

CTBT 高崎放射性核種観測所の粒子状放射性核種の観測結果

公益財団法人 日本国際問題研究所 軍縮・不拡散促進センター

(CTBT 国内運用体制事務局)

2012年8月6日

1. はじめに

2011年3月の東京電力福島第一原子力発電所の事故で放出された放射性核種は、包括的核実験禁止条約（CTBT）の放射性核種観測網でも検出された（詳細は以下の URL を参照されたい：<http://www.cpdnp.jp/pdf/002-07-yone002.pdf>）。特に、事故を起こした原発に最も近い群馬県高崎市の観測所では高濃度の放射性核種が検出された。このことから、当センターでは CTBT の国内当局である外務省の許可を得て、高崎観測所の粒子状放射性核種の測定結果を事故直後からホームページ上に掲載し、高崎における空気中の放射能濃度を公表してきた。事故直後は数多くの人工放射性核種が検出されたが、事故後1年以上も経過した現在では長寿命の¹³⁴Cs（セシウム-134）と¹³⁷Cs（セシウム-137）が検出されるのみとなっている。

現在検出される¹³⁴Cs と¹³⁷Cs の大部分は、事故直後観測所に到達した高濃度の放射性プルームによって汚染されたことによるもので、これまで装置の除染（2011年8月）が行われ、検出器の遮へい体も交換（2012年4月）されたが、依然として装置には汚染が残っている。今後も検出器の交換や除染によってこれらの核種の汚染量の低減化が試みられる予定である。測定装置はこのような状況にあるが、原発事故による放射性核種観測が引き続き重要である現状に鑑み、高崎観測所の粒子状放射性核種の観測データを今後もホームページ上に掲載することにした。これまでは、事故によって放出された人工放射性核種の測定データだけを掲載してきたが、現在検出される人工放射性核種が¹³⁴Cs と¹³⁷Cs のみとなり、それらの放射能濃度も天然放射性核種のものよりも低くなっている。このため、これまで公表したデータとの整合性を取るため、事故後に検出された代表的な人工放射性核種と天然放射性核種の放射能濃度を掲載することにした。ただし、¹³⁴Cs と¹³⁷Cs 以外の人工放射性核種は、現在検出されないため、それらの最低検出可能放射能濃度（MDC）を示した。これにより、事故によって放出された人工放射性核種と自然界に常時存在する天然放射性核種濃度の比較も可能になる。

2. CTBT の放射性核種観測

現在、包括的核実験禁止条約（CTBT）の発効に向け、核爆発を監視する検証制度の整備が地球規模で進められている。核爆発は、地震波、微気圧振動、水中音波などの測定、そして核爆発によって生成する放射性核種の放射能測定によって検知することができる。このため、核爆発の科学的な検証は国際監視制度（IMS）による地震波等の物理的観測と放射性核種観測、そして現地に行き調査をする現地査察（OSI）によって行われる。IMS の監視施設としては、地震波（170箇所）、微気圧振動（60箇所）、水中音波（11箇所）、そして放射性核種（80箇所）の観測所の設置が条約で決められており（放射性核種の公認実験施設を含めれば89箇所、337箇所）、これまでにそれらの約80%の施設が完成し、条約が発効するまで暫定的に運用されている。核爆発の事象は、地震波の波形観測によって検知することができるが、それだけでは化学爆発と区別することが難しく、これを核実験と断定するには核爆発由来の放射性核種の検出に頼らなければならない。

放射性核種の観測は、大気中の粒子状放射性核種と放射性キセノンを対象に行われる。これらの観測所は、全地球をカバーするように80箇所配置されており、全ての観測所には粒子状放射性核種測

定装置が、そして半分の 40 箇所の観測所には放射性キセノンの測定装置が設置されることになっている。これまでに 65 箇所の粒子観測所と、29 箇所の放射性キセノン観測所が完成し（2011 年 12 月現在）、条約が発効するまでの間暫定的に運用されている。我国には、群馬県高崎市と沖縄県恩納村に放射性核種観測所があり、高崎観測所には粒子状放射性核種測定装置と放射性キセノン測定装置が、そして沖縄観測所には粒子状放射性核種測定装置が設置され、運用されている。

核爆発を確実に検知するために監視対象放射性核種が決められている。これらの監視対象核種は、爆発によって生成した放射性核種が検出されるまでの移動時間を 3 日間と仮定し、それ以降に存在する可能性が高い半減期が 6 時間から 1000 年の核種で、かつ測定が容易な γ 線を放出する放射性核種が選ばれている。IMS の監視対象放射性核種とそれらの半減期を表 1 に示す。監視対象核種には、核分裂生成物 46 核種と放射化生成物 42 核種が選定されている。これらの放射性核種のうち、放射性キセノン (^{131m}Xe , ^{133m}Xe , ^{133}Xe , ^{135}Xe) は希ガス測定装置で測定され、それ以外の核種は粒子状放射性核種測定装置で測定される。

