

ダム群の洪水時統管指示操作の実施に向けた取り組み

井川 智博

近畿地方整備局 淀川ダム統合管理事務所 防災情報課（〒573-0166大阪府枚方市山田池北町10番1号）

淀川ダム統合管理事務所では、淀川水系の7つのダムを統合管理することで、洪水時における効果的な洪水流量の低減を図っている。近年の多様な降雨パターンによっては定められた洪水調節を行ってもダムの治水容量を残しながら下流で浸水被害が発生する場合は考えられる。このような場合は、各種予測計算を行い、ダムの容量管理を実施しながら、洪水調節方法を適宜変更して効果的な操作を実施する必要がある。このような操作を行う場合の考え方や手順を各ダム毎に整理し、それに対して実運用や訓練によって検証を重ね、更なる改良を進めている。これらの取り組みについて報告するものである。

キーワード ダム管理, 洪水時操作, PDCA

1. はじめに

淀川ダム統合管理事務所は、平成21年18号台風において名張川上流の青蓮寺ダム、室生ダム、比奈知ダムの3ダムが連携した統合操作を実施したことにより、名張市街地の浸水被害の発生を防ぐことができたことに対して、ダムの運用に関しては初めての土木学会賞を授賞した。この操作は、各ダムの操作規則等に定められた操作方法で洪水調節を実施しても名張市街地で浸水被害の発生が回避できないことが予測されたため、降雨予測、流出予測を行い、流量の調節に必要な容量を管理しながら、洪水調節方法を適宜変更して操作を行ったものである。このような操作は、操作規則等に基づく操作に比べ大きな洪水調節効果が発揮される可能性があるものの、判断を誤ると洪水調節容量が不足する可能性もあり、降雨予測や流出予測の誤差に配慮しつつ、限られた時間、限られた要員の制約の中で、迅速かつ高度な判断を行うことが求められる。そのためには、各ダム管理所と意識や理解の統一を図るとともに、担当者個人の力量に依存しない体制を整える必要があった。そこで淀川ダム統合管理事務所では、このような操作指示を行う場合の考え方や手順を各ダム毎に整理し、「操作手順書」としてとりまとめをおこなった。

2. 淀川水系のダムと洪水時統管指示操作について

淀川水系では、1953年（昭和28年）の台風13号の被害により、ダムの必要性が高まり、1964年（昭和39年）の天ヶ瀬ダム建設以降、近年までに図-1

に示す7つのダムが建設され、総貯水容量約2億2千万m³の水を貯める事ができるようになり、大雨などによりダムの流入量が一定量（洪水量）を超えたときから流入量の一部をダムに貯め、下流の河川に安全な流量を流す洪水調節を実施している。以下に各ダムの概要を示す。

