

写真でみる

林木の気象害と判定法



国立研究開発法人 森林研究・整備機構

森林総合研究所

Forestry and Forest Products Research Institute

はじめに

気象害とその原因の判定

気象害とは、乾燥、低温、強風、降雪などの気象現象が、林木の生理的な限界あるいは強度限界を超えた時に生じる林木の被害である。林木に被害が発生するような厳しい気象条件のときに、人が山に立ち入ることは少なく、被害発生の瞬間が目撃されることはほとんどない。そのため、被害原因を知るのが対策の第一歩でありながら、気象害は被害原因の特定が難しく、対策に結びつけづらい場合がある。しかし、被害木に残されている痕跡や地形条件などの周辺環境を考慮すれば、知識さえあれば被害原因が特定できることも多い。

想定している使い方

本冊子のねらいは、被害の発生現場で、簡便に被害判定を行う道標になることにある。簡便性のため、前半は写真を多用して「画像編」とし、実際の被害とビジュアルに突き合わせられるようにした。また、被害の記載順序は、風害や雪害など原因が比較的明瞭でメジャーな被害でなく、被害原因が特定しづらいマイナーな被害を優先的に記載した。そして、前半で被害原因のあたりをつけたあと、後半の「解説編」で詳細を確認するような使い方を想定している。

冊子の目的と特徴

また、本冊子は、既存の文献を集約することを目的としたものではない。むしろ、文献には出てこない、執筆者が研究を進める中で身につけてきた知識を、写真で披露することに主眼を置いてまとめている。そのため、前半の多くの部分は、現場レベルでは知られているが、文章や写真として、わずかしか世に出てこなかった知識である。

このような、いわば現場ならでの知識は、山に立ち入る人が減り続けている現状では、継承されずに失われつつある。そうした社会の変化へ、わずかながらも抗いたいという意識をもってまとめた。

林木に気になることがあった時、ポケットに忍ばせた本冊子を活用くだされば幸いである。

平成 31 年 3 月

国立研究開発法人 森林研究・整備機構

森林総合研究所

鈴木 覚
吉 武 孝

目 次

画像編

1. 低温による被害	2
(1) 凍害および霜害	2
(2) 寒風害	8
(3) 凍 裂	10
(4) 凍上害	11
2. 干 害	12
3. 噴火害	14
4. 落雷害	16
5. 潮風害	19
6. 雪 害	22
(1) 雪圧害	22
(2) 冠雪害	24
(3) なだれ害	25
(4) 雨水害	26
7. 風 害	27

解説編

低温による被害

低温害の種類および発生のしくみと時期	30
凍害または霜害の発生と地形	31
寒風害の起きやすい地形	32

干 害

干害の発生と無降水期間	32
干害の起きやすい地形	33
干害と地質	33

噴火害	
噴火害のメカニズム	34
落雷害	
落雷害の表れ方	35
潮風害	
発生メカニズム	37
造林樹種の潮風害事例	37
雪 害	
雪害の種類	38
雪圧害	39
冠雪害	39
なだれ害	40
雨氷害	40
雪害と気象	40
雪害と地形	41
風 害	
風害の発生する風速	42
風害と気象	43
風害と地形	43
被害形態	43
樹種と耐風性	44

画 像 編

1. 低温による被害

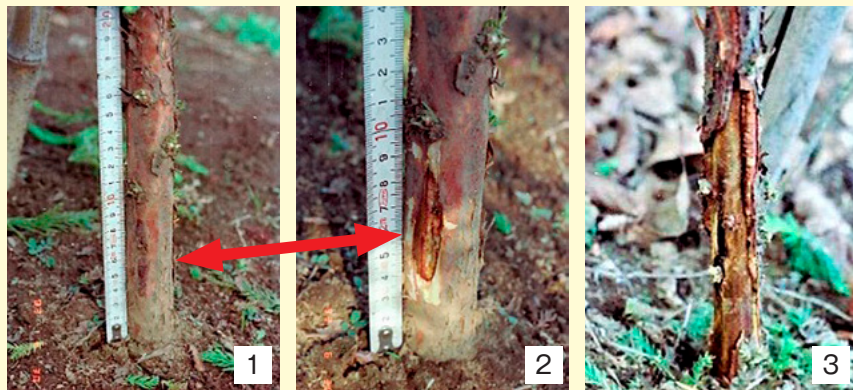
(1) 凍害および霜害

凍害と霜害は発生時期が異なるが、メカニズムは同じである。スギ、ヒノキ、トドマツなどは主として苗畑とⅡ齢級以下の造林地で発生する。また、数十年に一度の大寒波のときは、樹高10m以上の壮齢木にも被害が発生する場合がある。スギ、ヒノキ、トドマツ、カラマツなどの主要な造林樹種には、いずれも類似した凍傷痕が形成される。

見きわめのポイント

凍害には凍傷痕がある。

凍害の外観



幹の凍害の外観と剥皮後の様子（スギ）

1：皮層除去前，2：皮層除去後，3：全周凍害

凍害を受けた部位は形成層が死に、表皮は材から剥離して浮いた状態になる。皮層がひび割れていない場合は注意して見ないと被害に気づかないが（写真1）、容易に表皮は除去できる。凍傷痕の外側に

癒傷組織が形成され始めているのがわかる（写真2）．死んだ形成層以外の部分は成長するので，梅雨過ぎ頃になると皮層にひび割れが生じる．写真1と写真2に示した程度の凍傷痕は，すぐに枯死しないが，傷から腐朽菌や変色菌などが侵入感染すると，材組織内で徐々に腐朽・変色が進行し，伐期に達する頃に根株腐朽木となる恐れがある．写真3のように全周の形成層が凍害を受けた場合は，数ヶ月後には枯死する．



幹の凍害

4：表皮亀裂・ヤニ滲出，5：57日後の様子

3年生ヒノキの幹にドライアイス処理を行い，人工的に発生させた凍傷．凍傷部分の表皮が裂けてヤニが滲出している（写真4）．その57日後にはヤニ滲出が停止して形成層が裂けて材が見えている（写真5）．



新芽の霜害

6月23日 大雪山系の山中で撮影

新芽が晩霜で被害を受け、垂れ下がっている。アカエゾマツの垂れ下がった新芽は緑色をしているが（写真6）、しばらくするとトドマツの写真のように茶色く変色して（写真7）、その部分は枯死する。



幹の凍傷痕

8：幹，9：梢端

凍害発生部分の表皮を除去すると健全部の皮層は肌色をしているが、凍傷痕は茶褐色であり健全部と凍傷痕の境界は明瞭である（写真8）。スギ壮齢木の梢端部（地上10 m程度）の凍害では、樹皮を剥くと茶褐色に変色した凍害発生部分がみられた（写真9）。

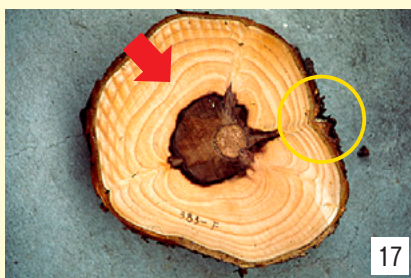
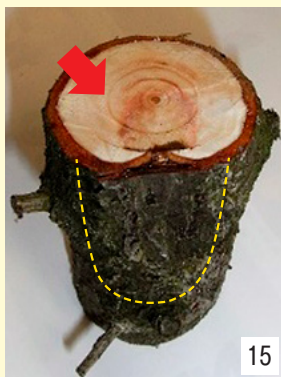
凍害箇所の断面と癒合組織痕跡



典型的な凍傷部断面

10：部分的凍害，11：全周の凍害，12：部分凍害の縦断面，
13：全周凍害の縦断面

典型的な凍傷痕の横断面は扇形で、赤褐色の変色がある（写真10）。形成層が被害を受けると、被害年の成長が停止して年輪形成がいびつになり、皮層部断面は凹型に変形する。幹の形成層の全周が凍害を受け、それより上部が枯死した（写真11）。スギ幹部が部分凍害を受けた縦断面（写真12）。スギ壮齢木の梢端部（地上10m程度）が凍害で枯れた縦断面（写真13）。材の変色がみられるので、凍害であったと判断される。寒風害の場合は変色がみられない。

