

ひと雨中の放射能の変化について

— 11月20日受理 —

守田康太郎* 福井 桂*

1. はし が き

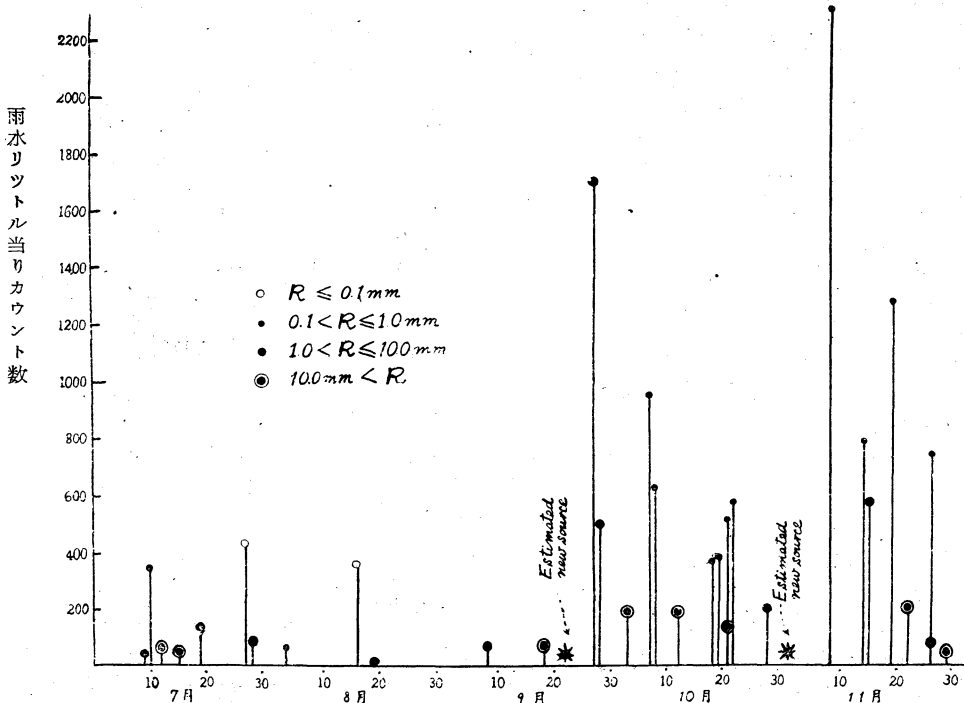
雨水が人工放射能を持つのは、雨滴が生成される過程または雨滴として落下する途中で、空气中に存在する人工放射性物質が附着するためと考えられる。したがって、雨水中の他の化学的汚染の場合とおなじように、ひと雨については降り始めに放射能汚染度が強く、雨が降り続くうちに次第に弱くなるであろうことは容易に想像できる。天然放射能についてはすでにその事実はよく知られているが、人工放射能の場合でもその傾向が顕著である。⁽¹⁾ 1954年春のビキニ実験以来日本各地で問題になった雨水放射能のデータを見ても、リットル当り数千カウント以上の強い放射能はほとんどすべて降り始めのごく少量の雨水を採取した場合であって、多量の雨水についての平均放射能はそれほど大きくない。降り始めからの放射能の変化を調べることは、未だ十分には判っていない人工放射能塵の正体や、それが雨滴にとらえられる機構の研究に有力な手がかりとなると同時に、場所と時の異

なる放射能雨の測定値を比較して原因である大気汚染の強弱を論じたり、その後降る雨の放射能を予想したりする問題にも役立つであろう。

1955年度以降、わが国では15カ所の気象官署において大気放射能の定常観測が実施されているが、その業務開始に先立ち、中央気象台で行われた試験観測のデータの中から、雨水放射能の降りはじめからの変化に関するものを拾ってここに報告する。なお試験観測の観測値や観測方法の詳細については測候時報 最近号に掲載されるはずである。

