

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 ナシール マハムッド カーン

塩害は、半乾燥灌漑農業地域において農地を劣化させる大きな問題である。乾燥地や半乾燥地においては、河川水の灌漑とともに行われるべき排水が十分でなければ、灌漑によって地下水位が上昇して地表面まで達し、湛水害をもたらすとともに、地表面からの高い蒸発速度により塩分が集積し、塩害が生じる。灌漑面積の拡大によって、地球上で湛水害や塩害を被っている面積は 54.8Mha に達し、パキスタンでは、全灌漑面積の 26% (4.22Mha) が影響を受けている。

リモートセンシング (RS) を GIS とともに用いて湛水害・塩害地域を判別し地図に描くことは、これまであまり行われてはいない。灌漑管理と劣化した土地を回復させる政策に利用するため、コスト効率の高い衛星画像データと GIS を組み合わせて、時間とともに変化する塩害地域の分布をモニタリングする手法を確立することが重要である。

本研究は、パキスタン・ファイサラバード近郊 72,000 ha を対象にした SCARP プロジェクト地域を研究対象として、RS と GIS を統合することにより、塩害および湛水害地域の地理的分布をモニタリングする手法を確立することを目的としている。

研究対象地域は年平均蒸発量 2,100mm、年平均の降雨量 300mm で、ほぼ平坦である。衛星 RS データとして、インドが打ち上げた低コストの衛星 IRS-1B のセンサー LISS-II の 4 つの波長バンド (B1、B2、B3、B4) の反射特性について 1992-1997 の 6 つの異なる時期のデータを用いている。排水路、土壌および地下水水質パラメータ (EC_e、SAR、RSC) の分布図、および湛水害危険地区を知るために約 200 地点のピエゾメーターによる地下水位データ (1990、93、96) を使用している。現地調査では、GPS データ、土壌調査、視覚による観測および農業従事者とのインタビューをおこなっている。地理情報システムである IDRISI を用いて、RS データによる判定と地上土地分類との比較をおこなっている。

まず、塩害地区 (ピクセル) と相関の高い分光反射特性を見つけるため、分光反射データから得られるいくつかの指標 (SI、NDSI、B3 および植生指標の NDVI) を試した結果、いずれの指標も正解確率は季節に大きく依存している。ここで一番難しいのは、塩害地区を建物密集地や乾いた荒地と区別することであるが、事前に市街地を除くとともに、3 月の RS データを使うのが最も良いことを明らかにしている。湛水害危険区は水指標 (WI) で区別している。6 つの異なる時期の RS データによる土地分類手順に各バンドを組み合わせた COMPOSITE 関数と STRETCH モデルを用いて、塩害ピクセルを色分けしている。この結果、塩害ピクセルは対象地域の 7.15% で、湛水害と塩害は同時に、しかも排水路に沿って多く生じていることが明らかにされた。また、NDVI 指標からみた植生密度も用水路に沿って高く、排水路付近で低く、湛水害・塩害は標高が低く地下水位が地表に近い所で生じていることが示されている。

次に、RS データと、現地測定 of 土壌溶液の水質および地下水の水質データの分布図を

GISによって統合して分析し、塩害・湛水害の危険度の分布図を作成している。この結果、塩害地区の土壌はアルカリ・塩類土壌に分類される劣化土壌が多く、塩害の影響圏地区でも62%において、地下水の水質が悪く、今後、アルカリ・塩類土壌になる危険度が高いことが示され、排水システムの整備等の必要性を述べている。

研究の最後の部分では、浅い地下水の塩濃度が作物の生産性に与える影響を把握するため、地下水位を一定に維持した実験室のポットで春小麦を栽培する実験を行っている。ポットの下から供給する水の濃度（EC）を、水道水、3dS/m、および6dS/mの3つとして比較している。蒸散速度は給水濃度の高いほど小さくなり、最終のバイオマス量にも明確な差が出たが、収量の違いはバイオマス量の差ほど大きくなり、小麦のような比較的耐塩性のある作物では、4dS/m程度までの地下水の灌漑は、やり方次第で収量に大きな影響はないことを示唆している。

以上を要するに、本研究は、衛星画像データとGISを組み合わせて、時間とともに変化する塩害地域の分布をモニタリングする手法を構築したものである。以上の結果は、半乾燥灌漑農業地域において灌漑管理と劣化した土地を回復させるという政策課題に関して新しい知見をうるものであり、学術上・応用上の価値が高いものと評価できる。よって審査委員一同は、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た。