

都市近郊小面積多筆数水田での加工業務用葉ネギ栽培のスマート実証農場

(株) 尾野農園 (香川県善通寺市)

背景及び取組概要

＜経営概要 22ha(葉ネギ、レタス、ブロッコリー、玉ネギ、スイートコーンなど) うち実証面積:葉ネギ10ha＞

- 国内需要が増大する加工業務用野菜の生産・供給の拡大に向け、
 - ① 県土の狭い香川県では、都市近郊の混住化する水田で規模拡大を行っている。
また、農業者の高齢化や担い手の減少により労働不足は深刻であることから、直進アシストトラクターや収穫作業の機械化により、熟練作業員の代替や省力化を目指す。
 - ② 計画出荷支援システムやドローンによる生育モニタリング・生育改善により生産計画に沿った生育過程を目指し効率化する。

導入技術

①自動直進操舵補助システム



GPS連動施肥システム

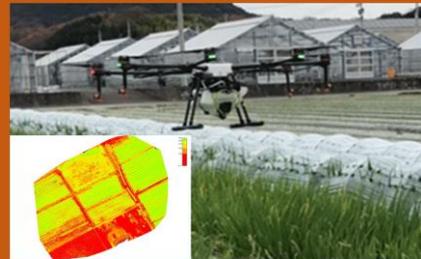
非熟練者が精度よく作業を行うことを可能にすることで、作業員配置の効率化が図られ、作業時間の削減につながる。

②ネギ計画出荷支援システム



生育予測により収穫開始の予測を可能にし、長期的な収穫作業計画の立案や計画外の需要にできる限り対応した出荷を可能とする。

③肥料散布・リモートセンシング用ドローン



ドローン画像による生育モニタリング手法の確立や、大型ドローンによるスポット的な追肥作業の実証検討により生育のパラつき低減と総出荷量の向上を図る。

④葉ネギ収穫機



加工業務用葉ネギの収穫機の導入に伴い、作業場から圃場への移動など収穫作業全体に要する時間の短縮効果を実証し、効率的な利用体系を確立する。

栽培計画
②

耕起・施肥等の圃場
準備作業の効率化①

生育予測②・ドローンモ
ニタリングと生育改善③

防除の
自動化
省力化

収穫作業の
省力化④

調整作業の
省力化

目標に対する達成状況等

実証課題の達成目標

1) 圃場準備作業時間や収穫作業時間の削減による生産コストの低減

- ① 自動直進操舵システムを用いた圃場準備作業時間の削減 7.5時間/10a → 5.0時間/10a (削減率33.3%)
- ② ネギ収穫機による収穫作業時間の削減 45 時間/10a → 32.7時間/10a (削減率27.3%)

2) 収量向上等により、総出荷量の10%向上

- ① 総出荷量の向上 250 t → 275 t(10%向上)

各研究項目の現在の達成状況

1) 圃場準備作業時間や収穫作業時間の削減による生産コストの低減

- ① 自動直進操舵補助システムを用いた圃場準備作業時間は、**32.8%削減**され、概ね目標を達成した。
作業工程別では、基肥施用が5.1%、耕耘作業が52.5%、畝立てマルチが36.2%各々削減となっている。
- ② ネギ収穫機による収穫作業については、手刈り6.67時間/10aに対して、**5.86時間/10aで12%縮減**された。
さらに**収穫機の改良や収穫作業体系の見直し**により、**試作のフレコンバッグを用いた体系を検証した結果**、
目標とする削減率(27.3%)を超える**削減率53%を達成**することができた。

2) 収量向上

- ① 実証期間において、**対象面積が減少しているにもかかわらず収穫時間・調整作業が増加し、収穫量の増加**が見られた。その要因を解析した結果、面積減少分の余裕を防除や除草作業に振り向けたことによるものと推察された。
- ② 栽培面積が40%減少している中で、出荷量は2.9倍に増加した。

