

資料

下呂実験林のスギ挿し木林分における冠雪害の発生状況と立木密度の関係

茂木靖和・横井秀一・渡邊仁志

キーワード：冠雪害，立木密度，スギ，挿し木林，間伐，林分構造，イトシロスギ

I はじめに

2002年1月上旬の降雪により、岐阜県下の美濃北部と飛騨南部の普段比較的雪の少ない地域で冠雪害が発生した。

当所の固定試験地がある下呂実験林のスギ林においても、冠雪害が発生した。下呂実験林には、立木密度、品種、立地などの条件を変えた試験区が設定され、植栽時からの調査履歴が蓄積されている。冠雪害に関する調査・研究は被害地に新規の調査地を設けて実施するのが普通で、植栽時からの調査履歴がある固定試験地での調査事例は極めて少ない。固定試験地における冠雪害の発生状況の調査結果は、過去の成長状況や施業と関連づけて検討することができることから、単なる現状把握にとどまらず、冠雪害の対策を検討する際の貴重な情報になる。

そこで、本報告では今回の冠雪害の発生原因を説明することを目的として、植栽密度の異なる試験区で被害状況と林分構造を比較した。

II 調査地と方法

1. 調査地

調査は、下呂実験林（益田郡下呂町小川地内、年平均気温13.3℃、年平均降水量2,530mm）の中のスギ本数管理比較実験林の挿し木林（品種：イトシロスギ、植栽年：1965年、標高：約500m）に設定されている植栽密度の異なる試験区で行った。

今回検討対象とした試験区は、2000本/ha植栽区（398㎡、以下2000本区）、3000本/ha植栽区（402㎡、以下3000本区）、6000本/ha植栽区（285㎡、以下6000本区）とした。

各試験区は、ほぼ同一標高にあり、2000本区と3000本区が隣接して、6000本区が両試験区から北西方向に約100m離れて設定されている。傾斜は36～38°、斜面方位は北東であった。

間伐は、1981年秋と1987/1988年冬に6000本区で、

1992/1993年冬に全試験区で実施された。枝打ちは、1980年秋～冬に全試験区で実施された。

2. 気象調査

今回の冠雪害の誘引となった2002年1月2日～9日の降水量、気温、風速について、現地より南東へ約5kmに位置する下呂町宮地（標高：420m）の地域気象観測資料（気象庁、2002）で調査した。

3. 林分調査

2002年5月～9月に、各試験区の全個体について、胸高直径、樹高、生枝下高、被害状況を調査し、樹冠長率を次式により算出した。

$$\text{樹冠長率} = (\text{樹高} - \text{生枝下高}) / \text{樹高}$$

胸高直径は直径巻尺で測定した。樹高・生枝下高は、健全木については測高器（ハグレフ製：VERTEXⅢ）で、被害木については測高ポールを樹幹に沿わせて測定するか、伐採して直接測定した。被害状況は、健全、幹折れ、幹曲がり、根返りに区分した（石川ら、1987）。梢端折れは幹折れに含めた。

III 結果

1. 気象状況

2002年1月2日～9日の気象状況を図-1に示した。この間の降水を無降水時間と気温で大きく4区分した。1回目は2日午前から3日深夜の降水で、このときの気温は-5～0℃、降水量は26mmであった。2回目は4日午後から5日夕方の降水で、気温は0℃前後、降水量は12mmであった。3回目は7日深夜の降水で、気温は1～2℃、降水量は8mmであった。4回目は8日の夕方から9日朝の降水で、気温は-3～-2℃、降水量は14mmであった。また、4回の全降水量は60mm、降水時の平均風速は0.4m/秒、1時間当たりの平均風速の最大値は3m/秒であった。

