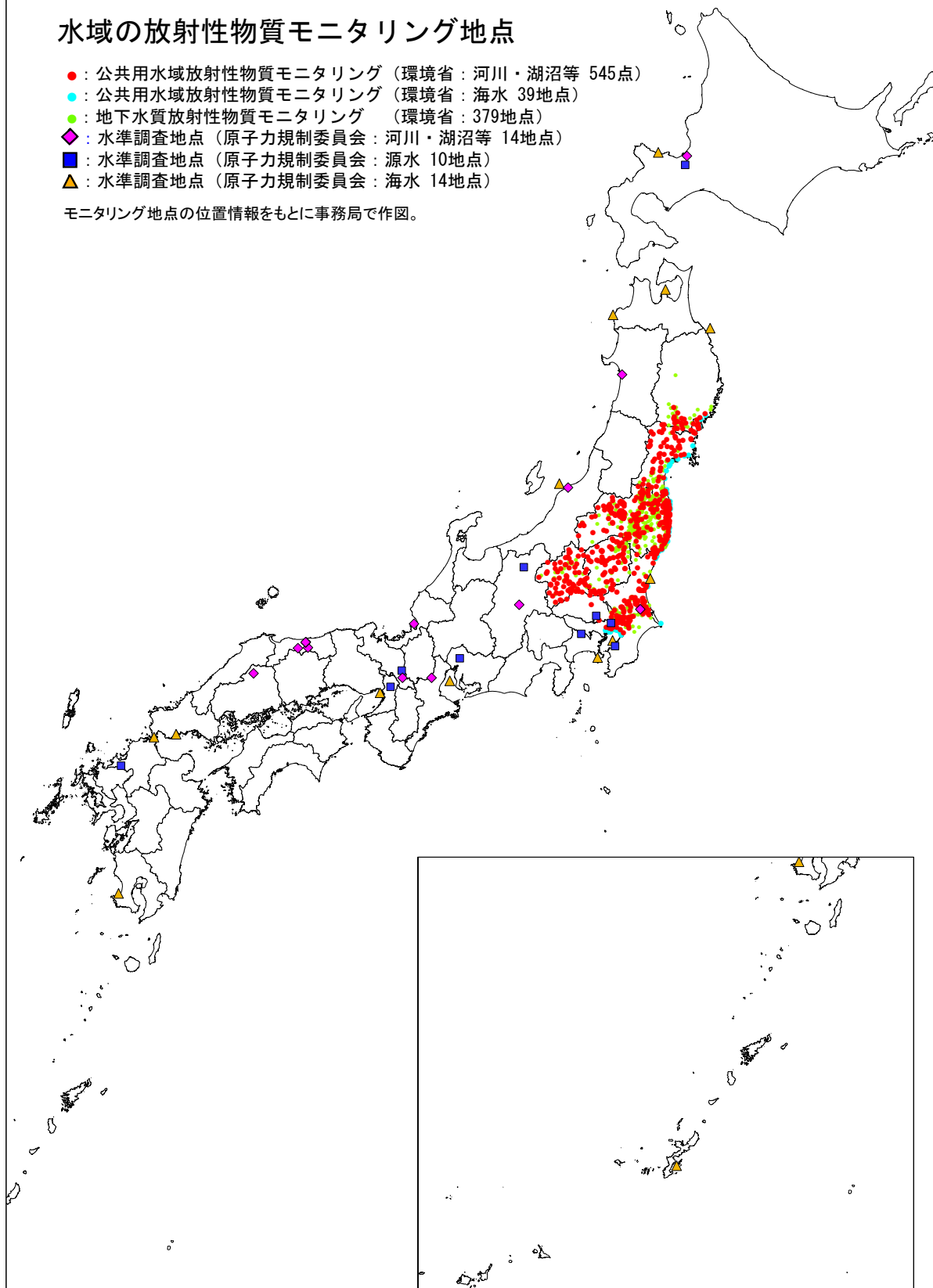


水域の放射性物質モニタリング地点

- ：公共用水域放射性物質モニタリング（環境省：河川・湖沼等 545点）
- ：公共用水域放射性物質モニタリング（環境省：海水 39地点）
- ：地下水質放射性物質モニタリング（環境省：379地点）
- ◆：水準調査地点（原子力規制委員会：河川・湖沼等 14地点）
- ：水準調査地点（原子力規制委員会：源水 10地点）
- ▲：水準調査地点（原子力規制委員会：海水 14地点）

モニタリング地点の位置情報をもとに事務局で作図。



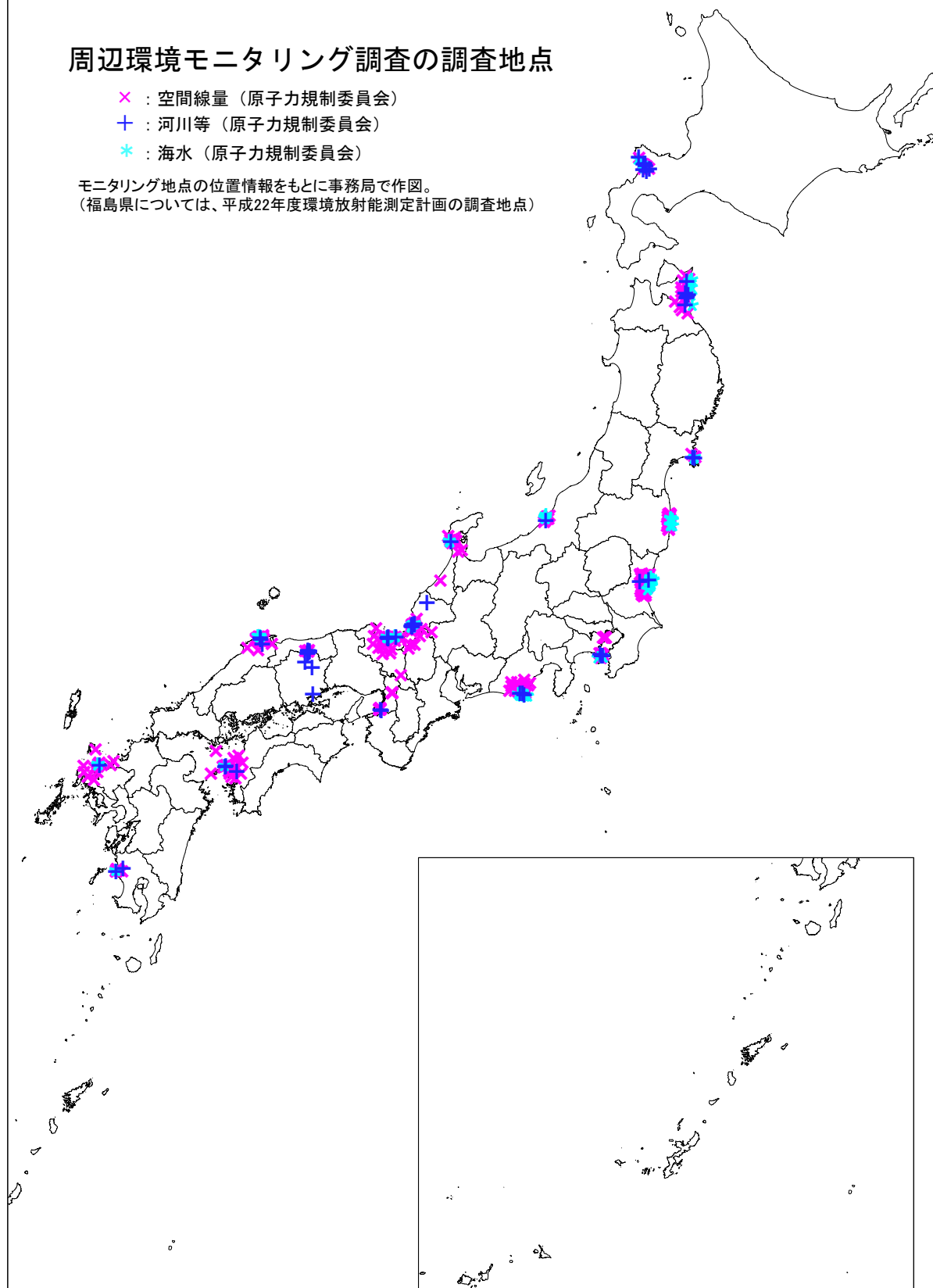
周辺環境モニタリング調査の調査地点

× : 空間線量 (原子力規制委員会)

＋ : 河川等 (原子力規制委員会)

＊ : 海水 (原子力規制委員会)

モニタリング地点の位置情報をもとに事務局で作図。
(福島県については、平成22年度環境放射能測定計画の調査地点)



VI. 従来から実施されている放射性物質モニタリングにおける検出状況

VI-(1) 空間線量率の変動及び陸水・堆積物中の全ベータの検出状況

1. 空間線量率の変動について

空間線量率の変動幅を確認するために、空間線量率の測定データ（水準調査）の収集・整理を行った。

1. 1 調査方法

(1) 使用データベース：環境放射線データベース

(<http://search.kankyo-hoshano.go.jp/servlet/search.SelectMain?paraSelectKind=0&pageSID=211533235>)

(2) 検索条件

- ・対象調査：環境放射能水準調査
- ・調査年度：1968～2012 年度
- ・調査地域：日本全国

2011 年度以前には全国 47 地点（1 地点／都道府県）において測定が実施されていた。2012 年度に全国 250 地点における測定が追加された。

- ・調査試料：モニタリングポスト

(3) 整理方法

全国のモニタリングポストにおける調査状況を総括し、代表的な 9 地点について経年変化の状況を把握した。

1. 2 調査結果

(1) 全国での調査状況

- ・ 水準調査による空間線量率は、1970 年頃から全国で実施されており、総データ数は約 32 万件であった。
- ・ 環境放射線データベースには、日平均値が登録されている。
- ・ 測定の単位は、過去においては cps であったが、1990 年代から測定器の更新に伴い nGy/h に変更になり、2007 年度以降は全て nGy/h 単位になった（表 1-2-1 参照）。

表 1-2-1 空間線量率に関する調査状況

都道府県	CPS単位		nGy/h 単位	
	調査期間	データ数	調査期間	データ数
01 北海道	1969 ～ 1994	8,866	1994 ～ 2012	9,659
02 青森県	1970 ～ 1991	7,935	1992 ～ 2012	10,295
03 岩手県	1988 ～ 2001	4,504	2001 ～ 2012	6,308
04 宮城県	1970 ～ 1996	9,119	1996 ～ 2012	7,128
05 秋田県	1969 ～ 1992	8,199	1993 ～ 2012	8,927
06 山形県	1975 ～ 1992	6,360	1992 ～ 2012	8,940
07 福島県	1972 ～ 1975	1,374	1991 ～ 2009	6,939
08 茨城県	1971 ～ 1974	1,156	1991 ～ 2012	10,998
09 栃木県	1988 ～ 1997	3,394	1997 ～ 2012	8,077
10 群馬県	1990 ～ 2006	5,754	2006 ～ 2012	3,607
11 埼玉県	1991 ～ 2005	5,009	2005 ～ 2012	4,294
12 千葉県	1990 ～ 2000	3,737	2000 ～ 2012	6,385
13 東京都	1990 ～ 2006	5,778	2006 ～ 2012	3,559
14 神奈川県	～	0	2004 ～ 2012	4,654
15 新潟県	1970 ～ 1993	8,583	1994 ～ 2012	9,214
16 富山県	1988 ～ 2000	4,570	2000 ～ 2012	5,703
17 石川県	1973 ～ 1992	6,914	1993 ～ 2012	8,556
18 福井県	1969 ～ 1994	8,600	1995 ～ 2012	9,853
19 山梨県	1988 ～ 2002	5,142	2002 ～ 2012	4,986
20 長野県	1991 ～ 2005	5,131	2005 ～ 2012	4,545
21 岐阜県	1990 ～ 1999	3,372	1999 ～ 2012	6,771
22 静岡県	1973 ～ 1998	8,841	1999 ～ 2012	7,411
23 愛知県	1990 ～ 1998	2,939	1998 ～ 2012	6,425
24 三重県	1988 ～ 1999	4,200	2000 ～ 2012	5,719
25 滋賀県	1989 ～ 2002	4,865	2002 ～ 2012	5,119
26 京都府	1991 ～ 2002	3,995	2003 ～ 2012	6,627
27 大阪府	1969 ～ 1994	9,466	1995 ～ 2012	8,206
28 兵庫県	1990 ～ 2000	3,734	2001 ～ 2012	6,014
29 奈良県	1989 ～ 2001	4,401	2001 ～ 2012	5,017
30 和歌山県	1988 ～ 1996	3,134	1996 ～ 2012	6,873
31 鳥取県	1968 ～ 1992	8,701	1992 ～ 2012	8,643
32 島根県	1970 ～ 1998	9,698	1998 ～ 2012	6,391
33 岡山県	1991 ～ 2004	4,700	2004 ～ 2012	4,231
34 広島県	～		1992 ～ 2012	8,604
35 山口県	1973 ～ 1992	6,855	1993 ～ 2012	8,560
36 徳島県	1989 ～ 2000	3,965	2000 ～ 2012	5,403
37 香川県	1988 ～ 1999	4,238	1999 ～ 2012	5,734
38 愛媛県	1992 ～ 2004	4,673	2004 ～ 2012	4,263
39 高知県	1970 ～ 1992	8,119	1993 ～ 2012	8,587
40 福岡県	1969 ～ 2005	12,880	2005 ～ 2012	4,583
41 佐賀県	1972 ～ 2001	10,426	2002 ～ 2012	5,649
42 長崎県	1991 ～ 2002	4,035	2003 ～ 2012	5,269
43 熊本県	1989 ～ 1999	3,777	1999 ～ 2012	6,420
44 大分県	1988 ～ 1997	3,580	1997 ～ 2012	6,790
45 宮崎県	1988 ～ 1996	3,183	1997 ～ 2012	6,807
46 鹿児島県	1970 ～ 2000	10,536	2001 ～ 2012	6,009
47 沖縄県	1973 ～ 2003	11,618	2004 ～ 2012	4,234
総計	1968 ～ 2006	270,056	1991 ～ 2012	312,986

(2) 経年変化

- 日本全国の地域での空間線量率の経年変化について、日本海側（代表として北海道、石川県、福岡県）、太平洋側（代表として宮城県、福島県、茨城県、静岡県、高知県）、内陸部（代表として長野県）での経年変化を図 1-2-1 に示す。
- 2010 年度以前の測定値は、測定系の変化（cps 単位から nGy/h 単位への変化）を別にすれば、一定の変動幅の範囲にあることが認められた。
- 宮城県、福島県、茨城県、静岡県において、2011 年度には 2010 年度以前よりも高い値が観測されており、事故に由来するものと推察される。

