

森林樹木根系の研究成果を国際誌に公開

～高齢コナラを伐採し萌芽した根の土壌補強強度は8年後まで低下～

1 概要

兵庫県立農林水産技術総合センター（森林林業技術センター）と兵庫県立大学、名古屋大学、福知山公立大学、京都大学との共同研究グループは、里山で管理放置され高齢化したコナラについて、伐採後に萌芽^{注1}再生した根株の根の土壌補強強度^{注2}が8年後まで低下することを野外実測により世界で初めて明らかにしました。また、根の土壌補強強度は、伐採5年後までは伐採前の根株の大きさと関連し、8年後では再生した萌芽枝の成長と関連していることも明らかにしました。今後は、これらの科学的知見を活用して、管理放置された里山コナラ林の適切な管理手法や、表層崩壊リスクを抑えた森林の整備検討に活用されることが期待されます。

研究成果は2026年8月5日にElsevier社の国際学術誌Forest Ecology and Management^{注3}でオンライン公開されました。（詳細は参考資料のとおり）

注1 萌芽: 樹木伐採後、残された根株から新しい芽が出ること

注2 根の土壌補強強度: 表層崩壊防止力のうち、土壌中に根が生育することにより土壌のせん断を抑制し、土壌崩壊を防止する強さのこと。根の分布と引き抜き抵抗力の情報から土壌断面あたりの根の土壌補強強度を算出できる。

注3 Forest Ecology and Management: 森林を生態学的観点から管理する研究を対象とし、森林の構造・機能・保全・利用に関する原著論文や総説を掲載する学術的な国際誌

2 研究成果のポイント

- (1) 伐採後に萌芽再生したコナラの根の分布や引き抜き抵抗力の調査を行い、8年後では根の数が大幅に減少することで、根の土壌補強強度が低い値で横ばいで推移することを明らかにしました。
- (2) 伐採から8年後の根の土壌補強強度は、5年後まで関係の認められた伐採前の樹木の太さではなく、萌芽枝の太さと相関関係にあり、萌芽枝の成長に伴って新たな根の発達が進み、土壌補強強度の回復に寄与している可能性が高いことがわかりました。すなわち、伐採後の土壌補強強度の回復には、萌芽枝の成長を促進させることが重要であることが示されました。

3 今後の取り組み

- (1) “萌芽再生したコナラの表層崩壊防止力は、伐採直後から低下するが、萌芽枝の新たな成長程度につれて回復すること”を広く周知するため、技術誌、フォーラムでの情報発信と、森林ボランティア講座の実習等で普及啓発を行い、森林整備現場への適用を図ります。
- (2) 表層崩壊防止力の低下を抑制するための森林施業研究の提案を進めていきます。

【論文情報】

論文タイトル

Root reinforcement remains low at 8 years after sprouting regeneration of 60-year-old *Quercus serrata* (60 年生コナラを伐採すると萌芽再生しても 8 年後まで根の土壌補強強度は低く推移する)

著者（所属）

藤堂千景（兵庫県立農林水産技術総合センター）、山瀬敬太郎（兵庫県立大学）、谷川東子（名古屋大学）、池野英利（福知山公立大学）、大橋瑞江（兵庫県立大学）、檀浦正子（京都大学）、平野恭弘（名古屋大学）

掲載誌

Forest Ecology and Management

DOI

<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2026.124131>

県研究課題

樹木根系の動態把握による森林被害軽減手法の確立（H30-R5）

広葉樹・針葉樹の危険木伐採後における根の土壌補強強度の維持技術の開発（R6-10）

謝辞

本研究は、JSPS 科研費「地上部植生と地中レーダを用いて広葉樹林における根の崩壊防止力を知る(JP20H03040)」、「地中レーダを用いた樹木根系の最大深さと構造の非破壊推定手法の提案(JP20H03028)」、「樹木根系の最適化による崩壊防止と生物多様性の両立(JP24K03137)」、「森林斜面地に生育する樹木根系構造の非破壊評価手法の確立(JP24K01811)」の助成を受けて実施しました。

