

資料

三重県における2009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 2009 ~ March 2010)

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

文部科学省からの委託により, 2009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, 蛇口水および各種食品試料のガンマ線放出核種 (Cs-137, I-131, 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。

2009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。

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ーを用いた月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年のビ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, 蛇口水および各種食品試料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。

また, 2009年度には5月25日の北朝鮮による核実験実施の発表を受け文部科学省からの協力依頼によりモニタリングを強化した。

今回は, 2009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, 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9:00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(1mg/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(U₃O₈：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)すべて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・場所

項目	試料の種類	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)	2009年10月	三重県亀山市関町(鈴鹿川)
	土壌(草地)	2009年7月	三重県三重郡菰野町
	蛇口水	2009年6月	三重県四日市市桜町
	穀類(精米)	2009年9月	三重県松阪市東黒部町
	茶(荒茶)	2009年5月	三重県亀山市・多気郡大台町
	牛乳	2009年8月	三重県度会郡大紀町
	ほうれんそう	2009年11月	三重県四日市市楠町
	だいこん	2009年12月	三重県多気郡明和町
	まだい	2009年4月	三重県北牟婁郡紀北町(熊野灘)
	あさり	2009年4月	三重県伊勢市(伊勢湾沿岸)
わかめ	2010年3月	三重県鳥羽市(答志島沖)	
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54.0m³/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。このろ紙試料を円形に打ち抜き分取してU-8容器に充填したものを測定試料とした。

土壌：三重県三重郡菰野町地内の草地(山砂土)において梅雨明け後、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：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(荒茶、ほうれんそう、だいこん)、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回を行い，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る紙式集じん器 HV-1000F

測定装置：キャンベラジャパン（株）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2009年度の降雨量1mm以上の降水試料101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)
2009年 4月	242.5	6	2	24
5月	155.0	6*	1	3.5
6月	275.5	9*	2	20
7月	324.0	14	1	18
8月	93.0	9	2	11
9月	33.5	6	3	8.7
10月	253.5	10	1	2.2
11月	166.5	8	0	N.D.
12月	72.5	6	1	23
2010年 1月	14.5	5	0	N.D.
2月	131.0	7	1	2.9
3月	171.0	15	4	30
2009年度	1,932.5	101	18	N.D. ~ 30
2008年度	2,232.0	94	7	N.D. ~ 26
2007年度	1,668.0	100	5	N.D. ~ 12
2006年度	2,051.5	86	2	N.D. ~ 11

注) N.D.: 不検出（計数値が計数誤差の3倍を下回るもの）

*: 国外における原子力事象対応のためのモニタリング強化実施により3検体欠測

降水中の全ベータ放射能は，101試料中18試料から検出された。2007年度後半に線測定装置を更新したことで検出下限が低下したため，検出試料数が増加しているが，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。

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。

定量対象とした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。

1) 環境試料中の I-131，Cs-137 および K-40 濃度

表3に2009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に示す1989年からの20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	2009年 4月	1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	1.60(±0.23)
		1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	N.D.
	5月	1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	N.D.
		1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	0.89(±0.21)
	6月	1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	0.73(±0.20)
		1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	N.D.
	7月	1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	N.D.
		1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	N.D.
	8月	1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	N.D.
		1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	N.D.
	9月	1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	N.D.
		1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	N.D.
	10月	1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	N.D.
1		MBq/km ²	N.D.	N.D.	N.D.	
11月	1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	N.D.	
	1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	N.D.	
12月	1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	0.80(±0.20)	
	1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	N.D.	
2010年 1月	1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	N.D.	
	1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	N.D.	
2月	1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	N.D.	
	1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	N.D.	
3月	1	MBq/km ²	N.D.	0.071(±0.011)	1.85(±0.24)	
	1	MBq/km ²	N.D.	N.D.	N.D.	
2009年度		12	MBq/km ²	N.D.	N.D. ~ 0.071	N.D. ~ 1.85
1989 ~ 2008年度		240	MBq/km ²	N.D.	N.D. ~ 0.348	N.D. ~ 57.9
大気浮遊じん	2009年 4~6月	1	mBq/m ³	N.D.	N.D.	0.258(±0.042)
		1	mBq/m ³	N.D.	N.D.	0.298(±0.030)
		1	mBq/m ³	N.D.	N.D.	0.339(±0.044)
	7~9月	1	mBq/m ³	N.D.	N.D.	0.322(±0.044)
		1	mBq/m ³	N.D.	N.D.	0.322(±0.044)
	2010年 1~3月	1	mBq/m ³	N.D.	N.D.	0.322(±0.044)
	2009年度		4	mBq/m ³	N.D.	N.D.
1989 ~ 2008年度		80	mBq/m ³	N.D.	N.D.	N.D. ~ 0.565
淡水 (河川水)	2009年度	1	mBq/L	N.D.	N.D.	63.5(±2.8)
	2003 ~ 2008年度	6	mBq/L	N.D.	N.D.	58.1 ~ 78.9
土壌 (0~5cm)	2009年度	1	Bq/kg乾	N.D.	1.64(±0.25)	729(±12)
	1989 ~ 2008年度	20	Bq/kg乾	N.D.	N.D. ~ 2.69	556 ~ 812
土壌 (5~20cm)	2009年度	1	Bq/kg乾	N.D.	N.D.	756(±12)
	1989 ~ 2008年度	20	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	2009年度	1	mBq/L	N.D.	19.3(±1.6)
	1989～2008年度	34	mBq/L	N.D.～0.313	17.6～69.9
穀類(精米)	2009年度	1	Bq/kg生	N.D.	27.7(±0.76)
	1989～2008年度	20	Bq/kg生	N.D.	23.7～34.2
茶(荒茶)	2009年度	2	Bq/kg乾	N.D.	569～583
	1989～2008年度	38	Bq/kg乾	N.D.～1.72	417～766
牛乳	2009年度	1	Bq/L	N.D.	48.5(±0.94)
	1989～2008年度	34	Bq/L	N.D.	32.0～51.8
ほうれんそう	2009年度	1	Bq/kg生	N.D.	178(±0.94)
	1989～2008年度	20	Bq/kg生	N.D.～0.058	58.0～237
だいこん	2009年度	1	Bq/kg生	N.D.	85.4(±0.52)
	1989～2008年度	20	Bq/kg生	N.D.	63.0～106
まだい	2009年度	1	Bq/kg生	0.098(±0.007)	164(±1.1)
	1994～2008年度	15	Bq/kg生	0.090～0.244	92.5～159
あさり	2009年度	1	Bq/kg生	N.D.	55.6(±0.70)
	2001～2008年度	8	Bq/kg生	N.D.	31.9～83.2
わかめ	2009年度	1	Bq/kg生	N.D.	196(±1.3)
	1998～2008年度	11	Bq/kg生	N.D.	105～278