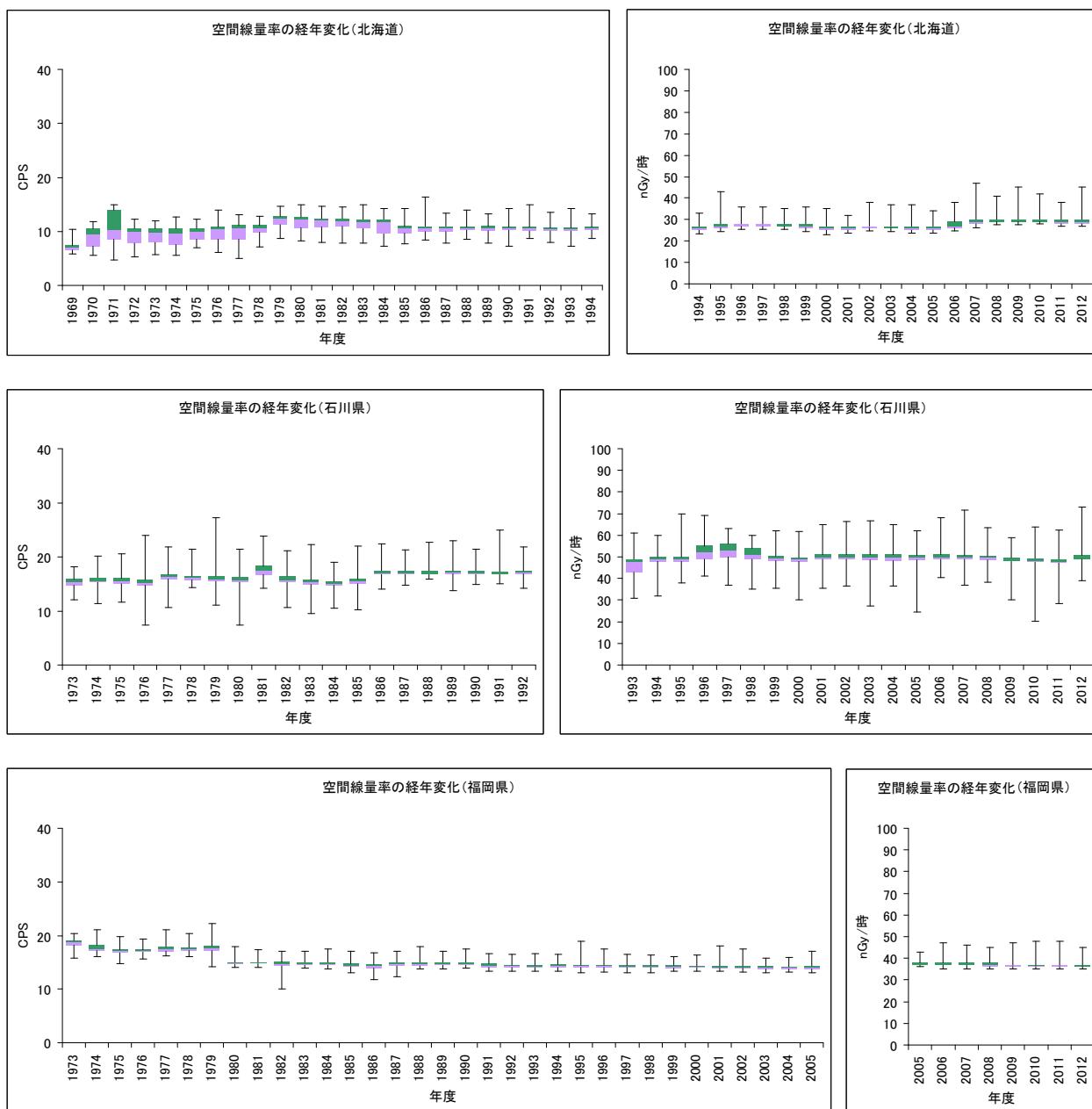


図 1-2-1 いくつかの自治体での空間線量率の経年変化（1）（左：cps 単位、右：nGy/h 単位）

※グラフは、環境放射線データベースをもとに事務局にて作成した。

※箱ひげ図は、最小値、25 パーセントタイル値、中央値、75 パーセントタイル値、最大値を示す。

※モニタリングポストのデータは、各地域での測定器の高さ等が異なるため、地域間の比較ができないことに留意が必要。

※2011 年 3 月のデータは 2011 年度に含めた。

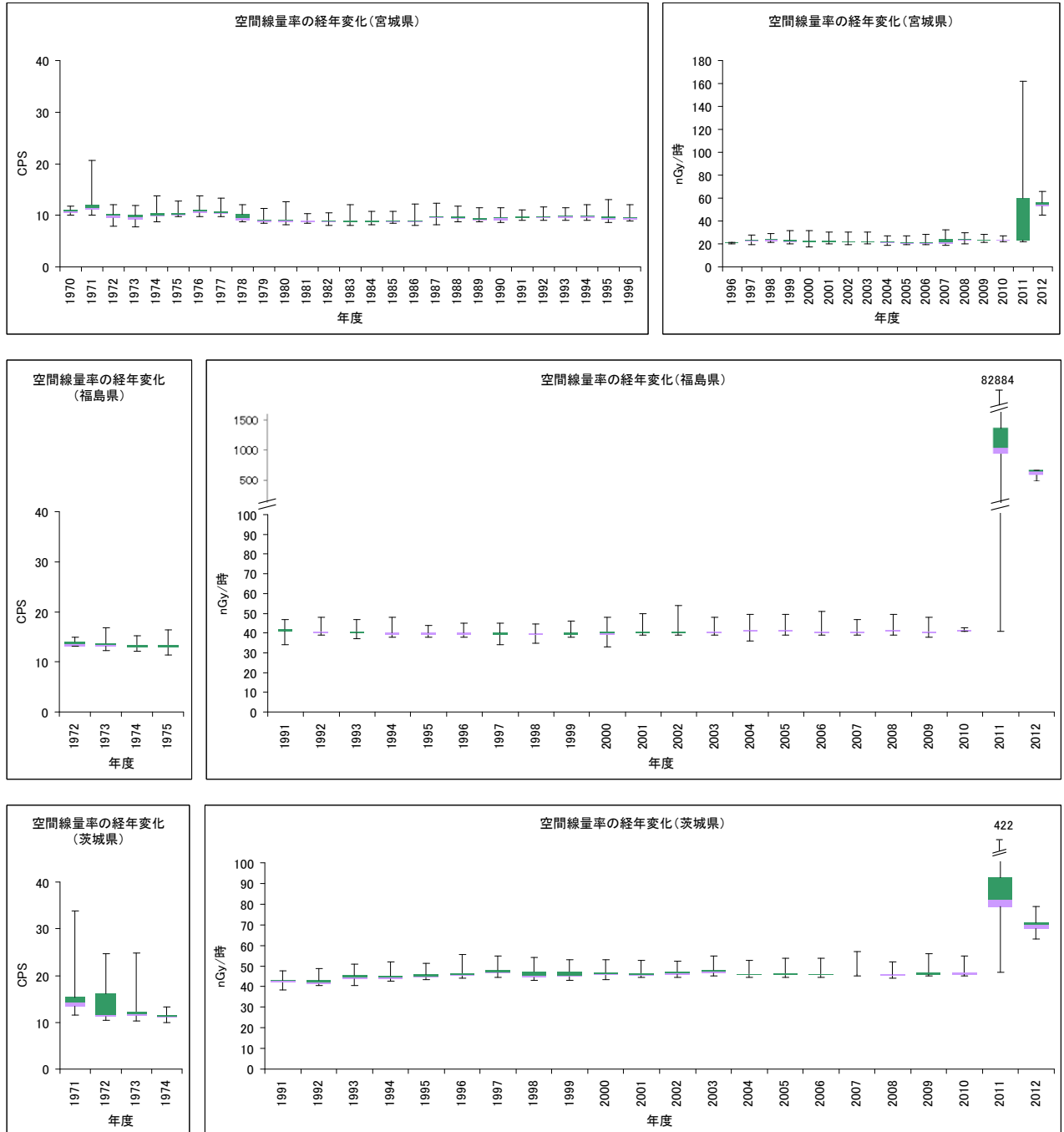


図 1-2-1 いくつかの自治体での空間線量率の経年変化（2）（左：cps 単位、右：nGy/h 単位）

※グラフは、環境放射線データベース等のデータをもとに事務局にて作成した。

※箱ひげ図は、最小値、25 パーセントタイル値、中央値、75 パーセントタイル値、最大値を示す。

※モニタリングポストのデータは、各地域での測定器の高さ等が異なるため、地域間の比較ができないことに留意が必要。

※2011 年 3 月のデータは 2011 年度に含めた。

※福島県では事故前後でモニタリングポストの位置が変わっており、以下のデータを使用した。

2011/3/16 以前：双葉郡大熊町、2011/3/17 以後：福島市紅葉山公園（2012/4/1～12/16 はデータ登録なし）

なお、以下の期間については日平均値のデータを確認できなかった。

2010/4/1～2011/2/28：月平均値。2011/3/1～3/11：期間平均値。2012/12/17 以降：10 分値より算出。

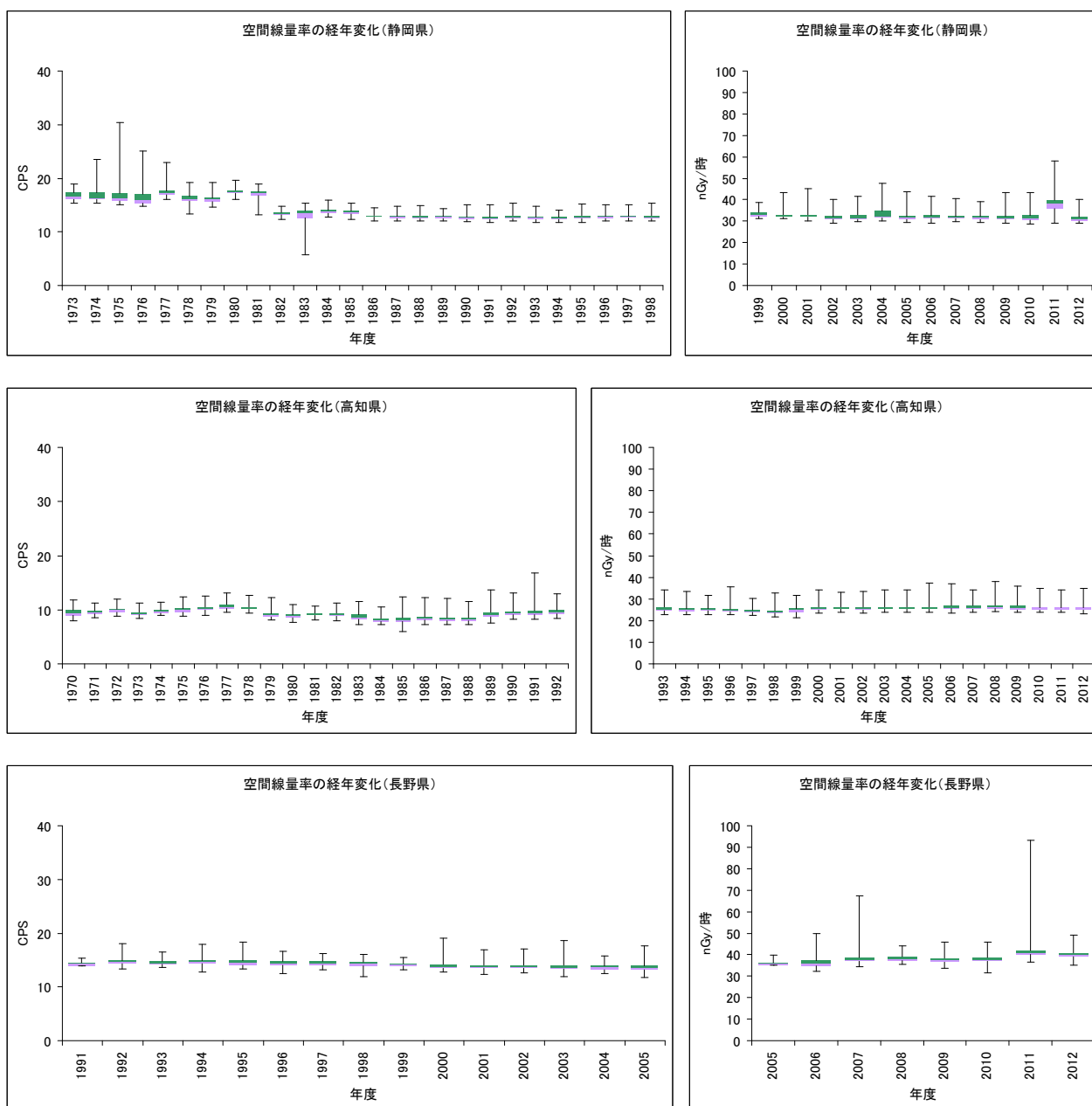


図 1-2-1 いくつかの自治体での空間線量率の経年変化（3）（左：cps 単位、右：nGy/h 単位）

※グラフは、環境放射線データベース等のデータをもとに事務局にて作成した。

※箱ひげ図は、最小値、25 パーセントタイル値、中央値、75 パーセントタイル値、最大値を示す。

※モニタリングポストのデータは、各地域での測定器の高さ等が異なるため、地域間の比較ができないことに留意が必要。

※2011 年 3 月のデータは 2011 年度に含めた。

表1-2 代表的地点として示した9地点におけるモニタリングポスト設置高さ（環境放射能水準調査）

都道府県	測定単位	地点コード	試料測定地点	測定期間	設置高さ(m)		
北海道	cps	11010004	札幌市中央区	1969/12/01 ～ 1971/10/17	19		
		11020005	札幌市北区	1972/02/01 ～ 1994/11/30			
	nGy/時			1994/12/08 ～ 2012/03/31	16		
				札幌市、道立衛生研究所		2012/04/01 ～ 2013/02/28	
石川県	cps	172010009	金沢市	1974/01/24 ～ 1989/03/31	16.67		
		172010012	金沢市	1989/04/01 ～ 1992/03/31	17		
	nGy/時			1992/04/01 ～ 1993/03/31			
				1993/04/01 ～ 2012/03/31			
				金沢市、県保健環境センター		2012/04/01 ～ 2013/02/28	
福岡県	cps	402210003	太宰府市	1973/09/27 ～ 1979/03/31	19.8		
				1979/04/01 ～ 1980/03/20	29.3		
				1980/03/23 ～ 1980/03/31	32.8		
				1980/04/01 ～ 2006/01/25	19.9		
	nGy/時	402210003	太宰府市	2006/01/26 ～ 2012/03/31	18.9		
太宰府市、県保健環境研究所			2012/04/01 ～ 2013/02/28				
宮城県	cps	41010001	仙台市青葉区	1971/02/20 ～ 1972/04/17	5		
		41020001		1972/04/27 ～ 1990/03/31	29.5		
	1990/04/01 ～ 1997/03/19			23			
	1997/03/20 ～ 2011/03/17			9.5			
	2012/03/28 ～ 2012/03/31						
	nGy/時			仙台市、県保健環境センター	2012/04/01 ～ 2013/02/28		
福島県		cps		72010002	福島市	1972/04/01 ～ 1973/07/31	0 ※1
	72010003		福島市	1973/08/01 ～ 1976/03/31			
	nGy/時	75450006	双葉郡大熊町	1991/04/01 ～ 2011/03/16	3		
		-	福島市紅葉山公園	2011/03/17 ～ 2013/02/28	2.5		
茨城県	cps	82010002	水戸市	1971/12/03 ～ 1975/03/31	15		
	nGy/時	82010003	水戸市	1991/04/01 ～ 2012/03/31	3.45		
			水戸市、旧県環境監視センター（石川局	2012/04/01 ～ 2013/02/28			
静岡県	cps	222010003	静岡市	1973/04/01 ～ 1982/03/08	17.1		
		222010001	静岡市	1982/03/10 ～ 1999/03/31	20.7		
	nGy/時			1999/04/01 ～ 2005/03/31	3		
				221010001		静岡市葵区	2005/04/01 ～ 2012/03/31
				静岡市、県環境衛生科学研究所		2012/04/01 ～ 2013/02/28	
高知県	cps	392010011	高知市	1970/04/01 ～ 1972/11/30	9		
		392010012	高知市	1973/04/24 ～ 1993/03/26	20		
	1993/04/01 ～ 1998/03/31			10			
	1998/04/01 ～ 2004/03/31						
	nGy/時				2004/04/01 ～ 2012/03/31	15	
長野県	cps	202010002	長野市	1992/03/01 ～ 2000/03/31	16.8		
				2000/04/01 ～ 2006/03/31	16		
	nGy/時	202010013	長野市	2006/03/10 ～ 2009/03/31	14		
				2009/04/01 ～ 2010/03/31			
				長野市、環境保全研究所	2010/04/01 ～ 2012/03/31	15	

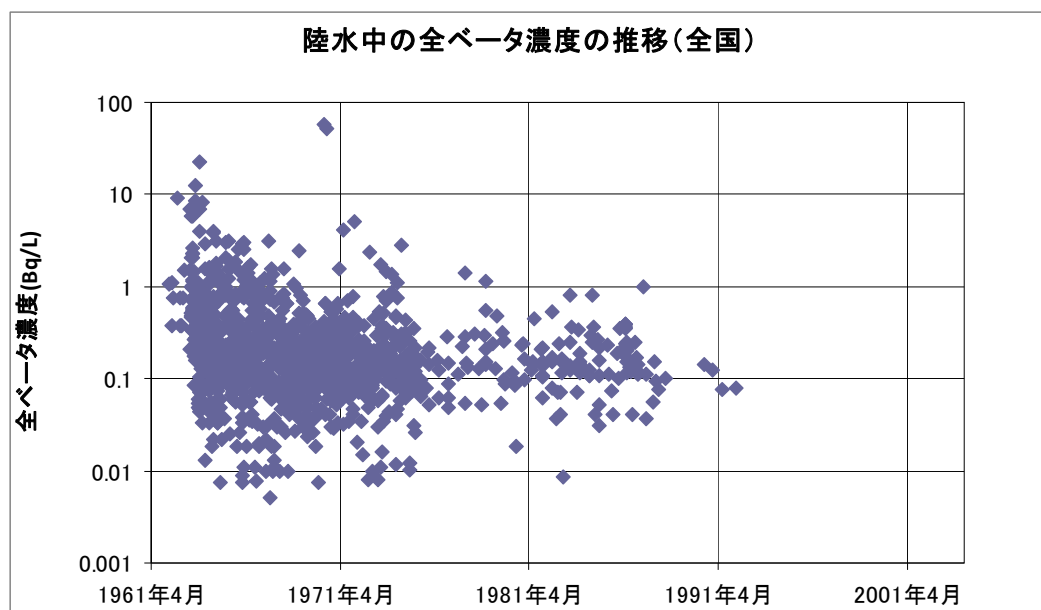
※1：「0 m」とは、「データ不明」等を表す。

2. 陸水（河川水・湖沼水・源水）中の全ベータの検出状況について

陸水（河川水、湖沼水、源水）における全ベータ濃度の検出状況を整理した。

2. 1 陸水中の全ベータ濃度の検出状況（図 2-1-1、表 2-1-1、図 2-1-2）

- ・ 既存のモニタリングのうち、環境放射能水準調査における検出状況を整理した。
- ・ 測定結果の全体の状況としては、全ベータ濃度は概ね 10Bq/L 以下である。
- ・ 調査は 2003 年度まで実施されているが、1992 年度以降は検出されていない。

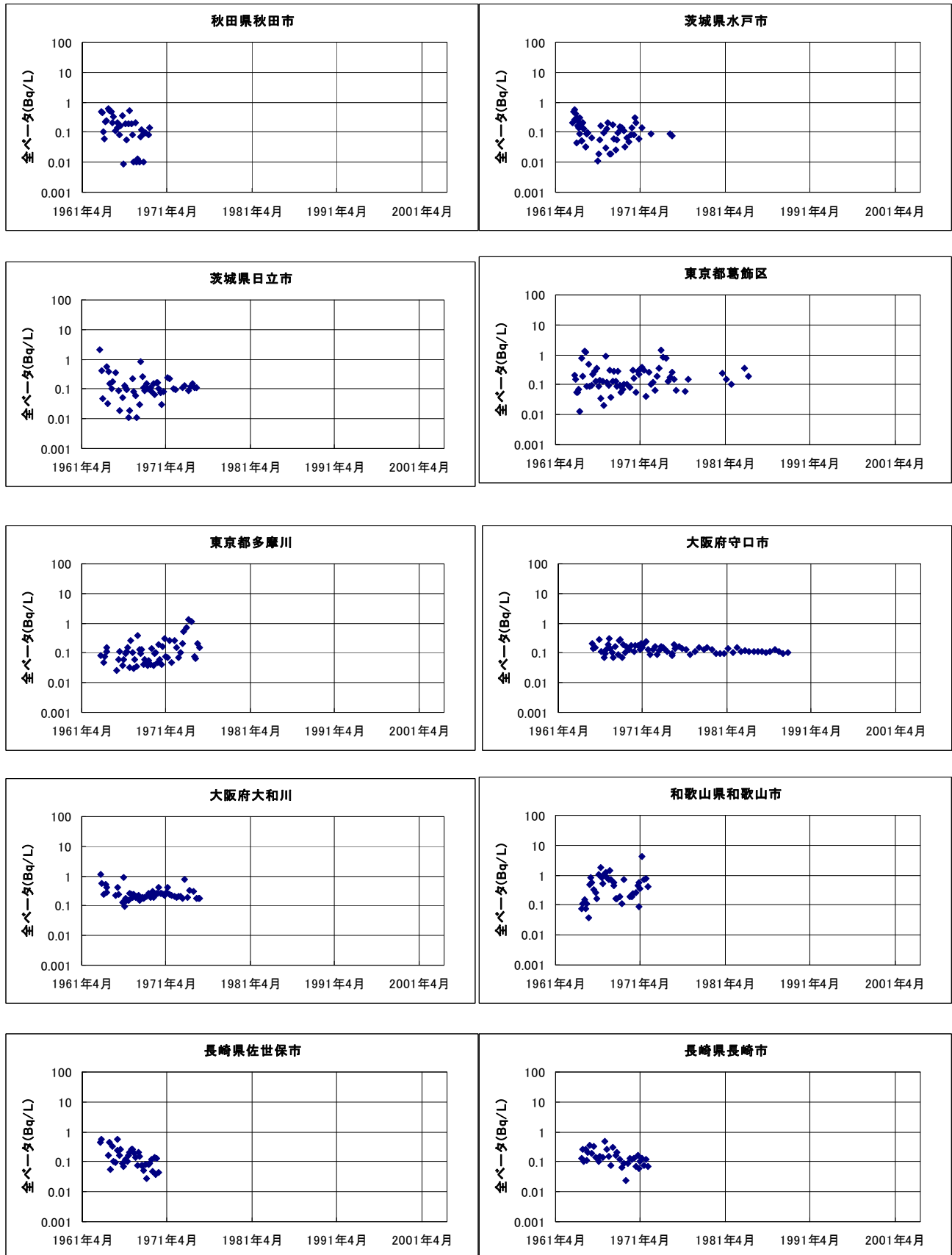


※グラフは、環境放射線データベースをもとに事務局にて作成した。

図 2-1-1 陸水中の全ベータ濃度の推移（全国）

表 2-1-1 陸水中の全ベータ濃度にかかるデータ数

	データ数	検出数	検出率
1961-1970年度	1,977	801	41%
1971-1980年度	895	307	34%
1981-2003年度	249	94	38%
計	3,121	1,202	39%

