

水稲の植被率および分光特性観測による生育状態把握に関する研究

環境リモートセンシング研究室 遠藤昌宏

1. はじめに

日本の稲作は、戦後、農業機械化によって労働生産性が大幅に上昇した。しかし、近年の米生産量は過剰で、食文化が多様化していることもあり、米の価格は低下してきている。

一方で、消費者は、体に安全でおいしいお米への関心が高まってきている。生産者側は、水稲の収量や、食味を安定させ、ある程度の年間の採算を予想することが必要であり、消費者に受け入れられるための努力も必要となってきた。食味の向上と、低コスト化を実現させるため、高精度かつ低労力で行える生育コントロール方法を望んでいる。

そのため、稲作農業においては、米の品質維持、収量安定とともに、稲作の効率化、省力化を目的とした研究が進められている。特に、水稲の生育初期の状態が、その後の生育へ与える影響が大きいことから、早期段階で水稲の生育を診断する事が好ましいとされている。

現地で行う生育調査は、水稲の細部まで調査する事ができ、早期段階における生育診断に有効である。しかしながら、現地で行う生育調査では時間がかかってしまうため、広範囲に分布している水田の全圃場を診断する事が困難である。そのため、広範囲の情報が取得できるリモートセンシング技術を利用した生育情報の把握が注目されている。

こうした背景から、全国的に、リモートセンシング技術を利用した研究やシステム開発が増加してきている。リモートセンシング技術を用いて、観測対象物との対応を明らかにするためには、リモートセンシングによるデータの取得以外に、現地の様子を地上観測にて把握する必要がある。そこで、本研究では、リモートセンシングによって取得したデータと、水稲との関係を明らかにするため、地上から圃場の様子を観測し、水稲の生育を把握するための計測を行った。

本研究の目的は、地上計測により算出した水稲の植被率、水稲の分光反射特性の経時変化と、現在の稲作で適用されている生育量調査によるデータ、そして、実際に水稲の生育に関わっている要因との関係を解析し、稲作の管理を省力化するための手法を考案することである。

2. 計測について

2. 1 地上計測について

新潟県農業総合研究所作物研究センター内の試験圃場で地上計測を行った。計測項目は、植被率、携帯型生育量測定装置を用いた水稲の分光反射特性、高波長分解能の放射測定計を用いた水稲の葉の分光反射特性である。それぞれの説明を2. 2に示す。

計測は、同一圃場内で、施肥条件の異なる12区画について行った。施肥量は、作物センターが決定した値である。区画の詳細を図2.1、表2.1に示す。また、試験圃場で栽培されている品種はコシヒカリで、1区画の面積は、11×10m²である。各区画内で植被率と、水稲の分光反射特性を計測した。

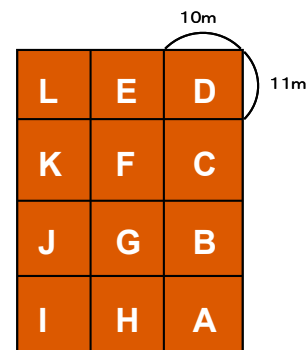


図 2.1 試験圃場の区画

表 2.1 各区画の施肥条件

区画	基肥の窒素成分量[g/m ²]
A	3 (遅効性)
B	3 (遅効性)
C	3
D	3
E	1
F	1
G	6 (遅効性)
H	6 (遅効性)
I	5
J	5
K	0
L	0

2. 2 地上計測項目

1) 植被率

植被率とは、垂直的な透視による植生の投影被覆のことである。区画内にマーカーを設置し、毎回同一ポイントを狙って計測した。植被率は、デジタルカメラで圃場を鉛直下向き方向に撮影した画像から、画像処理し、二値化して求めた。

2) 携帯型生育量測定装置を用いた水稻の分光反射特性

株式会社荏原製作所の携帯型生育量測定装置を用いて、水稻の分光反射特性の計測を行った。この計測器は、550nm, 625nm, 900nm の3つの波長帯の反射率を測定することができる。

3) 高波長分解能の放射測定計を用いた水稻の葉の分光反射特性

分光放射計 HSR-81000 を使用して、水稻の分光反射特性の計測を行った。この分光放射計は、波長分解能が高く、275~1100nm を、1nm の分解能で放射強度を計測する事が出来る。

