

水収支モデルを用いた土壌水分計算による秋季の圃場作業性と春季の乾燥可能性の評価
 Evaluation of workability in paddy field in autumn and feasibility of drying stress in spring
 by using a water-budget model

○山崎琢平* 濱本昌一郎** 西村拓*

Takuhei YAMASAKI, Shoichiro HAMAMOTO, Taku NISHIMURA

1. はじめに

水稻栽培の作業分散を目的として積雪前に播種を行い、積雪下で冬越しをさせる初冬播き乾田直播技術の開発が進んでいる⁽¹⁾。この技術における春の苗立ちの確保には、適切な播種時期の選択（発芽が誘導されない程度に地温が低い状況、かつ積雪前）や春先の土壌乾燥抑制が重要である。

実際に播種作業を行うにあたっては、種子の生理的特性だけでなく圃場の作業性等によっても実施日に制約がかかり、特に日本海側においては秋口の長雨によって地耐力が下がり作業日が限定されることが多い。また、春の補給灌漑においても乾燥リスクの大小によって事前に確保する用水量等に違いが生じる。このような制約はその地域の気象特性及び土壌によって決まるため、過去の長期データを用いて作業期間中の乾湿を事前に評価しておくことが、技術普及にとって重要といえる。

長期気象データを用いた計算を多地点で行うためには、簡易な土壌水分予測モデルの利用が有用である。本研究では土壌表層の水分変動を表現する水収支モデルを用いて、現地観測結果に基づいてパラメータを同定し、AMeDASの長期気象観測データを用いた秋・春の土壌乾湿の程度を評価した。

2. 方法

対象とする水田圃場は太平洋側の盛岡、及び日本海側の鶴岡とした。土壌水分モニタリングは Meter社製の土壌水分センサー5TEを深度5, 10 cmに2本ずつ、ポテンシャルセンサーTEROS21を深度5 cmに1本埋設し、30分毎に観測を行った。気象値はそれぞれの圃場から最も近いAMeDASを用い、降水量、最高最低気温、風速、湿度、日照時間の日データを用いた。

水収支モデルは、表層5 cmの土壌水分変動を日単位で計算する。秋の播種前、及び春の出芽前は植生が少ないため、地表は裸地として扱った。表層・下端を通過する水移動プロセスは①降雨、②地表面蒸発、③降雨時の下方浸透、④蒸発時の下層からの供給とした。降雨時の下方浸透は降雨量の一定割合が浸透し、また降雨当日のみ浸透が生じるとした。また、蒸発についても日蒸発量の一部割合が下層から供給されるとし、その割合は表層の土壌水分の関数とした。

$$\Delta S = R_{①} - ET_{②} - a \times R_{③} + Se^b \times ET_{④}$$

ここで、 ΔS は土壌の水分変化、 R は降雨、 ET は蒸発、 Se は表層土壌の飽和度、 a 、 b はパラメータである。日実蒸発量については、表層土壌の飽和度と地表面への供給量の関係から、土壌の乾燥によって地表への水の供給力が低下することをモデル化し、気象条件で決まる可能蒸発量と比較することで、値の小さい方を実蒸発量とした。

水収支モデルのパラメータの同定は2022年の観測値のうち融雪から湛水までの期間で行った。マトリックポテンシャル(pF)を推定するための水分特性曲線は同定したパラメータの一部を用いたHYDRUSの逆解析を行って求めた。その後、春・秋の乾湿評価として過去20年(2003-2022)分の日気象データを用いて水収支モデルを計算し、各年の水分変動について評価した。

*東京大学大学院農学生命科学研究科 Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo

**北海道大学大学院農学研究院 Graduate School of Agriculture, Hokkaido University

キーワード：土壌水分、水収支式、圃場の作業性

3. 結果

図1に例として盛岡の2022年実測値及びフィッティング後の計算結果を示す。フィッティング期間のNash-Sutcliffe係数は0.75で実測値に対して十分な適合性を示した。湛水期間中の水分変動自体は再現しなかったが、降雨によって湛水を表現することで中干しや落水後の水分変動を再現した。

図2に盛岡・鶴岡の秋季の飽和度変化を示す。盛岡は各年の変動が大きい、降雨後の乾燥が比較的速く、飽和度の平均値も11月末まで低かった。作業性の問題は生じにくいと考えられる。一方、鶴岡では11月の前半が平均値、各年変動共に比較的低位で、後半から徐々に飽和度が高くなった。山形県の担当者は11月後半から圃場がぬかるみ、作業性が悪くなりがちであることを懸念しており、現場の経験とも一致した結果が得られた。

