

(3) モニタリングポストによる空間γ線量率 について (第2報)

環境理学課 中尾幹夫

1. 緒言

原子力発電所から放出される放射性的の気体廃棄物による周辺地域の空間放射線レベルの変動を測定するために、本県では九州電力(株)玄海原子力発電所周辺の3か所に空間γ線量率の連続測定を行う野外固定施設(以下モニタリングポストという。)を昭和49年度に設置し測定を行ってきた。

このモニタリングポストによる50年度までの測定結果の概略については前報¹⁾に記載しているが、空間γ線量率の日変化の要因、降雨量との相関等について不明確な点が多かったので、ここでは、前報での問題点を補足することに重点をおいて空間γ線量率の変動について整理したのでその結果を報告する。

なお、モニタリングポストのデータ収集は、九州電力(株)(以下九電と略す)が設置したモニタリングポスト5か所を含めて51年度に整備したテレメータシステム(環境放射能遠隔監視システム)

により行っている。

2. 環境放射能遠隔監視システム

このシステムは、図1の配置図に示すようなモニタリングポスト8か所(県設置3か所、九電設置5か所(うち1か所は水モニター)のデータを電々公社の特定通信回線を利用して当公害センターへ2分毎に電送し、公害センター内の中央監視局で環境放射能等の常時監視及び観測データの即時処理を行うもので、51年7月末に完成し同年9月から本稼動に入っているものである。

各モニタリングポストの測定項目ならびに中央監視局の機器系統は図2に示す通りであるが、この外にテレメータシステムに接続していないが今村局に自記温度計を設置している。又、放射線の検出器にはいずれもNaI(TL)シンチレーション検出器を用いている。

本稿はこのシステムで得られた51年9月以降の月報のデータをもとに整理したものである。

図1 測定地点略図

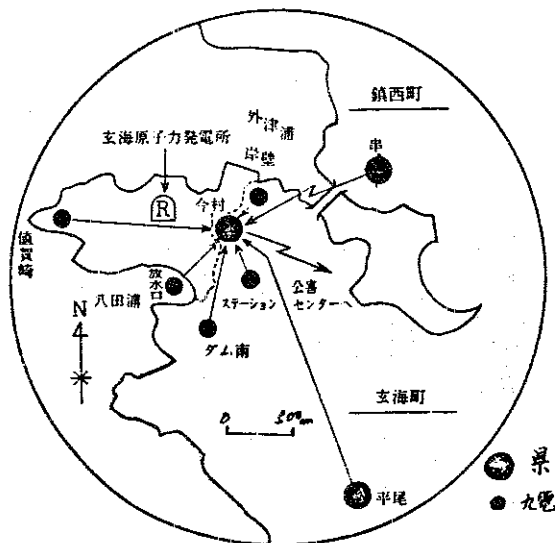
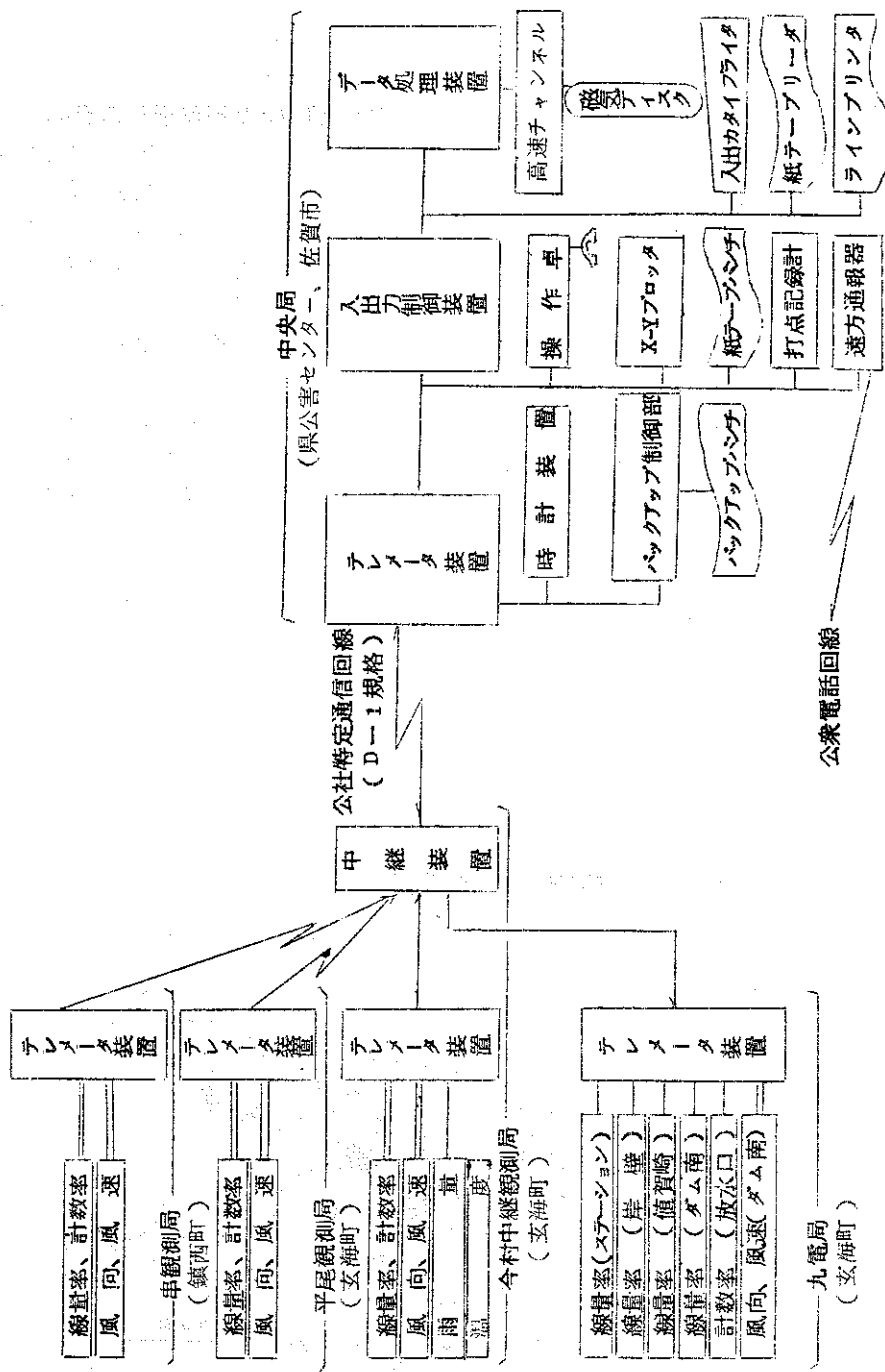


