

レーダー雨量の利用に向けた集中型モデルの分布適用による洪水流出解析 Flood-Runoff Analysis Using Distributed Rainfall-Runoff Model based on Lumped runoff Model for Utility of Radar Rainfall Data

○工藤亮治*・近森秀高*・南野一樹**

KUDO Ryoji, Chikamori Hidetaka, NANNO Kazuki

1.はじめに 近年,局所的な豪雨に対する懸念が高まっており, XRAIN などのレーダー雨量の整備が全国的に進められ, 流出解析などへの応用に対する期待が高まっている. 本研究では, レーダー雨量を直接入力できるように集中型流出モデルをグリッドに展開して分布適用し, レーダー雨量を用いた洪水流出解析の適応性を検討した.

2.解析資料 解析対象流域は岡山県吉井川水系の苫田ダム流域(流域面積 217km²)である. 対象出水は 2006 年から 2018 年 7 月までに観測されたピーク比流量 1m³/s/km²以上の 8 出水である. 解析資料は同出水期間中の時間単位のダム流入量およびレーダーアメダス解析雨量(空間解像度 1km. 以下, レーダー雨量)である. ダム流入量は水文水質データベースより入手した. また, 落水線作成のため国土数値情報で提供されている標準 3 次メッシュ(およそ 1km×1km)の標高データを用いた.

3.解析手順 長短期流出両用モデル(LST モデル)の第 1 段タンクを分布適用することでレーダー雨量を各グリッドに入力し, 標高データから作成した落水線により各グリッドからの流出を流域下流端まで追跡した(図 1). 本解析では斜面グリッド, 河道グリッドの区別をせず全てのグリッドで一様のパラメータを適用した. パラメータは, χ^2 誤差を目的関数とし, 差分進化法を用いて各出水で最適なパラメータを求めた. なお, ピーク流量の相対誤差が 10%以上となるパラメータは不採用とした.

4.解析結果 (1)最適パラメータによる再現結果 図 2 に最適化したパラメータを用いたダム流入量の再現例を示す. 図には, 分布適用(DST)したケースに加え, LST モデルを集中型として適用したケース(集中適用, LMP)も載せている. 最適化の際にピーク流量誤差のペナルティを課しているため, ピーク流量の再現性が高くなるようなパラメータが選択されており, 両モデルともダム流入量を概ね再現している. このように個々の出水でパラメータを最適化する限り, 両モデルの再現性にあまり差はないと考えられる.

(2)複数のパラメータセットに対するモデルの適応度 モデルの再現性は過去の出水で同定したパラメータを用いて議論できるが, 実流域で実時間洪水予測を行う際など, 実用上は未知の出水に対する適応性もモデルの評価として重要となる. そこで, 以下では各出水の最適パラメータ以外の様々なパラメータセットを用いた流量の再現性について吟味した. 具体的には, 8 出水それぞれにおいて当該出水以外の 7 出水の最適パラメータおよび 8 出水のパラメータの平均値(平均パラメータ)を用いて流出解析を行い, それぞれのパラメ

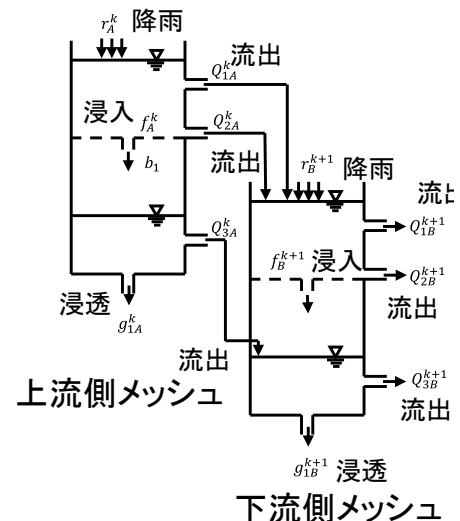


図 1 長短期流出両用モデルの分布適用 schematic diagram of grid-based LST model

*岡山大学大学院環境生命科学研究科 Graduated school of Environmental and Life Science, Okayama University

**応用技術株式会社 Applied Technology co., LTD.

キーワード: 集中型モデルの分布適用, 洪水流出解析, レーダー雨量, パラメータの不確実性

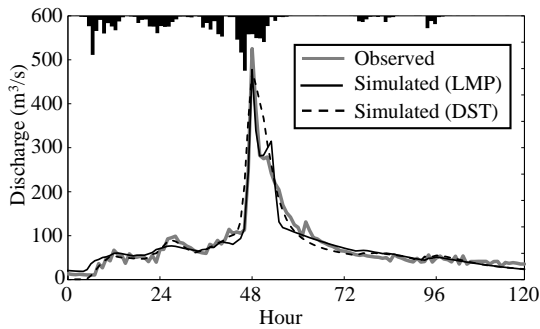


図2 LSTモデルの集中適用と分布適用における洪水流出解析例

Examples of simulated discharges by lumped LST and grid-based distributed LST models.

