

大規模ダム貯水池からの放流量変動が下流の流況に与える影響に関する数値実験

福岡大学工学部 正会員 ○手計 太一
(独)土木研究所 正会員 吉谷 純一

1. はじめに

ダム貯水池の建設や運用は流域の河川流量に大きな影響を及ぼす。河川環境への影響は極めて大きいことは自明であり、その影響範囲を明らかにすることが重要である。大規模なダム貯水池であれば、下流300km~400kmにおいても影響が伝播する可能性が高いことがわかっている¹⁾。本稿では数値実験を利用して、ダム貯水池からの放流量変動が下流にどのように伝播するのかを明らかにする。

2. Chao Phraya 川流域

本研究で対象とした Chao Phraya 川流域の流域面積は 157925km² で同国面積の約 30% を占め、29 の県に跨る同国最大の流域である (図-1 参照)。Chao Phraya 川流域は、上流から Ping 川, Wang 川, Yom 川, Nan 川の 4 つの支川が Nakhon Sawan 市で合流し、さらにその下流において Pasak 川と Sakae Krang 川が合流し、タイ湾に注がれる。流域全体の平均降水量は年間 1200mm 程度、かつ蒸発量が極めて多いため年間の流出高は約 200~300mm である。

本対象流域には大・中規模のダム貯水池が 7 つ運用されているが、その中でも最大規模の Bhumibol ダム貯水池 (貯水容量: 135 億 m³) と Sirikit ダム貯水池 (貯水容量: 105 億 m³) からの放流量が下流の流況に与えた影響を数値実験で明らかにする。

3. 数値実験

(1) 実河道網を利用した数値実験

降雨流出計算に当っては、Chao Phraya 川全流域を 58 のサブ流域に分割し、それぞれにタンクモデル型の降雨・流出モデルを配した。

河道計算に用いた河道網は図-1 中の青太線で示す。河道網の流況再現では連続式及び不定流の基本式 (サン・ヴナン式) を用いて計算している。水位計算点と流量計算点を交互に配置するスタッガート法で差分化し、陰解法 6 点アボットスキームによって解いている。

下流端境界条件は Chao Phraya 川の河口から約 40km 上流に位置する C.12 水文観測所と Tha Chin 川の河口から約 50km 上流に位置する T.1 水文観測所 (図-1 参照) の水位の時系列を与えた。本研究では、リファレンスポイントを下流端よりも 200km 以上上流にある C.2 水文観測所 (図-1 参照) に設定したので、下流端の影響は全く受けない。いわゆる開放端条件と同条件である。さらに、これまでに RID によ