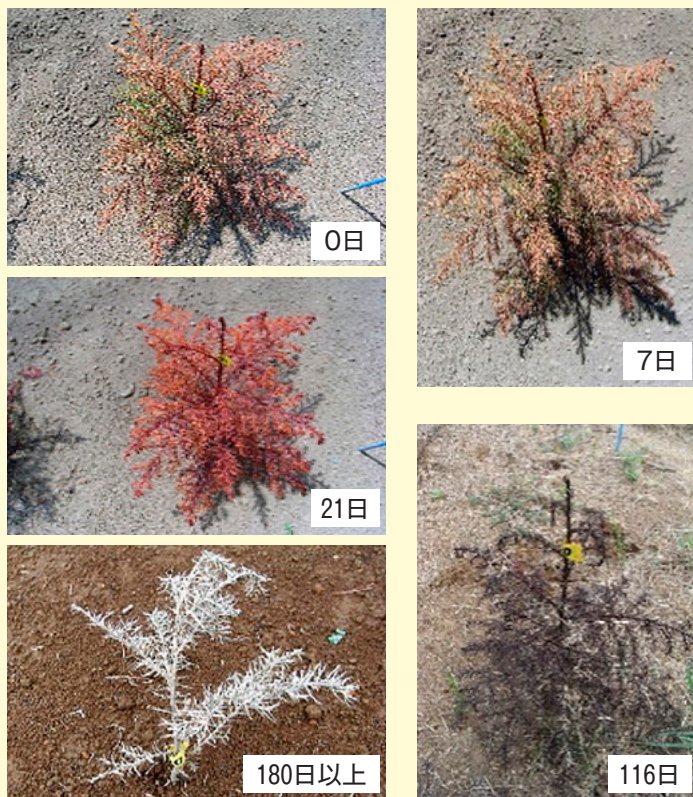


凍傷痕と陥没および時間経過後の癒傷組織痕跡
矢印：凍傷痕，黄色破線：陥没箇所，黄色丸：癒合組織痕跡

3年生ヒノキ（写真 14）と 4 年生カラマツ（写真 15）をドライアイス処理したときの凍傷痕。凍傷痕は材内の変色，年輪の形成不良による凹型年輪，皮層の陥没または亀裂などとして現れる。凍傷痕部分では年輪の巻き込みが遅れるため，年輪が凹型に変形し，この変形は，凍害発生時点から 10 年程度続く。

ケヤキの表皮に，癒合組織の痕跡が縦方向に残っている（写真 16）。凍害を受けたスギは 8 年後でも縦方向に痕跡が残っており，断面にその様子が見られる（写真 17）。

スギ苗凍害木の色の変移



5月1日からの経過日数と色
（「180日以上」は別個体）

凍害を受けた後の5月1日（0日）以降の変化。本来はスギの冬期変色が徐々に緑を帯びてくる時期であったが、針葉の色が黄褐色～黄緑であった。7日後は針葉が柔らかくあまり変化が感じられないが、21日後は樹体全部が固く茶褐色に変化していた。さらに、116日後には、枝葉の黒変または白化現象が見られ、枯れ枝の針葉先端部が乾いて手で握るとチクチクした。被害後半年程経過すると針葉や細枝が硬くなり、色も白くなる。

(2) 寒風害

寒風害は冬期の乾燥害である。土壌凍結や樹体下部の水分凍結のために樹体内を水分が移動できず、乾燥して枯死する被害。枯死した部分の材組織には凍傷痕のような変色は起きないと言われている。

見きわめのポイント

枯死した部分に凍傷痕はない。

幼齢・若齢林の寒風害



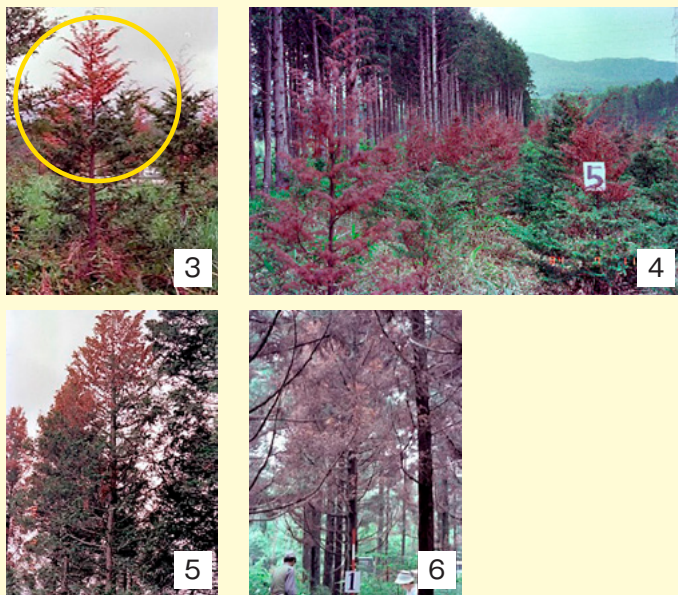
Ⅱ 齢級ヒノキの寒風害



雪面上に出ていた部分が被害を受けていた（写真1）。Ⅰ 齢級のヒノキならば、生きている一番上の枝の付け根の上で幹を剪定すれば、芯替わりが期待できる。

凸斜面で、北～北西向き風衝側斜面（黄色丸）で被害が発生しやすい（写真2）。

若齢・壮齢林の寒風害



寒風害による若齢林や壮齢林の被害

林齢 12 年のヒノキ林の被害（写真 3）．積雪深が 100 cm 以上の場所での被害事例．埋雪していた下部は健全で，雪面上にあった部分（黄色丸）に変色・枯死がみられた．

昭和 59 年冬期の 59 寒波では，幼齢林以外の若齢林や壮齢林でも多くの寒風害の被害が発生した．保護樹林帯の樹高の 1.5 倍程度の距離まで寒風害に対する保護効果があると言われているが，その範囲の若齢林でも被害が発生した（写真 4）．また，栃木県，福島県では，それまであまり報告事例の多くなかった壮齢林の寒風害が発生した．ヒノキ壮齢木で発生した寒風害では樹高 10 m 程から上の部分が枯死し，その部分ではヤニが多量に出ていた（写真 5）．スギ 36 年生林分の寒風害では全ての枝の針葉が赤褐色に変色していた（写真 6）．被害木には穿孔性昆虫の加害が認められ，病害虫の発生を回避するため，早期の伐採が必要である．

(3) 凍 裂

樹体内の水分が凍結して膨張し、材が裂ける被害である。材内水分の含水率が高い、いわゆる水喰い材で被害が多い。

見きわめのポイント
幹に裂傷。落雷害と似る。

凍裂の外観と落雷害との違い



凍裂で生じた幹の裂傷



福島県内で発生したスギの凍裂被害（写真1）と日光男体山のシラビソ凍裂（写真2）。厳寒期に発生する。落雷害に似るが、次表を参考に判断できる。

	裂傷の長さ	気温	被害木の空間分布
凍 裂	短い傾向	特に低下する地域のみ	分布に特定の形はない
落雷害	長い傾向（梢端近くから根元近くまで）	どこでも発生する	円形や群状の被害地が生じる場合がある

(4) 凍上害

土壌水分が凍結して膨張したときに、土壌が氷板に持ち上げられて苗木の根が抜ける被害。1～2年生苗などに起きる被害である。苗が根ごと持ち上げられた後、凍結土壌が融解して苗木が倒れる。