表1 CTBTの監視対象放射性核種

核分裂生成物 (46核種)			放射化生成物 (42核種)		
核種		半減期	核種		半減期
⁹¹ Sr	(ストロンチウム-91)	9.63 時間	²⁴ Na	(ナトリウム-24)	14.96 時間
⁹¹ Y	(イットリウム-91)	58.51 日	⁴² K	(カリウム-42)	12.36 時間
⁹³ Y	(イットリウム-93)	10.18 時間	⁴⁶ Sc	(スカンジウム-46)	83.79 日
⁹⁵ Zr	(ジルコニウム-95)	64.02 日	⁴⁷ Sc	(スカンジウム-47)	3.349 日
⁹⁵ Nb	(ニオブ-95)	34.98 日	⁵¹ Cr	(クロム-51)	27.70 日
⁹⁷ Zr	(ジルコニウム-97)	16.91 時間	⁵⁴ Mn	(マンガン-54)	312.1 日
⁹⁹ Mo	(モリブデン-99)	65.94 時間	⁵⁷ Co	(コバルト-57)	271.8 日
^{99m} Tc	(テクネチウム-99m)	6.01 時間	⁵⁸ Co	(コバルト-58)	70.82 日
¹⁰³ Ru	(ルテニウム-103)	39.26 日	⁵⁹ Fe	(鉄-59)	44.50 日
¹⁰⁵ Rh	(ロジウム-105)	35.36 時間	⁶⁰ Co	(コバルト-60)	5.271 年
¹⁰⁶ Ru	(ルテニウム-106)	373.59 日	⁶⁵ Zn	(亜鉛-65)	244.3 日
¹¹¹ Ag	(銀-111)	7.45 日	^{69m} Zn	(亜鉛-69m)	13.76 時間
¹¹² Pd	(パラジウム-112)	21.03 日	⁷² Ga	(ガリウム-72)	14.1 時間
^{115m} Cd	(カドミウム-115m)	44.6 日	⁷⁴ As	(ヒ素-74)	17.77 日
¹¹⁵ Cd	(カドミウム-115)	53.46 時間	⁷⁶ As	(ヒ素-76)	1.078 日
¹²⁵ Sn	(錫-125)	9.64 日	⁸⁴ Rb	(ルビジウム-84)	32.77 日
¹²⁵ Sb	(アンチモン-125)	2.76 年	⁸⁶ Rb	(ルビジウム-86)	18.68 日
¹²⁶ Sb	(アンチモン-126)	12.46 日	⁸⁸ Y	(イットリウム-88)	106.7 日
¹²⁷ Sb	(アンチモン-127)	3.85 日	⁸⁹ Zr	(ジルコニウム-89)	78.41 時間
¹²⁸ Sb	(アンチモン-128)	9.01 時間	¹⁰² Rh	(ロジウム-102)	207 日
^{129m} Te	(テルル-129m)	33.6 日	^{106m} Ag	(銀-106m)	8.28 日
¹³⁰ I	(ヨウ素-130)	12.36 時間	^{108m} Ag	(銀-108m)	418 年
^{131m} Te	(テルル-131m)	30 時間	^{110m} Ag	(銀-110m)	249.8 日
¹³¹ I	(ヨウ素-131)	8.02 日	¹²⁰ Sb	(アンチモン-120)	5.76 日
¹³² Te	(テルル-132)	3.20 日	¹²² Sb	(アンチモン-122)	2.724 日
¹³³ I	(ヨウ素-133)	20.8 時間	¹²⁴ Sb	(アンチモン-124)	60.20 日
¹³⁵ I	(ヨウ素-135)	6.57 時間	¹³² Cs	(セシウム-132)	6.479 日
^{131m} Xe	(キセノン-131m)	11.84 日	¹³³ Ba	(バリウム-133)	10.52 年
^{133m} Xe	(キセノン-133m)	2.19 日	¹³⁴ Cs	(セシウム-134)	2.065 年
¹³³ Xe	(キセノン-133)	5.243 日	^{152m} Eu	(ユウロピウム-152m)	9.312 時間
¹³⁵ Xe	(キセノン-135)	9.14 時間	¹⁵² Eu	(ユウロピウム-152)	13.54 年
¹³⁶ Cs	(セシウム-136)	13.16 日	¹⁶⁸ Tm	(ツリウム-168)	93.1 日
¹³⁷ Cs	(セシウム-137)	30.07 年	¹⁸⁷ W	(タングステン-187)	23.72 時間
¹⁴⁰ Ba	(バリウム-140)	12.75 日	¹⁹⁰ Ir	(イリジウム-190)	11.78 日
¹⁴⁰ La	(ランタン-140)	1.678 日	¹⁹² Ir	(イリジウム-192)	73.83 日
¹⁴¹ Ce	(セリウム-141)	32.50 日	¹⁹⁶ Au	(金-196)	6.183 日
¹⁴³ Ce	(セリウム-143)	33.04 時間	^{196m} Au	(金-196m)	9.7 時間
¹⁴⁴ Ce	(セリウム-144)	284.9 日	¹⁹⁸ Au	(金-198)	2.695 日
¹⁴⁷ Nd	(ネオジウム-147)	10.98 日	²⁰³ Pb	(鉛-203)	51.87 時間
¹⁴⁹ Pm	(プロメチウム-149)	53.08 時間	²²⁴ Ra	(ラジウム-224)	3.66 日
¹⁵¹ Pm	(プロメチウム-151)	28.40 時間	²³⁷ U	(ウラン-237)	6.75 日
¹⁵³ Sm	(サマリウム-153)	46.27 時間	²³⁹ Np	(ネプツニウム-239)	2.357 日
¹⁵⁵ Eu	(ユウロピウム-155)	4.761 年			
¹⁵⁶ Sm	(サマリウム-156)	9.4 時間			
¹⁵⁶ Eu	(ユウロピウム-156)	15.19 日			
¹⁵⁷ Eu	(ユウロピウム-157)	15.18 時間			

2. 高崎観測所における粒子状放射性核種測定

高崎観測所は、(独) 日本原子力研究開発機構高崎量子応用研究所内に設置されている。高崎観測所の粒子状放射性核種自動測定装置 (RASA) による測定の概要と写真を図 1 と図 2 に示す。

ブローアーによって 24 時間集めた大気試料 (20000–25000 m³) を連続的にポリプロピレン樹脂製のフィルターに通過させ、粒子状放射性核種を捕集する。粒子を捕集後、フィルター面を移動させ、新しいフィルター面で翌日の試料を捕集する。新しい面で捕集を行っている間、前日に捕集された試料は、そこに含まれるウラン及びトリウム系列の短寿命の天然放射性核種の放射能を減衰させるため、24 時間冷却する。冷却後、粒子を捕集したフィルター面を鉛製遮へい体中のゲルマニウム半導体検出器に巻きつけ、24 時間ガンマ線を測定する。測定終了後、測定データは直ちに衛星回線でオーストリアのウィーンにある CTBT 機関 (CTBTO) の国際データセンター (IDC) に専用の衛星回線で自動送信される。試料の捕集に 24 時間、冷却に 24 時間、ガンマ線測定に 24 時間をかけるため、試料の捕集から 72 時間後に測定データが得られる。この間新しいフィルター面での試料捕集と、前日に捕集したフィルター面の冷却が同時並行して行われる。測定が終了したフィルターは、再測定が必要になった時のため、ポリエチレンシートに封入して保管される。測定データは、IDC で直ちにコンピュータによる自動解析と専門家による詳細解析を行い、結果を条約締約国の認可された専門家だけがアクセスすることが出来る専用ウェブサイト上に公開される。

