



暴風



津波



雪崩

人々の暮らしを守りたい



独立行政法人

森林総合研究所

気象環境研究領域

間伐による風害リスクの定量的評価

— 仮想的な林による検討 —

鈴木 覚 (気象害・防災林研究室)

■ 風害リスクの増加する森林

スギやヒノキなどの人工林が木材生産の役割を果たすためには、間伐などの保育・管理が不可欠ですが、収益の悪化や従事者の減少、高齢化という厳しい林業事情のなか、間伐の遅れた放置林が多く発生しています。放置林は、労力・費用の関係で一時的にたくさん伐採してしまう傾向にあります。

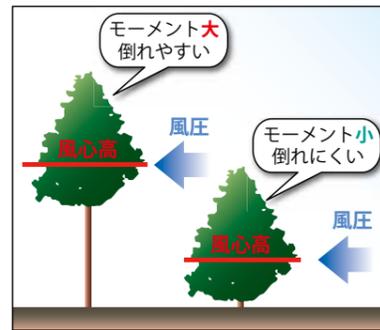
これまでの事例から、風害は間伐直後に発生しやすいことが知られています。したがって、林を適切に保育・管理していくには、いかにリスクを避けながら間伐を進めるかが重要になります。また、地球温暖化によって台風が大型化するといわれており、強風が襲来する可能性の増大が同時に進行しています。

これらのことから、風害リスクを軽減できる間伐率を予測し、風害に強い林を整備していかなければなりません。このため、シミュレーションモデルによる風害リスクの予測技術を開発しました。

■ 風害のメカニズムに則ってリスクを予測

強風によって樹木が倒れるメカニズムには、3つの要素が関わっています。1つは樹冠の大きさです。樹冠とは枝葉が茂っている部分のことで、樹冠が大きいほど広い面積で風を受けるので風圧が大きくなります。2つ目は風速です。風速が大きいほど風圧が大きくなります。3つ目は風心の位置です。風心とは風圧を一点にかかるとして表したときの作用点です。

3つの要素の掛け算でモーメントという物理量が得られ、モーメントの大きさが樹木の耐力を上回ったとき、風害が発生します。つまり、樹木ごとに作用するモーメントを計算することで、風害がおこるかどうかが推定できます。そこで、コンピュータで仮想的な林を作り、樹木ごとにモーメントを計算しました。



風心の位置による倒れやすさの違い

■ 間伐が遅れた林の風害リスクは高いか

間伐が遅れると、樹木は競うようにひょろひょろと樹高を伸ばし、枝葉の密集した林になります。このとき林の混み具合を表す収量比数が満タンを意味する1に近づきます。

通常の間伐は混み具合が0.7の時に0.6まで間伐しますが(シナリオ:適正密度)、この場合、モーメントの増加は小さく、根返りすると予測された樹木は生じませんでした。混み具合が0.9になった林を0.6まで一気に間伐した場合(シナリオ:過密(強度間伐))、モーメントが大きく増加し、根返りすると予測された樹木がおよそ3割に及びました。この結果はモデル計算による予測ですが、やはり、適切な時期に間伐を行うことの重要性がわかりました。

■ 間伐が遅れた林はどうすればよいか

間伐が遅れてリスクが高いと予測された林でも、間伐率を抑えることで風害のリスクが下がるという結果が出ました。混み具合が0.9の林を0.8までの間伐に抑えると(シナリオ:過密(間伐抑制))、モーメント増加率は通常の間伐と同等で、根返りすると判定された樹木をずっと減らすことができました。風害リスクを低下させたい場合は、間伐率の抑制が勧められます。

ただし、この場合は適正な混み具合になるまで繰り返し間伐しなければなりません。

今回のシミュレーションで、間伐が遅れた林の風害リスクは間伐率と関係があることが予測されました。今後は、様々な条件での予測と検証を行い、風害に負けない林の育成に貢献できるよう発展させていく予定です。

