



NIRS-R-46

放射能調査研究報告書

(平成12年度)

平成13年12月

放射線医学総合研究所

序

当研究所では、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12年度は、放射能調査研究費総額 149,971千円の予算を計上し「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」、「放射能調査結果の評価に関する基礎調査」、「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13年12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

放射能調査研究報告書

(平成12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	3
2. 環境中の ^{14}C の濃度調査	5
3. 日本周辺海域の放射能の解析調査	8
4. 人骨中の ^{90}Sr 濃度及び骨線量に関する解析調査	12
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	15
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	18
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. 屋内・外のラドン等による被ばく線量調査	25
II. 原子力施設周辺のレベル調査	
1. 沿岸海域試料の解析調査	29
2. 環境中のトリチウムの測定調査	31
3. 人体臓器中の ^{239}Pu ・ ^{240}Pu 濃度	35
4. 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	37
III. 放射能データセンター業務	43
IV. 放射能調査の評価に関する基礎調査	47
V. 環境放射線モニタリング技術者の研修	51
VI. 緊急被曝測定・対策に関する調査研究	
1. 緊急時被曝線量評価法に関する研究	59
2. 放射能迅速評価システム	63
3. 緊急被曝医療体制の整備に関する調査研究	65
4. 緊急被曝救護訓練課程について	71
5. 緊急被ばく医療セミナーについて	75
6. 緊急モニタリング体制	77
7. 緊急医療体制	79

I. 環境・食品・人体の放射能 レベル及び線量調査

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（人間環境研究部）

本郷昭三（技術部）

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、国民の被爆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ボリー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

γ 線計測に関しては、測定法の変更に伴う従来法との比較のため、測定済みフィルタの再測定を行った。その結果を¹³⁷Csについて表-1に示した。両者の測定値は計測誤差の範囲で一致した。

⁹⁰Srの測定を行ってきた装置が、老朽化のためサンプルチェンジャが不調とな

り、新しい測定器に更新した。本年度は、測定器のエネルギー校正並びに測定効率の測定など基礎データを取るとともに、以前の測定器による測定結果との比較を行った。表－２に新しい低バックグラウンドベータ線スペクトロメータで測定した浮遊塵中の ^{90}Sr 濃度を示したが、いずれも検出限界以下であった。

大気浮遊塵大量連続集塵装置を制御しているパーソナルコンピュータを MS-DOS 版から Windows 版へ変更し、ソフトウェアの移植などを実施した。

旧変電脇プレハブ内に設置した大気浮遊塵採取装置の故障に伴い、従来集塵を行っていた地上 1.5 m の高さでの集塵が 1998 年 8 月以降継続できなくなった。従って、1998 年 8 月からは、平行運転を行っていた第 1 研究棟屋上の大気浮遊塵大量連続集塵装置による集塵のみ実施することになった。データの継続性に関しては、同時期に集塵した試料の分析を行って検討する予定である。

表－１．新測定器による ^{137}Cs 濃度の従来法との比較

大気浮遊塵 採取期間	通風量 $\text{m}^3 (\times 10^3)$	$^{137}\text{Cs} (\times 10^{-6}\text{Bq/m}^3)$	
		従来法	
1995 7/17～8/17	26.3	1.35 ± 0.97	--
8/17～9/22	36.4	--	--
9/22～10/17	23.4	--	--
10/17～11/17	25.6	--	0.99 ± 0.23
11/17～12/18	26.3	--	--
12/18～1996 1/21	24.6	--	0.66 ± 0.50
1/21～2/20	22.3	--	--
2/20～3/21	19.8	1.75 ± 1.50	2.75 ± 1.79

--：検出限界以下

表－２．大気浮遊塵中の β 線放出核種濃度

大気浮遊塵 採取期間	通風量 $\text{m}^3 (\times 10^3)$	放射性核種濃度 ($\times 10^{-6}\text{Bq/m}^3$)
		^{90}Sr
1991 10/25～11/22	21.8	--
1993 11/17～12/17	21.3	--
12/17～1994 1/17	23.8	--
1994 1/17～2/18	26.2	--

--：検出限界以下

環境中の ^{14}C の濃度調査

府馬正一、井上義和、石井千歳、畠山 崇、森川桂子
(第4研究グループ)

1. 目的

環境中の ^{14}C 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。 ^{14}C 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。 ^{14}C 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 ^{14}C 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 ^{14}C 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 ^{14}C 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 ^{14}C 濃度は、その年の大気中の二酸化炭素中の ^{14}C 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 ^{14}C 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2000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。これらのワインなどから、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88~96%)を決定後、その10 ml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4 gであり、測定効率は61~62%、BG計数率は5.4~5.6 cpmであった。

3. 結果

ブドウの生産年が2000年のワインの測定結果を表-1に示した。日本各地の ^{14}C 濃度は、 14.4 ± 0.1 dpm/gC~ 14.9 ± 0.1 dpm/gCの範囲であった。平均値は、 14.6 ± 0.2 dpm/gCであった。測定誤差を考慮すると、 ^{14}C 濃度の地域差は認められず、日本の ^{14}C 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 ^{14}C 濃度は、年減少率約0.20 dpm/gCで低下してきた。その後、1990年から1999年の最近10年間は、 15.6 dpm/gCから 14.9 dpm/gCと緩やかな減少傾向を示した(年減少率約0.07 dpm/gC)。

2000年度に購入したワインのうち、ブドウの生産年が2000年以外のもの、または、

生産地が不明なもの7銘柄の ^{14}C 濃度は $14.3 \pm 0.1 \text{ dpm/gC}$ ～ $15.1 \pm 0.1 \text{ dpm/gC}$ となった（表-2）。また、青森県六ヶ所村産焼酎（原料は長薯；生産年不明）の ^{14}C 濃度は $14.4 \pm 0.1 \text{ dpm/gC}$ 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 13.7 dpm/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 25 dpm/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年の間の ^{14}C のゆるやかな減少傾向は、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。2000年現在、核実験起源の ^{14}C は、自然レベルの約7%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、施設周辺の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。

6. 平成12年度の研究発表

- 1) 府馬、井上、菅井、石井：環境中の ^{14}C の濃度調査、第42回環境放射能調査研究成果論文抄録集、5-6、科学技術庁、2000. 12.
- 2) 府馬、井上、菅井、石井：環境中の ^{14}C の濃度調査、放射能調査研究報告書、5-7、放射線医学総合研究所、2000. 12.

表-1 日本の2000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	14.9	0.1
2	山形県	14.7	0.1
3	山形県	14.7	0.1
4	山梨県	14.7	0.1
5	長野県	14.5	0.1
6	滋賀県	14.5	0.1
7	大阪府	14.4	0.1

2000年 平均値=14.6±0.2 dpm/gC (1標準偏差)

表-2 日本の他のアルコール飲料の¹⁴C濃度

試料	原材料の生産年	原材料の産地	¹⁴ C濃度 (dpm/gC)	計数誤差、1SD (dpm/gC)
ワイン	2000	日本	14.6	0.1
ワイン	2000	日本 (宮城県で醸造)	14.7	0.1
ワイン	2000	不明 (京都府で醸造)	14.3	0.1
ワイン	1999	兵庫県	14.9	0.1
ワイン	不明 (2001年3月購入)	福島県 山梨県	15.1	0.1
ワイン	不明 (2000年10月購入)	不明 (茨城県で醸造)	14.9	0.1
ワイン	不明 (2000年9月購入)	不明 (大阪府で醸造)	14.9	0.1
焼酎 (原料は長薯)	不明 (2001年3月購入)	青森県 六ヶ所村	14.4	0.1

日本周辺海域の放射能の解析調査

山田正俊、平野茂樹、青野辰雄
(那珂湊放射生態学研究センター第一研究室)

1. 目的

外洋を含む日本周辺海域の海水・海底堆積物・海産生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。今年度は海水と海藻中の ^{99}Tc および東シナ海海水中の $^{239+240}\text{Pu}$ の結果について報告する。

2. 方法

各地沿岸より採取した海藻類を 110°C で乾燥した後、電気炉で 450°C 、24 時間で灰化する。その灰を 5M 硝酸に溶解し、トリ- n -オクチルアミン、2-ブタノンを用いる溶媒抽出法でテクネチウムを単離する。2 価の銅イオンをキャリアーとして用い、チオアセトアミドで硫化銅に共沈させたものを濾過捕集し、乾燥して β スペクトロメトリによりその放射能を測定した。海水試料は、東シナ海の 3 測点より採取し、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。採取地点は図-1 に示す。

3. 結果

平成 12 年度の茨城県ひたちなか市沿岸におけるウミトラノオ, *Sargassum thunbergii*, 中のテクネチウム-99 の濃度は、20～40 mBq/kg 生 の間で変動しており 1988 年より観察している期間で最も濃度変動の少なくまた低い値であった。しかしながら、他の地方で採取された試料の濃度と比べるとまだ若干高い傾向にある。季節的変動と思われる変化は観察されなかった。また、海水中の濃度は検出下限 (10 mBq) 以下から 20 mBq/m³ 前後の値を示しており、これも同様に 1988 年より観察している期間でも濃度変動の少なくまた低い値であった。特に、検出下限以下の時期が長く続いており日本の他の地域とほぼ同じレベルになって来たと思われる。

茨城県の北端に位置する北茨城市五浦海岸におけるウミトラノオ中のテクネチウム-99 の濃度は、5～7 mBq/kg 生 であった。この値は日本の各地から収集したウミトラノオ中のテクネチウム-99 の濃度と同じレベルに有り、この地域では東海村の原子力施設の影響をほとんど受けないと考えられている。しかしながら、過去には 30 mBq/kg 生 を超える濃度が数回観察されたことがある。この時期には那珂湊においても高い濃度のテクネチウムがウミトラノオで観察されていた。五浦は東海村から約 60 km 離れているが、千葉県から茨城県の沿岸は黒潮と親潮が沖

合で合流するために沿岸の潮の流れは複雑であり、東海村の原子力施設からの廃液放出の影響を受けていたことも考えられる。

比較対照として千葉県千倉と青森県六ヶ所村から採取したウミトラノオ試料についてもテクネチウムの濃度を分析測定した。千倉の試料については1993年から連続して測定しているが、5 mBq/kg 生 を大きく超える濃度が観察されることは無く、おそらく原子力施設からの影響の無い沿岸ではこれくらいの濃度が通常不值と考えられる。六ヶ所村の試料は、15 mBq/kg 生 前後の範囲で変動することが同じ時期で観察されている。これはこの地方の沿岸が日本海からの対馬暖流の影響が強く日本海の沿岸の試料のテクネチウム濃度が高いことと関連していると考えられる。

ひたちなか市は東海村にある原子力施設からの影響を受けて他の地域よりテクネチウム-99の濃度が常に高く観測されるが、その値から算出される人間への被曝線量は無視できる量である。従って、数多く存在する原子力施設の何処から放出されるのかについて特定する必要は現段階では無い。近年茨城県で採取される各種試料から分析測定されるテクネチウム-99の値が低くなる傾向が顕著である。またこの核種は医療用の診断薬として使用されるテクネチウム-99mの壊変生成物として少量であるが発生するので、医療機関からの排水等にも含まれて環境に放出される場合も考えられる核種であるので、今後河川水や上下水道の水を監視することも将来のモニタリング計画に入れる必要が生ずると考えられる。

東シナ海海水中の $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度の鉛直分布を図-2(Stn. 1)、図-3(Stn. 2)および図-4(Stn. 3)に示す。 $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度はいずれの測点でも表面で0.3~0.4 mBq/100Lと低く、海底直上で急激に増加するという分布を示した。これは海底高濁度層を形成している粒子の影響によるものと考えられる。また、Stn. 1, -2, -3における $^{239+240}\text{Pu}$ の海水中的のインベントリーは、それぞれ、568, 306, 243 mBq/m²であった。大部分は、海底および外洋へと移行している。

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12年度の研究発表

(1) 山田、平野、青野、長屋：放射能調査研究報告書（平成11年度）、NIRS-R40、

8-10, 2000.

(2) 山田、平野、青野: 第4 2 回環境放射能調査研究成果論文抄録集、45-46, 2000.

(3) Yamada, M. and Y. Nagaya: $^{239+240}\text{Pu}$ and ^{137}Cs in sediments from Tokyo Bay: Distribution and inventory. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 245(2), 273-279, 2000.

(4) Yamada, M. and Y. Nagaya: Vertical profiles, inventories, and activity ratios of $^{239+240}\text{Pu}$ and ^{137}Cs in sediments from Sagami Bay, western Northwest Pacific margin. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 246(2), 369-378, 2000.

