

塩類集積を起こしやすい土地の地理空間的特徴

— 中国内蒙古自治区河套灌区を事例として —

Geospatial Characteristics where easily cause Salinization

— A Case Study of the Hetao Irrigation Area, Inner Mongolia Autonomous Region—

○守田秀則* 赤江剛夫* 松尾洋輔**

○Hidenori Morita* Takeo Akae* and Yosuke Matsuo**

1. はじめに

地球上の陸地の約半分が乾燥地域に属するが、乾燥地域においては、農地への塩類集積による生産性の低下が大きな問題となっており、研究対象地域の河套灌区においても喫緊の課題となっている。塩類集積を起こしやすい土地の地理空間的特徴を明らかにすることができれば、防止策あるいは改善策を検討する上で有益である。本研究では、現地での観察データに基づき、塩類集積を起こしやすい土地の地理空間的特徴を統計学的に明らかとすることを試みる。

2. 研究方法

現地で多くの地点について、土地被覆の状況と塩類集積の状況を確認し、その地点の地理空間的特徴との関係を分析する。土地被覆は農地、荒地、塩害地、砂地、宅地、水域の6類型に区分する。農地については塩類集積の程度が作況に現れることから、作況を良、並、不良の3階級に区分して記録する。各地点の地理空間的特徴を表す指標としては、標高、傾斜、曲率、直近用水路からの距離、直近排水路からの距離を用いる。標高と傾斜は、周囲より低く、傾斜の少ない地域が塩類集積を起こしやすいと考えられることから採用した。曲率は地表面の凹凸を表す指標であり（プラスなら凸地形、マイナスなら凹地形）、凹地が塩類集積を起こしやすく、凸地は塩類集積が起こりにくいと考えられることから採用した。直近水路距離は対象地域は素堀の水路が多いことから、水路からの漏水が多いと考えられ、水路付近の地下水位が

上昇し、塩類集積を起こしやすいと考えられることから採用した。分析は次式の多項ロジットモデルによる回帰分析により行う。

$$P_{jk} = \frac{\exp(V_{jk})}{1 + \sum_{k=1}^{n-1} \exp(V_{jk})} \dots\dots\dots(1)$$

$$V_{jk} = \sum_i \beta_{ik} \cdot X_{ij} + C_k \dots\dots\dots(2)$$

P_{jk} ; 地点 j の土地被覆種がカテゴリー k である確率

X_{ij} ; 地点 j の i 番目の地理空間的属性(説明変数)

β_{ik} ; 説明変数 i と土地被覆カテゴリー k を関連づけるパラメータ

C_k ; 土地被覆カテゴリー k の定数項 (切片)

i ; 説明変数を示す添字

j ; 地点を示す添字

k ; 土地被覆カテゴリーを示す添字

n ; 土地被覆カテゴリー数

3. 結果と考察

回帰分析を行う前に、散布図により、概要を把握した。一例として曲率と 2011 年の NDVI (正規化植生指標) の平均値の散布図を示す (図 1)。NDVI は Landsat/ETM+画像から求めた。砂地は特に曲率が大きい、これは対象地域の砂地は主として砂丘であり、上に凸の地形であることに由来している。砂丘状であるため、塩類集積は極めて起こりにくい。農地は作況を判断基準として、良、並、不良の3類型に区分している (小麦畑は作況の判別をしていない)。農地全体としては、曲率 0 付近の凹凸の少ない地形に分布しているが、

* 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

**岡山大学環境理工学部 Faculty of Environmental Science and Technology, Okayama University

キーワード: 塩類集積, GIS, 内蒙古自治区

作況別に見ると、良、並は凸、不良は凹となっている。また、塩害地と休耕地は大きく凹となっている。休耕の多くは塩害によると考えられること、また、作況不良農地も塩害による理由が主であると考えられることから、地形的な要因（曲率）と塩類集積の関係が明確に表れていると考えられる。

