

論文

多雪地帯におけるヒノキの人工造林に関する研究 (II)

昭和59年の豪雪及び異常低温によるヒノキ造林地の

雪害及び寒風害の被害状況と多雪地帯における

ヒノキ造林の再検討

橋 詰 隼 人・小 林 徹

**Studies on Artificial Regeneration of Hinoki
(*Chamaecyparis obtusa* ENDL.) in Much Snowfall Regions (II)
Investigations of Snow Damage and Cold-wind Damage in
Plantations of Hinoki by Heavy Snowfall and Unusual Low
Temperature in 1984 and the Reexamination of the
Forestation of Hinoki in Much Snowfall Regions**

Hayato HASHIZUME* and Tooru KOBAYASHI*

Summary

Snow damage and cold-wind damage in plantations of Hinoki (*Chamaecyparis obtusa* ENDL.), caused by a heavy snowfall and unusual cold temperatures in the winter season of 1984 were investigated in the Hiruzen forest of Tottori University and the Hiruzen national forest of Tsuyama District Forest Office, and the method of forestation of Hinoki forest in much snowfall regions was discussed. Investigated stands were situated at the region of 600~900 m in elevation and they were the man-made forests of 6~22 years old. The results of the investigation are summarized as follows :

As for snow damages in young plantations of Hinoki, 12 kinds of injuries were recognized, i. e., stem inclination, uprooting, basal stem break, basal stem crack, stem break, stem bend, treetop break, branch break, the fall-out of branches, etc. The occurrence of snow damage differed according to the configuration of the ground and the direction, situation and gradient of slope. Snow damage occurred more heavily in the north slope than in the south slope. A heavy injury occurred at the lower part of steep slope and near a swamp.

The percentage of injured trees differed according to tree age class and tree size. They

* 鳥取大学農学部造林学研究室 : Laboratory of Silviculture, Department of Forestry, Faculty of Agriculture, Tottori University

were 70~100 % in the second age class, 16~100 % in the third age class and a little in the fourth age class. It was also found that there were differences in the type of snow damage according to tree size. When tree height grew above twice as high as the depth of drifted snow, Hinoki trees had the power of resistance to snow pressure, and the injuries of stem inclination, uprooting, treetop break, etc. decreased. Further, the relation between stem form ratio and injury or the state of injury in injured trees were investigated.

Cold-wind damage in plantations of Hinoki occurred at the middle and upper parts of slope and near a ridge, where a cold seasonal wind from northwest is directly blowing in the region of 670~900 m in elevation. The stands which suffered damage were 11~22 years old and the percentage of injured trees was 5~38 %. The type of cold-wind damage was divided into five types. The injury occurred in trees of 3.5~6.0 m in height, and there was a tendency that injured trees were larger in height and diameter as compared with uninjured trees in the same stand.

In case of forestation of Hinoki in much snowfall regions, it is necessary that we should not plant then in the site in danger of snow damage and cold-wind damage.

I 緒 言

ヒノキは鹿児島県の屋久島から福島県まで天然に分布するが、主として太平洋側と内陸の少雪地帯に分布し、積雪量の多い山陰や北陸地方には天然分布は極めて少ない。ヒノキはスギに比べて乾燥やせき悪に対する抵抗力が強いが、寒さや雪に対する抵抗力はスギに劣り、寒冷地や多雪地では雪害や漏脂病が発生して成林しないことがあり、また成林したとしても良質材の生産は望めないとされていた。そのため、ヒノキの人工造林は雪の少ない太平洋側で主として行われ、三重県や高知県などで良質材が生産されてきた。しかし、近年ヒノキはスギに比べて材価が高く、また土壌条件の悪い所でも造林が可能であることなどから、ヒノキの造林面積が全国的に増加し、山陰や北陸の多雪地帯にもヒノキが植栽されるようになってきた。

従来ヒノキは多雪地帯の造林に適さないとされていたので、筆者⁹⁾は昭和58年度に山陰及び北陸地方の高齢級のヒノキ人工林の生育調査を行い、多雪地帯における人工林の生育状況、造林適地及び造林上の問題点について検討した。その結果、多雪地帯にヒノキを造林する場合に最も注意しなければならないことは雪害で、積雪深1 m以下のか所には優良林分が多いが、2 m以上になると雪害や漏脂病の被害が多くなり、良質材の生産は難しいことなどがわかった。

山陰や北陸など日本海側では数年に一度の割合で大雪が降り、スギやヒノキの人工林に雪害が発生している。鳥取県においては、昭和59年の1~2月(59豪雪)は昭和38年(38豪雪)以来の豪雪で、58年12月末から59年2月中旬にかけて連続して雪が降り、記録的な積雪をみた。積雪量は平野部で約1 m、山間部では2 mから3 m、場所によっては5 mに達した。そのためにスギやヒノキの

幼齡林で雪害が多発した。鳥取大学蒜山演習林においても、2 m以上の積雪があり、スギ、ヒノキの幼齡林で雪害が発生し、また付近の国有林において寒風害が発生した。中国地方では数年に一度の割合で大雪害が発生している。^{1-9,17)} 最近の例では、昭和49年に鳥取県、兵庫県で、昭和53年に広島県、鳥取県、島根県で、昭和56年に兵庫県、岡山県などで雪害が発生しているが、スギの冠雪害に関する報告がほとんどで、^{1-9,17)} ヒノキの雪害についてはあまり報告されていない。¹⁰⁾ ヒノキの人工造林地が多雪地帯でも増加しているため、いずれ雪害が発生する可能性がある。このようなことで、今回59豪雪によるヒノキ人工林の雪害及び寒風害について鳥取大学蒜山演習林及び付近の国有林、民有林などで調査し、ヒノキの人工造林の適地、雪害対策などについて検討したので報告する。

本研究に際し、現地調査を手伝って下さった当時の造林学研究室大学院生若宮和泉、船越 修、専攻生和田弘次、小谷二郎、石田幸也、大石政弘の諸氏に対し厚くお礼を申し上げる。

II 調査地と調査方法

1. 雪害の調査

雪害の調査は鳥取大学蒜山演習林（岡山県真庭郡川上村）で雪どけ直後の昭和59年4～5月に行った。調査林分の概況を図1及び表1に示す。蒜山演習林内で被害の多くみられた第5、第6、第15、第16、第17及び第20林班で調査した。調査林分は標高610～720mの間にあり、斜面方位は北～北東斜面、東斜面、南～南西斜面、西斜面などである。傾斜角度は0～45°で、平坦地、緩斜地、急斜地、谷・沢筋、尾根筋などが含まれている。土壌は黑色火山灰土で、Blb(d)～Blb型である。林齢は6～20年生で、昭和38～52年の間に植栽されたII～IV齡級の林分である。造林地の保育状況は下刈り、雪起こしが行われ、IV齡級林分では第1回枝打ちが行われていた。

調査方法は、被害の比較的多い林分を選定し、斜面方位別、斜面位置別にプロットを設定した。プロットの総数は40か所である。1プロット内の調査本数は20～50本で、プロット内の全個体について、被害形態を調査し、更に樹高、胸高直径、樹幹傾斜度を測定した。被害木については、被害

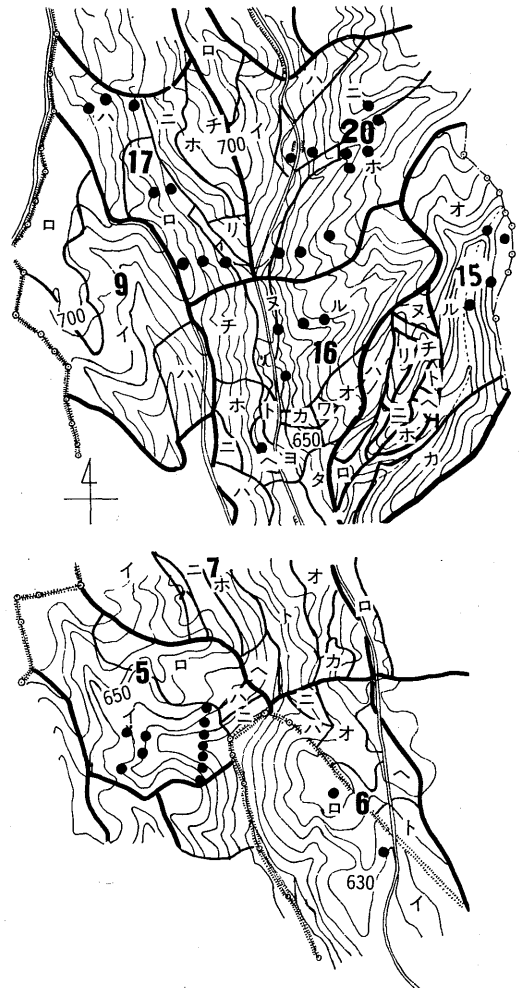


図1 蒜山演習林におけるヒノキの雪害発生調査地
●印は調査プロット設定地

2. 寒風害の調査

鳥大蒜山演習林第15林班, 津山営林署蒜山国有林第1021林班及び鳥取県日野郡江府町瓜菜沢奥の民有林で調査した(図36)。調査林分は標高670~910mの間にあり, 斜面方位は西~北西斜面, 東斜面, 南斜面などである。寒風害の発生のみられた斜面中腹から尾根筋にかけて主に調査した。蒜山国有林1021林班のヒノキは昭和36~38年に植栽されたもので, 林齢は20~22年生である。江府町民有地のヒノキは林齢22年生, 鳥大蒜山演習林のヒノキは林齢11年生である(表7)。

調査方法は, 被害の比較的多い林分を選定してプロットを設定し, プロット内の全個体について樹高, 胸高直径, 被害形態, 被害部の位置などを測定した。調査プロット数は14プロットで, 1プロットの調査本数は20~50本である。

III 結果と考察

1. 気象概況

鳥大蒜山演習林事務所(標高560m)で観測した1983年12月から1984年3月までの平均気温, 最低気温及び積雪深を図2に示す。

平均気温は12月中旬から0°C以下に下がり, 3月上旬まで0~5°Cの範囲で推移している。最低気温はやはり12月中旬から-5°C以下の日が多くなり, 3月上旬まで低温が続いているが, 特に2月

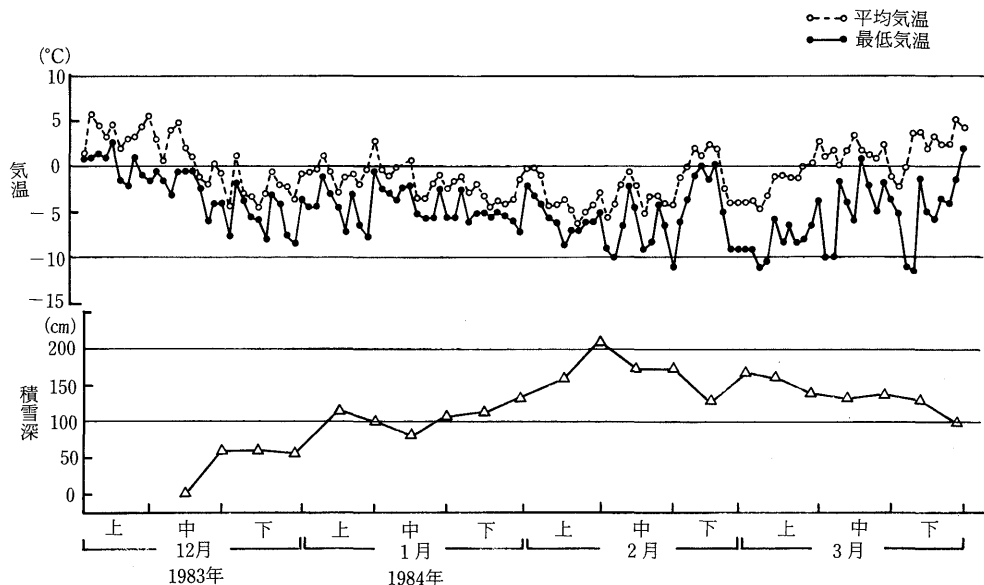


図2 鳥大蒜山演習林における1983年12月から1984年3月までの平均気温, 最低気温及び積雪深
(標高560mの蒜山演習林事務所における観測)

