

スギの耐雪性品種に関する研究(第I報)

スギの葉型ならびに樹型と冠雪量について

野原 勇太⁽¹⁾・故大河原 昭衛⁽²⁾

児玉 武男⁽³⁾・青山 安蔵⁽⁴⁾

1. ま え が き

多雪地帯の林業として最も問題になるのは、雪害をいかにして少なくするかという、防除対策の問題に帰着するかと思われる。

このためには、まず現地の降融雪の時期および積雪量とその雪質をつまびらかにし、その基盤に立って、造林的には樹種の選定はもとより、地ごしらえや植栽方法、その他立木密度、枝打、間伐等の保育管理を通じ、しかも傾斜や方位、海拔高、土壌型等の現地の立地条件に応じた一連の技術的考慮を払わなければならない。このように、多種多様の諸条件がふくそうして発生する問題であるがゆえに、これが解決策は実に困難な問題と考えるのである。

しかし、一面本質的には育種の立場から雪害に対する抵抗力の強い、いわゆる耐雪性品種の個体選抜、あるいはこれらをもととして、交雑育種によって新品種を養成し、これらを被害地に増殖するよう努めることは、本問題解決策の一助となることはいうまでもなく、誠に望ましい手段といわねばならない。

筆者の1人野原は、古くからこの点に注目し、約30年前、1932年春、多雪地方産スギ、すなわち秋田系スギを父方とし、寡雪地東京都下の在来スギを母方にして人工交雑を試み、これによって耐雪性を賦与させる構想のもとに実験を行なったのである。このことはいうまでもなく、降雪地帯の秋田スギは、長年の間に形態的にも多雪地帯の適応性を具備せるものと解したからである。そこでこれによってえた第1代雑種は、1936年春現東京営林署高尾山国有林38ほに植栽され、その後の結果を見まもり、一部この母材料から挿木増殖を企図し、前橋営林局のご協力により、1955年春前橋営林署所管の小根山国有林に試験植栽が行なわれている。

当時の観察調査によれば、スギの葉型は、雑種にあっては両親の中間的性質を表現する見とおして、野原の予期したごとく、裏日本系の葉型を示すものが概して耐雪性であることが観察されている。

これらの点をさらに究明すべく、幸い積雪地旧秋田支場釜淵分場(付表1—4)に1957年4月転勤と同時に実験をくりかえす機会を得、この地においても目下観察途上のものである。

ここに前もってことわっておかねばならないが、わたくしがいう耐雪性というのは、積雪地で雪害をこうむらない、あるいは他に比して雪害の被害が少ないと認められる広い意味に考えている点である。

さらに、ここに単に雪害といっても、根曲り、幹曲り、雪折れ、枝抜き、幹割れ、根倒し等種々の被害型(Plate 1参照)があるが、ここではまず幼齢木の冠雪害を主体に調査するために、冠雪と最も関係があると考えられるスギの様相、とくに葉型とか、樹型によって冠雪量にどのように影響をおよぼすか、

(1)東北支場保護部長(前東北支場山形分場長兼多雪地帯林業第一研究室長)

(2)(3)(4)東北支場山形分場多雪地帯林業第一研究室員

これらの事象を調査することによって冠雪害を対比し、ひいてはその被害度から耐雪性のいかなるものを見いだすべく従来からの継続試験としてとり上げてきたゆえんである。もっともスギの葉型と冠雪量については、1959年8月野原、故大河原は福島県で行なわれた第11回の東北林学会大会に、さらに第Ⅱ報として1962年9月野原、児玉、青山は盛岡で開催された東北林学会臨時大会に、スギの樹型と冠雪量について報告し、古くは1942年野原は御料林第183号に、スギ交配種の耐雪試験を発表した。

本報では、上記の結果と、さらにその後観察調査した結果をもあわせてここに総まとめとして報告するしだいである。

かえりみるに、本研究の途上筆者の1人技官大河原昭衛は、昭和34年7月25日奥羽本線釜淵駅構内にて不幸列車事故のため逝去された。生前多大の抱負と研究意慾に燃え、今後の活躍が大いに期待された矢先惜しみても帰らぬ同君の死去をおもう時、まことに哀悼のきわみで、ここに謹んで本報を捧げ、同君のみに心からの冥福を祈るしだいである。

なお、この研究にご鞭撻を賜った坂口場長、また種々のご助言とご支援をいただいた岩川育種科長および岡田育種第1研究室長、さらに調査に尽力願った当分場の多雪地帯林業第1研究部の栗田稔美、遠田武両技官などの各位に対し、深甚なる謝意を表す。

2. 既 往 の 研 究

本研究に関係があると思われる既往の研究のおもなものにつきその概要を掲記すると、野原²⁾はスギの耐雪性を賦与させる目的から、とくに雪害と密接な関係があると思われるスギの葉型に着目し、この葉型改良をねらいとして多雪地方産の秋田系スギを父方に、暖国産の寡雪地帯系スギを母方にして人工交配を試み、これによってえた交雑種について耐雪性の試験を行ない、その結果は、針葉が短く、疎で、内屈せる葉型すなわち、野原のいうB型の種類が耐雪性であると報告している。

また、村井⁴⁾は宮城県牡鹿島牧の崎天然スギに関し、「杉針葉形態の樹齡変化について」報告し、針葉の外部形態の着生部位による変化を究明している。これらの結果によると、外側枝も内側不定芽もともに着生高により変化することが明らかにされ、ある形態数値をとって吟味した場合、外側枝（陽葉）の数値は内側不定芽（陰葉）に比べて樹高2～4m低所にあることを知られた。さらに両葉と樹齡変化との関係をグラフ上で求めた結果によれば、個樹の着生高差による陰陽両葉それぞれの変化が、樹齡による変化曲線ときわめて類似しており、下部から上部に至る変化が樹齡の増加と傾向において一致していることが認められている。なお、個樹上端部付近の陽葉は、その個樹として最大年齡の形態を呈し、その個樹の樹齡による形態と一致しており、最下部の陰葉は、その個樹としては、幼い年齡に逆行した形態に類似しているものであるとされている。

つぎに個樹において、外側枝＝陽葉と内側不定芽＝陰葉とはともに着生高により、それぞれ漸進的に変化する。このことから、個樹全体から見る時は、陽葉から陰葉に移行する変化もしたがって漸進的である。陽葉＝老葉、陰葉＝幼葉と推論されるから、個樹においては老葉と幼葉が混在して漸変していることになる。このことを個樹の一生から見る時は、幼齡時陰性の性質をもっているものが年齡の増加とともに漸次陽性に変化するものであることを推定さすものであると述べている。

つぎに、四手井⁷⁾は雪害関係を知るために、樹冠につもる模型実験を行なったが、この結果によると、冠雪量はそれを生じた降雪量、いいかえれば樹冠の投影面上に積もる雪の量よりも、枝葉数あるいは密度

が関係して増大し、風速が、ある程度強ければ強いほど多くなることがわかり、樹冠は降雪を捕捉する作用があることを究めた。したがってその結果、林分、林木の存在は積雪の分布を不均一にすることがわかる。

このことは、一方樹木にとっていえば、冠雪が降雪量よりもはるかに増加する機会があること、したがって冠雪による梢折れ、幹折れは降雪量の多寡のみならず、樹冠の状態および風速の外的な因子によって、その危険が増大する場合が多いことを示している。さらにくわしくいえば、樹冠の粗密という点では、密なほどおのおの枝葉に付着する冠雪量は減少するが、すなわち各枝葉の負う冠雪荷重は減少するが、樹冠全部から見れば、冠雪総量は増加する結果となり、逆に粗な樹冠では、各枝葉の積雪荷重は増加するが、冠雪総量はある範囲内では減少することになる。すなわち、各枝の冠雪荷重にたえる範囲内で、樹冠を切りすかす方が冠雪を減少するに有効で、冠雪による雪害を減少することになるとの考えを明らかにされている。

樹種的にいえば、樹冠が粗であって着枝の少ないものが冠雪が少なくなることになるだろうともいわれている。

さらに風速と冠雪との関係についての結果では、風速が増すほど増加することになるが、これにはおのずから限度があり、風による樹冠の動揺、冠雪の飛散等が起こればかえって減少するものと考えられる。

しかし、高橋⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾はスギの品種による雪害の抵抗性についておもに品種的観点から述べられ、その結論として、表と裏日本のスギについて形態的差異を述べ、雪害に対しては、裏日本系のスギが表日本系のスギよりすぐれており、その中でも第2次枝の岐出本数が少ないほど、またその付着角度が大きいほど優良品種であるといえたと述べている。

つぎに片岡¹⁴⁾は枝葉の冠雪という問題で、雪の枝葉に積る時の状態を述べ、どんな場合に冠雪量が多くなるかを明らかにしている。その結果からわかったことは、雪が枝に積もる時には、最初に、小さい枝葉の部分から積もり出し、ついに枝葉との間に積もった雪が互いに付着し合って、その間降雪量増加に対する冠雪量は休止、発達の変化を何回かくりかえし、最後に全枝が一塊の冠雪になる。また、樹枝状結晶のような積もりやすい雪で、しかも湿雪の場合、すなわち粘性が大きい場合で、無風であれば冠雪量増加には、このような休止期がなく降雪量増加に対し、直線に近い関係で増加する。粘性の少ない雪で、風のある場合等には、枝葉の間隙がなかなか埋まらず、いちじるしく蛇行しながら徐々に増加するものであるということがいえようと述べている。

また、高橋(喜)¹⁴⁾もスギの冠雪について研究し、冠雪の一般的な経過、降雪量と冠雪量、風速と冠雪、冠雪の落下、異状冠雪の諸項目について雪害を雪の面から追求し詳細に述べている。

つぎに有田¹⁶⁾は、伏条スギに関する研究として、針葉形態の局所変異について調査し、スギの個樹における針葉形態の変異の状況を調査した結果、針葉形態は枝条の着生高により、また同一着生高においては緑枝長の長短によって、かなり変異することが認められている。さらに、緑枝長の長短もまたおのおの着生高においてそれぞれ一定の変異を示すが、その変異曲線は着生高が大きくなるとともに正曲線からしだいに歪曲線となり、最上部においては、半曲線に近い形に推移することを究めている。したがってわれわれが資料を採る場合、どの部分から採るべきが得策であるかを提示している。

つぎに石崎¹⁷⁾は、九州におけるスギの在来品種について、広汎にわたって詳細に述べ、とくに九州における挿しスギの種類および品種の見分け方として葉の形態、針葉の着生角度、葉色、枝条の形態、落枝

性および副条発生の難易、樹冠の形態、樹皮、材質等の諸項目につき記述し、これらの造林的性質にも言及している。

四手井¹⁸⁾は、大阪営林局から天然生スギの系統究明と優良品種選抜に関する調査報告を発表し、同局管内を北陸、山陽、南海、山陰方面および京都近郊に区分し、主としてこれらの天然スギについて、その葉型、樹型、樹皮型、その他について広く調査した結果を報告し、近藤氏の発表したスギの系統とその配給区分をさらにくわしく区分し、それにある程度の客観性を与えることができた述べている。

なお、スギの系統や、品種について、単に形態的特徴すなわち葉型、樹皮型、幹型を重要視する結果から外型的に近似したスギの成長その他の内的性質も近似しており、産地や分布地域がどれほど離れていても、同一系統、あるいは同一品種であると思なす人もあるようだが、この結果からは必ずしもそうとはいえないことが明かで、特にウラスギ系のもは、その変化が大で、葉型がほぼ同一と思なしえても必ずしも成長が同様であるとはいえない。やはり、地方的に離れた場合は外形のみできめることは危険であり、地域ごとに地方的なものを考えるべきであろうと指摘している。

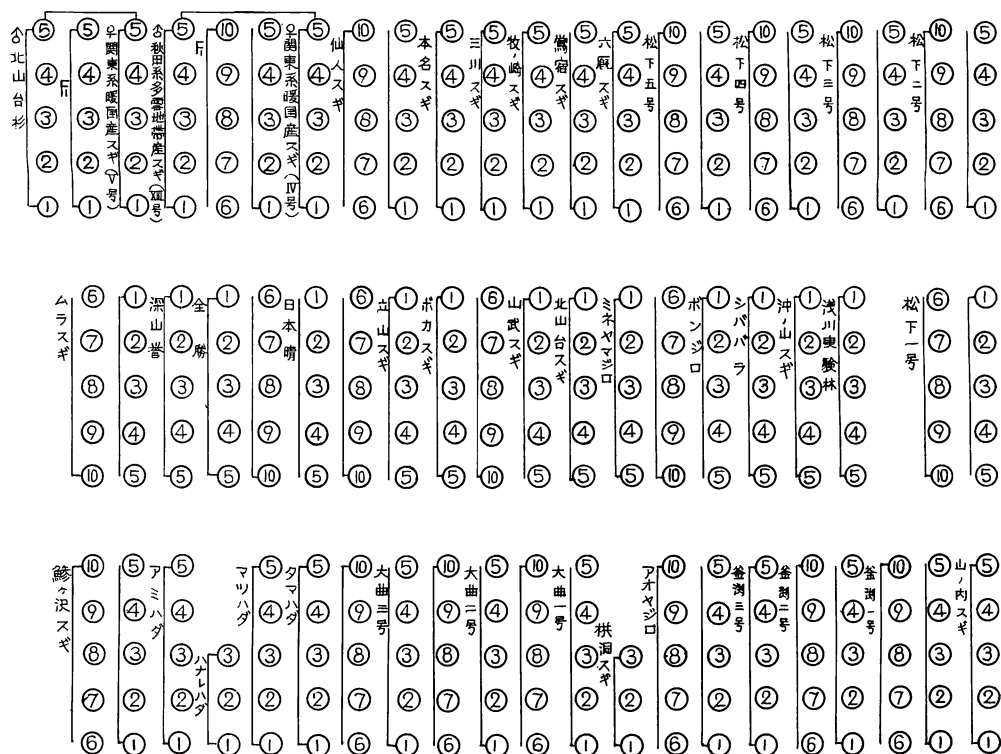
つぎに野原・故大河原²⁰⁾はスギの耐雪性品種の研究として、スギの葉型と冠雪量について研究し、いかなる葉型を示すものが冠雪量が多いか、これらの基礎実験を行ない、その結論としては耐雪性の品種の判定までには遠く及ばないが、冠雪害の発生はいかなる冠雪量の限界に到達した場合に生ずる全くの物理現象であるから、理論的にも冠雪量を軽減するような葉型に着目し、これらを努めて選抜養成すべきであることはいいえられると結んでいる。

