HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	森林の強風地における堆雪効果(Ⅱ):少積雪少移動シーズンにおける堆雪状況
Author(s)	笹, 賀一郎; 藤原, 滉一郎; 佐藤, 冬樹 他
Citation	北海道大學農學部 演習林研究報告, 47(1), 145-175
Issue Date	1990-02
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/21318
Type	departmental bulletin paper
File Information	47(1)_P145-175.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

森林の強風地における堆雪効果（II）

—少積雪少移動シーズンにおける堆雪状況—

笹　賀一郎*　藤原　滉一郎*
佐藤　冬樹*　清水　収**

Forest Influence on Snow Accumulation at Strong Wind Location (II)

—Snow Accumulation in Few Snow Movement Season—

By
Kaichiro SASA*, Koichiro FUJIWARA*, Fuyuki SATOH*
and Osamu SHIMIZU**

要　旨

本研究は，北海道北部地域の強風の多い積雪寒冷地における，森林の堆雪効果や冬期の地表付近の水動態におよぼす森林の影響を明らかにする研究の一部である。本報告は，とくに暖冬・少積雪少移動であった1988～'89年冬期の堆雪・凍結状態についてとりまとめた。強風地における観測は宗谷丘陵サンナイ川流域と中川町ドウラン川の上流域でおこない，強風地との対比を目的に設定した弱風地点での観測は幌延町トイカンベツ川流域でおこなった。

強風地の尾根部の草地では0 cmにちかい積雪であったのに対し，隣接する森林内には多くの積雪がみられ，少積雪少移動の冬期でも森林には堆雪効果があることが確かめられた。また，森林内の堆雪により，表土の凍結が防止され，積雪下面での融解・浸透も継続し，冬期間の水分移動にとっても良効な状態が保たれていることも確かめられた。ただし，例年には多かった常緑針葉樹林内の積雪は，この冬期では非常に少なく，落葉樹林の半分以下になっていた。また，弱風地点での観察においては，常緑針葉樹林は落葉樹林よりはもちろん，無立木地

キーワード：　強風寒冷地，少積雪少移動シーズン，表上凍結，積雪下面の融雪，森林の効果。

1989年9月30日受理　Received September 30, 1989

* 北海道大学農学部演習林　College Experiment Forests, Fac. of Agric. Hokkaido University.
** 北海道大学農学部砂防工学講座　Laboratory of Erosion Control Engineering, Fac. of Agric. Hokkaido University.

よりも少ない値になっていた。したがって，これまでの観測結果を総合すると，強風地・強風シーズンにおける積雪量は常緑針葉樹林・落葉樹林＞無立木地の順となり，弱風地・弱風シーズンには落葉樹林＞無立木地＞常緑針葉樹林の順になった。暖冬年でも，尾根部の草地や常緑針葉樹林内の少積雪地点で表土の凍結がみとめられたが，凍結深は10 cm以下と薄いものであった。これらは融雪開始とともに消失し，融雪水の浸透にたいしてもほとんど障害とはなっていなかった。

1988～'89年冬期のように，暖冬や少積雪少移動の年もあることを考えると，堆雪のための森林は常緑針葉樹林よりも落葉樹林・針広混交林のほうがより効果的であろうと判断された。

目　　次

はじめに ……146
1．積雪の観測方法および観測地の概況 ……147
1） 森林内外における積雪と土壌凍結の観測 ……147
2） 観測地の概況 ……149
i） 宗谷丘陵サンナイ川流域 ……149
ii） 幌延町トイカンベツ川流域 ……150
iii） 中川町ドウラン川流域 ……152
2．1988－'89年の暖冬および少積雪少移動の状況 ……153
1） 気　　温 ……153
2） 積雪量と根雪期間 ……155
3） 強風頻度 ……157
3．サンナイ川流域における積雪と表土の凍結 ……159
4．トイカンベツ川流域における積雪と表土の凍結 ……164
5．ドウラン川流域における積雪と表土の凍結 ……169
6．積雪および冬期の水動態にたいする森林の効果 ……172
文　　献 ……174
Summary ……174

はじめに

積雪寒冷地における冬期の地表付近の水動態におよぼす森林の影響を明らかにしようとする研究の一環として，前報告[15]にひきつづき，森林における堆雪状況と土壌の凍結に関する調査をおこなった。これまでの調査によって，山地流域の積雪は尾根部では少なく，山腹斜面から谷底にかけての凹地で多くなるといったように，地形的な要素に大きく影響されていることが確かめられた。このようななかで，森林も積雪を多く貯留する効果をもっており，それは尾根部において著しくなることが明らかになった。また，森林内のように一定以上の積雪がみられ，安定して堆積している地点においては，表土層の凍結は発生せず，厳寒期においても積

雪下面の融解と水分の土層内浸透が認められた。とくに，森林内においては土壌凍結の発生はなく，厳寒期・融雪期の水分もすみやかに浸透しやすい条件が維持されていることも明らかになった。このような状態をもたらす積雪深は，地ふぶきなどが少ない安定した堆積状態では約50 cm と判断している。しかし，このような地域で，暖冬で少積雪少移動シーズンとなった場合のの堆雪状況・土壌の凍結状態などはほとんど明らかになっていない。

1888～'89年にかけての冬は，北海道の気象観測史上まれにみる暖冬となった。くわしくは後述するように，道北地方でも降雪量が極端に少なく，強風による積雪の移動も少ない年となった。本報告は，この冬期における観測から，通常は強風寒冷である地域の暖冬・少積雪少移動時の堆雪や凍結の状態を明らかにしようとしたものである。

また，本報告では，内陸部の強風地点にも新しく観測地点を設定して観測をおこなった。これは，比較的風の弱い地点での森林と積雪の状態を観測し，これまで本州地方[3,7~9,16~18]や北海道の内陸地帯[1,13,14]でおこなわれてきた観測を補充し，強風地帯での特徴をより明確にしようとしたものである。とくに，針葉樹林・落葉樹林といった樹種構成による堆雪状況のちがいについて検討しようとした。さいごに，これまでの観測結果を総合しながら，強風寒冷地における森林の堆雪効果や表土の凍結・冬期の水動態にあたえる影響などについて，より明確にしようとした。

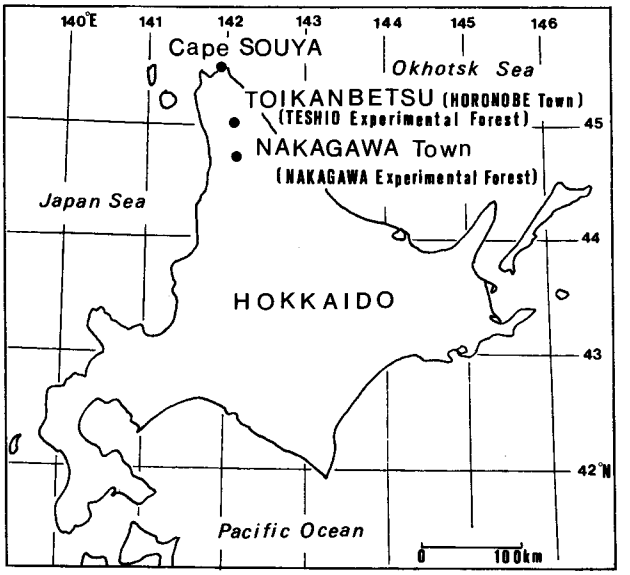
本報告の幌延町トイカンベツ地区（北大天塩地方演習林）・中川町（北大中川地方演習林）に関する資料は，両演習林の経営試験のなかで得られた成果の一部である。さらに，本観測においては，農用地開発公団北海道支社宗谷事業所・稚内市パイロット牧場・中川町のお世話をいただいている。心より感謝の意を表する。また，本研究の一部は文部省科学研究費「寒冷多雪地における冬期の地表付近の水動態と森林の機能」（1987年度～1989年度）によっている。

1. 積雪の観測方法および観測地の概況

1) 森林内外における積雪と土壌凍結の観測

本報告の目的は，少雪および積雪移動の少なかった冬期における，通常では強風寒冷地にあたる地域の森林の堆雪状況・表土の凍結状況などを明らかにすることである。したがって，観測地としては，通常の冬期における状態と積雪移動の少なかった冬期の対比が容易になるように，北海道北部地域のこれまでの観測地をそのまま利用することにした。一つは日本の最北端に位置する宗谷丘陵であり，そのもっとも北にあたるサンナイ川流域である。もう一つは，北海道北部の内陸に位置する中川町であり，冬期の季節風が吹きあたるドウラン川の上流域に設定している。本シーズンにおいて，弱風地点の状況を観測するために設けた，新たな観測地は幌延町トイカンベツ川流域である。それぞれの観測地の位置は，図－1に示した。

これらの観測地における観測点についても，サンナイ川流域とドウラン川流域に関して



図—1 調査対象地
Fig. 1. Locations of investigated area.

は，これまでの観測点をひきつづき利用することにした。観測点は，流域全体の積雪状況を把握できるように，尾根部から斜面の中腹・谷底にかけて設定している。さらに，森林内外の状況をできるだけ同じ条件でみられるような観測点を，そのなかに組み込んでいる。トイカンベツ地区においては，比較的風の弱い地点の観測を目的としたため，谷底の弱風地点にのみ観測点を設定した。

積雪の観測も，これまでと同様に，断面積 20 cm^2 のスノー・サンプラーを用いておこなった。一観測点につき，3回以上のサンプリングをおこない，積雪深と積雪重量とを測定した。冬期間の水動態の一部を示す表土の凍結状況と積雪下面の融雪状況については，とくに注意をはらって観察した。表土が凍結しているような箇所では，サンプラーを強く押しこんで表土まで採取したり，掘り起こしてみるなどして確認した。また，主要な地点については，積雪の断面観測をおこない，積雪の層構造や積雪下面の融解状態なども観察した。

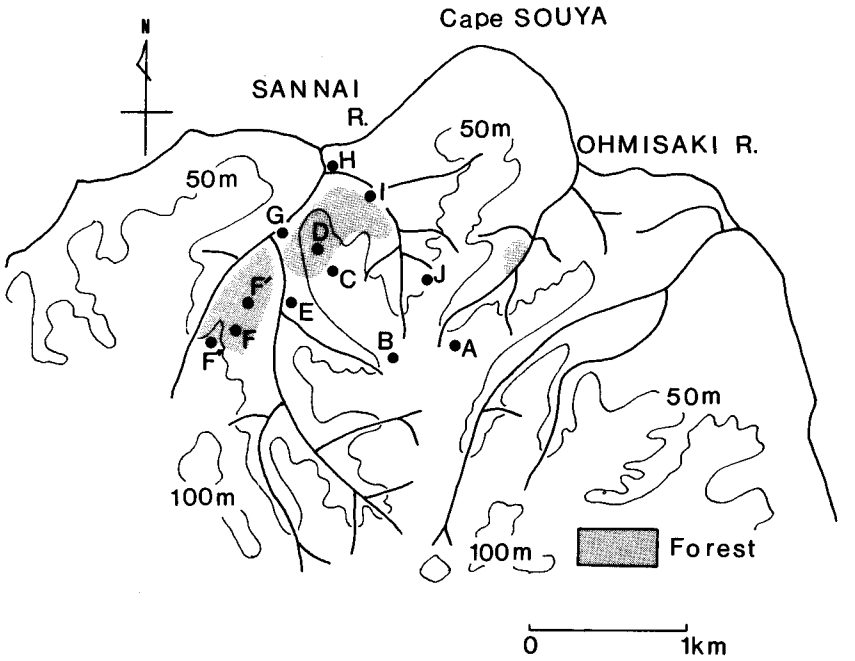
観測の時期についても，これまでと同様に，積雪深が最大となる2月下旬から3月の中旬にかけておこなった。トイカンベツ地区においては，融雪時の状況をも観察するために，4月上旬の観察もおこなった。なお，前報に記載した宗谷丘陵と中川町の概況については，この報告での必要部分について再掲した。

2) 観測地の概況

i) 宗谷丘陵サンナイ川流域

図−2 に示したように，この地域は日本最北端の宗谷岬を頂点とした，幅約 7 km の半島状の丘陵地帯である。海岸線は比高 20〜40 m の急崖となっているが，その上部はゆるやかな円みをもった丘が波状につらなっている。サンナイ川は，このような丘陵の一部を流れる小河川であり，幹川流路長は約 3 km で，流域面積は 3.8 km² である。比高は，日本海への流入点の海抜 0 m から，源頭部の約 100 m となっている。丘陵地帯はこのような小河川によって細かく解析され，中・下流部の谷底は 10〜20 m の幅の平地となり，そのなかを水流が蛇行しているが，上流部は V 字谷である。谷壁斜面は 30 度前後の急崖となっている。

この地域のかつての植生は，針広混交の森林が存在し，林床のほとんどはクマイザサ・チシマザサで占められ，地形的に突出した部分や高所の平坦地にはススキやノコギリソウ・ワラビなどの草本類にエゾイソツツジなどの低木類が混生した草原が点在していたとされている。しかし，1911（明治 44）年の大きな山火事や燃料採取のための伐採などで無立木地化し，現在は大部分がササ地となり，一部に前述の草原状の植生が介在した状態になっている。森林としては，深い沢の谷壁斜面などに，ミズナラやダケカンバ・トドマツ・ナガバヤナギ・ケヤマハンノキなどからなるわずかの天然林が残っているだけである。一部の地域においては，トドマ



図—2　宗谷丘陵サンナイ川流域と積雪の観測地点

Fig. 2. Sannai-river basin and sampling sites of snowcover (Souya hills).