2. 測定方法の概要

雨は直径40cmのガラスロートに受け、貯水瓶にたまった雨水から100ccを抽出して蒸発皿にとり徐々に濃縮した上、ガイガー計数装置用試料皿に移し、赤外線照射によって雨水中の夾雑物をその底面に乾固せしめる。乾固試料はガイガー計数管の窓から約1cmの距離に置いて計



第1図 1954年7月～11月の雨水放射能逐日変化

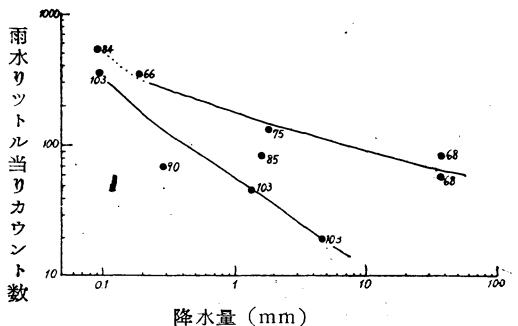
* 中央気象台測候課

数せしめ、自然計数を差引き、試料だけの1分間当りカウント数(cpm)を求め、これを雨水1*l*についての値に換算してあらわす。一つの試料につき2週間内外の間に数回の測定を行って減衰傾向を求め、試料採取後(降雨終了後)6時間*のときの値を推定してその試料の更正值とする。以下すべてこの更正值を用いて論ずる。測定に用いた器械は科研 model 32 ガイガーミューラー計数装置でGM管のマイカ窓の厚みは約 2.2mg/cm²、自然計数は鉛鍍瓦で遮蔽した場合に16ないし24cpmであった。またラジウムDの標準試料を用いて検定した結果は前記の条件で得られる1cpmは約 2×10^{-11} curie に相当する。

3. 平均放射能と雨量の関係

試験観測期間(1954年7月~11月)の雨水放射能の逐日変化は第1図の通りであって、図には各試料が抽出された雨水の量を円の大きさによって区別してある。これを見ると、特に新しい爆発の影響で異常値を示した場合は別として、一般には雨量が多いと放射能の強さは小さい事が一見して判る。ただしこの放射能は採取された雨水の平均放射能汚染であるから、雨の全量によって地上に運ばれた放射性物質は雨量が多い方が多くなる。

また、第2図は7月から9月中旬までの雨量と平均放射能の関係を両対数方眼紙にプロットしたものである。この期間は5月5日のビキニ実験以来相当の時日を経ておりその間に新しい人工爆発の影響はなく大気放射能はほぼ定常的に緩やかに減少しつつあったと思われるのであるが、大勢として雨量と平均放射能の負相関の傾向がうかがわれる上に、各点に傍書された5月5日からの経過日数を考慮すると、65日ないし85日の間ではほぼA線、それ以後ではB線によって両者の負相関関係があらわされ、爆発後日を経るにしたがって大気の放射能汚染が弱まって行く事ははっきり判る。



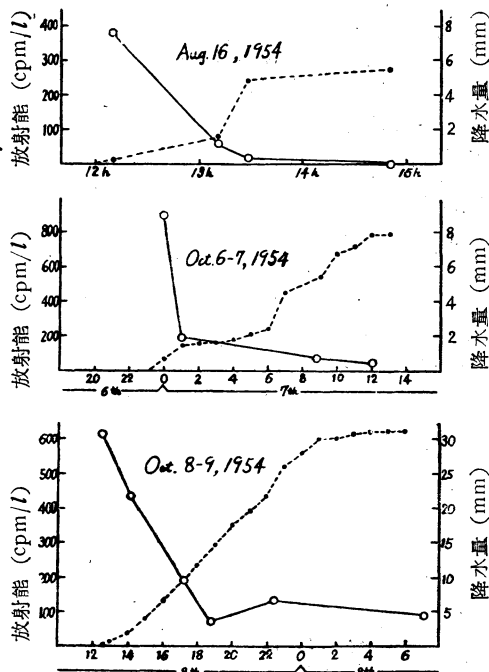
第2図 雨水放射能強度と採取雨量との関係

4. ひと雨中の放射能の変化

ひと雨について降り始めから終りまで任意量の雨量に分割して採取し放射能を測定した3例を第3図に示す。

図の上段は8月16日の驟雨の場合であるが、降りはじめの約10分間で採取された雨量0.14mmに相当する僅かの雨が、リットル当りにすると380cpm/lの放射能を持つが、その後約1時間に降った1.3mmの雨量に相当する雨水では僅か55cpm/lにすぎず、さらにその後の雨はほとんど放射能を示さなかった。

