

「間伐による森林機能改善の評価検討委員会（継続）」事業内容報告

土木学会中部支部調査研究委員会(R04)委員長 岐阜工業高等専門学校 吉村優治

1. 研究背景と目的

地球規模の温暖化対策として、国土の全体に占める森林の割合が約 66%ある日本においては、森林吸収量で温室効果ガス約 3.9%が削減可能であると言われており、たとえば、森林面積割合 81.8%で全国第 2 位の岐阜県においては、森林・環境施策の財源として、平成 24 年 4 月 1 日から全岐阜県民を対象とした「清流の国ぎふ森林・環境税」を導入、第 2 期を経て、令和 3 年度 12 月に令和 4 年から第 3 期への継続が決まったにもかかわらず、県民には荒廃した森林の整備や森林資源の有効活用が CO2 削減に繋がるという認識がほとんど無いのが現状である。

一方、岐阜県では、平成 18 年 5 月の「全国植樹祭」、平成 22 年 6 月の「全国豊かな海づくり大会」を契機に、森・川・海のつながりの中での環境保全に対する意識が高まってきているのも事実である。

そこで、本研究委員会は、岐阜県内にある 20 の森林組合のうち、古くから間伐などの森林整備に取り組んできた加子母森林組合（伊勢神宮の式年遷宮で外宮の用材としても使用される東濃檜で有名）の協力の下、間伐で森林を整備したことにより、森林が本来持つ防災や水源涵養、二酸化炭素吸収といった森林機能が本当に改善されているのかを評価検討し、これに加えて継続の 2 年目は、間伐により発生する間伐材に地球環境負荷低減という付加価値を付け、森林資源として有効活用するきっかけを与えることを目的とする委員会である。

2. 活動実績

主な活動実績を表-1 に示す。委員会はコロナ禍であることも考え、メール会議とし、随時開催した。

委員会 1 年目の前年度は、間伐による森林機能改善の評価検討が主な目的であったため中津川市加子母の森林調査を主としたが、今年度は本巣市と連携して本巣市湯ノ古公園間伐材により水車や小屋、橋の改

表-1 主な活動実績

活 動		月/日
委員会		メール会議 随時
中津川市加子母調査	宿泊	9/4-5
学内植物調査による計測確認		3/15
本巣市湯ノ古公園	調査	4/8, 6/23
	水車設置	9/26, 9/28
間伐材啓発(岐阜高専1年生)	テーブル&ベンチ	10/18
啓発(岐阜高専1年生)	「間伐で環境保全 日本のCO2排出を考える」 講義	11/1
間伐材啓発(岐阜高専1年生)		グリーンウッドワーク
啓発(根尾学園:1~4年生)	打ち合わせ	8/4
「げんきな森をつくろう・まもろう」	出前授業	12/8
	打ち合わせ	8/4
啓発(根尾学園:5~9年生)	「間伐・間伐材利用で地球温暖化対策を！ 森林とCO2吸収を考える」 出前授業	12/8
打ち合わせ		12/12, 1/26
啓発(糸貫中学校:全2年生)	「間伐・間伐材利用で地球温暖化対策を！ 森林とCO2吸収を考える」 出前授業	1/30
土木学会中部支部研究発表会VII-6 「公園整備を通じたCO2削減の提案」		3/3

修（本委員会とは別予算）を行い、また岐阜高専においても間伐材を利用したテーブル・ベンチの製作、グリーンウッドワークを実施した。なお、これらの活動では使用した間伐材から炭素固定量を算出し、啓発用の資料とした。