中旬から3月下旬の期間に数回、連続して2～6日間 -10°C 前後の低温が続いている。蒜山演習林及びその周辺のコナラ林の人工造林地は標高600mから900mの間にあるが、このような高海拔地の冬季の気温がどの程度低下するか観測したデータはない。筆者が1980年に蒜山演習林内の標高770m(第22林班)のコナラ林に自記温度計を設置して観測をはじめたところ、 -20°C で機械が破損したことを経験している。標高560m地点の観測で1984年2月中旬から3月上旬に最低気温が -12°C ～ -13°C を記録しているので、寒風害の発生した標高700～900mの尾根筋では恐らく -20°C 以下の最低気温の日が何日か続いたものと思われる。

次に積雪量についてみると、1983年12月下旬から大雪に見舞われ、標高560mの蒜山演習林事務所では約70cm積雪した。1984年1月は22日降雪日があり、積雪深は1mに達した。更に2月上旬に大雪があり、2月12日には積雪深が2.2mに達した。2月中旬以降は大雪はなく、積雪深は漸次減少しているが、しかし3月下旬までなお1m以上の積雪が続いている。高海拔地のヒノキ造林地の積雪量がどの程度あったか定かでないが、筆者が3月16日に第1回目の調査を行った時の観測では第17林班、標高700mのヒノキ林で尾根筋で2.0m、谷筋で2.5～3.0mの積雪深であった。3月16日における蒜山演習林事務所の積雪深は1.6mで、2月の最大積雪深2.2mから60cm融雪している。単純に0.6mを加えると、標高700mのヒノキ造林地における2月中旬の積雪深は尾根筋で2.6m、谷筋で3.1～3.6mあったことになる。いずれにしても近年にないまれな積雪量であった。蒜山演習林における平年の積雪量は標高560mの事務所付近で1～1.5m、標高700mの林内で1.5～2mであるから、平年よりも1mぐらい積雪量が多い。

このような豪雪のため、3月の第1回調査時にはII齢級以下の林分(平均樹高4m以下)では大部分の造林木が雪の中に埋没された状態であった(写真1, 1～2)。

2. ヒノキ幼齢林の雪害

1) 鳥大蒜山演習林における雪害の概況

調査林分の概況と雪害の状況は表1のとおりである。鳥大蒜山演習林においては昭和28年からヒノキの人工造林が行われ、現在約110haの造林地がある。ヒノキの造林地は標高580mから800mの区域に分散しているが、59豪雪で大きな被害のみられた林分は5林班、16林班、17林班、20林班などで、標高610～720mの造林地である。これらの造林地は昭和46年から52年に植栽したII～III齢級の林分で、被害は斜面下部の急斜地及び谷・沢筋の緩斜地に多く発生した。II齢級林分では被害本数率は70～100%で、被害率100%の林分が多くみられた。しかし、III齢級林分の被害率は16～100%で、林分によって差が大きかった。IV齢級林分では局所的に被害が発生したが、大部分の林分は無被害であった。

雪害は、冠雪害、雪圧害及び両者の複合被害があり、樹体の傾斜、倒伏、根返り、根抜け、根元折れ、根元割れ、幹曲がり、幹折れ、梢折れ、梢曲がり、枝抜け、枝折れなど12種類の被害がみられた。これらの中で樹体の傾斜が最も多く、次いで根返り・根抜け、根元折れ・根元割れ、幹折れ・

梢折れ、枝抜けなどが多かった。被害は1本の木で1種類とは限らず、激害地では2種類以上が複合して発生していた。致命的な被害は根返り、根抜け、根元折れ、根元割れ、幹折れなどで、雪起こしなどの手入れによっても回復の見込みがなく、雪どけ後枯死するものも多くみられた(写真1~3)。

2) 地形条件と被害との関係

鳥大蒜山演習林の地形は南南東方向に谷が走り、斜面方位は北~北東斜面と南~南西斜面が多い。従って北斜面にはスギを南斜面にはヒノキを植栽してきたが、最近では斜面方位に関係なくヒノキを植栽している。

谷をはさんで北~北東方向と南~南西方向に向い合っているII齢級とIII齢級の造林地について、斜面の方位・位置と雪害との関係をとると図3のようであった。雪害は地形、斜面の傾斜度とも関係があり、斜面方位のみで説明できないが、調査プロット全体の被害率は南~南西斜面よりも北~北東斜面の方が高かった。被害形態別にみると、樹体の傾斜・倒伏はII齢級では南~南西斜面で被害率が高いが、これは北斜面では根返り、根抜けの被害が多いためである。しかし、III齢級では逆に北~北東斜面で傾斜・倒伏の被害が大きかった。根返り・根抜けはII齢級で多く、また根元折れ・根元割れはIII齢級で多く発生し、いずれも南~南西斜面よりも北~北東斜面で被害率が高かった。枝抜け・枝折れはII齢級、III齢級とも北~北東斜面で多く発生した。

斜面位置と被害との関係についてみると、傾斜・倒伏、根返り・根抜け、根元折れ・根元割れは斜面の中腹から下部、谷筋で被害率が高く、斜面の上部~尾根筋で被害率が減少する傾向がみられた。特に根返り・根抜けの被害は北~北東斜面の斜面下部の急斜地で多く発生し、被害率が55~75%で全滅に近い所もあった。斜面下部から谷筋は積雪量が多いため根元割れ、幹折れ、梢折れ、枝抜けなどの被害が複合して発生した被害木が多くみられた。枝抜け・枝折れは斜面上部から尾根筋の緩斜地で多く発生する傾向が見られた。

次に斜面の傾斜度と被害発生との関係について調べた(図4)。傾斜・倒伏の被害は傾斜角40°まで

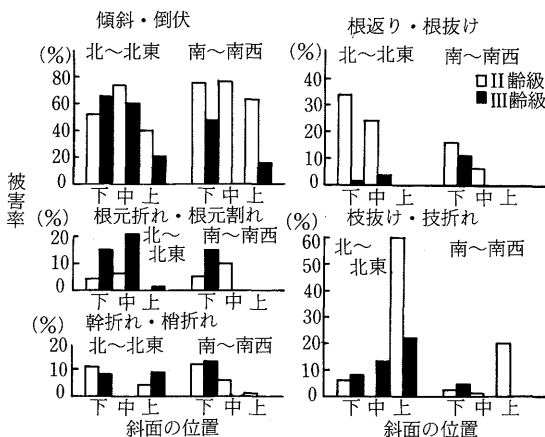


図3 II齢級とIII齢級林分における斜面の方位・位置と被害率との関係

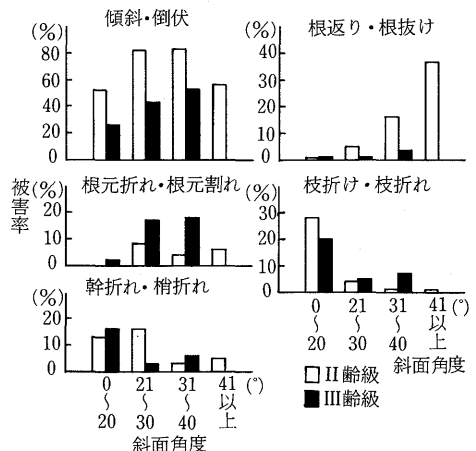


図4 II齢級とIII齢級林分における斜面の傾斜度と被害率との関係

は斜面角度が増加するに従って増加した。根返り・根抜けの被害は40°以上の急斜地で著しく増加した。根元折れ・根元割れの被害は20~40°の斜面で増加した。他方、幹折れ・梢折れの被害は0~30°の比較的緩斜地で、また枝抜け・枝折れの被害は0~20°の緩斜地で増加した。

微地形と被害との関係についてみると、凹形斜面の急斜地では傾斜・倒伏、根元折れ・根元割れが、凹形斜面の緩斜地及び谷筋では幹折れ・梢折れ、枝抜けが、凸形斜面の急斜地では根返り・根抜けが、平衡斜面の急斜地では傾斜が、山頂緩斜地では枝抜けが多く発生するといえる。

地形と雪害との関係についてとりまとめると、一般に被害は、①南斜面よりも北斜面に多く発生する。②凹地形の斜面下部から谷筋の緩斜地は被害が激しく、平衡斜面の緩斜地は比較的被害が軽微である。③急斜地では傾斜・倒伏、根返り・根抜け、根元折れ・根元割れが多く発生し、緩斜地では幹折れ・梢折れ、枝抜け・枝折れの被害が多い傾向がみられる。

ヒノキ幼齢林の雪害は、冠雪の直接被害は少なく、大部分は雪圧害かあるいは冠雪と雪圧による複合被害である。斜面方位によって被害状況が異なることは、南斜面は北斜面に比べて融雪が早く、雪圧害が緩和されるためであると思われる。傾斜・倒伏、根返り・根抜け、根元折れ・根元割れの被害は急斜地で多く発生する。これは積雪の匍行力によるもので、急斜地のナグレ発生地では根抜けが多く、ヒノキ林の成立は困難である。緩斜地でも谷筋は積雪量が多く、また融雪が遅れるので倒伏、幹折れ、梢折れなどの被害が多く発生する。幼齢林におけるこれらの被害は積雪の荷重と沈降力によるもので、谷・沢筋で発生する幹折れ、梢折れは樹冠部が埋雪して沈降力によって下に引張られて起こったものが多い(写真3, 1~2)。また北斜面の平坦な尾根筋では枝抜けが多く発生したが、これも積雪の沈降力によるものである(写真3, 5~6)。

このように斜面の方位、位置、傾斜度及び地形によって雪害の種類及び程度が異なるので、このことを念頭において施業を行わなければならない。

3) 林齢、直径、樹高及び形状比と被害との関係

齢級と雪害との関係についてみると、I 齢級の林分は積雪深2~3 mの豪雪地では樹体が全部埋

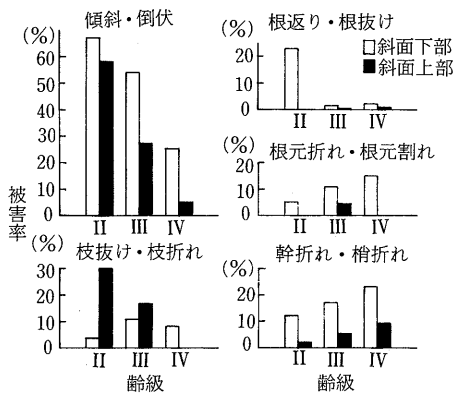


図5 齢級と被害率との関係

雪し、雪どけ後はほとんどの樹木は倒伏している。

従って雪起こしが必要である。傾斜角35°以上の急斜地では、I 齢級の林分でも根抜け、根返りの被害が発生するが、今回はI 齢級の造林地の調査は行わなかった。II 齢級、III 齢級及びIV 齢級の造林木の被害状況を図5に示す。

被害形態別にみると、傾斜・倒伏はII 齢級林分で最も被害率が高く、各林分の平均被害率は斜面下部で平均67%、斜面上部で平均58%であった。次いでIII 齢級が高く(27~54%)、IV 齢級は軽微であった。根返り・根抜けの被害はII 齢級林分の斜面下部で多

く発生した(平均23%,最高75%)。枝抜け・枝折れの被害もII齢級林分で多く(斜面上部で30%),IV齢級では少なかった。他方,根元折れ・根元割れ及び幹折れ・梢折れの被害はII齢級よりもIII齢級,IV齢級林分で増加した。ただし,今回のIV齢級林分の被害調査は被害の多い林分で調べたので,図5の被害率は過大な値になっている。一般にはIV齢級になると雪害は特定の地形を除きあまりみられなくなる。

