

猿谷ダムの試行運用について

石飛 隆司

近畿地方整備局 足羽川ダム工事事務所 工事課 (〒918-8239 福井県福井市成和1-2111) .

2011年(平成23年)台風12号がもたらした降雨により、新宮川水系では甚大な被害が生じた。利水ダムである猿谷ダムは治水容量を持っていないが、利水者や学識経験者などの意見を聞きながら猿谷ダム技術検討会を開催し、条件を満たせば事前放流を行い、空き容量を確保して洪水に備える「猿谷ダム試行運用」を策定した。本報告では、試行運用の内容と2012年度の運用について、報告する。

キーワード 台風12号, 利水ダム, 事前放流, 情報提供

1. 猿谷ダムの概要

猿谷ダムは、十津川・紀の川総合開発事業の一環として計画され、熊野川上流に1958年に完成した利水ダムである。この事業は新宮川水系熊野川の水を熊野川流域から流域を変更して紀の川流域に分水し、紀の川の水開発と合わせて大和平野、紀伊平野へかんがい用水として補給するもので、猿谷ダムは熊野川の水を紀の川支川大和丹生川へ分水する。

猿谷ダムは、不特定用水(主にかんがい用水)として紀伊平野10,720haに補給を行い、紀の川への分水(最大分水量16.7m³/s)の際に、約300mの落差を利用し、電源開発株式会社が水力発電(西吉野第一、第二発電所)を行っている。

また、熊野川の河川流量を保つために、一定量の維持流量を放流している。

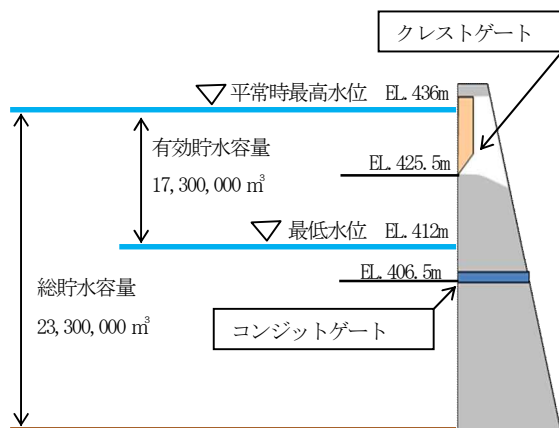


図-1 猿谷ダム貯水池容量配分図

2. 2011年(平成23年)台風12号の概要

2011年9月3日10時前に高知県東部に上陸した台風12号はゆっくりと北上を続け、3日18時頃に岡山県南部に再上陸、中国地方を北上して4日未明に山陰沖に抜けた。

台風は大型で、動きが遅く、西日本から北日本にかけて、長時間にわたり山沿いを中心に広い範囲で記録的な大雨をもたらした。(図-2)

特に紀伊半島では記録的な大雨となり、熊野川流域でも五條市大塔町や十津川村などで地すべり等の被害があった。そして、紀伊半島の中ほどに位置する猿谷ダム流域でも約111時間にわたり降雨が継続し、猿谷ダム流域平均雨量は約950mmにも及んだ。台風12号の出水により、猿谷ダムへの総流入量がダム管理が始まって以来過去最大となる202百万m³を記録した。

