

積雪環境下における森林管理

さくらい まさあき†
櫻井 正明 (林業部門)

1. はじめに

21世紀は環境の時代といわれるが、森林の取り扱いについても、従来の経済的な価値を中心とした森林管理技術から、環境保全や文化的な価値を盛り込んだ森林管理技術への転換が図られている。森林の成立は気候・土地的条件等に影響を受けるが、積雪地帯では厳しい積雪環境のために優良な森林は数少なく、環境保全等の立場から、積極的な森林整備を図る必要がある。しかし、従来の森林管理技術では、経済的価値のある森林の整備は困難として積極的な取り組みは行われていなかった。ここでは、北陸地方に広く分布する「ほい山」とよばれる旧薪炭林を取り上げて、その現状を調査し、森林管理の大きな障害となっている積雪移動(積雪グライド)の制御について試験を実施して森林管理手法の検討を行ったので紹介したい。

2. ほい山の現状

「ほい山」とは、昭和30年代ないし昭和40年代の初めまで、主として燃料用の薪類を採取するために、10年前後の短い周期で繰り返し伐採されていた広葉樹低木林である。昭和20年代では、家庭用燃料は薪などの木質系燃料が中心で、昭和24年の調査(資源調査会)では、約85%が薪類・木炭で占められている。特に農山村では、燃料を森林に頼っていた。こうした「ほい山」は、多雪地帯である北陸地方、特に新潟県魚沼地方に広く分布しており、昭和20年代には、魚沼地方の森林面積の約6割を占めていた(昭和25年新潟県調査)。こうした「ほい山」は、現在、燃料事情の変化にともない放置されたままになっている。

代表的な「ほい山」である魚沼丘陵(大和町)の森林の現状を見ると、尾根の一部にミズナラなどの高木林があるほかは、9割以上が広葉樹低木林で覆われている。この広葉樹低木林は、樹高4m程度の株立ちしたウツギ・ハンノキ・カエデ類によって構成されており、樹木の多くは斜立ないし匍匐している。積雪期には、積雪により倒伏して、雪面から上に出る樹木は

ほとんどない。

積雪の移動量(グライド量)を観測した結果¹⁾、平年でも1冬のグライド量が10m近くに達しており、雪崩が発生していたとみられる。過去の研究によると、大型草本・笹・灌木(広葉樹低木林)で覆われた斜面は、斜面上にある積雪層の底面摩擦が小さくなるため、裸地よりもグライド量が大きいと言われている。笹地の調査事例²⁾では、当初、積雪層は埋まっている笹で支えられているが、積雪移動により笹が抜けると急速に積雪の移動が進行し、最終的には雪崩となるとされる。広葉樹低木林においても、同様の状態にあると考えられる。このように、広葉樹低木林では、積雪の移動による侵食(雪食)が恒常的に行われ、豪雪の年には表層崩壊地が多発している。豪雪前後の崩壊地の分布を空中写真により判読すると、崩壊面積率は、豪雪をはさんで1%から11%に急増している³⁾。ちなみに、豪雪の年には、近くの観測地点で最深積雪深6.0mを記録している(昭和59年)。

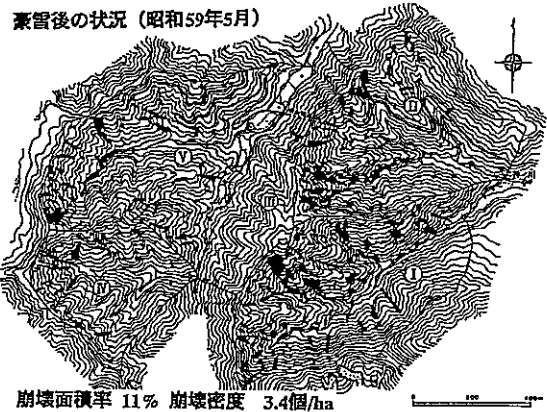


図1 豪雪後の崩壊地の分布(新潟県大和町)

以上のように、「ほい山」は、広葉樹低木林で構成されていて、一見すると「緑」に覆われているように見えても、冬期の積雪移動は大きく侵食が行われていることから、ほい山における生産土砂量はかなりの量にのぼると判断される。また、森林の持つ水源かん養機能は、土壌層に負うところが大きいですが、ほい山の土壌は侵食を受けて貧弱であるため、水源かん養機能は低いと推測される。したがって、防災上あるいは水資源上の見地から、「ほい山」の森林整備が望まれる。また、そのためには、高木林の成立を阻んでいる積雪グライドの制御が課題となる。

† 昭和54年東京農工大学農学部卒業
財団法人林業土木コンサルタンツ技術研究所 森林土木研究室長
E-mail:m-sakurai@jfec.or.jp

3. 積雪グライドの制御

積雪グライドの大きい斜面や雪崩常習地の森林造成にあたっては、積雪グライドを制御するために、古くから斜面に等高線状に水平階段を設置する階段工が行われてきた。過去の研究によると、階段工の積雪グライド抑制効果は、斜面を移動してきた積雪が階段上で座屈・圧縮されて、移動の抵抗となることにより発揮されることから、階段工では、雪崩に至るような積雪グライドは防止できるものの、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。そのため、階段間斜面では、積雪グライドによって樹木が成長を阻害され、比較的生育条件の良い階段上のみ植栽が行われている事例が多く見受けられる。したがって、斜面全体に対して森林造成を行うためには、階段間斜面の積雪グライドを押さえる必要がある。積雪グライドの制御については、過去にも、鋼製半円球体などのグライド防止工が提案され試験が実施されているが、小規模な構造物を数多く設置する方法であったために、多雪地帯では、その効果や強度の点で問題があった⁴⁾。ここでは、スイスの事例⁵⁾を参考にして、比較的大規模な木製グライド防止工を階段工と組み合わせて採用し、積雪グライドを制御することとした。

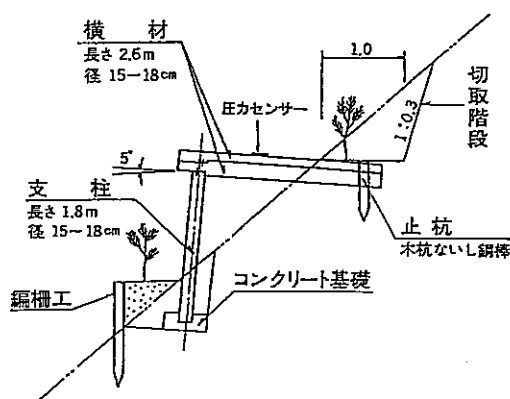


図2 木製グライド防止工の模式図

4. 木製グライド防止工の試験

試験は、新潟県十日町市池沢地区において、階段で区切られた傾斜35度の斜面に、木製グライド防止工を一列設置した施工区と非施工区を設定し、3シーズンに渡って積雪グライドを計測比較した。木製グライド工は、防腐処理したスギ間伐材を用いている(図2参照)。積雪グライド量の測定方法は、事前にフロート等を設置しておき、消雪後に移動した距離を計測するものである。その結果、施工区と非施工区の積雪グライド量を対比すると、グライド防止工の施工によって、積雪グライド量が2分の1に減少した⁶⁾。また、現在

まで10年間を経過しているが、グライド防止工の破壊や傷みは見られない。

本試験により、木製グライド防止工による積雪グライドの低減効果が明らかとなった。今後も、引き続き継続調査を行い、木製グライド防止工の腐朽状況や植栽木の成長状況を確認するとともに、グライド制御の可能性について検討する必要がある。

5. おわりに

「ほい山」は、人為的に破壊され劣悪化した林であり、燃料事情の変化により経済的価値を失い放置されたままになっている林でもある。厳しい積雪環境下では、このまま自然状態に放置していても、良好な森林への回復を望むことはできず、森林造成を含めた適正な管理を行うことにより、水土保持機能の回復を図る必要がある。今後とも、積雪地帯における森林管理手法として、積雪グライドを制御するグライド防止工を積極的に取り入れていきたい。

日本は、国土の約7割を森林が覆っている森林国であり、森林の多面的な機能を有効に利用していくことは極めて重要である。現在林産物生産機能の経済価値が低下するにつれて、実質的に森林を管理していた担い手が減少し、手入れ不足により水土保持機能などの公益的な機能も相対的に低下している。今後は、森林を公共財として位置付け、森林の持つ公益的な機能を最大限に発揮させる管理技術の確立に努めたい。

〈引用文献〉

- 1) 櫻井正明：新潟県魚沼丘陵における広葉樹低木林の積雪移動，第49回日本林学会関東支部大会発表論文集，pp.93-94，1998
- 2) Yasoichi ENDO:Glide Processes of a Snow Cover as a Release Mechanism of Avalanche on a Slope Covered with Bamboo Bushes, Contributions from the Institute of Low Temperature Science, Series A No.32, pp.39-68, 1983
- 3) 櫻井正明ほか：新潟県魚沼丘陵に多発した崩壊地の変遷，日本林学会論文集第107号，pp.339-342，1996
- 4) 林業試験場：多雪地帯における雪食による林地荒廃の実態とその防止技術，p.134，1988
- 5) 新田隆三：雪崩の世界から，p.127，古今書院，東京，1981
- 6) 櫻井正明：森林造成のための積雪グライド抑制工法の試験，第48回日本林学会関東支部大会発表論文集，pp.121-122，1996

論 文

新潟県魚沼丘陵に多発した崩壊地の変遷

櫻井正明・関口八郎・狩野正雄（林業土木コンサルタント）

日本有数の豪雪地帯である魚沼丘陵の広葉樹低木林には、積雪の移動に起因したとみられる崩壊地が多発しているが、この崩壊地の実態を明らかにするために、新潟県南魚沼郡大和町に位置する128haの区域について、空中写真判読により崩壊地の推移を調べた。1969年から1989年までの24年間に、4年から7年の間隔で撮影された空中写真を利用して、崩壊地の位置・個数・面積を計測したところ、1965年と1985年に崩壊地の個数・面積ともに増大していた。その崩壊面積率は、9～11%と大きく、崩壊地の重複度は39%で、崩壊の反復性は高いと判断された。また、大半が0.02ha以下の崩壊地で占められていた。