ツ・カラマツなどの植栽もこころみられてきたが，一部を除き成林にはいたっていない。このような広大なササ地に1984年より広域農業開発事業として，大規模草地の造成がすすめられている。

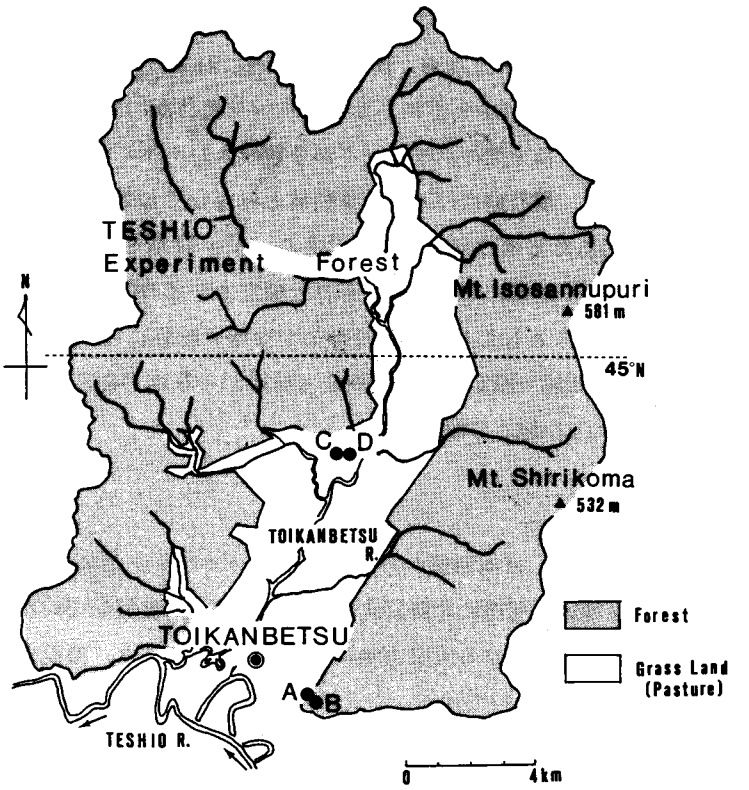
この地域の気象の特徴は，台地状の丘陵地形になっていることから，四季をとおして強風の日が多いことである。冬期においては，丘陵の尾根部では地ふぶきなどによって積雪が移動し，積雪がほとんどみられなくなる地域が広く出現している。

サンナイ川流域における観測は，図−2にAからJで示した地点とF'の11箇所でおこなってきた。このシーズンにおいては，針葉樹林と広葉樹林との境界にあたる地点に新にF"を加えて観測をおこなった。A・B地点は標高約70mで，丘陵の尾根部にあたる部分であり，A地点はその頂上付近に，B地点はそれより少し下った地点に設定している。C・D地点は標高約50mで丘陵斜面の中間部に位置し，谷の急崖部へと変化する手前のやや平坦な地点である。D地点はミズナラ林のなかに設定し，C地点はその林縁から10m離れた草地内に設定している。これはC地点とD地点をセットにして，森林内と外側の草地における積雪状況などを比較しやすいようにしたものである。E地点は中流部の谷底に設定したものであり，周囲はナガバヤナギやケヤマハンノキなどがまばらに存在するほぼ無立木地にちかい状態の地点である。この地点の標高は約20mである。F・F'・F"の地点は，流域中流部の中尾根にみられるトドマツを中心とした針葉樹林とその周辺に設定している。F地点は針葉樹林の中央部であり，F'は林内の孔状無立木の地点に，F"はトドマツ林と広葉樹林との境界地点に設定している。これらの地点の標高は約40mである。G地点とI地点は，それぞれ河口から約500m・700m入った谷底に設定したものであり，標高はほぼ数mの地点である。H地点は，海岸線から約200mはなれた河口部の平坦地で標高は2mほどであり，冬期の北西風が直接吹きこんでくる地点である。J地点は，斜面中腹部における観測点の一つとして，サンナイ川支流の標高2〜3mのミズナラなどが点在する斜面上に設けた。

ii) 幌延町トイカンベツ川流域

幌延町トイカンベツ川流域は，図−3に示したように北緯45度の地点にあたり，日本海とオホーツク海からほぼ等距離の地点に位置した内陸盆地になっている。トイカンベツ川は天塩川水系の一支流であり，幹川流路長は約30km，流域面積は約300km²である。この地域は，前述した宗谷丘陵の南端部から天塩山地北部への移行地帯にあたっており，流域は標高300〜600mほどの低い分水嶺により馬蹄形にかこまれている。

この流域の山地部分のほとんどは，北大天塩地方演習林になっている。盆地中央部を流下しているトイカンベツ川をさかいとして，西側山地は第三紀層地帯，東側山地は白亜紀層と蛇紋岩の地帯と地質的に大きく異なっている。西側山地の森林は，トドマツ・エゾマツにミズナラ・カンバ類・イタヤ類・シナノキなど多数の広葉樹をまじえた混交林になっている。東側の



図—3　幌延町トイカンベツ川流域と積雪の観測地点

Fig. 3. Toikanbetsu river basin and sampling sites of snowcover (Horonobe Town).

蛇紋岩地帯にはアカエゾマツの森林が形成されていたが，そのほとんどは明治末からの山火事によって焼失し，広葉樹を中心とした二次林やササ地となっている。トイカンベツ川にそった平坦地と山脚の部分は，酪農用の草地化がすすめられている。

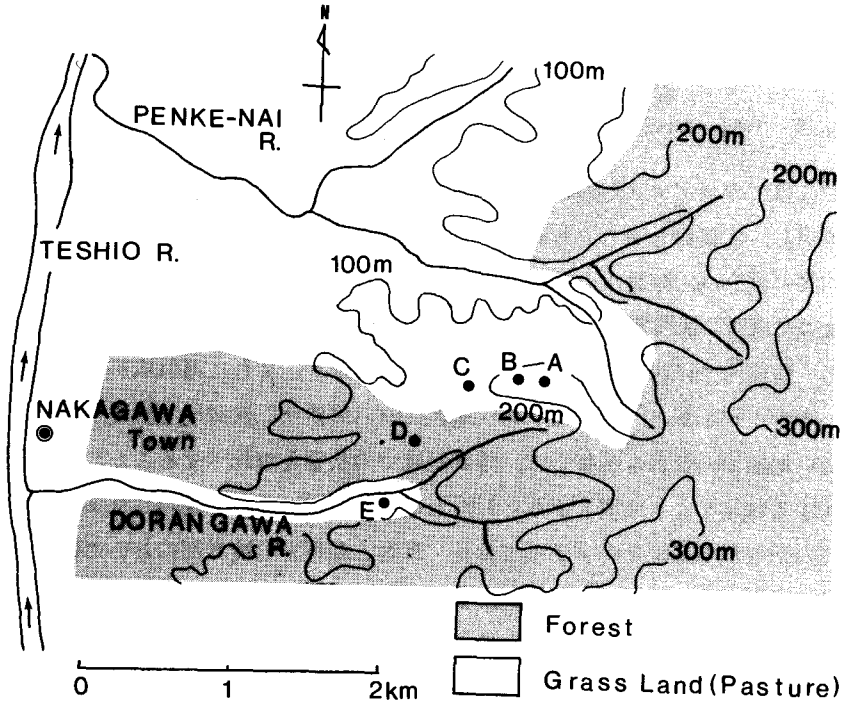
この地域に吹きこむ冬期の季節風は，西側及び東側山地の上部や尾根筋では強風が観察されるものの，盆地内では西側山地でさえぎられて弱くなり，まれに南西風が吹き込んでくる程度である。本シーズンから，トイカンベツ地区において新たに観測地を設定したことは，内陸部の風の弱い地域での資料も蓄積して，強風地域での状態と対比させることにより，森林の堆雪効果に関する知見をより充実しようとしたものであった。また，前述したように，トイカンベツ川流域の平地部は草地化がすすんでおり，草地と森林との境界部においては，ほぼ同一な条件で森林の有無による積雪状況および表土の凍結状況などの観察が可能となっている。この地区においては，図示したようにA・B・C・Dの4観測地点をもうけて観測をおこなった。A・B観測地は，トイカンベツ川流域でもとくに風の弱い，小支流の谷底の平坦地に設けた。A観測地とB観測地は30mの間隔で設定してあり，A観測地は無立木のササ地のなかに，B観測地は1961年植栽の樹高約15mのヨーロッパトウヒ林のなかに設けている。ほぼ

同一の地点・同一の条件下での針葉樹林と無立木地とのちがいを観察するため，A地点は林縁からササ地の方向へ15mすすんだ地点，B地点は林内に15m入った地点に設定した。

C・D観測地は，流域のほぼ中央部にあたるカラマツ造林地の内外に設定した。後述するように，このカラマツ林には天然のシラカンバが多数侵入してきており，カラマツは冬期には落葉することを考えると，積雪期にはほぼ広葉樹林とみなしてもよい状態になっている。この地点は山体の末端部にあたる南西向の緩斜面であり，A・B地点よりはやや風あたりの強い地点である。トイカンベツ地区においても，森林と無立木地との関係だけではなく，樹種構成によるちがいも観測しようとしたために，このような地点配置になった。A・B地点と同様に，両観測地は30mの間隔で設定し，C観測地は林縁から草地方向に15mすすんだ地点，D観測地は林内へ15m入った地点に設定した。

iii) 中川町ドウラン川流域

中川町ドウラン川流域は，日本海側から約25km・オホーツク海側から約40kmのところにあり，トイカンベツ地区と同様に北海道北部地域の内陸部に位置している。この地域は北海道北部の脊梁をなして南北にのびる天塩山地の北端部になっており，標高はもっとも低い天塩川の河岸で約20m，高いところではペンケ山の716m・パンケ山の630mとなっている。



図—4 中川町ドウラン川流域と積雪の観測地点

Fig. 4. Dorangawa basin and sampling sites of snowcover (Nakagawa Town).

