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

環境リモートセンシング研究室　○阿部　博明
向井　幸男
力丸　　厚
高橋　一義

1. はじめに

米の品質向上および維持のための営農指導の一環として，農協では毎年土壌調査、生育調査を実施している。しかし、土壌調査、生育調査には多くの時間と労力が必要であることから，各調査データを面的に広げる技術が求められている。そこで、広範囲の情報取得に優れた衛星データの利用が検討されている。本研究は、土壌調査データ、生育調査データと衛星データとの対応を解析することにより水田土壌状態と水稲生育状態を広域把握するための手法の開発を目的とした。

2. 農地区画データの作成

衛星データから得られる情報は画素単位であるので，衛星データの値を水田の値として把握できるように、IKONOS 衛星を利用して、水田の輪郭を表現した区画データを作成した。これにより対象水田内に含まれる画素の判別が容易となった。農地区画データを図 1 に示す。

3. 水田土壌の広域的把握

3.1 使用データ

使用衛星データは 2000/5/30,2003/5/23 に撮影された EOS-TERRA/ASTER-VNIR 画像である。

3.2 対象地域における土壌の性質

対象地域における土壌分析データ調査地点は約 340 点である。本研究では、衛星データと対応付ける土壌分析データとして「腐植」を用いた。2000 年，2003 年の腐植の相関図を図 2 に示す。図 2 から，腐植は 2000 年と 2003 年でほとんど変化していないことが確認できる。

3.3 研究アプローチ

衛星データから得られる情報は土色情報である。また、腐植は土色に与える影響が大きい[1)]。そこで、衛星データから水田土壌の土色の情報を把握することにより、土色に影響を与える「腐植」の分布を広域把握できると考えた。このとき、衛星観測時の土壌の条件を一定にするために湛水時の衛星データをした。また、一時期での解析よ

りも、より広域的な把握を行うことを目的として二時期のASTERの合成画像を作成し解析をおこなった。ここで，衛星データとの対応を解析する腐植は 2000 年と 2003 年の値の平均値である。

3.4 解析結果

統計的分類手法により、衛星データから図 3 に示す土色分類図を作成した。分類クラスを二つに設定した。クラス 2 に分類された土壌のほうが土色は明るい。次に、赤波長において，土色と腐植の関係を示したものを図 4 に示す。この図から土色の明るい水田は腐植が低いが，土色の暗い水田は腐植が非常にばらついていることが明らかとなった。結果として、衛星データから水田土壌を腐植の低い土壌とそれ以外の土壌に分類可能であるということが明らかとなった。

