

原環センター トピックス

RADIOACTIVE WASTE MANAGEMENT FUNDING AND RESEARCH CENTER TOPICS

2001.12.NO.59

目次

日常生活用品等の放射性核種濃度データの収集
センターのうごき

日常生活用品等の放射性核種濃度データの収集

1. はじめに

現在稼働中の原子力発電施設も一般的な施設と同様に施設の老朽化に伴って建設後数 10 年で運転を停止する。我が国では運転を終えた発電施設は、解体・処分する方針である。

発電施設の解体に伴って発生する廃棄物のうち、放射性廃棄物として取り扱う必要のない物を区分する放射性核種濃度をクリアランスレベルと呼ぶ。

クリアランスレベルは、平成 11 年 3 月に原子力安全委員会によって取りまとめられたが、区分値の妥当性を社会にも説明が可能となるよう、私達の身の回りに存在する物品に含まれる放射性核種濃度のバックグラウンド(以下「BG」という)を調査し、その評価を行った。

2. 放射性核種濃度データ

(1) 日用品の BG の文献調査

a. 金属の含有放射性物質

金属の BG の国内外の文献について調査を

実施した。その結果、国内での調査分析例はほとんどなく、1960 年代を中心とした米国等の海外の文献値を引用する形での記述がなされている。それによると国内の原子力プラントで使用されている一般金属やその他の関連材料の含有放射性核種濃度は、炭素鋼 (CS)、ステンレス鋼 (SUS) 及びアルミニウムでは U-238 系列及び Th-232 系列核種並びに K-40 が含有され、一部の鉄では Co-60 も含有されている。これは、溶鉱炉壁腐食厚さのモニタリングに用いられた Co-60 線源に起因するものである。また、塗料は K-40 を含有している。

b. 一般環境物質の含有放射性核種

一般環境に存在する BG については人間への影響の観点から 1977、'82、'88 年等の国連科学委員会報告書にまとめられている。宇宙線生成物質の H-3 は水中で 0.2~0.9Bq/kg、Be-7 が大気中で 3mBq/m³、C-14 が生物圏で 230Bq/kg 程度存在すると報告されている。ま

た、原始放射性核種は、岩石や土壌に K-40 : 100 ~ 1000Bq/kg、U-238 : 10 ~ 60Bq/kg、Th-232 : 7 ~ 80Bq/kg 程度含まれ、また、建材中のコンクリートやセメント中には K-40、Ra-226、Th-232 等が含まれる。人間の体にも平均的な成人で、K-40 が 59Bq/kg、C-14 が 52Bq/kg、その他 U-238 系列核種や Th-232 系列核種が微量含有されている。

c. 食品の含有放射性核種

食料品の含有放射性核種の調査では、K-40、U-238 系列核種の Ra-226、Pb-210、Po-210 の分析例がある。昆布やわかめ等の一部の藻類には数千 Bq/kg、お茶などにも数百 Bq/kg もの K-40 が含まれ、Ra-226 は卵やお茶、Pb-210 は一部の大豆や肉類、Po-210 は魚介類や藻類の一部にも含有されている。

d. 工業製品

化石燃料やリン酸肥料等には多い物では K-40、U-238 系列、Th-232 系列核種が数千 Bq/kg 含有される。また、他の物質ではモレキュラーシープ、ゴム、油、塗料、はんだ、鉛等には数 10Bq/kg レベルで放射性核種が含まれている。

e. 放射性物質を利用した製品

放射性物質を積極的に利用した製品（コンシューマープロダクト）には、時計の文字盤や針などの夜光塗料、電子管や真空管、静電防止器、煙探知器等がある。また、天然のウ

ランやトリウムを含むものとして陶器、セラミックの釉薬（うわぐすり）、ガラス、ブラウン管、溶接棒等がある。これらの製品に用いられている放射性核種には H-3、Pm-147、Ra-226、Kr-85、Ni-63、Co-60、Am-241 等がある。使用されている放射性核種レベルはかなり広い幅を持つが、製品によっては $M(10^6)Bq/個$ から $G(10^9)Bq/個$ オーダーで放射性核種を含有している製品がある。

(2) 実測データ

1) コンクリートの BG の実測評価

コンクリートの BG は、全国 90 カ所の生コン工場より採取したコンクリート原材料（細骨材、粗骨材各 66 サンプル、セメント 60 サンプル、混和材 3 サンプル）の放射性核種濃度を実測した。そのデータを、生コン工場の配合比率調査結果を基に配分することにより、コンクリートの仮想放射性核種濃度分布を計算する方法を採用した。

具体的には、JISA5308 のレディーミクストコンクリートで規格化された一般コンクリート（21-15-20N、21-15-20BB、24-15-20N、24-15-20BB）、及び原子力発電施設用（24-12-20FB、24-12-20M、24-12-20FB+M）の配合を対象に、仮想コンクリートの放射性物質濃度を推定した。

