

資料

三重県における2008年度環境放射能調査結果

吉村英基, 森 康則, 前田 明, 志村恭子

The Report of Environmental Radioactivity in Mie Prefecture (April 2008 ~ March 2009)

Hideki YOSHIMURA, Yasunori MORI, Akira MAEDA, and Kyoko SHIMURA

文部科学省の委託により 2008 年度に実施した三重県における, 降水中の全ベータ放射能測定, 降下物, 大気浮遊じん, 淡水, 土壌, 蛇口水, 各種食品試料および日常食のガンマ線放出核種 (I-131, Cs-137, K-40) 分析, ならびに空間放射線量率測定の結果について報告する.

2008 年度の環境および食品中の放射能レベルは, すべて平常値であった.

核種分析においては, 人工放射性核種である Cs-137, 天然放射性核種である K-40 が, 一部試料から検出されているが, 過去の検出状況および全国の調査結果と比較して特に問題は認められなかった.

降水中の全ベータ放射能, モニタリングポストを用いた空間放射線量率の連続測定およびサーベイメータを用いた月 1 回の空間放射線量率の測定結果でも, 異常は認められなかった.

キーワード: 環境放射能, 核種分析, 全ベータ放射能, 空間放射線量率

はじめに

日本における環境放射能調査は, 1954 年のピキニ環礁での核爆発実験を契機に開始され, 1961 年から再開された米ソ大気圏核実験, 1979 年スリーマイル島事故, 1986 年チェルノブイリ原発事故を経て, 原発施設等からの影響の有無などの正確な評価を可能とするため, 現在では全都道府県で環境放射能水準調査事業が実施されている¹⁾.

三重県でも日常の放射能レベルを把握するため, 1988 年度から同事業に基づき, 降水中の全ベータ放射能測定, 降下物, 大気浮遊じん, 淡水, 土壌, 蛇口水, 各種食品試料および日常食のガンマ線放出核種 (I-131, Cs-137, K-40) 分析ならびに空間放射線量率測定を実施している.

今回は, 2008 年度に実施した調査結果を報告する.

方 法

1. 調査の対象

調査対象は, 定時降水 (降雨), 降下物, 大気浮遊じん, 土壌, 淡水 (河川水), 蛇口水, 日常食, 穀類, 農産物, 牛乳, 海産生物および空間放射線量率である.

表 1 に項目, 試料の種別, 採取場所等を示す.

2. 採取および測定の方法

試料の採取, 処理および測定は, 「環境放射能水準調査委託実施計画書」(文部科学省)¹⁾に基づき実施した.

1) 全ベータ放射能測定

試料の採取: 三重県四日市市 (34° 59' 31" N, 136° 29' 06" E) の当所屋上 (地上 18.6m) に設置した採取装置で, 1 日の降雨量 1mm 以上 (毎 09:00 時点) の雨水について採取し, その 200mL (それ以下の場合は全量) を試料とした.

前処理：試料 200mL にヨウ素担体 (1mgI/mL) 1mL, 0.05mol 硝酸銀 2mL および硝酸(1+1)数滴を加え加熱濃縮し, ステンレス製蒸発皿(50mm) で蒸発乾固した。

測定：比較試料は, 酸化ウラン (U_3O_8 : 日本

アイソトープ協会製 線比較線源 50Bq) を用いた。採取 6 時間後に測定を行い, 測定時間は測定試料, 比較試料, バックグラウンド試料(空試料)それぞれ測定時間を 40 分として 線自動測定装置で測定した。

表1 放射能調査の試料種別の採取時期および場所

項目	試料の種別	採取月等	採取場所
全ベータ放射能	降水(雨水)	降水毎(09:00)	三重県四日市市桜町
ガンマ線核種分析	降下物(雨水+ちり)	毎月(1月間)	三重県四日市市桜町
	大気浮遊じん	四半期(3ヶ月間)	三重県四日市市桜町
	淡水(河川水)	2008年10月	三重県亀山市関町(鈴鹿川)
	土壌(草地)	2008年7月	三重県三重郡菟野町
	蛇口水	2008年6月	三重県四日市市桜町
	穀類(精米)	2008年9月	三重県松阪市東黒部町
	茶(荒茶)	2008年5月	三重県亀山市・多気郡大台町
	牛乳	2008年8月	三重県度会郡大紀町
	ほうれんそう	2008年11月	三重県四日市市楠町
	だいこん	2008年12月	三重県多気郡明和町
	まだい	2008年5月	三重県北牟婁郡紀北町(熊野灘)
	あさり	2008年5月	三重県伊勢市(伊勢湾沿岸)
	わかめ	2009年2月	三重県鳥羽市(答志島沖)
	日常食	2008年6月・12月	三重県津市内
空間放射線量率	-	連続/毎月1回	三重県四日市市桜町