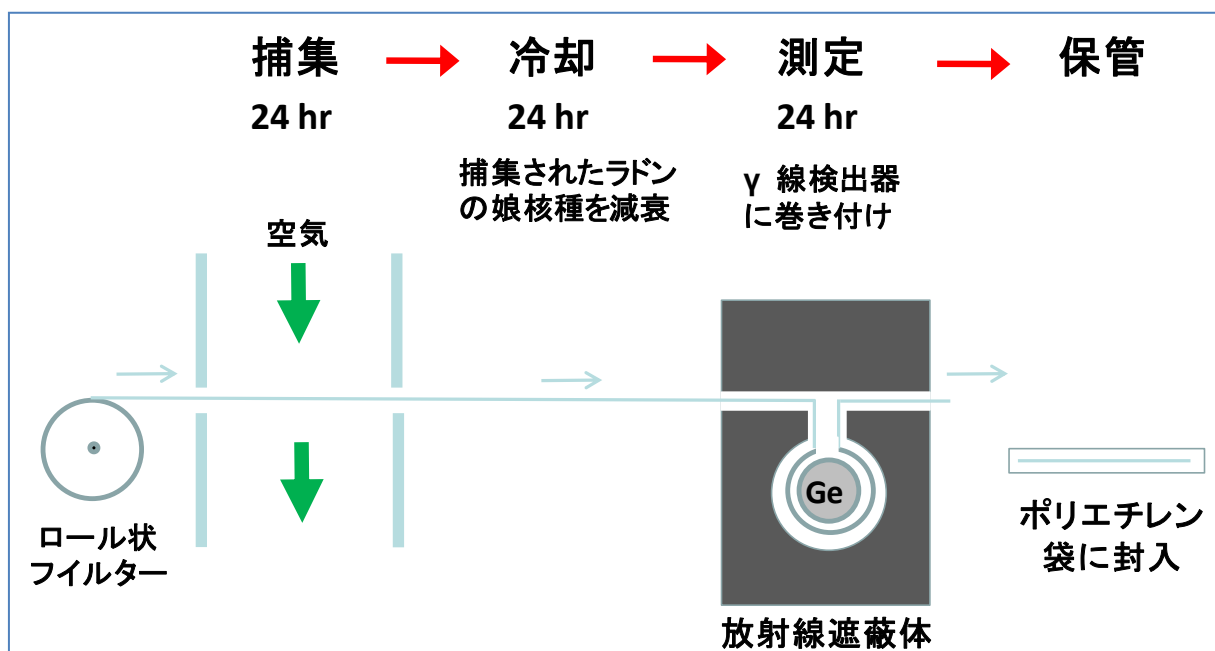


図 1 粒子状放射性核種測定の概略図

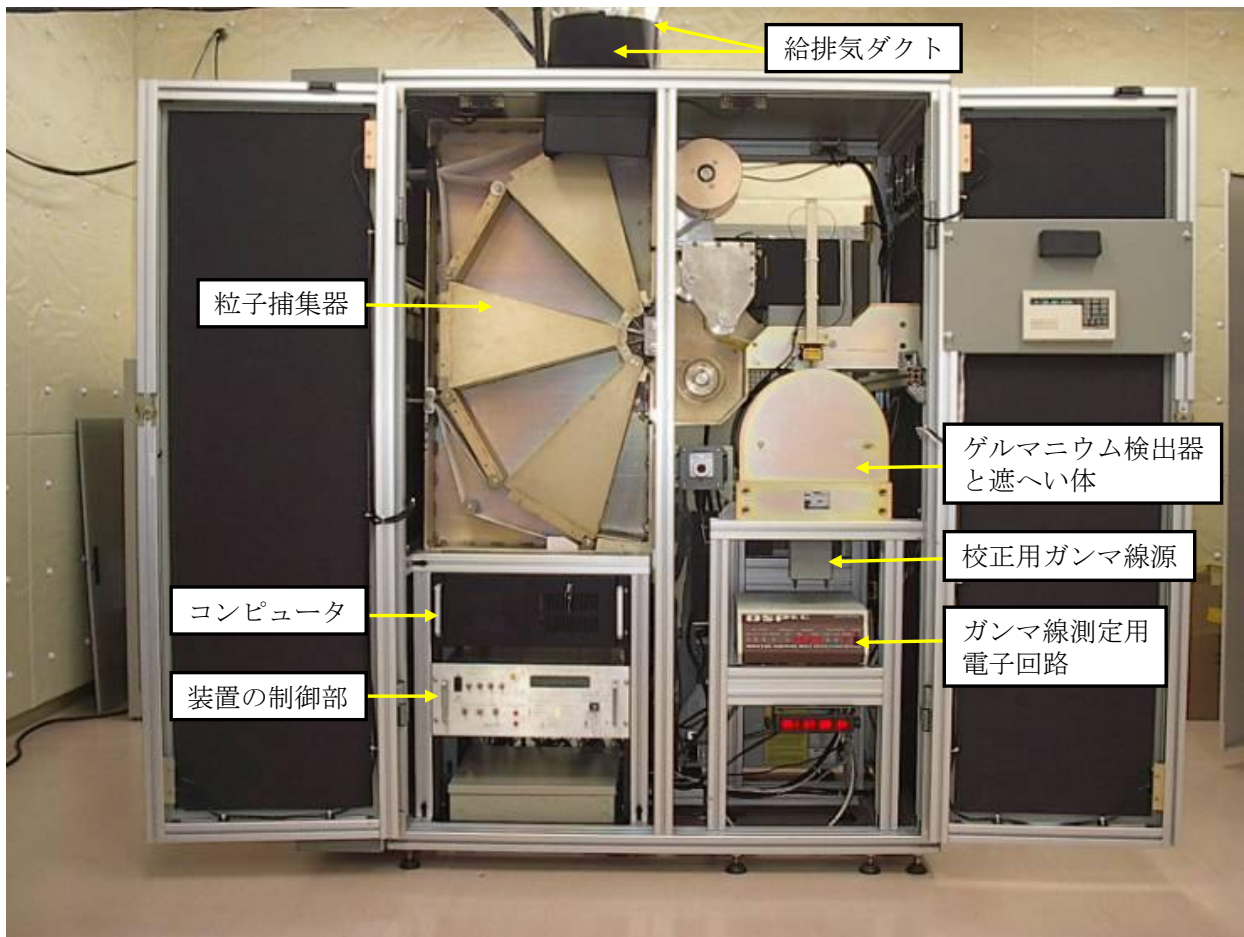


図 2 高崎観測所の粒子状放射性核種測定装置 (RASA) の写真

3. 測定結果

3.1 ガンマ線スペクトル

原発事故前と事故後の最近に測定された試料のガンマ線スペクトルを図 3 に示す。スペクトル(a)と(b)をそのままプロットすると、両方のスペクトルが重なって分かりにくくなるので、スペクトル(a)は 1000 倍してプロットしてある。

