

中国黄河流域の乾燥地域におけるトウモロコシ畑圃場に関する土壌水分移動解析 Soil-water Movement Analysis at a Maize Field in the Yellow River Basin in the Arid Region of China

○田川 堅太*・長 裕幸*・小林 哲夫**・森 牧人***・王 維真****

Kenta TAGAWA*, Hiroyuki CHO*, Tetsuo KOBAYASHI**, Makito MORI*** and Weitzen WANG****

1. はじめに

乾燥地域において、水田開発等による地下水位の上昇に伴う塩害の出現は、water logging 現象といわれ、排水制御により改善を試みる例が多い。地下水位を下げることもできても、土壌内に残留している高濃度の塩分を除去する必要があるため、回復させるまでに時間がかかる。このような水田から畑地に転換した塩類化農地の回復法を検討する目的で、中国黄河流域である甘肅省靖遠県平堡郷における実際の農地を実験圃場として選択し、2007年9月から自動モニタリング装置により土壌内および気象の各要素について観測を行ってきた。本研究では、現地での観測データを基に、数値シミュレーションソフト HYDRUS-1D を用いて、実験圃場における水分移動の再現を試みたのでその結果を紹介する。

2. 観測圃場及び観測項目

圃場は、面積約 670m²のトウモロコシ畑である。2007年は、近隣に水田が広がり、全体的に地下水位が高かった。しかし、2008年には近隣の水田が全てトウモロコシ畑に転換された。Table1 に観測装置および観測項目の一覧を示す。観測期間は2007年9月21日から現在までであるが今回の解析対象期間は播種から収穫までの160日間で、2008年4月～9月である。

3. 解析方法

解析は HYDRUS-1D を用い、一次元の土壌水分移動方程式に基づいて行った。解析対象となる土層は地表から深さ 2.0mまでを設定した。

水分特性曲線は、Table2 に示す値を用いた。圃場近隣での土層調査により、地表面に黄土シルト質土壌(以下土壌 2)、表土下 1.2mに砂質ローム土層(以下土壌 3)が存在することが明らかになった。そこで、土壌 2 は現地圃場でサンプリングした攪乱土壌について、自然乾燥密度に

詰めたものに対し、遠心法を用いて計測を行った(Fig.1)。土壌 3 に関しては、HYDRUS-1D の土壌により与えられるパラメータを参照した。また、表層から 0.15m の部分に実験で得られた結果

Table1 測定機器
Measurement Instruments

| Variable | Instrument |
|----------------------------|-----------------|
| Air temperature & humidity | VAISALA, HMP30 |
| Net radiation | CAMPBELL, Q*7 |
| Solar radiation | CAMPBELL, LE06X |
| Wind speed & direction | YOUNG, CYG5103 |
| Ground heat flux | REEB, HFT-3.1 |
| Precipitation | CAMPBELL, TES25 |
| Soil moisture & EC | CAMPBELL, CM610 |
| Soil temperature | 107 |
| Groundwater level | CAMPBELL, CS420 |

Table2 計算に用いた水分特性
Soil hydraulic parameter for calculation

| No. | Soil | θ_t (m ³ m ⁻³) | θ_s (m ³ m ⁻³) | α (-) | n (-) | K_s (cm day ⁻¹) | l (-) |
|-----|------------|---|---|-----------------|------------|----------------------------------|------------|
| 1 | Silt | 0.067 | 0.450 | 0.007 | 1.41 | 8.5 | 0.5 |
| 2 | Silt | 0.070 | 0.450 | 0.004 | 1.30 | 1.5 | 0.5 |
| 3 | Loamy Sand | 0.057 | 0.410 | 0.124 | 2.28 | 350.2 | 0.5 |

*佐賀大学農学部 Faculty of Agriculture, Saga Univ., **九州大学農学部 Faculty of Agriculture, Kyushu Univ., ***高知大学農学部 Faculty of Agriculture, Kochi Univ., ****Cold and Arid Regions Environment and Engineering Research Institute, China

キーワード：土壌水分移動, HYDRUS-1D, FAO Dual Crop Coefficient Method, トウモロコシ圃場

よりも透水性の高い土層(以下土層 1)を配し, Table2 のようなパラメータで与えた。

境界条件として与えた地下水位と降水量の測定結果をFig.2 に示す。ここで, 地下水位は地下 2.0mからの水位を示している。また, 本研究においては, 地表面の境界条件を与える地表面蒸発量と植物体による蒸散量を, FAO Penman-Monteith式による基準蒸発散量 ET_0 に関して, FAO Dual Crop Coefficient Method¹⁾(二元作物係数法)を用いて両者を分離して推定を行った。その結果をFig.3 に示す。