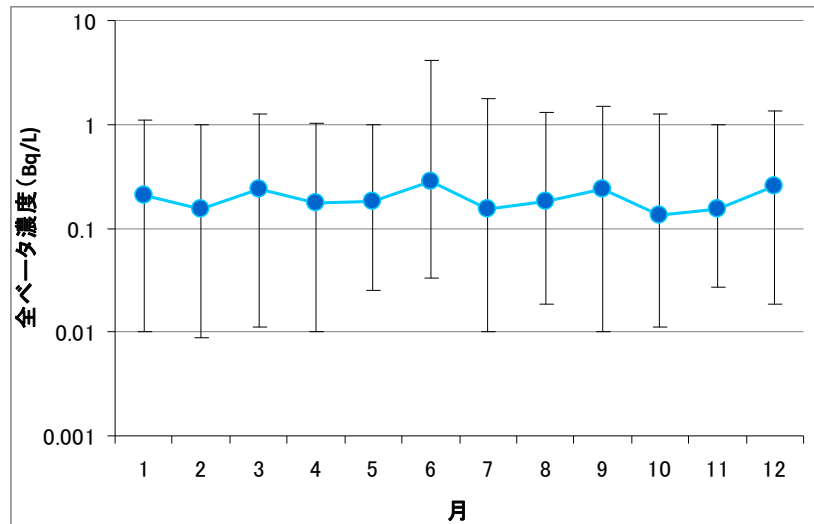


検出数の上位 10 地点。グラフは、環境放射線データベースをもとに事務局にて作成した。

図 2-1-2 (参考) 陸水中の全ベータ濃度の推移 (地点別)

2. 2 検出値の季節的変動（図 2-2-1、図 2-2-2）

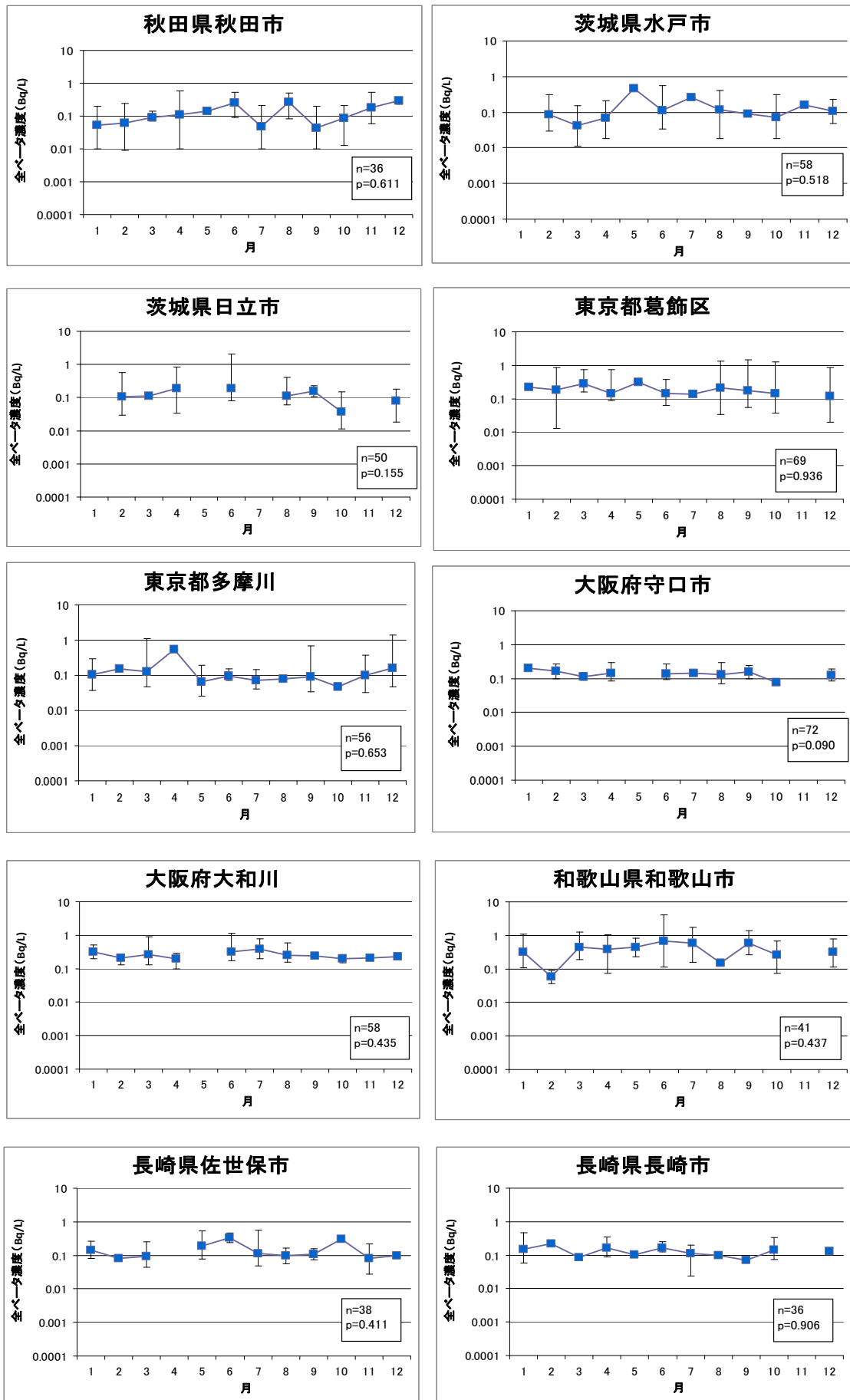
- ・ 検出数が多い上位 10 地点について、月別に検出値を合算し、幾何平均を比較した。
- ・ 全体の状況としては、幾何平均は 0.13～0.28Bq/L の範囲内であり、明瞭な季節変化は認められなかった（分散分析による $p=0.306$ ）。



(※) 検出数が多い上位 10 地点の平均。●は幾何平均、上下のバーは最大値及び最小値。

グラフは、環境放射線データベースをもとに事務局にて作成した。

図 2-2-1 陸水中の全ベータ濃度の月別変化（10 地点の平均）



検出数の上位 10 地点。■は幾何平均、上下のバーは最大値及び最小値。
 グラフは、環境放射線データベースをもとに事務局にて作成した。

図 2-2-2 (参考) 陸水中の全ベータ濃度の月別変化 (地点別)

2. 3 検出限界値を考慮した季節的変動の検討

- 検出数が多い上位 10 地点での検出率は 63～100%の範囲にあり（表 2-3-1）、このうち、検出率が 90%以上の 4 地点についてみると、明瞭な季節変化は認められなかった（分散分析による $p > 0.05$ ）。

- 検出率が 90%未満の 6 地点については、検出限界（ND）値を考慮した検討を実施した。

使用した環境放射線データベースには ND 値の記載がなく、参考になると考えられる値（放射能濃度誤差：その 3 倍が検出限界値になっている）の記載も断片的であり、また大きなばらつきも認められた。このため、全検出値のうちの最小値を検出下限とみなし、その 1/2 の値を ND 値として推測し、季節変化について検定を実施した¹。なお、検定ではノンパラメトリックな検定方法として、Kruskal-Wallis（クラスカル・ワリス）検定を用いた。

検討結果は表 2-3-1 に示すとおりであり、検出率が 90%未満の 6 地点についても明瞭な季節変化は認められなかった（ $p > 0.05$ ）。

表 2-3-1 推測した ND 値に基づく検討結果

調査地点	試料の種類	試料採取回数	検出回数	検出率 (%)	全ベータ濃度(Bq/L) (ND値は含まない)			月別比較に関する分散分析結果 (P値)(※3)	同左(ND値を推定したうえでノンパラメトリック統計手法による解析結果)	ND値の推定方法
					幾何平均	最大値	最小値			
秋田県秋田市	源水	57	36	63.2	0.04	0.592	0.009	0.611	0.315	※1
茨城県水戸市	源水	78	58	74.4	0.10	0.548	0.011	0.518	0.075	※1
茨城県日立市	源水	63	50	79.4	0.11	2.072	0.011	0.155	0.083	※1
東京都葛飾区	源水	110	69	62.7	0.16	1.473	0.013	0.936	0.182	※2
東京都多摩川	河川水	58	56	96.6	0.10	1.365	0.026	0.653	—	
大阪府守口市	源水	74	72	97.3	0.13	0.298	0.068	0.090	—	
大阪府大和川	河川水	58	58	100.0	0.24	1.147	0.096	0.435	—	
和歌山県和歌山市	源水	51	41	80.4	0.37	4.108	0.037	0.437	0.332	※1
長崎県佐世保市	源水	42	38	90.5	0.13	0.551	0.027	0.411	—	
長崎県長崎市	源水	47	36	76.6	0.13	0.474	0.024	0.906	0.083	※1
総計		638	514	80.6						

※1：ND値は全検出値の最小値の1/2と推測した。

※2：上記(※1)と同様であるが、一定期間のND値を除外して検定に供した。

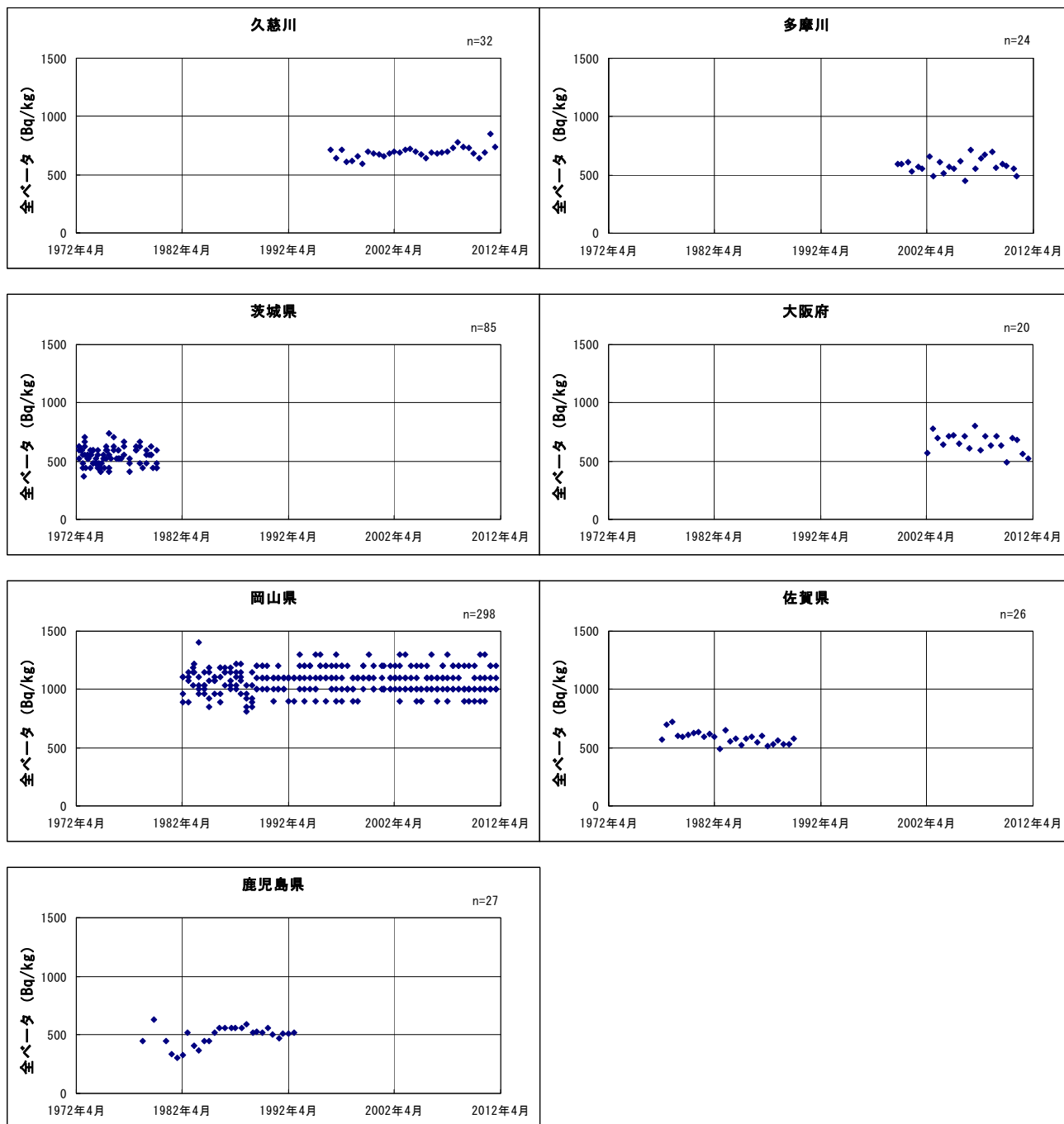
※3：P値が0.05以下の場合には帰無仮説（月別の検出値に有意な差がない(5%水準)）を棄却し、有意な差があるとされる。

¹ 東京都葛飾区地点では、1975 年度以降は 6 月、12 月のみの試料採取であったため、1975 年度以降のデータは使用していない。

3. 堆積物（河底土、湖底土）中の全ベータの検出状況について

堆積物（河底土、湖底土）における全ベータ濃度の検出状況を整理した。

- ・ 昭和 51 年改訂の全ベータ放射能測定法（文部科学省放射能測定法シリーズ、K-40 含む）により、
河川・湖沼堆積物の全ベータ濃度を測定している地点のデータを整理した。
- ・ 7 地点の測定結果の全体の状況としては、全ベータ濃度は概ね 1,300Bq/kg 程度以下である（図 3-1）。



出典 久慈川：「東海再処理施設周辺の環境放射線モニタリング結果」（日本原子力研究開発機構）

多摩川：「川崎市における環境放射能調査報告書」（<http://www.city.kawasaki.jp/300/page/0000014016.html>）

他：原子力規制庁「環境放射線データベース」（<http://search.kankyo-hoshano.go.jp/servlet/search.top>）

グラフは上記データをもとに事務局で作成した。

サンプリング方法に関して明確な記載はなかったが、測定法シリーズに準拠と思われる。

図 3-1 堆積物中の全ベータ濃度の推移

VI-(2) 河川水・湖沼水・源水中の放射性核種の調査状況について

概要：公共用水域での放射性核種の変動状況の推測のため、陸水（河川水、湖沼水、源水）における既存の調査結果を用いて、放射性核種の調査の状況を把握した。

1. 調査方法

1.1 使用データベース

(1) 環境放射線データベース

(<http://search.kankyo-hoshano.go.jp/servlet/search.SelectMain?paraSelectKind=0&pageSID=211533235>)

[検索条件]

- ・対象調査：環境放射能水準調査
- ・調査年度：1961～2012 年度（東京電力福島第一原子力発電所事故前のデータとした）
- ・調査地域：日本全国
- ・調査試料：陸水（河川水、湖沼水、源水）
- ・調査核種：全 20 核種（上記データベースで検索できる全核種（全ベータ以外））
Be-7 K-40 Co-60 Zn-65 Sr-90 Ag-110m I-131 Cs-134
Cs-137 Ce-144 Tl-208 Pb-212 Bi-214 Rn-222 Ra-226
Ac-228 U U-234 U-235 U-238
- ・検索日：平成 25 年 10 月 17 日

(2) 東日本大震災の被災地における放射性物質関連の環境モニタリング調査：公共用水域

http://www.env.go.jp/jishin/monitoring/results_r-pw.html

- ・平成 23 年度公共用水域放射性物質モニタリング調査結果（各県別調査結果）
- ・平成 24 年度公共用水域放射性物質モニタリング調査結果（各県別調査結果）

[データの概要]

- ・調査年度：平成 23 年度、24 年度
- ・調査地域：岩手県、山形県、宮城県、福島県、茨城県、栃木県、群馬県、千葉県、埼玉県、東京都
- ・調査試料（媒体）：公共用水域のうちの河川、湖沼の水質
- ・調査核種：Cs-134、Cs-137

1.2 . 整理方法

- ・全国での調査状況を総括し、核種別の調査回数、検出回数等を把握した。
- ・検出回数がゼロの核種以外について、その検出状況を整理した。なお、Cs-134 と Cs-137 については、「東日本大震災の被災地における放射性物質関連の環境モニタリング調査」（以後、「大震災モニタリング」と言う。）の結果を含めて整理した。

2. 調査結果

2.1 全国での調査状況

- 核種別の調査状況は表 1-1 に示すとおりで、調査回数、検出回数、実施自治体数がともに多いのは Cs-134、Cs-137 及び Sr-90 の 3 種類であり、その他では K-40、Be-7 である。U（個別の 3 種を含む）は検出回数は多いものの実施自治体数は少ない。

なお、Cs-134 は検出は全てが事故後の調査である。

- 下記の核種で検出回数がゼロのものを除いて、近年 20 年間程度（最新のデータの状況を勘案し、1992/04/01 以降のデータ）の検出状況（事故前後の状況を含む）を、自治体別に把握した。また、Cs-134 と Cs-137 については、事故の状況も詳細に整理した。

表 1-1 全国での放射性核種の調査状況

核種	年度			調査回数	検出回数	実施の自治体数
Ac-228	1992	～	2012	72	49	1
Ag-110m	2011	～	2012	2	0	1
Be-7	1988	～	2012	312	231	13
Bi-214	1997	～	2010	37	10	1
Ce-144	1968	～	1970	28	28	7
Co-60	1968	～	1970	28	0	7
Cs-134	1987	～	2012	4,617	125	21
Cs-137	1963	～	2012	7,096	1,470	37
I-131	1988	～	2012	202	58	16
K-40	1987	～	2012	673	640	18
Pb-212	1992	～	1994	18	16	1
Ra-226	1991	～	2005	120	0	1
Rn-222	1991	～	2005	120	117	1
Sr-90	1963	～	2012	2,049	1,954	33
Tl-208	1992	～	2012	73	35	1
U	1963	～	2010	1,538	774	3
U-234	1988	～	2012	472	471	1
U-235	1988	～	2012	472	5	1
U-238	1988	～	2012	603	476	3
Zn-65	1968	～	1970	28	0	7

2.2 個別の核種の存在状況

(1) Ac-228

- Ac-228 の調査は大阪府のみで実施されており、検出状況の経年変化からは、緩やかな減少傾向が認められるが、事故後に検出値が大きくなったといった傾向は認められなかった（図 2-1-1）。
- なお、Ac-228 は Th-232 系列核種で、地域や物質で差はあるものの通常の天然の土壤岩石などに含まれているもので、半減期は 6.13 時間である（放医研 web 情報²による）。

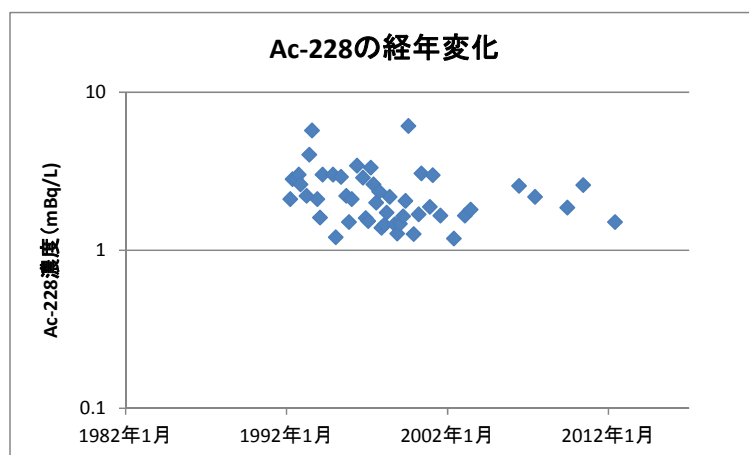


図 2-1-1 Ac-228 の検出状況の経年変化

表 2-1-1 Ac-228 の検出状況（近年 20 年間）

都道府県	年度	調査回数	検出回数	最大値 (mBq/L)	(参考)事故後のみ		
					調査回数	検出回数	最大値 (mBq/L)
27 大阪府	1992 ～ 2012	72	49	6.1	1	1	1.5
総計	1992 ～ 2012	72	49	6.1	1	1	1.5

