

森林の根系が持つ表層崩壊防止機能



林野庁 森林整備部 治山課

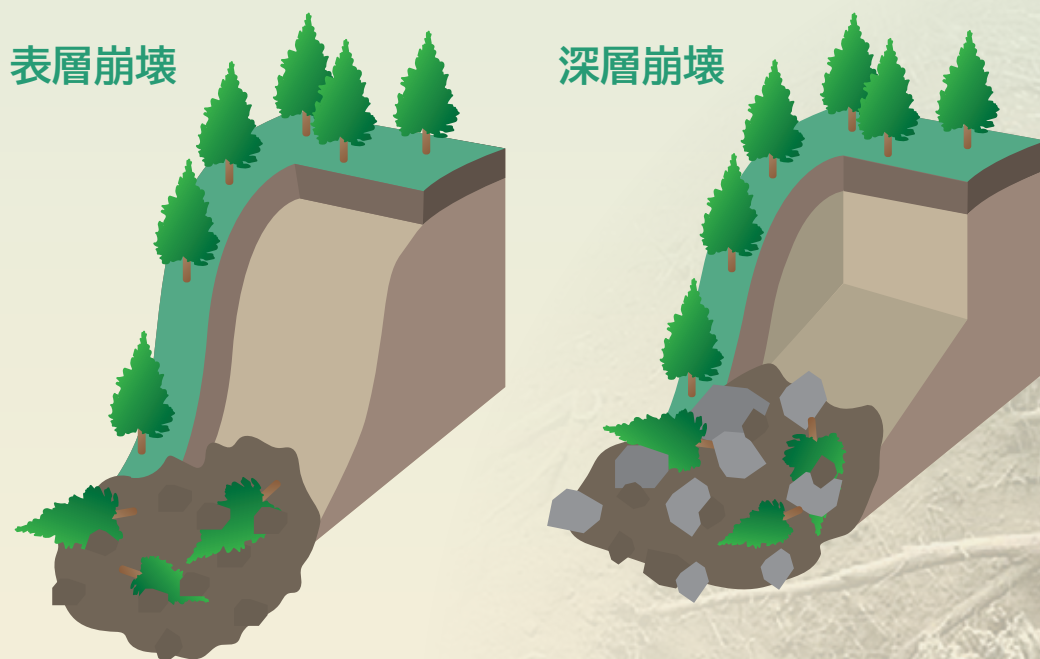
森林の表層崩壊防止機能と根系

日本は国土の約3分の2を森林が占めており森林が持つ多面的な機能の恩恵を受けています。その中でも、近年は豪雨や台風などにより山地災害が増加していることで、森林の表層崩壊防止機能が注目されています。この資料では森林の表層崩壊防止機能とその機能を主に発揮する樹木根系について解説します。

山地で発生する崩壊の種類

豪雨や台風によって山の斜面が崩れることを斜面崩壊といいます。斜面崩壊は発生の仕組みや土砂の動き方などにより何種類かに分類されますが、その中でも森林と関係するのが崩壊の深さです。斜面崩壊は、崩壊の深さや規模に応じて「表層崩壊」「深層崩壊」の2つに分類されます。

森林はこれらの崩壊のうち、「表層崩壊」を防止する機能があります。



	表層崩壊	深層崩壊
規模	小規模	大規模
崩壊の深さ	浅い	深い
崩壊した土質	表層土	基盤
地質	地質との関連が少ない	地質、地質構造との関連が大きい
森林の影響	ある	ない

森林が発揮する2種類の土砂災害防止効果

森林の土砂災害防止効果は、主に樹木の枝や落ち葉が地面を覆い雨水による土壌の浸食・流出を防ぐ効果と、樹木の根が土砂や岩石を固定することで土砂の崩壊を防ぐ効果の2種類があります。

森林の崩壊防止効果は主に根系が発揮します。そのため、根が届かない深い場所で崩れる深層崩壊を防ぐことはできません。

樹木の根系は多くの場合、成長しても深度1～2mの表層土までの発達であるため、より深い岩盤には届きません。そのため、深層崩壊に対しては森林による崩壊防止効果を発揮することができず、全ての崩壊に効果を発揮するものではありません。

