

土木学会斜面工学研究小委員会 話題提供  
2007年11月7日 土木学会

## 積雪による斜面災害と森林 —豪雪地帯における雪食とぼい山を中心として—

財) 林業土木コンサルタンツ  
櫻井正明

## 豪雪地帯

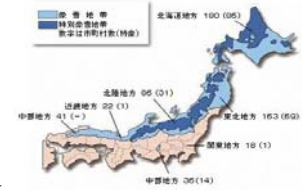
豪雪地帯の指定要件

過去10年間の累年平均積雪積算値が5000cm以上の豪雪地帯が2/3以上の市町村

＊平均積雪深×冬日数(最低気温が0度未満の日)

特別豪雪地帯の指定要件

豪雪地帯のうち、過去10年間の累年平均積雪積算値が15,000cm以上の地域が半分以上である市町村で、かつ、積雪による自動車交通等が途絶するなど、住民の生活に著しい支障を生じる市町村



- 豪雪地帯(豪雪地帯対策特別処置法 S37)
- 積雪が特にはなはだしいため、産業の発展が停滞的で、かつ、住民の生活水準の向上が阻害されている地域
- 市町村数 対全国比 30.2% (平成19年3月)
- 面積 50.8% (平成13年4月)
- 人口 16.1% (平成19年3月)

## 積雪による斜面災害

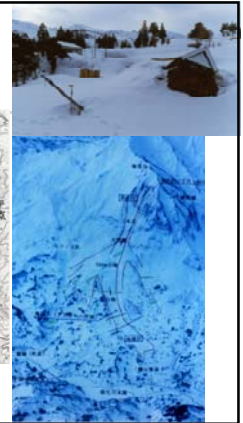
積雪地帯特有の斜面災害

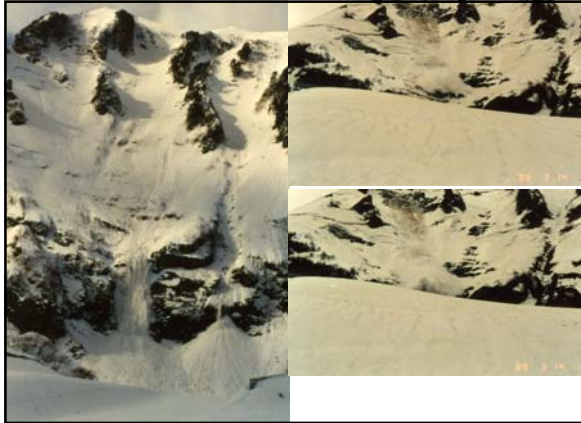
- 積雪の移動・流動化  
なだれ(表層・全層)・雪泥流
- 積雪の移動に伴う侵食  
雪食・表層崩壊
- 積雪から供給された融雪水による侵食  
深層崩壊・地すべりなど

## 表層なだれ



表層なだれ災害(昭和61年1月26日午後11時頃)  
新潟県能生町柵口地区, 死者13名・負傷者9名





### 森林内の積雪の安定化

- 微気候の緩和
  - 樹冠による降雪の遮断: 積雪が少ない(5-7割)
  - 日射の遮断: 融雪が遅い
  - 防風・積雪の移動防止など
- 立木による積雪の保持
  - 雪上木の立木密度が高い  
積雪の移動は小さくなる  
なだれは発生しない

