

降雨中の人工放射能について

寺崎恒信*

山辺敬之*

新関八郎*

加藤武雄**

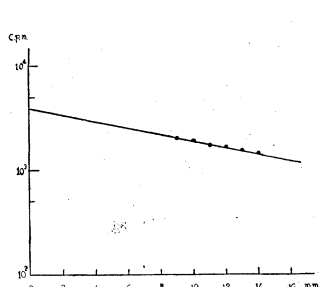
— 1954年9月より12月まで山形に於いて測定 —

§ 1. 緒言

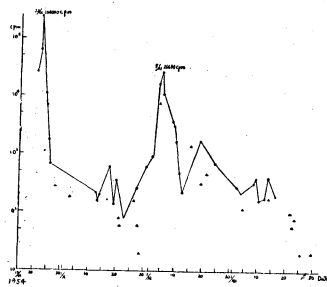
我々は1954年4月以来降雨降雪の放射能を測定してきたが、さしあたり9月以後の降雨についてその結果を報告する。測定はG-M計数管を用い、計数部分は32進法とした。増幅部並びに計数部ともに降雨の放射能等の

研究のため4台自作した。計数管は神戸工業株式会社製の β , γ 線用(G-M 131), マイカの窓の直径約25mm, マイカの厚さ2.5~3.0 mg/cm²のものを用いた。試料はすべてマイカ窓より6mmの距離で測定した。なお東北大学より借用した標準試料(Sr⁹⁰ 科研 No. 54009・

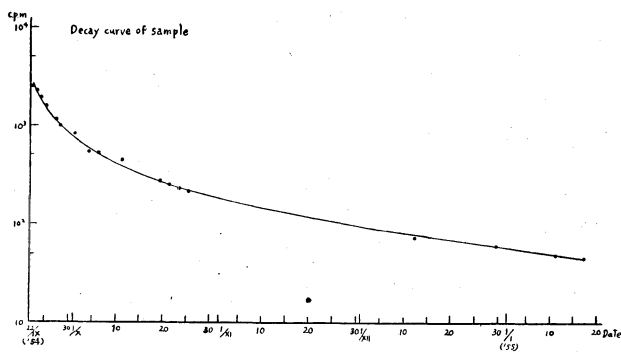
No. 9A 6.0×10^{-9} キュリー)をマイカ窓より種々の距離にして測定した。距離とcpmとの関係は第1図に示される。従って $10^{-4}\mu\text{c}$ はマイカ窓より10mmの距離では32cpm, 6mmの距離ではこれの1.33倍の43cpmにあたる。測定は大体降り始めの雨水50~100 c.c.をビニール膜(約 $90 \times 120 \text{ cm}^2$)上より採取してこれを約10時間放置後、定量濾紙(No. 5c)上に滴下して赤外線ランプにより乾燥した後、に灰