図 2 佐賀県環境放射能速報監視システム系統図



3. 空間 γ 線量率の変動

3-1 月別変動(月間積算線量の推移)

51年9月から52年12月までの月間積算線量を各モニタリングポスト別にまとめたもの

が表1、図3である。図中、棒グラフで示したのは今村局で観測した月間降雨量で、雲形のマークは中国が大気圏内で行った核実験の実施時期を表わしている。

表 - 1

観測局 年月		月間積算線量 (mR)							平均(mR)
		串	平尾	今村	ステーション	岸壁	値賀崎	ダム南	
年	51年 9月	2.34	2.68	2.24	1.95	1.77	2.28	1.89	2.16
	10	2.49	2.95	2.49	2.18	1.92	2.46	2.07	2.37
	11	2.46	3.07	2.58	2.14	1.84	2.32	1.99	2.34
	12	2.54	3.29	2.76	2.18	1.85	2.30	2.02	2.42
	52年 1月	2.39	2.94	2.79	2.17	1.80	2.36	2.03	2.35
	2	2.46	2.28	2.45	1.97	1.66	2.23	2.10	2.16
	3	2.77	2.60	2.35	2.18	1.91	2.67	2.23	2.39
	4	2.62	2.40	2.14	1.98	1.81	2.52	2.06	2.22
	5	2.67	2.45	2.17	2.04	1.90	2.56	2.11	2.27
	6	2.53	2.37	2.10	1.93	1.90	2.39	2.03	2.18
	7	2.43	2.32	1.91	1.76	1.77	2.22	1.89	2.04
	8	2.63	2.26	2.06	1.93	1.90	2.34	2.00	2.16
月	9	2.53	2.24	2.02	1.91	1.84	2.24	1.90	2.10
	10	2.95	2.61	2.52	2.11	1.95	2.44	2.05	2.38
	11	2.76	2.62	2.63	2.09	1.97	2.24	2.01	2.33
	12	2.76	2.65	2.80	2.19	2.04	2.22	2.08	2.39
52年8月迄計(mR/Y)		30.33	31.61	28.04	24.41	22.03	28.65	24.42	27.06
平均線量率(μ R/H)		3.46	3.58	3.20	2.79	2.51	3.27	2.79	3.09
宇宙線寄与を加えた全積算線量(mR/Y)		49.6	50.9	47.3	48.1	45.7	52.3	48.1	-

注1) 宇宙線寄与については文献2)を参考に下表のように補正した。

	2 ϕ ×2 ϕ Na Iの宇宙線寄与分		測定線量に加えた宇宙線寄与(mR/Y)
	<3 MeV	>3 MeV	
県ポスト	0.5 μ R/H	0.5 μ R/H	(32-10)×8.76 =19.27
注2) 九電ポスト	0.5 μ R/H	-	(32-0.5)×8.76 =23.65