事故前のスペクトル (a) からは、自然界に常時存在する天然放射性核種のみが検出され、人工放射性核種は検出されない。検出される天然放射性核種は、宇宙線起源核種の ${}^7\text{Be}$ (ベリリウム-7)、原始放射性核種の ${}^{40}\text{K}$ (カリウム-40)、ウラン系列核種の ${}^{214}\text{Pb}$ (鉛-214), ${}^{214}\text{Bi}$ (ビスマス-214), ${}^{226}\text{Ra}$ (ラジウム-226), ${}^{234\text{m}}\text{Pa}$ (プルトアクチニウム-234m)、トリウム系列核種の ${}^{208}\text{Tl}$ (タリウム-208), ${}^{212}\text{Pb}$ (鉛-212), ${}^{212}\text{Bi}$ (ビスマス-212), ${}^{228}\text{Ac}$ (アクチニウム-228), そしてアクチニウム系列核種の ${}^{235}\text{U}$ (ウラン-235) である。参考までに検出される天然放射性核種の壊変データを表 2 に示す。

2012 年 5 月 5 日-6 日に捕集された試料のガンマ線スペクトルを図 3(b)に示す。原発事故直後には多数の人工放射性核種 (${}^{131,132,133}\text{I}$, ${}^{134,136,137}\text{Cs}$, ${}^{129,129\text{m},132}\text{Te}$, ${}^{140}\text{Ba}$ - ${}^{140}\text{La}$, ${}^{99}\text{Mo}$ - ${}^{99\text{m}}\text{Tc}$, ${}^{95}\text{Nb}$) が検出されたが、2011 年 9 月以降は ${}^{134}\text{Cs}$ (セシウム-134) と ${}^{137}\text{Cs}$ (セシウム-137) だけになっている。