図－4に示したように，ドウラン川はこのような山地に属する天塩川水系の小支流であり，幹川流路長は約4 km・流域面積は約3.6 km^{2}となっている。この流域でもっとも高い地点は，源頭部の約380 mである。

この地域の植生は，トドマツにミズナラ・イタヤ類・ダケカンバ・ナナカマド・シナノキなどをまじえた天然の混交林である。林床は，主としてクマイザサが優占している。ドウラン川流域の全体は，北大中川地方演習林の林地であったが，右岸部の上流域は大規模草地の造成用地のなかにくみこまれ，1970年代に草地化された。

冬期の季節風は，天塩山地の北部と宗谷丘陵の南部にあたる山地にさえぎられて，宗谷丘陵ほどは強くない。ただし，観測は標高200 m以上の高所に重点をおいており，この地点は天塩川から吹きあがってきた風が直接あたる強風地帯となっている。したがって，この地域の尾根部無立木地では，地ふぶきなどで積雪が移動し，積雪がほとんどみられなくなる地点も出現している。

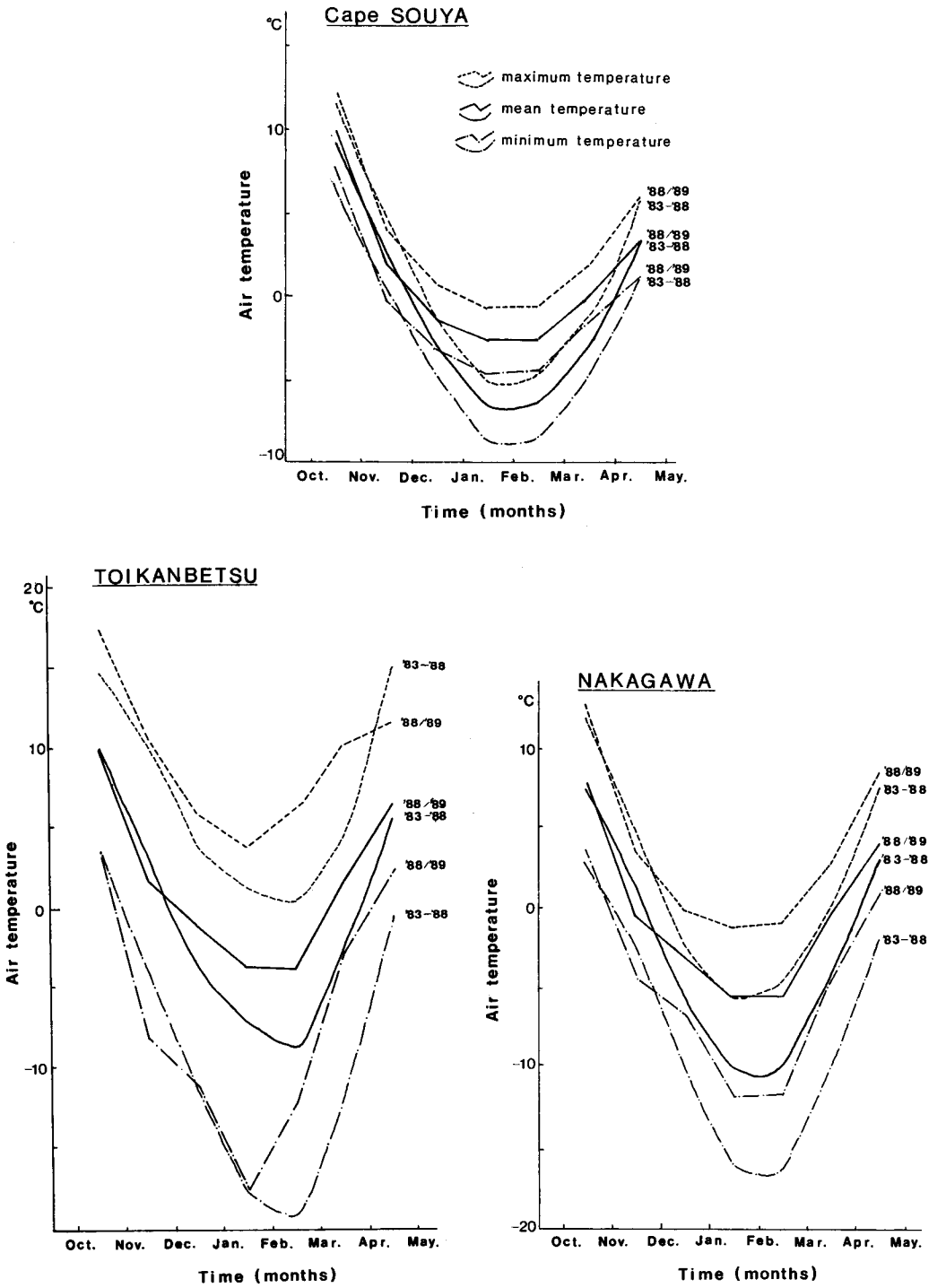
この流域では，図にA～Eで示したように，合計5箇所の観測地を設けて観測をおこなっている。A・B・Cの観測地は，ドウラン川の上流右岸の尾根部に設けた。標高は約200 mであり，天塩川からの風が直接あたる強風地である。ただし，A観測地は，草地内に牧野林としてのこされた，0.5 haほどの広葉樹林内に設定している。これは，隣接した草地内に設定したB・C観測地との比較により，強風の吹きつける尾根部における森林内外の積雪状況などを検討しようとしたものである。D観測地点は，右岸尾根部からドウラン川の谷底におりる斜面の中間点に設定した。標高は約130 mで，観測地点の周囲は天然の針広混交林であり，一部にトドマツなどの造林地も介在している。この観測地点は，A観測地点などとの比較により，流域尾根部の森林と中腹部の森林における積雪状況などを比較しようとしたものである。E観測地は，ドウラン川の谷底に設定した。周囲にはカツラ・ヤチダモ・ケヤマハンノキなどが点在する氾濫原内であり，現在はヤチダモの幼齢造林地になっている。標高は約85 mであり，ドウラン川の上流部の谷底における積雪状況を観察する目的で設定した地点である。

2. 1988～'89年の暖冬および少積雪少移動の状況

1) 気　　温

図－5は，宗谷岬・トイカンベツ地区・中川町における最近の冬期の気温を示したものである。それぞれの地区ごとに月平均気温と月毎の日平均気温の最高値・最低値とをとり，1983～'89年の5シーズンの平均（曲線）と1988～'89年冬（折線）の状況と比較している。これらの図の基礎資料は，あとに述べる積雪および風速の資料もふくめて，宗谷岬と中川町については「北海道の気象」[12]により，トイカンベツ地区については北大天塩地方演習林の観測記録によっている。

宗谷地区の気温は，年平均気温が＋5.7℃，最低気温の極値は－20℃となっている。最低



図—5 調査地の冬期の気温

Fig. 5. Air temperature during the winter season at the investigated areas.

の気温は1月の末から2月の始めにかけてあらわれ，1983～'88年の5ヶ年の月平均気温では−6.8℃である。この時期における日平均気温の月ごとの最高値の平均は−5.2℃・最低値の平均は−8.8℃となっている。このような値にたいして，1988～'89年にかけての冬は，図からも読み取れるようなかなりの暖冬となっている。月平均気温で約4℃，日平均気温の月最高値では4.3℃・最低値でも4℃ほど高くなっている。

トイカンベツ地区では，年平均気温が5.7℃，最低の極値は−35℃である。この地区での最低気温は2月のはじめに出現し，1983年から'88年の月平均気温では−8.9℃となっている。同様に，この時期の日平均気温の最高値は+3℃，最低値は−19.3℃となっている。このような過去5シーズンの気温状況にくらべると，1988～'89年のシーズンでは，最低の気温が1月の末に出現し，月平均気温で5℃，日平均気温の最高値では3.5℃，最低値で1.6℃ほど高く，この地区もかなり暖かい冬であったことがうかがえる。

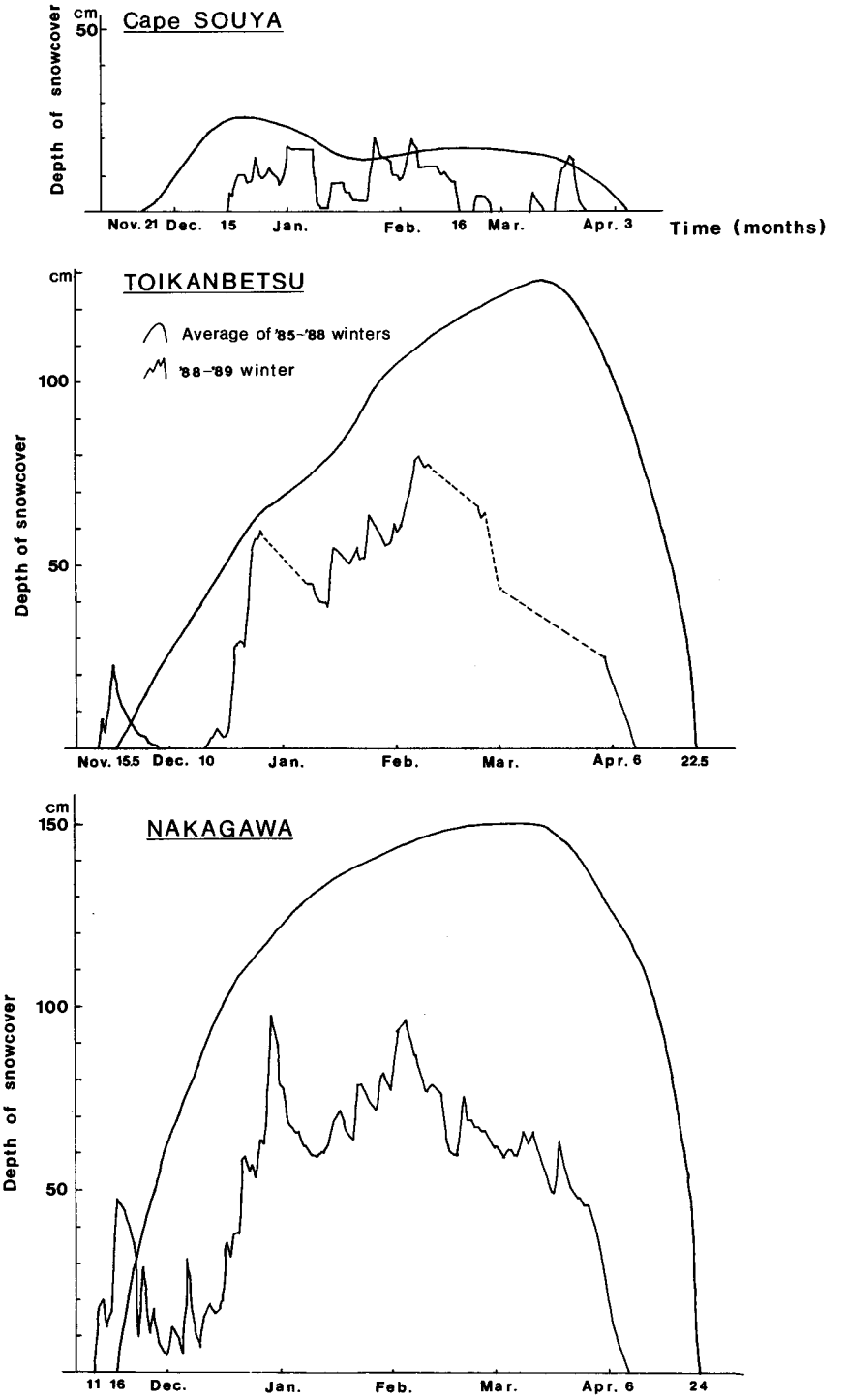
中川町の気温は，年平均気温が約5℃であり，最低気温の極値は−37.5℃である。最低の気温は1月の末から2月の始めにかけてあらわれ，1983～'88年にかけての5シーズンの月平均気温は−10.5℃となっている。また，この時期における日平均気温の最高値は−5.5℃，最低値は−16.5℃である。これらの値にくらべて，1988～'89年にかけてのシーズンでは，平均値で4.5℃，日平均気温の月最高値で4.4℃，最低値で4.5℃と例年よりかなり高い値になっている。

これらの3地区においては，気温は宗谷岬・トイカンベツ地区・中川町の順に高く，温度較差はトイカンベツ地区・中川町・宗谷岬の順で大きくなっている。宗谷岬と内陸部に位置するトイカンベツ地区・中川町とを比較すると，宗谷岬は全体的にあたたかく，冬期間の温度較差も比較的すくない状態にあることがわかる。ただし，いずれの地区においても，1988～'89年にかけての冬は非常にあたたかく，平均気温で4℃から5℃ほども高かったことになる。

2) 積雪量と根雪期間

図−6は，3観測地における積雪の状況を示したものである。宗谷岬と中川町については1983～'88年にかけての5年間の平均積雪，トイカンベツ地区については1985～'88年にかけての3年間の平均積雪をとり，これらと1988～'89年の冬の積雪状況とを対比している。積雪深については，根雪期間（長期積雪期間，以下"根雪"とする）のみを対象とし，根雪前後の積雪については，量的にも少ないことから，主なもののみを示した。

宗谷岬における降雪の初日は10月27日，終日は4月30日となっている。根雪の初日は，1983～'89年の平均で11月21日，終日は4月3日である。これにたいして，1988～'89年冬の根雪の初日は12月15日と25日ほど遅れ，終日は2月16日と約1ヶ月半もはやくなっている。根雪期間のあとにみられた比較的大きな降雪を加えてみても，例年より10日ほど終日がはやくなっている。最大積雪深についてみると，過去5年間の平均では，12月の中旬に一つ



図—6 調査地の積雪状況

Fig. 6. Depth of snowcover at the investigated areas.