その濃度分布は配合による大幅な違いはなく、その例を、図 2-1、2-2 及び 2-3 に示す。

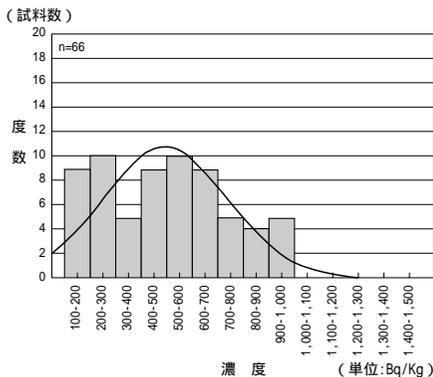


図 2-1 一般的なコンクリートの放射性物質濃度分布推定 (21-15-20N)

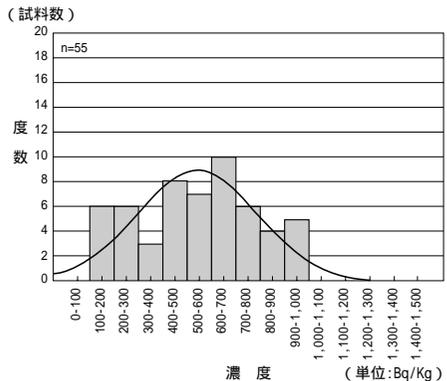


図 2-2 一般的なコンクリートの放射性物質濃度分布推定 (24-12-20BB)

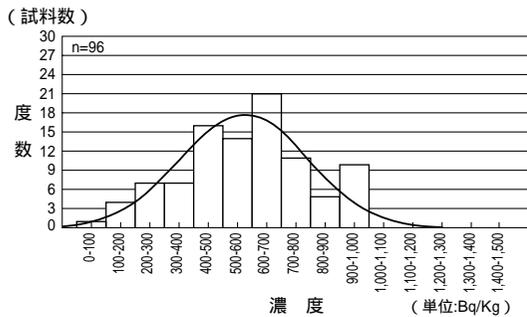


図 2-3 原子力発電施設コンクリートの放射性物質濃度推定 (24-12-20 FB+M)

JISA5308 の規格の説明

(例) 21-15-20 N

1 2 3 4

- 1: 呼び強度(N/mm²)「圧縮強度を示す」
- 2: スランプ値(cm)「やわらかさを示す」
- 3: 粗骨材の最大寸法(mm)
- 4: N : 普通ポルトランドセメント
BB : B 種高炉セメント
FB : B 種フライアッシュセメント
M : 中庸熱ポルトランドセメント
FB+M : FB 及び M を 1:1 の使用割合であるとした場合

表 2-1 原子力発電施設コンクリートの放射性核種の濃度測定結果

試料番号	濃度(Bq/kg)					
	²⁰³ Ti	²¹⁴ Bi	²²⁸ Ac	²¹⁴ Pb	⁴⁰ K	合計
A	6.1	12.5	18.1	16.2	404	456
B	6.6	15.5	18.5	17.9	434	493
C	7.0	20.1	20.0	22.7	396	466
D	6.1	15.9	15.6	19.0	351	408
E	5.4	15.8	14.8	18.9	356	411
平均	6.2	16.0	17.4	18.9	388	447

また、原子力発電所建設当時のコンクリートについて、5 サンプルを採取し、放射性核種濃度の測定を行った。その結果を表 2-1 に示す。放射性物質濃度は、408 ~ 493Bq/kg の範囲に分布しており仮想コンクリートの評価結果と矛盾のない値が得られた。

2) 日用品等の BG の実測評価

a. グローランプ

線スペクトロメトリー測定結果を表 2-2 に示す。2 サンプルを分析し、対象核種である Kr-85、Pm-147 をそれぞれ検出した。Kr-85 については 1 個あたり 1.5 kBq、Pm-147 については 14 kBq の放射性核種量が含まれていることが分かった。

b. 夜光時計

測定結果を表 2-2 に示す。夜光時計については、国内製 2 サンプル、外国製 2 サンプルを測定した。国内製では夜光塗料に Pm-147 を使用したものを測定し、時計 1 個あたり 5.5 kBq 及び 110 kBq の Pm-147 が含まれていた。また外国製では Ra-226 を使用した試料を測定したところ、時計 1 個あたり 3.4 kBq 及び 1.6 kBq 含まれていることが分かった。

c. カメラレンズ、陶器、ガラス製品、

線放出核種については Ge 検出器、U-238、Th-232 に関しては誘導結合プラズマ質量分析法(以下「ICP-MS」という。)による元素定量を行った。線スペクトロメトリー測定結果を表 2-3、ICP-MS を用いた分析結果を表 2-4 に示す。なお、分析したコンクリート中放射性核種濃度の測定結果を比較のため、表 2-3 中に記載した。

表 2-2 グローランプ及び夜光時計試料の線スペクトロメトリー測定結果

単位: Bq/試料

試料名	試料の仕様等	Kr-85		Pm-147		Ra-226	
		核種量	計数誤差	核種量	計数誤差	核種量	計数誤差
グローランプ	A National 製 FG1E2P	1.5E+03	1.9E+01	-	-	-	-
	B TOSHIBA 製 FG1E-5PB	-	-	1.4E+04	7.5E+02	-	-
夜光時計	A SEIKO QUARTZ SilverWave 日本製	-	-	5.5E+03	5.4E+02	-	-
	B CITIZEN ATTESA 日本製	-	-	1.1E+05	1.5E+03	-	-
	C ROAMER DELUXE 17 JEWELS スイス製	-	-	-	-	3.4E+03	4.1E+01
	D NIKSON 21 JEWELS スイス製	-	-	-	-	1.6E+03	3.2E+01

