

間伐による森林機能改善の評価に関する基礎的研究

岐阜工業高等専門学校・環境都市工学科 国際会員 吉村 優治
岐阜工業高等専門学校・環境都市工学科 技術職員 ○山川 奈巳
恵那市（岐阜工業高等専門学校専攻科修了生） 田中 麻里
大垣工業高等学校（岐阜工業高等専門学校卒業生） 佐藤 芳樹
国土交通省中部地方整備局（岐阜工業高等専門学校卒業生） 加藤 凡貴
中部電力株式会社（岐阜工業高等専門学校卒業生） 荻谷 侑亮

1. はじめに

わが国の国土に占める森林面積の割合は67%であり、森林資源の豊富な国である。その森林の67%のうち40%は木材の生産を目的として植林されたスギやヒノキなどの人工林である。森林の主な機能は、土砂災害防止、洪水や渇水の緩和、生態系保全、二酸化炭素吸収などがある。このように多機能な性質を持つ森林だが、地形が急で作業が困難である、林業者の高齢化に伴い人材不足である等の理由により林業が衰退し、森林の整備がされず、本来森林がもつ機能を発揮できないでいる。整備が不十分な森林は、木々の間隔が狭くなり、光が差し込まない。したがって、低木や草木が育たず、雨滴が直接土に影響し、土砂災害につながる恐れがある。森林が本来の機能を発揮するためには、間伐などによる森林整備を行う必要がある。

本研究の目的は、地元岐阜県における森林の状態、土壌の様子、光合成のしやすさ、地盤の強度等を調査し、間伐林と未間伐林で比較することで、間伐による森林の機能改善を評価することである。

岐阜県は、図-1のように岐阜県は10地域に分かれており、20の森林組合からなる。主な調査は平成23

年～25年に、岐阜地域は本巣市神海の間伐後13年経過した森林、揖斐地域は間伐後1年経過した揖斐郡谷汲柏葉谷の森林、恵那地域は中津川市加子母の間伐後の経過年数が異なる森林および同地域の未間伐林、郡上地域は郡上市美並の間伐後の経過時間が異なる森林について実施した。

