

# トウモロコシ根の深度別水分吸収特性

## *The Soil Water Uptake of Maize Roots with The Depths*

鈴木 純<sup>1</sup>、有馬純一<sup>1,\*</sup>

SUZUKI Jun and ARIMA Junich

### はじめに

作物の生産力を高めるための灌漑の目的は、気象、土壌とともに作物の特性を考慮して水量とタイミングをはかることで実現される。現行の畑地灌漑は有効土層を水収支対象として、下層からの毛管上昇を加味した1層モデルにより検討がなされている。しかしながら、基準蒸発散に作物係数を乗じて実蒸発散を決定しているほかは、作物の特性が考慮されておらず、どの土層からどれだけの水分が吸い上げられているか、という議論は希薄なようである。

トウモロコシは深根性作物であり、比較的短期間に根系を伸張させ、1.5m以深の土層からの吸水が確認されている。日本の灌漑体系は、頻繁な降雨を加味するための体系となっているが、深層での水分吸収には、浸透水の有効化、灌漑頻度の低減などが期待される。

2004年夏は、高温少雨であった。これは、深度ごとのトウモロコシ根による土壌水分吸収の特性を明らかにするためには絶好の環境であった。

### 材料及び方法

試験地:信州大学農学部附属構内農場の14×10m<sup>2</sup>にタイ産トウモロコシを株間0.2m、畝間0.9mで播種した。試験に供されたトウモロコシ畑周辺は、ソルガムの育種試験に供された。テンシオメータは、深度0.1mから2.0mに0.1から0.5mの深度間隔で、畝・株間それぞれに設置され、毎朝8:00に土壌水分吸引圧を測定した。各深度の不攪乱土壌が、透水係数(K<sub>s</sub>)及び土壌水分特性曲線( - 曲線)を得るために100ml採土円筒に採取された。テンシオメータの作動範囲を超える乾燥状態の場合は、適宜検土杖を用いて採土し、含水比を求めた。

モデル:蒸発散はAMeDAS伊那から得た気象要素からPriestley-Taylorモデルにより基準蒸発量ET<sub>P</sub>を計算し、これに生長段階ごとの作物係数C<sub>c</sub>を乗じて得た。土壌中の水分移動は、 - 曲線から  $\theta = \theta_s \left( \frac{\psi}{\psi_s} \right)^{-b}$  のbを求め、 $K_u(\psi) = K_s \left( \frac{\psi}{\psi_s} \right)^{2b+3}$  から不飽和透水係数を得、これに動水勾配  $\frac{d\psi}{dz}$  を乗じて得た。 $\psi_a$ は空気侵入吸引圧、 $\psi_s$ は飽和体積水分率、 $K_u(\psi)$ は体積水分率に対する不飽和透水係数、zは測定間隔、 $\psi$ はトータルポテンシャルを示す。各土層(ここでは0.15mごと)のトウモロコシ根による吸水割合a<sub>D<sub>i</sub></sub>は、第1層(D<sub>1</sub>)のみ土壌面蒸発を含むと規定し、

$$C_c \cdot ET_P = Q = a_{D_1}Q + a_{D_2}Q + \dots + a_{D_{13}}Q, \quad \sum_{i=1}^{13} a_{D_i} = 1, \quad a_{D_i} > 0 \text{ とおいた。}$$

### 結果と考察

Figure 1に深度別の土壌水分吸引圧 $\psi_D$ の推移を示した。無降雨期間の一般的傾向に一致して、表層土壌から $\psi_D$ は上昇し、順次テンシオメータの作動範囲を超えている。

このように表層から順次規則的に乾燥化が進行している状況では、土壌水分プロファイルが連続

1) 信州大学農学部, \* 現在、北海道大学大学院 Faculty of Agriculture, SHINSHU UNIVERSITY

キーワード: トウモロコシ、根系の吸水特性、土壌水分予測

しており、土壌深度ごとの水収支を利用して根による吸水が同定しやすい。すなわち、ある土層Dの水収支からある土層からの根による水分吸収は、 $a_{Di}Q = M_{i,n} - M_{i,n+1} - q_{i+1,n} + q_{i,n}$  (Mは土層の水分量 (mm)、qは土壌水分フラックス(mm)、添え字Iは土層、nは時刻 (ここでは日) を示す。水分移動は鉛直1次元。) で表わされる。この $a_{Di}$ 値は、

