



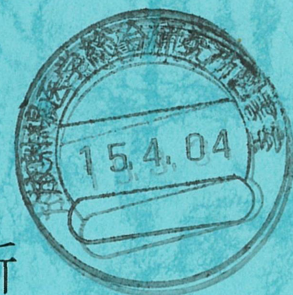
N I R S - R - 5 1

放射能調査研究報告書

(平成13年度)

平成 1 5 年 2 月

独立行政法人
放射線医学総合研究所



序

当研究所では、文部科学省（旧科学技術庁）の放射能調査研究の一環として、昭和34年度より核実験に伴う放射性降下物及び原子力施設等から放出される放射性物質による環境放射能レベル調査、並びにこれらの安全解析について調査研究を行ってまいりました。

現今では、原子力の平和利用の著しい発展に伴い、環境放射能についての国民の関心はとみに高まりつつあります。したがって、原子力利用の安全研究の重要性は社会の強い要請の下にあって、環境及び人への影響の基盤をなす放射能調査研究の重要性は、益々大きくなると考えられます。

このような状況の中で、平成13年度は、当研究所の独立行政法人化に伴い、国の委託事業として、放射能調査研究費総額 167,506千円の予算を計上し「環境・食品・人体の放射能レベル及び線量調査」、「原子力施設周辺のレベル調査」、「放射能データセンター業務」、「環境放射能モニタリング技術者の研修」及び「緊急被ばく測定・対策に関する調査研究」を実施しました。

ここに、これらの結果を報告するとともに、関係各位に対し、なお一層のご指導とご鞭撻をお願いする次第であります。

平成15年2月

独立行政法人
放射線医学総合研究所理事長

佐々木康人

放射能測調査研究報告書

(平成13年度)

目次

I. 環境・食品・人体の放射能レベル及び線量調査	
1. 大気浮遊塵中の放射性核種濃度調査	1
2. 環境中の炭素-14の濃度調査	5
3. 日本周辺海域の放射能の解析調査	8
4. 人体の放射性核種濃度及び線量の解析調査	11
5. 環境中の地殻ガンマ線の分布と変動に関する調査研究	13
6. 生活環境における宇宙放射線の 空間分布と時間変動に関する調査研究	17
7. 水産食品摂取経路における 被ばく低減化に関する調査研究	21
8. 生活環境中のラドン濃度調査	25
II. 原子力施設周辺の放射能調査	
1. 沿岸海域試料の解析調査	27
2. 環境試料及び人体臓器中のアルファ放射性核種濃度	30
3. 原子力施設周辺住民の放射性 及び安定元素の摂取量に関する調査研究	33
4. 環境生態系のトリチウム安全評価モデルと データベース構築	37
III. 放射能データセンター業務	41
IV. 環境放射線モニタリングおよび 原子力軍艦放射能測定技術習得に関する研修	43
V. 緊急被ばく医療測定対策に関する調査研究	
1. 環境放射能迅速評価システム (ERENS) 管理	53
2. 緊急被ばく医療体制の整備に関する調査研究	55
3. 緊急時被ばく線量評価法に関する調査研究	59
4. ICP-MSによるウラン同位体比迅速測定法の開発 および環境モニタリングへの適用に関する研究	62
5. 緊急被ばく医療測定対策についての研修	64

I . 環境・食品・人体の放射能
レベル及び線量調査

1. 大気浮遊塵中の放射性核種濃度

湯川雅枝、渡辺嘉人、西村義一

(防護体系構築研究グループ)

本郷昭三 (研究基盤部)

田中千枝子、佐藤愛子 (技術補助員)

1. 目的

核爆発実験や原子力平和利用により、大気中に放出された放射性核種による環境レベルを把握し、国民の被曝線量評価に資することを目的として、大気浮遊塵中の放射性核種の濃度を調査する。

2. 方法

(1) 試料採取

千葉市穴川にある放医研構内の地上1～1.5mの外気浮遊塵を試料とした。浮遊塵は大口径のハイポリウムエアサンプラーを用いて、捕集効率が0.995以上のグラスファイバー濾紙(20.3cm×25.4cm)に連続集塵するが、サンプラーの流量は、マイクロコンピュータによって一定量(1m³/min)を保つように制御されている。濾紙の目詰まりは約2ヶ月程度の集塵では起こらなかったが、目詰まりを生じて流量が下がった場合でも、積算流量は正しく表示されるように設計されている。

(2) 分析測定

γ線計測を行っていたGe半導体検出器の更新に伴い、測定法の改良を行った。従来、浮遊塵を捕集したグラスファイバー濾紙は所定の大きさに折畳んで測定を行っていたが、検出効率のジオメトリ補正の精度を上げるため、はさみで細かく切断し、プラスチック瓶(直径50mm、高さ65mm)につめることにした。同じ容器に、混合標準線源を吸着させたイオン交換樹脂を、高さ補正ができるように5段階の厚みになるように詰めた。放射能と樹脂の厚みを測定し、試料の厚みを補正する校正曲線を作成した。測定方法の比較のため、従来法の測定値との比較を行った。ガンマ線放出核種定量後、水酸化ナトリウムと塩酸によりストロンチウムを抽出し、発煙硝酸法で精製した。

⁹⁰Srはマイクロコンピュータによる自動解析装置付の低バックグラウンドベータ線スペクトロメータにより定量する。

3. 結果

大気浮遊塵の採取と空間γ線のモニターを継続する傍ら、γ線計測ソフトの

Windows 移行を計画した。

本調査で行ってきた浮遊塵中の放射性核種濃度調査のデータベース化を検討し、ウェブサイトからアクセスできるようにした。現段階では、内部向けホームページ上での公開であるが、データの精度チェックを行った後、外部への公開を予定している。現在、利用可能なデータベースは Cs-137 と Sr-90 の濃度で、年度ごとの検索が可能で、エクセルファイルへのデータ移行ができるようになっている。

上記データベースの概要は、図-1, 2 に示すようになっており、選択された年度範囲での放射能濃度の経年変化のグラフが出力できる (図-3)。

図-1. 検索結果画面

大気浮遊じん放医研計測データ Cs-137

検索方法 検索データの保存 簡易グラフ

現在の登録データ数は 365 件 あります。

(1 から 20 件表示 / 365 件中)

表示 No	測定開 始年	測定開始 日	測定終 了年	測定終了 日	測定風量 ($\times 10^3 \text{m}^3$)	Cs-137 測定値 ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$)	備考
1	1965	10/11	1965	10/31	302.4	532.8	
2	1965	11/01	1965	11/15	216	310.8	
3	1965	11/16	1965	12/15	432	70.8	
4	1965	12/16	1966	01/15	446.4	103.6	
5	1966	01/16	1966	01/31	230.4	318.2	
6	1966	02/01	1966	02/15	216	451.4	
7	1966	02/16	1966	02/28	187.2	677.1	
8	1966	03/01	1966	03/15	216	1605.8	
9	1966	03/16	1966	03/31	230.4	1110	
10	1966	04/01	1966	04/15	216	1513.3	
11	1966	04/16	1966	04/30	216	984.2	
12	1966	05/01	1966	05/15	216	1221	
13	1966	05/16	1966	05/31	230.4	769.6	
14	1966	06/01	1966	06/15	216	521.7	
15	1966	06/16	1966	06/30	216	48.1	
16	1966	07/01	1966	07/15	216	188.7	
17	1966	07/16	1966	07/31	230.4	51.8	
18	1966	08/01	1966	08/15	216	22.2	
19	1966	08/16	1966	08/31	230.4	7.4	
20	1966	09/01	1966	09/15	216	7.4	

次の20件

図－２． 検索結果の処理画面

情報保持のまま検索条件指定に戻る

条件をクリアして検索ページへ戻る(新規)

検索結果をファイルに出力しました。

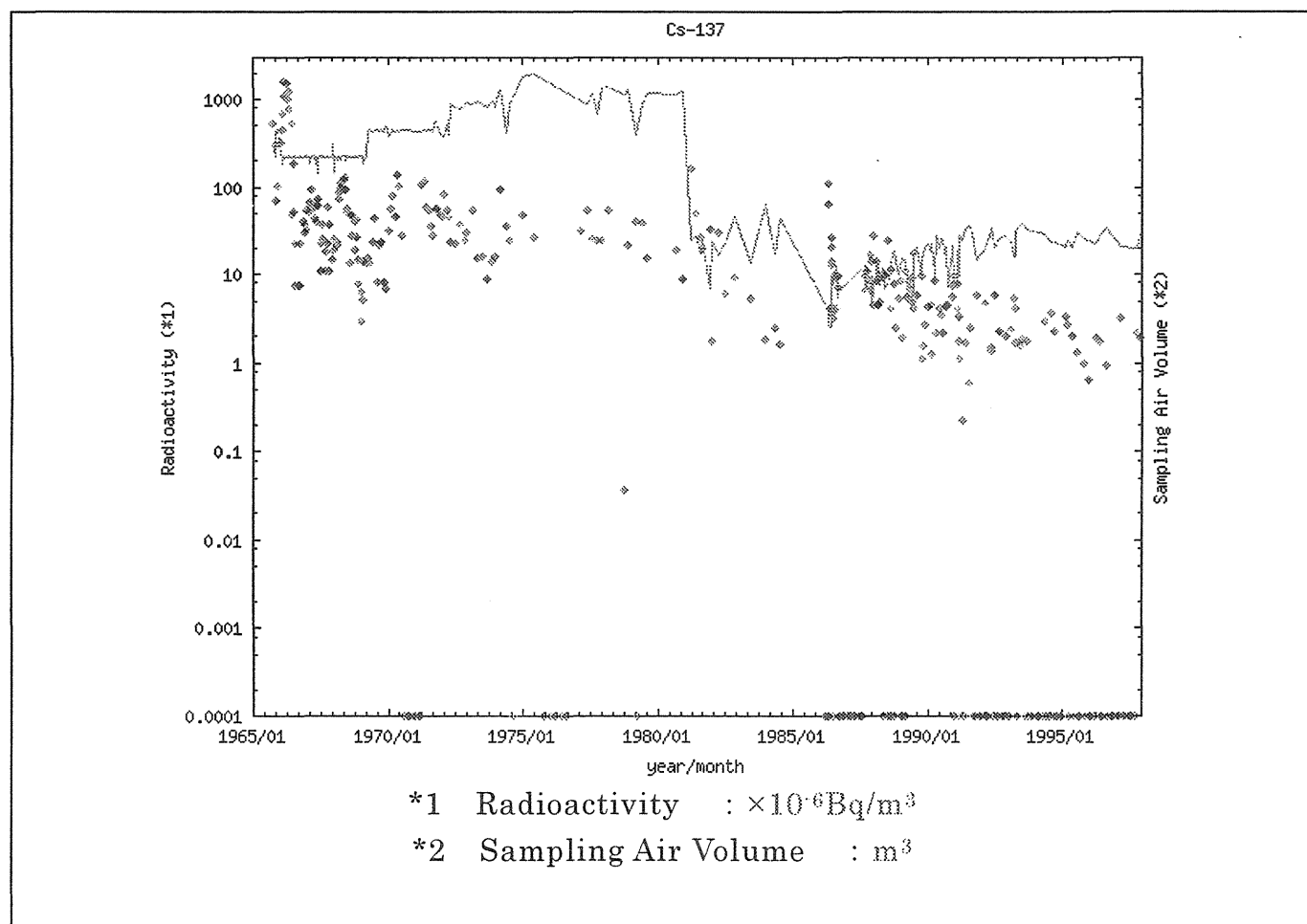
ファイルを保存する場合は、保存←を右クリックし、「対象をファイルに保存」を選択してください。

□Windows Netscape を使用している方は右クリックし、「リンクを名前を付けて保存」を選択し、ファイルを保存してください。

□MAC ユーザはブラウザによらず、【Option】キーを押しながらクリックするとファイルをダウンロードできます。

時系列グラフで表示する

図－３． 大気浮遊塵中の Cs137 濃度経年変化



2. 環境中の炭素-14の濃度調査

府馬正一、井上義和*、鹿島明子、西迫宗太
(比較環境影響研究グループ、*国際・研究交流部)

1. 目的

環境中の¹⁴Cの主な起源は、自然生成、大気圏核実験および核燃料サイクル関連施設などである。¹⁴Cは半減期(5730年)が長いために、集団線量預託への寄与が無視出来ないと考えられている。¹⁴Cが集団に及ぼす線量影響を起源毎に評価するためには、施設の影響のない自然環境と施設周辺環境における¹⁴Cレベルの長期間の時間推移と変動および地域分布などに関するデータが不可欠である。

自然生成および核実験起源の¹⁴Cの環境レベルを把握する目的で、1960年代初頭より現在に至るまで、主に日本産の植物精油と発酵アルコールを測定試料として¹⁴C濃度(比放射能、dpm/gC)を測定してきた。植物では、ある年に生育した部分の炭素中の¹⁴C濃度は、その年の大気中の二酸化炭素中の¹⁴C濃度を良く反映すると考えられるので、測定値は、飲食物の摂取を通じて人体に摂取される¹⁴C濃度を推定し、線量評価を行う際の有用なデータとして使用出来ると考えられる。

2. 方法

今年度測定した試料は、主として2001年に日本で収穫されたブドウを原料として発酵醸造されたワインである。これらのワインから、蒸留法によりアルコールを抽出した。比重を測定して正確なアルコール濃度(約90~94%)を決定後、その10mlを同量のトルエンシンチレータと混合し、液体シンチレーションカウンターPackard社製 TRI-CARB 2000CAで1試料当たり500分間測定した。バックグラウンド(BG)計測試料は、同量の合成アルコールを用いて調製した。この測定法では、1試料に導入できる炭素量は約4gであり、測定効率61%、BG計数率は5.6cpmであった。

3. 結果

ブドウの生産年が2001年のワイン6銘柄の測定結果を表-1に示した。日本各地の¹⁴C濃度は、 14.5 ± 0.1 dpm/gC~ 15.2 ± 0.1 dpm/gCの範囲であった。平均値は、 14.9 ± 0.2 dpm/gCであった。測定誤差を考慮すると、¹⁴C濃度の地域差は認められず、日本の¹⁴C濃度は工業地帯を除いてほぼ均一であると考えられる。1980年から1989年までの10年間の¹⁴C濃度は、年減少率約0.20dpm/gCで低下してきた。その後、1990年から1999年の10年間は、 15.6 dpm/gC~ 14.9 dpm/gCと緩やかな減少傾向を示した(年減少率約0.07dpm/gC)。測定誤差を考慮すると、2001年の¹⁴C濃度は2000年(14.6 ± 0.2

dpm/gC) と同一であると考えられるので、 ^{14}C 濃度の減少が下げ止まりつつある可能性がある。

2001年度に購入したワインのうち、原料（ブドウ、ブルーベリー）の生産年が2001年以外のもの3銘柄の ^{14}C 濃度は $14.8 \pm 0.1 \text{dpm/gC} \sim 15.4 \pm 0.1 \text{dpm/gC}$ となった（表-2）。これらの値は最近数年間の測定結果と同一レベルであった。

4. 過去の調査研究経過・経緯

本調査研究により蓄積された ^{14}C 濃度の時系列から以下のことが分かった。1940年代の試料から、日本での自然生成レベルは約 13.7dpm/gC であった。大気圏核実験の開始に伴い、その影響が1950年代以降の試料に認められ、 ^{14}C 濃度は急激に増大し始め、1963年には最大値 25dpm/gC に達した。その後1980年代まで、濃度は比較的急速に低下した。この間、特に1970年前後の日本の濃度は、北半球大気対流圏の予測濃度より最大十数%の低下を示した。これは、日本の急速な工業化に伴う化石燃料の大量消費の結果、大気中に ^{14}C を含まない炭酸ガス濃度が急激に増加したため、希釈され濃度が低下したと推定される（Suess効果）。1980～2000年間の ^{14}C の減少傾向は、炭素循環モデルに基づく対流圏の ^{14}C 予測濃度（NCRP）と良い一致を示した。

5. 今後の調査研究計画・方針

植物由来有機成分中の ^{14}C 濃度測定値から推定される大気中の ^{14}C 濃度の時間変化は、年々減少率が小さくなりつつもなお減少傾向が続いている。2001年現在、核実験起源の ^{14}C は、自然レベルの約9%増のレベルで大気中に残存していると考えられる。

長期間の時間変化を予測するためには、本測定調査を継続してデータを蓄積するとともに、植生や海洋が果たしている炭酸ガスのリザーバーとしての役割と、化石燃料の消費に基づく ^{14}C を含まない炭酸ガスの大気中濃度の増加による希釈効果の両者の影響について解析する必要がある。これらの解析結果は、近年問題となっている地球温暖化の原因解明に役立つであろう。一方、放射性廃棄物の土中埋設処分や核燃料サイクル施設の運転に伴い ^{14}C が環境に放出され、局地的に環境濃度を上昇させる可能性があるため、今後は、施設周辺環境試料を定期的に採取し、その ^{14}C 濃度を測定し、経年変化に関するデータを蓄積する必要がある。

表-1 日本の2001年産ワインの¹⁴C濃度

試料 #	ブドウの産地	¹⁴ C濃度 (dpm/gC)	計数誤差、1SD (dpm/gC)
1	北海道	15.2	0.1
2	長野県	15.0	0.1
3	山梨県	14.9	0.1
4	愛知県	14.5	0.1
5	大阪府	14.8	0.1
6	兵庫県	14.7	0.1

2001年 平均値 = 14.9 ± 0.2 dpm/gC (1 標準偏差)

表-2 日本の他のワインの¹⁴C濃度

原料	原料の生産年	原料の産地	¹⁴ C濃度 (dpm/gC)	計数誤差、1SD (dpm/gC)
ブドウ	1999	岡山県	14.8	0.1
ブルーベリー	不明 (2001年11月購入)	石川県	15.0	0.1
ブルーベリー	不明 (2001年11月購入)	静岡県	15.4	0.1

