

雪庇の発達過程と内部構造

○霜垣永, 島田瓦 (富山大・理), 小杉健二 (防災科研・雪氷)

1. はじめに

山岳地帯の稜線上には冬季に巨大な雪庇が発達し、崩落によって雪崩や滑落事故の原因となることが言われている。そのため雪庇の形成過程についてさまざまな研究が行われてきたが、その多くが断面観測や、トレンチを用いた小規模な発生実験、風洞装置とざらめ雪などの球状に近い雪を使用した実験であった。

そこで、本研究では低温室内の斜面上に樹枝状結晶を降らせ、風速と斜面傾斜角度の違いによる雪庇の発生・成長の形態変化を観察し、その成長条件を考察した。

2. 実験手法

低温室内に Fig. 1 のような高さ 0.9 m, 長さ 3 m, 幅 1.8 m の架台を作成し、風上側に風速を無段階で調節可能な (風の吹出口近傍で 0~10 m/s) 横風発生装置を置き、風下側に 0.9 m の斜面を 2 つ設置した。低温室内を -10 °C に設定し、降雪装置により、樹枝状の雪結晶を降らせ、雪庇を成長させた。以下に実験手順を示す。

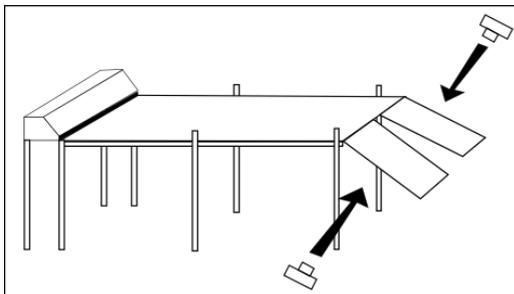


Fig. 1 実験装置図。図中右端に斜面、左端に横風発生装置を備えている。

- 架台上に硬い雪面をつくり、その上に新雪を 7 cm ほど積もらせる。
- 横風発生装置で風を送りながら 1 mm/h の強度で降雪させる。この時斜面中央付近で飛雪量を測定し、雪面からおおよそ 5 cm 上の風速 (以下、単に「風速」とする) を計測する。風速の計測箇所は斜面の縁である。
- 一時間後、降雪装置と横風発生装置を停止させ、雪庇断面の観測、積雪深の測定、密度の計測を行う。この時 45°, 30° 斜面の間に 2 m のポールを立てて撮影を行い、スケールとした。

上記の実験を 2.5, 3.0, 3.5 m/s の 3 種類の風速について行った。実験中は 2 台のカメラで 1 分間隔のインターバル撮影を行なった。なお、カメラはそれぞれの斜面をほぼ真横から撮影している。

3. 解析手法

実験で得られた画像データから、1) 雪庇の輪郭を描き出し、2) 雪庇の断面積と斜面の幅からおおよその雪庇の体積を求め、3) 計測した密度を平均化した値を用い雪庇の質量を計算し、4) 時間変化から成長量と成長率を得る。

上記の解析を 3 種類の風速の実験結果に対して行い、風速による雪庇の成長形態変化を考察する。

4. 結果, 考察

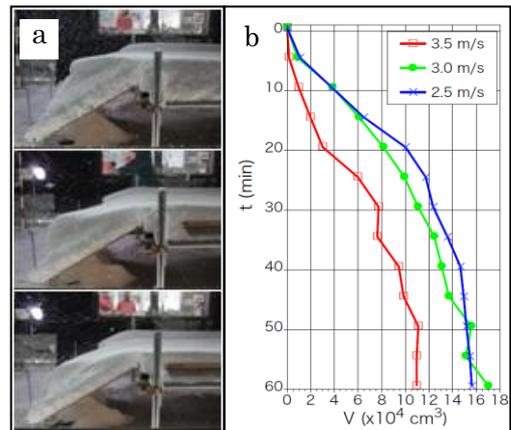


Fig. 2 (a) 上から風速 2.5 m/s, 3.0 m/s, 3.5 m/s の実験 (t = 1h)。 (b) 各風速での雪庇の体積。

Fig. 2(b) を見ると、雪庇の最終的な体積は風速が 3.0 m/s の場合で最大であり、3.5 m/s では雪庇の体積がかなり小さいことが分かる。その原因には雪面からの削剥と風速が影響しているのではないかと考えられる。削剥に関しては飛雪量を見てみると風速 2.5 m/s と 3.0 m/s の間で増加しており、積雪深も風速 2.5 m/s の場合は時間とともに増加する傾向にあったが、風速 3.0 m/s ではほぼ変わらず、風速 3.5 m/s では減少していた。このことから風速が 2.5~3.0 m/s の間に削剥が顕著かどうかの境界が存在すると言える。また、風速が 3.0 m/s 以上の場合、Fig. 2(a) の通りほとんど高さ方向に成長せず斜面とその上に堆積した雪面のなす角が小さくなっている。これは斜面の長さが足りないため、成長が止まってしまったためであり、より長い斜面であれば徐々に高さ方向への成長が見られると考えられる。

5. まとめ, 課題

これまでの解析で、雪庇が高さ方向へ成長可能かどうかの境界が風速に依存することがわかり、その境界がおおよそ風速 2.5 m/s~3.0 m/s の範囲にあることが示された。今後は 45° 斜面の解析を進め、立山室堂平周辺での雪庇の定点・断面観測データと関連付けてより詳しい雪庇の発達過程と内部構造の考察を行なっていく予定である。