2) 核種分析

降下物：三重県四日市市の当所屋上に設置した大型水盤で, 1ヶ月間に降下した雨水およびちりを採取し, 濃縮後全量を U-8 容器に移し乾固して測定試料とした。

大気浮遊じん：三重県四日市市の当所屋上に設置したハイボリュームエアサンプラを用いて, 3ヶ月間で 10,000m³ 以上(流速 60.0m³/hr, 24hr, 10回/3ヶ月)の大気を吸引し, 浮遊じんをろ紙(ADVANTEC HE-40T)上に採取した。このろ紙試料を裁断し分取して U-8 容器に充填したものを測定試料とした。

土壌：三重県三重郡菟野町地内の草地(山砂土)を梅雨明け後, 2~3日降雨がない日に深度 0~5cm, 5~20cm のものを均一に採取し, これを 105 で乾燥後, ふるい(2mm メッシュ)を通し乾燥細土を得て U-8 容器に分取したものを測定試料とした。

淡水：鈴鹿川の河川水を, 三重県亀山市関町地内(勸進橋下)で 100L 採取し, 酸固定(HCl (1+1)2mL/L)濃縮後, 全量を U-8 容器に移し乾固して測定試料とした。

蛇口水：三重県四日市市の当所 1階蛇口水を, 100L 採取し濃縮後, 全量を U-8 容器に移し乾固して測定試料とした。

食品：日常食は, 年 2回(6月, 12月)津市在住者 5名に協力を得, 陰膳方式により採取した。5人1日分全量を濃縮し, 蒸発皿で炭化後, 電気炉(450, 24時間)で灰化, 磨砕後, ふるい(0.35mm メッシュ)を通して異物を除去した上で U-8 容器に分取して測定試料とした。精米および牛乳は, 各年 1回, 約 2kg を 2L マリネリ容器に入れ測定試料とした。農産物(茶, 野菜), 海産物(まだい, あさり, わかめ)は, 各年 1回収穫時期に, 可食部約 4~8kg を, 蒸発皿で炭化後, 電気炉(450, 24時間)で灰化し, 磨砕後, ふるい(0.35mm メッシュ)を通して異物を除去した上で U-8 容器に分取して測定試料とした。これら測定試料は, 測定時間を 70,000 秒とし Ge 半導体検出器で同定可能な 64 種の天然および人工の放射性核種の測定を行い, I-131, Cs-137, K-40 を定量した。

3) 空間放射線量率測定

三重県四日市市の当所屋上に設置した NaI シ

ンチレーション式エネルギー補償型モニタリングポストで連続測定（時間平均値，日間最大値・最小値・平均値）を行った。

あわせて，月1回（月上旬）当所屋上の床上1mの位置で，シンチレーションサーベイメータによる測定（時定数30秒）を30秒間隔で5回行い，平均値を算出した。

3. 採取・測定装置

1) 全ベータ放射能測定

採取装置：水盤降水採取装置（直径357mm）

降雨量測定装置：(株)小笠原計器製作所製 C-R543型雨量計

測定装置：アロカ(株)製 線自動測定装置 JDC-3201

2) 核種分析

降下物採取装置：大型水盤(受水面積：5,000cm²)

大気浮遊じん採取装置：柴田科学(株)製ハイボリュームエアサンプラろ紙式集じん器

HVC-1000, HV-1000F

測定装置：キャンベラ製 Ge 半導体検出器 GC2519-7500S/RDC

3) 空間放射線量率測定

モニタリングポスト：アロカ(株)製環境放射線モニタ装置 MAR-21, アロカ(株)製温度補償型シンチレーションプローブ ND-471CV
シンチレーションサーベイメータ：アロカ(株)製 TCS-171

結果および考察

1. 全ベータ放射能測定

全ベータ放射能の測定は，低レベルの放射能測定には必ずしも適当な手法とは言えないが，放射性降下物，特に人工核種の放射能レベルの相互比較には著しく妥当性を欠くことなく用いることができる^{1,2)}ことから，年次変化や地域比較に有効な結果が得られる。