3. 日本周辺海域の放射能の解析調査

山田正俊、青野辰雄
(防護体系構築研究グループ)

1. 目的

外洋を含む日本周辺海域の海水や海底堆積物等に存在する放射性核種濃度を明らかにするとともに、その経年変化および水平・鉛直方向の分布の様相から、海洋におけるこれら核種の挙動の解明に資するデータを得ることを目的としている。今年度は、西部北太平洋海底堆積物中の $^{239+240}\text{Pu}$ と ^{137}Cs の結果について報告する。

2. 方法

海底堆積物は、西部北太平洋の2測点よりマルチプルコアラーを用いて採取した。乾燥・粉碎後、分析用試料を秤量し、硝酸、過塩素酸、フッ化水素酸で分解し、鉄共沈法、イオン交換法等で分離・精製し、アルファスペクトロメーターで $^{239+240}\text{Pu}$ の放射能を測定した。 ^{137}Cs の分析は、乾燥秤量後、測定容器に詰め、Ge半導体検出器による γ 線スペクトロメトリーによった。採取地点を、図-1に示す。

3. 結果

西部北太平洋海底堆積物中の $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度の鉛直分布を図-2(Stn. 1)、図-3(Stn. 2)に示す。 $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度はいずれの測点でも表層付近で0.6~0.8mBq/g程度の値を示し、その後急激に減少するという分布を示した。 $^{239+240}\text{Pu}$ は10cm程度まで存在が確認されたが、これは生物攪乱の影響によるものと考えられる。また、 ^{137}Cs はいずれの測点および深度でも検出されなかった。Stn. 1とStn. 2における $^{239+240}\text{Pu}$ の海底堆積物中のインベントリーは、それぞれ、7および5 MBq/km²であった。西部北太平洋における海水中的 $^{239+240}\text{Pu}$ のインベントリーは、100 MBq/km²前後であることが報告されている。このことより西部北太平洋に放出された $^{239+240}\text{Pu}$ のうち、海底に堆積した部分は全体の数パーセントに過ぎず、大部分の $^{239+240}\text{Pu}$ は海水中に残っていると言える。

4. 過去の調査研究経過・経緯

これまで日本海や東シナ海などの縁辺海や北太平洋等でサンプリングの機会を得て、海水や海底堆積物中の放射性核種濃度を測定し、データの蓄積を図ってきた。

5. 今後の調査研究計画・方針

次年度も引き続き、外洋を含む日本周辺海域において海洋試料を採取し、放射性核種濃度を測定して海洋における挙動の解明のための基礎データの蓄積および経年変化を把握する。

6. 平成13年度の研究発表

- (1) 山田、平野、青野：放射能調査研究報告書（平成12年度）。
- (2) 平野、山田、青野：第43回環境放射能調査研究成果論文抄録集。

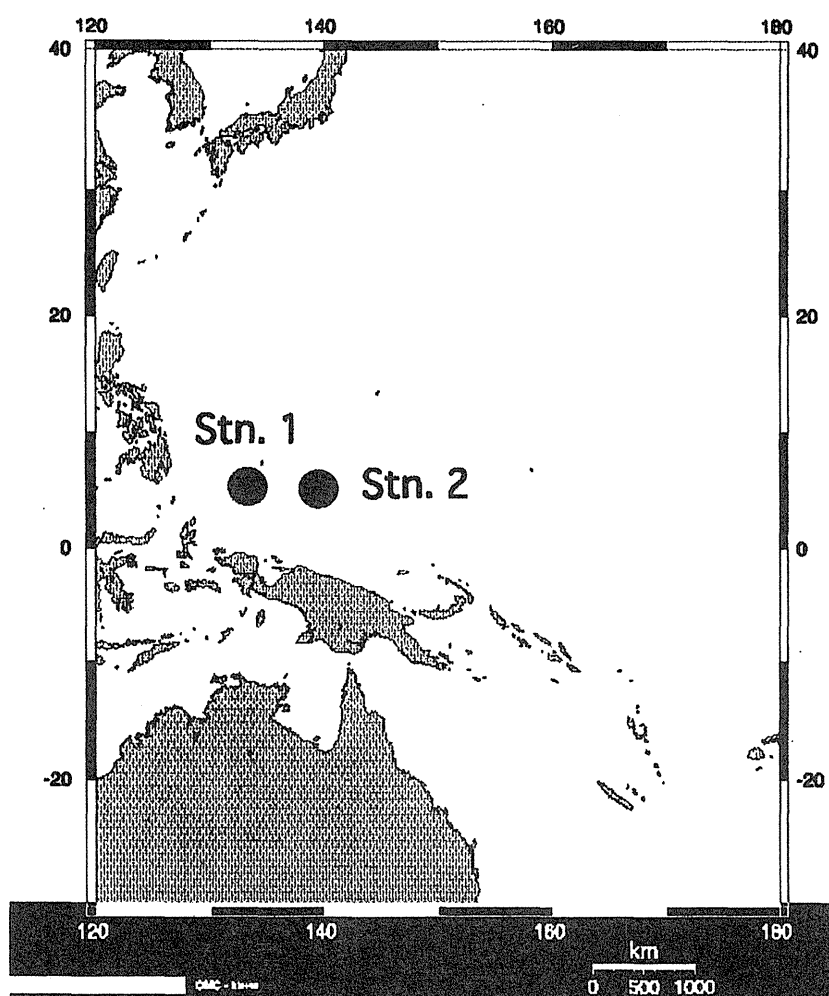


図-1 西部北太平洋における海底堆積物採取地点

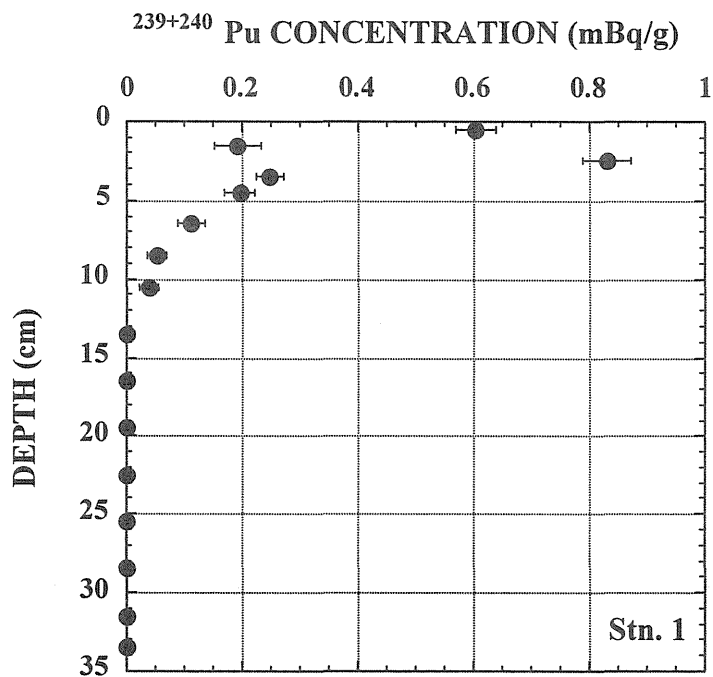


図-2 測点 1 における ²³⁹⁺²⁴⁰Pu の鉛直分布

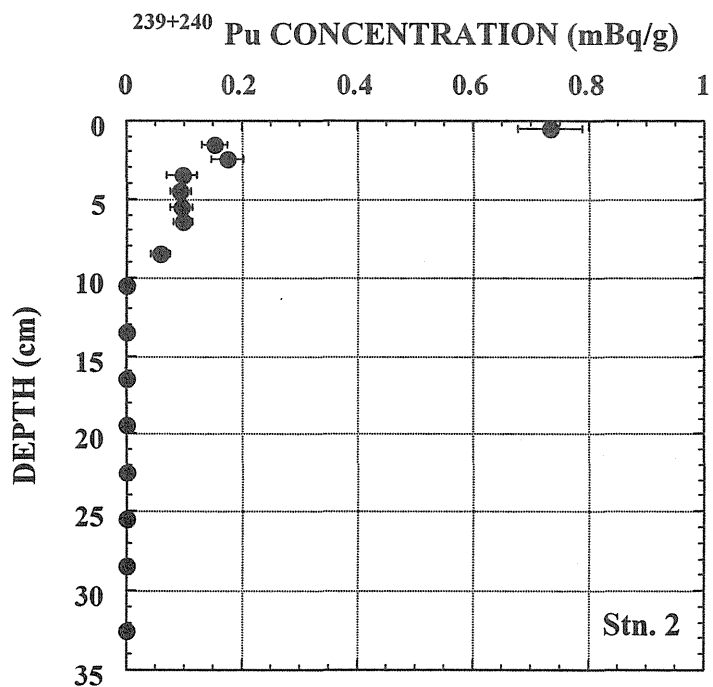


図-3 測点 2 における ²³⁹⁺²⁴⁰Pu の鉛直分布

4. 人体の放射性核種濃度及び線量の解析調査

白石久二雄、サファー・サラタ・クマール、木村真三
(防護体系構築研究グループ)

1. 目的

人骨中のフォール・アウト ^{90}Sr は環境に放出された放射性核種による被ばく線量の推定・評価のうえで指標のひとつとして重要である。日本人における骨中の ^{90}Sr 濃度の分析測定により、骨中濃度と年次、年齢および地域別の解析を行うとともに、骨内の組織に対する被ばく線量の推定を行い、あわせて緊急時における環境放射性核種による一般人の体内放射能の動向に被ばく線量の推定に資することを目的とする。

2. 方法

東京および北海道、一部は東北地区において国公立病院および国公立研究機関等の協力のもとに試料を収集した。得られた試料は、灰化したのちに発煙硝酸法によりストロンチウム-90 を分離した。骨試料に多いマトリックス元素であるカルシウム、リンからストロンチウム・キャリアを用いてストロンチウム-90 を分離精製する。最後に炭酸ストロンチウムとしてデスク化する。放射平衡に達した後に Oxford4100 シリーズの低バックグラウンド α/β カウンターを用いて ^{90}Sr の放射能を測定した。

3. 結果

日本人の骨中（脊椎骨）の ^{90}Sr 濃度は、1960年代のフォール・アウトの多いとき、例えば、0-4歳 $185\text{mBq}^{90}\text{Sr}(\text{gCa})^{-1}$ 、と比べ、1970年代より緩慢になって来ている。平成6年（1994年）死亡の0-4歳群では10検体の合併試料につき $19\text{mBq}^{90}\text{Sr}(\text{gCa})^{-1}$ 、5-19歳群では $9.4\text{mBq}^{90}\text{Sr}(\text{gCa})^{-1}$ および成人群では $13\pm 4\text{mBq}^{90}\text{Sr}/\text{g}(\text{Ca})^{-1}$ であった。近年の骨中の ^{90}Sr 濃度はごく緩慢に減少する傾向にある。他の死亡年の試料については現在、分離分析中であり、今後まとめて報告する予定である。

骨中 ^{90}Sr 濃度から線量への変換については、赤色骨髄及び骨表面の細胞における年吸収線量を国連科学委員会の P_{45} を日本人に適用して推定すると、1996年成人においては 6 ± 1 および $14\pm 3\mu\text{Gy}$ と推定された。成人群における骨吸収線量も ^{90}Sr 濃度と同じく緩慢な減少傾向にあるが、その変化は小さい。線量についてもまとめて報告する。

4. 今後の調査研究計画・方針

人体中の ^{90}Sr 濃度は、内部被ばく推定における指標となる重要な人工放射性核種である。最近は放射能レベルの低下並びに試料の収集も困難になってきた。日本人における人工・自然放射能による集団線量推定のためのサンプリング拠点の確保が必要である。また、骨試料特有のマトリックス元素のために発煙硝酸法を適用しているが、感度、試薬の取り扱いの危険性、環境保護の観点からも新しい分析測定法を検討している。

5. 環境中の地殻ガンマ線の分布と変動に関する調査研究

－特に神戸市における詳細調査について－

古川雅英、床次眞司（ラドン研究グループ）

1. 目的

一般の生活環境に存在する放射線のうち、地殻ガンマ線に起因する外部被ばく線量を実測すると共に、岩石や土壌などの環境物質に含まれる放射性核種濃度の分析を行い、国民線量算定の高精度化に資することを目的としている。特に、地殻ガンマ線レベルの地理的分布とその時間変動について、人為的要因（都市化や大規模開発など）ならびに自然的要因（火山噴火、地震災害等）を考慮した詳細な調査研究を実施している。

2. 方法

今年度は、震災に起因する線量率変動の有無を検討するため、神戸市内の震災域（灘区と東灘区の市街地）において、空間ガンマ線線量率データを高密度で得た。また、高線量率要因の解明、ならびにその地質分布との関係を検討するため、沖縄県与那国島および沖縄本島北部において測定を実施した。いずれの場合も、測定には3"φ×3"NaI(Tl)スペクトルサーベイメータおよび1"φ×2"NaI(Tl)サーベイメータを使用した。神戸市の一部については、ガンマ線線量率分布図(コンター図)を作成した。

3. 結果

高密度でのデータ蓄積が進んだ神戸市を中心に結果を述べる。図-1に、神戸市灘区の市街地(一部)におけるガンマ線線量率の分布を、1"φ×2"NaI(Tl)サーベイメータによる指示値に基づくコンター図で示す。市街地における測定であることから、測定値には家屋や舗装道路等の人工物の影響が含まれるが、ガンマ線線量率の高い地域と低い地域は、比較的まとまりを持って分布している。3"φ×3"NaI(Tl)スペクトルサーベイメータによって得られたデータについて、応答行列法による解析から核種濃度(K-40、ウラン系列、トリウム系列)の算出を行った結果、ウラン系列核種の濃度が比較的高いことが示された。これは、神戸市の後背地である六甲山系が、主として花崗岩から成ることに起因すると考えられる。現在、神戸市街地に伏在すると考えられている活断層分布と線量率分布との関係などについて検討を進めている。なお、1"φ×2"NaI(Tl)サーベイメータの指示値(単位:nSv/h)を3"φ×3"NaI(Tl)スペクトルサーベイメータとの同時測定結果を用いて空間吸収線量率

(nGy/h) に換算したところ、図-1の範囲においては、概略70~100 nGy/hと推定された。

沖縄県の与那国島および沖縄本島北部について、地質および土壌の分布と今回得た線量率分布とを比較した結果、過去に調査研究を行った宮古島(古川・床次, 2001)と同様に、大陸からの風送塵(主として黄砂)を母材とする土壌(赤土)の分布が線量率を高めている要因であると判断された。なお、赤土分布域における空間ガンマ線線量率の範囲は、約70~90 nGy/hであった。

4. 過去の調査研究経過・経緯

旧課題(平成7年度まで)においては、日本のバックグラウンド放射線レベルの分布を明らかにするため、全国調査を実施した。また、平成4年度より、従来の手法に加えてスペクトロメトリ法による測定を開始し、核種別寄与も含めた測定調査を主として火山地域(雲仙普賢岳、伊豆大島、桜島、秋田駒ヶ岳等)において実施した。これらによって得られたデータと成果については、本報告書等により、逐次公表を行ってきた。特に全国調査の成果は国民線量評価に大きく貢献するとともに、国連科学委員会報告書等に日本の代表値として採用されている。

上記の全国調査では、日本全体のバックグラウンド放射線レベルの大局的把握に主眼を置いたことから、地殻ガンマ線や宇宙線など、線源別の評価は行っていない。しかし、より高精度の国民線量評価等を行うためには、線源別による線量算定が望まれている。このため、国連科学委員会報告書等においても、自然放射線被ばく、医療被ばく、職業被ばく等のカテゴリーを設けており、さらに自然放射線については宇宙放射線、地殻ガンマ線、ラドン等に細分して検討が進められている。このようなことから、旧課題では調査研究が不十分であった宇宙放射線については平成8年度より新規課題(本報告書別報)で扱うこととし、これにともなって、地殻ガンマ線レベルについては、全国調査では未測定であった地域における測定を含め、特に空間分布の詳細とその時間変動について調査研究を進めることとなった。