備考 1.分析結果は、放射性核種量及び計数誤差とも有効数字 2 桁で示した。

備考 2.分析結果は、日本分析センターが試料を受領した日に減衰補正した値である。

備考 3.分析対象外試料を-で示した。

表 2-3 陶器、ガラス製品、カメラレンズ及び肥料試料の線スペクトロメトリ測定結果

単位: Bq/kg

試料名	Co-60		Cs-137		La-138		K-40		Pa-234m		Pb-214		Bi-214		Ac-228		Pb-212		Tl-208		Th-227		Rn-219		試料重量 (kg)							
	濃度	誤差	濃度	誤差	濃度	誤差	濃度	誤差	濃度	誤差	濃度	誤差	濃度	誤差	濃度	誤差	濃度	誤差	濃度	誤差	濃度	誤差	濃度	誤差								
陶器	A	4.6E-2	2.2E-1	8.9E-1	1.1E-1	4.4E-1	1.3E+0	1.3E+0	2.8E+2	1.2E+2	1.3E+0	1.1E+0	4.3E+1	1.1E+0	3.9E+1	1.7E+0	3.8E+1	7.9E-1	1.1E+1	1.4E-1	1.1E+1	2.5E+0	2.9E+0	7.5E+0	1.9E+0	2.8E+0	8.9E+0	0.05728				
	B	-2.7E-2	2.4E-1	1.1E-1	4.4E-1	1.3E+0	3.1E-1	3.6E-1	1.1E+0	8.6E+2	1.1E+1	6.2E+1	1.1E+0	6.2E+1	1.1E+0	6.9E+1	1.8E+0	7.9E+1	8.4E-1	2.4E+1	5.2E-1	1.7E+0	2.1E-1	4.2E-1	1.0E+0	9.9E+0	1.7E+0	5.1E+0	0.1273			
ガラス製品	A	4.7E-2	1.2E-1	4.7E-1	1.1E-1	2.9E-1	7.0E-1	2.3E-1	6.8E-1	2.3E-1	6.8E-1	2.3E-1	3.8E+0	5.2E-1	4.8E+0	7.1E-1	4.8E+0	3.2E-1	5.8E+0	3.0E-1	1.5E+0	2.1E-1	-	-	-	-	1.7E+0	1.7E+0	0.1271			
	B	-3.9E-2	1.5E-1	3.0E-1	3.0E-1	9.1E-1	-5.1E-1	2.9E-1	8.7E-1	2.5E-2	6.4E+0	5.1E-1	5.1E-1	7.9E-1	2.4E+1	1.2E+0	4.8E+1	6.8E-1	4.8E+1	6.8E-1	1.5E+1	4.2E-1	-	-	-	-	2.4E+0	2.0E+0	6.1E+0	0.1283		
	C	-1.3E-1	9.8E-2	3.9E-1	3.7E-1	2.0E-1	6.1E-1	-3.2E-1	2.0E-1	5.9E-1	3.6E+0	1.7E+0	4.3E-1	1.3E+0	5.9E-1	1.8E+0	1.1E+0	2.5E-1	4.8E-1	1.8E-1	5.4E-1	1.6E+0	-	-	-	-	1.3E+0	3.8E+0	1.4E+0	0.1332		
	D	-1.4E-1	1.3E-1	5.0E-1	-2.1E-1	2.6E-1	7.5E-1	2.6E-1	6.8E-1	1.5E-2	5.0E+0	3.1E+0	4.9E-1	8.7E-1	6.8E-1	2.0E+0	2.3E+0	2.8E-1	7.4E-1	2.0E-1	4.0E-1	2.0E-1	-	-	-	-	3.2E+0	1.6E+0	4.8E+0	0.1285		
カメラレンズ	A	-3.9E-1	2.5E-1	1.1E-1	4.1E-1	1.2E+0	1.5E+2	2.1E+0	6.5E+2	1.1E+1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.5E+1	3.3E+1	-	0.04958		
	B	-1.5E-1	1.4E+0	5.3E+0	8.3E-1	2.3E+0	7.0E+0	5.0E+1	4.1E+0	2.9E+3	6.8E+1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.5E+1	1.6E+1	-	0.00524		
肥料	A	6.8E-1	4.3E-1	1.5E+0	2.6E-1	5.9E-1	1.8E+0	-1.2E-1	4.4E-1	1.3E+0	8.4E+3	3.2E+1	6.2E+1	6.4E+1	1.9E+2	3.3E-1	7.5E-1	2.2E+0	9.8E-1	4.7E-1	1.4E+0	3.8E+0	9.9E+0	3.5E+0	4.5E+0	3.5E+0	9.8E+0	0.1358				
	B	-2.3E-1	3.8E-1	1.4E+0	1.4E+0	6.4E-1	1.9E+0	-4.1E-1	5.8E-1	1.7E+0	3.1E+3	2.2E+1	1.3E+3	7.1E+1	-	-	-	-	1.6E+1	6.9E-1	5.5E+0	4.2E-1	2.3E+1	3.8E+0	-	3.1E+1	4.2E+0	-	0.1072			
	C	4.7E-2	4.1E-1	1.5E+0	-5.1E-1	5.7E-1	1.7E+0	-2.7E-1	4.8E-1	1.4E+0	4.6E+3	3.0E+1	6.7E+1	6.2E+1	1.9E+2	8.4E-1	8.2E-1	2.5E+0	-1.3E+0	1.6E+0	4.9E+0	2.7E-1	4.8E-1	1.4E+0	-3.1E-1	3.8E-1	1.1E+0	5.1E+0	2.8E+0	3.4E+0	1.0E+1	0.07910
	D	-1.6E-1	4.0E-1	1.4E+0	1.7E-1	5.8E-1	1.7E+0	-7.4E-1	5.0E-1	1.5E+0	2.8E+3	2.8E+1	2.1E+1	9.4E-1	1.7E+1	9.4E-1	1.4E+0	1.7E+0	5.1E+0	6.6E+0	5.0E-1	2.1E+0	4.2E-1	6.4E+0	3.0E+0	9.9E+0	3.5E+0	9.8E+0	0.08623			
	E	1.7E-1	3.7E-1	1.3E+0	-3.5E-1	5.5E-1	1.7E+0	1.9E-1	4.8E-1	1.4E+0	3.4E+3	2.8E+1	1.5E+1	8.9E-1	1.3E+1	8.7E-1	2.8E+0	1.5E+0	4.6E+0	5.9E+0	5.1E-1	1.9E+0	4.0E-1	1.3E+0	2.8E+0	6.5E+0	7.6E+0	3.2E+0	9.5E+0	0.09240		
	F	-3.3E-1	4.1E-1	1.5E+0	8.3E-1	6.0E-1	1.8E+0	-4.6E-2	5.1E-1	1.5E+0	5.9E+3	2.9E+1	2.3E+2	6.4E+1	-	-	-	-	1.2E+0	1.7E+0	5.1E+0	1.1E+1	6.0E-1	1.3E+1	3.4E+0	2.3E+1	3.7E+0	-	0.1056			
参考 コンクリート (H9年度 測定結果)	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1161		
	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1144		
	C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1151		
	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1193		
	E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1213		

