

平成 25 年度 風工学研究拠点 共同研究成果報告書

研究分野：強風防災

研究期間：H25 ～ H25 [平成 25 年度で終了]

課題番号：133002

研究課題名（和文）：竜巻による樹木倒壊風速の推定手法の確立

研究課題名（英文）：Development of method to estimate wind speed of tornado from damage of trees

1. 研究の目的

竜巻による樹木の被害はこれまでも観察されてきたが、樹種や樹齢など基本的な属性の他、立地、地形、人間の介入という外的要因によって、強風の受け方、ならびに風に対する耐性が異なり、DI および DOD の設定においてそれらの要因が十分に反映されていない。そこで、本研究は、樹木を対象に DI と DOD の分類を行い、竜巻発生時における空気力学的に等価な風速への換算手法を確立することを目的とする。

2. 研究の方法

樹木は森林、街路樹、生垣、庭木、公園樹等として活用され、それぞれ目的に沿って管理される。街路樹や生垣は列状に植栽され、森林は密生する一方、庭木や公園樹はしばしば孤立して植栽される。さらに、街路樹、生垣、庭木は定期的に剪定されるなど、強度に人為的な改変が行われることが多い。そこで、樹木の立地条件として街路樹、庭木、公園樹、森林、生垣に区分した上で、樹形の計測を行って限界風速を推定し、立地条件間の多重比較検定をおこなった。また、推定結果を米国の EF スケールに倣って被害形態ごとに集計し、比較検討を行った。

強風と樹木との関係を力学的に検討する場合、樹木に作用する力を推定する上で抗力係数が重要なパラメータとなる。そこで、屋外の自然条件で風速の鉛直分布と樹木に作用する力とを同時に測定して抗力係数を計算し、従来から使われている典型的とされる値の妥当性を検討した。

3. 研究成果

街路樹は他の立地条件の樹木に対して有意に限界風速が大きく、それ以外の立地条件間には有意差が検出されなかった（図 1）。その原因は街路樹が定期的に強度に剪定されるため、幹の太さに対して樹冠が小さいためと考えられた。このことは、DI 設定に際しては、街路樹のみを別 DI にする必要性を示すものである。ただし、街路樹は植栽柵により根系の成長が制限されるため、根の分布が非対称であったり、根鉢の大きさが制限される可能性がある。このように他の立地条件と根系の強度が異なる場合は、限界風速の調整が必要であり、今後の検討課題である。一方、限界風速を形状比（樹高を胸高直径で除したもの）の関係としてみたとき、いずれの立地条件にあるものも限界風速は一本の曲線上にプロットされた。このことは、DI を形状比に対応付けて設定することにより、立地条件によらない推定が可能であると考えられた（図 2）。

枝折れ、幹折れ、根返りの限界風速は、米国の EF スケールにおける DOD と比較すると、枝折れは同程度の限界風速が推定されたものの、幹折れと根返りは過大に推定されている可能性が示唆された（図 3）。

限界風速の推定精度を向上させるため、抗力係数を野外の自然条件下で測定した。その結果、風力の中心である風心は $0.56h-0.81h$ (h : 樹高) を変動し、平均で $0.69h$ であった。通常仮定される樹冠中心である $0.62h$ より大きく、限界風速は過大評価されている可能性が考えられた。抗力係数は風洞実験等で求められてきた値よりもはるかに大きな値がしばしば計算された。原因の特定はできなかったが、同様の結果が既存の文献でも報告されており、値の妥当性について今後検証する必要がある。仮に、測定された値が正しいものであった場合、抗力係数は平均的に 1 程度である（図 4）。それは通常設定される抗力係数よりも大きく、現状の限界風速は過大評価されている可能性を示唆するものである。

今後、求めた限界風速をたたき台として、抗力係数や耐性の検討、樹木形状による評価対象の絞り込み等を行うことによって、実用的な日本版 EF スケール開発に貢献できるものと考えられる。

4. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者には下線)

