

Hydrus-1D による圃場の成層条件を考慮した水分収支の解析

Water balance analysis using Hydrus-1D in a field with layered soil profile

長 裕幸*・小林 哲夫**

Hiroyuki Cho*・Tetsuo Kobayashi**

1. はじめに

現在、CREST プロジェクト「黄河流域の水利用・管理の高持続性化」において、現地トウモロコシ畑圃場における水分収支と塩分収支の解析を行っている。昨年度の観測により、圃場内土壌水分観測点付近において、従来かなり均一であると思われていた黄土シルト質土層の表面から深さ約 70 cm に、10 cm 厚程度の粘土層の存在が明らかになった。他の数点における掘削により、この粘土層は、圃場内で不規則に分布していると考えられ、この層の深さや厚さの違いにより、局所的に水分分布が変化することが予想され、地表における塩分集積への影響が考えられる。

そこで、本研究では、両土層から試料採取を行い、室内で透水特性を調べ、その値を用いて、成層土層に対する降雨の浸潤や地下水面からの水分の補給を数値計算によって再現し、圃場内で不規則に変化していると思われる粘土層の存在が圃場内の水分収支の計算に及ぼす影響を考察した。

2. 観測装置及び方法

試験圃場は、中国内蒙古自治区托克托県、標高 995m、41.5 × 35m のトウモロコシ畑で、圃場中央にタワーと三脚型の weather station を設置し、データロガー及び TDR100(キャンベル社製)を太陽電池により作動させた。土壌水分に関しては、圃場内 2 箇所において 10、20、40、60、100cm の深さに直径 4.76mm、長さ 30cm、3 ロッド型プローブを水平に設置し、30 分間隔でモニタリングを行った。圃場内中央で、TDR プローブと同じ深さに設置されたサーミスタ温度計による地温の測定値を用いて比誘電率の温度補正を行い、圃場内 1 箇所ですamplingした土壌を用いた室内でのキャリブレーションにより、体積水分率に変換した。降水は圃場中央で転倒楯雨量センサーにより測定、圃場内 2 箇所の観測井に設置した圧力変換式水位センサーにより地下水位を測定した。また、地表での境界条件を与える蒸発散量の推定のため、風速分布、温湿度分布を地表から 8 m 迄の 4 点で測定した。

3. 解析方法

本研究では、まず、現地で samplingしたシルト質土と、粘土について室内試験を行い、水分特性曲線をもとめ、van Genuchten 式を用いて同定し、パラメータを決定した。次に、変水頭法により飽和透水係数を決定し、van Genuchten パラメータを用いて不飽和透水係数を推定した。現地の土壌断面に従い、シルト質土 - 粘土 - シルト質土の成層条件で計算を行った。土壌水分量の初期条件として計算期間初日前日の実測土壌水分量分布を与えた。土壌表面における境界条件として、実測の降水量、実測の気象データよりボーエン比法でもとめた蒸発散量を日変量として与えた。計算対象土層厚は 220 cm とし、下端境界条件として実測の地下水位を圧力で与えた。土層厚メッシュを 400、最小計算時間単位を 0.0001 日に設定し、計算は有限要素法で行い、数値計算ツールとして HYDRUS-1D を使用した。比較計算条件として、 $z = 65 \sim 75$ cm に粘土層がある場合(CASE-1)、 $z = 45 \sim 55$ cm に粘土層がある場合(CASE-2)、粘土層が存在しない場合(CASE-3)とした。

*佐賀大学農学部(Saga Univ.), JST

(水分移動、保水性、van Genuchten 式、水収支・水

**九州大学農学研究院(Kyushu Univ.), JST

循環、成層土)

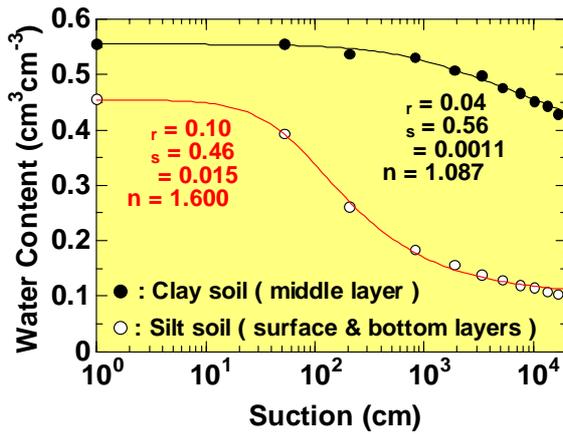


Fig.1 Water retention curves for two objective soils and fitting parameters with VG equation.

