



Title	森林の強風地における堆雪効果
Author(s)	笹, 賀一郎; SASA, Kaichiro; 藤原, 滉一郎 他
Citation	北海道大學農學部 演習林研究報告, 46(4), 801-828
Issue Date	1989-08
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/21306
Type	departmental bulletin paper
File Information	46(4)_P801-828.pdf



森林の強風地における堆雪効果

笹 賀一郎* 藤原滉一郎* 佐藤 冬樹*

Forest Influence on Snow Accumulation at Strong Wind Location

By

Kaichiro SASA*, Koichiro FUJIWARA*,
and Fuyuki SATO*

要 旨

この報告は、積雪寒冷地における冬期の地表付近の水動態に及ぼす森林の影響を解明する研究の一部である。

森林は、積雪の風による二次的移動を抑制し、そのことが、土壤凍結の進行も抑制するだろうという仮説を設け、もっとも典型的にこの現象が出現すると考えられる強風地域を日本最北端の宗谷丘陵と北海道北部の内陸山地の中川町に選び、積雪状態の観測を行った。

山地流域の積雪量は、小流域でも大きく変化し、尾根部では少なく山腹斜面から谷にかけて大きくなる。積雪量は、このように地形要素の影響が大きいが、森林も積雪を多く貯留する効果をもっており、とくに尾根部においてその効果が著しい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、森林内においては凍土層の発達はなく、冬期間の水分供給により土壤の乾燥も防止されていることから、融雪期の地表水もすみやかに吸収され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、50 cm ほどであればよいと判断された。

以上の事からも、積雪寒冷地域の強風地における土地利用と保全については、森林は大きな役割をはたすものと考えられた。

キーワード： 強風寒冷地、積雪分布、表層凍結、積雪下面融雪、森林の効果。

1989年2月28日受理 Received February 28, 1989.

* 北海道大学演習林

College Exp. Forests, Facul. of Agr. Hokkaido Univ.

目 次

はじめに	802
1. 積雪の観測方法および観測地の概況	803
1) 強風地における積雪の観測	803
2) 観測地の概況	804
i) 宗谷丘陵サンナイ川流域	804
ii) 中川町ドウラン川流域	807
2. サンナイ川における積雪の状況	807
1) 積雪の観測地点と森林の状況	807
2) 流域における積雪の分布	811
3) 森林の有無による積雪の変化	813
3. ドウラン川における積雪の状況	815
1) 積雪の観測地点と森林の状況	815
2) 積雪の分布と森林の影響	819
4. 積雪及び冬期の水動態に対する森林の影響	822
1) 強風地域における森林の堆雪効果	822
2) 冬期の水動態に対する森林の効果	824
まとめと今後の課題	825
文 献	826
Summary	827

はじめに

積雪寒冷地における冬期の水動態については、小島・小林・東等の研究があるが^{15,17,19)}、まだ十分解明されていない。水需要が大きくなり渇水期の一つである厳寒期の水動態を解明し、水需要への対応策を具体化することは、森林保全の立場からも大きな課題である。

森林の存在と積雪深との関連については、本州地方の多雪地帯で単木下の積雪状況の調査や各種の林相による積雪状況の相異などについての調査が行われてきた^{10,11,12,18,31,32,33)}。これらの調査においては、林内のほうが無立木地にくらべて積雪量が少なくなるという結果になっている。また、北海道内においても造林地の保残木下の積雪調査や針葉樹林内と孔状地における積雪の比較調査などがおこなわれ、いずれも林内のほうが積雪量が少なくなるという結果になっている^{2,25,26)}。たしかに、北海道内においても、針葉樹林内などで積雪深が相対的に少なくなっているということは良く見られる現象である。ただし、これらの現象は比較的風の弱い内陸部などで観察されるものであって、北海道北部などの強風地帯ではかならずしもこのようになっていないようにおもわれる。一部には、林内の積雪量のほうが草地内にくらべてある程度多くなるという報告もみられるが²³⁾、これらは北海道の十勝地方での調査によるものであり、とくべつの強風地域でもなく降雪量も少ない地方なので、その差はあまり判然としていない。したがって、本研究では、強風地帯における山地流域と、そこにおける森林内外の積雪状

況をまず明らかにしようとした。

また、北海道のような寒冷地においては、冬期に土壌の凍結が発生する。積雪深と土壌凍結との関連については、少雪地域の山地斜面においては70~80 cmが土壌の凍結しない最少積雪深であるという報告もあるが²¹⁾、一般には15~20 cmとされている^{4,9)}。しかし、北海道北部のような強風・寒冷地ではどうなっているのか、森林の有無はそれらにどのような影響をあたえているのかといった点については、まだ明らかにされていない。このことが本研究で明らかにしようとした第二の点である。

北海道北部地域のような強風・寒冷地の土地利用については、気象条件などをはじめとした環境条件の解明と、それらにたいする有効な対応策の検討が必要である。そのなかでも、冬期における積雪状況や水の動態・森林の機能についての解明は、さけてとおることのできない問題である。また、これらに関する研究は、強風寒冷地における水資源の問題や、そこにおける森林の存在意義とその造成方法などに関する基礎的な資料をもあたえてくれるものと考えられる。したがって、本研究は、一面では、強風・寒冷地域における土地利用と保全のための基礎的な研究としても位置づけられる。

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・1988年)によるものである。また、北海道大学中川地方演習林では、経営試験の一環として、1985年よりこの種の観測を開始している。本研究における中川町地区の資料は、その成果によるものである。本報告をとりまとめるにあたり、ご協力をいただいた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・中川町の関係各位に心より感謝の意を表す。

1. 積雪の観測方法および観測地の概況

1) 強風地における積雪の観測

本研究の課題の一つは、強風地における流域の積雪状況と森林の影響を明らかにすることであるために、調査地もそれらの現象が極端なかたちで観察できると思われる地域にもとめている。図-1に示したように、日本の最北端に位置し、日本海とオホーツク海からの強風が吹きぬける宗谷丘陵と、内陸部においても季節風が直接つきあたる中川町の西側山地の上流部を主な調査地として設定した。

山地における積雪の分布については、山地小流域を対象とした調査や^{1,22,35,36)} 山地の微地形と積雪の関係などをはじめ多くの調査がなされている^{7,8,13,14,29)}。これらによると、積雪の量は地形とその時々風の風向・風速などの気象条件にかなり左右されているといえそうである。このようなことから、本観測においては、まず流域全体における積雪分布を把握し、それをふまえたうえで森林の有無による差異を検討しようとした。したがって、積雪の観測地点を、流域全体の状況を大まかに把握できるよう、尾根部から斜面の中腹・谷底にかけて設定し、そのな

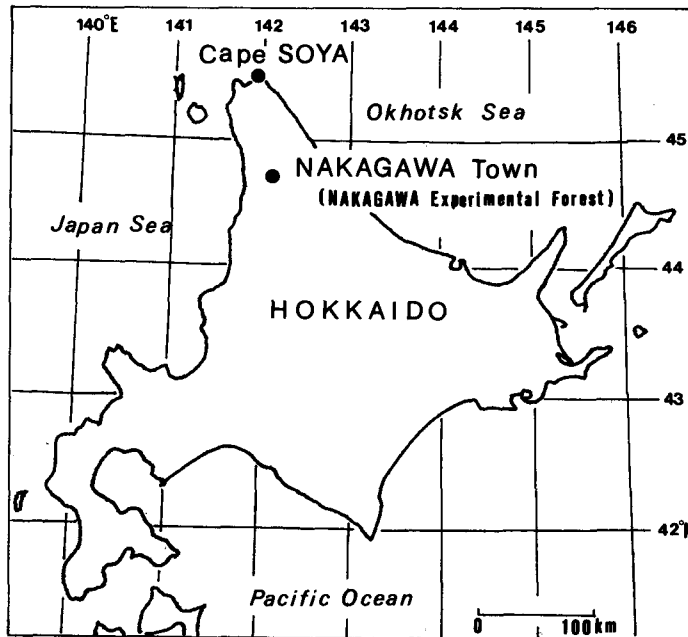


図-1 調査対象地

Fig. 1. Locations of investigated area.

かに森林と無立木地の状態を同じ条件で比較できるような観測地点を選定した。宗谷丘陵においては、最北端にちかく、大規模草地造成中の区域を流下するサンナイ川流域を、中川町においては北海道大学中川地方演習林の森林と一部に中川町の大規模草地をふくむドウラン川流域を選定した。

積雪状態の観測は、須賀製作所製の断面積 20 cm^2 の長尺型採雪器(スノー・サンプラー)をもちいた。一測点につき、できるだけ3回以上のサンプリングをおこない、積雪深と重量を測定した。それらの平均値から、積雪水量と密度を算出している。表土が凍結しているようなところについては、サンプラーを押しこんだときの感触でも判断できるが、信頼できない場合にはサンプラーを強く押しこんで表土まで採取したり、一部では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状態などを観察した。

積雪の観測時期については、これまでの気象資料から、もっとも積雪深が大きくなると思われる2月下旬から3月上旬までの間を設定した。また、ドウラン川流域については、定点を設け、一ヶ月に2~3回の頻度で一冬期をとおした観測を行った。

2) 観測地の概況

i) 宗谷丘陵サンナイ川流域

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の急崖をなしているが、その上部はゆるやかな円みをもつ丘が波状に

つらなっている。丘陵全体の標高は20~200 mほどになっているが、調査地のサンナイ川流域での頂部は100 m程度である。これらの地形は、周氷河環境下での斜面形成によって形づくられたものとされている。

サンナイ川は、このような丘陵の一部を北流する小河川で、宗谷岬にちかい、日本最北端の河川の一つとなっている。流路延長は約3 kmで、流域面積は約3.8 km²である。比高は、日本海への流入点の0 mから、源頭部の約100 mとなっている。丘陵地形はこのような小河川によって細かく解析され、中・下流部の谷底平地は10~20 mの幅があり、その中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度前後の急崖になっている。

