

## はじめに

### 会長 平尾 泰男



先日、日本原子力産業会議創立 50 年・新協会発足記念パーティーが開催されました。始めに政界最長老(88 歳)中曽根康弘氏の矍鑠たる挨拶・乾杯の中で、半世紀以前の国会においてわが国の原子力開発の開始に向けて 2 億 3 千 5 百万円(ウラン 235 の語呂合わせ?)の予算を通過させたこと、等々の思い出話がありました。参会者の一人、伏見康治先生は私の恩師でこれまた 97 歳という物理学界最長老ですが、ある時私に次のような話をされたことを思い出します。“私の研究生生活の中で残念なことが一つある。阪大コッククロフト装置を使って発生させた中性子-ウラン核反応研究をすべく実験のセットアップまでしていたが、諸般の情勢で実行に至らなかった。やっていたら「ウランの核分裂」の発見は日本ということになっていた。” 加速器物理学界の最長老 D. ウイルソン博士(フェルミ加速器研究所初代所長、6 年前 86 歳でなくなった)は「粒子線治療の進歩」シンポジウムの巻頭言で次のように述べています。“不幸にして、「ウランの核分裂」の発見が私の研究生生活を滅茶苦茶にしてしまった。しばらく E. フェルミの原子炉開発を手伝ってから、マンハッタン計画(原爆開発計画)に参画することになってしまった。戦争が終わって、軍から大型サイクロトロン建設の予算がハーバード大学に提供されたとき、物理学者、医学者達の反対にも拘らず、がん治療に役立つ加速器設計を進めたのは次のような理由であった。私は 5 年間、人々を殺す研究を続けてきた。広島に原爆が使用されたとき、私の良心に明確に残ったそのことを払拭したかった。人々を殺すのではなく、人々を救う仕事をしたかった。”

伏見康治先生は、原子力開発開始を目指して学術会議において茅・伏見提案を討議していましたが、時期尚早ということで総会において否決されて推進できませんでした。ところが 1 年後、アイゼンハワーの「Atoms for Peace」の国連大演説、中曽根予算の国会通過と情勢は急展開しました。学術会議は再びこの問題を取り上げて、公開、自主、民主の 3 原則を謳った原子力平和利用に関する声明となったのです。時あたかも、第 5 福竜丸事件が起きました。学術会議は 3 原則を謳った声明に加えて、放射線障害対策に万全を期することを強調し、そのための研究所設置の申し入れを政府に対して行いました。これは紆余曲折の後、放射線医学総合研究所の創設となったのです。

さて、冒頭に触れた中曽根演説に戻りますが“原子力を始めた最重要な理念は平和と安全にある。原子力基本法で謳った理念、国民に対する福祉と安全、平和利用、そして環境、これらの理念をもう一度改めて確認し努力して頂きたい”と力強く締め括られました。

大先輩諸氏のご発言等々を思い出すままに脈絡無く記しましたが、当日本分析センターも原子力利用における環境、安全を国民に保障する一翼を担っております。平成 17 年度日本分析センター年報の公表に際しまして、その活動の具体的内容は年報本文に譲りますが、上記の基本理念に沿って日々努力している姿をご理解頂く一助となれば幸いに思います。

#### ◆植木文部科学省原子力安全課長来所

平成 17 年 8 月 25 日、文部科学省科学技術・学術政策局の植木原子力安全課長（左から 2 人目）が来所し、意見交換及び施設見学を行いました。

写真は、ガンマ線測定についての説明を受けている様子です。



#### ◆科学技術週間に伴う施設公開

平成 17 年度（第 46 回）科学技術週間中の平成 17 年 4 月 24 日、当センターの施設の一般公開を行いました。

写真は、公開実験のひとつとして行った巨大シャボン玉作りの様子です。

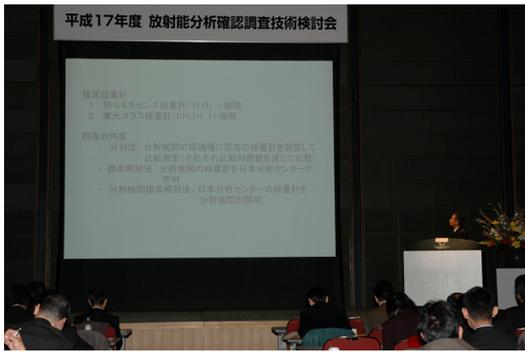
#### ◆国際協力機構（JICA）集団研修実施

平成 17 年 8 月 22 から 9 月 16 日まで、JICA が主催する集団研修（研修コース名：環境放射能分析・測定技術）を実施しました。参加者は、ウクライナから 2 名、マケドニア、中国、フィジーから各 1 名の合計 5 名でした。



（写真右上）魚の前処理実習

（写真右下）TLD測定実習

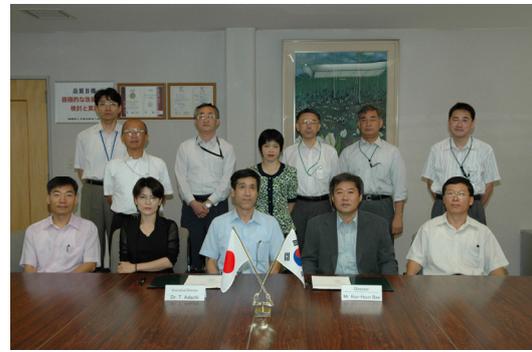


### ◆平成17年度放射能分析確認調査技術検討会開催

平成18年3月15日、東京国際フォーラムにおいて、平成17年度放射能分析確認調査技術検討会を開催しました。参加者は、都道府県の放射能調査の実務担当者等、146名の参加がありました。

### ◆近隣諸国との国際技術交流の運営会議開催

中国、台湾、韓国の放射能調査を担当する機関と各々国際技術交流のための運営会議を行いました。



(写真右上)

韓国原子力安全技術院 (KINS) との運営会議 (平成17年7月14～15日、於当センター)

(写真右中)

台湾行政院原子能委員会放射偵測中心 (RMC) との運営会議 (平成17年11月17～18日、於台湾、高雄市)



(写真右下)

中国国家環境保護総局放射環境監測技術中心 (RMTC) 及び中国疾病予防規制中心放射防護・核安全医学所 (NIRP) との運営会議 (平成18年2月22～23日、於中国、杭州市)



## 目 次

I	平成 17 年度事業の概要	
	1. 原子力艦放射能調査	2
	2. 近海海産生物等放射能調査	6
	3. 放射能分析確認調査	7
	4. 環境試料の放射能分析	13
	5. 自然放射性核種水準調査	16
	6. 再処理関連核種の調査	18
	7. 食品の放射能水準調査	20
	8. ラドン濃度測定調査	24
	9. 中性子線量率の水準調査	26
	10. 環境放射線データ収集及び公開	28
	11. 環境試料測定法調査	32
	12. 放射性核種の分析法に関する対策研究（トリウム分析法）	36
	13. 分析等受託事業	38
	14. 環境放射能分析研修事業	40
	15. 国際技術交流	42
	16. 広報、普及啓発	44
	17. 品質保証	46
II	トピック	
	1. 再処理関連核種に係る水準調査における加速器質量分析計(AMS)の ヨウ素 129 分析への利用	49
	2. 放射能分析確認調査における検討基準	51
	3. 栄養補助食品を対象としたドーピング禁止物質の受託分析	52
	4. 「食品と放射能」と「食品から受ける放射線量」ページ紹介	53
III	技術報告	
	1. 海水試料予備濃縮装置の開発	61
	2. 中性子線量率の水準調査	66
IV	資料	
	1. 外部発表	73
	2. 年表	74

## I 平成 17 年度事業の概要

## 1. 原子力艦放射能調査

### 1.1 調査概要

原子力艦の我が国への寄港に伴い、文部科学省が、関係省庁及び関係地方公共団体の協力を得て放射能調査を行った。

原子力艦の寄港中に放射能モニタリングを行うために組織される現地放射能調査班において、当センターの職員が文部科学省技術参与として班長（7月までは班長代理）となるとともに職員1人を調査員として派遣し、放射能測定を実施した（寄港時調査）。

原子力艦の出港時に採取した海水（出港時調査）及び出港後に採取した海底土（出港後調査）についての放射能分析を行った。また、四半期毎に原子力艦の非寄港時に採取した海水、海底土及び海産生物の放射能分析を行う他、寄港地の積算線量測定を行うとともに、第2四半期から開始した大気中の放射性ヨウ素の放射能分析を実施した（定期調査）。

また、原子力艦放射能調査に係るモニタリングデータベースシステム及び寄港地に設置されているモニタリングポストや放射線測定機器類の維持管理を行った。

なお、「原子力艦の原子力災害対策マニュアル」（平成16年8月25日中央防災会議主事会議申合せ）を踏まえた「原子力艦放射能調査指針大綱」及び「原子力艦放射能調査実施要領」の改訂が17年7月に行われた。主な改訂は、現地放射能調査班の班長が文部科学省防災環境対策室長から科学技術・学術政策局の職員又は文部科学大臣が指名する者に変更となり、当センターの職員等が班長となった。また、定期調査において、大気中の放射性ヨウ素の採取・測定を含む陸上試料の放射能調査が追加されたことである。

### 1.2 調査内容

#### (1) 寄港時調査

原子力艦が寄港する横須賀港（神奈川県）、佐世保港（長崎県）及び金武中城港（沖縄県）において、原子力艦の寄港中の放射能調査を行った。

現地放射能調査班への職員の派遣実績は、班長として186人日、班長代理として65人日、調査員として285人日であった。

本年度の原子力艦の寄港実績を表1.1に、過去5年間の寄港状況を表1.2に示す。

#### (2) 出港時及び出港後調査

原子力艦の出港時及び出港後において、海上保安庁の協力により現地放射能調査班が採取した海水及び海底土について、Ge半導体検出器による $^{60}\text{Co}$ 、 $^{65}\text{Zn}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 、 $^{144}\text{Ce}$ の定量を行った。

出港時及び出港後調査の実施実績を表1.3に示す。

#### (3) 定期調査

原子力艦の非寄港時において、寄港地周辺で四半期毎に海上保安庁が採取した海水及び海底土並びに水産庁が採取した海産生物について、Ge半導体検出器による $^{60}\text{Co}$ 、 $^{65}\text{Zn}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 、 $^{144}\text{Ce}$ の定量を行った。また、海底土については、放射化学分析によ

る $^{60}\text{Co}$ の定量も行った。

「原子力艦放射能調査実施要領」の改訂を受けて、第2四半期より原子力艦の非寄港時に、モニタリングポスト（各港1局）において大気中の浮遊じん等を採取して、Ge半導体検出器による $^{131}\text{I}$ 等の放射性ヨウ素の定量を行った。

また、原子力艦の寄港地周辺に設置したガラス線量計を、寄港地の自治体の協力を得て四半期毎に回収し、積算線量を測定した。

以上の実施実績を表1.4に示す。

#### **(4) 原子力艦放射能調査に係るモニタリングデータベースシステム等の維持管理**

原子力艦の寄港地に設置されたモニタリングポストから当センターのモニタリングデータベースシステムに送信される放射線データを監視した。異常値については、その要因調査を行った。なお、佐世保港（環境センター局）及び金武中城港（公民館局）の2局に高線量率計（加圧型電離箱線量計）が増設されたことに伴い、データベースシステムへの機能追加及びプログラム修正を行った。

また、3港のモニタリングポストの維持管理及び現地放射能調査班が用いる各種放射線サーベイメータやNaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータ等の機器の点検を行った。

#### **(5) 原子力艦放射能調査技術研修**

6月7日から9日の3日間に亘って、当センターにおいて、海上保安庁、神奈川県、沖縄県、横須賀市、佐世保市の関係職員を対象とした標記の研修を実施した。参加者は18名であった。

### **1.3 放射能調査結果の公開等**

出港時及び出港後調査並びに定期調査における放射能分析結果は、昨年度と同様の結果であった。これらのデータは、ホームページ「日本の環境放射能と放射線」(<http://www.kankyo-hoshano.go.jp/>)で公開している。

また、3港に設置されたモニタリングポストの放射線測定結果は、同ホームページで常時公開している。

なお、原子力艦放射能調査専門家会合（事務局：文部科学省科学技術・学術政策局防災環境対策室）へ、定期調査における放射能分析結果を取りまとめたグラフ、原子力艦の寄港位置図、モニタリングポストの計数率・線量率の上昇事例等を提供した。

表 1.1 原子力艦寄港実績

港	艦名	入港日	出港日	寄港日数	港	艦名	入港日	出港日	寄港日数	
横須賀	オリンピア	4/12	4/22	11	佐世保	シティーオブコーパスクリスティー	11/2	11/2	1	
	メンフィス	7/21	8/1	12		パサデナ	11/22	11/28	7	
	シティーオブコーパスクリスティー	7/21	7/22	2		トピーカ	1/23	1/27	5	
	ヘレナ	7/22	8/4	14		トピーカ	1/30	1/30	1	
	サンタフェ	8/19	8/23	5		ジェファーソンシティ	2/17	2/28	12	
	シティーオブコーパスクリスティー	8/22	8/29	8		シカゴ	3/2	3/7	6	
	キー・ウエスト	8/29	9/8	11		シカゴ	3/10	3/10	1	
	ルイヴィル	9/22	9/28	7		金武中城	ロサンゼルス	4/14	4/14	1
	コロンビア	9/26	9/30	5			ロサンゼルス	4/18	4/18	1
	パサデナ	11/7	11/11	5			シャルロット	5/29	5/29	1
	サンタフェ	11/19	11/25	7	シャルロット		6/12	6/12	1	
	ジェファーソンシティ	11/21	11/28	8	ヘレナ		7/2	7/2	1	
	シカゴ	12/9	12/13	5	パサデナ		7/6	7/7	2	
	トピーカ	12/30	1/10	12	パサデナ		8/2	8/2	1	
ツーソン	3/30	4/1	3	キー・ウエスト	8/13		8/13	1		
				パサデナ	8/15		8/15	1		
				キー・ウエスト	9/13		9/13	1		
佐世保	オリンピア	4/24	4/26	3	ルイヴィル	9/19	9/19	1		
	オリンピア	4/30	4/30	1	シティーオブコーパスクリスティー	12/2	12/2	1		
	ヘレナ	6/10	6/10	1	サンタフェ	12/8	12/9	2		
	ヘレナ	6/13	6/17	5	サンタフェ	1/23	1/23	1		
	サンタフェ	8/26	9/1	7	トピーカ	3/15	3/18	4		
	キー・ウエスト	9/24	9/28	5						
	キー・ウエスト	10/1	10/2	2						
	キー・ウエスト	10/27	10/29	3						
	シティーオブコーパスクリスティー	10/30	10/30	1						

表 1.2 過去5年間の原子力艦寄港状況

年度	隻数				停泊日数			
	横須賀	佐世保	金武中城	3港合計	横須賀	佐世保	金武中城	3港合計
13	15	17	9	41	98	40	30	168
14	16	25	15	56	164	86	32	282
15	14	23	14	51	129	52	31	212
16	18	16	18	52	131	37	22	190
17	15	16	15	46	115	61	20	196

**表 1.3 出港時及び出港後調査実施実績**

寄港地	隻数	海水	海底土
横須賀	15	75	65
佐世保	16	80	80
金武中城	15	75	75
計	46	230	220

(46 隻、450 試料)

**表 1.4 定期調査実施実績**

寄港地	環 境 試 料				大気中の 放射性ヨウ素	積算線量測定 (ガラス線量計)
	海水	海底土	海産生物	計		
横須賀	16	24(24)	20	60(24)	3	6 地点×12 素子
佐世保	16	28(28)	42	86(28)	3	10 地点×12 素子
金武中城	16	24(24)	24	64(24)	3	10 地点×12 素子
計	48	76(76)	86	210(76)	9	26 地点×12 素子

( ) 内は放射化学分析による  $^{60}\text{Co}$  の定量 (海底土のみ)

(平成 16 年度第 4 四半期～平成 17 年度第 3 四半期、大気中の放射性ヨウ素については平成 17 年度第 2 四半期～平成 17 年度第 4 四半期)

## 2. 近海海産生物等放射能調査

### 2.1 調査概要

日本周辺近海の環境放射能調査の一環として、文部科学省から委託を受け、独立行政法人水産総合研究センターの各海区水産研究所が採取した海産生物、海底土について、 $\gamma$ 線スペクトロメトリーを行っている。なお、当センターが分析を実施した後、水産総合研究センターがデータ解析等を行っている。

### 2.2 調査結果

中国等の大気圏内核爆発実験等の影響も含めて昭和 50 年代までは種々の人工放射性核種が検出されていた。

平成 17 年度(2005 年度)に検出された人工放射性核種は $^{137}\text{Cs}$ のみであった。その放射能濃度は海産生物(魚類)では、 $0.086\sim 0.23\text{Bq/kg}$ 生(平均 $0.18\text{Bq/kg}$ 生)、海底土では不検出 $\sim 8.5\text{Bq/kg}$ 乾土(平均 $2.5\text{Bq/kg}$ 乾土)であり、近年とほぼ同様の結果が得られた。

本調査における海底土中の $^{137}\text{Cs}$ 濃度の経年変化を図 2.1 に示す。

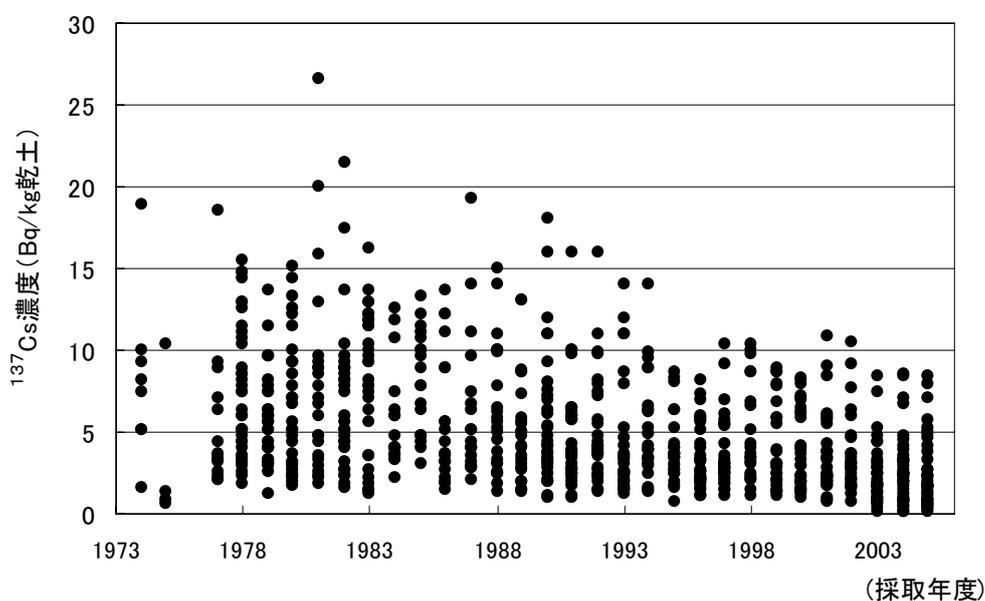


図 2.1 海底土中の $^{137}\text{Cs}$ 放射能濃度の経年変化

### 3. 放射能分析確認調査

#### 3.1 調査概要

全国 47 都道府県において環境放射能の水準を把握するための調査が行われている。また、原子力施設の立地都道府県においては、それら施設周辺の環境放射線モニタリングが行われている。これらの都道府県が行う分析・測定結果の信頼性を確認するとともに、一連の環境放射能分析及び放射線測定技術の維持・向上に資するため、当センターは文部科学省の委託事業「放射能分析確認調査」として、分析データの相互比較（いわゆるクロスチェック）を実施している。

#### 3.2 調査項目・方法

調査項目は、「放射性核種分析・元素分析」、「積算線量測定」及び「連続モニタによる環境ガンマ線量率測定」の 3 項目である。

「放射性核種分析・元素分析」に関する調査には、都道府県の分析機関が採取した環境試料を分析機関と当センターで分析し、その結果を比較検討する「試料分割法」（図 3.1）及び当センター等が放射能濃度既知の分析比較試料を調製し、それを各分析機関と当センターが分析してその結果を比較検討する「標準試料法」（図 3.2）の 2 つの方法がある。

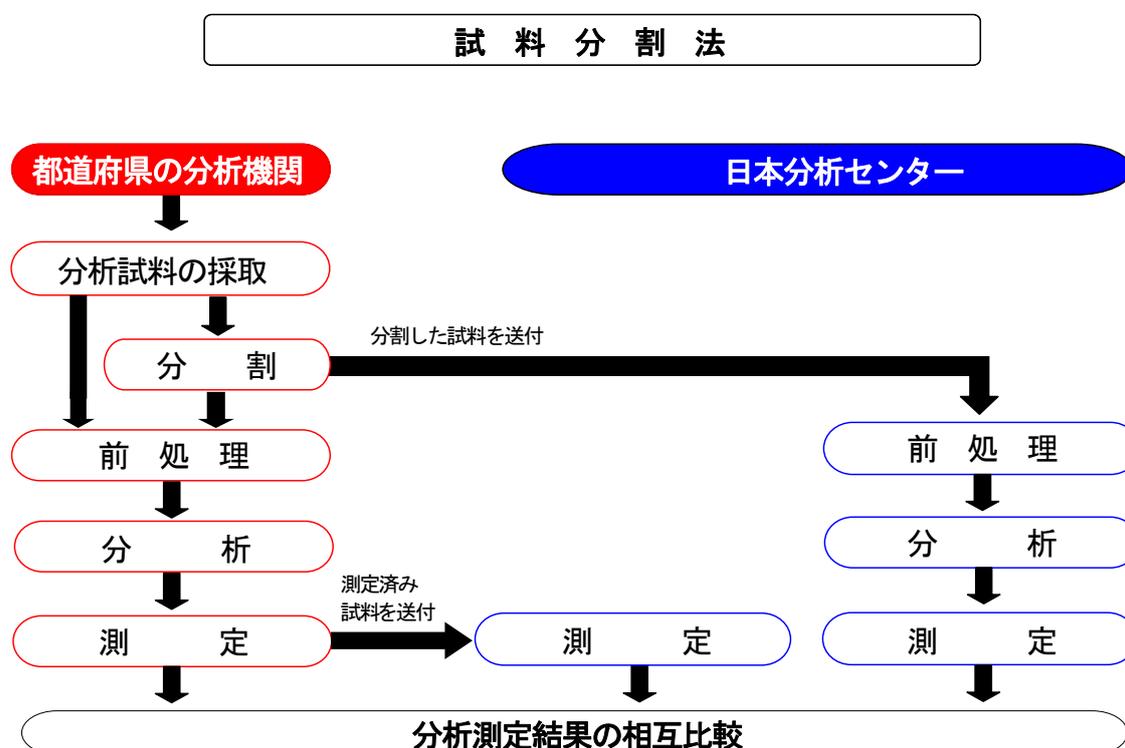


図 3.1 試料分割法による放射能分析確認調査

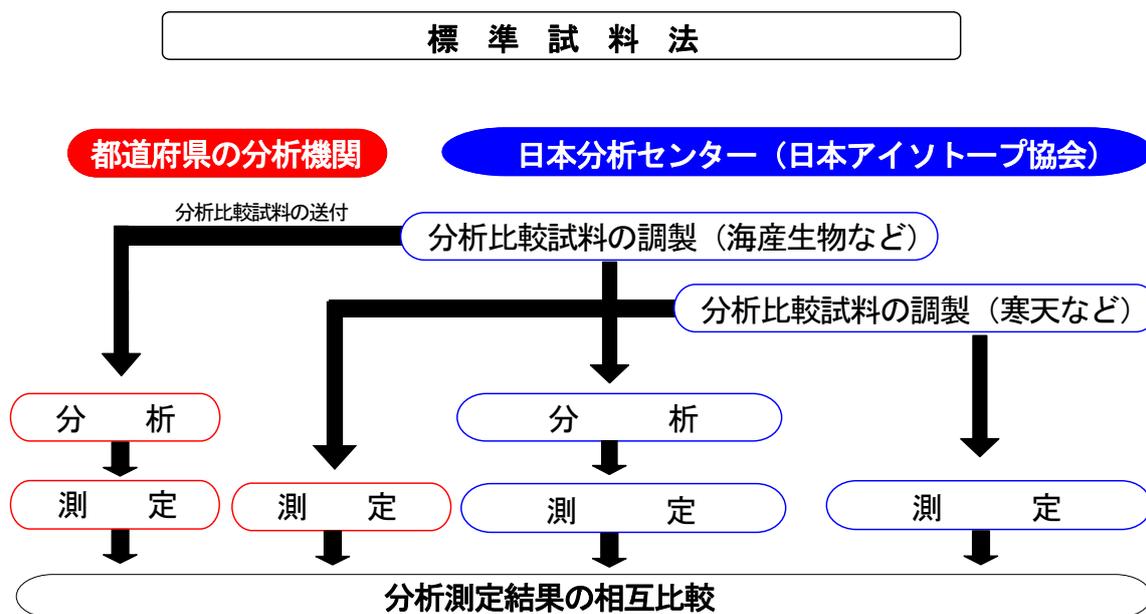


図 3.2 標準試料法による放射能分析確認調査

### 3.3 放射性核種・元素分析

分析対象は、 $\gamma$ 線放出核種、 $^3\text{H}$ 、 $^{14}\text{C}$ 、 $^{90}\text{Sr}$ 、 $^{129}\text{I}$ 、 $^{239+240}\text{Pu}$ 、 $^{241}\text{Am}$ ・ $^{244}\text{Cm}$ 、F、Ra 及びUの10項目である。

