

モニタリングポストによる空間線量率の変動要因について*

福田 一 義**

要 旨

モニタリングポストによる空間線量率は、平常時においても地域や気象条件によって変動するので、核実験等の場合の異常値と区別するためには、その変動特性を把握しておくことが重要である。

札幌における観測値は、平均 6~12 cps の範囲で、8月に極大、2月に極小、4月と12月頃に変曲点を有する顕著な季節変動を示す。また、1日のうちでも、降雨や降雪を伴う場合にしばしば急増し、変動幅の大きな日が特に寒冷期に多く出現する。

この空間線量率の変動特性とそれに影響を与える要因を検討するとともに、雨や雪の降り方を一過性、持続性及び断続性の降水の3つの型に分類して、空間線量率の急激な増減とを対応させた。

1. まえがき

モニタリングポストは、平常時における大気中のガンマ放射能レベルを連続測定・記録し、核実験によるフォールアウトの影響を迅速に探知する目的で、1969年以降、全国21箇所を設置された。最近では、原子力船や原子力潜水艦の寄港地あるいは原子力発電所周辺の放射能漏れを監視するためにも、これが設置されるようになった。

モニタリングポストより得られる空間線量率の観測値は、長井ら(1977)がその詳細を述べているように、平常時においても地域や気象条件によって変動する。従って、核実験等の場合の値と区別するためには、その変動特性を明らかにしておく必要がある。

北海道では、旭川の地方气象台と札幌の当所において、1969年より観測を続けている。札幌における観測値の変動特性とその要因に関して、現在地に新築移転後の1972年2月から1979年1月までの7年間の観測より検討を加えた。装置は富士通製 PS 532 型であり、検出部は当所屋上(三階建、地上19m)に取り付けられている。温度補償は施されておらず、その温度特性は10°C 当り5%である。

2. 空間線量率の季節変動

観測期間中の札幌における空間線量率の月平均値及び最大値と最小値の変動を第1図に示す。また、気温と気圧の同様な変動及び中国核実験の実施時期を合わせて示してある。停電や故障等のためにやむなく観測を中断した数日間を除き、装置は正常に作動した。なお、1975年9月と10月の中断はオーバーホールによるものである。

空間線量率の月平均値は、6~12 cps の範囲で変動し、ほぼ8月に極大、2月に極小、4月と12月頃に変曲点を有する明確な季節変動が認められる。最小値の変動傾向はこれと全く一致しているのに対して、最大値の方は必ずしも一致しない。このような季節変動に影響を与える気象要素を幾つか検討した。

気温の変動は空間線量率の季節変動と実に良く対応している。一方、気圧の変動は、夏に向かって下降し、冬に向かって上昇しているようにみえるが、変動幅も小さくははっきりしていない。雨や雪が降る場合に空間線量率の増加がしばしば現われるが、降水量の多寡とはあまり対応しない。この降水による空間線量率の増加については後述する。風に関しては、10分間の最大風速及び1日の最多風向の月別頻度分布を、それぞれ、第1表、第2表に示す。総じて、北西と南東の風がほぼ拮抗しており、風向や風の強さに季節的な変動は認め難い。

