

モンスーンアジアにおける水田水利システムを表現する水循環モデルの開発 Development of Water Circulation Model Representing Paddy Irrigation System in Monsoon Asia Region

○工藤亮治*・吉田武郎*・堀川直紀**・増本隆夫*

KUDO Ryoji, YOSHIDA Takeo, HORIKAWA Naoki, MASUMOTO Takao

1.はじめに 世界の水利用量のおよそ半分を占めるアジアでは、使用水量の大部分を水稻栽培に利用していることを考えると、流域内の水循環を検討する上で水田における水利用を無視することはできない。このような背景から、著者らのグループでは主にメコン河流域において水田水利用を考慮した水循環モデルの開発を行ってきた。これまで、多様な水田形態を分類した作付時期・面積推定モデルや、地域の灌漑形態を考慮した水田の水利用モデル、ならびにこれらを組み込んだ分布型水循環モデルを提案し、モンスーンアジアの多様な水利用形態と流域水循環の相互作用の評価や食料生産への影響予測が可能となることを示してきた。また最近では、より広域での水利用を考慮するため貯水池や取水堰における貯留や導水、用水路における用水配分過程など人為的な水管理を導入している。本報告では、モンスーンアジア域を対象に開発されてきた水循環モデルを概説するとともに、近年の適用事例を示し、特に人為影響と河川流況の相互作用を解析した例を紹介する。

2.水田水利システムの概要 水田灌漑には様々な水利施設による水管理が存在する。ここでは、灌漑システムを a) 貯水池、b) 取水堰、c) 用水路、d) 水田圃場に分割し、それぞれの水管理をモデル化した。一連の水管理をモデル化し統合したものを、ここでは水田水利システムと呼んでいる (Fig.1)。

貯水池 貯水池では、河川流況および下流の需要量に応じて流水管理が行われる。ここでは、広域における多数の貯水池のモデル化を念頭に置き、有効貯水量、最大発電放流量、灌漑受益面積、取水地点のみから構築できるシンプルなモデルを採用している。灌漑放流量は、取水地点の河川流量と必要取水量から算出される。

取水堰 河川流量を灌漑地区へ導水する。ここでは、取水地点の河川流量、灌漑地区需要水量（地区の粗用水量の合計値）、施設最大取水量のうち最小値を取水量として採用している。

用水路 取水された水量は灌漑地区へ導水され、最終的に各圃場へ配分される。ここでは、頭首工と各モデルグリッドの距離と地形条件から配分順序を決定し、上流から優先的に配分する概念的な手法を採用している。

水田圃場 各グリッド内の水田では、湛水深をある高さ以上に保つため水田内の水深が閾値（管理水深と呼ぶ）以下となった場合に、用水路で配分された水量が圃場内に供給され

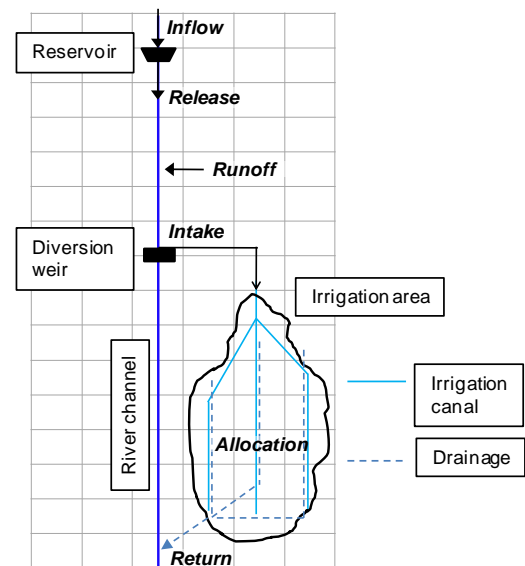


Fig.1 水田水利システムの概念図
Schematic diagram of water use system of paddy irrigation

*農研機構 農村工学研究所 National institute for rural engineering

**国際農林水産業研究センター Japan International Research Center for Agricultural Sciences

キーワード：モンスーンアジア、水循環モデル、水田水利システム、人為影響

る。また、水田からの排水はそのままグリッド内の河道に流出する。これにより、灌漑地区から河川への還元水を表現している。

これらの水管理はそれぞれ独立で行うのではなく、それぞれが関連し、上下流一体となった水管理が行われる。これを、自然の水文過程を表現する水文モデルに統合することで、水田灌漑を中心とした人為影響を受けた水循環過程が表現される。水田水利システムのモデル化では、モデルインプットとして GIS データを活用しグリッドデータを作成する。

