

モニタリングポストによる核実験時におけるフォールアウトの推移について*

長井達夫** 本多 正** 今井俊男***

要 旨

大気中の γ 線の放射線レベルを連続的に測定・記録し、核実験に由来する地表付近の放射線汚染状況を早期に発見する目的で設置したモニタリングポストによる観測も、すでに7年あまりを経過した。そこで、気象庁が分担している輪島・旭川の資料に基づいて、平常時（核実験時以外）における γ 線の空間線量率の変動特性と、昭和51年9月26日実施の第19回中国核実験に伴うフォールアウト（放射性降下物）の推移状況について述べる。

1. ま え が き

環境の放射線を大別すると、宇宙線および天然に存在する放射性物質と、核実験または原子力平和利用に伴って環境に放出される放射性物質からの放射線の中で、 γ 線は重要な成分である。環境における放射線のモニタリングには、 γ 線についての情報が必要である。 γ 線の測定は迅速に行なわれ、また解析が適確である。

このような観点から、内閣の放射能対策本部においても、第5回中国核実験（昭和41年12月28日）後、幹事会内に2つの作業委員会を作り、緊急時対策について協議し、昭和42年7月に緊急時対策を目的とした放射能調査強化を決定した。これに基づき、昭和43年度に予算を要求し、昭和44年度以降、気象庁（旭川・輪島）の2官署のほか、全国18カ所（道府県）計20カ所で、 γ 線の自動空間線量測定装置（モニタリングポスト）による観測を実施している。

モニタリングポストとは、空間の γ 線を検出し、そのレベルを連続的に測定・記録する装置である。本器は、バックグラウンド（以下B.G.と略す）程度の非常に低いレベルの変化を測定するために、検出部には1"φ×1"のNaI(Tl)シンチレータを使用して感度よく検出したのち、電氣的雑音の影響を受けにくい電流パルスで測定部に電送している。

測定部は、パルスアンプ（電流パルス入力）、レートメータ、高圧低圧電源より構成され、レートメータには、アラーム回路が付いていて、レベルの急変により警報が出せる機構を備えている。

測定部は、300（巾）×380（高）×359（奥）mmの筐体におさめ、観測室に設置してある。

また、検出部は、輪島においては、VHFのバンザマストの頂部地上約10m、旭川では、庁舎東側2階屋上（地上14.7m）に取り付けられている。

この測器による過去の記録を見ると、降水時には、必ず、B.G.の1.3~2.0倍位の上昇変化が認められる。そこで、降水時の放射線レベルの変化および無降水時の変化の差異等平常時における情報を、量的に把握する目的で、長井・本多（1970）は、簡単な統計処理を行ない、2、3の考察を試みたので、次に述べる。

2. 無降水期間の γ 線空間線量の年変化

後節で記すように、 γ 線の空間線量は、降水時に増加することが観測されているので、そのB.G.として、無降水期間について、月間の平均値（毎時の統みとり値から求める）を求めた。昭和44年4月から45年3月までの年変化を示したものが第1図である。

第1図に見られるように、輪島においては、年間を通じて14~15 CPS（線量率：count/sec）の範囲であり、季節変化は顕著でない。旭川においては、8月~9月に極大、3月に極小を示す、5月~10月の期間は14~16 CPSの範囲である。このような著しい季節変化は、昭和45年以降現在まで毎年見られる。

旭川における季節変化は、冬期における積雪地に共通に見られる現象と考えられる。寒候気における11月~3

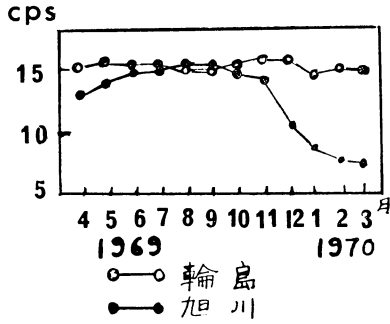
* On the Movement of Initial Fall-Out measured by Monitoring Post.

