

三国川ダム操作規則・細則改正に伴う ダム運用について

志賀 蒼¹・谷澤 俊夫¹

¹三国川ダム管理所 (〒949-6741 新潟県南魚沼市清水瀬686-59)

2018年3月に改正した三国川ダム操作規則・細則により、職員の負担軽減を含むダム運用にどのような変化があったかについて報告する。

キーワード 三国川ダム, 洪水対応, 負担軽減, ダム運用

1. はじめに

三国川ダムは、洪水調節（防災操作）、流水の正常な機能の維持、水道用水の確保、発電の4つの目的を持つ多目的ダムである。計画洪水流量 $1,100\text{m}^3/\text{s}$ のうち $1,000\text{m}^3/\text{s}$ を洪水貯留する機能を有している他、1日最大 $76,000\text{m}^3$ もの水道用水の供給が可能であり、それに加えて最大出力 $9,100\text{kW}$ もの水力発電を行っている。

これらの機能に加え、ロックフィルダム本体そのものの美しさやダム湖周辺の景観、ダム堤体上から見下ろす里山の風景など、地域を代表する観光地として年間3万人の地域住民や観光客が訪れる憩いの場となっている。

(写真1)



写真1 ダム堤体の景色

三国川ダムに勤務する職員の業務は、堤体内外の維持管理や堆砂の除去という専門的なものから、見学者のダム案内という対外的なものまで幅広く行っているが、中でもとりわけ重要視されるのは洪水対応である。本稿では洪水対応に係るダムの操作規則・細則の改正について取り上げ、どのような効果があったかについて報告するものである。

2. 操作規則・細則改正の経緯及び内容

(1) 改正の経緯

三国川ダムでは、2011年7月の新潟・福島豪雨にて多大なる被害を受けた。流域最大時間雨量は 55mm にも及び、4日間で総雨量 665mm を観測する大規模出水となった。最大流入量は $639.52\text{m}^3/\text{s}$ にも及び、三国川ダムが管理に移行してから初めて洪水時最高水位（サーチャージ水位）を超え、非常用洪水吐からの自然越流を行うに至った。また、この洪水では最大で $235.89\text{m}^3/\text{s}$ の放流を行った。(写真2)



写真2 新潟・福島豪雨時の様子

非常用洪水吐から自然越流を行うことは、三国川下流や周辺住民に甚大な被害を及ぼしかねない。そこで、ダム操作規則を改正することにより今後新潟・福島豪雨と同様な出水があった際に下流への被害を最小限にすることを考慮し、2018年3月に三国川ダム操作規則を改正した。

(1)洪水量の変更

洪水量とは、洪水を引き起こす危険性があるほどの流入量のことである。

改正前のダム操作規則・細則は、現在のダム操作規則・細則が制定された2018年3月とでは約15年程度の年月が経過していた。そのため、三国川下流の改修に変化が生じていたことから、2018年時点での出水を対象に三国川ダム流入量と魚野川堀之内地点の流入量の相関を整理すると、水防団待機水位相当で $170 \text{ m}^3/\text{s}$ となったため、洪水量を $50 \text{ m}^3/\text{s}$ から増加させることは可能であった。

それを踏まえ、2011年7月新潟・福島豪雨を対象に洪水調節操作を変更した場合をシュミレーションした結果、洪水調節開始流量を $80 \text{ m}^3/\text{s}$ 以上とすることでサーチャージ水位を超過することなく洪水を処理できることが確認できたため、洪水量を $50 \text{ m}^3/\text{s}$ から $80 \text{ m}^3/\text{s}$ へと増加させた。

(2)放流方式の変更

三国川ダム操作規則・細則の改正前は、最大放流量を $100 \text{ m}^3/\text{s}$ とする一定率一定量方式であった。一定率一定量方式とは、放流量を計算によって求める方式であり、計算式は下記の通りである。(図1)

$$\text{放流量} = (\text{流入量} - 50) \times 50/1,050 + 50 \text{ m}^3/\text{s}$$

図1 一定率一定量方式の計算式

この方式では、その時点での流入量に対してどの程度放流すれば良いかを計算により算出することができるものであるが、放流量を維持するために貯水位に応じてゲート操作を行わなければならないため、放流量を逐一算出する職員の負担が大きい。