3.適用事例 このモデルはモンスーンアジア域を対象に多くの流域で適用されている（メコン河の支流（ラオス、カンボジア、タイ）、日本の関川流域）。また、広域での解析として、メコン河全流域や日本全国への適用も行われている。以下では、いくつかの適用事例を紹介する。

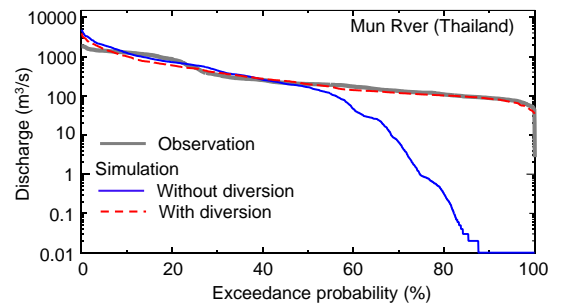
(1) 水田水利システムによる河川流況の変化

Fig.2(a), (b)は貯水池、取水堰それぞれの施設の直下流地点における水田水利システムの有無による河川流況の再現性の変化である。両地点とも、水田水利システムを導入することで河川流量の再現性が大きく向上している。例えば、(a)の東北タイでは貯水量1億トンを超える大規模貯水池が数多く存在し、また明確な雨季と乾季があるため、貯水池内における流水の滞留時間は数か月単位となる。こうした、流水の大きな遅延は流出パラメータの調整のみでは表現するのが困難であり、貯水池の管理を陽に組み込む必要がある。Fig.2 (a)では、貯水池が雨季に貯留し、乾季に放流することで流況の再現精度を向上させている。また、Fig.2 (b)の取水の影響に加え、灌漑地区下流地点の流量への還元水量の影響も大きいことがモデルから確認されており、水田灌漑における水利用が河川流況に大きく影響することが分かる。

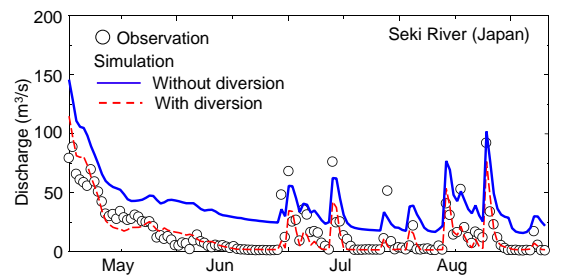
(2) 流域外導水による河川流況の変化

日本の平野部の河川流域では隣接する大河川から灌漑を通じて多くの水量が流入し、自然の水文過程以上に河川流況の安定化に大きく貢献する例がある。図は、モデルの全国適用の中から岡山県の2級河川である笹ヶ瀬川を抜き出したものである。当該河川は、平均降水量が1200mm前後と多くないものの、隣接する旭川、高梁川から農業用水、都市用水が流入している。実測流量を入手していないため再現精度について議論の余地はあるが、水田水利システムを考慮した広域水循環解析を通じて流域外導水が河川環境へ与える影響を吟味できる可能性がある。

5.おわりに このモデルはまだ開発されてから日が浅く、多くの課題を残している。今後、様々な解析を通じ多くの経験を積むことで、モデルをさらに進歩させていく必要がある。



(a) 貯水池有無による流況曲線の変化 (ムン川, タイ)



(b) 取水の有無による灌漑期河川流量の変化 (関川, 日本)

Fig.2 水田水利システムが計算精度に与える影響
Changes in simulation accuracies with/without paddy irrigation system

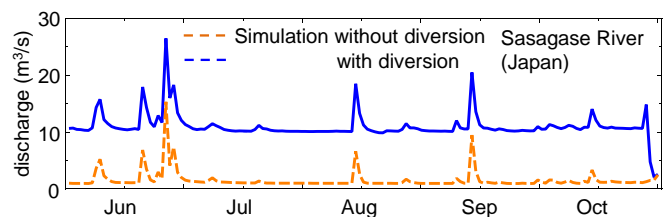


Fig.3 流域外導水が河川流量に与える影響
Changes in river discharges with/without water diversion