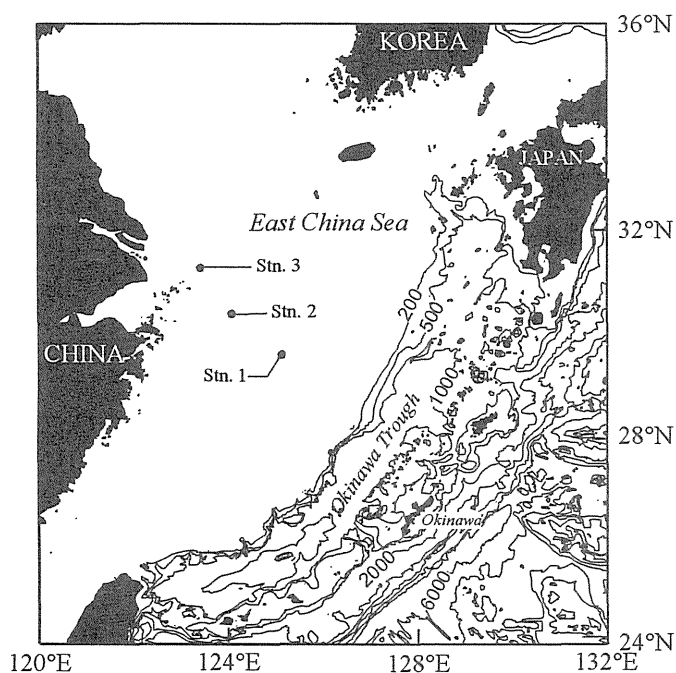


図-1 東シナ海における海水採取地点
直分布

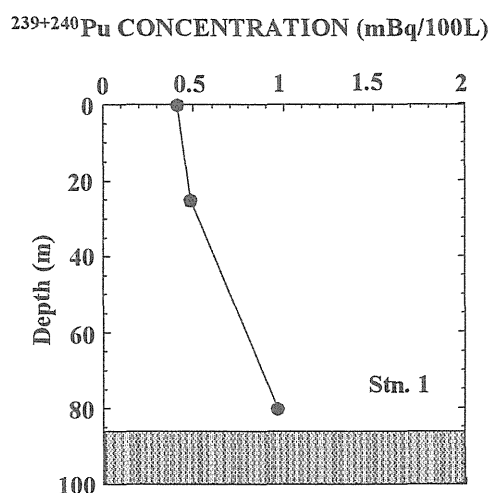


図-2 測点1における $^{239+240}\text{Pu}$ の鉛
直分布

$^{239+240}\text{Pu}$ CONCENTRATION (mBq/100L)

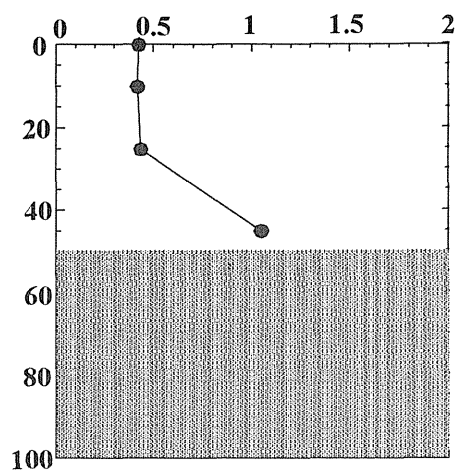


図-3 測点2における $^{239+240}\text{Pu}$ の鉛直分布

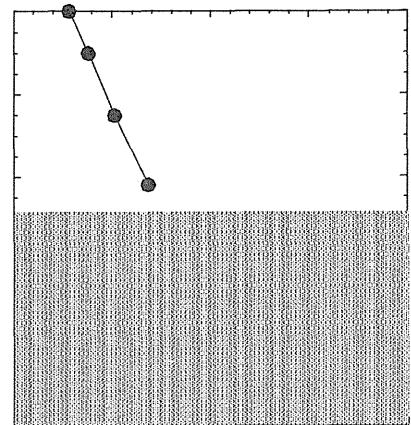


図-4 測点3における $^{239+240}\text{Pu}$ の鉛直分布

人体の放射性核種濃度及び線量の解析調査

放射線医学総合研究所

河村日佐男、白石久二雄、木村真三

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

試料は東京および北海道および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収集した。得られた試料は、発煙硝酸法によりカルシウム、リンなどの骨マトリックス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 を分離し、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

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。結果の一部を表 1 に示す。平成 6 年（1994 年）死亡の 0 - 4 才群で 10 検体の合併試料につき $19\text{mBq}^{90}\text{Sr} (\text{gCa})^{-1}$ 、5 - 19 才群では $9.4\text{mBq}^{90}\text{Sr} (\text{gCa})^{-1}$ 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。他の死亡年の試料については分析中であり、今後まとめて報告する予定である。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といえる。現在その後のデータを蓄積中である。

年吸収線量については表 2 に示した。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したい。

4. 過去の調査研究経過・経緯

日本人の人骨中の ^{90}Sr 濃度について 1960 年代より継続して分析調査している。この骨中濃度並びにその年次推移については国連科学委員会へに報告、日本人の骨積算線量と年齢との関係、比放射能および骨中濃度の分布、食品から骨へのストロンチウムの移行率 (O.R. 値) の推定など人体内における ^{90}Sr の挙動に関して重要な情報を与えた。また、チェルノブイリ事故に関連して茨城県居住者の尿中 ^{131}I の分析を行い、1960 年代の核実験当時のフォール・アウトのレベルに近いことを確認した。

5. 今後の調査研究計画・方針

人体の ^{90}Sr および ^{131}I は、環境放射性核種による内部被ばく推定における指標となる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、サンプリング拠点の確保および分析測定法を含めて検討が必要である。

6. 研究発表

- 1) 河村、白石、木村：第 42 回環境放射能調査研究成果論文抄録集（平成 11 年度）77-78, 2000.
- 2) 河村、白石、木村：放射能調査研究報告書（平成 11 年度）、NIRS-R-40, 11-15, 2000.

表 1. 年齢群別の人骨中 ^{90}Sr 濃度

死亡年	統計量	$\text{mBq}^{90}\text{Sr (gCa)}^{-1}$		
		0 - 4 歳	5 - 19 歳	20 歳以上
1992	平均値±標準偏	37	17±8.4	14±3.2
	差			
	範囲	35-38	6.3-31	7.8-22
	分析数	2(9)*	11	40
1993	平均値±標準偏	#	#	16±9.2
	差			
	範囲	#	#	7.9-38
	分析数	#	#	9
1994	平均値±標準偏	19	9.4	13±3.7
	差			
	範囲	-	7.4-12	8.9-24
	分析数	1(10)*	2	42

*括弧内は合併した試料数

#分析中

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）

古川雅英、床次眞司、藤元憲三（人間環境研究部）

1. 目的

一般の生活環境に存在する放射線のうち、地殻ガンマ線ならびに放射性降下物に起因する外部被ばく線量を屋内外で測定すると共に、岩石・土壌および建材等に含まれる放射性核種の分析を行い、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。

今回は、昨年度に引き続き、沖縄県宮古島における詳細調査の結果について概要を報告する。放医研が過去に行った全国調査によって、宮古島のバックグラウンド放射線レベルは比較的高いことが明らかになった（約 85～120 nGy/h）。バックグラウンド放射線レベルの地域的な差異は、全国調査の結果に宇宙線電離成分の寄与がほぼ一律に 30 nGy/h 含まれていることから、主として地殻ガンマ線レベルの変化と考えられる。また、全国調査で得られた結果の解析からは、バックグラウンド放射線レベルの比較的高い地域と花崗岩類の分布とに相関のあることが指摘されている。しかし、宮古島およびその周辺には花崗岩類が分布しておらず、この比較的高い地殻ガンマ線レベルを呈する要因については未解明であったことから、本課題により詳細調査を行った。

2. 方法

今年度は、宮古島における地殻ガンマ線による空間吸収線量率測定結果の最終的な取りまとめを行った。空間吸収線量率の測定には 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。測定は、地質分布と地殻ガンマ線レベルとの関係を把握するため、屋外の裸地上で実施した。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は応答行列法による解析を実施し、地殻ガンマ線による空間吸収線量率（nGy/h）および核種濃度（K-40、ウラン系列、トリウム系列）の算出を行った（結果の概要は前報に示した）。1"φ×2"NaI(Tl)サーベイメータについては指示値（nSv/h）を読みとり、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。

3. 結果

本報告では、3"φ×3"NaI(Tl)スペクトルサーベイメータによって得た測定データの解析結果および上述の換算結果に基づく市町村別の空間吸収線量率を示す。宮古島は、行政的には平良市、城辺町、下地町、上野村の1市2町1村からなる。本調査研究では、それぞれ260地点、196地点、94地点、118地点において地殻ガンマ線線量率データを得た。各市町村における線量率の平均値を、放射線医学総合研究所が過去に行った全国調査の結果とともに表1に示す。なお、全国調査では、平良市、城辺町、下地町の各1カ所で測定を行っているが、上野村は未測定であった。宮古島全体(668地点)の平均値は約77 nGy/hであり、宮古島における全国調査(3カ所)の結果(宇宙線寄与30 nGy/hを差し引いた値)による平均値約75 nGy/hとほぼ一致した。ただし、市町村別の平均線量率については、全国調査では未測定であった上野村を含め、本調査研究による結果がより現実に則したものと判断される。

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、特に火山による地殻ガンマ線レベルの変動について、核種別寄与も含めた測定調査を雲仙普賢岳、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、自然放射線被曝、医療被曝、職業被曝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、未測定域における測定を含め、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した。

なお、旧課題を含む本課題によってこれまでに蓄積した成果をもとに、インド、中国、韓国、ブラジル等の海外においても地殻ガンマ線に関する調査研究を実施してきた。

5. 今後の調査研究の計画・方針

宮古島における調査研究と併行して行ってきた神戸市等における震災復興地域の調査研究（平成 8～9 年度報告）については、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、一定期間後（なるべく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の観点から比較検討を行う計画である。このような調査研究により、地殻ガンマ線レベルの変動とその要因について貴重なデータが得られるものと考えられる。また、震災域の地下に伏在すると考えられている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、今後の防災への寄与も期待される。

これらの他、火山による地殻ガンマ線レベルの変動（最近活動した有珠山や噴火活動中の三宅島など）、ならびに日本の地殻ガンマ線レベルを規定すると考えられる地質構造線等についても、土壌・地質試料の元素・核種分析、ならびに地球科学的な解析作業等を含め、引き続き調査研究を進める計画である。また、本課題に関連する海外調査を実施する等、地球規模（特にアジア）の地殻ガンマ線データの収集・整理を進める予定である。なお、前報で示したように、宮古島における比較的高い地殻ガンマ線線量率は、黄砂起源と考えられている大野越粘土の分布によるものである。同様の土壌（通称、島尻マージ）は、沖縄本島などの石灰岩地域に分布していることから、今後はこれらの地域においても調査研究を進める計画である。

6. 当該年度の研究発表

- (1) 古川雅英ほか：放射能調査研究報告書(平成 11 年度), NIRS-R-40, 16-18 (2000).

表—1 沖縄県宮古島における空間 γ 線線量率の市町村別平均値

市町村名	測定地点数	平均値 \pm S. D. (nGy/h)	最小値 (nGy/h)	最大値 (nGy/h)
平良市	260	76.0 \pm 28.2	5.2	163.1
城辺町	196	74.5 \pm 16.7	6.6	134.3
下地町	94	78.6 \pm 31.3	2.6	154.7
上野村	118	85.3 \pm 24.4	9.1	165.3
宮古島全体	668	77.5 \pm 25.5	2.6	165.3

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－

古川雅英、床次眞司、藤元憲三（人間環境研究部）

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実測を福岡県や千葉県などで進めるとともに、航空機内で得た宇宙線線量データの取りまとめを行った。地球大気圏内の宇宙放射線（二次宇宙線）は、電離成分と中性子成分に大別される。航空機における宇宙線測定に際しては、主としてポケット線量計（電離成分にのみ有感）を使用した。これを胸ポケットに装着して離陸と同時に測定を開始し、着陸時の積算線量指示値を実飛行時間とともに記録した。また、いくつかの路線においては、3" ϕ \times 3" NaI(Tl) スペクトロサーベイメータ（電離成分用）および中性子レムカウンタ（中性子成分用）による測定を実施した。

3. 結果

1992 年 12 月～2000 年 9 月までの約 8 年間に、日本国内線、主として日本を発着する国際線、中国およびブラジル国内線の約 120 便において、ポケット線量計による飛行中の宇宙線積算線量データを得た。図-1 に、日本、中国、およびブラジルの国内路線における積算線量と飛行時間との関係を示す。積算線量は概ね飛行時間にともなって増加した。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、宇宙線線量率が高度にともなって大きくなることに起因すると考えられる。ただし、上述のとおり、ポケット線量計は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、一部の路線（日本国内線のみ）における中性子レムカウンタ等による同時測定結果から、ポケット線量計の積算線量指示値から実際の宇宙線線量（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役立つと考えられる。

4. 過去の調査研究の経過・経緯

宇宙放射線の調査研究は、旧課題（平成7年度まで）の一部として平成6年度より実施している。平成6年度は富士山とその周辺において、海面高度から富士山山頂部（標高3740m）の区間で電離成分及び中性子成分の両者について測定を行った。また、平成7年度は、青森県（岩木山）及び九州南部（開聞岳、屋久島黒味岳）等において測定を実施した。このほかの関連する調査研究として、経常研究の一環ではあるが、東京大学海洋研究所の調査船「白鳳丸」のKH93-3航海によって、東京湾からインド洋間の海面高度における電離成分強度の緯度変化を実測した（平成5年度）。また、平成7年度以降、韓国南部（平成10年度科学技術振興調整費による国際共同研究総合推進制度・交流育成などにより実施）や中国チベット高原（平成10年度科学技術庁専門家派遣制度により実施）における実測のほか、文部省科学研究費補助金（国際学術研究）の一環として、ブラジル宇宙科学研究所ならびにサンタマリア大学の協力を得て、地球磁場強度が最も弱いブラジル中南部において平成8年度より宇宙線電離成分の長期連続測定を実施している。

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には、宇宙放射線強度の測定のみならず、その変動要因である気圧や地球磁場等、種々の実測データも同時に得る必要があり、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。平成8年度以降は、利尻島などにおいて現地測定を実施するとともに、南房総において長期連続観測点（地球磁場や気象観測を含む）の設置を進めてきた。

5. 今後の調査研究の計画・方針

地磁気緯度が大きく異なる地域（例えば北海道と沖縄県あるいは小笠原諸島）において、高度分布のみならず、様々な高度における宇宙放射線強度の時間変化等について、変動要因である気圧や地球磁場を同時測定し、宇宙放射線強度の時間変動ならびに空間分布に関するより高精度の情報を得る計画である。また、屋内、地下空間、航空機飛行高度においても測定を進め、建築物等の宇宙放射線に対する遮蔽効果、ならびに航空機利用に伴う宇宙放射線被ばく線量などについて定量的な調査研究を進める計画である。上述の航空機における測定は、予備的かつ予察的な段階ではあるが、さまざまな航空路線あるいは個別の便における宇宙線線量の相対的な比較を行う上で有効であると考えられる。ポケット線量計を利用した簡便な測定手法の開発とデータの蓄積・整備を今後も進める方針である。さらに、関連する調査研究（海外での実測など）によって得られるデータも含め、地表付近における宇宙放射線分布に関するグローバルモデルの構築を進める予定である。

6. 当該年度の研究発表

(1) Furukawa, M., et al. : *Proceedings of 2000 International Congress on Radiation*

Protection in Hiroshima, CD-ROM (2000).

(2) 古川雅英ほか：放射能調査研究報告書（平成 11 年度），NIRS-R-40, 19-21, 放射線医学総合研究所（2000）.