### 牙むいた記録的大雪

雪上木のない凹地から発生

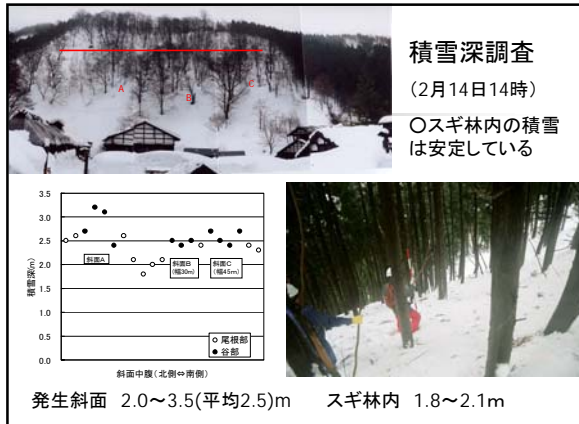
なだれ災害の概要  
 発生日時: 平成18年2月10日午前11時ごろ  
 発生場所: 秋田県仙北市田沢湖町  
 (元澤沢園有林3050林班)  
 乳頭温泉「龍の湯」温泉  
 災害の原因: 乾雪衣層なだれ  
 (複数の斜面から発生)  
 災害状況: 死者1名、負傷者16名、温泉施設一部破壊

雪の湯となだれ発生斜面

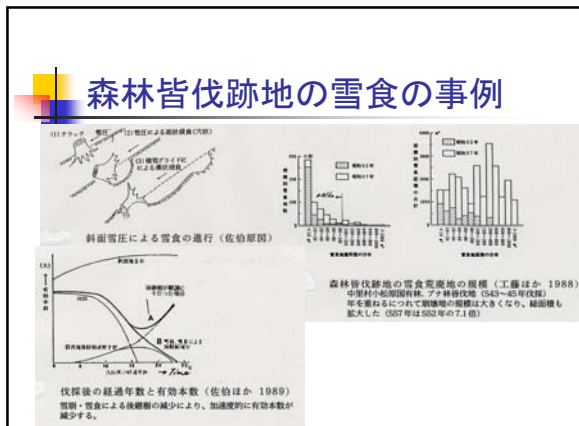
震天風呂(死者1名)

温泉客ハニック

雪崩事故結果  
 温泉客ハニック  
 温泉客ハニック  
 温泉客ハニック



- ### 雪食の報告事例
- 森林皆伐跡地に崩壊地の多発
    - 発生機構・拡大の推移の調査事例は多い
    - 現地調査 高橋ほか1968,1981
    - 空中写真判読 工藤ほか1987,相浦1992
  - 広葉樹低木林(魚沼丘陵の**ぼい山**)に崩壊地が多発
    - 小出1955,四手井1971



- ### ぼい山の雪食—調査のきっかけ
- 1980年代に表層崩壊地が多発
    - 魚沼丘陵東斜面
    - 大小無数の崩壊地が発生
  - たびかさなる豪雪・荒廃の進行 (聞き取り調査・空中写真判読)
    - 1981:56豪雪
    - 1984:59豪雪
  - 広域調査(1982-85年空中写真判読)
    - 大和町・六日町・塩沢町 50km<sup>2</sup>
    - 崩壊地 7929箇所 214ha 崩壊面積率4%
  - 応急的治山対策:航空実播工 52.5ha(1986-90)
- 雪食による表層崩壊とヘリによる航空実播工

- ### 「ぼい山」とは?
- 燃料用の粗朶の採取に利用されていた旧薪炭林
  - 昭和30年代ないし昭和40年代の初めまで
    - 資源調査会調査(昭和24年)
    - 家庭用燃料は木質系燃料が中心(薪類78.5%,木炭6.4%)
  - 短い周期(約10年)で繰り返し伐採された広葉樹低木林
  - 共有地や入会地が多い
  - 新潟県魚沼地方に広く分布(北陸地方)
    - 新潟県調査(昭和25年)
    - 魚沼地方の森林面積の58%(71,000ha)

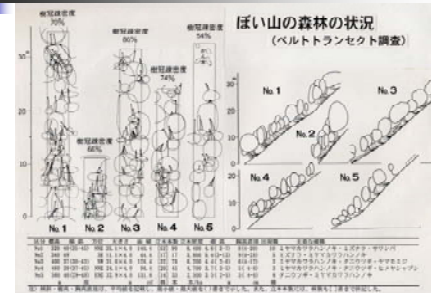
## 代表的なぼい山の状況

- 一部の尾根筋を除いて斜面の大半を占める
- 樹高4m程度・立木密度は高い
- ウツギ・ハンノキ・カエデ類が優先
- 樹木の多くは株立ち(萌芽更新)
- 樹木は斜立ないし倒伏
- 土壌は受食土で薄い



