

秋田県における空間放射線量率の連続測定結果

珍田尚俊 柳田知子 松田恵理子

全国で実施されている環境放射能調査の一環として、核実験または原子力災害由来の放射性降下物による秋田県内での放射線の変動を把握・監視するため、空間放射線量率の連続測定を実施している。昭和45年から平成21年度までの40年間実施した測定結果から、天候および季節的な特徴や測定機器の変更・移設による空間放射線量率の変化はみられたものの、放射能汚染等による経年的な変動はほとんどみられなかった。しかし、放射線の経日変化では、昭和47～52年の間に実施された中国核実験や、昭和61年4月のチェルノブイリ原発事故の影響による空間放射線量率の上昇が一定期間みられた。特に昭和51年9月の中国核実験の影響が大きく、核実験実施2日後の9月28日に平常時の約5倍レベルの値を観測した。測定結果から核実験等由来の外部被曝によるおおよその実効線量を試算したところ、推定で中国核実験では0.016 mSv、チェルノブイリ原発事故では0.003 mSv程度と見積もられ、公衆被曝の年間線量限度である1 mSv¹⁾と比べて、1/50以下とかなり低いレベルであった。

1. はじめに

第2次世界大戦で初めて原爆が使用されてから、米ソを中心に核開発の競争が激化し、昭和30年代を中心にたくさんの核実験が世界各地で実施された。特に大気圏内核実験が長年繰り返されたことで、大量の人工放射性物質（人工的に生成された放射性元素、またはそれを含有する物質）が放射性降下物として世界中に飛来したため、放射線被曝による癌や白血病等の被害が懸念されるようになった。秋田県では昭和30年代から環境放射能調査を実施し、県内で採取した試料の全β放射能（試料から放出されるβ線の総量）を分析することで、県内の放射能レベルの把握に努めてきた。しかし、試料採取や前処理に時間がかかることや、放射線に対する人的影響の度合いを算出できないという欠点があった。そこで、昭和45年から放射線の一つであるγ線をリアルタイムで測定可能なモニタリングポストが整備され、地表や大気等の周辺環境から放出されているγ線量（空間放射線量率）が、迅速かつ連続的に把握できるようになった。ここでは、当センターで長年実施してきた空間放射線量率の測定結果を解析し、その特徴や変動要因について考察したので、その概要を報告する。

2. 方法

2.1 使用機器

低線量の空間放射線量率の測定が可能な NaI (TI) シンチレーション検出器を用いたモニタリングポストを使用した。使用時期および機種は次の①～④のとおりである。

- ① 昭和45～58年度：富士通社製 PS-532 型
 - ② 昭和59～平成4年度：アロカ社製 MAR-R-42 型
 - ③ 平成5～16年度：アロカ社製 MAR-21 型
 - ④ 平成17～21年度：アロカ社製 MAR-22 型
- 平成4年度まで使用した機器は、地上に放出されているγ線の計数率（単位：cps）を測定する装置である。平成5年度から使用した機器は、γ線の線量率（単位：nGy/h）を測定できるエネルギー補償型（DBM方式）の装置で、この線量率から人体に対する被曝線量（以後、「実効線量」と呼ぶ）の評価が容易となる。

2.2 観測期間および地点

空間放射線量率の測定を開始したのは昭和45年3月25日からである²⁾が、ここでは昭和45年度から平成21年度までの40年間の測定データについて解析した。観測地点は、昭和61年8月中旬までは旧衛生科学研究所（秋田市千秋明徳町1-40）、8月下旬以降は当センター（秋田市千秋久保田町6-6）の屋上で、そこに設置したNaI (TI) シンチレーション検出器により空間放射線量率を連続測定した。測定結果は室内の監視用モニターへ送信し、日間の最大、最小および平均値を記録した。

