

HYDRUS-1D を用いた灰色低地土壌転換畑の土中水分・温度予測 Soil moisture and temperature prediction at grey low land soil field by HYDRUS-1D

○林祐誠・加藤千尋・西村拓・井本博美・宮崎毅

HAYASHI Yusei, KATO Chihiro, NISHIMURA Taku, IMOTO Hiromi, MIYAZAKI Tsuyoshi

1. はじめに

土壌水分、地温、微生物活性等は相互に関連するため、土壌に関わる諸現象をシステムとして検討することが必要である。加藤(2011)は、関東地方の裸地条件のクロボク農地土壌において、HYDRUS-1D モデルを用いて気候変動下のベイドスゾーンの水・熱動態予測を行い、HYDRUS-1D モデルの有用性を確認した。しかし、灰色低地土壌における HYDRUS-1D モデルを用いたベイドスゾーンの水・熱動態予測の適用可能性は確認されていない。そこで本研究では、灰色低地土壌の転換畑において、HYDRUS-1D モデルを用いて気候変動がベイドスゾーンの水分・熱移動に及ぼす影響を予測するための、モデルの検討を行った。

2. 研究方法

本研究では、要素試験でパラメータを決定した上で HYDRUS-1D ver.4.14 を用い、2011 年 4 月 1 日から 180 日間、裸地条件及び植生条件の二つの条件で土壌中の水・熱移動シミュレーションを行った。

(1)フィールドモニタリング

本研究の対象地には、福井県福井市下中町の圃場を選定した。圃場では前年秋から 6 月までは大麦、6 月からは大豆が栽培されていた。土壌断面を確認したところ、地表から 20cm が作土層、20cm から 38cm が遷移層、38cm から下がグライ化が著しい下層であった。38cm から 72cm までは酸化して赤色化した根成孔隙が見られた。深さ 3,7,15,30,50cm の 5 点に ECH2O-5TE センサを設置し、体積含水率と温

度の観測を行った。

シミュレーションでは、地表から深さ 38cm までを上層、38cm から 100cm までを下層として二層に分け、深さ 100cm までの領域で計算を行った。シミュレーションに必要な気象データ(気温、湿度、日射量、風速、降水量)は、下中圃場に設置した気象観測装置と福井県春江町のアメダスデータとを結合して用いた。

(2) パラメータの決定

本研究で用いた HYDRUS-1D は、非等温条件下の不飽和土壌中の水分移動については、液状水と水蒸気フラックスを考慮したリチャーズ式、また、熱移動については、顕熱の伝導および液状水と水蒸気の顕熱、水蒸気の潜熱移動を考慮した熱輸送式を支配方程式とする。また、大気-地表面境界条件は、熱収支式に基づいて計算する(斉藤,2007)。上層及び下層の水分移動特性関数のパラメータは、蒸発法及びマルチステップ法から得たデータに、van Genuchten-Mualem モデル及び Durner-Mualem モデルを適用して逆解析を行い求めた。得られたパラメータを用いて描いた水分特性曲線を Fig.1 に示す。熱伝導率のパラメータは、熱伝導プローブ KD2(Decagon 社)を用いて土壌の水分量と熱伝導率を実測し、Chang and Horton のモデルを使用して決定した。体積熱容量は、試料の三相の割合と有機物含有量から決定した。

3. 結果と考察

(1)裸地条件でのモデルの検証(Fig.2)

各深さの土壌水分量の計算値は、無降雨時の乾

燥過程の体積含水率を過大に予測した。また各深さの地温の計算値は、地表付近では日変動の振幅を過大に予測した。

(2) 植生条件のモデルの検証(Fig.3, Fig.4)

