

乾燥過程の畑地土壌水分の逓減係数と透水係数との関係

Relations between the decay constants and hydraulic conductivities of drying upland fields

清沢秀樹

Hideki KIYOSAWA

地表近傍の土壌水分が、蒸発散や再分布によって指数関数的に逓減していく現象はよく知られており、様々な水文モデルにも採用されている。しかし、その場合の逓減係数が、土壌の透水性や保水性とどのような関係にあるかは必ずしも明確でない。本研究では、不飽和水分移動の数値解に基づいて、逓減係数と土壌特性や乾燥条件等との関係を検討し、実際の畑地乾燥過程の水分変化から、現地土壌の透水性を推定する方法を探る。

1. 数値シミュレーション

(1) 数値解 鉛直一次元方向の土壌水分移動の数値解を陰形式差分法で求めた。マトリック吸引圧 h と不飽和透水係数 k は、三重大学農場内の黄褐色森林土(壤質砂土)のものを用い(Fig.1)、蒸発散と下方の地下水条件は Table 1 のように設定した。初期条件は、ヒステリシスを考慮する必要がないよう全層飽和とした。蒸発散 ET は、植物根からの吸水強度 S が

$$S = T_p \mathbf{V} \cdot \left(\frac{z}{z_m} \right) \exp \left(- \frac{z}{z_m} \right) \quad \dots(1)$$

で表される¹⁾ものとした。ただし、 z :深さ、 z_m : S が最大となる深さで $z_m = 5\text{cm}$ とおいた。また可能蒸散量を $T_p = (3/4) ET_p$ と仮定し、 \mathbf{V} は、 $pF < 3$ で 1、 $pF > 4.2$ で 0、その間は水分量と直線関係をなすものとした。

(2) 結果と考察

Fig.2 に、根群域 40cm 内の全水分量 W の時間変化を、Fig.3 に W とその減少速度 ($-dW/dt$) の関係を示す。Fig.3 によると、排水のみの²⁾では、平均水分量 < 0.2 (排水開始 12 時間以後) における W の減少速度は、この土層の平均水分量に対する k にかなり近い変化を示し、排水と土壌面蒸発のみが存在する³⁾でも、⁴⁾の偏倚を除けば $k \sim$ 曲線と大差ないことがわかる。それに対し、蒸散が存在する⁵⁾では、 $0.22 > > 0.12$ (6~12

地下水	蒸発散	ET_0
150cm	0	
150cm	6mm/day	(E only)
150cm	6mm/day	(E+T)
>>150cm	6mm/day	(E+T)
150cm	12mm/day	(E+T)

マトリックポテンシャル勾配 = 0 (at 150cm)

三重大学生物資源学部

Faculty of Bioresources, Mie University

keywords: 土壌水分、逓減係数、不飽和透水係数

時間)において $k \sim$ 曲線から離れ、それ以後の変化は再び $k \sim$ 曲線にほぼ平行となる。なお、蒸発散条件 ET_p の違いが顕著に表れるのは、 $= 0.22 \sim 0.12$ の遷移領域に限られる。また、150cmより深い地下水位の影響は、対象とした乾燥期間内(10日間)には表れなかった。

Fig.3より、 W の減少過程を時間の指数関数とみなせるのは、残存水分量 W_r によって W を補正した場合か、部分的な過程のみを扱う場合に限られよう。

2. 畑地土壌水分変化

(1) ほ場調査 2001年9月から12月にかけて、津市安濃地区のサツキ育苗畑(2年生)と冬白菜畑について、土壌水分変化をTDR法によって調査した。鉛直プローブによって求めた根群域の水分変化をFig.4に示す。

(2) 乾燥過程の水分変化と考察

Fig.5は、白菜畑について、降雨日を除く土壌水分の日減少量とそのときの平均水分量の関係を示したものである。測定誤差や差分をとることによる変動は大きいですが、ほぼFig.3と同様のパターンを示している。この時期の計器蒸発量は、晴天時においても最大 $2 \sim 3\text{mm/day}$ と小さく、この点群の右下の包絡線が30cm深さの透水係数 k に近いと考えられる。ただし、一般に乾燥の進行程度によっては、下方からの水分補給が生じることも考えられ、得られた値を出発値として、透水係数および水分フラックスの近似度をあげるアルゴリズムが必要となる。