3. 結果および考察

3.1 経年変化

平成4年度以前の空間放射線量率（計数率）の年間の平均値および変動幅を図1に示した。測定時期により平均値の大きさが3パターンに変化している。1つ目は昭和58年度以前と59年度以降で平均値が異なっており、58年度以前の方が約1割ほど高い。これは、測定装置の機種変更によるものであり、測定原理は同じであるが、検出器の構造や性能等の違いによって検出感度が若干異なるためである。2つ目は昭和61年の8月を境に計数率が2割以上上昇している。これは、61年8月下旬に装置を旧衛生科学研究所から当センターへ移設したことにより変化したものであり、測定地点によって放射線のレベルが異なるためである。全体的にみると、昭和45～58年度までの年間平均値は12.9 cps、機種変更した昭和59年度から61年8月中旬までは11.4 cps、機種移設した昭和61年8月下旬から平成4年度までは14.5 cps程度であり、おおむね一定の値であった。しかし、昭和51年度は13.7 cpsで、中国核実験の影響で通常よりも1割弱高かった（詳細は3.3で述べる）。また、昭和58年度は12.0 cpsで、地表や建物から発するγ線が、深い積雪により遮断された期間が長かったことで、通常よりも1割弱低くなった。

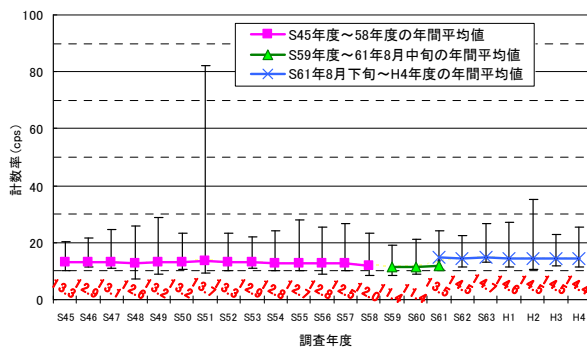


図1 昭和45～平成4年度空間放射線量率（計数率）の年間値

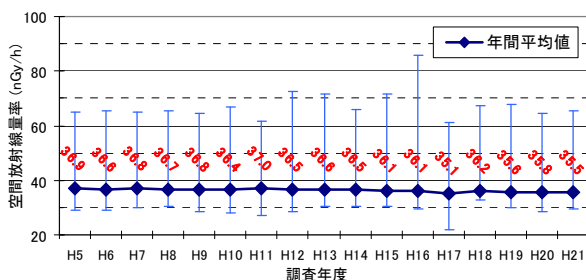


図2 平成5～21年度空間放射線量率の年間値

平成5年度以降の空間放射線量率の年間の平均値および変動幅を図2に示した。年間平均値は約36 nGy/hとほぼ一定であり、変動幅は16, 17年度を除いて約30～70 nGy/hの範囲内であった（図1）。平成5年度以降、最も高かった平成16年度の最大値は、1月25日の86.0 nGy/hで、雷雪や霧によって地表に放射性物質が降下・集積したことが原因として考えられる。また、最も低かった平成17年度の最小値は、1月9日の21.8 nGy/hで、地表や建物から放出されているγ線が、70 cm以上の深い積雪で遮断されたことが原因である。

3.2 季節変化

昭和45～平成4年度（昭和51, 61年度は核実験または原発事故等の影響が無視できないため除いた）の月別測定結果を図3に、平成5～21年度の月別測定結果を図4に示した。共に月間平均値では積雪により、1～2月頃に低値となっていた。また、10～11月が他の月よりわずかに高値になっていた。これは、雨水による全β放射能の降下量が10月から12月にかけて大きく上昇する³⁾ことから、降水による放射性降下物が増加したためと考えられる。月間の最大値については降水の影響³⁾により12月前後が高

