

破碎転圧が火山灰土水田の浸透抑制に及ぼす効果の予測

Prediction of the Effect of Crashing and Compaction Method on Controlling Water Percolation in Paddy Fields with Volcanic Ash Soil

○松本宜大* 吉田修一郎* 西田和弘*

Yoshihiro MATSUMOTO, Shuichiro YOSHIDA, Kazuhiro NISHIDA

1. はじめに

関東ローム層に代表される火山灰土壌では、浸透量が大きいため過去には水田としての利用が難しかった。しかし、火山灰土水田での浸透を抑制する手法として破碎転圧工法が開発され、水田としての利用が可能となった。破碎転圧とは耕起により土壌の強度を低下させてから転圧を行うことにより、過大な浸透を抑制する硬盤層を造成する工法である。施工技術としてはすでに確立されている工法であるが、この硬盤層の飽和透水係数と厚さが浸透量に対してどのように影響するのかを理論的に検討した事例はほとんど見られない。そこで、本研究では火山灰土水田における浸透量の現況を調査するとともに、破碎転圧工法の施工が浸透量の低減に及ぼす効果を予測した。

2. 研究方法

2.1. 調査地の概要と浸透量の測定方法

調査は、関東ローム層台地上にある東京大学農学生命科学研究科附属生態調和農学機構内の4枚の火山灰土水田（A～C、E水田）で行った。これらは、2016年冬に破碎転圧工法の施工が予定されている。2つのポンプでくみ上げた地下水を利用して灌漑が行われており、灌漑期間中ポンプは1日に14～15時間程度稼働している。土層は地表面から深さ27cmまでが腐植質の土層（黒ボク土）で、以深は褐色のローム土であった。各水田の地表近傍に圧力式水位計を設置して減水深の変化を測定することにより浸透量を算定した。

2.2. 浸透抑制後の浸透量の推定

破碎転圧工法施工後の浸透量はRichards式を陰的差分法を用いて解くことにより推定した。Fig. 1に示すように、水田土層は表層の黒ボク土（深さ0～27cm）、硬盤層（浸透抑制処理層、

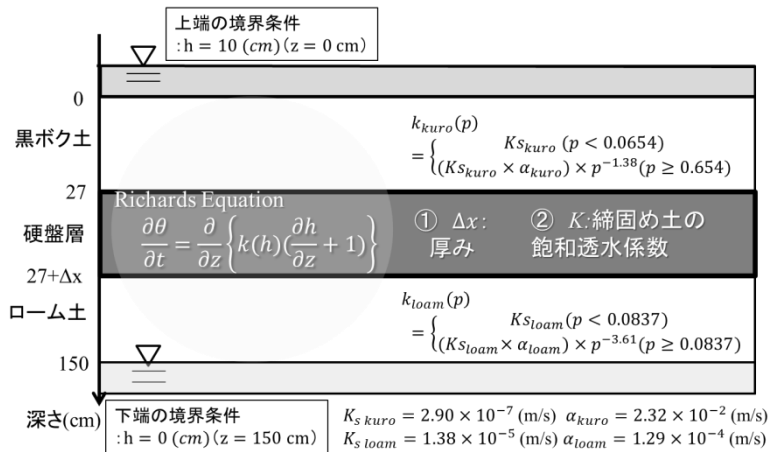


Fig. 1 浸透量の推定を行った土層モデルとそのパラメータ

*k：不飽和透水係数、ks：飽和透水係数、θ：体積含水率、h：マトリックポテンシャル、p：サクション、t：時間、z：鉛直下向きの座標、Δx：硬盤層（処理層）の厚み

The soil profile model and the parameters used for the prediction of percolation rate

*東京大学大学院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：火山灰土、浸透、破碎転圧

深さ $27 \sim 27 + \Delta x$ cm)、ローム土(深さ $27 + \Delta x \sim 150$ cm)の3層で構成されるとした。土層上端の境界条件は湛水深を 10 cm とし、下端は地下水面が深さ 150 cm に存在するとした。黒ボク土とローム土の不飽和透水係数は、不攪乱で採取したサンプルを定常浸潤法によって測定し、その結果をサクシジョンのべき乗関数に近似して用いた (Fig.1)。また、破碎転圧を受けた耕盤層が取りうる飽和透水係数のレンジを、調査圃場で採取したローム土を締固める (JIS 法) ことにより推定した。以上のようなパラメータを用いて硬盤層の厚さ Δx と、この層の飽和透水係数 K_s を独立に変化させながら、浸透量の変化を比較した。