** T. Nagai, T. Honda, 気象庁観測部.

*** T. Imai, 札幌管区気象台.

—1977年2月8日受領—

—1977年4月4日受理—



第1図 7線バックグラウンドの年変化。

月にかけての減少と、4月から5月にかけて増加をたどる変化について、今井(1971)は、種々の気象要素と比較検討した結果、積雪の深さとこの変化がよく対応していると説明した。

すなわち、積雪の深さが、約50cmに達するまでは、深さに対応して線量率の平均値が減少し、融雪期には反対に、約50cmより少なくなるにつれて、線量率の平均値の増大が見られることを明らかにした。

以上は、気象庁の2カ所の資料のみによる調査結果であるが、B・Gの値は、当然各地で地域的な差があると思われるので、さらに18道府県の資料についても調査しておく必要がある。ただ、旭川におけるような、積雪の深さによる季節変動については、村山(1963)等の調査から、次のように説明づけられよう。

大気中にはウラン系列、トリウム系列、アクチノウラン系列に属する天然放射性物質が含まれている。これは、これらの系列に属する気体状の²²²Rn(ラドン)、²²⁰Rn(トロン: Tn)、²¹⁹Rn(アクチノン: An)が地表面から大気中に放出されていることによる。

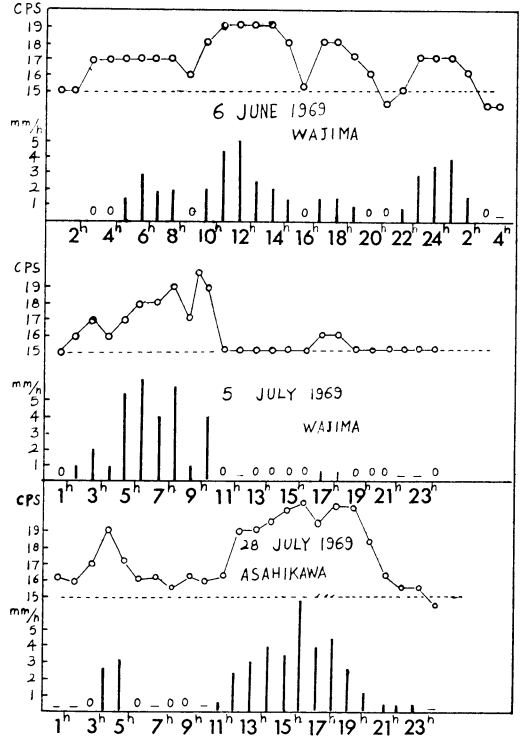
大気中の天然放射性物質の大部分は、これらの気体状の放射性物質およびその壊変生成物によるものである。

積雪によって地表からのこれらの放射性気体の放出がさえぎられると、大気中の天然放射性物質濃度が減少する。

旭川におけるモニタリングポストの観測値の冬期の減少は、このことが原因と考えられる。

3. 空間γ線量率の統計的考察

昭和44年4月から昭和45年3月までの1年間、輪島・旭川における連続記録から毎時の線量率の値(CPS)を読み取り、平均値を求めた。いっぽうこの記録から線量率の最大値が20.0CPSを越えた日を55例(輪島40、旭



第2図 7線量率および毎時降水量の日変化(横軸に平行の点線はバックグラウンド)。

第1表 毎時間の平均線量率(A)と、B・G(B)との差(C)を正(+),と負(-)に分類したときの、降水の有無の出現頻度。

観測場所	(C)の符号	降水の有無	出現頻度	(回数)
輪島	+	有	97.7%	(495)
	+	無	2.3%	(8)
	-	無	86.8%	(84)
	-	有	13.2%	(18)
旭川	+	有	88.5%	(193)
	+	無	11.5%	(25)
	-	無	77.5%	(55)
	-	有	22.5%	(16)

川15) 選び、これらの日の毎時間当たりの降水量との関係を調べた。

これらの55日についての測定値を見ると、線量率の値がB・G.(15CPS)より高い値を示したのは大部分が降

第2表 降水量および線量率の増減の傾向（1時間前の値と比較した場合）が一致、不一致の割合。

毎時降水量と線量率 の変化傾向の符号	輪 島	旭 川
増減の傾向一致	65% (326)	67% (92)
〃 不一致	35% (177)	33% (45)

水期間中であつた。その1例を第2図に示す。

毎時間の平均線量率とB・G.との差の値を、正と負の場合に分類し、それぞれについて、降水の有無の出現頻度を調べた結果が第1表である。

輪島では、B・G.より高い値を示した回数(503回)中495回(約98%)が降水期間中に見られた。また、B・G.より低い値を示した回数(102回)中、18回(約13%)が降水期間中に見られた。

旭川では、B・G.より高い値を示した回数(218回)中193回(89%)が、またB・G.より低い値を示した回数(71回)中16回(23%)が降水期間中に見られた。

降水のないとき線量率がB・G以下になる確率が、降水時B・G.以上になる確率より10%少ないのは、線量率の変動がB・G.のそれに比して少ないこと、線量率がB・G.に近い値であること、線量率とB・G.との差の値のあいまいさ等に原因がある。