鈴木 覚、後藤義明、野口宏典（2014）森林および樹木の被害状況から竜巻強度を推定する試み、
第 125 回日本森林学会大会

佐藤英一、松井正宏、野口宏典、吉田昭仁、鈴木 覚（2014）樹木倒壊風速の推定（「竜巻による樹木被害および被害発生風速に関する研究集会」所収）：67-77

〔雑誌論文〕（計 件）

〔学会発表〕（計 1 件）

〔図書〕（計 件）

〔その他〕

研究集会資料

5. 研究組織

(1) 研究代表者

鈴木 覚

(2) 研究分担者

田村幸雄 東京工芸大学 工学部 客員教授

松井正宏 東京工芸大学 工学部 教授

吉田昭仁 東京工芸大学 工学部 准教授

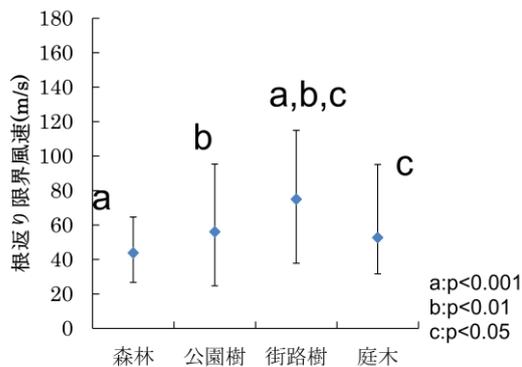


図 1 立地ごとの根返り限界風速

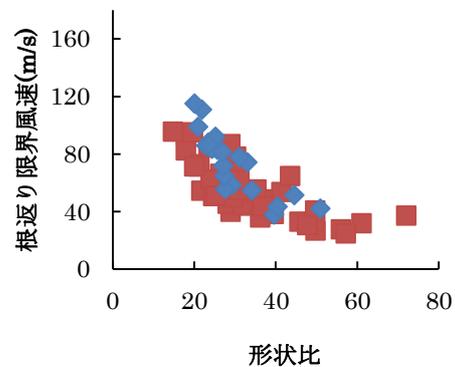


図 2 形状比に対する根返り限界風速
(青：街路樹、赤：街路樹以外)

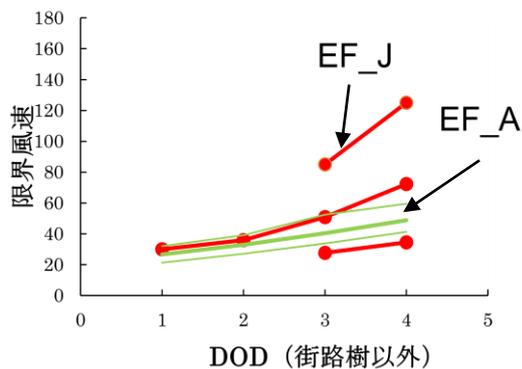


図 3 DOD の日米比較
(J：日本、A：米国)

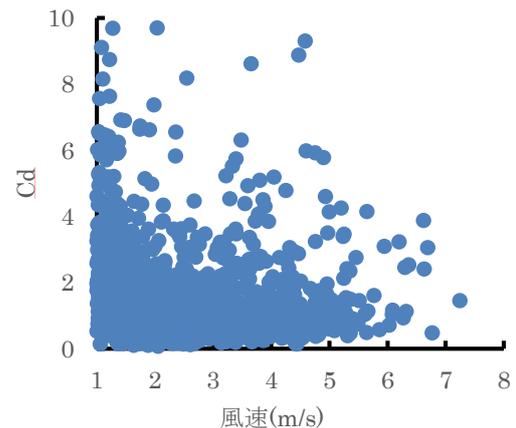


図 4 平均風速に対する抗力係数

東京工芸大学・風工学共同研究拠点・公開研究会（2014年2月25日）のご案内

竜巻による樹木被害および被害発生風速に関する研究集会

【主旨】

近年、竜巻の認識件数は増加傾向にある。竜巻強度は、地表面付近の被害状況から定量化されるフジタスケール(Fスケール)で示され、それが個別竜巻の強度や被害の評価あるいは竜巻の発生頻度等に関する統計的評価の基礎になっている。現在、日本の状況に則してFスケールの最適化が進められているところであるが、樹木被害は公園、森林、原野など人工構造物が少ない場所の主要なインジケータであること、国・地域ごとの差異が小さく、汎用のインジケータになり得ることから、樹木に関する評価基準の改善が重要課題となっている。

本研究集会は、竜巻による樹木被害の発生状況や被害発生風速について、現状についての認識を深め、問題点を把握することによって、今後の研究の展開方向を探ることを目的に開催します。ご関心ある方の参加をお願い申し上げます。

開催日時：2014年2月25日（火）13:15～16:10

開催場所：森林総合研究所 セミナールーム（森林環境変動解析実験棟 2F）

<https://www.ffpri.affrc.go.jp/>

<https://www.ffpri.affrc.go.jp/facilities/kounai-map.html>

問い合わせ先：東京工芸大学 風工学研究拠点

共同利用・共同研究拠点事務局

046-242-9658

- | | |
|---|---------------|
| 13:15－13:20：趣旨説明 | 鈴木 覚（森林総合研究所） |
| 13:20－13:50：竜巻の気象学的構造と樹木被害の特徴 | 佐藤英一（気象研究所） |
| 13:50－14:20：台風や竜巻等による樹木被害やそれによる2次被害事例 | 松井正宏（東京工芸大学） |
| 14:20－14:50：海岸砂丘地に植栽した広葉樹およびクロマツの引き倒し抵抗特性 | 野口宏典（森林総合研究所） |
| 休憩 10分 | |
| 15:00－15:30：樹木の風力係数 | 吉田昭仁（東京工芸大学） |
| 15:30－16:00：樹木倒壊風速の推定 | 鈴木 覚（森林総合研究所） |
| 16:00－16:10：まとめ | 後藤義明（森林総合研究所） |