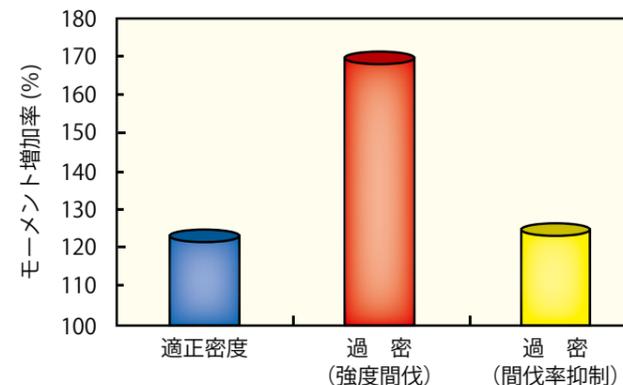


風害とは

台風などの強風で幹が折れたり(幹折れ)、根ごとひっくり返る(根返り)被害を風害といいます。年平均およそ33,000haの風害が発生しています。



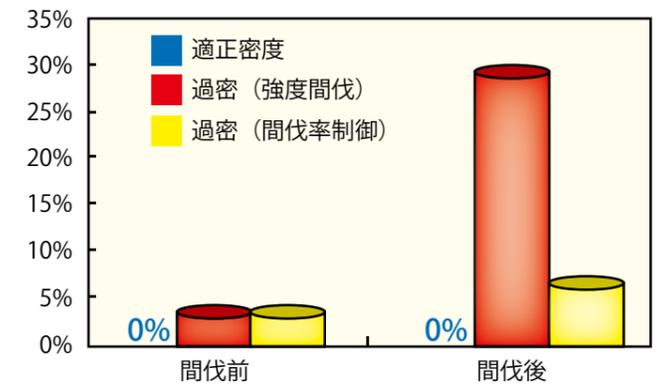
林内の風速分布を観測するタワー



シナリオごとのモーメント増加率



風速計と測定器



根返りと予測された林木の割合

風害のリスクを避けながら間伐を行うためには

- ▶ 適切な時期に間伐を行い間伐遅れにしないことが重要
- ▶ 間伐が遅れた林の間伐率を大きくすると、リスクが大きいと予測される
- ▶ 間伐が遅れた場合は間伐率を抑えながら繰り返し間伐する方がリスクは低いと考えられる



津波災害を軽減する海岸林のはたらき

— 実際の樹木をつかった水路実験による検討 —

野口 宏典（気象害・防災林研究室）

■ 津波に対して海岸林はどのくらい効果があるのか？

昔から、津波による災害が海岸林で軽減されることは知られています。陸に上がってくる津波（津波氾濫流）を弱めたり、漂流物の移動を阻止したり、流される人がしがみついで助かったり。そういった話をニュースで知った方もいらっしゃるかと思います。

でも、実はこういったはたらきは科学的にはよくわかっておらず、津波氾濫の予測計算に海岸林の効果を取り入れる際の課題となっていました。

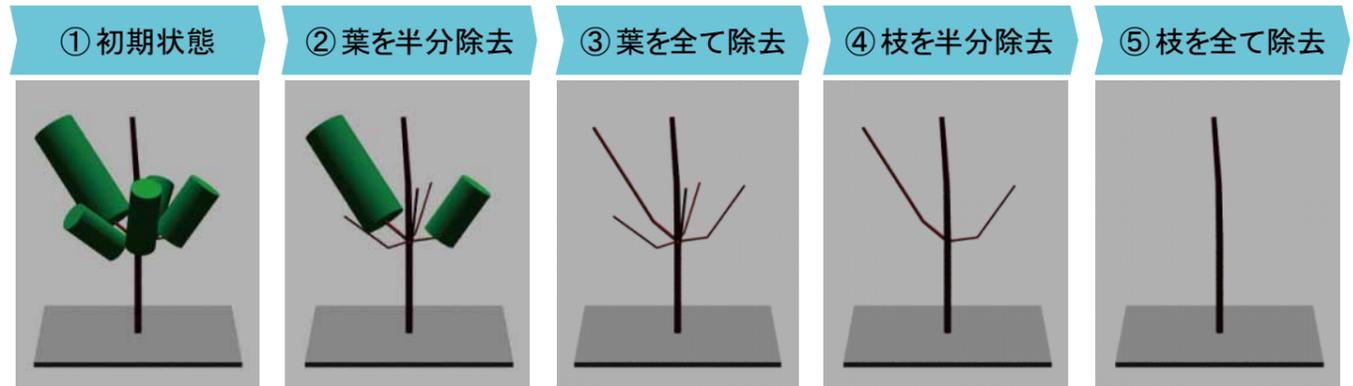
そこで、津波災害に対する海岸林のはたらきを数値化し、予測計算に組み込むためにこの研究を行いました。