² http://www.nirs.go.jp/db/anzendb/NORMDB/1_yougosyuu.php

(2) Be-7

- Be-7 の調査は全国 13 道府県で実施されており、検出状況の経年変化からは、経年的な変化は認められず、また、事故後に検出値が大きくなったといった傾向も認められなかった（図 2-2-1）。
- なお、Be-7 は宇宙線と大気中の酸素や窒素との反応によって生じ、半減期は 53 日である。³

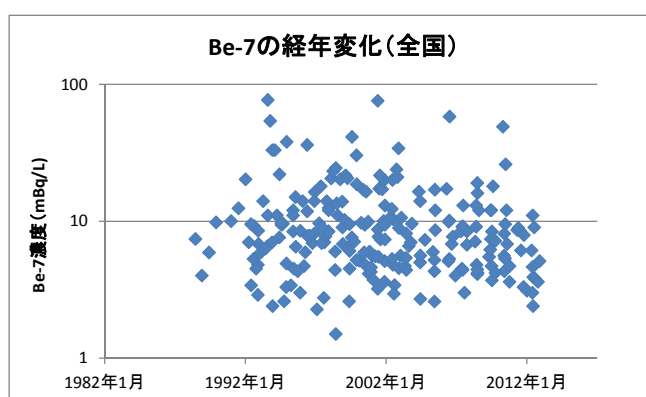


図 2-2-1 Be-7 の検出状況の経年変化

表 2-2-1 Be-7 の検出状況（自治体別集約表）（近年 20 年間）

都道府県	年度	調査回数	検出回数	最大値 (mBq/L)	(参考)事故後のみ		
					調査回数	検出回数	最大値 (mBq/L)
01 北海道	1998 ～ 2012	35	29	49.0	4	3	8.6
05 秋田県	1993 ～ 2012	20	9	9.4	2	1	3.9
07 福島県	1997 ～ 2009	5	1	7.7	—	—	—
08 茨城県	2009 ～ 2010	2	0	0.0	—	—	—
11 埼玉県	2001 ～ 2010	11	4	12.0	—	—	—
12 千葉県	2001 ～ 2012	14	12	58.0	2	1	9.0
18 福井県	1992 ～ 2012	13	12	18.0	2	2	6.1
20 長野県	1992 ～ 2012	53	33	38.0	4	3	3.6
23 愛知県	1992 ～ 2012	29	18	12.0	2	2	11.0
26 京都府	2004 ～ 2012	14	6	13.0	3	3	8.9
27 大阪府	1992 ～ 2012	75	73	77.0	1	1	4.6
34 広島県	2000 ～ 2011	11	6	9.9	1	1	7.9
40 福岡県	1994 ～ 2007	23	21	36.0	—	—	—
総計	1992 ～ 2012	305	224	77.0	21	17	11.0

³ 原子力百科事典 ATOMICA から引用（天然の放射性核種（09-01-01-02））

(3) Bi-214

- ・Bi-214 の調査は大阪府のみで実施されており、検出状況の経年変化からは、経年的な変化は認められなかった（事故後の調査は実施されていない）（図 2-3-1）。
- ・なお、Bi-214 はウラン系列核種で、地域や物質で差はあるものの通常の天然の土壌岩石などに含まれているもので、半減期は 19.9 分である（放医研 web 情報⁴による）。

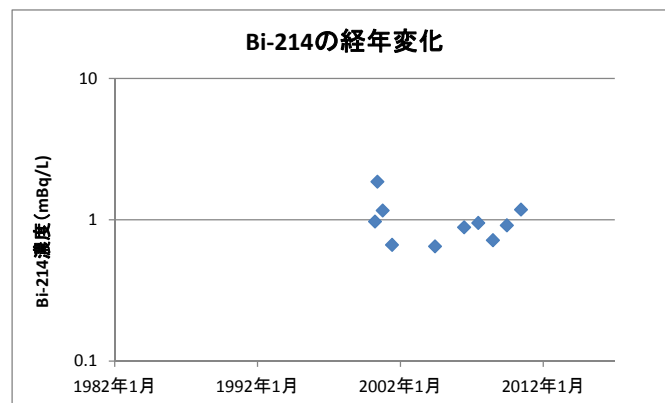


図 2-3-1 Bi-214 の検出状況の経年変化

表 2-3-1 Bi-214 の検出状況（近年 20 年間）

都道府県	年度	調査回数	検出回数	最大値 (mBq/L)
27 大阪府	1997 ～ 2010	37	10	1.86
総計	1997 ～ 2010	37	10	1.86

⁴ http://www.nirs.go.jp/db/anzendb/NORMDB/1_yougosyuu.php

(4) Ce-144

- Ce-144 の調査は全国 7 道県で実施されていたが、実施年度は 1968-1970 年の数か年のみであった（図 2-4-1、表 2-4-1）。
- なお、Ce-144 はウランの核分裂で生成する核種で、ベータ線とガンマ線を放出する。半減期は 285 日である（環境放射能 web 情報⁵による）。

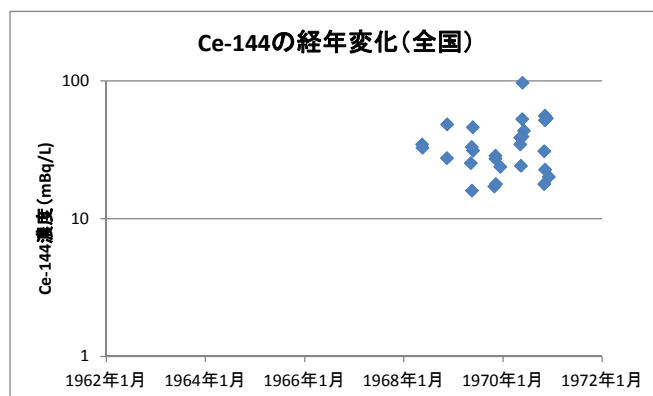


図 2-4-1 Ce-144 の検出状況の経年変化

表 2-4-1 Ce-144 の検出状況（自治体別集約表）

都道府県	年度	調査回数	検出回数	最大値 (mBq/L)
01 北海道	1969 ～ 1970	4	4	96.2
05 秋田県	1968 ～ 1970	6	6	55.5
07 福島県	1970 ～ 1970	2	2	39.2
08 茨城県	1968 ～ 1970	6	6	32.6
15 新潟県	1969 ～ 1970	4	4	34.4
18 福井県	1970 ～ 1970	2	2	52.5
34 広島県	1969 ～ 1970	4	4	51.4
総計	1968 ～ 1970	28	28	96.2

⁵ http://search.kankyo-hoshano.go.jp/food/yougo/yougo_11.html

(5) Cs-134

- ・Cs-134 の調査は、事故前には全国 2 道県でのみ実施されており、検出はされていなかった。
- ・事故後は 21 都道府県で実施されており、東北・関東地方で検出されている（図 2-5-1）。

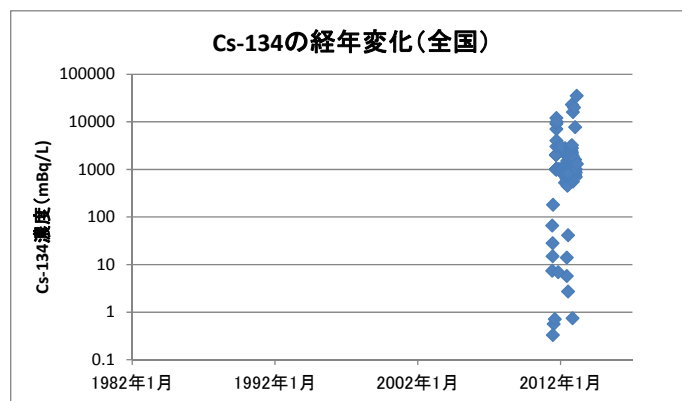


図 2-5-1 Cs-134 の検出状況の経年変化

表 2-5-1 Cs-134 の検出状況（自治体別集約表）

都道府県	事故前				事故後			
	年度	調査回数	検出回数	最大値 (mBq/L)	年度	調査回数	検出回数	最大値 (mBq/L)
01 北海道	2010 ～ 2010	2	0		2011 ～ 2012	4	1	0.78
03 岩手県					2011 ～ 2012	82	0	
04 宮城県					2011 ～ 2012	442	4	2,800
05 秋田県					2011 ～ 2012	2	1	0.56
06 山形県					2011 ～ 2011	14	0	
07 福島県					2011 ～ 2012	2,098	105	35,000
08 茨城県					2011 ～ 2012	508	2	180
09 栃木県					2011 ～ 2012	516	0	
10 群馬県					2011 ～ 2012	501	1	810
11 埼玉県					2011 ～ 2012	12	2	28
12 千葉県					2011 ～ 2012	368	2	15
13 東京都					2011 ～ 2012	17	2	66
14 神奈川県	1987 ～ 2010	21	0		2011 ～ 2012	2	1	7.4
15 新潟県					2011 ～ 2012	2	2	6.9
18 福井県					2011 ～ 2012	2	1	0.71
20 長野県					2011 ～ 2012	4	0	
23 愛知県					2011 ～ 2012	2	0	
24 三重県					2011 ～ 2012	2	0	
26 京都府					2011 ～ 2012	3	0	
27 大阪府					2011 ～ 2011	1	1	0.33
40 福岡県					2011 ～ 2012	2	0	
総計	1987 ～ 2010	23	0		2011 ～ 2012	4,584	125	35,000

(6) Cs-137

- ・Cs-137 の調査は全国 23 都道府県で実施されている。
- ・経年変化をみると、1960 年代から減少傾向が認められるとともに、福島第一原子力発電所事故によると考えられる高い値が検出されている（図 2-6-1）。

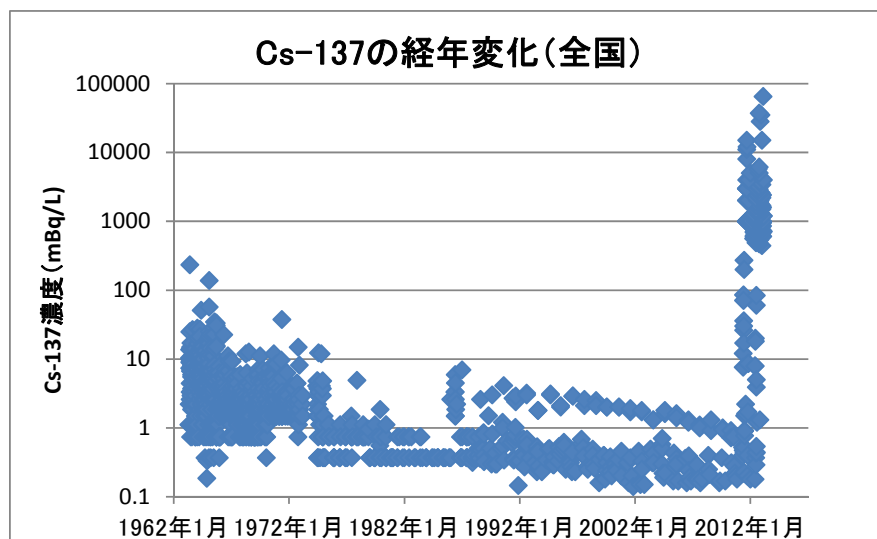


図 2-6-1 Cs-137 の検出状況の経年変化

表 2-6-1 Cs-137 の検出状況（自治体別集約表）（近年 20 年間）

都道府県	事故前				事故後			
	年度	調査回数	検出回数	最大値 (mBq/L)	年度	調査回数	検出回数	最大値 (mBq/L)
01 北海道	1992 ～ 2010	97	26	0.91	2011 ～ 2012	8	6	0.9
03 岩手県					2011 ～ 2012	82	0	
04 宮城県					2011 ～ 2012	442	5	3,600
05 秋田県	1992 ～ 2010	38	24	0.68	2011 ～ 2012	4	3	1.5
06 山形県					2011 ～ 2011	14	0	
07 福島県	1992 ～ 2010	30	3	0.28	2011 ～ 2012	2,098	207	65,000
08 茨城県	1992 ～ 2010	38	25	0.7	2011 ～ 2012	464	4	270
09 栃木県					2011 ～ 2012	516	2	1,000
10 群馬県					2011 ～ 2012	501	4	1,000
11 埼玉県	1992 ～ 2010	60	0		2011 ～ 2012	14	4	36
12 千葉県	1992 ～ 2010	60	1	0.29	2011 ～ 2012	370	14	1,300
13 東京都	1992 ～ 2010	58	8	0.54	2011 ～ 2012	19	4	85
14 神奈川県	1992 ～ 2010	60	1	0.27	2011 ～ 2012	4	4	12
15 新潟県	1992 ～ 2010	38	11	0.62	2011 ～ 2012	3	3	8.7
18 福井県	1992 ～ 2010	38	38	3.2	2011 ～ 2012	3	3	2.2
20 長野県	1992 ～ 2010	97	7	0.38	2011 ～ 2012	7	3	0.9
23 愛知県	1992 ～ 2010	43	6	0.56	2011 ～ 2012	4	1	0.18
24 三重県	2003 ～ 2010	16	0		2011 ～ 2012	3	1	0.2
26 京都府	1992 ～ 2010	90	3	0.38	2011 ～ 2012	5	1	0.47
27 大阪府	1992 ～ 2010	30	2	0.29	2011 ～ 2012	3	2	0.44
34 広島県	1992 ～ 2010	24	1	0.2	2011 ～ 2011	1	1	1.7
40 福岡県	1992 ～ 2010	55	3	0.25	2011 ～ 2012	4	2	0.22
47 沖縄県	1992 ～ 1999	16	0					
総計	1992 ～ 2010	888	159	3.2	2011 ～ 2012	4,569	274	65,000

(7) I-131

- ・I-131 の調査は全国 14 道府県で実施されており、経年変化の状況は図 2-7-1 に示すとおりで、事故後に増加したといったことは認められなかった。
- ・なお、I-131 はウランの核分裂で生成する核種で、ベータ線とガンマ線を放出する。半減期は 8.02 日である（環境放射能 web 情報⁶による）。

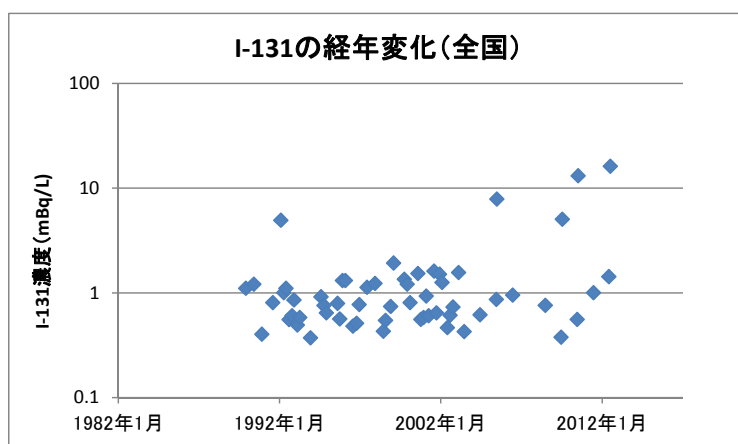


図 2-7-1 I-131 の検出状況の経年変化

表 2-7-1 I-131 の検出状況（自治体別集約表）（近年 20 年間）

都道府県	年度	調査回数	検出回数	最大値 (mBq/L)	(参考)事故後のみ		
					調査回数	検出回数	最大値 (mBq/L)
01 北海道	1998 ～ 2012	29	3	16.0	4	1	16.0
05 秋田県	2003 ～ 2012	5	0		2	0	
11 埼玉県	1992 ～ 2012	32	0		2	0	
12 千葉県	1992 ～ 2012	20	1	7.8	2	0	
13 東京都	2012 ～ 2012	1	0		1	0	
14 神奈川県	2011 ～ 2012	2	0		2	0	
18 福井県	2012 ～ 2012	1	0		1	0	
20 長野県	2011 ～ 2012	4	0		4	0	
23 愛知県	2003 ～ 2012	5	0		2	0	
24 三重県	2011 ～ 2012	2	0		2	0	
26 京都府	2004 ～ 2012	14	0		3	0	
27 大阪府	1992 ～ 2012	75	49	1.9	2	2	1.4
34 広島県	1998 ～ 1998	1	0				
40 福岡県	2011 ～ 2012	2	0		2	0	0.0
総計	1992 ～ 2012	193	53	16.0	29	3	16.0

⁶ http://search.kankyo-hoshano.go.jp/food/yougo/yougo_11.html

(8) K-40

- ・ K-40 の調査は全国 18 都道府県で検出されており、経年変化の状況は図 2-8-1 に示すとおりで、目立った経年変化は認められなかった。また、事故の前後においても検出値の変化は認められなかった。
- ・ なお、K-40 は地球を起源とする原始放射性核種の一つで、半減期は約 12.7 億年である。地殻中含有量は地質等により変動があるが、通常は土壌 1 kg 当り 100～700Bq 程度である。⁷

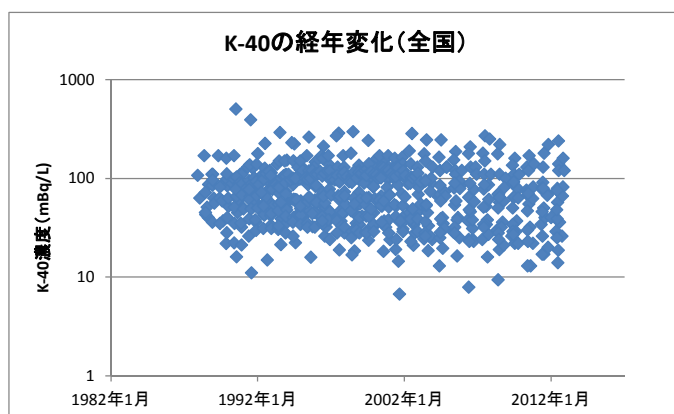


図 2-8-1 K-40 の検出状況の経年変化

表 2-8-1 K-40 の検出状況（自治体別集約表）（近年 20 年間）

都道府県	年度	調査回数	検出回数	最大値 (mBq/L)	(参考)事故後のみ		
					調査回数	検出回数	最大値 (mBq/L)
01 北海道	1992 ～ 2012	53	53	297.0	4	4	240.0
05 秋田県	1992 ～ 2012	21	21	26.0	2	2	17.0
07 福島県	1992 ～ 2009	18	18	74.0			
08 茨城県	1992 ～ 2012	21	21	270.0	2	2	140.0
11 埼玉県	1992 ～ 2012	32	32	79.0	2	2	79.0
12 千葉県	1992 ～ 2012	32	32	170.0	2	2	120.0
13 東京都	1992 ～ 2012	32	32	122.0	2	2	80.0
14 神奈川県	1992 ～ 2012	32	7	34.0	2	2	18.7
15 新潟県	1992 ～ 2012	21	21	250.0	2	2	220.0
18 福井県	1992 ～ 2012	21	21	50.0	2	2	40.0
20 長野県	1992 ～ 2012	53	53	110.0	4	4	82.0
23 愛知県	1992 ～ 2012	33	33	53.0	2	2	40.0
24 三重県	2003 ～ 2012	10	10	78.9	2	2	67.3
26 京都府	1992 ～ 2012	49	49	140.0	3	3	120.0
27 大阪府	1992 ～ 2012	76	76	150.0	2	2	79.5
34 広島県	1992 ～ 2012	21	21	49.0	2	2	26.0
40 福岡県	1992 ～ 2012	32	32	37.0	2	2	26.0
47 沖縄県	1992 ～ 1999	16	16	90.3			
総計	1992 ～ 2012	573	548	297.0	37	37	240.0