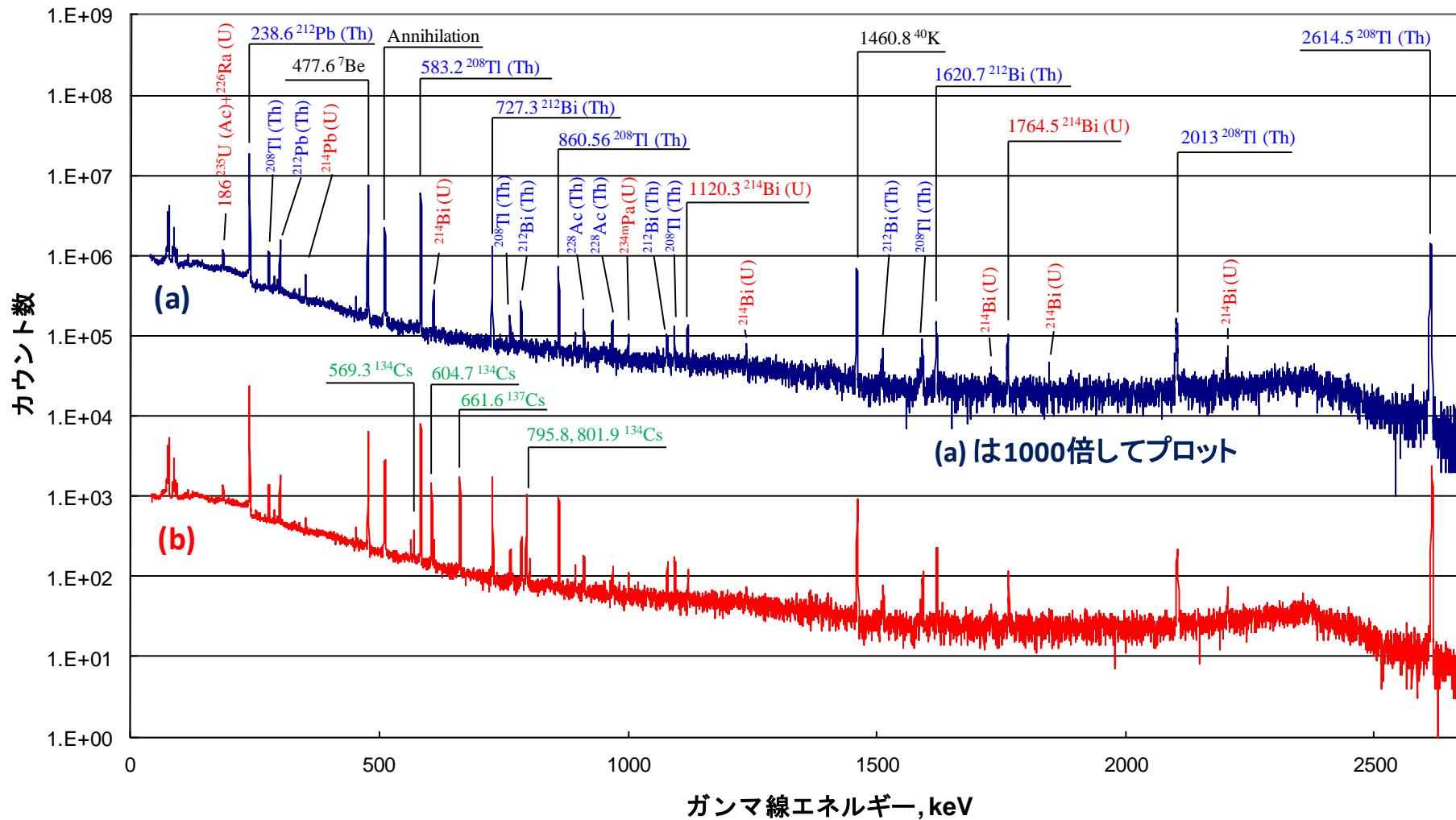


図3 粒子状放射性核種のガンマ線スペクトル

(a)：原発事故前の2011年3月6日～7日に捕集された試料，スペクトル(b)との重なりを避けるため1000倍してプロットされている。

(b)：原発事故後の2012年5月5日～6日に捕集された試料，原発事故によって放出された ^{134}Cs と ^{137}Cs が検出されている。

図中の数字はガンマ線エネルギー値 (keV) を表す。緑：人工放射性核種，紺：トリウム系列核種，赤：ウラン系列核種，黒：その他。

表 2 高崎観測所の粒子状放射性核種測定装置で検出される天然放射性核種

核種	種類	半減期	主な γ 線エネルギー keV (放出率%)
^7Be	宇宙線起源核種 ¹⁾	53.12 日	477.5(10.52)
^{40}K	原始放射性核種 ²⁾	1.277×10^9 年	1460.8(11)
^{228}Ac	トリウム系列 ³⁾	6.15 時間	911.2(25.8), 968.9(15.8), 338.3(11.27)
^{212}Pb	同上	10.64 時間	238.6(43.3), 300.0(3.28)
^{212}Bi	同上	60.55 分	727.3(6.58), 1620.5(1.49), 785.3(1.102)
^{208}Tl	同上	6.053 分	2614.5(99), 583.1(84.5), 860.5(12.42)
$^{234\text{m}}\text{Pa}$	ウラン系列 ⁴⁾	1.17 分	1001.0(0.837), 766.3(0.294)
^{226}Ra	同上	1600 年	186.2(3.59)
^{214}Pb	同上	26.8 分	351.9(37.6), 295.2(19.3), 241.9(7.43)
^{214}Bi	同上	19.9 分	609.3(46.1), 1764.4(15.4), 1120.2(15.1)
^{235}U	アクチニウム系列 ⁵⁾	7.038×10^8 年	185.7(57.2), 143.7(10.96)

- 1) 宇宙線に含まれる高エネルギー陽子と大気成分元素（炭素、窒素、酸素）の原子核との破砕反応によって生成される放射性核種。
- 2) 地球の誕生時から地殻中に存在してきた放射性核種。
- 3) 壊変が ^{232}Th （トリウム-232）から始まり、 ^{208}Pb （鉛-208）で終わる 11 種類の放射性核種から成る壊変系列。
- 4) 壊変が ^{238}U （ウラン-238）から始まり、 ^{206}Pb （鉛-206）で終わる 18 種類の放射性核種から成る壊変系列。
- 5) 壊変が ^{235}U （ウラン-235）から始まり、 ^{207}Pb （鉛 207）で終わる 16 種類の放射性核種から成る壊変系列。

3.2 最低検出可能放射能濃度 (MDC) の求め方

CTBT では、測定されるガンマ線スペクトル中の各 γ 線ピークの検出限界から、測定する核種の最低検出可能放射能 (MDA) と最低検出可能放射能濃度 (MDC) を求め、解析レポート RRR に示している。ここに、それらの求め方を示す。

まず、ガンマ線スペクトル中の注目するピークの検出下限 (L_d) は次式によって計算される。

$$L_d = 2.71 + 4.65\sqrt{N_B} \quad (1)$$

ここで、 N_B は注目するガンマ線ピーク領域のバックグラウンド計数値である。

次に、ピークの検出限界 (L_d) から測定した試料中の最低検出可能放射能 (MDA) を次式によって計算する。

$$\text{MDA}(\text{Bq}) = \frac{L_d}{t_l \cdot \epsilon_l \cdot \gamma_l \cdot K_c} \quad (2)$$

ここで、 t_l はガンマ線スペクトル測定のライブタイム、 ϵ はガンマ線の検出効率、 γ_i はガンマ線放出率、 K_c は測定期間中における放射性核種の壊変補正係数、 λ_i は測定する放射性核種の壊変定数である。

最後に、捕集した空気試料中の最低検出可能放射能濃度 (MDC) を次式から計算する。

$$\text{MDC}(\text{Bq}/\text{m}^3) = \frac{\text{MDA}}{V_0 \cdot \xi_i \cdot K_w \cdot K_s} \quad (3)$$

ここで、 V_0 は標準温度 (273.15K)、標準気圧 (101.325 Pa) 下に於ける採取した空気の容積 (m^3)、 ξ_i は測定する放射性核種の捕集効率 (%), K_s は試料捕集時間中における放射性核種の壊変補正係数、 K_w は捕集の終了と測定開始間における測定核種の壊変補正係数である。

高崎の粒子状測定装置による代表的な監視対象核種の MDC を表 3 に示す。上記の計算方法に示すように、MDC は測定条件や、共存する放射性核種の種類とその濃度、そして空気の捕集量等に影響される。原発事故前の 2011 年 3 月に捕集された 7 試料中の MDC の平均とその標準偏差を示す。ここに示す MDC は、これらの核種検出の目安となる。

表 3 主な監視対象核種の最低検出可能放射能濃度 ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$)

核種	平均*	標準偏差*
^{95}Zr (ジルコニウム-95)	4.7	0.3
^{97}Zr (ジルコニウム-97)	16	1
^{95}Nb (ニオブ-95)	2.9	0.3
^{99}Mo (モリブデン-99)	32	2
^{103}Ru (ルテニウム-103)	2.8	0.2
^{132}Te (テルル-132)	5.4	0.6
^{131}I (ヨウ素-131)	4.0	0.4
^{133}I (ヨウ素-133)	13	1
^{134}Cs (セシウム-134)	2.6	0.1
^{136}Cs (セシウム-136)	2.8	0.1
^{137}Cs (セシウム-137)	2.9	0.2
^{140}Ba (バリウム-140)	11	0.7
^{143}Ce (セリウム-143)	17	2

* 原発事故以前 (2011 年 3 月) に捕集された 7 試料の平均 MDC とその標準偏差

3.3 放射性核種の放射能濃度

IDC が専用のウェブサイト上に報告する詳細解析レポート RRR から抽出した高崎観測所の粒子状放射性核種濃度を表 4 に示す。RRR は配信までに数日間かかるが信頼性が高いので、本資料ではこれを使用した。

現在検出される人工放射性核種は、 ^{134}Cs (セシウム-134) と ^{137}Cs (セシウム-137) だけであるが、これまで公開したデータとの整合性から、事故直後に検出された代表的な人工放射性核種の ^{131}I (ヨウ素-131), ^{132}Te (テルル-132), ^{140}Ba (バリウム-140) の測定データも示す。これらの人工放射性核種は、検出された場合にはその濃度を、検出されない場合には ND (非検出) と表示し、測定期間内における最低検出可能放射能濃度の最高値と最低値も示す。

