

# 令和元年度新稲作研究会

## 中間検討会(大宮地域)の概要報告

開催日時 令和元年 10 月 17 日(木) 13:30~17:00

開催場所 農研機構農業技術革新工学研究センター 散布実験棟 3階 会議室

主 催 公益社団法人農林水産・食品産業技術振興協会、新稲作研究会

後 援 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 農業技術革新工学研究センター

検討課題 情報処理等先端技術の活用による高生産システムの確立



### 趣 旨

新稲作研究会では令和元年度において「情報処理等先端技術の活用による高生産システムの確立」のための技術的課題として全国で11課題を取り上げ試験・実証を行っている。その中で「NDVI 測定データの活用による高生産システムの確立」の課題に関して、データ解析が進んでいる5課題について、農研機構の後援により中間成績検討と情報交換を行い、関連する農業機械化技術の開発と普及・定着に資する。

### I 挨拶



#### ① 開会挨拶 新稲作研究会 三輪睿太郎 会長

このたびの台風 19 号で関東甲信越から東北にかけて大きな被害にあわれた方々にお見舞いを申し上げます。

今回の中間検討会は農研機構農業技術革新工学研究センターに後援していただくとともに、関東農政局を始め行政・試験研究機関、また、農協関係の皆様など、多数の方々にご参加いただき感謝申し上げます。

新稲作研究会は、昭和47年に発足以来、水稻の機械化技術の開発などの取組をしてきたが、近年は、ICT やロボット技術など先端技術を活用したスマート農業の推進支援を図っている。

スマート農業については、話題になっているが、例えば稲作のように収益性が低い作物に導入した場合のメリットについて検証をしていく必要がある。高村薫の「土の記」の書評を読んでいたら、稲作農家はそんなに科学的な考えで緻密なことをやっているのか、という話が多い。地質学、気象学、作物栄養、その他機械に至るまで幅広い知識を駆使している。スマート農業は、そのような知識体系をデータ化して後に引き継ぐ役割が大きいのではないかと。先頃北海道で話を聞いたが、この技術が役立っているのが小麦の収穫時期の判断ということであった。大規模であるので、天気予報をもとに場合によっては徹夜での作業も行う。どの農家も自分のほ場を早くやって欲しいと思っているが、収穫するほ場の順番を AI でやると持ち主農家が納得する。このように、スマート農業が経営的、技術的に役立つのか、が課題である。また、茨城県の実証地区の周辺では、農地の集積が急速に進んできている、という話もあり注目している。

本日は、中間成績の発表等を通じて、ドローンを用いた NDVI(正規化植生指数)測定などリモートセンシングによる水稻生育量等の正確な把握やそのデータを活用した追肥の可変施肥による生育向上効果などについて論議をしていただくが、本中間検討会が、このような最新技術の開発・普及を図る上で少しでもお役に立てば幸いである。



## ② 来賓挨拶 農研機構農業技術革新工学研究センター

藤村 博志 所長

このたびの台風 19 号で亡くなられた方のご冥福をお祈りするとともに、被害に遭われた方にお見舞い申し上げます。また、日頃から当センターで実施している農業機械の研究開発、安全性検査にご支援、ご協力をいただき、感謝する。

新稲作研究会では、国、県の公的試験研究機関等における試験、実証を通して、生産性の高い農業を実現するために必要な高度な農業技術の確立をしっかりとサポートしており、国や農研機構が進めている、Society5.0 の実現に向けた取組にも通ずる。今年度からスマート農業の実証事業がスタートしているが、実証現場では多くの課題が見えてきている。こうした課題を分析、検討し解決するためには、新稲作研究会における取組を始め、関係機関との連携を深めていくことが重要である。また、SIP の第2期では、ロボット農機の運用システムを拡大していくということで、基盤整備のあり方、公道走行への取組、中山間地向けのロボット等に力を入れている。一方、農作業の死亡事故も年間300名を超えている。先般、アジア太平洋地域の農業機械の評価試験の会合(ANTAM)の年次会合が開催され、その中でも農業機械の事故、安全性確保が大きな課題となっている。安全性検査等により安全な農業機械の普及に努めていきたい。



### ③ 来賓挨拶 農林水産省関東農政局 福田 英明 生産部長

このたびの台風 19 号の被害に対して万全の対策を講ずるため、農林水産省としては、関係自治体と連携を取り被害状況を正確に把握することとしており、関係機関の協力をお願いしている。

