

山地における凍結融解による土砂生産量の推定

筑波大学農林工学系 ○西田頭郎・今泉文寿・眞板秀二・宮本邦明

1. はじめに

大井川や富士川の上流の赤石山脈は、標高が高いにもかかわらず、冬季に積雪が少ない。そのため、冬季から春季に各所の斜面が凍結と融解を繰り返す、それによって斜面表層の土壌や岩、礫などが、水の凍結時の膨張によって分離・破壊され、不安定な土砂が生産される。この現象は、冬季から春季にかけての気象条件、特に気温の変動に大きく依存する。特に、融解と凍結は、1日の中でも起こりうる現象である。端的に言えば、1日の中で地表面の温度が摂氏0度をはさんで上下すれば凍結融解が生じる。このような過程による土砂生産は、気象条件の変化、すなわち長期的な気候変動の影響も受けると考えられる。そこで本研究では、地理情報システムを用いて、このような凍結融解過程の頻度について、複数年の空間分布として推定することを試みた。

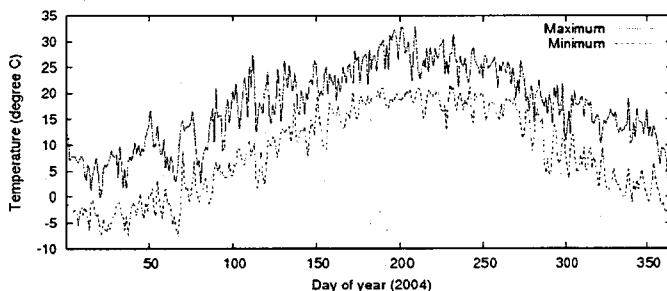


図1 井川演習林の毎日の最高気温と最低気温(2004)

2. 方法

2.1. 気象データ

当地は山岳地帯であるため、近傍には公的な気象観測所は少なく、当地の気象を推定するための基礎資料は乏しい。本研究では、筑波大学井川演習林で観測された気象データを使用した。井川演習林は赤石山脈南部に位置し、流域の源頭部に近い。従って、源頭部の気象を推定するには甲府などの市街地の気象データよ

りも適していると考えられる。また、井川演習林では、過去約30年間にわたって気象観測を続けており、本研究ではまだ行っていないが、長期的な解析をすることもできる。本研究では、井川演習林（静岡県静岡市田代字東河内1246-1；東経138度13.9分；北緯35度19.7分；標高1,175m）で2003年と2004年に観測された、通年の気象データ（1時間おき）の中から、気温データを抜き出して使用した（図1）。

2.2. 裸地面に関するデータ

融解凍結は、植生の薄い斜面でおきやすい。そのため、裸地面の多寡に関する情報が必要である。本研究では、米国のランドサット衛星の画像を利用した。世界各地のランドサット衛星画像について、無料のデータベースが、メリーランド大学によって運営されている。本研究ではそこから、以下の2枚の画像を取得した：

p108r035_7t19991012_z54: 1999年10月12日撮影,
Landsat-7 ETM+, path 108, row 035

p108r036_7t19991012_z54: 1999年11月13日撮影,
Landsat-7 ETM+, path 108, row 036

これらの画像はそれぞれ、対象領域の北部と南部をカバーする。本研究では、それぞれの画像から、「正規化植生指標(Normalized Difference Vegetation Index; NDVI)」を下記の式で計算した：

$$NDVI = \frac{\text{近赤外反射率} - \text{赤反射率}}{\text{近赤外反射率} + \text{赤反射率}}$$

この指標は-1から1の値をとるが、多くの場合は0.1から0.8程度であり、植生の被覆量に関する直線的な指標になるとされている(Nishida *et al.*, 2003, *J. Geophys. Res.*, 108(D9))。

2.3. 地形データ

地形データは、スペースシャトルから合成開口レーダーによって観測されたデータを元に作られた、SRTM (Shuttle Radar Topography Mission)の数値地形モデルを用いた。このデータも無料で配布されている。分解能は約100mである。SRTMのデータは、水面や急な谷部についてデータが欠損していることがある。本研究では、SRTMデータの欠損部は、1kmメッシュの数値地形モデル”GTOPO30”によって補った。

2.4. 解析手法

井川演習林の気象データから、各日の最高気温と最低気温を求めた。次に、井川演習林での最高最低気温を、気温の遞減率を0.6度/100mとして、0mから3200mまで100mきざみで各標高での最高最低気温に変換した。そして、各標高で、最高気温が0°Cより高く、最低気温が0°Cより低い日の数を、各年ごとに調べた。それを、各標高における凍結融解の頻度とした(図2)。

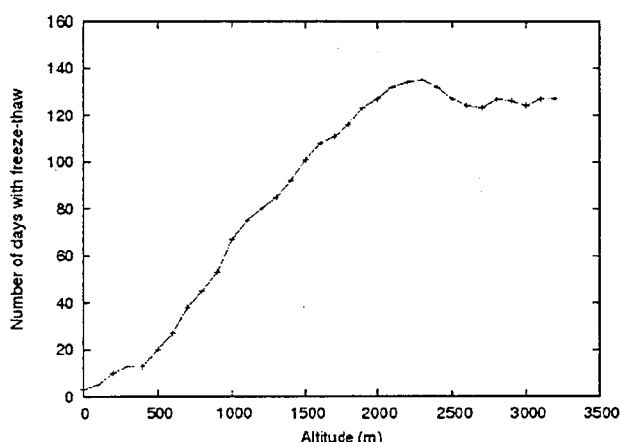


図2 各標高における凍結融解日数(2004年)

次に、各標高における凍結融解の頻度を、地形データとともにマッピングした。さらに、植生の影響を勘案するため、各位置の凍結融解の頻度に、1 - NDVIの重みをかけた。これにより、各ピクセルの凍結融解頻度には、裸地面積率に対応する重みがかかる。なお、NDVIが0以下の場合、重みを1とした。

3. 結果と考察

赤石山脈の主稜線と、そこから伸びる尾根の北側において、凍結融解の頻度は高いと推定された(図3)。

また、凍結融解の頻度は標高が高いほど高いが、標高2000mを越えるとその傾向は顕著ではないという傾向が見られた。また、2003年よりも2004年のほうが、凍結融解の頻度は高かったと推定された。

今後の課題としては、まず積雪の影響を勘案する必要がある。積雪は凍結融解を抑制するため、各時期の積雪範囲では、凍結融解のカウントから除外せねばならない。そのため、衛星データ(MODIS)によって積雪範囲の高頻度推定を行う予定である。次に、源頭部の気温の推定精度を上げる必要がある。本研究では筑波大学井川演習林のデータを用いたが、近傍のアメダス観測所のデータを取り込んで、より高精度の推定を行う予定である。一方、地形データの精度も検討する必要がある。本研究ではSRTMのデータを用いたが、必要ならば、国土地理院の50mメッシュデータに換える予定である。並行して、長期間の解析を行う予定である。現在、井川演習林の過去の気象データを整理しているそれに基づいて、1980年代から25年間程度の解析を行い、経年変動を明らかにしたい。



図3 重み付け凍結融解回数が年間80以上の箇所

謝辞：本研究は砂防技術研究会共同研究および富士川砂防工事事務所の支援を受けた。