

SWAT モデルによる水文過程変動の定量化ワーキンググループ成果報告

齋藤光代（岡山大学 学術研究院 環境生命科学学域・WG 代表）

1. 背景

Soil and Water Assessment Tool (SWAT) モデルは、大陸スケールの流域（特に農業流域）における気候・土地利用変動を考慮した水・物質輸送量の推定を目的とし、アメリカ農務省を中心に開発されたオープンソースの水文流出モデルである。SWAT モデルは GIS との親和性が高く、プログラミングに関する専門的知識が無くても比較的容易に使用することができ、実測データに限りがある場合でも実用的な精度で推定が可能といった特徴を持つ。このため、流域蒸発散量や地下水涵養量といった直接的な測定が困難な項目の推定や、現地観測結果の解釈など、数値モデル解析を専門としない水文学者向けの解析ツールとしても非常に有用である。

申請者らはこれまで、第一段階として「水文科学のための SWAT モデルの高度化に関するワーキンググループ（代表：清水裕太・農研機構、2016 年 11 月～2018 年 5 月）」を立ち上げ、SWAT モデルを用いた解析の具体的なノウハウに関する講習会を定期的で開催し、我が国のような島嶼国の急峻な地形を含む多様な流域へ適用するにあたっての問題点や課題を整理するとともに、今後の研究の方向性を明確にしてきた。具体的には、既存研究のレビューに加えて、地形（島嶼流域・大陸流域）、地質（花崗岩・流紋岩など）、土地利用（農地・森林・都市）、および気候帯（温帯・熱帯～亜熱帯）の異なる国内外の流域を対象に SWAT モデルを用いた流出解析を実施し、最適なパラメータの導出や、解析タイムステップの調整などによるモデルの高度化に大きく貢献してきた。一方で、気候変動や、農業形態の変化、都市の発達、および森林の成長や管理状況の変化などが流域の水・土砂・栄養塩流出量や水資源量に及ぼす影響を評価していくうえでは、SWAT モデルによる推定結果と現地観測結果との比較・検証を踏まえた上で、過去の状況の復元および将来予測を含めた定量的評価を行っていくことが重要である。

2. 本ワーキンググループの目的

「SWAT モデルによる水文過程変動の定量化ワーキンググループ（代表：齋藤光代・岡山大学、2019 年 7 月～2021 年 6 月）」の設置を行い、前身の SWAT モデル高度化ワーキンググループで得られた成果を、多様な流域における現地観測結果を踏まえた水・土砂・栄養塩流出の定量化に発展させるための活動を行うことを目的とした。

3. 活動内容

本ワーキンググループ設置後、2019 年 7 月～2021 年 6 月の期間中に計 8 回の研究会および講習会を開催した。各会の詳細は以下のとおりである。

第 1 回 研究会 2019 年 7 月 30～31 日 広島大学東広島キャンパス

1. 新規ワーキンググループ概要説明
2. 既存の成果報告（森林流域への適用、都市－農地混在流域への適用）
3. 新機軸の展開（森林流域パラメータ議論、洪水流出解析、地下水流出解析）

第2回 研究会・講習会 2019年10月18日 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所

1. SWATモデル講習会（概要説明、使用方法の解説）
2. SWATモデルワークショップ（森林流域への適用、都市－農地混在流域への適用、湖沼流域への適用、総合討論、今後の計画）

第3回 研究会・講習会 2019年12月21～22日 広島大学東広島キャンパス

1. 関連プロジェクト紹介（環境省、林野庁、科研費、APN、大阪湾）
2. SWATモデル適用事例紹介（森林流域への適用、都市－農地混在流域への適用、島嶼小流域への適用）
3. 総合討論
4. SWATモデル講習会（解析方法の解説、個別相談）

第4回 研究会・講習会 2020年9月24～25日 広島大学東広島キャンパス

（対面・オンライン形式のハイブリッド開催）

1. SWATモデル適用事例紹介（森林流域への適用、都市－農地混在流域への適用、島嶼小流域への適用）
2. SWATモデル既存研究レビュー（SWATモデルによる長期水・窒素流出の評価(1)）
3. SWATモデル講習会（初級者編、中・上級者編）
4. 総合討論

第5回 研究会・講習会 2020年11月14～15日 岡山大学津島キャンパス

（対面・オンライン形式のハイブリッド開催）

1. SWATモデル既存研究レビュー（SWATモデルによる長期水・窒素流出の評価(2)）
2. SWATモデル適用事例紹介（森林流域への適用、瀬戸内海・有明海流域への適用、都市－農地混在流域への適用）
3. SWATモデル講習会（初級者編、中・上級者編）
4. 総合討論
5. 個別議論・関連研究紹介

第6回 研究会・講習会 2021年1月23～24日 広島大学東広島キャンパス

（対面・オンライン形式のハイブリッド開催）

1. SWATモデル適用事例紹介（山地源流域における蒸発散と地形による影響、地質による地下水涵養量への影響、都市化の影響、栄養塩起源の評価、有明海流域への適用）
2. SWATモデル講習会（モデルの内挿および外挿、解析グリッドのダウンスケーリング、将来予測）
3. 総合討論
4. 個別議論

第7回 研究会・講習会 2021年3月13～14日 広島大学東広島キャンパス

(対面・オンライン形式のハイブリッド開催)

1. SWATモデル検討・適用事例紹介（森林流域への適用、有明海流域への適用、都市－農地混在流域への適用、気候変動および土地利用変化の影響予測）
2. SWATモデル講習会（栄養塩流出解析、気候変動・土地利用変化シナリオ解析、キャリブレーションとバリデーション）
3. 関連話題提供（森林土壌の物理性とSWAT(1)、SWAT-MODFLOW）
4. 総合討論

第8回 研究会 2021年6月12日 オンライン開催

1. SWATモデル検討・適用事例紹介（森林流域への適用、土壌水分観測結果に基づく河川流出推定、森林の成長が水文流出過程に及ぼす影響、都市－農地混在流域への適用）
2. 関連話題提供（森林土壌の物理性とSWAT(2)、日本の森林流域における蒸発散量観測とSWATの推定値(1)）
3. SWATモデル既存研究レビュー（SWAT-MODFLOW、地下水の脆弱性評価へのSWAT適用）
4. 総合討論
5. 個別議論

4. 今後の活動について

これまでのワーキンググループにおける解析・検討事例の報告および議論から、SWATモデルはパラメータをうまく調整すれば我が国の流域にも十分適用できる可能性が見出された。その一方で、計算理論を細かく紐解くと、現実的ではない前提条件や初期設定等が散見され、見かけ上うまく推定できているに過ぎないといった危険性を排除できていないという課題もみえてきた。また、今後はSWATモデルによる推定結果を流域の環境・資源評価や、流域管理対策に結び付けていくことが重要になってくると考えられる。そのため、後継のワーキンググループを申請し、SWATモデルの汎用性および頑強性をさらに高めるため、非会員を含む国内外の専門家による議論とそれを踏まえた機能拡張を継続していきたい。また、本活動により得られた成果は、学術大会での発表や学会誌への投稿を通じて日本水文学会へフィードバックしていく。