

速報

スギ樹冠内における一次枝の通水コンダクタンスの分布*¹宗 卓哉*² ・ 玉泉幸一郎*³

宗 卓哉・玉泉幸一郎：スギ樹冠内における一次枝の通水コンダクタンスの分布 九州森林研究 59：183-185, 2006.

キーワード：スギ, 通水コンダクタンス, 樹冠, 水ストレス

I. はじめに

植物をとりまく水分環境は植物の炭素固定を規制する主要な因子であり、今後、地球温暖化とともに変動していくと予想されている (1, 4)。この変動に対する植物の反応を予測するためにはシミュレーションモデルによる検証が有効である。

樹冠内の通水コンダクタンスの分布は樹冠内の水分動態と密接に関連している。これまで、樹冠上部は下部よりも大きな通水コンダクタンスであること (2, 3) が報告されているが、生育地の水分環境が変化した場合に、樹冠内の通水コンダクタンスの分布が樹体内での水利用にどのような影響を及ぼすのかについては明らかにされていない。

そこで、本研究では、まず、樹冠内における通水コンダクタンスの分布を明らかにすることを目的として、スギ樹冠を対象とし、樹冠深さ別に測定された蒸散速度と葉の水ポテンシャルから通水コンダクタンスを算出し、その分布について議論した。

II. 材料と方法

供試木には九州大学農学部構内の林分に生育する2本(供試木A, B)の12年生のスギ (*Cryptomeria japonica* D. Don) を用いた。供試木のサイズはそれぞれ樹高7.64m, 8.02m, 樹冠長4.60m, 4.45m, 胸高直径13.8cm, 13.0cmであった。樹冠頂端から深さを変え、A, Bそれぞれ19本の一次枝を選抜し、各枝の先端部の蒸散速度 (Tr) ($\text{mg m}^{-2}\text{s}^{-1}$)、気孔コンダクタンス (G_s) ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) をスーパーポロメーター (LI-COR社) で、葉の水ポテンシャル (ψ_{leaf}) (MPa) をプレッシャーチャンバーでそれぞれ測定した。測定はともに晴天日の2005年9月1日に供試木A, 2005年9月3日に供試木Bについて行い、午前11時から午後2時の間に、樹冠下部から上部に向かって Tr , G_s , ψ_{leaf} を順次測定し、この測定を3回繰り返した。さらに、 ψ_{leaf} については測定日の午前6時にも測定を行った。

通水コンダクタンス (K) は、(1) 式を用いて算出した。

$$K = Tr / (\psi_{soil} - \psi_{leaf}) \quad (1)$$

ここで、 ψ_{soil} は土壌の水ポテンシャル (MPa) で、今回は午前6時の ψ_{leaf} の値を使用した。この式において、 K ($\text{mg MPa}^{-1}\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$) は、単位葉面積当たりの通水コンダクタンスとして計算される。

各部位での大気飽差 (VPD) は G_s の測定の際にスーパーポロメーターで同時に測定された、葉温 (T) ($^{\circ}\text{C}$) と相対湿度 (RH) (%) から次の式を使用して算出した (5)。

$$E_s(T) = 0.61078 \exp \{17.269T / (T + 237.3)\} \quad (2)$$

$$E_a = RH \cdot E_s(T) / 100 \quad (3)$$

$$VPD = E_s(T) - E_a \quad (4)$$

ここで、 $E_s(T)$ は T における飽和水蒸気圧 (kPa)、 E_a は大気の蒸気圧 (kPa) である。

また、光強度をLI-190光量子センサー (LI-COR社) を用いて樹冠の頂点と各測定部位の一次枝先端で同時刻に測定し、後者の値を前者の値で除した値を相対光強度 (RLI) とした。

III. 結果と考察

樹冠深さ別の RLI の分布を図-1に示した。 RLI は樹冠上部ほど大きく、樹冠下部に向かって急激に低下した。 RLI の最小値は供試木A, Bそれぞれ0.2%, 1.0%で、同じ深さでは、供試木Aの方が全体的に低かった。光は葉層によって主に吸収されるため、 RLI の垂直分布は積算葉面積の関数で表される (6)。このことから、 RLI の低かった供試木Aの樹冠では、各深さでの積算葉面積が大きかったといえる。

樹冠内の Tr の分布を図-2に示した。 Tr は樹冠上部で大きな値を示し、下部で小さな値を示した。また、供試木Aでは深さ2~3mで急激に低下しており、これは RLI の低下に対応していた。

樹冠内の G_s の分布を図-3に、また、樹冠内の VPD の分布を

*¹ So, T. and Gyokusen, K.: Distribution of hydraulic conductance of primary shoot within Japanese cedar (*Cryptomeria japonica*) crown

