

## 題名：ドローンを用いた「彩のかがやき」追肥診断

(スライド1)

ドローンを用いた「彩のかがやき」追肥診断について、丹野より発表をさせていただきます。

(スライド2)

近年、水稻の高温による障害が問題となっています。特に、「彩のかがやき」では白未熟粒の発生が問題で、出穂後 20 日間の平均気温が 27℃以上になると多発します。白未熟粒が多くなると、食味や等級が低下します。また、高温により肥料が通常より早く溶出してしまうなどの問題も起こります。このように、温暖化による高温で、収量や品質が不安定になってきていることがわかります。

(スライド3)

高温障害を軽減する技術として、埼玉県では葉色診断に基づく追肥を推進してきました。早植栽培の「彩のかがやき」において、通常基肥・穂肥以外の中間追肥を診断する技術です。具体的には、移植後 45 日頃にこちらの写真のような葉色板を用いて葉色を診断し、4 以下であれば窒素成分で 10a あたり 2kg 追肥するという方法です。生育不良の改善や、白未熟粒の軽減などに効果があります。

(スライド4)

しかし、近年は画面左の表のように、生産者あたりの経営面積が増加してきていて、一ほ場にあまり時間をかけられなくなっています。また、右側の図は熊谷の真夏日日数の推移で、追肥時期がますます高温となってきており、ほ場を歩いて回らなければならない葉色板による診断法にかかる負担は大きくなってきています。

(スライド5)

そこで、近年普及が進んでいるドローンに、マルチスペクトルカメラという、特定の波長のみでの写真が撮影できる特殊なカメラを搭載して生育診断をする方法を開発し、診断の省力化を図りました。

(スライド6)

生育診断に用いる指標としては、NDVI を用いました。左の図は、植物が反射する光の波長を示した図です。植物は、光合成に用いる赤の光をよく吸収し、近赤光をよく反射します。この差は、生育が旺盛な地点ほど大きくなります。それを-1~+1 までの範囲で数値化したものを NDVI といい、数値が大きいほどその箇所の生育が旺盛と言えます。マルチスペクトルカメラを搭載したドローンを用いて、ほ場の NDVI を取得して生育診断をします。

(スライド7)

生育診断の時期に関しては、移植後 30~40 日頃までは NDVI の変化が急であり、1 日の撮影日のずれで大きく変化してしまい、生育診断の基準としては使いにくいと考えられました。そのた

め、NDVI による生育診断は移植後 45 日頃に診断するのが望ましいことがわかりました。

(スライド 8)

生育診断の具体的な流れとしては、まず、マルチスペクトルカメラを搭載したドローンを上空に飛ばし、ほ場を空撮します。

(スライド 9)

次に、取得した写真を画像解析ソフトに入れ、NDVI を算出し、ほ場の NDVI マップを作成します。マップをもとに、ほ場ごとに追肥の要否を判断します。NDVI が低い部分には追肥が必要で、高い部分には不要です。中間的な部分は、今後高温傾向が予想される場合にのみ追肥します。このような流れで生育診断に基づく追肥を行います。

(スライド 10)

追肥の基準を決定するにあたっては、追肥直前の NDVI によって、中間追肥の効果がどのように変化するかを解析しました。追肥のメリットとしては、収量の増加や白未熟粒の減少があり、リスクとしては、稈長の増加による倒伏と、タンパク質含量増加によって米が固くなり、食味が低下すること、また、追肥作業及び資材自体のコストなどがあります。どの程度の NDVI までなら、追肥のメリットが大きくリスクが小さいのかを検討しました。

(スライド 11)

まずは、収量に対する効果です、左側の図は、横軸が移植後 45 日頃の NDVI、縦軸が中間追肥の増収効果を示しています。実線がモデルの予測値、濃いグレーの部分が 50%の予測区間を示しています。例えば、NDVI が 0.5 のときは、中間追肥の実施による増収効果は 50%の確率で 10a あたりプラス 60~120kg となります。NDVI が低いほど追肥による増収効果が高く、NDVI が 0.5 のときは 10a あたり 90kg ほど増収しますが、NDVI が 0.8 程度になると増収効果はほとんどないことがわかりました。

(スライド 12)

次に、白未熟粒に対する効果を評価しました。NDVI が低いほど、追肥によって白未熟粒を減少させる効果が高く、NDVI が 0.5 のときは約 20%減少させました。

(スライド 13)

中間追肥による稈の伸びは、NDVI が低いほど伸びが大きく、NDVI が高まるにつれて伸びる程度は小さくなるため、追肥による倒伏リスクの増加を懸念する必要性は低いと考えられました。

(スライド 14)

最後に、タンパク質含量に対する効果を評価しました。NDVI にかかわらず、中間追肥によってタンパク質含量は 0.25%ほど増加しました。良食味が保てる「彩のかがやき」のタンパク質含量目標は 6.5%以下です。NDVI が 0.8 程度のときは 2 割ほどの確率で 6.5%を超えるリスクがあることがわかりました。

(スライド 15)

以上の結果から、表のような追肥基準を策定しました。移植後 45～50 日の NDVI が 0.7 以下の時は気象にかかわらず追肥し、0.7～0.75 のときは出穂後の高温が予想されるときのみ追肥します。0.75 以上のときは追肥のリスクが大きくメリットが少ないため追肥しません。

(スライド 16)

2020 年は鴻巣市の現地ほ場において実証試験を実施しました。その結果、撮影 4 時間、画像処理 3 時間の合計 7 時間程度で約 200ha の範囲の NDVI マップを作成することができました。ほ場ごとの生育差が NDVI の差にはっきりと表れていることがわかります。

(スライド 17)

リモートセンシングによる「彩のかがやき」の追肥診断マニュアルというタイトルで、ドローンによる撮影から追肥診断までの流れをまとめたマニュアルを現在作成中です。代表的な機材のコストなども掲載しています。また、Agisoft Metashape Pro を用いた広範囲空撮画像解析マニュアルというタイトルで、有料の画像解析ソフトを用いて多くの空撮画像を合成し、先ほどの実証試験で示したような広域の生育診断マップを作製・活用するためのマニュアルも作成しています。これらのマニュアルは、令和 2 年度末に埼玉県農業技術研究センターホームページで公開予定です。

(スライド 18)

今後は追肥判断ができる時期を拡充したり、他品種での検討を進めたりし、技術の利用範囲を広げていくとともに、一発肥料体系での追肥診断の検討も実施していくことが新たな課題になると考えています。

(スライド 19)

以上で発表を終わります。最後までご視聴いただき、ありがとうございました。