

宮城県原子力センター年報

第 27・28 卷

平成 21・22 年

ANNUAL REPORT
OF
ENVIRONMENTAL RADIOACTIVITY
RESEARCH INSTITUTE OF MIYAGI

VOL.27・28 (2009・2010)

宮城県原子力センター

はじめに

当センターは、東北電力（株）の女川原子力発電所（昭和 59 年 6 月から営業運転開始）の建設に伴って、周辺環境の放射能モニタリング（監視）等の業務を行うために宮城県によって女川町内に設置され、その後、約 30 年にわたって業務を続けてきました。業務内容としては、モニタリングのほかには原子力関連の広報展示業務や緊急時環境モニタリング技術の維持・向上、及び放射能・放射線に関する調査研究も含まれ、また平成 14 年からは隣接地に設置された宮城県原子力防災対策センター（通称、オフサイトセンター）の維持管理業務なども行ってきました。

これまでに、当センターでは環境放射能及び放射線のモニタリングデータの解析や分析・測定等に関する研究成果を取りまとめ、ほぼ毎年、年報として発行してきており、平成 22 年 3 月には通算 26 巻目を刊行したところでした。そして昨年、平成 23 年 3 月初旬にはその続巻である第 27 巻を発行するべく原稿を作成し終わったところでしたが、あいにくと 3 月 11 日の東日本大震災時の大津波被害にあって、測定施設や設備機器等の全てが流失または使用不能になるという事態に至り、その関係で当の年報も発刊停止となっておりました。震災では、物的被害のみでなく人的にも被害を受け、職員・関係者にも複数の犠牲者が出てしまいました。記念すべき設立 30 周年目の年に極めて残念な結果になったわけですが、現在は、亡くなった方々のご冥福をお祈りしつつも、放射能モニタリングの再開に向けて測定設備・機器類の再整備に努めているところです。

一方、震災に伴って福島第一原子力発電所の大事故が発生し、宮城県にもこれまでにないほどの大きな放射能影響を与えました。こうした状況下では、環境での放射能の分布や挙動、あるいは放射線の空間的・時間的変動要因、等に関する専門知識や経験がますます必要とされるところです。そのため、震災からの復興準備等に追われる多忙の中にあっても、過去の調査結果や研究成果を報告書として後世に残しておくことは重要と考えます。同時に、凄惨な出来事とはいえ、千年あるいは数百年に一度と言われる昨年の 3・11 大震災による被害状況なども整理し、敢えて当センターの歴史に残しておくこともまた必要なことと思われました。

幸い、平成 21 年度の調査研究成果等を記し、昨年発行する予定であった年報第 27 巻原稿の電子データが無事であったことから、この度あらためて発行することとし、あわせて、震災による被害状況等を取りまとめ、第 27 巻及び 28 巻の合併号として出版致しました。広く関係者の方々にご高覧いただき、ご参考にしていただければ幸いに存じます。

平成 24 年 3 月

宮城県原子力センター
所長 石川 陽 一

目 次

はじめに

第 2 7 巻(2009)

I 宮城県原子力センター概要	1
II 研究論文及び技術報告	
1 空間 γ 線線量率に影響を与える特異的な自然因子	4
石川陽一, 長山美穂, 石幡祐士, 安藤孝志, 今野伸浩	
2 非降水時の空間ガンマ線線量率上昇と大気中ラドン濃度の関係	10
長山美穂, 島影裕徳, 木村昭裕, 伊藤節男, 石川陽一, 三浦英美	
3 宮城県沿岸の海藻(アラメ)に検出される放射性ヨウ素の検出状況 と拡散シミュレーション結果との比較	14
木村昭裕, 島影裕徳, 長山美穂, 伊藤節男, 石川陽一, 三浦英美	
4 ラドンモニターとゲルマニウム半導体検出器による地下水中ラドン濃度の 測定	21
木村昭裕, 石川陽一, 三浦英美	
III 学会発表等の要旨	
1 学会発表	25
2 誌上発表	26
IV 資 料	
資料 1 環境放射線監視装置及び同監視システムにおける災害対策機能 強化(2) 衛星回線を用いたデータ収集システムの構築(3)	27
長山美穂, 島影裕徳, 石川陽一, 三浦英美	
資料 2 1981年から2010年までの陸水, 降水, 海水及び海藻中の β 核種 (^3H , ^{90}Sr)濃度のデータ	30
資料 3 環境試料の放射化学分析結果(高度調査解析委託業務)	40
資料 4 概ね週毎に回収した降下物中の放射能濃度について	51
資料 5 ^{90}Sr 分析法の改良について	53
資料 6 宮城県における環境放射能核種分析結果	58
(1) Ge半導体検出器による分析結果	61
(2) ^{90}Sr 分析結果	74
(3) ^3H 分析結果	74
(4) 文部科学省委託調査結果	75

C o n t e n t s

Preface

I Outline of Environmental Radioactivity Research Institute of Miyagi	1
II Papers and a Technical Paper	
1. Specific Natural Factors which affect Environmental γ -ray Dose Rate	4
<i>Yoichi Ishikawa, Miho Nagayama, Yuji Ishihata, Takashi Ando and Nobuhiro Kon-no</i>	
2. Relation between γ -ray Dose Rate and ^{222}Rn Concentration in Outdoor Air during Non-rainfall Period	10
<i>Miho Nagayama, Hironori Shimakage, Akihiro Kimura, Setsuo Ito, Yoichi Ishikawa and Hidemi Miura</i>	
3. Comparison of Distribution of Radioiodine Observed in Brown Algae and a Diffusion Simulation on Northeast Coastal Area of Japan	14
<i>Akihiro Kimura, Hironori Shimakage, Miho Nagayama, Setsuo Ito, Yoichi Ishikawa and Hidemi Miura</i>	
4. Measurement of Radon Concentration in Groundwater Using a Radon Monitor and an Intrinsic Ge-Detector	21
<i>Akihiro Kimura, Yoichi Ishikawa and Hidemi Miura</i>	
III Abstracts	
1. Conferences	25
2. Papers	26
IV Data	
1. An Additional Function for Natural Disaster Prevention in Equipments and a System for Monitoring Environmental Radiation (2) -Construction of a Telemeter System for Radiation Data Acquisition Using a Satellite Circuit-	27
2. Data of Long-term Variation of Radioactivity of β -emitting Radionuclides (^3H , ^{90}Sr) in the northeast Pacific Coastal Area of Japan from 1981 to 2010	30
3. Results of Radiochemical Analysis of Environmental Samples	40
4. Comparison of the Radioactivity of Fallout and Kosa in Miyagi Prefecture	51
5. Improvement of an Analytical Method of ^{90}Sr	53
6. Results of Radionuclide Analysis of Environmental Samples	58
(1) Results of Gamma-ray Spectrometry with Ge-detectors.	61
(2) Results of ^{90}Sr Analysis	74
(3) Results of ^3H Analysis	74
(4) Fallout Survey Data in Miyagi Prefecture	75

第 28 巻(2010)

I	宮城県原子力センター概要	
1	組織及び名簿	1
2	東日本大震災による被災状況	1
	(1) 宮城県原子力センターの状況	
	(2) モニタリングステーション等の状況	
	(3) 環境放射線監視システムの状況	
II	学会発表等の要旨	
1	学会発表	5
2	誌上発表	6
III	資料	
資料 1	環境試料の放射化学分析結果(高度調査解析委託業務)	7

C o n t e n t s

Preface

I Outline of Environmental Radioactivity Research Institute of Miyagi

- | | |
|--|---|
| 1. Organization and a List | 1 |
| 2. Damages by the Great East Japan Earthquake | 1 |
| (1) Environmental Radioactivity Research Institute of Miyagi | |
| (2) Monitoring Stations | |
| (3) The System for Monitoring Environmental Radiation | |

II Abstracts

- | | |
|----------------------|---|
| 1. Conferences | 5 |
| 2. Papers | 6 |

III Data

- | | |
|---|---|
| 1. Results of Radiochemical Analysis of Environmental Samples | 7 |
|---|---|

第 2 7 卷 (2009)

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 m²

建物面積: 1 階 1179.6 m²

2 階 570.6 m²

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21年4月1日現在)

職名(担当)		氏 名	配属年月日
所 長		三浦英美	H 20. 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)		芳賀和洋	H 20.10. 1
主 査		堀田安伸	H 21. 4. 1
監視測定班	上席主任研究員	伊藤節男	H 18. 4. 1
	技 師	長山美穂	H 21. 4. 1
	技 師	木村昭裕	H 16. 4. 1
	技 師	島影裕徳	H 19. 4. 1

5 主要設備・機器（重要物品）

2010年3月31日現在

区分	名称	メーカー・型式等	数量	取得年	備考
監視・測定用	1 可搬型モニタリングポスト	アロカ、MAR-561	3台	H.16	
	2 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.20	女川、飯子浜、小屋取、
	3 粉じん計	紀本電子工業、SPM-613D	1台	H.15	
	4 環境放射線監視システム	富士通	1式	H.13	
	5 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
	6 小積MSテレメータ装置	富士通	1式	H.12	
	7 電離箱式放射線監視装置	アロカ、RIC-338他	7式	H.12	
	8 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
	9 低バックグラウンド・ガスフローカウンター	アロカ、LBC-4202	1台	H.15	2πガスフローカウンター
	10 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
	11 球形可搬型パルチオメータ	セイコEC&G、C76B/2-X	1式	H.7	
	12 環境放射線実験装置	Epson、Endeavor AT-3600	1式	H.7	
	13 ラドンモニタ	Genitron製、AlphaGuard PQ2000型他	4式	H.10、H.19	
	14 原子吸光度計	日立、Z-5010	1台	H.11	
	15 放射線測定装置 線量率測定演算部	アロカ、ACE-451、NaI(Tl)検出器用	7式	H.11	MS用検出器（予備も含む）
	16 環境放射線測定装置 線量率測定演算部	アロカ、ASE-451、NaI(Tl)検出器用	1式	H.12	小積MS低線量率計用
	17 ダスト・ヨウ素モニタ	アロカ、DMS-R41-21087	2式	H.12	小屋取MS、小積MS用
	18 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
	19 交流無停電電源装置 (入出力インバータ・フェース継ぎ蓄電池)	ユアサ、STL-A-200他	1式	H.11	テレメータシステム他用
	20 TLD標準照射装置	千代田保安用品、CD-1527T型	1台	S.55	
	21 熱蛍光線量読取装置	松下電器産業、UD-5160Pほか	1台	H.15	
	22 蛍光ガラス線量計リダー	AGCテクノグラス、FGD-252他	1台	H.19	
	23 ガン線量計用パルスハットロメータ	アロカ、JSM-102	1台	H.2	
	24 パルチオメータ	アロカ、SS-γ	1式	H.2	
	25 液体シンチレーションカウンター	アロカ、LSC-LB 5	1台	H.13	
	26 蒸発濃縮装置	ヒロヤジヤパン、LACE-002-5	1式	H.7	
	27 電気灰化炉	ヒロヤジヤパン、KH-20R	1式	H.7	
	28 Ge半導体スペクトロメータ	セイコーEG&G、オールドラック	1式	H.8	
	29 計測室Geシステム用データ処理システム	アル・コンピュータ、Power Edge 600SCほか	1式	H.15	
	30 可搬型Ge検出器システム	キヤンベラ社、GR-1528型Ge検出器ほか	1式	H.15	
	31 蛍光X線装置	パナソニックPanalatycaI、Epsilon5	1台	H.15	

5 主要設備・機器（重要物品）-続-

区分	名称	メーカー・型式等	数量	取得年度	備考
監視・測定用	32 小型貨物自動車	ニッサン、バネット、1780cc	1台	H.15	試料採取用自動車
	33 移動観測車	マツダ、ボンゴ、1788cc	1台	H.12	
	34 気象測器	風向風速計発信器ほか	1式	H.17	小積MS用
	35 トリチウム電解濃縮装置	トリプテア XZ030	1台	H.17	
	36 TLD標準照射確認線量計	応用技研：AE-1326ほか	1台	H.17	
	37 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	
	38 電気灰化炉用脱臭装置	柳千代田テクノル NCP-150A他	1台	H.18	
	39 伝送式可搬型モニタリングポスト他	アロカ製	3台	H.18	
	40 ダストヨウ素サンプラー	応用光研工業製	2台	H.18	
	41 モニタリングポストデータ収集処理装置	アロカ製	1台	H.18	
広報・展示用	42 非常用自家発電装置	ヤンマーエネルギーシステム (株) YAP5G	2台	H.19	飯子浜MS、谷川MS用
	43 非常用自家発電装置	ヤンマーエネルギーシステム (株) YAP5J	4台	H.20	女川、小屋取、鮫浦、谷川MS用
	44 非常用自家発電装置	ヤンマーエネルギーシステム (株) AP25B-5T	1台	H.20	小積MS用
	1 宇宙線飛跡観測装置	応用光研工業 (株)	1台	H.8	スパークチェンバー
	2 大気中の放射性核種モニタリング装置	コセキ(株)、UNIHI	1式	H.3	
	3 広報展示室「原子力情報コーナー」	柳乃村工業社、TH36HDI他	1式	H.3	
	4 展示用パネル「安全対策」	柳乃村工業社	1式	H.3	ガラス製パネル一式モニター付
	5 展示用パネル「原子力って何だろう」	柳乃村工業社	1式	H.3	ガラス製パネル
	6 放射線と放射能	柳乃村工業社	1式	H.3	ガラス製パネル及びビロホシステム
	7 ハイビジュレーションシステム	コセキ(株)、TH-HDI300CA	1式	H.3	
その他	8 放射線実験コーナー	日本タイルシムエア(株)	1式	H.5	パネルコンピュータ他
	9 ジオラマ	柳乃村工業社	1台	H.13	
	10 広報展示用トランスミッター・カメラ	柳乃村工業社	1式	H.3	
	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	富士電気建設 FDCJ160A2	1台	H.13	
	3 自家用マイセル発電装置	日立製作所 BDE-180E	1台	H.13	

空間 γ 線線量率に影響を与える特異的な自然因子

石川陽一, 長山美穂, 石幡祐士, 安藤孝志, 今野伸浩†

†東北電力女川原子力発電所

空間 γ 線線量率に影響を与える特異的な因子についてこれまでの事例をまとめた。土壌水分または水田の湛水の影響により, 約1-3 nGy/hの線量率減少が認められた。2010年12月31日の冬季雷影響によって, 電離箱とNaI(Tl)検出器による線量率が, 10分間平均値でそれぞれ約80及び約40 nGy/h程度上昇した。2003年10月28日から11月7日頃にかけて, 太陽フレアの間接的影響により電離箱による線量率測定値が約2 nGy/h程度低下した。年に数回程度, 電離箱の値のみが上昇する原因不明の現象が見られた。

I はじめに

宮城県と東北電力㈱では, 1981年から女川原子力発電所周辺の空間 γ 線線量率のモニタリングを行っている¹⁾。 γ 線線量率は, 人為的及び自然の様々な原因による影響を受けて変動する。これまでに同発電所からの環境 γ 線への影響は観測されていないが, 人為的原因としては, 付近の住民レントゲン検診¹⁾, チェルノブイリ事故起因フォールアウト²⁾, 非破壊検査, 核燃料検査用装置運搬³⁾, 等による線量率変動が観測された。また, 自然現象による原因としては, よく知られている降水や大気中ラドンによる影響⁴⁾のほか, 地形や地質の影響についても観測された⁵⁾。しかし, 本県において, 土壌中の水分量の影響や宇宙線による変動, 及び雷活動に伴う線量率変動に関しては報告例がほとんどないか, または全くなかった。本報告においては, これまでに観測されたこれらの特異的な因子による線量率上昇事例を取りまとめたので報告する。

II 測定方法

空間 γ 線線量率の測定は, 図1に示すように, 発電所周辺の11カ所のモニタリングステーション(MS)において行った(県: 7カ所*, 電力: 4カ所)。MS屋上に設置した3" ϕ × 3"のNaI(Tl)検出器及び電離箱(Arガス4気圧加圧封入)で10分毎に連続的に測定し, テレメータシステムによってデータを収集した。NaI(Tl)検出器においては γ 線スペクトルも測定した。MSにおいては風向風速や降水量などの気象要素も測定した。

電磁ノイズの影響の判断に関連するため, MSのノイズ対策について確認したところ, 宮城県と東北電力の測定系について以下のとおりであった。宮城県では耐雷

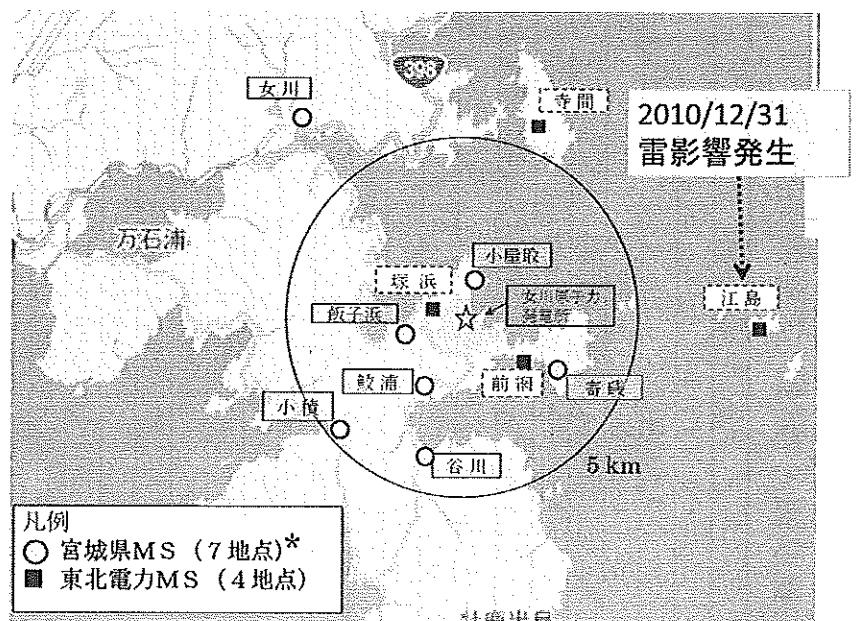


図1 モニタリングステーション(MS)の配置

* 2011年3月11日の東日本大震災時の津波により, 7ヶ所中の4ヶ所が使用不能となった。

トランス、測定器電源パネル内ノイズフィルター及びシールドケーブル（検出部と測定部間）が設置されており、また東北電力では電源入力ライン避雷ユニット、ノイズフィルター（サージ対策）、シールドケーブル及びノイズが進入しにくい筐体（輻射ノイズ対策）を用いていた。

III 結果及び考察

1) 土壌水分及び水田の湛水の影響

図2は2010年7月から9月におけるMSの一つ（女川局）におけるNaI(Tl)検出器による γ 線線量率の時間的変動を土壌水分及び降水量とともに示したものである。降水のない日にも鋭いピーク状の上昇が日単位で繰り返されているが、これは大気中に滞留したラドンガスの影響に伴う日変動である⁴⁾。一方、8月中旬から9月中旬にかけて、ほとんど降水のない期間には、土壌水分は約60%から約35%程度まで下降した。この間、線量率の値は、日変動による細かい上昇のほかに、ベースが全体に約1 nGy/h程度上昇した。これは、土壌水分減少に伴って、地中からの自然 γ 線の遮へい効果が減少したためと考えられる。

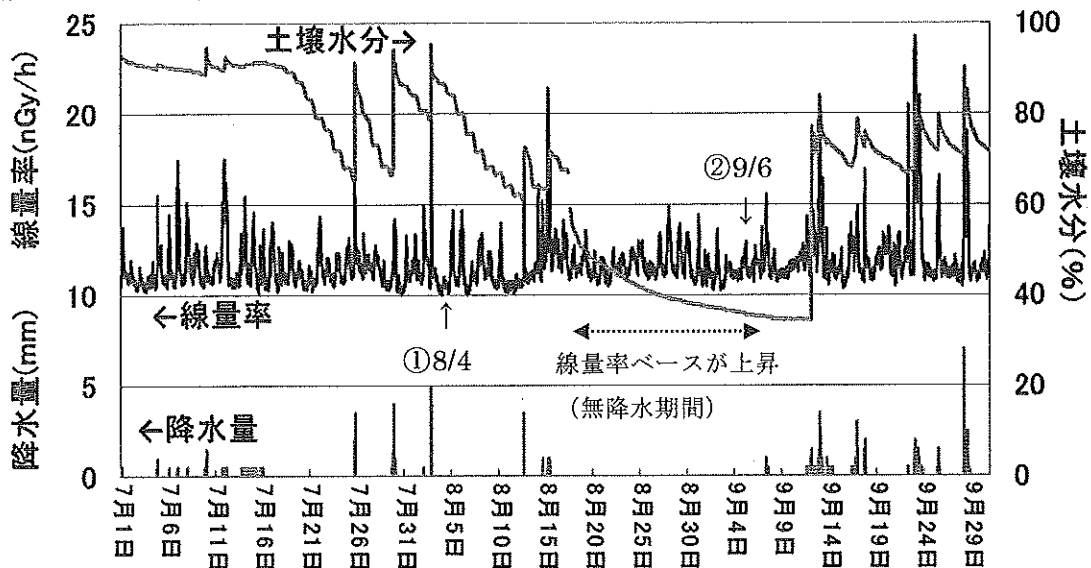


図2 γ 線線量率と土壌水分の比較
(2010年7~9月, 女川局)

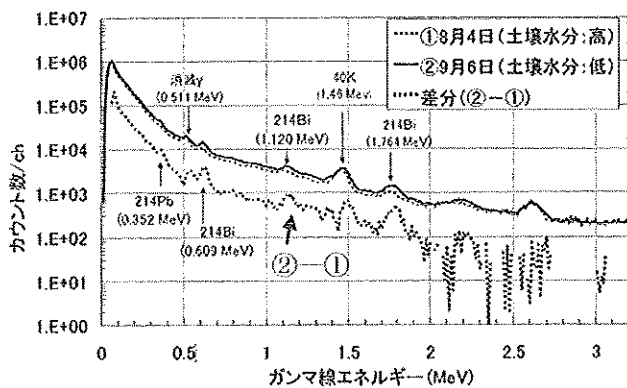


図3 土壌水分の高い時(①)と低い時(②)の γ 線スペクトルの比較及びそれらの差分

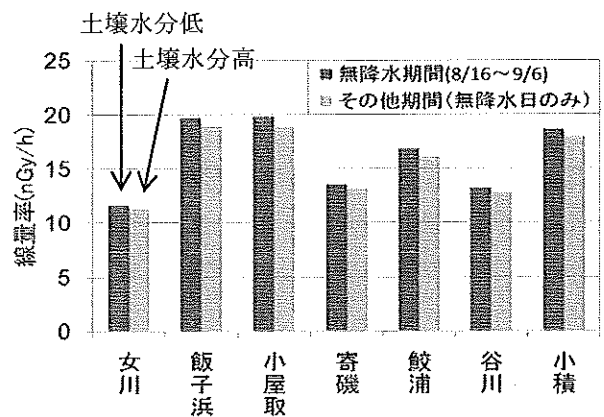


図4 無降水期間における土壌水分低時と高時の γ 線線量率比較
(日平均)

図3は、降水直後で土壤水分が高かった8月4日(①)と、逆に低かった9月6日(②)のγ線スペクトルを比較したものである。わかりやすくするためこれらの差分スペクトルも合わせ示す。差分スペクトルでは明らかに ^{214}Pb 、 ^{214}Bi 及び ^{40}K のγ線ピーク及び散乱線計数が顕著に高く、9月6日のスペクトルは8月4日のスペクトルよりも検出器に対するγ線の計数値が高い。以上のように、土壤水分の違いによる線量率の違いはスペクトルにも明瞭に現れていた。また図4は、女川局以外のほかのMSについても土壤水分の低下時と通常時の線量率を比較したもので、明らかに土壤水分低下時の方がそうでない時に比べて線量率は高かった。

一方、図5は2004-2008年の谷川MSにおける電離箱によるγ線線量率の変動を示す。この図において、毎年5-6月の田植え時期に約2-3 nGy/h程度線量率が下がっており、明らかに水田の水による地中からの自然γ線の遮へい効果が見られる。図6に周辺地図を示すが、MSの南側が水田になっている。

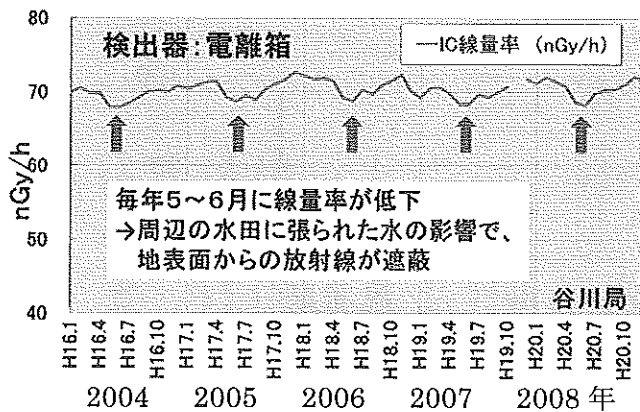


図5 水田の水によるγ線線量率の遮へい効果

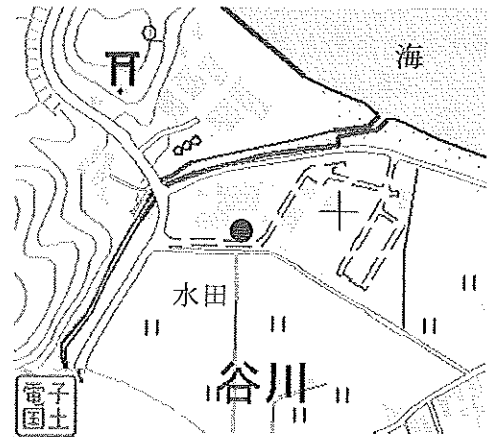


図6 谷川MS (●) 周辺地図

2) 雷の影響

北陸・中部地方の日本海側地域においては、しばしば冬季の雷による顕著なγ線線量率の上昇が観測されている⁶⁻⁸⁾。鳥居によると、冬季雷は夏季雷とは異なるメカニズムで起き、比較的低高度の雪雲によって発生するため、地表に設置されている放射線測定器に影響を与えやすいとされている⁶⁾。宮城県の太平洋沿岸においては冬季雷自体がほとんど発生せず、したがってこれまで約30年間の環境γ線モニタリングにおいて、その影響による線量率上昇が観測されたことはなかった。しかし、2010年12月31日の早朝、女川原子力発電所周辺のMSの1つ(江島局)において、初めて冬季雷による線量率上昇が観測された。図7はその時の線量率の変化(10分間平均値)を、また図

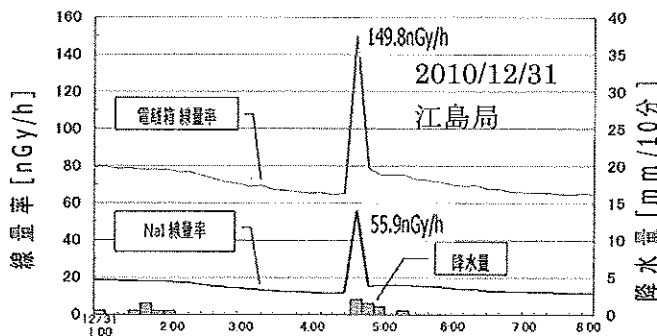


図7 雷影響時の電離箱及びNaI(Tl)検出器によるγ線線量率の比較(10分毎の値)

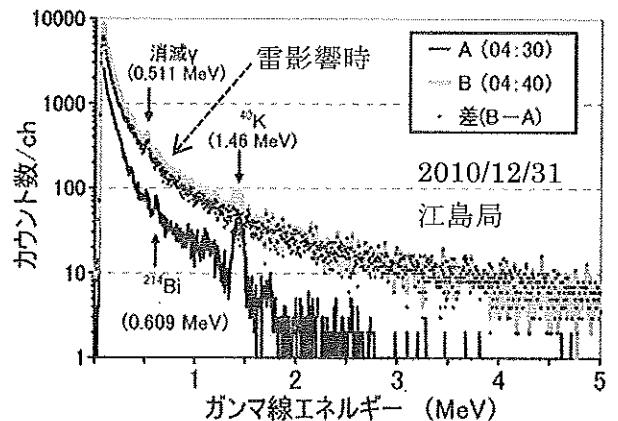


図8 雷影響時のγ線スペクトル

8のA, B及び差(B-A)は、それぞれ雷影響がない時刻(04:30)と影響のある時刻(04:40)のNaI(Tl)検出器による直近の10分間の積算 γ 線スペクトル、並びにそれらの差のスペクトルを示す。鳥居らの報告と同様に、雷影響時のスペクトルには特段変わった位置のピークは見られず、0-5 MeVの広域にわたって高い計数を示した。図9は、気象庁から入手した当日の雷活動度分布を示す。活動度は04:20に最も顕著で、牡鹿半島中央部付近で落雷が観測された。江島MSは牡鹿半島の数km東方に位置しており、なぜ他のMSで起きなかったのに江島MSでのみ観測されたのかは不明である。鳥居⁹⁾によると、雷による γ 線(制動放射線)は必ずしも落雷に伴うものではなく、雷雲が付近を通過することによっても線量率上昇が生じる。そのため、図9の活動度の分布や時刻とは一致しなかったものと推定される。また、雷による電磁ノイズについては、十分な対策がなされているため、その可能性は低いと考えられる。データの扱いについて、宮城県ではこれまでに全くこのような現象が生じず、極めて稀な現象であると考えられたため、この日時の線量率データは欠測扱いとした。

データ提供元: 気象庁

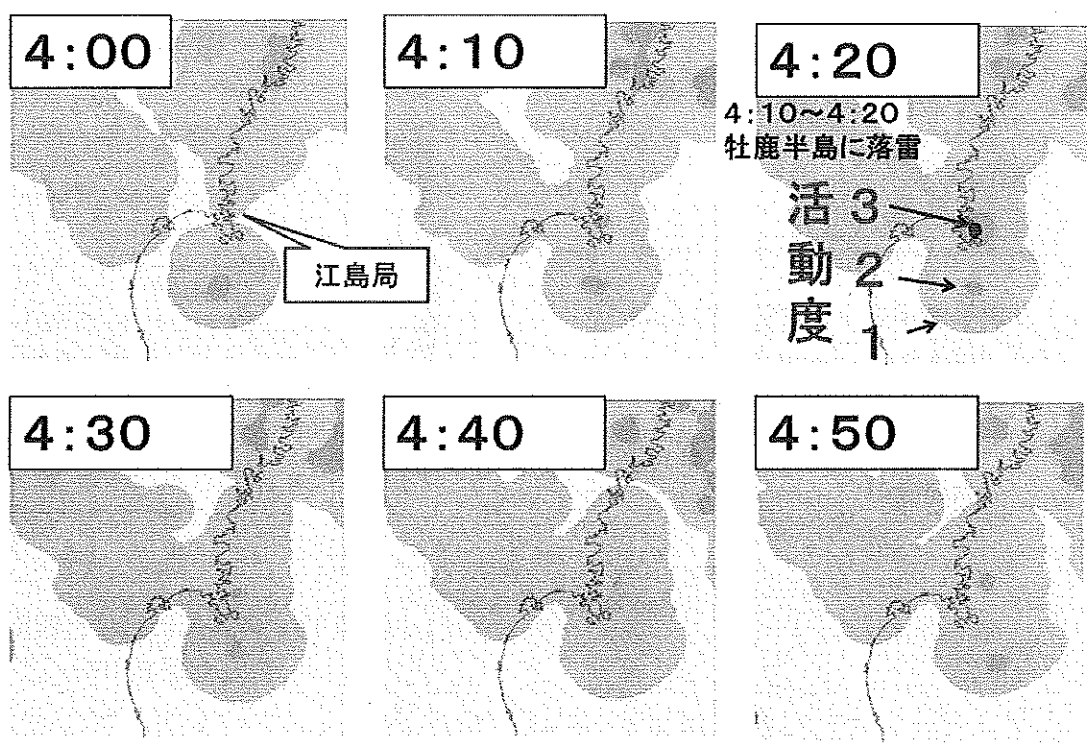


図9 2010年12月31日4:00~4:50の雷活動分布

3) 宇宙線の影響

図10は2003年10月28日-11月7日までの γ 線線量率の変動(a)とフィンランドにおける宇宙線(中性子)強度の変動(b)⁹⁾を比較したものである。この時期には顕著な太陽フレアが観測されており、その影響で銀河系宇宙線の地球への侵入が抑制され、その結果として電離箱による線量率が減少したことが藤波¹⁰⁾によって報告されている。宮城県においても、この時期にはNaI(Tl)の値が減少していないにもかかわらず(図10(a)), 電離箱の値は約2-3 nGy/h程度低下している(図10(b))。この理由は以下のように説明される。図11は電離箱による線量率測定値の構成成分を模式化したものであるが、宇宙線に感度を有する成分が一時的に減少すると、その間は線量率の測定値が影響を受け、減少することになる。

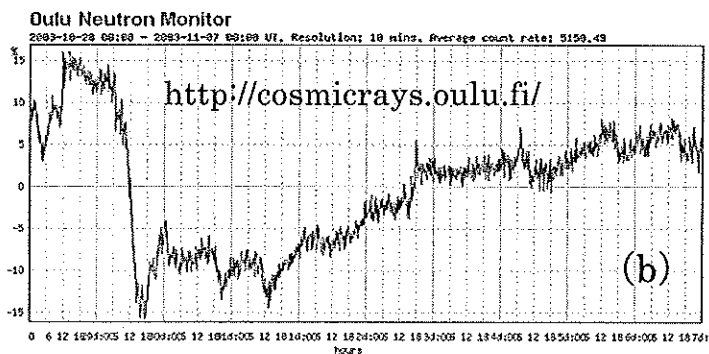
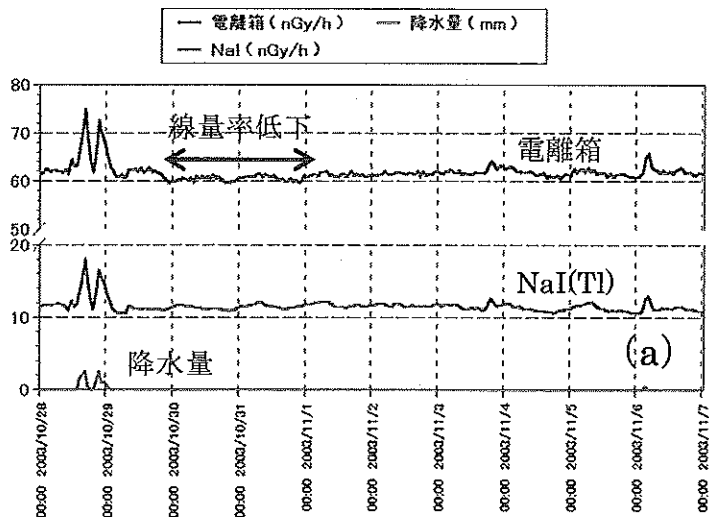


