

裸地における表面流去のリスク評価に関する時空間解像度の向上 Improvement of spatio-temporal resolution for risk assessment of surface runoff on bare agricultural land

○久保田 幸^{1), 2)}, 鈴木 伸治¹⁾, 渡邊文雄¹⁾, 伊藤博武¹⁾

○KUBOTA Yuki, SUZUKI Shinji, WATANABE Fumio, ITOH Hirotake

1. はじめに

近年、短時間に強い雨が降る回数が増えている。これらの雨は、肥料や種子の流出、さらには土壌侵食を引き起こすこととなり、特に、周期的に裸地が出現する農地では、大きな被害が予想される。表面流去の引き金となる湛水の発生条件を明らかにし、近年解像度が向上している衛星画像と傾斜データを重ね合わせることで、時間的、空間的に高い解像度で裸地における広域的な表面流去のリスク評価が可能であると考えられる。本研究では、(1)広域的に農耕地の裸地を特定し、その面積の変遷を明らかにすること、(2)農耕地において、裸地面で短時間に湛水が起こりえる、時期ごとの降雨強度を明らかにすること、(3)農耕地における時期ごとの表面流去の評価をする手法を開発することを目的とした。

2. 対象地と方法

2-1. 裸地の抽出と推移 東京農業大学網走寒冷地農場（以下農場）を対象地とした。農場全体の面積は 1925 a である。裸地の解析には、ESA の提供している Sentinel-2 の 10 m メッシュ衛星画像を使用した。衛星画像について、尺度化した植生指数 NDVI (VI^*) (Jones and Vaughan, 2013) を算出し、裸地の抽出を行った(式 1)。目視で判別した衛星の RGB 合成画像と営農記録より整合性を確かめ、植生のある農地表面と裸地の閾値を $VI^*=0.35$ とし、2018年の月ごとの裸地を抽出し、面積の増減を調べた。

$$VI^* = \frac{VI - VI_{\min}}{VI_{\max} + VI_{\min}} \quad \text{式 1}$$

VI : 植生指数

VI_{\min} : 画像内に存在する最小の正の NDVI 値

VI_{\max} : 画像内に存在する最大の正の NDVI 値

2-2. 湛水の起こる雨の判定 初期湛水発生時間 (t_p) を推定するモデル(式 2) (Perroux *et al.* (1981)より導出) より、湛水が起こる降雨強度 (v_0 , mm/h) を求めるため、パラメータである吸水度 ($S(\theta)$, $\text{mm h}^{-0.5}$) を複数の体積含水率 (θ , $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$) について測定し、 $S(\theta) - \theta$ の関係式を求めた。農場では、深さ 5 cm に土壌水分センサを水平に設置して θ

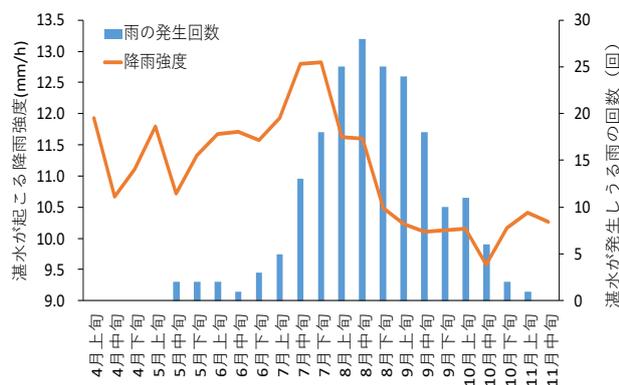


図 1. 湛水を起こす降雨強度と雨の発生回数 Fig. 1 Rainfall intensity and its frequency causing surface ponding.