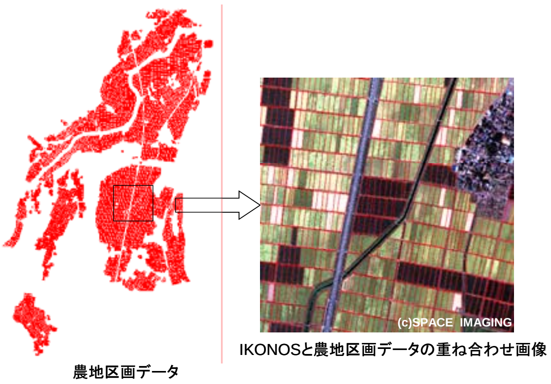

図 1 農地区画データ

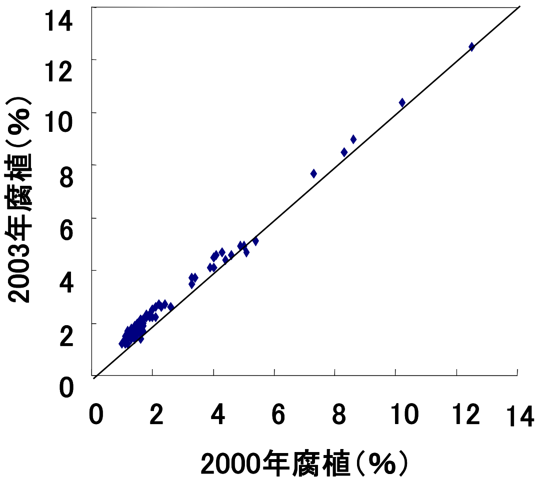

図 2 腐植（%）相関図

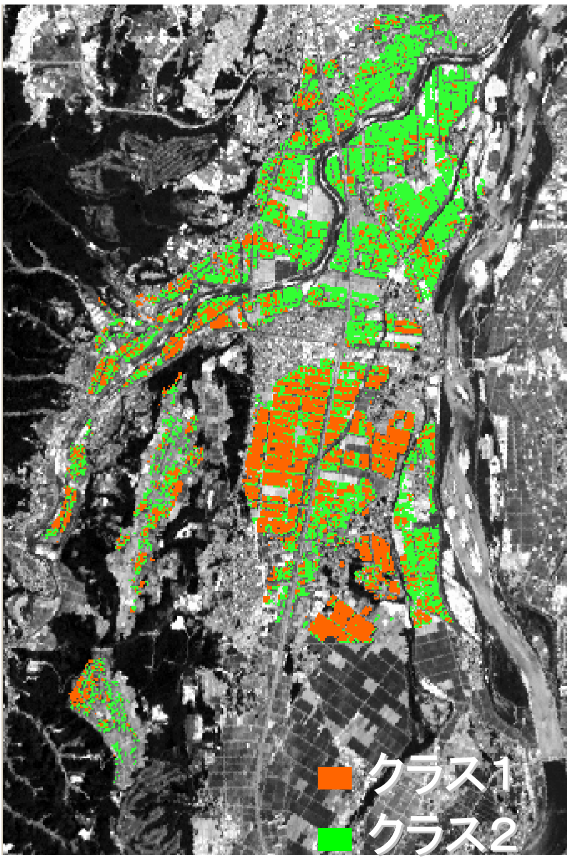

図 3 水田土色分類図

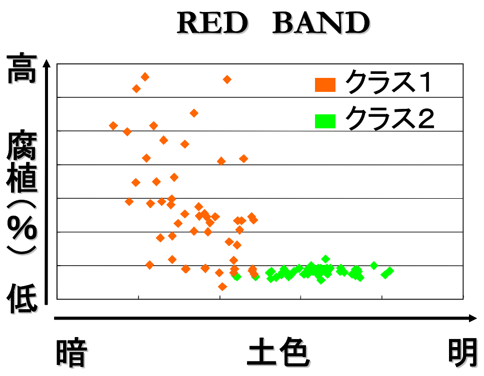

図 4 土色と腐植の関係

4.生育分布の広域的把握

4.1 使用データ

使用衛星データは 5 月 22 日、6 月 15 日、7 月 9 日、8 月 2 日の 4 時期の RADARSAT データである。RADARSAT データは天候に関係なく観測可能であるという特徴がある。観測モードはすべて Fine モードである。入射角 43° 、空間分解能は約 8m である。使用現地調査データは被覆率と葉令である。被覆率とは、単位面積内に占める水稲の割合であり、垂直方向から撮影した垂直被覆率、RADARSAT データの入射角方向から観測した斜め被覆率の二つを使用した。図 5 に垂直被覆率、図 6 に斜め被覆率を示す。図 7 に 1 調査地点の垂直被覆率の推移を示す。これを対象地域内２１点の水田で観測した。

4.2 研究アプローチ

水稲の生育パラメータとして最も重要であるものは葉令である[2)]。そこで、レーダデータから葉令を把握することで生育状態の広域把握が可能であると考えられる。しかし、レーダデータが面データであるのに対して葉令は点データであり、レーダデータから直接葉令を把握することは困難である。そこで、本研究ではレーダデータと葉令の間に、葉令と非常に相関の高い被覆率を使用する。被覆率を把握することで水稲の生育状態の広域把握を行うことができると考えた。

