

## 1. 研究背景と目的

本来、森林には水源涵養、土砂流出防止、生物多様性の保全、CO<sub>2</sub>の吸収などの機能がある。また、日本の伝統的な風景「里山」は、森林をはじめとする自然環境はこどもの遊びの舞台、市民の憩いの場である。

しかし、日本国内では林業の低迷により森林の管理が充分に行われず、山地では細い木が密集して成育し地下に十分な根を張った大木に覆われた森林が少なくなっている。このような荒廃した森林では、細い根が浅く張っているだけで、木そのものが倒れ易く、斜面表層の地盤の強度も低く斜面のすべり破壊を引き起こしやすいばかりか、水源涵養の機能も果たしていない。そのため、荒廃した森林では豪雨や地震により斜面崩壊を引き起こしやすく、土砂災害の主要な素因の一つとなっている。

また、森林整備を適切に行えば、森林のCO<sub>2</sub>吸収量は増え、自然のダムとしての機能も取り戻すことができる。さらに、間伐等によって出た木材を建築材料やバイオマスエネルギーに利用することができれば、林業の復興だけでなく無駄のない循環型社会の形成へつなげると考えられる。

本研究委員会は、平成19年度および20年度土木学会中部支部調査研究委員会ワークショップ(委員長:吉村優治)「森林資源を対象にした環境負荷低減型システムの構築に関する研究委員会」<sup>1)</sup>、および「森林整備および森林資源の有効利用に関する研究委員会」<sup>2)</sup>の成果をさらに発展させ、森林整備と森林資源の有効利用システムを提案し、その一部を実践すること、また、森林整備によって日本の伝統的な風景「里山」の復活を目指しながら、啓発活動を通して、特に小中学生を中心とした一般市民に対して、森林の大切さやエネルギーの大切さ等を伝える地球環境教育を実践することを目的としている。

## 2. 岐阜県の林政と整備状況

平成19~23年度の5年間の岐阜県地域

別の間伐実施状況を図1に示す。(a)図の間伐実施面積を見ると、飛騨、恵那、郡上地域で5年間の間伐実施面積が10,000ha以上ある。

一方、(b)図の5年間の間伐率は、西濃、中濃地域が40~50%であり、5年間で間伐対象面積のほぼ半分の間伐を終えている。しかし、飛騨、揖斐地域は20~30%と岐阜県内で最も間伐の遅れている地域であることがわかる。特に揖斐地域については、木質バイオマス利用推進施策の1つとして、森林資源の有効利用が目的の「いび木質チップ・ペレット製造工場」が設置されているが、森林整備を行う技術者が少ないことが原因で整備が遅れている。

## 3. 森林調査と評価

### 3.1 森の健康診断

森林の状態を把握するため、森の健康診断<sup>3)</sup>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。

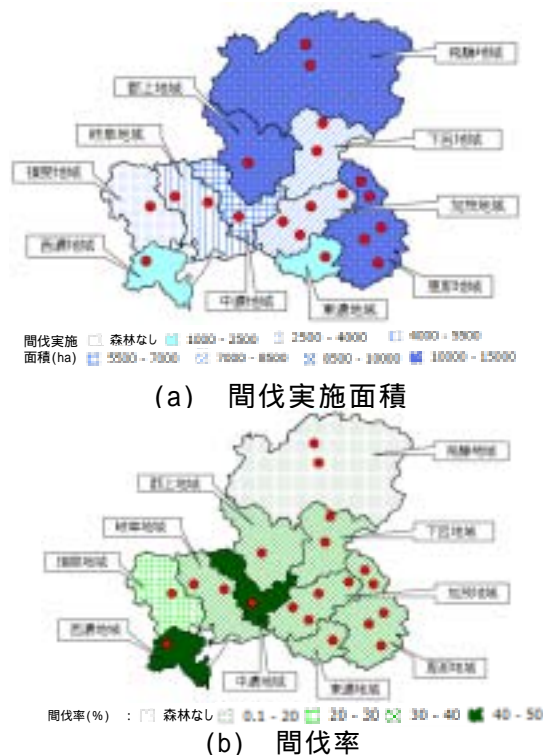


図1 平成19~23年度の5年間の間伐実施状況

表 1 森の健康診断結果

調査場所	(a)本巣市神海				(b)揖斐郡谷汲柏葉谷				(c)中津川加子母			
	間伐林		未間伐林		間伐林		未間伐林		間伐林		未間伐林	
整備状況	間伐林		未間伐林		間伐林		未間伐林		間伐林		未間伐林	
調査地点	H23-01	H23-02	H23-03	H23-04	H24-01	H24-02	H24-03	H24-04	H24-05	H24-06	H24-07	H24-08
間伐後経過時間	約13年				約1年				約10年		約3年	
林分形状比	72.7	71.7	71.4	50.0	112.0	97.9	119.0	113.0	63.1	67.3	108.0	95.5
混み具合(%)	20.33	17.01	12.55	22.21	13.20	14.40	11.10	10.50	22.70	25.00	16.60	21.40