次に樹木の大きさと雪害との関係について齢級別に調べた(図6~9)。胸高直径と被害率との関係についてみると,II齢級(7~8年生)林分では(図6),林分全体の胸高直径の分布は1.0~5.5cmの範囲にあり,平均値は2.9cmであるが,傾斜・倒伏,幹折れ・梢折れ,枝抜け・枝折れの被害は胸高直径3cm前後のものに最も多く,分布パターンは林分全体のそれとほぼ一致する。しかし,

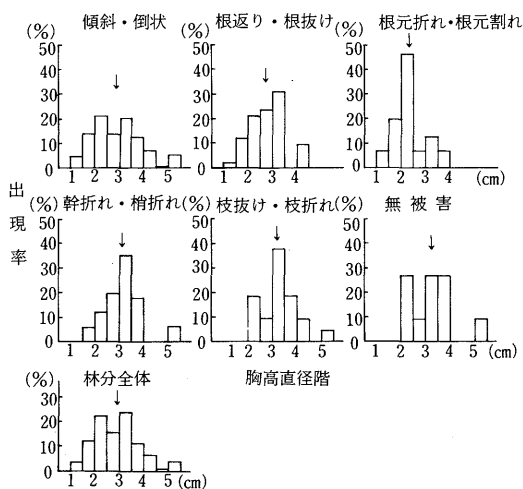


図6 II齢級(7~8年生)林分における胸高直径階別被害出現率の分布 矢印は中央値を示す。

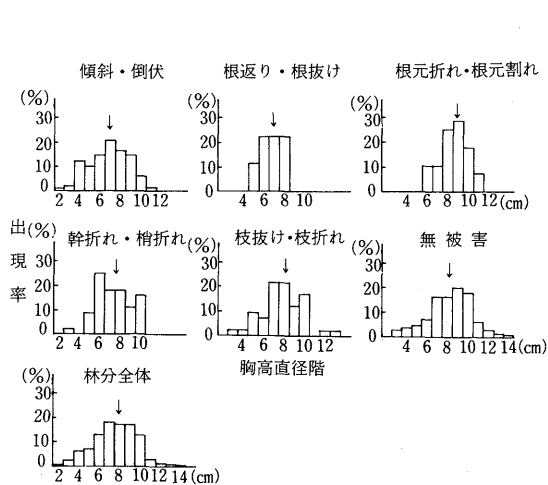


図7 III齢級(12年生)林分における胸高直径階別被害出現率の分布

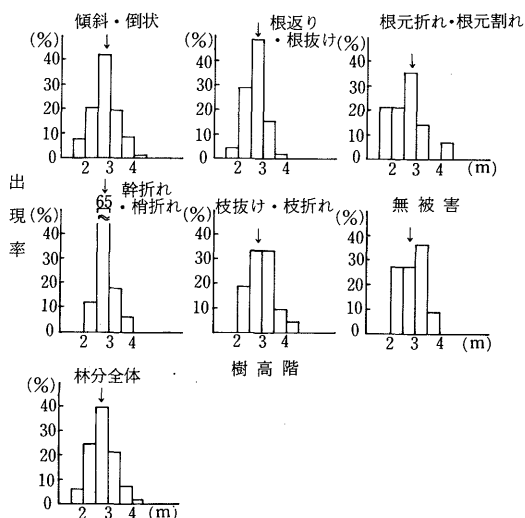


図8 II齢級(7~8年生)林分における樹高階別被害出現率の分布

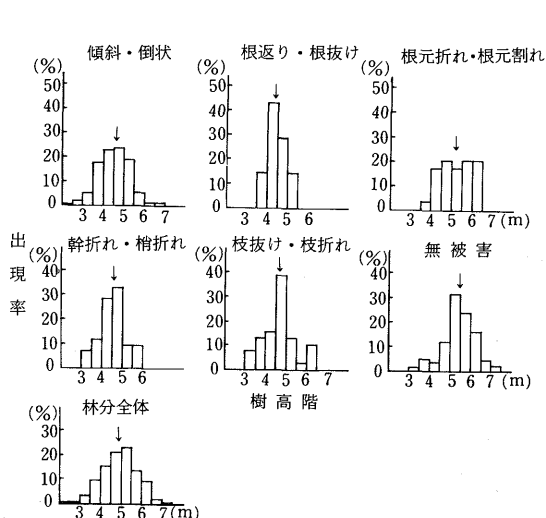


図9 III齢級(12年生)林分における樹高階別被害出現率の分布

根元折れ・根元割れの被害木は胸高直径2.0~2.5cmにモードがあり、やや小径木に根元折れ・割れが多いようであった。また無被害木の平均値は3.3cmで、やや直径の大きいものに無被害木が多かった。III齡級(12年生)林分では(図7), 胸高直径は2~14cmの範囲にあり平均値は8.1cmである。傾斜・倒伏木の平均値は7.3cm, 根返り・根抜け木のそれは7.2cmで、これらの被害はやや小径木が多かった。しかし、根元折れ・根元割れ木の平均値は9.0cmで、直径の比較的大きいものがこの被害を受けている。無被害木の平均値は8.8cmで、直径の大きいものに無被害木が多かった。

樹高と被害の関係についてみると(図8~9), II齡級林分では直径の場合と同様に根元折れ・根元割れの被害木はやや樹高の小さいものに多かった。他方無被害木はやや樹高の高いものに多かったが、大きな差はないようである。III齡級林分では、傾斜・倒伏, 根返り・根抜け, 幹折れ・梢折れなどの被害木は林分全体と比較すると樹高の低い方に多く分布し、逆に根元折れ・根元割れ木と無被害木は樹高の高い方に分布が多かった。傾斜・倒伏木の平均樹高は4.5m, 無被害木のそれは5.4mであった。

次に形状比と被害の関係についてみると(図10~11), II齡級分では形状比は50~160の範囲にあるが、各被害形態ともバラツキが大きく、一定の傾向はみられなかった。III齡級林分でも形状比については被害木と無被害木との間に大きな差はなく、一定の傾向はみられなかった。

以上のように胸高直径, 樹高及び形状比にていて同一林分内で比較すると, 無被害木は被害木よりもやや直径及び樹高が大きいかれども大きな差はなく, 林分内で出現頻度の高い中級の直径階で被害が最も多く, 最小と最大の直径階へいくほど被害は少なくなるという傾向がみられた。

次に林分の平均胸高直径, 平均樹高及び平均形状比と被害率との関係についてみると(図12~14), 傾斜・倒伏は平均直径8cm以下, 平均樹高5m以下の林分で, また根返り・根抜けは平均直径5cm以下, 平均樹高4m以下の林分で被害率が高い傾向がみられた。その他の被害についてはバラツキ

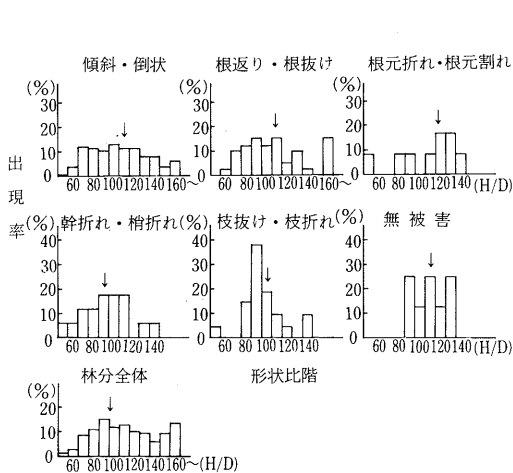


図10 II齡級(7~8年生)林分における形状比階別被害出現率の分布

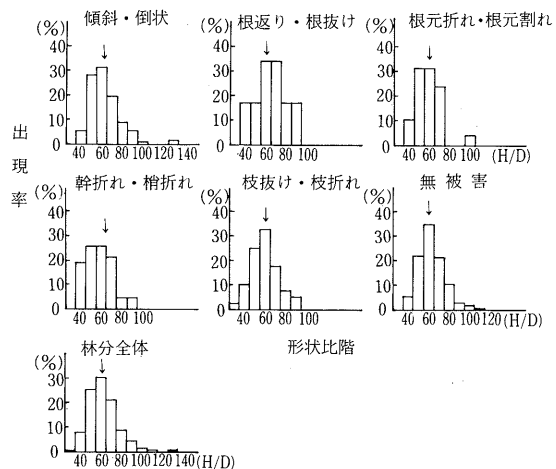


図11 III齡級(12年生)林分における形状比階別被害出現率の分布

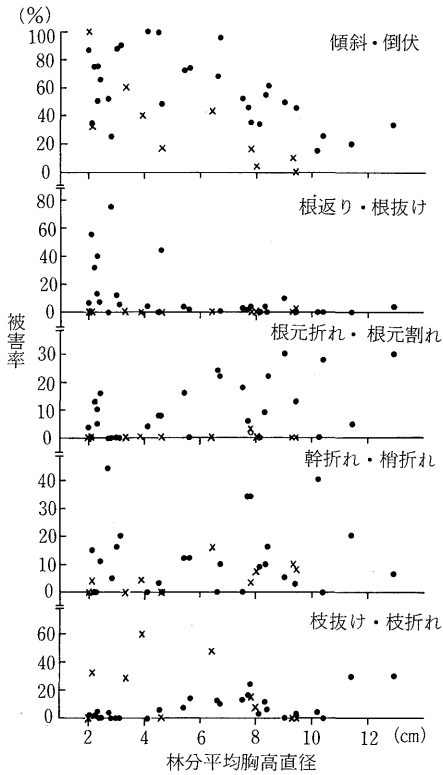


図12 林分平均胸高直径と被害率との関係
●斜面中腹～谷筋, ×斜面上部～尾根筋

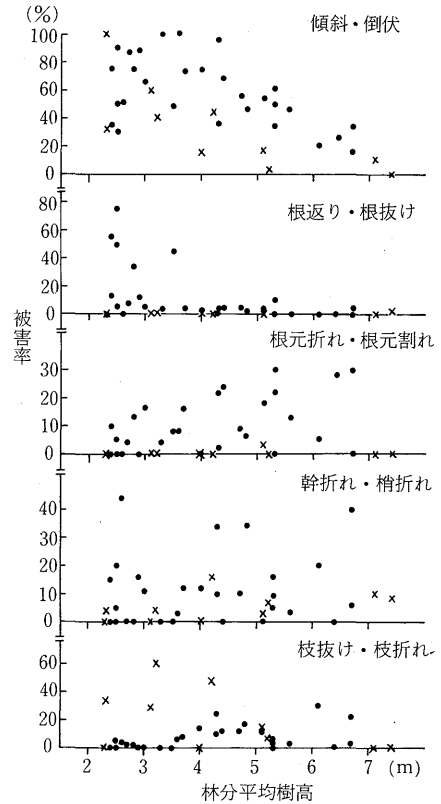


図13 林分平均樹高と被害率との関係
●斜面中腹～谷筋, ×斜面上部～尾根筋

が大きい、根元折れ・根元割れは平均直径 6 cm 以上、平均樹高 4 m 以上の林分で、枝抜け・枝折れは平均直径 6 cm 以下、平均樹高 4 m 以下の林分で被害率の高い林分が多かった。林分の平均形状比と被害率との関係については、傾斜・倒伏、根返り・根抜けは平均形状比が 80 以上の林分で被害率が高く、根元折れ・根元割れ、幹折れ・梢折れは逆に平均形状比が 80 以下の林分で被害率が高い傾向がみられた。

多雪地帯における幼齢木の雪害は主に雪圧による被害である。蒜山演習林の II 齢級のヒノキ林の平均樹高は 2.3~4.0 m であるが、3 月中旬の調査では大部分の樹木は埋雪していた。平均樹高 4.0~5.6 m の II 齢級林分でも、谷筋の樹木は埋雪している。59 年 2 月の積雪深は谷筋で 3.1~3.6 m、尾根筋で 2.6 m と推定されている。ヒノキの幼齢木は樹高の 3 分の 2 程度の積雪があれば、枝葉に付着した雪の重みによって倒伏あるいは傾斜し、雪の中に埋没してしまうのではないと思われる。

