

陸域水循環モデルおよび衛星観測を用いたナイル川・大規模氾濫に関する研究 A Study on Flood in the Nile Using Water Cycle Model and Satellite Observation

○小林 優・田中茂信・田中賢治
○Yu Kobayashi, Shigenobu Tanaka, Kenji Tanaka

Flood has much impact on quantity of water resources at downstream. Especially in the Nile river basin, total amount of evaporation at large-scale flood, called the Sudd, reaches about 35% of total water resources in the basin. In this research, we built water cycle mode with a focus on Land Surface Model (SiBUC) and Floodplain Hydrodynamics Model (CaMa-Flood) and simulate the water cycle in the Nile river basin considering evaporation and infiltration at the large-scale floodplain [-Online]. Because of the big basin area, Nile river basin have not enough observation density for validation. Especially in Republic South Sudan, the Sudd locating, there is no observation data in recent years. So we used satellite observation data (MODIS product ,Envisat and Topex/Poseidon) to validate simulation result. As a result, hydrograph was more corresponding with observation data. On the other hand, flood area of simulation was overestimated comparing with satellite observation. This is derived from the large noise of the high resolution topography data (Modified SRTM). The mismatch of seasonal variation in the Hydrograph is expected to be improved by modifying Dam Model. (150 words)

1. はじめに

大陸河川における洪水氾濫は、その時空間スケールの大きさから下流の水資源に非常に大きな影響を与える。本研究の対象であるナイル川上流域に位置する Sudd 湿地では、ビクトリア湖を源流とする上流から流れてきた水が氾濫し、年間 30Gt 以上が蒸発で失われている。ナイル川の年間流量が約 86Gt であることを考えると、Sudd 湿地における氾濫が下流の水資源に非常に大きな影響を与えていることが分かる。このように大規模氾濫の発生する大陸河川の水資源解析においては、氾濫原における蒸発を考慮することが重要である。

本研究では陸面過程モデル SiBUC を中心とした陸域水循環モデルを構築し、河川氾濫モデル CaMa-Flood との 2 種類の結合手法による解析結果の違いを比較検討する。陸面過程モデルと河川氾濫モデルを双方向的に結合することによって、これまで陸面過程モデル単体や河道流下モデルとの一方結合では考慮できなかった河道以外のグリッド間の表面水の水平移動を考慮した陸面過程計算を試みた (図 1)。

またナイル川はその広大な流域面積から観測密度が非常に低く、特に Sudd 湿地の位置する南スーダンでは政情不安のため近年の観測が欠損しており、解析結果の評価を行える場所・年代が非常

に限られる。このことから本研究では、氾濫解析の評価のために衛星観測の各種データを用いる。具体的には、解析より得られる氾濫面積を衛星解析による植生・水指標および地表面温度から、氾濫水深・水位を衛星高度計から評価する。

2. 解析手法

(1) 陸域水循環モデル

本研究で適用する陸域水循環モデルは、大きく陸面過程モデル、河川氾濫モデルによって構成される分布型モデルである。

陸面過程モデル SiBUC は地表面状態を緑地・都市・水体の 3 つのカテゴリーに分類し、各グリッドにそれらの混在を認めるモザイクスキームを採用しおり、土地利用の 1 つとして氾濫原を独立して計算できる。

河川氾濫モデル CaMa-Flood(Yamazaki et al.,

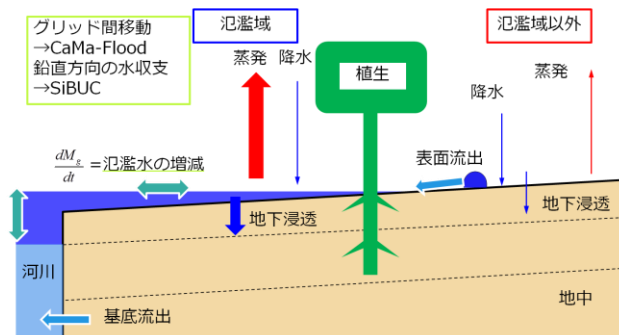


図 1 氾濫原を考慮した陸面過程モデルの概念図

2010)の特徴としては、高解像度地形情報を基に、各単位集水域の貯水量と水深、浸水面積の関係についてより現実的な構築がされている。本研究では高解像度地形情報としてデフォルトの SRTM ではなく山崎ら(2016)によってバイアス補正された DEM データを用いた。河道断面パラメータの水深および川幅は経験式と GWDLR(Yamazaki et al.,2014)を用いており、Sudd 湿地周辺の川幅に関しては GoogleMap との比較から、現実的な値に修正した。

陸面過程モデルと河川氾濫モデルの結合方法は 2 種類に分かれる。1 つ目は陸面過程により計算される流出量のみを河川氾濫に引き継ぐ単方向結合[Offline]、2 つ目は上記に加え陸面過程に氾濫面積、氾濫水量を引き継ぐことで氾濫原および河川の開水面からの蒸発・浸透を考慮した双方向結合[Online]である。