$\gamma$ 線スペクトロメトリーは47都道府県を対象とし、分析対象核種は原則として $^{137}\text{Cs}$ 等の人工放射性核種及び $^{40}\text{K}$ としている。その他の放射化学分析及び元素分析は、原子力施設立地道府県のみが対象である。

#### (1) 試料分割法

前処理から測定までの分析操作により得られた分析結果を比較検討する（以下「前処理込み」という。）。また、 $\gamma$ 線スペクトロメトリーを行う試料では、分析機関が測定した試料を当センターでも測定し、分析結果を相互に比較して測定部分に関する技術を確認する（以下「測定のみ」という。）。なお、同一試料について前処理込みと測定のみデータを比較することにより、前処理操作と測定技術を区別して検討することができる。

#### (2) 標準試料法

分析比較試料を分析機関に配付し、その分析結果を基準値（添加値または値付け値）と比較する方法である。分析比較試料の種類及び目的を表3.1に示す。

分析比較試料には、測定器の校正状態を確認するための試料と分析操作全体を確認するための試料とがある。なお、調製に際して、既知量の放射性核種を添加した寒天、模擬土壌、海水、海産生物（すり身）、模擬牛乳及び陸水（ $^{90}\text{Sr}$ ）は社団法人日本アイソトープ協会の協力により調製し、その他の試料は、標準溶液の希釈あるいは当センターが環境試料を採取して調製した。

表 3.1 標準試料法における分析比較試料

調 査 方 法		調 査 目 的
対 象 試 料	対象核種又は元素	
<b>(1) γ線スペクトロメリー</b>		
寒天 (高さ 1~5 cm 5 試料)	$^{51}\text{Cr}$ 、 $^{54}\text{Mn}$ 、 $^{59}\text{Fe}$ 、 $^{57}\text{Co}$ 、 $^{60}\text{Co}$ 、 $^{88}\text{Y}$ 、 $^{109}\text{Cd}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 、 $^{139}\text{Ce}$	効率等の確認
模擬土壌	数核種添加	測定操作全般の確認
海水	$^{54}\text{Mn}$ 、 $^{59}\text{Fe}$ 、 $^{60}\text{Co}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 、 $^{144}\text{Ce}$	捕集操作の確認
海産生物 (すり身)	$^{54}\text{Mn}$ 、 $^{60}\text{Co}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 、 $^{144}\text{Ce}$ 、 $^{40}\text{K}$	灰化処理操作の確認
模擬牛乳	$^{131}\text{I}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 、 $^{40}\text{K}$	マリネ容器の効率確認
<b>(2) トリチウム分析</b>		
トリチウム水Ⅰ	$^3\text{H}$	分析操作全般の確認
トリチウム水Ⅱ		測定器の効率確認
トリチウム水Ⅲ (組織自由水)		分析操作全般の確認
<b>(3) 放射化学分析</b>		
放射性炭素Ⅰ	$^{14}\text{C}$	分析操作全般の確認
放射性炭素Ⅱ		測定器の効率確認
農作物	$^{90}\text{Sr}$	分析操作全般の確認
陸水		測定器の効率確認
ヨウ素-129 水	$^{129}\text{I}$	測定器の効率確認
土壌	$^{239+240}\text{Pu}$	分析操作全般の確認
土壌	$^{241}\text{Am}$ 、 $^{244}\text{Cm}$	
<b>(4) 元素分析</b>		
陸水	F、Ra、U	分析操作全般の確認
土壌	F、Ra、U	
海産生物	U	

### 3.4 積算線量測定

原子力施設立地道府県が行う積算線量測定に用いる積算線量計（熱ルミネセンス線量計及び蛍光ガラス線量計）を対象に、積算線量測定の妥当性を確認する。

#### (1) 分割法

原子力施設立地道府県のモニタリングポイント3か所に当センターの線量計を一緒に設置し、回収後それぞれの機関で積算線量を測定し、双方の結果を比較検討する。

#### (2) 標準照射法

当センターが分析機関の線量計に一定量の線量を照射し、その線量計を分析機関で測定した値と照射値とを比較する。校正定数等の妥当性確認に用いる。

#### (3) 分析機関標準照射法

分析機関が当センターの線量計に一定量の線量を照射し、その線量計を当センターで測定した値と照射量を比較する。各分析機関の線量計校正用 $\gamma$ 線標準照射装置及び照射線量の妥当性確認に用いる。

### 3.5 連続モニタによる環境ガンマ線量率測定

原子力施設立地道府県がモニタリングステーションに設置している低線量率測定用モニタ（NaI(Tl)シンチレーション検出器が主体）及び高線量率測定用モニタ（電離箱が主体）の測定値の妥当性を確認する。

#### (1) 低線量率比較法

分析機関が設置している低線量率測定用モニタ近傍の環境 $\gamma$ 線量率を当センターの測定器で測定し、分析機関の測定値と比較する。環境レベルの $\gamma$ 線量率測定の妥当性確認に用いる。

#### (2) 高線量率比較法

当センターが基準 $\gamma$ 線源及びX線発生装置を用いて各分析機関の高線量率測定用モニタ及び当センターの空気等価型電離箱に対して一定量の線量を照射し、結果を比較する。緊急時における高レベルの $\gamma$ 線量率測定の妥当性確認に用いる。

### 3.6 検討方法

当センターでは、あらかじめ分析工程毎の「不確かさ」に基づいた一定の検討基準を設け、各分析機関の分析・測定結果及びそれらに付されている記録等を参考にして分析・測定操作の妥当性等を確認している。検討基準から外れた場合には、分析機関の担当者と詳細な打合せを行い、また、必要に応じて再分析を行う等によりその原因を明確にしている。

### 3.7 平成17年度の調査結果

各分析機関の分析・測定結果は概ね良好であり、試料採取、分割、前処理、分析及び測定等の一連の操作はほぼ適正に実施されていたと考える。しかし、一部の分析・測定結果に検討基準を超えて差が見られるものがあり、技術上改善すべき点が若干見られた。

なお、本年度より、分析結果の評価にISO等が採用している $E_n$ 数の手法を取り入れ

た。

## (1) 放射性核種・元素分析

### ① $\gamma$ 線スペクトロメトリー

一部の分析・測定結果に検討基準を超えて差が見られた。その原因は、不適切なサム効果補正、サム効果の未補正、スペクトル解析における計算領域の設定不良、前処理方法の差異等によるものであった。差が見られた原因について分析機関及び当センターで検討し、再解析結果等が検討基準内であることを確認した。

なお、昨年度前処理操作に起因して差が見られたことについては、本年度分析機関で行う前処理への立会い、分析部位や処理法等を統一することにより改善された。

### ② トリチウム分析

一部の分析・測定結果に検討基準を超えて差が見られた。その原因は、バックグラウンド計数値の変動及び機器の計数効率の不適正によるものであった。

試料の再測定及び計数効率曲線(クエンチング補正曲線)を求め直すことにより、分析機関の分析結果は添加値等と一致した。

### ③ ストロニウム 90 分析

一部の分析・測定結果に検討基準を超えて差が見られた。その原因は、機器の計数効率の不適正、測定機器の不具合、回収率の不適正、水酸化第二鉄の損失によるものであった。また、安定元素の定量について差が見られた原因は、シュウ酸塩沈殿の洗浄不足、ICP-AES 測定時の共存物質の影響、転記ミス、内標準溶液の添加量の誤りによるものであった。

### ④ プルトニウム分析

一部の分析・測定結果に検討基準を超えて差が見られた。その原因は、測定の変動等と考えられた。

### ⑤ ラジウム分析

一部の分析・測定結果に検討基準を超えて差が見られた。その原因は、河底土試料中のラジウムの偏在によるものであった。

### ⑥ 放射性炭素、 $^{129}\text{I}$ 、Am・Cm、フッ素及びウラン分析

全ての分析機関で分析・測定操作上の問題はなかった。

## (2) 積算線量測定

一部の測定結果に検討基準を超えて差が見られた。その原因は、測定条件の違いによるものであった。

## (3) 連続モニタによる環境ガンマ線量率測定

NaI モニタの測定可能線量率の上限や電離箱モニタのエネルギー特性などを把握し、信頼性を確認することができた。また、昨年度一部の分析機関で見られた NaI モニタの不具合については、本年度改善されたことを確認した。なお、環境ガンマ線量率測定における検討基準は、 $E_n$  数ではなく、JIS の基準を参考とした。

## (4) 技術支援

8 分析機関からの要望に応え、トリチウム分析等に係る技術的な支援を実施した。

### 3.8 精度管理検討委員会

モニタリングデータの精度管理を計画的かつ効率的に推進するため、標記検討委員会（委員長：富永健東京大学名誉教授）が設置された。この検討委員会では、放射能測定法マニュアル原案作成、放射能分析確認調査及び環境放射能分析研修に関する実施方法、結果の評価等について検討審議がなされた。

また、この委員会の下に、より詳細な事項について検討を行うため、3つのワーキンググループが設置された。その1つである放射能分析確認調査ワーキンググループが3回開催され、本調査の各分析・測定結果の評価・検討にかかわること等についての指導、助言を受けた。

特に、新しい検討基準における不確かさの要因とその値について検討及び審議がなされた。

### 3.9 放射能分析確認調査技術検討会

本検討会は、放射能分析確認調査ワーキンググループ委員及び全国47都道府県の調査担当者が一堂に会して行われ、環境放射能分析及び環境放射線測定について、各分析機関が抱えている技術的問題点を解決するための情報交換を主な目的としている。

平成18年3月15日に東京国際フォーラムで放射能分析確認調査技術検討会を開催し、参加者は146名であった。

当センターから平成17年度分析確認調査の結果報告及び平成18年度の実施計画を説明した。引き続き、環境モニタリングに関する研究発表として、宮城県原子力センターの石川陽一氏から「降下物の放射能測定における大陸起源エアロゾルの影響」、静岡県環境放射線監視センターの鈴木敦雄氏から「浮遊塵中の全 $\alpha$ ・全 $\beta$ 放射能比について」、青森県原子力センターの武藤逸紀氏から「牛肉試料の灰化におけるCs損失量について」、岡山県環境保健センターの信森達也氏から「ウラン分析における高周波誘導結合プラズマ質量分析(ICP-MS)法に関する調査」、京都府保健環境研究所の藤波直人氏から「日本の気候区別空間線量率の年間最大値の月別出現頻度」、石川県保健環境センターの吉本高志氏から「核医学診断用RI投与者の接近に伴う空間放射線の変動について」、当センターの平出功から「中性子線量率の全国調査結果について」の発表があった。さらに、トピックとして、福井県原子力環境監視センターの吉岡満夫氏から「緊急時モニタリング(原子力防災/国民保護計画)」、講演として、気象研究所の廣瀬勝己氏から「大気海洋の人工放射能：過去の事例について」の発表があった。

## 4. 環境試料の放射能分析

### 4.1 調査概要

日本各地で採取された大気浮遊じん、降下物、陸水等各種環境試料及び各種食品の分析を行い、それらの試料中の $^{90}\text{Sr}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ の放射能濃度を把握した。なお、 $^{238}\text{Pu}$ 、 $^{239+240}\text{Pu}$ については平成16年度に採取された土壌試料中の濃度を把握した。

また、本調査の分析結果は、大気圏内核爆発実験、チェルノブイル原子力発電所事故などのように諸外国が発生源となる広域放射能汚染監視や国内の原子力施設等からの影響把握、さらに国の安全評価等に資するためのバックグラウンドデータとしても有用である。

### 4.2 調査内容

平成16年度後期あるいは平成17年度前期において、①全国47都道府県の各衛生研究所等が採取し、試料の灰化处理等所定の前処理を施した後に送付された各種環境試料及び食品試料、並びに②当センターが採取した降下物試料及び粉乳試料について $^{90}\text{Sr}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ を分析した。平成17年度に実施した分析対象試料と分析試料数を表4.1に示す。なお、 $^{238}\text{Pu}$ 、 $^{239+240}\text{Pu}$ については土壌試料についてのみ分析を行った。

分析方法は、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」（平成15年改訂）及び同シリーズ3「放射性セシウム分析法」（昭和51年改訂）、同シリーズ12「プルトニウム分析法」（平成2年改訂）に準じた。

### 4.3 平成17年度の調査結果

フォールアウトを監視するために分析している大気浮遊じん、降下物については、ほとんどの試料が検出下限値以下であった。また、過去に蓄積したフォールアウトの影響を調査するための試料（土壌、食品等）については、前年度と比較するとほぼ同程度であった。平成17年度に分析した各種環境試料の $^{90}\text{Sr}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 濃度を表4.2に示す。また、平成17年度に分析した土壌中の $^{238}\text{Pu}$ 、 $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度を表4.3に示す。

現在環境中に存在するこれら核種のほとんどは、昭和20年(1945年)から55年(1980年)にかけて米国、旧ソ連、中国等で行われた大気圏内核爆発実験によるものである。その濃度は、漸次減少していたが、昭和61年(1986年)に発生したチェルノブイル原子力発電所事故の影響で $^{90}\text{Sr}$ や $^{137}\text{Cs}$ が一時的に上昇した。しかし、その後は再び緩やかに減少し現在のレベルに至っている。

降下物、陸水、土壌、野菜類、日常食及び牛乳試料中の $^{90}\text{Sr}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 濃度の経年変化を図4.1に示す。

### 4.4 今後の調査

平成18年度も同様の調査を実施し、環境試料中の $^{90}\text{Sr}$ 等の濃度を把握するとともにバックグラウンドデータの蓄積を継続する。

表 4.1 平成 17 年度の分析試料数

試料名	平成16年度採取分	平成17年度採取分	合計
大気浮遊じん	64	56	120
降下物	238	264	502
陸水	11	57	68
土壌	0~5(cm)	39	75
	5~20(cm)	39	75
精米	34	11	45
野菜類	99	16	115
茶	19	19	38
牛乳	23	48	71
粉乳	12	6	18
日常食	58	36	94
海水	15	0	15
海底土	14	0	14
水産物	44	18	62
合計試料数	709	603	1312

表 4.2 環境試料中の<sup>90</sup>Sr、<sup>137</sup>Cs濃度（平成 17 年度分析分）

試料名 (単位)	分析 試料数	<sup>90</sup> Sr		<sup>137</sup> Cs		
		平均値	範囲	平均値	範囲	
大気浮遊じん (mBq/m <sup>3</sup> )	120	0.00049	0.00000 ~ 0.0019	0.00017	0.00000 ~ 0.0026	
降下物 (MBq/km <sup>2</sup> )	502	0.017	0.0000 ~ 0.21	0.011	0.0000 ~ 0.19	
陸水 (mBq/L)	上水	61	1.4	0.014 ~ 3.9	0.045	0.000 ~ 0.30
	淡水	7	2.0	0.057 ~ 4.2	0.16	0.009 ~ 0.43
土壌 (Bq/kg乾土)	0 ~ 5 (cm)	75	2.2	0.033 ~ 16	13	0.000 ~ 60
	5 ~ 20 (cm)	75	1.7	0.000 ~ 6.7	6.1	0.000 ~ 24
精米 (Bq/kg生)	45	0.0044	0.0000 ~ 0.018	0.010	0.0000 ~ 0.063	
野菜類 (Bq/kg生)	根菜類	57	0.12	0.0044 ~ 2.7	0.013	0.0000 ~ 0.37
	葉菜類	58	0.11	0.0048 ~ 1.9	0.038	0.0000 ~ 1.3
茶 (Bq/kg)	38	0.39	0.057 ~ 1.1	0.33	0.010 ~ 1.4	
牛乳 (Bq/L)	71	0.016	0.0018 ~ 0.034	0.013	0.0000 ~ 0.082	
粉乳 (Bq/kg粉乳)	18	0.14	0.0054 ~ 0.47	0.35	0.0033 ~ 1.5	
日常食 (Bq/人/日)	94	0.033	0.0080 ~ 0.10	0.024	0.0036 ~ 0.061	
海水 (mBq/L)	15	1.4	1.0 ~ 1.8	1.8	1.2 ~ 2.2	
海底土 (Bq/kg乾土)	14	0.072	0.000 ~ 0.17	1.4	0.040 ~ 4.5	
海産生物 (Bq/kg生)	魚類	33	0.0060	0.0000 ~ 0.025	0.087	0.024 ~ 0.22
	貝類	11	0.018	0.000 ~ 0.099	0.019	0.000 ~ 0.034
	藻類	8	0.021	0.0083 ~ 0.030	0.013	0.0038 ~ 0.019
淡水産生物 (Bq/kg生)	10	0.27	0.0049 ~ 0.97	0.19	0.018 ~ 0.56	

表 4.3 土壌試料中のプルトニウム濃度（平成 17 年度分析分）

試料名 (単位)	分析 試料数	<sup>238</sup> Pu		<sup>239+240</sup> Pu		
		平均値	範囲	平均値	範囲	
土壌 (Bq/kg乾土)	0~5 (cm)	48	0.014	ND ~ 0.12	0.46	0.010 ~ 3.4
	5~20 (cm)	48	0.0065	ND ~ 0.036	0.22	ND ~ 0.73

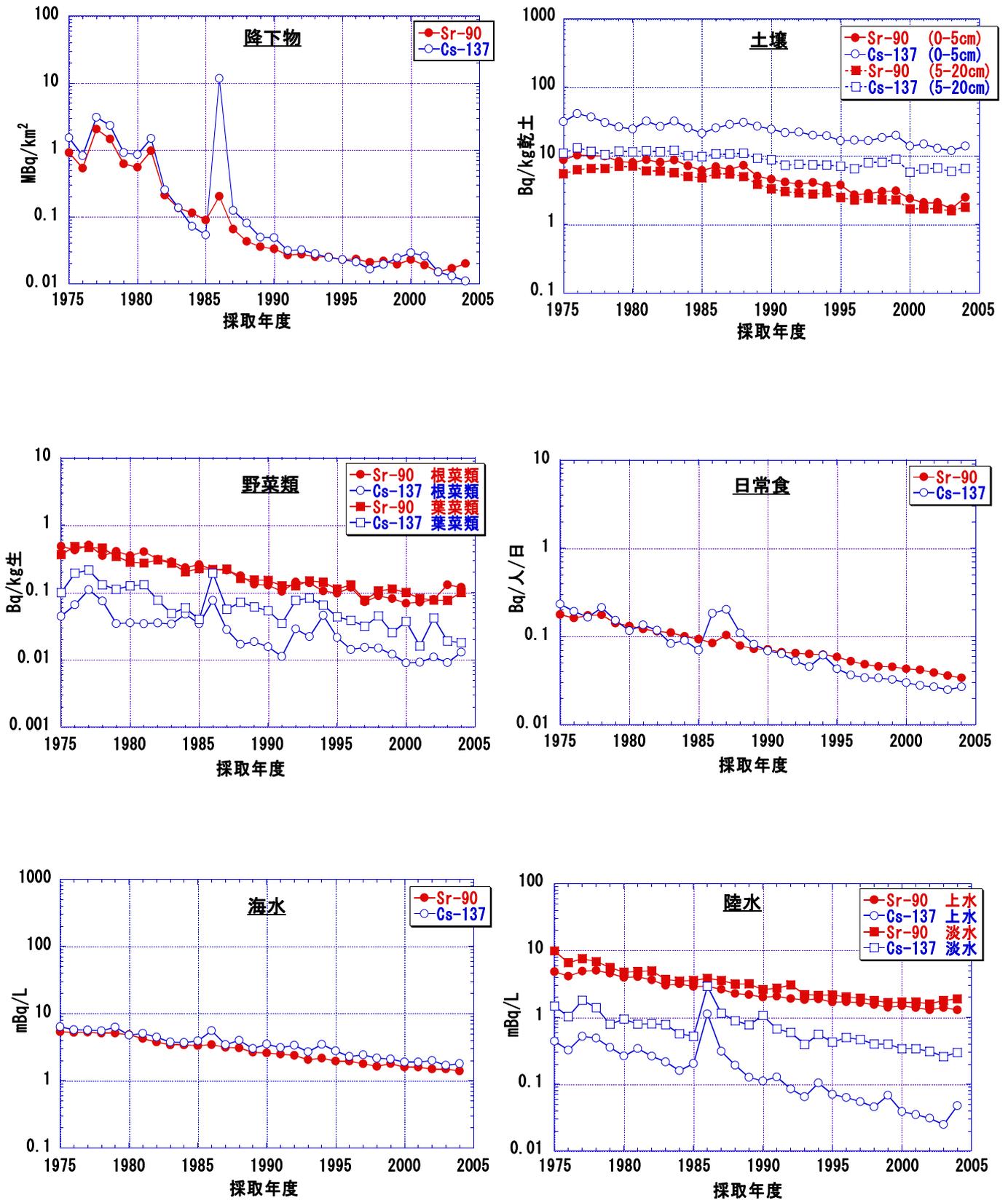


図4.1 各種環境試料中の $^{90}\text{Sr}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 濃度の推移(年平均値)