図3に春季のpFの変化を示す。盛岡はpF3を超えることはなく、多くの年でまとまった雨が降ることによって土壌が湿潤になっていた。鶴岡は各年の水分変動は小さいが雨による土壌水分の上昇量も少なく、年によってはpF3を超えるため、補給灌漑の用意を行う必要性が盛岡よりも高いと考えられる。

謝辞 本発表は農研機構生物系特定産業技術研究支援センターのイノベーション創出強化推進事業の助成を頂きました。記して謝意を表します

参考文献 (1)鈴木ら. 2022. 日作紀 91(4); 291-302

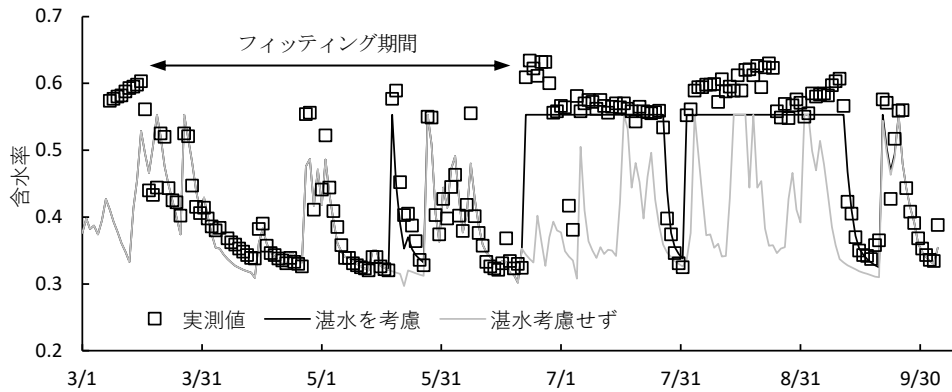


図1 Volumetric soil water content in Morioka site

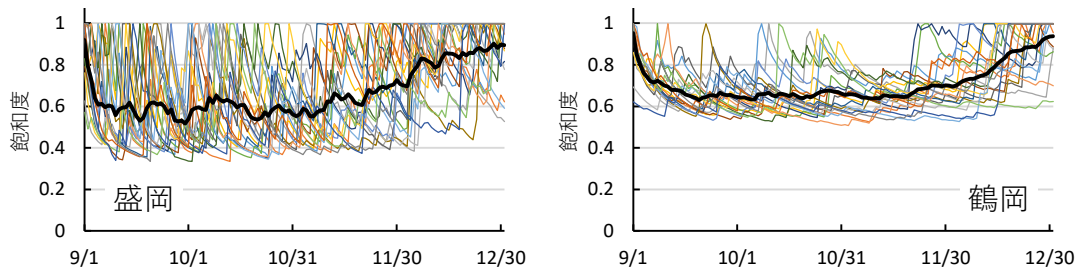


図2 Water saturation in autumn (20-year simulation)

Bold line shows 20-year average, and thin lines show simulated result of each single year

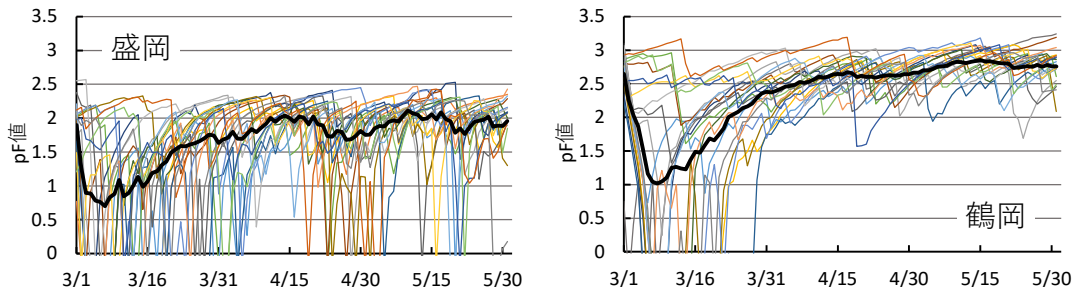


図3 pF value in spring (20-year simulation)

Bold line shows 20-year average, and thin lines show simulated result of each single year