

茨城県のスギ人工林における林分蒸散量に及ぼす飽差と土壤水分条件の影響

Effects of vapor pressure deficit and soil water conditions on a variation in daily transpiration in a sugi (*Cryptomeria japonica*) stand, Ibaraki prefecture, central Japan荒木眞岳*¹・釣田竜也*¹・阪田匡司*¹・齊藤哲*¹Masatake G. ARAKI*¹, Tatsuya TSURITA*¹, Tadashi SAKATA*¹, Satoshi SAITO*¹

* 1 森林総合研究所

Forestry and Forest Products Research Institute, Tsukuba, Ibaraki 305-8687

要旨：茨城県の約39年生のスギ人工林で、樹液流速、飽差および土壤水分を2017年5月から4か月間測定し、林分蒸散量に影響を及ぼす環境要因を検討した。6月前半を除く比較的安定した降雨があった期間では、土壤マトリックポテンシャルは-20~-50 kPa程度、土壤体積含水率は0.30~0.42 m³ m⁻³程度の範囲で変動した。一方、6月前半に無降雨が17日間続き、10 cm深のマトリックポテンシャルが-100 kPa以下(最低-173 kPa)となる期間が観察され、比較的強い土壤の乾燥が認められた。林分蒸散量は、全期間を通じて0.5~7.0 mm day⁻¹の範囲にあり、日によって大きく変動した。林分蒸散量と飽差との間に強い正の相関が認められた一方で、林分蒸散量は土壤マトリックポテンシャルおよび体積含水率とは有意な相関を示さなかった。これらの関係性は6月前半でも特に変化は認められなかった。以上の結果から、本調査期間において、林分蒸散量は主に飽差によって決定されており、6月前半に観察された比較的強度な土壤の乾燥でもスギ成木の蒸散量(樹液流速)は影響を受けなかったことが示された。

キーワード：スギ、乾燥、樹液流速、土壤マトリックポテンシャル、土壤体積含水率

I はじめに

気候変動によって、乾燥の頻度の増加が予測されている(2)。一般に、土壤の乾燥にともない気孔が閉鎖し、蒸散量(樹液流速)や光合成量が低下するため、樹木の成長は減少すると考えられている。スギの水分生理特性がどの程度の土壤の乾燥によって影響を受けるのかを明らかにすることは、気候変動がスギ人工林の成長に及ぼす影響を予測する上で重要である。

本研究は茨城県のスギ林において樹液流速、土壤水分条件、飽差、および光強度の季節変動を明らかにすることを目的とし、連続観測を開始したところ、6月前半に17日間の無降雨が観察された。そこで、本報告では、スギの主な成長期間にあたる4か月間の測定結果(4)から、無降雨にともなう土壤の乾燥がスギの蒸散量に影響を及ぼしたかどうかについて検討する。

II 方法

1. 調査地 森林総合研究所千代田苗畑(茨城県かすみがうら市)にあるスギ人工林に、10 × 20 mの調査区を設定した。本調査林分の土壤型はB_p型で、2017年3月時点で、約39年生、立木密度2650本 ha⁻¹、平均胸高直径21.7 ± 4.3 cm、平均樹高20.8 mであった。

2. 調査方法 2017年3月から、林外で降水量を、林

冠の上部に設置した温湿度センサー(VAISALA社HMP6)で気温と相対湿度を、光量子センサー(日本環境計測社MIJ-14PAR 型式/K2)で光合成光量子束密度(PPFD)を測定した。調査区内の6地点において、10 cm, 40 cm, 80 cm深さにおける土壤マトリックポテンシャルと体積含水率を、それぞれDecagon Devices社のMPS-6と10HSを用いて測定した。調査区内から10個体(平均胸高直径22.6 cm)を選び、胸高位置の北側から2 cm長さのプローブを1組挿し、グラニエ法(1)を用いて樹液流速を5月から測定した。

2017年5月1日から8月31日を解析対象とし、この期間に得られた10~20分間隔の測定値を元に、各要因について以下のように1日あたりの量を求めた。季節によらず6:00~18:00を昼間と定義し、飽差とPPFDの昼間の平均値を求めた。1日の区切りを午前5:00とし、各深度における土壤マトリックポテンシャルと体積含水率の日最低値について、6地点の平均値を求めた。本研究では辺材面積を測定していないため、42年生のスギ林で調整された胸高直径から個体の辺材面積を推定する式(5)を利用し、10本の測定木の1日あたりの樹液流速から林分蒸散量を計算した。

これらの1日あたりの値を用いて、林分蒸散量と各環境要因との相関関係を調べた。

III 結果と考察

2017年5月1日から8月31日における、日降水量、各深度における土壌マトリックポテンシャル、昼間の平均飽差、および林分蒸散量の季節変動を図-1に示した(土壌体積含水率と平均PPFDは省略)。