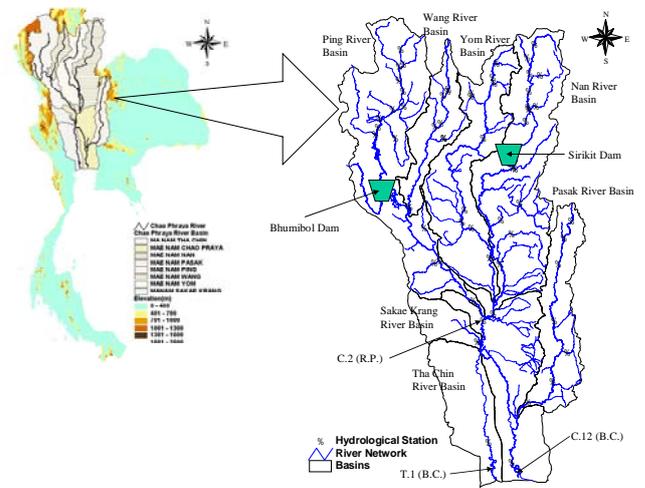


図-1 タイ国と Chao Phraya 川流域の概略図

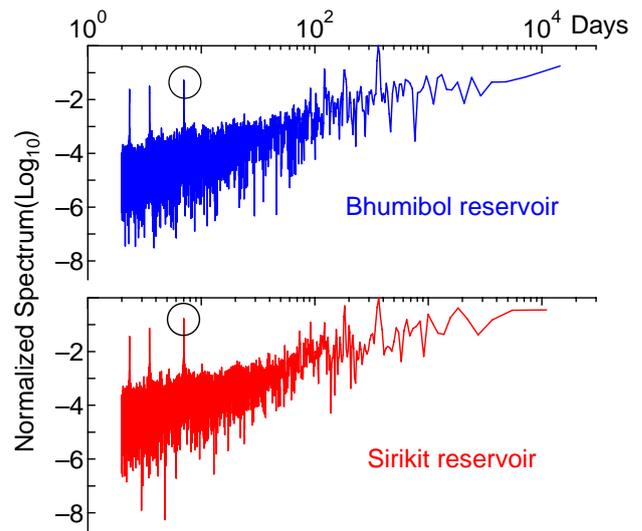


図-2 Bhumibol ダム貯水池と Sirikit ダム貯水池からの日放流量時系列データのパワースペクトル

って測定された 176 箇所横断面形状をモデルに入力している。本実験においては、実際の二つのダム貯水池からの放流量データを入れて計算している。

(2) 擬似河道を利用した数値実験

ここでは擬似的に直線河道を作成し、不定流計算を利用して下記 (1) 式に示す擬似的な放流量変動が伝播する様子を明らかにした。

$$Q_{release} = 160 + 240 \left| \text{Sin} \left(\frac{\pi}{7} t \right) \right| \cdot \dots \cdot (1)$$

ここで、 $Q_{release}$ は放流量 (m^3/s)、 t は時間 (日) である。

4. 解析結果

本稿では、大規模ダム貯水池からの放流量変動が下流に及ぼす影響の指標としてパワースペクトルを利用する。ダム貯水池からの日放流量の周波数特性が下流のどこまで伝播しているのかを確認する。

まず、Bhumibol ダム貯水池と Sirikit ダム貯水池からの日放流量時系列データのパワースペクトルを図-2 に示す。図中の○印は高周波域において7日の周期成分が突出している。これは、ダム貯水池の運用が週単位で実施されていることに起因している。なお、3.5日や2.3日にも周期成分がみえるが、これが真の周期特性であるかは認められない。

次に、擬似河道を利用した数値実験の結果を図-3 と図-4 に示す。図-3 は大規模ダム貯水池を考慮しない場合における C.2 水文観測所 (Bhumibol ダム貯水池より 327km 下流, Sirikit ダム貯水池より 391km 下流に位置する) における日河川流量時系列のパワースペクトルである。また、図-4 は大規模ダム貯水池を考慮した場合の数値実験結果である。両者を比較すると、ダム貯水池を考慮した場合の数値実験結果には二つのダム貯水池が建設以降において7日の周波特性が確認できる。これは河川流量の観測データを基にした解析結果とも一致することから、ダム貯水池から300~400km程度下流においても日放流量時系列データの周波数特性は保存されることがわかった。

図-5 は擬似河道を利用した数値実験の結果、時間と距離そして河川流量の関係を示している。計算条件は、水路幅 200m, 粗度係数 0.03, 水路勾配 1/1450 である。同上条件は Chao Phraya 川の平均的な値である。5000km という長距離になれば初期条件の放流量変動の減衰が若干認められるものの、周期特性は保存されている。先の数値実験の結果と同様に、Chao Phraya 川の河川長程度であればダム貯水池からの放流量変動が下流に伝播し、流況に影響を与えている。

