

# 超高解像度水文地形データを用いた全球河川流下モデルへの氾濫原浸水過程の導入

東京大学生産技術研究所 ○山崎 大 沖 大幹  
東京工業大学大学院情報理工学研究所 鼎信次郎

## 1. はじめに

河川による陸域の水循環は、気候システムの一要素として、また人間活動に必要な淡水供給システムとして、非常に重要なプロセスである。地球規模での河川による水輸送過程を理解するため、約 20 年にわたり全球河川流下モデルの研究開発がなされてきた。しかしながら、既存の全球河川流下モデルの解像度は最高でも 0.5 度(約 2500km<sup>2</sup>)に留まっており[例:Oki et al., 2003]、水の流れを決定付けている詳細な地形情報を表現できなかった。そのため、ほとんどのモデルは河道を 1 次元に単純化して扱っており、氾濫原における水面の広がりを実現することは達成されていなかった。本研究では、超高解像度(約 1km<sup>2</sup>)の水文地形データから河道網と氾濫原のサブグリッドスケール地形情報を適切に抽出する手法を考案し、氾濫原の浸水過程を陽に表現する全球河川流下モデルを開発した。

## 2. モデルの概要

本研究では図1に示されるように、各グリッドに河道と氾濫原の2つの貯水槽を定義した。河道は「河道標高」「河道長」「河道幅」「河道深」を持ち、氾濫原は「集水面積」「氾濫原地形関数」を持つ。「河道幅」と「河道深」は年平均流量の関数で与えられると仮定し、「河道標高」「河道長」「集水面積」「氾濫原地形関数」は超高解像度の水文地形データから客観的に抽出される。ここで、河道と氾濫原の水面標高は等しいと仮定すると、各グリッドの貯水量から河道水深・氾濫原水深・氾濫面積といった貯水形態を計算することができる。また、外部入力データとして氾濫していない面積からは流出量が、氾濫している面積では降水量-蒸発量が各グリッドの貯水槽に加えられるとした。水の水平輸送は、「河道網」で示される上流グリッドと下流グリッドの間のみで行われると仮定し、Diffusive Wave Equation で計算される。

## 3. 河道網と氾濫原の地形情報の抽出

ここでは、1km解像度の表面流向データ:GDBD[Masutomi et al., 2009]と NASA による 30 秒解像度 DEM:SRTM30 から、全球河川流下モデルの河道網と氾濫原の地形情報抽出する手法について説明する。

- 1) 各グリッドボックス内で最大合流点に該当する GDBD セルをグリッド代表セルと定める(図 2 a 赤丸)。グリッド代表セルにおける SRTM30 の標高を「河道標高」とする。
- 2) 各グリッドのグリッド代表セルから GDBD 表面流向データを下流へと辿っていき、下流のグリッド代表セルに到達した時点で流下先グリッドを定め、「河道網」を作成する(図 2 a 青矢印)。
- 3) 各グリッドと流下先グリッドのグリッド代表セルの間の「河道長」を、GDBD をもとに 1km スケールで計算する。
- 4) 各グリッドのグリッド代表セルに集水される GDBD 表面流向データの集合を各グリッドの集水域と定義する。集水域に含まれる GDBD セルの合計面積を求め、「集水面積」とする(図 2 b)。
- 5) 集水域内の SRTM30 標高分布を昇順にソートし、図 3 のように 10 段階のノンパラメトリック関数を作成する。これを氾濫原貯水量から氾濫面積・氾濫原水深を求めるための「氾濫原地形分布関数」とする。