⁷ 原子力百科事典 ATOMICA から引用（天然の放射性核種（09-01-01-02））

(9) Pb-212

- ・Pb-212 の調査は大阪府のみで実施されていたが、実施年は1992～1994年度に限られていた。
- ・経年変化の状況は図2-9-1に示すとおりで、目立った経年変化は認められない。
- ・なお、Pb-212はトリウム系列の天然核種の一つで、通常の天然の土壌岩石などに含まれており、半減期は10.6時間である（環境放射能web情報⁸による）。

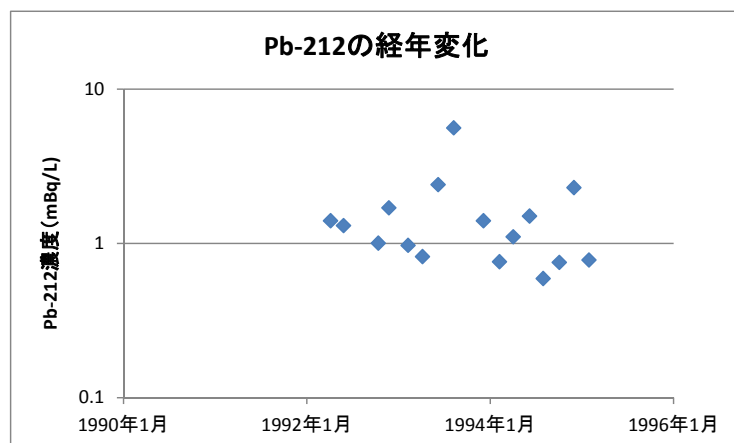


図 2-9-1 Pb-212 の検出状況の経年変化

表 2-9-1 Pb-212 の検出状況（近年 20 年間）

都道府県	年度	調査回数	検出回数	最大値 (mBq/L)
27 大阪府	1992 ～ 1994	18	16	5.6
総計	1992 ～ 1994	18	16	5.6

⁸ http://search.kankyo-hoshano.go.jp/food/yougo/yougo_11.html

(10) Rn-222

- Rn-222 の調査は岡山県のみで実施されており、実施年は事故前に限られていた。
- 経年変化の状況は図 2-10-1 に示すとおりで、目立った経年変化は認められない。
- なお、Rn-222 はウラン系列の天然核種の一つで、通常の天然の土壌岩石などに含まれており、半減期は約 3.8 日である（放医研 web 情報⁹による）。

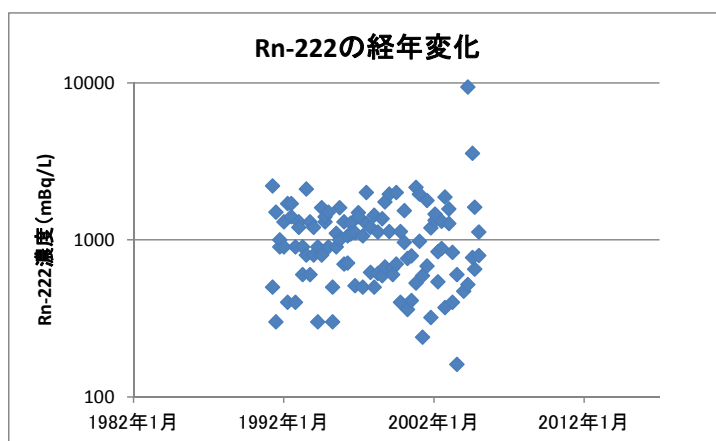


図 2-10-1 Rn-222 の検出状況の経年変化

表 2-10-1 Rn-222 の検出状況（近年 20 年間）

都道府県	年度	調査回数	検出回数	最大値 (mBq/L)
33 岡山県	1992 ～ 2005	112	109	9380
総計	1992 ～ 2005	112	109	9380

⁹ http://www.nirs.go.jp/db/anzendb/NORMDB/1_yougosyuu.php

(11) Sr-90

- Sr-90 の調査は全国 17 都道府県で実施されており、経年変化をみると、Cs-137 と同様に 1960 年代から減少傾向が認められる（図 2-11-1）。
- なお、2011/3/11 以降の調査データも含まれるが、Cs-137 のような増加は認められていない。

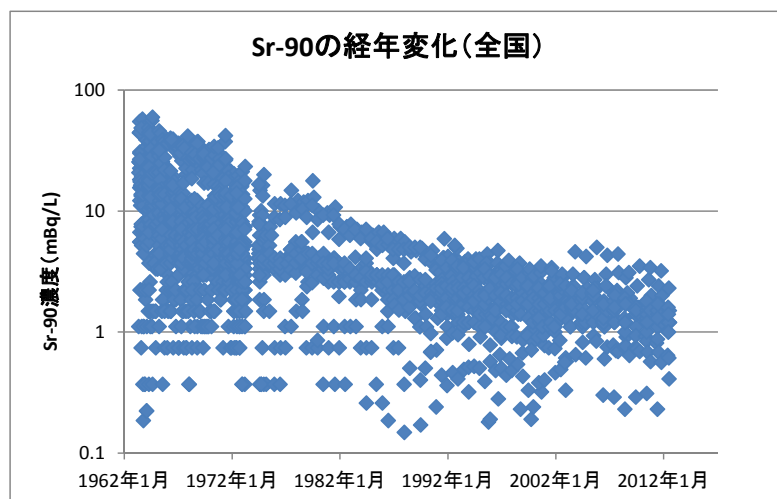


図 2-11-1 Sr-90 の検出状況の経年変化

表 2-11-1 Sr-90 の検出状況（自治体別集約表）（近年 20 年間）

都道府県	年度	調査 回数	検出 回数	最大値 (mBq/L)	(参考)事故後のみ		
					調査 回数	検出 回数	最大値 (mBq/L)
01 北海道	1992 ～ 2012	52	52	3.1	4	4	1.5
05 秋田県	1992 ～ 2012	21	21	4.4	2	2	2.4
07 福島県	1992 ～ 2010	19	8	1.9			
08 茨城県	1992 ～ 2012	21	21	3.5	2	2	1.5
11 埼玉県	1992 ～ 2012	32	8	1.2	2	2	1.2
12 千葉県	1992 ～ 2012	32	32	2.8	2	2	1.2
13 東京都	1992 ～ 2012	30	30	2	2	2	1.2
14 神奈川県	1992 ～ 2012	32	28	0.57	2	2	0.41
15 新潟県	1992 ～ 2011	20	20	4.9	1	1	2
18 福井県	1992 ～ 2011	20	20	5.2	1	1	1.7
20 長野県	1992 ～ 2012	51	51	1.3	3	3	0.68
23 愛知県	1992 ～ 2012	36	36	2.6	2	2	1.3
24 三重県	2003 ～ 2011	9	9	5	1	1	3.2
26 京都府	1992 ～ 2012	46	33	3.9	2	2	1.6
27 大阪府	1992 ～ 2012	32	32	4	2	2	1.7
34 広島県	1992 ～ 2011	19	19	1.9	1	1	1.2
40 福岡県	1992 ～ 2012	33	33	2.5	2	2	1.3
総計	1992 ～ 2012	505	453	5.2	31	31	3.2

(12) Tl-208

- ・ Tl-208 の調査は大阪府のみで実施されており、経年変化の状況は図 2-12-1 に示すとおりで、目立った経年変化は認められない。
- ・ なお、Tl-208 はトリウム系列の天然核種の一つで、通常の天然の土壌岩石などに含まれており、半減期は約 3.05 分である（放医研 web 情報¹⁰による）。

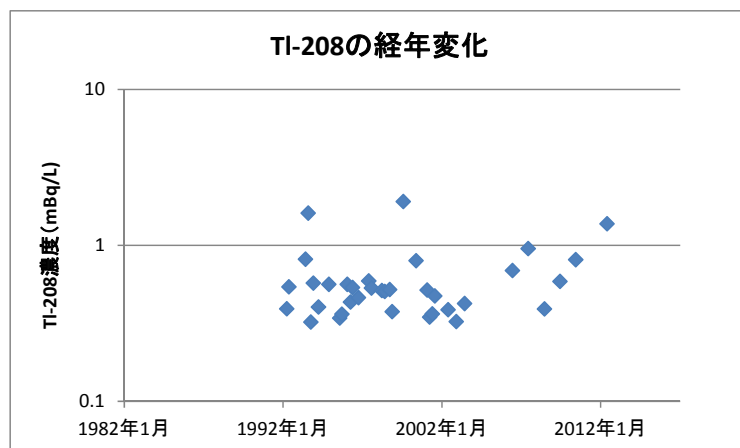


図 2-12-1 Tl-208 の検出状況の経年変化

表 2-12-1 Tl-208 の検出状況（自治体別集約表）（近年 20 年間）

都道府県	年度	調査回数	検出回数	最大値 (mBq/L)	(参考)事故後のみ		
					調査回数	検出回数	最大値 (mBq/L)
27 大阪府	1992 ～ 2012	73	35	1.9	1	1	1.4
総計	1992 ～ 2012	73	35	1.9	1	1	1.4

¹⁰ http://www.nirs.go.jp/db/anzendb/NORMDB/1_yougosyuu.php

(13) U

- ・U の調査は神奈川県、岡山県で実施されており、経年変化の状況は図 2-13-1 に示すとおりで、目立った経年変化は認められない。
- ・なお、U は鉱石や土壌に含まれている天然の放射性核種で、U-234（ウラン系列の核種）、U-235（アクチニウム系列の核種）、U-238（ウラン系列の核種）を含むものである（放医研 web 情報¹¹ 等による）。構成割合が多い U-238 の半減期は 44.68 億年である。

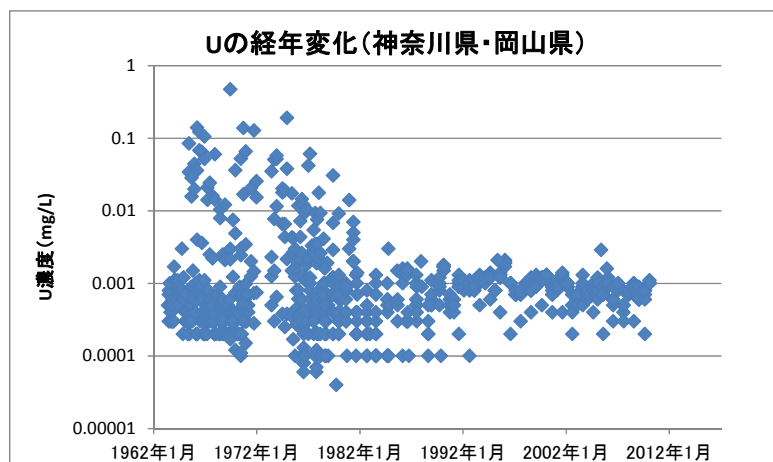


図 2-13-1 U の検出状況の経年変化

表 2-13-1 U の検出状況（自治体別集約表）（近年 20 年間）

都道府県	年度	調査回数	検出回数	最大値 (mg/L)
14 神奈川県	1992 ～ 2009	198	198	0.0021
33 岡山県	1992 ～ 2010	456	3	0.0029
総計	1992 ～ 2010	654	201	0.0029

¹¹ http://www.nirs.go.jp/db/anzendb/NORMDB/1_yougosyuu.php

(14) U-234

- U-234 の調査は鳥取県のみで実施されており、経年変化の状況は図 2-14-1 に示すとおりで、目立った経年変化は認められない。
- なお、U-234 はウラン系列の天然核種の一つで、通常の天然の土壌岩石などに含まれており、半減期は約 24.6 万年である（放医研 web 情報¹²による）。

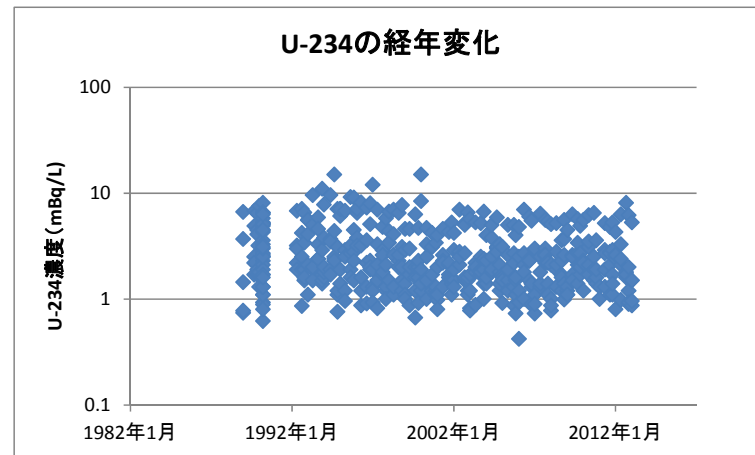


図 2-14-1 U-234 の検出状況の経年変化

表 2-14-1 U-234 の検出状況（近年 20 年間）

都道府県	年度	調査回数	検出回数	最大値 (mBq/L)	(参考)事故後のみ		
					調査回数	検出回数	最大値 (mBq/L)
31 鳥取県	1992 ～ 2012	417	416	15	40	40	8.1
総計	1992 ～ 2012	417	416	15	40	40	8.1

¹² http://www.nirs.go.jp/db/anzendb/NORMDB/1_yougosyuu.php

(15) U-235

- U-235 の調査は鳥取県のみで実施されており、経年変化の状況は図 2-15-1 に示すとおりで、目立った経年変化は認められない。
- なお、U-235 はアクチニウム系列の天然核種の一つで、通常の天然の土壌岩石などに含まれており、半減期は約 7 億年である（放医研 web 情報¹³による）。

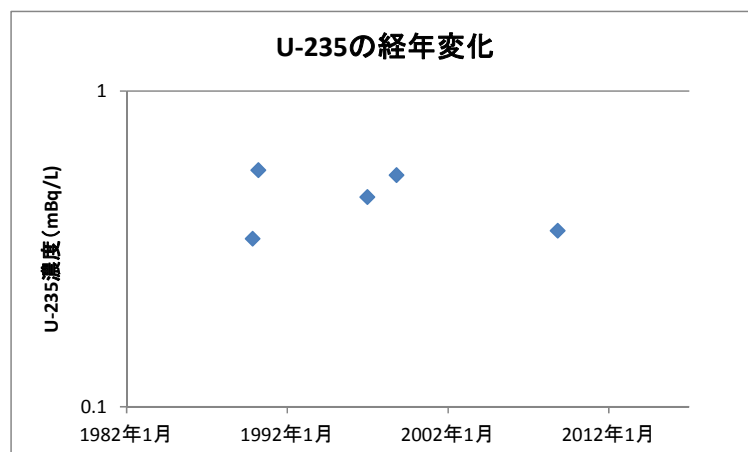


図 2-15-1 U-235 の検出状況の経年変化

表 2-15-1 U-235 の検出状況

都道府県	年度	調査回数	検出回数	最大値 (mBq/L)	(参考)事故後のみ		
					調査回数	検出回数	最大値 (mBq/L)
31 鳥取県	1988 ～ 2012	472	5	0.56	40	0	
総計	1988 ～ 2012	472	5	0.56	40	0	

¹³ http://www.nirs.go.jp/db/anzendb/NORMDB/1_yougosyuu.php

(16) U-238

- U-238 の調査は神奈川県、鳥取県、岡山県で実施されており、経年変化の状況は図 2-16-1 に示すとおりで、目立った経年変化は認められない。
- なお、U-234 はウラン系列の天然核種の一つで、通常の天然の土壤岩石などに含まれており、半減期は約 24.6 万年である（放医研 web 情報¹⁴による）。

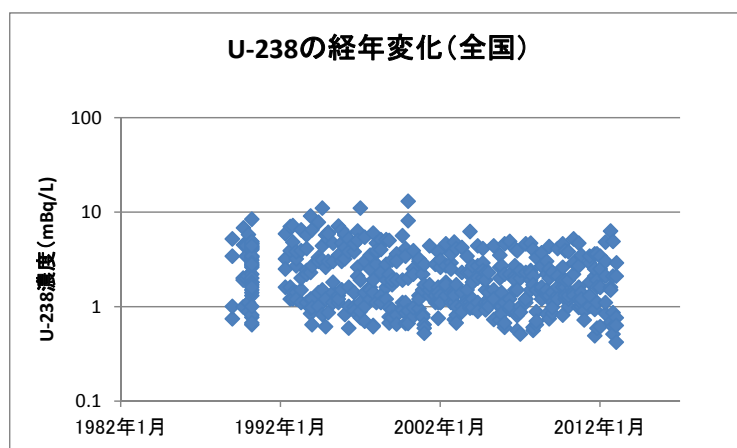


図 2-16-1 U-238 の検出状況の経年変化

表 2-16-1 U-238 の検出状況（自治体別集約表）（近年 20 年間）

都道府県	年度	調査回数	検出回数	最大値 (mBq/L)	(参考)事故後のみ		
					調査回数	検出回数	最大値 (mBq/L)
14 神奈川県	2010 ～ 2010	11	11	0.001			
31 鳥取県	1992 ～ 2012	417	413	13.0	40	40	6.3
33 岡山県	1992 ～ 2005	112	0				
総計	1992 ～ 2012	540	424	13.0	40	40	6.3

¹⁴ http://www.nirs.go.jp/db/anzendb/NORMDB/1_yougosyuu.php

VI-(3) 堆積物中の放射性核種の調査状況について

概要：公共用水域での放射性核種の変動状況の推測のため、堆積物（河底土、湖底土）における既存の調査結果を用いて、放射性核種の調査の状況を把握した。

1. 調査方法

1.1 使用データベース

(1) 環境放射線データベース

(<http://search.kankyo-hoshano.go.jp/servlet/search.SelectMain?paraSelectKind=0&pageSID=211533235>)

〔検索条件〕

- ・対象調査：環境放射能水準調査、周辺環境モニタリング調査
- ・調査年度：1961～2012 年度（全データ）
- ・調査地域：日本全国
- ・調査試料：堆積物（河底土、湖底土）
- ・調査核種：全 37 核種（上記データベースで検索できる全核種（全ベータ以外¹⁵））

Be-7	F	K-40	Co-60	Mn-54	Fe-59	Co-58	Co-60	Zn-65
Sr-90	Sr-Unit	Zr-95	Nb-95	Ru-103	Ru-106	Sb-125	I-131	
Cs-134	Cs-137	Ce-Unit	Ba-140	La-140	Ce-144	Bi-214		
Ra-226	Ac-228	Th-232	Th 系列	U	U-234	U-235	U-238	
U 系列	Pu-238	Pu-239+240	Am-241	Cm-244				

- ・検索日：平成 25 年 10 月 18 日

(2) 東日本大震災の被災地における放射性物質関連の環境モニタリング調査：公共用水域

http://www.env.go.jp/jishin/monitoring/results_r-pw.html

- ・平成 23 年度公共用水域放射性物質モニタリング調査結果（各県別調査結果、放射性ストロンチウム測定結果）
- ・平成 24 年度公共用水域放射性物質モニタリング調査結果（各県別調査結果、放射性ストロンチウム測定結果）

