

SWAT モデルの適用による石狩川流域の水循環と土砂流出の解析

環境資源学専攻 地域環境学講座 土壌学 詹 嘉月

1. 背景と目的

石狩川流域は標高の高い山地があるため、雪が水循環の主要な要素である。降雨や融雪時の流出水に伴う土砂 (SS) が河川への流入の問題を解決するには、水循環と土砂流出の解析が必要である。本研究では SWAT モデル適用を検討した。

2. 方法

SWAT モデルは土地利用、土壌、傾斜を同一とする水文反応単位 (HRU) に基づき、水量、水質の予測を行うモデルである。研究サイトは石狩川流域で、下流域での流出結果を解析した。対象期間では、2011-2014 年を校正期間、2015-2016 年を検証期間とした。モデルの評価には R^2 、 E_{NS} および PBIAS を用いた。 R^2 と E_{NS} は 0.5 以上が望ましい、PBIAS が正の値の時はシミュレーション値が過小評価、負の値の時は過大評価とされる。本研究では参照プロジェクト、雪プロジェクト、および標高帯プロジェクトの 3 つのプロジェクトが設定された。

3. 結果と考察

河川流量のシミュレーション結果は参照プロジェクト (校正期間 $R^2=0.42$ 、 $E_{NS}=0.40$ 、検証期間 $R^2=0.40$ 、 $E_{NS}=0.35$) と雪プロジェクト (校正期間 $R^2=0.48$ 、 $E_{NS}=0.48$ 、検証期間 $R^2=0.46$ 、 $E_{NS}=0.43$) では基準値を満たしていなかった一方、標高帯プロジェクトでは (校正期間 $R^2=0.72$ 、 $E_{NS}=0.71$ 、検証期間 $R^2=0.54$ 、 $E_{NS}=0.50$) 十分な精度を認めた。精度は参照プロジェクト、雪プロジェクト、標高帯プロジェクトの順で大きく得られた。SS 流出量のシミュレーション結果は参照プロジェクト (校正期間 $R^2=0.08$ 、 $E_{NS}=0.00$ 、検証期間 $R^2=0.09$ 、 $E_{NS}=0.02$) と雪プロジェクト (校正期間 $R^2=0.41$ 、 $E_{NS}=0.38$ 、検証期間 $R^2=0.33$ 、 $E_{NS}=0.32$) では精度が低かった。標高帯プロジェクトは校正期間では ($R^2=0.64$ 、 $E_{NS}=0.57$) 精度が高くなった一方、検証期間では ($R^2=0.42$ 、 $E_{NS}=0.38$) 十分な精度のシミュレーション結果が得られなかった。これは表面流去の減少が SS 流出量ピークを過小評価し、側方流去の増大が平時の SS 流出量の過大評価を引き起こしたためと考えられる。また、SS 流出源は傾斜が強い、褐色森林土の森林からの流出が多く見られ、植生がない荒地が大きかった。

4. 結論

河川流量のシミュレーションはおおむね満足いくパフォーマンスを得ることができ、雪プロジェクトに加え標高帯の導入により精度を高めることができた。一方、土砂流出量では、低流量時の過大評価、高流量時の過小評価があり、とくに検証期間での精度が不十分であった。荒地や急峻な森林地帯からの SS 流出が多く見られた。