

スギ人工林における間伐前後の蒸散量の比較

九州大学農学部附属演習林福岡演習林 野方 麻里・篠原慶規・小松光・井上一信
長澤久視・扇 大輔・山内康平・大崎 繁・大槻恭一

1. はじめに

日本の国土は約7割が森林で覆われており、そのうちの約4割は、スギ・ヒノキを主とした人工林である。森林から河川へ流出する水の量は、土壌へ到達した量から森林が蒸散した量を差し引いた量となる。森林からの蒸散量は、植生の改変などにより人為的に比較的容易に変化させることができるため、蒸散量を評価することは、水資源利用を考える上で重要である。

日本の人工林においては、植栽から主伐までの間に、通常何度かの間伐が行われる。間伐が行われると、立木密度が減少することで蒸散量が小さくなることが予想されている。しかし日本の人工林において、間伐の前後で林分スケールの蒸散量を比較した研究はほとんどなく、間伐によってどの程度蒸散量が増加するかは明らかにされていない。そこで本研究では、間伐によって変化する蒸散量を予測する第一歩として、スギ人工林において間伐試験を行い、間伐によって林分蒸散量は減少するのか、減少するとすればその要因は何であるのかを明らかにすることを目的とした。

2. 方法

2.1. 試験地と観測の概要

本研究は、九州大学福岡演習林内のスギ人工林（39年生）の北斜面に10×10mのプロットを設置して行った。

樹液流計測法（グラニエ法）を用いると、林分蒸散量は以下のように算出される。

$$F = u \times S_A \quad (1)$$

ここで、 F は林分蒸散量（ m^3/s ）、 u は林分平均樹液流速（ $\text{m}^3/\text{m}^2\text{s}$ ）、 S_A は林分総辺材面積（ m^2 ）で

ある。樹液流計測は全11個体を対象に2010年5月より実施した。樹液流速は、全11個体の北側方向と、非間伐木6個体の東西南北4方向に、長さ2cmのグラニエセンサーを設置することで行った。周囲4方向にセンサーを設置したのは、周囲方向で樹液流速にばらつきが生じることが知られているためである。林分総辺材面積は、生長錐を用いて辺材幅を測定することで算出した各木の辺材面積を積算して求めた。

プロット内の3地点においてそれぞれ10cm、30cm、50cmの深度で土壌水分を測定した。また、LAI-2000を用いた葉面積指数（LAI）の計測を6月から約2カ月ごとに、林内の11地点で行った。さらに、試験地から北西約500mの露場で、気象観測（全天日射量、PPFD、気温、相対湿度、降水量）を行った。

2.2. 解析方法

本研究では、観測途中の2010年10月に本数で50%の間伐を行った（表1）。そこで、(1)式を用いて間伐前の9月と間伐後の11月の林分蒸散量を算出し、両者を比較した。次に、9月と11月の気象要因の違いを排除して間伐前後の比較を行うために、Priestley-Taylor式（P-T式）を用いて解析を行った。P-T式を用いると林分蒸散量は、完全湿面の蒸発量を表わす平衡蒸発量と森林の蒸散抑制の程度を表すP-T定数 α から算出される。

$$E_t = \alpha E_{eq} \quad (2)$$

ここで、 E_t は林分蒸散量（ mm/d ）、 α はP-T定数、 E_{eq} は平衡蒸発量（ mm/d ）である。

平衡蒸発量 E_{eq} は、気温と純放射量から算出される。なお、純放射量は、観測した全天日射量の8

割として計算した。

本研究では、間伐前の9月の林分蒸散量観測値から α を算出した。この α を用いて、間伐されなかった場合に想定される11月の林分蒸散量を推定し、間伐後の林分蒸散量観測値と比較した。

3. 結果

周囲4方向にセンサーを設置した木の間伐前の樹液流速のデータを使って樹液流速の周囲変動を調べたところ、大きな変動はなかった。そこで、これ以降の解析では、北方向の樹液流速のみを用いた。樹液流速および林分蒸散量は、蒸散量が少ない降雨日を除外して検討した。