図 10 γ 線線量率と宇宙線強度の比較
 (a) 2003 年 10 月 28 日～11 月 7 日の線量率
 (b) 同時期の宇宙線中性子成分の変動 (フィンランド)

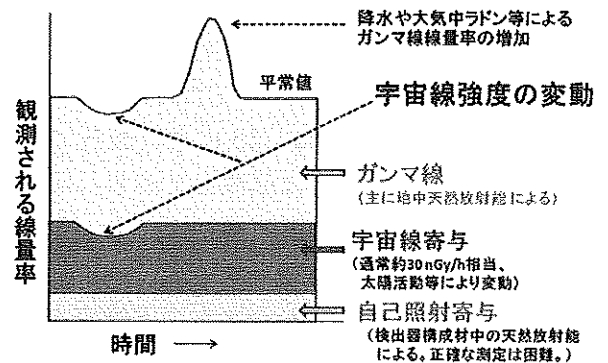


図 11 電離箱式検出器による γ 線線量率測定値の構成成分

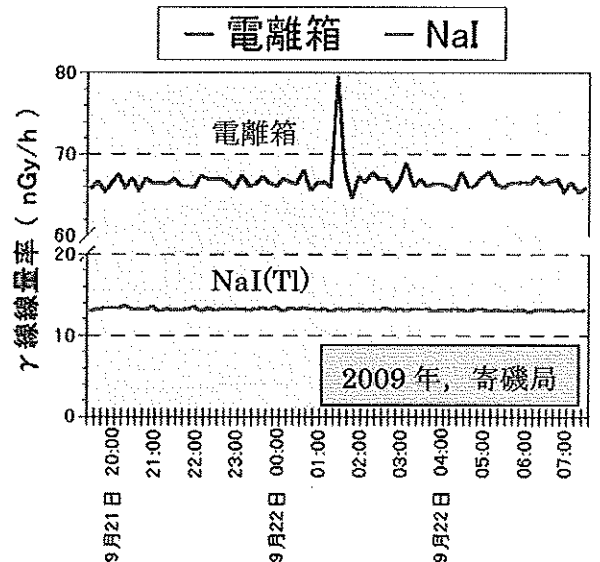


図 12 電離箱における原因不明の線量率上昇の例

4) その他の原因による影響

図 12 は、寄磯局における 2009 年 9 月 21-22 日の電離箱と NaI(Tl) 検出器による γ 線線量率を示す。この時期に降水はなかった。NaI(Tl) 検出器の値には変化がないにもかかわらず、電離箱では 9 月 22 日 01:20 の値 (10 分間平均値) が通常値の約 66 nGy/h から約 80 nGy/h まで顕著に上昇した。同様の現象は年に数回程度、いずれかの MS において不定期に観測される。図 12 において、NaI(Tl) 検出器の値には異常が認められないことから、電離箱における異常な上昇は γ 線によるものでないことは明らかである。MS においては電気的なノイズ対策はなされており、したがって、この現象の原因として、電波等の外部からの電磁ノイズの可能性¹¹⁾は低い。今後、詳細な検討が必要であるが、この現象は、1ヶ所の MS において不定期に一回のみ起こることから想像すると、局所的な高エネルギー宇宙線¹²⁾の可能性も考えられる。データの取り扱いとしては、NaI(Tl) 検出器には起こらず電離箱のみで見られることから、 γ 線以外の何らかの原因による異常値とみなし、欠測扱いとしている。

IV ま と め

環境 γ 線線量率に影響を与える因子のうち、これまでに宮城県においてあまり報告されていない特異的な事例についてまとめた。

- 1) 土壌水分または水田の湛水の影響により、約 1-3 nGy/h の線量率減少が認められた。
- 2) 2010 年 12 月 31 日に、宮城県では稀な冬季雷の影響によって、電離箱と NaI(Tl)の両方の検出器による線量率が影響を受け、10 分間平均値でそれぞれ約 80 及び約 40 nGy/h 上昇した。
- 3) 2003 年 10 月 28 日から 11 月 7 日頃にかけて、太陽フレアの間接的影響によって、電離箱による線量率測定値が約 2 nGy/h 程度低下した。
- 4) 原因不明ではあるが、年に数回程度、いずれかのモニタリングステーションにおいて、電離箱の値のみが上昇する現象が見られた。

V 参考文献

- 1) 石川陽一ほか、宮城県における環境放射線（能）モニタリング、高エネルギー加速器研究機構（所）主催 環境放射能研究会プロシーディング，pp. 42-47（2000）
- 2) Y. Ishikawa et al., The Chernobyl Effect at Japanese Northeast Pacific Coastal Area, *Radichimica Acta*, 54, 113-116 (1991).
- 3) 高橋正人ほか、燃料集合体漏洩検査装置の通過による線量率上昇事例、高エネルギー加速器研究機構（所）主催 環境放射能研究会プロシーディング，pp. 40-43（2008）
- 4) 石川陽一、NaI(Tl)検出器による γ 線線量率とスペクトルの測定並びに大気中ラドン濃度と気象の関連付け、高エネルギー加速器研究機構（所）主催 環境放射能研究会プロシーディング，pp. 57-62(2009)
- 5) 佐藤健一ほか、空間 γ 線線量率に与える地形の影響について、宮城県原子力センター年報，第 8 巻，1989 年
- 6) 鳥居建男、雷雲中における放射線発生メカニズムに関する研究，2003 年 12 月
- 7) 鳥居建男、杉田武志、雷雲中における高エネルギー放射線の発生とその特徴、高エネルギー加速器研究機構（所）主催 環境放射能研究会プロシーディング，2009-8，pp. 9-15
- 8) 黒崎裕人ほか、冬季雷からの制動 x 線放射モデル、高エネルギー加速器研究機構（所）主催 環境放射能研究会プロシーディング，2011-7，pp. 36-43
- 9) University of Oulu, Oulu Cosmic Ray Station, <http://cosmicrays.oulu.fi/>
- 10) 藤波直人，*Isotope News*, No. 624, 6-7 (2006)
- 11) 細谷梨沙ほか、モニタリングポスト用電離箱検出器におけるノイズ発生と対策、サイクル機構技報，No. 25, 2004 年，pp. 25-32
- 12) 上原貞治、知られざる宇宙線の話（第 3 次編）
<http://www.d1.dion.ne.jp/~ueharas/seiten/gt19/cosmicray3.htm>

非降水時の空間ガンマ線線量率上昇と大気中ラドン濃度の関係

長山美穂、島影裕徳、木村昭裕、伊藤節男、
石川陽一、三浦英美

2009年8月の降雨終了後の約2日間、全てのモニタリングステーションで降雨起因とは異なる空間ガンマ線線量率の上昇が観測された。この原因について調査を行った結果、空間ガンマ線線量率と大気中ラドン濃度の間に正の相関性が認められた。風速、放射収支量及び高度温度差の気象解析により、周辺土壌から発生したラドンが地表近くで滞留し、大気中ラドン濃度の高い状態が続いたことが、線量率上昇の原因であると推定された。

I はじめに

本センターでは女川原子力発電所周辺の環境放射線の監視を行うために、発電所周辺に設置したモニタリングステーション（以下、MS という）において空間ガンマ線線量率（以下、線量率という）の連続測定を行っている。線量率の値は、非降水時には主に地中のU系列核種、Th系列核種及び⁴⁰K起因のガンマ線によりほぼ一定の値を示すが、降水等の環境条件の変化の影響を受けて変動する。

変動要因の一つとして、大気中ラドン濃度（以下、ラドン濃度という）の影響がある。ラドン（²²²Rn）は、土壌中に含まれるウラン（²³⁸U）由来の天然放射性同位体であり、不活性ガスであるため土壌中から大気中へ湧出する。その子孫核種（²¹⁴Pb、²¹⁴Bi）がガンマ線を放出するため、線量率はその影響を受けて上昇する場合がある¹⁾。

ラドン濃度の増加は、大気安定度が高い条件下での地表近くでの滞留によるものと考えられ、本センターにおいては大気安定度の高い夜間にラドン濃度が高くなる日変動としてしばしば観測される。ただし、地理的条件により大きく左右されるため、MSによってその変動は異なることが多い^{2)~4)}。

今回は、これまでの傾向とは異なり、約2日間という長期間、全てのMSでラドン濃度の高い状態が続いたことが原因と考えられる線量率の上昇が観測されたので、その原因調査結果を報告する。

II 調査方法

ラドン濃度は、3か所のMS（女川局、飯子浜局及び小積局）の屋上に設置したラドンモニター（Genitron社[現 Saphymo社]製 AlphaGUARD2000PRO）で測定した。測定間隔は1時間とした。線量率及びガンマ線スペクトルは7か所の測定局の屋上に設置したNaI（TI）シンチレーション検出器（アロカ社製、3"φ×3"円筒型、下方2π鉛遮蔽付）で測定した。降水量、風速及び放射収支量の気象データは、同じく測定局の屋上に設置した気象測器（小笠原計器社製）で測定した。線量率、ガンマ線スペクトル及び気象データの測定間隔は10分とした。

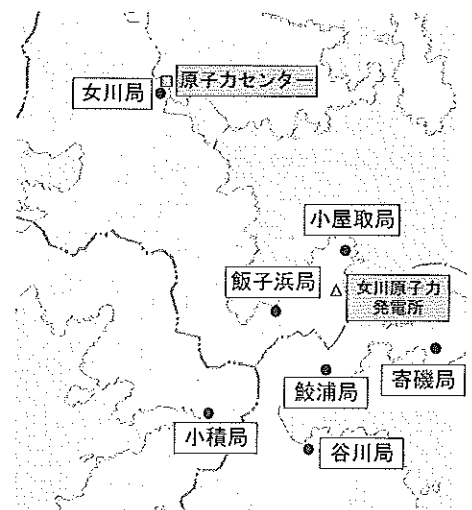


図1 モニタリングステーション配置図

気温については、宮城県保健環境センターより逆転層測定局（仙台港局）の地上 12m 及び 160m に設置された温度計による 1 時間間隔の測定データの提供を受けた。

III 結果及び考察

2009 年 8 月 20 日～25 日の各 MS における線量率の推移を図 2 に示す。線量率は 8 月 21 日 11 時の降雨時に上昇した後、降雨のない 8 月 22 日 0 時頃～24 日 12 時頃にかけて再上昇している。この傾向は全ての MS で同じであり、何らかの変動要因があると考えられたため検討した。

図 3 に 2009 年 8 月 20 日～25 日の女川局における線量率(a)、ラドン濃度(b)、気象データ(c～e) 及び仙台港局における高度温度差[地上 160m－地上 12m](f)の推移を示す。図 3 の(a)と(b)の比較により、8 月 22 日～24 日の線量率上昇時にラドン濃度も増加していることがわかる。図 4 に示すように、ラドン濃度を測定している 3 か所の MS において、線量率とラドン濃度の間に正の相関関係が認められた。また、線量率上昇時の空間ガンマ線スペクトルを解析したところ、線量率上昇前に比べてラドンの子孫核種である ^{214}Pb 及び ^{214}Bi 由来のピークの上昇が確認され（図 5）、この傾向は、女川局以外のモニタリングステーションにおいても同様であった。以上より、線量率の上昇は地表付近のラドン濃度の増加に起因することが確認された。

地表付近のラドン濃度が増加した原因については、気象条件が大きく影響していると考えられる。図 3(d)から、8 月 22 日～24 日の線量率上昇時は常に風速が小さく（約 1 m/s 以下）、図 3(e)により、夜間の多くの時間帯は放射収支量がマイナスとなっていることから、大気安定度が高く、接地逆転層が形成されていることが推定された。図 3(f)に示すように、この期間の仙台港局の高度温度差[地上 160m－地上 12m]を見るとしばしば正の値となっており、高度が大きいほど気温が高くなっている接地逆転層を形成している期間が認められた。

接地逆転層が形成されたことにより、周辺の土壌から発生したラドンは上方への拡散がされにくく地表付近に留まり、また、風速も小さかったために水平方向の移流も行われにくく、結果として地表付近のラドン濃度が増加し、線量率が上昇したものと考えられた。また、図 6 に示すように、8 月 22 日～24 日のラドン濃度の増加は女川局以外の MS でも認められており、線量率上昇の原因はいずれの MS でも女川局と同じであると考えられた。

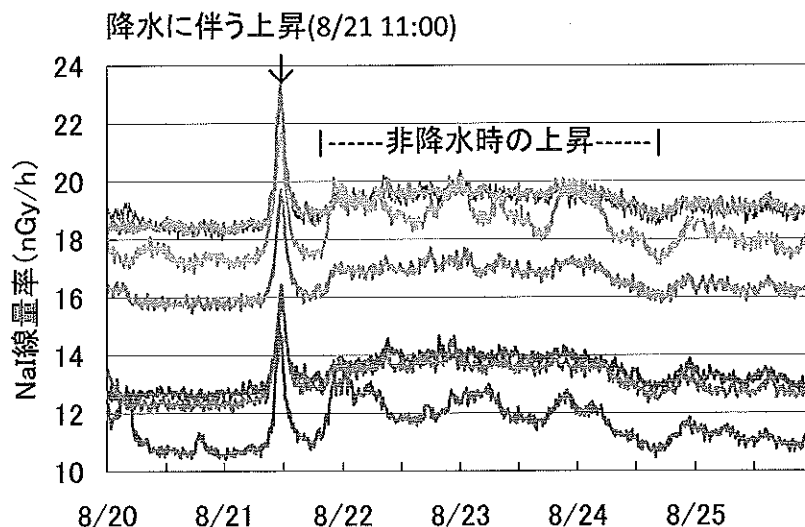


図 2 2009 年 8 月 20 日～25 日における 7 か所のモニタリングステーションの空間ガンマ線線量率の推移

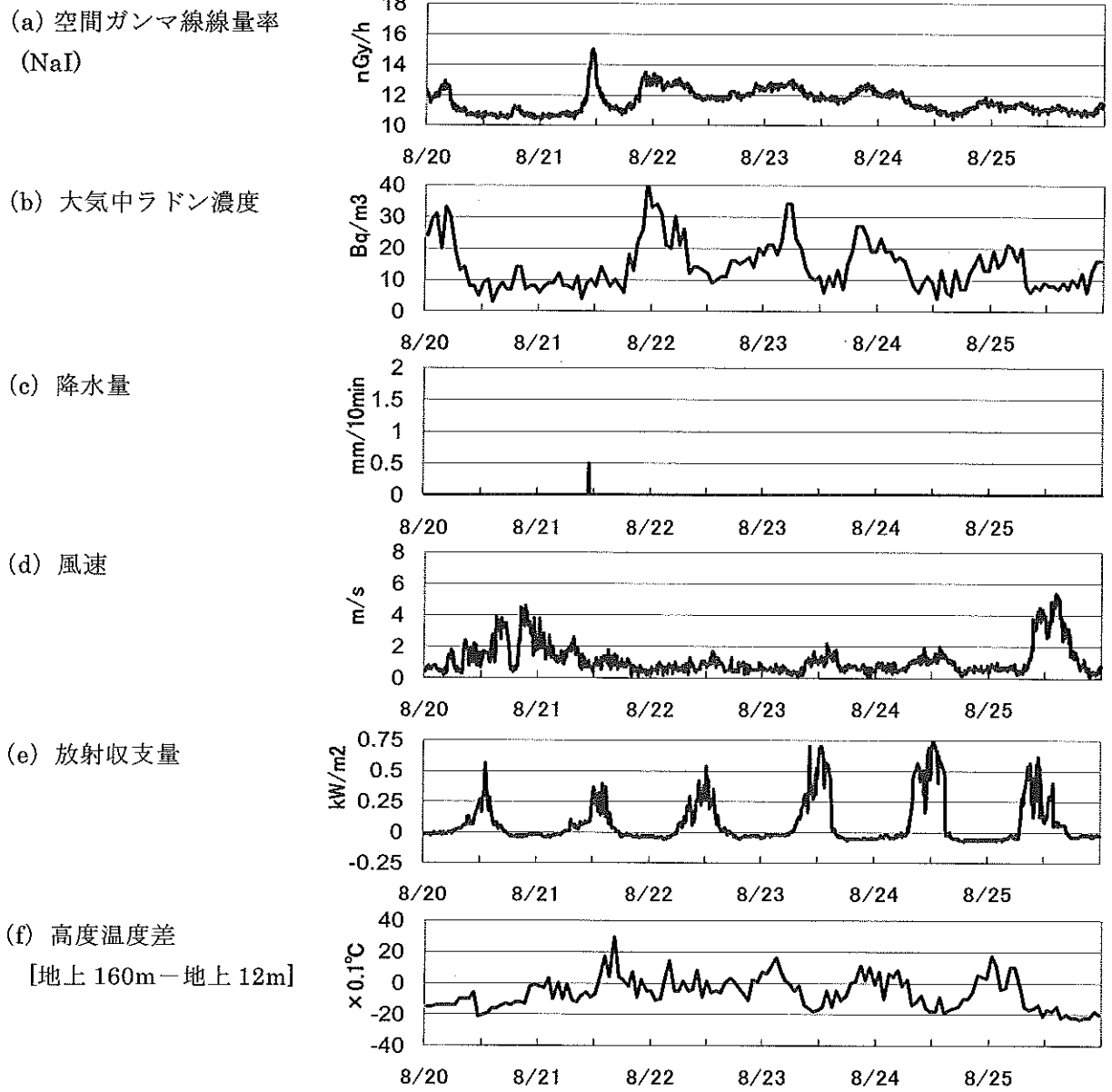


図3 2009年8月20日～25日における女川局の空間ガンマ線線量率(a)、大気中ラドン濃度(b)、気象データ(c～e)及び仙台港局における高度温度差の比較(f)

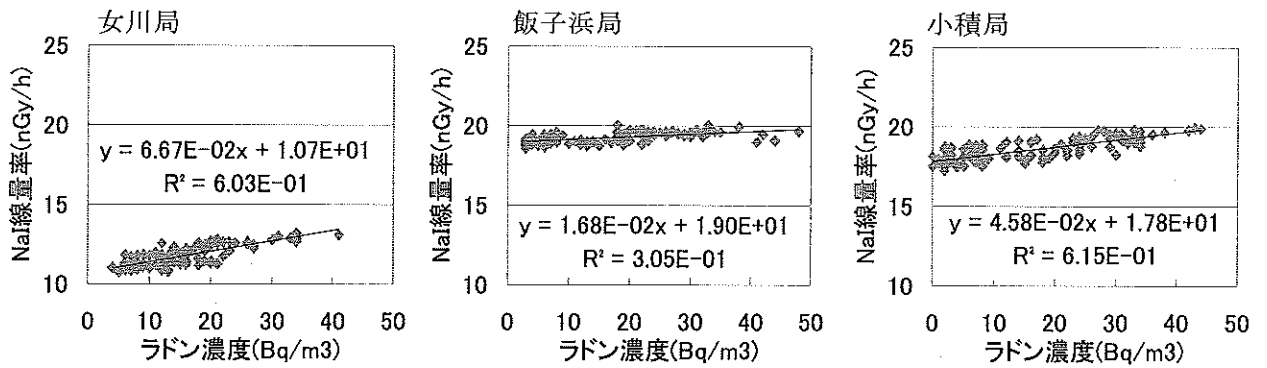


図4 2009年8月21日18時～24日12時における女川局、飯子浜局及び小積局の空間ガンマ線線量率と大気中ラドン濃度の相関

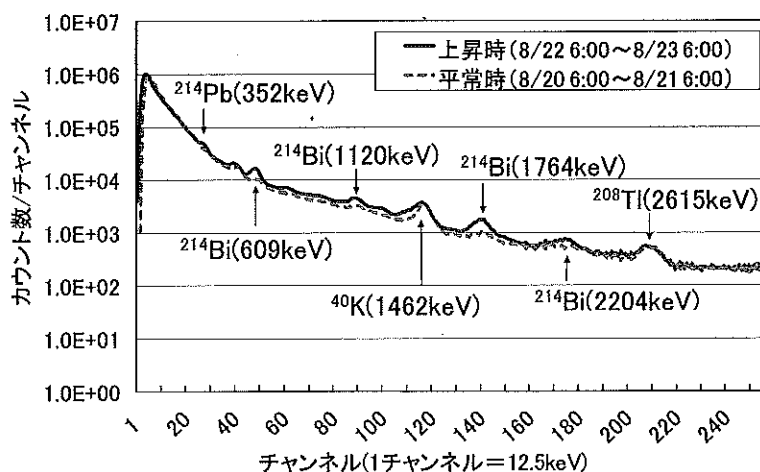


図5 空間ガンマ線線量率の上昇時と平常時のスペクトル比較 (女川局)

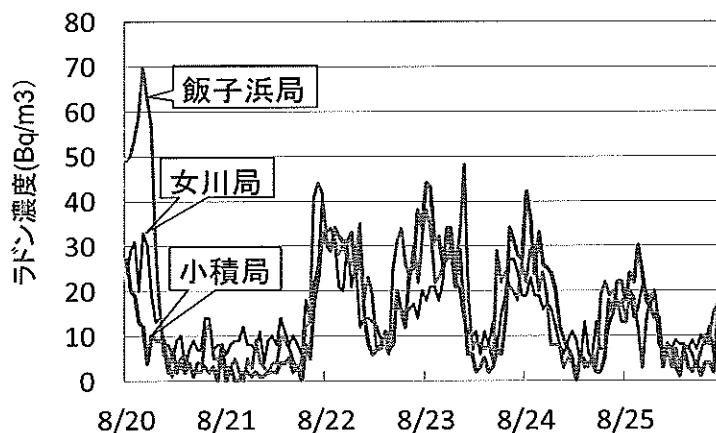


図6 2009年8月20日～25日における女川局、飯子浜局及び小積局の大気中ラドン濃度

IV 結語

本県においては、これまでもラドン濃度の影響による線量率の上昇はしばしば確認されているが、今回のように全てのMSで2日間以上という長期間見られたのは稀なケースであった。今回のような比較的長い期間のラドン濃度上昇の主な原因は、接地逆転層を継続的に発生させるような気象条件が続いたためと考えられた。今後、土壌から大気中へのラドン湧出や、大気中でのラドン子孫核種の濃度分布等、他の要因についても検討していきたい。

V 謝辞

宮城県大気汚染監視システムのデータを提供していただきました、宮城県保健環境センター大気環境部の方々に感謝致します。

VI 参考文献

- 1) 辻本忠, 続 大気中のラドン族と環境放射能, p97-100(1990)
- 2) 今野達也 他, 宮城県原子力センター年報, 第18巻, p26-30(2000)
- 3) 木立博 他, 宮城県原子力センター年報, 第19巻, p5-9(2001)
- 4) 石川陽一 他, 宮城県原子力センター年報, 第26巻, p5-12(2008)

宮城県沿岸の海藻（アラメ）に検出される放射性ヨウ素の検出状況 と拡散シミュレーション結果との比較

木村昭裕、島影裕徳、長山美穂、伊藤節男、石川陽一、三浦英美

2006年以降の宮城県沿岸の海藻のアラメから、しばしば放射性ヨウ素の ^{131}I が検出されている。その起源の推定のために、女川湾周辺海域における物質拡散シミュレーションを実施した。そのシミュレーション結果から、発電所前面海域に生息するアラメ中に 0.3Bq/kg 生の ^{131}I が検出されるためには毎秒 0.5L もの炉水流出という、事実に反する仮定をしなければならないこと及びシミュレーションから得られた濃度分布が実際の検出状況と全く異なることから、 ^{131}I が女川原子力発電所に起因するものではないと推察された。

I はじめに

沿岸に生育する海藻は海水から特定の元素や物質を濃縮することが知られている。褐藻の一種であるアラメはヨウ素などを濃縮するため、放射性ヨウ素などの濃度変動の指標生物とすることができる。宮城県では、東北電力株式会社女川原子力発電所周辺の環境放射能モニタリングにアラメを用いている。放射性ヨウ素の ^{131}I （半減期 8.0 日）は原子力発電所の炉内には存在するものの、通常は外部に放出されることはない。しかし、事故時等には放出の可能性も考えられる。そのため、環境試料中に ^{131}I が検出された場合には当該原子力発電所との関連の有無について検討する必要がある。宮城県では、1986年に旧ソ連チェルノブイリ原子力発電所事故起因の ^{131}I がアラメも含めた種々の環境試料中に検出されたが、これ以降は検出されたことがなかった。しかし、東北電力が2006年7月に採取した発電所前面海域のアラメから微量の ^{131}I が検出されたため、宮城県はその発生源や分布状況を確認するために広域環境調査等を行ってきた¹⁾。一方、広域の分布調査には限界があるため、海洋における放射性物質の拡散シミュレーション解析も有効であると考えられるが、これまで、女川湾周辺の解析を行なった報告はない。

本報告では、宮城県における2006年の ^{131}I 検出時から2010年3月までの検出状況と女川原子力発電所から放出されたと仮定した場合の物質拡散シミュレーション結果との比較について報告する。

II 測定方法及び拡散シミュレーション実施方法

(1) アラメ試料の採取及び放射能測定

アラメ試料は、図1に示したように、女川原子力発電所の前面海域(●)、その周辺海域(×)、及び発電所から直線で 10 km 以上離れた対照海域(□)ごとに幾つかの地点を選定して採取した。試料は生のまま粉碎し、 2.0 L のマリネリ容器に充填した後に、ゲルマニウム半導体検出器で $80,000$ 秒間放射能測定を行った。

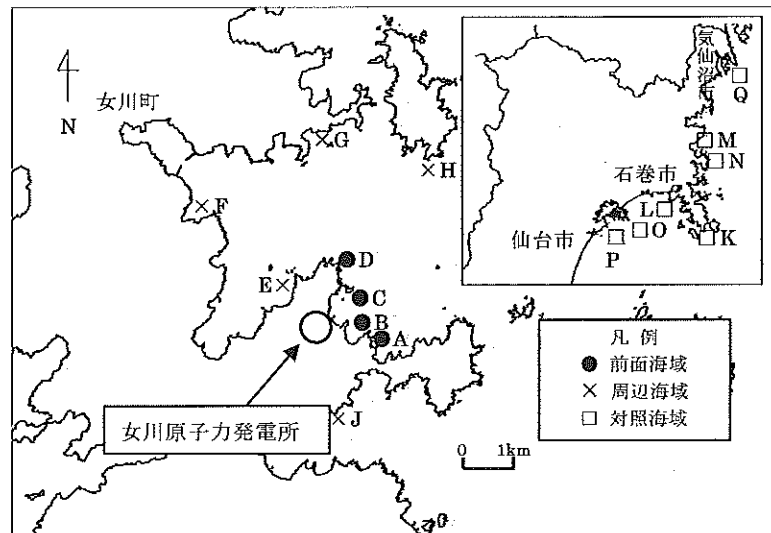


図1 アラメの試料採取地点

(2) 拡散シミュレーション解析

アラメに検出される ^{131}I の起源の参考とするために、女川原子力発電所からの連続放出を仮定した場合の物質濃度分布シミュレーション解析を行った。シミュレーション解析は、伊藤忠テクノソリューションズ株式会社に委託した。解析対象海域は、図2に示すように女川原子力発電所周辺海域である。図3に示すように対象海域の地形を100 m間隔で数値モデル化し、非圧縮性粘性流体に関するナビエ・ストークスの運動方程式(式1-1、1-2)と連続方程式(式2)を基礎とし、流動対象を海流(恒流)と潮汐流(平均潮または平均大潮)に限定して流動場を求めた。流動場は、下げ潮、干潮、上げ潮及び満潮を繰り返すが、図4に平均潮における上げ潮時の流動場を示す。最後に、拡散方程式(式3)を基礎としてその流動場における単位量濃度の物質拡散状況を解析した。

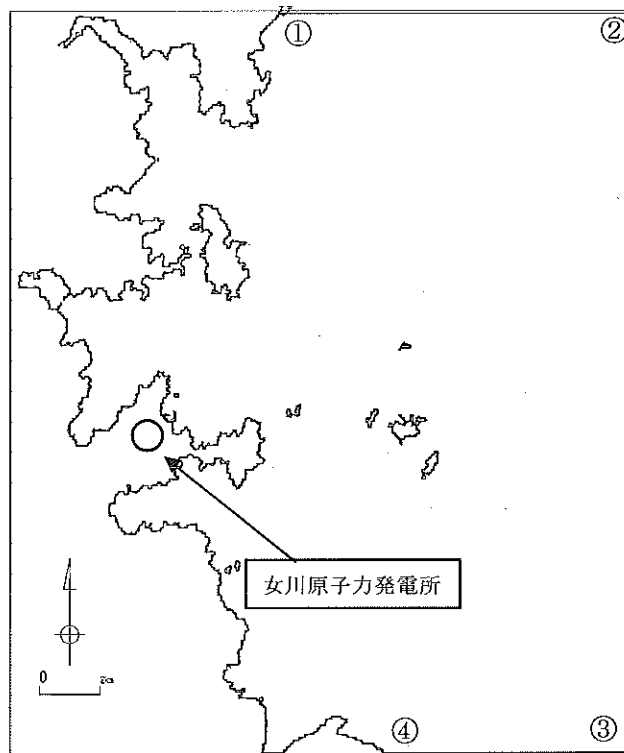


図2 解析対象海域

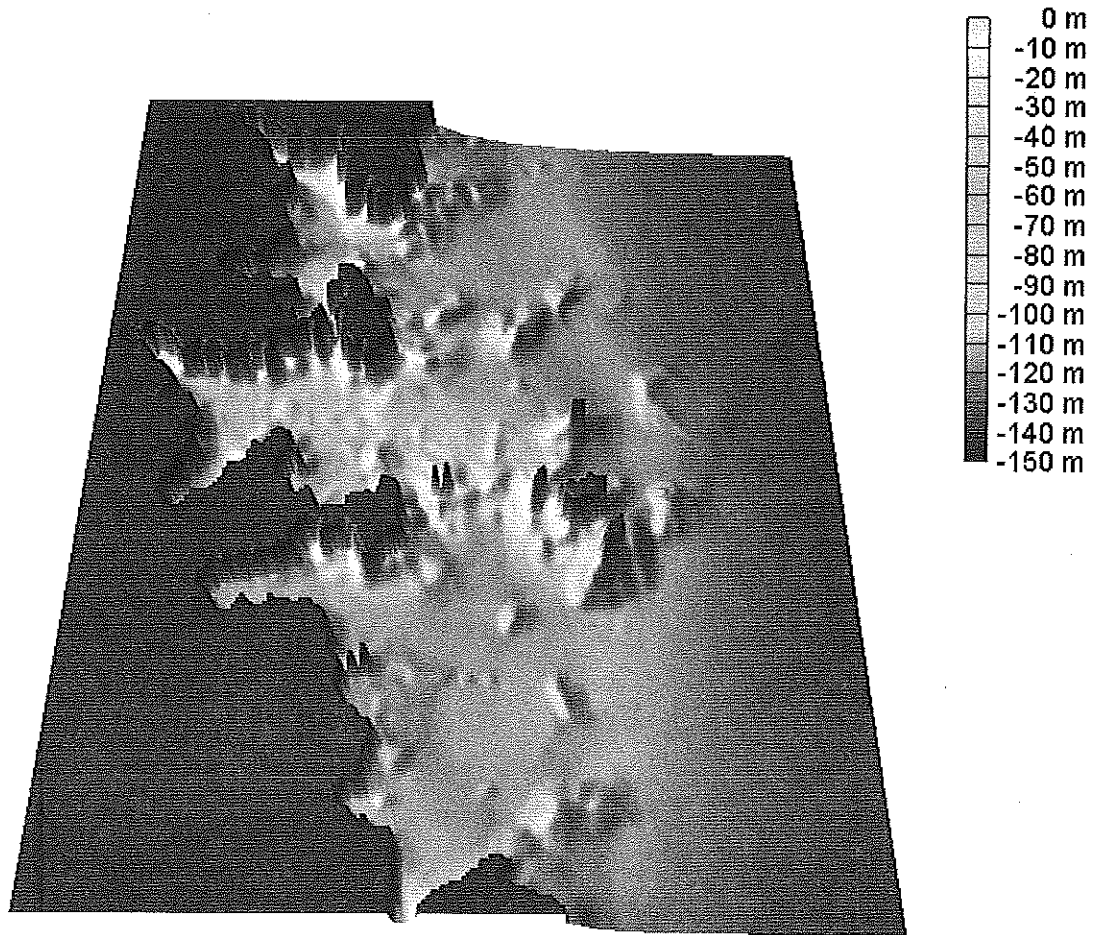


図3 対象海域の数値モデルに基づく鳥瞰図（格子間隔 100m）

【運動方程式】

$$\underbrace{\frac{\partial M}{\partial t}}_{\text{時間項}} = \underbrace{-g(H+\zeta)\frac{\partial \zeta}{\partial x}}_{\text{水位勾配項}} - \underbrace{\frac{1}{(H+\zeta)}\left(\frac{\partial M^2}{\partial x} + \frac{\partial MN}{\partial y}\right)}_{\text{移流項}}$$

$$- \underbrace{A\left(\frac{\partial^2 M}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 M}{\partial y^2}\right)}_{\text{水平粘性項}} + \underbrace{fN}_{\text{コリオリ項}} - \underbrace{r_b^2 U \sqrt{U^2 + V^2}}_{\text{海底応力項}} \quad (\text{式1-1})$$

$$\underbrace{\frac{\partial N}{\partial t}}_{\text{時間項}} = \underbrace{-g(H+\zeta)\frac{\partial \zeta}{\partial y}}_{\text{水位勾配項}} - \underbrace{\frac{1}{(H+\zeta)}\left(\frac{\partial N^2}{\partial y} + \frac{\partial MN}{\partial x}\right)}_{\text{移流項}}$$

$$- \underbrace{A\left(\frac{\partial^2 N}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 N}{\partial y^2}\right)}_{\text{水平粘性項}} - \underbrace{fM}_{\text{コリオリ項}} - \underbrace{r_b^2 V \sqrt{U^2 + V^2}}_{\text{海底応力項}} \quad (\text{式1-2})$$