樹木の根系がもつ崩壊防止効果

表層崩壊を防止する樹木の根系の効果は、主に水平根によるネット効果、垂直根による^{くい}杭効果の2種類に分類されます。

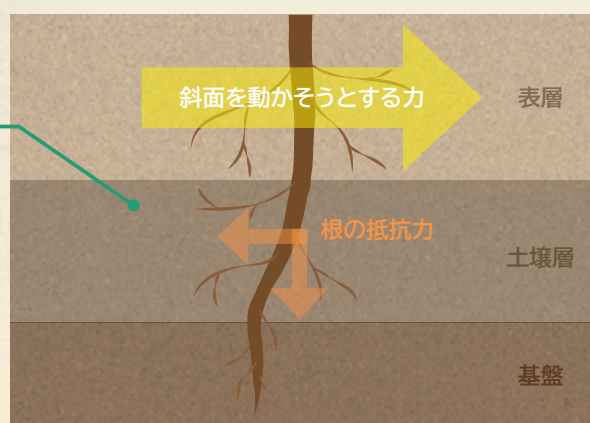
水平根によるネット効果

地表に沿って水平方向に伸びる根がネット状に広がり、隣り合う樹木の根同士が互いに絡み合うことで土砂の動きを抑える効果があると考えられています。



垂直根による^{くい}杭効果

樹木の下に垂直方向に伸びる根が深い部分の堅い岩盤の隙間に繋がることで、杭のように樹木を固定します。崩壊が発生しそうになったときに抵抗力となって土砂の動きを抑制します。

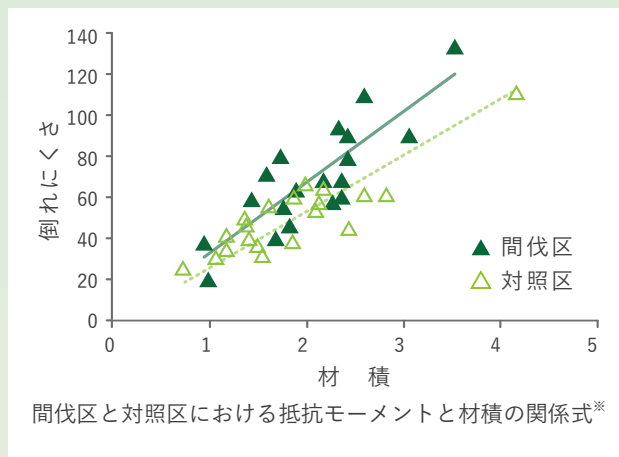


間伐した森林は倒れにくい

これまでの研究で、間伐している森林と間伐していない森林の樹木の倒れにくさを比べると、間伐後に一定期間経過した森林の方が倒れにくいことが分かっています。

樹木が倒れにくいということは、根がより太く広く、根張りしているということです。強い根がネットワーク状につながることで、崩壊防止機能も高まることが期待できます。

主伐だけでなく間伐後においても、伐採後は一時的に根系機能は低下しますが、適切な施業を行うことで機能は回復していきます。森林を経済林として活用しつつ、崩壊防止機能を低下させないためには、適時適度な施業が大事になってきます。



※藤堂千景他(2015), 間伐がスギの最大引倒し抵抗モーメントにもたらす影響, 日緑工誌, 41巻2号, 308-314を基に作成

手入れをすることで森林の機能向上を

根が太く根張りが広いと、表層崩壊防止機能が高まる例を紹介しました。この例のように、間伐を行い地上部の樹木の成長を促進することで、幹が太く枝葉がしっかりとした健全木が育ち、地下部でも同様に根が太くなるとともに水平に広がり拡大します。逆に、枝や葉が木の上部に集中したアタマでっちな状態（樹冠長率が低い、という言い方をします）では風に弱く、根株ごと倒れやすくなります。

適切な森林整備を行い、樹木の成長を促すとともに、木の形状を整えていくことで、災害に強い森林に変えていくことができます。

密で細く
下枝が枯れ上がり
風で倒れやすい

疎で太く
根張りがよい



森林の崩壊防止機能の限界

多くの研究により、森林が崩壊防止機能を持つことは明らかなですが、その機能には限界もあります。森林がある山でも崩壊が起きているように、全ての表層崩壊を防止することはできません。

