

# 大雨を伴う台風は森林倒壊リスクを増大させることを解明

～雨台風による森林倒壊のメカニズムに迫る～

## ポイント

- ・雨台風は強風による森林倒壊と強風と降雨による森林倒壊を引き起こす。
- ・尾根筋の森林や斜面方位と同じ方位（正面）から強風を受けた森林は倒れやすい。
- ・降雨は森林の倒壊リスクを高め、倒壊の感度を決めるのは優占樹種。

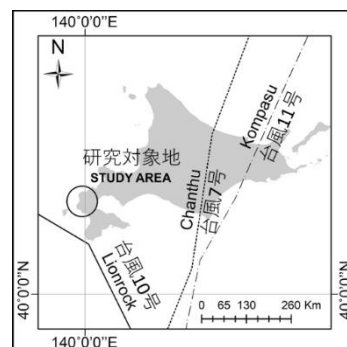
## 概要

北海道大学大学院農学研究院の森本淳子准教授，人間文化研究機構総合地球環境学研究所の饗庭正寛特任助教，京都大学防災研究所の竹見哲也准教授及び大阪大学大学院工学研究科の松井孝典助教らの研究グループは，大雨が台風による森林倒壊リスクを増大させることを突き止めました。

風による被害は比較的小さく雨による被害が大きい雨台風では，これまで知られてきた強風が森林倒壊を引き起こす現象に加え，強風と大雨の相互作用が森林倒壊を引き起こす現象が生じています。この知見は，2016年8月下旬に北海道に連続して上陸した台風による森林倒壊を対象にした，機械学習法によるモデリングで得られました。また，尾根筋<sup>\*1</sup>の森林や，斜面方位と同じ方位（正面）から強風を受けた森林は，風当たりが強いため倒壊しやすく，台風期間中の降水量が多い森林ほど倒壊しやすいことが判明しました。降水量に対する感度は優占樹種<sup>\*2</sup>により異なりました。

今後，気候変動により日本では台風による雨量増加が予想され，森林倒壊による林業被害・インフラ破壊を最小限に抑える適応策が求められています。雨台風による森林倒壊のメカニズム解明につながる現象や森林倒壊のハイリスク条件を解明した本研究成果は，森林管理における具体的な適応策を見出す上での貢献が期待されます。

なお，本研究成果は，2020年9月10日（木）公開の *Forest Ecology and Management* 誌に掲載されました。また，本研究は日本学術振興会科学研究費補助金（17H01516），環境再生保全機構環境研究総合推進費（JPMEERF16S11508），文部科学省統合的気候モデル高度化研究プログラム領域テーマD「統合的ハザード予測」（JPMXD0717935498）の支援を受けて行われました。



2016年8月に北海道に上陸した台風と，研究対象地における森林倒壊

## 【背景】

気候変動の影響で台風による雨量増加が予想されています。強風による森林倒壊メカニズムについては既に多くの研究報告がありますが、強風と大雨による森林倒壊メカニズムについては未解明な点が多く残されています。将来の林業被害やインフラ破壊を最小限に抑えるため、兩台風の特徴を解明し、森林管理における適応策を見出すことが求められています。

## 【研究手法】

研究グループは、2016年8月下旬に北海道に上陸した3つの台風による、道南325 km<sup>2</sup>における森林倒壊を対象に調査・解析を行いました。調査では、森林倒壊の現場に赴いて根返りと幹折れの状況を確認しました。解析では、衛星画像で倒壊地を地図化し倒壊に関係しそうな気象・地形・森林の変数17個を全域で計算しました。台風の進路や風速はシミュレーションにより再現し、これらを基に、森林倒壊が発生しやすい場所を予測できる勾配ブースティングモデルを構築しました。

## 【研究成果】

調査・解析の結果、兩台風では、強風だけでなく大雨も森林倒壊を引き起こす要因であることがわかりました(図1, 図2)。具体的には、尾根筋の森林や、斜面方位と同じ方角(正面)から強風を受けた森林は、風当たりが強いため倒壊しやすくなります。さらに、降雨量が多いほど倒壊しやすくなりますが、その感度は優占樹種によって異なります(図3)。感度が高い樹種は、感度が低い樹種に比べ、側根密度が低い傾向があり、倒壊メカニズムに深く関連している可能性があります。したがって、兩台風に対する森林管理上の適応策として、尾根筋への造林を避ける、側根密度の高い樹種で造林することなどが挙げられます。

