

[参考事項]

成果情報名：ドローンリモートセンシングにより得られる NDVI と窒素吸収量の関係

研究機関名 農業試験場企画経営室スマート農業チーム
担 当 者 石川祐介・齋藤雅憲・他 1 名

[要約]

ドローンリモートセンシングにより得られる有効茎決定期から減数分裂期までの NDVI は、窒素吸収量 (g/m^2) と正の関係性がみられ、回帰式が得られた。この回帰式を用いて NDVI から直接、隣接ほ場の窒素吸収量を推定したところ、RMSE（二乗平均平方根誤差）は 0.92 であった。

[キーワード]

ドローンリモートセンシング・水稻・NDVI・窒素吸収量・マルチスペクトルカメラ

[普及対象範囲]

県内全域

[ねらい]

大規模経営体では、ほ場の多筆化と大区画化により、ほ場毎、ほ場内の生育状況の把握や栽培管理が行き届かないケースがみられる。一方、リモートセンシングにより得られる NDVI 等の植生指数を用いて生育状況を把握する取組が増えており、本県においても、NDVI 画像や収量情報を用いて次年度の施肥設計に活用する取組（青羽ら, 2020, 実用化情報）がある。

そこで、リモートセンシング技術を活用した収量安定化技術の確立に向けて、ドローンリモートセンシングにより得られる NDVI と窒素吸収量の関係について比較、検討した。

[成果の内容及び特徴]

- 1 生育ステージ毎の NDVI は、茎数の増加に応じて、分けつ始期から最高分けつ期では急速に増加し、最高分けつ期から減数分裂期までは緩やかに増加した。その後、減数分裂期から出穂期にかけて 0.90 付近で飽和し、横ばい傾向となり、出穂期以降は減少に転じた（図 1）。
- 2 有効茎決定期から減数分裂期までの NDVI は、窒素吸収量 (g/m^2) と正の関係性がみられた。各年次の窒素吸収量を対数変換して得られた線形回帰式は類似しており、3 年分のデータから、NDVI を x 、窒素吸収量を y とした回帰式 $\log(y) = 1.4196x - 0.4436$ が得られた（図 2）。
- 3 上記の回帰式を用いて耕種概要が同様の隣接ほ場の窒素吸収量 (g/m^2) を推定したところ、RMSE（二乗平均平方根誤差）は 0.92 であった（図 3）。一方で、減数分裂期では NDVI が飽和するサンプルがみられ、他の生育ステージに比べ誤差が大きくなる場合があった。
- 4 以上のことから、ドローンリモートセンシングにより得られる NDVI から窒素吸収量を直接推定することで、ほ場毎、ほ場内全体の水稻生育の把握が可能となり、可変施肥へ活用できる可能性が示唆された。

[成果の活用上の留意点]

- 1 空撮は、マルチスペクトルカメラ付きドローン（P4Multispectral、DJI 社）で実施した（飛行時間：約 13 分／4 ha）。画像解析は、解析ソフトウェア（PIX4Dfields、PIX4D 社）でオルソ画像を作成し、GIS ソフト（QGIS）で 1 m メッシュ毎の NDVI の値を取得して実施した。
- 2 本試験は、2022 年～2024 年に秋田農試内の 1ha ほ場において、高密度播種苗で疎植栽培した「めんこいな」での調査結果である（施肥量 0、4、7、10kgN/10a の 4 水準、追肥なし）。
- 3 上記の回帰式による窒素吸収量の推定では、NDVI が 0.90 以上（窒素吸収量で $6.8\text{g}/\text{m}^2$ に相当）になると飽和するため、推定値の誤差が大きくなる。また、他品種や栽植密度の違い等による NDVI と窒素吸収量の関係については、検証が必要である。
- 4 NDVI（Normalized Difference Vegetation Index）は、植物活性の指標となる正規化植生指数を示し、近赤外と赤色の波長の反射率の差と和の比で表され、 $-1 \sim +1$ の範囲の値をとる。

[具体的なデータ等]

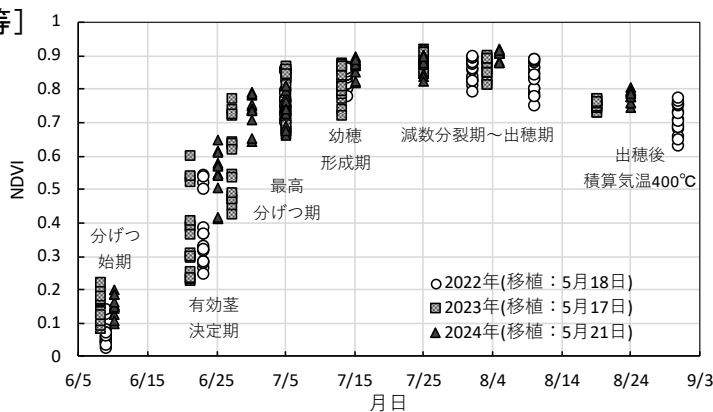


図 1 生育ステージ毎の NDVI の推移 (2022 年～2024 年)

