

Forestry & Forest Products
Research Institute
No.71 2025

季刊 森林総合研究

特集●

風と森林 強風に備える

巻頭座談●「風の道」ができない森づくりをめざして

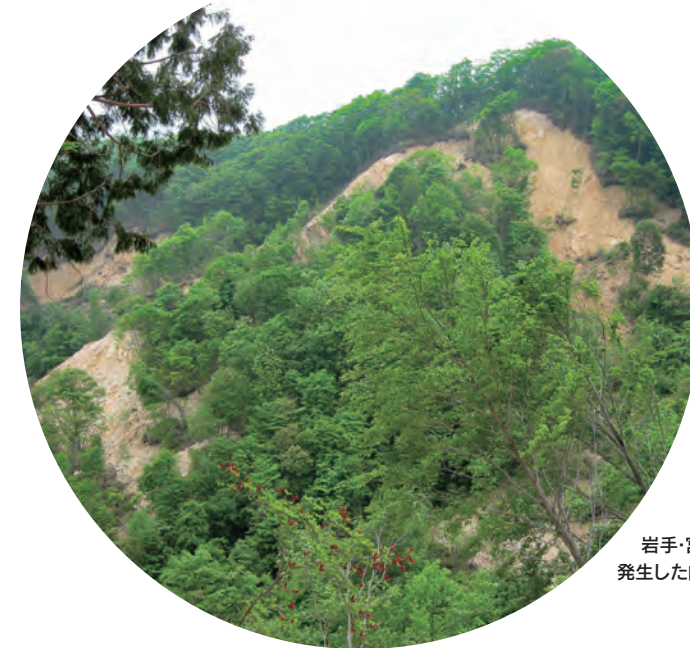
千葉県山武地区 女性林業グループ **さんぶ木楽会** × **宮下 彩奈** 森林災害・被害研究拠点



71

自然探訪
30

つめあと
山に残る地震の爪痕



文と写真●村上 亘 Murakami Wataru
森林防災研究領域

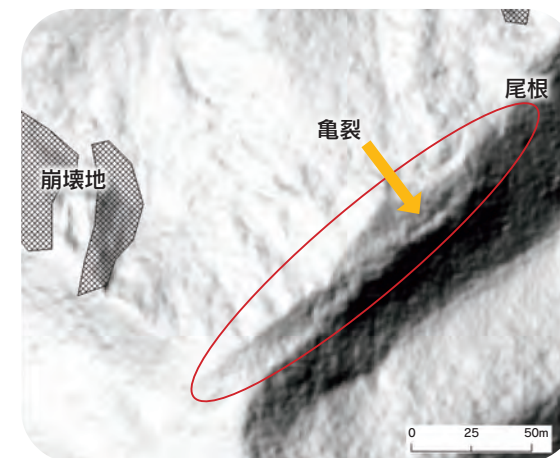
岩手・宮城内陸地震で
発生した山崩れ

日本では毎年のように数多くの地震が発生しています。内陸部で地震が発生すると山崩れが起き、大きな被害につながることもあります。こうした災害のひとつに2008年6月14日に発生した岩手・宮城内陸地震による山崩れがあります。その災害現場の調査を行いました。

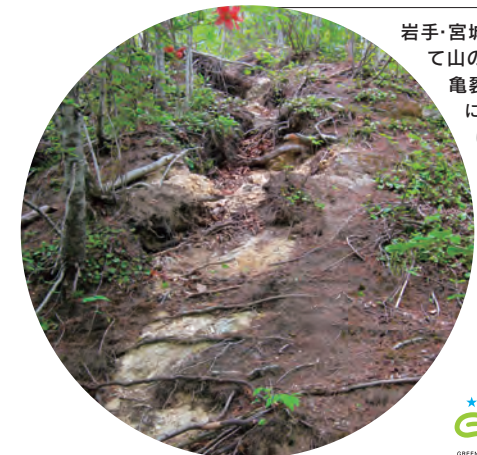
山崩れが発生した現場を歩いてみると、山の崩れていない斜面でも多数の亀裂が見つかりました。亀裂は山の尾根や中腹に多くありました。地震によって亀裂が発生した山の斜面は変形しています。その後の降雨や地震で変形が進むと、新たな山崩れの発生につながりかねません。将来的な災害の発生を未然に防ぐためには亀裂が発生し変形が進行した斜面を見つける必要があります。

亀裂はどうすれば見つけることができるのでしょうか？ これまでは現地を歩いて探すことでしか亀裂を見つけることができませんでした。しかし、近年発達した航空レーザー測量によって詳細な地形データの得られるようになりました。地形データの陰影図にみられる筋状の模様を現地調査してみると、それは地震によって発生した亀裂を表しており、さらに、地震前の地形データと比較したところ、この亀裂を境に北西側の斜面が変形していることもわかりました。詳細な地形データを利用することで亀裂の発生位置や斜面の変形をある程度特定できるようになったのです。

私たちはこのような最新の技術を利用して、山に存在する地震の爪痕を探し出し、将来的な災害を未然に防ぐための研究を進めています。♥



2008年岩手・宮城内陸地震後に計測された航空レーザー測量データから作成された陰影図。山の尾根(赤枠部分)の矢印で示した場所に筋状の模様が見える。



岩手・宮城内陸地震によって山の尾根に発生した亀裂(写真中央の筋状に白い岩が露出している場所)。



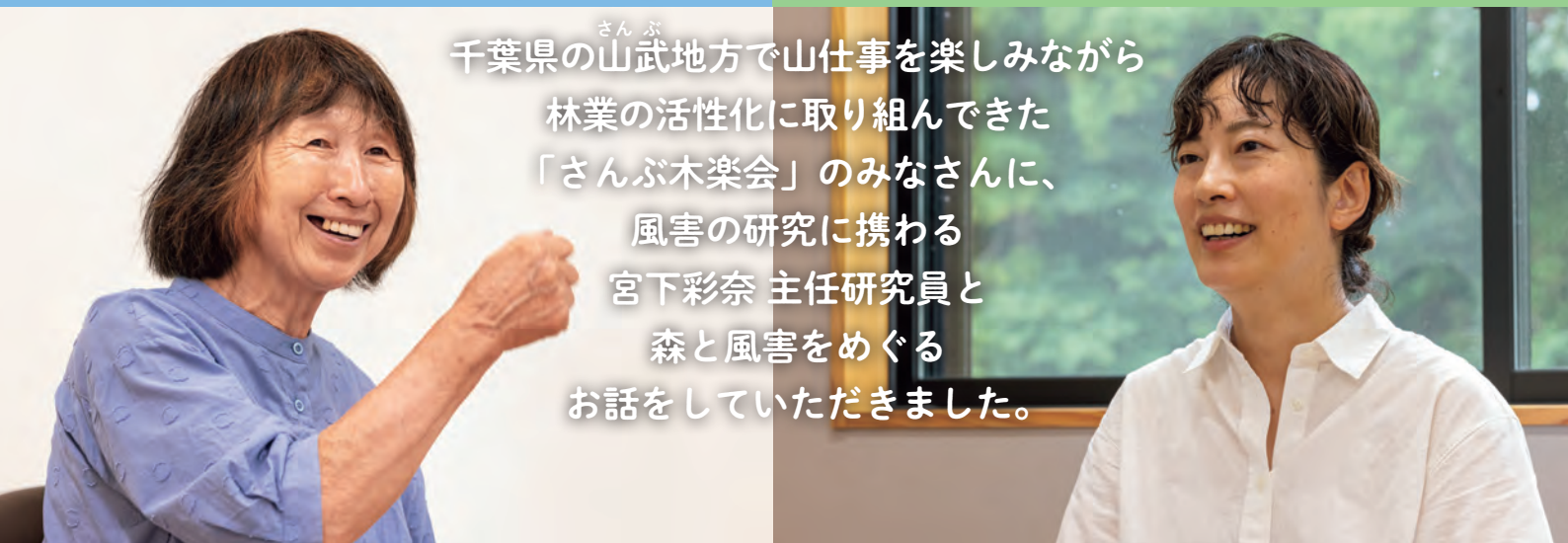
斉藤 ひろ子 Saito Hiroko
さんぶ木楽会 会長



手島 芳枝 Tejima Yoshie
林家・さんぶ木楽会 前会長

「風の道」ができない 森づくりをめざして

巻頭●座談



千葉県^{さんぶ}の山武地方で山仕事を楽しみながら
林業の活性化に取り組んできた
「さんぶ木楽会」のみなさんに、
風害の研究に携わる
宮下彩奈 主任研究員と
森と風害をめぐる
お話をいただきました。

山沢 敏江 Yamasawa Toshie
林家・さんぶ木楽会 会員

宮下 彩奈 Miyashita Ayana
森林災害・被害研究拠点

千葉県森林組合北総事業所(同県東金市)にて Photo by Godo Keiko

宮下●手島さんは「さんぶ木楽会」の初代会長をされていましたが、会はどういう経緯で誕生したのでしょうか？
手島●サンブスギ*は江戸時代から栄えた銘木ですが、林業の不振や病害にやられたこともあって手がまわらなくなり、荒れる森も出てきたんです。そんな中、千葉県の山武農林振興センターから提案があって、林業に女性の力をと2006年に立ち上げたのが「さんぶ木楽会(以下、木楽会)」です。山武地区は平地林が多くて女性でも作業がしやすいんです。宮下●現会長の斉藤さんも会の立ち上げメンバーのおひとりですね。
斉藤●はい。森林組合に30年ほど勤め、山主さんたちとの仕事を宝物として60歳で退職しました。在職中に、県から女性だけの林業の集まりを考えているのと声をかけていただきました。会は7人でスタートしたのですが、当初はだれも顔見知りじゃなかったんです。それが、これからの山武の林業をどう守っていくか、という強い想いを持った方たちばかりで、いまでは姉妹のように仲良くなりました。宮下●山沢さんは、どのような経緯で会に参加されたのですか？
山沢●私は結婚を機にこの地に移り住みました。主人が山が大好きだったので、勤めの休日のたびに一緒に山へ行って、木を植えたり枝打ちをしたりして森を育ててきたんです。退職を機会にもうちよつと山のことについて知りたいと思って木楽会に入りました。

CONTENTS

Forestry & Forest Products Research Institute

No.71 2025



表紙とP.8の写真
2018年台風21号による被害
撮影：高橋 正義

写真撮影と提供

P.3～7：神戸 圭子

P.9～13：鈴木 寛

特集担当●

浅野 志穂

鈴木 寛

編集委員●

石川 敦子(編集委員長)

