

SWATモデルを用いた雲出川流域の汚濁負荷量の推定

三重大学大学院生物資源学研究科 非会員 森本 英嗣 清澤 秀樹

三重大学大学院生物資源学研究科 正会員 葛葉 泰久

1. はじめに

日本の農地は主に、水田と畑地からなるが、その中心は水田である。水田は畑地と違い、イネの栽培時期には灌漑によって表面に湛水できるような構造になっている。そのため、水田には畑地とは異なる水文学的現象が現れ、多面的な機能（洪水緩和機能、土壌保全機能、水源涵養機能、水質保全機能、生態系保全機能など）を有する。洪水が頻繁に起こる市町村の中には、この水田の洪水緩和機能に着目して、市街地の上流域にある水田を積極的に保全する事業を行っているところがある¹⁾。そういう意味からすると、水田の耕作放棄が進むと、洪水や土壌浸食を引き起こしやすくなり、都市や工業で用水として使われている地下水への影響も懸念される。

また、近年における人間活動の活発化と複合化につれて、自然界の水循環過程は量、質ともに大きく変化している。水循環に関わる水資源開発や治水・利水問題に加えて、より複雑な環境問題に対処していくためには、水量、水質の移動過程を時空間的に把握する必要がある。そのためのツールとして分布型モデルが有力であり、特にGISと結びつけることで流域スケールの空間的な分布特性を反映させることができるようになってきた²⁾。そして、分布型モデルにおけるGISの活用は、水文モデルにおける気象学的要因、標高、土壌および土地利用特性などを決定し、より正確な流出過程を解明することにつながる。五島(2006)³⁾では雲出川流域の汚濁負荷量を原単位法、L-Q式を用いて推定を試みたが、空間分布のみの解析に留まったが、本研究では、GISソフトArc/ViewとSWAT(Soil & Water Assessment Tool)をリンクさせた分布型モデルを用いて、雲出川流域の長期(2年)の水量、汚濁負荷(T-N, T-P)の移流過程を検討する。

2. 調査流域の概要

雲出川の幹川流路延長は55km、流域面積は550km²、流域内人口約9万人である。

上流域はいわゆる過疎地帯であり、人口密度は極めて低い。中流域から下流域では都市域への通勤圏の拡大とともに近年人口増加が著しい。

主な土地利用は、流域のほとんどを占める森林(約75%)、一志町・嬉野町・三雲町(いずれも旧町名)一帯の稲作を中心とする水田(約11%)であり、比較的農村地域に近いといえる。また、ゴルフ場の占める割合が多いことも特徴的である。

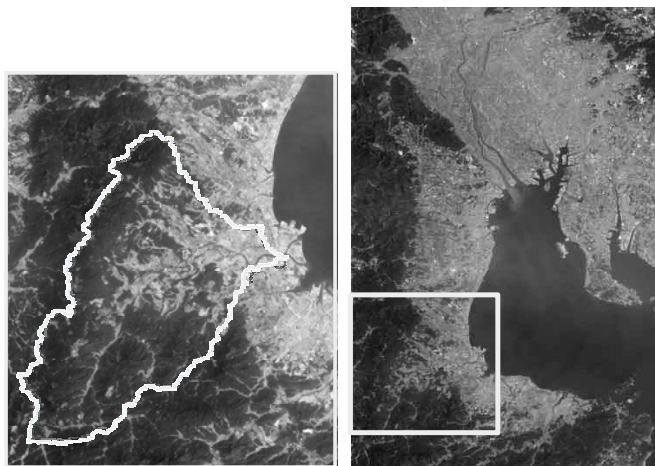


Fig.2-1 雲出川流域図(みえのうみHPより引用)

3. SWATモデル

日単位で推計を行う時系列モデルである。面積が大きく、実測データがない流域における水、土粒子および化学物質の移流・蓄積状況に対する管理手法の影響を予測するために開発された。

このモデルでは、流域内の表面流出と化学物質の経路を、準備されているコマンドにより設定する。水源から水流までの経路の設定、流量の設定、モニタリングデータ、点源の設定などを行うためのコマンドが準備されている。また、他モデルの出力値を入力値として用いることができる。移動用コマンドを使用することにより、水のある流域や水源から他の流域や水源へと移動させることが可能である。河川が分流する場合