4.3 解析結果

図 8 に RADARSAT と垂直被覆率の関係を示す。図 8 から, 垂直被覆率が低い時は, 正の相関が確認できるが，垂直被覆率が高くなると RADARSAT の値が変化しないことが確認できる。これは垂直被覆率が垂直方向を観測しているのに対して、RADARSAT は斜め方向から観測していることが原因と考えられる。そこで、斜め被覆率と垂直被覆率との対応を求めた。図 9 に示す。図 9 から垂直被覆率７０%前後では斜め被覆率はすでに９０%に達しており, これ以上垂直被覆率が増加しても斜め被覆率には変化がないことが確認できる。以上から RADARSAT データから被覆率を推定する場合，垂直被覆率７０%以上は推定できないことが明らかとなった。よって垂直被覆率 70%以内にて被覆率推定モデルを作成した。回帰式を図 10 に示す。次に、垂直被覆率から葉令を推定するモデルを作成した。回帰モデルを図 11 に示す。このモデルをもとに，4 時期の RADARSAT から葉令―被覆率推定図を作成した。例として 6 月 15 日の葉令―垂直被覆率推定を図 11 に、７月９日の葉令―垂直被覆率推定図を図 12 に示す。次に検証として、生育調査地点の垂直被覆率の現地データとモデルから算出したデータとの比較を行った。結果を図 13 に示す。各品種のＲＭＳ誤差を表１に示

す。この結果から、この回帰モデルを適用した場合、コシヒカリが他の品種と比較して精度が一番高いことが判明した。これは、生育調査地点の約半数がコシヒカリであることが原因と考えられる。今後、品種の違いを考慮して回帰モデルを作成する必要がある。

5.まとめ

本研究の結果,「水田土壌の把握」では,湛水時の光学センサデータを用いることで腐植の低い水田の把握が可能であり,「水稲生育の把握」ではレーダデータを用いることで重要な生育パラメータである葉令の把握が可能であることが明らかになった。本研究の手法を用いて現地調査データを広域把握することにより、現地調査データの情報の価値を高めることができると考えられる。

