令和２年度　成績概要書

１．研究課題名と成果の要点

１）研究成果名：乾田直播水稲の雑草防除時期判断支援を目的とした水稲出芽予測法
（研究課題名：寒地大規模高性能水田営農システムの実現に向けた技術体型の確立）

２）キーワード：乾田直播水稲、雑草防除、出芽始予測、地温

３）成果の要約：北海道の乾田直播水稲（乾もみ播種）の出芽始を、日平均気温から推定した日平均地温を用い、有効積算地温から予測する手法を構築した。出芽始実測日より遅い側への誤差は約１日であり、雑草の初期防除としての非選択性除草剤散布日程の検討に有効活用できる。

２．研究機関名

１）担当機関・部・グループ・担当者名：北農研センター・生産環境研究領域・寒地気候変動Ｇ
・主任研究員　根本学

２）共同研究機関（協力機関）：

３．研究期間：平成 28 年度～令和２年度　（2017～2020 年度）

４．研究概要

１）研究の背景

経営規模の拡大に伴い北海道で導入が進む乾田直播では、雑草の初期防除としてイネの出芽前に非選択性除草剤を散布するが、播種後の気温経過により出芽始は年次変動が大きいため、除草剤散布日程の検討に必要な出芽始の予測手法の開発が求められている。

２）研究の目的

本研究では乾田直播水稲の出芽始を、農研機構メッシュ農業気象データ等により入手した気温データから予測する方法を開発する。

５．研究内容

１）出芽始予測モデルの構築と検証

・ねらい：　乾田直播水稲における雑草の初期防除のタイミングを図るための出芽始予測モデルを構築する。

・試験項目等：試験場内の 1/10000a ポットを使用した栽培試験（「大地の星」と「ほしまる」を使用）により、出芽始予測モデルを構築した。構築した予測モデルを、現地乾田直播圃場(栗山町、岩見沢市、札幌市の 13 筆：播種後に土壌が湿るように入水管理)での「大地の星」の出芽始データを用いて検証した。（場内、現地とも乾もみを播種。）

２）多品種への適用性の検討

・ねらい：　「大地の星」と「ほしまる」のデータで構築された出芽始予測モデルの適応範囲を検討する。

・試験項目等：試験場内の 1/10000a ポットを使用した栽培試験により、１）と異なる気温条件における７品種（「大地の星」「ほしまる」「ななつぼし」「さんさんまる」「そらゆたか」「えみまる」「おぼろづき」）に対するモデルの適用性を検討した。

３）予報誤差を踏まえた予測情報利用の検討

・ねらい：　気温の予報値を用いた場合の予測精度を明らかにし、予測情報の利用方法を検討する

・試験項目等：乾田直播圃場(栗山町、岩見沢市、札幌市の 13 筆：１)と同じ地点)での出芽始データに対して、メッシュ農業気象データを用いて実際に生じうる予報誤差を定量化し、予測情報の利用方法ついて検討した。

６．成果概要

１）乾田直播水稲の出芽始は基準温度が途中で切り替わる有効積算地温モデルが適合し、出芽始の推定日が実測日より遅いデータについて誤差の重みを変えてパラメータ調整することにより、推定日が実測日よりほとんど遅くならないモデルを構築した（図１）。

Tac_n（有効積算地温）＝ ΣT_{en}：（Tac_nが 75.96 を超える初日が出芽始）

T_{en}（有効地温）＝ $Max(0,\ T_n$（地温）$-\ T_{th})$　※ $T_{th} = 11.81$　（Tac_n>36.46 の場合は $T_{th} = 4.06$）

２）気温から出芽始を予測する地温推定式を構築した。

T_n(地温)　＝ $0.27 \times T_{n-1}$（1 日前の地温）＋ $(1-0.27) \times T$（日平均気温）＋ 1.10

10 日前から計算することで初期値（計算開始日は、1 日前の地温として日平均気温を与える）の影響がなくなり、日平均気温から地温を推定することができた。

３）有効積算地温モデルと地温推定式を組み合わせた出芽始の推定精度を、現地乾田直播圃場 13 筆のデータで検証したところ、推定誤差（RMSE）は 2.00 日で、予測の遅れは１例のみであった（図 2）。

４）7 品種の出芽始は「おぼろづき」がやや遅く、「えみまる」「そらゆたか」がやや早い傾向であったが、±1 日程度の差異であり、構築した出芽始予測モデルは「ほしまる」と「大地の星」以外の品種にも適用可能と判断した（表１）。