の割合、水路もしくは水源に残っている最小限の流量もしくは分流の日量を設定することができる。モデルは、日単位ごとの計算を行いつつ、複数年のシミュレーションを行うことが可能であるほど効率的である。

4. 方法

対象となる流域の流域界は、国土数値地図50mメッシュ（標高）を用いて、Arc/ViewSWATのモジュールで決定する。

SWATモデルによる雲出川流域の水量、水質（T-N、T-P）を評価するために、国土交通省の水文・水質データベースより最下流地点（雲出橋）、中流地点（大仰橋）の水量・水質データ（2001年-2004年）、また、上流地点（君ヶ野ダム）の水量データを用いて2003年-2004年でキャリブレーションを行う。また、2001年-2002年でヴァリデーションを行う。

5. 結果

まず、雲出川流域を35個のサブ流域に分割し、それらのサブ流域の中で、土地利用、水管理状況、土壌特性についてさらにHRU（Hydrologic Response Unit）に分割する。今回は、土地利用と土壌特性によるHRUの分割を行い、HRU単位→サブ流域→流域の順に計算した。

モデルの評価はNash-Satcliffe Efficiency（NSE）、決定係数（ R^2 ）を採用した。流量についての計算結果を以下に示す。キャリブレーション期間については、それぞれの観測点でのNSEは0.37～0.92、 R^2 は0.40～0.94、ヴァリデーション期間については、NSEは0.47～0.76、 R^2 は0.65～0.79と有意な相関性は見られる。ただし、初めの一年は調整期間とする。

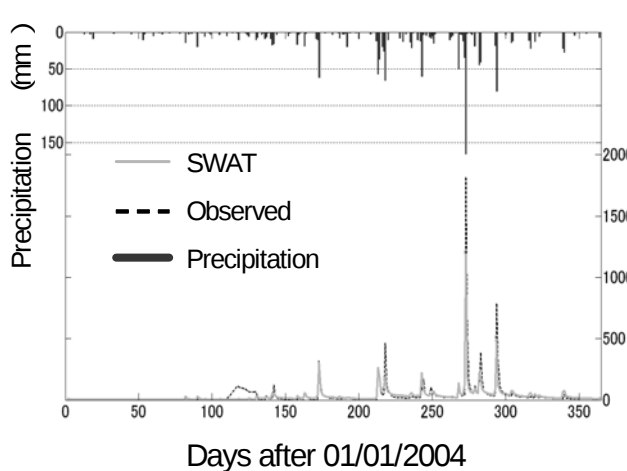


Fig.5-1 キャリブレーション結果

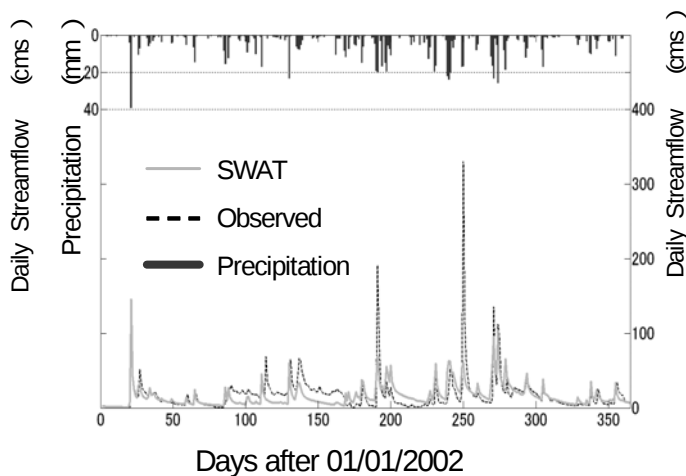


Fig.5-2 ヴァリデーション結果

6. 考察・課題

経過日数100日前後～180日（4月～6月）で過小評価しており、この時期は灌漑期に相当していることから、灌漑用水の流入・流出の影響と考えられるが、上流域のダムの放流、上水道用による取水といった他の人工的な水の移動もあるため、これに関しては更なる解析、考察が必要である。

水質経時変化の詳細な結果は講演時に述べる。

7. 参考文献

- 1) 安富 六郎 農地工学 文永堂出版 pp195
- 2) 朴(2003) 水文・水資源学会誌 vol.16 No.5 pp. 541-555 (2003)
- 3) 五島 (2006) 三重大学卒業論文