

草木ダムの事前放流の取組について

角田 美佳¹・西村 仁志²・富田 尚樹³

¹ 独立行政法人水資源機構 草木ダム管理所 (〒376-0303 群馬県みどり市東町座間 564-6)

² 独立行政法人水資源機構 草木ダム管理所 (〒376-0303 群馬県みどり市東町座間 564-6)

³ 独立行政法人水資源機構 草木ダム管理所 (〒376-0303 群馬県みどり市東町座間 564-6)

近年、気候変動等の影響により異常豪雨発生の頻発化が懸念されており、ダム管理において様々な取組が必要とされている。その中でも、事前放流は、ダム管理において重要性の高い事項となっている。

本稿は、令和2年4月に策定された新しい事前放流ガイドラインに基づき事前放流を行った場合のシミュレーションを行い、事前放流の効果と課題を整理した。また、予測降雨量変動に関する課題やダム操作に関する課題があることもわかったため、今後のダム管理に反映させるための対応方針についても検討を行った。

キーワード 事前放流, 異常洪水時防災操作, 洪水調節容量, 河川管理者との連携

1. はじめに

近年、気候変動等の影響により異常豪雨発生の頻発化が懸念されており、事前放流は、ダム管理において重要性の高い事項となっている。

草木ダムは令和元年台風第19号において、計画規模(340mm)以上の降雨量である356.1mm、流入量は計画規模に匹敵し既往第2位となる1,637m³/sを記録した。この出水に対し事前放流を実施し、洪水調節容量を上回る洪水量約2,184万m³をダムに貯留し、異常洪水時防災操作を回避、下流の被害軽減に寄与した。

令和2年4月22日に新しい事前放流ガイドライン(以下、「新ガイドライン」とする。)が制定され、事前放流の考え方が刷新された。そのため、新ガイドラインに基づき事前放流を実施した場合に得られる効果や課題について整理した。

本稿では、草木ダムにおける過去の出水を対象とし、新ガイドラインに基づき事前放流を行った場合のシミュレーションによる、事前放流の効果と課題、及び今後のダム管理に反映させるための対応方針の検討結果を報告する。

2. 検討手法

(1) 草木ダムの概要及び出水の特徴

渡良瀬川本川で唯一の多目的ダムである草木ダムは、利根川との合流点から77.5km上流に位置する堤高140mの重力式コンクリートダムで、有効貯水容量は5,050万m³、洪水調節容量は2,000万m³である。また、草木ダムの出水の特徴として、流域面積が254km²と大きく、流域内降雨時にダムへの流達時間が早く、流入量の増加も早いことが挙げられる。

(2) 草木ダムにおける事前放流の概要

新ガイドラインに基づく事前放流の概要を示す。

事前放流の実施判断は3日前から行うことを基本とし、GMS ガイダンスで84時間中48時間の最大値、MSM ガイダンスのいずれかにおいて予測降雨量が基準降雨量である350mm/48時間以上である場合に事前放流を実施する。併せて本則操作を行った場合に異常洪水時防災操作開始水位を超えると想定される場合にも事前放流を実施することとしている。

(3) 対象事例及び検討方法

草木ダムの過去の出水において、計画規模を超える出水となった平成13年台風第15号、および令和元年台風第19号の事例でシミュレーションを行った。対象事例の概要とシミュレーションの設定条件を表-1に示す。

また、シミュレーションの前提条件と予測降雨量の設定方法、下流への影響の検討方法を以下に示す。

a) シミュレーションの前提条件

予測降雨量の変動等によって、事前放流の目標水位ま

で水位が低下できないという事態を避けるため、流入の増加6時間前には放流量を50m³/sで一定とし、余裕を持って概ね目標水位に到達しているよう放流することとした。

b) 令和元年台風第19号の予測降雨量

予測降雨量が350mmを超えた時点から、招集・巡視の3時間を確保し、事前放流を開始する。

c) 平成13年台風第15号の予測降雨量

予測降雨量のデータが残っていないため、実績降雨量を予測降雨量としてシミュレーションを行った。具体的には実績降雨量が350mmに達した48時間前から招集・巡視の3時間を確保し、45時間前より事前放流を開始する。

d) 下流への影響の検討方法

下流への影響は高津戸地点の水位を推定することにより検討する。高津戸水位観測所の諸量を表-2に示す。

(1) シミュレーション結果

令和元年台風第19号のシミュレーション結果を表-3、図-1、平成13年台風第15号の結果を表-4に示す。

令和元年台風第19号については、予測降雨量を随時見直して事前放流を行ったところ図-1のようなハイドロロを得ることができた。

最大約487m³/sを放流し、貯水位を426.98mまで低下する操作を行うことで容量(約1495万m³)を確保し、事前放流を実施した場合、異常洪水時防災操作を回避できる結果となった。また、表-3に示すとおり、高津戸地点の最高水位は、事前放流を行うことで0.63m低減し、避難判断水位を下回る結果となった。