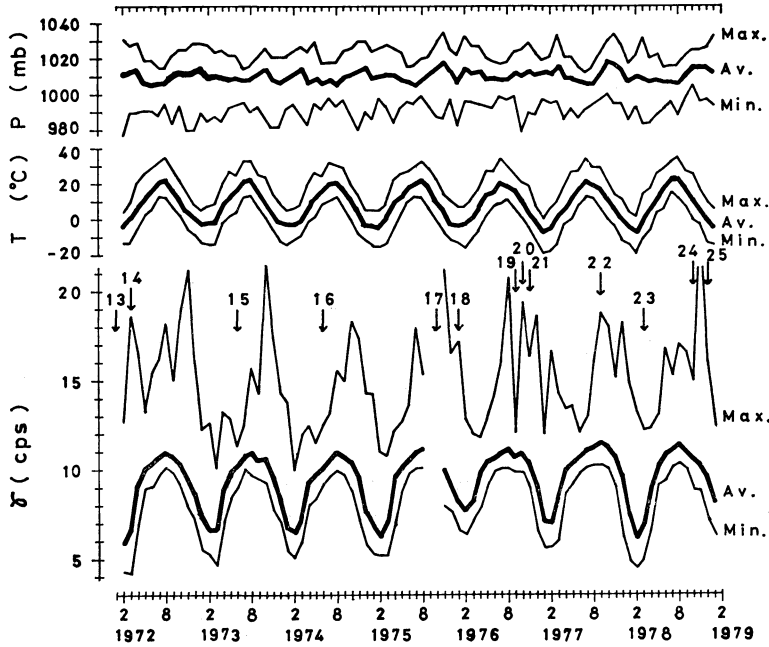
今井・本多(1971)は、旭川におけるモニタリングポスト観測より、類似の季節変動をすでに報告した。空間線量率の増減については、積雪が深くなるにつれて減少し、融雪が進むにつれて逆に増加してくるためと説明し

* On the Factors Affecting Variation of Gamma-ray Exposure Rates Observed with the Monitoring Post.

** Kazuyoshi Fukuda, 北海道立衛生研究所,

—1981年6月5日受領—

—1982年6月28日受理—

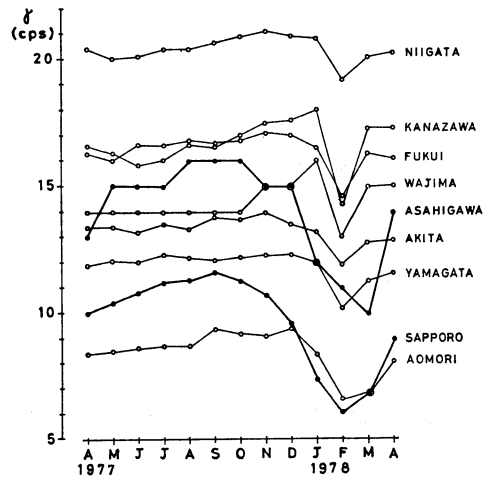


第1図 札幌におけるモニタリングポストによる空間線量率 γ 及び気温 T と気圧 P の月変動。1972年2月から1979年1月まで。図中の↓印と数字は中国核実験の実施を表わす。

第1表 10分間の最大風速の月別頻度分布。第1図と同期間中の平均日数。

月	m/s	0~5	5~10	10~15	15~20
1	20	20	11	0	0
2	13	13	14	1	0
3	13	13	17	1	0
4	6	6	21	3	0
5	8	8	21	2	0
6	10	10	18	2	0
7	14	14	17	0	0
8	17	17	14	0	0
9	13	13	16	1	0
10	15	15	15	1	0
11	12	12	14	3	1
12	19	19	12	0	0

ている。しかし、積雪による特有な現象であるならば、他の降雪地方においても同様な変動が現われて良いはずである。そこで、それらの観測値の比較を、1977年4月より1978年4月までについて第2図に示す。旭川と輪島の観測値は大気放射能観測成績(1979-1980)、その他は第20回環境放射能調査研究成果論文抄録集(1978)よ



第2図 降雪地方における空間線量率 γ の月変動の比較。1977年4月から1978年4月までの月平均値。

り抜粋した。設置されている装置の機種や設定条件が異なるため絶対値の比較は出来ないが、2月頃に減少する点で一致する。札幌と旭川の変動傾向はきわめて類似し、他に比較して顕著な変動であることがわかる。

第2表 最多風向の月別頻度分布, 1978年1月から1979年1月までの平均日数.