【連続方程式】

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} = -\frac{\partial M}{\partial x} - \frac{\partial N}{\partial y} \quad (\text{式 2})$$

$$M = \int_{-\zeta}^H u dz \quad N = \int_{-\zeta}^H v dz$$

- u, v : x, y 軸方向の流速 (cm/s)
- g : 重力加速度 (980cm/s²)
- H : 水深 (cm)
- ζ : 水位 (cm)
- A : 水平渦動粘性係数 (cm²/s)
- W_x, W_y : x, y 軸方向の風速 (cm/s)
- f : コリオリ定数
- r_b^2 : 粗度係数

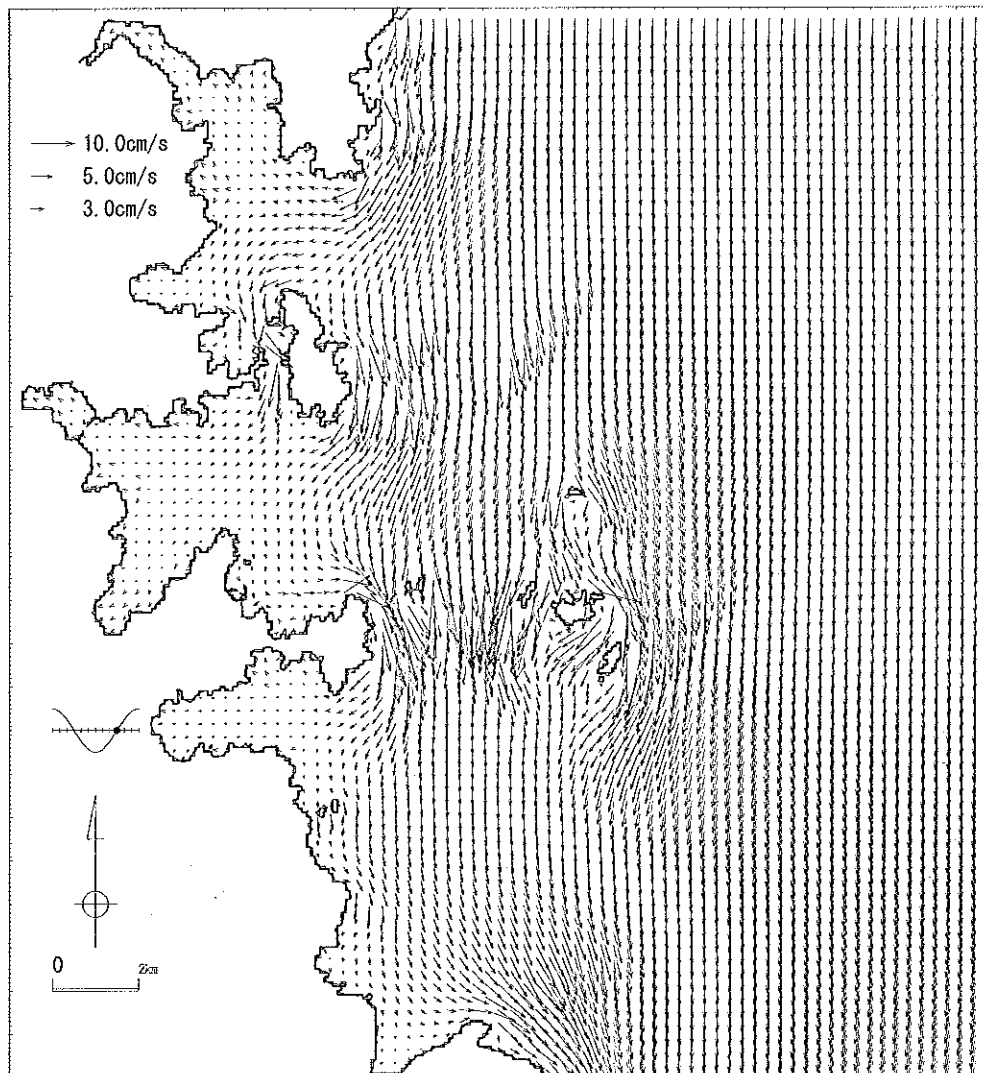


図4 平均潮における上げ潮時の流況 (流動場)

【移流拡散方程式】

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \underbrace{-\frac{\partial}{\partial x}(uT) - \frac{\partial}{\partial y}(vT)}_{\text{移流項}} + \underbrace{\frac{\partial}{\partial x}\left(K_x \frac{\partial T}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(K_y \frac{\partial T}{\partial y}\right)}_{\text{拡散項}} \quad (\text{式 3})$$

u, v : x, y 軸方向の流速 (cm/s)
 T : 物質の濃度または水温 (°C)
 K_x, K_y : x, y 方向の拡散係数 (cm²/s)

III 結果と考察

(1) アラメ中の ¹³¹I 濃度の推移

図5には、2006年7月～2010年3月のアラメ中の ¹³¹I 放射能濃度の経時変動を示す。アラメ中の ¹³¹I 濃度は、発電所前面海域では ND～0.30 Bq/kg 生、周辺海域では ND～0.13 Bq/kg 生、対照海域では ND～0.47 Bq/kg 生であった。これらの濃度はごく微量であり、人体に影響を及ぼすレベルではなかった。アラメ中の ¹³¹I 濃度を同時期の海域間で比較すると、発電所から遠い対照海域の方が高い値を示す傾向がみられた。また、¹³¹I が検出されたアラメ採取日前の数週間の女川原子力発電所の運転状況及び放射性廃棄物の管理状況についても確認したが異常は認められなかった。以上のことから、アラメに検出される ¹³¹I は同発電所とは無関係であると推定された。一方、宮城県以外の海域について、Morita ら²⁾は 2007年～2009年に行った全国的調査において、原子力施設周辺以外の海域のアラメを含む褐藻中に最大 0.37 Bq/kg 生の ¹³¹I を検出し、その起源については医療利用起源であろうと述べている。

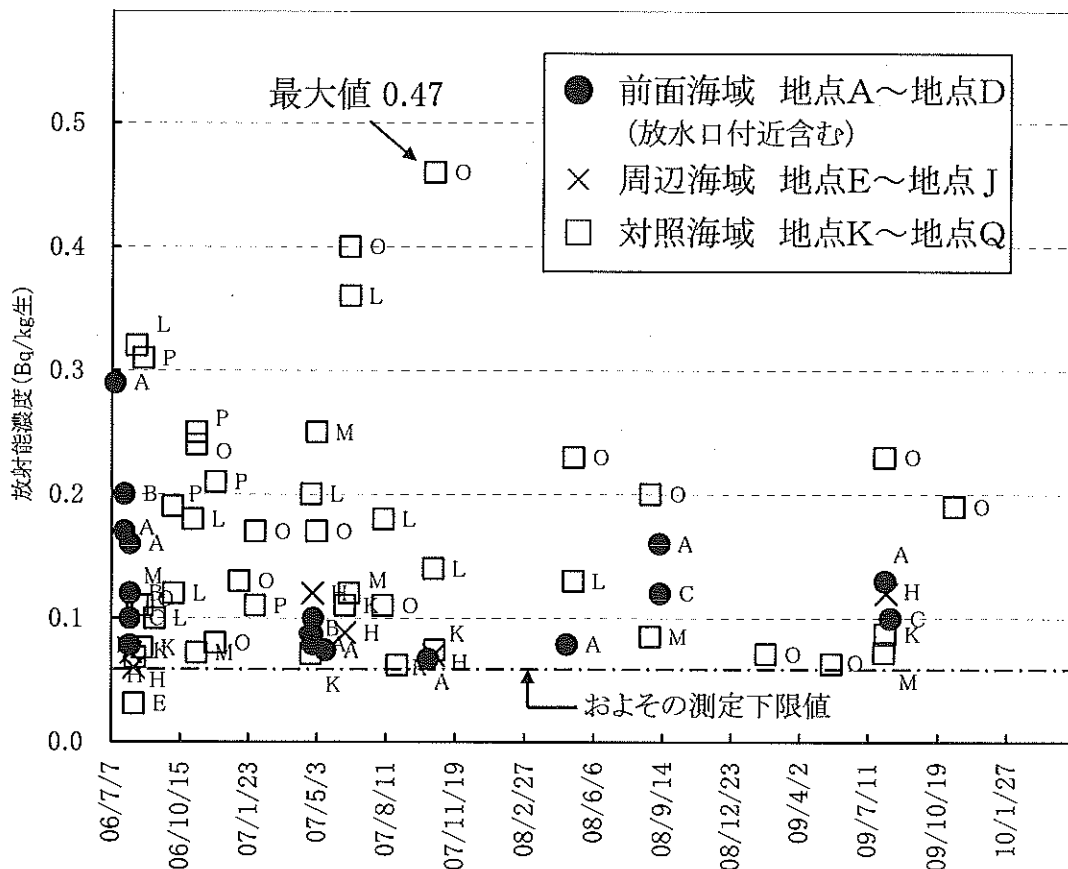


図5 アラメ中の ¹³¹I 濃度の推移

(2)アラメにおける¹³¹Iの検出状況と拡散シミュレーション結果との比較

拡散シミュレーションでは、表1に示したパラメータ等を用いた。

表1 拡散シミュレーションに用いたパラメータ等

項目	設定値		
M ₂ 分潮の振幅 (cm)	32.0 (鮎川) ³⁾		
同 遅角 (°)	115.2 (鮎川) ³⁾		
潮汐調和定数 (境界条件) 北西部境界 (図2①)	振幅 (cm)	平均潮 32.0 平均大潮 45.4	
	位相差 (°)	0.0	
	平均水位 (cm) ※	0.2	
	同	振幅 (cm)	平均潮 32.0 平均大潮 45.4
北東部境界 (図2②)	位相差 (°)	0.1	
	平均水位 (cm) ※	0.2	
	同	振幅 (cm)	平均潮 33.0 平均大潮 46.7
	南東部境界 (図2③)	位相差 (°)	2.0
平均水位 (cm) ※		0.0	
同		振幅 (cm)	平均潮 33.0 平均大潮 46.7
南西部境界 (図2④)		位相差 (°)	1.9
	平均水位 (cm) ※	0.0	
	水平粘性係数 (cm ² /s)	1.0×10 ⁴ ⁴⁾	
	海底摩擦係数	0.0026 ⁵⁾	
タイムステップ (秒)	1.5		
計算時間 (時間)	36		
発電所循環水放出条件 (物質濃度 1.0/L)	1号機 (m ³ /秒)	38	
	2号機 (m ³ /秒)	60	
	3号機 (m ³ /秒)	60	

※恒流 (海流) を再現するための上乗せ水位を示す。

拡散シミュレーション解析の結果、年間の平均的な潮位変動を模擬した平均潮の場合と潮位差が最大となる変動を模擬した平均大潮の場合で、物質の拡散の傾向はほぼ同じであるが、平均大潮の場合のほうが若干遠方まで物質が拡散していた。平均大潮の場合、放出から36時間後までの間に、物質は初めは発電所東方向に、次いで南東方向に拡散し、発電所から直線で約6 km先の地点で、濃度は初期値の1000分の1程度まで低下する結果となった。この結果から表2の条件で逆算すると、同発電所からの¹³¹Iを含む原子炉水の継続的な放出を仮定した場合、例えば、発電所前面海域のアラメから0.30 Bq/kg生の¹³¹Iが検出されるためには、毎秒約0.5 Lの炉水流出が必要となる。また、対照海域に比べて、同発電所付近のアラメ中¹³¹I濃度は桁違いに高濃度になることが要求される。これらは事実と矛盾しており、この解析結果からも、¹³¹Iの検出原因は同発電所と無関係であると推定できる。

表2 アラメ中濃度逆算に用いた数値条件

項目	設定値
アラメ中濃度 (Bq/kg 生) (前面海域: 放出点から 300-400 m)	0.3
アラメ採取地点/放出点の濃度比	0.9
原子炉水中の ¹³¹ I の濃度 (Bq/L)	10 ⁶

IV まとめ

2006年以降、宮城県沿岸のアラメから継続的に人工放射性核種の¹³¹Iが検出されている現象について検討した。¹³¹Iの濃度分布については、同時期で比較した場合、発電所より遠方の対照海域のほうが高い傾向があった。また、拡散シミュレーション解析結果からは、ありえない量の原子炉水の放出を想定する必要があること、及びシミュレーションに基づく濃度分布では発電所前面海域と遠方で桁違いの濃度差が予想されることがわかった。女川原子力発電所の運転状況に問題ないことも考え合わせると、¹³¹I検出の原因は同発電所とは無関係であると考えられた。

今後は、外部から女川湾に向かう流れによる影響を検討するため、更に拡散シミュレーション解析を実施する計画である。

V 参考文献

- 1) 木村昭裕ほか、宮城県原子力センター年報24巻、14-25(2006)
- 2) T. Morita *et al.*, *Sci. Total Environ.* 408, 3443-3447(2010).
- 3) 日本沿岸潮汐調和定数表、海上保安庁 (1992)
- 4) 沿岸海洋学、恒星社厚生閣 (1989)
- 5) 港湾施設設計指針、運輸省港湾局
- 6) 東北電力(株) 原子力情報 女川原子力発電所〈データファイル〉燃料の監視状況、
<http://www.tohoku-epco.co.jp/genshi/onagawa/datafile/nenryokanshi/nenkansi.html>.

ラドンモニターとゲルマニウム半導体検出器による

地下水中ラドン濃度の測定

木村昭裕、石川陽一、三浦英美

ラドンモニターを用いて、女川原子力発電所構内で湧出する地下水中のラドン濃度を測定した。また、同一の試料中のラドン子孫核種をゲルマニウム半導体検出器で測定し放射平衡を仮定してラドン濃度を算出した。ラドンモニターによる測定結果は17 Bq/Lで、ゲルマニウム半導体検出器を用いた結果は11.9 Bq/Lとなり、ラドンモニターで測定した結果のほうがやや高い値を示した。

I はじめに

東北電力株式会社では、女川原子力発電所環境放射能測定基本計画に基づいて予期しない放射性核種の放出の監視のため、循環水放出口付近に放射線モニター（以降「放水口モニター」という。）を設置しガンマ線計数率の連続測定を行っている。通常その変動はあまり大きくないが、2010年3月26日以降、定期検査中で水量が少ない時期に、1号機の放水口モニターの測定値が周期的に大きく変動する現象が認められた¹⁾。放水口モニターのガンマ線スペクトルからは、人工放射性核種は検出されず、天然核種のみ確認された。東北電力の調査により、この原因は、発電所敷地内でラドン濃度が高い地下水をポンプにより定期的に循環水放水路に放出しているためと推定された。その際に本センターでも、確認のため、この地下水のラドン濃度をラドンモニターで測定したものである。また、ラドンモニターの測定結果の信頼性を検証するため、ゲルマニウム半導体検出器を用いて、ラドンの子孫核種でありガンマ線を放出する²¹⁴Pb濃度を測定し、放射平衡を仮定して算出したラドン濃度との比較も行なった。

II 測定方法等

(1)ラドンモニターによるラドン濃度測定

ラドンモニターによる試料水中のラドン濃度の測定は、温度一定のとき気相中のラドンと水相中のラドンが平衡となることを利用した測定方法である。図1及び図2に示すようにラドンモニター（Genitron社（現・SAPHYMO社）製 AlphaGUARD PQ2000PRO）にガス循環ポンプ（Genitron社製 AlphaPUMP）及びAquaKit（Genitron社製）を接続し、AquaKitに試料水を投入し、ガス循環ポンプで測定系の空気を毎分1.0 Lで強制循環させ、ラドンモニターでラドン濃度を測定した。このときの室温は20℃とした。試料水を投入する前に、活性炭カートリッジ（Genitron社製 Active Coal Filter）で測定系のバックグラウンドのラドンを除去した。ラドン濃度は次の式1に従って算出した²⁾。

$$C_{Water} = \frac{C_{Air} \times \left[\frac{V_{System} - V_{Sample}}{V_{Sample}} + k(T) \right] - C_0}{1000} \quad (式1)$$

ここで、 C_{Water} : 試料水中のラドン濃度(Bq/L)
 C_{Air} : ラドンモニターに表示されるラドン濃度(Bq/m³)
 C_0 : 試料水をバブリングする前のラドンモニターに表示されるラドン濃度(Bq/m³)
 V_{System} : 測定系空間の体積(mL)
 V_{Sample} : 試料水の体積(mL)
 $k(T)$: ラドンの気相と液相間の分配係数³⁾
 T : 測定系の温度 (°C)

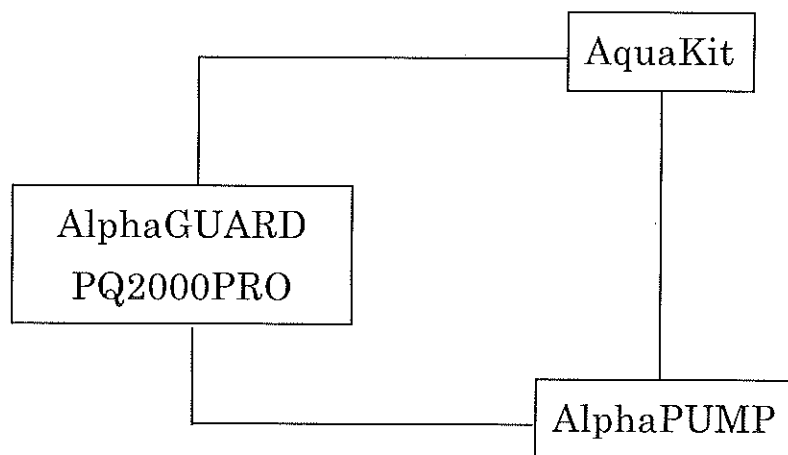


図1 水試料中のラドン濃度測定のための機器接続図
 (図中の—はチューブによる接続を示す。)

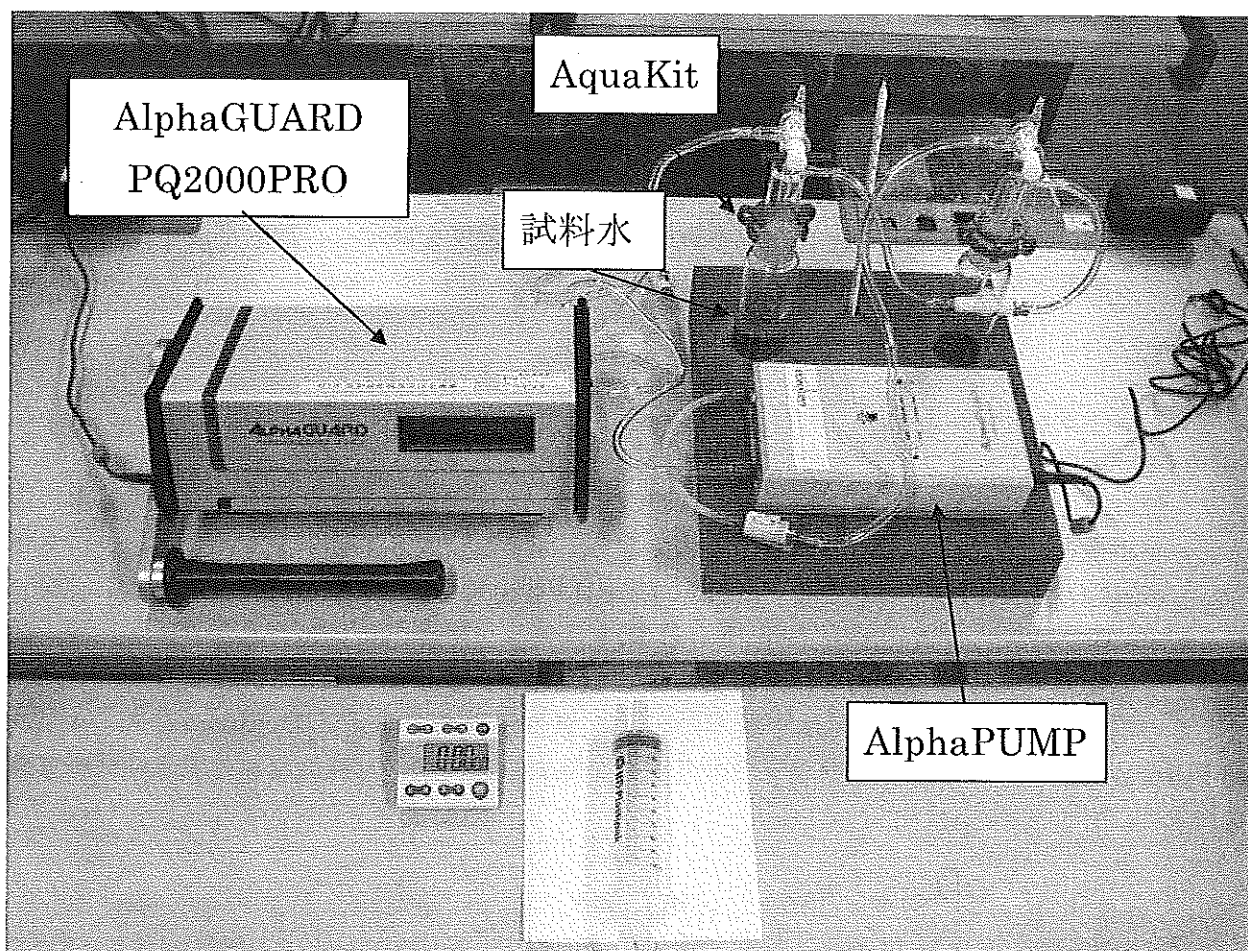


図2 水試料中のラドン濃度測定のための機器接続写真

(2) ゲルマニウム半導体検出器を用いたラドン濃度測定

試料水を 2 L マリネリ容器に入れ、ゲルマニウム半導体検出器 (ORTEC 製 GMX-45200) で、3600 秒間測定し、 ^{214}Pb 濃度を求めた。試料水を容器に封入後 3 時間以上経過後に、ラドンとその子孫核種である ^{214}Pb が放射平衡であると仮定して ^{214}Pb 濃度をラドン濃度とした。

III 結果

ラドンモニターでの測定については、表 1 に前述の式 1 に基づき算出するために使用したパラメータを、表 2 に今回測定した試料水のラドンモニターの指示値を示す。

表 1 ラドンモニターによる水試料中のラドン濃度算出に用いたパラメータ

変数	設定値
測定系の体積(mL) V_{System}	1102
試料の体積(mL) V_{Sample}	100
分配係数 $k(T)$	0.26

表 2 地下水試料測定時のラドンモニターの指示値

試料名	指示値
地下水(Bq/m ³) C_{Air}	1560±125 (at 2010.4.14 19:10)
バックグラウンド(Bq/m ³) C_0	15±15

この結果、採取時刻 (2010年4月14日12時5分) に半減期補正すると、ラドン濃度は 17 ± 1 Bq/L となった。一方、ゲルマニウム半導体検出器で測定した結果は、 11.9 ± 0.2 Bq/L となった。

IV 考察

ラドンモニターとゲルマニウム半導体検出器を用いたラドン濃度測定結果を比較すると、オーダ一的には一致しているが、計数誤差を考慮してもラドンモニターを用いたほうがやや高い値を示した。この原因としては、ゲルマニウム半導体検出器によるラドン濃度測定に用いたマリネリ容器の密閉性が不十分であったため、ラドンの一部が容器から散逸した可能性、または、マリネリ容器内上方にある空間へのラドンの分配によるラドンの偏在による計数効率の変化の可能性が考えられた。図 2 にゲルマニウム半導体検出器により測定したラドン濃度の時間変動を示す。物理半減期 (3.8235 日) に基づくラドン濃度の変動は、この図中で点線で示したとおりである。これに対し、

実測されたラドン濃度から算出される半減期は2.0日であった。このことも容器内のラドンが、測定中に散逸または偏在したことを示唆していると考えられる。以上のことを考慮すると、ラドンモニターによる測定値の方が信頼性が高いと考えられる。今後、ゲルマニウム半導体検出器を用いてラドン濃度を測定する際には、マリネリ容器の密閉性や容器内上方に空間を作らないことなどを工夫して測定する必要があると考えており、改良した方法による測定結果とラドンモニターによる測定結果との比較検討を実施していきたい。

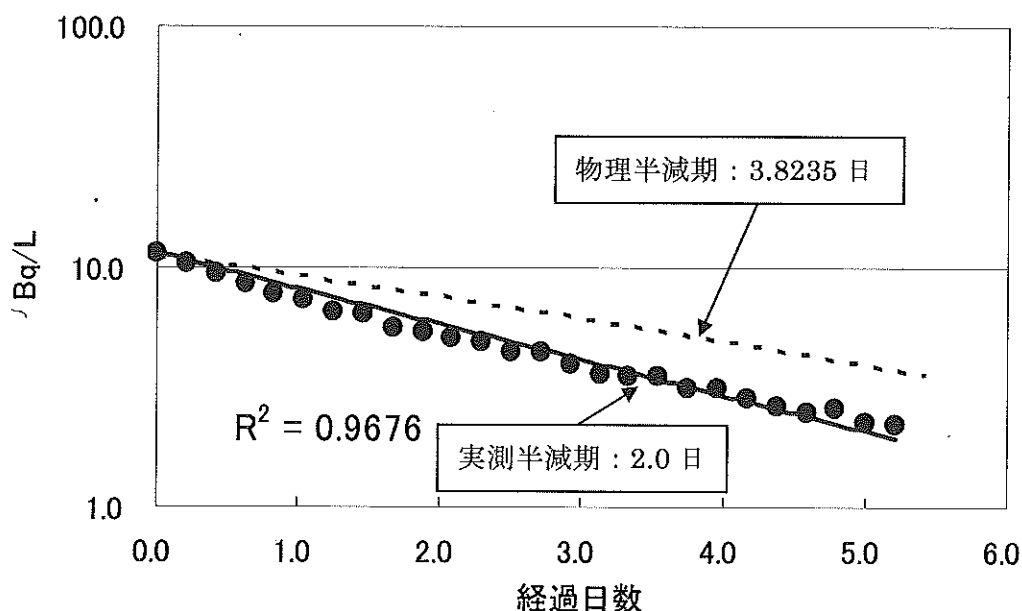


図2 ゲルマニウム半導体検出器で測定した水試料中のラドン濃度の経時変動

V 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, 平成 21 年度第 4 四半期.
- 2) AquaKIT 操作マニュアル 09/07, Genitron Instruments GmbH.
- 3) Clever, H.L. et al., Solubility Data Series, Vol.2, Krypton-, Xenon, Radon Gas Solubilities, p.463-468, Pergamon Press, Oxford, 1985.

Ⅲ 学会発表等の要旨

1 学会発表

(1) 宮城県における環境中 β 核種 (^3H , ^{90}Sr) の測定とそれらの濃度の長期変動

石川陽一、島影裕徳、木村昭裕、伊藤節男、三浦英美
第11回「環境放射能」研究会 2010年3月2日、つくば市

これまでに蓄積した約30年間の長期データを取りまとめた。結論としては、一概には言えないものの、この約30年の間に海水と海藻の ^{90}Sr 濃度はおよそ17年程度の環境半減期で減衰していることがわかった。

(2) 宮城県牡鹿半島におけるバイモーダルな大気中ラドン濃度変動

東北大・理・地学 大森康孝・東穂いづみ・長濱裕幸
宮城県原子力センター 石川陽一・高橋正人・佐藤博明
東北大・高教センター 関根勉
第11回「環境放射能」研究会 2010年3月2日、つくば市

牡鹿半島におけるラドン濃度が特徴的な季節変動を示すことが分かった。その季節変動の要因について定性的な解釈を試みた。

(3) 放射性ストロンチウム分析の際の硫黄分の影響について

伊藤節男、木村昭裕、島影裕徳、長山美穂、石川陽一、三浦英美
宮城県保健環境センター 第27回研究発表会、2010年3月5日、仙台市

(発表内容は本年報第26巻 研究論文 p.17-20 と同様)

(4) 空間ガンマ線線量率上昇と大気中ラドン濃度の関係について

長山美穂、島影裕徳、木村昭裕、伊藤節男、石川陽一、三浦英美
宮城県保健環境センター 第27回研究発表会、2010年3月5日、仙台市

大気中ラドン濃度が空間ガンマ線線量率に及ぼす影響について、観測された興味深い現象を報告した。

(5) 降雨後の空間ガンマ線線量率上昇と大気中ラドン濃度の関係について

長山美穂、島影裕徳、木村昭裕、伊藤節男、石川陽一、三浦英美
宮城県環境衛生技術職員全体研修会、2010年1月29日、仙台市

(発表内容は上記(4)と同様)

2 誌上発表

(1) 宮城県における放射能調査

高橋正人、島影裕徳、木村昭裕、伊藤節男、石川陽一、三浦英美
第51回環境放射能調査研究成果論文抄録集（平成20年度）、2009年12月、
文部科学省、p.109-112

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。2008年度（平成20年度）は、定時降水について43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}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}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。

(2) 宮城県における環境中 β 核種 (^3H , ^{90}Sr) の測定とそれらの濃度の長期変動

石川陽一、島影裕徳、木村昭裕、伊藤節男、三浦英美
Proceedings of the Eleventh Workshop on Environmental Radioactivity（第11回「環境放射能」研究会）、KEK（高エネルギー加速器研究機構）、Japan March 1-3, 2010, Edited by Kotaro Bessho & Taichi Miura, p141-145.

