

# 山梨県若手研究者奨励事業 研究成果報告書

山梨大学大学院総合研究部

助教 向井真那

## 【研究テーマ】

伐採適齢期を超えた人工林の管理方法を森林の物質循環から提言する

## 【背景】

森林は水源涵養機能、生物多様性保全機能、土壌保全・土砂災害防止機能など、さまざまな公益的役割を担い、人々の生活と深く関わっている。その中でも、人工林は日本国土の約4割を占める。山梨県をはじめ日本全国において、昭和初期に植えられた人工林が、収穫適齢期（主伐期）を迎えているにも関わらず、国産材の需要低下に伴う価格減少や林業従事者の高齢化により、伐採されずに放置されていることが近年問題になっている。放置された森林は、林内に光が入りにくくなるため下層植生が衰退することで、大雨や台風時に土壌流出が起こるなど、被害が出ている。今後、そのような災害の頻度を最小限に抑え、森林の多面的機能をできるだけ維持しながら間伐等の手入れをしていく必要があるが、人手が限られる中で、「最低限」どの程度の手入れをする必要があるのか、という指標を知ることは急務である。

そこで、本研究では、特に森林の公益的機能と密接な関係がある、物質循環の観点から、今後の人工林施業の在り方について提言をすることを目的とする。異なる人工林齢級間の森林を用い、先行研究から特に公益的機能と関係があるとされる、地下部の細根現存量および土壌栄養塩可給性に着目し、収穫期を超えた高齢木での公益的機能への効果を比較した。そして得られた結果から人工林の荒廃程度が物質循環にどう影響を与えるのかを総合的に判断した。

## 【方法】

調査地として、山梨県内の人工林で特に分布面積が多く、近い地域で異なる林分が分布していた、アカマツ人工林およびヒノキ人工林を5林分ずつ選定した。アカマツ林は33、52、67、77、106年生、ヒノキ林は39、48、61、72、92年生の林分を用いた。各調査地では、母岩や、斜度、標高などの他の環境要因は樹種間でできるだけそろえ、森林の林齢のみが異なるように各調査地（20m×20m）を設定した。

各調査地で、地上部の情報として、胸高直径およびアカマツ・ヒノキの林

冠の優占度を測定した。また、各調査地で、土壌採土管を用いて表層（0-10cm 深）の土壌採取を行った。採取した土壌サンプルを実験室に持ち帰り、無機態窒素濃度、可給態リン濃度を測定した。土壌サンプルに含まれる細根現存量も測定した。

### 【結果と考察】

各林齢でのアカマツ・ヒノキ林の平均胸高直径（DBH：cm）を図1に示す。アカマツは林齢とともに胸高直径は増加している傾向が見られたが、ヒノキは48年生以降の森林では、平均胸高直径は増加傾向を示すものの、アカマツに比べるとその増加割合は顕著ではなかった。また、林齢における対象樹木の優占割合はアカマツ林でもヒノキ林でも、林齢が上昇するごとに減少傾向が見られた。林齢の高い森林では、広葉樹が入り込み、 $\alpha$ 多様性は高くなっている傾向が見られた。下層植生は林齢の低い森林ではどちらの樹種でもほとんど入っていないが、林齢の増加に従い種数も個体数も増加する傾向が見られた。林齢が増加するにつれ、時間経過の過程で樹木の枯死等でギャップなどができ、そこに広葉樹の種子が芽生え、生長していったと考えられる。