今回の実験では、日本の代表的な海岸林であるクロマツを使い、津波災害に対する海岸林のはたらきで特に重要だと考えられる津波氾濫流を弱めるという点について調べました。その結果、津波災害に対する樹木の役割を数値として明らかにすることができました。

■ 葉と枝が津波被害を弱める

まず、独立行政法人港湾空港技術研究所の環境インテリジェント水槽内に、幅約3m、長さ約20m、水深0.6mの水路を設けました。樹高5m程度クロマツから上部1.5mを切り出し、水路に設置して、水の流れを受けたときにクロマツが受ける力を測定しました。この力は、水の流れに対するクロマツの抵抗力と言い換えることができます。

クロマツは、枝と葉が全てある状態から徐々に除去していき、幹だけになるまでを5つの状態に分け、それぞれの状態で抵抗力を測定しました。



その結果、葉と枝を除去してしまうことで氾濫流を受け止める面積（投影面積）が減少すると、流水に対するクロマツの抵抗力も減少していくことを数値的に明らかにできました。幹だけの状態では抵抗力はかなり小さく、枝と比べても半分以下です。いちばん大きな抵抗力を持っていたのは葉で、葉全体の抵抗力は枝全体の2～3倍という抵抗力を持っています。葉と枝の抵抗力を合計すると、幹の抵抗力の10倍以上になりました。（右図参照）

■ 今後の海岸林を考える

海岸林が津波氾濫流を弱めるはたらきについて、枝葉の多さが重要だとわかりました。一般に、海岸クロマツ林は光の届かない下部の枝葉が自然に落ちてしましますが、今回の実験を考慮すれば、津波氾濫流が通過するクロマツの下部にも枝葉が茂っていることが望まれます。

また、今回の結果を取り入れることにより、津波氾濫の予測計算の信頼性を高めることができるでしょう。そして、海岸林の状態（本数密度や枝葉の分布）をどのようにすれば、津波災害を軽減できるのか、今後研究していきます。



津波の被害を軽減するクロマツの海岸林



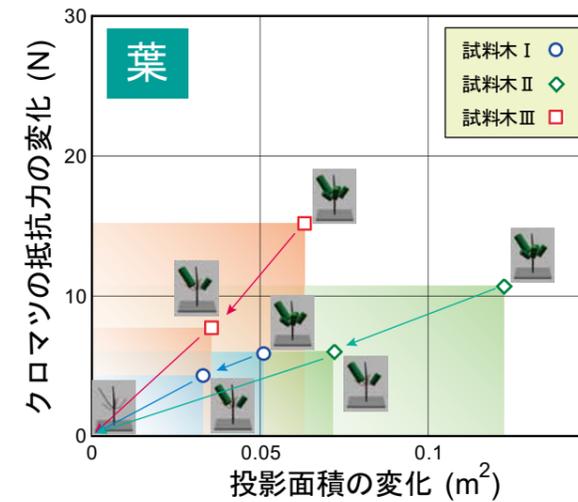
インド洋大津波による被害（スリランカ南部 Medilla）
提供者：Mr.and Mrs. Sandel（GARNESH GARDEN）



