

異なる径の土塊土壌を用いた蒸発実験 Evaporation experiment from clods with different diameter

○松本宜大 吉田修一郎 西田和弘 塩沢昌

Yoshihiro MATSUMOTO, Shuichiro YOSHIDA, Kazuhiro NISHIDA, Sho SHIOZAWA

1. はじめに

水田から転換初年目の粘土質転換畑では、耕耘によってセンチメートルスケールの土塊が形成され、作土層で過乾燥が生じることが問題となっている（高橋ら 2008）。大きな土塊が多いと、土塊間の接触面積が限られることから、下層から表層へ向かう液状水の移動が制限されると考えられる（Carminati et al. 2007）。一方、土塊間には大きな間隙が形成され、風による空気の乱れにより乱流拡散が生じ、水蒸気の移動が促進される可能性がある（Farrell et al. 1966）。このような土塊の多い作土の特異な構造が、乾燥の深部への進行に及ぼす影響を明らかにする必要がある。本研究では、人工的に作成した、径の異なる球形の土塊を規則的に充填したカラムからの蒸発実験を行うことで、土塊間の間隙構造が土壌中の水分分布および蒸発量に与える影響について調べた。

2. 方法

(1)土壌試料 重粘土を模した試料として、Na ベントナイト 20%、Ca ベントナイト 20%、砂 60%を混ぜ、含水比が 0.4 となるように水道水を加えて練り返したものを使用した。Fig. 1 に吸引法、加圧板法およびサイクロメータ法で測定したこの土壌試料の水分特性曲線を示す。含水比 0.4 はサクシオン 1.3×10^3 cmH₂O に相当し、比較的乾燥した状態である。この試料を 1 個当たり 24~27 g 用いた球状の大土塊(直径約 3 cm) と 0.9~1.1 g 用いた球状の小土塊(直径約 1 cm)を作成した。

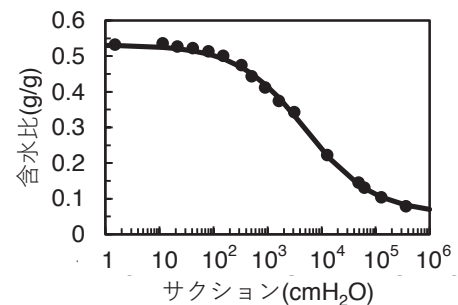


Fig. 1 練り返した試料の水分特性曲線

(2)実験装置 大土塊を充填するポット 2 本（以下、大土塊①・②：直径 15.3 cm）と小土塊を充填するポット 2 本（以下、小土塊①・②：直径 7.1 cm）を用いた。深さ 13 cm まで土塊を充填しその下には砂を水中充填した。土塊層の下端に -18 cmH₂O の負圧がかかるようにマリOTT管またはタンクによって地下水面を設定した。実験は昼（6~18 時）30°C、夜（18~6 時）25°C で相対湿度 60% のバイオトロンで日射を当て、場所による蒸発量のばらつきを防ぐためポットをターンテーブルにのせて 1 rpm で回転させながら行った。

(3)土塊の充填 いずれのポットでも 1 段あたりの土塊の数をそろえて規則的に土塊を充填した。各土塊は Fig. 2 に示すように、上下の段の土塊 2 個ずつと接触するようにした（各段の中心の土塊を除く）。大土塊ポットでは、大土塊を 1 段 19 個ずつ 5 段積み上げた。小土塊ポットでは、小土塊を 1 段 38 個ずつ 14 段積み上げた。Table 1 に示す

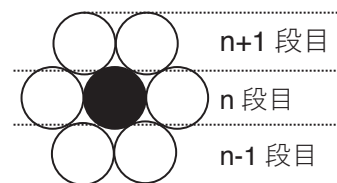


Fig. 2 土塊の充填方法
各土塊は、上下の段の土塊 2 個ずつと接触している

東京大学農学生命科学研究科 Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo

キーワード：土塊，間隙構造，蒸発

Table 1 各ポットの乾燥密度, 間隙率

	大土塊①	大土塊②	小土塊①	小土塊②
乾燥密度 (g/cm ³)	0.70	0.70	0.66	0.67
間隙率 (%)	74	74	75	75

ように、乾燥密度および間隙率は大土塊ポットおよび小土塊ポットで違いはほとんどなかった。

(4)測定項目 測定項目は、①蒸発量、②ポットへの水供給量と、③準定常状態に達した 29 日経過後の水分分布である。①蒸発量および②ポットへの水供給量は、1~3 日おきにポットおよびマリオート管の重量を測定することで求めた。③水分分布は、大土塊ポットでは 1 段ごとの土塊の含水比を、小土塊ポットでは 1 cm ずつ層ごとの含水比を求めた。大土塊ポットの上から 4 段目の土塊は、土塊内の水分分布を調べるために、上下に分割してそれぞれの含水比を求めた。

