

速報

被陰解除に対するスギ・ヒノキ苗木の生理的反応*1

宗 卓哉*2 · 玉泉幸一郎*3

キーワード：気孔閉鎖，光障害，光合成，被陰処理

I. はじめに

森林の多面的機能の発揮に対する期待から，複層林施業が注目されている。

複層林施業において，上木の伐採時に起こる急激な光環境の変化に対する苗木の生理的な順化能力はその後の苗木の成長を大きく左右する。しかし，我国の主要造林樹種であるスギ，ヒノキについて，光環境の変化に対する生理的反応を測定した例は少ない(4)。

本研究では，スギおよびヒノキの苗木を対象とし，被陰解除前後の水分生理特性と光合成特性を測定し，被陰解除後の気孔閉鎖，光障害，およびこれらに起因する光合成速度の低下の有無について検証した。

II. 材料と方法

九州大学農学部構内において，カマボコ型のフレームに寒冷紗を張り，相対光強度(RLI)で7処理区(5%，10%，20%，35%，55%，75%，100%)を設けた。ポット植栽された2年生スギ，ヒノキ挿し木苗を供試し，2006年4月に処理毎にスギ，ヒノキ苗各5個体を搬入した。ポットには緩効性の固形肥料(ウツドエース苦土4号；三菱化学アグリ)を4個ずつ施用(N, P, K, Mg: 11.6, 4.4, 4.4, 1.6g)し，灌水は毎日，朝と夕方に

表-1. 供試木の概要

RLI (%)	スギ		ヒノキ	
	苗高 (cm)	地際直径 (mm)	苗高 (cm)	地際直径 (mm)
5	55.4±6.4	10.2±1.7	51.7±7.8	9.1±0.9
10	71.8±7.0	10.0±0.8	64.4±13.3	8.8±1.6
20	83.0±3.8	11.5±0.6	81.8±14.1	11.4±2.4
35	87.2±13.7	12.0±1.0	96.4±7.0	13.4±0.6
55	96.2±9.4	13.8±1.9	102.6±6.8	15.9±2.9
75	111.4±12.1	16.7±0.9	96.2±5.6	16.3±1.8
100	105.6±5.4	16.0±1.0	103.8±5.4	18.3±1.5

±の次の数字は標準偏差。

十分に与えた。およそ1年半後の2007年8月26日の夕方に寒冷紗を取り外して被陰解除を行った。2007年3月における苗高と地際直径を表-1に示した。

当年葉の水分生理特性の測定を被陰解除前(8月9, 10日)と被陰解除後(9月12, 13日)に行った。測定には7処理区の3個体ずつを用いた。午前11時から午後2時の間に，蒸散速度(Tr)，気孔コンダクタンス(gs)をスーパーポロメーター(LI-1600, LICOR社)で，木部圧ポテンシャル(ψ_{md})をプレッシャーチャンバーでそれぞれ3回ずつ測定した。さらに，木部圧ポテンシャルについては夜明け前の木部圧ポテンシャル(ψ_{pd})も測定した。通水抵抗(R)は，以下の式(5)を用いて算出した。

$$R = (\psi_{soil} - \psi_{md}) / Tr$$

ここで， ψ_{soil} は土壌の水ポテンシャルであるが，今回は ψ_{pd} を代用した。この式において， R (MPa m²s mmol⁻¹)は，単位葉面積当たりの通水抵抗として計算される。

慢性的な光障害の測定法(1, 2)に従い，光化学系IIの最大量子収率(Fv/Fm)を測定した。測定は7処理区で3個体ずつ，被陰解除前日と被陰解除後の1, 5, 13, 17, 24日目の夜明け前にクロロフィル蛍光測定器(MINI-PAM, WALZ社)を用いて行った。

光合成速度(Pn)の日変化は，4処理区(5, 10, 55, 100%)で3個体ずつ，被陰解除前(8月15, 16日)と被陰解除後(9月8, 10日)に測定を行った。携帯用光合成蒸散測定装置(LI-6400, LICOR社)に針葉樹チャンバーを取り付け，チャンバーへ流入するCO₂濃度をCO₂インジェクターにより370μmol mol⁻¹に保ち，測定を行った。測定は夜明け前から日没まで行った。

III. 結果と考察

被陰解除前後の水分生理特性を図-1に示した。スギの被陰解除前の ψ_{md} は5~35%区で高かったが，解除後は差がなくなった(図-1 a)。ヒノキも同様に被陰解除前の ψ_{md} は5, 10%区で高かったが，被陰解除後は差がなくなった(図-1 b)。被陰解除前の Tr は両種ともに低RLIで小さかったが，被陰解除後は低