つぎに佐藤²¹⁾は、古口営林署管内の豪雪地帯で、スギ、カラマツの造林地について、それぞれの高度、地型、傾斜、積雪深、林齢別にあらわれた雪害の種類別をねらいとして調査した。この結果によると、スギ林分の根曲りおよび幹曲りについて局地的地型では、低地が多いことは共通し、根元曲りは沢沿いが多いが、幹曲りは他の因子が関連して一定の傾向を示さず、傾斜については根本曲りでは急傾斜ほど多く、幹曲りは5度未満の地域が多い。積雪深は根曲りについては深い地域ほど多く、幹曲りは他の因子が関連して一定の傾向を示さない。林齢は根曲り、幹曲りとともに若い林分が多い。カラマツについては本報とは直接関係がないので省略するが、以上のごとく地型関係と雪害状況をとくに詳細に報告している。

野原²³⁾は多雪地帯のスギ造林の問題点が雪害防除対策にあることを強調指摘し、雪害の種類、現在の防除対策の種々の実施例をあげ、ことに階段造林の意義、目的、その効果、および設置要領等にもふれ、さらに、雪害に対する一般的な注意事項、このうちでも育種の立場からの耐雪性品種の選抜の重要性等を述べている。

また遠山²⁴⁾は、オモテスギとウラスギについて研究し、わが国のスギは、成長型の差や北地での雪害の有無、樹冠型や葉型のちがい等によって、オモテスギとウラスギに分けるのが普通とされているが、この従来の多くの方の研究結果を検討され、さらにみずからも調査した結果、このスギの二分説は十分な確かな根拠のあるものとはいえないことがわかったと指摘している。

つぎに有田ら²⁷⁾は、タテヤマスギの品種的特性とその育種事業への利用に関する調査報告を発表し、わが国での最高の地域を占める高山多雪地帯の天然に分布するタテヤマスギの品種的特性を調査し、従来不明であったタテヤマスギの品種的特性をかなり明確にし、今後の調査研究に大きな足がかりをつけ、よき指針を与えている。



第1図 スギの耐雪性比較植栽試験地（昭和33, 36年植栽）



写真 1. スギの耐雪性比較植栽試験地（昭和33, 36年植栽）
（林業試験場東北支場山形分場構内）

3. 研究方法とその経過

現在までに行なってきた本研究の方法は、交雑と選抜の両法に区分できる。

交雑育種による研究は、1932年に交配を行ない、その材料を1936年春に現高尾山国有林に、また同地より採穂したさし木苗木を1955年に小根山国有林に植栽し、その後の撫育管理が行なわれ、その調査は、当該営林局署で行なわれることになっている。はからずも1957年4月、野原は旧秋田支場釜淵分場に転勤したので、この好機を逸せず、多雪地の現山形分場に赴任と同時に高尾山の同試験林より同様穂木をとりよせ、さし木増殖を行ない、1961年春ようやく定植して現在各地のスギと比較植栽できる運びとなったしだいである。したがって現在、当初の目的とした耐雪性の確認という段階までには至っていないが、いずれ近くこの結果が逐次えられる見込みである。

つぎに選抜育種についての研究は、1957年春旧釜淵分場に転勤来早速着手したもので、分場の使命からも重要テーマの1つとしてとり上げたもので、1958年春に裏日本の多雪地帯たる日本海沿岸を主体に他の箇所のもあわせて、いずれのスギが耐雪性を示すか参考に各地のスギを収集して、当山形分場構内に耐雪性の比較植栽試験地を設定し（第1図および写真1参照）、今日まで保育管理を行ないつつ各種類間の形態ならびに雪害の関係を観察調査し、現在に至っている。

4. 試験種目

I. スギ交配種の耐雪性試験

A. 実験材料

本試験に供した交配種は、雪害と密接不可分の関係があると思われる葉型に着目して、1932年春暖国

第1表 スギ人工交配種の3年生苗木に現われた葉型調査（1936年）
Table 1. Needle types of 3-year old seedlings of artificial hybrids
in *Cryptomeria japonica*.

試験区 番 号	種 類	供 試 個体数	第1代雑種3年生苗木に 現われたる葉型				備 考
			A	B	C	D	
1	♀ A型廿里スギⅢ × ♂ C型廿里スギⅧ	32	23	8	0	1	1. 葉型(A,B,C,D) 調査は写真による標準葉型(御 料林184号p. 33) を基とした。 2. 人工交配施行 昭和7年。 3. 種子採集 昭和 7年秋。 4. 播種 昭和8年春。 5. 床替(1回目) 昭和9年春。 " (2回目) 昭和10年春。 6. 葉型調査 昭和 11年春。
2	♀ A型廿里スギⅢ × ♂ B型秋田スギⅨ	365	132	230	2	1	
3	D型S廿里スギⅣ	4	2	0	0	2	
4	♀ A型廿里Ⅳ × ♂ B型秋田Ⅸ	75	44	31	0	0	
5	B型S秋田Ⅸ	5	0	5	0	0	
6	A型S廿里スギⅤ	9	3	2	0	4	
7	♀ A型廿里スギⅤ × ♂ B型北山台スギⅠ	76	49	27	0	0	
8	♀ A型廿里スギⅤ × ♂ 北山台スギⅢ	6	3	3	0	0	
9	♀ A型廿里スギⅥ × ♂ B型北山台スギⅠ	30	17	13	0	0	
10	A型S廿里スギⅦ	1	0	0	0	1	

産関東系の、都下の在来スギを母方とし、多雪地方産秋田系スギを父方に用い、これらによる葉型改良をねらいとしたため、ことさら著しく葉型を異にしたこれらの両親間での交配である。

もっとも葉型は、たとえ総体的に外観上著しい差異が認められる寒暖両地方産母樹でも、しさいに観察すると、村井²⁾、有田¹⁰⁾ からも指摘しているように、その地方でも、相当の変異が見受けられ、ことに同一個樹でもその位置で違った形質を有する事実からしても、葉型は不安定なものであることは、われわれのしばしば経験することである。したがって、本交配種の耐雪性の遺伝性調査には、母樹からまず吟味してかかる必要があり、その結果も慎重考慮せねばならない。そこで、1932年実施した交配試験から得た3年生苗木について、当初まず葉型調査を行なった。参考までにその成績を示すと第1表のとおりである。

本成績で明らかなように、Ⅶ、およびⅧ号の自家受精は、その母樹とあい一致し、なんら変異の出現が認められないが、ⅣおよびⅤ号は変異が現われ、未固定種たることがわかった。

しかし、概括的に葉型改良をねらいとして供用したB型との交配種には、例外なくB型葉型が出現したことは見のがせない事実である。

B. 試験地の概況

本試験は、1936年現東京営林署高尾山国有林38ほの比較的地味良好な北西面の緩傾斜地にある天然林内の疎開地に、3年生試験苗木を ha あたり 3,000本植栽したところである（写真2参照）。

その基岩は、砂岩および粘板岩で、土性は壤土、深度は中、堅密度軟で、湿度は湿、土壌 B₀ 型のおおむねスギの適地である。

植栽後6か年間、毎年成長調査を行ない、その後定期的調査は種々の都合で行なっていないが、1942年2、3月の降雪時を機会に、耐雪性の調査がなされている。

それ以来は、帝室林野局林業試験場から同東京支局東京出張所への所管替え、さらに日支事変、大東亜戦争、つづいて林政統一等の大変革により、試験調査が惜しくも中絶されていたが、1960年、間伐調査がなされ、翌1961年、ようやく時期遅れの第1回間伐を実施するを得、さらに野原が幸い1962年9月本場造林部育種科育種第1研究室に配置替えとなり、早速成長その他種々の遺伝性調査が再開される運びとなり今日に至っている。

C. 調査方法と耐雪性の表示

本調査は、1942年2月24日平均17cmの降雪と、3月8日10cmの降雪時を機会に雪害調査を行なったものである。

まず樹冠上部が積雪の荷重のため、圧倒される程度を表わすため樹幹の立つ向きと傾いた梢部の樹心とのなす角度を測って、それを6階級とした。すなわち、0°、15°以内、以下30、45、60、90°とし、これらの傾倒した程度を便宜上係数をもって示し、15°以内を1、以下2、3、4、5、の係数をあてはめ、



写真 2. 東京営林署高尾山国有林38ほにおけるスギ人工交配試験地（昭和7年交配施行、11年植栽）（昭和37年9月撮影）

樹梢が傾かないものは0とし、それぞれこの分割内の当該木員数と係数との積の合計を求め、次に供試個体数にて除し、その数値を被害度（指数）としたものである。

たとえば、5.0なる被害度は60°以上90°以内全個体の倒伏を示し、その被害大なるを意味する。

D. 試験結果

ここに得た結果を示すと第2表のとおりである。

本表について検討してみるに、第1回調査において最も被害の大なのは、試験区番号3および10で、葉型はD型もしくはD(A)型であり、少ないのは試験区番号1の交配種である。同じB型交配種でも北山台

第2表 スギ人工交配種の対雪性調査（1942年）

Table 2. Snow resistance of artificial hybrid saplings in *Cryptomeria japonica*.

試験区 番 号	母樹葉型		種 類	供試個体数	冠 雪 被 害 度 (指 数)		
	♀	♂			第 1 回 昭17. 2. 25	第 2 回 昭17. 3. 9	平 均
1	A, B	C	廿里Ⅲ×廿里Ⅷ	32	2.8	1.3	2.1
2	A	B	廿里Ⅲ×廿里Ⅸ	355	3.5	0.6	2.1
3	D(A)		廿里自家受精Ⅳ	2	5.0	1.6	3.0
4	A	B	廿里Ⅳ×秋田Ⅸ	69	3.0	0.6	1.8
5	B		秋田自家受精Ⅸ	4	3.8	0.5	2.2
6	A		廿里自家受精Ⅴ	6	4.8	1.7	3.3
7	A	B	廿里Ⅴ×北山台スギⅠ	69	4.0	1.9	2.9
8	A	B	廿里Ⅴ×北山台スギⅢ	5	4.8	2.4	3.6
9	A	B	廿里Ⅵ×北山台スギⅠ	28	3.6	1.1	2.4
10	D		廿里自家受精Ⅶ	1	5.0	1.0	3.0

備 考：1) 植栽箇所、現高尾山国有林38ほ 2) 植栽年度、昭和11年春 3) 第1回調査、昭和17. 2. 24, 第2回調査、昭和17. 3. 8 4) 降雪量：第1回 平均17cm, 第2回 平均10cm。

第3表 スギ耐雪性比較試験（1942年）

Table 3. Comparison in snow resistance between two local varieties in *Cryptomeria japonica*.

冠雪被害度(指数)	0	1	2	3	4	5	供試個体 計	冠雪被害度 (指数)
傾倒程度	0	1.5° 以内	30°以内	45°以内	60°以内	90°以内		
種 類								
秋田系多雪地方産スギ	73	2	1	0	0	0	76	0.05
関東系暖国産スギ	30	6	2	0	0	0	38	0.26

備 考 1)植栽箇所 現浅川実験林（廿里国有林23り）、 2)植栽年度 昭和7年春、 3)降雪 昭和17年2月15日、 4)積雪量 10cm、 5)被害調査 昭和17年2月23日、 6)関 東系暖国産スギは、愛知、高知、千葉、東京の平均とす。

スギよりは、Ⅷ号木すなわち秋田系母樹を交配したものが、いくぶんその被害が少ない感がある。第2回調査では、降雪量が少なく、全般的に被害僅少であったが、わけてⅧ号木が最も耐雪性を表現している。この2回の結果の平均として最も有望と考えられるのは試験区番号4の関東系暖国産廿里Ⅳ号と多雪地方産秋田系スギⅧ号の交配種であることがわかった。

つぎに参考までに、現林業試験場浅川実験林（23り）における産地別スギ植栽地で、前記試験と同機会に調査せる耐雪性を示すと第3表のとおりである。

本試験の結果によって明らかなように、秋田スギが関東系スギよりもその被害の少ないことがわかる。

しかし、上記試験は実験回数も寡雪地たる当地においてはその機会きわめて少なく、雪質等により雪害はおのずから種々異なるので、今後増殖して多雪地の各地で努めて実験をくりかえす必要があると考える。

Ⅱ 葉型と冠雪量の試験

A. 実験材料

当山形分場構内のスギ林より肉眼観察により便宜ここでは葉型を次の4種（Plate 2 参照）に分類して供試材料とした。すなわち

A. 大葉型, B. 中葉型, C. 小葉型, D. 極小葉型

これらの選抜した母樹は、いずれも胸高直径 20～30cm, 樹高 15～20m, 樹齢約45年生の樹冠中部より形態が良好で、5～6年生苗木に相当する、しかもその母樹の具備せる葉型の代表となるべき材料を選んだことはいうまでもない。

B. 試験区設定

雪受台として 0.6cm 厚さの板で 1 m² の台をつくり、上部はトタン張りにし、30cmの足をつけ、これを雪の中に差し込んで固定した。雪受台には高さ 3 cmの縁をめぐらし、1箇所15cmのところはそのままとして、積雪量の秤量に便ならしめた。そうして試験の途中から中心部に直径 1.5 cm の金棒を直立させ、雪受台より供試材料を梢頭の高さまで 70cm となるように針金で固定した。

第Ⅰ試験区は、障害物のない積雪地に、また第Ⅱ試験区は周囲が約 1 mの高さまで囲まれた窪地内に設置して、降雪ごと供試料間および雪受台 1 m² 当たりの降雪の状況を観察測定することとした(Plate 3, 4 参照)。

C. 調査方法

(a) 針葉および枝についての形態調査

(1) 葉 型

A型 オモテスギのように見えるが、先端がわん曲している。握ると表系スギほどではないが痛く、着生角度が大である。針葉の先端が尖鋭であり、長短の差が大きい。

B型 針葉はわん曲度少なく、尖鋭で槍状的である。着生角度はA型よりも小で、鋭角である。握れば多少痛く、長短の差が大きい。

C型 針葉の着生角度は小さく、先端がわん曲している。針葉の長短の差が大きい。握れば痛くなく軟らかい感じがする。

D型 極端に針葉が短く、長短の差が小さい。着生量が極端に多く、着生角度は小さいが握れば硬く痛みを感じる。

これら針葉の角度の測定は、写真に撮影し、引伸しを行なって針葉の岐出部と心との角度を分度器で読

第4表 スギの枝および
Table 4. Difference in various properties of shoot and

調査項目 葉型	樹冠		枝		枝の着生		枝に着生している小枝葉		
	縦 cm	横 cm	長さ cm	太さ cm	間隔 cm	角度	第1小枝葉の位置 cm	小枝葉数	本数
A	54.0	89.0	33.6	0.6	3.8	50.5	4.8	46	11
B	49.8	78.5	26.8	0.5	2.9	46.1	3.1	36	15
C	49.0	76.0	26.5	0.5	2.9	47.0	4.4	18	16
D	48.5	55.5	21.6	0.4	1.9	38.4	2.8	30	24

