

ダイズ根の生長にともなう吸水強度分布の変化 Root growth and Water uptake distribution change of Soybean

○成毛千尋・坂井勝・取出伸夫

○Chihiro Naruke・Masaru Sakai・Nobuo Toride

1. はじめに

植物の蒸散にともなう根の吸水は、水分移動の吸い込み項として、以下の Feddes (1976) のモデルが広く用いられている。

$$S(z) = \alpha(h)\beta(z)T_p$$

ここで、 $S(z)$ は各深さ z (cm) の吸水速度 (day^{-1})、 T_p は可能蒸散速度 (cm day^{-1})、 α は土中水圧力 h (cm) の関数で与えられる乾燥にともなう水ストレス応答関数 (-)、 β は T_p を各深さに分配する吸水強度分布 (cm^{-1}) を表す。土中水分量変化に基づき β を推定した研究例はあるが、植物根の生長にともなう β の変化は明らかにされていない。そこで本研究では、ダイズのポット栽培を行い、植物根の生長と生長過程での土中水分量の変化を測定すること、水分量と蒸発散速度の測定値と数値計算値を比較することで、生長にともなう β の変化を明らかにすることを目的とした。

2. 試料と方法

試料には三重大学附属農場の畑土 2 mm フルイ通過分を用い、1/2000 a のワグネルポット 11 個に、高さ 24 cm、乾燥密度 0.99 g cm^{-3} で充填した。2 個のポットには、テンシオメータと TDT をそれぞれ深さ 3、9、15、21 cm に設置し、電子天秤で重量変化を測定した。実験は三重大学内のガラス室で行い、8/4 に別途生育しておいたフクユタカをポットに移植した。灌水と施肥は地表面から定期的に行った。8/20 に、センサー設置ポット 1 個を含む 5 個のポットにマルチを施し、地表面からの蒸発を防いだ。9 個の

センサー非設置ポットは生長段階毎に 1 個ずつ解体し、深さ 3cm 毎の根を採取した。根長をスキャナーと画像解析で測定し、根密度分布を求めた。

次に、植物の成長にともなう根の吸水を含む水分移動の数値計算を、HYDRUS-1D を用いて行った。計算期間は移植後の 8/8 から 20 日間で、初期条件には水分量の実測値、下端境界条件には浸出面を与えた。上端境界条件には測定した蒸発散速度を与えた。マルチ設置期間はすべて蒸散速度として与え、マルチを設置する前については、ダイズ地上部の大きさから蒸発:蒸散 = 1:4 を仮定した。土層は各深さの水分量と土中水圧力の実測値に基づき、地表から 18 cm 深までとそれ以深の成層土とした。両層の不飽和水分移動特性パラメータは、ダイズ栽培ポット内の水分量と土中水圧力関係、WP4 による乾燥領域の実測値、蒸発法から推定した。吸水強度分布には、HYDRUS に実装されている台形型のモデルを用いた。

$$\beta(z) = \begin{cases} \frac{5}{3L_r}, & z \leq 0.2L_r \\ \frac{25}{12L_r} \left(1 - \frac{z}{L_r}\right), & 0.2L_r < z \leq L_r \\ 0, & z > L_r \end{cases}$$

L_r は根長 (cm) を表す。根長の生長は、充填した土の深さ 24 cm を最大として、実測値に基づいて線形で与えた。

3. 結果と考察

Fig. 1 に各深さの水分変化の総量から求めた 6 時間毎の蒸発散速度と、重量変化から求めた蒸発散速度を示す。両者はよく一

致し、各深さの水分変化を正確に測定できた。Fig. 2に8/10と8/21に測定した正規化した根密度分布を示す。8/10の根密度分布 (Fig. 2a)は3~6 cm深にピークがみられ、15 cm以深に根は見られなかった。8/21 (Fig. 2b)では、ダイズ根はポット底部まで達し、壁面を沿うように上方へ伸長しており、12~21 cm深の分布には、ポット底部から折り返した根も含まれる。移植時 (8/4、約3 cm)と Fig. 2(a)の実測値 (8/10、約15 cm)の根長に基づき、根長の経時変化を推定したところ、根は8/15にポット底部に達したと考えられる (Fig. 3実線)。