見きわめのポイント

苗木の被害。
土壌が凍結する場所に発生。

凍上害の外観



トドマツ苗の凍上害

巻き付け苗（写真1）と3年生苗（写真2）の凍上害。融雪後根元が地面上に現れて倒伏していた。放置すると枯死するが、根元を起こして埋め直すと正常に生育する。

2. 干 害

無降雨期間が長期間に及ぶと発生する。一般的に連続無降雨期間が夏期に 30 日以上、冬期に 40 日以上で発生すると言われている。

見きわめのポイント

I 齢級の被害がほとんど。
寒風害と地形条件が異なる。

干害の外観

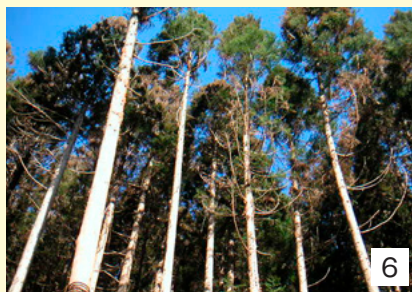


苗木の干害

1：トドマツ，2：ヒノキ，3：スギ

自然光の入る屋内で鉢植え苗木を給水せずに置き人工的に発生させた干害（写真1）。苗畑から掘取り後、根の土を払い落として、直射日光に1時間曝した後に苗畑に植え戻した苗木の4ヶ月後の状況（写真2）および1年7ヶ月後の状況（写真3）。1年7ヶ月後のスギは針葉と枝が白色化しており、凍害の被害木とよく似ているが、根元には凍傷痕が無い。

壮齡林の干害



スギ壮齡林の干害

4：被害地の遠景

5：樹冠部の様子

6：林内の様子

宮崎県の飢肥スギ壮齡林で発生した干害（写真4）。被害木は樹冠中層から上層部の針葉が変色していた（写真5）。同被害地の林内の様子（写真6）。干害が発生する前の生育は良好であったが、樹体が大きくなり、林分全体の必要水分量が増加したときに無降水期間が長期間継続すると壮齡林でも被害が出ると考えられる。讃井（1998）は1994年に九州各県で発生した干害についてまとめ、干害発生地のほとんどで暗色枝枯病の発生した痕跡がみられたと報告しており、干害の発生環境と同病との密接な関連を指摘している。

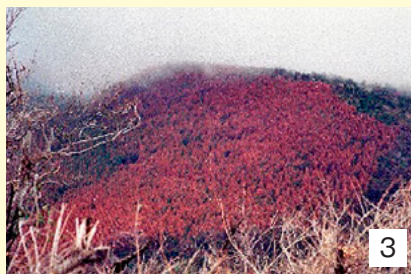
3. 噴火害

火山の噴火による降灰の付着，噴石の衝突，溶岩流の高熱及び火山ガス噴出並びに地温上昇などによっても生じる葉の変色，枯死の被害。

見きわめのポイント

火山ガスが流れる位置に変色・枯死。
火山灰の強固な付着。

火山ガスによる被害



火山ガスによる被害の様子

1：ヒノキ林

2：天然林

3：スギ林

1991年の長崎県雲仙普賢岳噴火に伴う火山ガスによる被害。ガスの流れてきた方向の風上側の針葉が変色し，被害木への穿孔虫の加害が危惧されたため，早急に伐採された（写真1）。天然林では道路際のツガ（矢印）が被害を受けていた（写真2）。スギ人工林の被害（写真3）。

火山灰による被害



火山灰による被害の様子

4：トドマツ

5：カラムツ

6：トドマツ

1977年有珠山噴火に伴う火山灰による被害。針葉と針葉の間に火山灰が入り込んで針葉と灰が密着し、針葉は赤変枯死した。火山灰と降雨が混じり合い、モルタル状の火山灰が付着して針葉の変色・落葉（写真4, 6）、重みによる倒木（写真5）が発生した。付着した火山灰を人為的に除去すると回復するものがある。



火山灰付着試験の様子

7：乾燥火山灰

8：乾燥火山灰＋噴霧水

有珠山で採取した乾いた火山灰をトドマツに振り掛けると、針葉の上にある程度堆積するがそれ以降は落下する。また、枝を揺ると堆積した灰は容易に落下する（写真7）。一方、乾燥火山灰と同時に水を噴霧すると、火山灰が水と混ざってモルタル状になって枝葉に付着し、火山灰が積もっていくという被害地に近い形態が再現された（写真8）

4. 落雷害

落雷による被害。雷が直撃する場合（直撃雷）だけでなく、直撃したものから側方に伝播する側撃雷、直撃雷の誘導電流による誘導雷によっても被害が発生する。単木または数本が被害を受ける場合と集団が被害を受ける場合とがある。

見きわめのポイント

単木または数本の枯損あるいは集団枯損。
樹皮の裂傷が典型。裂傷なく枯死する場合も。

単木または数本の被害



落雷による被害

1：ヒマラヤスギ（写真提供：荒井和徳氏）、

2：ポンデローサパイン（Taylor 1974）

梢端近くから根本付近までの樹皮に裂傷が生じるのが典型的な被害である。樹皮近くの浅い裂傷が多いが、幹の裏側まで幹が裂けているもの（写真1）やらせん状の裂傷（写真2）も報告されている。裂傷などの痕跡がみられず、突然枯死する場合もある。



落雷で樹体の一部またはほとんどが破壊された被害
3：ヒマラヤスギ，4：モミ（Hidler 2004）

裂傷だけでなく，樹体の一部が破壊されて脱落したり（写真3），
破碎する場合もある（写真4）。

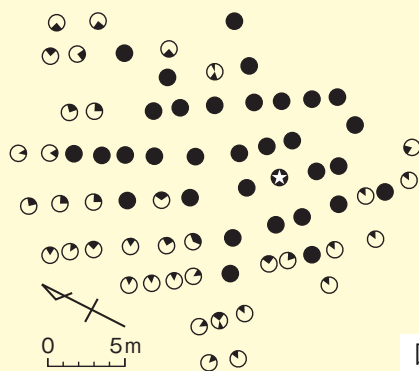


落雷害の痕跡
5：ユリノキ，6：ダケカンバ

裂傷が生じてから癒合組織による巻き込みで傷がふさがりきらなかったもの（写真5）．枝の裂傷は癒合組織が形成された形跡がなく，枝は落雷で直ちに枯れたと考えられる（写真6）．

集団枯損

集団枯損の場合は、直径 30 m 以内の円・楕円形に枯死、半枯死、枝枯れ木などの被害木が分布する。その中心付近には単木枯損で示したような被害木がみられることが多い。



落雷による集団枯損

図 1 の凡例

☆：裂傷ある全枯損木；

●：全枯損木；

◐：枝枯れ被害木
(枯れ枝の方向)

図1

オオシラビソの隣接する集団が枯死していた（写真7）。病虫害の痕跡はなく、落雷による集団枯損と考えられた。ただし、いずれの個体にも裂傷などはみられなかった。

野田（1991）が報告したスギの集団枯損における林木の被害と配置（図1）。中心付近に裂傷のある個体があり、その周囲に全枯または枝枯れ被害木が分布している。

5. 潮風害

潮風害は海塩粒子が海からの風によって運ばれ、枝葉に付着して発生する。葉に付着した塩分は気孔を塞いで呼吸作用を阻害するとともに、気孔や葉の表皮、傷口から葉組織内部に侵入する。細胞内では塩分により、通常の生理作用が妨害されて障害を受ける。

見きわめのポイント

樹冠片面など潮風の当たる部分の葉の枯れ。
葉の縁の変色が多い。通常と違う色の枯死も。

海岸林の被害

砂浜に造成されている海岸林ではクロマツが主林木である。クロマツは在来種の樹木の中で最も耐潮性の高い樹種の一つである。しかし、飛砂を伴う潮風が吹くとクロマツの針葉に傷が付くため、傷口から塩分が侵入して針葉の変色、枯死が発生する場合がある。



クロマツ海岸林の潮風害

千葉県館山市の海岸林の最前線におけるクロマツ植栽木の潮風害である。風当たりの強い個体は樹体全体が変色しているが、林帯後方では風上側の針葉のみ変色している（写真1）。撮影時海風が吹き飛砂が発生していた。仙台平野の防潮堤内陸側の最前線におけるクロマツの潮風害（写真2）。海側の葉が変色していた。