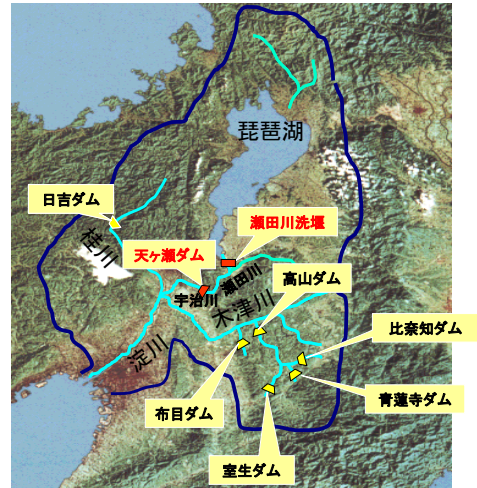


図-1 淀川流域のダム

①天ヶ瀬ダム

位置：京都府宇治市

洪水調節方式：一定量放流方式

洪水量：840 m³/s 管理者：国土交通省

②高山ダム

位置：京都府相楽郡南山城村

洪水調節方式：一定率一定量調節方式

洪水量：1,300 m³/s 管理者：（独）水資源機構

③室生ダム

位置：奈良県宇陀市

洪水調節方式：一定量放流方式
 洪水量：300 m³/s 管理者：(独) 水資源機構

④青蓮寺ダム

位置：三重県名張市

洪水調節方式：一定量放流方式

洪水量：450 m³/s 管理者：(独) 水資源機構

⑤比奈知ダム

型式：重力式コンクリートダム

洪水調節方式：一定量放流方式

洪水量：300 m³/s 管理者：(独) 水資源機構

⑥布目ダム

型式：重力式コンクリートダム

洪水調節方式：一定率一定量調節方式

洪水量：100 m³/s 管理者：(独) 水資源機構

⑦日吉ダム

型式：重力式コンクリートダム

洪水調節方式：一定量放流方式

洪水量：150 m³/s 管理者：(独) 水資源機構

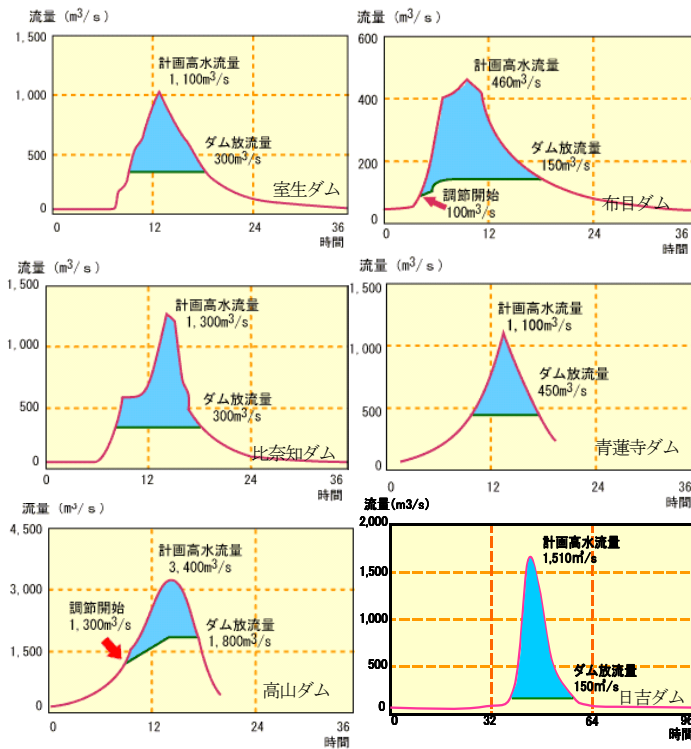


図-2 各ダムの洪水調節計画図 (水資源機構資料)

上記の②～⑦のダムは(独)水資源機構の管理するダムであるが、施設管理規程には、通常の洪水調節方法の他に、淀川ダム統管理事務所事務所長の指示があった場合はその定められた洪水調節方法以外の操作を実施することが可能となる条文がある。これに基づき指示することを「洪水時統管指示」と呼んでいる。

3. 平成21年台風18号の洪水時統管指示操作

平成21年10月8日未明に近畿地方に接近した台風

18号は、各地で激しい降雨をもたらし、淀川水系名張川の比奈知ダム上流域では時間最大雨量35.8mm、総雨量838.9mmを記録する大雨となり、名張市街地において名張川の氾濫による被害が発生する恐れがあった。そのため名張市街地への浸水被害を防ぐために、名張川上流にある3ダム(青蓮寺ダム・室生ダム・比奈知ダム)を管理する(独)水資源機構木津川ダム総合管理所に対して、洪水時統管指示を実施した。その結果、図-3に示す通り、名張地点において、ダムが無かった場合に想定される水位よりも約1.55m、施設管理規程通りの操作(以下、本則操作とする)を実施した場合に想定される水位よりも約0.65mをそれぞれ低下させたことで名張市街地の約1200戸の浸水被害を回避することができたと想定された。