新稲作研究会は、試験研究機関や普及機関における試験等を通じて、我が国の農業機械化技術の発展に大きく寄与されていることに心より感謝する。

昨年この会に参加し、子実用トウモロコシの研究成果を聞いた。先ごろ管内の現場で子実用トウモロコシを見てきたが、労働時間が短く、収量も確保でき、大豆との輪作で大豆の収量増も見込まれ、関東地域の輪作体系に組込むことが可能と思われる。現場では、省力化、軽労化が求められ、スマート農業に期待がかかっており、関東管内でも12の実証プロジェクトが取組まれている。来年度予算要求においても新規課題を要求している。関東農政局としてもシンポジウムの開催、実証事業のデータ収集によりスマート農業技術の現状と課題を整理し、地域や営農類型に応じた現場への実装を推進するよう農業者をターゲットとして情報発信を行うことにしている。本日のテーマについても、収量、品質の向上に活用が期待されている。本日の成果も踏まえながら政策の方向性に活用できればと考えている。

## II 中間成績検討



### 座長 新稲作研究会 丸山清明 委員

これから夕方まで、中間成績の検討を行う。

本日は、まず、スマート農業全般について、農業技術革新工学研究センターの杉本光穂 スマート農業推進統括監に説明していただく。

### 1 スマート農業関連研究について



#### 農研機構農業技術革新工学研究センター

#### 杉本光穂 スマート農業推進統括監

スマート農業研究の背景には、農業従事者の高齢化と減少による労働力不足、熟練技術者の引退による経験や勘の喪失、耕作放棄地の増大とほ場分散による管理の困難性の増大等が急速に進んでいることがある。

政府は、「未来投資に向けた官民対話」において、2020年に「遠隔監視で無人システムを実現」を目標に掲げており、それに対応して、SIP が2014年度からスタートし、第2期も2018年度からスタートしている。また、2019年度から SIP の成果を生かしたスマート農業実証事業が始まっている。

SIP は内閣府の事業で、府省の枠を超えた国家的プロジェクトで、第1期では、①農作業の自動化・知能化、②新たな営農システムの構築、③農業データ連携基盤の構築、を目指して研究を進めてきた。

ロボット・自動化農機の高度化のレベルは、1から3まであり、現在はレベル2(有人監視)のトラクターが市販化されている。レベル3では遠隔監視での完全無人化を目指しているが、これを実現するためには、技術面だけではなく、道路交通法、電波法等の制度的な課題の解決が求められている。

ロボットトラクターでは、自律走行、安全走行を確保するための技術が必要である。自律走行のためには、GNSS、IMU で位置や姿勢を認識する技術、安全のためにはカメラ、レーザーを用いて周囲や前後方向の安全を確認する技術、運転状況を知らせる安全灯などが必要である。トラクターの場合、1人で1台を監視するより、1人の監視者で2台を監視したり、1人で有人無人協調作業を行うと能率が向上する。

自動運転田植機では、トラクターと同様の自己位置認識技術を用い、ほ場外周を有人で植付して位置を認識したうえで内側を自動で植付けする。苗補給は監視者が行いその都度再スタートさせる。最後の枕地は有人で行う。

RTK-GPSの低コスト化については、準天頂衛星を使ってGPSを補完するために、受信機を数十万円を目標に開発する。一方、携帯会社では固定局を使って RTK-GNSS のサービスを行う取組みを進めている。

可変施肥装置では、収量マップや生育マップで施肥マップを作成し、コントローラーにデータを送りブロードキャスターでの施肥量をコントロールする。

水田の水管理システムは、1区画ごとの水位、水温について基地局からサーバーを通じて管理する。データは携帯端末で見ることができるので、ほ場に行かなくても確認ができ、大幅な労力削減ができる。

農業データ連携基盤(WAGRI)は、農業者ごとのデータをビッグデータとして使いやすいようにするため、連携、共有、提供機能を有するプラットフォームを構築しようとするものである。新しいアプリを作成し農家に提供利用できるよう、また、異なる農機メーカーの作業データを相互に参照可能できるようにする。

今後の研究方向としては、対象を平場から中山間地に、米麦大豆から園芸果樹畜産等に拡大する。また、流通、食品製造、輸出等と連携し、市場ニーズに対応したフードチェーンの構築に向けた研究を強化していく。

