吹雪計(SPC)における飛雪粒子の粒径効果に関する考察(第1報)

著者	佐藤 篤司
雑誌名	国立防災科学技術センター 研究報告
巻	40
ページ	339-342
発行年	1987-11
URL	http://doi.org/10.24732/nied.00000961

551.578.45：624.144

吹雪計（ＳＰＣ）における飛雪粒子の粒径効果に関する考察（第１報）

佐藤篤司*

国立防災科学技術センター新庄支所

Calculation of Size-effect of Blowing Snow Particles on the Snow Particle Counter (First Report)

By

Atsushi Sato

Shinjo Branch, National Research Center for Disaster Prevention
Tokamachi, Shinjo, Yamagata 996, Japan

Abstract

The snow particle counter (SPC) observes the diameter of blowing snow particles using an optical sensor and a 3 mm long slit. When a snow particle passes through the edge of the slit, the SPC observes a diameter smaller than the real diameter. This observational error is dependent upon the diameter of the snow particle. Calculations of this size effect were performed, and they show that the error increases with increasing particle diameter and that the observable diameter is 86% of the real one if the snow particle has a diameter of 0.5 mm.

1. まえがき

昭和61年度より防災センターの地吹雪研究に吹雪計（ＳＰＣ；スノーパーティクルカウンター）が導入され，吹雪量の定量的自動観測が開始された．本測定器はR. A. Schmidtが開発したもので（Schmidt, R. A. & Sommerfeld, R. A., 1969； Schmidt, R. A., 1977），透過光線を横切る吹雪粒子の作る影を光センサーで検出し，粒子の大きさと数を計量し，吹雪の質量フラックスを連続的に算出するものである（写真１）．わが国では北海道開発局土

* 雪害防災第２研究室

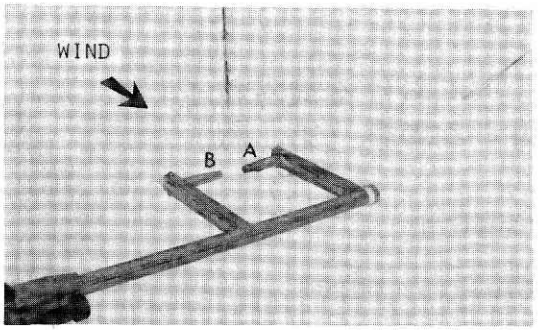


写真 1　吹雪計センサーの写真．図中Aが発光部，Bがスリットのある受光部で，AとBの間を通過する粒子を計測する．A，Bの間隔は25㎜である．

木試験所の石本・竹内らによって適用法の開発が進められている（Ishimoto, K., & Takeuchi, M., 1984）．

この吹雪計には光センサーの直前にスリットがあり，その中央部を通る粒子はその全粒径が識別されるが，端をかすめて通る粒子については，実際よりも粒径が小さく見積られるはずである．また，この通過位置による誤差には飛雪粒子の大きさが関与するので，粒径による効果を以下に計算した．

2. 計　　算

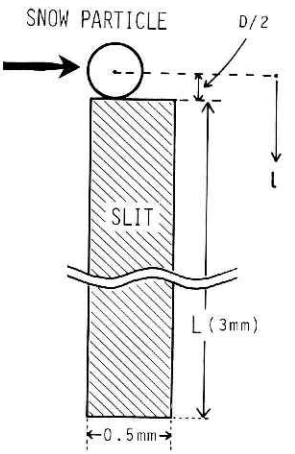


図1　直径Dの飛雪粒子がスリット（斜線部分）の上端をかすめて通過している瞬間の模式図．このときの粒子の中心点を0として下向きに座標軸 l をとる．

飛雪粒子はスリットの上下を含め全ての位置を同じ確率で通過し，スリットの長さは飛雪粒子に対して十分長いものとする．長さ3㎜，巾0.5㎜のスリットを直径D（㎜）の飛雪粒子が通過する瞬間の模様を図1に示す．この図では粒子の中心点がスリット端からD/2の所を通っており，吹雪計は粒径0㎜とカウントする．この粒子の中心点より下側すなわち，スリットの内側に中心点を持つ粒子がカウントされる訳である．この中心点から下側に座標軸 l をとることとする．$l=0$ より Δl だけ下側を通る粒子は粒径 Δl と認識される．この関係は図2の線分（A）で示され，$l=$Dの位置まで続く．そして同じ関係がスリットの下端 $l=$Lから $l=$D＋Lの間で生ずることは言うまでもない（線分（C））．

