

試験研究成果普及情報

部門	稲	対象	普及
課題名：スマートフォン等から使える水稲生育予測システム「でるた TM 」の開発			
<p>[要約] 当年の気象データを基に生育後半の管理適期の目安を提示する水稲生育予測システム「でるたTM」を開発した。本システムでは、生産者圃場の気温に近いアメダス観測所、品種と移植日を選択すると出穂期を予測し、管理適期等の目安を参照することができる。本システムは登録手続きなしでスマートフォン等から利用できる。</p>			
キーワード 生育予測、予測モデル、クラウドシステム、スマート農業			
実施機関名	主 査	農林総合研究センター 水稲・畑地園芸研究所 水稲温暖化対策研究室	
	協力機関	農林総合研究センター 最重点プロジェクト研究室、水稲・畑地園芸研究所 成東育成地、千葉県農業者総合支援センター、生産振興課、担い手支援課、各農業事務所	
実施期間	2021年度～2022年度		

[目的及び背景]

近年は温暖化により水稲生育期間を通して気温が上昇しており、生育ステージや生育量の変化、玄米外観品質低下のリスクの増大といった問題が生じている。

農林総合研究センターでは、これまでに生育ステージを精度高く予測できる技術を確立している。そこで、これをクラウドシステム化することで、栽培期間中の気象データをリアルタイムで反映し、予測された出穂期から推奨される水稲の作業適期をスマートフォンで閲覧可能な Web アプリケーションを開発する。

[成果内容]

- 1 Google スプレッドシート上に出穂期予測モデル(式1、表1)を搭載し、Google Apps Script を活用して、毎日の日平均気温を自動取得できるようにプログラムした気象庁のデータを組み合わせることで、前日までの当年の気象データを考慮して出穂期を予測することが可能な水稲生育予測システム「でるたTM」(以下、「でるた」)を開発した(図1)。本システムでは、予測された出穂期に加え、出穂期から推定可能な幼穂形成期と追肥、斑点米カメムシ類の防除及び収穫の各適期も併せて表示される(図2)。
- 2 「でるた」にはプルダウン形式で情報表示を選択できる「アプリ」と6品種(「ふさおとめ」、「ふさこがね」、「コシヒカリ」、「粒すけ」、「アキヒカリ」、「夢あおば」)の各予測日を一覧表で閲覧可能な「一覧表」の2種類がある(図3、図4)。
- 3 「でるた」の出穂期予測精度は2乗平均平方根誤差(以下、RMSE)で1.97～3.81日であり、出穂期予測モデルの誤差範囲の目標値である誤差3日以内となった調査圃場は全体の67～93%であった(表2)。

- 4 アンケート調査を実施した結果、「でるた」の使いやすさについて、「使いやすかった」もしくは「どちらかというとなりやすかった」と回答した割合は 86～100%であり、利用者にとって使いやすいシステムである（表 3）。
- 5 アンケート調査の結果、「でるた」の出穂期の予測精度は「概ね正しかった（±3日）」もしくは「正しかった（±1日）」と回答した割合は 87～95%であった（表 4）。利用者が許容できる誤差は 93%で「±3日以内」と回答したことから、「でるた」の出穂期の予測精度は実用上許容される精度であると考えられる（表 5）。
- 6 アンケート調査の結果、「でるた」が栽培管理計画や実施をする上で「参考になった」もしくは「やや参考になった」と回答した割合は 93～98%であり（表 6）、「でるた」を利用することにより、栽培管理作業の計画作成や作業適期の判断等の栽培管理の効率化につながることを期待される。

[留意事項]

- 1 出穂期は日長と気温以外の環境的な要因（移植直後の障害、水ストレス、強風等）にも影響を受けることから出穂期の予測が7日以上外れることもある。このため、「でるた」で予測する出穂期及び作業適期はあくまでも目安として利用し、最終的な作業日の判断は、圃場の稲を観察して行う必要がある。
- 2 毎日、前日の気温データを更新しているため、利用する日によって予測結果が異なる。また、出穂期から各作業適期の予測日は定数を加減することで決定するため、気温によっては作業適期が大きく異なる場合がある（例：出穂期以降が高温に推移した場合、成熟期が「でるた」の予測日より早まる）。

[普及対象地域]

県内の水稲生産者

[行政上の措置]

水稲生育予測システム「でるたTM」は下記 URL から利用できる。

<https://www.pref.chiba.lg.jp/ninaite/system/delta.html>

[普及状況]

県農林水産部が発信する水稲の生育情報の作成時に行っている出穂期予測において、本技術による出穂期予測モデルを活用している。

[成果の概要]