（要旨は、上記の学会発表(1)と同様）

資料1 環境放射線監視装置及び同監視システムにおける災害対策機能強化(2)

衛星回線を用いたデータ収集システムの構築(3)

長山美穂、島影裕徳、石川陽一、三浦英美

平成20及び21年度の2か年で、災害対策を目的として環境放射線監視システムの改修を実施した。平成20年度は県庁局にデータベースサーバ及びインターネットサーバを設置し、平成21年度は県庁局に収集サーバを設置するとともにモニタリングステーションと県庁局間に衛星回線を敷設した。これにより原子力センターを介さないデータ収集及びデータ公開システムが構築され、災害等により原子力センターの機能が喪失した場合でも、環境放射線監視及びデータ公開が可能となった。

I はじめに

従来の環境放射線監視システムは、二重化システムによりデータ収集の多重化を図っているものの、いずれも原子力センターに機能が集中しており、災害等により原子力センターが被災した際にはシステム全体が機能しなくなる恐れがあった。また、平成19年7月16日に起きた新潟県中越沖地震の際、ホームページでの監視データ公開の有用性が再認識され、災害に強いデータ公開体制が求められるようになった。

このような背景を受け、平成20年度及び21年度の2か年で、環境放射線監視システムの災害対策事業を実施した。平成20年度は県庁局への県庁データベースサーバ及び県庁インターネットサーバを設置し、データベース及びインターネットホームページでのデータ公開の二重化を行った¹⁾。平成21年度は、モニタリングステーション（東北電力設置局を除く。以下同じ。）と県庁局間の衛星回線の敷設及びデータ収集機能の新設を行い、原子力センターを介さないデータ収集及びデータ公開システムが完成した。

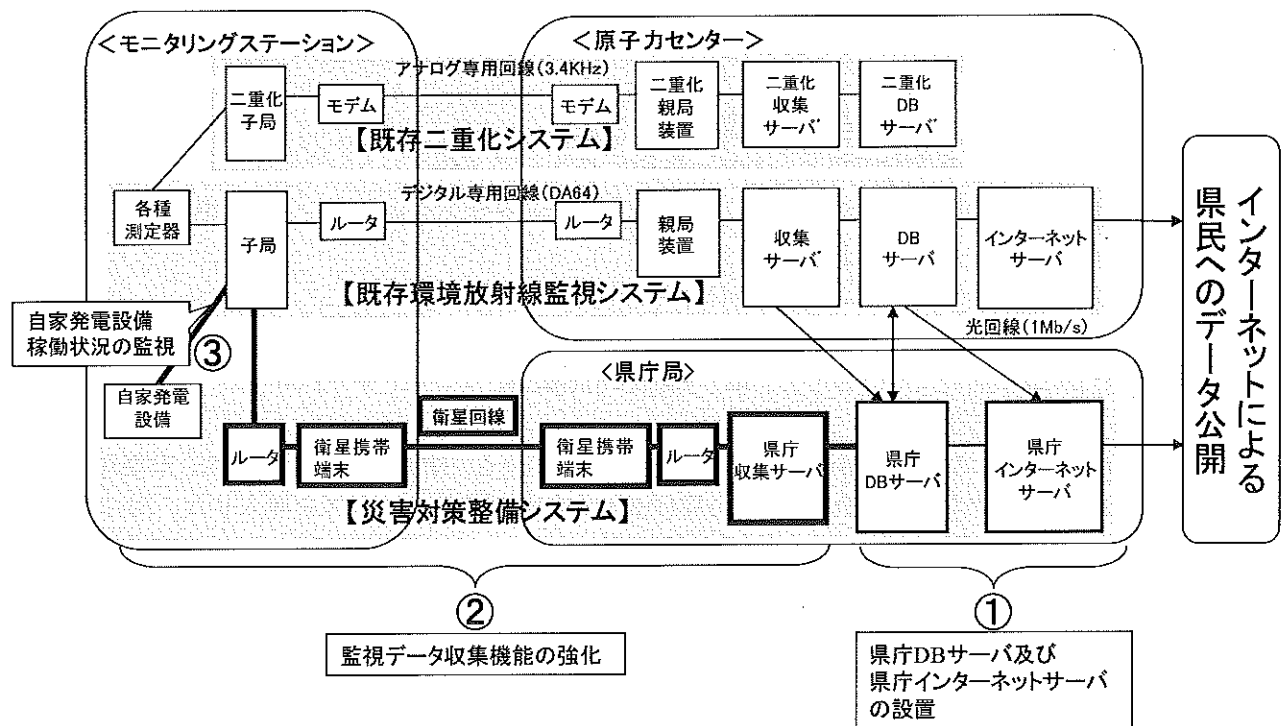


図1 環境放射線監視システム災害対策事業の概要

II 災害対策事業の概要

事業の概要は図1のとおりである。このうち、図1中の①「県庁DBサーバ及び県庁インターネットサーバの設置」については平成20年度に、②「監視データ収集機能の強化」及び③「モニタリングステーション自家発電設備稼働状況の監視」については平成21年度に、いずれも文部科学省放射線等監視交付金を活用して実施した。平成21年度に実施した内容の詳細は次のとおりである。

○監視データ収集機能の強化

各モニタリングステーションと県庁局の間の衛星回線の敷設及び県庁局への県庁収集サーバの設置を行った。これにより、システム障害発生時に衛星回線が自動的に接続し、各モニタリングステーションから県庁局へデータ収集を可能とした。衛星回線の接続は、収集サーバ(原子力センター及び県庁局)の衛星回線通信制御機能によって行うものとした。衛星回線によるデータ収集機能の仕様を表1に示す。

衛星回線により収集されたデータは、H20年度に整備した県庁データベースサーバに蓄積され、県庁インターネットサーバを通してホームページ上で公開される。また、県庁収集サーバには、データ計算、集計機能及びシステム監視機能等、原子力センター収集サーバと同等の機能を搭載し、データ解析も可能とした。

表1 衛星回線データ収集機能の仕様

項目	内容
衛星回線通信制御	① 既存システムの2分値収集でN回連続未収集が発生した場合 → 局単位で開始
	② 原子力センター収集サーバが停止(収集機能停止)した場合 → 全局一斉開始
	③ 原子力センター-県庁局間の通信が停止した場合 → 全局一斉開始
	④ ①~③が復旧した場合 → 停止
	⑤ 操作端末画面からの開始/停止指示
データ収集方式	県庁収集サーバからのポーリングにより子局装置からデータ送信
データ収集間隔	10分間隔
収集対象データ	線量率データ(10分値、MCAデータ除く)、気象データ(10分値)、監視情報

○モニタリングステーション自家発電設備稼働状況の監視

原子力センター及び県庁局収集サーバに、各モニタリングステーションに設置した自家発電設備²⁾の稼働状況についての監視機能を加えることにより、モニタリングステーションの停電等の異常発生の早期把握及び対策を可能とした。

III 機器の仕様等

平成21年度に導入した主な機器の仕様は表2のとおりである。衛星回線については、中継局の経由や地上回線の利用の必要がないNTTdocomo社WIDESTAR衛星電話サービスを導入した。県庁局ではアンテナ及び本体を県庁行政庁舎屋上に、モニタリングステーションではアンテナを局舎外壁、本体を局舎内子局装置内に設置した。また、モニタリングステーションの既存テレメータ子局装置において、衛星通信用のCPUユニット追加の改造を行った。

県庁収集サーバは、原子力センター収集サーバの機能の多くを流用するため、原子力センター収集サーバと互換性のあるUNIXサーバを採用し、時刻校正を行うタイムサーバ及び無停電電源装置も併せて導入した。これらのサーバ関連機器は、平成20年度に整備した県庁局内の収納ラック内に収納した。

表 2 平成 21 年度の主な導入機器の仕様

装置名	機器名	型番	数量	備考
衛星通信装置	WIDESTAR DUO		8	構成：本体・外部アンテナ・ハンドセット・データユニット 通信速度：最大 4.8kbps 通信方式：回線交換方式データ通信
テレメータ子局装置 CPU ユニット		TA22709-L501	7	デバイス：FA80486XSF-33 動作速度：32MHz コンソール I/F：RS232C スロット数：2
県庁収集サーバ	SPARC Enterprise T5120	SECPADF1F	1	CPU:UltraSPARC T2(1.2GHz/ 4MB) ×1 メモリ:2GB×4 HDD:146GB×2, 300GB×1
	DAT 装置	PW0G3DT5	1	卓上型, 72GB/巻(圧縮時), DAT72
	PMAN モデル 50	PW-PM2CL1	1	電源運用管理装置
タイムサーバ		TS-2010FM	1	FM タイプ
無停電電源装置		F987CB11F	1	1.5kVA/1050W

IV まとめ

今回の事業により、災害等に伴う原子力センター機能喪失時のバックアップ体制が確立した。また、平成 19 年度及び 20 年度にモニタリングステーションの自家発電設備設置も実施した。これらにより、本システムの災害に対する堅牢性は大きく増強されたと考えられる。

V 参考資料

- 1) 宮城県原子力センター年報, 第 26 巻, p29-30(2008)
- 2) 宮城県原子力センター年報, 第 26 巻, p27-28(2008)

資料2 1981年から2010年までの陸水、降水、海水及び海藻中のβ核種
(³H, ⁹⁰Sr) 濃度のデータ

宮城県における環境中β核種(³H, ⁹⁰Sr)濃度のデータを掲載した。

表1は³H, また表2は⁹⁰Srのデータであるが¹³⁷Csのデータも含む。なお、陸水の³Hデータのうち、Land Water 3 (女川町飯子浜、陸水)の多くのデータは東北電力(株)による測定値であり、下記の資料¹⁾に元データが掲載されている(海水中の⁹⁰Srのデータも、同様に東北電力による値)。表中の添字は文献番号を示す。

引用文献

- 1) 宮城県, 昭和58年度(1984年度)～平成21年度(2009年度), 女川原子力発電所環境放射能調査結果。
2) 宮城県原子力センター年報, 第4巻, pp.28. 3) 宮城県原子力センター年報, 第12巻, pp.142.
4) 宮城県原子力センター年報, 第14巻, pp.87. 5) 宮城県原子力センター年報, 第16巻, pp.118.

表1 1984年から2010年の³Hデータ

放射能単位: Bq/l

採取年月 (採取日は、論文のグラフ作成の便宜上、毎月1日としてある)	Land Water 1	Land Water 2	Land Water 3	Rainwater	Seawater 1	Seawater 2	備考
	陸水1	陸水2	陸水3	降水	海水1	海水2	
	水道原水	水道原水	水道原水		表層水	表層水	
	野々浜	寄磯, 前網	飯子浜	原子力センター	発電所放水口付近	気仙沼湾	
1984	4.44	4.44					
1984/2/1							
1984/3/1							
1984/4/1							
1984/5/1					1.11		
1984/6/1			2.66				
1984/7/1	2.41	4.44					
1984/8/1							
1984/9/1							
1984/10/1							
1984/11/1							
1984/12/1			2.74				
1985	2.33	3.11					
1985/2/1							
1985/3/1							
1985/4/1							
1985/5/1							
1985/6/1			1.18				
1985/7/1	1.85	3.55					
1985/8/1			2.55 ²⁾				
1985/9/1						* 1.00 ²⁾	* 3データの平均
1985/10/1							
1985/11/1							
1985/12/1			2.072, * 2.52 ²⁾				
1986	1.78	2.89					
1986/2/1							
1986/3/1							
1986/4/1							
1986/5/1							
1986/6/1			1.15				
1986/7/1	2.66	2.70					
1986/8/1							
1986/9/1							
1986/10/1							
1986/11/1							
1986/12/1			0.81				
1987	2.22	2.63					
1987/2/1							
1987/3/1							
1987/4/1							
1987/5/1							
1987/6/1			1.52				
1987/7/1	2.07	3.00					
1987/8/1							

表1(続)

放射能単位: Bq/l

採取年月	Land Water 1	Land Water 2	Land Water 3	Rainwater	Seawater 1	Seawater 2	備考
1988	1.10	3.10					
1988/2/1							
1988/3/1							
1988/4/1							
1988/5/1							
1988/6/1			2.30				
1988/7/1	2.90	3.90					
1988/8/1							
1988/9/1							
1988/10/1							
1988/11/1							
1988/12/1			1.90				
1989	2.10	2.70					
1989/2/1							
1989/3/1							
1989/4/1							
1989/5/1							
1989/6/1			1.40				
1989/7/1	1.60	3.50					
1989/8/1							
1989/9/1							
1989/10/1							
1989/11/1							
1989/12/1			1.60				
1990		2.10					
1990/2/1							
1990/3/1							
1990/4/1							
1990/5/1							
1990/6/1			1.90				
1990/7/1	3.20	3.20					
1990/8/1							
1990/9/1							
1990/10/1							
1990/11/1							
1990/12/1			1.40				
1991	1.70	2.00					
1991/2/1							
1991/3/1							
1991/4/1							
1991/5/1							
1991/6/1			1.10				
1991/7/1	1.70	1.30					
1991/8/1							
1991/9/1							
1991/10/1							
1991/11/1							
1991/12/1			0.80				
1992	0.62	1.60					
1992/2/1							
1992/3/1							
1992/4/1							
1992/5/1							
1992/6/1			1.20				
1992/7/1	1.60	2.30					
1992/8/1							
1992/9/1							
1992/10/1							
1992/11/1							
1992/12/1			0.78				
1993	1.10	1.60					
1993/2/1							
1993/3/1							
1993/4/1				1.10 ³⁾			
1993/5/1				* 1.03 ³⁾			* 6データの平均

表1(続)

放射能単位: Bq/l

採取年月	Land Water 1	Land Water 2	Land Water 3	Rainwater	Seawater 1	Seawater 2	備考
1994	1.10	1.30					
1994/2/1							
1994/3/1							
1994/4/1							
1994/5/1							
1994/6/1			0.91				
1994/7/1	0.77	1.20					
1994/8/1							
1994/9/1							
1994/10/1							
1994/11/1							
1994/12/1			0.94				
1995	1.10	1.20					
1995/2/1							
1995/3/1							
1995/4/1							
1995/5/1					0.61		
1995/6/1			0.92				
1995/7/1	0.60	1.10					
1995/8/1							
1995/9/1							
1995/10/1							
1995/11/1							
1995/12/1			0.77 ⁴⁾				
1996	0.71	1.20					
1996/2/1							
1996/3/1							
1996/4/1							
1996/5/1							
1996/6/1			0.77				
1996/7/1		1.10					
1996/8/1							
1996/9/1							
1996/10/1							
1996/11/1					0.44		
1996/12/1			0.83				
1997	0.90	0.90					
1997/2/1							
1997/3/1							
1997/4/1							
1997/5/1							
1997/6/1			0.50				
1997/7/1	0.72	1.10					
1997/8/1							
1997/9/1							
1997/10/1							
1997/11/1							
1997/12/1			0.61 ⁵⁾				
1998	0.57	0.65					
1998/2/1							
1998/3/1							
1998/4/1							
1998/5/1							
1998/6/1			0.67				
1998/7/1		0.57					
1998/8/1							
1998/9/1							
1998/10/1							
1998/11/1							
1998/12/1			0.97				
1999	1.20	1.20					
1999/2/1							
1999/3/1							
1999/4/1							
1999/5/1							
1999/6/1			0.49				

表1(続)

放射能単位: Bq/l

採取年月	Land Water 1	Land Water 2	Land Water 3	Rainwater	Seawater 1	Seawater 2	備考
2000	0.54	1.90					
2000/2/1							
2000/3/1							
2000/4/1							
2000/5/1							
2000/6/1			0.72				
2000/7/1		0.81					
2000/8/1							
2000/9/1							
2000/10/1							
2000/11/1							
2000/12/1			1.10				
2001	0.98	2.30					
2001/2/1							
2001/3/1							
2001/4/1							
2001/5/1							
2001/6/1							
2001/7/1							
2001/8/1							
2001/9/1							
2001/10/1							
2001/11/1							
2001/12/1			0.74				
2002	0.47	1.00					
2002/2/1							
2002/3/1							
2002/4/1							
2002/5/1							
2002/6/1			0.73				
2002/7/1	0.81	1.00					
2002/8/1							
2002/9/1							
2002/10/1							
2002/11/1					0.55		
2002/12/1			1.00				
2003		0.91					
2003/2/1							
2003/3/1							
2003/4/1							
2003/5/1							
2003/6/1							
2003/7/1		0.49					
2003/8/1							
2003/9/1							
2003/10/1							
2003/11/1							
2003/12/1							
2004		0.51					
2004/2/1							
2004/3/1							
2004/4/1							
2004/5/1							
2004/6/1							
2004/7/1							
2004/8/1							
2004/9/1							
2004/10/1							
2004/11/1							
2004/12/1			1.00				
2005	0.47	0.64					
2005/2/1							
2005/3/1							
2005/4/1							
2005/5/1					0.14		
2005/6/1			0.51				

表1(続)

放射能単位: Bq/l

採取年月	Land Water 1	Land Water 2	Land Water 3	Rainwater	Seawater 1	Seawater 2	備考
2006	0.35	0.43					
2006/2/1							
2006/3/1							
2006/4/1							
2006/5/1					0.20		
2006/6/1							
2006/7/1	0.46	0.47					
2006/8/1							
2006/9/1							
2006/10/1						0.20	
2006/11/1					0.12		
2006/12/1							
2007	0.40	0.50					
2007/2/1							
2007/3/1							
2007/4/1							
2007/5/1					0.19		
2007/6/1			0.44				
2007/7/1	0.42	0.50					
2007/8/1							
2007/9/1							
2007/10/1						0.16	
2007/11/1					0.15		
2007/12/1							
2008	0.32	0.60					
2008/2/1							
2008/3/1							
2008/4/1							
2008/5/1					0.15		
2008/6/1							
2008/7/1	0.43	0.49					
2008/8/1							
2008/9/1							
2008/10/1						0.19	
2008/11/1					0.22		
2008/12/1							
2009	0.34	0.45					
2009/2/1							
2009/3/1							
2009/4/1							
2009/5/1					0.12		
2009/6/1			0.71				
2009/7/1	0.39	0.36					
2009/8/1							
2009/9/1							
2009/10/1				0.23		0.09	
2009/11/1				0.36	0.14		
2009/12/1				0.38			
2010				0.37			
2010/2/1							
2010/3/1							
2010/4/1							
2010/5/1							
2010/6/1							
2010/7/1							
2010/8/1							
2010/9/1							
2010/10/1							
2010/11/1							
2010/12/1							

表2 1981年から2010年の海藻(アラメ)と海水中の⁹⁰Sr及び¹³⁷Cs濃度 放射能単位: Bq/kg生, Bq/l

採取年月 (採取日は、論文 のグラフ作成の便 宜上、毎月1日とし てある)	¹³⁷ Cs in brown algae	⁹⁰ Sr in brown algae	¹³⁷ Cs in seawater	⁹⁰ Sr in seawater	備考
	海藻	海藻	海水	海水	
	アラメ	アラメ	表層水	表層水	
	シウリ崎	シウリ崎	発電所放水口付近	発電所放水口付近	
1981					
1981/2/1					
1981/3/1					
1981/4/1					
1981/5/1					
1981/6/1					
1981/7/1					
1981/8/1					
1981/9/1					
1981/10/1					
1981/11/1			0.00592		
1981/12/1	0.148	0.107			
1982					
1982/2/1					
1982/3/1					
1982/4/1	0.115		0.00555		
1982/5/1	0.07				
1982/6/1					
1982/7/1					
1982/8/1					
1982/9/1					
1982/10/1	0.152				
1982/11/1	0.185		0.00629	0.0056	
1982/12/1					
1983				0.0044	
1983/2/1					
1983/3/1					
1983/4/1			0.00592		
1983/5/1					
1983/6/1					
1983/7/1					
1983/8/1					
1983/9/1					
1983/10/1	0.167				
1983/11/1	0.1702		0.00555	0.0037	
1983/12/1					
1984				0.0037	
1984/2/1	0.074				
1984/3/1					
1984/4/1					
1984/5/1	0.0666		0.0037	0.0026	
1984/6/1					
1984/7/1					
1984/8/1	0.1258	0.063			
1984/9/1					
1984/10/1					
1984/11/1	0.1443		0.00518		
1984/12/1					
1985	0.119			0.0037	
1985/2/1	0.1073	0.056			
1985/3/1					
1985/4/1					
1985/5/1	0.081		0.00518	0.0026	
1985/6/1					
1985/7/1					
1985/8/1	0.1073				
1985/9/1					
1985/10/1					
1985/11/1	0.1036		0.00666		
1985/12/1					
1986	0.074			0.0041	

表2(続)

放射能単位: Bq/kg生, Bq/l

採取年月	¹³⁷ Cs in brown algae	⁹⁰ Sr in brown algae	¹³⁷ Cs in seawater	⁹⁰ Sr in seawater	備考
1987	0.137			0.0044	
1987/2/1	0.1147				
1987/3/1					
1987/4/1	0.107				
1987/5/1	0.0777		0.00592		
1987/6/1					
1987/7/1					
1987/8/1	0.1258	0.1			
1987/9/1					
1987/10/1					
1987/11/1	0.1369		0.00666		
1987/12/1					
1988				0.003	
1988/2/1					
1988/3/1	0.074	0.063			
1988/4/1	0.087				
1988/5/1	0.061		0.0053		
1988/6/1					
1988/7/1					
1988/8/1	0.14				
1988/9/1					
1988/10/1					
1988/11/1			0.0052		
1988/12/1	0.087				
1989				0.0037	
1989/2/1	0.072	0.1			
1989/3/1					
1989/4/1	0.073				
1989/5/1	0.063		0.0029		
1989/6/1					
1989/7/1					
1989/8/1	0.085				
1989/9/1					
1989/10/1					
1989/11/1			0.0036		
1989/12/1					
1990				0.0026	
1990/2/1					
1990/3/1	0.085	0.06			
1990/4/1					
1990/5/1	0.062		0.0023		
1990/6/1					
1990/7/1					
1990/8/1	0.096	0.073			
1990/9/1					
1990/10/1					
1990/11/1			0.0026		
1990/12/1	0.085				
1991				0.0029	
1991/2/1					
1991/3/1					
1991/4/1					
1991/5/1			0.0026		
1991/6/1					
1991/7/1					
1991/8/1	0.11				
1991/9/1					
1991/10/1					
1991/11/1	0.1		0.003		
1991/12/1					
1992					
1992/2/1	0.065				
1992/3/1					
1992/4/1					
1992/5/1	0.07		0.0022		
1992/6/1					

表2(続)

放射能単位: Bq/kg生, Bq/l

採取年月	¹³⁷ Cs in brown algae	⁹⁰ Sr in brown algae	¹³⁷ Cs in seawater	⁹⁰ Sr in seawater	備考
1993					
1993/2/1	0.057				
1993/3/1					
1993/4/1					
1993/5/1	0.056		0.0023		
1993/6/1					
1993/7/1					
1993/8/1	0.067				
1993/9/1					
1993/10/1					
1993/11/1	0.13		0.0024		
1993/12/1					
1994				0.0028	
1994/2/1	0.06				
1994/3/1					
1994/4/1					
1994/5/1	0.071		0.0024		
1994/6/1					
1994/7/1					
1994/8/1	0.075	0.02			
1994/9/1					
1994/10/1					
1994/11/1	0.13		0.0027		
1994/12/1					
1995				0.0023	
1995/2/1	0.082				
1995/3/1					
1995/4/1					
1995/5/1	0.05		0.0022		
1995/6/1					
1995/7/1					
1995/8/1	0.064				
1995/9/1			0.003		
1995/10/1					
1995/11/1	0.057				
1995/12/1					
1996				0.0017	
1996/2/1					
1996/3/1					
1996/4/1					
1996/5/1	0.049		0.0028		
1996/6/1					
1996/7/1					
1996/8/1	0.047				
1996/9/1					
1996/10/1					
1996/11/1	0.086		0.0026		
1996/12/1					
1997				0.0014	
1997/2/1					
1997/3/1					
1997/4/1					
1997/5/1	0.053		0.0024		
1997/6/1					
1997/7/1					
1997/8/1	0.06	0.049			
1997/9/1					
1997/10/1					
1997/11/1	0.074		0.0024		
1997/12/1					
1998					
1998/2/1					
1998/3/1					
1998/4/1					
1998/5/1			0.0019		
1998/6/1					

表2(続)

放射能単位: Bq/kg生, Bq/l

採取年月	¹³⁷ Cs in brown algae	⁹⁰ Sr in brown algae	¹³⁷ Cs in seawater	⁹⁰ Sr in seawater	備考
1999				0.0021	
1999/2/1	0.072				
1999/3/1					
1999/4/1					
1999/5/1					
1999/6/1					
1999/7/1					
1999/8/1	0.054				
1999/9/1					
1999/10/1					
1999/11/1	0.09		0.0026		
1999/12/1					
2000					
2000/2/1					
2000/3/1					
2000/4/1					
2000/5/1			0.0028		
2000/6/1					
2000/7/1					
2000/8/1	0.061				
2000/9/1					
2000/10/1					
2000/11/1	0.095		0.0025		
2000/12/1					
2001					
2001/2/1					
2001/3/1					
2001/4/1					
2001/5/1			0.0018		
2001/6/1					
2001/7/1					
2001/8/1					
2001/9/1					
2001/10/1					
2001/11/1	0.072		0.0023		
2001/12/1					
2002					
2002/2/1					
2002/3/1					
2002/4/1					
2002/5/1			0.0016		
2002/6/1					
2002/7/1					
2002/8/1	0.074	0.028			
2002/9/1					
2002/10/1					
2002/11/1			0.0024		
2002/12/1					
2003				0.0021	
2003/2/1					
2003/3/1		0.04			
2003/4/1					
2003/5/1			0.0016		
2003/6/1					
2003/7/1					
2003/8/1		0.03			
2003/9/1					
2003/10/1					
2003/11/1	0.093		0.0022		
2003/12/1					
2004				0.0022	
2004/2/1		0.03			
2004/3/1					
2004/4/1					
2004/5/1			0.0021		
2004/6/1					

表2(続)

放射能単位: Bq/kg生, Bq/l

採取年月	¹³⁷ Cs in brown algae	⁹⁰ Sr in brown algae	¹³⁷ Cs in seawater	⁹⁰ Sr in seawater	備考
2005				0.0019	
2005/2/1					
2005/3/1					
2005/4/1					
2005/5/1	0.064	0.021			
2005/6/1					
2005/7/1					
2005/8/1	0.07				
2005/9/1					
2005/10/1					
2005/11/1			0.0022		
2005/12/1					
2006				0.0023	
2006/2/1					
2006/3/1					
2006/4/1					
2006/5/1					
2006/6/1					
2006/7/1					
2006/8/1		0.045			
2006/9/1					
2006/10/1					
2006/11/1			0.0021	0.0011	
2006/12/1					
2007				0.0013	
2007/2/1		0.038			
2007/3/1					
2007/4/1					
2007/5/1			0.0027		
2007/6/1					
2007/7/1					
2007/8/1	0.066	0.054			
2007/9/1					
2007/10/1					
2007/11/1					
2007/12/1					
2008				0.0017	
2008/2/1					
2008/3/1					
2008/4/1					
2008/5/1					
2008/6/1					
2008/7/1					
2008/8/1					
2008/9/1	0.059				
2008/10/1					
2008/11/1			0.002		
2008/12/1					
2009					
2009/2/1		0.034			
2009/3/1					
2009/4/1					
2009/5/1			0.0019		
2009/6/1					
2009/7/1					
2009/8/1	0.054	0.047			
2009/9/1					
2009/10/1					
2009/11/1					
2009/12/1					

資料3 環境試料の放射化学分析結果

(高度調査解析委託業務)

1 まえがき

平成21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中のプルトニウム (^{238}Pu 、 $^{239+240}\text{Pu}$) の放射化学分析を実施した。また、平成18年度実施分についても今回併せて掲載する。

2 分析方法

(1) 試料

平成21年度に実施した試料の一覧を分析結果とともに表1に示す。平成21年度の試料は、海産生物4試料、指標植物2試料及び海底土2試料である。

平成18年度に実施した、土壌1から土壌7は陸地の表層土壌(深さ0-5 cm)である。

試料は全て宮城県内で採取したものである。

(2) プルトニウム (^{238}Pu 、 $^{239+240}\text{Pu}$) の分析(平成21年度及び平成18年度)

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}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、ORT EC社製BU-020-450-AS(平成21年度及び平成18年度)、CANBERRA製PD450-17-100AM(平成18年度)を使用した。

(3) 放射性ストロンチウム (^{90}Sr) の分析(平成18年度)

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精製し、 ^{90}Sr のミルクキングで生成する ^{90}Y を分離し、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を用いた。

3 分析結果

表1に平成21年度に実施したプルトニウムの分析結果を示す。全部で8試料実施した。結果として、 ^{238}Pu が対照海域の1試料で検出された。 $^{239+240}\text{Pu}$ は海底土2試料と海産生物3試料で検出された。

表2に平成18年度に実施した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}Cs の値も示した。分析対象は石巻市寄磯と大崎市岩出山で採取した表層土である。 ^{238}Pu は土壌2で検出された。 $^{239+240}\text{Pu}$ は全ての土壌試料で検出された。 ^{90}Sr も全ての土壌試料で検出された。図1～図4にそれらの経年変化を示した。Puには経年変化は認められないが、 ^{90}Sr と ^{137}Cs は徐々に減少していることが分かる。

図5～図19に各試料の α 線スペクトルを示した。

表1 試料一覧及び分析結果 (平成21年度実施分)

試料名 (採取地点)	試料番号	試料採取日	α線スペクトロメトリー		単位
			²³⁸ Pu	²³⁹⁺²⁴⁰ Pu	
アラメ (海藻, 牡鹿半島北)	09IS0097	2009. 8. 3	N D	0.0016±0.00043	Bq/kg生
アラメ (海藻, 牡鹿半島西)	09IS0098	2009. 8. 3	N D	N D	
アラメ (海藻, 放水口付近)	09IS0100	2009. 8. 4	N D	0.0018±0.00049	
カキ (貝類, 周辺海域)	09MP0130	2009.10.20	N D	0.0024±0.00041	
ヨモギ (谷川)	09IL0091	2009. 7.15	N D	N D	
ヨモギ (岩出山)	09IL0092	2009. 7.22	N D	N D	
海底土 (放水口付近)	09SS0142	2009.11. 9	N D	0.29±0.020	Bq/kg乾土
海底土 (対照_気仙沼湾)	09SS0137	2009.10.30	0.020±0.0044	1.6±0.070	

(注) 分析結果は、計数値がその計数誤差の3倍を超えるものについて有効数字2桁、それ以下のものについては「N D」で示し、誤差は計数誤差のみを示した。

表2 試料一覧及び分析結果 (平成18年度実施分)

試料名 (注1)	試料 採取地点	試料 採取日	放射能濃度 (試料採取年月日現在の値)				単位
			²³⁸ Pu	²³⁹⁺²⁴⁰ Pu	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs (注2)	
土壌1 (85LS0063)	石巻市 寄磯	1985. 6. 10	N D	0.28±0.022	4.6±0.48	16±0.37	Bq/kg 乾土
土壌2 (95LS0054)	石巻市 寄磯	1995. 6. 21	0.0176± 0.0048	0.32±0.024	4.1±0.40	13±0.37	
土壌3 (00LS0058)	石巻市 寄磯	2000. 6. 21	N D	0.22±0.018	1.9±0.27	9.0±0.26	
土壌4 (85LS0069)	大崎市 岩出山	1985. 6. 17	N D	0.11±0.013	4.2±0.48	11±0.40	
土壌5 (90LS0066)	大崎市 岩出山	1990. 6. 13	N D	0.082±0.011	3.7±0.42	6.2±0.27	
土壌6 (95LS0053)	大崎市 岩出山	1995. 6. 14	N D	0.126±0.013	3.0±0.35	6.3±0.30	
土壌7 (00LS0057)	大崎市 岩出山	2000. 6. 20	N D	0.11±0.013	2.4±0.30	4.4±0.23	

(注1) 分析に供した土壌試料は石礫等を除いた細土で、篩をかけ粒径2mm以下とした。各試料名の下のカッコ内は試料番号を示す。

(注2) ¹³⁷Cs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。

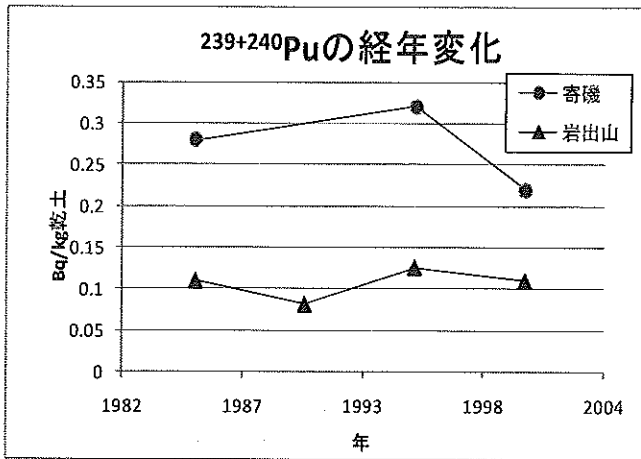


図1 土壤試料中の²³⁹⁺²⁴⁰Puの経年変化

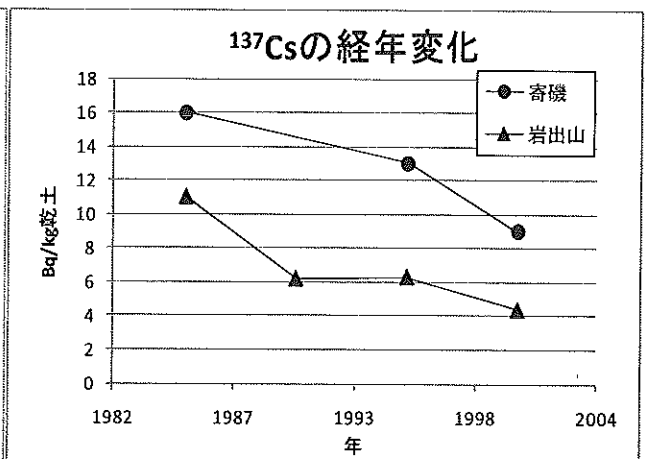


図2 土壤試料中の¹³⁷Csの経年変化

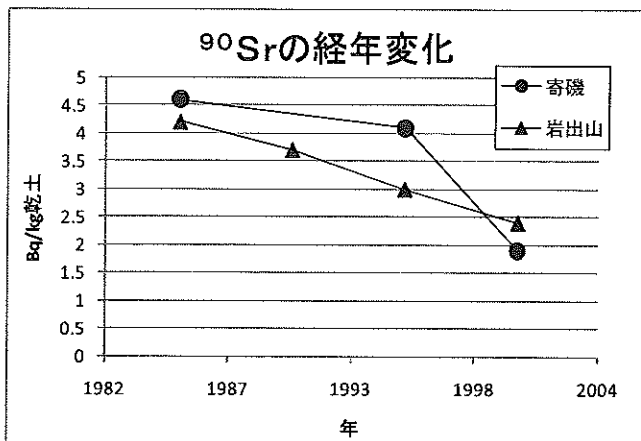


図3 土壤試料中の⁹⁰Srの経年変化

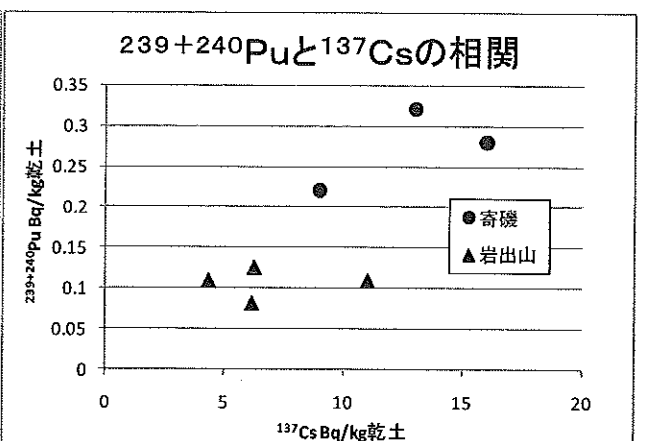


図4 土壤試料中の¹³⁷Csと²³⁹⁺²⁴⁰Puの相関

分析試料：アラメ

十三班 (091S0097)

核種	Bq/kg生	(Bq/sample)	Peak (ch)	Peak (Counts)	B. G.	検出下限値 (Bq/kg生)
Pu-242			512	569	1	
★ Pu-239+240	1.62110E-3 ±4.31932E-4	7.46601E-4 ±1.99460E-4	567	15	1	1.07157E-3
Pu-238	1.92326E-4 ±2.34697E-4	8.88136E-5 ±1.06472E-4	640	4	9	1.29138E-3

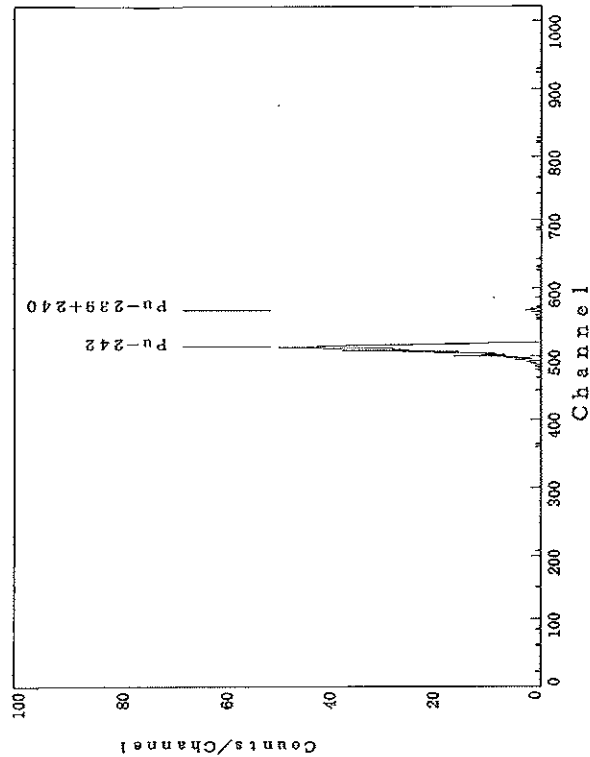


図5 アラメ (海蔘、牡鹿半島北部) のα線スペクトル

分析試料：アラメ

五戸 (091S0098)