期：6/29-7/1、  
 期：7/2-5、  
 期：7/6-14 および 期：7/15-8/4 の  
 期間に分けて検討した。播種日 (5/26) から34日後にあたる6/29は、この日以降8/4までの間は一様に乾燥が進行している期間である (Figure 1)。1土層厚さは、0.15mとし、13層深度1.95mまでを検討対象として、この期間の $a_{Di}$ 値を求めた。Figure 2は、 $a_{Di}$ 値の推移である。1層 (0-0.15m) では、期に $a_{Di} = 0.5$ となっており、播種から1ヶ月経過後の0-0.15mの土層からの消費水量は蒸発散の50%、2層 (0.15-0.30m) も45%を占めるが、3層以深からは5%となる。期には13層 (1.80-1.95m) での吸水が顕在化し、期には13層からの吸水は5%に達する。このとき、1, 2層から吸水は20と10%であった。また同時に、Figure 2は、1, 2層が右下がり (減少過程) に、3層以深は右上がり (増加過程) を示している。なお、期の傾向が他と異なるのは、

降雨の影響で一時的に表層での $a_{Di}$ 値が増加したためである。8/7に重機によって約1.5m掘削して、含水比プロフィルを得、また目視によってトウモロコシ根の1.5m以深への伸張を確認した。また、それぞれの土層の $a_{Di}$ を結んでみると、対数関数によって近似されることがわかったが、この意味するところについては、今後検討したい。なおこの研究でも、鈴木と中山(1996)より、表層土壌が乾燥してもトウモロコシ畑の蒸発散は減少しない、と仮定した。

次いで、土層ごとの $a_{Di}$ 値を利用した各土層の体積含水率と土壌水分プロフィルの予測結果を、Figure 3、4に示した。約2mの土層の土壌水分プロフィルが再現されており、土壌水分環境の予測が可能であることが示された。

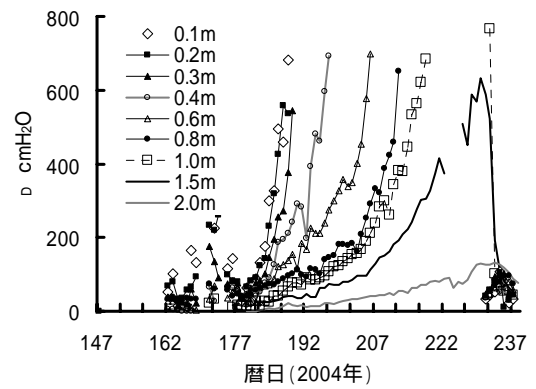


Figure 1  $D$ の推移

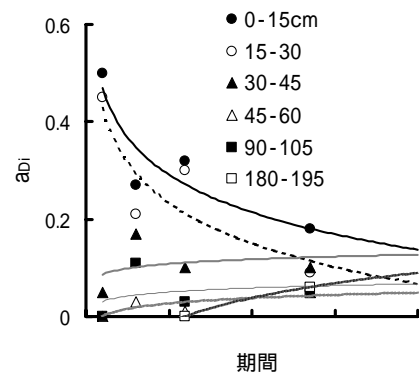


Figure 2  $a_{Di}$ の推移

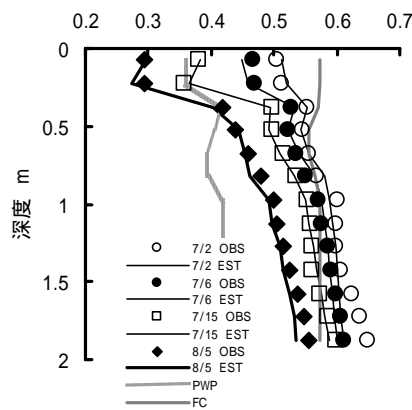
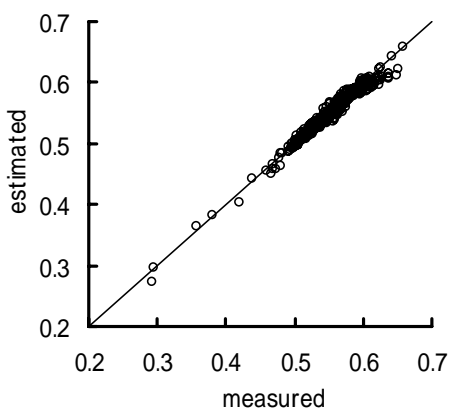


Figure 3 (左)  
 体積含水率の実測・  
 推定値

Figure 4 (右)  
 土壌水分プロフィル  
 の実測値と推定値  
 (PWP: 永久しおれ点、  
 FC: 圃場容水量)