## 5. 自然放射性核種水準調査

### 5.1 調査概要

自然放射性物質からの職業人及び一般公衆の被ばくが懸念され、放射線審議会等で免除レベルあるいは規制の除外等の検討が進められている。そこで、従来の一般環境中の放射性物質の調査に加え、U、Th等の自然放射性核種の調査を文部科学省の委託により環境放射能水準調査の一環として併せて実施した。

本調査結果は、自然放射性核種による国民の被ばく線量評価に資するデータとして、また、自然放射性物質に係る社会問題が発生した際の比較対照データとしても有用である。

### 5.2 調査内容

土壌、海水（汽水等）、日常食、海産生物、ミネラルウォーター等の $^{238}\text{U}$ 、 $^{232}\text{Th}$ 及び $^{40}\text{K}$ 分析を実施した。土壌は、「土壌及び地質分類の分かっている土壌」及び「グラウンド、公園等の土壌」を宮城県、東京都及び愛知県の協力を得て入手した。日常食、海産生物等の試料については、従来の環境放射能水準調査用試料を用いた。平成17年度に実施した分析対象試料と分析試料数を表5.1に示す。

表 5.1 自然放射性核種水準調査の  
分析対象試料及び試料数

試料名	試料数
土壌	31
海水（汽水等）	4
日常食	20
海産生物	53
ミネラルウォーター	10
輸入食品（海産生物）	10
石炭灰、鉱石等	5
化学肥料	5
建築材料	5
コンシューマグッズ	5

### 5.3 調査結果

土壌及び地質分類の分かっている土壌については、 $^{238}\text{U}$ 及び $^{232}\text{Th}$ の放射能濃度は、宮城県、東京都及び愛知県ともに花崗岩が分布する地域で採取された試料は比較的高い値を示しており、それぞれの地質分布を反映した結果が得られた。また、採取地点で測定した空間放射線量率とこれら土壌中の $^{238}\text{U}$ 、 $^{232}\text{Th}$ 及び $^{40}\text{K}$ の放射能濃度から換算した線量率【 $\mu\text{Gy/h} = ^{238}\text{U}(0.462) + ^{232}\text{Th}(0.604) + ^{40}\text{K}(0.0417)$  ICRU REPORT 53 より】との間には図5.1に示すように相関関係が認められた。

なお、その他の試料については、文献値と同程度の値であった。土壌及び地質分類の分かっている土壌の分析結果を表 5.2 に示す。

#### 5.4 今後の調査

18 年度も引き続き同様の調査を実施し、環境試料中の<sup>238</sup>U等の濃度を把握するとともに、バックグラウンドデータの蓄積を継続する。

表 5.2 土壌及び地質分類の分かっている土壌の分析結果

採取地点	土壌（地質）*1	放射能濃度（Bq/kg 乾土）*2			線量率*3 （μ Gy/h）
		<sup>40</sup> K	<sup>232</sup> Th	<sup>238</sup> U	
宮城県	淡色黒ボク土（花崗岩質岩石）	770 ± 10	27 ± 0.2	27 ± 0.2	0.054
	褐色森林土壌 赤褐色系（砂岩粘板岩互層）	560 ± 10	32 ± 0.3	30 ± 0.2	0.057
	褐色森林土壌 赤褐色系（凝灰岩質岩石）	200 ± 6	14 ± 0.07	12 ± 0.07	0.029
	褐色森林土壌 黄褐色系（泥・砂・礫（沖積堆積物））	260 ± 7	39 ± 0.3	23 ± 0.2	0.036
	乾性褐色森林土壌 暗色系（新期安山岩質岩石）	150 ± 5	9.4 ± 0.21	7.1 ± 0.15	0.027
東京都	褐色森林土壌（礫岩・砂岩・泥岩互層）	740 ± 11	47 ± 0.3	38 ± 0.3	0.066
	黒ボク土壌（ローム）	160 ± 6	18 ± 0.2	16 ± 0.1	0.031
	黒ボク土壌（花崗岩質岩石）	420 ± 9	29 ± 0.2	19 ± 0.1	0.055
	褐色森林土壌（礫岩・砂岩・泥岩互層）	590 ± 10	37 ± 0.2	28 ± 0.2	0.075
	火山抛出品未熟土壌（火山砕屑物）	97 ± 3.9	1.6 ± 0.04	3.0 ± 0.02	0.017
愛知県	褐色森林土壌 黄褐色系（花崗岩質岩石）	940 ± 12	48 ± 0.3	28 ± 0.2	0.089
	褐色森林土壌（凝灰岩質岩石）	650 ± 12	57 ± 0.3	41 ± 0.2	0.10
	褐色森林土壌 赤褐色系（緑色片岩）	120 ± 5	18 ± 0.2	18 ± 0.1	0.030
	乾性褐色森林土壌（その他の片岩）	680 ± 11	33 ± 0.3	31 ± 0.2	0.047
	褐色森林土壌 黄褐色系（砂層を主とする地域）	710 ± 11	37 ± 0.3	30 ± 0.2	0.062

\*1 土壌分類は専門家による鑑定後のものである。

\*2 ガンマ線スペクトロメトリーによる測定結果（<sup>40</sup>K）及び ICP-MS による定量結果（<sup>232</sup>Th、<sup>238</sup>U）である。<sup>40</sup>K の誤差は計数誤差、<sup>232</sup>Th 及び <sup>238</sup>U の結果は 5 回繰り返し測定の平均値とその標準偏差である。

\*3 地上から 1 メートルの高さで計測した空間放射線量率の実測値である。

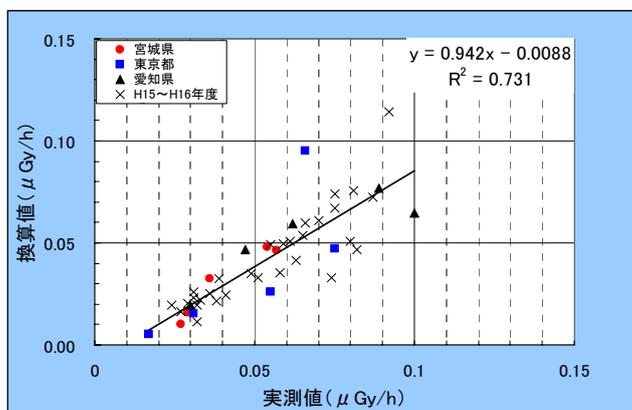


図 5.1 採取地点で測定した空間放射線量率と換算値の相関

## 6 再処理関連核種の調査

### 6.1 調査概要

本調査は、過去の核爆発実験等に起因して既に一般環境中に蓄積している長半減期核種のうち、再処理に関連した核種 ( $^{14}\text{C}$ 、 $^{99}\text{Tc}$ 、 $^{129}\text{I}$ 、Pu 及び $^{241}\text{Am}$ ) の全国的な分布状況、長期的変動及びその要因を把握する目的で、文部科学省の委託により環境放射能水準調査の一環として実施した。

わが国における再処理関連核種の分布状況を把握することは、再処理施設稼働後のモニタリング結果を評価する際のバックグラウンドデータとして有用である。

### 6.2 調査内容

北海道、岩手県、秋田県、兵庫県及び大分県の協力を得て、海水、海底土、海産生物（褐藻類）、土壌、牛乳、精米等を入手し、 $^{14}\text{C}$ （大気、精米）、 $^{99}\text{Tc}$ （海水、海産生物（褐藻類））、 $^{129}\text{I}$ （土壌、牛乳、海産生物（褐藻類））、Pu 及び $^{241}\text{Am}$ （土壌、海水、海底土、（海産生物（褐藻類））分析を実施した。平成 17 年度に実施した分析対象試料と分析試料数を表 6.1 に示す。

表 6.1 再処理関連核種の調査  
分析対象試料及び試料数

試料名	試料数
海水	5
海底土	5
海産生物（褐藻類）	5
土壌	10
牛乳（原乳）	5
精米	5
大気	22

### 6.3 調査結果

本調査で得られた $^{14}\text{C}$ 、 $^{99}\text{Tc}$ 、Pu 及び $^{241}\text{Am}$ 濃度レベルは、現在の環境レベルを反映したものであった。また、プルトニウム同位体の原子数比 ( $^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$ ) は、文献値と同程度であり、フォールアウトに起因するものと考えられたが、海洋試料（海水、海底土及び海産生物）ではわずかながら高めの傾向が確認できた。 $^{129}\text{I}$ については、その濃度レベルが非常に低いため中性子放射化分析法では一部の試料で不検出となったが、日本原子力研究開発機構（JAEA）むつ事業所に設置された加速器質量分析計（AMS）を利用して分析した結果、全て検出され、中性子放射化分析法で検出され

なかった試料を除き良く一致した。分析結果の一例として、 $^{99}\text{Tc}$  の結果（海水及び海産生物）を表 6.2 に、 $^{129}\text{I}$  の結果（土壌：深度 0～5cm）を表 6.3 に各々示す。

#### 6.4 今後の調査

18 年度も引き続き同様の調査を実施し、環境試料中の $^{14}\text{C}$ 等の濃度を把握するとともに、バックグラウンドデータの蓄積を継続する。

**表 6.2  $^{99}\text{Tc}$  分析結果**

試料名		採取地点	分析結果	単位
海水		北海道	1.2 ±0.05	μ Bq/L
		岩手県	0.93±0.092	
		秋田県	1.2 ±0.05	
		兵庫県	0.75±0.12	
		大分県	1.1 ±0.06	
海産生物 (褐藻類)	コンブ	北海道	5.4 ±0.02	mBq/kg 生
	コンブ	岩手県	4.3 ±0.02	
	ワカメ	秋田県	0.44±0.052	
	ワカメ	兵庫県	0.58±0.065	
	ワカメ	大分県	0.38±0.042	

**表 6.3  $^{129}\text{I}$  分析結果**

試料名	採取地点	$^{129}\text{I} / ^{127}\text{I}$ 原子数比	
		中性子放射化分析法	加速器質量分析法
土壌	北海道	$[8.7 \pm 1.5] \times 10^{-9}$	$[7.8 \pm 0.17] \times 10^{-9}$
	岩手県	$[9.1 \pm 2.1] \times 10^{-9}$	$[1.2 \pm 0.02] \times 10^{-8}$
	秋田県	$[4.5 \pm 0.48] \times 10^{-9}$	$[4.4 \pm 0.08] \times 10^{-9}$
	兵庫県	$(< 2 \times 10^{-8})$	$[5.9 \pm 0.20] \times 10^{-9}$
	大分県	$[4.1 \pm 0.83] \times 10^{-9}$	$[4.5 \pm 0.09] \times 10^{-9}$

## 7. 食品の放射能水準調査

### 7.1 調査概要

本調査は、チェルノブイル事故（昭和 61 年）を契機に、環境放射能水準調査の強化拡充の一環として、食品中の放射能レベルを把握するとともに、国民の食物摂取による内部被ばく線量の推定評価に資するデータを蓄積することを目的に、平成元年度より実施されている。本年度は、欧州の原子力施設を考慮し、欧州方面からの輸入量が多い海産食品について放射能調査を実施した。

### 7.2 調査内容

#### ①調査対象核種

以下の核種を調査対象とした。

- ・  $\gamma$  線放出核種
- ・  $^{90}\text{Sr}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 、 $^{239+240}\text{Pu}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{210}\text{Po}$ 、 $^{232}\text{Th}$ 、 $^{238}\text{U}$

#### ②調査対象食品

貿易統計（平成 15 年度）に基づき欧州方面（欧州及び北アフリカ等）から輸入されている海産食品を調査対象とした。調査対象食品は、輸入量の多い上位 50 食品を優先したが、流通市場の状況により、入手困難な場合には、入手可能な食品を購入した。

#### ③分析・測定方法

購入した食品の可食部について、乾燥・灰化等の前処理を行い、 $^{90}\text{Sr}$ 、 $^{137}\text{Cs}$  等の分析を実施した。なお、 $^{210}\text{Po}$  については、生試料及び乾物試料を分析に供した。

### 7.3 調査結果

#### ① $\gamma$ 線スペクトロメトリー

$\gamma$ 線スペクトロメトリーの結果検出された核種は、 $^{208}\text{Tl}$  [かれい(えんがわ) スペイン、赤にし貝 トルコ]、 $^{214}\text{Bi}$  [あじ ノルウェー、いわし加工品(オイルサーディン) フランス、かれい(えんがわ) スペイン、べにぎけ ロシア、まだら ロシア、赤魚 アイスランド、えび デンマーク、赤にし貝 トルコ]、 $^{137}\text{Cs}$  [50 試料中 36 試料で検出]、 $^{228}\text{Ac}$  [かれい(えんがわ) スペイン、赤にし貝 トルコ]、 $^{40}\text{K}$  [全ての試料で検出] であった。今回の調査結果は、過去の調査結果（平成元年度から平成 16 年度に実施した本調査で得られた結果）と同程度であった。また、フランス産のつづ貝から $^{106}\text{Ru}$ 、 $^{60}\text{Co}$ 、 $^{108\text{m}}\text{Ag}$  が検出された。 $^{106}\text{Ru}$ 、 $^{60}\text{Co}$  については、1970～1980 年代の日本における調査で検出例があるが（文部科学省ホームページ「日本の環境放射能と放射線」<http://www.kankyo-hoshano.go.jp>）、今回の調査結果はいずれもその調査結果の範囲内であった。また、 $^{108\text{m}}\text{Ag}$  については、検出例はなかった。

#### ② $^{90}\text{Sr}$ 及び $^{137}\text{Cs}$

$^{90}\text{Sr}$  を検出したのは、今年度分析した 50 試料のうち 2 試料でその濃度範囲は 0.037Bq/kg（赤にし貝 トルコ）～0.051Bq/kg（つづ貝 フランス）であった。

$^{137}\text{Cs}$  を検出したのは、50 試料のうち 41 試料でその濃度範囲は 0.015Bq/kg (たらばがに ノルウェー) ~0.64Bq/kg (くろまぐろ クロアチア) であった。今回の調査結果は、過去の調査結果と同程度であった。

$^{137}\text{Cs}$  の放射能濃度を図 7.1 に示す。

③  $^{239+240}\text{Pu}$

$^{239+240}\text{Pu}$  を検出したのは、50 試料のうち 7 試料でその濃度範囲は 0.00049Bq/kg (たらばがに ロシア) ~0.0011Bq/kg (にしんの卵 アイルランド) であった。今回の調査結果は、過去の調査結果と同程度であった。

④  $^{210}\text{Pb}$

$^{210}\text{Pb}$  はすべての試料から検出され、その濃度範囲は 0.062Bq/kg (さば加工品：白ワインマリネ フランス) ~1.3Bq/kg (くろまぐろ マルタ) であった。今回の調査結果は、過去の調査結果と同程度であった。

⑤  $^{210}\text{Po}$

$^{210}\text{Po}$  を検出したのは、50 試料のうち 49 試料でその濃度範囲は 0.024Bq/kg (さば加工品：しめさば ノルウェー、ずわいがに ロシア) ~3.2Bq/kg (たらばがに ロシア) であった。今回の調査結果は、過去の調査結果と同程度であった。

$^{210}\text{Po}$  の放射能濃度を図 7.2 に示す。

⑥  $^{226}\text{Ra}$

$^{226}\text{Ra}$  を検出したのは 50 試料のうち 13 試料でその濃度範囲は 0.089Bq/kg (まぐろ加工品：ツナ缶詰 フランス) ~0.32Bq/kg (つぶ貝 フランス) であった。今回の調査結果は、過去の調査結果と同程度であった。

⑦  $^{232}\text{Th}$  及び  $^{238}\text{U}$

$^{232}\text{Th}$  を検出したのは 50 試料のうち 42 試料でその濃度範囲は 0.000030Bq/kg (さば ノルウェー) ~0.14 Bq/kg (赤にし貝 トルコ) であった。今回の調査結果は、過去の調査結果と同程度であった。

$^{238}\text{U}$  はすべての試料から検出され、その濃度範囲は 0.00045Bq/kg (くろまぐろ スペイン、くろまぐろ モロッコ) ~0.13Bq/kg (ししゃも ノルウェー、つぶ貝 フランス) であった。今回の調査結果は、過去の調査結果と同程度であった。

#### 7.4 今後の調査

平成 17 年度は、欧州方面からの輸入量が多い海産食品 (50 食品) について放射能調査を行った。海産食品については、放射能濃度の範囲が広いことが知られており、平成 18 年度においても本年度と同様の調査を行い、海産食品のさらなるデータの充実を図る。

(Bq/kg)

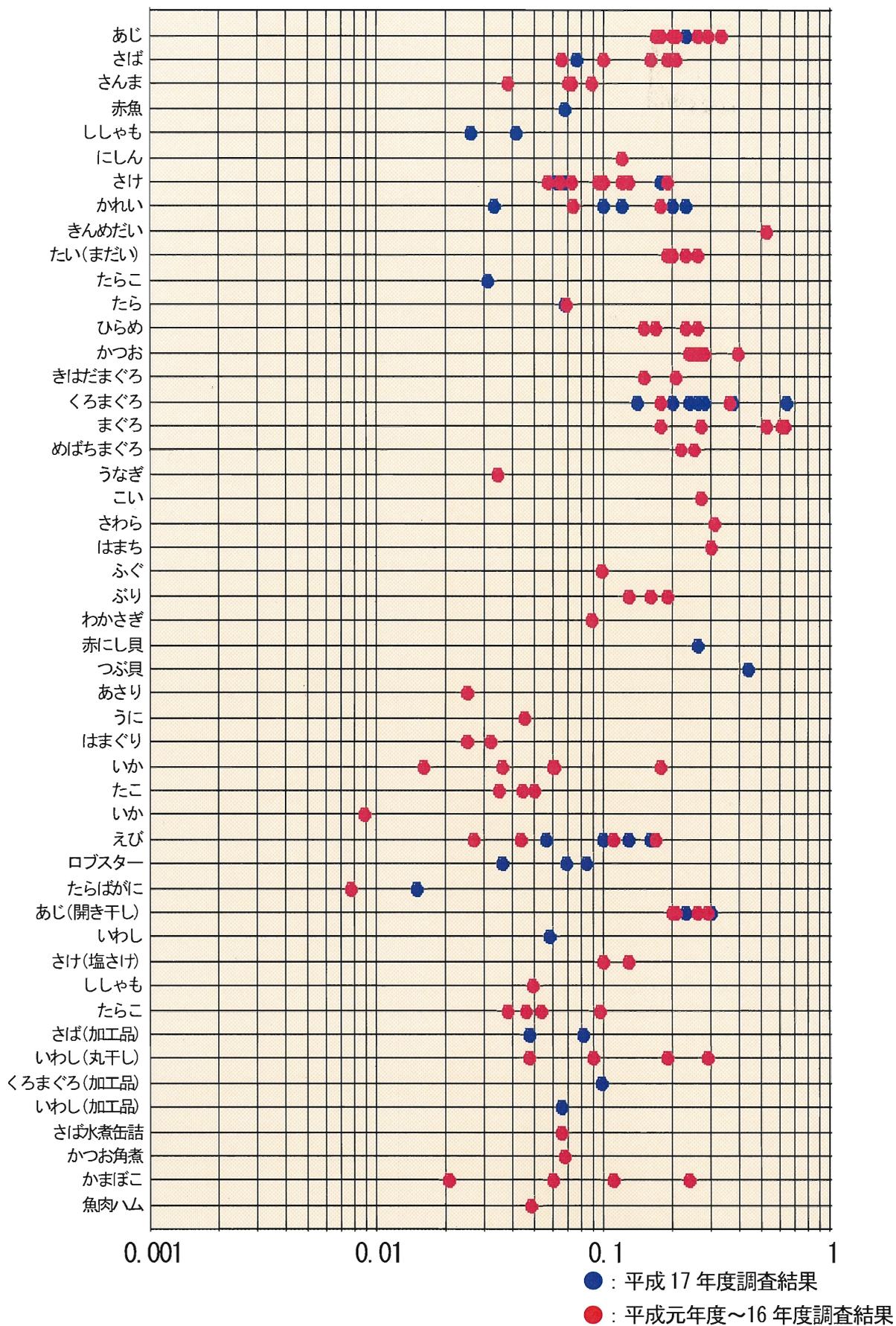


図 7.1  $^{137}\text{Cs}$  の放射能濃度

(Bq/kg)

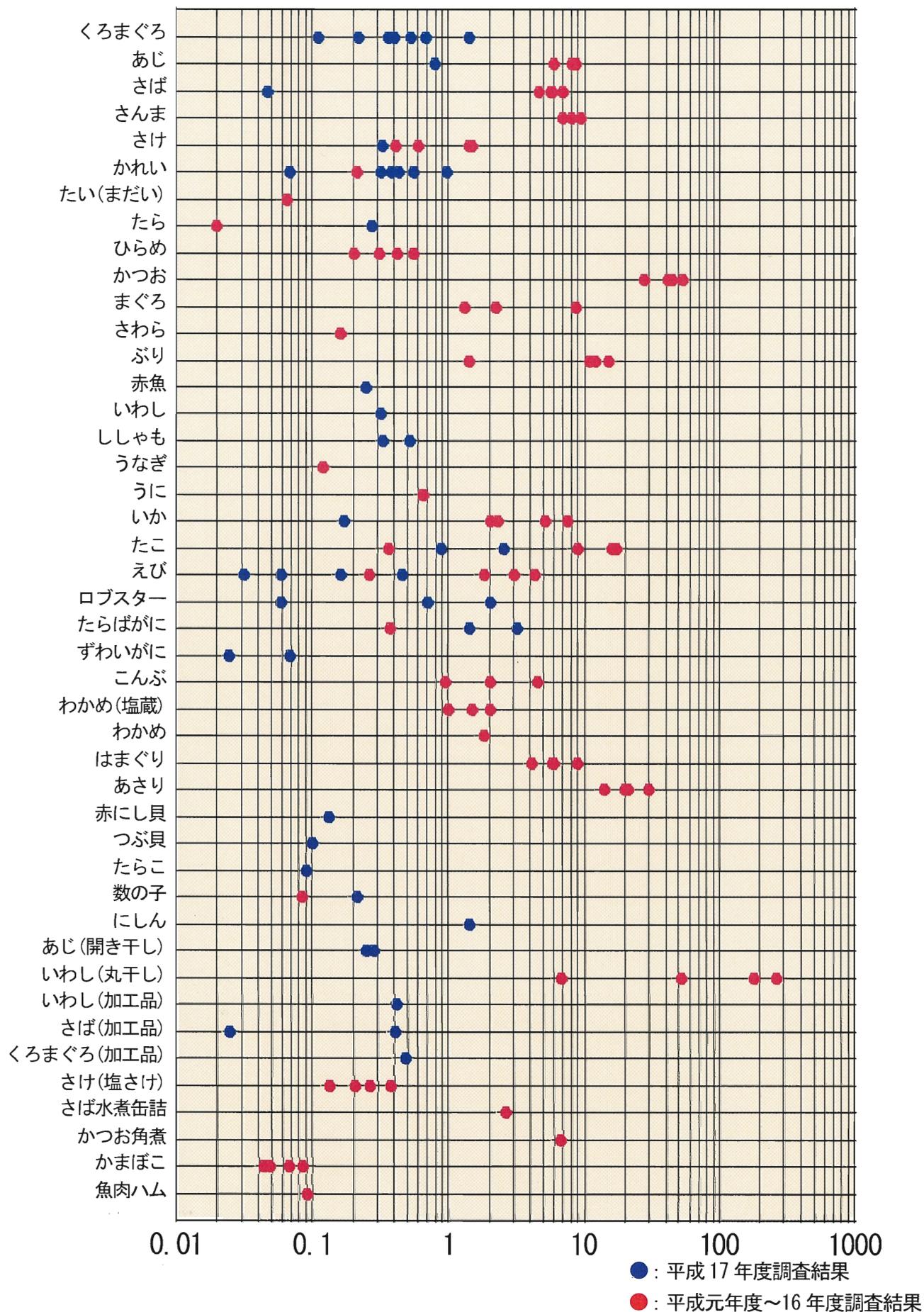


図 7.2  $^{210}\text{Po}$  の放射能濃度

## 8. ラドン濃度測定調査

### 8.1 調査概要

当センターは、ラドン濃度が高いと予想される家屋、職場、学校を含めた建家を対象に調査を行い、知見を蓄積するとともに、国民のラドンによる被ばく低減化に資することを目的として、平成15年度からラドン濃度調査を実施している。