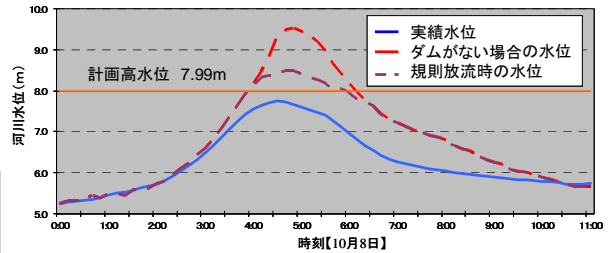
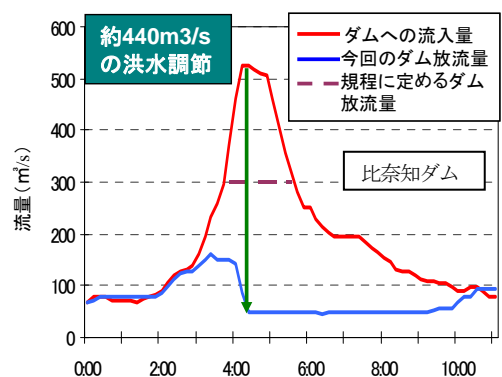
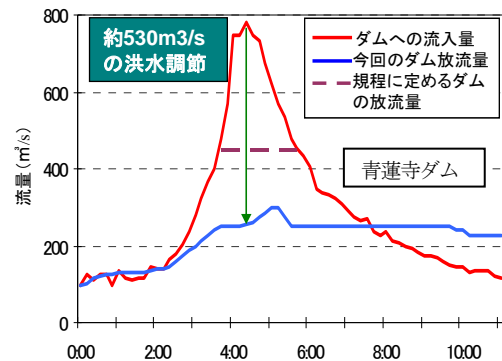


図-3 3ダムによる洪水調節の効果(名張地点)

この時の洪水時統管指示は、刻々と変化するダムの流入量・残容量・予測流入量・予測雨量を見ながら、名張市街地への浸水被害発生回避を最優先にし、本則操作通りの放流量と比較してそれを大幅に下回る量である青蓮寺ダム250 m³/s、比奈知ダム150 m³/s、室生ダム250 m³/sを維持するように指示をした。その後も予測雨量の変化により下流河川水位・ダムの流入量が大きく変動するため、図-4に示すとおり、幾度にも及ぶ放流量の変更を実施することとなった。



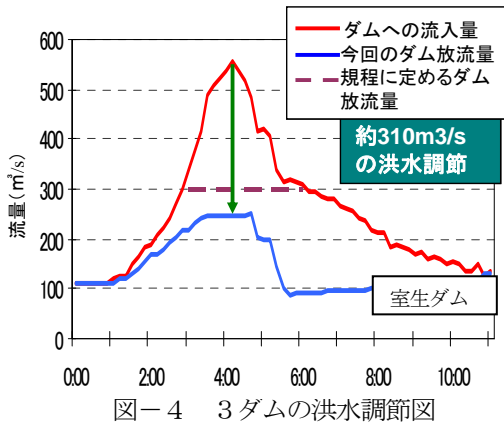


図-4 3ダムの洪水調節図

結果として名張市街地を浸水被害から守ることができたが、今回の操作は、台風の進行速度が速まり激しい雨が長時間継続しない予測であった事、ダムの容量に余裕があった事等の好条件が重なったために可能となった操作であり、どのような洪水に対しても今回のような操作ができるわけではない。また、降雨が予測と反して大きくなった場合、本則操作よりも多く放流量を絞っているため、ダムの容量が不足する恐れが生じ、一刻も早く本則操作に戻す必要が生じるが、この時点ではどのような条件となった場合に戻すのか定められていない中での操作であった。これらの台風18号における操作を受けて浮き彫りとなった課題を踏まえ、上記3ダム以外も含めて施設管理規程に洪水時統管指示が定められている、前述した天ヶ瀬ダムを除く6つのダムについて、どのような場合にどのような洪水時統管指示を実施するかをシチュエーション毎に整理し、災害対策要員が判断に迷うことなく、適切な操作判断を実施できるよう、操作手順書の作成をおこなった。