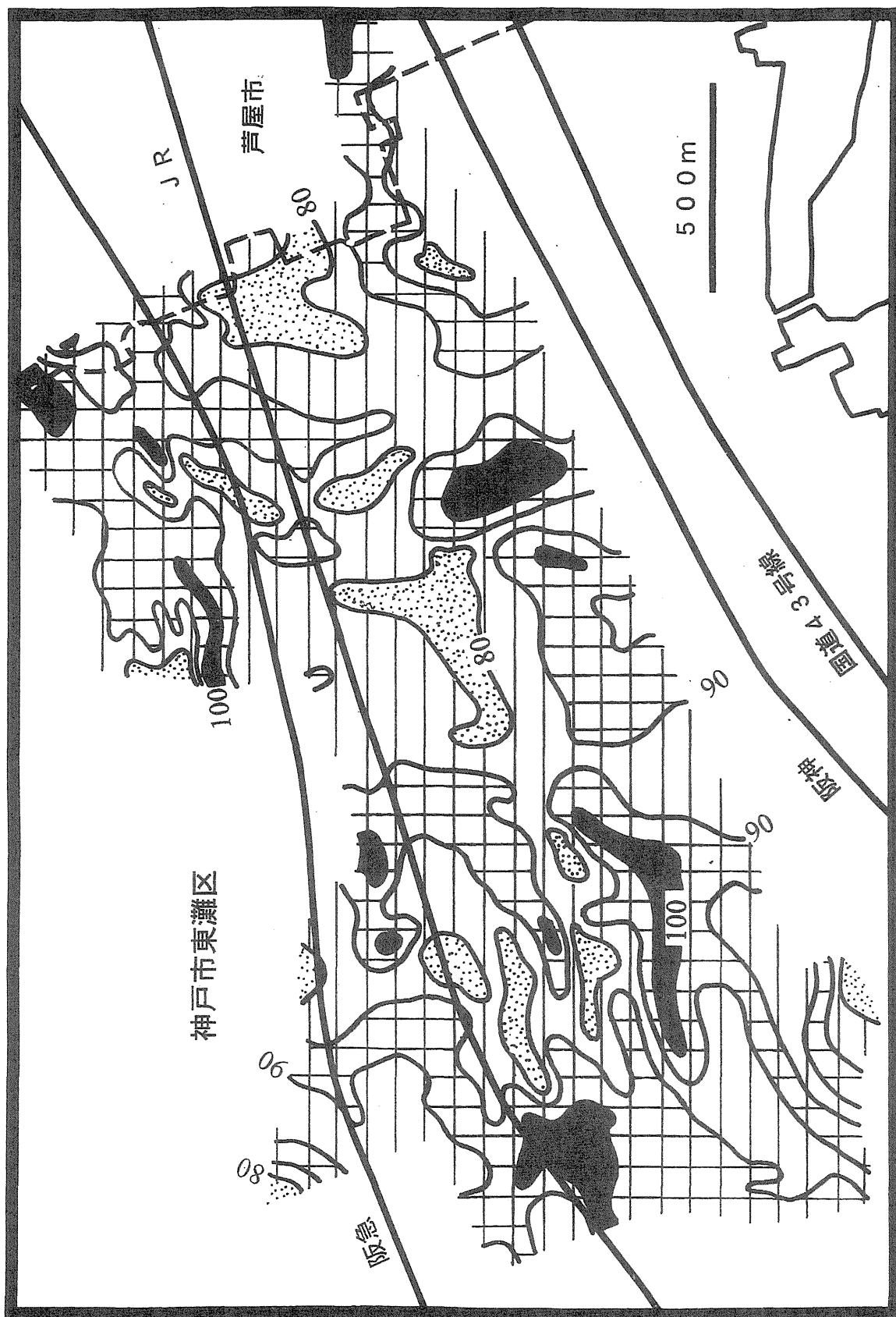
5. 今後の調査研究の計画・方針

神戸市等における震災復興地域の調査研究については、少なくとも次年度までは調査を継続し、近々に成果の取りまとめと公表を行う計画である。ただし、神戸市等については震災復興途上であることから、一定期間後(震災復興完了を待って)、再度調査を実施し、地殻ガンマ線レベルの時間変化等の観点から比較検討を行う方針である。また、大陸から運ばれる風送塵(黄砂など)による放射線環境への影響を明らかにするため、黄砂起源の土壌分布が明瞭である南西諸島や西南日本(秋吉台など)において、調査研究を継続する計画である。これらにより、地殻ガンマ線レベルの変動とその要因について、さらに貴重な知見が得られるものと考えている。また、伏

在活断層の位置決定に寄与するデータが得られる可能性等、今後の防災・地球科学への寄与も期待される。

6. 当該年度の研究発表

- (1) 古川雅英・床次眞司：沖縄県宮古島における空間 γ 線線量率の分布，保健物理，36，195-206（2001）.
- (2) 古川雅英ほか：環境中の地殻ガンマ線の分布と変動に関する調査研究－沖縄県宮古島における詳細調査（3）－放射能調査研究報告書（平成12年度），（2002）.



図一 1 神戸市東灘区市街地の一部におけるγ線線量率分布(測定器指示値で単位はnSv/h).

6. 生活環境における宇宙放射線の空間分布と時間変動に関する調査研究

－特に航空機飛行中における宇宙線積算線量について－

古川雅英、床次眞司、石川徹夫
(ラドン研究グループ)

1. 目的

一般の生活環境に存在する自然放射線のうち、宇宙放射線（大気中に生成した二次宇宙線の電離成分と中性子成分）を全国各地の地表付近（海面高度～高山域）および航空機飛行高度において実測することにより、宇宙放射線強度の空間分布および時間変動を把握し、国民線量算定の高精度化に資することを目的としている。

2. 方法

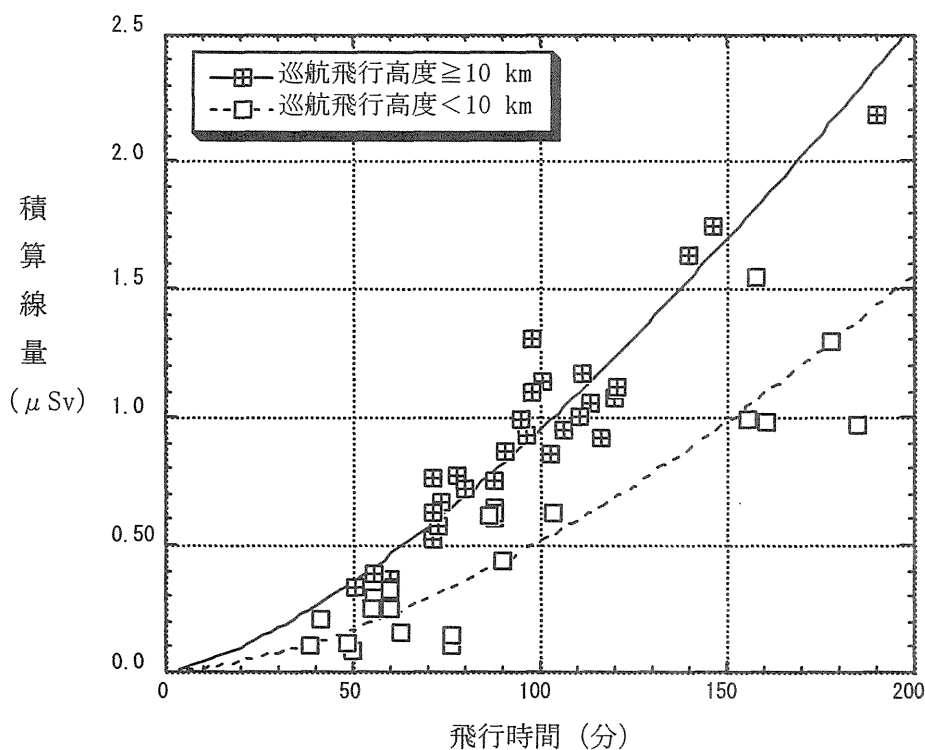
今年度は、地表レベルにおける宇宙線線量率の屋内外測定を千葉市、神戸市、九州地方（福岡県二丈町、鹿児島市）、沖縄県（南大東島）などで進めるとともに、航空機飛行中の積算線量データを東京－那覇－南大東島および東京－鹿児島などの飛行区間で得た。地表レベルにおける電離成分および中性子成分の線量率測定には、それぞれ3"φ×3"NaI(Tl)スペクトロサーベイメータと中性子レムカウンタを使用した。また、航空機における測定には、電子ポケット線量計（電離成分にのみ有感）を用いた。

3. 結果

ここでは、取りまとめを進めた航空機測定（日本国内線）を中心に結果を述べるとともに、二次宇宙線の屋内外線量率、その時間変動、ならびに家屋等による遮蔽効果に関する測定結果の概要を示す。

日本国内線については、今年度末（2002年3月）までに、前述の飛行区間を含め、計34便において電子ポケット線量計による飛行中（離陸から着陸まで）の積算線量データを得た。図-1に、積算線量（電子ポケット線量計の指示値）と飛行時間との関係を示す。積算線量は概ね飛行時間とともに増加した。ただし、巡航飛行高度の差違によって、増加率の異なることが示された。これは、主として宇宙線線量率が高度とともに大きくなることに起因すると考えられる。ただし、ここで使用した電子ポケット線量計は二次宇宙線の電離成分にのみ有感であり、中性子成分については情報が得られない。また、電離成分についても過小評価となる。このため、ほぼ日本全体をカバーするように一部の路線（東京－稚内、東京－鹿児島、

東京－那覇）においては3"φ×3"NaI(Tl)スペクトロサーベイメータと中性子レムカウンタによる同時測定を実施し（1999年～2000年）、その結果に基づき、電子ポケット線量計の積算線量指示値から実際の二次宇宙線線量（電離成分線量＋中性子成分線量）を求める係数として2.3を得た。これらの結果は、これまでに系統的なデータの不足が指摘されてきた航空機利用時における宇宙線被ばくの評価に有効であると考えられる。



図－1 電子ポケット線量計による飛行中の宇宙線積算線量と飛行時間との関係。

二次宇宙線電離成分線量率の時間変動に関する測定を、沖縄県南大東島と千葉市の海面高度（屋外）において行った。南大東島の線量率は約 29.0 ± 0.5 nGy/h、千葉市では約 30 ± 0.6 nGy/hであった。また、千葉市では屋内測定（鉄筋コンクリート造建築内）を実施し、屋内線量率約 25.0 ± 0.8 nGy/hを得た。これにより、約17%の遮蔽効果が推定された。中性子成分の線量率測定は、千葉市、神戸市、福岡県二丈町、および鹿児島市の海面高度（屋外および屋内）において行った。屋外線量率

は、千葉市、神戸市、福岡県二丈町では約 3.3 nSv/h、鹿児島市では約 3.0 nSv/h であった。屋内線量率は、千葉市では約 2.1 nSv/h、神戸市では約 1.9 nSv/h、福岡県二丈町では約 1.6 nSv/h、鹿児島市では約 2.0 nSv/h であった（いずれも鉄筋コンクリート造の建築物内）。これらから、約 33～52%の遮蔽効果が推定された。これらの屋内外測定の結果については、遮蔽効果を含め、詳細を解析中である。

4. 過去の調査研究の経過・経緯

地表付近における宇宙放射線強度の空間分布については、欧米などの地磁気高緯度地域に較べて地磁気低緯度地域における実測データの不足が指摘されてきた。地磁気低緯度地域には、日本のみならず、世界人口の集中するアジア諸国が含まれている。宇宙放射線の分布やこれによる影響等を高精度で評価するための基礎データを収集・整備することを目的として、平成8年度より宇宙放射線に係わる新規課題として本調査研究を実施することとなった。

すでに、富士山をはじめ、北海道（大雪山系、利尻島など）、青森県（岩木山）、中部地方の山岳域、九州南部（開聞岳、屋久島黒味岳）等において、二次宇宙線線量率の高度・緯度分布に関する測定を実施した。また、時間変動を把握するため、長期連続観測点(南房総)の設置などを進めてきた。さらに、これらに関連して、東京湾－インド洋間の洋上（東京大学海洋研究所との共同研究）、韓国南部（科学技術振興調整費・国際共同研究総合推進制度など）、中国チベット高原（科学技術庁専門家派遣制度）、ブラジル（文部省科学研究費補助金）などにおいて宇宙線観測を実施してきた。

5. 今後の調査研究の計画・方針

地表レベルにおける線量率空間分布に関する測定は、今年度までに、ほぼ日本全体をカバーするに至った。今後は、空間分布に関するデータの取りまとめと解析を進めるとともに、家屋等による宇宙線遮蔽効果の検討を含め、線量率の時間変動に関する調査研究を重点的に行う計画である。また、航空機利用時の宇宙線被ばくについて、測定手法の開発を含め、実測と検討をさらに進める方針である。

6. 当該年度の研究発表

- (1) 古川雅英：民間航空機における宇宙線線量のポケット線量計による測定(Ⅱ): 国際線の結果, *Radioisotopes*, 50, 282-288 (2001).
- (2) 古川雅英：民間航空機における宇宙線線量のポケット線量計による測定(Ⅲ): 中国およびブラジル国内線の結果, *Radioisotopes*, 50, 591-596 (2001).
- (3) 古川雅英ほか：生活環境における宇宙放射線の空間分布と時間変動に関する

- 調査研究－航空機飛行高度における宇宙線線量－，放射能調査研究報告書（平成 12 年度），放射線医学総合研究所（2002）。
- （4）古川雅英ほか：航空機における宇宙線線量の簡易測定結果，第 43 回環境放射能研究成果論文抄録集（平成 12 年度），9-10，文部科学省（2002）。

7. 水産食品摂取経路における被ばく低減化に関する調査研究

渡部輝久、横須賀節子、黒澤明子、宮崎多恵子*
(放射線安全研究センター那珂湊支所、*三重大学)

1. 目的

水産食品の調理および食品加工等による除染効果を調べ、環境放射能汚染が生じた際の公衆の被ばく低減化対策立案に資するとともに水産資源の有効利用に資することを目的とする。本調査では、①水産食品として消費量の高い水産加工品について原材料及び製品を入手し、Cs、Sr等重要な放射性核種の安定同位体を分析し、水産加工による低減効果を定量化し、②水産食材から食卓における消費までの間の調理過程での低減効果をトレーサー実験ならびに安定元素分析により調べることを計画している。

2. 方法

本年度は、東北地方で得られた練製品とその原材料についてGe半導体検出器を用いた放射性核種分析ならびにICP-AESを用いた安定元素分析を行い、水産加工による低減効果の解析を行った。水産加工業者の協力を得て入手した20～40kgの試料は、真空凍結乾燥後ブレンダーにより粉碎、混合を行い試料の均一化をはかった。放射性核種分析については、最適な分析条件を得るための検討を行った。すなわち、粉体試料の一部を2リットル容アクリル製マリネリビーカーに秤取し、放射能分析を行い、さらに測定後に450℃で灰化した試料をプラスチック製容器に秤取し分析を行い両者の測定結果を比較した。安定元素分析においては試料1gを硝酸一過酸化水素水系で分解し、完全に有機物が分解した後蒸発乾固し、硝酸濃度1Nとなるように溶解し100mlにメスアップし測定試料とした。

3. 結果

マリネリビーカーによる放射能分析は、比較的大容量の試料を少ない前処理操作で行えることから、とくに緊急時モニタリングに適用し得る方法である。乾燥生物試料を2リットル容マリネリビーカーを用いて測定する場合には5kgを越える生重量に相当する試料を扱うことも可能であり、低放射能濃度試料の測定にも有利であると考えられる。表1には練製品の原材料および製品についてマリネリビーカーでの乾燥試料測定の場合とU-8型プラスチック容器を用いて灰化試料を測定した場合の結果の比較である。表から想像されるように水産生物試料は、乾燥試料のみかけの密度、試料の灰分量が大きく変化する。生物軟組織（見掛けの密度の小さい試料）

に移行しやすいCs-137に関しては灰化試料による測定が有利である。また、灰分量の高い試料に関しては試料量を大きくとれるマリネリビーカーによる測定が有利であることが分かった。放射能測定値から水産加工によるCs-137の低減効果（除染係数）は0.31と計算され、双方の容器で同様の値を得ることができた。現在、得られた試料の値付けを実施しているところである。

練製品原材料および製品中の主要元素および微量元素濃度を表2、3、4および5に示す。水産加工業は地先で大量に漁獲された水産物を保存あるいは付加価値を高めるための行為として歴史的に発展してきた。しかし、今日の沖合漁業の不振や各国の海域に対する主権主張に伴う漁業海域の制限等により漁獲量の減少がやむを得ない事態となり、安定な加工業を営むために原材料を輸入に頼る傾向が顕著となっている。練製品においてもこの傾向は同様であり、原材料はスケソウダラ等の船上加工したスリミの輸入品が主たる原材料となっている。表2および4には本研究所地先海域で漁獲された数種の魚類筋肉中元素濃度も比較のために示した。主要元素に関しては、一般に、輸入スリミは沿岸魚と比較し、Na濃度が高く、KおよびPで低い傾向がみられるようである。これには酸化防止剤等の添加の可能性も考えられる。しかし、微量元素については顕著な差異はみられなかった。練製品に関してはNaに関して顕著な増加がみられ、また他の主要元素についても必ずしも加工による低減化がみられるとは限らなかった。これは、Naに関しては加工過程での調味料の添加に起因すると考えられるが、製品と原材料との間で水分含量が異なることから一般に製品で高い濃度が得られるという傾向にも依っている。微量元素についても必ずしも加工による低減化がみられるとは限らないが、練製品の加工過程の多様さ、すなわち調味料や添加物多様さや「焼く」あるいは「油で揚げる」などの調理の多様さにも反映して元素濃度にも大きな変動がもたらされると考えられる。しかしいずれの製品においても原材料で痕跡量検出される場合もあるCd、Co、Cr、Pb、Alは検出されなかった。これらの元素はとくに肝臓を始めとする非可食部に多く分布すると考えられる元素であり、練製品においては「塩辛」などの塩蔵品とは異なりこれらの部分を使用しないことから元素の摂取評価では魚類可食部の成分と同等のものとして考慮すれば十分であるといえることができる。

4. 過去の調査研究経過・経緯

本調査研究は、放射性物質が環境試料を経てヒトにもたらされる間の一つの修飾要因を明らかにするために設定した課題あり、流通や食文化といったような社会科学的要因も線量評価に十分に考慮することが必要との認識に基づいている。また、本研究の趣旨は、現在の環境中の放射能水準に基づくヒトの被ばく線量を評価することに直接的に資することを目的としていることでは必ずしもなく、想定される緊急事態における放出された環境放射能によるヒトの被ばく線量を推定するに資する

知見を得ることにある。

5. 今後の調査研究計画・方針

水産加工業は、冷凍技術の発達により利用する水産物の漁獲海域の広域化と加工・流通・消費に至る時間の遅延をもたらしている。食品加工が結果として放射線被ばく低減化に寄与していると言われている。漁獲海域の広域化に伴い放射線防護の観点からは市場希釈効果ははかれる一方で元素濃縮に関して近海生物種にはない特性を有している種の存在も考えられる。今後は、これら外来種の元素分析も積極的に行っていく。とくに、水産食品における Cs、I 等重要元素の定量法も取り入れていく。また、安定元素分析のみならず Ge 半導体検出器を用いた放射能分析も行い、放射性核種の除染に関する直接的なデータも得ることにつとめる。さらに、放射性物質摂取に関わる家庭における調理過程での修飾要因について安定元素分析法も利用して明らかにしていく。

