

樹林による雪崩予防効果と積雪移動

独立行政法人土木研究所新潟試験所
○秋山一弥・武士俊也

1. はじめに

従来より樹木の多い斜面では雪崩は発生しないといわれており、主になだれ防止林として調査が進められ、通常樹木胸高の断面積密度により予防効果が評価されることが多い。しかし、これは樹木の雪害防止の観点から全層雪崩を対象としたものであり、表層雪崩の予防効果としては、森林内で発生する表層雪崩が認識されにくいなどの理由で調査事例は少ない状況で、予防効果の定量的・力学的な評価は明瞭ではない。

樹木の表層雪崩予防効果としては、斜面上の樹木が積雪層に杭として機能し積雪の移動を防止するほかに、樹冠による積雪層の形成、乾雪・湿雪といった降積雪の種類による地域的な差や、樹種によっても異なるものと思われる。樹木はコスト縮減・環境面から雪崩予防対策として積極的に活用できると期待されるが、樹林の雪崩予防効果を定量的に評価する手法が必要となる。

2. 観測地の概要と計測方法

2.1 観測地の概要

図1に試験地の位置を、図2に試験地での2003/1~3の気温変化について示す。新潟県妙高村の試験地は最低気温が0℃を超える場合があり、暖地性積雪地の性質を有する。最大積雪深は4冬期で1.5~2.3m(2003~04年の冬期は163cm)である。ここでは標高430~520mの隣接する樹林・無林地(東向き斜面)を設定した。斜面傾斜は30~35度、樹林はコナラを主体とする落葉広葉樹で、胸高直径15~40cm、樹高10~20m、密度7.7本/100m²である。なお、無林地では毎年のように斜面全体で全層雪崩が発生する。

長野県安曇村の試験地は最高気温がほとんど負値で、最低気温は-15~-20℃に及び、積雪寒冷地の性質を有している。2003~04年の冬期の最大積雪深は102cmである。ここでは標高1700~1770mの隣接する樹林・無林地(南向き斜面)を設定した。測量や立木調査等は未実施であるが、斜面傾斜は40度前後で、樹林はカラマツを主体とする落葉針葉樹となっている。斜面下方には上高地乗鞍スーパー林道が通っており、2003年1月5日には積雪深が1m程度と少なかったが試験地を含めた複数の林道斜面から乾雪表層雪崩が発生し、多数の通行車両が埋没する災害が発生している。

2.2 計測方法

両試験地において、それぞれ表1に示す項目の観測を実施した(安曇村試験地は2003~04年の冬期より開始)。積雪観測は積雪深計を平地(無林)に設置して一冬期間の積雪変化を把握するとともに、無林・樹林地内の定区画において定期的に深さを計測した。積雪移動については、雪圧板とロードセルを用いて雪圧計測を無林・樹林地内の複数点で実施するとともに、積雪グライド計測を行った。グライド量は両斜面の代表的な箇所歯車型のグライドメータ^{*1}を1箇所ずつ設置したが、面的な情報を得る目的で、グライド測定杭^{*2}を多数設置して一冬期間の積雪移動量を計測した。さらに、

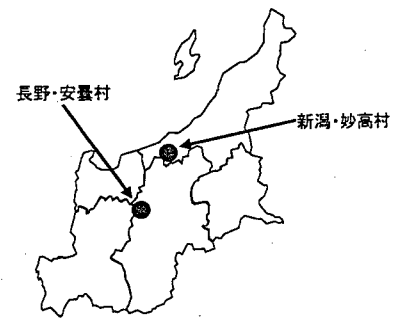


図1 試験地

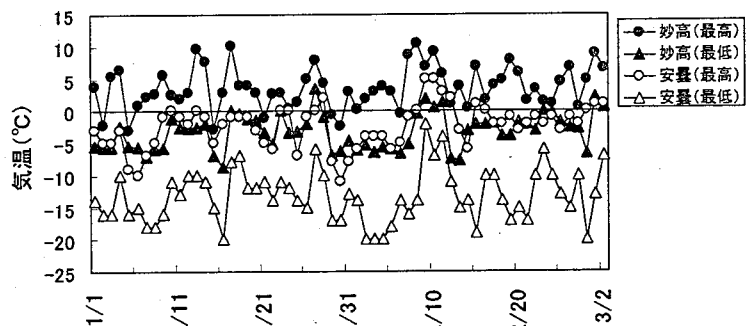


図2 試験地の日最高・最低気温(2003年1~3月)

