



岐阜大学機関リポジトリ

Gifu University Institutional Repository

樹冠構造がスギ・ヒノキ個体の風倒抵抗性に及ぼす影響

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2017-01-04 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 喜多川, 権士 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12099/54100

氏 名 (本 国 籍)	喜多川 権士 (岐阜県)
学 位 の 種 類	博士 (農学)
学 位 記 番 号	農博甲第 6 4 8 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 2 7 年 1 2 月 2 5 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 3 条第 1 項該当
研 究 科 及 び 専 攻	連合農学研究科 生物環境科学専攻
研究指導を受けた大学	静岡大学
学 位 論 文 題 目	樹冠構造がスギ・ヒノキ個体の風倒抵抗性に及ぼす 影響 (Effect of Crown Structure on the Resistance against Windthrow in <i>Cryptomeria japonica</i> and <i>Chamaecyparis obtusa</i> Stands)
審 査 委 員 会	主査 静岡大学 教授 土 屋 智 副査 静岡大学 教授 水 永 博 己 副査 岐阜大学 教授 栗 屋 善 雄 副査 静岡大学 准教授 檜 本 正 明

論 文 の 内 容 の 要 旨

本研究は風害リスク評価と樹木の葉分布構造をリンクして個体レベルの風害抵抗性評価をしようとしたものである。近年の、気候変動の影響を受けて森林の風害リスクの高まりが懸念され、風害抵抗力の高い森林づくりが求められている。第 1 章では森林風害研究をレビューし、個体レベルでの風害リスク評価に課題の多いことを指摘した。森林風害に関する統計解析的研究は多いものの、事象の複雑性・多様性に起因して、森林属性と耐風性の関係について統一的な理解は進んでいない。さらに近年発達した風害力学モデルでも個体レベルの特徴を反映したモデルになっていない。著者は、個体の葉分布構造が森林の生育履歴を反映し、また風害力学に関する多くのパラメータが着葉分布に直接・間接に関わっていることに注目して、樹冠構造と森林の風害抵抗性を関連付けることを着想した。そこで樹冠構造と森林の風害抵抗性について帰納的アプローチと力学的アプローチから解析を試みた。

第 2 章では、2009 年 10 月に発生した台風 0918 号による被害林を対象として、被害イベント時の樹冠上部における風の挙動を記録した。また風害被害木と被害木の周囲に分布する無被害木のアロメトリー関係を比較した。従来用いられていた樹幹サイズや形状比などの気象害抵抗性指標には有意な違いがみられなかったのに対し、幹直径に対する樹冠サイズの比については被害木が有意に大きかったことを明らかにした。

また樹冠因子を用いたアロメトリー関係の有効性を力学モデルによっても検証した。

第3章では、樹種、樹齢、試験地・樹幹揺動回数・土壌への散水量が樹木の耐根返り転倒モーメントに及ぼす影響を調べた。耐転倒モーメントの予測モデルとして樹重とともに樹幹揺動回数と散水量を変数としたモデルが選択された。ヒノキにおいては樹幹揺動回数と散水量は最大転倒モーメントを低下させる方向に作用したが、台風の特徴である短期間の強度降雨と樹幹揺動が森林内の被害率に及ぼす影響は軽微であることを予測した。

第4章では樹木の抗力係数と葉分布パターンについて解析した。成木の樹冠の抗力パラメータに関連する測定例は、世界でも数例にすぎず著しくデータ不足の状態にあった。著者は樹木の抗力係数について、着葉分布に関連づけて曳航風洞実験とレーザ葉分布計測および動態画像を組み合わせで解析を行った。ヒノキの場合、風速 10ms^{-1} の抗力係数 $C_d(10)$ には側方葉面積指数が正に、抗力係数の減衰係数にはクランピング指標が負に作用した。スギの場合、 $C_d(10)$ にはクランピング指標が負に、減衰係数には側方葉面積指数とクランピング指標がそれぞれ負と正に作用する結果を示した。このような樹種間の関係の違いは、それぞれの樹種の枝や葉の柔軟性の違いに起因するものであると考察した。樹冠内の孔隙を含めない動的樹冠投影面積を代表面積とした場合の抗力係数を側方葉面積指数とクランピング指標から成るモデルから予測した。この予測値は動画により得られた強風時の動的樹冠投影面積と抗力測定値から算出した実測値とほぼ等しく、モデルの妥当性が検証できた。葉面積指数とクランピング指標のシンプルな組み合わせにより抗力係数を推定できたことにより、樹冠構造と風害リスクのリンケージによって個々の森林や個体の属性に応じた風害リスク評価が可能となった。