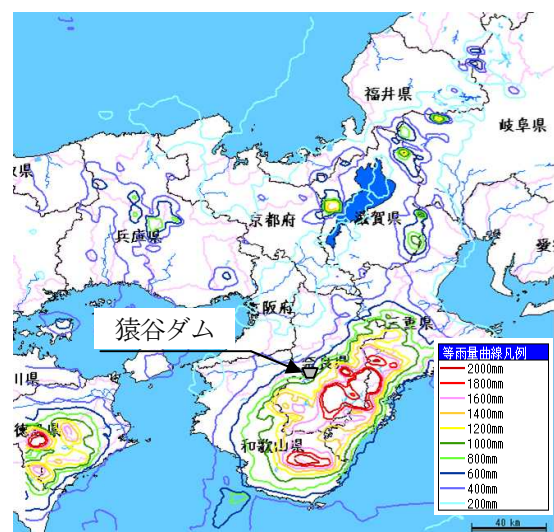


図-2 台風12号降雨の等雨量曲線

3. 通常時と台風12号時の猿谷ダムへの操作

(1) 通常時の猿谷ダムの操作

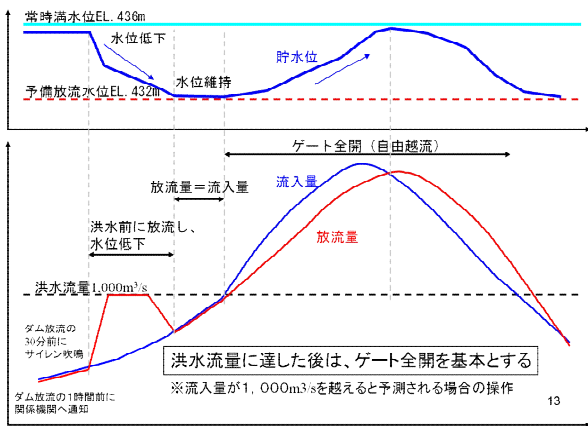


図-3 猿谷ダムの操作概要

猿谷ダムは、治水ダムのように速やかな貯水位低下を行う設備がなく、堤体上部に設置された洪水吐きゲート（以下、クレストゲート）のみで洪水対応を行う。ダムからの放流は下流の急激な水位の変動を生じないよう努め、洪水流量 $1,000\text{m}^3/\text{s}$ に達した後は、ゲート全開を基本として自由越流により放流を行うこととなっている。（図-3）

(2) 台風12号時の猿谷ダムの操作

台風12号時の猿谷ダムの出水状況及び操作は、図4のとおりである。

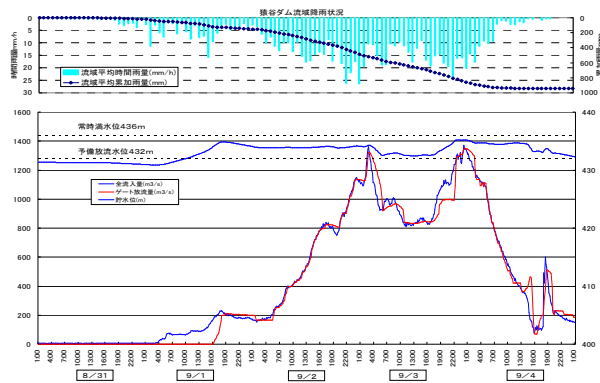


図-4 台風12号の出水状況

9月1日16:00より放流を開始し、9月2日2:00頃から放流量を流入量に擦り付け流入量＝放流量操作とし、流入量が $1,000\text{m}^3/\text{s}$ に達した後も、水位が 432m を上回っておりこの状況でゲートを全開にすると放流量が過大となることから流入量＝放流量操作を継続した。流入量ピーク後はこの後に台風本体の雨域が確認されたため、水位低下を図り、貯水位低下後は流入量＝放流量の操作を行った。

4. 猿谷ダム操作に関する技術検討会

(1) 設立趣旨

台風12号の記録的な大雨に伴い、紀伊半島においては甚大な洪水被害が発生した。被災を受けた五條市から、猿谷ダムの操作に対する事実経過の確認や操作の見直しの要請が寄せられた。これらの地域の声を真摯に受け止めて、台風12号の猿谷ダム操作の検証、今後の操作に関する方向性を検討すべく、学術経験者、利水者等の関係機関、近畿地方整備局等により、「猿谷ダム操作に関する技術検討会（以下技術検討会）」が設立された。この技術検討会は、猿谷ダムの操作等について、台風12号を対象に様々な視点から意見をいただき、ダム操作等に関する現状確認・改善、情報提供に関する現状確認・改善の事項について検討することを目的とする。本論文では、試行運用の報告のため、情報提供についての議論は以下省略する。