従属変数のカテゴリーを土地利用種（農地（作況による細分化なし）、塩害地、荒地、砂地、宅地、水域）とし、説明変数に標高、傾斜、曲率、直近水路までの距離を用いて、多項ロジットモデルによる回帰分析を行った。結果を表1に示す。適合度指標の ρ^2 は0～1の値をとり、0.2～0.4以上で良好な適合度を示すとされている。 $\rho^2=0.086$ とモデルの適合度は低いものの、多くの回帰係数が5%の有意水準を満たしている。塩害地に着目すると、塩害地は傾斜角・曲率共に回帰係数が負の値をとっており、平坦地の窪地に多く分布する傾向があることが示された。

次に、従属変数のカテゴリーを農地のみ（作況良、作況並、作況不良の3類型）に変更して、多項ロジットモデルによる回帰を行った。結果を表2に示す。 $\rho^2=0.432$ と、良好な適合度を示している。回帰係数が全て正であることから、作況不良の農地は、作況が良や並の農地と比較して、標高が低く、傾斜が小さく（平坦）、曲率も小さく（凹地）、用排水路に近い土地に多く分布する傾向にあることが示された。これらは、塩類集積の起こりやすい土地条件としての既往の見識とも一致しており、塩類集積の起こりやすい土地で農地の生産性が低下していることが実証的に示された。

まとめ

本研究では、中国内蒙古自治区河套灌区を対象とし、塩類集積を起こしやすい土地の地理空間的特徴を明らかにすることを試みた。多項ロジットモデルによる回帰分析により、塩害地および塩類集積により生産性の低下している農地の地理空間的特徴の一端を把握することができた。しかし、更なる検討を加えることで、新たに得られる知見も多く存在するものと考えられる。

なお、本研究はJSPS 科研費 22380129 の助成を受けたものである。

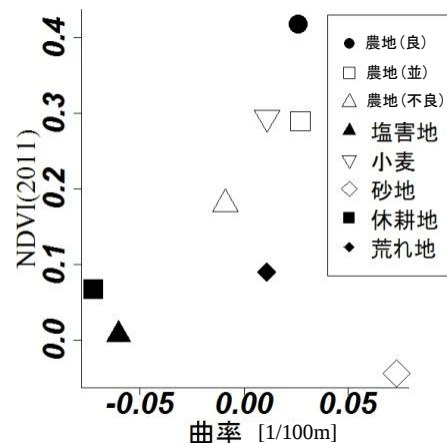


図 1 地表面の曲率と NDVI の関係

Fig.1 Scattergram of Curvature and NDVI

表 1 多項ロジットモデルの回帰結果(その 1)

Table 1 Regression Results of Logit model(Part1)

説明変数	従属変数	回帰係数	p値
標高[m]	荒地	-0.234	0.025
	砂地	-0.474	0.000
	宅地	0.171	0.017
	水域	-0.173	0.017
傾斜[度]	塩害地	-0.558	0.000
	荒地	0.413	0.000
	砂地	0.482	0.000
	宅地	-0.214	0.006
曲率[1/100m]	塩害地	-0.999	0.000
	荒地	0.372	0.025
	砂地	0.683	0.000
	宅地	0.358	0.003
直近水路距[m]	水域	-0.353	0.026
	荒地	0.289	0.001
	砂地	0.315	0.000
	水域	-2.601	0.000

適合度 $\rho^2=0.086$

N=2905(農地=1939, 塩害地=280, 荒地=104, 宅地=266, 水域=155)

表 2 多項ロジットモデルの回帰結果(その 2)

Table 2 Regression Results of Logit model(Part2)

説明変数	従属変数	回帰係数	p値
標高[m]	農地(作況良)	1.724	0.000
	農地(作況並)	0.732	0.000
傾斜[度]	農地(作況良)	0.363	0.000
	農地(作況並)	0.322	0.001
曲率[1/100m]	農地(作況良)	0.662	0.023
	農地(作況並)	0.677	0.004
用水路距離[m]	農地(作況良)	0.064	0.627
	農地(作況並)	0.481	0.000
排水路距離[m]	農地(作況良)	3.998	0.000
	農地(作況並)	2.729	0.000
直近水路距[m]	農地(作況良)	2.708	0.000
	農地(作況並)	1.628	0.000
切片	農地(作況良)	2.923	-
	農地(作況並)	3.046	-

適合度 $\rho^2=0.432$

N=1896(作況良=884, 作況並=570, 作況不良=884)