注2) 九電設置のモニタリングポストは γ 線エネルギー3 MeV以上をディスクリでカットしている。このため測定値が県より低めに出る傾向がある。

図3 月間積算線量の月別変動

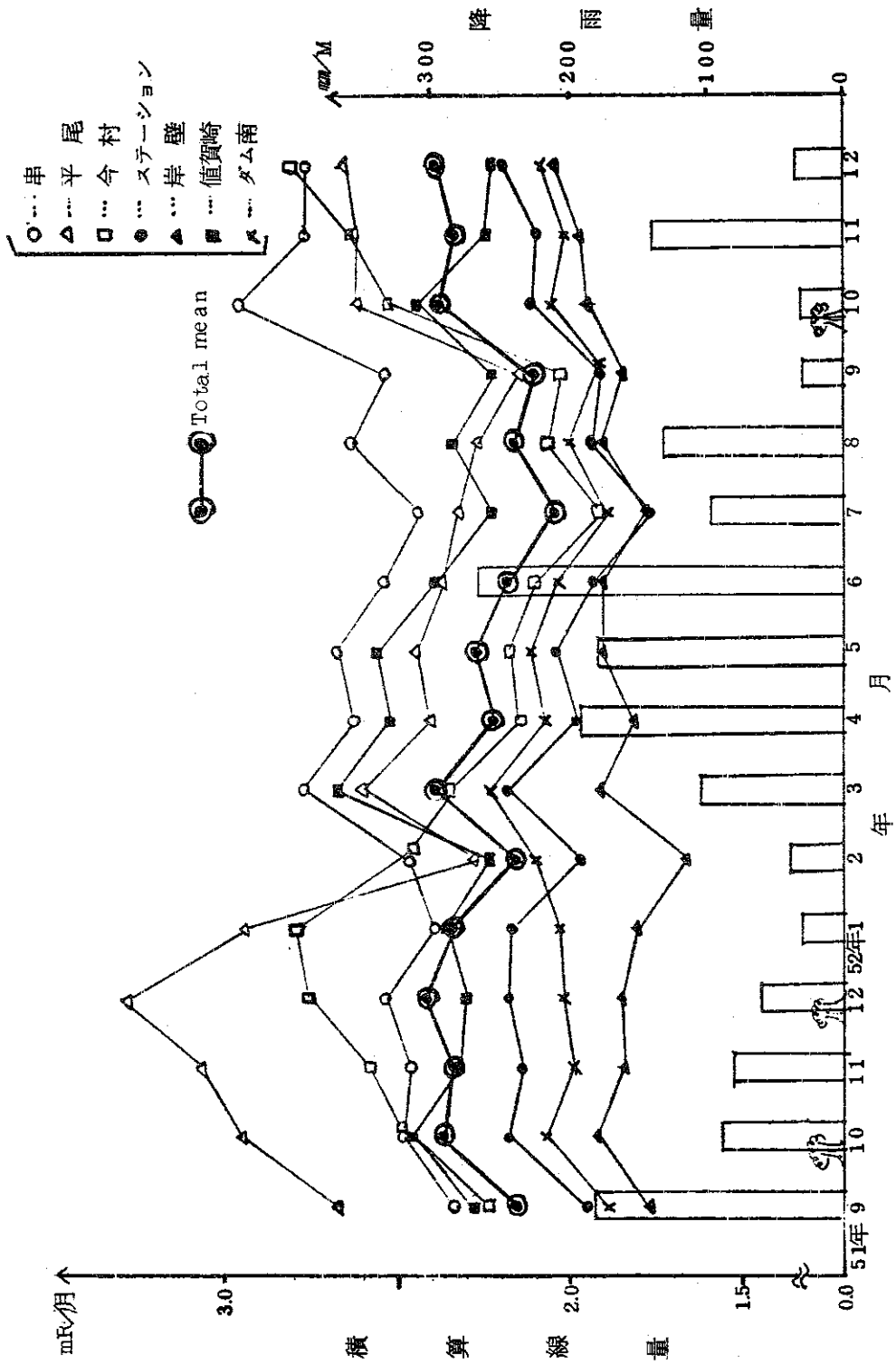


図3によると各地点とも月別の変動は概ね同様な動きを示しており、10, 11, 12月に高く、7, 8, 9月に低くなるという前報と同様な傾向がみられる。しかし、中国が行った核実験（51年9/26, 11/17及び52年9/17）の実施時期と比較してみると、いずれも実験後に線量の増加が認められることは核実験によるフォールアウトの影響を受けたためと思われる、この図からは単に季節変動による線量の増減であるともいえないようである。又、3月に一つのピークが表われているが、これは、フォールアウト

の成層圏降下現象³⁾である。一般にスプリングピークと呼ばれるものではないかと思われ、当所で行っている雨水の放射能調査⁴⁾でも52年3月には51年度の月間平均降雨量(31 mci/Km²)の約2倍の降下量が観測されたことから3月には多量のフォールアウトが降下していると思われる。このように空間線量は季節的な変動に加えて外国の核実験によるフォールアウトの影響を受けやすいものであり、核実験の実施に関する情報に注意を払う必要がある。

表2 地点別変動係数

(mR)

観測局	串	平尾	今村	ステーション	岸壁	値賀崎	ダム南
平均月線量m	2.58	2.61	2.38	2.04	1.86	2.36	2.03
標準偏差σ	0.16	0.30	0.28	0.13	0.09	0.13	0.09
$\frac{\sigma}{m} \times 100$ (%)	6.2	11.5	11.8	6.4	4.8	5.5	4.4

表2は、地点別の変動係数を求めたものである。これによると今村・平尾が高く、岸壁・ダム南が低い変動係数を示しており、県設置のモニタリングポストの方が大きく変動している。このことは、地点差・機器の安定性などの違いによるものと考えられるが、テレメータによるデータサンプリングの方式が1時間平均線量を算出する場合、県はパルス積算式、九電は瞬時値の算術平均により得ていることから九電の方が平均化されているのではないかと考えられる。

表1の年間積算線量（51年9月～52年8月の合計）は宇宙線の寄与を加えた全空間γ線量として記載しているが、モニタリングポストと同地点にTLDを設置している4か所での年線量を比較すると表3のようになる。

表3

(mR/Y)

地点 測定器	串	ステーション	ダム南	岸壁	平均	⊕-Ⓐ
モニタリング ポスト	49.6	48.1	48.1	45.7	Ⓐ 47.8	16.2
TLD (51年10月 ～52年9月)	61.2	73.2	62.2	59.2	⊕ 64.0	

平均値の差で16.2 mR/Yと4地点ともTLDの方が高いが、これは主に検出器の地上高（モニタリングポストが地上高2.5 m、TLDが地上高1.0 m）の差により地表からの線量寄与が少なくなることによると思われる。

