

農地水利用を考慮した分布型水循環モデルによる水需給量の推定と検証

Estimation and verification of water demand and supply depth
by a water circulation model considering agricultural water use

○谷口智之*・増本隆夫*・堀川直紀*・吉田武郎*

○TANIGUCHI Tomoyuki・MASUMOTO Takao・HORIKAWA Naoki・YOSHIDA Takeo

1. はじめに

アジアモンスーン地帯における水利用は、農業用水利用が主体である、水田灌漑形態が多様である、明確な雨期と乾期が存在する、干ばつと洪水がともに発生するなどの特徴を有している。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しているのかについては十分に明らかにされていない。そのような観点から、著者らは地域内の多様な土地利用、灌漑形態、灌漑方式を考慮した分布型水循環モデル(以下、水供給・水利用モデル)を開発し、それをメコン河流域に適用してきた(谷口ら, 2007)。ここでは、さらに改良を加えた水供給・水利用モデルによる推定結果を示すとともに、現地観測との比較検討を行う。

2. 分布型モデルの概要

開発したモデルは 0.1°メッシュの分布型モデルである。森林、天水田、灌漑水田、畑地、水域の 5 分類を 0.1°メッシュで集計し、メッシュごとに各土地利用の面積割合を算定する。さらに、水田水利用は Table 1 のように分類し、水田体系に応じて灌漑や作付けパターンを設定する。

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ており、メッシュごとに各種推定結果が得られる (Fig.1)。

- 基準蒸発散量推定モデルでは、ペンマンモンティース式を用いて、メッシュごとに基準蒸発散量を推定する。
- 作付時期・作付面積推定モデルでは、天水田、灌漑水田、洪水利用水田によって作付けパターンを設定する。また、各水田の作付開始時期、作付面積、収穫面積はセルごとの降雨量や土壌水分状態に応じて決定され、干ばつなどの影響が推定結果に反映される。

Table 1 水田の水利用分類
Classification of paddy water use

灌漑の有無・灌漑方式の分類		水管理・水利用の特徴
天水田	降雨依存水田	降雨のみに依存
	雨水貯留水田	降雨と小ため池などの補助的な用水を利用
	洪水利用水田	洪水後の氾濫水を利用
灌漑水田	堰	地表水を灌漑用水として利用
	ポンプ	
	貯水池	
	コルマタージュ	
灌漑水田	干潟灌漑	地下水を灌漑用水として利用
	地下水灌漑	

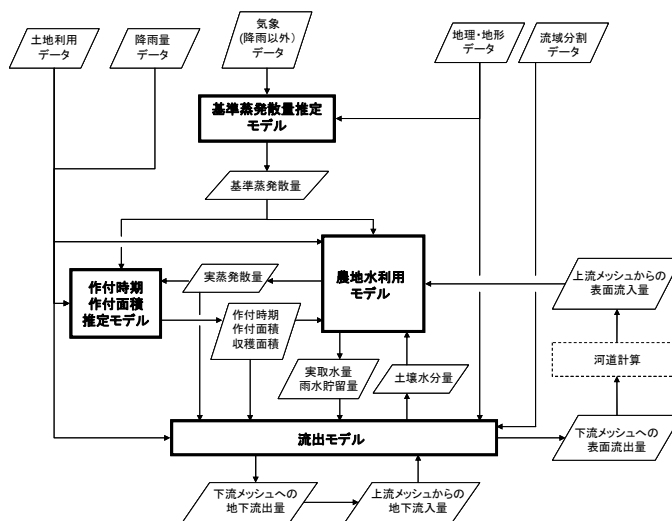


Fig.1 水供給・水利用モデルのフロー
Calculation flow of water supply and water use model

*農村工学研究所 National Institute for Rural Engineering

キーワード: 農地水利用, 水田, 分布型流出モデル, 天水・灌漑, メコン河

iii) 農地水利用モデルでは、灌漑方式ごとに取水源と取水方法を設定し、作付時期・作付面積推定モデルから推定された水田作付状況ならびに流出モデルから推定される土壌水分量に応じて、灌漑水量や実蒸発散量を推定する。また、水田での雨水貯留効果を考慮することで、前日までの降雨が灌漑水量に及ぼす影響も加味している。

iv) 流出モデルでは、流出寄与域の概念を適用し、メッシュごとに各土壌層からの流出量を推定する。また、急傾斜から緩傾斜への遷移部などで見られる地表面への地下水の湧出を考慮している。

