

分布型水文モデルの河道密度が小流域での流出に及ぼす影響 Effects of modeled drainage-density on hydrological response in a small watershed

○桑江良真*, 吉田武郎**, 清水克之***

○KUWAE Ryoma*, YOSHIDA Takeo**, SHIMZU Katsuyuki***

1 はじめに

近年、日本で増加する大雨に対し、ため池の改修等が難しい地域でも実施が容易な対策である事前放流が着目されている。しかし、ため池の本来の目的である利水に影響を及ぼさない範囲で事前放流を行うためには、事前放流量の目安を作成する必要がある。各確率年 60 分降雨を対象とした降雨流出解析に基づく事前放流の提案はいくつかのため池で行われているが、数日にわたる豪雨に対する事前放流の可否やその具体的な水位管理を提案するためには、水文モデルによるシミュレーションが必要である。一方で、モデル構築に必要な流量の観測がなされていない小規模のため池の多くでは、流域の地形・河道情報の入手可能な地表面データのみからのモデル構築が必要になる。そこで、地形を利用して構築した分布型水文モデルを小規模なため池流域に適用し、短期流出の再現性を河道密度の観点から精査する。

2 対象流域

本研究では、鳥取市玉津地区にあるため池の集水域を対象流域とした。ため池の総貯水量は 22,000 m³、集水域面積は 0.44 km²、堤高は 6 m である。ため池の水位を 1 時間間隔で観測した。降水量は、気象庁（鳥取市气象台）のデータを用いた。対象とする豪雨は、2018 年 7 月 5 日から 7 日までの 3 日間（総降水量 308 mm）の 1 イベントとした。観測したため池の水位変動と、堰の公式から余水吐の流量を算出し足し合わせ、これを 6 等分することで 10 分毎の流入量の推定観測値（以下、観測値）とした。

3 モデル構造の検討

本研究では分布型水循環モデル（吉田ら、2012）を用いる。同モデルは流域を矩形のグリッドに分割し、根群域、不飽和域、飽和域の 3 層の貯留により降雨による地表流出、鉛直降下による時間遅れ、グリッド間の地表・地下の水移動といった各水文過程を表現する。メッシュの上下関係は、国土数値情報 10m 標高データを用いて以下のように決定した。標高データの窪地を埋めた後、隣接する 8 グリッドのうち最も低いグリッドに流下方向を定めた。

現行の分布型水循環モデル（以下、現行モデル）は全グリッドにおいて、飽和域から河道への湧出量（以下、湧出量）が生じ、湧出量がグリッドをつなぐ河道により流出する構造を持つが、現実の河道密度はそれより小さい。モデル上の河道密度が実際より大きく与えられることにより、低水流況を支配する湧出量や洪水時のピークのタイミング・流出量に齟齬が生じる。

そこで本検討では、現行モデルにおける湧出量の発生構造について検討した。具体的には、上流の累積グリッド数を湧出量発生閾値（以下、閾値）とし、閾値以下のグリッドでは湧出量が発生しないように変更した。まず、対象とするイベント時の計算・観測流量を比較し、試行錯誤により現行モデルの流出パラメータを決定した後、閾値を変更した計算を行った（以下、修正モデル）。閾値は、1, 10, 50, 100, 500, 1000 とした。現行・修正モデルの計算流量およびモデル最下層の飽和域の空き容量（以下、空き容量）の流域平均の時系列を比較し、モデル

*鳥取大学大学院持続性社会創生科学, Graduate School of Sustainability Science, Tottori University

**農研機構農村工学研究部門, Institute for Rural Engineering, NARO

***鳥取大学農学部, Faculty of Agriculture, Tottori University

キーワード：小規模流域，短期流出，分布型水循環モデル

修正の効果を検討した。

4 結果と考察

現行モデルでは、試行で決定した最適なパラメータを用いても、計算ピーク流量の過少傾向およびピークのタイミングが遅れる傾向は解消できなかった(図1)。特に、最初のピーク流量が過少傾向にあることと、2番目のピークが観測値より200分遅れる点は、パラメータ値の変更によっては改善されなかった。

