理的半減期(28.78年)に比べて短かった。この理由として海水中での<sup>90</sup>Srの移流・拡散の影響が考えられた。

## 参考文献

- 1) 宮城県, 女川原子力発電所環境放射能及び温排水調査結果, 昭和56年度～平成16年度.
- 2) 放射性ストロンチウム分析法, 文部科学省, 平成15年4訂.
- 3) 文部科学省環境放射線データベース <http://search.kankyo-hoshano.go.jp/top.jsp>.
- 4) 保健物理, 17, 79～80 (1982).
- 5) F.Kasamatsu and N.Inatomi, J.Geophys.Res, 103, 1209-1217 (1998).

## 付録

<sup>90</sup>Sr濃度の検出下限値の算出は次のとおり。

- ①バックグラウンドから検出限界計数率を算出<sup>4)</sup>する(式1)。
- ②バックグラウンドから算出した検出限界計数率を測定試料の<sup>90</sup>Yの計数率と見なし、文部科学省編の分析方法<sup>2)</sup>に準じて減衰補正をしたうえで<sup>90</sup>Sr濃度を算出し、これをストロンチウム-90濃度の検出下限値とする(式2)。

$$A = \frac{K}{2} \left[ \frac{K}{B} + \sqrt{\left(\frac{K}{B}\right)^2 + 4C \left(\frac{1}{B} + \frac{1}{D}\right)} \right] \quad \dots (式1)$$

$$E = A \times \frac{100}{F} \times \frac{1}{2.22} \times \frac{1}{G} \times \frac{1}{H} \quad \dots (式2)$$

ここで A: 検出限界計数率(cpm)

K: 正味計数率に対する計数誤差の何倍をとるかの定数(K=3)

B: 試料の測定時間(min)

C: 複数回測定したバックグラウンドの平均計数率(cpm)

D: バックグラウンドの測定時間(min)

E: <sup>90</sup>Sr濃度の検出下限値(Bq/kg 生)

F: 計数効率(%)

G: 分析供試料量(kg 生)

H: 化学回収率(%)

### Ⅲ 学会発表等の要旨

## 1 学会発表

### (1) 環境放射能分析用試料の多元素分析

石川陽一、面川和信、佐藤信俊  
第49回放射化学討論会、2005年9月28日～30日、金沢市

環境放射能分析用としてこれまでに採取・保存されてきた多数の海産生物試料の元素濃度を分析し、生物種間の差などを調べた。海産生物試料は宮城県の沿岸で各々数kg程度を採取し、110℃で乾燥後電気炉にて約450℃で灰化した。灰化した試料は0.59mm目のふるいにかけて貝殻等の混入物を除去した。各々の灰試料の数gを分取して原子吸光法、ICP法及び蛍光X線分析法の試料とした。ICP法(一部ICP-MS法も使用)による分析に関しては外部の分析機関に委託した。あわびの肝臓やかきの軟組織では、元素によってはその濃度がほかの試料より著しく高い傾向がみられた。

これらはいずれも環境放射能と関連性の深い元素であり、鉛は天然のラドン子孫核種である $^{210}\text{Pb}$ 、また亜鉛、鉄及びマンガンは核実験や原子力平和利用にともなって環境に放出される可能性がある $^{65}\text{Zn}$ 、 $^{59}\text{Fe}$ 及び $^{54}\text{Mn}$ などの放射性核種との関連性が考えられる。他の研究者によって過去に数多く調べられたこれらの放射能データなどと比較すれば、興味深い事実がわかる可能性がある。現在、蛍光X線分析法による多元素分析を進めており、今後更にほかの元素濃度とも比較検討する計画である。

### (2) 環境試料中の放射性ストロンチウムの濃度調査

面川和信、石川陽一、三浦英美、佐藤信俊  
宮城県保健環境センター 第24回研究発表会、2006年3月10日、仙台市

環境試料中の低濃度の $^{90}\text{Sr}$ 分析値の妥当性を判断するため、そのバックデータを得ることを目的として本調査を行った。通常ではND(未検出)となる試料について、発電所周辺もしくは県内の他の地域で大量に採取し分析に用いることにより、 $^{90}\text{Sr}$ の分析感度を高め有意な値を求めた。また、過去のデータを解析し、 $^{90}\text{Sr}$ 濃度の変動傾向を把握した。2005年度(平成17年度)は、女川原子力発電所環境放射能測定基本計画で分析対象としている女川町シウリ崎の海藻(わかめ及びあらめ)の採取及び分析を実施した。分析方法は放射性ストロンチウム分析法(平成15年4訂文部科学省)に準じた。2005年5月に採取したわかめ及びあらめについて、通常の試料量(灰30g)を分析したところ、 $^{90}\text{Sr}$ 濃度はいずれもNDであった。

しかし、同じ試料を大量(灰150～200g)に用いて分析したところ、検出下限値が低下し、有意な値を示した。今回の大量試料の分析によって得られた値も含めて、1981年度以降の $^{90}\text{Sr}$ 濃度の変動傾向を把握することができた。両試料の $^{90}\text{Sr}$ 濃度の環境半減期は、わかめで12.2年、あらめでは17.1年であった。比較のため、海水について同様に環境半減期を算出したところ17.4年であった。以上のように、これらの試料では $^{90}\text{Sr}$ の物理的半減期(28.78年)よりも速い速度でその濃度が減少していることがわかった。

### (3) 新しい熱蛍光線量計読取装置導入による積算線量測定結果の変化について

木村昭裕、面川和信、木立博、石川陽一、三浦英美、佐藤信俊  
宮城県保健環境センター 第24回研究発表会、2006年3月10日、仙台市

2003年度(平成15年度)第4四半期より、新しい熱蛍光線量計読取装置(TLDリーダー)を

導入したが、年間積算線量が4地点で過去最高の値を記録し、また他の地点でも近年の測定結果より高めの傾向を示したので、その原因を調べた。新しいTLDリーダーでは、旧来の装置にない機能として、TLDを発光させるために温風を吹き付ける十数秒間のうち最初の3秒間に、吹き付ける温風を徐々に昇温させて、この間の発光を光量の積算に含めない方式を採用している。TLDは、その発光が主発光（メインピーク）と複数の副発光（サブピーク）から成るが、後者は周辺の温度環境に強く依存し、室温程度でも、発光量が退光（フェーディング）しやすい。素子の測定結果を補正するための係数は、同じ素子に既知量の放射線を標準照射して得られた読取値で標準照射線量を割って求められている。このことを考慮した結果、新旧装置による測定値の違いの原因として、新しい装置ではサブピーク部分の発光が除去されるが旧来の装置では除去されないことに起因していることがわかった。新しい装置による算出法では、夏場の積算線量の減少が少なくなって、年間積算線量は以前より高めの値を示すようになったが、より正確な環境ガンマ線積算線量を求めているものと考えられた。

## 2 誌上発表

### (1) 宮城県における放射能調査

面川和信、木村昭裕、木立 博、  
石川陽一、三浦英美、高橋正弘

第47回環境放射能調査研究成果論文抄録集（平成16年度）、2005年12月、  
文部科学省、p.140-144

前年度に引き続き、文部科学省の委託を受けて宮城県における環境放射能水準調査を実施した。2004年度（平成16年度）は、定時降水については176試料の全ベータ放射能を測定したが、その値は例年と同レベルであった。原乳（6試料）については $^{131}\text{I}$ 濃度をGe半導体検出器で測定したが検出されなかった。そのほか、降下物、陸水、土壌、農産物、市販乳、日常食、及び海産物（合計22試料）についてもGe半導体検出器で核種分析を行ったが、人工核種では微量の $^{137}\text{Cs}$ のみが検出された。そのほか、空間線量率をNaI式サーベイメータにより毎月1回、NaI式モニタリングポストにより線量率を連続で測定したが、異常な値はみられなかった。

## IV 資料

# 資料 1 環境試料の安定元素分析結果

石川陽一

## 1 まえがき

ICP (Inductively Coupled Plasma) 法その他の方法によって環境試料の安定元素濃度を分析した。分析は(財)宮城県公衆衛生協会に委託した。

平成17年度は米、大根、よもぎ、あわび、あいなめ、ほや、かき、むらさきいがい、あらめ、及びわかめについて分析を実施した。

## 2 方法

分析方法と装置を表1に示す。

表1 分析方法及び装置

1. 分析方法	Si: 炭酸ナトリウム融解後ICP発光分光分析法 P: 硝酸・硫酸分解後モリブデン青吸光光度法 その他の元素: 王水分解後ICP発光分光分析法	
2. 装置及び測定条件	装置	Varian社製 Liberty II AX
	ネブライザー	同軸型(Ar加湿器使用)
	RFpower	1.2 KW
	プラズマガス	15 L/min
	補助ガス	1.50 L/min
	ネブライザーガス	200 kpa
	測定時間	2秒×3回
	測定法	内標準法(IS:Be)
	BG補正	多項式BG補正法
3. 装置の基本的性能	タイプ	波長走査型
	光学系	焦点距離750mmのツェルニー・ターナー
	回折格子	1800本/mmの90×100mmのホログラフィックグレーティング
	分解能	0.006 nm
	検出器	遮光式光電子増倍管
	RF	40 MHz
	RFpower	2 KW
	RFpower幅	700~1700 W
ソフト	windowsXP	

## 3 結果

平成17年度の分析結果を表2(1)と表2(2)に示す。

表2-1 分析結果(1)

区分	通し 番号	試料名	試料採取場 所	試料番号	表記	Na	Mg	Al	Si
						%			
陸上試料	1	米(精米)	谷川	98VG0183	灰換算	0.38	7.3	0.0041	0.30
					生重量換算	0.0020	0.039	0.000022	0.0016
	2	大根(根)	谷川	94VG0155	灰換算	1.2	0.88	0.010	0.094
					生重量換算	0.0092	0.0067	0.000077	0.00072
	3	大根(葉)	谷川	94VG0156	灰換算	2.2	0.97	0.11	1.4
					生重量換算	0.036	0.016	0.0019	0.024
	4	よもぎ(葉)	谷川	97IL0119	灰換算	0.89	2.3	0.059	4.6
					生重量換算	0.023	0.060	0.0015	0.12
海洋試料	5	あわび(肉)	放水口	95MP0196	灰換算	19	3.6	0.011	0.25
					生重量換算	0.40	0.077	0.00024	0.0054
	6	あいなめ(肉)	前面海域	86MP0341	灰換算	2.4	1.6	0.0055	0.093
					生重量換算	0.046	0.030	0.00011	0.0018
	7	ほや(肉)	小屋取	98MP0051	灰換算	17	2.9	0.11	2.2
					生重量換算	0.42	0.072	0.0027	0.055
	8	かき(除殻)	飯子浜	98MP0142	灰換算	17	2.9	0.070	0.73
					生重量換算	0.34	0.060	0.0015	0.015
	9	ムラサキガイ (除殻)	小屋取	98IS0178	灰換算	17	3.0	0.072	0.77
					生重量換算	0.42	0.075	0.0018	0.019
	10	あらめ(除根)	小屋取	98IS0158	灰換算	11	2.4	0.0032	0.089
生重量換算					0.53	0.12	0.00016	0.0044	
11	わかめ(除根)	小屋取	98MP0007	灰換算	16	3.1	0.0012	0.030	
				生重量換算	0.65	0.12	0.000046	0.0012	

表2-2 分析結果(2)

区分	通し 番号	試料名	試料採取場 所	試料番号	表記	P	K	Ca
						%		
陸上試料	1	米(精米)	谷川	98VG0183	灰換算	23	13	0.94
					生重量換算	0.12	0.071	0.0050
	2	大根(根)	谷川	94VG0155	灰換算	3.1	32	4.6
					生重量換算	0.023	0.25	0.035
	3	大根(葉)	谷川	94VG0156	灰換算	2.7	18	17
					生重量換算	0.046	0.30	0.28
	4	よもぎ(葉)	谷川	97IL0119	灰換算	3.7	21	13
					生重量換算	0.096	0.54	0.33
海洋試料	5	あわび(肉)	放水口	95MP0196	灰換算	4.9	9.4	1.7
					生重量換算	0.10	0.20	0.035
	6	あいなめ(肉)	前面海域	86MP0341	灰換算	18	17	14
					生重量換算	0.35	0.32	0.27
	7	ほや(肉)	小屋取	98MP0051	灰換算	4.1	9.8	1.2
					生重量換算	0.10	0.24	0.030
	8	かき(除殻)	飯子浜	98MP0142	灰換算	6.7	10	2.1
					生重量換算	0.14	0.21	0.044
	9	ムラサキガイ (除殻)	小屋取	98IS0178	灰換算	2.8	8.9	2.9
					生重量換算	0.068	0.22	0.072
	10	あらめ(除根)	小屋取	98IS0158	灰換算	0.61	21	3.4
生重量換算					0.030	1.0	0.17	
11	わかめ(除根)	小屋取	98MP0007	灰換算	1.3	14	2.4	
				生重量換算	0.051	0.55	0.095	



