

積雪期における雪面の熱収支解析

西村基志・佐々木明彦・鈴木啓助（信州大学）

1. はじめに

積雪からの融雪水は地表面に大量の水分を供給し、斜面崩壊などを引き起こす可能性がある。また、積雪は地表面に届く日射を遮るために気温の上昇を緩和する。このように積雪が自然環境へ与える影響は大きく、自然災害の危険を予知し、気象・気候へ与える影響を予測するという点でも、積雪表面の融解量およびその融解過程を明らかにすることは重要である。

雪面における表面融解量の推定には日平均気温を用いる degree-day 法が広く用いられてきた（例えば、Laumann and Reeh, 1993）。しかし、融解量の時間変化や詳細な空間分布を議論しようとする場合には degree-day 法ではその再現が困難である（松元ら, 2010）。

そこで本研究では多要素の気象観測データを用いて雪面の表面融解量を求め、degree-day 法との差異を議論するとともに、年々変動の要因を検討する。

2. 方法

松本市に位置する乗鞍岳東斜面の標高 1590 m 地点で気象観測を行い、観測地点での平坦な雪面に対し、熱収支解析を行った。観測データは気温、短波放射、長波放射、湿度、降水量、気圧、風速、積雪深である。各要素は 10 分間隔で測定・記録した。熱収支解析には熱収支法、乱流輸送量の計算にはバルク法を用いた。熱収支解析には以下の (1) 式に示す熱収支法を用いた。乱流輸送量に関しては式 (2), (3) に示すバルク法を用いて計算を行った。熱輸送に関しては雪面に向かう方向を正の方向として定義する。データの解析は 2011 年 11 月以降の積雪期間について行った。

$$Q_M = Q_R + Q_H + Q_E \quad (1)$$

(Q_M : 融解熱, Q_R : 放射収支, Q_H : 顕熱, Q_E : 潜熱)

$$Q_H = k_H \rho C_p u (T - T_0) \quad (2)$$

$$Q_E = k_E \rho l \left(\frac{0.622}{P} \right) u (e - e_0) \quad (3)$$

(k_H, k_E : バルク係数, ρ : 空気密度, C_p : 定圧比熱, u : 風速, T, T_0 : 気温, 地表温度, l : 蒸発熱, P : 大気圧, e, e_0 : 水蒸気圧, 地表面の水蒸気圧)

3. 結果と考察

観測地点では特定の年を除いて毎年 150 - 180 cm の最大積雪深が観測される。また、この観測地点における積雪期間の平均風速は 0.8 - 1.0 m/s 程度であり、積雪期間の平均気温は -4 °C 前後である。熱収支解析の結果では、放射収支に由来する熱量が融雪に最も大きく寄与しており、その割合は総融解熱量に対し 110 % 程度であった。また、顕熱輸送量が 14% を占め、放射収支量に次いで大きかった。一方、潜熱輸送量は負の方向に大きく寄与していた。放射収支量の寄与の割合が大きくなったのは乱流輸送量が少なくなったためであると考えられ、風速が 0.8-1.0 m/s であることが乱流輸送量を小さくしている要因の一つであると考えられる。また、積雪期間の平均気温が -4 °C 前後であることも顕熱輸送量を緩和させた要因の一つであると考えられる。