

Ge半導体検出器による放射性核種分析結果の再考察

大津 睦雄 今村 博香* 西原 充貴*
白坂 邦三郎 榮 哲浩 出雲 信明

1 はじめに

本県では、昭和56年度より川内原子力発電所周辺の環境放射線調査を行っており、環境試料中の人工放射性核種である ^{137}Cs 、 ^{60}Co 、 ^{131}I 、 ^{90}Sr 及び ^3H 等については、四半期毎に測定結果をとりまとめ、学識経験者で構成される鹿児島県環境放射線モニタリング技術委員会の指導・助言を得たうえで、県民に公表している。

環境試料中の人工放射性核種は、1980年代まで行われた大気圏内核実験やチェルノブイル原子力発電所事故（以下「事故」という。）の影響により検出されているが、その濃度は、1986年以降、穏やかな減少傾向で推移している。

Ge半導体検出器による γ 線スペクトル分析においては、エネルギーピークの重なりやバックグラウンドレベル等が放射性核種の検出下限値に影響を及ぼすが、事故後の1986年及び1987年に採取し、測定した試料の中には、通常検出されない人工放射性核種である $^{110\text{m}}\text{Ag}$ が検出されたものやバックグラウンドレベルの影響を受けた測定結果となっていると考えられるものがいくつかあった。

このため、今回これらの試料について再測定を行い、結果について検討したので報告する。

2 方法

事故後に分析した試料のうち、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ が検出された4試料について測定を行った。

2.1 対象試料

川内市地先海域で採取した表1に示す2種類4試料を対象とした。

表1 対象試料

試料名	採取日	測定日	再測定日
甲いかI	1986.7.8	1986.7.14	2002.12.18
甲いかII	1987.5.8	1987.5.18	2001.12.25
真だこI	1986.7.8	1986.7.17	2001.12.25
真だこII	1987.7.9	1987.7.31	2001.12.13

2.2 測定方法

測定は、Ge半導体検出器 γ 線分光分析法¹⁾により行った。

① 1986, 1987年測定

半導体検出器：ORTEC・GEM-20180

波高分析器：Tracor Northern・TN-1243

解析システム：Tracor Northern・TN-4000

② 2001, 2002年測定

半導体検出器：ORTEC・GMX-30200

波高分析器：SEIKO EG&G・92X

データ処理部：VAX station 4000

③ 最近の解析ソフトによる解析

解析ソフト： γ スタジオ（SEIKO EG&G社）

3 結果及び考察

表2～5に測定結果を、図1～4に「真だこII」の γ 線スペクトルを示す。

3.1 測定結果

事故後の1986及び1987年測定時には、 ^{212}Pb 、 ^{214}Pb 、 ^{214}Bi 、 ^7Be 等の自然放射性核種に加え、人工放射性核種である ^{137}Cs のほか事故の影響と考えられる $^{110\text{m}}\text{Ag}$ が検出されたが、今回の測定では、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ は減衰により検出されなかった。

*鹿児島県環境生活部環境管理課

〒890-8577

鹿児島市鴨池新町10番1号

表2 測定結果 (甲いかI)

(単位: Bq/kg生)

検出核種	エネルギー (keV)	半減期	1986年7月14日分析			2002年12月18日分析		
			濃 度	誤 差	検出下限	濃 度	誤 差	検出下限
²¹² Pb	239	10.64 h	0.0848	0.0722	0.0759			
²¹⁴ Pb	352	26.8 m	0.130	0.0299	0.0981			
²⁰⁸ Tl	583	3.05 m	0.207	0.0464	0.154			
²¹⁴ Bi	609	19.9 m	0.209	0.0322	0.104			
^{110m} Ag	658	249.8 d	0.0430 ^(*)	0.0140	0.0537			
¹³⁷ Cs	662	30.04 y	0.0867	0.0185	0.0537	0.108	0.0189	0.0542
⁴⁰ K	1461	1.28E+09y	11.2	1.07	0.619	10.5	0.818	0.393

(*) : 検出核種のうち検出下限 (3σ) 未満のもの

表3 測定結果 (甲いかII)

(単位: Bq/kg生)

検出核種	エネルギー (keV)	半減期	1987年5月18日分析			2001年12月25日分析		
			濃 度	誤 差	検出下限	濃 度	誤 差	検出下限
²¹² Pb	239	10.64 h	0.0433 ^(*)	0.0202	0.0659			
²¹⁴ Pb	352	26.8 m	0.166	0.0290	0.0930			
²¹⁴ Bi	609	19.9 m	0.251	0.0312	0.0981			
^{110m} Ag	658	249.8 d	0.0567	0.00911	0.0463			
¹³⁷ Cs	662	30.04 y	0.0478 ^(*)	0.00767	0.0500	0.0508	0.0156	0.0465
⁴⁰ K	1461	1.28E+09y	10.7	1.03	0.663	11.0	0.782	0.358