参考文献

1)犬伏和之，安西徹郎：土壌学概論 p56 朝倉書店（2001）

2)農文協編 稲作大百科Ⅲ 基本技術/生育診断 p381,p386 社団法人 農山漁村分化協会（1992）

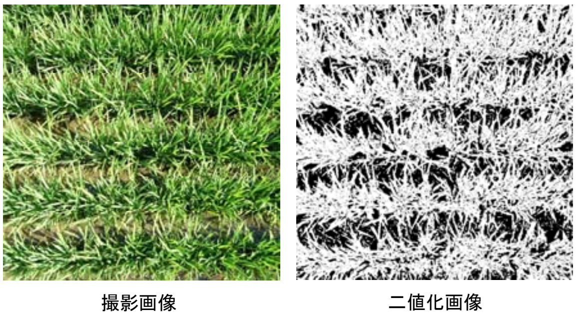

図 5 葉面積被覆率（垂直被覆率）

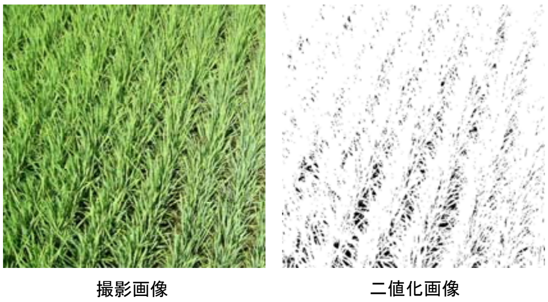

図 6 葉面積被服率（斜め被覆率）

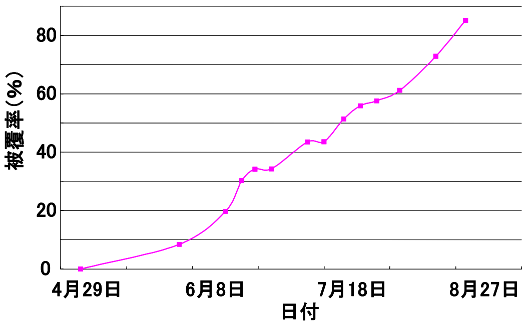

図 7 垂直被覆率の推移

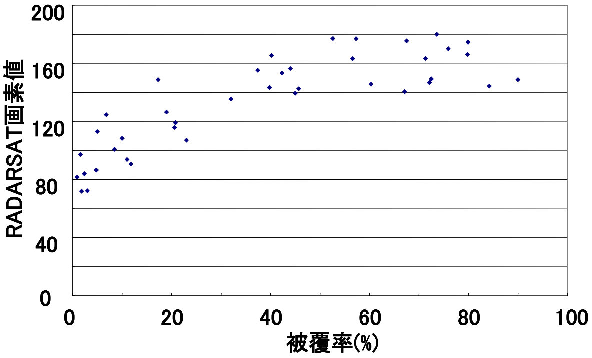

図 8 RADARSAT と垂直被覆率の関係

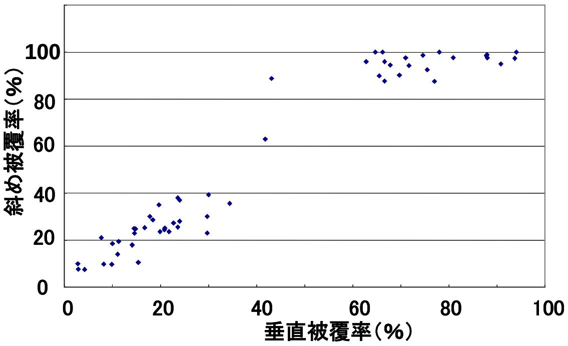

図 9 垂直被覆率と斜め被覆率の関係

