

透水係数の現場測定と空間分布特性について-タイ国における現場測定から-  
Spatial variability of hydraulic conductivity in a cassava field,Thailand

垣内麻美、福村一成、富田正彦

Mami Kakiuchi, Kazunari Fukumura, Masahiko Tomita

【背景と目的】

土壌水分は農業生産を大きく左右する要素であり、圃場における土壌水分動態を把握・予想する事は重要である。水分動態に大きな影響を与える土壌の保水性や透水性などの土壌水文特性には空間的変動があり、均一土壌を仮定した水分移動モデルは現象理解の点で重要であるが、現場への適用には限界があると考えられる。本研究では、広範囲に同一土性で見なせる土壌が広がっているタイ国東北部のキャッサバ圃場を対象に、土壌水文特性の中でも空間変動が大きい透水係数について、現場計測結果から空間特性の把握を試みた。

【調査地域】

調査地はタイ国ナコンラチャシマ南東約 80km(N14° 27'56",E102° 22'45")に位置する畑作地帯にある。調査地一帯はキャッサバ畑として長期間利用されており、深さ 2m 程度まで均質な赤色土壌(鉄アルミナ質土)が存していた(真比重は 2.74)。調査地には 20m×20m(図 1)の測定グリッドを設置し、10x10m については 2m 間隔、その他は 5m 間隔の計 67 点で透水係数の現場測定を行った。調査期間は 2002 年 11 月 19~22 日(乾季)の曇天日に行った。

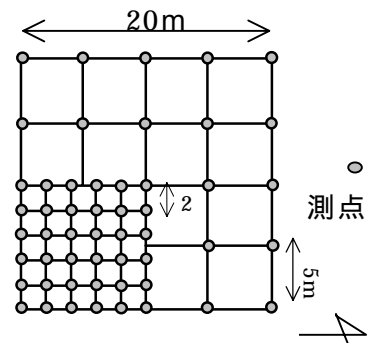


図 1. 透水係数測定

【測定方法・装置】

現場透水係数測定:測定が迅速で装置が手軽に製作できる方法として GP(ゲルフパーミアメータ)法を採用した。2003 年 9 月の予備調査で試作した GP メータにより数点の透水係数測定を試行し、一回の測定に必要な水量・時間の概略を把握した後、本調査用にアクリルパイプ製の小型現場透水係数測定装置を 2 基製作した(図 2)。装置構成はマリオット給水装置によりオーガホール孔内を一定水位に保ちながら浸入水量をパイプ内の水位変化により測定出来るようになっている。アクリル管の先端はゴム栓とシリンジを加工した仕組みにより、装置全体を押し下げると同時に水が流れだす仕組みになっている。測定は、浸入開始から時間と管内水位を定常浸透になった事が確認されるまで記録する。

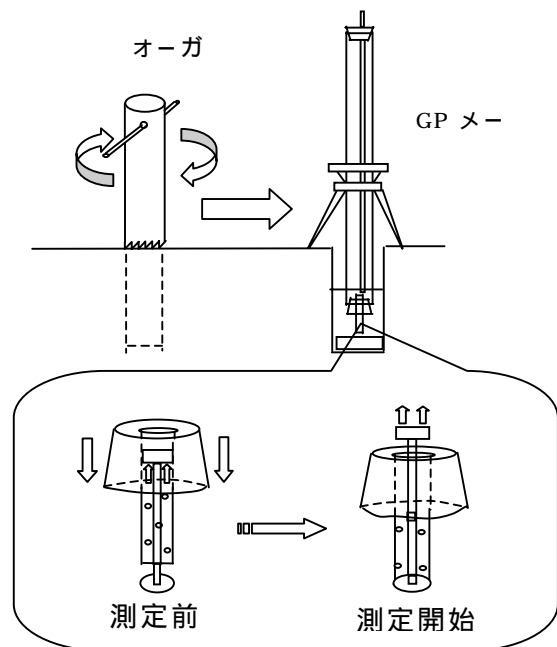


図 2 現場透水係数測定装置(GP 法)