## 質疑応答

丸山座長 自動化レベルが現在はレベル2であるが、レベル3になる時期はいつごろか。

杉本統括監 目標では、2020年に実現とされているが、実証段階での実現であり、市販されるのはさらに先になるであろう。特にほ場間移動について、地域の了解を得たうえで、農道を封鎖しての対応が可能となったが一部に限られる。公道走行では、技術面だけ



ではなく社会制度面での対応が求められている。

丸山座長 自動車の自動運転が実現してからの対応になるのではないか。

杉本統括監 公道走行のハードルは高いので、関係方面と情報交換して進めている。

丸山座長 公道走行より、ほ場内の作業に対して研究資源を投入するべきではないか。

杉本統括監 テーマの中にワーキンググループを設け細分化して検討を進めている。

三輪会長 丸山座長とは正反対の意見になるが、徹底的に無人化、自動化するべきではないか。例えば自宅からほ場での作業を遠隔で行えるようにするべきである。そうしないと、投資した資金が回収できない。法律や制度は変えることができるが、とにかく技術確立することが先決である。また、5G やインターネットを通じて行うことになると思うが、外部からの妨害にも対応するべきである。

福田生産部長 公道走行については、自動車ができれば応用が利くのではないか。農地の中には農業固有の問題なので、そこをきちんとしないと農業者は投資しない。搾乳ロボットでは3人程度の削減ができ、乳質、体調、妊娠がわかるので投資が進んでいる。

杉本統括監 農道の無人走行は、自動車と違い白線がなく位置情報の少ない地図上を GNSS のみで走行するので自動車と同じレベルではない。

## 2 中間成績発表

丸山座長 これから順次中間成績の発表をお願いします。残念ながら水稲の成績はこれからのので、3月の成績検討会でお願ひすることにし、現在までの成績を報告して欲しい。



### ① NDVI 測定を活用した水稲栄養診断技術の確立と可変施肥機による収量・食味向上の実証

地方独立行政法人青森県産業技術センター

農林総合研究所 作物部 木村 利行 研究管理員

青森県では、「まっしぐら」や「つがるロマン」などの業務用米が県全体の95%を占めており、効率的な肥培管理による高品質・多収生産を目標としている。また、良食味米の「青天の霹靂」は、ブランド米としての出荷基準をクリアした高品質、良食味米の安定生産を目標としている。青天の霹靂については、現在も衛星画像を使ったリモセン技術によるタンパクマップの情報提供が行われているが、これはほ場1筆単位での評価であること、作付け後に次年度の目標として示される情報ということで、リアルタイムでの情報にはなっていない。

平成30年度の試験では、「まっしぐら」と「青天の霹靂」を用い、基肥窒素量と栽植条件を変えたグラデーションほ場を設置し、稲体窒素吸収量とNDVIとの関係式を検討した。NDVIとSPAD×生育量及びNDVIと稲体窒素吸収量の関係は、それぞれ線形は異なるものの有意な関係式が得られ、稲体窒素含有率を推定することができた。

「青天の霹靂」への技術導入については、幼穂形成期に生育診断を行い栄養診断基準に基づき速やかに追肥を行う、とされているが、空撮→マップ作成→追肥作業までにタイムラグ

が生ずる、という問題がある。特に玄米タンパクの絶対値が指標になるので、令和元年度の試験は、「まっしぐら」の多収・高品質米生産に取組んだ。

令和元年度の試験では、①稲体窒素吸収量と NDVI の関係式にデータのバラツキが見られたのでその確認と蓄積、②可変施肥による技術の実証を行った。

試験区は、一定量追肥区と可変追肥区を設け、無人ヘリにより硫酸を施用した。

稲体窒素吸収量は、NDVI 撮影後に生育調査した後、抜き取りして窒素含有率を測定し、NDVI の関係式を確認した。

また、幼穂形成期に生育調査、穂揃期に同地点で SPAD 値を調査し、9月29日に収穫して各地点の収量を調査した。

結果については、生育調査区の NDVI を前年度のプロットと併せた関係式を作成する。追肥マップは、幼穂形成期前の7月17日に撮影した NDVI に応じた追肥設計を送信し、追肥を7月24日に行った。データの取得から追肥作業まで1週間程度を要した。可変ヘリ機の散布精度はほぼ設定通りであった。

幼穂形成期の生育については、可変施肥区と一定施肥区でほとんど差はなかった。収量調査については、坪刈りを終えたところで、穂数のみが集計ができたが、基肥の少ないところでの可変施肥による初期生育の確保が重要である。また、可変施肥区では穂揃い期の SPAD 値のバラツキが少なく、良食味米の生産に寄与する可能性がある。