古澤 仁美

高田 依里

経隆 悠

横田 康裕

巻頭●座談

「風の道」ができない 森づくりをめざして

斉藤 ひろ子 さんぶ木楽会 会長

手島 芳枝 林家・さんぶ木楽会 前会長

山沢 敏江 林家・さんぶ木楽会 会員

×

宮下 彩奈 森林災害・被害研究拠点……………3

特集●

風と森林 強風に備える……………8

研究の森から●

強風から土と作物を守る
防風林の効果を見える化する……………14

岩崎 健太(森林災害・被害研究拠点)

強風被害の将来のリスク変化……………16

勝島 隆史(森林防災研究領域 十日町試験地)

森林講座瓦版●

森林の状態と林野火災発生リスク……………18

玉井 幸治(森林防災研究領域)

インフォメーション●……………19

自然探訪●

山に残る地震の爪痕……………20

村上 亘(森林防災研究領域)



アンケートに
ご協力ください

上記2次元コードからアクセスできる誌面アンケートでご感想やご意見をお寄せください。はがきやFAXの場合は右記の広報普及科へ。2026年1月末までに協力頂いた方の中から抽選で20名に国立研究開発法人森林研究・整備機構120周年記念の特製ボールペンを進呈します。当選発表は発送をもって代えさせていただきます。



季刊「森林総研」2025(令和7)年12月16日発行



編集●国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 広報誌編集委員会

発行●国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 企画部広報普及科

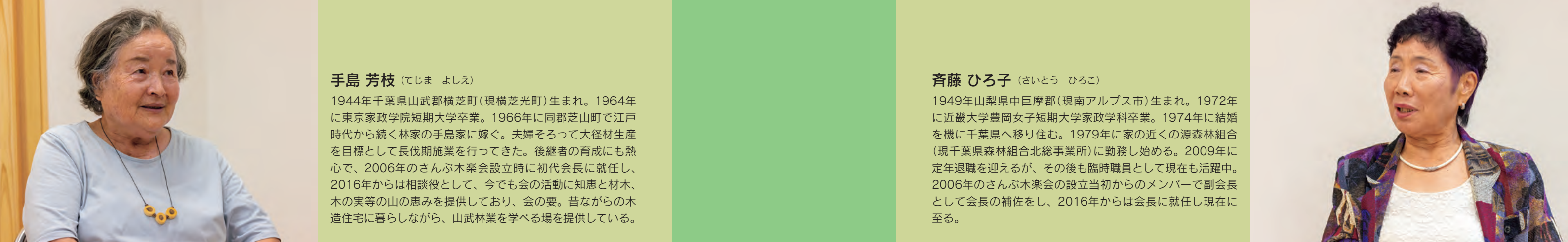
〒305-8687 茨城県つくば市松の里1番地 TEL.029-829-8373 FAX.029-873-0844

URL <https://www.ffpri.go.jp/ffpri.html>

企画制作・デザイン●栗山淳編集室

印刷●昭栄印刷株式会社

©本誌掲載記事及び写真の無断転載を禁じます。



大きな気持ちを持って取り組まないと 林業はやり続けることができません。

手島 芳枝（てしま よしえ）
1944年千葉県山武郡横芝町（現横芝光町）生まれ。1964年に東京家政学院短期大学卒業。1966年に同郡芝山町で江戸時代から続く林家の手島家に嫁ぐ。夫婦そろって大径材生産を目標として長伐期施業を行ってきた。後継者の育成にも熱心で、2006年のさんぶ木楽会設立時に初代会長に就任し、2016年からは相談役として、今でも会の活動に知恵と材木、木の実等の山の恵みを提供しており、会の要。昔ながらの木造住宅に暮らしながら、山武林業を学べる場を提供している。

山沢 ●八街の砂は、「やちぼこり」と言われて有名なんです。空が真っ赤になる。サワラは、木が柔らかくて造作がしやすいので植えられたのでしょう。桶とかお餅を入れる大きな木箱、障子の棧、棺桶などに使っていました。でも芯に穴があきやすいから風に強くはないと思います。葉っぱが茂っているの、砂ぼこりを避けるにはいいのですね。

手島 ●うちは隣の境にカシを植えています。サワラは、防風林を造って植林するようなことではないのですか？

山沢 ●外周にヒノキを植えることはありません。手島 ●うちは隣の境にカシを植えています。サワラは、防風林を造って植林するようなことではないのですか？

手島 ●ちがう樹種を植えると、境界がわかりやすいからね。いま皆さん、いちばん悩んでいるのが、山の境界がわからなくなること

山沢 ●そうそう！ 学びながら夫婦で一緒に作業してきましたね。

手島 ●山武地区の林業は、2019年の台風で大きな被害を受けたと聞きました。

山沢 ●千葉県はふしぎと台風がよけて通ることも多かったのですが、19年の台風15号のときは直撃を受けました。それでたくさん木が倒れてしまいました。道路ぎわの木も折れて道路をふさいでしまい、電線も切れて大災害となりました。

手島 ●うちは先祖代々の山林が約30ヘクタールほどあって、無節の柱をとうとう長いこと林業に力を入れてやってきました。でも、いまや無節の柱が育っても使ってくれる人がいません。そこへ19年の台風で、見事に森がやられました。木が折れると草が入ってつるが絡まり荒れるので、性懲りもなくまたそこに植林をしました。林業は不振ですが、夫は環境のためといってがんばっています。それくらい大きな気持ちを持って取り組まないと林業はやり続けることができません。

山沢 ●昔から女性も家業の山仕事を手伝うことが普通のことだったのですか？

手島 ●そうですね。山へ行く時には一人で行くことも、必ず2人で行きなさいって言われていました。これは昔からです。結婚を機に主人と山へ行くようになって、見よう見まねでナタやノコギリの使い方、木の植え方を覚えました。

手島 ●根は広げて植えないとかね！

山沢 ●そうですね。山へ行く時には一人で



2019年の台風15号による
風害での倒木(左)と、その後
タケの侵入を受けた林地。

★
Key Words
非赤枯性溝腐病
幹に縦長の溝状の腐朽を生じ、材質の劣化や成長阻害を引き起こす。木材腐朽菌のチャアナタケモドキが病原菌で、1960年代に茨城県南部で初めて確認され、サンプスギに多発した。

★ Key Words サンプスギ

山武地域で挿し木(クローン)苗で植林されてきたスギの在来品種。まっすぐに伸びる幹と年輪の詰まった優良な材質を持つ。大都市・江戸の建築用材や船材の需要を満たす木材として重宝され、林業地として栄えた。



★ Key Words さんぶ木楽会

千葉県山武地区で2006年に山武林業振興センターの呼びかけに応じた林業に関わる女性たち7人で立ち上げた会。管理の行き届かない森林での植林、枝払い、下刈り、間伐などの山仕事を請け負っている。楽しみながら木を楽しもうと名づけられた。サンプスギを使った箸やコースターなど(左写真)のクラフト制作も行っている。

道路ぎわの木も折れて道路をふさいでしまい、 電線も切れて大災害となりました。

山沢 ●そうそう！ 学びながら夫婦で一緒に作業してきましたね。

手島 ●山武地区の林業は、2019年の台風で大きな被害を受けたと聞きました。

山沢 ●千葉県はふしぎと台風がよけて通ることも多かったのですが、19年の台風15号のときは直撃を受けました。それでたくさん木が倒れてしまいました。道路ぎわの木も折れて道路をふさいでしまい、電線も切れて大災害となりました。サンプスギは非赤枯性溝腐病*に罹りやすく、幹が侵されて腐ると風害に弱いんです。台風のと再造林も続けてますが、そんな経緯もありサンプスギを育てる方は、いまではほとんどいません。

手島 ●うちは先祖代々の山林が約30ヘクタールほどあって、無節の柱をとうとう長いこと林業に力を入れてやってきました。でも、いまや無節の柱が育っても使ってくれる人がいません。そこへ19年の台風で、見事に森がやられました。木が折れると草が入ってつるが絡まり荒れるので、性懲りもなくまたそこに植林をしました。林業は不振ですが、夫は環境のためといってがんばっています。それくらい大きな気持ちを持って取り組まないと林業はやり続けることができません。

山沢 ●昔から女性も家業の山仕事を手伝うことが普通のことだったのですか？

手島 ●そうですね。山へ行く時には一人で

山沢 ●そうそう！ 学びながら夫婦で一緒に作業してきましたね。

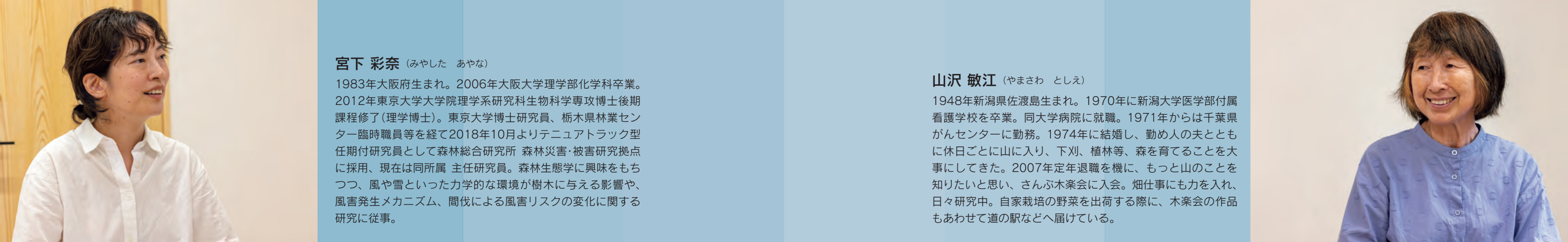
手島 ●山武地区の林業は、2019年の台風で大きな被害を受けたと聞きました。

山沢 ●千葉県はふしぎと台風がよけて通ることも多かったのですが、19年の台風15号のときは直撃を受けました。それでたくさん木が倒れてしまいました。道路ぎわの木も折れて道路をふさいでしまい、電線も切れて大災害となりました。

手島 ●うちは先祖代々の山林が約30ヘクタールほどあって、無節の柱をとうとう長いこと林業に力を入れてやってきました。でも、いまや無節の柱が育っても使ってくれる人がいません。そこへ19年の台風で、見事に森がやられました。木が折れると草が入ってつるが絡まり荒れるので、性懲りもなくまたそこに植林をしました。林業は不振ですが、夫は環境のためといってがんばっています。それくらい大きな気持ちを持って取り組まないと林業はやり続けることができません。

