

中山間水田が主体の小流域における短期流出過程のモデル化 Modeling of Short-term Runoff Processes in Small Watersheds with Hilly Paddies Dominated

○吉田武郎*・増本隆夫*・堀川直紀*

Takeo YOSHIDA, Takao MASUMOTO and Naoki HORIKAWA

1. **はじめに** 中山間地における水田と耕作放棄水田の流出特性の比較は、主に水田一筆から数筆を単位とした調査が中心であったが、著者らは観測により小流域でも短期流出特性に違いが生じることを示した(吉田ら, 2012a)。しかし、同様の検討を観測データがない流域や今後の土地利用・管理の変化を想定して行うためには、耕作・放棄水田からの流出素過程を表現する流域流出モデルが必要となる。他方、分布型水循環モデル(吉田ら, 2012b)は流域水循環と水田地区の取水や用水配分・流出過程を日単位で表現するが、放棄水田からの流出過程の表現や短期流出事象への適用については未検討である。そこで本報告では、管理状態が異なる水田主体の中山間小流域に同モデルを適用するとともに、放棄水田からの流出過程のモデル化および短期流出計算への拡張について検討した結果を示す。

2. **水田管理状態が違う小流域間の短期流出特性** 広範囲に棚田が広がる東頸城丘陵(新潟県上越市)において耕作水田、耕作放棄水田、森林がそれぞれ主体である試験流域(耕作水田主体・放棄水田主体・森林流域)を設け、流域末端での水位および流域内での降雨量を10分間隔で観測した(試験流域と観測の詳細は吉田ら(2012a)を参照)。その結果、降雨前7日間の先行雨降雨量が100mm以上の湿潤状態で放棄水田主体流域の直接流出率、ピーク流出係数が耕作水田主体流域のそれを上回ることが分かった。

3. 中山間水田主体流域の流出現象のモデル化

(1) **全体のモデル構成**: 分布型水循環モデルは、流域を根群域貯留、不飽和帯貯留、飽和帯貯留からなるメッシュに分割することにより、降雨に対する地表流出の発生、メッシュ間の地表・地下の流動といった流域水循環過程を表現する。土地利用には森林の他に耕作水田・放棄水田を考慮し、後述する方法によりそれぞれからの流出過程をモデル化する。さらに、土地利用ごとに計算される浸透量、地表流出量の諸量は各土地利用の面積率で重み付けし、それぞれ根群域貯留への降水量および河道への横流入量とする。

(2) 耕作・放棄水田の流出過程のモデル化

試験流域の耕作水田の湛水は、平地水田より厚くて高い畦畔と、近傍の溪流河川からの取水により維持される。モデル上では河川からの日取水量は10mm/d、取水期間は6~8月とした。また、耕作水田の浸透能4mm/d、畦畔高40cm、田面から水尻口までの高さ30cmと設定した。他方、放棄水田では乾燥時に粗孔隙が発達して浸透能が増

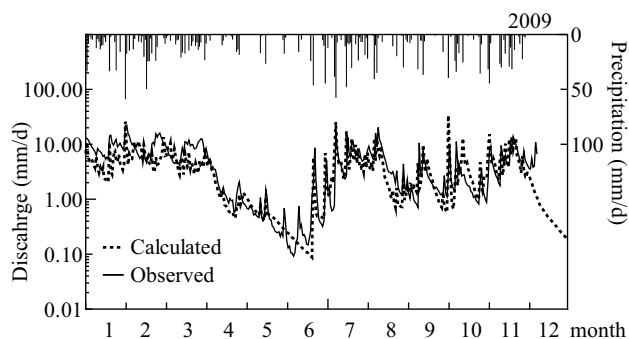


図1 森林流域の長期流出計算結果と観測値の比較

* (独) 農研機構 農村工学研究所, Institute for Rural Engineering, NARO

キーワード: 中山間水田, 耕作放棄, 短期流出特性, 水田管理, 分布型水循環モデル

大するが、湿潤時には急激に低下する。ここでは、メッシュの根群域貯留量に応じて 1~25mm/d まで線形的に変化するようにモデル化した。また、田面の地表水は水みちを通じて速やかに流出することから、水尻口の高さは 3cm とした。