表2に2008年度の降雨量1mm以上の降水試料94件の測定結果を示す。

表2 雨水中の全ベータ線放射能測定結果

採取期間	降水量(mm)	試料数	検出数	降下量(MBq/km ²)
2008年 4月	275.0	11	0	N.D.
5月	330.0	7	0	N.D.
6月	445.0	12	0	N.D.
7月	65.0	7	0	N.D.
8月	200.0	5	0	N.D.
9月	292.5	12	0	N.D.
10月	171.5	7	1	12
11月	59.0	5	0	N.D.
12月	40.0	7	0	N.D.
2009年 1月	114.5	6	2	26
2月	99.5	9	3	8.8
3月	140.0	6	1	13
2008年度	2,232.0	94	7	59.8
2007年度	1,668.0	100	5	26.5
2006年度	2,051.5	86	2	15.1
2005年度	1,276.5	93	7	39.5

注) N.D.: 不検出(計数値が計数誤差の3倍を下回るもの)

降水中の全ベータ放射能は，94試料中7試料から検出された。年間の降下量が過去3年の値と比較し大きくなっているが，検出された試料について核種分析を実施したところ，人工放射線核種は検出されず，特に異常と判断される結果はなかった。前年度の11月に測定機器を更新

し検出下限が低下した影響もあるため，降下量の増加については今後の推移をみて評価を行う必要があると考えている。

2. 核種分析

原子力発電所の事故や核実験等により大気中

に放出された放射性物質は，大気圏に拡散した場合は比較的短期間に，成層圏に注入された場合は数年程度までの滞留期間を経て徐々に降下するとされている¹⁾。

これらによる外部被ばくとともに，呼吸や水・土壌から食物を通じて，核種が体内に取り込まれると，体内で長期に渡る被ばく（内部被ばく）が発生する³⁾。試料は，これを考慮し摂取量の指標として食品，大気浮遊じんを，流入量の指標として降下物，大気浮遊じん，淡水（河川水），土壌を，蓄積状況の指標として土壌，食品を選択したものである。

定量する対象 3 核種は，大気圏拡散の指標として短半減期の核種⁴⁾のうち I-131（半減期 8.02d）を，大気圏拡散，成層圏拡散ともに影響

の大きい比較的長半減期の核種⁴⁾の指標として Cs-137（半減期 30.04y）を，比較の指標として天然放射性核種のうち K-40（半減期 1.277×10^9 y）⁵⁾を選択したものである。

1) 環境試料中の I-131，Cs-137 および K-40 濃度

表 3 に 2008 年度における三重県内の降下物，大気浮遊じん，淡水，土壌中の I-131，Cs-137 および K-40 の測定結果を示す。I-131 は，いずれの試料からも検出されなかった。Cs-137 は降下物および土壌の一部から，K-40 は降下物の一部，大気浮遊じん，淡水，土壌から検出されたが，表 3 にある 1989 年からの 19 年間の測定結果および他県の測定結果⁶⁾との比較から，平常値の範囲と判断された。

表 3 環境試料中の I-131，Cs-137 および K-40 濃度

試料	採取時期	試料数	単位	I-131	Cs-137	K-40		
降下物	2008年	4月	1	MBq/km ²	N.D.	0.045(±0.014)	1.09(±0.22)	
		5月	1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	0.84(±0.21)	
		6月	1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	0.76(±0.21)	
		7月	1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	N.D.	
		8月	1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	0.92(±0.20)	
		9月	1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	N.D.	
		10月	1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	N.D.	
		11月	1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	N.D.	
		12月	1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	N.D.	
		2009年	1月	1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	0.71(±0.20)
			2月	1	MBq/km ²	N.D.	0.049(±0.015)	1.63(±0.23)
		2008年度	3月	1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	1.20(±0.22)
	1989～2007年度		228	MBq/km ²	N.D.	N.D.～0.348	N.D.～57.9	
	大気浮遊じん	2008年4～6月	1	mBq/m ³	N.D.	N.D.	0.265(±0.040)	
1			mBq/m ³	N.D.	N.D.	0.244(±0.037)		
1			mBq/m ³	N.D.	N.D.	0.245(±0.036)		
2009年1～3月		1	mBq/m ³	N.D.	N.D.	0.386(±0.043)		
2008年度		4	mBq/m ³	N.D.	N.D.	0.244～0.386		
1989～2007年度		76	mBq/m ³	N.D.	N.D.	N.D.～0.565		
淡水 (河川水)	2008年度	1	mBq/L	N.D.	N.D.	58.9(±2.7)		
	2003～2007年度	5	mBq/L	N.D.	N.D.	58.1～78.9		
土壌 (0～5cm)	2008年度	1	Bq/kg乾	N.D.	1.54(±0.26)	728(±12)		
	1989～2007年度	19	Bq/kg乾	N.D.	N.D.～2.69	556～812		
土壌 (5～20cm)	2008年度	1	Bq/kg乾	N.D.	N.D.	727(±11)		
	1989～2007年度	19	Bq/kg乾	N.D.	N.D.～1.63	593～856		