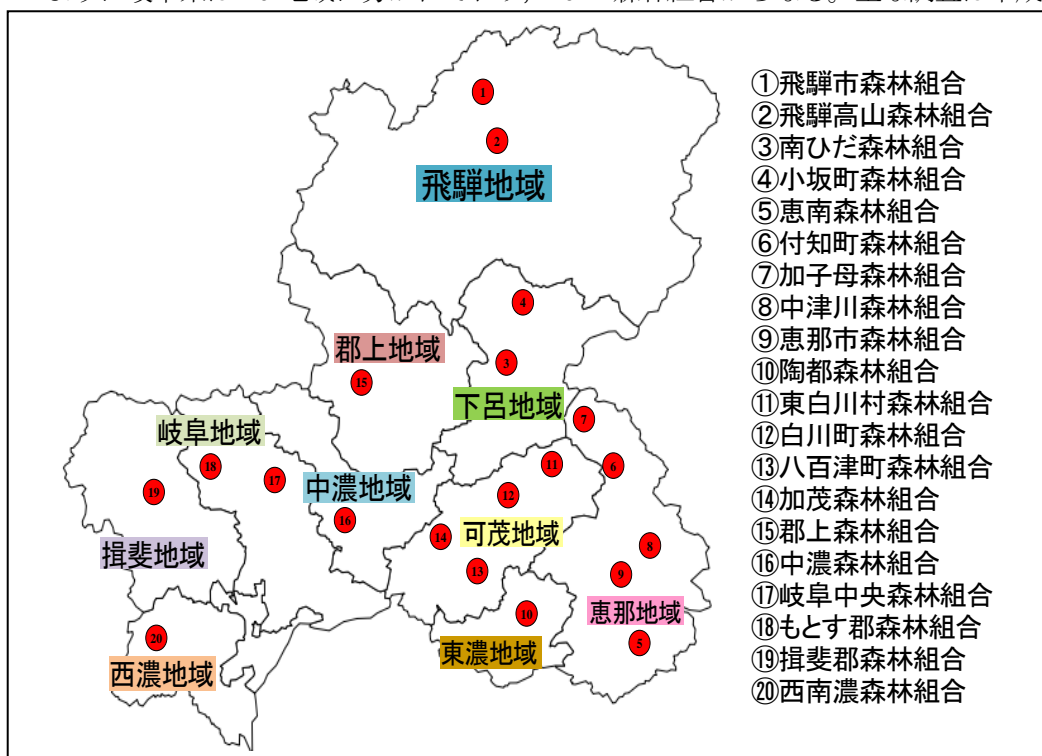


図-1 岐阜県内の森林組合

本報では、主に間伐林と未間伐林が同一斜面にある加子母の調査について報告する。

A Fundamental Study on Evaluating Functional Improvement by Forest Thinning ; Yuji YOSHIMURA, Nami YAMAKAWA(National Institute of Technology ,Gifu College),, Mari TANAKA(Ena City), Yoshiki SATO(Ogaki Technical High School) , Namiki Kato (Chubu Regional Bureau, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism) , Yusuke Kariya (CHUBU Electric Power Co.Inc..)

表-1 森の健康診断結果

調査場所	本巢市神海				揖斐郡谷汲柏葉谷				中津川市加子母			
	No.	H23-01	H23-02	H23-03	H23-04	H24-01	H24-02	H24-03	H24-04	H24-05	H24-06	H24-07
整備状況	間伐		未間伐		間伐		未間伐		間伐	未間伐	間伐	未間伐
間伐後経過時間	約13年				約1年				約10年		約3年	
測点番号	A	B	A	B	1	2	A	B	2	3	5	5
林分形状比 [※]	72.7	71.7	71.4	50.0	112	97.9	119	113	63.1	108	67.3	95.5
混み具合(%) ^{※※}	20.33	17.01	12.55	22.21	13.2	14.4	11.1	10.5	22.7	16.6	25.0	21.4

※ 林分形状比		70未満: 適正	70以上85未満: やや危険	85以上: 危険性が高い
※※ 混み具合	20%以上: 本数が少ない	20%未満17%以上: 適正	17%未満14%以上: 過密	14%未満: 超過

2. 森の健康診断

森林の状態を把握するため、森の健康診断¹⁾を実施した。ここでは、林分形状比と混み具合の2つの観点から森林を評価する。林分形状比は、樹高を直径で割ったものであり木の細長さを、混み具合は一定面積内の木の本数を表す数値である。表-1に各森林の診断結果を示す。

(a) 神海では、間伐林の林分形状比が「やや危険」となった。神海は10年以上前に間伐を行っているため、木が上方へ成長したためと考えられる。また、間伐林の調査地点 H23-01 の混み具合調査の結果が「木の本数が少ない」になった。これは作業者の勘に頼って間伐を行ったため、木を切りすぎてしまったと考えられる。しかし、これはあと何年か経てば樹木が成長し、樹高が高くなるため、適正になると考えられる。未間伐林の調査地点 H23-03 は、林分形状比「やや危険」、混み具合「超過密」と診断されたため、適正な値になるよう間伐を行う必要がある。

(b) 谷汲の林分形状比は、間伐林・未間伐林ともに危険性が高い状態である。間伐後1年では木の成長がそれほど見られず現時点では未間伐林との差がないと考えられる。今後、時間が経過するにつれ樹木が太く成長していくと未間伐林と比べて、差が生じると予想される。また、混み具合については、作業者の勘による間伐が原因で、未間伐林と同様間伐林の混み具合も「超過密」または「過密」となった。

