

## 平成30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**：メッシュ農業気象データを用いた水稲冷害対策判断支援システム  
(**研究課題名**：情報・通信・制御の連携機能を活用した農作業システムの自動化・知能化による省力・高品質生産技術の開発 C2. 情報・通信・制御の連携機能(気象情報) 4. 作物生育・病害虫モデルを活用した気象対応型栽培技術の開発 (3) 生育予測モデルを活用した寒冷地水稲の気象対応型栽培技術の開発、北海道の水稲生産における温暖化に伴う農業気候ポテンシャルの時空間的定量化)
- 2) **キーワード**：水稲、発育予測モデル、不稔歩合予測モデル、メッシュ農業気象
- 3) **成果の要約**：道内主要品種の早晚性を反映する発育予測モデルと不稔歩合予測モデルを作成し、両モデルとメッシュ気象データを用いた水稲冷害対策判断支援システムを開発した。同システムは、冷害対策として深水管理開始時期と目標水深および不稔歩合予測情報が表示され、Web 上の栽培管理支援システムから利用できる。

### 2. 研究機関名

- 1) **担当機関・部・グループ・担当者名**：北農研・生産環境研究領域・寒地気候変動G 上級研究員 濱寄孝弘、上川農試・研究部・生産環境G
- 2) **共同研究機関(協力機関)**：農研機構・農業環境変動研究センター、株式会社ビジョンテック、(上川農業改良普及センター)

### 3. 研究期間：平成26～30年度 (2014～2018年度)

### 4. 研究概要

#### 1) 研究の背景

近年、経営規模の拡大に伴い効率的で省力的な圃場管理が求められ、水稲の水管理の自動化が進んでいる。特に、北海道において水管理は初期生育や低温不稔など収量を左右するため重要である。そこで、予報値を含む気象データに基づく、生育期節の予測と冷害危険早期警戒情報に基づく水管理の目安の提供が求められている。

#### 2) 研究の目的

現行品種に対応した発育予測モデル・不稔歩合予測モデルを開発するとともに、予報値を含むメッシュ農業気象データを活用した冷害対策判断支援情報を提供するシステムを開発する。

### 5. 研究内容

#### 1) 発育予測モデルの開発

- ・**ねらい**：早晚性を反映する発育予測モデルパラメータを整備し、主要品種の発育予測モデルを開発する。
- ・**試験項目等**：早晚性「早」～「かなり晩」までの9品種のDVI(発育指数)発育予測モデルのパラメータを作成した。作成には主に定期作況データを用い、Simplex法による最小二乗法にてパラメータを決定、奨励基本データで精度を検証した。

#### 2) 不稔歩合予測モデルの開発

- ・**ねらい**：主要な品種のパラメータの整備を行い、精度の高い水稲の不稔歩合予測モデルを開発する。
- ・**試験項目等**：冷害危険期の耐冷性が、前歴期間の温度に影響を受ける現象を再現するモデルを作成、かつ「見逃し」を抑制するパラメータ調整を行なった。定期作況と奨励基本データを使用し、パラメータの決定(Simplex法による最小二乗法)および不稔歩合推定精度の検証をおこなった。

#### 3) 水稲冷害対策判断支援システムの開発

- ・**ねらい**：メッシュ農業気象データを用いた水稲冷害対策判断支援システムを開発する。
- ・**試験項目等**：上記発育予測モデルと不稔歩合予測モデルを組み込んだ冷害対策判断支援システムを作成した。同システムによる予測結果を、2017年と2018年に上川管内3、空知管内1圃場および上川農試場内において検証した。