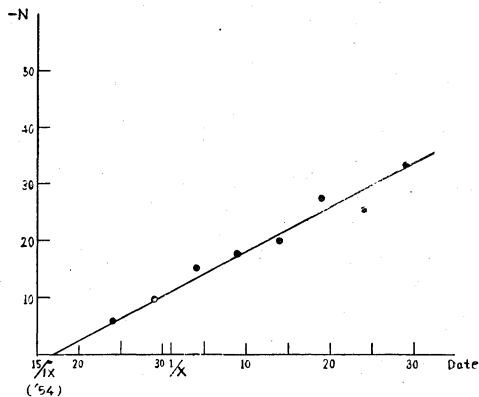
第1図



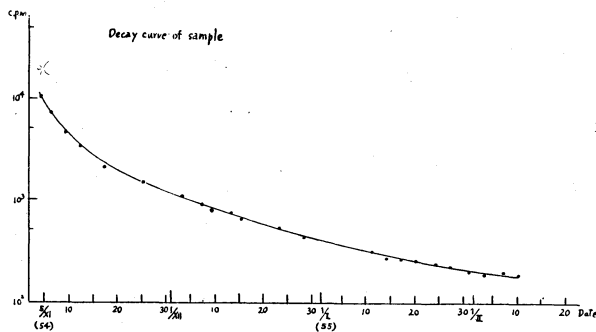
第2図



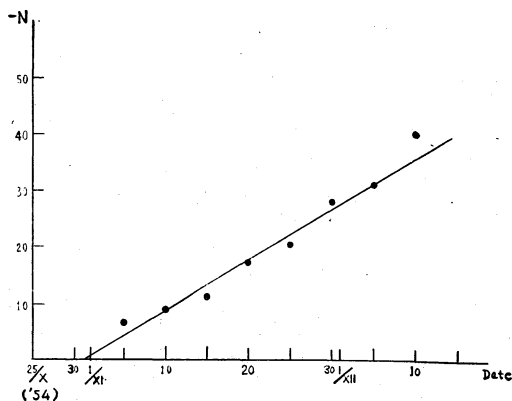
第3図



第5図



第4図



第6図

* 文理学部物理学研究室

** 教育学部化学研究室

時	cpm/l	μc/l	降水量 (mm)	時	cpm/l	μc/l	降水量 (mm)
IX				XI			
21日				2日午前	900	0.0021	0.4
2時半頃	26000	0.06	0.3	4日朝	16840	-0.039	26
22日				5日			
2~14時	63000	0.15	0.3	8時	26600	0.060	0.2
14~15時半	124000	0.30		13時	11100	0.026	7.0
24日				9日			
10時半	10830	0.025	8.0	午前	3800	0.0088	0.2
夜	7000	0.016		13時	3200	0.0074	2.0
25日				11日夜	480	0.0011	6.0
19時	1760	0.0040	0.2	12日夜	240	0.00055	7.0
26日				16日夜	1480	0.0034	0.4
15時	660	0.0015	1.1	19日朝	1760	0.0041	1.0
X				25日午後	720	0.0017	1.1
12日夜	220	0.00051	0.4	XII			
13日	160	0.00037	0.5	2日			
夜	200	0.00046	0.9	13時	280	0.00064	0.5
17日夜	620	0.0014	0.6	4日朝	220	0.00051	0.5
19日				(小雪)			
4時	140	0.00032	1.3	8日			
20日早曉	360	0.00083	0.5	13時	320	0.00074	0.2
21日				9日			
10~14時	60	0.00014	2.7	17時	400	0.00092	8.0
22日夜	80	0.00018	0.3	10日			
27日				16時	160	0.00037	1.1
13時半	260	0.00060	0.5	12日			
30日夜	600	0.0014	7.0	15時	180	0.00042	0.7
				14日夜			
				(雪)	320	0.00074	8.0
				16日			
				17時	200	0.00046	3.7

化して測定器にかけた。測定時間はすべてカウントの総数が 6000 カウント以上になるように選んだ。

9月17日以来の雨水11当りのcpmとこれをμcに換算したもの及び降水量(山形測候所測定)は表に示すとおりであり、更に11当りのcpmを第2図に表わした。図中の▲印は降り始めの雨水を分離できないために当日の降雨の平均値であるため、線をつらねるときには除外した。図より少なくとも9月22日と11月5日に明瞭な極大を示しており、その放射能は9月後の雨については最高0.3μc/lで0.3μc/l~0.0001μc/lにわたる。

第3図及び第4図は上の9月と11月の雨より得られた元素の分離を行わぬ試料についての減衰を示したものである。いま放射能強度をCとすればその時間的変化は

$$C = C_0 t^{-\alpha} \dots\dots\dots (1)$$

で変化するとみられる。tは爆発時よりの経過時間を、α及びC₀はある常数を表わす。(1)を微分すれば

$$R = \frac{dC}{dt} = -\alpha C_0 t^{-\alpha-1} \dots\dots\dots (2)$$

(1), (2)より

$$N = \frac{C}{R} = -\frac{1}{\alpha} t \dots\dots\dots (3)$$

第3図及び第4図より任意の時におけるカウントCと勾配Rとを求め、これよりN=C/Rを計算し、これ

を用いて-Nとtの間の関係を図示したのが第5図及び第6図である。第5図の勾配よりα=1.3と得られ、第6図よりはα=1.1と得られる。またこの直線を延長して横軸との交叉を求めることにより、9月22日の雨は爆発が9月16日前後に、11月5日の雨は10月31日前後に行われたことを示すものと推定される。なおこの両方の爆発がもし同じ種類の原因によるものとすれば、αの平均値は1.2となつて放射能強度は