そこで、放流方式を一定開度方式という方式に変更した。改正前の方法では放流量を維持するため貯水位が変動してもゲート操作により放流量が変わることは無かったが、一定開度方式ではゲートの開度を一定にするため、貯水位が上がるとそれに比例して放流量も増加する。そのためピーク流入量が少ない洪水であっても、貯水位がサーチャージ水位に近づけば放流量も比例して計画最大放流量に近づくこととなり、急激な流入量の増加にも対応が可能となった。

(3)放流の原則の変更

洪水調節時には、放流の原則を守って放流設備からの放流を行わなければならない。放流の原則とは、下流に急激な水位の変動が生じないように定めているものであり、ダムを操作する直前までの放流量を基準として放流

量を一定の数値まで増加させるものであり、改正前の放流の原則は下記の通りである(表1)。

表1 旧放流の原則

(放流の原則)		
第8条 規則第22条の規定により、ダムから放流を行う場合において、下流に急激な水位の変動を生じないように努めるものとした放流の原則は、次の方法に定めるものとする。		
放流の直前における放流量 (Q) (立方メートル/秒)	ゲート操作の 最小時間間隔 (分)	1回の操作における 放流量の増加割合 (立方メートル/秒)
$0 \leq Q < 4$	10	毎秒 0.5立方メートル
$4 \leq Q < 11$	10	毎秒 1立方メートル
$11 \leq Q < 20$	10	毎秒 2立方メートル
$20 \leq Q < 38$	10	毎秒 3立方メートル
$38 \leq Q < 54$	10	毎秒 4立方メートル
$54 \leq Q < 69$	10	毎秒 5立方メートル
$69 \leq Q$	10	毎秒 6立方メートル

ただし、気象、水象その他の理由により特に必要があると認められる場合においては、流入量の時間的な増加を限度として放流を行うことができる。

2 所長は、気象、水象その他の理由により、ダムによって貯留された流水がサーチャージ水位を超えると予想される場合、又はダム本体及び貯水池等に異常が生じた場合、その他の緊急かつやむを得ない場合においては、前項の規定によらないことができる。

改正前の原則では、水位上昇量の限度である「30分間で30cm以下」を遵守するものであり、かつゲート操作を行った際は最低でも10分間は放流量を増加させてはならなかった。

改正前の原則に基づいてダム操作を行うと、放流量は $0 \text{ m}^3/\text{s}$ から三国川ダムの最大計画放流量である $100 \text{ m}^3/\text{s}$ に達するまで、最短でも4時間10分を要する。これまでの洪水においては改正前の放流の原則で対応が可能であったが、新潟・福島豪雨の際は、放流量の増加に時間がかかり、急激な流入量の増加に対応することができなかったため、放流の原則の見直しが必要となった。

そこで、三国川下流の水位変動が激しい地点を元に検討を行った結果、図のような放流の原則に変更となった(表2)。

変更した放流の原則で運用した場合、計画最大放流量である $100 \text{ m}^3/\text{s}$ に達するまでの時間は2時間となり、改正前の放流の原則と比較して大幅な時間短縮となった。これによって、急激な流入量の増加にも対応可能なものになった。

表2 変更した放流の原則

放流の直前における放流量 (Q) (立方メートル/秒)	ゲート操作の 最小時間間隔 (分)	1回の操作における 放流量の増加割合 (立方メートル/秒)
$0 \leq Q < 4$	10	毎秒 4立方メートル
$4 \leq Q < 9$	10	毎秒 5立方メートル
$9 \leq Q < 15$	10	毎秒 6立方メートル
$15 \leq Q < 22$	10	毎秒 7立方メートル
$22 \leq Q < 30$	10	毎秒 8立方メートル
$30 \leq Q < 39$	10	毎秒 9立方メートル
$39 \leq Q < 49$	10	毎秒 10立方メートル
$49 \leq Q < 60$	10	毎秒 11立方メートル
$60 \leq Q < 72$	10	毎秒 12立方メートル
$72 \leq Q < 85$	10	毎秒 13立方メートル
$85 \leq Q < 99$	10	毎秒 14立方メートル
$99 \leq Q$	10	毎秒 15立方メートル