(3) 古川雅英ほか：第 42 回環境放射能調査研究成果論文抄録集（平成 11 年度），9-10, 科学技術庁（2000）.

(4) 古川雅英：国民線量推定のための基礎調査，24, 1-6, 放射線影響協会, (2001) .

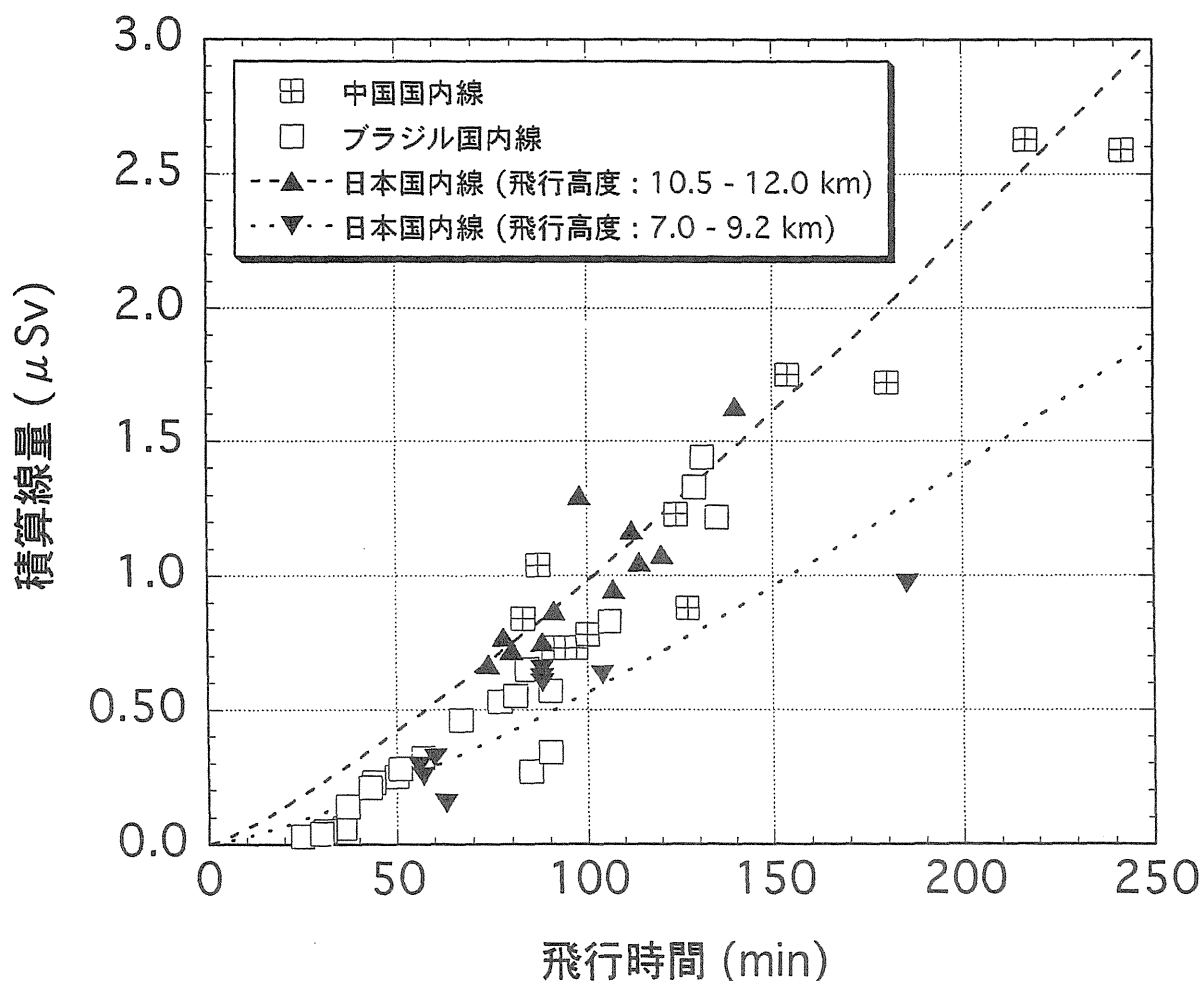


図-1 ポケット線量計による積算線量指示値と飛行時間との関係.

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、宮崎多恵子、黒澤明子
(那珂湊放射生態学研究センター第3研究室)

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、北海道および東北地方で得られたイカ製品とその原材料、すべての試料についてICP-AESを用いた安定元素分析結果を終了し、その結果の解析を行った。ICP-AES分析に先立つ前処理において入手した原材料の凍結試料は、解体による体液の逸損をさけるため解体作業を行わず個体ごと真空凍結乾燥し、乾燥後、胴体部、頭足部、内蔵（肝臓）に分け、さらに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。得られた粉体試料1gを硝酸－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

10地点で得られた計100試料のイカ可食部についての主要元素および微量元素濃度の累積頻度分布を図1、2に示す。図の対数正規累積分布において主要元素については急峻な傾きを持つ直線的な分布が得られ、濃度のばらつきが小さいことが理解される。一方、微量元素については、マンガン、亜鉛、ストロンチウム、銅、カドミウム、そして銀等が高い頻度で検出された。これら微量元素の分布では前三者のように主要元素と同様に急峻な傾きをもつ分布を示すものがある一方、後者の三元素のように広い濃度分布を示す元素があることが分かった。微量元素の濃度分布は、マンガン、亜鉛、ストロンチウムでは図上でほぼ直線的であり、対数正規分布することが推定されるが、鉄やカドミウムのように図で折れ線様、あるいは湾曲することが観察され、これらの元素の含有に関して今回の試料は相異なる集団から構成されている可能性が推定された。図5、6には産地別の試料について鉄、およびカドミウムの対数正規累積分布を示したものである。鉄、カドミウムとも産地別に濃度分

布が異なっており、鉄では、遠洋で得られたもので高い濃度に偏っていると考えられる試料があり、カドミウムではわが国沿岸で漁獲されたものが若干高い濃度域に分布している傾向があるなど、産地別に濃度分布が異なっていることもその一因であると考えられた。

本調査研究では、調理および加工による水産食品の放射能汚染を低減する効果を次式で表し得ることを提案した。

$$\text{調理加工係数} = \frac{\text{水産加工品中の放射性（安定）元素濃度}}{\text{原材料中の放射性（安定）元素濃度}}$$

イカ加工品について得られた元素の濃度分布を主要元素、ならびに微量元素について図3、4に示す。一般にイカ原材料において主要元素様の分布を示す元素は、加工品においても加工品の種類を問わず比較的濃度のばらつきは小さいといえることができる。これらの元素について「調理加工係数」を求めると、乾燥重量を基準とした場合にはここで対象とした元素ではほぼすべてが1以下であるが（鉄：1.2、ナトリウム：4.0）、われわれが摂取する形態である生重量を基準とするとカドミウム、亜鉛、鉄やナトリウムで1を越える場合がある。すでに報告したように1より大なもののうちNaに関しては調理加工過程で調味料としてのNaの添加に起因する。塩辛中のFe、CuやCdについて、原材料よりも大と評価されるがこれは、加工品に原材料可食部以外に肝臓などのように非可食部を加工に利用していることに依っていると考えられる。肝臓をはじめとする内臓や骨部分の利用も多いと考えられる水産加工食品では、放射性物質の非可食部における蓄積も十分に考慮されなければならない。

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えることができる。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が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12年度の研究発表

- (1) 渡部、宮崎、横須賀：放射能調査報告書（平成11年度）、NIRS-R-40
23-26、2000.
- (2) 渡部、宮崎、横須賀：第42回環境放射能調査研究成果論文抄録集、
83-84、2000.
- (4) 渡部、横須賀、宮崎、黒澤：第42回放射能調査研究成果発表会、千葉、2000
年12月6日

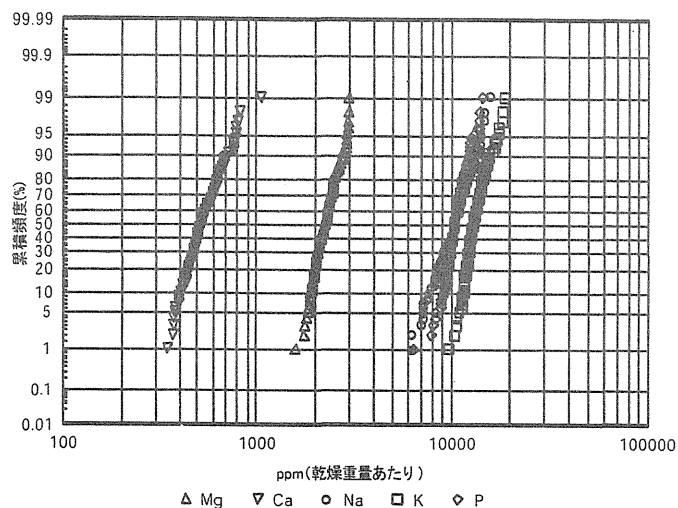


図1 イカ可食部中の主要元素濃度

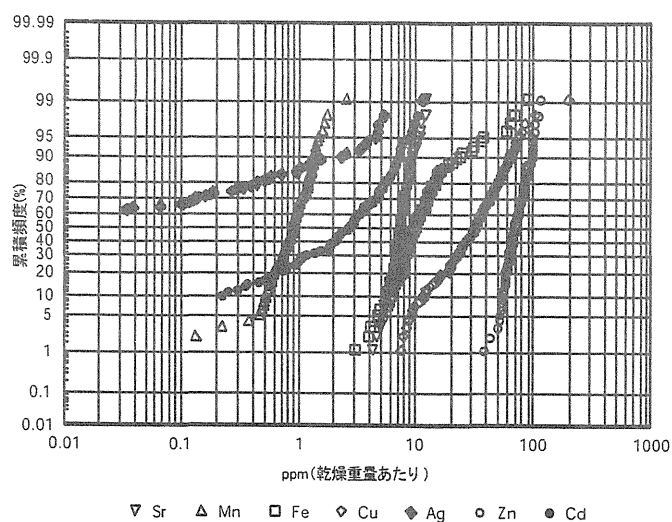


図2 イカ可食部中の微量元素濃度

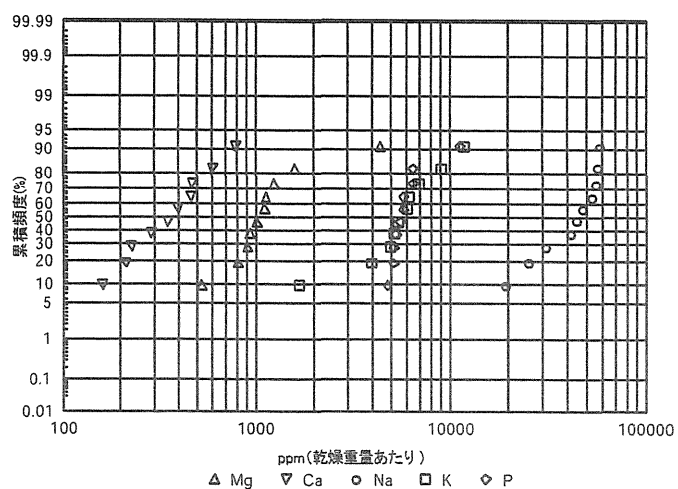


図3 イカ加工品中の主要元素濃度

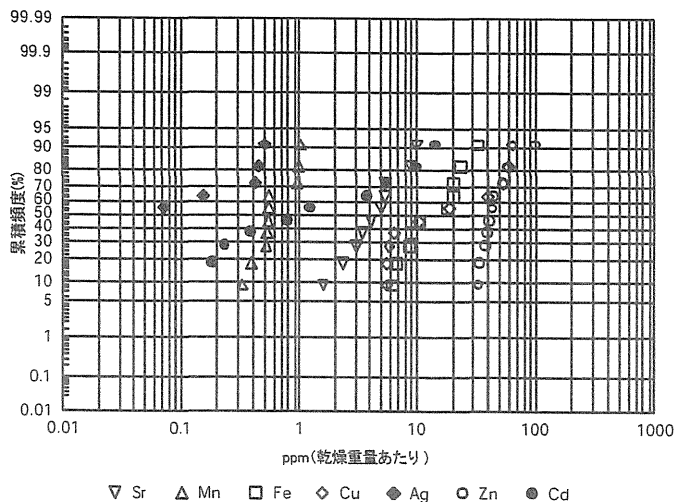


図4 イカ加工品中の微量元素濃度

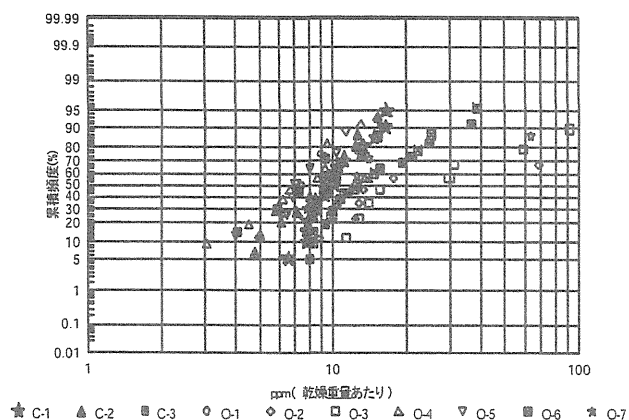


図5 産地別イカ可食部中のFe濃度

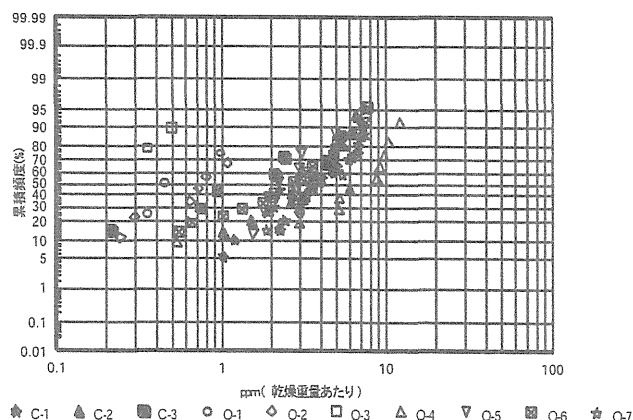


図6 産地別イカ可食部中のCd濃度

屋内外のラドン等による被ばく線量調査

床次眞司、古川雅英、藤元憲三（人間環境研究部）

松沢孝男（茨城工業高等専門学校）

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、茨城県にある茨城工業高等専門学校の計算機センターにおいて、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