6. 平成 13 年度の研究発表

- (1) 渡部：ガンマ線標準線源の夾雑放射性物質について、保健物理、36(3)、213-220(2001)

表1. 練製品のGe半導体検出器による測定状況

測定条件	試料	試料前処理			測定供試重量 (g)	Cs-137領域 カウント (200,000秒測定)	同領域 検出限界 カウント
		供試生重量 (g)	乾燥重量 (g)	灰化重量 (g)			
2l容マリネリ ピーカーでの 乾燥試料測定	スリミ-1	8,727.8	2,264.7		1,028.0	320.4 ± 44.4	158.9
	練製品-1	6,321.9	1,780.9		1,771.8	157.0 ± 40.7	142.3
U-8容器での 灰試料測定	スリミ-1	7,694.4	1,952.3	98.7	79.21	566.8 ± 54.5	172.0
	練製品-1	(6,321.9)	1,771.8 (1,780.9)	151.3	86.49	102.3 ± 29.4	140.9

表2. 練製品原材料中の主要元素濃度(生重量あたりの濃度:ppm)

試料	元素				
	Na	K	Mg	Ca	P
スリミ-1	1,160 (1± 0.0016)	779 (1± 0.0698)	218 (1± 0.0607)	79.9 (1± 0.0522)	1,162 (1± 0.0445)
スリミ-2	1,053 (1± 0.0067)	1,377 (1± 0.0926)	238 (1± 0.0164)	69.6 (1± 0.0135)	1,745 (1± 0.0565)
スリミ-3	988 (1± 0.0225)	492 (1± 0.3257)	124 (1± 0.1978)	155.9 (1± 0.0512)	420 (1± 0.3059)
アイナメ	233	4,347	328	88.3	2,219
ヒラメ	237	4,576	377	131.2	2,405
アカムツ	281	2,679	205	48.0	1,323
アジ	299	4,140	383	160.9	2,200

表3. 練り製品中の主要元素濃度(生重量あたりの濃度:ppm)

製品	元素				
	Na	K	Mg	Ca	P
練製品-1	7,825 (1± 0.0130)	553 (1± 0.1959)	134 (1± 0.0539)	165 (1± 0.0222)	658 (1± 0.1194)
練製品-2	7,770 (1± 0.0092)	355 (1± 0.1808)	105 (1± 0.0367)	100 (1± 0.1274)	750 (1± 0.0307)
練製品-3	7,059 (1± 0.1130)	1,044 (1± 0.2858)	170 (1± 0.0535)	91 (1± 0.0302)	748 (1± 0.1352)
練製品-4	5,109 (1± 0.0154)	1,075 (1± 0.0273)	247 (1± 0.0263)	2,316 (1± 0.0199)	639 (1± 0.0091)

表4. 練製品原材料中の微量元素濃度(生重量あたりの濃度:ppm)

試料	元素				
	Sr	Mn	Fe	Cu	Zn
スリミ-1	1.18 (1± 0.1098)	0.19 (1± 0.3173)	2.54 (1± 0.2382)	1.58 (1± 0.3691)	4.30 (1± 0.1330)
スリミ-2	0.67 (1± 0.0398)	0.13 (1± 0.2914)	2.61 (1± 0.1173)	1.57 (1± 0.0968)	5.64 (1± 0.0387)
スリミ-3	0.96 (1± 0.0666)	0.15 (1± 0.2051)	3.50 (1± 0.0504)	ND	5.42 (1± 0.2743)
アイナメ	0.24	0.29	2.41	1.56	10.54
ヒラメ	0.20	0.41	1.76	1.63	7.93
アカムツ	0.08	0.12	2.48	0.66	3.77
アジ	0.52	0.20	2.22	0.82	5.08

表5. 練製品中の微量元素濃度(生重量あたりの濃度:ppm)

製品	元素				
	Sr	Mn	Fe	Cu	Zn
練製品-1	0.70 (1± 0.0196)	ND	1.15 (1± 0.1849)	ND	2.00 (1± 0.1679)
練製品-2	0.84 (1± 0.1971)	0.37 (1± 0.4253)	2.15 (1± 0.0101)	ND	2.56 (1± 0.0691)
練製品-3	0.53 (1± 0.0078)	0.51 (1± 0.3149)	3.44 (1± 0.4402)	ND	5.44 (1± 0.2460)
練製品-4	4.44 (1± 0.0131)	0.41 (1± 0.0846)	5.41 (1± 0.1286)	1.10 (1± 0.1815)	7.14 (1± 0.0248)

8. 生活環境中のラドン濃度調査

床次眞司、古川雅英、石川徹夫、
卓 維海（ラドン研究グループ）
檜崎幸範（福岡県保健環境研究所）

1. 目的

自然放射線による被曝のうち、最も線量寄与の大きいラドンとその娘核種の存在量と形態について、様々な環境で調査を行っている。今年度は、福岡県下の一般家屋において、室内におけるラドン等の濃度レベルやその変動に関する原因調査を重点的に行った。

2. 方法

今回調査が実施された家屋では、生活用水の一部に井戸水が使用されている。ラドン濃度測定器を浴室近傍に設置し、屋内ラドン濃度を中心とした放射能計測、さらに環境因子として温度、湿度、気圧についても同時に測定した。調査期間中、人為的に井戸水を使用してラドン濃度の変動を調べた。

3. 結果

図1に調査期間中のラドン濃度変動図を示す。ある時点での急激なラドン濃度のピーク以外では、規則的な日変動が見られている。日中のレベルでは $10\sim 50\text{Bq/m}^3$ 程度であったが、夜間になると 100Bq/m^3 を超える状態が観察されている。急激なピークに関しては、人為的に井戸水を10分間程度浴槽に貯水し、そのまましばらくの間放置した。井戸水を供給している間は、水がかなりダイナミックに攪拌されるため、通常時よりも多く井戸水中に含まれるラドンが大気中に拡散すると考えられた。また、それ以外の時間帯のラドン濃度でも比較的高い濃度となっているのは、浴槽に溜まった井戸水がラドンの発生源となっているためであり、ラドン濃度が昼間高く夜低くなっている日変動は、居住者の生活様式によって換気状態が変わるためであると考えられた。

4. 過去の調査研究経過・経緯

居住環境におけるラドン濃度レベル調査に関する報告は多いが、ラドンの発生源の原因調査やラドン濃度等の時間変動に関する調査を行った例は少ない。

5. 今後の調査研究計画・方針

今後も引き続き、屋内ラドンの発生の原因調査を実施するとともに、それに関連した濃度変動要因調査について検討を進める予定である。

6. 当該年度の研究発表

- (1) Tokonami, S., Yang, M. and Sanada, T. Contribution from thoron on the response of passive radon detectors. Health Phys., 80(6), 612-615(2001).
- (2) Tokonami, S. Yang, M., Sanada, T., Climent, H. and Furukawa, M. Thoron spike test for passive radon detectors. The Sci. of Total Environment, 272, 247-248 (2001).
- (3) Sun, Q., Tokonami, S. and Akiba, S. Indoor radon and lung cancer prevalence in Chiang Mai Province, Thailand, Internal Med. J. Thai., 377-378 (2001).

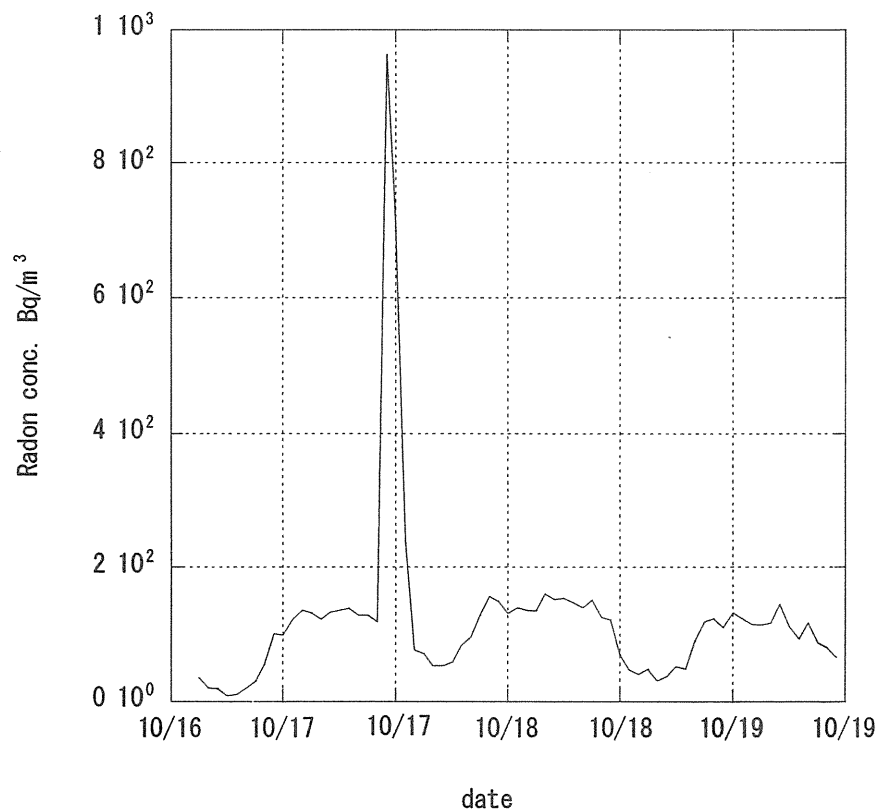


図1 井戸水利用による屋内ラドン濃度の上昇と日変動

Ⅱ．原子力施設周辺の放射能調査

1. 沿岸海域試料の解析調査

青野辰雄、山田正俊
(防護体系構築研究グループ)

1. 目的

日本沿岸における放射性物質の動向や放射性核種の分布の経時変化の調査を行い、これらをもとに、試料相互間の汚染の関連を解析し、将来の汚染を予測するためのデータを得ることを目的に、原子力施設周辺等の沿岸海域における海産生物中の放射性核種濃度を測定した。

2. 方法

試料は、青森、茨城、千葉及び熊本各県の沿岸等で採取した海産生物（海藻類）を用いた。採取した試料は秤量後、110℃で乾燥、450℃で灰化を行った。この灰化試料を硝酸で溶解し、陰イオン交換法、AMP法等により、核種毎に分離・精製した。 $^{239+240}\text{Pu}$ はアルファスペクトロメーター、 ^{137}Cs はベーターカウンターを用いて各試料の濃度を測定した。

3. 結果

表-1に1999年～2000年に日本沿岸で採取したウミトラノオ（海藻類）中の $^{239+240}\text{Pu}$ と ^{137}Cs の濃度を示す。今回分析した試料の濃度範囲は、 $^{239+240}\text{Pu}$ と ^{137}Cs がそれぞれ3.4-24.0、99-263mBq/kg-生重量であった。1994年～1998年までの茨城県のウミトラノオ（海藻類）中の $^{239+240}\text{Pu}$ と ^{137}Cs の濃度平均は、それぞれ 27 ± 18 、 $204\pm 46\text{mBq/kg}$ -生重量であった。今回分析した海藻中の $^{239+240}\text{Pu}$ と ^{137}Cs 濃度は、過去に報告されている濃度と有意な差は認められなかった。

4. 過去の調査研究経過・経緯

これまで、茨城県や青森県をはじめ日本沿岸産の海産生物の放射性核種濃度を測定し、データの蓄積を図ってきた。

5. 今後の調査研究計画・方針

次年度も引き続き、沿岸海域、特に原子力施設周辺海域において海洋試料を採取し、これらの放射性核種濃度を測定して、汚染防止のための基礎データの蓄積および経年変動を把握する。

6. 当該年度の研究発表

- (1) T. Aono, M. Yamada, S. Hirano: 4th International Conference on Isotopes, Cape Town, 2002. 3.
- (2) 青野、山田、平野：放射能調査研究報告書（平成12年度）、2002.
- (3) 青野、山田、平野：第43回環境放射能調査研究成果論文抄録集、2002.

表1 日本沿岸における海藻中の $^{239+240}\text{Pu}$ と ^{137}Cs 濃度

採取地	採取年月日	海藻名	$^{239+240}\text{Pu}$	^{137}Cs
青森県深浦	1999年5月31日	ウミトラノオ	10.2±0.4	161±16
	2000年6月21日	ウミトラノオ	7.3±0.4	99±16
青森県今別	1999年6月1日	ウミトラノオ	24.0±1.0	142±15
青森県泊	1999年6月29日	ウミトラノオ	13.0±0.6	119±16
茨城県五浦	1999年5月17日	ウミトラノオ	10.0±0.4	263±19
	2000年5月19日	ウミトラノオ	12.4±0.4	156±17
茨城県磯崎	1999年3月18日	ウミトラノオ	17.2±0.7	111±17
	1999年5月13日	ウミトラノオ	15.7±0.7	99±16
	2000年1月27日	ウミトラノオ	11.7±0.6	147±18
	2000年3月27日	ウミトラノオ	13.7±0.4	138±17
茨城県平磯	1999年10月1日	アラメ	5.0±0.3	118±12
	1999年10月1日	ウミトラノオ	3.4±0.2	148±12
千葉県館山	1999年5月17日	ウミトラノオ	9.2±0.5	162±21
熊本県熊本	1999年3月29日	ウミトラノオ	12.3±0.9	189±21

(単位：mBq/kg-生重量)

2. 環境試料及び人体臓器中のアルファ放射性核種濃度

湯川雅枝、渡辺嘉人、西村義一（防護体系構築G）
長田久夫、関谷宗英（千葉大学）
桜井四郎（大妻女子大学）
大桃洋一郎（環境科学技術研究所）
佐藤愛子、田中千枝子（技術補助員）

1. 目的

核爆発実験などによって生成したプルトニウム等超ウラン元素は、大気、食品などの経路を通じて人体内に取り込まれる。これらの放射性元素による国民の被ばく線量評価のために環境から人体への移行の機構を知ることは重要である。また、 α 放射性核種による被ばく評価上重要なU及びThに関しても、同様の見地から、環境試料及び人体臓器中の元素濃度測定を実施している。

2. 方法

(1) 人体臓器試料の採取

近年の人体臓器試料採取の困難さに伴い、本研究の実施方法についての変更を検討し、人体中のプルトニウム濃度の測定という意味から、千葉大学医学部との共同研究として胎盤の分析を行うことにした。また、従来臓器試料との代替性についてのバリデーションも行うこととした。

本年度は、異常妊娠に関する元素の母子間移行に重点を置いた千葉大学医学部の研究計画により、正常分娩による胎盤の採取が行えなかったため、プルトニウムの分析は実施しなかった。

(2) 日常食の採取

環境から人体へのプルトニウム等超ウラン元素の移行において吸入による取り込みと食事からの取り込みが重要である。この点を考慮し、大気浮遊塵と食品の分析を行うことを検討した。平成9年度から、人が1日に摂取する全食品、日常食について大妻女子大学に依頼して1年に2回、各8件ずつ陰膳方式で採取を行うこととした。また、地方による摂取食品の違いを考慮して、青森県六ヶ所村の環境科学技術研究所にも協力を依頼する事とした。本年度は、U及びThの摂取に於いて重要な食品群を探るため、六ヶ所村における市場での購入を行い、食品毎の元素濃度測定を行った。

(3) 試料の前処理

胎盤試料、食品・食事試料とも、凍結乾燥を行い、チタンブレードを備えた食品用のブレンダーで粉碎混合した。それぞれ、湿重量と乾燥重量を測定して水分含量を求めると共に、450℃で乾式灰化し灰分重量を求めた。

(4) ^{239}Pu ・ ^{240}Pu の濃度測定

科学技術庁編の「プルトニウム分析法」に従って、灰化試料から陰イオン交換樹脂（Dowex 1×8）を用いてプルトニウムを分離し、ステンレス板上に電着してアルファ線スペクトロメーターにより ^{239}Pu ・ ^{240}Pu を定量する。

(5) U、Thの定量

環境から人体が取り込む放射性核種として重要な要素であるトリウムやウランの分析を行い線量評価に資することを検討する。このため、経口摂取上重要な食品を明らかにするため、ICP-MS分析法を用いて主要な食品別の定量を行った。

(5) 結果

本年度は、異常妊娠に関する元素の母子間移行に重点を置いた千葉大学医学部の研究計画により、正常分娩による胎盤の採取が行えなかった。

六ヶ所村で採取した食品試料中のU、Th濃度をICP-MS法による定量を行った。現在までの結果を表-1に示す。U及びThの濃度が高いのは海草や煮干しであり、これらを用いた加工食品も重要であることが分かった。

3. 今後の調査研究計画・方針

Puの人体への負荷量を把握するとともに、被ばく線量評価上重要な α 放射性核種であるU、Thについて、胎盤、日常食、大気浮遊塵の分析を行うこととし、食品群別の定量を開始した。

胎盤は、採取可能な唯一の人体臓器であるので、超ウラン元素以外の微量元素についても情報を得られるように、他の微量元素分析法を併用することを検討する。

表-1. 食品中のU、Th濃度(ppm)

食品名	Th		U	
	1倍希釈	2倍希釈	1倍希釈	2倍希釈
リンゴ	0.105	0.076	0.032	0.022
ねぶた漬け	0.430	0.447	4.489	3.400
長芋	0.051	0.054	0.015	0.069
煮干し	1.637	0.669	12.75	8.868
昆布	5.89	4.955	162.6	112.2
米	0.011	0.015	0.008	0.007
標準試料 (NIST Total Diet)	1.585	1.117	3.858	2.618
NIST Total Dietの参照 値・保証値	2		2.9±0.4	