平成17年度は中国及び四国地方の後期調査並びに中部地方の前期調査を実施した。中部地方の前期調査は、測定に先立ち花崗岩地域に立地する家屋、家屋種や家屋の特徴等を把握するために、スクリーニング調査を行った。その結果から、ラドン濃度が高くなると予想される家屋を約2000軒抽出し、調査を開始した。中国及び四国地方の調査は、前期調査に実施した家屋を引き続き測定した。

### 8.2 調査内容

パッシブ型ラドン測定器を半年毎に交換して、1年間を通して測定を行う長期間の調査と、その調査から見出されたラドン濃度が比較的高い家屋（180 Bq/m<sup>3</sup>以上）を測定する詳細調査を行った。

#### ①測定期間

測定期間は前期調査6ヶ月、後期調査6ヶ月の1年間である。中国及び四国地方の後期調査は、平成17年2月から平成17年7月であり、中部地方の前期調査は平成17年6月から平成17年11月まで実施し、引き続き後期調査を平成17年12月から行っている。

#### ②調査対象地域及び家屋

調査対象地域は、中国及び四国地方（岡山県、広島県、山口県、島根県、鳥取県、愛媛県、香川県、徳島県、高知県）及び中部地方（新潟県、富山県、石川県、福井県、山梨県、長野県、岐阜県、静岡県、愛知県）であり、その中で花崗岩地域に立地する家屋、土壁、井戸等を有する家屋、気密性の高い家屋、地下室のある家屋等を中心に選定し測定を行った。

#### ③設置方法

ラドン測定器を1家屋につき1台配付し、建家管理者の滞在時間が長い居間又は寝室に設置した。調査対象となった家屋の構造、建築様式、周辺の状況や建家管理者の生活状況等に関する情報は別途アンケート方式で調査を行った。

#### ④ラドン測定器

調査に用いた測定器は Radosys 製パッシブ型ラドン測定器(Raduet)である(図8.1)。

この測定器は全体が導電性のプラスチック製で、測定器内部の中心に検出部としてCR-39フィルムが装着されている。外気は、本体と蓋の隙間から測定器内部に拡散する。

#### ⑤詳細調査

詳細調査は、長期間の屋内調査において比較的高いラドン濃度が測定された家屋について、調査家屋の建家管理者に意向を確認した上で行う調査である。

半年間の調査で比較的高いラドン濃度が測定された結果を建家管理者に報告した後、調査で測定した部屋に加え、その他の部屋にラドン測定器を約1ヶ月間設置し、家屋内の部屋毎のラドン濃度について調査した。

なお、測定期間中は窓を頻繁に開ける等、換気に注意するよう依頼した。

### 8.3 調査結果

中国・四国地方を対象に一年を通して測定した家屋数は2039軒であった。その結果を図8.2に示す。年間の算術平均値は19.0 Bq/m<sup>3</sup>、最大値は398 Bq/m<sup>3</sup>であった。また、詳細調査を実施する必要があるラドン濃度レベル（180 Bq/m<sup>3</sup>以上）の家屋は前期調査で3軒、後期調査で5軒見出された。

中部地方の調査結果（前期調査）の解析に用いた家屋数は、引越しや測定器の破損等の家屋を除き2031軒であり、その平均ラドン濃度は10.7 Bq/m<sup>3</sup>、最大値は117 Bq/m<sup>3</sup>であった。

詳細調査は、建家管理者の意向を確認し4軒の家屋について実施した。そのうち1軒の家屋については、測定した全ての部屋でラドン濃度が180 Bq/m<sup>3</sup>以上であった。このことから特定の部屋のみが高いのではなく、家屋全体のラドン濃度が高いことがわかった。他の3軒の家屋のラドン濃度は180 Bq/m<sup>3</sup>以下であり、これは日常の換気の励行によりラドン濃度が低減したと考えられる。

### 8.4 今後の調査

平成18年度は、中部地方の後期調査を実施するとともに、新たに東北及び九州地方を対象とした調査も行う。また、ラドン濃度が比較的高い家屋が見出された場合には建家管理者の意向を確認の上、詳細調査を実施する予定である。



図8.1 パッシブ型ラドン測定器

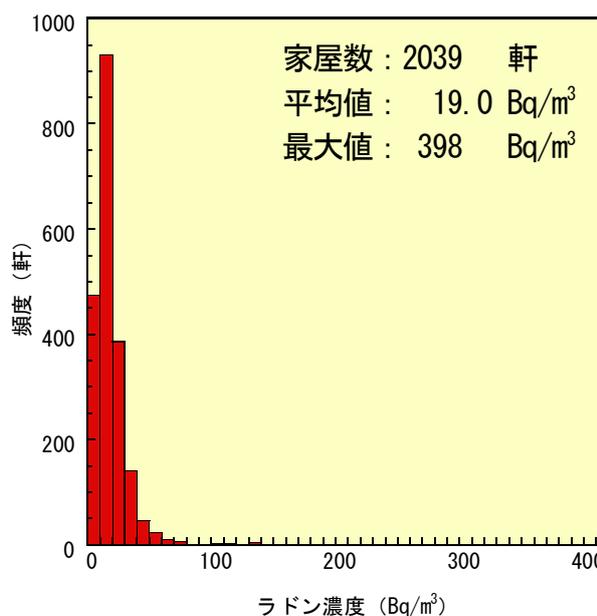


図8.2 中国・四国地方のラドン濃度の頻度分布

## 9. 中性子線量率の水準調査

### 9.1 調査概要

環境中の中性子に関する調査は、線量が微弱であることと、その測定の困難さから非常に少なく、航空機高度や高緯度地域における調査、加速器周辺の漏洩中性子の測定に限られており、日本のような低緯度地域における一般環境中の中性子の分布については明らかにされていなかった。このような状況に鑑み、当センターは文部科学省からの委託を受け、全国 47 都道府県において中性子線量率の測定（以下「全国調査」という。）を行った。

平成 17 年度は前年度に引き続き、千葉県他 10 県において、原則 5 地点/県について中性子線量率の現地調査を実施した。

### 9.2 調査内容

全国調査には、サーベイメータ型レムカウンタ（直径 2 インチ 5 気圧  $^3\text{He}$  比例計数管）を原則として 9 台使用して中性子線量率の測定を実施するとともに、測定地点の緯度、経度、高度、気圧、気温の測定を実施した。さらに、中性子線量率の他に NaI 検出器を用いた  $\gamma$  線量率測定及び 3MeV 以上のエネルギー領域の計数率（宇宙線電離成分の評価のために用い、以下「 $>3\text{MeV}$  計数率」という。）測定、電離箱線量計を用いた線量測定を行った。測定地点は、測定対象の遮へい物になるようなものが周囲に存在しない平坦な場所を選定し、検出器を軽貨物自動車の荷台に積載した状態で、地表面より約 1m の高さで測定した。

全国調査と並行して、調査期間中の太陽活動に伴う宇宙線強度の変動を把握するため、千葉市の当センター敷地内において、中性子線量率等の連続測定（以下「定点観測」という。）を実施した。定点観測においては、エリアモニタ型レムカウンタ（直径 5 インチ 5 気圧  $^3\text{He}$  比例計数管）を用いて中性子線量率を測定する他、NaI 検出器を用いた  $>3\text{MeV}$  計数率測定及び気圧の測定を行った。

また、環境における中性子の線量率を適切に評価するためには、そのエネルギー分布の情報が重要であるため、環境中の中性子スペクトル測定も実施している。平成 17 年度は降雨・積雪による環境中性子のエネルギー分布の変化等を把握するため、千葉県（当センター敷地内の屋外）及び石川県において中性子スペクトル測定を行った。

### 9.3 調査結果

全国調査における中性子線量率の範囲（地点数 240）は太陽活動補正值で 2.9 nSv/h（東京都・小笠原村）～21.8 nSv/h（静岡県・富士山 5 合目）であった（測定場所の高度（気圧）補正は行っていない）。都道府県内でのレベルを把握するため、人があまり居住していない山間部での測定も実施しているので、すべての測定結果を用いて日本の平均値を算出することは適切ではない。そこで、47 都道府県庁所在地（測定値に建物等の影響が見られた場合のみ近傍の他の都市）の測定結果を用いて日本の平均値を算出した結果を図 9.1 に示す。全国における中性子線量率の平均値は 4.0 nSv/h であった。

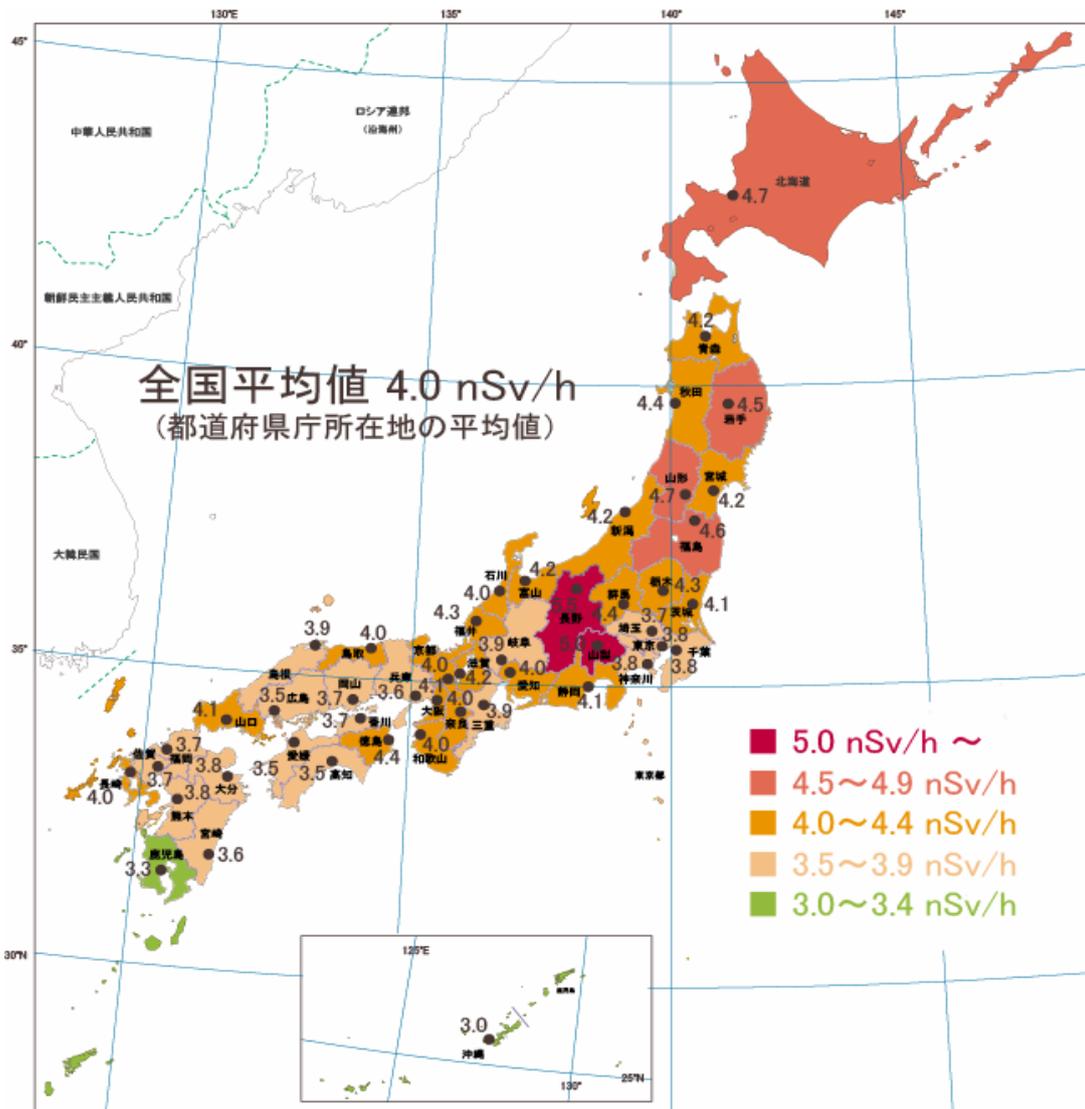
定点観測については、世界中で観測されている中性子強度と当センターで測定した

中性子強度とを比べると、その変動が一致した傾向を示すことが確認された。ただし、中性子強度の変動幅は緯度によって異なり、緯度が高いほど変動は大きかった。

中性子スペクトル測定では降雨や積雪によってスペクトル形状に大きな変化は見られなかった。

#### 9.4 今後の調査

平成 18 年度からは太陽活動に伴う中性子線強度の変動を把握するため、当センターにおいて中性子線量率及び中性子スペクトルの連続測定を実施する。



- ・都道府県庁所在地の測定値を基に色分けした。実際には同一都道府県内であっても高度や緯度によって中性子線量率は異なる。
- ・原則として都道府県庁所在地での値であるが、建物や積雪の影響がある場合には、近傍の他の都市(青森県:平川市、福井県:敦賀市、長崎県:佐世保市)の値を用いた。
- ・サーベイメータ型レムカウンタによる測定値(周辺線量当量)であり、測定エネルギー範囲は熱~約 20MeV である。
- ・高度による影響を残すため、気圧補正は行っていない。
- ・太陽活動の影響を補正した値(2004 年 7 月相当値)である。

図 9.1 中性子線量率測定結果 (nSv/h)

## 10. 環境放射線データ収集及び公開

### 10.1 概要

本事業は、文部科学省、関係省庁、都道府県が実施した環境放射線（能）に関する調査・研究成果を収集し公開するとともに、環境における放射線（能）の水準及び公衆の被ばく線量を把握するための基礎データを提供することを目的としている。

### 10.2 データ収集及びデータベースへの登録

原子力艦寄港に伴う放射能調査、関係省庁（農林水産省等）が実施した放射能調査、47 都道府県及び当センターが実施した環境放射能水準調査、ラドン濃度測定調査、食品試料放射能水準調査、原子力施設立地道府県が実施した原子力施設周辺の環境放射線モニタリング、海洋生物環境研究所が実施した海洋環境放射能総合評価事業に関する海洋放射能調査の他、国外の環境放射能調査等の調査報告書の収集を行った。

収集した報告書については、試料名、採取地点名、放射能値、単位等の種々のデータが様々な形式で記載がなされているため、一定の様式に整理（標準化）後、環境放射線データベースへの登録を行った。

平成 17 年度に収集した報告書及びデータ登録件数を表 10.1 に示す。平成 18 年 3 月末現在、登録件数は約 308 万件となった。

### 10.3 収集した報告書の電子文書化

紙面劣化対策及び火災等による損失対策の他、省スペース、報告書自体の有効活用のため、収集した放射能水準調査結果報告書等を電子文書化した。

収録した報告書を表 10.2 に示す。

### 10.4 データの提供・公開

環境放射線データベースに登録されたデータをもとに総括資料（データ集）を作成した。

また、文部科学省のホームページ「日本の環境放射能と放射線\*1」において、各種試料中の放射能濃度分布図等を掲載した他、環境放射線データベースの検索機能及び作図作表の機能を整備した。

\*1 : <http://www.kankyo-hoshano.go.jp/>

#### (1) データ集の作成

データベースに登録したデータを用いて、環境放射能の水準を示すデータ表及び経年変化図等にとりまとめ、平成 15 年度環境放射能水準調査総括資料、平成 15 年度原子力発電施設等周辺の環境放射線監視結果総括資料の 2 種の総括資料を作成した。

#### (2) ホームページによるデータ公開

データベースに登録した情報を広く公開するため、ホームページ「日本の環境放射能と放射線」に、各種試料中の放射能濃度分布図等を掲載した。ホームページの掲載内容の充実、更新を行うとともに、ページ全般をリニューアルした。

図 10.1 にホームページのアクセス数の推移を、図 10.2 にトップページを示す。

この他、データベースに登録したデータの有効利用を図るため、「食品から受ける放射線量」のページを開設し、預託実効線量の計算ができるようにした。

また、本ページでは、利用者の理解に役立てられるように、用語の説明や預託実効線量の計算方法の解説ページを設けた。

「食品から受ける放射線量」のトップページを図 10.3 に示す。

**表 10.1 収集報告書及びデータ登録件数**

報告書名（調査年度）	データ収録件数		収録年度
	17年度	総計	
原子力艦の寄港に係る放射能測定結果報告書 （出港時及び出港後調査・定期調査） （平成16年度及び平成17年度の一部）	2,728	84,091	昭和49年度～平成17年度
環境放射能水準調査 ・環境放射能水準調査報告書(平成16年度) ・ラドン濃度測定調査結果報告書(平成16年度) ・食品試料の放射能水準調査報告書(平成16年度) ・自然放射性核種・再処理関連核種調査 （平成15年度～16年度） ・関係省庁放射能調査報告書 防衛庁(平成15年度)第63報 農林水産省(平成15年度) 海上保安庁(平成15年) 気象庁(平成15年)第87号 環境省(平成15年度～16年度)	36,411 2,131 462 822  84 4,344 626 164 2,088	1,007,571 13,592 18,157 822  99,052	昭和36年度～平成16年度 平成5年度～平成16年度 平成元年度～平成16年度 平成15年度～平成16年度  昭和32年度～平成16年度
原子力施設周辺の環境放射線監視 ・監視結果報告書(17道府県)(平成16年度) ・海洋放射能調査結果((財)海洋生物環境研究所) （平成16年度）	62,623 5,135	1,448,957	昭和39年度～平成16年度
劣化ウラン含有弾誤使用問題に係る久米島環境調査	—	328	平成8年度～平成13年度
国外における環境放射線調査結果(香港天文台等)	17,869	405,818	昭和32年度～平成15年度
総計	135,487	3,078,388	

（平成18年3月末現在）

表 10.2 電子文書化した主な報告書等

報 告 書 名	調 査 年 度
原子力艦の寄港に係る放射能測定結果報告書	昭和 48 年度～平成 15 年度
関係省庁放射能調査報告書 防衛庁 農林水産省 海上保安庁 気象庁	昭和 36 年度～平成 15 年度 昭和 32 年度～平成 15 年度 昭和 32 年度～平成 14 年度 昭和 30 年度～平成 14 年度
環境放射能水準調査報告書	昭和 32 年度～平成 15 年度
環境放射線監視調査報告書	昭和 41 年度～平成 15 年度
海洋放射能調査報告書	昭和 59 年度～平成 15 年度
劣化ウラン含有弾誤使用問題に係る久米島環境調査	平成 9 年度～平成 13 年度
環境放射能調査研究成果論文抄録集	昭和 33 年度～平成 15 年度
Radioactivity Survey Data in Japan	昭和 38 年度～平成 15 年度

(平成 18 年 3 月末現在)

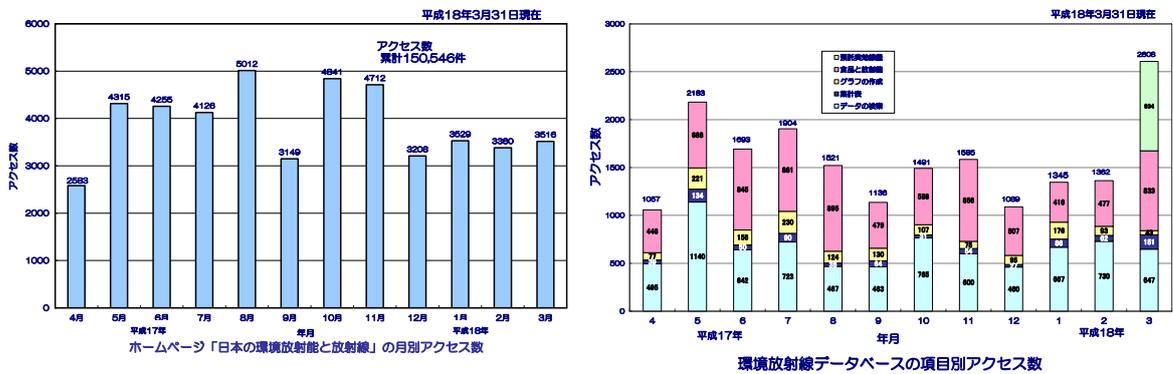


図 10.1 ホームページのアクセス数



図 10.2 ホームページ「日本の環境放射能と放射線」トップページ

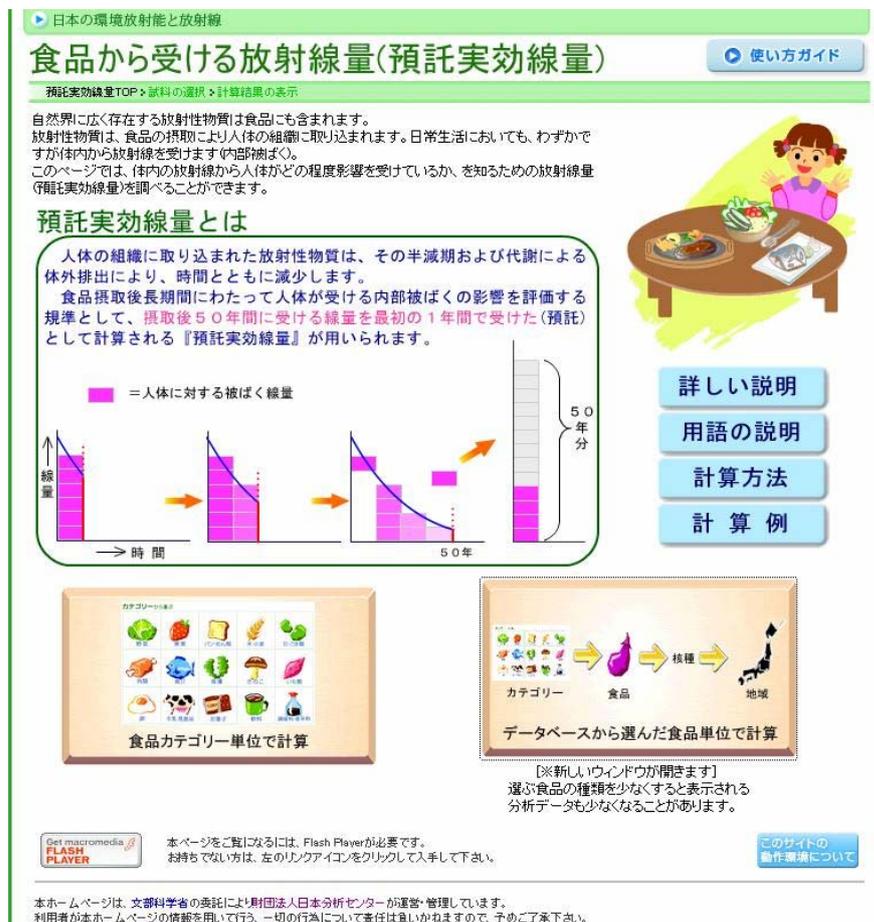


図 10.3 「食品から受ける放射線量」トップページ

## 11. 環境試料測定法調査

### 11.1 調査概要

再処理施設の事故時においては、環境中に放出される核種が原子炉施設の場合と異なるため、使用済み核燃料中に含まれるPu等の長半減期核種に着目した、迅速な環境放射線モニタリング手法が必要である。

