

物理過程および地形の違いによる全球河川モデルの感度の地域間比較

芝浦工業大学
芝浦工業大学大学院
芝浦工業大学
東京大学生産技術研究所

藤田 凌
学生会員
正会員
正会員

○山田 利紀
平林 由希子
山崎 大

1. 背景と目的

世界各国に拠点を持つ企業は、現地のリスクマップを基に洪水の対策を講じることが必須である。例えば、2011 年にタイで発生した大洪水では、特に被害の大きかった 7 つの工業団地にある企業の 804 社のうち、日系企業は半数以上の 451 社を占めていた¹。

途上国などでは現地の洪水リスクマップを得ることができないため全球の河川モデルによる洪水シミュレーションの結果を洪水リスクとして参照することも多いが、近年の全球河川モデルや入力データの発展が、どの程度結果に影響を及ぼすのかについて定量的な評価が必要である。そこで、本研究では全球河川氾濫モデル CaMa-Flood² で近年取り入れられた新しいモデルの改良や、新たに開発された標高データ MERIT-DEM³ によって、世界の浸水シミュレーションがどの程度変化するかについて比較と考察を行うことを目的とする。

2. 手法

2.1. 使用するモデルとデータ

河川氾濫モデル CaMa-Flood へ与えた入力データは、気象庁の再解析による気象外力(気温や降水量等)を陸面モデル MATSIRO に与えて算定した日流出量である。また、河道網や浸水域・深さを算定するのに用いられる標高データとしては、世界の全球モデルでよく用いられている SRTM と SRTM から誤差を除去した MERIT-DEM の 2 つを用いた。

2.2. 解析方法

近年のモデルやデータの更新を反映した CaMa-Flood ver4 の標準設定からその変化を除いた実験を行い、得られる浸水深の分布を比較する。また、顕著な差がみられた流域を対象に一定の領域内の浸水グリッド数の割合を算出して定量的な比較を行う。

2.3. 実験設定

洪水リスクマップに大きく影響を及ぼす要素として、高水敷流れと分岐流れ、地形の 3 つの要素が考えられる。高水

敷流れとは河川の本流の両脇の河川敷の部分を洪水流が流れる過程である。分岐流れとは、水位差に応じて隣接する氾濫原へ越流する物理過程であり、既存の大半の全球河川モデルでは実装されていない⁴。地形については、既存の河川モデルで広く用いられている標高データ SRTM の誤差が取り除かれた MERIT-DEM および、それを用いた河道網を用いたものと、SRTM を参考に作成された河道網 (HydroSHEDS)が存在する。

これらの要素に大きく関係する条件を CaMa-Flood の標準設定から変更したものを実験設定として作成し(表 1)、実験間の比較と考察を全球を対象に行う。

表 1 実験設定の一覧

	条件	物理過程	標高データ
0	標準設定	標準	MERIT-DEM
1	物理過程を変更 (高水敷流れ)	高水敷流れを 考慮しない	MERIT-DEM
2	物理過程を変更 (分岐流れ)	分岐流れを 考慮しない	MERIT-DEM
3	標高データを変更	標準	SRTM+HydroSHEDS

3. 結果と考察

a) 高水敷流れの影響

高水敷流れの有無による実験設定 1 と標準設定の違いが顕著であった長江下流部に着目すると、上流は実験 1 の浸水深が標準設定よりも特に大きくなっており、洞庭湖付近(図 1 中の○)では最大 2m を超える差がみられる。中流

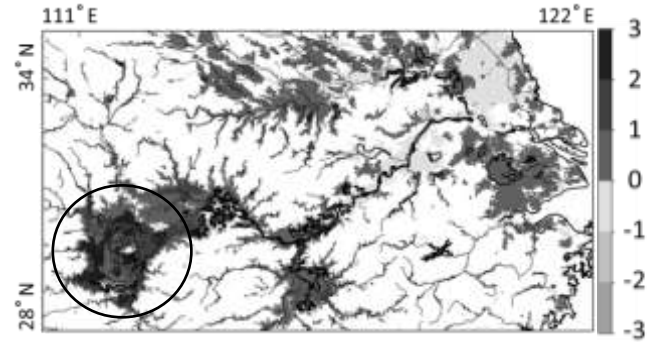


図 1 長江下流部における高水敷流れの設定の有無による浸水深の差(m)

キーワード 洪水リスク, 洪水氾濫モデル, 浸水深, 洪水氾濫域, ハザードマップ

連絡先: 〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5 芝浦工業大学 山田利紀 me20131@shibaura-it.ac.jp

にかけてその差は徐々に減少し、下流では標準設定の方が大きくなっていった。

この理由は、高水敷流れをモデルで考慮しない場合には、河道が狭い上流から中流付近では河川水が流れにくくなるため周囲に氾濫し、逆に下流部は上流から流れる水が減少するために浸水深が小さくなるためであると考えられる。