天然放射性核種としては、濃度が高い ^7Be (ベリリウム-7), ^{40}K (カリウム-40), そしてトリウム系列とウラン系列の代表的な核種の濃度を掲載する。トリウム系列の核種は ^{228}Ac (アクチニウム-228) と ^{212}Pb (鉛-212) の濃度を、ウラン系列の核種は $^{234\text{m}}\text{Pa}$ (プルトアクチニウム-234m) と ^{214}Pb (鉛-214) の濃度を示す。 ^{212}Pb (鉛-212) と ^{214}Pb (鉛-214) は、トリウム系列とウラン系列の希ガスの放射性核種 ^{220}Rn と ^{222}Rn の壊変生成核種で、種々の自然科学現象の指標として有用である。また、アクチニウム系列の ^{235}U (ウラン-235) とウラン系列の ^{226}Ra (ラジウム-226) から放出される 186 keV のピークも検出されるが、両核種のガンマ線エネルギー値が 185.7 keV (^{235}U) と 186.2 keV (^{226}Ra) と接近しているため、それらのガンマ線ピークを分離することが出来ない。さらに、186 keV ピークの計数も小さいことから、表にはこれらの核種濃度を載せない。

放射能壊変には統計的な変動が伴うので、計数値の大きさによって測定される値の変動幅が異なる。このため、測定されたガンマ線ピークの計数値から求められた統計学的変動幅を不確かさとして表示した。表には、この計数値から計算された放射能濃度の相対不確かさ (%) を示す。

表4 高崎観測所の粒子状放射性核種濃度
2012年4月

大気捕集時刻		CTBT監視対象放射性核種							天然放射性核種													
		I-131		Te-132		Cs-134		Cs-137		Ba-140	Be-7		K-40		Ac-228		Pb-212		Pa-234m		Bi-214	
開始	終了	MDC	MDC	濃度	不確かさ	濃度	不確かさ	MDC	濃度	不確かさ	濃度	不確かさ	濃度	不確かさ	濃度	不確かさ	濃度	不確かさ	濃度	不確かさ	濃度	不確かさ
		μBq/m ³	μBq/m ³	μBq/m ³	u (%)	μBq/m ³	u (%)	μBq/m ³	μBq/m ³	u (%)	μBq/m ³	u (%)	μBq/m ³	u (%)	μBq/m ³	u (%)	μBq/m ³	u (%)	μBq/m ³	u (%)	μBq/m ³	u (%)
3月31日	4月1日	ND	ND	76	2	123	2	ND	3886	1	1035	2	58	5	15549	1	890	12	31.1	6		
4月1日	4月2日	ND	ND	65	2	101	2	ND	5895	1	1004	2	58	5	13786	1	754	13	31.3	5		
4月2日	4月3日	ND	ND	66	2	109	2	ND	6243	1	1049	2	58	6	58173	1	1022	12	27.5	7		
4月3日	4月4日	ND	ND	133	2	214	1	ND	3778	1	1054	2	59	5	9627	1	855	12	32.0	6		
4月4日	4月5日	ND	ND	75	2	121	2	ND	6178	1	1050	2	61	5	48315	1	914	12	30.6	6		
4月5日	4月6日	ND	ND	86	2	141	2	ND	3693	1	1051	2	62	5	22460	1	920	12	35.8	5		
4月6日	4月7日	ND	ND	152	1	253	1	ND	4816	1	1037	2	63	5	29400	1	936	12	30.2	6		
4月7日	4月8日	ND	ND	68	2	109	2	ND	4115	1	1059	2	60	5	24209	1	724	14	33.2	5		
4月8日	4月9日	ND	ND	85	2	134	2	ND	4815	1	1037	2	64	5	53747	1	848	14	36.9	5		
4月9日	4月10日	ND	ND	87	2	137	2	ND	5488	1	1099	2	58	5	36404	1	875	13	35.0	5		
4月10日	4月11日	ND	ND	98	2	161	2	ND	5873	1	1115	2	62	5	68932	1	957	13	27.6	7		
4月11日	4月12日	ND	ND	75	2	120	2	ND	5172	1	1064	2	58	5	18577	1	753	14	30.9	6		
4月12日	4月13日	ND	ND	24	8	158	2	ND	5484	1	1114	2	63	5	34619	1	1113	10	10.0	21		
4月13日	4月14日	ND	ND	77	2	126	2	ND	5525	1	1074	2	60	5	20601	1	727	15	30.5	6		
4月14日	4月15日	ND	ND	87	2	141	2	ND	2584	1	1060	2	60	5	20713	1	963	11	30.6	6		
4月27日	4月28日	ND	ND	101	2	169	2	ND	1560	2	1629	2	68	6	32980	1	1342	11	26.8	8		
4月29日	4月30日	ND	ND	59	2	95	2	ND	4080	1	1109	2	54	6	92859	1	1198	11	16.5	11		
4月30日	5月1日	ND	ND	73.5	2	119.7	2	ND	5456	1	1092	2	47	6	44931	1	893	13	16.9	10		
MDC最低値		5	6					13														
MDC最高値		7	10					19														
平均				83		141			4702		1096		60		35882		927		29			
標準偏差				28		40			1276		136		4		21847		163		7			