備考 針葉の長さは 300, 角度は 100個体につき調査す。

んだものである。いいかえれば、針葉の先端から内側基部を結んだ線と枝軸とのなす角度を計ったものである。

(2) 枝

A型 枝張りが大きく、まばらで太い。枝の着生間隔が離れている。

着生角度が大きく、先端はわん曲して交錯している。着生本数が少ない割に小枝葉の着生量が多い。

B型 小枝葉の着生量が多い。着生角度は中間である。第1小枝の着生位置が幹に近く発生している。

C型 着生角度はB型とほとんど同様で、その角度が小さく鋭角である。枝および小枝葉の着生が多い。

D型 Bと同様に第1小枝葉の着生位置が幹に近い。針葉と同様に細かく短い。

枝の着生角度の測定方法は、幹の中心部に分度器をあて、枝の中心部の角度をよんだものである。すな

第5表 スギの葉型別
Table 5. Difference in crown snow among four

調査月日	箇所 葉型 積雪量	I 区 (平地)							
		A		B		C		D	
		1m ² kg	冠雪量 kg	1m ² kg	冠雪量 kg	1m ² kg	冠雪量 kg	1m ² kg	冠雪量 kg
昭和34年 2月24日		0.069		0.072		0.074		0.072	
25		0.807		0.810		0.812		0.795	
26		1.318	0.136	1.351	0.126	1.466	0.048	1.438	0.054
3. 3		14.200	風のため落下 0.087	15.000	0.408	16.000	風のため落下 0.025	15.400	0.120
13		6.300	0.717	6.800	0.570	6.900	0.285	7.400	0.502
14		7.000	0.412	7.200	0.350	7.200	0.108	7.400	0.247
14		14.000	0.908	14.200	0.660	15.000	0.248	14.800	0.540
合計		43.694	2.173	45.433	2.114	47.452	0.689	46.905	1.463
平均		6.242	0.543	6.490	0.423	6.779	0.172	6.700	0.293
積雪総量(kg)		6.785		6.913		6.951		6.993	
供試木容量(cc)		310cc		270cc		150cc		160cc	
重 量(kg)		0.245		0.210		0.130		0.110	
供試木1cc当たりの 冠雪量(g)		1.752g		1.567g		1.146g		1.831g	

葉の形態調査（1959年）

needle among four needle types in *Cryptomeria japonica*.

小枝葉 総数	針葉の長さ				針葉の角度				10cm当 たりの 針葉数
	最 高 cm	最 低 cm	平 均 cm	標準偏差 cm	最 高 cm	最 低 cm	平 均 cm	標準偏差 cm	
506	1.85	0.55	1.356	± 0.270	57	27	41.54	± 6.62	78
591	1.80	0.30	1.140	± 0.361	45	13	27.67	± 7.48	86
277	1.50	0.25	0.870	± 0.287	39	17	24.50	± 4.55	90
717	0.50	0.15	0.370	± 0.104	45	13	27.07	± 5.95	142

わち、枝の分岐の基部とその枝の中心部を結んだ線と幹とのなす角度を計ったものである。

以上の測定値をとりまとめた結果を第4表に示す。

これによると、樹冠の大きさは、AよりC、Dに至るに従って概して小さく、枝の長さも、太さも、同様の傾向がある。さらに枝葉の着生角度の関係は、AからDに至るに従って狭まり、すなわちAは大で、Dに至るに従ってしだいに小となり、その本数は、Aが少なく、Dに至るに従って多くなっている。針葉の長さは、Aが長く、Dに至るに従って短く、その着生角度も概してAが大で、Dに至るに従って小となり、その着生量はAが少なく、Dに近づくに従って大となっている。

このようにA、B、C間には大差が見られないが、A、Dの両者間には上記の形質が極端に差があることがわかる。

(b) 積雪量および冠雪量の調査

降雪のつど積雪量の調査を行なったのであるが、温度が上昇すると、測定が困難になるので早朝に行な

冠雪量調査（1959年）

needle types in *Cryptomeria japonica*.

Ⅱ 区 (くぼ地)								積雪深 cm	雪 質 (密 度)
A'		B'		C'		D'			
1m ² kg	冠雪量 kg	1m ² kg	冠雪量 kg	1m ² kg	冠雪量 kg	1m ² kg	冠雪量 kg		
0.067		0.071		0.070		0.077		1	
0.810	0.004	0.858	0.004	0.851		0.871		1	
1.307	0.277	1.461	0.155	1.468	0.093	1.513		3	0.043
15.200	1.000	16.000	0.165	16.500	0.030	16.000	0.485	8	0.183
6.200	1.260	6.800	0.752	7.100	0.605	7.800	0.445	9	0.056
7.000	0.455	7.000	0.356	7.200	0.252	7.400	0.145	12	0.074
13.600	1.510	14.000	0.876	14.400	0.585	14.800	0.488	10	0.173
44.184	4.560	46.190	2.320	47.589	1.565	48.461	1.573	44	
6.312	0.751	6.599	0.384	6.798	0.313	6.923	0.393	6.3	
7.063		6.983		7.111		7.316			
550cc		275cc		295cc		130cc			
0.280		0.220		0.240		0.100			
1.365g		1.396g		1.061g		3.023g			

った。

その要領は、まず冠雪量は供試木の下にビニールを敷き、手でもって雪を静かに落として上皿天秤で速やかに測定し、つぎに雪受台 1 m^2 間の積雪をスコップでビニールに移し、少量の場合は上皿天秤で、大量の場合はスプリング・バランスで測定した。

D. 耐雪性の表示

葉型と冠雪量の調査より、耐雪性をいかに表示すべきが最も妥当であるか、このことが最初に問題となると考えられるが、雪害がよって起こる原因から見て、前にも述べたように、樹冠に雪がつもり、樹木が持ちこたえられなくなった時、品種または個体間によって弾力あるいは強靱性の差異は有するにしても、ここに冠雪害となって種々の型においての被害が起こる、いわば全くの物理現象であるから、冠雪量の多寡はひいては雪害の大小に必然的に影響をおよぼすものと解して差しつかえないと考えられる。

この考え方が妥当だとすれば、冠雪量を努めて同一条件下に測定すれば、これによって結果的には耐雪性を推知し得られることになると思われるわけである。

もっとも四手井、高橋(喜)、片岡らは、冠雪量によって樹冠の傾倒するところを操作して、スプリング・バランスでその雪の荷重を測定しているが、筆者らの実験では、幼齡木を対象とした関係上、便宜冠雪量をその供試個体の容量より 1 cm^3 当たりの雪の重量に換算して表示する方法をとったものである。

E. 試験結果

上述の供試料のもとで冠雪量を対比して見ると、本結果は第 5 表に示すとおりである。

この表で明かなように、試験区 I、II においては一致した結果とはいえないが、I 区においては、 1 cm^3 当たりの冠雪量 A 型は 1.752 g 、B 型は 1.567 g 、C 型は 1.146 g となり、A が多く、B より C としだいに小となっている。II 区においては不規則で、A 1.365 g と B 1.396 g 、ともに近似の冠雪量を示しているが、C は I 区同様 A よりも小で、 1.061 g となり、D は 1.831 g 、II 区 3.023 g で、ともに供試料中最も大なる値を示した。

結局この実験で、4 種の供試料中 C 型が冠雪量最も少なく、D 型が最も大なることがわかった。

しかし、 1 m^2 あたりの積雪量と冠雪量の総量は各葉型ともほとんど等しく、厳密に言えば窪地が平地に比べ若干大なる値を示す傾向がうかがわれる。

本実験の結果から樹冠の大きさ、枝張り、枝葉数、針葉の長さ等が小であれば、冠雪量の荷重も比例して減少し、ひいては雪害が小となるものと考えられる。ただし、本資料中の D 型については予期に反した結果をえたが、このことについては今後さらに究明したい。

III. 樹型と冠雪量の試験

A. 実験材料

1958 年 および 1961 年に 当山形分場構内に植栽した多雪地帯を主体に収集したスギは第 6 表のとおりで、これらの幼齡造林木を対象にとりあえず現地の雪害状況対比の実験材料とした。

B. 試験地の概況

本試験地は、1958 年 および 1961 年分場構内苗畑の西北隅に新設したもので、 ha 当たり 4,000 本植えとし(第 1 図および写真 1 参照)、除草、消毒はもとより、毎春施肥を行ない、とくに雪害をこうむらないよう、雪除けには十分留意して入念な保護管理を行ってきた。

C. 調査方法

第6表 スギ耐雪性比較試験母材料（1958年以降）

Table 6. Materials for snow resistance test of *Cryptomeria japonica*.

試験 番号	種 類	産地または 取寄先	苗 齢	養 苗 別	取寄 年 度	植栽 本 数	植栽 年 度	備 考
1	釜淵 1号	山形分場	4	接木苗	昭33年5月	10	昭33年5月	
2	2号	"	4	"	"	10	"	
3	3号	"	4	"	"	10	"	
4	アオヤジロ	秋田県林業試験場	2	"	"	7	"	
5	タマハダ	"	2	"	"	5	"	
6	ハナレハダ	"	2	"	"	3	"	
7	アミハダ	"	2	"	"	5	"	
8	山内スギ	古口営林署	3	実生苗	昭33. 5	5	昭33. 5	
9	桃洞スギ	大曲営林署	3	"	"	3	"	
10	鯨ヶ沢スギ	鯨ヶ沢営林署	3	"	"	10	"	
11	浅川実験林	浅川実験林	2	"	"	5	"	
12	立山スギ	富山営林署	3	"	"	10	"	
13	ムラスギ	新発田営林署	3	"	"	10	"	
14	大曲 1号	大曲営林署	4	挿木苗	昭33. 5	10	昭33. 5	
15	2号	"	4	"	"	10	"	
16	3号	"	4	"	"	5	"	
17	松下 1号	兵庫県林業試験場	3	"	34. 5	10	34. 5	
18	2号	"	3	"	"	10	"	
19	3号	"	3	"	"	10	"	
20	4号	"	3	"	"	10	"	
21	5号	"	3	"	"	10	"	
22	全勝	栃木県庁林務部	2	"	33. 5	5	33. 5	福田孫太氏より
23	日本晴	"	2	"	"	10	"	"
24	深山營	"	2	"	"	5	"	"
25	沖山スギ	鳥取県林業試験場	4	"	"	5	"	
26	シバハラ	関西支場	2	"	"	5	"	
27	ボンジロ	"	4	"	"	10	"	
28	ミネヤマジロ	"	4	"	"	5	"	
29	北山台スギ	"	2	"	"	5	"	
30	山武スギ	千葉営林署	4	"	"	10	"	
31	ボカスギ	富山営林署	4	"	"	5	"	
32	六厩スギ	荘川営林署	3	実生苗	昭34. 5	5	昭36. 5	関東林木育種場より
33	鶯宿スギ	盛岡営林署	3	"	"	5	"	"
34	牧ノ崎スギ	石巻営林署	3	"	"	5	"	"
35	三川スギ	村松営林署	3	"	"	5	"	"
36	本名スギ	坂下営林署	3	"	"	5	"	"
37	仙人スギ	山形分場	3	接木苗	"	10	"	"
38	♀関東系暖国産スギ	東京営林署	3	接木苗	34. 4	5	"	昭和7年帝室林野局林業試験場において人工交配、同11年高尾山御料地定植、同34年接木養成36年春定植、（施行者野原技手）
39	F ₁	"	3	"	"	10	"	
40	♂秋田系多雪地帯産スギ	"	3	"	"	5	"	
41	♀関東系暖国産スギ	"	3	"	"	5	"	
42	F(466号)	"	3	"	"	5	"	"
43	♂北山台スギ	"	3	"	"	5	"	

本試験地の調査は、実は雪害の発生しやすい最高積深を脱するところから本格的に開始する予定で、従来から本目的のためにも、もっぱら保護管理に努めてきた。したがって、雪除けは降雪前に完了するよう行なってきたが、たまたま 1961年12月17日に今冬初めての降雪に会い、積深 12cm、さらに翌18日に 27cm と連日の降雪を見、予期以上各品種間によって、冠雪量に顕著な差が認められた。そこで18日の早朝無風

第7表 スギ耐雪性比較

Table 7. Various properties obtained in

試験番号	種 類	供試個体	植栽年度	樹 齢	樹 高 cm	根 元 径 mm	
							供試個体
1	釜淵 1 号	5	昭33年 5月	7	177	35	2
2	2 号	5	"	7	199	31	"
3	3 号	5	"	7	216	36	"
4	ア オ ヤ ジ ロ	5	"	5	135	37	"
5	タ マ ハ ダ	3	"	5	123	27	"
6	ハ ナ レ ハ ダ	3	"	5	54	12	"
7	ア ミ ハ ダ	3	"	5	51	12	"
	平 均				136.4	27	
8	山 内 ス ギ	5	昭33年 5月	6	214	58	2
9	桃 洞 ス ギ	5	"	6	212	42	"
10	鯨 ケ 沢 ス ギ	5	"	6	82	18	"
11	浅 川 実 験 林	5	"	5	238	54	"
12	立 山 ス ギ	5	"	6	213	46	"
13	ム ラ ス ギ	5	"	6	93	22	"
	平 均				176	40	
14	大 曲 1 号	5	昭33年 5月	7	158	38	2
15	2 号	5	"	7	230	52	"
16	3 号	5	"	7	232	43	"
17	松 下 1 号	5	"	6	103	44	"
18	2 号	5	"	6	205	44	"
19	3 号	5	"	6	126	39	"
20	4 号	5	"	6	165	39	"
21	5 号	5	"	6	102	29	"
22	全 勝	3	"	5	124	22	"
23	日 本 晴	5	"	5	160	36	"
24	深 山 蒼	2	"	5	108	19	"
25	沖 山 ス ギ	4	"	7	177	39	"
26	シ バ バ ラ	4	"	5	181	39	"
27	ボ ン ジ ロ	5	"	7	173	30	"
28	ミ ネ ヤ マ ジ ロ	5	"	7	221	45	"
29	北 山 台 ス ギ	5	"	5	164	33	"
30	山 武 ス ギ	5	"	7	148	37	"
31	ボ カ ス ギ	5	"	7	204	50	"
	平 均				165.6	37.6	
	総 平 均				159.3	34.9	

時を機会に、冠雪状況を調査したのであるが、しかし、本年度定植したばかりの幼齢木や、すでに相当成長した中にも下枝の埋没せるもの等が見受けられたので、個樹ごとの冠雪量について数的な測定は遺憾ながら断念せざるをえなかった。しかし、明らかに冠雪量の差異が認められたので、大方の趨勢を見いだすべく早速スナップ写真を撮影し（Plate 5～7参照）、さらに肉眼観察により、雪の冠る程度や、その樹

試験形質調査（1961年）

snow resistance test of *Cryptomeria japonica*.