推定した根長による吸水強度分布 β (Fig. 2実線)を用いて、根の生長を考慮した数値計算を行った。各深さの水分量の実測値と計算値の経時変化を Fig. 4に示す。各深さの水分量の実測値は、蒸発散にともない減少し、灌水によって増加した。8/9~8/13のダイズ根が生長する期間において、計算値の水分量変化は実測値の水分量変化を比較的良く再現した。計算に用いた8/10の β は3 cm深から減少しており、実測値の根密度分布とは異なる (Fig. 2a)。つまり根密度の大きい3~6 cm深の比較的古い根よりも、下層のより新しい根の方が吸水していると考えられる。8/14~8/20のダイズ根がポット底部に達したとされる期間においても、計算値の水分量変化は実測値の水分量変化を比較的良く再現している。しかし、21 cm深の計算値の水分量は、実測値の水分量を過小評価した。実際のダイズ根の生長は推定値よりも遅く、21 cm深より上層で吸水が生じていたと考えられる。ダイズ根がポット底部に達した8/21~8/28において、15、21 cm深の計算値の水分量は実測値の水分量を過小評価した。より正確に実測値の水分変化を再現するためには、自由度の高い β のモデルについて、植物根の生長を考慮する必要があると考えられる。

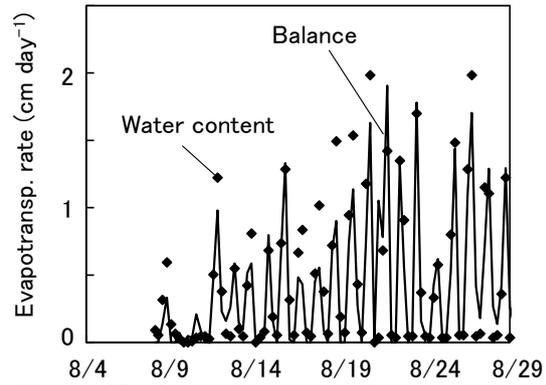


図1. 6時間ごとの蒸発散速度の経時変化
Fig 1. Evapotranspiration rate in each six hours

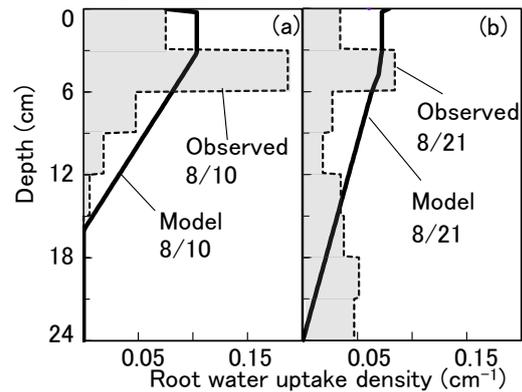


図2. 正規化した根密度分布と吸水強度分布
Fig 2. Normalized root density and water uptake density

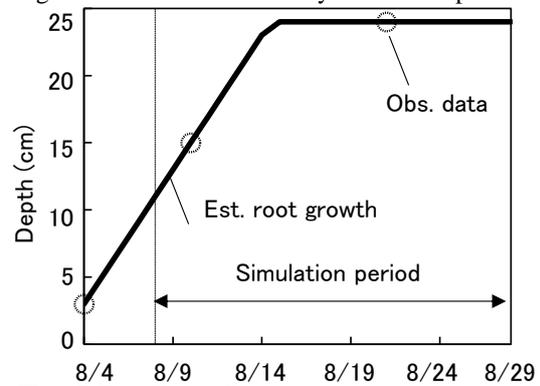


図3. 根長の経時変化
Fig 3. Growth of root length

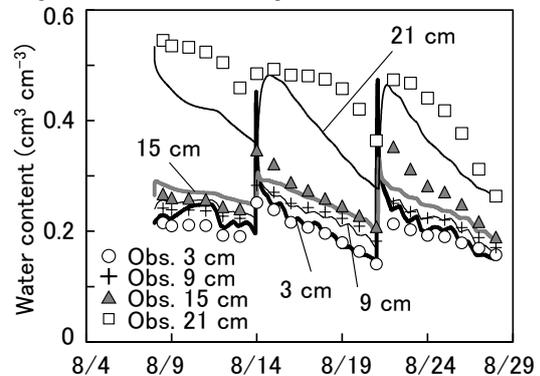


図4. 各深さにおける水分量の経時変化
Fig 4. Observed and simulated water content changes