5. まとめ

大規模ダム貯水池の放流量変動が下流の流況に与える影響について数値実験を行った。その結果、大規模ダム貯水池からの放流量変動は 400km 程度まで

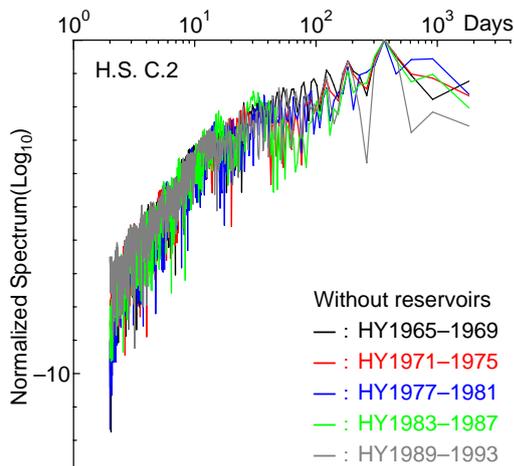


図-3 大規模ダム貯水池を考慮しない場合における C.2 水文観測所における日河川流量時系列のパワースペクトル

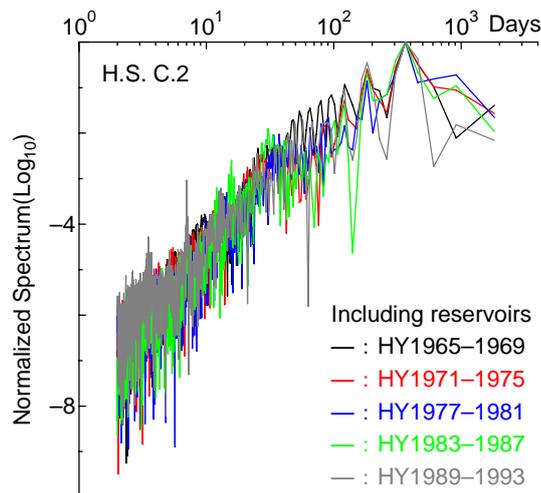


図-4 大規模ダム貯水池を考慮した場合における C.2 水文観測所における日河川流量時系列のパワースペクトル

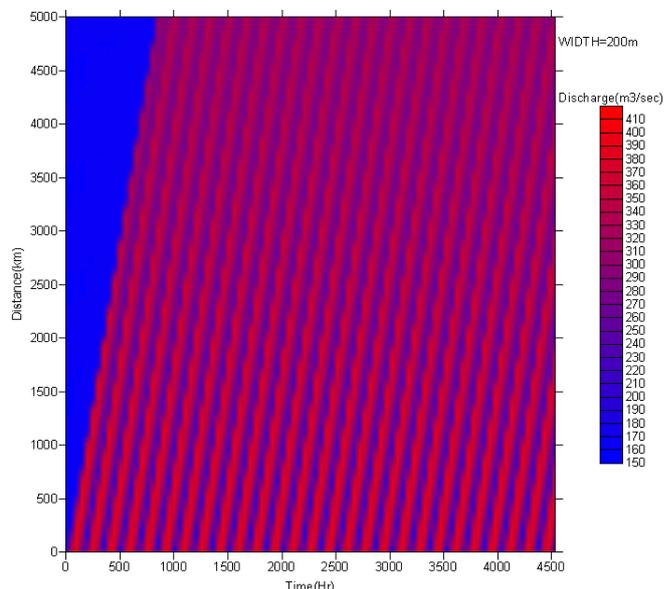


図-5 擬似河道を利用した数値実験の結果、時間と距離そして河川流量の関係

その周波数特性を保存することがわかった。さらに、ダム貯水池の数が多くなればその影響も増大すると推察される。以上の結果は、河川環境の保全などにおいて大きく貢献できると考えられる。

引用文献

- 1) 手計太一, 吉谷純一 (2005): 大ダム建設が流況に与えた影響—タイ王国・Chao Phraya 川流域を対象として—, 水文・水資源学会誌, 第 18 巻 3 号, pp. 281-292.
- 2) 手計太一, 吉谷純一, チャンチャイ・スヴァンピモル, 宮本守, 山田正 (2006): MIKE11 を利用したタイ王国・Chao Phraya 川流域水循環モデルの構築とその検証, 水文・水資源学会誌, 第 19 巻 3 号, pp. 212-220.