### 6. 成果概要

- 1) 発育予測モデルによる各品種の幼穂形成期の推定誤差(RMSE)は、2.9～3.1日で、9品種平均3.0日だった(データ省略)。出穂期の推定誤差(RMSE)は2.2～3.3日、9品種平均で2.8日であり(表1)、かつ「きらら397」のデータを用いて他品種のパラメータ作成用データを補完してパラメータを作成することにより、品種の早晚の順位を実測通りに再現できた(表1)。
- 2) 不稔歩合予測モデルは、危険期の耐冷性への前歴期の温度影響を反映することで、不稔歩合0～20%での推定精度が向上した。また、10%以上の不稔発生の見逃し率は、「きらら397」では従来方式40.8%に対して15.8%まで低下し、主要7品種込みで16～35%であった(表2)。
- 3) 任意の地点について品種・移植日・苗葉令(苗種類、葉令は不完全葉を含む)等、耕種概要の入力値に対応した発育予測、冷害警戒情報や深水管理の目安などの冷害対策判断支援情報をWeb上で表示するシステムを作成し、栽培管理支援システムに搭載した。なお、耕種概要を任意に入力し作付け計画にも利用できる。
- 4) 栽培管理支援システムでは、登録した地点の各作付けについて、日々自動更新される日平均気温の経過と予報値、予測される生育期節およびそれに基づく深水管理の目安をグラフで表示する。「警戒情報」は発育状況と深水管理の目安についてのコメントを提示し、また、不稔歩合推定値に基づく「予想される低温不稔の程度」を表示する(図1)。
- 5) 2017～2018年の検証における幼穂形成期および出穂期の推定誤差は概ね想定(約3日)の範囲内であった。「予想される低温不稔の程度」は、いずれも「平年並み」(10%未満)と推定され、不稔歩合の実測値は概ね10%以下であった(表3)。

<具体的データ>

表1 各品種の発育予測モデルによる出穂期推定精度

品種	早晩性	出穂期		きらら397との	
		推定誤差* RMSE(日)	実測値	出穂期の差(日)**	推定値
大地の星	早	3.3	-5.3	-6.1	
ゆめぴりか	やや早	2.8	-1.7	-2.0	
ほしのゆめ	"	3.0	-1.0	-1.9	
おぼろづき	"	2.4	-0.9	-1.6	
ななつぼし	"	2.6	-0.5	-1.0	
きらら397	"	3.2	0	0	
きたあおば	"	2.9	0.4	0.2	
ふっくりんこ	やや晩	2.8	2.6	1.9	
たちじょうぶ	かなり晩	2.2	6.1	5.6	
推定誤差平均値		2.8			

\*1989年～2015年の上川農試、中央農試、道南農試定期作況データおよび2012年～2015年の北農研独自調査データにてパラメータを求めた発育予測モデルを、1985年～2015年の上川農試、中央農試(岩見沢市と滝川市)、道南農試、北見農試、北農研の奨決基本データで検証した。

