

低平地河川からの溢水過程を考慮した流出現象のモデル化

Incorporation of inundation processes to runoff modeling in low-lying rivers

○吉田武郎*・増本隆夫*・堀川直紀*

Takeo Yoshida, Takao Masumoto, Naoki Horikawa

1. **はじめに** 任意の時点、地点での流量や農地水循環を推定できる分布型水循環モデル¹⁾は、今後様々な流域への適用が期待されるが、現在組み込まれている河道流モデル（一次元のキネマティックウェーブ法）では、河川からの溢水が頻繁に発生する低平流域の計算は困難である。一方で、氾濫解析を行うための詳細な地形データが得られない流域も多い。ここでは、河川からの溢水氾濫が多発するラオス国セバンファイ（Xebanfai）川流域に分布型水循環モデルを適用するとともに、一般に入手可能な標高データを用いて氾濫のモデル化を試み、同流域内の小河川および本川でその結果を検証した。

2. **対象流域の概要** セバンファイ川はラオスの首都ビエンチャンから南東約 300km に位置する流域面積 10,345 km²の河川で、その河口はメコン河に接する（Fig.1）。流域の標高は 130~1,130m に分布しており、上流の山岳地帯を除き勾配の緩やかな低平地が分布する。流域の地質は主として石灰岩質で上流部には鍾乳洞が多く、下流には広大な氾濫原が広がる。気象データには、流域内外 4 地点の気象観測値と 8 地点の降水量データを用い、計算流量を 2 地点（Mahaxay, Xebanfai Bridge（以下 XB））での観測流量と比較しモデルの検証を行った。各水位観測地点では警戒水位、危険水位が設定されており（XB 地点では警戒水位 17.50m, 危険水位 18.50m）、同地点ではほぼ毎年、数日から数週間に渡って危険水位を超える。近年では 2007 年 10 月に台風 Lekima による集中豪雨で 10 月 7 日~14 日に危険水位を超える洪水が発生した。

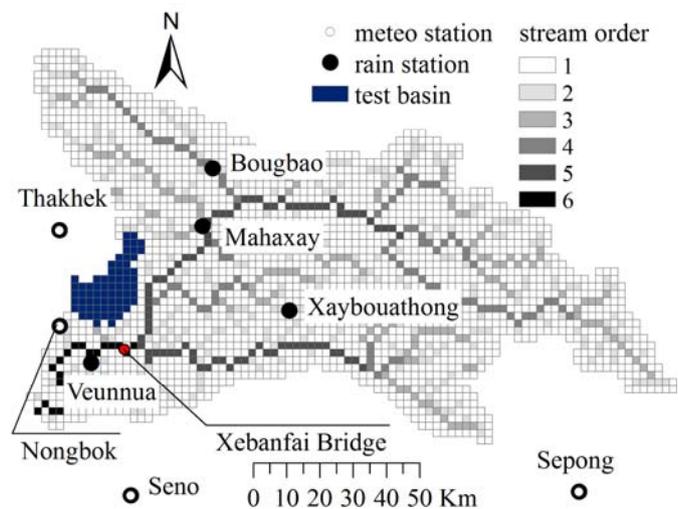


Fig.1 セバンファイ川で発生させた河道網と検証流域・水位・気象観測地点の位置
Outline of generated river networks in the Xebanfai River Basin and location of a test basin and observation stations for water levels and meteo data

3. **氾濫現象のモデル化** ここでモデル

化の対象とする氾濫現象は、最下流の低平地における二次元の氾濫ではなく、河道近傍の地形によって規定される準一次元的な氾濫であり、以下の 2 種の方法について検討した。

1) **低平地湛水モデルの小流域への適用** セバンファイ川の支流 Huay Vay, Huay Sayphay 流域（以下検証流域，Fig.1 参照）の下流域は、緩勾配でさらに河道が狭窄であることから、雨季のセバンファイ川の水位上昇により湛水が多発する地域である。この流域に連続式に基づく簡易湛水域推定モデルを適用し湛水位を計算するとともに、現地調査、聞き取

