

衛星リモートセンシングによる塩類化リスク評価と適正用水量の推定

Estimation of Optimum Water Requirements and Salinization Risk Using Satellite Remote Sensing

○藤本雅一¹・守田秀則²・赤江剛夫²

Masakazu Fujimoto・Hidenori Morita・Takeo Akae

1. はじめに 中国内蒙古自治区河套灌区には“取水量の削減”“塩類集積”という課題が存在する。これらの課題の対策には、塩類集積地分布と経年変化の特徴を把握し、その上で水循環バランスを理解することが重要である。本研究は“水資源の有効利用”“塩類集積地の改善”という観点から、“塩類集積の状況に適した用水量の提案”を最終目的とした。その過程で複数時点における塩類集積地の同定を試み、その結果と用水量、蒸発量データ等からブロック（対象地域を20のブロックに分割した）毎に塩類化リスクの検討を行った。

2. 塩類集積地の同定 塩類集積地の同定は、高頻度観測・低分解能のMODIS画像をミクセル分析することで行った。ミクセル分析とは土地被覆等の分類項目の“画素内占有率”を算出する手法である。本研究では、従属変数にMODISの1画素範囲（250×250m）の土地被覆種別面積率、説明変数にMODIS画像の画素値（バンド1～4, 6, 7, NDVI標準偏差）を使用した多項ロジットモデル（(1)式）により土地被覆種毎の面積率を算出する。モデルのキャリブレーションに際しては、Landsat/ETM+画像（分解能15m）の教師付き分類により得られた土地被覆分類図から算出した面積率を用いた。

$$P_{ik} = \frac{\exp V_{ik}}{1 + \sum_{i=1}^{N-1} \exp V_{ik}} \quad V_{ik} = \sum_j (\beta_{ij} x_{jk}) + C_i \dots (1)$$

P_{ik} :画素kにおける土地被覆iの面積率, β_{ij} :土地被覆iと説明変数jを関連付ける回帰係数, x_{jk} :画素kにおける説明変数jの値, C_i :土地被覆iの切片, i:土地被覆の添字, k:画素の添字, N:土地被覆項目数, j:説明変数の添字

キャリブレーションの結果、 $R^2=0.841$ でモデルの定式化ができ、2011年の推定塩類集積地率は、従属変数の面積率に対して $R^2=0.442$ となった。現地調査結果及びGoogle Earthとの比較の結果、空間分布の類似性が認められたことから、使用可能であると判断した。複数年次（2003, 2005, 2007, 2009, 2011）土地被覆率推計の結果、塩類集積地の経年変化は、西部は減少傾向であり、中部から東部にかけてやや増加傾向と考えられることが示された（図1）。

3. 塩類化リスク評価の仮説 NDVIに対する“蒸発量”“用水量”の過剰度指標から散布図を作成し、領域上の特徴から可視的な塩類化リスク評価を試

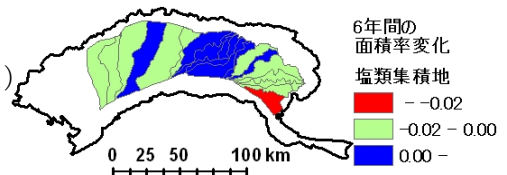


図1.塩類集積地率の変化(6年間)
Fig.1.Change ratio of the Saline area

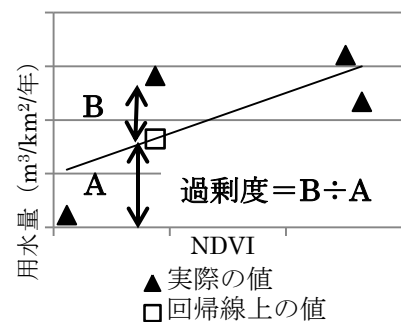


図2.用水量過剰度算出方法
Fig.2.The calculation way of the degree of water duty surplus

¹岡山大学大学院環境学研究科 Graduate School of Environmental,Okayama University ²岡山大学大学院環境生命科学研究科 Graduate School of Environmental and Life Science ,Okayama University
キーワード: リモートセンシング,塩類集積,水資源

みる。用水量の過剰度指標は、NDVIと用水量の回帰線上の用水量“A”を求め、“A”から実際の蒸発量を減じた値“B”を“A”で除すことで算出する(図2 蒸発量も同様)。各過剰度指標は、“負”は蒸発量・用水量の割には高いNDVIを実現しており、“正”は用水量や蒸発量の割には低いNDVIに止まっていることを表す。図3に散布図上の領域から解釈できる塩類化リスクを示す。