I はじめに

多雪地帯の山地斜面は、常に積雪による侵食にさらされており、積雪と土砂生産の関係性を明らかにすることは、流域の保全・管理を考える上で、重要な課題である。

全国有数の豪雪地帯である新潟県魚沼丘陵には、過去に燃料用の粗朶の採取が繰り返し行われた通称「ほい山」と呼ばれる広葉樹低木林が広く分布しているが、主として積雪の移動に起因したと見られる崩壊地が、多発していることが知られている（4, 8）。

積雪の移動が主因となる斜面崩壊の発生・推移については、継続的な現地調査（7, 10）・航空写真の判読（1, 5）によって研究がなされているが、いずれも、森林の皆伐を契機として発生した崩壊地を対象としたものであり、広葉樹低木林（ほい山）に発生した崩壊地の調査例は少ない。

ここでは、広葉樹低木林（ほい山）の管理のための基礎データ収集を目的として、時系列的な空中写真判読により、崩壊地の分布とその推移を調べたので報告する。

II 1980年代の崩壊地の発生と治山対策

地元での聞き取りによると、魚沼丘陵では、魚野川に面する急斜な東斜面を中心に、56豪雪（1981年）ごろから崩壊地がめだち始め、59豪雪（1984年）後の1985年には、大小無数の表層崩壊地が見られるようになった。

長井（6）は、1983年8月から1984年10月にかけて大和町の小流域について現地調査を行い、1980年10月の航空写真と比べて斜面長が長く平滑な崩壊地が尾根直下に増えており、平年を上回る豪雪時の斜面積雪の滑動によって表土が剝落し、表層崩壊地が多発したとしている。

小千谷林業事務所が、1982～85年撮影の空中写真判読により、魚沼丘陵東斜面を調査した結果を、表-1に整理した。調査範囲は、大和町・六日町・塩沢町におよぶが、なかでも大和町・六日町の荒廃が著しい。こうした崩壊地の中には、規模の大きい地すべり性崩壊も含まれるが、多くは積雪の移動に起因した崩壊地と考えられる。この崩壊面積率は5%前後で、林野庁が1965～66年に調

査した全国の国有林の平均値0.5%を大きく上回っている。

なお、1986～1990年に、小千谷林業事務所の手で大和町・六日町の崩壊地に対して、ヘリコプターを使用した緑化工（航空実播工）52.5haが実施され、応急的に草本緑化が図られた。

本調査では、こうした崩壊地が多発している代表箇所を調査地として、1980年代以前の状態から緑化工施工後の状態までの変化をたどるものとした。

表-1. 魚沼丘陵東斜面の崩壊地の個数と面積

区分	調査面積	個数	面積	崩壊面積率
大和町	1892	3878	96.60	5.1
六日町	1772	2432	79.07	4.5
塩沢町	1394	1619	38.43	2.8
計	5058ha	7929	214.10ha	4.2%

注) 塩沢町の調査面積には、スキー場を含む。

III 場所と方法

1. 調査地の概要 調査地は、魚沼丘陵東斜面の新潟県南魚沼郡大和町に位置し、魚野川の支流である辻又川と天神川の上流域（面積128ha、標高270～580m）にあたる。地質は、新第三紀から第四紀の堆積岩で、侵食抵抗の弱い砂礫層や砂岩・泥岩からなるため、谷密度は高く、斜面は急斜である。また、冬季の積雪深が平年でも3mを越える豪雪地帯で、尾根部にはミズナラなど高木性の樹種が見られるものの、斜面は斜立・匍匐したウツギ・ハンノキ・カエデ類が優占する広葉樹低木林で覆われていて、冬季に雪上木となる立木は少ない。こうした斜面の積雪の移動量は大きく、ほとんどが受蝕土であるが、急斜地では土壌層が完全に欠落し基岩が露出した箇所も見られる。

2. 調査方法 1965年から1989年までの24年間に4年から7年の間隔で撮影された空中写真を使用して、0.01ha以上の裸地の位置・個数・面積を判読した。使用した空中写真は表-2のとおりである。空中写真判読による

裸地の面積は点格子板を用いて計測し、その位置を地形図(1:5000)に移写した。なお、調査の便宜上、表-3に示すように、調査地を5つの地区(I~V)に分割した。

3. 気象データの整理 調査資料とするため調査地周辺の気象データを収集整理した。調査地に最も近い観測地点は、後山小学校(標高400m, 距離1km)で、1979年以降の積雪深データがある。観測期間の長い観測地点としては、十日町(森林総合研究所)・湯沢(気象庁)などがあるが、後山小学校と年最深積雪の相関が高い十日町(標高200m, 距離10km)の気象を整理し指標とした。

IV 結果と考察

各年ごとの崩壊地(裸地)の分布を図-5~10に示した。また、その崩壊地の推移を表-5, 6にまとめた。

1. 崩壊地の変化 調査の結果から見ると、24年間に崩壊地が多発している時期が2回ある。崩壊地の個数は、1965年、1976年、1980年、1989年が100個未満なのに対し、1969年が347個、1985年が434個と5倍以上の崩壊地が出現している(表-5)。また、崩壊地が多発している時期の崩壊面積率は、9~11%と高い値を示している(表-6)。なお、1950年代には、すでに積雪の移動に起因したと見られる崩壊地が問題となっていることから(3)、1965年以前から崩壊地が増減を繰り返していた可能性がある。

2. 崩壊地多発の誘因 図-1~3に調査期間の積雪・降雨の状況(9)を整理した。1980年~1985年の崩壊地の急増は、II章で述べたとおり、豪雪時の積雪の移動が主な誘因と考えられる。1981年、1984年の豪雪時には、年最深積雪深が再現期間10年の値を越え、後山小学校で500cmの積雪を記録している(図-1)。なお、1984年7月に1時間降水量58mmが記録されているが(図-3)、その前年の1983年10月に積雪の移動に起因したと見られる崩壊地の増加が確認されている(6)。一方、1965年~1969年の崩壊地の急増については、崩壊地が減少した期間と比べても、きわだって積雪・降雨が多いわけではなく、その誘因を明確にできなかった。

3. 緑化工の効果 自然植生の進入によって崩壊地(裸地)が減少したとみられる1969~1976年と緑化工(航空実播工)が実施された1985~1989年は、いずれも崩壊地の数が1割程度に激減しており、自然復旧と緑化工の差異は見いだせなかった。

4. 崩壊地の反復性 表-4によると、崩壊地が多発した1969年と1985年の崩壊地の重複度は39%である。降雨により発生した崩壊地の重複度は、花崗岩地帯を例にとると、反復性の高いところで20~26%であり(2)、調査地における崩壊の反復性は高いと判断される。

5. 崩壊地の規模 崩壊地が多発した1969年と1985年の平均崩壊面積は、0.01~0.02haから0.03haと増加し、拡大傾向にあった。しかし、図-4に示した面積別の崩

壊地の個数を見ると、大半が0.02ha以下の小規模な崩壊地で占められていた。

V おわりに

積雪による浸食が卓越する多雪地帯の山地斜面において、森林の皆伐を契機として発生した崩壊地は、急速に数が増えるとともに面積も拡大することが知られているが、本調査の対象である広葉樹低木林(ほい山)に発生した崩壊地は、増減を繰り返していたことが判明した。これは、森林皆伐地が、積雪安定地(森林)から雪崩常習地へ移行する過程にあって、それまで集積された風化物(土壌)が激しい侵食を受けるのに対し、広葉樹低木林は、斜面積雪の移動が大きい積雪不安定地ないしは雪崩常習地であり、風化層は浅く、数十年の期間では風化と侵食に一定のバランスがとれているためと考えられる。

本調査では、空中写真を利用し、過去にさかのぼって崩壊地の変化を把握することはできたが、その発生時期と誘因を断定するまでに至らなかった。今後は崩壊地の発生機構を明らかにするために、継続的な定点観測を行うことが望ましい。また、空中写真判読によって、崩壊地が多発していない区域との対比を行うことにより、崩壊発生の原因となる地形・地質・植生との関係を調査する必要がある。

引用文献

- (1)相浦英春(1992)雪食崩壊地の判読とその特徴. 森林航測166:5~10.
- (2)土質工学会(1982)風化花崗岩とまさ土の工学的性質とその応用. 160-161. 土質工学会, 東京.
- (3)小出博(1953)魚野川流域の災害とその対策. 9~11. 新潟県林務部, 新潟.
- (4)小出博(1955)山崩れ. 159~165. 古今書院, 東京.
- (5)工藤哲也・山野井克己・松岡廣雄・大関義男・庭野昭二(1987)多雪地帯における雪食の実態と防止工法の一例(I)一雪食地の発生と拡大の推移一. 39回日林関東支論:233~234.
- (6)長井義樹(1984)旧薪炭林における雪による山腹崩壊に関する研究一実態調査一. 36回日林関東支論:179~180.
- (7)佐伯正夫・若林隆三・渡辺成雄・大関義男・庭野昭二(1981)豪雪地帯の森林伐採と雪崩. 雪氷43(1):15~20.
- (8)四手井網英(1971)ほい山. 新版林業百科事典:844, 丸善, 東京.
- (9)森林総合研究所十日町試験地(1989)新潟県十日町の気象70年報. 森林総合研究所研究報告357:161~230.
- (10)高橋喜平・小野茂夫・川口利次(1968)伐採跡地のなだれ発生経過. 雪氷30(1):26~30.

