

第 部門

チャオプラヤ川における流出モデルの構築に関する研究

京都大学工学部

学生員 小槻 峻司

京都大学防災研究所

正会員 田中 賢治

京都大学防災研究所

正会員 小尻 利治

京都大学防災研究所

正会員 浜口 俊雄

1. 本研究の概要

チャオプラヤ川（タイ）は $157,927\text{km}^2$ という広大な流域面積を有する大河川である。この地域は東アジアモンスーン域に位置しており、雨季と乾季が存在し、チャオプラヤ川では毎年雨季の終わりに洪水を起こしている。流域には Bhumibol ダム、Sirikit ダムという貯水容量 100 億 m^3 を超える大規模ダムがあり、その挙動は下流に対して大きな影響を与えている。発電、灌漑の役割も担うこれらのダムであるが、洪水を防ぐためにも両ダムの有効な活用が不可欠である。そこで、本研究では、ダムが下流域に与える影響を知るために、流域のモデル化を行い、また、現在のダムの操作規則を知るためにダム操作規則の定式化に着手した。

2. 流域の流出解析手法

図 1 に本研究の解析手順を示す。本研究では、分布型流出モデルとして Hydro-BEAM¹⁾ (Hydrological River Basin Environment Assessment Model) を採用し、以下の手順で解析を行った。解析期間は、1998 年とした。なお、今回は Bhumibol ダム、Sirikit ダムのみをダムモデルとしてモデルに組み込んだ。

）流域をモデル化し、地理特性データにより各メッシュの地理特性を決定する。今回、解析は 10 km メッシュで行った。水流はメッシュの中心を東西南北の 4 方向いづれかに流下するものとする。

）気候特性データ・各メッシュの地理特性を蒸発散過程、積雪・融雪過程に入力し、各メッシュの気候特性を決定する。

）ダムからの放流量をダムセル下流セルに返すことによりダムモデルを Hydro-BEAM に組み込む。

）各メッシュの地理特性・気候特性を水流流出過程に入力し、流出解析を行う。解析結果と RID（タイ王立灌漑局）観測値による流量観測値を比較し、上流部から順にモデルでのパラメータ同定を行う。

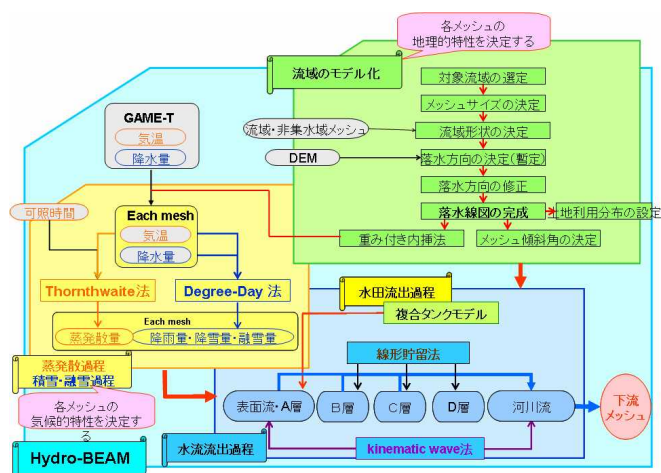


図 1 解析手順

3. 流量解析結果

）ダム上流域解析結果

図 2, 3 に流域上流域での流量解析結果を示す。これらはチャオプラヤ川の 4 支流のうち、異なる支流で流量解析を行ったものである。P 14 地点では概ね流量を再現できているが、W 3 地点では、1 年を通して大きく異なっている。これは W 3 地点上流に、貯水容量 20 億 m^3 クラスの中規模ダムが存在しており、今回中規模ダムをモデルに組み込んでいないためと考えられる。

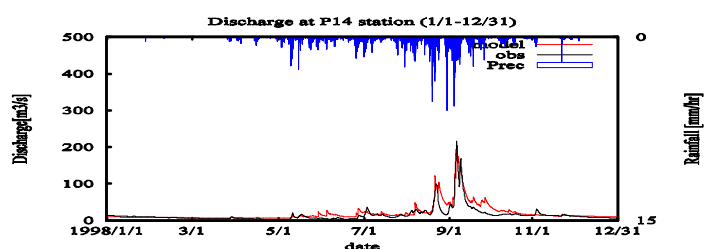


図 2 P 14 地点解析結果

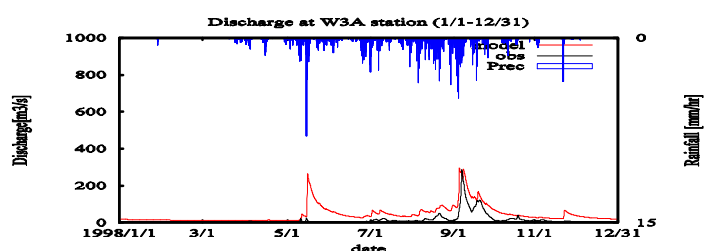


図 3 W 3 地点解析結果

）ダム下流域解析結果

図 4, 5 にダム下流域での解析結果を示す。なお、モデル内ではダムからの放流量は実際の観測値を用いた。Sirikit ダムの直下にある N12 地点では流量を再現できているが、両ダムから下流に 300 km ほど離れた C2 地点では解析結果と観測値が大きく異なっている。1～5 月の乾季では、この値の差が比較的一定であり、これはダム下流部における灌漑地での取水のために起こっていると考えられる。

