

九大粕屋演習林19号台風被害の報告

—六演習林スギ品種試験地第I試験地での被害—

九州大学農学部 岡野 哲郎・伊藤 哲

1. はじめに

九州大学粕屋地方演習林六演習林スギ品種試験地第I試験地において、台風19号(1991年)による被害について調査を行った。ここでは被害状況を報告するとともに、品種間での台風被害抵抗性について考察する。

2. 調査地および方法

本調査地に選定した第I試験地には、クモトオシ、ヤイチ、オビアカ、ヤブクグリ、メアサ、アヤスギの6品種が、5ブロックからなる乱塊法により配置されている。林齢23年、植栽本数1区当たり30本である。

調査は、1991年12月に、調査地内全個体の被害形態を、1) 曲がり・傾斜、2) 幹折れ、3) 根返りの3タイプに分類し行った。分析は、1) 品種別被害形態の比率、2) サイズと被害率の関係(サイズは、幹の破損により胸高直径の測定が困難な個体があったため、1988年の調査資料を用いた)、3) 間接環境傾度(推定被害率)による抵抗性について行った。間接環境傾度は各区ごとに式 $E_{ij} = \sqrt{D_i \cdot D_j}$ で算出した。 D_i は*i*行の平均被害率、 D_j は*j*列の平均被害率、 E_{ij} は*i*行目、*j*列目に位置する区の間接環境傾度である。ただし列については5ブロックしかないため、品種の組合せによる影響を受けるが、その影響は小さいものと考えた。

3. 結果と考察

図-1に品種別の被害形態割合を無被害個体を含めた全個体数を100%として示したものである。被害率では、クモトオシ、ヤブクグリが60%以上と高く、オビアカ、ヤイチが42~44%、メアサ、アヤスギが30%以下と低かった。被害形態でみるとクモトオシで幹折れの割合が高く、曲がり・傾斜が主であった他の5品種とは異なっていた。

図-2に品種別の胸高直径分布と胸高直径階別の被害率を示した。矢幡ほかの報告¹⁾によると平均胸高直径は、クモトオシ、オビアカ、ヤイチ、ヤブクグリ、ア

ヤスギ、メアサの順に大きく、この傾向は平均樹高についても同様であるとしている。品種別平均サイズでは、大きなクモトオシが高い被害率を、小さなメアサ、アヤスギが低い被害率を示しており、サイズと被害率の間に関係があるように考えられるが、胸高直径階別被害率をみると、品種により傾向は異なっており、胸高直径により表される個体サイズの大小が必ずしも被害率の高低に関係しているとはいえない。樹冠サイズ、根系サイズなどや、立地環境をも加えて解析する必要があるものと思われる。

品種による台風抵抗性の比較には、立地環境、台風強度、林齢、施業方法が同一条件である林分を用いて行う必要がある。本試験地においては6品種ともに同齢で、除間伐などの撫育も同様に行っており、台風襲来直前の立木密度は各区ともほぼ15本であった。従って、本試験地における区間での被害率の差異は、品種による抵抗性、立地条件、台風襲来時の環境の違いにより生じたものと考えることができ、立地条件と台風襲来時の環境を表現できれば、品種の抵抗性の比較が可能となる。しかし、立地の環境要素や台風強度を直接に示せないため、ここでは樹木に被害を与えようとする環境圧を、区毎の被害率から評価した。方法は前述した通りで、算出された E_{ij} は、6品種の平均的な台風抵抗性を持つ品種を、本試験地全面に植栽した場合の推定される区別被害率を表すものと考えられ、ここではこれを立地条件と台風襲来時の環境を間接的に評価している数値(間接環境傾度)とみなした。

図-3に間接環境傾度に対する品種別実被害率の関係を示したものである。各回帰式および相関係数は以下の通りである。

クモトオシ: $Y = 0.6777 + 0.1274 * X$ ($r = 0.0508$)

アヤスギ: $Y = -0.7114 + 2.1735 * X$ ($r = 0.8172$)

ヤブクグリ: $Y = -0.4023 + 2.1893 * X$ ($r = 0.7787$)

メアサ: $Y = -0.9389 + 2.7479 * X$ ($r = 0.9126$)

オビアカ: $Y = -0.8345 + 2.7659 * X$ ($r = 0.7353$)

ヤイチ: $Y = -1.5740 + 4.3192 * X$ ($r = 0.8066$)

Tetsuo OKANO and Satoshi ITO (Fac. of Agric., Kyushu Univ., Fukuoka 812)

Damage by typhoon 19 at Kasuya Forest, Kyushu University Forests. Damage types and tolerance of six sugi cultivars at experimental site I.

表-1 調査林分の地況および林況

所在	ブロック	標高	斜面方位	傾斜	斜面位置	土壌深度	樹種	構成種	調査年	林齢年	被害前立木密度本/ha	胸高直径平均±SD cm	樹高平均±SD m
九福1号 次代検定林	I	640~690	西	25	下部	深~中	スギ (挿木)	精英樹	29	21~22	1,850	18.5±3.5	14.5±2.3
	II	680~700	北~西		中腹	深~中		在来品種	2			17.7±2.9	14.0±1.9
	III	700~750	北		中腹	中						14.5±2.8	12.0±1.7
九福3号 次代検定林	I	540~570	北~西	18	中腹	中	スギ (挿木)	精英樹	18	20~21	1,225	18.8±3.7	13.7±1.4
	II	570~600	北~西		中腹	中		在来品種	2			19.7±3.5	14.8±1.8
	III	600~630	北~西		上部	中						19.3±2.9	14.4±1.2
福岡林試 日向神試験林	黒木町	240	-	0	河畔平坦部	極浅	スギ (挿木)	在来品種	16	12	20	15.1±2.6	12.4±2.0

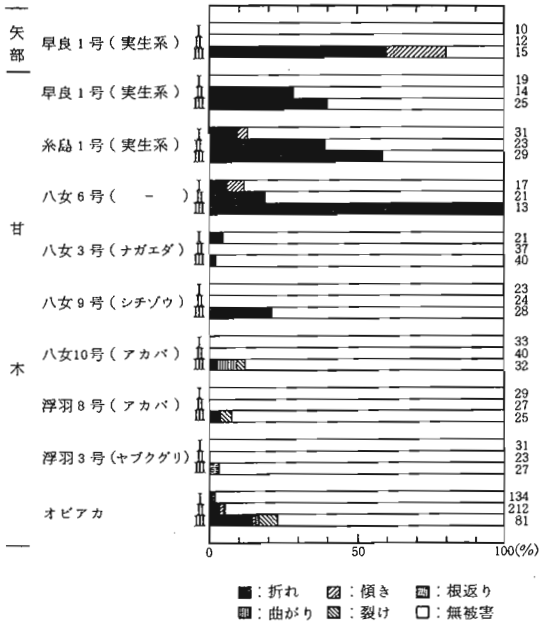


図-1 次代検定林における各精英樹・品種の形態別本数割合
図の右側の数字は本数

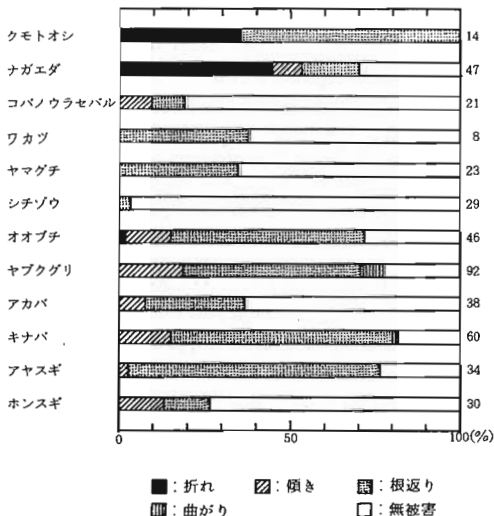


図-3 日向神試験林における各品種の形態別本数割合
図の右側の数字は本数

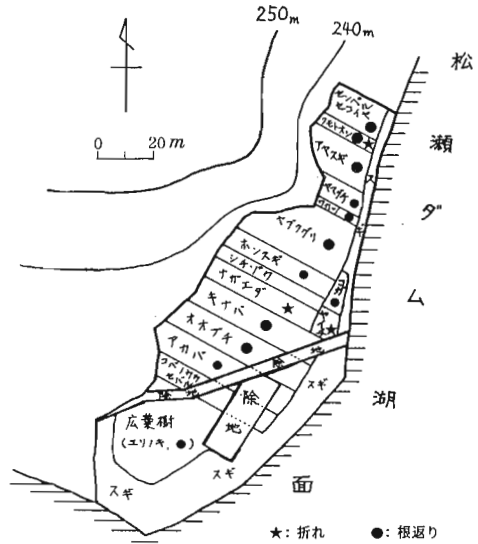


図-2 日向神試験林における品種の配置と被害形態

表-2 日向神試験林における各品種のD, Hの値

品種名	胸高直径平均±SD cm	樹高平均±SD m
クモトオシ	14.9±1.4	15.4±1.1
ナガエダ	14.1±2.9	12.0±2.3
コバノウラセバル	13.8±2.8	10.2±1.4
ワカツ	15.7±3.1	13.8±1.9
ヤマグチ	15.7±3.3	12.8±1.3
シチゾウ	13.3±1.5	10.5±1.1
オオブチ	16.7±1.3	13.0±0.9
ヤブクグリ	15.5±1.9	12.6±1.0
アカバ	17.1±2.3	12.2±1.0
キナバ	16.1±1.9	12.9±1.8
アヤスギ	14.7±2.3	12.9±0.8
ホンスギ	13.9±1.5	11.3±1.2

台風被害と地形

福岡県林業試験場 野田 亮・高木 潤治
佐々木重行

1. はじめに

1991年9月27日に九州北部を襲った台風19号は、典型的な風台風で九州北部の森林に多大な被害をもたらした。福岡県では約7,200haのスギ、ヒノキ人工林が被害を受けた²⁾。県内の被害の分布を見ると、熊本県境にあたる県南部から、大分県境にあたる南東部に被害が集中していた。

過去の台風被害の調査から、風害危険地形が指摘されており、地形条件による風害危険度の推定が可能かどうか、地形解析を行い検討した。

2. 調査地域と方法

県内の激害地の一つである、八女郡星野村、矢部村、黒木町の3町村の境界部を中心に南北約5km、東西約7.5kmの調査地域を設定し、1万分の1地形図の500mメッシュをかけ、周辺部を除く、145個を対象範囲とした。次に台風直後の航空写真から判別可能な被害地286個を地形図に移写し、被害木の倒伏方向も記入した。それぞれについて、方位との関連をみるため、各被害地の斜面方位、被害木の倒れた方位と斜面に対する倒れた方向、被害地の中心の標高、斜面上の位置、尾根からの距離を計測した。なお、複合斜面は分割して計測した。

次に各メッシュについて、最高標高、最低標高を読み取り、最高最低の差を起伏量、平均を平均標高とした。また、被害地面積を点格子板で読み取った。

次に当场で作成した5万分の1露出度分布図³⁾から各メッシュについて60度未満、120度未満、180度未満、180度以上の4区分として露出度出現率を点格子板でカウントした。なお、この露出度分布図は仰角1,000分の25で全方位について作成したものである。

次に、1万分の1地形図を用いて、50mを基準とする接峰面図を作成し、この図上で水平距離200mに対する谷起伏50m、100m（それぞれ傾斜14度、27度に相当）の等値線図を作成した。この谷起伏図から各メッシュ内の谷起伏の面積比率を点格子板でカウントした。