平成 25 年に伊豆大島で発生した崩壊や平成 29 年九州北部豪雨では、森林が存在する多くの斜面で崩壊が発生しました。その後の研究で、一定規模以上の豪雨の場合、森林があっても崩壊を抑えることができない場合があることが分かっています。森林は数十年に一度レベルの降雨において、表層崩壊の発生を抑える機能がありますが、数百年に一度レベルの降雨では耐えられないときがあります。



伊豆大島では、火山灰に覆われた急斜面でも根系が土壌を保持することで、そこに立派な森林が形成されていましたが、残念ながら森林の崩壊防止機能の限界を超える豪雨により、根系を含む土壌層が崩れ落ちています。

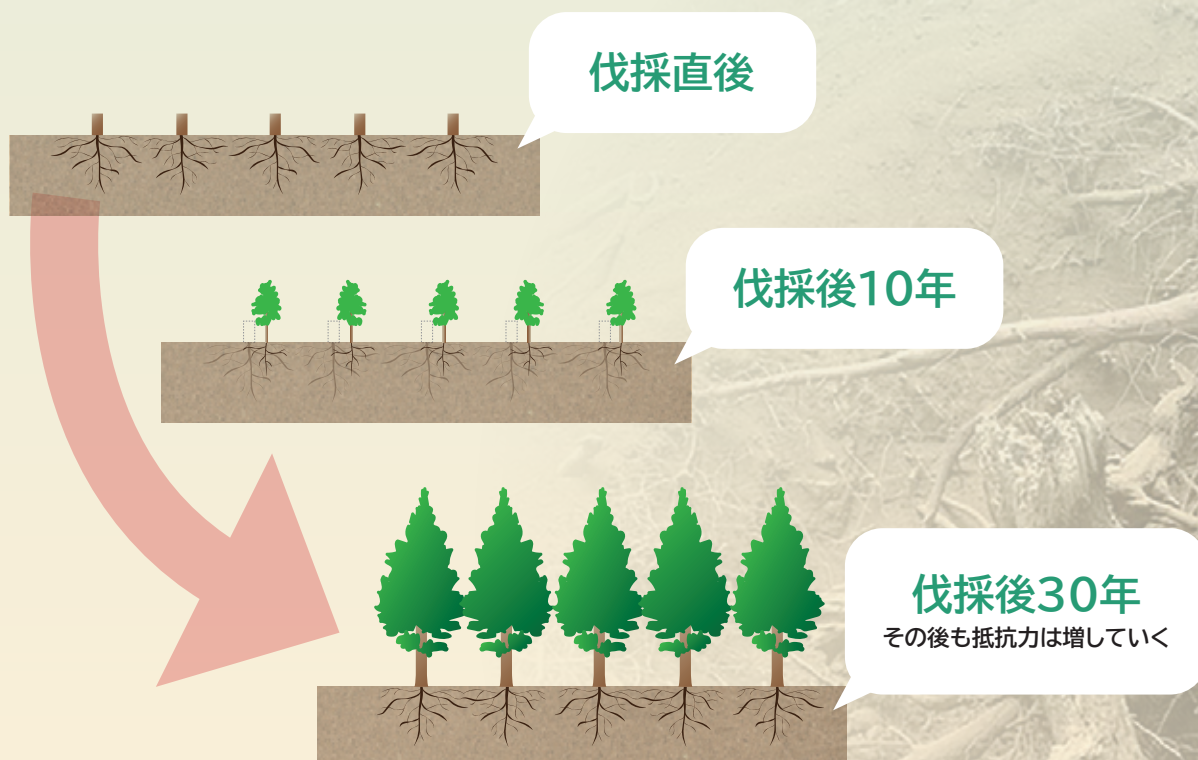
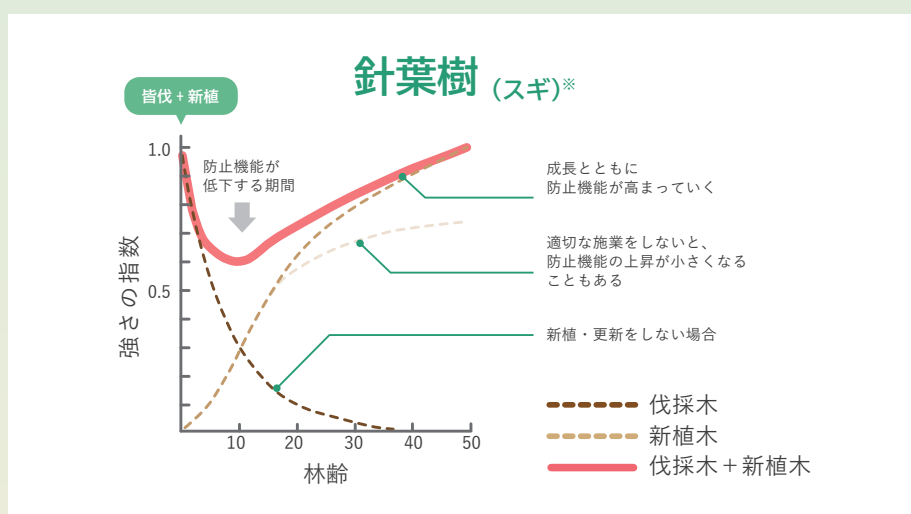