この地域のかつての植生は、針広混交の天然林が存在し、林床の大部分はクマイザサ・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などが点在していたとされている。しかし、1911年(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、現在は大部分ササ地で、一部に前述の草原状の植生が介在している。森林は、深い沢の谷壁斜面などに、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ツなどの植栽もこころみられてきたが、つぎに述べるような気象条件の厳しさなどから、ほとんど成林にはいたっていない。このような広大なササ地においては、1984年より広域農業開発事業として、大規模草地の造成が行われている。

宗谷岬気象観測所の資料によると²⁴⁾、この地域の気象は、年平均気温が5.7℃、8月の月平均気温が17.8℃、年降水量は1,020 mmとなっている。また、最低気温の極値は-20℃である。1951年から1977年の間の平均値では、降雪の初日が10月27日・終日が4月30日であり、11月から3月の月平均気温はマイナスとなっている。

この地域の気象の特徴は、地形が起伏のすくない台地状の丘陵地帯になっていることから、四季をとおして強風の日が多いということである。農用地開発公団のとりまとめによる資料の一部を表-1に示したが、冬期の月平均風速が6~10 m/secで、瞬間最大風速が20 m/secをこえることもある。冬期の季節風の方向(WNW~NNW)と強風の方向とはかならずしも一致しておらず、一例として、図-2に1986年1月と2月の風向を示したが、強風の風向は全方位に認められる。このような強風の状況から、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点も出現する。

サンナイ川はこのような条件下に位置する小河川の一つであり、流域面積も全体の積雪状態をサンプリングによって把握するうえでも適当な大きさになっている。また、この流域での草地造成は完了しており、流域内には比較的大きな天然林がのこっているなどして、森林内外の積雪状況の比較も可能な条件をそなえていることなどが、サンナイ川を調査流域として設定した理由となっている。

表-1 宗谷丘陵の冬期の風

Table 1. The wind during the winter at Soya hills

Point of weather observation	Month	1983~1984 Winter				1984~1985 Winter			
		Average Wind Velocity (m/sec)	Wind Direction with Max. Frequency	Maximum Wind Velocity (m/sec)	Direction of the strongest wind	Average Wind Velocity (m/sec)	Wind Direction with Max. Frequency	Maximum Wind Velocity (m/sec)	Direction of the strongest wind
SOYA observatory (26m above sea level)	10	9.4	WNW	20.0	NW	9.1	WNW	32.0	—
	11	8.6	WNW	21.0	N	10.3	WNW	22.0	NW
	12	8.4	ENE	23.0	NW	8.5	NNW	20.0	WNW
	1	8.5	ENE	28.0	NW	7.3	NNW	21.0	E
	2	8.4	NNW	16.0	NNW	7.4	NW	21.0	NW
	3	7.0	NW	19.0	SES	7.4	WNW	17.0	WNW
	4	7.1	ESE	16.0	E	6.4	SW	19.0	SW
TENPOKU (67 m above sea level)	10	7.4	WNW	17.6	SW	8.1	WNW	21.3	—
	11	7.4	WNW	19.9	NNW	9.4	NW	19.8	W
	12	7.6	WNW	19.7	NW	7.6	NW	18.2	WNW
	1	8.1	ENE	27.0	NW	7.1	NNW	23.6	NEW
	2	7.9	NNW	18.1	NNW	6.7	NW	19.3	ESE
	3	6.7	WNW	21.0	E	6.9	WNW	16.7	SSW
	4	6.9	SW	17.6	E	6.2	WSW	20.0	WSW
MARUYAMA (157m above sea level)	10	4.1	W	10.3	SSW	4.1	W	14.7	W
	11	4.0	W	11.1	NW	4.6	WNW	11.1	NW
	12	3.9	NNE	10.6	WNW	3.9	W	10.7	W
	1	4.7	ENE	17.8	NW				
	2	5.2	NNE	12.6	NNW				
	3	4.3	NNW	12.7	E				
	4	4.0	E	11.8	E				

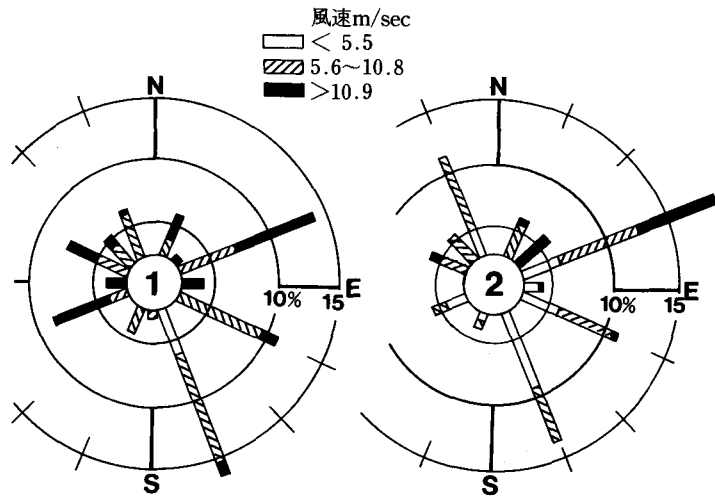


図-2 宗谷丘陵の冬期の風 (1986年1月・2月, パイロット牧場)

Fig. 2. Wind diection and velocity at Soya hills (Jan. and Feb. 1986).

ii) 中川町ドウラン川流域

中川町ドウラン川流域は、日本海側からは25 km、オホーツク海側からは約40 kmのところであり、北海道北部地方の内陸部に位置している。また、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あっており、標高はもっとも低い天塩川の河岸で約20 m、高いところではペンケ山716 m・パンケ山630 mなどとなっている。ドウラン川はこのような山地に属する天塩川水系の小流域であり、幹川流路長は約4 km、流域面積は約3.6 km²となっている。この流域でもっとも標高のたかいところは、源頭部の約380 mである。

この地域の植生は、トマツにミズナラ・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先した植生になっている。ドウラン川流域の全体は、北海道大学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。

中川気象観測所の資料によると²⁴⁾、年平均気温は5℃、8月の月平均気温19.1℃、1月の月平均気温は-9.8℃であり、年降水量は1,406 mmとなっている。最低気温の極値は-37℃であり、前述の宗谷岬の値よりも低く、気温の面でも内陸的な傾向を示している。長期積雪の期間は、11月下旬から4月下旬であり、平地での最大積雪深は1.5 m位になる。

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、調査地域は標高200 m以上の高所に設定しているため、この区域は天塩川から吹き上げてきた風が直接にぶつかってくる局所的強風地帯になっている。したがって、この流域の尾根部無立木地でも、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。

このように、ドウラン川流域の調査区域は、内陸部にあってもかなりの強風地になっている。また、前述のようにドウラン川流域の面積は、尾根部から谷底にかけての積雪サンプリングに手ごろな大きさにもなっている。さらに、上流域の一部は草地化され、そのなかには牧野林として天然林の一部ものこされており、ほぼ同じ条件で森林内外の積雪状況を比較できる条件もそなえている。以上のようなことが、ドウラン川の上流域を北海道北部地方の内陸部における調査地として設定した理由となっている。

2. サンナイ川流域における積雪の状況

1) 積雪の観測地点と森林の状況

図-3は、宗谷丘陵における調査地であるサンナイ川流域と積雪の観測地点を示したものである。この流域については、図中にAからJで示したように、合計11箇所の観測点を設定した。

A・B地点は標高約70 mで、丘陵の尾根部にあたる部分であり、A地点はその頂上部に、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50 mで丘陵斜面

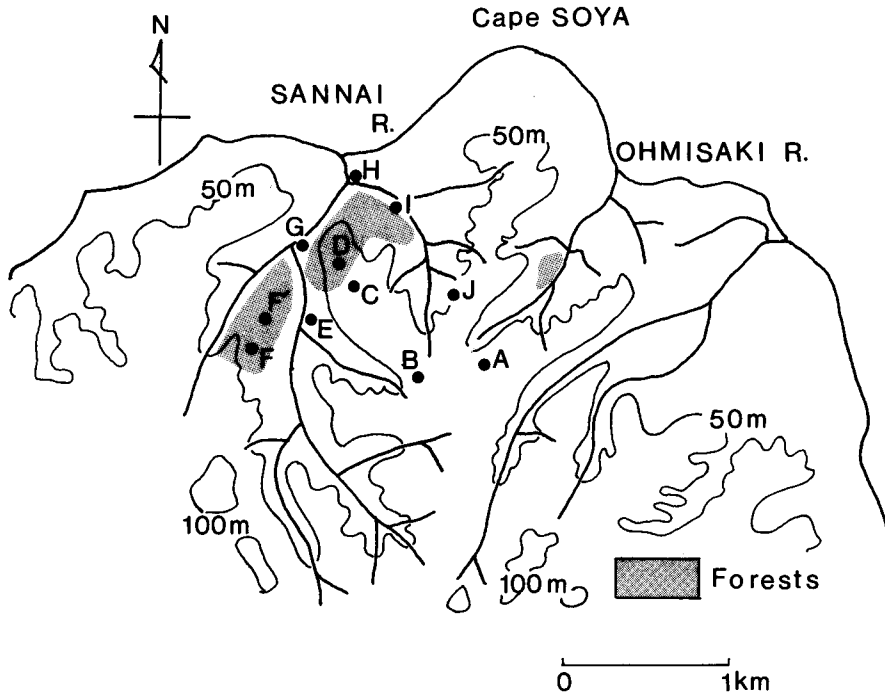


図-3 宗谷丘陵サンナイ川流域と積雪の観測地点

Fig. 3. Sannai River basin and sampling sites of snowcover (Soya hills).

