

降雨遮断によりスギ成木の樹液流が停止に至る時の土壌のマトリックポテンシャル Soil matric potential at the point when the sap flow of mature sugi trees cease due to rainfall interception

釣田竜也¹・小林政広¹・重永英年¹・三浦覚¹

¹ 森林総合研究所

要旨(Abstract) :

無降雨の継続によりスギ成木で樹液流が停止に至るまでの土壌乾燥過程と土壌特性との関係を明らかにすることを目的に、大型ライシメータを使った降雨遮断実験を2つの土性の土壌で行った。2つの土壌とも樹液流速はマトリックポテンシャルが -60kPa 付近から低下し、永久しおれ点より湿潤な -200kPa に達した時にほぼ樹液流が停止した。一方、実験で最終的に到達した土壌のマトリックポテンシャルは、より粘土質な土壌で乾燥が進まず、高かった。土壌保水曲線に用いた Durner モデルのパラメータを検討した結果、粘土質な土壌の方が孔隙径分布の連続性が低く毛管が切れやすい土壌特性と考えられ、これが吸水を阻害し土壌乾燥が進まない要因と考えた。

キーワード: 土壌マトリックポテンシャル, 樹液流速, スギ成木, 土壌保水曲線, Durner モデル

Key words: soil matric potential, sap flow rate, mature sugi tree, soil water retention curve, Durner model

1. はじめに

気候変動により乾燥や干ばつの頻度・強度の将来の増加が予想されている。降水量が比較的多い日本でも、少雨・高温の年には樹木の干害が発生しており、その条件を明らかにし、干害リスクの高い林地の予測技術を高度化するためには、土壌乾燥に対する樹木の応答を土壌特性と関連付けて理解する必要がある。本発表では、土性の異なる2つの土壌に植栽されたスギ成木を対象に降雨遮断実験を行い、土壌乾燥に対するスギの蒸散応答特性を明らかにするとともに土壌特性の影響について検討する。

2. 方法

(1) 降雨遮断による土壌乾燥実験

森林総合研究所千代田苗畑(茨城県かすみがうら市)内の平面ライシメータ内の軽埴土(粘土含量36%)と砂質壤土(同8%)(縦 $2\text{m} \times$ 横 $2\text{m} \times$ 深さ 0.8m)に生育する24年生スギ成木に対し、夏季に降雨遮断を開始した乾燥区と降雨遮断を行わない対照区を設けた。

(2) 樹液流速の計測と蒸散応答の評価

軽埴土乾燥区と砂質壤土乾燥区の各1個体と対照区の2個体を対象に、地上 1.2m での樹液流速を Granier 法により測定した(TDP-30使用)。乾燥区の日樹液流速を対照区に対する相対値で表し蒸散応答を評価した。

(3) 土壌のマトリックポテンシャル(ψ)の算出

乾燥区(軽埴土と砂質壤土の2つ)と対照区の深さ 15cm と 35cm の土壌のマトリックポテンシャルを電圧出力式のテンシオメータで測定した。また同深度の土壌の体積含水率(θ)を土壌水分センサーで測定した(Profile Probe PR2/4使用)。テンシオメータは $\psi < -60\text{kPa}$ で水切れのため測定不能となったため、これより乾燥状態の土壌の ψ については、対象土壌の深さ 30cm から採取した土壌の保水曲線(θ と ψ の関係式②)を Durner モデルで作成し、観測した θ の値と式②から ψ の推定値を算出した。なお土壌の保水性は、 $\psi \geq -150\text{kPa}$ は加圧板法で、 $\psi < -150\text{kPa}$ は露点ポテンシャル計で測定した(WP4-T使用)。

3. 結果と考察

(1) 乾燥区土壌の保水曲線

Van Genuchten (VG) 式を 2 つ連結した Durner モデルにより 2 つの土壌の保水性を良好に再現する保水曲線が得られた (図 1)。より粘土質な軽植土の方が有効水分 ($\phi = -5\text{kPa}$ の θ と $\phi = -1500\text{kPa}$ の θ の差) が大きい内訳は難有効水分 ($\phi = -100\text{kPa}$ の θ と $\phi = -1500\text{kPa}$ の θ の差) の割合が比較的大きく、易有効水分 ($\phi = -5\text{kPa}$ の θ と $\phi = -100\text{kPa}$ の θ の差) は砂質壤土の方がわずかに大きかった。

