

キャベツ単作小流域における土壤流出量のモニタリングと GeoWEPP の精度評価

Sediment yield monitoring and performance evaluation of GeoWEPP in a small watershed with cabbage monocropping

○山田浩之*, **, 山崎琢平**, 鹿沼信行*, 西村拓**
○Hiroyuki YAMADA*, **, Takuhei YAMASAKI**, Nobuyuki KANUMA*, Taku NISHIMURA**

1. はじめに

群馬県嬬恋村のキャベツ畑は、多くが傾斜地に造成されており、水食が問題となっている。これまで、USLE (Universal Soil Loss Equation) を用いた水食量の予測やカバーラップを利用した対策が行われてきた。しかし、USLE は長期間の平均的な水食量を推定するために設計されており、近年増加している短時間強雨による土壤侵食を十分に予測できない可能性がある。また、生産現場で実施されている水食対策の効果を定量的に把握することは、費用対効果の評価や今後の適切な対策立案において重要である。そこで本研究では、プロセスベースモデルである GeoWEPP (Geospatial interface for Water Erosion Prediction Project) をキャベツ単作の小流域に適用し、その適用性と精度を評価することを目的とした。具体的には、約 3 年間にわたりキャベツ畑の中を流下する小河川で流量および土壤流出量をモニタリングし、ピーク流量、流出係数、雨量指数と土壤流出量の関係を明らかにするとともに、観測結果をもとに GeoWEPP のパラメータを校正し、モデル精度を日単位で評価した。これにより、現場で行われている水食対策の短時間強雨に対する有効性を定量的に評価し、今後の対策立案に資する知見を得ることを目指した。

2. 方法

調査地は群馬県嬬恋村の吾妻川支流、ヨッコ沢流域（約 1.7 km²）である。流域出口には濁度センサーおよび水位センサーを設置し、10 分間隔でデータを記録した。また、自動採水器を用いて流出イベント発生時の河川水を採取した。採取した河川水の浮遊土砂濃度 (SS) を測定し、濁度と SS の関係式を作成した。濁度センサーの測定上限を超えた期間については、LQ 式を用いて SS を推定した。流出量はマニング式により算出し、算出した流出量に SS を乗じて土壤流出量を求めた。観測期間は 2021 年 3 月から 2023 年 12 月までである。GeoWEPP の入力ファイルは以下のとおり作成した。気象ファイルは Break Point Climate Data Generator により作成し、10 分間隔の降水量データはヨッコ沢砂防ダムの雨量計データ、日最高・最低気温および風向・風速データは気象庁田代測候所の観測データ、日積算日射量および相対湿度データは群馬県農業技術センター高冷地野菜研究センターの観測データを用いた。流域のデジタル標高モデルは国土地理院の 10 m 解像度データを使用した。土地利用図には JAXA の高解像度土地利用図（10 m 解像度）を使用し、土地管理ファイルには地域の一般的な管理作業を反映させた。流出量と土壤流出量の計算値と実測値が合うよう土壤ファイルのイ

* 群馬県農業技術センター, ** 東京大学農学生命科学研究科

キーワード：土壤流出、ピーク流量、GeoWEPP、日侵食量

ンターリル受食係数、リル受食係数、および限界掃流力などを調整した。計算期間は2019年1月から2023年12月までとし、計算精度の評価は決定係数(R^2)やナッシュサトクリフ係数(NSE)を用いて、2021年から2023年の計算結果で行った。

3. 結果と考察

年数回の強雨イベントによる土壌流出量が年間土砂流出量の60~72%を占めていた。このことから、短時間強雨による土壌流出の予測及び対策立案が重要であることが改めて示された。土砂流出量とピーク流量及び日流量の積の間には強い正の相関が見られた ($R^2=0.90$) (Fig. 1)。さらに、ピーク流量は日最大SSと強い正の相関を示し ($R^2=0.98$)、ピーク流量が土砂運搬において重要な役割を果たすことが示唆された。

GeoWEPPによるシミュレーションでは、ピーク流量の再現性は低かった ($R^2=0.26$)。一方、日流量は、流出ピークが発生した日のみを対象とした場合、 $R^2=0.70$, NSE=0.66と良好に再現された。しかし、流出ピークが発生しない日を含めた全データを用いると、予測精度は $R^2=0.60$, NSE=0.30 に低下した。これは、GeoWEPPの基底流の計算能力が表面流に劣るという結果(Yamasaki et al., 2023)と一致する。土壌流出量については、流域内の降雨データを使用することで予測精度が大きく向上し、 $R^2=0.93$, NSE=0.92 という非常に高い精度で計算された(Fig. 2)。これまで GeoWEPP の計算精度は年単位や月単位で行われることも多かったが、本研究では日単位で精度評価を行い、短期間スケールでも高精度な予測が可能であることが確認された。このため、短時間強雨に対する予測に GeoWEPP が十分に活用できると結論できる。

今後は、ピーク流量などの再現精度をさらに向上させるため、引き続きモニタリングを行いたい。また、校正済みのモデルを使用して、流域内の栽培体系の変更をシナリオごとに計算し、最適な対策を立案したい。

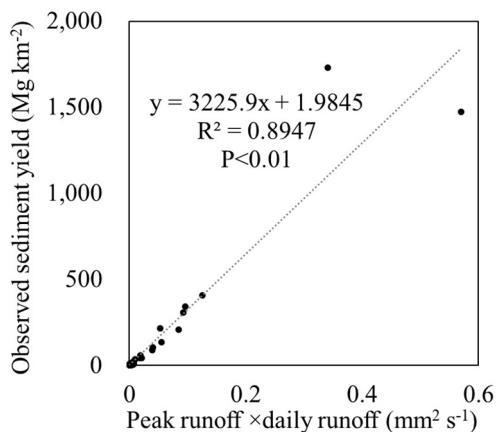


Fig. 1 ピーク流量と日流量の積土壌流出量の積の関係
Relationship between the product of peak runoff and daily runoff and sediment yield.

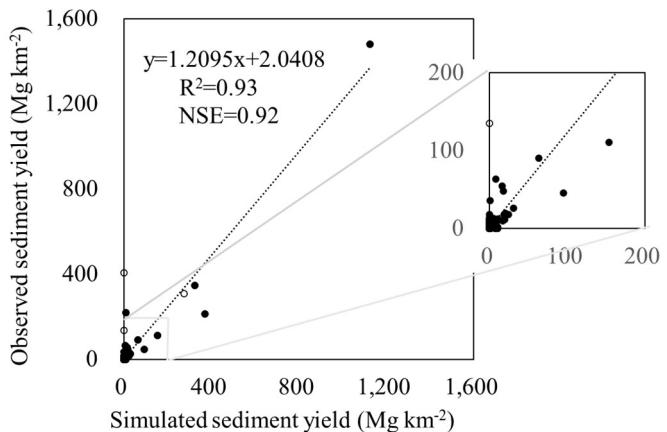


Fig. 2 土壌流出量の実測値と GeoWEPP による計算値
白丸は流域外雨量データを使った日を示す。
The 1:1 plot of observed and simulated sediment yield.

引用文献：Yamasaki, T., Hamamoto, S., Nishimura, T., 2023. Base flow separation for soil erosion simulation in a granitic forested headwater catchment using a process-based model, *GeoWEPP. Int. J. Sediment Res.* 38, 494–502.

謝辞：本研究はJSPS科研費(JP19H00958)の支援を受けて行った。また、群馬県河川課には雨量データを提供いただいた。