の中間部に位置し、谷壁の急崖部へと変化する手前のやや平坦な部分である。そのなかでも、D地点は樹高約3.5mのミズナラ林のなかに設定し、C地点はその林分から約10m手前の草地内に設定している。これは、C地点とD地点とを1セットにして、森林の内側と外側の草地における積雪の状況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、周囲はナガバナギやケヤマハンノキなどの広葉樹がまばらに点在するがほぼ無立木地にちかい状態である。この地点の標高は約20mである。F・F'の地点は、流域中流部にみられるトドマツを主体とした針葉樹林内に設定している。F地点は針葉樹林の樹冠下にあたる地点であり、F'地点は同じ林内における孔状の無立木地に設けている。これらの地点の標高は、約40mである。G地点とI地点は、河口からそれぞれ約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。GとI地点の間のH地点は、海岸線から約200m離れた河口部の平坦地（コンブの干場）に設定したものである。標高は2m地点であり、冬期の北西風が直接吹き込んでくる部分にあっている。J地点は、斜面中腹部における観測地点の一つとして、サンナイ川支流の樹高2~3mのミズナラ等が点在する中腹斜面に設定したものである。

この流域における森林の分布は、図-3に示したようであり、海岸線にちかい部分はミズナラにダケカンバ・エゾイタヤなどをまじえた天然の樹高2~5mの広葉樹林である。これら

より内陸側にみられる森林は、トドマツに少数の広葉樹類をまじえた天然の針葉樹林が多くなっている。一部には、植栽木とみられるカラマツ・ヨーロッパトウヒなどが混生している部分もある。沢の中にはナガバヤナギ・ケヤマハンノキを主体とした林がみられ、谷壁斜面にはダケカンバ・ミズナラ・ナナカマド・エゾイタヤなどの広葉樹の二次林が形成されている部分もある。樹高は、沢の中では10 mをこえる部分もみられるが、斜面から頂部にかけては2~8 mになっている。

図-4と表-2、および図-5と表-3には、この流域の森林を代表するミズナラ林とトドマツ林の状況を示した。図-4・表-2は、積雪観測のD地点周辺のミズナラ林の状況である。森林の主となっているミズナラは、根株の数だけでも、その90%を占めている。これらのミズナラは樹高が約3.5 mで、風衝形をしめし、一株から数本の幹をのぼす多幹形になっている。幹の数にするとほぼ100%にちかいミズナラ林ということになり、図示したように立

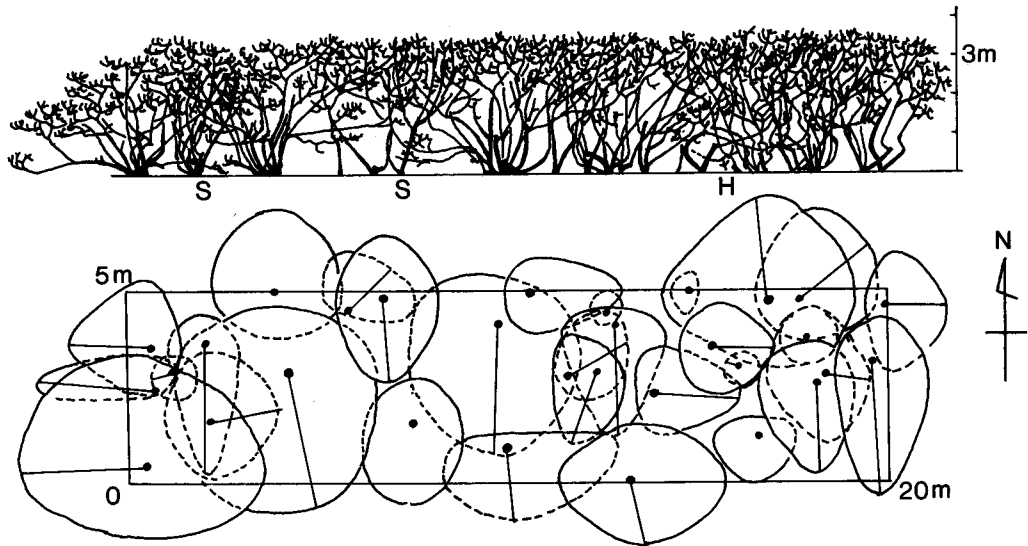


図-4 宗谷丘陵ミズナラ林の林相 (D観測地点, '87. 7)

Fig. 4. *Quercus mongolica* var. *grosseserrata* forest at Soya hills (sampling site D, '87. 7).

表-2 宗谷丘陵ミズナラ林の樹種構成 (D観測地点, '87. 7)

Table 2. Species composition of quercus forest at Soya hills (sampling site D, '87. 7)

Species		Height (m)	Dbh (cm)	Number of Stamps
<i>Quercus mongolica</i> var. <i>grosseserrata</i>		1.7-3.5	4-16	27
<i>Sorbus commixta</i>	(S)	4・3.5	2.5・10	2
<i>Hydrangea paniculata</i>	(H)	1.0	1	1

木本数の多いかなり密な林になっている。ミズナラの胸高直径は4~16 cmであり、平均は6.5 cmである。

図-5と表-3に示したトドマツ林は、F観測地点周辺の森林である。この区域は比較的樹高の高い地点になっており、トドマツは平均して約6 m、高いものでは9 mになっている。森林の主となっているトドマツは、本数で約70%をしめ、ほかにはダケカンバ・ミズナラ・

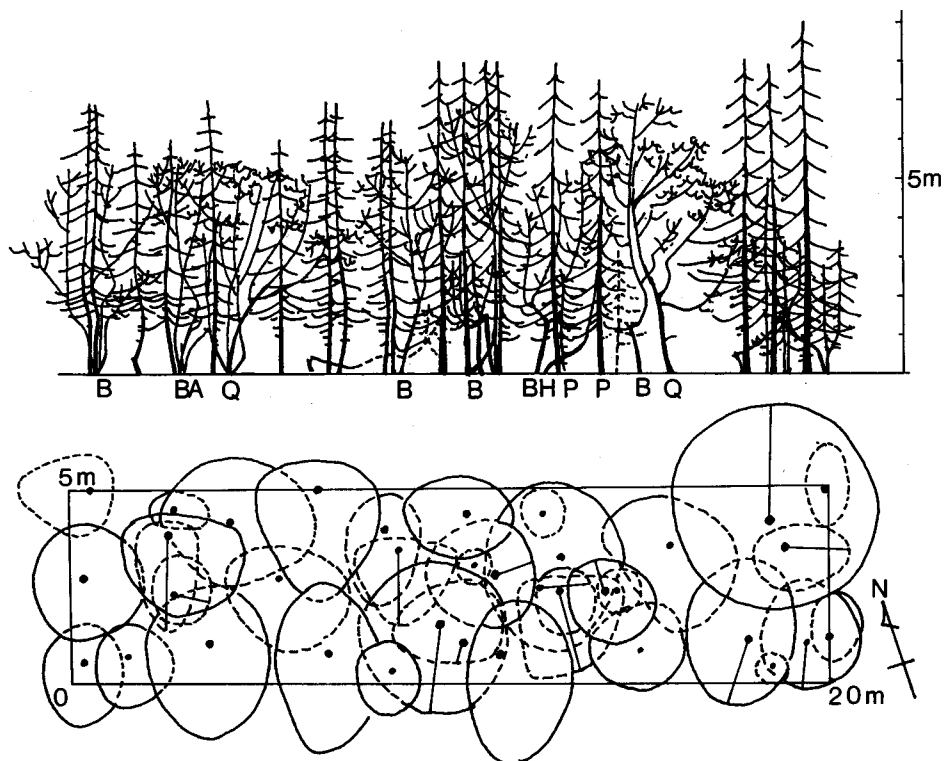


図-5 宗谷丘陵トドマツ林の林相 (F観測地点, '87. 7)

Fig. 5. *Abies sachalinensis* forest at Soya hills (sampling site F, '87.7).

表-3 宗谷丘陵トドマツ林の樹種構成 (F観測地点, '87. 7)

Table 3. Species composition of abies forest at Soya hills (sampling site F, '87.7)

Species		Height (m)	Dbh (cm)	Number
<i>Abies sachalinensis</i>		2.5-9.0	4-20	25
<i>Betula ermanii</i>	(B)	5.5-7.0	4-10	6
<i>Quercus mongolica</i> var. <i>grosseserrata</i>	(Q)	6.0	8-10	2
<i>Picea jezoensis</i>	(P)	2.7-8.0	4-12	2
<i>Hydrangea paniculata</i>	(H)	3.0	2	1
<i>Alnus hirsuta</i>	(A)	5.5	6	1

ケヤマハンノキなどが混入している。トドマツ以外の針葉樹としては、2本のエゾマツがみとめられ、全体としてはha当り約4,000本の密な林になっている。トドマツの胸高直径は4~20 cmとなっているが、ほとんどは10~20 cmの太さである。

2) 流域における積雪の分布

表-4・表-5は、サンナイ川流域の各観測地点における、1987年2月と1988年3月の積雪状態である。積雪については、積雪深(D)と積雪水量(HW)・密度(G)を示してある。また、観測地点のなかで表土凍結が確認された箇所については、○印をつけて表示した。C・Dの観測地点については、1987年の観測はおこなっておらず、1988年の観測のみとなってい

表-4 積雪と土壌凍結の状況 (宗谷丘陵, '87. 2. 18)

Table 4. Snowcover and freezing of ground surface (Soya hills, '87. 2. 18)

Sampling sites	D (cm)	HW (mm)	G (g/cm ³)	Freezing of ground's surface
A	43	180	0.42	○
B	39	153	0.39	○
C	—	—	—	—
D	—	—	—	—
E	121	439	0.36	
F	95	334	0.35	
F'	94	309	0.33	
G	88	255	0.29	
H	10	—	—	○
I	72	217	0.30	
J	110	330	0.30	

表-5 積雪と土壌凍結の状況 (宗谷丘陵, '88. 3. 6)

Table 5. Snowcover and freezing of ground surface (Soya hills, '88. 3. 6)

Sampling sites	D (cm)	HW (mm)	G (g/cm ³)	Freezing of ground's surface
A	40	150	0.37	○
B	0	—	—	○
C	68	210	0.31	○
D	155	485	0.31	
E	106	287	0.27	
F	140	470	0.33	
F'	64	208	0.32	
G	67	182	0.28	
H	11	—	—	○
I	70	190	0.27	
J	98	240	0.25	

る。

表にみられるように、積雪の分布は流域内の各地点によって大きく変化している。A 観測地点や B 観測地点にみられるように、丘陵の尾根部ではいずれも 50 cm 以下の積雪深になっている。また、1988 年の B 観測地では積雪 0 cm となっているように、丘陵の尾根部には積雪がほとんど無く、牧草が露出したままの状態になっている地点が多くみられた。草地造成計画のための調査においても、1981 年の 2 月から 3 月にかけての積雪深が 40~50 cm と報告されており⁶⁾、今回の 2 冬期の調査と同様の値を示している。このようなことから、宗谷丘陵における尾根部の積雪は、0~50 cm 程度とかなり少ないものと判断される。