$$C = C_0 t^{-1.2}$$

の如く変化することになり、これが核分裂生成物の変化に一致することは極めて興味深い。

§ 2. 分族操作

イオン交換樹脂を用いて分離した。

(I) 試料 試料としては次の2つを用いて別々に分離を行った。

(i) 9月24日10時30分に降った俄雨2.2l

前述の方法で灰化して試料151.1mgを得た。9月30日14時00分9552cpm(これより得られたものを今後9月の試料と呼ぶ)

(ii) 11月4日及び5日の降雨10l

(i)と同様に処理して試料460mgを得た。11月11日11時30分31284cpm(これより得られたものを今後11月の試料と呼ぶ)

(II) イオン交換樹脂層 Amberlite IR-120(30~40メッシュ)を用い、径5mm、高さ15cmの樹脂層にした。

(Ⅲ) 操作 上記の試料を蒸発皿に入れ、数回 6N-HCl を加えて蒸発乾涸する。これに濃塩酸数滴を加え、それに熱湯を加えて濃過する。残渣をできるだけ洗滌し、濾液を次のように樹脂層に通した。

- (i) アニオン 流速 0.5cc/min., 0.2N-HCl 200 c.c. で洗う。流出液を濾紙上で蒸発後灰化し試料とする。
- (ii) ジルコン、ニオブ 0.5% 塩酸液 200 c.c. で溶解。(i) と同様にして試料とする。(iii), (iv) の場合も同様。
- (iii) 稀土族 pH=3.8 の 5% ケエン酸アンモニウム溶液にて溶解。
- (iv) アルカリ土族 pH=6.0 の 5% ケエン酸アンモニウム溶液にて溶解。

(Ⅳ) 結果

- (i) 9月の試料(操作中稀土族を一部失ったので補正してある。樹脂による分離は10月10日終了。10月11日に於ける各フラクションの放射能の百分比は次の如し。)

アニオン	55 cpm	2.9%
ジルコン、ニオブ	44 cpm	2.3%
稀土族	1006 cpm	53.1%
アルカリ土族	775 cpm	41.2%

- (iii) 11月の試料(樹脂による分離は11月10日終了。11月12日に於ける放射能の百分比は次の如し。)

アニオン	775 cpm	12.2%
ジルコン、ニオブ	658 cpm	10.4%
稀土族	3418 cpm	53.9%
アルカリ土族	1484 cpm	23.4%

のようになる。後述のようにジルコン、ニオブフラクションに疑問がある。もし後述の理由が正しいとすれば、むしろアニオン約20%、ジルコン、ニオブ約3%とすべきものと考えられる。

§ 3. 各原子核種の確認

(Ⅰ) 稀土族

9月及び11月の試料について陽イオン交換樹脂を用いて分離したもののうち、稀土族について引続きその減衰を測定したものの減衰曲線より半減期約30日及び10日の Ce^{141} 及び Pr^{143} が確実に見出され、又 La^{140} もほぼその存在が推定される。ただ La^{140} に相当するものがやや不明瞭で長寿命の Ce^{141} の変化が早くより現われている。これは試料採取後約1カ月目、樹脂による分離後約10日目より測定を始めたため、短寿命の La^{140} が相当減衰したためと考えられる。又9月の試料について10月13日(爆発より28日目と推定)にアルミニウム箔による吸収曲線を求め、11月の試料については11月15日(爆発より16日目)及び12月14日(爆発より