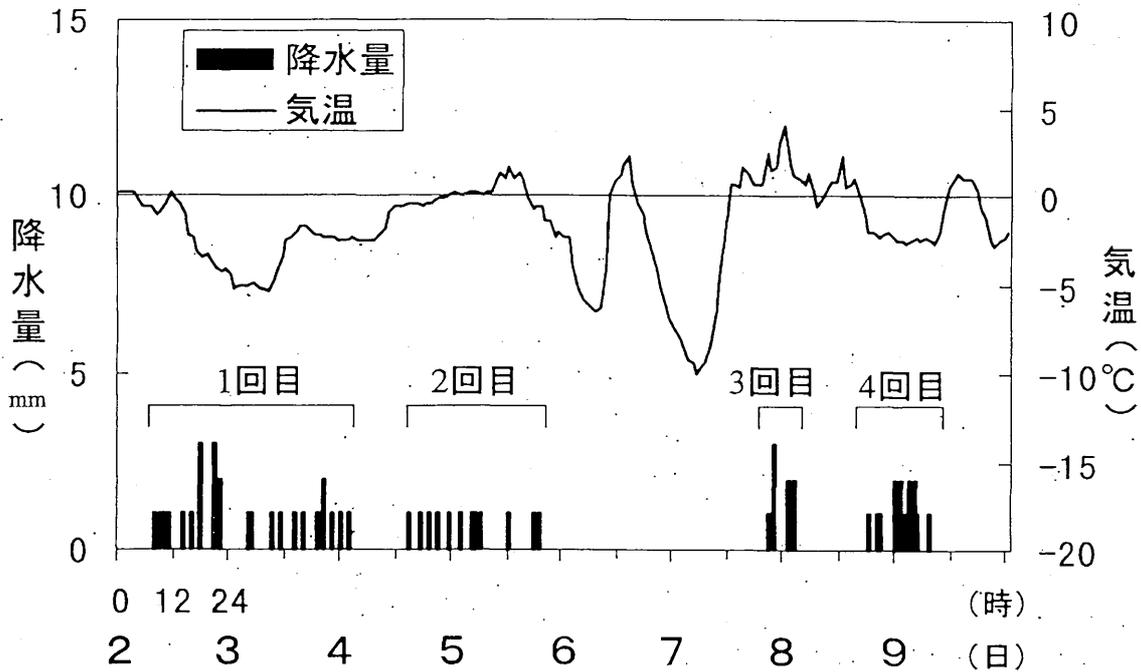


図-1 2002年1月2日～9日の気象状況

2. 林分状況

各試験区の立木密度の推移を図-2に示した。

植栽本数は、2000本区が2035本/ha、3000本区が3283本/ha、6000本区が6842本/haであった。2002年1月の立木密度は、2000本区が1457本/ha、3000本区が2786本/ha、6000本区が2561本/haであった。立木密度の低下は、6000本区で大きく、3000本区で小さかった。

各試験区の胸高直径、樹高、形状比、樹冠長率の平均値と標準偏差を表-1に示した。各試験区の全個体が林冠を構成する上層木であった。

平均胸高直径は16.8～22.0cm、平均樹冠長率は0.30～0.41で、2000本区が3000本区および6000本区より大きかった。形状比の平均値は90～106で、2000本区が3000本区および6000本区より小さかった。

平均樹高は17.3～19.4mで、これを岐阜県のスギ地位別上層樹高成長曲線（岐阜県林政部、1992）にあてはめて地位級を推定すると、2000本区と6000本区が地位級3で、3000本区が地位級4であった。各試験区は立地条件が同一になるように留意して配置されたが、3000本区は試験区内に緩い凸地形の箇所を含んでおり、その影響から地位が低かったと推測される。

各試験区の平均樹高と立木密度を岐阜県のスギ林分密度管理図（岐阜県林政部、1992）と比較すると、3000本区と6000本区は最多密度より立木密度が高く、2000本区は収量比数0.9であった。

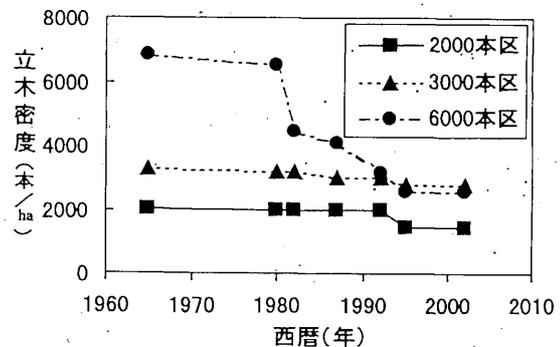


図-2 各試験区の立木密度推移

表-1 試験区の林分状況

試験区	密度 (本/ha)	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	形状比	樹冠長率
2000本区	1457	22.0±3.88	19.4±1.75	90±10.2	0.41±0.06
3000本区	2786	16.8±3.16	17.3±1.64	105±13.3	0.34±0.10
6000本区	2561	17.6±2.81	18.3±1.39	106±11.4	0.30±0.07