実証に当たって、追肥の適期に合わせたスケジュールが困難であったため、幼穂形成期7日前の NDVI に応じた追肥量の補正を行ったが、絶対値ではなく相対的な可変施肥を行った。

#### 質疑応答



井ノ口委員 相対的な可変施肥にならざるを得ない、ということであるが、測定から施肥までの時間を短くして絶対量でやる必要はあるのか。

木村研究管理員 現場では幼穂形成期にきっちり合わせるの難しいので、ある程度早い段階でも施肥できるような仕組みが作れればと考えている。所内の他の研究で、衛星画像を使ったもので、ステージがずれた

場合でも補正できるという研究を実施しており、連携をとっていきたい。

福田部長 空撮をして施肥データをもらうまで5日かかっているが短くできないか。

吉田代表取締役社長((株)ファーム・アイ) 現在、撮影をして生育診断のマップを出すのが3日後である。それをもとに施肥設計をやると5~6日後になる。生育診断については自動化を進めており、来シーズンは短縮が可能である。施肥設計の部分はノウハウがあり、試験場や農家とやり取りをしたうえで提供しているが、データが蓄積されれば、短縮できると考えている。



丸山座長 この時期の水稻の生育は非常に重要で、施肥という農作業に直接影響するので農業者に早く返した方が良い。



林委員 硫安を用いているが、追肥の場合色々な肥料がある。粒径、比重が異なるため、撒く量の調整が難しい。現場でどのように適用するのか。

木村研究管理員 メーカーに調整を依頼していたが種類が違くと毎回調整が必要であった。専用肥料があればスムーズな作業が可能になる。

## ② ドローンリモートセンシングによる追肥診断技術を活用した水稲県オリジナル品種の収量、品質向上

福島県農業総合センター 作物園芸部

稲作科 吉田 直史 科長



この課題は昨年度から取組んでおり、今年は2年目であるが途中経過なので、昨年度の成績を中心に報告する。

オリジナル品種として指標値を作ろうとしたのは、平坦地向けの収量性が高くひとめぼれ並の食味で県内では3番目の作付けの「天のつぶ」と、中山間地向けの収量性が高くあきたこまち並の食味で高温年次でも白未熟粒の発生が少なく作付けが増加している「里山のつぶ」の2品種である。

県内の営農再開地域では、除染後農地での地カムラが見られ収量や品質のバラツキが見られる。少ない担い手で多くのほ場を管理せざるを得ない状況にあり、ICT を活用した省力化技術が求められており、可変施肥による地カムラを解消し、収量、品質の向上を図るのが目的である。

平成30年度は、「天のつぶ」と「里山のつぶ」のグラデーションほ場を設置し、幼穂形成期の NDVI 値と生育量の関係性、穂ばらみ期の NDVI 値と玄米タンパク質含有率の関係性について調査した。施肥量は、0.2Kg/a から 1.2Kg/a で4段階に設定した。

「天のつぶ」、「里山のつぶ」とも、幼穂形成期の NDVI 値と生育量及び窒素吸収量との間には高い相関関係が認められた。

これらをもとに、NDVI 値による生育指標値の検討を行い、「幼穂形成期の NDVI 値による生育指標値(暫定版)」を作成し、追肥量の目安を示した。

令和元年度も、グラデーションほ場を設置して各種データを収集し、NDVI 値による生育指標値の精度を向上させる。また、昨年度うまくいかなかった玄米タンパク質含有率と成熟期の NDVI 値との関係性を調査し、食味値の推定指標値を明らかにする。更に、地カムラ、生育ムラのあるほ場において、幼穂形成期に NDVI 値を測定し、30年度に作成した指標値を用いて可変施肥を行い、収量、品質への影響を調査する。

グラデーションほ場の「天のつぶ」の移植日は、5月21日、「里山のつぶ」の移植日は5月24日、NDVI 測定は、幼穂形成期の7月17日、穂ばらみ期の8月9日、成熟期の9月10日の3回行った。可変追肥は、「天のつぶ」のほ場で NDVI 指標値に基づき行った。

