

全球作物生産性 - 水資源量予測統合モデルの開発

Development of a global integrated model for predicting both crop production and water resources

岡田 将誌^{1*}, 飯泉 仁之直¹, 櫻井 玄¹, 横沢 正幸¹

Masashi Okada^{1*}, Toshichika Iizumi¹, Gen Sakurai¹, Masayuki Yokozawa¹

¹ 独立行政法人 農業環境技術研究所

¹ National Institute for Agro-Environmental Sciences

作物の生育は主に気温、降水量や日射量などの環境条件により決まる。そのため、世界の食糧生産性を予測するために、それら環境条件及び栽培条件に応じた作物の生育・生長過程を記述しているモデル（広域作物モデル）が用いられてきた。一方で、現在の世界の作物生産性の程度は、灌漑を含めた水需給バランスのもとで成立しており、農業に利用可能な地域の水資源量に大きく影響を受ける。将来の気候変化や、人口増加及び社会経済的発展に伴う水需要量の増加により、農業に利用可能な水資源量に影響が及ぶことが予想される。そうしたなか、既存の広域作物モデルは、自然・人間活動による複合影響を考慮した地域の水資源量変動による効果を適切に表現されていない問題点がある。

そこで本研究では、Sakurai *et al.* (in prep) が開発した広域作物モデルに、既存の広域水資源モデルと結合することによって、世界の水資源の動的相互作用を考慮した広域作物生産性予測モデルを構築することを目的とする。モデル適用地域として、半乾燥地域を含み、広大な農耕地が広く分布し、気候変化の影響を強く受けると考えられる中国東北部を選定した。本研究では、中国東北部の主要河川流域である松花江流域において各水収支項の予測再現性の検証を行った。

本研究で構築した全球作物生産性 - 水資源量統合モデルは、広域スケールでの作物生育・収量形成モデル PRYSBI2 (Sakurai *et al.*, in prep) に、全球スケールでの水資源量を動的に推定することのできるモデル H08 (Hanasaki *et al.*, 2008) との結合を行ったものである。オリジナル H08 は、陸面過程サブモデルとして、Leaky bucket モデルを用いているが、土壌水文パラメータに関する詳細な地域差異を反映するため、本モデルでは SWAT (Soil and water Assessment Tool (USDA)) を導入する。新たに作成するモデルは、作物生育・収量形成サブモデル、陸面過程サブモデル、河川サブモデル、貯水池操作サブモデル、農業・工業・家庭用水取水サブモデルから構成している。陸面過程サブモデルにより計算される地表面流出及び深部浸透を H08 の河川サブモデルに入力する。H08 により計算される水資源量の一部を、農業・家庭・工業用水水需給バランスを考慮したうえで、灌漑供給水として陸面過程サブモデルに入力する。本モデルは日別で計算を行う。

松花江流域において、各水収支項について、衛星データを併用した観測値と比較した結果、土壌水分量や蒸発散量の推定誤差は比較的小さく、良好に再現できることがわかった。さらに、過去の農業統計によりマルコフ連鎖モンテカルロ法を用い推定された作物モデルパラメータから作物応答を予測した結果、収量の長期間トレンドや年々変動を良好に再現でき、特に農業が盛んな中国東北平原においてその再現性が高いことを示すことができた。

半乾燥地域のような水資源が脆弱な地域において、作物の生育過程や生産性を予測するためには、地域の利用可能な水資源量を動的に予測することは不可欠である。本研究で構築した統合モデルは、利用可能な水資源量の動的な相互作用を考慮した作物生育応答を予測することができ、とりわけ水資源量の脆弱な地域において、気候変化による流域の水資源量変動やそれに伴う灌漑プロセスを介した作物生産量の影響を評価するために、大変有効なツールであるといえる。

キーワード: 作物生産量, 水資源量, 統合モデル, 広域スケール

Keywords: crop production, water resources, integrated model, large-scale