1)東京農業大学 Tokyo University of Agriculture 2)現：農研機構 Current affiliation: NARO

キーワード：リモートセンシング，土壌侵食

を測定し、地表から深さ 5 cm までの表層の θ に変換した。センサによって測定が行われた期間の旬ごとに、土壌が最も乾燥している状態の θ について平均値を求めた。この値を、 $S(\theta)$ - θ の関係式にあてはめ、求めた $S(\theta)$ を式 2 に代入し、初期湛水が発生する降雨強度 (v_0) を求めた。その際、 t_p を 10 分とした。更に、過去 100 年の網走気象台の降雨データより、湛水が起こったと判断される降雨の頻度を旬ごとに求めた。

$$v_0 = \sqrt{\frac{S(\theta)^2}{2t_p}} \quad \text{式 2}$$

2-3. レイヤの重ね合わせ 裸地の有無と傾斜角を、ArcMap のツール加重オーバーレイを用いてレイヤを重ね合わせ、表面流去の起こりやすさを評価した。傾斜角は、ArcMap のツール Slope を使い、国土地理院基礎地図情報ダウンロードサービスより取得した 10 m メッシュの標高 DEM データより求めた。

3. 結果

3-1. 裸地 各月の農場の裸地面積は、4 月が最も大きくなり、7 月をピークに小さくなっていった。その後、8 月には大麦、小麦の収穫があったため裸地が出現した。

3-2. 降雨強度 $S(\theta)$ - θ の関係は、累乗の関係で表すことができた。 v_0 と、湛水が起こったと判断される降雨の回数を旬ごとに整理すると (図 1)、農場では 10 月に比較的弱い雨でも湛水が発生し、営農期間中は 13 mm/h 以上の雨があれば必ず湛水が起ると示唆される。

3-3. リスク評価 図 2 は加重オーバーレイの結果であり、凡例の値は表面流去のリスクの程度を示している。農場は、南側の標高が高く、東西にかけて傾斜があり、圃場の南西部が特にリスクが高いと判断される。また同等の裸地面積でも、圃場の南側が植生で覆われていると表面流去の起こりやすい面積が小さくなることわかった (図 3)。これにより、湛水の起きやすい 7~10 月は、圃場の南側が裸地とならない作付を調節すれば、流出の低減に寄与できると考えられる。

4. まとめ 1 時間単位の降雨、10 m の空間解像度での表面流去のリスク評価について可能性を示すことができた。

5. 参考文献 H. G. Jones & R. A. Vaughan (2013): 植生のリモートセンシング; 森北出版, 76. ; Perroux, K. M., et al. (1981): Water Movement in uniform soils during constant-flux infiltration, *Soil Sci. Soc. Am. J.* 45:237-240.

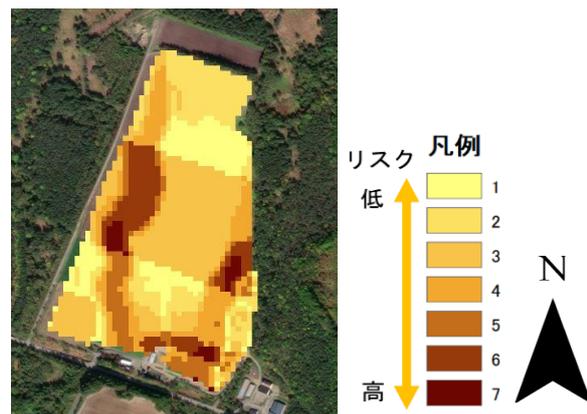


図 2. 2018 年 8 月 13 日の表面流去のリスク評価 Fig. 2 Risk assessment of surface runoff on August 13, 2018.

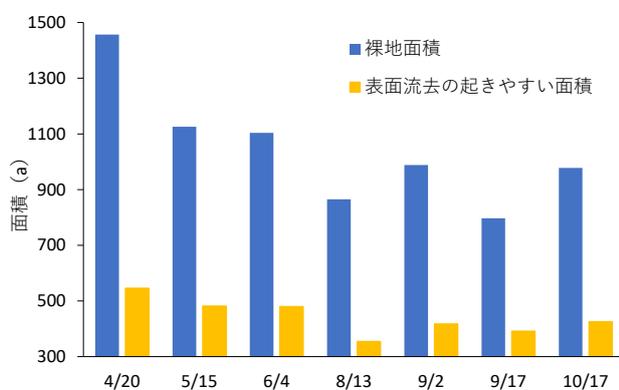


図 3. 裸地と表面流去の起こりやすい面積の推移 (2018 年) Fig. 3 Changes of bare plot and high potential surface runoff area (2018).