1 成長期に伸長した新梢部の比較					被害度（指数）				伸長率	備 考
幹 長 cm	最長枝の 長 度 cm	平均枝の 長 度 cm	枝の長さ に対する幹の 長さの割合	1m あた りの枝数	枝の平均 角 度	冠 雪	曲 り			
65.5	30.0	18.5	3.5	26.7	20.7	4	2	37.0	接木苗	
63.5	37.0	21.0	3.0	18.9	24.4	4	3	31.9	〃	
77.5	36.0	26.1	3.0	18.7	28.3	4	2	35.9	〃	
48.0	33.5	22.1	2.2	16.7	32.5	6	4	35.6	〃	
24.5	20.0	13.7	1.8	30.6	22.0	8	3	19.9	〃	
19.0	18.0	9.0	2.1	36.8	22.2	-	-	35.2	〃	
14.5	9.0	5.7	2.5	27.6	28.8	-	-	28.4	〃	
44.6	26.2	16.6	2.6	25.1	25.6	5.2	2.8	32.0		
98.0	45.0	28.3	3.5	14.3	43.6	5	5	45.8	実生苗	
84.0	39.0	25.1	3.4	17.3	40.1	3	2	39.6	〃	
34.0	20.0	13.7	2.5	25.0	34.1	-	-	41.5	〃	
97.5	48.0	28.3	3.4	22.6	52.6	10	10	41.0	〃	
73.0	33.0	22.6	3.2	20.5	45.4	10	10	34.3	〃	
30.7	21.5	13.7	2.2	31.1	45.8	-	-	33.0	〃	
69.5	29.5	22.0	3.0	21.8	43.6	7	6.9	33.6		
59.0	34.5	20.6	2.9	15.3	34.2	7	4	37.3	挿木苗	
78.0	38.0	25.1	3.1	19.9	39.0	6	4	33.9	〃	
90.0	38.0	26.0	3.5	17.8	39.0	6	4.5	38.8	〃	
40.0	34.5	24.1	1.7	23.8	28.8	10	10	38.8	〃	
93.0	44.0	24.4	3.8	25.8	52.7	10	10	45.4	〃	
46.0	27.5	18.5	2.5	29.3	39.5	10	10	36.5	〃	
69.5	37.5	23.7	2.9	23.0	37.7	9	9	42.1	〃	
34.0	27.5	18.8	1.8	22.1	34.2	6	1	33.3	〃	
39.5	31.0	18.9	2.1	19.0	28.2	5	4	31.9	〃	
70.0	36.0	25.7	2.7	13.6	36.7	4	4	43.8	〃	
36.5	25.5	16.1	2.3	21.9	20.4	-	-	33.8	〃	
72.0	31.5	18.7	3.9	20.1	36.5	3.5	2	40.7	〃	
81.0	37.0	23.7	3.4	23.5	38.9	5	3	44.8	〃	
79.5	39.0	24.1	3.3	18.9	28.8	5	3	46.0	〃	
82.5	35.0	21.1	3.9	21.2	26.8	4	2	37.3	〃	
18.5	34.0	20.3	3.4	19.7	26.2	3	2	41.8	〃	
72.5	39.5	23.3	3.1	27.6	45.3	9	2	49.0	〃	
79.5	31.5	18.9	4.2	21.3	39.1	10	8	39.0	〃	
66.2	34.5	21.8	3.0	21.4	31.3	6.6	5.1	42.0		
60.1	30.1	20.1	2.9	22.8	33.5	6.3	4.9	35.9		

冠の曲がり、ひいては倒伏状態等により、便宜全面的に冠雪を被り、地上部に倒伏した最も激甚な程度を指数10とし、以下その程度に応じ、9～1という要領でそれぞれの被害度を10区分して調査し、さらに別途調査測定した各スギ種間の形質調査の結果とをあわせて、各種間の耐雪性のいかなるものを対比したものである。したがって、ここでは指数の小なるものほど耐雪性大なるを意味するものである。

もっとも今回の調査が突然であり、そのうえ各形質についての調査も、種々の都合上止むをえず年により重点調査を行なわざるをえなかった実情から、各年次を通じての関連性の欠けているものもあり、まことに遺憾に思うが、しかし、これらは差しかえない程度に前年度の1960年、また翌1962年度の調査結果を基として補足し、いかなる形質が、またそれがどの程度までに耐雪性に関与しているか努めて比較検討

第8表 スギ耐雪性比較試験葉型と冠雪被害度調査

Table 8. Relationship between needle type and damage due to crown snow, obtained in snow resistance test of *Cryptomeria japonica*.

試験番号	種	類	葉 型	冠雪被害度	備 考
1	釜 淵	1 号	C	4	葉型(A,B,C,D)調査は 写真による標準葉型 Plate 2 を基とした
2		2 号	C	4	
3		3 号	C	4	
4	ア オ ヤ ジ	ロ	C	6	
5	タ マ ハ	ダ	B, C	8	
6	ハ ナ レ ハ	ダ	—	—	
7	ア ミ ハ	ダ	—	—	
8	山 内	ス ギ	B	5	
9	桃 洞	ス ギ	B	3	
10	鱈 ケ 沢	ス ギ	B, C	—	
11	浅 川 実 験	林	A	10	
12	立 山	ス ギ	A, B	10	
13	ム ラ	ス ギ	B	—	
14	大 曲	1 号	A	7	
15		2 号	A, B	6	
16		3 号	A, B	6	
17	松 下	1 号	B	10	
18		2 号	A, B	10	
19		3 号	B	10	
20		4 号	B	9	
21		5 号	B	6	
22	全	勝	C	5	
23	日 本	晴	B	4	
24	深 山	蒼	C	—	
25	沖 山	ス ギ	B, C	3.5	
26	シ バ	パ ラ	B, C	5	
27	ポ ン	ジ ロ	C	5	
28	ミ ネ ヤ マ	ジ ロ	C	4	
29	北 山 台	ス ギ	B, C	3	
30	山 武	ス ギ	A	9	
31	ボ カ	ス ギ	A	10	

することとした。

D. 試験結果

1961年度の結果を示すと第7表, および冠雪状況は Plate 5~7 のとおりである。

第9表 スギ耐雪性比較試験葉型調査(1961年)

Table 9. Relationship between needle type and damage due to crown snow in *Cryptomeria japonica*.

種 類	葉 型 別				
	A	A, B	B	B, C	C
該 当 す る ス ギ 種 類 数	4	4	7	4	7
総種類に対する各葉型の百分率	15.4	15.4	26.9	15.4	26.9
冠 雪 被 害 度 の 指 数 合 計	36.0	32.0	47.0	19.5	32.0
同 上 の 平 均 被 害 度 指 数	9.0	8.0	6.7	4.8	4.6

1. 本年植栽したものは本調査から除外した。
2. 31種類中葉型または冠雪被害度の不明なものは除外し, 26種類について調査した。
3. 本調査の葉型基準は(第14回東北林学会講演集p. 91の写真による)によったものである。

本表に示すごとく, 比較的冠雪量の少ないのは, 桃銅スギ, 北山台スギ, 沖の山スギ, 釜淵1, 2, 3号, ミネヤマジロ, 日本晴などで, これらはいずれも冠雪被害度3~4程度の指数にとどまり, これに反して東京都下の地スギ(浅川実験林スギ), 立山スギ, 松下1, 2, 3号, およびボカスギ, 千葉の山武スギ, 松下4号等は, とともに10~9の被害指数を示し, 冠雪量がきわめて多いことがわかる。

そこで, さらに各種類を従来の葉型基準(Plate 2参照)により分類調査し, 冠雪被害度と対比したところ, 第8表の結果を示し, これをとりまとめると第9表のとおりである。

すなわち, この結果で明らかのように, 調査した26種に対し, A型は15.4%で, その冠雪被害度の平均指数9.0になるが, A, Bの中間型は15.4%で8.0, さらにB型は26.9%で6.7, B, C型は15.4%を占め4.8, C型は26.9%で4.6という結果となり, 各種類間で樹冠の冠雪状況の差異を十分発揮していることがわかった。

つづいて, 針葉の長さ, その着生角度, 10cm間の針葉数等について, 長さは300, 角度100個体につき前述の要領によって調査したが, 本結果は第10表に示すとおりである。

第7表および第10表などをもとに, さらに針葉と冠雪被害度との間にどのような相関関係があるか, その相関率を求めてみたところ, 第11表に示す結果がえられた。

本表によってわかるように, 針葉については, その角度と冠雪被害度との間には最も相関関係を有し, その相関率0.5882で, 1%の有意性を示すことがわかった。しかし, 針葉の長さとの冠雪被害度間にあつては, 0.3653で5%の有意性に若干満たない程度の相関を示したのである。また, 冠雪と密接な関係があると思われるこれら針葉の長さ, その角度間においては, 0.4872の相関率を示し, これまた1%の有意性が認められたほどである。

つぎに10cmあたりの針葉数と冠雪被害度間には意外にも-0.4301, 5%の有意性が現われた。そこで, さらにこれに関連した針葉の長さ, 10cmあたりの針葉数間との相関についても一応調べてみたところ, これまた-0.4111, 5%の有意性が示されたのである。

第10表 スギ耐雪性比較試験針葉調査(1962年)

Table 10. Various properties of needle, obtained in snow resistance test of *Cryptomeria japonica*.

試験 番号	種 類	針葉の長さ(mm)				針葉の角度				10 cm 間 の針葉数	備 考
		最高 mm	最低 mm	平均 mm	標準偏差 mm	最 高	最 低	平 均	標準偏差		
1	釜淵 1 号	12.0	3.0	8.6	±2.06	38	12	22.0	±5.54	134	接木苗
2	2 号	13.5	3.0	8.4	±2.42	43	18	27.8	±6.50	133	〃
3	3 号	14.0	4.0	10.1	±2.16	40	10	24.4	±5.74	99	〃
4	アオヤジロ	15.0	3.0	9.9	±2.56	44	21	28.2	±5.26	142	〃
5	タマハダ	16.0	3.0	9.4	±2.26	58	25	41.9	±5.86	109	〃
6	ハナレハダ										〃
7	アミハダ										〃
	平 均	14.1	3.2	8.3	±2.29	45	17	28.9	±5.78	123	
8	山内スギ	16.5	3.0	13.0	±3.42	57	17	32.9	±7.20	101	実生苗
9	桃洞スギ	17.0	4.5	11.9	±3.15	57	30	44.9	±6.60	118	〃
10	鯨ヶ沢スギ	19.0	4.0	12.4	±3.23	62	25	38.2	±6.74	98	〃
11	浅川実験林	21.0	4.0	14.5	±3.72	72	27	51.2	±6.91	86	〃
12	立山スギ	15.0	3.0	10.4	±2.63	50	24	36.2	±6.29	117	〃
13	ムラスギ	13.0	4.0	8.7	±2.16	55	17	29.5	±6.63	104	〃
	平 均	17.0	3.8	11.8	±3.05	59	23	38.8	±6.72	104	
14	大曲 1 号	17.0	4.0	12.2	±3.33	49	28	39.2	±5.17	110	挿木苗
15	2 号	16.0	4.5	12.2	±3.40	54	25	36.8	±6.78	103	〃
16	3 号	13.0	3.0	8.9	±2.37	45	21	31.9	±5.78	124	〃
17	松下 1 号	19.0	5.0	12.8	±3.38	57	18	31.5	±7.51	77	〃
18	2 号	13.5	3.0	8.8	±2.45	56	35	44.9	±5.59	97	〃
19	3 号	18.0	3.0	12.3	±3.42	53	14	27.3	±6.57	82	〃
20	4 号	13.0	3.0	8.8	±2.42	56	16	36.3	±6.45	102	〃
21	5 号	17.5	5.0	13.0	±3.59	55	16	25.7	±7.97	88	〃
22	全 勝	15.0	3.0	9.8	±2.54	52	21	30.8	±6.25	80	〃
23	日 本 晴	17.0	3.0	10.3	±2.48	50	13	27.9	±8.01	106	〃
24	深 山 蒼	10.0	3.0	7.3	±1.65	43	15	26.3	±5.97	105	〃
25	沖 山 スギ	13.0	3.0	9.7	±2.04	56	19	32.3	±8.18	140	〃
26	シババラ	14.0	3.0	7.6	±2.52	41	17	26.1	±4.96	104	〃
27	ボンジロ	10.5	3.5	7.4	±1.76	40	13	24.5	±4.89	101	〃
28	ミネヤマジロ	12.0	4.0	8.4	±1.82	40	13	26.0	±5.79	108	〃
29	北山台スギ	13.0	4.6	9.3	±2.41	52	12	21.4	±7.43	111	〃
30	山 武 スギ	15.0	4.0	10.7	±2.69	65	39	49.9	±6.25	112	〃
31	ボカスギ	15.0	5.0	11.3	±2.50	63	28	44.1	±6.80	106	〃
	平 均	14.5	3.7	10.0	±2.60	52	20	32.4	±6.46	97	
	総 平 均	15.2	3.6	10.0	±2.65	52	20	33.4	±6.32	108	

備 考 針葉の長さについては 300, 角度は 100個体について測定す。

第11表 針葉と冠雪被害度との相関々係（1962年）
Table 11. Correlation between the property of needle and the damage due to crown snow.

