

豚糞堆肥の施用が土の透水性と保水性に与える影響

Effect of pig farm manure application on soil hydrological properties

○藪下陽子、朝田 景、西村 拓、豊田剛己

Yoko YABUSHITA, Kei ASADA, Taku NISHIMURA, and Koki TOYOTA

1. はじめに

食物残渣・畜産廃棄物・下水汚泥などの有機廃棄物を再生資源として堆肥にして農地に投入することが推奨されている。堆肥の施用は土の団粒化を促進し、土の透水性や保水性を改善するといわれ、大量に施用されることもあるが、過剰な窒素や重金属による地下水汚染が生じる等の問題も危惧されている。

土の透水性や保水性は土の構造に左右されるため堆肥の施用量によって変化する可能性がある。また、堆肥の施用によってどの程度変化するのかも定量的にはわかっていない。

本研究では、異なる量の堆肥を連用した圃場の土の透水性・保水性を測定し、化学肥料を施用した場合と比較した。

2. 研究方法

試験地と土壌： 京都府綾部市の近畿中国四国農業研究センター野菜部で、12年間24作連続して化学肥料・オガクズ豚糞堆肥を各々窒素18kg-N/10a施用した化肥区と1倍区、オガクズ豚糞堆肥を窒素換算で3倍施用した3倍区を対象圃場とした。土の種類は褐色低地土、土性は表層近傍がLoam、耕盤の直上がSilt Loamであった。

透水試験： 直径20cmの負圧侵入計を用いて原位置透水試験を行った(図1)。給水圧は0、-0.3、-0.6、-1kPaである。また、各圃場の表層と耕盤層の直上から100cc定積サンプラーで不攪乱土試料を採取し、変水位透水試験を行った。

保水性試験： 各圃場の表層と耕盤の直上から内径6cm、高さ2cmの円筒形の不攪乱土試料を採取し、吸引法・加圧板法による保水性試験を排水過程で行った。試験は3反復行った。

3. 結果と考察

飽和透水係数： 変水位透水試験と負圧侵入計によって求めた表層土の飽和透水係数 K_s は、化学肥料区に比べて堆肥施用区で大きい値を示した(図2)。試験法間では、豚糞3倍区表層で変水

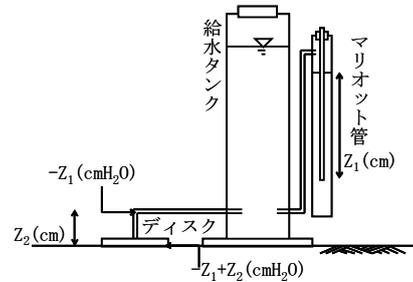


図1 負圧浸入計による原位置透水試験

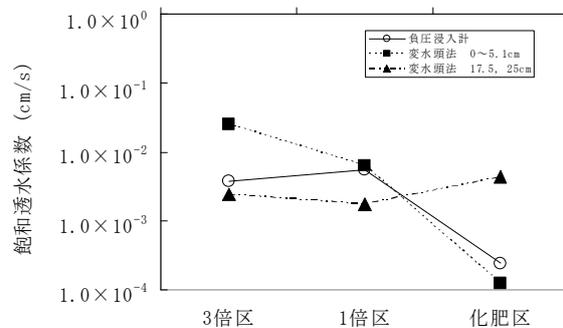


図2 負圧浸入計と変水位透水試験による飽和透水係数

位透水試験による $K_s >$ 負圧浸入計による K_s となる。これは、堆肥を大量に入れることによって、根の穴や亀裂等の正圧をかけなければ水が流れない大きな穴が増加したためであると考えられる。

不飽和透水係数： 給水圧力が0kPa付近のときの透水係数は、化肥区より豚糞1倍区や3倍区の方が大きい。1倍区と3倍区では殆ど違いがない。一方、給水圧力が低く、土が不飽和になる領域では、肥料の量や種類による不飽和透水係数の違いは殆どなかった。

毛管モデルで、給水圧力が Ψ (cmH₂O)のときに水を通る最大の間隙の半径R(mm)は次式(1)のように表せる。

$$R = -\frac{2\sigma \cos \alpha}{\rho g \phi} \approx -\frac{1.5}{\phi} \quad (1)$$

R : 等価間隙半径 (cm) この半径以下の間隙は水で満たされている

ϕ : 負圧浸入計の給水圧力 (kPa)
 α : 間隙の壁と水との間の接触角(=0)
 σ : 水の表面張力 73.48×10^{-3} N/m (15°C)
 ρ : 水の密度 1.0 g/cm³
 g : 重力加速度 9.8 m/s²

(1)式から、給水圧力が大きいほど、水が流れる間隙の半径が大きくなるということがわかる。もし土中のある径の間隙が増えれば、それに対応するような給水圧力のときに流れる水の量が増え、その結果、その給水圧力に対する不飽和透水係数が大きくなる。