のピークがあり，約36 cmとなっている。一方，1988～'89年の冬においては，1月末から2月のはじめにかけて最大となり，この期間においては例年よりも積雪深が大きくなっている時期もみとめられた。しかし，最大積雪深としては30 cmであり，例年より6 cmほど少ない値になっている。すべての降雪量についての比較は困難であるが，図からも読みとれるように，このシーズンの降雪量はかなり少ないものであったことは明らかである。

トイカンベツ地区における根雪の期間は，過去3年の平均で，11月の16日から4月の23日までとなっている。これにたいして，本シーズンにおいては根雪初日が12月10日と25日ほど遅くはじまり，4月6日までと17日ほどはやく消雪した。1988年の11月中旬と12月の後半には比較的大きな降雪があり，とくに12月末の降雪で例年の積雪深にちかづいたが，それ以降の降雪はすくなく，結果的には例年をかなり下回ることになった。2月の中旬から後半にかけての部分と3月には破線で示したような欠測部分もあるが，後述するような中川町の積雪深とくらべてみても，トイカンベツ地区の積雪深はほぼ破線で示したようなかたちで推移したものと判断される。図から読みとれるように，この地区における本シーズンの降雪量は，極端にすくなかったものと判断される。

中川町における根雪の期間は，図示したように，1983～'88年の5ヶ年平均で，11月16日から4月24日までとなっている。これにくらべて，本シーズンでは11月の中旬に比較的大きな降雪があり，根雪の開始は11月11日と例年より5日ほどはやまっている。しかし，それ以降の降雪はかなり少なく，根雪の終日は4月6日と例年より20日ちかくはやくなっている。根雪期間の日数では，本シーズンのほうが15日ほど少なくなっている。最大積雪深についても，例年の約150 cmが約100 cmと，50 cmほど少なくなっている。降雪の総量も，図から読みとれるように，かなり少ないものであったことは明らかである。

以上のように，各観測地における本シーズンの積雪は，11月中旬に比較的大きな降雪があり，根雪の開始日などは例年なみか，それより少しはやくなったものの，それ以降の降雪は例年にくらべて極端に少ないシーズンとなった。根雪の期間も，内陸部のトイカンベツ地区と中川町では半月から1ヶ月半も短くなり，宗谷岬では根雪の前に25日・後に50日と，合計2ヶ月半も短くなっている。

3) 強風頻度

表－1は，宗谷岬とトイカンベツ地区・中川町の平地部における，冬期間の風速の概要について示したものである。例年と1988～'89年の冬の状況を比較するために，宗谷岬と中川町については1983～'89年までの6冬期，トイカンベツ地区については1984～'89年までの4冬期の，月平均風速と各月最大の日平均風速を示している。3観測地における風の強さは，宗谷岬＞中川町＞トイカンベツ地区の順になっている。ただし，内陸に位置する中川町とトイカンベツ地区にはあまり大きな差はなく，宗谷岬にくらべると1/2から1/3と，かなり風の弱い地

域であることがわかる。

宗谷岬における1983～'88年までの5冬期の月平均風速は，10月が8.6 m/secであり，以下11月・9.3 m/sec，12月・9.1 m/sec，1月・8.4 m/sec，2月・7.7 m/sec，3月・7.9 m/sec 4月・7.5 m/secとなっている。1988～'89年のシーズンでは表のようになっており，12月と1月・4月にやや高い風速がみられるものの，全体としては平均風速・最大風速とも低い値になっている。このような傾向は，内陸部のトイカンベツ地区と中川町においてもみとめられる。トイカンベツ地区の過去3冬期の平均風速は，10月・2.6 m/sec，11月・2.9 m/sec，12月・2.6 m/sec，1月・2.8 m/sec，2月・2.5 m/sec，3月・3.0 m/sec，4月・2.9 m/sec，であり，本冬期では12月と4月にやや高い値がみられるが，全体としては低い値を示している。中川町の風速についても，過去5冬期の平均は10月・3.5 m/sec，11月・3.5 m/sec，12月・3.0 m/sec，1月・2.5 m/sec，2月・2.6 m/sec，3月・3.2 m/sec，4月・3.4 m/secであり，本シーズンでは1月にやや高い値になっているものの，宗谷岬やトイカンベツ地区と同様に，全体としては低い値になっている。

このような風の状況と積雪移動との関連について，宗谷岬を例に検討してみると，以下のようになっている。宗谷岬における積雪期間である11月から3月までのうち，強風というこ

表—1 宗谷・問寒別・中川の冬期の風速

Table 1. Wind speed during the winter season at Souya・Toikanbetsu・Nakagawa

Weather station	Month	1983～1984		1984～1985		1985～1986		1986～1987		1987～1988		1988～1989	
		Mean (m/sec)	Max. (m/sec)	Mean (m/sec)	Max. (m/sec)	Mean (m/sec)	Max. (m/sec)	Mean (m/sec)	Max. (m/sec)	Mean (m/sec)	Max. (m/sec)	Mean (m/sec)	Max. (m/sec)
Cape SOUYA 2.8 m above sea level	10	9.4	20.0	9.1	32.0	7.9	21.0	7.7	17.0	9.1	17.0	8.6	20.0
	11	8.6	21.0	10.3	22.0	8.5	23.0	9.8	24.0	9.5	23.0	8.2	21.0
	12	8.4	23.0	8.5	20.0	9.2	18.0	9.6	24.0	9.7	22.0	9.3	22.0
	1	8.5	28.0	7.3	21.0	8.4	17.0	8.2	18.0	9.5	17.0	8.8	23.0
	2	8.4	16.0	7.4	21.0	6.4	14.0	8.8	22.0	7.5	21.0	7.4	17.0
	3	7.0	19.0	7.4	17.0	7.6	21.0	8.5	21.0	8.7	18.0	7.4	17.0
	4	7.1	16.0	6.7	19.0	7.9	18.0	8.5	20.0	7.2	18.0	7.6	18.0
TOIKANBETSU 16 m above sea level	10					2.6	9.2	2.2	8.2	3.0	12.8	2.6	10.0
	11					3.0	12.6	3.0	13.4	2.8	15.8	2.4	12.4
	12					2.2	10.4	2.6	11.2	3.0	10.3	2.7	10.2
	1					2.9	10.4	2.7	13.4	2.8	9.6	2.6	9.3
	2					2.7	10.9	2.7	9.8	2.1	14.0	2.6	11.0
	3					3.2	12.3	3.0	13.3	2.9	11.1	2.8	12.3
	4					3.0	10.5	3.0	10.7	2.7	10.2	3.2	11.2
NAKAGAWA 20 m above sea level	10	3.7	14.0	3.8	14.0	3.1	11.0	2.8	10.0	4.0	15.0	2.6	10.0
	11	3.0	10.0	4.3	14.0	3.2	18.0	3.5	11.0	3.5	17.0	2.4	12.4
	12	3.0	14.0	2.6	11.0	2.6	10.0	3.3	15.0	3.5	12.0	2.7	10.2
	1	2.4	20.0	1.8	13.0	2.8	12.0	2.2	15.0	3.2	13.0	2.6	9.3
	2	2.5	9.0	2.6	12.0	2.4	10.0	3.1	13.0	2.3	17.0	2.6	11.0
	3	3.1	12.0	3.2	11.0	3.0	10.0	3.6	14.0	3.3	13.0	2.8	12.3
	4	3.9	9.0	2.9	12.0	3.5	14.0	3.9	15.0	3.0	9.0	3.2	11.2

とで日平均風速10 m/sec以上の日数をひろいあげてみると，1983～'88年の5シーズン平均では48.2日となっている。本シーズンの風速10 m/secをこえる日数は41日となっており，強風の日数も若干すくないシーズンであったことがわかる。

ただし，1988～'89年にかけての冬は，前述したように，積雪量・根雪の期間ともに少なくなったシーズンであった。したがって，積雪移動の可能性のある積雪期間中の強風の日数ということになると，それはさらに少ないものになってしまう。ひきつづき宗谷岬を例にとってみると，このシーズンの根雪期間であった12月15日から2月16日の間の日平均風速が10 m/secをこえる日数は，わずか19日となる。根雪の終日以降の3回の積雪を加えても，10 m/secをこえる強風の日数は22日にしかならない。例年における積雪期間中の10 m/secをこえる強風の日数が48.2日であったことからすると，このシーズンの強風の日数はその半分以下であったことがわかる。

平均風速10 m/secという基準だけでは，積雪移動の頻度については説明しきれない部分ものこるが，大まかな傾向は把握できるものと考えられる。このような基準からすると，この冬期は強風の日数が少なく，したがって積雪移動の頻度もかなり少ないシーズンでもあったと判断される。また，前述したように，このシーズンはかなりの暖冬であったこともあわせて考えると，積雪は湿った状態におかれる機会も多く，積雪自体も例年よりは移動しにくい状態にあったものと推定される。このシーズンにおいて，宗谷丘陵のサンナイ川などの小河川では，2月の観測時期でも，氷のある部分もふくめて水面がほとんど露出していた。このような現象も，積雪が移動しにくかったことによるものと考えられた。

3. サンナイ川流域における積雪と表土の凍結

宗谷丘陵サンナイ川流域における1988～'89年の冬の積雪および表土の凍結状況は，1989年2月25日の観測で，表－2に示したようになっている。

2章でも述べたように，この冬期の積雪はかなり少なく，例年なら100～150 cmにも達する観測地点でさえ，このシーズンの最大積雪深はわずか60 cmであった。とくに，森林内のD観測地点やF観測地点でも積雪がすくなく，例年の1/2から1/4以下になっている。尾根部のA・B・C観測地では0 cmにちかい積雪深の地点が多く，これらは例年においても積雪の少ない箇所でもあったことから，あまり大きな変化となっては現れない。E観測地点やG・H・Iといった谷底の観測地点は，例年の約1/2の積雪深になっている。表土の凍結については，例年と同様に尾根部などの少積雪の地点で観察された。

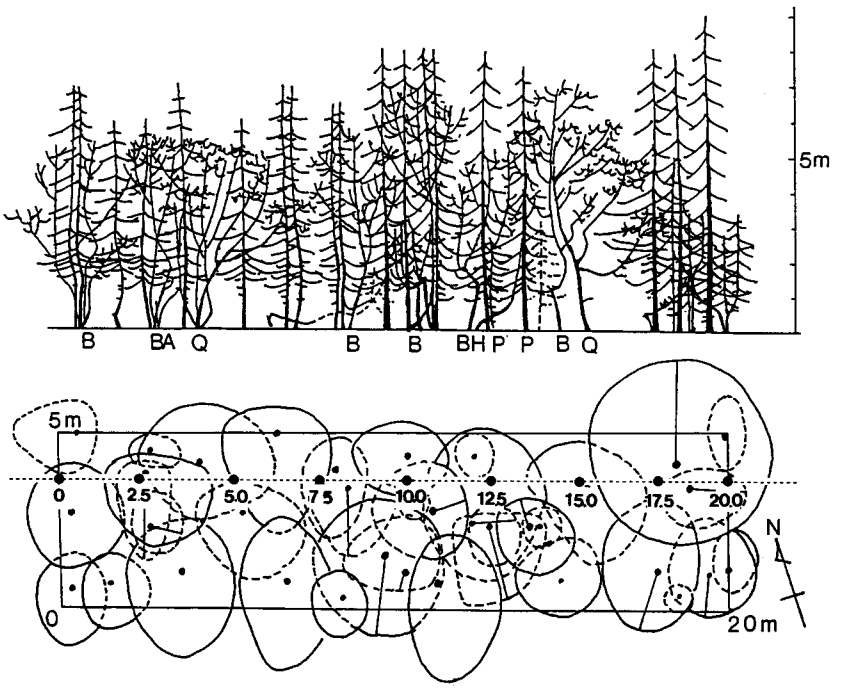
このシーズンの積雪状況の特徴は，積雪の絶対量が少なかったこととあわせて，F観測地点のような針葉樹林内での積雪がF'のような孔状の無立木地にくらべて少なくなっていることである。また，このような針葉樹林内では表土の凍結した部分も観察された。ただし，これらの凍結は，後述するように深度の浅いものであった。　図－7と表－3は，F観測地点であ

表—2　積雪と土壌凍結の状況（宗谷丘陵，'89. 2. 25）

Table 2. Snowcover and freezing of ground's surface (Souya hills 2/25/89)

Sampling site	D(cm)	HW(mm)	G(g/cm³)	F
A	43	105	0.24	○
B	0	—	—	○
C	0	—	—	○
D	60	213	0.36	
E	38	98	0.26	
F	20	52	0.26	○・—
F'	40	106	0.26	
G	45	142	0.31	
H	0	—	—	○
I	38	115	0.30	
J	42	78	0.19	

D　: depth of snowcover (cm)
HW : water equivalent of snowcover (mm)
G　: density of snowcover (g/cm³)
F　: freezing of ground surface, existence ○



図—7　宗谷丘陵トドマツ林と積雪の観測点（F観測地点）

Fig. 7. *Abies sachalinensis* forest and socowcover sampling sites (Souya hills, sampling site F, 2/26/89).