3. 地形解析の結果と考察

調査区域は中央部をほぼ東西に尾根が走り、中央付近ではすこし低くなり、鞍部となっている（図-1）。被害地の分布と被害木の倒伏方位に谷起伏分布図を重ねてみると、谷起伏50~100m地帯に被害地が多い傾向が見られた。東西の尾根は風の障壁となり、風は鞍部を抜け、北側の尾根を吹き抜ける流れと、北西側の谷を吹き下る流れが認められた。谷起伏分布図は地形を単純化して示すもので、強風の通り道や風害危険部はある程度、示唆しているものと思われる。

被害地286個の斜面方位とその被害地の被害木の倒伏方位の頻度分布を示したのが図-2である。被害地はSW斜面が最も多く、W、NWがそれに続き、西に面した斜面の被害が多く、3方位で53.8%を占める結果となった。被害木の倒伏方位はN、NE、NWの順に多く、3方位で64.0%を占め、S斜面を除いて、北側に倒れる割合が高かった。また被害地が多いSW斜面で斜面上方への倒伏が他の斜面に比べ多かった。

各斜面方位毎に被害木の倒伏方位を細かく見ると、斜面向下向き3方位への倒伏が59.8%を占めており、5つの斜面方位で、最多倒伏方位が斜面方位と一致した。従って、斜面下方に倒伏しやすいと言えるが、それにも関わらず、北向き3方位への倒伏が64.0%と多いことは南よりの風による被害が多かったと考えられる。

被害地の尾根からの水平距離による発生頻度は、尾根に近いほど高く、尾根から離れるほど発生頻度が低かった（図-3）。

次に地形要因と各メッシュの被害面積率について、相関関係を検討した。標高、起伏量、露出度、谷起伏などいずれも、相関係数は0.2以下で相関は見られなかった（表-1）。こうなった原因としてまずメッシュが500m方形で複数の地形を含んでいることが考えられる。また、地形解析による台風被害分布図の評価には、主風が南よりであることを考慮に入れる必要があると思われる。台風による強風は台風の進路により風向が変化し、短時間でも90度程度の振れ幅で変化している。従って、同一風向の強風によって被害を受けたかどう

かは、判定できない。また、斜面の上下左右による倒伏抵抗力の差なども検討が必要であろう。

今後は被害の発生に関係していると思われる背後高度、風の通りやすさに関する谷筋の直線部の距離、方位を制限した露出度、などを検討し、風害危険度の判定を試みたい。

引用文献

- (1) 福島敏彦：露出度及び降水量分布図，福岡林試，1970
- (2) 野田 亮ほか：福岡林試研究資料，18，89pp，1992

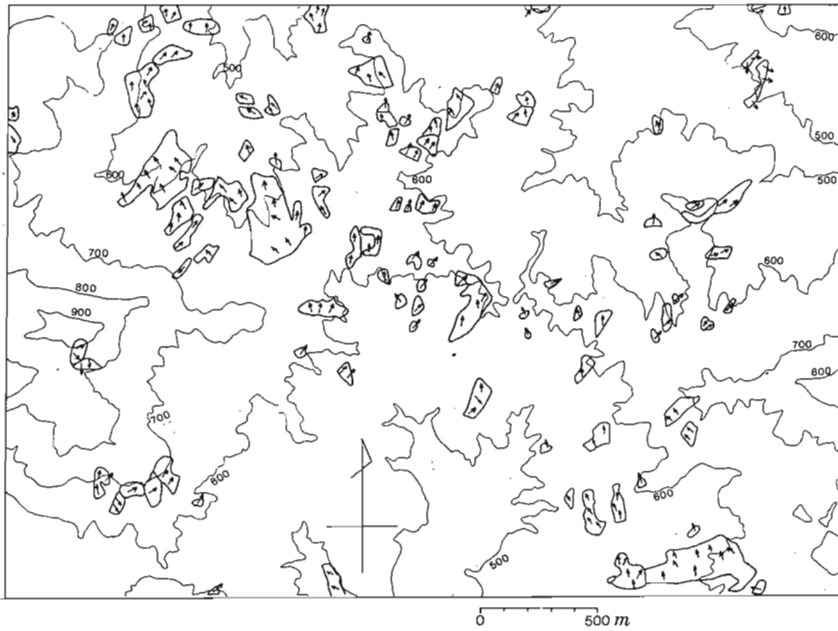


図-1 被害地と被害木の倒伏方向（抜粋）

表-1 各地形要因と被害面積率の相関係数

地形要因	相関係数
最高標高	0.105
最低標高	0.097
起伏量	0.055
平均標高	0.104
露出度60°未満出現率	-0.066
露出度120°未満出現率	0.178
露出度180°未満出現率	-0.027
露出度180°以上出現率	-0.070
露出度平均	0.009
谷起伏50m未満面積率	0.010
谷起伏100m未満面積率	0.027
谷起伏100m以上面積率	-0.046

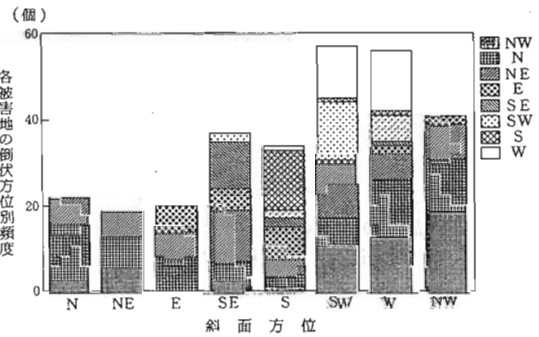


図-2 被害地の斜面方位と被害木の倒伏方位

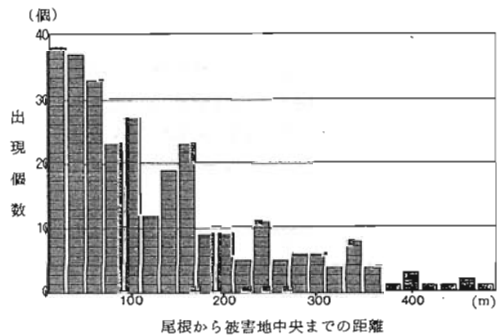


図-3 尾根からの距離別に見た被害地の出現個数

ヒノキ林における台風被害跡地の表層土壌流亡

森林総合研究所九州支所 酒井 正治・藤本 潔
大貫 靖浩・長友 忠行

1. はじめに

1992年9月に襲来した17, 19号台風により、九州北部は壊滅的な森林被害を受けた。傾斜地では特に、被害木の跡片付け、植栽、保育等に多大な労力を要するため、放置される林分が多くでると予想される。これらの放置された林分では、適切な処理をしない場合表層土壌の移動量が増し、林地保全機能の悪化が懸念される。そこで、表層土壌の移動量を台風被害を受けた林分と被害を受けなかった林分を比較検討したので報告する。また、被害跡地の復旧処理による表層土壌の移動量の違いについても報告する。

なお、研究の推進にあたり試験地の設定に御協力を頂いた福岡県田主丸町役場、福岡県林試に感謝の意を表します。

2. 調査地および方法

調査地は、久留米市の東に連なる大起伏の耳納山地のほぼ中央に位置するかんかけ峠付近である(図-1)。調査林分として、台風17, 19号により尾根越しの吹きおろしの強風のために壊滅的被害を受けたヒノキ林分と対照区として風害を受けていないヒノキ林分を選んだ(図-2)。調査3林分は以下の通りである。

①放置林分(38年生): 全面根返りの被害をうけ、現在も放置されたままの林分である。

②処理林分(21年生): 被害形態は折損が7割で根返りが3割であった。被災直後に被害木伐倒や枝条処理を行い、等高線に沿って簡易棚積を行った。

③健全林分(24年生): 台風による被害をほとんど受けなかった。

いずれの林分も隣接し、30度を越す急傾斜面に位置している(図-2)。

表層土壌の移動量を測定するために、幅25cm、高さ15cm、奥行き20cmの土砂受箱(林試四国方式)を使った(図-3)。各林分にそれぞれ10個を1992年6月19日に設置した。但し、処理林分では棚積みの影響を調べるため、棚下(棚積区および棚と棚の間の裸地化した部分(裸地区))にそれぞれ5個の土砂受箱を設置し

た。なお、土砂受箱の下端と傾斜地の地表面とが接するように設置した。設置後約半月を経過し、土砂受箱と土壌がよくなじんだことを確かめたあと、約1ヵ月毎に土砂受箱に集まった土砂を回収した。それらを実験室に持ちかえり、有機物、細土、石礫に分画後、それぞれ60℃の乾燥重量を求めた。

3. 結果と考察

表-1に、各組成ごとの移動量を1箱の平均値としてまとめた。約2ヵ月間の表層土壌の移動量は健全林分と処理林分棚積区で少なく、それぞれ39.5, 50.1g/箱であった。一方、移動量は処理林分裸地区および放置林分が多く、処理林分裸地区では1444.1g/箱、放置林分では664.8g/箱となり、それぞれ健全林分の37倍、17倍であった。このように、台風による森林の破壊は、表層土壌のきわめて不安定な状態をうみだし、表層物質が移動しやすくなったといえる。

処理林分の棚下に設置した棚積区では、期間I, IIでそれぞれ17.4, 32.7g/箱と少なく、土砂の移動はほとんど起こっていないといえる。つまり、棚積と棚積の間の裸地では土砂は激しく移動しているが、そのほとんどが棚によってせき止められ、棚積による土砂の移動抑止効果は絶大であることを示した。このことは、棚積処理を行った被害林分では林分外への表層土壌の流出がきわめて少ないことを示唆している。

移動量の多い処理林分裸地区と放置林分の土砂の組成割合には大きな違いがみられた。つまり、処理林分裸地区では細土が全量の85%を占めたが、放置林分では礫が66%を占めた。この違いは地表状態に起因していると考えられる。根返り被害タイプの放置林分では、根返りによって下層土中の礫が露出したり、根返った根系に付着している礫が洗い出されること等により、大量の礫が土壌表層に供給されたため、放置林分では礫の移動が多くなった。また、根返り木はすべて谷に向かった倒れ、幹は先端しか土壌表層と接していないため、倒伏木による土砂移動抑制効果は期待できないこと、さらに、この地域は三郡帯変成岩(片岩、千枚岩)とよばれる比較的もろい表層地質であることが礫の移

動を助長しているといえる。

また、期間Ⅱは期間Ⅰに比べて各林分とも移動量が多い。ヒノキ林の表層土壌の移動は降水量および降雨強度が大きく関与している”。期間Ⅱの降水量が276mmと期間Ⅰの161cmより約1.7倍多く、また、測定期間中、8月12日に最大日雨量84mm、8月2日に最大時間雨量34mmを記録している。この強い雨が移動量を多くした主な原因であると考えられた。全量の比較では、各林分とも期間Ⅱの移動量は期間Ⅰの約2～3倍多かった。