表-2. 使用した空中写真

撮影年月	撮影機関	整理番号	撮影縮尺
1965年 9月	十日町市	山-390	1:20,000
1969年 5-6月	国土地理院	CB-69-5X	1:25,000
1976年 9-11月	国土地理院	CB-76-5	1:12,500
1980年 10月	新潟県	山-895	1:16,000
1985年 6月	新潟県	85-9	1:16,000
1989年 5月	国土地理院	CB-89-2X	1:25,000

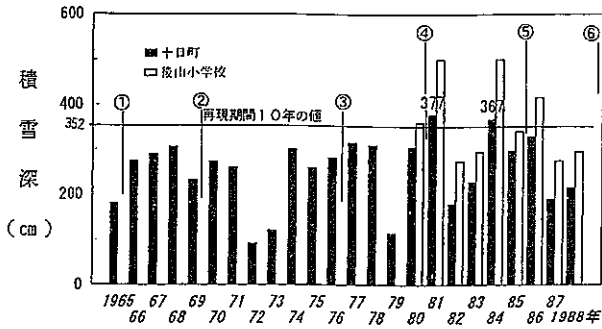


図-1. 年最深積雪深 (十日町・後山小学校)

注1) 横軸は観測年を示す。
 注2) 図中の記号①～⑥は空中写真の撮影時点を示し、記入位置はデータの発生日を考慮した。
 ①1965年9月 ④1980年10月
 ②1969年5-6月 ⑤1985年6月
 ③1976年9-11月 ⑥1989年5月
 注3) ガンベル・チョーの方法により求めた再現期間10年の値を図示し、それを越えるものについては、その値を図中に記入した。

表-4. 崩壊地の重複度

区分	1969年の崩壊地		1985年の崩壊地		重複度
	全体(A)	重複(B)	全体(C)	重複(D)	
I	77	40	163	55	39.6
II	95	39	101	40	40.3
III	21	1	8	1	6.9
IV	57	23	67	32	44.4
V	97	32	95	40	37.5
計	347	135	434	168	38.8
	個	個	個	個	%

注1) 全体 (A, C) は、その年の崩壊地全体の個数である。
 注2) 重複 (B, D) は、その年の崩壊地が、他方の年の崩壊地に重なっている個数である。1969年と1985年の崩壊地は、必ずしも一対一で重ならないために、BとDを分けて求めた。
 注3) 重複度は、重複した崩壊地が全体に占める個数の割合とし、(B+D)/(A+C) で平均化して求めた。

表-3. 調査地の概要

区分	流域	面積(ha)	航空実播工の施工年度
I	天神川	33.60	1987年
II	同上	30.14	1986, 1987, 1989年
III	辻又川	14.32	1987年
IV	同上	16.68	1987年
V	同上	33.45	1987年
計		128.19	

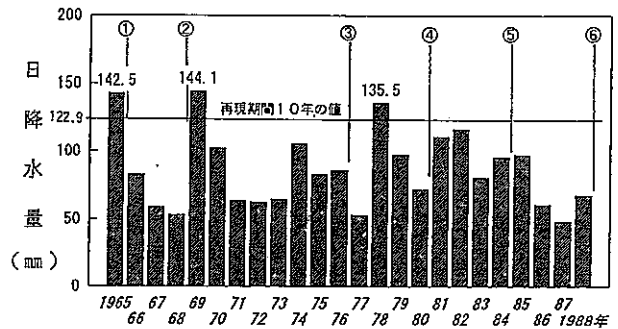


図-2. 日降水量の年最大値 (十日町)

注) 図-1と同じ

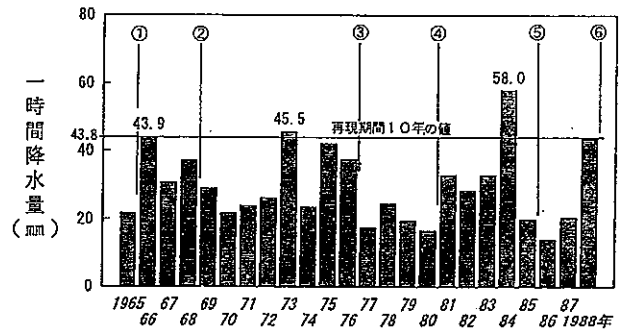


図-3. 一時間降水量の年最大値 (十日町)

注) 図-1と同じ

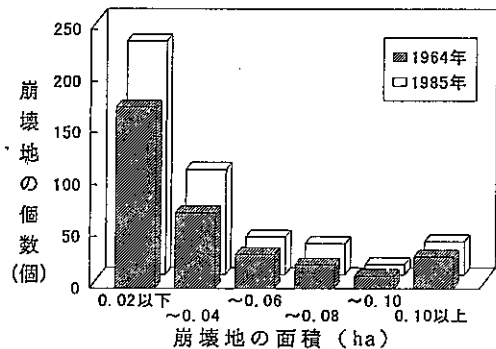


図-4. 崩壊地の規模

表-5. 崩壊地の個数・面積の変化

区分	面積	1965年	1969年	1976年	1980年	1985年	1989年
I	33.60	(7) 0.07	(77) 3.07	(3) 0.09	(21) 0.40	(163) 5.80	(20) 0.62
II	30.14	(10) 0.13	(95) 2.70	(14) 0.23	(22) 0.39	(101) 3.57	(10) 0.17
III	14.32	(1) 0.01	(21) 0.68	(2) 0.05	(0) 0.00	(8) 0.15	(18) 0.29
IV	16.68	(6) 0.09	(57) 1.92	(6) 0.09	(16) 0.30	(67) 1.85	(7) 0.29
V	33.45	(10) 0.15	(97) 3.38	(7) 0.17	(15) 0.30	(95) 2.74	(11) 0.19
計	128.19	(34) 0.45	(347) 11.75	(32) 0.63	(74) 1.39	(434) 14.11	(66) 1.36

表-6. 崩壊地の推移

区分	1965年	1969年	1976年	1980年	1985年	1989年
平均崩壊面積 (ha)	0.01	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02
崩壊面積率 (%)	0.35	9.17	0.49	1.08	11.01	1.06
崩壊密度 (個/ha)	0.27	2.71	0.25	0.58	3.39	0.51

注) 崩壊密度は、単位面積当たりの崩壊地の個数を表す。

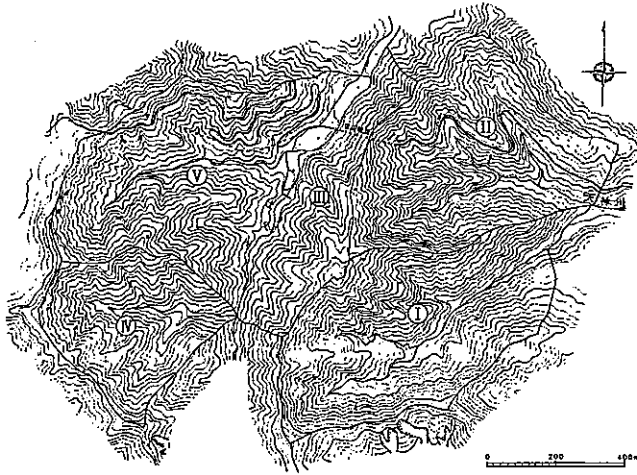


図-5. 1965年9月の崩壊地の分布 (①)

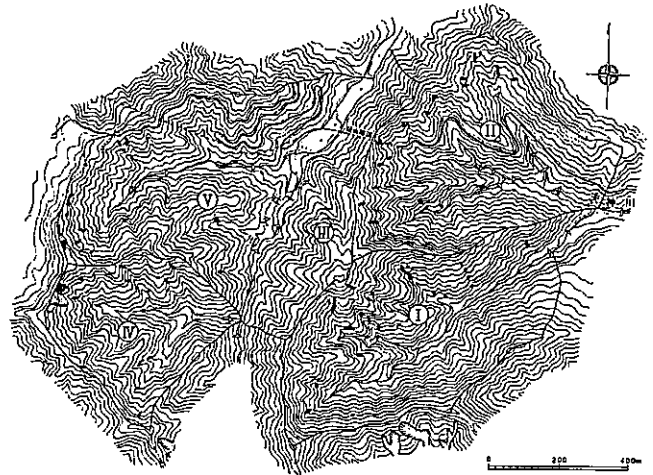


図-8. 1980年10月の崩壊地の分布 (④)

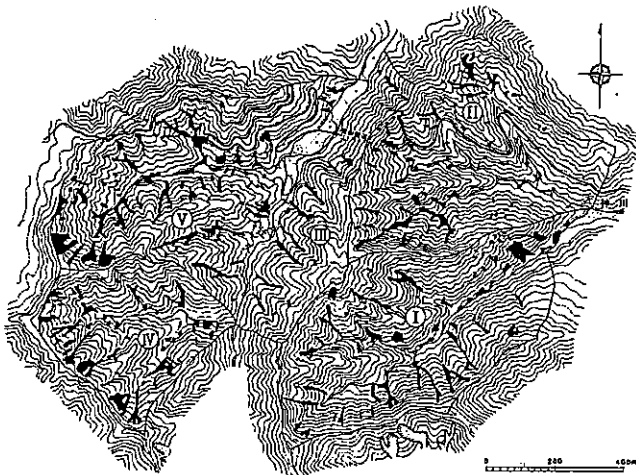


図-6. 1969年5-6月の崩壊地の分布 (②)

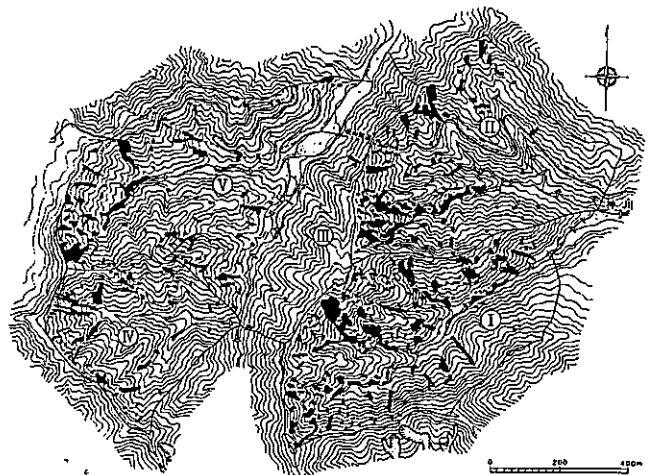


図-9. 1985年6月の崩壊地の分布 (⑤)

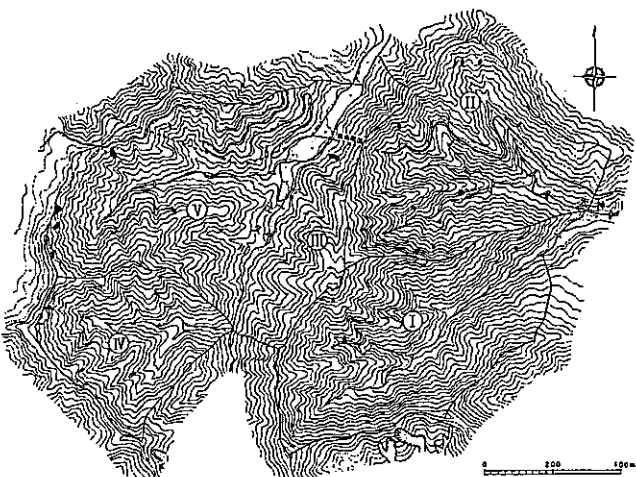


図-7. 1976年9-11月の崩壊地の分布 (③)

