

学位論文題名

農業地域情報におけるリモートセンシング技術の利用
に関する研究

学位論文内容の要旨

本論文は、図58、表21、131ページからなる和文論文で、別に16編の参考文献が添えられている。本論文の構成は6章で、その要旨は次のとおりである。

リモートセンシング技術が一般的に利用されるようになったが、農業の地域情報を精度よく求める実用技術はいまだ発達していない。本論文は、現在運行している衛星データを用い、北海道における農業地域情報を収集する実用的なリモートセンシング手法を開発したものである。

第I章「序論」では農業地域情報とリモートセンシングの現状と問題点を整理し、本論文の背景と目的、使用した衛星データ、解析のために作成した画像処理システムについて記述した。

すなわち、国際化の中で生き残る農業を確立するためには、きめ細かな短期的・長期的な農業計画を立案することが重要である。そのためには詳細な農業地域情報が必要であるが、農業地域情報の整備や更新には多大な費用を要するため、省力的で精度の高い手法を確立することが求められている。そのため重要な農業地域情報で、しかもリモートセンシング手法が適用出来る項目について、衛星データ、調査や観測結果、および収量などの統計データを用いて解析を行った。解析に先立ち、衛星データの入出力や演算処理、各種画像の重ね合わせなどが可能なように、画像解析システム『HIPS』を作成した。HIPSはエンジニアリングワークステーションを中核としたパソコンを含む構成で、農業地域情報解析のための実用的画像処理システムといえる。

第II章は「土地利用分類と面積の推定」である。解析対象地域を石狩川流域とし、1987年6月22日のランドサットTMデー

タを用いて水田と畑地の分類を行い、水田面積の推定を行った。この地域は日本でも有数の水田地帯であり、一筆当たりの区画が大きく、また一戸当たりの耕作面積も大きい。

解析の結果、水田は高い精度で分類できるが、畑地は作物生育前期のため、コムギ以外の分類は不可能であった。水田地帯の分類結果と地上調査結果などを比較すると、全体の分類精度は82%であったが、水田と畑地の境界部分や農地の幅が狭い部分を除くと、全体の分類精度は97%と高い値になった。したがって、分類には境界部分の画素の適切な処理が重要であることが明らかとなった。土地利用分類結果を市町村単位で集計し、道路や用排水路などの線状構造物の面積割合を考慮して推定した結果、水田は約5%、畑地は約10%の誤差で推定できた。さらに、水田については線状構造物である道路や用排水路などを含む画素内の割合を計算し、水田面積を補正すると、0.9%の誤差で推定できた。この手法は今までに提案されておらず、現地調査データから比較的簡単な方法で推定できる新しい手法といえる。

第Ⅲ章は「土壌水分及び土壌腐植量の推定」である。斜網地域（北海道東部の斜里町から網走市に広がる大規模畑作地帯）を対象に、ランドサットTMデータを用いて土壌水分と土壌腐植量の分布などの解析を実施した。この地域は日本有数の少雨地帯で干ばつ被害を受けやすく、土壌水分や土壌腐植量に関する情報は重要な意味を持つ。

解析の結果、サンプル土壌の分光反射率と土壌水分の間には高い相関関係が見られた。また、土壌腐植量の推定には950nm/650nmと950nm/450nmの反射率比が有効であった。斜網地域の土壌水分の推定のため、2種類の土壌のサンプリングを行い、同日に観測したランドサットTMデータと重回帰分析を実施した結果、同じ土壌タイプであれば有意性はみられるものの相関性は低かった。これは圃場レベルでは土壌水分の分布幅が狭いことや表面の土壌構造の違いなどのため、推定精度が低かったと思われる。また、対象地域に分布するほぼすべての土壌タイプの土壌腐植量とランドサットTMデータの解析結果の間には、高い重相関係数（ $r=0.80^{**}$ ）が得られた。この重回帰式から斜網地域の土壌腐植量分布図が作成でき、詳細な分布状況が読み取れた。このように衛星データから土

壤腐植量が推定できることが確かめられ、斜網地域の土壤腐植量分布が明らかになった。

第IV章は「テンサイの収量分布の推定と土壤区分図との関連解析」である。第III章で解析した斜網地域についてテンサイ収量分布図を作成し、土壤との関係について解析した。対象とした斜網地域は少雨地帯で火山灰土壤の畑が多く、干ばつの被害を受けやすい。そこで、1984年（干ばつ年）と1988年（平年作に近い年）について、衛星データからテンサイの収量分布図を作成し、両分布を比較した。さらに、第III章で求めた土壤腐植量分布図と既存の土壤図を加え、4種類の農業情報を重ね合わせて、干ばつ年や通常年の収量を土壤タイプ別に集計した。

解析の結果、ランドサットTMデータとテンサイの収量データの重相関係数は1984年が0.85**、1988年が0.76**であり、このような方法で精度の高い収量分布図が作成可能であった。さらに、1984年と1988年のテンサイ収量、土壤の腐植量分布図及び土壤図から相互の関連性を解析した結果、1984年ではいずれの土壤タイプとも収量が低い傾向があり、1988年には土壤タイプによる収量の変動が認められた。腐植量の少ない土壤タイプでは干ばつの年（1984年）と平年作に近い年（1988年）に大きな収量差があることから、灌漑が有効な地域と推定できた。