3-2 空間γ線量率の経時変化

今村局の経時変化については前報で報告したように1日の変動巾（最高-最低）で0.3～0.5

$\mu R/h$ あり、日の出前の5~6時頃最高となり、13~15時頃に最低となる傾向がみられた。このことは、日照時間との関係があるものと推測していたが、今回今村局に設置した自記温度計による気温の変化(=日照と直接関係があると思われる。)と線量率の変化との相関を調べてみた。

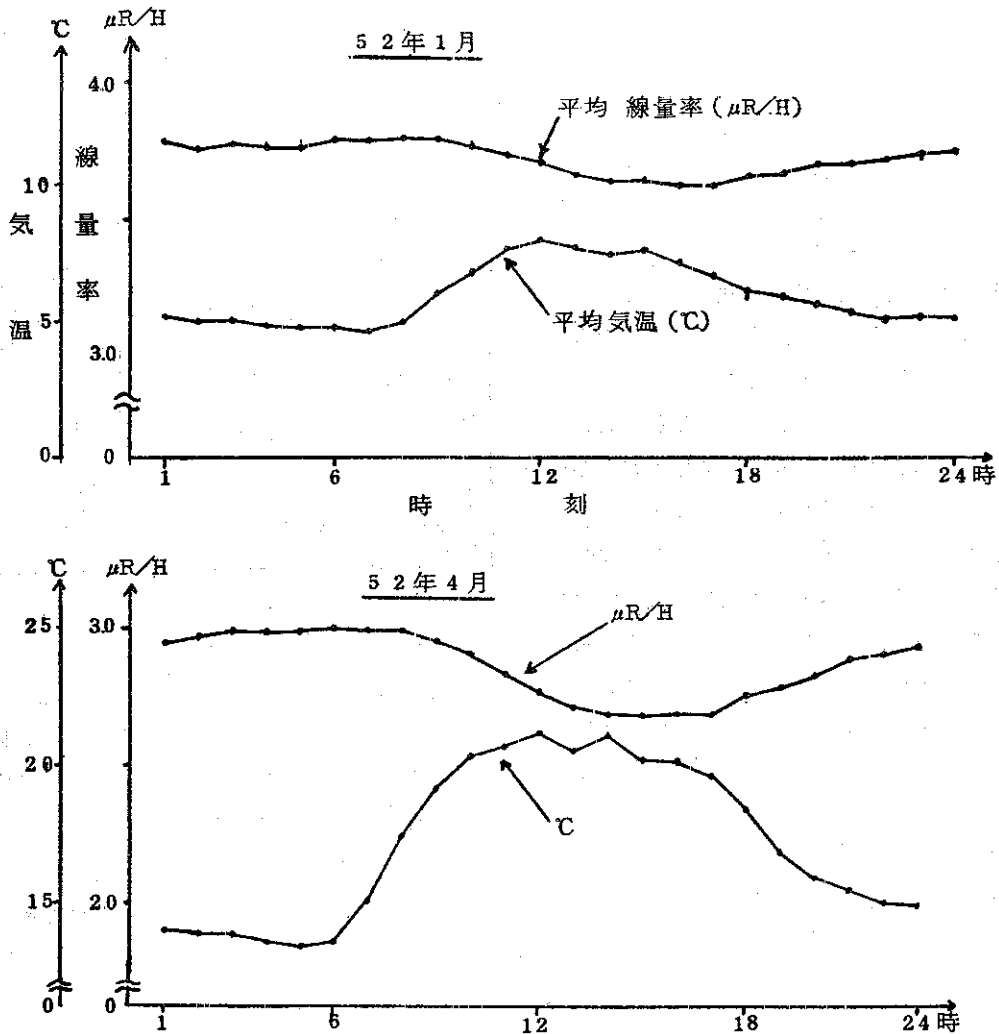
図4は、52年1月、4月、7月、10月における降雨日を除いた日の空間 γ 線量率の経時変化である。線量率の下には、気温の変化を併

記した。

この図によれば、午前6時頃に最高となり、日中の14時から16時頃に最低となるような夜高く昼低い線量率の経時変化が観測されたが気温の動きと対照してみれば、線量率の動きが2~3時間の遅れはあるもののよく対応していることがわかる。即ち、気温が下れば線量率は下がるという逆相関が認められる。

図5は各月の線量率と気温の一次回帰を求めたものである。

図4 空間 γ 線量率及び気温の経時変化(今村局)



