

## 下笠ダムの有効活用による筑後川上流の治水適応策

佐賀大学 大学院理工学研究科 学生会員 ○片山晴登 教育研究院 正会員 押川英夫

### 1. はじめに

将来的な大規模洪水に対する治水適応策の一つとして、既存ダムを有効活用するダム再生事業が推進されている。本研究では、下笠ダムと松原ダムの2基のダムが直列配置されている筑後川上流域において、令和2年7月豪雨時の実績降雨をベースとした数値シミュレーションを行い、既存ダムのゲート操作(規則)の変更による治水効果について検討した。具体的には、直列配置されたダム群において上流側のダムで非常用洪水吐きからの越流を許容するカスケード方式<sup>1)</sup>を考慮して、上流側の下笠ダムの計画最大放流量の変更に伴う治水能力の変化を調べた。

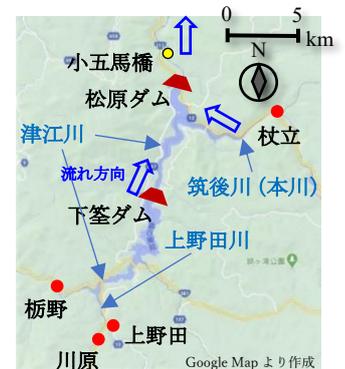


図1 解析対象領域

### 2. シミュレーションの概要

DHIのMIKE11<sup>2)</sup>を用いてダムの治水効果を考慮した1次元不定流解析を行った。図1に示すように、筑後川本川の88~100.5km(小五馬橋から杖立)、支川の津江川0~12km(合流地点から栃野)、支川の上野田川0~1.6km(合流地点から上野田)、支川の川原川0~1.5km(合流地点から川原)を解析区間とし、洪水の流入地点(各上流端)からの流入量以外に降雨等の流入はないと仮定した。上流端の境界条件に相当する流量については、行政機関から提供された観測所の実測値とiRIC<sup>3)</sup>のSRM(Storage Routing Model)を利用した流出解析を併用して、令和2年7月豪雨時の流量ハイドログラフ(以後、実績洪水と呼ぶ)を適切に再現した。ただし、水路などを含めた流動解析区間への流入分については適宜横流入として考慮している。

### 3. 実績降雨時の下笠ダムの最適な計画最大放流量の検討

現在の下笠ダムの計画最大放流量  $350 \text{ m}^3/\text{s}$  を含め<sup>4)</sup>、任意に設定した下笠ダムの計画最大放流量  $Q_S$  に対して、下流側の松原ダムで非常用洪水吐きからの越流が発生しない限界の上流端のピーク流量  $Q_p$  を試行錯誤的に求めた。その際、簡単のために異常洪水時防災操作(但し書き操作)は無視した上で、上流端のハイドログラフを引き伸ばすことで  $Q_p$  を求めている。なお、下流側の松原ダムの計画最大放流量は現在と同じ  $Q_M=1100 \text{ m}^3/\text{s}$  で、各ダムの治水容量も現在と同じ(下笠ダム  $5130 \text{ 万 m}^3$ 、松原ダム  $4580 \text{ 万 m}^3$ )とした<sup>4)</sup>。横軸を下笠ダムの計画最大放流量  $Q_S$ 、縦軸を実績洪水のピーク流量  $Q_{p0}$  で無次元化した  $Q_p/Q_{p0}$  とした結果を図2に示す。その際、4箇所の上流端で同様に引き伸ばしを行うことから、厳密には各上流端の  $Q_{p0}$  および  $Q_p$  の値はそれぞれ異なるものの、引き伸ばし率に相当する  $Q_p/Q_{p0}$  は全て同じ値となる。結果的に上流側の下笠ダムで非常用洪水吐きからの越流が生じた場合は、全てカスケード方式となる<sup>1)</sup>。