〔データの概要〕

- ・調査年度：平成 23 年度、24 年度
- ・調査地域：岩手県、山形県、宮城県、福島県、茨城県、栃木県、群馬県、千葉県、埼玉県、東京都
- ・調査試料（媒体）：公共用水域のうちの河川、湖沼の底質
- ・調査核種：Cs-134、Cs-137、Sr-90

1.2 整理方法

- ・全国での調査状況を総括し、核種別の調査回数、検出回数等を把握した。

¹⁵ 堆積物中の全ベータは、大阪府と岡山県以外では事故後の調査は実施されていない。

- ・検出回数が多く、多数の自治体で実施されている核種を中心に、自治体別の検出状況を整理した。

2. 調査結果

2.1 全国での調査状況

- ・核種別の調査状況は表 1-1 に示すとおりで、ごく少数の自治体でのみ対象とされている核種が多い。特に多くの自治体で対象となっており、調査回数、検出回数が多い核種は Cs-137 及び Sr-90 の 2 種類である。
- ・以下では、Cs-137 及び Sr-90 について、近年 20 年間（最新のデータの状況を勘案し、1992/04/01 以降のデータ）の検出状況を、自治体別に把握した。なお、水質で自治体別の検出状況を整理した K-40 及び U についても自治体別の検出状況を整理した。

表 1-1 全国での放射性核種の調査状況

核種	年度	調査回数	検出回数	実施の自治体数
Ac-228	1989 ～ 2011	184	32	1
Am-241	2002 ～ 2011	40	40	1
Ba-140	2002 ～ 2011	20	0	1
Be-7	1983 ～ 2011	209	20	3
Bi-214	1989 ～ 2011	184	35	1
Ce-144	1970 ～ 2011	381	15	8
Cm-244	2002 ～ 2011	40	0	1
Co-58	1983 ～ 2011	25	0	2
Co-60	1970 ～ 2011	497	6	10
Cs-134	1989 ～ 2011	3963	3739	13
Cs-137	1970 ～ 2011	4475	4206	19
Cs-Unit	1970 ～ 1971	21	20	6
F	1979 ～ 2011	260	260	2
Fe-59	1981 ～ 2011	120	0	3
I-131	1975 ～ 1983	8	0	1
K-40	1974 ～ 2011	239	239	5
La-140	2002 ～ 2011	20	0	1
Mn-54	1978 ～ 2011	374	2	6
Nb-95	1981 ～ 2011	95	10	3
Pu-238	1970 ～ 1984	6	4	2
Pu-239+240	1970 ～ 2011	144	109	3
Ra-226	1979 ～ 2011	364	360	1
Ru-103	2002 ～ 2011	20	0	1
Ru-106	1980 ～ 2011	273	1	4
Sb-125	2002 ～ 2011	20	0	1
Sr-90	1970 ～ 2011	370	250	14
Sr-Unit	1970 ～ 1971	21	20	6
Th-232	1974 ～ 1974	4	4	1
Th系列	1983 ～ 1983	5	5	1
U(※1)	1975 ～ 2011	919	907	4
U-234	1990 ～ 2012	115	115	1
U-235	1990 ～ 2012	115	115	1
U-238	1989 ～ 2012	403	401	3
U系列	1983 ～ 1983	5	5	1
Zn-65	1970 ～ 2011	49	0	4
Zr-95	1981 ～ 2011	121	7	4

※1: 単位系が異なる調査が混在する(n=712(mg/kg)、207(Bq/kg))

2.2 個別の核種の存在状況

(1) Ac-228

- Ac-228 の調査は青森県でのみ実施されており、1990 年頃に検出されているが、近年は検出されていない（図 2-1-1）。
- なお、Ac-228 は Th-232 系列核種で、地域や物質で差はあるものの通常の天然の土壤岩石などに含まれているもので、半減期は 6.13 時間である（放医研 web 情報¹⁶による）。

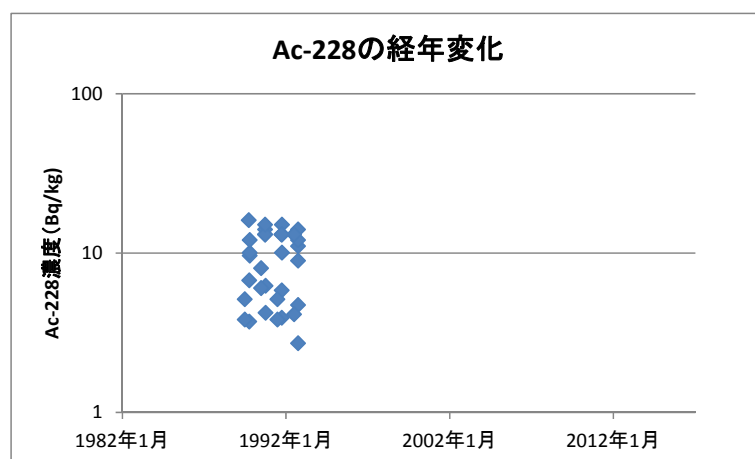


図 2-1-1 Ac-228 の検出状況の経年変化

表 2-1-1 Ac-228 の検出状況（近年 20 年間）

自治体	年度	調査回数	検出回数	最大値 (Bq/kg)	参考(事故後のみ)		
					調査回数	検出回数	最大値 (Bq/kg)
02 青森県	1992 ～ 2011	160	8	14.0	1	0	
総計	1992 ～ 2011	160	8	14.0	1	0	

¹⁶ http://www.nirs.go.jp/db/anzendb/NORMDB/1_yougosyuu.php

(2) Am-241

- Am-241 の調査は青森県のみで実施されている（図 2-2-1）。
- なお、Am-241 は人工放射性物質で、エックス線や α 線の放射線源に広く利用されており、半減期は 432 年である（原子力委員会 用語解説集¹⁷ から引用）。

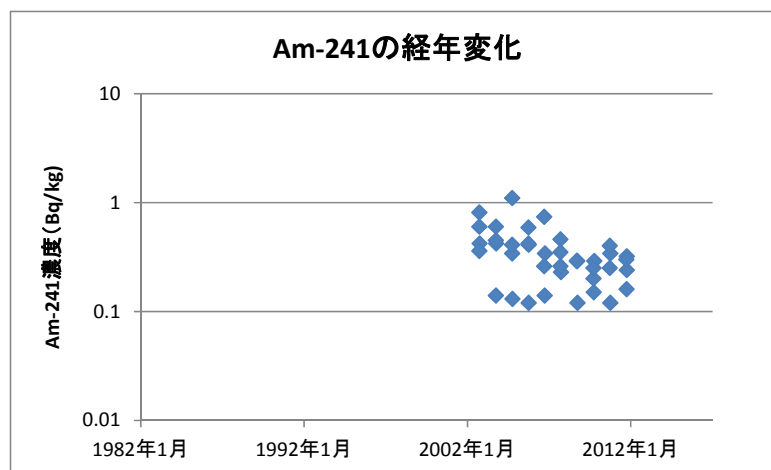


図 2-2-1 Am-241 の検出状況の経年変化

表 2-2-1 Am-241 の検出状況（近年 20 年間）

自治体	年度	調査回数	検出回数	最大値 (Bq/kg)	参考(事故後のみ)		
					調査回数	検出回数	最大値 (Bq/kg)
02 青森県	2002 ～ 2011	40	40	1.1	4	4	0.32
総計	2002 ～ 2011	40	40	1.1	4	4	0.32

¹⁷<http://www.aec.go.jp/jicst/NC/senmon/old/backend/siryo/back27/4sanko13.htm>

(3) Bi-214

- Bi-214 の調査は青森県のみで実施されており、1990 年頃に検出されているが、近年は検出されていない（図 2-3-1）。
- なお、Bi-214 はウラン系列核種で、地域や物質で差はあるものの通常の天然の土壤岩石などに含まれているもので、半減期は 19.9 分である（放医研 web 情報¹⁸による）。

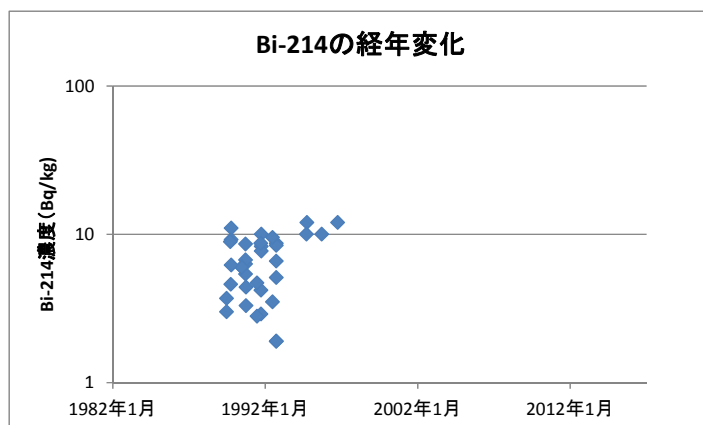


図 2-3-1 Bi-214 の検出状況の経年変化

表 2-3-1 Bi-214 の検出状況（近年 20 年間）

自治体	年度	調査回数	検出回数	最大値 (Bq/kg)	参考(事故後のみ)		
					調査回数	検出回数	最大値 (Bq/kg)
02 青森県	1992 ～ 2011	160	12	12	8	0	
総計	1992 ～ 2011	160	12	12	8	0	

¹⁸ http://www.nirs.go.jp/db/anzendb/NORMDB/1_yougosyuu.php

(4) Ce-144

- Ce-144 の調査は全国 8 都府県で実施されており、1980 年頃まで検出されているが、近年は検出されていない（図 2-4-1）。
- なお、Ce-144 はウランの核分裂で生成する核種で、ベータ線とガンマ線を放出する。半減期は 285 日である（環境放射能 web 情報¹⁹による）。

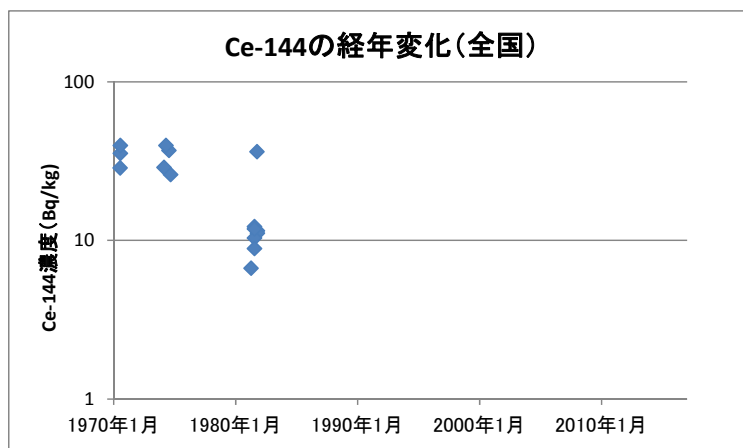


図 2-4-1 Ce-144 の検出状況の経年変化

表 2-4-1 Ce-144 の検出状況（自治体別集約表）（全データ）

自治体	年度	調査回数	検出回数	最大値 (Bq/kg)	参考(事故後のみ)		
					調査回数	検出回数	最大値 (Bq/kg)
02 青森県	1989 ～ 2011	184	0		8	0	
08 茨城県	1980 ～ 2011	64	1	36.26	2	0	
13 東京都	1970 ～ 1970	1	1	39.66	0	0	
15 新潟県	1970 ～ 1970	1	1	35.30	0	0	
18 福井県	1983 ～ 1983	5	0		0	0	
22 静岡県	1981 ～ 1989	74	7	12.21	0	0	
27 大阪府	1970 ～ 2011	21	1	28.56	2	0	
41 佐賀県	1973 ～ 2011	31	4	39.66	2	0	
総計	1970 ～ 2011	192	15	39.66	14	0	

¹⁹ http://search.kankyo-hoshano.go.jp/food/yougo/yougo_11.html

(5) Co-60

- Co-60 の調査は全国 10 都府県で実施されており、1980 年代中頃まで検出されているが、近年は検出されていない（図 2-5-1）。
- なお、Co-60 は原子炉内で生成する核種で、半減期は 5.272 日である（原子力委員会 用語解説集²⁰ から引用）。

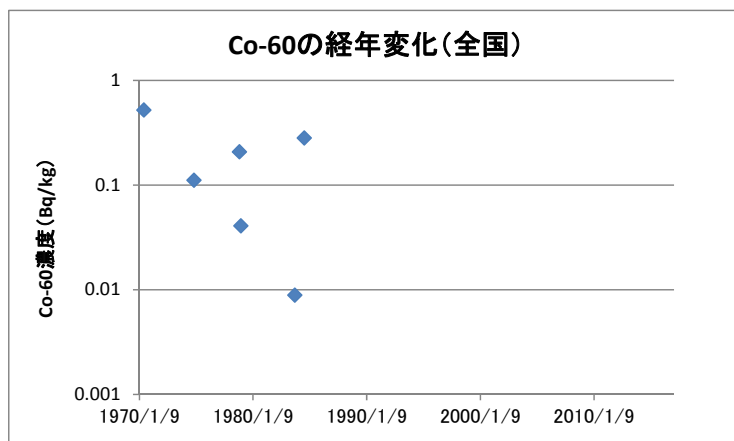


図 2-5-1 Co-60 の検出状況の経年変化

表 2-5-1 Co-60 の検出状況（自治体別集約表）（全データ）

自治体	年度	調査回数	検出回数	最大値 (Bq/kg)	参考(事故後のみ)		
					調査回数	検出回数	最大値 (Bq/kg)
02 青森県	1989 ~ 2011	184	0		8	0	
08 茨城県	1980 ~ 2011	64	0		2	0	
13 東京都	1970 ~ 1970	1	0		0	0	
15 新潟県	1970 ~ 1970	1	0		0	0	
18 福井県	1978 ~ 1984	11	4	0.28	0	0	
20 長野県	1970 ~ 1974	2	2	0.52	0	0	
22 静岡県	1981 ~ 1989	74	0		0	0	
27 大阪府	1970 ~ 2011	21	0		2	0	
41 佐賀県	1975 ~ 2011	74	0		2	0	
46 鹿児島県	1978 ~ 2011	65	0		2	0	
総計	1970 ~ 2011	497	6	0.52	16	0	

²⁰ <http://www.aec.go.jp/jicst/NC/senmon/old/backend/siryo/back27/4sanko13.htm>

(6) Cs-134

- Cs-134 の調査は 13 都府県で実施されており、事故前には全く検出されなかったが、事故後には複数点で検出されている（図 2-6-1）。

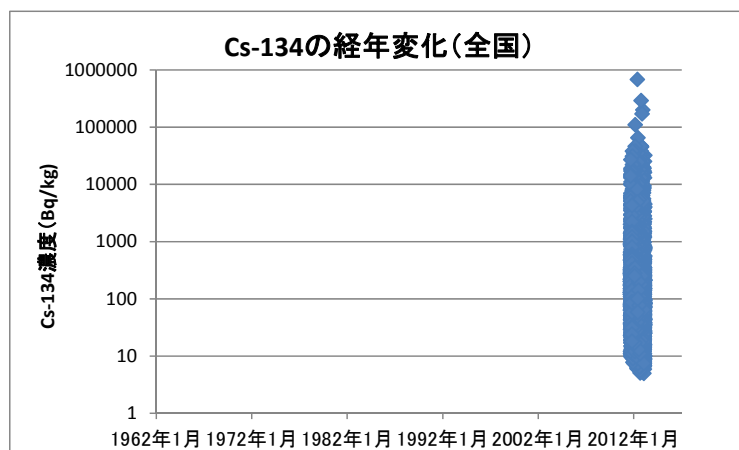


図 2-6-1 Cs-134 の検出状況の経年変化

表 2-6-1 Cs-134 の検出状況（自治体別集約表）（全データ）

自治体	事故前				事故後		
	年度	調査回数	検出回数	最大値(Bq/kg)	調査回数	検出回数	最大値(Bq/kg)
02 青森県	1989 ～ 2010	176	0		8	0	
03 岩手県	～	0	0		82	81	440
04 宮城県	～	0	0		395	381	5,000
06 山形県	～	0	0		12	7	190
07 福島県	～	0	0		1824	1733	290,000
08 茨城県	～	0	0		425	413	2,600
09 栃木県	～	0	0		473	431	2,800
10 群馬県	～	0	0		398	340	2,000
11 埼玉県	～	0	0		10	9	240
12 千葉県	～	0	0		329	329	680,000
13 東京都	～	0	0		15	15	350
27 大阪府	2002 ～ 2010	18	0		2	0	
41 佐賀県	1999 ～ 2010	24	0		2	0	
総計	1989 ～ 2010	218	0		3975	3739	680,000

(7) Cs-137

- Cs-137 の調査は 19 都府県で実施されており、経年変化をみると、事故前には徐々に減少している傾向が認められたが、事故後には高い値が検出されている（図 2-7-1）。

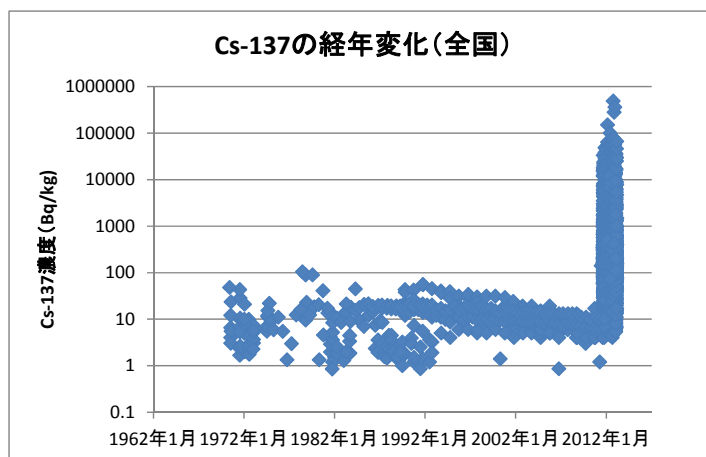


図 2-7-1 Cs-137 の検出状況の経年変化

表 2-7-1 Cs-137 の検出状況（自治体別集約表）（全データ）

自治体	事故前				事故後		
	年度	調査 回数	検出 回数	最大値 (Bq/kg)	調査 回数	検出 回数	最大値 (Bq/kg)
02 青森県	1989 ～ 2010	176	120	55	8	5	9
03 岩手県	0 ～ 0	0	0		82	82	660
04 宮城県	0 ～ 0	0	0		395	389	6,200
05 秋田県	1972 ～ 1972	2	2	5.513	0	0	
06 山形県	0 ～ 0	0	0	0	12	9	280
07 福島県	1971 ～ 1972	4	4	28.416	1824	1778	490,000
08 茨城県	1971 ～ 2010	67	11	12.58	405	401	3,400
09 栃木県	～	0	0		473	459	3,900
10 群馬県	～	0	0		398	377	2,600
11 埼玉県	～	0	0		10	10	340
12 千葉県	～	0	0		329	329	12,000
13 東京都	～	4	4	9.842	15	15	500
15 新潟県	～	12	12	43.327	0	0	
18 福井県	～	11	11	88.8	0	0	
20 長野県	～	2	2	48.1	0	0	
22 静岡県	～	74	34	8.88	0	0	
27 大阪府	～	26	8	12.099	2	1	1.2
41 佐賀県	1973 ～ 2010	77	76	20.424	2	2	6.9
46 鹿児島県	1978 ～ 2010	63	63	103.6	2	2	10
総計	1970 ～ 2010	518	347	103.6	3957	3859	490,000