DBHと辺材面積、およびDBHと樹液流速の関係を調べたところ、いずれも正の相関が見られた。間伐木と非間伐木の平均樹液流速を間伐前の9月と比較したところ、間伐木は $5.4\text{m}^3/\text{m}^2\text{s}$ 、非間伐木は $7.0\text{m}^3/\text{m}^2\text{s}$ となり、非間伐木の方が大きかった(図1)。

間伐前後で非間伐木の樹液流速の変化を比較したところ、11月は9月の34~43%減少していた。

間伐前の9月の日平均林分蒸散量は $1.44\text{mm}/\text{d}$ であり、この値から算出されたP-T定数 α は0.36であった。このP-T定数 α を用いて予測される11月の林分蒸散量推定値は $0.78\text{mm}/\text{d}$ であり、観測から得られた林分蒸散量測定値は $0.60\text{mm}/\text{d}$ であった。

4. 考察

本数で約50%間伐することにより林分蒸散量は、間伐しなかった場合に想定される林分蒸散量より減少した。ただし、林分蒸散量の減少は24%に留

表1. 9月と11月の各観測値の比較

	9月	11月
土壌水分 (%)	28.7	28.2
日射量 (MJ)	16.6	11.3
気温 (°C)	24.6	11.9
相対湿度 (%)	75.9	70.1
立木密度 (本/100m ²)	11	6
胸高直径 (cm)	28.9	31.6
樹高 (m)	21.2	22.1
林分辺材面積 (cm ²)	3036	1895
LAI	4.78	2.42
実測林分蒸散量 (mm/d)	1.44	0.60
推定林分蒸散量 (mm/d)	—	0.78

※蒸散量の推定値は、 $\alpha=0.36$ とした時の11月の蒸散量を表す。

まった。その理由として、比較的DBHが小さい個体を間伐したことが挙げられる。間伐木の辺材面積は非間伐木の辺材面積の60.2%であった。また間伐木の樹液流速は非間伐木の樹液流速の約78.2%であった。このように、本研究で実施した間伐実験の場合、間伐木の辺材面積と流速が小さかったため、本数間伐50%による林分蒸散量の減少は24%に留まったと考えられる。

5. おわりに

間伐により、林分蒸散量が減少することを明らかにした。なお、林分蒸散量の減少量を規定する要因は、間伐本数ではなく、間伐する木の辺材面積と樹液流速であることが示唆された。したがって、間伐により減少する蒸散量を制御する際には、間伐木のDBHおよび辺材面積、樹液流速を検討することが重要である。

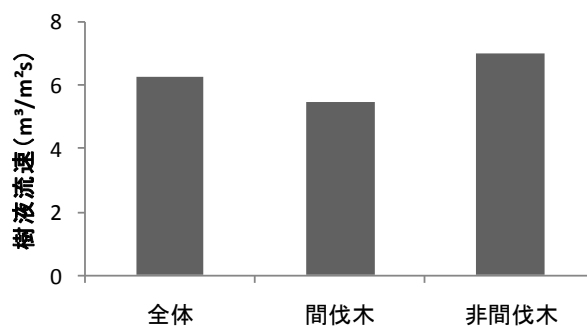


図1. 9月の各樹液流速の平均値の比較

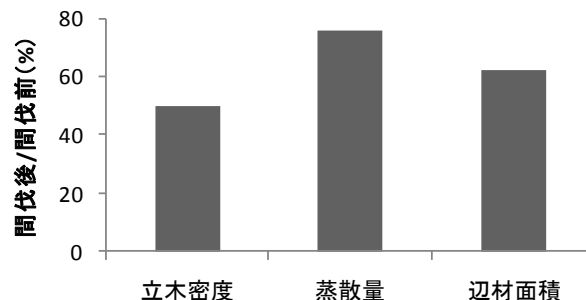


図2. 間伐前に対する間伐後の量の比較

※蒸散量は、 $\alpha=0.36$ とした場合の11月の推定林分蒸散量を、間伐前の値として比較した。