

南アルプスの雪崩跡地における倒木空間分布のリモートセンシングによる定量的把握

信州大学大学院 ○小松崎隼, 福山泰治郎, 堤大三

1. はじめに

2017年2月、南アルプス小仙丈ヶ岳東北東斜面で大規模な雪崩が発生した。この雪崩により、シラビソやダケカンバが優占する亜高山帯の森林4.8haが倒壊し、倒木は現在も斜面上にそのまま堆積している。森林被害をとまなう雪崩では、倒木を巻き込みながら流下することで密度が大きくなり、森林や構造物などの被害に繋がる恐れがある。斜面上に堆積している倒木の空間分布を把握することは、雪崩に巻き込まれた倒木を推定する上で重要であり、倒木の巻き込みを加味した雪崩予測の精度向上につながる。そこで本研究では、雪崩による倒木の空間分布を定量的に把握することを目的として、リモートセンシングにより堆積している倒木量を推定し倒木堆積に影響を及ぼす要因について検討した。

2. 倒木量の推定方法

森林被害地(図-1)にて斜距離10m×10mの倒木調査プロットを雪崩の流下方向に5箇所設け、プロット内に堆積している直径2cm以上の倒木の直径・長さ・樹種を全数調査した。倒木調査プロットでは倒木を円柱形とみなし、直径と長さから各倒木の体積を求め、プロット内全ての倒木を積算し「堆積倒木量」とした。次に、2018年に天竜川上流河川事務所が実施した航空機レーザー測量によって得られた1mメッシュのDSMとDEMからDCHM(Digital Crown Height Model)を求めた。雪崩跡地のDCHMを堆積した倒木の平均高さと同様とみなし、プロットと同じ100m²を掛けて倒木を含む空間体積を求めた。

現地倒木調査の結果を図-2に示す。現地調査による5プロットの堆積倒木量の平均と、5つのプロット上のDCHMより求めた空間体積の平均を比較したところ、前者が後者の0.12倍になっていたことから、実際の倒木量はDCHMより得られる空間体積の0.12倍であるとし、計算結果全体に0.12を掛け「推定倒木量」とした。このとき、推定倒木量の解析対象範囲は森林被害地内とし、5mメッシュで解析した。なお、雪崩による被害を受けなかった立木や林床に発達していたと考えられる低木の影響を除去するため、明らかに倒木のみが堆積していると見られる範囲内(解析対象範囲の44%)において推定倒木量を抽出し、この範囲内でのメッシュの97%が10m³/100m²未満であったことから、解析対象範囲における10m³/100m²以上のメッシュ(1637メッシュ中432メッシュ)を除外した。

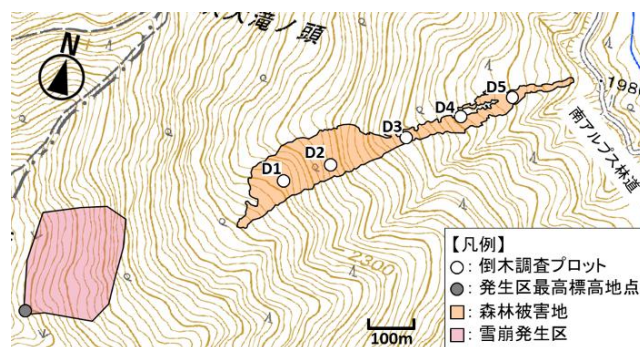


図-1 森林被害地とプロット設置地点

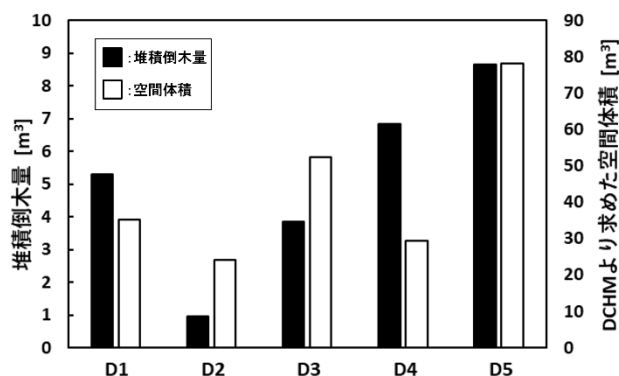


図-2 プロット毎の堆積倒木量と空間体積

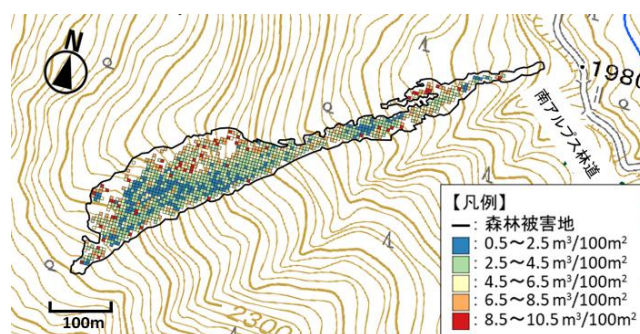


図-3 推定倒木量の空間分布

3. 倒木量の空間分布と影響要因

ここに、5 m メッシュで表示した 100 m²あたりの「推定倒木量」を示す(図-3)。倒木分布を雪崩跡地の縦断方向に見ると、比較的急傾斜の上流部(標高 2230 m~2330 m, 平均 47.1°)では、推定倒木量が概ね 4.5 m³/100 m²未満と少なく、比較的緩傾斜の中流部(標高 2140 m~2170 m, 平均 20.6°)や下流部(標高 2040 m~2080 m, 平均 17.9°)では、推定倒木量が概ね 4.5 m³/100 m²以上と多い傾向が見られた。また、倒木分布を雪崩跡地の横断方向に見ると、標高 2200~2300 m 付近で左岸側に推定倒木量が多い。これは、雪崩跡地の左岸側の谷方向に雪崩が流入したこと、雪崩による被害を受けなかった立木に倒木が集積したことが関係していると考えられる。