3. 結果

3.1. 浸透量の現況

Table 1 に示す通り、現状では各水田の浸透量は 35~55 mm/d 程度であった。日本の水田の一般的な浸透量は 10~20 mm/d であるのでその 3~5 倍程度大きい。

3.2. 浸透抑制後の浸透量

(a)硬盤層の飽和透水係数を変化させたとき

硬盤層の厚さを 10 cm に固定して、硬盤層の飽和透水係数を締固めで得られた下限の 2.0×10^{-7} から 7.0×10^{-4} cm/s の範囲で変化させたときの浸透量を Fig.2(a)に示す。この層の飽和透水係数が上層の黒ボク土の飽和透水係数である 1.0×10^{-5} cm/s 付近を下回ると顕著な浸透抑制効果が現れ始め、 2.0×10^{-7} cm/s では浸透量は 5 mm/d 以下となる。

(b)硬盤層の厚さを変化させたとき

飽和透水係数を 7.0×10^{-5} cm/s で一定として硬盤層の厚さを 5~40 cm の範囲で変化させたときの浸透量を Fig.2(b)に示す。硬盤層の厚みが大きいくほど浸透量は小さくなり、40 cm の時には 10 cm の時の半分の 13 mm/d 程度となる。

4. 考察

破碎転圧による浸透抑制効果は、処理層の透水係数の低下効果のみならず処理層の厚みの拡大による効果が組み合わされて発揮される。施工においては硬盤層の透水係数の低下量を、想定する機材構成のもとで事前に確認したうえで処理層の厚みを過不足なく決定することが望ましいと考えられる。今後は、実際に硬盤層の飽和透水係数や厚さを変化させて破碎転圧工法を施工した際の浸透量との比較を行う予定である。

Table 1 各水田の浸透量 (2015/6/3~7/3)

Daily percolation of each paddy field

	浸透量(mm/d)
A水田	37.8 ± 3.8
B水田	35.6 ± 7.8
C水田	53.1 ± 22.5
E水田	42.5 ± 17.4

*mean ± SD

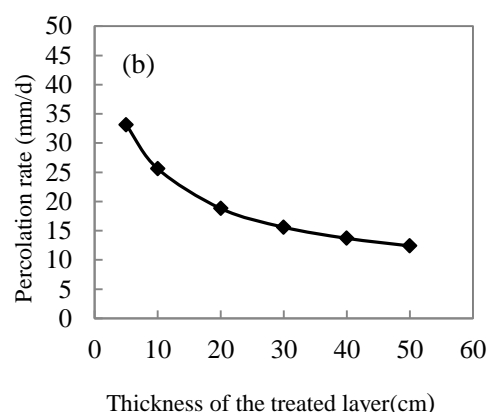
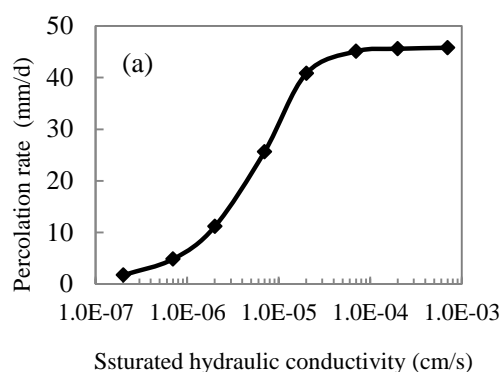


Fig. 2 破碎転圧後の浸透量の推定値

(a)耕盤層の飽和透水係数を変化させたとき (耕盤層の厚さは 10 cm に固定) (b)耕盤層の厚さを変化させたとき (耕盤層の透水係数は 7.0×10^{-5} cm/s に固定)
Estimated percolation rate per day depending on
(a)hydraulic conductivity of treated layer (b)thickness of treated layer