胸高直径、樹高、形状比、樹冠長率は平均値±標準偏差を示す。

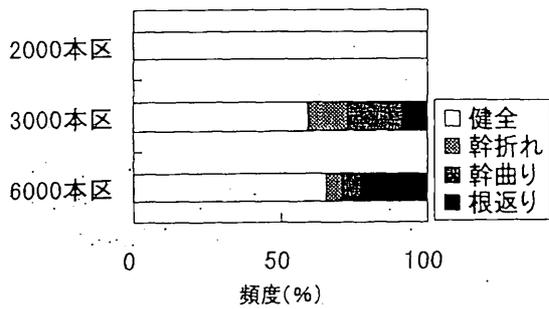


図-3 各試験区の被害状況

3. 被害の概況

各試験区の被害状況を図-3に示した。3000本区と6000本区では、被害率が34~40%であった。これに対し2000本区では、被害率が0%であった。被害形態は、3000本区では幹曲りが多く、6000本区では根返りが多かった。

4. 林分構造と被害木の特徴

(1) 胸高直径

各試験区の胸高直径階分布を図-4に示した。2000本区の各階層の個体数は、胸高直径階が大きくなるにしたがって多くなる傾向にあり、最大階層の22cm以上で最も個体数が多かった。3000本区の各階層の個体数は14~20cmで、6000本区の各階層の個体数は16~20cmで多かった。3000本区および6000本区における被害木の胸高直径は健全木より小さく、両者の違いは有意であった (U検定, $P < 0.01$)。

3000本区と6000本区を合わせた胸高直径階別の被害形態頻度分布を図-5に示した。全被害形態を合わせた頻度は、18cmより小さい階層で44~69%と高かった。幹折れは胸高直径が12~22cmでみられ、12~18cmで頻度が高かった。幹曲りと根返りは胸高直径が20cm未満でみられ、18cm未満で頻度が高かった。

被害が発生した3000本区と6000本区の立木配置を図-6に示した。被害は胸高直径18cm未満の個体が集中する部分に発生した。また、胸高直径18cm以上の個体が多い部分では胸高直径18cm未満の個体でも被害を受けていなかった。

(2) 樹高

各試験区の樹高階分布を図-7に示した。2000本区の各階層の個体数は、樹高が大きくなるにしたがって多くなる傾向にあり、最大階層の20m以上で最も個体数が多かった。3000本区および6000本区では18~19mの階層の個体数が多かった。3000本区および6000本区における被害木の樹高は健全木より小さく、両者の違