自動直進操舵補助システムによる圃場準備作業時間の削減

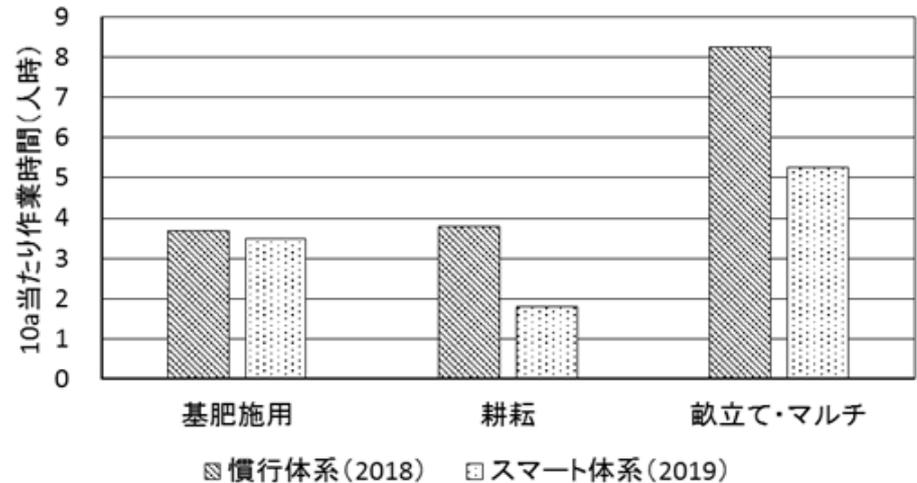
取組概要

自動直進操舵補助システム
GPS車速連動施肥機
畝立て成型機



実証結果

- 圃場準備作業時間は、**32.8%削減**。
- 省力化された時間を他の管理作業に充てたことにより、**収量や収益の向上**につながった。
- 主たるオペレーターがのれん分け就農した後、**後任の作業者が同機械を扱い、精度良く作業を行えることを証明**。



スマート農業体系の導入効果 (2019)

(面積: 2018年 6.6ha、2019年 5.9ha)

※スマート体系の耕耘は施肥前のみ、施肥後は畝立て・マルチを含む

今後の課題

- 作業時間の縮減は、複数の作業を同時に行うことにより効果が高まる。**スマート農業機器を用いる場合は、完全な自動化や複数の作業機を同時に操作すること等が必要**。

耕耘 → 基肥①② → 耕耘 → 畝立て → マルチ

↓
目標33%削減

耕耘 → 基肥① → 耕耘・基肥②・畝立て・マルチ

ドローンセンシングによる葉ネギの生育把握

取組概要

○ マルチの種類によりマルチ表面からの反射が異なる。ネギ個体が小さい時には差が大きく、マルチの種類ごとに検量線を作成。

○ 白黒マルチ、黒マルチ、銀色マルチを展張。刈取り時期を変えることで、生育量に差を生じさせ、NDVIと草丈から推定した株重との相関を検討。

※(使用機器) ドローン DJI製 inspire2
マルチスペクトルカメラ RedEdge
画像解析ソフト Pix4Dmapper

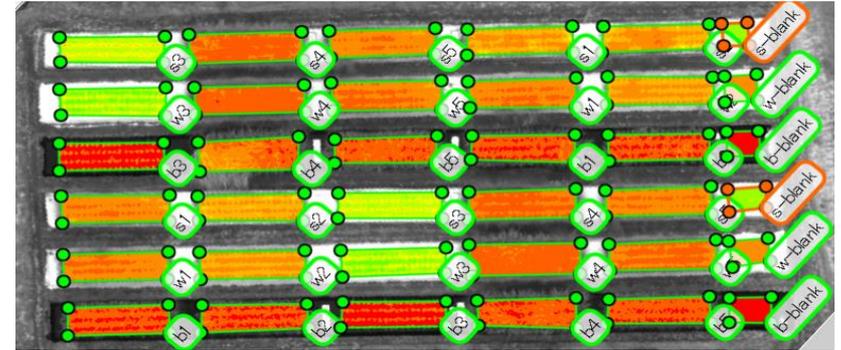


調査圃場の状態(2020.6.26撮影)