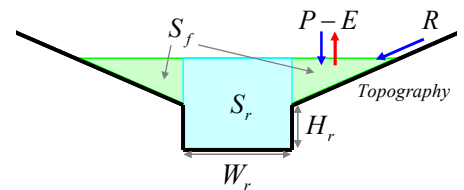


図 1 各グリッドにおける貯水槽の定義

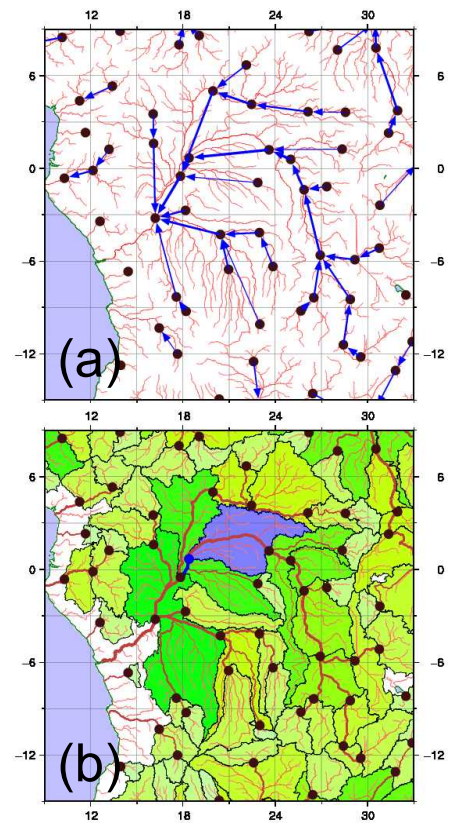


図 2 河道網データセット構築手順

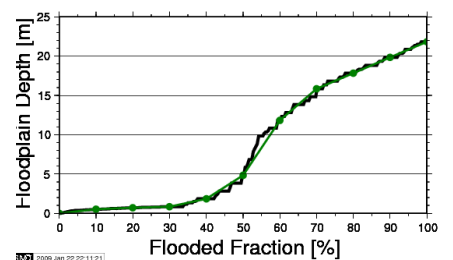


図 3 集水域内地形分布関数の作成

#### 4. 水循環シミュレーション

以上のモデルを用いて、河川・氾濫原シミュレーションを行った。ここではアマゾン川流域でのシミュレーション結果についてのみ説明する。図4はオビドスにおける観測とモデル流量を示したものである。黒線が観測流量・緑線が河道のみを考慮し Kinematic Wave で流速算定を行ったモデル・青線は河道と氾濫原を考慮して Kinematic Wave で流速算定を行ったモデル・赤線は河道と氾濫原を考慮して Diffusive Wave で流速算定を行ったモデルである。河道に加えて氾濫原を考慮することで、洪水時の過剰な流量ピークが抑えられ、さらに Diffusive Wave を考慮することで洪水ピークが観測値と一致するようになったことが読み取れる。

またモデルで再現される氾濫面積を Prigent et al. [2007]による衛星観測データと比較した。図5と図6にそれぞれ、高水期と低水期の氾濫面積割合の観測値(a)とモデル再現値(b)を示した。新たに開発した全球河川流下モデルは氾濫面積の空間分布を概ね正しく再現できていることが分かる。アマゾン川中部氾濫原における氾濫面積の時系列変化を図7に示した。黒線が衛星観測・赤線がモデル再現値を示す。これによると、振幅が若干過大である、ピークが1ヵ月程度早いなどの問題はあるものの、開発したモデルは氾濫面積の平均値と季節変動を表現できることが分かる。

#### 5. まとめ

本研究では、超高解像度の水文地形データから、全球河川流下モデルにおける河道網と氾濫原のサブグリッドスケール地形情報を客観的に抽出する手法を考案した。抽出された地形情報を用いて氾濫原浸水過程を考慮した全球河川流下モデルを構築し、水循環シミュレーションを行った。その結果、新たに開発したモデルではアマゾン川のような氾濫原の活動が活発な低平地流域での河川流量の再現性を大幅に向上させること、また氾濫原浸水面積の季節変動を妥当な範囲で再現できることを示した。

#### 参考文献

Masutomi, Y., Inui, Y., Takahashi, K. and Matsuoka, U.: Development of Highly Accurate Global Polygonal Drainage Basin Data. *Hydrological Processes*, **23**, pp572-584, 2009.