潮風害の様子

3：シナノキ， 4：イタヤカエデ， 5：天然林

北海道石狩海岸林のシナノキ被害木の変色状況。被害葉は黄変して葉縁が黒褐色になり，萎縮していた。海に面した側の葉が変色していた（写真3）。イタヤカエデの葉も海に面した枝の葉が変色枯死して，被害枝葉が海側から内陸側に湾曲していた（写真4）。北海道知床半島岩尾別付近の天然林で海側を向いた急斜面で落葉広葉樹の変色が発生していた（写真5）。

内陸で発生した被害



2018 年台風 24 号による潮風害

6：メタセコイア，7：カラマツ，8：シラカシ，9：イチヨウ

茨城県つくば市で発生した潮風害である。風上側にあたる南西方向の枝の針葉が変色し、反対側は緑色であった（写真6）。カラマツの風上側の葉が茶色く変色した（写真7）。シラカシの葉縁が茶色に変色した（写真8）。イチヨウの樹冠の片側の葉が変色し、紅葉と異なり、褐色を帯びて全体が萎れたり（写真9）、葉の縁が黄色く変色した。

6. 雪 害

(1) 雪圧害

林木の雪圧害は、林木が積雪に完全に埋まる時期に発生する。スギでは最深積雪深の2倍までの樹高のものは埋雪されている（四手井 1954）。雪圧害の被害形態は、脱葉、枝折れ、芽抜け、枝抜け、幹割れ、幹折れ、斜立、根抜け、剥皮、ちょうちんだたみ等がある。

見きわめのポイント

最深積雪深の2倍以下の樹高のものに発生。

雪圧による様々な被害形態



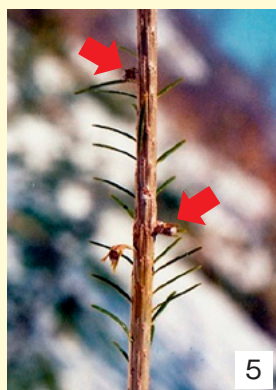
脱葉被害の様子

1, 2: スギ, 3: トドマツ, 4: ウラジロモミ

積雪中でスギ埋雪木の前年生葉が雪と凍結した後、斜面上の積雪が斜面下方に移動（匍行）するときに雪圧が加わり、針葉の一部が脱葉

した（写真1, 2）. 融雪期にのみ見られる現象である.

斜面積雪のグラインド（匍行）で葉基部から切断されて雪面上に堆積した針葉（矢印）（写真3）およびウラジロモミ埋雪木（写真4）



様々な被害形態

5：芽抜け，6：ちょうちんだみ（矢印部分は脱葉・芽抜け），

7：剥皮（スギ），8：剥皮を受けた幹の断面（写真7丸印付近の断面）

トドマツの芽抜け，脱葉（写真5）とちょうちんだみ，脱葉，芽抜け，ちょうちんだみは雪圧で屈曲させられる被害である（写真6）. 斜面積雪のグラインドで樹皮が剥がされる剥皮（写真7）. 樹幹の片面が剥皮しており，その部分の断面は材変色が扇形になっていて，凍傷痕に酷似していた（写真8）. 斜面に倒伏した幹の上面の樹皮が被害を受ける.

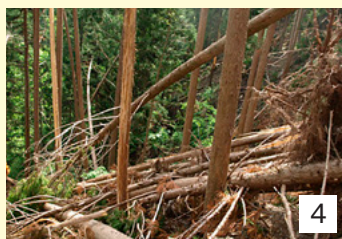
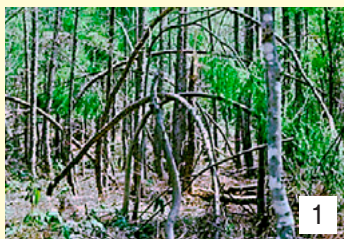
(2) 冠雪害

壮齢以上の林齢で、幹折れ、幹曲がり、枝折れ、根返りとして発生する。被害木は損傷のため木材利用は難しい。

見きわめのポイント

壮齢以上の林齢で発生。無雪期は風害と似る。

冠雪害の被害形態



冠雪害の被害形態

1：カラマツ，2：シラカンバ，3，4：スギ

落葉前の時期に発生したカラマツ冠雪害。幹折れ、幹曲がり、枝折れなどが発生した（写真1）。シラカンバの落葉前（10月23日）の降雪で幹曲がりが発生した（写真2）。同日にナナカマド、ハンノキ、ヤナギなど落葉広葉樹の被害が発生した。

平成26年豪雪で栃木県で発生した冠雪害（写真3，4）。風で揺すぶられた末に座屈したと考えられ、材が年輪で剥離して薄い板状にばらけた（写真3）。

(3) なだれ害

林木の壊滅的な被害が起きる雪害である。奥山のブナ天然林伐採跡地の皆伐造林地などで起きやすい雪害である。

見きわめのポイント

なだれの流路。
雪食がみられる場合もある。

なだれによる被害



なだれ害の様子

1：移動して群状に残ったスギ林，2：雪食による荒廃，3：なだれ被害地

新潟県十日町市のなだれ発生常習斜面のスギ林被害（写真1）。なだれがスギ林ごと斜面を流下した後，残雪上に残った群状スギ林（矢印）。このように林地土壌ごとすべり落ちる被害を雪食といい，それによって荒廃したスギ林地の状況（写真2）。その後，階段造林でなだれを防止し，改植したスギが生育した。

新潟県妙高市幕ノ沢のなだれ被害（写真3：竹内由香里氏提供）。スギ壮齢林の倒木，幹傾斜，幹折れなどが発生した。被害木の樹皮は，なだれの衝撃で無数の傷があり，また，樹皮が剥皮されている個体がある。

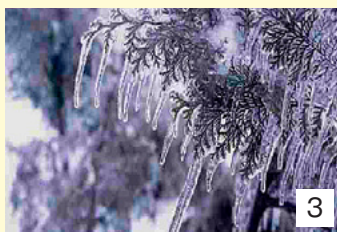
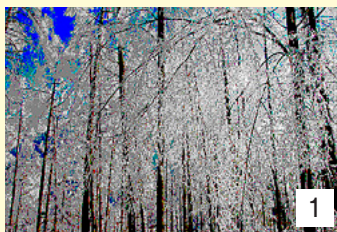
(4) 雨氷害

地表付近の気温が0℃以下で上空の気温がプラスのときに、0℃以下でも液体である過冷却状態の降雨があり、低温の林木に雨粒が衝突して凍り着くのが雨氷である。氷結した枝幹が氷の重さに負け、幹折れ、幹曲がり、枝折れ、根返りが起きる。過冷却の霧が凍り付くと霧氷となる。

見きわめのポイント

雨氷が目撃されているか。
雨氷融解後は冠雪害に似る。

雨氷と融解後の様子



雨氷の付着と被害の様子

カラマツへの雨氷の付着（写真1：三村登氏提供）と雨氷が融けたあとのカラマツ林（写真2）。ヒノキへの雨氷の付着（写真3：片倉正行氏提供）と雨氷が融けた後の様子（写真4：片倉正行氏提供）。いずれも長野県で発生した雨氷害である。