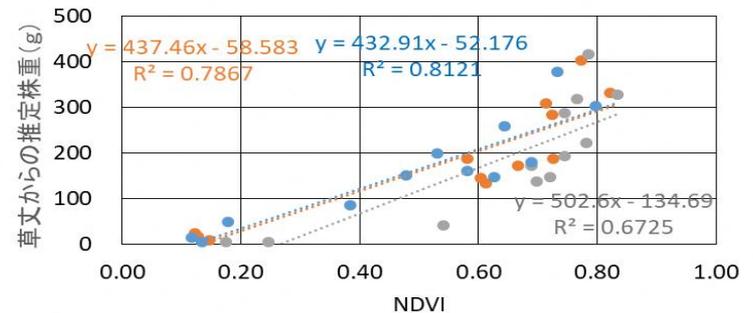
上から黒マルチ、白黒マルチ、銀色マルチ、以下繰り返し

実証結果

○ 3種類のマルチのNDVIと実測草丈からの推定生育量の相関係数は0.85~0.89と概ね生育量の把握が可能と推察。



Pix4DによるNDVIの算出(10クラス、等間隔)



● 白黒マルチ ● 黒マルチ ● 銀マルチ

マルチの種類とネギの生育量がNDVI値に及ぼす影響(2020年)

今後の課題

○ 実用レベルには、さらに改良・高精度化が必要。

ドローンセンシングに基づく局所管理の実証①

取組概要

- **ドローンによる追肥作業の実証**について、**局所施肥の効果**を検証。
- 麦作跡地で、ネギの植付け時に基肥量を変えて生育量の違いを発生させ、**追肥による回復状況**をドローンにて確認。
(使用機器) ドローン DJI製 MG-1

畝上面への追肥による回復



追肥時
(6月25日)
慣行



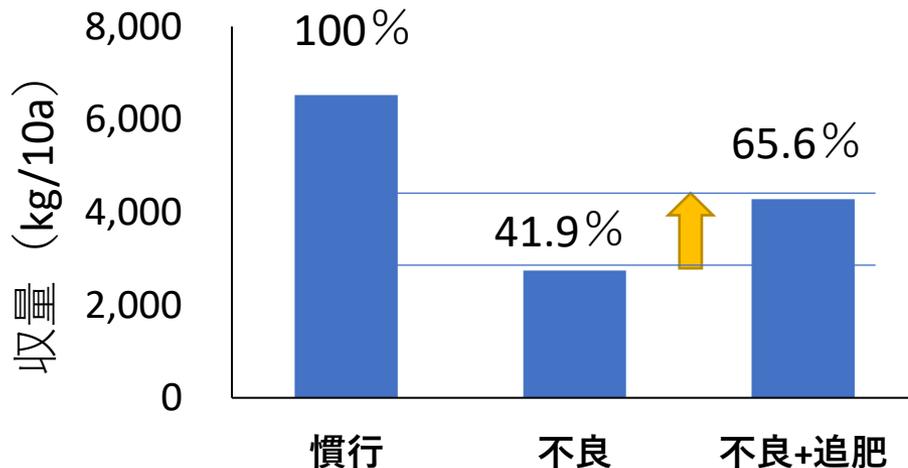
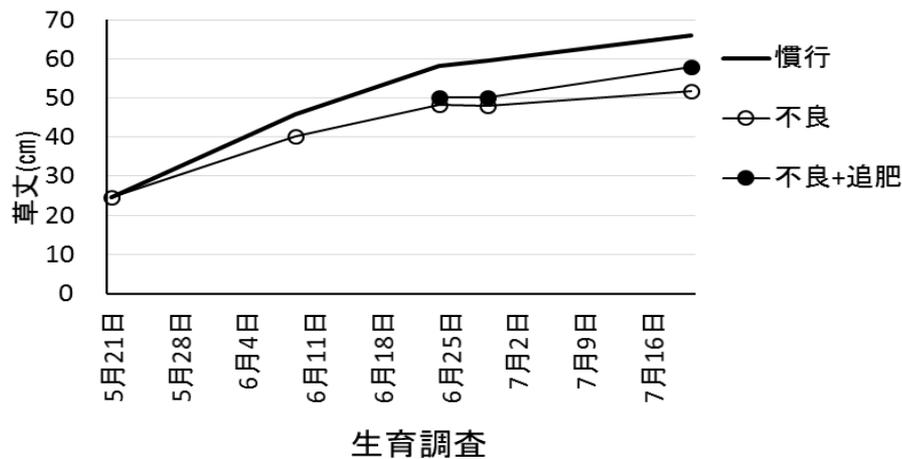
不良