つぎに、毎時降水量と線量率との時間変化について調べてみた。

線量率は降水が始まるとともに増加し、終わるとともに減少する傾向はほとんどの場合に見られる。

しかし、降水の継続している期間中は、降水量の増減は、線量率のそれと必ずしも一致していない。

第2表に、時間 t とそれより1時間前の($t-1$)とを比較した場合、降水量および線量率の増減の傾向が一致した場合と一致しなかった場合とを分類して示した。

第2表でみられるように、輪島では65%、旭川では67%の場合について、両者の増減の傾向が一致していることがわかった。

4. 第19回中国核実験時におけるモニタリングポストの観測成果

中国で核実験が行なわれた際には、フォールアウトの日本付近への到達時期予想のため、各等圧面天気図の風の資料を基にして、実験地上空を出発点とした流跡線を作成し、およその見通しを発表していた。

従来、この予想の確認は、雨水・ちりおよび浮遊塵の

放射能測定結果(全 β 測定)等で行なってきた。

しかし、これらの測定結果が判るのには、雨水・ちりの場合は、試料採取後およそ6時間、浮遊塵の場合は、およそ1日を要し、また、到達時刻についての情報は得られない。この解決のためには、モニタリングポストによる空間線量の連続記録観測値が有効であり、観測の意義と目的もこの点にある。

そこで、昭和51年9月26日の第19回中国核実験について調査したところ、関西から奥羽地方にかけての各地でフォールアウトによる線量率の急変が明瞭にみとめられた。

これらの各地における線量率の自記記録と高層天気図(500mb, 300mb)の風の資料を基にして求められた流跡線とを対応させ、解析した結果を次に示す。

さて、全 β 放射能の測定とは、自然環境物質や食品の放射能濃度を、簡易迅速に、かつあまり経費をかけないで知る手段として行なわれているが、この方法は、試料から β 線をエネルギーの区分なしに測定し、それを安定した酸化ウラン(U_3O_8)等の標準試料と比較して試料中の放射能をキュリーで表わす方法である。

全 β 放射能を測定する目的はいくつかあるが、放射能レベルの時間的ならびに空間的な変動傾向を監視するために有効である。

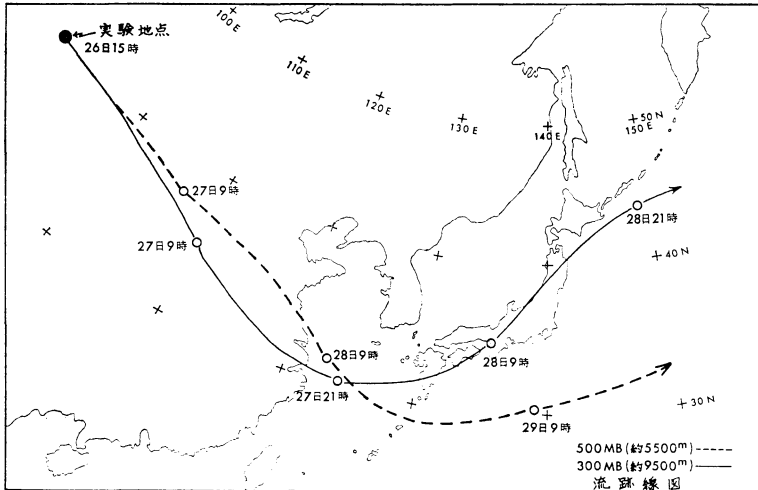
今回の核実験に伴う降水中の全 β 放射能値については、9月27日~29日にかけて、日本の南方海上を通過した低気圧による雨の中から、主として、北陸から奥羽地方にかけて比較的大きな値が測定された。

すなわち、秋田では、9月28日9時~29日9時における31mm以下の雨の中から、1 cm^3 当たり29.0pCi(平常値約0.1pCi/ cm^3)、輪島では、ごく少量の雨から7.0pCi/ cm^3 (平常値約0.1pCi/ cm^3)、また、新潟(県の機関)では、7.5mmの雨から28.9pCi/ cm^3 の値が検出された。

