

根系の発達が土壌水分特性に及ぼす影響の実験的検討

京都大学大学院農学研究科 ○大矢場健留, 正岡直也, 小杉賢一朗

1. はじめに

森林は水源涵養機能を持ち、これは森林土壌が降雨を一時的に貯留することで緩やかに流出させる特性に由来している。この機能の物理的基盤となるのが、森林土壌の間隙構造である。間隙構造は土壌中の植物根系の生長と枯死・分解やミミズなどの土壌生物の活動によって発達し、森林土壌の持つ高い透水性と保水性を決定づける要因と考えられている。しかし、これらの土壌中の間隙の発達が土壌水分特性に与える影響を定量的に評価した事例は少なく、実態は明らかになっていない。そこで、本研究では根系の発達が土壌透水性に与える影響を評価することを目的とし、土壌カラムを用いて実験的な検討を行った。

2. 実験手法

本研究では、攪乱した森林土壌を詰めた土壌カラムを用いて、不飽和透水試験（簡易蒸発法 Simplified evaporation method）^{1), 2)} を行った。土壌のみで一連の測定を行った後、土壌表面にエンドウの種子を植えた。

根系がカラム下端に達するのを目安に約30日生育させ、地上部を切除してから2度目の測定を行った。その結果を比較検討し、根系の発達が土壌水分特性に与える影響について評価した。図-1に実験装置の模式図を示す。

簡易蒸発法では、大気へ解放された供試体上面からの自然蒸発に伴う重量変化を電子天秤により測定した。同時に、2本のテンシオメータから圧力水頭と動水勾配を連続的に計測し、水分特性曲線 (θ - ψ 曲線)、土壌不飽和透水曲線 (K - ψ 曲線) を作成した。また、変水位透水試験より、飽和透水係数 K_s を測定した。

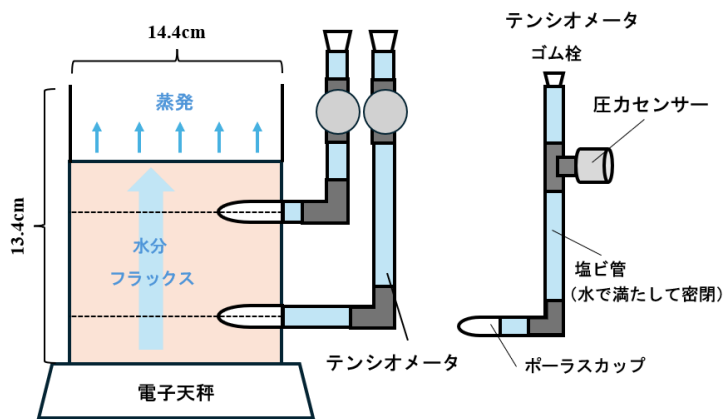


図-1：実験装置の模式図

3. 結果と考察

変水位透水試験の結果、根系がない場合には飽和透水係数 K_s が $1.08 \times 10^{-2} (\text{cm}/\text{sec})$ であるのに対し、根系がある場合では $2.53 \times 10^{-2} (\text{cm}/\text{sec})$ となり、根系の発達によって飽和透水能が2倍以上に向上することが確認された。