備考1. 分析結果は、放射性核種濃度及び計数誤差とも有効数字2桁で示した。

なお、Co-60については、1.17MeV及び1.33MeVの高ピークの分析結果の荷重平均値を放射性核種濃度及び計数誤差とした。

備考2. Co-60及びCs-137の分析結果は、日本分析センターが試料を受領した日に減衰補正した値である。

その他の分析結果については、減衰補正を行っていない。

備考3. 放射性核種濃度がその計数誤差の3倍以上のものについては、減衰補正を行っていない。

備考4. 放射性核種濃度がその計数誤差の3倍以上のものについては、誤差の3倍の値を「検出目安」の欄に示した。

備考5. Co-60については次のような場合に、1.17MeV及び1.33MeVのピークのうちの小さい方の3倍の値を検出目安とした。

1.17MeV及び1.33MeVのピークの両方の放射性核種濃度がその計数誤差の3倍以上のもの

同じピークの分析結果を荷重平均した放射性核種濃度が計数誤差の3倍以上のもの

備考6. カメラレンズ及び肥料B、FのPb-214については、Bi-211のピークの妨害があるため、分析対象外とした。

備考7. Co-60及びCs-137以外の人工放射性核種は計数誤差の3倍以上であった。

備考8. H9年度分析したコンクリートの放射性核種濃度の測定結果を参考に記載した。

試料の仕様等

陶器 A: 湯飲み 黄色釉薬
 陶器 B: 湯飲み 茶色釉薬
 ガラス製品 A: コップ 透明青 イタリア製
 ガラス製品 B: 3つ折 透明青 日本製
 ガラス製品 C: コップ 透明緑 日本製
 ガラス製品 D: コップ 透明模倣付 フランス製

カメラレンズ A: TAMRON製
 カメラレンズ B: PENTAX製

肥料 A: 家庭園芸用 窒素6% リン酸22% カリ30% 原産国: ドイツ
 肥料 B: 家庭園芸用 窒素20% リン酸25% カリ11% 原産国: 日本
 肥料 C: 家庭園芸用 窒素20% リン酸10% カリ20% 原産国: アメリカ
 肥料 D: 農業用 窒素12% リン酸18% カリ16% 原産国: 日本
 肥料 E: 農業用 窒素15% リン酸10% カリ12% 原産国: 日本
 肥料 F: 農業用 窒素6% リン酸20% カリ20% 原産国: 日本