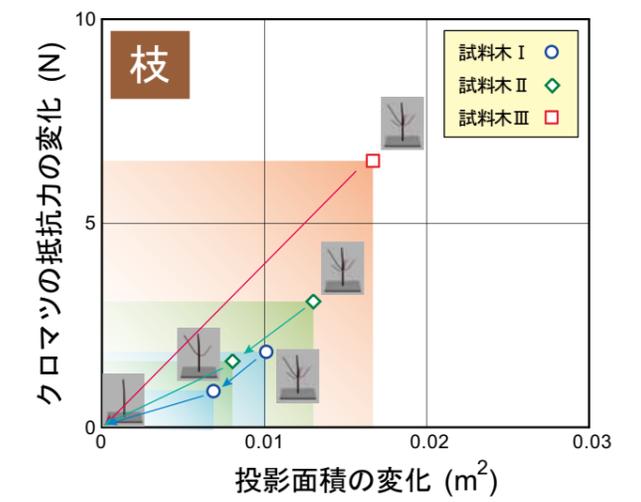
切り出したクロマツを水槽に設置し
流水に対するクロマツの抵抗力を測定



この実験により津波氾濫を弱めるためには
葉と枝が重要なことが明確に



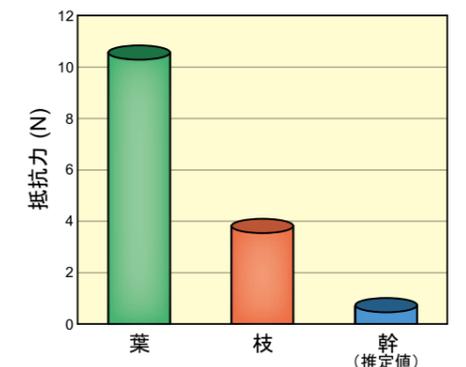
葉の量の変化と抵抗力の関係



枝の量の変化と抵抗力の関係

葉・枝・幹の抵抗力の比較

- ▶ いちばん大きな抵抗力があったのは葉で、葉全体の抵抗力は枝全体の2～3倍という抵抗力がありました
- ▶ 葉と枝の抵抗力を合計すると、幹の抵抗力の10倍以上と計算されました



雪崩災害を軽減する森林のはたらき

— 妙高・幕ノ沢における表層雪崩の事例 —

竹内 由香里 (十日町試験地)

■ 妙高・幕ノ沢の大規模表層雪崩

新潟県南西部にある妙高山域の幕ノ沢では大規模な雪崩が多発するので、雪崩の発生を検知する観測や気象観測を毎年、行なっています。2008年2月17日、幕ノ沢で大規模な表層雪崩が発生しました。この雪崩は標高差900m、地図上で3000mの距離を流下しました。約10haの範囲に5~10万tもの雪が堆積しました。国内はもとより、海外の事例と比較しても非常に大規模な雪崩でした。

この雪崩の一部はスギ林に流入し、多数のスギが倒壊しました。しかし、雪崩は林内で止まり、スギ林を抜けて下流までは達していないことがわかりました。

■ 森林と雪崩の関係

森林には雪崩の発生を防ぐはたらきと、流下する雪崩の進行を助け、速度を落として破壊力を弱めるはたらきがあると考えられます。人々は古くから、こうしたことを経験的に知り、山地斜面の森林を守ってきました。その一方で、森林を伐採して雪崩の被害を受ける失敗も繰り返してきました。

雪崩の災害を防止するにはどれくらいの広さの森林が必要なのかは、雪崩の種類や規模、そして森林を構成する樹種や樹齢、立木密度などの条件によって異なると考えられますが、詳しいことはわかりません。

森林が表層雪崩の破壊力を弱めるはたらきについて明らかにするために、幕ノ沢の大規模表層雪崩で倒壊したスギ人工林の実態を調査しました。

■ 調査の結果

スギの損壊は、雪崩が流入した林縁付近で最も甚大でした。林縁では高さ17mの位置にある枝が折れ、直径70cmもある幹が折れていて、雪崩の大きさを物語っていました。林の奥へ入っていくと、太い幹は折れず、細い幹や枝だけが折れていました。そのような雪崩の痕跡も、林縁から130mほど入った林内で途絶えていることがわかりました。雪崩が林内を進むにつれて速度が低下し、破壊力が弱まったと推察できます。