45日目)に同様の測定を行った。11月15日測定の吸収曲線の解析より β 線のマキシマム・エネルギーとして0.6及び1.4 Mevが見出され、このものは夫々 Ce^{141} 及び La^{140} に相当するものと考えられる。しかし Pr^{143} に相当する1.0 Mevのものはどちらにも明らかでない。しかるに12月14日測定の吸収曲線には1.4 Mevに対するものの外に、1.0 Mevのエネルギーのものが明瞭に現われている。これは La^{140} が約40時間の比較的短い半減期を有するために分離後1カ月目には減衰して、そのため11月15日の吸収曲線では覆いかくされていた1.0 Mevのエネルギーに相当するものが現われたものと解釈すれば、矛盾なく説明できる。かくて Ce^{141} , Pr^{143} , La^{140} の存在は確実である。なお9月の試料についても一方はイオン交換樹脂により、他方は普通の化学分析により分離した稀土族についてアルミニウム箔による吸収を比較したが、細かい点に至るまで両者は極めて一致する結果を与えている。

(Ⅱ) アルカリ土族

9月と11月の両試料のアルカリ土族に対する減衰で11月には Ba^{140} より La^{140} が生まれている過渡平衡のありさまがよく現われているが、9月は分離後日数を経て測定を始めたためにそのありさまは現われていない。両方とも Ba^{140} の変化を示し、9月の変化の終り頃で Sr^{89} が優勢になりその変化を示し始めたところと考えられる。11月にはまだこの変化は現われない。又9月と11月の試料について夫々アルミニウム箔による吸収を測定した。この両者は全く細かい点に至るまで一致し、 Br^{140} に相当する1.1 Mevのマキシマム・エネルギーがはっきり現われているが Sr^{89} に相当する1.5 Mevの方はあまり明瞭でない。9月の試料について上記の測定より約2カ月後に吸収を測定した結果によると、吸収曲線の傾斜ははるかにゆるやかになり、エネルギーの小さい Ba^{140} の影響が消えてエネルギーの大きい Sr^{89} に相当するものが優勢になる傾向を示した。以上のことより Ba^{140} (したがって La^{140})、 Sr^{89} の存在はほとんど確実である。

(Ⅲ) アニオン

11月の試料のアニオン・フラクションに対する減衰曲線の解析より Te^{129m} , I^{132} , I^{131} が得られる。同じ試料に対するアルミニウム箔による吸収は11月12日と、これより約1カ月後に測定された。11月12日のものの解析より0.2, 0.6, 1.8 Mev付近に β 線のマキシマム・エネルギーが得られ、0.2 Mevは Te^{129m} により、1.8 Mevはその Te^{129} によるものと考えられ、0.6 Mevは I^{131} によるものと考えられるが、 I^{132} に相当するものは解析できない。ところが約1カ月後に測定したのものには0.6 Mevに相当するものが消え、1.8及び0.2 Mer 付近のマキシマム・エネルギーのみが残るあ

りさまが非常によく感知できる。特に 0.2 Mev のものが非常にはっきりしてくる。以上によって Te^{129m} (従って Te^{129})、 I^{132} 、 I^{131} の存在が明らかになった。

(V) ジルコン・ニオブ

11月の試料についてのジルコン・ニオブフラクションに対する減衰並びにアルミニウム箔による吸収曲線によって約 0.2 Mev 付近に β 線のマキシマム・エネルギーが存在することがわかった。これだけからは一応 Zr^{96} 、 Nb^{96m} 、 Nb^{96} に相当するものとみなされるが、減衰曲線には半減期約 35~70日の尾を引いて Zr^{96} 、 Nb^{96} の存在を示すようであるがこの他に半減期約70時間のものが現われて、これの解釈に苦しむ。もしこれが Nb^{96m} の90時間に相当するものとすれば、その存在量は他に比しはるかに少ない筈であるが、減衰曲線からは半減期約70時間に相当するものが大部分である。これは陽イオン交換樹脂による分離の際、pH がやや不適当であったため Te^{132} が入りこんだのではなからうか。この点は大方の批判を仰ぎたい。