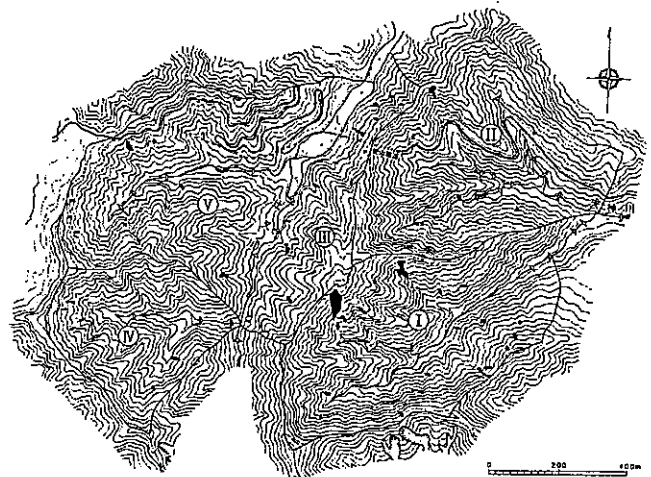


図-10. 1989年5月の崩壊地の分布 (⑥)

VII-3 新潟県魚沼丘陵における広葉樹低木林の積雪移動

櫻井 正明 (林業土木コンサルタンツ)

I はじめに

新潟県魚沼丘陵には、昭和40年代まで薪炭林として利用された「ばい山」と呼ばれる広葉樹低木林が広く分布しているが、積雪の移動に起因すると見られる浸食が卓越し、豪雪直後には表層崩壊地が多発していたことが知られている。この広葉樹低木林を適正に管理することは、防災あるいは水資源上、重要な課題である。

ここでは、森林管理の基礎資料とするため、この広葉樹低木林と林内の積雪移動(グライド)の実態を調査したので報告する。

II 場所と方法

1 調査地 調査地は、図-1に示す新潟県魚沼丘陵東斜面で、尾根部の一部に高木林が残っているものの、9割が広葉樹低木林で被われており、豪雪直後に崩壊地が多発していた区域¹⁾である。この調査地の低木林から、代表的な調査箇所を5箇所選定した。

2 調査方法 各調査箇所、1994年から1995年にかけて、植生調査(ベルトトランセクト調査)・土壌断面調査を実施すると共に、冬季のグライド量を計測した。

1) 植生調査・土壌断面調査 各調査箇所の斜面方向に幅4mの帯状の標準地を設定し、胸高直径4cm以上の立木について、位置、樹種、胸高直径、樹高、樹冠等を調べた。なお、No5調査箇所において、5本の立木を伐採し、根元付近の年輪幅を測定した。また、各調査箇所ごとに、調査孔を掘り土壌断面を調べた。

2) グライド量の計測 1冬季のグライド量は、図-2に示す方法でフロート²⁾を1箇所当たり3個設置し、消雪後に移動した距離を測定して求めた。測定できるグライド量(ワイヤー長)の最大値は9~10mである。フロートの設置は、フロートが雪圧により地面に押しつけられないように、根雪になってから行った。調査を実施した1994-95年の冬季の積雪量は平年並みであった。調査箇所に近接した後山小学校(標高400m)の観測によると、年最深積雪深は340cm(1995/2/23)、フロート設置日の積雪深は70cm(1994/12/16)である。

III 結果と考察

調査の結果は、図-3~5、表-1~2に示すとおりである。

1 広葉樹低木林の状況 調査した低木林は、平均樹高4m、平均胸高直径6cm、立木密度4000~6000本/haである。樹種は、尾根付近に通直なミズナラが見られるが(No1, 2)、斜面は、ミヤマカワラハンノキ・タニウツギ・ヤマモミジ・サワシバ・ヒメヤシャブシ・オオバボダイジュ・オオバクロモジなどの低木から成り立っている。特に、ミヤマカワラハンノキは、個体数も多く、群をなして生育している(No3, 4)。多くの立木は、萌芽による株立ちとなっており、その幹は、根元付近で地面を匍伏し、先端付近で立ち上がっている。冬季の観察によると、ほとんどが倒伏して、雪面に埋まっている。

2 年輪からみた肥大成長量 根元付近の年輪数は、13~35とばらつきが大きく(昭和35~57年発生)、年平均成長量は、2~4mm/年である。

3 森林土壌の状況 土壌はすべて受食土である。土壌の深さは、尾根付近では比較的深い、斜面では15cm以下と薄い。また、山中式硬度計による硬度は10~20mm、基岩(第3系堆積岩)は25mm以上で、その境は明瞭である。

4 1冬季のグライド量 測定限界まで達してワイヤーが切れフロートが欠落したものが多く、調査箇所のグライド量は、いずれも10mを越えていると判断される。残雪期の観察によると、斜面下にデブリが形成されており、全層雪崩となっていた可能性が高い。

以上のように、調査地の広葉樹低木林は、いずれの調査箇所でも冬季に雪面上に出る立木が少ないために、斜面積雪の移動がきわめて大きく、林相や土壌に大きな影響を与えている。

IV おわりに

現在の広葉樹低木林は、燃料事情の変化により、人為的な破壊から回復の過程にあると位置付けられるが、厳しい積雪環境が高木林の成立を阻んでいる。今後、森林の質的向上を図るためには、生育環境の改善として積極的に積雪グライドの制御を行う必要がある。

引用文献

- (1) 櫻井正明・関口八郎・狩野正雄：日林論 107：339~342, 1996 (2) 櫻井正明：48 回日林関東支論：121~122, 1996

Masaaki SAKURAI (Forest Civil Eng. Consultants, Maebashi 371-0037)

A Study on snow-glide of coppice forest in Uonuma mountain area, Niigata.

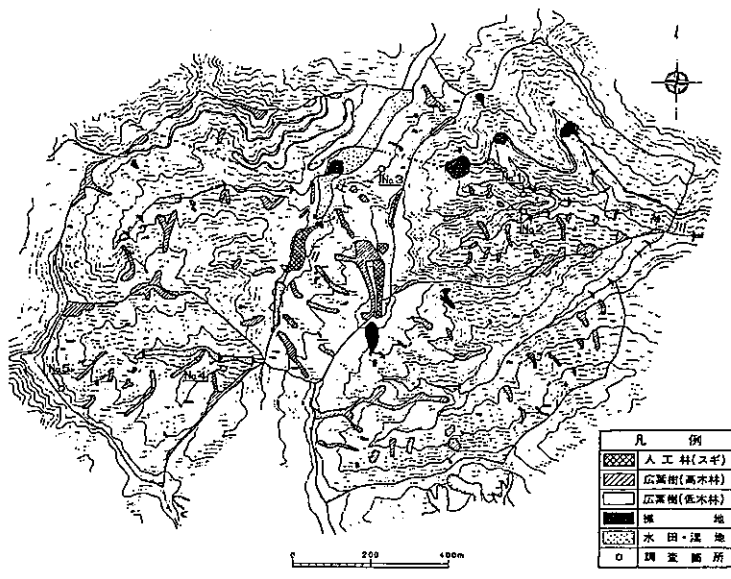


図-1 位置図 (空中写真判読・現地調査により作成)

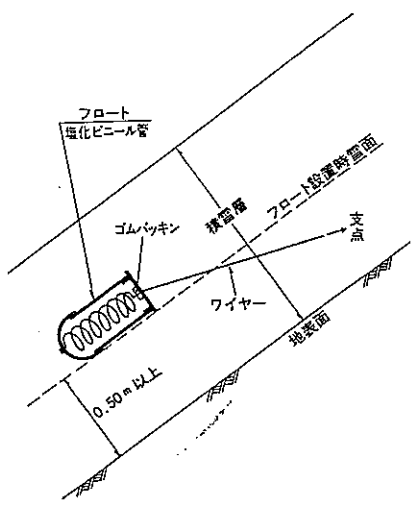


図-2 グライド量の計量方法

表-1 植生調査の結果 (1994年調査)

区分	標高	傾斜	方位	大きさ	面積	立木本数	立木密度	樹高	胸高直径	出現種	主要な樹種
No1	320	40(35-45)	NNE	35.1×4.0	140.4	[53] 90	6,400	4.6(3-7)	8(4-20)	10	ミヤマカワラハンノキ・ミズナラ・サワシバ
No2	340	49	SE	11.1×4.0	44.4	[17] 17	3,800	5.4(3-13)	9(4-28)	5	ミズナラ・ミヤマカワラハンノキ
No3	400	37(30-43)	NW	31.6×4.0	126.4	[32] 78	6,200	4.4(2-6)	6(4-12)	3	ミヤマカワラハンノキ・タニウツギ・ヤマモミジ
No4	460	39(37-45)	NNE	24.1×4.0	96.4	[20] 45	4,700	3.7(3-5)	5(4-8)	3	ミヤマカワラハンノキ・タニウツギ・ヒメヤシヤブ
No5	560	40(29-48)	ENE	32.9×4.0	131.6	[14] 33	2,500	3.5(2-5)	5(4-8)	6	タニウツギ・ミヤマカワラハンノキ

注) 傾斜・樹高・胸高直径は、平均値を記載し、最小値・最大値を () 書きで示した。また、立木本数には、株数も [] 書きで併記した。

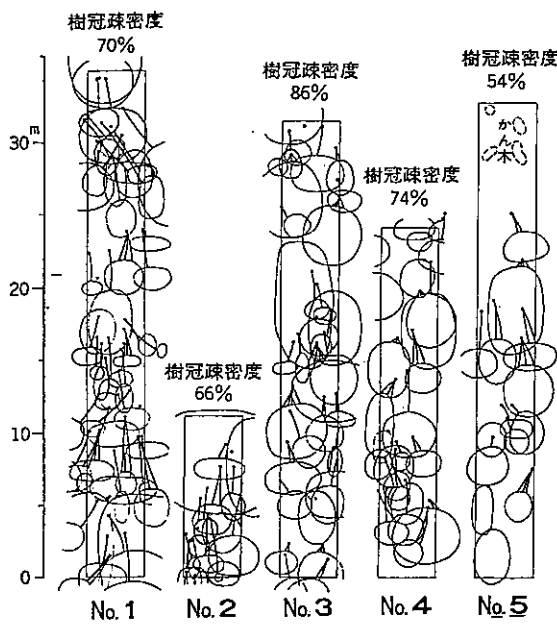


図-3 樹冠投影図 (1994年調査)

