

39. タイ国チャオプラヤー川流域内における 大規模ダム貯水池操作に関する基礎的検討

道谷 健太郎^{1*}・手計 太一¹・呉 修一²・Pongthakorn Suvanpimol³・星川 圭介¹

¹富山県立大学工学部環境工学科(〒939-0398 富山県射水市黒河5180)

²東北大学災害科学国際研究所(〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-4)

³タイ王立灌漑局(811 Samsen Nakornchaisri, Dusit Bangkok 10300, Thailand)

* E-mail: t117025@st.pu-toyama.ac.jp

2011年、タイ国最大の流域面積を持ち首都バンコク等の主要都市を流下するチャオプラヤー川流域は既往最大の洪水被害に見舞われた。この被害は同国のみならず、世界中の経済に影響を及ぼした。その後、同国政府はダム貯水池の操作の見直しを含めて、治水・利水の両面から流域マネジメントを再考している。本研究では、流域に位置する2つの大規模貯水池(プミボン、シリキット)の新旧の操作ルールカーブの特徴や有効性について基礎的な検討を行った。

その結果、新旧の貯水池操作ルールカーブを比較すると、新ルールカーブは雨期の貯水量の回復に大きく期待していることが示された。また、プミボンダム貯水池の過去49年間とシリキットダム貯水池の過去39年間の雨期流入量とそれぞれの新ルールカーブを比較した結果、雨季の流入による貯水量の回復が、新しい貯水池操作ルールには必ずしも適応していないことを明らかにした。

Key Words : 2011flood, reservoir operation, watershed management, Chao Phraya River, Thailand

1. はじめに

2011年9月～12月にかけて、タイ国中央部に位置し、社会経済的に最も重要なチャオプラヤー川流域では極めて甚大な洪水被害を受けた¹⁾。当時のダム貯水池運用とその効果に関する詳細な報告は未だされていないが、当時では最大限の能力を発揮していたと推察される。

災害後、国を挙げてチャオプラヤー川流域の治水対策が検討されているが、容易にダム貯水池を建設することはできない。また、既存の大規模ダム貯水池の効率的運用についての検討もされていないのが実情である。さらに、利水に関する効果についても検討されていない。

以上を鑑み、本研究では当地における大規模ダム貯水池の効率的運用方法を提案するために、新旧の運用ルールカーブに関する基礎的な検討を行った²⁾。

2. タイ国チャオプラヤー川流域と大規模ダム貯水池群

本研究で対象とするChao Phraya川流域はタイ北部から

中央部にまたがる、同国最大の流域面積(157,925km²)を持つ(図-1)³⁾。北部の山岳域からPing川、Wang川、Yom川、Nan川の4支川が合流しChao Phraya川本川が始まる。そして西部からSakae Krang川、下流では東側からPasak川が流れ込み、一部はTha Chin川に分流し、最後にタイ湾へと流れる。中流域は氾濫原、下流域はデルタという構造をしている。また、タイ北部はほぼ頁岩、れき岩、砂岩等を基岩とした地質、バンコクを中心とするタイ中央平原は粘土で被われ、その他の平野、丘陵地は概ねローム質の土で被われている。対象流域の気候はアジアモンスーンの影響を受け、雨期(5月から10月)と乾期(11月から4月)の明瞭な区別がある。乾期のうちで特に3月から4月は一年の中でも一番暑気が厳しい時期である。また乾期には60日から70日間の無降雨日が続くことがある。一方、雨期には激しいスコールに見舞われ、各地で洪水が発生している。

