

初冬播き乾田直播水稻栽培における耕起法が土壌水分・温度環境に及ぼす影響 Effects of tillage methods on soil moisture and temperature condition in autumn direct-seeding paddy field

⁰¹ 森田七海・² 藤谷稜太・² 加藤千尋・³ 木村利行・⁴ 西政佳・⁵ 西村拓・⁵ 濱本昌一郎・
⁶ 常田岳志・⁴ 下野裕之

N. Morita, R. Fujiya, C. Kato, T. Kimura, M. Nishi, T. Nishimura, S. Hamamoto, T. Tokida, H. Shimono

1. はじめに

水稻栽培において春季の代かき、移植の作業分散を目的とした初冬播き水稻乾田直播栽培(以下、初冬播き栽培)が試行されている(下野ら, 2012)。これは、特に積雪寒冷地において乾田に種籾を直播、越冬させる水稻の栽培法である。本研究では、初冬播き栽培において圃場の準備、すなわち耕起法が種子の周囲の土壌水分・地温条件に及ぼす影響および出芽率との関連を検討した。

2. 材料および方法

(1) **現場試験** 本研究では青森県黒石市の青森県産業技術センター農林総合研究所および岩手県滝沢市の岩手大学滝沢農場を対象地とした。日本土壌インベントリー(農研機構)によると、黒石は細粒グライ土、滝沢は表層腐植質黒ボク土が分布している。耕起後播種時の乾燥密度は黒石が 1.07 g cm^{-3} 、滝沢が 0.56 g cm^{-3} であった。これらの圃場において、異なる耕起法(耕起有無・深さ・回数、鎮圧有無)の試験区を設け初冬播き栽培試験を行った(表1)。

黒石、滝沢の各試験区において、それぞれ2018年11月28日、同年12月3日に、深さ5cm、10cmに土壌水分・温度・ECセンサ(5TE; METER社)を埋設し、30分ごとにデータを記録した。その後、土壌水分飽和度(%)及び6°Cを超えた地温を積算する積算地温(°C 30min)(西村ら, 2019)を計算した。また土壌センサ埋設時に現場の土壌を採取し、熱伝導率計TEMPOS(METER社)を用い実験室において土壌の熱伝導率を測定した。また、各試験区における5月時点の出芽率データを得た。

表1 耕起法試験の種類

(2) 数値計算

融雪後の土壌水分・温度環境を再現する数値計算を行った。モデルにはHYDRUS 1D ver. 4.16を用いた。ここでは、滝沢の鎮圧有無試験区の数値計算について示す。

計算領域を2層、鉛直35cmとし、滝沢農場の別圃場において実測した鎮圧前後の乾燥密度実測値に基づき、層ごとに異なる乾燥密度、間隙率を仮定した。鎮圧有りは上層12cm、鎮圧無しは上層15cm(=耕起深)とした。土壌の水分移動特性関数にvan Genuchten-Mualem式を仮定し、農研機構が公開しているデジタル土壌図および土壌物理性データベースを基に決定した(Kato and Nishimura, 2017)。熱伝導率は、実測した体積含水率 - 熱伝導率の関係にChung & Horton式を仮定しパラメータを決定した(Kato et al., 2011)。体積熱容量は三相分布に基づいて算出した。

	黒石	滝沢
浅耕1回・2回(耕起深8cm)	浅耕1回(耕起深5cm)	
深度・回数	深耕1回・2回(耕起深15cm)	深耕1回・2回(耕起深15cm)
	-----	不耕起
鎮圧の有無	-----	播種前後鎮圧有り・無し

3. 結果および考察

黒石の各試験区について、出芽率は浅耕(29%) > 深耕(20%)であった。図1に2019年5月31日までの深さ5cmにおける土壌水分飽和度を示す。浅耕1回区は該当するセンサの故障のため3

¹ 内外エンジニアリング株式会社 Naigai Engineering Co., Ltd ² 弘前大学農学生命学部 Faculty of Agriculture and Life Science, Hirosaki University ³ 青森県産業技術センター農林総合研究所 Aomori Industrial Technology Center ⁴ 岩手大学農学部 Faculty of Agriculture, Iwate University ⁵ 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 ⁶ 農研機構農業環境変動研究センター Institute for Agro-Environmental Science, NARO
キーワード: 初冬播き水稻栽培, 耕起法, 積雪寒冷地

月中旬～4月中旬に欠測が生じた。実験期間、黒石は3月12日に根雪が消失した後、4月4日まで断続的に積雪が生じた。積雪期間中はどの区も土壤水分飽和度は95%以上をほぼ保ち、消雪後は5月まで浅耕区の飽和度が深耕区と比較して高かった(図1)。深さ5cmの積算地温は深耕と浅耕による明確な差は確認されなかった(データ非掲載)。

