

積雪寒冷地の畑地流域における WEPP による土砂流出量の算出 Calculation of Sediment Yield from Upland Watersheds in Snowy Cold Region by WEPP

○高須賀俊之・鵜木啓二・中村和正

TAKASUKA Toshiyuki, UNOKI Keiji and NAKAMURA Kazumasa

1. はじめに

北海道の畑地は、表面流出が集中しやすい大区画圃場や傾斜圃場が存在すること、受食性の比較的高い火山灰土が分布すること、地表面が被覆されていない状態で融雪の影響を受けることなどから、土壌侵食を受けやすい。農地の土壌侵食や河川への土砂流出を抑制する対策を適切に実施するためには、土砂流出量を精度よく予測する必要がある。本稿では、積雪寒冷地の畑地流域における土砂流出量を算出するため、土砂流出モデルである WEPP(Water Erosion Prediction Project)の適用方法と実測値の再現性を検討した。

2. WEPP モデルについて

WEPP はアメリカ農務省により開発された物理モデルである。WEPP では個々の圃場や斜面の土壌侵食だけでなく、流下する先の水路も流域の要素として個別に取扱い、斜面からの流出物が水路や沈砂池においてどのように堆積するか、といった個々の現象を詳細な物理則に基づいて表現することが可能である。このことにより実態の再現だけでなく、土砂流出への土木的対策や営農的対策の効果を予測することができる。

日本では WEPP の適用事例が数件存在する。沖縄県のサトウキビ圃場の事例では、1 年間の適用期間全体で予測精度が高く、適用性が高いとしている¹⁾。また、畑地と樹林帯が混在する流域に適用した研究では、比較的大きな降雨イベントで適合性が良好で、通年の流出土砂量でも概ね一致したとしており、さらに土地利用による土砂流出量の傾向の違いを再現している²⁾。一方、本稿で対象とする北海道のような積雪寒冷地や大規模農地での適用事例はない。

3. 対象流域

土砂流出量算出の精度検証には、網走川支流の 3 流域のデータを用いた (Fig.1)。3 流域の下流端に設置されている沈砂池で堆積土砂量と流出土砂量を観測し、これらを合わせて流域からの流出土砂とした。本研究で検証に用いた土砂流出量の観測期間は 2002 年 6 月 5 日から翌年 6 月 4 日までの 1 年間である。

4. 結果と考察

(1)有効透水係数の調整による流出土砂量の再現

現地条件を反映した流域モデルにおいて計算を実行したところ、流域末端からの流出土砂量で、計算値が実測値の 3%~49%と大きく乖離した。

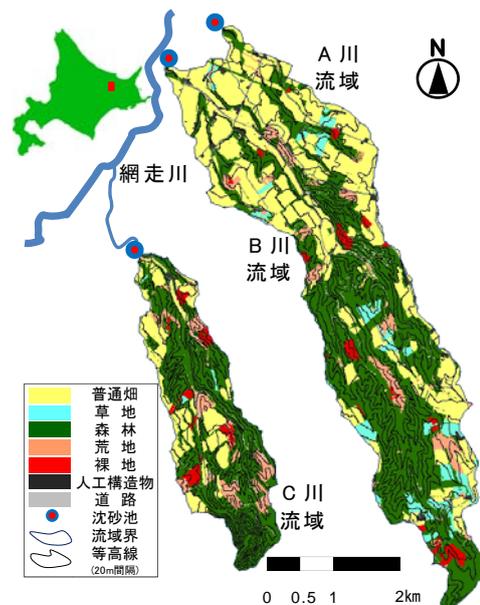


Fig.1 対象流域位置図および土地利用図

(独)土木研究所寒地土木研究所: Civil Engineering Research Institute for Cold Region, Public Works Research Institute, キーワード: 土砂流出, WEPP, 物理モデル, 農地

そこで、感度分析の結果、最も影響の大きかった土壌の有効透水性係数を調整することで再現性の向上を試みた。その結果、有効透水性係数を 1.8 mm/h としたとき、最も誤差が小さい解析結果を得られることが分かった (Fig.2, Fig.3)。当該流域の土壌は 2~4 種類で構成されているが、今回は各土壌で同一の有効透水性係数を入力したので、土壌ごとに有効透水性係数を設定することで、流域ごとの計算値と実測値の差異を低減できる可能性がある。