*1 So, T. and Gyokusen, K.: Physiological responses of Japanese cedar (*Cryptomeria japonica*) and Japanese cypress (*Chamaecyparis obtusa*) saplings after release from shaded condition

*2 九州大学大学院生物資源環境科学府 Grad. Sch. Biores. and Bioenvir. Sci., 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

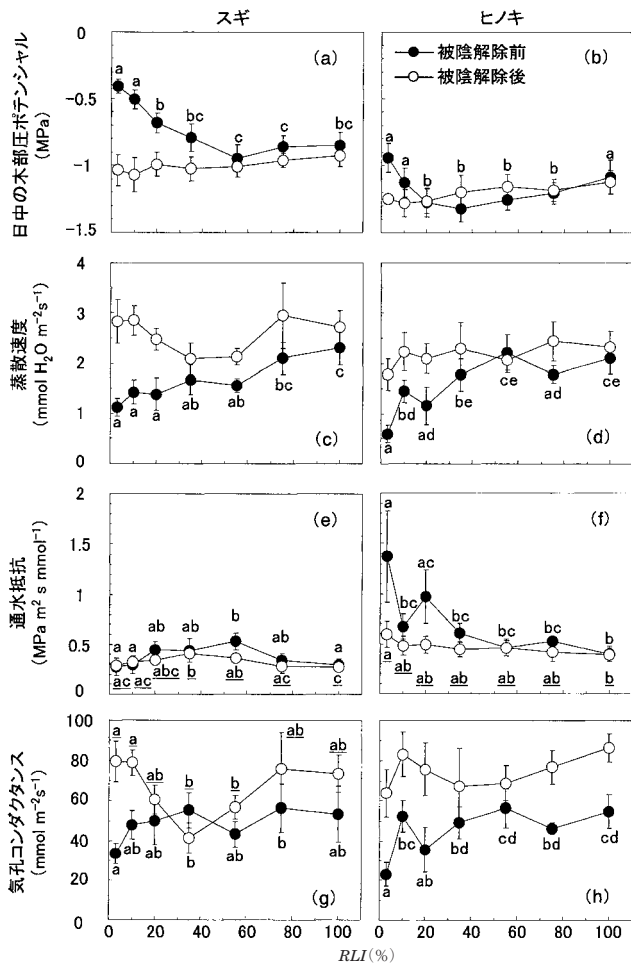


図-1. 被陰解除前後の水分生理特性

スギは被陰解除前後それぞれ8月9日と9月13日、ヒノキは8月10日と9月12日に測定を行った。図中のアルファベットは被陰解除前後それぞれにおける処理間差の検定の結果。異なるアルファベット間で有意差あり (Tukey-Kramerの多重比較 $p < 0.05$)。下線付きアルファベットが被陰解除後、下線なしが被陰解除前にてである。処理間差のない場合はアルファベットを省略した。

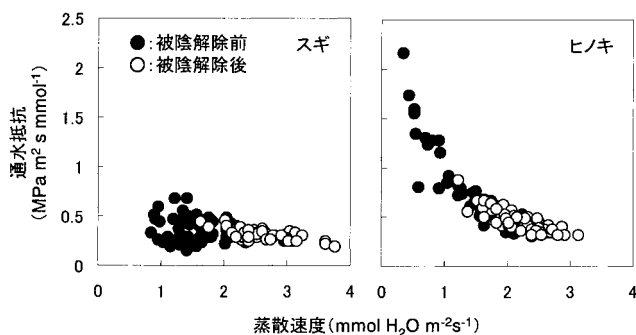


図-2. 蒸散速度と通水抵抗の関係

RLI の Tr が増加し、高 RLI と差がなくなった (図-1 c, d)。

スギの R は被陰解除前後ともに20, 35, 55%区でわずかに大きく、被陰解除による R の変化は小さかった (図-1 e)。被陰解除前のヒノキの R は低 RLI で大きかったが、被陰解除により低下し、高 RLI と大差なくなった (図-1 f)。被陰解除前のスギの gs は5%区のみ有意に小さかったが、被陰解除により

