

UFSMA 第3回推進会議・3月例会議事録

【概要】

第3回推進会議を3月26日（金）14時から計画していたところ、最終評価会と重なってしまったので1時間ずらして15時からの開催となった。コロナの影響で大々的な推進会議は開けないので、コンソメンバーと厳選した外部メンバーだけのこじんまりとしたものになった。18時終了予定は30分もずれ込んで、半ばで意見交換を打ち切らざるを得ないような状況となった。あつという間の2年間であったが、夢中で取り組んできたものの、積み残しが多いのが実情である。さらに、この間、多くのデータが集まったが、本格的な解析はこれからである。このような中で幕引きを迎え、プロジェクトは終わって、スマート農業が始まる時となった。

○日時：令和3年3月26日（金） 15：00－18：30

○場所：琉球大学農学部 仮設プレハブ校舎101室+オンライン会議

○議題：

開会のあいさつ プロジェクトリーダー 川満芳信
南大東スマート農業実証プロジェクト UFSMA の総括
プロジェクトリーダー 川満芳信（琉球大学農学部教授）

個別実証項目への取り組み

GNSS 自動操舵による新たなさとうきび栽培

株式会社くみき 玉城 豊

NPO 亜熱帯バイオマス利用研究センター 赤地 徹

微気象観測システムの設置および遠隔灌水システム等への活用

株式会社エーディエス 池田 剛

琉球大学農学部 渡邊健太

休憩

さとうきびの生育情報収集システムの開発とその活用

琉球大学農学部 渡邊健太

琉球大学農学部 平良英三

データ統合型 GIS ベース営農支援システム

株式会社ユニバーサルブレーションシステム 銘苺幸夫

スマート農業実装に向けた意見交換

進行管理役 上野正実

締めくくりに当たって 相原 PO

閉会 総合司会 後藤秀樹

○参加者：

琉球大学 川満芳信、平良英三、光岡宗士、東江均、渡邊健太

NPO 亜熱帯バイオマス 上野正実、赤地徹、赤嶺了正

くみき 玉城豊

エーディエス 後藤秀樹、池田剛

ユニバーサルブレーションシステム 銘苺幸夫

農研機構（PO） 相原貴之

沖縄総合事務局 名護良考、川田純平

沖縄県農林水産部 川之上昭彦

サザンクロス 金川均

○配付資料：南大東スマート農業プロジェクト（UFSMA）第3回推進会議・3月例会資料

【内 容】

開会のあいさつ（川満リーダー）

先ほど評価会も無事終わった。上野先生にはご尽力いただき感謝している。お褒めの言葉も多かったので良い評価がもらえるのではないかと期待している。いずれにしても2年間のプロジェクトはこれで一旦終了となる。コンソの皆さんや現地の皆さんに協力いただいて実証課題をほぼ達成できたと考えている。特に、3月18日に現地で実施したドローンによるフェロモンチューブ散布試験がうまくいったとのことで安心している。

今日は最後の推進会議で本来なら盛大に行うところであるが、コロナの影響でそうもできなかったのは残念である。外部の方々には大幅に制限することになったが、有意義な会議になることを期待したい。