4. まとめ

台風被害地の林地は無被害地に比較して、非常に不安定な状態で、表層土壌の移動が起こっていた。

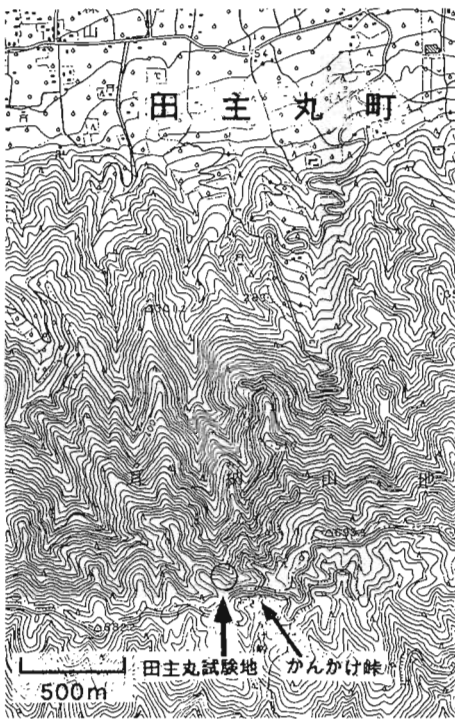


図-1 調査地の位置図

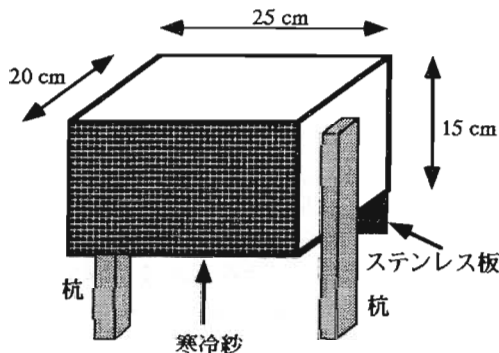


図-3 表層土壌移動測定用土砂受箱の概要(林試四国方式)

また、被害形態によって、移動物質の組成に違いがみられ、折損タイプでは細土の移動がほとんどであったが、根返りタイプでは礫の割合が多かった。根返り被害を受けた斜面では早急な適切な処置を講じる必要がある。表層土壌の移動防止対策として、棚積工事の効果がきわめて大きいことがわかった。表層土壌の移動は降水量、降雨強度と密接に結び付いており、梅雨や秋雨前の処置が効果的であろう。

引用文献

- (1) 井上ほか：農林水産業のもつ国土資源および環境保全機能の維持増進技術の開発・国土資源資料23, 1988

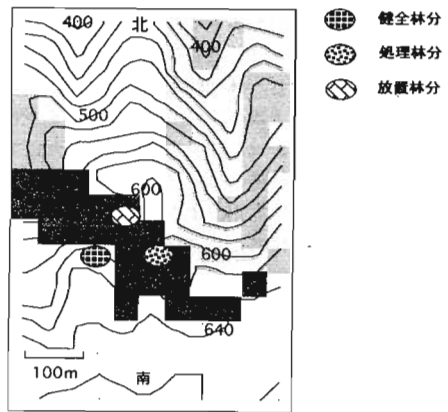


図-2 調査林分の位置図(黒塗部分は激害地)

表-1 表層土壌の移動量

プロット	期間	礫	細土	有機物	全量	降水量
健全林分	I	1.0	4.0	8.1	13.1	161mm
	II	1.6	10.3	14.5	26.4	276mm
	計	2.6	14.3	22.6	39.5	437mm
処置林分						
裸地区	I	49.5	401.3	56.5	507.3	
	II	63.7	825.1	48.0	936.8	
	計	113.2	1226.4	104.5	1444.1	
棚積区	I	2.6	8.2	6.6	17.4	
	II	3.0	22.4	6.3	32.7	
	計	5.6	30.6	12.9	50.1	
放置林分						
I	I	99.0	67.0	7.5	173.5	
	II	340.5	142.6	8.2	491.3	
	計	439.5	209.6	15.7	664.8	
期間 I : 1992.7.6-7.30						
期間 II : 1992.7.31-8.28						

地形立体表示による森林の台風被害解析

森林総合研究所九州支所 酒井 正治・大貫 靖浩
藤本 潔・長友 忠行

1. はじめに

1992年9月27日、長崎県佐世保市に上陸した台風19号は上陸後も衰えることなく大型で非常に強い勢力を保ち、福岡県北九州市から日本海に抜けた。その間、大分県、福岡県、熊本県を中心に九州の広範囲にわたりおもに風により甚大な森林被害を与え、九州各地の森林被害総額は約1,014億円にも達した。

このような森林の風害は山地地形で多く発生しており、地形と密接に関係があることが予想される。そこで、地形を視覚的に捉えやすい鳥かん図（地形を立体化した図）上で、台風被害実態の解析を行い、局地的な強風により森林被害が発生しやすい地形の抽出を試みたので報告する。

なお、貴重な資料、助言を頂いた大分県林試に感謝いたします。

2. 調査地

大分県林試が今回の台風森林被害の要因解析の調査対象地¹⁾とした5地区のうち、地形的に異なった特徴をもつ上津江地区および天ヶ瀬地区を選んだ（図-1）。

上津江地区は、中央南側に最高点911mのチーコ岳をもち、その南に連なる山地と北側に傾斜した斜面からなり、標高差約500mの大起伏山地地域である。

天ヶ瀬地区は、北西隅に流れ込む玖珠川（東西方向）と杖立川（南北方向）とに囲まれ、中央に平坦な地形をもつ比較的平坦な丘陵地域である。なお、調査対象面積はいずれも南北3km、東西4.5kmの1350haとした。

3. 研究方法

被害地の状況を視覚的に理解するために、地形の立体表示を行い、その上に被害分布を重ね合わせ、台風被害と地形との関係解析を行った。地形の立体表示には、コンピューターグラフィックスのワイヤー・フレーム法を使った画像処理および立体模型を利用した。

1) コンピューターグラフィックスによる立体表示

図-2に、パソコンによる立体被害分布図を作製するフローチャートを示した。まず、試験地内を東西南北を50m間隔で61x91の格子にわけ、計5551点の交点の標高および被害率（100, 80, 60, 40, 20, 0%）をデジタルデータ化した。その後、試験地内の等高線図と被害分布図をそれぞれ作製し、それらを重ね合わせ（図-3）、さらにそれを立体化した（図-4, 5）。なお、使用したパソコンはmacintoshllci（5M,100MHD）、プログラムはSpyglass（Transform V2.1）である。出力にはカラープリンター（Desk Writer）を用いた。

2) 立体模型による立体表示

立体模型は発砲スチロール（厚さ12mm）を使って、標高差25m、5,000分の1のスケールで作成した。さらに、その上に被害地を被害率毎に色分けをして立体的な被害分布図を作成した。

なお、被害地および被害率はカラー空中写真（H2.10.7、大分県撮影）から被害地を判読して作成された被害分布図（大分県作成；5,000分の1、森林基本図上に記）から求めた。また、一部は上記の空中写真から直接被害地および被害率を求めた。

なお、カラー被害分布図を印刷上白黒で表示したため、被害率毎の認識が難しく、ここでは黒～灰色の部分が被害地を示すにとどまった。

4. 結果と考察

コンピューターグラフィックスによる天ヶ瀬地区の平面被害分布図を図-3に示した。被害分布は均一ではなく、集中分布した。つまり、西側の平坦部で少なく、北東部の丘陵地帯にかけて大きな被害を被った。また、風の主方向と考えられる東西あるいは西方向から鳥かんした立体被害分布図（図-4, 5, 写真-1）は、強風をまともに受けた南西および西斜面、特に、暴風のくる方向に向かって開いた谷流域で壊滅的な被害を示した。このように、平坦地で被害が軽微で、斜面地形で被害が多くなる傾向が認められたが、平坦地は広葉樹、畑、牧草、果樹等が分布するため、このことが台風被

masaharu SAKAI, Kiyoshi FUJIMOTO, Yasuhiro ONUKI and Tadayuki NAGATOMO(kyushu Res. Center, For. and Forest Prod. Res. Inst., Kumamoto 860)

A forest damage analysis on bird view.

害が少ない原因であるとも考えられた。

写真-2, 3, 4は上津江地区の被害をそれぞれ南, 南西, 北東方向から鳥かんしたものである。天瀬地区同様, 風の主方向と一致する南, 南西斜面, 特にチーコ岳周辺で, 壊滅的被害を受けた(写真-2, 3)。一方, 主風の反対方向である北東斜面は被害が少なかった(写真-4)。但し, チーコ岳の鞍部から北東斜面は壊滅的被害を被った(写真-4)。また, 南および南西斜面でも前面に山等の障害物で保護された所は被害が少ない。例えば, 最高峰チーコ岳の北東に位置する約700mの山は全方位に渡り被害は軽微であった(写真-4)。

現在の所, 時間的制約もあり, 限られた地域での事例調査であったが, 上述したように, 今回の台風被害は地形と密接に関係しており, 以下のことがわかった。

①強風をまともに受けた南西, 南および西斜面で, 壊滅的被害を受けている。

②前面を山等の障害物で保護された所は被害が少ない。

③山の鞍部では風前, 風背とも被害が大きい。

④谷に入った風が次第に収束し, その旋風がまともにぶつかる斜面は壊滅的被害を受けている。

⑤平坦部で比較的被害は少ない。但し, 地形以外の要因, 土地利用形態, 樹種, 林齢等が大きく関与している場合もある。

また, 大分県林業試験場の600点に及ぶ台風被害多点調査の数量化I類統計解析結果によれば⁹⁾, 被害率と最も相関が高かった環境要因は斜面方位で, 風をまともに受けた南西方向で被害が最も大きかった。

以上の結果は, 今回の台風被害の主な要因は風であることを示唆していた。

このような地形と風との関係については, 従来の知見⁹⁾ および聞き取り調査から, 以下のように集約できた。

①風害を起こしやすい大地形:

- 1) 暴風のくる方向に向かって開いた谷流域,
- 2) 孤立した大きな山の暴風方向に向かう半面の山麓地帯,
- 3) 暴風方向に向かう山脈の斜面,
- 4) 暴風方向と一致して流れる谷の流域,

②風害を起こしやすい局所地形:

- 1) 谷筋に面する凹斜面,
- 2) 谷筋における支流の分岐点および湾曲点付近,
- 3) 尾根筋における鞍部,

③その他: U字形谷, 長い単一な形の谷, 出口の狭い谷, 風向と平行な谷が被害を受けやすいとされている。

今回のように暴風を伴う台風の場合, 森林被害は地形と密接に関係し, 強風をまともに受けやすい上記の地形は今後とも暴風害が発生する危険性が高いといえ

る。なお, 過去の例からみて台風は大局的にほぼきまった経路をたどるので, 今回の台風19号により甚大な被害を受けた個所は今後とも暴風害が発生する危険性が高いといえる。例えば, 玉手, 高桑らは関東地方を通過した昭和7年と24年の台風による風害発生の一一致個所は浅間国有林では42%, 香坂国有林では45%であったと報告している⁹⁾。但し, 暴風の主方向が違えば被害の現れる個所が全く異なってくることに留意しなければならない。

また, 概況調査によると広葉樹林は針葉樹林に比べて壊滅的な被害は少ない傾向がある。林縁木の被害は軽微である。間伐直後の林分は被害が大きい, 等が認識されており, 今後, 台風被害と樹種, 品種, 施業等の要因を加味し, 森林被害が発生しやすい危険地形を抽出する必要がある。

引用文献

- (1) 諫本信義・高宮立身: 大分県林試研究時報, 18, 1~43, 1992
- (2) 川口武雄: 森林気象学, 97~102, 地球出版, 東京, 1956
- (3) 玉手三葉寿・高桑東作: 林業試験集報, 59, 61~88, 1950

