

局地風による風害発生要因分析と風害リスクの視覚化 — 栃木県矢板市における那須風を事例として —

川口高朗・中島徹・龍原哲(東大農)

要旨：栃木県北部の林業地帯では、例年2月から3月にかけて那須風と呼ばれる局地風によって風倒被害が発生している。本研究では栃木県矢板市に位置する林業経営体を対象に風害発生要因を分析し、林分ごとの風害リスクを明らかにすることを目的とした。風害発生要因と考えられる指数を風、林分構造、林分の周辺環境の面から挙げ、現地のGIS(地理情報システム)データ、DEM、2000年風況データ、施業履歴、収穫表を使用して指数を算出した。数量化Ⅱ類を行い風害林分の判別分析を行った。判別得点を利用してGIS上に風害リスクを視覚化した。その結果、大面積のギャップが隣接していることが風害発生に大きく関わり、次いで間伐の有無、平均風速、林齢の順で影響が大きいことがわかった。小面積ギャップの影響は少なかった。この結果から風害対策の施業方針として、風害リスクマップを参考にして、大面積ギャップを作らないように主伐林分を小面積で散在、かつ平均風速の低い場所に設定することで風害リスクを減らすことが可能と考えられる。

キーワード：局地風、那須風、風害リスクマップ、風況モデルLAWEPS、GIS(地理情報システム)

I はじめに

長伐期施業が広まる中で価値の高い高齢林への風害に対する懸念は大きくなっている。風害を引き起こす風は台風が主であり被害量も多い。地形と気圧配置の関係から発生する地域特有の強風を局地風といい、代表的な局地風としてやまじ風、広戸風、清川だしなどがある。局地風による被害は常風害と言われる材の変形(5)や小規模な風倒被害がある。栃木県矢板市の林業地帯では2月から3月にかけて那須風と呼ばれる局地風が吹き風倒被害が発生している。被害本数は台風と比較すると微々たるものであるが、一本当たりの材の価値が高い長伐期施業において局地風による風害を少なくすることは重要であり、また局地風による被害を分析することで台風被害に対する知見を得ることも可能であると考えられる。

本研究では栃木県矢板市にある民有林を対象として風倒被害地の分布状況を調べ、風害発生に関係すると考えられる要因を指数で表し、要因と林分ごとの風害リスクの関係を明らかにし、GIS上で風害リスクを視覚化することを目的とした。

II 対象地と資料

1. 対象地

栃木県矢板市にある民有林を対象地とした。標高は335~761mで、年平均降水量は約1600mmである。面積は約400haで90%以上がスギ・ヒノキの人工林である。木材としての成熟期に達した高齢林が大半を占めており、長伐期施業で間伐材による収入が主である。最近5年間に於いて30本以上の風害があり(図1)、寄りかかれた木も材の価値が落ちている。



図-1. 那須風による風害

2. 資料

対象地におけるGISデータ(小班界と森林簿)、最近5年間の施業履歴と風倒被害履歴、矢板市収穫表、

Takaaki KAWAGUCHI, Tohru NAKAJIMA, and Satoshi TATSUHARA (The University of Tokyo, 1-1-1 Yayoi, Bunkyo-ku, Tokyo, 113-8657, Japan) Factor analysis and risk visualization of wind damage by local wind: A case study of Nasu downslope wind in Yaita city, Tochigi.

関東地方アカマツ林収穫予想表、そして内地一般雑木林平均収穫表を使用した。また平均風速を求めるため、2000年風況データ（日本気象協会）と50mDEM（国土地理院）を使用した。

III 方法

はじめに風害発生に関係する要因を小班単位で指数化した。数量データはカテゴリーデータに変換し数量化Ⅱ類で風害林分の判別分析を行った。判別得点を利用して風害リスクマップを作成し、風害に関係する要因について考察した。

1. 林分単位の風害要因指数の算出

風害発生に影響を与える要因として、風、林分構造が考えられる(1, 2)が、林分の周りが開けた造林地などの場合、その林分に風が直接当たり風害が発生しやすくなると考えられる。つまり、林分の周辺環境が風害発生の要因となりうる。本研究では、これらの要因を表す指数として風は林分平均風速を、林分構造は林齢、樹高、そして間伐の有無を、林分の周辺環境は隣接した間伐林分の有無、隣接した主伐林分の有無、隣接した未立木地の有無、隣接した幼齢林の有無、隣接した大規模造林地の有無をそれぞれ用いた。

1-1. 風

風害には一般に瞬間最大風速が関係すると考えられている(1)が、瞬間最大風速の分布は風向や風速によって様々に変化するため、本研究では一つの場所に一意的に決まる年平均風速を使用した。

