

川辺川ダムに関する考え方（異常洪水時防災操作に対する正しい理解のために）

京都大学防災研究所 角 哲也

2021年5月3日付、毎日新聞紙上で、川辺川ダムの異常洪水時防災操作（いわゆる緊急放流）の可能性に関する報道がなされた。私のコメントも後段に掲載されているが、誤解を生む部分も多々あり、以下に補足説明を行う。

毎日新聞の報道の要点は下記のとおり。

- ・ 九州豪雨の1.3倍以上の雨が降れば異常洪水時防災操作（緊急放流）になることを国土交通省九州地方整備局が計算していた。
- ・ 整備局は計算結果をこれまで公表しておらず、内容を公開すべきだ。
- ・ 流域住民の間では「緊急放流は一気に水位が上昇するので危ない」との懸念がある。

私のコメントは以下のとおり。

「ダム建設や緊急放流に理解を示す専門家も「丁寧な説明が必要だ」と指摘する。京大防災研究所の角哲也教授（水工水理学）は「ダムはブラックホールではなく、水は無限にはためられない。ダムが満水に近づいた場合も、ダムの水があふれて急激に川の水が増えないよう計画的に緊急放流することが必要だ」と説明。さらに「下流の流量を見ながら洪水が重ならないように放流する」と述べ、過度に心配する必要はないとの立場だ。角教授は国が川辺川に検討している規模の貯水容量があれば、九州豪雨を上回る大雨が降っても、洪水のピーク後まで緊急放流には至らず十分な洪水調節機能を発揮するとも分析。その上で「誤解を招きやすい問題だからこそ、分かりやすい説明をしてほしい」と国に注文する。」

なお、以下の追加のコメントは、毎日新聞側の原案には含まれていたが、編集側の意図で途中で削除されてしまったのでここで補足する。

「角教授によると、川辺川で検討されているような大規模な流水型ダムでは、大きな洪水時に確実に効果を発揮させるためダム本体に開閉できるゲートを付け、下流への流量をしっかりと絞ることが重要だという。雨が収まれば次の雨に備えてゲートから放流して水位を下げられる。ゲートがなければ、水位が高いまま次の洪水を迎えてしまうことも考えられるという。」

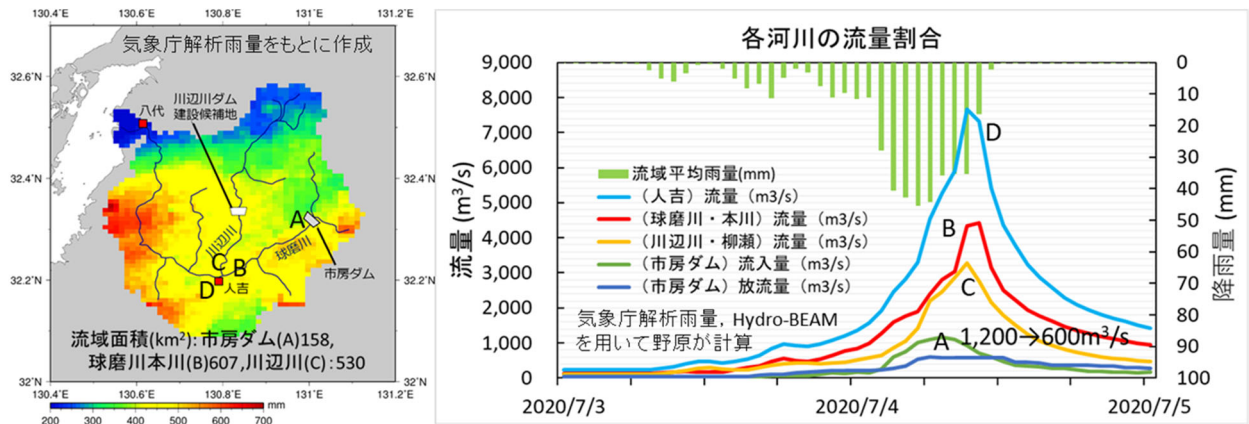
正しい情報はきちんと公開すべきであるが、この報道を見て感じるのは、以下の主張が強すぎることである。「**ダムは緊急放流があるので危ない、ゲートは無い方がいい**」では、本当にそうだろうか？これに対して、以下の指摘を行っておきたい。