7. 風 害

台風，温帯低気圧，前線に伴う突風で発生する．台風の強風を正面から受ける南向き斜面で発生しやすい．また，同じ造林地が繰り返し被害をうけることがある．

見きわめのポイント

南向きの斜面か．
過去に風害が発生した場所か．

風害の被害形態



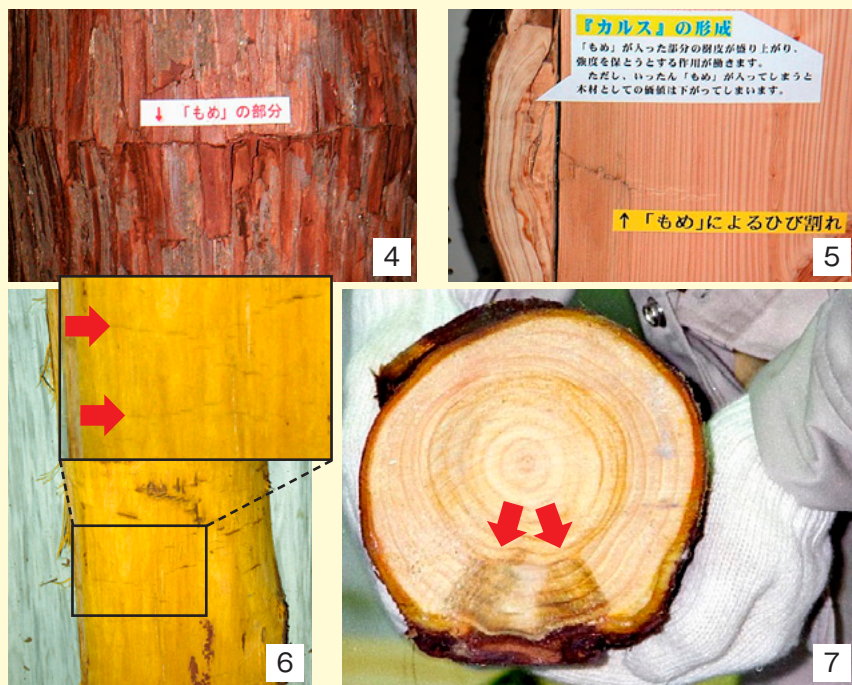
風害の様子

- 1， 2：大分県のスギ林，
3：茨城県の神社境内で発生した
スギの倒木

風害による林木の被害形態で経済的に最も損害の大きいものは，幹折れ（写真1），根返り（写真2），根株の折れ（写真3）の3種である．幹折れの場合，幹に穿孔虫の被害があると起きやすくなる．根返り被害は，暴風に大雨が伴って根系の土壌緊縛力が弱くなっているときに発生しやすい．北海道で融雪期に暴風が襲来したときに，林地が

土壤凍結していると幹折れ被害となり、すでに土壤凍結が融解していると根返り被害になることがある。根株の折れは木材内部に腐朽菌が侵入蔓延している場合が多い（写真3）。

モメについて



モメの外見と断面

4：樹皮表面にあるモメのひび割れ，5：同一箇所の放射方向の断面

6：樹皮を剥いだときのモメ，7：モメの断面

暴風に煽られた林木で幹折れや根返り被害を免れた樹皮には、しばしばモメと呼ばれる亀裂がある（写真4）。樹皮を剥くと、拡大部分をはじめ、皺のようなたくさんの筋があり（写真6）、これがモメである。樹皮や辺材の木繊維が切断された傷跡であり（写真5，7）、木材の強度が著しく損なわれる。モメのある林木は風害や冠雪害の危険が高くなる。

解 説 編

低温による被害

低温害の種類および発生のしくみと時期

低温害は画像編に示したものだけでなく、次表に示した様々な被害の総称である。

林業で経済的な損失が大きい被害は凍害と寒風害である。寒干害は北海道で発生すると言われている。凍裂は単木で発生する被害であるが、壮齢被害木は建築材としての利用は難しい。

低温害の種類別発生のしくみと発生時期

種 類	発生のしくみ	発生時期
冷温障害	亜熱帯植物では気温 15℃ 以下の低温で植物が生理的障害を受ける。低温によって細胞内の酵素反応の機能低下による障害が原因とされている。	冬 期
凍 害	林木が耐凍性を獲得した後に、耐凍度（低温に耐える限界温度）を超える低温によって細胞内の水分が凍結して起きる生理障害。強い寒波や夜間の放射冷却による低温が原因。	厳寒期
霜 害	凍害と同じく細胞内の水分凍結による生理障害である。林木の耐凍性が十分でない時期に低温によって起きる障害。凍害と同じ寒波、放射冷却が原因。被害発生時に樹体の表面に霜がつくために霜害と言われる。	晩秋(早霜) 早春(遅霜)
寒風害	耐凍性を獲得した後に冬期の寒冷な季節風に曝されて枝葉が乾燥死する。	厳寒期
寒干害	積雪少なく土壤凍結した場所で、風の弱い陽溜り地で日射融解により樹体の蒸散が進んで根からの水分供給が無く乾燥死する。	厳寒期

凍 裂	厳寒期に幹の内部から樹皮部分まで放射方向に割れる現象。材の含水率が高い水喰材で起きる。材内水分が凍結したときの膨圧で材が割裂する。	厳寒期
凍上害	土が凍ったときに、土中に氷が形成されて地面が隆起し、稚樹や苗木が根こそぎ浮き上がる被害。土質が細粒土（シルト）で水分の補給が連続する場所で発生する。	厳寒期
凍土滞 水 害	春期に凍土が融解するときに深部の凍結層の上に融解水が停滞して樹木の根が過湿害を受ける。	早 春

吉武（2014）を改変

凍害または霜害の発生と地形

皆伐造林地で厳寒期に氷点下の気温が続くような場所のⅠ～Ⅱ齢級の林木は凍害または霜害リスクが高い。また、凍害または霜害の発生は地形との関係が深く、過去に凍害または霜害が発生した場所は被害発生の危険地である（吉武 2018）。

凍害（霜害）の発生しやすさと地形

平坦地および緩傾斜地	傾斜 6～7° の緩斜面または平坦地は被害が発生しやすい。ただし、風の吹き込むところは軽減される。
階段的な斜面	斜面の傾斜角に変化のある階段的な斜面は発生しやすい。
窪地状・袋地状地形	被害が発生しやすい。
山～谷～山と続く地形の凹地	いたるところに低い丘があるような丘陵地内の凹地は被害が発生しやすい。
急傾斜地	傾斜 14～15° 以上になると被害は発生しにくい。
カマボコ型地形などの凸地形	寒気流が流出するため被害が少ない。

笹沼・坂上（1979）を改変

寒風害の起きやすい地形

寒風害の発生しやすい条件は、積雪深が 50 cm 以下である場所、厳寒期の気温が氷点下である場所、土壌深度が浅く厳寒期の土壌凍結深度が 20 cm 以上である場所などである。また、地形条件は尾根筋、凸地形、急斜面のところであり、特に厳寒期に北寄りの風が吹く北～北西向き斜面に発生しやすい。（松井ほか 1983；笹沼・坂上 1979）

引用文献

松井光瑤ほか（1983）森林災害の見方，99p.

日本緑化センター（2014）最新・樹木医の手引 改訂 4 版，700p.

笹沼たつ・坂上幸雄（1979）造林地の寒害とその対策，わかりやすい
林業研究解説シリーズ，61p.

吉武 孝（2014）気象害の診断と対策，最新・樹木医の手引 改訂 4
版所収，pp. 450～457

吉武 孝（2018）皆伐造林と凍害のリスク，山林 1613：62～69

干 害

干害の発生と無降水期間

林木の干害は無降水期間が継続して土壌水分が不足し、根からの給水が減少して細胞の水分が欠乏して生じる被害である。干害の被害形態は凍害や寒風害の被害形態に似ているが、凍害と寒風害の場合、地上部が被害を受けるのに対して、干害は地下部の根系に起因する被害である。

宮腰（1976）は、危険期は春先と夏、無降水期間夏季 30 日以上、冬期 40 日以上で発生し、気温が平年値よりも 2～3℃高い年は危険としている。小河（1996）は、降雨量 10 mm 以下の期間が夏期で 6 半月、冬期で 8 半月が干害発生の目安値となり、10 月～翌年 1 月の無降雨日数は約 40 日、10 mm 以下の降雨日を含む日数は 70～100 日継続していると地域によってはスギ、ヒノキの壮齢木が枯死すると報告している。また、讃井（1996）は、スギの中・壮齢木では無降水日の連続日数が 100 日前後で干害が発生したと報告している。

干害の起きやすい地形

尾根筋，傾斜 20～40°，方位 S～W，風衝地，B_A，B_B 型土壌，土壌深度 30 cm 以下の場所は最も危険な立地である．このような場所での造林は干害回避のための施業方法（複層林・広葉樹導入など）を考慮する必要がある．