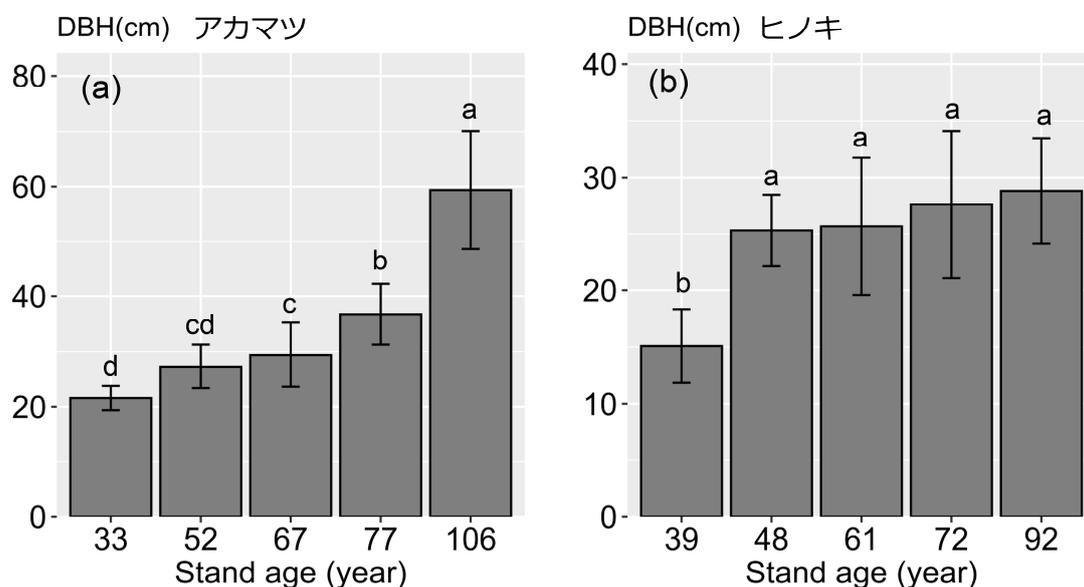


図1 林齢ごとの平均胸高直径（cm） a) アカマツ、b)ヒノキ  
エラーバーは標準偏差を示す。アルファベットは林齢間の多重比較の結果を示し、異なるアルファベットは有意差があることを示す（ $p < 0.05$ ）

続いて、各林齢でのアカマツ・ヒノキ林の表層土壌 10 cm 深に含まれる単位面積当たりの細根現存量を図 2 に示す。サンプル数が少ないため、アカマツ林およびヒノキ林どちらも林齢間で細根現存量に有意な差は見られなかったが、林齢ごとの平均値で比較すると、アカマツ林では 37.2-257.4 g m<sup>-2</sup>、ヒノキ林では 129.1-435.5 g m<sup>-2</sup> の値で推移し、林齢間で 6.9 倍および 3.4 倍の違いが見られた。アカマツ林では伐採適齢期にあたる 67 年生の森林で面積当たりの細根現存量が最も小さくなる一方で、ヒノキ林では 61 年生の森林で最も大きくなるという逆の結果が得られた。