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線量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2009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)のCs-137, K-40の測定結果を示す。

Cs-137 が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に示す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に示す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線量は検出されなかった。

3. 空間放射線量率測定

表5に2009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。

2009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, 平均値 37.1nSv/hr, 最大 56.3nSv/hr, 最小 33.3nSv/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。

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

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

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，2009 年度には 70nGy/hr を超える値が観測されたが，降雨時の値であり，天候の影響による上昇と推定された．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 2009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
2009年 4月	720	46.0	63.4	44.3	1	52	-	-
5月	744	46.1	61.3	44.3	1	53	-	-
6月	720	47.0	68.4	44.6	1	52	-	-
7月	744	46.3	59.6	44.1	1	52	-	-
8月	744	45.7	57.0	44.1	1	55	-	-
9月	720	46.3	61.2	44.7	1	54	-	-
10月	725*	46.4	68.6	42.2	1	55	-	-
11月	720	46.1	61.6	43.8	1	49	-	-
12月	744	46.3	70.4	44.5	1	54	-	-
2010年 1月	737*	46.3	55.7	44.2	1	57	-	-
2月	670*	46.8	68.8	41.6	1	54	-	-
3月	744	47.7	63.0	44.8	1	57	-	-
2009年度	8,732	46.4	70.4	41.6	12	54	57	49
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

* 機器整備等のため欠測がある

4. モニタリング強化

モニタリング強化の実施内容は「環境放射能水準調査委託実施計画書」(文部科学省)¹⁾に定められており，モニタリングポストによる空間放射線量率連続測定の監視強化と大気浮遊じん，降下物および降水についてガンマ線核種分析を実施することとされている．2009年度は5月25日から6月5日まで12日間実施した．

1) 空間放射線量率連続測定の監視強化

モニタリングポストにおける連続測定データを24時間(9:00am~9:00am)ごとに集計し，最大値，最小値，平均値を算出した．

表 6 モニタリング強化期間の空間放射線量率 (nGy/hr)

	max	min	av
H21.5.24(前日)	46.5	45.0	45.6
期間中	51.2	44.5	45.7

注：測定値は宇宙線による線量率を含まない

その結果は表6に示すとおり，核実験実施発表前と比較し大きな変動はなく，核実験の影響は認められなかった．

2) ガンマ線核種分析

大気浮遊じん

通常モニタリングで実施する方法と同様に，24時間集じんを行ったる紙を円形に打ち抜き分取して U-4 容器に充填したものを測定試料とした．この測定試料を測定時間 20000 秒でガンマ線核種分析を行った．

降下物および降水

通常モニタリングにおいて全放射能測定に使用している水盤降水採取装置を用い 24 時間の降下物および降水を採取した．降水があり 80mL 以上採取された場合は 80ml を分取し，80mL 未満の場合は全量を U-8 容器に充填し測定試料とした．降水がなかった場合は採取装置内を少量の純水で洗浄し洗浄液を

U-8 容器に充填し試料とした。この測定試料を測定時間 20,000 秒でガンマ線核種分析を行った。

大気浮遊じん，降下物および降水とも核種分析の結果，人工放射性核種は検出されず核実験の影響は認められなかった。

まとめ

1. 2009 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認められなかった。

2. 2009 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）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. 2009 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。

4. 北朝鮮の核実験実施発表を受けモニタリングを強化したが，空間放射線量率の連続測定結果，大気浮遊じん，降下物および降水の核種分析結果には核実験の影響は認められなかった。

本報告は，2009 年度エネルギー対策特別会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(2009)。
- 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)。
- 6) (財)日本分析センター：平成 5 年度～平成 19 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)。