



ドローンデータの補正による 新たな水稻生育診断・ 追肥量算出システムの開発

簡易かつ精確な生育診断で米の収量などの安定化に貢献

国立研究開発法人 農研機構
中日本農業研究センター 転換畑研究領域 畑輪作システムグループ 主席研究員

中野 洋

近年、異常気象・気候変動の影響により米の収量や品質が不安定になるなかで、効率的な栽培管理によって安定した収量や品質が得られる技術の導入が求められている。最近、私たちの研究グループでは、簡易かつ精確な生育診断で米の収量などの安定化に貢献する「ドローンデータの補正による新たな水稻生育診断・追肥量算出システム」を開発した。今号では、このシステムの作業手順や機能を紹介する。

窒素肥料が米の収量や品質におよぼす影響

窒素は、水稻にとって最も重要な肥料成分である。米の収量は、出穂20日前から出穂期の間には窒素追肥を行うと増加する。また、登熟期の気温が高いと、胚に近い基部が白濁した「基部未熟粒」や胚と反対の側面が白濁した「背白粒」が発生する。しかし、基部未熟粒と背白粒は、出穂20日前から出穂期の間には窒素追肥を行えば登熟期の気温が高くても減少する。この一方で、過剰な窒素追肥は、倒伏や玄米タンパクの上昇を助長するので、生育診断により水稻の生育状況を把握したうえで適量の追肥を行うことが重要である。

上空からの生育診断の精度を補正

ドローンによる上空からの生育診断は、米の生産現場で始まっているものの、生育の良し悪しを相対的に示すレベルに留まっている。私たちの研究グループでは、生育診断に使われる植物の生育状態を表す正規化植生指数(NDVI)と測定時刻や天気との関係について調べてみた。その結果、ドローンで上空から測定したNDVI(上空NDVI)は、太陽高度が低いと上昇したのに対し、測定器GreenSeeker(ニコン・トリンプル)によって地上で測定したNDVI(地上NDVI)は、太陽高度の影響をほとんど受けなかった(写真1、図1a)。また、上空NDVIは、晴れの日に比べて曇りの日で低下したのに対し、地上NDVIは、天気の影響をほとんど受けなかった(写真

1、図1b)。

この結果から、ドローンによる上空からの生育診断では、太陽光を植物が反射した光を測定しているため、撮影日時の太陽高度や日射量の影響を受けるのに対し、地上での生育診断では、測定器の光を植物が反射した光を測定しているため、測定日時の太陽高度や日射量の影響をほとんど受けないことがわかった(写真1、図1)。このことが、ドローンを利用した生育診断が生育の良し悪しを相対的に示すレベルに留まっている理由である。

また、私たちの研究グループでは、2020年と2021年の出穂3週間前のNDVIと収量との関係について、窒素追肥量を4kgN/10aとした場合で調べてみた。その結果、上空NDVIは、地上NDVIに比べ、収量との相関が明らかに低かった(図2aとb)。そこで、上空NDVIを生育の差が大きい2点の地上NDVIで補正(上空NDVIと地上NDVIとの相関関係から回帰直線を求めて、すべ

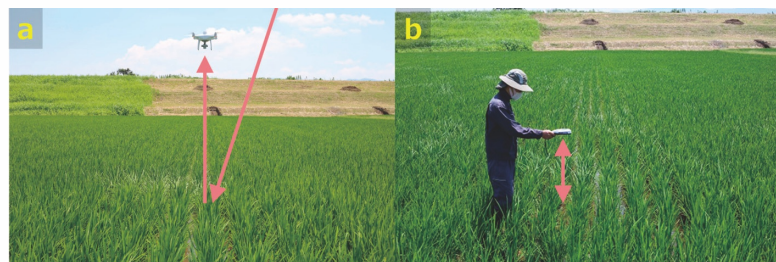


写真1 ドローンによる上空からの生育診断(a)およびGreenSeekerによる地上での生育診断(b)

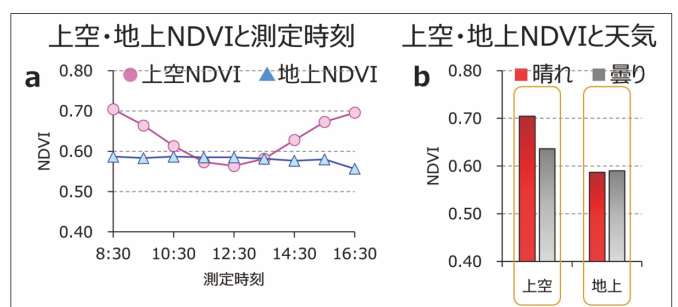


図1 ドローンで上空から測定したNDVI(上空NDVI)およびGreenSeekerによって地上で測定したNDVI(地上NDVI)と測定時刻(a)または天気(b)との関係