4. 操作手順書の作成

操作手順書を作成する上で、留意したポイントを以下に示す。

- 全ての災害対策要員が統一した判断基準の基で行動することが出来る。
- 淀川ダム統合管理事務所と水資源機構及び近畿地方整備局本局河川部の出水時における意思疎通を容易とする。
- シチュエーション毎に整理することで災害対策要員の判断を容易とする。
- 判断に迷った場合の行動・判断するときの留意点について記載することで災害対策要員の判断を容易にする。

次に操作手順書の構成は、図-5に示すとおり、シチュエーション毎に「こんな時」に、「何をするのか」を記載し、補足情報として「その行動をするときの留意

点・判断情報」「判断に迷った時の行動」「その行動の操作根拠」を記載した。

番号	判断基準			操作根拠	
	状況判断 (こんな時)	行動・対応 (何をするのか)	留意点・判断情報 (操作・対応に気を付けること)	判断に迷った時の対応	日吉ダム施設管理規程 (H22.11.15 水機規程第19号改正)
①	下流地点の浸水被害軽減のための洪水調節操作				
②	流入量増加に伴う本則操作への移行				

図-5 操作手順書のイメージ

操作手順書は各ダム毎に作成し、それぞれのダム毎に想定されるシチュエーション毎に必要な操作を記載した。これら必要となる操作はダムの洪水調節容量における残容量を判断基準とした。各ダム毎に想定されるシチュエーションは異なるが共通する内容を以下に示す。

①下流地点の浸水被害軽減のための洪水調節操作

各ダムの下流において雨の降り方によってはダムで本則操作通りの放流を実施しても浸水被害が発生する箇所がある場合がある。その場合は、ダムの洪水調節容量に余裕がある場合は、本則操作の放流量よりも更に減量することで下流の水位低減をおこなう。この余裕がある場合は、放流量の減量操作をおこなっても、ダムの洪水調節容量において使用する容量が〇割以内に収まると予測された時とした。(〇には、各ダム毎に数値が異なり、詳細は後に記載する。)

②流入量増加に伴う本則操作への移行

上記①に記載したとおり、ダムの洪水調節容量において使用する容量が〇割以内に収まると予測された時に、放流量を減量するが、その後実測雨量が予測雨量に反して多くなり、使用した容量が〇割を超える見込みとなった場合は、本則操作に戻す操作を実施する。(〇には、各ダム毎に数値が異なり、詳細は後に記載する。)

③本則操作移行中または移行後の変更操作

上記②の操作中または操作後において降雨が終了し、更に、流入量のピークも過ぎた時に、現在放流している量よりも減量が可能である場合、サーチャージ水位に収まる範囲内で一定量放流をおこなうよう指示する事とした。

④ただし書き操作の実施

上記②の操作後、ただし書き操作開始水位を超えサーチャージ水位に達すると予測されたときは、ただし書き操作を実施する。

⑤ただし書き操作途中からの定量放流操作の移行

上記④の操作を実施中に降雨が終了し、流入量のピークが過ぎた時に、操作途中から一定量放流への操作へ移

行してもサーチャージ水位を超えないと予想されるときは、一定量放流へ移行する。

⑥後期放流操作

後期放流実施中に二山洪水が予想されるときに、かつ最大放流量を限度として後期放流をおこなっても二山目洪水までに洪水時制限水位まで貯水位の低下ができないと予想される場合、下流に支障のない範囲内で放流することとなるが、その際の放流量について各ダム毎に示した。