また、氾濫域(>0m)の割合に着目すると高水敷を考慮しない場合には浸水面積が5.5%過大評価されていた。

b) 分岐流れの影響

分岐流れの有無による実験設定2と標準設定の浸水深の違いが顕著であったメコン川下流部に着目すると、実験2における浸水深はメコン川の本流に沿って標準設定より大きくなっており、特に中流部(図2中の□)では広範囲に浸水域の過大評価がみられる。特に、本流付近における浸水深の深さは3m以上になる地域が広範囲にみられていた。一方、分岐河道が形成される下流部のデルタ地域(図2中の○)では、分岐河道を通じて氾濫水が流れ込むために標準設定の方が浸水深は大きくなり、実験2は浸水深が過小評価になる様子がみられた。河川の分岐による低平地シミュレーションに対して、分岐過程を考慮するかどうか、結果に大きく影響を与えることが観測できる。

氾濫域(>0m)の割合に着目すると分岐流れを考慮しない場合には浸水面積が1.1%過小評価されていた。また、浸水が1m以上の領域に限定すると浸水面積が3.1%過小となるが、3m以上の領域は7.1%過大となっていた。これは、分岐河道に水が流れず、広範囲に氾濫水が広がらないため氾濫面積が減少し、本流に水が溜まることで浸水の大きい地点が増加したと考えられる。

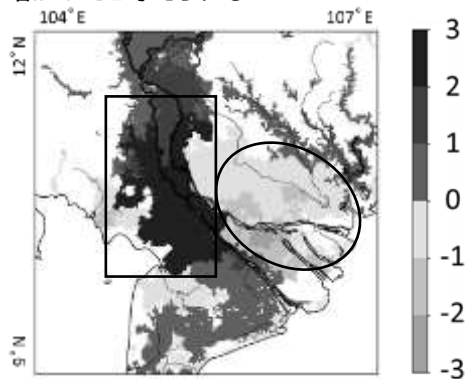


図2 メコン川下流における分岐流れの設定の有無による浸水深の差(m)

c) 標高データの影響

標高データ MERIT-DEM を用いた標準設定と標高データ SRTM+HydroSHEDS を用いた実験設定3の浸水深の違いが顕著であったメコン川下流部に着目すると、ほとんどの

地域で実験3の浸水深の方が大きくなっている様子がみられた(図3)。また、下流部の低平地では縞模様が確認できる(図3中の○)。これは、SRTMが人工衛星で空撮されたデータであるために、標高差の小さい低平地にあらわれたストライプノイズであると考えられる。

一方、バングラデシュ付近のデルタ地域では、実験3の浸水深の方が小さくなっている様子がみられた(図4中の○)。これは、SRTMが植生キャノピーの影響を受け、マングローブ林が広がっている地域の標高を高く認識していたために発生した樹高バイアスであると考えられる。

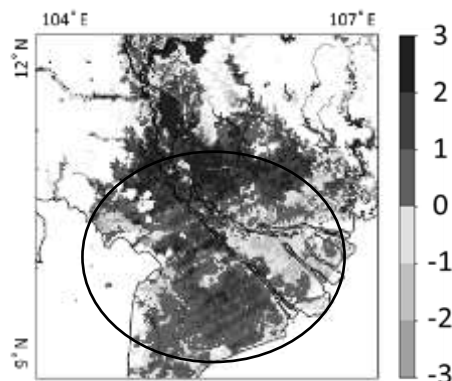


図3 メコン川下流における MERIT-DEM を使用した標準設定と SRTM を使用した実験との浸水深の差(m)

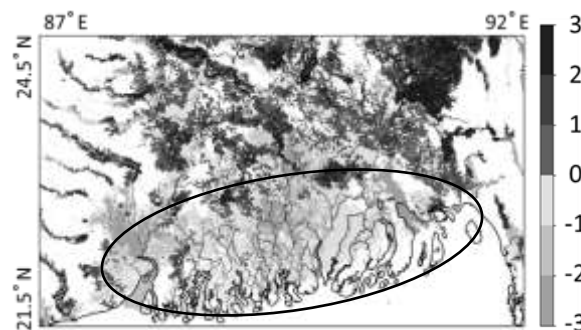


図4 バングラデシュ付近における MERIT-DEM を使用した標準設定と SRTM を使用した実験との浸水深の差(m)

4. まとめ

モデルや標高データの発展により洪水リスクマップは大きく異なること、特に河川の下流部で変化が大きくなる場合が多いことが判明した。

高水敷流れとデルタ地域では分岐流れを考慮することでシミュレーション結果に大幅な改善があったと考えられる。

参考文献

- 1) 萩原ら,(2015), 2011 年タイ洪水の教訓を活かした現地日系企業の洪水対策強化, 地域安全学会論文集, No.27, 237-244.
- 2) Yamazaki et al. (2012), Analysis of the water level dynamics simulated by a global river model: A case study in the Amazon River, Water Resources Research, vol.48, W09508.
- 3) Yamazaki et al. (2017), A high accuracy map of global terrain elevations Geophysical Research Letters, vol.44, pp.5844-5853.
- 4) Yamazaki et al. (2014), Regional flood dynamics in a bifurcating mega delta simulated in a global river model, Global Research Letters, vol.41, pp.3127-3135