## 【今後への期待】

今回新たに発見された強風と大雨が森林倒壊を引き起こす現象のメカニズムについて、研究グループはいくつかの仮説(図4)を立てましたが、実験やモデリングなどで検証していく必要があります。また、風台風では自然林より人工林の方が倒壊リスクが高いことが実証(※)されており、これらの成果を参考に、気候変動に対する森林管理の適応策の構築に役立てられることが期待されます。

※Junko Morimoto et al. (2019) Comparison of vulnerability to catastrophic wind between *Abies* plantation forests and natural mixed forests in northern Japan (北海道におけるトドマツ人工林と針葉混交林の暴風に対する脆弱性の比較), *Forestry* 92 (4) 436–443 (DOI: 10.1093/forestry/cpy045)

## 論文情報

論文名	Risk assessment of forest disturbance by typhoons with heavy precipitation in northern Japan (北海道における大雨をとまなう台風による森林倒壊のリスク評価)
著者名	森本淳子 <sup>1</sup> , 饗庭正寛 <sup>2</sup> , フルカワ・フラビオ <sup>1,4</sup> , 三島啓雄 <sup>3</sup> , 吉村暢彦 <sup>1,4</sup> , スリダラ・ナヤク <sup>5</sup> , 竹見哲也 <sup>5</sup> , 芳賀智宏 <sup>6</sup> , 松井孝典 <sup>6</sup> , 中村太士 <sup>1</sup> , ( <sup>1</sup> 北海道大学大学院農学研究院, <sup>2</sup> 人間文化研究機構総合地球環境学研究所, <sup>3</sup> 立正大学, <sup>4</sup> 酪農学園大学, <sup>5</sup> 京都大学防災研究所, <sup>6</sup> 大阪大学大学院工学研究科)
雑誌名	<i>Forest Ecology and Management</i> (森林生態学の専門誌)
DOI	10.1016/j.foreco.2020.118521
公表日	2020年9月10日(木)(オンライン公開)