4. 解析結果および考察

今回の解析で得られた計算結果と実測値との比較を Fig.4 の(a), (b)に示す。(a)は土層 1 がない場合, (b)は土層 1 を設定している場合である。土層 1 を設定することで, 全体的に水分量の実測値とよく適合する結果を得られた。この表層土の意味としては, 耕耘に伴う乾燥密度の減少などが考えられるが, それに対する検証は行われていない。しかし, このように表層土の物理性は作物の生育や降水, 灌漑やその他の要因とともに栽培期間を通して変化し続けているのは確かであり, 今回の計算結果はそのような変化を再現する一つの手法としての可能性を示したのではないかと考える。

1)Food and Agriculture Organization of the United Nations(1990)

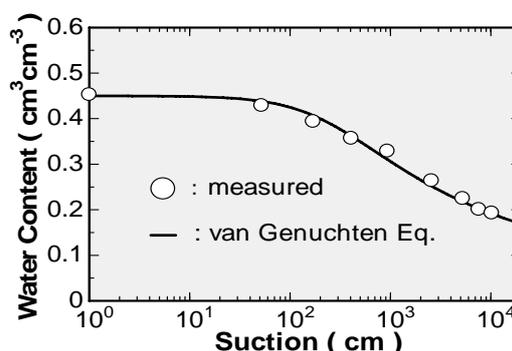


Fig.1 土層 2 の水分特性計測結果

Soil water retention curve of Soil No.2

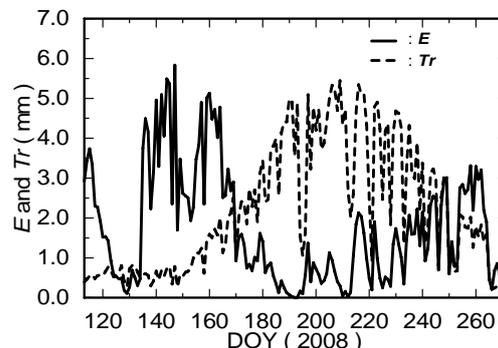


Fig.3 土層面蒸発量(E)と植物蒸散量(Tr)の計算結果
Calculated result of evaporation and transpiration

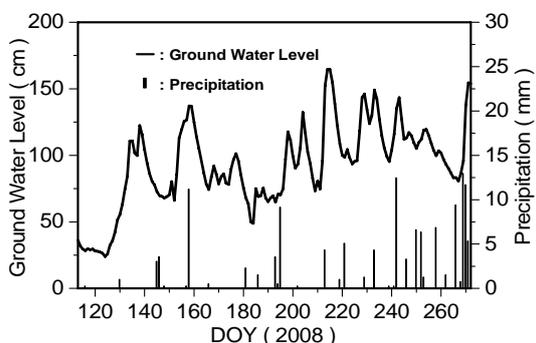
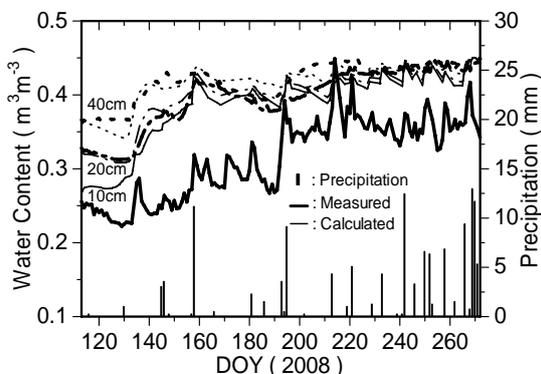
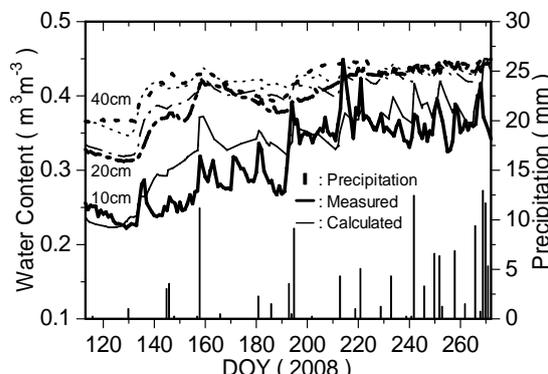


Fig.2 地下水位と降水量の観測値

Measured ground water level and precipitation



(a)土層 1 設定なし



(b)土層 1 設定

Fig.4 深さ 10cm, 20cm, 40cm における実測値と HYDRUS-1D による計算結果の比較。
Comparison between measured and calculated by HYDRUS-1D about water content

at the depth of 10, 20 and 40 cm.