今年度の結果は、幼穂形成期の NDVI 値と葉色の関係、幼穂形成期の植被率と茎数の関



係はいずれも相関が見られる。また、幼穂形成期の NDVI 値と生育量及び窒素吸収量との関係は昨年度同様、高い相関がみられる。

可変施肥については、施肥マップに基づき行ったが、今後収量や品質を調査して指標値の検証を行うことにしている。

#### 質疑応答

吉永委員 重要なのは、NDVI 値と指標値である。昨年度も今年度もある程度相関が高いということだが、昨年度と今年度で違う直線になると思うがどうか。



吉田科長 年次を越えての検証はこれから行う。1年目と2年目をドッキングして直線になるのか、年次ごとに異なるのか検討したい。

丸山座長 年次ごとに回帰線が異なると翌年に使えないのでしっかり検証して欲しい。



須田委員 玄米タンパクの推定のため、成熟期に NDVI 値の測定を行っているが、うまくいきそうなのか感触を聞きたい。

吉田科長 これから検証するが、昨年度の例では、SPAD 値と玄米タンパクの関係は成熟期に近い方が相関が高いようだ。出穂期や幼穂形成期の葉色よりは相関が高かった。これから検証するが、指標として使えるかどうかはわからない。

梶原委員(ヤンマーアグリ(株)) 可変施肥の5段階設計の表の中で、NDVI 値が0.67 以下で2Kg/10aとなっているが、「里山のつぶ」では全部が2Kg/10a まくのか。

吉田科長 「里山のつぶ」では、0.62 以下となっており、品種ごとに異なっている。



三輪会長 今年は7月の気温が低く日射量が少なかったが、高温の年もある。田植え後の気温、日射量を記録しておけば、あとで突き合わせができるので記録しておくことが重要である。

林委員 施肥のグラデーションほ場で、基肥 0~14Kg/10a、追肥 0~2Kg/10a となっているが、現場での施肥体系を教えて欲しい。

吉田科長 農家の場合、基肥 6Kg、追肥2Kg で、後は一発肥料を使っている。

丸山座長 この2品種は、大粒が特徴であるが、栽培法で変えることができるのか。

吉田科長 基肥、追肥を増やすと、粒数が増えるのはどちらの品種にも当てはまる。農家では収量を増やすため基肥を多く入れている。

丸山座長 基肥を多く入れると粒数は多くなるが大粒にはならないということになる。





塚本委員 機械によるコストをかけるので、その分見返りが必要である。どの程度の収量増を見込んでいるのか。

吉田科長 農家によって収量にバラツキがあるので、平準化して「天のつぶ」で650Kgが目標である。

塚本委員 ということは、ほ場内のバラツキをなくすと言うよりは、ほ場間のバラツキをなくすということですね。

### ③ リモートセンシングによるパン用小麦の生育量に応じた開花期追肥技術の開発

山口県農林総合技術センター 農業技術部

土地利用作物研究室 村田 資治 専門研究員



山口県では、学校給食パンの小麦は100%県内産であり、北海道に次いで全国で2番目に達成している。生産は、集落営農法人等が担っている。作付面積は右肩上がりが増加しており、「せときらら」は1,000haを超えている。一方で、実需者からは製パン製に影響する子実タンパク質含有率の12%以上の高位安定化を求められている。

子実タンパクを12%以上に高めるためには、開花期に窒素で6Kg/10aの追肥が有効であるが、収量が増加すると子実タンパクは低下する、といわれている。特に「せときらら」は200~900Kg/10aと収量の幅が広く、タンパクの変動も大きい。そのため、収量水準に応じた追肥量の調整を可変施肥によって行うことが必要である。県でも子実タンパクの確保が重要ということで、パンフレットを作り小麦生産者に開花期追肥の徹底を推奨しているが、その追肥の量の指標はざっくりとしたもので、収量予測に基づくことが必要である。

試験方法は、11月に播種し、4月の開花期にセンシングを行い、6月に収量調査を行う。追肥を変える追肥試験と遮光率を変える遮光試験の2つの試験を行い、センシングの値と収量との関係を調べる。追肥試験は、分けつ肥を0Kg/10aと2Kg/10a、穂肥を0Kg/10a、3Kg/10a、6Kg/10aを組合わせて6区のグラデーションほ場を、遮光試験は、播種時期を標準と晩播それぞれに遮光0%と50%で4区を設定した。栽培方法は山口県の標準的な方法で行った。

