

水質流出解析に向けた霞ヶ浦小流域への SWAT モデルの適用 Apply SWAT Model to Kasumigaura sub basin for analysis on run-off water quality

○白田薫 松山広樹 加藤亮

USUDA Kaoru* MATSUYAMA Hiroki** KATO Tasku***

1. はじめに

霞ヶ浦のような閉鎖性水域において、流域内の点源・面源からの窒素、リンの流入は、深刻な富栄養化の原因となっている。その中でも特に面源負荷は流出メカニズムの複雑さから対策が遅れており、長期モニタリングに基づくシミュレーションによる流出負荷の定量化が求められている。本研究ではSoil and Water Assessment Tool（以下、SWATモデル）によるシミュレーションを行う。SWATモデルは流域において地形、気象、土壌、土地利用、営農管理等の要素によって変動する、流況や負荷流出量をシミュレーションできる。既に流域圏スケールでの解析ツールとして国際的に認知されており、近年、日本においても様々な土地利用での適用事例が報告されているが、水田流域に対しては妥当性が不明瞭であることから適用が進んでいない。本研究では、霞ヶ浦流域の低平地水田地帯にSWATモデルを適用し、流量・窒素流出の再現を試みる。実測値と計算値の比較、流出特性の解析等から、水田地帯への本モデル適用の妥当性およびモデルの改善点を検討する。

2. 調査地概要

対象流域は茨城県土浦市の低平地水田地帯を含む 1057ha である。低平地には水田が、台地には森林、畑地、宅地が分布している。台地には素掘り貯留地が存在し、流域の水質に大きな影響を与えている。灌漑用の水源は河川からの取水堰（田土部堰）と貯水池である。水田には暗渠が設置されている。排水機場で連続モニタリングを行い、流域の流出点のデータとして水質・流量観測値を、計算値と比較しモデルの評価を行った。



図 1 調査地概要

3. モデル概要

本モデルでは各小流域から主要水路への水、土砂、栄養塩等の流出を水収支モデルに基づいて決定し、その後流域内の水路網を通して流出口から流出する水や土砂等の動きを水理学的に計算する。なお、計算単位は、土地利用、傾斜、土壌タイプから作成されたHRUという不定形ポリゴンである。インプットデータはHRU毎に与えられ、蒸発散、流出、水質等のサブモデルの計算も各HRUで独立して行われ、小流域の出口および流域の流出口で計算結果が合算される。本研究では流量と窒素についてのシミュレーションを行う。

*金属技研株式会社 Metal Technology Co., Ltd.

**茨城大学農学研究科 Graduate School of Agriculture, Ibaraki University

***茨城大学農学部 College of Agriculture, Ibaraki University

キーワード: 流出特性、水質、水田灌漑、水収支・水循環

4. 計算結果

2005/1/1~2009/11/30の期間でシミュレーションを行った。モデルの評価を行うための期間として、非灌漑期を2008/8/20~2009/1/19、灌漑期を2009/4/27~2009/8/18と設定した。タイムステップは1日である。評価期間において、流量、各態窒素の計算結果と、流域末端にあたる排水機場での観測データを比較し、モデルの評価を行った。

流量では、無降雨時の流量において再現性がみられたが降雨のピーク流量やその低減を再現できなかった。降雨時のピーク流量およびその低減の乖離は、本流域の半分を占める水田地帯の流出特性によるものであった。水田地帯では、灌漑期は湛水や水位管理等によって表面流出が抑制され、非灌漑期では水尻と暗渠が開放されることにより排水が促進される。このような水田地帯の灌漑期・非灌漑期で異なる流出特性を本研究のパラメータ設定では追跡することが出来ず、水田(湛水)サブモデルの導入が必要であることが判った。

硝酸態窒素は、降雨時の希釈が再現されたが、非灌漑期無降雨期間では濃度が大きく乖離した。これは本流域の台地に存在する素掘り貯留地からの流出負荷を再現出来なかったためだと考えられる。実際の帯水層及び地下水流出する硝酸態窒素濃度が、モデル上で設定した濃度よりも高濃度であるため、土壌に蓄積するパラメータの改善が必要である。また、本調査地では非灌漑期は暗渠によって水田地帯からの排水が早くなるため、相対的に素掘り貯留地を含む他の土地利用からの流出の影響が大きくなり、濃度が上昇した。このような挙動を追跡出来なかったことも濃度変動が乖離した原因の一つであると考えられる。

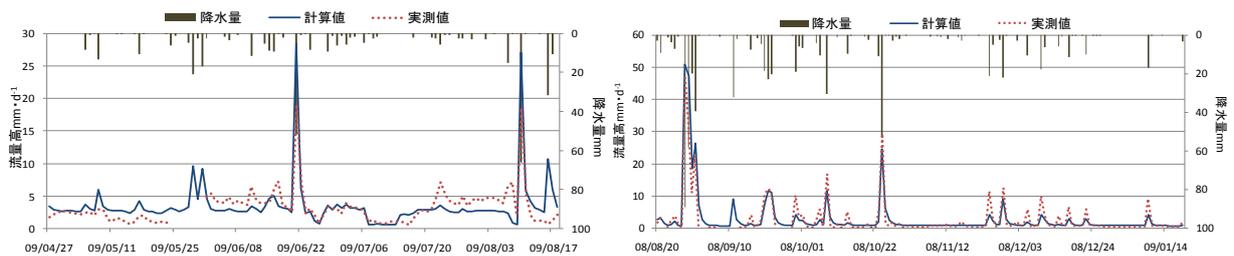


図2 日流量 実測値・計算値比較(左・灌漑期/右・非灌漑期)

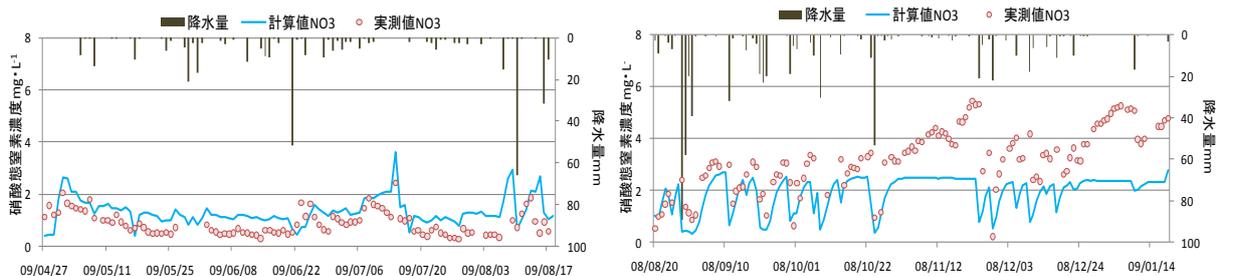


図3 硝酸態窒素濃度日変動 実測値・計算値比較(左・灌漑期/右・非灌漑期)

5. 今後の課題~SWATモデルの適用にむけて

SWATモデルによる霞ヶ浦流域今後の課題は、水田サブモデルの導入と対象流域を拡大である。水田サブモデルには、水位管理や水温の変動、湛水時の窒素除去量などを組み込む必要があると考えられる。また、畜産、谷津田、ハウスなどの霞ヶ浦の代表的な土地利用に本モデルを適用し、各土地利用の流出傾向の分析、比較を行い、パラメータ、サブモデルを精査することが今後必要と思われる。以上より、水田サブモデルの導入および他の土地利用でのモデルの適用を進めることで、SWATモデルによる霞ヶ浦流域における土地・水利用の変化や気候変動シナリオの評価を行えるものと思われる。