- ・ ダムの貯水能力によって状況は大きく異なる（川辺川ダムは八ッ場ダム以上の実力）
- ・ ダムはいきなり満水にはならない。それまでに洪水を貯留し、ピークを遅延させる
- ・ 普段は洪水吐ゲートを大きく開けておき、いざというときにゲートを絞ることが重要
- ・ 流水型ダムの環境管理の観点からも、ゲート操作を行うことは重要

全国的な「流域治水」の促進の中で、多くの河川流域が既存のダムの最大活用による洪水対策に大きく舵を切っている中で、「ダムは緊急放流があるので危ない、ゲートは無い方がいい」なる誤解が、川辺川ダムを含むあらゆる対策を総動員して進めようとしている球磨川の水害対策に水を差すことになって一番困るのは球磨川の流域住民そのものである。そこで、以下に、本件に対する詳細な解説を行う。

1. 川辺川ダム の洪水調節操作と異常洪水時防災操作の可能性

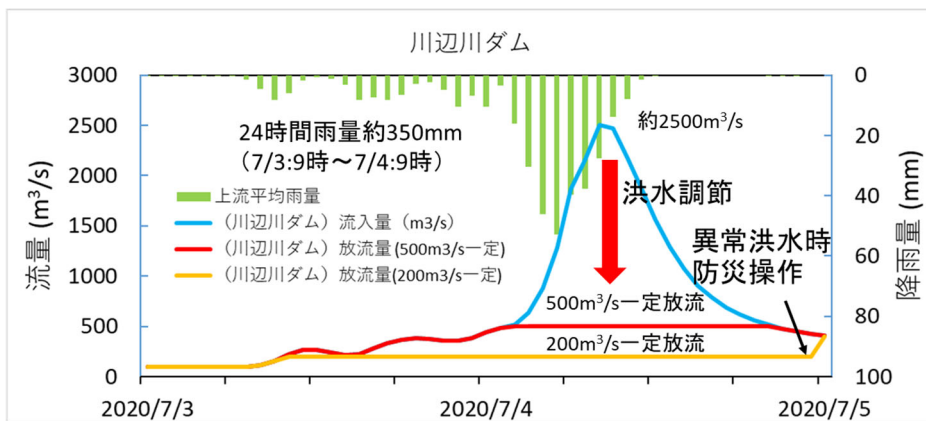
これまで、川辺川ダムの洪水調節効果を速報的に分析し、以下のように示してきた（防災研ニュースレター（第95号，2020.10）参照）。https://www.dpri.kyoto-u.ac.jp/web_j/dprinews/news95.pdf#page=10



- 多くの地域で400~600mmに達する豪雨，球磨川水系の各河川の影響度を検討
- 球磨川本川(B)と川辺川(C)の各流域から洪水流入がほぼ同時にもたらされ、人吉(D)ではこれまでの記録(S40, 57など)を大きく上回る流量
- 球磨川本川上流には熊本県管理の市房ダム(A)があり、事前の放流(予備放流)により何とか持ちこたえて洪水低減に大きく貢献
- 計画されていた川辺川ダムがあれば、以下が期待される
 - 1) 氾濫開始の遅延(約2時間)による「避難時間確保」
 - 2) 氾濫水量の減少による「浸水被害軽減」
 - 3) 洪水位の低下による「鉄道橋などの重要インフラの損壊回避」
 - 4) ダムによる流木捕捉による「被害軽減(洪水+流木)」

