

(続紙 1)

京都大学	博士（農学）	氏名	村田 資治
論文題目	水田転換畑ダイズの安定多収化に向けたリモートセンシングによる生育予測に関する研究		
(論文内容の要旨)			
日本で栽培されるダイズのうち8割以上が水田転換畑に作付けられているが、その収量は低く不安定である。ダイズの収量を向上させるためには、圃場および年次ごとの生育変動を把握し、その変動に応じた適切な栽培管理を施す必要がある。水稻やコムギにおいては、こうした生育診断および局所管理技術がリモートセンシングを利用することで実用化されている。しかし、ダイズの生産現場での栽培管理にリモートセンシングはほとんど活用されていない。これは、ダイズの生育とリモートセンシングのデータとが生産者に利用可能な形で関連づけられていないことが原因と考えられる。そこで本研究では、より効率的にダイズの収量向上を可能とするために、生産現場におけるダイズの収量変動の指標となる形質を明らかにし、それをリモートセンシングによって高精度に測定するための方策について検討した。 まず、奈良県の集落営農法人が管理する水田転換畑のダイズ圃場を対象に、ダイズの生育および収量を3年間調査し、その年次間変動の要因を解析した。その結果から、開花期以降の乾物生産量が、莢数の変動を介して収量を変動させる要因の一つであることを明らかにした。そして、この乾物生産量の低下が、開花期前後の乾燥害による受光率低下と倒伏によって引き起こされる事例があることを示し、生産現場における畝間灌漑や地下灌漑、および倒伏防止のための中耕培土の適切な実施の重要性を指摘した(第2章)。 一方、倒伏を防止するためには栽植密度を必要以上に高めないことが重要であるが、ダイズでは密植することで多収となる事例も報告されていることから、生産現場において、倒伏を防止しつつ多収を得るためには、乾物生産量および収量の面から最適な栽植密度を明らかにする必要があると指摘した。そして、水田転換畑において不耕起栽培したダイズの収量が、耕起栽培したダイズと同等以上とする報告が多いことから、ダイズの乾物生産を向上させる可能性のある栽培管理として栽植密度と耕起方法に着目し、ダイズ品種「サチユタカ」におけるそれらの効果を検証した。その結果から、栽植密度については30本 m⁻²以上に密植しても、15～17本m⁻²と比較して開花期以降の受光量および日射利用効率が向上しないため、開花期以降の乾物生産量が向上しないことを明らかにした。耕起方法については、不耕起栽培を行うことで開花期以降の乾物生産は増加するものの、その効果は降水量によって変動する可能性があることを指摘した。これらを第2章の結果とあわせて考察し、生産現場におけるダイズ収量を向上および安定化させるためには、適切な栽植密度(15～17本 m⁻²)を確保・維持し、排水対策および灌漑の実施によって土壌水分の変動を抑える栽培管理が重要であることを示した(第3章)。 第4章において、ダイズ収量の変動要因である開花期以降の乾物生産量をリモートセンシングによって高精度に推定するために、新たな指数として日々のクロロフィル指数(CI=近赤外分光反射率／可視域緑分光反射率－1)と日射量(I)との積の積算値(Σ(CI×I))を考案し、その有効性を検証した。この指標の比較対象として、これまでにダイズ地上部乾物重の推定に有効であると報告されている日々の正規化植生指数(NDVI)と日射量との積の積算値(Σ(NDVI×I))および近赤外領域と可視域赤の分光反射比(RVI)を用いた。3年間の試験の結果から、開花期以降のダイズ地上部乾物重を推定する指標として、Σ(CI×I)およびΣ(NDVI×I)が有効であり、開花期以降の地上部乾物重の推定精度はΣ(NDVI×I)に比較してΣ(CI×I)が高いことを示した。これらのことから、リモートセンシングで開花期以降のダイズ地上部乾物重を推			

定する指標として、日々の植生指数（特に、クロロフィル指数）と日射量との積の積算値が有効であると結論した。

その有効性が第4章において明らかとなった日々の植生指数と日射量との積の積算値を算出するには、ダイズの生育期間中にリモートセンシングを定期的に行う必要があり、この指標を生産現場で幅広く利用するためには簡易なリモートセンシング手法の導入が不可欠である。そこで、取扱いが簡便で天候の変化に速やかに対応できる携帯型NDVIセンサーおよびマルチコプターの利用による地上部乾物重の推定について検討した。その結果から、ダイズ地上部乾物重の推定は携帯型センサーおよびマルチコプター搭載カメラで可能であるが、生産現場において数haから数十haにおよぶ複数の圃場をリモートセンシングするにはマルチコプター搭載カメラが有効であることを示した。そして、マルチコプター搭載カメラでは日々の植生指数としてクロロフィル指数を用いる場合、撮影時の天候および土壌の状態などの撮影条件の影響を受けるため、地上部乾物重の推定精度が低下する可能性を明らかにし、その場合には降雨や灌水後を避けるなど、可能な限り天候や土壌の条件を揃えたうえで撮影することの重要性を指摘した（第5章）。

以上のように本論文では、生産現場でのダイズ収量の年次間変動が、主として開花期以降の地上部乾物重の変動によることを明らかにし、この地上部乾物重をリモートセンシングによって高精度に推定する有効な指標として日々の植生指数と日射量の積の積算値を提示し、普及場面における課題と対策を提示した。

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し
審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(論文審査の結果の要旨)

日本の水田転換畑に作付けられているダイズの収量は不安定で低い。この収量を改善するためには、圃場・年次ごとのダイズの生育変動を把握し、その変動に応じた適切な栽培管理を施す必要がある。本研究では、農家圃場における効率的なダイズの収量の向上を目指して、生産現場でのダイズの収量変動の要因となる形質を明らかにし、それをリモートセンシングによって高精度に測定できる技術について検討したもので、評価すべき点は以下の通りである。

1. 水田転換畑におけるダイズの生育・収量の3年間の変動を解析し、開花期以降の乾物生産量が莢数を介して収量に影響し、この乾物生産量の変動要因のひとつが開花期前後の受光率であることを指摘した。
2. 生産現場におけるダイズ収量の向上・安定化には、開花期における栽植密度15～17本 m^{-2} を確保し、土壌水分の変動を抑え、開花期以降の乾物生産量を確保する栽培管理が必要であると指摘した。
3. ダイズの乾物生産をリモートセンシングによって把握するための生育指数(日々のクロロフィル指数と日射量との積の積算値)を新たに考案し、これが従来の生育指数に比較して、開花期以降の地上部乾物重を高精度に推定する生育指数として有効であることを解明した。
4. この生育指数を用いてダイズ地上部乾物重を推定するリモートセンシングにおいて、より推定精度を高めるために必要な撮影条件を提示した。

以上のように、本論文は、生産現場でのダイズ収量の年次間変動が開花期以降の地上部乾物重の変動に起因するとし、この地上部乾物重の変動をリモートセンシングによって高精度に推定する有効な生育指標を提示し、リモートセンシング実施における課題と対策を提示したもので、作物学、フィールドロボティクス、栽培システム学の発展に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士(農学)の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成31年1月17日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士(農学)の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

注) 論文内容の要旨、審査の結果の要旨及び学位論文は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。

ただし、特許申請、雑誌掲載等の関係により、要旨を学位授与後即日公表することに支障がある場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降 (学位授与日から3ヶ月以内)