５）予測を行う日の前日までの実況値と当日からの予報値に基づくメッシュデータを用い、実際の出芽日から遡って出芽始推定の精度を検討した結果、出芽始 10 日以前では実際より 2 日以上遅く推定する可能性があるが、出芽予測日の１週間前からはその誤差は約１日となり、予報値を用いた推定が適用できる（図 3）。

＜具体的データ＞

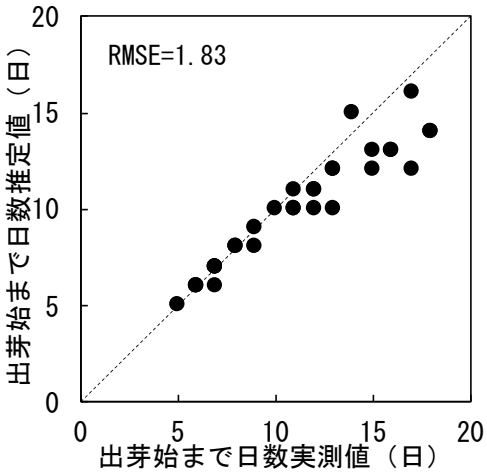

図１ 構築した予測モデルの推定精度
ポット試験データ、実測地温使用

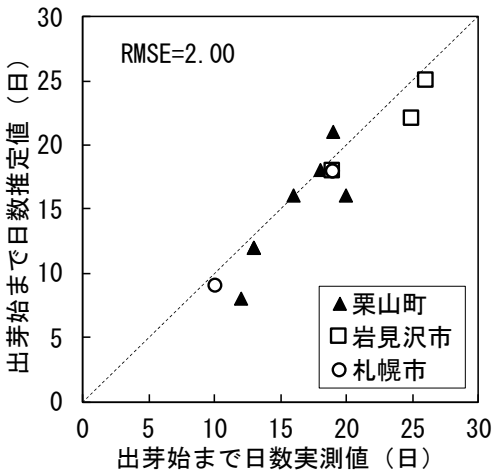

図２ 現地データによる予測モデルの推定精度
2017～2019 年の圃場データ、推定地温使用

表１ 「大地の星」との出芽始の差（n=6）

	平均[日]	標準偏差[日]
えみまる	-1.2	0.98
そらゆたか	-1.2	0.98
ほしまる	-1.0	1.26
大地の星	—	—
ななつぼし	0.0	0.00
さんさんまる	+0.6	0.52
おぼろづき	+0.8	1.17

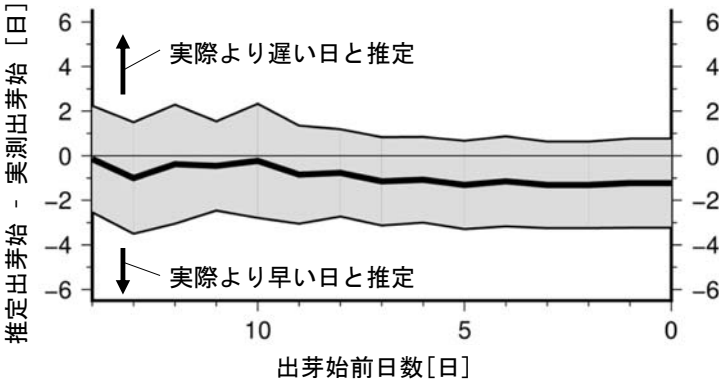

図３ 気象予報データを使用した場合の出芽始の予測精度
太実線は平均値、灰色は RMSE の範囲（n=13, 2017～2019 年）
(出芽始に遡った各日における､前日までの実況値と当日からの予報値に基づくメッシュデータを用いた解析結果)

７．成果の活用策

１）成果の活用面と留意点

１．乾田直播圃場における、非選択性除草剤散布スケジュールの検討に活用できる。
２．出芽始予測モデルのパラメータは、品種「ほしまる」「大地の星」「ななつぼし」「おぼろづき」「さんさんまる」「そらゆたか」「えみまる」の乾もみ播種を対象とする。
３．出芽始の推定は播種後、速やかに土壌を湿らす入水管理を想定している。
４．試験を実施した水田の土壌は、黒ボク土、灰色低地土、泥炭土、グライ低地土である。

２）残された問題とその対応

なし

８．研究成果の発表等

濱嵜孝弘・根本 学（2020）北海道の乾田直播水稲の雑草防除時期判断支援を目的とした水稲出芽始予測法. 生物と気象, 2020, 20, p49-54