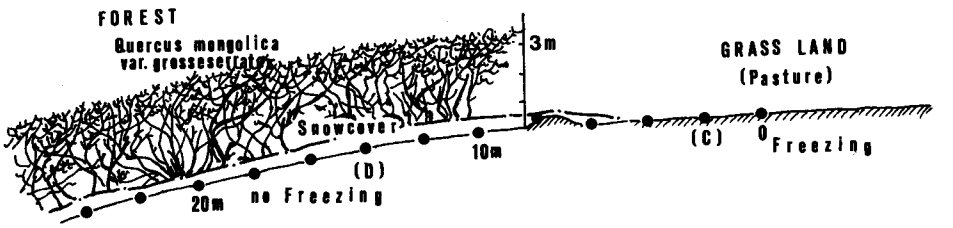
るトドマツ林内の積雪と表土凍結の状態をあらわしたものである。全構成樹種の約90%をトドマツが占めた林で，トドマツのほかには，エゾマツとダケカンバ・ミズナラ・ケヤマハンノキなどがみられ，総本数ではha当り約4,000本の密度になっている。

表—3　積雪と土壌凍結の状況（宗谷丘陵，F観測地点 '89. 2. 26）
Table 3. Snowcove and freezing of ground's surface
(Souya hills, sampling site F. 2/26/89)

Sampling site	D(cm)	HW(mm)	G(g/cm³)	F(Depth, cm)
0	16	48	0.30	○ (2)
2.5m	19	58	0.31	
5.0m	20	58	0.29	
7.5m	15	43	0.29	○ (8)
10.0m	15	48	0.32	
12.5m	20	48	0.24	○ (4)
15.0m	27	73	0.27	
17.5m	20	58	0.29	○ (4)
20.0m	30	73	0.24	

図—7に示したように，この林内に長さ20 mの測線をもうけ，2.5 mの間隔で9地点の観察をおこなった。結果は，表—3に示したように，積雪は15～30 cmと少ないなりにも約2倍のひらきをもって不均一に堆雪しており，積雪水量と密度についてもかなりのバラツキがみとめられた。表土の凍結は不連続的に4地点でみとめられ，その深さは2～8 cmであった。積雪深と表土の凍結との関連では，上層木や付近の森林の状態などにより微妙に影響されているようで，一概にはいえないが，約20 cmの積雪深が凍結・不凍結の境目になっていると考えられた。これまでの観察では，約50 cmの積雪深がその境目になるとみられていた。このような基準からすると，この森林内の積雪は，すべての表土が凍結してしまう程度の量でしかなかった。しかし，実際には20 cm以下の積雪地点でしか凍結はみられず，しかも浅くて不連続的であったことは，このシーズンが暖冬であったことによる影響が大きいと考えられた。

以上のように，1988～'89年の少積雪少移動のシーズンでは，トドマツなどの針葉樹林では，孔状の無立木地などにくらべてかえって積雪量が少ないという状況が観察された。しかし，図—8と表—4に示したように，ミズナラなどの広葉樹林内においては，従来の観測結果



02　図—8　積雪と土壌凍結の状況（宗谷丘陵，C-D観測地点模式図，'89. 2. 26）
Fig. 8. Snowcover and freeging of ground's surface (Souya hills, sampling site C-D, schematic diagram, 2/26/89).

表—4　積雪と土壌凍結の状況（宗谷丘陵C-D観測地点，'89. 2. 26）
Table 4. Snowcover and freezing of ground's surface
(Souya hills, sampling site C-D. 2/26/89)

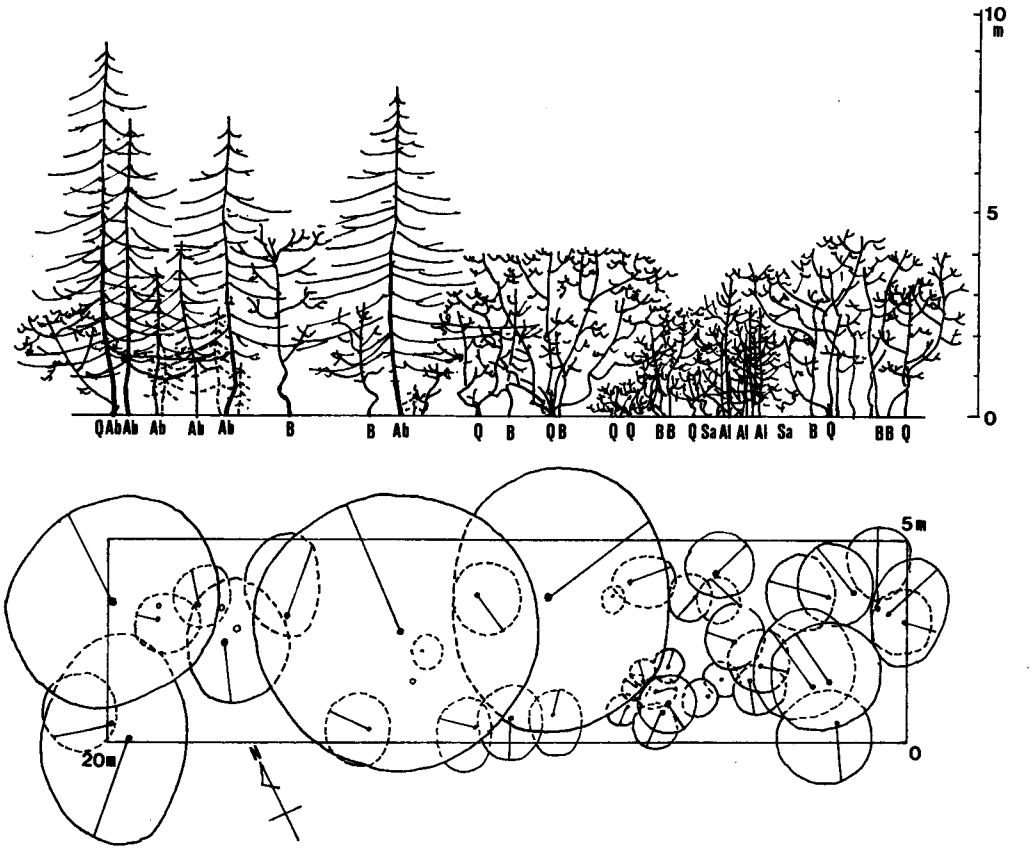
Sampling site	D(cm)	HW(mm)	G(g/cm³)	F(Depth, cm)
0	0	—	—	○ (5)
2m (C)	0	—	—	○ (5)
4m	0	—	—	○ (5)
6m	26	93	0.36	○ (4)
8m	31	103	0.33	○ (10)
10m	36	153	0.43	
12m	44	108	0.25	
14m (D)	60	213	0.36	
16m	40	123	0.31	
18m	36	118	0.33	
20m	40	103	0.26	
22m	33	98	0.30	
24m	42	118	0.28	
26m	38	78	0.21	
28m	41	113	0.28	
30m	43	78	0.18	

と同様に，林内のほうが周辺の草地部や孔状無立木地にくらべて積雪量が多いという状態になっている。例として示したミズナラ林は，図に模式的に表したように，高さは約3.5 mで，風衝形をしめし，一株から多数の幹をのばした多幹形のミズナラで構成されている。構成樹種の90%以上をミズナラが占め，ほかには少数のナナカマド・ノリウツギが混入した広葉樹林である。この林内には，少積雪のシーズンであったことから，最大積雪深は60 cmと例年の半分以下になっているものの，草地部のほぼ0 cmにちかい積雪にくらべると，多量の積雪が蓄えられていたといえる。

表土の凍結は林縁から草地部分にかけて認められ，その深さは5 cm程度となっていた。8 mの観測点で約10 cmの凍結深が観察されているが，これは図－8にも模式的に示したように，草地造成時の盛土にあたっているため，その凸部分の積雪が少なく，凍結が進行しやすい時期があったためと考えられた。林内においては14 m(D)観測点の60 cmをのぞいて，すべてが50 cm以下の積雪深となっていたが，表土の凍結は認められなかった。逆に，積雪下面では融雪の状態が観察された。

以上のような針葉樹林と広葉樹林における堆雪状況のちがいは，F観測地点であるトドマツ林の林縁部で典型的に観察された。図－9と表－5は，この状況を観察するために，本シーズンに新たに設定したF″地点のトドマツ林とそれに隣接する広葉樹林の状態である。トドマツは樹高約7 m，胸高直径約30 cmの太さになっている。立木本数は，上層木のみでha当り1,000本ちかい密度である。これらは，被圧状態にあたるトドマツとダケカンバ・ミズナラな

どをふくみ，林冠はほぼ閉鎖された状態になっている。一方，この林に隣接する広葉樹林は，ミズナラやダケカンバ・ミヤマハンノキ・ミネヤナギなどで構成されており，立木本数はha当り5,000本以上で，高さ約4mの二次林と思われる密な林である。



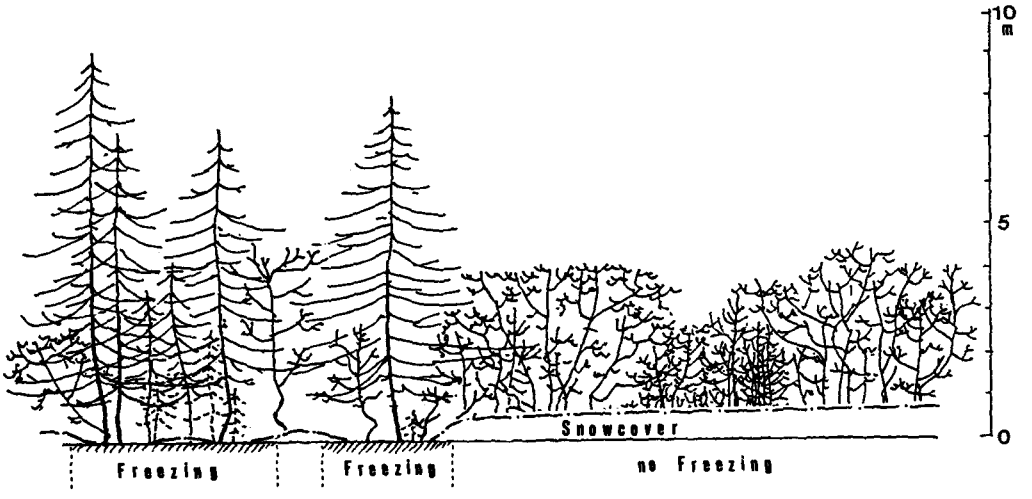
図—9　宗谷丘陵トドマツ林林縁部の林相（F″観測地点）

Fig. 9. At the edge of *abies sachalinensis* forest (Souya hills, sampling site F″, 6/89).

表—5　宗谷丘陵トドマツ林林縁部の樹種構成（F″観測地点）

Table 5. Species composition at the edge of *abies* forest (Souya hills, sampling site F″, 6/89)

Species		Height(m)	Dbh(cm)	Number
Quercus mongolica var. *grosseserrata*	(Q)	0.4—4.3	0.5— 7.0	9
Betula ermanii	(B)	1.4—4.5	—10.0	17
Alnus maximowiczii	(Al)	1.2—3.5	— 3.0	8
Salix reinii	(Sa)	0.6—1.1	—	6
Abies sachallinensis	(Ab)	3.6—8.7	5.0—32.0	6
Dead tree	(Ab)	—	—	3



図—10 積雪と土壌凍結の状況（宗谷丘陵，F″観測地点模式図，'89. 2. 26）

Fig. 10. Snowcover and freezing of ground's surface (Souya hills, sampling site F″, schematic diagram, 2/26/89).