4. 中山間水田主体流域へのモデル適用結果

(1) モデルのパラメータ設定および短期流出計算の初期値決定：まず森林流域で長期流出計算を行って森林域および飽和・不飽和帯流出パラメータを決定する(図1)。次にこのパラメータを用いて耕作・放棄水田主体流域の日計算を行う。この計算期間中に日雨量 20mm 以上かつ降雨強度 5mm/h 以上の降雨が発生した場合、発生日のモデル状態変数を抽出し、これを初期条件として計算時間間隔を 10 分に変更した短期流出計算を行う。

(2) 乾湿条件の違いから見た短期流出特性：図2に耕作・放棄水田主体流域における飽和帯空き容量の時系列変化を示す。6 月下旬から放棄水田主体流域全体の飽和帯空き容量が降雨ごとに低下する(地下水面が上昇する)のに対し、耕作水田主体流域のそれは一定もしくは微増しながら推移する。8 月中旬の集中的な降雨により両流域とも飽和帯空き容量が大きく減少するが、特に放棄水田主体流域での飽和度が高い。この乾湿状態の差が短期流出特性の違いに寄与したと考えられる。

次に耕作・放棄水田の湛水深の計算結果を示す(図3)。耕作水田の湛水深は取水の有無により大きく異なる。この湛水深の違いによる短期流出計算結果の違いを、最大降雨強度であった事象を例に比較した。その結果、取水を考慮することで計算ピーク流量の精度が向上することや、両者の違いは流出初期のみに生じることが分かった(図4)。

5. おわりに 管理状態が異なる水田主体の小流域に分布型水循環モデルを適用し、短期流出解析を行った。耕作・放棄水田の特性を考慮することで流域全体の乾湿状態の長期的変化を推定でき、これらの乾湿条件を初期値とすることで短期流出特性の流域間の差異を表せることを示した。

参考：吉田ら(2012a)：中山間水田の管理状態に着目した小流域からの降雨流出特性，農業農村工学会論文集 278，吉田ら(2012b)：広域水田灌漑地区の用水配分・管理モデルの実装による流域水循環のモデル化，農業農村工学会論文集 277

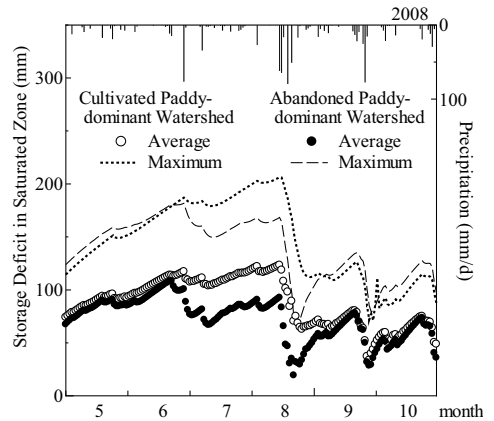


図2 耕作・放棄水田主体流域における飽和帯空き容量の平均値と最大値の日変化(空き容量が小さいと地下水面が高く、湿潤であることを表す)

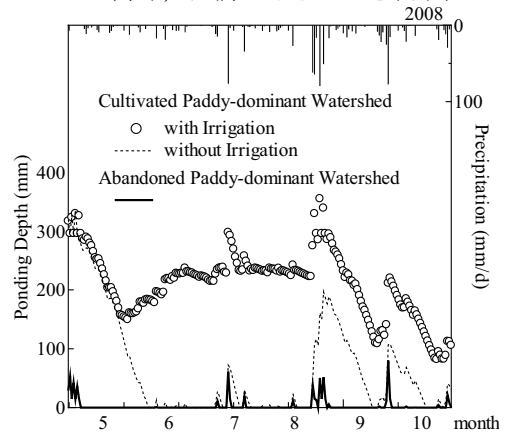


図3 耕作水田・放棄水田主体流域における計算水田湛水深の日変化

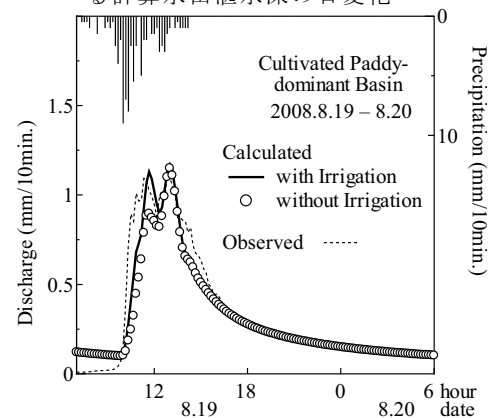


図4 耕作水田の初期湛水深の違い(取水の有無)による短期流出計算流量の比較