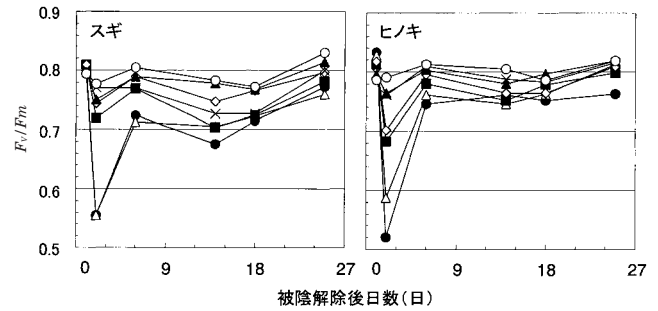


図-3. 被陰解除前後の光化学系II最大量子収率

● 5%, △10%, ■20%, ◇35%, ×55%, ▲75%, ○100%

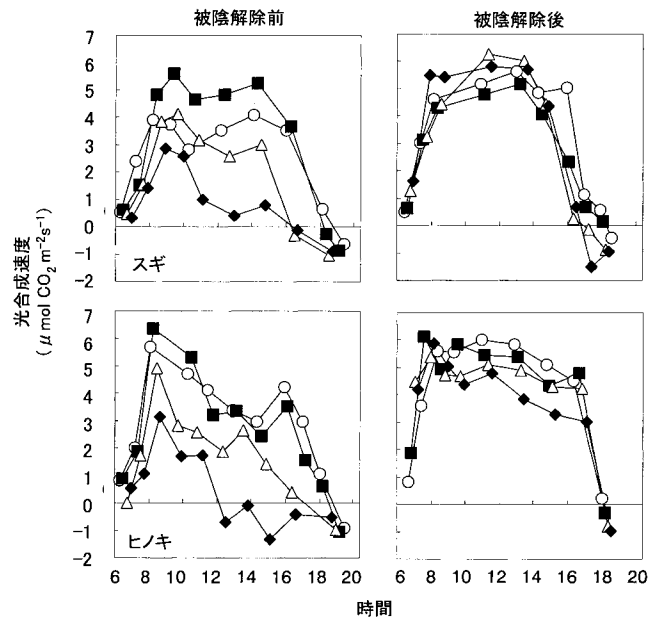


図-4. 被陰解除前後の光合成速度の日変化

スギは被陰解除前後それぞれ8月16日と9月10日ヒノキは8月17日と9月8日に測定を行った。

○100%, ■55%, △10%, ◆5%

5, 10, 75, 100%区で増加した (図-1 g)。一方、ヒノキでは全処理で被陰解除後に gs が増加し、処理間の差は見られなかった (図-1 f)。

被陰解除前後の Tr と R の関係を図-2に示した。スギの R は Tr に関係なくほぼ一定であったが、ヒノキでは Tr が小さいと R は大きく、 Tr が大きいと R は小さくなる関係が認められた。このことから、被陰解除にともなう Tr の上昇に対して、スギでは R を変化させずに gs の変化で対応し、ヒノキでは R の低下と gs の変化によって対応していたといえる。被陰解除により光強度が増加した後も、スギの20, 35, 55%区で Tr と gs が増加しなかったのは、大気飽差の上昇に対して、気孔を閉鎖して順化したためと考えられる。

被陰解除前後の Fv/Fm を図-3に示した。被陰解除前の Fv/Fm は、スギ、ヒノキ全ての処理で0.8程度であり、光合成を低下させるストレスを受けていなかった (3)。被陰解除1日後はスギ、ヒノキともに5, 10%区で Fv/Fm が0.6以下まで低下したが、5日後には0.7以上まで回復した。このように、スギ、ヒノキの葉は急激な光強度の変化にすばやく順化しており、光強度

の変化による光阻害は一時的なもので、その影響は小さかったといえる。

被陰解除前後の P_n の日変化を図-4に示した。スギの被陰解除前は5%区で最も小さく、55%区で最も高かった。しかし、被陰解除後は、低 RLI 区の P_n が増加し、処理区間の差はほとんどなくなった。ヒノキでも同様に被陰解除前は5%で最も低く55、100%区で高かったが、被陰解除後はその差はほとんどなくなった。このことから、両種ともに低 RLI 区で生育したシュートは高 RLI にすばやく順化して P_n を維持しているといえ、スギ55%区で見られた気孔閉鎖は光合成を低下させるほどではなかったといえる。

これらの結果から、スギとヒノキ両種ともに、低 RLI で生育した苗を高 RLI に置いた場合、気孔閉鎖や光阻害の影響が少なく、 P_n を高く維持できる種であるといえる。

IV. おわりに

スギとヒノキは光環境の変化にすばやく順化できる水分生理特性と光合成特性を持っていることが明らかになった。しかし、今回の実験では、被陰期間が1年半と短かったこと、被陰解除時期が8月の成長後期であったことなどの問題が残されている。今後は、これらの点についても検討していきたい。

引用文献

- (1) Kitao, M. *et al.* (2003) *Physiol. Plant.* 117 : 376-382.
- (2) Krause, G. H. *et al.* (1995) *Planta.* 197 : 583-591.
- (3) 園池公毅 (2005) 日本光合成研究会会報 42 : 7-12.
- (4) 丹下健ほか (1991) 日林誌 73 : 288-292.
- (5) van den Honert, T. H. (1948) *Disc. Faraday Soc.* 3 : 146-153.

(2007年11月19日受付 ; 2008年1月4日受理)