議 事

1. 南大東スマート農業実証プロジェクト UFSMA の総括（川満リーダー）

- ・細かい報告は各コンソに任せ、自分からは南大東のさとうきび生産で最も大事ともいえる水問題を中心に話をしたい。
- ・この写真は日の丸山からのものである。このように写真で見ても品種によって色が異なることがわかる。この色の違いをドローンでとらえることはできないか？新しい課題として提案したい。
- ・この図のように南大東島のさとうきび生産量は、年によって大きく異なり、年次変動が大きい。最近では10万トン越えがでていたが、少ない年は4・5万トンまで落ちる。これを安定化させるには水がカギになる。
- ・島内9か所に微気象ポストを設置した。一年間のデータを時系列で表示するとどのサイトも同じように見えるが、これを積分すると実は場所によって気象条件が異なることがわかる。これまで農家が言ってきたことを証明する結果を得た。この意義は大きい。S6は盆地になっているため気温が高い。幕下のS1、S6、S9は冬季において昼と夜の日較差がかなり大きくなる。幕上ではこの差は小さい。
- ・CO₂濃度データの収集も行っており、プロジェクト期間だけを見ても濃度が右肩上がりになっているのがわかる。地球温暖化の影響と考えられる。台風時は気圧が低下するためCO₂濃度も下がる。何ヶ所かデータが欠けてしまっているのが惜しい。2020年7月22日午前5時頃最高値を記録した。CO₂は重いので下の方にたまる傾向がある。無風状態の時の明け方がもっとも高くなる。
- ・VT地温センサによって地中温度を2cm感覚で細かく計測することが可能になった。深くなるほど温度変化が小さくなることがわかる。地表付近では昼と夜で逆転現象が起こる。
- ・サップフローメータはさとうきび茎内の水の動きを捉えることができる。重量法による蒸散速度実測値と比較を行ったところ、概ね似たような傾向を示すことがわかった。ただし蒸発散量が一定以上となるとサップフローは頭打ちとなる。これまでポット試験で計測してきたが、これを現場に持ち込めば、灌水開始のスイッチング信号として利用できる。

2. 個別実証項目への取り組み

2-1 GNSS 自動操舵による新たなさとうきび栽培

(1) GNSS 自動操舵とドローンによるフェロモンチューブ散布（くみき）

- ・今回 GNSS の部分は時間の関係上割愛して、新しい成果としてフェロモンチューブ散布装置について主に発表したい。
- ・散布装置 1 号機では、現状の有人ヘリと同じく、1m の長さにカットされたチューブを積み込んで散布するという方式であったが、繰り出し部でチューブがほぐれず、固まり状になって放出されてしまい失敗した。また、散布機の部分を軽量化したが、ドローンの上部が重くなってバランスが悪く、フライトが安定しないという問題も見つかった。
- ・2 号機はチューブをカットせずに長いまま垂らして落下させる方法。トイレットペーパーを引き出して落とすイメージ。ペンキ塗り用のローラーにチューブロールを取り付けて用いたところ、1 回目は成功したが、2 回目はローラーの表面がぬるぬるしていたため滑ってチューブを送り出すことができなかった。
- ・この方法でも何とかできそうであったが、地元より空中で 1 m ほどに切断して散布するよう、要望があった。チューブが高い木の上にかかるとフェロモンの効果がないそうである。このため、切断部分と繰り出し部分の製作が必要とわかった。
- ・3 号機は、チューブを切断するカッターディスクをつくり、小さい穴を通して送られてくるチューブを回転カッターで切断する仕組み。送り出し部分をコンパクトにすることで散布を確実にできるようにした。散布装置の重さも 5kg の重量となったため、ドローンの飛行も安定して運転しやすくなった。しかし、カットしたチューブが風でドローンに巻き付くという問題が発生したため、送り出し装置の下部に風よけのスカートを着装した。沖縄本島で試験飛行と改良を繰り返し、3 / 1 8 にぎりぎり現地でのフライトにこぎつけた。現場に村長も来られ、ちゃんと動くところを見てもらえて良かった。
- ・100m を直線で飛び、横に 5m ずつシフトして折り返す方式を取ると 1 フライトで 20 アールくらいをカバーできる。現在は高度 30m に設定されており、ドローン速度、繰り出し速度ともに最大速度で運転。
- ・今後は散布状況や散布箇所の把握、繰り出し部の改良、新しいドローン機種への取付け部などが課題となる。