山沢 ●昔から女性も家業の山仕事を手伝うことが普通のことだったのですか？

手島 ●そうですね。山へ行く時には一人で



巻頭◎座談

これぐらい伐ればこれぐらい危なくなるということを、
言えるようになればいいなと。

宮下 彩奈（みやした あやな）
1983年大阪府生まれ。2006年大阪大学理学部化学学科卒業。
2012年東京大学大学院理学系研究科生物科学専攻博士後期
課程修了（理学博士）。東京大学博士研究員、栃木県林業セン
ター臨時職員等を経て2018年10月よりテニユアトラック型
任期付研究員として森林総合研究所 森林災害・被害研究拠点
に採用、現在は同所属 主任研究員。森林生態学に興味をもち
つつ、風や雪といった力学的な環境が樹木に与える影響や、
風害発生メカニズム、間伐による風害リスクの変化に関する
研究に従事。

手島●多分、樹種にもよるよね。
斉藤●風害に強いのがヒノキになって個人的
には思ってます。森の中に風が入らないよう
にするのがよいという考えがあつて、それで
林縁にヒノキを植えたんです。ヒノキは風が
強ければ曲がるんですよ。スギみたいに
真っ直ぐには育たない。風を防ぐ効果はある
と思います。病気にも強いし、硬さもあるか
ら強いのかなって。
宮下●シンプルに考えると、確かに材が硬い
とか密度が大きいものがやはり強い。太さと
長さのバランスとか樹形とかもあります。
斉藤●二股になってないとか病気にかかつて
ないとか、いろんな要素があると思います。
昔この辺りではヒノキのことを「イシビ」と
呼んでいて、ヒノキと呼ぶ人はあまりいな
かったんです。火の木というと火事がおきや
すいイメージになるから、ヒノキという名前
をこの辺りの人は敬遠してたんですね。それ
でイシビ（石火）ってわざわざ石をつけて石
のように硬いみたいな意味を持たせて呼んで
いたんじゃないかと思うんです。
宮下●さいごに、木楽会としての今後の目標
などお聞かせ下さい。
斉藤●自分たちがこの20年の間に植えてきた
森の木々が、どれくらい成長しているかを見
て歩きたいと、このあいだの総会ではみんな

手島●木は大きくなるということを考えて植
えないと本当に、あつという間に大きくなり
ますね。もつと小っちゃいうちに伐つておけ
ばよかったなとか後悔することがあります。
やはり倒木が怖いですね。
手島●多分、樹種にもよるよね。
斉藤●風害に強いのがヒノキになって個人的
には思ってます。森の中に風が入らないよう
にするのがよいという考えがあつて、それで
林縁にヒノキを植えたんです。ヒノキは風が
強ければ曲がるんですよ。スギみたいに
真っ直ぐには育たない。風を防ぐ効果はある
と思います。病気にも強いし、硬さもあるか
ら強いのかなって。
宮下●シンプルに考えると、確かに材が硬い
とか密度が大きいものがやはり強い。太さと
長さのバランスとか樹形とかもあります。
斉藤●二股になってないとか病気にかかつて
ないとか、いろんな要素があると思います。
昔この辺りではヒノキのことを「イシビ」と
呼んでいて、ヒノキと呼ぶ人はあまりいな
かったんです。火の木というと火事がおきや
すいイメージになるから、ヒノキという名前
をこの辺りの人は敬遠してたんですね。それ
でイシビ（石火）ってわざわざ石をつけて石
のように硬いみたいな意味を持たせて呼んで
いたんじゃないかと思うんです。
宮下●さいごに、木楽会としての今後の目標
などお聞かせ下さい。
斉藤●自分たちがこの20年の間に植えてきた
森の木々が、どれくらい成長しているかを見
て歩きたいと、このあいだの総会ではみんな



風倒被害で伐採した跡地に、木楽会が請
け負って広葉樹のコナラを植林した(右写
真)。左の写真は、植林地の前で台風被害
や活動について語る会長の斉藤さん(左)と
前会長の手島さん。右端は宮下主任研究員。



山沢 敏江（やまさわ としえ）

1948年新潟県佐渡島生まれ。1970年に新潟大学医学部付属
看護学校を卒業。同大学病院に就職。1971年からは千葉県
がんセンターに勤務。1974年に結婚し、勤め人の夫とともに
休日ごとに山に入り、下刈、植林等、森を育てることを大
事にしてきた。2007年定年退職を機に、もっと山のことを
知りたいと思い、さんぶ木楽会に入会。畑仕事にも力を入れ、
日々研究中。自家栽培の野菜を出荷する際に、木楽会の作品
もあわせて道の駅などへ届けている。



巻頭◎座談

空間をあまりあけないほうが
「風の道」を防ぐということにつながるわけですね。

ないというわけではなくて、伐る空間をな
るべく小さくすることがだいじで、風の通り道
になるようなあけ方がよくないということな
んです。列状に伐る場合は、山の斜面なら等
高線状に伐るといいと思います。
山沢●この辺りの山は、平地林が多いので
が、横に2列間伐するとしても風がこつちか
ら来るとか、向こうから来るとかわからない
場合はどう考えたらいいんでしょう？
宮下●台風による被害ということを考えるな
ら、台風はたいいてい南風で巻いてくるので、
南に口をあけるような形で列状に伐つてしま
うと、そこが風の通り道になってしまいます。
ですので列状に伐るのであれば、東西方向が
いいのかなと思います。
山沢●なるほど。植林するにしても、間伐す
るにしても、そうしたことを頭に入れておく
といいですね。
宮下●木の横に空間があると風が入るわけ
ですが、およそどれくらいの空間をあけると風
下の木に何倍の力がかかるのかといった事
が、少しずつわかってきています。木の高さ
と同じくらいの幅の空間が風上側にあってし
まうと、急激に影響が増していきます。
山沢●空間をあまりあけないほうが「風の道」
を防ぐということにつながるわけですね。た
しかに伐った後にとくに風害が多いなって感
じる時ってありますね。
宮下●そうしたことをどんどん数値化して
いつて、これぐらい伐ればこれぐらい危なく
なるということ、言えるようになればいい
なということで、いま研究を続けています。

斉藤●間伐するのは、20、30年の木が多い
じゃないですか。その期間、できるだけ空間
をあけすぎない間伐をするということを、い
まだけの人がわかっていくのかなくて、
思うんです。のちのちの管理が大変だから思
い切つて列状間伐をしちゃおうって考える人
もいると思います。先のことを考えて、あま
り空間をあけないように選んで間伐した方が
山にはいいんだろうな、風の通り道もできな
いんだろうな、というのが昔からの感覚では
あつたと思うのですが。やはり、なるべく
風を通さないことが基本なのでしょうね。
手島●それを聞いてて思ったんですけど巻
き枯らし＊をすれば、「風の道」はできない
んじゃないかしら？
斉藤●巻き枯らしは、枯れるまで時間がかか
るけど、たぶん「風の道」はできないですね。
手島●逆に風の被害が出やすくなるかな？
どんなやり方がベストか、森林総研で調べて
もらおう！（笑）
斉藤●山を造つて守つていくこともだけれ
ど、木を伐ること、ほかに被害を及ぼすか
もしれないということも考えないといけない
ね。いま、台風の被害が心配で、家のまわり
の大きな木を伐る方が非常に多いんですよ。
昔の人は家のまわりにいろんな木を植えてま
すから、風の向きによってはもろに家の方に
倒れてくる可能性も高いわけです。台風が来
ると大丈夫かなと、風で木がきしむ音を聞く
たびに心配になりますね。
山沢●低木を植えても、20、30年経つうちに
すぐに大きくなっちゃうからね。

＊
Key Words

列状間伐、巻き枯らし

列状間伐は、木を列状にまとめて伐採し、光の
入り方や作業効率を改善する間伐方法。林内作
業道の整備や機械化と相性がよく、成長促進と
森林管理の効率化を目的とする。
巻き枯らしは、幹の周囲の樹皮と形成層を剥ぎ
取ることで、水分や養分の流れを止めて立ち枯
れさせる方法。

台風15号による風倒被害を
受けたご自身の平地林をなが
める山沢さん



風害による被害例 根返りと幹折れ

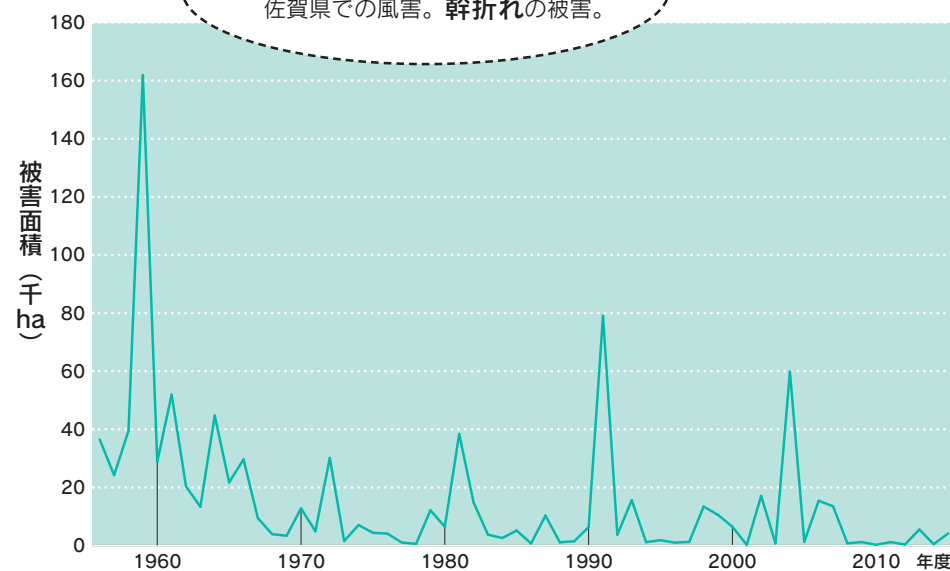
樹木が強風によって被害を受ける害を風害・風倒害という。風害には、根ごと倒れる根返り（倒伏）や、幹が折れる幹折れ（折損）などがある。