このため、平成8年度より科学技術庁（現文部科学省）から委託事業「環境試料測定法調査」を受け、各種環境試料（大気浮遊じん、土壌、降下物、飲料水、牛乳及び葉菜）中のPu同位体、 $^{241}\text{Am}\cdot\text{Cm}$ 同位体、 $^{129}\text{I}$ 等を迅速に定量するための前処理法、化学的な分離・精製法及び測定法を検討し、試料採取後24時間以内に分析結果を得る迅速分析法マニュアル原案の作成を行っている。

平成17年度は、平成16年度までに作成した迅速分析法マニュアルについて、「原子力施設等の防災対策について（防災指針）」において飲食物摂取制限の指標が定められている食品（乳製品、穀類、肉、卵及び魚介類）や、指標生物及び生体試料（尿、糞）を対象を拡大し、それぞれの迅速分析法マニュアル原案を作成した。また、既存の放射能測定法シリーズ（全32巻）を分類し、使用目的に応じて利用しやすいように統合するとともに、比較的使用頻度の高い放射能測定法シリーズ（ $^3\text{H}$ 、U、Puの各分析法）の内容を充実するための検討を行い、改訂原案を作成した。これまでの迅速分析法の作成過程を表11.1に示す。

### 11.2 調査内容

#### (1) 食品、指標生物及び生体試料への迅速分析法の応用・拡大

平成16年度までに作成した迅速分析法マニュアルのうち10種類の迅速分析法（① $^3\text{H}$ 、② $^{14}\text{C}$ 、③ $^{90}\text{Sr}$ 、④ $^{99}\text{Tc}$ 、⑤ $^{129}\text{I}$ 、⑥ $^{237}\text{Np}$ 、⑦Pu、⑧ $^{241}\text{Pu}$ 、⑨ $^{241}\text{Am}\cdot\text{Cm}$ 及び⑩全 $\alpha$ 放射能）について、食品、指標生物及び生体試料を対象を応用・拡大するために、主に前処理法（燃焼法、乾式分解法、湿式分解法等）の検討を行い、それぞれの迅速分析法マニュアル原案を作成した（図11.1参照）。前処理法の妥当性の検証は、当該核種の実試料への添加回収試験等により行った。

#### (2) 文部科学省放射能測定法シリーズの改訂

既刊の文部科学省放射能測定法シリーズのうち、「トリチウム分析法（平成14年）」、「ウラン分析法（平成14年）」及び「プルトニウム分析法（平成2年）」について、分析法改良のための検討結果を基に分析方法を一部改訂し、それぞれのマニュアル改訂原案を作成した。主な改訂箇所は以下のとおりである。

- ①トリチウム分析法：電解濃縮法の操作手順、電極材質の追加等
- ②ウラン分析法：土壌の全分解法の追加、電着条件の最適化等
- ③プルトニウム分析法：Puの還元条件及び分離・精製条件の最適化等

#### (3) 文部科学省放射能測定法シリーズの整理・統合

文部科学省放射能測定法シリーズとしてこれまで30年以上の間にわたって制定さ

れてきた 32 巻について、本シリーズの利用者が使いやすいように体系的な整理を行った。

平常時モニタリングと緊急時モニタリングを大別し、次いで空間放射線測定と環境試料中の放射能測定の調査項目別に分離し、さらに放射能測定は測定核種毎にまとめるなど、階層別に整理した。また、環境放射線モニタリングにおいて、本シリーズの利用者が試料採取から分析・測定における一連の工程が実施できる一貫したマニュアルとなるよう再編集した。整理・統合後の全体構成を表 11.2 に示す。

なお、これらの再編集作業において、書式、用語、単位等の統一も併せて行った。

表 11.1 迅速分析法の作成過程

主要事項／年度	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
プルトニウム241の定量法の検討・確立	← 検討 →			マニュアル 原案作成			○制定			
アメリシウム241、キュリウム244の定量法の検討・確立					← 検討 →	マニュアル 原案作成			○制定	
全アルファ放射能の定量法の検討・確立					← 検討 →	マニュアル 原案作成			○制定	
ヨウ素129の定量法の検討・確立					← 検討 →	マニュアル 原案作成			○制定	
γ線放出核種の定量法の検討・確立					← 検討 →	適応性の検討	マニュアル 原案作成		○制定	
トリチウム、炭素14、ストロンチウム90等のβ線放出核種の定量法の検討・確立							← 検討 →		マニュアル 原案作成	
ネプツニウム237の定量法の検討・確立							← 検討 →	マニュアル 原案作成		
緊急時における環境試料採取法の検討・確立							← 検討 →	マニュアル 原案作成 (陸域)	マニュアル 原案作成 (海域)	
分析手法の食品等への応用・拡大										← マニュアル 原案作成 →
文部科学省放射能測定シリーズの統合及び内容の充実										← 統合マニュアル及び改訂マニュアル 原案作成 →

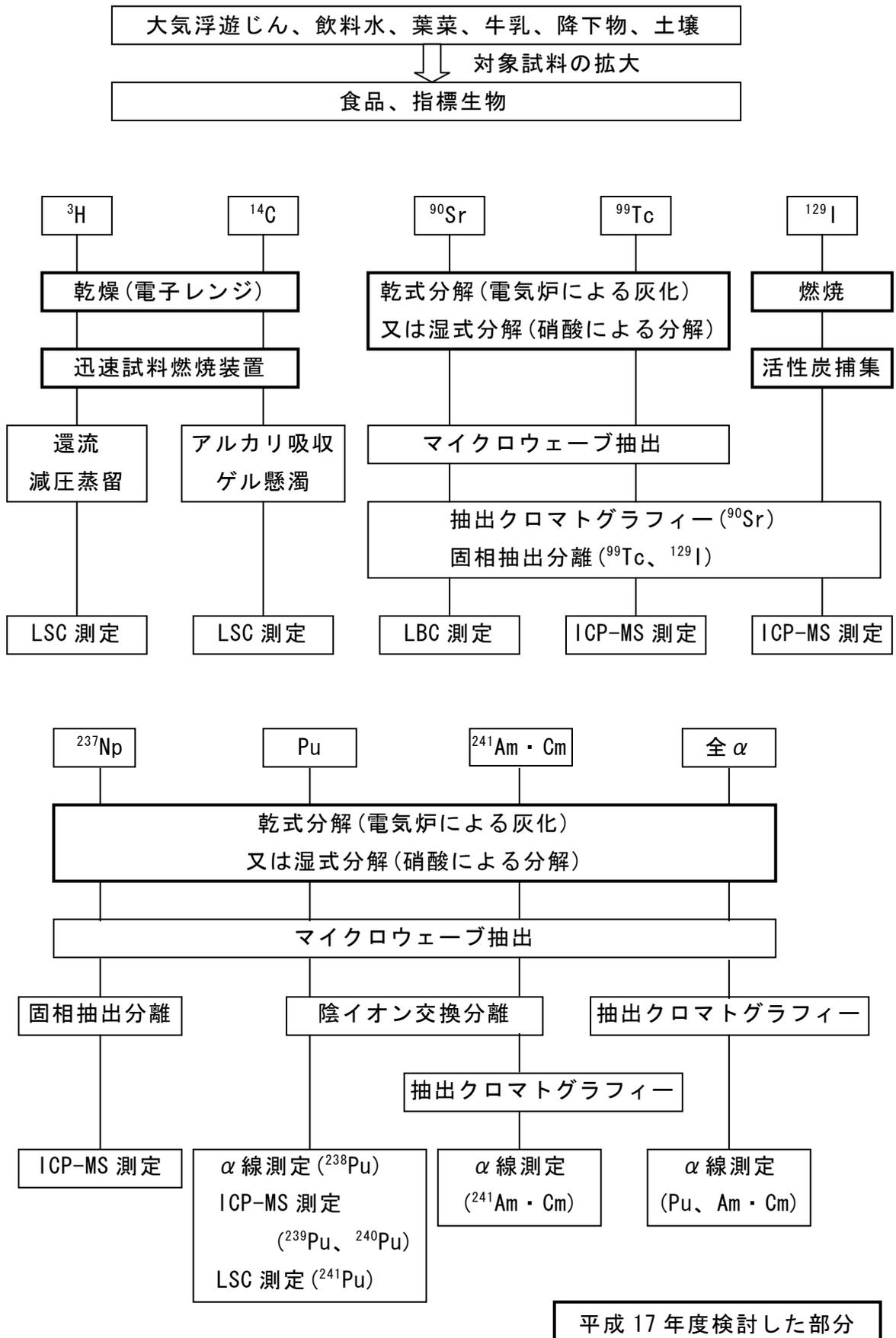


図 11.1 迅速分析法の概要

表 11.2 放射能測定法シリーズの全体構成

大分類		分析・測定法	内容(引用する測定法シリーズ)
中分類			
1.構成と概要			
2.平常時モニタリング			
空間放射線測定	①空間放射線量率	連続モニタによる環境γ線測定法 空間γ線スペクトロメリー	17.連続モニタによる環境γ線測定法 20.空間γ線スペクトル測定法
	②積算線量	熱ルミネセンス線量計を用いた環境γ線量測定法 蛍光ガラス線量計を用いた環境γ線量測定法	18.熱ルミネセンス線量計を用いた環境γ線量測定法 27.蛍光ガラス線量計を用いた環境γ線量測定法
環境試料中の放射能分析	①試料採取	環境試料採取法	16.環境試料採取法
	②全放射能測定	全β放射能測定法	1.全β放射能測定法
	③核種分析 (原子番号順)	Ge 半導体検出器によるγ線スペクトロメリー	16.環境試料採取法+13.ゲルマニウム半導体検出器等を用いる機器分析のための試料の前処理法+7.ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメリー
		NaI (TI) シンチレーション検出器によるγ線スペクトロメリー	6.NaI (TI) シンチレーションスペクトロメータ機器分析法
		トリチウム測定法 炭素 14 測定法 コバルト 60 測定法 ストロンチウム 89・90 測定法 ジルコニウム 95 測定法 ルテニウム 106 測定法 ヨウ素 129 測定法  ヨウ素 131 測定法 セシウム 137 測定法 セリウム 144 測定法 ラジウム測定法 ウラン測定法 プルトニウム測定法 アメリシウム測定法	9.トリチウム分析法+16.環境試料採取法の一部 25.放射性炭素分析法+16.環境試料採取法の一部 16.環境試料採取法+5.放射性コバルト分析法 16.環境試料採取法+2.放射性ストロンチウム分析法 16.環境試料採取法+8.放射性ジルコニウム分析法 16.環境試料採取法+10.放射性ルテニウム分析法 16.環境試料採取法+26.ヨウ素-129 分析法 +32.環境試料中ヨウ素 129 迅速分析法 4.放射性ヨウ素分析法+16.環境試料採取法の一部 16.環境試料採取法+3.放射性セシウム分析法 16.環境試料採取法+11.放射性セリウム分析法 16.環境試料採取法+19.ラジウム分析法 16.環境試料採取法+14.ウラン分析法 16.環境試料採取法+12.プルトニウム分析法 16.環境試料採取法+21.アメリシウム分析法+30.環境試料中アメリシウム 241、キュリウム迅速分析法
		プルトニウム・アメリシウム逐次測定法 液体シンチレーションカウンタによる放射性核種測定法	22.プルトニウム・アメリシウム逐次分析法 23.液体シンチレーションカウンタによる放射性核種分析法
3.緊急時モニタリング			
環境試料中の放射能分析	①全放射能測定	緊急時全α放射能測定法	31.環境試料中全アルファ放射能迅速分析法
	②核種分析 (原子番号順)	緊急時放射性ヨウ素測定法 緊急時γ線スペクトロメリーのための試料前処理法 緊急時γ線スペクトロメリー	15.緊急時における放射性ヨウ素測定法 24.緊急時におけるガンマ線スペクトロメリーのための試料前処理法 29.緊急時におけるガンマ線スペクトル解析法
		緊急時プルトニウム測定法	28.環境試料中プルトニウム迅速分析法

## 12. 放射性核種の分析法に関する対策研究（トリウム分析法）

### 12.1 概要

文部科学省は、原子力施設立地道府県等が環境放射能モニタリング等に用いる分析・測定法の斉一化を図るため、技術的進歩や社会的状況の変化に応じて放射能測定法シリーズを制定・改訂している。本研究はその分析・測定法マニュアルの原案作成を目的として行っている。当センターは、文部科学省からの委託として本研究を行っており、平成17年度は「トリウム分析法」に関する研究を行った。

トリウム( $^{232}\text{Th}$ )は、半減期が $1.405 \times 10^{10}$ 年の自然放射性核種で、「トリウム系列」を構成する一連の壊変系列の親核種である。自然界には、地球誕生以来地殻に存在するものや宇宙線により生成されたものなど、さまざまな放射性核種が存在し、これらの核種を含む物質は、自然起源の放射性物質(NORM、Naturally Occurring Radioactive Materials)と呼ばれている。それらの代表的なものにモナザイト、リン鉱石、チタン鉱石、鉱物砂などがあり、トリウムやウランが比較的多く含まれている。近年、これらの物質が幅広い分野で利用され、一般消費財としても多くの人に使用されるようになったことに伴い、放射線防護の観点からその中に含まれるトリウムやウランに対する関心はますます高まりつつある。

こうした背景のもと、自然放射線や自然放射性核種に対する安全面での適切な取り組みが求められてきており、トリウム分析法の斉一化が必要とされている。

本研究で作成したトリウム分析法マニュアル原案は、環境試料(NORMを含む)中のトリウム分析法をとりまとめたものである。

マニュアル原案作成に関しては、「トリウム分析法ワーキンググループ」（主査：廣瀬勝己、委員：金井豊、藤田博喜、藤波直人、山本政儀、吉田聡(敬称略、五十音順)）を設け、審議・検討を行った。また、クロスチェック等の協力を得た。

### 12.2 マニュアル原案の内容

トリウムは、ウラン、ラジウムと並んで人の被ばく線量に大きく寄与していることから、放射線防護において重要である。被ばく線量評価を行うにあたっては、試料中に含まれるトリウムの全量を分析する必要があることから、本マニュアルの試料前処理法として全分解法を取り入れた。また、すでに制定されているウラン分析法との整合性を図るために、土壌試料に対しては酸浸出法も併記した。

測定法としては、 $\alpha$ 線スペクトロメトリーに加え、極微量元素分析手法として近年急速に普及してきた誘導結合プラズマ質量分析法(Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry、以下「ICP 質量分析法」という。)を採用した。対象核種は、 $\alpha$ 線スペクトロメトリーでは $^{228}\text{Th}$ 、 $^{230}\text{Th}$ 及び $^{232}\text{Th}$ を、また、ICP 質量分析法では $^{232}\text{Th}$ とした。

分析対象試料は、大気浮遊じん、土試料(土壌、海底土)、水試料(海水、陸水)、生物試料(海産生物、農作物)に加え、NORMの代表とされるような各種の鉱石、コンシューマグッズ等も対象とした。

なお、付録にはトリウムの使用に関する法的手続きなど参考となる事項を記載し

た。

以下に、作成したマニュアル原案の概要を記す。

## 第1章 序論

本マニュアル原案作成に至った背景、分析法の概要及び分析目標レベル

## 第2章 試薬の調製

分析を行う場合に必要な試薬とその調製方法

## 第3章 $\alpha$ 線スペクトロメトリー

$\alpha$ 線スペクトロメトリーにより測定する場合の各試料の前処理方法、分離方法、電着による測定試料の作製方法、スペクトロメトリーの方法

## 第4章 ICP 質量分析法

ICP 質量分析装置により測定する場合の各試料の前処理法及び測定法

### 解説 A

作成したマニュアル原案の妥当性を確認するために実施したクロスチェックの結果

### 解説 B

鉍石試料中のトリウムを $\alpha$ 線スペクトロメトリーにより測定する場合の前処理（アルカリ溶融）と粗分離の方法

### 解説 C

鉍石、コンシューマグッズ等の難溶解性試料中のトリウムを ICP 質量分析装置により測定する際の試料の全分解法及び測定試料の調製法

## 13. 分析等受託事業

### 13.1 概要

当センターでは、文部科学省の委託・補助事業を主要業務として実施しているが、これら以外の受託業務も実施している。

平成 17 年度の依頼元は、文部科学省以外の内閣府や環境省等、青森県や鳥取県等の地方公共団体、原子力安全基盤機構等の独立行政法人、海洋生物環境研究所等の財団法人、電力会社等の民間企業である。その内容は、放射能分析、放射線測定が大部分である。

分析の目的は、精度管理の一環としてのクロスチェック、原子力施設周辺等の環境放射線モニタリングデータの取得等があげられ、比較的長期での継続的な依頼である。

また、公益法人としての社会貢献の一環として、ドーピング禁止物質の分析とシックハウス原因物質の濃度測定も実施した。

### 13.2 クリアランスレベル相当の放射線測定及び分析に関する調査

平成 17 年度に独立行政法人原子力安全基盤機構より標記調査を受託した。この調査は、クリアランス検認を受けた廃棄物が原子力発電所から一般の産業廃棄物として搬出された後、その廃棄物に放射性物質が混入していることが明らかになるかあるいはその疑いがある等の不測の事態が発生した場合を想定し、その状況把握のために必要な放射線測定及び放射能分析の方策について文献調査・検討実験を行うものである。

放射線測定に係る調査については、不測の事態が発生した状況やその汚染対象物に応じた放射線測定器をそれぞれ選定するとともに、それらの測定器の特徴、取扱上の留意点を整理した。また、これら測定器を用いて、コンクリート処理場等においてバックグラウンド測定を行った。その結果、Ge 半導体検出器を用いた現場測定 (in-situ 測定) により、 $\gamma$ 線スペクトルから核種を同定でき、また、その濃度も算出できることがわかった。なお、今後、その結果の妥当性について検討する必要がある。

放射能分析に係る調査については、分析センターで開発した分析法によれば、コンクリートや金属について、クリアランスレベルを十分満足できる分析目標レベルを確保できることがわかった。



図 13.1 Ge 半導体検出器を用いた現場での測定

### 13.3 クリアランス検認（東海発電所）に係る調査・検討

平成 17 年度に独立行政法人原子力安全基盤機構（以下「JNES」という。）より標記調査を受託した。この調査・検討で実施した内容は、以下のとおりである。

- ① 日本原子力発電東海発電所に設置されたクリアランス専用測定装置の性能を確認するため、国が JNES に製作を依頼した模擬線源を当センターで製作した。
- ② 製作した模擬線源がクリアランス専用測定装置の性能確認において使用できることを、JNES が実規模大で実証する際に、当センターが同規模線源の取扱い等運用管理を行った。
- ③ JNES を通じ日本原子力発電より試料の提供を受け、同サンプルを用いてクリアランスレベル相当の測定ができることを実際に分析測定を行い確認した。  
この結果、JNES が国に提供できる情報の基礎データ等を収集することができた。

### 13.4 海外の再処理施設周辺における環境放射線モニタリングの実態調査

平成 17 年度に、内閣府原子力安全委員会事務局より、標記の調査を受託した。本調査の目的は、既に海外において稼働している大型再処理施設周辺における環境放射線モニタリングの実態を把握することである。

海外において稼働中の主な大型再処理施設としては、イギリスの北部イングランドにある原子力廃止措置機関（NDA）のセラフィールド（Sellafield）再処理施設及びフランスのシェルブール近郊にある COGEMA のラ・アグ（La Hague）再処理施設がある。これらの大型再処理施設周辺における環境放射線モニタリングに係る関係法令、体制、手法等に着目し、施設周辺の環境放射線モニタリングに係る以下の調査を行った。

- ① 法令等の制度（法令等におけるモニタリングの位置づけ、指針等の整備状況、地域との協定等）
- ② モニタリングの体制（国、地域、事業所等の役割分担、平常時及び緊急時の体制）
- ③ モニタリングの内容（測定項目、評価項目、評価方法等）

海外調査の事前調査として、平成 18 年 1 月に、青森県六ヶ所村にある日本原燃株式会社の六ヶ所村再処理施設を訪問し、国内の再処理施設周辺のモニタリングの実態について調査した。

平成 18 年 2 月に、セラフィールド再処理施設及びラ・アグ再処理施設を訪問し、環境放射線モニタリング状況の現地調査を行った。

また、フランスのパリ郊外イシー・ルー・モリノー市に本部のある経済協力開発機構原子力機関（OECD/NEA）を訪問し、海外における原子力機関の現状や環境放射線モニタリングに関する情報収集を行い、資料を入手した。

さらに、日本における再処理施設周辺の環境モニタリング、海外と日本における再処理施設周辺の環境モニタリングの比較、「環境放射線モニタリングに関する指針」及び「緊急時環境放射線モニタリング指針」の整合性等についても調査した。

調査した内容を報告書として取りまとめ、3 月末に内閣府原子力安全委員会事務局に提出した。

## 14. 環境放射能分析研修事業

### 14.1 概要

本研修事業は、環境放射線モニタリング等を実施する都道府県等の放射能調査機関の実務担当者を対象としており、環境放射能分析・測定に係る業務を円滑に遂行するために必要な技術と知識の習得、併せて各機関における技術水準の維持・向上を目的としている。

### 14.2 内容

#### (1) 環境放射能分析研修

新入職員や人事異動により新たに放射能調査を担当する者を主たる対象とした入門コース及び基礎コース、さらに、実務経験者を対象とした専門コース及び原子力災害等における緊急時対応コースを設け、実務に即した技術研修を実施している。

平成17年度は、14種17コースを開講した。それらのコース名、日程等を表14.1に示す。

#### (2) 教材の作成

各研修コースの教材は、文部科学省放射能測定法シリーズを基にした解説書、講義・実習用テキスト等であり、副教材としてCAI（コンピュータ支援教育）ソフトウェア、研修ビデオ等を用いている。平成17年度は、次の解説書及びCAIソフトウェアを作成した。

##### ① 解説書「ゲルマニウム半導体検出器を用いた in-situ 測定法解説」

本解説書は、「環境 $\gamma$ 線量率測定法」及び「Ge半導体検出器による測定法—緊急時対応—」コースの教材として、文部科学省放射能測定法シリーズ20「空間 $\gamma$ 線スペクトル測定法」及び「ゲルマニウム半導体検出器を用いた in-situ 測定法(案)」に基づき作成した。

##### ② CAI ソフトウェア

CAI ソフトウェアは、研修効果のより一層の向上を目的とし、静止画及び動画を活用した視聴覚教材である。

平成17年度は「緊急時におけるガンマ線スペクトル解析法」を新規作成し、「 $\gamma$ 線スペクトロメトリー」を改訂した。

#### (3) 環境放射線モニタリングシステムの整備

研修コース「環境 $\gamma$ 線量率測定法」等に使用するため、環境放射線モニタリングシステムを平成16年度から3年計画で整備している。

平成16年度のモニタリング局舎、低線量率モニタ及び高線量率モニタに続き、平成17年度はダストヨウ素モニタを整備した。平成18年度には気象観測装置、Ge測定装置及びラドンモニタを整備し、環境放射線モニタリングシステムを完成する予定である。