(Q) ドローンの軌跡情報データは取り出し可能か？

⇒作業用ドローンにはその機能はない。今はスクリーンショットで対応している。今後データの取り出し方を検討する。カメラは 2 台必要と思われ、取り付け方法も課題。

(Q) 散布装置の重さは全部で 5kg か？

⇒装置本体で 5kg。チューブも含めると 10kg くらいになる。そのくらいの重さの方が操縦しやすい。

(Q) 1 日どれくらい動かせるか？

⇒バッテリーひとつで 10 分くらい。5 分で 20 アールはできる。充電しながらなら一日中動かせる。

⇒散布装置のバッテリーは、飛行用とは別で、どこにでもあるマキタのインパクトドライバー用のもの。

(Q) この装置を使うことで従来の有人ヘリ利用時より時間短縮できるか？

⇒その点に関しては現時点では不明。ドローンを何台使用するかで作業時間は異なる。

=>時間よりも農家でもできるというところに最大のメリットがある。

(C) ぜひ撒いた場所を把握できるようにして欲しい。

=>何とか頑張りたい。

(2) GNSS 自動操舵作業解析 (NPO 亜熱帯)

- ・自動操舵の主なメリットとしては作業時間の削減、作業精度の向上、オペレータの多様化と確保、圃場への負荷軽減など。自動操舵のイメージとしては畑の中にレールを敷くようなもの。自動操舵技術利用のメリットがあるということを農家にわかってもらうための実証プロジェクトであったが、道半ばで終わった感じがする。
- ・さとうきび栽培の主要作業を自動操舵化する GNSS 自動操舵による標準作業体系を策定し、作型別に作業時間を評価した。手動操舵と自動操舵で作業時間を比較したが、思ったより短縮されなかった。スピードは上げようと思えば上げられるが、そうすると精度が落ちてしまう。このバランスが重要。
- ・作業時間と比べてオペレータコストは自動操舵で大きく低減できる。これはベテランしか行えなかった作業を、賃金の低い初心者にも任せることができるとためである。収穫作業はベテランで 4000 円/ha、初心者で 3000 円/ha、その他の作業はベテランで 1200 円/ha、初心者で 1000 円/ha で計算した。
- ・作業時間の低減率は目標としていた 10%程度には届かなかったが、オペレータコストは目標の 20%を大きく上回った。
- ・自動操舵ではトラッキングエラーを数 cm に抑えることができる。また、Vehicle heading (進行方向) データをみると、手動操舵では切り角が大きくぶれてしまうが自動操舵ではハンドルが細かく微調整されている様子がわかる。
- ・自動操舵の解決すべき課題点・問題点は多数ある。初心者は自動操舵を使って作業ができるようになるが、システム操作が難しいという問題もある。特に、位置データ保存の操作
- ・この 2 年間で初めてさとうきび生産にかかわる作業を最初から最後まで通して観察することができた。非常に勉強になった。

(Q) トプコン社製 GNSS は受信機が一つだが CHC 社製のものは二つ。メリットと考えられるが、その差はあるか？

=>具体的に比べていないので不明。

(Q) 施肥方法の改善も可能？

=>大東では可能ではないか。畝毎の収量が割り出せればそれに応じて肥料のやり方をコントロールできる可能性がある。地中灌漑と組み合わせることも考えられる。

(Q) ベースカッタの情報を得ることはできないか？

=>今の段階では難しい。

(Q) 自動操舵を使うことでベースカッタの操作に集中できるためトラッシュ率が低下するのは？

=>ベースカッタの操作は関係しないと思うがトラッシュ率や収穫ロスが自動操舵で低下する可能性は十分にある。

2-2 微気象観測システムの設置および遠隔灌漑システム等への活用

(1) 微気象データ収集システム (エーディエス)

- ・UFSMA 微気象ポストの特徴や構成、農家向け情報提示システム、遠隔灌水制御システムについて紹介。
- ・ミニポストは Meter 社のロガーシステムからデータを取得している。これによりコストを削減するとともにデータロスの可能性も下げることができる。
- ・多点温度 (VT 地温) センサは 60cm と長いこともあり、特に故障が多かった。このデータは非常に貴重なものとする。
- ・微気象ポストに関するトラブルは多々発生したが、沖縄本島や内地ではこのような問題は見られない。これは南大東島の過酷さを示すものであり、トラブルの解消方法含め多くの知見を得ることができた。逆に言えばここで動かすことができればどこへでも持っていける。
- ・今後はシェアリングなども視野に入れ、微気象ポストの継続的な運用を目指す。