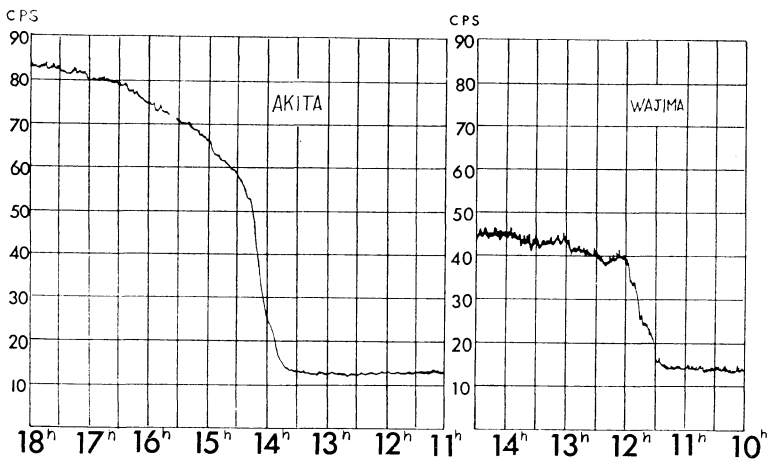
気象庁で観測した9月28日~10月4日(毎日9時~14時約300 m^3 の吸引)の浮遊塵放射能観測値の推移は次のとおりである。

大阪では、9月28日に吸引した浮遊塵の中に1 m^3 当たり2.0pCi(平常値約0.2pCi/ m^3)の放射能が検出され、ついで、9月29日には、仙台で49.0pCi/ m^3 (平常値約0.2pCi/ m^3)、東京では11.0pCi(平常値の約50倍)の値が検出され、ひきつづき30日には18.0pCi(平常値の約90倍)の値を観測した。

その後は徐々に減少し、10月4日には大阪をのぞいて



第3図 核爆発実験地を出発点とする、300mb、500mb面の流跡線 (昭和51年9月26日、第19回中国核実験)。



第4図 第19回中国核実験に伴うモニタリングポストによる空間γ線量率の推移。

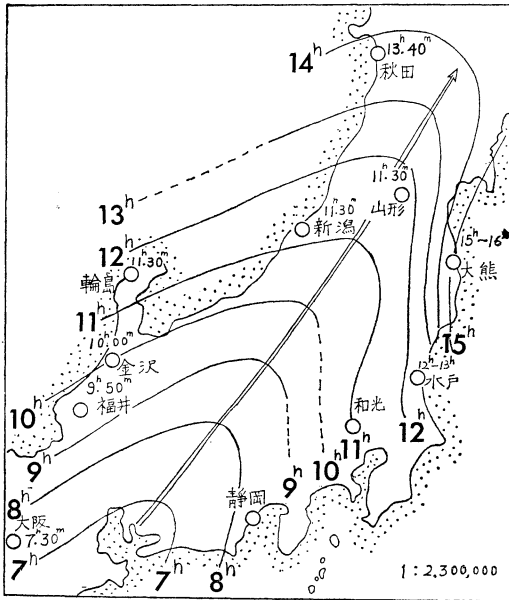
は、平常値に近づいた。

さて、今回の大気圏内核実験の規模は、アメリカのエネルギー研究開発庁 (ERDA) によれば、20~200KT (キロトン)とかなりの中で発表された。すでに知られているごとく、爆発の規模が大きいほど放射能雲の底の高さは高く、科学委員会総合報告書掲載の資料 (Kellogg, W. W., 1956) によれば、10KT級で、雲底の高さは約7,700m、100KT級では約12,000mである。したがって、フォールアウトの日本付近への到達日時を見積もるにあたり、上述の雲底の値を参考とし、2通りの流跡

線を作成した。すなわち、10KT級とした場合を500mb、100KT級とした場合を300mb面の風で、実験地上空を出発点とする流跡線を、12時間ごとの高層天気図の実測風を基として求めてみると第3図のようになる。

この図からわかるように、500mb面の流跡線は、日本のはるか南の海上を通っており、前記の降水および浮遊塵中の全β放射能値の観測結果を説明することはできない。

いっぽう、300mb面の流跡線は、関西から北陸・奥羽地方を通過しており、北陸地方から奥羽地方にかけて



第5図 フォールアウト初期到達時刻等時線。

の全β放射能の観測結果と一致する。これらのことから、今回の核実験の爆発規模は、100KT級と推定される。

つぎに、フォールアウトの初期到達時刻を、モニタリングポストの観測から得られた等時線から求めると、フォールアウトの推移状況が、かなりはっきりと認められるので、その解析結果を述べる。

各地の(気象庁2カ所、道府県18カ所)のモニタリングポストによる空間線量率の観測値によると、9月27日15時～29日15時にかけては、西日本にフォールアウトによる影響は現われなかったが、青森、山形、福島、新潟、福井、石川、静岡、大阪、茨城等においては影響が認められた。

