

[ 別紙 2 ]

## 論文審査の結果の要旨

申請者氏名 上村 佳奈

我が国は台風の常襲地域に位置するため、森林もまた常に風害のリスクに曝されている。小規模な被害も含めればほぼ毎年のように各地で森林の風害が発生しており、時には甚大な被害を受けることも珍しくない。しかしながらこれまで我が国では森林の台風に対するリスク評価やその対策がほとんど行われてこなかった。

本研究は、スギ、ヒノキを主な対象として、林分に被害が発生する限界風速と当該地域の風況モデルを用いてリスク評価を行いリスクに関わる要因を抽出し、森林管理における風害リスク軽減を目的とした意思決定支援システムに結びつけたものである。

第一章においては、国内外の森林風害研究のレビューが行われた。欧州では風向が一定で広域に吹き渡る強い季節風による被害が多いのに比べ、我が国は風向や風速が変わりやすい台風による被害が多いため、我が国のこれまでの研究手法が被害発生地に対する観察的、帰納的方法が主であったことを指摘し、森林の構造と風の両者を解析的に扱う必要を説いている。

第二章では、森林の風に対する耐性を物理的に推定する方法として、GALESモデルを取り上げた。これは立木に対して風によるモーメントの掛かる高さ（風心）や風の引っ張り抵抗、樹幹の強度、根と土壌の緊密さなどを変数として、立木が根返りまたは幹折れのいずれかを生じる限界風速を推定する汎用性の高いモデルである。また風況モデルとして、GIS上で稼働し地形等の要因によって風速分布を推定できるDAMSおよびWAsPモデルの我が国への適用可能性が検討され、WAsPモデルが選択された。

第三章では、我が国の人工林にGALESモデルを適用するため立木の大規模な破壊実験を行ってパラメータを推定した。東京大学秩父演習林において、若齢から壮齢に至る様々なサイズのスギ10本、ヒノキ9本を実際にワイヤで引き倒してそのときの最大張力を計測した結果、個体により倒れと幹折れを生じたが、限界点における最大モーメントと立木の自重との間に決定係数で95%前後の強い相関関係が見いだされた。オリジナルのGALESモデルは幾つかの物理的変数から成るが、樹幹の強度や根の支持力等は樹木のサイズや重量と関連するため、今回の破壊実験で限界モーメントが自重のみにより精度よく推定できることが導かれたことの意義は大きい。またスギとヒノキの比較では、ヒノキの限界モーメントがスギのそれよりも68%も高いことが明らかとなった。

第四章では、前章で得られたパラメータを用いて、最近大きな風害を受けた北海道羊蹄山麓と富山県氷見市を対象に、改編されたGALESモデルとWAsPモデルを組み合わせ（これをForestTYPHOONモデルと命名）、被害の実態とモデルの推定結果を比較した。AMeDASで観測された風速データは時間平均値であるため、風害を引き起こす台風の瞬間最大風速とは乖

離がある。風害を受けた林分と受けなかった林分の現況をForestTYPHOONモデルに入力して限界風速を推定した結果は、観測された風速データよりも全般に高く、そのことが裏付けられた。瞬間最大風速を観測された風速データの30%増しとした時、モデルによる風害発生の推定精度は70%を超えて最大となり、十分に実用域に達した。

第五章では、ForestTYPHOONモデルのほか林分成長予測モデルや森林GIS、要する労働量等を用いて、時間の経過に伴う各林分の風害リスク評価を行った。3通りの森林管理シナリオ、すなわち無間伐、頻繁な弱度間伐、強度間伐を想定して50年間の林分の推移をシミュレートし、期間中に最も風害リスクの高まる時期を推定した結果、林分の位置する立地環境とともに間伐の仕方が大きく影響することが分かった。この結果を二分岐の決定木に表示し、風害リスクを軽減させるための意思決定支援システムの根幹とした。このシステムによれば、最も風害リスクの小さい人工林施業は樹高が低いうちに比較的強度の間伐を少数回行って本数を減じ、樹高が高くなってからの間伐を極力回避することである。長伐期施業は樹高の高い高リスクの期間が長期化するため、風害リスク軽減の視点からは望ましくない。

第六章においては以上を取りまとめ、風害リスクを軽減する人工林施業のあり方と本論文で開発した意思決定支援システムの有効性について考察を加えた。

以上、本論文は我が国の代表的造林樹種であるスギ等を対象として、風害に対する限界モーメント推定に関する新たな知見を提示するとともに、森林現況と風況から風害リスクを高い精度で推定するシステムを開発し、さらに人工林管理のための意思決定支援システムの開発も行うなど、学術上応用上貢献するところが少なくない。よって審査員一同は本論文が博士（農学）の学位論文として価値あるものと認めた。