風況モデルLAWEPSは国土地理院の50mDEMと2000年の風況データから日本の森林地帯に多い複雑な地形を反映した風況を予測することが可能でメッシュごとの年平均風速を計算する(3, 4)。LAWEPSを用いて対象地の年平均風速を求め、GIS上で小班ポリゴンと重ね合わせ小班ごとの年平均風速の平均値(林分平均風速)を求めた。

1-2. 林分構造

風害は高齢林ほど被害を受けやすく(2)、林分内の樹高の違いが大きくなると被害を受けやすい(1)という報告があるため、林齢、主林木平均樹高、そして間伐の有無を風害要因の指数に使用した。

林分ごとの林齢は森林簿データから判断した。

主林木平均樹高については、スギとヒノキは矢板市収穫表から、アカマツ林分は関東地方アカマツ林収穫予想表から、広葉樹林分は内地一般雑木林平均収穫表から、それぞれゴンペルツ式で回帰した樹高曲線を使

用して推定した。それぞれの推定式は以下のようになった。

$$\text{スギ} : H = 24.86 \times 0.08734^{0.9543T}$$

$$\text{ヒノキ} : H = 18.7 \times 0.09082^{0.9559T}$$

$$\text{アカマツ} : H = 26.4 \times 0.04753^{0.9654T}$$

$$\text{広葉樹} : H = 18.52 \times 0.20246^{0.9723T}$$

H : 主林木平均樹高 (m) T : 林齢

未立木地は0mとした。

間伐の有無は施業履歴から判断した。

1-3. 林分の周辺環境

隣接した林分の樹高差が大きい場合、樹高が低い方の林分から風が入り込み、樹高が高い方の林分に風害を発生させる可能性が高くなると考えられる。そこで、樹高が低い主伐林分、幼齢林分(林齢10年生以下)、未立木地をギャップと定義した。またギャップの中で面積が2haを超えるギャップを形成している場所を大規模造林地として区別した。これらのギャップが隣接している林分を1、隣接していない林分を2として指数化した。隣接しているかはGISを使用して求めた。

隣接した林分が間伐していると風が通りやすくなり、風害を助長する可能性も考えられるので、隣接林分が間伐しているかも同様に指数化した。

2. 数量化Ⅱ類による判別分析と風害リスクマップ

上述した9個の指数を説明変数とし、風害の有無を1と2で表した指数を目的変数として数量化Ⅱ類を行った。この時、数量データである林分平均風速、林齢、そして主林木平均樹高はカテゴリーデータ化した。

判別得点で風害リスクを三段階に分け風害リスクマップを作成した。

IV 結果

1. 林分単位の風害要因指数の算出

年平均風速の分布と各風害要因指数を図化した(図2~11)。こ

れらより、風害被害小班は全て間伐を行った林分であり(図-6)、さらに、大規模造林地が隣接している林分で

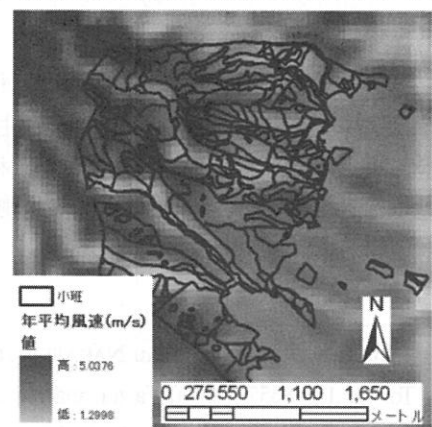


図-2. 年平均風速分布

は高い割合で被害を受けていることが示された (図-11)。また平均風速が高い林分に被害林分があることも示された (図-3)。

2. 数値化Ⅱ類による判別分析と風害リスクマップ

風害林分の判別分析を行った結果、判別率90%であった。判別得点の分布は図-12のようになった。レンジ、単相関係数、そして偏相関係数は図-13のようになった。偏相関係数の値は、隣接した大規模造林地の有無が一番大きく、間伐の有無、林分平均風速、林齢の順番で大きい値を示した。

風害リスクマップを作成するにあたり、数値化Ⅱ類

で風害林分と判別した林分を危険林分とし、無害林分と判別した林分の中で風害を受けている林分の判別得点の最小値以上の判別得点を示した林分を準危険林分とし、その他を安全林分とした。図-14に示されたマップができ、風害リスクが視覚化された。

V 考察

数値化Ⅱ類の結果から風害発生に大きく影響する要因は隣接した大規模造林地の有無であり、間伐の有無、林分平均風速、林齢が次に影響する要因であると考えられる。未立木地や主伐林分、幼齢林が隣接していることの影響は小さいことから、隣接林分が小面積ギャ

