

小論文

降雪にもとづく雨傘の帯電について

有本 匡男*, (故) 渡辺 恒*

(1982年3月13日受理)

Static Electrification on Umbrella at Snowfall

M. ARIMOTO* and the late T. WATANABE*

(Received March 13, 1982)

It is often told at the snowy season that one with an umbrella gets an electric shock on his hand by an electrostatic spark from a metallic shaft of an umbrella. Electrostatic potentials on an umbrella were measured under a certain condition during snowfall. According to the experimental results, the static potential on an umbrella can reach several thousands volts at a snowfall, and it is estimated that an electrostatic spark occurs toward the hand with an umbrella at the chilly and snowy day of the cold season in the northern area.

1. ま え が き

雪国で降雪時に雨傘をさした手と金属シャフトとの間で火花放電が発生することがある¹⁾。この現象は、降雪のもつ電荷によって雨傘が帯電したために生ずると容易に想像できるが、これに関する数的データは見あたらないようである。そこで、降雪中に雨傘を開き、雨傘とそれを持つ手との間の電圧の時間的変化を測定した。その結果、最高 6 kV 程度の電圧を観測した。

2. 測定方法および結果

実験に使用した雨傘は市販品で、直径約 80 cm, 化学繊維張りである。雨傘のシャフトは金属製で、ハンドグリップはプラスチック製である。

測定は長岡高専屋上で行なった。電圧は箔検電器²⁾(内田洋行製)で測定した。箔検電器は、その精度は劣るが、手で持ち運ぶことができ、大まかな測定に十分と考えたからである。なお、箔検電器自体の測定範囲が最大約 1 kV であったため、図 1 に示すように分圧器を付け、測定範囲を拡大した。このときの総合の静電容量は 12 pF であった。分圧器をつけた状態での箔検電器の振れは直流高電圧電源(日本コンデンサ製)と静電電圧計(横河電機製)とを用いて校正した。

測定の要領を図 2 に示す。傘を右手に、箔検電器を左手にそれぞれ支え、降雪中を歩行しながら 30 秒おきに

電圧を測定した。

測定結果を図 3 に示す。測定時の条件は、気温 0°C, 湿度 90%, 気圧 769 mmHg, 粉雪, 雪の密度 0.13 g/cm³, 降雪量 1 cm/h であった。図中 A は雨傘を絶縁物で雪中に固定した場合, B は雨傘を持って雪中に立っていた場合, C は雨傘を持って雪中を歩行した場合である。図 3 から、雨傘の電位はゼロと数千 V との間を 5 分程度の間隔で周期的に変化することがわかる。しかし、降雪の条件は一定でない³⁾ので、図 3 中の A ~ C の違いについては明確でない。

また、降雪のもつ電荷量はファラデー・カップ法⁴⁾で測定した。比電荷で示すと、粉雪では平均 0.0025 μC/g であり、雪あられでは平均 0.019 μC/g であった。

3. 考 察

雨滴と同様に雪片も電荷をもっている⁵⁾。その電荷は正負ともに混ざって降ってくるが、その極性、大きさともに空中電場の影響を受ける³⁾。空中電場が正のときに負の雪片が降り、電場が負のときに正の雪片が多く降る³⁾。正と負の雪片が交互に 30 分間ずつ長い間降り続いた例³⁾もある。過去の報告^{3,6)}によれば、雪片のもつ平均的電荷量は、にわか雪では 1.6~3.5 pC, 雪あられでは 4.6~10 pC, 静かに降る雪では 0.03~1.2 pC である。

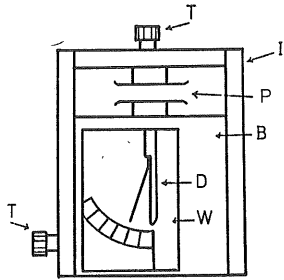
雨傘の電位 V は、近似的に、

$$V = RSf\rho t/C \quad (1)$$

と表わすことができる。ここに、 R は雪の比電荷 2.5 × 10⁻⁶ C/kg, S は雨傘の等価面積 0.503 m², f は降雪量 2.8 × 10⁻⁶ m/s, ρ は降雪の密度 1.3 × 10³ kg/m³, t は

* 長岡工業高等専門学校電気工学科 (940 長岡市西片貝町 888)

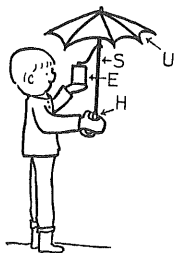
Department of Electrical Engineering, Nagaoka Technical College, 888, Nishikatakai-machi, Nagaoka, 940 Japan



T: Terminals, I: Insulator, P: Potential divider, B: Metallic box, D: Electrode, W: Glass window.

図1 箔検電器と分圧器

Fig. 1 Leaf electroscope with potential divider.



U: Umbrella, S: Metallic shaft, E: Leaf electroscope, H: Hand grip.

図2 測定方法

Fig. 2 Measuring method.

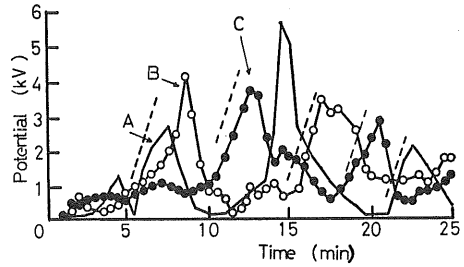
時間 s , C は雨傘の等価静電容量 $20 \times 10^{-12} F$ である。

実験結果と比較するために、 V の単位を kV , t の単位を min とすれば、

$$V = 1.37t \quad (kV) \quad (2)$$

となる。

図3に(2)式の特性を書き込むと破線のようになり、部分的に一致する点が見られる。このことから、雨傘の電位は近似的ではあるが(1)式で説明することができそうである。しかし、自然の降雪では条件が一定していないので、図3のような特性となる。すなわち、降雪のも



A: The umbrella was settled on insulating blocks, B: The umbrella was held by a standing man, C: The umbrella was carried under a usual walking condition.

図3 電位の経時変化

Fig. 3 Static potential during snowfall.

つ電荷の量、極性、降雪量および雨傘の状態により影響を受け、周期的な特性となるものと思われる。

4. む す び

雪国で、雪あられに対抗して雨傘をさし、そのハンドグリップのみを握って、野原や橋上を歩くと、雪あられのもつ電荷により雨傘は帯電する。条件が良ければ、およそ数分から数十分で数千Vに達するので、雨傘の金属シャフトとハンドグリップを握っている手との間に静電気放電火花が生ずることは十分にありうる。

参 考 文 献

- 1) 有本匡男, 渡辺 恒: 昭和56年度電気関係学会東海支部連合大会 No. 278, p. 278 (1981)
- 2) 静電気学会編: 静電気ハンドブック, p. 367, オーム社 (1981)
- 3) 高分子学会編: 静電気ハンドブック, p. 137, 地人書館 (1968)
- 4) 静電気学会編: 静電気ハンドブック, p. 371, オーム社 (1981)
- 5) 静電気学会編: 同上, p. 330 (1981)
- 6) 気象学会編: 気象ハンドブック, p. 370, 朝倉書店 (1979)