注1): NDは“非検出”を表す。

注2): 核種の選定は、第3.3項の説明参照

注3): 4月15日—26日までは遮へい体交換のため、測定が停止された。

5月

大気捕集時刻		CTBT監視対象放射性核種							天然放射性核種													
		I-131		Te-132		Cs-134		Cs-137		Ba-140	Be-7		K-40		Ac-228		Pb-212		Pa-234m		Bi-214	
開始	終了	MDC	MDC	濃度	不確かさ	濃度	不確かさ	MDC	濃度	不確かさ	濃度	不確かさ	濃度	不確かさ	濃度	不確かさ	濃度	不確かさ	濃度	不確かさ	濃度	不確かさ
		μBq/m ³	μBq/m ³	μBq/m ³	u (%)	μBq/m ³	u (%)	μBq/m ³	μBq/m ³	u (%)	μBq/m ³	u (%)	μBq/m ³	u (%)	μBq/m ³	u (%)	μBq/m ³	u (%)	μBq/m ³	u (%)	μBq/m ³	u (%)
5月1日	5月2日	ND	ND	37	3	64	2	ND	7087	1	1108	2	51	6	19242	1	951	11	18	9		
5月2日	5月3日	ND	ND	30	3	51	2	ND	2118	1	1136	2	57	5	7198	1	954	11	15	10		
5月3日	5月4日	ND	ND	43	3	71	2	ND	709	2	1070	2	45	6	11439	1	862	12	22	7		
5月4日	5月5日	ND	ND	40	3	64	2	ND	1542	1	1041	2	47	6	7429	1	981	10	20	7		
5月5日	5月6日	ND	ND	87	2	144	2	ND	3435	1	1103	2	48	6	33551	1	901	12	18	9		
5月8日	5月9日	ND	ND	130	2	189	2	ND	8773	1	1927	2	76	6	9268	1	1724	10	28	9		
5月9日	5月10日	ND	ND	65	2	88	2	ND	6028	1	1205	2	55	6	10191	1	1095	11	22	9		
5月10日	5月11日	ND	ND	122	2	180	2	ND	1531	1	1197	2	55	6	9946	1	1091	10	21	9		
5月11日	5月12日	ND	ND	171	2	251	1	ND	1689	1	1387	2	56	6	12301	1	1224	10	25	8		
5月12日	5月13日	ND	ND	60	2	85	2	ND	8036	1	1211	2	52	6	17275	1	1114	10	27	7		
5月13日	5月14日	ND	ND	88	2	125	2	ND	7098	1	1210	2	52	6	54373	1	1098	11	26	8		
5月14日	5月15日	ND	ND	53	3	75	2	ND	7708	1	1159	2	52	6	52269	1	1085	11	26	8		
5月15日	5月16日	ND	ND	66	2	99	2	ND	5513	1	1203	2	55	6	18871	1	1053	11	25	8		
5月16日	5月17日	ND	ND	75	2	102	2	ND	9380	1	1177	2	63	5	43334	1	1019	12	28	8		
5月18日	5月19日	ND	ND	62	3	84	2	ND	5386	1	1240	2	53	8	21041	1	1102	14	1053	1		
5月19日	5月20日	ND	ND	76	2	108	2	ND	5278	1	1182	2	52	6	44321	1	1254	10	18	11		
5月20日	5月21日	ND	ND	121	2	177	2	ND	5493	1	1164	2	55	6	45992	1	980	12	23	9		
5月22日	5月23日	ND	ND	122	2	180	2	ND	2982	1	1189	2	55	6	20468	1	984	12	28	7		
5月23日	5月24日	ND	ND	88	2	133	2	ND	4628	1	1169	2	57	6	51436	1	1030	12	25	8		
5月24日	5月25日	ND	ND	67	2	95	2	ND	6680	1	1173	2	54	7	85243	1	1133	12	23	10		
5月25日	5月26日	ND	ND	42	3	63	2	ND	3166	1	1191	2	60	5	9886	1	1030	11	22	9		
5月26日	5月27日	ND	ND	57	2	83	2	ND	6802	1	1177	2	51	6	5637	1	989	11	25	7		
5月27日	5月28日	ND	ND	244	1	371	1	ND	11720	1	1170	2	53	6	20908	1	686	17	20	10		
5月28日	5月29日	ND	ND	59	3	92	2	ND	6898	1	1149	2	55	6	39514	1	1108	11	21	10		
5月29日	5月30日	ND	ND	58	3	86	2	ND	3576	1	1148	2	51	6	17937	1	1165	10	23	9		
5月30日	5月31日	ND	ND	52	3	78	2	ND	3647	1	1194	2	53	6	24915	1	1291	9	22	9		
5月31日	6月1日	ND	ND	51	3	73	2	ND	4079	1	1174	2	48	6	23226	1	1253	10	23	8		
MDC最低値		4	5					12														
MDC最高値		7	10					22														
平均				80		119			5222		1202		54		26563		1080		61			
標準偏差				47		70			2706		157		6		19421		183		198			

注1): NDは“非検出”を表す。

注2): 核種の選定は、第3.3項の説明参照

注3): 5月6-7日、17日-18日の試料は装置の不具合により解析データ (RRR) は発表されていない。

6月

大気捕集時刻		CTBT監視対象放射性核種							天然放射性核種													
		I-131		Te-132		Cs-134		Cs-137		Ba-140	Be-7		K-40		Ac-228		Pb-212		Pa-234m		Bi-214	
開始	終了	MDC	MDC	濃度	不確かさ	濃度	不確かさ	MDC	濃度	不確かさ	濃度	不確かさ	濃度	不確かさ	濃度	不確かさ	濃度	不確かさ	濃度	不確かさ	濃度	不確かさ
		μBq/m ³	μBq/m ³	μBq/m ³	u (%)	μBq/m ³	u (%)	μBq/m ³	μBq/m ³	u (%)	μBq/m ³	u (%)	μBq/m ³	u (%)	μBq/m ³	u (%)	μBq/m ³	u (%)	μBq/m ³	u (%)	μBq/m ³	u (%)
6月1日	6月2日	ND	ND	55	3	81	2	ND	5402	1	1168	2	49	7	29326	1	921	13	22	9		
6月2日	6月3日	ND	ND	65	2	101	2	ND	4624	1	1157	2	53	6	33045	1	1346	9	24	8		
6月3日	6月4日	ND	ND	59	3	89	2	ND	6147	1	1171	2	51	6	21610	1	848	14	23	9		
6月3日	6月4日	ND	ND	59	3	89	2	ND	6147	1	1171	2	51	6	21610	1	848	14	23	9		
6月4日	6月5日	ND	ND	51	3	76	2	ND	8718	1	1190	2	54	6	60850	1	819	15	24	9		
6月5日	6月6日	ND	ND	136	2	204	1	ND	7632	1	1176	2	52	6	26635	1	1065	11	24	9		
6月6日	6月7日	ND	ND	54	3	82	2	ND	8163	1	1152	2	47	7	45225	1	1128	11	19	11		
6月7日	6月8日	ND	ND	67	2	100	2	ND	8041	1	1182	2	53	6	65608	1	996	13	27	8		
6月8日	6月9日	ND	ND	162	2	236	1	ND	5324	1	1155	2	51	6	25746	1	1123	10	24	9		
6月9日	6月10日	ND	ND	41	3	60	2	ND	92	8	1170	2	57	6	18923	1	1200	9	21	9		
6月10日	6月11日	ND	ND	44	3	63	2	ND	58	12	1163	2	53	6	17548	1	917	12	22	9		
6月11日	6月12日	ND	ND	46	3	63	2	ND	1910	1	1157	2	56	6	21216	1	1111	10	23	8		
6月12日	6月13日	ND	ND	38	3	55	3	ND	3058	1	1156	2	56	6	15087	1	869	13	25	8		
6月13日	6月14日	ND	ND	51	3	78	2	ND	2884	1	1196	2	51	6	20974	1	1051	11	24	8		
6月14日	6月15日	ND	ND	90	2	139	2	ND	1537	1	1223	2	54	6	31840	1	1076	11	22	9		
6月15日	6月16日	ND	ND	46	3	63	2	ND	1555	1	1164	2	58	6	39890	1	1003	12	24	8		
6月16日	6月17日	ND	ND	36	3	56	3	ND	584	2	1152	2	52	6	30368	1	977	12	21	9		
6月17日	6月18日	ND	ND	55	3	79	2	ND	2951	1	1181	2	56	6	24126	1	1197	10	22	9		
6月18日	6月19日	ND	ND	61	3	92	2	ND	3104	1	1178	2	55	6	41730	1	856	14	26	8		
6月19日	6月20日	ND	ND	51	3	73	2	ND	395	3	1165	2	54	6	12137	1	1179	10	25	7		
6月20日	6月21日	ND	ND	56	3	85	2	ND	1363	2	1201	2	56	6	26248	1	1130	11	23	9		
6月21日	6月22日	ND	ND	69	2	104	2	ND	1917	1	1175	2	55	6	20515	1	1189	10	22	9		
6月22日	6月23日	ND	ND	67	2	100	2	ND	1540	1	1181	2	47	6	4606	2	994	11	21	9		
6月23日	6月24日	ND	ND	48	3	69	2	ND	2061	1	1208	2	56	6	3718	2	885	12	23	8		
6月24日	6月25日	ND	ND	61	2	97	2	ND	5372	1	1193	2	49	6	26093	1	895	13	25	8		
6月25日	6月26日	ND	ND	60	2	89	2	ND	2560	1	1193	2	60	6	27788	1	1060	11	27	7		
6月26日	6月27日	ND	ND	58	3	88	2	ND	5832	1	1153	2	49	7	48241	1	1113	11	25	8		
6月27日	6月28日	ND	ND	59	3	90	2	ND	5241	1	1190	2	57	6	68408	1	1005	13	22	10		
6月28日	6月29日	ND	ND	42	3	60	2	ND	2539	1	1167	2	54	6	10383	1	1092	10	21	9		
6月30日	7月1日	ND	ND	103	2	150	2	ND	2528	1	1202	2	51	6	29731	1	1090	11	23	9		
MDC最低値		5	6					13														
MDC最高値		7	10					19														
平均				63		94			3643		1176		53		28974		1033		23			
標準偏差				27		41			2551		18		3		16086		131		2			