11 月以降は、岐阜高専、近隣の小中学校で間伐による森林機能改善の評価および間伐材の有効活用に関して積極的に啓発活動を行った。

3/3 の令和 4 年度土木学会中部支部研究発表会（金沢工業大学）では「公園整備を通じた CO2 削減の提案」¹⁾の題目で発表した。

3. 間伐による森林機能改善評価

森林整備の一つである間伐によって図-1 に示すような森林機能が改善されるかを、古くから間伐などの森林整備を行ってきた加子母森林組合の協力の下評価する。

調査地点は、図-2 に示すように林道を挟んだ同一斜面上に間伐林と未間伐林が隣接しており、もともとの地盤（土壌）が同じ場所選んでいる。

加子母では、二段林・三段林の山づくりを行っている。二段林とは、適期の間伐を繰り返し行い、良質な上層木の育成を行い、

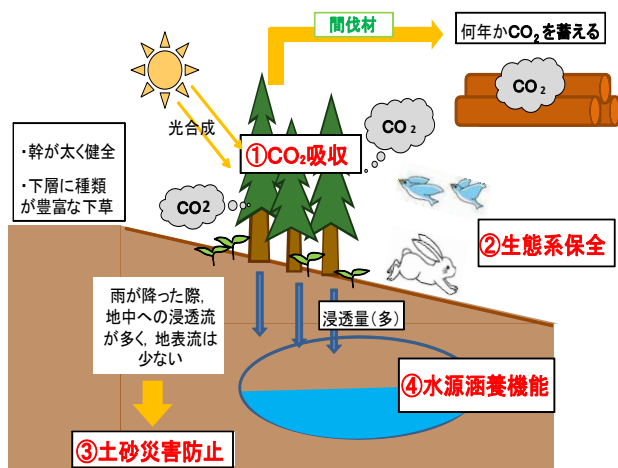


図-1 森林が持つ多面的機能

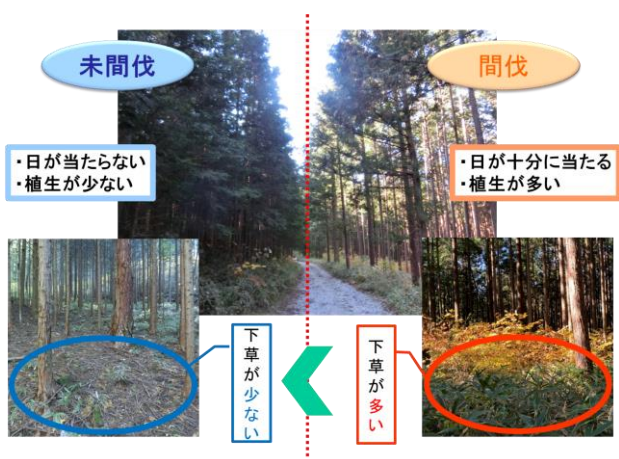


図-2 中津川市加子母の森林

その後、上層木の択伐と下層木の育成を行うものである。その方法は、まず最初の間伐は曲り木や傷のある木を対象に15年生位までに行う。2回目の間伐は劣勢木を対象に25年生～30年生までに行い、付帯作業として枝打ちを行う。3回目は、残す木を決め、木々の間隔を保ちながら邪魔になる木を間伐する。この作業を行い、50年生位までに100㎡当り10本残す森林を造ることを目標としている。

このように、定期的な間伐と植林を繰り返しているため、経過年数が異なる森林が存在する。定期的な間伐を行うことで、木々の間から光が入るようになるため、下草がよく育つようになる(写真-1参照、調査地点)。

この地点で、委員長の所属する岐阜高専



(a) 間伐前(2009年撮影)



(b) 間伐後2年経過(2011年撮影)



(c) 間伐後3年経過(2012年撮影)

写真-1 加子母の間伐前後の様子の違い

が2012年度から調査を開始し、本委員会の前身である「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(2013-2014年度)」を経て、2017年7月25日には、間伐林、未間伐林に、気象観測装置を設置している。気象観測装置には、風向風速計センサー、温度湿度計センサー、日射計、土壌水分計、などが搭載されており、これらにより風速、温度、湿度、光量などの環境条件を1時間ごとに自動で測定している。

