

# 低温風洞におけるスプラッシュ過程の測定

○新屋啓文 (新潟大), 大宮哲 (寒地土研), 根本征樹 (防災科研), 大風翼 (東工大)

## 1. はじめに

吹雪のダイナミクスを理解する上で重要となる物理素過程の一つとして、飛雪粒子の雪面への衝突 (スプラッシュ過程) が知られている。スプラッシュ過程は、吹雪・地吹雪において雪面から 10 cm 程度の跳躍層に存在する雪粒子の運動を特徴付けるのみならず、雪面に堆積した他の雪粒子を空气中へ弾き出す侵食過程および飛雪粒子の運動停止による雪面への堆積過程を担っている。これまでに、ハイスピードカメラを用いたスプラッシュ過程の測定は、雪や砂、粉体物理の分野において実施されてきた<sup>1-3)</sup>。しかしながら、風洞実験でスプラッシュ過程の三次元挙動を測定することは、多数の粒子が混在するため、依然として困難である。そこで、本研究では、弱風から強風に至るまでスプラッシュ過程の粒子の三次元挙動を捉えるため、雪粒子の供給量を制限した低温風洞実験を行った。

## 2. 風洞実験

実験は、防災科学技術研究所の新庄雪氷環境実験所にて $-10^{\circ}\text{C}$ の低温風洞 (長さ  $x = 14\text{ m}$ , 幅  $y = 1\text{ m}$ , 高さ  $z = 1\text{ m}$ ) で行われた。流れ方向  $x = 10.4\text{--}10.7\text{ m}$  の雪面は実験毎に敷き替えられたが、その他の領域では散水によって硬化させた雪面を配置した。また、風上からの雪粒子供給として、 $x = 0\text{ m}$  の位置に長さ  $0.2\text{ m}$ , 幅  $0.17\text{ m}$ , 深さ  $0.3\text{ m}$  の積雪を用意し、一定速度で上昇させつつ短冊状基盤で削剝した。ここで、実験で使用した雪は「しまり雪」であり、かさ密度は平均  $328\text{ kg/m}^3$  であった。レーザー (LDP-100 SingleLaser, 強度 68%) を風洞の上面から照射することで、飛雪粒子を可視化した。雪面での照射中心位置は  $x = 10.5\text{ m}$ ,  $y = 0.5\text{ m}$  で、範囲は直径  $40\text{ mm}$  の円形であった。可視化された飛雪粒子は、2台のハイスピードカメラ (nac HX-6, 1000 fps,  $300\text{ }\mu\text{m}/\text{pix}$ ) で3秒間撮影された。その際、2台のカメラは、視線方向が流れ方向に対して  $45^{\circ}$  斜めであり、2台の視線方向が直交し同じ焦点位置 ( $x = 10.5\text{ m}$ ,  $y = 0.5\text{ m}$ ,  $z = 6\text{ mm}$ ) となるように設置された。上記設定において、自由流速度と風上からの雪粒子供給量を変化させ、スプラッシュ過程を測定した。

## 3. 結果

各実験の自由流速度  $u$  と雪粒子供給量 (積雪の上昇速度  $w$  で制御) の組み合わせは、飛雪粒子が互いに重なり合って撮影されないように、それぞれ  $u = 5, 7.5, 10\text{ m/s}$  と  $w = 10.5, 21.0\text{ }\mu\text{m/s}$  から決定された。図 1 は、 $u = 5\text{ m/s}$ ,  $w = 21.0\text{ }\mu\text{m/s}$  の時のスナップショットである: (a) 風下側, (b) 風上側から撮影。画像下端の白帯は雪面で反射したレーザー光を示しており、点在する白円は飛雪粒子を表している。両画像において、各ピクセルで鉛直高度が一致しているため、画像上端に位置する飛雪粒子は同一であると判断できる。そして、座標変換を行うことで、粒子の三次元座標 ( $x, y, z$ ) が推定可能となる。しかし、雪面近傍では、各高度で複数の粒子が存在しており、瞬間座標のみから画像間で粒子を同定することは難しい。発表では、本問題点を克服するため、瞬間座標と速度を考慮した結果を紹介する。

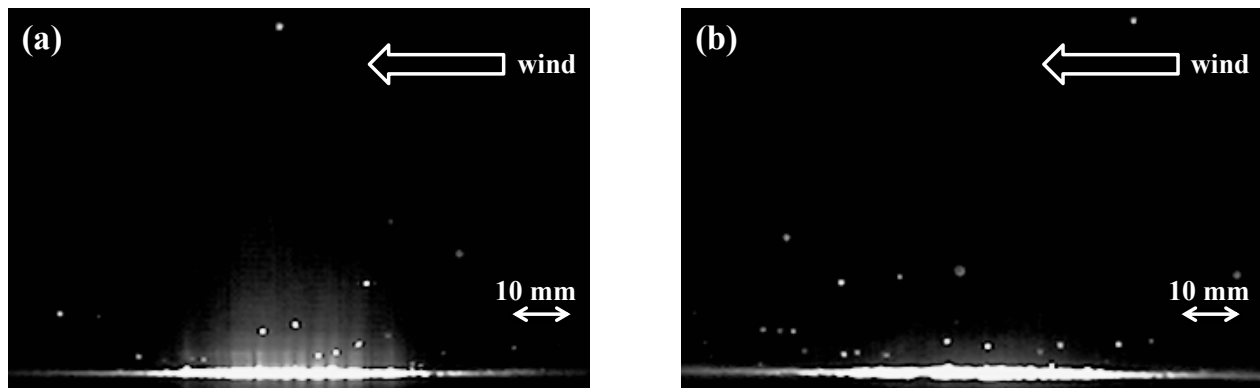


図 1 自由流速度  $5\text{ m/s}$  における飛雪粒子: (a) 風下側, (b) 風上側の斜め  $45^{\circ}$  から撮影

## 参考文献

- 1) Sugiura, K. and N. Maeno, 2000: *Boundary-Layer-Meteorol.*, **95**, 123-143.
- 2) O'Brien, P. and C. McKenna Neuman, 2016: *Aeolian Research*, **20**, 126-138.
- 3) Ammi, M., L. Oger, D. Beladjine, and A. Valance, 2009: *Phys. Rev. E*, **79**, 021305:1-9.