一方、C・J などの観測地点のような斜面中腹部における積雪は、50~100 cm をこえる深さになっている。さらに、谷底の E・I・G のような各測地点では、60~120 cm と、より積雪深が大きくなっている。

積雪の密度についてみると、尾根部では 0.4 g/cm^3 ほどであり、斜面の中腹では 0.3 g/cm^3 を少しこえる程度、谷底では 0.3 g/cm^3 を下回る値になっている。このことから、尾根部では雪が吹きつけられたり飛ばされたりして、かなり締まった状態になり、斜面中腹から谷底にかけては比較的ゆるやかに積もっていく状態がうかがえる。

また、海岸線側から上流にむかって谷底の積雪分布をみていくと、一番海岸線にちかい H 観測地点では 10 cm ほどの積雪しかみられないが、奥にすすむにつれて増加していている。海岸から 500 m・700 m 入った G・I 観測地点の積雪は、1987 年・1988 年とも 70~90 cm となっている。さらに 1.5 km ほど奥に入った E 観測地点では、約 100~150 cm の積雪深になっている。積雪水量と密度の分布からも、流域の奥にすすむほど積雪量が多くなり、源頭域ではかなり締まった状態になっていくという傾向をみることができる。以上のことから、宗谷丘陵のような台地状の丘陵地帯で、強風が吹きぬけていくような地域においては、積雪量は流域内でもかなり大きく変化していることが確かめられた。突出した尾根部においては、ほとんど積雪がないか、一時的な積雪があったとしても地ふぶきなどで再移動し、全体的には極端に積雪の少ない状態になっているものと判断される。しかし、尾根部でも鞍部には 2 m をこえる吹き溜りがみられる場合もある。概観すれば積雪の大部分は、比較的風が弱く、地形的な窪地でもある沢のなかに最終的にたくわえられていくことになる。また、谷底における積雪状況から、谷底の積雪は同一流域内においても上流側へ多く積っていくものと判断される。突出した尾根部や海岸にちかい観測地点では、積雪が 50 cm をこえることがなく、これらすべての地点では表土が凍結している状態が観察された。積雪が比較的多い地点でみられた表土の凍結は、草地内の C 観測地点におけるものであり、ここでは積雪深 68 cm でも表土が凍結していた。約 70 cm という C 観測地点と同程度の積雪箇所は、森林内の F 観測地点 (64 cm)・谷底の G 観測地点 (67 cm) にもみられたが、これらの地点での表土の凍結は観察されなかった。

3) 森林の有無による積雪の変化

宗谷丘陵における積雪は、地形的にひくい谷底から斜面下部に最終的に蓄積されていくものと判断された。ただし、表-4・5にあらわれているように、同一斜面においては森林の存在する区域では積雪の量が多くなっている状態が観察された。このような現象の典型の一つは、C観測地点とD観測地点とのあいだにみることができる。

図-6と表-6は、C~D観測地点間における積雪の状況をよりくわしく観察しようとしたものである。前述のように森林は樹高3.5mほどのミズナラ林である。林縁を起点にして、森林の内外をとる観測線をもうけ、2mの間隔でそれぞれ10mずつ観測した。図中で10m地点がC積雪観測地点に、14m地点がD積雪観測地点に相当している。

これらの観測点における積雪と土壤凍結の状況は表-6に示したようである。草地における積雪は0m観測点で3cmしかなく、それより手前にあたる草地の全体はほとんど無積雪にちかい状態になっている。積雪深は0m観測点から森林にちかづくにつれて、急激に大きくなっている。林縁部からは150cmほどになり、林内では100~150cmの間で、こぎざみに変化している。積雪の密度についても、森林内では全体として森林外より小さくなっており、その値も $0.25\sim 0.37\text{ g/cm}^3$ と複雑に変化している。以上のことから、このミズナラ林

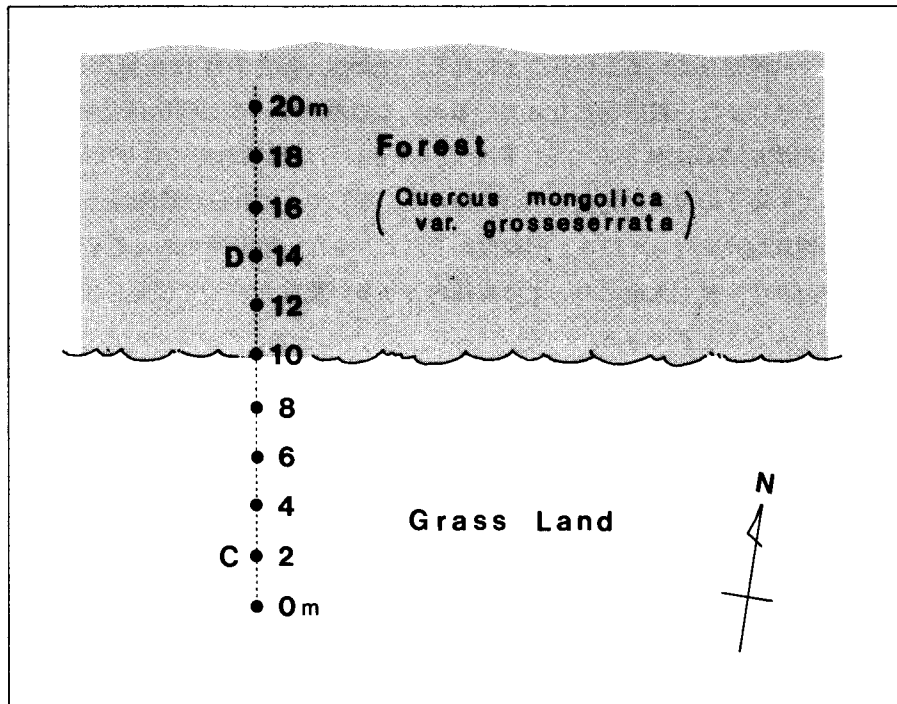


図-6 森林内外の積雪観測 (宗谷丘陵, '88. 3. 6)

Fig. 6. Sampling sites of snowcover, inside and outside of the forest (Soya hills, '88. 3. 6).

表—6 積雪と土壌凍結の状況 (宗谷丘陵ミズナラ林, '88. 3. 6)

Table 6. Snowcover and freezing of ground surface (Soya hills, quercus forest '88. 3. 6)

Sampling sites	D (cm)	HW (mm)	G (g/cm ³)	Freezing of ground's surface
0	3	(12)	(0.4)	○
2m(C)	68	210	0.31	○
4m	89	288	0.32	○
6m	122	450	0.37	
8m	150	575	0.38	
10m	128	462	0.36	
12m	83	205	0.25	
14m(D)	155	485	0.31	
16m	152	495	0.33	
18m	133	400	0.30	
20m	105	385	0.37	

は、草地のような無立木地にくらべて、かなりの堆雪効果を発揮しているものとみることができる。しかし、その影響範囲は、林外の10mあたりまでと判断された。

表土の凍結については、林外の0m・2m・4mの観測点でみとめられた。表土の凍結がみられる区域の最大積雪深は、4m観測点の89cmであり、この区域では約90cmの積雪があっても表土は凍結しているということになる。ただし、森林内の12m観測点は83cmという、90cmよりは少ない積雪深になっているが、この地点での表土凍結は発生していない。また、積雪の観測地点の全体をみても、FやG・Iといった観測地点では90cmより少ない積雪深にあっても表土の凍結は発生していなかった。そして、これらの観測地点は、すべて森林内か谷底の観測地点になっている。同程度かそれより少ない積雪深であっても森林内では表土の凍結が発生せず、無立木地においては森林内より多い積雪であっても表土の凍結が発生するという状況を見ることができる。

図—7は、草地と林地における、同程度の積雪深の部分の積雪断面と表土層の状態を示したものである。森林内の事例は、F観測点にちかいたドマツ林の内部のものである。草地における積雪表面は、ほぼ水平ではあるが、その内部はかなり複雑な層構造を示していた。積雪深の約60%にあたる下層の30cmはザラメ化している。また、このザラメ雪と表土との間には、2~5cmの厚さの氷板が形成されていた。

林内における積雪表面は、樹冠から落下してきた雪玉の層をはさんだりして、草地の積雪よりやや乱れた状態を示していた。積雪下層のザラメ雪は、20cm以下であり、絶体量や全積雪層内に占める割合とも草地より少なくなっている。さらに、ザラメ雪の層はそのまま地表部に接しており、氷板の形成はみとめられなかった。森林内における積雪の層構造は、草地部とくらべて比較的安定しており、積雪の移動は草地部より小さかったと判断された。

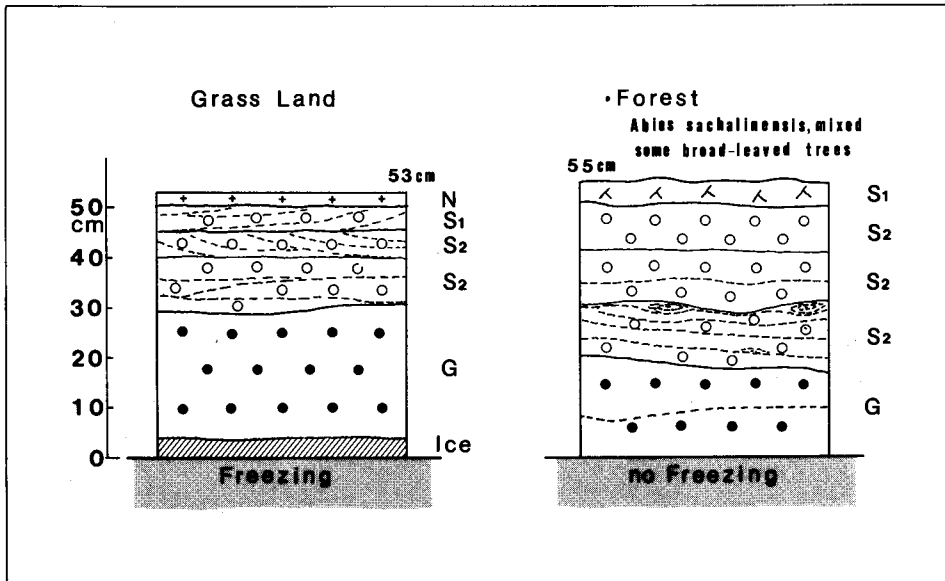


図-7 草地と横地における積雪と表土凍結の状態 (宗谷丘陵, '87. 2. 18) (表示記号は日本雪氷学会)
 Fig. 7. Snowcover and freezing of ground surface in the grass land and forest (Soya hills, '87.2.18).