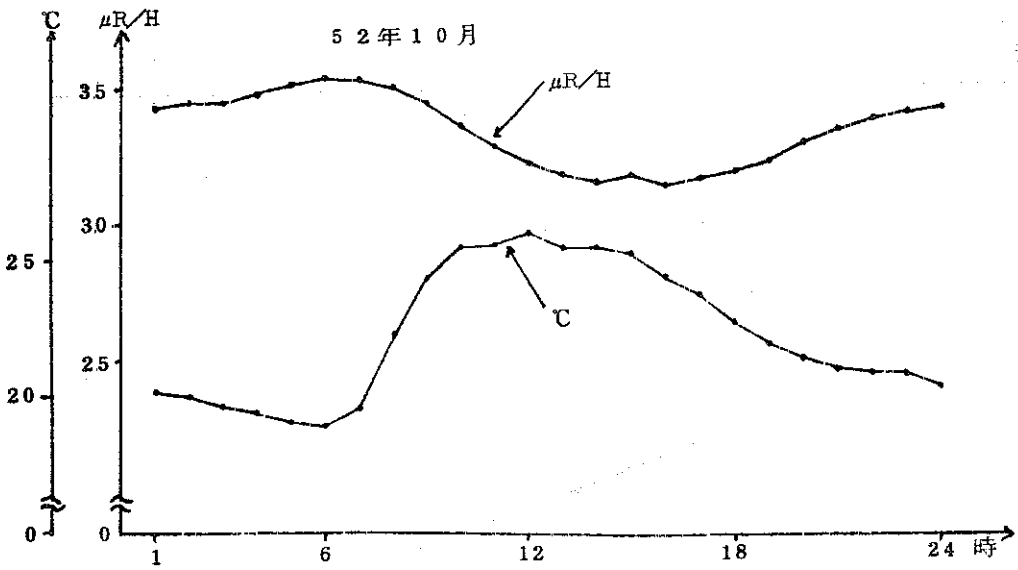
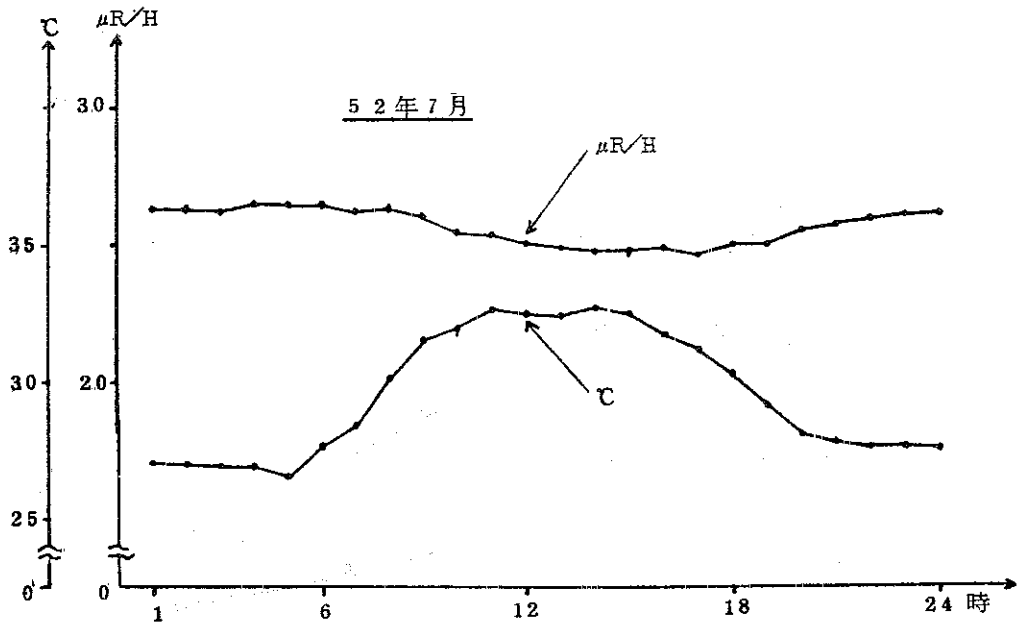


図5 空間 γ 線量率と気温の相関（降雨日を除く）；今村局

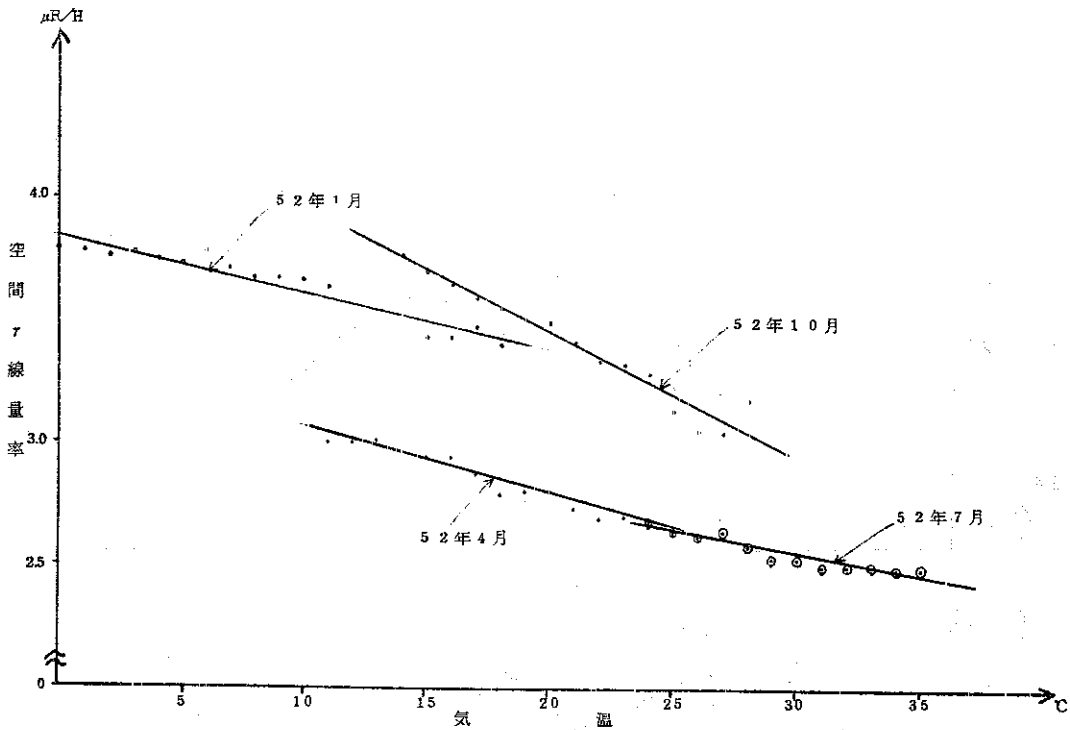
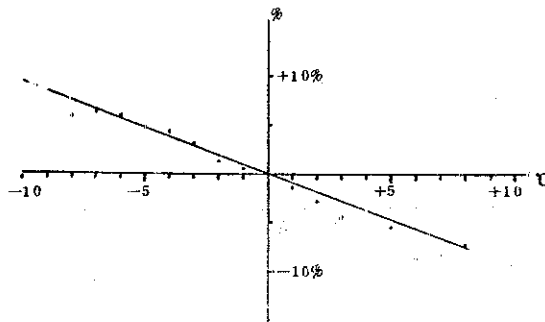


