

速報

施肥と土壤乾燥に対するスギとヒノキの光合成、気孔コンダクタンスの反応*¹長崎真由*² ・ 玉泉幸一郎*³

長崎真由・玉泉幸一郎：施肥と土壤乾燥に対するスギとヒノキの光合成、気孔コンダクタンスの反応 九州森林研究 59：180-182, 2006.

キーワード：スギ、ヒノキ、乾燥、施肥、水分生理

I. はじめに

地球の温暖化による気温上昇に伴い、植物の蒸散が増大し、水ストレスが引き起こされることが懸念される(7)。この水ストレスの程度を予測するためには、乾燥に対する植物の生理反応を明らかにする必要がある。

しかし乾燥に対する生理反応は、その植物が育った環境によって複雑に変化する(6)。環境因子のうち、施肥は葉面積の増大(4)、葉面積あたりの気孔コンダクタンスの増大(5)、辺材面積あたりの蒸散量の増大(2)などを引き起こす重要な因子として知られている。

そこで、本報告では、我国の主要造林樹種であるスギ *Cryptomeria japonica* とヒノキ *Chamaecyparis obtusa* を施肥量を変えて生育させ、それらの土壤乾燥に対する生理反応を比較した。

II. 材料と方法

1. 供試木と施肥処理

砂土を充填した6個のコンクリートポット(直径75cm, 深さ55cm)を用意し、2004年3月にスギとヒノキの挿し木苗(1年生)を同じポットに1本ずつ植栽した。このうち3個のポットには固形肥料(ウッドエース苦土2号;三菱化学アグリ)を2003年4月と2005年3月に45個ずつ計90個(N, P, K, Mg: 198, 99, 99, 36g)施用し、残りの3個には与えなかった。灌水は毎日9時と17時に十分に与えた。

2. 乾燥開始前の生理特性の測定

2005年8月26日にヒノキ、8月29日にスギの全個体について、5:00から18:00まで1時間毎に、プレッシャーチャンバー(model600;pms, 3000-1;SEC)により木部圧ポテンシャル、ポロメーター(LI1600;Li-Cor)により蒸散速度と気孔コンダクタンスを測定した。通水抵抗は木部圧ポテンシャルを従属変数、

蒸散速度を説明変数とし、明け方の水ポテンシャルの値(5:00と6:00の平均)を通る直線回帰式の傾きをとした(1)。

3. 乾燥に伴う生理特性の変化の測定

2005年9月8日に土壤の乾燥を開始した。すなわち、灌水を停止するとともに、ポットおよび土壤の表層に雨水の降り込みを防ぐためにビニールシートを被せた。このシートは雨天のときのみ覆い、通常は外した。乾燥開始日から10月22日までの期間、光合成速度と気孔コンダクタンスを携帯型光合成蒸散測定装置(LI6400;Li-Cor)で測定した。また、同時に測定部位に近い枝葉の木部圧ポテンシャルをプレッシャーチャンバーで測定した。測定はほぼ3日間隔で行い、測定日の10時、12時、14時に3回の測定を行なった。

4. 測定部位と測定後の解析

測定試料には、2年生の一次枝の中から最大径の枝の先端葉を用い、同一部分を継続して測定した。測定終了後に測定部を切り取り、画像解析ソフト(LIA32)を用いて葉面積を推定した。蒸散速度、気孔コンダクタンス、光合成速度は全て葉面積あたりに換算した。土壤水分は土壤水分計(ECH 2 O;DECAGON)により毎正時、測定した。

III. 結果

1. 供試木のサイズ

2005年10月に測定した樹高と根元直径を表-1に示した。両樹種ともに樹高、根元直径は施肥のほうが有意に大きかった。また、スギとヒノキを比較すると、樹高、根元直径とも有意差はなかった。

2. 乾燥開始前の生理特性

日中の気孔コンダクタンスと光合成速度の最大値、木部圧ポテンシャルの最小値、および通水抵抗のそれぞれの平均値を表-2に示した。施肥処理間で比較すると、スギの最大光合成速度は施肥より無施肥のほうが大きく、そのほかは有意差が見られなかつ

*¹ Nagasaki, M. and Gyokusen, K.:Photosynthesis and stomatal conductance of Japanese cedar and hinoki cypress in response to fertilization and soil drying*² 九州大学大学院生物資源科学府 Grad.Sch.Biore.and Bioenv.Sci., Kyushu Univ., Fukuoka 812-8581*³ 九州大学大学院農学研究院 Fac.of Agric., Kyushu Univ., Fukuoka 812-8581

た。樹種間を比較すると、気孔コンダクタンスはスギの無施肥よりヒノキの無施肥のほうが大きく、光合成速度はスギの施肥よりヒノキの施肥のほうが大きかった。また、木部圧ポテンシャルは施肥、無施肥ともヒノキのほうが低かった。