注) N.D. : 不検出 (計数値が計数誤差の3倍を下回るもの) ()内は計数誤差

過去のデータの採取場所は，表 1 と異なるものがある

表4 食品試料中のCs-137およびK-40濃度

試料	採取時期	試料数	単位	Cs-137	K-40
蛇口水	2008年度	1	mBq/L	N.D.	20.5(±1.6)
	1989～2007年度	33	mBq/L	N.D.～0.313	17.6～69.9
穀類(精米)	2008年度	1	Bq/kg生	N.D.	28.7(±0.76)
	1989～2007年度	19	Bq/kg生	N.D.	23.7～34.2
茶(荒茶)	2008年度	2	Bq/kg乾	0.146～0.167	568～596
	1989～2007年度	36	Bq/kg乾	N.D.～1.72	417～766
牛乳	2008年度	1	Bq/L	N.D.	51.6(±0.97)
	1989～2007年度	33	Bq/L	N.D.	32.0～51.8
ほうれんそう	2008年度	1	Bq/kg生	N.D.	176(±0.96)
	1989～2007年度	19	Bq/kg生	N.D.～0.058	58.0～237
だいこん	2008年度	1	Bq/kg生	N.D.	92.8(±0.58)
	1989～2007年度	19	Bq/kg生	N.D.	63.0～106
まだい	2008年度	1	Bq/kg生	0.142(±0.011)	151(±0.97)
	1994～2007年度	14	Bq/kg生	0.090～0.244	92.5～159
あさり	2008年度	1	Bq/kg生	N.D.	68.1(±0.68)
	2001～2007年度	7	Bq/kg生	N.D.	31.9～83.2
わかめ	2008年度	1	Bq/kg生	N.D.	230(±1.5)
	1998～2007年度	10	Bq/kg生	N.D.	105～278
日常食	2008年度	2	Bq/(人・日)	N.D.	67.1～81.9
	1989～2007年度	64	Bq/(人・日)	N.D.～0.113	35.3～96.1

注) N.D.: 不検出(計数値が計数誤差の3倍を下回るもの) ()内は計数誤差
過去のデータの採取場所は、表1と異なるものがある

Sr-91, Zr-95 および 97, Nb-95, Mo-99, Te-132, I-131 および 132, Ba-140, La-140, Ce-143, Np-239 などの人工放射性核種は全く検出されなかった。特に日常と異なる核種および放射エネルギーは検出されなかった。

2) 食品試料中のCs-137 および K-40 濃度

表4に2008年度における三重県内の蛇口水、県内で生産された精米、農産物(荒茶、ほうれんそう、だいこん)、牛乳、県近海でとれた海産物(まだい、あさり、わかめ)、日常食のCs-137、K-40の測定結果を示す。

Cs-137は荒茶およびまだいから検出されたが、その値は、放射性セシウムの摂取制限に関する指標(野菜類・その他: 500Bq/kg)⁷⁾、欧州共同体委員会暫定限度(一般食品: 500Bq/kg)および米国暫定基準値(370Bq/kg)⁸⁾と比較して1/1000以下であり、表4に示した過去の結果および他県の結果⁶⁾との比較からも、平常値の範囲と判断された。