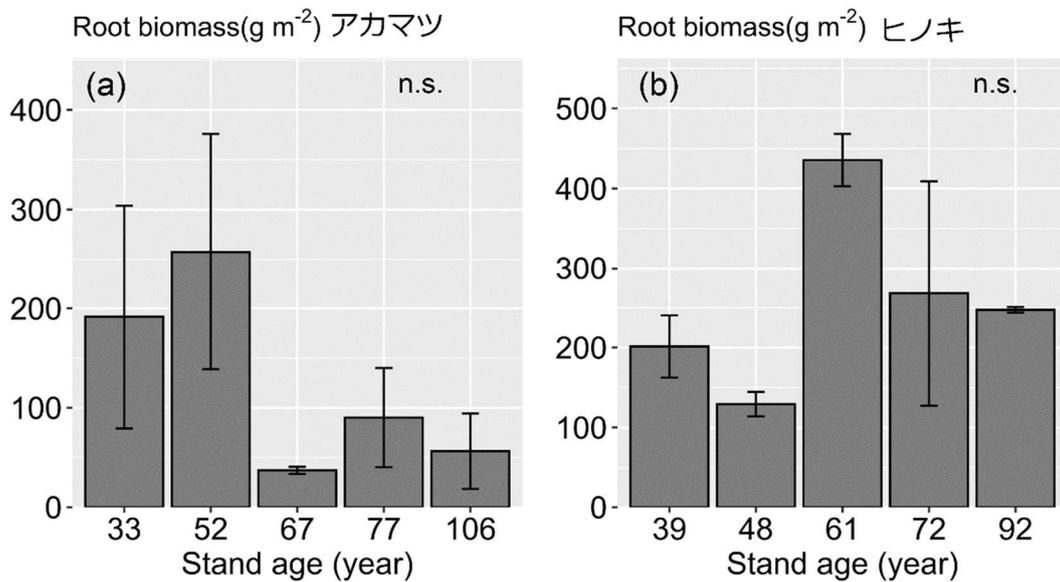


図 2 林齢ごとの表層土壌 10 cm 深に含まれる単位面積当たりの細根バイオマス (g m<sup>-2</sup>)  
a) アカマツ、b) ヒノキ

エラーバーは標準偏差を示す。n.s.: 林齢間で可給態リン濃度に差がないことを示す

最後に、各林齢の土壌無機態窒素濃度を図 3、土壌可給態リン濃度の結果を図 4 に示す。無機態窒素濃度はアンモニア態窒素 (NH<sub>4</sub>-N) と硝酸態窒素 (NO<sub>3</sub>-N) の和である。アカマツ林では伐採適齢期の 67 年生林で最も平均土壌無機態窒素濃度が高くなった。土壌無機態窒素濃度の低い 52 年生林と 106 年生林分では土壌可給態リン濃度は高いという結果が得られ、土壌の窒素とリンの可給性は逆のパターンが示された。一方、ヒノキ林では土壌窒素無機態濃度も土壌可給態リン濃度も林齢間で有意な差は見られなかったものの、61 年生の森林で最も低く、林齢とともに V 字で変化する傾向が見られ、土壌中の窒素とリン動態は同調していた。

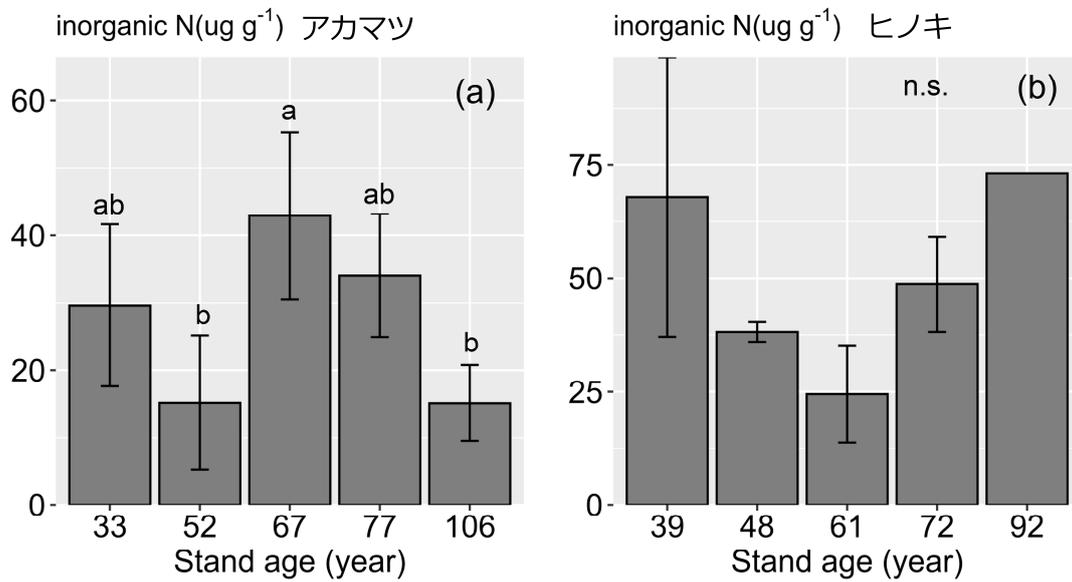


図3 林齢ごとの土壌無機態窒素濃度 ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) a) アカマツ、b)ヒノキ  
 エラーバーは標準偏差を示す。アルファベットは林齢間の多重比較の結果を示し、異なるアルファベットは有意差があることを示す ( $p < 0.05$ 、ヒノキは有意差なし)