(c) 加子母の森林は、間伐林の林分形状比が「適正」になっているため、間伐後の経過時間が長くなるほど森林の状態がよくなるのがわかる。

3. 森林調査と評価

ここでは代表として中津川市加子母の林道を挟んで同一斜面にある間伐後4年(平成25年1月時点)を経過した間伐林および未間伐林の調査結果を示す。

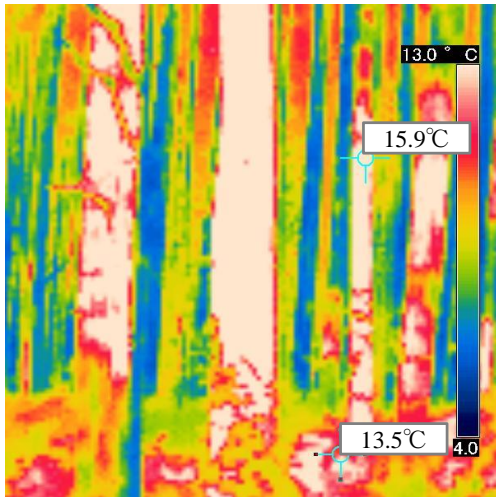
3.1 温度による林内環境調査

写真-1、写真-2は平成25年11月の加子母の間伐林、未間伐林内の調査結果である。調査場所は調査地点 H24-06 の間伐林と調査地点 H24-08 の未間伐林であり、同一斜面で同じ環境であるが、間伐林のほうが木の本数が少ないため、光が入る部分が多く、植生が育っているのがわかる。この状況をサーモグラフィで調査すると、光が入っている間伐林のほうが約10℃高い温度となっており、森林を整備することで森林内に光が入り植生の成長を促しているといえる。

3.2 葉の気孔伝導度調査

リーフポロメータ((株)メイワフォーシス製 SC-1)を使用し、気孔を通る水蒸気の通りやすさである気孔伝導度の測定を行った。この値が高いほど光合成が活発である²⁾と言われているため、間伐林と未間伐林の気孔伝導度の違いを調査した。

合成速度(単位時間当たりの光合成量)の日変化は、気温、日射、葉温、水条件などの条件によって影響を受ける²⁾と言われている。まず、リーフポロメータの特性を知るため、学内の樹木2種類(針葉樹:ヒマラヤスギ、広葉樹:クスノキ)で予備実験を行ったところ、気孔伝導度は時刻、明るさ、湿度、葉の湿度(水

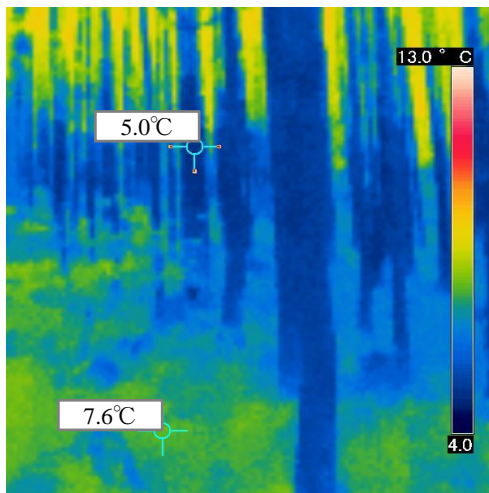


(a) サーモグラフィ結果



(b) 林内の様子

写真-1 加子母間伐林 調査地点★H24-06(平成 25 年 11 月 8 日撮影)



(a) サーモグラフィ結果



(b) 林内の様子

写真-2 加子母未間伐林 調査地点★H24-08(平成 25 年 11 月 8 日撮影)