3. 乾燥に伴う生理特性の変化

光合成速度、気孔コンダクタンス、および木部圧ポテンシャルと土壌含水率との関係を図-1に示した。施肥処理間で比較すると、光合成速度と気孔コンダクタンスは無施肥のほうが低い含水率まで高い値を維持しており、木部圧ポテンシャルには違いが見られなかった。樹種間で比較すると、光合成と気孔コンダクタンスには違いが見られなかったが、木部圧ポテンシャルはスギのほうが明らかに高かった。

光合成速度および気孔コンダクタンスと木部圧ポテンシャルの関係を図-2に示した。施肥処理間で比較すると、無施肥のほうが低い木部圧ポテンシャルまで光合成と気孔コンダクタンスを維持する傾向が見られた。樹種間では、ヒノキのほうが低い木部圧ポテンシャルまで光合成および気孔コンダクタンスを維持する傾向が見られた。

IV. 考察

1. 施肥が生理特性に及ぼす影響

両樹種ともに施肥により樹体サイズは大きくなったが、最大気孔コンダクタンス、最小木部圧ポテンシャル、通水抵抗への影響はほとんど見られなかった。テーダマツとドイツトウヒの気孔コンダクタンスは施肥と灌水を行うと大きくなった(5)が、ユーカリにおいては施肥をしても葉面積あたりの蒸散量は変化しなかった(2)という報告がある。本研究の結果はユーカリでの結果に類似していたが、施肥後6ヶ月のスギでは、光合成速度が増加したという報告(3)もあることから、測定時期などを含めてさらに検討する必要がある。

2. 施肥と土壌乾燥が生理特性に及ぼす影響

両樹種ともに土壌の含水率が低くなると光合成速度と気孔コンダクタンスは低下したが、無施肥は施肥よりも低い含水率まで高い光合成と気孔コンダクタンスを維持した。本研究と同様に、

テーダマツにおいても、灌水をしない場合、気孔コンダクタンスは無施肥のほうが大きいと報告(5)されており、無施肥の方が低い含水率まで気孔を開き光合成を維持することが可能であると考えられる。

木部圧ポテンシャルとの関係についても両樹種ともに無施肥の方が低い木部圧ポテンシャルまで光合成と気孔コンダクタンスを維持する傾向が見られた。この結果も、無施肥の方が低い木部圧ポテンシャルまで気孔を開いて、光合成を維持できることを示している。これらの結果は、乾燥が進行した場合には、無施肥の方が光合成への影響を受けにくい生理特性を持っていることを示している。

3. スギとヒノキの生理特性の違い

試験期間を通して、ヒノキの木部圧ポテンシャルはスギよりも常に低い値を示した。乾燥開始前の通水抵抗はスギとヒノキで差がなかったことから、ヒノキの木部圧ポテンシャルが低かった理由としては、蒸散速度が高かったことが考えられる。表-2に示したように、ヒノキの気孔コンダクタンスはスギよりも大きかった。このことから、ヒノキで木部圧ポテンシャルが低かった原因は、気孔コンダクタンスが大きく、単位葉面積あたりの水消費が多かったためと推測される。

引用文献

- (1) 玉泉幸一郎・矢幡久(1992)日林九支論 45:65-66.
- (2) Hubert, R. M. *et al.* (2004) *Global Change Biology* 10:427-436.
- (3) 小林元・玉泉幸一郎(2002)日林誌 84:180-183.
- (4) Myers, B. and Talsma, T. (1992) *Forest Ecol. Manage.* 52:17-42.
- (5) Phillips, N. *et al.* (2000) *Tree Physiology* 21:851-860.
- (6) Schoettle, A. W. and Smith, W. K. (1999) *Tree Physiology* 19:13-22
- (7) 清水英幸ら(1996)環境庁地球環境研究総合推進費終了報告書B-12:385-402.

(2005年11月10日受付;2006年2月3日受理)

表-1. 供試木の樹高と根元直径

	スギ		ヒノキ	
	樹高 (cm)	根元直径 (mm)	樹高 (cm)	根元直径 (mm)
無施肥	114±14a	18.0±1.6b	82±16c	16.9±2.8d
施肥	154±12a	23.6±1.0b	134±15c	26.4±3.1d

施肥処理間・樹種間で比較、同ジアルファベットは有意差あり(チューキーの多重比較, $p < 0.05$)

表-2. 乾燥開始前の最大気孔コンダクタンス, 最小木部圧ポテンシャル, 通水抵抗および最大光合成速度

	スギ		ヒノキ	
	無施肥	施肥	無施肥	施肥
気孔コンダクタンス ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	26.3±8.3a	34.4±12.7	76.6±21.2a	53.0±4.0
木部圧ポテンシャル (MPa)	-0.653±0.084b	-0.627±0.021c	-1.150±0.067b	-1.120±0.064c
通水抵抗 ($\text{MPa mg}^{-1}\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	0.392±0.124	0.294±0.08	0.280±0.084	0.397±0.036
光合成速度 ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	2.13±0.31d	0.99±0.46de	2.86±0.37	2.17±0.50e