2006年台風13号による
佐賀県での風害。幹折れの被害。



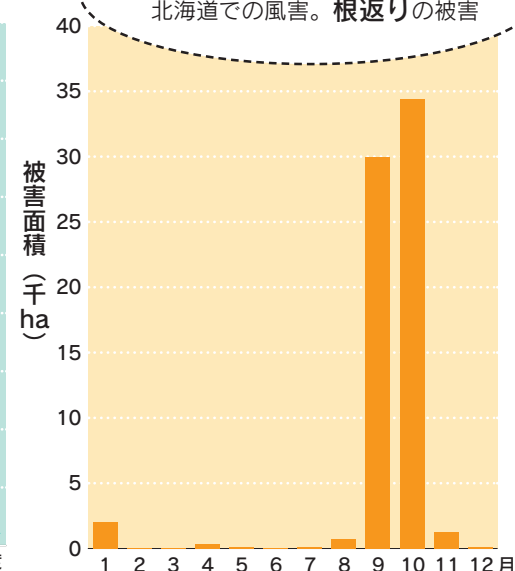
2018年台風21号による
北海道での風害。根返りの被害



特集

風と森林 強風に備える

1956年から2015年に全国で発生した風水害の被害面積（国有林と民有林における風害と水害の合計）数年～十数年に1回の頻度で大きな被害が発生する。まれに発生する被害なので、対策を行う動機になりにくいですが、長期間保育する林業では決して無視できる頻度ではない。



2004年から2014年に全国の民有林で発生した風害の月ごとの被害面積分布 おもに台風に伴う強風で被害が発生するので、上陸台風の多い9月と10月が発生のピークとなる。

風害とは？

日本列島は、毎年いくつもの台風に襲われる台風の通り道に位置しています。そのため、これまでもさまざまな土砂災害や洪水などによる被害を経験してきました。強風は生活空間のみならず、森林にとっても最大級のストレスとなります。そしてときに、甚大な被害を森林にもたらします。強風による倒木は、根ごとひっくり返る根返りや、幹の途中で折れる幹折れが主要な被害形態です。

これまで風害は、長年にわたり保育、管理してきた林木が多数倒木して経済価値を失うことから主に林業での災害でした。しかし近年は、大きく成長した樹木の倒木が周辺の道路や電線などのインフラに被害を及ぼすことも多く、より暮らしに身近な災害となりつつあり、今まで以上に森林や樹木の適切な管理が重要となっています。

被害は年ごとの変化が大きく、2004～2014年の平均では、風害を受けた民有林の面積は年間約6292haに達します。こうした風害に対し、どのような対策が有効か研究することは、気候変動による暴風雨が増加する時代へ向けてとても重要です。



風倒木処理を行う重機

2018年台風21号による大阪府北部の風害で、被害発生からおおよそ1年後の写真。樹高30m程度に成長したスギが大面积に被害を受けた。大きな被害が発生すると風倒木の処理に数年を要する。

監修：浅野 志穂（研究ディレクター）
鈴木 寛（森林災害・被害研究拠点長）

特集

風と森林 強風に備える

台風などの気象現象に伴って強風が発生することがあります。樹木に強風が吹きつけると、その大きな力は樹木の生死に影響を及ぼします。樹木は風の力をいなして、影響を小さくする機構を持っていますが、樹木が耐えうる限界を超えた大きな力が働いた時には倒木してしまいます。倒木は森林を攪乱して森林生態系を更新する契機となり、木材生産の場である人工林においては、林業経営に経済的な損害をもたらします。また、倒木の跡地がのちの豪雨によって土砂災害の起点になることもあります。森林管理や木材生産を行うにあたって、強風とどのようにつきあっていくべきか、研究の最前線を紹介します。

風速 **0m/s**

風が強くなるほど、樹木の風を受ける面積が小さくなっていき

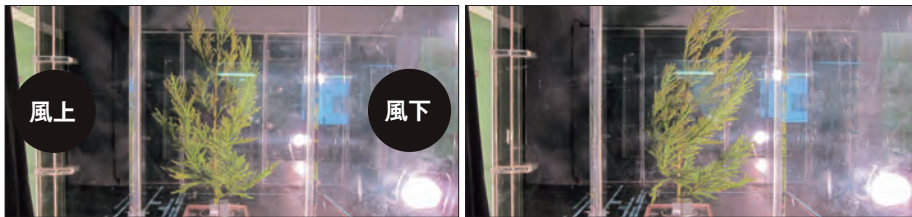
樹木の形が流線型になっていく

樹木の形が変形することで、
風の荷重がかかりにくくなる

風速 **19m/s**

これが、樹木の風のいなし方
(強風から身を守る機構)

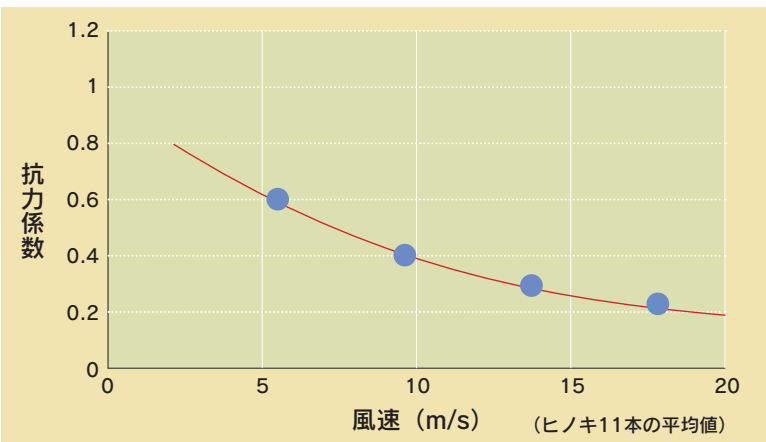
風洞の中のスギを
横から観察すると



風洞の中のスギを
上から観察すると

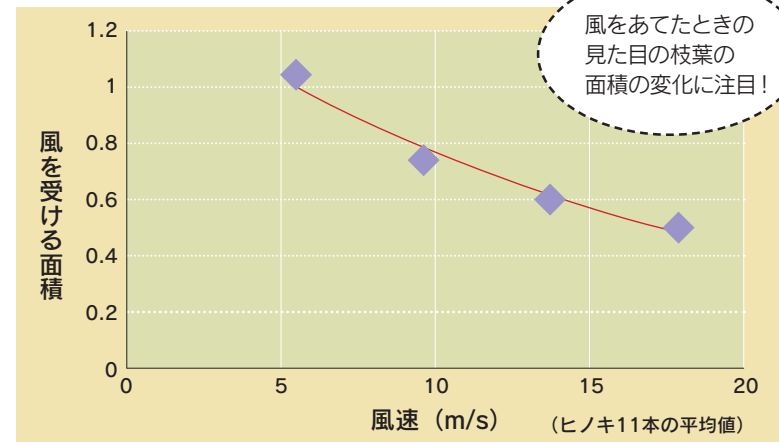
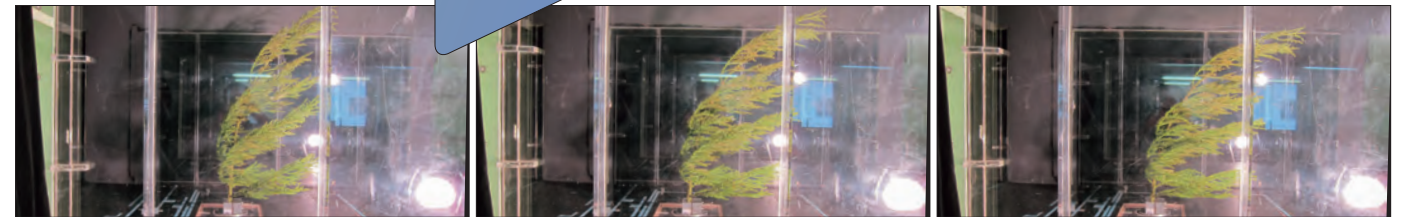


風洞の中のヒノキを
風下から観察すると



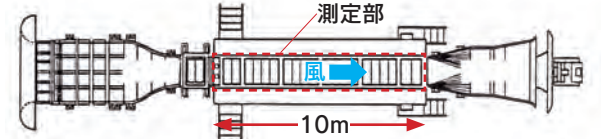
風速と抗力係数

風速が大きくなるほど抗力係数が減少していく。樹木に働く風の力が小さくなっていくことがわかる。



風下から見たときの樹冠面積の変化

風速が大きくなるほど樹冠の変形が大きくなり、風を受ける面積が小さくなる。風がないときの樹冠の面積を1としたときの相対値。



模型実験に使用した風洞装置

1.6m x 1.2m x 10.0m(縦、横、長さ)の空間に強風を発生させることができる。

特集

風と森林 強風に備える

り、樹木の変形によって風の力を8割減衰させているのです。多くの研究によると、20〜30メートル毎秒という強風に対して、抗力係数は0.2〜0.8程度の値となっています。

樹冠の変形による「いなし」の他に、複数の枝が異なるタイミングで揺れることにより互いに揺れを相殺する、「質量ダンパー」と呼ばれる機構も備わっていると考えられています。さらに、森林のように樹木が密集している場合は、樹木同士が衝突しながら、互いに支え合っていることもわかっています。樹木は複数の戦略で強風に対抗しているのです。

樹木の「いなし」戦略にもかかわらず、樹木が耐えられる限界を超えると、根返りや、幹折れが起きます。強風から受ける力が根の耐性を上回ると根返りとなり、幹の耐性を上回ると幹折れになります。根の耐性に達する前に幹の耐性に達すれば幹折れが発生し、逆の場合は根返りになるというわけです。根の耐性は、根の健全性（腐朽の有無）や成長の旺盛さに影響を受けます。幹の耐性は、太さや樹種ごとの材の強さや材の欠点（傷、死節、腐朽など）の有無によって影響を受けます。

樹高の割に太さの細い樹木は風害を受ける危険性が高いため、強風に遭遇しても根返りや幹折れが発生しにくい樹木とするには、幹を太らせることが重要です。

樹木の「いなし」戦略と風害の発生

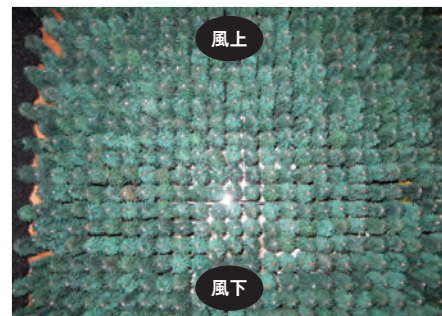
常日頃から私たちは樹木の枝葉が風を受けて揺らめく情景をなんの気なしに目にしています。そうした柔軟な樹木の構造にこそ、樹木が強風から受ける力を受けない機構をみることが出来ます。強風を受けたとき、葉・小枝・枝がたわんで流線形となり、かつ風を受ける面積を小さくすることで風の力がかかりにくくしています。つまり、硬い板のように風を正面から受け止めるのではなく、形を変えることで力を受け流して逃がすのが樹木の「いなし」戦略です。風が強くなるほど樹冠の変形は大きくなりますので、この機構が強く働きます。