3. 原子力施設周辺住民の放射性及び安定元素摂取量に関する 調査研究

村松康行、坂内忠明、田上恵子
(比較環境影響研究グループ)

1. 目的

食事を通じて体内に取り込まれる放射性核種の量を求めるためには、地域住民が摂取する種々の食品に含まれる放射性核種及び安定元素を分析する必要がある。特に、原子力施設周辺においては、もしも事故が起こった場合、土壌や植物の汚染が懸念されており、農作物に注目することが大切である。放射性核種の体内での移行（吸収率など）は安定元素の量に影響を受けるため、ここでは安定元素も対象とする。また、現状では人工放射性核種の濃度はきわめて低く検出できないことから安定元素を指標にすることが有効と考えられる。

本年度は、昨年度に引き続き、農作物等に含まれるヨウ素と臭素を分析し濃度を求めた。また、セシウムを濃縮することが知られているキノコ中の Cs-137 及び K-40 の測定も実施した。さらに、米中に含まれる微量元素（Cs, Rb, U, Zn, Sr, Ba 等）を ICP-MS 及び ICP-AES を用いて分析を行った。

2. 方法

ヨウ素と臭素についての分析方法は以前我々が環境試料等の分析の為に開発した方法を食品の分析用に改良したものをを用いた。ここでは概要を述べる。試料をセラミック製燃焼ボートに秤量し、それに酸化剤である 5 酸化バナジウム (V_2O_5) を混ぜ、石英燃焼管中で酸素気流を流しながら 900~1000℃ で加熱した。揮発したヨウ素と臭素は 50ppm の亜硫酸ナトリウムを含んだ 1% TMAH 溶液で捕集した。それを必要に応じ希釈し ICP-MS（本年度からは Aligent 7500 を用いる）で測定した。検出下限値は試料溶液で 0.2ppb 程度であった。分析精度については IAEA 等の標準試料でも確認した。

Cs-137 及び K-40 の分析方法は次の通りである。試料は、凍結乾燥機で乾燥してから 450℃ で灰化した。それをプラスチック容器に入れた後、Ge 半導体検出器を用い放射能測定を行った。得られたガンマ線スペクトルを解析し、Cs-137 (662KeV) 及び K-40 (1461KeV) のピークの面積からそれらの核種の濃度を求めた。

微量元素の ICP-MS 及び ICP-AES の分析は、次の通りである。まず、試料を約 0.5

g 秤量し、テフロン容器中で硝酸を加えホットプレート上で加熱する。それを、有機物がある程度分解したところで、硝酸をさらに加え、容器を密閉し、マイクロウェーブオーブンで加熱分解を行う。その溶液を適当量に希釈し、測定用の試料とする。酸濃度は2%にした。ICP-MS 及び ICP-AES による測定は、Yoshida & Muramatsu (Intern. J. Environ. Anal. Chem., 67, 49-58, 1997) に準じた。

3. 結果 (当該年度の結果)

昨年度も食品中におけるヨウ素の分析結果の幾つかを報告したが、今年もさらに10試料についてデータを得ることができた。試料は茨城産(東海村及びその周辺で採取)の農作物が主であるが、青森産のもの及びIAEAとNBSの食品スタンダードも用いた。分析データはヨウ素以外に臭素についても得ることができた。結果を表-1にまとめる(濃度は乾燥重量で示す)。

ヨウ素濃度が低かったのはトウモロコシであり、0.004ppmであった。また、今回測定したキャベツも、0.012ppmと低い値を示した。玄米中のヨウ素濃度は昨年測定した白米の値の2倍以上の濃度があった。これは、糠にヨウ素が多いことに起因すると思われる。臭素濃度(乾燥重量)は、昨年の測定値に比べ一般的に低い値が得られた。前回特に高かった試料は燻蒸剤(臭化メチル)の影響があった可能性がある。津軽漬のヨウ素濃度は、126ppmと非常に高かった。これは、この食品に昆布が混ざっており、それが原因していることが分かった。IAEAの日常食とNBSの粉ミルクの比較標準試料についてのデータを得ることができた。これは、分析の質の国際比較をする上でも役立つ。

ヨウ素は原子力施設の事故や再処理施設の稼働に関連して大変注目されている元素であるが、分析が非常に難しいためデータが不足していた。ここでは、一昨年度より分析を行うようになり、データを蓄積しつつある。

キノコ中のCs-137は野菜に比べ格段濃度が高いことが以前の我々の研究調査でも明らかにされた。我が国において消費量の多い食用キノコは、エノキタケ、シイタケ(生)、ブナシメジ(通称ホンシメジとして販売)、マイタケ、ナメコ、干しシイタケ(乾)、ヒラタケ(通称シメジとして販売)、ツクリタケ(通称マッシュルーム)、マツタケ、キクラゲ(乾)。以前の研究でこれらキノコの分析は行ったが、まだまだ分析数が少ないので、Cs-137及びK-40についてのデータを増やした。特に今回は、シイタケ、ブナシメジ、マイタケに着目し、10試料の分析を行った。シイタケは木栽培ではなく、近年生産の大半を占める菌床栽培のものを主として用いた。詳しいデータは解析中であるが、Cs-137濃度は概ね0.5Bq/kg(生)程度かそれ以下であった。この値は、以前測定したほど木栽培のシイタケに比べ、今回測定した菌床栽培の方が明らかに低いことが分かった。また、ブナシメジやマイタケ

も全体として以前測定した値（平成8年度報告書）と大きな差はなく、特に高いCs-137の値は見られなかった。K-40も50Bq/kg（生）程度と以前報告した値と同程度であった。

ICP-MS及びICP-AESを用いた微量元素の分析は米を中心に行った。10試料の白米の平均濃度（乾燥重量）は次の通りである。Cs: 2.7ppb, Rb: 2.0ppb, U: 0.022ppb, Zn: 20ppm, Sr: 62ppb, Ba: 45ppbであった。米中の亜鉛の濃度は葉菜の値と同程度であったが、その他の元素は米中の濃度は明らかに低い傾向にあった。特に、白米中のウランの濃度は低い値を示した。放射性亜鉛の汚染がもしも起こった場合、穀類は注意する必要があるだろう。

4. 過去の調査研究経過・経緯

過去においては食品消費実態調査（東海村周辺）を行った。また、各種食品中のセシウム、ストロンチウム等の安定元素の分析を実施した。更に、海そう中の¹²⁹Iやキノコ中の¹³⁷Csなど、着目核種とそれらを濃縮し易い食品の分析も行いデータをとった。JCO事故に際しては、それまで培った分析技術等を有効活用し、高線量被曝者の血液や尿の放射能分析やJCO周辺の環境分析に協力した。一昨年度よりヨウ素及び臭素の分析を開始し、今までデータが非常に少なかった元素であるヨウ素についての情報が集まりつつあるところである。

5. 今後の調査研究計画・方針

更に食品中の種々の核種（元素）に関して分析データを増やす。そして、それらをまとめデータベースとしていく予定である。また、多くの核種において環境中の濃度が低いことから、分析技術の精度を更に上げるよう努力する。

6. 当該年度の研究発表

- 1) 村松、内田、吉田、田上、坂内：茨城県沿岸原子力施設周辺住民の放射性及び安定元素摂取量に関する調査研究、環境放射能研究成果論文抄録集（平成12年度）、科技庁、2002.3.
- 2) 村松、内田、吉田、田上、坂内：茨城県沿岸原子力施設周辺住民の放射性及び安定元素摂取量に関する調査研究、環境放射能調査研究報告書（平成12年度）、放医研、2002.
- 3) 坂内、村松、吉田：キノコ中の¹³⁷Csと被曝線量の評価について、環境科学会誌、14(5):511-513（2001）

表-1 食品中のヨウ素及び臭素の分析結果（乾燥重量）

試料	ヨウ素濃度 (ppm、乾燥)			臭素濃度 (ppm、乾燥)		
	個々の値	平均値	SD	個々の値	平均値	SD
玄米 茨城	0.0210 0.0199	0.020	3.8%	1.00 0.82	0.91	14%
ホウレンソウ 茨城	0.288 0.250	0.269	10.0%	101 94	97.5	5.1%
ハクサイ 茨城	0.209 0.212	0.211	1.0%	14.3 15.6	15.0	6.1%
キャベツ 茨城	0.011 0.014	0.012	18.0%	2.67 2.50	2.59	4.7%
サトイモ 茨城	0.081 0.083	0.082	1.7%	17.6 15.8	16.7	7.6%
トウモロコシ 茨城	0.0041 0.0038	0.0040	5.4%	1.7 2.0	1.9	11%
なす 茨城	0.67 0.64	0.66	3.2%	18.3 18.9	18.6	2.3%
津軽漬 青森	126 123	125	1.7%	42.3 43.4	42.9	1.8%
標準食 IAEA-H-9	0.405 0.409	0.407	0.7%	7.06 7.17	7.12	1.1%
粉ミルク NBS-1549	2.37 2.72	2.55	9.7%	21.9 24.6	23.3	8.2%

4. 環境生態系のトリチウム安全評価モデルとデータベース構築

宮本霧子*¹、武田 洋*¹、井上義和*²、本郷昭三*³、竹下 洋*³
佐藤純子*¹、山本一英*⁴、一政祐輔*⁵、百島則幸*⁶、佐竹 洋*⁷
(*¹比較環境影響研究グループ、*²国際・研究交流部、*³研究基盤部
*⁴(有)ワイファースト、*⁵茨城大・理、*⁶熊本大・理、*⁷富山大・理)

1. 目的

30年以上に亘り放射線医学総合研究所（放医研）において行ってきた調査結果によれば、³Hの環境中フォールアウト濃度レベルはピーク時の100分の1に減少し、ほぼ核実験開始前の天然レベルに戻りつつある。その間各地には原子力発電所が建設され、各地方公共団体による定常モニタリングが充実して行われるようになり、既に測定方法の標準化や結果の相互比較などの段階にきている。軽水炉以外に環境中³Hの潜在的ソースとしては、重水炉、核燃料再処理施設、日本へ誘致中の国際共同開発ITER核融合実験炉などがあって、³Hが緊急時にまた平常時に計画放出された場合の、環境生態系における拡散や濃集分布を定量的に予測し、ヒトへの影響の評価方法の開発や評価実施体制を整備する必要性は今なお高い。

放医研では³Hの環境中動態に関する知見を整理してプロトタイプの³H環境移行モデルを構築し、放医研環境・人体核種移行評価システム（ERMA）に組み込んだ。本システムをツールとして用い、³H環境汚染の程度を予測し、原子力施設の通常モニタリング法の改善やヒトの線量評価法の改良に役立てることが可能である。本調査では更に詳細な環境移行・体内代謝モデルに改良し、モデル運用に必要なデータベースを整備することを目的とする。データベースは各地で観測される³H濃度レベルの評価基準データとしても利用される。

2. 方法

放医研ランダムウォーク型大気拡散プログラム（EESAD）を³H用に変換するとともに、その出力結果を用いてERMA運用が可能なようにインタフェースプログラムを作成し、³H核種対象の放医研環境・人体核種移行評価システム（³H-ERMA）として統合した。EESADはWindows上で動作しVisual Basic言語で作成された放射性核種の大気拡散プログラムであり、¹³⁷Cs等の核種を対象に作成されている。現在までに世界で最も進んだ³H移行解析モデルは、水圏移行についての考慮はされていないものの、ドイツのカールスルーエ原子力研究所で作成したUFOTRIである。本調査では地上面への沈着現象等についてUFOTRIのコンセプトを参考とした。また³H用変換やERMAとの統合に伴って、内部で固定された変数を入力可能にする

などのユーザインタフェースを適宜作成するとともに、EESAD が本来もっていた操作や結果表示の視覚化も進め、コードの利用とその操作が容易となるように留意した。また EESAD は、東海村で測定された 1986 年～1990 年の気象観測データを内蔵しているが、評価対象地域に適した気象データを使用することが重要であるので、国内で一般頒布されている気象観測データから、本システムで利用可能なデータセットを作成するプログラムを整備した。更に、完成した ^3H -ERMA プログラムの検証を行うため、数ケースの解析条件を検討した。

モデル運用に必要なデータベースとして整備しなければならないものには、各環境コンパートメント間のトリチウム移行速度定数がある。これは国内トリチウム研究者のネットワーク協力により、日本人の線量評価上重要な水圏生態系食物連鎖上の動植物（海洋魚、汽水魚、動物プランクトン、藻類等）を中心に、我が国自前での収集と整理に務めた。

一般環境の代表値として、千葉市稲毛区山王町の月間降水を採取しフォールアウトトリチウム濃度を測定した。過去の蓄積データは、放医研外部向けホームページを通じて希望者に提供する新検索システムを構築した。

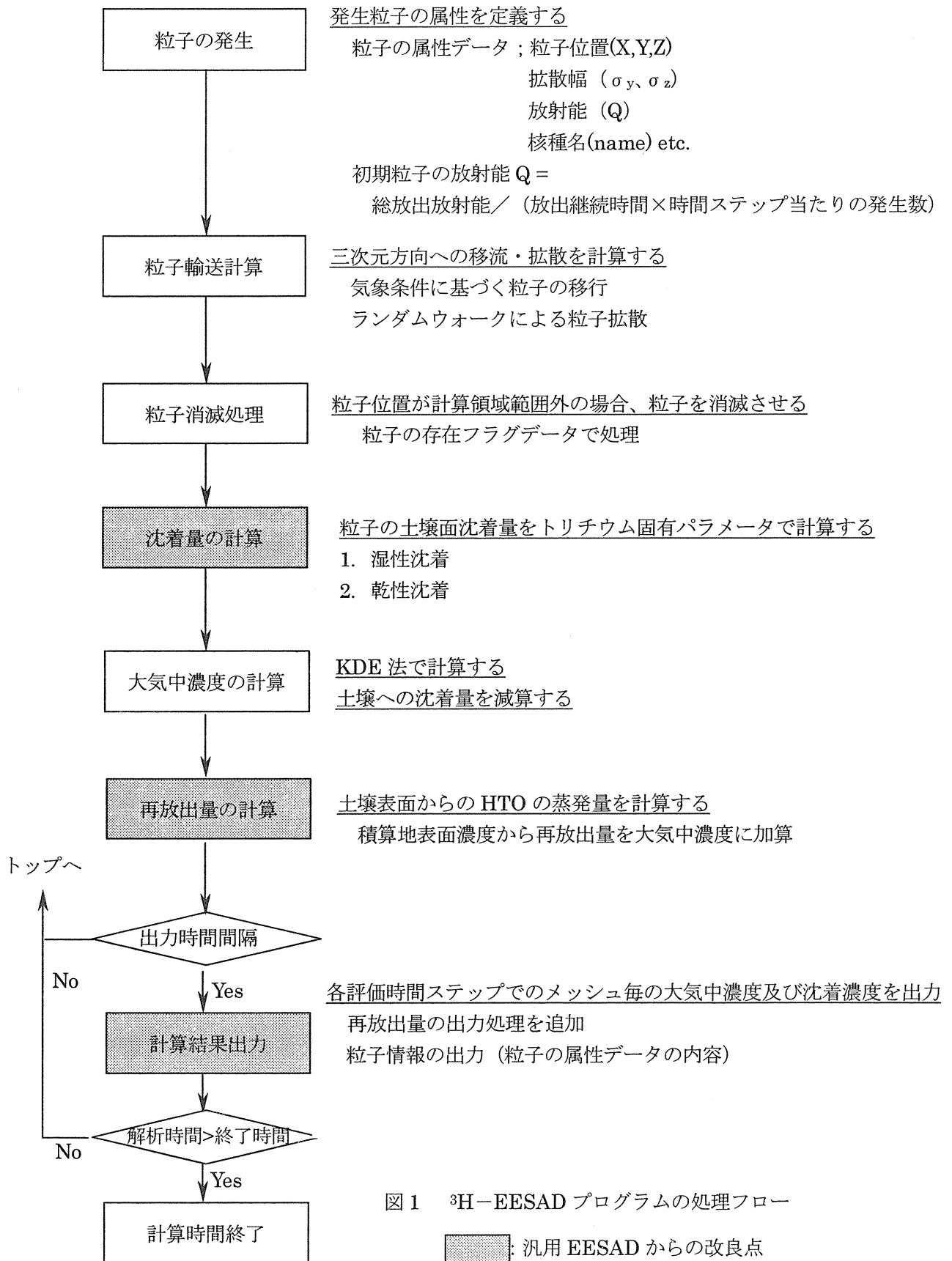
3. 結果

図 1 に ^3H -EESAD の計算処理フローを、また図 2 に計算結果表示例を示した。計算結果は ^3H の水蒸気形(HTO)としての存在比率を赤色、水素形(HT)としての比率を青色と、それぞれの濃さで表し、大気中の濃度変化が視覚的にも理解できるようにした。もし 50% ずつの放射能比率で放出されると放出点では紅色となるが、風下方向に行くに従い HTO が土壌面沈着するため紫色から青色になる。

重要なパラメータとして、HTO と HT の土壌面沈着速度、土壌面からの HTO の蒸発率がある。世界の報告文献値を整理した結果、 ^3H -EESAD のデフォルト値（初期条件推奨入力値）としては、土壌面沈着速度は HTO が $9.04 \times 10^{-3}(\text{m/s})$ 、HT が $3.66 \times 10^{-4}(\text{m/s})$ 、HTO の放出直後土壌面蒸発率は 2.13(%/hr)を選んだ。

(財)気象業務支援センターから頒布されている気象観測データから、本システムに入力可能なデータセットを作成するプログラムも完成し、1961 年以降の観測気象データが利用できる。評価対象地域に近いデータを選び、任意の年の気象条件で計算シミュレーションができる。今後 ITER 候補地である茨城県、青森県について計算を行うが、風向、風速、降雨、放射収支量のデータセットがあれば作成できるので、放医研の観測データもシミュレーションに利用できる。