*² 九州大学農学部 Fac. Agric., Kyushu Univ., Fukuoka 812-8581

*³ 九州大学大学院農学研究院 Fac. Agric., Kyushu Univ., Fukuoka 812-8581

図-4に示した。 G_s , VPD の両方とも樹冠上部で大きく、下部で小さかった。 Tr は、 $Tr = G_s \cdot VPD$ の式で表されることから、樹冠上部で Tr が大きかったのは、 G_s と VPD の両方が大きいこと、樹冠下部で小さかったのは、 G_s と VPD のどちらも小さかったことに起因していたといえる。

次に、樹冠内の ψ_{leaf} の分布を図-5に示した。樹冠上部から下部に向かって ψ_{leaf} は上昇した。 ψ_{leaf} の最低値は供試木A, Bそれぞれ -1.08MPa , -1.33MPa で、供試木Bで低かった。また、上部と下部との最大差は、供試木Aで 0.39MPa 、供試木Bで 0.49MPa で供試木Bの方が大きかった。 ψ_{leaf} は、 K , ψ_{soil} , G_s , VPD の各因子によって決定され、測定日の ψ_{soil} については供試木Aで -0.38MPa 、供試木Bで -0.40MPa であった。また、 ψ_{leaf} の分布は図-4に示された VPD の分布に対応していたため、供試木Bの ψ_{leaf} が低かったのは測定日の ψ_{soil} が低かったことと、 VPD が大きかったことの2つに起因していたといえる。

樹冠内の K の分布を図-6に示した。 K は樹冠上部で大きく、樹冠下部で小さくなっており、樹冠上部ほど通水性に優れていた。

図-5に示された樹冠内の ψ_{leaf} は(1)式を変形した、 $\psi_{leaf} = \psi_{soil} - Tr \cdot (1/K)$ で示されることから、他のパラメーターが同等であれば、 Tr が大きい場合には低くなり、 K が大きい場合には高い値となる。今回の結果では、樹冠上部ほど K が大きくなったが ψ_{leaf} は上部ほど低くなった。これは、樹冠上部での Tr が大きく、 K の効果よりも強く反映された結果であると考えられる。

以上の結果より、スギの樹冠上部ほど G_s や VPD が大きいため、 Tr が大きくなり、樹冠上部ほど ψ_{leaf} が低くなっていたといえる。このことより、樹冠上部に水分が供給されやすい水ポテンシャル勾配が形成されているといえる。さらに、蒸散要求度の大きな樹冠上部の一次枝ほど K が大きく、通水性に優れているので、水分を有利に利用できるといえる。