**【用語解説】**

\*1 尾根筋 … 尾根となって続く稜線。

\*2 優占樹種 … 当該林分を構成している樹種の中で、単位面積当たりの材積や平均サイズが最も大きい樹種。

**【参考図】**

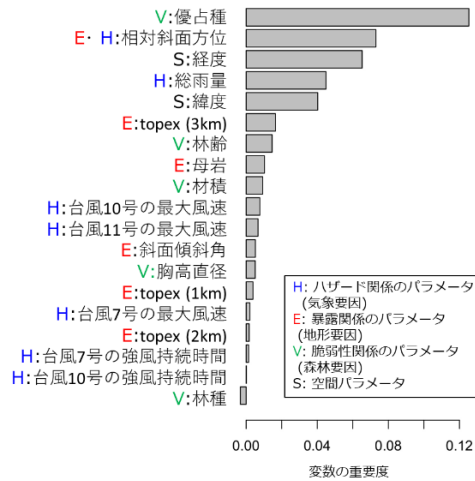


図1. 台風による森林倒壊を予測するモデルにおける予測変数の重要度。Topex ( $n$  km) は  $n$  km 解像度での地形指数。

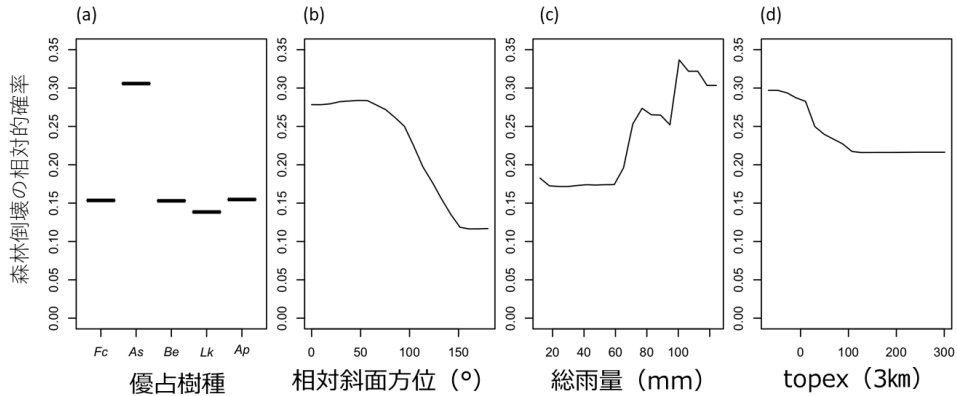


図2. 森林倒壊を予測する主要な変数の部分依存プロット。モデリングに使用したサブサンプルの閾値内で描かれている。各グラフで着目した変数以外は実測値を使用。

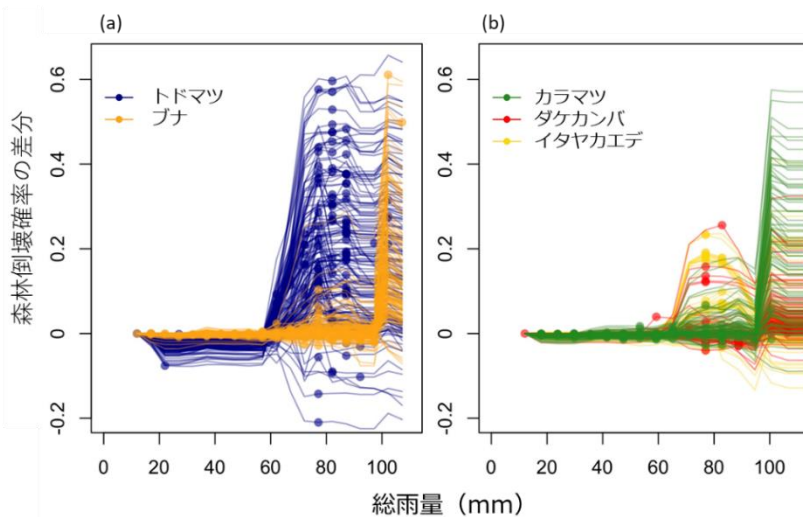


図3. 森林倒壊確率に対する優占樹種と総雨量の相互作用。説明変数の最小値での倒壊確率の期待値を 0 として各グリッドの倒壊確率の期待値を表現。●は観測値。プロットが密集しすぎるため 300 のグリッドを無作為にサンプリングして描いた。

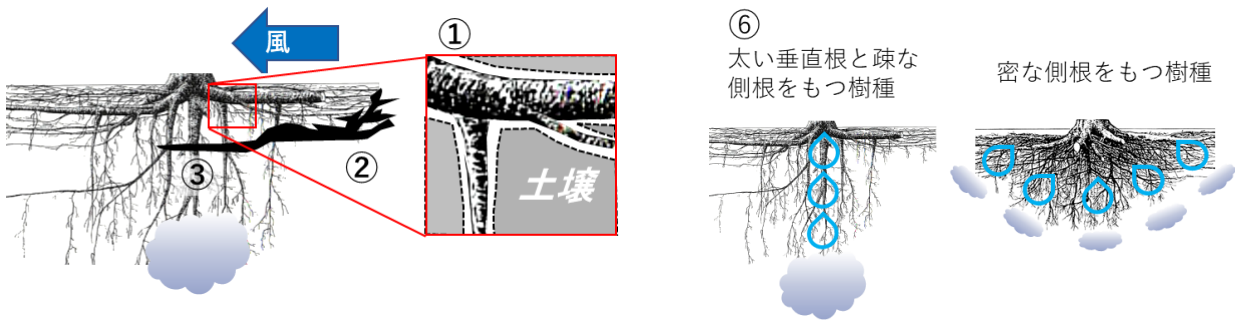


図4. 研究グループが立てた仮説。

- ①風によ揺すられて、土壌と根系の間に間隙ができる。
- ②風上側の根鉢の縁に複雑なひび割れが発達する。
- ③根鉢の底面が引き延ばされ垂直根が分離した結果、根鉢の下に不規則なひび割れが現れる。
- ④①～③すべての間隙に雨水が流れ込み、最終的には根鉢の下の土壌含水量を上昇させる。
- ⑤根の固定力が下がり、根返りする。
- ⑥根系の形状によって根鉢の下に浸透する水分量が変わるため樹種間で雨量に対する感度が異なる。