干害危険立地順位

斜面の位置	尾根筋＞中腹＞谷筋
傾斜度	20～40°＞10～19°＞10～40°以外
方位	方位 S～W＞S～E＞N～W・N～E
風衝	風衝地＞弱風衝地＞ふくろ地
土壌型	B _A ・B _B ＞BC・BD（d）＞BD・BE
土壌深度	30 cm 以下＞30～60 cm＞60 cm 以上

横田ほか（1977）を改変

干害と地質

竹下ほか（1968）は，九州地方で，断層，破碎帯，第三期逆断層等の地質構造の分布箇所干害が多いと述べている．また，讃井（1998）は九州で 1994 年に干害の発生した場所の基岩を整理して，安山岩，玄武岩，砂岩，頁岩，泥岩などのところが多かったことを，また，宮崎県では，地質が宮崎層群で被害が多いと述べている．このように，基岩と地質は地形と同様に干害の発生と関係深いものがある．

引用文献

- 宮腰健一郎（1976）昭和 51 年度干害による造林地の被害状況について，旭川営林局昭和 51 年度林技研論：91-94
- 小河誠司（1996）九州地方におけるスギ・ヒノキの乾燥被害（干害），森林防疫 45：62-69
- 讃井孝義（1996）南吸収における中・壮齢造林木の干害，山林 1346：48-58
- 讃井孝義（1998）1994 年に発生した九州地域の干害，森林防疫 47（2）：2-9
- 横田俊一ほか（1977）北海道の森林保護，北方林業叢書 56，158p. 竹下敬司ほか（1968）昭和 42 年夏季・九州地方に発生した森林干害について，日林九支講 22：152

噴火害

噴火害のメカニズム

火山の噴火による降灰付着、噴石の衝突、溶岩流の高熱及び火山ガス噴出並びに地温上昇などの異常現象にともない樹木に被害が出る。

火山の噴火で広範囲で大規模な被害が発生するのは、降灰の被害である。火山灰が樹木の枝葉に付着すると、灰の重みで倒伏、幹曲がり、枝抜け、埋没などの物理的な被害が発生する、また、葉に付着した灰で日光が遮られ葉の光合成が阻害される（高橋ほか 1977）こと、火山ガス吸収による葉組織の生理的被害などの恐れがある。新燃岳の 1959 年 2 月 17 日の噴火による被害調査（甲斐原ほか 1965）では、降灰による物理的被害と堆積した火山灰が強酸性であったことの幼齢木への影響が報告されている。

火山噴火でマグマの活動が活発になると、噴火口周辺で地熱が上昇することがある。それに伴い、地温上昇域内に生育する林木が枯死することがある。ウメは根域地温 40～42℃が 1 日 8 時間持続すると約 3 日目から光合成速度が低下し、続いて水ポテンシャル、根の呼吸速度が低下し落葉する。地温 36～37℃でも約 30 日継続すると同様の影響が見られる（岡室ほか 2010）ため、スギ、ヒノキの場合も地温上昇の影響が推定される。また、溶岩流の熱で林野火災が発生することがある（高橋 1986）。

火山灰が付着したスギ、ヒノキ、トドマツなどで、人為的に灰を振り落とす作業を行った場合に、造林木の回復が認められている（甲斐原ほか 1965；堂坂ほか 1978）。

引用文献

- 堂坂忠男ほか（1978）1977 年有珠山噴火による人工林の被害状況について，昭和 52 年度函館支局業研論集：129-149
- 甲斐原一郎ほか（1965）1959 年霧島火山群新燃岳の爆発による林木の被害，林試研報 182：p68-116
- 岡室美絵子ほか（2006）夏季の高地温がウメ樹体および根に及ぼす影響，和歌山県果樹試験場・うめ研究所 平成 18 年度成果情報：1-2
- 高橋啓二（1986）森林と防災のかかわりについて，日本生態学会誌，

落 雷 害

落雷害の表れ方

対象に直撃する落雷を直撃雷，近傍の落雷で生じた誘導電流で被害を及ぼすものを誘導雷という。いずれも樹木に被害を及ぼし得る。樹木に落雷したとき，電流は形成層付近を流れると考えられており，それによって幹に沿って縦に浅く裂傷が生じるのが典型的な被害形態である。場合によっては幹が裂けて分離したり，破碎されてバラバラになったりする。逆に外見上の被害がみられず，突然枯死するという形で被害が表れることもある。例えば，池本ら（2012）はクスノキの突然枯れと落雷被害の症状がよく一致しており，どちらも落雷害を示すような痕跡はないまま突然枯れるものであり，「突然枯れクスノキ」「クスノキぼっくり病」と呼ばれてきたものは落雷害である可能性を多くの事例から示した。

Yanoviak et al. (2015) によれば落雷害を受けたものは樹冠から飛び出した突出木の被害が多い。渡部ら（1979）や岸ら（2009）はアカマツの被害が卓越していることを報告しており，アカマツが被害を受けやすい傾向があるのかもしれない。

落雷害を受け幹に裂傷を負ったからといって，林木は必ずしも枯死するわけではなく，裂傷は癒合組織で巻き込まれていくことになる。落雷による集団枯損は，直径が最大で 30 m 程度の円形や楕円形になる。こうした，集団枯損の中心部に一本あるいは複数本の樹皮の裂傷等の落雷の痕跡が残る個体が見られることが多い。また，円・楕円には全枯死，半枯死，枝枯れなどが見られるが，枝枯れは樹冠の中心に向かう面に枯れが見られる場合が多い。これら集団枯死は落雷後すぐに生じるのではなく，数ヶ月以上の時間をかけて現れてくる。

このようなゆっくりした被害の進行は虫害と関係していると考えられている。河辺ら（2008）や加賀谷（2006）は落雷による集団枯損を詳細に調査し，被害直後に半枯れ被害木が全枯れに移行したのは穿孔

性害虫の加害が原因であったことを示した。

謝 辞

荒井和徳氏に画像を提供いただいた。記して謝意を表する。

引用文献

- Heidler F., G. Diendorfer, W. Zischank (2004) Examples of severe destruction of trees caused by lightning, 27 th International Conference on Lightning Protection, Avignon, France, 8a, 3
- 池本三郎, 安部鉄雄, 長谷川芳男, 平野達也, 山岡好夫, 清水淳子 (2012) クスノキの突然枯れと落雷被害の症例比較, 樹木医学研究 16 : 78-80
- 加賀谷悦子・軽部勲夫・楨原 寛 (2006) 落雷によるヒノキ集団枯死後の穿孔性害虫被害, 日林関東支論 57 : 221-222
- 河辺祐嗣・軽部勲夫・杉山正幸・松浦敦士 (2008) 落雷によるヒノキ人工林の集団枯損被害, 樹木医学研究 12 : 3-11,
- 岸 洋一, 山内聖史, 鈴木明日香, 村田健輔, 田ノ上真司, 石坂晃美, 谷脇 徹 (2009) 京農工大学府中キャンパスと唐沢山演習林における樹木の落雷被害, 日本森林学会誌 91 : 253-258
- 野田亮・小河誠司 (1991) 落雷によるスギ集団枯損, 日林九支論集 44 : 185-186
- Taylor A. (1974) Ecological aspects of lightning in forests, 13th Annual Tall Timbers Fire Ecology Conference, pp. 455-482
- Yanoviak S., Gora M., Fredley J., P. Bitzer, R. Muzika, W. Carson (2015) Direct effects of lightning in temperate forests: a review and preliminary survey in a hemlock-hardwood forest of the northern United States, Canadian Journal of Forest Research 45: 1258-1268
- 渡部政善・千村俊夫 (1979) 落雷による樹木の枯損, 日林東北支誌 30 : 114-116