次に作成した各ダムの操作手順書の概要について上記①～⑥の流れに沿い、以下に示す。

I. 高山ダム

①下流地点の浸水被害軽減のための洪水調節操作

高山ダムは木津川の支川である名張川に位置し、すぐ下流で木津川本川と合流する。木津川と名張川の合流点のすぐ下流に有市地点があり、この箇所は国道163号線が木津川と平行して走っており、有市地点水位が9.1m、流量では2,800m³/s程度で国道163号線が冠水を始める。国道の冠水が始まると国道山側の家屋の浸水もほぼ同時に始まり、更に水位が上昇すると浸水家屋数は水位とほぼ等比的に増加し、5,000m³/sで92戸が浸水すると考えられる。従って国道冠水と家屋冠水を回避するためには、有市地点の流量を少なくとも2,800m³/s以下にする必要があるが、波浪等に対する余裕や、残流域を考慮すると2,500m³/s程度を目安とした。



図-6 高山ダムと有市地点、島ヶ原地点の位置関係

次に、高山ダム放流量は、木津川本川の流量と合流して有市地点の流量となるため、2,500m³/s以下にするためには木津川本川にある島ヶ原地点の流量増加に合わせて高山ダム放流量を減らす操作が必要となる。よって本則操作通りの放流をおこなった場合、有市地点で2,500m³/sを上回る予想が立った時の洪水時統管指示を「高山ダムの放流量を別途指示するまでの間、『2,500m³/s一島ヶ原流量』とすること」とした。

この場合は、ダムの洪水調節容量において使用する容量が7割以内に収まると予測された時とした。しかし、予測雨量に反して実測雨量が増えた場合、流量の増加に

伴い、7割を超えると予測される場合がある。この場合でも浸水家屋数が流量の増加に伴い段階的に増加していくため出来るだけ流量を低減する必要がある。よって放流量を『2,800m³/s一島ヶ原流量』と段階的に増加させることとした。

②～⑤は上記の共通内容と考え方は同じである。

⑥後期放流操作

高山ダムの場合の放流量は『2,500m³/s一島ヶ原流量』とした。

II. 布目ダム

①下流地点の浸水被害軽減のための洪水調節操作

布目ダムの放流量が85m³/sを上回ると布目ダム下流の一部で浸水が発生する。この浸水被害を防ぐためには、残流域の流量の余裕を考慮すると、80m³/sで放流量を抑える必要がある。この場合の洪水時統管指示は、洪水調節容量の5割以内に対応できる場合に対応するものとする。更に実測雨量が予測雨量に反して増加し、5割を上回ると予想された場合は、更なる浸水を防げる放流量である90m³/sに変更する洪水時統管指示を実施することとした。この場合も、洪水調節容量の5割以内に対応できる場合に対応するものとした。

②～③は上記の共通内容と考え方は同じである。

④は布目ダムにはただし書き操作規定が無いため、この項目は無い。

⑤は、布目ダムにはただし書き操作規定は無いが、サーチャージ水位を上回っている時の操作方法について定める必要がある。これは、②の本則操作移行後に、貯水位がサーチャージ水位に達した場合において、常用洪水吐ゲートの開度を保持し非常用洪水吐ゲートより自然越流を続けても貯水位の上昇が設計洪水水位より相当程度低く収まると予想される場合には、布目川沿川の被害軽減を図るため、常用洪水吐ゲートの開度を絞って最大放流量を少しでも減量する操作を行うこととした。またこの洪水時統管指示を実施する条件として、降雨が終了し、流入量のピークが過ぎていると確認された時とした。

⑥後期放流操作

布目ダムの場合の放流量は一山目に本則操作による洪水調節を行ったとした場合の最大放流量を限度とした。

III. 室生ダム

①下流地点の浸水被害軽減のための洪水調節操作

室生ダム直下で室生川合流後の流下能力が約400m³/sである為、室生ダムが本則操作(300m³/s一定量放流)時に室生川の流出量が多い場合、冠水することがある。よって室生ダムの放流量が300m³/sに達し、室生川の流出量が多いと予測された時、室生ダムの放流量を250m³/sにする洪水時統管指示を行うこととした。この場合、洪水調節容量の5割以内に対応できる場合に実施するものとした。