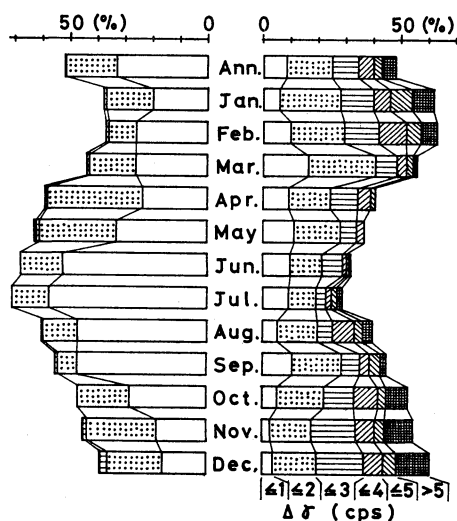
風向 月	北	北北東	北東	東北東	東	東南東	南東	南南東	南	南南西	南西	西南西	西	西北西	北西	北北西
1	0	0	0	0	0	0	10	5	0	0	0	0	2	5	8	1
2	1	0	0	0	0	5	6	2	0	1	0	0	1	2	10	0
3	0	0	0	0	1	4	6	1	1	1	0	0	0	1	14	2
4	0	0	0	0	0	3	9	5	0	0	0	1	0	2	8	2
5	1	0	0	1	0	2	11	1	0	0	1	0	2	0	4	8
6	0	0	0	0	2	7	4	2	0	0	0	0	0	0	11	4
7	1	2	1	0	0	7	14	0	0	0	0	0	0	0	3	3
8	3	0	0	0	0	5	8	1	0	0	0	1	0	0	12	1
9	2	0	0	0	1	4	7	2	0	0	0	0	0	0	14	0
10	1	0	0	0	0	2	8	3	0	0	0	0	1	4	9	3
11	0	0	0	0	0	2	6	3	0	0	1	0	1	8	6	3
12	0	0	0	0	0	1	11	4	1	0	0	0	1	2	10	1

当調査期間中に、中国は第13回から第25回までの核実験を実施した。長井ら(1977)は、核実験による顕著な影響がモニタリングポスト観測に現われたものとして、第19回の例を詳細に報告している。札幌においては、第14, 18, 19, 22回のものともみられる影響が雨水中の全ベータ放射能の観測によって確認されているものの、空間線量率を大きく増加させるには至らなかった。

これらを考慮すると、空間線量率の季節変動を招く一因として、気温の変動が挙げられる。観測されるガンマ線の主たる供給源は、自然界のトリウム、ウラン及びアクチニウム系列の壊変過程で生成してくる気体状の放射性核種すなわちラドン等とその娘核種であろう。ラドン等は地表面より大気中に広く逸散し、その娘核種はエアロゾル等と共に大気中に浮遊している。気温が高ければ地表面からのラドン等の逸散が増し、気温が低ければその逆になる。また、2月を極小とする空間線量率の急激な減少は平均気温が0°C以下の続く12~3月の寒冷期と良く対応しており、積雪よりもむしろ地表面の凍結による遮蔽効果と考えられる。

3. 空間線量率の日較差と平常値

空間線量率は1日のうちでも時々刻々と、また降水の有無によっても変動する。そこで、日較差(1日の最大値と最小値の差)をとって、その月別頻度分布を降水の有無にわけて第3図に示す。日較差の大きな日はまれにしか現われず、総じて日較差はわずかであった。1年を通してみた場合、降水の有無はほぼ同程度の日数である



第3図 空間線量率の日較差 Δr の月別頻度分布。左側は降水を伴わない場合、右側は降水を伴う場合。第1図と同期間中の月毎の全日数に対する割合を(%)表わす。

にもかかわらず、降水無と降水有の場合では日較差の頻度分布が随分と異なることがわかる。降水無の日の100%近くが日較差3 cps以下であって、1例のみが日較差5 cpsを超えたにすぎないことから、日較差3 cps以下の日及び5 cpsを超える日について、降水の有無にわけて第3表にまとめて示す。

降雨が主体になる4~9月の時期は、降水を伴う日が50%に満たず、日較差の大きな日がわずかにみられる程

第3表 第3図に示す日較差 3 cps 以下及び 5 cps を超える日の月別頻度分布. 降水の有無にわけ, それぞれの日数と () 内に月毎の全日数に対する割合 (%) を, また * 印は停電や故障等で観測を中断した日のあることを表わす.