その前提として、下記の洪水調節操作を仮定している。

<http://ecohyd.dpri.kyoto-u.ac.jp/achievement/disaster-survery.html>

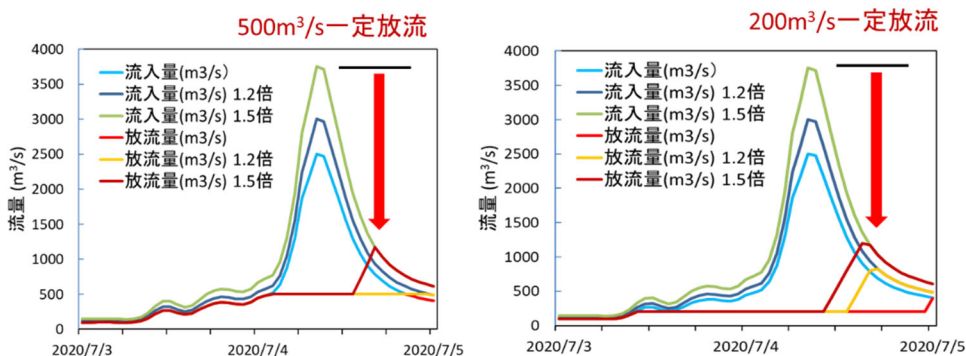


- 川辺川ダム上流域の降雨は、球磨川本川上流よりもやや少ない(約350mm/24時間)
- 今回、ダム地点に流れ込んだ流量は約1億2千万m³(ピーク流量: 約2500m³/s)
- ダムからの放流量を、500m³/s一定とすれば、必要な調節容量は約5400万m³。
川辺川ダムの洪水調節容量 8400万m³(梅雨期)内に収まる。
- 200m³/s一定とすれば、必要容量は9000万m³を超え、洪水調節容量を使い切るが、流入量の低減時での放流増加となり、下流への影響は少ないと考えられる

(注)川辺川ダムの洪水調節操作は簡略化のために一定量放流で試算。

これに対して、今回の球磨川水害を超える降雨が発生した場合の試算を行ったものが下記である。明らかに、川辺川ダムの場合には、ダムに十分な洪水調節容量があり、異常洪水時防災操作に入ったとしても大きなリスクにはならないことがわかる。(京都大学防災研究所研究発表講演会 2021.2.24 参照)

- 流入量を、実績 (1.0倍) 、1.2倍、1.5倍に増加
- 最大放流量 (500m³/s, 200m³/s) で比較



- 500m³/s一定放流であれば、実績の1.2倍の流入量でも異常洪水時防災操作 (緊急放流) にはならない
- 仮に異常洪水時防災操作に入っても、洪水調節 (ピークカット) の後であり、下流での洪水リスクは発生しない (球磨川本川洪水とは重複せず)
- 「異常洪水時防災操作は危険=ダムは危ない」との指摘は不適当

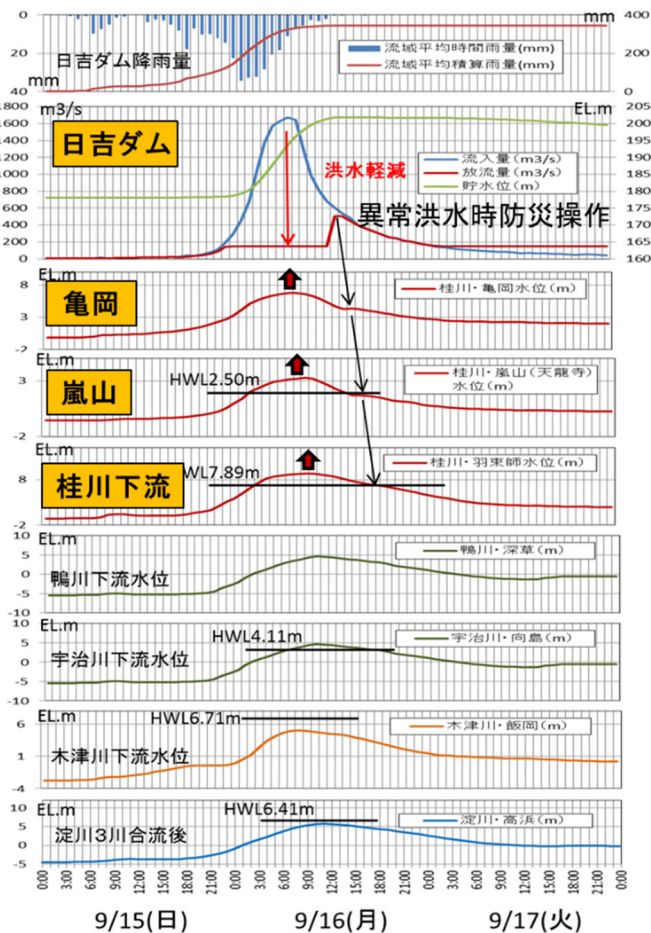
(録画動画)

https://www.youtube.com/watch?v=CUt0yE5LBrk&list=PLA5qYsGPLjun3t7O0oi7Q5_4FFntNVFbv&index=7

(発表スライド)

<http://ecohyd.dpri.kyoto-u.ac.jp/content/files/sumi-lab/%E9%98%B2%E7%81%BD%E7%A0%94%E5%B9%B4%E6%AC%A1%E7%99%BA%E8%A1%A8%E8%AC%9B%E6%BC%94%E4%BC%9A0224%EF%BC%88%E8%A3%9C%E8%B6%B3%E4%BF%A%E6%AD%A3%EF%BC%891.pdf>