(8) F

- ・F の調査は青森県、岡山県で実施されており、明瞭な経年変化はなく、また事故後にも増加の傾向は認められない（図 2-8-1）。
- ・なお、F は F-19 が安定した原子であり、複数の同位体（F-14～F-18）があるが、半減期は最長の F-18 で約 109 分である。F-18 は陽電子の放出核種として、医療用に用いられる（原子力委員会資料²¹による）。

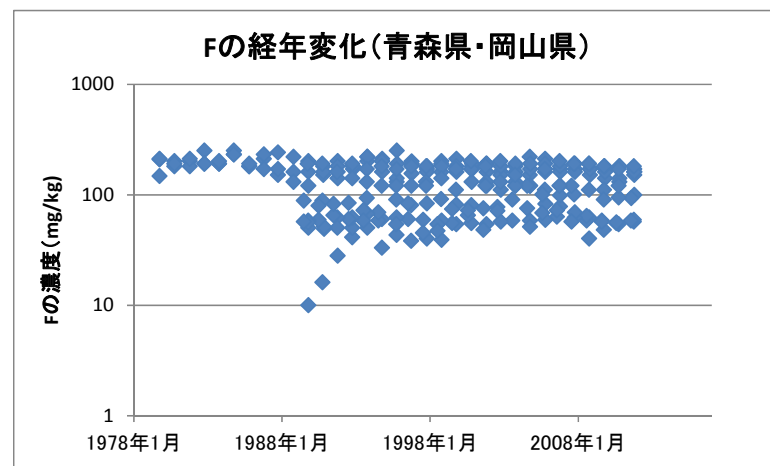


図 2-8-1 F の検出状況の経年変化

表 2-8-1 F の検出状況（自治体別集約表）（近年 20 年間）

自治体	年度	調査回数	検出回数	最大値 (mg/kg)	参考(事故後のみ)		
					調査回数	検出回数	最大値 (mg/kg)
02 青森県	1992 ～ 2011	140	140	200	7	7	180
33 岡山県	1992 ～ 2011	60	60	250	3	3	170
総計	1992 ～ 2011	200	200	250	10	10	180

²¹ <http://www.aec.go.jp/jicst/NC/senmon/seisaku/bosyu/100423/02.pdf>

(9) K-40

- K-40 の調査は青森県、大阪府、佐賀県で実施されており、明瞭な経年変化はなく、また事故後にも増加の傾向は認められない (図 2-9-1)。
- なお、K-40 は地球を起源とする原始放射性核種の一種で、半減期は約 12.7 億年である。地殻中含有量は地質等により変動があるが、通常は土壌 1 kg 当り 100～700Bq 程度である。²²

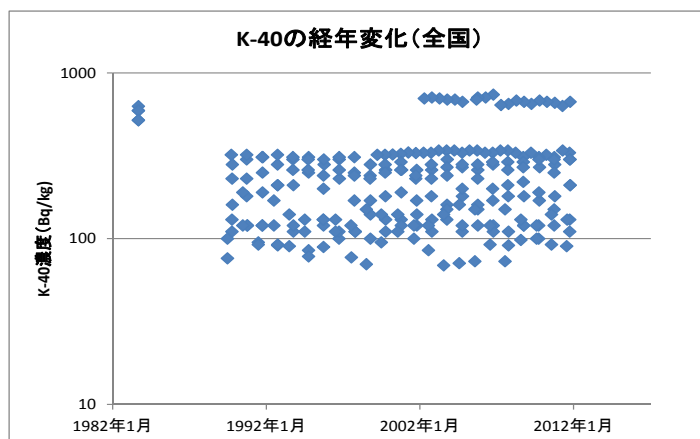


図 2-9-1 K-40 の検出状況の経年変化

表 2-9-1 K-40 の検出状況 (自治体別集約表) (近年 20 年間)

自治体	年度	調査回数	検出回数	最大値 (Bq/kg)	参考(事故後のみ)		
					調査回数	検出回数	最大値 (Bq/kg)
02 青森県	1992 ～ 2011	160	160	320	8	8	300
27 大阪府	2002 ～ 2011	20	20	740	2	2	670
41 佐賀県	1999 ～ 2011	26	26	340	2	2	340
総計	1992 ～ 2011	206	206	740	12	12	670

²² 原子力百科事典 ATOMICA から引用 (天然の放射性核種 (09-01-01-02))

(10) Mn-54

- Mn-54 の調査は全国 6 府県で実施されているが、検出率はごくわずかであった。
- 経年変化の状況は図 2-10-1 に示すとおりである。
- なお、Mn-54 は放射化によって鉄材中に生成されるもので、半減期は約 312.3 日である（文科学 web 情報²³ から引用）。

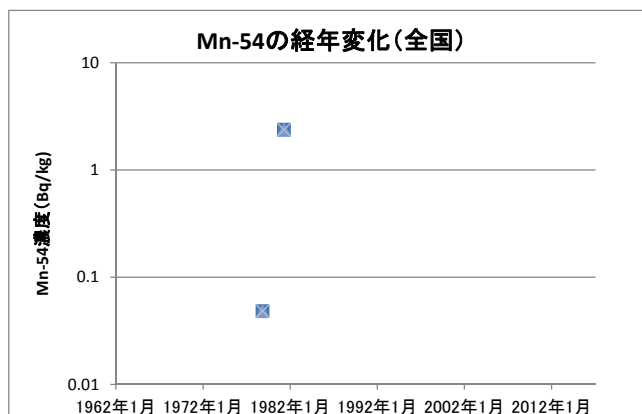


図 2-10-1 Mn-54 の検出状況の経年変化

表 2-10-1 Mn-54 の検出状況（自治体別集約表）（全データ）

自治体	年度	調査回数	検出回数	最大値 (Bq/kg)	参考(事故後のみ)		
					調査回数	検出回数	最大値 (Bq/kg)
02 青森県	1989 ～ 2011	184	0		8	0	
08 茨城県	1980 ～ 2011	64	0		2	0	
18 福井県	1978 ～ 1983	6	1	0.0481	0	0	
22 静岡県	1981 ～ 1989	74	1	2.368	0	0	
27 大阪府	2002 ～ 2011	20	0		2	0	
41 佐賀県	1999 ～ 2011	26	0		2	0	
総計	1978 ～ 2011	80	2	2.368	14	0	

²³ http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/gijyutu/004/004/attach/1267346.htm

(11) Nb-95

- Nb-95 の調査は茨城県、静岡県、大阪府で実施されており、1980 年頃に検出されているが、近年は検出されていない（図 2-11-1）。
- なお、Nb-95 は原子炉内でのウランの核分裂等によって生じ、半減期は約 35 日である（日本原燃等の報告書²⁴ から）。

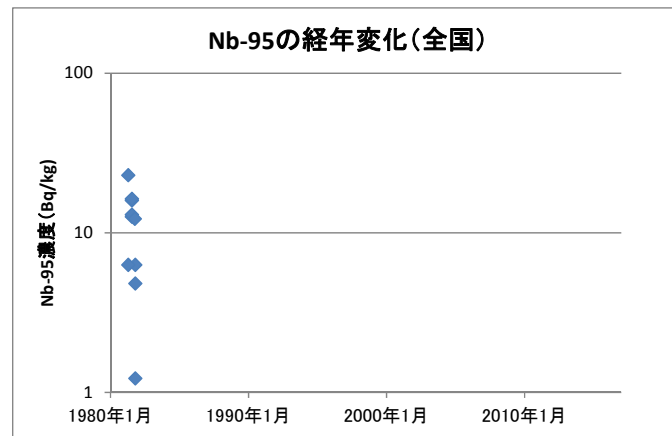


図 2-11-1 Nb-95 の検出状況の経年変化

表 2-11-1 Nb-95 の検出状況（自治体別集約表）（全データ）

自治体	年度	調査回数	検出回数	最大値 (Bq/kg)	参考(事故後のみ)		
					調査回数	検出回数	最大値 (Bq/kg)
08 茨城県	1981 ～ 1981	1	1	12.21	0	0	
22 静岡県	1981 ～ 1989	74	9	22.94	0	0	
27 大阪府	2002 ～ 2011	20	0		2	0	
総計	1981 ～ 2011	95	10	22.94	2	0	

²⁴ http://www.jaea.go.jp/04/be/docu_04/u-report.pdf

(12) Pu-239+Pu-240

- Pu-239+Pu-240 の調査は青森県のみで実施されており、経年変化の状況は図 2-12-1 に示すとおりである。
- なお、Pu-239、Pu-240 は岩石中にもごく微量に存在するが、主体は原子炉内での U-239 の崩壊によって Pu-239 が生じ、さらに Pu-240 が生じる（原子力委員会 用語解説集²⁵ から引用）。

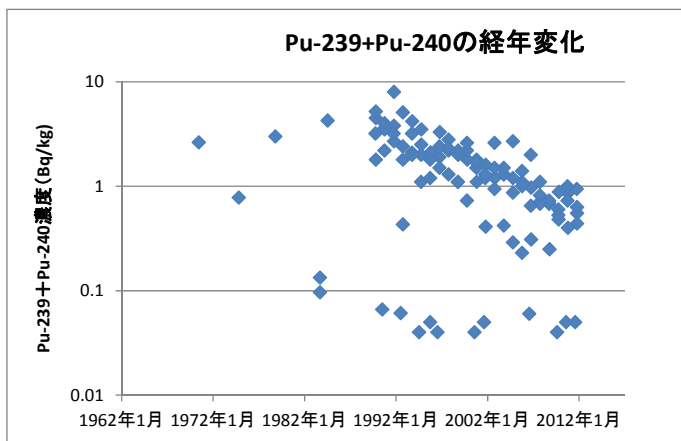


図 2-12-1 Pu-239+Pu-240 の検出状況の経年変化

表 2-12-1 Pu-239+Pu-240 の検出状況（近年 20 年間）

自治体	年度	調査回数	検出回数	最大値 (Bq/kg)	参考(事故後のみ)		
					調査回数	検出回数	最大値 (Bq/kg)
02 青森県	1992 ～ 2011	120	90	5.1	6	5	0.94
総計	1992 ～ 2011	120	90	5.1	6	5	0.94

²⁵<http://www.aec.go.jp/jicst/NC/senmon/old/backend/siryo/back27/4sanko13.htm>

(13) Ra-226

- Ra-226 の調査は岡山県のみで実施されており、経年変化の状況は図 2-13-1 に示すとおりである。
- なお、Pa-226 はウラン系列の核種で、通常の天然の土壤岩石などに含まれており、半減期は 1600 年である（環境放射能 web 情報²⁶による）。

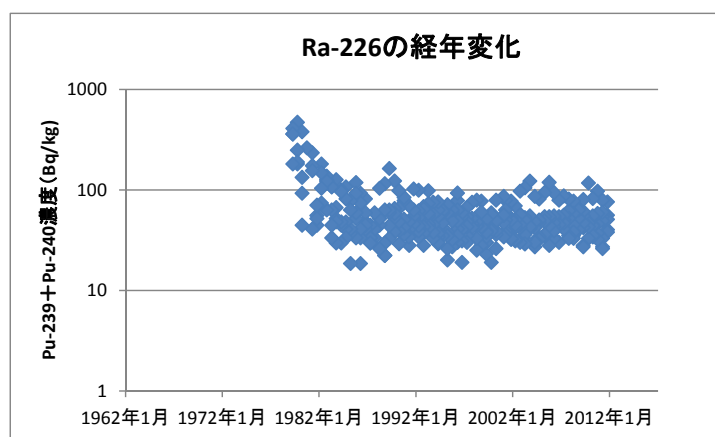


図 2-13-1 Ra-226 の検出状況の経年変化

表 2-13-1 Ra-226 の検出状況（近年 20 年間）

自治体	年度	調査回数	検出回数	最大値 (Bq/kg)	参考(事故後のみ)		
					調査回数	検出回数	最大値 (Bq/kg)
33 岡山県	1992 ～ 2011	240	240	122	12	12	79
総計	1992 ～ 2011	240	240	122	12	12	79

²⁶ http://search.kankyo-hoshano.go.jp/food/yougo/yougo_11.html

(14) Sr-90

- ・ Sr-90 の調査は全国 13 都府県で実施されており、事故前は徐々に減少の傾向にあったが、事故後には高い値が検出されている（図 2-14-1）。

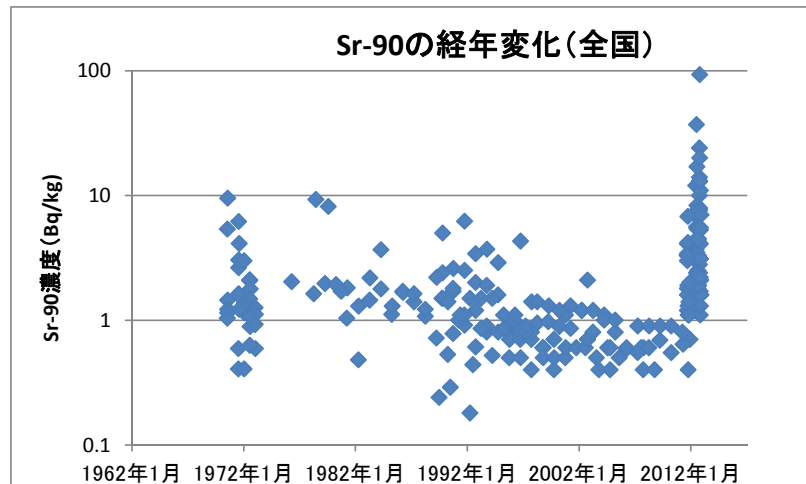


図 2-14-1 Sr-90 の検出状況の経年変化

表 2-14-1 Sr-90 の検出状況（自治体別集約表）（全データ）

自治体	事故前				事故後		
	年度	調査回数	検出回数	最大値 (Bq/kg)	調査回数	検出回数	最大値 (Bq/kg)
02 青森県	1989 ～ 2010	110	62	6.2	5	0	
04 宮城県	～	0	0		15	6	2.1
05 秋田県	1972 ～ 1972	2	2	2.1	0	0	
07 福島県	1971 ～ 1972	4	4	6.2	97	66	93.0
08 茨城県	1971 ～ 1972	5	2	0.6	13	5	7.0
09 栃木県	～	0	0		6	3	1.6
10 群馬県	～	0	0		6	4	2.2
12 千葉県	～	0	0		10	3	4.4
13 東京都	1970 ～ 1972	4	4	1.5	2	0	
15 新潟県	1970 ～ 1972	8	8	9.5	0	0	
18 福井県	1971 ～ 1972	4	4	1.6	0	0	
27 大阪府	1970 ～ 1972	8	8	5.4	0	0	
41 佐賀県	1975 ～ 2010	36	34	2.0	1	1	0.6
46 鹿児島県	1978 ～ 2010	33	33	9.3	1	1	0.8
総計	1970 ～ 2010	214	161	9.5	156	89	93.0

(15) U

- ・Uについては、単位系が異なる2種類の調査が実施されているため、それぞれについて整理した。
- ・U (mg/kg)の調査は神奈川県及び大阪府で、U (Bq/kg)の調査は青森県で実施されており、それぞれの経年変化の状況は図 2-15-1 に示すとおりである。

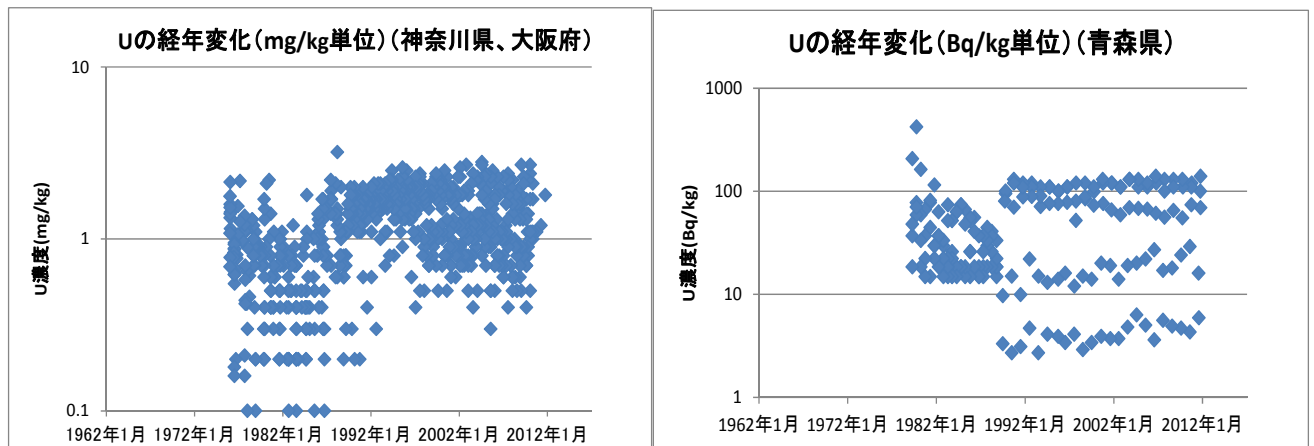


図 2-15-1 U の検出状況の経年変化

表 2-15-1 U の検出状況（自治体別集約表）（近年 20 年間）

自治体	年度	調査回数	検出回数	最大値 (mg/kg)	参考(事故後のみ)		
					調査回数	検出回数	最大値 (mg/kg)
14 神奈川県	1992 ～ 2010	362	362	2.8	0	0	
27 大阪府	2002 ～ 2011	19	19	1.8	2	2	1.8
総計	1992 ～ 2011	381	381	2.8	2	2	1.8

自治体	年度	調査回数	検出回数	最大値 (Bq/kg)	参考(事故後のみ)		
					調査回数	検出回数	最大値 (Bq/kg)
02 青森県	1992 ～ 2011	100	100	140	5	5	140
総計	1992 ～ 2011	100	100	140	5	5	140

(16) U-234、U-235

- ・U-234 及び U-235 の調査は鳥取県のみで実施されており、経年変化の状況は図 2-16-1 に示すとおりである。

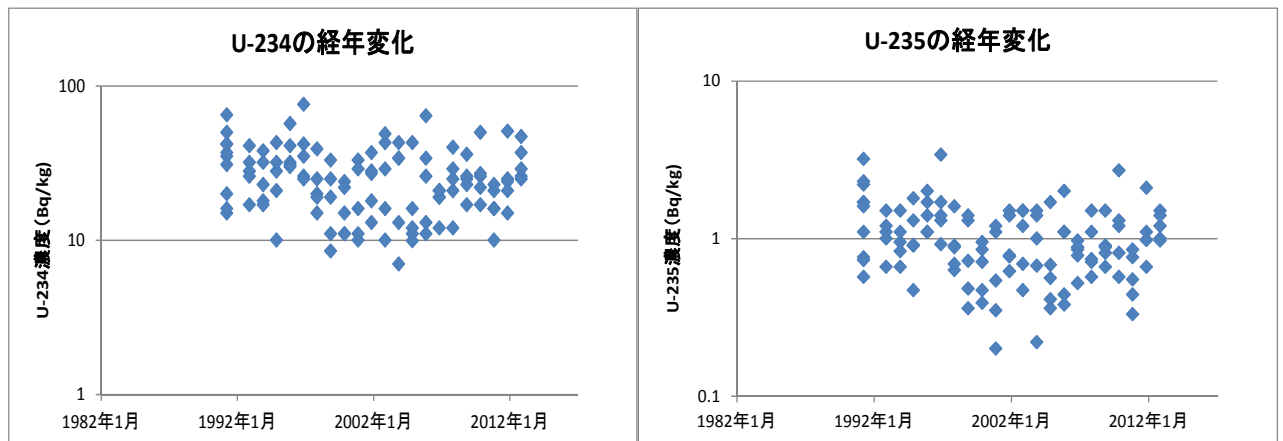


図 2-16-1 U-234 及び U-235 の検出状況の経年変化

表 2-16-1 U-234 及び U-235 の検出状況（近年 20 年間）

自治体	年度	調査回数	検出回数	最大値 (Bq/kg)	参考(事故後のみ)		
					調査回数	検出回数	最大値 (Bq/kg)
31 鳥取県	2012 ～ 1992	105	105	76	10	10	51
総計	2012 ～ 1992	105	105	76	10	10	51