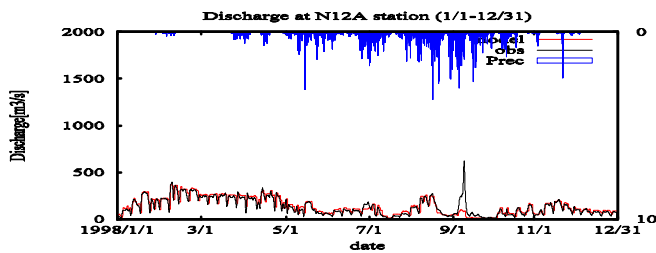


図 4 N12 地点解析結果

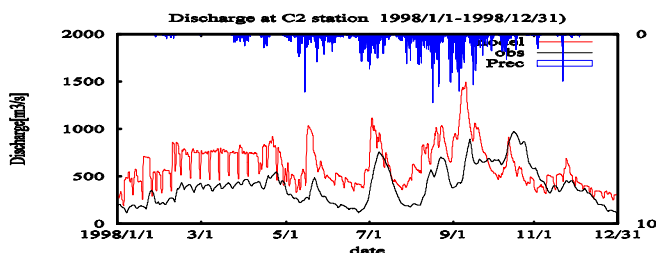


図 5 C2 地点解析結果

4. ダム放流操作の定式化

現在の Bhumibol ダム, Sirikit ダムの放流操作は、貯水量に関して upper rule curve と lower rule curve を作成し、1 年を通してその間に入るように運営することになっている。しかしこれはかなり大まかな規則であり、またこの規則からは外れることもしばしば見られる。そこで現在のダムの放流がどのような規則で行われているのかを知るために、ダムの流入量、放流量、貯水量の観測値よりダムの放流規則を定式化しようと試みた。定式化は以下の手順で行った。

）貯水量を基準にデータのクラス分けを行う。

）各クラス内で、放流量と対象日の 3 日前～当日の平均流入量との間に相関を取り、得られた回帰式を基本法流量決定式とする。

）発電用水を考慮して、）で得られた基本法流量の土曜日は 90%、日曜日は 80%の放流しか行わないこととする。

図 6 に両ダムの回帰式、また、観測値との相関を示

す。Bhumibol ダムではある程度の相関が出ているが、Sirikit ダムでは放流を再現できていない。この原因としては、現在の貯水量、流入量以外にも放流量を決定する要素があること、もしくは、現在は完全に規則化された放流規則が存在しない可能性が挙げられる。

B humi	相関	回帰式	Sirikit	相関	回帰式
CLASS	係数		CLASS	係数	
CLASS1	-0.70	$Y = -0.19X + 3.95$	CLASS1	-0.34	$Y = -0.44X + 7.95$
CLASS2	-0.66	$Y = -0.34X + 14.9$	CLASS2	-0.13	$Y = -0.13X + 11.0$
CLASS3	-0.75	$Y = -0.27X + 15.4$	CLASS3	-0.47	$Y = -0.30X + 16.8$
CLASS4	-0.65	$Y = -0.18X + 16.5$	CLASS4	-0.44	$Y = -0.43X + 20.9$
CLASS5	-0.44	$Y = -0.23X + 16.4$	CLASS5	-0.36	$Y = -0.22X + 19.9$
CLASS6	-0.58	$Y = -0.29X + 20.5$	CLASS6	-0.64	$Y = -0.42X + 26.5$
CLASS7	-0.59	$Y = -0.28X + 22.8$	CLASS7	-0.72	$Y = -0.56X + 28.4$
CLASS8	-0.45	$Y = -0.21X + 17.8$	CLASS8	-0.61	$Y = -0.53X + 27.0$
CLASS9	-0.81	$Y = -0.25X + 31.4$	CLASS9	-0.66	$Y = -0.50X + 29.5$
CLASS10	0.70	$Y = 0.56X + 9.42$	CLASS10	-0.73	$Y = -0.69X + 28.5$
			CLASS11	-0.22	$Y = -0.26X + 19.7$
			CLASS12	-0.10	$Y = -0.094X + 12.2$

図 6 クラス別 相関・回帰式

5. 結論

本研究では、Hydro-BEAM を用いて流域での流量解析を行い、また、実際の観測値より現在のダム放流規則を特定しようとしたが、現在まではどちらも精度の良い再現には至らなかった。今後、流量解析については、流域内の中小規模ダムと、灌漑用取水をモデルに組み込んでいくことが必要だと考えられる。また、ダム操作の定式化については、ダム下流部からの灌漑必要水量の要求がダムの放流に影響を与えていると考えられるので、それを考慮してダムの操作規則を推定していく。しかしながら現在は完全な放流規則が存在しておらず、ダムの放流がある程度経験則的に決められている可能性も示唆されており、今後の研究で、発電、治水、灌漑の役割を高いレベルで果たせるようなダムの操作規則を提案することができれば、流域に大きな利益をもたらすことが出来ると期待される。

参考文献

- 1) 木内陽一: 分布型短長期流出モデルによる流域水循環とその評価に関する研究, 京都大学大学院工学研究科修士論文, 2000