表 14.1 平成 17 年度環境放射能分析研修のコース名、日程、受講者数等

コース名		日程	募集人員	受講者数	
				地方自治体	民間
入門	環境放射能分析・測定の入門	5/ 9～ 5/13 (5 日間)	10	9	—
基礎	環境放射能分析・測定の基礎	5/17～ 5/26 (8 日間)	10	10	—
	環境放射線データベース活用の基礎	10/12～10/13 (2 日間)	8	8	—
専門	環境試料の採取及び前処理法	4/19～ 4/22 (4 日間)	8	5	—
	Ge 半導体検出器による測定法 (第 1 回)	6/14～ 6/22 (7 日間)	10	9	—
	Ge 半導体検出器による測定法 (第 2 回)	10/18～10/26 (7 日間)	10	10	—
	Ge 半導体検出器による測定法 (民間機関対象)	11/28～12/ 2 (5 日間)	10	—	8
	放射性ストロンチウム分析法	6/27～ 7/ 7 (9 日間)	6	10	—
	放射性ストロンチウム分析法 (民間機関対象)	7/ 4～ 7/14 (9 日間)	8	—	8
	トリチウム分析法	7/26～ 7/29 (4 日間)	8	8	—
	環境 $\gamma$ 線量率測定法	8/ 1～ 8/ 5 (5 日間)	10	7	—
	積算線量測定法	5/31～ 6/ 3 (4 日間)	8	10	—
	線量推定及び評価法	11/14～11/18 (5 日間)	12	11	—
緊急時対応	Ge 半導体検出器による測定法 — 緊急時対応 —	11/ 8～11/11 (4 日間)	8	10	—
	放射性ヨウ素測定法 — 緊急時対応 —	7/20～ 7/22 (3 日間)	8	4	—
	$\alpha$ 放射体分析及び迅速分析法	9/27～10/ 5 (7 日間)	5	6	—
	環境 $\gamma$ 線量測定法 — 緊急時対応 —	12/13～ 12/15 (3 日間)	8	8	—
合計		—	147	125	16
				総計 141	

## 15. 国際技術交流

### 15.1 覚書による近隣諸国の関係機関との技術交流

#### (1) 台湾原子能委員会輻射偵測中心

(Taiwan Radiation Monitoring Center Atomic Energy Council : RMC)

第19回運営会議を平成17年11月17日～18日にRMCで開催し、当センターから3名が出席した。

##### ①2004-2005年相互比較プログラムの実施結果

γ線放出核種、 $^3\text{H}$ 、 $^{90}\text{Sr}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 、U、全β放射能分析及び積算線量の分析・測定結果は全て良好な結果であった。

##### ②2005-2006年相互比較プログラムの実施計画

相互比較分析は前年と同様のγ線放出核種、 $^3\text{H}$ 、 $^{90}\text{Sr}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 、U、全β放射能分析及び積算線量を実施することとした。なお、次回の運営会議は平成18年11月に当センターで開催する予定である。

#### (2) 韓国原子力安全技術院

(Korea Institute of Nuclear Safety : KINS)

第14回運営会議を平成17年6月14日～15日に当センターで開催した。KINSからMr. Koo-Hyun Bae 部長他3名が来所した。

##### ①2003-2004年相互比較プログラムの実施結果

γ線放出核種、 $^{14}\text{C}$ 、 $^{90}\text{Sr}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、Pu、 $^{237}\text{Np}$ 及び積算線量の分析・測定結果は、ほぼ良好な結果であった。

##### ②2005-2006年相互比較プログラムの実施計画

相互比較分析は前回と同じ内容でγ線放出核種、 $^{14}\text{C}$ 、 $^{90}\text{Sr}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、Pu、 $^{237}\text{Np}$ 及び積算線量を実施することとした。なお、次回の運営会議は平成19年11月にKINSで開催する予定である。

#### (3) 中国疾病予防規制中心輻射防護・核安全医学所

(National Institute for Radiological Protection and Nuclear Safety : NIRP)

中国国家環境保護総局輻射環境監測技術中心

(State Environmental Protection Administration Radiation Monitoring Technical Center : RMTC)

3機関合同の第1回運営会議を平成18年2月22日～23日にRMTCで開催し、文部科学省科学技術・学術政策局から松川文彦防災環境対策室長、当センターから4名が出席した。

##### ①2004-2005年相互比較プログラムの実施結果

γ線放出核種、 $^3\text{H}$ 、 $^{14}\text{C}$ 、 $^{90}\text{Sr}$ 、Rn及び積算線量の分析・測定結果は、ほぼ良好な結果であった。

##### ②2006-2007年相互比較プログラムの実施計画

相互比較分析は前回とほぼ同じ内容でγ線放出核種、 $^3\text{H}$ 、 $^{90}\text{Sr}$ 、Rn、積算線量を実施することとした。なお、次回の運営会議は平成19年11月にNIRPで開催する予定である。

#### (4) インドネシア放射線安全性・核医学研究開発センター

(Research and Development Center for Radiation Safety and Nuclear Biomedic: CRSNB)

①2005年相互比較プログラムの実施結果

両機関の $\gamma$ 線スペクトロメトリーの分析・測定結果は良好な結果であった。

②2006年相互比較プログラムの実施計画

前年度と同様な内容で実施することとした。

### 15.2 国際協力事業

独立行政法人国際協力機構(JICA)から集団研修「環境放射能分析・測定技術」コースの委託を受け、4か国(中華人民共和国、フィジー、マケドニア共和国、ウクライナ)から5名の研修員を受入れた。平成17年8月22日から9月16日まで、環境放射能分析の集団研修を実施した。

### 15.3 国際相互比較分析への参加

#### (1) IAEA - 437 : Mediterranean Mussel

IAEA(国際原子力機関)主催の環境試料(IAEA-437:Mediterranean Mussel(貝の乾燥物))中の放射能濃度の値付けプログラムに参加した。当センターでは、送付された試料について、 $\gamma$ 線スペクトロメトリーにより $^{40}\text{K}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ を、放射化学分析において $\beta$ 線測定で $^{90}\text{Sr}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ を、 $\alpha$ 線スペクトロメトリーで $^{210}\text{Po}$ 、 $^{230}\text{Th}$ 、 $^{232}\text{Th}$ 、 $^{234}\text{U}$ 、 $^{235}\text{U}$ 、 $^{238}\text{U}$ 、 $^{238}\text{Pu}$ 、 $^{239+240}\text{Pu}$ 、 $^{241}\text{Am}$ を、液体シンチレーション測定で $^{226}\text{Ra}$ を、ICP-MSで $^{99}\text{Tc}$ 、 $^{232}\text{Th}$ 、 $^{238}\text{U}$ を、放射化分析で $^{129}\text{I}$ を定量し、平成17年6月に報告した。

#### (2) IAEA - 385 : Irish Sea Sediment

IAEA(国際原子力機関)主催の環境試料(IAEA-385:Irish Sea Sediment)中の放射能濃度( $^{40}\text{K}$ 、 $^{90}\text{Sr}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{228}\text{Th}$ 、 $^{230}\text{Th}$ 、 $^{232}\text{Th}$ 、 $^{234}\text{U}$ 、 $^{235}\text{U}$ 、 $^{238}\text{U}$ 、 $^{238}\text{Pu}$ 、 $^{239}\text{Pu}$ 、 $^{240}\text{Pu}$ 、 $^{239+240}\text{Pu}$ 、 $^{241}\text{Pu}$ 、 $^{241}\text{Am}$ )の値付けプログラムの結果が平成17年4月に公表された。このプログラムは、平成14年(2002年)に実施され、99分析機関が参加した。当センターが報告した値はすべて値付けのために採用された。

### 15.4 放射線監視に係る海外調査

原子力施設等放射能調査機関連絡協議会(放調協)が主催する海外調査に参加した。平成17年10月4日から14日までの11日間、ヨーロッパにおける環境放射線モニタリング、防災対策・体制を含む緊急時モニタリング及びMOX燃料に関する状況を調査した。調査団は、9道府県の10名と当センターから3名の13名が参加し、フィンランドの放射線・原子力安全センター、オルキオート原子力発電所、オルキオート高レベル放射性廃棄物最終処分場を訪問するとともにオルキオート周辺住民との懇談を行った。また、ベルギーのベルゴニュークリア社MOX燃料加工工場、モル原子力研究所、ドール原子力発電所及びベルギー放射性廃棄物・核物質管理庁を訪問した。

なお、詳細な報告は、文部科学省のホームページ「環境防災Nネット」において「自治体情報海外活動報告書」として公開されている。

## 16. 広報、普及啓発

### 16.1 広報

平成 17 年度においては、当センター業務を中心に文部科学省及び都道府県に関する情報を提供する目的で四半期報を発行した。また、平成 16 年度の当センターの業務を紹介するため年報を発行した。このほか、当センターのホームページの運用、科学技術週間に伴う施設公開を行った。

#### (1) 四半期報

##### ①第 1 四半期報 (No. 17、7 月)

- 巻頭言「日本分析センターへの期待」(文部科学省科学技術・学術政策局防災環境対策室長 渡辺正実)
- 理事就任にあたって(理事 安達武雄)
- 放射能分析確認調査における分析測定結果の評価方法について
- 環境省における環境放射線等モニタリング調査
- 環境放射線モニタリングの実効性向上に係る実態調査

##### ②第 2 四半期報 (No. 18、10 月)

- 巻頭言「地道な努力の積み重ね」(文部科学省科学技術・学術政策局原子力安全課長 植木勉)
- 原子力施設等放射能調査機関連絡協議会—平成 17 年度総会及び第 32 回年会の概要—
- 原子力艦放射能調査指針大綱及び原子力艦放射能調査実施要領の改訂について(文部科学省科学技術・学術政策局防災環境対策室)
- IAEA - 385 Irish Sea Sediment の値付けプログラムの参加結果について
- 韓国原子力安全技術院との国際技術交流

##### ③第 3 四半期報 (No. 19、1 月)

- 巻頭言「国民との対話」(文部科学省科学技術・学術政策局防災環境対策室長 松川文彦)
- 平成 17 年度新潟県における原子力総合防災訓練(新潟県放射線監視センター・柏崎刈羽放射線監視センター長 殿内重政)
- 第 47 回環境放射能調査研究成果発表会の開催について
- 台湾行政院原子能委員会輻射偵測中心との国際技術交流
- 平成 17 年度放射線監視に係る海外調査について

##### ④第 4 四半期報 (No. 20、4 月)

- 巻頭言「急速に変化し、複雑化するリスクへの対応」(文部科学省科学技術・学術政策局次長／原子力安全監 下村和生)
- 平成 17 年度放射能分析確認調査技術検討会の開催
- 国民保護実働訓練に係る緊急時モニタリング(福井県原子力環境監視センター所長 吉岡満夫)
- 「食品から受ける放射線量(預託実効線量)」ページ開設のお知らせ
- 平成 18 年度環境放射能分析研修コースのお知らせ

## (2) 年報

- はじめに (理事長 佐竹宏文)
- 平成 16 年度事業の概要
  - ・原子力艦放射能調査
  - ・環境放射能水準調査
  - ・近海海産生物等放射能調査
  - ・ラドン濃度測定調査
  - ・食品試料放射能水準調査
  - ・中性子線量率水準調査
  - ・放射能分析確認調査
  - ・環境放射線データ収集公開
  - ・環境試料測定法調査
  - ・放射性核種分析法の基準化に関する対策研究
  - ・分析等受託事業
  - ・環境放射能分析研修事業
  - ・国際技術交流
  - ・品質保証
  - ・広報、普及啓発
- トピック
  - ・新たなラドン濃度測定調査の実施
  - ・海水試料予備濃縮装置の概要
  - ・米軍ヘリ墜落に係る調査
- 技術報告
  - ・土壌中プルトニウム濃度の全国調査
  - ・テクネチウム 99 迅速分析法
  - ・栄養補助食品を対象としたドーピング禁止物質の分析法
- 資料

## (3) ホームページ

当センターホームページの運用を行った。

## (4) 科学技術週間に伴う施設公開

- 実験 放射線の検出と遮へい、pH試験、シャボン玉作り等
- 展示 放射線測定機器
- 紹介 放射能教育ソフト、環境放射線データベース、シックハウス検査方法

## 16.2 普及啓発

文部科学省放射能測定法シリーズ等を頒布した。

## 17. 品質保証

我が国における環境放射能分析の専門機関である当センターは、社会から求められる高い品質要求に対応するため、各種の品質保証活動を推進している。特に ISO9001 の品質マネジメントシステムの認証や ISO/IEC17025 の試験所認定により当センターが有している品質を維持・向上させる仕組みが、国際標準規格に適合しているとして第三者審査機関によって認められている。

### 17.1 ISO9001 品質マネジメントシステムの「認証の維持」及び ISO/IEC17025 の「試験所認定の維持」

#### (1) ISO9001 品質マネジメントシステム認証の維持

認証を取得すると毎年維持審査が実施される。平成 17 年度は 6 月 30 日、7 月 1 日の 2 日間に渡って、平成 15 年度に更新後「第 2 回目」の維持審査を受けた。引き続き ISO9001 の認証要求事項に適合していると認められ、認証を維持した。

#### (2) ISO/IEC17025 試験所認定の維持

ISO9001 同様、年 1 回の維持審査が実施される。平成 17 年 7 月 11 日に「第 3 回目」の維持審査を受けた。その結果 ISO/IEC17025 の認定要求事項を継続して満たしていると認められ、認定を維持した。

### 17.2 内部品質監査

当センターの品質マネジメントシステムが ISO9001 や ISO/IEC17025 の規格要求事項に適合しているか、効果的に実施・維持されているかを確認するため、内部品質監査員に任命された職員による監査を、平成 17 年 5 月～6 月に総務部、企画室、分析部、品質保証室を対象部署として実施した。

なお、ISO/IEC17025 の対象部署でもある分析部試料調製グループ、ストロンチウム・セシウムグループ、ガンマ線・ラドングループについては技術監査も実施した。

監査の結果、当センターの品質マネジメントシステムが ISO9001 及び ISO/IEC17025 の規格に適合していることを確認した。

### 17.3 マネジメントレビュー

当センターの品質マネジメントシステムを有効かつ効果的に運用するため、理事長によるマネジメントレビュー会議を、平成 17 年 6 月に開催した。

この会議において、前回(平成 16 年 6 月)のマネジメントレビュー会議での理事長の指示事項である品質目標の達成状況、内部品質監査結果、不適合に対する是正処置や予防処置の実施結果等について、品質保証室から理事長に対し報告を行った。

これに対し理事長より、これらの結果は、概ね指示通り実施されているとの「評価」があった。この評価に基づき、平成 17 年度の「指示事項」が示された。

主な指示事項

- ① 平成 17 年度の品質目標は、更に徹底化を図り、着実に進展させるために、前年度同様「積極的な改善策の検討と実施」とすること。

- ② 受託業務報告書の「誤報告」削減のために、分析結果の「転記」をなくす予防処置として「 $\alpha$ 線スペクトロメトリーの分析結果一覧表の自動作成」の検討を行うこと。
- ③ 同様に「転記ミス」をなくすことを目的に、受託業務報告書の様式の見直し検討(附带情報項目の削減)を行い、受託業務報告書の簡素化を図ること。
- ④ 不適合や不測の事態が発生した際は、「速やかな上司への報告と関係部署への報告」、「誠意ある顧客への対応」に努め、適切な是正処置及び必要に応じて予防処置を行うこと。

#### 17.4 「顧客等の要求を満たしていない事例」及び「検討事例」の採用

従来、不適合製品(受託業務報告書等)や業務は、「重大な不適合」と「軽微な不適合」に区分して報告されていたが、平成17年11月より、報告様式を変更した。

新たな報告様式は、「顧客等の要求を満たしていない事例に係る報告書」と「検討事例報告書」の2種類である。「顧客等の要求を満たしていない事例に係る報告書」は、顧客(仕様書)、品質マニュアル、手順書、作業マニュアルの要求を満たしていない場合に使用し、是正処置が必要となる。一方、「検討事例報告書」の場合は、顧客や当センター内で誤りが発見され、手直しや修正により顧客の要求を満たすことができる場合の報告様式であり、是正処置の有無は、事例の内容に基づきグループリーダーが判断し、品質管理責任者が承認する。

#### 17.5 受託業務報告書の確認

当センターは、文部科学省や環境省、地方公共団体、独立行政法人、電力会社等から環境放射能分析を受託し、業務報告書として提出している。品質保証室ではこれらの報告書が、顧客の要求事項を満たしているか、ISOの規格やマニュアルに基づいて分析・測定が実施されているかを検証し、信頼性が確保されていることを確認している。

## Ⅱ トピック

## 1. 再処理関連核種に係る水準調査における加速器質量分析計(AMS)のヨウ素 129 分析への利用

当センターでは、平成 15 年度より文部科学省の委託を受け、環境放射能水準調査の一環として再処理関連の長半減期核種( $^{14}\text{C}$ 、 $^{99}\text{Tc}$ 、 $^{129}\text{I}$ 、Pu 及び $^{241}\text{Am}$ ：以下「再処理関連核種」という)に係る水準調査を実施している。本調査は、再処理関連核種の全国的な分布状況、長期的変動及びその要因を把握することを目的としているため、環境中のバックグラウンドレベル及びその変動を把握できる精度の高い分析手法が必要となる。

環境試料中のヨウ素 129 分析法としては、従来主として中性子放射化分析法が用いられてきたが、近年さらに感度の優れた分析法として加速器質量分析法が開発され、環境試料の分析に利用されはじめています。

本調査の対象試料である土壌、牛乳(原乳)及び海産生物(褐藻類)においても、その濃度レベルが非常に低いため、中性子放射化分析法では一部の試料で不検出となる場合があった。

そこで、平成 16 年度において前処理(燃焼法等)、分離・精製(固相抽出法等)及び測定試料(ヨウ化銀)の調製までを当センターが実施し、日本原子力研究開発機構(JAEA)むつ事業所に設置されている加速器質量分析計(AMS)を利用して中性子放射化分析法とのクロスチェックを実施した。両者の値は中性子放射化分析法で不検出となった試料以外はよく一致したことから、平成 17 年度より加速器質量分析法を本調査に採用することとした。

AMS の外観及び平成 17 年度の調査結果の一例(海産生物)を図 1.1 及び表 1.1 に示す。



本装置は、イオン源、イオン入射部、タンデム型加速器部、高エネルギーイオン質量分析部で構成される。

図 1.1 加速器質量分析計(JAEA むつ事業所)の外観  
(JAEA むつ事業所のホームページより転載)

表 1.1 海産生物(褐藻類)中のヨウ素 129 濃度

試料名		$^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ 原子数比
海産生物 (褐藻類)	コンブA	$[1.6 \pm 0.03] \times 10^{-10}$
	コンブB	$[1.1 \pm 0.02] \times 10^{-10}$
	ワカメ1	$[1.8 \pm 0.03] \times 10^{-10}$
	ワカメ2	$[8.8 \pm 0.24] \times 10^{-11}$
	ワカメ3	$[9.5 \pm 0.21] \times 10^{-11}$

## 2. 放射能分析確認調査における検討基準

### 2.1 はじめに

当センターは文部科学省の委託により、地方公共団体の分析機関（以下、分析機関）が行っている原子力施設周辺の環境放射線モニタリング及び環境放射能水準調査における分析・測定結果の信頼性を確認するため、「放射能分析確認調査」を行っている。この調査において、分析機関の分析・測定結果の信頼性の確認は、当センターの分析・測定結果と比較し、評価することにより行われている。従来、評価にあたっては、数十年間に亘る当センターの経験に基づく評価基準値により行ってきたが、数年前から、国際的な評価方法を導入することを検討してきた。その結果、ISO などで採用されている  $E_n$  数による評価方法を平成 17 年度から本調査に取り入れることとなった。

### 2.2 $E_n$ 数

$E_n$  数は、ISO や JIS のマニュアル（JIS Q0043-1:1998、「試験所間比較による技能試験 第 1 部：技能試験スキームの開発及び運営」、ISO/IEC GUIDE 43-1:1997）で規定されている試験所間による分析・測定結果を評価するものであり、(1)式に示すように、分析機関と分析専門機関（当センター）の分析・測定結果の差を、各々の分析・測定に係る拡張不確かさの 2 乗和の平方根で除した値である。

本調査においては、 $|E_n|$  が 1 より大きな値になった場合に、その原因を明らかにするために、両機関において技術的な検討を開始することとした。

$$E_n \text{ 数} = \frac{X_{\text{分析機関}} - X_{\text{分析専門機関}}}{\sqrt{U_{\text{分析機関}}^2 + U_{\text{分析専門機関}}^2}} \quad \dots\dots\dots (1)$$

$X_{\text{分析機関}}$ ：分析機関の分析・測定結果

$X_{\text{分析専門機関}}$ ：分析専門機関の分析・測定結果

$U_{\text{分析機関}}$ ：分析機関の分析・測定結果に係る拡張不確かさ

$U_{\text{分析専門機関}}$ ：分析専門機関の分析・測定結果、添加値または値付け値に係る拡張不確かさ

### 2.3 不確かさ

(1)式でわかるように、 $E_n$  数を算出するには、各分析機関での分析・測定における「不確かさ」を評価する必要がある。「不確かさ」とは、放射能分析・測定工程の信頼性を、繰り返し測定の標準偏差等の数値で表すものである。具体的には、分析・測定の工程におけるバラツキの要因を整理し、要因ごとに「不確かさ」を算出し、それらの 2 乗和を平方根で除して全体の不確かさを合成不確かさとして求める。なお、(1)式中の拡張不確かさは、合成不確かさに包含係数  $k=2$  を掛けたものである。

### 2.4 おわりに

上述のように、 $E_n$  数の算出には、それぞれの分析機関が分析工程毎の「不確かさ」を求める必要がある。そこで当センターは、「不確かさ」を求める手順書を作成し、各分析機関に配布した。今後も引き続き不確かさを求めるための技術的サポートを行い、平成 21 年度から本格的に  $E_n$  数による分析・測定結果の評価を実施する予定である。

### 3. 栄養補助食品を対象としたドーピング禁止物質の受託分析

近年、栄養補助食品（サプリメント）を摂取することが一般化するとともに、その市販品の種類も急激に増加している。しかし、これらの製品の中には、ドーピング禁止物質である興奮剤や蛋白同化剤等が含まれていることがあり、しかもそれらの製品のほとんどには成分表示がなされていない。これら禁止物質が含まれている栄養補助食品を競技スポーツ選手が知らずに摂取した場合、ドーピング検査において陽性となる可能性があることから、選手もこれらの摂取に注意を払っている。

財団法人日本アンチ・ドーピング機構(Japan Anti-Doping Agency: JADA)は、アンチ・ドーピング活動の一環として、競技スポーツ選手が安心して摂取できるよう、飲用、食用する機会が多い飲料及び食品（スポーツドリンク、エネルギーアシスト系食品等）を対象として、認定基準を満たした商品を JADA 認定商品とし「認定商品マーク」を使用できるプログラム<sup>1)</sup>を実施している。