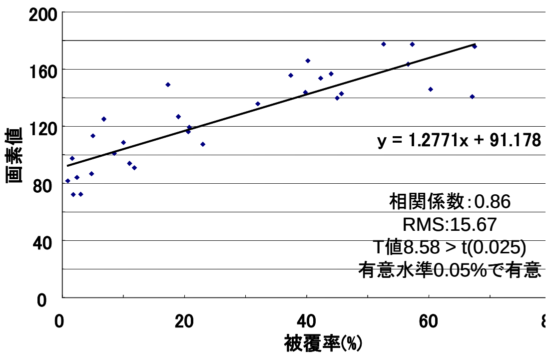

図 10 垂直被覆率推定モデル作成

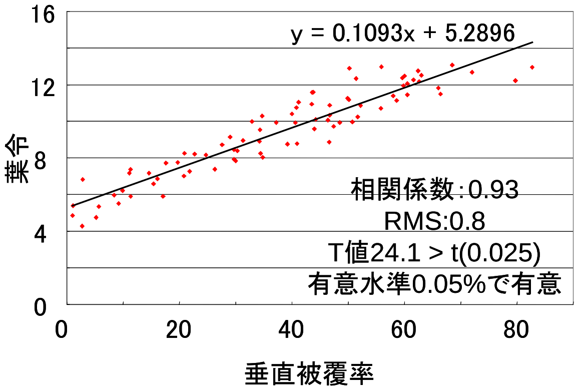

図 11 垂直被覆率と葉令の関係

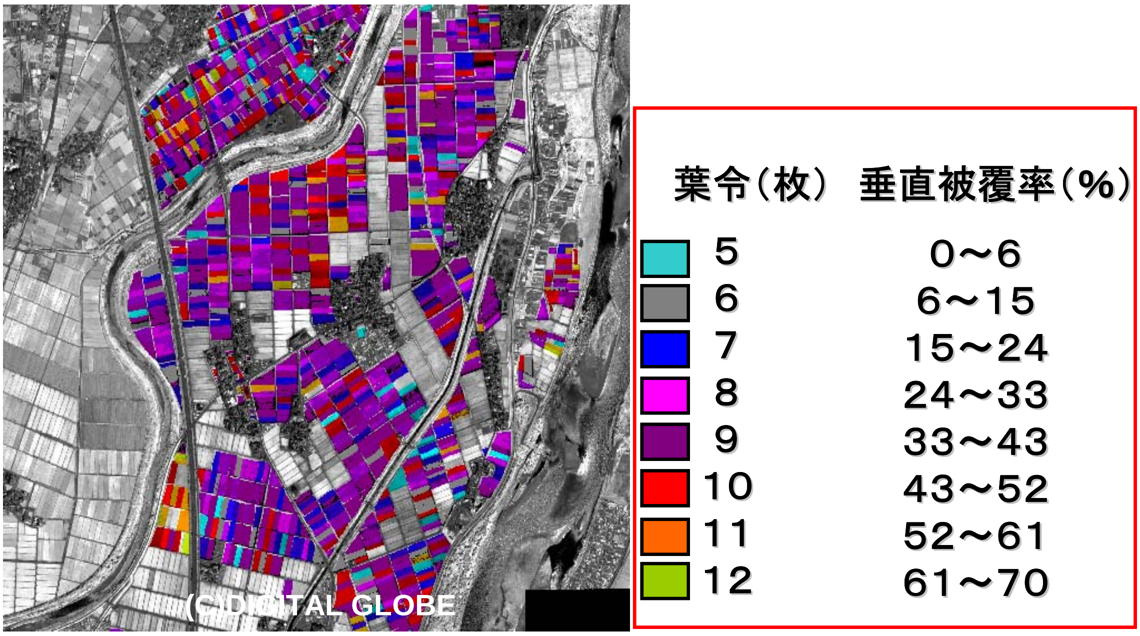

図 12　6 月 15 日垂直被覆率推定図

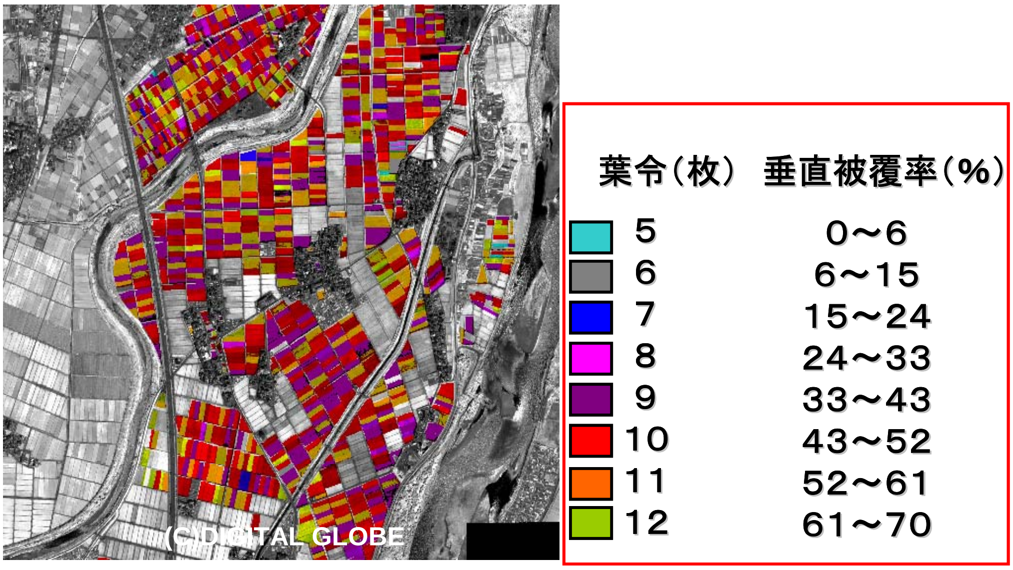

図 13 7 月 9 日垂直被覆率—葉令推定図

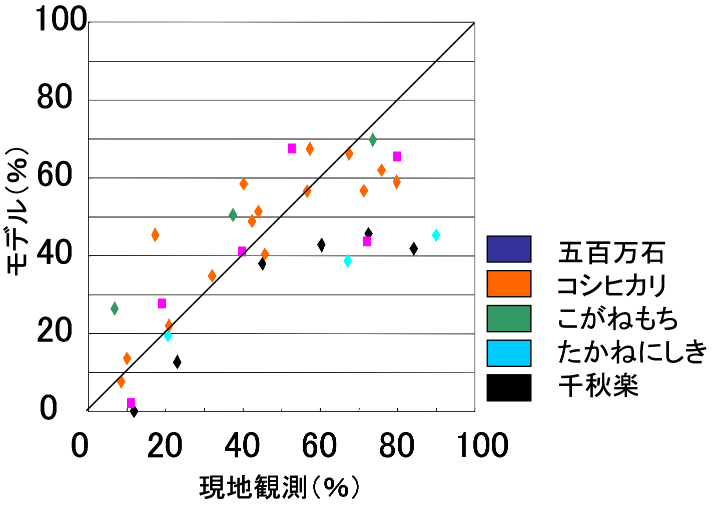

図 14　現地観測とモデルによる垂直被覆率の比較

表 1 品種別RMS誤差

	五百万石	コシヒカリ	こがねもち	たかね錦	千秋楽
RMSE（%）	15.2	12.1	13.7	30.5	22.8