月	降水の有無		日較差 3 cps 以下		日較差 5 cps を超える	
	無	有	無	有	無	有
1*	77 (38)	128 (62)	76 (37)	82 (40)	1	17 (8)
2*	73 (37)	123 (63)	72 (37)	82 (42)	0	11 (6)
3*	94 (44)	119 (56)	94 (44)	103 (48)	0	3
4	124 (59)	86 (41)	123 (59)	72 (34)	0	1
5*	136 (63)	79 (37)	134 (62)	73 (34)	0	0
6	143 (68)	67 (32)	143 (68)	61 (29)	0	2
7	154 (71)	63 (29)	154 (71)	51 (24)	0	4
8*	130 (60)	85 (40)	130 (60)	55 (26)	0	7
9*	99 (55)	81 (45)	99 (55)	64 (36)	0	4
10*	87 (47)	99 (53)	87 (47)	62 (33)	0	15 (8)
11	94 (45)	116 (55)	93 (44)	72 (34)	0	22 (10)
12	84 (39)	133 (61)	83 (38)	80 (37)	0	27 (12)
計	1295 (52)	1179 (48)	1288 (52)	875 (35)	1	113 (5)

度である. 一方, 降雪が主体になる10~3月の時期は, 50%以上の日が降水を伴っており, 日較差の大きな日が増している.

日較差 3 cps 以下の日は, 降水無の場合のほぼ100%, 降水有の場合の 73%を占め, 全体の 87%であった. また, 降水の有無にわけずに, 先の降雨あるいは降雪の時期にわけた場合, 日較差 3 cps 以下の日は, それぞれ, 93, 80%であった. 従って, 降水の有無や降雨あるいは降雪にかかわらず, 3 cps 程度の日較差は平常値の範囲とみなして構わないであろう.

日較差 5 cps を超える日は全体の 5%にすぎないが, 降雪が主体の10~3月の時期と 8月頃に集中している. 1例を除くすべてが降水を伴っており, 降水現象と空間線量率の急増との間に何らかの関係のあることが伺える. この1例とは, 1976年1月20日の観測に現われたもので, 同年1月23日に第18回中国核実験が実施されているが, それ以前の出来事であって今のところ原因不明である.

4. 降水による空間線量率の増加

降雨や降雪に伴って空間線量率の急増がしばしば認められることを述べた. 最近, 綾・本多 (1980) は, モニタリングポストによる観測値を雨の降り方で分類し, その降雨をもたらせた雲層との比較を行なっている. 著者

は, 降水強度 (1時間当りの降水量) と毎時の空間線量率との時間的な変動に着目して, 同様な分類を試みた. 降水の有無にかかわらず, 3 cps 程度の日較差は平常値とみなせることをすでに述べたので, 日較差 5 cps を超える 113 日についてのみ, 一過性, 持続性及び断続性の降水の 3つの型に分類した. その特徴は次の通りであるが, 3つの型における典型的な例を降雨と降雪の場合より 1例ずつ選んで第4図に示す. それぞれの型は毎時の空間線量率の変動を定性的に表わしている. 2日間にまたがっているものもあって, 全部で110例となった.

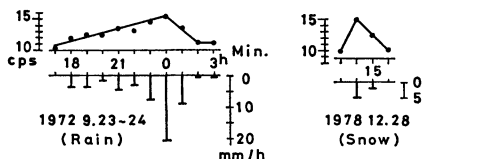
(1) 一過性の降水の場合; 一時的な降水であって短時間のうちに止むことが多いが, 降り続く途中で急に強い降水に変わるものも含める. 降水強度の強弱と空間線量率の増減とは定性的にはほぼ対応するが, 定量的な比例関係ではない.