不良
+
追肥

実証結果

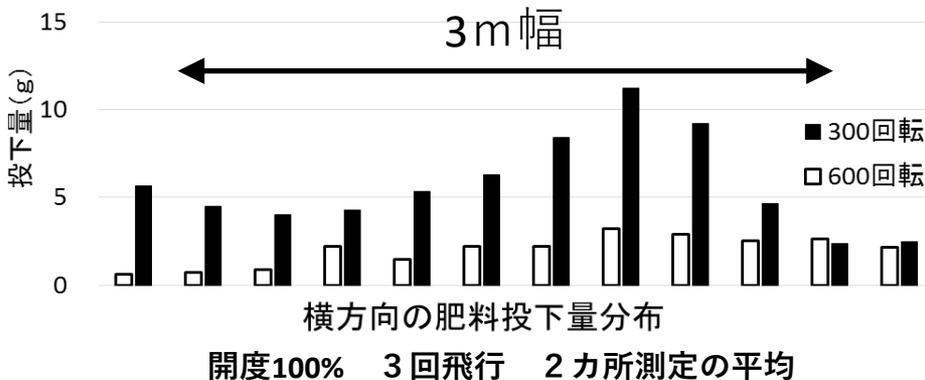
- **草丈50cm程度でも追肥を行うことにより生育が回復**。省力的なスポット追肥が可能なら生育量を均一化するために有効と推察された。



ドローンセンシングに基づく局所管理の実証②

取組概要

- ドローンによる追肥の散布精度を確認するため粒剤散布機のシャッタ開度やインペラ回転数を変えて、実証農園で使用している肥料を用いて吐出量や散布幅の検証を実施。
(使用機器) ドローン DJI製 MG-1



実証結果

- 高度2mからの散布でも散布幅は3mに達した。
- 1秒間の吐出量は、最大でも29.4gとなり、1回の飛行で10a当たり 40kg 相当の追肥を済ませるための必要量には達しなかった。
- ドローンによる追肥作業に必要な性能が明らかとなった。

散布機の設定と肥料吐出量

シャッタ開度 %	インペラ回転数	吐出量 g/秒
25	600	14.3
100	600	29.4
100	300	22.2

1回の飛行で散布するために必要な吐出量

肥料名	施肥量 g/30m	飛行時間 s/30m	吐出量 g/s
ダイヤアミノA756	3,600	10.8	333.3
燐硝安加里s604	1,575	10.8	145.8