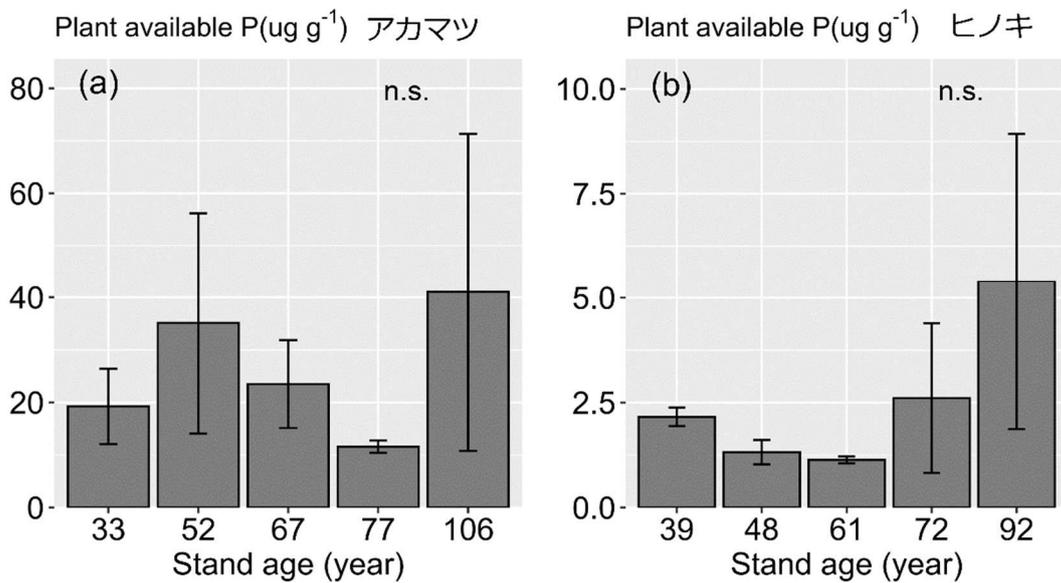


図4 林齢ごとの土壌可給態リン濃度 ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) a) アカマツ、b)ヒノキ  
 エラーバーは標準偏差を示す。n.s.: 林齢間で可給態リン濃度に差がないことを示す

以上の結果より、本研究で対象としたアカマツ林・ヒノキ林ともに林齢が増すほど、地上部では胸高直径は増加する一方で対象樹木種の優占度は減少して樹木種多様性が高まるという一貫した傾向が見られた。その一方で、地下部（土壌栄養塩濃度や樹木細根バイオマス等）に着目をすると、その傾向は林齢のみでは説明できないことが示された。また、その傾向もアカマツ林とヒノキ林では異なっていた。ヒノキ林では伐採適齢期を超えたあたりから樹木の生長は頭打ちになり、土壌栄養塩獲得のために多くの炭素を地下部に投資する必要がなくなった結果、樹木による土壌りっそ・リンの吸収が減り、リターなどによる土壌への加入もあって土壌窒素・リン可給性が高齢林で増加した可能性がある。高齢林は生態学的観点からすると多様性は維持され、土壌栄養塩濃度も高く維持される可能性が示唆された。アカマツ林に関しては林齢と地下部動態の直接的な関係性は見られず、今後さらなる測定項目を増やした研究が必要であると考えられる。ただ、細根バイオマスは高齢林ほど減少する傾向が見られ、土壌侵食などの観点からすると、高齢林は負の影響を与える可能性が示唆された。

今後は、今回得られたデータに加え、地上部に関しては林齢の変化に伴う光獲得のための樹木間競争、地下部に関しては土壌－植生－微生物の相互作用の観点から研究を進め、老齡人工林の意義について総合的に考えていきたい。

### 【今後の展望】

今後は、本研究で用いたアカマツやヒノキ林で今年度用いていない林齢の調査地を増やして、もっと幅広い林齢を対象に調査を行っていきたい。さらには調査対象樹種も増やし、山梨県で広く分布しているスギ林やカラマツ林などでも同様の調査を行って、林齢の異なる人工林の特性について、生態学的な観点から知見を増やしていきたい。得られた研究成果をもとに、昨今問題になっている高齢人工林の管理について、山梨県をはじめとして地域自治体と連携をとって対策を検討していきたい。

将来的には、追加データをとってデータの質および量を増強し、研究成果をまとめて国内外の学会で発表する予定である。最終的には国内外の学術雑誌に原著論文としてまとめて投稿し、受理を目指したい。