K-40はすべての試料から検出されたが、表4に示した過去の結果および他県の結果⁶⁾との比

較から、平常値の範囲と判断された。

食品試料においても環境試料同様にCs-137以外の人工放射性核種は全く検出されなかった。特に日常と異なる核種および放射エネルギーは検出されなかった。

3. 空間放射線量率測定

表5に2008年度の三重県四日市市におけるモニタリングポストによる連続空間放射線量率およびサーベイメータによる空間放射線量率の測定結果を示す。

空間放射線量率を測定することで、公衆の線量当量が年線量当量限度(1mSv/年)²⁾を十分下回っているかどうかを推定することができる。

2008年度の値を、外部被ばく推定式(1)^{2,9)}を用いて換算すると、

$$\text{Hex(Sv)} = \text{Dex(Gy)} \times 0.8 \dots (1)$$

Hex(Sv): 時間当たりの(実効)線量当量

Dex(Gy): 時間当たりの(空気)吸収線量
平均値 37.3nSv/hr, 最大 54.4nSv/hr, 最小

34.2nSv/hr となり，年線量当量限度の時間換算量（114nSv/hr）と比較して，十分に低い値となっている．

また，ここ数年，モニタリングポストでの測定結果は，ほぼ 45 ～ 50nGy/hr の範囲で推移しており，過去 3 年間の結果と比較しても，平常値の範囲と判断された．なお，2008 年度は

70nGy/hr を超える値が観測されることはなかった．

サーベイメータでの測定についても，機器の精度，回数および測定条件等から，結果が変動しやすく，モニタリングポストの測定より高くなることを考慮すると，過去 3 年間の結果ともよく一致しており，平常値の範囲と判断された．

表 5 2008年度の空間放射線量率（宇宙線による線量率(30 nGy /hr)を含まない）

測定年月	モニタリングポスト(nGy/hr)				サーベイメータ(nGy/hr)			
	測定回数	平均値	最大値	最小値	測定回数	測定値	最大値	最小値
2008年 4月	720	46.8	61.5	44.7	1	56	-	-
5月	744	46.6	66.1	44.5	1	58	-	-
6月	720	46.8	63.8	44.4	1	52	-	-
7月	744	46.3	62.7	44.4	1	52	-	-
8月	744	46.9	63.6	44.4	1	52	-	-
9月	720	47.1	61.2	44.8	1	56	-	-
10月	744	46.6	62.2	44.8	1	55	-	-
11月	720	46.7	58.8	44.7	1	58	-	-
12月	744	46.3	68.0	42.8	1	57	-	-
2009年 1月	742*	46.9	62.2	44.1	1	55	-	-
2月	672	46.7	67.5	44.3	1	58	-	-
3月	744	45.9	64.3	43.8	1	53	-	-
2008年度	8,758	46.6	68.0	42.8	12	55	58	52
2007年度	8,782	47.4	78.9	42.9	12	55	59	52
2006年度	8,747	47.4	88.4	41.2	12	57	63	50
2005年度	8,758	47.0	75.0	43.4	12	56	60	51

* 設備点検のため 2 h 欠測がある

まとめ

1．2008 年度三重県定点における降水中の全ベータ放射能測定では，特に異常なデータは得られなかった．

2．2008 年度の環境（降下物，大気浮遊じん，陸水，土壌）および食品（蛇口水，各種食品試料，日常食）中のガンマ線放出核種（Cs-137，I-131，K-40）の測定結果では，人工放射性核種である Cs-137，天然放射性核種である K-40 が，一部試料から検出されたが，過去の検出状況および全国の調査結果と比較して特に問題は認められなかった．

3．2008 年度三重県定点におけるモニタリングポストによる連続測定，サーベイメータを用いた月 1 回の測定では，特に空間放射線量率の異常値は観測されなかった．

計に基づく文部科学省からの受託事業として，三重県が実施した「環境放射能水準調査」の成果である．

文 献

- 1) 文部科学省科学技術・学術政策局原子力安全課防災環境対策室：環境放射能水準調査委託実施計画書(2008)．
- 2) 原子力安全委員会：環境放射線モニタリング指針(2008)．
- 3) 放射線医学総合研究所：特別研究「環境における放射性物質の動態と被ばく線量算定に関する調査研究」最終報告書(1999)．
- 4) (社)日本アイソトープ協会：アイソトープ手帳 10 版，丸善(2001)．
- 5) Measurement of Radionuclides in Food and the Environment / A Guidebook,IAEA,VIENNA (1989)．

本報告は，平成 20 年度エネルギー対策特別会

- 6) (財) 日本分析センター：平成5年度～平成18年度環境放射能水準調査結果総括資料.
- 7) 原子力安全委員会：原子力施設等の防災対策について(1980).
- 8) 杉山英男：食品の摂取制限と被曝線量，中島敏行編緊急時における線量評価と安全への対応，放射線医学総合研究所，176-188(1994).
- 9) 吉岡満夫：公衆の被ばく線量評価，中島敏行編緊急時における線量評価と安全への対応，放射線医学総合研究所，17-40(1994).