

分野：水田作

ICTを活用した作物生育の診断技術及び 作付・栽培管理最適化システム

試験研究計画名：ドローン等を活用した作物生育の診断技術及び作付・栽培管理最適化システムの開発

地域戦略名：ドローン等を活用した作物生育の診断技術及び作付・栽培管理最適化システムの開発

研究代表機関名：（研）農研機構 中央農業研究センター

地域の競争力強化に向けた技術体系開発のねらい：

水田作経営の担い手不足や著しく進んでいる高齢化のため地域の担い手への集積が急激に進み、今後大規模経営体のさらなる増加が見込まれています。大規模経営体では、数多くの水稲品種を栽培することにより栽培期間を広げ、規模拡大を実現するとともに、米需要の動向などを踏まえつつ、品種の早晩性を利用して作付けしています。また、直播等の先進技術にも意欲的に取り組んでいる例が多く、同じ品種でも直播栽培と移植栽培を組み合わせることにより、栽培期間を広げる工夫を行っています。

このような「多品種化・多栽培体系化」は、作業期間の拡大や作業の平準化などの効果をもたらすだけでなく、育苗・乾燥施設、農作業機械の効率的利用にもつながると期待される一方、日常の圃場や作物の管理が複雑化することで、コスト低減効果等を相殺してしまうリスクがありました。

そこで、こうした「多品種・多栽培体系」を実践する大規模経営体を対象として、

- ・作業に応じた品種選定を行えるツール
- ・作業の平準化や施設・機械利用の効率化、労働力の最適配分による収益向上をもたらす作付・栽培管理の最適化を可能にするソフトウェア

を開発するとともに、栽培期間中の気象データやドローンによるセンシングデータ等に応じて、栽培管理作業や収穫作業の計画などがいつでも容易に見直しできる機能を加えて一貫したシステムを開発しました。

技術体系の紹介：

1. システムの概要

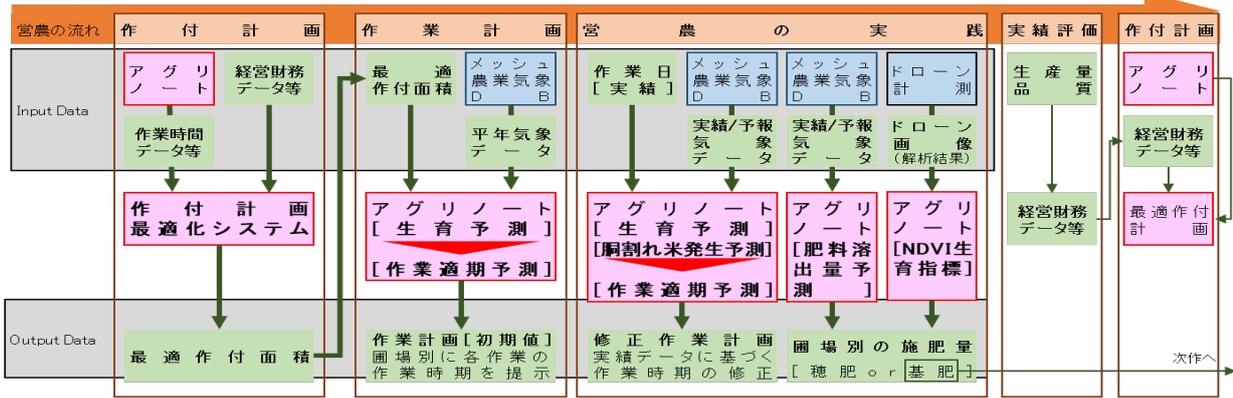
営農支援ツール（ソフトウェア）「アグリノート」（発売元：ウォーターセル（株））に新たに開発した機能を実装し、数多くの品種や作付体系での栽培を並行して実施することの多い「大規模経営体」の農作業の計画策定や管理を効率化できるシステムを開発しました。これにより、以下の機能を実現しました。