根の吸水モデルとして Feddes モデルを使用して再度計算を行った。2011年4月1日から計算を開始し、80日目までは根の最大深さを20cm、深さ7cmで根密度を最大とし、7cm以浅及び以深は線形で補完した。80日目から180日目までは最大深さ60cm、深さ20cmで根密度最大とし、同様に線形で補完して計算を行った。裸地条件のシミュレーション結果と比較して、土壌水分量に関しては実測値をよく再現した。地温に関しては、季節変動はよく再現したが振幅は過小に予測した。

4. まとめ

裸地条件ではシミュレーション結果と実測値が大きく乖離したが、単純な根系を考慮した植生条件ではシミュレーション結果は実測値に近い値を示した。実際の圃場における植物体の高さや根の深さ、根密度等をできるだけ詳しくモデルに反映することが、HYDRUS-1D モデルを用いたペイドゾーン的水分・熱移動予測の精度向上に必要であることが確認できた。

謝辞: 本研究は文部科学省気候変動適応研究推進プログラム農林漁業研究領域(代表: 二宮正士)の補助で実施された。また、福井県農業試

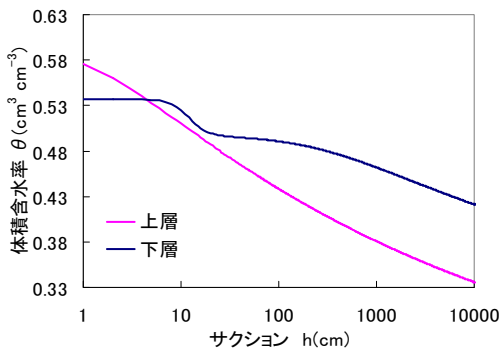


Fig.1 上層(深さ 0~38cm)及び下層(深さ 38cm~)の水分特性曲線

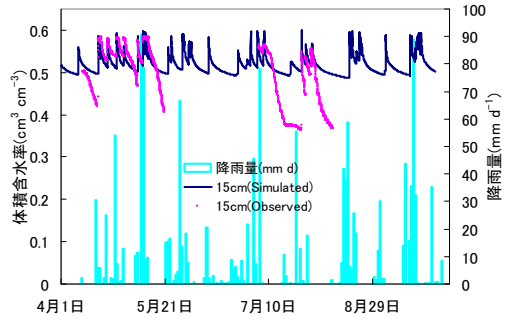


Fig.2 深さ 15cm における裸地条件での土壌水分シミュレーション値と実測値、及び降雨量

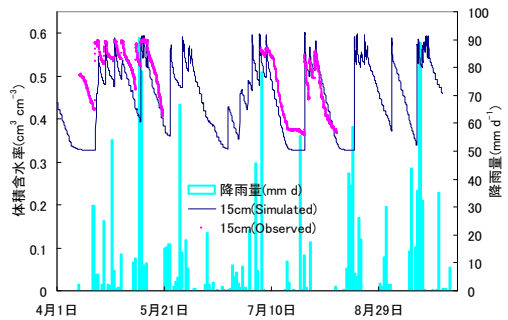


Fig.3 深さ 15cm における植生条件での土壌水分シミュレーション値と実測値、及び降雨量

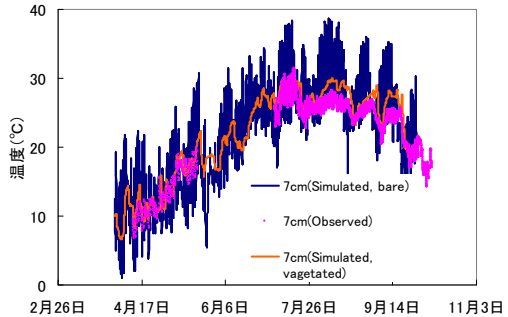


Fig.4 深さ 7cm における裸地条件及び植生条件での地温シミュレーション値と実測値

験場の方々には、モニタリング、調査に便宜を図っていただいた。ここに記して感謝する。

参考文献

- 加藤千尋(2011): Vadose Zone. 10 : 541~551
- 斉藤広隆(2007): 土壌の物理性 107 : 79~96