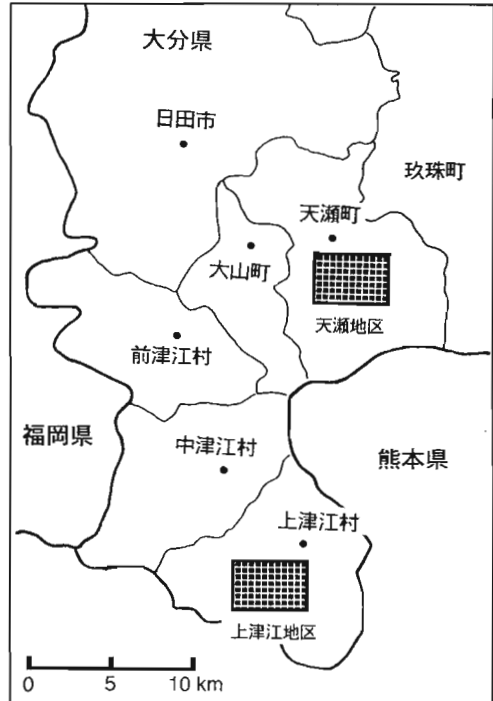


図-1 調査地域の位置図

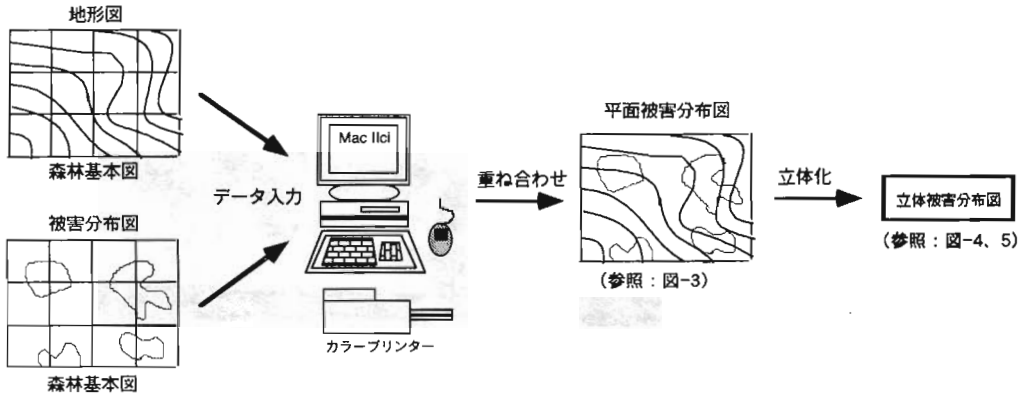


図-2 パソコンによる立体被害分布図作成フローチャート

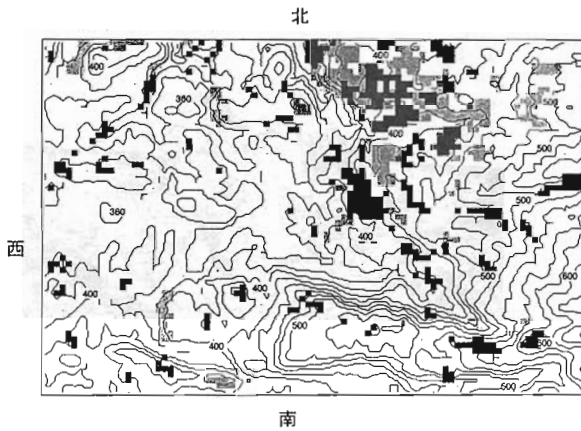


図-3 天瀬地区の平面被害分布図

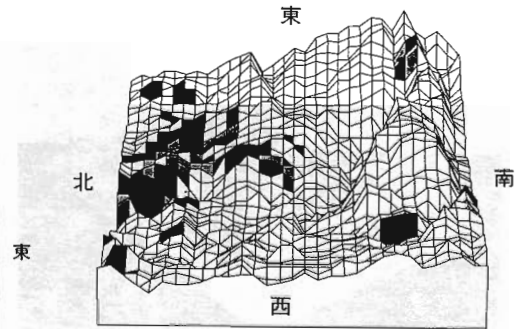


図-5 天瀬地区の立体被害分布図
(西方向から)

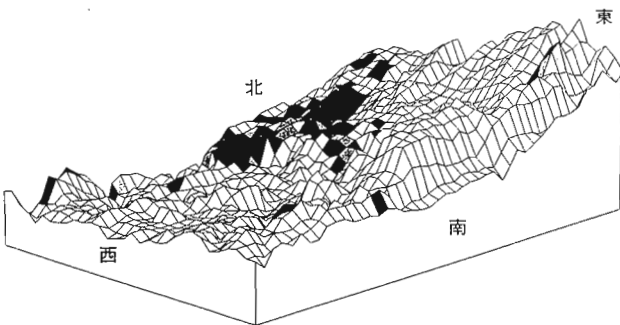


図-4 天瀬地区の立体被害分布図
(南西方向から)

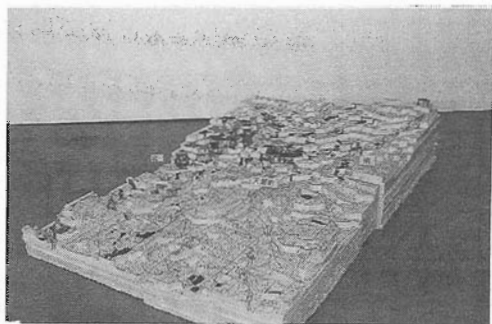


写真-1 天瀬地区の立体被害分布図
(南西方向から)

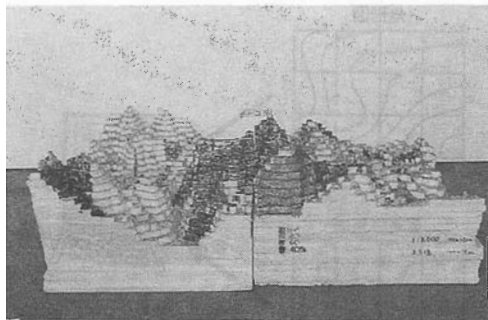


写真-2 上津江地区の立体被害分布図
(南方向から)

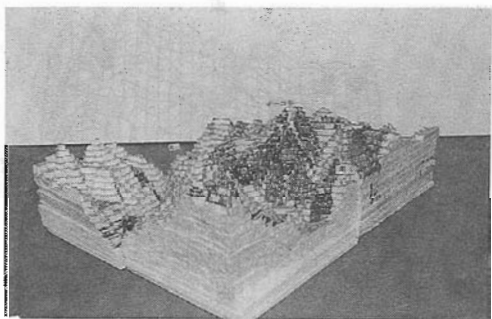


写真-3 上津江地区の立体被害分布図
(南西方向から)

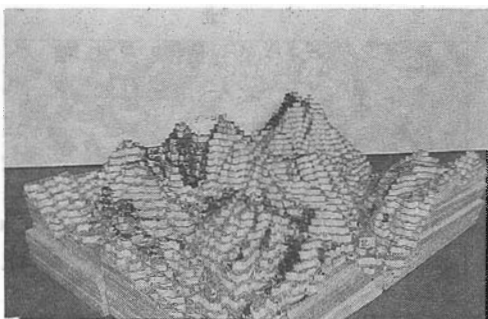


写真-4 上津江地区の立体被害分布図
(北東方向から)

台風19号(平成3年)によるスギ被害木の材質について(I)

— 欠点(もめ, 目回り) —

熊本県林業研究指導所 前田 健彦・坂下 一則
 熊本県阿蘇事務所 池田 元吉

1. はじめに

台風被害木を製材品として利用する場合、発生する欠点の種類と程度を知ることが大切である。一般に強風を受けた林木に生じる欠点として、外観から容易にわかる割れや裂け以外に、外観からでは分かり難いもめ、目回りがある。また、被害形態としては曲がり、根返り、折損に大別される。そこで、被害形態別に調査木を採取し、それぞれの丸太及び製材品に現れるもめや目回りの発生状況、程度について調査した。また木取りの違いによるもめの発生状況の違いについても調査した。

2. 調査方法

1) 供試木及び供試丸太

供試木の採取は、被害地のうちから県内全域にわたる5市町村の各一林分から選んだ。また、供試木は先に述べた被害形態のうち、材の利用価値が低い折損を除いた曲がり、根返り、それに被害木の周囲に存立している立木(以下残存と言う)の3種類とした。残存木は外観は健全木と同一であるが、被害木と同等の風圧を受けた可能性があり、材を利用する場合に注意を要するため調査対象とした。

供試木からの採材方法を図-1に示す。供試木とこれより3mに採材した供試丸太の本数及びその概要を被害形態別に表-1に示す。

もめの測定は供試丸太では、採材後直ちに剥皮し、その表面を表-2の区分に基づき目視により行った。

目回りの有無は丸太の両木口を目視により確認した。

2) 試験体(角材)

供試丸太の製材は図-2に示すように、風向を考慮した10.5cmか12cmの正角とし、人吉市については木取りの違いによるもめ出現の違いを調べるために2タイプの短辺が10.5cmか12cm、長辺は製材可能な最大幅の平角とした。製材した試験体は天然乾燥後、4面プレーナー仕上げし、材面に現れるもめと両木口の目回りの

有無を目視により確認した。

もめの半径方向の深さは、図-1に示すように採材した長さ50cmの丸太から髓を含む厚さ約3cmの板を採り、目視で確認できるもめ(以下板もめと言う)の数と材面上の長さを測定した。

3. 調査結果

1) 供試丸太のもめ

表-3にもめが現れた丸太の出現本数割合を示す。出現割合を被害形態別にみると、曲がり、根返り、残存の順に多く、もめ区分では大はわずかで、中と小がほとんどであった。5林分の内、1林分ではもめが全くみられない林分もあり、逆に7割弱も現れた林分もあった。平均して4割程度の出現率であった。

2) 供試丸太の目回り

目回りは丸太段階では確認されなかった。

2) 試験体(角材)のもめ

表-4にもめが現れた角材の出現本数割合を示す。もめは平角に製材した人吉市の試験体にはのみ現れ、他の林分の試験体には全く現れなかった。これはほとんどのもめが製材段階で、端材として取り除かれたためと思われる。

人吉市のスギの風向を考慮した木取りの違いによるもめ出現の違いを表-5に示す。各タイプそれぞれに各被害形態から丸太3本ずつ計9本を製材した。タイプ別のもめ発生の差はほとんどみられなかった。

4) 試験体(角材)の目回り

目回りは表-4に示すように天然乾燥した試験体においては、かなり見られた。しかし、通常の材も乾燥に伴い、目回りが現れてくる場合もあり、この出現した目回り全てが台風被害によるものとは必ずしもいえない。

5) もめ深さ

5林分の中でももめが最も多くみられた人吉市の板もめの数と、直径に対する板もめの深さの比を被害形態別に表-6に示す。各被害形態毎の違いは統計的には認め

られなかった。また、1番玉、2番玉別の違いもみられなかった。

4. まとめ

1) 丸太段階でのもめの発生割合を被害形態別にみると、曲がり、根返り、残存の順に大きかった。また、林分別には全くもめがみられなかった林分や7割弱もみられた林分などもあり、平均して4割弱の出現率であった。