強風を人工的に発生させる風洞装置でスギやヒノキに強風を当てたときの画像を見てみましょう。横や上から観察すると、風が強くなるほど枝葉が風下側になびいて流線形になっていきます。また、風下から観察すると、風が強くなるほど枝葉が小さくまとまり、風を受ける面積が小さくなっていくことがわかります。こうした、樹形を変形させることにより風の力をいなし効果を表す係数が「抗力係数」です。抗力係数は風のもっている力が樹木に働く力へとなる割合を表しています。ヒノキの実験では風速20メートル毎秒のときに、風の力の2割だけが樹木に働いていることがわかります。つま

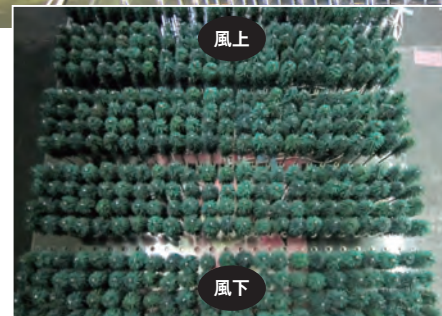
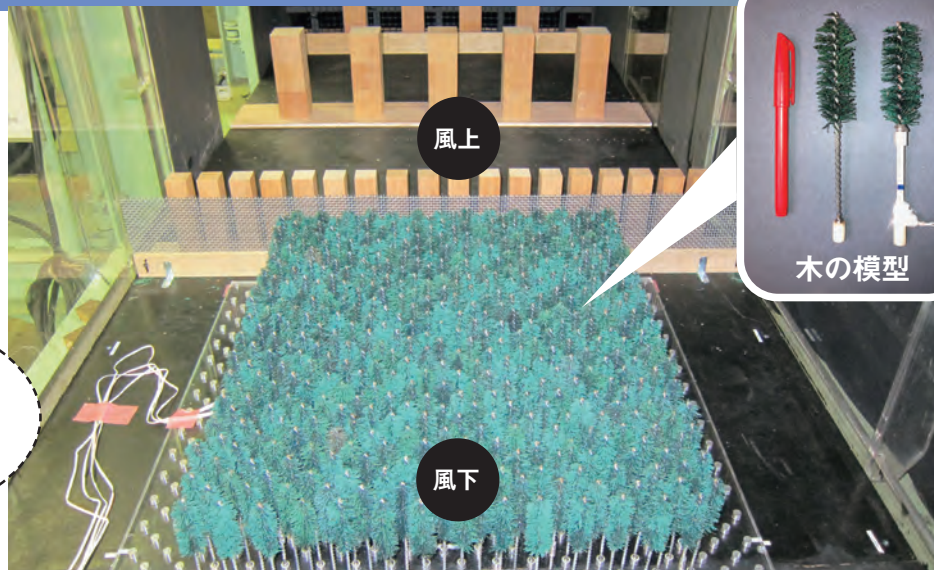
風洞装置を用いた樹木模型による実験

1.8m 間隔に植栽された樹高 9.6m の針葉樹林を想定して、模型の木の間隔を 3cm、高さを 16cm とし、1/60 の縮尺で再現した。模型上空の風速を現実の森林に合わせて調整した。

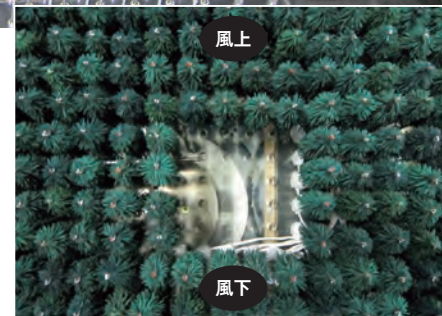
風洞内の林の模型のようす。模型の風上側には森林を模した風速分布や風の乱れをつくるためのブロックが配置されている。



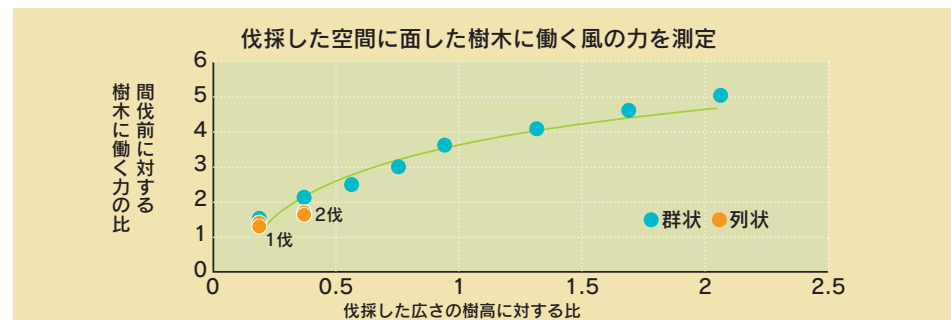
間伐前



間伐後



間伐後



空間の大きさは、列状間伐は伐採列の幅、群状間伐は一辺の幅とした。伐採した空間が大きくなるほど樹木に大きな力が働く。6パターンで実験した列状間伐は、残す列数に関係なく1列伐採(1伐)か2列伐採(2伐)かによって樹木に働く力が決まり、それぞれほぼ同じ値であった。

特集

風と森林 強風に備える

針葉樹林より広葉樹林が、単層林より複層林がより強風に強いと一般には言われていますが、実際の樹木の計測と模型実験の2つの方法を上手に組み合わせることで、これらのメカニズムの解明が進みます。

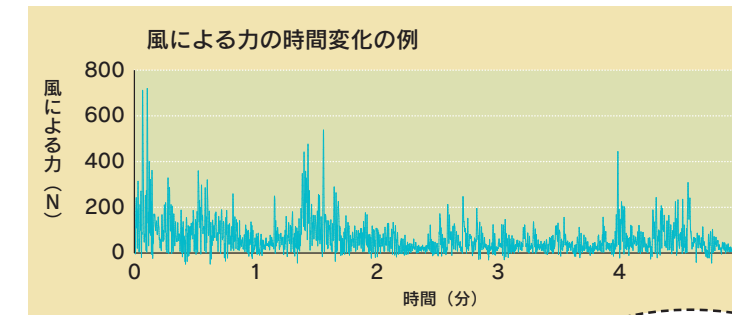
風害リスクが高い間伐直後の時期を無事に乗りきり、強風に強い森林に育てるために、これらの研究が役立つにちがいありません。

今後へ向けての課題

定できる利点があります。林の模型を使った風洞での実験によると、林内に間伐で開けた空間が大きくなるほど残された樹木に働く力が大きくなりました。このことは、間伐による風害リスクを小さくするためには、伐採で生じる空間のサイズを小さくした方がよいことを示しています。つまり、樹木の成長に十分な効果が発揮できて、かつ風害リスクの上昇を大きくさせすぎない、ちょうどよい間伐率や間伐方法を見出す必要があります。

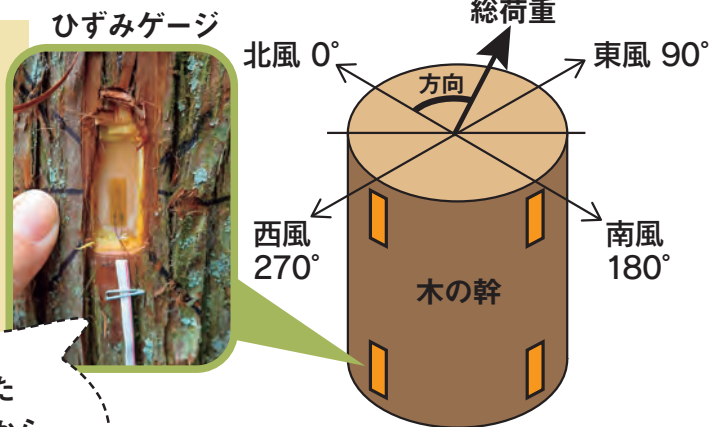
成長余力が小さく太りにくい森林を間伐すると、風害リスクの高い期間が長引いてしまう可能性もあります。間伐率や間伐方法がその後の樹木の成長にどのような影響を及ぼすのか、今後さらに多くの事例でのデータの蓄積が必要です。

立木にセンサーを取り付けて、直接、樹木に働く力を測定



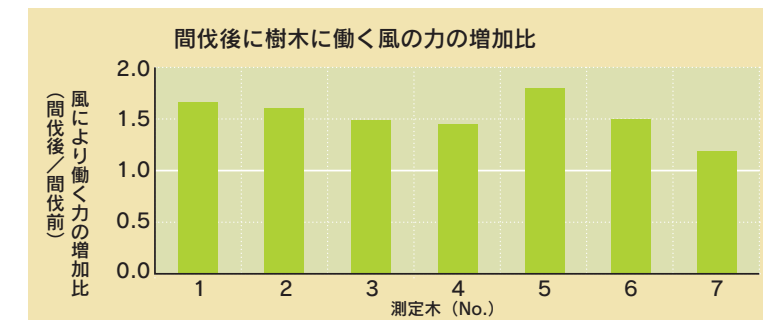
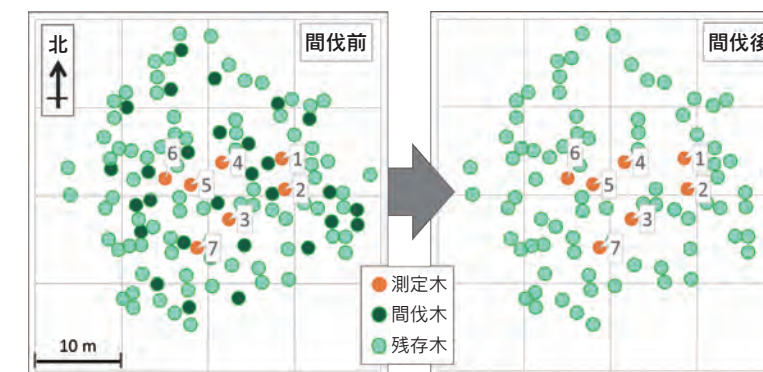
ひずみゲージを使って測定すると、風によって樹木に働く力は、細かく強弱を繰り返しながら変化していることがわかる。時折、瞬間的な強風で大きな力が働いている。

