

火山灰土水田の小規模な破碎転圧による浸透抑制効果  
Effect of 'crashing and compaction method' by using farming machineries on reduction of water percolation in paddy fields in volcanic ash soil area

吉田修一郎, ○木坂康隆, 西田和弘, 塩澤昌  
Shuichiro Yoshida, Yasutaka Kisaka, Kazuhiro Nishida, Sho Shiozawa,

## 1. はじめに

火山灰土地帯の水田において、浸透抑制は大きな課題とされてきた。特に台地や傾斜地においては、通常の床締めでは十分な浸透抑制効果が得られないことから、破碎転圧工法が開発され（例えば、石川・徳永ら,1964）、この技術を用いた水田造成や整備が行われた。水田の浸透抑制は、かんがい水の昇温効果や除草剤の効果を維持する上で必要であるのはもちろん、用水供給のための電力削減という今日的な課題においても重要な意味を持つ。本研究では、小型の機械を用いた小規模な破碎転圧処理による浸透抑制効果をほ場試験により検証した。

## 2. 実験・解析方法

### (1)試験ほ場・実験処理

東京大学西東京フィールドの火山灰土試験水田（50×20m）に、破碎深度 3 水準（0,10,20cm）、転圧強度 3 水準（L,M,H; Fig.3 注参照）を組み合わせた試験区を土層の差異を考慮して 3 ブロック、計 27 区設定し、施工方法が浸透能に及ぼす効果を比較した。当該ほ場は、2008 年までは水稻が栽培されていたが、その後 2 年間は休閑状態にあり、除草のみが行われていた。最初に作土約 25cm を 4 輪のミニショベル（コマツ SK05 接地圧 0.26MPa）で剥ぎ取った（2010/12/27 施工）。その後、下層土をロータリー耕耘機（クボタ GL240+R5G）により設定深度まで耕起し、バックホー（コマツ PC20MR-1 接地圧 0.04MPa）の履帯と前述のミニショベルの車輪により転圧した（2011/1/18~1/19 施工）。

### (2)浸透能の測定方法

浸透能の評価にあたっては、Fig.2 に示すような密閉型の浸潤速度測定装置を製作して測定に供した。この装置は、通常の浸透能測定用シリンダの上部まで水を満たした後、アクリル製のふたをして密閉し、シリンダ断面積の 1/16 の内径のマリオット管から給水して、その水面低下を測定するものである。浸透速度の測定時期は、1 回目が、施工直後の 1/31~2/7、2 回目が施工後約 2 ヶ月が経過した 3/29 である。それぞれの測定は各回・各試験区において 1 点ずつ、浸透抑制処理を施した土層の表面に上記のシリンダを打ち込み実施した。

### (3)透水係数の導出

浸透量の経時変化は、Green Ampt 式を用いて飽和透水係数に換算した。 $i$  を浸潤強度、 $i_c$  を最終浸潤強度、 $I$  を積算浸潤量、 $B$  を定数としたとき、上式は

$$i=i_c+B/I \quad (1)$$

である。重力項  $i_c$  を無視し、 $i=dl/dt=B/I$  としてこれを解くと、

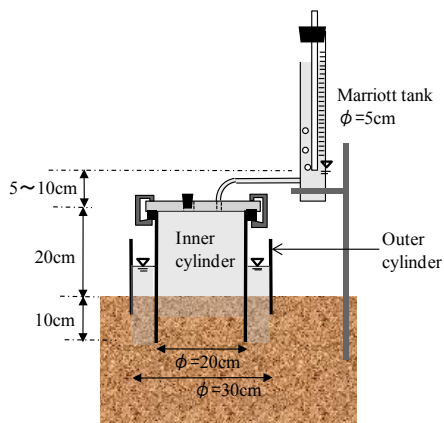


Fig.1 Infiltrometer designed for predicting percolation rate of paddy field during non-irrigated period

$$I = \sqrt{2B} \sqrt{t} \quad (2)$$

が得られる。浸潤前線の進行がポテンシャル差によるものであることを考慮すると

$$B = K_s \Delta\theta (\varphi_p - \varphi_f) \quad (3)$$

とみなすことができる。ただし、 $K_s$ は飽和透水係数、 $\Delta\theta$ は浸潤領域における増加体積含水率、 $\varphi_p$ は湛水深、 $\varphi_f$ は浸潤前線到達前の水ポテンシャルである。Fig.2は、(2)式に対応するように実測値をプロットした例である。直線部分の勾配から $\sqrt{2B}$ を求め(3)式に代入すれば、飽和透水係数 $K_s$ が計算される。なお、施工直後の試験については $\Delta\theta=0.23$ 、 $\varphi_f=-600\text{cmH}_2\text{O}$ 、2ヶ月後については $\Delta\theta=0.20$ 、 $\varphi_f=-450\text{cmH}_2\text{O}$ を用いた。