表土の凍結については、草地部の表土ではかなりの深さまでの凍結が観察された。凍結層の厚さを測定しようとして掘削をこころみたが、50 cm をこえても非常に固い凍結層がつづいており、全体厚の測定までにはいたらなかった。一方、森林内においては、表土の凍結はみられず、土層は湿潤な状態になっていた。また、表土に接する部分の積雪はかなり湿っており、サンプラーによるサンプリングでは、サンプラーの下端から水分が滴り落ちてくるような箇所も認められた。水分は、外気の低温に接すると、たちまち凍りついてしまった。このような状況から、森林内における積雪の下面では、冬期においても融雪がおこなわれ、土層内への浸透があることが確認された。

3. ドウラン川における積雪の状況

1) 積雪の観測地点と森林の状況

図-8は、中川町・北大中川地方演習林内の調査地であるドウラン川流域と、そこにおける積雪の観測地点を示したものである。この流域においては、図中にAからEで示したように、合計5箇所の観測地点を設定している。

A・B・Cの観測地点は、ドウラン川の上流部で、右岸部の分水界となっている尾根部に設けてある。標高は約200 mであり、天塩川から吹きあがってきた風が直接当る強風地である。また、この区域の一带は、草地化された無立木地にもなっている。ただし、A観測地点については、草地内に牧野林としてのこされた天然の広葉樹林のなかに設定している。隣接

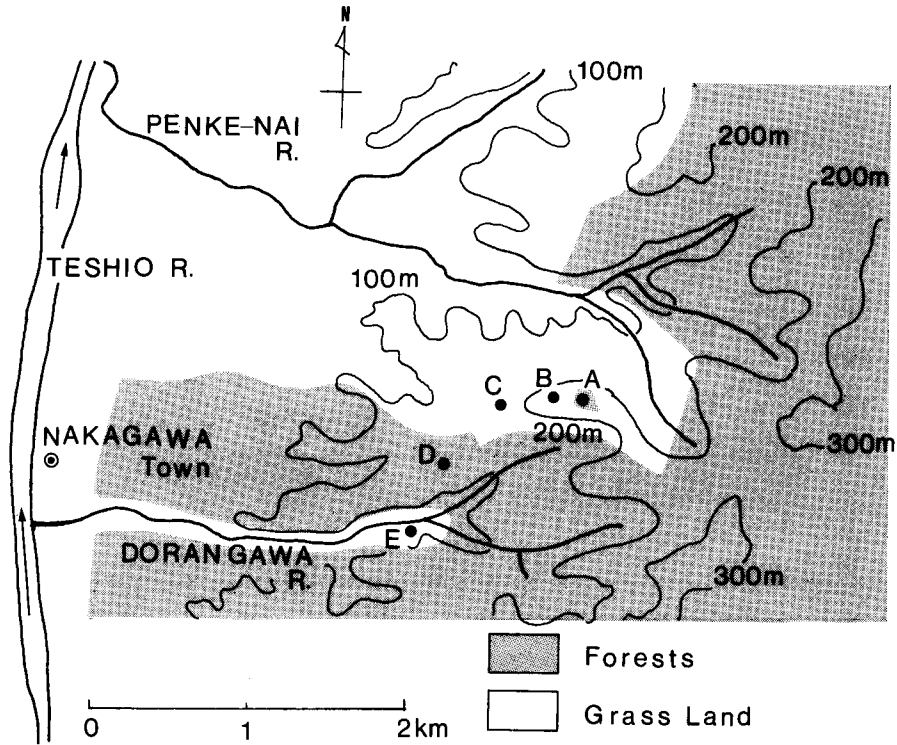


図-8 中川町ドウラン川流域と積雪の観測地点

Fig. 8. Dorangawa basin and sampling sites of snowcover (Nakagawa Town).

して設定したB・C観測地点との比較により、強風の吹つける尾根部における森林内の積雪状況を検討しようとしたためである。D地点は、右岸尾根部からドウラン川の谷底に降りる斜面の中間点に設定した。標高は、約130mの地点である。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存在している。A地点などとの比較により、流域尾根部の森林内と中腹部の森林における積雪状況の検討を目的とした観測地点である。E観測地点は、ドウラン川の谷底に設定した。周囲には天然のカツラやケヤマハンノキ・ヤチダモ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85mの地点であり、ドウラン川流域の谷底における積雪状況を観察する目的で設定した観測地点である。

前述したように、この流域の植生は、上流域の右岸部を除いて、全体が針広混交林になっている。代表的に、A観測地点とD観測地点の周辺の森林状況を示すと、図-9・表-7と図-10・表-8のようである。

図-9は、A観測地点周辺の森林であり、草地内に牧野林として残された約0.5haの小林分である。樹種構成は、表-7に示したように、ダケカンバ・ハリギリ・ミズナラが中心と

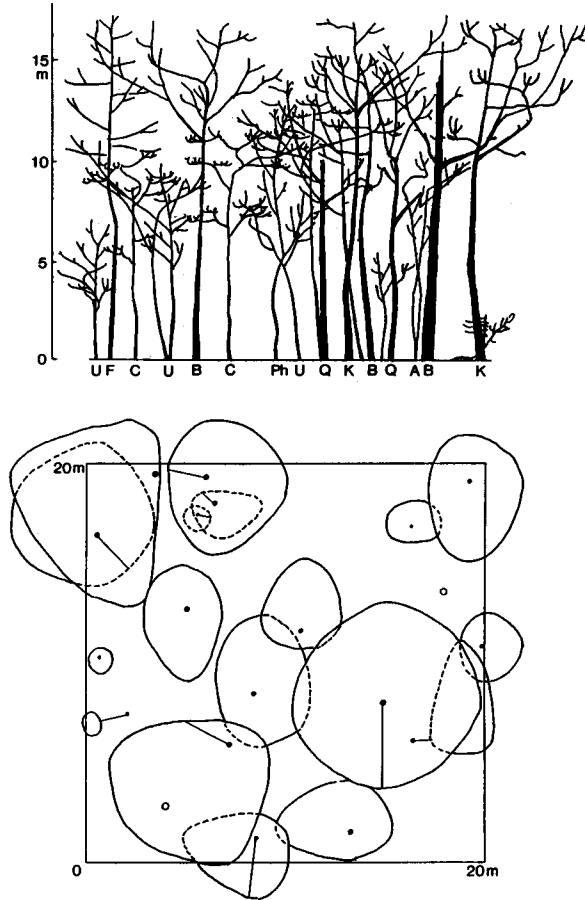


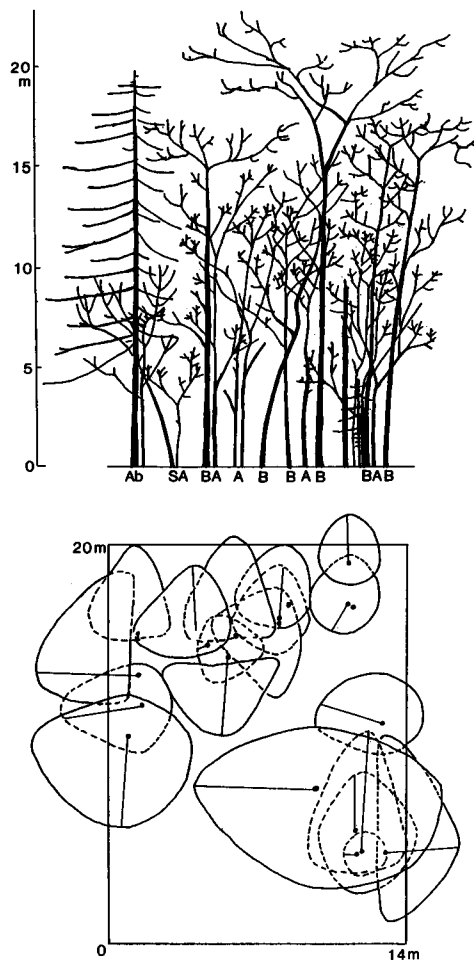
図-9 ドウラン川流域の草地内林分 (A観測地点, '87. 9)

Fig. 9 The forest preserved in grass land, Dorangawa basin (sampring site A, '87. 9).

表-7 ドウラン川流域草地内林分の樹種構成 (A観測地点, '87. 9)

Table 7. Species composition of the forest in grass land, Dorangawa basin (sampling site A, '87. 9)

Species		Height (m)	Dbh (cm)	Number
<i>Betula ermanii</i>	(B)	17	36-58	3
<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i>	(U)	6-11	6-20	4
<i>Kalopanax pictus</i>	(K)	17	50-52	2
<i>Quercus mongolica</i> var. <i>grosseserrata</i>	(Q)	14-15	32-44	2
<i>Fraxinus mandshurica</i> var. <i>japonica</i>	(F)	13-17	20-22	2
<i>Cornus controversa</i>	(C)	12-13	18-20	2
<i>Phellodendron amurense</i> var. <i>sachalinense</i>	(Ph)	13	18	1
<i>Acer mono</i>	(A)	2	4	1
<i>Abies sachalinensis</i>	(Ab)	2	4	1
Ded trees	—	—	—	3



図—10 ドウラン川流域中腹部の混交林 (D観測地点, '88. 7)

Fig. 10. Mixed forest at intermediate point of slope, Dorangawa basin (sampling site D, 88. 7).