表1 観測項目

計測項目(機器等)		計測箇所	計測間隔	備考	
気象観測	気温	平地(無林) 樹林地	1時間	1箇所 1箇所	
	地温	樹林・無林地	"	地中(-10cm)各1箇所	
積雪観測	積雪深	平地(無林) 樹林・無林地	"	1箇所 定区画で計測	
	積雪物性	積雪断面観測	1冬期数回	積雪構造・物性	
積雪観測	雪圧	雪圧板+ロードセル	無林地 樹林地	1時間 "	2箇所 3箇所
	積雪グライド	グライドメータ	樹林・無林地	"	連続値(各1箇所)
		グライド測定杭	樹林・無林地	1冬期間	冬期間値(各10箇所)
		スノーサンプラ+おが屑投入	樹林・無林地	1冬期数回	断面掘削による計測(クレープ量も計測)
地形測量・立木調査		樹林・無林地		設置機器の位置も図化	

積雪中にスノーサンプラを用いておが屑を投入し、定期的に掘削しその変形度を計測することで積雪層の縦断的な移動量計測を行った。

3. 結果

3.1 樹林内外での積雪の差異

積雪断面の一例として 2004 年の結果を図 3 に示す。妙高村試験地では、樹林地の積雪深は外部より少なく、平均密度はやや大きい傾向にあった。消雪は樹林内の方が外部より早い。積雪構造は樹林地が外部よりざらめ層の全体に占める割合が大きく層が攪乱されており、表層雪崩の原因となる弱層が形成されにくく、樹冠に補足された積雪の落下が寄与している。樹林が積雪と密着している場合、樹林直上では周辺より積雪密度・硬度が大きくなるが、輻射熱により樹林周辺が地表まで融雪している箇所もあり、予防効果は一様ではない。グライド量は過去 3 冬期で樹林地が 0.9~1.6 m、無林地の雪崩発生地外が 1.1~2.4m で、2003~04 年冬期は計測機器が積雪中のため一冬期間の値は現在不明であるが、断面観測による計測では 2/2~3/2 の 29 日間で樹林地 0.7 m、無林地 1.3 m であった。

安曇村試験地では、積雪深は樹林地が外部より大きく、表層雪崩の原因である弱層（こしもざらめ層）が図 3 のほか 3/2 に実施した断面観測においても樹林地に多く確認された。層の構造から弱層は積雪表面で形成されたと推定されるが、無林地では吹き払われて弱層が消失するとともに積雪深が減少した可能性もある。樹林はいずれも積雪と密着している状態で、1/30 では密度・硬度とも周辺と顕著な差はみられないが、3/2 では樹木周辺の値が若干大きくなっていった。断面観測によるグライド量は 1/30~3/2 の 32 日間で樹林地 0.1 m、無林地 0.2 m と少ない状態であった。

3.2 雪圧

気温・積雪と雪圧の推移について図 4、5 に示す（安曇村試験地では一部欠測）。樹林内では場所による差異があるが、全体的に妙高村試験地では無林地が樹林地よりも雪圧が大きくかかり、安曇村試験地ではあまり大きな差異はない。後者では積雪構造、グライド量とあわせて樹林の雪崩予防効果は小さいと推定される。両試験地で比較すると、前者は後者よりも樹林地で約 1.5~2 倍、無林地では約 3~4 倍の雪圧荷重がかかっていた。

4. おわりに

両試験地での平成 15~16 年冬期は少雪状態であった。今後は多雪年における樹林内外の積雪動態の差異や実際の雪崩発生状況と積雪動態の関係、樹林密度の差異についても検討する必要がある。