なお、参考までに、2013 年台風 18 号時の桂川上流の日吉ダムの洪水調節に伴う異常洪水時防災操作の経過を右図に示す。ダム放流と下流水位の関係が重要であり、日吉ダムは大きく洪水軽減 (ピークカット) を行っており、日吉ダムが無ければ下流水位はさらに上昇していたことが明らかである。また、洪水ピーク後に異常洪水時防災操作を行っているが、他の河川からの洪水流入とは重ならないために、下流地点にその影響はほとんど無いことがわかる。



2. 異常洪水時防災操作の基本的な考え方

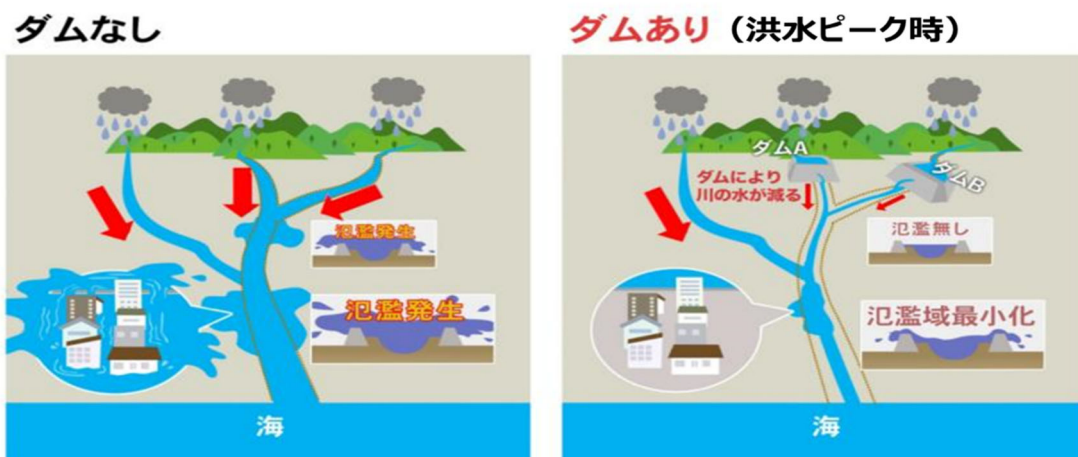
(1) ダム洪水調節、特に異常洪水時防災操作の役割の理解

昨年、私の所属するダム工学会では、このような世の中の誤解を解消すべく、ダム操作に関する解説動画を作成した。その中に以下の図がある。

「ダムの役割と操作～豪雨時の備えと次の一手～」 <https://www.youtube.com/watch?v=v3NNP9x6rQE>

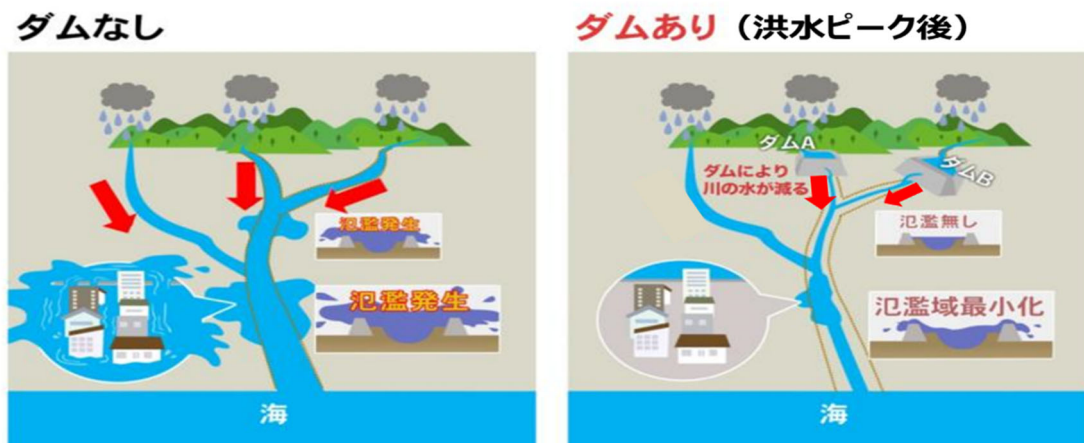
1) ダムの有無による下流の氾濫被害の違い（洪水ピーク時）

- ・ダムなしだと、3本の河川からの洪水が合流して大きく氾濫
- ・2本の河川にダムが設置されると、洪水の流下を抑えるので、残り1本の河川からの洪水が安全に流下（氾濫が起こっても最小化）