次に、名張市街地における浸水被害の発生を防ぐためには、名張地点が氾濫危険水位7.6m（流量1,370m³/s）を超えないよう、余裕を考慮して1,300m³/s（水位7.5m）以下になるようにする必要がある。この場合、室生ダム・青蓮寺ダム・比奈知ダムで洪水調節容量の7割容量以下になる範囲において、各ダムの残容量比が同程度となるよう洪水調節容量を配分することとし、名張地点で1,300m³/s以下になるように放流量を決定することとした。この場合、洪水調節容量の7割以内で対応できる場合に実施するものとした。

②～⑤は上記の共通内容と考え方は同じである。

⑥後期放流操作

室生ダムの場合の放流量は300m³/s放流を限度とした。

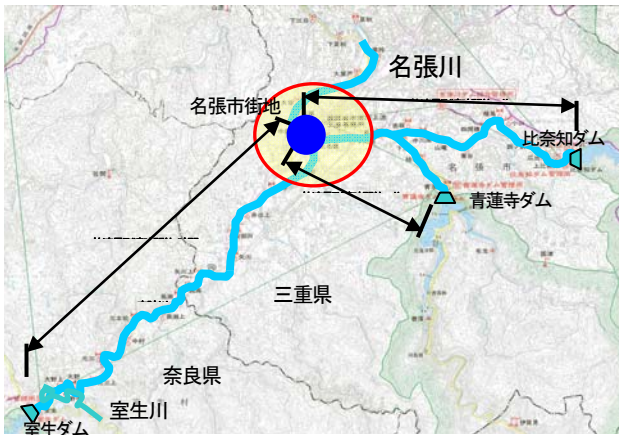


図-7 室生ダム・青蓮寺ダム・比奈知ダムの位置関係

IV. 青蓮寺ダム・比奈知ダム

①下流地点の浸水被害軽減のための洪水調節操作

上記の室生ダムと同様に、名張市街地における浸水被害の発生を防ぐためには、名張地点が氾濫危険水位7.6m（流量1,370m³/s）を超えないよう、余裕を考慮して1,300m³/s（水位7.5m）以下になるようにする必要がある。この場合、室生ダム・青蓮寺ダム・比奈知ダムで洪水調節容量の7割容量以下になる範囲において、各ダムの残容量比が同程度となるよう洪水調節容量を配分することとし、名張地点で1,300m³/s以下になるように放流量を決定することとした。この場合の洪水時統管指示は、洪水調節容量の7割以内で対応できる場合に実施するものとした。

②～④は上記の共通内容と考え方は同じである。

⑤ただし書き操作途中からの定量放流操作の移行

青蓮寺ダムについては上記の共通内容と同じであるが、比奈知ダムについては、非常用洪水吐ゲートが自然越流堤方式であるため、サーチャージ水位に達し設計洪水水位より相当程度低くおさまると予測されるとき、常用洪水吐ゲートの開度を絞って最大放流量を少しでも減量する操作を行うこととした。またこれを実施する条件として、降雨が終了し、流入量のピークが過ぎていと確認され