表—8 ドウラン川中腹部混交林の樹種構成 (D観測地点, '88. 7)

Table 8. Species composition of mixed forest at intermediate of slope, Dorangawa basin (sampling site D, '88. 7)

Species		Height (m)	Dbh (cm)	Number
<i>Betula ermanii</i>	(B)	15—21	30—75	6
<i>Acer mono</i> var. <i>mayrii</i>	(A)	6—15	9—17	8
<i>Sorbus commixta</i>	(S)	10—13	12—21	3
<i>Abies sachalinensis</i>	(Ab)	5 · 20	7 · 45	2
Ded tree	—	—	—	1

なっている。立木本数は、他の広葉樹も含めて、20 m×20 m の方形区で21本となっている。ha 当りにすると530本の密度の森林である。立木密度が比較的少ないということは、林内には大径木が多いということもあるが、強風の尾根部に小面積で残された森林であるため、枯死木や風倒木などの発生が多く、立木本数が減少してきている林分であるためである。

図-10は、D観測地点周辺の森林状況であり、ドウラン川中腹部斜面の針広混交林の状態である。表-8にも示したように、樹種構成はダケカンバ・ベニイタヤの優占する森林となっており、この2種で構成樹種全体の70%を占めている。立木密度は、ha 当り約700本となっている。この一帯においては、過去に伐採された経緯があり、原生状態よりはやや立木密度を減じた状態にある森林とみることができる。樹高は最大が21mとなっており、17mほどであったA観測地点の森林よりやや高くなってきている。この調査地のなかには、針葉樹としてはトドマツ一本が入っているだけであるが、全体としてはもう少しトドマツの多い森林である。

2) 積雪の分布と森林の影響

表-9と表-10は、ドウラン川流域における1987年2月と1988年3月の積雪状況である。サンナイ川流域での観測と同様に、積雪深(D)と積雪水量(HW)・密度(G)、並びに表土の凍結状況を示してある。

表にみられるように、ドウラン川流域においても、積雪の分布については流域内で大きな

表-9 積雪と土壌凍結の状況 (ドウラン川流域, '87. 2. 16)

Table 9. Snowcover and freezing of ground surface

(Dorangawa basin, '87. 2. 16)

Sampling sites	D (cm)	HW (mm)	G (g/cm ³)	Freezing of ground's surface
A	112	385	0.34	
B	24	90	0.30	○
C	13	—	—	○
D	131	418	0.32	
E	136	439	0.32	

表-10 積雪と土壌凍結の状況 (ドウラン川流域, '88. 3. 8)

Table 10. Snowcover and freezing of ground surface

(Dorangawa basin, '88. 3. 8)

Sampling sites	D (cm)	HW (mm)	G (g/cm ³)	Freezing of ground's surface
A	141	435	0.31	
B	34	63	0.18	○
C	15	40	0.27	○
D	171	508	0.30	
E	188	605	0.32	

変化が認められる。B観測地点・C観測地点のような尾根部においては、天塩川からの風が直接ぶつかってくる地点であることから、2冬期とも35 cm以下の積雪しか認められない。とくに、C観測地点は15 cm以下の積雪しかなく、2冬期とも枯れた牧草が露出した状態になっている。ただし、尾根部に残された牧野林内では、2冬期ともに100~150 cm近い積雪深になっていた。

このような状況にくらべ、D観測地点からE観測地点へと谷底に向かうにつれて積雪深は増加して、130~200 cmに近い値になっている。この値は、BやC観測地点のような草地内尾根部の積雪にくらべると5倍ほどの深さになるが、A観測地点の尾根部森林内の積雪とくらべて20~30%ほどの増加となっている。また、D観測地点の斜面中腹部からE観測地点の谷底にかけての積雪をみても、あまり大きな差ではないが、いずれの年においても谷底のほうが大きな値を示していた。ただし、積雪の密度については、森林内のほうが草地内にくらべて僅かながら密度が高くなるといったように、宗谷丘陵とは逆の値になっている。以上のような

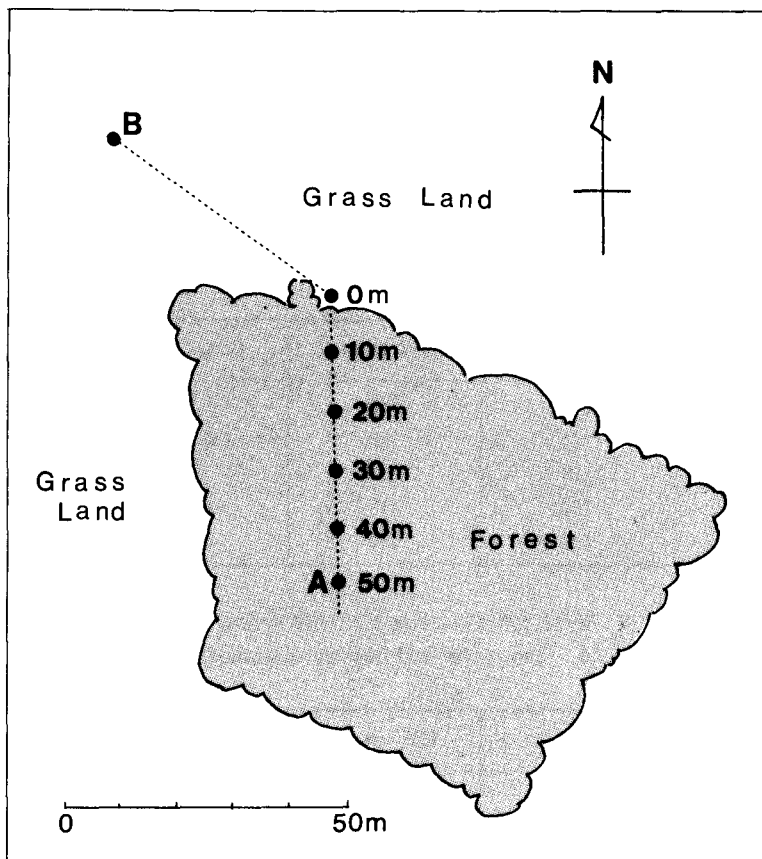


図-11 森林内外の積雪観測 (ドウラン川流域, '88. 3. 8)

Fig. 11. Sampling sites of snowcover, inside and outside of the forest (Dorangawa basin, '88. 3. 8).

表-11 森林内外の積雪と土壌凍結の状況 (ドウラン川流域, '88. 3. 8)

Table 11. Snowcover and freezing of ground surface, inside and outside of the forest

(Dorangawa basin, '88. 3. 8)

Sampling sites	D (cm)	HW (mm)	G (g/cm ³)	Freezing of ground's surface
B	34	63	0.18	○
0m	137	443	0.32	
10m	113	330	0.29	
20m	143	430	0.30	
30m	132	400	0.30	
40m	125	370	0.30	
50m(A)	141	435	0.31	

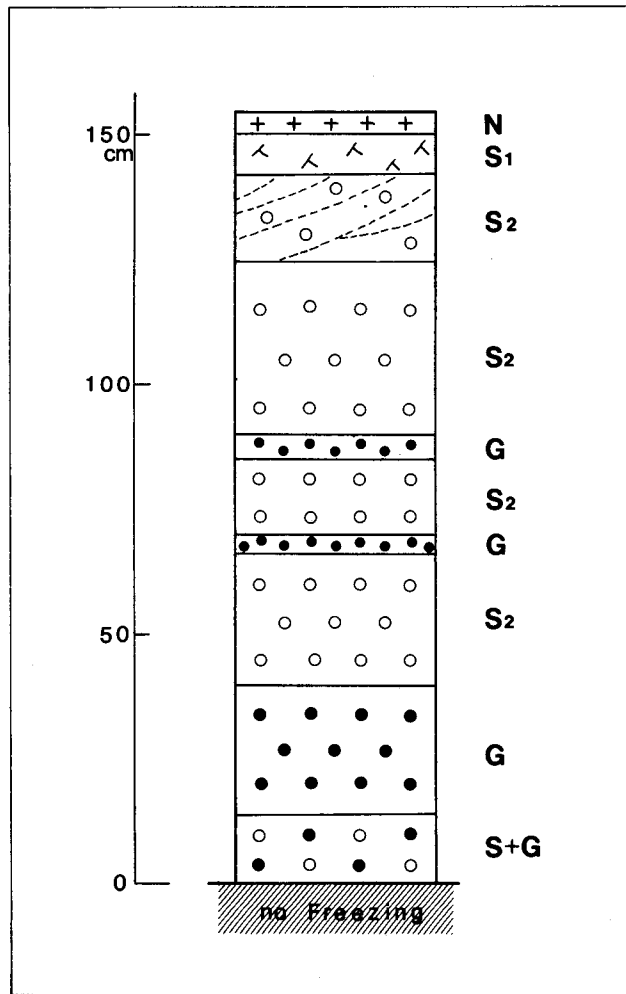


図-12 林内における積雪の断面 (ドウラン川流域, '88. 3. 8)

Fig. 12. A profile of snowcover in the forest (Dorangawa basin, '88. 3. 8).