3. 計算結果とその検証

本モデルを 1999 年から 2003 年までの 5 年間に適用し、メッシュごとに各種推定結果を得た。以後、得られた結果の一例を示す。(1) 灌漑水量：作期別に灌漑水量を比較した結果が Fig.2 である。雨期作の灌漑水量は最大でも 400mm であり、補助的な灌漑が行われている様子を再現できている。一方、乾期作では 1000mm を超える地点が多数確認され、特に降雨量が少ない東北タイ、ならびに、常時表面流が発生しているため取水条件が有利な河道付近で灌漑水量が多いという結果が得られた。(2) 実蒸発散量：カンボジアの水田地帯 (Kandal Stung) で観測された蒸発散量 (傾度法と熱収支法) とモデルで推定された実蒸発散量を月積算で比較検討した (Fig.3)。その結果、推定された実蒸発散量は、現地で観測された蒸発散量の期別変化を再現できていることが確認された ($R^2=0.936$)。 (3) 流出量：Pakse 地点における推定流量と実測流量の比較結果を Fig.4 に示す。年によるバラツキはあるものの、5 年間 (1999 年～2003 年) を通して、低水時の流量ならびにハイドログラフの立上部と低減部の流量をうまく再現できた (相対誤差 29.9%)。また、水田地帯での雨水貯留効果をモデルに導入したことで、水田地帯からの流出量の推定精度が向上された。

4. おわりに

農地水利用を考慮した分布型水循環モデルを開発し、メコン河流域に適用した結果、任意の時点・地点における各種推定結果を得た。その中で実蒸発散量と流量を現地観測値と比較し、良い適合結果を得た。

参考文献：1) 谷口智之，増本隆夫，吉田武郎，清水克之 (2007)：多様な農地水利用を考慮した分布型水循環モデルの開発，平成 19 年度農業土木学会大会講演要旨集，870-871

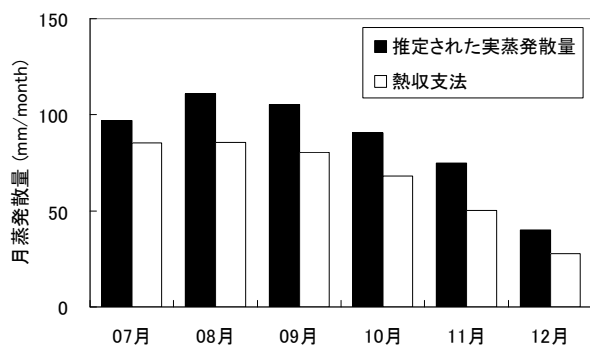


Fig.3 熱収支法とモデルで推定された実蒸発散量の比較 (カンダルストン, 2003 年)

Comparison of ETs estimated by heat balance method and the model (Kandal Stung, 2003)

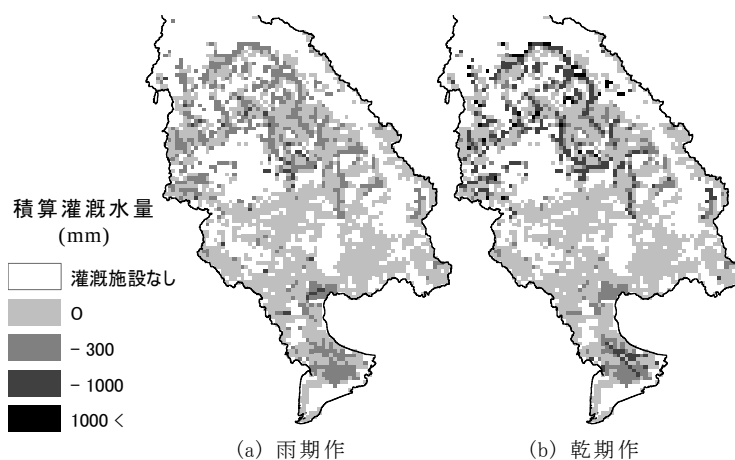


Fig.2 作期別の灌漑水量の比較 (2000 年)

Comparison of irrigated water depth at wet- and dry-seasons

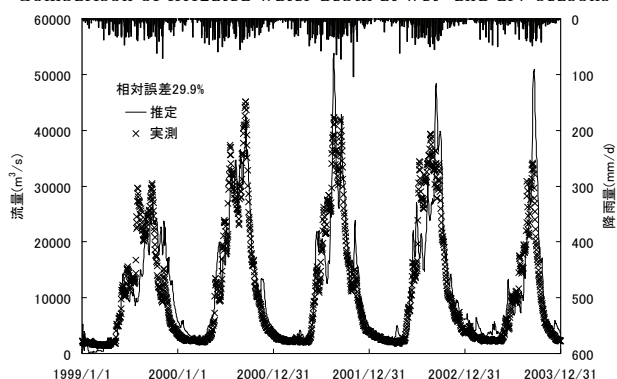


Fig.4 Pakse 地点における計算流量と推定流量の比較
Comparison between the estimated and observed discharges at Pakse (1999~2003)