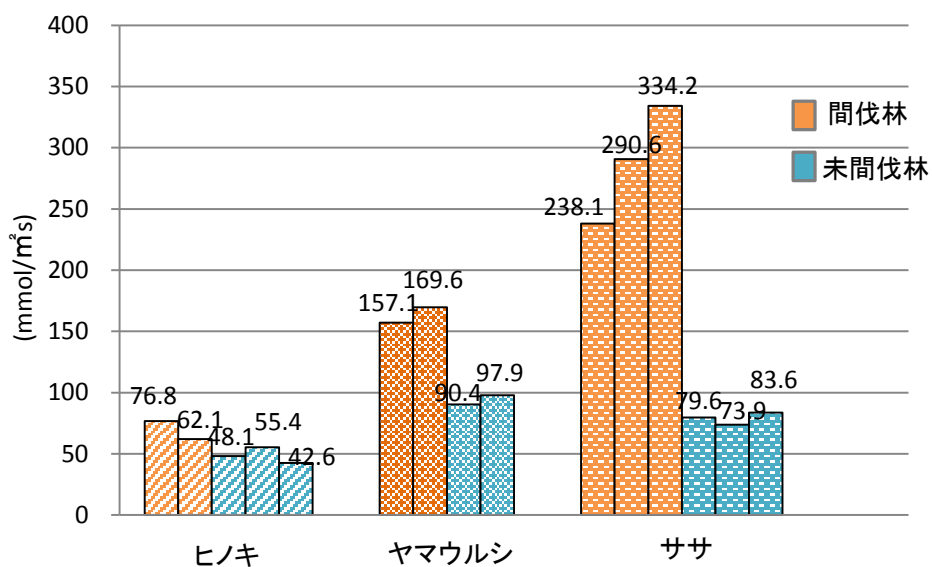


図-2 加子母の気孔伝導度測定結果(平成 25 年 11 月 8 日 10:35)

分量) による変化が見られた。気孔伝導度と葉の湿度に正の強い相関が見られたことから、葉内の水分が少なくなると蒸散量や光合成速度の低下につながると考えられる。したがって、林内の乾燥を防ぐためには、適切に森林を整備し、森林の水源涵養機能を発揮させることが必要であると考えられる。また、気孔伝導度で光合成の活発さを評価するには、同一の植物について、同一時刻に調査を行う必要があることがわかった。したがって、加子母では、同一植物、同一時刻の気孔伝導度の比較を行った。

図-2に加子母の間伐林と未間伐林内の樹木(ヒノキ)、下草(ヤマウルシ)、下草(ササ)の気孔伝導度を示す。これを見ると、樹木、下草ともに間伐林の気孔伝導度の方が高い結果を示している。これは健康診断結果が適正であり、間伐林内に光が多く差し込んでいるため、特に下草の光合成速度が高くなっている。

3.3 土壌の呼吸量調査

土壌呼吸測定装置((株)英弘精機製 ACE ステーション)を使用して、間伐林、未間伐林内で土壌の呼吸量の測定を行った。

土壌は、土壌微生物や小動物の有機物分解(微生物呼吸)と植物根の呼吸によって多くのCO₂を大気中に放出している。微生物呼吸と根呼吸を合わせて土壌呼吸と呼ばれており、土壌呼吸速度は土壌温度が上がるにつれて多くなる³⁾。

図-3に加子母での土壌の呼吸量調査の結果を示す。CO₂(mmol/m³)の排出量は、間伐林の下草なしの状態が5.1、下草ありの状態が0.3であった。土壌呼吸の測定時(平成25年11月8日10時半頃)の地表面温度は、間伐林で13.9℃、未間伐で10.3℃であった。加子母の間伐林は、光が差し込み、温度も高かったため、微生物量が多いことが予想され、土壌呼吸も活発になったと考えられる。

また、下草ありの場合は下草がCO₂を吸収し、光合成を行っているため、土壌呼吸として現れる数値が低くなったといえる。下草なしと下草ありの状態の差である4.8mmol/m³が植物の光合成量だと考えられる。

3.4 地盤の強度

森林には土砂災害防止の能力がある。しかし、木が密に生えている森林は下草が生えず、木の根も太く成長しないため地盤が弱くなり土砂災害の危険性が高まると考えられる。そこで間伐林と未間伐林の原位置地盤強度を、簡易支持力測定器((株)マルイ製キャスポル)を用いて測定した。キャスポルにより測定された地盤強度は、測定面から深さ20cmの範囲⁴⁾から求まる衝撃加速度から強度を換算したものである。