た時とした。

⑥後期放流操作

青蓮寺ダムの場合は450m³/s、比奈知ダムは300m³/sを限度とした。

V. 日吉ダム

①下流地点の浸水被害軽減のための洪水調節操作

日吉ダム下流の亀岡地点は当面計画（1/10確率）の流下能力1,500m³/sの河道改修が概ね完成しているが、下流域がダム流域より西側に位置するため、降雨及び流出ピークはダムより下流域の方が先となる場合が多い。このような洪水時においては、日吉ダムの洪水初期の放流量を減らす事による亀岡地区の洪水被害軽減効果が大きく、逆に日吉ダムピーク流入後に放流量を増加させても亀岡地区の被害増加に結びつく可能性は少ない。そのため亀岡地区の浸水被害軽減の為に、洪水初期に全量カットする操作が最も有効であるが、通常50m³/sまでは利水放流設備で放流（新庄発電所流量10m³/sを加えた全放流量60m³/s）しており、50m³/sを越える時点から常用洪水吐ゲートでの放流が必要となり、放流前の警報・巡視を実施することが必要となる。このため、洪水時の放流量を50m³/s以下までカットした場合、洪水調節容量の残容量の状況によって本則操作に戻す必要が生じた場合、迅速な操作変更を困難にする恐れがある。よって亀岡地点で浸水被害発生が予想される場合、60m³/s一定量放流（新庄発電所流量10m³/sを含む）の洪水時統管指示を実施する。この場合、洪水調節容量の8割以内で対応できる場合に対応するものとした。

②～⑤は上記の共通内容と考え方は同じである。

⑥後期放流操作

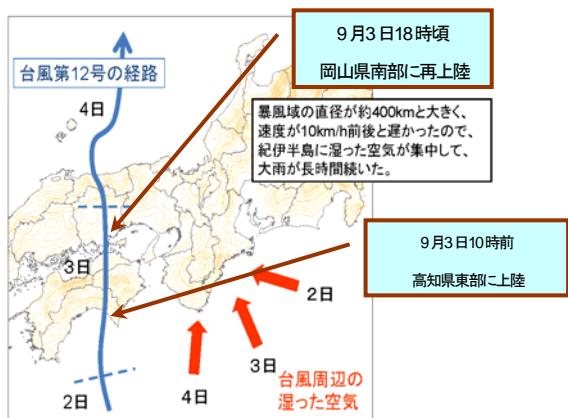
日吉ダムの場合の放流量は250m³/sとした。

5. 平成23年台風12号、15号洪水の操作

前章で示した各ダムの操作手順書を用いて平成23年度に近畿地方に襲った台風による出水に対して、初めて洪水時統管指示を実施したのでその際の操作について以下に示す。

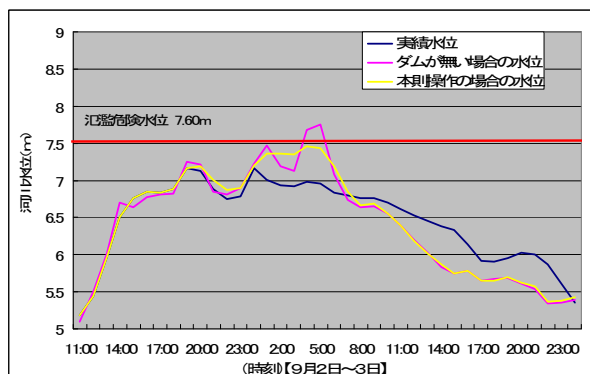
①台風12号の出水時におけるダムの操作

平成23年8月25日にマリアナ諸島の西の海上で発生した台風12号は、9月3日10時頃に高知県東部に上陸した。その後ゆっくりと北上を続け、四国地方、中国地方を縦断し、4日未明に日本海に進んだ。台風は大型で更に進行速度が遅かったため、近畿地方をはじめ全国の広い範囲で山沿いを中心に記録的な大雨が降った。淀川水系でも大雨が降り、青蓮寺ダム流域の総雨量は693.7mm、室生ダム流域では413.9mm、比奈知ダム流域では838.9mmとなった。



図一 8 台風12号の経路 (気象庁資料)