表2-3 分析結果(3)

区分	通し 番号	試料名	試料採取場所	試料番号	表記	Ni	Cu	Zn	Sr	Pb
						μg/g				
陸上試料	1	米(精米)	谷川	98VG0183	灰換算	9.3	290	2700	14	0.53
					生重量換算	0.050	1.5	15	0.073	0.0028
	2	大根(根)	谷川	94VG0155	灰換算	0.76	12	200	320	2.4
					生重量換算	0.0058	0.090	1.5	2.4	0.018
	3	大根(葉)	谷川	94VG0156	灰換算	1.7	14	190	810	2.3
					生重量換算	0.028	0.24	3.2	14	0.038
	4	よもぎ(葉)	谷川	97IL0119	灰換算	4.8	190	340	380	7.0
					生重量換算	0.13	5.0	8.9	9.8	0.18
海洋試料	5	あわび(肉)	放水口	95MP0196	灰換算	54	250	380	260	24
					生重量換算	1.1	5.2	8.0	5.4	0.50
	6	あいなめ(肉)	前面海域	86MP0341	灰換算	0.52	16	320	590	1.5
					生重量換算	0.010	0.31	6.3	11	0.030
	7	ほや(肉)	小屋取	98MP0051	灰換算	4.5	81	1800	230	2.3
					生重量換算	0.11	2.0	45	5.6	0.057
	8	かき(除殻)	飯子浜	98MP0142	灰換算	2.7	700	13000	200	5.1
					生重量換算	0.056	14	280	4.0	0.11
	9	ムラサキガイ(除殻)	小屋取	98IS0178	灰換算	3.0	28	940	250	3.5
					生重量換算	0.073	0.70	23	6.1	0.087
	10	あらめ(除根)	小屋取	98IS0158	灰換算	1.6	6.9	55	2300	0.17
生重量換算					0.080	0.34	2.7	110	0.0082	
11	わかめ(除根)	小屋取	98MP0007	灰換算	0.56	1.5	32	2000	0.13	
				生重量換算	0.022	0.059	1.3	81	0.0052	

表2-4 分析結果(4)

区分	通し 番号	試料名	試料採取場所	試料番号	表記	Ti	Ba	Mn	Fe	Co
						μg/g				
陸上試料	1	米(精米)	谷川	98VG0183	灰換算	4	14	1100	450	0.28
					生重量換算	0.019	0.074	6.0	2.4	0.0015
	2	大根(根)	谷川	94VG0155	灰換算	6	41	72	210	0.37
					生重量換算	0.046	0.31	0.55	1.6	0.0028
	3	大根(葉)	谷川	94VG0156	灰換算	45	94	260	1200	0.54
					生重量換算	0.76	1.6	4.3	21	0.0091
	4	よもぎ(葉)	谷川	97IL0119	灰換算	24	110	530	1100	1.4
					生重量換算	0.63	2.8	14	28	0.036
海洋試料	5	あわび(肉)	放水口	95MP0196	灰換算	10	<2	13	1000	1.4
					生重量換算	0.20	<0.043	0.27	22	0.029
	6	あいなめ(肉)	前面海域	86MP0341	灰換算	4	6	53	240	0.10
					生重量換算	0.079	0.11	1.0	4.6	0.0020
	7	ほや(肉)	小屋取	98MP0051	灰換算	40	300	140	1300	1.2
					生重量換算	0.98	7.5	3.4	31	0.029
	8	かき(除殻)	飯子浜	98MP0142	灰換算	37	3	750	1600	1.6
					生重量換算	0.76	0.054	15	33	0.032
	9	ムラサキガイ(除殻)	小屋取	98IS0178	灰換算	37	6	64	1100	1.5
					生重量換算	0.92	0.15	1.6	26	0.037
	10	あらめ(除根)	小屋取	98IS0158	灰換算	3	28	10	110	0.55
生重量換算					0.13	1.4	0.52	5.3	0.027	
11	わかめ(除根)	小屋取	98MP0007	灰換算	<2	19	14	100	0.10	
				生重量換算	<0.080	0.76	0.57	4.0	0.0038	

←mg/kg  
(ppm)

## 資料2 環境試料の放射化学分析結果

(高度調査解析委託業務)

石川陽一

### 1 まえがき

平成17年度は高度調査解析委託業務として、(財)日本分析センターに委託して環境試料(土壌及び浮遊じん)中のプルトニウム( $^{238}\text{Pu}$ 、 $^{239+240}\text{Pu}$ )と放射性ストロンチウム( $^{90}\text{Sr}$ )の放射化学分析を実施した。

### 2 分析方法

#### (1) 試料

試料の一覧を分析結果とともに表1に示す。試料は全て宮城県内で採取したものである。土壌1と土壌2は建築物屋上に付着していた土壌、また土壌3～土壌6は陸地の表層土壌(深さ0.5 cm)である。分析に用いた試料の量は、土壌1が約5 g、土壌2が約10 g、土壌3～6が約50 gであった。浮遊じんは1986年の旧ソ連チェルノブイリ原子力発電所事故直後に採取した試料で、 $^{137}\text{Cs}$ の値が高かった時のものである(試料量は空気538 m<sup>3</sup>相当量)。

#### (2) プルトニウム( $^{238}\text{Pu}$ 、 $^{239+240}\text{Pu}$ )の分析

文部科学省放射能測定法シリーズ12「プルトニウム分析法」を用い、 $^{242}\text{Pu}$ をトレーサーとして添加、イオン交換法で分離、ステンレス板に電着後アルファ線スペクトロメトリーを行った。検出器として、ORTEC社製BU-020-450-AS、CANBERRA製PD450-17-100AMを使用した。

#### (3) 放射性ストロンチウム( $^{90}\text{Sr}$ )の分析

文部科学省放射能測定法シリーズ2「放射性ストロンチウム分析法」を用い、イオン交換法で分離、バリウムとラジウムのスカベンジ後 $^{90}\text{Y}$ をミルクキングによって分離し、低バックグラウンドβ線自動測定装置で放射能測定を行った。計数装置としてAloka社製LBC-471Q、計数管としてAloka社製FC-511を用いた。

### 3 分析結果

表1にプルトニウムと放射性ストロンチウムの分析結果を示す。参考のために、当センターでGe半導体検出器によって測定した $^{137}\text{Cs}$ の値も示した。

$^{238}\text{Pu}$ は陸地の土壌3と土壌6に検出された。 $^{239+240}\text{Pu}$ は全ての土壌試料に検出された。 $^{90}\text{Sr}$ は陸地の土壌3～土壌6の試料に検出された。建築物屋上の土壌試料には $^{90}\text{Sr}$ は検出されなかった。これらの土壌試料において、 $^{137}\text{Cs}/^{90}\text{Sr}$ 放射能比を計算したところ約2.1～6.4の範囲にあった。浮遊じんにはプルトニウムも $^{90}\text{Sr}$ も検出されなかった。

図1に全土壌試料についての $^{137}\text{Cs}$ と $^{239+240}\text{Pu}$ の放射能濃度の関係を示した。図に示すように、陸地の表層土壌に比べて建築物屋上の土壌では $^{137}\text{Cs}$ に対して $^{239+240}\text{Pu}$ の割合が少ない傾向が見られた。

図2から図8に全試料のアルファ線スペクトロメトリーのデータを示す。

表1 試料一覧及びプルトニウムと放射性ストロンチウムの分析結果

試料名 (注1)	試料 採取地点	試料 採取期間	放射能濃度 (試料採取年月日現在の値)				単位
			$^{238}\text{Pu}$	$^{239+240}\text{Pu}$	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$ (注2)	
土壌1 (93IL0096)	仙台市 (屋上)	1993/09/24	ND	$0.24 \pm 0.05$	ND	$70 \pm 2$	Bq/kg (乾土)
土壌2 (93IL0133)	女川町 (屋上)	1993/11/18	ND	$0.080 \pm 0.022$	ND	$40.4 \pm 0.8$	
土壌3 (90LS0064)	(旧)牡鹿町 寄磯	1990/6/11	$0.014 \pm 0.004$	$0.32 \pm 0.02$	$6.4 \pm 0.5$	$17.5 \pm 0.4$	
土壌4 (05LS0035)	(旧)牡鹿町 寄磯	2005/6/07	ND	$0.20 \pm 0.02$	$1.6 \pm 0.2$	$6.3 \pm 0.3$	
土壌5 (05LS0036)	(旧)岩出山 町,城山公園	2005/6/20	ND	$0.12 \pm 0.01$	$2.2 \pm 0.3$	$4.7 \pm 0.3$	
土壌6 (90LS0220)	(旧)岩出山 町,八幡神社	1990/12/04	$0.038 \pm 0.007$	$1.11 \pm 0.06$	$9.7 \pm 0.6$	$61.6 \pm 0.2$	
浮遊じん (86AE0057)	女川町	1986/5/7-8	ND	ND	ND	$46.3 \pm 0.4$	Bq/m <sup>3</sup>

(注1) 分析に供した土壌試料は石礫等を除いた細土で、土壌1と土壌2は粒径0.149mm以下、また土壌3～土壌6は粒径2mm以下である。各試料名の下のカッコ内は試料番号を示す。

(注2)  $^{137}\text{Cs}$ の値は宮城県原子力センターがGe半導体検出器で測定した結果である。

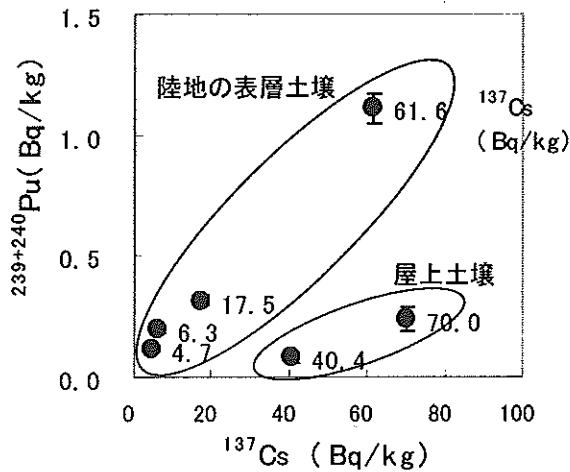


図1 土壌中の $^{137}\text{Cs}$ と $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度の関係

核種	Bq/試料	(Bq/sample)	Peak (ch)	Peak (Counts)	B. G.	Net (cpm)
Pu-242			527	464	1	3.47765E-1 ±1.61544E-2
★ Pu-239+240	1.16845E-3 ±2.64628E-4	1.16845E-3 ±2.64628E-4	588	22	3	1.59353E-2 ±3.53229E-3
Pu-238	-5.49900E-5 ±2.76133E-5	-5.49900E-5 ±2.76133E-5	658	0	4	-7.49946E-4 ±3.74974E-4