式1 出穂期予測モデル式

$$DVI(n) = \sum_{i=0}^n DVRi, \quad (L < Lc \text{ の場合}) \quad DVRi = \frac{1}{G} \cdot \frac{1 - \exp\{B(L - Lc)\}}{1 + \exp\{-A(T - Th)\}}$$

($L \geq Lc$ の場合) $DVRi = 0, DVI(0) = 0.2$

(移植後h日で出穂期) $DVI(h) > 1 > DVI(h-1)$

n: 移植後日数, DVI: 発育指数, DVR(n): 移植後n日目の発育速度, L: 日長時間(時間), T: 日平均気温(°C), G: 播種~出穂期までの最小日数, Lc: 限界日長, Th: DVRが最大値の半分になる気温

表1 出穂期予測モデルにおける各品種のパラメータ

品種	パラメータ				
	G	A	Th	B	Lc
ふさおとめ	59.6	0.30	17.5	0.59	18.2
ふさこがね	55.5	0.25	17.8	0.51	18.1
コシヒカリ	47.8	0.28	17.7	0.28	17.8
粒すけ	49.1	0.20	18.0	1.30	15.3
アキヒカリ	59.6	0.30	17.5	0.59	18.2
夢あおば	36.0	0.21	17.0	0.28	16.8

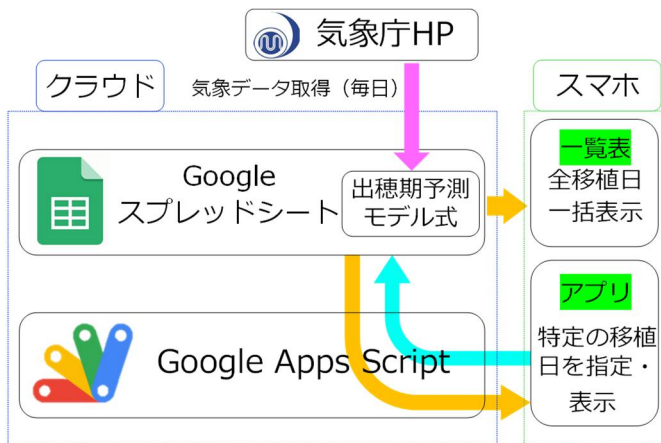


図1 「でるた™」の構成



図2 各作業適期の算出方法

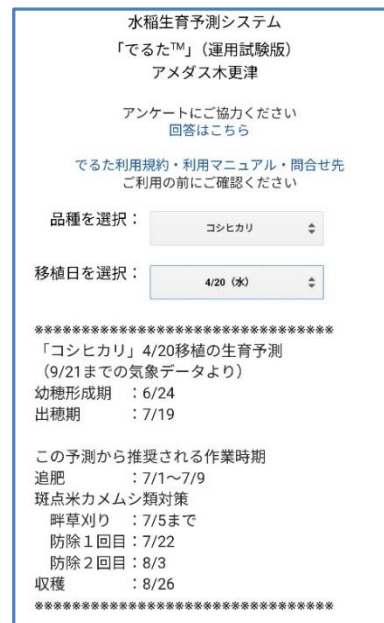


図3 「アプリ」の表示画面

水稲生育予測システム「でるた™」（運用試験版）・アメダス横芝光

10/3 までの気象データを基にした予測です。

試用後、[こちら](#) からアンケートの回答に

「でるた」（試験版）ご利用の前に利用規約と利用マニュアルをご確認ください→千葉県HP（問合せ先もこちら）

生育情報等の参考情報は[こちらから](#)