スギでは、積雪深の 2 倍ぐらいの樹高にまで生長すると、積雪の沈降力による被害はあまり受けなくなるといわれている^{13,14)}。着雪荷重と積雪の沈降力による被害は幹の傾斜、倒伏、幹折れ、梢折れ、枝抜けなどであるが、蒜山演習林のヒノキでは平均樹高 4 m 以下の林分では幹の傾斜が最も多く、

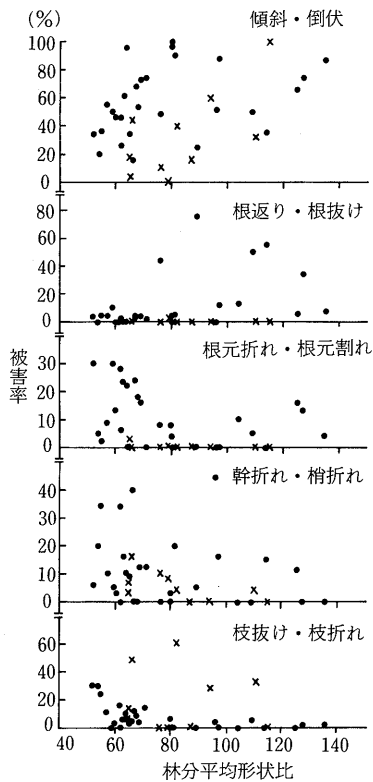


図14 林分平均形状比と被害率との関係
● 斜面中腹～谷筋, × 斜面上部～尾根筋

梢折れ、枝抜けの被害もかなり多くみられた。III 齢級林分でもこれらの被害はみられるが、15年生以上で、平均樹高が6 m以上になると傾斜・倒伏などの被害は著しく減少するようである。すなわち、スギの場合と同様に積雪深の2倍程度の樹高にまで生長すれば積雪の沈降力による被害はあまり受けなくなるようである。

積雪の匍行力による被害は根返り、根抜け、根元折れ、根元割れなどであるが、ヒノキのII 齢級林分では急斜地で根抜けが多く発生した。10年生以下の樹高2～3 mの造林木では、根はまだ十分に発達していない。スギに比べてヒノキは根系の発達が遅く、10年生以下では大きな主根はなく支持根も未発達である。根系の広がりはいずれ直径40cm程度で、ナグレ発生地では容易に抜けてしまう。根元折れはII 齢級とIII 齢級の林分で同程度みられたが、根元割れはII 齢級よりもIII 齢級林分で多く発生した。根元割れ木の胸高直径は8～10 cmのものが最も多いが、15cmでも発生している。

林木が積雪の移動圧に対して抵抗力を持つようになるのは根元直径20cmぐらいになってからとされているが¹⁴⁾ヒノキは積雪の移動圧に対して抵抗力が弱く、根元割れなどの被害は直径がかなり大きいものでもみられる。

4) 被害木の被害解析

根元折れ、根元割れ、幹折れ、梢折れ及び枝抜けの被害について被害状況を調べた。

(a) 根元折れ・根元割れ

根元折れの被害状況を表2に示す。被害は8～12年生の林分の斜面中部から下部の急斜地でみら

表2 根元折れの被害状況

林 班	林 齢 (年)	斜面位置	平均樹高 (m)	平均直径 (cm)	形状比	折 損 高 (cm)
16ル	8	中～下部	2.5	1.9	132	24 (0～40)
17ロ	9	中～下部	3.4	4.5	76	20 (0～40)
17ハ	11	中～下部	4.8	7.5	64	10 (0～15)
5イ	12	下部	4.3	7.1	61	30 (25～40)

表3 根元割れの被害状況

林 班	林 齢 (年)	斜面位置	平均樹高 (m)	平均直径 (cm)	形状比	割 裂 長 (cm)
16ル	8	下 部	1.8	2.5	72	30 (20～40)
17ロ	9	中～下部	3.5	4.7	74	50 (50)
17ハ	11	中～下部	4.6	8.1	57	59 (40～105)
5イ	12	下部～沢筋	5.4	9.3	58	74 (40～135)
		上 部	5.2	7.8	67	54 (40～60)
16へ	19	中～下部	5.8	11.4	51	87 (35～130)

れた。被害木は平均樹高2.5~4.8m, 平均胸高直径1.9~7.5cm, 形状比61~132である。根元折れの折損高は地上0~40cmで, 30cm以下が多い。

根元割れの被害状況を表3に示す。根元割れは, 林齢8~19年生の林分で, 斜面中部から下部, 時には上部の急斜地でも起こる。被害木は平均樹高1.8~5.8m, 平均胸高直径2.5~11.4cm, 形状比51~74である。地際部から幹の中心に沿って水平方向(斜面と直角方向)に割れる(写真2)。割裂部の長さは20~135cmで, 100cm以下のものが多い。割裂長は胸高直径及び樹高の大きい木が小さい木よりも大きい, 雪圧の受け方によって割裂の状況が異なるので, 胸高直径及び樹高と割裂長の相関関係はそれほど高くはない(図15~16)。

(b) 幹折れ・梢折れ

幹折れの被害状況を表4に示す。被害は林齢8~17年生の林分で, 斜面下部~谷筋, 時には斜面上部でみられた。被害木は平均樹高3.0~6.4m, 平均胸高直径2.9~9.0cm, 形状比58~120である。折損高は地上0.7~4.5mでバラツキが大きい(図17)。胸高直径及び樹高が大になるに従って折損高

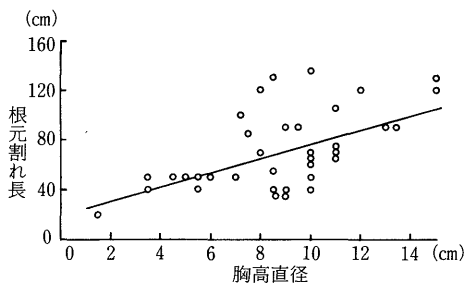


図15 胸高直径と根元割れ長との関係
 $y = 19.196 + 5.693x$ $R = 0.565$

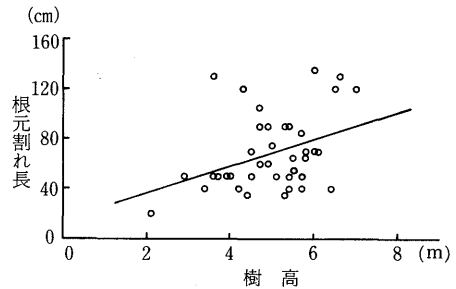


図16 樹高と根元割れ長との関係
 $y = 14.756 + 10.815x$ $R = 0.421$

表4 幹折れの被害状況

林班	林齢(年)	斜面位置	平均樹高(m)	平均直径(cm)	形状比	折損高(m)	折損部幹径(cm)	折損部長(m)	折損部クローネ幅(m)
16ル	8	中~上部	3.0	2.9	120	1.3	2.6	1.7	0.9
						0.9~1.8	2.5~3.0	1.0~2.1	0.7~1.1
17口	9	下部	3.8	5.9	64	2.0	4.5	2.1	1.2
						1.6~2.4	4.0~5.5	1.6~2.3	0.9~1.7
5イ	12	下部~沢筋	4.5	7.8	58	2.0	6.7	2.6	1.4
						1.0~3.4	3.5~10.0	1.8~3.6	0.7~2.2
6口	17	下部	6.4	9.0	71	2.8	6.6	3.6	—
						0.7~4.5	4.0~11.0	1.6~5.8	—

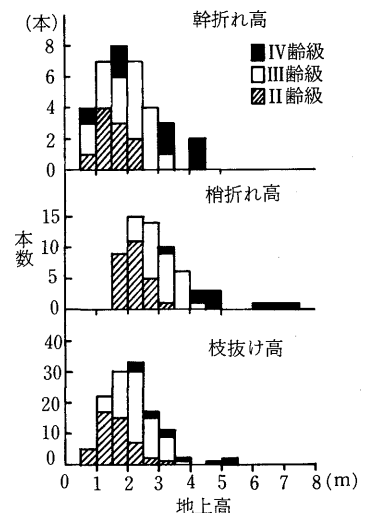


図17 幹折れ高, 梢折れ高及び枝抜け高の度数分布

が高くなる傾向がみられる(図18~19)。折損部の幹径は2.5~11.0cmで齢級によって大きさが異なり(図20), 8年生では平均2.6cm, 17年生では6.6cmである(表4)。折損部の長さは1.0~5.8mで, 胸高直径及び樹高が大きくなるに従って折損長が長くなるが(図21~22), 1.5~2.5mのものが多い(図20)。幹折れにおける折損部直径と折損長との関係については, 当然のことながら折損部直径が大きくなるに従って折損長が長くなる(図23)。

ヒノキ幼齢林の幹折れの仕方には二つある。一つは埋雪によって幹折れする場合で, 樹高5m以下の幼齢林に発生する。幼齢木が冠雪によって幹曲がりを生じ, 雪圧が加わって幹が折れる。もう一つは冠雪によって幹が折れる場合で, IV齢級の林分で発生している。しかし, 一般には前者の幹折れが多く, 後者の例は少ない。