水稻の葉のみに光源を当て、室内で観測を行った。

2. 3 生育調査について

本研究で行った地上計測と同期して、新潟県農業総合研究所作物研究センターが生育調査を行われた。そして、作物研究センターから、その生育調査データを提供して頂いた。その項目は、草丈、莖数、SPAD、単位面積当たりの稲体窒素量である。

2. 4 地上計測項目と計測日

地上計測で行った項目と、計測を行った日を表 2.2 に示す。

表 2.2 計測日と計測項目
(○：計測有り，×：計測無し)

計測日	植被率	携帯型	室内観測
5月26日	○	○	×
5月28日	○	○	×
6月4日	○	○	×
6月11日	○	○	○
6月21日	○	○	×
6月22日	×	×	○
7月1日	○	○	×
7月2日	×	×	○
7月12日	○	○	×
7月13日	×	×	○
7月15日	×	×	○
7月23日	○	○	×
8月2日	○	○	○
8月3日	○	○	○
8月12日	○	○	×
8月13日	×	×	○
8月25日	○	○	×
8月27日	×	×	○
9月3日	○	○	×

3. 水稻の植被率と分光反射特性による水稻生育の解析

3. 1 植被率の推移にともなった水稻生育の把握

水稻の生長にともなった植被率の変化の様子を図 3.1 に示す。植被率の推移を区画毎にプロットした結果を図 3.2 に示す。また、その植被率の推移と稲体窒素量の関係を図 3.3 に示す。

田植え日からの経過日数	基肥なし(区画L)	窒素成分量5[g/m ²](区画J)
16		
23		
30		
40		
50		
61		
72		
82		
92		
105		
114		

図 3.1 植被率の推移

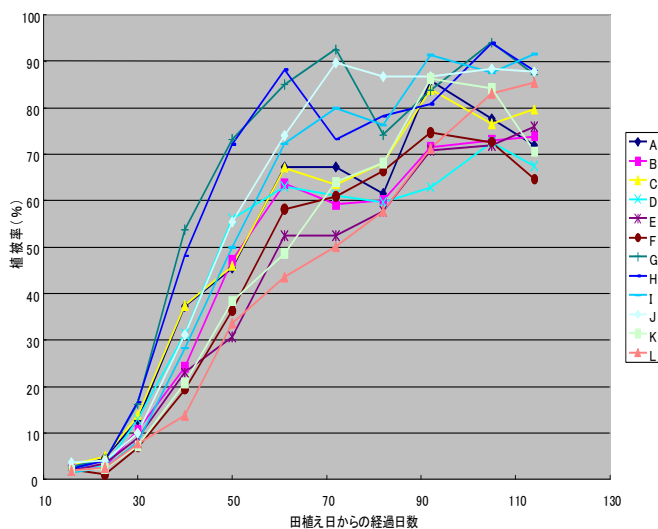


図 3.2 施肥条件別の植被率推移

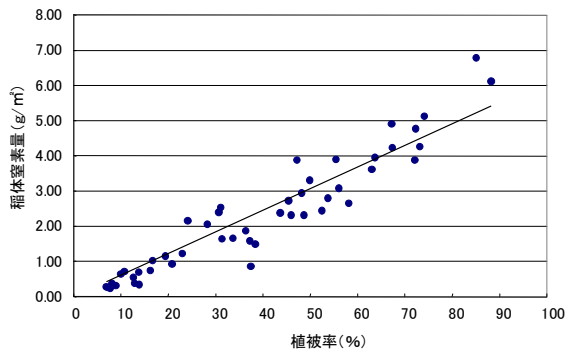


図 3.3 植被率と稲体窒素量の関係

3. 2 稲の葉の分光反射特性観測

分光放射測定器により観測した水稻の分光反射特性のレッドエッジを調査するために、得られた分光放射特性に一次微分を施した。

レッドエッジとは、分光反射特性の一次微分値における最大値のことである。

レッドエッジ付近のグラフを図 3.4 に示す。得られた分光放射特性一次微分値の最大値をもとに、レッドエッジが表れた波長部を抽出した。その結果を表 4.3 に示す。

