

## 資料

# 三重県における2010年度環境放射能調査結果

吉村英基, 森 康則, 澤田陽子, 前田 明, 志村恭子

## The Report of Environmental Radioactivity in Mie Prefecture (April 2010 ~ March 2011)

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

文部科学省からの委託を受け 2010 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を行った.

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は, 異常は認められなかった. 核種分析においては, 東日本大震災後に採取した 3 月分の降下物試料で I-131 が微量検出されたが, その他の試料では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が認められるものはなかった.

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<sup>1)</sup>.

三重県でも日常の放射能レベルを把握するため, 1988 年度から同事業を受託し, 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.

また, 2010 年度には 2011 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災による東京電力福島第一原子力発電所の事故を受け文部科学省からの協力依頼によりモニタリング強化を行った.

今回は, 2010 年度に実施した調査結果につい

て報告する.

### 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 に測定項目, 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)<sup>1)</sup>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" , 136° 29' 06") 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) の雨水を採取し, そこから 200mL (それ以下の場合は全量) を取り試料とした.

前処理：試料 200mL にヨウ素担体 (1mg/mL) 1mL, 0.05mol/L 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ベータ線比較線源 50Bq) を用いた。採取 6 時間後にベータ線自動測定装置で測定を行った。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
ガンマ線核種分析	降下物 (雨水 + ちり)	毎月 (1 ヶ月間)	三重県四日市市
	大気浮遊じん	四半期 (3 ヶ月間)	三重県四日市市
	淡水 (河川水)	2010年10月	三重県亀山市 (鈴鹿川)
	土壌 (草地)	2010年 7月	三重県三重郡菟野町
	蛇口水	2010年 6月	三重県四日市市
	穀類 (精米)	2010年 9月	三重県松阪市
	茶 (荒茶)	2010年 5月	三重県亀山市・多気郡大台町
	牛乳	2010年 8月	三重県度会郡大紀町
	ほうれんそう	2010年11月	三重県四日市市楠町
	だいこん	2010年12月	三重県多気郡明和町
	まだい	2010年 4月	三重県北牟婁郡紀北町 (熊野灘)
	あさり	2010年 4月	三重県伊勢市 (伊勢湾沿岸)
	わかめ	2011年 2月	三重県鳥羽市 (答志島沖)
	空間放射線量率	-	連続 / 毎月 1 回

## 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  $10,000m^3$  以上 (流速  $54.0m^3/h$ , 24h, 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：三重県三重郡菟野町地内の草地 (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 (勧進橋下) 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 (茶, 野菜), 海産生物 (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 70000 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を行った。時定数を 30 秒とし 30 秒間

隔で5回測定を行い、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：  
5,000cm<sup>2</sup>)

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<sup>1,2)</sup>ことから、年次変化や地域比較に  
有効な結果が得られる手法である。

表2に2010年度の降雨量1mm以上の降水試  
料90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 <sup>2</sup> )
2010年 4月	358.5	11	2	41
5月	254.5	9	3	33
6月	278.5	9	0	N.D.
7月	193.5	9	1	1.5
8月	403.5	8	1	5.7
9月	281.0	10	1	1.2
10月	187.0	6	0	N.D.
11月	31.0	3	0	N.D.
12月	124.5	6	3	29
2011年 1月	11.5	4	4	28
2月	91.0	6	2	11
3月	44.0	9*	3	23
2010年度	2,258.5	90	20	N.D. ~ 41
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

注) N.D.: 不検出(計数値が計数誤差の3倍を下回るもの)

\*: 福島第一原子力発電所事故対応のためのモニタリング強化実施により2検体欠測

降水中の全ベータ放射能は、90 試料中 20 試  
料から検出された。検出された試料について核  
種分析を実施したが、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<sup>1)</sup>。

これらによる外部被ばくとともに、呼吸や食  
物の摂取を通じて放射性核種が体内に取り込ま  
れることによって長期に渡る被ばく(内部被ば

く)が発生する<sup>3)</sup>。試料はこれを考慮し、体内への摂取量の指標として食品、大気浮遊じんを、環境への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、環境での蓄積状況の指標として土壌、食品を選択した。

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<sup>4)</sup>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<sup>4)</sup>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  $1.277 \times 10^9$  y)<sup>5)</sup>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2010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。

2010年度は3月分の降下物試料から I-131 が  $1.24 \text{ MBq/km}^2$  検出された。県内で過去に降下物から I-131 が検出された例はなく、福島第一原子力発電所事故の影響の可能性が推定された。この I-131 全量が地表面線源となった場合の成人に対する実効線量率は  $0.0011 \text{ nSv/h}$  と算出でき<sup>6)</sup> 十分低い値と考えられる。