Oki, T., Agata, Y., Kanae, S., Saruhashi, T. and Musiakke, K.: Global water resources assessment under climatic change in 2050 using TRIP. *Water Resources Systems -Water availability and global change, IAHS Publication*, **280**, pp124-133, 2003.

Prigent, C., Papa, F., Aires, F., Rossow, W. B. and Matthews, E. : Global Inundation Dynamics Inferred from Multiple Satellite Observations, 1993-2000. *Journal of Geophysical Research*, **112**, D12107, doi:10.1029/2006JD007847, 2007

#### キーワード

超高解像度水文地形データ、全球、河川流下モデル、氾濫原

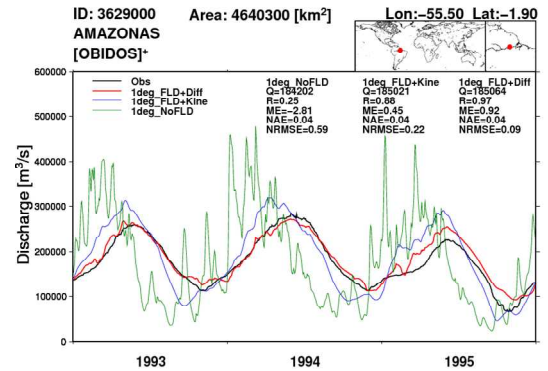


図4 オビドスにおける河川流量

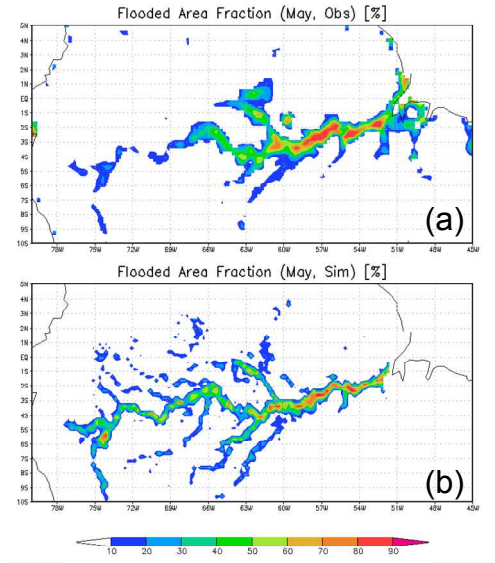


図5 アマゾン川流域の氾濫面積率（高水期）

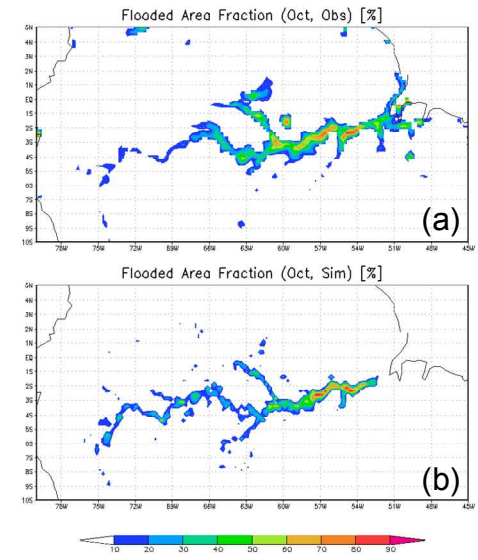


図6 アマゾン川流域の氾濫面積率（低水期）

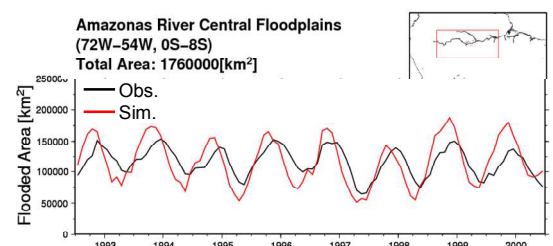


図7 アマゾン川中部氾濫原の氾濫面積