2) 丸太段階でみられたもめも、製材段階で端材として取り除かれたものがほとんどであった。

3) もめの深さを被害形態別にみると、3形態に統計的な違いはみられず、また、高さ方向の違いもみられなかった。

4) 目回りは丸太段階ではみられなかったが、製材して一定期間天然乾燥を行ったところ、多くの材に現れた。

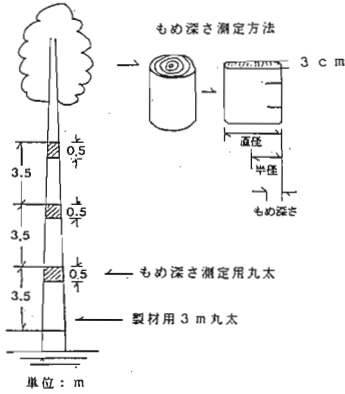


図-1 供試材の採材と
もめ深さ測定方法

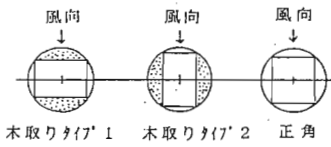


図-2 正角及び人吉市の平角
の木取り方法

表-1 供試木と供試丸太(3m)の本数及び概要

地域	人吉市	菊池市	阿蘇郡 南小国町	上益城郡 矢部町	八代郡 泉村	合計
品種	ヤイチ	クモトシ	アヤ	シャカイン、アヤ	シャカイン	
被害形態	曲がり 6/2	3/2	6/2	3/2	4/2	22/10
根返り	6/2	4/2	5/2	2/2	4/2	21/10
残存	6/2	3/2	6/2	3/2	2/2	20/10
合計	18/6	10/6	17/6	8/6	10/6	63/30
樹高 (m)	23	15	18	13	19	
胸高直径 (cm)	24	21	21	20		
林齢 (年)	25~38	25~28	35~38		37	

注) 本数：供試丸太/供試木(本)。

表-3 もめが現れた丸太の出現本数割合 (%)

もめ 程度	被害 形態	人吉市	菊池市	阿蘇郡 南小国町	上益城郡 矢部町	八代郡 泉村	平均
大	曲がり	16.7 (6)	0.0 (3)	0.0 (6)	0.0 (3)	0.0 (4)	3.3 (22)
	根返り	0.0 (6)	0.0 (4)	0.0 (5)	0.0 (2)	0.0 (4)	0.0 (21)
	残存	0.0 (6)	0.0 (3)	0.0 (6)	0.0 (3)	0.0 (2)	0.0 (20)
	平均	5.6 (18)	0.0 (10)	0.0 (17)	0.0 (8)	0.0 (10)	1.1 (63)
中	曲がり	16.7 (6)	0.0 (3)	50.0 (6)	0.0 (3)	50.0 (4)	23.3 (22)
	根返り	16.7 (6)	0.0 (4)	20.0 (5)	0.0 (2)	0.0 (4)	7.3 (21)
	残存	0.0 (6)	0.0 (3)	50.0 (6)	0.0 (3)	0.0 (2)	10.0 (20)
	平均	11.1 (18)	0.0 (10)	40.0 (17)	0.0 (8)	16.7 (10)	13.6 (63)
小 (白色斑)	曲がり	66.7 (6)	0.0 (3)	16.7 (6)	33.3 (3)	50.0 (4)	33.3 (22)
	根返り	83.3 (6)	0.0 (4)	20.0 (5)	50.0 (2)	0.0 (4)	30.7 (21)
	残存	0.0 (6)	0.0 (3)	16.7 (6)	0.0 (3)	0.0 (2)	3.3 (20)
	平均	50.0 (18)	0.0 (10)	17.8 (17)	27.8 (8)	16.7 (10)	22.5 (63)
合計	曲がり	100.0 (6)	0.0 (3)	66.7 (6)	33.3 (3)	100.0 (4)	60.0 (22)
	根返り	100.0 (6)	0.0 (4)	40.0 (5)	50.0 (2)	0.0 (4)	38.0 (21)
	残存	0.0 (6)	0.0 (3)	66.7 (6)	0.0 (3)	0.0 (4)	13.3 (20)
	平均	66.7 (18)	0.0 (10)	57.8 (17)	27.8 (8)	33.3 (10)	37.1 (63)

注) ()内の数字は供試丸太本数。表-4も同様。

表-2 もめの区分

もめの程度	もめの外観
大	木部表面が盛り上がった蕾状のもめで、長さは樹幹周囲長の1/3以上あるもの。
中	木部表面の盛り上がりが少ない連続した長い筋状のもの。
小	木部表面の盛り上がりがない数cmの白い筋状の変色部分(白色斑)を木(白色斑)部表面に形成しているもの。

表-5 平角材のもめ発生状況(本)

モメの有無	タイプ	
	1	2
有	1	2
無	8	7
計	9	9

注) タイプ1, 2: 図-1に示す通り

表-4 もめ及び目回りが現れた試験体(角材)の出現本数割合 (%)

被害形態	人吉市	菊池市	阿蘇郡 南小国町	上益城郡 矢部町	八代郡 泉村	平均
もめ	曲がり	16.7 (6)	0.0 (3)	0.0 (6)	0.0 (3)	0.0 (4)
	根返り	33.3 (6)	0.0 (4)	0.0 (5)	0.0 (2)	0.0 (4)
	残存	0.0 (6)	0.0 (3)	0.0 (6)	0.0 (3)	0.0 (2)
	平均	16.7 (18)	0.0 (10)	0.0 (17)	0.0 (8)	0.0 (10)
目回り	曲がり	0.0 (6)	33.3 (3)	33.3 (6)	66.6 (3)	75.0 (4)
	根返り	0.0 (6)	25.0 (4)	60.0 (5)	100.0 (2)	100.0 (4)
	残存	0.0 (6)	33.3 (3)	66.6 (6)	0.0 (3)	100.0 (2)
	平均	0.0 (18)	30.5 (10)	53.3 (17)	55.5 (8)	91.7 (10)

注) 目回りは両木口的一方だけに見られた場合も目回り本数とした。

表-6 人吉市の板もめの数と直径に対する板もめの深さの比

項目	位置	被害形態			平均
		曲がり	根返り	残存	
もめ数(本)	2番玉	0, 0	4, 0	0, 0	0.7
	1番玉	1, 4	0, 0	0, 0	0.8
	平均	1.3	1.0	0.0	0.8
もめ深さ(%)	1m当り	2.5	2.0	0.0	1.5
	2番玉	0, 0	23, 0	0, 0	3.8
	1番玉	33, 17	0, 0	0, 0	8.3
平均	12.5	5.8	0.0	6.1	

注) 供試木は各被害形態に2本。

1991年台風19号によるスギ風倒木の材質調査

— スギ品種における欠点発生について —

大分県林業試験場 緑 政美・城井 秀幸
芦原 義伸

1. はじめに

9月29日、大分県地方を襲った台風19号は、各地に未曾有の被害をもたらした。中でも大分県西部、北部の森林被害は収穫期に達した壮齢林に被害が集中し、その被害面積は約22,000ha、被害額496億円と莫大なものとなった。被害を受けた材の表面等にモメ^{2,3)}、白色斑⁴⁾等の欠点が発生していることが明らかにされているが、スギ品種別における発生状況を調査したのでその結果を報告する。なお、調査に際して熊本大学教育学部大迫靖雄教授をはじめ多くの方々にご指導を賜った。ここに謝意を表する。

2. 調査地の概況及び調査方法

(1) 調査地の概況

調査供試木は日田市大字有田寺原の当場内及び日田郡天瀬町大字桜竹の試験地より採取した。地形はいずれも平坦地であり、立木密度は当場内1,230~2,400本/ha、天瀬試験地1,600本/haであった。採取にあたっては、被害型を図-1に示すように5つのタイプに分類し、それぞれの被害タイプから1~5本の供試木を選定し(表-1試験木の概要)、それらより材長3mの丸太を採取するとともに、丸太の木口に風向を記した。

(2) 調査方法

① 丸太表面におけるモメ

表-1に示した各被害タイプの供試木を水圧バーカにより剥皮後、元口より50cmの等間隔に区分し、モメの長さ、個数を測定した。

② 柾目板におけるモメ・白色斑

被害タイプごと、品種ごとに各1本を任意に抽出し、図-2に示すように各丸太より板厚2.2cmの柾目に製材し、得られた板材を鉋削後(板厚2.0cm)、材面に現れたモメ、白色斑等の欠点を測定した。

3. 結果

① 丸太表面におけるモメ

モメの発生は、アヤスギ、ヤブクグリには明確に現れなかったが、その他の品種においては、モメは風上側より風下側により多く出現し、折損部位を中心に上下3m程に集中していた。特に折損の被害が多かったクモトオシ、ヒノデ、ウラセバルに多く出現し、丸太表面におけるモメの出現個数の割合は図-3に示すようにヒノデが最も多く、ついでウラセバル、クモトオシ、アヤスギ、ヤブクグリの順となった。供試体別にみるとヒノデの供試木No.1の3番玉が137個/m²と最高位を示した。また、丸太表面(3m材)におけるモメの出現延長割合(モメ密度)は、ウラセバル164cm/m²、ヒノデ154cm/m²、クモトオシ127cm/m²、ヤブクグリ、アヤスギの順となった。また、供試体別では、ヒノデNo.4の4玉目が370cm/m²で最高であった。(図-4)

② 柾目板におけるモメ・白色斑

白色斑は図-5に示すように、樹幹上部あるいは節の周辺に多く、アヤスギ、ヤブクグリ、ヒノデ、ウラセバル、クモトオシの順に多く出現した。また、材表面に占める割合は、アヤスギ倒伏木の2番玉風下側で最大の11%となった。全柾目板について風上側、風下側での比較は、風下側で1.42倍の出現であった。

次に白色斑の板幅に対する深さの比較では、全供試木ともに深いものが風下側に出現し、アヤスギ倒伏木49%(8.8cm)、ヤブクグリ幹曲り木50%(8.1cm)、クモトオシ35%(7.5cm)、ヒノデ45%(5.3cm)、ウラセバル33%(4.6cm)であった。なお柾目板におけるモメはアヤスギ、ヤブクグリには出現せず、ウラセバル、クモトオシ、ヒノデに出現した。

4. 考察

モメの発生は折損型被害を受けた早生系の品種(ウラセバル、クモトオシ、ヒノデ)に多く発生する傾向が見られ、また、密度的にも倒伏型被害を受けたアヤ

スギ、ヤブクグリ等の晩生系の品種に比べ約10倍程度の発生が見られた。また、白色斑はアヤスギ、ヤブクグリ等の晩生系の品種に発生しやすいと考えられる。これらは、品種の特性や風圧の受圧面積の違いによる影響があるためと考えられる。なおモメ、白色斑の状況を見ると白色斑はモメに移行する前段階であると思われるが、今後詳細な研究が必要である。

参考文献

- (1) 飯田信男ほか：林産試月報5, 1~8, 1982
- (2) 井阪三郎：林試研報111, 183~192, 1959
- (3) 宮島 寛：北大演報20-1, 197~208, 1982