(2) 検討内容

2011年12月から開始された技術検討会では、ダム操作の改善について、洪水時にダム下流への放流量を低減し、下流の被害軽減を図ることを目標とした。猿谷ダム下流への放流量を低減させる方法として、洪水前の貯水位低下操作（事前放流）とその空き容量を使って放流量を低減させることとした。この改善策を試行運用として実施していくこととなった。なお、試行運用の実施内容の確認までに技術検討会は2012年5月までの3回行われ、2012年度の検証として、2013年2月に1回行われた。

5. 猿谷ダム試行運用について

(1) 猿谷ダムにおける洪水の発生状況

猿谷ダム完成後、流入量が洪水量 $1,000\text{m}^3/\text{s}$ を超える洪水は11洪水あり、いずれも出水期（6月15日～10月31日）に発生している。その中でも、主要な洪水（ $1,200\text{m}^3/\text{s}$ 以上、以下主要洪水）は、すべて9月上旬から10月中旬に発生している。（図-5）

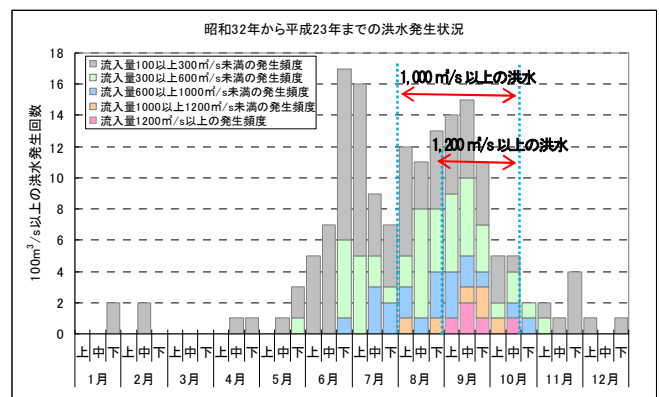


図-5 過去の洪水の発生状況

(2) 試行運用期間と目標水位

試行運用期間は、これまで大きな洪水が発生している9月1日から10月31日とし、利水への影響の無い範囲で目標水位を設定した。(図-6) 9月1日から9月15日の間については、標高426mを管理目標水位として運用することで空き容量を確保する。なお、8月においては、9月1日に426mに擦り付けるため、水位低下を図るように運用する。9月16日から10月31日の間については、洪水量 $1,000\text{m}^3/\text{s}$ を超える洪水が予想される場合、標高426mを目標に事前放流を行うことで、空き容量を確保する。

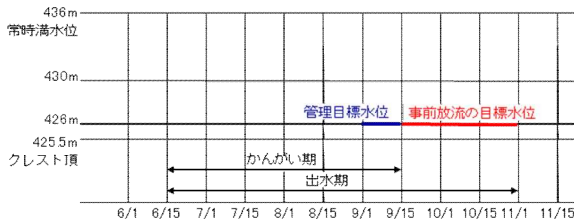


図-6 事前放流操作における目標水位

(3) 事前放流による水位低下に要する時間

事前放流を行う場合、放流開始までの準備時間4時間(職員の招集、巡視準備、巡視、警報・サイレン等)を考慮し、流入量が洪水量 $1,000\text{m}^3/\text{s}$ に達すると予想される24時間前に実施の判断を行うことを基本とし、事前放流はクレストゲートより行う。クレストゲートの放流能力により、低下可能な水位は洪水前の初期水位と洪水量に達する前の流入量によって異なる。洪水前の水位が平常時最高水位436mの場合、流入量が洪水量 $1,000\text{m}^3/\text{s}$ に達する20時間前から水位低下操作を行うと、主要な洪水では概ね426m付近まで低下可能である。(表-1、図-7)

表-1 主要洪水での事前放流操作による水位低下量
(初期水位は常時満水位)

洪水	S34.09 伊勢湾台風	S36.09 台風10号	H02.09 台風19号	H16.10 台風23号	H23.09 台風12号
流入量が洪水量($1,000\text{m}^3/\text{s}$)に達する20時間前から水位低下操作を行った場合の低下水位	426.4m	428.2m	426.8m	426.2m	428.8m