第3図中段の10月6日~7日の雨では、降り始め0.7mmに相当する雨水は910cpm/lであったが、その後は急激に放射能が弱くなっている。下段に示した10月8日~9日の例では、降り始め0.4mmについて600cpm/lであり、雨はその後もほとんど同じ強さで降りつづいているのに対し、放射能はある程度まで急減した後、雨の降り終りまでほぼ100cpm/lくらいの値がつづいている。



第3図 降り始めからの積算雨量と雨水放射能強度変化

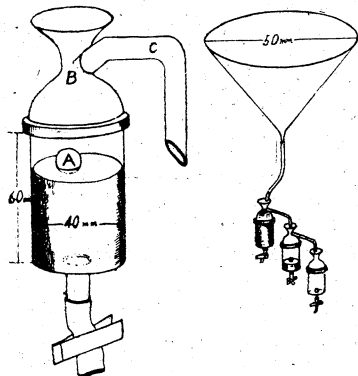
これ等の例を通じて、雨水放射能の変化は降り始めからの時間よりも、むしろそれまでに降った雨の量に関係するらしい事がうかがわれる。また降雨量槽の如何によってか、あるいは大気中の汚染分布の状態によってかはよく判らぬが、降り終りまである程度の放射能がつづく事もあるようである。

5. 雨水定量採取の考案

前述のように雨水の放射能が採取雨量の相違によって異なるとすれば、時と場所の異なる測定値を比較して大気汚染度の強弱を論ずるには、降り始めからの一定量を採取して放射能を測定する事が望ましい。このような目

* ラドン及びその daughter products による天然放射能が無視し得るに至る時間

的のために、雨水を自動的に一定量ずつ採取するような装置が考案された。その装置は第4図のように100ccの容量を持つガラス瓶でその中に中空ガラス球が封入されていて受水ロートからみちびかれた雨水によって瓶が満水すると、浮き上がったガラス球Aが注入口Bをふさぐので、その後の雨は側管Cを通して適当な落差をもって設置された次の採取瓶に入るようになっている。こうして自動的に順次100ccずつの雨水が封入される。この装置に用いた受水ロートはポリエステル製で、直径を50.5cmとし、100ccが0.5mmの雨量に相当するようにした。



第4図 定量採取装置

6. 定量採取装置による観測結果

10月18日から11月29日までの間に前述の定量採取装置によって分割採取された雨水の放射能は第1表に示す通りである。この8例についてみると、第1瓶(降り始めの0.5mm)の放射能と第2瓶(次の0.5mm)の放射能の比は0.23~0.65の間において平均0.45となる。また第1瓶と第3瓶の比は0.2内外の値である。

第1表 定量採取装置による測定結果

| 採取日 | 第1瓶の放射能 \$I_1\$ (cpm/l) | 第2瓶の放射能 \$I_2\$ (cpm/l) | 第3瓶の放射能 \$I_3\$ (cpm/l) | \$I_2/I_1\$ | \$I_3/I_1\$ |
|--------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------|-------------|
| 10月18日 | 355 | 180 | | 0.51 | |
| 19日 | 365 | 190 | | 0.53 | |
| 21日 | 395 | 260 | | 0.65 | |
| 28日 | 195 | 45 | | 0.23 | |
| 11月15日 | 770 | 495 | 140 | 0.64 | 0.18 |
| 19日 | 1250 | 380 | | 0.30 | |
| 26日 | 730 | 165 | 80 | 0.23 | 0.11 |
| 29日 | 1000 | 425 | 200 | 0.45 | 0.20 |