なことから、A・D・Eといった森林内のみの観測地点を比較してみても、内陸部の強風地域においても尾根部には積雪量が少く、中腹部から谷底にかけて増加していくという傾向があることが確かめられた。

同じ尾根部の観測地点であるB・C観測地点の積雪深は、近接する森林内のA観測地点の積雪深にくらべて極端に少く、表-9・10にも示したように2冬期ともに表土が凍結していた。森林はB・C観測地点のある陵線より僅かに下った所に位置しているが、この分を割引いても、この地域における森林の堆雪効果はかなり大きいものであることが確かめられた。

図-11と表-11は、草地部分と森林部分における積雪と表土凍結との状況をより詳しく観察しようとしたものである。図に示したように、森林の北縁部に起点0mを設け、この地点から南の方向に向かって観測線を設定した。この観測線に沿って、10m間隔で50m地点まで観測を行った。50m地点はA観測地点とほぼ同一地点になっている。表-11に示したように、この観測結果からは、積雪量は林縁から急激に大きくなっていく状況が把握される。林内における積雪深は、100~150cmの間で小刻みに変化しているが、全体としてはほぼ平坦な積雪状態になっている。

図-12は、森林内中央付近の積雪断面と地表部の状態を示したものである。積雪深は約160cmであり、地表付近には約40cmの厚さでザラメ雪の層が見られた。積雪全体としてはシマリ雪とザラメ雪の互層になっており、安定した層構造を示していた。表土の凍結は見られず、土壌はかなり湿った状態になっている。一方、近接するB観測地点の積雪は、積雪深が35cmほどであり、地表に接してザラメ雪の層のある、不規則なシマリ雪の層になっていた。表-11にも示したように、表土層には凍結が認められた。

以上のような状況から、ドウラン川上流部のように強風が突き当たって来る山地においても、森林にはかなりの堆雪効果があることが確かめられた。さらに、森林は多くの積雪を貯留することによって表土の凍結を防ぎ、厳寒期においても積雪下面の融雪水が土壌中へ浸透していることが明らかになった。

4. 積雪及び冬期の水動態に対する森林の影響

1) 強風地帯における森林の堆雪効果

森林内において積雪量が増大するか減少するかについては、一概には言えない問題であろう。ただし、本研究で対象としたような強風地帯の積雪については、森林のもつ堆雪効果が大きいという結果になった。このような結果は、国内における主な調査結果とは異なり、古くから旧満州地方や北アメリカなどから報告されている^{3,15,20,30)}、耕開地内の森林や防風林帯における積雪状況に近い状態を示しているといえる。

図-13は、ドウラン川流域の各観測地点において、一冬期を通して行った積雪観測の結果である。これをみても、常に森林内における積雪量が草地内にくらべて大きかったことがわ

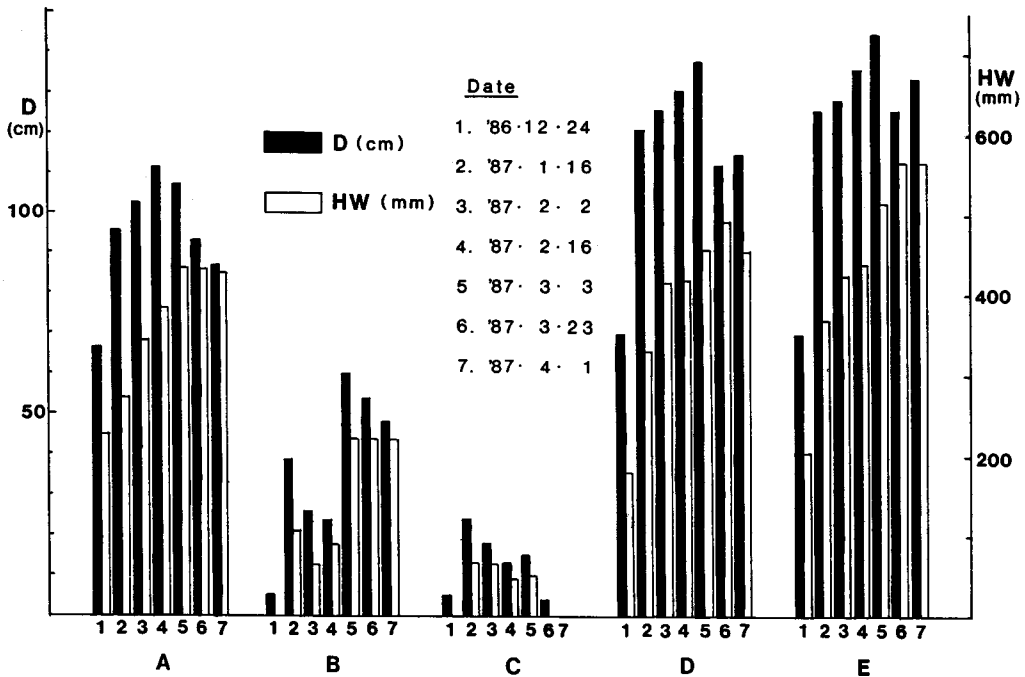


図-13 冬期間における積雪の推移 (ドウラン川流域, 1986-1987)

Fig. 13. Changes of snowcover during the winter (Dorangawa basin 1986-1987).

かる。A・D・E観測地点のような森林内の積雪深は、12月から増加し始め、2月中旬から3月の初旬にかけて最大になる。それ以降は、次第に減少に向い、4月に入ってから急激に減少する。図には示していないが、5月1日の観察では、積雪が林内に点在するような状態になり、この段階で積雪深は殆ど0となっていた。ただし、積雪水量は、積雪深が減少し始める3月中旬になってもほとんどかわらず、この時期から積雪は急激に締まっていくという状態が把握される。

このような森林内における積雪状況にくらべ、草地内のB・C観測地点においては、積雪の絶対量は少なく、積雪深の変化が大きい。地ふぶきなどによる積雪の移動が繰り返され、森林内の積雪より不安定であったことがうかがえる。表土の凍結については、C観測地点において、4月1日の観測時点でも凍結している状態が確認された。B観測地点においては、3月23日の観測時で、表層部の凍結は見られなくなっていた。

本研究で対象としたような強風地で、しかも積雪が乾いていて容易に再移動しやすい地域においては、一冬期間を通してみても、森林の堆雪効果は大きいという結果になった。森林内において積雪量が少なくなるという報告では、大きな理由として樹冠による降雪の遮断などがあげられている。しかし、本研究で対象としたような地域では、森林による風の減速効果や樹木自体の障害物としての存在などが、樹冠の降雪遮断量などのマイナス面を補って、森林内の

積雪量のほうが大きくなっていくものと考えられる。

北海道のような乾いた積雪地帯での積雪移動（地ふぶき）は、風速 0.3 m/sec 位から始まり、風による運搬量は風速の 3 乗に比例するとされている¹⁶⁾。長い冬の期間においては多様な気象条件が出現し、積雪も様々な動きをするものと思われる。一冬期におけるこれらのトータルとしての積雪分布に対しても、森林は堆雪効果をもっているものと判断された。

2) 冬期の水動態に対する森林の効果

宗谷丘陵の B 観測地点の近くにおける農用地開発公団の気象観測資料によれば、1984 年～1985 年冬期の凍結指数は、3 月下旬に 690 °C・day に達している。

$$D = a\sqrt{F}$$

D : 凍結深 (m)

a : 係数 2.7～3.0 (雪のない場合)

F : 凍結指数 (°C・day)

で、積雪深を 0 として算出すると、凍結深は 70 cm 程度となる。また、この近くの牧舎前のパドックの積雪が除去あるいは踏み固められた地点での、1985～1986 年の冬期にメチレンブルーを用いた観測結果では最大凍結深は 75 cm となっている。この最大凍結の時期は、3 月下旬から 4 月上旬であった。

図-14 は、凍結のピークを過ぎた 4 月 24 日の状況であるが、まだこの時点でも表土内に凍結があることが確認された。凍土層の融解は、地表側と地中側の両方から進んでおり、地表の約 15 cm は融解した水分を含んで泥土化していた。図中の中央に示した A 観測地点と B 観

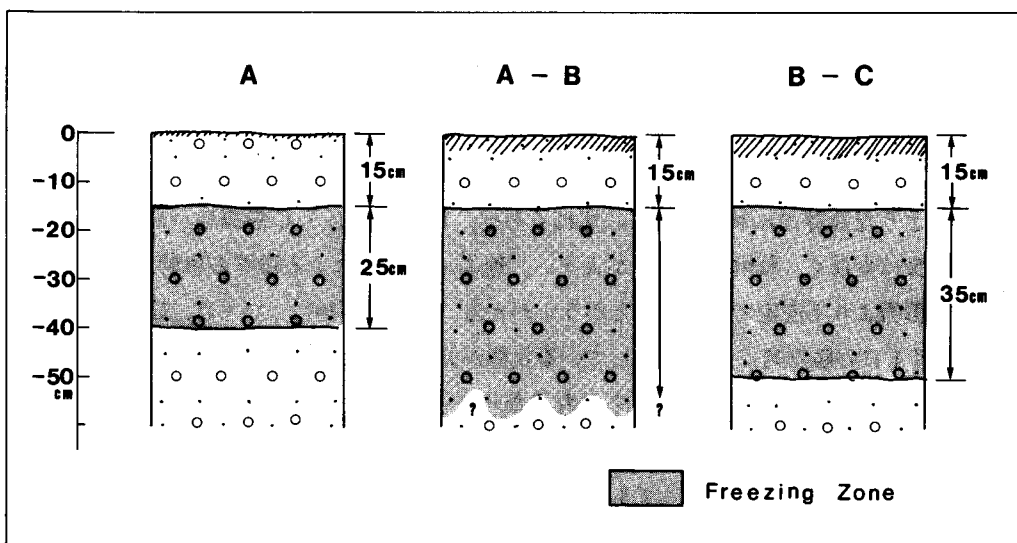


図-14 表土層の凍結と融解の状況 (宗谷丘陵, '88. 4. 24)

Fig. 14. Freezing and melting of ground surface (Soya hills, '88. 4. 24).

測地点の間の斜面では、50 cm 以上の掘削でも凍土層の底は現れず、草地内においても 70 cm 程度の凍結はあったであろうことが確認された。

積雪深と表土の凍結との関連については、宗谷丘陵においては積雪深が 80 cm を越える地点でも表土の凍結の見られた部分もあったが、一般的には 60 cm を越える積雪のあるところでの凍結は少なかった。中川町の凍結指数は $1,000^{\circ}\text{C}\cdot\text{day}$ を越える値になっているが、ドウラン川流域でも積雪 50 cm 以上の地点での表土凍結は見られなかった。積雪移動の多い地域では、一時点の積雪深で表土凍結の有無を判断することは危険であると思われるが、積雪深が 50 cm 以上であれば凍結は殆ど発生しなくなるものと考えられた。

宗谷丘陵で 80 cm を越える積雪深の地点でも表土の凍結が見られたことについては、次のようなことが考えられる。80 cm というような積雪下でも表土の凍結が見られたのは、草地内の強風が吹き抜けていく地点であった。このような地点では、ある時点で多くの積雪が見られたとしても、それ以前には積雪の少ない期間があったり、積雪が風によって吹き飛ばされるなどして一時的な少積雪状態の期間があったものと考えられる。表土の凍結は、このような期間に進行してしまう。その後、80 cm を越えるような積雪になっても、この程度の積雪の保留では凍土の融解にはいたらず、調査の時点でもその凍結状態が継続されていたものと考えられる。