土壌断面

## ぼい山の森林の状況



## 植生の分布(新潟県大和町)



## 広葉樹低木林

- 斜面に分布する  
広葉樹低木林
  - 斜立・倒伏  
(積雪グライドに適應)
  - 株立ち  
(旧薪炭林・萌芽更新)

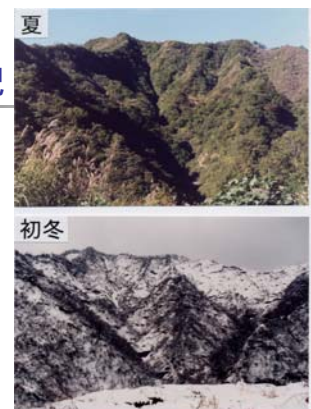


## 高木林(ブナ林)



## ぼい山の状況

- 無雪期  
緑に覆われている
- 積雪期  
雪面上に出ている  
木は少ない



## ぼい山

- 1冬のグライド量  
新潟県大和町  
1994-95年
- グライド量は大  
10m以上
- なだれ発生
- 雪食の卓越

地点	グライド量	フクロットの設置	測定方法
No1	5.7m以上	フクロット切斷 (位置からグライド量100%以上)	1. 5.7m以上 同上 2. 5.7m 同上
	5.7m以上	同上	
No2	5.7m以上	フクロット切斷 (存在不明)	1. 5.7m 同上 2. 5.7m以上 同上
	5.7m以上	同上	
No3	5.7m以上	フクロット切斷 (存在不明)	1. 5.7m以上 同上 2. 5.7m以上 同上
	5.7m以上	同上	
No4	5.7m以上	フクロット切斷 (存在不明)	1. 5.7m以上 フクロット切斷 (存在不明) 2. 5.7m以上 フクロット切斷 (存在不明)
	5.7m以上	同上	

## なぜぼい山のグライド量が大きいのか？ ススキ斜面と裸地のグライド

ススキ斜面と裸地斜面のグライド量の比較  
(参照はか、山形県、昭和46年調査、36度の西向斜面)  
ススキで覆われた斜面でグライド量が大きく、裸地では少ない。  
また、裸地のグライドは、実測で進行している。

## なぜぼい山のグライド量が大きいのか？ ササ地におけるグライド

笹地斜面におけるグライド量とグライド機構  
(Ishikawa, 北海道大宮, 昭和48~49年調査, 30~35度の南向斜面)  
笹地ではほとんどの笹が倒伏しているが、積雪中に入り込んだ笹で積雪が支えられるため、グライド量は、積雪中に入り込んだ笹が少ないところでは大きくなる。そのグライドの進行とともに積雪中の笹が倒伏し、グライド量が笹の長さ以上になると、加速度的にグライドが急激な増進となる。