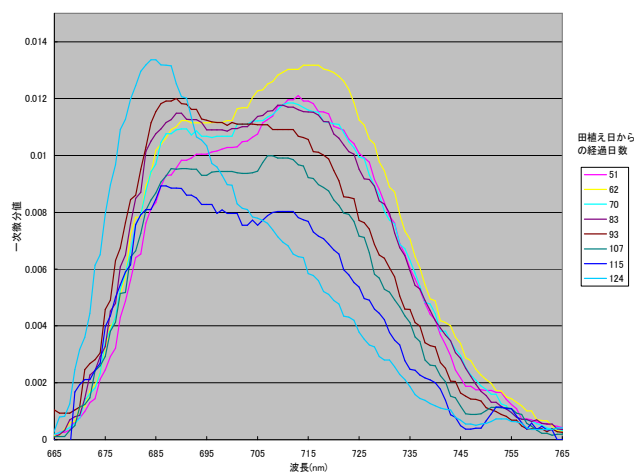


図 3.4 区画 D におけるレッドエッジの推移

表 3.1 施肥条件によるレッドエッジ波長部経時変化

田植え日からの経過日数	A	B	C	D	E	F
41	714	716	712	715	716	716
51	709	716	712	716	715	715
62	711	690	715	711	711	711
70	715	711	689	709	711	711
83	715	717	714	707	690	709
93	715	717	714	707	688	709
107	686	709	688	686	687	686
115	686	686	685	684	682	687
124	686	687	684	685	684	685

田植え日からの経過日数	G	H	I	J	K	L
41	715	716	719	718	715	715
51	716	719	715	719	715	715
62	711	711	712	712	690	711
70	713	712	711	713	687	711
83	716	708	713	715	712	714
93	716	708	713	715	712	714
107	709	710	713	714	689	685
115	710	684	688	687	686	684
124	687	684	686	687	681	684

数値の単位は nm

4. まとめ

図 3.3 より、施肥条件によらず、植被率と単位面積あたりの稲体窒素量に高い相関があることが明らかになった。

水稻の生育を診断する方法の 1 つに、窒素栄養診断というものがある。窒素栄養診断は、幼穂形成期から減数分裂期の間である穂肥施用時期に行われる。この診断は、穂肥の施用時期の前に、水稻が、倒伏をさけ、良好な受光態勢を保ちつつ、必要な籾数を確保できる窒素栄養状態を保持しているかを判断し、穂肥を実施するためのものである¹⁰⁾。

このことから、植被率を用いて、穂肥の施肥量を決定することができる可能性が示唆された。

5. 謝辞

新潟県農業総合研究所作物研究センターの協力を得た。ここに記して感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 寺岡延尉,衛星画像等を利用した水稻生育段階の分布把握とその利用について,長岡技術科学大学,2002 年度修士論文
- 2) 阿部博明,衛星観測による稲作農業支援のための水田土壌と生育分布の把握,長岡技術科学大学,2003 年度修士論文
- 3) 林 恒夫,他,画像解析を利用した水稻の生育診断技術第一報 植被率と葉面積指数の関係による生育量の推定,福井県農業試験場報告第 30 号, p.9-18, 1992
- 4) 林 恒夫,他,画像解析を利用した水稻の生育診断技術第二報 葉面積指数及び植被率を指標とした生育診断と制御技術,福井県農業試験場報告第 30 号, p.19-26, 1992
- 5) 岩谷 清,他,デジタルカメラによる水稻個体群の植被率の推定,日農教誌 p.1-7, 2004
- 6) 吉村晴佳,他,単葉および重なり合った葉の近赤外域反射の季節的変化,日本リモートセンシング学会誌 Vol.11 No.4,pp.5-19, 1991
- 7) 西田顕郎,他,樹木単葉の分光反射特性と光合成速度および水分欠乏の関係,日本リモートセンシング学会誌 Vol.20 No.3,pp.6-16,2000
- 8) 農文協編 稲作大百科Ⅳ 栽培様式管理の実際, p221,p222,社団法人 農山漁村分化協会,1992
- 9) 東北農業試験場・総合研究部・総合研究第 4 チーム,水稻生育ステージを特徴づける波長域と red edge shift,日作紀 67 巻別号 1,p238-239,1998
- 10) 農文協編 稲作大百科Ⅲ 基本技術生育診断, p24-25,p189,p445-447,p487-491,社団法人 農山漁村分化協会,1992
- 11) 山本晴彦,分光反射特性を利用した暖地における作物の生育量の推定,九州農業試験場
<http://konarc.naro.affrc.go.jp/jnews/47/47p05.html>
- 12) 谷本俊明,分光反射率測定による水稻の生育・窒素栄養状態の推定,広島県立農業技術センター
<http://www.cr.chiba-u.jp/outcome/jointres/joint1997/tanimoto/tanimoto.html>