(“低-”は“低”よりもリスクがやや高いことを意味する)

また、ブロック別の浸透量を推定し、“(蒸発量-浸透量)[m/year]”を算出する。この値と用水量過剰度の散布図から、浸透の不足、過剰の判別を行う。近似式の切片を浸透量の“過剰”“不足”を区別する“閾値”とし、適正用水量の目安とする。

4. 塩類化リスク評価の結果 塩類化リスク評価(図4)、浸透量の判定(図5)結果を示す。なお、各ブロックは塩類集積地率の変化量(図1と同一期間)、土地利用図(1998)から算出した塩類集積地率を参考に8グループに分類した。

面積率の高い7ブロック中5ブロック(5/7ブロック)が塩類化リスク“高、高-”と推定した領域にマークされた。面積率の増加を示す4/6ブロックがリスク“高”と推定した領域にマークされた。面積率の低い3/6ブロックがリスク“低、低-”と推定した領域にマークされた。また、面積率の減少を示す4/6ブロックがリスク“高-”“低”と推定した領域にマークされた。このリスク評価法によって“面積率”について説明可能であることが示唆された。“面積率変化”については、“変化無し”“増加”間で課題は残るが、減少を示すブロックとその他のブロックの評価が可能である可能性が示唆された。

また、図5の近似線の切片より、閾値“-0.3”を得た。

5. 用水量の推定 塩類化リスク評価結果を考慮し、用水量を提案する。過剰浸透、或いは浸透不足と推定されるブロックは図5の縦軸で“-0.30[m/year]”となるように用水量を調整する。その中で浸透不足、塩類集積地率から状態が良好であると判断される3ブロックは現状維持とする。用水量調整の結果、用水としての取水は、ブロック総計で現在の15%弱にあたる年間5.4億m³の削減が可能であることが試算された。

6. まとめ 本研究では“水資源の有効利用”“塩類集積改善”

の観点から用水量の推定を試みた。蒸発量、用水量を用いた散布図上での可視的な塩類化リスク評価の試みは、ある程度の説明が可能であることが示唆された。しかし塩類集積地の変化については改善の余地を残す結果となった。今回、2011年のデータから定式化したモデルにより全年次の塩類集積地率を算出したが、今後は複数年のデータから汎用性の増したモデルを作成し、推定精度向上に取り組む必要があるといえる。なお、本研究の一部は科学研究費補助金(基盤研究(B)、課題番号22380129、代表赤江剛夫)により実施した。

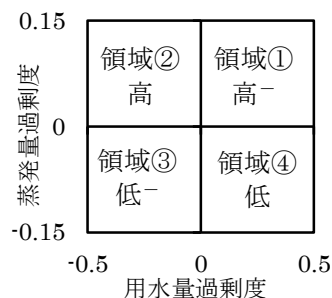


図3.塩類化リスク評価(仮説)
Fig.3.Estimate of the Salinization Risk (Hypothesis)

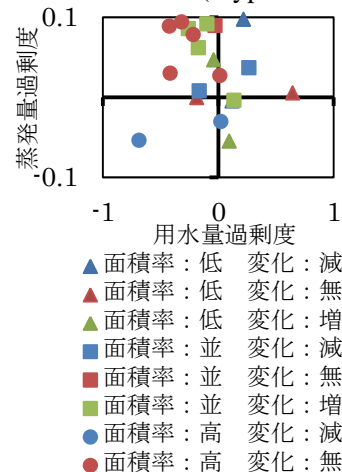


図4.塩類化リスク評価(結果)
Fig.4.Estimate of the Salinization Risk (Result)

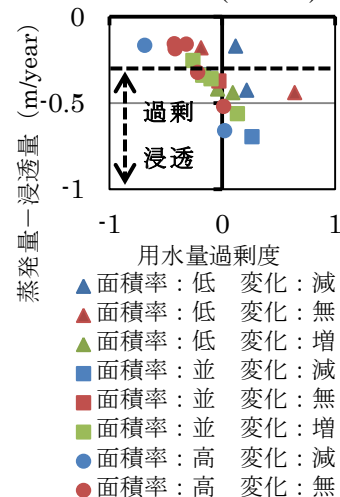


図5 浸透量の判定

Fig.5.Evaluation of the degree of amount of osmosis effective