(2) 持続性の降水の場合; 長時間引き続く降水であって, その間の降水強度はゆるやかな強弱を伴うこともあるがほとんど一定のままであり, 空間線量率は幾分傾きを有しても平坦な高い値を保つ.

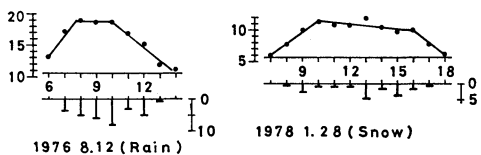
(3) 断続性の降水の場合; 降ったり止んだりを繰り返す降水であって, 急に降水強度の強い降水に始まり, 一時弱まってから再び強くなる. 空間線量率の増減は分割される.

以上のような3つの型に毎時の空間線量率の変動を分

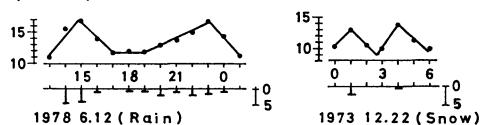
I \wedge or \wedge or \wedge type



II \wedge type



III \wedge type



第4図 降水型と空間線量率の急増の関係。I, II, IIIはそれぞれ、一過性、持続性及び断続性の降水の場合で、毎時の空間線量率 (cps) と降水強度 (mm/h) の時間的変化を表わす。第3表の日較差 5 cps を超える110例より、降雨 (Rain) と降雪 (Snow) の場合の典型例を示している。

類した場合、どの型においても降雨と降雪との間に違いは生じなかった。また、日較差 5 cps を超える 110 例中の、一過性、持続性及び断続性の降水は、それぞれ、74, 23, 13例であり、67, 21, 12%に相当する。一過性の降水に伴って空間線量率の急増が最も多く現われることがわかる。とはいえ、降水があったからといっても、必ず空間線量率の急増が起こる訳ではなく、きわめてまれなことである。このまれな現象が雪の降る時期と8月頃に集中して現われており、大気の状態が急に不安定化することと関連しているものと考えられる。つまり、雪をもたらせる積雲や雷雨をもたらせる積乱雲のような場合では、雲頂と雲底との高度差が大きく、その間の上下

混合が活発に行なわれるので、大気はきわめて不安定な状態におかれる。

第1図に示した空間線量率の最大値の変動が、明確な季節変動と必ずしも一致しないのは、このような降水に伴うまれな空間線量率の増加の影響を受けているためと解釈される。また、核実験による寄与を全く無視することはできないが、核実験の実施があったか否かにかかわらず空間線量率の最大値の変動域を超えていないので、当調査期間中に実施された中国核実験による異常値は認められなかった。

5. まとめ

札幌におけるモニタリングポスト観測より、空間線量率の平常時の変動特性とその要因を検討した。その結果、顕著な季節変動が認められ、季節変動と気温の変動とが一致すること、冬季の急激な減少は積雪よりもむしろ地表面の凍結の遮蔽効果によること、降水の有無にかかわらず 3 cps 程度の日変動は平常値とみなしうること、大気の状態が不安定な状態に急変する際の降水に伴って 5 cps を超えるような急増がまれに現われること等が明らかになった。また、当調査期間中に実施された中国核実験による直接的な影響は認められなかった。

稿を終えるにあたって、本稿の校閲と適切な助言を賜った当所の安藤芳明博士に深謝致します。

文 献

綾 一・本多 正, 1980: 降雨時のモニタリングポスト観測値について, 第22回環境放射能調査研究成果発表会論文抄録集, 9-11.
 今井俊男・本多 正, 1971: モニタリングポストによる空間線量 (ガンマ線) 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.
 長井達夫・本多 正・今井俊男, 1977: 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, 天気, 24, 271-276.
 第20回環境放射能調査研究成果論文抄録集, 1978: 科学技術庁.
 大気放射能観測成績, 1979-1980: 気象庁.