このように、衛星データの解析結果と他の情報を組み合わせることにより、テンサイに対する斜網地域の土壤の生産性や、その分布を明らかにすることができた。

第V章は「冷害年における水田水温分布と水稻収量の解析」で、水田水温と冷害との関連性について検討した。すなわち、大冷害に見舞われた1993年について、ランドサットTMデータから推定した水田水温と、実測値や気象データから推定した水田水温を用いて水田水温画像を作成し、水田水温と冷害との関連性について検討した。同様に、平年作であった1987年のランドサットTMデータを用いて同様な解析を行い、1993年の結果と比較した。

解析の結果、1993年7月8日のランドサットTMデータから求めた水田水温は、気象データから推定した日平均水田水温との間に地域によって差があるものの、その差は小さく妥当な値

であった。求めた水田水温と収量データを比較すると、北村の集落単位のデータで相関係数は0.45**であり、石狩川水系の市町村データで相関係数は0.76**であった。同様に、1987年6月22日のランドサットTMデータから求めた水田水温と市町村の収量データの関係をみると相関係数が0.50**であり、1993年ほど明確ではないが平年作の場合でも水田水温の影響を認めることができた。ランドサットTMデータの熱バンドを用いた水田水温の検証例はなく、しかも冷害年と平年作の年を比較する新しい手法で得た知見である。

以上のように、本論文は北海道の特定地域の水田地帯、畑作地帯を対象に、それぞれに重要な農業地域情報について、衛星データと地上調査データを加えたリモートセンシングの解析手法を確立した実利用的な研究である。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 堀 口 郁 夫
副 査 教 授 松 田 豊
副 査 教 授 長 澤 徹 明

学 位 論 文 題 名

農業地域情報におけるリモートセンシング技術の利用 に関する研究

本論文は、図58、表21、131ページからなる和文論文で、別に16編の参考文献が添えられている。

農産物自由化の中で、きめ細かな短期的・長期的な農業計画を樹立する必要がある。そのためには詳細な農業地域情報が必要であるが、農業地域情報の整備や更新には多大な費用を必要とし、リモートセンシング技術の利用が模索されている。しかし、リモートセンシング技術による農業地域情報を精度よく求める実利用技術はいまだ十分に発達していない。本論文は、北海道における農業地域情報収集を目途とする、実利用的なリモートセンシング手法を開発したものである。

第I章は「序論」で、リモートセンシングによる農業地域情報収集の現状と問題点を整理し、本論文の背景と目的、使用した衛星データ、解析のために作成した画像処理システムについて記述している。

第II章は「土地利用分類と面積の推定」である。解析対象地域を石狩川流域とし、1987年6月22日のランドサットTMデータを用いて水田と畑地の分類を行い、精度が高い水田面積の推定法を開発した。すなわち、土地利用分類結果を市町村単位で集計し、道路や用排水路などの線状構造物の面積割合を考慮して推定した結果、水田は約5%、畑地は約10%の誤差で推定できた。さらに、水田の画素内の道路や用排水路などの割合を計算して、水田面積を補正すると、0.9%の誤差で推定できた。この手法は今まで提案されておらず、比較的簡単な現地調査から精度よく推定できる新しい手法といえる。

第III章は「土壌水分及び土壌腐植量の推定」である。斜網地域を対象にランドサットTMデータを用いて、土壌水分と土壌腐植量の分

布などの解析を実施した。解析の結果、斜網地域に分布するほぼすべての土壌タイプの土壌腐植量とランドサットTMデータの間には、高い重相関係数 ($r=0.80^{**}$) が得られた。この重回帰式から斜網地域の土壌腐植量分布図が作成でき、詳細な分布状況が読み取れた。このように衛星データから土壌腐植量を推定できることが確められ、斜網地域の土壌腐植量分布が明らかになった。

第IV章は「テンサイの収量分布の推定と土壌区分図との関連解析」である。斜網地域は少雨地帯で火山灰土壌の畑が多く、干ばつの被害を受けやすい。そこで1984年（干ばつ年）と1988年（平年作に近い年）の衛星データからテンサイの収量分布図を作成し、さらに第三章の土壌腐植量分布図と既存の土壌図などを重ね合わせ、干ばつ年や通常年の収量を土壌タイプ別に解析した。

解析の結果、ランドサットTMデータから精度の高いテンサイ収量分布図が作成できた。また、作成した収量分布図、土壌の腐植量分布図及び土壌図などから、1984年（干ばつ年）はいずれの土壌タイプとも収量が低く、1988年（平年作に近い年）は土壌タイプによる収量の変動が大きいことが判明した。このことから、腐植量の少ない土壌タイプでは、干ばつ年と平年作の年に大きな収量差があり、灌漑が有効な地域と推定できた。

第V章は「冷害年における水田水温分布と水稻収量の解析」である。1993年（大冷害年）と1987年（平年作）について、ランドサットTMデータを用いて水田水温画像を作成し、市町村の収量などとの関連性について検討した。1993年のランドサットTMデータから求めた水田水温は、気象データから推定した水田水温との間の差は小さく、収量と水田水温との相関係数は 0.76^{**} であった。同様に、1987年のランドサットTMデータから求めた水田水温と収量データとの相関係数は 0.50^{**} であり、1993年ほど明確ではないが平年作でも水田水温の影響が確認された。ランドサット熱バンドデータを用いた水田水温の検証例はなく、しかも冷害年と通常年とを比較し、その現象を考察した新しい手法である。

以上のように、本論文は水田地帯、畑作地帯それぞれに重要な農業地域情報を衛星データから求める新しい解析手法を確立したもので、得られた知見は学術的にも実利用的にも高く評価できる。よって審査員一同は、別に行った学力確認試験の結果と合わせて、本論文の提出者 小川茂男は、博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格があるものと認定した。