ドローンの飛行速度は時速10kmとする

畝幅3m、畝長30mに散布する場合で試算

ダイヤアミノA756を40kg/10a施肥に相当する施肥量

今後の課題

- 積載量をはじめとするドローンの性能向上
- 狭い範囲に均一に散布する機能の開発

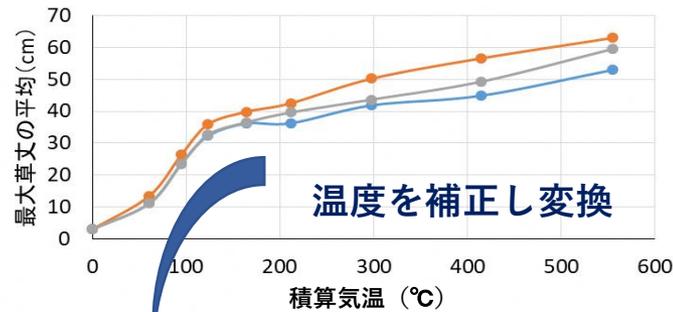
計画出荷支援システムの検証

取組概要

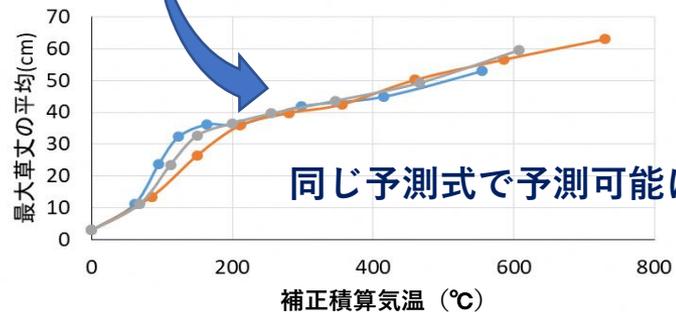
- マルチの色ごとに積算温度の補正を行い、従来の黒マルチ栽培で作成した予測式での予測が可能なることを検討。
- 白黒(厚さ0.021mm)及び黒マルチ(同0.02mm)に銀色マルチ(同0.023mm)を加えた3種類のマルチにおいて高温期の刈取り収穫を行い、**予測式の検証と精度の検討**を行う。
(使用機器) 葉ネギ計画出荷支援システム
マルチはいずれも日本農業システムからの購入品

実証結果

- マルチの色ごとに**積算気温の温度補正係数**を設定することで、**予測の精度向上が可能**となった。



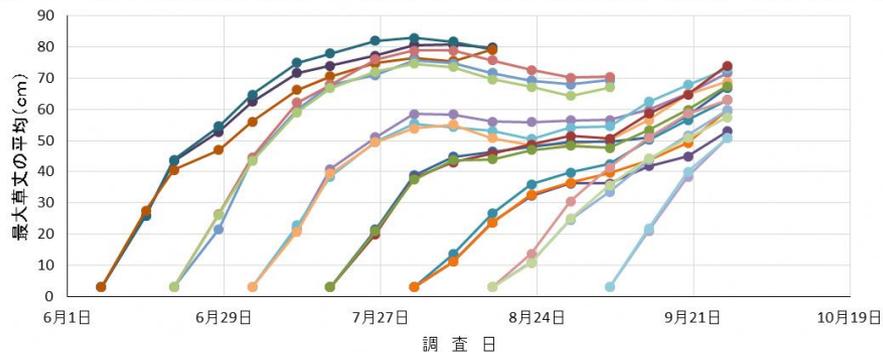
温度補正を調整しない時の積算温度と草丈の関係
(8月2日刈取り)



マルチ毎に温度補正を調整した時の積算温度と草丈の関係
(8月2日刈取り)

今後の課題・対応

- 秋冬期の低温側の補正方法を検証し、**年間の精度向上**を目指すとともに、**多様な実需者に対応した出荷規格毎の予測**が必要である。



各刈取り日の最大草丈の平均値の推移 (凡例省略)

葉ネギ収穫機による作業体系の実証

取組概要

- 実証農場における加工業務用葉ネギの慣行収穫作業体系において**収穫機導入時の時間短縮を検討**。
- さらに**収穫容器（フレキシブルコンテナ）の検討**や**収穫台車を用いた搬出方法の総収穫時間を検証し、効率的な利用体系を検討**。