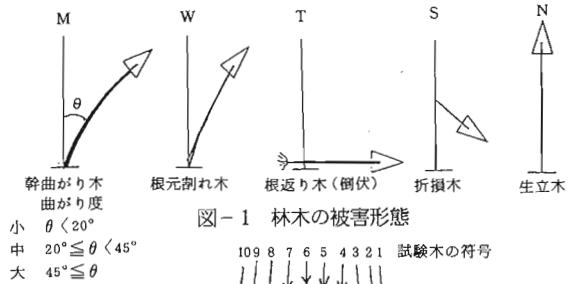


図-1 林木の被害形態

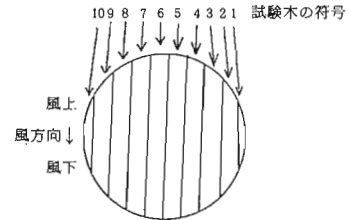


図-2 柱目板木取り図

表-1 試験木の概要

採伐年度	風害状況	樹種	林齢	樹高(m)	直径(cm)	材積(m³)	幹直径(cm)	含水率	備考
A-M-1	幹曲り	アヤスギ	20	12.90	6.50	155	18	0.179	178-153
A-M-2				14.10	8.00	180	19	0.206	131-153
A-M-3				14.20	5.10	130	17	0.185	114-138
A-M-4				13.85	7.56	180	15	0.128	127-176
A-M-5				12.20	8.75	135	17	0.205	108-159
A-T-1	倒伏	アヤスギ	20	15.28	6.30	250	19	0.218	150-159
A-T-2				15.25	8.48	210	19	0.219	124-155
A-T-3				14.90	8.57	200	18	0.191	115-152
A-T-4				15.10	8.89	285	18	0.195	114-138
A-T-5				15.15	8.75	170	17	0.176	122-122
A-W-1	根元割れ	アヤスギ	20	16.50	9.75	210	20	0.216	118-155
A-W-2				14.67	6.28	165	20	0.229	124-141
A-W-3				14.40	8.40	160	18	0.166	122-126
A-W-4				14.30	8.35	185	19	0.212	110-131
A-W-5				15.95	10.20	180	19	0.223	118-127
A-Y-1	生立木	アヤスギ	20	16.20	9.00	180	19	0.194	115-132
A-Y-2				15.40	8.14	210	19	0.219	127-150
A-Y-3				15.10	8.05	175	18	0.190	122-149
A-Y-4				15.26	8.05	215	22	0.239	128-150
A-Y-5				14.82	7.20	150	18	0.191	131-144
A-Y-6				14.52	8.02	195	17	0.172	123-123
A-Y-7	倒伏	ヤブクグリ	23	11.50	11.40	170	20	0.202	136-140
A-Y-8				17.90	10.50	170	20	0.201	142-149
A-Y-9				17.70	10.83	280	22	0.230	122-153
A-Y-10				16.54	11.00	160	18	0.214	139-142
A-Y-11				16.90	11.40	165	18	0.212	122-146
K-S-1	折損	クモトオシ	21	18.05	7.43	280	24	0.463	76-180
K-S-2				20.45	4.30	290	28	0.594	57-133
K-S-3				18.43	7.53	350	27	0.500	72-187
K-S-4				18.20	6.30	285	21	0.423	75-168
K-S-5				18.58	5.74	360	30	0.645	82-185
H-S-1	折損	ヒノデ	23	18.10	8.50	280	26	0.524	81-172
H-S-2				18.70	7.35	240	30	0.547	70-174
H-S-3				17.30	6.75	155	24	0.378	56-179
H-S-4				18.49	7.15	140	30	0.556	85-183
H-S-5				18.84	8.24	215	24	0.368	37-156
U-S-1	折損	ウラセバル	23	18.95	4.00	185	23	0.343	81-182
U-S-2				15.17	5.37	22	22	0.286	58-172
U-S-3				18.17	7.80	210	24	0.353	82-174
U-S-4				15.85	11.90	320	24	0.246	51-170
U-S-5				15.52	8.12	170	22	0.388	

注) A...アヤスギ Y...ヤブクグリ K...クモトオシ H...ヒノデ U...ウラセバル
M...幹曲り T...倒伏 W...根元割れ S...折損 N...生立木
c.s.、試験体番号の末尾の数字は各タイプの試験体番号を示す。

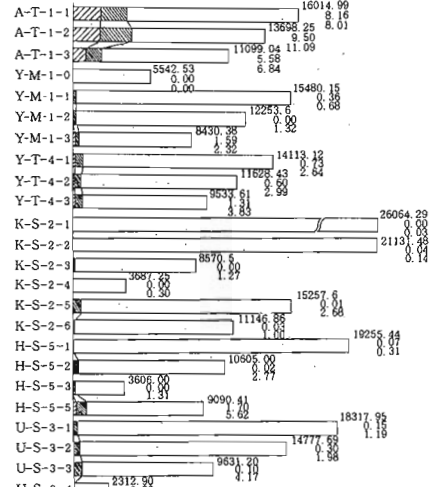


図-5 柱目板における白色斑の出現状況

材表面積 cm^2
 風上側占有率 $\%$
 風下側占有率 $\%$

$$\% \text{ 占有率} (\%) = \frac{\text{供試体表面における白色斑面積}}{\text{供試体の表面積}} \times 100$$

 注) グラフ左にある試験体番号の末尾の数字はその個体の玉番号を示す。(なお、折損等の理由により材長は一律ではない)

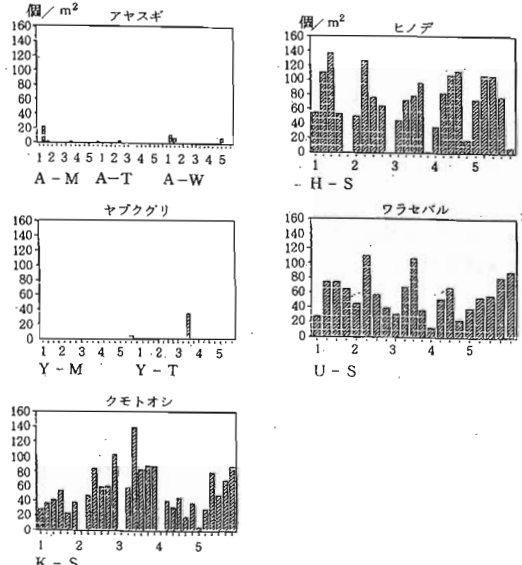


図-3 丸太におけるモメの出現頻度

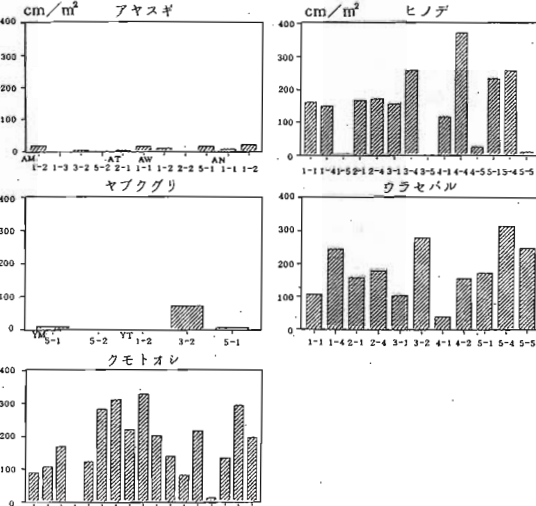


図-4 丸太におけるモメ密度

スギ、ヒノキの力学的性質におよぼすもめの影響について

九州大学農学部 松村 順司・小田 一幸
堤 壽一

1. 緒言

台風19号のような強大な風圧力を繰り返し受けつづけた林分では、樹幹が曲げ荷重を受けるため、樹幹の折損、湾曲、倒伏などの被害が見られる。このような被害木の樹幹には、巨視的にも微視的にも、もめが広範囲にわたって観察される。また、一見正常に見える残存立木も、同様の風圧力を受けているため、材内には上に述べた欠点を生じているものもある。従って、このような欠点を持つ木材を利用するとき、欠点が木材の力学的性質におよぼす影響を把握することが重要である。

以上のような背景を踏まえて、木材の力学的性質におよぼすもめの影響を明らかにすることを目的に、台風19号の被害を受けたスギ、ヒノキを対象にして、もめ発生側ともめが認められない反対側で、縦圧縮試験と曲げ試験を行い、比較、検討を行った。

2. 実験

(1) 試験木の概要

試験木は台風被害を著しく受けたスギ、ヒノキ林分において、顕著なもめが認められた残存立木である。なお、ヒノキは大分県湯布院町の九州林産(株)社有林五馬山林(54年生)から、スギ(実生)は福岡県嘉穂町の民有林(35年生)から伐倒された。

(2) もめの観察

試験木の木部最外層において、もめの接線方向の長さとも部最外層から内部への放射方向の深さを測定した。また、肉眼的にもめが認められない部位から顕微鏡観察用の試料を切り出し、走査型電子顕微鏡を用いて損傷の有無を観察した。

(3) 曲げ試験

一般に、もめは樹幹の片側に集中して発生しているため、樹幹をもめ発生側(もめ側)と反対側に分けた。それぞれの木部外周部位から次の3種類のヒノキの曲げ試験片(放射方向に幅2.3cm、接線方向に厚さ1.4cm、

軸方向に長さ26cm)をつくり、生材状態で中央集中荷重による曲げ試験を行った。

A: 反対側の無欠点試験片

B: 曲げ試験片の中央部(荷重点)に、もめが存在する試験片

C: 曲げ試験片の任意の位置に、もめが存在する試験片

(4) 縦圧縮試験

曲げ試験と同様に、樹幹をもめ側と反対側に分け、それぞれの木部外周部位から次の3種類の縦圧縮試験片(ヒノキ:断面2.3cm×1.4cm、長さ6cm、スギ:断面2cm×2cm、長さ6cm)をつくった。そして、曲げ試験と同様に生材状態で縦圧縮試験を行った。

A: 反対側の無欠点試験片

B: 肉眼的に確認できるもめを持つ試験片

C: もめ側で肉眼的にもめが認められない部位から得た試験片

3. 結果と考察

(1) 樹幹内のもめの発生状況

図1にヒノキ、図2にスギの樹幹木部最外周部長に占めるもめ発生部域の割合、および木部最外周部からのもめの深さの一例を、樹幹方向の推移として示している。2つの図より、もめは樹高の約2/3の高さまで分布し、発生の程度は樹高の1/4~1/3付近で最大値を示した。また、もめ側で肉眼的にもめが認められない部位ともめ側の反対側で顕微鏡観察を行った結果、もめ側では仮道管壁に、“しわ”が観察された(図3)。他方、反対側では明らかな損傷を見いだせなかった。すなわち、もめ側では肉眼的に認められるもめに加えて、顕微鏡レベルの損傷(“しわ”)が広範囲にわたって存在することが確認された。

(2) 曲げヤング率と曲げ強さ

表1には試験片のタイプ別にヒノキの曲げ試験結果が示されている。表1より、反対側Aの値に対するもめ側B、Cの平均値の低下は、曲げヤング率で58%と35

%, 曲げ強さで28%と8%を示した。すなわち, もめの存在は曲げ強さよりも曲げヤング率に著しい影響を与えることが認められた。また, 曲げヤング率と曲げ強さの両方で, 反対側Aよりもめ側B, Cで変動係数が大きい, これはもめ側Bではもめの程度, もめ側Cではもめの程度に加えてもめの位置が関与していることを示している。さらに, もめ側Cよりもめ側Bで平均値が小さいことから, 荷重点付近のもめの存在が曲げヤング率や曲げ強さに著しく影響することが認められた。

(3) 縦圧縮ヤング率と縦圧縮強さ

表2にヒノキ, 表3にはスギの縦圧縮試験結果を試験片のタイプ別に示している。比重を1としたときの圧縮ヤング率(比ヤング率)と圧縮強さ(比圧縮強さ)を反対側ともめ側で比較すると, ヒノキでは反対側Aの値に対するもめ側B, Cの平均値の低下は, 比ヤング率で55%と10%, 比圧縮強さで15%と6%を示した。一方, スギでは比ヤング率で36%と21%, 比圧縮強さで9%と14%を示した。