スリット中央部 $l=$Dから $l=$Lの範囲では粒子径Dがそのまま観測される．以上述べてきたことから，実粒径Dの飛雪粒子がこのスリットで計測される粒径値，す

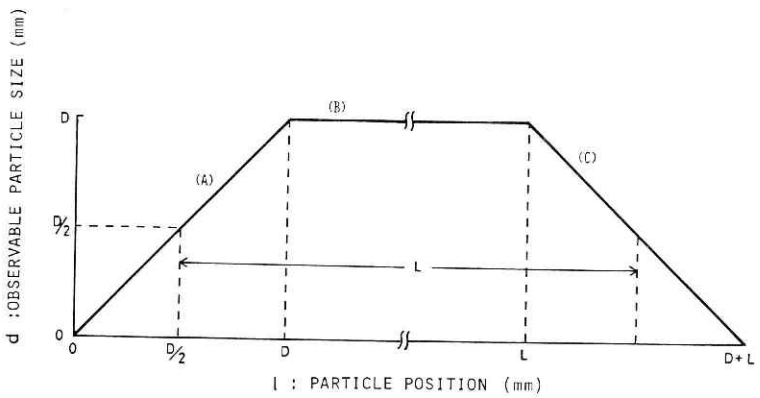


図2　座標軸 l（横軸）上の位置により粒径Dの観測される粒径値（縦軸）．スリットの長さはLである．

なわち観測期待値F(D)は次式となる．

$$F(D)=\frac{2\int_0^D l\,dl+\int_D^L D\,dl}{\int_0^{D+L} dl}$$

$$=\frac{DL}{D+L}$$

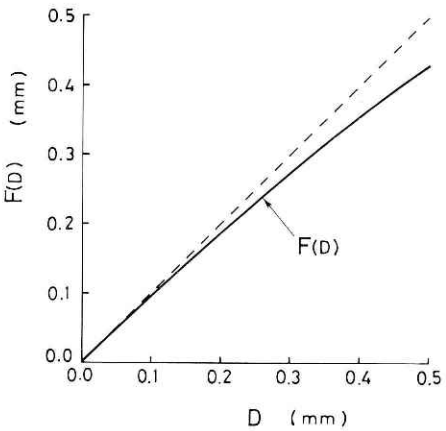


図3　吹雪計による観測値F(D)と実際の粒径Dの関係．点線はF(D)＝Dの関係である．

実際のスリット長L＝3㎜を代入し，実粒径Dと観測値F(D)との関係を表わすと図3となり，粒径が大きくなるとF(D)＝Dの点線との差が大きくなる．すなわち見掛け観測値が実際の値よりも小さくなってくることがわかる．

次に期待値の実粒径に対する比をとると図4のようになり，粒径が大きくなると真の値との差が開いてくる．D＝0.5㎜では観測値が真値の86%となり，その差14%はかなり大きな観測誤差と言えよう．

3. あとがき

現在，吹雪計（ＳＰＣ）ではスリット中央部

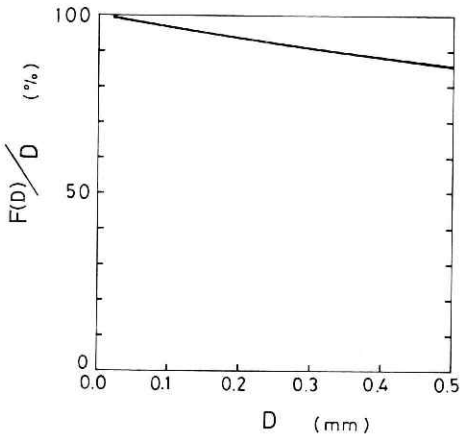


図4　観測値F(D)の実際の粒径Dに対する比の粒径依存性．

を全ての雪粒子が通過したと仮定し，粒径のクラス分けを行っているが，統計的にはスリット端の影響を無視できないことが明らかとなった．既存の吹雪計を含め，演算処理部分にここで求めた補正を加えて手直しする必要があろう．

4. 謝　辞

地吹雪計（ＳＰＣ）の製作，運用に関して，北海道開発局土木試験所の石本敬志氏より多くの御援助と御助言をいただいた．また中村勉前新庄支所長からは本研究の計画・実施等全般にわたり御指導と御配慮を得た．また，新庄支所の木村忠志支所長，東浦将夫，中村秀臣両室長，沼野夏生主任研究官に校閲をお願いした．以上を記して謝意を表明する．

参考文献

1) Schmidt, R. A. and R. A. Sommerfeld (1969) : A photoelectric snow particle counter. *Western Snow Conference Proceedings* [April 1969, Salt Lake City, Utah]., **37**, 88-91.
2) Schmidt, R. A. (1977) : A system that measures blowing snow. *USDA Forest Service Research Paper* RM-**194**, 80 pp.
3) Ishimoto, Keishi and Masao Takeuchi (1984) : Mass flux and visibility observed by snow particle counter. *Memoirs of National Institute of Polar Research Special Issue* No. **34**. Proceedings of the Sixth Symposium on Polar Meteorology and Glaciology. 104-112.

(1987年6月12日　原稿受理)