1) 早晩性の異なる複数の水稲品種や大豆品種について、栽培地の気象等の環境下における収穫適期などの生育ステージをPC等のソフトウェア上で把握できるようになりました。

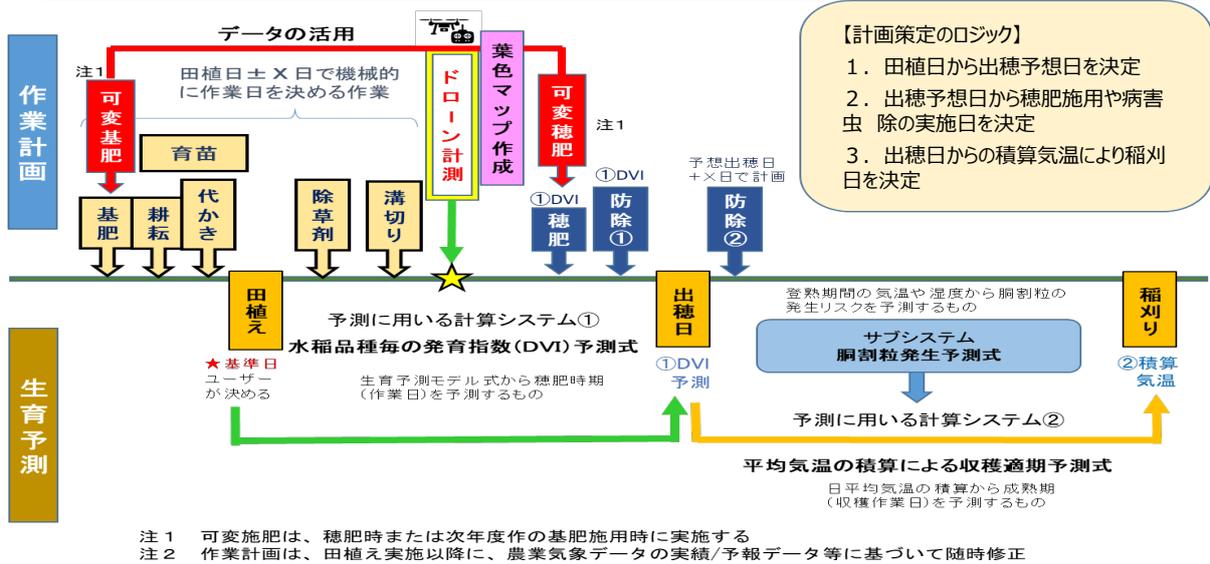
2) 大規模経営体を想定して、圃場面積、労働者数、1日あたりの労働時間、期間あたりの労働可能日数、作付品種ごとの収益性、作付品種ごとの期間あたりの労働時間等を考慮して、経営体の収益を最大化させる最適な品種・作付計画、及び追肥や農薬散布などの栽培管理作業計画等の支援機能を実現しました。

3) 気象推移に応じて、当初に設定した栽培管理作業計画を見直す必要があることから、栽培管理作業や収穫作業の計画などがいつでも容易に見直しできる機能を実現しました。

営農の流れに即した開発システムの全体像



生育予測による作業適期予測と実績/予報データ等を利用し作業計画の修正



2. 作付計画最適化機能

アグリノートの基本機能として、生育ステージを記録する機能と特定の日付に実施する作業一覧を表示するガントチャート機能を開発し、先行してリリースしました。さらに、新潟県で作付実績のある水稻品種 14 品種と大豆 2 品種について、農研機構で開発された営農計画策定支援システム「Z-BFM」の機能を参考に、経営規模・人員等の経営環境に合わせて収益や作業効率を予測して最適化できる機能を備えた作付最適化システムを新規に開発しました。