追肥試験の結果は、穂肥によって、穂数と1穂粒数が増えて収量は増加した。植生指数と収量の関係は、相関が高く、収量が予測できる。

播種時期と遮光試験で収量予測モデルの精度を検証した。遮光部分については明らかに徒長気味で生育に違いが見られ、遮光した場合には穂数と1穂粒数が少なく収量が減少した。予測値と実測値を比較すると、ファーム・アイのNDVI値では晩播が回帰線を外れており、他の植生指数も晩播の場合総じて精度が低下する。

今後は、データの蓄積を行い、検証を行うことが必要である。また、小麦の場合は、施肥量が多くなるのでそれに応じた可変施肥機の開発、収量予測モデルの確立、収量と子実タンパクの関係の確認が必要である。

## 質疑応答

吉永委員 標準と晩播についてのセンシングは携帯型のものとドローンでやっているが、そのタイミングはどうか。

村田専門研究員 タイミングは標準も晩播も同じ日に行っている。

林委員 生育量を変化させるために遮光しているというが、その根拠は何か。また、標準播きと晩播を播種時期で分けているが、試験区として扱ったほうが整理し易いのではないか。

村田専門研究員 この試験の前に試験をやって収量予測モデルを作ったところで、年次間の差がありそうだ、ということがわかり、その要因の一つとして日射量があり、それを変えたい、ということで行った。ただ、追肥作業などがあり実施期間は1ヶ月程度しかとれなかったもので、極端な50%の遮光率とした。播種時期をずらしたのも追肥以外で生育環境を変える、という趣旨である。

試験区については、ご指摘の通り処理区であるのでそのように対応したい。

丸山座長 遮光したり播種時期を変えたり生育環境を変えて、年次により異なる気象条件の中でも安定して予測できるモデルを作りたい、ということ。

塚本委員 ドローンと携帯型でセンシングするエリアの違いはどうか。

村田専門研究員 ドローンの場合は作付け部分全体であるが、携帯型の場合は直径60cm程度の円形部分の直上で測定する。

井ノ口委員 RMSE(平均平方根誤差)の標準播きと晩播の比較のところ、標準播きは出穂期、晩播は穂孕み期のセンシングということであるが、現場にこの技術を下ろすに当たってはどのデータが良いのか。

村田専門研究員 収量予測精度を高めるならできるだけ遅い方が良いのでできれば出穂期に行いたいと思うが、穂孕み期で行えるなら、ということで悩んでいるところである。

福田生産部長 タンパク含量と収量の目標はどうなっているのか。収量の低いところは対象外か。

村田専門研究員 精度が得られればすべて行いたい、現時点では、収量の高いところでタンパク含量を増やす、というのが目標である。

## ④ 上空からのNDVI測定活用による水稲生育の見える化と可変施肥による収量と食味の向上

宮崎県総合農業試験場 作物部 加治佐 光洋 主任研究員

宮崎県では、平成27年度に初めて「ヒノヒカリ」が「特A」を取得し、継続的な食味向上技術が求められている。現場では担い手の減少等による水稲経営の大規模化が進んでおり、作業の省力化、生産効率の向上が課題となっており、先端技術の活用による新しい栽培技術を検討している。



試験は、①NDVIや各センシング値と生育量やSPAD値の関係性の調査と、②可変施肥機

による穂肥の効果(収量・の確認の2つである。

① は、県内で90%を占めるヒノヒカリのグラデーション圃場(基肥1、3、5、7NKg/10a、穂肥1、3、5NKg/10a、栽植密度を坪当たり43株、60株、85株)12区画を設置し、ドローンを用い15mと30mの高さから測定した。

「NDVI×被覆率」と「草丈×茎数×葉色」は平成30年度と今年度とも高い相関を示したが今年度は栽植密度間の差はあまりない。その原因は5月下旬に梅雨入りし7月24日が梅雨明けで日射量が少なく生育が不良であったことによる。

幼穂形成期の「NDVI」と「SPAD」は、平成30年度に疎植で相関が低く、今年度も低い結果となっている。まとめると、「NDVI×植被率」と「草丈×茎数×葉色」の関係性が強く、穂肥施用時の利用が期待できる。「NDVI」と「SPAD」は相関が低く精査することにする。

② 可変施肥については、穂肥について、動力散粒機散布と無人ヘリ搭載の可変施肥散布を比較した。今年度分は現在分析中のため、平成29年度及び30年度の成績を報告する。

