

洪水氾濫を考慮した陸域水循環モデルの構築 Development of In-Land Water Cycle Model Considering Inundation

○浅野倫矢・小林優・田中賢治・田中茂信・浜口俊雄

○T. ASANO, Y. KOBAYAASHI, K. TANAKA, S. TANAKA, T. HAMAGUCHI

Inundation has much impact on quantity of water resources as well as regional climate. This study aims at developing in-land water cycle model considering inundation, especially evapotranspiration loss, and estimating river discharge and spatio-temporal changes of inundation area. This study presents basically following three ways of coupling river routing model to land surface model SiBUC (Simple Biosphere Model including Urban Canopy). (1) Calculating river routing using kinematic wave equation. (2) Coupling to CaMa-Flood (Catchment-based Macro-scale Floodplain model). (3) Interactive coupling between SiBUC and CaMa-Flood. The third way is expected that it enables SiBUC to estimate fluxes on land surface process considering horizontal transfer of surface water storage among sub-grids. These three presented ways are applied to White Nile river basin for mainly estimating water budget and spatio-temporal changes of inundation area in Sudd wetlands area, and compared among the results of them. (140 words)

1. 序論

洪水氾濫は陸域の水資源動態を理解する上で重要な現象の1つである。例えば水資源量という観点からは、本研究の主な解析対象となっているナイル川上流に位置する Sudd 湿地帯では上流から流れてきた水が氾濫し、30Gt 以上が蒸発によって失われている。年間のナイル川の流量が約 86Gt であることを考慮すると、いかに多くの水が Sudd 湿地帯のみで失われ、下流の水資源量に大きな影響を与えているかがわかる。また水資源量という観点だけでなく、このような大規模な湿地帯や氾濫源は周辺の気候にも大きな影響を与えることが知られており、河道流下中の水収支の追跡だけでなく、時空間的な氾濫の広がりまで評価することが求められる。

本研究は、特に氾濫による蒸発損失を考慮した陸域水循環モデルを構築することによって、大規模氾濫の時空間分布の追跡、及び大陸河川の河川流量を再現することを目的としている。

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適用し、河道流下モデルとの異なる結合手法による物理的な意味や算定結果の違いを比較検討する。河川氾濫を算定できる河道流下モデルと陸面過程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向的な結合では考慮で

きなかった、サブ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ていることが本研究の大きな特徴である。

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、河道流下過程によって構成される分布型モデルである。気象強制力 7 要素（降水、気温、短波・長波放射、比湿、風速、大気圧）と地表面パラメータを入力することで、各グリッドの蒸発散量、地表面貯水量、土壤水分量、河川流量などを得ることができる。陸面過程の 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ている。

(2) 陸面モデルと河道流下モデルの結合

比較検討される結合方法は大きく 3 つである。

1 つは陸面過程モデルから表層流出と基底流出及び開放水面の水収支を引き継ぎ Kinematic Wave 法により河川水量を算定する結合[-Kine]である。ここで開放水面とは、本研究では先述の水体カテゴリーに属する地表面を指す。SiBUC を用いた広域での長期的な水収支の計算では積極的に用いられてきた方法である。

2 つ目は先と同様の変数を引き継ぎ、氾濫源を

考慮した CaMa-Flood(Yamazaki et al., 2010)との結合[-CaMa]である。CaMa-Flood では、サブグリッドの地形情報を基に、各グリッドの貯水量と水深、浸水面積の関係についてより現実的な構築がされており、計算単位となるグリッド(Unit Catchment)には、近接グリッドと不連続な面積を認めている。また河道の運動方程式に局所慣性方程式が用いられており、先述の特性から得た絶対水面標高を基に、水面勾配を考慮することで緩やかな勾配における再現性の高い算定を可能としている。

最後は CaMa-Flood との双方向的な結合[-online]である。さらにこの結合方法は計算単位と引き継ぎ変数によって 2 つの結合方法[-A 及び -B]を検討している。その概念図を[図. 1]に示す。

まず陸面過程から CaMa-Flood に引き継ぐ変数は氾濫域以外では他の結合と同じである。CaMa-Flood から SiBUC には、氾濫水量と氾濫面積を引き継ぐ。