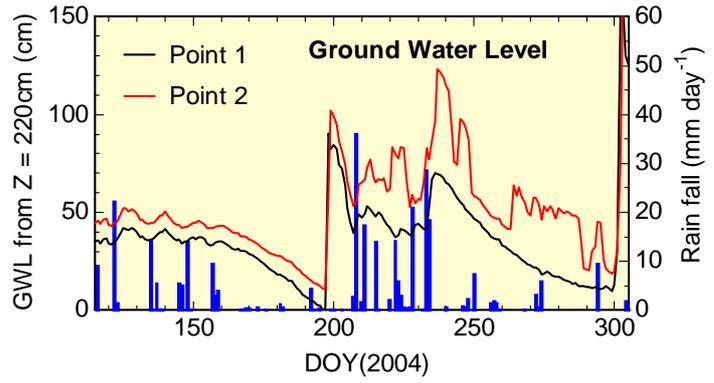


Fig. 2 Ground water level measured in the field using as a bottom boundary condition.

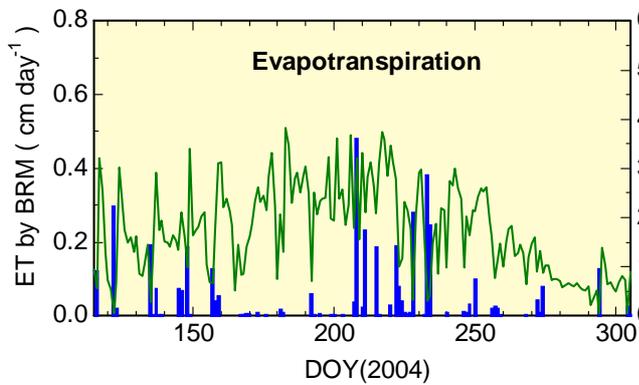


Fig. 3 Evapotranspiration values calculated by Bowen Ratio Method and used as a surface boundary condition.

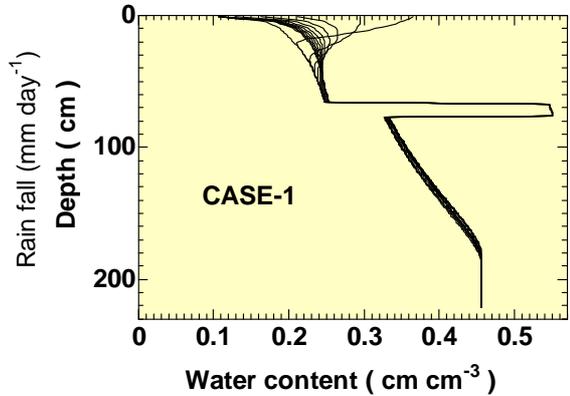


Fig. 4 Numerical calculation result described at an interval of one day.

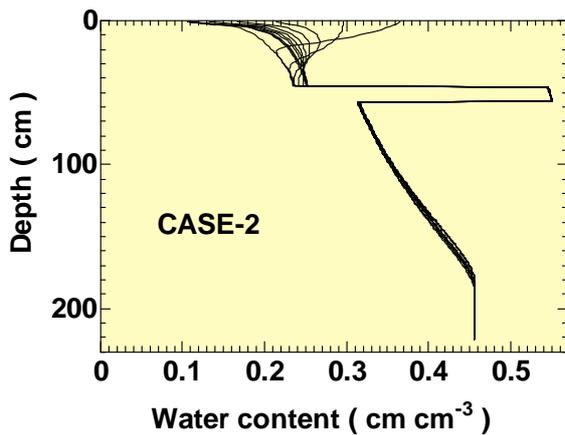


Fig. 5 Numerical calculation result in the CASE-2.

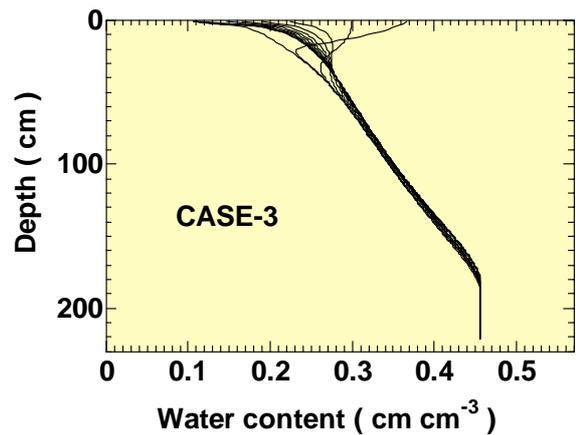


Fig. 6 Numerical calculation result in the CASE-3.

4 . 結果及び考察

Fig. 4~6 に計算結果の 1 例を 1 日間隔の実線で示す。これより，粘土層はほぼ不透水層として機能しており，地下水面上昇に伴う塩分の供給は遮断しているが，灌漑によるリーチング効果を妨げ，塩分の蓄積を助長し，長期的には塩分過剰になっていく構造を示していると思われる。