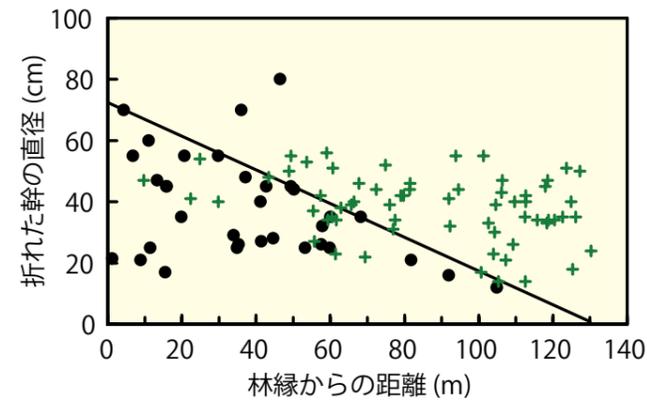
もし仮にスギ林がなかったら、雪崩はもっと遠くまで高速のまま流下したかもしれません。そうであれば、森林によって表層雪崩が弱められたといえます。

■ 更なる研究のために

今後は、表層雪崩を弱める森林のはたらきを明らかにするために、コンピュータ上のシミュレーションで森林と雪崩の関係を明らかにすることを目指しています。シミュレーションモデルを構築するために、このような事例にもとづいたデータを蓄積することが必要です。



大規模な表層雪崩が発生した妙高・幕ノ沢



林縁からの距離と折れた幹の直径の関係 (+は折れなかった幹の直径)



雪崩で倒壊したスギ林の調査 その1



雪崩で枝がもぎ取られ、幹が折れたスギ



雪崩で倒壊したスギ林の調査 その2



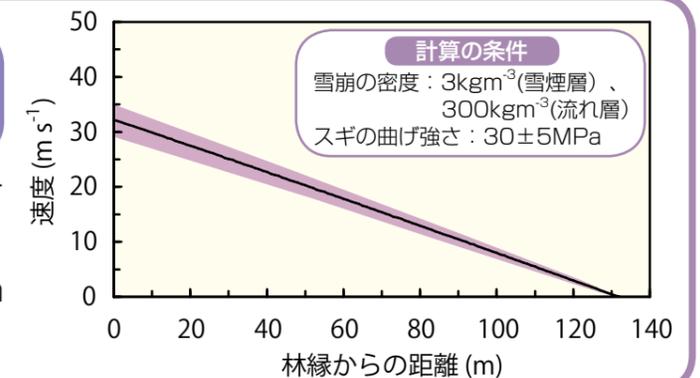
幹が折れなかったスギ林内 根元には雪崩で運ばれた枝葉が堆積



雪崩で運ばれたスギの枝葉

スギの幹が折れるのに必要な力から推定した雪崩の速度

- ▶ 雪崩は高さが17mに達する雪煙を伴って秒速30m以上の速度でスギ林に流入
- ▶ 林内を進みながら減速し、林縁から約130mの位置で停止





気象災害に強く



環境緩和機能の



高い森林を目指して

独立行政法人森林総合研究所では、第2期中期計画の成果として下記の重点分野ごとに成果集を刊行しております。

地球温暖化対策に向けた研究（温暖化対策）

森林と木材による安全・安心・快適な生活環境の創出に向けた研究（安全・安心）

社会情勢変化に対応した新たな林業・木材利用に関する研究（林業・木材利用）

新素材開発に向けた森林生物資源の機能解明（生物機能）

森林生態系の構造と機能の解明（生態系解明）

編集・発行

森林総合研究所
第2期中期計画成果16（安全・安心-8）

気象災害に強く環境緩和機能の高い
森林を目指して

独立行政法人
森林総合研究所 気象環境研究領域

〒305-8687 茨城県つくば市松の里1
TEL 029-873-3211（代表） URL <http://www.ffpri.affrc.go.jp/>
2010(平成22)年 3月 発行