次に梢折れについて述べる(表5)。梢折れは6~17年生の林分で, 斜面下部から谷筋及び斜面上

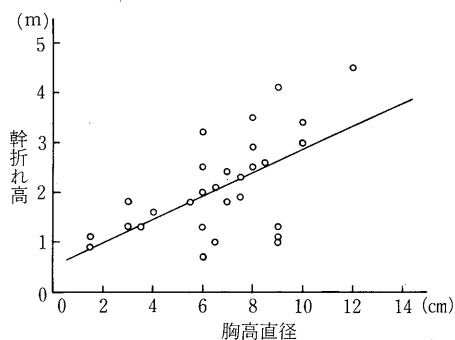


図18 胸高直径と幹折れ高との関係

$$y = 0.528 + 0.230x \quad R = 0.584$$

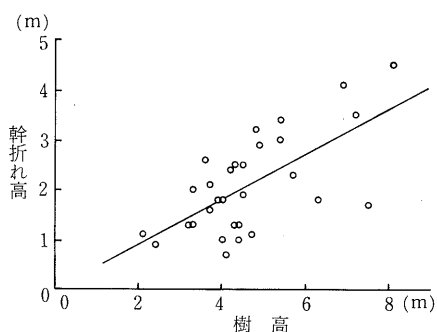


図19 樹高と幹折れ高との関係

$$y = -0.00645 + 0.453x \quad R = 0.661$$

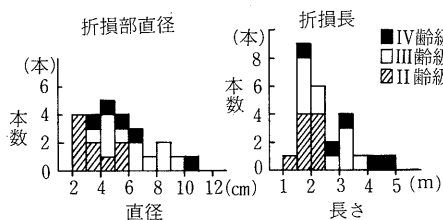


図20 幹折れにおける折損部直径と折損長の度数分布

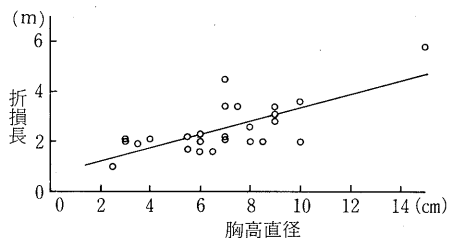


図21 胸高直径と幹折れの折損長との関係

$$y = 0.662 + 0.270x \quad R = 0.713$$

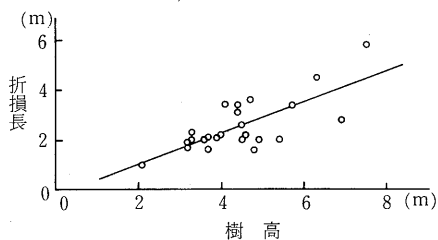


図22 樹高と幹折れの折損長との関係

$$y = -0.256 + 0.631x \quad R = 0.742$$

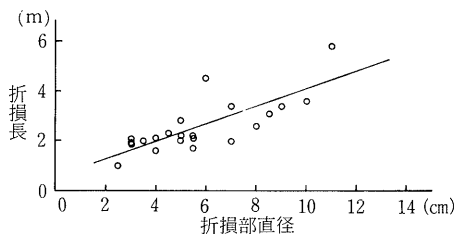


図23 幹折れにおける折損部直径と折損長との関係

$$y = 0.525 + 0.355x \quad R = 0.782$$

表5 梢折れの被害状況

林班	林齢(年)	斜面位置	平均樹高(m)	平均胸高直径(cm)	形状比	折損高(m)	折損部幹径(cm)	折損部長(m)	折損部クローネ幅(m)
20ニホ	6~7	下部~谷筋	2.7	3.0	90	2.1	0.8	0.7	—
						1.6~2.7	0.5~1.5	0.5~0.9	—
17口	9	下部	3.8	5.1	75	2.7	2.2	1.2	0.7
						2.3~3.1	1.5~3.5	0.9~1.5	0.5~1.0
17ハ	11	下部	4.5	6.1	74	2.9	2.2	1.5	0.7
						2.6~3.3	1.0~4.0	1.1~2.1	0.4~1.1
		上部	3.9	5.5	71	2.3	2.6	1.6	1.0
5イ	12	下部~沢筋	4.4	7.2	61	2.1~2.4	2.0~3.5	1.1~1.8	0.7~1.3
						3.3	2.3	1.2	0.7
6口	17	下部	6.8	10.6	64	2.5~4.1	1.0~4.5	0.4~2.0	0.4~1.2
						5.2	3.4	1.6	—
						3.2~7.1	1.0~5.0	0.7~2.8	—

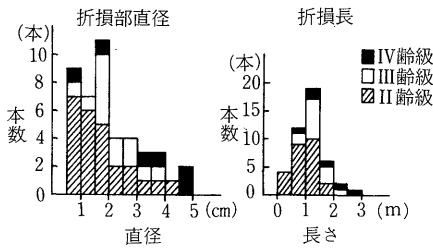


図26 梢折れにおける折損部直径と折損長の度数分布

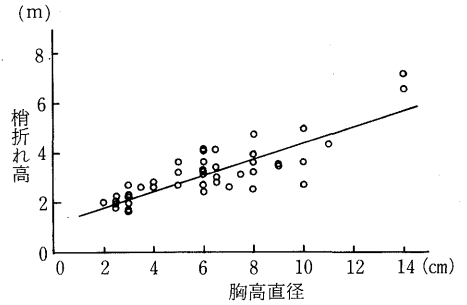


図24 胸高直径と梢折れ高との関係
 $y = 1.207 + 0.314x$ $R = 0.851$

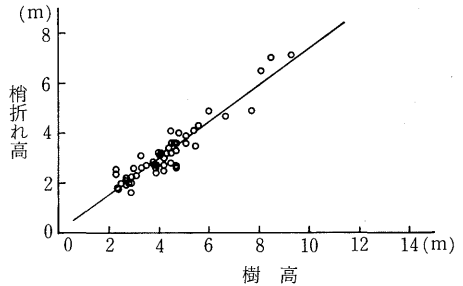


図25 樹高と梢折れ高との関係
 $y = 0.063 + 0.729x$ $R = 0.946$

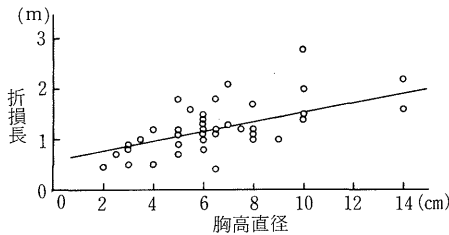


図27 胸高直径と梢折れの折損長との関係
 $y = 0.573 + 0.998x$ $R = 0.627$

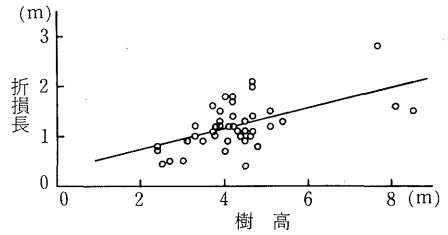


図28 樹高と梢折れの折損長との関係
 $y = 0.327 + 0.204x$ $R = 0.619$

部でみられた。被害木は平均樹高2.7~6.8m, 平均胸高直径3.0~10.6cm, 形状比61~90であった。折損高は1.6~7.1mで, 齢級によって異なり(図17), また胸高直径及び樹高が大きくなるに従って折損高が高くなった(図24~25)。II 齢級林分では地上1.5~2.5mで梢折れが多かったが, III 齢級林分では地上2.5~4.0mで, IV 齢級林分では4 m以上の高さで梢折れが多く発生した。梢折れの原因は, 幹折れの場合と同様に雪圧害と冠雪害の二つがある。樹高の低いものは冠雪によって梢が曲がり, やがて埋雪するが, 雪がしまるにつれて積雪の沈降圧が加わり梢が引き裂かれるように折れる。このような例は谷筋で多く発生した(写真2~3)。他方, 樹高が高く, 積雪下に埋没しないものは冠雪によって梢が折れることがある。IV 齢級林分の梢折れは冠雪害であった(写真3の3)。

梢折れにおける折損部の幹径は0.5~5.0cmで、齡級によって大きさが異なり、II齡級では0.5~2.0cmのものが多く、IV齡級では1.0~5.0cm、平均3.4cmであった(図26)。折損部の長さは0.4~2.8mで、胸高直径及び樹高が大きくなるに従って折損長は長くなるが(図27~28)、樹高3~5mのものに梢折れが集中し、折損長は0.5~2.0mのものが最も多い。これは埋雪木が積雪の沈降力によって梢折れすることが多いためである。梢折れにおける折損部直径と折損長との関係については、幹折れの場合と同様に折損直径が大きくなるに従って折損長が長くなった(図29)。

幹折れ、梢折れの被害は冠雪荷重が幹の耐性強度を越えた時点で発生する。1本の木の冠雪量は降雪量と樹冠の大きさによって異なり、冠雪量が多いと直径の大きいところで折れ、冠雪量が少ないと小さいところで折れる。石井ら⁷⁾の研究によると、スギの冠雪による樹幹の折れ方には一定の傾向があり、樹冠の先端から3分の1の長さのところと樹冠下部および樹冠直下の3点に折れやすい部位が集中するという。ヒノキの幹折れ、梢折れの折れ方を折損高比(H_L/H)で比較してみると(図30)、幹折れの場合は折損高比が0.1~0.8でバラツキが大きいですが、梢折れでは0.7~0.8に集中している。胸高直径と折損高比との関係は無相関であるが(図31~32)、梢折れは胸高直径の大小にかかわらず、樹高のほぼ3分の2の高さの所で折れるものが多い。ヒノキの梢折れは幹折れよりも折れやすい部位が集中している。幹折れの折損高比にバラツキが大きいのは冠雪害と雪圧害の両方が

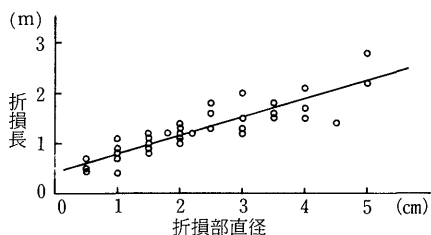


図29 梢折れにおける折損部直径と折損長との関係
 $y = 0.431 + 0.358x$ $R = 0.879$

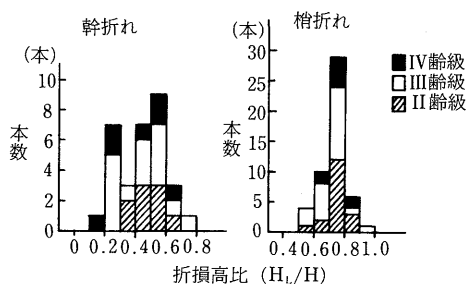


図30 幹折れと梢折れにおける折損高比(H_L/H)の度数分布
 H: 樹高, H_L : 折損高

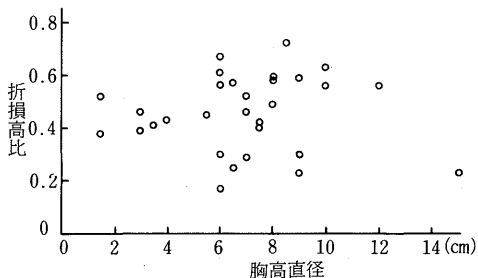


図31 幹折れにおける胸高直径と折損高比(H_L/H)との関係

H: 樹高, H_L : 折損高

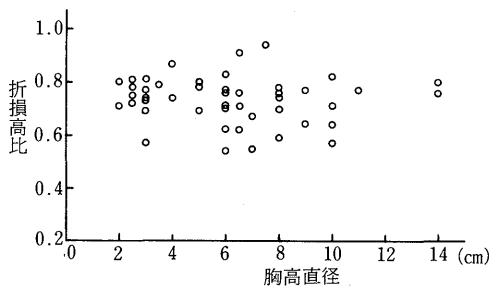


図32 梢折れにおける胸高直径と折損高比(H_L/H)との関係

表6 枝抜きの被害状況

林班	林齢 (年)	斜面位置	平均樹高 (m)	平均直径 (cm)	形状比	折損部高 (m)	枝径 (cm)
16ル	8	下部	3.4	4.2	81	1.8(1.2~2.7)	1.2(0.5~1.5)
		上部	3.4	3.0	113	1.4(0.8~2.1)	1.4(0.6~2.0)
17ロ	9	下部	4.0	5.9	68	2.1(1.4~3.1)	1.9(1.0~3.0)
		尾根	3.1	4.4	70	1.6(1.0~2.1)	1.3(0.5~2.5)
17ハ	11	下部	4.8	7.7	62	2.1(1.3~2.6)	1.9(1.4~2.5)
		上部	4.0	6.2	65	2.3(1.3~3.1)	1.3(0.7~2.0)
5イ	12	下部~沢筋	4.4	8.1	54	2.4(1.5~3.7)	2.3(0.8~5.0)
		上部	4.9	6.4	76	2.4(1.4~3.4)	2.2(1.2~3.5)
16へ	19	中~下部	6.5	13.3	49	3.4(2.3~5.5)	2.5(1.0~3.5)

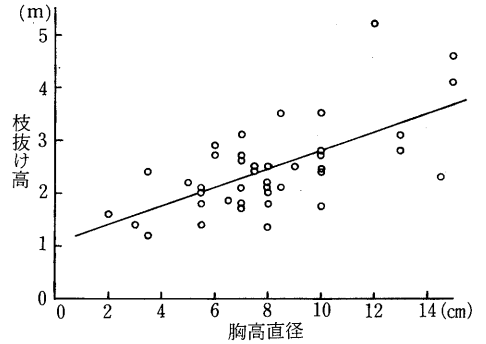


図33 胸高直径と枝抜け高との関係

$$y = 1.036 + 0.176x \quad R = 0.656$$

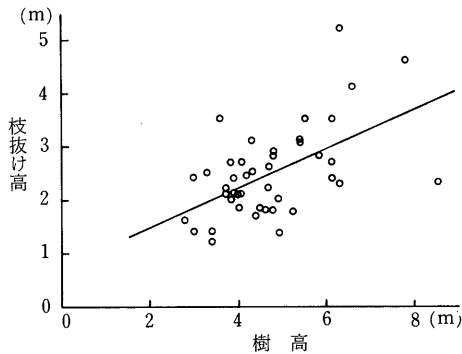


図34 樹高と枝抜け高との関係

$$y = 0.753 + 0.366x \quad R = 0.544$$

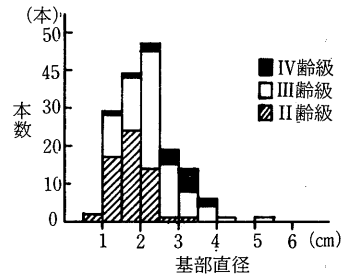


図35 枝抜けにおける折損枝の基部直径の度数分布

関係しているからであろう。

(c) 枝抜け

枝抜きの被害状況を表6に示す。被害は8~19年生の林分でみられ、斜面上部及び下部の緩斜地で多発している。被害は胸高直径5~10cm、樹高3~6mのものに多い。枝抜けの高さは地上0.8~5.5mであるが、1~3mの位置で最も多い(図17)。胸高直径及び樹高が高くなるに従って枝抜け高が高くなるが、地上5m以上の位置ではみられない(図33~34)。被害枝の基部直径は0.5~5.0cmであるが、1~2.5cmのものが多い(図35)。枝抜けは、積雪の沈降圧によって枝が下方に引っ張られ、基部で裂けている。1本の木で数本連続して枝が抜けることがある。また樹皮が縦に裂けて大きな傷になっていることがある(写真3)。傾斜地では斜面下部の枝が被害を受けることが多い。春先に被害部より樹脂が分泌している。漏脂病の原因となるといわれており、注意を要する。