(4)関係機関への連絡

三国川ダムの洪水調節の方法として、まず発電取水と利水放流ゲートを開閉し調節を行うが、放流量が足りない場合は常用洪水吐の開閉を行い、洪水調節を行う。ところが、改正前のダム操作細則では常用洪水吐を開いた際に関係機関へ連絡を行わなければならなかった。

利水放流ゲートからの放流量と発電取水量の合計は28 m³/sまでという制約がある。これは、利水放流ゲートの取水と発電取水を行う選択取水設備が1度に取水できる量が30 m³/sであるため、安全上28 m³/sまでとしている。軽度な洪水でも28 m³/s以上放流しなければいけない状況は非常に多く、その度に関係機関に連絡をとらなければならず、かえって職員の負担や、それにより洪水調節に遅れ等の影響が出ていたため、改正した細則ではこれを廃止した。

3. 実例を元にした規則変更による効果

三国川ダムでは2018年の操作規則・細則改正後、34回もの洪水吐ゲートを伴う出水があった(図2)。その中で、三国川ダム操作規則・細則を変更したことによってどのような効果が得られたのか代表的な例を2つ挙げ、比較する。

まずは、三国川ダム操作規則・細則を改正するきっかけとなった2011年7月の新潟・福島豪雨を例に挙げる。この日の最大流入量は約639.52 m³/sにも達した。当日の流入量と放流量の推移を示したのが以下の図である(図3)。

ここから分かる通り、7月28日の21時頃に流入量のピークを迎えているが、一方で放流量は急激に増加している流入量に対応できておらず、流入量がピークの際の放流量が全く流入量に追いついていない。そのため、洪水調節量が562.78 m³/sと非常に大きくなってしまっている。洪水調節量が多くなるということは、ダムに貯留する水の量が增多することであり、下流への被害を抑えることができる一方で、洪水調節容量に洪水調節の貯留をしすぎると洪水調節容量が徐々に減っていき、自然越流が起きる可能性が上がる。新潟・福島豪雨ではまさにその通りとなり、1山目の出水では自然越流が起きなかったが、2山目の出水で自然越流を行うに至ってしまった。

	洪水吐ゲート操作を伴った出水回数						
	6月	7月	8月	9月	10月	合計	備考
2019	2	3	4	1	1	11	
2020	0	6	0	1	0	7	
2021	2	1	2	1	0	6	
2022	0	3	1	0	0	4	
2023	4	2				6	
					計	34	