(*) : 検出核種のうち検出下限 (3σ) 未満のもの

表4 測定結果 (真だこI)

(単位: Bq/kg生)

検出核種	エネルギー (keV)	半減期	1986年7月17日分析			2001年12月25日分析		
			濃 度	誤 差	検出下限	濃 度	誤 差	検出下限
²¹² Pb	239	10.64 h	0.0515	0.0150	0.0481			
²¹⁴ Pb	352	26.8 m	0.110	0.0209	0.0678			
⁷ Be	478	53.29 d	0.288	0.0933	0.281			
²¹⁴ Bi	609	19.9 m	0.105	0.0233	0.0785			
^{110m} Ag	658	249.8 d	0.184	0.0134	0.0338			
¹³⁷ Cs	662	30.04 y	0.0567	0.0122	0.0357	0.0648	0.0113	0.0324
⁴⁰ K	1461	1.28E+09y	9.30	0.781	0.426	8.55	0.534	0.202

表5 測定結果 (真だこII)

(単位: Bq/kg生)

検出核種	エネルギー (keV)	半減期	1987年7月31日分析			2001年12月13日分析		
			濃 度	誤 差	検出下限	濃 度	誤 差	検出下限
²¹⁴ Pb	352	26.8 m	0.127	0.0227	0.0730			
²²⁶ Ra	186	1600 y				0.505	0.137	0.408
⁷ Be	478	53.29 d	0.317	0.106	0.302			
²¹⁴ Bi	609	19.9 m	0.100	0.0241	0.0811			
^{110m} Ag	885 ^(*)	249.8 d	0.0756	0.0209	0.0633			
¹³⁷ Cs	662	30.04 y			0.0541	0.0450	0.0122	0.0363
⁴⁰ K	1461	1.28E+09y	7.81	0.800	0.522	8.06	0.597	0.283