自治体	年度	調査回数	検出回数	最大値 (Bq/kg)	参考(事故後のみ)		
					調査回数	検出回数	最大値 (Bq/kg)
31 鳥取県	1992 ～ 2012	105	105	3.4	10	10	2.1
総計	1992 ～ 2012	105	105	3.4	10	10	2.1

(17) U-238

- ・U-238 の調査は鳥取県、岡山県、神奈川県で実施されているが、神奈川県での表示単位は他と異なるため、区別して整理した。
- ・経年変化の状況は図 2-17-1 に示すとおりである。

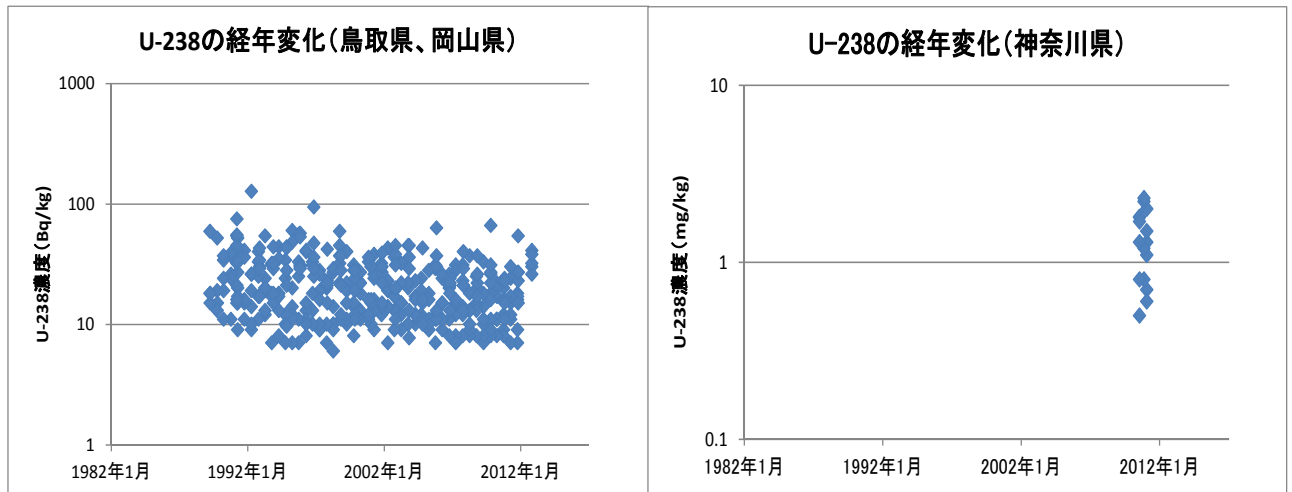


図 2-17-1 U-238 の検出状況の経年変化

表 2-17-1 U-238 の検出状況（自治体別集約表）（近年 20 年間）

自治体	年度	調査回数	検出回数	最大値 (Bq/kg)	参考(事故後のみ)		
					調査回数	検出回数	最大値 (Bq/kg)
31 鳥取県	1992 ～ 2012	105	105	94	10	10	54
33 岡山県	1992 ～ 2011	240	240	127	12	12	30
総計	1992 ～ 2012	345	345	127	22	22	54

自治体	年度	調査回数	検出回数	最大値 (mg/kg)
14 神奈川県	2010 ～ 2010	16	16	2.3
総計	2010 ～ 2010	16	16	2.3

(18) Zr-95

- Zr-95 の調査は全国 4 府県で実施されており、1980 年頃に検出されているが、近年は検出されていない（図 2-18-1）。
- なお、Zr-95 は原子炉内でのウランの核分裂等によって生じ、半減期は約 64 日である（日本原燃等の報告書²⁷ から）。

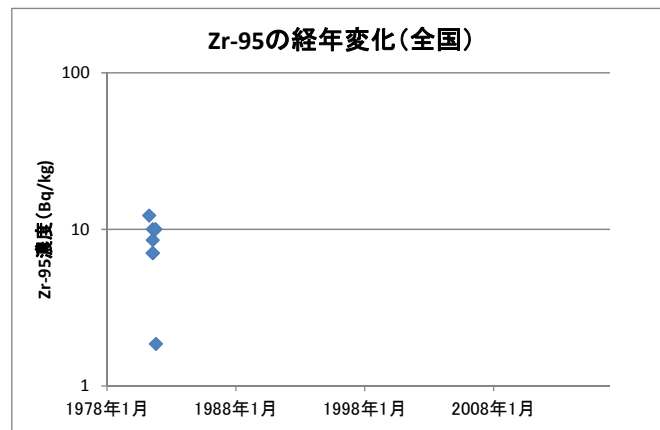


図 2-18-1 Zr-95 の検出状況の経年変化

表 2-18-1 Zr-95 の検出状況（自治体別集約表）（全データ）

自治体	年度	調査回数	検出回数	最大値 (Bq/kg)	参考(事故後のみ)		
					調査回数	検出回数	最大値 (Bq/kg)
08 茨城県	1981 ～ 1981	1	1	9.99	0	0	
22 静岡県	1981 ～ 1989	74	6	12.21	0	0	
27 大阪府	2002 ～ 2010	18	0		2	0	
41 佐賀県	1999 ～ 2010	24	0		2	0	
総計	1981 ～ 2010	117	7	12.21	4	0	

²⁷ http://www.jaea.go.jp/04/be/docu_04/u-report.pdf

VII. 放射性物質の分析方法

1. 放射線の種類

放射線とは、荷電粒子（ α 線、陽子、重イオン等）、電子（ β 線）、中性子等からなる高エネルギー粒子線と、 γ 線やX線の波長の短い電磁波を総称したものである。一般には、物質を通過する際にその相互作用により物質を直接あるいは間接に電離する能力を有する電離放射線を放射線と呼んでいる。

α 線はHe原子核であり、その飛程は非常に短い（通常は紙や数cmの空気層で止まる）一方で、透過性が低く周囲の狭い範囲に大きなエネルギーを付与するので内部被曝の影響は大きい。 β 線は電子であり、その飛程は α 線よりは長いが γ 線よりは非常に短い（通常は数mmのAl板や1cm程度のプラスチック板で止まる）。 γ 線は電磁波であり、物質中を通過する際に光電効果、コンプトン効果、電子対生成等によってそのエネルギーを失う。 α 線や β 線と比較すると飛程は長いが電離作用は弱い。

2. 環境モニタリングで使用される放射性物質の分析方法

2.1 空間線量率の測定

(1) 目的

空間線量率を測定し、異状の有無を監視する。空間線量率とは対象とする空間の単位時間当たりの放射線量を示すものであるが、通常の測定対象は γ 線及びX線である。

(2) 測定方法

放射能測定法シリーズ 17「連続モニタによる環境 γ 線測定法」(平成8年改訂)²⁸に従う。通常は、固体シンチレータ（放射線があたると蛍光を発する性質を持つもの）の一種であるNaIを用いて γ 線の放射を検出するNaIシンチレーションサーベイメータを使用する。

また、放射線の放出源からの距離や放出源の大きさで検出される γ 線量が異なるので（点源の場合、線量は距離の二乗に反比例する）、対象の物質に含まれる放射性物質の量への換算はできない。

(3) 対象核種

γ 線を放出するほとんどの核種を測定できる。

Be-7、K-40、Co-60、I-131、Cs-134、Cs-137等。

(4) 注意事項

- 放射線の放出源からの距離や放出源の大きさで検出される γ 線量が異なるので、測定点の情報が重要である。
- 核種の同定はできない。

2.2 ガンマ線スペクトロメトリ

(1) 目的

γ 線のエネルギースペクトルを測定し、放射性物質の核種や放射能を求める。

(2) 測定方法

放射能測定法シリーズ 7「ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー」

²⁸ <http://www.kankyo-hoshano.go.jp/series/lib/No17.pdf>

(平成4年改訂)²⁹に従う。エネルギー分解能に優れており、エネルギースペクトルを精密に測定できるので、核種の同定が可能である。

(3) 対象核種

γ 線を放出するほとんどの核種（ごく低エネルギーのガンマ線を放出する核種は測定できない）を同時に測定できる。Be-7、K-40、Co-60、I-131、Cs-134、Cs-137等。

2.3 全ベータ放射能測定

(1) 目的

環境中の β 線放出核種の濃度を測定し、異状の有無を監視する。核種の判定はできないが、簡便に放射能の汚染状況をチェックできるため、スクリーニング等に使用される。

(2) 測定方法

放射能測定法シリーズ 1「全ベータ放射能測定法」（昭和51年改訂）³⁰に従う。試料水（蒸発濃縮・乾固したもの）や、灰化物、沈殿試料等について、GM計数管（ β 線計測可能なもの）で計数する。

(3) 対象核種

H-3、C-14等以外の核種。例えば、P-32、Co-60、Sr-89、Sr-90、Y-90、Tc-99、I-131等。

(4) 注意事項

- ・ 核種の同定はできない。
- ・ エネルギーの低い β 線を放出するH-3やC-14等では、 β 線が試料自体による自己吸収や試料と検出器との間の空気層等で吸収されてしまうためにGM計数管では測定が難しい。
- ・ 蒸発濃縮等の前処理をすることによって、原試料の濃度が低い場合でも検出が可能である。

2.4 全アルファ放射能測定

(1) 目的

環境中の α 線放出核種の濃度を測定し、異状の有無を監視する。核種の判定はできないが、スクリーニング等に使用される。大気に関しては、2.2 全ベータ放射能測定と合せて β/α 比を監視する（天然放射性核種による β/α 比はほぼ一定なので、変動があった場合には人工放射性核種の放出が疑われる）ことによって人工放射能の放出の有無を監視するためにも使用される。

(2) 測定方法

放射能測定法シリーズ 31「環境試料中全アルファ放射能迅速分析法」（平成16年）³¹には、再処理施設の事故時に伴うプルトニウム等の超ウラン元素の放出核種を迅速に測定することを目的とした測定法が記載されている。

²⁹ <http://www.kankyo-hoshano.go.jp/series/lib/No7.pdf>

³⁰ <http://www.kankyo-hoshano.go.jp/series/lib/No1.pdf>

³¹ <http://www.kankyo-hoshano.go.jp/series/lib/No31.pdf>

(3) 対象核種

Pu-238、Pu-239、Pu-240、Pu-242、Am-241、Cm-242、Cm-243、Cm-244等。

(4) 注意事項

- ・ 核種の同定はできない。
- ・ U-238、U-234、Th-230、Ra-226、Rn-222、Po-218、Bi-214等の自然放射性核種の測定方法については放射能測定法シリーズ 31「環境試料中全アルファ放射能迅速分析法」（平成16年）には記載されていない。

2.5 個別核種の分析法

(1) 目的

多くの核種が混合している場合でも γ 線放出核種についてはスペクトロメトリによって核種を同定しその量を測定することが可能であるが、 α 線のみあるいは β 線のみ放出核種の場合にはそれではできないので、検出対象とする核種ごとに試料を前処理して測定することが必要になる。

(2) 測定方法

文部科学省放射能測定法シリーズ³²では、対象核種によっては、質量分析（ICP-MS 分析を含む）、化学分析（吸光光度、蛍光光度）等の方法が示されている（次表参照）。特に、環境中のウランやトリウム分析では、ICP-MS により U-238 や Th-232 を分析することが多い。

なお、放射性物質の分析では、試料の種類（水、土壌、生物等）によって種々の分離・濃縮操作が必要で、用いた方法によって検出下限値等が異なるため、それぞれに適した方法を用いることが必要である。

(3) 対象核種

文部科学省放射能測定法シリーズでは、以下のような核種の測定法について記載されている。
Sr-89、Sr-90、Cs-137、I-131、Co-60、Zr-95、H-3、Ru-106、Ce-144、Pu-238、Pu-239、Pu-240、U-234、U-235、U-238、Ra-234、Ra-236、Ra-238、Am-241、C-14、I-129、Cm-242、Cm-243、Cm-244、Np-237

(4) 注意事項

- ・ 対象核種に合わせた前処理法及び測定法を選択することが重要である。

³² http://www.kankyo-hoshano.go.jp/series/pdf_series_index.html

文部科学省 放射能測定シリーズでの代表的な放射性核種の分析方法の概要

放射性核種	No (*1)	規格・基準	分析方法等
H-3	9	トリチウム分析法	β 線計測（液体シンチレーションカウンタ） 前処理として蒸留(他の核種/塩類の除去)後の試料水を分析に供する。
Co-60	5	放射性コバルト分析法	β 線計測（低バックグラウンド β 線計測装置（GM計数装置）） 前処理として、水酸化物として沈殿、蒸発、溶解、イオン交換樹脂による分離を行う。 (水酸化物沈殿/蒸発/溶解⇒カラム吸着/分離⇒電着板吸着⇒ β 線計数)
Sr-90	2	放射性ストロンチウム分析法	β 線計測 試料水を蒸発乾固後、イオン交換法、発煙硝酸法またはシュウ酸塩法等で処理し、低バックグラウンド 2π ガスフロー計数装置により定量する。 (安定ストロンチウムの分析では ICP-MS も可能)
I-129	4	放射性ヨウ素分析法 (I-131)	β 線計測（牛乳試料のみ） イオン交換分離⇒ β 線が計測できる GM 計数管による計測 γ 線計測（空気中じん埃、降水、海水、野菜、牛乳、海藻） NaI シンチレーション検出器又は Ge 半導体検出器による計測
	26	ヨウ素-129分析法	β 線又は γ 線計測 前処理として、活性炭吸着法又はアルカリ溶液吸収法で濃縮する。(濃縮⇒蒸発/乾燥⇒低バックグラウンド計測装置による β 線測定 or γ 線スペクトロメトリ) 中性子放射化分析法 原子炉で中性子照射し生成する I-130 の γ 線を測定
	32	環境試料中ヨウ素-129迅速分析法	質量分析 ICP-MS による質量分析 前処理として、固相抽出法で分離/生成する。
Cs-137	3	放射性セシウム分析法 (Cs-137)	β 線計測（低バックグラウンド β 線計測装置（GM計数装置））試料の種類によって、種々の分離・濃縮等の操作が必要で、例えば、水試料では、蒸発あるいはイオン交換吸着等による分離操作が必要である。 γ 線計測 [上記の β 線計測による分析法は昭和 51 年改訂版によるもので、現状ではゲルマニウム検出器による γ 線計測（Cs-137 が崩壊して生成される Ba-137m からの γ 線）が行われている。]
Pu-239 + Pu-240 Pu-238	12	プルトニウム分析法	α 線スペクトル計測（シリコン半導体検出） イオン交換又は溶媒抽出により分離精製⇒ステンレス板に電着⇒シリコン半導体検出
U	14	ウラン分析法	化学分析（対象の試料の種類で操作が異なる） 分離・精製（キレート樹脂、水酸化鉄共沈、TBP 抽出、イオン交換）⇒化学分析（吸光光度、蛍光光度） α 線スペクトル計測（シリコン半導体検出） （上記と同様の分離・精製方法） 質量分析（ICP-MS 分析） 土壌等の固体試料は硝酸溶液で溶解後に測定
Ra	19	ラジウム分析法	（対象の試料の種類で分析方法等が異なる） α 線スペクトル計測（液体シンチレーション、Zn(S) シンチレーション、電離箱） 荷電粒子測定（ 2π ガスフロー比例計数管） (また、試料の前処理、分離・精製は対象試料の種類により、イオン交換、Ba(Pb) S04 共沈捕集、全分解又は酸抽出、EDTA 洗浄、BaS04 再沈殿、EDTA 又はリン酸分解による溶液化等の前処理、分離・精製が行われる)

* 1 : 文部科学省 放射能測定シリーズ No (放射能測定シリーズの全体は参考を示す)

【参考】

文部科学省 放射能測定シリーズ一覧

No.	書名	制定（改訂）
1	全ベータ放射能測定法	昭和 51 年 9 月（2 訂）
2	放射性ストロンチウム分析法	平成 15 年 7 月（4 訂）
3	放射性セシウム分析法	昭和 51 年 9 月（1 訂）
4	放射性ヨウ素分析法	平成 8 年 3 月（2 訂）
5	放射性コバルト分析法	平成 2 年 2 月（1 訂）
6	NaI（TI）シンチレーションスペクトロメータ機器分析法	昭和 49 年 1 月
7	ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー	平成 4 年 8 月（3 訂）
8	放射性ジルコニウム分析法	昭和 51 年 9 月
9	トリチウム分析法	平成 14 年 7 月（2 訂）
10	放射性ルテニウム分析法	平成 8 年 3 月（1 訂）
11	放射性セリウム分析法	昭和 52 年 10 月
12	プルトニウム分析法	平成 2 年 11 月（1 訂）
13	ゲルマニウム半導体検出器等を用いる機器分析のための試料の前処理法	昭和 57 年 7 月
14	ウラン分析法	平成 14 年 7 月（2 訂）
15	緊急時における放射性ヨウ素測定法	平成 14 年 7 月（1 訂）
16	環境試料採取法	昭和 58 年 12 月
17	連続モニタによる環境 γ 線測定法	平成 8 年 3 月（1 訂）
18	熱ルミネセンス線量計を用いた環境 γ 線量測定法	平成 2 年 2 月（1 訂）
19	ラジウム分析法	平成 2 年 2 月
20	空間 γ 線スペクトル測定法	平成 2 年 2 月
21	アメリシウム分析法	平成 2 年 11 月
22	プルトニウム・アメリシウム逐次分析法	平成 2 年 11 月
23	液体シンチレーションカウンタによる放射性核種分析法	平成 8 年 3 月（1 訂）
24	緊急時におけるガンマ線スペクトロメトリーののための試料前処理法	平成 4 年 8 月
25	放射性炭素分析法	平成 5 年 9 月
26	ヨウ素-129 分析法	平成 8 年 3 月
27	蛍光ガラス線量計を用いた環境 γ 線量測定法	平成 14 年 7 月
28	環境試料中プルトニウム迅速分析法	平成 14 年 7 月
29	緊急時におけるガンマ線スペクトル解析法	平成 16 年 2 月
30	環境試料中アメリシウム 241、キュリウム迅速分析法	平成 16 年 2 月
31	環境試料中全アルファ放射能迅速分析法	平成 16 年 2 月
32	環境試料中ヨウ素 129 迅速分析法	平成 16 年 2 月
33	ゲルマニウム半導体検出器を用いた in-situ 測定法	平成 20 年 3 月
34	環境試料中ネプツニウム 237 迅速分析法	平成 20 年 3 月

(http://www.kankyo-hoshano.go.jp/series/pdf_series_index.html より)