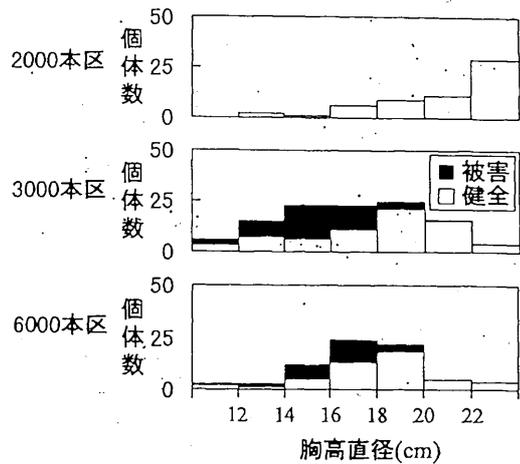


図-4 各試験区の胸高直径階分布

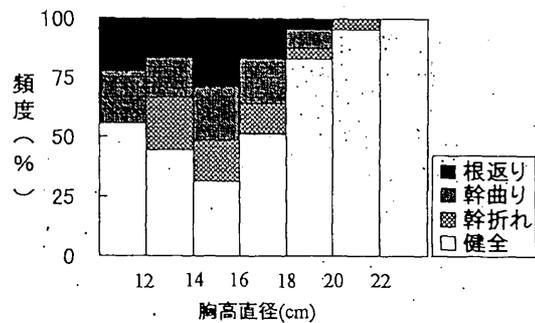


図-5 胸高直径階別被害形態頻度分布

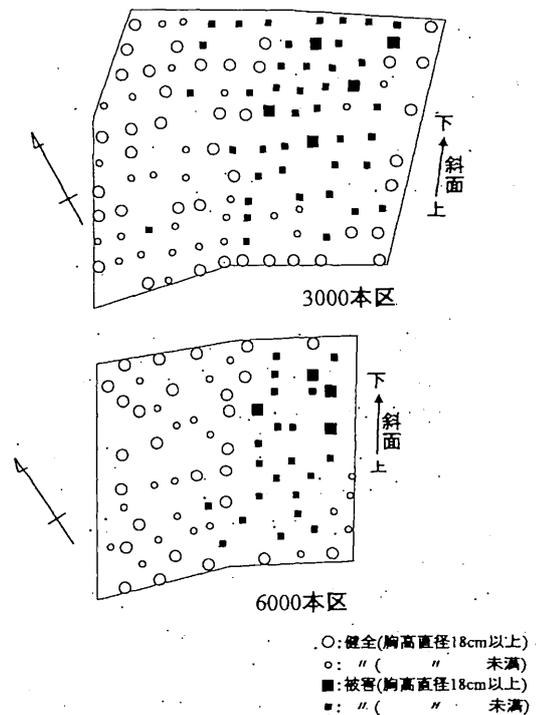


図-6 3000本区と6000本区の立木配置

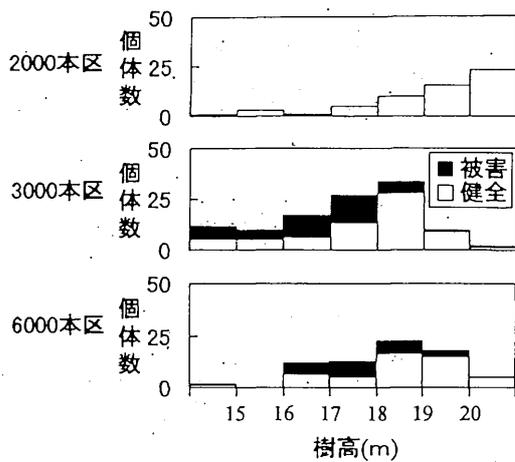


図-7 各試験区の樹高階分布

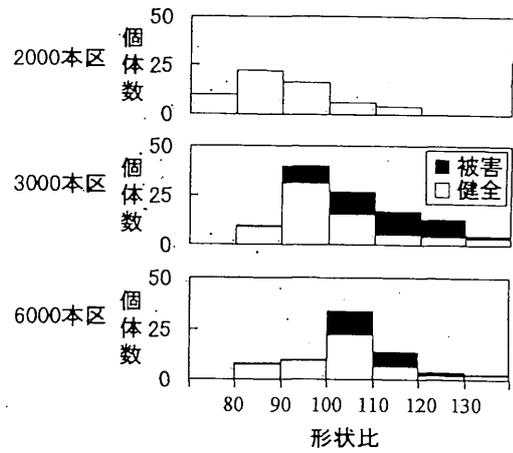


図-9 各試験区の形状比階分布

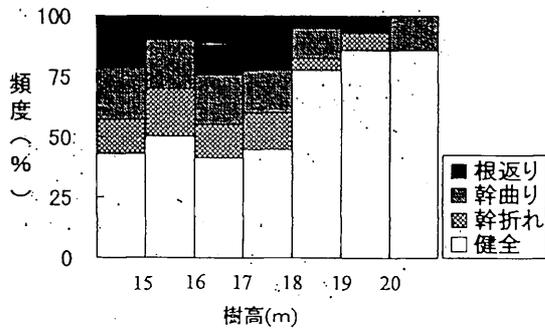


図-8 樹高階別被害形態頻度分布

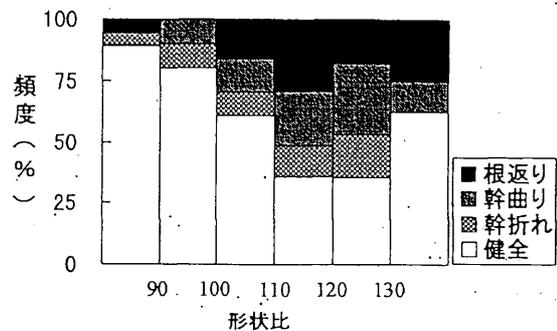


図-10 形状比階別被害形態頻度分布

いは有意であった (\bar{U} 検定, $P < 0.01$)。

3000本区と6000本区を合わせた樹高階別の被害形態頻度分布を図-8に示した。全被害形態を合わせた頻度は、18mより小さい階層で50~59%と高かった。どの被害形態も樹高18m未満で頻度が高かった。