3. ヒノキ造林地の寒風害

1) 蒜山演習林及び蒜山国有林における寒風害の発生状況

寒風害の発生状況を表7に示す。蒜山演習林では第15林班の標高700m前後の西向斜面の斜面上部から尾根筋で発生した。被害林分は11年生で被害率は5%以下であった。蒜山国有林及びその周辺

表7 蒜山地区のヒノキ人工林における寒風害の発生状況

調査場所	プロット番号	植栽年度(昭和)	齢級(林齢)	立 地 条 件			調査本数(本)	平均樹高(m)	平均胸高直径(cm)	平均形状比(H/D)	被害本数率(%)	
				斜面方向	位置	傾斜度						標高(m)
蒜山国有林 1021 い 林 班	1	38	IV(20)	北西斜面	上部	30	700	40	4.9	7.3	67.4	15
	2	〃	〃	南 斜面	上部	10~20	700	30	4.0	6.4	63.3	0
	3	〃	〃	東 斜面	上部	36~45	700	30	5.9	10.5	56.2	0
	4	〃	〃	東 斜面	中腹	36	680	30	5.5	7.7	71.3	0
	5	〃	〃	北西斜面	尾根	15~20	700	30	4.1	6.2	65.6	13
	6	〃	〃	西 斜面	尾根	25~33	670	50	5.0	7.2	69.1	32
	7	〃	〃	西 斜面	上部	30	700	50	4.3	6.8	62.9	20
	8	〃	〃	西 斜面	上部	37~42	820	50	4.1	5.8	70.4	38
	9	〃	〃	西 斜面	中腹	30~37	810	40	5.2	6.7	77.1	23
	10	〃	〃	西 斜面	尾根	17~20	800	40	4.8	7.0	68.8	10
	11	〃	〃	東 斜面	上部	37	800	30	5.3	8.0	66.4	0
鳥取県江府町民有林	12	36	V(22)	西 斜面	尾根	23	910	40	4.3	8.6	50.5	35
	13	〃	〃	西 斜面	中腹	30~33	910	20	6.5	13.0	49.8	0
蒜山演習林15オ林班	1	47	III(11)	西 斜面	尾根	20~30	690	20	3.7	4.6	80.4	5

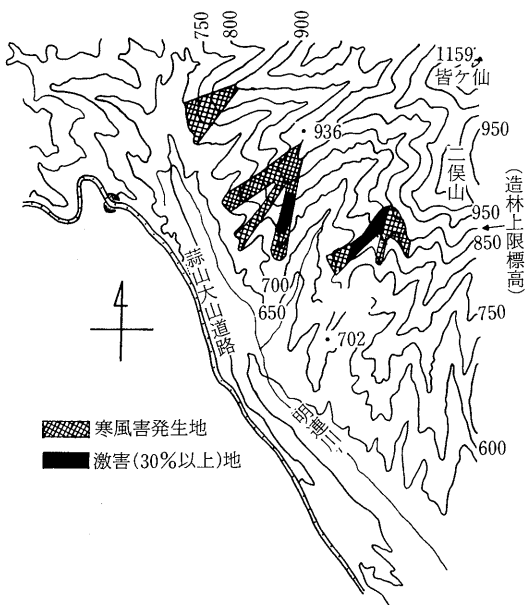


図36 蒜山国有林1021林班におけるヒノキの寒風害発生地

驚きであった。

2) 寒風害の被害型

寒風害の被害の徴候は、雪どけ後6月頃に針葉が褐色に変じ、枯死が目立つようになった。被害木は秋までにかなり落葉した。6月に第1回目の調査を行ったが、枯死木では幹からところどころ樹脂のかたまりが分泌していた。上半枯れ木では、枯死部から上方へ20~50cmにわたり樹脂が分泌し、樹皮をはいでみると樹脂分泌部の皮層が淡褐色に変色していた。凍傷痕かどうか確認していな

の民有林では、標高670~900mの造林地で発生した。被害発生地は西~北西斜面の中腹から上で、特に斜面上部から尾根筋で多く発生し、斜面下部、東斜面及び南斜面では被害はみられなかった(図36, 写真4)。被害林分は20~22年生で、被害率は10~38%であった。一般に、寒風害は尾根筋など風当たりの強いところで発生するといわれているが、これまで山陰地方ではスギ、ヒノキの造林地で寒風害が発生したという報告はない。蒜山地区では今回北西の季節風がまともに当たる風衝地で寒風害が発生した。

スギやヒノキの寒風害は、多くは植栽後5~6年生までの幼齢林に起ることが多く、20~30年生造林木の寒風害は少ないとされている¹⁰⁾しかし、今回20~22年生のヒノキ造林木が枯死したことは

いが、寒風によって幹の組織の一部は枯死しているようである。

寒風害の被害型には次の5つの型がみられた (図37, 写真4)。

- ①全枯れ型：地ぎわから地上部全体が枯死したもの。
- ②上半枯れ型：樹木の上半分が枯死し、雪に埋まった下半分は生きているもの。地上2m前後から上が枯死している。
- ③片枝枯れ型：風上側の枝条だけ枯死し、風下側は生き残っているもの。
- ④梢枯れ型：樹冠の梢の部分が枯死したもの。
- ⑤枝枯れ型：全部の枝が枯れるのではなく、点々と不規則に枝が枯死したもの。

各被害型の出現状況は表8のとおりで、上半枯れ型が最も多かった。上半枯れ型における被害部の高さをみると (表9), 蒜山演習林では地上1.6~2.0mのものが最も多く、平均被害高は1.6mであった。蒜山国有林では1.6~2.5mのものが最も多く、平均2.0mであるが、標高910mの民有林No.12では平均2.5mの位置で被害を受けている。推定最大積雪深は少なくとも2.5m以上、標高の高い所では3.0m以上あったと思われるが、2月中旬以降融雪するので寒風害の被害時期にはこれよりも低い

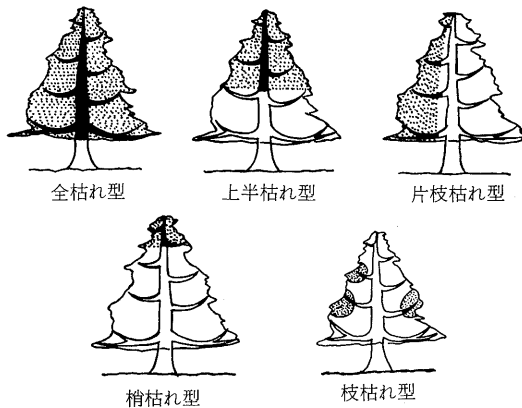


図37 寒風害の被害型

表8 寒風害の被害形態別出現状況

調査プロット番号	被害本数	被害形態別出現本数				
		全枯れ型	上半枯れ型	片枝枯れ型	梢枯れ型	枝枯れ型
蒜山国有林 1	6		6			
〃	5		4			
〃	6		11	1		4
〃	7		8		1	1
〃	8	6	12		1	
〃	9		9			
〃	10		3			
民有林12	14		10			4
蒜山演習林 1	9		9			

表9 寒風害被害木 (上半枯れ型) における被害部高の分布

プロット番号	標高 (m)	被害部の地上高別出現本数						平均被害高 (m)	推定最大積雪深 (m)
		1.0m以下	1.1~1.5m	1.6~2.0m	2.1~2.5m	2.6~3.0m	3.1m以上		
蒜山国有林 1	700			2	4			2.1	2.5以上
〃	5				4			2.2	〃
〃	6		3	5	1	1	1	1.9	〃
〃	7		1	4	3			1.8	〃
〃	8		1	4	4	1	2	2.3	〃
〃	9		1	5	3			1.9	〃
〃	10				3			1.8	〃
民有林12	910			1	3	5	1	2.5	3.0以上
蒜山演習林 1	690	1	1	7				1.6	2.5以上
計		1	7	31	22	7	4	2.0	

表10 寒風害被害木 (上半枯れ型) における被害部直径の分布

プロット番号	被害部直径別出現本数								平均直径 (cm)
	3cm以下	3~4cm	4~5cm	5~6cm	6~7cm	7~8cm	8~9cm	9cm以上	
1				2	1	3			7.0
5				3	1				5.9
6		1	2	2	3	2	1		6.2
7			1	4	1		2		6.4
8		2	3	5	2				5.4
9				5	2	1	1		6.2
10					1		2	1	8.6
12	2	1	1	2	3	1			5.3
計	2	4	7	23	14	7	6	1	6.0

くなるものと思われる。積雪深から判断すると、上半枯れ型の被害部は積雪上に露出した部分で、埋雪した部分は被害を受けていない。おそらく積雪上に露出した幹の部分に凍結が起こり、寒風によって乾燥枯死したものと思われる。寒風害被害木（上半枯れ型）の被害部の幹直径は5～7cmのものが最も多かった（表10）。

3) 樹木の大きさと被害との関係

寒風害被害木の樹高階別、胸高直径階別及び形状比階別出現状況を図38に示す。被害木は樹高4.5～5.0mを中心にして3.5～6.0mの間に多く分布していた。最大は7mであった。胸高直径は5～9cmのものが多かったが、10cm以上のものも数本被害を受けた。形状比は60～70を中心に35～90と広く分布していた。

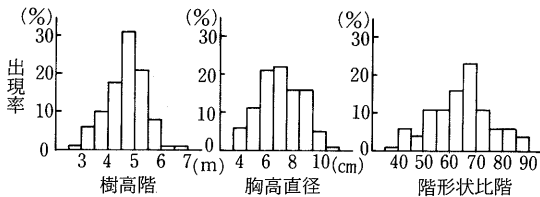


図38 寒風害被害木の樹高階別、胸高直径階別及び形状比階別出現率の分布

表11 無被害木と被害木の平均樹高、平均胸高直径及び平均形状比

プロット番号	平均樹高 (m)			平均胸高直径 (cm)			平均形状比 (%)		
	林分全体	無被害木	被害木	林分全体	無被害木	被害木	林分全体	無被害木	被害木
1	4.9	4.8	5.5	7.3	7.2	8.6	67	67	64
5	4.1	3.9	5.0	6.2	6.0	8.0	66	65	63
6	5.0	5.2	4.8	7.2	6.8	7.3	69	76	66
7	4.3	4.3	4.5	6.8	6.7	7.9	63	64	57
8	4.1	3.8	4.5	5.8	5.6	6.3	71	68	71
9	5.2	5.2	5.2	6.7	6.6	7.0	78	79	74
10	4.8	4.7	5.2	7.0	6.8	8.9	69	69	58
12	4.3	4.3	4.3	8.6	8.6	8.5	50	50	51
平均	4.6	4.5	4.9	7.0	6.8	7.8	66.6	67.3	63.0