6月前半を除くと、比較的安定した降雨があり、土壌マトリックポテンシャルは-20~-50 kPa、体積含水率は $0.30\sim 0.42\text{ m}^3\text{ m}^{-3}$ 程度の範囲で変動した。一方、6月前半に無降雨(日降水量0.5 mm以下)が17日間続き、14日間にわたり10 cm深のマトリックポテンシャルが-100 kPa以下(最低-173 kPa)となった。一般に、B_D型森林土壌のpF値は1.6~2.6の範囲にあり、pF 3.0以上は乾性とされている(3)。土壌マトリックポテンシャル-100~-173 kPaはpF 3.0~3.3に相当するため、この期間の土壌は比較的強い乾燥状態にあったと考えられる。

飽差は、気温と相対湿度で決定されるため、晴れの日で大きく雨の日で小さい傾向にあった。PPFDも同様の傾向であった。林分蒸散量は、日によって大きく変動し、概ね $0.5\sim 7.0\text{ mm day}^{-1}$ の範囲にあった。林分蒸散量に、季節性は特に認められなかった。

林分蒸散量と飽差($r=0.924$, $P<0.001$, $n=123$)(図-2左)、およびPPFDとの間($r=0.889$, $P<0.001$, $n=123$)に強い相関が認められた。一方、林分蒸散量は、各深度における土壌マトリックポテンシャル(図-2右)および体積含水率のいずれとも有意な相関を示さなかった。10 cm深のマトリックポテンシャルが-100 kPa以下となった期間においても、これらの関係性に特に変化は認められなかった(図-2黒丸)。

以上の結果から、スギの成長期にあたる本調査期間において、林分蒸散量は主に飽差によって決定されており、6月前半に観察された比較的強度な土壌の乾燥でもスギ成木の蒸散量(樹液流速)は影響を受けなかったことが明らかとなった。今後、降雨遮断処理を行うことで、さらに強い土壌の乾燥に対するスギ成木の生理的応答を解明する必要がある。

謝辞：本研究は、農林水産省委託プロジェクト研究「農林水産分野における気候変動対応のための研究開発」の支援を受けて行われた。

引用文献

- (1) GRANIER, A (1987) Evaluation of transpiration in a Douglas-fir stand by means of sap flow measurements. *Tree Physiology* **3**: 309-320
- (2) IPCC (2013) Fifth Assessment Report: Climate Change

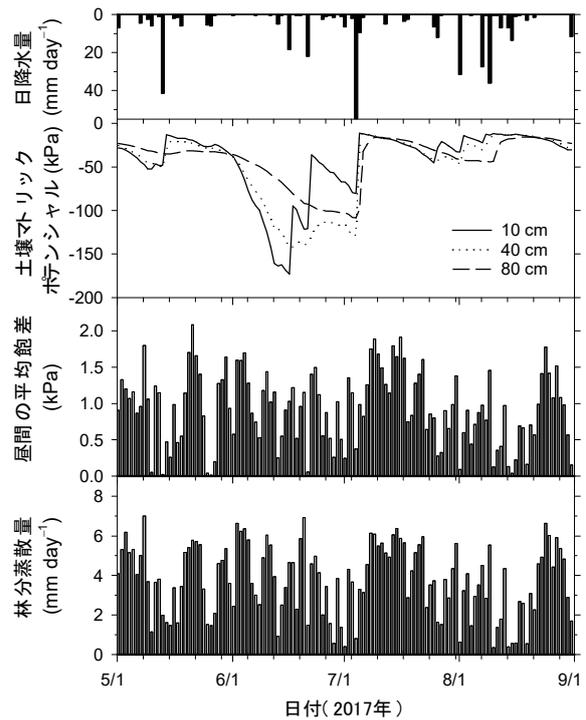


図-1. 林分蒸散量と環境要因の季節変動

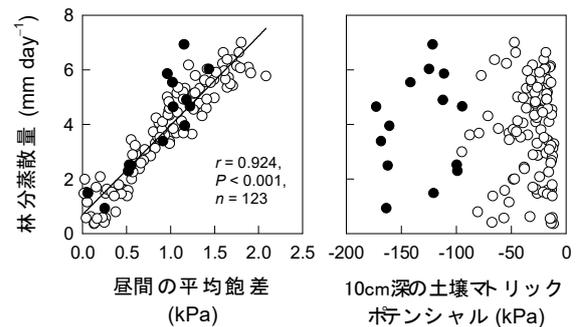


図-2. 林分蒸散量に飽差と土壌水分が与える影響 (●は10cm深のポテンシャルが-100 kPa以下の値)

2013: *The Physical Science Basis*. Cambridge University Press, 1535 pp

- (3) 真下育久 (1960) 森林土壌の理学的性質とスギ・ヒノキの成長に関する研究. 林野土壌調査報告 11 : 1-182
- (4) 齊藤哲・壁谷大介・荒木眞岳・田中憲蔵・右田千春・川崎達郎 (2016) スギ個体の直径成長・樹高成長の季節変化の特徴. *関東森林研究* **67**: 203-206
- (5) SAITO, T., YAMAMOTO, K., KOMATSU, M., MATSUDA, H., YUNOHARA, S., KOMATSU, H., TATEISHI, M., XIANG, Y., OTSUKI, K., KUMAGAI, T. (2015) Using airborne LiDAR to determine total sapwood area for estimating stand transpiration in plantations. *Hydrological Processes* **29**: 5071-5087