(3) 形状比

各試験区の形状比階分布を図-9に示した。形状比階分布のモードは、2000本区が80~90、3000本区が90~100、6000本区が100~110であった。植栽密度が高いと形状比階分布のモードが高くなる傾向にあった。2000本区では形状比120以上の、3000本区および6000本区では形状比80未満の個体がなかった。3000本区および6000本区では被害木の形状比は健全木より高く、両者の違いは有意であった (\bar{U} 検定, $P < 0.01$)。

3000本区と6000本区を合わせた形状比階別の被害形態頻度分布を図-10に示した。全被害形態を合わせた頻度は、110~130の階層で65%と高かった。各被害形態の頻度は、根返りが形状比100以上で、幹曲りがりと幹折れが形状比110~130で高かった。

(4) 樹冠長率

各試験区の樹冠長率階分布を図-11に示した。樹冠長率階分布のモードは、2000本区が0.4~0.5、3000本区が0.2~0.4、6000本区が0.2~0.3であった。植栽密度が高いと樹冠長率階分布のモードが低くなる傾向にあった。3000本区および6000本区における被害木は0.4以上の階層に少なかった。 \bar{U} 検定の結果、健全木と被害木の樹冠長率は3000本区では有意に異なり ($P < 0.01$)、6000本区では異ならなかった。

3000本区と6000本区の樹冠長率階別の被害形態頻度分布を図-12、13に示した。3000本区の全被害形態を合わせた頻度は、樹冠長率が低いと高い傾向にあり、0.3より低い階層で67~76%と高かった。3000本区の幹折れと根返りおよび6000本区の根返りの各階層の頻度は、樹冠長率が低いと高い傾向にあった。

(5) 林分構造の判別分析

胸高直径、樹高、形状比、樹冠長率について、それぞれの冠雪害の発生に対する影響の大きさを比較するため、判別分析を行った。しかし、各要因間の相関が

高かったため、どの要因が冠雪害に大きく影響するか判定できなかった。

IV 考 察

1. 冠雪害を発生させた降雪

原田 (1951) は $-1 \sim 1^{\circ}\text{C}$ の時、雨滴の代わりに雪片ができるとしている。1回目、2回目、4回目の降水時の気温はそれ以下であった。また、この時下呂町より温暖な岐阜市の天候は雪であった (気象庁, 2002)。したがって、これらの降水は雪であったと考える。それに対して、3回目の降水時の気温は $1 \sim 2^{\circ}\text{C}$ であり、この時下呂町より寒冷な高山市では雨が降っていた (気象庁, 2002)。したがって、3回目の降水は雨であった可能性が高い。

渡辺・大関 (1981) は、冠雪の発達しやすい条件を、風速が 3 m/秒 以下、気温範囲が $-3 \sim 3^{\circ}\text{C}$ 、降雪深が $30 \sim 40 \text{ cm}$ (降水量換算で $20 \sim 30 \text{ mm}$) 以上としている。また、冠雪は、無風、無降雪時の気温が $0.4 \sim 2.0^{\circ}\text{C}$ に達すれば、日射量の多少にかかわらず大部分が3時間以内に落下するとされている (高橋, 1952)。

1回目と2回目の降雪は、その間の無降水時間が13時間あったものの、その時の気温が -0.4°C より低かったことから、累積して冠雪したと推測される。この2回の降水量の合計は 38 mm で、これは渡辺・大関 (1981) の冠雪の発達しやすい条件に該当した。4回目の降雪は、降水量が 14 mm で、1回目と2回目の合計と比較して少なかった。

以上のことから、今回の冠雪害は、1回目の降雪による冠雪に2回目の降雪が加わり発生した可能性が高いと考える。

2. 冠雪害の発生した林分

今回の降雪害は、現在の立木密度が極めて高い3000本区と6000本区で発生し、被害は集中する傾向が強かった。被害木は胸高直径の小さい、樹高の低い、形状比の高い、樹冠長率の低い個体が多かった。一方の2000本区にも、3000本区と6000本区で被害発生が多かった形態の個体 (胸高直径では 18 cm 未満、樹高では 18 m 未満、形状比では 100 以上、樹冠長率では 0.4 未満) がみられたが、それらは被害を受けなかった。

この差は林分としての冠雪害抵抗性の違いによるものであると考える。3000本区と6000本区では現在だけでなく過去から立木密度が高い状態で推移してきたために、胸高直径が大きく、形状比の低い個体が少なかった。逆に、胸高直径が小さい個体は本数が多く、それらは集中して分布していた。このことにより、林分全体の冠雪害抵抗性が低下して、被害が発生したものと推察する。これに対し2000本区では、過去から立木密度が低く保たれてきたために、このような小径木の集