施肥処理間・樹種間で比較、同ジアルファベットは有意差あり(チューキーの多重比較, $p < 0.05$)

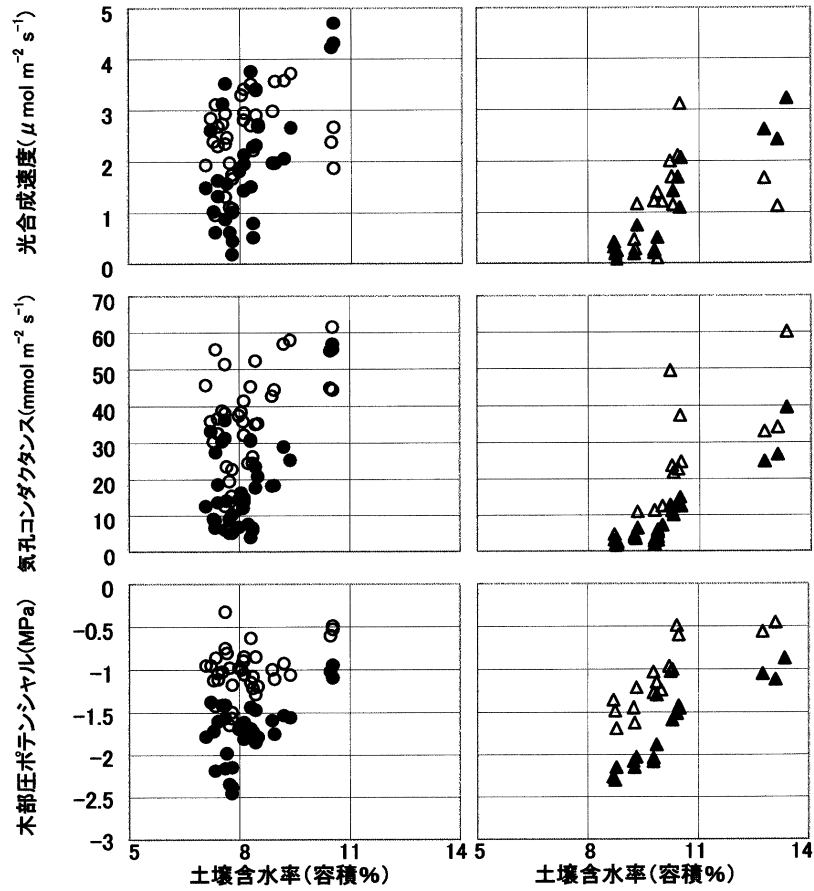


図-1. 光合成速度, 気孔コンダクタンス, および木部圧ポテンシャルと土壌含水率の関係
 ○: スギ無施肥, ●: ヒノキ無施肥, △: スギ施肥, ▲: ヒノキ施肥

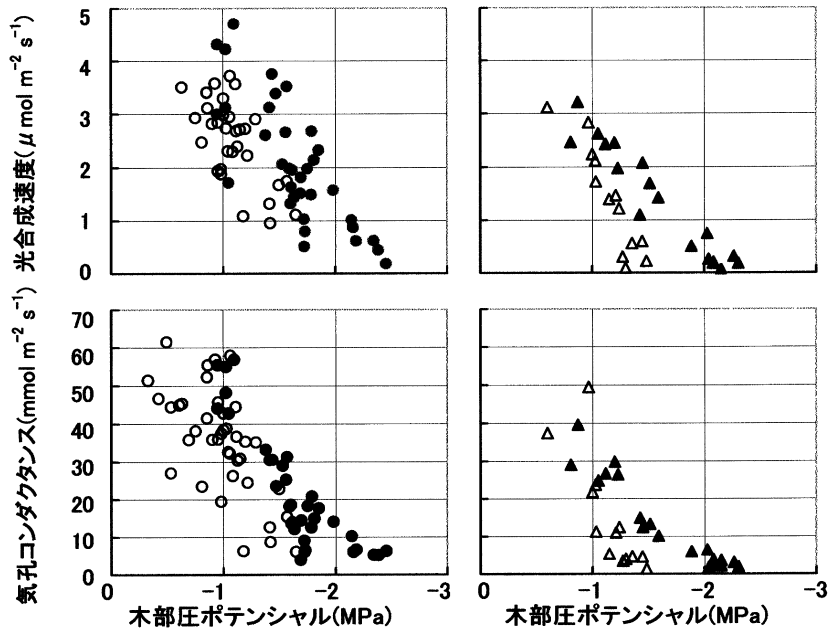


図-2. 光合成速度および気孔コンダクタンスと木部圧ポテンシャルの関係
 ○: スギ無施肥, ●: ヒノキ無施肥, △: スギ施肥, ▲: ヒノキ施肥