

乾燥地域における長期作物判別・塩害挙動監視システムの開発 Development of a Monitoring System for Long-term Crop and Salinity changes in an Arid River Basin

○劉 浩辰*, 長野宇規*, 小寺昭彦**, 田中賢治***
Haochen Liu, Takanori Nagano, Akihiko Kotera, Kenji Tanaka

1. はじめに

中央アジア, ウズベキスタン共和国のアムダリヤ川下流域はソ連時代の大規模灌漑地開発を発端に河川流量の低下(アラル海の縮小)と農地における深刻な塩害に瀕している. 更なる環境悪化を防ぐためには流域スケールでの土地・水利用の改善が必要である. 本研究は過去20年間にわたりリモートセンシング画像を流域スケールで分析することにより, 農地の耕作履歴と塩害レベルの変遷を分析することを目的とした.

2. 研究手法

2.1. 研究地域

ウズベキスタン共和国のアムダリヤ川流域の中流部支流に位置し塩害程度が低いカシュカダリヤ地域と下流部に位置し塩害の深刻なカラカルパクスタン地域を対象に解析を行った.

2.2. 使用データとプラットフォーム

アムダリヤ川流域で長期間のスペクトルデータの解析を行うには膨大なデータ量の処理が必要である. そこで衛星画像解析のクラウドコンピューティングシステムである Google Earth Engine(GEE)を用いて, バンドの計算と各種リモートセンシング指数を合成した. 農地境界の検出には2021年の Sentinel-2 および STRM 地形データを利用した. 作物と灌漑地の塩分レベルを特定するスペクトルデータは, 2001年以降の LANDSAT データを用いた.

2.3. 農地境界の検出

長期間の作物・塩害履歴の整理のため, 研究地域の農地境界を識別し, 一筆ごとに固有識別フィールド(ID)を与えた. 境界検出には画像処理ソフトウェア eCognition を用いた. Canny エッジ検出を用いて, 農地の異なる特徴(テクスチャ, インデックス, 地形など)に基づいたセグメンテーションを行い, 閾値, 面積フィルターなどの処理によって最終的に農地境界を検出した.

2.4. 塩害地域の作物判別

農地における塩害の不均質性は高く, 作物の生育状況も不良なため, 作物の判別自体が困難であった. そこで作物の栽培期間中のデータを全て足し合わせ, 時系列に基づいて, 類似の生育パターンを持つ農地を検出することで作物判別を行った. 塩害の影響を克服するため時系列の形状特徴, 時系列調和解析(HANTS), クラスタ分析などの方法を使用して, 作物の生育パターンと反射率の差異を取得し, 「未耕作地, 冬麦(単作, 二作), 水稻, 綿花, トウモロコシ, 果樹(リンゴ), 他の作物」8種類の土地利用の

* 神戸大学大学院農学研究科 Graduate School of Agriculture, Kobe University, ** 茨城大学地球・地域環境共創機構 Global and Local Environment Co-creation Institute, *** 京都大学防災研究所 Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University キーワード: 土地利用計画, 塩類化, リモートセンシング

判別を実現した。検証サンプルデータセットは、現地調査と Google map を用いた目視判別によって作成した。

2. 5. 塩害指標の作成

灌漑地の塩分挙動を効果的に捕捉するため、本研究は植生指数 (MSAVI) と塩分指数 (SI) を使用して、2次元特徴空間を構築した。MSAVI と SI の間には明らかな非線形の関係があり、特徴空間における土壌の塩化プロセスの軌跡を解明できる。特徴空間内の農地ポイントから土壌線までの距離によって、さまざまな塩分レベルの農地を区別できる (図 1)。

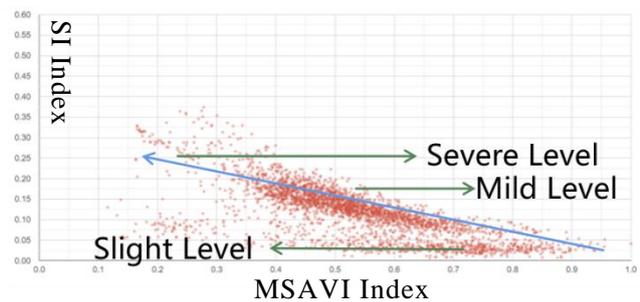


図 1. SDI モデルの概略図

Fig.1 Concept map the SDI model

3. 結果と考察

3. 1. 農地境界の検出

塩害地の少ないカシュカダリヤでは高精度で農地境界が検出できた。一方カラカルパクスタンでは重度の塩害地で作物生育の不均一性を原因とする境界の誤判別が確認された。

3. 2. 研究地域の作物と塩分レベルの区分

農地判別手法の総合精度は、カシュカダリヤ地域で 87.5%、カラカルパクスタン地域で 79.4%であった。Kappa 係数はそれぞれ 0.726、0.724 であった。カシュカダリヤ地域は小麦、綿花の栽培が主であった。カラカルパクスタン地域では綿花とトウモロコシの栽培が多く、特にトウモロコシは近年増加傾向にあった。カシュカダリヤ地域は畜産業が発達しており、牧草地と冬小麦の誤分類の場合が確認された。

中部支流地域の農地では従来約 50%が非塩害地域だが、近年に軽度塩害から中度塩害への劣化傾向があった。下流地域は 2000 年付近に中度、重度塩害が全体の 70%を占めていたが、近年は減少傾向であった。

3. 3. 連続耕作による農地の塩分への影響

本研究では、農地を単位とした綿と冬麦の連続耕作年分と連続年間の SDI 変化値の間に回帰分析を行った。

図 2 に示すように、綿花、冬麦ともに連続耕作の影響因子が 0 より大きくなっており、連続耕作が農地の塩害程度を高めることが明らかになった。特に綿花の連続耕作は、年を追うごとに塩害の増加率を高める。

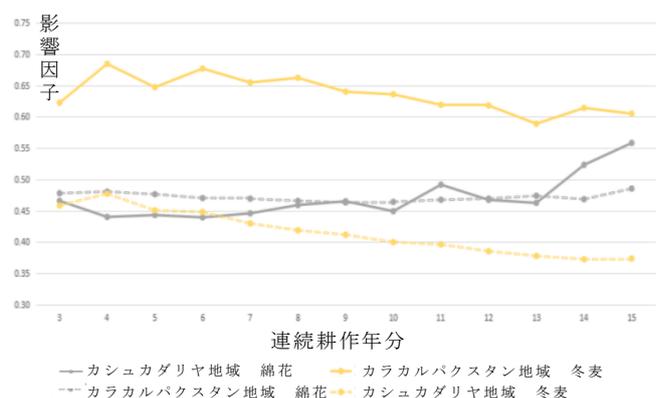


図 2. 連作年分が SDI 変化値に与える影響の図

Fig.2 Effects of continuous cropping on SDI value

4. おわりに

圃場境界の検出と GEE における時系列解析により乾燥地域において大規模かつ長時間の耕作履歴・塩害挙動モニタリングが可能となった。