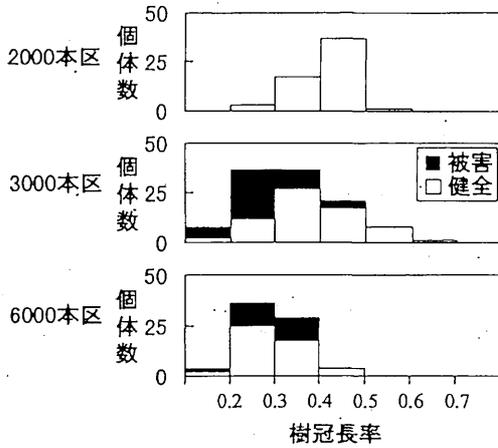


図-11 各試験区の樹冠長率階分布

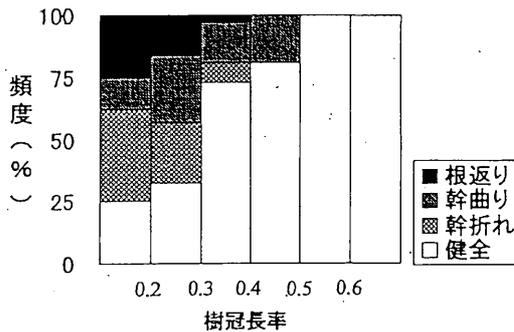


図-12 樹冠長率階別被害形態頻度分布 (3000本区)

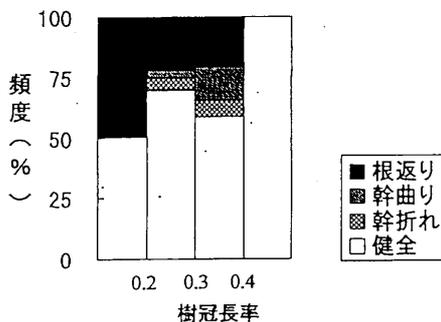


図-13 樹冠長率階別被害形態頻度分布 (6000本区)

中がなく、被害が回避されたと推測される。したがって、冠雪害により強い林分を形成するためには、間伐等を実施して立木密度を低く保つ必要があると考える。

3. 冠雪害対策

間伐は胸高直径を大きくし形状比を下げる(佐藤, 1971)ことから、冠雪害対策には不可欠な作業である。しかし、石川ら(1987)は、過密な林分の間伐を施すと、間伐後しばらくはお互いの支えを失うとともに風当たりも強くなって、かえって危険な状態になると指摘している。また、松田(1988)は、樹冠偏奇の大きい個体に冠雪害の発生が多い傾向を認めている。したがって、立木密度が高い林分においては、間伐の方法を慎重に検討する必要がある。つまり、弱度の定性間伐を繰り返し実施して、残存木は胸高直径が大きく形状比が小さく、樹冠偏奇が小さい個体を選定する必要があると考える。

V 謝 辞

固定試験地の提供、造成、維持管理等多岐にわたりご協力いただいている下呂財産区に、厚く御礼申し上げます。

固定試験地の設定および維持管理は、岐阜県林業試

験場、岐阜県林業センター、岐阜県森林科学研究所の関係職員が実施した。各位に感謝する。

引用文献

- 岐阜県林政部(1992)スギ人工林林分収穫表・林分密度管理図 一般地域(最深積雪深1m未満の地域). 21pp, 岐阜県林政部, 岐阜.
- 原田泰(1951)雪(森林気象学. 327pp, 朝倉書店, 東京). 249-271.
- 石川政幸・新田隆三・藤森隆郎・勝田征(1987)冠雪害-発生のしくみと回避法-. 101pp, 林業科学技術振興所, 東京.
- 気象庁(2002)気象庁月報平成14年1月. 気象業務支援センター, 東京.
- 松田正宏(1988)スギ人工林の冠雪害発生機構に関する研究. 福井県総合グリーンセンター研報8:1-78.
- 佐藤大七郎(1971)立木密度(新版林業百科事典. 1168pp, 丸善, 東京). 1042-1043.
- 高橋喜平(1952)林木の冠雪害危険地域. 林試研報54:140-148.
- 渡辺成雄・大関義男(1981)冠雪害の実験的研究. 森林立地23-2:40-44.