注1): NDは“非検出”を表す。

注2): 核種の選定は、第3.3項の説明参照

注3): 6月29-30日の試料は装置の不具合により解析データ (RRR) は発表されていない。

7月

大気捕集時刻		CTBT監視対象放射性核種							天然放射性核種													
		I-131		Te-132		Cs-134		Cs-137		Ba-140	Be-7		K-40		Ac-228		Pb-212		Pa-234m		Bi-214	
開始	終了	MDC	MDC	濃度	不確かさ	濃度	不確かさ	MDC	濃度	不確かさ	濃度	不確かさ	濃度	不確かさ	濃度	不確かさ	濃度	不確かさ	濃度	不確かさ	濃度	不確かさ
		μBq/m ³	μBq/m ³	μBq/m ³	u (%)	μBq/m ³	u (%)	μBq/m ³	μBq/m ³	u (%)	μBq/m ³	u (%)	μBq/m ³	u (%)	μBq/m ³	u (%)	μBq/m ³	u (%)	μBq/m ³	u (%)	μBq/m ³	u (%)
7月1日	7月2日	ND	ND	45	3	67	2	ND	1384	2	1179	2	47	7	29943	1	1064	11	25	8		
7月2日	7月3日	ND	ND	50	3	75	2	ND	2702	1	1172	2	52	6	25503	1	959	12	26	8		
7月3日	7月4日	ND	ND	43	3	65	2	ND	4659	1	1170	2	56	6	24010	1	992	12	26	8		
7月4日	7月5日	ND	ND	40	3	58	3	ND	2981	1	1152	2	54	6	40825	1	1179	11	25	8		
7月5日	7月6日	ND	ND	99	2	152	2	ND	3909	1	1171	2	53	6	33228	1	886	13	19	11		
7月6日	7月7日	ND	ND	63	2	94	2	ND	1791	1	1175	2	53	6	17676	1	1329	9	20	10		
7月7日	7月8日	ND	ND	31	4	47	3	ND	373	3	1157	2	51	6	9813	1	1123	10	37	5		
7月8日	7月9日	ND	ND	61	2	92	2	ND	1126	2	1161	2	54	6	13964	1	1017	11	23	8		
7月9日	7月10日	ND	ND	53	3	79	2	ND	2915	1	1188	2	53	6	50890	1	1090	11	21	10		
7月11日	7月12日	ND	ND	40	3	64	2	ND	1914	1	1140	2	51	6	26944	1	1061	11	27	7		
7月12日	7月13日	ND	ND	65	2	103	2	ND	2041	1	1151	2	50	6	27140	1	947	12	25	8		
7月13日	7月14日	ND	ND	113	2	179	2	ND	2975	1	1809	2	83	6	9954	1	1760	11	46	7		
7月27日	7月28日	ND	ND	53	3	81	2	ND	2699	1	1146	2	55	6	56158	1	1047	12	24	9		
7月28日	7月29日	ND	ND	36	3	56	3	ND	1995	1	1154	2	53	6	25396	1	978	12	24	8		
7月29日	7月30日	ND	ND	60	3	98	2	ND	2086	1	1185	2	53	6	36393	1	1087	11	18	11		
7月30日	7月31日	ND	ND	56	3	86	2	ND	2450	1	1206	2	54	6	32127	1	992	12	19	10		
7月31日	8月1日	ND	ND	54	3	83	2	ND	3685	1	1210	2	59	6	54196	1	1068	12	25	9		
MDC最低値		5	6					14														
MDC最高値		8	10					24														
平均				57		87			2452		1207		55		30245		1093		25			
標準偏差				21		34			1057		156		8		14123		199		7			

注1): NDは“非検出”を表す。

注2): 核種の選定は、第3.3項の説明参照

注3): 7月10-11日及び14-27日の試料は、装置の不具合により解析データ (RRR) が発表されていない。