今回の調査では、2日間にわたり比較的高ラドン濃度の室内において、ラドン濃度、ラドン娘核種濃度（全成分・非付着成分）、エアロゾル個数濃度及びその粒径分布、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、人為的に環境条件（除塵・換気）を与えた。なお、その室内では温度調節と換気を独立に作動させることができた。

3. 結 果

表1に種々の環境条件における線量評価パラメータを示す。換気装置が作動せず温調機のみが作動している状況およびどちらも作動していない状況下では、平衡ファクタ(F)に大きな違いが見られたものの、非付着成分比(f_p)に関してはほぼ同程度であった。温調機と換気装置を同時に作動させた場合でも同様であった。ただし、エアクリナーを単独で作動させた場合、平衡ファクタは他の環境条件下での値とそれほど変わらなかったものの、非付着成分比に関しては5倍程度大きくなった。エアロゾルの粒径分布から推定した放射能中央径(Activity Median Diameter: AMD)は、大略200nm程度で、総じて変化がなかったことから、室内での人為的な要因によるラドン等の変動に関して、線量評価の観点からは非付着成分比に対する依存性が高いことが示された。

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、実際に被曝の直接的な原因となる娘核種の性状に関する報告例は少ない。

5. 今後の調査研究計画・方針

今後も引き続き、種々の環境条件によってラドン娘核種がどのように変化するかを調査するとともに、それに関連した線量換算係数の変動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., Sanada, T., Yamada, Y., Furukawa, M. and Yonehara, H. Radon and its progeny in office buildings. Healthy Buildings 2000, 3, 81-84, 2000 (ISBN 952-5236-09-9).
- (2) Yamada, Y., Miyamoto, K., Ichitsubo, H., Tokonami, S., Shimo, M. and Yamasaki, K. Sizing method of radon progeny aerosols for indoor dose assessment. Healthy Buildings 2000, 3, 57-61, 2000 (ISBN 952-5236-09-9).
- (3) Yamada, Y., Tokonami, S., Fukutsu, K. and Shimo, M. Improvement of the SDB/CNC aerosol sizing system for fast measurement at field. Radiat. Prot. Dosim., 88, 331-336 (2000).
- (4) 檜崎幸範、床次眞司、真田哲也、菅野信行、山田裕司. 地下公共施設におけるラドン濃度測定と線量評価 -福岡市天神地下街- 保健物理, 35(4), 435-442 (2000).
- (5) 床次眞司 環境中のラドン等の計測とそれに関わる諸問題 (招待論文). 放射線, 26, 23-31, 2000.
- (6) Tokonami, S. Physical aspects of radon progeny in air, Proc. International Workshop "Distribution and Specification of Radionuclides in the Environment" (Invited).

表1 種々の環境下における線量評価パラメータ

Mode	F	f_p	GMD (nm)	GSD	Computed AMD (nm)
A/C ON VENT OFF	0.21	0.13	126	1.6	196
A/C OFF VENT OFF	0.54	0.10	135	1.6	210
A/C ON VENT ON	—	0.13	110	1.7	193
Air Cleaner ON	0.22	0.56	112	1.7	197

Ⅱ．原子力施設周辺のレベル調査

沿岸海域試料の解析調査（１）

青野辰雄、山田正俊、平野茂樹
(那珂湊放射生態学研究センター 第1研究室)

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

平成 11 年の東海村 JC0 ウラン加工施設での臨界事故に伴い、海産生物への影響を調査するために、茨城県ひたちなか市磯崎および平磯において海藻および貝類の採取を行い、これら海産生物中の放射能濃度の調査を行った。海産生物中の放射性核種の濃度が極めて低いことや前年度との濃度比較も考慮し、例年と同様の方法で¹³⁷Cs の分析を行った。採取した試料は、各部位に分別し、110℃で乾燥後、450℃で灰化を行い、これを分析試料とした。この試料を硝酸で溶解し、AMP 法により Cs の分離・精製を行った。¹³⁷Cs は低バックグラウンドベータカウンタを用いて試料の濃度を測定した。

3. 結果

分析した海産生物試料中の¹³⁷Cs 濃度を表-1 に示す。事故発生後に採取した海藻と貝類中の¹³⁷Cs 濃度範囲は、それぞれ 178～201 mBq/kg-生重量、39～44 mBq/kg-生重量であった。最近の日本沿岸の海藻および貝類の¹³⁷Cs 濃度についてまとめたものを表-2 に示す。1993 年から 1998 年の 1 道 8 県における 10 種類の海藻中の¹³⁷Cs 濃度範囲（試料数=61）は、82～371 mBq/kg-生重量で、その平均値は 174 ± 15 mBq/kg-生重量（誤差範囲は 95%信頼限界）で、また 1993 年から 1997 年の茨城県で採取された貝類中の¹³⁷Cs 濃度範囲（試料数=6）は、38～120 mBq/kg-生重量であった。今回分析した海藻および貝類中の¹³⁷Cs 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、茨城県や青森県を始め日本沿岸産の海産生物の放射性核種濃度を測定し、データの蓄積を行ってきた。

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、汚染防止のための基礎データの蓄積及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 : Eighth Inter- national Conference on Low-Level Measurements of Actinides and Long-Lived Radionuclides in Biological and Environmental Samples, Oarai, 2000. 10.
- (2) 青野、山田、平野：放射能調査研究報告書（平成 11 年度）、NIRS-R-40, 33-34, 2000.
- (3) 青野、山田、平野：第 42 回環境放射能調査研究成果論文抄録集、47-48, 2000.

表 1. 茨城県沿岸における海産生物中の ^{137}Cs 濃度

採取年月日	採取地	種類	部位	^{137}Cs 濃度 (mBq/kg-生重量)
平成 11 年 10 月 1 日	磯崎	アラメ（海藻）	全体	190 ± 18
平成 11 年 10 月 1 日	平磯	アラメ（海藻）	全体	201 ± 18
平成 11 年 10 月 4 日	磯崎	アラメ（海藻）	全体	178 ± 18
平成 11 年 10 月 1 日	磯崎	ムラサキ貝（貝類）	可食部	44 ± 8
平成 11 年 10 月 1 日	磯崎	マガキ（貝類）	可食部	39 ± 10

表 2. 最近の日本沿岸における海藻および貝類中の ^{137}Cs 濃度

採取年	採取地	種類	部位	試料数	^{137}Cs 濃度 (mBq/kg-生重量)
					最小値 最大値. 平均値 ¹⁾
1993-1998	1 道 8 県	海藻（10 種類）		61	82 371 174±15
1993-1997	茨城県	朝鮮ハマグリ（可食部）		3	40 50 40±12
1993-1997	茨城県	ウバガイ（可食部）		3	38 120 79±83

¹⁾ 誤差範囲は、95%信頼限界を表す。

環境中のトリチウムの測定調査

井上義和、宮本霧子、石井千歳

畠山 崇、森川桂子

(第4研究グループ)

1. 目的

核実験により環境中に多量に生成したフォールアウト起源の ^3H は、一時はレベルが天然の100倍にも達した。大規模な核実験の停止後は漸減し、現在ではほぼ天然レベルに戻りつつある。一方、原子力施設周辺においては、大気中に放出された ^3H が局地の降水や地下水に観測され、その空間分布や時間変化のデータも蓄積されている。放射線医学総合研究所（放医研）では、昭和44年より環境中の ^3H 調査を継続し、そのデータに基づいて ^3H の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。本システムを用いて、 ^3H の環境動態を予測し、施設モニタリングの最適化に役立てることが可能である。また蓄積された個別データを、検索・閲覧利用できるようにデータベースとしての搭載を行っている。

2. 方法

月間降水中の ^3H 分析は、水試料を蒸留後、鉄－ニッケルを電極とした電気分解によって、 ^3H 濃度を約25倍に濃縮した。その後液体シンチレーションカウンター（Packard社製 LSC Tri-carb 2250CA）によって、1試料約500～1000分計測した。本調査で得られたデータは、採取年・採取地・試料種別・ ^3H の起源・濃度レベル等の属性別に検索が行えるようデータベース化した。

3. 結果

図1～3に現在放医研の内部向け情報ホームページに試験搭載中の検索画面と、検索例として千葉市月間降水の ^3H 濃度経時変化を示した。将来は外部へも公開する。データは図表示だけでなく数値をダウンロードして利用できるように予定している。関東平野一般環境の降水中 ^3H 濃度の継続測定値として、原子力安全研究関係者、 ^3H を利用した地下水や河川水の水理・土木工学研究者からの需要に応えられると思われる。

これらの時系列情報を解析して、 ^3H の水文移行モデルを構築し、評価モデルに組み込んだが、それらの研究経過を記述した文献とリンクさせ、放医研の所有するモデルとデータベースについて効果的に情報公開できる。

降水中トリチウム濃度データベース

[検索方法](#)
[検索データの保存](#)
[簡易グラフ](#)
[データ表](#)
[表示単位について](#)

検索キーをセレクトから必ず選択して下さい。

測定年	測定月	採水地
1961 ▲	01	東京 横浜 千葉
1962	02	
1963	03	
1964	04	
1965	05	
1966	06	
1967	07	
1968	08	
1969	09	
1970	10	
1971	11	
1972 ▼	12	

検索結果のソート種類を指定してください。

データの並び替え ▼

図1 降水中トリチウム濃度データベース検索入力画面

Microsoft Internet Explorer

http://yukanaipc/PHP/HTD_rain.php3

(1から20件表示/219件中)

表示No	年	月	降水量 mm	濃度1 TR	濃度1誤差 ±2SD	濃度2 pCi/L	濃度2誤差 ±2SD	濃度3 Bq/L	濃度3誤差 ±2SD	濃度4 Bq/m ²	濃度4誤差 ±2SD	県	測定者	備考
1	1980	01	111.5	17.4	1.4	56.2	4.6	2.1	0.17	232.0	18.8	千葉	NIRS 山王町	
2	1980	02	28.9	17.7	1.1	57.3	3.7	2.1	0.14	81.3	3.8	千葉	NIRS 山王町	
3	1980	03	145.2	16.4	1.3	53.1	4.1	2.0	0.15	285.7	22.1	千葉	NIRS 山王町	
4	1980	04	108.9	7.4	0.9	24.1	3.1	0.9	0.11	97.9	12.5	千葉	NIRS 山王町	
5	1980	05	224.2	12.8	1.4	41.3	4.6	1.5	0.17	342.9	38.5	千葉	NIRS 山王町	
6	1980	06	102.6	21.2	1.5	88.6	5.0	2.5	0.18	260.6	18.9	千葉	NIRS 山王町	
7	1980	07	151.3	18.6	1.1	80.2	3.5	2.2	0.13	537.5	19.8	千葉	NIRS 山王町	
8	1980	08	138.2	13.1	1.0	42.2	3.3	1.6	0.12	218.3	18.3	千葉	NIRS 山王町	
9	1980	09	113.1	11.5	1.1	37.3	3.5	1.4	0.13	156.0	14.7	千葉	NIRS 山王町	
10	1980	10	158.3	8.7	1.0	21.8	3.2	0.8	0.12	128.3	18.6	千葉	NIRS 山王町	
11	1980	11	172.0	14.9	1.1	48.2	3.5	1.8	0.13	306.9	22.5	千葉	NIRS 山王町	
12	1980	12	33.1	7.1	0.9	22.8	2.9	0.8	0.11	28.0	3.6	千葉	NIRS 山王町	
13	1981	01	2.7	26.9	8.0	86.7	19.2	3.2	0.71	8.7	1.8	千葉	NIRS 山王町	
14	1981	02	41.4	17.8	0.9	57.5	2.9	2.1	0.11	88.2	4.4	千葉	NIRS 山王町	
15	1981	03	115.0	17.7	0.9	57.3	3.0	2.1	0.11	243.9	12.9	千葉	NIRS 山王町	
16	1981	04		21.1	1.1	88.2	3.4	2.5	0.13			千葉	NIRS 山王町	
17	1981	05	103.2	14.3	0.8	46.3	2.5	1.7	0.09	177.0	9.4	千葉	NIRS 山王町	
18	1981	06	145.9	22.2	2.1	71.7	8.9	2.7	0.26	387.4	37.3	千葉	NIRS 山王町	
19	1981	07	12.7	26.0	1.8	83.9	5.1	3.1	0.19	39.8	2.4	千葉	NIRS 山王町	
20	1981	08	113.4	5.9	1.0	19.0	3.3	0.7	0.12	78.8	13.8	千葉	NIRS 山王町	