3月分の降下物以外の環境試料は東日本大震災発生前に採取が終了しており、福島第一原子力発電所事故の影響は考慮する必要はない。

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	2010年 4月	1	MBq/km <sup>2</sup>	N.D.	N.D.	1.31(±0.21)
	5月	1	MBq/km <sup>2</sup>	N.D.	N.D.	0.76(±0.22)
	6月	1	MBq/km <sup>2</sup>	N.D.	N.D.	1.02(±0.21)
	7月	1	MBq/km <sup>2</sup>	N.D.	N.D.	N.D.
	8月	1	MBq/km <sup>2</sup>	N.D.	N.D.	0.73(±0.20)
	9月	1	MBq/km <sup>2</sup>	N.D.	N.D.	N.D.
	10月	1	MBq/km <sup>2</sup>	N.D.	N.D.	N.D.
	11月	1	MBq/km <sup>2</sup>	N.D.	N.D.	N.D.
	12月	1	MBq/km <sup>2</sup>	N.D.	N.D.	0.77(±0.19)
	2011年 1月	1	MBq/km <sup>2</sup>	N.D.	N.D.	0.86(±0.20)
	2月	1	MBq/km <sup>2</sup>	N.D.	N.D.	N.D.
3月	1	MBq/km <sup>2</sup>	1.24(±0.12)	N.D.	1.16(±0.22)	
2010年度		12	MBq/km <sup>2</sup>	N.D. ~ 1.24	N.D.	N.D. ~ 1.31
1989 ~ 2009年度		252	MBq/km <sup>2</sup>	N.D.	N.D. ~ 0.348	N.D. ~ 57.9
大気浮遊じん	2010年 4 ~ 6月	1	mBq/m <sup>3</sup>	N.D.	N.D.	0.291(±0.042)
	7 ~ 9月	1	mBq/m <sup>3</sup>	N.D.	N.D.	0.316(±0.042)
	10 ~ 12月	1	mBq/m <sup>3</sup>	N.D.	N.D.	0.306(±0.042)
	2011年 1 ~ 3月	1	mBq/m <sup>3</sup>	N.D.	N.D.	0.277(±0.043)
	2010年度	4	mBq/m <sup>3</sup>	N.D.	N.D.	0.277 ~ 0.316
	1989 ~ 2009年度	84	mBq/m <sup>3</sup>	N.D.	N.D.	N.D. ~ 0.565
淡水 (河川水)	2010年度	1	mBq/L	N.D.	N.D.	62.4(±2.8)
	2003 ~ 2009年度	7	mBq/L	N.D.	N.D.	58.1 ~ 78.9
土壌 (0 ~ 5cm)	2010年度	1	Bq/kg 乾	N.D.	1.13(±0.23)	733(±12)
	1989 ~ 2009年度	21	Bq/kg 乾	N.D.	N.D. ~ 2.69	556 ~ 812
土壌 (5 ~ 20cm)	2010年度	1	Bq/kg 乾	N.D.	N.D.	742(±12)
	1989 ~ 2009年度	21	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)

(カッコ)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	2010年度	1	mBq/L	N.D.	22.3(±1.7)
	1989～2009年度	35	mBq/L	N.D.～0.313	17.6～69.9
穀類(精米)	2010年度	1	Bq/kg生	N.D.	21.9(±0.70)
	1989～2009年度	21	Bq/kg生	N.D.	23.7～34.2
茶(荒茶)	2010年度	2	Bq/kg乾	N.D.	569～602
	1989～2009年度	40	Bq/kg乾	N.D.～1.72	417～766
牛乳	2010年度	1	Bq/L	N.D.	48.5(±0.94)
	1989～2009年度	35	Bq/L	N.D.	32.0～51.8
ほうれんそう	2010年度	1	Bq/kg生	N.D.	194(±1.1)
	1989～2009年度	21	Bq/kg生	N.D.～0.058	58.0～237
だいこん	2010年度	1	Bq/kg生	N.D.	91.6(±0.58)
	1989～2009年度	21	Bq/kg生	N.D.～0.056	63.0～106
まだい	2010年度	1	Bq/kg生	0.129(±0.011)	156(±1.0)
	1994～2009年度	16	Bq/kg生	0.090～0.244	92.5～164
あさり	2010年度	1	Bq/kg生	N.D.	76.7(±0.79)
	2001～2009年度	9	Bq/kg生	N.D.	31.9～83.2
わかめ	2010年度	1	Bq/kg生	N.D.	196(±1.3)
	1998～2009年度	12	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)

(カッコ)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

その他の環境試料では Cs-137 が土壌表層から、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20年間の測定結果および他県の測定結果<sup>7)</sup>との比較から、平常値の範囲と判断された。