※2023年は7月14日までの集計

図2 操作規則・細則改正後の出水回数

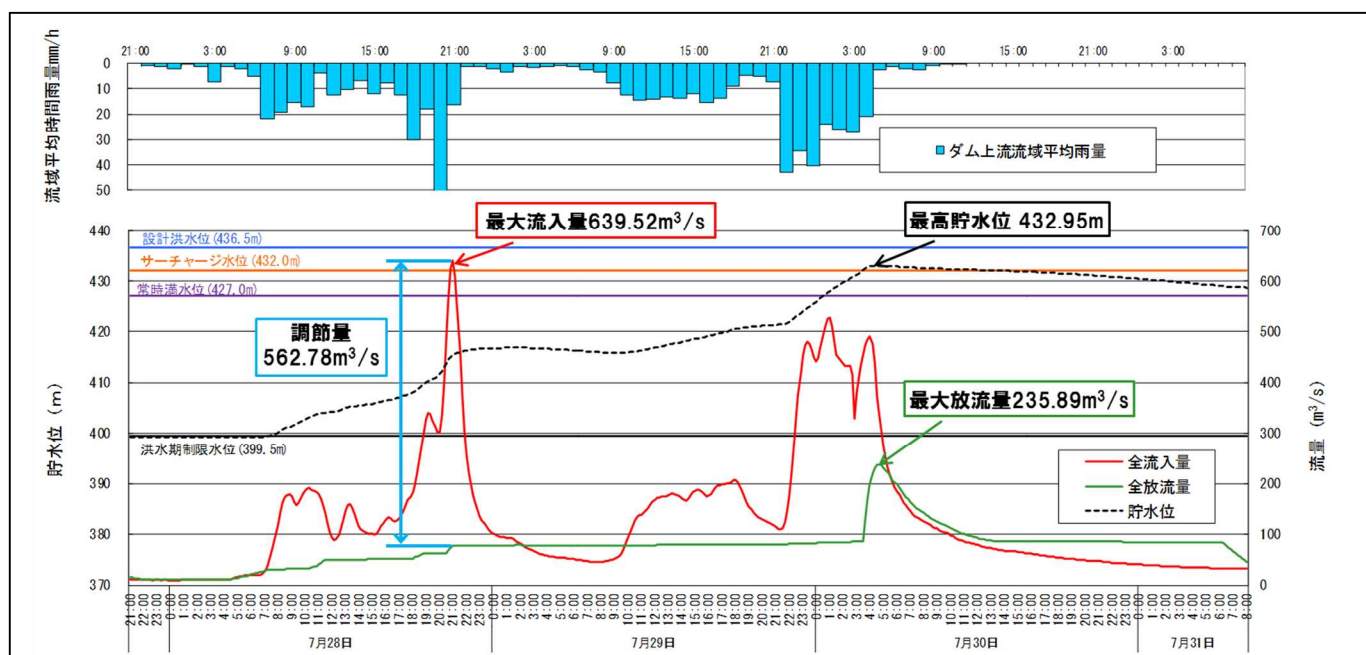


図3 2018年7月新潟福島豪雨時の三国川ダム操作

次に、改正後の令和4年7月13日を例に挙げる。この日の最大流入量は約110 m³/sにも達した。前述に例に挙げた日より少ない量の出水であったが、こちらも流入量が80 m³/sを越える出水であった。当日の流入量と放流量の推移を示したのが以下の図である(図4)。

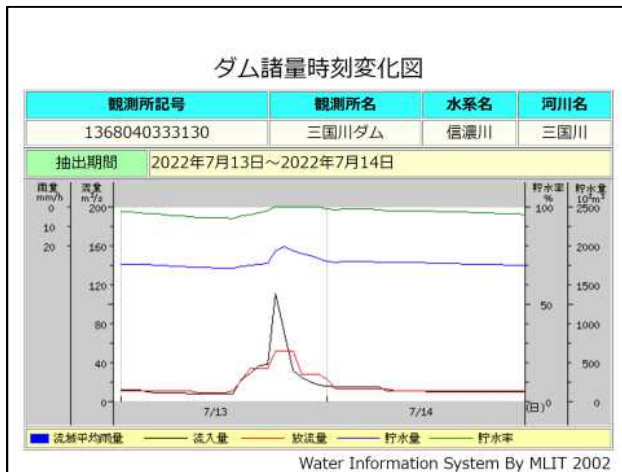


図4 令和4年7月13日の出水

この日は19時頃に流入量のピークを迎えているが、そこに至るまでの流入量と放流量がおおよそ同程度となっており、このことから改正前の放流の原則とは違い、急激に流入量が増加する出水でも対応が可能であることが分かる。

このように、ダムの操作規則を改正したことで、急激に変化する流入量に対して精度の良い放流を行うことができ、かつ職員の負担も軽減できていることが分かる。

4. まとめ

三国川ダムは、2011年の新潟・福島豪雨での緊急放流を機に、ダムの操作規則改正に至った。洪水量の引き上げや、関係機関への連絡、放流の原則を改正したことで、ダム操作をより精度の良いものにするだけでなく、職員にかかる負担の軽減まで行うことを可能とした。

引き続き職員の負担軽減にも留意しながら、適正かつ効率的なダムの操作に努めるとともに、本稿が三国川ダム以外のダムでも参考になることを願っている。