

タイ・チャオプラヤ川における上流域水収支の長期解析に関する研究

京都大学大学院 工学研究科 学生会員 ○小槻 峻司
 京都大学 防災研究所 正会員 田中 賢治
 東京大学 生産技術研究所 正会員 小森 大輔

1. 目的

2011年7月から断続的に続いた大雨により、タイ国・チャオプラヤ川では大規模な洪水が発生した。工業集積地であるアユタヤ地区も被害を受け、日系企業にも大きな被害が出た事は報道でも知られる通りである。この災害に対して、我が国はJICAによる緊急技術協力「チャオプラヤ川流域洪水対策プロジェクト」を実施している。その中では、1999年に策定した流域全体のマスタープランの見直しも図られる予定である。

JICAでは50年、100年確率雨量や気候変動の影響を考慮した基本高水を推計し、それに基づきマスタープランを見直す方針としている。チャオプラヤ川における水資源管理では、上流4支川の合流地となる、中流域に位置するNakhon Sawan(C.2)地点の流量把握が特に重要となる(図-1a)。本研究は、水文モデルを使用し、C2地点の長期流量を再現する事を目的とすると共に、現在タイ側から提供されている観測雨量データが、C2地点の流量再現に十分な精度であるかを検証する。観測雨量の充実度を議論する事は、データ提供を受ける上での材料として、観測数の重要性をカウンターパートに伝える上でも重要である。

2. 解析手法と計算条件

使用する水文モデルは、水文陸面過程から出力される流出量をkinematic wave法で河道追跡する構造を持つ。具体的なモデル構造は、参考文献¹⁾を参照されたい。観測雨量は、2つのプロジェクト及びカウンターパートの提供を受けてデータを収集した(表-1)。解析は、これら観測点雨量を使用した計算(obs解析)と、観測雨量ベースのプロダクトであるAphroditeの雨量を使用した計算(aphro解析)の2通りを行う。その他6要素の気象強制力や、地理・地表面データの詳細も参考文献¹⁾に譲る。解析期間は、他の気象強制力のデータ範囲の関係から、1981年から2004年までの25年間とする。

水文陸面過程解析には、Tanaka(2004)により開発されたSiBUCを用いる。モデルに要するパラメータは地理・地表面データから作成され、基本的にパラメータチューニングを要さない。筆者らは、SiBUCはモンスーン域では特にパラメータチューニングを要せずに陸面過程解析が可能であると考ええる。これまでに、データの揃った日本国内20の一級河川で、流量が再現される事を確認しているためである。水収支・熱収支に強い縛りをかけて解析するモデルのため、ある程度入力雨量の妥当性を検討する事が出来る。

解析結果は、C.2地点と、同地点に流入する4支川で検証する。検証地点は、Bhumibolダム(Ping川)、Sirikitダム(Nan川)、Y.6(Yom川)、W.4A(Wang川)である。5地点においては、モデル集水面積が統計情報と良く一致しており、これを以って河道情報再現の担保とする。

表-1 使用可能な観測降水量

Project Name	Resolution or Stations	Period
Aphrodite	0.25 deg	1951-2007
GAME-T	RID:573 / TMD:37	RID:1980-2000 / TMD:1997-2002
IMPAC-T	RID:27 / TMD:48	RID:2010-2011 / TMD:1961-2011
Aksara provision	RID:187 / TMD:60	RID:1979-2006 / TMD:2005-2011

※ RID: Royal Irrigation Department (タイ国王立灌漑局), TMD: Thai Meteorological Department (タイ国気象庁)

キーワード チャオプラヤ川, 陸面過程, 長期流量, 観測密度

連絡先 〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄 京都大学防災研究所 水資源環境研究センター TEL: 0774-38-4248

3. 解析結果と考察

5 地点の検証地点にて、月流量の Nash 効率係数と 25 年の水収支誤差を計算した (表-2)。ただし、C.2 地点では、2 基の大型ダムの影響を考慮する必要があるため、ダムの調整量を考慮して Nash 効率係数を計算している。表-2 には、1981-2000 年間の、集水域平均観測密度も併記している。解析結果より、観測点ベースの解析が Aphrodite に比して良い結果である事が分かった。C.2 地点での水収支総誤差も、10%誤差と精度良く解析できている。一方、Wang 川集水域での解析結果が悪かったため、現在この点は原因の解明に努めている。Wang 川集水域を除くと、観測密度の充実度が、流量再現性(Nash)や水収支の解析精度に貢献している事も分かる。なお、日本の AMeDAS の降水量観測密度は約 17km とされ、1000km² 辺りの観測数は 3.46 地点である。