図6 気温の変化による空間 γ 線量率の変化



一次回帰式及び相関係数 r はそれぞれ

52年1月 $D = -0.023T + 3.84$ ($r = -0.96$)

4月 $D = -0.027T + 3.34$ ($r = -0.98$)

7月 $D = -0.018T + 3.10$ ($r = -0.94$)

10月 $D = -0.051T + 4.47$ ($r = -0.97$)

(D : $\mu R/H$ T : $^{\circ}C$)

であり、強い負の相関があることがわかる。

図6は平均化するために各月の気温のうち

1月 = 10°C、4月 = 20°C、7月 = 30°C、10月 = 20°Cとそれぞれ任意に基準温度を決め、そのときの線量率に対する増減分の百分率を±1°C毎にとり4か月分の平均をとったものである。この図によると、線量率はある気温のときの線量率に対し約-1%/°Cの温度依存性があることを示している。

この原因としては、測定器の温度依存性が考えられるが製作メーカーの資料⁵⁾によると、各機器(検出器、アンプディスクリ、レートメータ、エネルギー補償回路)の中でもっとも温度依存性が高いものは検出器であり、検出器出力として得られるパルス波高が温度と負の相関を示し、線量率指示値で約-0.9%/°Cの変化が報告されていることから環境での測定において、気温と線量率が同程度の負の相関を示し、経時変化の一因となっていると考えられる。

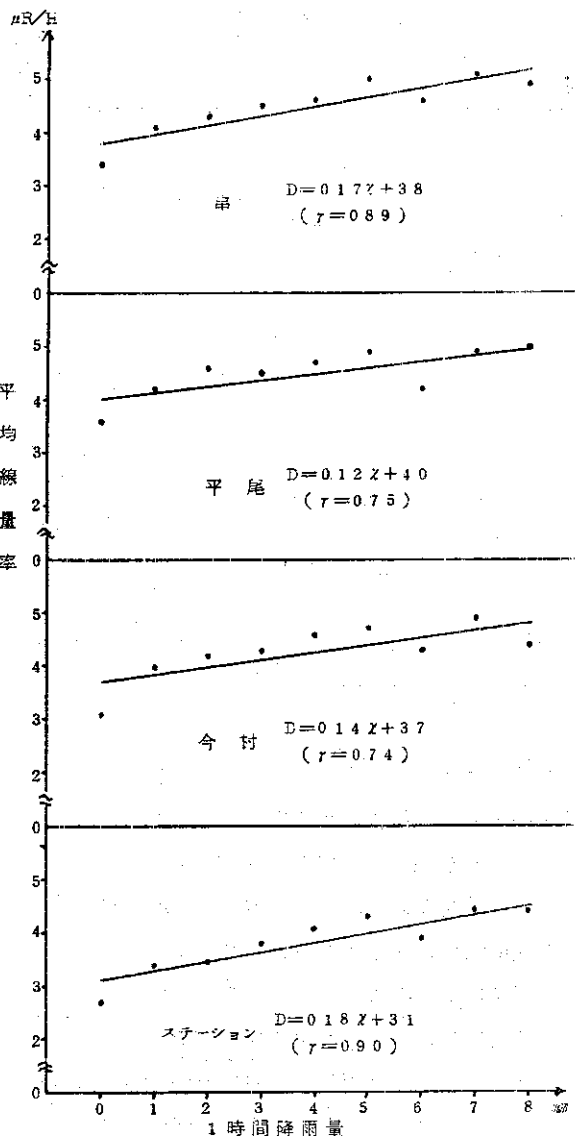
ここでは空間γ線量率の経時変化の一因として測定器の特性上の問題のみを考えなが、大気中の自然放射能濃度の経時変化も同様に日の出時刻に最大濃度となり、15時頃最小濃度となるという観測結果が報告されている⁶⁾ので、この自然放射能濃度の変化が重なって空間γ線量率の経時変化をもたらしていると考えなくてはならないだろう。又、図5から、1月10月と4月7月における同一気温での線量率に0.5~0.6 μR/H程度の差があることは自然放射能濃度の季節変化⁶⁾(冬期に高く夏期に低い)によるものと考えられる。