図-2はチャオプラヤー川流域内に位置する中・大規模のダム貯水池を示している⁴⁾。2014年現在、9つのダム貯水池があり、総貯水容量は254億m³である。

1957年、世界銀行の援助によって、タイ王国初の大規模かつ多目的ダムの建設が認められた。そして1964年、

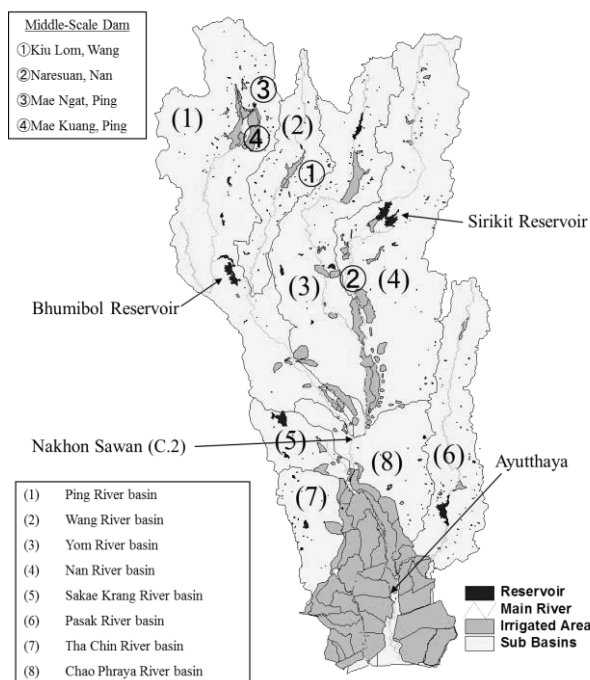


図-1 チャオプラヤー川流域

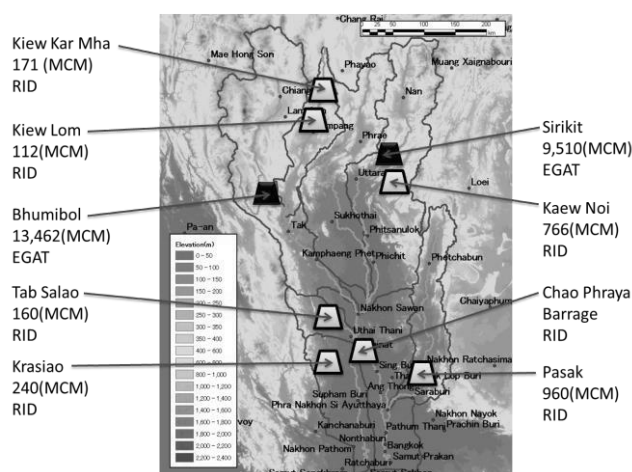


図-2 チャオプラヤー川流域内に位置する中・大規模のダム貯水池

タイ王国初の多目的大ダムとして、Ping川上流に国王の名を取ったBhumibolダムが建設された。次に、1961年、Nan川に同様規模の多目的ダムを建設することが政府によって承認され、1977年、Nan川上流に女王の名を取ったSirikitダムが完成した。両ダムの主な特徴を表-1に示す。両ダムはEGAT (Electricity Generating Authority of Thailand: タイ電力公社)が管理・運営するものであり、その主目的は発電であるが、王立灌漑局との協議により灌漑用にも運用している。運用目的は、発電、灌漑、治水であり、その目的全てを達成しないとタイ王国の経済発展に支障をきたすことは言うまでもない。

表-1 プミポンダムとシリキットダムの諸元⁵⁾

名称	プミポンダム	シリキットダム
用途	発電 灌漑 洪水調節	発電 灌漑 洪水調節
管理	タイ電力公社	タイ電力公社
河川	ピン川	ナン川
集水面積 (km ²)	26,386	13,130
年間流入量 (× 10 ⁶ m ³)	5,814 (1965-2012年,平均)	5,772 (1974-2012年,平均)
年間流入量 (mm)	199.2	427.5
最大貯水容量 (× 10 ⁶ m ³)	13,462	10,508
湛水面積 (km ²)	316.0	260.0
ダム型式	重力アーチ式	アースフィル式