(2) 衛星観測データ

MODIS センサーによる地表面反射率プロダクト MOD09A1 から算出される植生指標 EVI および水指標 LSWI (図 2)、地表面温度プロダクト MOD11A2 を用いて氾濫面積の評価を行う(図 3)。EVI および LSWI は特定の閾値を設けることで地表面状態を推定することが出来る。また地表面温度は、水体の放射率が低いことを利用し地表面温度の日較差が小さいほど氾濫の可能性が高いとし

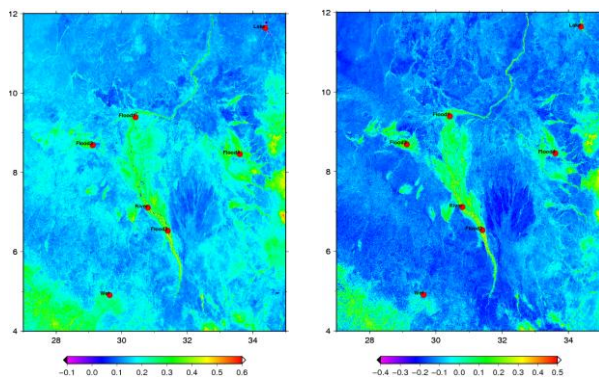


図 2 乾季での EVI(左)と LSWI(右)

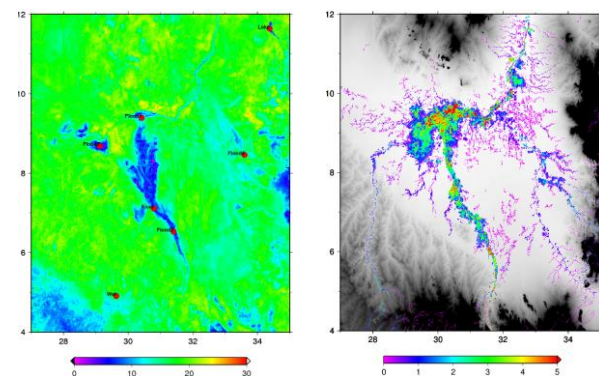


図 3 地表面温度日較差

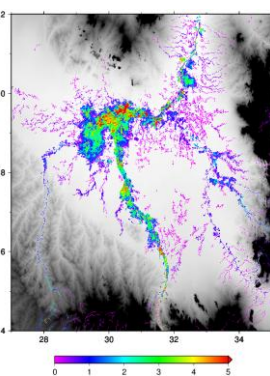


図 4 解析の氾濫水深

て地表面状態を推定することができる。

3. 結果と考察

図 4 および図 5 に陸域水循環モデルによる解析結果を示す。氾濫面水深および面積に関しては、Sudd 湿地上流部分においては観測との一致が見られるが、湿地の終端である No 湖付近において、氾濫の課題評価が見られる。これに関しては、使用した DEM は植生や放射によるバイアスを除去されたものであったが、この地域に関しては元データである SRTM の負のバイアスにより非常に大きな窪地が存在したため、その影響が大きく出たと考えられる。

また Sudd 湿地での入口・出口地点での流量からは、[Online]により湿地における蒸発散が表現され、より観測に近い解析を行うことができた。一方で、季節変動に関しては観測と比べピークのない結果となった。これは上流域でのダム操作を、発電需要量を満たすような単純な操作にしてしまったことによると考えられる。

今後は地形情報の補正やダム操作などモデル改良を行うことで、モデルの精度向上を図りたい。

4. 参考文献

- Yamazaki,D.et al.(2010), A physically-based description of floodplain inundation dynamics in a global river routing model,Water Resour.Res.,47,2010.
山崎大(2016), ICESat レーダー高度計を用いた SRTM 3 の高精度化,水資源学会
Yamazaki,D.et al.(2014), Development of the Global Width Database for Large Rivers, Water Resour.Res.,50,2010.

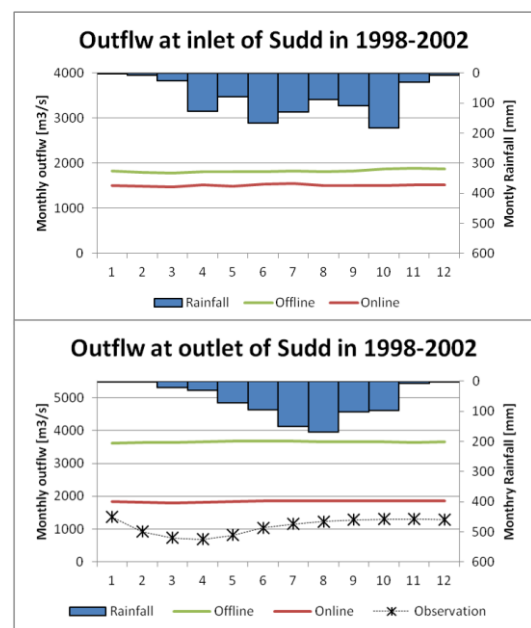


図 5 流量ハイドログラフ