論文タイトル

60 年生コナラを伐採すると萌芽再生しても 8 年後まで根の土壌補強強度は低く推移する

1 研究の目的

コナラの再生は、従来、伐採による萌芽^{註1}によって行われてきました。現在、ほとんどのコナラ林は管理されていない状態にあるため、大径木が増加しています。倒伏を防ぐため大径木の伐採を行うと、伐採後の根の土壌補強強度^{註2}が低下し、表層土壌崩壊の危険性が高まることが知られています。しかし、伐採後にコナラの根の土壌補強効果がどの程度低下するか、またそのメカニズムについては、十分に解明されていません。そこで本研究では、管理放置されたコナラ林において、皆伐後に萌芽再生し 5 年および 8 年後のコナラの根の土壌補強強度の低下および回復過程を解明することを目的としました。

2 方法

コナラ林（49-71 年生）を伐採して萌芽再生したコナラ根株のうち、伐採直後から伐採 1、2、3、5、8 年後の根株を各 3 個体（伐採直後から 3 年までは各 6 個体）選びました。萌芽枝の直径を測定した後、根株の周りの土壌を円柱状に掘り取りました（図 1）。円柱の半径は、森林内の最弱部の土壌補強強度を示す長さ（根株の半径に立木間中央^{註3}までの距離の 1/2 を加えた長さ）としました。円柱状の土壌断面に現れた直径 1 mm 以上の根を対象に分布調査（位置と直径、本数の計測）を行いました（図 1）。根の土壌補強強度を算出するため、根の強さを測定する引き抜き試験を行い（図 1）、分布調査の結果と合わせて根の土壌補強強度を計算しました。本研究で調査された伐採 5 年後と 8 年後の土壌補強強度を、伐採前、伐採 3 年後まで（既に発表済 Yamase et al. 2021 Ecological Engineering）と比較することで、その推移を算出し要因解析を行いました。

3 成果

- (1) 根の土壌補強強度は、伐採 5 年後で 3.51 kPa まで急激に低下し、8 年後で 1.99 kPa と低い水準にとどまりました。これらは伐採前の値の 10% および 6% に相当します (図 2)。これまで樹木の伐採経過年数に伴う土壌補強強度の低下に関する概念モデルが国際的に提案されてきましたが、本結果は広葉樹のコナラで伐採 8 年後まで根の土壌補強強度が低下するという既存の概念モデルを支持することを、実測により世界で初めて明らかにしました。
- (2) 伐採 5 年後での土壌補強強度は根株の太さと関係がありましたが、8 年後では萌芽枝の太さと関係がありました。5 年および 8 年後の単位土壌断面あたりの根の数は、伐採前よりも明らかに少なくなりました。再生した根は、枯れた根よりも浅い位置にありました。これらの結果は、伐採されたコナラでは根株由来の古い根は残らずに枯死し、新しく根が再生されたことを示唆しています。
- (3) 伐採 8 年後の萌芽枝に由来する根の土壌補強強度は、伐採直後に天然更新した 8 年生コナラ実生の根よりも大きいことを明らかにしました (図 3)。
- (4) 表層崩壊の危険性を低減し、根による土壌補強強度の回復を促進させる管理法として、天然更新よりも、芽かきなど萌芽の成長を促進させる管理が効果的であることが提案されます。