核種	Bq/kg生	(Bq/sample)	Peak (ch)	Peak (Counts)	B. G.	検出下限値 (Bq/kg生)
Pu-242			494	589	0	
Pu-239+240	7.55680E-4 ±2.88963E-4	3.67566E-4 ±1.40512E-4	556	8	2	1.05623E-3
Pu-238	1.00784E-4 ±1.00870E-4	4.90079E-5 ±4.90494E-5	637	1	0	1.00784E-3

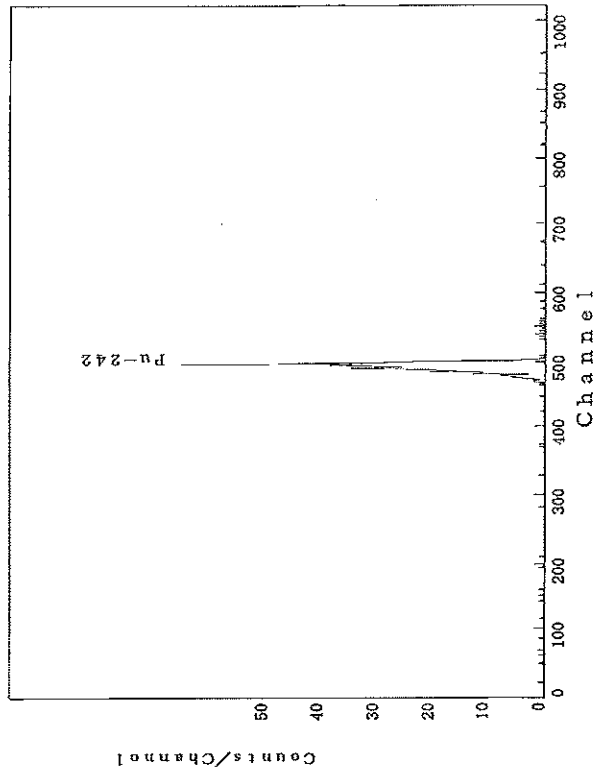


図6 アラメ (海蔘、牡鹿半島西部) のα線スペクトル

分析試料 : アラマ
シウリ崎 (091S0100)

核種	Bq/kg生	(Bq/sample)	Peak (ch)	Peak (Counts)	B. C.	検出下限値 (Bq/kg生)
Pu-242			640	496	1	
★ Pu-239+240	1.75312E-3 ±4.94373E-4	7.86058E-4 ±2.21665E-4	710	14	2	1.36354E-3
Pu-238	1.29861E-4 ±1.29992E-4	5.82266E-5 ±5.82853E-5	803	1	0	1.29861E-3

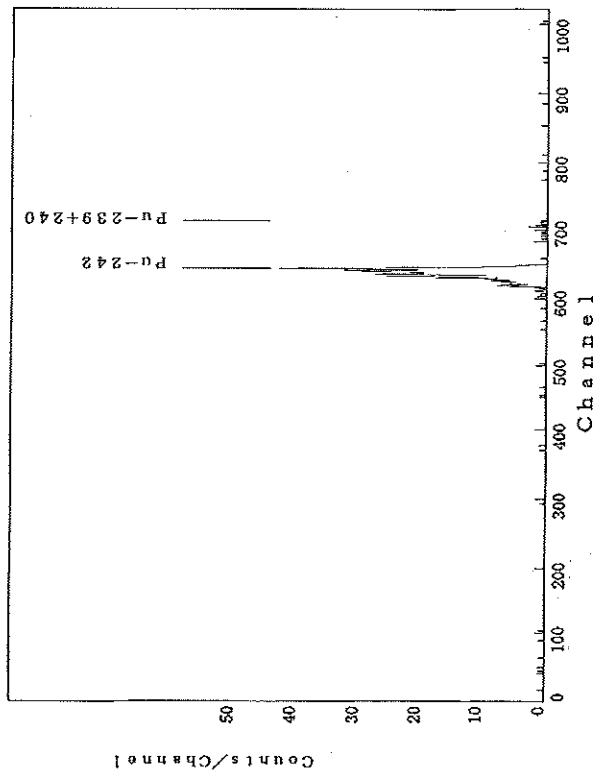


図7 アラマ (海藻、放水口付近) のα線スペクトル

分析試料 : カキ
飯子浜 (09MP0130)

核種	Bq/kg生	(Bq/sample)	Peak (ch)	Peak (Counts)	B. C.	検出下限値 (Bq/kg生)
Pu-242			463	571	0	
★ Pu-239+240	2.36512E-3 ±4.09432E-4	1.80726E-3 ±3.12859E-4	518	36	1	6.45033E-4
Pu-238	-4.96205E-5 ±2.87236E-5	-3.79165E-5 ±2.19465E-5	592	0	3	6.78110E-4

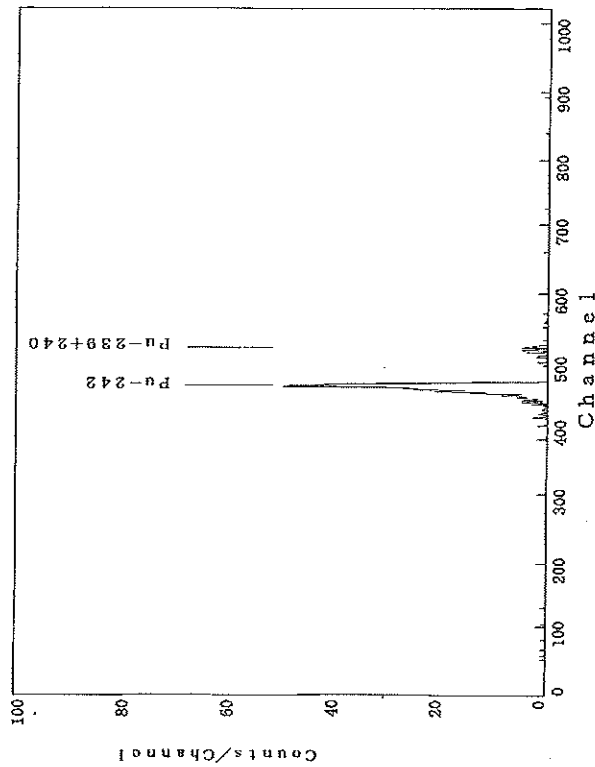


図8 カキ (貝類、周辺海域) のα線スペクトル

分析試料：ヨモギ
谷川 (091L0091)

核種	Bq/kg生	(Bq/sample)	Peak (ch)	Peak (Counts)	B. G.	検出下限値 (Bq/kg生)
Pu-242			464	410	1	
Pu-239+240	*	*	524	0	0	9.08745E-4
Pu-238	-2.27199E-5 ±2.27476E-5	-1.76127E-5 ±1.76342E-5	602	0	1	8.86025E-4

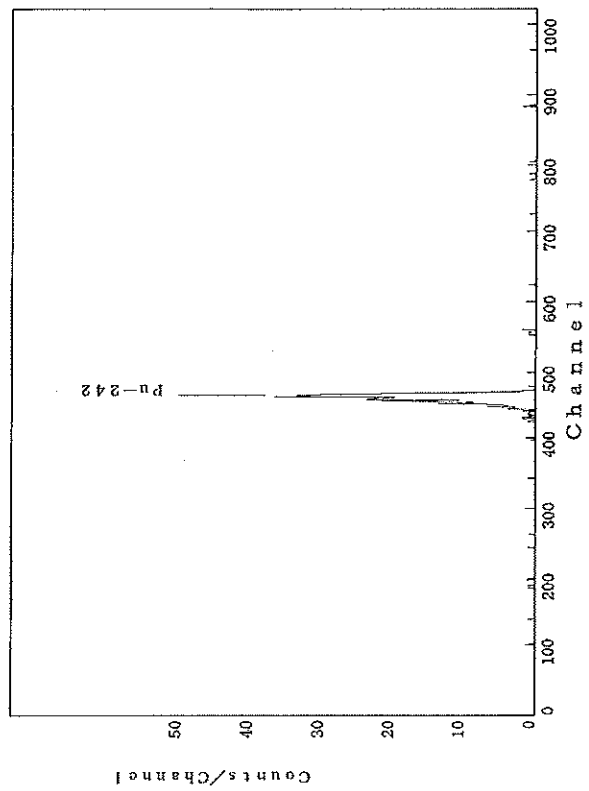


図9 ヨモギ (指標植物、石巻市谷川) のα線スペクトル

分析試料：ヨモギ
岩出山 (091L0092)

核種	Bq/kg生	(Bq/sample)	Peak (ch)	Peak (Counts)	B. G.	検出下限値 (Bq/kg生)
Pu-242			494	564	4	
Pu-239+240	3.19586E-4 ±1.37513E-4	2.94810E-4 ±1.26853E-4	551	6	1	5.41906E-4
Pu-238	-6.94760E-5 ±3.12087E-5	-6.40900E-5 ±2.87893E-5	627	0	5	5.97486E-4

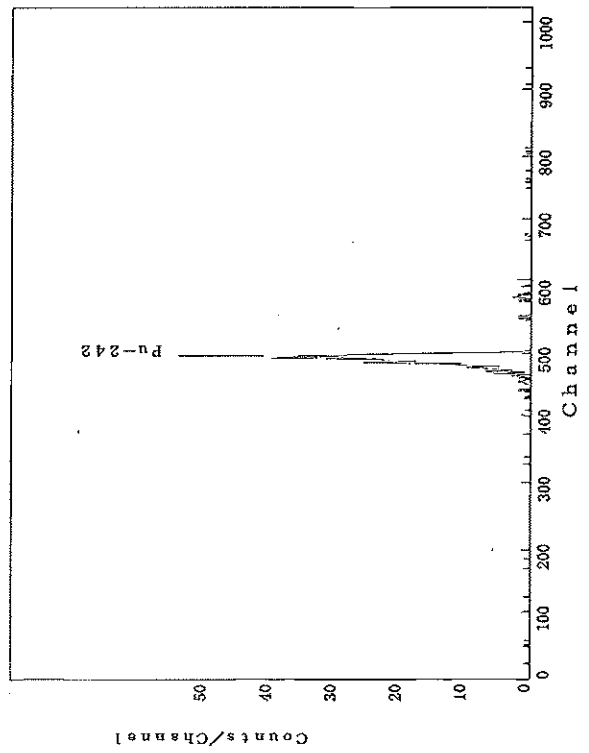


図10 ヨモギ (指標植物、大崎市岩出山) のα線スペクトル

分析試料：海底土
放水口 (09SS0142)

核種	Bq/kg乾土	(Bq/sample)	Peak (ch)	Peak (Counts)	B. G.	検出下限値 (Bq/kg乾土)
Pu-242			496	609	3	
★ Pu-239+240	2.85843E-1 ±2.01269E-2	1.43322E-2 ±1.00916E-3	557	502	0	9.46500E-3
Pu-238	4.25923E-3 ±2.14969E-3	2.13653E-4 ±1.07786E-4	637	5	2	9.93824E-3

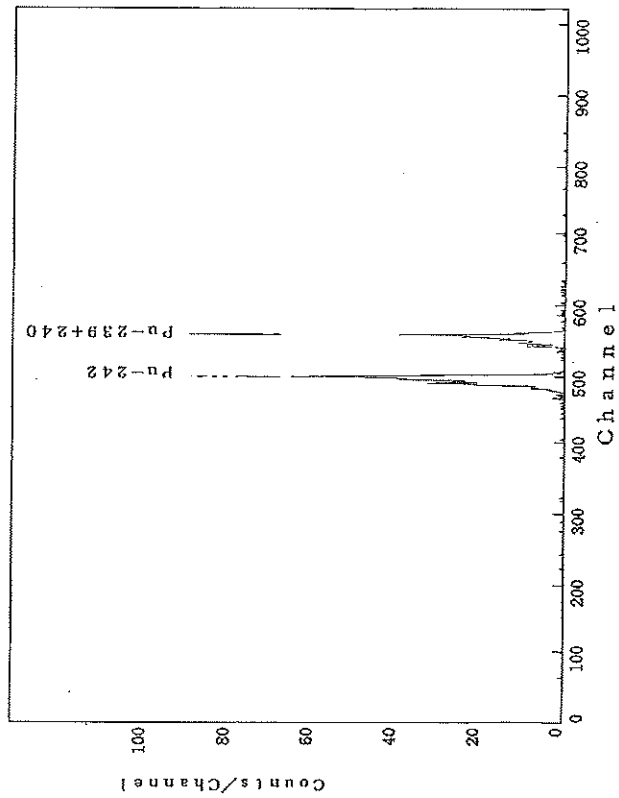


図 1 1 海底土 (放水口付近) のα線スペクトル

分析試料：海底土
気仙沼 (09SS0137)

核種	Bq/kg乾土	(Bq/sample)	Peak (ch)	Peak (Counts)	B. G.	検出下限値 (Bq/kg乾土)
Pu-242			641	649	2	
★ Pu-239+240	1.59460 ±7.30942E-2	7.99211E-2 ±3.66348E-3	710	1796	2	9.32510E-3
★ Pu-238	1.95383E-2 ±4.35058E-3	9.79230E-4 ±2.18051E-4	799	23	4	9.76914E-3

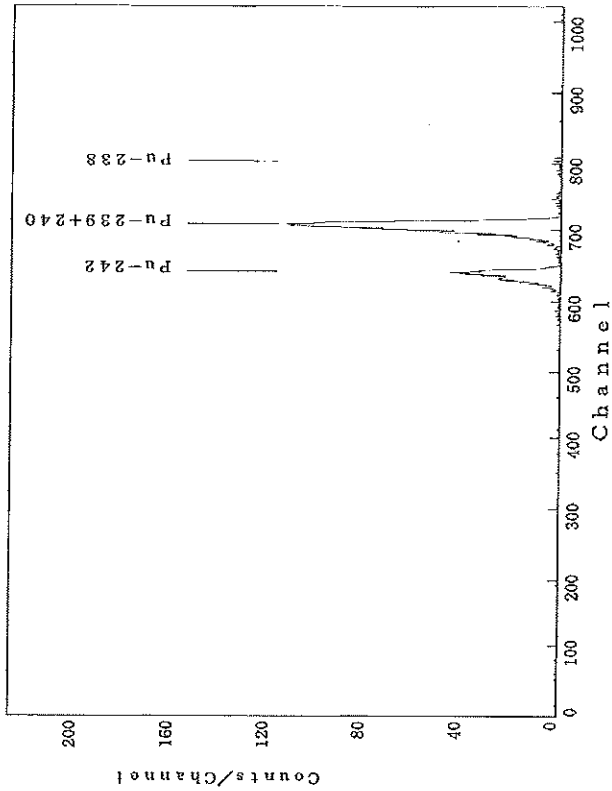


図 1 2 海底土 (対照海域) のα線スペクトル

分析試料 : 土壌
 地表面被覆土壌 (2)
 分析番号 : 06ZS009PU (7756700)

核種	Bq/試料	(Bq/sample)	Peak (ch)	Peak (Counts)	B. G.	Net (cpm)
Pu-242			498	512	4	3.83240E-1 ±1.69743E-2
★ Pu-239+240	1.63228E-2 ±1.21068E-3	1.63228E-2 ±1.21068E-3	557	283	1	2.12057E-1 ±1.26180E-2
★ Pu-238	8.80361E-4 ±2.44197E-4	8.80361E-4 ±2.44197E-4	634	17	7	1.14372E-2 ±3.13179E-3

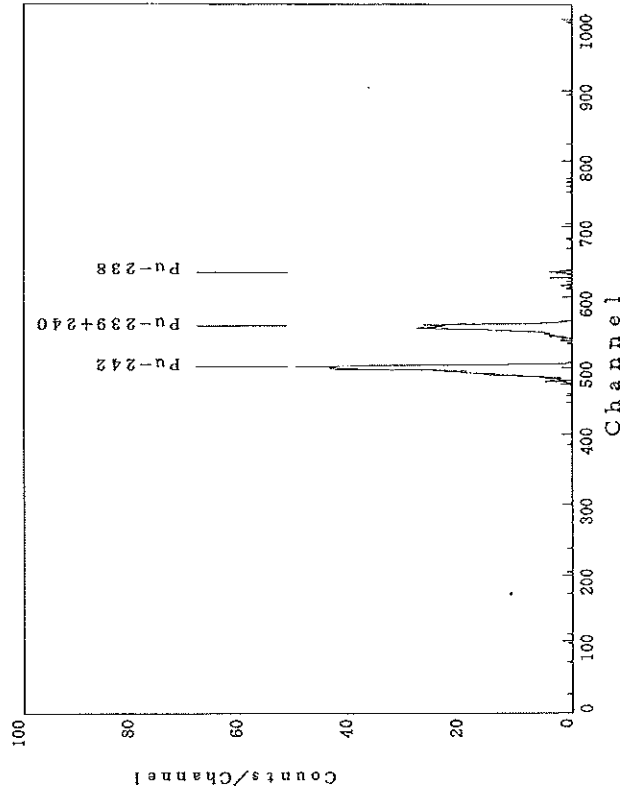


図14 土壌1 (表層土) のα線スペクトル

分析試料 : 土壌
 地表面被覆土壌 (1)

核種	Bq/試料	(Bq/sample)	Peak (ch)	Peak (Counts)	B. G.	Net (cpm)
Pu-242			501	508	3	3.80433E-1 ±1.69070E-2
★ Pu-239+240	1.40883E-2 ±1.10210E-3	1.40883E-2 ±1.10210E-3	560	243	3	1.81685E-1 ±1.16957E-2
Pu-238	4.07090E-4 ±1.80159E-4	4.07090E-4 ±1.80159E-4	639	9	8	5.24993E-3 ±2.31163E-3

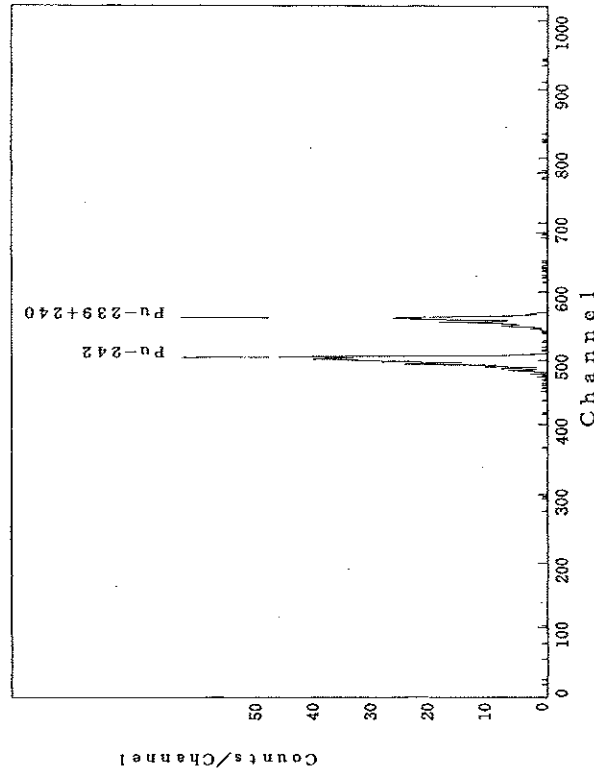


図13 土壌1 (表層土) のα線スペクトル

分析試料 : 土壌

地表面乾燥土壌 (3)

分析番号 : 06ZS010FU (7756800)

核種	Bq/試料	(Bq/sample)	Peak (ch)	Peak (Counts)	B. G.	Net (cpm)
Pu-242			488	488	2	3.65611E-1 ±1.65695E-2
★ Pu-239+240	1.08316E-2 ±9.46797E-4	1.08316E-2 ±9.46797E-4	547	179	0	1.34245E-1 ±1.00339E-2
Pu-238	4.23579E-4 ±1.87495E-4	4.23579E-4 ±1.87495E-4	625	9	-8	5.24978E-3 ±2.31157E-3

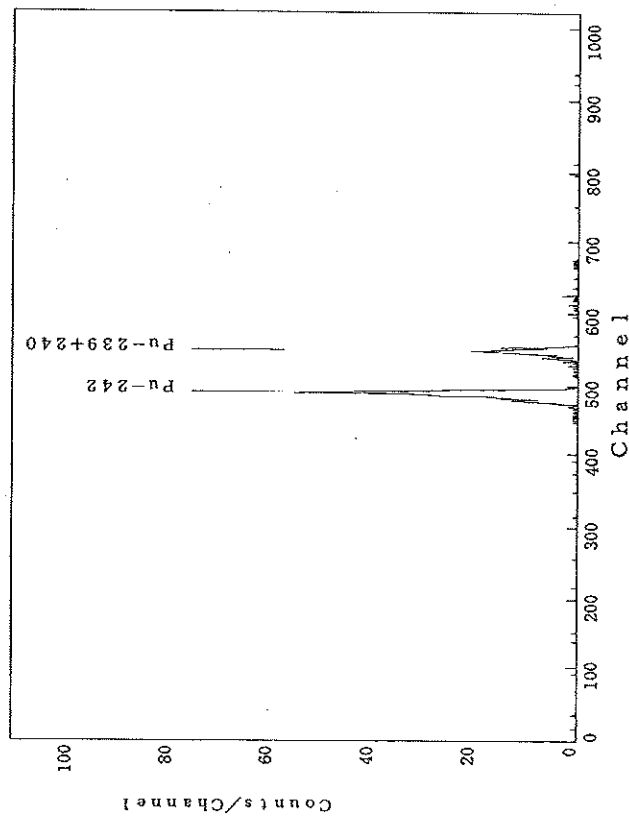


図15 土壌3 (表層土) のα線スペクトル

分析試料 : 土壌

地表面乾燥土壌 (4)

分析番号 : 06ZS011PU (7756900)

核種	Bq/試料	(Bq/sample)	Peak (ch)	Peak (Counts)	B. G.	Net (cpm)
Pu-242			506	442	1	3.31296E-1 ±1.57682E-2
★ Pu-239+240	5.45906E-3 ±6.58377E-4	5.45906E-3 ±6.58377E-4	566	82	1	6.13094E-2 ±6.79379E-3
Pu-238	2.33719E-4 ±1.55217E-4	2.33719E-4 ±1.55217E-4	644	5	6	2.62484E-3 ±1.73872E-3

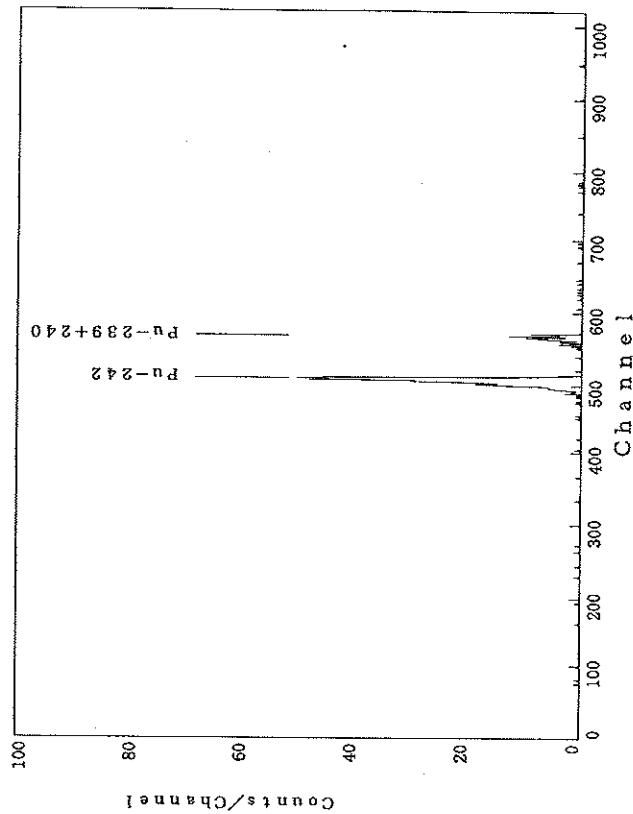


図16 土壌4 (表層土) のα線スペクトル

分析試料 : 土壌
 地表面乾燥土壌 (6)
 分析番号 : 06ZS013PU (7757100)

核種	Bq/試料	(Bq/sample)	Peak (ch)	Peak (Counts)	B.G.	Net (cpm)
Pu-242			507	528	0	3.95870E-1 ±1.72324E-2
★ Pu-239+240	6.28537E-3 ±6.54153E-4	6.28537E-3 ±6.54153E-4	567	113	2	8.43687E-2 ±7.97642E-3
Pu-238	9.77699E-5 ±1.01774E-4	9.77699E-5 ±1.01774E-4	648	3	5	1.31237E-3 ±1.36492E-3

分析試料 : 土壌
 地表面乾燥土壌 (5)
 分析番号 : 06ZS012PU (7757000)

核種	Bq/試料	(Bq/sample)	Peak (ch)	Peak (Counts)	B.G.	Net (cpm)
Pu-242			550	492	2	3.88620E-1 ±1.66377E-2
★ Pu-239+240	4.08130E-3 ±5.28108E-4	4.08130E-3 ±5.28108E-4	613	68	0	5.05994E-2 ±6.18458E-3
Pu-238	2.70085E-4 ±1.52030E-4	2.70085E-4 ±1.52030E-4	696	6	6	3.37495E-3 ±1.89363E-3

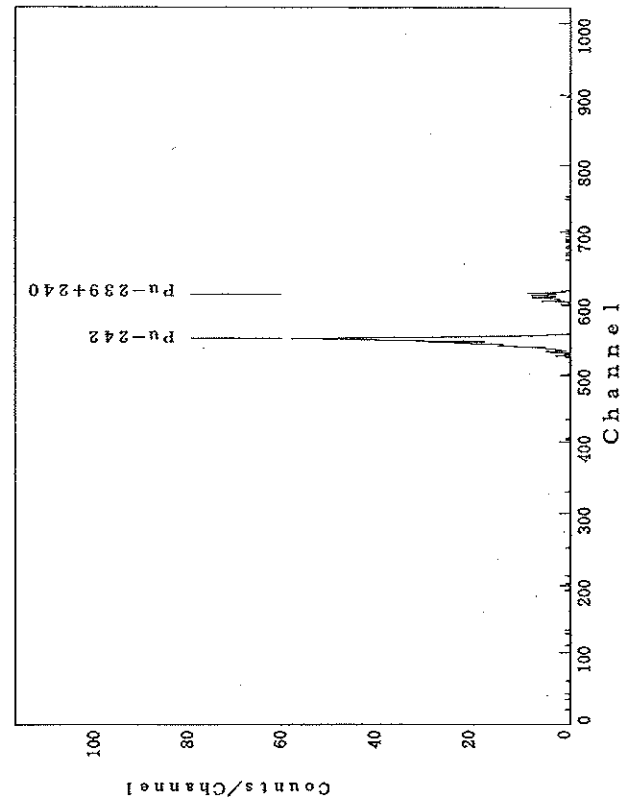


図 17 土壌 5 (表層土) の α 線スペクトル

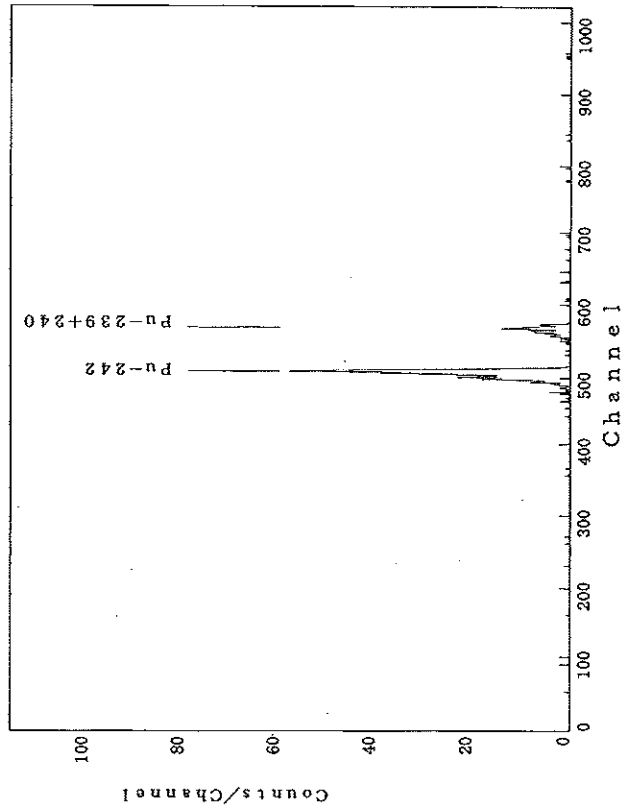


図 18 土壌 6 (表層土) の α 線スペクトル

分析試料：土壌
 地表面乾燥土壌 (7)
 分析番号：06ZS014PU (7757200)

核種	Bq/試料	Bq/sample	Peak (ch)	Peak (Counts)	B. G.	Net (cpm)
Pu-242			509	445	1	3.3353E-1 ±1.58210E-2
* Pu-239+240	5.47210E-3 ±6.58084E-4	5.47210E-3 ±6.58084E-4	571	83	2	6.18696E-2 ±6.83737E-3
Pu-238	8.29056E-5 ±1.23040E-4	8.29056E-5 ±1.23040E-4	652	3	7	9.37361E-4 ±1.39042E-3

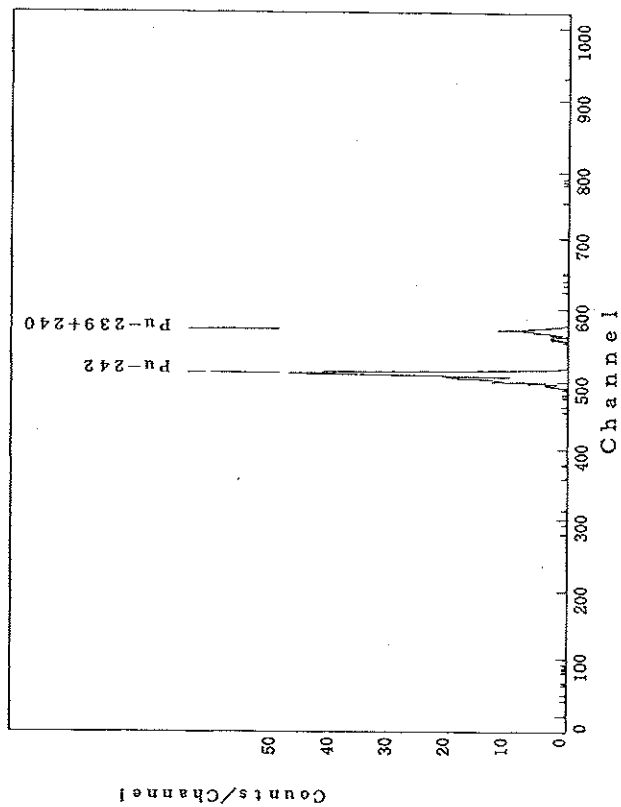


図19 土壌7 (表層土) のα線スペクトル

資料 4 概ね週毎に回収した降下物中の放射能濃度について

黄砂が降下物の放射能に及ぼす影響について調べるため、2010年2月22日から2010年5月21日まで、概ね1週間ごとに降下物（雨水）を採取・蒸発乾固させ、U8容器に入れ、Ge半導体検出器で測定した。その結果を表及び図1～図6に示す。

ここで、表及び図1、図2で使用した黄砂の量のデータは、環境省・気象庁が観測し公開している「ライダー」で表示されている仙台上空の黄砂量のグラフから読み取り、試料採取期間に合わせて集計したものである。

今回の調査期間中、平成22年3月21日に仙台でも大規模な黄砂が観測された。その時採取した試料から図3に示したように ^{137}Cs が検出されたが、その他の黄砂の多かった週に必ずしも ^{137}Cs が検出されなかったことから、黄砂の主な発生場所がその時々で異なる可能性がある。なお、前年に実施した同様の調査では ^{137}Cs が2回（0.014及び0.019 Bq/m²）検出されたが、今回はそれに比較すると減少した。

また、図4に示したが試料No.9の ^7Be の濃度が高い値を示しているが、この期間は降雨量が多かったことが原因の一つと考えられる。

さらに、黄砂量と ^{40}K の相関を図6に示したが、3月中旬迄に採取した試料はほぼ横ばいだが、それ以降に採取した試料については、黄砂量と ^{40}K に相関が見られた。

試料採取方法： 当センターの敷地内に、地上約0.8mの高さの架台上にプラスチック製の円形容器を並べ（合計面積1.32m²）、イオン交換水を張り降下物を採取

測定方法： 採取した試料水を蒸発乾固させてU8容器に移し入れ、Ge半導体検出器で160000秒測定（薬品や坩堝の添加なし）

表 調査した試料及び結果一覧

No	採取開始日	試料回収日	採取面積 (m ²)	試料乾燥 重量(g)	核種名及び放射能濃度(Bq/m ²)			期間中累計	黄砂量(mg/m ³)
					^7Be	^{137}Cs	^{40}K	雨量(mm)	採取期間中累計
1	2010年2月22日	2010年3月01日	1.32	0.32	22	0	0.14	14.5	0.000
2	2010年3月01日	2010年3月08日	1.32	0.89	102	0	0.29	29.0	0.043
3	2010年3月08日	2010年3月15日	1.32	1.14	56	0	0.28	42.5	0.135
4	2010年3月15日	2010年3月23日	1.32	2.91	33	0.015	0.80	3.5	0.094
5	2010年3月23日	2010年3月29日	1.32	0.41	23	0	0.14	14.5	0.012
6	2010年3月29日	2010年4月07日	1.32	1.07	123	0	0.51	51.0	0.043
7	2010年4月07日	2010年4月14日	1.32	0.95	96	0	0.47	40.5	0.039
8	2010年4月14日	2010年4月22日	1.32	0.7	63	0	0.32	19.0	0.030
9	2010年4月22日	2010年4月30日	1.32	1.31	354	0	0.55	97.0	0.031
10	2010年4月30日	2010年5月07日	1.32	1.52	3	0	1.07	18.0	0.133
11	2010年5月07日	2010年5月21日	1.32	1.53	91	0	0.92	65.5	0.030