穂肥後の葉色については、可変施肥の場合、バラツキが少なく均一化された。成熟期調査では、慣行に比べ可変施肥では、稈長、穂長が短く無駄な成長が抑制された。収量構成要素では、可変施肥の方が1穂当たり粒数、 $m^2$ 当たり粒数が少ないものの登熟歩合、玄米千粒重が高くなった。このように収量では慣行とほぼ同等で、玄米タンパクが低下し、品質が向上した。

#### 質疑応答

雨宮副会長 この方法で効率的に施肥ができ収量が上がるということだが、慣行の基肥と穂肥の量と収量、目標の収量はどれくらいか。

加治佐主任研究員 県内の生産者は、基肥5、穂肥2程度である。試験場では、慣行で基肥5、穂肥3である。目標収量は、ヒノヒカリで470Kg/10a程度、タンパクは6.5以下である。大規模化するとほ場間のバラツキがあり、均一化が目標である。

丸山座長 SPAD値がばらつく、というが測り方のバラツキではないか。

加治佐主任研究員 SPADは1枚ごとに測定するが、NDVIは個体群を上空から測定する。1枚ごとにとるのでSPADではバラツキがやすいと考える。

丸山座長 村田専門研究員が小麦の測定でマジックワンド(魔法の杖)のようなものを愛用している、ということだがどのようなものか。

村田専門研究員 SPADの場合は個体数を増やす必要があり、携帯型での測定は便利である。測定労力も少なく済む。

福田部長 この体系の導入によって、費用対効果はどの程度か。

加治佐主任研究員 ドローンによる測定経費などを考えると、大規模に行う必要がある。

三輪会長 施肥設計について、基肥、追肥に窒素だけでなくPもKも含まれている。Nの効果はわからないのではないか。

加治佐主任研究員 形状や比重を検討して肥料を選んだが、指摘を踏まえ検討したい。

塚本委員 SPADの測定値にバラツキがでているが、測定の対象とする葉を適切に選ぶ必要

がある。

丸山座長 SPAD 値の測定については、この課題だけではなくいずれの課題でも注意して対応する必要がある。

#### ⑤ NDVI 測定活用による暖地水稲生育予測診断技術の評価

鹿児島県農業開発総合センター

園芸作物部作物研究室 四蔵 文夫 研究専門員

鹿児島県は暖地であり、水稲の作期が広く、主食用に加え、業務用、加工用が増加しており、多様な米作りに対応した安定生産技術の再構築が求められている。



このため、マルチスペクトルカメラを用い、暖地水稲における生育診断技術、可変施肥技術の評価することを目的にしている。今年度は2年目で、今年度の成績は中間報告とさせていた

だ。試験の対象品種は、2年目の「コシヒカリ」と1年目の「なつほのか」で、4月10日に移植、NDVI 測定は、幼穂形成期の5月29日、穂肥施用は6月6日、出穂期は、「コシヒカリ」が6月24日、「なつほのか」が、7月3日であった。コシヒカリの基肥は、3、5、7Kg/10a の3段階、穂肥は0、1、2 の3段階、「なつほのか」の基肥は、1、3、5、7の4段階、穂肥は、0、1、2の3段階とした。

基肥 N 量と幼穂形成期の NDVI と SPAD 値は正の相関があったが、なつほのかの基肥 N 量と SPAD 値の相関は低かった。SPAD 値と NDVI 値の相関は、コシヒカリに比べてなつほのかの相関はやや低かった。茎数と植被率については、両品種とも相関は低かった。窒素吸収量と NDVI、NDVI×植被率については、いずれも正の相関があり、なつほのかで相関が高かった。草丈×茎数×SPAD 値と NDVI は、両品種とも正の相関があり、なつほのかで相関が高かった。

年次間差についてみると、茎数と植被率の相関は2年とも低く、窒素吸収量と NDVI 及び NDVI×植被率は2年とも正の相関があったが、2019年の相関はやや低かった。草丈×茎数×SPAD と NDVI には、2年とも比較的高い正の相関があった。

コシヒカリにおける穂肥可変施肥については、2018年の NDVI 値から回帰式により SPAD 値を推定し、NDVI 値に基づく暫定穂肥施肥指針を作成し、施肥を実施した。幼穂形成期の NDVI 値に基づく推定 SPAD 値と実測した SPAD 値は平均値で見ればほぼ見合ったものとなっている。基肥 N 量ごとの穂肥の効果については、稈長、倒伏程度は穂肥量とともに変化した、千粒重の変化は不明確であった。また穂長、穂数、玄米重とも穂肥量とともに変化した。