潮 風 害

発生メカニズム

林木の潮風害は海塩粒子が風によって運ばれ、樹木の枝葉に付着して発生する。葉に付着した塩分はまず気孔を塞いで呼吸作用を阻害する。次に、気孔や葉の表皮、傷口から葉組織内部に侵入する。細胞内では高濃度の塩分により、通常の生理作用が妨害されて障害を受ける（四手井 1976）。枝葉に侵入した塩分は組織内の水分を奪い、生理的に水分不足になり被害が発現する（伊藤ほか 1951）。

倉内（1956）は、樹木の耐塩性の研究で塩分が葉組織内に侵入し易いものと侵入しにくいものがあり、侵入しにくい（付着型）もの（クロマツ、ヤブニッケイ、ツバキなど）は耐塩性が強いと報告している。一方、侵入し易いものでも、イヌビワ、マサキ、トベラなどは葉の中に塩素が入っても強いと報告している。

造林樹種の潮風害事例

過去の潮風害の報告事例には、海岸林の主要樹種であるクロマツに関するものが多い。ここでは、スギ、ヒノキなどの潮風害の発生事例を紹介する。

- 1) ヒノキⅠ齢級では当年生葉が被害、Ⅱ齢級では樹高の1/3以上の枝葉の被害、Ⅲ齢級では林縁側の枝葉のみ被害を受けていた。ヒノキ被害木から病原菌が分離された（合原ほか 1981）。
- 2) 海岸に面したヒノキ被害林は被害後76日で木質部が白く変色していた。針葉は全枯れした。3年後までの経過観察では中害から激害木は幹曲りや箒状に回復した。（川村ほか 1982）
- 3) 潮風害を受けたスギは暗色枝枯病に感染する危険がある。（鈴木ほか 1982）
- 4) トドマツの潮風害は葉が鮮赤色となり全枯れ、半枯れするが落葉しない。被害木は多芯木となる。（本永ほか 1983）
- 5) ヒノキ造林木の梢端部（30 cm ～ 50 cm）塩風で枯損した部分を剪定し、5生長期間を経過した結果、樹高及び根元直径の生長で非処理木と差がなかったが、非処理木は入り皮があった。（叶岡 1987）

以上の報告からすると、スギ、ヒノキ、トドマツの潮風害被害木

は、被害後放置すると箒状の樹形となりやすく、暗色枝枯病などの病害の危険もあることから、潮風害の発生の有無は風台風などの通過があり、造林地周辺の落葉広葉樹類の変色現象があった場合は早急に確認することが望ましい。

引用文献

- 合原裕人・鈴木和夫（1981）台風による造林木の塩害被害とその後の病害発生（予報）. 日林関西支論 32：249-251
- 伊藤悦夫・稲川吾一（1951）クロマツの耐塩性に関する若干の実験的考察. 静岡大学農学部研報 1：55-63
- 叶岡靖彦・道倉文広（1987）塩風害を受けたヒノキ幼齢造林地の対策. 日林関西支論 38：263-266
- 川村清介・吉田 功（1982）ヒノキ造林地の潮害について. 日林九支論 35：115-116
- 倉内一二（1956）塩風害と海岸林. 日本生態学会誌 5. 123-127
- 本永静義ほか（1983）塩分付着による樹木の被害について. 帯広局昭和 57 年度業研集：16
- 仰木重蔵ほか（1961）伊勢湾台風下における三重・愛知両県下の海岸防災林の効果と森林の潮害に関する調査報告. 林試研報 127：1-96
- 四手井綱英（1976）森林保護学. 朝倉書店. 236p.
- 鈴木和夫・合原裕人（1982）塩害を誘引として生じるスギ・ヒノキ造林地での病害. 日林関西支論 33：225-228

雪 害

雪害の種類

雪害は林木が積雪に埋雪する時期の雪圧害と樹高が積雪深以上に達した後に起きる冠雪害、なだれ害、雨水害などの被害がある。

埋雪した林木で起きる雪害としては、積雪の機械的な作用で発生する雪圧害と、積雪下での低温暗黒の環境で起きる生理的雪害がある。また、埋雪木の樹皮を食害する野ネズミの獣害が発生することもある。

雪圧害

雪圧害は幹折れ、幹曲がり、ちょうちんだたみ、幹割れ、傾斜倒伏、根返り、枝折れ、脱葉、皮剥けなどの被害形態がある。また、雪圧で地面に密着した埋雪木では雪腐れ病などの低温環境下で発病する病害や融雪期に雪面上に現れた林木の葉が、雪面で反射された日射の影響を受けて日焼けを起こす生理的雪害などの被害がある。

埋雪木の獣害としては、野ネズミと野ウサギなどの食害がある。野ネズミの被害は、雪の重みでたわんだ幹の下面にできた空洞にそって樹皮が食害される。このため、融雪後に幹に形成された食痕のある側が埋雪中に地面側に向いていたことがわかる。また、野ウサギは雪面上に現れた造林木の枝葉を食害する。

雪圧害では、林木の倒伏、幹折れ、幹曲がりなどの致命的な被害の他に、針葉の脱葉、樹皮の剥皮、枝分岐部の裂傷、皮層及び材組織の壊死、変形、裂傷などがあり、病害の誘因になる。

積雪地帯の造林木が消雪後に、雪圧で倒伏して直立しないままだと根曲がりを起こして成長に支障をきたす。根曲がりを軽減するためには、林齢2年～7年まで雪起こしを行う（辻井ほか 1982）と幹の傾斜が軽減される。

冠雪害

林木が積雪に埋雪しなくなった大きさに達した後に、降雪が樹冠部に堆積してその重量に耐えられなくなり、幹や枝が機械的に破壊される被害である。壮齢以上の林分が被害にあうと経済的な損害の大きい雪害である。

被害形態としては幹折れ、倒伏、幹曲がり、枝折れなどの被害が発生し、次に述べる雨水害の被害形態と同じ現象が起きる。風害の場合も同じような被害形態が起きるため、被害の発見が被害後数年経ている場合は、被害原因究明のために、過去の気象データの解析で、大雪、台風、雨水などの現象の有無を調査する必要がある。

被害地で冠雪害・雨水害と風害を見分ける方法として、林木の倒伏方向がそろっている場合は風害で、倒伏方向がランダムで折れた幹や枝が根元付近にある場合は冠雪害、雨水害である可能性が高い。

なだれ害

なだれは発生形で、点発生と面発生に、また、雪質で乾雪、湿雪に、すべり面の位置で表層か全層に分類（日本雪氷学会 1970）されており、積雪が大面積で崩壊して起きる被害である。破壊力が最も大きい雪害であり、林木は幹せん断、幹折れ、倒伏などの被害を受ける。倒木方向がなだれの流下方向を向くので台風の吹きおろしの被害に似た形状を示すが、被害木の樹皮がなだれの衝撃で激しく傷ついて、無数のささくれや剥皮現象があるので、風害と区別できる。

雨水害

林木の雨水害は林木に降雨が凍り付いて、その重みで機械的な破壊が起きる被害である。被害形態は冠雪害に酷似しており、幹折れ、倒伏、幹曲がり、枝折れなどの被害形態が生じる。冠雪害よりは高い標高で発生する。

雪害と気象

雪害は林木全体が積雪に埋まる時期と埋まらなくなった時期とで被害形態が異なる。林木が積雪に埋まる時期（埋雪期）は、雪圧害が発生して、主としてⅢ齢級以下の幼齢木が被害を受ける（四手井 1954）。

林木が雪に埋まると、幹や枝葉の上の積雪の重量が雪圧として作用し、被害が発生する。雪が零下の気温下で降るとしまり雪となり、気温がプラスの際の降雪ではざらめ雪となる。しまり雪はざらめ雪よりも雪圧が大きくなる。雪圧害の主な被害形態は、幹折れ、枝折れ、倒伏、脱葉などである。幹折れ被害以外は適切な被害回復処置で被害後の生育を期待できる。