(2) 土地利用と流亡土砂量

解析結果の単位面積当たりの流亡土砂量を構成斜面に割り当てた図を Fig.4 に示す。土地利用図と比較すると、森林では単位面積あたり流亡土砂量が少ない傾向が明らかに認められる。農地のうち普通畑は森林と比較して流亡土砂量が多くなっていた。しかし、草地では隣接する普通畑と比べて、流亡土砂量が少なくなっており、逆に裸地については最も流亡土砂量が多い結果となった。これらの土地利用と流亡土砂量の計算値の対応は、一般的に知られる土砂流出の特性に合致している。

流域の斜面勾配は、3 流域とも上流で傾斜が大きい傾向にあるほか、一部の沢沿いに急傾斜が存在する。それらの傾斜と、解析結果および土地利用図を比較すると、普通畑からの流亡土砂量には斜面勾配との関係性が認められた。すなわち、下流域は平坦な地形であるため流亡土砂量が少なく、傾斜の大きい上流域では流亡土砂量が多くなっていた。また森林や草地は、斜面勾配の大小による流亡土砂量の差は少なかった。これらのことから、WEPP モデルでは入力した地形条件に即した、斜面からの土砂流出量を再現できることを確認した。

C 川流域における一年間の土砂流出量を Fig.5 に示す。特に降水が多い日に土砂流出量が増加する対応が認められる。また、土砂流出が 12 月から 3 月の期間になく、4 月に集中する計算結果となっており、積雪寒冷地に特徴的な冬季の積雪と融雪期の土砂流出を再現できることを確認した。

5. おわりに

今後は、パラメータの調整による再現性の向上を図り、流域内に土砂流出対策工を設置した場合の解析を行う予定である。

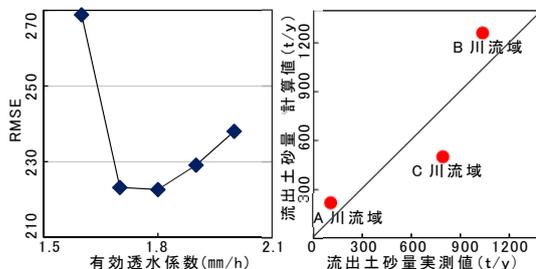


Fig.2 有効透水性係数と RMSE Fig.3 実測値と計算値の関係

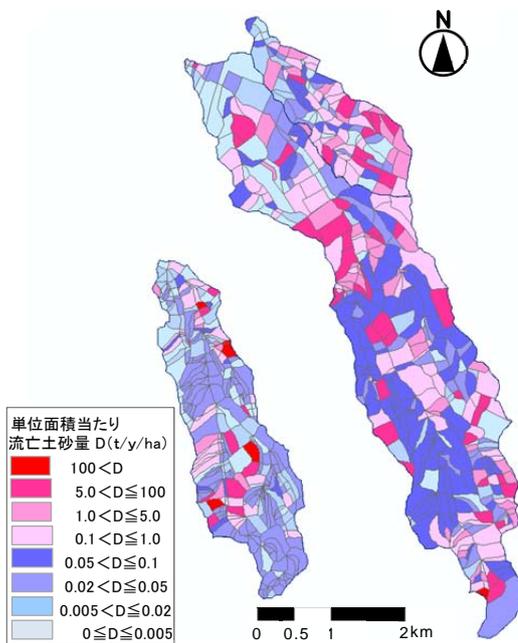


Fig.4 各斜面の単位面積当たり流亡土砂量

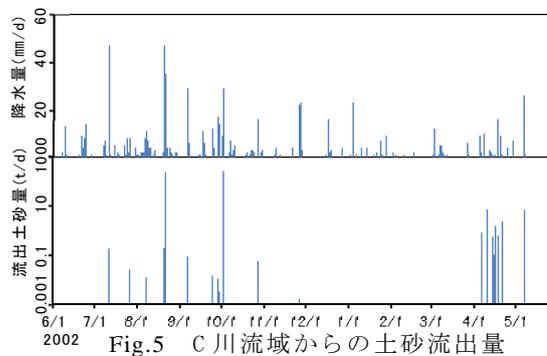


Fig.5 C 川流域からの土砂流出量

参考文献 1)大澤ら：降雨毎の侵食予測における USLE および WEPP の検証，農土論集 232, pp. 43-50(2004) 2) 大澤ら：石垣島名蔵川における土砂輸送に関する長期観測および WEPP の検証，水工学論文集 52, pp. 577-582(2008)