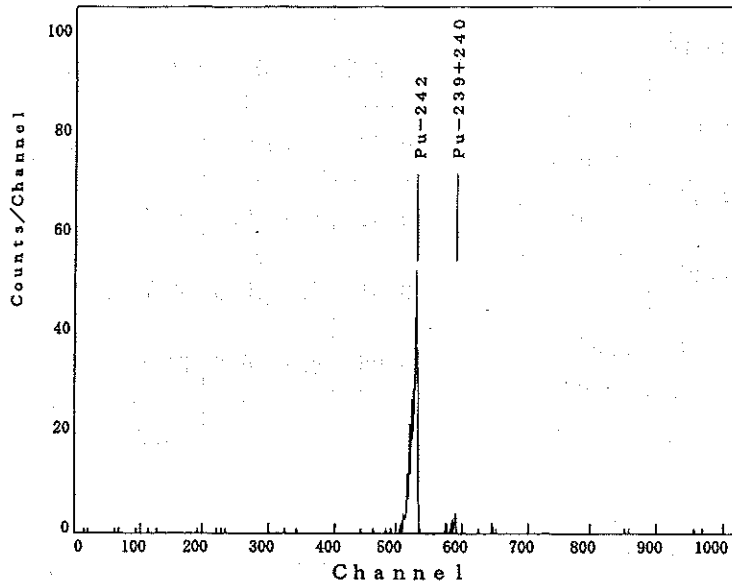


図2 土壌1のアルファ線スペクトロメトリーデータ

核種	Bq/試料	(Bq/sample)	Peak (ch)	Peak (Counts)	B. G.	Net (cpm)
Pu-242			524	433	2	3.24322E-1 ±1.56062E-2
★ Pu-239+240	7.95941E-4 ±2.24874E-4	7.95941E-4 ±2.24874E-4	584	14	2	1.01233E-2 ±2.81829E-3
Pu-238	-2.94866E-5 ±6.91514E-5	-2.94866E-5 ±6.91514E-5	664	1	6	-3.75030E-4 ±8.79330E-4

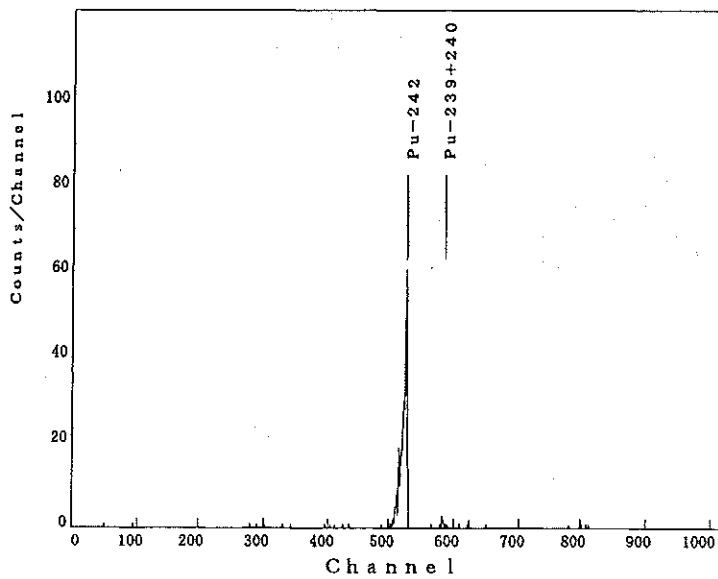


図3 土壌2のアルファ線スペクトロメトリーデータ

核種	Bq/試料	(Bq/sample)	Peak (ch)	Peak (Counts)	B. G.	Net (cpm)
Pu-242			489	465	2	$3.48314E-1$ $\pm 1.61722E-2$
★ Pu-239+240	$1.61261E-2$ $\pm 1.20278E-3$	$1.61261E-2$ $\pm 1.20278E-3$	550	294	1	$2.20274E-1$ $\pm 1.28589E-2$
★ Pu-238	$6.86209E-4$ $\pm 2.10564E-4$	$6.86209E-4$ $\pm 2.10564E-4$	625	14	6	$9.37326E-3$ $\pm 2.84309E-3$

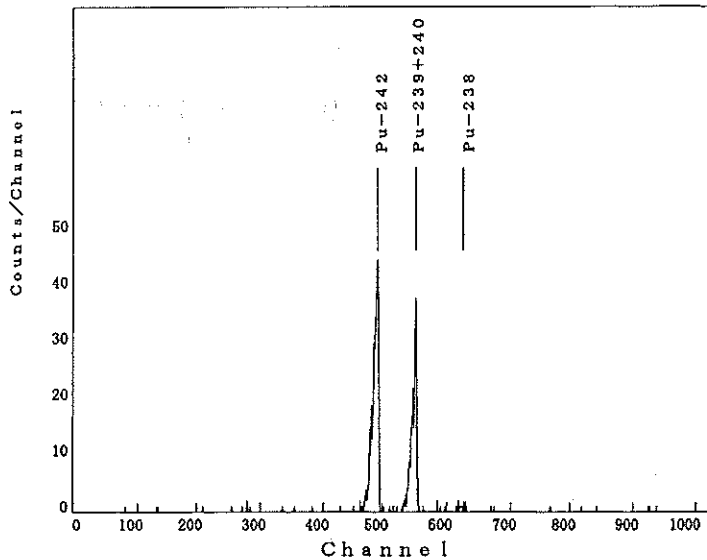


図4 土壌3のアルファ線スペクトロメトリーデータ

核種	Bq/試料	(Bq/sample)	Peak (ch)	Peak (Counts)	B. G.	Net (cpm)
Pu-242			486	484	1	$3.62754E-1$ $\pm 1.64984E-2$
★ Pu-239+240	$1.02131E-2$ $\pm 8.68927E-4$	$1.02131E-2$ $\pm 8.68927E-4$	546	194	1	$1.45289E-1$ $\pm 1.04463E-2$
Pu-238	$2.10846E-4$ $\pm 1.21161E-4$	$2.10846E-4$ $\pm 1.21161E-4$	625	6	4	$2.99945E-3$ $\pm 1.71819E-3$

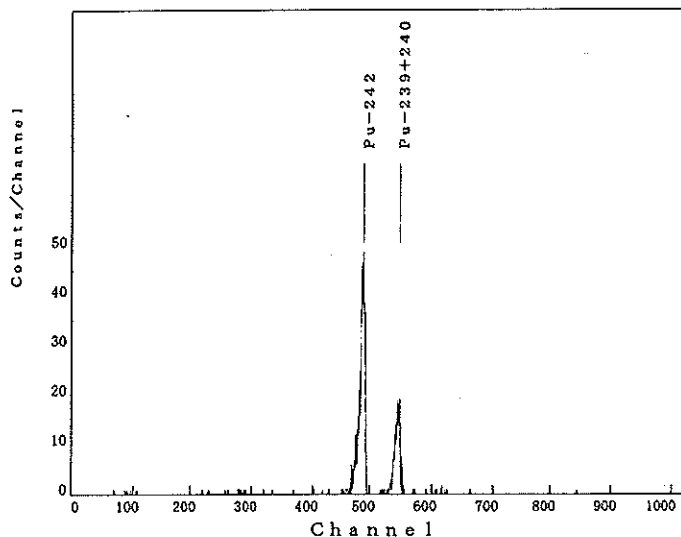


図5 土壌4のアルファ線スペクトロメトリーデータ

核種	Bq/試料	(Bq/sample)	Peak (ch)	Peak (Counts)	B. G.	Net (cpm)
Pu-242			509	565	3	4.23113E-1 ±1.78271E-2
★ Pu-239+240	5.86369E-3 ±5.71567E-4	5.86369E-3 ±5.71567E-4	570	130	1	9.72955E-2 ±8.65187E-3
Pu-238	2.25957E-4 ±1.13381E-4	2.25957E-4 ±1.13381E-4	652	6	4	3.74928E-3 ±1.87468E-3

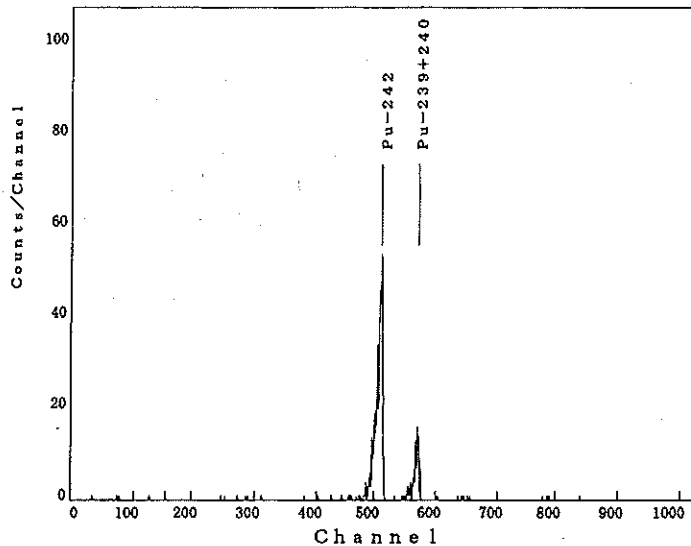


図6 土壌5のアルファ線スペクトロメトリーデータ

核種	Bq/試料	(Bq/sample)	Peak (ch)	Peak (Counts)	B. G.	Net (cpm)
Pu-242			495	467	3	3.49622E-1 ±1.62079E-2
★ Pu-239+240	5.62633E-2 ±3.14431E-3	5.62633E-2 ±3.14431E-3	553	1030	5	7.71418E-1 ±2.40693E-2
★ Pu-238	1.87316E-3 ±3.35845E-4	1.87316E-3 ±3.35845E-4	629	35	3	2.56826E-2 ±4.44810E-3

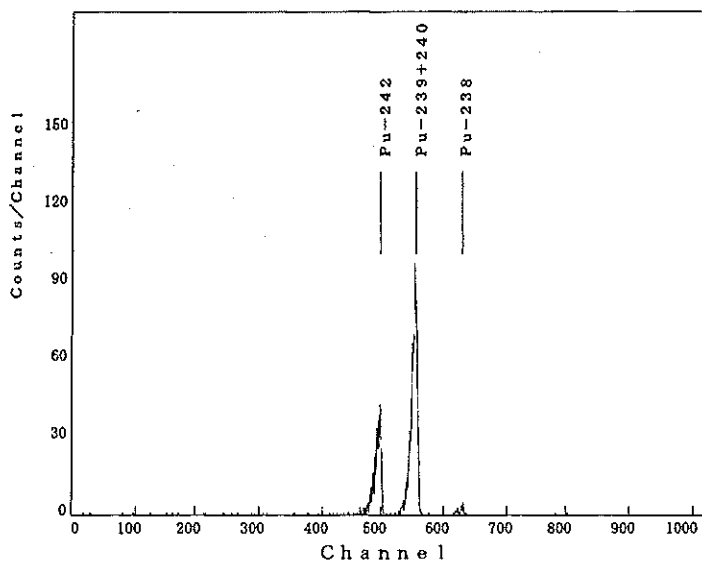


図7 土壌6のアルファ線スペクトロメトリーデータ

核種	Bq/試料	(Bq/sample)	Peak (ch)	Peak (Counts)	B. G.	Net (cpm)
Pu-242			494	387	1	2.90026E-1 ±1.47536E-2
Pu-239+240	1.64799E-5 ±7.18532E-5	1.64799E-5 ±7.18532E-5	556	1	3	1.07441E-4 ±8.17199E-4
Pu-238	6.59278E-5 ±9.89554E-5	6.59278E-5 ±9.89554E-5	638	2	4	7.49859E-4 ±1.12487E-3

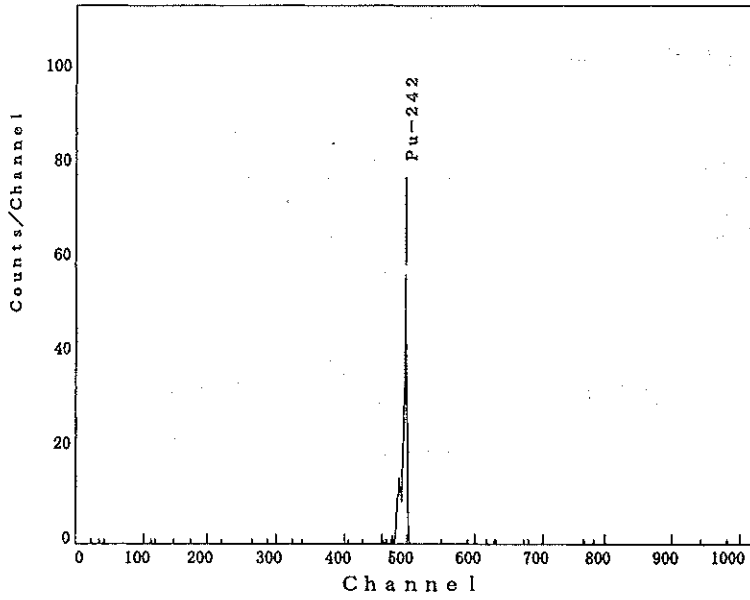


図8 浮遊じんのアルファ線スペクトロメトリーデータ

### 資料 3 宮城県における環境放射能核種分析結果

以下に、2005年（平成17年）4月から2006年（平成18年）3月までに採取した試料の核種分析結果を示す。

#### [ 図表一覧 ]

図-1：Ge半導体検出器による $\gamma$ 線スペクトロメトリー用試料形状と略称

表-1：Ge半導体検出器の主な性能

Ge半導体検出器による分析結果：

表-2～表-32にGe半導体検出器による分析結果を示す。これらの表において、試料番号に\*印（アスタリスク）が付いているデータは、「平成17年度 女川原子力発電所 環境放射能調査結果（平成18年9月 宮城県）」において、対象核種（ $^{54}\text{Mn}$ 、 $^{58}\text{Co}$ 、 $^{59}\text{Fe}$ 、 $^{60}\text{Co}$ 、 $^{134}\text{Cs}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ ）と $^7\text{Be}$ 及び $^{40}\text{K}$ の分析値が公表されたことを示す。これら以外の試料は調査研究のために採取したものである。放射能の値は試料採取日における値を示す。