通常よく使われているガウスプルームモデルと同条件下で大気中濃度を比較計算すると、放出点近傍、数 km 地点から ^3H -EESAD の結果の方がガウスプルーム法より低くなり、スタック近傍から始まる土壌面への乾性・湿性沈着による大気中濃度減少がよくシミュレートされた。



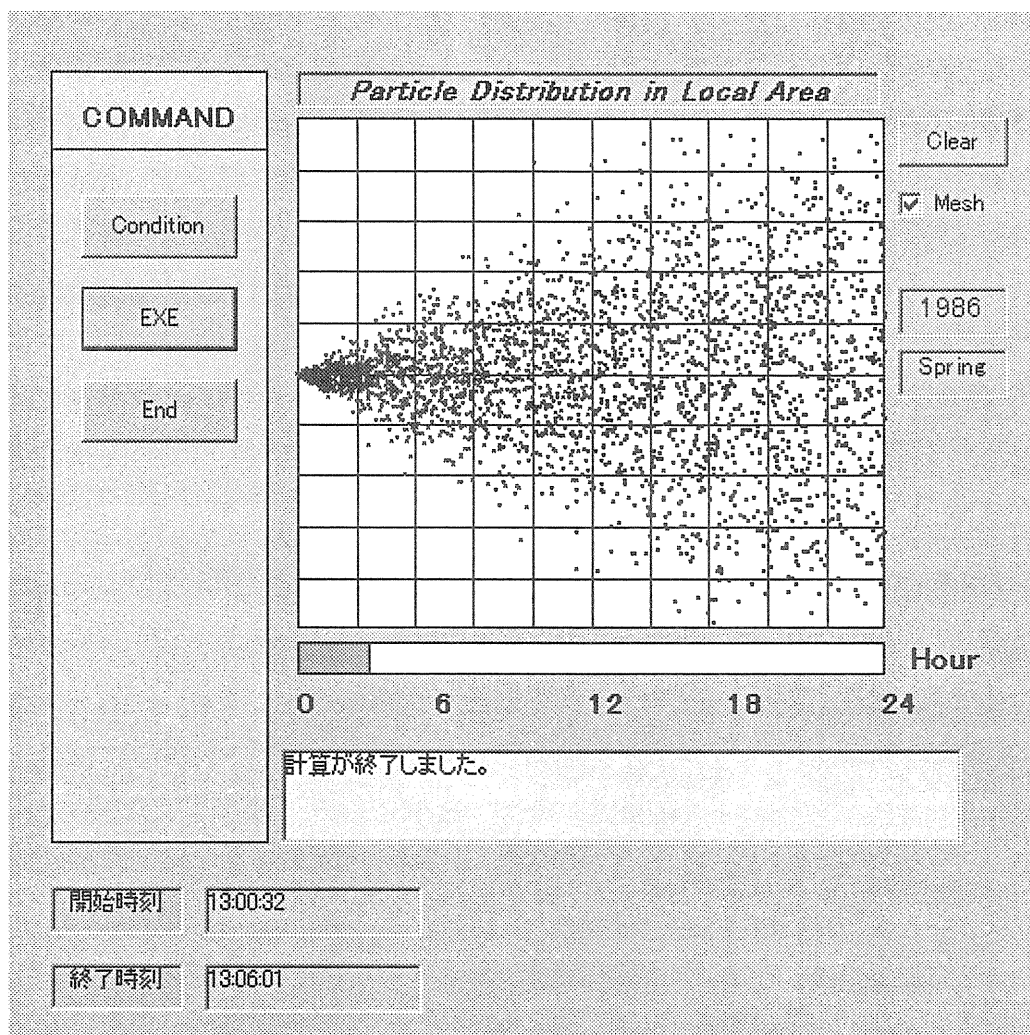


図2 ^3H -EESAD 計算結果表示例

4. 過去の調査研究経過・経緯

1969年より全国の原子力発電所、茨城県東海村、青森県六ヶ所村についてトリチウムの動態を調査してきたが、今年度よりトリチウムの移行モデルとデータベース構築に焦点を定め新たな研究を開始した。

5. 今後の調査研究計画・方針

陸圏生態系食物連鎖の動植物（稲、牛、葉菜など）の移行パラメータの選定と、国際共同検証プログラムを利用した ^3H -ERMA 検証のための計算を行う。

6. 研究発表

井上、宮本、石井、畠山、森川：第43回環境放射能調査研究成果論文抄録集、（平成12年度）、文部科学省、11-12、平成14年3月。

Ⅲ. 放射能データセンター業務

放射能データセンター業務

1. 調査の概要

国内外の放射能データ等原子力に関する図書、文献を収集し、これを総合的に整理保存し、社会的に必要なデータの迅速提供をはかった。

また、「放射能測定結果報告書（平成 11 年度採取分）」に掲載された各種試料の分析結果をもとに「RADIOACTIVITY SURVEY DATA in Japan」作成のため、環境及び食品約 1500 試料に係るデータを専用システムに入力をし、印刷物として刊行した。

平成 12 年度「放射能調査研究報告書」をとりまとめ印刷刊行した。

2. 調査の詳細

(1) 原子力に関する図書、文献の購入及び保存

国内外の放射能データ等原子力に関する図書、文献を購入した。これを、当研究所図書室において総合的に整理保存し、社会的な要請に応じて必要なデータ等の迅速提供をはかった。

(2) RADIOACTIVITY SURVEY DATA in Japan の作成刊行

昭和 38 年より“RADIOACTIVITY SURVEY DATA in Japan”を刊行している。対象となるデータは、科学技術庁（現文部科学省）の委託を受けて、全国 47 都道府県及び日本分析センターが採取し、 ^{90}Sr 及び ^{137}Cs の核種分析を行った環境試料及び各種食品等の試料に関するものであり、日本分析センターが「放射能測定結果報告書（平成 11 年度採取分）」としてとりまとめたものである。

環境試料は、①降下物、②大気浮遊じん、③陸水、④土壌、⑤海水、⑥海底土であり、食品試料は、①日常食、②精米、③牛乳、④野菜、⑤茶、⑥海産生物、⑦淡水産生物である。

本年度は、環境及び食品の試料別にそれぞれ上半期、下半期毎にとりまとめ、Number130～133 を刊行した。刊行物は、国内外の関係者及び関連機関に頒布した。また、降下物・牛乳中の ^{90}Sr 及び ^{137}Cs については、四半期別に WHO へ報告を行った。

(3) 放射能調査報告書の刊行

平成 12 年度「放射能調査研究報告書」をとりまとめ印刷刊行した。刊行物

は所内外の関係者及び関係機関に頒布した。

IV. 環境放射線モニタリングおよび
原子力軍艦放射能測定技術習得
のための研修

環境放射線モニタリングおよび原子力軍艦放射能測定 技術習得に関する研修

(国際・研究交流部 研修課)

1. 環境放射線モニタリング技術者の研修

1. 目的

本研修は、文部科学省の放射能調査計画のもとに、各都道府県で行われている放射能調査の実務担当者を対象として行うものであって、実践的な講習と実習により当該環境放射能調査の標準化・技術水準の向上を図ることを目的としている。

2. 方法及び結果

(1) 名 称

環境放射線モニタリング課程

(2) 実施場所

独立行政法人 放射線医学総合研究所 養成訓練棟

(3) 研修方法

本研修は、従来4年を1周期として実施してきたが、各都道府県における担当者の配置状況を考慮して、平成6年度から2年を1周期として実施している。また、本研修に参加された研修生からのアンケート結果や意見を参考にして、平成13年度から、カリキュラムの見直しを開始した。その結果、1) 放医研の特徴を活かした研修とすること、2) 研修生の知識レベルや職場での立場に応じて選択できる研修内容とすることなどの観点から、平成13年度には、カリキュラムを再編した。そこで、平成13年度には第24回環境放射線モニタリング課程として、初級課程を8日間で実施した。また、平成14年度には第25回環境放射線モニタリング課程として、上級課程を開催する予定でいる。

(4) 受講生所属一覧

第24回環境放射線モニタリング課程（平成13年度）に参加した人員とその区分は以下のとおりである。

研修生所属機関の都道府県人員区分

番 号	都 道 府 県 機 関 名	参加人員
1	愛媛県立衛生環境研究所	1
2	福井原子力環境監視センター	1
3	青森県環境保健センター	1
4	茨城県衛生研究所	1
5	山形県置賜総合支庁環境課	2

(5)カリキュラム

第24回環境放射線モニタリング課程（平成13年度）の教科目は以下のとおりである。

講義

- 環境放射線モニタリングの理念と概論（1単位）
- 環境放射線モニタリング指針（1単位）
- 放射線の基礎（1単位）
- 環境放射線概論（1単位）
- 放射線測定法の基礎（2単位）
- α 線スペクトロメトリ・ β 線スペクトロメトリ（1単位）
- サンプリングの理論と実際（1単位）
- 試料前処理法（1単位）
- 放射化学分析法（1単位）
- 食品を対象としたモニタリング（1単位）
- モニタリングのQC（1単位）
- 平常時環境モニタリングの実際（1単位）
- 緊急時環境モニタリングの実際（1単位）
- 外部被ばく線量評価（1単位）
- 内部被ばく線量評価（1単位）

放射線の人体影響（1単位）

放射線のリスクと線量限度（1単位）

実習

サーベイメータ（3単位）

放射線の性質と統計的取り扱い（3単位）

積算線量測定（5単位）

γ 線スペクトロメトリ（4単位）

デモ

α ・ β スペクトロメトリ（1単位）

環境中ラドンの測定（2単位）

その他

開講式

ガイダンス

自己紹介

閉講式

(6) 講師一覧

第24回環境放射線モニタリング課程（平成13年度）での講師は以下のとおりである。

外部講師

早川博信：福井県原子力環境監視センター

池内嘉宏：内閣府原子力安全委員会事務局

越島徳三郎：C I S ダイアグノステック（株）

上杉正樹：日本分析センター

飯本武志：東京大学原子力総合研究センター

虻川成司：日本分析センター

杉山英男：公衆衛生院

篠原邦彦：核燃料サイクル開発機構東海事業所

内部講師

菅原幸喜：放射線安全課

佐藤眞二：放射線安全課

前田 武：放射線安全課

椎野剛成：放射線安全課

高田真志：宇宙放射線防護プロジェクト

金原 進：宇宙放射線防護プロジェクト
保田浩志：宇宙放射線防護プロジェクト
藤元憲三：防護体系構築研究グループ
石樽信人：防護体系構築研究グループ
松本雅紀：防護体系構築研究グループ
土居雅広：比較環境影響研究グループ
村松康行：比較環境影響研究グループ
山田裕司：ラドン研究グループ
古川雅英：ラドン研究グループ
一坪宏和：ラドン研究グループ
上島久正：研修課
白川芳幸：研修課

2. 原子力軍艦放射能調査に係わる技術研修会

1. 目的

原子力軍艦放射能調査指針大綱に基づいて、原子力軍艦放射能調査に必要となる基礎知識及び放射線計測機器の取扱方法の習得など。

2. 方法及び結果

(1) 名 称

平成13年度原子力軍艦放射能調査技術研修会

(2) 実施場所

独立行政法人 放射線医学総合研究所 養成訓練棟

(3) 研修方法

本研修では、海上保安庁の担当職員（中城海上保安署、佐世保海上保安部、横須賀海上保安部等）や、沖縄県・神奈川県・横須賀市・佐世保市の担当職員を対象にして、3日間の研修を実施した。なお、期間内に日本分析センターの関係部署の見学も実施した。

(4) 受講生所属一覧

第24回環境放射線モニタリング課程（平成13年度）に参加した人員とその区分は以下のとおりである。

研修生所属機関の人員区分

番 号	機 関 名	参加人員
1	沖縄県衛生環境研究所	2
2	沖縄県環境保全課	1
3	横須賀市環境部環境総務課	2
4	神奈川県企画部基地対策課	1

5	佐世保市環境部環境保全課	2
6	海上保安庁警備救難部航行安全課	1
7	第三管区海上保安部警備救難部航行安全課	1
8	東京海上保安部航行安全課	1
9	東京海上保安部巡視艇やまぶき	2
10	東京海上保安部巡視艇まつなみ	1
11	横須賀海上保安部放射能調査艇きぬがさ	1
12	横須賀海上保安部巡視艇はかせ	1
13	第七管区海上保安部警備救難部航行安全課	1
14	佐世保海上保安部放射能調査艇さいかい	1
15	佐世保海上保安部巡視艇つばき	1
16	中城海上保安署放射能調査艇かつれん	1
17	中城海上保安署 巡視艇ゆうな	1
18	第十一管区海上保安部航行安全課	1

(5)カリキュラム

平成13年度の原子力軍艦放射能調査技術研修会での教科目は以下のとおりである。

講義

原子力軍艦放射能調査の歴史と概要（1単位）

放射線と放射能（1単位）

原子力軍艦放射能調査の手法と測定器（1単位）

環境放射線（1単位）

波高分析器による放射性核種の同定（1単位）

実習

放射線測定法（サーベイメータ）（2単位）

NaI（Tl）波高分析器による放射性核種の同定（3単位）

見学

日本分析センター（2単位）

その他

開講式

(6) 講師一覧

第24回環境放射線モニタリング課程（平成13年度）での講師は以下のとおりである。

外部講師

鎌田 博：元放医研

内部講師

柴田貞夫：画像医学部

前田 武：放射線安全課

椎野剛成：放射線安全課

佐島 馨：放射線安全課

古川雅英：ラドン研究グループ

村上 健：加速器物理工学部

本間壽廣：加速器物理工学部

白川芳幸：研修課

上島久正：研修課（見学引率）

環境放射線モニタリング課程実績

NO. 1

実施回数・年度	第1回 53年度	第2回 54年度	第3回 55年度	第4回 56年度	第5回 57年度	第6回 58年度	第7回 59年度	第8回 60年度	第9回 61年度	第10回 62年度
実施期間	10.23 ～ 11.2	10.15 ～ 10.26	10.20 ～ 10.30	10.19 ～ 10.30	9.20 ～ 10.1	10.6 ～ 10.15	10.15 ～ 10.26	10.21 ～ 11.1	10.20 ～ 10.31	10.19 ～ 10.30
北海道	1					1	1	2	1	1
青森県		1	1	1	1	1	1	1	1	1
岩手県										
宮城県		1	1	1	1	1	1	1		1
秋田県	1	1	1	1	1	1	1			
山形県	1				1		1	1	1	1
福島県		1	1	1			1	1	1	
茨城県	1		1	1	1	1	1	1	1	1
栃木県										
群馬県										
埼玉県				1	1	1	1	1		
千葉県										
神奈川県	1	1	1	1	1	1	1	1		
川崎市										
横浜市										1
新潟県	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
富山県										1
石川県	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
福井県	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
長野県	1	1	1	1	1	1	1	1		
岐阜県										
静岡県	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
愛知県	1	1	1	1	1					
三重県										
滋賀県										
京都府	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
大阪府		1							1	1
奈良県										
兵庫県	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
和歌山県	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
鳥取県		1	1	1	1	1			1	
島根県	1	1	1	1						
岡山県	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
広島県	1	1	1	1						
広島市										
山口県		1	1	1	1	1			1	1
徳島県										
香川県										
愛媛県	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
高知県	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
福岡県	1	1	1		1	1	1	1	1	1
佐賀県	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
長崎県	1	1	1	1	1		1	1	1	1
熊本県										
大分県										
鹿児島県	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
沖縄県	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
合計	24	27	27	27	26	24	25	25	23	24

環境放射線モニタリング課程実績

NO. 2

実施回数・年度	第11回 63年度	第12回 元年度	第13回 2年度	第14回 3年度	第15回 4年度	第16回 5年度	第17回 6年度	第18回 7年度	第19回 8年度	第20回 9年度
実施期間	10.17 ～ 10.28	9.11 ～ 9.22	10.23 ～ 11.2	10.15 ～ 10.26	10.12 ～ 10.23	10.12 ～ 10.22	10.11 ～ 10.21	10.9 ～ 10.20	10.14 ～ 10.25	10.13 ～ 10.24
北海道	1	1							1	1
青森県	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
岩手県			1	1						
宮城県	1	1								
秋田県										
山形県	1									
福島県	1		1	1						
茨城県	1	1	1	1						
栃木県		1								
群馬県									1	
埼玉県										
千葉県			1	1	1	1	1	1		
神奈川県			1	1	1	1				
川崎市				1						
横浜市	1	1	1							
新潟県	1	1								
富山県	1	1					1			
石川県	1	1	1				2		1	
福井県		1	1							
長野県	1	1	1	1						
岐阜県			1			1	1	1		
静岡県	1	1	1			1				1
愛知県										
三重県							1			
滋賀県			1							
京都府	1	1	1	1	1					
大阪府	1	1				1	1	1		
奈良県								1	1	
兵庫県	1	1								
和歌山県	1	1	1	1	1	1				
鳥取県	1			1						
島根県	1	1								
岡山県	1							1	2	
広島県										
広島市				1						
山口県	1		1	1	1	1	1			1
徳島県				1	1	1	1	1		
香川県			1	1						
愛媛県	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
高知県	1	1	1	1	1	1				
福岡県	1						1	1		
佐賀県	1	1				1				
長崎県	1	1	1	1						
熊本県				1						
大分県			1							
鹿児島県	2	2	1	2	1	1		1		1
沖縄県	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
合計	28	24	23	23	11	14	13	11	9	7