(Q) サブポストのコストはいくらぐらいか？

⇒ フレームが一番高い。さびてしまうためちゃんとしたものが必要になる。フレーム、センサ抜きでは 2~3 万円程度。pF センサはひとつ 5 万円くらい。

(Q) メンテナンスの頻度はどのくらいが望ましいか？

⇒ 検討が必要だが最低でも月一回。基本的には現地にいる人が週に一回のペースでやるのが望ましい。

(Q) 通信費はいくらぐらいか？

⇒ 最も低速な通信プラン。S1~S9 まで同じものを利用。数百円×ポスト数。

(2) 灌水試験・水質調査 (琉大・作物)

- ・城間南畑での灌水試験は夏季に比較的降雨に恵まれたことから計 3 回しか灌水を行わなかった。その結果、収量関連形質に大きな処理区間差は見られなかった。
- ・南大東島における水質調査では台風の影響により貯水池の塩濃度が上昇する様子が観察された。池沼水では最大 4400ppm を記録した。マリンタンクの季節変化は小さかった。
- ・琉球大学で行ったストレス試験では、Ni27 が最もストレス耐性の高い品種であり、ストレス区での茎重、糖度、糖収量は 4 品種の中で最も高かった。

(Q) 潮害に強いのが Ni27 という考えで良いか？

⇒ この 4 品種の中では Ni27 が最も強い。水ストレスには Ni26 もある程度強いと考えられる。

2-5 さとうきびの生育情報収集システムの開発とその活用

(1) 光合成・整理情報 (琉大・作物)

- ・城間畑で約一年間にわたって毎月光合成測定を行ってきた。様々な利用法があるが、光・温度反応曲線のデータを利用すれば各月の CO₂ 吸収量が推定できる。年間 CO₂ 吸収量は 60t/ha であり、島全体では 7.2 万 t/年という計算になった。この数字は日本人 8000 人が一年間に排出する CO₂ 量に匹敵する。
- ・光合成・蒸散を行っていない葉は行っている葉と比べて葉温が上昇する。この性質を利用してドローン熱画像から水ストレス程度の把握が可能である。

(Q) スライドの写真では灌漑区と無灌漑区の見え目が変わらないのはなぜか？

⇒ 試験開始直後の写真を利用している。ストレスが強くなると葉が黄化する現象が確認された。

(Q) 25℃の基準はどう作ったか？

⇒冷蔵庫で冷やした水と水道水を混ぜ合わせて25℃になるよう調整した。

(Q) 干ばつになると葉がロールする現象が観察されるが、それに関して、ドローンを使ってわからないか？

⇒今回使ったのがNi27で、ストレスに強いこともあってロール現象は見られなかった。ただし、見た目が変わらなくても光合成や葉温には違いが見られるので、そのあたりはドローン熱画像を利用するメリットになると思う。

(2) モバイルNIRとドローンの活用(琉大・農産)

- ・まず、モバイルNIRの実用化のプロセスとそれに向けての課題などを紹介した。登熟程度は茎上部と下部の糖度差を見ることで把握できるのではないかと。
- ・ある点の糖度がわかればドローン画像と連携することで全ポイントの糖度を瞬時に出すことができる。
- ・モバイルNIRの用途として、生育調査の効率化と収穫計画への利用を主に考えている。今後、これに向けて進めていきたい。
- ・ドローンはMavic2とPhantom4の2種類を使用。プロジェクトにおいて、それぞれ5万枚、10万枚の画像を撮影した。
- ・ドローンを利用すると場所によってはかなりの精度でさとうきびの高さを推定することができることを示した。また、Brixや倒伏率なども把握できる。
- ・引き続きさとうきび高さ、雑草・欠株・病害虫発生程度の把握、収量予測などを行っていく。また、海拔がわからないので来年度以降はRTK機器を使いたい。