2) ダムの有無による下流の氾濫被害の違い（洪水ピーク後）

- ・洪水ピーク後には、ダムで貯留された水を放流するが、残り1本の河川からの洪水が流下した後であり、氾濫には至らない。
- ・洪水調節の結果としてダムが満水に近づいた場合には、定められたルールに基づいて計画的に異常洪水時防災操作を行うことになるが、残り1本の河川からの洪水とはタイミングがずれるために、下流の氾濫リスクは確実に低減される。



(2) 異常洪水時防災操作（緊急放流）の何が問題か？

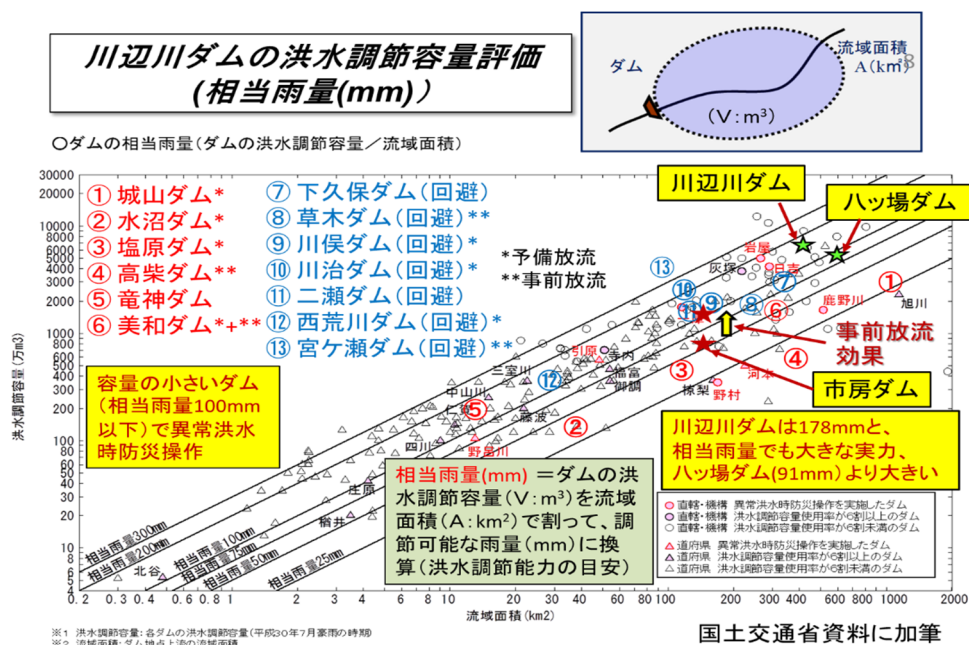
1) ダムの容量がそもそも小さいダムこそが問題

治水を目的とする多目的ダムの中には、もともと利水ダムとして計画されていたものに治水目的を加えたものがあり、治水容量が非常に小さいダムも多い。西日本豪雨で問題となった肱川・野村ダムもその一つであり、もともとは「みかん農家のための灌漑目的」のダムであった。

では、ダムの容量が小さいとは、どういうことか？ どのダムが小さく、どのダムが大きいのか？

次の図を見ていただきたい。図の横軸はダムに流れ込む上流の流域面積（単位：km²、集水面積ともいう）、縦軸はダムの洪水調節容量（単位：万 m³）を示している。国土交通省所管の多目的ダムを概ねプロットしているが、実に大きさが異なることが見て取れる。

では、これらのダムを比較する手掛かりはないか？ それが、斜めの線で示す相当雨量（単位：mm、洪水調節容量を流域面積で割ったもの）である。これは、いわば「ダムの実力」であり、流域平均雨量に換算した場合に、ダムがどれだけの水を貯め込むことができるかを示している。この斜めの線と、ダムのプロットを見ると、相当雨量 25mm から 300mm 以上まで実に 10 倍以上も開きがあることがわかる。



(参考文献) 角, 野原: 平成 30 年 7 月豪雨時のダムの洪水調節操作と今後の課題:

京大防災研年報 62-A, 2019, <https://repository.kulib.kyoto-u.ac.jp/dspace/handle/2433/244884>

この図から読み取っていただきたいことは以下の通りである。

- ・ 川辺川ダム (従来の 8400 万 m³ で計算) は相当雨量で約 180mm であり、ハツ場ダムよりも大きい。
- ・ 野村ダムや鹿野川ダムなど、西日本豪雨で異常洪水時防災操作になったダムはいずれも 50mm 以下と容量が極めて小さい
- ・ 令和元年東日本台風 (台風第 19 号) で異常洪水時防災操作に至った 6 ダム (赤色①-⑥) は、概ね 100mm 以下である。一方で、異常洪水時防災操作にいたらず (回避)、最後までダムで貯留を続けて大きな治水効果を発揮したダム (青色⑦-⑬) は概ね 100mm 以上である。
- ・ 球磨川の市房ダムは、もともと 50mm 程度であったものが、事前の放流により 100mm 程度に増加されたために、ギリギリ異常洪水時防災操作にならずに持ち堪えた

2) なぜ最近になって異常洪水時防災操作が頻発するようになったのか？

前項で説明したように、ダムの実力にはもともと大きな差があり、その地域の過去の降雨特性から、それほど大きな容量がなくてもそこそこ洪水調節を続けられてきた可能性がある。このような地域では、大規模な洪水の発生頻度が小さく、前回の洪水がダム建設以前であったりして、ダム管理者も、下流住民も、そのような大規模洪水が起こる可能性を忘れてしまっている可能性がある。ところが、最近の温暖化による異常洪水の状況は一変しており、以下のような観点から抜本的な対策が求められる状況となっている。

- ・瀬戸内気候（西日本豪雨で被害を受けた広島、岡山、愛媛など）のような、台風も前線性降雨もこれまで大きく影響を受けてこなかったような地域にも大きな降雨が発生
- ・ゲリラ豪雨のような短時間の降雨ではダムは満水にはならないが、これが長時間、あるいは、複数回押し寄せるとダムの容量を使い切ってしまう

3) ダムの過剰な洪水調節はよくない

ダムの容量に加えて、もうひとつの課題はダムのカット率（流入量に対する放流量の比率）である。これが大きすぎると、ダム直下流の住民は常にダムが守ってくれる（洪水が起こらない）と誤解し、いざ、ダムが満水になった場合の放流に備えなくなる（ダムを過信する）一方で、ダムが満水になる確率も高くなる。では、これらのダムは、どの程度の雨に耐えられる（異常洪水時防災操作にならない）か？

これを考えるために、私は、かねてから1/4ルールを提案してきた。大きな降雨であっても、そのすべてが一気に川を流れ下るのではなく、この一部は山に一時的に浸透して貯留され、遅れて流出してくる。ダムが満水になるまでの1日程度の間に流出してくるものを、ここでは仮に降雨量の1/2と仮定する。次に、ダムの洪水調節操作ルールで、洪水ピーク量に対して、どれだけカットして下流に流し続けるかを「カット率」と呼ぶが、ダムと河道の役割分担をわかりやすく1/2とする。これらを仮定すれば、上流に降った雨の約1/4がダムで貯め込むべきボリュームとなり、これを超える場合には容量が満杯になって異常洪水時防災操作になるリスクが出てくる。先に示した球磨川の市房ダムでは、事前の放流により100mm相当の容量を確保し、流域平均雨量420mmで満水ギリギリになったことから整合する。

なお、下流の河道改修の遅れをカバーするなどの理由で、1/2以上のカット率としてしまうと、その分、ダムの容量を早期に使ってしまっ、異常洪水時防災操作のリスクを高めてしまう。これは、野村ダムの場合に当てはまり、ただでさえ容量が小さいダムであったところに、よりダムに負担がかかっていたことも被害を拡大させた原因の一つと考えられる。

4) 異常洪水時防災操作になると常に危ないか？

洪水調節を目的とするダムにとって、満水を迎えてこれ以上洪水をカットできなくなることは大変残念であるが、残る仕事は、下流にリスクを増加させることなく、放流量を増加させて「流入量＝放流量」のモードに移行することである。なお、先に示したように、いくつかの河川の合流点に対しては、ここに至るまでに洪水ピークがずれることで、十分に洪水調節効果は発揮している。