(2) 乾燥区での θ , ϕ の観測範囲

土壌の保水曲線上に現場の深さ 35cm で観測した θ - ϕ 関係 (乾燥実験直前の飽水処理以降の日平均値) をプロットすると、砂質壤土の飽水時付近を除けば観測値は保水曲線とほぼ一致していた (図 1)。深さ 15cm で観測した θ - ϕ 関係も保水曲線とほぼ一致しており (図省略)、 -60kPa 未満の乾燥状態の土壌の ϕ を、 θ の観測値と保水曲線から推定することは有効と判断した。最終的に到達した θ が最小の時の ϕ は深さ 15, 35cm とも砂質壤土で -600kPa 、軽植土で -200kPa 程度であり、軽植土では難有効水分を多く残して土壌乾燥が止まった。

(3) 樹液流停止時の土壌の乾燥状態

樹液流速度は 2 つの土壌とも ϕ が -60kPa までには一定に維持され、それ以降低下して永久しおれ点 (-1500kPa) より湿潤な -200kPa 程度に達した時にほぼ樹液流停止状態となった (図 2)。これは年降水量の多い日本の斜面下部の湿潤な土壌が生育適地であるスギの吸水特性を反映したものと思われる。

(4) 軽植土で土壌乾燥が進まなかった要因

軽植土では難有効水分を多く残して -200kPa 程度で土壌乾燥が止まった。保水曲線の 2 つの変曲点 (孔隙分布のモード) である $\phi_{0.1}$ と $\phi_{0.2}$ を小杉 (2007) に準じて計算すると粘土質の軽植土で $\phi_{0.2}$ が小さく、モード間の差が大きかった (表 1)。また孔隙分布のモードからの分散度合の指標となる m ($0 < m$

< 1 で変化し、値が大きいくほど集中型、小さいほど分散型の分布であることを示す) は、軽植土の m_2 で大きかった。軽植土は 2 つのモード間の孔隙分布の連続性が低く毛管が切れやすい土壌特性と考えられ、これが根による吸水を阻害し乾燥が進まない要因となったと考えた。

参考文献等 小杉賢一朗 (2007) : 土壌の物理性, 106 : 47-60

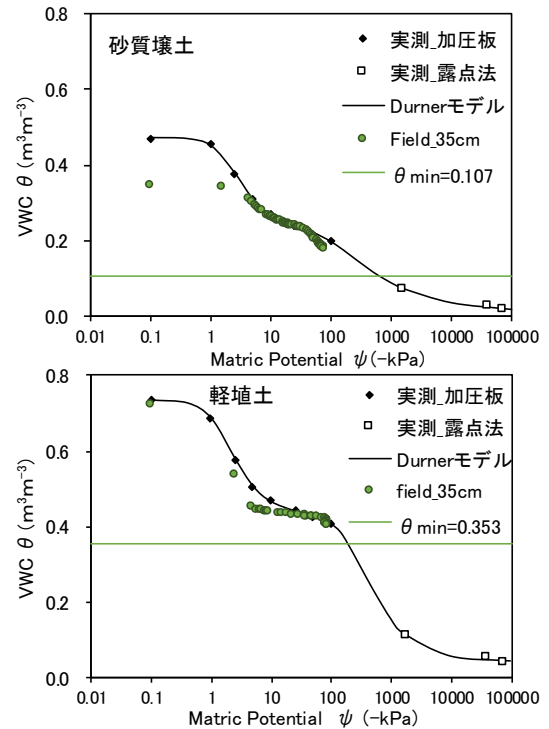


図 1 土壌の保水曲線と現場の θ - ϕ 観測値

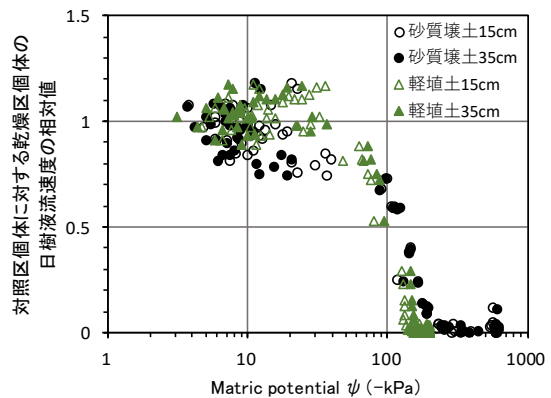


図 2 土壌の ϕ と樹液流速度との関係

表 1 Durner モデル (2 つの VG モデルを連結したモデル) の孔隙分布に関わるパラメータ

	$\Psi_{0.1}$ (cm)	$\Psi_{0.2}$ (cm)	m_1 (-)	m_2 (-)
砂質壤土	-16.3	-524.0	0.55	0.32
軽植土	-11.7	-1746.5	0.54	0.47

Ψ_0 は保水曲線の変曲点に対応し、 $d\theta/d\Psi$ が最大 (孔隙分布のモード) の時の Ψ 値。 $\Psi_0 = -m^{1-m}/\alpha$ により算出 (小杉, 2007)。添え字の 1 は湿潤域の VG モデル, 2 は乾燥域の VG モデルのパラメータを示す。