図1 仙台上空の黄砂量

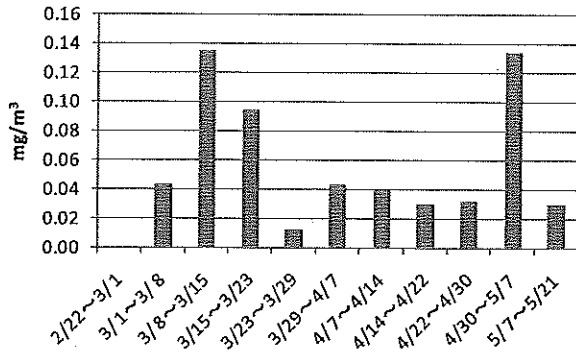


図2 黄砂量と試料重量の関係

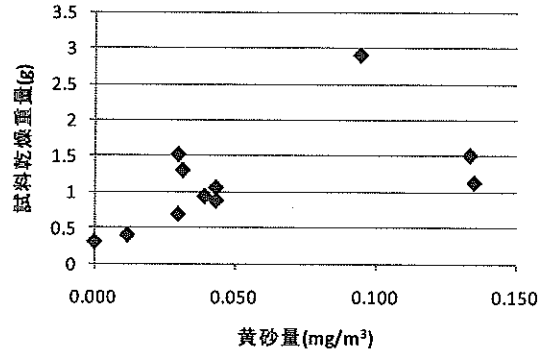


図3 ¹³⁷Csの降下量

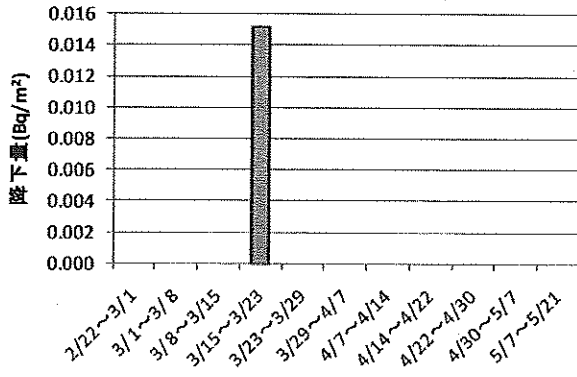


図4 ⁷Beの降下量

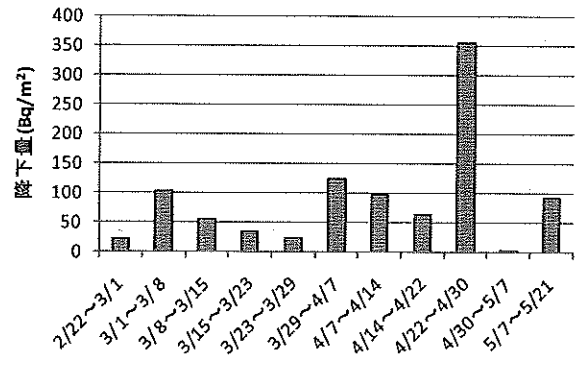


図5 ⁴⁰Kの降下量

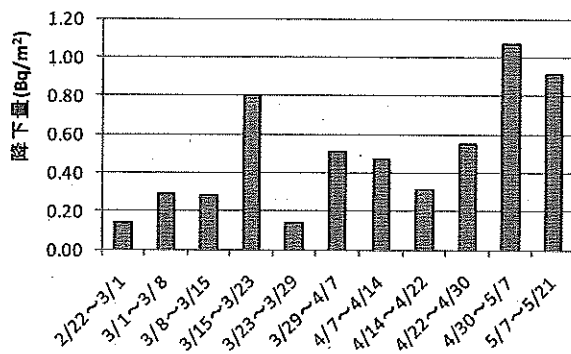
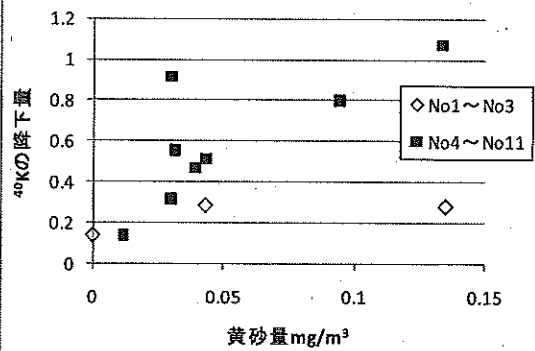


図6 黄砂量と⁴⁰Kの相関



資料5 ⁹⁰Sr分析法の改良について

Sr-90の分析に関して、これまでいくつかの改善を実施してきた。ここで、そのまとめと全体の手順を紹介する。

Sr-90分析で文部科学省マニュアルに採用されている方法の内、イオン交換法は発煙硝酸法に比較し操作性や安全性の点で格段に優れていて、当センターでもイオン交換法を採用している。

今回、イオン交換法に関して当センターでこれまで検討した改善内容を含む全体のフローを紹介する。

主な変更点は、

酸抽出残渣の炭酸塩処理（硫酸ストロンチウム生成の場合の対策）を実施していること。

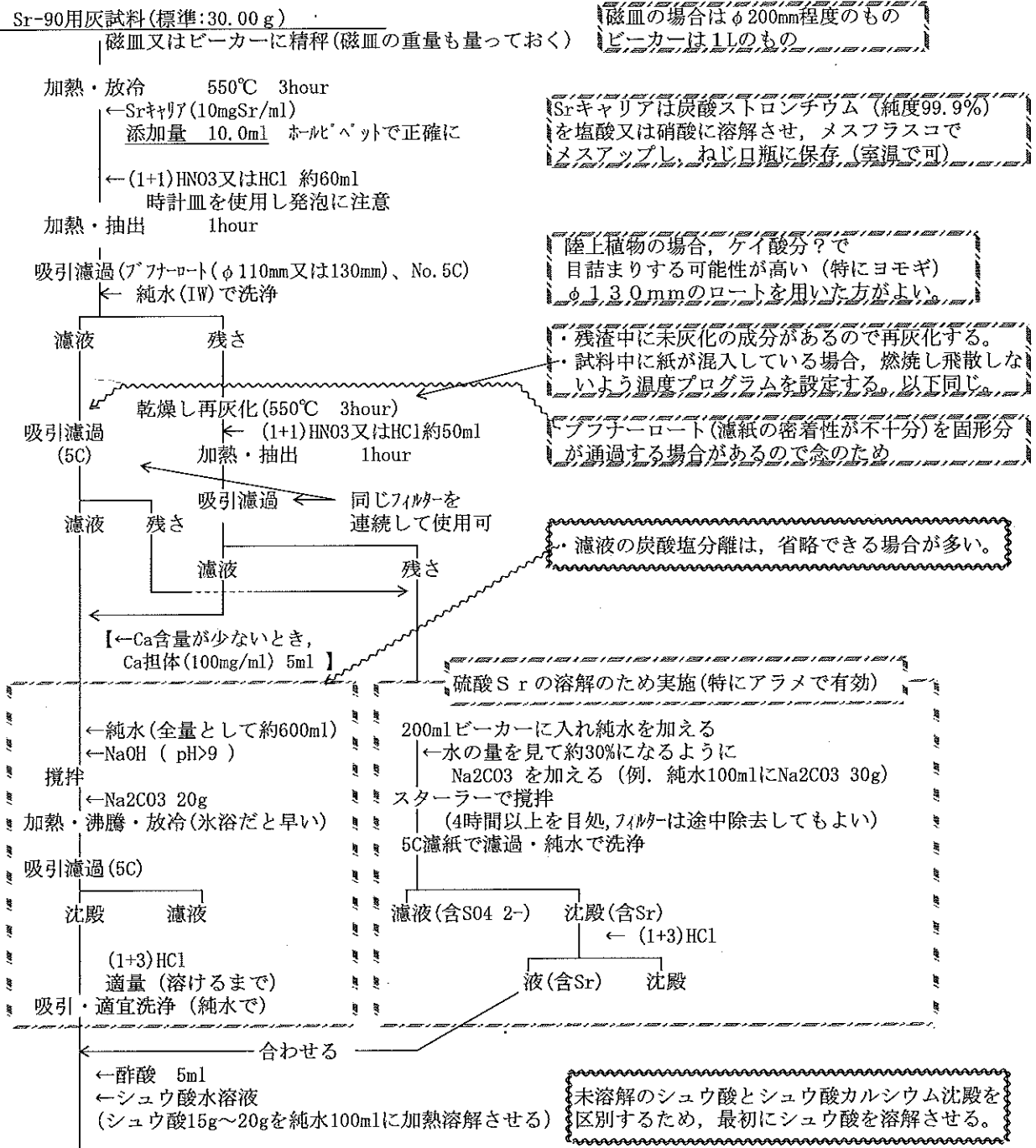
シュウ酸塩沈殿分離の際、試薬の添加条件を工夫して操作を簡略化したこと。

カラムの構造を工夫したこと。

イオン交換分離後のSr回収にキレート樹脂吸着を適用したこと。

等である。改善内容はささやかだが、労力の節減に貢献できるものと考えている。

操作手順



*1→
 ←BCG指示薬 数滴
 ←conc. NH₃ aq.
 (pH調整(〜4.2) pH計を併用すると便利)

KS-702 を用いると応答が早く便利。
 ただし、液温が60℃以下

加熱・沸騰・放冷(氷浴だと早い)

吸引濾過(フナーポート(小)、No. 5C)
 純水で洗浄

沈殿・濾紙 濾液
 Ca担体(100mgCa/ml, CaCl₂ aq.)
 約4mlを滴下
 撈拌

この時白濁しなければ、Ca等に比較しシュウ酸が不足しているの、シュウ酸を追加しpH調整を実施する。
 シュウ酸追加→HCl添加(沈殿溶解)→*1
 文科省マニュアルでは「塩酸とCa担体を加え溶かしpH調整を行う」が、本法のようにpH調節せずに撈拌しながらCa担体(CaCl₂)を滴下するのが簡単

吸引濾過(フナーポート、No. 5C)
 純水で洗浄

沈殿・濾紙 濾液
 0.45 μm, φ47メンブレンで濾過
 沈殿・フィルター 濾液(一時保管)[A-2]

乾燥(最初120℃, 後200℃で十分に乾燥させる)

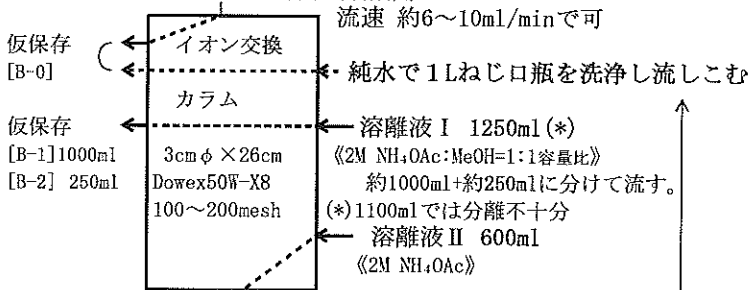
灰化(550℃ ~600℃, 3hour)

重量を秤りCa量推定(Ca重量 ÷ 灰重量×0.4)
 【Caが3g以上の場合はカラムを2本使用する】
 (1+3)HClで溶解(70~80ml, ビーカー盛りで可)

加熱、溶解を確認し放冷

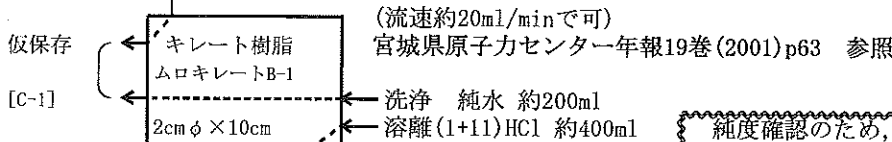
純水で適量
 濾過(No. 5C)
 純水で洗浄

残さ[A-3] 1Lねじ口瓶で受ける
 純水を加え500ml程度にする
 (カラム用試料溶液)



溶出液(1Lねじ口瓶で受ける) ← 同じ瓶を使用する

← conc. NH₃ aq 約50ml
 pH 9 以上を確認(試験紙で) 《実際はpH 10程度になっている》



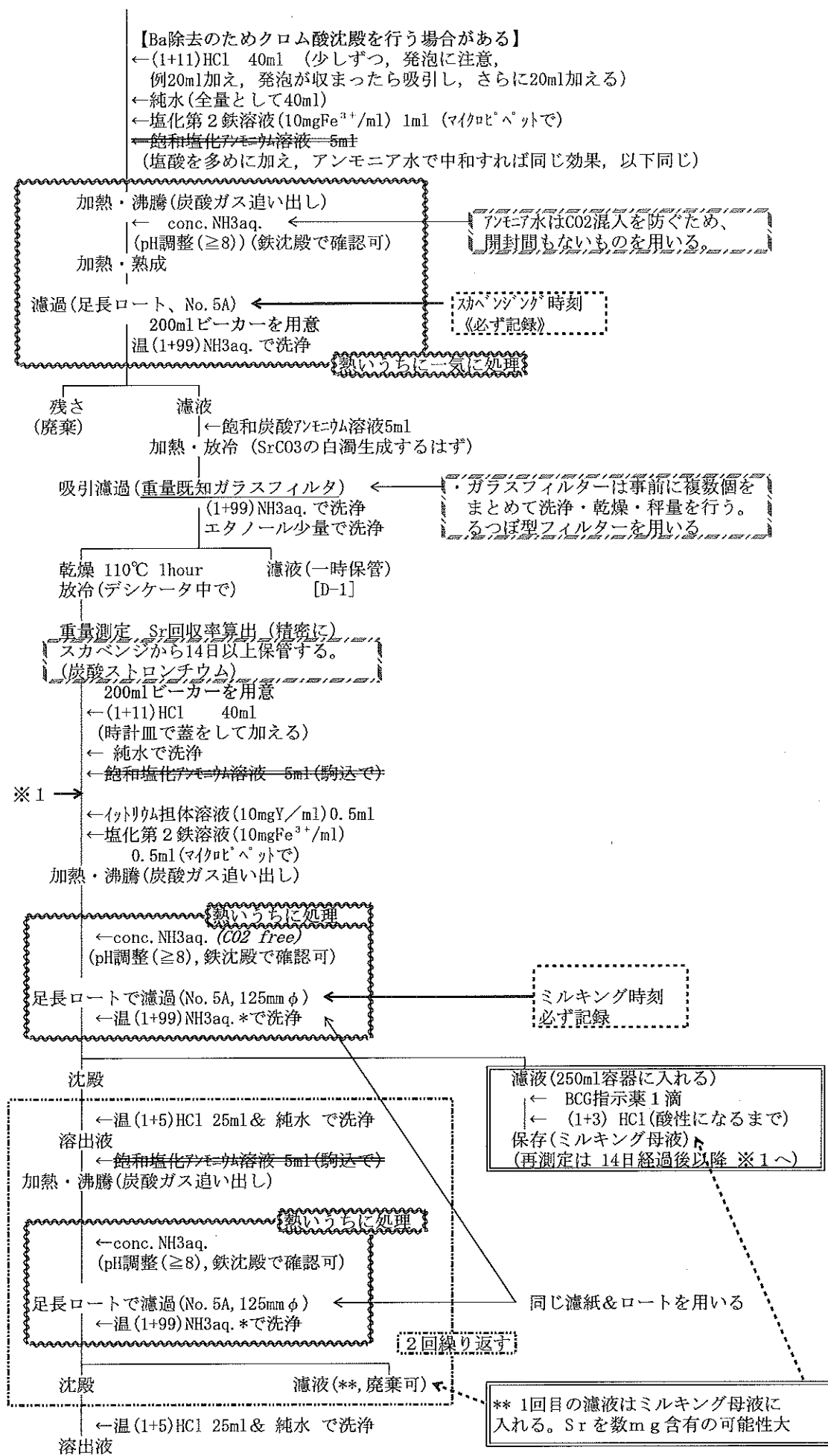
純度確認のため、10mlねじ口試験管2本に1mlずつ採取する。(毎回でなくとも可)
 片方にCa10mg/L 1mlを加え両方10mlにメスアップ簡易的な標準添加法で測定する。

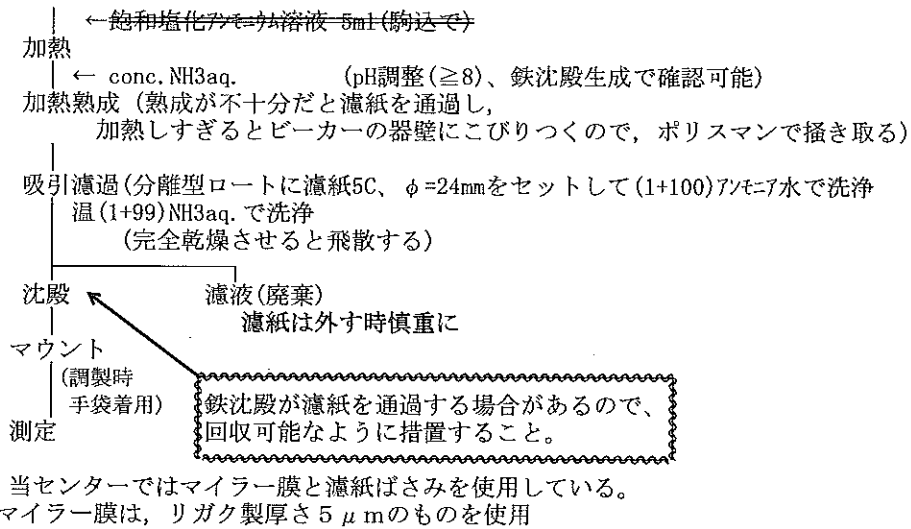
← 1Lビーカーで流出液を受ける
 スターラーも入れる。撈拌と沸騰石の兼用
 NaOH錠剤(青くなるまで)
 ← 飽和炭酸アンモニウム 5ml~10ml

加熱・沸騰・放冷

5C濾紙で吸引濾過

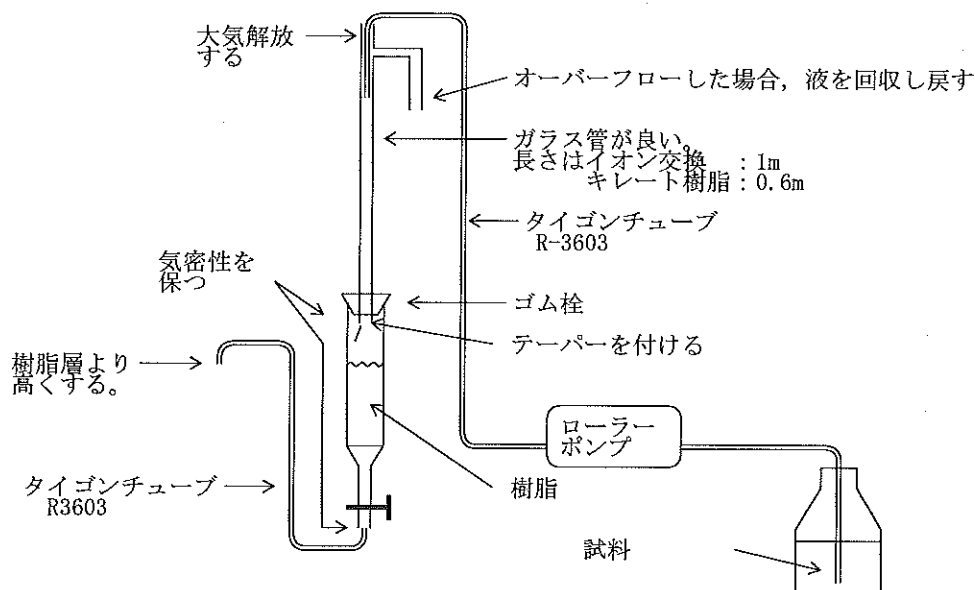
沈殿 濾液(一時保管)[C-3]
 200mlビーカーを用意





回収率が異常に低い場合は、各段階での濾液等をチェックする。
そのため、各段階ごとに濾液・回収液を保存しておく。
回収率確認後に廃棄する。

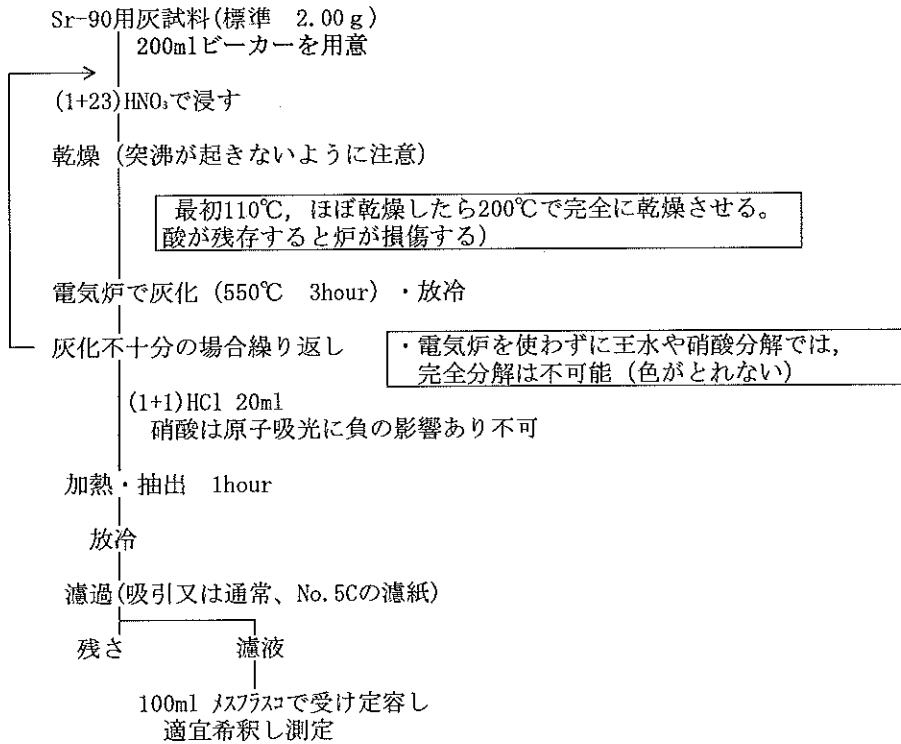
イオン交換カラム及びキレートカラムの構成



カラム操作中は、水漏れ、オーバーフロー、管の折れ曲がり等に注意すること。
カラム架台は木製品で自作するとよい。

Sr-90分析フローシート(安定元素分析)

Ca及びSrの分析を行うことを目的とする。



当センターでは標準添加法で測定しているが、このとき、希釈標準液を調整する際に酸を加えると正確な値が得られない。

例として、Ca 1000mg/Lの標準液を希釈する際硝酸を添加して、Ca10mg/L, 酸濃度 0.01M とした場合、濃度対吸光度の線がごくわずかに湾曲し、計算結果に影響を与えることを確認している。そのため、希釈標準液を調整する際には、硝酸や塩酸を加えず純水のみで希釈することとしている。

資料 6 宮城県における環境放射能核種分析結果

以下に、2009年（平成21年）4月から2010年（平成22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 γ 線スペクトロメトリー用試料形状と容器

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-27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21年度 女川原子力発電所 環境放射能調査結果（平成22年9月 宮城県）」において、対象核種（ ^{54}Mn 、 ^{58}Co 、 ^{59}Fe 、 ^{60}Co 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs ）と ^7Be 、 ^{40}K 及び ^{131}I の分析値が公表されたことを示す。なお、表-2~表-34において核種名の表記は例えば ^{54}Mn についてはMn-54のように表す（以下、同様）。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。

Sr-90分析結果 :

表-28

H-3(トリチウム)分析結果 :

表-29

文部科学省委託調査結果（平成21年度） :

表-30~表-34

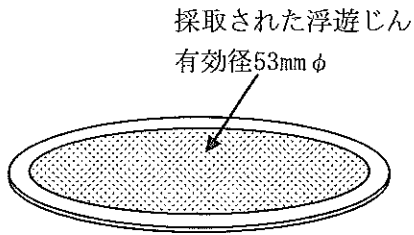
これらのデータは、文部科学省からの環境放射能水準調査の委託により得られた成果の一部である。

検出下限値及び数値の表し方

- ・検出下限値は、試料の測定値（正味計数）の統計誤差の3倍とする。
- ・測定結果が検出下限値以上の場合、統計誤差を併記し、検出下限値よりも小さい場合は「N D」（Not Detected）とする。
- ・データの表示数値は原則として2桁とする。
- ・表-2~表-29については、統計誤差（計数誤差）は原則として測定値と同じ位まで表示する。ただし、測定値に比べて統計誤差が2桁以上小さく、3桁目以下の場合はその最上位桁のみを表示する。

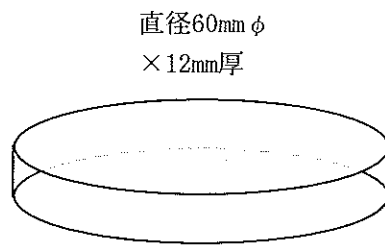
(例) $69.07 \pm 14.32 \rightarrow 69 \pm 14$
 $69.07 \pm 1.032 \rightarrow 69 \pm 1$
 $69.07 \pm 0.1032 \rightarrow 69.1 \pm 0.1$
 $69.07 \pm 0.01032 \rightarrow 69.07 \pm 0.01$
 $69.07 \pm 0.964 \rightarrow 69.1 \pm 1.0$

ここで、数値の丸め方は、有効桁数を（n）桁とする場合、（n+1）桁まで計算し（n+1）桁を四捨五入する。



(a) 大気浮遊じん用ろ紙

上：セルロース・
 ガラス繊維ろ紙 (Toyo, HE-40T)
 下：活性炭ろ紙 (Toyo, CP-20)

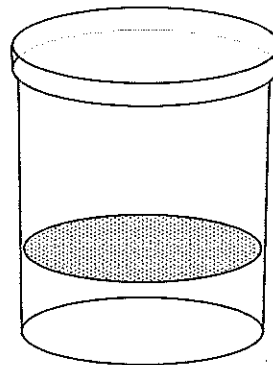


(b) ディスク状容器

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

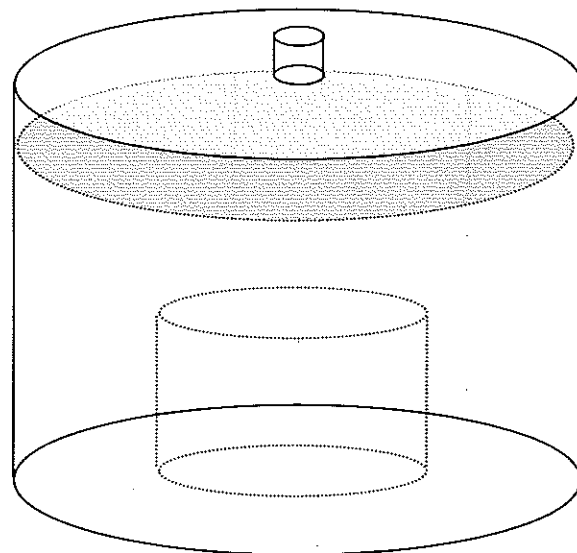
材質：ポリプロピレン樹脂
 用途：降下物、土壌、その他の試料用



容器：
 直径47mm φ
 ×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、⁶⁰Co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		2009. 4. 1 ~2009. 5. 1	2009. 5. 1 ~2009. 6. 1	2009. 6. 1 ~2009. 7. 1	2009. 7. 1 ~2009. 8. 4	2009. 8. 4 ~2009. 9. 1	2009. 9. 1 ~2009. 10. 1
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		09F00009* (注1)	09F00043*	09F00084*	09F00102*	09F00110*	09F00124*
放射能	Be-7	255±1	195±1	178.5±0.9	175.2±0.9	79.7±0.7	73.1±0.6
	K-40	0.91±0.18	1.3±0.2	0.72±0.18	1.3±0.2	0.76±0.17	0.74±0.14
	Pb-210	28.4±0.3	19.7±0.3	23.5±0.3	23.5±0.3	7.6±0.2	8.3±0.2
	Cs-137	ND (注2)	ND	ND	ND	ND	ND
	単位	Bq/m ²	Bq/m ²	Bq/m ²	Bq/m ²	Bq/m ²	Bq/m ²
試料採取面積(m ²)		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
蒸発残渣量(g/m ²)		2.7	3.0	1.9	3.5	1.6	1.5
Ge検出器番号		3	2	3	3	3	2
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21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) ND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		2009. 10. 1 ~2009. 11. 2	2009. 11. 2 ~2009. 12. 1	2009. 12. 1 ~2010. 1. 4	2010. 1. 4 ~2010. 2. 1	2010. 2. 1 ~2010. 3. 1	2010. 3. 1 ~2010. 4. 2
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		09F00127*	09F00164*	09F00180*	09F00192*	09F00206*	09F00225*
放射能	Be-7	177.1±0.9	141.8±0.8	132.8±0.8	25.6±0.4	71.4±0.6	151.0±0.9
	K-40	1.4±0.2	(0.60) (注)	0.64±0.17	0.63±0.18	0.72±0.18	1.4±0.2
	Pb-210	14.9±0.3	12.9±0.2	23.1±0.3	7.6±0.2	15.3±0.2	34.2±0.4
	Cs-137	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	単位	Bq/m ²	Bq/m ²	Bq/m ²	Bq/m ²	Bq/m ²	Bq/m ²
試料採取面積(m ²)		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
蒸発残渣量(g/m ²)		3.5	1.7	1.9	1.8	1.3	4.0
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) 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)。

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		2009. 4. 1 ~2009. 5. 1	2009. 5. 1 ~2009. 6. 1	2009. 6. 1 ~2009. 7. 1	2009. 7. 1 ~2009. 8. 4	2009. 8. 4 ~2009. 9. 1	2009. 9. 1 ~2009. 10. 1
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		09F00010*	09F00044*	09F00085*	09F00103*	09F00111*	09F00125*
放射	Be-7	317±1	68.3±0.6	144.9±0.8	171.3±1.0	66.7±0.6	21.7±0.3
	K-40	2.8±0.2	10.4±0.4	7.7±0.3	8.4±0.4	8.7±0.3	5.1±0.3
	Pb-210	33.5±0.4	8.4±0.2	16.2±0.2	20.9±0.3	11.8±0.2	3.0±0.1
	Cs-137	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	単位	Bq/m ²	Bq/m ²	Bq/m ²	Bq/m ²	Bq/m ²	Bq/m ²
試料採取面積(m ²)		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
蒸発残渣量(g/m ²)		4.3	5.3	5.8	9.1	7.7	3.0
Ge 検出器番号		2	3	2	3	3	3
測定時間 (ライブタイム; 秒)		80000	80000	80000	80000	80000	80000
備考		比較対照地点					

(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		2009. 10. 1 ~2009. 11. 2	2009. 11. 2 ~2009. 12. 1	2009. 12. 1 ~2010. 1. 4	2010. 1. 4 ~2010. 2. 1	2010. 2. 1 ~2010. 3. 1	2010. 3. 1 ~2010. 4. 2
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		09F00138*	09F00165*	09F00181*	09F00193*	09F00207*	09F00227*
放射能	Be-7	68.8±0.6	54.0±0.5	151.9±0.8	17.1±0.3	44.8±0.5	69.0±0.6
	K-40	27.6±0.5	7.7±0.3	1.0±0.1	0.91±0.15	0.57±0.14	1.5±0.2
	Pb-210	9.5±0.2	4.5±0.1	18.5±0.2	6.1±0.2	9.1±0.2	18.1±0.3
	Cs-137	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	単位	Bq/m ²	Bq/m ²	Bq/m ²	Bq/m ²	Bq/m ²	Bq/m ²
試料採取面積(m ²)		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
蒸発残渣量(g/m ²)		13.4	3.6	2.5	2.8	1.6	3.8
Ge 検出器番号		2	2	2	2	2	3
測定時間 (ライブタイム; 秒)		80000	80000	80000	80000	80000	80000
備考		比較対照地点					

(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	2009. 3. 30 ~2009. 6. 30	2009. 6. 30 ~2009. 9. 30	2009. 9. 30 ~2010. 1. 5	2010. 1. 5 ~2010. 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	09F00076*	09F00116*	09F00171*	09F00221*	
放射能	Be- 7	299±2	143±1	313±2	210±2
	K - 40	5.2±0.6	8.3±0.7	6.1±0.5	2.5±0.5
	Pb-210	57.4±0.8	36.3±0.7	58.5±0.8	53.4±0.8
	Cs-137	ND	ND	ND	ND
	単位	Bq/m ²	Bq/m ²	Bq/m ²	Bq/m ²
試料採取面積(m ²)	0.166	0.166	0.166	0.166	
蒸発残渣量(g/m ²)	9.6	11.3	20.9	6.1	
Ge 検出器番号	3	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	2009. 3. 30 ~2009. 6. 30	2009. 6. 30 ~2009. 9. 30	2009. 9. 30 ~2010. 1. 5	2010. 1. 5 ~2010. 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	09F00075*	09F00115*	09F00170*	09F00220*	
放射能	Be- 7	394±2	143±1	304±2	127±1
	K - 40	3.7±0.6	4.8±0.6	3.5±0.5	2.6±0.5
	Pb-210	88±1	39.1±0.7	59.8±0.8	31.4±0.6
	Cs-137	ND	ND	ND	ND
	単位	Bq/m ²	Bq/m ²	Bq/m ²	Bq/m ²
試料採取面積(m ²)	0.166	0.166	0.166	0.166	
蒸発残渣量(g/m ²)	9.7	10.8	11.6	6.3	
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-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MS)			
採取期間		2009. 3. 30 ~2009. 6. 30	2009. 6. 30 ~2009. 9. 30	2009. 9. 30 ~2010. 1. 5	2010. 1. 5 ~2010. 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		09F00077*	09F00117*	09F00172*	09F00222*
放射能	Be-7	278±2	119±1	187±2	117±1
	K-40	5.7±0.5	7.3±0.7	18.3±0.9	2.3±0.5
	Pb-210	56.7±0.7	34.7±0.7	28.7±0.7	41.8±0.7
	Cs-137	ND	ND	ND	ND
	単位	Bq/m ²	Bq/m ²	Bq/m ²	Bq/m ²
試料採取面積(m ²)		0.166	0.166	0.166	0.166
蒸発残渣量(g/m ²)		9.0	14.5	29.8	5.4
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