幹に取り付けたひずみゲージから風の力を測定する。



微細なひずみを検出するひずみゲージを幹に貼り付け、樹木に力がかった時の幹のひずみ(変形)を測定する。4枚のひずみゲージを用いることで、幹の変形から力の大きさ、力の方向を高精度に測定できる。

林内の木の位置(上から見たところ)



上のヒノキ人工林において間伐後に風による力がどれだけ増加したかを測定した。その結果、各測定木(No.1から7)の平均値は、間伐によっておよそ1.4倍に増加したことがわかる。



上の写真は40年生のヒノキ林(1300本/ha、平均樹高17m、平均胸高直径23cm)の間伐前のようす。測定木を設定して、本数30%の間伐を行った。左の図は、間伐前後の樹木の配置を示した図。図中の丸い図形が樹木1個体を表す。橙色で示した測定木7本で樹木に働く力の計測を行った。

間伐の重要性と危険性

人工林で幹を太らせるには間伐を適切な時期に実施して肥大成長を促す必要があります。ところが、間伐を実施した直後の数年間は風害を受けやすいこともわかっていきます。つまり、耐風性を高めるための間伐が、一時的には風害のリスクを高めてしまうのです。では、間伐はどのように行うことがベストなのでしょう。それを考えるための間伐の影響に着目した2つの研究を紹介しましょう。

ひとつめは、実際の林で樹木に働く風の力を測定し、間伐の前後でどのような変化が生じるか観測しました。30%の本数を取り除く間伐を行ったとき、残された樹木に働く力の大きさは、平均すると間伐前の1.4倍に大きくなっていました。このことは、間伐によって生じた空間から林内に風が入り込み、残った樹木に間伐前よりも強い風が当たるようになったこと、つまり風害を受けるリスクが高まったことを示しています。この観測は一例にすぎませんが、これからさらに観測事例を増やしていく予定です。

ふたつめは、森林を模した模型をつくり、風洞内で風の影響を測定する研究です。実際の森林の調査では、測定できる事例が限られてしましますが、模型を使った実験であれば多数の間伐パターンで測

研究者の横顔

Q1. なぜ研究者に？

じっくり考えることと、文章を書くことが好きだったからです。自分の発見やアイデア、そして一緒に仕事した方々との記録を、世界中の人が読める論文という形で、死後にまで残せることが、私にとっては最大の魅力です。

Q2. 影響を受けた本など

三浦綾子 著『泥流地帯』『続 泥流地帯』（新潮社）です。十勝岳噴火に伴う泥流を題材に、災害で一瞬にして日常が失われる苛酷さ、それでも前を向いて復興に取り組む人々の崇高さを描いたこの小説は、中学3年のときに初めて読んで以来、森林科学科への進学、災害に関する研究室の選択、前職での北海道勤務と、節目ごとに読み返してきました。

Q3. 研究の醍醐味は？

データを取ったり共同研究者と議論したりしているうちに、当初の計画では考えもしなかったアイデアが出てくるがよくあります。また、成果が意外な方の目に留まって新たな研究につながることもあり、自分の想像を超えて進展していく感じが楽しいです。

Q4. 若い人たちへ

あまり完璧主義にならない方がいいです。テストと違って研究に満点の解答はないので、完璧を求めすぎると追い詰められる可能性があります。ある程度の完成度はもちろん必要ですが、データや論理が多少不完全でも、どこに限界があるか説明できれば、問題ない場合も多いです。

参考文献

Iwasaki K, Shimoda S, Nakata Y, Hayamizu M, Nanko K, and Torita H (2024) Remote sensing of soil ridge height to visualize windbreak effectiveness in wind erosion control: A strategy for sustainable agriculture. Computers and Electronics in Agriculture 219: 108778.
※2024年プレスリリース「土と作物を守る防風林の効果を畑の畝の形から可視化—ドローンやiPadで高精細かつ簡便な効果把握が可能に—」参照



岩崎 健太 Iwasaki Kenta

森林災害・被害研究拠点

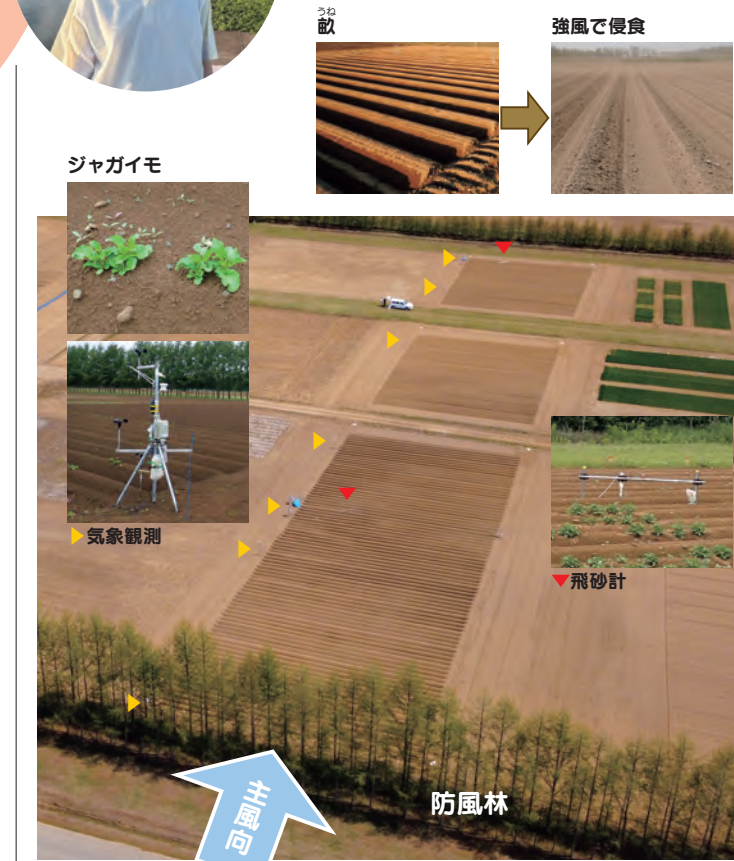


写真2 観測の様子(北海道芽室町)
防風林からの距離を変えた気象観測やジャガイモの調査、ドローンをを用いた畑全体の測量を実施した。(空撮画像:道総研林業試験場 速水将人氏 撮影)

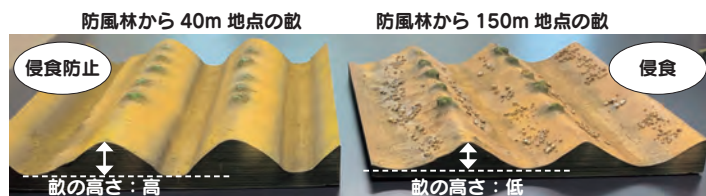


写真3 侵食後の畝の模型
防風林によって侵食が防がれたことが、「手に取って」わかる。

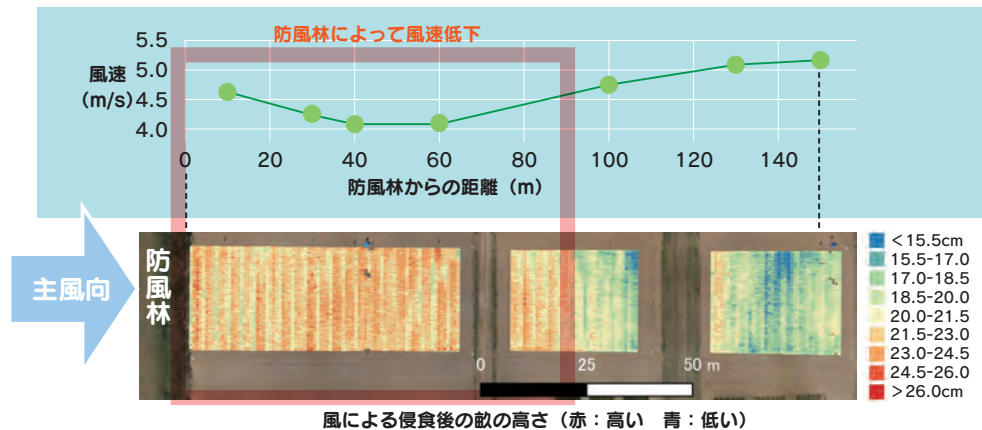


図2 防風林風下における風速とドローンから得られた畝の高さの分布
風速は、侵食が発生した日の平均。防風林によって風速が低下した場所では、強風後にも畝が高いまま維持されており、侵食されていなかった。(Iwasaki et al. (2024)の図を一部改変)

強風から土と作物を守る 防風林の効果を 見える化する

研究の森から

農業の効率化によって失われる防風林

畑の周りに整然と並んだ列状の林。北海道でよく見かける風景です。これは風による土壌侵食や作物被害を防ぐ防風林で、開拓後に強風被害が多発した北海道では、広く植えられてきました。しかし、過去の被害を知る世代から代替わりし、日陰や大型機械作業の妨げを理由に、減少が進んでいます。防風林の欠点は狭い範囲でしか生じないのに対し、効果は広い範囲で発揮されます(図1)。そのため、効果を見える化し、十分に理解できるようにした上で、防風林の取り扱いを検討していく必要があります。

緑のジャガイモと防風林の知られざる関係

2019年、十勝地域の高速道路で、12台がからむ多重衝突事故が起こりました。強風で畑から飛ばされた土煙による視界不良が原因でした。十勝で防風林の気象観測をしていた私は、その直後に行政の方から、防風林の減少を危惧した若手農家さんを紹介されました。畑に伺い、お話をしているうちに、強風が吹くとジャガイモ畑の畝を直す手間がかかるという話が出ました。畝が風で削られたままでは、育ったイモが土から出て、日光を浴びます。そのイモは、有毒物質が生じて緑色になる(写真1)ため、売り物にならないというのです。そこで防風林には、

単に風による直接的な作物損傷を防ぐだけでなく、緑色のイモを防ぐという、これまで知られてこなかった効果があるのではないかと考え、作物の研究者やドローンの得意な研究者に協力をお願いしてプロジェクトを立ち上げました。

畑の畝の形から、防風林の効果を見せる

風・土・作物などさまざまな観測(写真2)を実施した中で、ドローンによる侵食観測は、当初の計画通りでは良い結果が得られませんでした。侵食の前と後の2回、地表面を測量し、侵食前後の標高差を算出する従来の手法では、2回の測量結果をまったく同じ位置で重ね合わせるために高い精度が必要となり、数cmの侵食量の評価には、精度が足りませんでした。