この定常浸透値を式に代入して飽和透水係数値を計算から求めた。ただし、現場作業時間の制約、短期間の集中測定なので降雨などによる初期水分量の変化が少ないことからマトリックポテンシャルによる流量項を無視した式を用いた。

$$k_s = \frac{CQ}{2H^2 \left[ 1 + (c/2)(a/2)^2 \right]}$$

ここで、 $k_s$ : 飽和透水係数、 $H$ : 水深、 $a$ : 試験孔半径、 $C$ : 係数  $Q$ : 定常浸潤流量である。

**【結果・考察】**

**透水係数値** 求められた透水係数値は  $7.33 \times 10^{-3} \sim 1.65 \times 10^{-4} \text{cm/s}$  の範囲であった。平均値は  $1.97 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ 、標準偏差  $1.55 \times 10^{-3} \text{cm/s}$  で基本統計量からかなりばらつきのある大きな測定結果である事がわかるが、これらからそれ以上の特徴を明らかにする事は出来なかった。

**空間的変動** 空間変動の傾向を見るためにバリオグラムを用いた。全方位のデータからは測点間距離とデータの相関関係は得られなかったが、圃場内の畦方向と直角方向のバリオグラムを比較すると、レンジ値、ナゲット値から畦方向にわずかではあるがやや強い相関を確認した(図3の折れ線)。このバリオグラムに対してモデリング(Spherical Model)を行い、それに基づいてクリギングによる補間計算を行った結果が図4である。畦方向(図4の太線方向)でやや強い空間的相関を反映した結果となった。また、ほぼ畦間隔の2倍で周囲より低い透水係数値が規則的に現れているのは、トラクタのトレッド長さと符合すると考えられる。

**乾燥密度との関係** 同一グリッド地点で測定した乾燥密度(Osama, 佐々木による現場測定値)と透水係数の間で相関関係を予想し、相関係数を求めたが0.38と強い相関を認めるに至らなかった。調査地のようなほぼ均質土壌においては乾燥密度の増加に伴い透水係数の減少を見込んだが、測定深度で約10cm、測定位置で最大数十センチ測定位置が異なっていたことが原因の一つと考えられる。

**【まとめと課題】**

現場透水試験については、GP法を利用して安価・簡素な装置を製作し、これまでの方法と比較して短時間(15~20分)での測定が可能であった。しかし、同時に行った現場乾燥密度試験と比較してまだかなり時間がかかること、特に透水係数は空間的な変動が大きい事が報告されているので、より精度の高いバリオグラムによる空間変動特性把握を行う為にも測点数の増大が必要である。今回は4日間に2名(+補助者1名)で約75回の測定を行ったが、透水係数については、明確な空間的相関関係を見出す事は出来なかった。測点数増大のためには簡易で迅速な透水係数の現場計測方法を考案する必要性を感じた。

[参考文献]

“Dynamics of Fluids in Porous Media”, Bear, Y. Dover, 1972. “空間データモデリング”, 武田純他、共立出版、2001.

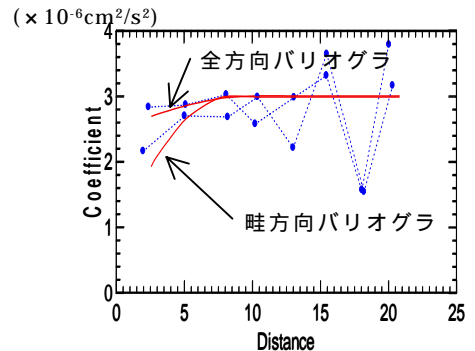


図3 方向バリオグラムとモデル

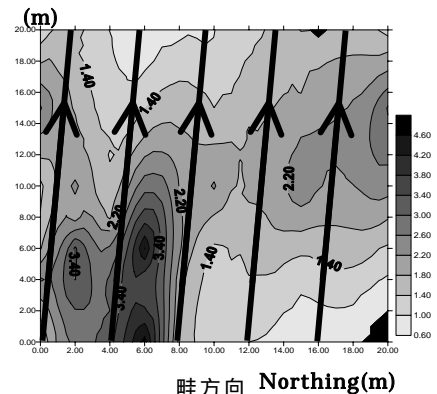


図4 Kriging による透水係数の補間結果