環境放射線モニタリング課程実績

NO. 3

実施回数・年度	第21回 10年度	第22回 11年度	第23回 12年度	第24回 13年度						計
実施期間	10.7 ～ 10.16	9.7 ～ 9.17	9.5 ～ 9.14	9.5 ～ 9.14						
北海道	1	1								13
青森県	1	2	2	1						25
岩手県										2
宮城県	1	1	1							13
秋田県										7
山形県				2						9
福島県	2	2								13
茨城県			2	1						16
栃木県										1
群馬県	1									2
埼玉県										5
千葉県	1									7
神奈川県										12
川崎市										1
横浜市										4
新潟県			1							13
富山県										4
石川県	2	1	2							21
福井県			2	1						14
長野県										12
岐阜県										4
静岡県		2	2							19
愛知県		1								6
三重県	1	1								3
滋賀県										1
京都府										15
大阪府										8
奈良県	1									3
兵庫県										12
和歌山県										16
鳥取県										8
島根県		1	1							8
岡山県										14
広島県										4
広島市										1
山口県		1								15
徳島県										5
香川県										2
愛媛県	1			1						22
高知県										16
福岡県										13
佐賀県		1	2							16
長崎県										13
熊本県										1
大分県										1
鹿児島県	1		1							24
沖縄県	1	1								22
合計	14	15	16	6						466

V. 緊急被ばく医療測定・対策に
関する調査研究

1. 環境放射能迅速評価システム (ERENS) 管理

(Environmental radiation Estimation Network System)

本郷昭三、竹下 洋、湯川雅枝 (研究基盤部)

中西 充 (日本ユニシス)

1. はじめに

放射能迅速評価システム (ERENS: Environmental radiation Estimation Network System) の導入を昭和 63 年度から 5 ケ年計画で行った。ERENS は、インターネットプロトコール (IP) を用いたコンピュータネットワーク放射能測定解析システムである。

2. 実績 (ERENS のネットワーク計測システム)

ERENS のデータはインターネットプロトコール (TCP/IP) を用いて

1. 計測終了後 ERENS サーバにデータが書き込まれる。
2. ERENS サーバ上の解析ソフトとデータを用いて自動または手動データ解析が行われる
3. 解析結果の一部は自動的 web サーバに移され、公開される。(現在は内部のみ)

により、通常 of 解析や表示が行なわれている。

導入当初は、ERENS の測定器は MSDOS のパーソナルコンピュータ (PC) を介して、計測プログラムや解析プログラムは BASIC 言語でかかれた、手作りのソフトウェアにより、稼働していた。現在も、この環境の測定器が幾つか残っているが測定器や MSDOS の PC は既に発売されておらず。ハードウェア、ソフトウェア両面において、メンテナンス (編集や改良) が不可能になりつつある。

そこで、平成 13 年度は、これらのソフトウェア (およそ 1790 本) をワークステーション (unix) 上から、編集できる型に変換を行った。

また、上記のうち、50 本のソフトウェアはワークステーション (unix) 上で稼働可能なものに変換を行った。平成 13 年度以前に変換されたものと合わせて、約 180 本が変換され、unix 環境で稼働して可能となった。

また、ハードウェア的には、サーバの無停電電源が稼働不能となったため、更新を行い、unix 環境で計測器をコントロールするための実験機器を整備した。

この実験機器で若干の結果が得られている。

- 1) GPIB インターフェースによる計測器制御

2) アナログデジタル変換によるアナログデータの取込み

3) デジタル入出力器による計測器制御

等ができることが確かめられた。

3. 展開の方向 (ワールドワイドウェブ (Web) による ERENS データのアクセス)

ERENS のデータをアクセスするためのサーバは、放医研の内部むけサーバ (<http://uexs72.nirs.go.jp/>) であり、ここから ERENS のデータの Web でデータを表示させる仕組みは このサーバ上で組まれたソフトウェアで行なっている。

今後の課題は、表示だけではなく、計測器の制御も WWW ブラウザから行なえるようにすることである。

現在では、UNIX サーバが非常に安価に構築できるようになってきており、計測ソフト、解析ソフト、Web サーバ、データベース等を備えた計測器を作成することも可能であると考えられる。

4. 今後の展開 (インターネット展開について)

インターネットは当初、研究者が主となって、ボランティア的活動により拡大してきたが、インターネットは爆発的に広まり、家庭にも浸透しつつある。放射線、放射能は一般には理解しにくいものであり、生の計測値をインターネットで公開しても、誤解が生じるとの考えもある。

また、検出器の特性に応じた処理を行って、線量や線量率に変換すれば問題はないかと言えば、そうでもない。各種の誤差等は検出器に異存しており、変換のために仮定された条件と異なる場合は変換は正しくない。これらの困難にもかかわらず、データの公開を原則として放射線、放射能計測の実体を出来るだけ理解してもらうように努めることが必要であろうと考えられる。

前述した、UNIX サーバ型計測器をインターネット接続することにより、世界中のどこからも計測器の制御、データの閲覧が可能となる。広域監視、情報公開を目指した放射能調査研究のインターネット展開は現在十分可能であろう。

2. 緊急被ばく医療体制の整備に関する調査研究

明石真言、野田 豊、平間敏靖、安齋尚之、
近藤久禎、河村砂織、川瀬淑子、蜂谷みさを、
森川康弘、行松泰弘（緊急被ばく医療センター）

1. 目的

緊急被ばく医療の第3次医療機関としてソフト、ハード両面から十分な整備を行い、緊急時に周辺住民や事業所従業員を迅速かつ二次汚染を起こすことなく安全に行うための医療体制を作る事を目的としている。

- (1) 三次医療機関（放射線障害専門医療施設）としての施設・設備の整備
- (2) 関係専門機関との協力
- (3) 一次医療機関及び二次医療機関との協力体制
- (4) 全国規模のフォーラムの運営、情報資源の整備と発信

2. 結果（当該年度の結果）

(1) 緊急被ばく医療施設の維持管理

本年度は、 α 線核種の汚染に備えての測定器、 α 線スペクトロスコピーを購入した。また、汚染患者入院に備えた備品の整備を行った。稼動機器の停電時のために、電源（非常用電源への移行までの）も確保した。

また、緊急被ばく医療棟に備蓄されている医薬品も点検を行い、補充をした。ヨウ化カリウムに関しては、2丸入りパックのものに変更した。プルトニウムのキレート剤である DTPA、セシウムの体外除去剤であるプルシアンブルーなどわが国では医薬品として認められていないものについては外国より輸入し備蓄した。その他、緊急被ばく医療施設で使用する除染のための資材等についても補充した。

(2) 地方自治体における指導

地方自治体や学校・団体の要請に応じ、原子力災害避難訓練や講習会に講師として参加している。同時に、原子力安全研究協会（原安協）や原子力安全技術センターの主催する講習会にも講師を派遣した。また、北海道、福島県、茨城県、福井県、新潟県、宮城県、静岡県、大阪、愛媛県、島根県、佐賀県、鹿児島等の原子力防災訓練に緊急医療派遣チームとして参加した。また人材育成センター、原子力災害医療に関する医師を対象とした緊急被ばく医療セミナーを開催し、看護課程、救護訓練課程の講師を務めた。東海村事故以後は、原子力施設を持たない自治体が放射線事故の対策に着手し始めたこと、放射線に対する関心が一般に広がったことなどにより、他施設での講習会への講師の派遣要請、緊急被ばく医療施設、機器、薬品等の問い合わせも増えつつけている。内閣府原子力安全委員会の緊急技術助言組織の

構成員として北海道泊及び鹿児島県川内原発の参集訓練にも参加した。

(3) その他

- 平成12年12月に開催したJCO臨界事故の医療に関する国際シンポジウムのプロシーディングスを発行した。
- 平成13年8月に第5回緊急時被ばく医療フォーラムを共催し、被ばく医療のあり方に関して活発な意見が交換された。
- IAEA/WHO 技術会議「ヨウ素剤の基準」、IAEA/WHO 会議「急性事故被ばく後の遅発性障害のフォローアップ」に出席した。
- 外部原子力防災関係機関への委員の派遣
原子力安全委員会、総務省消防庁、原子力安全研究協会、原子力安全技術センター、千葉県、茨城県、青森県、島根県

3. 過去の調査研究経過・経緯

平成9年6月、「防災基本計画」が改訂され、第10編に原子力災害対策編が新たに加わった。その第1章災害予防では、放医研の役割について“放射線医学総合研究所は、外部専門医療機関との緊急被ばく医療に関する協力のためのネットワークを構築し、このネットワークによる情報交換、研究協力、人的交流を通じて平常時から緊急時医療体制の充実を図る。”としている。同年8月には、「我が国の緊急被ばく医療における放射線医学総合研究所の役割について」を現し、この中で放医研は原子力災害時のために、専門医療施設からなる「緊急被ばく医療ネットワーク」を構築し、放医研へのこれらの施設からの医師の派遣、患者治療の要請など高度専門医療施設間の医療協力のあり方について方針を示した。放医研が平成11年7月に組織した高度専門医療施設等からなる「緊急被ばく医療ネットワーク会議」は、同年9月に起こった東海村臨界事故の対応を行った。この臨界事故をふまえて制定された“原子力災害特別措置法”の施行にあわせ平成12年5月に防災基本計画の原子力災害対策編が全面改定された。これにより住民ばかりでなくサイト内の事故における被災者も緊急被ばく医療の対象となった。平成13年6月に改訂された「原子力施設等の防災対策について」では、放射線医学総合研究所は三次被ばく医療機関の中心的機関として位置付けられ地域の三次被ばく医療機関の役割を担うと同時に高度総合医療を行う医療機関との相互連携のもとに、高度専門的な除染及び診療を実施し、全国の地域三次被ばく医療の機関群に対して、必要な支援及び助言を行うとされた。更に「緊急被ばく医療のあり方について」では放射線医学総合研究所は、被ばく医療の一層の高度化を図るための先駆的医療の開発や臨床研究のほか、被ばく患者の診療および追跡調査、医療関係者の研修、訓練、被ばく医療に関する情報の集積と発信等を行うとされている。

4. 今後の調査研究計画・方針

(1) 三次医療機関としての施設・設備の整備

- ・緊急被ばく医療棟の線量測定機器、及び除染・医療器具、薬品の整備
- ・放医研マニュアルの作製・整備（原子力防災対策委員会）
- ・輸送手段の確保及び維持

(2) 関係専門機関との協力

- ・防災関係機関との連絡、協力体制（国土交通省、厚生労働省、防衛庁、消防庁、警察庁）

(3) 一次医療機関及び二次医療機関との協力体制

- ・全国規模での緊急時被ばく医療フォーラムの開催
- ・原子力施設立地道府県の基幹指定医療施設、救命救急センター、原子力施設関連医療施設

(4) 全国規模のフォーラムの運営、情報資源の整備と発信

- ・緊急時被ばく医療情報センターとして情報提供

5. 当該年度の研究発表

(1) Akashi M, Hirama T, Tanosaki S, Kuroiwa N, Nakagawa K, Tsuji H, Kato H, Yamada S, Kamata T, Kinugasa T, Ariga H, Maekawa K, Suzuki G, Tsujii H. Initial Symptoms of Acute Radiation Syndrome in the JCO Criticality Accident in Tokai-mura. *J Radiat Res (Tokyo)*, 2001 in press

(2) Nakagawa K, Kozuka T, Akahane M, Suzuki G, Akashi M, Hosoi Y, Aoki Y, Ohtomo K. Radiological Findings of Accidental Radiation Injury of the Fingers: A Case Report. *Health Physics*, 2001 80: 67-70.

(3) 明石真言：東海村ウラン加工工場臨界事故に関する放医研報告書(NIRS-M-143). 2001.

(4) 明石真言：高線量被ばくと臨界事故被ばく患者の治療. *癌の臨床*第 47 巻・第 1 号. 55-58. 2001.1

(5) 明石真言：東海村事故と放射線障害、第 26 回日本熱傷学会、東京、2000.6

(6) 村松康行、野田豊、米原英典、石樽信人、吉田聡、湯川雅枝、田上恵子、中村裕二、明石真言：東海村の臨界事故で被ばくした 3 人の作業員の血液、尿、嘔吐物等の放射能測定と中性子フルエンスの推定、第 43 回日本放射線影響学会、東京、2000.8-9

(7) 武田洋、湯川雅枝、西村義一、宮本霧子、府馬正一、渡辺嘉人、光野冬樹、黒田典子、明石真言：JCO 臨界事故被ばく作業員の生体試料中 β 放射性核種の測定 1. 緊急時対応としてのバイオアッセイ、第 43 回日本放射線影響学会、東京、2000.8-9

(8) 湯川雅枝、武田洋、宮本霧子、渡辺嘉人、府馬正一、西村義一、曾我文宣、石樽信人、野田豊、明石真言： JCO 臨界事故被ばく作業員の生体試料中 β 放射性核種の測定 2. 体毛中 ^{32}P 濃度測定と速中性子被ばく線量推定、第 43 回日本放射

線影響学会、東京、2000.8-9

- (9) 宮本霧子、湯川雅枝、渡辺嘉人、西村義一、村松康行、武田洋、光野冬樹、上島久正、平間敏靖、明石真言：JCO 臨界事故被ばく作業員の生体試料中 β 放射性核種の測定 3. 骨中 ^{45}Ca と ^{32}P の濃度測定とその分布、第 43 回日本放射線影響学会、東京、2000.8-9
- (10) 西村義一、宮本霧子、光野冬樹、湯川雅枝、武田洋、渡辺嘉人、金熙善、黒田典子、石樽信人、明石真言：JCO 臨界事故被ばく作業員の生体試料中 β 放射性核種の測定 4. 尿中 ^{32}P 濃度からの被ばく線量の推定、第 43 回日本放射線影響学会、東京、2000.8-9
- (11) 明石真言：放射線事故とその対策．原子力システムニュース（原子力システム研究懇話会）．別冊 2000.8.
- (12) Akashi, M.: Exposure to High-dose Neutron Irradiation in the Criticality Accident occurred in Tokaimura. Proceeding of IRPA 10. 2000.
- (13) 明石真言：高線量被ばく医療．第 38 回原子力総合シンポジウム予稿集．57-64. 2000.
- (14) 明石真言、石樽信人：高線量被ばく作業員に対する緊急時対応とその被ばく線量評価．日本原子力学会誌．42(8)．720-725, 2000.

3. 緊急時被ばく線量評価法に関する調査研究

白石久二雄、木村真三

(防護体系構築研究グループ)

中島敏行 (特別研究員)

1. 目的

緊急被ばく時において一般住民は職業人（放射線作業従事者）と違い被ばく線量計を携帯していないために被ばく線量の推定が困難である。生活周辺の物質中のラジカルを ESR 測定することにより一般住民の線量推定ができると考えて、種々の有機物について検討を行い、砂糖の有効性を見つけた。実証例としては、チェルノブイリ事故において家屋内に残された砂糖を用い、屋内線量並びに避難住民の被ばく線量を推定、旧ソ連側の結果と良い一致が認められている。

2. 方法

これまでに放射線（主にガンマ線）による有機化合物における遊離基の生成度合いや生成した遊離基の安定性について知る目的で、砂糖（ショ糖）の構成糖（果糖とブドウ糖）を含む少糖類や糖誘導体等、13 種類の糖類に関して検討を行った。またアミノ酸の一つ、アラニンが線量計材料として有効性が認められ実用化されているが、アラニンを含む 25 種類のアミノ酸に関する検討を行った。昨年度は実証例としてバンコック南部のサムット・プラカンで起きた放射線被ばく事故に関連して、線源が放置されていた廃棄物集積場付近の民家から収集した砂糖について ESR 法により線量推定を行い妥当な結果を得ることができた。

本年度は小型可搬型装置の測定条件の検討並びに昨年度に引き続いて砂糖の粒径が ESR 法に及ぼす影響について検討した。

3. 結果

線量計材料としての砂糖として試薬のシュークロースを使用した。砂糖は放医研内のコバルト-60線源を用いて試料を0から8Gyの線量になるように照射したものをを用いた。照射後、各試料を石英試料管に一定容量になるように充填したのち ESR 装置にて測定した。ESR測定装置と測定条件はそれぞれ以下のとおりである。JEOL-RE-2X[日本電子(株)製]の測定条件は中心磁場335mT、磁場挿引巾±15mT、変調巾1.00mT、マイクロ波出力3mWであり、挿引時間1分、挿引回数5回である。ESMARTES-10[日機装(株)製]の測定条件は中心磁場339mT、磁場挿引巾±15mT、変調巾1.2mT、マイクロ波出力2.9mW、挿引時間2分、挿引回数10回である。砂糖の信号に対するマ

マンガ・マーカ信号相対値と照射線量から求めた両装置における検量線の角度は0.099と0.098なった。

4. 今後の調査研究計画・方針

従来の大型装置と小型可搬型装置の比較検討を行った。測定法に若干の手間の違いが存在するが、感度の点では現状の測定濃度範囲においては差はないと考えられる。また、線量計材料としての砂糖粒径の影響については現在検討中である。