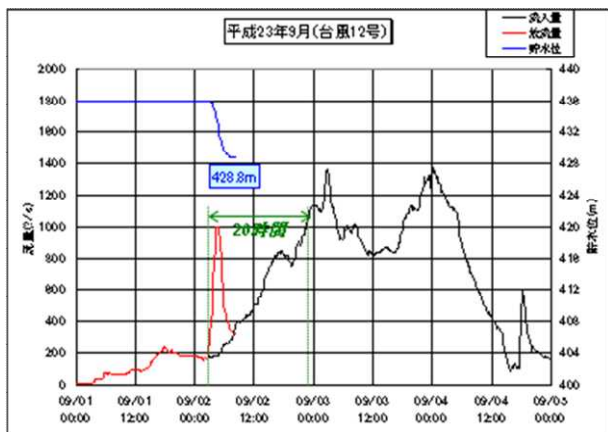


図-7 事前放流による水位低下操作(台風12号洪水)

(4) 事前放流を行う基準

a) 洪水時の雨量

流入量が洪水量 $1,000\text{m}^3/\text{s}$ を超えた既往の11洪水はすべて、猿谷ダム流域平均雨量の9時間累積値が 130mm を超えている。(図-8)

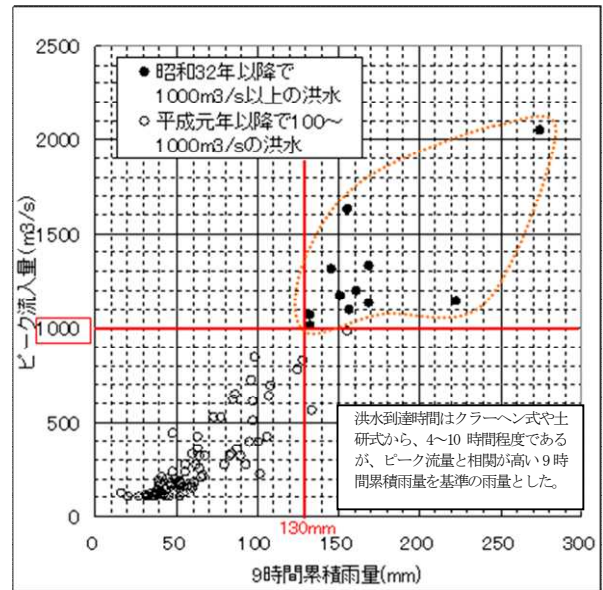
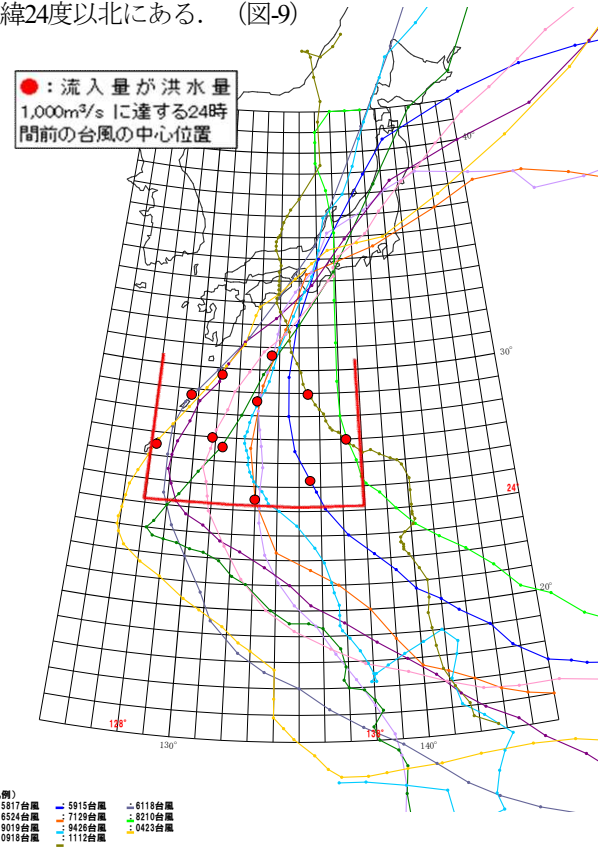