図-2の水分特性曲線において、湿潤域付近で根系がある場合の曲線が上側に位置していることは、根系の伸長に伴い、径の大きい間隙が増加したことを示唆している。

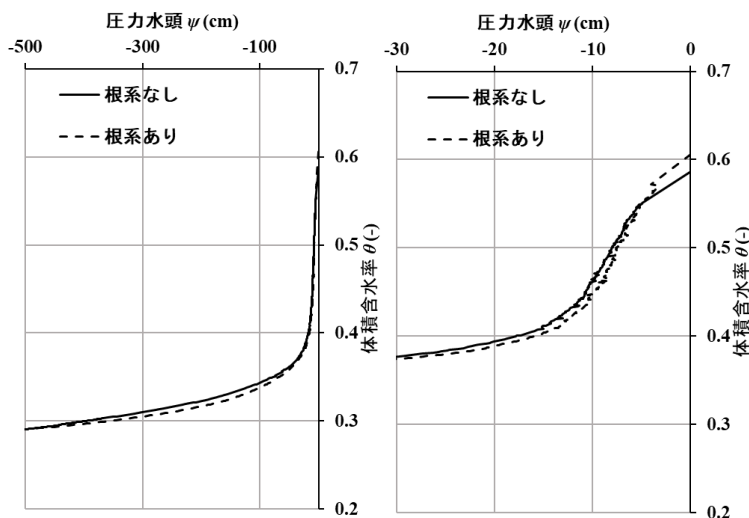


図-2：水分特性曲線 右は湿潤域の拡大図

また、図-3 に示す土壌不飽和透水曲線より、湿潤域において根系がある場合の曲線の傾きの変化が急であることによって裏付けられる。

これらの間隙構造の変化を詳細に評価するため、土壌の間隙のコンダクタンス $C(r)$ および $C(r)/C_p(r)^3$ を算出した。 $C(r)$ は、間隙のひずみの度合いや間隙の連結確率などの間隙の透水性に関わる特性を統括したものであり、値が大きいほど間隙の連結度が高いことを示す。また、 $C(r)/C_p(r)$ は理論値との比をとったものであり、1に近いほど連結度が高いことを示す。

図-4 より、間隙径 r が大きい範囲では、根系が発達した場合の方が高い連結特性を示した。これは、根系の発達自体が土壌中に連結度の高い流路を形成した結果と考えられる。一方、間隙径 r が小さい範囲においては根系の発達に伴い連結度が低下する傾向がみられた。これは根の伸長によって周囲の土粒子が押し固められたことにより微細な間隙同士の連結性が低下した可能性がある。

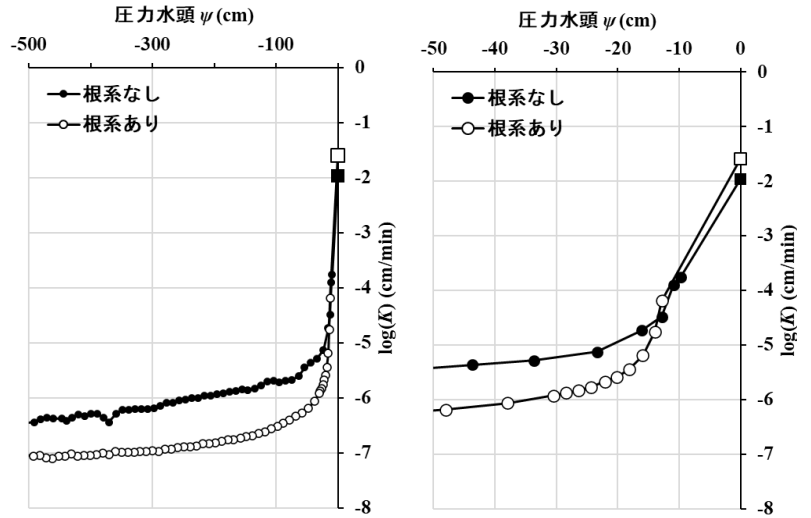


図-3：土壌不飽和透水曲線 右は湿潤域の拡大図

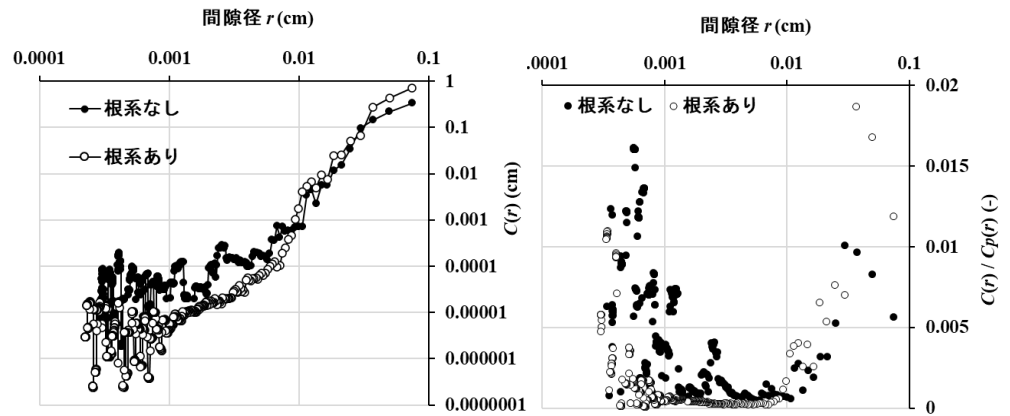


図-4：土壌の間隙のコンダクタンス $C(r)$ 右は $C(r)/C_p(r)$

参考文献

- 1) 正岡直也 (2020)：土の不飽和透水試験, 砂防学会誌, Vol. 73, No. 4, p. 55-59.
- 2) Schindler, U. and Muller, L. (2006)：Simplifying the evaporation method for quantifying soil hydraulic properties, J. Plant Nutr. Soil Sci, Vol. 169, p. 623-629
- 3) 小杉賢一郎 (1992)：森林土壌の透水性の評価における土壌間隙の連結特性の解析, 日本林学会誌, Vol. 74, No. 5, p. 373-382