滝沢において、出芽率は、耕起(25%)>不耕起(19%)、浅耕(27%)>深耕(22%)、鎮圧有り(18%)>鎮圧無し(8%)であった。滝沢の各試験区の深さ5cmにおける土壤水分飽和度および積算地温の推移をそれぞれ図2、図3に示す。滝沢は12月から翌年4月3日まで断続的に積雪が観測された。鎮圧有無の条件で比較すると、土壤水分飽和度は鎮圧有りの場合に鎮圧無しの場合と比較して高く保たれた。また積算地温は3月中旬に大小関係が逆転、すなわち冬季は鎮圧無し、消雪後は鎮圧有りの条件において積算地温が高かった。非積雪期である4月以降を対象にした数値計算においても、鎮圧有りは鎮圧無しの条件と比較して積算地温が高くなった(図4)。土壤の鎮圧による乾燥密度の増加、間隙率の減少によって、保水性(中野・深見, 2017)および温度伝導度が上昇したと考えられる。他方、耕起有無、耕起深度の条件で比較すると、それぞれ不耕起、浅耕の場合に土壤水分飽和度が高く保たれた。また積算地温は不耕起の条件において、他の条件と比較して冬季に低く、消雪後も最も低かった。ただし、不耕起の試験区において地表面に露出する種子が多く見られ、測定環境が必ずしも種子周囲の環境を代表していなかった可能性がある。

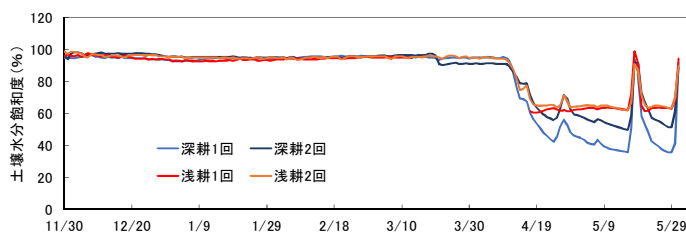


図1 黒石の各試験区における土壤水分飽和度の比較

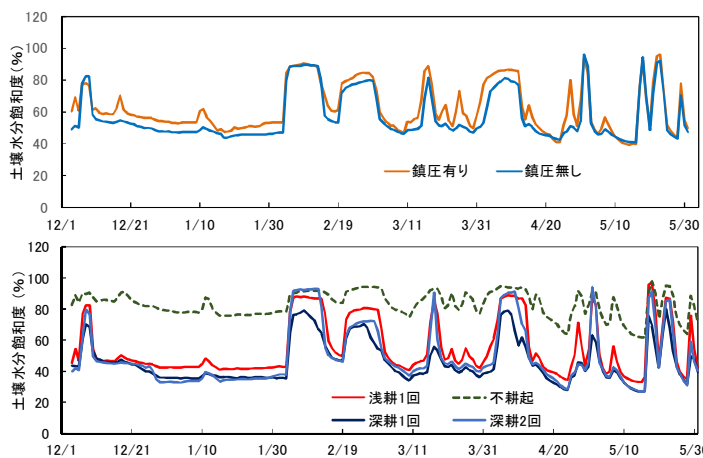


図2 滝沢の各試験区における土壤水分飽和度の比較

4. まとめ

本研究では初冬播き水稻栽培における耕起法が土壤水分、地温に及ぼす影響、出芽率の関連を検討した。播種前後に鎮圧を施した場合、深さ5cmにおいて、融雪後の積算地温の上昇が早く、また土壤水分が比較的高く保たれた。また、浅耕の条件においても、深耕と比較して土壤水分が高く維持された。出芽率は、鎮圧有り、浅耕の場合に高くなる傾向が確認された。

参考文献：下野ら,2012, 日作紀 81(1), 93-98; Kato & Nishimura, 2017, Paddy, Wat. Environ. 15(1), 159-169; Kato et al., 2011, Vadose Zone J., 10, 541-551; 中野・深見, 2017, 土壤の物理性, 136, 27-35; 西村ら, 2019, 2019年度土壤物理学会大会講演要旨集

謝辞：本研究は農研機構生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業（作業分散・規模拡大のための超省力初冬播き水稻栽培法の確立：代表下野裕之）」によって実施されました。

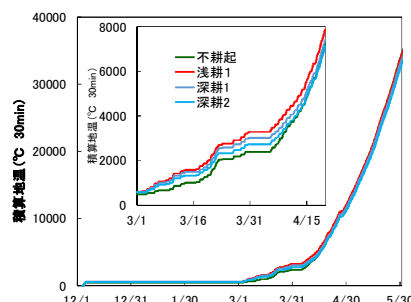
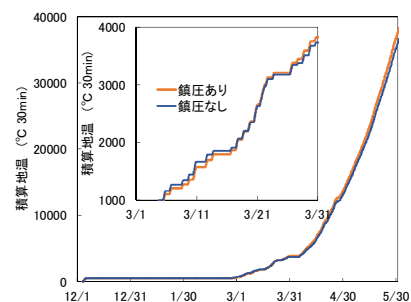


図3 滝沢の各試験区における積算地温(>6°C)の比較

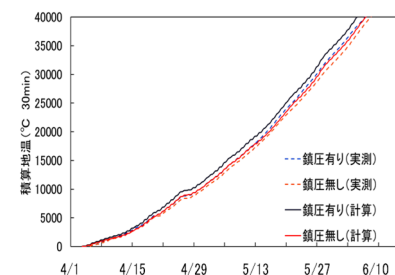


図4 滝沢の鎮圧有無試験区における積算地温実測値と計算値の比較