

作物根圏における土壌間隙の分布特性の評価 Evaluation of pore size distribution in crop root zone

○濱田耕佑*, 弓削こずえ**, 阿南光政**, 平川晃***, 凌祥之****

Kosuke Hamada, Kozue Yuge, Mitsumasa Anan, Akira Hirakawa, Yoshiyuki Shinogi

1. はじめに

土壌の透水性および保水性は作物の生育や水消費機構に大きな影響を与える重要な要素である。その一方で、作物根の生理的作用によってこれらに変化することが既往の研究によって報告されている(Yuge *et al.*, 2012)。作物根の作用に伴う土壌の透水性および保水性の変化は、作物根周囲に形成される土壌の間隙あるいは作物根による間隙の閉塞などの要因が考えられるが、これを解明した事例はほとんどない。本研究では、作物根圏の土壌における間隙の分布特性を評価することを目的とする。

2. 毛管束モデル

作物根を含む土壌中の間隙の特性を明らかにするため、次式の毛管束モデルを導入した(Jury *et al.*, 1991)。

$$R_j = \frac{2\sigma}{\rho_w g h_j} \quad (1)$$

$$n_j = \frac{\theta_{j-1} - \theta_j}{\pi R_j^2} \quad (2)$$

$$D_j = n_j \pi R_j^2 \quad (3)$$

ここで、 R_j : 間隙の半径 (cm), σ : 表面張力(g s^{-2}), ρ_w : 水の密度(g cm^{-3}), g : 重力加速度(cm s^{-2}), h_j : マトリックポテンシャル(cm), n_j : 単位面積当たりの半径 R_j の間隙数(cm^{-2}), θ_j : 体積含水率($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$), D_j : 間隙の面積割合($\text{cm}^2 \text{cm}^{-2}$)である。

3. 栽培実験の方法

九州大学ガラス室内にて、2015年7~11月にかけて、アクリルのスリット($50 \times 70 \times 10 \text{ cm}$)を用いて栽培実験を行った。スリットに島尻マージ土壌を 1.25 g cm^{-3} となるように一様に詰め、オクラ(*Abelmoschus esculentus*)を中央部に移植した。深さ 5, 15, 30 および 40 cm に土壌水分センサーを埋設するとともに深さ 25 cm にテンシオメータを設置し、pF2.2 に達した際に深さ 50 cm の灌水チューブからマリOTTで水分を供給した。実験前に作物根を含まない初期状態の土壌サンプルを採取するとともに、実験終了後、図1に示した地点においてサンプリングし、水分特性曲線、飽和透水係数および作物根含有率を測定した。

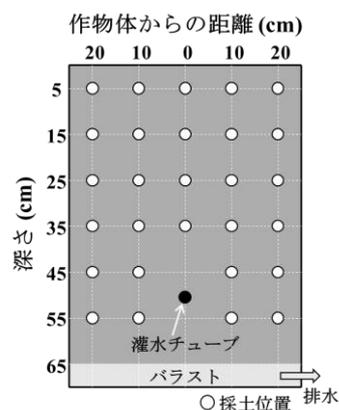


図1 栽培実験用スリットの模式図
Schematic view of experimental slit

*九州大学大学院生物資源環境科学府/Graduate School of Bioresource and Bioenvironmental Sciences, Kyushu University