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

表 1 に各森林の診断結果を示す。

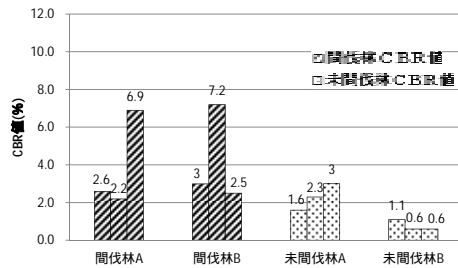
(a)神海では、間伐林の林分形状比が「やや危険」となった。神海は 10 年以上前に間伐を行っているため、木が上方へ成長したためと考えられる。また、間伐林の調査地点 H23-01 の混み具合調査の結果が「木の本数が少ない」になった。これは作業者の勘に頼って間伐を行ったため、木を切りすぎてしまったと考えられる。しかし、これはあと何年か経てば樹木が成長し、樹高が高くなるため、適正になると考えられる。未間伐林の調査地点 H23-03 は、林分形状比「やや危険」、混み具合「超過密」と診断されたため、適正な値になるよう間伐を行う必要がある。

(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。

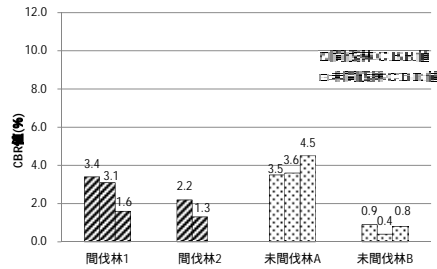
(c)加子母の森林は、間伐林の林分形状比が「適正」になっているため、間伐後の経過時間が長くなるほど森林の状態がよくなることがわかる。

### 3.2 地盤の強度試験

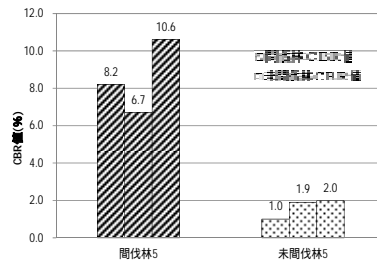
森林の状態と地盤の強度を調べるため、現地で地盤の強度試験を行った。図 2 に神海、谷汲、加子母の CBR 値((株) マルイ製キャスポルにより測定)を示す。図 2 を見ると、谷汲は林分形状比と同じく間伐後 1



(a) 本巣市神海



(b) 揖斐郡谷汲柏葉谷



(c) 中津川市加子母

図 2 CBR 値測定結果

年では差がでていないと判断できる。一方、神海と加子母の間伐林と未間伐林には、明らかに地盤の強度に差が見られる。間伐後時間が経つと、樹木が成長して根を張るため、地盤の強度が増すといえる。

### 3.3 林内環境調査

サーモグラフィによる林内の温度調査により、光が差し込むため、表 2 に示すように林内の温度が高くなり、下草などの植生が成長することが確認できた。

表2 加子母の温度(2013.11/8.11:00 測定)

	気温( )	樹木温度( )	下草温度( )
間伐林	25.0	15.9	13.5
未間伐林	21.3	5.0	7.6
差	3.7	10.9	5.9

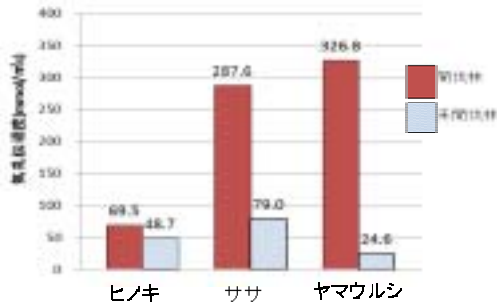


図3 加子母の気孔伝導度 (2013.11/8.10:35 測定)

### 3.4 葉の気孔伝導度調査

森林が持つ機能の1つである二酸化炭素吸収が行われ、間伐林の方が光合成が活発に行われているかを確認するため、リーフポロメータ((株)メイワフォーシス製SC-1)を用いて、気孔伝導度を測定した。気孔伝導度は水蒸気の気孔の通りやすさを表すもので、この値が高いほど光合成が活発であると言われている<sup>4)</sup>。

図3に示した調査結果から、未間伐林と比較して、間伐林の気孔伝導度が、樹木のヒノキで若干、下草のササ、ヤマウルシでは明らかに大きな値を示している。したがって、どの種別でも、間伐によって光合成が活発になっていると言える。

### 4. 未利用木質破砕材の利用と啓発

わが国では森林は手入れされないまま放置され、荒廃した状態にあり、森林の本来もつ機能(土砂災害防止、水源涵養、生態系保全、二酸化炭素吸収など)を十分に発揮できていない。それを改善するためには、間伐などの森林整備を行う必要があり、さらには、林地残材や間伐により発生した資源を、有効活用する方法を確立させることが必要とされている。間伐による森林機能の改善については検討結果を3.に示した。