次にプロット内でどのような状態の木が被害を受けたか、無被害木と被害木の樹高、直径及び形状比を比較した(表11)。樹高についてみると、一般に無被害木よりも被害木の方が高かった。林分によっては、例えばプロットNo.5では両者の平均樹高の差が1m以上もあった。胸高直径についても同様で、被害木の方が無被害木よりも直径が大きい傾向がみられた。従って形状比は逆に被害木の方が小さくなっている。

寒風害の被害は、樹木全体が埋雪せず一部が露出している場合には、露出している部分に発生することが多いといわれている¹⁶⁾。従って被害の発生と積雪深は密接な関係がある。今回の寒風害発生地の積雪深は2m以上あったと思われる。被害発生地の平均樹高は4.6mであるから、積雪による幹の傾斜がひどくなければ、2m前後樹冠部が積雪面上に露出していると思われる。上半枯れ木の平均被害高は2mであるから、このことは十分推測される。樹高が低いと積雪下に埋雪してしまうので、寒風害の被害を受けない。2～3mの積雪深では、樹高4m以上の樹木が厳冬季に積雪面上に露出することになる。一般に寒風害に対する樹木の抵抗力は樹木が大きくなるに従って強くなるといわれているが¹⁶⁾山陰地方の高海拔地ではヒノキ造林木が冠雪によって倒伏しなくなる時期、すなわち樹高が4～6mの時期が最も危険であると言える。

4) 標高, 地形と被害との関係

寒風害の発生は前にも述べたが, 蒜山地区では標高700~900mの造林地で発生した。斜面方位については, 北, 北西及び西向斜面で被害が発生し, 東及び南向斜面では被害は全くみられなかった。斜面位置については, 斜面上部から尾根筋で被害が著しく, 斜面中腹では凸形斜面の上部で被害がみられたが, 斜面下部から谷筋では寒風害の被害はみられなかった。蒜山地区では標高750~900mの西~北西斜面の尾根筋で被害が特に顕著である。この地帯は厳冬季に日本海から吹いてくる北西の季節風がまともにあたるか所である。標高560mの蒜山演習林事務所における気象観測によると, 昭和59年2月中旬から3月下旬の期間に最低気温が -10°C 前後の日が約20日間あり, 特に2月下旬から3月上旬には連続して1週間 -10°C 前後の低温が続いている。標高800~900mの造林地の風衝地帯はこれよりももっと低温で, おそらく -20°C 前後になったのではないかと思われる。寒風害の被害はこのように限られた場所に発生するので, 高海拔地では北西の季節風のあたるか所はヒノキの人工造林をしない方が得策と思われる。

4. ヒノキの雪害及び寒風害の特徴と多雪地における人工造林の適地及び施業法の検討

ヒノキの雪害に関する研究は少ない。広島県林業試験場の昭和53年の雪害実態調査によると⁹⁾ 壮齡林の平均被害率はアカマツ林90%, スギ林80%, ヒノキ林70%の順で, ヒノキ林が最も被害が少なかった。被害部位については, スギは特徴的な傾向はみられなかったが, アカマツは樹冠部以下で, ヒノキは樹冠上部で折損が多かったという。松田¹⁰⁾は昭和56年の豪雪で福井市脇三ヶ町の75年生ヒノキ林が被害を受けたことを報告している。被害率は72.5%で, 被害形態は幹折れが93%, 幹曲がり7%であったという。石井ら⁹⁾は島根県における昭和53年1月の異常降雪による冠雪害について研究し, ヒノキ幼齡林では梢端折れが, 急斜地の壮齡過密林では幹曲がりが多いことを報告している。矢野¹⁷⁾は兵庫県但馬地方における昭和56年の豪雪によるスギとヒノキの幼・若齡林(平均樹高2.5~4.8mの林分)の雪害について調査し, 被害は一般にスギよりもヒノキ林で激しく, ヒノキ林では倒伏が特に多く, また根返り, 幹折れ・割れの被害もみられたことを報告している。そしてヒノキはスギに比べて倒れやすく, 倒れた林を放置した場合の自然回復力はスギに劣り, 立ち直りにくい。それ故, 多雪地にヒノキを造林する場合には急傾斜地をさけ, 雪起こしを入念に行うことが必要であると述べている。

スギ林の雪害をみると, 一般的傾向として5年生以下の幼齡林では樹体が柔軟で, 一時的に倒伏するが, 雪どけ後立直って被害は少ない。5~10年生林分では幹曲がりが多く, また時には樹体の傾斜を生じ, 雪起こししないと回復が困難になる。10~30年生林分は一般に本数被害率が最も高く, 幹の折れ・割れ, 梢折れ, 梢や幹の曲がり, 樹体の傾斜, 根返りなど各種の被害が発生する。30年生以上の壮齡林では林齢を増すほど被害率が次第に減少するが, 梢や幹の被害が多いとされている¹⁵⁾。蒜山演習林のスギ造林地における雪害についてみると, 幼齡林では倒伏が圧倒的に多いが, 昭和56年の雪害ではIV齡級林分で幹曲がり・傾斜が, V齡級林分で幹折れが多く発生した⁹⁾。しかし,

今回の豪雪は56年よりも積雪量が多かったにもかかわらず、スギの造林地では幼齢林で倒伏が出た程度で、幹曲がりや幹折れはほとんど発生しなかった。しかし、ヒノキの造林地では前述のように大きな被害がみられ、スギ林とヒノキ林の雪害の状況は著しく違っていた。

蒜山演習林におけるヒノキの雪害状況及び既往の研究報告などからヒノキ林の雪害の特徴をあげると、5年生以下ではスギと同様に倒伏が圧倒的に多く、まれに根抜けがみられる。5～10年生では樹体の傾斜・倒伏が多く、次いで根抜け・根返り、梢折れ、枝抜けなどが多く発生する。10～20年生では樹体の傾斜、根元割れ、幹折れ、梢折れ、枝抜けなどが多く発生する。ヒノキはスギに比べて幼齢時代に根の発達が悪く、急斜地では根抜けが特に多いようである。また樹体の柔軟性もスギに劣るようで、樹高4～5m以上に生長して倒伏しなくなると、根元割れ、根元折れ、梢折れ、枝抜けなどの被害が多く発生する。しかし、幹はスギに比べて曲げ強度が強くて折れにくく、20年生以上の林分では冠雪による幹折れは少なく、梢折れがわずかにみられる程度である。ヒノキ造林地の雪害で致命的な被害は、根抜け、根元折れ、根元割れ、幹折れ、梢折れなどで、雪起こしなどの手入れによっても回復の見込みがなく、伐倒処理しなければならないことがある。

ヒノキ造林地における寒風害は植栽後5～6年生までに起こることが多く、壮齢林の寒風害はあまり報告されていない。¹⁶⁾ 今回のように20年以上の造林地で被害が出た例はまれのものである。またヒノキはスギよりも寒風害に対して強いとされているが、今回の寒風害の被害はスギの造林地では発生せずヒノキの造林地で発生している。斜面下部から谷筋にスギを植え、中腹以上にヒノキを植えたためである。寒風害は一般に厳冬季に北西の季節風をまともに受ける斜面上部から尾根筋で発生することが多いとされているが、^{12,16)} 蒜山地区では標高700～900mの西～北西斜面の中腹から上部、尾根筋で発生している。しかし、この地域における寒風害の被害は毎年発生するのではなく、今回はじめて顕著な被害がみられた。59年の厳冬季の異常低温が大きく影響したものである。

次に多雪地帯におけるヒノキの人工造林の適地について検討してみる。筆者は前報⁴⁾において、ヒノキの人工造林の適地は、山陰地方では標高800m以下で、積雪深は1.5～2.0m以下、B_D(d)～B_D型土壤の林地が適地で、標高900m以上の地域あるいは積雪深が2m以上の林地では雪害や漏脂病が発生し、成林しても根元曲がりや幹曲がり著しく、良質材の生産は望めないことを報告した。

今回の雪害及び寒風害の被害状況をみると、平年の積雪深が2m以下の地域でも1伐期50～60年の間には異常降雪があって3m以上の豪雪になることがある。このような時に大雪害が発生するので、人工造林に際しては無理をせず、安全性を見込んで造林場所を選定することが大切である。ヒノキの幼齢林における雪害は、山陰地方の標高600m以上の地域では南斜面よりも北斜面で多く発生し、また斜面下部の急斜地、谷筋などが最も危険である。傾斜角40°以上の急斜地では根抜け、根元折れ、根元割れなど致命的な被害が発生するので、このような場所にはヒノキを造林しない方がよい。北斜面や積雪量の多い谷筋にはスギを植栽する方が得策である。また平坦地でも北向斜面や谷筋など融雪の遅い所では枝抜けが発生する。枝抜けの被害が連続して起こると、縦に長く樹皮が裂けて大きな傷になることがある。この傷は漏脂病の原因になると言われており、枝抜けを生じない

よう枝打ちなど手入れをすることが重要である。傾斜地では、枝が積雪の沈降力で下に引っ張られて樹体が傾斜・倒伏することが多い。多雪地では、ひも打ちと称して樹高5~6mになれば下枝を地上1.5mぐらいまで(人が立って手のとどく範囲)枝打ちしているが、ひも打ちの時期や方法について工夫する必要がある。民間では、雪害を防止するために、斜面の下側に出た枝を先に枝打ちし、斜面の上側に出た枝は幹の肥大生長を促進するために残しておくというやり方をとっている人がいる。

スギ、ヒノキの寒風害は中国地方ではこれまでに報告されていないが、今回蒜山地区の標高700~900mのヒノキ造林地で発生した。発生場所は地形と密接な関係があり、北西の季節風の当たる西~北西斜面の上部・尾根筋で発生している。このような場所は土壌条件も悪く、ヒノキの生長は中以下である。高海拔地にヒノキを造林する場合には、厳冬季の寒冷な北西の季節風の直接当たる西~北西斜面の上部から尾根筋は人工造林をとりやめ、広葉樹の天然林施業を行う方が賢明である。

IV 総 括

鳥取大学蒜山演習林及びその周辺のヒノキ造林地で、昭和59年の豪雪による雪害及び異常低温による寒風害の被害状況を調査し、多雪地帯におけるヒノキの人工造林について再検討した。調査場所は標高600~900m、調査林分はII~V齢級の人工林である。

本研究の結果を要約すると次のとおりである。

1) 昭和59年2月の積雪は最近にない豪雪で、最大積雪深は標高560m地点で2.2m、標高700mのヒノキ造林地では尾根筋で2.5m以上、谷筋で3m以上と推定された。最低気温は、標高560m地点の観測によると、59年2月中旬から3月下旬の期間に -10°C 前後の日が約20日間あり、3月上旬には連続して約1週間 -10°C 前後の低温が続いた。寒風害の発生した標高700~900mの尾根筋では、おそらく -20°C 前後の最低気温の日が何日か続いたものと思われる。

2) ヒノキのII~IV齢級の造林地における雪害は、冠雪害、雪圧害及び両者の複合被害があり、雪害の形態は樹体の傾斜、倒伏、根返り、根抜け、根元折れ、根元割れ、幹折れ、幹曲がり、梢折れ、梢曲がり、枝折れ、枝抜けの12種類に分類された。

3) 雪害の発生は地形条件によって異なり、南斜面よりも北斜面で多く発生した。また斜面位置及び傾斜度によって被害状況が異なり、斜面下部の急斜地及び谷筋で激害が発生した。急斜地では、傾斜・倒伏、根返り・根抜け、根元折れ・根元割れが、緩斜地では幹折れ・梢折れ、枝抜けの被害が多い傾向がみられた。

