

メコン河流域における水田水利用を考慮した分布型水循環モデルの開発

Development of a Distributed Water Circulation Model Assessed with Paddy Water Use in Mekong River Basin

谷口 智之 [1]; 増本 隆夫 [1]; 堀川 直紀 [1]; 吉田 武郎 [1]

Tomoyuki Taniguchi[1]; Takao Masumoto[1]; Naoki Horikawa[1]; Takeo Yoshida[1]

[1] 農工研

[1] NIRE

アジアモンスーン地域における水利用は、農業用水利用が主体である、水田灌漑形態が様々である、明確な乾期と雨期が存在する、干ばつと洪水が共に発生するなどの特徴を持っている。しかし、各種水文データの不足のため、水循環がどのように形成されているのか、また水循環変動が食料生産にどのように影響するのかについては明らかにされていない。本研究では、アジアモンスーン地域の食料生産のなかで特に水循環への影響が大きい水田に着目し、水供給・水利用に関わる操作可能因子を分析ならびに相互影響評価する手法として、メコン河流域を対象に水田水利用を考慮した分布型水循環モデルを開発した。

本モデルは、「基準蒸発散量推定モデル」、「作付時期・作付面積推定モデル」、「農地水利用モデル」、「流出モデル」の4つのサブモデルから構成される0.1度メッシュの分布型流出モデルであり、メコン河流域全域を対象とする「基準蒸発散量推定モデル」は、各種気象データから基準蒸発散量を推定するサブモデルであり、計算にはPenman-Monteith式を適用する。「作付時期・作付面積推定モデル」は、国別・水田タイプ別に設定した作付けパターンをもとに、作付開始時期ならびに作付面積、収穫面積を推定するサブモデルである。特に、各年の降雨に応じて作付けが変動する雨期作と洪水利用水田については、年ごとの降雨量から作付開始時期を推定する。さらに、水不足による耕作の放棄・中止を考慮するため、他のサブモデルで推定される基準蒸発散量と実蒸発散量との関係から水田減収率を推定し、各時点での水田作付面積を推定する。「農地水利用モデル」は、灌漑施設の違い、取水可能量と水田必要水量との関係、水田地帯の雨水貯留効果を考慮しながら実取水量を推定するサブモデルである。さらに、他のサブモデルで推定される水田作付面積と土壌水分量の変動を考慮して、実蒸発散量を推定する。実蒸発散量の推定に際しては、土壌水分量の影響を受ける陸域と影響を受けない水域に分け、それぞれからの実蒸発散量の和をセルからの実蒸発散量とする。「流出モデル」は、セルごとに変動流出寄与域の概念を適用し、水収支式から土壌層ごとに流出量を推定するサブモデルである。土壌層は根群域、不飽和帯、飽和帯の三層に分類し、算出された流出量は標高データから判別される流向に沿って下流セルへ流す。また、急傾斜から緩傾斜へ切り替わる地点での地表面への地下水の復帰を再現するため、発生条件を設定しモデルに導入する。発生条件は地下の土壌水分量が十分にあり（初期土壌水分量よりも大きく）、かつ、上流メッシュからの地下水流入量が対象メッシュからの地下水流出量よりも多い場合とし、その差量を表面流出量に加える。さらに、メコンデルタで見られる河道の分岐を再現するため、分岐地点より下流のセルについては、実際の地図情報と流域メッシュデータを重ね合わせて流向を決定する。なお、各河川への配水割合は河道幅の比とする。

本モデルでは、土地利用を森林、畑地、水域、灌漑水田、天水田の5分類とし、セル内の土地利用面積割合で検討する。さらに、天水田については降雨依存、雨水貯留、洪水利用の3種、また、灌漑水田については大規模貯水池灌漑、堰灌漑、ポンプ灌漑、コルマタージュ、潮汐灌漑、地下水灌漑の6種に分類し、水田タイプごとに水利用を設定する。

開発された本モデルを1999年から2003年のメコン河流域に適用した結果、水田作付面積、実蒸発散量、灌漑水量、表面流量などの推定結果が得られた。本モデルでは水田作付面積が年ごとの降雨状況に応じて変動する構造になっている。そのため、多雨年であった2000年の雨期作は作付開始が他年に比べて早く、また、作付け期間中の水分ストレスによる減収が抑えられたことで、収穫面積も多くなるという推定結果が得られた。また、メコン川本川にあるカンボジア Pakse 地点での推定流量と観測流量を比較したところ、年によるバラツキはあるものの、5年間を通しての流量変動をおおよそ再現できていることが確認された。さらに、2003年の7月から12月までの期間を対象に、モデルで推定された実蒸発散量と水田地帯で観測された蒸発散量（熱収支法）を月積算で比較検討した結果、高い相関が得られた ($R^2=0.936$)。