$^{90}\text{Sr}$ 分析結果：

表-33

$^3\text{H}$ 分析結果：

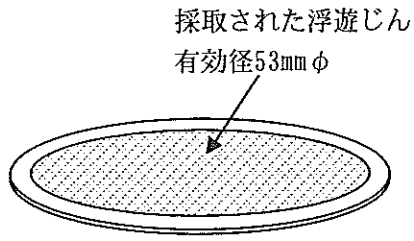
表-34

文部科学省委託調査結果（平成17年度）：

表-35～表-41

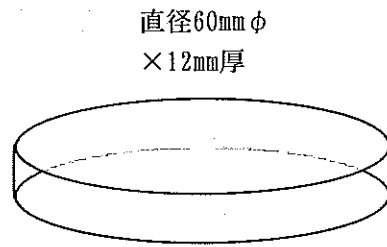
これらのデータは、文部科学省からの環境放射能水準調査の委託により得られた成果の一部である。





(a) 大気浮遊じん用ろ紙

上：セルロース・  
 ガラスせんいろ紙 (Toyo, HE-40T)  
 下：活性炭ろ紙 (Toyo, CP-20)

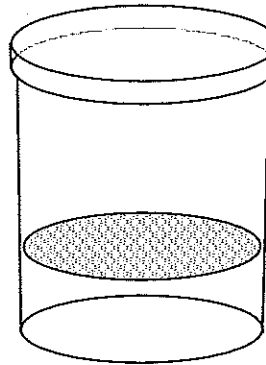


(b) ディスク状容器

材質：アクリル樹脂  
 用途：プレス成形した灰試料用

(c) U 8 型容器

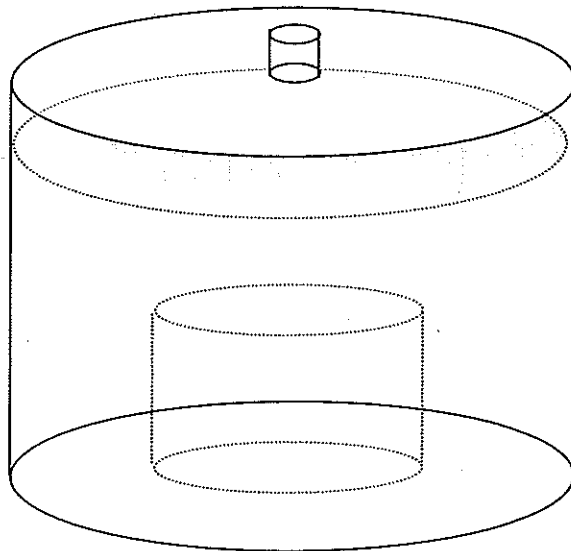
材質：ポリプロピレン樹脂  
 用途：降下物、土壌、その他の試料用



容器：  
 直径47mmφ  
 ×50mm高  
 試料厚：  
 0~50mmの範囲で  
 任意

(d) マリネリ容器

(牛乳その他の試料用)



容積：2ℓ

図-1 Ge半導体検出器用  
 測定試料形状と容器

表-1 Ge半導体検出器の主な性能

検出器番号		Ge 1	Ge 2	Ge 3	Ge 4
検出器型名		ORTEC GEM-110210	ORTEC GMX-45200	ORTEC GMX-45200	ORTEC LOAX-51370/20
検出器サイズ (mm)		82.0φ×100.3	64.3φ×64.5	65.8φ×71.5	51.7φ×20.2
検出器エンドキャップ		1.5 mm, NiメッキMg	1.5 mm, NiメッキMg	1.5 mm, NiメッキMg	1.5 mm, NiメッキMg *
検出器窓		-	0.5 mm Be	0.5 mm Be	0.5 mm Be
印加電圧		+3500 V	-3600 V	-3500 V	-2300 V
MCA (ADC, Lin. AMP, 高圧電源含む)		SEIKO EG&G スーパーグラフィック MCA 7700型			
検出器 性能	FWHM at 5.9 keV	-	0.605 keV	0.703 keV	0.366 keV
	FWHM at 122 keV	-	-	-	0.578 keV
	FWHM at 1.33 MeV	2.05 keV	1.90 keV	1.96 keV	-
	P/C比	85	64	61	-
	相対効率 **	115.8 %	51.1 %	55.5 %	-
遮へい体厚さ (mm) (内側より)					
アクリル樹脂		11	11	5	2
無酸素銅		10	10	5	3
カドミウム		3	3	-	-
旧鉄		-	-	12	-
鉛		150	150	120	100
鋼鉄		9	9	10	10
データ解析装置		Dellコンピュータ、PowerEdge600SC			

\* No.4 Ge のエンドキャップ材はAl製から交換。

\*\* 相対効率は、線源-検出器間距離25 cmのときの、<sup>60</sup>Coの1.33 MeV-γ線エネルギーにおける3"φ×3" NaI(Tl)検出器に対する相対値。

(1) Ge半導体検出器による分析結果

表-2 月間降下物の核種分析結果(1)

試料名		降下物					
		雨水・ちり					
採取地点		女川町(原子力センター)					
採取期間		2005. 4. 1 ~2005. 4. 28	2005. 4. 28 ~2005. 6. 1	2005. 6. 1 ~2005. 7. 4	2005. 7. 4 ~2005. 8. 1	2005. 8. 1 ~2005. 9. 1	2005. 9. 1 ~2005.10. 3
採取月		4月分	5月分	6月分	7月分	8月分	9月分
試料番号		05F00005*(注1)	05F00030*	05F00050*	05F00076*	05F00088*	05F00106*
放射能	Be-7	95.8±0.8	139±1	155.6±0.8	142.2±0.9	115.4±0.8	126.1±0.8
	K-40	1.7±0.2	1.7±0.2	0.93±0.19	—	0.74±0.18	—
	Pb-210	18.9±0.3	18.9±0.3	25.80±0.3	30.1±0.3	16.0±0.3	19.4±0.3
	Cs-137	(0.047)(注2)	(0.048)	—(注3)	—	—	—
	単位	Bq/m <sup>2</sup>	Bq/m <sup>2</sup>	Bq/m <sup>2</sup>	Bq/m <sup>2</sup>	Bq/m <sup>2</sup>	Bq/m <sup>2</sup>
試料採取面積(m <sup>2</sup> )		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
蒸発残渣量(g/m <sup>2</sup> )		4.8	4.8	1.9	2.4	2.0	1.9
Ge検出器番号		3	3	3	3	3	3
測定時間 (ライブタイム; 秒)		80000	80000	80000	80000	80000	80000

(注1) 試料番号にアスタリスク(\*)がついている試料は、Be-7、K-40、Cs-137及び蒸発残渣量などの値を既に「女川原子力発電所環境放射能及び温排水調査結果(平成17年度分)」に報告済みであることを示す。ほかの試料についても同様である。

(注2) カッコ内の値は、測定値が検出下限値未満ではあるものの光電ピークが検出された場合の検出下限値を示す(以下、同様)。

(注3) ハイフン(—)は、光電ピークが認められず検出下限値未満であることを示す(以下、同様)。

表-3 月間降下物の核種分析結果(2)

試料名		降下物					
		雨水・ちり					
採取地点		女川町(原子力センター)					
採取期間		2005.10. 3 ~2005.11. 1	2005.11. 1 ~2005.12. 1	2005.12. 1 ~2006.1. 5	2006. 1. 5 ~2006. 2. 1	2006. 2. 1 ~2006. 3. 2	2006. 3. 2 ~2006. 4. 3
採取月		10月分	11月分	12月分	1月分	2月分	3月分
試料番号		05F00121*	05F00144*	05F00157*	05F00167*	05F00177*	05F00191*
放射能	Be-7	120.0±0.8	88.8±0.7	79.2±0.6	23.6±0.5	137.4±0.9	135.5±0.8
	K-40	—	0.84±0.14	1.4±0.2	0.55±0.13	0.83±0.14	—
	Pb-210	12.3±0.2	12.7±0.2	15.3±0.2	6.6±0.2	19.9±0.3	22.3±0.3
	Cs-137	—	—	—	—	—	—
	単位	Bq/m <sup>2</sup>	Bq/m <sup>2</sup>	Bq/m <sup>2</sup>	Bq/m <sup>2</sup>	Bq/m <sup>2</sup>	Bq/m <sup>2</sup>
試料採取面積(m <sup>2</sup> )		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
蒸発残渣量(g/m <sup>2</sup> )		1.2	1.5	2.8	1.7	2.1	4.0
Ge検出器番号		3	2	2	2	2	3
測定時間 (ライブタイム; 秒)		80000	80000	80000	80000	80000	80000

表-4 月間降下物の核種分析結果 (3)

試料名		降下物					
		雨水・ちり					
採取地点		仙台市 (保健環境センター) (注)					
採取期間		2005. 4. 1 ~2005. 4. 28	2005. 4. 28 ~2005. 6. 1	2005. 6. 1 ~2005. 7. 4	2005. 7. 4 ~2005. 8. 1	2005. 8. 1 ~2005. 9. 1	2005. 9. 1 ~2005. 10. 3
採取月		4月分	5月分	6月分	7月分	8月分	9月分
試料番号		05F00006*	05F00031*	05F00051*	05F00077*	05F00089*	05F00107*
放射	Be- 7	68.5±0.7	75.7±0.8	153.4±0.9	131.8±0.8	132.3±0.8	36.2±0.4
	K - 40	2.4±0.2	5.7±0.3	2.1±0.2	1.6±0.2	0.85±0.18	2.4±0.2
	Pb-210	10.5±0.2	11.8±0.2	23.1±0.3	24.1±0.3	17.6±0.3	8.1±0.2
	Cs-137	0.058±0.014	(0.047)	—	—	—	—
	単位	Bq/m <sup>2</sup>	Bq/m <sup>2</sup>	Bq/m <sup>2</sup>	Bq/m <sup>2</sup>	Bq/m <sup>2</sup>	Bq/m <sup>2</sup>
試料採取面積(m <sup>2</sup> )		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
蒸発残渣量(g/m <sup>2</sup> )		4.9	6.0	4.1	4.3	3.3	3.6
Ge 検出器番号		2	3	3	2	3	3
測定時間 (ライブタイム; 秒)		80000	80000	80000	80000	80000	80000
備考		対照地点					

(注) 保健環境センターの採取地点は、1997年4月より5階屋上から地上へ変更した。

表-5 月間降下物の核種分析結果 (4)