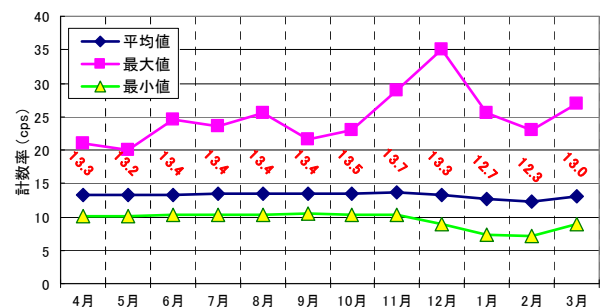


図3 昭和45～平成4年度空間線量率（計数率）の月間値（昭和51, 61年度は除く）

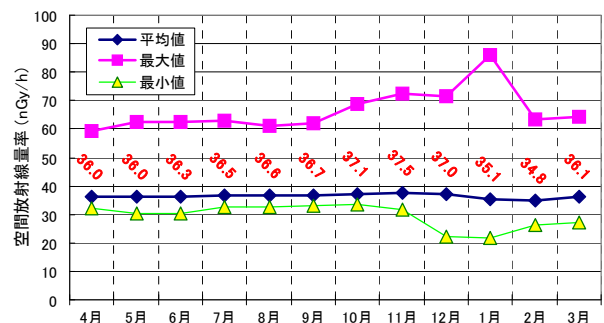


図4 平成5～21年度空間放射線量率の月間値

く、最小値については積雪の影響により 1 月前後が低くなっていた。

3.3 中国大気圏内核実験による影響

中国核実験の影響がみられた時期の空間放射線量率(計数率)の日間値分布を図 5～8 に示し、核実験により上昇した期間の平均値をマルで囲んだ。中でも図 7 に示した昭和 51 年の結果では、はっきりとした核実験による計数率の上昇がみられた。核実験が実施された 9 月 26 日頃から影響がみられ、2 日後の 28 日が最大となった。その最大値は 82 cps、日間平均値は 57.9 cps で、通常(年間平均 12.9 cps)と比べてそれぞれ 6.4 倍、4.5 倍と高値を示した。その後減少していったが、2 ヶ月以上は通常より高い状態が続いていた。図 5, 6, 8 に示したとおり、昭和 47 年 1 月、48 年 7 月、52 年 9 月にも核実験の実施日の 4～5 日後から計数率が上昇しており、その現象がそれぞれ約 10, 7, 20 日間ほど続いた。さらに、これらの時期における雨水の全 B 放射能が、通常よりもかなり高値であった³⁻⁵⁾ことから、核実験の影響を受けて上昇したのは明らかである。

当センターで空間放射線量率(計数率)の測定を開始した昭和 45 年から 55 年まで、中国大気圏内核実験が計 12 回以上実施された⁶⁾。しかし、それらの期間の空間放射線量率(計数率)の測定結果から、図 5～8 に示した時期以外の核実験の影響は確認できなかった(昭和 51 年 1 月に、核実験の影響と考えられる計数率の上昇が観測されたが、上昇幅が小さくかつ積雪の影響も重なり、はっきりと断言できなかったため、図には示さなかった)。