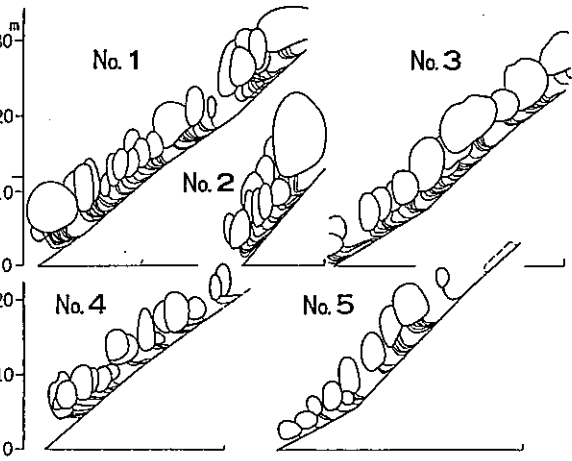


図-4 立木側面図 (1994年調査)

表-2 1冬季のグライド量 (1994-95年)

区分	グライド量	フロートの状態
No1	1 6.5m以上	フロート切断 (位置からグライド量10m以上)
	2 5.1m以上	同上
	3 (3.9m)	木に挟まって止まった
No2	1 (2.3m)	穴に落ちて止まった
	2 (1.0m)	同上
	3 9.0m以上	フロート切断 (所在不明)
No3	1 9.7m以上	フロート切断 (所在不明)
	2 9.6m以上	同上
	3 9.6m以上	同上
No4	1 9.7m以上	フロート切断 (所在不明)
	2 9.7m以上	同上
	3 2.6m以上	同上
No5	1 3.9m以上	フロート切断 (所在不明)
	2 -	支点付近でワイヤー切断・フロート所在不明
	3 2.9m以上	フロート切断 (所在不明)

注) フロートが切断したものは、切断したところまでのワイヤー長を計測し、「以上」と表現した。切断されたフロートは捜索したが、位置を確認できたものは1個だけだった (No1)。

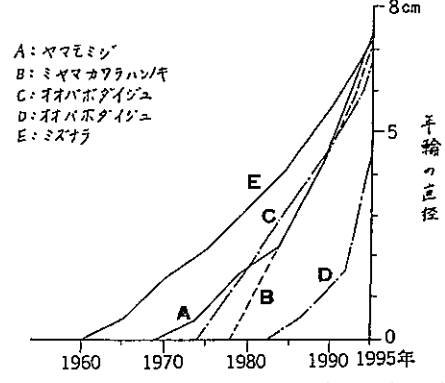


図-5 年輪からみた肥大成長 (1995年調査)

Ⅶ-3 雪崩による山地斜面の侵食量調査

櫻井 正明 (林業土木コンサルタント)

I はじめに

積雪地帯の山地斜面において、積雪の移動は土砂生産と重要なかわりをもっている。新潟県では「ほい山」と呼ばれる広葉樹低木林が広く分布し、全層雪崩が常習的に発生している斜面も数多くみうけられる。こうした斜面では、冬期の積雪の滑動・崩落により、表土の侵食・運搬が恒常的におこなわれていると考えられ、防災上あるいは水資源上、その侵食量を把握することは重要な課題である。ところが、積雪地帯の急斜面における侵食量調査は、困難なために測定例は少ない。

ここでは、雪崩常習地において、河道に堆積した雪崩のデブリに混入する土砂量を調査し、侵食量を求めたので報告する。

II 場所と方法

1. 調査地：調査地は新潟県十日町市切立沢に位置する。切立沢は、魚沼丘陵から信濃川に流入する田川の左岸支溪（流域面積 4.8 ha、標高 170～220 m）で、ほとんどが広葉樹低木林でおおわれている。地質は新第三系から第四系の堆積岩で固結度は低い。調査した河道は、切立沢入口のダムから上流約 65 m の区間である。兩岸の谷壁は 40～60° の急斜面（面積 0.37 ha）で、地元の間き取りによると、常習的に雪崩が発生している（図-1 参照）。

2. 調査期間：調査は 1994 年の融雪期（3 月 16 日及び 4 月 13 日）におこなった。この年は少雪年で、初雪は 12 月 15 日、平地の消雪は 4 月中旬ごろであった。

3. 調査方法：河道に堆積した積雪量と混入した土砂量を計測して、斜面の侵食量を求めた。

1) 積雪量の計測：河道に堆積した積雪の雪面を光波セオドライトによって測定し、あらかじめ無雪期に測定しておいた地表面との差によって積雪量を求めた。

2) 積雪断面調査：代表箇所調査孔（2 孔）を掘削して、積雪断面の層構造を調査し、デブリ量（体積）を求めた。また、密度サンプラー（容積 100 cc）によって、深さ 10 cm ごとの密度を測定し、積雪層の積雪水量を算出した。

3) 土砂混入量の計測：調査孔から、土砂の混入したデブリの試料を採取した。この試料は融解したのち、ろ

紙（No. 5 c, 1 μm 目）でろ過して、残留物の乾燥重量を測定した。また、分解の進んでいない有機物が含まれるので、残留物を 600 °C で強熱して有機物に相当する減量分を求め、その差からデブリに含まれる無機物（土砂量）を算出した。

III 結果と考察

調査の結果は図-2～3、表-1～2 に示すとおりである。

積雪断面調査から、融雪初期（3 月）に土砂の混入した全層雪崩のデブリが数層確認されている。その後、斜面上の積雪が消雪した 4 月までの間にも全層雪崩の発生が観察されているが、表面融雪が進み、積雪層に混入していた土砂も雪面に露出しはじめたため、積雪層内の土砂量はかならずしも多くなってはいない。今回は、この表面に露出した土砂量を計測しなかったことから、主として 3 月までの侵食量で検討をおこなった。

初雪から 3 月 16 日までの約 3 ヶ月間の雪崩による表土の侵食量（無機物）は 2.5 t/ha である。これを表土の乾燥単位体積重量を 1.8 t/m³ として、表土の深さに換算すると 0.14 mm となる。現地状況から 3 月以降の侵食量がきわだって大きいとは考えられないので、少雪年における一冬の侵食量は、10⁻¹ mm のオーダーと判断される。主として降雨による森林の侵食量は 10⁻³～10⁻¹ mm/年とされ¹⁾、雪崩による侵食量は無視できない大きさである。

また、同じ魚沼丘陵で測定された崩壊地内の侵食量（大和町）は、一冬で 5～10 mm で²⁾、調査地よりも 1～2 桁大きく、広葉樹低木林の存在は侵食を防ぐ方向に働いているといえる。

なお、デブリには 0.5 t/ha の有機物が含まれていた。斜面の表土は、受食土が主体となっていることから、有機物の多くは、その年の落葉・落枝によって供給されたものと考えられる。

IV おわりに

今回の調査により、雪崩による侵食量の概数を把握することができた。また、デブリに混入した土砂量から雪崩による侵食量を求める方法は、雪崩常習地では有効な手段であることがわかった。

今後は、さらに①無雪期の侵食量との比較②少雪年と多雪年の侵食量の差③生産土砂の流出形態について検討を加える必要がある。

引用文献

- (1) 川口武雄：林業試験集報 61：1～37, 1951 (2) 高橋喜平：積雪期における荒廢地の侵食 (第2報), 1～9, 1953

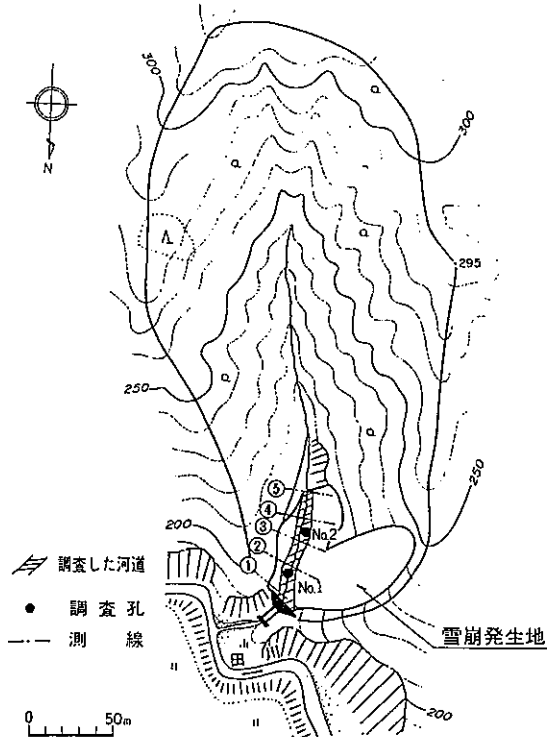


図-1 位置図

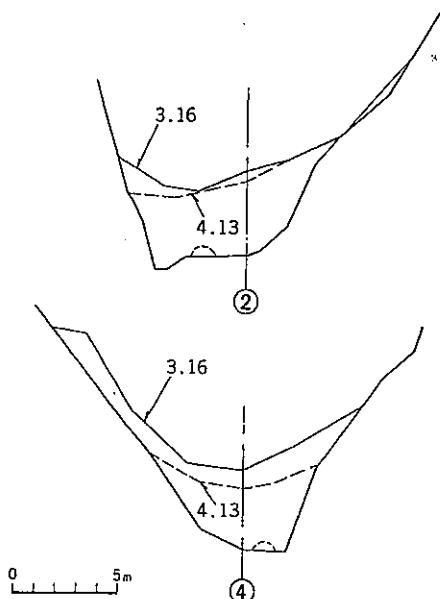


図-2 河道上の積雪の代表断面

SH…積雪深(cm) 氷雪 ——— 新雪 + + +
 SW…積雪水量(mm) デブリ // しまり雪 ○ ○ ○
 ρ…全層平均密度(g/cm³) ざらめ雪 ● ● ●