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		2009. 3. 30 ~2009. 6. 30	2009. 6. 30 ~2009. 9. 30	2009. 9. 30 ~2010. 1. 6	2010. 1. 6 ~2010. 4. 1
採取月		4~6月分	7~9月分	10~12月分	1~3月分
試料番号		09F00078	09F00118	09F00183	09F00223
放射能	Be-7	397±3	197±2	301±2	172±2
	K-40	5.3±0.7	16.4±0.9	3.6±0.5	3.2±0.6
	Pb-210	69.8±0.9	44.4±0.8	55.7±0.8	49.0±0.8
	Cs-137	ND	ND	ND	ND
	単位	Bq/m ²	Bq/m ²	Bq/m ²	Bq/m ²
試料採取面積(m ²)		0.166	0.166	0.166	0.166
蒸発残渣量(g/m ²)		12.4	16.0	8.4	7.2
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-10 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		2009. 11. 10	
試料番号		09VG0149*	
放射能	Be- 7	ND	
	K - 40	24.6±0.2	
	Pb-210	(0.093)	
	Cs-137	ND	
	単位	Bq/kg 生	
試料量(kg生)(注)		6.47	
灰分(%)		0.466	
Ge 検出器番号		3	
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-11 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		2009. 11. 10	2009. 11. 10	2009. 11. 10	2009. 11. 10
試料番号		09VG0146*	09VG0145*	09VG0148*	09VG0147*
放射能	Be- 7	0.13±0.01	6.50±0.08	0.082±0.015	11.2±0.1
	K - 40	55.3±0.2	56.9±0.3	62.3±0.2	97.5±0.6
	Pb-210	(0.11)	1.09±0.05	(0.11)	1.42±0.08
	Cs-137	ND	0.017±0.003	ND	ND
	単位	Bq/kg 生	Bq/kg 生	Bq/kg 生	Bq/kg 生
試料量(kg生)		8.92	3.75	7.41	2.40
灰分(%)		0.505	1.20	0.607	1.51
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
備考					

表-12 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		
採取月日	2009. 7. 13	2010. 1. 12	2009. 7. 13	2010. 1. 12	
試料番号	09LW0089*	09LW0184*	09LW0090*	09LW0185*	
放射能	Be- 7	20±3	(10)	23±3	ND
	K - 40	22±5	(15)	26±4	16±4
	Pb-210	21±3	12±2	20±3	17±3
	Cs-137	ND	ND	ND	ND
	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	3	3	3	
測定時間 (ライブタイム; 秒)	80000	80000	80000	80000	
備考					

表-13 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	石巻市谷川浜(注2)		大崎市岩出山(城山公園)		
採取月日	2009. 6. 22		2009. 6. 25		
試料番号	09LS0073*		09LS0074*		
放射能 (注3)	Be- 7	(160)	(5.8)	ND	ND
	K - 40	14900±200	535±8	8000±200	245±6
	Pb-212	1010±20	36.2±0.6	960±20	29.6±0.6
	Pb-214	500±20	17.9±0.7	220±30	6.8±0.8
	Cs-137	(21)	(0.74)	144±9	4.4±0.3
	単位	Bq/m ²	Bq/kg 乾土	Bq/m ²	Bq/kg 乾土
試料量	39.0cm ²	108g	26.5cm ²	86.2g	
Ge 検出器番号	3		3		
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) 従来の寄磯浄水場内から採取不能となったため、採取地点を変更した。

(注3) 低エネルギーγ線放出核種であるPb-210については、試料が厚く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-14 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		2009. 3. 30 ~2009. 4. 30	2009. 4. 30 ~2009. 5. 29	2009. 5. 29 ~2009. 6. 30	2009. 6. 30 ~2009. 7. 30	2009. 7. 30 ~2009. 8. 31	2009. 8. 31 ~2009. 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		09AE0004*	09AE0054*	09AE0079*	09AE0093*	09AE0105*	09AE0119*
放射能	Be-7	5.2±0.1	6.8±0.1	2.84±0.08	2.82±0.09	2.60±0.08	5.7±0.1
	K-40	0.27±0.08	ND	ND	ND	ND	ND
	Pb-210	1.00±0.05	0.90±0.05	0.58±0.05	0.62±0.05	0.71±0.05	0.99±0.05
	Cs-137	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	単位	mBq/m ³	mBq/m ³	mBq/m ³	mBq/m ³	mBq/m ³	mBq/m ³
試料量(m ³)		1145	983	1182	1103	1216	1168
Ge 検出器番号		3	2	3	3	3	3
測定時間 (ライブタイム; 秒)		80000	80000	80000	80000	80000	80000
備考							

表-15 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		2009. 9. 30 ~2009. 10. 30	2009. 10. 30 ~2009. 11. 30	2009. 11. 30 ~2009. 12. 28	2009. 12. 28 ~2010. 1. 29	2010. 1. 29 ~2010. 2. 26	2010. 2. 26 ~2010. 3. 30
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		09AE0132*	09AE0159*	09AE0175*	09AE0187*	09AE0201*	09AE0216*
放射能	Be-7	5.0±0.1	5.4±0.1	4.5±0.1	3.33±0.08	5.1±0.1	5.00±0.10
	K-40	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Pb-210	1.17±0.06	0.98±0.06	1.14±0.06	0.86±0.05	1.23±0.06	1.47±0.06
	Cs-137	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	単位	mBq/m ³	mBq/m ³	mBq/m ³	mBq/m ³	mBq/m ³	mBq/m ³
試料量(m ³)		1109	1119	1062	1235	1049	1186
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
備考							

表-16 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		2009. 3. 30 ~2009. 4. 30	2009. 4. 30 ~2009. 5. 29	2009. 5. 29 ~2009. 6. 30	2009. 6. 30 ~2009. 7. 30	2009. 7. 30 ~2009. 8. 31	2009. 8. 31 ~2009. 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		09AE0005*	09AE0055*	09AE0080*	09AE0094*	09AE0106*	09AE0120*
放射能	Be-7	5.11±0.10	6.1±0.1	2.85±0.07	2.51±0.07	2.68±0.07	5.79±0.09
	K-40	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Pb-210	1.09±0.05	0.77±0.05	0.50±0.04	0.61±0.05	0.62±0.04	0.92±0.05
	Cs-137	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	単位	mBq/m ³	mBq/m ³	mBq/m ³	mBq/m ³	mBq/m ³	mBq/m ³
試料量(m ³)		1211	1139	1334	1257	1332	1251
Ge 検出器番号		3	2	3	3	2	2
測定時間 (ライブタイム; 秒)		80000	80000	80000	80000	80000	80000
備考							

表-17 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		2009. 9. 30 ~2009. 10. 30	2009. 10. 30 ~2009. 11. 30	2009. 11. 30 ~2009. 12. 28	2009. 12. 28 ~2010. 1. 29	2010. 1. 29 ~2010. 2. 26	2010. 2. 26 ~2010. 3. 30
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		09AE0133*	09AE0160*	09AE0176*	09AE0188*	09AE0202*	09AE0217*
放射能	Be-7	5.27±0.10	5.4±0.1	4.69±0.09	3.69±0.08	5.2±0.1	4.87±0.09
	K-40	0.22±0.05	ND	ND	ND	ND	ND
	Pb-210	1.12±0.05	1.06±0.05	0.96±0.05	0.62±0.05	1.16±0.05	1.44±0.05
	Cs-137	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	単位	mBq/m ³	mBq/m ³	mBq/m ³	mBq/m ³	mBq/m ³	mBq/m ³
試料量(m ³)		1164	1205	1157	1274	1125	1290
Ge 検出器番号		2	3	2	2	2	3
測定時間 (ライブタイム; 秒)		80000	80000	80000	80000	80000	80000
備考							

表-18 指標植物の核種分析結果

試料名	ヨモギ		
	葉		
採取地点	石巻市谷川浜	大崎市岩出山	
採取月日	2009. 7. 15	2009. 7. 22	
試料番号	09IL0091*	09IL0092*	
放射能	Be- 7	70.7±0.4	121.7±0.4
	K - 40	260.5±1.0	206.7±0.8
	Pb-210	7.1±0.2	11.8±0.2
	Cs-137	(0.038)	ND
	単位	Bq/kg 生	Bq/kg 生
試料量(kg 生)	1.72	2.06	
灰分 (%)	2.60	2.18	
Ge 検出器番号	3	2	
測定時間 (ライプタイム; 秒)	80000	80000	
備考		比較対照地点	

表-19 魚介類の核種分析結果 (1)

試料名	アイナメ	
	肉	
採取地点	女川原子力発電所 前面海域	
採取月日	2009. 7. 7	
試料番号	09MP0088*	
放射能	Be- 7	ND
	K - 40	135.3±0.6
	Pb-210	0.44±0.13
	Cs-137	0.080±0.006
	単位	Bq/kg 生
試料量(kg 生)	2.21	
灰分 (%)	2.04	
Ge 検出器番号	3	
測定時間 (ライプタイム; 秒)	80000	
備考		

表-20 魚介類の核種分析結果(2)

試料名	ホ ヤ		アワビ	
	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	2009. 6. 3	2009. 6. 3	2009.11.17	
試料番号	09MP0049*	09MP0051*	09MP0153*	
放射能	Be- 7	14.2±0.2	7.1±0.1	0.93±0.07
	K - 40	90.3±0.6	86.4±0.5	71.3±0.5
	Pb-210	1.86±0.09	1.31±0.08	0.57±0.08
	Cs-137	ND	ND	ND
	単位	Bq/kg 生	Bq/kg 生	Bq/kg 生
試料量(kg 生)	1.65	1.84	1.63	
灰分 (%)	2.73	2.45	2.76	
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				

表-21 魚介類の核種分析結果(3)

試料名	カ キ				
	除 殻				
採取地点	女川町飯子浜	女川町竹浦	女川町出島	気仙沼市階上	
採取月日	2009.10.20	2009.11. 6	2009.11.20	2009.11.17	
試料番号	09MP0130*	09MP0139*	09MP0157*	09MP0152*	
放射能	Be- 7	2.51±0.08	2.19±0.07	2.57±0.08	1.33±0.06
	K - 40	71.5±0.5	68.3±0.5	75.5±0.5	93.6±0.5
	Pb-210	2.9±0.1	4.4±0.1	4.0±0.1	1.44±0.08
	Cs-137	ND	ND	ND	(0.020)
	単位	Bq/kg 生	Bq/kg 生	Bq/kg 生	Bq/kg 生
試料量(kg 生)	1.70	1.85	1.82	2.20	
灰分 (%)	2.65	2.43	2.47	2.05	
Ge 検出器番号	3	3	2	2	
測定時間 (ライブタイム; 秒)	80000	80000	80000	80000	
備考				比較対照地点	

表-22 海藻の核種分析結果

試料名	ワカメ		
	除根		
採取地点	女川町 小屋取	女川町 シウリ崎	
採取月日	2009. 5. 12	2009. 5. 12	
試料番号	09MP0012*	09MP0013*	
放射能	Be- 7	(0.39)	(0.40)
	K - 40	211±1	204±1
	Pb-210	ND	(0.65)
	Cs-137	ND	ND
	単位	Bq/kg 生	Bq/kg 生
試料量(kg 生)	1.13	1.13	
灰分 (%)	3.99	3.96	
Ge 検出器番号	3	3	
測定時間 (ライブタイム; 秒)	80000	80000	
備考			

表-23 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	2009. 5. 28	2009. 11. 9	2009. 5. 28	2009. 11. 9	2009. 10. 30	
試料番号	09SW0027*	09SW0140*	09SW0028*	09SW0141*	09SW0136*	
放射能	Cs-137	1.9±0.4	(1.7)	1.8±0.5	2.0±0.4	(1.4)
	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	3	3	3	2	
測定時間 (ライブタイム; 秒)	80000	80000	80000	80000	80000	
備考					比較対照地点	

表-24 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		2009. 5. 28	2009. 11. 9	2009. 5. 28	2009. 11. 9	2009. 10. 30
試料番号		09SS0029*	09SS0142*	09SS0030*	09SS0143*	09SS0137*
放射能 (注)	Be- 7	ND	6.0±1.3	6.6±1.4	12±1	14±2
	K - 40	482±7	489±7	562±8	548±8	379±7
	Pb-212	14.8±0.4	13.9±0.4	20.0±0.5	20.0±0.5	15.2±0.5
	Pb-214	9.5±0.6	13.1±0.6	20.8±0.8	20.2±0.8	8.1±0.8
	Cs-137	ND	ND	1.6±0.2	1.5±0.2	1.3±0.2
	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)		122	133	105	107	91.5
Ge 検出器番号		3	3	3	3	3
測定時間 (ライブタイム; 秒)		80000	80000	80000	80000	80000
備 考						比較対照地点

(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-25 指標海産物の核種分析結果 (1)

試料名		ア ラ メ					
		除 根					
採取地点		女川原子力発電所 放水口付近			牡鹿半島北側		
採取月日		2009. 5. 12	2009. 8. 4	2009. 11. 10	2010. 2. 8	2009. 5. 19	2009. 8. 3
試料番号		09IS0014*	09IS0100*	09IS0144*	09IS0194*	09IS0015*	09IS0097*
放射能	Be- 7	ND	0.70±0.14	1.4±0.2	0.67±0.17	0.53±0.10	0.65±0.10
	K - 40	374±2	296±1	390±2	421±2	311±1	316±1
	Pb-210	(0.84)	(0.75)	ND	ND	ND	(0.75)
	Cs-137	ND	0.054±0.011	(0.068)	ND	(0.053)	(0.056)
	I-131	ND	0.20±0.05	ND	ND	ND	ND
	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)		0.99	1.00	0.88	0.94	1.01	1.03
灰分 (%)		4.55	4.49	5.12	4.85	4.45	4.36
Ge 検出器番号		3	3	3	3	2	3
測定時間 (ライブタイム; 秒)		80000	80000	80000	80000	80000	80000
備 考							比較対照地点

表-26 指標海産物の核種分析結果(2)

試料名		アラメ					
		除根					
採取地点		牡鹿半島北側		牡鹿半島西側			
採取月日		2009.11.11	2010.2.9	2009.5.19	2009.8.3	2009.11.11	2010.2.9
試料番号		09IS0150*	09IS0197*	09IS0016*	09IS0098*	09IS0151*	09IS0198*
放射能	Be-7	0.75±0.13	ND	ND	0.52±0.10	(0.57)	ND
	K-40	383±2	388±2	391±2	309±1	398±2	417±2
	Pb-210	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Cs-137	ND	(0.057)	ND	0.058±0.011	ND	ND
	I-131	ND	ND	ND	0.25±0.07	ND	ND
	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)		0.94	1.01	0.98	1.08	0.94	0.96
灰分(%)		4.77	4.53	4.58	4.15	4.80	4.68
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		比較対照地点					

表-27 指標海産物の核種分析結果(3)

試料名		ムラサキイガイ	
		除殻	
採取地点		女川町小屋取	
採取月日		2009.4.24	2009.10.14
試料番号		09IS0001*	09IS0128*
放射能	Be-7	10.6±0.2	9.1±0.1
	K-40	97.7±0.7	72.8±0.5
	Pb-210	5.2±0.2	2.32±0.09
	Cs-137	ND	(0.024)
	単位	Bq/kg生	Bq/kg生
試料量(kg生)		1.26	1.98
灰分(%)		3.44	2.27
Ge検出器番号		3	3
測定時間 (ライブタイム;秒)		80000	80000
備考			

(2) Sr (ストロンチウム) - 90 の分析結果

表-28 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)
				測定値	単位		
米	精米	谷川	2009. 11. 10	N D	Bq/kg生	0.086	N D
ヨモギ	葉	谷川	2009. 7. 15	0.073±0.004	Bq/kg生	2.6	0.028±0.002
ヨモギ	葉	大崎市岩出山 (対照地点)	2009. 7. 22	0.277±0.007	Bq/kg生	2.4	0.117±0.003
アイナメ	肉	前面海域	2009. 7. 7	N D	Bq/kg生	1.9	N D
カキ	除殻	飯子浜	2009. 10. 20	N D	Bq/kg生	0.84	N D
カキ	除殻	気仙沼 (対照地点)	2009. 11. 17	N D	Bq/kg生	0.40	N D
ホヤ	肉	小屋取	2009. 6. 3	N D	Bq/kg生	0.29	N D
ワカメ	除根	放水口付近	2009. 5. 12	0.015±0.005	Bq/kg生	1.1	0.014±0.004
アラメ	除根	放水口付近	2009. 8. 4	0.047±0.006	Bq/kg生	2.4	0.020±0.002
アラメ	除根	放水口付近	2010. 2. 8	N D	Bq/kg生	1.4	N D

(3) トリチウム (H-3) 分析結果

表-29 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	2009. 7. 13	N D	mBq/l	09LW0089
			2010. 1. 12	N D		09LW0184
		前網浜	2009. 7. 13	N D		09LW0090
			2010. 1. 12	N D		09LW0185
海水	表層水	放水口付近	2009. 5. 28	N D		09SW0027
			2009. 11. 9	N D		09SW0140
		気仙沼湾	2009. 10. 30	N D	09SW0136	

(4) 文部科学省委託調査結果

表-30 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

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 又は マリネリーカ

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)				
09VG0158	穀類	米	精米	2009/11/24	宮城県石巻市南境	38:26:45	141:17:48	生,マリネリ	-	1670.7	

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)
09VG0158	2009/11/24	80000	ND	26±0.49	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「ND」としている。

第 2 8 卷 (2010)

I 宮城県原子力センター概要

1 組織及び名簿（平成22年4月1日現在）

職名（担当）		氏名	配属年月日
所長		石川陽一	S 56. 4. 1
次長（総括担当兼班長）		安藤孝志	H 22. 4. 1
次長（庶務担当）		芳賀和洋	H 20.10. 1
主査		堀田安伸	H 21. 4. 1
監視測定班	上席主任研究員	伊藤節男	H 18. 4. 1
	研究員	長山美穂	H 21. 4. 1
	技師	木村昭裕	H 16. 4. 1
	技師	石幡祐士	H 22. 4. 1

2 東日本大震災による被災状況

平成23年3月11日午後2時46分に発生した東北地方太平洋沖地震は、マグニチュード9.0の規模で、当センターが所在する女川町では震度6弱を記録し、津波の高さは最大で14.8m（港湾空港技術研究所調査）と推定された。

この津波による当センター等の被災状況は、次のとおりであった。

(1) 宮城県原子力センターの状況

当センターは、2階建ての建物であったが、屋上を越える高さの津波により全壊したため、東北地方太平洋沖地震の翌日から宮城県原子力安全対策室内（宮城県庁内）に仮の事務所を設置し業務にあたった。

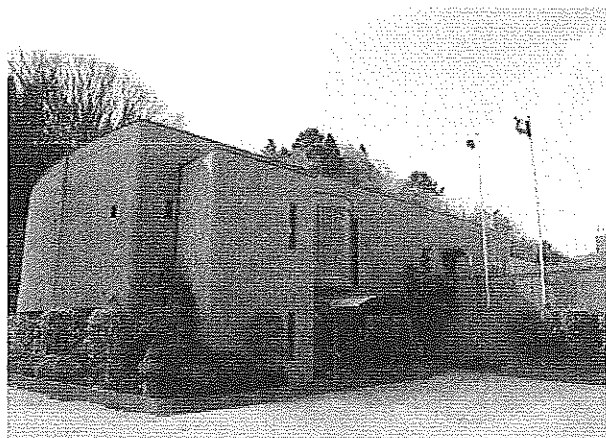


写真1 被災前の原子力センター



写真2 被災後の原子力センター（H23. 3. 14撮影）

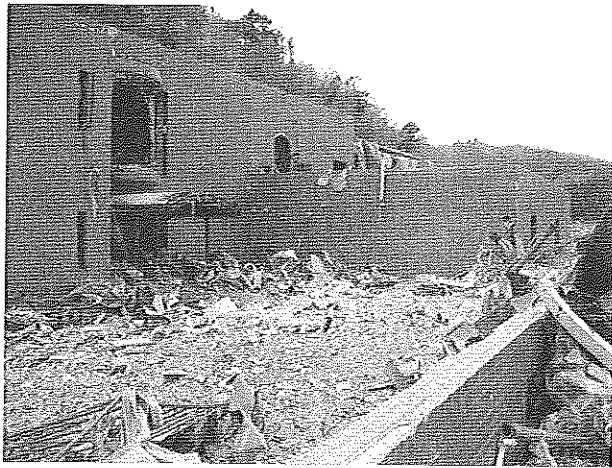


写真3 被災後の原子力センター(H23. 3. 14撮影)



写真4 被災後の原子力センター(H23. 3. 14撮影)

(2) モニタリングステーション等の状況

東北電力㈱女川原子力発電所周辺7か所に設置していたモニタリングステーションは、比較的標高の低い場所に設置していた4局（飯子浜局、鮫浦局、谷川局、小積局）が、津波により全壊した。

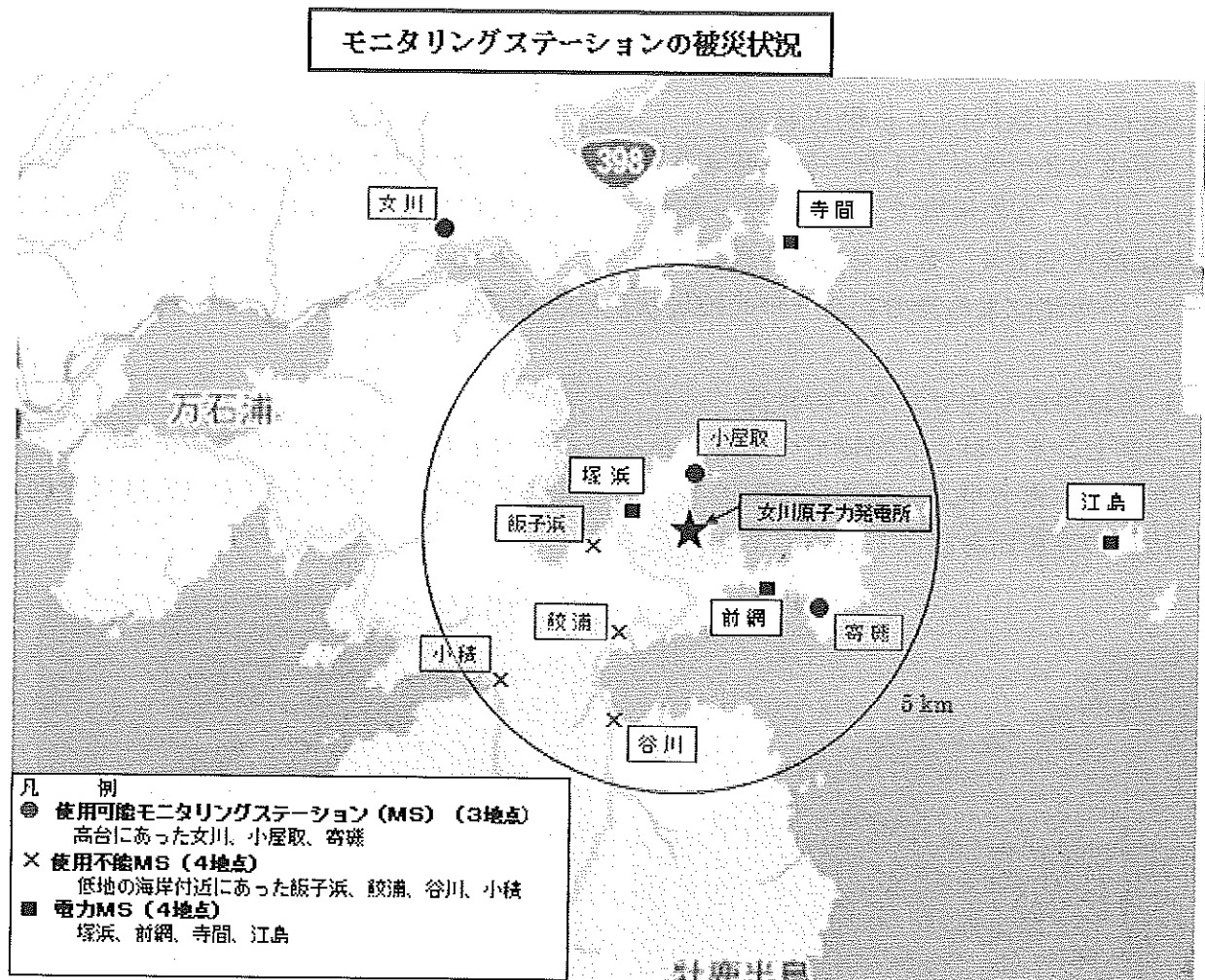


図1 モニタリングステーション配置図

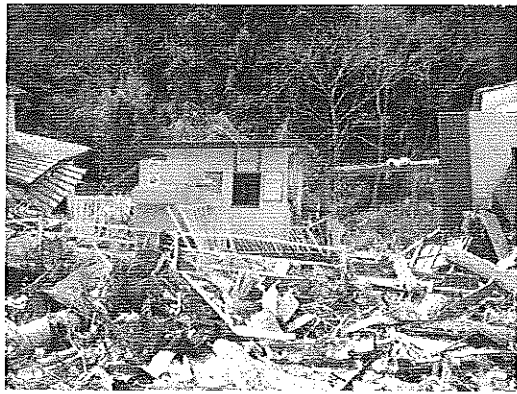


写真5 全壊した飯子浜局(H23. 4. 4撮影)

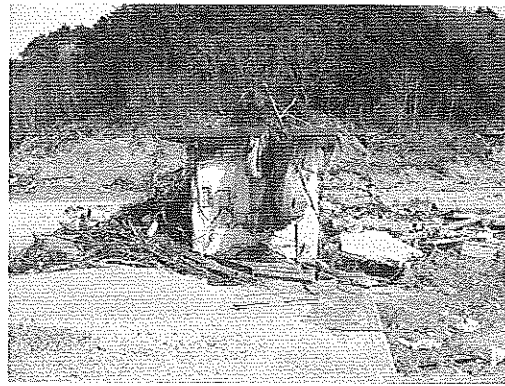


写真6 全壊した鮫浦局(H23. 4. 7撮影)

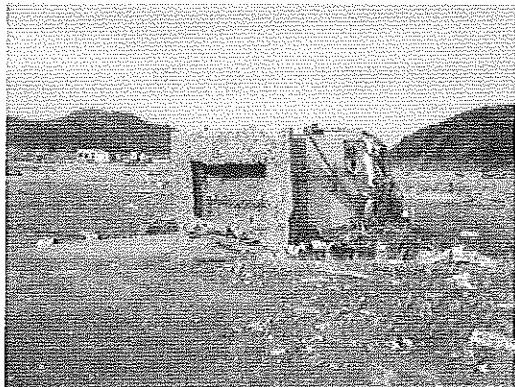


写真7 流失した谷川局(H23. 4. 7撮影)

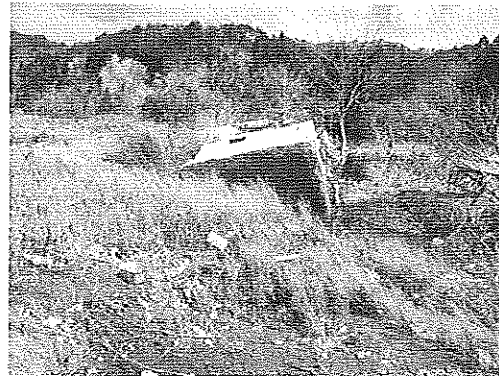


写真8 流失した小積局(H23. 4. 4撮影)

東北電力(株)女川原子力発電所周辺12か所に設置していた積算線量測定地点(モニタリングポイント)は、比較的標高の高い場所に設置していた2地点を除き、津波により全壊した。

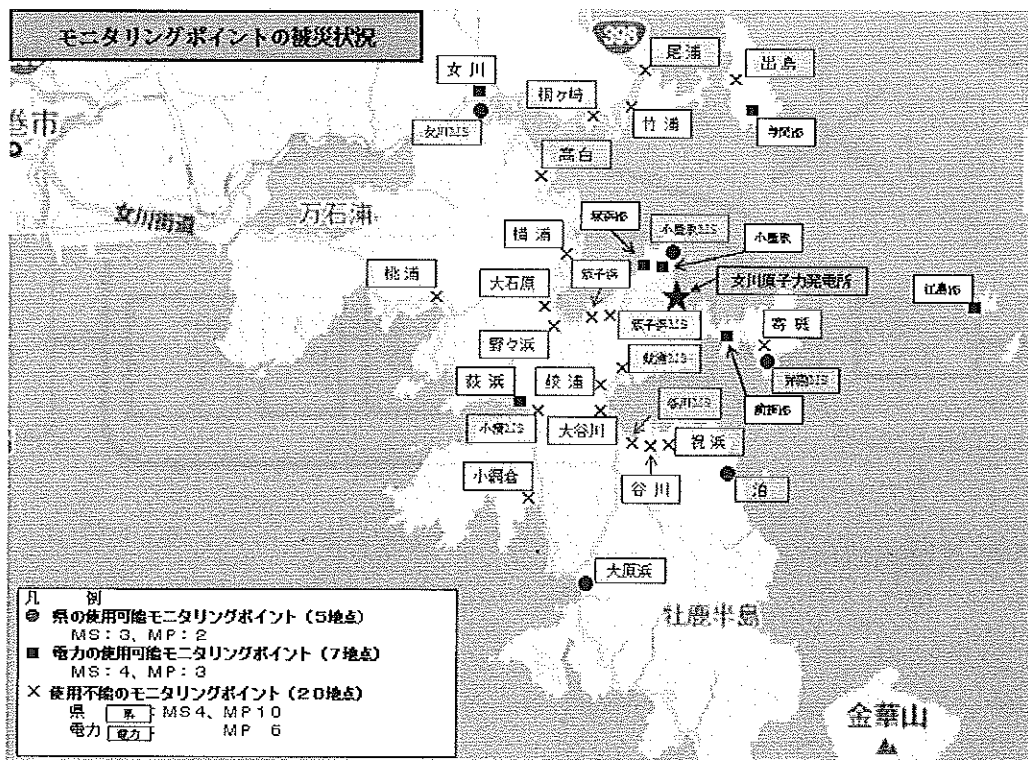


図2 モニタリングポイント配置図

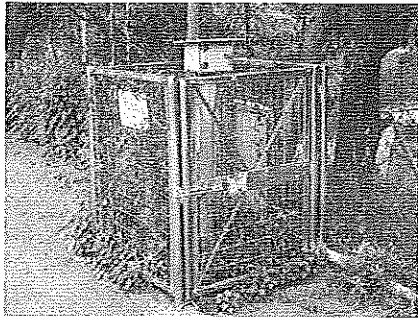


写真9 泊浜MP (H23. 9. 13撮影)

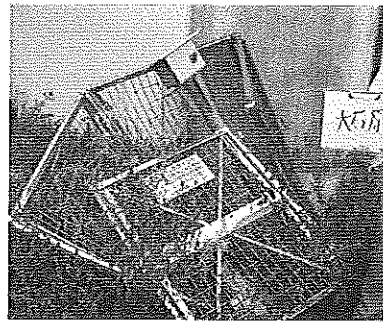


写真10 全壊した大石原MP
(H23. 9. 13撮影)



写真11 流失した桐ヶ崎MP
(H23. 9. 13撮影)

(3) 環境放射線監視システムの状況

当センターでは、平成20年度及び21年度の2か年で環境放射能監視システムの災害対策を実施してきた（第27巻資料1）。

この対策は、万が一、当センターが機能を失った場合に宮城県庁内に設置したバックアップ用のサーバーにより測定データの収集解析及びインターネットへの公開ができるようにしたものである。

災害対応前の設備であれば、今回の震災により当センターが全壊したことから、東北電力(株)女川原子力発電所周辺の放射線監視を復旧するためには、かなりの期間を要したと考えられるが、災害対応を行っていたことから、商用電源が回復した時点で残存した3局のモニタリングステーションにおける測定データを衛星回線を通じ宮城県庁内のサーバーにより収集し、インターネット上で公開することができた。

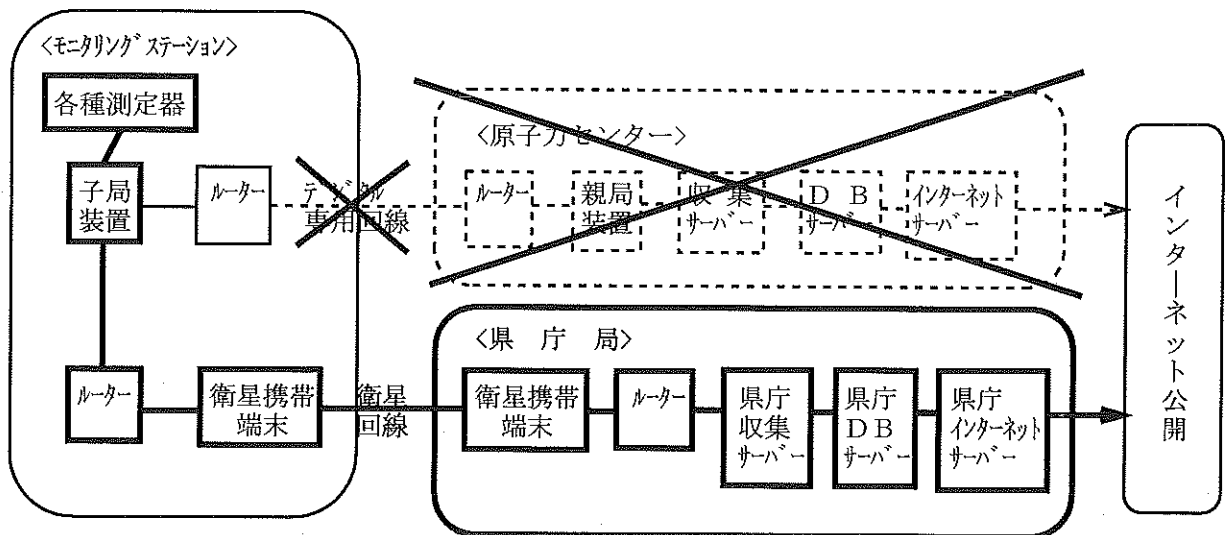


図3 環境放射線監視システムイメージ

II 学会発表等の要旨

1 学会発表

(1) Three Decade Observations of Environmental Radioactivity at Miyagi Prefecture in Northeast Japanese Pacific Coastal Area Abstract