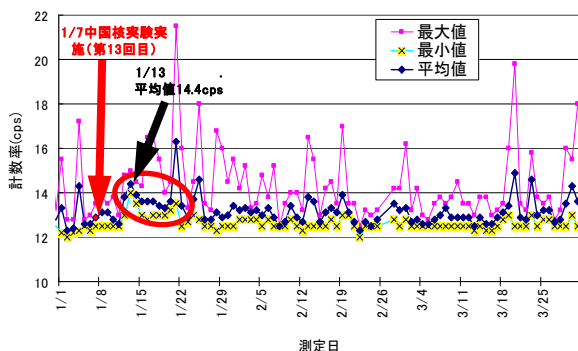


図 5 昭和 47 年 1～3 月の空間放射線量率(計数率)の日間値分布

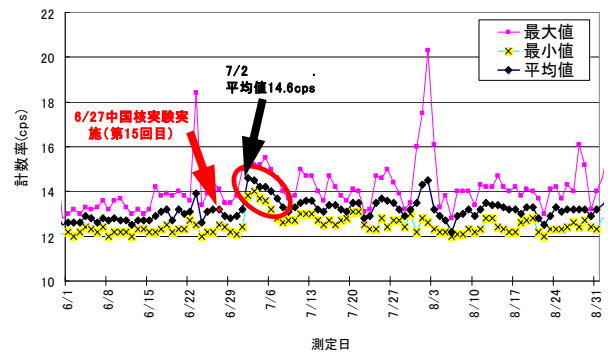


図 6 昭和 48 年 6～8 月の空間放射線量率(計数率)の日間値分布

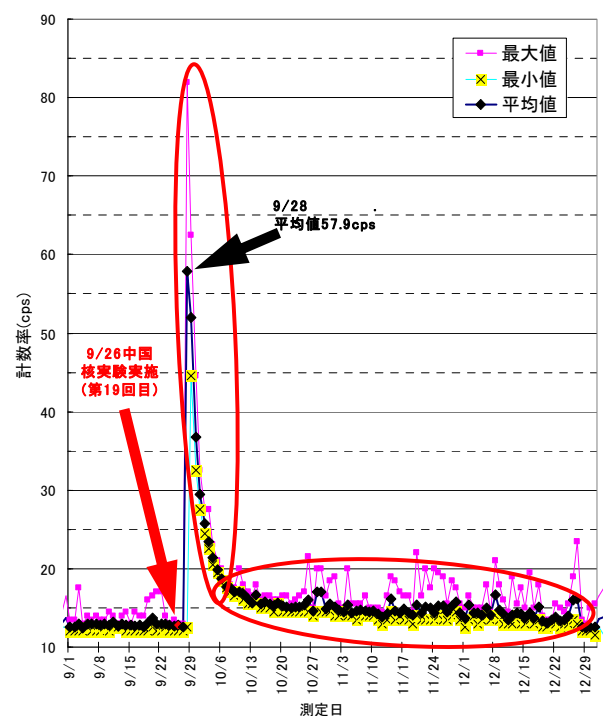


図 7 昭和 51 年 9～12 月の空間放射線量率(計数率)の日間値分布

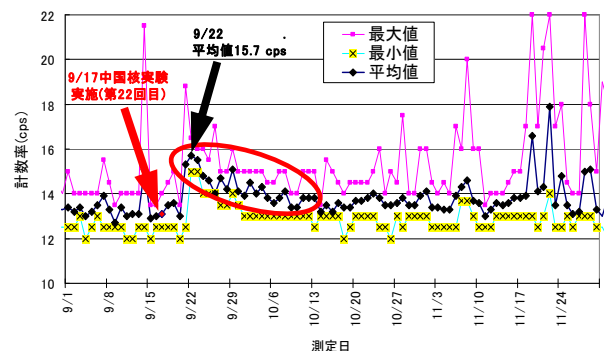


図 8 昭和 52 年 9～11 月の空間放射線量率(計数率)の日間値分布

3.4 チェルノブイリ原発事故による影響

旧ソ連で発生したチェルノブイリ原発事故の影響がみられた期間の空間放射線量率（計数率）の日間値分布を図9に示した。原発事故が発生した昭和61年4月26日から10日後の5月6日頃には影響が出始め、8日に平均値が極大（12.6 cps）となった。通常は11.4 cps前後の計数率であるが、5月6日以降は通常より高い状態が2ヶ月以上も継続しており、核実験時と比べて初期の計数率の上昇幅は小さいが、長期にわたり原発事故の影響がみられた。これは、雨水の全β放射能の測定結果³⁾から、核実験時と比べて人工放射性物質が、長い期間雨水等とともに降下したためであると考えられる。

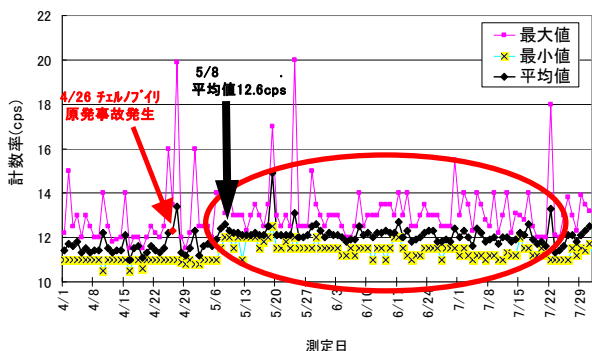


図9 昭和61年4～7月の空間放射線量率（計数率）の日間値分布

3.5 核実験等の外部被曝による実効線量

核実験等による放射性降下物の飛来により、空間放射線量率（計数率）が上昇した時期について、外部被曝による実効線量の算定を試みた。ここで問題となるのは、平成4年度以前まで測定していた計数率から、放射線に対する人への影響を示す実効線量（単位：mSv）を正確に算出することが困難であることである。そこで、大まかな実効線量を推定するために、地点の変更による放射線のバックグラウンドの変化を考慮した上で、計数率（cps）を線量率（nGy/h）に置き換え、核実験等による測定値の上昇分を加算した値から、およそその実効線量を算出した。GyからSvへの単位変換には、環境放射線モニタリング指針を参考に、平常時の線量換算係数0.8(Sv/Gy)⁷⁾を用いた。ここで試算した結果（表1）によると、中国核実験による実効線量は4回分を総計して0.016 mSv程度、チェル