試料名		降下物					
		雨水・ちり					
採取地点		仙台市 (保健環境センター) (注)					
採取期間		2005. 10. 3 ~2005. 11. 1	2005. 11. 1 ~2005. 12. 1	2005. 12. 1 ~2006. 1. 5	2006. 1. 5 ~2006. 2. 1	2006. 2. 1 ~2006. 3. 2	2006. 3. 2 ~2006. 4. 3
採取月		10月分	11月分	12月分	1月分	2月分	3月分
試料番号		05F00122*	05F00145*	05F00158*	05F00168*	05F00178*	05F00192*
放射能	Be- 7	44.4±0.7	49.0±0.5	76.8±0.6	30.5±0.5	101.3±0.8	129.9±0.8
	K - 40	2.6±0.2	4.7±0.3	1.6±0.2	—	—	3.1±0.2
	Pb-210	6.3±0.2	10.4±0.2	25.3±0.3	11.2±0.2	19.0±0.3	18.6±0.3
	Cs-137	—	—	—	—	—	—
	単位	Bq/m <sup>2</sup>	Bq/m <sup>2</sup>	Bq/m <sup>2</sup>	Bq/m <sup>2</sup>	Bq/m <sup>2</sup>	Bq/m <sup>2</sup>
試料採取面積(m <sup>2</sup> )		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
蒸発残渣量(g/m <sup>2</sup> )		2.3	3.5	4.6	2.2	2.2	7.7
Ge 検出器番号		3	3	3	3	3	2
測定時間 (ライブタイム; 秒)		80000	80000	80000	80000	80000	80000
備考		対照地点					

(注) 保健環境センターの採取地点は、1997年4月より5階屋上から地上へ変更した。

表-6 四半期間降下物の核種分析結果 (1)

試料名		降下物			
		雨水・ちり			
採取地点		石巻市鮫浦 (鮫浦MS)			
採取期間		2005. 3. 31 ~2005. 6. 28	2005. 6. 28 ~2005. 9. 30	2005. 9. 30 ~2005. 12. 27	2005. 12. 27 ~2006. 3. 31
採取月		4~6月分	7~9月分	10~12月分	1~3月分
試料番号		05F00042*	05F00103*	05F00149*	05F00187*
放射能	Be-7	309±2	321±2	147±1	216±2
	K-40	3.6±0.5	2.2±0.6	5.8±0.5	—
	Pb-210	52.4±0.7	83.2±1.0	32.5±0.6	64.0±0.9
	Cs-137	—	—	—	—
	単位	Bq/m <sup>2</sup>	Bq/m <sup>2</sup>	Bq/m <sup>2</sup>	Bq/m <sup>2</sup>
試料採取面積(m <sup>2</sup> )		0.166	0.166	0.166	0.166
蒸発残渣量(g/m <sup>2</sup> )		7.6	6.9	7.5	14.6
Ge検出器番号		2	3	2	3
測定時間 (ライブタイム; 秒)		80000	80000	80000	80000

表-7 四半期間降下物の核種分析結果 (2)

試料名		降下物			
		雨水・ちり			
採取地点		女川町 (飯子浜MS)			
採取期間		2005. 3. 31 ~2005. 6. 28	2005. 6. 28 ~2005. 9. 30	2005. 9. 30 ~2005. 12. 27	2005. 12. 27 ~2006. 3. 31
採取月		4~6月分	7~9月分	10~12月分	1~3月分
試料番号		05F00041*	05F00102*	05F00148*	05F00186*
放射能	Be-7	249±2	287±2	112±1	221±2
	K-40	4.0±0.5	2.3±0.4	4.1±0.5	—
	Pb-210	40.6±0.6	75.9±0.8	23.8±0.5	53.7±0.8
	Cs-137	—	—	—	(0.14)
	単位	Bq/m <sup>2</sup>	Bq/m <sup>2</sup>	Bq/m <sup>2</sup>	Bq/m <sup>2</sup>
試料採取面積(m <sup>2</sup> )		0.166	0.166	0.166	0.166
蒸発残渣量(g/m <sup>2</sup> )		9.8	9.2	5.1	6.7
Ge検出器番号		2	2	2	3
測定時間 (ライブタイム; 秒)		80000	80000	80000	80000

表-8 四半期間降下物の核種分析結果 (3)

試料名		降下物			
		雨水・ちり			
採取地点		石巻市谷川浜 (谷川IMS)			
採取期間		2005. 3. 31 ~2005. 6. 28	2005. 6. 28 ~2005. 9. 30	2005. 9. 30 ~2005. 12. 27	2005. 12. 27 ~2006. 3. 31
採取月		4~6月分	7~9月分	10~12月分	1~3月分
試料番号		05F00043*	05F00104*	05F00150*	05F00188*
放射能	Be-7	235±2	176±2	137±1	209±2
	K-40	2.0±0.5	5.3±0.6	6.8±0.6	—
	Pb-210	48.3±0.8	52.5±0.8	38.2±0.7	53.1±0.8
	Cs-137	—	—	—	—
	単位	Bq/m <sup>2</sup>	Bq/m <sup>2</sup>	Bq/m <sup>2</sup>	Bq/m <sup>2</sup>
試料採取面積(m <sup>2</sup> )		0.166	0.166	0.166	0.166
蒸発残渣量(g/m <sup>2</sup> )		7.6	19.2	12.6	5.1
Ge検出器番号		3	3	3	3
測定時間 (ライブタイム; 秒)		80000	80000	80000	80000

表-9 四半期間降下物の核種分析結果 (4)

試料名		降下物			
		雨水・ちり			
採取地点		女川町 (原子力センター)			
採取期間		2005. 3. 31 ~2005. 6. 28	2005. 6. 28 ~2005. 10. 3	2005. 10. 3 ~2005. 12. 27	2005. 12. 27 ~2006. 3. 31
採取月		4~6月分	7~9月分	10~12月分	1~3月分
試料番号		05F00044	05F00108	05F00151	05F00189
放射能	Be-7	263±2	271±2	175±2	219±2
	K-40	8.4±0.7	6.3±0.5	4.7±0.6	—
	Pb-210	55.4±0.8	43.9±0.7	41.0±0.7	66.0±0.9
	Cs-137	—	—	—	0.17±0.05
	単位	Bq/m <sup>2</sup>	Bq/m <sup>2</sup>	Bq/m <sup>2</sup>	Bq/m <sup>2</sup>
試料採取面積(m <sup>2</sup> )		0.166	0.166	0.166	0.166
蒸発残渣量(g/m <sup>2</sup> )		15.8	8.3	6.3	14.9
Ge検出器番号		3	2	3	3
測定時間 (ライブタイム; 秒)		80000	80000	80000	80000

表-10 黄砂用降下物の核種分析結果(1) (注)

試料名		降下物			
		雨水・ちり			
採取地点		女川町(原子力センター)			
採取期間		2005. 3. 17 ~2005. 4. 28	2005. 4. 28 ~2005. 5. 9	2005. 5. 9 ~2005. 6. 1	2005. 6. 1 ~2005. 7. 4
試料番号		05F00007	05F00012	05F00032	05F00055
放射能	Be-7	163±1	24.3±0.4	139.1±0.8	180.3±0.8
	K-40	4.3±0.2	2.8±0.2	2.2±0.1	1.0±0.1
	Pb-210	27.1±0.3	(6.3)	16±1	19±2
	Cs-137	0.052±0.009	0.045±0.007	—	—
	単位	Bq/m <sup>2</sup>	Bq/m <sup>2</sup>	Bq/m <sup>2</sup>	Bq/m <sup>2</sup>
試料採取面積(m <sup>2</sup> )		0.538	0.538	0.538	0.538
蒸発残渣量(g/m <sup>2</sup> )		10.11	4.94	3.59	2.47
Ge検出器番号		2	1	1	1
測定時間 (ライブタイム; 秒)		80000	80000	80000	80000
備考					

(注) 本試料は1階屋上にプラスチック製のタンクを置いて採取したものである。

表-11 黄砂用降下物の核種分析結果(2) (注)

試料名		降下物		
		雨水・ちり		
採取地点		女川町(原子力センター)		
採取期間		2005. 7. 4 ~2006. 1. 5	2006. 1. 5 ~2006. 3. 2	2006. 3. 2 ~2006. 4. 3
試料番号		05F00092	05F00179	05F00194
放射能	Be-7	270±20	353±2	17.6±1.0
	K-40	7.1±0.3	—	3.3±0.2
	Pb-210	88.0±0.6	49.3±0.4	24.5±0.3
	Cs-137	(0.048)	—	(0.041)
	単位	Bq/m <sup>2</sup>	Bq/m <sup>2</sup>	Bq/m <sup>2</sup>
試料採取面積(m <sup>2</sup> )		0.538	0.538	0.538
蒸発残渣量(g/m <sup>2</sup> )		15.3	8.96	6.39
Ge検出器番号		3	3	2
測定時間 (ライブタイム; 秒)		80000	80000	80000
備考				

(注) 本試料は1階屋上にプラスチック製のタンクを置いて採取したものである。

表-1 2 黄砂用降下物の核種分析結果 (3) (注)

試料名	降下物				
	雨水・ちり				
採取地点	仙台市 (保健環境センター)				
採取期間	2005. 3. 17 ~2005. 4. 28	2005. 4. 28 ~2005. 5. 9	2005. 5. 9 ~2005. 6. 1	2005. 6. 1 ~2005. 7. 4	
試料番号	05F00008	05F00013	05F00033	05F00056	
放射能	Be- 7	116±1	13.1±0.3	102±1	22±1
	K - 40	2.3±0.2	5.3±0.2	5.6±0.4	1.2±0.2
	Pb-210	28±2	6.5±1	11.5±0.3	22±2
	Cs-137	(0.045)	0.049±0.006	—	—
	単位	Bq/m <sup>2</sup>	Bq/m <sup>2</sup>	Bq/m <sup>2</sup>	Bq/m <sup>2</sup>
試料採取面積(m <sup>2</sup> )	0.332	0.332	0.332	0.332	
蒸発残渣量(g/m <sup>2</sup> )	7.26	3.98	4.04	3.34	
Ge 検出器番号	1	1	3	1	
測定時間 (ライブタイム; 秒)	80000	250000	80000	80000	
備考					

(注) 本試料は地表付近にプラスチック製のタンクを置いて採取したものである。

表-1 3 黄砂用降下物の核種分析結果 (4) (注)

試料名	降下物			
	雨水・ちり			
採取地点	仙台市 (保健環境センター)			
採取期間	2005. 7. 4 ~2006. 1. 5	2006. 1. 5 ~2006. 3. 2	2006. 3. 2 ~2006. 4. 3	
試料番号	05F00091	05F00180	05F00193	
放射能	Be- 7	190±30	137±1	125.0±1.0
	K - 40	39.9±0.9	—	—
	Pb-210	89.5±0.8	33.9±0.5	19.8±0.4
	Cs-137	(0.089)	—	—
	単位	Bq/m <sup>2</sup>	Bq/m <sup>2</sup>	Bq/m <sup>2</sup>
試料採取面積(m <sup>2</sup> )	0.332	0.332	0.332	
蒸発残渣量(g/m <sup>2</sup> )	34.0	4.94	8.77	
Ge 検出器番号	3	3	3	
測定時間 (ライブタイム; 秒)	80000	80000	80000	
備考				

(注) 本試料は地表付近にプラスチック製のタンクを置いて採取したものである。



表-14 農産物の核種分析結果(1)

試料名		米	
		精米	
採取地点		石巻市谷川浜	
採取月日		2005.11.15	
試料番号		05VG0129*	
放射能	Be-7	(0.11)	
	K-40	26.1±0.2	
	Pb-210	-	
	Cs-137	-	
	単位	Bq/kg生	
試料量(kg生)		4.92	
灰分(%)		0.749	
Ge検出器番号		2	
測定時間 (ライブタイム;秒)		80000	
備考		採取月日は受取月日を示す。	

(注) 測定には灰化した試料を用いており、試料量は生重量に換算した値を示す。  
以下、他の農産物、指標植物、魚介類及び指標海産物についても同様である。

表-15 農産物の核種分析結果(2)

試料名		大根			
		根	葉	根	葉
採取地点		女川町横浦		石巻市谷川浜	
採取月日		2005.11.1	2005.11.1	2005.11.15	2005.11.15
試料番号		05VG0124*	05VG0125*	05VG0127*	05VG0128*
放射能	Be-7	0.16±0.03	3.72±0.09	0.11±0.02	4.8±0.1
	K-40	70.9±0.2	51.9±0.3	75.6±0.3	111.3±0.5
	Pb-210	-	0.67±0.05	-	0.96±0.07
	Cs-137	-	-	-	-
	単位	Bq/kg生	Bq/kg生	Bq/kg生	Bq/kg生
試料量(kg生)		6.89	2.73	6.98	2.37
灰分(%)		0.656	1.33	0.644	1.53
Ge検出器番号		2	3	3	3
測定時間 (ライブタイム;秒)		80000	80000	80000	80000
備考					