図2 降水中トリチウム濃度データベース検索結果表示例

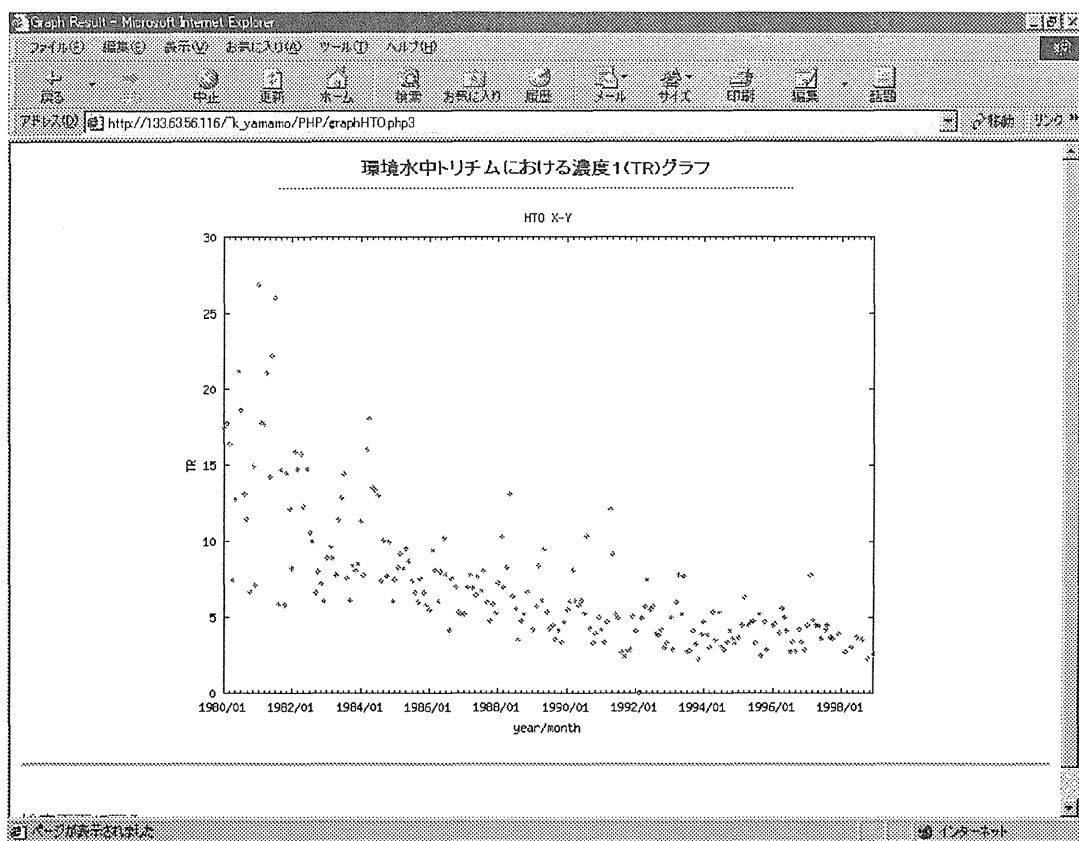


図3 降水中トリチウム濃度データベース検索結果グラフ表示例

4. 過去の調査研究経過・経緯

調査名	調査年度	調査場所	調査試料	得られた成果
第1次調査	1969～1980	全国の原子力発電所施設周辺	二次冷却水 陸水、海水	起源がフォールアウトである。日本列島東北地方の陸水濃度が、南西地方よりも高い。3-5年の、みかけの半減期で減少。
第2次調査	1981～2000	茨城県東海村の原子力施設周辺	大気水蒸気 降雨、土壌 植物 地下水	各環境媒体間の移行係数や地域固有の土壌浸透速度、および地下水の滞留時間と流動方向など、環境移行モデルの構築に役立つパラメータが得られた。
第3次調査	1991～2000	青森県六ヶ所村操業前	月間降水 地下水 河川水	関東平野について構築した水文移行モデルを六ヶ所村に適用するための、地域固有のパラメータを推定した。
一般環境 月間降水調査	1973～	千葉市稲毛区	月間降水	フォールアウトが天然レベルに戻りつつある。時系列解析から関東平野の水文移行モデルを構築した。

5. 今後の調査研究計画・方針

その他の環境水、松葉等生物試料、大気中水蒸気等のデータを順次整理し、データベースに搭載していく。

本年度をもって、月間降水を除いた他の環境レベルの測定調査は一応終了させ、平成 13 年度からは、ERMA システムを用いた環境動態・体内代謝モデルの解析評価とデータベース構築にシフトさせた研究を開始する。

6. 今年度研究発表

- 1) 井上、宮本、菅井、石井：放射能調査研究報告書、(平成 11 年度)、NIRS-R-40、放射線医学総合研究所、40-42、平成 12 年 12 月.
- 2) 井上、宮本、菅井、石井：第 42 回環境放射能調査研究成果論文抄録集、(平成 11 年度)、科学技術庁、11-12、平成 12 年 12 月.

人体臓器中の $^{239}\cdot^{240}\text{Pu}$ 濃度

湯川雅枝、渡辺嘉人、西村義一（人間環境研究部）

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、広範囲に大気圏内に拡散し、徐々に地表に降下蓄積している。また、原子力平和利用の進展に伴い、環境中の超ウラン元素濃度が増加する恐れがある。国民の健康安全に資するため、人体臓器や環境試料中のプルトニウム等を測定し、その循環経路を把握する事を目的とする。

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、従来の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。

（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30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した。

（3）試料の前処理

胎盤試料、食事試料とも、凍結乾燥を行い、チタンプ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。

図-1に、試料の湿重量、乾燥重量、灰化重量を示した。

（4） $^{239}\cdot^{240}\text{Pu}$ 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 $^{239+240}\text{Pu}$ 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、胎盤および食事試料中のU、Th濃度をICP-MS法による定量を試みた。

（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。

昨年度Puの測定を行った胎盤試料と、食事試料に関して、U、Thの測定を試みた結果について表－1に示した。

3. 結語

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、胎盤及び日常食試料の分析を実施した。

胎盤は、採取可能な唯一の人体臓器とであるので、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. 胎盤及び日常食中のU、Th濃度

元素濃度(ppb/灰)		U	Th
胎盤	平均値	0.562	0.656
	標準偏差	0.466	0.576
	検体数	27	27
	範囲	0.05～2.63	0～2.23
日常食	平均値	50.7	9.02
	標準偏差	86.5	8.15
	検体数	3	3
	範囲	32.0～106	4.12～18.4

「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、吉田聡
田上恵子、内田滋夫
(第4研究グループ)

1. 目的

放射性核種の摂取量を求めるためには、食品中に含まれるそれらの核種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。安定元素も対象とするのは、放射性核種の体内での吸収率などは安定元素の量に影響を受けるためである。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、様々な種類の農作物中のヨウ素を分析し濃度を求めた。また、比較として臭素の分析も行った。

2. 方法

分析方法は、以前我々が環境試料等のヨウ素の分析の為に開発した方法を用いた。詳しくは、Schnetger & Muramatsu 1996 または Muramatsu & Wedepohl 1998 を参照のこと。ここでは概要を述べる。試料を燃焼ボートに秤量し、それに酸化剤である五酸化バナジウムを混ぜ、石英燃焼管中で酸素を流しながら 1000℃ で加熱した。揮発したヨウ素は 1% TMAH 溶液 (50ppm の亜硫酸ナトリウムを含む) で捕集した。それを ICP-MS で測定した。検出下限値は試料溶液でヨウ素 : 0.2ppb、臭素 : 2ppb 程度であった。分析精度は NIST 等の標準試料を用い確認した。

3. 結果 (当該年度の結果)

東海村及びその周辺で採取した種々の農作物について、ヨウ素と臭素を分析した結果を表-1 にまとめる (濃度は乾燥重量で示す)。幾つかの試料においては昨年度のヨウ素の分析結果も併せて記してある (*印)。白米中のヨウ素濃度は非常に低く、0.005~0.01ppm 程度であった。以前の我々が行った、土壌から水稻への移行係数を調べた実験からみても、白米へは移行しにくく、今回得られた分析値はそれを裏付ける。また、サツマイモ、タマネギ、ハナヤサイなども 0.01ppm 程度と低い値であり、これらの作物はヨウ素を濃縮しにくいことを意味する。さらに、トマト、ナスなどの果菜類やダイコン、ニンジンなどの根菜類もヨウ素の濃度が低い傾向にあった。一方、ヨウ素濃度が比較的高かった作物は、コマツナ、シュンギク、ホウレンソウなどの葉菜類 (最高で 1.8ppm) であった。これは、大気中のガス状ヨウ素

または粒子状ヨウ素が沈着したことに起因すると考えられる。

臭素濃度（乾燥重量）は、多くのもので数十 ppm 以下であるが、中には 600ppm を越える試料もあった。臭化メチルが土壌の燻蒸剤として使われていることもあり、高い濃度を示した試料は、それが原因である可能性が考えられる。

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、様々な種類の農作物に関してヨウ素の濃度を求めることができた。また、農作物中の臭素濃度に関しても新しいデータが求まった。

上記以外に、JCO 事故に関連して被曝した 3 人の患者の血液や尿に含まれる放射化生成物を測定した結果を解析し、被曝線量の評価を行った。

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、東海村周辺で採取した各種食品中のセシウム、ストロンチウム等の元素の分析を実施した。更に、海そう中の ^{129}I やキノコ中の ^{137}Cs 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。本年度は農作物中のヨウ素及び臭素の分析データを増やすことができた。

5. 今後の調査研究計画・方針

食品中の種々の核種（元素）に関して分析データを更に増やし、それらをまとめデータベースとしていく予定である。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。特に、ヨウ素は事故時などで大変注目されている核種であり、分析値を更に蓄積する予定であるが、データの少ない他の核種（元素）の分析も進める予定である。

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、科技厅、2000.
- 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、放医研、NIRS-R-40、45-47、1999.
- 3) Ban-nai, T., Muramatsu, Y. Tagami, T., Uchida, S., Yoshida, S., Kimura, S. and Watanabe, Y.: Levels of radionuclides in plant samples collected around the uranium conversion facility following the criticality accident in Tokai-mura. J. Environ. Radioacti., 50, 131-143 (2000).
- 4) Muramatsu, Y., Ishigure, N., Noda, Y., Yonehara, H., Yoshida, S., Yukawa,

M., Tagami, K., Ban-nai, T., Uchida, S., Akashi, M., T. Hirama, T. and Nakamura, Y.: Estimation of radiation doses based on ^{24}Na produced in biological materials from three exposed patients in the Tokai-mura criticality accident. Proc. Int. Symp. Criticality Accident in Tokai-mura, Chiba 2000. 12.

表-1 農作物中のヨウ素及び臭素濃度（乾燥重量）

試料名	Code	n	ヨウ素濃度（平均）		臭素濃度（平均）	
			I (ppm)	RSD(%)	Br (ppm)	RSD(%)
カブ（根）	T881216	2	0.047	2.0%	6.1	0.8%
カブ（葉）	T881216	2	0.138	4.7%	21.3	1.4%
カボチャ	L-t-8*	3	0.064	4.8%	90.5	2.7%
キャベツ	L-t-19	2	0.019	7.2%	20.6	1.0%
キャベツ	L-t-3	2	0.087	2.6%	49.4	7.2%
キャベツ	L-t-20	3	0.090	5.2%	117.2	5.6%
キュウリ	T870801	1	0.032		31.0	
キュウリ	L-t-5	2	0.052	7.1%	664.7	3.5%
コマツナ	P-17-B	2	1.763	5.3%	2.0	2.6%
コマツナ	T881215	2	0.096	4.7%	20.4	8.0%
インゲン豆	L-t-15*	2	0.008	7.3%	7.8	17%
サツマイモ	T871026	1	0.011		3.1	
サツマイモ	L-t-10	4	0.010	26%	9.6	20%
サツマイモ	L-12	2	0.060	4.2%	12.8	22%
サトイモ	T871102	2	0.022	0.2%	3.9	1.7%
シイタケ	L-5*	2	0.271	5.1%	2.4	2.5%
ジャガイモ	L-14*	2	0.030	8.9%	3.9	0.1%
シュンギク	L-18-a*	2	1.187	0.4%	224.8	4.6%
ダイコン	T890208	2	0.030	6.9%	8.9	5.3%
ダイコン（葉）	T890206	2	0.076	3.5%	23.2	1.1%
タマネギ	4	2	0.008	9.1%	2.5	3.7%
トマト	L-23	2	0.024	5.6%	10.2	1.3%
トマト	T880901*	1	0.021		14.2	
ナス	T870823	1	0.018		24.1	
ニンジン	T890208	2	0.022	3.7%	10.8	3.8%
ニンジン（葉）	T890208	2	0.147	3.3%	29.2	1.1%
ネギ	L-t-6*	2	0.048	8.6%	28.9	0.6%
ネギ	L-24-a	2	0.275	2.9%	5.5	4.2%
ピーマン	L-26	2	0.103	7.7%	22.6	4.6%
ピーマン	L-t-11*	2	0.036	6.2%	9.1	1.0%
ブロッコリー	T881213*	1	0.017		1.4	
ホウレンソウ	A-51-a	2	0.148	1.7%	10.7	0.6%
ホウレンソウ	T881219	2	0.201	4.1%	24.8	1.9%
ホウレンソウ	L-28-a	2	0.324	1.8%	70.8	8.9%
ヤマイモ	L-11*	2	0.036	4.2%	14.9	0.4%
ハナヤサイ	T890206*	2	0.011	24%	2.0	6.7%
白米（4種）	71c, 73c, 74 ct	4	0.007	41%	0.2	40%

注）n：分析した試料数。但し、白米については4種の異なる試料を各1回分析した平均。

*印の付いた試料のヨウ素の値に関しては前年度の報告書にも記載してある。

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

内外の放射能に関する資料を収集し、これを総合的に整理保存して必要なデータの迅速提供をはかるとともに一部をとりまとめて公表する。

2. 発刊等

(1) RADIOACTIVITY SURVEY DATA in Japan

昭和38年より“RADIOACTIVITY SURVEY DATA in Japan”を刊行している。本年度はNumber 126～129を刊行した。

対象は、環境試料として、

①降下物、②大気浮遊じん、③陸水、④土壌、⑤海水、⑥海底土、
食品試料としては、

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
であり、 ^{90}Sr 及び ^{137}Cs についての分析結果を報告した。

また、降下物・牛乳中の ^{90}Sr 及び ^{137}Cs について四半期別にWHOへ報告を行った。

(2) 第49回国連科学委員会（UNSCEAR）報告書

第49回国連科学委員会会議は、2000年4月27日から5月2日までオーストリア国ウィーン市の国際センター会議場で開催され、この結果について報告書を作成した。

日本からは代表として佐々木康人（放医研所長）、アドバイザーとして村松康行（放医研第4研究グループ）、小野寺淳一（原研東海保健物理部）、浅野智宏（核燃料サイクル開発機構安全推進本部）の4名が出席した。