表 2-4 日用品及び金属の ICP-MS を用いた分析結果

単位: Bq/kg

試料名	試料の仕様等	U-238			Th-232			試料重量 (g)	
		濃度	計数誤差	検出目安	濃度	計数誤差	検出目安		
日用品	陶器	A 湯飲み黄色釉薬	26	0.4	0.2	4.7	0.09	0.04	0.6106
		B 湯飲み茶色釉薬	39	0.6	0.3	18	0.2	0.09	0.4996
	ガラス製品	A コップ透明青イタリア製	3.8	0.14	0.07	6.3	0.05	0.02	0.5012
		B うつわ透明緑日本製	5.5	0.12	0.06	97	1.6	0.4	0.5243
		C コップ透明青日本製	1.7	0.02	0.02	0.89	0.005	0.005	0.4993
		D コップ透明模様付フランス製	6.2	0.09	0.06	1.9	0.01	0.02	0.5377
	カメラレンズ	A TAMRON 製	1.2	0.04	0.02	0.24	0.011	0.005	0.2013
		B PENTAX 製	6.4	0.26	0.05	36	0.6	0.09	0.1899
	肥料	A 家庭園芸用窒素 6%リン酸 22%カリ 30%原産国:ドイツ	2.9	0.04	0.02	0.019	0.0034	0.003	0.5101
		B 家庭園芸用窒素 0%リン酸 25%カリ 11%原産国:日本	1100	30	6	2.7	0.06	0.02	0.5105
		C 家庭園芸用窒素 20%リン酸 10%カリ 20%原産国:アメリカ	0.045	0.0052	0.02	0.010	0.0023	0.003	0.5102
		D 農業用窒素 12%リン酸 18%カリ 16%原産国:日本	600	18	6	5.8	0.13	0.03	0.5658
		E 農業用窒素 15%リン酸 10%カリ 12%原産国:日本	660	16	5	6.1	0.07	0.04	0.5609
		F 農業用窒素 6%リン酸 20%カリ 20%原産国:日本	220	5	2	13	0.2	0.08	0.5394
金属	CS (90年代)	A 1998年4月製造	0.025	0.0033	0.005	0.0053	0.0011	0.003	0.5165
		B 1998年3月製造	0.025	0.0032	0.005	0.016	0.0016	0.003	0.5013
	CS (80年代)	A 1981年1月製造圧力ポンベより採取	0.045	0.0034	0.005	0.0081	0.00081	0.003	0.5245
		B 1980年4月製造圧力ポンベより採取	0.062	0.0055	0.005	0.016	0.0018	0.003	0.5781
	CS (70年代)	A 1970年10月製造圧力ポンベより採取	0.017	0.0033	0.005	0.0034	0.00069	0.003	0.5033
		B 1972年11月製造圧力ポンベより採取	0.036	0.0069	0.005	0.0047	0.00092	0.003	0.5081
	SUS (90年代)	A 1998年5月製造	*		0.005	0.0029	0.00048	0.003	0.5033
		B 1997年7月製造	0.040	0.0076	0.005	0.026	0.0012	0.003	0.5429
	SUS (80年代)	A 1980年5月製造グランドコンデンサ余材より採取	*		0.005	0.0022	0.00023	0.003	0.5354
		B 1981年7月製造冷却器余材より採取	0.041	0.0044	0.005	0.016	0.0005	0.003	0.5050
	SUS (70年代)	A 1970年1月製造オイルクーラー余材より採取	0.076	0.0077	0.005	0.0072	0.0010	0.003	0.5297
		B 1970年2月製造オイルクーラー余材より採取	0.058	0.0056	0.005	0.022	0.0010	0.003	0.5124
	銅 (90年代)	A 1998年10月製造	*		0.004	0.0030	0.00082	0.002	0.7684
		B 1998年4月製造	*		0.005	*		0.003	0.5167
	アルミニウム (90年代)	A 1998年1月製造	10	0.2	0.06	0.18	0.007	0.003	0.5056
		B 1998年3月製造	8.0	0.10	0.07	0.49	0.012	0.02	0.5348
	鉛 (90年代)	A 1998年5月製造	0.14	0.030	0.07	0.018	0.0037	0.02	0.6991
		B 1998年6月製造	0.16	0.017	0.08	0.014	0.0031	0.02	0.6454
塗料	A 関西ペイント製白色	11	0.3	0.3	20	0.4	0.05	0.5673	
	B 大日本塗料製白色	13	0.3	0.2	5.8	0.17	0.03	0.5040	

備考 1. 分析結果は、5 回測定の前平均値とその標準偏差 (1) を示した。なお、カメラレンズの場合は、試料分解工程で得られた酸抽出液及び残渣溶解液について、それぞれ 5 回測定した平均値とその標準偏差 (1) を求め、両者を合計した値である。

備考 2. *は、検出目安以下を示す。また、検出目安の数値は、ブランク値の標準偏差の 3 倍に相当するウランあるいはトリウム濃度から算出した検出下限値である。

カメラレンズについて、2 サンプル分析した結果、U-238 濃度 1.2 及び 6.4 Bq/kg、Th-232 濃度 0.24 及び 36 Bq/kg であった。過去に高屈折率低分散のレンズを作るため、酸化トリウムを添加していた時代があり (最近では使用されていない)、物によって Th-232 濃度にばらつきがあると考えられる。線放出核種では、主に La-138、K-40、Th-227、Rn-219 などが含まれていることが分かった。特に、K-40 については今回測定した結果、650 及び 2900 Bq/kg 含まれており、コンクリート中の K-40 濃度と同等もしくはそれ以上の値であるという結果であった。

陶器については 2 サンプル分析し、U-238 濃度 26 及び 39 Bq/kg、Th-232 濃度 4.7

及び 18 Bq/kg という結果であった。天然ウラン・トリウムを含むものが市販されていることが分かった。線放出核種では、K-40、Pb-214、Bi-214、Ac-228、Pb-212、Tl-208 が検出された。濃度はコンクリートとほぼ同等の値であった。