（使用機器）葉ネギ収穫機、フレキシブルコンテナ、クローラー型収穫台車



葉ネギ収穫機を用いた収穫



フレコンによる収納作業の効率化



<試験圃場>

面積：5.8a

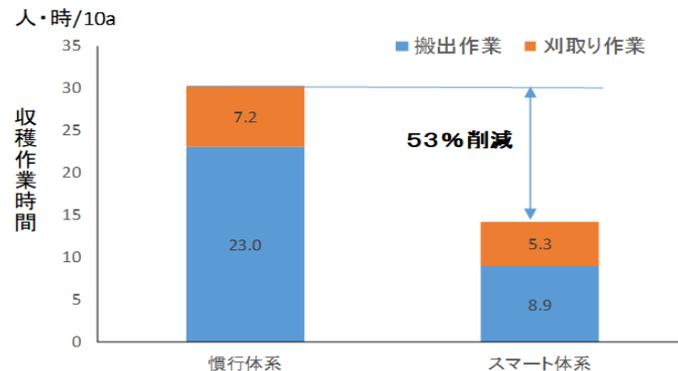
試験区：手刈り 9/1、機械刈り 9/2



収穫台車を用いた搬出作業の効率化

実証結果

- フレコンの試作や台車を用いた搬出作業と併せた**機械収穫作業は、14.2人・時/10a**となり、慣行の手作業と比較して**53%の削減**が可能となった。



今後の課題・対応

- ネギの生育や圃場の立地等によって機械収穫できない圃場があることから、**収穫機の導入条件を整理し、チェックリストを作成**する。



台風により倒伏したネギ



旋回スペースが無い圃場

実証を通じて生じた課題

1. 今回の実証で導入したスマート農業機械・技術

作業内容	機械・技術名（型式等）	技術的な課題
作付け計画	計画出荷支援システム	土壌水分など生育に影響を与える要因を予測的に反映させることが出来れば、予測の精度は向上する。
耕うん・整地	自動直進操舵補助システムとGPS連動車速連動式施肥畝立てマルチャー	市街地では、RTK-GPSやGNSSなど位置補正電波が、建物により遮蔽されるために本実証では移動局としたが、移動局は煩雑であり準天衛星や他のシステムにより、精度を落とさず安価なシステムの開発が普及には必要である。 また、直進アシスト機能が装備されたトラクターにおけるマルチ作業では、急ハンドルで直進キープするのは避けたいため、人が操舵するように自然に理想的レーンに戻れるように性能の向上が必要である。
追肥	ドローンセンシング ドローンによる施肥	施肥用のドローンの積載量を大きくし、且つ畝ごとの散布が可能となるように散布範囲を制御できる機体の性能向上や開発が望まれる。
収穫作業	葉ねぎ収穫機	台風による倒伏や旋回スペースが確保できない圃場があるため、収穫機の稼働率が作付面積の半分以下にとどまっていることから、葉ネギ収穫機の導入条件を精査し、導入にあたってのチェックリストを作成する必要がある。

2. その他

- ① 計画出荷支援システムなど生育予測を行う場合は、気温の予測がポイントになる。メッシュ農業気象データを低額で提供する、または気象庁が今よりも長期間の予測値を公表し、**データ利用環境を整備**するなどの対応が必要である。
- ② **ドローン機器の開発**に当たっては、センシング技術の開発と併せて国の研究機関での対応が望ましい。
- ③ コロナ禍であるものの、**生産者や現場に向けた積極的な情報提供**や**試乗会等による気運の醸成**を図りたい。

問い合わせ先

- ・ 香川県農政水産部 農業経営課
《 TEL : 087-814-7319 e-mail : noukei16300@pref.kagawa.lg.jp 》
- ・ 香川県中讃農業改良普及センター
《 TEL : 0877-62-1022 e-mail : chusannokai@pref.kagawa.lg.jp 》

- ・ (株)尾野農園
《 TEL : 0877-35-8412 e-mail : ono123@mail2.netwave.or.jp 》

本実証課題は、農林水産省「スマート農業実証プロジェクト」（事業主体：国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構）の支援により実施されました。

農研機構スマート農業実証プロジェクトホームページ
<https://www.naro.go.jp/smart-nogyo/>