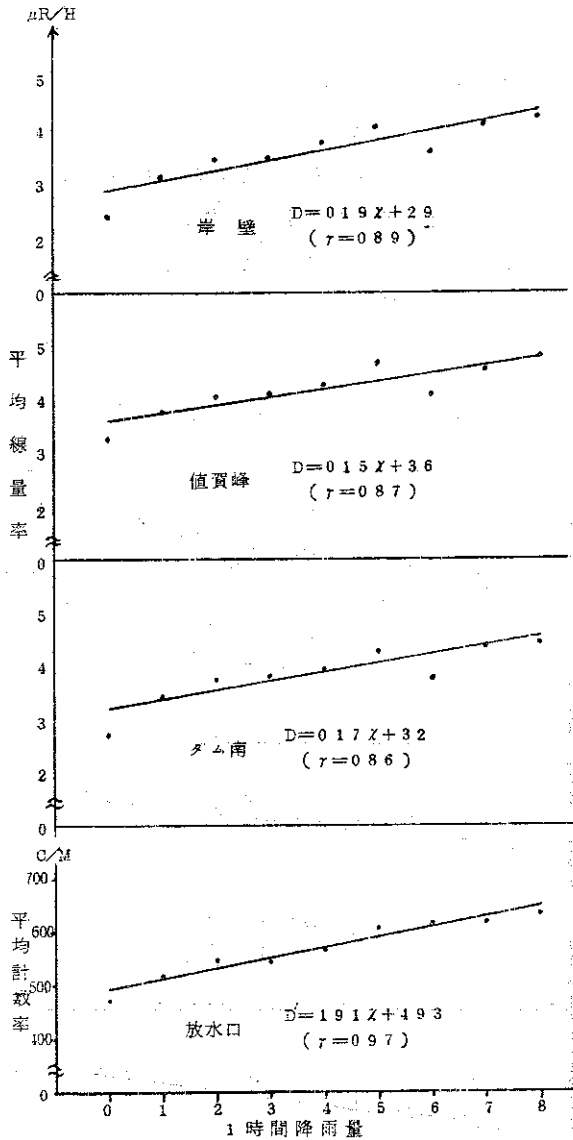
3-3 降雨による空間γ線量率の増加

図7は51年9月から52年8月までの各測定地点における1時間降雨量(0~8 mm/Hまで1 mm/H毎)と同一時刻における1時間平均線量率(放水口は平均計数率)との相関をとったものである。各地点とも相関係数0.7以上の正の相関がみられ、降雨量の増加に従い線量率(計数率)が上昇する。回帰係数の平均値は

0.16であり、1 mm/Hの降雨により、平均的に0.16 μR/Hだけ線量率が増加することになる。線量率の増加が大気中に一様に存在するラドン(²²²Rn; 100 pci/m³といわれている)の降下によりもたらされると仮定すると0.16 μR/Hだけ増加させるラドン濃度は約95 pci/m³となり⁷⁾、1 mm/Hの降雨によりこの程度の放射性物質の降下が予想される。

図7 降雨量と平均線量率(計数率)の相関





当所では、原子力発電所周辺における空間 γ 線量率のレベル監視の目安を、バックグラウンドのデータを基礎として $15 \mu R/H$ としておりこのレベルを超えた場合、測定器の点検、発電所の運転状況の聴取等を行い、レベルオーバーの原因を調査することとしているが、参考までに図7で得られた直線回帰式を用いて点検・調査レベルに達する降雨量を単純に予測^{注3)}してみると表4のようなになる。佐賀地方気象台の調

べ⁸⁾によると、37年から51年までの15年間に佐賀市を通過または接近した台風の影響による降雨のうち、1時間降雨量が $50 \text{ mm}/H$ を超えた事例が3回で、その最高が $64.5 \text{ mm}/H$ とされていることを考えれば表4のような降雨量に達することはごく稀で降雨によるレベルオーバーは少ないものと思われる。

(注3) 使用したデータの範囲外での予測であるから信頼性はうすい)

表4

観測局	点検レベルに達する降雨量
串	65.9 mm/H
平尾	91.7
今村	80.7
ステーション	66.1
岸壁	63.7
値賀崎	76.0
ダム南	69.4

3-4 風向別平均空間 γ 線量率

図8は海に近い値賀崎、炉心に最も近い今村、炉心から最も遠い平尾で51年9月から52年8月までの間に観測した風向別の平均線量率を示している。

各方位の線量率はほとんど同レベルで、今村局でみられるわずかな差も統計的変動の範囲内 ($\pm 3\sigma$) にあり環境放射能の変動レベル内においては、線量率と風向とは無関係であると思われる。

3-5 風速階級別の平均空間 γ 線量率

大気中の自然放射能濃度は、風速に逆比例して低くなるといわれるが⁹⁾ 線量率も同様な傾向があると考え、風向・風速計を設置している3か所(串を除く)での風速階級別の平均線量率を求めたものが図9である。

この図によると、CALMから $3.0 \text{ m}/S$ ま

での線量率は下降気味で前述の予想と一致するが、 3.0 m/S 以上の風速になると逆に高くなる傾向があり、今村・平尾で顕著である。これは自然放射能濃度の変動が線量率に与える影響よりも大きな変動要因があると思われるが、各月毎の平均線量率を調べてみると11月から3月頃にかけてそのような傾向が多くみられ強い風が吹く頻度もその時期に高くなっていること

から、3-2で述べた線量率の温度依存性が原因のように思われる。

すなわち、風が強い時は気温が低くなり（特に冬場に多い）、そのために線量率が高くなるのではないかとと思われる。

4. 風向・風速頻度及び雨量

玄海地区の風向は夏に7月の南の風、12月・1月に冬の季節風である北西から西北西の風が卓

図8 風向別平均線量率 (51.9 ~ 52.8)