[-online-A]結合では SiBUC を従来の長方形型グリッドで計算する。この場合、氾濫水量は Unit Catchment 内でのグリッドの面積比率に応じて引き継がれるので、Unit Catchment 内において氾濫面積率は一定であると仮定する必要がある。

[-online-B]結合では SiBUC を Unit Catchment 単位で計算する。この場合、計算単位に差がなく変数の引き継ぎが容易であるが、各地表面状態に適当な水深を引き継ぐには至らない。

どちらの場合においても、引き継いだ氾濫面積に応じて地表面状態を一時的に「氾濫域」と設定して計算する。「氾濫域」の大きさに応じて、「湿

地」や「天水田」を優先的に減らし、それ以上は緑地カテゴリーの地表面を均等に減らす操作を行うことで地表面状態のバランスをとる。最後に、「氾濫域」で計算された陸面水収支は表面流出は算出せず、基底流出量と地表面貯水量の変化として CaMa-Flood に引き継ぐ。

3. 対象領域

本研究の主な対象は白ナイル川[緯度:-5-16°N, 経度:23-36.5°E]である。赤道直下のヴィクトリア湖を主な源流とし、スーダン首都のハールツームで青ナイルと合流する。白ナイル流域からの年間流出量は約 28.5Gt であり、エジプトのアスワンハイダム到達量の 84.0Gt の内約 34%を占め、12 月から 6 月にかけてのナイル本川の流量はほとんど白ナイル流域からの流出で維持されている。

白ナイルの大きな特徴として、その中流域に当たる Sudd[緯度:7-10°N, 経度:26-33°E]に大規模な湿地帯を持ち、そこで河川が氾濫を起こしていることが挙げられる。同湿地帯での蒸発損失については序論で述べたとおりである。

4. 結果と考察

発表当日に第 2 章で述べられた結合方法間での地表面水動態の違いについて述べる。

5. 参考文献

Yamazaki, D. et al. A physically-based description of floodplain inundation dynamics in a global river routing model, Water Resour. Res. 47, 2010.

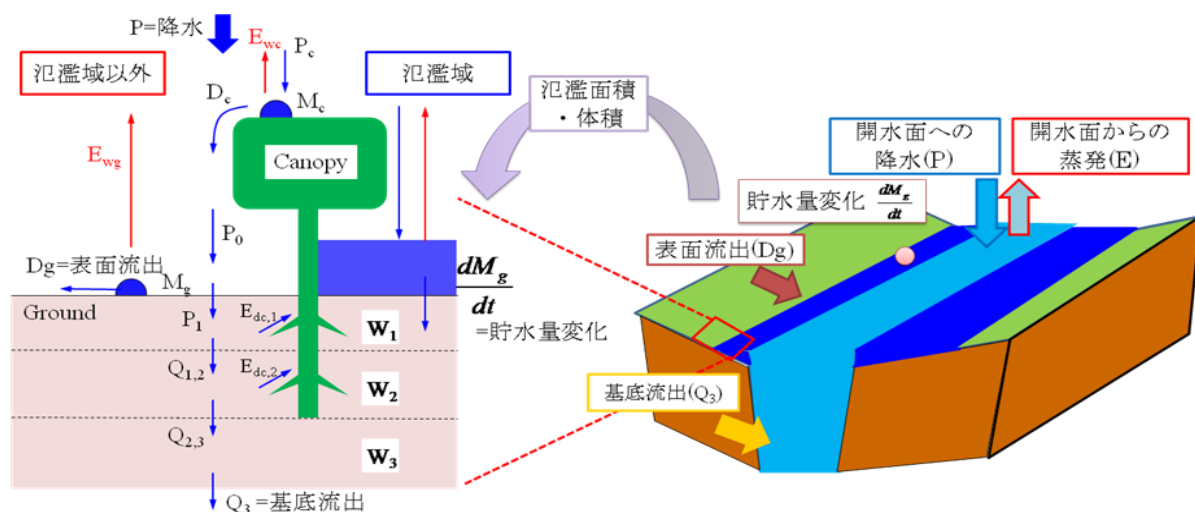


図. 1 陸面過程モデル SiBUC と CaMa-Flood を双方向的に結合する場合の概念図