埋雪しない大きさの林木には、冠雪害が起きる。冠雪害は成林した林分で幹折れや枝折れが発生するため、被害材の利用ができず被害額が大きくなることが多い。冠雪害の発生する気象条件は、気温 $+3^{\circ}\text{C}\sim-3^{\circ}\text{C}$ 、静穏、降水量30 mm、降雪量20～30 cm以上のときに発生すると言われている（高橋1953；佐伯ほか1965；高橋1977）。一方、新田（1982）は、強風下でも冠雪害が起きることを報告している。

なだれは林木の大小にかかわらず被害が発生する。新雪が大量に降った時は新雪なだれが発生する危険がある。また、積雪層の内部に結晶

の崩れやすい、しもざらめ層があるとなだれが起きることがある。

日本海側に雪害を生じさせやすい気象条件として、冬期にシベリア寒気団が発達して、西高東低型の気圧配置のときに、日本海上空を寒冷な気流が流れてきて日本海の海水から多量の水蒸気が発生して雪となり、それが日本海沿岸に吹き寄せて大雪となり、雪害が発生することがある。また、太平洋側で雪害が発生するときの気象条件として、シベリア寒気団から零下数十度の寒冷な気流が吹き付けているときに、発達した低気圧が太平洋沿岸付近を北上すると、太平洋沿岸に湿った南風が吹き込んで上空の寒冷な空気と接触して雪となる。この場合は太平洋沿岸で湿雪の大雪になり雪害が発生させることがある。

雪害と地形

雪害と地形に関する調査が行われ、いくつかの積雪地帯区分が提案されている（秋田営林局造林推進委員会 1961；井沼ら 1964；豪雪地帯林業技術開発協議会編 1984）が、いずれの区分でも、積雪深 2.5 m 以上の場所では経済的な成林が難しいとされている。過去の雪害発生経験から、現在では豪雪地帯での新規造林は減少していると思われるが、積雪深が 2.5 m 以上の場所は雪害回避のために造林を避けたほうが良い。

積雪地帯区分（豪雪地帯林業技術開発協議会 1984）

呼 称	積雪深	説 明
小雪地帯	100 cm 未満	林地の生産力に問題がないかぎり経済林の造成が可能な地帯。なお、高海拔地帯には小雪地帯がない。
多雪地帯	100 cm 以上 250 cm 未満	海拔高や林地の生産力に問題がなくても、雪のため経済林の造成が可能であるが、常在的な雪害が多く、雪害対策が必要な地帯。
豪雪地帯 下 部	250 cm 以上 400 cm 未満	海拔高や林地の生産力に問題が無くても雪のため経済林の造成が制約され、雪害対策が不可欠な地帯。
豪雪地帯 上 部	400 cm 以上	経済林の造成が極めて困難な地帯。

引用文献

- 秋田営林局造林推進委員会（1961）豪雪地帯の造林対策（案）. 17p.
豪雪地帯林業技術開発協議会（1984）雪に強い森林の育て方. 日本林業調査会. 170p.
井沼正之・高橋喜平（1964）積雪の環境と造林. 林試東北支所たより 35：1-4
新田隆三（1982）森林雪害に関与する雪氷の性質（1）. 森林立地 24：1-6
日本雪氷学会（1970）積雪観測法・積雪の分類名称・なだれの分類名称. 雪氷の研究 4：57p.
佐伯正夫・杉山利治（1965）林木の冠雪害危険地域. 林試研報 172：117-137
四手井綱英（1954）雪圧による林木の雪害. 林試研報 73：1-89
高橋啓二（1977）造林地の冠雪害とその対策. わかりやすい林業研究 解説シリーズ 61：1-47
高橋喜平（1953）杉の冠雪に就いて. 雪氷 15：25-31
辻井宣八・清水則男（1982）造林木の雪害（倒伏害）防止対策. 大阪営林局昭和 56 年度林技研録：106-109

謝 辞

三村 登氏, 片倉正行氏, 竹内由香里氏に画像を提供いただいた. 記して謝意を表する.

風 害

風害の発生する風速

林木の風害は樹冠に強風が吹いて揺れ動くときに, 幹のせん断応力を超える風圧が加わると幹が折れる. また, 幹が折れない場合に風圧が根の緊縛力以上のときには根返り被害が発生する. 大雨を伴う暴風の際にはこのような根返り被害が増加する. 森林保険研究会（1983）によれば, 地上 10 m 前後の高さの最大風速（10 分間平均風速の最大値）が 20 m/s になると, 耐風力が弱い森林に点状に被害が起こり始め, 30 m/s を超えれば耐風力が強い森林でも団地状に大規模な被害

が発生する。平均風速が同じ程度の暴風では、瞬間風速が大きいほど、また暴風の継続時間が長いほど被害が激しくなる。

幹折れや根返り被害の被害形態の起きるまでの段階では、葉の傷や枝折れなどの傷害が発生する。8月下旬から9月上旬頃の台風で葉が抜ける被害を受けた広葉樹では、冬芽が早期に開芽して新葉が展開するときがあり、それらの新葉は晩秋の寒さで霜害を受けることがある。

風害と気象

風害の原因となる強風をもたらす気象現象は、台風や冬期の暴風雪、発達した積乱雲から吹き下ろすダウンバースト、竜巻などである。台風は平均的に、1年に20個前後発生して、そのうち4個程度が上陸する。

冬期の暴風雪による風害は、複数の発達した低気圧が九州から北海道にかけて日本列島を挟むように北上する場合に起きやすい。また、5月頃に襲来する低気圧では、北海道の東部太平洋沿岸で風害が起きることがある。

ダウンバーストや竜巻などの被害は局地的であるが、風速が大きいため大径木でも幹折れや根返り被害になることがある。

風害と地形

一般的な傾向としては斜面方位が南東向きのところは風害の危険度が高い。特に、尾根の鞍部、南～南東向き斜面の中腹～尾根筋、尾根に連なる高台は被害が発生している（玉手ほか 1950；柴田 1983）。

林地の土壌深度が浅く根が浅い場合、根返り被害が発生しやすい。また、北海道の樽前山周辺や静岡県富士山周辺の火山噴出物由来の土壌では根の緊縛力が弱く、根返り被害が起きやすい。

被害形態

風害による林木の被害形態で経済的に最も損害の大きいものは、幹折れ、根株の折れ、根返りの3種である。幹折れの場合、幹に穿孔虫の被害があると起きやすくなる。また、根元折れは木材内部に腐朽菌が侵入蔓延している場合が多い。根返り被害は、暴風に大雨が伴って根系の土壌緊縛力が弱くなっていると、さらに発生しやすい。北海道

で融雪期に暴風が襲来したときに、林地が土壤凍結していると幹折れ被害となり、すでに土壤凍結が融解していると根返り被害になることがある。

樹種と耐風性

風害を軽減させるためには立地の選択と耐風性樹種の選択が必要である。過去の風害報告に記載されている針葉樹の耐風性樹種としては、以下の種類がある。

福田ほか（1936）によれば、クロマツ、アカマツが、若林ほか（1963）はイチヨウが被害が少ないと述べている。高橋（1974）はアオモリトドマツ、カラマツ、コメツガ、シラベは耐風性があると述べている。

引用文献

- 福田利雄ほか（1936）関西地方暴風の森林被害に就いて。日林誌 18：339-350
- 柴田 前（1983）演習林の風害と対応施業技術の考え方。山林 1189：11-19.
- 森林保険研究会編（1983）森林災害の見方。社団法人全国林業改良普及協会，100p.
- 高橋啓二（1974）山地における車道と森林保全。林試場報 118：4-6
- 玉手三稗壽ほか（1950）キティ颱風による森林の風害。林業試験集報 59：61-88
- 若林春美ほか（1963）第2室戸台風における樹木被害調査。造園雑誌 26(4)：29-34

写真でみる 林木の気象害と判定法

編集・発行：国立研究開発法人 森林研究・整備機構
森林総合研究所

〒305-8687 茨城県つくば市松の里1番地

発行日：2019年（平成31年）3月31日

お問い合わせ先：広報普及課 編集刊行係

電 話：029-829-8373

e-mail: kanko@ffpri.affrc.go.jp

※本誌掲載内容の無断転載を禁じます。