一方で、これまでに示したように、ダムの容量が小さい上に、過剰なカット率でダムを操作すると、流入量が洪水ピークに近い時点でダムが満水になってしまい、急激な放流量の増加を行わないといけないリスクが発生する。繰り返しになるが、野村ダムの場合は、これが洪水ピークに近かったために大きな水量の増加、すなわち下流水位の増加、につながってしまった。

このような異常洪水時防災操作に対する備えとして、ダムの下流では、ダムからの放流量が増加することに伴う正しい理解と、必要な行動が求められる。異常洪水時防災操作のルールとしては、十分な事前の予測判断と、関係機関や河川利用者への事前通知が規定されている。西日本豪雨以降、十分な事前の予測判断と、関係機関や河川利用者への事前通知が徹底されるようになり、その結果として、東日本台風の場合には、多くのダムでは早い段階から予告が行われるようになった。

なお、下流河川の水位上昇速度に関しては、一般に、ダムのゲートをあけて流量を増加させる場合に「30分で河川の水位上昇30cm以内」の規定がある。異常洪水時防災操作の場合には、必ずしもこれに縛られるものではないが、出来るだけ水位上昇速度を抑える一方、ダムが満水に近づいた場合のさらなる降雨量の増加時には、これを上回る放流を行わねばならない場合もあることに留意する必要がある。特に、カット率を大きくすると、少ない流量（低い河川水位）からの流量（水位）増加、いわゆる流量（水位）の不連続（ギャップ）が生じ、これに下流の住民の避難行動がつかない場合が考えられる。

5) 異常洪水時防災操作になった場合に危ないのでゲートはない方がいい？

ここまで見てくると、ダムにはゲートを付けずに、「ゲートレス＝自然調節」のダムの方が安全ではないかと誤解してしまう。もちろん、河川の上流域の小さな流域の小規模ダムでは、以前より、ゲートレスのダムが多く建設されてきた。その理由は、ダムの管理者を常駐させることは非常に難しく、降雨開始からの流出時間も短く、降雨予測をもとにしたダム操作も困難なために、できるだけシンプルにダムを運用することが求められてきた。一方で、川辺川ダムのような流域の要（流域の洪水調節の司令塔）となるダムの場合は、以下の観点からゲートを設置してしっかりとダム操作を行うことが理に適っている。

- ・流域面積は470km²と他のダムに比較しても流域面積が大きく、十分なダム操作時間を確保できる。
- ・ゲートレスだと、「大きい穴をあけると洪水ピークに十分な洪水カットができない」、一方で、「小さな穴だと洪水を過剰に貯めてしまう」ために、放流設備の大きさを決めるのが難しい
- ・また、「前線＋台風」や「台風の連続」、西日本豪雨のように、洪水が複数回押し寄せるような「二山洪水」が来ると、1回目の洪水後に、十分な「事前放流」ができずに、ダムが半分貯水した状態で次の洪水を迎えなければならなくなってしまう
- ・ダム下流の河川環境の観点からも、ゲート操作による放流量の「メリハリ」は重要であり、洪水調節後は、下流の安全を確保した上でゲートを開けて、ダム湖に流れ込んだ濁水を速やかに排水した方が望ましい。また、ダム湖内に堆積した土砂を下流河道に送りこんで、土砂供給していくためにも、洪水調節後に、ある程度の流量規模と継続時間が必要である。同様の趣旨で、下流に有害ではない中小洪水は、ゲートを開放して、できるだけ下流に通過させることも重要である

以上、異常洪水時防災操作の基本的な考え方を解説した。なお、世の中の全てのダム、すなわち、利水専用の発電ダムや農業用・上水道用のダムなど、全てのダムには安全弁としての非常用洪水吐があり、大きな洪水時にはこれを開ける操作を行っており、その意味において、何ら変わりはない。

問題は、多目的ダムの場合に、ダム工学会の動画でも解説しているように、平常時、洪水調節時、異常洪水時の各モードの切り替わりが重要であり、この不連続（ギャップ）を大きくしないこと、ダム管理者、下流住民の双方が、こうしたダムの洪水調節操作のしくみ、可能性と限界について共通認識を持ち、実際の洪水時に、ダムの状態が現在どこにあるのかについて、正しくかつ円滑に情報交換を行い、限られた資源であるダムの貯水機能を有効に活用することこそが重要であることを強調しておきたい。