ノブイリ原発事故では0.003 mSv程度と推計された。チェルノブイリ原発事故により、実際に日本人が受けた外部および内部被曝を含めた実効線量は、0.005～0.0065 mSvといわれており^{8,9)}、外部被曝による実効線量は0.003～0.0044 mSv（外部被曝の寄与を68%⁹⁾として算出）であることから、ここで試算した0.003 mSvとほぼ一致する結果となった。また、ここで試算した核実験および原発事故の実効線量は、合わせても約0.02 mSv程度であり、一般の日本人が地表から自然に受けている年間実効線量の0.38 mSv⁸⁾や、ICRP（国際放射線防護委員会）が1990年に勧告した公衆被曝の年間線量限度である1 mSv¹⁾よりも、かなり低い値であった。このことから、昭和45年以降から中国核実験およびチェルノブイリ原発事故により受けた外部被曝により、県民への健康被害が起こる可能性は、極めて低いと言える。

表1 核実験等によるおよその外部被曝（実効線量）の推定値（単位：mSv）

中国大気圏内核実験		
第13回	（昭和47年1月実施）	0.0005
第15回	（昭和48年6月実施）	0.0004
第19回	（昭和51年9月実施）	0.014
第22回	（昭和52年9月実施）	0.0013
チェルノブイリ原発事故		
	（昭和61年4月発生）	0.003

4. まとめ

昭和45年～平成21年度の40年間、当センターおよび旧衛生科学研究所で、モニタリングポストを用いて空間放射線量率を連続測定した結果、次のことが明らかになった。

- 1) 年間平均値は、昭和45年から58年度までは12.9 cps、機種変更した昭和59年度から61年8月中旬までは11.4 cps、移設した昭和61年8月下旬から平成4年度までは14.5 cps程度で、各期間ほぼ一定の値であった。また、エネルギー補償型（DBM方式）となった平成5年度以降は、約36 nGy/hとほぼ一定であった。
- 2) 10月から増加する放射性降下物の影響を受けて、月間の平均値は10～11月、最大値は12月前後が高値となり、積雪の影響で1月前

後の月間平均値および最小値が低値となる季節変化がみられた。

- 3) 中国大気圏内核実験により、昭和 47 年 1 月、48 年 7 月、51 年 9 月、52 年 9 月の計数率が実験開始 2～5 日後から上昇した。特に昭和 51 年 9 月の上昇幅が大きく、最も影響が大きかった 9 月 28 日の最大値が 82 cps、日間平均値が 57.9 cps と平常時の 5 倍前後まで上昇した。
- 4) 昭和 61 年 4 月 26 日に発生したチェルノブイリ原発事故から 10 日後の 5 月 6 日頃から影響が出始め、中国核実験時と比べて初期の計数率の上昇幅は小さいが、通常より高い状態が 2 ヶ月以上も継続した。
- 5) 放射性降下物由来の外部被曝によるおおよその実効線量を試算したところ、中国大気圏内核実験による実効線量は総計 0.016 mSv 程度であり、チェルノブイリ原発事故では 0.003 mSv 程度と推定され、公衆被曝の年間線量限度である 1 mSv と比べても、1/50 以下の低いレベルであった。

参考文献

- 1) ICRP: Recommendation of the ICRP on Nov.1990, publication 60, 1991.
- 2) 科学技術庁：第 12 回放射能調査研究成果発表会論文抄録集, 1970, 117-119.
- 3) 珍田尚俊, 柳田知子：秋田県における雨水の全 β 放射能測定結果とその特徴, 秋田県健康環境センター年報, 4, 2008, 91-94.
- 4) 科学技術庁：第 14 回放射能調査研究成果発表会論文抄録集, 1972, 138-143.
- 5) 科学技術庁：第 16 回放射能調査研究成果論文抄録集（昭和 48 年度）, 1974, 184-186.
- 6) 日本分析センター：日本分析センター 20 年の成果, 1994, 25.
- 7) 原子力安全委員会：環境放射線モニタリング指針, 平成 20 年 3 月, 42.
- 8) 日本アイソトープ協会：新・放射線の人体への影響, 2001, 16-17.
- 9) 日本分析センター：原子力事故 公衆防護のための介入レベル, 平成 3 年 9 月, 24-25.