## 雪食による表層崩壊の状況 豪雪前後の崩壊地の分布

- 56豪雪・59豪雪後に表層崩壊が多発

崩壊面積率 1% 崩壊密度 0.8箇所/ha  
崩壊面積率 11% 崩壊密度 3.4箇所/ha

崩壊面積率 1%から11%へ

## 雪食による 表層崩壊の状況

- たびかさなる豪雪
- 表層崩壊の多発
- 雪食による崩壊

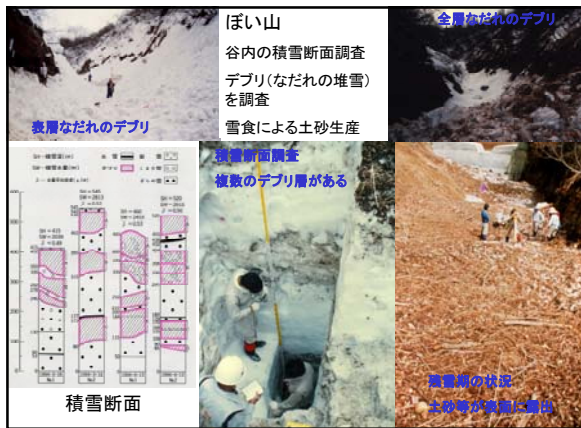
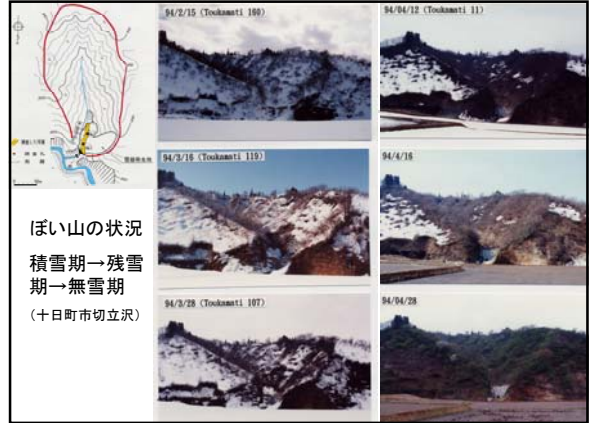
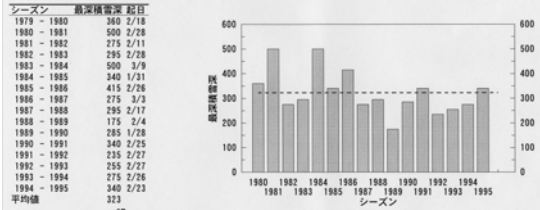
関越高速道路から魚沼丘陵を望む

## 位置図

## 積雪深データ(後山小学校)

- 豪雪の年は5mを記録

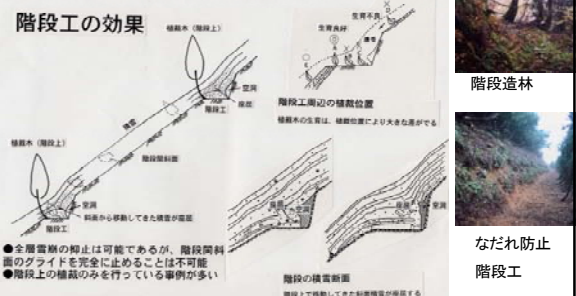
後山小学校 (標高400m)の積雪深の変化



## ぼい山の現状

- 積雪の移動(グライド)は大きい
- 積雪グライドによる侵食(雪食)が卓越
  - 表面侵食+豪雪時の崩壊の多発
- 生産土砂量及び流出土砂量が多い
- 森林の水源かん養機能(洪水調節)は低い
  - 土壌層は薄く貧弱である
- 国土保全上、ぼい山の整備が必要
- 積雪グライドの制御が課題

## 積雪グライドの制御—階段工

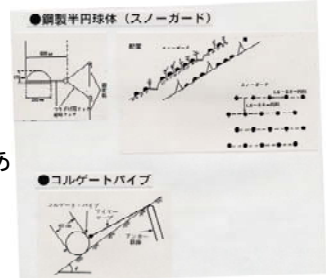


## 積雪グライドの制御

- なだれ常習地の森林復元には、古くから階段工が用いられてきた。
- 階段工のグライド防止効果
  - 斜面を移動し階段上で圧縮された積雪が移動を抑える
  - 全層なだれになるグライド量は防止できる
  - 階段間斜面の積雪グライドを完全に止めることはできない(階段間の植栽木の成長阻害)
  - 階段上の植栽のみを行っている事例が多い
- 階段間斜面のグライドを抑えて、面的な森林整備を図る必要がある。
  - 階段工+グライド防止工(階段間)