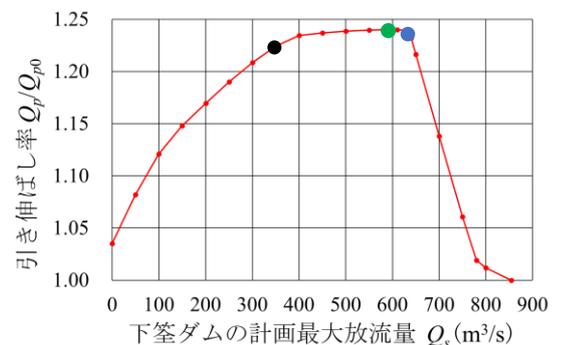


図2 下笠ダムの計画最大放流量  $Q_S$  と制御可能な限界の洪水  $Q_p/Q_{p0}$  の関係

図2の  $Q_S=350 \text{ m}^3/\text{s}$  の  $Q_p/Q_{p0}=1.224$  の結果(●)より、現在の下笠ダムの操作方法 ( $Q_{S0}=350 \text{ m}^3/\text{s}$ ) でも実績洪水より22.4%大きな洪水まで制御可能であったことが分かる。但し、この条件は下笠ダムから越流が生じていることからカスケード方式である<sup>1)</sup>。一方、 $Q_S=637 \text{ m}^3/\text{s}$  の  $Q_p/Q_{p0}=1.237$  の結果(●)では、松原ダムだけでなく上流側の下笠ダムも満水となっており、本条件が各ダムで非常用洪水吐きからの越流を許容しない従来型の洪水制御<sup>1)</sup>の限界となる。従って、 $Q_S \geq 637 \text{ m}^3/\text{s}$  の条件は全て従来型<sup>1)</sup>となる。図2の  $Q_S=594 \text{ m}^3/\text{s}$  の結果(●)において、 $Q_p/Q_{p0}$  は最大値1.240を取っていることが分かる。従って、 $Q_S=594 \text{ m}^3/\text{s}$  を計画最大放流量とすることにより、実績洪水と比較して24.0%大きな洪水まで制御可能であったことになり、この条件が実績洪水に対する最適な下笠ダムの操作方法ということになる。また、計画最大放流量が  $Q_{S0}=350 \text{ m}^3/\text{s}$  の場合と比較して、 $Q_p/Q_{p0}$  が1.224から1.240まで増

加していることから、下笠ダムの操作方法の変更で洪水制御能力が 1.3%高まることになる。

#### 4. 降雨分布に応じた下笠ダムの適切な計画最大放流量の検討

対象領域中の支川による流域分割を示した図3と本章の計算条件を示した表1から分かるように、令和2年7月の実績降雨の Case0 では西側ほど降雨強度が大きかった。しかしながら、適切な下笠ダムの計画最大放流量を求めるためには降雨分布に応じた各流域上流側からの流入量について考慮する必要がある。そこで対象流域全体の総流入量を実績洪水時と一致させたままで、図3の栃野、川原、上野田、杖立の4つの流域平均降雨を Case0 から変更し、対象流域内の降雨強度を一様にした場合の Case1、栃野と杖立および川原と上野田の流域平均降雨を反転させた場合の Case2 について検討を行った。

降雨とそれに伴う各上流端の流量を除いて既述した方法と同様な条件の下、任意に設定した下笠ダムの計画最大放流量  $Q_S$  に対して、下流側の松原ダムで非常用洪水吐きからの越流が発生しない限界の上流端の洪水のピーク流量  $Q_p$  を Case1 と Case2 で試行錯誤的に求めた。横軸を下笠ダムの計画最大放流量  $Q_S$ 、縦軸を実績洪水のピーク流量  $Q_{p0}$  で無次元化した  $Q_p/Q_{p0}$  とした結果を図4に示す。なお、比較のために併記された Case0 の結果は図2と同一である。