この降雨により青蓮寺ダム・比奈知ダムでは洪水量に達し、名張地点では2日17時55分に避難判断水位に到達し、18時の降雨予測に基づく洪水予測結果では水位は更に上昇し、洪水時統管指示の判断基準としている水位7.5mを上回る予測結果となった。そのため青蓮寺ダムと比奈知ダムでは洪水調節流量をそれぞれ50m³/sずつ減量し、青蓮寺ダムの放流量を350m³/s、比奈知ダムの放流量を150m³/sにしても、両ダム共に洪水調節後の容量が7割以内で収まると見込まれたため、洪水時統管指示を実施した。その後、予測雨量の変化により青蓮寺ダム・比奈知ダムの洪水調節後の容量が7割を超える見込みがたったため、青蓮寺ダム・比奈知ダムの放流量を増やす代わりに、室生ダムの放流量を減らす操作を実施し、3ダムの統合操作を実施するに至った。その後も数回の放流量変更を実施した結果、名張地点の水位において氾濫危険水位を上回ることを回避した。これらの操作は平成21年台風18号以降に操作手順書を作成してから初めての洪水時統管指示であった。

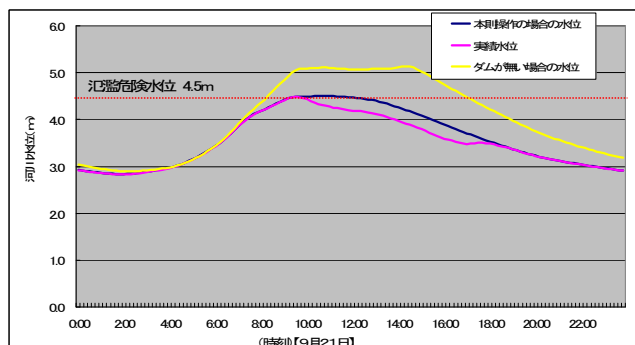


図一 9 3ダムによる洪水調節の効果 (名張地点)

②台風15号の出水時におけるダムの操作

平成23年9月13日に日本の南海上で発生した台風第15号は四国の南海上から紀伊半島に接近した後、21日14時頃に静岡県浜松市付近に上陸し、強い勢力を保ったまま福島県沖に進み、21日15時に千島近海で温帯低気圧となった。近畿地方でも大雨となり、淀川水

系桂川の日吉ダムでは、19日10時から22日8時までの総雨量が214mmに達した。日吉ダムでは、20日14時30分に流入量が150m³/sを超えたため、洪水調節を開始した。



図一 10 日吉ダムによる洪水調節の効果 (亀岡地点)

日吉ダム下流の亀岡地点では、21日の8時頃に避難判断水位4.0mを超え、水位は更に上昇していた。この時の予測雨量に基づく洪水予測結果では、11時頃に氾濫危険水位を上回ると予測され、操作手順書の通り60m³/sまで放流量を減量しても日吉ダムの洪水調節容量が8割を上回らないと予測されたため、操作手順書に従い、洪水時統管指示をおこなった。結果として亀岡地点の最高水位は4.48mとなり、氾濫危険水位を上回ることを回避することができた。

6. まとめと今後の課題

平成21年台風18号の洪水を踏まえて、各ダム毎に下流の浸水被害発生箇所を軽減する事等を目的に作成を開始した操作手順書について、平成23年度にはじめて実際の洪水時に用いて洪水時統管指示を実施した。この指示によりダムの容量を有効活用し下流の洪水被害軽減に大きな効果があることが分かった。一方で更なる改善・課題も明らかとなり、それを以下に示す。

①操作判断の前提となるより高い精度の洪水予測を行うため、現在、レーダ雨量計による降雨予測や気象庁の数値予報との親和性が高く、またネック地点の水位等も再現できる分布型流出予測モデルを使った洪水予測システムの構築を進めているが、演算時間が現行の貯留関数モデルより長くなることから、洪水時の限られた時間内で様々な洪水調節操作方法をトライアル計算するためには、必要に応じて計算範囲を分割したり、自動計算機能を強化したりする等対応を行う必要がある。

②広域にわたる洪水の場合は、淀川水系の全てのダムで操作手順書に基づいた操作が必要となる場合が考えられ、担当する各個人が操作手順書に対して理解を深め、適切な判断ができるように訓練を重ねていく必要がある。

③毎年、訓練や実際の出水によって操作手順書の検証を実施し、改良を進めていく必要がある。

【以上】