気象観測結果から、間伐林内、未間伐林内の違いは光量のみであり、両林内の風速、

温度，湿度などには差がないことがわかってきた。

また，①CO₂ 吸収（光合成量を，葉緑素蛍光測定調査，気孔伝導度調査，葉緑素量測定調査により評価），②生態系保全（土壌呼吸，下草の種類や生長の仕方等から評価），③土砂災害防止（地盤強度を簡易支持力測定器（株）マルイ製キャスポル）を使用し CBR 値により評価），④水源涵養機能（表土の含水比測定，気象観測装置による地中 5, 15, 25cm の水分量から評価）については，いずれも間伐材が未間伐材を上回っており，間伐により森林機能が改善されていることは明らかになった²⁾が，光合成量の評価は光量や湿度に大きく影響を受けるため，今度蓄積したデータをもとに詳細な分析を進める予定である。

4. 間伐材の利用

4.1 本巢市湯ノ古公園

本巢市湯ノ古公園は，周囲を 300～400m 級の山々に囲まれた盆地になっている外山地域の中にある公園で，公園内の池には環境省のレッドリストで絶滅危惧 IA 類に指定された希少魚であるハリヨが生息している。ハリヨ飼育を通じて水環境の大切さを理解してもらうことを狙いとして，公園内にはハリヨの観察コーナーや池を上から観察できる橋，遊歩道が設置されている。しかし，1997 年 3 月の完成から 20 年以上整備されることがなかったことから，2021 年 4 月時点で既存施設である水車や水車小屋，橋が老朽化していた。

湯ノ古公園施設のうち，前年度，老朽化によって利用できなくなった水車小屋と橋を，間伐材を用いて改修し，炭素固定についてまとめた²⁾。今年度，水車及び水車小屋内の設備を，新たに間伐材を用いて改修したため，公園内の修繕に用いた間伐材の量から炭素固定量を算出した。修繕前後の水車・小屋，橋を写真-2, 3，算出した炭素貯蔵量を表-2 に示す。

4.2 岐阜高専

岐阜高専では，2022 度 10 月 18 日に環境都市工学科 1 年生の授業として，中津川市加子母で採られたヒノキの間伐材を用いて



(a) 水車小屋 (b) 壊れた橋

写真-2 本巢市湯ノ古公園



(a) 改修後の水車小屋 (b) 改修後の橋

写真-3 改修工事完了（2022.9 撮影）

表-2 改修に利用した間伐材の炭素貯蔵

樹種	水車		小屋		橋
	ヒノキ	ヒノキ	ベイマツ	スギ	ヒノ
気乾密度 D (t/m ³)	0.44	0.44	0.55	0.38	0.4
炭素含有率 Cf	0.50	0.50	0.50	0.50	0.5
産地	加子母		本巢市		
体積 W (m ³)	0.322	0.794	0.370	0.162	0.21
炭素貯蔵量 Cs (t-CO ₂)	0.260	0.640	0.332	0.113	0.17
	0.260		0.640		0.17
Cs 合計(t-CO ₂)	1.522				



(a) 製作の様子 (b) 完成

写真-4 テーブル・ベンチの製作



(a) 製作の様子 (b) ポプリバッグ

写真-5 グリーンウッドワーク

表-3 製作に利用した間伐材の炭素貯蔵量

	テーブル	ベンチ	ポプリ
樹種	ヒノキ		
気乾密度 D (t/m ³)	0.44		
炭素含有率 Cf	0.50		
産地	加子母		本巣市
体積 W (m ³)	0.681	0.931	0.0076
炭素貯蔵量 $Cs(t-CO_2)$	0.549	0.752	0.0061
Cs 合計(t-CO ₂)	1.301		0.0061

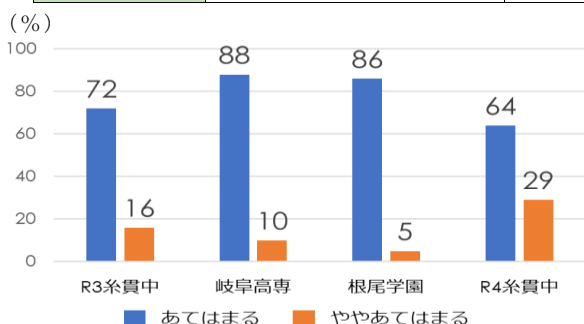


図-3 設問: 間伐する理由や効果についてよく分かったか

ベンチ 14 基, 机 7 台を製作し, 11 月 22 日にグリーンウッドワークとしてヒノキの生木を用いたポプリバッグを製作した. 製作の様子と完成した製品を写真-4, 5, 算出した炭素貯蔵量を表-3 に示す.