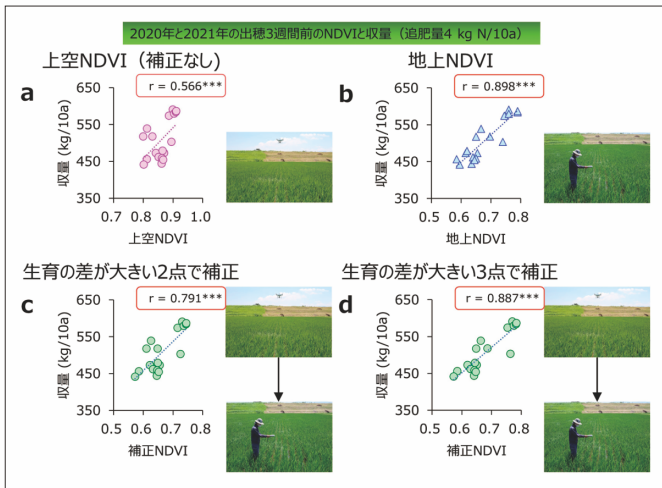


図2 ドローンで上空から測定したNDVI(上空NDVI)のGreenSeekerによって地上で測定したNDVI(地上NDVI)による補正(補正NDVI)

ての上空NDVIを地上NDVIで補正)すると、収量との相関が上空NDVIに比べて高くなった(図2c)。さらに、上空NDVIを生育の差が大きい3点の地上NDVIで補正すると、収量との相関が上空NDVIに比べていっそう高くなった(図2d)。

すなわち、上空NDVIを生育の差が大きい3点の地上NDVIで補正すると、補正の精度が高くなることが明らかとなった。そこで、ドローンによる広範囲の上空NDVIを数カ所の地上NDVIで補正し、広範囲のすべての圃場について、地上NDVIを取得する場合に比べて簡易で、上空NDVIのみを利用する場合に比べて正確な生育診断を行い、その結果に基づいて、目標とする収量などに応じて追肥量を算出する「ドローンデータの補正による新たな水稻生育診断・追肥量算出システム」を開発した。

開発したシステムの作業手順と機能

開発したシステムの作業手順は次のとおりである。収量を目標とする場合、まず①水稻の出穂1～4週間前に、ドローンで生育診断したいすべての圃場の上空NDVIを取得する(図3)。また、②同じ時期に、測定器GreenSeekerで、数カ所の地上NDVIを取得する。続いて、③上空NDVIと地上NDVIとの相関関係から回帰直線を求めて、すべての上空NDVIを地上NDVIで補正する(補正NDVI)。さらに、④あらかじめ生育ステージご



図3 ドローンデータの補正による新たな水稻生育診断・追肥量算出システムの作業手順

とに作成しておいた追肥量算出式に目標収量と補正NDVIを代入して必要追肥量を算出する。収量は、生育診断時の生育の状態を示すNDVIと生育診断時以降の生育を決める窒素追肥量で主に決まる。したがって、収量、地上NDVI、窒素追肥量を変数として持つ追肥量算出式に、目標収量と補正NDVIを代入すると、必要追肥量を求めることができる。

2021年に行った現地実証試験では、目標収量を600kg/10aとして、すべての圃場の上空NDVIを3筆の地上NDVIで補正して算出した必要追肥量(の平均値)は3.5kgN/10aとなり、すべての圃場について地上NDVIのみで算出した必要追肥量(3.4kgN/10a)に極めて近い値となった(表1)。一方、地上NDVIで補正せずに上空NDVIのみで算出した必要追肥量は16.7kgN/10aとなった。実際に、本システムで算出した必要追肥量を尿素で施用すると、倒伏や玄米タンパクの増加がなく、目標値に近い実収量592±13kg/10a(目標収量±5%以内)を得ることができた。なお、基部未熟粒と背白粒は、両者合わせて5%となった。

表1 目標収量600kg/10aとした追肥量算出式にNDVIを代入して得た必要追肥量(現地実証試験の結果)

データ	必要追肥量 (kgN/10a)	地上NDVIで補正して得られた追肥必要量を施用すると、倒伏や玄米タンパクの明確な増加をともなうことなく、実収量592±13kg/10a(目標収量±5%以内)を得ることができた。基部未熟粒および背白粒は、両者合わせて5%。
補正NDVI(ドローン補正)	3.5	
地上NDVI(手測定)	3.4	
上空NDVI(ドローン)	16.7	

開発したシステムは、大規模生産者や民間企業などが農研機構提供のExcelで作成したプログラムを通じて利用できるほか、民間企業などが農業データ連携基盤(WAGRI)を介して各社の営農管理システムなどで利用できるように、API(異なるソフトウェアやプログラム同士を連携するための規格や機能)の開発を終えたところであり、今後の普及が期待されている(図4)。

なお、ここで紹介した技術は、農研機構「国際競争力強化技術開発プロジェクト」などの支援を受けて開発されたものである。

【監修：(公社)農林水産・食品産業技術振興協会】

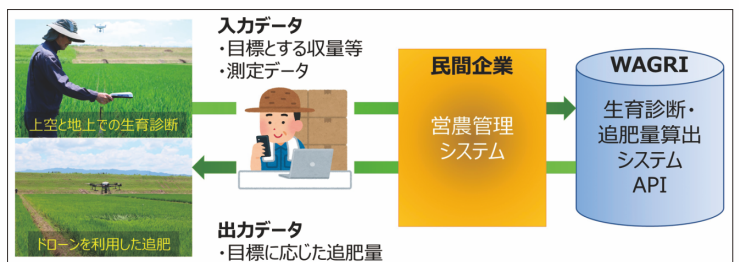


図4 開発したドローンデータの補正による新たな水稻生育診断・追肥量算出システムAPIの概念図