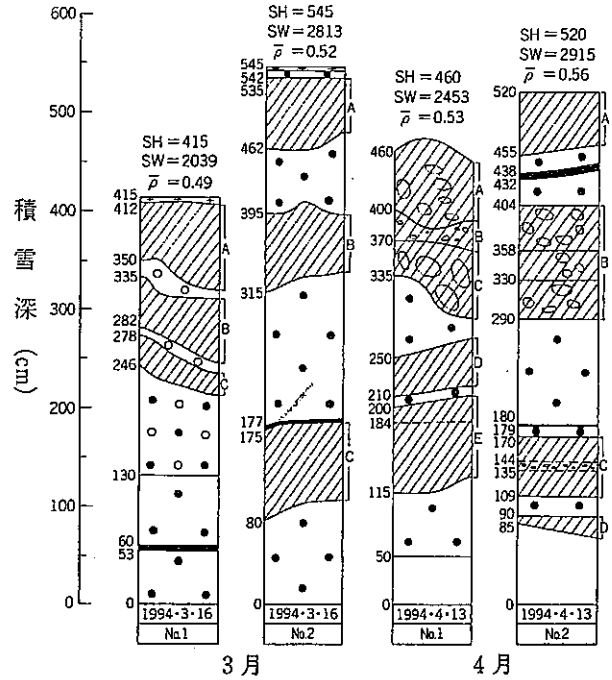


図-3 調査孔の積雪断面

表-1 デブリに混入した無機物・有機物の量

年月日	調査孔	デブリ	厚さ	積雪水量	平均密度	無機物	有機物
94/3/16	No1	A	62	283.1	0.46	0.0	0.0
		B	53	243.8	0.46	0.0	0.0
		C	32	177.6	0.56	905.6	108.5
		計	147	704.5		905.6	108.5
	No2	A	80	348.6	0.44	250.3	41.8
		B	80	448.0	0.56	481.5	230.8
C		95	796.6	0.84	2730.4	599.4	
	計	255	1593.2		3462.2	872.0	
94/4/13	No1	A	60	344.0	0.57	1295.9	190.2
		B	30	187.0	0.62	475.7	87.2
		C	35	173.3	0.50	131.1	20.5
		D	40	198.0	0.50	7.3	1.3
		E	85	470.3	0.55	305.4	38.9
		計	250	1372.6		2215.4	338.1
	No2	A	65	333.4	0.51	175.5	79.2
		B	114	651.4	0.57	769.2	299.1
		C	61	374.1	0.61	299.4	127.1
		D	5	28.0	0.56	0.0	0.0
計		245	1386.9		1244.1	505.4	

注) 平均密度は厚さ10cmごとに密度サンプラーで計測したものの平均値

表-2 河道上の積雪量と無機物・有機物の総量

年月日	積雪量 (体積)	積雪1m3当たりの乾燥重量		総量	
		無機物	有機物	無機物	有機物
94/3/16	2150	426.8	93.1	0.918	0.200
94/4/13	1570	360.5	85.4	0.566	0.134

注1) 積雪1m3当たりの乾燥重量は、表-1における無機物・有機物の調査孔ごとの計を、積雪深で除して、平均したものである。
 注2) 3月までの侵食量は、総量を雪崩発生地の面積(0.37ha)で除すと、無機物(土砂量) 2.5t/ha 有機物 0.5t/ha となる。

速報

新潟県魚沼地方における融雪期渓流水の水質特性

櫻井 正 明 (林業土木コンサルタンツ)

I はじめに

近年、積雪地帯では、利雪の一環として、融雪を制御し、積雪を水資源として利用する試みが各方面でなされている。一方、利用者側の水源水質への要求度は高く、酸性降水物等による積雪の汚染が懸念されていることを考えると、水質の問題は避けて通ることはできない。

したがって、積雪の水利用を進めるにあたって、融雪期の渓流水の水質特性と水質形成機構を把握することは、生態系の保全・水質確保の観点から重要な課題である。

ここでは、基礎データの収集を目的として、融雪最盛期に渓流水の水質を調査したので報告する。

II 場所と方法

1. 調査地 調査地は新潟県十日町市池沢に設置された量水施設(1)の直上流である。この流域では、利雪機能を付与した防災施設や森林の整備がなされている。

2. 調査期間 調査は1994年4月12~14日の日中(9:00~18:00)におこなった。流出量の日変化が見れる期間を融雪流出期間とすると、この年の融雪流出期間は3月14日~4月29日の間で、調査日はその最盛期にあたる(日流出量17.7~25.6mm/day)。

3. 調査方法 渓流水について、現地測定(毎正時ごと)と採水による水質分析(1~6時間ごと)を行い、流量との関係を調べた。現地測定の項目・使用計器は、気温・水温:ガラス製棒状水銀温度計、導電率:導電率計(白金黒電極法)、pH:ガラス電極式pH計、濁度:透過光式濁度計である。水質分析の項目・方法は、 Na^+ ・ K^+ ・ Ca^{2+} ・ Mg^{2+} :原子吸光法、 Cl^- ・ SO_4^{2-} :イオンクロマトグラフ法、4.8Bx(HCO_3^-):中和滴定法、S-SiO₂:吸光光度法、NH₄-N:インドフェノール法、NO₂-N・NO₃-N・T-N・PO₄-P・T-P:吸光光度法である。なお、窒素・リンの無機態成分はNH₄-N・NO₂-N・NO₃-N、あるいはPO₄-Pとし、有機態成分はT-N・T-Pから無機態成分を差し引いて求めた。また、流量は、三角ノッチ(90°)を持つ量水施設で、フロート式水位計(水研62式)により測定した。

III 結果と考察

調査の結果は、図-1~3、表-1~2のとおりである。

図-1に示すように、流出量は、無降雨時には規則的な日変化をくり返し、10時頃に最小となり、15時頃に最大となる。また、気温・水温も12時頃をピークとして規

則的な変動をしている。なお、12日午後から13日朝にかけて日本海を通過した低気圧による降雨があった。

1. pH・導電率・濁度と流量の関係 図-2に示すように、酸性度の指標であるpHは、7.1~7.4の間で大きな変動は見られない。一方、導電率・濁度は日変化を示すが、導電率は流量が増加するにつれて低下するのに対し、濁度は上昇傾向を示した。しかし、濁度は、ある程度まで上昇すると、流量が増加しても逆に低下し、濁度と流量のピークは一致しない。

2. 主要成分濃度と流量の関係 成分濃度と流量の関係を図-3、表-2に整理した。岩石・土壌起源の溶存成分である Na^+ ・ Ca^{2+} ・ Mg^{2+} ・ HCO_3^- ・ SiO_2 は、流量の増加にともなって濃度が低下している。図-2に示したイオンの総量に関連する導電率の動きも、これに追従したものと判断される。この傾向は、志水らが群馬県宝川流域でおこなった調査結果(2)と同様である。現地での観察によると、地表流や湧水点が多数確認されていることから、岩石・土壌と接触の短い融雪水によって希釈されたとみられる(I)。これに対し、T-N・T-Pは、通常は低濃度であるが、流量の増加にともない濃度が上昇する傾向にある。窒素・リンを無機態と有機態に区分してみると、いずれも無機態濃度に比べて有機態濃度の上昇が著しい。4月14日の日変化をみると、窒素・リンの有機態濃度と流量のピーク時間はほぼ等しく、融雪水による土壌の有機物の流亡によるものとみられる(III)。

IV おわりに

今回の調査で、融雪最盛期の渓流水の水質は、流出成分や溶存成分の供給源の違いを反映していることがわかった。また、酸性降水物の影響は確認できなかった。

今後は、さらにデータを積みかさねて、渓流水の水質形成機構を明らかにしていきたい。

なお、本調査の一部は、林野庁所管の水源地域緊急整備事業(新潟県小千谷林業事務所)の一環として実施した。この場を借りて関係者各位に謝意を表する。

引用文献

(1) 遠藤治郎・千羽繁雄・櫻井正明(1993)十日町池沢に新設した量水試験地。44回日林関東支論:141~142。

(2) 志水俊夫・坪山良夫(1990)宝川流域における融雪出水の水質特性。日林誌72:171~174。

表-1. 渓流水の水質分解の結果

区分	天候	気温	流量	水温	pH	導電率	濁度	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	S-SiO ₂	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	T-N	PO ₄ -P	T-P
94/04/12 11:00	くもり	18.5	283.0	6.8	7.34	47.8	10	3.75	0.35	2.77	1.08	5.92	2.09	13.65	15.1	0.00	0.002	0.22	0.34	0.002	0.012
94/04/12 12:00	くもり	18.0	369.3	6.6	7.24	44.4	22	3.48	0.32	2.36	0.93	4.47	1.63	12.68	14.0	0.00	0.002	0.18	0.49	0.004	0.025
94/04/12 14:00	くもり	15.0	442.9	5.3	7.14	37.0	30	2.85	0.32	1.83	0.72	4.51	1.62	10.59	10.8	0.01	0.002	0.18	0.53	0.008	0.051
94/04/12 15:00	雨	13.0	441.1	4.6	7.09	35.9	53	2.80	0.28	1.84	0.76	4.39	1.69	10.29	11.0	0.01	0.001	0.19	0.62	0.011	0.084
94/04/13 09:00	くもり	8.2	411.8	4.6	7.14	42.1	30	3.30	0.34	2.10	0.85	5.78	2.07	10.35	12.1	0.01	0.002	0.26	0.56	0.005	0.040
94/04/13 15:00	くもり	10.0	541.3	5.4	7.00	34.6	54	2.95	0.36	1.91	0.78	4.90	1.80	9.19	11.0	0.02	0.002	0.22	0.62	0.009	0.059
94/04/14 09:00	晴	13.0	277.6	5.1	7.20	39.2	15	3.84	0.34	2.50	0.99	6.21	2.08	12.92	14.7	0.01	0.001	0.25	0.56	0.003	0.019
94/04/14 11:00	晴	14.0	313.6	7.4	7.13	46.8	23	3.76	0.35	2.46	0.99	6.20	2.03	12.56	14.6	0.00	0.002	0.24	0.44	0.004	0.028
94/04/14 13:00	晴	14.1	428.9	7.7	7.11	41.5	70	3.32	0.36	2.06	0.84	5.38	1.85	11.16	12.9	0.02	0.002	0.21	0.61	0.011	0.067
94/04/14 15:00	晴	12.5	468.0	6.2	7.10	37.6	61	2.98	0.30	1.70	0.69	4.66	1.70	10.42	11.4	0.01	0.001	0.19	0.90	0.008	0.068
94/04/14 17:00	晴	8.8	416.9	5.1	7.20	38.7	51	3.05	0.36	1.88	0.76	5.07	1.84	10.53	11.8	0.02	0.002	0.21	0.53	0.008	0.051
94/04/14 18:00	晴	8.2	385.3	4.7	7.20	38.8	24	3.16	0.36	1.99	0.81	5.16	1.88	10.90	12.0	0.02	0.002	0.22	0.53	0.004	0.030