平成25年伊豆大島土砂災害

森林の崩壊防止機能の注意点

森林の崩壊防止機能を考える際に気を付けなければならない点が、森林を伐採すると崩壊防止機能が一時的に低下するということです。また、皆伐と間伐を比べると伐採強度が異なることから根量の低下度合いが変わり、崩壊防止機能の低下度合いとその期間も変わってきます。

伐採された樹木の根系は数年で腐朽するため、ネット効果や杭効果は徐々に失われ、崩壊防止機能が低下していくことから、伐採後に新しい樹木を植えたとしても、大きくなるまでの10年～20年くらいまでは崩壊防止機能が低い状態になるといわれています。



※北村嘉一他（1981），伐根試験を通して推定した材木根系の崩壊防止機能，林試研報，313，200 を基に作成

ただし、機能が低下するから伐採をしてはいけないということではありません。適度な伐採が望ましいのです。また、適切な施業を行い樹木の成長を促進させ、崩壊防止機能が一時的に低下する期間をできるだけ短くし、根系を速やかに伸長させるとよいでしょう。

早期に崩壊防止機能を高めたいときには、成長の早い早生樹や成長が優れた木をかけ合わせたエリートツリーを活用する方法もあります。エリートツリーの根系強度を調べたところ、強さは通常の樹木の根系と同程度でしたが、成長が早いことから早期の根量回復が見込まれ、崩壊防止機能の低下期間が短くなることが期待されます。



表層崩壊防止機能を高める森林施業

表層崩壊防止機能の高い森林とは、健全な生育により根系が深く広く発達している森林であり、その状態をなるべく長い期間維持することが重要です。強い伐採を行うと根系強度の低下度合いが強まり、低下している期間も長くなります。場合によっては表層崩壊の発生を防げなくなることもあります。

時間の経過や施業により変化する森林を表層崩壊防止機能が高い状態で維持するためには、森林の変化を予測し、適切なタイミングで適度な森林施業を行うことが必要になります。

林野庁では、森林の状況に応じた施業計画を作成するためのガイドラインを作成しました。ガイドラインの中では、森林の表層崩壊防止機能を重視する場合に最低限維持してほしい根系機能の目安を提示し、それ以上は伐採すべきでない伐採強度をどのように求めるか、その考え方を示しています。施業計画の作成時に参考にしてください。

森林が持つ表層崩壊防止機能を高めるための
森林施業の計画に関するガイドライン

- 第Ⅰ編 表層崩壊の発生メカニズムと樹木根系
1. 崩壊の発生と森林
 2. 樹木根系に関する研究
 3. 森林の崩壊防止機能区分図

- 第Ⅱ編 森林整備計画と崩壊防止機能
1. 事例検証：スギ・ヒノキ林の状態と災害発生地の関係
 2. 崩壊防止機能の将来予測
 3. 崩壊防止機能を向上させるための施業の計画

令和5年3月
林野庁森林整備部治山課



森林の根系が持つ表層崩壊防止機能

令和 5（2023）年 3 月

企画・編集：林野庁 森林整備部 治山課

TEL：03-6744-2309