北海道で最も低い気温を記録している幌加内町母子里（北大雨竜地方演習林）において積雪下面の融雪量測定が行われ、厳寒期においても $0.04\sim 1.2\text{ mm/day}$ の融解が見られたことが報告されている¹⁹⁾。幌加内町は北海道内でも有数の多雪地帯であり、多雪寒冷地での事例ということになるが、北海道北部の強風地帯においても、厳寒期に積雪下面の融解があることが確かめられた。

少積雪地点における表土の凍結は、4 月いっぱいには継続するようである。図-14 にも示したように、凍結地で春に表層から供給される降水や融雪水は、地中の凍結層のため、土層内に浸透できない状態になっている。融雪水は地表部に滞水したり、地表面を流下したりするだけであり、このような状況は積雪がすべて無くなってしまった以降まで継続される。草地部における以上のような状況に比べ、森林内などの不凍結地点においては、厳寒期においても積雪下面からの融雪水が浸透しており、土層は常に湿った状態を保っている。土層がこのような状態を維持しているということは、融雪期の融雪水を速やかに土層内に浸透させることのできる条件にも結びついていると考えられる。

まとめと今後の課題

今回の研究により、北海道北部の強風・寒冷地においては、積雪量は流域内で大きな変化を示し、尾根部では極端に少なく、斜面の中腹から谷底にかけて積雪が大きくなっていくことが確かめられた。そのようななかにおいて、森林は積雪を多く貯留する効果をもっており、特

に尾根部においてその効果が大きいことが明らかになった。また、森林内のように一定量以上の積雪が見られ、しかも安定して堆積している区域においては、凍結指数が $1,000^{\circ}\text{C}\cdot\text{day}$ をこえる所でも積雪は外気の低温を遮断し、表土層の凍結を防止していることも明らかになった。積雪深と表土層の凍結との関連については、地ふぶきなどで積雪の移動が繰り返される地域の問題なので一概にはいえないが、約50 cmがその目安になると判断された。積雪の移動が繰り返される無立木地においては、80 cmを越える積雪下でも表土の凍結している箇所も見られたが、積雪の移動が少ない林内では約50 cmの積雪でも表土の凍結は見られなかった。

地ふぶきなどが多発する強風地帯においても、50 cmほどの安定した積雪があれば表土層の凍結は発生せず、積雪下面では融解が進み、厳寒期においても多くの水分が土層内に供給されていることが確かめられた。特に、森林内においては、凍土層の発達は少なく、冬期間でも水分の供給によって土壌の乾燥も防止されていることから、融雪期の地表水をも土層内に吸収しやすい条件が維持されていることも確かめられた。

ただし、本研究はまだ現象的認識の段階のものであり、森林がもっているとされる融雪の遅延効果や土壌凍結の軽減効果などについては殆どふれることができなかった。これらの機構の解明や定量的な把握のためには、観測それ自体も厳しい条件下にあることから、研究組織の確立や観測装置の整備を行い、長期間の観測データを集積することのできる条件をつくる必要があるであろう。

また、今回の研究から、強風・寒冷地における凍結防止・融雪期の浸食軽減の面では、森林の果す役割が大きいことが明らかになった。しかし、宗谷丘陵のような厳しい環境条件下での森林造成方法はまだ確立途上である。従って、以上のような機能を十分に発揮できるような森林の形態や、それらの造成と維持を可能にする施業技術も殆ど未確立な段階にある。これらのことは、農用地・レジャー用地などとして山地利用をすすめる場合、国土保全上の重要な課題になるものと考えられる。

文 献

- 1) 藤原澆一郎他(1962):天塩川流域における積雪調査例. 日本林学会北海道支部講演集, 第10号, 172~173.
- 2) Fujiwara Koichiro (1985): Studies on a Planting Indicator of Forest Land Covered with Heavy Snow. 北大演研報, 42-4, 769~784.
- 3) Goodell B. C. (1939): Soil Freezing as Affected by Vegetation and Slope Aspect. Jour. of Forestry 37, 626~629.
- 4) 東 晃(1954):北海道の土壌凍結. 農業物理研究報告, 34.
- 5) 東 三郎他(1989):水源地帯の水文学的地域性に関する研究. 北大演研報, 46-2, 249~270.
- 6) 北海道開発局(1983):広域農業開発事業宗谷丘陵地区. 参考資料3・気象.
- 7) 井上次郎・中島暢太郎(1979):近畿北部における積雪分布. 雪氷, 41-2, 9~14.
- 8) 石橋秀弘・滝沢文弥(1985):複雑な地形における山地積雪の研究. 日本林学会東北支部会誌, 37,

316~317.

- 9) 石川政幸・鈴木孝雄(1964):北海道における1964~65年冬の最深積雪分布. 農林省林業試験場北海道支場年報, 1964, 238~248.
- 10) 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, 11~8.
- 11) 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) 5, 24~30.
- 12) 片岡健二郎(1951):林相別による積雪深について. 雪氷, 12-5, 26~29.
- 13) 北村昌美他(1970):スギ幼齢林における積雪深と微地形との関係について(1). 雪氷, 32-1, 4~9.
- 14) 北村昌美他(1971):スギ幼齢林における積雪深と微地形との関係について(2). 雪氷, 33-2, 28~32.
- 15) Kittredge Joseph (1948): Forest Influences. McGraw-Hill Book Company, Inc.
- 16) 小林大二他(1980):雪の堆積論(Ⅲ)一横ばり防雪柵の堆雪過程一. 低温科学物理篇, 39, 91~100.
- 17) 小林大二他(1985):融雪流出過程1. 低温科学物理篇, 44, 77~90.
- 18) 小林誠吾(1923):十日町林内外気象比較観測の成績. 森林測候所特別報告, 9, 1~78.
- 19) 小島賢治(1982):低温多雪地帯の冬期積雪下面における融雪量一時間変化と年による差異一. 低温科学物理篇, 41, 99~107.
- 20) 満鉄調査局編(1943):土壌侵蝕防止の研究.
- 21) 村井延雄(1955):斜面の侵食と積雪・凍土について. 北大演研報, 17-2, 769~791.
- 22) 村井延雄他(1964):問寒別川流域の森林経営と保全に関する基礎的研究一清川水文観測報告書(1961-1963)一. 北大演習林業務資料, 9号.
- 23) 長沢徹明(1983):寒冷地の草地造成に伴う水食発生機構に関する研究. 昭和57年度科学研究費補助金(一般研究C)研究成果報告書.
- 24) 日本気象協会北海道本部(1982):最新版北海道の気候.
- 25) 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.
- 26) 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.
- 27) 斎藤 満・水井憲雄(1978):トドマツ幼齢林の雪害と積雪. 日本林学会北海道支部講演集, 27, 21~24.
- 28) 斎藤定雄他(1969):スギ林分内の積雪深と地形要因との関係. 日本林学会東北支部会誌, 21, 56~58.
- 29) 佐藤啓裕(1954):山形県内陸中央部における山地の雪質. 日本林学会東北支部会誌, 26, 103~105.
- 30) Scholz H. F. (1938): Forest Cover Keeps Frost Line at Shallow Depth. Jour. of Forestry, 36, 78~79.
- 31) 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.
- 32) 四手井綱英(1950):林相による積雪深の変化(2). 雪と生活, 2-8, 1~8.
- 33) 四手井綱英(1955):森林による積雪の変化. 雪氷の研究, 2, 195~201.
- 34) 武田繁後(1926):樹冠下の積雪密度. 森林治水気象彙報, 8, 77~84.
- 35) 若林隆三他(1961):天塩川流域における積雪調査例. 日本林学会北海道支部講演集, 10, 172~173.
- 36) 若林隆三他(1966):天塩川小流域における積雪調査(1961~1964). 第77回日本林学会大会講演集, 542~544.

Summary

Snowcover in mountainous areas and the influence of forests on snowcover in windy and cold districts such as northernmost Hokkaido have not been sufficiently investigated. The purpose of the present investigation is to clarify the processes of the accumulation of snow, freezing of the ground's surface and movement of water during thawing periods in windy and cold districts.

Two main investigative areas were utilized for the research. One is the Sannai-gawa Basin in the Soya Hills, in northernmost Japan, where the strong winds blow through gentle hills. The

other is the upstream area of the Doran-gawa Basin in Nakagawa Town, which is inland of the northernmost part of Hokkaido, where strong winds from the Teshio River hit the land directly. Snow observations were carried out in these area during two winters, 1986-1987 and 1987-1988. Snow sampling was mainly carried out between the end of February and beginning of March when the snow cover reached it's maximum level. However, especially in the Doran-gawa Basin, snow sampling was carried out throughout the winter season. The result of the investigation is summarized below.

In the windy and cold districts, the snowcover in mountainous areas is subject to large fluctuations. The topographic features present are a major factor affecting snowcover distribution. Ridge areas have a very small quantity of snow, and the amount of snowcover increases on lower hillside slopes and at the bottoms of valley. In addition to these facts, forests were found to function effectively as areas of snow accumulation. This function was particularly evident on ridge areas where strong winds transport loose snow. If the snowcover is at more than a certain depth, such as in forests, it shuts out the cold open air and keeps the ground's surface from freezing (at a freezing index of $700\sim 1,000^{\circ}\text{C}\cdot\text{day}$). Although generalizations are difficult because this investigation was conducted in districts where there was much snow movement, drifting and so on, 50cm of snowcover seems sufficient to keep the ground's surface from freezing. On grasslands on which snow movement occurs with frequency, the freezing of the ground's surface was shown to happen even under snowcovers of more than 80cm. But the freezing of the ground's surface did not occur even under snowcovers of 50cm forests which had little snow movement.

At the places where the ground's surface did not freeze, the melting of the bottomlayer of the snowcover was observed. At such points, much seeping water was supplied to the soil layer ever during the coldest weather. Water seepage kept the soil in the forests from drying up all through the winter season.

The damp soil layer allows for sufficient conditions of permeation during the thawing period in the early spring. At places where the ground has been frozen, most of the water produced from thawing runs off of the ground's surface rapidly.

The results of this study have proven that forests have good effects concerning the utilization and conservation of land in windy and cold districts. But this study is still in the descriptive stage of recognizing phenomena to be studied. Clarification of the mechanisms involved and quantitative analyses should be carried out in future investigations.