環境試料中からは I-131, Cs-137 以外の人工放射性核種は全く検出されなかった。

## 2) 食品試料中の Cs-137 および K-40 濃度

表4に2010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。食品試料はすべて東日本大震災発生前に採取が終了しており、福島第一原子力発電所事故の影響は考慮する必要はない。

まだいから Cs-137 が検出されたが、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)<sup>8)</sup>、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)<sup>9)</sup>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<sup>7)</sup>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<sup>7)</sup>との比較から、平常値の範囲と判断された。

食品試料においては Cs-137 以外の人工放射性核種は全く検出されず、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2010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)<sup>2)</sup>を十分下回っているかどうかを推定することができる。

2010年度の値を、外部被ばく推定式(1)<sup>2,10)</sup>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/h, 最大 59.8nSv/h, 最小 33.0nSv/h となり, 年線量当量限度の時間換算量 (114nSv/h) 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/h 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, 2010 年度には

70nGy/h 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 2010年度の空間放射線量率 (宇宙線による線量率(約30 nGy/h)を含まない)

測定年月	モニタリングポスト(nGy/h)				サーベイメータ(nGy/h)			
	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
2010年 4月	720	46.7	64.5	44.6	1	52	-	-
5月	744	46.7	70.3	44.6	1	53	-	-
6月	720	47.0	67.7	44.9	1	52	-	-
7月	744	47.0	74.7	44.3	1	52	-	-
8月	744	46.1	58.1	44.4	1	55	-	-
9月	720	46.5	66.8	44.4	1	54	-	-
10月	744	46.0	57.9	44.3	1	55	-	-
11月	720	46.1	58.3	44.0	1	49	-	-
12月	743*	47.2	71.3	45.0	1	54	-	-
2011年 1月	744	46.3	66.8	41.3	1	57	-	-
2月	670*	46.8	62.9	43.9	1	54	-	-
3月	744	47.0	65.9	44.6	1	57	-	-
2010年度	8,757	46.6	74.7	41.3	12	54	57	49
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

\* 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)<sup>1)</sup>に定められており, 今回は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降下物および降水, 陸水(蛇口水)についてガンマ線核種分析を行っている。福島第一原子力発電所事故への対応のモニタリング強化は3月12日から実施しており, 3月31日以降も継続中である。

##### 1) 空間放射線量率連続測定の監視強化

空間放射線量率連続測定のモニタリング強化は3月12日から開始した。

モニタリングポストにおける連続測定データの1時間値を24時間(9:00am ~ 9:00am)ごとに集計し報告を行っている。3月31日までの最大値, 最小値, 平均値を算出した結果は表6に示すとおり,

り, 事故以前と比較し大きな変動はなく, 事故の影響は認められなかった。

表 6 モニタリング強化期間の空間線量率

nGy/h	平均値	最大値	最小値
H23.3.10(前日)	46.9	53.1	45.6
H23.3.31まで	47.0	65.9	44.6

注: 測定値は宇宙線による線量率を含まない

##### 2) ガンマ線核種分析

ガンマ線核種分析のモニタリング強化は3月18日から開始した。

降下物および降水

通常モニタリングにおいて全ベータ放射能測定に使用している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 20000 秒でガンマ線核種分析を行った。

#### 陸水（蛇口水）

当研究所の蛇口から採取した水道水 2L をマリネリ容器に充填し、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。

降水物および降水、陸水（蛇口水）とも核種分析の結果、人工放射性核種は検出されず事故の影響は認められなかった。

通常調査における月間の降水物において I-131 が検出されている一方、モニタリング強化で実施している毎日の降水物試料で検出されていないが、これは前処理および測定条件の違い等によるものと考えられる。

#### まとめ

1. 2010 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. 2010 年度の環境（降水物、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、東日本大震災前に採取した試料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。

震災後に採取が終了した 3 月分の降水物からは微量の I-131 が検出され福島第一原子力発電所事故の影響の可能性が推定された。

3. 2010 年度の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、空間放射線量率の異常値は観測されなかった。

4. 東日本大震災による福島第一原子力発電所事故を受けモニタリング強化を実施したが、空間線量率の連続測定結果、毎日の降水物および降水、陸水（蛇口水）の核種分析結果には事故の影響は認められなかった。

本報告は、2010 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(2010).
- 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 11 版, 丸善(2011).
- 5) Measurement of Radionuclides in Food and the Environment / A Guidebook, IAEA, VIENNA (1989).
- 6) (財)日本分析センター：線量推定及び評価法解説(2001)
- 7) (財)日本分析センター：平成 5 年度～平成 20 年度環境放射能水準調査結果総括資料.
- 8) 原子力安全委員会：原子力施設等の防災対策について(1980).
- 9) 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).
- 10) 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).