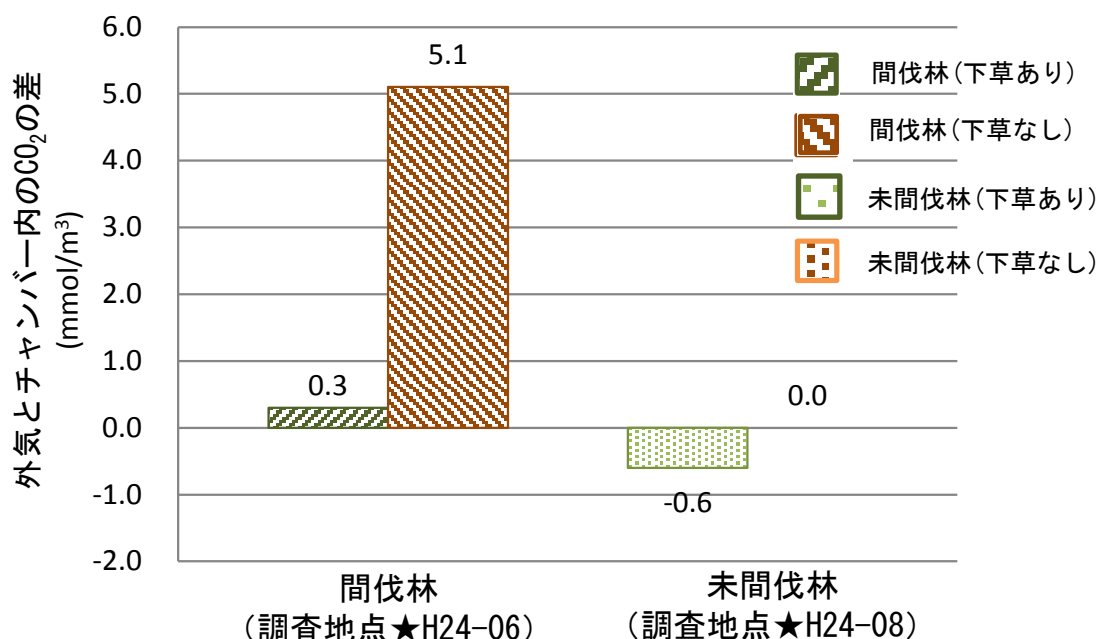


図-3 加子母の土壌の呼吸量(平成25年11月8日)