ここでは、林地残材や間伐材などの未利用木質破砕材を舗装として使用する方法を紹介し、開発した木質舗装(以後、未利用

木質破砕材舗装という)を含む2m×2mの各種舗装を岐阜高専内の試験フィールドに設置(平成23年7月施工)しているのので、その試験フィールドを利用して実施した啓発活動の評価について概説する。

#### 4.1 未利用木質破砕材舗装の特徴

- ・約3時間で固まる
- ・アスファルト舗装を施工する際に発生する臭いが発生しない。
- ・常温で施工可能である

#### 4.2 未利用木質破砕材舗装の施工

- (1) 未利用木質破砕材に水性アスファルトを投入し、攪拌する(写真1(a)).
- (2) (1)に事前に混合しておいた粉末添加剤と液体添加剤を投入し、攪拌する(写真1(b)).
- (3) 攪拌、混合した材料を路盤の上に設定した舗装厚の約2倍の厚さに敷きならす(写真1(c)).
- (4) 養生シートまたは合板などを敷き、転圧を行う(写真1(d)).
- (5) 施工完了(写真1(e)).



(a) 攪拌状況

(b) 攪拌状況2



(c) 敷きならし



(d) 転圧



(e)敷きならし施工完了

写真1 未利用木質破砕材舗装の施工状況

### 4.3 未利用木質破砕材舗装の啓発と評価

2013年8月31日の岐阜高専オープンキャンパスで13~48歳の一般男女72人、2013年10月26日、27日の高専祭で4~74歳の一般男女61人、2014年1月27日に岐阜高専環境都市工学科第1学年34人、計167人に啓発とアンケート調査を行った。

啓発は、森林整備および間伐材などの森林資源の有効利用の必要性についてパネルを用いて説明するとともに、写真2に示す岐阜高専内の試験フィールド周辺を散策後、アンケートを実施した。図4にアンケート結果を示す。

(a)図は、「木質系舗装を知っていますか?」という項目に対する回答であり、65%が木質系舗装を「知らない」と答え、木質系舗装は一般的に知られているアスファルト舗装などに比べ、認知度が大変低いと判断できる。しかし、(b)図に示すように、実際に各種舗装を歩き比べると、未利用木質破砕材舗装(木質(植生なし)、木質(植生あり))が歩きやすいと答えた人が回答者全体の68%を占めた。また、(c)図から未利用木質破砕材が選ばれる理由としては「やわらかいから」という回答が79%を占めた。

### 5. むすび

研究会では、森林整備の必要性を調査し、十分とは言えないが森林資源の有効利用について啓発も実施した。木質舗装の認知度は低いが、本研究で啓発した未利用木質破砕材舗装は歩行者にとって最も歩きやすい舗装である。今後も、一般市民に対して、森林の大切さやエネルギーの大切さ等を伝える地球環境教育を実践したいと考えている。

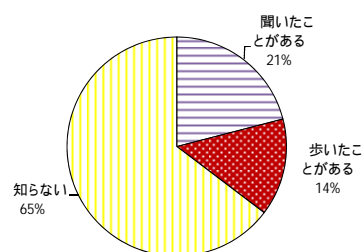
### 参考文献

- 1)吉村優治：森林資源を対象にした環境負荷低減型システムの構築に関する研究，平成20年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集， - 17 (CD-Rom)，pp.527~528，2009.3/3.
- 2)吉村優治：森林整備および森林資源の有効利用に関する研究，平成21年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集， - 27 (CD-Rom)，pp.595~596，2010.3/1.

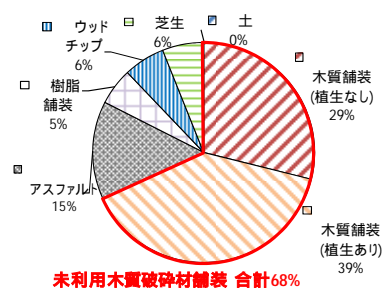
- 3)矢作川森の研究者グループ：矢作川森の健康診断2007，第3回矢作川森林の健康診断実行委員会，2007.11/3.
- 4)川名明・片岡寛純：造林学，朝倉書店，p.22，2006.



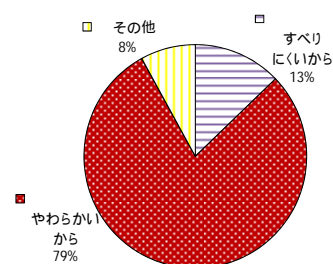
写真2 岐阜高専内の試験フィールド



(a) 木質系舗装の認知度



(b) 一番歩きやすかった舗装



(c) 未利用木質破砕材舗装を選んだ理由

図4 アンケート結果