図-8 9時間累積雨量とピーク流量との関係

b) 洪水時の台風経路

流入量が洪水量 $1,000\text{m}^3/\text{s}$ を超えた既往の11洪水は、すべて台風によるものであり、洪水量 $1,000\text{m}^3/\text{s}$ に達する24時間前の台風の中心位置は、東経 128° から 138° の間で北緯 24° 以北にある。(図-9)

図-9 流入量が洪水量 $1,000\text{m}^3/\text{s}$ 以上の既往洪水での台風経路

c) 事前放流操作の方法

以上のことから、事前放流に入る基準の流入量が洪水量 $1,000\text{m}^3/\text{s}$ を超える洪水が予想されるときは、予測雨量と実績雨量による一連の雨量の9時間累積雨量が 130mm を超え、かつ、台風が中心が、東経 128 度から 138 度の間で北緯 24 度以北に達し、さらに猿谷ダムに接近が予想されるときである。なお予測雨量は、気象庁の33時間先までの1時間毎、約 5km メッシュの予測雨量である気象庁MSM数値予報モデルの予測雨量を用いる。

また、事前放流の放流量は $1,000\text{m}^3/\text{s}$ を限度とし、事前放流の目標水位は 426m とする。

(5) 放流量低減操作の方法

洪水時には、クレストゲート全開による自由越流（フリーフロー）により放流量の低減を行うものとする。全開放放流後、流入量がピークに達した後は、残容量を確認の上、ピーク流入量時点の全開放放流量による一定量放流を行う。（図-10）なお、この操作では、ダム完成後最大の洪水であった1959年（昭和34年）9月洪水（伊勢湾台風）において、確保された空き容量を概ね使いきることになる。

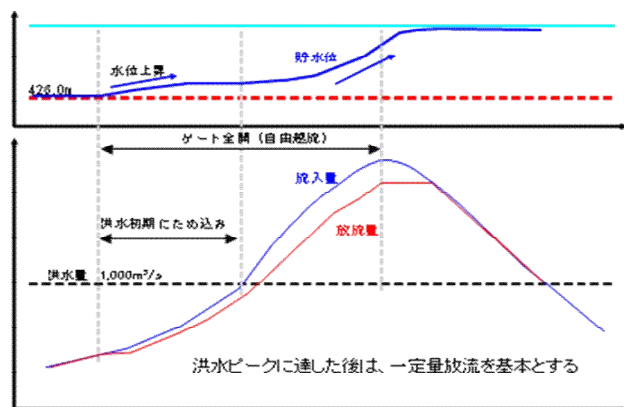


図-10 試行運用での操作

(6) 放流量低減効果

試行運用による主要な洪水での効果は、2011年（平成23年）9月洪水（台風12号）では実績放流量と比較し、一山目で約 $140\text{m}^3/\text{s}$ 、二山目で約 $70\text{m}^3/\text{s}$ 、放流量が低減されると試算される。（図-11）

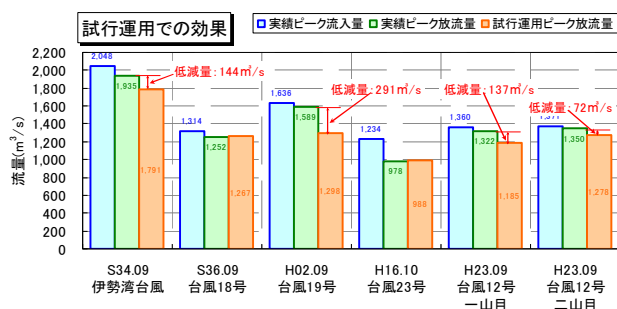


図-11 試行運用での想定効果

(7) 事前放流実施時の水位回復について

猿谷ダムは利水ダムであるため、洪水が終われば水位が回復している必要がある。「事前放流検討の手引き（1次案）」に準拠して、洪水における回復可能量を算定する。流入量が洪水量 $1,000\text{m}^3/\text{s}$ を超える洪水は、ピーク流入量後、洪水量を下回った後から水位回復操作を行うこととする。流入量が洪水量 $1,000\text{m}^3/\text{s}$ を超えない洪水は、ピーク流入量を確認した後、水位回復操作を行うこととする。（図-12）