一タへのモデルの適応性を吟味した(図3)。図には、当該出水の最適パラメータ(Optimum)および平均パラメータ(Average)で計算した流量、当該出水以外の7出水のパラメータで計算した流量の最大値・最小値の幅を示している。集中適用では、7出水のパラメータによる計算流量の幅が広く、どの出水のパラメータでもピーク流量が再現できていない。また、最適パラメータの計算流量がピーク付近で7出水のパラメータの計算流量の範囲から大きく外れている。このことは、他の7出水のパラメータとは大きく異なるパラメータを設定することでピーク流量を合わせていることを意味している。このような傾向は特に局所的に強い降雨強度が発生しているようなイベントで顕著であった。これらの結果から、LSTモデルを集中適用した場合にはパラメータの組み合わせでどのような出水にも適合させる反面、他の出水への適応性が低下する、いわゆる過適合のような状態となっていると推察される。平均パラメータの結果をみても最適パラメータに比べてピーク流量が大きく過小推定されるなど、再現性が大幅に低下している。一方で分布適用の結果をみると、7出水のパラメータで解析した流量の幅は集中適用よりも狭く、当該出水の最適パラメータもこの幅に収まっている。また、平均パラメータの結果でも、当該出水で最適化したケースに比べると再現性は低下するものの、ある程度の精度でピーク流量を再現している。以上より、分布適用では他の出水で最適化したパラメータでもある程度の精度で流量の再現ができており、集中適用よりも未知の洪水に対する適応性が高い可能性が示唆された。

5.おわりに 本研究で用いた集中型モデルの分布適用は計算に土地利用を直接用いていないため、従来の分布型流出モデルのように土地利用変化に伴う流出量変化の予測などには用いることはできない。しかし、本研究で示したように様々なパラメータに適應することや、レーダー雨量を入力することによって降雨の空間分布が大きい場合にもピーク流量をある程度捉えられるなどのメリットを有していると考えられる。また、雨水の伝播が考慮できるため、流出遅れを表すパラメータである遅れ時間が不要な点も解析上の有利な点である。今後、感度分析やGLUEなどを通じてパラメータの分析を行うとともに、他流域へ適用することでモデルの適應性を更に検討していきたい。

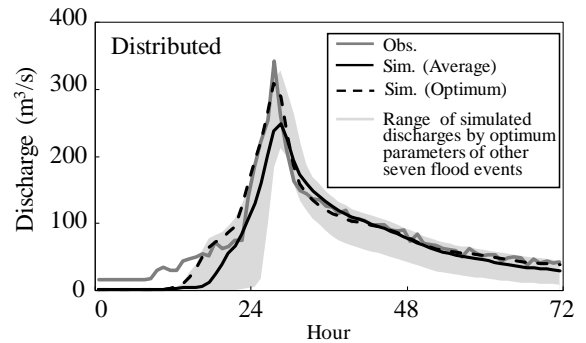
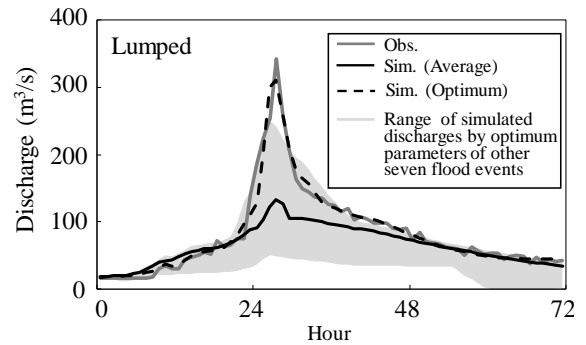


図3 複数パラメータセットに対するモデルの適應性の吟味

Adaptability test of lumped and distributed LST models to various parameter sets