(3) 第42回環境放射能調査研究成果論文抄録集（平成12年度）

平成12年12月7日（水）に科学技術庁主催の第42回環境放射能調査研究成果発表会が科学技術庁放射線医学総合研究所講堂で行われ、同論文抄録集の作成に協力した。

IV. 放射能調査結果の評価に 関する基礎調査

放射能調査結果の評価に関する基礎調査

1. 目 的

我が国の国民の被ばく線量を評価するため、放射能調査結果及び人間集団に関する資料を整理することを目的とし、調査を民間機関に委託した。

2. 委託課題及び委託先

- (1)「国民線量推定のための基礎調査（X X IV）」

財団法人 放射線影響協会

- (2)「ICRP 勧告の日本人への適用に関する調査」

社団法人 日本医学放射線学会

3. 国民線量推定のための基礎調査

(1)調査目的

天然源及び自然源からの放射線による国民線量の推定値が合理的な考えのもとに全国的規模で求められれば、原子力の利用、ラジオアイソトープの利用等において、放射線、放射性物質にかかわる、いわゆる環境放射線問題の解決に標準的なものとして欠かせないものになる。

このような国民線量推定においては、人も含めた環境の放射線、放射性核種レベルの分布、挙動、時間的推移の測定が第1に重要であることはいうまでもない。

しかし、測定のみで国民線量を合理的に推定できるわけではない。日本人の生活習慣の実態、人口動態等周辺の資料、それも線量推定上適切な資料が入手できなければ国民線量を求め得ない。このような有用な資料の収集は、その線量推定への有効性を検証しながら行わなければ資料の意味が薄れてしまうので、着実に進行させなければならず、測定にとらず長期間を要するものである。またある面では、周期的に見直す必要性がある。

本調査研究の目的は、上記のような国民線量推定上重要な因子となる有効な資料を収集し、これを解析することにある。

(2)調査内容

- ①国内外におけるラドン及びその娘核種の空气中濃度測定データの調査・収集
- ②地域別国民生活時間のデータ調査・収集
- ③体内被ばく線量推定のための日常食及び人体臓器中の放射能濃度データの調査・収集
- ④医療被ばく・職業被ばくデータの調査・収集

(3) 調査結果

① 航空機利用に伴う集団線量データについて

国際航空路線の宇宙線線量に関する調査及び国内航空から外国空港への発着便数の統計調査を実施した。

② 国民の呼吸量及び水摂取量データについて

呼吸及び飲料水の摂取による放射性物質の取込みに配慮し、日本人の平均の呼吸量及び飲料水量の調査を実施した。

③ ラドン及びその娘核種データについて

コンピュータにより、各家庭内をシミュレートし線量計算を実施した。

④ 外部被ばく線量推定のための線量算定に関する情報について

日本人男性のX線CT画像の解析により、人体の臓器・組織を含めて人体を高い精度で模擬した線量計算ファントムを作成し、これを用試験的に人体の線量を計算した。

⑤ 医療被ばく、職業被ばくデータについて

平成13年4月からの放射線障害防止法一部改正による職業人の被ばく管理基準値の変更に備え、平成11年度の職業被ばくにおける個人線量のデータを整理した。

4. ICRP勧告の日本人への適用に関する調査

(1) 調査目的

ICRP 勧告 1990 の国内法取り入れに伴う、平成13年4月からの放射線障害防止法等改正法令の施行に備えて、我が国の重要な医療機関で、代表的な放射線検査における放射線基本安全基準の参考レベルを設定するために本調査を実施する。

新勧告の最も重要な部分は職業被ばくの線量限度が従来の年間 50mSv が 20mSv に引き下げられたことである。

(2) 調査方法

被ばくを伴う作業の安全性に関する国際的な考え方を我が国に適用するための関係データ調査を行う。また、IAEAの放射線安全基準に基づき、我が国の医療被ばくに関するガイダンスレベルを設定する。

(3) 調査結果

TLDを用いた被ばく線量の実測値とNDD法による推定値はほぼ一致しており、他施設に対するアンケート調査の信頼性が確認された。また、計算値による線量評価は、撮影条件の正確さに依存しており、X線管の出力線量の品質管理が重要であることが確認された。

V. 環境放射線モニタリング

技術者の研修

環境モニタリング技術者の研修

(人材育成開発センター)

1. 目的

本研修は、科学技術庁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

科学技術庁 放射線医学総合研究所 養成訓練棟

(3) 研修方法

本研修は、各都道府県における事務担当者の配置状況を考慮して、従来4年を1周期として実施してきたが、平成6年度から2年を1周期として実施している。更に平成10年度には、主として緊急時に対応する緊急時モニタリングと、主として平常時に対応する平常時モニタリングにカリキュラムを見直し再編して、同じく2年を1周期とし、平成10年度から実施している。

第23回環境放射線モニタリング課程（平成12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	日本原子力発電㈱東海発電所	1
2	新潟県保健環境科学研究所	1
3	中国電力㈱島根原子力発電所	1
4	中部電力㈱浜岡原子力発電所	2
5	青森県環境保健センター	1
6	東電環境エンジニアリング ㈱六ヶ所事業所	1
7	九州電力㈱玄海原子力発電所	1
8	原子力システム㈱	1
9	㈱敦賀原子力サービス	1
10	茨城県衛生研究所	1
11	佐賀県環境センター	1
12	石川県環境安全部環境対策課	1
13	石川県保険環境センター	1
14	鹿児島県環境保健センター	1
15	東北電力㈱女川原子力発電所	1

環境放射線モニタリング課程
年度別（平成12年～13年）研修計画（1周期／2年）教科目概要

年 度	講 義	実 習
第 23 回 平成 12 年 9 月実施 (緊急時モニタリングを中心に)	原子力防災体制と放射能調査 放射線と放射能（用語と単位） 緊急時環境放射線モニタリング指針 原子炉事故での環境汚染 SPEEDIについて①② 放射線の急性障害 放射線の晩発障害 原子炉事故での人体影響 線量標準 γ線量測定器 電離箱 固定飛跡検出器 放射性エアロゾル 食品中の放射性核種 内部被ばく線量の評価 線量体系とICRP 放射性のリスクと被ばく限度 体内放射性核種の除去 汚染対策と除染法 緊急時医療対策 β線測定法 放射性ストロンチウム分析法	積算線量 NaI(Tl)測定 サーベイ
第 24 回 平成 13 年 9 月実施予定 (平常時モニタリングを中心に)	原子力発電と核燃料サイクル 放射線と放射能（用語と単位） 環境放射線モニタリング指針 環境放射線概論 放射線と物質の相互作用 放射線測定法①② ラドンと空間放射線モニタリング 液体シンチレーションカウンター トリチウムのモニタリング 放射線量測定法①② 放射線源と校正法①② 放射化学分析法 サンプリングの理論と実際①② 資料の前処理法①② 環境モニタリングの実実際①② 環境中放射性核種の挙動①(陸圏) 環境中放射性核種の挙動②(水圏) α・β核種の生物影響	放射線の性質と統計的取り扱い Ge半導体波高分析器による放射性核種の同定 環境中ラドンの測定と線量評価

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							
実施期間	10.7 ～ 10.16	9.7 ～ 9.17	9.5 ～ 9.14							計
北海道	1	1								13
青森県	1	2	2							24
岩手県										2
宮城県	1	1	1							13
秋田県										7
山形県										7
福島県	2	2								13
茨城県			2							15
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							13
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									21
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							460

VI. 緊急被曝測定・対策に 関する調査研究等

緊急時被曝線量評価法に関する研究

白石久二雄、米原英典（人間環境研究部）
中島敏行（特別研究員）

1. 目的

緊急時の放射線被曝線量評価に資するため、電子スピン共鳴法(ESR線量法)の研究を行い、緊急時における国民の被ばく線量情報を提供することを目的とする。本年度は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った。

2. 方法

砂糖試料は事故後、線源場所から40mの範囲内で8ヶ所から収集した。収集地点を図1に示す。コントロールとして白色及び褐色グラニュー糖を事故の影響の無い場所から収集した。各試料は付加線量法を用いて測定した。即ち、放医研内のコバルト-60線源を用いて試料を0から1.8 Gyの付加線量になるように照射した。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。試料重量としては約400 mgであった。ESR測定装置はJEOL-RE-2X[日本電子(株)製]を使用した。測定条件は中心磁場 335mT、磁場挿引巾 ± 15 mT、変調巾 1.00mT、マイクロ波出力 3 mWである。

4. 結果

この事故は医療用放射線照射装置の γ 線(^{60}Co 線源)によるものである。褐色の砂糖試料についてはプレドーズのために利用できなかったが、白色砂糖のESR法による推定値は16~290 mGyの範囲にあった(表1)。線源の放置場所は廃品回収業の敷地内であることから、他の置いてある廃金属物の固まりによる遮蔽等によって、線源からの距離と推定線量とには良い関係が見られなかったが、このような緊急時に於けるESR線量法の有効性がここでも証明された。

4. 過去の調査研究経過・経緯

緊急被曝時において、一般住民は職業人(放射線作業従事者)と違い被曝線量計を携帯していないために、被曝線量の推定が困難である。そこで一般住民の生活環境の物質中に被ばくによって生成したラジカル量をESR測定することによって、間接的に線量計測が可能と考えた。種々の有機物に対して検討を行い、ショ糖の有効性を見つけた。実証例として、チェルノブイリ事故時に退去した住民の家屋の中のショ糖を用いて屋内線量並びに避難住民の被曝線量について推定し、旧ソ連の推定

した結果と良い一致が認められた。又、糖類のESR感度と化学構造との関係を知る目的で、13種類の糖類に関して検討をおこなった。ショ糖以上のものは発見されなかった。また、JCO事故に関連して事業所から350m-7,000mの範囲で約40の砂糖を収集しESR法線量による線量推定を試みた。

5. 今後の調査研究計画・方針

今年度はタイの放射線事故関連に時間を割いたけれども、これまでに継続しているESR線量法に最適な線量材料の検討を行う。遊離基の安定性の原因、機構を知る意味から、この種の研究はより優れた線量材料の発見につながると考えられる。

歯などの人体の一部をESR線量法に利用する方法がある。これらのESR線量法の基礎的研究についても開始した。

6. 当該年度の研究発表

- 1) 白石、米原、中島：第42回環境放射能調査研究成果論文抄録集（平成11年度）111-112, 2000.
- 2) 白石、米原、中島：放射能調査研究報告書（平成11年度）、NIRS-R-40, 70-73, 2000.
- 3) Shiraishi, K. et al.: Adv. ESR Appl., 14, 4-12, 1998.
- 4) Shiraishi, K. et al.: Inter. Sym. New Prospects of ESR Dosimetry and Dating, Osaka, p70, 2001.

図1. 放置線源場所と砂糖の収集地点

図2. コントロールの白砂糖に1.8 Gy付加照射した試料のESRスペクトル
4本の吸収はマンガン・マーカ

表1. 砂糖試料のESR法による推定線量

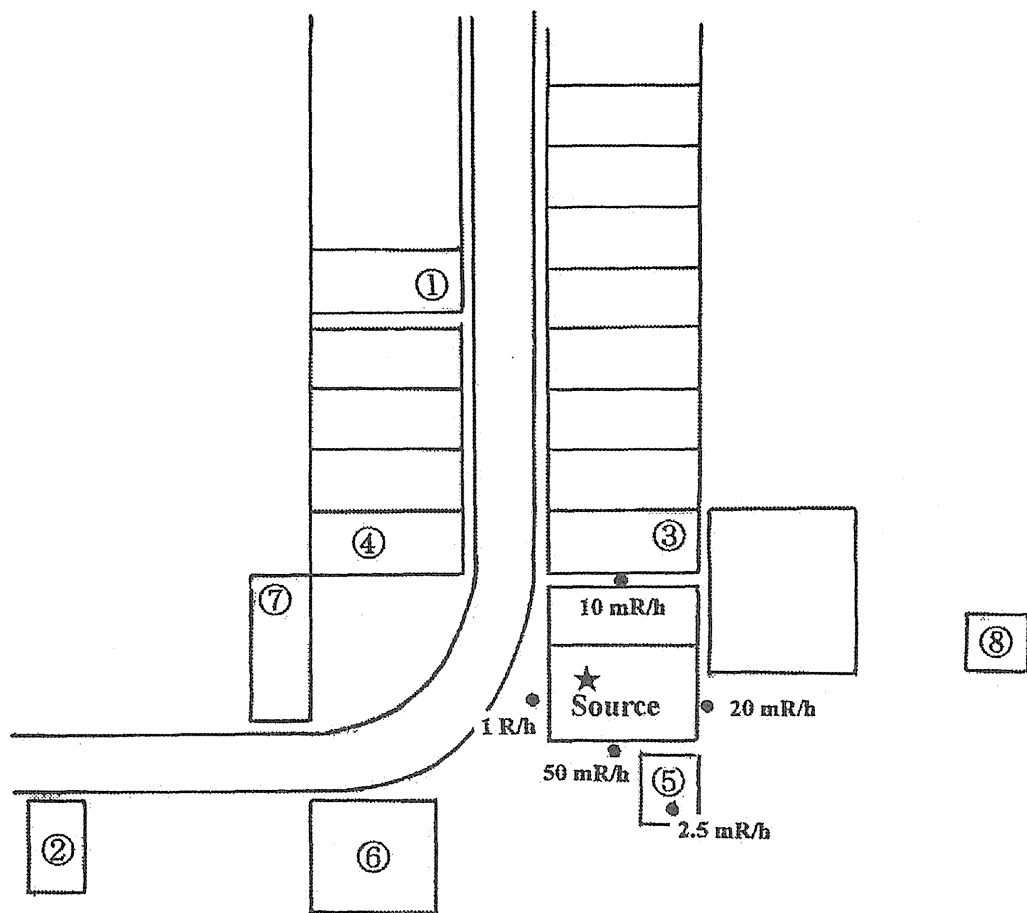


図-1. 放置線源場所と砂糖の収集地点

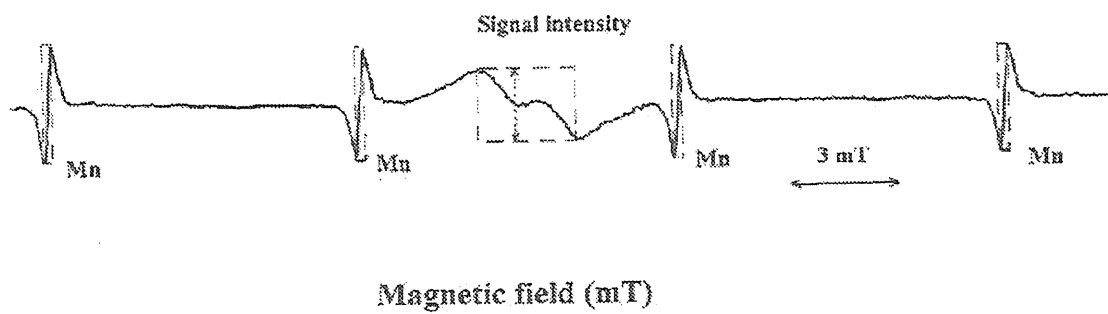


図-2. コントロールの白砂糖に1.95Gy付加照射した試料のESRスペクトル
4本の吸収はマンガン・マーカ

表 1. 砂糖試料の ESR 法による推定線量

試料番号	線源からの距離 (m)	砂糖の色	推定線量 (mGy)
1	30	白色	49
2	40	白色	61
3	12	褐色	-
4	17	白色	290
5	10	白色	16
6	20	白色	53
7	25	白色	20
8	30	白色	20
コントロール	-	白色	18
コントロール	-	褐色	-