相 関 係	相 関 率
針 葉 の 長 さ と 冠 雪 被 害 度	0.3653
針 葉 の 角 度 と 冠 雪 被 害 度	0.5882 **
針 葉 の 長 さ と そ の 角 度	0.4872 **
針葉の長さとし10 cm あたりの針葉数	-0.4111 *
10 cm あたりの針葉数と冠雪被害度	-0.4301 *

備 考 **印は1%の有意性, * 印は5%の有意性。

このことは、一定の長さ間の針葉数が多くなればむしろ冠雪被害は減少することになる結果を意味し、針葉長が長くなれば必ずしもその数は増すのではなく、むしろその数が減んずるという結果である。

以上は針葉関係のみについて検討した場合であるが、現実には樹高、樹冠の大きさ、枝の数、その長さ、角度、またその年に伸長した新梢部の状況など種々の形質が複雑に相関連して、ひっきょう冠雪害に現われてくるので、以下これら調査結果について揭示する。

つぎに樹型と冠雪被害度間にどのような関係があるかを検討するために、まず冠雪害の起こる降雪当初から、直接とくに関係があると思われるその年に伸長した新梢部の状況が、どのように冠雪被害度に現われてくるかを見るために、第12表および第13表の結果をもとに求めた相関関係を揭示すると第14表のとおりである。

本表により、直接冠雪被害度に関係が深いと考えられるのは、1成長期間中に伸長した枝の角度であり、その相関率は0.5195、つぎは枝の本数で0.5189、ともに1%の有意性が示された。しかし、この程度の数値差だと、角度と本数の両者間は、甲乙はつけられないほぼ同程度のものとなるが、冠雪害に対してはまことに重要な因子となるといえるのである。

また、新梢部の枝の平均長さと、その平均角度においても0.4728の相関率を示し、ここでも1%の有意性が認められた。

つぎに個体全体の枝についての平均長さと、その平均角度との間には相当の相関率を示し0.6654、1%の有意性があつた。また、全枝の平均角度と1成長期に伸長した新梢の平均角度間には0.5869の相関率、1%の有意性が認められた。

これによっていえることは、新梢部の枝の角度は常に全枝の平均角度には及ばないが、全枝の角度の大なるものは当年度伸長した枝の角度も大となる傾向が見受けられ、ひいてはこの角度と冠雪被害度間には正の相関を示す結果からも、冠雪被害を大ならしめるものと察せられる。

つぎに全枝の平均角度と1成長期の1 mあたりの枝数間には相関が認められないが、全枝の平均長さと1成長期の1 mあたりの枝数間には負の相関-0.3024を示している。

このことは、一般に枝の長いものは1 mあたりの枝数がむしろ減んずるという結果である。

さらに全枝の数とその平均角度間の相関を見ると、0.6257、1%の相当高度の相関率を表わしている。このことを考えてみると、一般に枝の多いようなスギは、枝相互がともに日光の照射を十分にうけるよう

第12表 スギ耐雪性比較
 Table 12. Various properties obtained in

試験番号	種 類	供 試 個体数	植栽年度	樹 齢	樹 高 cm	根元径 mm	伸長量 cm	伸長率	枝 数
1	釜淵 1 号	5	昭33年 5月	6	127.4	22.2	49.6	38.9	42.4
2	2 号	5	"	6	136.1	20.9	62.9	46.2	38.1
3	3 号	5	"	6	147.8	21.0	68.2	46.1	35.6
4	アオヤジロ	5	"	4	77.0	19.5	58.0	75.3	25.3
5	タマハダ	3	"	4	103.0	21.6	20.0	19.4	27.2
6	ハナレハダ	3	"	4					
7	アミハダ	3	"	4					
	平 均				118.3	21.0	51.7	45.2	33.7
8	山内 スギ	5	昭33年 5月	5	157.4	36.4	56.6	36.0	37.6
9	桃洞 スギ	5	"	5	105.3	18.3	106.7	101.3	28.0
10	鯨ヶ沢 スギ	5	"	5	46.6	10.4	35.4	76.0	16.2
11	浅川実 験林	5	"	4	146.4	26.0	91.6	62.6	34.8
12	立山 スギ	5	"	5	121.6	25.9	91.4	75.2	35.6
13	ムラ スギ	5	"	5	80.0	13.5	7.0	8.8	21.5
	平 均				109.6	21.8	64.8	60.0	29.0
14	大曲 1 号	5	昭33年 5月	6	84.0	21.2	74.0	88.1	24.0
15	2 号	5	"	6	137.3	26.5	92.7	67.5	37.6
16	3 号	5	"	6	143.4	24.1	88.6	61.8	35.4
17	松下 1 号	5	"	5	107.9	21.3	4.9		27.1
18	2 号	5	"	5	111.0	22.4	94.0	84.7	34.5
19	3 号	5	"	5	78.3	19.7	47.7	60.9	27.0
20	4 号	5	"	5	148.5	21.3	16.5	11.1	39.9
21	5 号	5	"	5	64.6	17.8	37.4	57.9	20.8
22	全 勝	3	"	4	73.3	13.0	50.7	69.2	25.0
23	日 本 晴	5	"	4	87.7	17.0	72.3	82.4	24.6
24	深 山 蒼	2	"	4	66.2	—	41.8	63.1	30.2
25	沖山 スギ	4	"	6	116.8	21.3	60.2	51.5	37.5
26	シババラ	4	"	4	96.7	20.3	84.3	87.2	33.0
27	ボンジロ	5	"	6	73.3	13.7	99.7	136.0	25.2
28	ミネヤマジロ	5	"	6	125.4	24.4	95.6	76.2	33.8
29	北山台 スギ	5	"	4	98.0	18.4	66.0	67.3	30.5
30	山武 スギ	5	"	6	126.6	18.9	21.4	16.9	41.7
31	ボカ スギ	5	"	6	125.0	27.6	79.0	63.2	35.8
	平 均				103.6	20.5	62.6	67.4	31.3
	総 平 均				110.5	21.1	59.7	57.5	31.3

試験形質調査 (1960年)

snow resistance test of *Cryptomeria japonica*.

最 長 枝		1m あた りの枝数	枝の角度	樹冠の 最大幅 cm	樹冠の最大 幅までの高 さ cm	樹冠の最大 幅に対する 同最大枝の 高さの割合	枝下高 cm	樹高に対す る樹冠の最 大幅の割合	備 考
長 さ cm	太 さ mm								
54.4	8.0	33.0	47	65.6	76.4	1.9	24.2	1.9	接 木 苗
49.7	7.9	27.9	45	71.6	68.1	1.9	24.6	1.9	〃
54.1	7.6	24.5	38	68.5	75.4	2.2	28.0	2.2	〃
44.5	7.3	32.5	49	67.3	67.7	1.1	20.0	1.1	〃
44.0	10.0	28.2	43	59.4	66.0	1.7	28.4	1.7	〃
									〃
									〃
49.3	8.2	29.2	44.4	66.5	70.7	1.8	25.0	1.8	
69.2	11.2	24.1	46	103.6	94.4	1.7	23.8	1.5	実 生 苗
56.3	8.0	26.6	45	79.3	61.3	1.3	16.0	1.3	〃
30.4	4.7	34.3	66	53.6	21.2	0.8	7.6	0.9	〃
72.6	11.2	23.9	48	107.6	77.4	1.4	20.4	1.4	〃
54.0	9.7	29.6	63	97.8	56.7	1.2	19.6	1.2	〃
28.9	3.0	27.5	50	46.0	32.9	1.7	14.7	1.7	〃
61.9	8.0	27.8	53.0	81.3	57.3	1.4	17.0	1.3	
57.4	10.4	28.6	50	88.5	60.7	1.0	16.0	0.9	挿 木 苗
67.0	10.2	27.7	43	91.0	85.6	1.5	31.3	1.5	〃
61.1	9.4	24.4	45	83.7	96.0	1.7	34.0	1.7	〃
64.0	10.2	25.0	37	76.7	82.9	1.4	19.6	1.4	〃
53.3	8.7	31.5	56	87.0	63.8	1.3	35.6	1.3	〃
43.8	8.6	34.5	51	66.6	66.9	1.8	23.6	1.2	〃
48.0	6.7	26.9	64	70.2	79.5	2.1	40.1	2.1	〃
47.1	8.5	32.5	50	68.3	49.2	1.0	20.2	0.9	〃
39.7	6.0	34.1	36	40.0	52.7	1.8	16.2	1.8	〃
43.1	7.8	28.5	50	65.3	69.8	1.3	20.7	1.3	〃
24.8	2.0	45.3	39	32.0	55.2	2.1	15.3	2.1	〃
50.5	8.0	32.5	53	80.8	56.0	1.5	22.8	1.4	〃
42.5	9.3	34.1	54	70.5	61.5	1.4	26.7	1.4	〃
33.9	6.0	34.1	36	40.4	56.2	1.8	21.9	1.8	〃
62.0	8.0	27.1	36	71.8	79.4	1.7	27.0	1.7	〃
34.2	7.7	31.6	54	55.5	44.0	1.8	24.2	1.8	〃
50.7	8.5	33.1	46	74.9	71.1	1.7	23.2	1.7	〃
49.8	9.4	28.8	44	74.0	66.8	1.7	22.2	1.7	〃
48.5	8.1	31.1	46.9	68.7	66.5	1.6	24.5	1.5	
53.2	8.1	29.4	48.1	72.2	64.8	1.6	22.2	1.5	

第13表 スギ耐雪性比較
 Table 13. Various properties obtained in snow

試験番号	種 類	供試個体	植栽年度	樹 齢	樹 高 cm	伸長量 cm	伸長率	樹冠の 長 さ cm	樹高に対 する樹冠 の長さの 割合	根本径 mm	本 数
1	釜淵 1号	5	昭33. 5	8	234	57	24.4	89	2.6	50	67
2	2号	5	〃	8	245	46	18.8	104	2.4	45	61
3	3号	5	〃	8	301	85	28.2	99	3.0	54	70
4	アオヤジロ	5	〃	6	151	16	10.6	97	1.6	38	31
5	タマハダ	3	〃	6	138	15	10.9	60	2.3	36	55
6	ハナレハダ	3	〃	6							
7	アミハダ	3	〃	6							
	平 均				214	44	18.6	90	2.4	45	59
8	山内スギ	5	昭33. 5	7	347	33	9.5	162	2.1	86	85
9	桃洞スギ	5	〃	7	254	42	16.5	123	2.1	52	51
10	鱒ヶ沢スギ	5	〃	7	89	7	7.9	74	1.2	21	28
11	浅川実験林	5	〃	6	324	86	26.5	180	1.8	81	71
12	立山スギ	5	〃	7	269	56	20.8	127	2.1	64	66
13	ムラスギ	5	〃	7	86	7		69	1.2	21	33
	平 均				228	45	16.2	123	1.8	54	61
14	大曲 1号	5	昭33. 5	8	222	64	28.8	124	1.8	47	47
15	2号	5	〃	8	273	43	15.8	127	2.1	56	76
16	3号	5	〃	8	301	69	22.9	122	2.5	59	66
17	松下 1号	5	〃	7	224	121	54.0	139	1.6	59	67
18	2号	5	〃	7	279	74	26.5	142	2.0	63	90
19	3号	5	〃	7	180	54	30.0	119	1.5	53	60
20	4号	5	〃	7	295	130	44.1	132	2.2	61	100
21	5号	5	〃	7	165	63	38.2	164	1.0	49	39
22	全 勝	3	〃	6	128	4	3.1	69	1.9	24	26
23	日本晴	5	〃	6	200	40	20.0	109	1.8	43	41
24	深山營	2	〃	6	145	37	25.5	57	2.5	24	31
25	沖山スギ	4	〃	8	222	45	20.3	126	1.8	48	69
26	シババラ	4	〃	6	234	53	22.6	118	2.0	57	64
27	ボンジロ	5	〃	8	196	23	11.7	74	2.6	35	45
28	ミネヤマジロ	5	〃	8	244	23	9.4	91	2.5	57	66
29	北山台スギ	5	〃	6	200	36	18.0	70	2.9	37	54
30	山武スギ	5	〃	8	226	78	34.5	116	1.9	52	76
31	ボカスギ	5	〃	8	291	87	29.9	136	2.1	68	81
	平 均				224	58	25.3	113	2.0	50	57
	総 平 均				222	49	20.0	108.7	2.1	49.7	59

試験形質調査 (1962年)

resistance test of *Cryptomeria japonica*.

枝の比較				1 生長期に伸長した新梢部の比較							備考
長さ cm	最大枝の太さ mm	1m あたりの本数	平均角度	供試 個体数	幹長 cm	最大枝の長さ cm	枝の長さに対する幹の長さの割合	枝数	1m あたりの枝数	枝の着生角度	
39.6	11	28.8	59.9	2	43	17.0	2.5	8	18.6	19.8	接木苗
43.4	10	24.7	63.1	"	45	15.5	2.9	8	17.8	15.5	"
48.1	11	23.3	57.8	"	76	17.1	4.4	11	14.5	25.7	"
58.3	11	20.4	58.8	"	44	11.8	3.7	5	11.4	33.0	"
34.2	14	39.7	40.3	"	35	12.4	2.8	7	20.0	21.1	"
											"
44.7	11	27.4	56.0		49	14.8	3.3	8	16.5	23.0	"
56.7	17	24.5	76.2	2	90	17.8	5.1	25	27.8	31.7	実生苗
59.5	12	20.0	72.0	"	42	16.8	2.5	6	14.3	35.0	"
31.6	9	31.0	51.4	"	23	13.0	1.8	5	21.7	41.0	"
58.5	18	21.9	73.4	"	76	23.7	3.2	15	19.7	40.0	"
61.9	14	24.7	74.4	"	78	23.2	3.4	12	15.4	34.6	"
29.5	7	37.9	50.9	"	37	16.8	2.2	9	24.3	26.1	"
50.0	13	26.6	66.4		57	19.6	3.0	12	20.5	34.7	
52.7	11	21.1	64.5	2	52	15.0	3.5	6	15.4	31.7	挿木苗
45.6	12	28.0	68.3	"	55	15.0	3.7	12	21.8	34.6	"
50.9	11	21.8	69.4	"	66	16.0	4.1	10	15.2	30.0	"
57.5	17	30.1	68.7	"	70	20.0	3.5	13	18.6	31.5	"
53.9	14	32.2	76.0	"	87	22.7	3.8	19	21.8	52.1	"
58.6	14	33.5	65.3	"	75	20.7	5.8	13	17.3	33.5	"
44.7	10	33.8	61.5	"	67	18.3	3.7	24	35.8	31.7	"
47.3	13	23.9	54.3	"	62	21.7	2.9	9	14.5	29.4	"
47.0	12	20.6	52.0	"	43	15.6	2.8	5	11.6	24.0	"
55.3	10	20.5	55.4	"	65	24.0	2.7	8	12.3	30.0	"
37.1	6	21.4	32.9	"	45	15.3	2.9	7	15.6	20.0	"
39.0	12	31.3	71.3	"	52	14.9	3.5	16	30.8	27.8	"
48.9	11	27.2	63.5	"	60	19.2	3.1	11	26.7	30.5	"
48.0	10	23.0	55.3	"	72	25.1	2.9	14	19.4	32.1	"
44.0	10	27.2	47.7	"	55	16.9	3.3	10	18.2	23.0	"
40.4	10	27.2	53.9	"	60	18.7	3.3	11	18.3	23.8	"
49.7	11	33.8	70.1	"	60	18.3	3.3	16	26.7	45.6	"
51.7	14	28.0	65.9		93	22.0	4.2	15	16.1	37.7	"
48.5	12	25.5	60.9		63	18.9	3.5	12	19.8	31.6	
47.7	12	26.5	61.1		56.3	17.8	3.3	10.7	18.9	29.8	

第14表 スギの樹型と冠雪被害度との相関関係 (1960~1962)

Table 14 Correlation among various properties of *Cryptomeria japonica* trees.