表-2 高津戸水位観測所諸量

水位標のゼロ点高	145.4 m	ダム下流	約 21 km
氾濫危険水位	5.00 m	氾濫注意水位	3.30 m
避難判断水位	4.40 m	水防団待機水位	2.20 m

3. 検討結果

表-1 対象事例概要及びシミュレーション設定条件

	令和元年台風第19号	平成13年台風第15号
洪水年月日	10月12日	9月10日
最大流入量	1,637 m ³ /s	1,119 m ³ /s
流域平均総雨量	356.1 mm	539.5 mm
異常洪水時 防災操作開始水位	451.80 m	
事前放流開始水位	440.60 m	
ダム操作の 検討パターン	本則+異常洪水時防災操作、 事前放流+本則(計2パターン)	

表-3 令和元年台風第19号シミュレーション結果

	本則 +異常洪水時 防災操作	事前放流+本則	差
最大放流量	1,102 m ³ /s	613 m ³ /s	△489 m ³ /s
洪水時の最高貯水位	453.18 m	445.58 m	△7.6 m
高津戸地点最高水位(推定値)	4.92 m	4.29 m	△0.63 m

表-4 平成13年台風第15号シミュレーション結果

	本則 +異常洪水時 防災操作	事前放流+本則	差
最大放流量	911 m ³ /s	562 m ³ /s	△349 m ³ /s
洪水時の最高貯水位	452.85 m	451.80 m	△1.05 m
高津戸地点最高水位(推定値)	4.33 m	3.85 m	△0.48 m