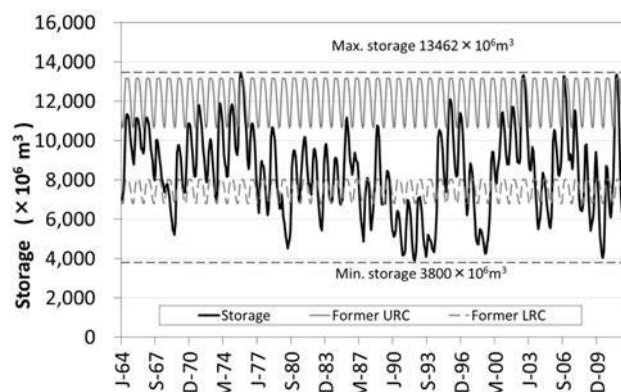


図-3 プミポンダムの1964年～2012年までの月平均貯水量の時系列

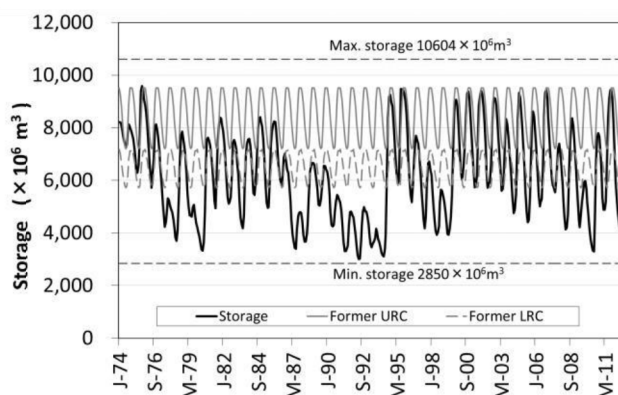


図-4 シリキットダムの1974年～2012年までの月平均貯水量の時系列

3. 大規模ダム貯水池の運用方法の特徴

(1) 過去の月平均貯水量と旧RCの比較

図-3はプミポンダムの1964年～2012年までの月平均貯水量の時系列である。図中の灰色の実線と点線は、1996年に策定され2011年洪水前まで運用されていた貯水池操作ルールカーブ(上限・下限ルールカーブ; 旧URC, 旧LRC)をそれぞれ示している。プミポンダムでは、月ごとに順守すべき貯水量の上限値と下限値が決められており、貯水量をその範囲に保つように放流操作が