このような隣接した二つの林における積雪状況を，図—10に示した。広葉樹林内の平均積雪深は55 cmほどになっているが，針葉樹林内では林冠の薄い地点を中心に，不連続に積雪がみられる程度の状態になっている。その深さは，最大の箇所で，30 cmに達しているだけにすぎない。広葉樹林においては，50 cm以上の積雪があるということもあり，表土の凍結はまったく認められず，積雪下面では融雪の状態にあることが観察された。一方，積雪の少ないトドマツ林の内部においては，樹冠直下などの少積雪地点を中心に，不連続的な表土の凍結地点が観察された。ただし，これらの凍結深は約5 cmと，かなり薄いものであった。

針葉樹林内における積雪状態は，F観測地点・F″観測地点などにみられるように，少ないものであった。しかし，これらに隣接する草地の尾根筋部分などでの積雪は，ほとんど0 cmにちかい状態になっている。このような状態にくらべれば，針葉樹林内にはまだ一定の積雪がみとめられ，少積雪少移動のシーズンであっても，針葉樹林は落葉樹林より小さいが，堆雪効果をもっていると判断された。

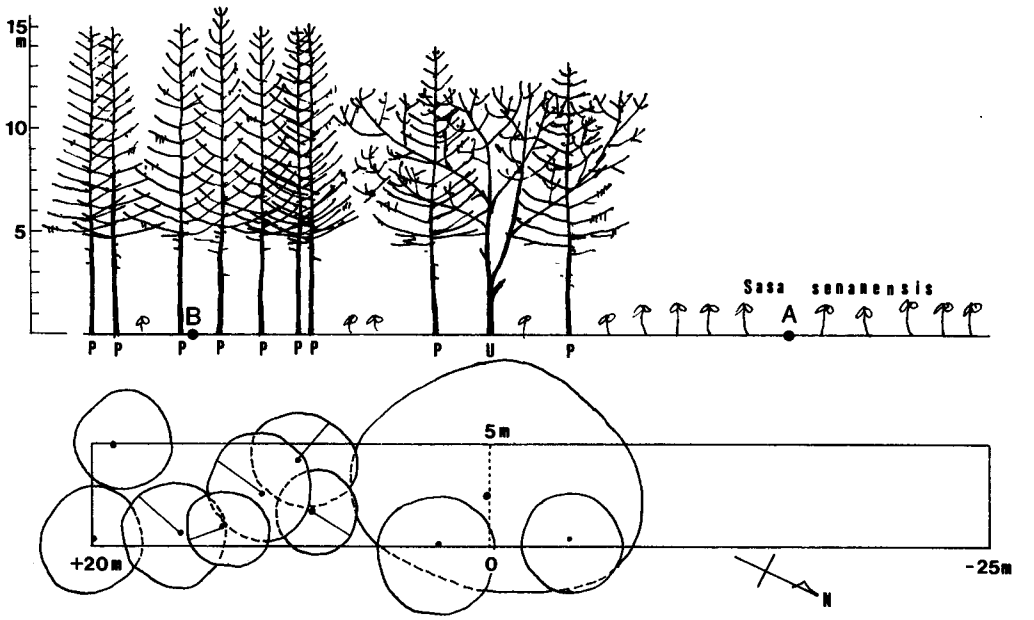
4. トイカンベツ川流域における積雪と表土の凍結

トイカンベツ川流域に新たに観測地を設けたことは，前述したように，内陸部の比較的風の弱い地点での森林内外の積雪状況などを観察しようとしたものであった。図—11と表—6は，そのA・B観測地点の状況を示したものである。A観測地点は，林縁外の無立木地のなかに設定した。林縁から15 mはなれた地点であり，植生としては高さ1.8 mのクマイザサが密生している部分である。B観測地点は，1989年に28年生になるヨーロッパトウヒの造林地

内に設定しており，林縁から15 m林内に入った地点である。ただし，実際の積雪の観測は，A・Bの両観測地点をふくむかたちで測線を延長し，森林内に30 m・林外に40 mの範囲について，5 mないし10 mの間隔でおこなった。

ヨーロッパトウヒの樹高は15 mほどであり，胸高直径は約25 cmとなっている。5 m×20 mのプロット内には，ハルニレが一本だけ混入しており，樹高は12 m・胸高直径は約40 cmであった。立木本数は，ヨーロッパトウヒだけでha当り約800本となり，ハルニレを加えるとha当り900本という密度になる。最近除伐がおこなわれたこともあり，一部には林冠の薄い箇所もみられるが，全体としては林冠の閉鎖した密な林型になっている。

図−12と表−7は，1988〜'89年にかけての冬の積雪と表土凍結の状況を示したものである。図−12と表−7には，'89年3月25日の状況を示してあるが，この時点の積雪深は，林外



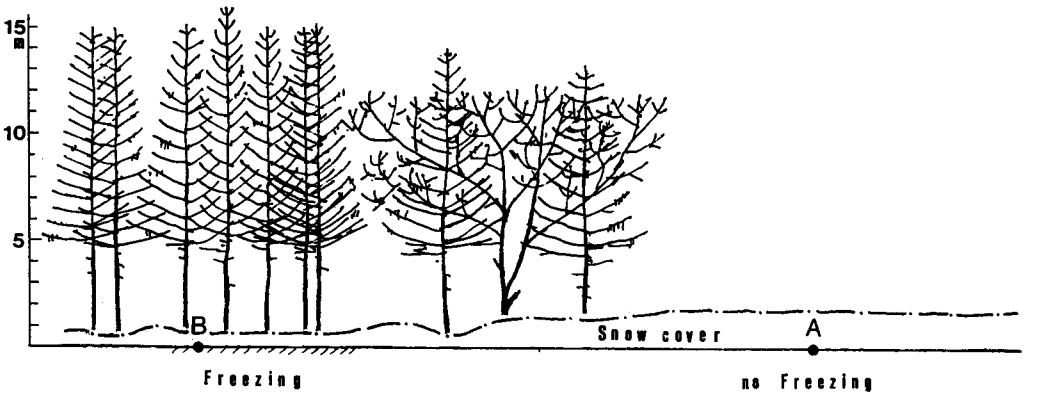
図—11　ヨーロッパトウヒ造林地と積雪の観測地点（トイカンベツ，A-B観測地点）
Fig. 11. *Picea abies* forest and snowcover sampling sites (Toikanbetsu sampling site, A-B).

表—6　トイカンベツ地区，ヨーロッパトウヒ造林地の状況（B観測地点，'89）
Table 6. Species composition of *Picea abies* forest, Toikanbetsu
(Sampling site B, '89)

Species		Height(m)	Dbh(cm)	Number
Picea abies	(P)	13—16	22—27	9
Ulmus davidiana var. *japonica*	(U)	12	40	1

で平均86 cmであり，林内の平均は40 cmとなっている。積雪水量をみても，林内の積雪は林外の半分以下になっている。表土の凍結についても，宗谷丘陵の針葉樹林と同じく，積雪の少ないヨーロッパトウヒ林の中に不連続的に認められた。凍結地点は樹冠の直下などの比較的積雪深の少ない部分であった。ただし，その凍結深は，1 cm程度とごく薄いものであった。当然のことながら80 cm以上積雪のある無立木地では表土の凍結は認められず，積雪下面での融解状況が観察された。以上のような状況から，この時点における表土の凍結をもたらす積雪深は40 cm以下になると判断された。

この地点における4月11日の積雪状況を表−7に示した。このシーズンにおけるトイカンベツの根雪の終日は4月6日であったことから，この観測は根雪の終了直後の状態にあた



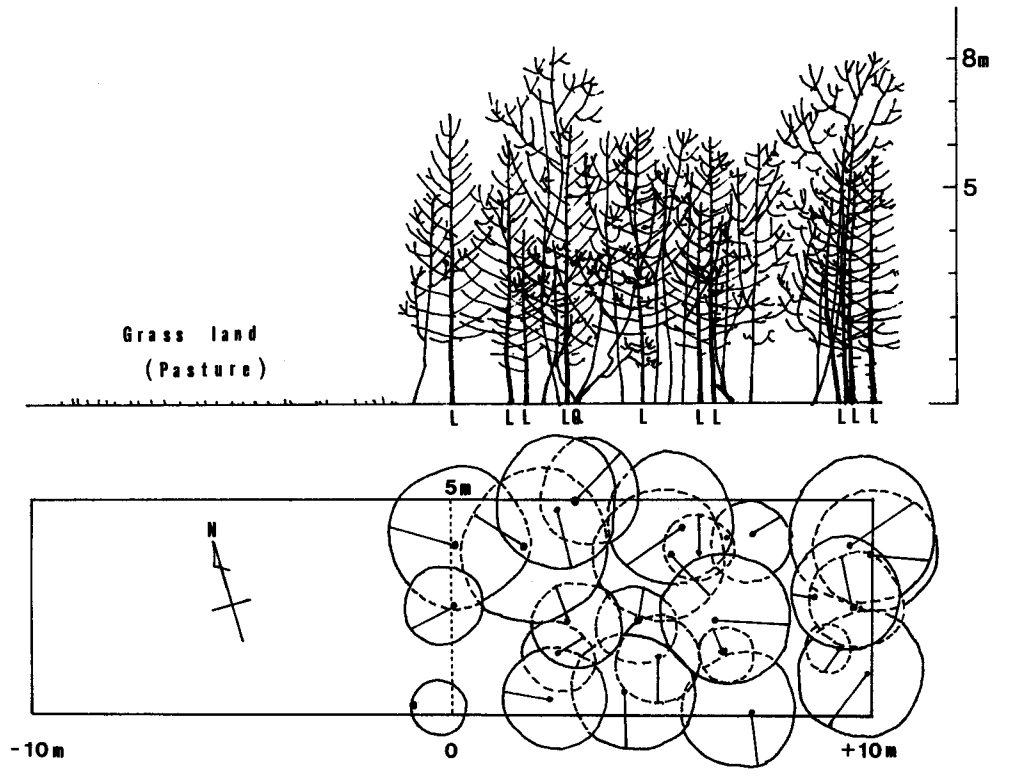
図−12　積雪と土壌凍結の状況（トイカンベツ地区，A-B観測地点，'89. 3. 25）
Fig. 12. Snowcover and freezing of ground's surface (Toikanbetsu, sampling site A-B, 3/25/89).

表−7　積雪と土壌凍結の状況（トイカンベツ地区A-B観測地点，'89. 3. 25，'89. 4. 11）
Table 7. Snowcover and freezing of ground's surface
(Toikanketsu, sampling site A-B, 3/25/89, 4/11/89)

Sampling site	D(cm)		HW(mm)		G(g/cm³)		F(Depth, cm)	
	'89. 3. 25	'89. 4. 11	'89. 3. 25	'89. 4. 11	'89. 3. 25	'89. 4. 11	'89. 3. 25	'89. 4. 11
+30m	45	0	154	—	0.34	—		
+25m	30	0	104	—	0.29	—	○ (1)	
+20m	50	0	154	—	0.31	—		
+15m (B)	31	0	104	—	0.34	—	○ (1)	
+10m	35	0	104	—	0.20	—	○ (1)	
+ 5m	46	0	154	—	0.33	—		
0	70	18	253	59	0.36	0.33		
−10m	95	37	326	154	0.34	0.42		
−15m (A)	91	29	276	119	0.30	0.41		
−20m	78	26	226	104	0.29	0.40		
−30m	83	0	276	—	0.33	—		
−40m	82	15	326	69	0.38	0.45		

る。表に示したように，3月の時点で積雪が少なかったヨーロッパトウヒ林の内部では，積雪が0 cmになっている。一方，無立木地ササ地のほうには，小凸型の地形となっていた−30 mの観測点をのぞいては，平均25 cmの積雪が認められた。弱風地点における針葉樹林内においては，無立木地にくらべて積雪量が少なくなり，それだけに消雪も早くなったことが認められた。当然のことながら，3月の時点で観察された表土の凍結も，この時点ではまったくみられなくなっている。表土の凍結といっても，それは1 cm程度のものであったために，融雪の開始と同時に，すぐに融解してしまっている。

図−13と表−8は，同じトイカンベツ地区におけるC・D観測地点の状況である。前述したように，この観測地点はA・B観測地点よりやや風あたりの強い，南西向斜面の中腹に設定している。斜面に向って左側の部分の多くが草地化されており，右側斜面の一部にカラマツの造林地が残されている。観測地点は，このカラマツ林の林縁を基点として，草地方向に15 mすすんだ地点にC観測地点，林内に15 m入った地点にD観測地点を設けている。ただし，実際の積雪観測は，A・B観測地点と同様に，C・Dの両観測地点をふくむように測線



図—13　カラマツ造林地と積雪の観測地点（トイカンベツ，C-D観測地点）

Fig. 13. *Larix kaempferi* forest and snowcover sampling sites (Toikanbetsu. sampling site, C-D).