表-2. 渓流水の成分濃度と流量の関係 (融雪期)

グループ分け	低——成分濃度のオーダー (mg/l) ——高			
	10 ⁻²	10 ⁻¹	10 ⁰	10 ¹
I	流量の増加とともに成分濃度が減少する傾向にあるもの		Na ⁺ Ca ²⁺ Mg ²⁺	HCO ₃ ⁻ SiO ₂
II	流量との関連が明確にできないもの			
III	流量の増加とともに成分濃度が増加する傾向にあるもの		T-P	T-N

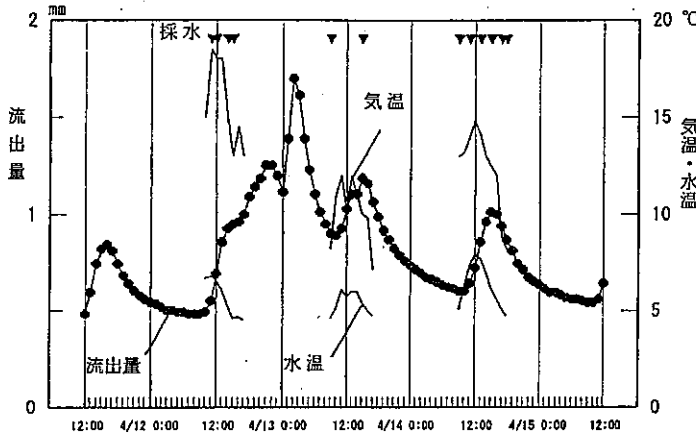
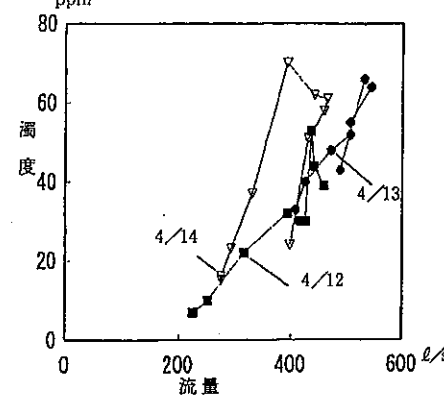
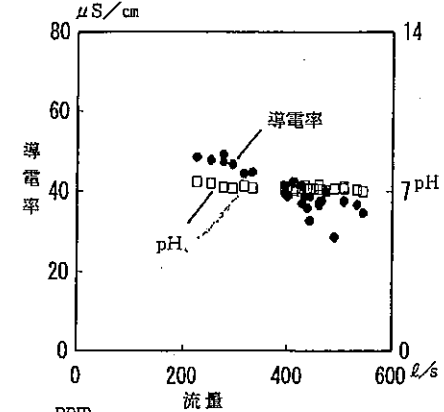


図-1. 流出量・気温・水温の変化 (1994年4月12~14日)
(注) 流出量は1時間の流出量の水高換算値

図-2. pH・導電率・濁度と流量の関係

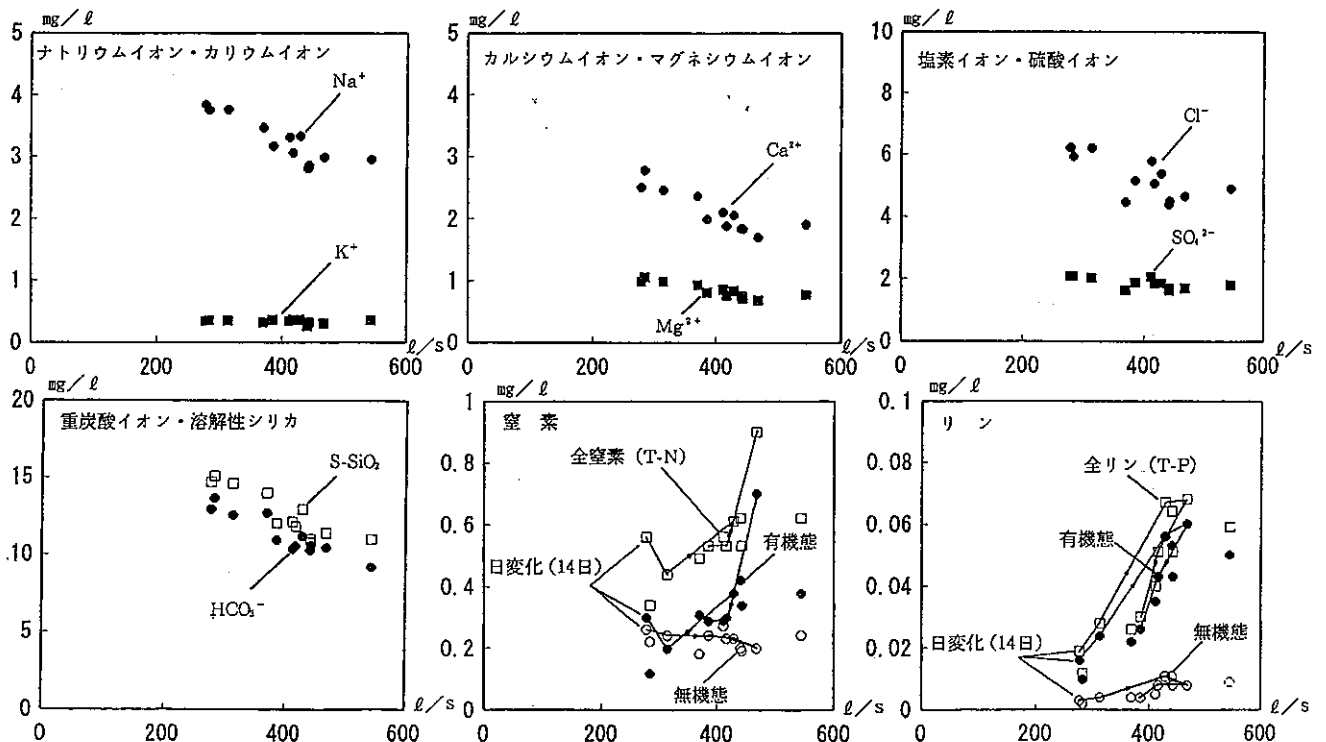


図-3. 渓流水の成分濃度と流量の関係 (縦軸:成分濃度, mg/l・横軸:流量, l/s)

森林造成のための積雪グライド抑制工法の試験

櫻井 正明 (林業土木コンサルタンツ)

I はじめに

豪雪地帯における積雪不安定地の森林造成においては、斜面積雪の移動(グライド)を押さえ、雪崩の発生を防止するために、古くから階段工が用いられてきた。この階段工の雪崩防止機能は、階段上で圧縮された積雪が斜面積雪の崩落を押さえることにより生じるもので、階段間の積雪のグライドを完全に止めることはできない。そのため、階段間の斜面は植栽木の成長が阻害されやすく、階段上の列状植栽だけしか行っていない事例が多い。

また、積雪グライドの観測例は少なく、植栽木の生育とグライド量の関係は明確ではない。

したがって、面的な森林造成を積極的に図るためには、斜面積雪のグライド抑制工法と広域調査に利用できる簡易なグライド測定法の確立が必要である。

ここでは、階段間の積雪グライドを抑制する木製工作物(群杭)を試験的に設置し、いくつかのグライド測定法を用いて、その効果を調べたので報告する。

II 場所と方法

1 調査地と期間: 調査地は新潟県十日町市池沢¹⁾の上流左岸に位置する雪崩常習地で、傾斜 30~40 度の北東向き斜面(標高 310~350 m)である。調査は、1992-93 年~1994-95 年の冬季に実施した。3 冬期間の積雪量は、小雪ないし平年並であった。

2 試験斜面の設定: 調査地において、幅 3.0 m の階段工で区切られた傾斜 35 度の裸地斜面(図-1 参照)を試験斜面とし、施工区と非施工区に区分した。施工区に、スイスの事例²⁾を参考にした木製工作物(群杭)を一列設置した。群杭の構造を図-2 に示した。この材料は防腐処理をしたスギ材で、人力作業で設置できる規模とした。

3 試験方法: 試験斜面において、1 冬期間のグライド量および群杭に作用する雪圧を次のように計測した。また、調査地から東へ 1.5 km 離れた菅沼集落(標高 369 m)で積雪深を観測した。

1) グライド量の計測: 図-3 に示す 4 種類の方法で、1 冬期間のグライド量を計測した。いずれも、事前に設置したフロート・木杭(切断された部分)が移動した距離を消雪後に測定するものである。

2) 雪圧の計測: 群杭の横木中央に直径 80 mm の受圧面をもつ圧力センサー(共和電業製, BE-500 GM)を設置し、群杭に作用する雪圧を毎正時ごとにデータロガー(コーナーステム製, KADEC-US)に記録した。

III 結果と考察

調査の結果は、表-1、図-4 に示すとおりである。

1 グライド量の比較: 施工区と非施工区を比較すると、群杭の設置により、グライド量は 1/2 に減少することがわかった(表-1)。フロート A 及び B は、2~3 箇所の平均値をとったが、値の差は 10~20% 程度であった。また、フロート A 及び B は、いずれもフロートが雪圧により地表面にめり込み、正確な値を示さないことから、フロート下面にレールを敷くレール式が最も適切な方法といえる。なお、グライド杭の精度は m 単位と考えるのが妥当である。

2 群杭に作用する雪圧: 雪圧を測定した 1994-95 年の積雪深(菅沼)は、2 月 22 日に最深積雪 315 cm を記録した後、3 月上旬から積雪深が急激に低下し融雪期に入る。これに対し、雪圧は、最深積雪深時から約 20 日遅れた融雪初期(3 月 14 日)にピークを迎えている(図-4)。雪圧の最大値は 4.2 t/m² で、主として斜面積雪の移動力によるものとみられる。なお、群杭の破壊や傷みは見られなかった。