注) 試験区の施肥量は、3 カ年とも 0, 4, 7, 10kgN/10a の 4 水準 (追肥なし) である。

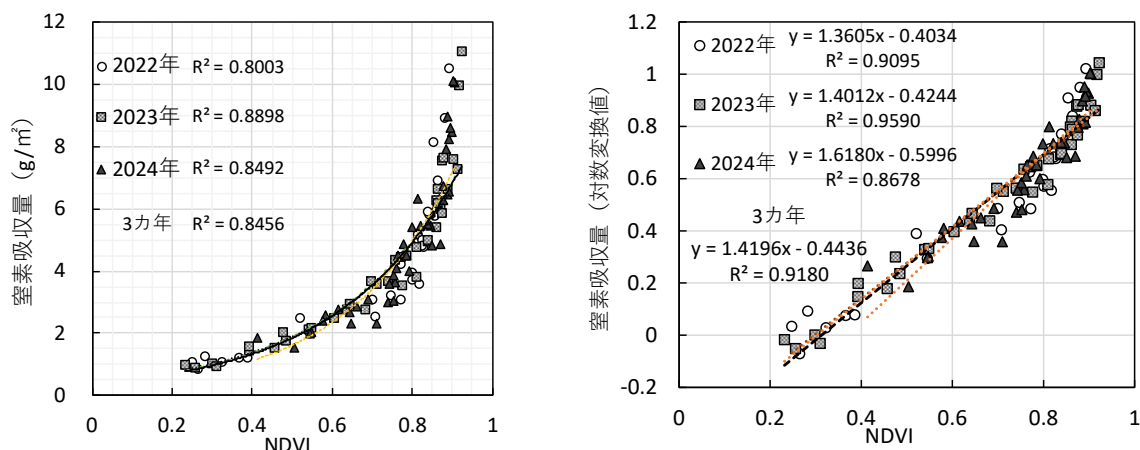


図 2 減数分裂期までの NDVI と窒素吸収量、窒素吸収量の対数変換値の関係 (2022 年～2024 年)

注) サンプルは 2022 年～2024 年の同一ほ場の試験区 (施肥量 0、4、7、10kgN/10a の 4 水準 (追肥なし)) で、有効茎決定期～減数分裂期に実施した (2022 年 n=32、2023 年 n=40、2024 年 n=40)。

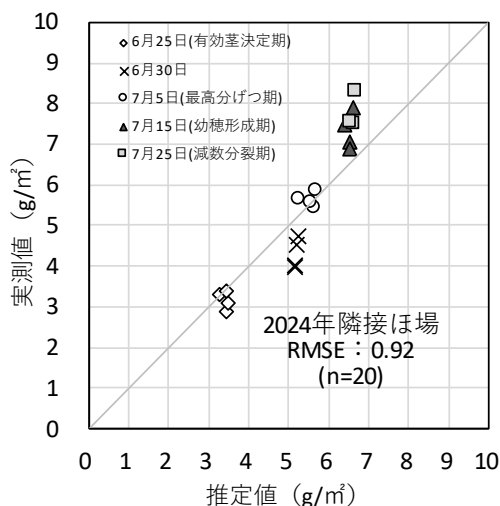


図 3 NDVI から推定した窒素吸収量と実測値

注) 推定値は、2024 年に一律施肥 (10kgN/10a) した隣接ほ場の有効茎決定期～減数分裂期の NDVI (4 地点×5 調査日の計 n=20) を用いて、図 2 の回帰式から算出した。

【空撮条件】

- ・供試機材：マルチスペクトルカメラ付きドローン (P4Multispectral、DJI 社)
フィルター：赤 650nm±16nm
近赤外線 840nm±26nm
- ・飛行速度 5.2m/秒、飛行高度 50m、航路上オーバーラップ 70%・航路間オーバーラップ 70%、撮影間隔 2 秒/回、撮影時間 8 時～10 時
- ・上記条件での撮影時間：約 13 分 / 4 ha

【画像解析方法】

- ・マルチスペクトルカメラ付きドローンにより得られた画像から解析ソフトウェア (PIX4Dfields、PIX4D 社) を用いて、オルソ画像を作成し、GIS ソフト (QGIS) にて 1 m メッシュ毎の NDVI の値を取得して解析を行った。

【耕種概要】 (3 カ年共通)

- ・試験年次：2022 年～2024 年
- ・供試ほ場：秋田農試 1ha ほ場 (200m×50m)
- ・供試品種：「めんこいな」高密度播種苗 (乾籾 250g/箱)
- ・栽植密度：50 株/坪
- ・施肥：基肥一発型肥料 (ゆとり L588)、追肥なし、0、4、7、10kgN/10a の 4 水準

[その他]

研究課題名：ドローンリモートセンシングデータと水稻生育・収量の関係

研究期間：令和 4 年度～令和 6 年度

予算区分：県単

掲載誌等：なし