得られた透水係数値は、対数値に変換した上で分散分析(ANOVA)を行い、各処理が浸透抑制に及ぼす効果を評価した。

### 3. 実験結果および考察

破碎転圧と無破碎転圧では、施工後の期間によらず透水係数に明瞭な差異が現れた。また、施工直後においては、より強い転圧により透水係数が低下する傾向が認められた。一方、2回目の浸透能計測までの2ヶ月間は、剥ぎ取った作土を戻さずに転圧層が地表面に現れた状態で管理した。そのため、転圧層の透水係数は、乾燥・湿潤・凍結の繰り返しにともない全体的に

増大した。砕土深10cmと20cmでの透水係数の差異は、施工直後には認められなかったが、2ヶ月後には砕土深20cmの方が小さくなった。また、施工直後に有意な差が認められた転圧強度の影響は、2ヶ月後には認められなくなった。以上から、小型機械を用いても破碎転圧による浸透抑制が可能であること、また安定した浸透抑制層を造成するためには、耕起深を十分に確保した上で、転圧を行うことが必要であることが確認された。

**謝辞** ほ場試験の実施には、東京大学西東京フィールド技術部各位の全面的な支援を賜りましたことをここに記し、謝意を表します。

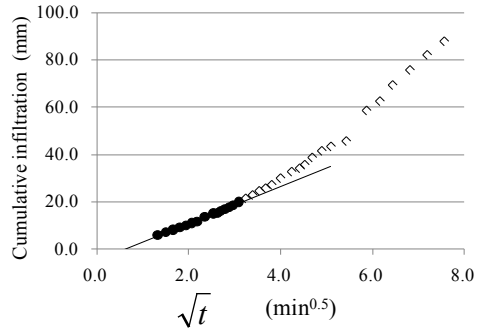


Fig.2 An example of infiltration curve for determining  $B$  in Eq.(3)

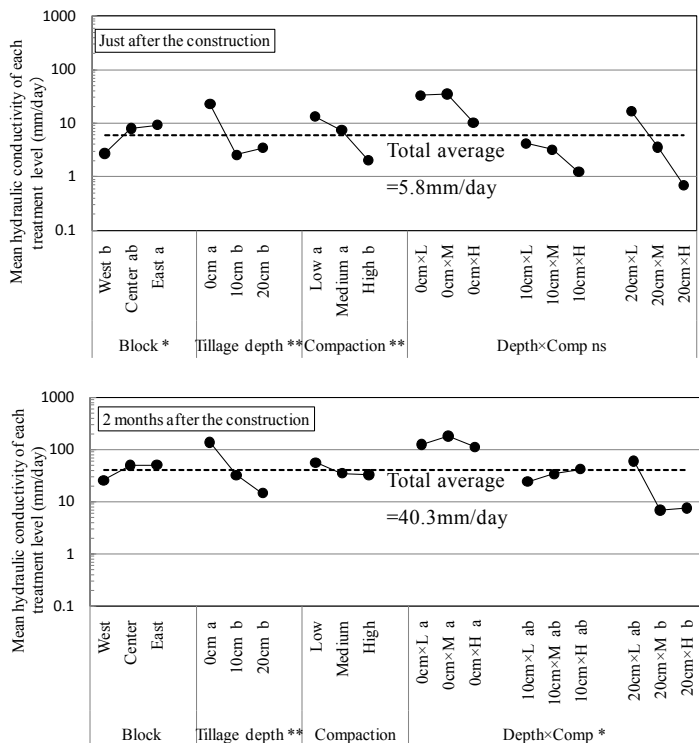


Fig.3 Comparison of hydraulic conductivity after ANOVA

注1) L,M,Hは転圧強度を示し、Lはバックホー8回通過、Mはバックホー

16回通過、Hはバックホー8回通過後ミニショベルで8回通過

注2) 図中の\*\*はそれぞれ5%,1%の危険率で有意であることを示す。また、水準に付記したアルファベットはTukeyの多重比較の結果を示す。