

熱収支モデルおよび積雪融解モデルを用いた山岳地域における積雪融解プロセスの再現

○西村基志 (信州大学)・佐々木明彦 (国士舘大学) 鈴木啓助 (信州大学)

1. はじめに

冬季の気温が低温となる山岳地域をはじめとする高標高地域では、冬季降水によって大量の積雪がもたらされる。積雪融解による融雪水は土壌への水の安定供給源となっており、また、周囲の大気環境を支配するなど、周囲の植生や気象に多大な影響を与えている。全球規模での気候変動などの環境変化に対する影響が如実に表れると言われている山岳地域においては、積雪融解の挙動を把握することは同地域の自然環境を理解する上で非常に重要である。そこで本発表では、積雪融解解析の際に広く用いられる熱収支モデルを用いた解析に加え、経験則に基づいた積雪融解モデルを用いて解析を行い、それらのモデルを乗鞍岳東斜面の標高 1590 m 地点に適用することで積雪融解過程の再現を試みた。この結果は山岳地域における積雪融解過程の再現および、広域分布への応用の面からも有用な結果となり得る。

2. 方法

乗鞍岳東斜面の標高 1590 m 地点に位置する気象観測地点において、熱収支モデルおよび気温と日射量をパラメータとする積雪融解モデル (Konya *et al*, 2010) を適用した。解析期間は 2011/12 年から 2016/17 年の積雪期間であり、熱収支モデルのモデル式を式 (1) に、積雪融解モデルのモデル式を式 (2) に示す。

$$Q_M = R_{net} + H + E + Q_p \quad (1)$$

$$M = \alpha SW_{in,day} + \beta T_{day} + \gamma \quad (2)$$

Q_M ($W m^{-2}$) は融解熱、 R_{net} ($W m^{-2}$) は正味放射量、 H ($W m^{-2}$) は顕熱フラックス、 E ($W m^{-2}$) は潜熱フラックス、 Q_p ($W m^{-2}$) は降雨伝達熱である。各係数 α , β , γ は本研究地点における各年の熱収支解析による融解量 M (mm w.e.) を従属変数、日中 (8時から18時) の平均気温 (T_{day} ; °C) および日中の平均下向き短波放射量 ($SW_{in,day}$; $W m^{-2}$) を独立変数として回帰分析を行うことにより決定した。また、モデル計算値が負となった場合は積雪融解が起っていないとし、解析データを除外した。また、熱収支解析の結果から、日積算融解熱量が連続して正である期間を消耗期、消耗期以前の期間を涵養期とそれぞれ定義した。ただし、日積算融解量が負であった場合、その日から遡って、日融解熱量が正である日が連続して7日以上続いた場合は、日積算融解量が負であったその日も消耗期に含めた。

3. 結果

熱収支モデルによる解析により、消耗期への移行のトリガーとしてアルベドの低下が大きく影響している可能性が示唆された。また、本研究地点での積雪融解に最も寄与していたのは短波放射によるエネルギー供給であり、涵養期と消耗期の平均熱量を見てみると、短波放射収量が大きく増加していた。

経験則に基づく積雪融解モデルの係数決定を行った結果、 $\alpha = 0.04$, $\beta = 1.79$, $\gamma = -2.49$ となった。上記の係数を用いて各年の消耗期にモデルを適用したところ、いずれの年も精度良く積雪融解過程を再現出来ていた。

4. 考察

熱収支モデルによる解析結果から定義した消耗期への移行に伴い、積雪深の減少および、融解熱量の増加が概ね認められた。それには、アルベドの低下による短波放射収量の増加が影響し、さらに融雪が進行するという正のフィードバックの可能性が示唆されるが、アルベド低下の決定的なトリガーとなる現象については現段階では不明であり、これは今後の課題である。また、本研究地点のような短波放射が積雪融解に大きく寄与する地点では、気温に加え日射量をパラメータに含んだ積雪融解モデルを用いることは非常に有用である。積雪融解過程を精度良く再現することに成功したこの結果は、同地域の積雪融解過程へのさらなる理解や、モデルのさらなる応用の可能性を示した。