Yoichi Ishikawa, Akihiro Kimura, Hironori Shimakage, Setsuo Ito,
Miho Nagayama and Hidemi Miura
The Third Asian and Oceanic Congress on Radiation Protection (AOCR-3)
第3回アジア・オセアニア放射線防護会議、2010年5月24-28日、東京

宮城県の太平洋沿岸地域において、海水及び海産生物中の¹³⁷Cs、⁹⁰Sr、³Hなどのフォールアウト起源人工放射性核種の約30年間の濃度の変動傾向を調べた。

(2) 宮城県における海藻のアラメ中に検出される放射性ヨウ素について

木村昭裕、島影裕徳、長山美穂、伊藤節男、石川陽一、三浦英美
第52回環境放射能調査研究成果発表会、2010年12月2日、東京都

宮城県沿岸のアラメから継続的に人工放射性核種の¹³¹Iが検出されている現象について検討した。¹³¹Iが検出される海域や濃度分布、女川原子力発電所の運転状況及び拡散シミュレーション解析結果などから、その原因は同発電所とは無関係であると考えられた。

(3) 空間ガンマ線線量率の変動要因について

石幡祐士、木村昭裕、長山美穂、伊藤節男、安藤孝志、石川陽一
宮城県環境衛生技術職員全体研修会、2011年2月3日、仙台市

降雨の影響により空間ガンマ線線量率が上昇すること及び土壌水分量の減少により空間ガンマ線線量率が上昇することについて発表した。

(4) 環境ガンマ線線量率等の測定値に影響を与える諸因子について

石川陽一、長山美穂、石幡祐士、木村昭裕、安藤孝志、今野伸浩
第12回環境放射能研究会、2011年3月8-10日、つくば市

空間ガンマ線線量率に影響を与える自然因子のうち、本県においてこれまでにあまり報告されていないものについて、観測例をまとめた。土壌水分の違い、雷の影響及び宇宙線強度の変動に伴う線量率変動が観測された。

(5) 宮城県における海藻のアラメ中に検出される放射性ヨウ素について

木村昭裕、島影裕徳、長山美穂、伊藤節男、石川陽一、三浦英美
宮城県保健環境センター 第29回研究発表会、2011年3月11日、仙台市

(発表内容は上記(2)と同様)

2 誌上発表

(1) 宮城県における放射能調査

長山美穂、島影裕徳、木村昭裕、伊藤節男、石川陽一、三浦英美
第 52 回環境放射能調査研究成果論文抄録集（平成 21 年度）、2010 年 12 月、
文部科学省、p. 96-99

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。2009 年度(平成 21 年度)は、全ベータ放射能については、定時降水 53 試料の全てが過去 3 年間の値の範囲内であり、本年度の調査結果はこれまでの結果とほぼ同じレベルであった。

核種分析については、 ^{137}Cs が土壌試料から検出され、単位換算したところ過去 3 年間の最高値を超えたが、その差はわずかであった。その他の人工放射性核種は全ての試料において検出されなかった。以上より、本年度の調査結果は、これまでの結果とほぼ同じレベルであった。

空間放射線量率については、モニタリングポストにより連続測定を行い、年間の最低値が 20.3 nGy/h (降雪の影響)、最高値が 40.9 nGy/h (降雨の影響)、平均値が 23.4 nGy/h であり、これまでの結果とほぼ同じレベルであった。

(2) 宮城県における海藻のアラメ中に検出される放射性ヨウ素について

木村昭裕、島影裕徳、長山美穂、伊藤節男、石川陽一、三浦英美
第 52 回環境放射能調査研究成果論文抄録集（平成 21 年度）、2010 年 12 月、
文部科学省、p. 41-42

(要旨は、上記の学会発表(2)と同様)

資料 1 環境試料の放射化学分析結果

(高度調査解析委託業務)

1 まえがき

平成22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中のプルトニウム (^{238}Pu 、 $^{239+240}\text{Pu}$) の放射化学分析を実施した。

2 分析方法

(1) 試料

平成22年度に実施した試料の一覧を分析結果とともに表1に示す。平成22年度の試料は、海産生物6試料、指標植物2試料、海底土2試料及び陸土2試料である。試料は全て宮城県内で採取したものである。

(2) プルトニウム (^{238}Pu 、 $^{239+240}\text{Pu}$) の分析 (平成22年度)

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}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、ORT EC社製BU-020-450-ASを使用した。

3 分析結果

表1に平成22年度に実施したプルトニウムの分析結果を示す。全部で12試料実施した。結果として、 ^{238}Pu が対照海域の1試料で検出された。 $^{239+240}\text{Pu}$ は海産生物6試料、海底土2試料及び陸土2試料で検出された。

図1～図12に各試料の α 線スペクトルを示した。

表1 試料一覧及び分析結果 (平成22年度実施分)

試料名 (採取地点)	試料番号	試料採取日	α 線スペクトロメトリー		単位	
			^{238}Pu	$^{239+240}\text{Pu}$		
アラメ (海藻, 十三浜)	10IS0081	2010. 8. 9	N D	0.0026 ± 0.00056	Bq/kg生	
アラメ (海藻, シウリ崎)	10IS0080	2010. 8. 9	N D	0.0027 ± 0.00059		
アラメ (海藻, 宮戸)	10IS0082	2010. 8. 9	N D	0.0011 ± 0.00036		
ムラサキイガイ (貝類, 前面海域)	10IS0121	2010. 10. 19	N D	0.00099 ± 0.00023		
カキ (貝類, 飯子浜)	10MP0122	2010. 10. 25	N D	0.0020 ± 0.00039		
カキ (貝類, 気仙沼)	10MP0145	2010. 11. 22	N D	0.0020 ± 0.00039		
ヨモギ (谷川浜)	10IL0055	2010. 7. 5	N D	N D		
ヨモギ (大崎市岩出山)	10IL0058	2010. 7. 12	N D	N D		
海底土 (放水口付近)	10SS0133	2010. 11. 11	N D	0.26 ± 0.019		Bq/kg乾土
海底土 (対照 気仙沼湾)	10SS0119	2010. 10. 12	0.014 ± 0.0037	1.5 ± 0.07		
陸土 (谷川浜)	10LS0036	2010. 6. 10	N. D	0.028 ± 0.0054		
陸土 (大崎市岩出山)	10LS0046	2010. 6. 21	N. D	0.089 ± 0.011		

(注) 分析結果は、計数値がその計数誤差の3倍を超えるものについて有効数字2桁、それ以下のものについては「N D」で示し、誤差は計数誤差のみを示した。

分析試料：アラメ
十三浜(10IS0081)

核種	Bq/kg生	(Bq/sample)	Peak (ch)	Peak (Counts)	B. G.	検出下限値 (Bq/kg生)
Pu-242			485	637	1	
★ Pu-239+240	2.59706E-3 ±5.63184E-4	1.20348E-3 ±2.60981E-4	541	22	0	1.18048E-3
Pu-238	-5.90273E-5 ±1.38444E-4	-2.73535E-5 ±6.41554E-5	615	1	6	1.35755E-3

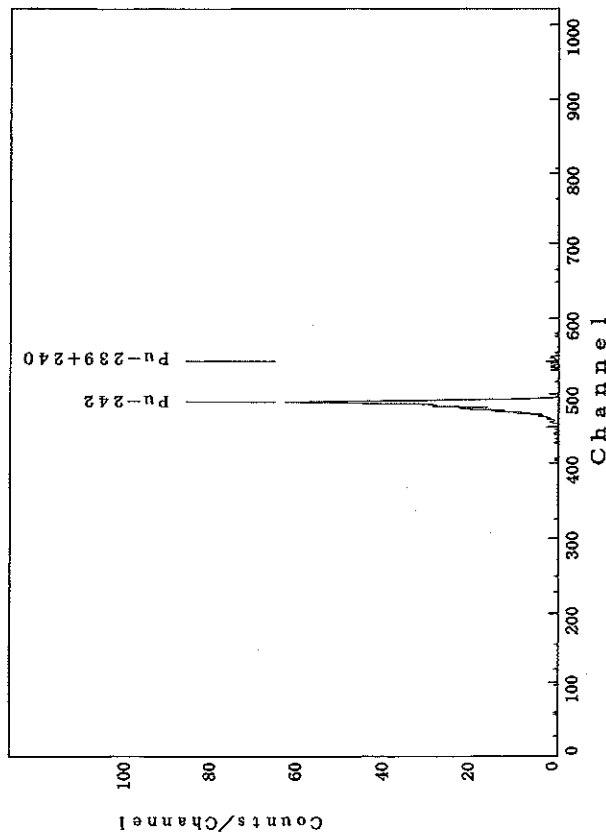


図1 アラメ (海藻, 十三浜) のα線スペクトル

分析試料：アラメ
シウリ崎(10IS0080)

核種	Bq/kg生	(Bq/sample)	Peak (ch)	Peak (Counts)	B. G.	検出下限値 (Bq/kg生)
Pu-242			485	622	0	
★ Pu-239+240	2.66670E-3 ±5.85732E-4	1.21800E-3 ±2.67530E-4	541	22	1	1.19542E-3
Pu-238	-9.19606E-5 ±1.47048E-4	-4.20026E-5 ±6.71634E-5	615	1	7	1.37932E-3

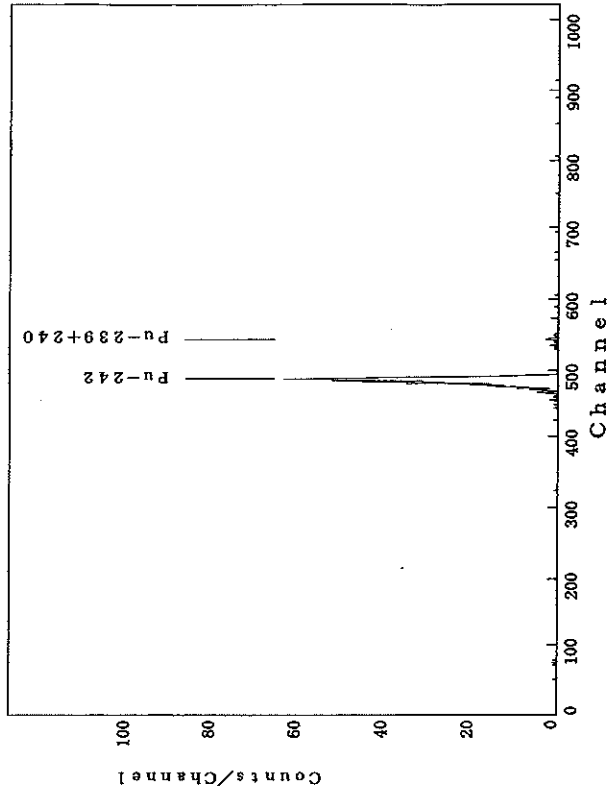


図2 アラメ (海藻, シウリ崎) のα線スペクトル

分析試料：アラメ

宮戸(10IS0082)

核種	Bq/kg生	(Bq/sample)	Peak (ch)	Peak (Counts)	B. G.	検出下限値 (Bq/kg生)
Pu-242			485	613	0	
★ Pu-239+240	1.1198E-3 ±3.5704E-4	5.68229E-4 ±1.81150E-4	545	10	0	1.1198E-3
Pu-238	-5.60007E-5 ±3.96630E-5	-2.84123E-5 ±2.01233E-5	626	0	2	1.17598E-3

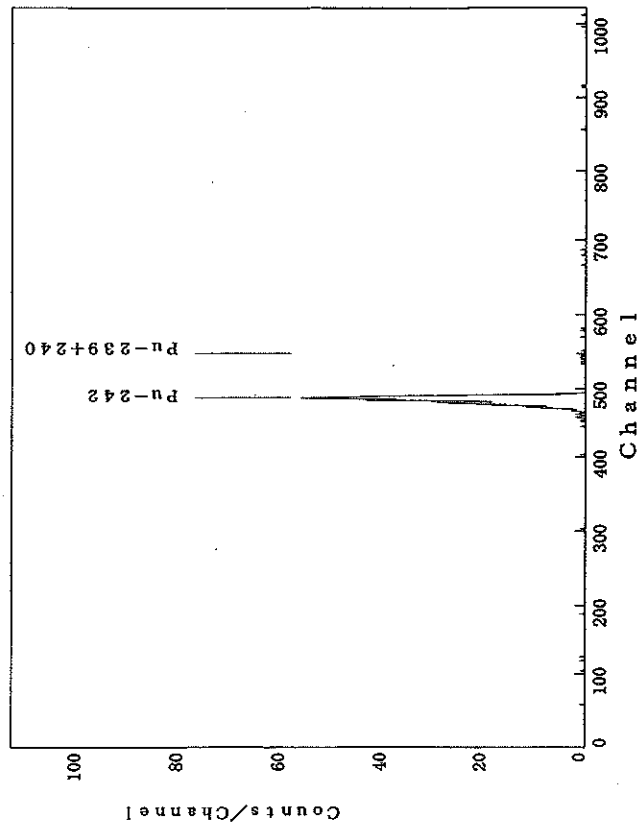


図3 アラメ (海藻, 宮戸) の α 線スペクトル

分析試料：ムラサキイガイ

前面海域(10IS0121)

核種	Bq/kg生	(Bq/sample)	Peak (ch)	Peak (Counts)	B. G.	検出下限値 (Bq/kg生)
Pu-242			485	702	3	
★ Pu-239+240	9.90746E-4 ±2.33719E-4	9.31348E-4 ±2.19707E-4	542	19	1	5.15188E-4
Pu-238	-1.32128E-5 ±6.05333E-5	-1.24207E-5 ±5.69089E-5	617	1	5	5.68025E-4

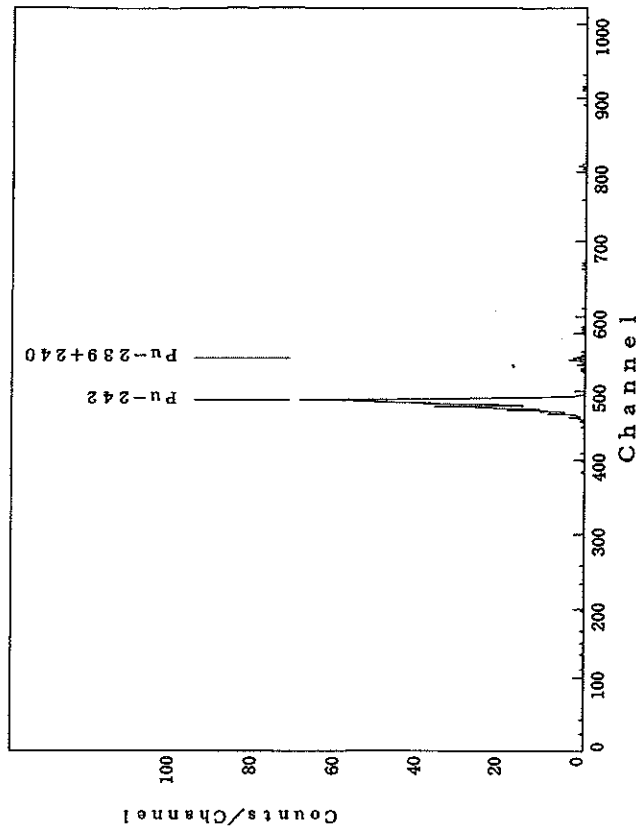


図4 ムラサキイガイ (貝類, 前面海域) の α 線スペクトル

分析試料：カキ

飯子浜(10MP0122)

核種	Bq/kg生	(Bq/sample)	Peak (ct)	Peak (Counts)	B. G.	検出下限値 (Bq/kg生)
Pu-242			485	677	2	
★ Pu-239+240	2.04034E-3 ±3.90552E-4	1.48032E-3 ±2.83356E-4	540	29	1	6.91942E-4
Pu-238	7.09720E-5 ±3.55908E-5	-5.14920E-5 ±2.56221E-5	613	0	4	7.80650E-4

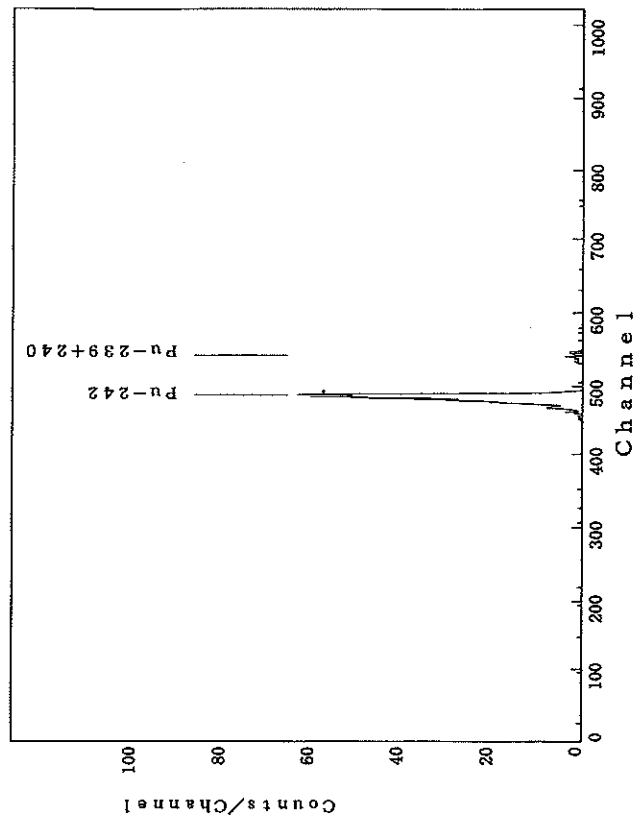


図5 カキ(貝類, 飯子浜)のα線スペクトル

分析試料：カキ

気仙沼(10IS0145)

核種	Bq/kg生	(Bq/sample)	Peak (ct)	Peak (Counts)	B. G.	検出下限値 (Bq/kg生)
Pu-242			483	630	3	
★ Pu-239+240	1.98037E-3 ±3.88230E-4	1.49461E-3 ±2.93756E-4	539	27	0	7.33472E-4
Pu-238	-9.16932E-5 ±9.17588E-5	-6.92018E-5 ±6.92513E-5	613	1	9	8.61820E-4

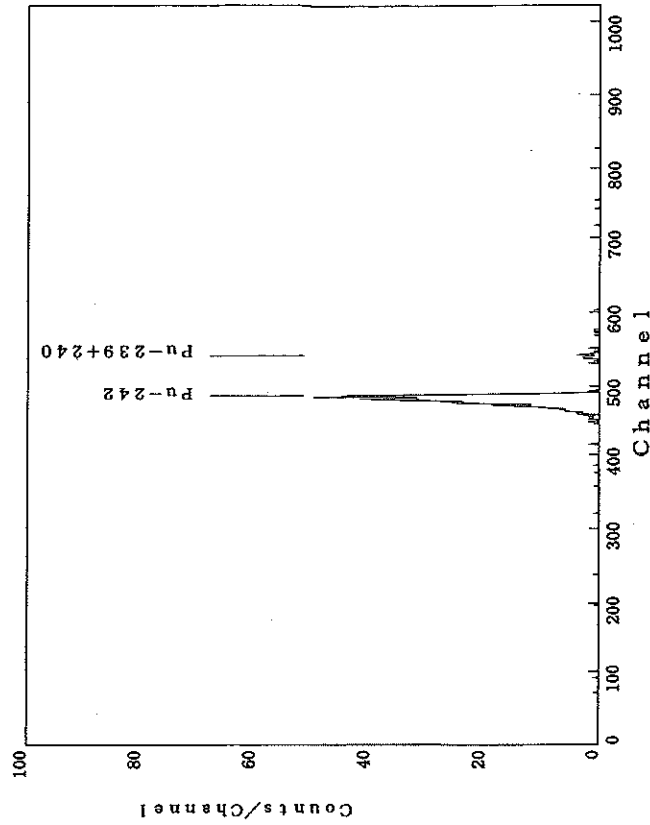


図6 カキ(貝類, 気仙沼)のα線スペクトル

分析試料：ヨモギ

谷川浜(10IL0055)

核種	Bq/kg生	(Bq/sample)	Peak (ch)	Peak (Counts)	B. G.	検出下限値 (Bq/kg生)
Pu-242			484	700	1	
Pu-239+240	5.95544E-5 ±5.95970E-5	4.97780E-5 ±4.98135E-5	541	1	0	5.95544E-4
Pu-238	-1.48895E-5 ±1.49002E-5	-1.24453E-5 ±1.24542E-5	617	0	1	5.80655E-4

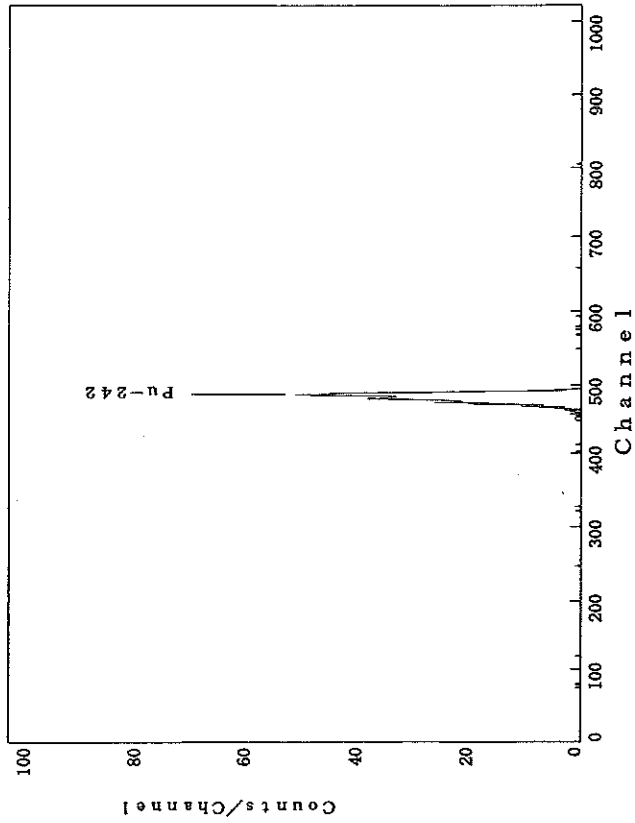


図7 ヨモギ(指標植物, 谷川浜)の α 線スペクトル

分析試料：ヨモギ

大崎市岩出山(10IL0058)

核種	Bq/kg生	(Bq/sample)	Peak (ch)	Peak (Counts)	B. G.	検出下限値 (Bq/kg生)
Pu-242			481	765	0	
Pu-239+240	*	*	541	0	0	6.00439E-4
Pu-238	-9.00721E-5 ±3.69157E-5	-6.83035E-5 ±2.79939E-5	621	0	6	6.90499E-4

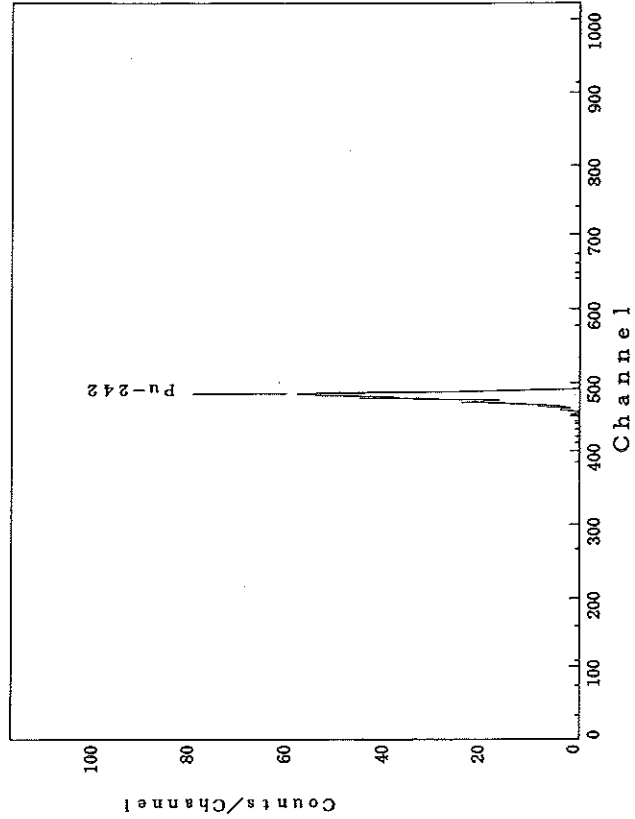


図8 ヨモギ(指標植物, 大崎市岩出山)の α 線スペクトル

分析試料：海底土

放水口付近(10SS0133)

核種	Bq/kg乾土	(Bq/sample)	Peak (ch)	Peak (Counts)	B. G.	検出下限値 (Bq/kg乾土)
Pu-242			484	661	0	
★ Pu-239+240	2.56622E-1 ±1.91945E-2	1.29107E-2 ±9.65675E-4	542	245	0	1.04744E-2
Pu-238	5.23611E-4 ±1.61436E-3	2.63429E-5 ±8.12183E-5	618	2	6	1.20454E-2

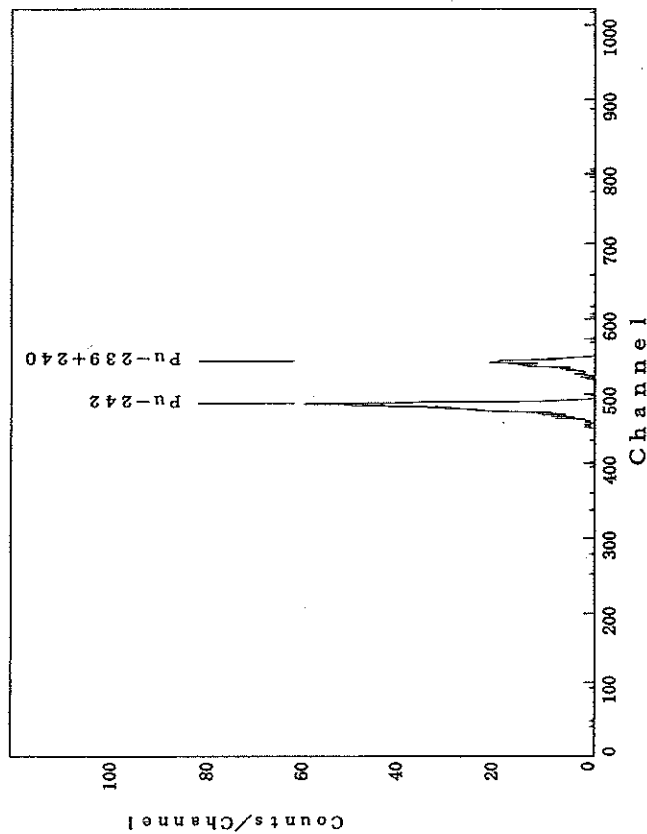


図9 海底土（放水口付近）のα線スペクトル

分析試料：海底土

気仙沼湾(10SS0119)

核種	Bq/kg乾土	(Bq/sample)	Peak (ch)	Peak (Counts)	B. G.	検出下限値 (Bq/kg乾土)
Pu-242			486	734	1	
★ Pu-239+240	1.46238 ±6.55812E-2	7.33675E-2 ±3.29021E-3	545	1546	2	9.93523E-3
★ Pu-238	1.37201E-2 ±3.71464E-3	6.88337E-4 ±1.86363E-4	634	15	2	9.93523E-3

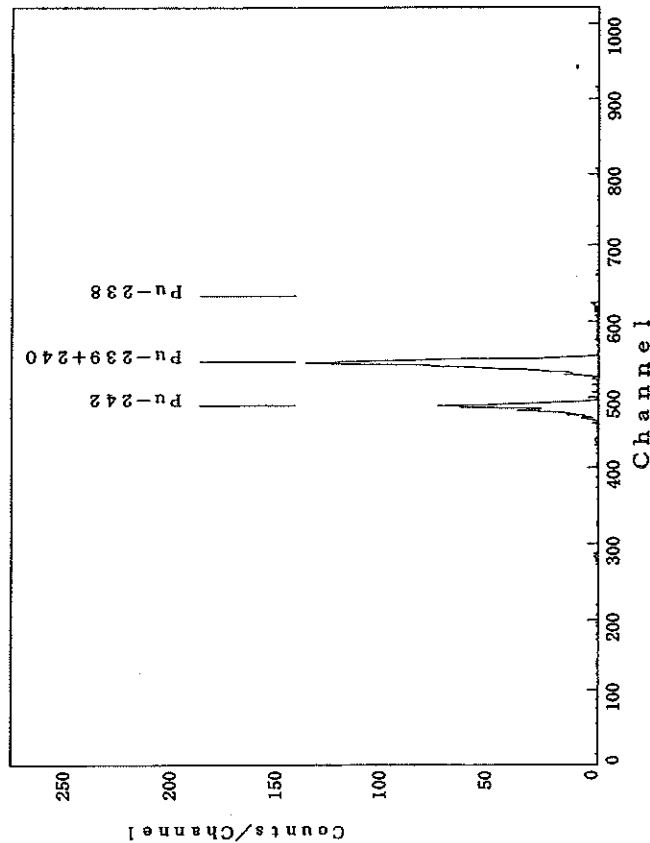


図10 海底土（気仙沼湾）のα線スペクトル

分析試料：陸土

谷川浜 (10LS0036)

核種	Bq/kg乾土	(Bq/sample)	Peak (ch)	Peak (Counts)	B. G.	検出下限値 (Bq/kg乾土)
Pu-242			487	709	1	
★ Pu-239+240	2.83236E-2 ±5.36613E-3	1.42525E-3 ±2.70024E-4	543	29	0	9.76677E-3
Pu-238	1.70916E-3 ±1.77874E-3	8.60050E-5 ±8.95063E-5	618	3	5	1.04993E-2

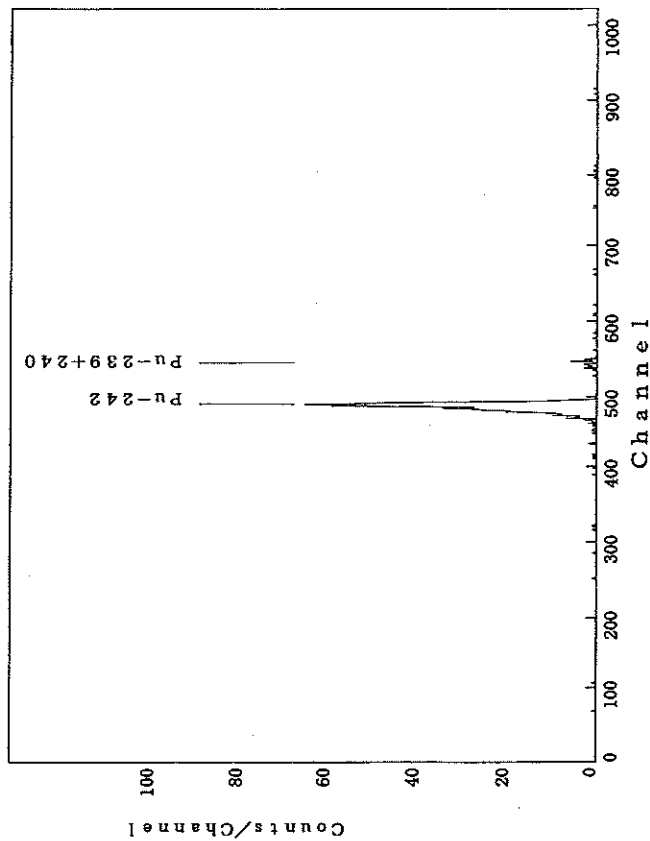


図11 陸土 (谷川浜) のα線スペクトル

分析試料：陸土

大崎市岩出山 (10LS0046)

核種	Bq/kg乾土	(Bq/sample)	Peak (ch)	Peak (Counts)	B. G.	検出下限値 (Bq/kg乾土)
Pu-242			485	582	0	
★ Pu-239+240	8.94019E-2 ±1.09399E-2	4.53357E-3 ±5.54756E-4	542	76	1	1.15072E-2
Pu-238	-5.90156E-4 ±1.38416E-3	-2.99268E-5 ±7.01908E-5	619	1	6	1.35725E-2

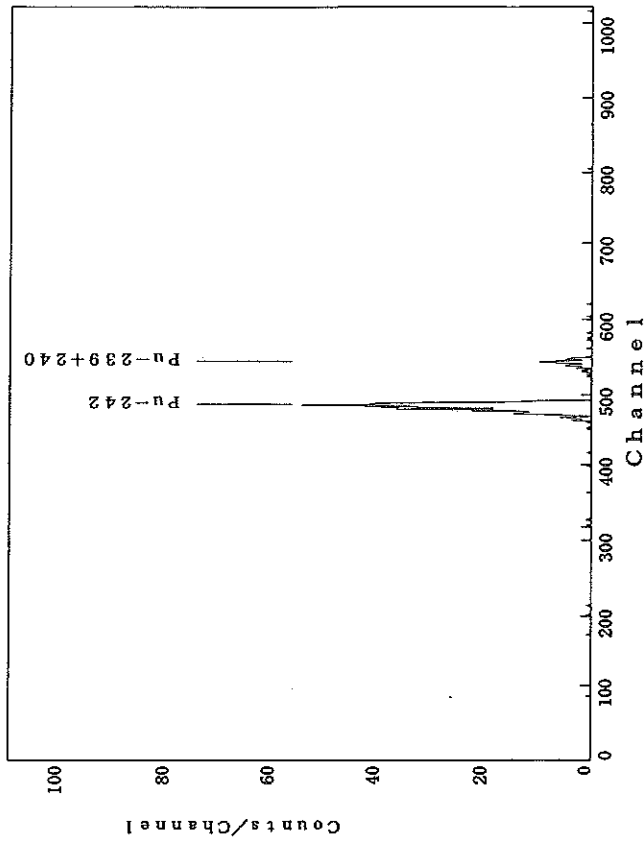


図12 陸土 (大崎市岩出山) のα線スペクトル

宮城県原子力センター年報 第27・28巻
(平成21年・22年)

平成 24 年 3 月 発 行

発行者 宮城県仙台市青葉区本町3-8-1
宮城県原子力センター
TEL.(022)211-2646