表-16 陸水の核種分析結果

試料名		陸水			
		水道原水			
採取地点		女川町野々浜		石巻市前網浜(注)	
採取月日		2005. 7. 7	2006. 1.16	2005. 7. 7	2006. 1.16
試料番号		05LW0057*	05LW0159*	05LW0058*	05LW0160*
放射能	Be- 7	—	—	—	(14)
	K - 40	—	17±4	17±4	22±4
	Pb-210	(12)	(7.9)	—	15±2
	Cs-137	—	—	—	—
	単位	mBq/l	mBq/l	mBq/l	mBq/l
試料量(l)		20.0	20.0	20.0	20.0
Ge 検出器番号		3	2	3	3
測定時間 (ライブタイム; 秒)		80000	80000	80000	80000
備考					

(注) 合併に伴う住所表示変更によるもので、場所は従来通り寄磯浄水場内である。

表-17 陸土の核種分析結果

試料名		陸土(注1)			
部位		未耕土			
採取地点		石巻市前網浜(注2)		岩出山町(城山公園)	
採取月日		2005. 6. 7		2005. 6. 20	
試料番号		05LS0035*		05LS0036*	
放射能 (注3)	Be- 7	—	—	—	—
	K - 40	19700±300	515±8	8900±200	232±6
	Pb-212	1530±20	39.9±0.6	890±20	23.4±0.5
	Pb-214	990±20	26.0±0.6	730±20	19.2±0.6
	Cs-137	240±10	6.2±0.3	180±10	4.6±0.2
	単位	Bq/m <sup>2</sup>	Bq/kg 乾土	Bq/m <sup>2</sup>	Bq/kg 乾土
試料量		26.2cm <sup>2</sup>	0.100kg	22.5cm <sup>2</sup>	0.086kg
Ge 検出器番号		2		2	
測定時間 (ライブタイム; 秒)		80000		80000	
備考		比較対照地点			

(注1) 陸土試料については、同一測定結果について単位面積当たりと単位重量当たりの両方の放射能を示した。

(注2) 合併に伴う住所表示変更によるもので、場所は従来通り寄磯浄水場内である。

(注3) 低エネルギーγ線放出核種であるPb-210については、試料が厚かつ密度が高いために自己吸収補正が困難であるので、掲載しなかった。一方で、Th系列とU系列の代表的なγ線放出核種であるPb-212とPb-214については概ねTh-232及びU-238と放射平衡と見なせるため、参考のため掲載した。

表-18 浮遊じんの核種分析結果(1)

試料名		浮遊じん					
		-					
採取地点		女川町(女川MS)					
採取期間		2005. 3. 31 ~2005. 4. 27	2005. 4. 27 ~2005. 5. 30	2005. 5. 30 ~2005. 6. 28	2005. 6. 28 ~2005. 7. 29	2005. 7. 29 ~2005. 8. 31	2005. 8. 31 ~2005. 9. 30
採取月		4月分	5月分	6月分	7月分	8月分	9月分
試料番号		05AE0009*	05AE0025*	05AE0045*	05AE0071*	05AE0083*	05AE0098*
放射能	Be- 7	4.4±0.1	3.25±0.07	2.57±0.08	1.49±0.06	2.69±0.06	3.87±0.08
	K-40	—	0.22±0.05	—	—	—	—
	Pb-210	0.98±0.06	0.54±0.04	0.52±0.04	0.58±0.04	0.72±0.04	0.85±0.04
	Cs-137	—	—	—	—	—	—
	単位	mBq/m <sup>3</sup>	mBq/m <sup>3</sup>	mBq/m <sup>3</sup>	mBq/m <sup>3</sup>	mBq/m <sup>3</sup>	mBq/m <sup>3</sup>
試料量(m <sup>3</sup> )		972	1342	1223	1339	1428	1284
Ge 検出器番号		2	2	2	3	2	2
測定時間 (ライブタイム; 秒)		80000	80000	80000	80000	80000	80000
備考							

表-19 浮遊じんの核種分析結果(2)

試料名		浮遊じん					
		-					
採取地点		女川町(女川MS)					
採取期間		2005. 9. 30 ~2005. 10. 31	2005. 10. 31 ~2005. 11. 30	2005. 11. 30 ~2005. 12. 27	2005. 12. 27 ~2006. 1. 31	2006. 1. 31 ~2006. 2. 28	2006. 2. 28 ~2006. 3. 31
採取月		10月分	11月分	12月分	1月分	2月分	3月分
試料番号		05AE0116*	05AE0139*	05AE0152*	05AE0162*	05AE0172*	05AE0182*
放射能	Be- 7	5.12±0.09	4.65±0.09	3.0±0.1	4.43±0.10	4.1±0.1	5.22±0.10
	K-40	—	—	—	—	0.20±0.05	—
	Pb-210	1.02±0.05	1.21±0.05	0.96±0.07	1.23±0.04	1.16±0.05	1.33±0.06
	Cs-137	—	—	—	—	—	—
	単位	mBq/m <sup>3</sup>	mBq/m <sup>3</sup>	mBq/m <sup>3</sup>	mBq/m <sup>3</sup>	mBq/m <sup>3</sup>	mBq/m <sup>3</sup>
試料量(m <sup>3</sup> )		1315	1209	866	1393	1109	1215
Ge 検出器番号		3	3	3	2	2	3
測定時間 (ライブタイム; 秒)		80000	80000	80000	80000	80000	80000
備考							

表-20 浮遊じんの核種分析結果 (3)

試料名		浮遊じん					
		-					
採取地点		石巻市鮫浦 (鮫浦MS)					
採取期間		2005. 3. 31 ~2005. 4. 27	2005. 4. 27 ~2005. 5. 30	2005. 5. 30 ~2005. 6. 28	2005. 6. 28 ~2005. 7. 29	2005. 7. 29 ~2005. 8. 31	2005. 8. 31 ~2005. 9. 30
採取月		4月分	5月分	6月分	7月分	8月分	9月分
試料番号		05AE0010*	05AE0026*	05AE0046*	05AE0072*	05AE0084*	05AE0099*
放射能	Be-7	4.0±0.1	3.16±0.07	2.53±0.07	1.4±0.1	2.75±0.07	4.11±0.08
	K-40	0.34±0.08	—	0.21±0.05	—	—	—
	Pb-210	1.12±0.06	0.52±0.04	0.55±0.04	0.61±0.04	0.82±0.04	0.82±0.04
	Cs-137	—	—	—	—	—	—
	単位	mBq/m <sup>3</sup>	mBq/m <sup>3</sup>	mBq/m <sup>3</sup>	mBq/m <sup>3</sup>	mBq/m <sup>3</sup>	mBq/m <sup>3</sup>
試料量(m <sup>3</sup> )		1143	1430	1251	1350	1430	1306
Ge 検出器番号		3	3	2	3	3	2
測定時間 (ライブタイム; 秒)		80000	80000	80000	80000	80000	80000
備考							

表-21 浮遊じんの核種分析結果 (4)

試料名		浮遊じん					
		-					
採取地点		石巻市鮫浦 (鮫浦MS)					
採取期間		2005. 9. 30 ~2005. 10. 31	2005. 10. 31 ~2005. 11. 30	2005. 11. 30 ~2005. 12. 27	2005. 12. 27 ~2006. 1. 31	2006. 1. 31 ~2006. 2. 28	2006. 2. 28 ~2006. 3. 31
採取月		10月分	11月分	12月分	1月分	2月分	3月分
試料番号		05AE0117*	05AE0140*	05AE0153*	05AE0163*	05AE0173*	05AE0183*
放射能	Be-7	5.5±0.1	4.9±0.1	2.60±0.08	4.49±0.10	4.8±0.1	5.51±0.09
	K-40	—	—	—	—	0.26±0.07	—
	Pb-210	1.00±0.05	1.36±0.05	0.84±0.05	1.31±0.05	1.31±0.05	1.40±0.05
	Cs-137	—	—	—	—	—	—
	単位	mBq/m <sup>3</sup>	mBq/m <sup>3</sup>	mBq/m <sup>3</sup>	mBq/m <sup>3</sup>	mBq/m <sup>3</sup>	mBq/m <sup>3</sup>
試料量(m <sup>3</sup> )		1316	1261	1051	1486	1193	1282
Ge 検出器番号		3	3	3	3	3	2
測定時間 (ライブタイム; 秒)		80000	80000	80000	80000	80000	80000
備考							

表-22 指標植物の核種分析結果

試料名	よもぎ		
	葉		
採取地点	石巻市谷川浜	岩出山町	
採取月日	2005. 7. 28	2005. 7. 20	
試料番号	05IL0070*	05IL0069*	
放射能	Be- 7	212±1	96.9±0.5
	K - 40	258.9±0.9	275.2±0.9
	Pb-210	14.5±0.2	8.1±0.2
	Cs-137	0.044±0.009	0.052±0.008
	単位	Bq/kg生	Bq/kg生
試料量(kg生)	1.70	1.87	
灰分 (%)	2.64	2.40	
Ge 検出器番号	2	2	
測定時間 (ライブタイム; 秒)	80000	80000	
備考		対照地点	

表-23 魚介類の核種分析結果 (1)

試料名	あいなめ	
	肉	
採取地点	女川原子力発電所 前面海域	
採取月日	2005. 8. 25	
試料番号	05MP0079*	
放射能	Be- 7	—
	K - 40	118.9±0.6
	Pb-210	(0.35)
	Cs-137	0.082±0.006
	単位	Bq/kg生
試料量(kg生)	2.06	
灰分 (%)	2.20	
Ge 検出器番号	3	
測定時間 (ライブタイム; 秒)	80000	
備考		

表-24 魚介類の核種分析結果(2)

試料名	ほ や		あわび	
	肉		肉	
採取地点	女川町小屋取	女川町塚浜	女川原子力発電所 前面海域	
採取月日	2005. 6.21	2005. 6.21	2005.11.11	
試料番号	05MP0040*	05MP0039*	05MP0126*	
放射能	Be- 7	16.2±0.2	11.7±0.2	1.02±0.07
	K - 40	85.6±0.5	74.9±0.5	74.0±0.5
	Pb-210	2.59±0.10	1.45±0.09	0.58±0.07
	Cs-137	—	—	—
	単位	Bq/kg生	Bq/kg生	Bq/kg生
試料量(kg生)	1.81	1.79	2.00	
灰分(%)	2.49	2.51	2.25	
Ge 検出器番号	2	3	2	
測定時間 (ライブタイム;秒)	80000	80000	80000	
備考				

表-25 魚介類の核種分析結果(3)

試料名	か き		
	除 殻		
採取地点	女川町飯子浜		
採取月日	2005.10.6		
試料番号	05MP0110*	05MP0110#	
放射能	Be- 7	3.2±0.1	3.24±0.07
	K - 40	73.1±0.5	72.4±0.3
	Pb-210	4.5±0.1	4.2±0.7
	Cs-137	0.024±0.006	0.021±0.004
	Ag-108m	—	0.017±0.003
単位	Bq/kg生	Bq/kg生	
試料量(kg生)	1.87		
灰分(%)	2.41		
Ge 検出器番号	3	1	
測定時間 (ライブタイム;秒)	80000	160000	
備考			

# 「女川原子力発電所環境放射能及び温排水調査結果 (平成17年度分)」に記載したデータとは解析条件が異なる。

表-26 魚介類の核種分析結果(4)

試料名	か き						
	除 殻						
採取地点	女川町竹浦		女川町出島		気仙沼市階上		
採取月日	2005.10.14		2005.10.4		2005.10.11		
試料番号	05MP0111*	05MP0111#	05MP0109*	05MP0109#	05MP0112*	05MP0112#	
放射能	Be- 7	2.48±0.09	2.7±0.1	2.70±0.09	2.58±0.09	1.52±0.08	1.44±0.07
	K - 40	75.6±0.5	77.2±0.4	70.6±0.5	70.4±0.2	64.3±0.5	65.1±0.1
	Pb-210	4.6±0.1	4.57±0.08	3.46±0.10	3.50±0.04	2.17±0.08	2.4±0.3
	Cs-137	(0.027)	0.025±0.004	(0.022)	0.017±0.002	(0.024)	0.016±0.001
	Ag-108m	—	(0.013)	0.016±0.005	0.0094±0.0017	—	0.0058±0.001
単位	Bq/kg生	Bq/kg生	Bq/kg生	Bq/kg生	Bq/kg生	Bq/kg生	
試料量(kg生)	1.74		1.84		1.94		
灰分(%)	2.60		2.45		2.32		
Ge 検出器番号	3	2	2	2	3	1	
測定時間 (ライブタイム;秒)	80000	160000	80000	500000	80000	500000	
備考					対照地点		