(C) 7月もしくは8月の草高はドローン画像から割り出せそうである。これとロジスティック曲線解析を組み合わせれば、収量予測の精度をあげられるのではないかと？

⇒高さの推定を空撮現場すべてで推定して生育調査結果などと比較してみたい。

(Q) Brixの予測はどの程度可能か？

⇒高い、低いなど大体の推定はできる。ポイントごとに小数点以下の精度を求めることはできない。

(Q) 害虫の発生状況はわからないか？

⇒昨年イネヨトウが発生したときは葉が白化し枯死する個体が出たため画像からある程度の判断が可能と考えられた。しかし精度を上げるためには高度を下げなければならずそうすると処理する画像数が増えるという問題がある。

(Q) バッタは体温などでわからないか？

⇒キャベツではアオムシを対象に行っているらしい。さとうきび、バッタは動くので難しい。

(Q) 音を出して逃がすのはどうか？

⇒今回色々なさとうきび高さの推定方法が紹介されたがどれが最も精度が高いか検証してほしい。また、できるなら倒伏していない時点での高さから収量予測を行ってほしい。

⇒頑張ります。

2-4 データ統合型 GIS ベース営農支援システム（ユニバーサルブレンシステム）

- ・現在、圃場作業日報の入力、作業実績の取得、電子地図と連携した圃場管理などが可能。UFSMA プロジェクトではさとうきび生育データ、生育環境データ、GNSS 自動操舵機器データ、経費情報などの取得が可能。
 - ・圃場調査入力システムとしては完成したが現場での作業性を考えると実用的ではないかもしれない。
 - ・地図付き作業指示書は印刷して作業員に渡すのに適している。
 - ・GNSS 自動操舵データを表示するプログラムを動かした。例として、表示された AB ラインの長さは 14m、線引き作業では 1600m 動いた、植え付け作業は 645m にわたって行われたなど。
 - ・機械情報も USB で抜き取れる。色々使える可能性があるがメーカーはオープンにしていない。英語バージョンなども含め行った農作業をデータとして残す機能をぜひ開発してほしい。
- (Q) メーカーのデータは普通の人を使うのは難しいか？
- =>自作のプログラムをつくれればできるのではないかと思う。自動操舵パネルにプログラムをインストールできるかが問題。動かせる可能性は十分にある。

3. 今後の活動および令和 3 年度スマート農業プロジェクトへの提案について

- 上野) 2 年間で色々なことができるようになり、データはたくさん集まったが、解析はまだまだ不十分。自分たちでも理解できていない部分が多くある。これまでアグリサポートと一緒にやってきた。技術開発に関しては非常に向いていて大いに活躍してもらったが、規模や組織の面で一般的な農家とはかなり異なる部分がある。来年度からは金川さんをはじめ普通の農家も対象に行っていきたいと考えている。また南だけでなく北も対象地域としてやっていく。
- 名護) スマート農業を社会実装するためには何が必要かを検討している。このコンソーシアムからも検討委員に入ってもらっている。最近、それぞれから情報収集し、また、委員からの意見を取り入れて、とりまとめを行った。また、スマート農業に取り組んでいけるような情報をこちらからも引き続き提供していきたい。
- 川之上) ゆがふ、伊是名で製糖が終了。今期は雨に恵まれた。南北大東島も台風に見舞われながらも大きな減産なくやっている。これまでは規模的にも宮古島がモデルだったが機械化を含め大東島がモデルとなっていくと言っても過言ではない。さとうきび生産のスマート化に非常に感銘を受けた。今後も情報共有していただきたい。
- 金川) 熱心に研究開発を行っていただき UFSMA メンバーには心より感謝している。今後はこのプロジェクトでつくったものをどう使うかということをやっていただきたい。是非次のプロジェクトでは一緒にやりたい。

相原 P0 コメント

UFSMA メンバーは探求心・好奇心にあふれており、フットワークが軽い。一緒に仕事ができ良かったと感じている。個人的には 3 月で定年となるが、再雇用もあるので 4 月以降も引き続き一緒にやっていけたらと思う。お疲れさまでした。



会議の様子