(15頁からつづく)

て急に北上する。これは第7図においても推測される。そして第2図に示したように16~20日には160°W付近でも高圧帯がすでに北上しているというぐあいに高圧帯の北上は次第に西方へ移動するのである。この移動速度を経度別イソプレットでしらべてみると、平均して 3°/day であるが、前半はやや遅く、後半には速いようである。180°E でみていると、高圧帯の北上は6月26~30日の間に起っている。そして高圧帯の北上がちょうど日本にまで伝わってきた時が梅雨明けである。このとき本州は高気圧におおわれ、上空まで東風となる。なお中緯度高圧帯の移動は経度別地衡風速イソプレットまたは温度分布図によれば天気図それ自身よりも明瞭に現われる。

4. 結び

いままでの解析は主として1949年、一カ年だけのものである。一カ年のみの解析は往々本質的でない現象にとらわれる心配があるのであるが、いままで述べたことは細かい点(たとえば位置や強さの多少の偏差)を除けば無理のないものであらうと考えてよい若干の理由があり、その点については稿を改めて述べたいと思う。またこの解析は主として500mbの、しかも気圧場を主体としたものであったが、将来は高さを代え、熱的影響も考慮に入れたいと考えている。

ここでは解析した事実の羅列にとどめ、それら間の力学的意味づけには一切入れなかったが、そのことについてもいずれかの機会に述べたいと考えている。

終りに製図をしていただいた大久保好技嬢に感謝します。
(気象研究所)

§ 4. 附記

(I) 雨を集める装置は途中よりビニール膜をはった直径1mの円錐形の金属容器より滴下せる雨水はフラクション・コレクター中に入れた。コレクターを形づくる硝子壺は容積が約100c.c.で5箇ついている。各壺には浮弁がついている。

(II) 溶離溶液はG-M計数管下のカウンティングセルを通過後ピーカーに滴下する。(1955年2月山形大学)

文 献

- (1) E. Siri : Isotopic Tracers and Nuclear Radiations (1949)
- (2) B. H. Ketelle & G. E. Boyd : Jour. of Amer. Chem. Soc. 69, 2800 (1947)
- (3) 木村健二郎 : 分析化学 4, 333 (1954)
- (4) Coryell & Sugarman : Radiochemical Studies : The Fission Products (1951)
- (5) Seaborgetal : Rev. of Mod. phys., 25, 469 (1953)
- (6) Y. Miyake : Meteoro and Geophys, 5, 173 (1954)

<表紙写真説明>

通称スピードライトとして、最近登場した尖光放電燈(クセノン・ランプ)によって写した落下中の水滴写真である。

撮影方法は、視野の上方にあるじょうろから水滴を落とし、視野の中心部でブローアにより水滴に風をあて、これが分裂ないし変形する状態を写したものである。

この写真をみると、はじめ円形の水滴が風にあたって急に垂直方向のまんじゅう型に変形し、更に水平に変形する変動をはじめめる。ただし、大きい水滴は、ブローアによって分裂し、それが飛散している状態がよく判る。

従来この種の写真は、火花放電を光源としており、放電に伴う爆発音や色温度の点で撮影条件等に欠点があるが、この方法ではこれらの点が改善されている。ただし、市販のスピードライトを使うと、尖光時間は約千分の一秒であり、この種の撮影には少なくとも一万分の一秒程度にしなければならぬ。この為特別な回路を組む必要がある。雪や雨滴の撮影については何れくわしいものを発表したいと思っている。

(気象研究所 成瀬 弘)

前号訂正 : 「数値予報の基礎 (I)」のうち
第1図 (a) 負の温度、(b) 正の温度とする。
第6図 (b) の等偏差線の符号の正負を逆にする。
第5図 5月9日00時を5月10日00時とする。
第8図 5月9日12時を5月10日12時とする。