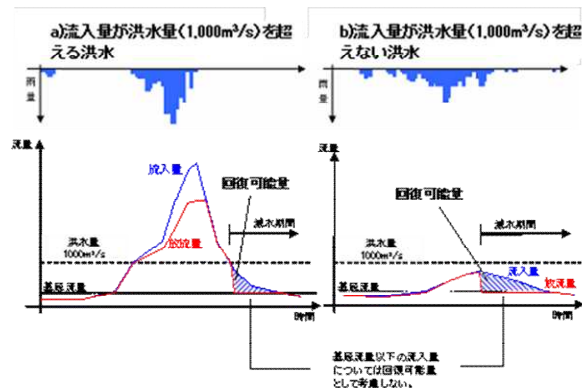


図-12 水位回復量のイメージ

a) 実績による水位回復可能性

流入量が洪水量 $1,000\text{m}^3/\text{s}$ を上回る既往の11洪水は、すべて $880\text{万}\text{m}^3$ （平常時最高水位 436m から事前放流の目標水位 426m までの容量差）以上回復可能であり、貯水位を 436m まで回復できる。9時間累積実績雨量 100mm 以上となった洪水は、すべて $880\text{万}\text{m}^3$ 以上回復可能である。（図-13）

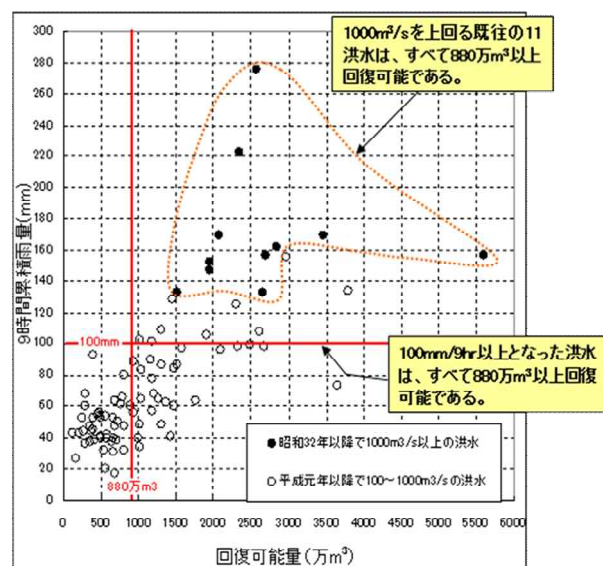


図-13 9時間の累積実績雨量と回復可能量の関係

b) 予測雨量による水位回復可能性

2011年の気象庁MSM予測雨量（33時間先までの3時間毎の配信）において、9月以降の台風性洪水で猿谷ダム

流域（図-14）の9時間累積予測雨量が130mmを超える降雨予測は、2洪水計30回配信されている。9時間累積予測雨量が130mmを超える降雨予測が配信された洪水においては、いずれも880万 m^3 以上回復可能である。（表-2）

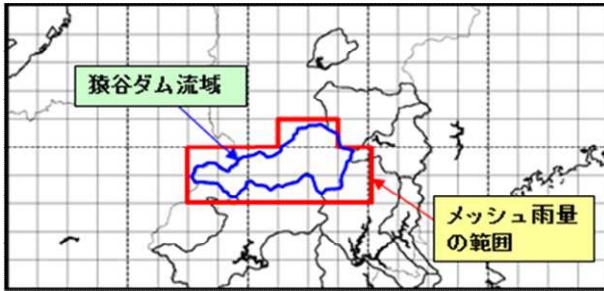


図-14 猿谷ダム流域でのMSMメッシュ雨量の範囲

表-2 2011年MSMメッシュ予測雨量が130mm/9hを超える洪水のピーク流入量と回復可能量（9月以降の台風性洪水）

	ピーク流入量 (m^3/s)	回復可能量 (万 m^3)	880万 m^3 以上か
台風12号	1,371	3,470	○
台風15号	633	2,610	○

6. 猿谷ダムの2012年度の運用について

(1) 2012年度の出水状況

2012年度の出水では、流入量が洪水量1,000 m^3/s を超える洪水は発生していない。6月の台風4号、9月の台風16号、台風17号が比較的流入量の大きな出水であった。これらは事前放流の実施基準の一つである台風経路の範囲に達した。（図-15）