7. 考 察

雨滴による大気の洗滌作用を極めて大雑把に考えてみよう。いま単位面積に立つ単位長の気柱を考え、その断面に垂直に雨滴が落下するものとし、1箇の雨滴はその断面積 \$s\$ の \$\sigma\$ 倍の範囲の塵埃を吸着せしめつつ落下すると仮定すれば (\$\sigma\$ は捕捉率)、1箇の雨滴によって洗滌

される汚染の率(洗滌率)は \$\sigma s\$ であり、等大の \$n\$ 箇の雨滴が at random に落下する場合の洗滌率は

$$F = 1 - e^{-n\sigma s} \dots\dots\dots (1)$$

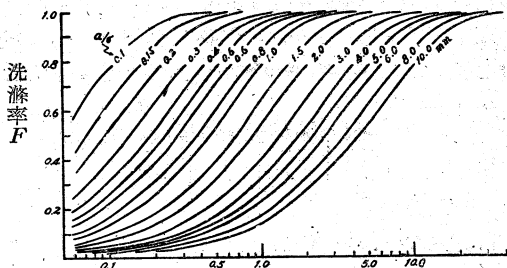
一方、雨滴の直径を \$a\$ mm、降水量を深さであらわし \$W\$ mm とすれば

$$S = \frac{\pi}{4} a^2 \times 10^{-2}, \quad W = n \frac{\pi}{6} a^3 \times 10^{-2}$$

の関係があるから

$$F = 1 - e^{-\frac{3}{2} W / \frac{a}{\sigma}} \dots\dots\dots (2)$$

(2)式により \$\frac{a}{\sigma}\$ をパラメータとして \$W\$ と \$F\$ の関係を図にあらわすと第5図のようになる。これは三宅博士等が降水中の化学成分の洗滌について求められた理論式と同じ意味のものである。



第5図 \$a/\sigma\$ をパラメータとした \$F\$ と \$W\$ の関係

定量採取装置によって降り始めから 0.5mm 毎の雨量に分割採取される場合に適用すると、各瓶に含まれる汚染は次のようになる。

- 第1瓶 $I_1 = F(W=0.5)$
- 第2瓶 $I_2 = F(W=1.0) - F(W=0.5)$
- 第3瓶 $I_3 = F(W=1.5) - F(W=1.0)$

第7図を利用し \$a/\sigma\$ の種々の値に対し、\$I_1, I_2, I_3\$ を求め \$I_2/I_1\$ 及び \$I_3/I_1\$ を計算すると第2表を得る。

第2表

定量採取第1瓶に対する第2, 第3瓶の値の比(理論値)

| \$a/\sigma\$ | \$I_2/I_1\$ | \$I_3/I_1\$ | \$a/\sigma\$ | \$I_2/I_1\$ | \$I_3/I_1\$ |
|--------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
| 0.5 | 0.223 | 0.050 | 1.0 | 0.472 | 0.223 |
| 0.6 | 0.286 | 0.083 | 1.1 | 0.506 | 0.251 |
| 0.7 | 0.346 | 0.116 | 1.2 | 0.536 | 0.288 |
| 0.8 | 0.393 | 0.153 | 1.3 | 0.561 | 0.315 |
| 0.9 | 0.437 | 0.188 | 1.4 | 0.610 | 0.353 |

第2表の理論値と第1表の実測値を比較すると、実測値は \$\frac{a}{\sigma} = 0.6 \sim 1.1\$ ぐらいの場合に相当することになる。いま仮りに捕捉率 \$\sigma\$ を 1 とすると雨滴の直径 \$a\$ は 0.6 mm ないし 1.1 mm となり、一般に認められている雨滴の直径としてあり得ない値ではないがやや小さい値である。捕捉率 \$\sigma\$ を小さく見積ると \$a\$ は一層小さい値になっ

で常識的に考えられぬ値になる。不幸にして採取された雨について滴の直径が測定されていないので実際に σ がどのくらいの数値になるか推定する事は困難であるが、これだけの結果からは、 σ はかなり1に近い値ではあるまいかと想像される。