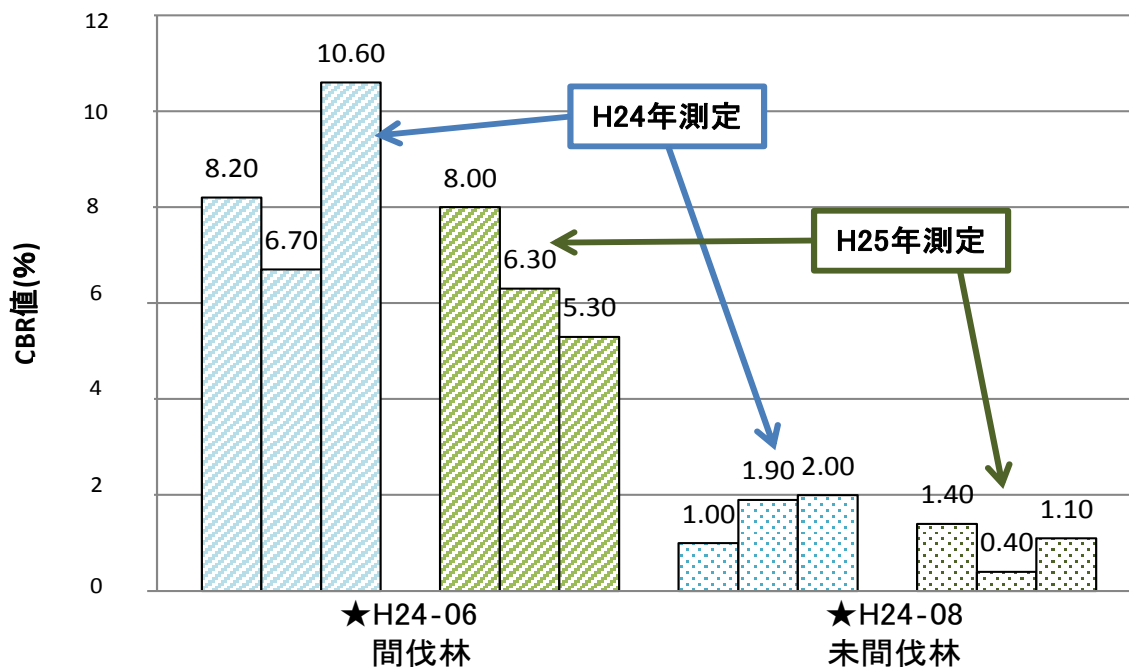


図-4 キャスポルによる加子母の原位置地盤強度試験結果

図-4に加子母の同一斜面においてH24年度とH25年度に測定した間伐林、未間伐林の結果をまとめて示す。両年度とも間伐林のほうが未間伐林よりも地盤の強度が大きくなっており、明らかに強度に差が出ていることがわかる。

加子母の森林は間伐と植林を定期的に繰り返し、適切な森林整備を行っているため地盤の強度が大きくなっていると考えられる。

4. おわりに

本研究では、岐阜県の森林の状態、土壌の様子、光合成のしやすさ、地盤の強度等を調査し、間伐林と未間伐林の結果を比較し、間伐による森林の機能改善の評価を行った。本研究で得た主な成果を以下に示す。

- ・間伐林は未間伐林よりも、森林内に光が入るため、林内の温度が高く、植生も豊かであった。したがって、植生による光合成速度が高かった。
- ・間伐林は、土壌呼吸が活発であった。下草がある場合は下草がCO₂を吸収するため、土壌呼吸として現れる数値が低くなった。
- ・原位置の地盤強度は、間伐林のほうが未間伐林よりも強度が大きくなった。

以上のように、本調査の範囲内で、間伐により林分形状比や混み具合が改善されたこと、間伐により森林の機能が改善されていることが確かめられた。

今後もさらに詳細な調査を行い、間伐によって本来森林が有している機能が改善されることを可能な限り定量的に評価したいと考えている。

謝 辞

本調査を行うにあたり、本巣市神海の森林調査は青山製材所株式会社・青山茂生氏、揖斐郡谷汲柏葉谷の森林調査はいび森林資源活用センター協同組合の方々及び西濃建設株式会社・小森正春氏、中津川市加子母の森林調査は中津川市加子母森林組合・内木篤志氏、郡上市美並の森林調査は有限会社古川林業・古川秀樹氏には多大なるご協力をいただきました。

また、これらの調査は、平成 25 年度・26 年度土木学会中部支部調査研究委員会（森林整備および森林資源の有効利用を核とした地域デザイン研究委員会）の活動であり、さらには、「環境教育を目的とした地産地消型マイクロリサイクルシステムの構築と啓発活動ー持続可能な循環型社会を担う人材育成と地域貢献を目指してー」（平成 25～29 年度科学研究費補助金（基盤研究(C)，課題番号：25350274）の一部により、円滑に遂行できました。

ここに記して、心から感謝の意を表する次第です。

参考文献

- 1) 矢作川森の研究者グループ:矢作川森の健康診断 2008, 第 4 回矢作川森林の健康診断実行委員会, 2008. 10.
- 2) 川名明:造林学 - 三訂版 -, 朝倉書店, pp. 18-22, 2006. 8.
- 3) 梁乃申:国立環境研究所ニュース 28 巻 5 号 平成 21 年 - 地球温暖化に伴う森林土壌有機炭素の変動を探る -, 国立環境研究所, 2009. 4.
- 4) (株)浅沼組・(株)マルイ:「地盤改良」に関わる技術評価証明報告書, 公益社団法人日本材料学会, p. 44, 2012. 2.