当センターは、このプログラムが立ち上がった平成 15 年から、商品の認定における JADA の指定分析機関として、ドーピング禁止物質の分析を実施してきた。

また、平成 15 年度と平成 17 年度には、JADA からドーピング禁止物質の分析に係る委託研究を受託するとともに、当センターでの分析対象物質拡大のため、世界アンチ・ドーピング規定の禁止リスト国際基準に記載されている標準品の入手とその分析法に関する調査・検討を行ってきた。

平成 17 年度は、82 のドーピング禁止物質について、JADA 認定商品に申請された栄養補助食品の受託分析を実施した<sup>2)</sup>。平成 18 年度は、さらに 25 物質を追加し計 107 物質を対象とした分析を行う予定である。

#### 参考文献

- 1) JADA ホームページ(<http://www.anti-doping.or.jp/>)
- 2) 分析法の概要は、平成 16 年度 日本分析センター年報 技術報告 「栄養補助食品を対象としたドーピング禁止物質の分析法」を参照

## 4. 「食品と放射能」と「食品から受ける放射線量」ページ紹介

### 4.1 はじめに

環境放射線データベースには、平成 18 年 3 月末現在で、約 308 万件のデータが収録されている。

このデータベースはインターネットホームページ「日本の環境放射能と放射線」において、平成 14 年度から公開されているが、データベースのさらなる有効利用を図るために、平成 16 年度に「食品と放射能」ページ、平成 17 年度に「食品から受ける放射線量」のページを追加した。

これらのページのアクセスは、ホームページ「日本の環境放射能と放射線」から「データを活用する」を選択後、各ページのアイコンを選択して行うことができる(図 4. 1)。URL を次に示す。

食品と放射能 <http://search.kankyo-hoshano.go.jp/food/>

食品から受ける放射線量 <http://search.kankyo-hoshano.go.jp/food2/>

### 4.2 「食品と放射能」ページ

本ページは、放射能に関する専門的知識を有しない一般の利用者向けに、表示された画面上で条件を選択するだけで、食品中の放射能レベルをグラフにして見ることができる。「食品と放射能」ページの初期画面を図 4. 2 に示す。

本ページは、以下の 3 通りの方法でグラフを作成できる。

- ①食品のカテゴリー（野菜、魚介、肉類等の 15 種類）(図 4. 3)
- ②食品名（食品分類一覧、50 音順一覧）(図 4. 4)
- ③地域（日本地図、プルダウンメニュー）(図 4. 5)

作成したグラフの例を図 4. 6 に示す。

また、利用者の理解に役立つように、データの見方や解説ページを設けた(図 4. 7)。

### 4.3 「食品から受ける放射線量」ページ

本ページは、食品から受ける放射線量、即ち預託実効線量（食品とともに体内に摂取される放射性核種の影響を評価するために用いられる）を計算できるようにした。また、預託実効線量及びこれに関する用語について図を交えてわかりやすく説明するページを設けた。

「食品から受ける放射線量」ページの初期画面を図 4. 8 に示す。

本ページでは、食品の 15 種類のカテゴリー別に預託実効線量を計算した結果(図 4. 9)及び「いろいろな放射線源との比較」ページに、この計算結果を表示した(図 4. 10)。また、「食品と放射能」ページで検索したデータを用いて、預託実効線量を計算した結果を示した(図 4. 11)。



図 4.1 「データを活用する」画面



図 4.2 「食品と放射能」の初期画面



図 4.3 食品のカテゴリからの選択画面



図 4.4 食品名（食品分類一覧）からの選択画面



図 4.5 地域(日本地図)からの選択画面

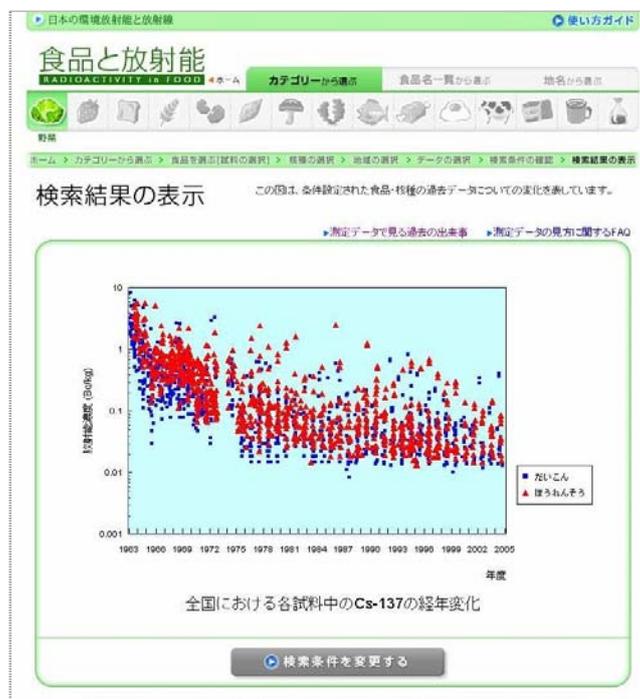


図 4.6 グラフの例

## 測定データで見る「過去の出来事」

環境放射能濃度や放射線等の値に大きな影響があった過去の出来事について説明します。

### ■ 大気圏内核実験

アメリカ、ソ連、中国等による大気圏内(主として北半球の成層圏)での核爆発実験をいいます。

>>詳しくはこちら

### ■ チェルノブイリ原子力発電所事故

1986年、ソ連ウクライナ共和国西部のチェルノブイリ原子力発電所4号炉で起きた原子炉爆発事故をいいます。

>>詳しくはこちら

### ■ ジェシーオー-臨界事故

1999年、茨城県東海村の(株)ジェシーオーのウラン加工施設で起きた臨界事故をいいます。

>>詳しくはこちら

### 大気圏内核実験

アメリカ、ソ連、中国等による大気圏内(主として北半球の成層圏)での核爆発実験をいいます。大気圏内核実験は、1940年代中ごろから開始され、1950年代後半から60年代前半にかけて盛んに行われました。これらの核実験で生成した放射性物質は、北半球全域に拡散し、雨水とともに地表に降り注ぎました。これらを放射性降下物(ウォールアウト)とします。1980年(昭和55年)の中国によるものを最後に大気圏内核実験が行われなくなり、地表付近の放射性物質は徐々に減少してきました。

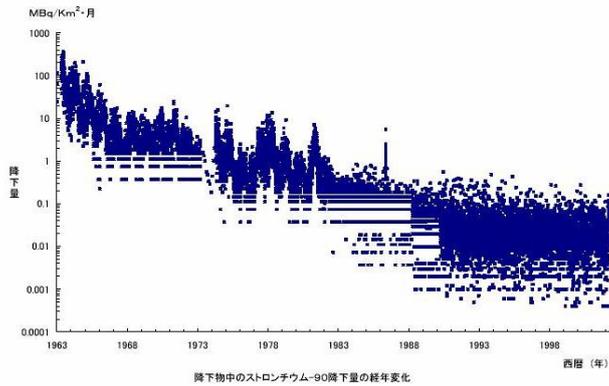


図 4.7 解説ページ

日本の環境放射能と放射線

### 食品から受ける放射線量(預託実効線量)

使い方ガイド

環境放射能TOP > 放射線の種類 > 計算結果の表示

自然界に広く存在する放射性物質は食品にも含まれます。放射性物質は、食品の摂取により人体の組織に取り込まれます。日常生活においても、わずかながら体内から放射線を受けやすいため、このページでは、体内の放射線から人体にどの程度影響を及ぼしているか、を知るための放射線量(預託実効線量)を算出することができます。

#### 預託実効線量とは

人体の組織に取り込まれた放射性物質は、その半減期および代謝による体外排出により、時間とともに減少します。食品摂取後長期間にわたって人体が受ける内部被ばくの影響を評価する標準として、摂取後50年間に受ける線量を最初の1年間で受けた(預託)として計算される『預託実効線量』が用いられます。

■ 人体に対する被ばく線量

50年分

→ 時間

→ 線量

→ 線量

→ 線量

詳しい説明  
用語の説明  
計算方法  
計算例

食品カテゴリー単位で計算

データベースから選んだ食品単位で計算

【印刷し、ウィンドウが閉じます】  
選んだ食品の種類を少なくすると表示される分析データは少なくなることがあります。

※本ページに記述している内容は、Flash Playerが必要です。  
お持ちでない方は、左のリンク先からダウンロードして下さい。

このサイトについて  
お問い合わせ

本ホームページは、文部科学省の委託により財団法人日本放射線センターが運営・管理しています。  
利用規約は本ホームページの掲載物を用いて行う一切の行為について責任を負いませんので、予めご了承下さい。

図 4.8 「食品から受ける放射線量」の初期画面



図 4.9 カテゴリ別預託実効線量計算結果



図 4.10 いろいろな放射線源との比較



図 4.11 予託実効線量計算結果

## III 技術報告

## 1. 海水試料予備濃縮装置の開発

### 1.1 はじめに

海水試料中の<sup>90</sup>Srを定量するためには、従来は炭酸塩沈殿を生成し、その後、発煙硝酸を用いてSrを分離していた。平成15年に改訂された文部科学省制定の「放射性ストロンチウム分析法」に、海水試料を陽イオン交換樹脂カラムに通すことによりSrを粗分離（予備濃縮）する方法が取り入れられた。この予備濃縮する操作、すなわちSrの吸着、カラムの洗浄、Sr等の溶出及びイオン交換樹脂のコンディショニング、樹脂の再生、洗浄の一連の操作を自動で行う装置を開発した。

### 1.2 自動化の必要性

当初は定量ポンプのみを使用して予備濃縮を行っていたが、海水試料や薬液の交換、ポンプの作動状態の監視などが必要で、予想以上に労力がかかった。さらに、この方法では労力や時間がかかるため、年間予定試料数である約250試料を処理できないと考えた。そこで、予備濃縮手順を自動化できる装置を開発することにした。予備濃縮装置による分析工程は次の操作からなる。①海水試料50Lを定量ポンプで、大型陽イオン交換樹脂カラム（9 cm φ × 32 cm）に約30ml/分で液送する。②溶離液A〔酢酸アンモニウム（15.4W/V%）-メタノール（容積比1:1）〕4,350mlを定量ポンプでカラムに約30ml/分で流す。③塩酸（1+2）8,000mlを定量ポンプでカラムに約30ml/分で流し、Sr等を溶出する。この工程は、供試量50Lで約34時間必要であり、本装置はこの全ての工程を自動で行うように設計した。

まず、最初に、海水供試量50Lまで対応できる予備濃縮装置の原型機を作製し、予備濃縮装置の妥当性を確認した。次に、原型機を改良した実用機およびその付属装置で構成される、「海水試料予備濃縮装置システム」を作製し、年間約250試料の分析試料に対応した。

### 1.3 原型機の作製

#### (1) 装置構成

本装置の構成は、大型陽イオン交換樹脂カラム、カラムに海水試料及び薬液を液送する定量ポンプ3台、海水試料や薬液を入れる容器、これらを接続するパイプそして制御盤からなる（図1.1参照）。

海水試料を大型陽イオン交換樹脂カラムへ通し終えた後、自動的に定量ポンプ及び流出液切替電磁弁が切り替わり、カラムの洗浄、Sr等の溶出が行われる。

#### (2) 溶離液量の決定

##### ① 実験条件

イオン交換樹脂：Dowex 50W-X8, 100-200mesh, H形

カラムサイズ等：9 cm φ × 32 cm, 流速約30mL/分

海水試料：50L（0.02M塩酸酸性）

溶離液：溶離液A

## ② 実験結果と考察

海水 50L を本装置の大型陽イオン交換樹脂カラムに通した後、溶離液 A で洗浄し、カラム通過液中の Sr、Ca を ICP-AES 法により定量し溶離曲線を作成した。結果を図 1.2 に示す。

海水中に Ca は約 0.4 g/L 含まれる。そのため、海水試料 50L では Ca の全量は 20g になる。溶離液 A を 4,350ml 流すと溶離曲線の結果から Ca は 18 g 溶出される。また、海水中の Sr は約 8 mg/L とすると 50L で 400 mg となるので、この時点で Sr



図 1.1 海水試料予備濃縮装置（原型機）の構成

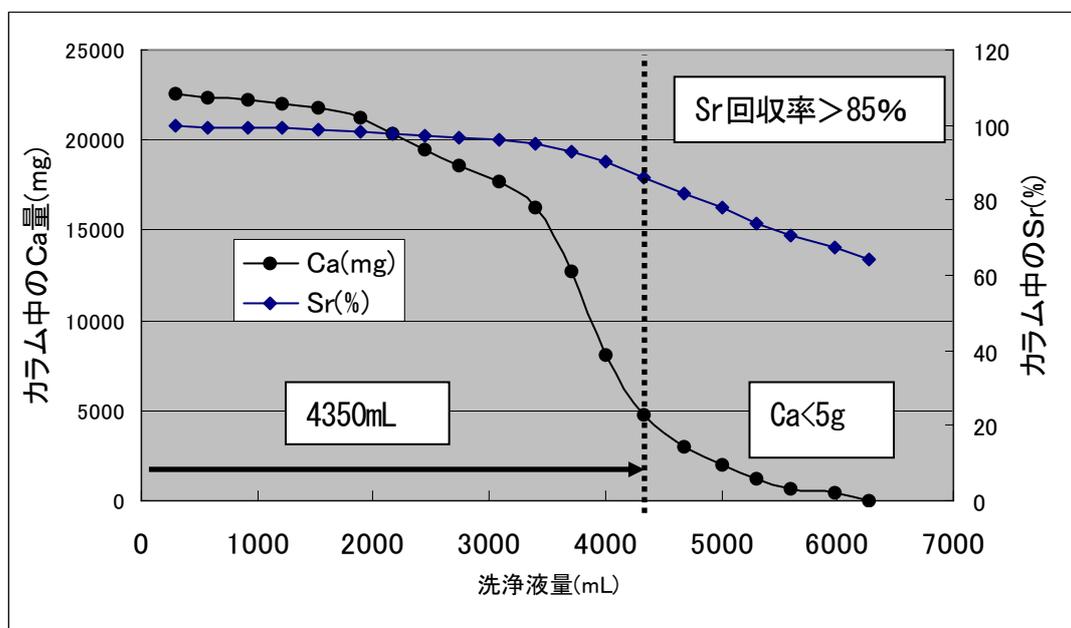


図 1.2 溶離液量の決定

は 60 mg、すなわち 15%溶出している。このため、Sr の回収率を下げずに、Sr 溶離液中に Ca が 5 g 以下になるようにするには 4, 350ml とし、溶離液量を決定した。

### (3) 妥当性の確認

#### ① 実験条件

イオン交換樹脂：Dowex 50W-X8, 100-200mesh, H 形

カラムサイズ等：9 cm φ × 32 cm, 流速約 30mL/分

海水試料：50L (0.02M 塩酸酸性)

溶離液：溶離液 A, 塩酸(1+2)

#### ② 実験結果と考察

採取地点の異なる実海水試料を用いて、従前の発煙硝酸法とイオン交換法の分析結果を比較した。結果を表 1.1 に示した。

分析方法が違っても、分析結果はよく一致しており、回収率も発煙硝酸法と比べて遜色ない値となった。

以上の結果から、原型機を使用して一連の予備濃縮操作 (Sr の吸着、カラムの洗浄、Sr 等の溶出) が自動化でき、分析上問題がないことが確認できた。

表 1.1 妥当性の確認

上段：イオン交換法

下段：発煙硝酸法

試料名	供試量 (L)	<sup>90</sup> Sr (mBq/L)	回収率 (%)
海水 1	50	1.2±0.09	93.2
		1.2±0.08	93.8
海水 2	50	1.3±0.09	91.2
		1.4±0.10	91.4
海水 3	50	1.4±0.09	90.7
		1.6±0.10	92.6

### (4) 原型機の問題点とその改良点

原型機を使用した上でいくつかの問題点があった。そのため実用機の開発に向けて四点の改良を実施した。第 1 は、定量ポンプの制御方式を、ダイヤル式からデジタル式に変更した点である。デジタル式は流量及び積算流量が表示され、定量ポンプの注入動作の監視が可能になった。第 2 は、サイホン現象を止めるために、パイプの内径の変更およびサイホン止めチャッキ弁の取付を行った点である。第 3 は、イオン交換樹脂のコンディショニング工程も自動化した点である。第 4 は、実用化するにあたり年間約 250 試料の分析試料に対応するには実用機が 10 台必要になる。このため、大量に薬液が必要になり、調製は大型薬液タンクで調製する必要がある。さらに各装置への薬液の分配は、大型薬液タンクで調製した薬液を、各装置へポンプで液送する。

## 1.4 実用機の作製

原型機を改良した実用機及びその付属装置で構成される海水試料予備濃縮装置システムを作製し、年間約 250 試料の分析試料に対応した。このシステム（図 1.3～1.5 参照）は以下の構成になっている。

### ①海水試料予備濃縮装置 実用機 10 台

大型陽イオン交換樹脂カラム、カラムに海水試料及び薬液を液送する定量ポンプ、海水試料や薬液を入れる容器、これらを接続するパイプそして制御盤から構成されている。また、新たにイオン交換樹脂再生操作を自動で行うための、溶液等を液送する定量ポンプと容器を追加した。

### ②薬液タンク 4 台

予備濃縮装置 10 台で使用する薬液[溶離液 A、塩酸(1+2)、塩酸(1+1)]を調製する大型タンク及び純水を貯める大型タンク。これらはケミカルタンク、攪拌機及びポンプから構成されている。

### ③集中液送装置 4 台

薬液タンクと、各予備濃縮装置の薬液を入れる容器とをパイプで接続し、一定量を自動で液送する。

### ④純水製造装置

純水を製造する。

## 1.5 おわりに

海水試料予備濃縮装置を開発し、海水試料の持ち運び、薬液の交換、定量ポンプの作動状態の監視などの労力を軽減でき、また、発煙硝酸法と比較した場合、発煙硝酸を使用しないため安全性が向上できた。さらに分析日数が発煙硝酸を用いる方法に比べて約 5 日間短縮でき仕事の効率を高められた。



図 1.3 海水試料予備濃縮装置（実用機）の構成



図 1.4 薬液タンク-1



図 1.5 薬液タンク-2

## 2. 中性子線量率の水準調査

### 2.1 はじめに

1999年に茨城県東海村の核燃料加工施設で発生した、我が国初めての臨界事故を契機として、「原子力災害対策特別措置法」が新たに制定された。また、「緊急時環境放射線モニタリング指針」や「環境放射線モニタリングに関する指針」等の指針類についても、中性子の測定に関する項目が付け加えられる等の改訂が行われた。

中性子の測定に関する研究例は、航空機乗務員被ばく、原子力及び加速器施設周辺の漏洩中性子に関する研究等が挙げられるが、一般環境中の中性子に対しては微弱線量であり、また、その測定が難しいこと等から、 $\gamma$ 線等の他の放射線に比べると非常に少ない。

この様な状況に鑑み、当センターでは文部科学省からの委託を受け、日本全国の中性子の線量率レベルを把握するための調査を実施した(中性子線量率水準調査、平成12～17年度)。

### 2.2 調査内容

本調査は、①日本の中性子線量率の分布を求めるための全国調査、②中性子線量率の日々の変動を把握するための定点における連続測定、③中性子のエネルギー情報を得るための中性子スペクトル測定から構成される。

#### 2.2.1 全国調査

測定場所は47都道府県において5地点/県(北海道のみ10地点)を選定した。内訳は人口密集地(原則として都道府県庁所在地)1地点と、緯度及び高度による影響を考慮した4地点の計5地点とした。測定地点は遮へい物が近くでない平坦な場所を選定し、測定器を軽貨物自動車の荷台に載せ、地表面から約1mの高さで測定を行った。

中性子線量率の測定には富士電機社製サーベイメータ型レムカウンタ(2インチ $\phi$ 、5気圧 $^3\text{He}$ 比例計数管)を複数台(7～9台)使用して、計数誤差が3%以下になるように測定時間を設定した。中性子の線量単位は1cm線量当量(周辺線量当量 $H^*(10)$ )とした。併せて、NaI検出器を用いた $\gamma$ 線線量率測定及び3MeV以上のエネルギー領域の計数率(以下「>3MeV計数率」という。)測定、空気等価型電離箱線量計を用いた線量率測定を行った。

#### 2.2.2 定点における連続測定

全国調査と並行して、当センターを定点として中性子線量率等の連続測定を実施した。測定には富士電機社製エリアモニタ型レムカウンタ(5インチ $\phi$ 、5気圧 $^3\text{He}$ 比例計数管)を用いた。この他に、NaI検出器による>3MeV計数率及び気圧の連続測定を行った。

#### 2.2.3 中性子スペクトル測定

環境における中性子の線量を適切に評価するには、そのエネルギー情報が重要とな

る。そこで、測定地点の高度や地磁気緯度による環境中性子のエネルギー分布の変化を把握するため、いくつかの地点で中性子スペクトルの測定を行った。測定には<sup>3</sup>He 比例計数管を使用したボナーボール型と呼ばれる多減速材付き中性子スペクトロメータを用いた。減速材を付けない検出器1台と厚さの異なる減速材(ポリエチレン)を取り付けた検出器4台の計5台を使用して計数を得る。それぞれの減速材の厚さに応じて中性子の減速される度合いが異なり、得られた計数値と各検出器の応答関数及び線量換算係数から中性子スペクトルや中性子線量率を得ることができる。本調査では、中性子のエネルギーを上限1GeVとしてスペクトル解析を行った。測定は精密機械運搬用の空調付きトラックの荷室内で実施した。

なお、上記2.1～2.3で使用した中性子の測定器は日本原子力研究所東海研究所(現日本原子力研究開発機構 東海研究開発センター 原子力科学研究所)等において、調査開始前及び調査中も随時照射試験を行い、エネルギー特性等を評価した。

## 2.3 調査結果及び考察

結果の解析には、実測値をそのまま使用する以外に、目的に応じて一気圧補正及び太陽活動補正(又はそのどちらか一方)を行った。環境における中性子のほとんどは宇宙線起源であるため、地上での測定結果は気圧や太陽活動の影響を受けて変動する。そこで、結果を比較する際にそれらの影響を排除して、同等に比較するため補正を行った。

一気圧補正は、定点での連続測定によって得られた中性子線量率と気圧との相関(指数関数的な関係)から、中性子とともに測定した気圧(空気の厚さ)を用いて、測定値を一気圧での値に規格化することである。

太陽活動補正は太陽活動極小期に補正するのが一般的ではあるが、中性子線量率水準調査の期間中に極小期がないため、太陽活動の指標としてよく用いられているHeliocentric Potential [MV]を参考にして、過去50年間の平均値にほぼ等しい2004年7月を基点とした。定点での連続測定の結果から、1日毎に太陽活動補正係数を算出した。

### 2.3.1 全国調査の測定結果

日本全国で測定した中性子線量率の範囲(地点数 240)は太陽活動補正值で2.9 nSv/h(東京都・小笠原村)～21.8 nSv/h(静岡県・富士山5合目)であった(測定場所の高度(気圧)補正は行っていない)。都道府県内でのレベルを把握するため、人があまり居住していない山間部での測定も実施しているので、すべての測定結果を用いて日本の平均値を算出することは適切ではない。そこで、47都道府県庁所在地(測定値に建物等の影響が見られた場合のみ近傍の他の都市)の測定結果を用いて日本の平均値を算出したところ、4.0 nSv/hであった。

