要 報 Note

塩化コバルト—印画紙法による雨粒の測定

小 林 禎 作*

Measurement of Raindrop Size by Means of Photographic Paper Treated with CoCl_2

By T. Kobayashi

Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University

(Manuscript Received 17 August 1955)

1. 孫野・坂岸の方法による雨粒の測定について
雨の粒径分布を測定するのに 印画紙を用いる孫
野の方法⁽¹⁾は、操作の簡単な点において 野外の実
験に極めて好都合である。雨粒が大きくなると、
印画紙にぶつかつた水滴は一旦薄くつぶれた後、
表面張力のために真中近くに集つて来て二重の痕
跡を残す(写真 1)。孫野の検定にあつては、この

に受けてから撒布する方法と、印画紙上に予め撒
布してから降雨中にさらすやり方と、二通りがあ
る。前者によると、微小な雨滴は、粉末を撒布す
る前に 蒸発したり印画紙に吸収されてしまう恐れ
があり、巨大な雨滴の場合にも、痕跡の外側の部
分 A は、同様の理由から鮮明な像を残さない
(写真 2)。これに反し、予め粉末を撒布しておく

Photo. 1: $\times 1/1.7$ A water drop of diameter 3.0mm received on the photographic paper (Magono's method).

Photo. 2: $\times 1/1.7$ Water drops of diameter 3.0mm. Pulverized developer was scattered on the photographic paper, as soon as the water drops were received (Sakagishi's method).

外側の痕跡 A の部分の直径を測ることになつて
いる。しかしその輪廓は一般に不鮮明で、特に日
照のある際の雨の痕跡は測定が更に困難である。
この欠点を補うために、坂岸⁽²⁾は印画紙上に粉末
現像薬を撒布する方法を考案した。これによると、
印画紙上に受けられた雨滴は 現像薬の粉末を溶か
して現像液として働き、その後手早く水洗・定着
を行うことによつて自らの痕跡を極めて鮮明に残
す。所で現像薬を撒布するには、雨滴を印画紙上

小さな雨滴まで可成り忠実に再現するが、坂岸も
指摘している様に、大きな痕跡には多数の突起が
生えて測定に誤差を招き易い(写真 3)。

筆者は、昨年 (1954) 8 月、大雪山中のユコマン
ベツ (海拔 1050 m) で、人工降雨実験に関連して
降雨の観測を行つたが、坂岸の方法によつて雨滴
の粒径分布を求めた。この際現像粉末は予め印画
紙上に撒布しておいて雨滴を受けた。観測結果の
一例を第 1 図に示すが、Laws 及び Parsons の
観測並びに Marshall と Palmer⁽³⁾⁽⁴⁾ の計算の傾

* 北海道大学低温科学研究所

Photo. 3: $\times 1/1.9$ An example of raindrop observations (by Sakagishi's method). Pulverized developer was scattered on the paper prior to arresting the raindrops.

向とよく一致している。但しここで注意すべきは、 0.6 mm 以下の雨滴が異常に多いことで、特に降雨が激しくなるにつれてこの傾向は著しい。これは測定方法に基因するものかも知れず、大きな雨滴が落下した際に、分裂して飛散したものと想像される。

Fig. 1 Size distribution of raindrops.

これを確かめるべく、筆者は次のような室内実験を行つた。メスビュレットを用い、高さ 6 m から水滴を一滴落とし、印画紙のままと、現像粉末を撒布したものに夫々受けて、水滴の分裂飛散する

状況を調べた。水滴の平均直径は 3.0 mm であつた。(水滴直径 3.0 mm とすると、それが終端速度に達するためには約 8.6 m の高さが必要となるが、日照と風の影響を受けない場所としては、前記の高さしか手軽に得られなかつた。) すると現像薬を撒布した印画紙上では、落下した水滴の痕跡に多数の突起が現れるだけでなく、数十個の微小水滴が分裂飛散していることがわかつた (写真 4)。

Photo. 4: $\times 1/2.3$ Spattering of a water drop on the photographic paper covered with the pulverized developer.