放射能迅速評価システム

(ERENS:Environmental Radiation Estimation System)

柴田貞夫、富谷武浩（放射線科学研究部）、
本郷昭三、竹下 洋（人材・研究基盤部）、
西村義一、古川雅英、藤元憲三（人間環境研究部）、高城裕之*（神奈川衛研）

放射能、放射線は最も良く管理できているものの一つであるが、コンピュータネットワークを利用することにより、より確実な管理が可能になる。放射能迅速評価システム(ERENS)は昭和63年度から5ヶ年計画で導入したものを基本として発展してきており、分散処理型のコンピュータネットワークを用い、インターネットプロトコル(IP)でネットワークを構築している。現在は、当所のネットワーク(NIRSnet)の一部として存在し、1500BPSで省際(IM)ネットにつながり、マルチメディア通信ができる。

ERENSの計測器としては、Ge半導体検出器2台、 β 線スペクトル・アナライザー、空間 γ 線スペクトル・アナライザー、大気浮遊塵放射能モニターが接続され稼働している。ERENSの計測器はこれまでMSDOSをOSとしたパーソナルコンピュータを介して、自作のソフトウェアによりネットワークに接続されていたが、老朽化が進んでおりシステムの組替え時にはWindowsでの利用にも対応する必要が生じたため、Sambaサーバを導入し、 β 線スペクトル・アナライザのソフトウェアの移植およびバージョンアップ等々、順次接続機器、ソフトウェアの更新を行ってきた。平成13年2月末には空間 γ 線スペクトル測定器を更新した。なお、平成12年度も異常値は観測されていない。現在、ERENSのデータのほとんどは当所の内部向けWWWサーバ(<http://uexs72.nirs.go.jp/usr/kankyo.html>)に登録され閲覧が可能である。

また、これまで長年にわたって連続測定されてきたチャート紙から放射線量率の変化の原因別に取捨選択を行い、一部を電子記録化した。さらに、数カ所のモニタリング・ポストでの計測データがインターネットを通してオンラインで観測できるようになっており、連続した計数スペクトルを変動スペクトルに変換する¹⁾ことにより変動の原因放射性核種の監視が可能となっている(図1)。

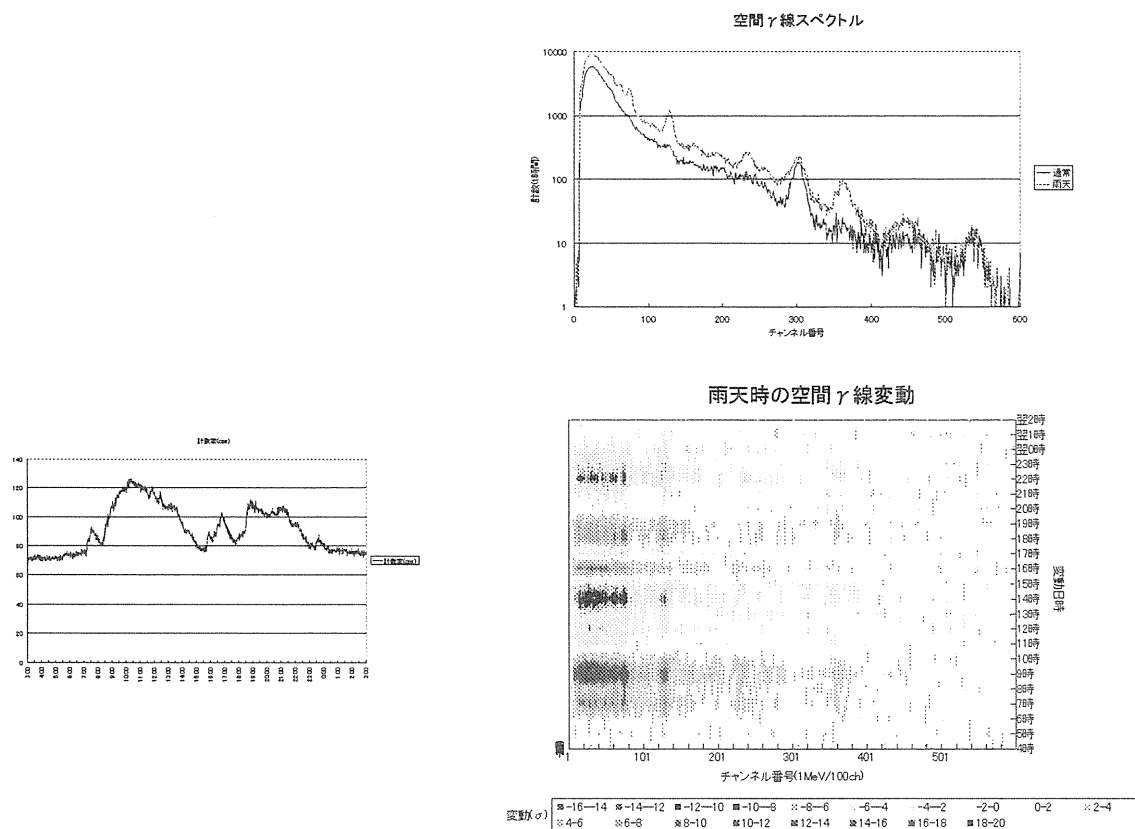
図1 雨天時の空間 γ 線挙動

右上：降雨前と降雨中の γ 線スペクトル

左下：計数率時間変化

右下：変動スペクトルの時間経過

(下 → 上)



1) 柴田、立石、秋山、溝口：放射線測定装置及び方法、特開 2000-258538、2000.9

緊急被ばく医療体制の整備に関する調査研究

明石真言、平間敏靖、黒岩教和、安齋尚之、近藤久禎、川瀬淑子、蜂谷みさを（放射線障害医療部）、野田 豊（放射線科学研究部）、辻井博彦（治療・診断部）

1. 目的

原子力災害の第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) 対応人材能力の養成
- (4) 緊急被ばく医療ネットワークの確立及び維持
- (5) 一次医療機関及び二次医療機関との協力体制
- (6) 全国規模のフォーラムの運営、情報資源の整備と発信
- (7) 緊急時被ばく医療への学問的体系化及び理解・啓蒙

2. 結果（当該年度の結果）

(1) 放射線事故、健康影響への対応

東海村臨海事故対応

高線量被ばく者のフォローアップを行った。また、住民への健康説明、健康診断、健康相談等に加わり、原子力安全委員会健康管理健康委員会へ委員を派遣した。平成12年12月14、15日には、高線量被ばくの治療に関する知識を医学関係者に共有する目的で、International Symposium on The Criticality Accident in Tokaimura: Medical Aspects of Radiation Emergency を千葉市の千葉県文化会館で開催した。演者は直接線量評価及び治療に当たった研究者及び医師で、200名を超える参加者との間で活発な議論がされた。なおこのシンポジウムの、プロシーディングス発行のために発表者に原稿依頼をし、準備を進め13年度発行予定である。

モナザイト健康影響対応

モナザイトは、希土類元素及びThの正リン酸塩鉱物で、 γ 線被ばく及び大気中に放出されたラドン・トロンなどの放射性希ガスの吸入が問題となる。主にラドン温泉をつくる目的でタイ等から輸入されたものが平成12年6月ごろに全国数箇所で見つかった。モナザイト保管場所付近の住民に、被ばくに関しての不安が広がった。放医研はモナザイトによる健康影響について、電話による健康相談を行うことになった。しかしながら、現地での測定結果等の情報が充分得られないまま健康相談が始められた。相談を担当する放射線障害医療部から相談をするにあたり必要なデー

タをとるべき、との考えに基づき人間環境研究部、放射線科学研究部、内部被ばく防護研究部、放射線安全課の職員を現地に派遣しラドン・トリウムなどの放射性希ガスを測定することになった。測定を行うこと自体が不安につながるという事から担当省庁、県、市などは必ずしも協力的ではなかった。住民の健康影響を評価するには、十分な測定結果が必要であり、科学的な測定データに基づいた説明をすることが住民の不安を取り除くことになる。

軟X線被ばく事故

放射線に関する知識のない3人の従業員が工業用非破壊X線検査機の安全装置をはずして作業を行い、右手に局所高線量被ばくをした。障害の発症後、医師の診察を受けていたが、そのうちの一人の医師が放射線障害を疑い、当研究所に連絡、当所での入院となった。治療と平行し問診、人間環境・放射線科学研究部、放射線安全課などのスタッフにより作業工程の再構築等による被ばく線量の推定が行われた。退院後は近医での治療と定期的な検査のため、当研究所を受診することとしたが、症状悪化がみられ再度入院、検査を行った。治療は他施設との共同で行い、日本では医薬品と認められていない当所備蓄薬剤も使用していた。この事故は、使用者側、従業者とも放射線について無知であり、教育・安全管理の問題から起きた事故である。放射線障害防止法上は1MeV以上の放射線発生装置に関しては購入時の文部科学省への届け出と放射線取り扱い主任者を置くことが義務づけているが、それ以下の装置では必要なく、放射線に対する知識や安全管理能力が不十分のままに使用する場合もあるため、事故が他施設でも起こる危険性があり、何らかの防止策が必要である。

その他の放射能汚染及び被ばく

事例 ① 平成12年6月、某研究所でウラン吸入の疑いがあり、調べてほしいとの連絡が入り、8名を肺モニターで調べたところ有意な放射線を検出しなかった。

事例 ② 平成12年12月、JR高槻駅（大阪）においてヨウ素 ^{125}I 散布事件が起こった。三島救命救急センターより患者の搬送の可能性があるが、どうしたらいいかとの問い合わせを受ける。汚染防止のためのラミシート等による養生、放射線管理・防護の専門家の必要性を指示した。科学技術庁から送られてきた情報に基づいて、散布された ^{125}I が全て一人の体内に入ったと仮定して最大被ばく線量の評価をしたところ、健康影響はないことが判明した。

事例 ③ 平成13年3月、山口県で台湾より輸入した廃材中に放射能汚染があったとの報告を受け、現地に放射能測定、評価のため専門官を派遣した。放射性物質の近傍で最も長く作業した1名の被ばく線量を評価したが、健康

に影響がない事を確認した。

この他に、放射線被ばくや汚染および疑われた人たちからの健康影響に関する問い合わせへ対応した。

(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、福井県、新潟県、宮城県、静岡県、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、看護課程、救護訓練課程を開催した。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宮城県女川原発の参集訓練にも参加した。

(3) 緊急被ばく医療棟の整備

放射線事故では汚染を伴うことがあり、除染という特殊な処置を必要とする。平成 12 年度には、緊急医療棟（第 3 研究棟）の病室に手洗い台、立位型ホールボディカウンタ及びγ線スペクトルスコピーを整備し、長年要求し続けたトリアージ室前救急車用エントランス整備を行った。

また、緊急被ばく医療棟に備蓄されている医薬品も全更新点検を行い、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、新たに JCO 事故時に使用したトレンタール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。

(4) その他

- 平成 12 年 8 月に第 4 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。
- WHO Collaborating Center (REMPAN) であるドイツウルム大学を訪問し、第五福龍丸乗組員のデータベースへの入力を行った。
- 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、自治省消防庁、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

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。

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）
- ・ 所内役割・業務の徹底（原子力防災対策委員会）
- ・ 輸送手段の確保及び維持
- ・ 情報通信設備の整備

(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（国土庁、厚生省、防衛庁、消防庁、警察庁）

(3) 対応人材能力の養成

- ・ 研修及び訓練（各地での開催）、自治省消防庁からの要請で新たな講習を開催

(4) 緊急被ばく医療ネットワークの確立及び維持

- ・ 緊急被ばく医療ネットワーク会議の実効的運用
- ・ 緊急時協力体制の具体化：高度専門医療機関との個別協力契約（医師派遣/設備利用等）
- ・ ネットワークの運営としての研究班の設置及び研究体制の整備
- ・ ネットワーク維持としての共同研究

(5) 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

(6) 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

(7) 緊急時被ばく医療への学問的体系化及び理解・啓蒙

・データベース（マニュアル、電子教科書）の作製

・被ばく医療 110 情報の提供

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.