環境中の中性子はほぼ宇宙線に起因している。そのため、測定地点の高度によって観測される中性子の強度が変化し、高度が高いほど中性子線量率は高くなる<sup>1)</sup>。図2.1に、中性子及び>3MeV計数率の高度分布の例を示す。

測定値の高度による変化は次式の指数関数として表わすことができる<sup>1)</sup>。

$$\text{宇宙線強度の測定値(相対値)} = e^{\alpha Z} \quad (1)$$

ここで、 $Z$  は高度(m)である。(1)式では $\alpha$ の値が高度による影響の度合いを表しており、 $\alpha$ の値は47都道府県すべてにおいて中性子の方が $>3\text{MeV}$ 計数率よりも大きく、高度による変化が大きいことが明らかとなった。

また、この $\alpha$ を地磁気緯度との関係で見ると、中性子では地磁気緯度が高いほど $\alpha$ の値が大きくなる(高度による変化が大きい)傾向が認められたが、 $>3\text{MeV}$ 計数率については地磁気緯度の影響はほとんど見られなかった。また、中性子の $\alpha$ の値は、UNSCEAR<sup>1)</sup>やFlórek<sup>2)</sup>らの高緯度での値と比較すると小さいことが分かった。

環境における中性子の強度は赤道付近で低く、極点付近で高いことが知られている<sup>1)</sup>。図2.2に、中性子と $>3\text{MeV}$ 計数率の海面レベル(高度70m以下)での測定結果について、それらの平均値で規格化したものを示す。図2.2から、日本国内に限定しても中性子線量率は高緯度地域では低緯度地域に比べて高くなる傾向が確認された。また、中性子線量率は $>3\text{MeV}$ 計数率よりも地磁気緯度の影響を受けやすいことが確認された。

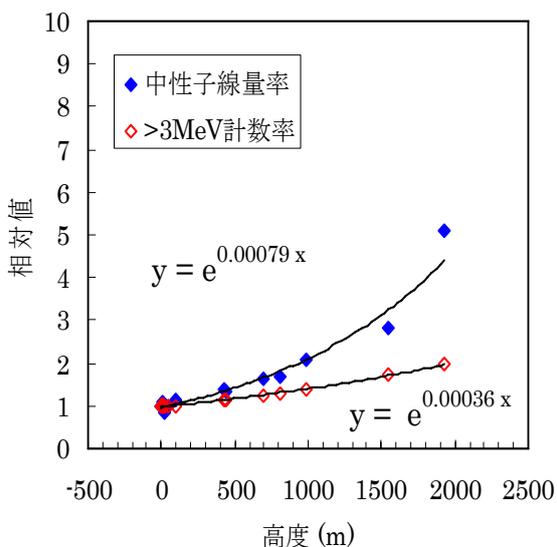


図 2.1 測定値の高度による変化  
(相対値) (一例)

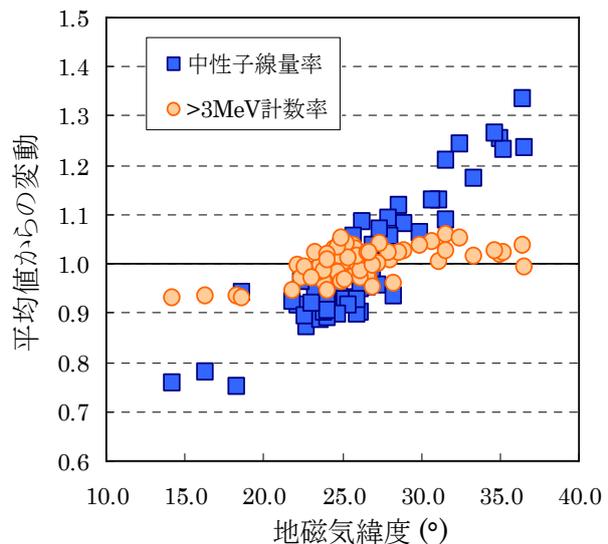


図 2.2 中性子線量率及び $>3\text{MeV}$ 計数率  
の地磁気緯度による変化  
(一気圧補正・太陽活動補正)

### 2.3.2 定点における連続測定結果

地上で観測される中性子は宇宙線由来であるため、通過する空気層の厚さ(=気圧)によって変動する。定点測定で得られた結果について、中性子計数率と気圧との関係を見ると、気圧が高くなると中性子計数率は減少する負の相関が認められた。両者は指数関数的な関係にあり、中性子計数率を $D$ として、以下の式で表せる。

$$D = A \cdot \exp(-B \times P) \quad (2)$$

ここで、 $P$ は気圧(hPa)、 $A$ 及び $B$ はともに定数で、上式の $B$ の値が気圧の影響の度合

いを表わす。B の値は中性子に対して約 0.006 となった。この関係は  $>3\text{MeV}$  計数率でも同様に認められ、B の値は約 0.002 であった。一気圧補正はこの関係式を用いている。連続測定により得られた中性子計数率と一気圧補正した中性子計数率を図 2.3 に示す。

気圧は定点測定を実施した約 4 年間で 986.5~1032hPa まで変動し、相対標準偏差は 0.66% であった。この相対標準偏差は中性子線量率で 4.2% に相当する ((2) 式から換算)。また、一気圧補正した中性子線量率の変動は相対標準偏差で 3.1% であった。

地上で観測される中性子は太陽活動によって影響を受けるため、異なる時期に測定した結果については太陽活動補正を行う必要がある。太陽活動補正の基点は前述したように 2004 年 7 月とした。2004 年 7 月の平均値を基準として規格化した値を、公開されている海外のデータ(Newark:40° N、Fort Smith:60° N、South Pole:90° S)とともに図 2.4 に示す。本調査の測定結果は海外での中性子強度と同様の変動を示しており、地球規模の変動を表している。

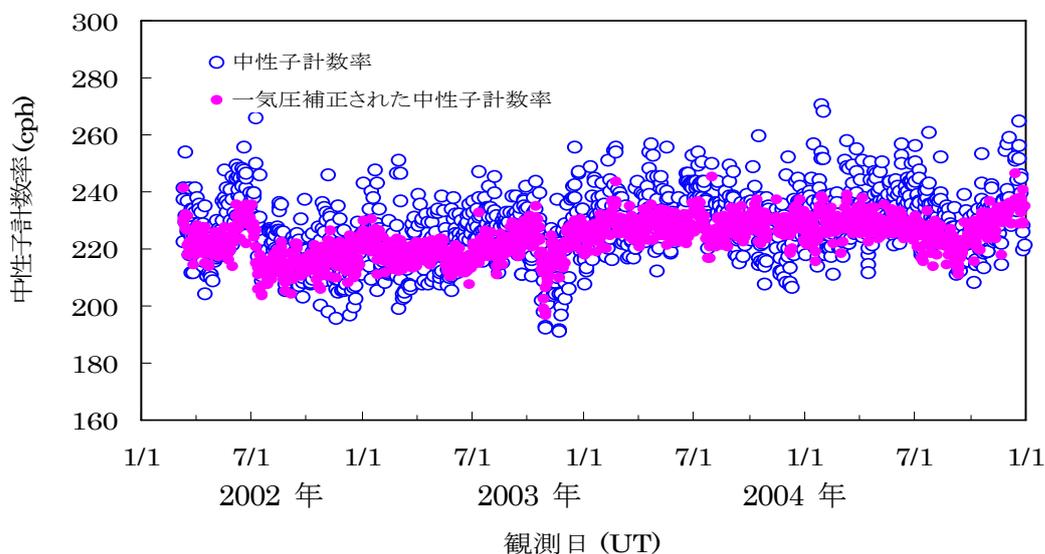


図 2.3 中性子計数率の測定結果(一日値)

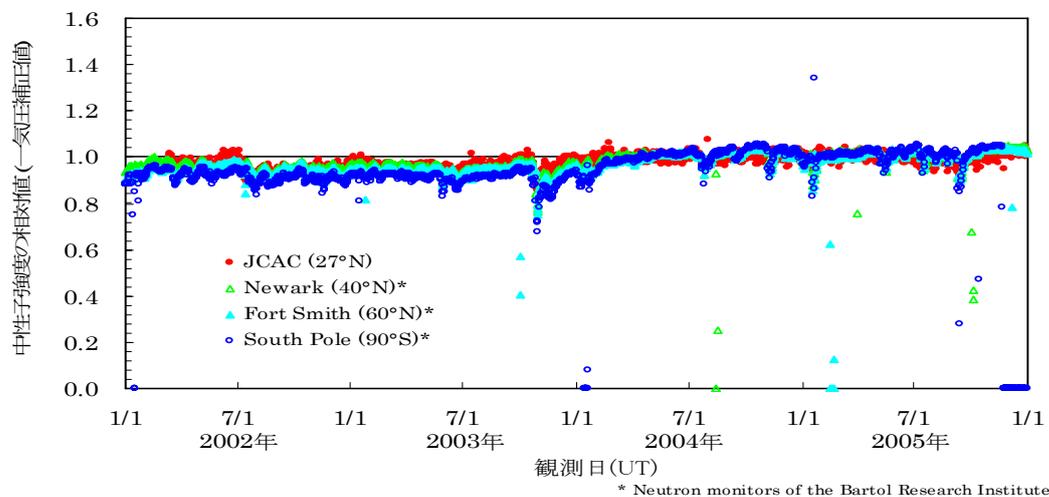


図 2.4 世界における中性子強度の変動 (1 日値)

この変動は太陽フレア等の太陽活動によって生じており、太陽活動が活発な時に地上での中性子強度が低くなる。ただし、その変動幅は緯度によって異なり、高緯度地域ほど変動が大きい。地上で観測される中性子は一次宇宙線と大気との相互作用によって生じる。一次宇宙線には太陽由来と銀河由来の成分があり、地上で観測される中性子の起源は多くの場合エネルギーの高い銀河成分であると言われている。太陽活動が活発になると比較的エネルギーの低い太陽成分が地球周辺で多くなり、地球磁場の擾乱を引き起こすとともに、銀河成分の地球への入射を妨げていることが地上での中性子強度減少の要因であると考えられる。

### 2.3.3 中性子スペクトル測定結果

富士山及びその周辺において、高度を変えて中性子スペクトル測定を実施し、高度による中性子スペクトルの変化について検討した。図 2.5 に富士山周辺の各高度で測定した中性子フルエンス率スペクトルを示す。測定地点の高度が高くなるにつれて中性子フルエンス率が高くなることが確認された。しかし、図 2.6 に示したスペクトル中で最も高い 3MeV 付近のピークで規格化したスペクトルでは、その形状に変化はほとんど見られなかった。

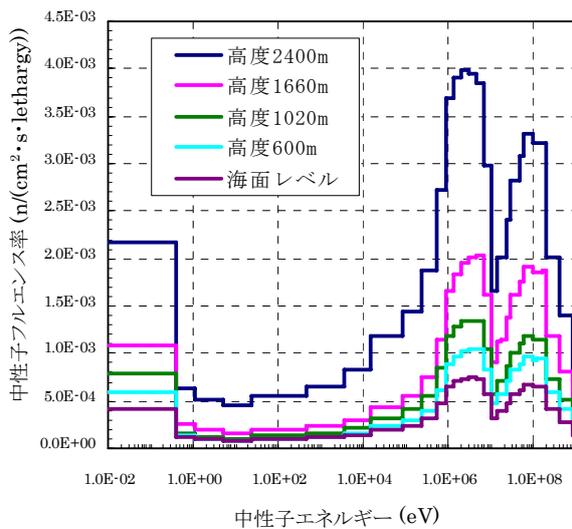


図 2.5 富士山周辺における各高度での中性子スペクトル

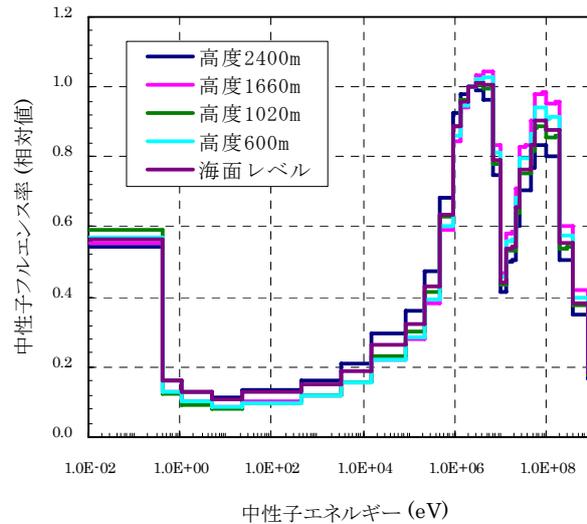


図 2.6 富士山周辺における各高度での中性子スペクトル(3MeV 付近のピークで規格化)

全国各地で実施した中性子スペクトル測定のうち、海面レベルで測定した結果について比較し、地磁気緯度による中性子スペクトルの変化を検討した。海面レベルでの測定結果から、地磁気緯度が高くなるにつれて中性子フルエンス率も高くなることが確認された。しかし、高度の場合と同様に、3MeV 付近のピークで規格化したスペクトルで比較すると、スペクトル形状に顕著な変化は見られなかった。

中性子スペクトル解析で得られた中性子線量率と、中性子スペクトル測定時に一緒に測定したサーベイメータ型レムカウンタの実測値を比較した。中性子スペクトルの

解析条件でエネルギー上限 1GeV、線量を 1cm 線量当量で評価した値と比較して、サーベイメータ型レムカウンタは約 60%の値であった。しかし、ICRP<sup>3)</sup>が示しているのは線量換算係数が 200MeV までであることから(我々の解析では 200MeV 以上は文献値<sup>4)</sup>を使用して解析している)、いくつかの地点で 200MeV までを 1cm 線量当量及び ISO 照射での実効線量への換算係数でそれぞれ解析し、サーベイメータ型レムカウンタの値と比較した。その結果、サーベイメータ型レムカウンタの値は 1cm 線量当量で解析した場合で約 70%、実効線量で解析した場合にはほぼ 100%の値であった。従って、全国調査で得られた中性子線量率測定結果は 200MeV まで解析した実効線量(ISO)にほぼ等しい値であることが確認された。

## 2.4 まとめ

全国 47 都道府県において中性子線量率を測定し、日本における環境中の中性子レベルを把握することができた。また、日本の平均値は 4.0 nSv/h であった。

更に、定点測定によって太陽活動に伴う中性子強度の変動を把握するとともに、中性子スペクトル測定によって環境中の中性子スペクトルの形状が本調査の対象範囲においては大きく変化しないこと等、環境中性子測定におけるデータ評価の際に有用な数多くの知見を得ることができた。

## 2.5 謝辞

本調査を行うにあたり、測定地点の選定等で各都道府県の皆様にご協力頂きました。また、調査結果等について審議した中性子線量率水準調査ワーキンググループ(中村尚司主査)では委員の先生方に貴重なご意見を頂きました。この場を借りて感謝申し上げます。

## 参考文献

- 1) UNSCEAR Report 2000 (2000)
- 2) M. Florek et al.; Radiat. Prot. Dosim., 67(3), 187-192 (1996)
- 3) ICRP publication 74 (1998)
- 4) A. V. Sannikov et al.; Radiat. Prot. Dosim., 70(1-4), 383-386 (1997)

## IV 資料

## 1. 外部発表

### [原著論文、著書]

- 1) 館盛勝一：再処理施設から放出された長寿命核分裂生成物量の推定，RADIOISOTOPES, 54, 349-358 (2005)
- 2) Shinji Oikawa, Nobuyuki Kanno, Tetsuya Sanada, Joji Abukawa, Hideo Higuchi：A survey of indoor workplace radon concentration in Japan. Journal of Environmental Radioactivity, 87, 239-245 (2006)

### [学会発表]

- 1) 神俊雄<sup>\*1</sup>，木村秀樹<sup>\*1</sup>，武藤逸紀<sup>\*1</sup>，齋藤稔<sup>\*2</sup>，菅野信行，森本隆夫：放射性ストロンチウム分析におけるラドン・トロン壊変生成物の影響の評価，日本保健物理学会第 39 回研究発表会，2005 年 6 月，<sup>\*1</sup>青森県原子力センター，<sup>\*2</sup>青森県原子力安全対策課
- 2) 真田哲也，佐藤兼章：わが国におけるラドン対策のための基礎調査－中国・四国地方におけるラドン濃度調査－，日本保健物理学会第 39 回研究発表会ポスター発表，2005 年 6 月
- 3) 太田裕二：環境放射能モニタリングの現状と超低レベル放射能測定への期待，第 42 回アイソトープ・放射線研究発表会，2005 年 7 月
- 4) 池内嘉宏：日本における降下物、土壌、河川水、海水、海底土中の Sr-90、Cs-137 の経年変化及び挙動，2005 年度日本地球化学会第 52 回年会，2005 年 9 月
- 5) 及川真司，松田秀夫，磯貝啓介：ICP 質量分析計によるイカ肝臓中微量金属元素及び Pu 同位体の定量，2005 日本放射化学会年会・第 49 回放射化学討論会，2005 年 9 月
- 6) T. Suzuki<sup>\*</sup>，S. Banba，T. Kitamura<sup>\*</sup>，S. Kabuto<sup>\*</sup>，K. Isogai and H. Amano<sup>\*</sup>：Determination of <sup>129</sup>I in environmental samples by AMS and NAA using an anion exchange resin disk. 10<sup>th</sup> International Conference on Accelerator Mass Spectrometry (AMS-10)，2005 年 9 月，<sup>\*</sup>Marine Research Laboratory, Japan Atomic Energy Research Institute
- 7) 鈴木崇史<sup>\*</sup>，北村敏勝<sup>\*</sup>，甲昭二<sup>\*</sup>，天野光<sup>\*</sup>，伴場滋，磯貝啓介：環境試料中の <sup>129</sup>I 測定－加速器質量分析法と中性子放射化分析法の比較，第 8 回ヨウ素利用研究国際シンポジウム，2005 年 10 月，<sup>\*</sup>独立行政法人日本原子力研究開発機構
- 8) 石森健一郎<sup>\*</sup>，大木恵一<sup>\*</sup>，亀尾裕<sup>\*</sup>，高泉宏英<sup>\*</sup>，中島幹雄<sup>\*</sup>，大木善之，磯貝啓介：溶融固化体に対する放射能測定手法の簡易・迅速化(5)－<sup>14</sup>C 分離法の検討，日本原子力学会 (2006 春の年会)，2006 年 3 月，<sup>\*</sup>独立行政法人日本原子力研究開発機構

### [報告、その他]

- 1) 館盛勝一：重い核種の自発核分裂半減期について，放射化学ニュースコラム欄，第 13 号，24-25 (2006)

## 2. 年表

### 17年 4月

- 19日 環境放射能分析研修「環境試料の採取及び前処理法」(～22)
- 24日 平成17年度(第46回)科学技術週間に伴う施設公開
- 28日 第80回月例セミナー(分析部)

### 5月

- 1日 創立記念日
- 9日 環境放射能分析研修「環境放射能分析・測定の入門」(～13)
- 17日 環境放射能分析研修「環境放射能分析・測定の基礎」(～26)
- 26日 第81回月例セミナー(原子力艦放射能調査室)
- 31日 環境放射能分析研修「積算線量測定法」(～6/3)

### 6月

- 14日 環境放射能分析研修「Ge半導体検出器による測定法(第1回)」(～22)
- 16日 第1回理事会・評議員会
- 23日 第82回月例セミナー(情報部)
- 27日 環境放射能分析研修「放射性ストロンチウム分析法」(～7/7)
- 30日 ISO9001維持審査(第2回)(～7/1)

### 7月

- 4日 環境放射能分析研修「放射性ストロンチウム分析法(民間)」(～14)
- 11日 ISO/IEC17025維持審査(第3回)
- 14日 韓国原子力安全技術院(KINS)との運営会議(～15)
- 20日 環境放射能分析研修「放射性ヨウ素測定法—緊急時対応—」(～22)
- 25日 第1回精度管理検討委員会
- 26日 環境放射能分析研修「トリチウム分析法」(～29)

### 8月

- 1日 環境放射能分析研修「環境 $\gamma$ 線量率測定法」(～5)
- 22日 国際協力機構(JICA)集団研修(～9/16)

### 9月

- 7日 第1回環境放射線情報収集公開委員会
- 8日 第1回環境試料測定法WG
- 16日 第1回環境放射能水準調査検討委員会
- 27日 環境放射能分析研修「 $\alpha$ 放射体分析及び迅速分析法」(～10/5)
- 29日 第83回月例セミナー(自主研究成果発表会)

### 10月

- 3日 第1回放射能分析確認調査WG
- 12日 環境放射能分析研修「環境放射線データベース活用の基礎」(～13)
- 18日 環境放射能分析研修「Ge半導体検出器による測定法(第2回)」(～26)
- 19日 第1回環境放射線等モニタリングデータ評価検討会
- 27日 第84回月例セミナー(分析部)
- 28日 第1回中性子線量率水準調査WG

## 11月

- 7日 第1回ラドン調査等の実施に係るWG
- 8日 環境放射能分析研修「Ge半導体検出器による測定法—緊急時対応—」(～11)
- 11日 顧問懇談会  
第1回トリウム分析法WG
- 14日 環境放射能分析研修「線量推定及び評価法」(～18)
- 17日 台湾行政院原子能委員会輻射偵測中心(RMC)との第19回運営会議  
(於台湾、高雄)(～18)
- 25日 第85回月例セミナー(日本原子力研究開発機構、茅野政道氏)
- 28日 環境放射能分析研修「Ge半導体検出器による測定法(民間)」(～12/2)

## 12月

- 9日 第2回放射能分析確認調査WG
- 13日 環境放射能分析研修「環境 $\gamma$ 線量測定法—緊急時対応—」(～15)
- 14日 第86回月例セミナー(武蔵工業大学、平井昭司教授)
- 15日 第2回環境放射線情報収集公開委員会
- 16日 第2回環境放射能水準調査検討委員会
- 19日 安全パトロール
- 22日 第2回環境試料測定法WG

## 18年 1月

- 19日 海外の再処理施設周辺における環境放射線モニタリングの実態調査  
(イギリス・フランス)(～27)
- 26日 第87回月例セミナー(分析部)

## 2月

- 16日 消防訓練
- 17日 第3回環境試料測定法WG
- 22日 文部科学大臣の所管に属する公益法人の業務等の実地検査  
第2回トリウム分析法WG  
中国国家環境保護総局輻射環境監測技術中心(RMTC)及び中国疾病予防規制  
中心輻射防護・核安全医学所(NIRP)との運営会議(～23)(於中国、杭州)
- 23日 所内研修会(元会計検査院、角田氏)
- 27日 第3回放射能分析確認調査WG
- 28日 第2回ラドン調査等の実施に係るWG  
第2回中性子線量率水準調査WG

## 3月

- 1日 第3回環境放射能水準調査検討委員会
- 3日 第2回精度管理検討委員会
- 8日 第2回環境放射線等モニタリングデータ評価検討会
- 9日 クロスチェック事業検討会
- 15日 放射能分析確認調査技術検討会
- 16日 第2回理事会・評議員会

---

平成 17 年度日本分析センター年報

発行年月 平成 18 年 7 月  
編集発行 財団法人日本分析センター  
千葉県稲毛区山王町 295-3 〒263-0002  
Tel 043(423)5325 Fax 043(423)5326  
URL <http://www.jcac.or.jp/>

---