どうするか考えるうちに、機械で作られた畝の形は、侵食前にはどこでも同じと気付きました。そうであれば、侵食後に畝の高さを一回測量するだけで侵食分布を得られ、従来ほど高い位置精度は必要なくなります。この気付きにより、防風林が侵食を防ぐ効果を畑全体で見える化できました(図2)。さらに最終年、新たに加わった共同研究者がレーザースカナを搭載したタブレット端末で畝の形をスキャンし、3Dプリンタで畝の模型を作ってくれました(写真3)。畝に着目した侵食観測について論文を投稿すると、その



写真1 緑色になったジャガイモ
土から露出し、日光を浴びたことが原因。

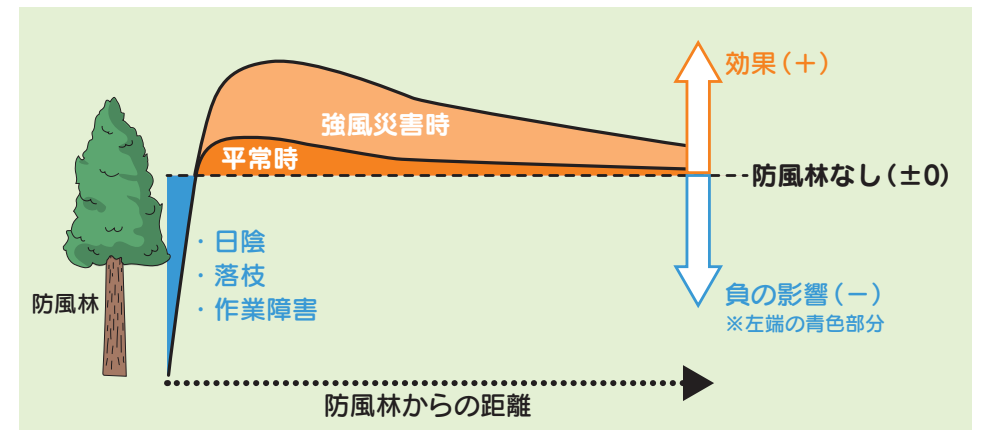


図1 防風林の効果と欠点の概念図
強風災害時には効果が見えやすくなるが、平常時には、狭い範囲で生じる負の影響の方が目立ってしまう。そのため、全体として効果の方が大きかったとしても、伐採が進み失われやすい。

研究者の横顔

Q1. なぜ研究者に？

さしたる目標もなく、これまで行き当たりばったり生きてきたので……。学生のとときに、自然現象の裏にある仕組みを、もっと深く知りたいと思ったことが、今の自分につながっているかな？ と思います。



勝島 隆史 Katsushima Takafumi

森林防災研究領域 十日町試験地

Q2. 影響を受けた人など

学生のとときに、研究を通して出会った人々。研究に傾ける熱量が、それぞれ凄い。「それはなぜ？」という日常生活では聞かない言葉に、はっとさせられました。

Q3. 研究の醍醐味は？

わからないこと、理解できないことがあると、もやもやしたり、気持ちが悪かったりしませんか？ そうした気持ちをすっきりさせることが、研究の良さだと思っています。そのようにして生まれた研究成果が社会に役立てられたなら、それは研究の醍醐味だと思います。

Q4. 若い人たちへ

自分がおもしろいと思ったことを、人と共有してみる。そうすると、思いがけないことに会うこともあるかもしれません。

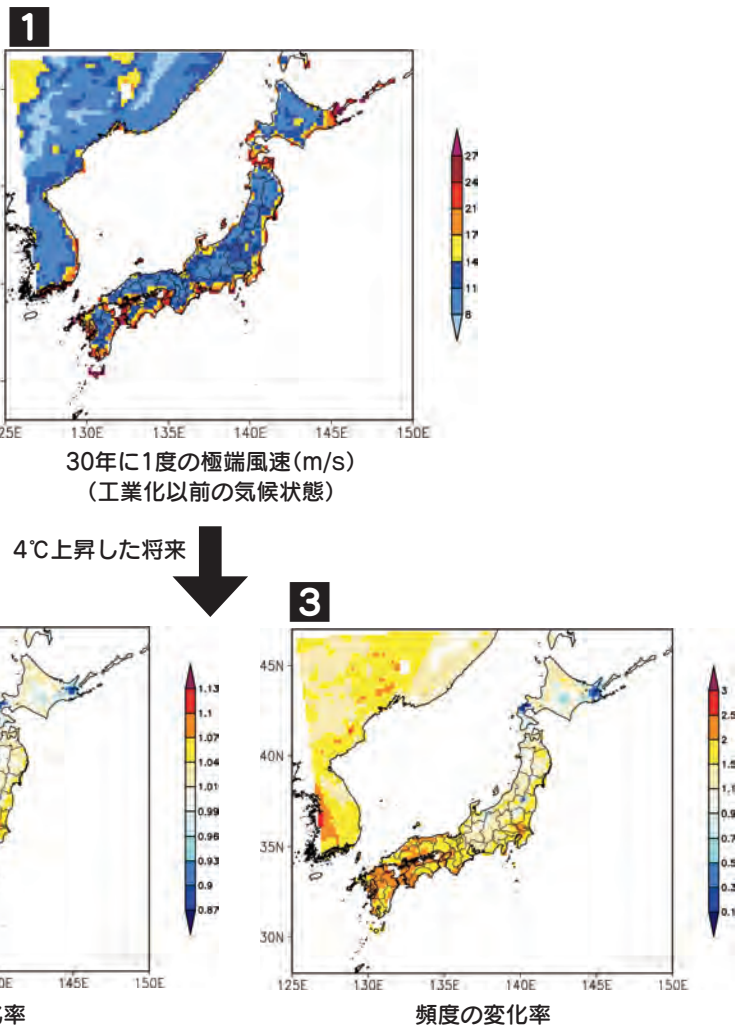


図2 30年に1度の極端風速の将来変化

1工業化以前の気候状態での極端風速の分布、2風速の強度の将来の変化率、3頻度の変化率

世界平均気温が4℃上昇した将来の気候では、極端風速は国内のほとんどの地域で強度と頻度が共に増加、特に西日本や関東の一部では増加が著しい。

強風被害の将来のリスク変化

地球温暖化がもたらす気象や気候の変化
現在、地球の気候は前例のない速度で温暖化しています。気候変動に関する政府間パネルの第6次評価報告書では、2011～2020年時点での世界平均気温は、工業化以前の水準より1.09℃上昇していることを示しています^{図1}。気候変動により、極端な気温や大雨、干ばつなどの発生にも、既に変化が生じています。では、強風をもたらす台風などの熱帯低気圧の変化はどうでしょうか？世界的に見ると、過去40年間に強い熱帯低気圧の割合が増加した可能性が高いことが示されています。また日本周辺の北太平洋西部では、熱帯低気圧の風速が最大となる場所が、1940年代以降にこれまでよりも北側に移動した可能性が高いことが示されています。さらなる地球温暖化の進行は、日本国内での強風による倒木などの森林被害を増加させる可能性があります。

将来予測データでリスク変化を推定する

そこで、国内での強風による森林被害のリスクの将来変化を推定するために、将来の気候予測データを用いて、発生頻度が稀な強風の変化を調べました。ここでは、30年に1度の発生頻度に相当する風速を指標として、このような極端風速が工業化以前の気候状態と、地球全体の

平均気温が4℃上昇した将来の気候状態とで、どのように変化するかを調べました。その結果、極端風速は国内のほとんどの地域で増加することがわかりました^{図2}。特に西日本や関東地方の一部では、1.1倍程度増加することが算定されました。また、工業化以前の気候状態での極

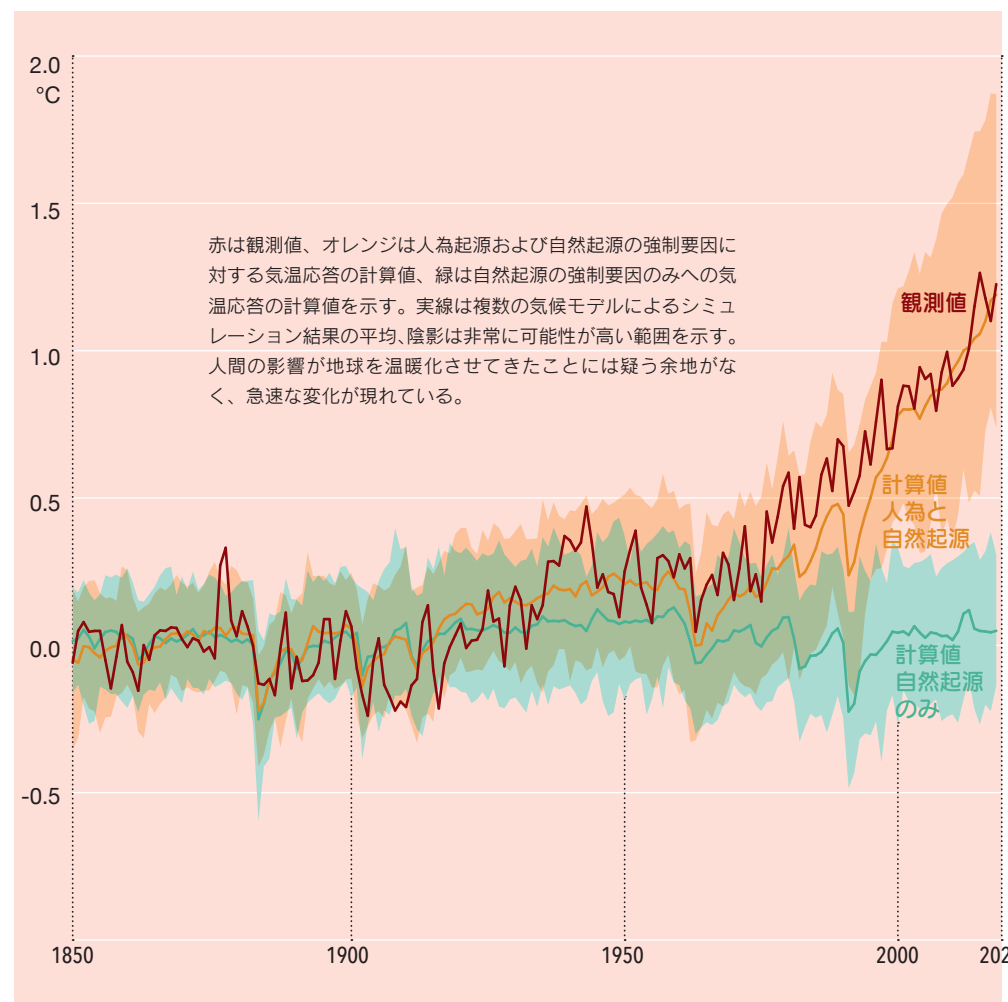
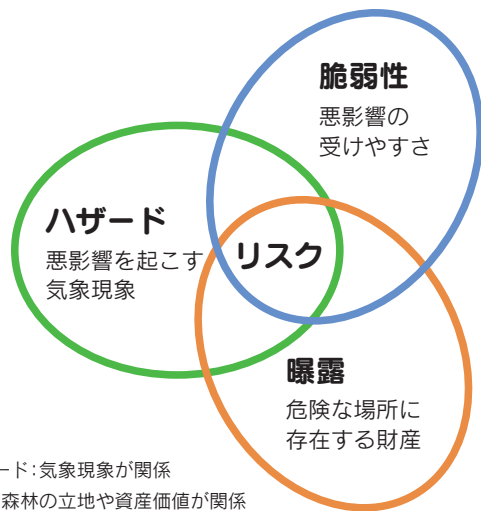