審 査 結 果 の 要 旨

風害は我が国の森林気象災害の中で最も被害額の大きい災害であり、近年の気候変動の影響によって風害リスクはさらに高まる事が懸念されている。森林風害に関する統計解析的研究は多いものの、森林や山岳地の環境の多様さや風害要因の複雑さなどの理由によって森林構造と風害リスクに関する統一的な理解は進んでいない。一方で風倒発生メカニズムに基づき限界風速を推定する力学モデルの開発が進められてきたが、現状では個々の森林の状態を反映できるモデルとなっていない。すなわち統計的研究も力学モデルも風害リスクの低い森林構造の検出をするまでに至っていない。

著者は、個体の葉分布構造が森林の生育履歴を反映し、また風害力学に関する多くのパラメータが着葉分布に直接・間接に関わっていることに注目して、樹冠構造と森林の風害抵抗性に関連付けることを着想した。本学位論文は 1) 個体風害抵抗性の指標としての樹冠アロメトリーの有効性の帰納的検証、2) 降雨強度などを含めた多様な環境条件下での転倒抵抗性（根返り抵抗性）データの整理、3) 抗力パラメータの測定と葉分布構造を用いた予測モデルの構築 の三つに分けることができる。

2009 年 10 月に発生した台風 0918 号による被害林を対象として、被害イベント

時の樹冠上部における風の挙動を記録した。また風害被害木と被害木の周囲に分布する無被害木のアロメトリー関係を比較した。従来用いられていた樹幹サイズや形状比などの気象害抵抗性指標には有意な違いがみられなかったのに対し、幹直径に対する樹冠サイズの比については被害木が有意に大きかったことを明らかにした。また樹冠因子を用いたアロメトリー関係の有効性は力学モデルでも検証された。

樹種、樹齢、試験地・樹幹揺動回数・土壌への散水量が樹木の耐根返り転倒モーメントに及ぼす影響を調べた。耐転倒モーメントの予測モデルとして樹重とともに樹幹揺動回数と散水量を変数としたモデルが選択された。

樹木の抗力係数については測定例が数例にすぎず、著しくデータ不足の状態にあった。著者は樹木の抗力係数について、着葉分布に関連づけて曳航風洞実験とレーザ葉分布計測および動態画像を組み合わせることで解析を行った。ヒノキの場合、風速 10ms^{-1} の抗力係数 $C_d(10)$ には側方葉面積指数が正に、抗力係数の減衰係数にはクランピング指標が負に作用した。スギの場合、 $C_d(10)$ にはクランピング指標が負に、減衰係数には側方葉面積指数とクランピング指標がそれぞれ負と正に作用する結果を示した。このような樹種間の関係の違いは、それぞれの樹種の枝や葉の柔軟性の違いに起因するものであると考察した。さらに側方葉面積指数とクランピング指標を組み合わせた風害被害率の予測モデルを作成した。

本論文のユニークさは、風害リスク評価を樹木の葉分布パターンに結び付けて解明したことにより、この研究により個々の森林や個体の属性に応じた風害リスク評価が可能となった。また本研究で行われた成木樹冠の抗力係数や流線化現象の計測はアジア地域の樹木で初めての事例であり、貴重な情報を提供するものとなった。

以上について、審査委員全員一致で本論文が岐阜大学大学院連合農学研究科の学位論文として十分価値あるものと認めた。

基礎となる学術論文

Kenji Kitagawa, K. Kamimura, S. Saito, T. Uchida, H. Mizunaga (2010) Wind profiles and mechanical resistance of uprooted trees in a Japanese cypress (*Chamaecyparis obtusa*) plantation slightly damaged by Typhoon Melor 0918 at Kamiatago Experimental Forest, Tenryu, Japan: Validity of mechanistic models for wind damage risks. Japanese Journal of Forest Environment, 52 2, 57~66

Kenji Kitagawa, Shintaro Iwama, Sho Fukui, Yuuki Sunaoka, Hayato Yazawa, Atsushi Usami, Masaaki Naramoto, Takanori Uchida, Satoshi Saito, Hiromi Mizunaga (2015) Effects of components of the leaf area distribution on drag relations for *Cryptomeria japonica* and *Chamaecyparis obtusa*. European Journal of Forest Research, 134 3, 403~414

既発表学術論文

Kana Kamimura, Kenji Kitagawa, Satoshi Saito, Hiromi Mizunaga (2012) Root anchorage of hinoki (*Chamaecyparis obtusa* (Sieb. Et Zucc.) Endl.) under the combined loading of wind and rapidly supplied water on soil: analyses based on tree-pulling experiments European Journal of Forest Research, 131 1, 219~227

Kana Kamimura, Satoshi Saito, Hiroko Kinoshita, Kenji Kitagawa, Takanori Uchida, Hiromi Mizunaga (2014) Analysis of wind damage caused by multiple tropical storm events in Japanese *Cryptomeria japonica* forests Forestry 86, 11. 411~420