5. 啓発活動

全年度は 2022 年 1 月 28 日に本巣市立糸貫中学校 2 年生の生徒 133 人を対象に地球温暖化やエネルギー問題, 間伐について啓発を行ったが, 今年度は, 間伐材利用, 湯ノ古公園整備の内容を加えて,

- ・2022 年 11 月 1 日に岐阜工業高等専門学校 1 年生 42 人
- ・2022 年 12 月 8 日に本巣市立根尾学園 1~9 年生 41 人
- ・2023 年 1 月 30 日に本巣市立糸貫中学校 2 年生 116 人

に啓発を行った. 啓発後, アンケートにより, 間伐材利用, 湯ノ古公園整備等について理解・興味の程度を調査したところ, 湯ノ古公園を知っていた根尾学園生徒や間伐材のテーブルやベンチを製作した岐阜高専学生は, 「間伐する理由や効果についてよく分かったか」の質問に 9 割近い者が「あてはまると」回答しており, 体験や身近な場所での間伐材利用は興味を持ってもらいやすく, 啓発効果が高いことがわかった.

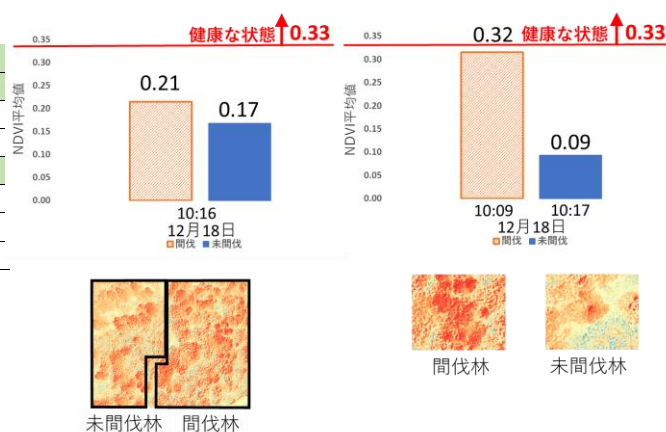


図-4 NDVI の平均値(2021.12/18 日撮影)

6. UAV を用いた森林活性度の評価手法の検討

近赤外線カメラでの撮影により, 植物のスペクトル特性を利用した最も基本的な植生指数 NDVI の -1.0~+1.0 の範囲 (活性度の評価はそれぞれ -1.0~0 は死んだ状態, 無機質, 0~0.33 は不健康な状態, 0.33~0.66 はやや健康な状態, 0.66 から 1.0 は非常に健康な状態) で示すことができるとされている.

図-4 は前年度にマルチスペクトルカメラを搭載した UAV を用いて高度 100m から撮影した画像の NDVI の平均値を示したものである. 間伐林, 未間伐林を図(a)は同時に撮影, 図(b)は個別に撮影したものである. いずれにおいても, 間伐林は未間伐林より高い NDVI 平均値を示しており, UAV 撮影は間伐林と未間伐林を比較する相対的な評価においては間伐林の方が光合成が活発という判断を行うことができるが, 0.33 の基準値を用いる定量的な評価は難しかった. 今年度 9 月に撮影した画像の分析においても定量的な評価手法の確立までには至っておらず, 今後も検討を継続したい.

参考文献

- 1) 後藤結花・今村奈郁・吉村優治・佐藤芳樹・藤本明一: 公園整備を通じた CO2 削減の提案, 令和 4 年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集, VII-6, 2023.3/3.
- 2) 吉村優治: 間伐による森林機能改善の評価検討委員会事業内容中間報告, 土木学会中部支部令和 4 年度支部総会, 2022.5/12.