## 積雪グライドの制御—グライド防止工

- 過去もグライドを制御する工法は試みられた。
- 多雪地帯では効果・強度に難があった。

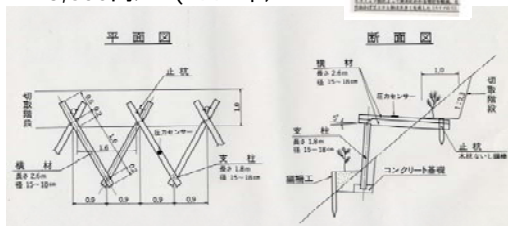


## 木製グライド防止工

- 採用したグライド防止工  
28,600円/m (1992年)

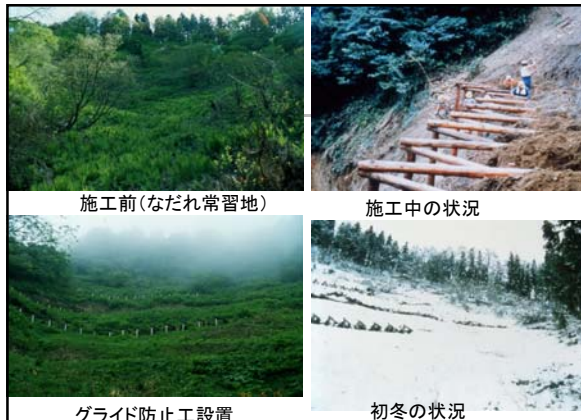
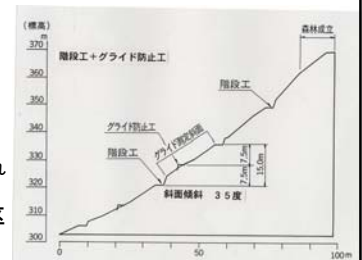


スイスの事例を参考



## 木製グライド防止工の試験

- 階段間斜面の積雪グライド抑止効果を確認
- 試験地
  - 十日町市池沢
  - なだれ常習地
  - 階段工で区切られた斜面
- 施工区と非施工区を設定
- 1冬のグライド量を計測



## グライド量の計測

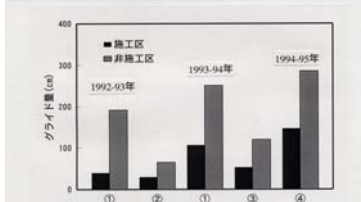


## 一冬のグライド量の比較

- 施工区のグライド量  
非施工区の1/2
- グライド低減効果あり
- 森林整備の補助工として有望

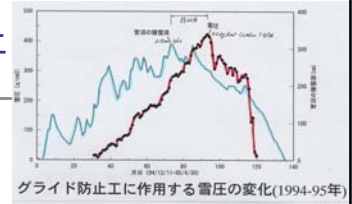
区	年	1992-93年	1993-94年	1994-95年	備考
①レーン式	施工区	460	214	434	積雪はm単位
	非施工区	192	100%	251	
②グライド軌	施工区	30	48%	65	3箇所の中
	非施工区	65	100%		
③プロト-A	施工区	(53)	44%	(147)	2箇所の中
	非施工区	(120)	100%	(286)	
④プロト-B	施工区			(147)	2箇所の中
	非施工区			(286)	
最大積雪深(管理)		248 cm	240 cm	215 cm	

17ワイヤーが崩土により埋まり、積が小さくなったと見られる。



## グライド防止工の状況

- 10冬季を過ぎても破壊等は見られない
- 各地で施工
- 課題: 追跡調査



グライド防止工に作用する雪圧の変化(1994-95年)



木製グライド防止工の状況



## 今後の課題

### 一積雪環境下の森林管理手法の確立—

- 放置されたほい山の適正な管理
  - 人為的な影響により破壊された森林
  - 燃料事情の変化により経済的価値を失い放置
  - 自然状態では良好な森林への回復は望めない
  - グライド防止工による積雪グライドの制御により森林整備を実施
  - 森林の国土保全機能の発揮
- 森林を公共財と考えた森林管理技術の確立
  - 日本は湿润地帯に属する＝自然にまかせれば森林が成立
  - 森林が国土の7割を占める
  - 森林を有効に利用する＝公益的機能の発揮

END

## ほい山

- 土壌断面