【用語解説】

注 1 萌芽

樹木の伐採後、残された根株から新しく芽が出ること。

注 2 根の土壌補強強度

土壌中に根が生育することによって土壌のせん断を抑制し、土壌崩壊を防止する強さのこと。

注 3 立木間中央

森林内において樹木と樹木の幹間の中央距離に当たる位置。森林内で根の土壌補強強度が最も弱い場所とされる。

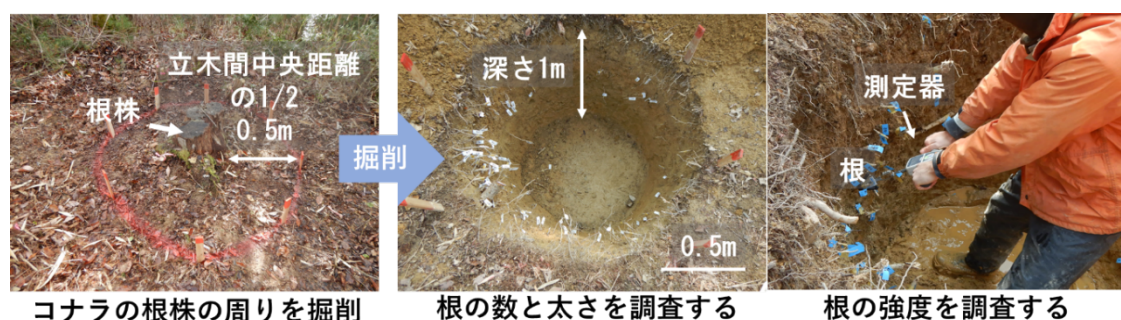


図1 コナラ根の分布と根の引き抜き抵抗力の調査

60年生コナラを伐採し、その後萌芽再生した個体について 伐採5年後と8年後に3個体ずつ、萌芽枝の測定、根株周囲の掘削後、土壌断面に現れた根の分布（本数や太さ）や、引き抜き抵抗力（根を1本ずつ引き抜き根の強度を調べる）の調査を行いました。

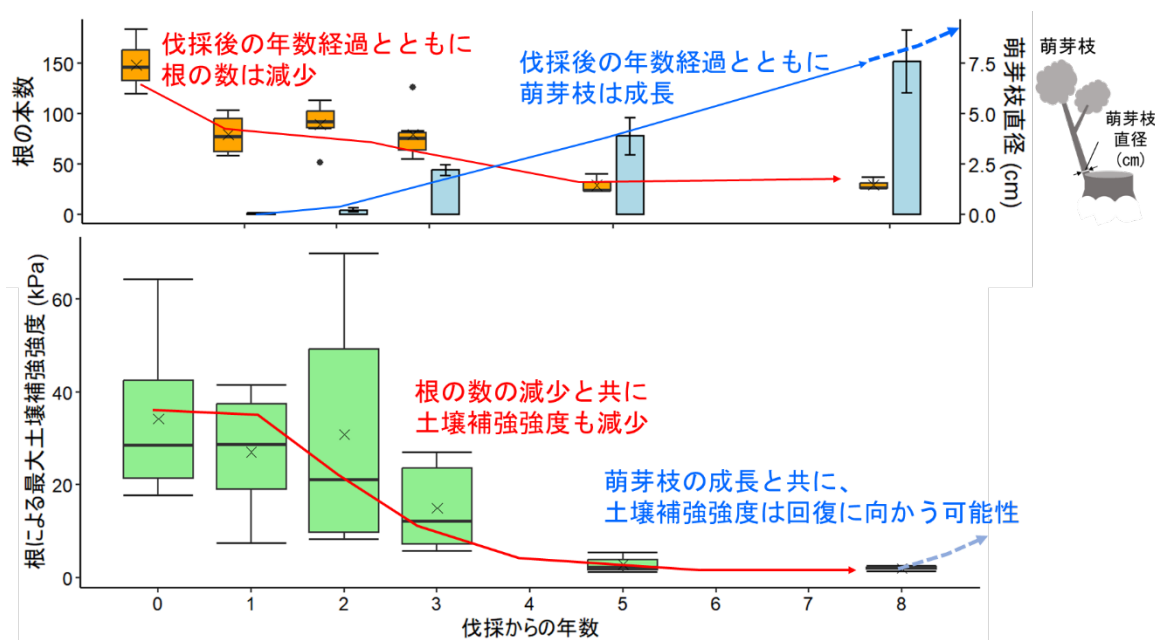


図2 伐採からの年数と根の土壌補強強度の関係

伐採から8年後までに根株由来の根が枯死するため土壌補強強度は低下したが、今後、萌芽枝の成長と共に新しい根が増加するため回復に向かうことが示唆される。

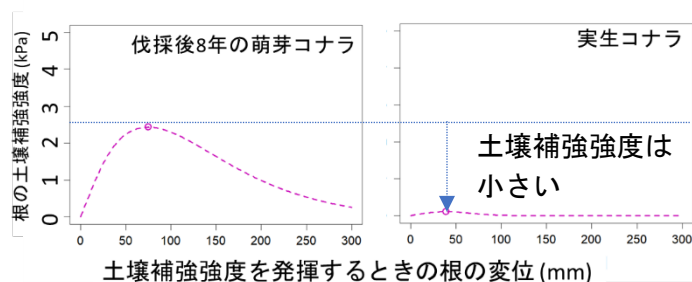


図3 萌芽コナラと実生コナラの根の土壌補強強度の違い

伐採8年後の萌芽コナラの根の土壌補強強度は、8年生実生コナラよりも明らかに大きくなる（代表的な個体のグラフを掲載）。