相 関 関 係	相 関 率		
	35 年 度	36 年 度	37 年 度
1 成長期に伸長した幹の長さで冠雪被害度		-0.0994	
1 成長期に伸長した幹の長さに対する最大枝の長さの割合と冠雪被害度		-0.1594	
1 成長期に伸長した 1mあたりの枝の本数と冠雪被害度		0.5189 **	
1 成長期に伸長した枝の平均角度と冠雪被害度		0.5195 **	
1 成長期に伸長した最大枝の長さで冠雪被害度		0.0302	
1 成長期に伸長した枝の平均長さで冠雪被害度		0.0064	
1 成長期に伸長した枝の平均長さとその平均角度		0.4714 **	
全枝の平均長さとその平均角度			0.6654 **
全枝の平均角度と 1 成長期に伸長した枝の平均角度			0.5869 **
全枝の平均長さで 1 成長期の 1m 当たりの枝数			-0.3024
全枝の平均角度と 1 成長期の 1m 当たりの枝数			0.2438
全枝の数とその平均角度			0.6257 **
樹高と伸長率		0.3497	0.2704
樹高と最大枝の長さ	0.7485 **		0.3492
樹高と樹冠の最大の幅	0.6688 **		
樹高と樹冠の最大幅までの高さ	0.7690 **		
樹高と樹冠の最大幅に対する高さの割合	0.4147 *		
樹高と根本径	0.7716 **	0.8287 **	0.9068 **
樹高に対する 1 成長期における最大枝の長さ		0.8202 **	
樹高と冠雪被害度		-0.1405	
伸長率と樹冠の幅に対する高さの割合	-0.4101 *		
伸長率に対する 1 成長期の 1m 当たりの枝数		-0.2928	0.2104
伸長率と冠雪被害度		-0.0007	

備 考 **印は 1%の有意性, *印は 5%の有意性

各方位に広散して伸長しようとする性質が現われ、必然的にこの枝の角度が大とならざるをえないと考えられる。しかも、このことにより、樹冠上部よりみた場合、立錐の余地もなく、したがって、冠雪をよく捕捉するに十分な体型とみられるので、冠雪量をみずから大ならしめるものと解される。これらの事実は四手井らの模型実験の結果からも、うなずかれるに十分である。ことに四手井⁷⁾がとくに指摘しているように、一樹冠の投影面上あたりの降雪量よりも、その樹冠の積雪量がかえって大となる場合の現象のある事実からしても容易に納得できる点と思う。しかし、このことをいいかえれば、このようなスギは耐雪性の点から見れば失格といわねばなるまい。

つぎに参考までに樹高と伸長率について 36, 37年度に調べたが、36年度がわずかに 5%の有意性に若干満たない相関を示した程度であった。

また、樹高に対する最大枝の長さ間との相関は、35年度は 0.7485、1%のきわめて高度の有意性の相関を示しているが、37年度は 0.3492 で 5%の有意性に若干達しない程度にとどまり、両年で特別の差が見受けられた。このことは毎年の樹高成長と、さらに最大枝の伸長の差異が両者ともども生ずるこれに基

因するものと思われる。なお、樹高と樹冠の最大幅間の相関は 0.6688, また樹高と樹冠の最大幅までの高さの相関は 0.7690, とともに 1% の有意性を示し、さらに、樹高と樹冠の最大幅に対するこの高さの割合においては 0.4147, 5% の有意性が示されたのである。

つぎに樹高に対する 1 成長期における最大枝の長さの相関は 0.8202 で 1% のきわめて高度の相関を示したのである。ここに最も問題点とする樹高と冠雪被害度間の相関では、 -0.1405 という結果を示したのである。

このことは、もとより伸長率と冠雪被害度間に現われる相関とも関連するものと思われるが、この結果もまた負の相関で、これは興味あると同時に重要な点であると思われる。伸長率が大になれば、むしろ冠雪被害度が減ずるということである。さらに参考までに、樹高と根元径との間では、35 年度は 0.7761, 36 年度は 0.8287, 37 年度は 0.9068 といずれも 1% の高度の有意性が逐次上昇する相関率が示されている。

つぎに伸長率と樹冠の幅に対する高さの割合の相関関係を調べたが、 -0.4105 であり、さらに伸長率に対する 1 成長期の 1 m あたりの枝数間の相関は 36 年度 0.2921, 37 年度は 0.2104 を示した程度である。

5. 考 察

以上のごとく、各試験結果についての考察は、それぞれ本文中に掲記したので、ここではとくに今後の研究上主要な問題点について考察してみよう。

1) 葉型と冠雪量の試験において、供試料中 D 型が予期に反し、 1 cm^3 当たりの冠雪量の異なる結果を示した。本結果からこの形態を検討してみると、枝および小枝葉数の多いこと、針葉は極端に短い、第 1 小枝が比較的幹に近く、10cm 間あたりの着生量が著しく他の資料に比して異なること、さらに一見繊細に見えるが握れば痛い感じがし、柔軟性の全くないこと等はとくに顕著な特徴で、いわゆる種類間の差異から雪質やその他の条件とも互いにふくそうして降下した雪をよく捕捉した結果のあらわれが冠雪量を大ならしめたものと解するのである。しかし、これらの点を究明するまでには今後の研究にまたねばならない。

2) 針葉は雪の積り初めのいわゆる成長期にとくに関係が深い。したがって、針葉の長さ、角度、その数等は、これらの冠雪害の多少を左右するものであることはいうまでもない。

角度と冠雪被害度間にあつては、0.5882 の相関率を示している。また、長さとも冠雪被害度間においても同様正の相関が認められるが、その数値は 5% の有意性に若干満たない程度であった。しかるに針葉の角度とその長さ間では、0.4872, 1% の有意性をもつ相関率を示している、本結果に徴しても針葉の長さとも冠雪被害度の相関関係については今後再調味の要ありと考えられる。

さらに 10cm 間の針葉数と冠雪被害度間の相関についても、冠雪の積雪機構からみて当然針葉数の多いものが、積り初めの成長期中は、冠雪を捕捉しやすいものと考えられるにもかかわらず、負の意外な結果を示したので、これが原因のいずれにあるや今後究明したいと考える。

3) およそ直感的に見て、樹型として表現されるおもな形質を解析すると、樹高との間に、その年の伸長率、樹冠中の最大枝の長さ、樹冠の最大幅、樹冠の最大幅までの高さおよび同じくその割合等が常に大なり小なりの相関関係を有するはずのものであることは、本文中の結果から明らかで、以上の樹高と諸形質間には大部分正の相関関係を保ち、しかも 1% の高度の有意性が示されている。

問題は、樹高と伸長率についての相関のいかんであるが、本結果はむろん枝の伸長とも相関連するが、樹冠の形態を広だ円、長広だ円、長円錐、長広円錐、倒心臓形等、その変動の最大な因子となり、ひいては樹型を左右し、冠雪被害度に影響を及ぼすものと考えられる。しかし、本結果の示す相関率はその調査年次によって相当の差が見受けられるが、このことは本文中にも述べたごとく、各年次による成長状況の差異から基因したものと考えられる。しかし、本質的に各品種による遺伝性によりきたるものか、気象関係あるいは肥培管理、その他立地条件等によるものか、今後十分調査検討を要する点と思う。

ここで問題とすべき樹高と冠雪被害度間では、負の相関関係が示された点はとくに注目すべきことと考えられる。

4) 伸長率と冠雪被害度間ではこれまた負の相関関係が示されている。このことは興味あると同時にまことに重要な点で、伸長率が大となれば、むしろ冠雪害が減ずるという結果で、このことは樹高が最高積深の2倍となるまでは雪害の懸念から離脱できないといわれている多雪地帯での保育管理とも関連がある。これが事実とすれば、冠雪害を回避するため、努めて幼齢時の成長を高める手段としての肥培管理上の技術面にも、とくに留意する点が示唆されているものと考ええる。

しかし、伸長率の高いものをさらに検討すれば、その年に伸長した新梢部の枝の形質関係も関与されているはずで、これらが重複して冠雪害として表現される以上、これらの点も考慮する必要がある。この点参考までに調べた結果では、伸長率と1成長期の1mあたりの枝数についての相関率は36年度-0.2928, 37年度は-0.2104程度にとどまり、有意性は認められなかった。しかし、かように、2か年の相関が少なくとも相反する結果を有する点は、今後十分検討を要する点と考えられる。

5) 樹型と冠雪量の試験において、収集した43種のうち、1958年植栽した31種中の26種について、一応その傾向がうかがわれたのであるが、問題は立山スギの被害度である。一般に従来から立山スギは耐雪性があるといわれているにもかかわらず、意外にも本結果では予期した結果をうるに至らなかった。

この原因について考えてみるに、立山スギは有田ら²⁶⁾によれば外部形態的な変異がはなはだ多く、しかもその品種がまだ十分にはあくされていないといわれている。立山スギはウラスギ系統の一品種であるが、天然性の実生品種であるために、同じウラスギ系統のスギでも伏条性の強い系統のものと比べると、はるかに雑種性が高く、このことが品種的特性を一段と不明りょうにしている最も大きな原因であることを指摘されている。このような観点から、供試料についての針葉の長さおよびその角度等の標準偏差を検討してみたが、他の種類に比して本結果の範囲内では、必ずしも大なる変異が認められるとはいわれない。しかし、その他の形質中とくに注目されることは、枝の平均長さおよびその角度の大きな点で、これらは常に供用資料中でも上位を示していることが冠雪被害度を大ならしめているもののごとく考えられる。石坂氏のいわれる葉長累加曲線についてはいまだ検討するに至っていない。

したがって、この程度の結果をもって直ちに立山スギの耐雪性をうんぬんすることはむろん早計で、これらの点の究明も今後の研究にまつべきものがある。

6) 樹型と冠雪量の試験において供用したスギ資料は、いずれも各所に依頼してとくに分譲収集されたもので、理想とする一定の養苗方法にもとづいた苗木を資料としてえられなかったことは遺憾である。したがって、あるものは実生苗、またあるものは挿木、接木苗であり、加うるに苗齢にも若干の差を有し、かようにまちまちの苗木を供用するほかなかった実情である。もとより本試験の重要性からして、各品種間の耐雪性の差異をなるべく早急に見いだすために実験をすすめ、たまたま1961年12月の降雪時に現わ

れたスギ品種間の冠雪状況の差異を好機会として本結果を予報的にとりまとめたわけである。したがって結果の確認までには、毎年調査し検討する必要がある。かような実験上の不備不満の点は免がれないが、これらについては今後万全を期し実験をくりかえすべく、目下養苗準備中のものである。

したがって、本結果については、上記の事情を十分解したうえで対比する要があることを申し添える。

6. 摘 要

本報は、Ⅰスギ交配種の耐雪性試験、Ⅱスギの葉型と冠雪量試験、Ⅲスギの樹型と冠雪量試験の3項目についての結果をとりまとめたものである。

Ⅰスギ交配種の耐雪性試験

本試験は、1927年筆者の1人野原が現東京営林署管内小下沢国有林のスギ造林地において、激甚なる雪害の惨状を見、これが動機となり、1932年耐雪性を賦与させる目的から多雪地帯における秋田スギを父方に、当地方産の在来スギを母方として人工交配し、これによって得た第1代雑種の試験地（現東京営林署管内高尾山国有林38号）において1942年2月、3月の降雪時に冠雪による樹梢の傾倒状況を調査し、冠雪被害度を求め、耐雪性を対比したものである。

結 果

1) 本結果によると、当初予期したごとく、当地方産の在来スギよりも秋田系のスギが被害少なく、またこれらの第1代雑種は両親の中間であった。なかでも♀廿里スギⅣ×♂秋田スギⅩⅢが最も有望と認められた。

Ⅱスギの葉型と冠雪量の試験

- 1) 本試験は、冠雪害の基礎試験を目的として1959年、山形分場において実施したものである。
- 2) この試験に供した資料は、同場実験林内で樹齢約45年生、樹高15～20m、胸高20～30cmのものから葉型を異にしたA、B、C、D型（仮称）4種について行なったものである。
- 3) 本試験は同場構内で平地とくぼ地の2箇所各型について1本ずつ降雪ごとに樹冠に積った冠雪量を測定した。
- 4) この資料については別途形質調査を行なった。
- 5) 耐雪性の表示は、冠雪害の事象、主として物理現象によるものと解し、冠雪量の多いものは必然的にその雪害が大なるものとの前提から、供試料の容量より1cm³あたりの冠雪量を求め、この積雪量の寡多により耐雪性のいかに判定したものである。

結 果

上記の試験結果によると、多少の例外は免がれないが、樹冠の大きさ、枝張り、枝葉数、針葉の長さ、角度等が小であれば、これによる冠雪の荷重も比例して減少し、ひいては冠雪害も小となるものと解するものである。

Ⅲスギの樹型と冠雪量の試験

本試験は、当山形分場の構内で、1958年多雪地帯のスギを主体とし、なおその他よりも収集した各種のスギの比較植栽地において努めて同一条件下に肥培管理し、降雪時におけるこれら各種スギ間の樹冠の傾倒、曲り等の雪害状況を観察調査し、一方葉型、樹型等の形質調査を併行し、冠雪被害度を求めて種類間の耐雪性を対比したものである。

