

第2章 土壌の乾燥に対するスギ成木の反応

(国研) 森林研究・整備機構 森林総合研究所 植物生態研究領域 荒木 眞岳

要点

- 気候変動による乾燥がスギ人工林に及ぼす影響を評価するため、実際のスギ林で土壌を乾燥させる実験を行い、スギ成木の水利用の仕方と成長を調べました
- スギは葉がしおれるぎりぎりまで光合成を行う水消費型の種であり、その水利用の仕方は土壌が乾燥しても変わりませんでした
- 土壌が強く乾燥すると、特に夏において、日中の葉への水の供給が不足するため、*¹³気孔が閉じて光合成速度が低下することがわかりました
- 土壌の乾燥が長期間続くと、スギの成長が低下する可能性が示されました

研究の重要性

将来の気候変動によって無降雨期間の増加が予測されており、乾燥によって樹木が衰退したり枯死したりすることが世界的に懸念されています (Allen et al. 2010)。スギは日本における重要な造林樹種ですが、これまで西日本を中心にスギ林の乾燥害が観察されており、少雨が主な原因だとする報告もあります (讃井 1998)。将来にわたり安定的に木材生産を続けていくためには、ある程度成長したスギに対する乾燥の影響を調べる必要があります。しかし、野外に生育しているスギ成木を対象に、実際に土壌を乾燥させてスギの水利用の仕方や成長を調べた実験はありません。

目的

土壌が乾燥した際に、スギ成木の水利用に関する生理特性がどのように変化するのか、また、成長が低下するのかどうかを明らかにすることを目的としました。

方法

茨城県かすみがうら市にある約40年生のスギ林 (平均胸高直径21cm、樹高約20m) 内に、*⁸林内雨を遮断するための約10m四方の屋根を設置して (図2-1)、土壌の乾燥処理を約3年間行いました (乾燥区)。その隣に雨を遮断しない対照区を設定しました。環境条件とスギ成木の生理特性および成長を定期的に測定し、乾燥区と対照区の結果を比較することで乾燥の影響を評価しました。環境条件として、気温と相対湿度、および土壌の水分条件 (*¹⁴水ポテンシャル) を観測しました。水利用に関する生理特性として、*¹⁵樹液流速、夜明け前と日中の*¹⁶シュートの水ポテンシャル、および*¹⁷膨圧損失時の水ポテンシャルを調べました。また、針葉の最大光合成速度と*¹⁸気孔コンダクタンス、潜在的な*¹⁹光合成能力を測定しました。成長特性として、*²⁰一次枝先端のシュート伸長量、*²¹胸高直径成長量、および樹高成長量を調べました。

成果

林内雨の遮断を2018年5月末に開始し、2020年の12月まで継続しました。10cm深さの土壌の¹⁴水ポテンシャルは、対照区では全期間を通じて -0.2MPa を下回ることはありませんでした。一方乾燥区では、特に遮断2年目と3年目において、10cm深さの土壌の水ポテンシャルはスギの成長期間を通じて $-0.6 \sim -0.8\text{MPa}$ 程度であり、強い土壌の乾燥が観察されました。

林内雨遮断2年目と3年目において、夜明け前のシュートの水ポテンシャルは対照区よりも乾燥区で低かったことから、土壌の乾燥によってスギ成木に水ストレスがかかっていることがわかりました。しかし、日中の水ポテンシャルの値は、対照区でも乾燥区でも¹⁷膨圧損失時の値とほぼ同等まで低下していました。このことから、スギ成木は葉がしおれるぎりぎりまで光合成を継続する水消費型の種であり（トピック2参照）、そのような水利用の仕方は土壌が乾燥しても変わらないことが明らかとなりました。一方、針葉の¹⁸気孔コンダクタンスと光合成速度は対照区よりも乾燥区で低い傾向にあり、特に8月にその差が大きくなりました（図2-2）。個体の蒸散速度を示す樹液流速も同様の傾向でした。これらの結果は、強い土壌の乾燥によって水を吸い上げづらくなり、日中の葉への水の供給が不足するため、気孔が閉鎖して光合成速度が低下することを示しています。このような土壌の乾燥がスギの光合成速度に及ぼす影響は、特に夏に大きいことがわかりました。

長期間にわたる土壌の乾燥に対応して、スギの生理的な能力が向上（順化）するかどうかを調べました。その結果、葉の潜在的な¹⁹光合成能力（ V_{cmax} 、 J_{max} ）や耐乾性を示す膨圧損失時の水ポテンシャルに乾燥区と対照区の間で差は認められませんでした。したがって、今回の結果からは、土壌の乾燥に対して光合成能力の向上や耐乾性の向上などの順化は起きていないと考えられました。林内雨遮断前後5年間のスギ成木の年間の胸高直径成長量と樹高成長量、および遮断後3年間のシュート伸長量を見ると（図2-3）、遮断前の成長量に乾燥区と対照区の間には差は認められませんが、遮断後はいずれの成長量においても乾燥区の方がやや小さい傾向にありました。このことから、長期間の土壌の乾燥によって、スギ成木の成長が若干低下したことがわかりました。