3. 結果

Fig. 3 に、実験開始 29 日目で準定常状態に達したときの各ポットの鉛直方向の水分分布を示す。深さ 5.5 cm までは各ポットとも含水比が 0.1 以下で同程度に乾燥していたが、5.5 cm から 7.1 cm までは大土塊ポットで小土塊ポットより含水比が小さくなっており、深くまで乾燥が進んだ。また、上下に分割した大土塊ポットの上から 4 段目の土塊内の水分勾配は、3 または 5 段目の土塊との水分勾配に比べて小さく、土塊間の接点が液状水移動を制限していた。Fig. 4 に、実験期間中の各ポットからの蒸発量とポットへの水供給量の推移を示す。実験期間を通して小土塊ポットに比べ大土塊ポットからの蒸発量が多かった。水分分布を測定した 29 日目の蒸発量は大土塊①、②でそれぞれ 0.65, 0.70 mm/d, 小土塊①、②でそれぞれ 0.46, 0.45 mm/d であり、大土塊ポットの方が蒸発量は多かった。

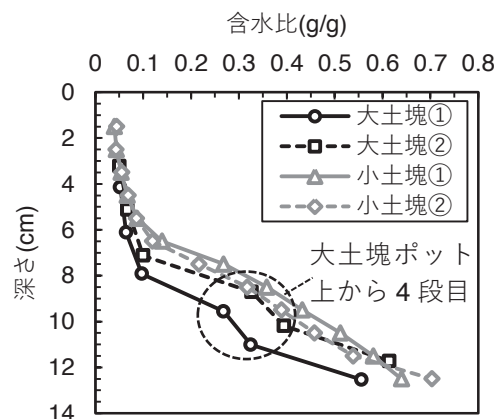


Fig. 3 実験開始 29 日目の鉛直方向の水分分布、大土塊ポットの上から 4 段目は上下に分割して測定

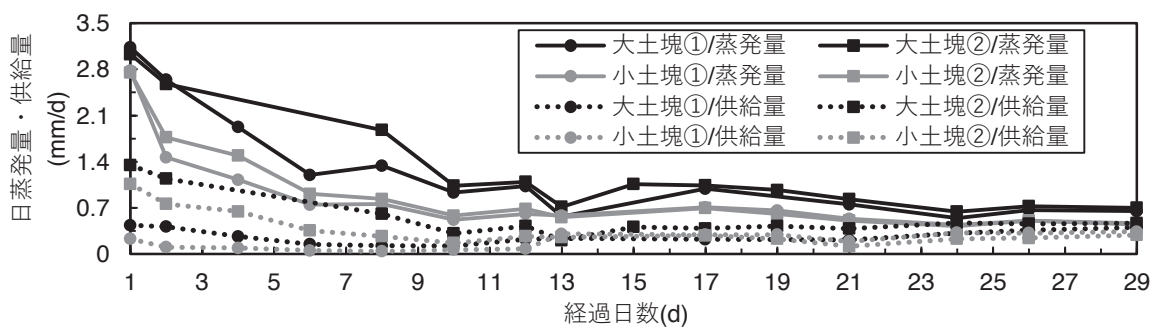


Fig. 4 蒸発量およびポットへの水供給量

4. まとめ

大土塊ポットは小土塊ポットに比べ蒸発量が多く、深部への乾燥の進行も顕著であった。これは、土塊が大きくなるほど土塊間隙での水蒸気移動が促進されることを示している。この原因として、風による空気の乱れによって乱流拡散が生じていることが考えられ、今後検討していく必要がある。

参考文献 高橋ら, 2008, 日本土壤肥科学雑誌, 79(1), 1-7; Carminati et al., 2007, Adv. Water Res., 30, 1221-1232; Farrell et al., 1966, Soil Sci., 102(5), 305-313