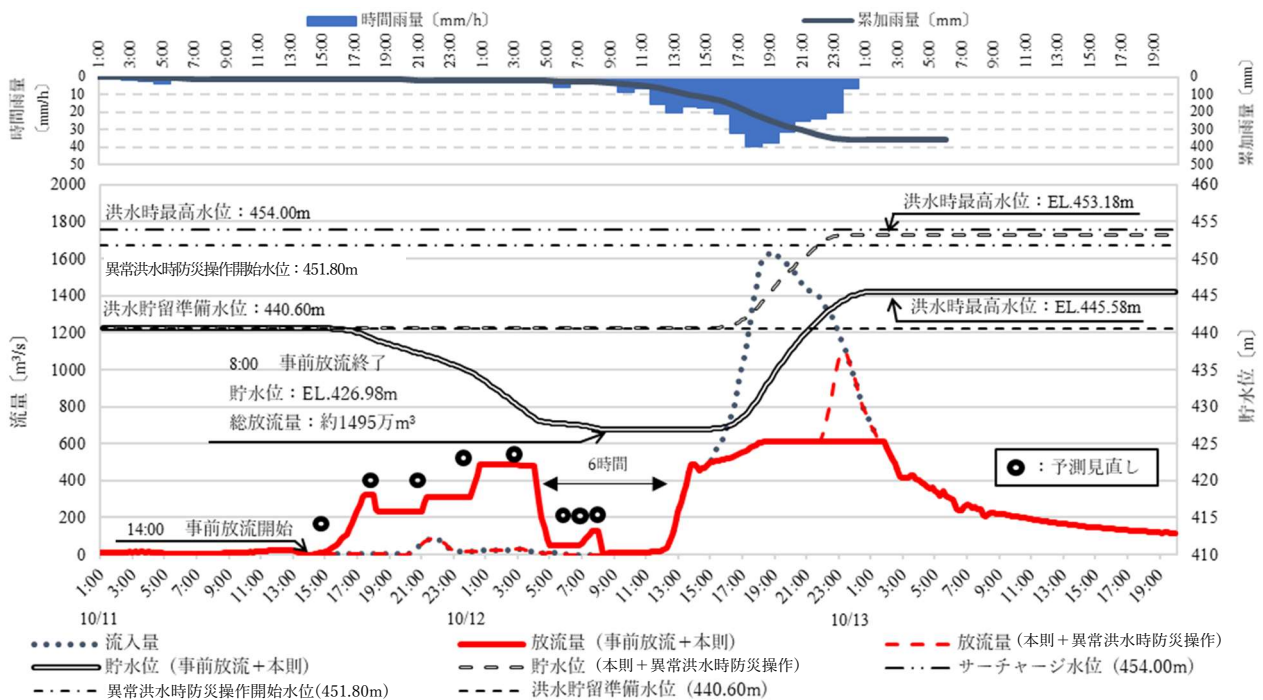


図-1 令和元年台風第19号でのシミュレーション

表-5 事前放流のシミュレーションより考えられる課題とその対応策

課題		対応策
予測降雨量変動に関する課題	・時々刻々と変化する予測降雨量	・常に予測を監視
	・3日前からの予測監視による職員負担の増	・降雨予測に応じた柔軟な放流計画の立案
		・予測監視のアシストツールの活用
予測の上振れ	・予測降雨が上振れした場合は、事前放流の見直しや異常洪水時防災操作の実施が必要	・流入量増加の前には必要な空き容量を確保（再度の事前放流を行う時間的余裕を確保）
		・異常洪水時防災操作の緊急効果音を追加
		・サイレン吹鳴、緊急効果音視聴用QRコード作成
		・関係機関とのホットラインなどの情報共有体制の強化
		・浸水想定図の作成・関係機関との共有
予測の下振れ	・急激に予測が減少した場合、空振りの可能性	・防災操作連絡通知説明会等での説明、周知
		・予測を常に確認し、雨量や流入量の減少傾向を見逃さず、迅速に水位回復操作へと転じる。
ダム操作等に関する課題	・大幅な貯水位低下による状況の変化（放流能力、水質など）	・水位低下によりダムが受ける影響などの「ダムの特性」を把握しておく。
	・予測に応じた放流量の増減によるダム操作の煩雑性、下流河川への負担	・実際のダム操作に基づいて適切な放流パターンを検討する。
	・事前放流が終了しダム放流を停止した場合の通知、再度の事前放流の巡視や放流通知	

表-6 事前放流量と高津戸地点での影響

	放流限量	
	500 m ³ /s	380 m ³ /s
限度時刻	約12時間	約15時間
事前放流による高津戸地点の水位上昇量（推定値）	↑ 2.07 m	↑ 1.70 m

また、平成13年台風第15号のシミュレーション結果についても、同様に異常洪水時防災操作を回避し、高津戸地点の最高水位は、事前放流を行うことで0.48m低減する結果となった。

(2) 事前放流により得られた効果

今回のシミュレーションによる前提条件を用いて、事前放流を実施したことにより得られたと考えられる効果を以下に示す。

- ・事前放流により異常洪水時防災操作を回避できる。
- ・ダム放流による下流河川への影響を低減でき、水位低下させることができる。
- ・洪水調節前に予測が上振れたとしても、流入が増加する前の6時間の中で柔軟な対応がしやすい。

(3) 事前放流において考えられる課題と対応策

検証結果より、予測降雨量は常に変動し、それに基づいて放流計画を立案するため、予測降雨量の変動すると放流計画も大きく変化することがわかる。また、それによりダム操作も随時変更していかなければならない。したがって、事前放流における課題は、予測降雨量の変動と、それに伴うダム操作の見直しの2つに大別される。これらに対する課題とその対応策を表-5に示す。

(4) 草木ダムにおける事前放流開始限度時刻の検討

表-5より、予測降雨量の変動に関する課題は事前放流のなかでも重要ということがわかる。このため洪水調節可能容量1,495万m³を確保できる最遅の限度時刻を把握しておくことはダム操作への一つの指標となると考えられる。そこで、令和元年台風第19号の実績ハイドロを用いて限度時刻の推定を行った。条件は、洪水貯留準備水位440.60mより最大放流量500m³/sとして事前放流を開始し、流入量が500m³/sに達した段階で、最大洪水調節可能容量1,495万m³を確保できるような操作を行うことで検討した。

また、高津戸地点で事前放流により水防団待機水位を超過しない限度として、最大放流量380m³/sとして事前放流を行った場合の限度時刻も算出した。検討結果を表-6に示す。

表-6より、放流量500m³/sの場合は、約12時間前から事前放流を開始すると、洪水調節可能容量1495万m³を確保できることがわかった。しかし、ダム放流量と残流域分の流量を併せて考慮すると、高津戸地点での水位が水防団待機水位(2.20m)に逼迫してしまう可能性がある。そのため、下流河川への影響をなるべく低減させるような操作が必要であると考えられる。一例として、380m³/sを最大放流量として限度時刻の推定を行った結果、約15時間前から事前放流を開始すると、洪水調節可能容量1,495万m³を確保できることがわかった。