(*) : ^{110m}Agについては、885keVのピークにより定量した。

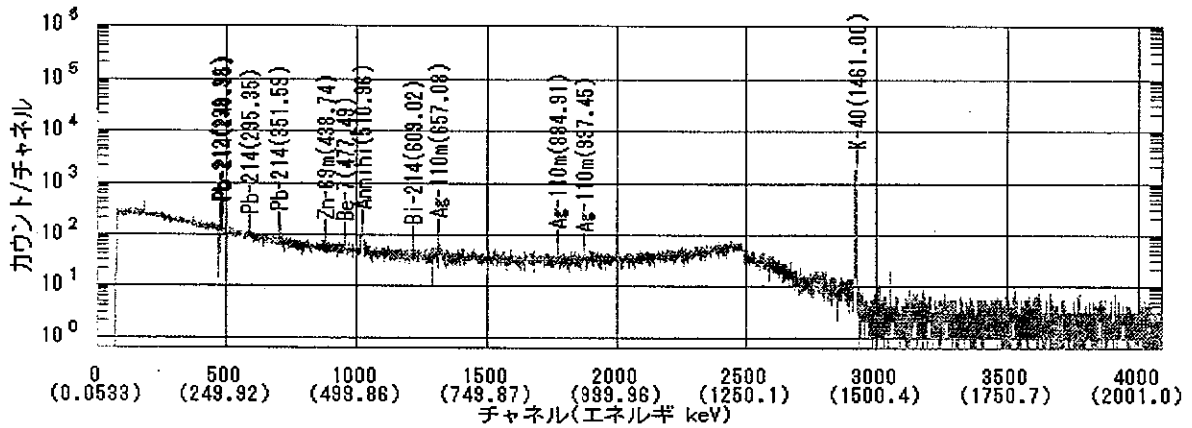


図1 1987年測定時のγ線スペクトル

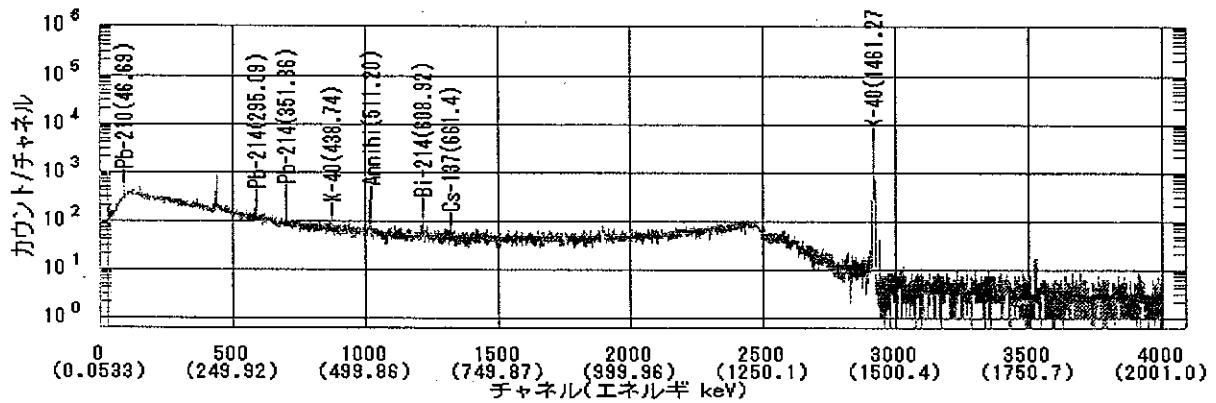


図2 2001年測定時のγ線スペクトル

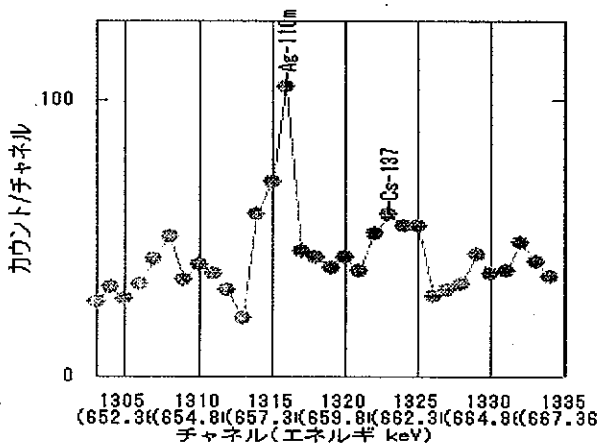


図3 1987年測定時のスペクトル(1320ch付近拡大図)

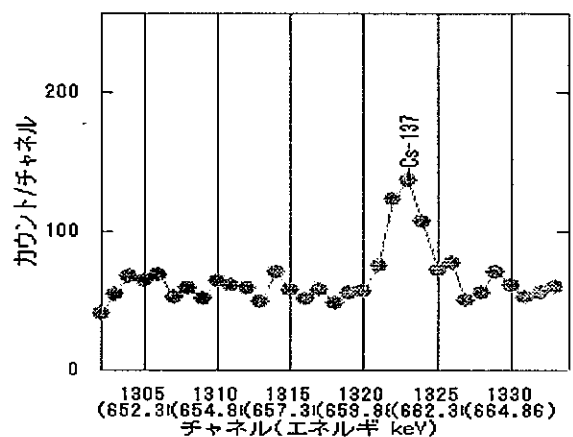


図4 2001年測定時のスペクトル(1320ch付近拡大図)

図3に示すように、 ^{110m}Ag (658keV)と ^{137}Cs (662keV)の両核種のピークは1320ch付近の非常に近いところに存在しているが、バックグラウンドレベルが高く、このピークによる両核種の定量はできなかった。なお、このときの ^{110m}Ag は885keVのピークにより定量した。

また、同様に「甲いかⅡ」の1987年5月についても ^{137}Cs は検出下限値未満となった。

しかしながら、図4に示すとおり、今回の測定では ^{137}Cs と比較して半減期の短い ^{110m}Ag が減衰し、1320ch付近にあった ^{110m}Ag のピークが消えるとともに、バックグ

ラウンドレベルも ^{137}Cs のピークに比べが低くなり ^{137}Cs の定量が可能となった。

3. 2 最近の解析ソフトによる解析結果

1320ch (660keV) 付近のピークを認識できなかった「真だこⅡ」の1987年測定時のスペクトルについて、最近の解析ソフトを用い平滑化二次微分ピークサーチ法でピークサーチを行った結果を表5に示す。

その結果、最近の解析ソフトでもピークを認識できず、旧スペクトルデータからの解析は困難であることが分かった。

表5 ピークサーチ結果 (400~900keV)

ピーク中心エネルギー (keV)	FWHMエネルギー (keV)	ネット面積 (cnts)	簡易定性 核種
438.74	1.2244	97.67	Zn-69m
477.49	1.1019	90.5	Be-7
510.96	2.6384	619.33	
609.02	1.5879	141.83	Bi-214
657.68	0.75	104	Ag-110m
884.91	1.0039	58.67	Ag-110m

また、このスペクトルデータを用いて $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 及び ^{137}Cs の放射能を計算により求めた結果、 0.054 ± 0.011 (Bq/kg

生)、 0.029 ± 0.012 (Bq/kg生)であった。なお、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ については658keV付近のピークを、 ^{137}Cs については662keV付近のピークを用い計算した。

4 まとめ

- 1) $^{110\text{m}}\text{Ag}$ は、1986及び1987年測定時には検出されていたが、2001及び2002年再測定では減衰により検出されなかった。
- 2) ^{137}Cs は、1986及び1987年測定時と2001及び2002年の再測定結果と比較すると、誤差の範囲においてほぼ一致していた。
- 3) ^{137}Cs の放射能について「真だこⅡ」の1987年測定時のスペクトルから計算により求めた結果と2001年の再測定結果を比較すると、誤差の範囲においてほぼ一致していた。

参 考 文 献

- 1) 文部科学省；ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー（平成2年度改訂）