表 Z-BFM の改良項目

項目	開発元のZ-BFMの設定	改良案の設定
地目	4種：田、畑、樹園地、ハウス等	6種：稲のみ作付けできる田(汎用田)、稲以外も作付けできる田(汎用田)、畑、樹園地、ハウス等、受託
作付地目と地目の関係	作付作物は上記4種から1種を選択 1作付作目→1地目	水稻は田と汎用田の2種、大豆等の畑作物は汎用田と畑の2種の選択が可能 1作付作目→複数地目(最大2種)
試算のためのモデリング	1 対象の作付作目の変数設定	対象の作付作目に対応する地目別に変数設定 > 利益係数、転作制約の係数、労働時間の係数は同じ経営指標 > 土地に対する係数のみが異なる
	2 作付作目に対する地目の制約条件(36旬)へ利用(係数1)を設定	地目別作付作目に対応する地目の制約条件(36旬)へ利用(係数1)を設定 制約時期を3日単位の選択可能
	3 「生産調整がある」場合の制約条件式： 田の経営面積*(1-転作率) >= 主食用米の設定作目	「生産調整がある」場合の制約条件式： 田と汎用田の経営面積計*(1-転作率) >= 主食用米の設定作目
	4 プロセス名の作成方法： 「作目名_作型・品種など」で作成 例) 水稻_コシヒカリ	プロセス名の作成方法： 「作目名_作型・品種など[地目]」で作成 例) 水稻_コシヒカリ[田]
	5	地目が「受託」の場合：土地係数は「0」で設定
	6	作付作目の生産事情を考慮するための作付上限あるいは下限の設定

3. 作業計画機能

1) 出穂期の予測機能

上記の水稻品種 14 品種、大豆 2 品種について、播種・移植時期やメッシュ気象データをもとに、出穂期を予測する機能を開発し、アグリノートに実装しました。予想出穂期から想定される、収穫適期を PC やタブレット端末上に表示して確認できるようになりました（図 1）。

2) 積算気温と胴割れ予測を用いた収穫時期予測機能

「ゆきん子舞」を除く上記の水稻品種 9 品種について 1km メッシュ気象データから胴割れ米発生を予測する推定式を開発し、アグリノートに組み込みました。胴割れ米発生の予測と、それによる収穫適期の推定が可能となり、胴割れ米発生予測や想定される収穫適期を PC やタブレット端末上に表示して確認できるようになりました（図 2）。

3) 肥料溶出予測機能

1km メッシュ農業気象データから田面水温を推定し、そこから推定した水田地温によって肥料の溶出量を推定する推定式を作成しました。新潟県で水田用に使用されている主要な肥効調節型肥料について、実用的なレベルで溶出パターンの推定が可能となりました。開発した肥料毎の推定式はアグリノートの機能として実装しました。気象条件から肥料溶出量を推定できるので、合理的な穂肥施用等が行える等、作業・資材の効率向上が期待できます。