本結果によると、耐雪性と関係ある主な形質はつぎのとおりである。

- 1) 針葉の角度と冠雪被害度間には、0.5882の相関率が認められた。
- 2) 10cm 間の針葉数と冠雪被害度間には-0.4301の相関率が認められた。
- 3) 針葉の長さで冠雪被害度間には、0.3653の相関率で、5%の有意性に若干達しない程度で、今後にもさらに再調査する見込みである。
- 4) 新梢部の枝の本数と冠雪被害度間では、0.5189の相関率が認められた。
- 5) 新梢部における最大枝の長さおよび平均枝の長さ等いずれも予期した相関関係は認められなかった。
- 6) 個樹全体の枝の角度と冠雪被害度間では、あいにく1961年度の調査を欠き不明であるが、1962年実施の全枝の角度と1成長期に伸長した新梢部の枝の角度間には、0.5869 1%の有意性ある相関率を示す結果から推知しても、個樹全体の角度の大なる場合は冠雪被害度が大となることはうかがい知れる。
- 7) 樹高と伸長率の相関は、樹冠ひいては樹型変動を左右し、この結果がひっきょう冠雪量に影響をもたらすものとするが、本結果は年によって必ずしも一致せず、1961年度の結果がようやく5%の有意性に若干満たない相関を示した。
- 8) 伸長率と冠雪被害度間には、負の相関率が認められた。

以上の結果は、1961年度のみ冠雪害より、耐雪性をまとめたもので、耐雪性の決定は今後にもたねばならないが、おおよその傾向はあくできるのではなかろうか。

7. む す び

筆者の1人野原は、1927年に旧帝室林野局林業試験場在任当時、現東京営林署管内小下沢国有林において、林齢約30年生のスギ造林地における雪害の惨状を見る機会をえた。

このことが動機となって育種の立場からスギの耐雪性品種の養成を企図し、1932年に葉型改良をねらいとした当地方産の在来スギと秋田系スギとの交配種を得、以来約30年上記のごとき試験を継続して今日に及んだしだいである。しかし、本試験をふりかえてみれば、当初着手したスギ交配種の耐雪性試験にあつては、降雪機会の少ない都下の寡雪地では、望むべくして実験回数があまりにも少なく、加うるに幾度かくりかえされた職種の変更等、本試験遂行上少なからざる禍いとなったことはいなめない事実である。

しかし、たまたま積雪地で有名な裏日本における山形県最上郡真室川町釜淵在現山形分場に1957~1962年までの就任期間を好機会として、当初得た交配種より早速挿木増殖を行ない、これらについて多雪地での現地試験がなされ、引きつづいて一方では葉型と冠雪量の基礎試験、さらに各地より収集した有名スギについての樹型と冠雪量の関係などについても比較試験を実験実施することができたことは、本試験の進展上まことに好機というべきで、よろこびにたえないと考えている。しかし、問題となるスギの形質と雪質についての関連ある雪害調査は今後に残されている現状で、しかも実験上についても遺憾ながら不備不満の点が少なくない。したがって、ここに得た結果はもとより、断定的なものとはもちろんいいえない。本結果はどこまでも当地方におけるこれら供試料のもとの、その時の雪質と、その降雪状況下におけるスギ冠雪害の事象を現実に捉えた観察調査を便宜冠雪被害度をもって表示したものである。したがって、ほぼ同一条件下における本結果が、スギの耐雪性の判定に少なからず参考となるものと信ずるもので、今

回野原が本場造林部へ配置替えとなるに及んで、未解決の点は今後の研究にまつこととし、一応従来の結果を総まとめとし、ここに第Ⅰ報としてあえて報告したしだいである。

本報が今後の多雪地帯におけるスギの雪害対策上幾ばくとも参考となればこの上もない幸いである。

図版説明

Explanation of plates

- Plate 1.** スギの雪害 Various types of snow damage in *Cryptomeria japonica*.
Plate 2. スギに見られる葉型 Various needle types of *Cryptomeria japonica*.
Plate 3. スギの各葉型の冠雪量 Snow covered saplings of various needle types in *Cryptomeria japonica*.
Plate 4. スギの各葉型の冠雪量 Snow covered saplings of various needle types in *Cryptomeria japonica*.
Plate 5~7. スギの各品種の冠雪量 Snow covered saplings of various varieties in *Cryptomeria japonica*.
Plate 8. 耐雪性スギ釜淵3号 Snow resistant Sugi (Kamabuchi No. 3) appearing on surface of snow, other clones are fallen under the snow.

文 献

- 1) 佐藤敬二：林木の変異，品種並品種改良，青森営林局，(1934. 10)
- 2) 野原勇太：林木の1～2遺伝試験について，御料林，179～189 (1934. 4～1944. 6)
- 3) 四手井綱英：雪圧による林木の雪害，林試研究報告 73，(1945. 10)
- 4) 村井三郎：東北地方の主要造林樹種とその変異問題，青森林友協会，造林技術講演集，(1947)
- 5) 佐藤弥太郎：杉の研究，(1950)
- 6) 村井三郎：杉針葉の外部形態の変化と個体着生部位との関係，日林誌 32, 8, (1950)
- 7) 四手井綱英：樹冠に積る雪量の模型実験，雪，7，(1951. 6)
- 8) 高橋宏治：スギ品種別耐雪試験地の設定について，雪，8，(1951. 10)
- 9) ———：スギの品種による雪害の抵抗性について，雪，8，(1951. 10)
- 10) ———：スギの品種による雪害の抵抗性について，雪氷，13, 3, (1951. 11)
- 11) 高橋敏男・高橋喜平：地物の大きさと冠雪Ⅰ—a，林試研究報告，54，(1952)
- 12) 四手井綱英：地物の形と冠雪Ⅰ—b，林試研究報告，54，(1952)
- 13) 四手井綱英：地物の勾配と冠雪，林試研究報告，54，(1952)
- 14) 高橋喜平：スギの冠雪についてⅡ—a，林試研究報告，54，(1952)
- 15) 片岡健二郎：枝葉の冠雪Ⅱ—b，林試研究報告，54，(1952)
- 16) 有田 学：伏条杉に関する研究，針葉形態の局所変異（第Ⅰ報），岐阜大学農学部研究報告，2，(1953)
- 17) 石崎厚美：九州におけるスギの在来品種，山林，880，(1957. 9)
- 18) 四手井綱英：天然スギの系統究明と優良品種選抜に関する調査報告（第Ⅰ報），大阪営林局，(1958)
- 19) 林 野 庁：林木育種事業指針，(1958)
- 20) 野原勇太・故大河原昭衛：スギ耐雪性の研究，スギの葉型と冠雪量について（第Ⅰ報），東北林学会第11回講演集，(1959. 8)
- 21) 佐藤敏見：多雪地帯における造林木雪害実態調査，蒼林，10, 10，(1959. 10)
- 22) 坂口勝美：日本のスギ，第1巻 (1959)
- 23) 野原勇太：多雪地帯のスギ造林，林業新知識，(1960. 1)

- 24) 遠山富太郎：オモテスギとウラスギ，島根農科大学研究報告，8，(1960. 3)
- 25) 林業試験場東北支場山形分場・気象20年報 (1938～1959)，(1960. 3)
- 26) 新潟県農林部：クマスギの調査報告 (第 I 報)，(1961. 3)
- 27) 有田 学・富田浩二・林 寛：タテヤマスギの品種的特性とその育種事業への利用に関する調査報告，名古屋営林局，(1962. 3)
- 28) 野原勇太・児玉武男・青山安藏：スギの耐雪性品種の研究 (第 II 報) スギの樹相と冠雪害について，東北林学会第14回講演集 (1963, 4)

Studies on Snow Resistance of *Cryptomeria*-varieties (I).
Relationship between volume of crown snow
on trees and needle type or tree form.

Yuta NOHARA, The late Shoe OHGAWARA, Takeo KODAMA
and Yasuzo AOYAMA

I Snow tolerance of *Cryptomeria* hybrids.

In 1932 Y. NOHARA, one of the present authors, performed artificial crossings of *Cryptomeria japonica* between native strains around Tokyo (female parents) and those in Akita (male parents), where heavy snow lies in winter, for the purpose of introducing snow tolerance of the Akitastrain to the Tokyo-strain. In 1936 hybrid seedlings were planted at Takaosan National Forest near Tokyo, and snow tolerance of the seedlings was investigated in Feb. 1942 when the test plantation was damaged by heavy snow.

Results obtained indicate that seedlings of the Akita-strain are more resistant to snow than the Todori-strain (native around Tokyo), and the hybrids between them are intermediate. Of the hybrids a progeny of Todori-IV × Akita-Ⅷ showed best result.

II Relationship between needle type and volume of snow crown on trees.

Based on a presumption that the more snow crown lies, the more snow damage becomes heavy, the present authors investigated the relationship between needle type of *Cryptomeria* and volume of snow crown on trees. Selected trees, about 45 years old, were classified into four types based mainly on their needle types, that is, needle length and needle angle.

Results indicate that, generally speaking, the longer the length of needles and needle angle increase, the more snow crown lies on a tree, therefore the more snow damage may be increased.

III Correlation of tree form with damage by snow crown.

Thirty one *Cryptomeria*-varieties were collected in 1958 and 1961 throughout the country and planted at Yamagata Branch Station. Results obtained are as follows:

1. Much difference in snow tolerance was observed between varieties.
2. Snow damage was significantly correlated with needle angle, needle number per unit length of branchlets, number and angle of branches of annual shoot, and not with length, mean branch length and length of longest branch of annual shoot.
3. Total height and growth rate do not correlate significantly with snow damage.
4. There may be a positive correlation between branch angle of a tree and snow damage, as the former correlates significantly with that of an annual shoot, which correlates with snow damage as mentioned above.

These results apply to only the younger stage and need further studies.

付表1. 平均積雪深 (cm)

Appendix 1. Mean depth of snowfall (cm).

山形分場観測

月 年	10	11	12	1	2	3	4	年
13	×	×	×	152.7	197.0	150.7	44.6	×
13~14	—	3.4	29.3	119.9	154.8	150.2	69.9	87.9
14~15	—	28.8	40.7	116.1	212.0	169.2	69.2	106.0
15~16	—	—	9.3	48.4	84.5	60.4	19.8	37.1
16~17	—	—	20.7	104.4	145.3	79.2	6.0	59.3
17~18	—	17.8	100.3	135.0	206.0	178.8	71.0	118.2
18~19	—	4.0	19.5	79.8	118.5	113.0	55.2	65.0
19~20	—	0.0	70.1	156.1	186.9	188.1	×	×
20~21	—	—	68.1	144.8	165.1	176.5	66.9	103.6
21~22	—	—	104.4	115.2	183.3	186.1	91.6	113.4
22~23	—	4.8	69.9	104.0	131.3	122.7	63.1	82.6
23~24	—	23.2	75.8	49.9	56.0	69.5	36.6	51.8
24~25	—	3.0	29.1	67.8	82.3	80.5	24.0	47.8
25~26	—	10.7	24.8	71.1	130.2	73.8	16.6	57.9
26~27	—	18.4	83.2	84.2	142.9	132.4	42.2	83.9
27~28	—	5.8	42.8	121.5	171.5	107.8	31.0	80.1
28~29	—	5.1	8.9	24.9	43.1	30.3	1.5	19.0
29~30	—	0.3	22.0	102.2	119.8	80.1	23.7	58.0
30~31	—	—	7.4	60.1	119.6	112.7	41.0	56.8
31~32	—	10.7	59.5	98.5	125.0	154.0	79.6	87.9
32~33	—	1.0	18.6	60.2	111.1	112.2	37.7	56.8
33~34	—	5.3	2.9	70.3	61.9	31.7	0.0	28.7
平均	—	7.1	41.9	89.8	128.2	111.1	42.3	70.1

付表2. 最深積雪深 (cm)

Appendix 2. Maximum depth of snowfall (cm).

山形分場観測

月 年	11	12	1	2	3	4	年	起 因
13	×	×	187	218	196	93	218	26 II
13~14	12	77	151	196	187	140	196	10 II
14~15	37	61	224	232	226	130	232	23 II
15~16	—	28	77	104	105	45	105	6 III
16~17	—	46	134	182	132	22	182	22 II
17~18	36	87	163	261	210	128	261	12 II
18~19	12	36	102	154	140	103	154	26 II
19~20	—	145	202	206	230	×	230	12 III
20~21	—	125	186	183	208	138	208	12 III
21~22	×	134	178	233	212	166	233	20 II

22~23	8	135	142	156	160	78	160	8 III
23~24	39	29	79	86	94	60	94	25 III
24~25	3	52	95	105	109	45	109	15 III
25~26	20	30	126	158	102	38	158	8 II
26~77	36	23	146	179	178	79	179	27 II
27~28	12	88	173	188	144	71	188	10 II
28~29	12	25	47	58	56	3	58	23 II
29~30	1	57	132	137	112	39	137	17 II
30~31	—	22	96	138	164	76	164	11 III
31~32	30	126	122	184	172	165	184	25 II
32~33	2	38	102	139	166	75	166	6 III
33~34	8	11	120	85	58	0	120	20 I
極 值	39	145	224	261	230	185	261	12 II
起日	30	19	31	12	12	2		
年	23~24	19~20	14~15	17~18	19~20	19~32	17~18	

付表3. 平均積雪深 (cm)

Appendix 3. Mean depth of snowfall (cm).

山形分場観測

月 年	10	11	12	1	2	3	4	臥雪終日
34~35	—	0.0	22.0	66.5	99.9	66.7	16.1	4月8日
35~36	—	14.3	21.7	123.1	173.4	136.8	46.5	4月19日
36~37	—	2.6	29.9	90.4	139.8	144.0	69.8	4月22日
37~38	—	11.2	9.5	125.5	185.8	185.0	70.0	

付表4. 最深積雪深 (cm)

Appendix 4. Maximum depth of snowfall (cm).