これまで、鋼製半球体・コルゲートパイプなどのグライド抑制工法が提案され試験が行われているが³⁾、グライド低減効果・強度の点で難があり、森林造成の補助工として、ここで試験した群杭は有望であると判断される。

IV おわりに

今回の調査で、群杭によるグライド量の低減効果が明らかとなった。今後は、群杭の規模・密度とグライド量の関係並びに森林整備の際に目標とすべきグライド量について明らかにしていきたい。なお、グライド量の測定方法について、ご教示いただいた森林総合研究所十日町試験地の遠藤八十一氏・庭野昭二氏、新潟県林業試験場の野表昌夫氏に謝意を表します。

引用文献

(1) 遠藤治郎・千羽繁雄・櫻井正明: 44 回日林関東支論: 141~142, 1993 (2) 新田隆三: 雪崩の世界から、

228 pp, 古今書院, 東京, 1986 (3) 山野井克己・工藤哲也・松岡廣雄・大関義男・庭野昭二: 39 回日林関東支論: 235~236, 1987

表-1 1冬期間のグライド量の比較 (単位: cm)

区 分	1992-93年	1993-94年	1994-95年
レール式 施工区	*(40) 21%	107 43%	
レール式 非施工区	192 100%	251 100%	
グライド杭 施工区	30 46%		
グライド杭 非施工区	65 100%		
フロートA 施工区		(53) 44%	
フロートA 非施工区		(120) 100%	
フロートB 施工区			(147) 51%
フロートB 非施工区			(286) 100%
最大積雪深(管沼)	248 cm	240 cm	315 cm

*ワイヤーが崩土により埋まり、値が小さくなったと見られる。

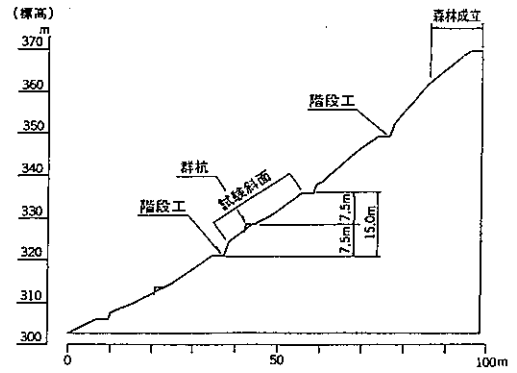


図-1 調査地の縦断面図

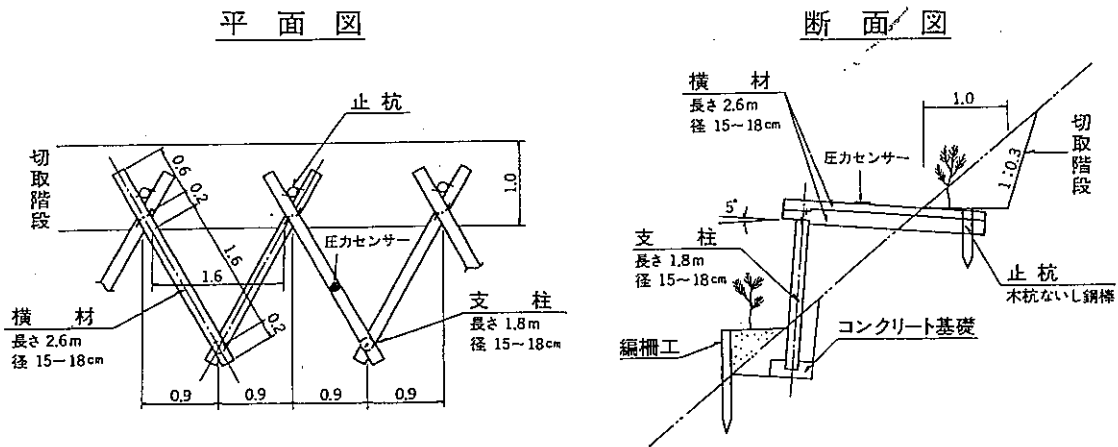


図-2 群杭の構造 施工単価: 28,600 円/m (1992年)

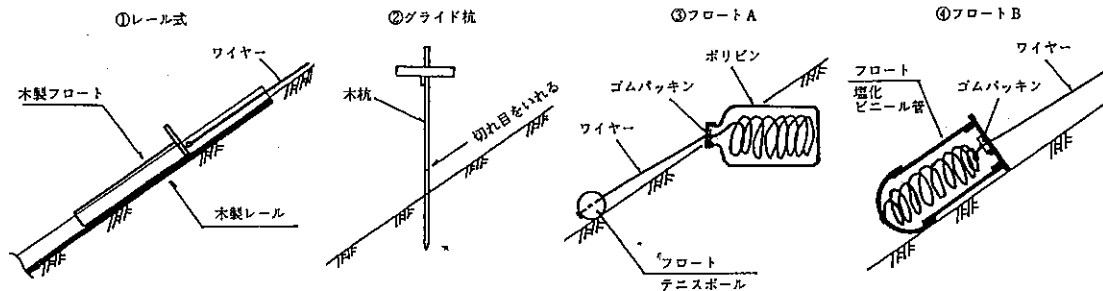


図-3 グライド量の測定方法

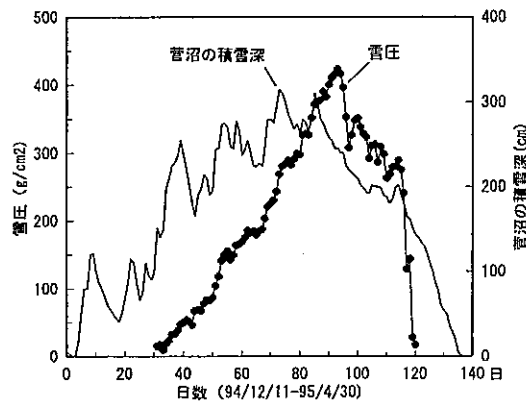


図-4 群杭に作用する雪圧の変化 (1994-95年, 雪圧・積雪深ともに9時の値)



林道・治山のはなし

利雪を考えた水源地对策

勸業土木コンサルタント 櫻井 正明

はじめに

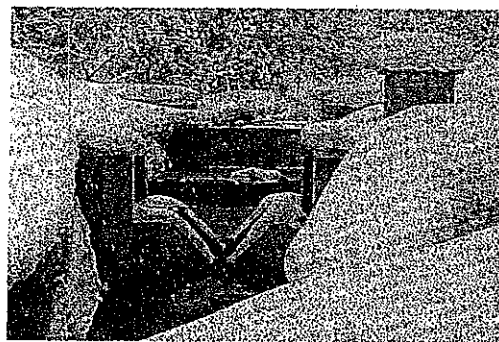
近年、生活の障害であった雪を、資源として再評価し積極的に利用しようとする利雪の機運が広がり、各方面でいろいろな試みがなされています。

治山事業においても、積雪の融雪遅延を図り、雪を水資源として利用するための試験として、平成二―四年度、豪雪地帯水士保全機能強化モデル事業が、秋田県・長野県・新潟県の三地区で行われました。新潟県では、十日町市街地の背後に広がる丘陵地帯に位置する池沢地区（小千谷林業事務所管内）で、雪ダムや森林整備が実施され、その効果を明らかにするために効果調査や水文観測が続けられています。

ここでは、主な事業内容を簡単に紹介いたします。

雪ダム

これは、北アルプスなどの高山地帯にある万年雪を人工雪崩や断熱材被覆などの方法で、大規模な水河まで育てようとするものですが、森林の維持・造成を図る治山事業にはなじみません。そのため、従来の治山ダムに融雪遅延の機能を与え、森林と一体となつて利雪効果を発揮させる施設を雪ダムと考えました。



池沢下流の量水ダム

この雪ダムは、自然の雪崩を利用して雪を集めます。雪崩により谷に堆積した積雪は、日射や風による熱交換により表面から融雪しますが、谷を流れる渓流水を熱源として積雪下面からも融雪がおこり、トンネルの形成・崩壊により積雪は消失します。そのため、渓流水を積雪と接触させないように暗渠で流下させてしまえば、下面からの融雪を抑え融雪遅延効果を期待できます。

池沢地区では、二基の雪ダムが施工されましたが、小雪の年にもかかわらず約二〇日程度の融雪遅延が確認され、融雪水の利用期間を延ばし、地下水のかん養を図ることができました。

スギ人工林の整備

池沢地区では、放置され過密になつたスギ人工林の整備を積極的に行っています。

スギ林内と林外の積雪変化を比べると、降雪期は、降雪が樹冠によつて捕捉されて、そのまま蒸発するため、林内積雪は林外より少なくなります。一方、融雪期は、樹冠により日射がさえぎられ融雪が進まず、林内積雪は林外より多くなり、遅くまで雪が残ることが知られています。

ところが、一連の調査により、過密なスギ林では、樹冠により降雪が捕捉される量が多く、林内積雪がきわめて少なくなるため、林外より早く融けてしまうことが判つてきました。

つまり、適正な除伐・枝打ちにより樹冠量を減らし健全な森林を創る

ことは、融雪遅延効果をも生むことになり、利雪の観点から見ると、スギ人工林の整備の必要性は高いと言えます。

ぼい山の森林造成

昭和三〇年代まで薪炭林として利用されてきた「ぼい山」は、貧弱な広葉樹林で、土壌層は薄く、利雪効果も含めた水源かん養機能は低い状態にあります。こうした「ぼい山」を水源かん養機能の高い林に変えて行くためには、まず、斜面全体の積雪移動（グライド）を抑えて生育環境を整えることが重要です。

池沢地区では、ぼい山の森林造成を行うために、間伐材を利用したグライド防止工と階段工を組み合わせた工法を試験し、その結果、この工法が積雪の移動を抑えるのに有効であることが判りました。

おわりに

池沢地区では、整備された施設や森林の総合的な評価のために、量水ダムなどの観測施設が設けられ、水文観測が行われていますが、こうした効果を判定するには、長い年月を要します。

今後とも、継続的な観測と調査を積み重ねて、雪と森林の関係を明らかにしていきたいと思ひます。