以上の結果から, 曲げ試験の結果と同様に, もめは強さよりもヤング率に大きく影響することが認められた。さらに, もめ側で肉眼的にもめが認められないCの試験片, すなわち顕微鏡的に“しわ”が認められた試験片でも反対側に比べてヤング率は低下しており, 肉眼的に認められるもめに加えて顕微鏡レベルでの“しわ”も木材の力学的性質に大きく関与することが認められた。

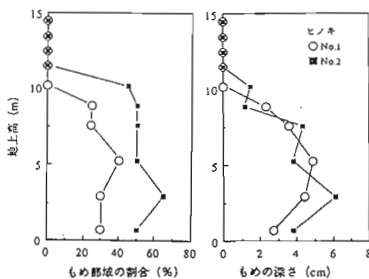


図-1 ヒノキ樹幹の木部最外周囲長に占めるもめ発生領域の割合と木部最外周部からのもめの深さ

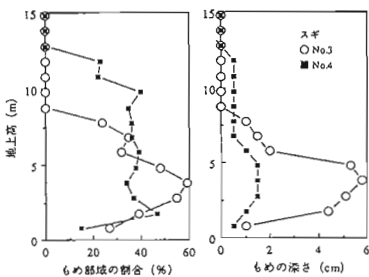


図-2 スギ樹幹の木部最外周囲長に占めるもめ発生領域の割合と木部最外周部からのもめの深さ

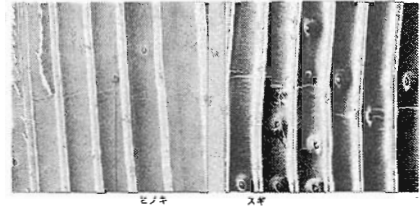


図-3 もめ側で“正常”に見える部位に観察される“しわ”

表-1 ヒノキ曲げ試験結果

	A (n=22)					B (n=6)					C (n=31)				
	r	Eb	Eb/r	Ok	Ok/r	r	Eb	Eb/r	Ok	Ok/r	r	Eb	Eb/r	Ok	Ok/r
Mean	0.39	115	296	567	1453	0.40	48	121	406	1017	0.39	75	192	522	1338
Min.	0.36	78	203	488	1332	0.38	30	79	201	528	0.37	13	34	149	393
Max.	0.43	143	370	631	1567	0.45	75	188	527	1319	0.43	130	346	649	1595
S.D.	0.02	16	45	41	67	0.03	16	42	118	273	0.02	31	78	140	348
C.V.	6	14	15	7	5	7	33	34	29	27	4	41	40	27	26

表-2 ヒノキ圧縮試験結果

	A (n=21)					B (n=10)					C (n=20)				
	r	Ec	Ec/r	Ok	Ok/r	r	Ec	Ec/r	Ok	Ok/r	r	Ec	Ec/r	Ok	Ok/r
Mean	0.40	100	256	205	516	0.36	42	116	157	438	0.36	82	230	173	485
Min.	0.36	55	133	177	446	0.35	5	13	122	339	0.35	58	161	160	440
Max.	0.43	130	350	235	552	0.37	74	208	173	480	0.38	128	357	185	508
S.D.	0.03	21	70	25	31	0.01	21	58	18	48	0.01	15	42	7	20
C.V.	7	21	27	12	6	2	50	50	11	11	2	18	18	4	4

表-3 スギ圧縮試験結果

	A (n=81)					B (n=69)					C (n=37)				
	r	Ec	Ec/r	Ok	Ok/r	r	Ec	Ec/r	Ok	Ok/r	r	Ec	Ec/r	Ok	Ok/r
Mean	0.35	99	278	243	686	0.35	63	178	220	623	0.33	73	219	196	590
Min.	0.33	45	130	210	584	0.33	19	51	156	419	0.31	21	66	160	524
Max.	0.39	140	398	281	769	0.38	112	324	254	690	0.36	134	413	231	653
S.D.	0.01	18	65	18	45	0.01	20	55	17	42	0.02	27	77	19	34
C.V.	3	24	23	7	7	4	31	30	8	7	5	37	35	10	6

r: 容積密度 (g/cm³) Eb: 曲げヤング率 (×10⁴kgf/cm²) Ok: 曲げ強さ (kgf/cm²)
 Ec: 縦圧縮ヤング率 (×10⁴kgf/cm²) Ok: 縦圧縮強さ (kgf/cm²) n: 試験片数
 S.D.: 標準偏差 C.V.: 変動係数(%)

4. 結論

台風19号の被害を受けたスギ, ヒノキの残存立木を対象に, もめの観察および曲げ試験と縦圧縮試験を行った結果, 次の成果を得た。

1) 多くの場合, 肉眼的に認められるもめは樹幹の片側に集中して発生し, 樹高の約2/3の高さまで分布していた。また, もめの程度は樹高の約1/4~1/3で著しかった。さらに, もめ側では肉眼的にもめが認められない部位でも顕微鏡レベルで仮道管壁に“しわ”が存在することが確認された。

2) もめおよび顕微鏡レベルでの“しわ”の存在は曲げヤング率や縦圧縮ヤング率を著しく低下させることが実験的に明らかになった。他方, 圧縮強さへのもめの影響は顕著ではないが, 曲げ強さへの影響は大きいことが認められた。また, もめを含む材に曲げ荷重が加わるとき, もめの程度に加えてもめの位置が著しい影響を与えることを認めた。

謝辞

この研究を進行する上で, 試験木を提供して頂いた九州林産株式会社深く感謝の意を表する。

台風19号（平成3年）によるスギ被害木の材質について（Ⅱ）

— 針葉樹構造用製材の日本農林規格でみた強度性能 —

熊本県林業研究指導所 坂下 一則・前田 建彦
 熊本県阿蘇事務所 池田 元吉

1. はじめに

台風被害木は、強風により生じたもめや目回りなどの欠点によって強度性能が低下していることが考えられる。そこで、被害木から制作した試験体の曲げ試験を行い、構造用製材として利用する場合、支障がないかどうかを「針葉樹の構造用製材の日本農林規格」における曲げヤング係数による強度等級区分毎に無被害木（正角）の試験結果と比較し、検討した。また、動的ヤング係数による強度等級区分が可能かどうかについても検討した。なお、供試試験体（正角、平角）は第1報¹⁾を参照されたい。

2. 試験の方法

(1) 動的ヤング係数の測定

曲げ試験を行う直前に(A & D社製サウンドアナライザーにより基本振動周波数を測定し、次式により動的ヤング係数（以下Edと言う）を算出した。

$$E_d = 4L^2 f^2 \rho / g$$

ただし、L：試験体の長さ（cm）

f：基本振動周波数（Hz）

ρ ：密度（g/cm³）

g：重力の加速度（980cm/s²）

(2) 曲げ試験

曲げ試験前に試験体（角材）のもめと目回りを目視により調査した（第1報を参照）。

支点間距離270cmの3等分点4点荷重として、静的曲げヤング係数（以下Etと言う）と曲げ強度（以下MORと言う）を測定した。また、試験体に対する加力方向は、加力面に対して台風時の風上側が上、横又は下となるようにした。

曲げ試験終了後、両木口面より40cm付近から含水率測定用の試験片を採取し、全乾法により含水率を算出した。その結果、試験体含水率は15～35%とばらつきがあったので、同一条件で比較するために、EtとMORは、米国材料試験協会（ASTM）基準D2915式により含水率15%時に換算した。

なお、無被害木のデータ^{2), 3), 4)}はスギ4品種、238本の心持ち正角材の曲げ試験結果である。

3. 結果と考察

(1) 曲げ試験結果

ヤング係数による強度等級毎の試料数、MORの信頼限界95%統計的下限值と梁背を表-1に示す。被害木の種類はもめと目回りのあるもの、もめのあるもの、目回りのあるもの、欠点の無いものの4種類にした。MORの信頼限界95%統計的下限値は、無被害木、被害木ともに建築基準法施行令の材料強度、225kgf/cm²を上回った。

ヤング係数による強度等級毎のMORの分布状態を図-1に示す。E50からE110の各等級において、被害木と無被害木との間にMORの統計的な差は認められな

表-1 静的曲げヤング係数による強度等級毎の試料数、MORの信頼限界95%統計的下限值と梁背の平均値
 （単位、TL：kgf/cm²、梁背：mm）

区分	等外			E50			E70			E90			E110			合計		
	n	TL	梁背	n	TL	梁背	n	TL	梁背	n	TL	梁背	n	TL	梁背	n	TL	梁背
無被害木	4	286	105	90	289	105	89	349	105	43	414	105	12	469	105	238	287	105
被害木																		
もめ、目回り有り				1		105	4	420	114	5	404	111	1		101	11	402	111
もめ有り							4	446	110	5	439	126	8	507	146	17	470	131
目回り有り				3	400	106	6	330	107	5	420	108				14	362	107
欠点無し				9	390	114	9	447	114	2	492	131				20	379	116

注) n：試料数、TL：信頼限界95%統計的下限值

Kazunori SAKASITA, Takehiko MAEDA (For. Res. and Instruc. Sth. of Kumamoto Pref., Kumamoto 860) and Motoyoshi IKEDA (Aso Br. of Kumamoto Pref., Kumamoto 869-26)
 Quality of sugi damaged by typhoon No.19(1991)(Ⅱ) Mechanical properties of sawn lumbars according to JAS for structural softwood lumber

った。

また、被害木の試験体(角材)のもめは、3本しか認められなかったことから、大部分のもめが製材により取り除かれ、強度性能に及ぼす影響は少なかったと思われる。

木口面に現れた目回りも、強度性能を低下させる要因となっていないと思われる。

ただし比例応力/MORが無被害木では0.5~0.6であった^{2, 3, 4)}のに対して、表-2に示すように、被害木では0.2~0.7、平均で0.42と小さかった。また比例応力域を過ぎて更に弾性変形を示し、2つめの比例応力域と思われる変形を示した試験体があったことなどから、たわみが重要な因子となる部材への使用については注意が必要である。

(2) Edによる強度等級区分について

被害木におけるEdとEtとの関係を図-2に示す。両者の相関は高く、Edによる強度等級区分が可能である事を示している。

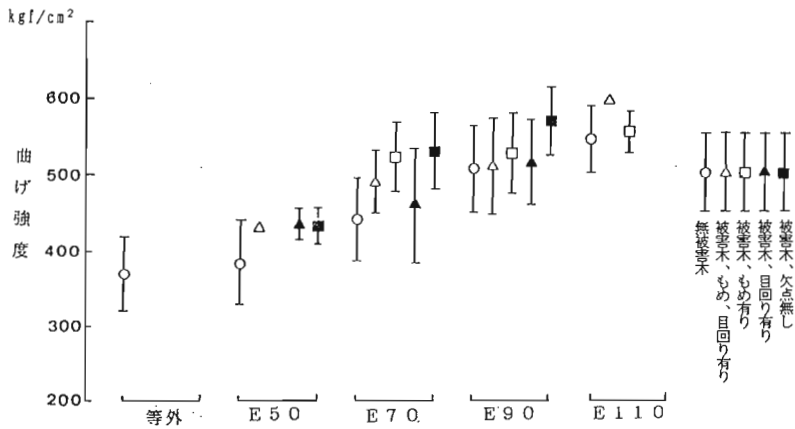


図-1 ヤング係数による強度等級毎のMORの分布状態

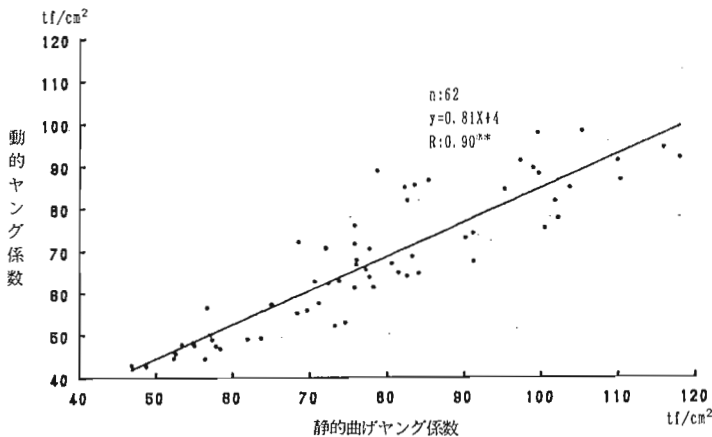


図-2 被害木における動的ヤング係数と静的曲げヤング係数との関係

4. おわりに

今回試験に用いた丸太は、台風被害木と言っても、外見上、無被害木と見分けのつかない程度のものであった。このような被害木を正角あるいは平角に製材した場合、大部分のもめは製材により取り除かれるため、もめが強度性能に及ぼす影響は少ないと思われる。また、目回りも強度性能を低下させる要因とは認められなかった。さらに、Edによる強度等級区分も可能であることから、たわみが重要な因子となる部材への使用について注意すれば、構造用製材としての使用は可能であると思われる。