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

キーワード: 洪水流出, 氾濫, 分布型水循環モデル, 低平農地

りにより得られた 2007 年の湛水量・期間により検証を行った。ここで適用した低平地の湛水モデルは、対象流域の下流端に広がる湛水域をひとつの貯水池として簡便に扱うモデルで、分布型水循環モデルの流出計算とは独立して行われる。湛水域への流入量 Q_{in} と流出量 Q_{out} により貯水量 V を求め、次に衛星画像解析による全球標高データ ASTER GDEM（水平方向の解像度 30m）を用いて別途作成した湛水域の水深と貯水量の関係から湛水深 H を算定する。ここでは、流入量 Q_{in} には分布型水循環モデルで推定した地表流量を用い、流出量 Q_{out} は氾濫域とセバンファイ川の水位差からマンニング式により推定した。

2) 本川での河川溢水のモデル化 XB 水位観測点はセバンファイ川の狭窄部に設置され、直上部にはセバンファイ川と支流ノイ川の合流点に広大な氾濫原が形成されるため、同地点の観測流量は氾濫の影響を強く受ける。そこで、以下の手法により計算流量から氾濫量を推定し、モデルに組み込んだ。まず、氾濫原において XB 地点の危険水位標高（同地点の基準標高と危険水位の和）を下回る地域を抽出し、その面積を各セルで算出した。次に、危険水位時の流量を通水能力とし、計算流量が通水能力を超えた場合にはその超過分が氾濫原に溢水すると仮定した。溢水が発生した場合、各計算時刻で推定された越流量は各セルの氾濫原の面積率で比例配分し、次の計算時刻に降雨に加算して与えた。

4. 結果 現地調査から 2007 年の洪水時には標高約 140m 以下の地区で湛水が生じ、検証流域下流の標高 138m の湛水期間は 1 ヶ月半から 2 ヶ月であることが分かった。湛水の実測値がないことから検証流域における湛水位の計算結果 (Fig.2) についての検討事項は限られるが、最大湛水深、湛水期間は現地調査によって得られたものと同程度であり、モデル流入量、地形データによる計算結果は検証流域の湛水現象を概ね再現できた。

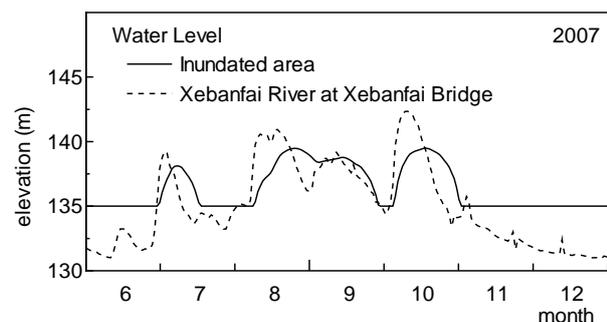


Fig.2 2007 年後半の検証流域の下流湛水位とセバンファイ川の水位の比較
Comparison of water levels of inundated area and Xebanfai River

また、河川からの溢水をモデル化した XB 地点の流量計算精度は向上し、特に 2007 年 10 月の洪水ピーク流量の再現性が高まったことを示している (Fig.3)。

5. おわりに 本報告では下流域で氾濫が頻発する流域に分布型水循環モデルを適用し、地形データを用いた氾濫現象のモデル化について検討した。提案した簡易法は

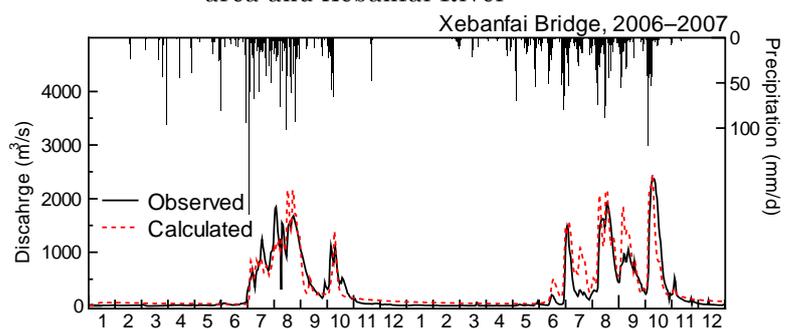


Fig.3 Xebanfai Bridge 地点における計算流量と観測値の比較
Comparison of the observed and calculated discharges at Xebanfai Bridge

一定の成果を示し、低平氾濫流域に適用する際の選択肢として期待できるが、氾濫域の推定や越流量の配分の方法や、低平地の河道流計算手法に関してはさらなる検討を要する。

参考文献：1) 谷口ら (2009) 多様な水田水利用を考慮した分布型水循環モデルの開発 (Ⅲ), 水文・水資源学会誌, 22 (2), pp.126-140