HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	リモートセンシングを用いた農業環境のモニタリングに関する研究［論文内容及び審査の要旨］
Author(s)	薗部, 礼
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(農学)
Dissertation Number	甲第11812号
Issue Date	2015-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/58610
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Rei_Sonobe_review.pdf, 審査の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士の専攻分野の名称　博　士（農学）　　氏名　　薗　部　　礼

審査担当者　主　査　准 教 授　谷　　宏
副　査　特任教授　大　崎　　満
副　査　教　　授　野　口　　伸
副　査　准 教 授　王　　秀　峰

学 位 論 文 題 名

リモートセンシングを用いた農業環境のモニタリングに関する研究

本論文は，図 76，表 14，文献 107 を含む総ページ数 156 の和文論文で，他に参考論文 18 編が添えられている。研究内容は以下のとおりである。

１．研究の背景と概要

行政における農業統計情報収集のコスト削減，高収益な営農のための圃場レベルでの生育モニタリング実施の面で，効率的な情報収集技術が将来にかけて望まれている。このような情勢の下で，多様な波長の電磁波により広域を定期的に観測できる特性を有している人工衛星による地球観測は，農業分野における有望な情報収集手段の一つになりうる。本研究は，農業環境のモニタリング，すなわち作付作物の分類，作物の生育に関するパラメータのモニタリング及び土壌水分推定において，合成開口レーダ（SAR）データ活用の可能性を評価するものである。

２．TerraSAR-X データを用いた機械学習アルゴリズムによる作物作付マップ作成

本研究では，TerraSAR-X（TanDEM-X を含む）の 2 重偏波データから算出した後方散乱係数，コヒーレンス及び Polarimetric parameters を用いて，北海道十勝地方において作付けされている代表的な 6 種類の畑作物（豆類，甜菜，牧草，トウモロコシ，馬鈴薯及び秋播き小麦）について作付状況の分類可能性を評価した。また，本研究では CART（classification and regression tree），ランダムフォレスト及びサポートベクターマシンの 3 種類の機械学習アルゴリズムの比較を行った。解析の結果，サポートベクターマシンを適用し,後方散乱係数と Polarimetric parameters を使用することによって，95.0%と非常に高い全体精度で作付作物を分類することができた。誤分類の原因として，防風林や広い道路のような圃場を取り囲む地物が，画像化した際に圃場内に写りこんだ小区画圃場の存在，及び牧草地内に放置されているロールベールによる直接反射もしくは二面反射のためであることを確認した。

３．TerraSAR-X データを用いた混合分布モデルによる作物作付の分類

教師なし分類である混合分布モデルを活用し，先述の 6 種類の作物に対する分類結果を評価した。教師付き分類では，得られた教師データが各カテゴリーの代表性に乏しい場合に分類精度の低下をもたらしかねないという問題点がある。そこで，複数の確率分布を加重平均することによって組み合わせ，より複雑な分布を記述することが可能な混合分布モデルを用いた教師なし分類の適用可能性を検討した。後方散乱係数を使用し，要素モデルとしては EEV（分散に制約なし，全てのモデルで体積と形は同じだが，向きは異なるというモデル）を適用することにより，教師データを用いることなく，79.5%の全体精度を達成することができた。広く活用されているクラスタリング手法である k-means による結果よりも 12.9 ポイント高く，教師なし分類のうちでは優れた手法であると言える。

４．TerraSAR-X データを用いた作物生育のモニタリング

TerraSAR-X の 2 重偏波データを用いた生育モニタリングを検討した。秋播き小麦，甜菜，豆類及びトウモロコシに関しては，後方散乱係数と自然草高の間に有意な関係を見出すことができた。しかし，馬鈴薯及び牧草に関しては有意な関係を見出すことができなかった。この原因は，馬鈴薯圃場では 30~35cm の畝立て及び複数回の培土が，牧草地では雑草が混生していることや様々な生育ステージの作物が混在することが考えられる。また，秋播き小麦を対象に後方散乱係数とバイオマス量の関係を調査したが，乾物重量と後方散乱係数の比においてのみ 5%水準で有意な関係を確認できたものの，全体の 39%を説明しているに過ぎなかった。一方，含水率と後方散乱係数の比を用いると，決定係数 0.92 で両者の関係を表現することができた。

５．ALOS/PALSAR データを用いた土壌水分推定に関する研究

裸地圃場において，L バンド SAR によって取得された後方散乱係数には土壌水分に関する情報のほかに，地表面粗度に関する情報が含まれている。そこで始めに，裸地圃場を対象に HH 偏波後方散乱係数と地表面粗度及び体積含水率の関係を調査した。地表面粗度の指標としては表面高さの標準偏差（s）及び相関長さ（l）が知られているものの，s 及び l の推定に最適なプロファイル長は不明確であった。本研究では土壌水分の影響が無視できる冬期凍結土壌の PALSAR 後方散乱強度データを用い，最適なプロファイル長が s に対して 200cm，l に対して 325cm であることを明らかにした。また，最適なプロファイル長を使用することによって，凍土が生じない時期における PALSAR データから，裸地圃場に対して 3.6%の RMS 誤差で体積含水率を推定することができた。

以上の研究成果は，農業分野における人工衛星に搭載された SAR データの活用を促進する上で大きく貢献できるものとして，学術的，実用的に高く評価される。よって，審査員一同は，薗部礼が博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認めた。