**佐賀大学農学部/Faculty of Agriculture, Saga University

***(株)高崎総合コンサルタント/Takasaki Sogo Consultant, Co. Ltd.

****九州大学大学院農学研究院/Faculty of Agriculture, Kyushu University

キーワード: 地中灌漑, 土壌構造, 毛管束モデル

4. 結果と考察

図2は作物根含有率の空間分布を示したものである。作物根が深さ15~45 cmにおいて特に発達していることが確認された。図2に示したNo. 1~No. 3の水分特性曲線を用い、毛管束モデルによって各地点の間隙の分布を評価した。この結果を図3に示す。No. 1およびNo. 2の間隙の面積割合は、マトリックポテンシャルが43~64 cm (pF1.6~1.8)の範囲で初期状態より大きい。これは、圃場容水量付近における間隙が増加したことを意味している。No. 3では、64 cm以下の範囲において間隙の面積割合が増大した。初期状態と比較すると、作物根を含む土壌は圃場容水量付近の間隙の面積割合が特に変化するといえる。そこで、圃場容水量における間隙の面積割合の分布傾向を評価するため、全サンプルの圃場容水量における間隙の面積割合を求め、これを初期サンプルの間隙の面積割合で除し、無次元化した。この結果を図4に示す。この図より、圃場容水量を保持する間隙は深さ25 cm以深で増加する傾向にある。本研究では地中部から灌水を行っており、土壌水分状態が高い深さにおいて、圃場容水量を保持する間隙の面積割合が比較的大きくなるといえる。

5. まとめ

本研究では、作物根圏における土壌間隙の分布特性を明らかにするため、栽培実験を行い、毛管束モデルによって作物根を含む土壌の間隙の分布を評価した。その結果、土壌水分状態が比較的高い深さにおいて作物根が発達しており、圃場容水量を保持する間隙の割合が増加することが明らかになった。これは、土壌水分が高い深さでは根の吸水や生長などの生理活性が高く、間隙構造の変化が顕著であったと推察される。今後は、根径の変動による間隙の形成あるいは閉塞のメカニズムを解明するとともに、これらの影響を考慮して土壌水分動態および消費水量を推定することを目指す。

引用文献

- Jury W. A. *et al.* (1991) Soil physics fifth edition, John Wiley & sons, inc., 89-94
 Yuge K. *et al.* (2012) Effect of crop root on soil water retentivity and movement, American journal of plant sciences, 3, 1782-1787

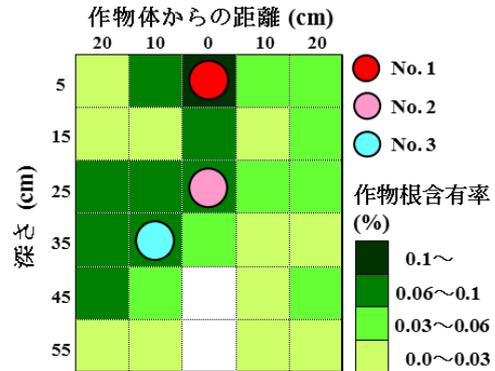


図2 作物根含有率の空間分布
Spatial distribution of crop root content

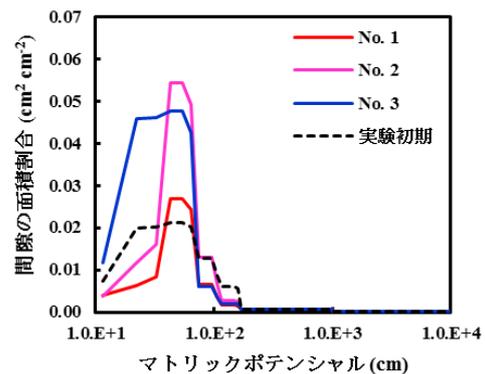


図3 土壌中の間隙分布の比較
Comparison of distribution of capillary rates

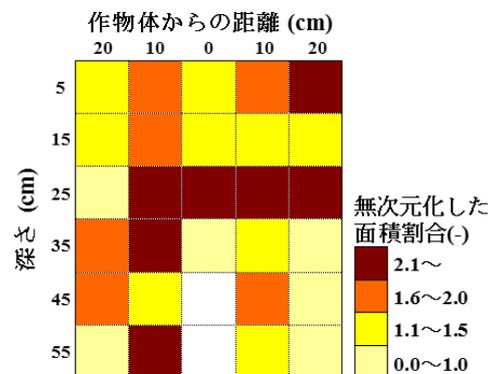


図4 圃場容水量における間隙の空間分布
Spatial distribution of non-dimensional capillary rate at the field capacity