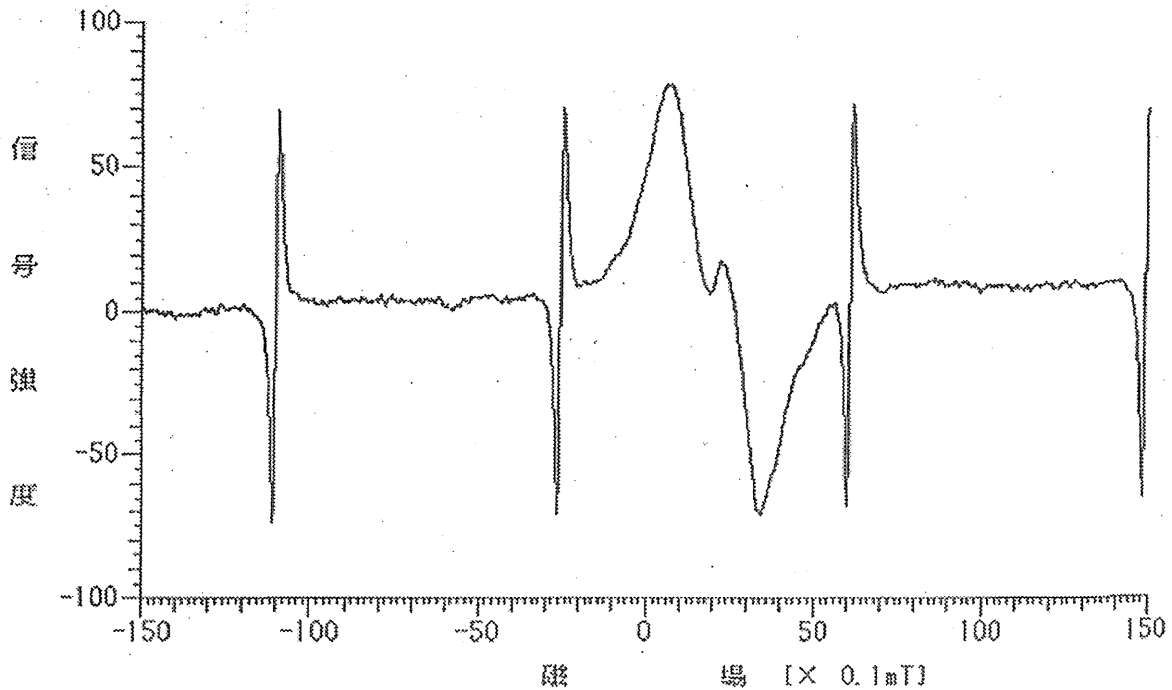


図 1. 可搬型 ESR 装置による砂糖 ESR スペクトル
(中心が砂糖の信号、4本の吸収はマンガ・マーカ)

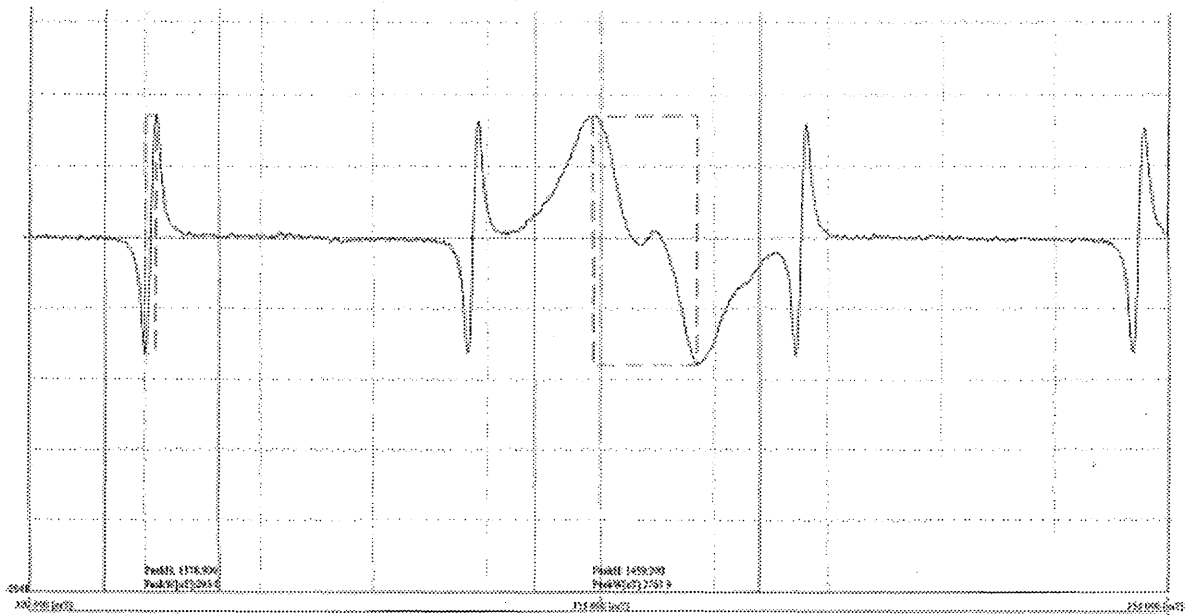


図 2. 大型 ESR 装置による砂糖 ESR スペクトル
 (中心が砂糖の信号、4本の吸収はマンガン・マーカ)

4. ICP-MSによるウラン同位体比迅速測定法の開発 および環境モニタリングへの適用に関する研究

吉田 聡、田上恵子、内田滋夫
(比較環境影響研究グループ)

1. 目的

ウランは天然に存在する放射性核種であり、その濃度だけでは汚染の有無が判定できない。ウランにはいくつかの同位体が存在し、環境中での同位体比はほとんど一定である。従って、濃縮ウランによる汚染をモニタリングする場合、汚染に伴う同位体比の変化を測定することが有効である。しかし、現在のウラン同位体比の測定方法はほとんどが放射線計測によるものであり、試料の前処理と計測に多くの時間を要する。JCO 事故以後、燃料加工施設周辺の防災対策の見直しが行われている。簡便で、かつ迅速なウラン同位体比分析法の開発が望まれている。本研究では、原子力施設、特に燃料加工施設周辺の環境試料中のウラン同位体比測定を環境モニタリングの一環とすることを念頭に、ICP-MS によるウラン同位体比迅速測定法の開発を目的とする。初年度の本年は、主として土壌試料に関して、ウランの濃度と $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$ 同位体比の分析方法を検討した。また合わせて、土壌の物理化学特性について分析を行なった。

2. 方法

茨城県東海村を中心に土壌試料を採取し、基本的な物理化学的特性の分析を行なった。分析項目と方法は以下の通りである。陽イオン交換容量(ショーレンベルガー法)、交換性カルシウム及びカリウム(酢酸アンモニウム液抽出・フレイム原子吸光法)、総炭素及び総窒素(乾式燃焼法)、有機体炭素(酸分解・乾式燃焼法)。

また、ウランの全量と同位体比の測定方法を検討した。土壌の一部を 80°C で乾燥、粉碎の後、 100 mg をテフロン分解容器に取り、 HNO_3 、 HF 、 HClO_4 とともにマイクロウェーブオーブンにて湿式分解した。これを一旦乾固し、最終的に元の試料量に対する希釈倍率が 1000 もしくは 10000 倍になるような硝酸溶液に調整した。U 同位体の分析には、四重極型 ICP-MS (Yokogawa PMS-2000+同軸ネブライザー) 或いは二重収束型 ICP-MS (Finnigan MAT ELEMENT+マイクロフローネブライザー) を用いた。ウランの定量は検量線法で行ない、SPEX 社の多元素標準溶液を用いて検量線を作成した。測定中の感度の変化を補正する目的で Bi を内部標準元素として用いた。

3. 結果

標準溶液の測定結果をもとに求めた検出限界は、四重極型 ICP-MS で 0.1 ppt、二重収束型 ICP-MS で 0.01 ppt であり、二重収束型の方が一桁低かった。

$^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$ 比の繰り返し分析精度をまとめて表 1 に示す。四重極型 ICP-MS で 1ppb の U 溶液 (SPEX 社製、劣化 U 使用) を 10 回繰り返し測定して得られた $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$ 比は 0.00321 ± 0.00003 (RSD: 1.01%) であった。二重収束型 ICP-MS を用いた場合の比は 0.00317 ± 0.00001 (RSD: 0.31%) であった。二重収束型 ICP-MS を用いることによって同位体比の繰り返し精度は向上した。

JCO の敷地境界に沿って採取した表層土壌 7 試料中の U 濃度は 1.3 - 3.2 ppm の範囲であった。これは、日本の一般的な表層土壌 7 試料について得られている値 (範囲: 0.17 - 4.6 ppm、平均: 2.3 ppm) の範囲内であった。一方、同じ 7 試料の $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$ 比は 0.00743 - 0.0107 であり、天然の比 0.00725 よりも若干高い傾向にあった。JCO 敷地内の土壌の $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$ 比が天然よりも高いことは既に報告されており、付加されているのは 5%程度以下の濃縮ウランで、1999 年の臨界事故によって放出されたもの (18.8%) ではない事が明らかになっている。今回の結果は、同位体比を用いれば、施設の敷地近傍の僅かな変化でも検出できることを示している。

4. 今後の計画・方針

引き続き、試料採取、物理化学的特性の計測、ウラン濃度の分析、 $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$ 比の分析を進める。また、土壌試料についてウランの簡便な分離・濃縮法の検討を行ない、 ^{234}U を含めた評価を行なう。さらに、幾つか提案されている重金属元素の抽出法をベースに、ウランに適用できる選択的抽出法の検討を開始し、負荷されたウランの履歴や化学形態の情報を得るための手法開発を行なう。

表 1 $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$ 比の繰り返し分析精度 (10 回の繰り返し分析)

		四重極型 ICP-MS	二重収束型 ICP-MS
1ppb-SPEX	同位体比	0.003213	0.003167
	STD	0.000033	0.000010
	RSD (%)	1.01	0.31
JB-1a × 10000 0.16ppb-U	同位体比	0.007140	0.007174
	STD	0.000153	0.000050
	RSD (%)	2.14	0.69
JB-1a × 1000 1.6ppb-U	同位体比	0.007247	0.007165
	STD	0.000042	0.000018
	RSD (%)	0.59	0.25

5. 緊急被ばく医療測定対策についての研修

(国際研究交流部 研修課)

1. 緊急被ばく救護訓練課程について

本課程は、主として原子力発電所など原子力施設に関連した機関において、緊急時に救助・救急活動に携わる者を対象として、被災者の救助・救急処置、人体放射能汚染計測、放射線管理及び医療に必要な基本的知識と技術を習得させることを目的としている。

平成13年度に実施された本課程の回数、実施期間、参加者数等の区分及び主要科目、講師名簿などは表-1, 2, 3のとおりである。

表-1 実施期間及び参加者

年度・回数	実施期間	参加者数
平成13年度 第44回	H.13.4.16~4.20	30名
第45回	H.13.10.15~10.19	30名
第46回	H.13.12.10~12.14	33名

表－２ 緊急被ばく救護訓練課程講義及び実習科目

講 義 科 目	実 習 科 目
<p>原子力防災体制と緊急被ばく医療 放射線と放射能（選択） 線量と測定（選択） 放射線利用の現状 放射線による急性障害 放射線による晩発障害 放射線事故の歴史と過去の事故例 事故の実際①ウラン加工工場臨界事故：現地の対応 事故の実際②ウラン加工工場臨界事故：人体影響 被ばく及び汚染患者の取り扱い 放射線事故対応要員の行動 緊急時の被災者の救助と移送 病院における初期対応・線量評価・汚染管理 討論</p>	<p>放射線の性質と防護（選択） 各種サーベイメータによる放射線の検出 救急蘇生法（選択） 緊急時の管理区域設定と身体汚染測定および除染 救急車両による被災者の搬送 緊急時の被災者救助と移送及び医療施設での処置</p> <p>ビデオ：</p> <ul style="list-style-type: none"> 放射線の性質と防護 放射線事故対応要員の行動 病院における初期対応 汚染を伴う救急患者の医療措置

表－3 講師名簿

外部講師	
丸山隆司	放射線影響協会
伊東範行	千葉県救急医療センター
中尾 愚	中尾クリニック
百瀬琢磨	核燃料サイクル開発機構
衣笠達也	原子力安全研究協会
道家義和	中部電力
猪狩和之	東京電力
原口義座	国立病院東京災害医療センター
佐久間峰男	松戸市消防局
所内講師	
芳田典幸	放射線安全課
川上利彦	放射線安全課
宮後法博	放射線安全課
佐々木昭徳	放射線安全課
菅原喜幸	放射線安全課
椎野剛成	放射線安全課
朽木満弘	放射線安全課
藤元憲三	防護体系構築研究グループ
今井靖子	レドックス制御研究グループ
明石真言	緊急被ばく医療センター
安齋尚之	緊急被ばく医療センター
近藤久禎	緊急被ばく医療センター
平間敏靖	緊急被ばく医療センター
蜂谷みさを	緊急被ばく医療センター
篠崎幸江	病院看護課
管 恒子	病院看護課
安孫子砂織	病院看護課
上島久正	研修課
白川芳幸	研修課

2. 緊急被ばく医療セミナーについて

本課程は、緊急被ばく医療に対応する可能性のある医療施設の医師・看護師・診療放射線技師を対象として、放射線被ばく患者、もしくは放射性核種に汚染された患者を安全に受け入れ診療をする上で必要な知識を習得し、所属機関における被ばく患者対応全般において指導的な役割を担えるようになることを目的としている。なお本課程は、平成8年度までは「緊急時被ばく医療研究会」として実施してきたが、平成9年度から「緊急被ばく医療セミナー」と名称を変更して実施している。平成13年度は従来からの開催回数を増やして、年間3回を実施した。

平成13年度に実施された本課程の回数、実施期間、参加者数等の区分及び主要課題、講師名簿は表-1, 2, 3のとおりである。

表-1 実施期間及び参加者

年度・回数	実施期間	参加者数
平成13年度 第6回	H.13.5.30 ~ 6.1	20名
第7回	H.13.11.14 ~11.16	20名
第8回	H.14.2.20 ~2.22	19名

表－２ 緊急被ばく医療セミナー
講義および実習科目

課	題
講義など イントロダクション 緊急被ばく医療棟ツアー 放射線災害と緊急被ばく医療体制 放射線とその生物影響 放射線の計測・基礎知識と事例 放射線の人体影響 病院における初期対応 内部汚染への対応 染色体による線量評価 初期被ばく医療シミュレーション 放射線事故例 ケーススタディ	
実習 汚染患者への対応	

表－3 講師名簿

所内講師	
芳田典幸	放射線安全課
宮後法博	放射線安全課
今井靖子	レドックス制御研究グループ
早田 勇	放射線障害研究グループ
明石真言	緊急被ばく医療センター
安齋尚之	緊急被ばく医療センター
近藤久禎	緊急被ばく医療センター
河村砂織	緊急被ばく医療センター
平間敏靖	緊急被ばく医療センター
川瀬淑子	緊急被ばく医療センター
蜂谷みさを	緊急被ばく医療センター
森川康弘	緊急被ばく医療センター
野田 豊	緊急被ばく医療センター
小西正芳	緊急被ばく医療センター
高橋厚子	病院看護課
篠崎幸江	病院看護課
安藤興一	粒子線治療生物研究グループ
馬嶋秀行	粒子線治療生物研究グループ
古澤佳也	粒子線治療生物研究グループ
白川芳幸	研修課

緊急被ばく救護訓練課程実績

No. 2

実施年度	元年度		2年度		3年度		4年度		5年度		6年度		7年度		8年度		9年度	
	第19回	第20回	第21回	第22回	第23回	第24回	第25回	第26回	第27回	第28回	第29回	第30回	第31回	第32回	第33回	第34回	第35回	第36回
実施回数	7.10	10.2	4.16	10.1	4.15	9.30	4.13	9.28	4.19	9.27	4.18	9.26	4.17	9.25	4.15	9.9	4.14	9.8
	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~
研修実施期間	7.15	10.7	4.21	10.6	4.20	10.5	4.17	10.2	4.23	10.1	4.22	9.30	4.21	9.29	4.19	9.13	4.18	9.12
国													1					
県市町村		1										2		1				
医師						3				1								
病院・保健所																		
原子力発電																		
その他																		
国		1		1		1						1						1
県市町村	1	1																
看護婦				3														
保健婦	1	1	1	2	1	1	1	1	4	4								2
病院・保健所																		
原子力発電	2	1	2		1	1	1		2		1	1						
その他	2	2		1						1		2						2
国	1	2	1	2	1	1	1		2				2					
県市町村	1	2																
診療				5														
放射線	4	3	1	3	1	1	2	4										
病院・保健所										1								
原子力発電																		
その他	1			1														1
国	1			1						2	1	1	1	1				1
県市町村	1	2	3	5	5													
原子力発電会社	3	2	3	1	8	2	8	1	8	3	9	5	8	7	13	4	4	7
原子力保守会社	2	3	3	1	4	2	3	1	2	1	7	3	11	5	7	4	5	3
その他	4	5					2	2	2	1	1	1	1					
計	24	26	14	26	22	22	20	25	23	23	23	28	28	30	29	20	26	29

緊急被ばく救護訓練課程実績

No. 3

実施年度	10年度		11年度		12年度		13年度		14年度		15年度		16年度		17年度		計
	第37回	第38回	第37回	第38回	第41回	第42回	第43回	第44回	第45回	第46回	第回	第回	第回	第回	第回	第回	
研修実施期間	4.20	9.7	4.12	10.25	4.17	7.10	10.23	4.16	10.15	12.10	~	~					
	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~					
	4.24	9.11	4.16	10.29	4.21	7.14	10.27	4.20	10.19	12.14							
			1					1									4
医師						1			2								8
					2	1	2		1								11
									1								1
					1												4
看護師	2	2		1		1	1	2	1	3							48
	1	1	4	2		2	1	2	2	3							65
					1	1	4		2	1							37
	1	2	2	2	2	3	1	1	1	1							53
保健師	3					1			1								31
									1								22
	1	1						2	2	3							70
			1	4	1	1	1	1	1	1							54
診療放射線技師	1																7
																	8
	1	1		2		3	1										76
国	1	1		2		3	1										76
	9	9	10	10	13	9	11	11	10	11							180
	3	6		4	2	2	2	2	4	3							200
	2	6	3	5	5	7	6	7	3	8							177
国	2	1	2	2	2		2	1									48
	26	30	25	30	27	32	33	30	30	33							1104

放射能調査研究報告書（平成13年度）

発 行 平成15年 2月

編 集 独立行政法人放射線医学総合研究所 企画室

〒263-8555 千葉県稲毛区穴川 4 - 9 - 1

電話 0 4 3 - 2 5 1 - 2 1 1 1（代 表）

印刷所 株式会社 さくら印刷