生育ムラに対する穂肥の効果は、暫定穂肥施肥基準による穂肥により穂肥なしより安定多収となったが、改良の余地がある。

なつほのかにおける穂肥の効果については、千粒重を除き稈長、穂数、玄米重は、穂肥で生育ムラがコントロールできると考えられ、可変施肥技術は有効である。



今後は、登熟調査、玄米タンパク含有率等の結果も含めて検討を行う。

### 3 関連情報提供

「スマートソリューション基盤について」

ヤンマーアグリ株式会社 開発統括部

梶原 康一 開発企画部長



本日のテーマである「情報処理等先端技術の活用による高生産システムの確立」に関するヤンマーアグリ(株)の取組み、スマートソリューション基盤、を紹介する。

持続可能な農業のためのヤンマーの取組として、生産性の向上、資源循環、経済性をあげ、農業を食農産業に進化させるとこととしている。

特に、生産性については、これまでトラクター、コンバイン、田植機を発売、発展させてきた。2018年には、ロボットトラクターを発売し、本格的な ICT 化が進んでいる。農林水産省が掲げるスマート農業に対応して、超省力、大規模生産、誰もが取組みやすい農業を実現する、という点に重きを置いている。今後は、それらに加えて作物の能力を最大限に発揮させること、消費者、実需者に安心と信頼が与えられること、などに力点を置き、データをもとにお客様が判断できる情報を提供していくことにより生産性の向上が図られるようにしたい。

また、ICTを活用して、ファームマネジメントが楽にできるようにすることが重要である。作業の記録が自動で記録され、記録されたデータを活用し、経営判断を支援する、という取組みを進める。耕盤深さ、スリップ率、作物の株数などのほ場の情報のデータ収集にも対応して、マップの作成もできるようになる。センシングより低コストで対応できるよう機械からデータを取得することを考えている。

#### 質疑応答

丸山座長 耕盤堅さはマップにできるのか。

梶原部長 耕盤深さをだしているが、堅さはまだである。

#### (まとめ)

丸山座長 時間なので、まとめると、可変施肥はほぼ技術として定着したようだが、それを動かすための作物からの情報が年次により変動するので、検量線、係数が合わなくなる。また、品種、生育条件によっても異なる。引続き現場でしっかりした実証等をお願いする。

### III 閉会挨拶

ヤンマーアグリジャパン(株) 石原 淳 常務取締役

新稲作研究会中間検討会が大宮地域では初めての開催で、後援していただいた農研機構農業技術革新工学研究センターの藤村所長を始め多くの職員の皆様にご支援ご協力を賜ったことに感謝する。



また、ご来賓の関東農政局福田生産部長を始め担当の皆様にもお忙しい中、多数ご出席いただき感謝する。更に埼玉県庁、全農埼玉県本部を始め行政、試験研究機関、JA 並びに農林水産・食品産業技術振興協会など、多数の関係者の皆様にご尽力いただいたことに感謝する。

新稲作研究会では、今年8月に白ねぎ等の機械化をテーマに富山県下で現地中間検討会が開催されたが、本日の検討会では、5つの大課題のうち、「情報処理等先端技術の活用による高生産システムの確立」のための技術課題として試験実証を行っている11課題の中から、「NDVI 測定データの活用による高生産システムの確立」の課題に関して、中間成績の検討をしていただいた。スマート農業研究について講演していただいた農研機構農業技術革新工学研究センターの杉本スマート農業推進統括監、座長を務めていただいた丸山委員及び5人の発表者に厚く御礼を申し上げます。

ヤンマーでは持続可能な未来を実現するため、生産性向上、資源循環、経済性、付加価値を高めて儲かる農業の取組みを進め、農業を食農産業に進化させ、食のバリューチェーンのトータルサポートを目指している。最先端の情報通信テクノロジーで生産者を総合的にサポートするスマートアシストシステムを展開しているほか、農機のロボット化やリモセンによる生育状況の見える化で、収量安定化を図る営農支援サービスを展開している。密苗については、今年度作付面積が5万 ha を達成できる見通しである。

また、スマートパイロットシリーズの開発が農業食料工学会の開発特別賞を受賞することとなり、12月6日に受賞講演を行うことになった。更に沢の鶴酒造とコラボしてヤンマーがデザインした沢の鶴 X02 がグッドデザイン賞を受賞した。改めて、関係各位には感謝申し上げます。

(文責:新稲作研究会事務局)