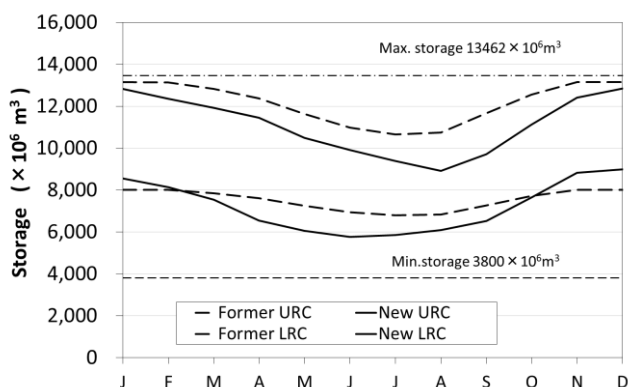


図-5 プミポンダムの新旧の貯水池操作ルールカーブ

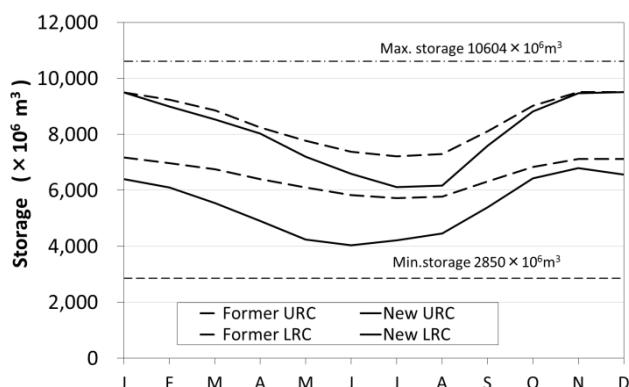


図-6 シリキットダムの新旧の貯水池操作ルールカーブ

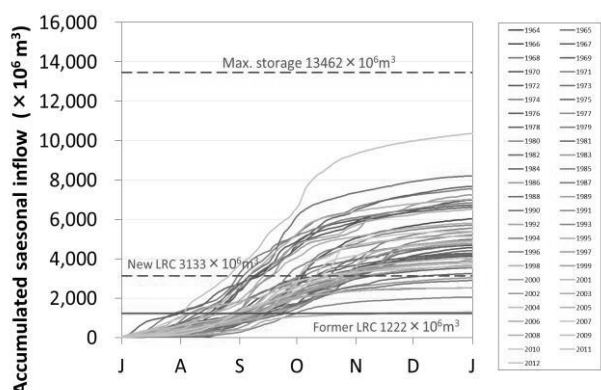


図-7 プミポンダムにおける 1964 年～2012 年までの各年の雨期(7 月～12 月)の季節積算流入量

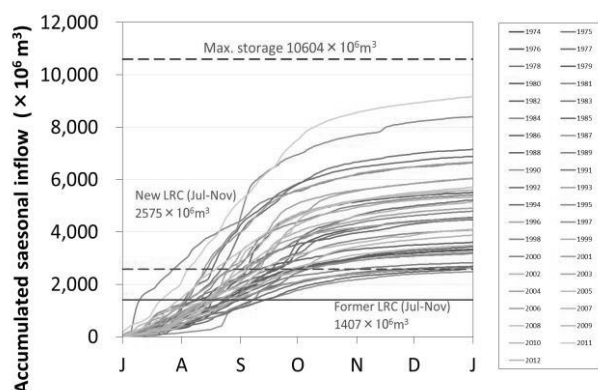


図-8 シリキットダムにおける 1974 年～2012 年までの各年の雨期(7 月～12 月)の季節積算流入量

行われている。運用開始してからの 49 年間のうち、月平均貯水量が年に 1 回でも旧 LRC を下回った年を数えると 29 回であった。さらに、そのうち 1 年を通して旧 LRC を下回っていた年は 3 回あった。図-4 はシリキットダムの 1974 年～2012 年までの月平均貯水量の時系列である。運用開始してからの 39 年間のうち、月平均貯水量が 1 年間で 1 回でも旧 LRC を下まわった年を数えると 35 回であった。さらに、そのうち 1 年を通して旧 LRC を下回っていた年は 8 回あった。

(2) 新旧の貯水池操作ルールカーブ比較

図-5 にプミポンダムの新旧の貯水池操作ルールカーブを示す⁹⁾。2011 年にタイを襲った大規模洪水の後、タイ政府は上述の貯水池操作ルールカーブの大幅な改定を行った(新 URC, 新 LRC)。新 URC, 新 LRC とともに全体的に大きく下げられた。URC の最低値は、旧 LRC では 7 月の $10655 \times 10^6 \text{ m}^3$ であったが、新 LRC では 8 月の $8917 \times 10^6 \text{ m}^3$ (下げ幅 $1738 \times 10^6 \text{ m}^3$, 16% 減) へ下げられた。LRC の最低値は旧 LRC では 7 月の $6791 \times 10^6 \text{ m}^3$ であったが、新 LRC では 6 月の $5765 \times 10^6 \text{ m}^3$ (下げ幅 $1026 \times 10^6 \text{ m}^3$, 15% 減) へ下げられた。

LRC, URC の最高値はともに雨季の終わりである 12

月であるが、URC は下げられ、LRC は上げられた。URC は、旧 URC の $13152 \times 10^6 \text{ m}^3$ から $12844 \times 10^6 \text{ m}^3$ (下げ幅 $308 \times 10^6 \text{ m}^3$, 2% 減) へ下げられた。12 月の LRC は旧来の $8013 \times 10^6 \text{ m}^3$ から $8989 \times 10^6 \text{ m}^3$ (上げ幅 $976 \times 10^6 \text{ m}^3$, 12% 増) へ上げられた。さらに、雨期の始まる 7 月から雨季の終わりの 12 月までの新 LRC の上げ幅は $3133 \times 10^6 \text{ m}^3$ である。

シリキットダムの新旧の貯水池操作ルールカーブを図-6 に示す⁹⁾。プミポンダムと同様に、シリキットダムについても政府は貯水池操作ルールカーブの大幅な改定を行った。シリキットダムにおいても LRC, URC とともに全体的に大きく下げられた。新 LRC の下限は旧 LRC では 7 月の $5718 \times 10^6 \text{ m}^3$ であったが、新 LRC では 6 月の $4041 \times 10^6 \text{ m}^3$ (下げ幅 $1677 \times 10^6 \text{ m}^3$, 29% 減) へ下げられた。URC の最低値は新旧ともに 7 月であるが旧 LRC の $7208 \times 10^6 \text{ m}^3$ から、新 LRC の $6155 \times 10^6 \text{ m}^3$ (下げ幅 $1093 \times 10^6 \text{ m}^3$, 15% 減) へ下げられた。LRC が最高値となる 11 月では旧 LRC が $7125 \times 10^6 \text{ m}^3$ であったのに対し、新 LRC は $6558 \times 10^6 \text{ m}^3$ まで下げられた。新 ULC が最高値となる 12 月の値は $9510 \times 10^6 \text{ m}^3$ であり、これは旧 LRC と全く同じ値である。雨期の始まる 7 月から新 LRC が最大となる 11 月までの新 LRC の上げ幅は $2575 \times 10^6 \text{ m}^3$ である。