3. まとめ

根群域の土壌水分量の減少過程は、主に下方の不飽和透水係数 \sim 水分量関係と蒸散効果によることを指摘した。この蒸散効果の評価は、吸水強度の設定に依存するため、(1)式の普遍性を検討する必要がある。また、層状土壌の場合やヒステリシスを考慮した再分布も、今後の課題として残されている。

畑地調査は、東海農政局木曾崎干拓調査事務所の御協力を得て行った。ここに記して謝意を表す。

(文献)白井清恒：土の物理解析(1996)、p.195

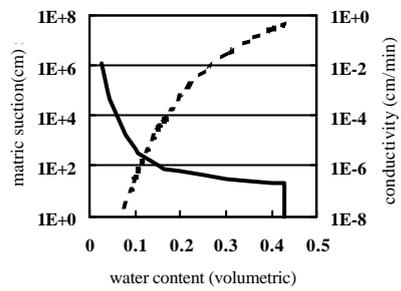


Fig.1 Soil water characteristics

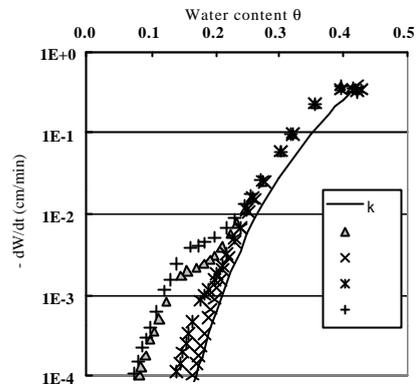


Fig.3 Relations of dW/dt to θ
 W: total water content (0-40cm)
 θ : averaged water content (0 to 40 cm)

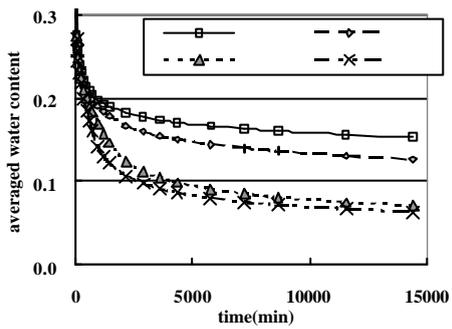


Fig.2 根群域 (0-40 cm) の平均水分量

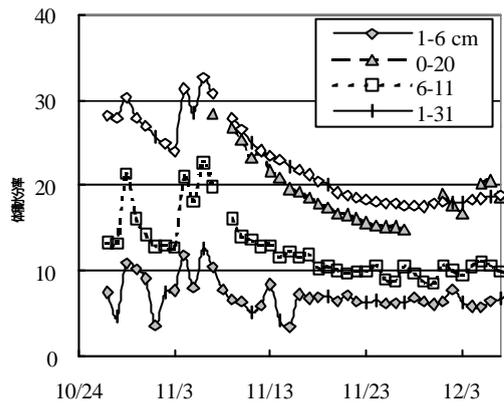


Fig.4 白菜畑の土壤水分変化

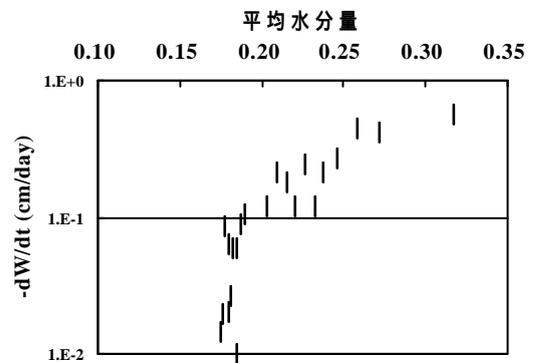


Fig.5 白菜畑の水分減少速度