図4より、Case1 と Case2 の結果は共に、Case0 と同様の極大値（最大値）を取っており、各最大値では下笠ダムの非常用洪水吐きから越流が生じるカスケード方式りとなっていた。 $Q_p/Q_{p0}$  の最大値は、Case0 では  $Q_S = 594 \text{ m}^3/\text{s}$  の場合の  $Q_p/Q_{p0} = 1.240$ 、一様な降雨分布とした Case1 では  $Q_S = 428 \text{ m}^3/\text{s}$  の場合の  $Q_p/Q_{p0} = 1.249$ 、東西方向で流域平均降雨を反転させた Case2 では  $Q_S = 307 \text{ m}^3/\text{s}$  の場合の  $Q_p/Q_{p0} = 1.256$  となり、下笠ダムの最適な計画最大放流量  $Q_S$  の値は降雨分布に応じて顕著に異なることが分かった。従って、下笠ダムの最適な計画最大放流量を定めるためには、筑後川上流域における降雨分布の特性を考慮する必要がある。一方、現在の下笠ダムの計画最大放流量  $350 \text{ m}^3/\text{s}$  については、全てのケースで  $Q_p/Q_{p0}$  が比較的大きな値を示しており、降雨分布にそれほど依存せず洪水制御が可能な値であるとともに、Case1 では  $350 \text{ m}^3/\text{s}$  付近 ( $300 \sim 450 \text{ m}^3/\text{s}$ ) の  $Q_p/Q_{p0}$  がほぼ一定で大きな値となっていることから、筑後川上流域で降雨分布の偏りが小さい場合において妥当な値と考えられる。

#### 5. おわりに

本研究により、令和2年7月豪雨の際と同様な洪水に対して、下笠ダムの最適な計画最大放流量は  $594 \text{ m}^3/\text{s}$  であることが分かった。この結果を現在の計画最大放流量の  $350 \text{ m}^3/\text{s}$  の場合と比較すると、下笠ダムのゲート操作の変更により筑後川上流域の治水能力が 1.3%強化されることになる。また、下笠ダムの現在の  $350 \text{ m}^3/\text{s}$  は降雨分布によらず洪水制御能力が比較的高く、特に筑後川上流部に一様な雨が降った場合において妥当な値であることが分かった。一方、今回の解析結果で降雨分布の偏りの影響もある程度見られていることから、今後の降雨予測の精度向上を踏まえた上で、下笠ダムの最大放流量を降雨に応じて設定することにより洪水制御能力の強化が期待できる。

**謝辞**：本研究の一部は、公益財団法人河川財団の河川基金および一般社団法人九州地方計画協会の公益事業の支援のもとに実施された。ここに記して謝意を表します。

**参考文献** 1) 押川英夫, 三戸佑夏, 小松利光：直列配置された流水型ダム群の洪水制御効果, 水利科学, 第57巻, 第3号, pp.33-50, 2013. 2) DHI : MIKE11 Reference Manual, 524p, 2009. 3) <http://i-ric.org/ja/>  
4) <http://www.qsr.mlit.go.jp/toukan/oshirase/toiawase.html>

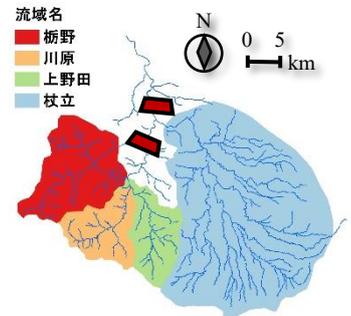


図3 流域平均降雨の算定に用いた流域分割

表1 支川毎の流域平均の総雨量

	栃野	川原	上野田	杖立
Case0	943	903	839	652
Case1	769	769	769	769
Case2	583	750	808	843

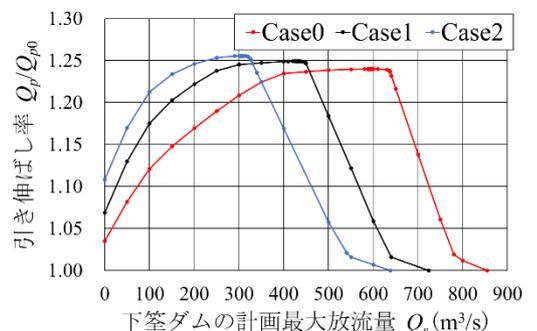


図4 下笠ダムの計画最大放流量  $Q_S$  と制御可能な限界の洪水  $Q_p/Q_{p0}$  の関係