これに対し印画紙のままで水滴を受ければ、水滴の分裂は全然認められない (写真 1 及び 2 を参照)。この場合、分裂した水滴が小さ過ぎて判別し難いのではないかと考え、 $4\sim 5$ 倍に薄めた現像液滴を前と同様に滴下してみたが、結果は全く同じであつた。

筆者はこの結果に基づいて、更に濾紙・別珍・シリコン処理の別珍・写真乾板及びシリコン (Dri-film) 処理の硝子等の上における落下水滴の分裂状況を調べたが、水滴を分裂させない点で、雨の粒径測定のためには印画紙 (ゼラチン塗布面及び紙質) が極めて好ましいものであることがわかつた。

2. 塩化コバルト印画紙法による雨滴の測定

孫野の用いた印画紙面の特徴を生かし、更に雨滴の痕跡を鮮明にするために、取扱いは幾分面倒になるが、筆者は塩化コバルトを用いて測定を行つた。

a) 測定用紙片の作り方

(i) 適当な大きさの印画紙を酸性硬膜定着液に

浸し、未露光のハロゲン銀を予め溶解除去してしまう。

(ii) 塩化コバルトの飽和水溶液(水 100 cc に CoCl_2 約 45 g)を作り、この中に前記の印画紙を充分水洗・水切りをしてから数分間浸す。

(iii) 次に印画紙を一枚一枚クリップに挟んで吊し、表面に水玉やムラの残らぬ様に注意して、水気の切れる程度まで乾かす。

(iv) 生乾きになった印画紙をヘロタイプにかけて充分乾燥する。

(v) 出来上った印画紙は美しい青色を呈する。これを数枚ずつ一組にして、シリカゲル等適当な乾燥剤と共にポリエチレンの袋に入れて保存すればよい。

(vi) 上記印画紙の代りにケント紙を用い、塩化コバルトを含むゼラチンの溶液に浸して、電気乾燥器中で乾かしてもよいが、ゼラチン面に小さな気泡が残つたり、紙が反つたりして仲々うまく行かない。

b) 観測の方法

上述の処理をした青色の紙片を、適当時間降雨中にさらして雨滴を受ける。水滴の部分は直ちに白から淡紅色に変るから、手早く接写装置によつて写真にとる。(オリンパス 35・複写装置等が簡便であろう。)この変色部分の直径が、孫野の方法による A 部の直径 D である。撮影の際には、R-3 程度の赤色フィルターを用いると更に一層よいコントラストが得られる。測定紙片は、降雨時のような湿度の高い中に暫く放置すると、次第に輪廓がボケ、やがては全体が赤変してくる。

写真撮影後は、ネガを原寸又は適当な倍率に引伸して粒径を測定する。

この方法によると、一旦使用した印画紙を再び塩化コバルト溶液に浸して乾燥すれば、何回でも観測に使うことができるので、孫野の方法等に比しそれ程不経済なわけでもない。写真 5 及び 6 はこの方法によつて得た雨滴の痕跡である。

c) 測定の別法として次の様な操作も考えられる。即ち、印画紙としてはカブつていない硬調のものを使い、前記 a 項(ii)~(v)の操作(但し初めの定着処理は省く)を暗室内安全光のもとで行い、黒紙に

Photo. 5: $\times 1/1.9$ An example of raindrop observations by the use of Cobalt Chloride-photographic paper method. Time of exposure to rain: 3.1 sec.

Photo. 6: $\times 1/1.9$ Ditto. Exposure: 1.2 sec.

包んで湿らぬ様に保存する。

雨滴を受けた印画紙を直ちに強い電灯光等で露光して、水洗・現像を行うと、水滴の痕跡は薄鼠色の地の中に黒く現れる。しかし乍ら、これによると、全体に感光のムラを生じ易い上に、現像定着の処理を要するので、野外観測には不向きであろう。

最後に本稿を閲読して頂き、更に学会における代読をお願いした気象研究所 伊東彊自氏に厚く御礼申し上げます。

文 献

1. 孫野長治 (1953): 巨大降水要素の容積分布; 気象集誌, 第 2 輯, 31 巻, 286 頁
2. 坂岸昇吉・渡辺清光 (1953): 印画紙による雨滴の記録について; 気象集誌, 第 2 輯, 31 巻, 323 頁
3. Marshall, J. S., and W. Mck. Palmer (1948): The distribution of raindrops with size. J. Meteor. 5, 165-166.
4. Rigby, E. C., J. S. Marshall and W. Hirschfeld (1954): The development of the size distribution of raindrops during their fall. J. Meteor. 11, 362-372.