放射能塵の正体がまだよく判っていないので上述のような洗滌作用の理論式が当を得ているかどうかについては疑問がある。恐らくは成層圏まで弥漫しているであろう人工放射能塵については、雨滴落下途上での洗滌作用のみならず、雲粒または雨滴生成層における捕捉作用を考慮しなくてはならぬのはもちろんである。雲粒または雨滴生成層においては降雨機構に関与する空気中の塵埃が水滴によって濾過されるようなモデルが考えられる。そこには新しい気塊の補給もあるであろう。先に掲げた第3図最下段の例のように、ある量の降雨があった後にもほぼ一定の放射能が降り終りまでつづくのは、上述のような雨滴生成層における放射能塵の捕捉によるものと

思われる。

8. 結 び

降りはじめからの雨水放射能の変化は気象学の問題として極めて興味が深いので今後さらに精細な観測を行ってみたい。集塵器による塵埃放射能の直接測定、および雨滴の直径の測定等を平行して行えばもう少し進んだ論議の資料となるであろう。

この試験観測に当り終始激励と御指導を賜った観測部長川畑博士・大田測候課長・気象研究所三宅博士に厚く御礼を申し述べる次第である。

引用文献

- (1) 岡田武松著：雨。河出書房，P71
- (2) Y. Miyake and Y. Sugiura: The Mechanism of Dissolution of the Atmospheric Chloride into the Rain Water. Pap. Met. Geophys., 1, P222

した。

畠山久尙(気象学会)，日高孝次(海洋学会)

菅原 健(防水学会)，佐々憲三(地震，火山学会)

安芸皎一(雪氷学会)，正野重方(気象学会)

気象学会の推薦委員候補は、全国理事会(11月18日)で無記名投票の結果、畠山久尙、正野重方ときめられた。また、理事会(11月27日)が推薦委員候補の中から選挙した6名はつぎのとおりであった。畠山久尙、正野重方、吉田順吾(雪氷学会)、菅原 健、日高孝次、佐々憲三。

6. ハリケン、セミナーに久米庸孝氏を推薦

本年2月にドミニカでWMOドミニカ政府主催で行われるハリケン・セミナーに出席する人の推薦方を中央気象台長から照会された。常任理事会(12月14日)は、気象技術に明るい久米庸孝氏を推薦し、本学会の希望条件として、台風進路予想のための数値予報を紹介することを依頼した。また、台風に関し研究している笹原氏が米国に滞在中なので、このセミナーに出席できるよう尽力してもらうよう気象台長に希望した。

◇ ◇

= 新 入 会 員 =

相沢政男(仙台管区気象台)，筑後浩一(仙台管区気象台)，清水武文(東京理科大学学生)，丸山孝雄(三宅島測候所)，水倉米蔵(三宅島測候所)，河村武(東京教育大学地理学教室大学院学生)，水越允治(東京教育大学理学部専攻科学生)

学 界 消 息

1. 新しい“天気”発足

定款の改正に伴って、機関誌としての“天気”が発足し、表紙第2頁のような顔ぶれの編集委員が11月1日から仕事を始めた。投稿規定は表紙第2頁にあるとおりで極めて自由、沢山の投稿が期待される。

○

2. 新定款書類を教育委員会に提出

定款改正に関する書類は、文部省その他との打合せを終って、いよいよ教育委員会に提出された。

○

3. 総会まで理事増加なし

定款改正に伴って理事が増員されるわけであるが、新理事投票のための事務と予算は大きいから、次回総会までは、増加すべき理事は欠員として、現在員で行うことに、11月18日の全国理事会で決定した。

○

4. 今年の総会

5月中旬に東京で開かれる予定。担当理事は神山、松本。

○

5. 昭和31年度文部省科学研究費等分科審議委員決定
地球物理学連合の各学会から2名が委員候補として推薦され、このようにして集まった候補者の中から、各学会が6名を選挙し、その結果、委員はつぎのように決定

講 演 会 お 知 ら せ

2月16日9時、中央気象台において
特に気候、気象統計、季節予報に関する研究発表会
(なお都市気候について、シンポジウムがある。)
申込み期日 1月末日。