Nakhon Sawan 地点における、水収支の年変動が再現されているかを確認した (図 1-c)。観測流量から算出した年流出量を、obs 解析では良く再現できている事が確認できた。2001 年から 2004 年にかけては、大きく過大評価となっているが、使用した観測地点数が大幅に減少した原因が大きいと考えられる。このような結果は、上流域の雨量観測の充実度が、C.2 地点の水収支再現に極めて重要である事を指し示すものであると言える。図-1b にも見られるように、現在タイの雨量観測点は下流の平野部に集中している。これは、雨量観測点を多く展開している機関が RID であり、下流灌漑地域での観測を充実させているためである。しかしながら、灌漑水の供給可能性を把握するためには、今後上流域、特に Sirikit Dam 集水域の観測密度を高めて行くことが必要であろうと言える。

5. 結論

本研究では、タイ・チャオプラヤ川の上流域水収支の年変動再現を試みた。今後は、Nakhon Sawan 地点の確率流量算出や、不確実性の議論、貯水池操作規則の策定に取り組む予定である。

参考文献

1. 小槻峻司, 田中賢治, 小尻利治, 浜口俊雄: 灌漑を考慮した陸域水循環モデルの構築, 水工学論文集, 第 55 巻, pp553-558, 2011.

表-2 観測雨量解析, Aphrodite 解析の結果 (結果の良い方をラベリングしている)

Catchment	Rain stations per 1000km ²	Aphrodite		Observed rainfall	
		Nash	Budget [%]	Nash	Budget [%]
Nakhon Sawan (C.2)	1.59	0.47	- 36	0.70	+ 10
Bhumibol Dam	1.92	0.46	- 41	0.72	- 6
Sirikit Dam	1.24	0.15	- 66	0.52	- 35
Ban Kaeng Luang (Y.6)	1.37	0.40	- 42	0.66	+ 9
Ban Wang Man (W.4A)	2.00	0.51	+ 16	-0.35	+ 115

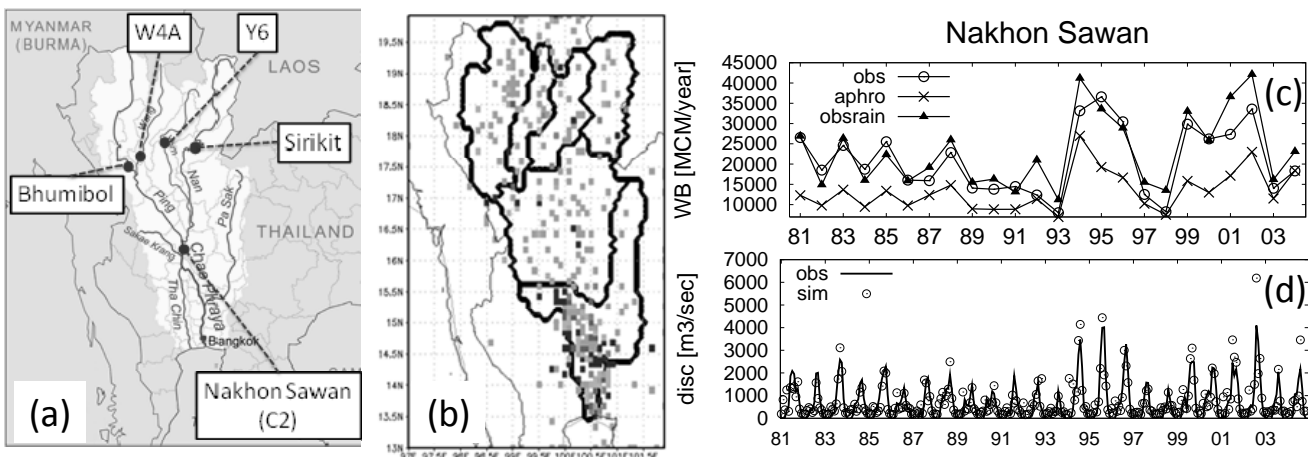


図-1 (a) 流域概要と観測地点, (b) 雨量観測地点(2000年), (c) Nakhon Sawan における水収支比較(aphro 解析:-36%, obs 解析:+10%), (d) Nakhon Sawan における自然流量と解析値の比較(Nash = 0.70)