図1 1850～1900年を基準とした世界平均気温の変化

IPCC (2021): Climate Change 2021, The Physical Science Basis, AR6 WG1, Figure SPM.1b を改変



ハザード: 気象現象が関係
曝露: 森林の立地や資産価値が関係
脆弱性: 樹種や品種、施業が関係

図3 森林被害のリスクの概念

リスクは、脆弱性、曝露、ハザードの相互作用の結果もたらされる。

の3つの要因が関係します^{図3}。森林気象害のリスクでは、ハザードは被害をもたらす気象現象が関係し、曝露は森林の立地や森林そのものの資産価値が関係します。また、脆弱性は被害の受けやすさに影響を及ぼす樹種や品種、施業が関係します。今回予想された強風の増加は、ハザードの増加をもたらします。もし、曝露や脆弱性が変化しなければ、ハザードの増加は、リスクの増加を引き起こします。

人の力によって自然災害による被害の発生を抑止することはできませんが、脆弱性を改善するための事前対策を講じることで、将来のリスクを低減させることは可能です。つまり、風害に強い森林施業が、気候変動への備えに繋がります。

気候変動に備えたリスク管理

リスクには、ハザード、曝露、脆弱性

端風速と同水準の風速が、将来気候で発生する頻度を調べると、おなじように特に西日本や関東地方で頻度の増加が見られており、多い所で2～2.5倍増加することがわかりました。

林野火災において最初に燃え始めるのは、林床を覆っている落葉です。十分に湿っている落葉は不燃です。そのため火災発生時の危険性は低いのですが、雨の降らない日には落葉は次第に乾燥していきます。そしてある程度以上に乾燥した落葉は可燃となります。落葉に含まれる水の重量を、水分を全く含まない落葉の重量で除した値である含水比が20%以下となるまで乾燥すると、落葉は可燃となるという研究報告があります。

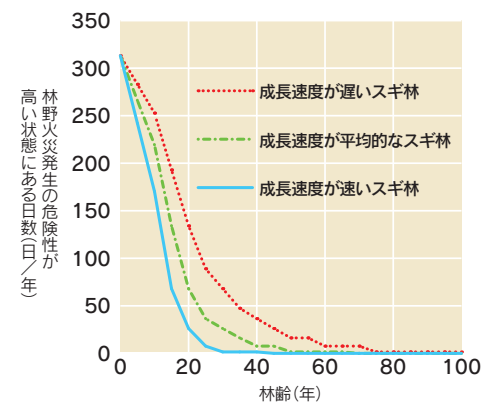
樹木が成長し、葉が茂っている森林では太陽光が樹冠に遮蔽されるため、林床に到達する太陽光は少ないので、落葉は乾燥しにくくなります。その一方で、樹冠に隙間があるような森林では林床に到達する太陽光が多いので、落葉は乾燥しやすくなります。例えば若い人工林や冬季の落葉林などがそれで、このような森林では火災発生リスクが高まります。

森林総研では、降水量と林床に到達す



玉井 幸治 Tamai Koji
森林防災研究領域

森林の状態と林野火災発生リスク



スギ林の成長に伴う、林野火災発生リスクの減少 (関東北部の例)

る日射量のデータからさまざまな森林における落葉の含水比の変動をシミュレーションするモデルを開発しました。そのモデルを使って、森林の落葉の含水比が20%以下と乾燥した火災発生時の危険性が高い状態にある日数を推定してきました。右のグラフは、スギ林の成長につれて火災発生時の危険性が高い状態にある日数が減少していくことを示しています。

世界には大規模な林野火災が毎年のように発生している地域があります。そうした地域では長い乾季があり降水量も少ないため、葉が茂る森林にまで成長していない、火災発生リスクの高い森林が多い傾向にあります。それに対して日本では温暖湿潤な気候により一般的に、太陽光を十分に遮断できる火災発生リスクの低い森林にまで成長することが可能です。(2024年12月12日開催講座より)

令和7年度 森林講座のお知らせ

2026年1月22日(木曜日)
「日本へとつながるアジア大陸の人類移動
氷河期の森林拡大が要因だった」
志知 幸治 (北海道支所)

シベリアでは氷河期に起きた森林拡大が現生人類の移動を促したことがわかりました。約3.8万年前に起きた日本列島への人類移動と関連付けて解説します。



◆講座会場・申込先・問合せ先

2026年2月5日(木曜日)
「赤トンボの知られざる旅
一生息地のつながりを理解しよう」
東川 航 (九州支所)

里山の赤トンボは、森林、草地、河川、水田など多様な生息地のつながりを広く利用します。そんな赤トンボの「旅」について、最新の研究成果を紹介します。



森林・林業や木材への関心や理解を深めていただこうと、一般の方々を対象にした「森林講座」を多摩森林科学園の科学館で毎回午後1時15分～3時に開きます。受講無料。

◆受講申込み

メールまたは往復はがきで、講座名と受講人数(最多3人まで)、受講者(複数人の場合は代表者)の郵便番号・住所・氏名・電話番号を明記して下記の申込先にお送りください。講座開催日の前月1日から受け付け、先着順で定員30名に達し次第、または開催2日前に締め切ります。詳しくは下記「森林講座(2025年度)」ページをご覧ください。

◆「森林講座(2025年度)」ページ



お問合せ電話: 042-661-1121
E-mail: shinrinkouza@ffpri.go.jp

〒193-0843
東京都八王子市甘里町1833-81

多摩森林科学園

地元つくばで公開講演会を開催



地元つくばで開かれた森林総合研究所の公開講演会

森林総合研究所は10月15日、茨城県つくば市のつくばノバホールで「2050年の森・人口減少社会において森林の果たす役割とは」をテーマに公開講演会を開きました。地元つくばで公開講演会を開催するのは初めて。つくば市民をはじめ、関係機関、大学、研究機関、行政関係、報道関係など約200人が来場しました。講演会の模様はYouTube「森林総研チャンネル」で配信しています。

解説。研究成果の社会実装や産学官民の連携強化を目的にリユニオナルした「森林産業実用化カタログ」の一部を紹介するポスター発表も行われ、来場者と研究員が交流しました。

森林総研にウッドデザイン賞奨励賞

森林総合研究所などが取り組んだ研究プロジェクト「早生樹等の国産未活用広葉樹材を家具・内装材として利用拡大するための技術開発」が「ウッドデザイン賞2025」の奨励賞(ソーシャルデザイン部門)に選ばれました。「今後、拡大すると考えられる針葉混交林経営の基礎となる研究であり、長期間を要する林地

経営の中間段階での収入源確保の可能性にもつながる。今後の

▶YouTube「森林総研チャンネル」
<https://www.youtube.com/c/FFPRIchannel/>



社会実装化を期待したい」と高く評価されました。

同プロジェクトは森林総合研究所を中心に、山形県工業技術センター、岐阜県生活技術研究所、福岡県農業総合試験場資源活用研究センター、飛騨産業(株)とともに生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」の資金を得て取り組みました。センダン、ハンノキ、ホオノキ、コナラ材の利用に当たっての基礎データとなる材質や物理特性などを明らかにするとともに、センダンについて業界の自主規格となりうる板材の品質評価基準の試案を作成するなどしました。

ウッドデザイン賞は日本ウッドデザイン協会(隈研吾会長)が主催し、木を活用した社会課題を解決する建築・空間、プロダクト、活動や研究を表彰する制度です。



WOOD コレクション 2024Plus でプロジェクトの概要を紹介し、成果を活用した試作品(椅子等)を展示

森林機構120周年誌発行

2025年11月1日に創立120周年を迎えた森林研究・整備機構(森林機構)は「森林研究・整備機構120周年記念誌 山なみ越えて」2015年～2025年のあゆみ」をオンライン発行しました。110周年以降の10年間の足跡をまとめ、公式サイトで公開しています。



記念誌ページ

森林研究・整備機構
120周年記念誌の
表紙から



次号予告

2026年3月発行予定の次号72号は「林業経営と生物多様性保全」(仮)と題して、生物多様性の保全に配慮した林業が重要度を増す中、どのような取り組みが今後必要なのか紹介します。巻頭解説は、東日本大震災で津波被害が大きかった宮城県南三陸町で、持続可能な林業と地域をめざす株式会社佐久の佐藤太一さんと、生物多様性の保全に配慮する森林管理法「保持林業」の研究に携わる研究員が語り合います。



P.3, 8, 14, 16, 18, 20



P.3, 8, 14, 16, 18, 20



P.3, 8, 16, 18, 20



P.3, 8, 14, 16, 18, 20



P.14



◆持続可能な開発目標 (SDGs)
森林総合研究所は、森林・林業・木材産業等の幅広い研究を通して、国連の持続可能な開発目標 (SDGs) の達成に積極的に貢献しています。該当する目標と記事のページ数は、左記の通りです。

プレスリリース等の最新情報はこちらから→

<https://www.ffpri.go.jp/index-r.html>

お問い合わせ
森林総合研究所
企画部 広報普及科 広報係
TEL 029-829-8372
Email kouho@ffpri.go.jp