[降雨時を除く]

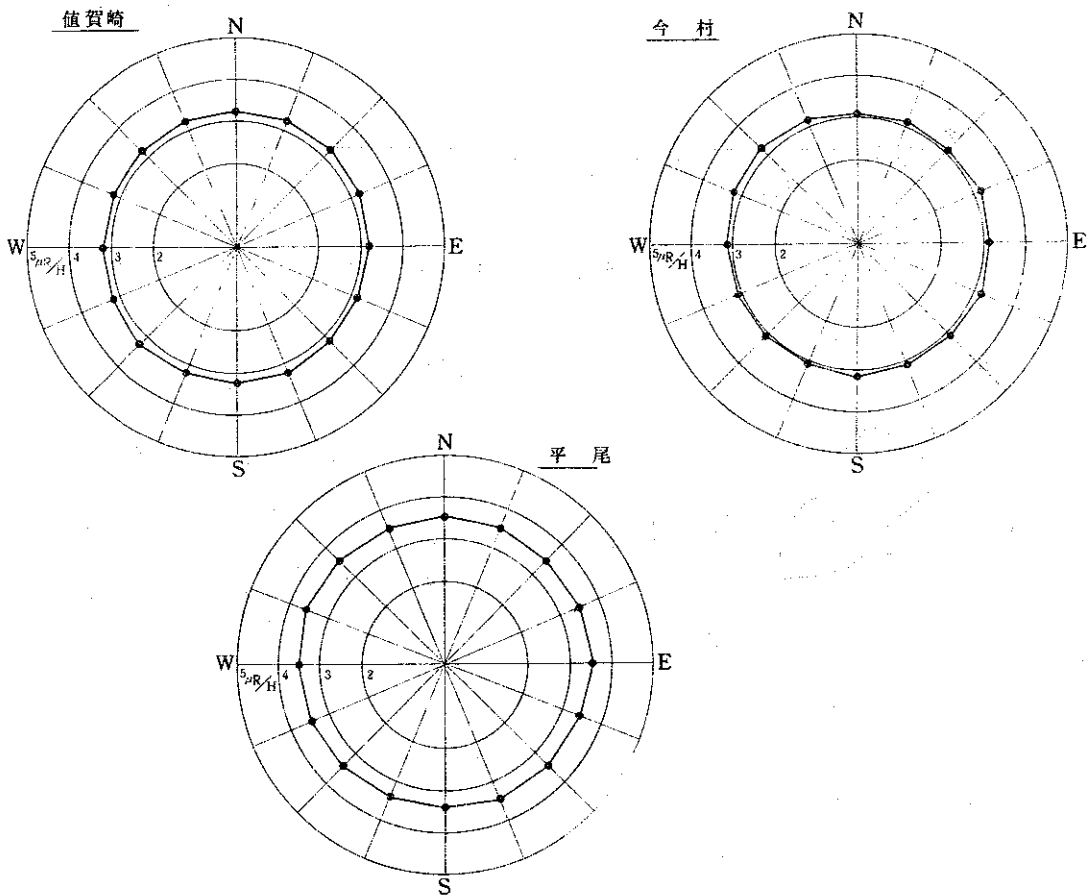


図9 風速階級別平均線量率 (降雨時を除く)

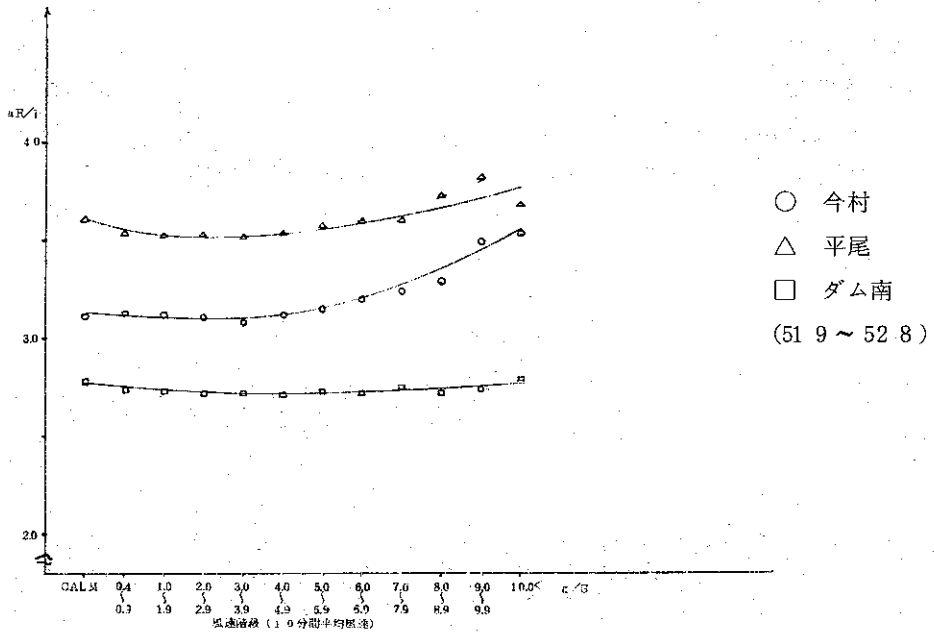


図10 風向頻度 521 ~ 528