4. 考察

表-5より、予測を基に随時放流計画を見直しつつ操作を実施すると、下流への過度な流量増減となるなど、ダム操作が煩雑化することが想定される。また、3.(4)より、

表-7 事前放流パターンの検討と評価

【共通条件】 ・最大放流量：380m ³ /s （低下しきれない場合 500m ³ /s）	【個別条件】 ・放流量は一定 流入量 放流量	【個別条件】 ・初期放流で水位低下 ・後期6時間前に余裕を もって低下 初期放流 6時間	【個別条件】 ・後期放流で水位低下 ・後期6時間で放流量を 増加 後期放流 6時間
検討パターン	標準型	初期放流型	後期放流型
治水への配慮 （予測の上振れ）	○	◎	△
利水への配慮 （予測の下振れ）	○	△	◎
下流河川への影響	初期：○（ふつう） 後期：○（ふつう）	初期：△（大きい） 後期：◎（少ない）	初期：◎（少ない） 後期：△（大きい）

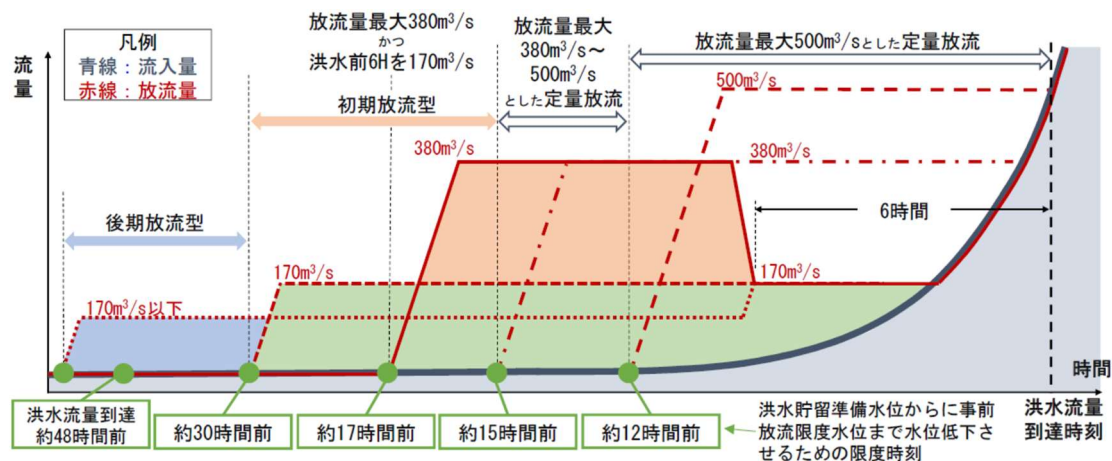


図-2 事前放流パターン（案）

最遅の限度時刻から開始した操作（最大放流量 500m³/s での事前放流）をすると、下流への負担が大きくなることがわかった。

草木ダムは、渡良瀬川本川唯一かつ最大の多目的ダムであり、操作が下流に直接影響を及ぼすということを考えなければならない。草木ダムにおける事前放流の実施については、降雨状況や流況を確認しながら、常に予測を監視し、下流への影響を考慮しつつ草木ダムでの放流計画を立案することが重要になる。よって、事前放流を行うタイミングや放流パターンについては十分に検討していく必要がある。

5. 事前放流の方法（案）

事前放流時に、貯水位を低下させる方法を検討する。

考えられる事前放流のパターンは、出水までに一定量放流を行う方法を「標準型」、これに対して貯水位を早めに下げる「初期放流型」、後半で貯水位を下げる「後期放流型」に分けて、治水、利水への影響及び下流河川への影響を評価した。検討結果を表-7に示す。

この結果から想定される各パターンの使用区分として、時間的余裕が十分にあり予測降雨量もまだ変動が大きい恐れがある場合は、利水に配慮して「後期放流型」で開始するものとし、時間経過及び事前放流量の増加に合わ

せて「標準型」、「初期放流型」と放流方法を変えていくことが考えられる。

この放流方法の変化は、事前放流を実施する容量によって変化のタイミングが異なることが想定されるため、事前放流の必要な容量毎に検討した。

一例として、事前放流により洪水調節活用容量 1,495万 m³ を確保するために想定される放流パターンを図-2に示す。前提条件として、出水の立ち上がりまでの余裕時間を6時間、洪水流量到達6時間前の一定量放流は、草木ダムのステップ放流を考慮し、10分で30m³/sの増加が可能な放流量として170m³/sとした。

6. おわりに

本稿では、事前放流を行う場合の基本的な放流パターンを検討したが、実際には様々な事象も生じるため、実施にあたっては関係機関と連携を取りつつ確実に安全を確保したうえで実施する必要がある。

また、今回の検証はあくまでも過去の出水を基にしたものであるため、今後の出水で同様な結果になるとは限らない。そのため、異常豪雨の予兆を早期に捉え、予測降雨量の変動と下流河川への影響のバランスを両立させ、ダムの特性を考慮した放流計画を適切に立案することが重要であると考えられる。