ガラス製品について今回収集したものについては 1.7 から 6.2 Bq/kg 程度の U-238 を含んでいることが分かった。Th-232 については、最小で 0.89 Bq/kg、最大で 97 Bq/kg 含んでおり、2 桁程度のばらつきがあった。物によっては比較的高濃度のトリウムを含むガラス製品があることが分かった。線放出核種については陶器とほぼ同様に検出され、濃度もほぼ同等の値であった。

表 2-5 金属試料の線スペクトロメトリー測定結果

単位: Bq/kg

試料名	試料形状、仕様等	Co-60			Cs-137			試料重量 (kg)
		濃度	計数誤差	検出目安	濃度	計数誤差	検出目安	
CS (90年代)	A マリネリ容器形状に加工 1998年4月製造	0.016	0.0058	0.024	-0.011	0.016	0.047	4.040
	B マリネリ容器形状に加工 1998年3月製造	0.018	0.0057	0.023	-0.022	0.016	0.047	4.015
CS (80年代)	A 圧力ポンベより採取、升型に加工、1981年1月製造	0.0066	0.0051	0.021	0.016	0.012	0.036	4.461
	B 圧力ポンベより採取、升型に加工、1980年4月製造	0.0030	0.0055	0.023	0.019	0.012	0.035	4.424
CS (70年代)	A 圧力ポンベより採取、升型に加工、1970年10月製造	0.0016	0.0053	0.023	0.011	0.012	0.037	4.473
	B 圧力ポンベより採取、升型に加工、1972年11月製造	0.019	0.0060		0.014	0.013	0.038	4.435
SUS (90年代)	A マリネリ容器形状に加工 1998年5月製造	0.0038	0.0050	0.021	-0.0014	0.015	0.045	4.038
	B マリネリ容器形状に加工 1997年7月製造	0.036	0.0070		0.021	0.016	0.048	4.049
SUS (80年代)	A グランドコンデンサの余材より採取、升型に加工、1980年5月製造	0.011	0.0056	0.023	-0.016	0.013	0.038	4.592
	B 冷却器の余材より採取、切り子状に加工、1981年7月製造	-0.031	0.021	0.087	0.020	0.051	0.15	0.6766
SUS (70年代)	A オイルクーラーの余材より採取、切り子状に加工、1970年1月製造	0.076	0.042	0.18	-0.13	0.091	0.27	0.4022
	B オイルクーラーの余材より採取、切り子状に加工、1970年2月製造	0.13	0.029		0.060	0.056	0.17	0.6227
銅 (90年代)	A マリネリ容器形状に加工 1997年10月製造	0.00091	0.0053	0.022	0.012	0.016	0.047	4.561
	B マリネリ容器形状に加工 1998年4月製造	0.0024	0.0049	0.020	-0.0049	0.015	0.045	4.561
アルミニウム (90年代)	A マリネリ容器形状に加工 1998年1月製造	0.023	0.012	0.046	0.022	0.026	0.077	1.356
	B マリネリ容器形状に加工 1998年3月製造	-0.0053	0.011	0.047	0.030	0.025	0.075	1.352
鉛 (90年代)	A マリネリ容器形状に加工 1998年5月製造	-0.0016	0.0045	0.017	0.028	0.021	0.062	5.799
	B マリネリ容器形状に加工 1998年6月製造	0.0072	0.0046	0.018	0.042	0.020	0.061	5.802
塗料	A 関西ペイント製白色	-0.031	0.030	0.12	-0.059	0.069	0.21	1.044
	B 大日本塗料製白色	0.014	0.036	0.14	0.032	0.088	0.26	1.005

備考 1. 分析結果は、放射性核種濃度及び計数誤差とも有効数字 2 桁で示した。

なお、Co-60 については、1.17MeV 及び 1.33MeV の両ピークの分析結果の荷重平均値を放射性核種濃度及び計数誤差とした。

備考 2. 分析結果は、日本分析センターが試料を受領した日に減衰補正した値である。(金属: 1998/10/30 塗料: 1998/11/24)

備考 3. 放射性核種濃度がその計数誤差の 3 倍以下のものについては、誤差の 3 倍の値を「検出目安」の欄に示した。

Co-60 については次のような場合に、1.17MeV 及び 1.33MeV のピークのうち誤差の小さい方の 3 倍の値を検出目安とした。

1.17MeV 及び 1.33MeV のピークの両方の放射性核種濃度がその計数誤差の 3 倍以下のもの

両ピークの分析結果を荷重平均した放射性核種濃度が計数誤差の 3 倍以下のもの

備考 4. 分析結果は、バックグランド計数を差し引いており、その計数のゆらぎ等で放射性核種濃度が負を示すものもある。

d. 肥料

線スペクトロメトリー測定結果を表 2-3、ICP-MS を用いた分析結果を表 2-4 に示す。

測定した肥料の天然放射性核種濃度は、Th-232 で 0.010 から 13 Bq/kg、U-238 で 0.045 から 1100 Bq/kg 程度であった。また、

線放射核種については、主に K-40、Pa-234m、Bi-214、Pb-212、Tl-208 等が検出された。特に K-40 については 3100 ~ 8400 Bq/kg 程度含まれており、コンクリート中の K-40 に比べ 1 桁程度高い値であった。