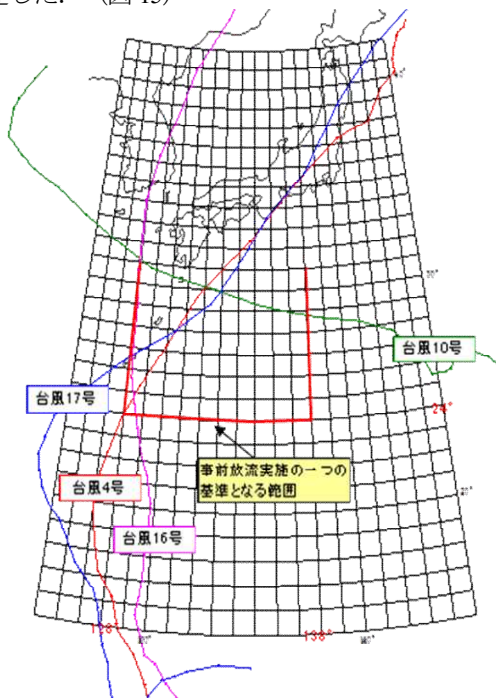


図-15 2012年度の代表的な台風の経路

(2) 2012年度の試行運用期間の貯水池運用状況

9月1日に標高426mとするため8月16日から貯水位を低下させ、試行運用期間（9月1日から10月31日）のうち、9月1日から9月15日の間については標高426mを管理目標水位として運用し、空き容量を確保した。（図-16）

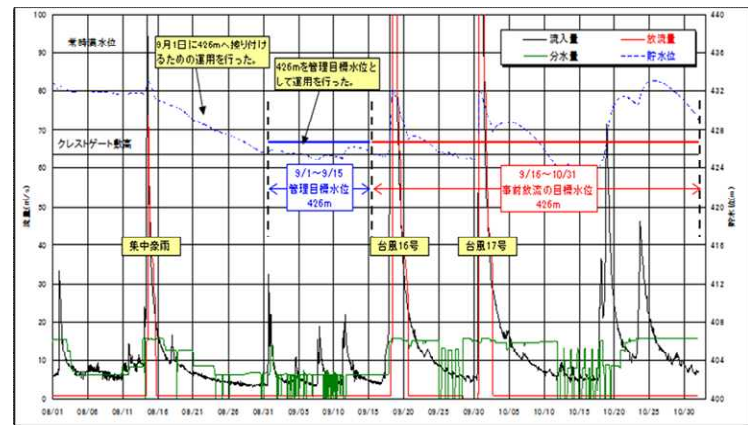


図-16 2012年8月1日～10月31日の貯水池運用

(3) 2012年度の試行運用結果の検証

2012年度では試行運用の実施判断基準を満たしたものは台風17号のみであったため、本出水を対象に検証する。

a) 台風17号対応

出水時の初期貯水位は、かんがい期が終了した後であったこともあり、約425m程度で事前放流の目標水位以下であったため、事前放流実施の条件を満たした時間帯はあったが、水位低下の操作を実施する必要はなかった。ダムへの流入量は約700 m^3/s となり、洪水量には達しなかったが、空き容量を活用し下流への放流を最大で500 m^3/s とするゲート操作を実施し、放流量を200 m^3/s 軽減することにより下流への水位上昇を抑えた。（図-17）