引用文献

- 1) 前田健彦ほか：日林九支研論，46，1993
- 2) 池田元吉：日林九支研論，41，239~240，1988
- 3) 池田元吉：日林九支研論，42，267~268，1989
- 4) 池田元吉：日林九支研論，43，231~232，1990

表-2 被害木の曲げ試験において比例限が2つと、1つ現れるものとの比較

比例限の数	平均 最少-最大	
	1	2
試験体数	40	22
MOR (kgf/cm ²)	494 353-620	511 396-609
Pp1/MOR (%)	42 16-64	28 17-40
Pp2/MOR (%)		49 32-64
MOE1 (tf/cm ²)	77.4 48.8-110.3	80.2 46.9-118.0
MOE2 (tf/cm ²)		73.5 42.0-105.3

注) 表中、Pp1とは比例限荷重の1つ目、Pp2とは同じく2つ目、MOE1とはPp1から算出した曲げヤング係数、MOE2とはPp2から算出した曲げヤング係数

1991年台風19号によるスギ風倒木の材質調査

— スギ品種における強度性能 —

大分県林業試験場 緑 政美・城井 秀幸
芦原 義伸

1. はじめに

台風19号により被害を受け、モメ、白色斑等の欠点を有するスギ材の強度性能を調査し、利用上支障があるか否か明らかにするため試験¹⁾を行ったので報告する。試験にあたっては、熊本大学教育学部大迫靖雄教授をはじめ多くの方々にご指導を賜わった。ここに謝意を表する。

2. 試験方法

前報²⁾で調査した試験木を用いて、被害タイプごと、品種ごとに各3本を供試木(丸太本数77本)とし、10.5、9.0、8.0cm角の心持ち材を図-1の木取り方法で製材した。これらの材について、生材の状態でも試験機(容量10t)を用いて3等分4点荷重方式(スパン270cm)により荷重方向を風上側、風下側の2方向として曲げヤング係数の測定を行った。また、同材を蒸気式乾燥機で14日間乾燥を行ない、含水率15~25%に調整し1日間養生した後、再度3等分4点荷重方式(スパン210~270cm)で荷重方向(風上、風下側)別による曲げヤング係数の測定、及び風上側からの荷重による曲げ破壊試験(ASTM D2915により含水率20%へ補正)を行なった。

3. 結果

(1) 生材における曲げ試験

曲げヤング係数は荷重方向別にみると、全体的に風上側からの方が強い傾向を示しているが、アヤスギ、ヤブクグリ、ヒノデでは、一部の供試体を除いて、風上、風下側の間では差は顕著ではなかった。また、クモトオシはどれも顕著な差はなく、ウラセバルでは風上側が風下側より高い値を示し最高で25.9%の値を示すものがあった(表-1)。

(2) 乾燥材における曲げ試験

(1)での正角材を乾燥した後の曲げヤング係数においては、風上側、風下側の間には顕著な差は認められな

かった。また、品種別、被害形態別の最大、平均、最小値は、表-2に示すとおりアヤスギ、ヤブクグリでは健全木³⁾と値がほとんど変らなかつたが、ヒノデ、ウラセバルについては、健全木に比べて低い値をとるものが多かった⁴⁾。しかし、針葉樹の構造用製材の日本農林規格の中にある機械等級区分に定められている、曲げヤング係数E50の範囲にはいるものがあったが、各品種においてE50を下回るものもあった。また、曲げ破壊係数の品種別、被害形態別の最大、平均、最小値は、表-3に示すとおりであった。これらは健全木の実大曲げ試験結果と比較して、アヤスギ、ヤブクグリでは健全木とほとんど変りなく、ヒノデ(最高37%減)及びウラセバル(最高34.1%減)では、全供試木ともに健全木を下回った。(クモトオシについては比較材料がないので除く)しかし、図-2のようにほとんどの供試体が、建築基準法施行令で定める材料強度225kgf/cm²を上回っていたが、ヒノデ、ウラセバルに若干下回るものもあった。

4. 考察

今回の調査の結果、大部分の供試体では、利用上特に問題がないと考えられるが、曲げヤング係数及び曲げ破壊係数(建築基準法施行令で定める材料強度)の基準を下回る供試体について、その原因がモメに基因するものか否かについては明確な相関は認められなかった。このことは、モメ材の大部分が製材時に端材として取り去られモメ密度が低く、また、モメ部分が荷重点付近に少ないものがあったため、強度に顕著な影響を及ぼすに至らなかったものと考えられる。なお、強度を下回る原因については、各品種の特性や、正角材を木取る際の未成熟材の含まれ方の影響が大きかったものと考えられる。

今回の研究では、モメの深さや密度の大きな供試体に対しての試験がなされてないので今後の究明がまたれる。

参考文献

- (1) 後藤康次ほか：日林九支研論，41，241～242，1988
- (2) 飯田信男ほか：林産試月報，5，1～8，1982
- (3) 緑政美ほか：日林九支研論，46，1993，投稿中
- (4) 津島俊治：日林九支研論，41，245～246，1988

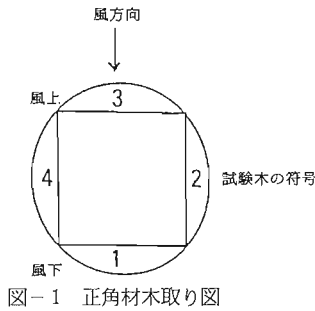


図-1 正角材木取り図

表-1 生正角材のヤング係数

試験体番号	風 下			風 上		
	最大	平均	最小	最大	平均	最小
A-M-1	54.7	50.06	45.8	53.9	49.23	43.3
A-M-3	51.8	44.06	29.9	52.0	44.60	30.3
A-M-5	53.7	50.13	46.4	57.3	50.66	45.1
A-T-3	45.9	39.93	31.7	45.7	40.06	31.5
A-T-4	48.9	40.90	31.8	48.7	41.33	30.6
A-T-5	45.5	40.66	37.9	44.5	40.33	37.7
A-W-3	52.9	46.43	40.1	52.3	46.00	40.1
A-W-4	-	35.10	-	-	37.40	-
A-W-5	60.7	45.56	31.2	63.1	46.33	29.0
A-N-1	60.3	53.63	44.4	60.6	53.83	44.5
Y-M-2	61.2	52.93	40.5	64.8	53.66	40.5
Y-M-3	61.7	52.23	39.4	62.8	53.50	39.4
Y-M-4	50.4	40.35	30.3	56.4	43.45	30.5
Y-T-1	63.8	46.76	30.8	60.6	46.10	30.8
Y-T-3	71.2	53.25	26.5	73.9	54.47	27.6
Y-T-5	67.6	47.70	28.4	70.5	49.46	27.6
K-S-1	71.4	62.40	46.5	75.0	62.10	46.8
K-S-4	72.1	57.02	41.4	71.4	56.55	44.0
K-S-5	79.1	61.47	42.9	74.4	63.17	44.2
H-S-1	49.5	41.06	28.5	54.4	42.03	28.7
H-S-3	62.4	52.20	36.5	64.2	53.36	36.4
H-S-4	51.8	43.13	30.9	54.1	44.90	31.4
U-S-2	51.2	44.90	36.6	56.6	49.10	36.6
U-S-4	52.4	42.70	33.0	53.1	42.55	32.0
U-S-5	47.5	44.20	42.2	49.8	53.43	41.8

注) A…アヤスギ Y…ヤブクグリ K…クモトオシ H…ヒノデ U…ウラセバル
M…幹曲り T…倒伏 W…根元割れ S…折損 N…生立木
なお、試験体番号の末尾の数字は各タイプの個体番号を示す。

表-2 実大材の曲げヤング係数

品 種	被害形態	曲げヤング係数(tf/cm ²)		
		最大値	平均値	最小値
アヤスギ	幹曲り	57.29	49.82	34.23
	倒 伏	48.01	40.45	32.08
	根元割れ	60.25	45.99	33.18
	生立木	60.88	55.04	46.71
ヤブクグリ	幹曲り	64.20	53.77	40.75
	倒 伏	76.70	52.33	22.97
クモトオシ	折 損	89.10	63.85	31.92
ヒノデ	折 損	64.49	47.31	21.17
ウラセバル	折 損	62.72	49.72	23.59

健全木の実大材曲げ試験結果

大分県林業試験場		
品 種	林 齢 (年)	曲げヤング係数 (tf/cm ²)
アヤスギ	18	33~67
ヤブクグリ	22~23	21~53
ヒノデ	25~30	57~61
ウラセバル	25~30	67~70

表-3 実大材の曲げ破壊係数

品 種	被害形態	曲げ破壊係数(kgf/cm ²)		
		最大値	平均値	最小値
アヤスギ	幹曲り	435.79	407.81	342.47
	倒 伏	384.71	341.50	287.16
	根元割れ	461.41	382.86	330.73
	生立木	427.12	411.33	380.12
ヤブクグリ	幹曲り	400.58	353.72	315.73
	倒 伏	434.33	360.68	303.51
クモトオシ	折 損	360.46	305.54	225.46
ヒノデ	折 損	329.11	284.24	216.89
ウラセバル	折 損	280.96	242.02	186.56

健全木の実大材曲げ試験結果

大分県林業試験場		
品 種	林 齢 (年)	曲げ破壊係数 (kgf/cm ²)
アヤスギ	18	365~637
ヤブクグリ	22~23	244~491
ヒノデ	25~30	344
ウラセバル	25~30	283~378

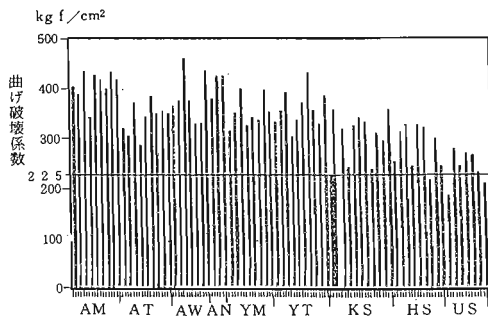


図-2 実大材の曲げ破壊係数