\*\*上記の定期作況データと奨決基本データを合わせた値

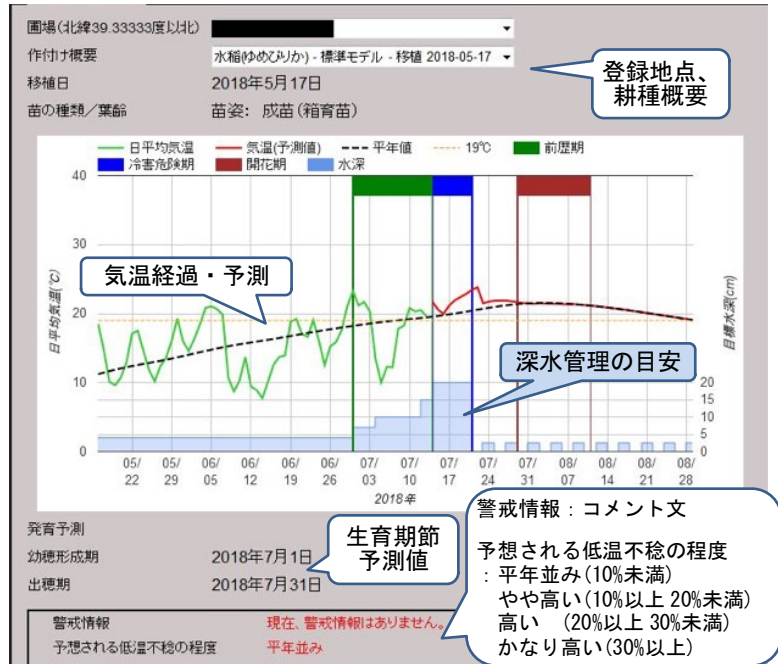


図1 冷害対策判断支援システムにおける情報提供画面の例

表2 不稔歩合予測モデルの推定精度および見逃し率

品種	耐冷性		不稔歩合推定精度		
	冷害危険期	開花期	実測値との相関係数*	推定誤差** RMSE (%)	10%以上の不稔発生の見逃し率(%)
大地の星	強	強	0.79	4.9 (113)	34.8
ゆめぴりか	中～やや強	やや強	0.59	7.3 (88)	33.3
ほしのゆめ	やや強	強	0.72	8.2 (231)	24.7
おぼろづき	やや強	強	0.63	9.3 (102)	27.0
ななつぼし	やや強	強	0.68	8.5 (171)	32.1
きらら397	中	やや強	0.75	10.2 (270)	15.8
ふっくりんこ	やや強	極強	0.79	4.2 (89)	31.6
きらら397 (従来方式***)			0.64	15.5 (270)	40.8

不稔歩合予測モデルの作成には表1と同じ定期作況データを用い、検証には表1と同じ奨決基本調査データを用いた。「きたあおば」「たちじょうぶ」の不稔歩合予測モデルは「きらら397」のパラメータを使用し、不稔歩合データが少ないためここでは表記していない。\*ピアソンの積率相関係数R。\*\*実測の不稔歩合0～20%における推定誤差、括弧内の数値はデータ数n。\*\*\*平成9年度指導参考事項「水稻の発育ステージおよび不稔歩合の推定法」より。

表3 システムの検証結果

年次	園場名	品種名	出穂期予測	出穂期実測	差	予想される低温不稔の程度	不稔歩合(%)実測
2017	上川 A市		7/18	7/19	-1	平年並み	4.7
	上川 B町	ゆめぴりか	7/19	7/22	-3	平年並み	6.6
	上川 C市		7/26	8/2	-7	平年並み	10.4
	上川農試		7/22	7/23	-1	平年並み	4.1
		きらら397	7/29	7/28	1	平年並み	6.6
2018	空知 D市	ななつぼし	7/24	7/28	-4	平年並み	3.7
		ゆめぴりか	7/24	7/25	-1	平年並み	4.4
	上川 A市		7/24	7/23	1	平年並み	8.6
	上川 B町	ゆめぴりか	7/27	7/27	0	平年並み	11.9
	上川 C市		7/31	7/31	0	平年並み	11.0
上川農試		7/29	7/26	3	平年並み	6.2	
空知 D市	きらら397	8/1	7/30	2	平年並み	8.6	
	ゆめぴりか	7/27	7/28	-1	-	-	

注1.差の太字は発育予測モデル作成時の誤差範囲(約3日)内のデータ  
注2.予想される低温不稔の程度は平年並み(10%未満)、やや高い(10%以上20%未満)、高い(20%以上30%未満)、かなり高い(30%以上)の4区分。

用語説明 不稔発生「見逃し」: 実際にはある閾値以上の不稔が発生したにも関わらず、不稔歩合推定値がその閾値を下回ること。

7. 成果の活用策

1) 成果の活用面と留意点

- 道内の水稻生産者、農業関連機関(行政、指導・普及、研究、JA等)を対象とし、水稻の栽培管理や、冷害対策としての水管理を主とした判断支援情報として活用する。
- 栽培管理支援システムは2021年3月まで公開予定であり、利用希望者は栽培管理支援システム HP (<https://magis.jp/>) から申請する。
- 発育予測モデルおよび不稔歩合予測モデルは農業データ連携基盤(WAGRI)に提供予定である。
- 本研究の一部は、内閣府戦略的イノベーションプログラム(SIP)「次世代農林水産業創造技術」(管理法人: 生研支援センター)、JSPS 科研費 25750119 の助成によって実施された。

2) 残された問題とその対応 なし

8. 研究成果の発表等

- 濱寄孝弘ら(2016; 2017; 2018) 日本農業気象学会 全国大会講演要旨集: 2016年, p120; 2017年, p99; 2018年, p122.
- 三浦 周ら(2017) 日本土壌肥料学会北海道支部 2016年度秋季大会講演要旨集 p16.
- 濱寄孝弘ら(2018) 日本農業気象学会北海道支部 2018年大会講演要旨集 B01-02.