参考文献

- ※1 山田：「斜面積雪グライドの新測定法」、国立防災科学技術センター研究報告、第 18 号、pp. 88-90、1988. 3
- ※2 渡辺ほか：「積雪移動量の一測定法」、雪氷、38 巻 4 号、pp. 40-41、1976. 12

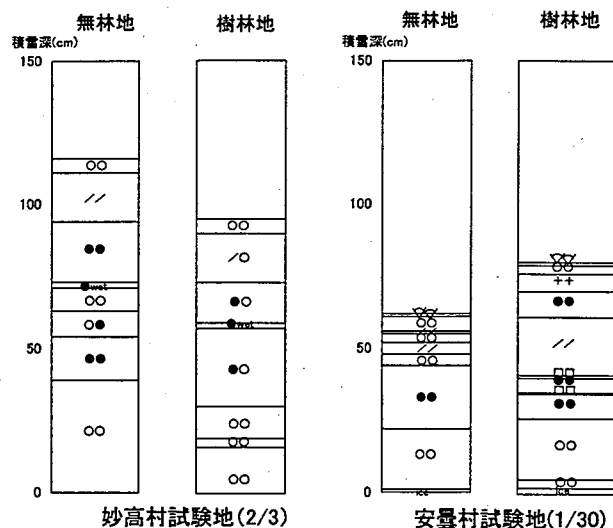


図3 積雪断面

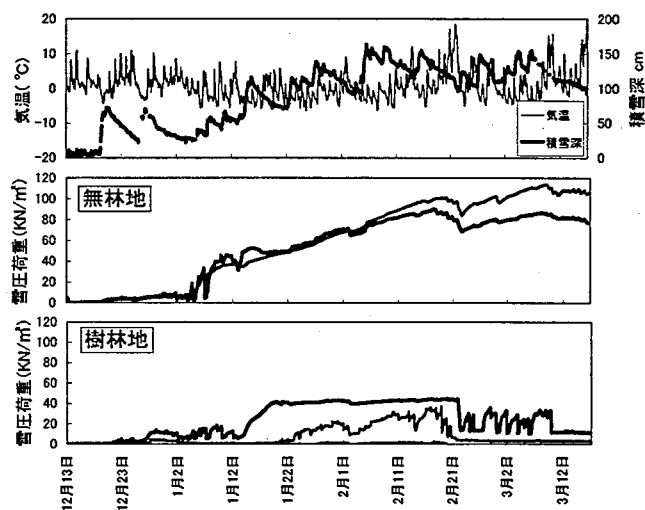


図4 気象・積雪と雪圧の推移(妙高村試験地 2003/12~04/3)

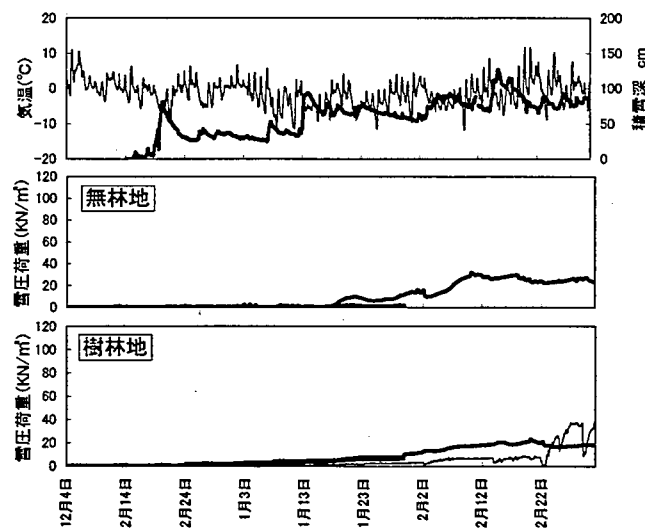


図5 気象・積雪と雪圧の推移(安曇村試験地 2003/12~04/3)