



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Using SWAT model to predict water flow, sediment and nutrients loads in Shibetsu river watershed, eastern Hokkaido, Japan [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	王, 春穎
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(農学)
Dissertation Number	甲第11549号
Issue Date	2014-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/57170
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Chunying_Wang_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博士（農学）	氏 名	Chunying WANG
審査担当者	主査	教授	波多野隆介
	副査	教授	石黒 宗秀
	副査	教授	井上 京
	副査	講師	倉持 寛太

学位論文題名

Using SWAT model to predict water flow, sediment and nutrients loads in Shibetsu river watershed, eastern Hokkaido, Japan

(SWAT モデルによる北海道東部の標津川流域における水、土砂、養分流出予測)

本論文は英文 126 頁，図 19，表 14，8 章からなり，参考論文 3 編が付されている。

土砂および養分の河川への流出は土壌肥沃度を低下させ、水汚染を起こす原因である。その結果、農地での施肥量を増加させ、河川流出の増加を招き、水汚染を加速する悪循環を起こす。SWAT (Soil and Water Assessment Tool) は、合衆国農務省が開発した流量、懸濁土砂 (SS)、窒素 (N)、リン (P)、農薬を記述するモデルであるが、カリウム (K) など陽イオンの挙動を記述するモジュールはこれまで開発されてこなかった。先行研究では、SWAT は水と硝酸態窒素の流出予測は十分に可能であることを認めてきたが、土砂などへの適用例は多くなかった。本研究ではまず SWAT による水、SS、粒子状有機態窒素 (PON) とリン (POP) の予測を行った。ついで K の挙動を記述するモジュールを開発し、それを組み込んだ SWAT (SWAT-K) により K 流出の予測を行った。

研究対象とした標津川流域は、流域面積 672 km² で、摩周火山放出物を基盤とする草地酪農流域である。2003 年から 2008 年の 6 年間、標津川河口で測定された流量、SS、PON、POP、K 流出の実測値および、牧草収量、化学肥料と堆肥施与量を用いて、SWAT と SWAT-K のパラメータのキャリブレーションと予測値の検証を行った。

SWAT による流量予測では、流域外部からの地下水流入 (EXT) が無視できなかった。EXT に 1.38 mm day⁻¹を与えた時に、予測値は実測値と良く一致し、流量は融雪期と夏期、秋期の降雨期に増加することを示した。

SWAT による SS および PON、POP の流出予測は十分満足できるものであった。SS 濃度と PON、POP 濃度の実測値には有意な正の相関関係が認められることから、SS の流出は PON、POP を伴って生じていることを指摘し、このことから SS の予測により PON と POP が精度よく予測できることを示した。SS 流出量は 24 Mg km² yr⁻¹であり、PON と POP 流出は、それぞれ 0.18 Mg N km² yr⁻¹、0.02 Mg P km² yr⁻¹であった。SS 流出は、12 月から 3 月の積雪期、4 月から 5 月の融雪期、6 月から 11 月の降雨期で、それぞれ概ね 10、20、70%

を占め、SS 流出強度としては融雪期と降雨期で大きいことを示した。SWAT による予測結果は、流路における侵食と堆積は起こっておらず、上流域の表面侵食が主要な土砂供給源であることを示したことから、標津川の流域管理の課題は、上流部の土壌侵食の制御にあることを指摘した。

K 流出予測は、 1.38 mm day^{-1} の EXT が 1.6 mg L^{-1} の K 濃度を持つとした場合に、実測値とよく一致した。土壌鉱物の風化による K 供給は無視されたが、これは EXT からの K 供給に含まれている可能性がある。溶存態 K の流出量は $2.1 \text{ Mg K km}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ であったのに対して、吸着態 K は全 K 流出の 0.02% である $0.0005 \text{ Mg K km}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ にすぎず、SS と対応していなかった。SWAT-K はこれらの特徴をよく予測した。SWAT-K による植物の K 吸収は $2.3 \text{ Mg K km}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ と予測され、実測値とよく一致した。土壌から地下水への溶脱量は $1.3 \text{ Mg K km}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ 、土壌への蓄積量は $5.3 \text{ Mg K km}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ と予測された。これらの実測値は無いが、流出量と植物吸収量の予測値と実測値がよく一致していたことから、予測の信頼性は高いと判断できる。K 施与量は $9.0 \text{ Mg K km}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ であり、植物吸収量から見て明らかに過剰であることから、K 施与量の削減が課題であることを指摘した。

PON と POP が SS とよく対応した挙動を示したのに対して、K は SS との対応はなかった。このことは、懸濁土砂の表面が有機物で覆われているためと考えた。すなわち、有機物の表面荷電による K 吸着の選択性が低いことが、K 流出の主体を溶存態にしていると推察した。SWAT-K のパラメータの決定には、このような推察が含まれているものの、全体として、SWAT および SWAT-K は、SS、PON、POP および K 流出の予測に十分適用できるものであった。

以上のように Chunying WANG 氏の研究は、SWAT モデルが流量のみならず、SS、PON、POP といった、これまで適用例が少ない物質の流出にまで、広範囲に適用可能なことを示しただけでなく、世界で始めて K 流出への適用も可能にしたものであり、今後 K と挙動が類似する放射性セシウムの流出予測への可能性を開いた点で高く評価できる。

よって審査員一同は、Chunying WANG 氏が博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認めた。