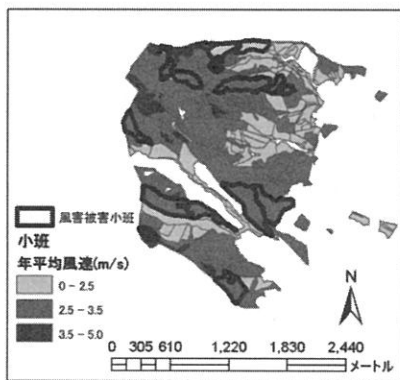


図-3. 林分平均風速

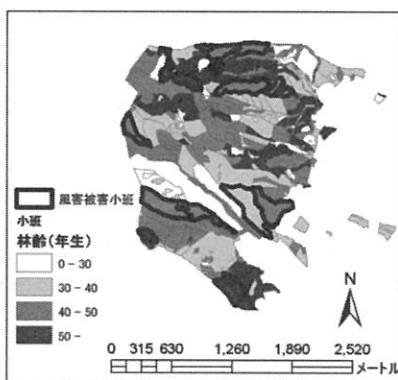


図-4. 林齢

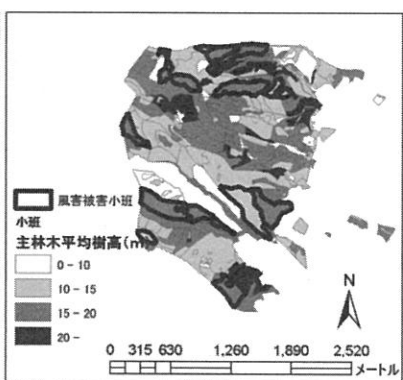


図-5. 主林木平均樹高

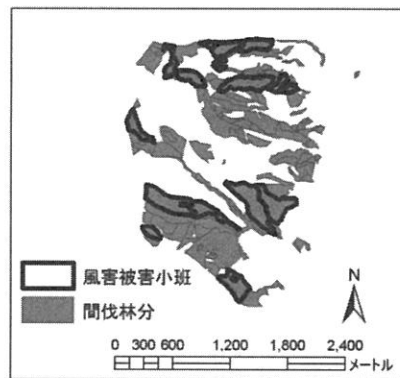


図-6. 間伐林分

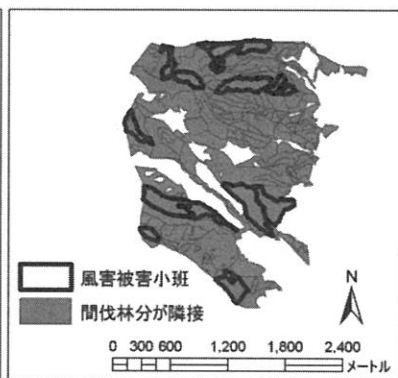


図-7. 間伐林分が隣接した林分

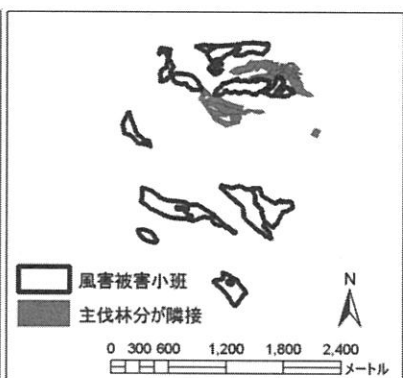


図-8. 主伐林分が隣接した林分

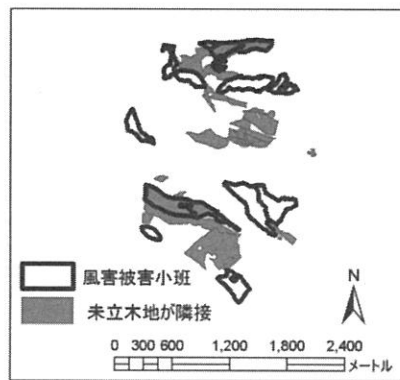


図-9. 未立木地が隣接した林分

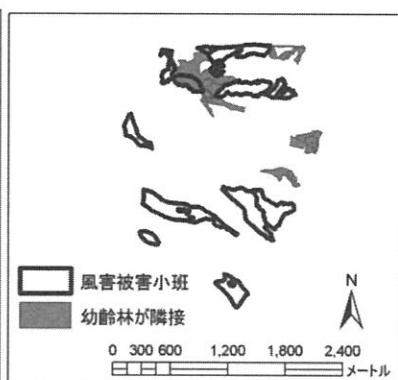


図-10. 幼齢林が隣接した林分

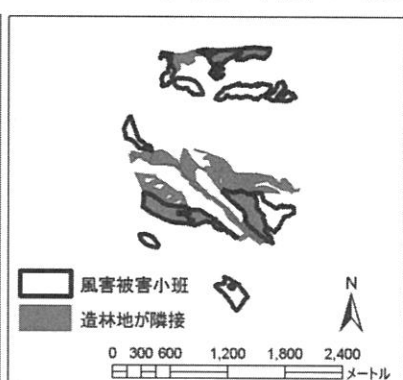


図-11. 大規模造林地が隣接した林分

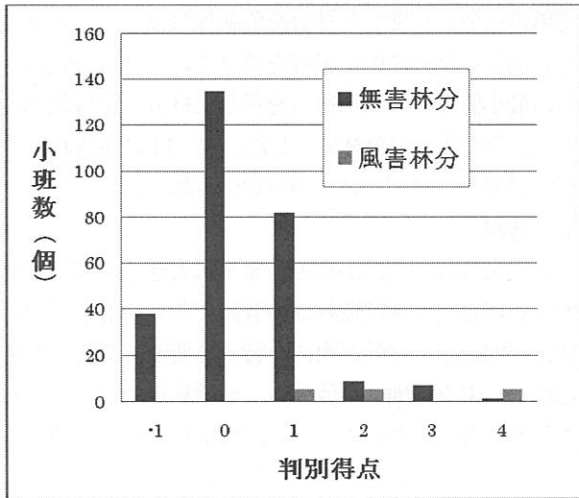


図-12. 判別得点分布表

ップであることは風害発生への影響は少ないと言える。ギャップが大面積である方が多くの風が吹き込み、風害が発生しやすくなると考えられる。