樹冠内の K の分布をモデル化するためには、環境因子を変数と

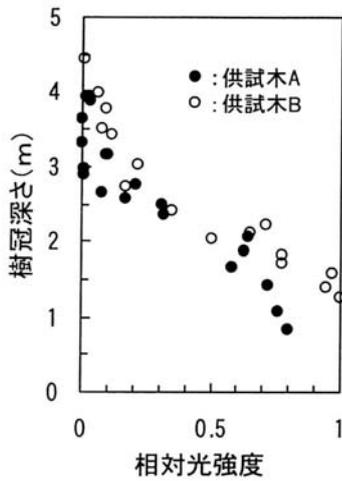


図-1. 樹冠深さ別の相対光強度

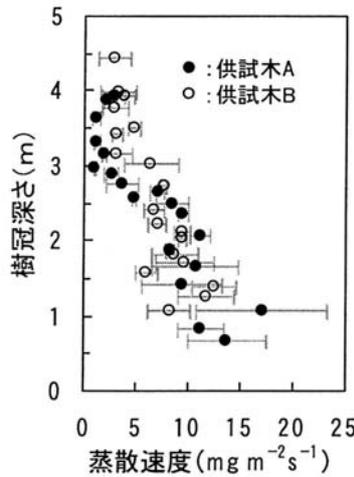


図-2. 樹冠深さ別の蒸散速度

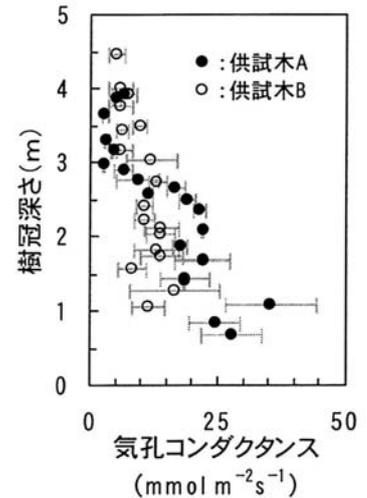


図-3. 樹冠深さ別の気孔コンダクタンス

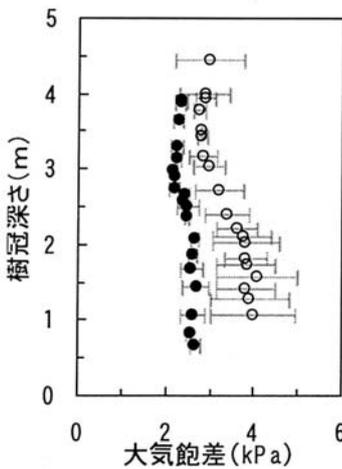


図-4. 樹冠深さ別の大気飽差
●: 供試木A
○: 供試木B

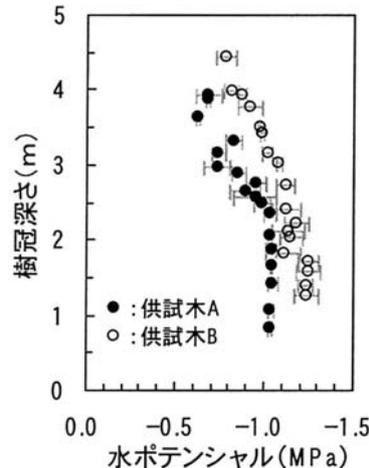


図-5. 樹冠深さ別の水ポテンシャル

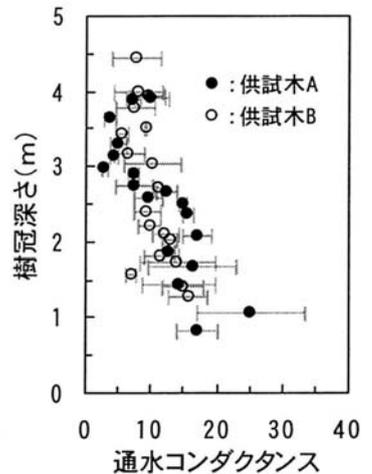


図-6. 樹冠深さ別の通水コンダクタンス

した関数式として表すことが有用な方法である。そこで、図-7に K と RLI との関係を示した。 K は RLI の増加に伴って増加し、二次関数で近似される関係式が得られた。このように K は RLI を変数として表される可能性が示唆されたが、同じ RLI でも供試木Aは供試木Bよりも高い値を示し、また、同一個体内における同様の RLI でも一次枝間の K の差が大きかった。それらの原因については、さらに検討が必要である。

IV. おわりに

今回の測定で、樹冠内の K の分布が明らかにされた。今後は、間伐によって樹冠内の水分環境が変化した場合に、樹冠内の K の分布が樹木の水分動態にどのような影響を及ぼすかについて検討していく予定である。

引用文献

- (1) Allen, L. H. *et al.* (2003) *Agronomy Journal* 95 : 1071-1081.
- (2) Arne, S. and Priit, K. (2005) *Oecologia* 142 : 388-397.
- (3) Damien, L. *et al.* (2002) *Ann. For. Sci.* 59 : 19-27.
- (4) Goyal, R. K. (2004) *Agricultural Water Management* 69 : 1-11.
- (5) Landsberg, J. (1986) *Physiological ecology of forest production (Applied botany and crop science)*. 198pp. Academic Press. New York.
- (6) Monsi, M. And T. Saeki. (1953) *Jap. J. Bot* 14 : 22-52.

(2005年11月11日受付；2006年2月3日受理)

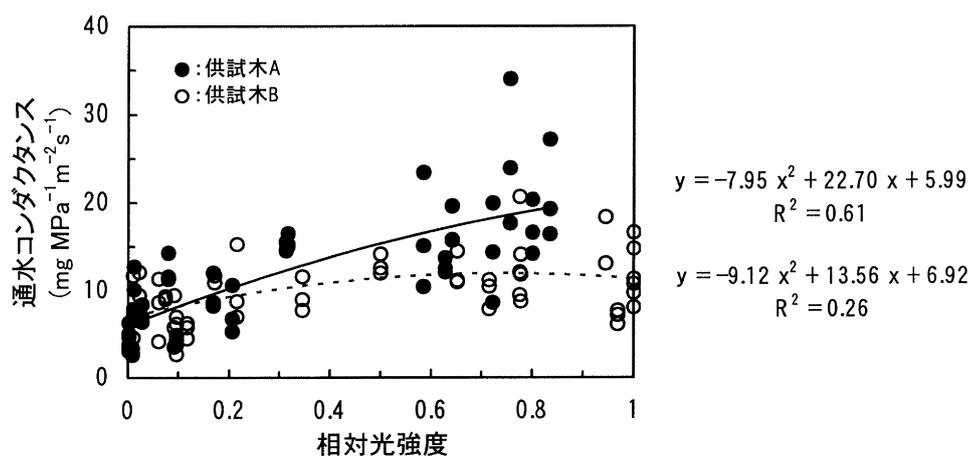


図-7. 相対光強度と通水コンダクタンスの関係