# 「女川原子力発電所環境放射能及び温排水調査結果 (平成17年度分)」に記載したデータとは解析条件が異なる。

表-27 海藻の核種分析結果

試料名		わかめ			
		除根			
採取地点		女川町 小屋取		女川町 シウリ崎	
採取月日		2005. 4. 25	2005. 5. 26	2005. 4. 25	2005. 5. 26
試料番号		05MP0002*	05MP0021*	05MP0003*	05MP0020*
放射能	Be- 7	(0.58)	1.1±0.2	—	0.82±0.15
	K - 40	232±1	187±1	175±1	203±1
	Pb-210	(0.057)	(0.60)	—	—
	Cs-137	(0.045)	—	—	(0.041)
	単位	Bq/kg生	Bq/kg生	Bq/kg生	Bq/kg生
試料量(kg生)		1.14	1.20	1.13	1.14
灰分(%)		3.93	3.76	3.96	3.94
Ge検出器番号		2	3	2	2
測定時間 (ライブタイム; 秒)		80000	80000	80000	80000
備考					

表-28 海水の核種分析結果

試料名		海水				
		表層水				
採取地点		女川原子力発電所 放水口付近		鮫浦湾		気仙沼湾
採取月日		2005. 5. 17	2005. 11. 16	2005. 5. 17	2005. 11. 16	2005. 10. 6
試料番号		05SW0017*	05SW0130*	05SW0015*	05SW0132*	05SW0113*
放射能	Cs-137	(1.8)	2.2±0.3	(1.7)	1.9±0.5	2.0±0.3
	単位	mBq/l	mBq/l	mBq/l	mBq/l	mBq/l
試料量(l)		20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Ge検出器番号		3	2	3	3	2
測定時間 (ライブタイム; 秒)		80000	80000	80000	80000	80000
備考						対照地点

表-29 海底土の核種分析結果

試料名		海底土				
		表層土				
採取地点		女川原子力発電所 放水口付近		鮫浦湾		気仙沼湾
採取月日		2005. 5.17	2005.11.16	2005. 5.17	2005.11.16	2005.10.6
試料番号		05SS0016*	05SS0131*	05SS0014*	05SS0133*	05SS0114*
放射能 (注)	Be- 7	-	(5.2)	(6.4)	8.8±1.7	(12)
	K - 40	492±7	497±7	525±8	579±9	282±6
	Pb-212	15.3±0.4	16.1±0.4	18.4±0.5	21.5±0.5	9.4±0.3
	Pb-214	8.3±0.6	12.9±0.4	9.6±0.7	37.5±0.9	11.4±0.5
	Cs-137	-	(0.54)	1.5±0.2	1.6±0.2	0.61±0.13
	単位	Bq/kg乾土	Bq/kg乾土	Bq/kg乾土	Bq/kg乾土	Bq/kg乾土
試料量(g 乾土)		132	117	110	85.6	92.7
Ge 検出器番号		3	2	3	3	2
測定時間 (ライブタイム; 秒)		80000	80000	80000	80000	80000
備考						対照地点

(注) Th 系列と U 系列の代表的なγ線放出核種である Pb-212 と Pb-214 については概ね Th-232 及び U-238 と放射平衡と見なせるため、参考のため掲載した。

表-30 指標海産物の核種分析結果 (1)

試料名		あらめ					
		除根					
採取地点		女川町シウリ崎				女川町小屋取	
採取月日		2005. 5.26	2005. 8.29	2005.11.24	2006. 2.20	2005. 5.26	2005. 8.29
試料番号		05IS0023*	05IS0081*	05IS0136*	05IS0169*	05IS0022*	05IS0080*
放射能	Be- 7	-	1.1±0.1	1.3±0.1	-	-	0.54±0.12
	K - 40	330±1	263±1	383±2	395±2	283±1	252±1
	Pb-210	-	-	-	-	(0.72)	-
	Cs-137	0.064±0.015	0.070±0.013	(0.058)	(0.056)	0.058±0.017	(0.053)
	単位	Bq/kg生	Bq/kg生	Bq/kg生	Bq/kg生	Bq/kg生	Bq/kg生
試料量(kg生)		1.06	1.05	0.87	0.928	1.08	1.06
灰分 (%)		4.26	4.30	5.16	4.84	4.19	4.24
Ge 検出器番号		2	3	3	2	3	3
測定時間 (ライブタイム; 秒)		80000	80000	80000	80000	80000	80000
備考							



表-31 指標海産物の核種分析結果(2)

試料名	あらめ						
	除根						
採取地点	女川町小屋取		女川原子力発電所 東防波堤				
採取月日	2005. 11. 24	2006. 2. 20	2005. 5. 26	2005. 8. 29	2005. 11. 24	2006. 2. 20	
試料番号	05IS0135*	05IS0170*	05IS0024*	05IS0082*	05IS0137*	05IS0171*	
放射能	Be- 7	0.78±0.14	—	—	0.85±0.13	0.67±0.12	—
	K - 40	399±2	408±2	328±1	260±1	380±2	410±2
	Pb-210	—	—	—	—	—	—
	Cs-137	(0.066)	—	(0.046)	0.069±0.012	0.078±0.016	(0.058)
	単位	Bq/kg生	Bq/kg生	Bq/kg生	Bq/kg生	Bq/kg生	Bq/kg生
試料量(kg生)	0.86	0.931	1.09	1.05	0.87	0.975	
灰分(%)	5.23	4.82	4.14	4.29	5.13	4.61	
Ge 検出器番号	3	3	2	3	3	2	
測定時間 (ライブタイム; 秒)	80000	80000	80000	80000	80000	80000	
備考							

表-32 指標海産物の核種分析結果(3)

試料名	むらさきいがい				
	除殻				
採取地点	女川町小屋取				
採取月日	2005. 4. 25	2005. 6. 21	2005. 9. 20	2005. 12. 13	
試料番号	05IS0001*	05IS0038*	05IS0097*	05IS0147*	
放射能	Be- 7	4.9±0.1	6.7±0.1	8.8±0.1	3.9±0.1
	K - 40	89.6±0.5	80.3±0.6	76.9±0.5	79.5±0.5
	Pb-210	2.88±0.10	3.3±0.1	2.35±0.08	2.29±0.08
	Cs-137	0.025±0.005	0.033±0.008	0.021±0.004	0.025±0.005
	単位	Bq/kg生	Bq/kg生	Bq/kg生	Bq/kg生
試料量(kg生)	1.82	1.52	2.13	2.00	
灰分(%)	2.47	2.97	2.12	2.26	
Ge 検出器番号	2	3	2	2	
測定時間 (ライブタイム; 秒)	80000	80000	80000	80000	
備考					

(2)  $^{90}\text{Sr}$ 分析結果

表-33 Sr-90の分析結果

試料名	部位	採取地点	採取 年月日	Sr-90 濃度		Ca濃度 (g/kg生)	Sr 単位 (Bq/g・Ca)	試料番号
				測定値	単位			
米	精米	谷川	2005.11.15	0.0073±0.0007	Bq/kg生	0.053	0.14±0.01	05VG0129
よもぎ	葉	谷川	2005.7.28	0.32±0.01	Bq/kg生	2.9	0.110±0.004	05IL0070
よもぎ	葉	岩出山 (対照地点)	2005.7.20	0.69±0.02	Bq/kg生	1.7	0.40±0.01	05IL0069
あいなめ	肉	前面海域	2005.8.25	—	Bq/kg生	3.0	—	05MP0079
かき	除殻	飯子浜	2005.10.6	—	Bq/kg生	0.60	—	05MP0110
かき	除殻	気仙沼 (対照地点)	2005.10.11	—	Bq/kg生	0.27	—	05MP0112
ほや	肉	小屋取	2005.6.21	—	Bq/kg生	0.32	—	05MP0040
わかめ	除根	シウリ崎	2005.5.26	—	Bq/kg生	1.1	—	05MP0020
あらめ	除根	シウリ崎	2005.8.29	—	Bq/kg生	2.3	—	05IS0081
あらめ	除根	シウリ崎	2006.2.20	—	Bq/kg生	2.1	—	05IS0169

(3)  $^3\text{H}$ 分析結果

表-34 H-3の分析結果

試料名		採取地点	採取年月日	H-3 濃度		試料番号
				測定値	単位	
陸水	水道原水	野々浜	2005. 7. 7	—	mBq/l	05LW00057
			2006. 1. 16	—		05LW0159
		寄磯	2005. 7. 7	—		05LW0058
			2006. 1. 16	620±170		05LW0160
海水	表層水	放水口付近	2005. 5. 17	—		05SW0017
			2005. 11. 16	—		05SW0130
		気仙沼湾	2005. 10. 6	—	05SW0113	

(4) 文部科学省委託調査結果

表-35 ゲルマニウム半導体検出器による核種分析結果(総括表)

検出器:オルテック社製純Ge  
波高分析機:セイコーEG&G社製 MCA7700

試料名	採取場所	採取年月	検体数	<sup>137</sup> Cs			その他の核種			単位
				最低値	最高値	過去の値	最低値	最高値	過去の値	
降水物	宮城県原子力センター	2005.4月 ～2006.3月	12	ND	ND	ND～0.135	ND	2.5	ND～5.5	MBq/km <sup>2</sup>
陸水	宮城県保健環境センター	2005.6月	1	ND	ND	ND～0.252	18	18	17～36.7	mBq/l
土壌	宮城県 岩出山町	2005.9月	1	4.5	4.5	4.2～6.9	255	255	180～260	Bq/kg 乾土
				157	157	160～225	8955	8955	6790～10000	MBq/km <sup>2</sup>
精米	宮城県 岩出山町	2005.9月	1	1.8	1.8	0.80～3.9	276	276	202～270	Bq/kg 乾土
				301	301	138～730	45520	45520	34420～52000	MBq/km <sup>2</sup>
野菜	宮城県 石巻市	2005.11月	1	ND	ND	ND～0.077	22	22	22～37.4	Bq/kg 精米
	宮城県 利府町	2005.9月	1	0.046	0.046	ND～0.11	70	70	36.3～108	Bq/kg 生
	宮城県 利府町	2005.7月	1	ND	ND	ND～0.029	259	259	122～350	Bq/kg 生
牛乳	宮城県畜産試験場	2005.5～10月	6	ND	ND	ND～0.047	46	49	41～63.1	Bq/l
	宮城県 利府町	2005.7月	1	ND	ND	ND～0.062	48	48	41.1～59.1	Bq/l
水産生物	宮城県 石巻市	2005.7.11月	2	0.020	0.022	ND～0.12	46	50	45.1～88	Bq/人・日
	宮城県 利府町	2005.7月	1	0.072	0.072	ND～0.197	109	109	72～143	Bq/kg 生

(注)これらのデータは、電源開発促進対策特別会計法に基づき文部科学省からの受託事業として、宮城県が実施した平成17年度「環境放射能水準調査」の成果です。  
また、採取場所等の住所表示は、採取時点のものを用いています。

表-36 降下物のゲルマニウム半導体検出装置を用いた核種分析調査結果報告

大型水盤型式	石巻精機製、直径80cm、深さ40cm
材質及び厚み	ステンレス製、3.0mm
受水面積	5005cm <sup>2</sup>

ゲルマニウム半導体検出器	ORTEC GMX-45200
遮蔽体	120 mm厚
分解能	FWHM = 1.96 keV(Co-60,1332keV)
相対効率	55.5%
測定容器	U8