特に輪島において、48 CPS(平常値約15 CPS)、秋田においては82 CPS(平常値約13 CPS)の最大値が記録された。

第4図に、輪島および秋田における線量率の時間変化(9月28日)を示す。

輪島における線量率は、9月28日11時頃までは平常値(約15 CPS)を示していたが、11時30分頃から急増加を示し、12時に約40 CPS、14時頃45 CPS(最大48 CPS)前後の値となった。

また、秋田では13時頃まで、平常値(約13 CPS)であったが、13時30分頃から急増加し、14時に約25 CPS、

15時に約65 CPS、17時以降80 CPS(最大82 CPS)以上の値となった。

この頃、輪島では、10時40分～10時50分および11時20分～12時20分の間、ごく弱い雨(降水量0.0mm)が降っており、秋田でも、13時47分から17時20分にかけて弱い雨(降水量0.0mm)が降っていたが、この程度の弱い雨では、雨による線量率の立ちあがりには、過去の実測例からみて、ごく小さい。したがって、この図のようないちじるしい立ちあがりには、新たな核実験によるフォールアウトに原因していると解釈できる。

そこで、各地のモニタリングポストの自記紙から立ちあがり時刻を求めて、フォールアウトの初期到達時刻の等時線を描くと第5図のようになる。

観測点が中部地方の内陸部および関東地方に少なく、正確さは欠くが、フォールアウトの初期の推移状況の概略はつかめた。

いま、この等時線の頂点を連ねると(第5図の2重線)、この線と300mb面の流跡線とがほぼ一致していること、および等時線の移動速度が25m/sであること(28日9時の300mb面の関西から奥羽地方にかけての風速とはほぼ同じ)が把握できた。

したがって、今回の核実験による初期のフォールアウトが、300mb面付近における実験地上空を出発点とする流跡線に沿って日本の上空に達したことが、観測結果から実証できたものと思う。

5. あとがき

種々の環境放射線の情報を得ることは、外部被曝線量の評価を行なうにも、また環境における放射性物質の動きを知る上にも必要であり、モニタリングポストによる環境放射線の時間変化は、重要な情報の1つであることが確かめられた。

すなわち、フォールアウトによる空間γ線量率の立ちあがりや、その大きさを迅速に発見し、速報することで、検出の約2時間後には、フォールアウトの推移のあらましに関する情報が得られることがわかった。

近い将来、日本において静止気象衛星が打上げられるようになれば、実験後の放射能雲の動静に関する情報も加わり、さらに良い情報が提供されることになろう。

おわりに、本調査にあたり、貴重な資料の提供をいただいた大阪、静岡、青森、秋田、新潟、山形、福井、茨城県の関係者および各研究所の資料提供に関し種々の便宜をいただいた科学技術庁放射能管理室の方々に、誌上を借りて厚くお礼を申しあげる。

また、ポスト設置当初より、終始変わらずに御指導をいただき、さらに、今回のフォールアウトに関しても早速に情報の提供をいただいた理化学研究所の岡野真治博士に深く感謝する。

さらに御多忙中にもかかわらず、御校閲と有意義な御意見を下さった気象研究所地球化学研究部の葛城幸雄氏に対し心から謝意を表する。

文 献

今井俊男, 本多 正, 1971: モニタリングポストに

よる空間線量 (γ 線) の変動調査, 第13回放射能調査研究成果発表会論文抄録集, 19-22.

Kellogg, W. W., 1956: Atomic cloud height as a function of yield and meteorology, USAEC Report AECU, -3403.

村山信彦, 1963: 大気自然放射能の連続測定 (第1報), 研究時報, 15, 1-13.

長井達夫, 本多 正, 上野秀夫, 1970: モニタリングポストによる空間線量率 (γ 線) の測定結果の統計的考察 (1), 第12回放射能調査研究成果発表会論文抄録集, 21-24.

気象学会および関連学会行事予定

行 事 名	開 催 年 月 日	主 催 団 体 等	場 所
第21回 山の気象シンポジウム	昭和52年6月18日	日本気象学会	気象庁 第1会議室
第14回 理工学における同位元素研究発表会	昭和52年6月29日 ～7月1日		国立教育会館
第11回 夏季大学「新しい気象学」教室	昭和52年7月26日～29日	日本気象学会	気象庁講堂
第14回 自然災害科学総合シンポジウム	昭和52年8月29日～30日		北海道大学工学部
昭和52年度 日本気象学会秋季大会	昭和52年10月4日～6日	日本気象学会	札幌市教育文化会館
第24回 風に関するシンポジウム	昭和52年11月11日		日大生産工学部 (習志野校舎)