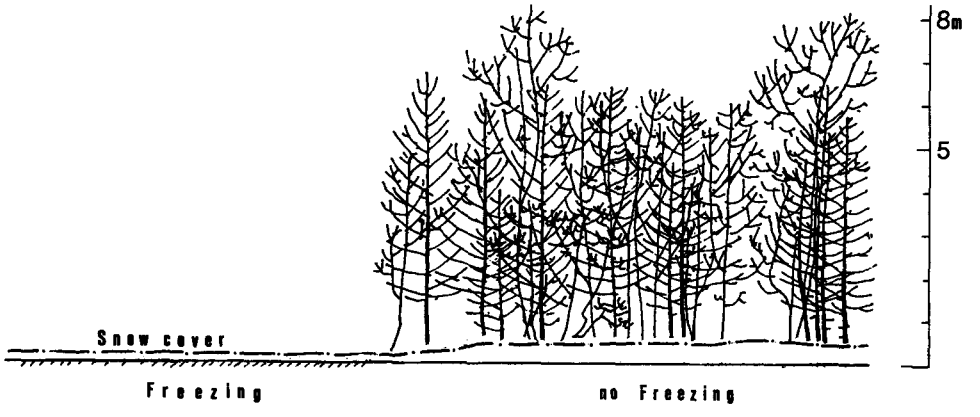
表—8　トイカンベツ地区，カラマツ造林地の状況（D観測地点，'89）
Table 8. Species composition of *Larix kaempferi* forest
(Toikanbetsu, sampling site D, '89)

Secies		Height(m)	Dbh(cm)	Number
Larix kaempferi	(L)	3.8—6.8	5.5—10.0	10
Betula platyphylla var. *japonica*	(B)	4.0—8.5	4.5—11.0	14
Quercus mongolica var. *grosseserrata*	(Q)	3.4	4.5	1

を延長し，林内方向に30 m ・林外方向についても30 m の範囲で観測をおこなった。

カラマツ林の樹種構成は表—8に示した。植栽木のカラマツは，高さ約6 m，胸高直径7.5 cm ほどの林になっている。この造林地においては，自然侵入によるシラカンバが優勢になってきており，樹高も8 m とカラマツを越えるものもでてきている。立木本数は，カラマツのみでha当り2,000本になり，これ以外のシラカンバとミズナラを加えるとha当り5,000本となり，かなり密な林になっている。このように，この林はカラマツとシラカンバの混交林になっているが，両樹種とも冬期には落葉してしまうことから，常緑針葉樹林と対比される落葉樹林の事例として位置づけることができる。

図—14と表—9は，この観測地点における1989年3月25日の積雪と表土凍結の状況である。図示したように，この観測地点では，Bのヨーロッパトウヒ林内の観測地点とは逆に，林内のほうの積雪深が大きい状態になっている。積雪深では，林内は隣接する草地の二倍ちかい値になっており，積雪水量でもほぼ2倍の値になっている。表土の凍結は草地部の全域でみとめられたが，その深さはここでも1 cm 程度のものであった。表土凍結の有無をわける積雪深は，A・B観測地点同様に，約40 cm と判断された。



図—14　積雪と土壌凍結の状況（トイカンベツ，C-D観測地点，'89. 3. 25）
Fig. 14. Snowcover and freezing of gnound's surface. (Toikanbetsu, sampling site C-D, 3/25/89).

表—9　積雪と土壌凍結の状況（トイカンベツ地区，C-D観測地点，'89. 3. 25）
Table 9. Snowcover and freezing of ground's surface
(Toikanbetsu, sampling site C-D, 3/25/89)

Sampling site	D(cm)	HW(mm)	G(g/cm³)	F(Depth, cm)
+30m	50	129	0.26	
+20m	50	179	0.36	
+15m (D)	55	179	0.33	
+10m	53	204	0.38	
+ 5m	50	154	0.31	
0	43	154	0.36	○ (1)
−10m	28	79	0.28	○ (1)
−15m (C)	25	104	0.42	○ (1)
−20m	25	104	0.42	○ (1)
−30m	25	104	0.42	○ (1)

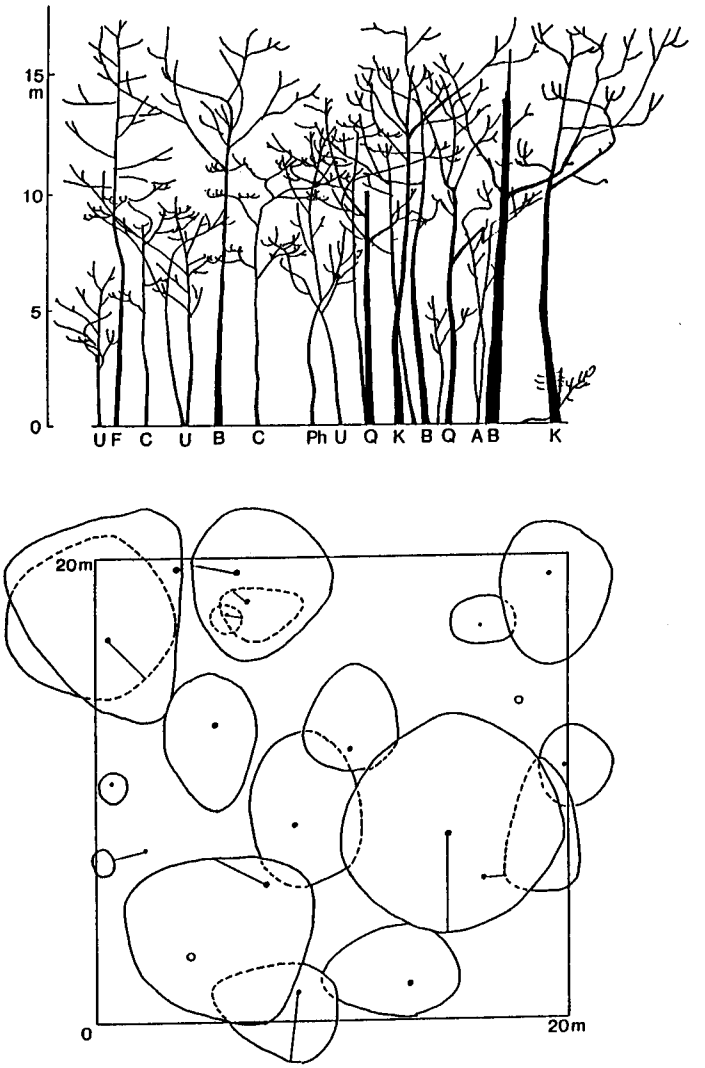
この観測地点は，A・B観測地点とくらべればやや風当りの強い地点ではあるものの，宗谷岬などの1/3以下と，相対的には風の弱い地点とみることができる。また，この冬は例年よりも強風の少ないシーズンでもあった。このような状況下にあっても，広葉樹林（落葉樹林）は無立木地にくらべて，多くの積雪をたくわえることができるものと判断された。トイカンベツ地区における積雪量の大きさは，落葉樹林＞無立木地＞常緑針葉樹林の順になった。

5. ドウラン川流域における積雪と表土の凍結

表−10は，ドウラン川流域における1989年2月27日の時点の積雪と表土凍結の状況である。　前述したように，A観測地点は上流域尾根部の草地内にのこされた広葉樹林のなかに，B・C観測地点はその草地内に設定してある。D観測地点は斜面中腹の混交林のなかに，E観測地点は谷底の氾濫原内に設定した。AとD観測地点の森林の状況は図−15・図−16のようになっている。A観測地点の森林は0.5 haほどの小林分であり，ダケカンバ・ハリギリ・ミズナラなどを主とした広葉樹からなりたっている。針葉樹は，被圧されたトドマツが一本みられるだけである。樹高は約17 m，立木本数はha当り500本ほどの密度になっている。立

表—10　積雪と土壌凍結の状況（ドウラン川流域，'89. 2. 27）
Table 10. Snowcover and freezing of ground's surface
(Dorangawa, 2/27/89)

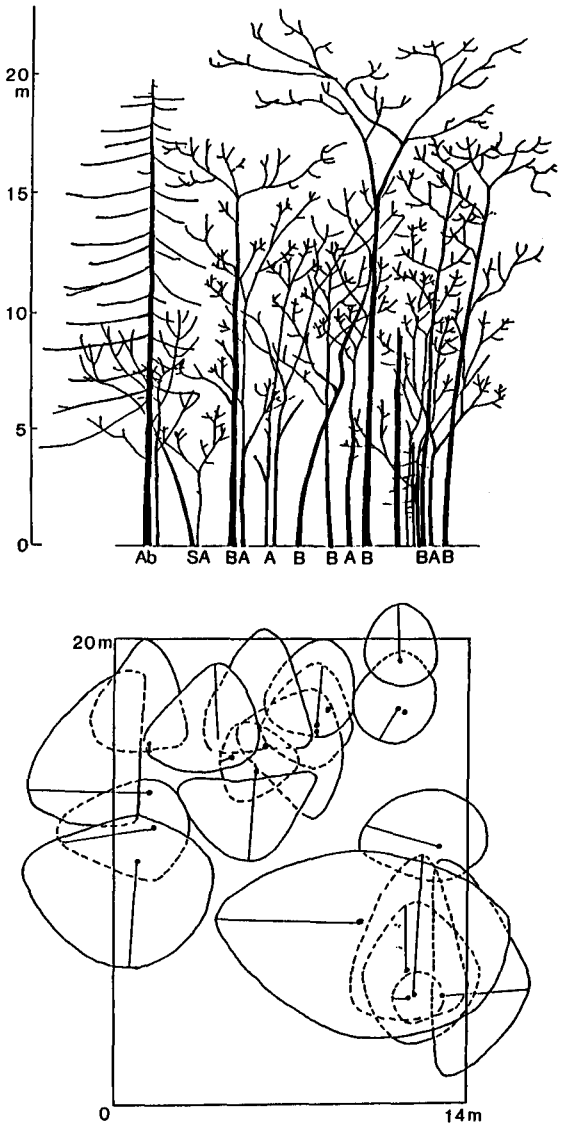
Sampling sites	D(cm)	HW(mm)	G(g/cm³)	F(Depth, cm)
A	74	238	0.32	
B	6	—	—	○ (4)
C	0	—	—	○ (10)
D	71	242	0.34	
E	92	317	0.34	



図—15 ドウラン川流域の草地内林分（A観測地点）
Fig. 15. Forest in grassland area (Dorangawa, sampling site A).

木本数は比較的少ない状態になっているが，これは強風地帯の尾根部にのこされていた小面積の森林であったため，枯死木や風倒木の発生などによって減少してきたものである。D観測地点は，ダケカンバとベニイタヤが優占した林であり，この二種で全体の70%を占めている。このほかには，ナナカマドとトドマツが混入し，広葉樹類の多い針広混交林の一部である。立木の密度はha当り700本である。この一帯においては，過去に伐採・収穫された経緯があり，原生状態よりかなり立木本数を減じた状態にある森林とみることができる。樹高は約20mと，谷方向に下った分だけ，A観測地点の森林よりはやや高くなっている。

前に述べたように，1988～'89年にかけての冬は，暖冬であり，少雪・少積雪移動のシー



図—16　ドウラン川流域中腹部の林分（D観測地点）
Fi2. 16. Forest at intermeditate point on slope (Dorangawa, sampling site D).