ICP-MS による U-238、Th-232 分析結果では、鉄試料(CS,SUS)及び銅については U-238 : 検出下限 ~ 0.076 Bq/kg、Th-232 : 検出下限 ~ 0.026 Bq/kg 程度であった。また、鉛は U-238 : 0.14 及び 0.16 Bq/kg という結果で、鉄に比べ 1 桁程度高い値であった。さらにアルミニウムについては U-238 : 8.0 及び 10 Bq/kg、Th-232 : 0.18 及び 0.49 Bq/kg であり、鉄に比べ 2 桁程度高い値であった。塗料については、U-238 で 11、13 Bq/kg、Th-232 で 5.8、20 Bq/kg という結果となり、他の金属に比べて高い値であった。

3. クリアランスレベルとの比較

3) 金属の BG の実測評価

線スペクトロメトリー測定結果を表 2-5、ICP-MS による分析結果を表 2-4 に示す。

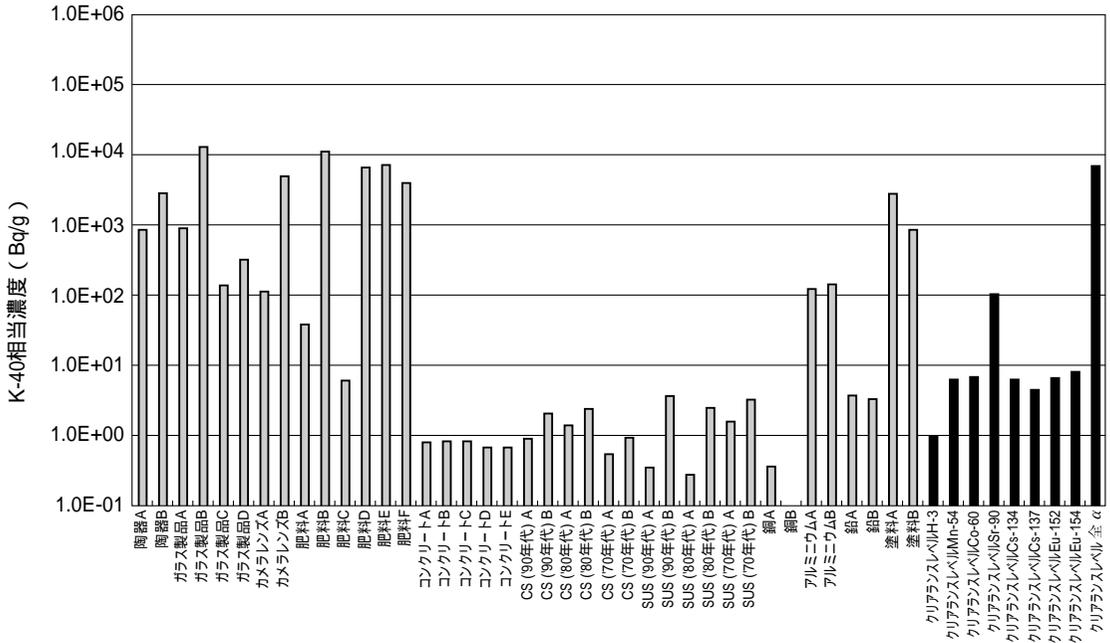
金属試料の線スペクトロメトリー測定結果より、70年代 CS、SUS 及び 90年代 SUS において人工放射性核種 (Co-60 それぞれ 0.019、0.13、0.036 Bq/kg) を検出した。

それ以外の鉄試料、非鉄金属試料については、人工放射性核種は検出下限以下であった。

日常生活用品等に通常含まれている天然放射性核種等の濃度と比較して、クリアランスレベルが相対的にどの程度のレベルであるかが理解できれば、クリアランスレベルによる区分を実施する際の社会的な理解の一助となると考えられる。

ここでは、コンクリートに含まれる天然放射性核種の中で最も濃度が高い K-40 を指標核種とし、人体に対する放射線被ばくの観点から、日常生活

図3 日常生活用品及びコンクリート、金属、クリアランスレベルの K-40 相当濃度



U、Thが含まれていない値である。

参考：コンクリート中Th - 232濃度の文献値を用いるとコンクリートのK40相当濃度は $3.8E+3 \sim 1.1E+4$ (Bq/g)程度となる。

用品等に含まれる放射性核種濃度と等価な K-40 濃度 (K-40 相当濃度) を求めることによって比較を行った。K-40 相当濃度は、日常生活用品等に含まれる各放射性核種濃度に、K-40 に対する相対重要度を乗じたものを合計することによって求めた。

ここで、相対重要度は、K-40 と比較して各放射性核種が潜在的に何倍の線量寄与能力を持っているかを意味している。つまり、単位放射性核種量 (あるいは濃度) 当たりの線量換算係数 (Sv/Bq 又は Sv/h / Bq/m²) の比を意味している。線量換算係数は、被ばくの形態 (経口・吸入摂取による内部被ばくと外部放射線による外部被ばく) に応じて3種類あり、それぞれの K-40 に対する相対比の最大値を相対重要度として定義している。K-40 相当濃度は、被ばくシナリオに基づく線量の評価を正確に反映したものではないが、相対的な線量への寄与の目安を与えるものである。

$$[\text{相対重要度}] = \max \{ \text{対象核種の経口摂取線量換算係数} / \text{K-40 の経口摂取線量換算係数}, \text{対象核種の吸入摂取線量換算係数} / \text{K-40 の吸入摂取線量換算係数}, \text{対象核種の外部放射線量換算係数} / \text{K-40 の外部放射線量換算係数} \}$$

$$[\text{K-40 相当濃度}] = \{ [\text{含有放射性核種濃度 (Bq/g)}] \times [\text{相対重要度}] \} \text{の核種ごとの合計値}$$