これらのことから、堆肥の施用によって大きな間隙は増えるが小さな間隙の量は変わらないということ、施用する堆肥の量によって大きな間隙の増え方に差がないことが推察される。

水分特性曲線： 表層では、3倍区の土が吸引圧 0kPa から-0.8kPa で保持している水分量は1倍区と比べて有意に大きく、また、化肥区よりも大きい傾向がある(図 4)。式(1)から、これは、堆肥の大量施用により、半径 0.19mm 以上の間隙の量が増加した為であると考えられる。化肥区に比べて3倍区では粗大間隙が多いという点は、低い給水圧で不飽和透水係数が大きいという傾向と一致している。

有効水分量： 吸引圧-6kPa から-0.1MPa までの水を有効水分として図 6 に示した。有効水分は肥料の量や種類によって有意に変わらなかった。堆肥を入れることによって増加した間隙は有効水分の範囲外の水を保持する比較的大きな間隙であったためと考えられる(図 6)。

4. まとめ

表層土の飽和透水係数は、3倍区、1倍区、化肥区の順に大きかった。耕盤直上の飽和透水係数は試験区によってあまり違わなかった。低吸引圧下の不飽和透水係数は、1倍区や3倍区において化肥区より大きくなったが、高吸引圧下では、試験区によって変化しなかった。

低吸引圧下の体積含水率は1倍区より3倍区の方が大きかった。表層の有効水分量は3倍区、1倍区、化肥区の順に大きくなる傾向があったが、有意な差はなかった。不飽和透水係数は試験区によって変化しなかった。

5. 参考文献

- 不飽和地盤の挙動と評価、地盤工学会、2004、丸善
- Reynolds, W.D., and D.E. Elrick. 1991. Determination of hydraulic conductivity using a tension infiltrometer. Soil Sci. Soc. Am. J. 55:633-639

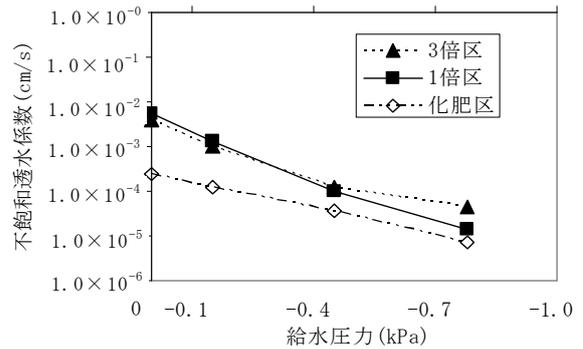


図3 負圧浸入計で求めた不飽和透水係数

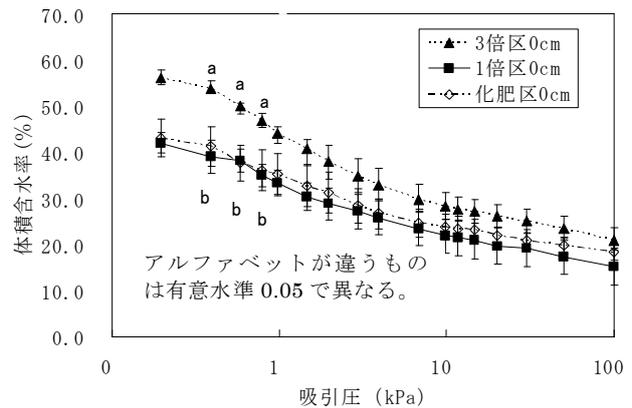


図4 表層土の水分特性曲線(排水過程)

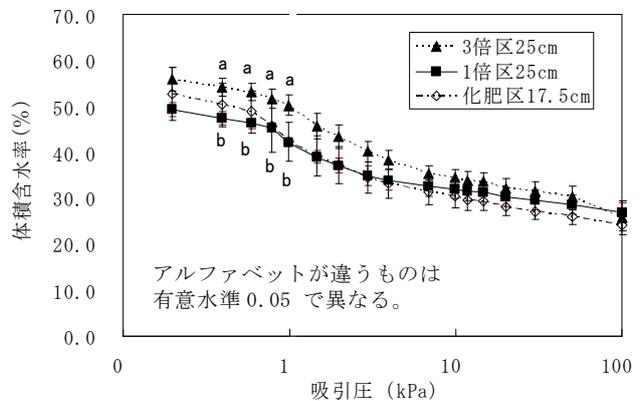
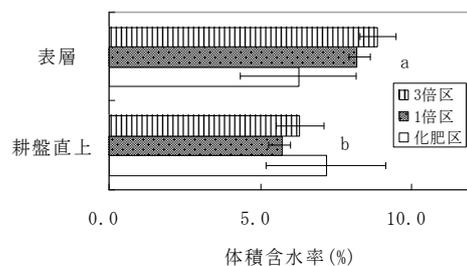


図5 耕盤の直上の層の水分特性曲線(排水過程)



アルファベットが違うものは有意水準 0.05 で異なる。

図6 堆肥の連続施用と有効水分量