これらの結果を施業に反映するにあたっては、年平均風速は地形によって決まる指数であるため変えることができないので、間伐や主伐によってコントロールすることが考えられる。風害リスクマップを参考にしながら大面積のギャップが発生しないように主伐林分の面積や場所を決め、かつ年平均風速の低い場所に定めるようにする。また長伐期施業を行う林分は年平均風速が低い場所にするのがよいと考えられる。

VI まとめ

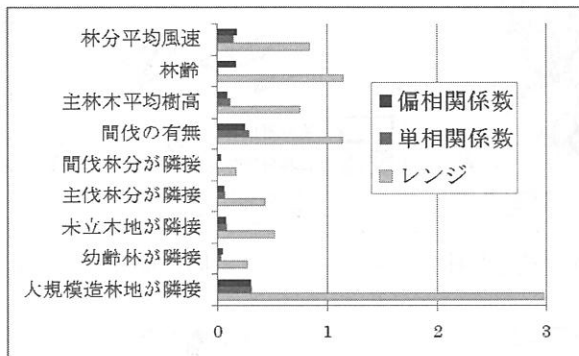


図-13. 数量化Ⅱ類の結果

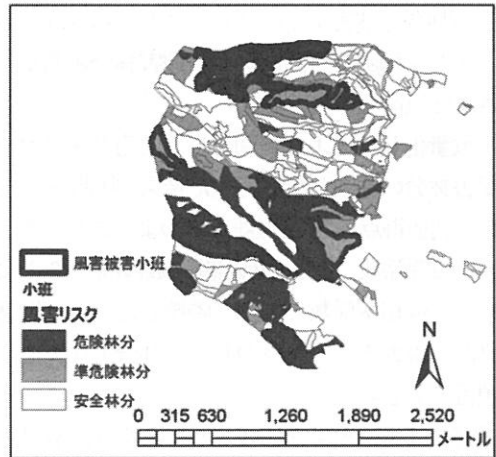


図-14. 風害リスクマップ

本対象地における局地風による風害発生には隣接した大規模造林地の有無、間伐の有無、年平均風速、林齢が主に影響していて、特に大面積のギャップが隣接していることが大きく影響していると考えられる。施業計画を立てる際に風害リスクマップを参考に主伐林分を定めることで風害リスクを減らすことができると考えられる。

引用文献

- (1) 荒木真之 (1995) 森林気象. 204pp 川島書店, 東京.
- (2) 久保山裕史・鄭躍軍・岡裕泰 (2003) 主要な森林気象災害の林齢別被害率の推定と考察. 日本林学会誌 85 (3) : 191-198.
- (3) NEDO (2007年10月1日取得)
<http://www2.infoc.nedo.go.jp/nedo/top.html>
- (4) 日本気象協会 (2007年10月1日取得)
<http://www.jwa.or.jp/>
- (5) 四手井綱英 (1976) 森林保護学. 236pp, 朝倉書店, 東京.