山形分場観測

月 年	10	11	12	1	2	3	4
34 ~ 35	—	—	49.0	123.0	130.0	89.0	28.0
35 ~ 36	—	26.0	86.0	165.0	209.0	176.0	91.0
36 ~ 37	—	6.0	77.0	146.0	182.0	159.0	123.0
37 ~ 38	—	24.0	25.0	200.0	219.0	232.0	125.0



根 曲 り



幹 曲 り



幹 折 れ



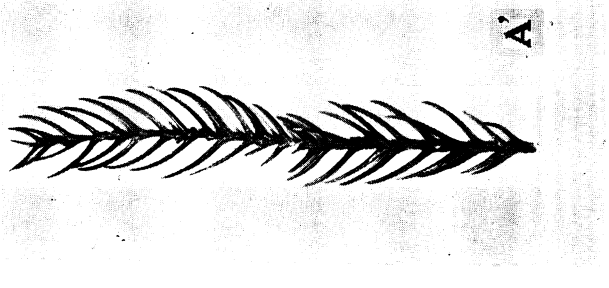
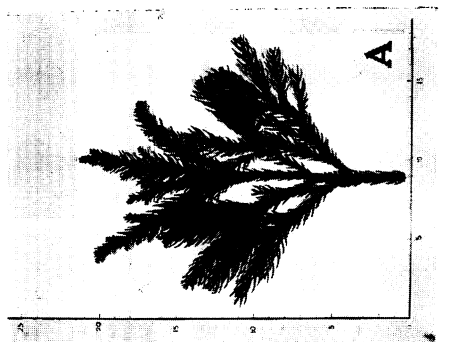
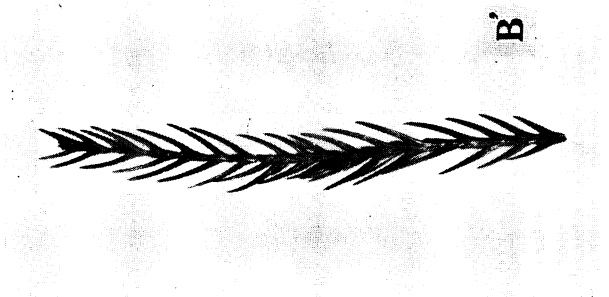
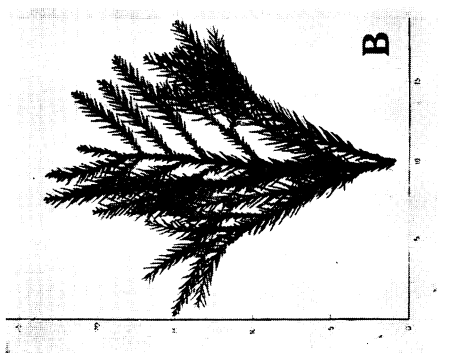
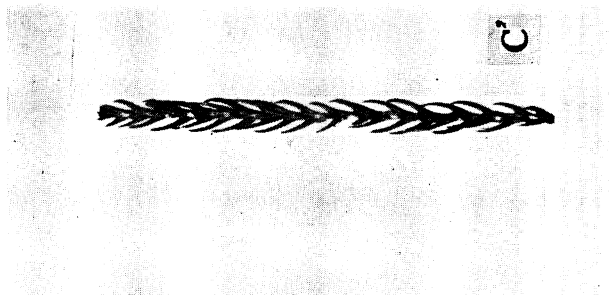
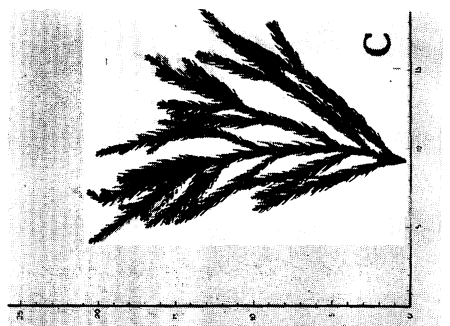
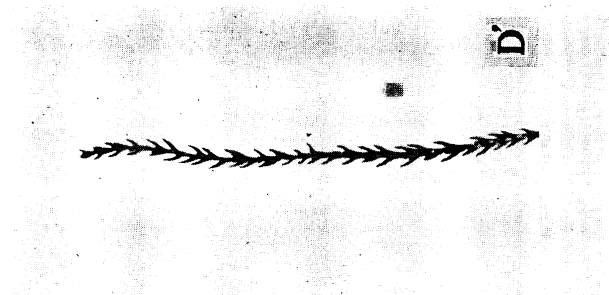
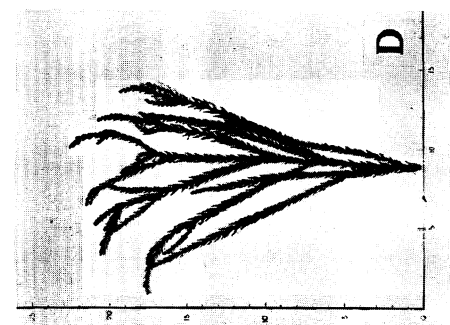
枝 抜 け

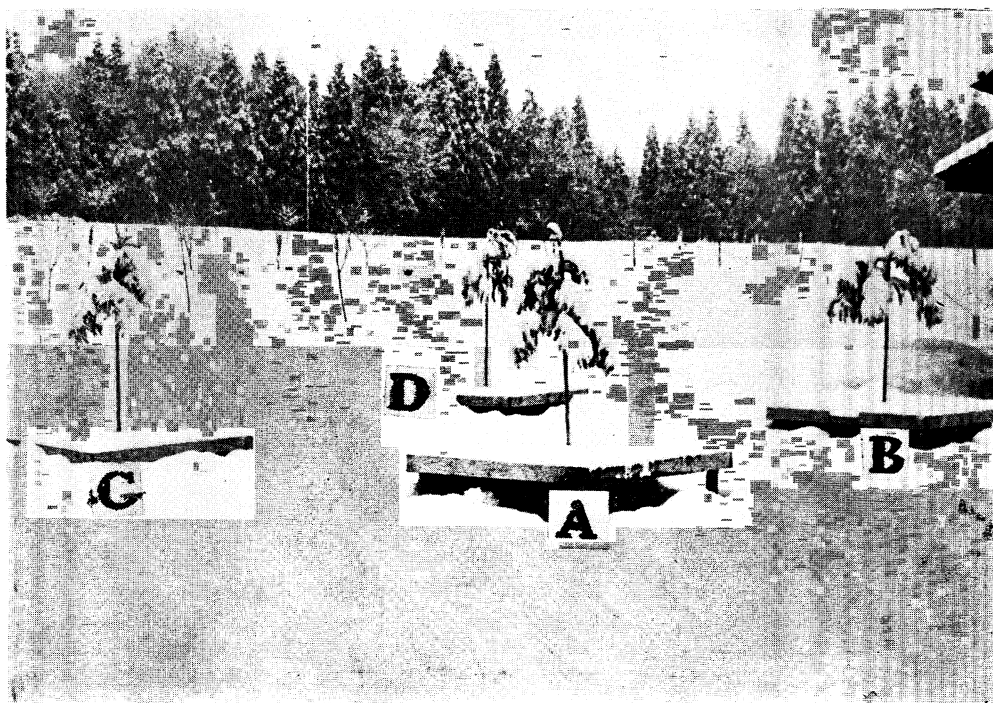


幹 割 れ

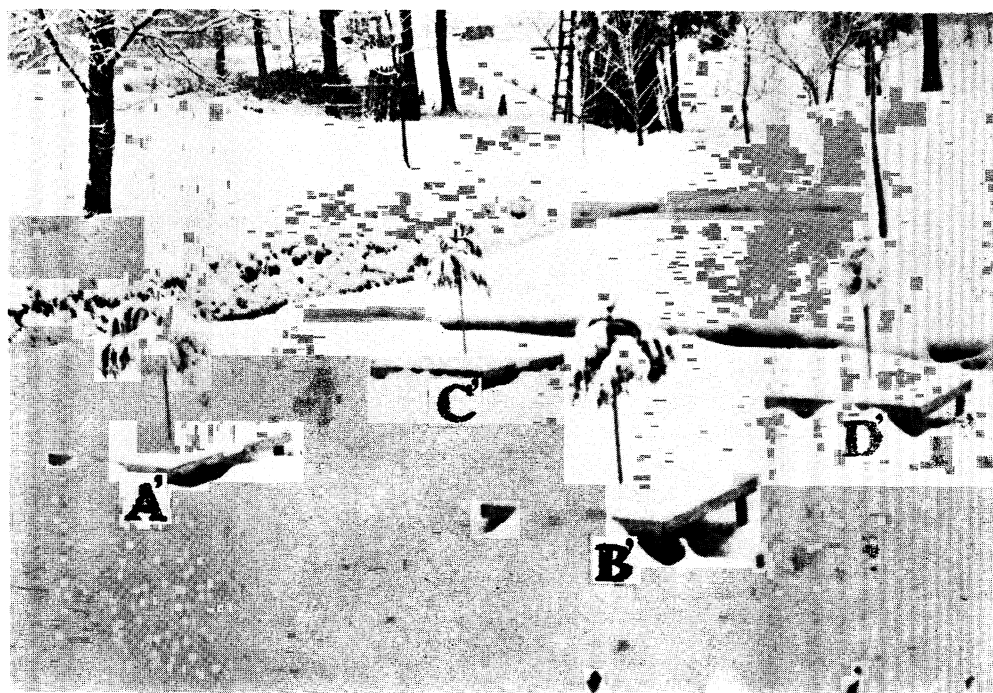


根 倒 し

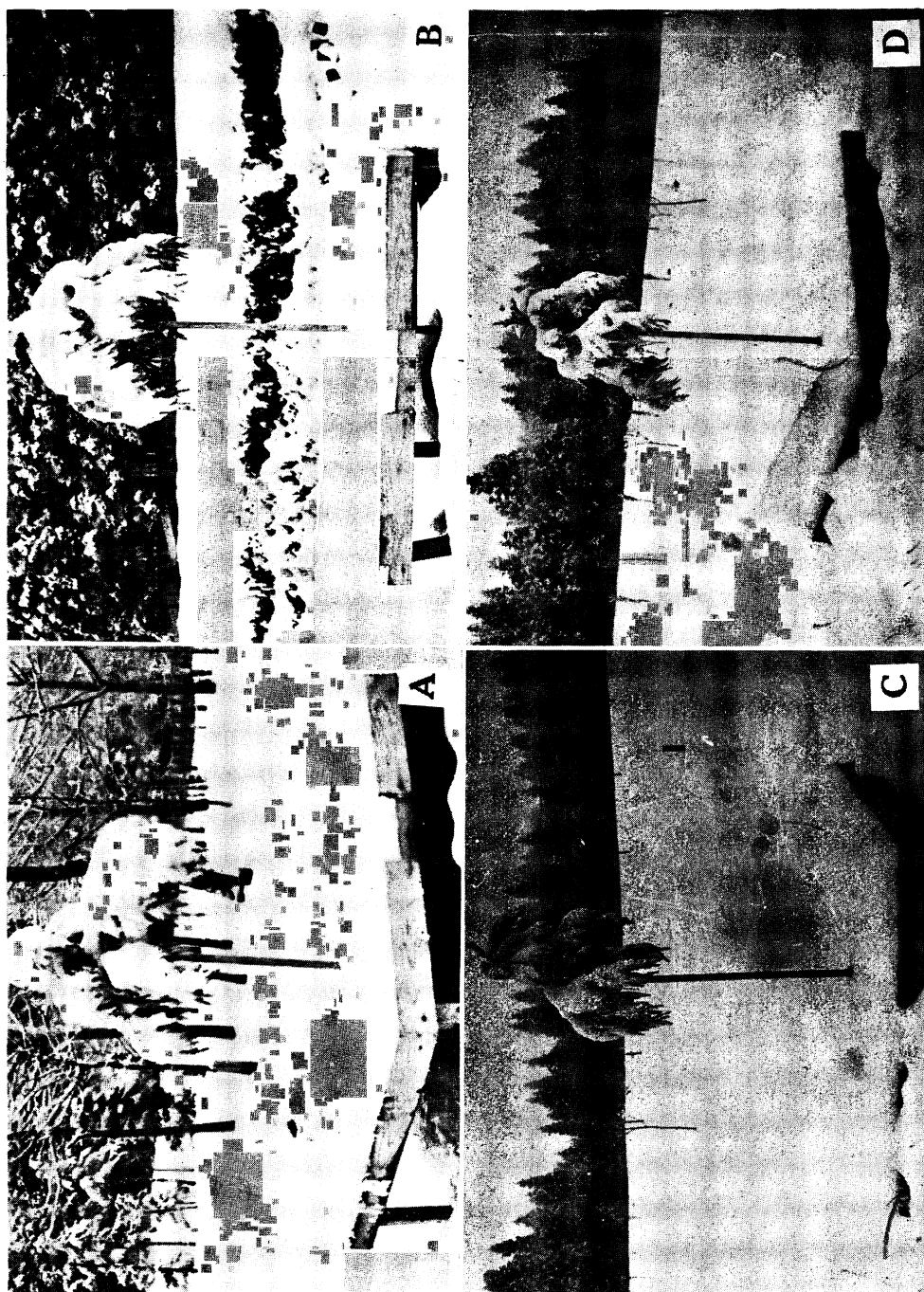




第Ⅰ試験区（平地）



第Ⅱ試験区（くぼ地）





釜淵 1 号



釜淵 2 号



釜淵 3 号



立山スギ



大曲 1 号



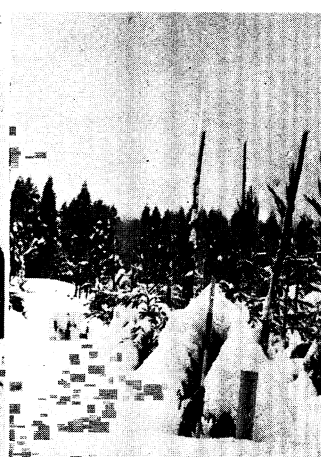
大曲 2 号



大曲 3 号



山ノ内スギ



アオヤジロ



桃洞スギ



日本晴



全勝



山武スギ



北山台スギ



ボンジロ



ミネヤマジロ



シババラ



沖ノ山スギ



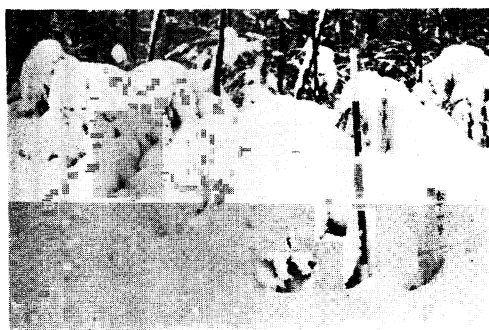
ボカスギ



タマハダ



浅川分室 2号



松下号 1



松下号 2



松下号 3



松下号 4