ふさおとめ								ふさこがね								生育		
移植日	生育予測		推奨される作業時期					収穫	移植日	生育予測		推奨される作業時期					移植日	生育
	幼穂形成期	出穂期	追肥	斑点米カメムシ類対策			出穂期			幼穂形成期	出穂期	追肥	斑点米カメムシ類対策			出穂期		
				除草刈り 期限	防除 1回目	防除 2回目							除草刈り 期限	防除 1回目	防除 2回目			
4/1	6/5	6/30	6/5 ~ 6/12	6/16	7/3	7/15	8/2	4/1	6/5	6/30	6/12	6/16	7/3	7/15	8/6	4/1	6/13	
4/2	6/5	6/30	6/5 ~ 6/12	6/16	7/3	7/15	8/2	4/2	6/5	6/30	6/12	6/16	7/3	7/15	8/6	4/2	6/13	
4/3	6/5	6/30	6/5 ~ 6/12	6/16	7/3	7/15	8/2	4/3	6/5	6/30	6/12	6/16	7/3	7/15	8/6	4/3	6/13	
4/4	6/5	6/30	6/5 ~ 6/12	6/16	7/3	7/15	8/2	4/4	6/6	7/1	6/13	6/17	7/4	7/16	8/7	4/4	6/13	
4/5	6/5	6/30	6/5 ~ 6/12	6/16	7/3	7/15	8/2	4/5	6/6	7/1	6/13	6/17	7/4	7/16	8/7	4/5	6/13	
4/6	6/6	7/1	6/6 ~ 6/13	6/17	7/4	7/16	8/3	4/6	6/6	7/1	6/13	6/17	7/4	7/16	8/7	4/6	6/14	
4/7	6/6	7/1	6/6 ~ 6/13	6/17	7/4	7/16	8/3	4/7	6/7	7/2	6/14	6/18	7/5	7/17	8/8	4/7	6/14	
4/8	6/6	7/1	6/6 ~ 6/13	6/17	7/4	7/16	8/3	4/8	6/7	7/2	6/14	6/18	7/5	7/17	8/8	4/8	6/14	
4/9	6/7	7/2	6/7 ~ 6/14	6/18	7/5	7/17	8/4	4/9	6/7	7/2	6/14	6/18	7/5	7/17	8/8	4/9	6/15	
4/10	6/7	7/2	6/7 ~ 6/14	6/18	7/5	7/17	8/4	4/10	6/8	7/3	6/15	6/19	7/6	7/18	8/9	4/10	6/16	
4/11	6/8	7/3	6/8 ~ 6/15	6/19	7/6	7/18	8/5	4/11	6/9	7/4	6/16	6/20	7/7	7/19	8/10	4/11	6/16	
4/12	6/8	7/4	6/8 ~ 6/16	6/20	7/7	7/19	8/6	4/12	6/9	7/4	6/16	6/20	7/7	7/19	8/10	4/12	6/17	

図4 「一覧表」の表示画面

表2 各品種における出穂期予測モデルの推定精度

品種	n	RMSE (日)	誤差3日以内
ふさおとめ	10	2.57	80%
ふさこがね	10	2.07	90%
コシヒカリ	15	1.97	93%
粒すけ	8	2.42	75%
アキヒカリ	12	3.81	67%
夢あおぼ	5	2.61	80%

注1) 令和3年の結果
 2) RMSE: 二乗平均平方根誤差、値が小さいほど予測精度が高いことを示す

表3 「でるた™」の使いやすさ

使いやすさの程度	回答割合(%)	
	令和3年度	令和4年度
使いやすかった	53	65
どちらかという使いやすかった	33	35
どちらかという使いにくかった	13	0
使いにくかった	0	0

注1) 令和3年度は対面による聞き取り調査、令和4年度はWebアンケート調査
 2) 回答総数は令和3年度15戸、令和4年度55戸

表4 出穂期予測の精度

出穂期予測の精度	回答割合(%)	
	令和3年度	令和4年度
正しかった(±1日以内)	27	41
概ね正しかった(±3日以内)	60	54
あまり正しくなかった(±5日以内)	7	3
正しくなかった(±7日以上)	7	3

注1) 令和3年度は対面による聞き取り調査、令和4年度はWebアンケート調査
 2) 回答総数は令和3年度15戸、令和4年度55戸

表5 出穂期予測の許容できる誤差

許容できる誤差	回答割合 (%)
±1日以内	3
±3日以内	93
±5日以内	3
±7日以内	0

注) 令和3年度試験、対面による聞き取り調査 (対象水稻生産者15戸)

表6 栽培管理作業の計画や実施をする上で参考となったか

参考の程度	回答割合 (%)	
	令和3年度	令和4年度
参考になった	73	84
やや参考になった	20	14
あまり参考にならなかった	7	2
参考にならなかった	0	0

注1) 令和3年度は対面による聞き取り調査、令和4年度はWebアンケート調査

2) 回答総数は令和3年度15戸、令和4年度55戸

[発表及び関連文献]

- 1 望月篤ら、千葉県における「メッシュ農業気象データ」を利用した水稻の発育予測第2報 日長を考慮した出穂期予測モデルの開発、日本作物学会関東支部会報第32号：26-27、2017年
- 2 青木優作ら、千葉県的水稻種子生産における出穂期予測R1モデルの検証及び他品種への応用可能性の検討、日本作物学会関東支部会報第35号：14-15、2021年
- 3 令和4年度試験研究成果発表会 (作物Ⅱ)

[その他]

令和3年度試験研究要望課題 (提起機関：千葉県農業者総合支援センター)