試料番号	採取期間		採取日数	採取場所		緯度 (度分秒)	緯度 (度分秒)	降水量 (mm)	採取量 (g)	供試量 (g)	備考
	開始	終了		住所							
05Fo0004	2005/4/1	2005/4/28	27	宮城県鹿野郡女川町女川浜字伊勢12-7原子力セクター-屋上		141:26:59	38:26:46	46.5	17.10	17.10	
05Fo0029	2005/4/28	2005/6/1	34	宮城県鹿野郡女川町女川浜字伊勢12-7原子力セクター-屋上		141:26:59	38:26:46	71.5	50.36	50.36	
05Fo0049	2005/6/1	2005/7/4	33	宮城県鹿野郡女川町女川浜字伊勢12-7原子力セクター-屋上		141:26:59	38:26:46	54.0	19.41	19.41	
05Fo0075	2005/7/4	2005/8/1	28	宮城県鹿野郡女川町女川浜字伊勢12-7原子力セクター-屋上		141:26:59	38:26:46	182.0	91.61	91.61	
05Fo0087	2005/8/1	2005/9/1	31	宮城県鹿野郡女川町女川浜字伊勢12-7原子力セクター-屋上		141:26:59	38:26:46	99.0	52.10	52.10	
05Fo0105	2005/9/1	2005/10/3	32	宮城県鹿野郡女川町女川浜字伊勢12-7原子力セクター-屋上		141:26:59	38:26:46	89.5	47.00	47.00	
05Fo0120	2005/10/3	2005/11/1	29	宮城県鹿野郡女川町女川浜字伊勢12-7原子力セクター-屋上		141:26:59	38:26:46	89.5	56.80	56.80	
05Fo0143	2005/11/1	2005/12/1	30	宮城県鹿野郡女川町女川浜字伊勢12-7原子力セクター-屋上		141:26:59	38:26:46	28.5	31.25	31.25	
05Fo0156	2005/12/1	2006/1/5	35	宮城県鹿野郡女川町女川浜字伊勢12-7原子力セクター-屋上		141:26:59	38:26:46	64.0	53.40	53.40	
05Fo0166	2006/1/5	2006/2/1	27	宮城県鹿野郡女川町女川浜字伊勢12-7原子力セクター-屋上		141:26:59	38:26:46	13.5	35.30	35.30	
05Fo0176	2006/2/1	2006/3/2	29	宮城県鹿野郡女川町女川浜字伊勢12-7原子力セクター-屋上		141:26:59	38:26:46	60.0	53.20	53.20	
05Fo0190	2006/3/2	2006/4/3	32	宮城県鹿野郡女川町女川浜字伊勢12-7原子力セクター-屋上		141:26:59	38:26:46	87.5	42.90	42.90	

試料番号	測定年月日	測定時間 (sec)	核種別放射能濃度			
			Be-7 (MBq/km <sup>2</sup> )	K-40 (MBq/km <sup>2</sup> )	Cs-137 (MBq/km <sup>2</sup> )	
05Fo0004	2005/6/6	80000	110±0.86	1.5±0.18	N.D	
05Fo0029	2005/6/13	80000	160±0.86	1.6±0.17	N.D	
05Fo0049	2005/8/5	80000	149±0.94	ND	N.D	
05Fo0075	2005/8/22	80000	154±0.88	0.84±0.14	N.D	
05Fo0087	2005/9/22	80000	128±0.80	0.53±0.12	N.D	
05Fo0105	2005/10/19	80000	117±0.75	ND	N.D	
05Fo0120	2005/11/28	80000	120±0.82	ND	N.D	
05Fo0143	2005/12/28	80000	74±0.64	1.1±0.18	N.D	
05Fo0156	2006/1/13	80000	59±0.51	2.5±0.22	N.D	
05Fo0166	2006/4/2	80000	21±0.46	0.81±0.17	N.D	
05Fo0176	2006/4/3	80000	129±0.88	ND	N.D	
05Fo0190	2006/4/15	80000	131±0.79	1.7±0.21	N.D	

計数値がその計数誤差の3倍を下回るものについては「N.D」としている。

表-37 陸水(上水、淡水)のゲルマニウム半導体検出装置を用いた核種分析調査結果報告

ゲルマニウム半導体検出器	ORTEC GMX-45200
遮蔽体	120 mm厚
分解能	FWHM = 1.96 keV(Co-60,1.332keV)
相対効率	55.5%
測定容器	U8

試料番号	試料名	採取年月日	採取場所		純度 (度分秒)	純度 (度分秒)	残留物 (mg/l)	供試量 (g)	測定試料 形態	備考
			住所	採取場所						
05LW0034	蛇口水	2005/6/1	仙台市宮城野区幸町4-7-2 宮城県保健環境センター		38:16:30	140:54:30	55.7	100	乾固	

試料番号	測定年月日	測定時間 (sec)	核種別放射能濃度		
			Be-7 (mBq/l)	K-40 (mBq/l)	Cs-137 (mBq/l)
05LW0034	2005/6/27	80000	10±0.83	18±1.1	ND

計数値がその計数誤差の3倍を下回るものについては「N.D.」としている。

表-38 土壤のゲルマニウム半導体検出装置を用いた核種分析調査結果報告

ゲルマニウム半導体検出器	ORTEC GMX-45200
遮蔽体	120 mm厚
分解能	FWHM = 1.96 keV(Co-60,1332keV)
相対効率	55.5%
測定容器	U8

試料番号	試料名	採取年月日	採取場所				採取層 (cm)	採取法	採取面積採取全量 (cm <sup>2</sup> ) (g)	乾燥 細土* (g)	測定試料 形態	供試量 (g)	備考
			住所	緯度 (度分秒)	経度 (度分秒)	緯度 (度分秒)							
05LS0094	未耕地	2005/9/14	宮城県玉造郡岩出山町 岩出山城跡	38:39:15	140:51:50	0~5	探土器	402.1 2256.79	1410.43	乾燥	88.41		
05LS0095	未耕地	2005/9/14	宮城県玉造郡岩出山町 岩出山城跡	38:39:15	140:51:50	5~20	探土器	157.1 3139.10	2589.33	乾燥	106.57		

試料番号	測定年月日	測定時間 (sec)	核種別放射能濃度					
			Be-7		K-40		Cs-137	
			(Bq/kg乾土)	(MBq/km <sup>2</sup> )	(Bq/kg乾土)	(MBq/km <sup>2</sup> )	(Bq/kg乾土)	(MBq/km <sup>2</sup> )
05LS0094	2005/10/9	80000	ND	ND	255±6.4	8955±225	4.5±0.27	157±9.5
05LS0095	2005/10/10	80000	ND	ND	276±5.9	45520±980	1.8±0.19	301±31

\*: 2mmフルイ通過後の全量  
計数値がその計数誤差の3倍を下回るものは「N.D」としている。

表-39 食品中のゲルマニウム半導体検出装置を用いた核種分析調査結果報告(1)

ゲルマニウム半導体検出器	ORTEC GMX-45200
遮蔽体	120 mm厚
分解能	FWHM = 1.96 keV(Co-60,1332keV)
相対効率	55.5%
測定容器	U8

試料番号	試料名	種類	部位	採取年月日	採取場所			測定試料 形態	灰分 (%)	供試量 (g)	備考
					住所	緯度 (度分秒)	経度 (度分秒)				
05VC0123	穀類	米	精米	2005/11/1	宮城県石巻市南境	38:26:45	141:17:48	生,M	1792.1		
05VC0052	葉菜類	ほうれんそう	葉	2005/7/4	宮城県宮城郡利府町中央三丁目4-1	38:19:40	140:59:06	灰,U8	54.17		
05VC0090	根菜類	だいこん	根	2005/9/1	宮城県宮城郡利府町中央三丁目4-1	38:19:40	140:59:06	灰,U8	20.61		
05MP0053	魚類	かれい	全体	2005/7/4	宮城県宮城郡利府町中央三丁目4-1	38:19:40	140:59:06	灰,U8	79.35		

核種別放射能濃度						
試料番号	測定年月日	測定時間 (sec)	核種別放射能濃度			
			Be-7 (Bq/kg生)	K-40 (Bq/kg生)	Cs-137 (Bq/kg生)	
05VC0123	2005/11/2	80000	ND	22±0.43	ND	
05VC0052	2005/8/12	80000	1.9±0.13	259±1.1	ND	
05VC0090	2005/10/8	80000	ND	70±0.38	0.046±0.004	
05MP0053	2005/8/13	80000	ND	109±0.76	0.072±0.009	

計数値がその計数誤差の3倍を下回るものについては「N.D.」としている。



表-40 食品中のゲルマニウム半導体検出装置を用いた核種分析調査結果報告 (2)

ゲルマニウム半導体検出器	ORTEC GMX-45200
遮蔽体	120 mm厚
分解能	FWHM = 1.96 keV(Co-60,1332keV)
相対効率	55.5%
測定容器	US

試料番号	試料名	採取年月日	採取場所	生重量 kg(5人分・日)	測定試料 形態	灰分 (g/人・日)	供試料 (g-灰)	備考
05FD0059	日常食	2005/7/14	宮城県石巻市	9.7036	灰	14.854	58.30	
05FD0134	日常食	2005/11/16	宮城県石巻市	9.4951	灰	18.322	58.55	

試料番号	測定年月日	測定時間 (sec)	核種別放射能濃度		
			Be-7 (Bq/人・日)	K-40 (Bq/人・日)	Cs-137 (Bq/人・日)
05FD0059	2005/8/14	80000	ND	50±0.35	0.020±0.004
05FD0134	2005/12/12	80000	ND	46±0.31	0.022±0.005

計数値がその計数誤差の3倍を下回るものについては「N.D.」としている。

表-41 食品中のゲルマニウム半導体検出装置を用いた核種分析調査結果報告 (3)

ゲルマニウム半導体検出器	ORTEC GMX-45200
遮蔽体	120 mm厚
分解能	FWHM = 1.96 keV(Co-60,1332keV)
相対効率	55.5%
測定容器	U8

試料番号	試料名	種類	採取年月日	採取場所		緯度 (度分秒)	緯度 (度分秒)	測定試料 形態	供試量 (g)	備考
				住所	採取場所					
05M10018	牛乳	原乳	2005/5/20	宮城県玉造郡岩出山町	宮城県畜産試験場	38:36:57	140:53:06	生	2.00	
05M10037	牛乳	原乳	2005/6/20	宮城県玉造郡岩出山町	宮城県畜産試験場	38:36:57	140:53:06	生	2.00	
05M10068	牛乳	原乳	2005/7/20	宮城県玉造郡岩出山町	宮城県畜産試験場	38:36:57	140:53:06	生	2.00	
05M10078	牛乳	原乳	2005/8/10	宮城県玉造郡岩出山町	宮城県畜産試験場	38:36:57	140:53:06	生	2.00	
05M10096	牛乳	原乳	2005/9/14	宮城県玉造郡岩出山町	宮城県畜産試験場	38:36:57	140:53:06	生	2.00	
05M10115	牛乳	原乳	2005/10/12	宮城県玉造郡岩出山町	宮城県畜産試験場	38:36:57	140:53:06	生	2.00	
05M10054	牛乳	市販乳	2005/7/4	宮城県宮城郡利府町中央三丁目4-1		38:19:40	140:59:06	生	2.00	

試料番号	測定年月日	測定時間 (sec)	核種別放射能濃度				
			Be-7 (Bq/l)	K-40 (Bq/l)	I-131 (Bq/l)	Cs-137 (Bq/l)	
05M10018	2005/5/20	80000	ND	47±0.58	ND	ND	
05M10037	2005/6/21	80000	ND	49±0.64	ND	ND	
05M10068	2005/7/20	80000	ND	48±0.59	ND	ND	
05M10078	2005/8/10	80000	ND	49±0.59	ND	ND	
05M10096	2005/9/14	80000	ND	47±0.58	ND	ND	
05M10115	2005/10/12	80000	ND	46±0.57	ND	ND	
05M10054	2005/7/4	80000	ND	48±0.62	ND	ND	

計数値がその計数誤差の3倍を下回るものについては「N.D」としている。

---

宮城県原子力センター年報 第 23 卷 2005年

平成 19 年 1 月 30 日 発行

発行者 宮城県牡鹿郡女川町女川浜字伊勢12-7  
宮城県原子力センター  
TEL.(0225)54-3322

印刷所 石巻市田道町一丁目6-18  
株式会社 有 隣 社

---