次に、倒木の空間分布に影響する要因を検討するために、(a)傾斜、(b)雪崩の流下距離、(c)雪崩速度と、推定倒木量との関係を図-4に示した。雪崩の流下距離とは、雪崩発生区の最高標高地点(図-1)からの距離、雪崩速度は、雪崩シミュレーションソフト(RAMMS)で推定した雪崩の最大速度である。傾斜と倒木量の関係を見ると(図-4a)、緩傾斜の所ほど倒木量が増加する傾向が読み取れるものの、急傾斜の所でも一部倒木が集中している範囲が見られた。流下距離と倒木量の関係を見ると(図-4b)、上流部である 500~800 m までは倒木量が徐々に減少し、その後下流部である 1100~1400 m にかけて倒木量が増加する傾向が見られる。これは現地倒木調査の結果(図-2)とも整合性があり、樹木の倒壊が発生し始める上流域から徐々に倒木が巻き込まれて堆積量が減少し、下流域で巻き込まれていた倒木が堆積し始めることから堆積量が増加することが示唆される。雪崩速度と倒木量の関係を見ると(図-4c)、速度の小さい所ほど倒木量が増加する傾向が見られる。なお、倒木量が微増している速度 25 m/s 以上のメッシュは全メッシュ数の 2%にとどまり、これらの多くは標高 2370 m 以上の範囲であり、雪崩の被害を受けなかったダケカンバの根曲がり木を検知していたことに起因する。よって、雪崩速度が小さいと予測される場所ほど、雪崩に巻き込まれていた倒木が堆積し、倒木量が増加することが示唆される。

4. おわりに

本検討により、雪崩による倒木の空間分布を把握することができた他、倒木の発生・運搬・堆積の生じる場所が斜面傾斜、距離、雪崩速度に依存することが示唆され、定量的なデータから倒木を巻き込む過程を説明することができた。今後、倒木の空間分布から推定される倒木の巻き込み量を加味して、樹木の巻き込みにもなう密度変化が森林の倒壊に与える影響を予測する必要があると考える。

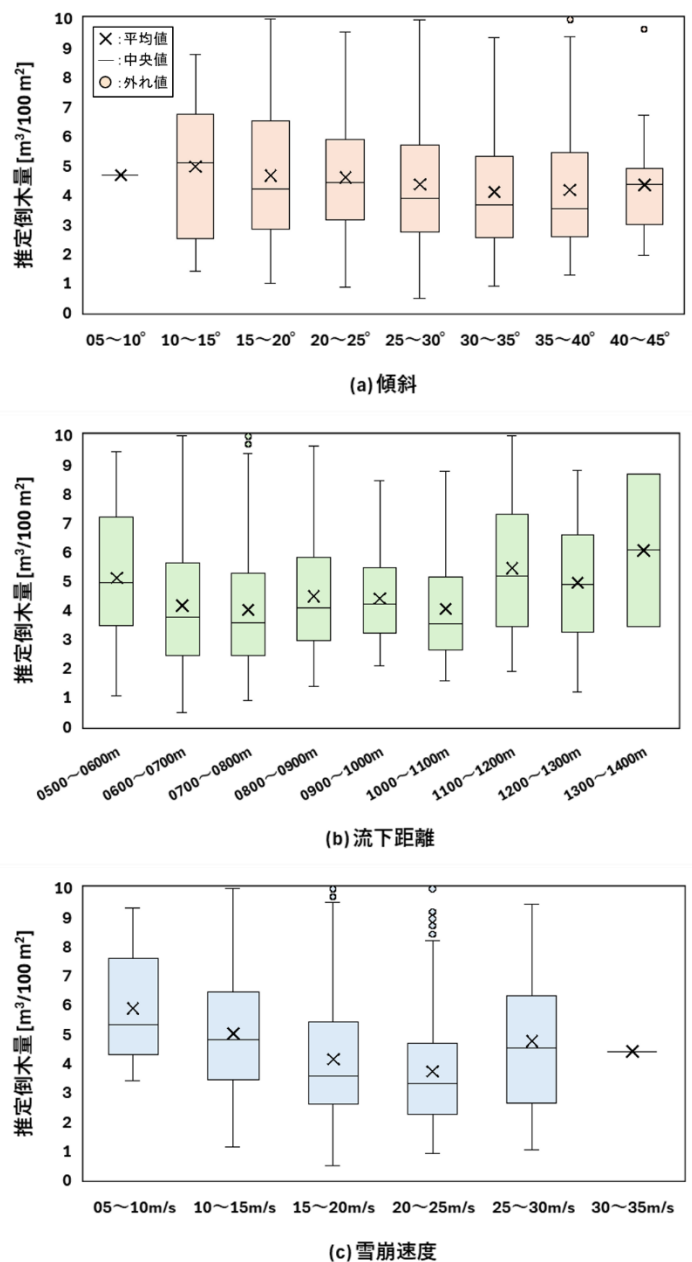


図-4 推定倒木量との関係