4) 雪害の状況は林齢によって異なり、II齢級林分の被害率は70~100%、III齢級林分の被害率は16~100%、IV齢級林分のそれは0~70%であった。II齢級林分では、傾斜・倒伏が特に多く、次いで根返り・根抜けが多く、梢折れ、枝抜けなどの被害も場所によってはかなり多く発生した。III齢級林分ではやはり樹体の傾斜が最も多く、次いで根元折れ・根元割れ、幹折れ・梢折れ、枝抜けなどの被害が多くみられた。IV齢級林分では限られた場所で被害が発生し、急斜地で根元割れ、谷筋

の緩斜地で幹折れ・梢折れがみられた。

5) 樹木の大きさ及び形状比と被害との関係についてみると、同齢の林分内では無被害木と被害木との間に直径及び樹高について大きな差はなく、林分内で出現頻度の高い中級の直径階で被害木が最も多く出現した。しかし、異齢の林分間で比較すると、樹木の大きさによって被害率及び被害形態に差異がみられ、平均樹高 5 m、平均胸高直径 8 cm 以下の林分で傾斜・倒伏が、また平均樹高 4 m、平均胸高直径 5 cm 以下の林分で根返り・根抜けの被害が多く発生した。樹高 6 m 以上、すなわち積雪深の 2 倍程度の樹高にまで生長すると、倒伏の被害は減少した。しかし、根元割れの被害は胸高直径 8～10cm の比較的大径木に、また梢折れの被害は樹高 3～5 m の比較的小径木に多い傾向がみられた。枝抜けの被害は樹高 3～5 m のものに多かった。形状比と被害との関係については、形状比 80 以上の林分で傾斜・倒伏、根返り・根抜けが、80 以下の林分で根元折れ・根元割れ、幹折れ・梢折れが多い傾向がみられた。

6) 折損木の被害状況についてみると、根元折れの折損高は地上 30cm 以下のものが多く、また根元割れの割裂長は 100cm 以下が多かった。幹折れの折損高は地上 0.7～4.5m、また梢折れの折損高は地上 1.6～7.1m で、バラツキが大きかった。幹折れ及び梢折れの折損高は胸高直径及び樹高が大きくなるに従って高くなる傾向がみられた。折損高比 (H_L/H) は、幹折れでは 0.1～0.8 でバラツキが大きかったが、梢折れでは 0.7～0.8 に集中しており、梢折れしやすい部分があるようであった。幹折れの折損部直径は 2.5～11.0cm、梢折れのそれは 0.5～5.0cm で、齢級によって差があった。折損部の長さは、幹折れでは 1.0～5.8m、梢折れでは 0.4～2.8m で、折損部直径と折損長との間には正の相関関係が認められた。枝抜けの被害は地上 1～3 m の位置で最も多く発生した。被害枝の基部直径は 1.0～2.5cm のものが多かった。

7) ヒノキ造林地における寒風害の被害は、標高 670～900m の西～北西斜面の中腹から斜面上部及び尾根筋で発生した。被害林分は 11 年生と 20～22 年生で、被害率は 5～38% であった。

8) 寒風害の被害型として、全枯れ型、上半枯れ型、片枝枯れ型、梢枯れ型、枝枯れ型の 5 型がみられたが、上半枯れ型が最も多かった。上半枯れ型の被害部の高さは地上 1.5～2.5m のものが多かった。

9) 寒風害の被害木は、樹高 3.5～6.0m、胸高直径 5～9 cm のものが多かった。同一林分内では、無被害木よりも被害木の方が樹高及び胸高直径が大きい傾向がみられた。

10) ヒノキとスギの雪害の特徴は著しく異なるようであった。ヒノキはスギに比べて冠雪害に対しては強いが、雪圧害には弱く、幼齢林では樹体の傾斜・倒伏、根抜け、根元折れ・割れ、枝抜けなどの被害が多く発生した。幼齢林では、傾斜角 40° 以上の急斜地、凹型地形の斜面下部、谷筋の緩斜地などで激害が発生する。積雪深 1.5～2.0m 以上の地域では、このような場所にヒノキを造林しない方がよい。また山陰地方の標高 700m 以上の高海拔地では、厳冬季に北西の季節風のあたる斜面上部から尾根筋は寒風害が発生する恐れがあり、このような場所もヒノキの造林を避ける方がよい。多雪地帯にヒノキを造林する場合には、雪害及び寒風害に留意して、適地の選定に誤りのないよう

計画を立てる必要がある。

文 献

- 1) 二見鎌次郎・梶谷 孝：島根県における昭和53年1月3日の異常降雪によるスギ幼壮齡林冠雪害の調査。島根県林試研報，31：1～23（1981）
- 2) 白間純雄：昭和53年1月3日発生した日野郡日南町における冠雪害の実態について。鳥取県林試研報，22：1～11（1979）
- 3) 橋詰隼人：鳥取大学蒜山演習林のスギ造林地におけるスギカミキリの被害と雪害について。鳥大農演報，13：71～77（1981）
- 4) 橋詰隼人：多雪地帯におけるヒノキの人工造林に関する研究（I）山陰地方の高海拔地及び北陸地方における高齢級人工林の生育状況と多雪地帯のヒノキ造林に関する二、三の考察。鳥大農演報，14：1～28（1984）
- 5) 広島県林業試験場育林部：雪害地の実態調査—昭和53年1月2日～3日の異常降雪による壯齡林被害について。広島県林試研報，14：61～91（1979）
- 6) 石井 弘・片桐成夫・三宅 登・赤塚金治：小地域内のスギ人工林における冠雪被害分布。日林誌，63：451～457（1981）
- 7) 石井 弘・片桐成夫・三宅 登：冠雪によるスギ樹幹の折れ方について。日林誌，64：87～92（1982）
- 8) 石井 弘：冠雪害折損木の折損部直径による冠雪強度の推定。93回日林論，257～258（1982）
- 9) 石井 弘・片桐成夫・三宅 登：冠雪害をうけたスギ人工林の直径分布，形状比分布と被害の関係。日林誌，65：366～371（1983）
- 10) 松田正宏：老齡ヒノキ冠雪害林の解析。日林誌，66：247～250（1984）
- 11) 松井光瑤：造林地の雪の害。日本林業技術協会，pp. 1～54（1970）
- 12) 笹沼たつ・坂上幸雄：造林地の寒害とその対策。日本林業技術協会，pp. 1～61（1979）
- 13) 四手井綱英：雪圧による林木の雪害。林試研報，73：1～89（1954）
- 14) 四手井綱英：森林保護学。朝倉書店，pp. 41～46（1976）
- 15) 高橋啓二：造林地の冠雪害とその対策。日本林業技術協会，pp. 1～47（1977）
- 16) 徳重陽山・尾方信夫：造林地の寒さの害。林業科学技術振興所，pp. 1～52（1968）
- 17) 矢野進治：56豪雪による造林木の被害と回復状況。兵庫県林試研報，25：21～33（1983）

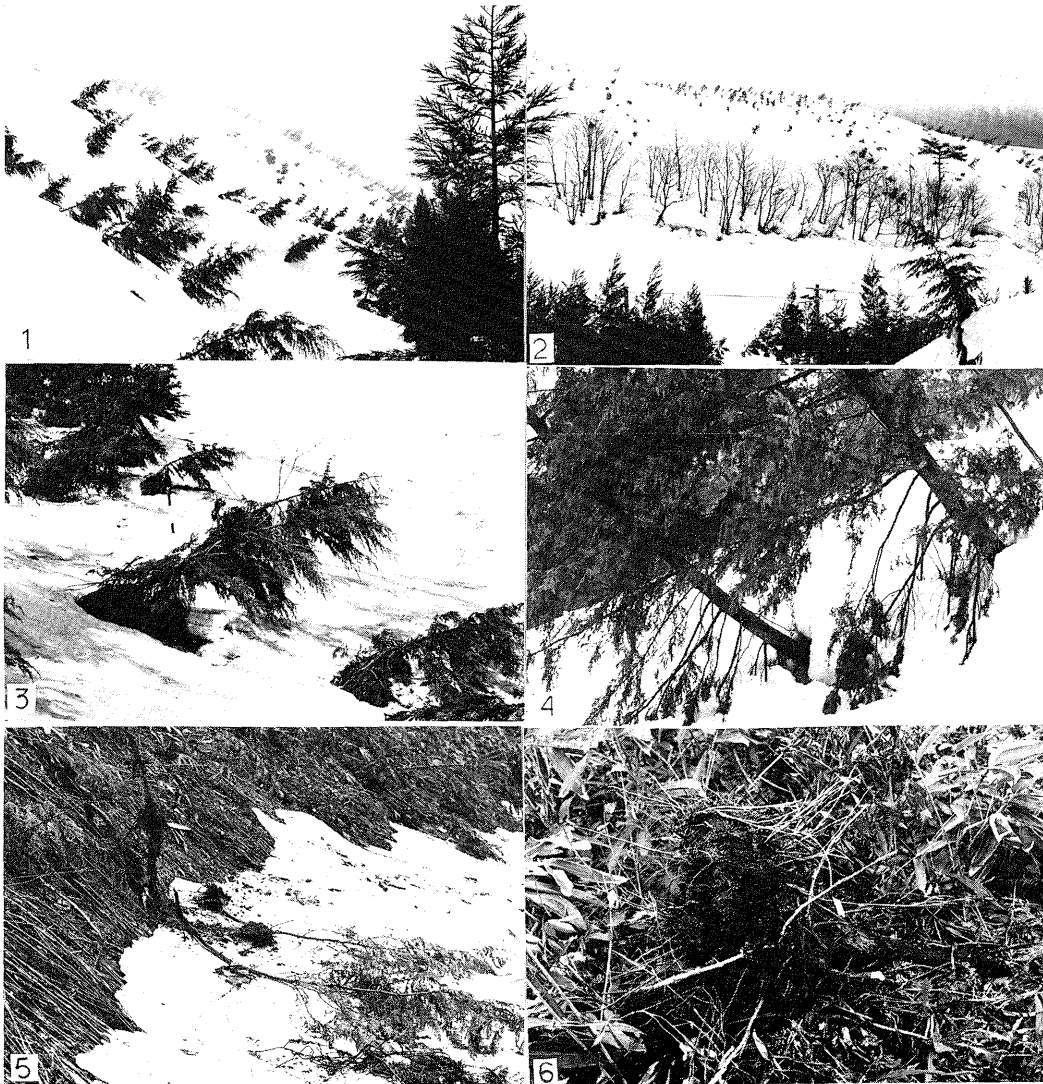


写真1 鳥大蒜山演習林のヒノキ造林地における積雪と雪害の状況

1～2：第16～17林班，標高650～700mのII齡級造林地における積雪状況。No.1は9年生林分，No.2は8年生林分。3月中旬に谷筋で2.5～3.0m，尾根筋で2.0mの積雪があった。斜面下部の急斜地ではナダレが発生している。3～4：樹体の傾斜・倒伏の状況。III齡級林分の沢筋(No.3)とIV齡級林分の斜面下部(No.4)の状況。5～6：根抜け・根返り被害。II齡級林分，斜面下部の急斜地で発生。



写真2 鳥大蒜山演習林のヒノキ造林地における雪害の状況

1：根抜け被害地。融雪後被害木は枯死する。2～3：根元割れ被害。III齡級林分，斜面下部で発生。4～5：根元折れ被害。III齡級林分，斜面下部で発生。6：幹折れ・梢折れ被害。III齡級林分，谷・沢筋の緩斜地で発生。



写真3 鳥大蒜山演習林のヒノキ造林地における雪害の状況

1～2：III齡級林分における幹折れ・梢折れ被害。谷・沢筋の緩斜地で発生。3：IV齡級林分における幹折れ被害。沢筋の凹形地形のか所で発生。4：IV齡級林分における梢折れ被害。5～6：枝抜け・枝折れ被害。II齡級林分，尾根筋の緩斜地で多く発生した。



写真4 蒜山国有林のヒノキ造林地における寒風害の状況

1～2：1021林班，標高820mにおける被害状況。西～北西斜面の上部及び尾根筋で発生した。20年生林分。3：全枯れ型。4：上半枯れ型。5：枝枯れ型。