次に、修正モデルの計算結果のうち、湧出閾値を10グリッドとした場合の結果を示す(図2)。現行モデルと比べ、ピーク流量値と第2、第3波の立ち上がりのタイミングが改善された。特に、最初のピーク流量が大きく改善された。ただし、ピークのタイミングに関してはあまり変化がなく、2番目のピークの遅れは220分と拡大する結果となった。なお、湧出閾値を10グリッド以上に段階的に増加させても、計算結果には大きな違いは観察されなかった。

最後に、現行・修正モデルの空き容量の流域平均の時系列変化を示す(図3)。両モデルとも降雨時には空き容量が減少し、地表流の発生が促されたことが見て取れる。一方、無降雨時の空き容量の変化を比較すると、現行モデルではその増加が修正モデルより大きく、最大でその差が4倍程度、15mm程度にまで拡大していた。

現行・修正モデルによる洪水流出の違いは、降雨開始時における飽和域の空き容量の違いから説明ができる。空き容量は、地表流が発生しやすい状態に至るまでに必要な降水量であり、降雨開始時の流域の乾湿状態と見なすことができる。修正モデルにより湧出の発生を抑えた領域を設けることにより、無降雨時の湧出が抑えられ、降雨開始直後の流出の表現が改善されたと考えられる。一方で、ピークのタイミングについては、さらなる検討の余地が残されている。

5 おわりに

河道密度に修正を加えることにより、洪水流出ピークおよびその立ち上がりに改善の可能性があることが示された。今後、短期・長期の解析に必要なモデル構造に関する検討を進める。

謝辞：本研究の一部は鳥取大学国際乾燥地研究教育機構の助成を受けた。

参考文献

- 1) 桑江良真ら (2019) : 農業農村工学会中国四国支部講演会講要集, 116-118
- 2) 吉田ら (2012) : 農業農村工学会論文集 277, 9-19

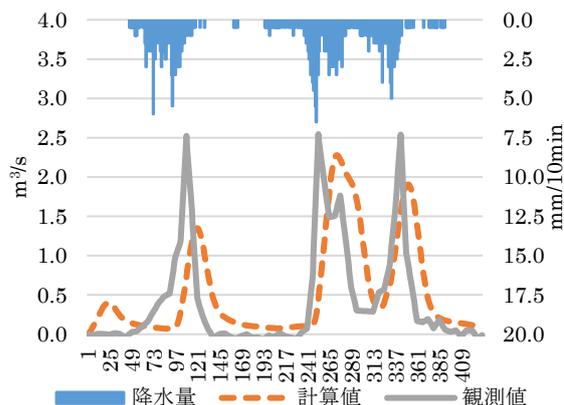


図1 現行モデルの計算結果

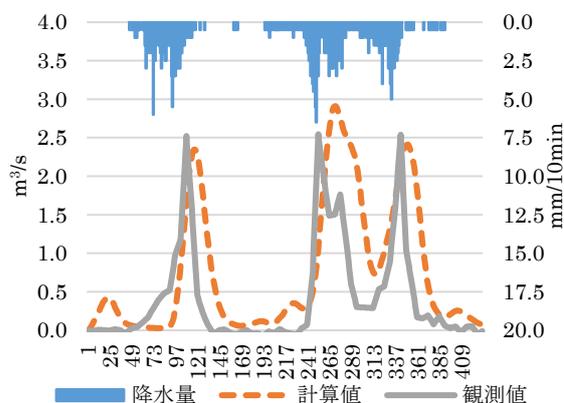


図2 修正モデル(湧出閾値:10)の

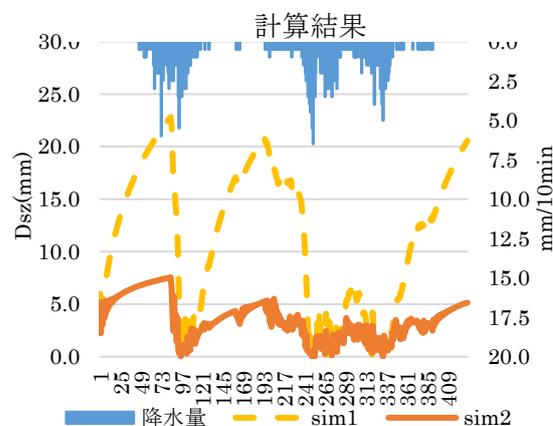


図3 空き容量の変動