図 1 アグリノートの機能として動作する「生育ステージ予測」

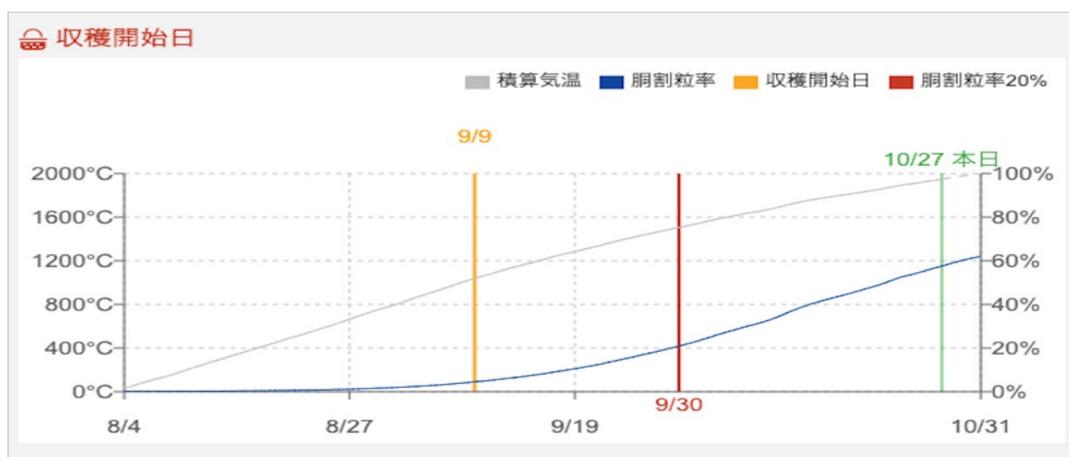


図 2 アグリノートの機能として動作する「収穫適期予測」

4. 今後の展開として

幼穂形成期のドローン空撮画像から NVDI（正規化差植生指数）値を推定し、草丈×莖数×葉色などのこれまで蓄積のある生育指標を NDVI から推定する機能を開発しました（試作中）、計測した生育指標から生育むらを可視化し、翌年の基肥や追肥を局所制御することで、生育むらを改善できることが確認されました。まだ課題はありますが、前述の作業計画機能と組み合わせることでさらに収量、品質の安定化が期待されます。

技術体系の経済性は：

経営改善効果

新潟県内の3つの農地保有適格法人において、開発した管理システムを利用した栽培を行い、その年度の収益（A）に、ドローンセンシングデータを活用した可変施肥を行った実証ほの増減収率（B）と最適作付品種構成を採用した場合に想定される収益増加率（C）を乗じて求めた収益の額（D）は、過去5年中中庸3カ年の平均収益と比べて6%向上すると試算されました（なお、試験した年度は収量がやや低く、もし収量が中庸3カ年並であれば10%以上向上すると試算されました（表1）。

経済的な波及効果

現在のシステムは、新潟県で栽培されている品種及び使用されている緩効性肥料を対象に開発されています。このソフトウェアの導入による適切な栽培管理の実施とソフトウェアの試算による最適作付品種構成の採用により、経営体の収益を1割以上向上させる効果が期待されます。令和5年度までに36経営体（作付面積1,346ha）においてソフトウェアを導入したとする試算では、ユーザー全体で約1.4億円の収益増が見込まれました。

表1 経営改善効果

	実証区				対照区		増減率 F (D÷E)
	令和2年の 10a当たり収益 (A)	ドローンセンシング可変 施肥による増減率 (B)	最適作付品種構成 の増減率 (C)	想定される10a 当たり収益 (D) (D=A*B*C)	過去の10a当 り収益 (E)		
法人A	115,539	1.02	1.02	118,099	124,948	0.95	
法人B	111,498	0.97	1.17	130,920	121,556	1.08	
法人C	84,635	1.04	1.20	101,391	88,057	1.15	
平均	103,659	1.01	1.13	116,803	111,520	1.06	

こんな経営、こんな地域におすすめ：

新潟県内の水稲作、大豆作を行う大規模経営体で、多くの従業員を抱える経営体や作付を行うほ場数が多い経営体において経営改善効果が大きいと推定されます。

技術導入にあたっての留意点：

現時点では、本システムの適用範囲は新潟県で作付けされている主要品種、および新潟県で市販されている緩効性肥料です。導入にあたっては「アグリノート」の使用が前提となりますが、現時点では市販版アグリノートには本機能は一部を除き実装されていません。（株）ウォーターセルではこのシステムを実装した製品の市販化に向けて検討中です。

研究担当機関名：（研）農研機構本部、同中央農業研究センター、新潟県農業総合研究所、ウォーターセル（株）そうえん、（農）ファーム小栗山

お問い合わせは：新潟県農業総合研究所

電話 0258-35-0823 E-mail: homma.toshimitsu@pref.niigata.lg.jp

執筆分担（（研）農研機構 坂井 真・松本 浩一 新潟県農業総合研究所 本間 利光・樋口 泰浩 ウォーターセル（株）齋藤 直人）