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等原子力施設において、当該従事者の健康管理又は診療等に従事する要員を対象として、放射線管理区域における従業員の労働災害の発生に際して、被災者の救急医療に必要な基本知識と技術を習得させることを目的としている。

平成12年度に実施された本課程の回数、実施機関、参加者数等の区分及び主要科目は表1、2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12年度 第41回	H.12.4.17~4.21	27名（内女性2名）
第42回	H.12.7.10~7.14	32名（内女性7名）
第43回	H.12.10.23~10.27	33名（内女性7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
原子力防災体制 放射線と放射能（選択） 線量と測定（選択） 身の回りの放射線 緊急被ばく医療とは 放射線事故・緊急時対応要員の行動 （ビデオ含む） 放射線による急性障害 放射線事故の歴史と過去の事故例 放射線による晩発障害 チェルノブイリ事故の人体影響 被ばく及び汚染患者の取り扱い 緊急時の被災者の救助と移送 放射線事故に対する病院の緊急時 対応（ビデオを含む）（選択） 事故の実際	サーバイメータ（選択） 救急蘇生法（選択） 緊急時の身体汚染測定と除染 緊急時の被災者救助と移送及び医療施設での処置 ホールボディカウンタ

緊急被ばく救護訓練課程実績

No.1

実施年度	54年度		55年度		56年度		57年度		58年度		59年度		60年度		61年度		62年度		63年度	
	第1回	第2回	第3回	第4回	第5回	第6回	第7回	第8回	第9回	第10回	第11回	第12回	第13回	第14回	第15回	第16回	第17回	第18回		
研修実施期間	7月	8.18	7.13	918	7.12	10.13	7.4	10.24	7.2	10.15	7.8	7.8	9.3	7.7	7.6	9.28	7.4	9.26		
	11～13	～	～	～	～	～	～	～	～	～	～	～	～	～	～	～	～			
	23～25	8.23	7.18	10.3	7.17	10.19	7.9	10.29	7.7	10.26	7.13	7.13	10.5	7.12	7.11	10.3	7.9	10.1		
													1							
医 師	国																			
	県市町村																	1		
	病院・保健所															1				
	原子力発電																			
看護婦	その他																			
	国	6	4	4		3								2		1		3		
	県市町村	2	2	4		5										3		1		
	病院・保健所					2										2	1			
診療	原子力発電	6	6	6		3												2		
	その他	2	5	2		3								1				1		
	国								1					1	1		1	1		
	県市町村				1		1	2	1	1	3	5	1	2	2	1		2		
放射線技師	病院・保健所				1	1	2	4	2	1	2	1	2	2	2	2	2			
	原子力発電					1	1						1							
	その他								1											
	国								1								1			
県市町村				6		7	4	3	3	3	2	6	6	4	3	4	2	3		
	原子力発電会社															1	1	2		
	原子力発電会社																	4		
	原子力保守会社				2		2	3	4	7	5	5	4	6	6	1	3	6		
その他																				
	計	16	17	16	22	16	22	20	21	20	23	20	25	24	20	20	22	26		

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
研修実施期間	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
	～	～	～	～	～	～	～	～	～	～	～	～	～	～	～	～	～	～
	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
													1					
医 師	国																	
	県市町村	1										2		1				
	病院・保健所					3				1								
	原子力発電																	
その他																		1
	国		1	1		1						2	1	1	1	1		2
	県市町村	1	1	3		2		1	1		1	7	2	5		1	3	2
	病院・保健所	1	1	2	1	1	1	1	2	4					2	2		
看護婦 保健婦	原子力発電	2	1	2	1	1	1		2		1	1				2		
	その他	2	2	1	1	1		2		1		2					2	
	国	1	2	2	1	1	1						2					
	県市町村	1	2	1	2	1	1		2				2					
診療 放射線 技師	県市町村	1	2	5		2	2	6	2	4			1	7	1	3		2
	病院・保健所	4	3	1	3	1	2	4							2			
	原子力発電					1				1						1		
	その他	1			1												1	
国		1		1				2			2	1	1	1			1	1
	県市町村	1	2	3	5	2		5			1	4		3	3	1	9	11
	原子力発電会社	3	2	3	1	8	2	8	1	8	3	9	5	8	7	13	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	3
その他		4	5			1	2	2	1	2	1	1	1				1	
	計	24	26	14	26	22	22	20	25	23	23	28	28	28	29	20	26	29

実施年度	10年度		11年度		12年度			第 回	第 回	第 回	第 回	第 回	第 回	第 回	第 回	計
	第37回	第38回	第39回	第40回	第41回	第42回	第43回									
研修実施期間	4.20 ～ 4.24	9.7 ～ 9.11	4.12 ～ 4.16	10.25 ～ 10.29	4.17 ～ 4.21	7.10 ～ 7.14	10.23 ～ 10.27									
	国		1													3
	県市町村					1										6
	病院・保健所				2	1	2									10
医 師	原子力発電															
	その他			1	1											4
	国	2	2		1		1									42
	県市町村	1	1	4	2		2	1								54
看護婦	病院・保健所			1		1	4									37
	原子力発電	1	2		2	2	3	1								49
	その他	3					1									33
	国						1									21
診療	県市町村	1														66
	病院・保健所		1	4		1	1									50
	原子力発電															7
	その他	1			1											8
放射線 技師	国	1	1		2		3	1								76
	県市町村															
	病院・保健所															
	原子力発電															
国																
	県市町村	9	9	10	10	13	9	11								148
	原子力発電会社	3	6		4	2	2	2								191
	原子力保守会社	2	6	3	5	5	7	6								159
その他		2	1	2	2			2								47
	計	26	30	25	30	27	32	33								1,011

緊急被ばく医療セミナーについて

本課程は、原子力発電等原子力施設に関連した機関において、緊急時に救急活動にたずさわる医師を対象として、被災者の診療に必要な知識を習得させることを目的としている。なお、平成8年度は「緊急時被ばく医療研究会」として実施したが、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12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は表－1，2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12年度 第5回	H.12.10.12～10.13	19名（内女性2名）
*特 別	H.13.2.8～2.9	11名（内女性2名）

* 国立病院等において緊急被ばく医療に関わる可能性のある医師を対象に実施

表－2 緊急被ばく医療セミナー

課 題
放射線被ばくと緊急被ばく体制 放射線の人体影響 病院における初期対応 集団災害としての放射線災害 ケーススタディ 放射線事故例 シュミレーション① シュミレーション②

緊急被ばく医療セミナー実績

実施年度	8	9	10	11	12		第1回	第2回	第3回	第4回	第5回	特別	第1回	第2回	第3回	第4回	第5回	第6回	第7回	第8回	第9回	第10回	計
実施回数	第1回	第2回	第3回	第4回	第5回	特別	第1回	第2回	第3回	第4回	第5回	特別	第1回	第2回	第3回	第4回	第5回	第6回	第7回	第8回	第9回	第10回	計
研修実施期間	7.29 ～ 7.31	8.27 ～ 8.29	8.7 ～ 8.8	8.17 ～ 8.18	10.12 ～ 10.13	2.8 ～ 2.9																	
	1																						1
	国																						
	県市町村																						
医 師	病院・保健所	11	7	12	8	11																	64
	原子力発電	2		1																			3
	その他		1	2	1	1																	5
	国																						
看護婦 保健婦	県市町村																						
	病院・保健所																						
	原子力発電	1																					1
	その他																						
診療 放射線 技師	国																						
	県市町村																						
	病院・保健所																						
	原子力発電																						
国	その他																						
	県市町村																						
	病院・保健所																						
	原子力発電																						
県市町村	1																						1
	原子力発電会社	1																					1
	原子力保守会社																						
	その他																						
計	17	8	15	9	16	11																	76

緊急モニタリング体制

原子力発電所等原子力施設に係る不測の事故の発生に際し、国が設置する災害対策本部の下で、文部科学省の要請に基づき緊急モニタリングに従事する要員を現地に派遣する必要がある場合、迅速かつ的確に対処するための派遣体制及びモニタリング実施体制をとることを目的とする。

緊急モニタリングマニュアル

1. 体 制

派遣体制としては、常時所内に「緊急モニタリングチーム」を置く。チームは4チーム制として3ヶ月毎の輪番制をとる。（表－1参照）

※ 輪番制をとることにより、中央防災会議で職名指定された職員以外の者も派遣されることになる。

2. マニュアルの内容

第1章 総 則

第2章 モニタリングチームの編成・任務

第3章 モニタリング用機器等の保守・管理

第4章 放射線モニタリングマニュアル

第5章 放射能モニタリングマニュアル

3. 緊急モニタリング派遣機器・資機材について

緊急モニタリング派遣に必要な機器・資機材等を整備し、第3研究棟緊急被ばく医療施設内大型資機材保管室において保管管理した。

表－１ 平成１２年度緊急モニタリングチーム構成員

平成１３年３月３１日現在

		第１チーム 派遣当番期間 １月～３月	第２チーム 派遣当番期間 ４月～６月	第３チーム 派遣当番期間 ７月～９月	第４チーム 派遣当番期間 １０月～１２月
チームリーダー		人間環境研究部 第４研究室長 黒瀧 克己	内部被ばく・防護研究部 第１研究室長 小泉 彰	医用重粒子物理・工学研究部 第１研究室長 佐藤 幸夫	放射線科学研究部 主任研究官 柴田 貞夫
放射線モニタリング班	班 長	人間環境研究部 第４研究室長 黒瀧 克己	内部被ばく・防護研究部 第１研究室長 小泉 彰	医用重粒子物理・工学研究部 第１研究室長 佐藤 幸夫	放射線科学研究部 主任研究官 柴田 貞夫
	測定係	人間環境研究部 第５研究室 松本 雅紀	技術安全部放射線安全課 安全係長 宮後 法博	放射線科学研究部 主任研究官 福村 明史	人間環境研究部 第１研究室 床次 眞司
	記録係	技術安全部放射線安全課 専門職 朽木 満弘	技術安全部放射線安全課 アルファ線管理係長 堀越 義紀	技術安全部放射線安全課 アルファ線管理係 椎野 剛成	技術安全部放射線安全課 生体アイソトープ管理係長 菅原 幸喜
	連絡係	企画室企画係長 溝上 勝也	企画室 放射能資料係長 伊藤 幸久	企画室企画係 伏見 淳一	企画室専門職 秋葉 繁
放射能モニタリング班	班 長	第４研究グループ 第３サブグループリーダー 武田 洋	人間環境研究部 第３研究室長 河村日佐男	人間環境研究部 第２研究室長 西村 義一	第４研究グループ 第２サブグループリーダー 村松 康行
	試料採取係	人間環境研究部 主任研究官 白石久二雄	人材・研究基盤部 人材育成開発室長 上島 久正	第４研究グループ 主任研究官 柳澤 啓	第４研究グループ 主任研究官 内田 滋夫
	〃	第４研究グループ 第１サブグループ 坂下 哲哉	第４研究グループ 第３サブグループ 府馬 正一	第４研究グループ 主任研究官 坂内 忠明	第４研究グループ 主任研究官 吉田 聡
	測定係	人間環境研究部 主任研究官 渡辺 嘉人	内部被ばく・防護研究部 主任研究官 仲野 高志	国際宇宙放射線医学研究センター 主任研究官 保田 浩志	人間環境研究部 第３研究室 木村 真三
	記録係	技術安全部放射線安全課 健康管理係長 佐々木昭徳	技術安全部放射線安全課 汚染処理係 森川 康弘	技術安全部放射線安全課 生体アイソトープ管理係 佐藤 眞二	技術安全部放射線安全課 中性子線管理係 前田 武
	連絡係	企画室 総括研究企画官補佐 鎌倉 幸雄	企画室 総括研究企画官付 大河内洋一郎	企画室統計係長 進士 賀一	国際室 国際研究協力官 広岡 隆

緊急医療体制

原子力発電所等原子力施設に係る不測の事故の発生に際し、国が設置する災害対策本部の下で、文部科学省の要請に基づき、現地での緊急被ばく医療活動に従事する要員を派遣する必要がある場合及び現地等で処置できない被ばく・汚染患者を当研究所で受け入れることとなった場合に、迅速かつ的確に対処できるよう所要の体制及び要領を整えることを目的とする。

1. 緊急被ばく医療施設

緊急被ばく医療活動に必要な施設・設備の整備及び現地での緊急被ばく医療活動に必要な機器・資機材の整備を行った。その他 必要な関連機器についても継続的に整備を行っている。

2. 緊急被ばく医療マニュアル

「緊急被ばく医療派遣マニュアル」、「内部被ばく患者緊急医療棟診療マニュアル」及び「外部被ばく患者無菌室診療マニュアル」の内容について表－1に示す。

3. 緊急被ばく医療体制について

我が国の緊急被ばく医療における当研究所の役割のひとつは、国からの要請を受けて緊急被ばく医療派遣チームを現地へ派遣し、現地の災害対策本部の下で現地医療関係者を指導し、ともに被ばく者等への医療活動を実施することである。このため、全国地方公共団体等からの要請に基づき、原子力防災訓練および講習会等に参加し、関係者の指導に従事した。

また、第3次医療機関（放射線障害専門病院）として、第1次及び第2次の医療機関（各々、原子力事業所内救急医療施設及び地域救急医療機関）では遂行できない放射能除染、障害治療等を実施することとなっており、平成11年9月30日に発生した東海村ウラン加工工場臨界被ばく事故の患者のフォローアップ並びに東海村、那珂町での健康相談、健康診断に当たった。

更に大学、専門病院等の高度専門医療機関で構成される緊急被ばく医療ネットワーク会議との連携を強化した。

表-1 マニュアルの内容 (平成12年度実施体制)

	緊急被ばく医療派遣チームマニュアル	内部被ばく患者緊急医療棟診療マニュアル	外部被ばく患者無菌室診療マニュアル
目的	放医研緊急被ばく医療チームの現地派遣及び現地における緊急被ばく医療の指導・協力	放医研緊急被ばく医療施設への被ばく患者の収容・治療	放医研無菌室への被ばく患者の収容・治療
適応対象	原子力発電所等における事故時の作業被ばく及び広域汚染の被災者	事故による内部被ばく患者	事故による外部被ばく患者
体制	<p>【緊急被ばく医療派遣チーム構成員】</p>	<p>【緊急医療棟診療チーム構成員】</p>	<p>【無菌室診療チーム構成員】</p>
機器等の保守管理	必要に応じて緊急モニタリング・チームの機器等を使用	緊急被ばく医療施設の清掃：管理部 運転・機器：技術安全部 医療機器の点検、病院からの搬入、必需品の点検整備：治療・診断部 ホールボディカウンタ：人材・研究基盤部	無菌室の整備：重粒子治療センター4F看護婦長 医療機器：医師、診療放射線技師、臨床検査技師 機械・空調・医療器具：課長補佐
行動要領の骨子	<p>A. 作業被ばく者に対する緊急実施事項</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 施設内被ばく者に関する実施事項 2) 情報収集に関する実施事項 3) 病院での放射線防護と除染の実施事項 4) 経時的な臨床的実施事項 <p>B. 広域汚染による被ばく</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 医学的スクリーニング 2) よう素剤の投与 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 緊急時の患者の受け入れ及び処置 2. 模擬訓練の実施 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 緊急時の患者の受け入れ及び処置 2. 模擬訓練の実施

放射能調査研究報告書（平成12年度）

発 行 平成 年 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