ズンであった。ドウラン川流域の積雪は，例年ならば100～200 cm の積雪がみられていたが，この冬期では70 cm から 90 cm とその半分程度の積雪となっている。ただし，尾根部から斜面の中腹，そして谷底にかけて多くなるという，積雪の分布状況は例年とほとんど変っていない。

また，上流域の尾根部においては，B・C観測地点にみられるように，草地部はほぼ0 cm にちかい積雪になっていた。これにくらべて，広葉樹林内のA観測地点では，70 cm をこ

える積雪が認められた。例年においては100～150 cmの積雪が観測された地点であるので，それにくらべれば半分ちかい積雪深にはなっているものの，草地部にくらべれば多くの積雪がたくわえられていたことになる。これまでの観測結果を総合してみると，A観測地点のような広葉樹林は，多積雪多移動のシーズン・少積雪少移動のシーズンともに，無立木地と比較して，かなりの堆雪効果を発揮しているものと判断された。

表土の凍結は，例年と同様に，草地内のBとC観測地点で認められた。ただし，その深さは，4 cm及び10 cmと比較的浅いものであった。A観測地点の広葉樹林内では，表土の凍結は認められず，積雪下面での融雪が観察された。この流域における表土の凍結と積雪深との関連については，凍結地点と非凍結地点の間の積雪深が6 cmから71 cmとかけはなれているため，その境目となる積雪深の判断は困難であった。本シーズンの状況と，これまでの観測資料からすると，40 cm当りがその境目になっているものと考えられた。

6. 積雪および冬期の水動態にたいする森林の効果

1988～'89年のような暖冬で，少雪・少積雪移動のシーズンにおいても 宗谷丘陵のサンナイ川流域や中川町ドウラン川流域にみられるように，積雪量は山腹斜面や谷底にむかうほど大きくなり，尾根部では極端に少なくなっていた。このようなシーズンの積雪も，基本的には地形に大きく影響されており，このことは例年の観測結果とも同じであった。また，ほぼ0 cmにちかい積雪となる尾根部においても，そこに森林が存在すれば，森林内に多くの積雪がたくわえられることも例年同様に観察された。

ただし，例年ならば針葉樹林・広葉樹林ともに，周辺の草地や孔状の無立木地にくらべて多くの積雪がみられたのにたいして，このシーズンにおける常緑針葉樹林内の積雪量はかなり少ないものになっていた。宗谷丘陵の事例では，積雪深が0 cmにちかい尾根部の草地とくらべれば多いが，広葉樹林にくらべればその1/2から1/3と極端に少ない値になっていた。このような積雪状況は，弱風地帯のトイカンベツ地区でも顕著に観察され，常緑針葉樹林内は無立木地の半分以下の積雪になっていた。このような状態から，これまで本州の常緑針葉樹林や北海道の内陸地帯の常緑針葉樹林などで観察されてきた結果と同じように，弱風の条件下における常緑針葉樹林内の積雪は，その周辺部より少なくなることが確かめられた。したがって，強風地帯において大量の積雪をたくわえることが可能な常緑針葉樹林も，弱風で少積雪少移動のシーズンには，その堆雪量が逆に少なくなるということも確かめられた。

しかし，このような少積雪少移動のシーズンにおいても，宗谷丘陵のD観測地点やF"観測地点，トイカンベツ地区のD観測地点，ドウラン川流域のA観測地点のような落葉樹林内には，例年同様に多くの積雪が認められた。これは，カラマツや広葉樹類による耕地防風林の堆雪状況などと同じ状況である。したがって，落葉樹林は，どのような積雪状況・積雪移動の状況においても，結果的には大きな堆雪効果を発揮することになるものと判断された。

これまでの観察結果を総合すると，多積雪多移動の地域および多積雪多移動のシーズンには，"常緑針葉樹林・落葉樹林＞無立木地"といった積雪状況になると考えられる。常緑針葉樹林と落葉樹林との相異については，宗谷丘陵の観察ではやや落葉樹林のほうが多くなるように思われるが，両観測地が少し離れていること，現在のところあまり大きな差は認められないことから，その判断はむずかしい。F″の針葉樹林と広葉樹林の隣接した地点での観測などから，その相異などが明らかになるものと考えられる。

一方，少雪・少移動の地域およびそのようなシーズンにおいては，常緑針葉樹林は無立木地よりも積雪量が少なく，また落葉樹林は無立木地よりも積雪量が多くなっている。このようなことから，積雪の量は"落葉樹林＞無立木地＞常緑針葉樹林"の順になると判断された。また，このような状況下においては，常緑針葉樹林内の堆雪量は少ないものの，尾根部の草地などにくらべれば，まだ多くの積雪をたくわえている。このような地点においては，常緑針葉樹林であっても，その堆雪効果が期待できるものと判断された。

表土の凍結についてみると，例年では約50 cmの積雪が，その発生を左右するものとみられてきたが，1988～'89年のシーズンでは，宗谷丘陵で約20 cm・トイカンベツ地区などでは約40 cmと判断された。暖冬であったことの影響と思われるが，例年より10～30 cmも少ない値になっている。これらの凍結は，尾根部の草地付近と少積雪の常緑針葉樹林内で観察されたが，その深さは10 cm以下とかなり浅いものであった。このような浅い凍結は，融雪の開始とともに消失してしまった。これらの凍結は冬期間の積雪下面からの融雪とその浸透には若干の影響を与えたとしても，春期の融雪水の浸透にはほとんど障害とはならない。

これまでの報告[2,5,6,11]では，厳冬期においても積雪下面では融雪があり，その量は冬期の流量の半分以上にもなるとされている。そうであるとするならば，冬期間に表土の凍結が発生するということは，その地点での冬期の浸透水がなくなり，また春期の融雪水も浸透しにくい条件がつくられることになる。今シーズンのような暖冬の場合には，冬期でも一時的融雪流出があるとみられ，冬期の渇水という面では問題にならなかったとしても，例年のような寒冷なシーズンでは，森林の堆雪効果は冬期間の水分の動態にたいしても，大きな影響をもたらすものと考えられた。

以上のことから，少雪少移動のシーズンにおいても，落葉樹林はもちろん常緑針葉樹林も一定の堆雪効果を発揮し，強風寒冷地において森林が存在するということは，どのような条件下でも堆雪と水分移動にたいしてほとんどマイナスの方向に作用することはないことが明らかになった。ただし，1988～'89年冬のように積雪量やその移動にかなりの変化が発生するシーズンが必ずしも暖冬になるとは限らず，寒冷なシーズンになるということも考えられる。このような状況をも考えると，森林は常緑針葉樹林より落葉樹林・針広混交林の方が，より効果的なものになるであろうと考えられた。

しかし，弱風と強風に関する定量的な問題，それらに見合ったより効果的な森林の構造な

どは今後の課題となっている。一方，宗谷丘陵のような厳しい環境条件下での森林の造成や維持の方法自体がまだ未確立な段階にあり，これらも含めた課題は，これから農用地やレジャー用地として山地の利用がおこなわれる場合や，国土保全あるいは水源確保をすすめていくうえでの重要な課題になる。

文　献

1) Fujiwara Koichiro (1985) : Studies on a Planting Indicatior of Forest Land Covered with Heavy Snow. 北大演研報, **42**-4, 769～784
2) 藤原滉一郎 (1989) : 札幌の積雪下面融雪量. 日本林学会北海道支部論文集, 37, 183～185
3) 小林誠吾 (1923) : 十日町林内外気象比較観測の成績. 森林観測所特別報告, 9, 1～78
4) 小林大二他 (1979) : 雪の堆積論II—落葉樹防風林の防雪効果—. 低温科学 物理篇, 38, 53～61
5) 小島賢治 (1979) : 融雪機能と熱収支. 気象研究ノート, 136, 1～38
6) 小島賢治 (1982) : 低温多雪地域の冬期間積雪下面における融雪量—時間変化と年による差異—. 低温科学 物理篇, 41, 99～107
7) 片岡健二郎 (1948) : 林相別による積雪深について. 雪 (林試雪害研) 1, 1～8
8) 片岡健二郎 (1950) : 林相別による積雪深について. 雪 (林試雪害研) 2, 24～30
9) 片岡健二郎 (1951) : 林相別による積雪深について. 雪氷, 26～29
10) 増田　久夫他 (1977) : カラマツ林の雪害について. 88回日本林学会大会発表論文集, 363～364
11) Motoyama Hideaki (1986) : Studies of Basin Heat Balance and Snowmelt Runoff Model. Contrib. Inst. of Low Temp. Sci., A 35. 1～53
12) 日本気象協会北海道本部 (1983～1989) : 北海道の気象. **27**-10～**32**-4
13) 野堀　嘉裕 (1987) : 天然林における林相改良のための施業に関する基礎的研究. 北大演研報, **44**-1, 1～122
14) 斎藤　満 (1981) : 針葉樹樹冠下と林内孔状地における積雪の調査例. 昭和56年度林業技術研究発表大会論文集 (北海道), 75
15) 笹　賀一郎他 (1989) : 森林の強風地における堆雪効果. 北大演研報, **46**-4, 801～828
16) 四手井綱英・片岡健二郎 (1950) : 林相による積雪深の変化(1). 雪と生活, 2-7, 5～8
17) 四手井綱英 (1950) : 林相による積雪の変化(2). 雪と生活, 2-8, 1～8
18) 四手井綱英 (1955) : 森林による積雪の変化. 雪氷の研究, 2, 195～201

Summary

The distribution of snowcover in the mountain areas of the northernmost part of Hokkaido was investigated to clarify the influence of forests on snowcover and the movement of meltwater in the thawing period. The areas in question are characterized by strong westerlies and cold temperatures in the winter season (*e. g.* the maximum wind velocity and the minimum temperature in the winter of 1985 in the Souya hills were 32.0 m/sec and −20℃, respectively). In the winter of 1988 (from October in 1988 to April in 1989), however, the temperature of this region was high compared to average winter temperatures and the degree of snow movement by wind was small. The purpose of this study is to examine the influence of forests on the accumulation of snow, the ground's freezing and the melting of the bottom layer of the snowcover during this mild winter.

Two stuby areas were selected for the investigation of windy sites. One is the Sannai-gawa basin in the Souya Hills and the other is the upstream area of the Doran-gawa basin in Nakagawa Town. The same investigation was also carried out in the forests near Toikanbetu town where the influence of wind on the accumulation of snow was weak.

The weather in northern Hokkaido during the period of observation was different from average winters in the following ways: 1) Monthly mean temperatures were 4-5℃ higher; 2) The snowcover of this region (130-160cm deep in usual winters) was 50-60cm less; 3) the period of continuous snowcover was 15-45 days shorter; 4) The days on which strong winds blew were few. At the Souya hills, for example, the number of days whose mean wind velocity exceeded 10m/sec decreased from 48.2 (an average winter) to 22 (the winter examined). Because of these weather conditions, there was little snow movement and drifting in the winter examined. The results of the investigation are summarized below.

Just as in an average winter, the accumulation of snow in this mild winter was also influenced by the topographic features of the study area. There was only a very small quantity of snow on the hilltops, but the amount of snowcover increased on lower hillside slopes and at the bottoms of valleys. On the grassland area of hilltops subject to strong winds, the amount of snow cover was close to 0cm. On the other hand, there was much snowcover in the forested part of hilltops adjacent to the grassland areas. This finding indicates that forests have the effect of allowing the accumulation of snow even in winters in which there is little snow movement and drifting. In evergreen coniferous forests at windy sites, although a large amount of snow is present in ordinary winters, there was only a small amount of snow in the winter examined, this amount being about half of that in deciduous forests. As for the coniferous forests not affected by strong winds, the amount of snow was not only less than that in deciduous forests but also less than that at sites not covered by forests. From the results of the field investigations on the accumulation of snow, it was determined that, in windy districts and/or in winters with strong winds, the amount of snowcover decreases in the following order: deciduous forests>evergreen coniferous forests>sites without forests. On the other hand, at locations not affected by strong winds and/or in winters with weak winds, the amount of snowcover was found to decrease in the following order: deciduous forests>sites without forests>evergreen coniferous forests.

In the mild winter examined, the ground's freezing was also recognized on hilltops with a small amount of snowcover where grassland and evergreen coniferous forests occurred. The freezing zone, however, was less than 10cm thick and its development was limited to only a shallow zone on the soil surface. This zone, however, disappeared with the beginning of thawing and did not affect the percolation of meltwater. Under the influence of this mild winter, the thickness of snowcover required to cause the ground's freezing was less than 40cm, which is 10cm lower than that observed during normal winters.

Taking the occurrence of mild winters and winters having little snow movement into account, deciduous or mixed forests can be considered to be more suitable than evergreen coniferous forests in regard to allowing the accumulation of snow.