土壌の乾燥がスギの光合成に及ぼす影響は、夏に大きいことがわかりました。一方で、スギは水消費型の種であり、その水利用の仕方は土壌が乾燥して水ストレスを受けても変わりませんでした。そのため、スギは土壌の乾燥があるしきい値をこえると急激に吸水できなくなって衰退や枯死にいたると予想されます。本実験における土壌の乾燥程度は非常に強いものでしたが、スギは枯死しませんでした。このことは、スギが乾燥に強いことを示しているのではなく、乾燥処理が完全ではなくスギがどこからか吸水できたと考えるのが妥当です。また、本実験では大気乾燥の影響は評価できていないことに注意が必要です。

参考文献

- Allen, C.D. et al.(2010) Forest Ecology and Management 259: 660-684.
讃井孝義 (1998) 樹木医学研究 2: 65-78.



図2-1. 林内雨を遮断するためスギ林内に設置した10m四方の屋根と林冠にアクセスするための足場

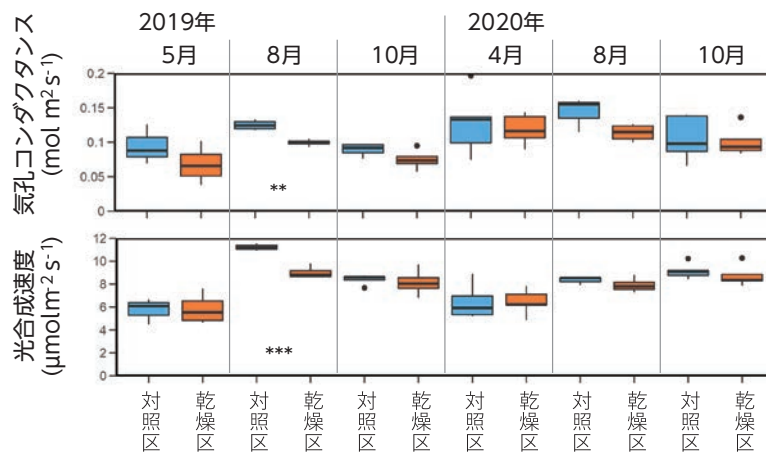


図2-2. 林内雨遮断 2 年目と 3 年目におけるスギ針葉の¹⁸気孔コンダクタンスと光合成速度。全体的に対照区よりも乾燥区で低い傾向にあり、8月に差が大きいことから、夏に土壤乾燥の影響が大きいことがわかる。

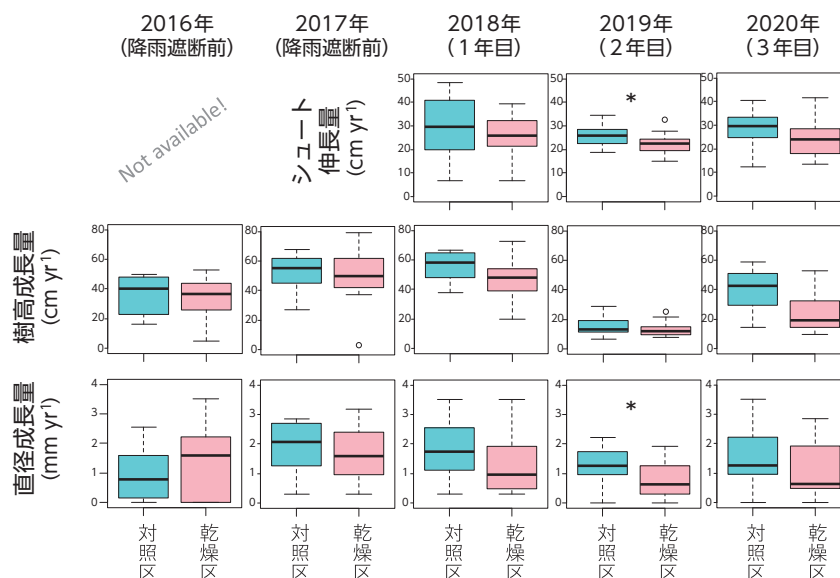


図2-3. 林内雨遮断前後のスギ成木の年間成長量。遮断後は対照区よりも乾燥区で年間成長量が小さい傾向が認められ、長期間の土壤乾燥によってスギの成長が低下したことがわかる。