クリアランスレベルが評価されている核種についても同様に K-40 相当濃度を求め、日常生活用品等に通常含まれる天然放射性核種等の K-40 相当濃度と比較したものを図3にまとめて示す。クリアランスレベル及び日常生活用品等に関する K-40 相当濃度は、ほぼ同じ濃度範囲に分布しており、評価されたクリアランスレベルが、日常生活用品等とほぼ同じレベルにあることが分かる。

4. おわりに

本報告は、資源エネルギー庁からの委託研究「原子力発電施設解体放射性廃棄物基準調査」の平成8～11年度の成果のうち、表題(タイトル)に該当する部分を抜粋したものである。

なお、資料の収集、測定方法等に関しては、紙面の関係で記述を省略したが、前述の報告書が、(財)原子力発電技術機構の原子力発電ライブラリにて一般公開されているので参照することができる。

(齋藤隆義)

センターのうごき

情報交換包括協定の締結と Dr. Vira 氏講演会の開催

地層処分の円滑な推進のためには、海外の処分事業の状況や安全基準等の正確な地層処分関連情報を収集し、誰もが利用できる形で公開していくことが不可欠です。

原環センターでは、地層処分関連情報を収集・整備するために各国の関連機関と情報交換を進めており、これまでに、フランス・放射性廃棄物管理機構 (ANDRA)、スウェーデン・核燃料・廃棄物管理会社 (SKB 社)、スイス・国家放射性廃棄物管理組合 (NAGRA)、フィンランド・ポシヴァ社 (POSIVA 社)、ドイツ・放射性廃棄物処分場建設・運営会社 (DBE 社)、米国・サンディア国立研究所 (SNL)、スペイン・放射性廃棄物管理会社 (ENRESA)、台湾・(財)核能科技協進會 (NuSTA) と情報交換包括協定を締結致しました。今後とも、他の国々の関連機関との情報交換について検討を進めていく予定です。

収集した情報は、現在、弊センターのホームページ上で公開しております。各国の最新の情勢についても、上記機関から速やかに正確な情報を得、ホームページに反映しております。

また、この活動の一環として、米国 放射性廃棄物技術評価委員会 (NWTRB, 6 月)、米国 カリフォルニア大学バークレー校 (UCBNE, 7 月)、放射性廃棄物処分場建設・運営会社 (10 月)、ポシヴァ社 (10 月) よりそれぞれ講師をお招きし、講演会を開催致しました。特に、フィンランドの実施主体ポシヴァ社の研究担当理事であるヴィラ博士 (写真) による講演会では、参加者はマスコミ関係者を含め 120 名を超え、海外の地層処分の状況に対する関心の高さが示されました。



Dr.Vira 氏講演会

ガス移行モデリングワークショップの開催

原環センターでは、スイスのグリムゼル試験場で人工バリアと周辺岩盤を組み合わせた試験施設でガス移行挙動評価のための原位置試験を実施しています。平成 13 年 10 月 29、30 日、この実験のガス移行挙動を評価するためのモデル化に関する国際ワークショップが日本で開催され、NAGRA (スイス)、UPC (スペイン)、BGR (ドイツ)、ANDRA (フランス) 及び日本の大学・研究機関等から多数の参加者がありました。ワークショップでは、原位置試験のデータを基に、各研究者の解析コードの解析結果を紹介するとともに、今後の試験の進め方、解析モデルの作成方法等貴重な議論が行なわれました。



ガス移行モデリングワークショップ

原環センター研究発表会の開催

平成 13 年 11 月 12 日 (月) 午後、石垣記念ホールにおいて 150 名の参加者を得て開催されました。「原環センターの今後」、「放射性廃棄物対策にかかわる情報研究」及び「人工バリアの性能評価にかかわる現状と課題」の 3 テーマについて発表を行うとともに横浜国立大学室井 尚助教授による講演「技術とアートの融合 - 「インセクトワールド」の冒険が行われました。



原環センター研究発表会

平成 13 年度調査研究受託状況

平成 13 年 9 月 1 日以降、11 月末までの間で、次の受託契約が行われました。

委託者	調査研究課題	契約年月日
電力各社等	・ TRU 核種を含む放射性廃棄物の安全確保に関する研究	13. 11 .2
	・ 放射化金属等廃棄体の基本性能に関する研究	13. 11 .5
	・ 放射能レベルの比較的高い低レベル放射性廃棄物の集中処理の具体化に関する研究	13. 11 .5
	・ 硝酸塩による TRU 廃棄物処分の核種移行への影響に関する研究	13. 11 .6

編集発行

財団法人 原子力環境整備促進・資金管理センター

〒105-0001 東京都港区虎ノ門 2 丁目 8 番 10 号 第 15 森ビル

TEL 03-3504-1081 (代表) FAX 03-3504-1297

ホームページ <http://www.rwmc.or.jp/>