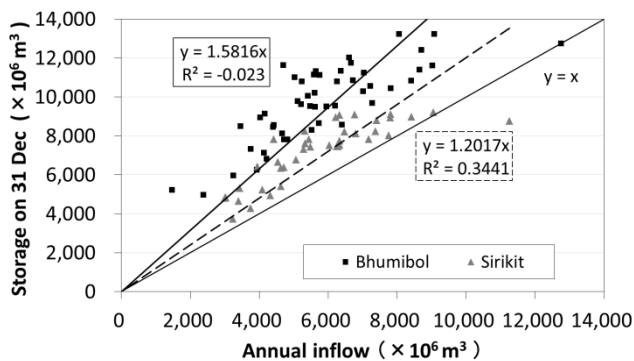


図-9 プミポンダムとシリキットダムの年間総流入量とその年の12月31日の貯水量の比較

(3) 季節積算流入量

図-7はプミポンダムにおける1964年～2012年までの各年の雨期(7月～12月)の季節積算流入量である。図中の破線は雨期における新LRCの上げ幅である $3133 \times 10^6 \text{ m}^3$ を表し、その下の直線は旧LRCの上げ幅である $1222 \times 10^6 \text{ m}^3$ を表している。1964年～2012年の49年間に、雨期の積算流入量が新LRCの上げ幅である $3133 \times 10^6 \text{ m}^3$ を下回る年は6回(約12.2%)であった。これは雨期の流入による貯水量の回復が、新しい操作ルールには必ずしも適応していないことを意味している。

図-8はシリキットダムにおける1974年～2012年までの各年の雨期(7月～12月)の季節積算流入量である。図中の破線は雨期における新LRCの上げ幅である $2575 \times 10^6 \text{ m}^3$ を表し、その下の直線は旧LRCの上げ幅である $1407 \times 10^6 \text{ m}^3$ を表している。1974年～2012年の39年間のうち雨期の積算流入量が新LRCの上げ幅である $2575 \times 10^6 \text{ m}^3$ を下回る年は1回(全体の約2.6%)だけであった。プミポンダムと同様に、シリキットダムにおいても雨期の流入による貯水量の回復が、新しい操作ルールには必ずしも適応していないことを意味している。

(4) 年間流入量とその年の12月31日の貯水量の比較

図-9はプミポンダムとシリキットダムの年間総流入量とその年の12月31日の貯水量の比較である。どちらのダムも両者は比例関係にある。さらに、図中の点の多くが $y = x$ の直線より上方に位置している。このことから、これらのダムは年間総流入量より多くの水を、各年の12月31日に貯水していることがわかる。また、図中には原点を通る回帰直線と回帰式を示した。これらから、平均してプミポンダムは1.6年分、シリキットダムは1.2年分の流入量を貯水していることがわかる。

4. 結論

本研究では、タイ国最大のプミポンダム貯水池とシリキットダム貯水池における新旧の貯水池操作ルールカーブについて、運用開始から2012年までの流入量データと貯水量データを用いて検討した。

プミポンダム貯水池とシリキットダム貯水池の貯水量は、どちらのダム貯水池においても長期間連続してルールカーブを下方に逸脱していた期間が確認された。

プミポンダム貯水池とシリキットダム貯水池の新旧LRCを比較すると、どちらのダムにおいても新LRCは雨季直前の値を旧LRCより大幅に下げているが、雨期の終わりの値にほとんど変化はない。これは、新LRCは旧LRCと比べると雨期中に大量に貯める方策を採用していることを意味している。

新LRCの上げ幅と過去の雨期積算流入量を比較した結果、プミポンダム貯水池とシリキットダム貯水池の両方において、雨期積算流入量が新LRCの上げ幅を下回る年が存在することが明らかとなった。このことから、雨期の流入による貯水量の回復が、新しい貯水池操作ルールには必ずしも適応していないと言える。

また、プミポンダム貯水池とシリキットダム貯水池における年間総流入量とその年の12月31日の貯水量の比較により、12月31日の貯水量は年間総流入量よりも大きく、それぞれ平均して1.6年分、1.2年分に相当していることが示された。

参考文献

- 1) D. Komori, S. Nakamura, M. Kiguchi, A. Nishijima, D. Yamazaki, S. Suzuki, A. Kawasaki, K. Oki and T. Oki. Characteristics of the 2011 Chao Phraya River flood in Central Thailand, Hydrological Research Letters, Vol. 6, pp.41-46, 2012.
- 2) 小川厚次, 手計太一, 呉修一: タイ国における大規模ダム貯水池の最適運用法に関する基礎的検討, 水文・水資源学会 2013 年研究発表会要旨集, pp.78-79, 2013.
- 3) 手計太一, 吉谷純一: 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, 2005.
- 4) 手計太一: チャオプラヤー川大洪水—被害拡大の要因と今後の課題—, 河川災害に関するシンポジウム, 2012.
- 5) 手計太一: タイ王国の水資源開発—歴代為政者たちの水資源政策, 現代図書, 224p, 2008.
- 6) 玉田芳史, 星川圭介, 船津鶴代: タイ 2011 年大洪水—その記録と教訓—, アジア経済研究所, 206p, 2013.