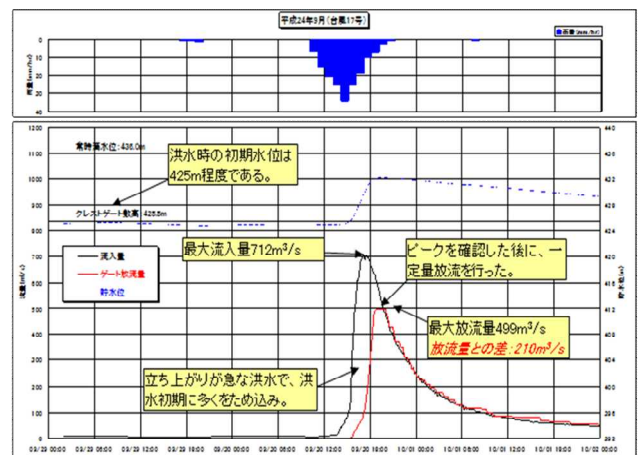


図-17 台風17号時のハイドログラフ

b) 台風17号の事前放流操作の判断

台風17号時には初期水位が426m以下であったことから、事前放流操作は行っていない。台風経路や予測雨量からは、実績ピーク雨量の24時間前程度（実績ピーク流

量の26時間前程度)の予測雨量において、事前放流の実施基準に合致していた。(図-18)

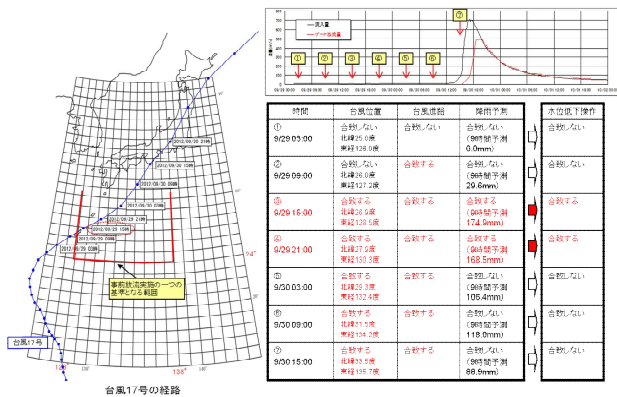


図-18 台風17号時の実施基準

c) 台風17号で事前放流を行った場合の試算

初期水位が426m以下であったことから、事前放流は行っていなかったが、初期水位が平常時最高水位436mであったとして、事前放流を行った場合にも、シミュレーションの結果、洪水までに426m程度まで約12時間(職員の招集・巡視・警報で約4時間、事前放流で約8時間)で水位低下可能と推定できる。(図-19)

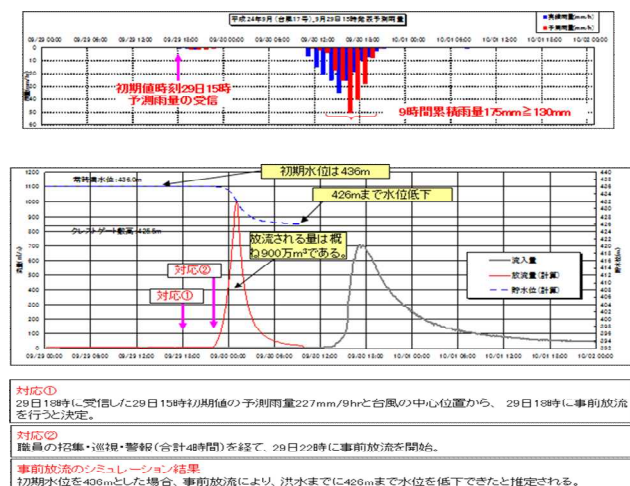


図-19 台風17号時の事前放流シミュレーション

7. 今後の課題

(1) 予測雨量の精度

2012年度は、予測雨量に基づいてダム操作方法等を決定したところ、予測雨量よりかなり大きい、あるいは小さな実績雨量となる出水があった。猿谷ダム流域の降雨や出水の特性を踏まえてダム操作を行っていく必要がある。

(2) 洪水時の操作

2012年度においては洪水量1,000m³/sを上回るような洪水は発生しなかった。大規模な実洪水に対する試行運用操作の適応性について、今後も引き続き検証していく必要がある。

(3) 風屋ダムとの関係の検討

猿谷ダムの下流にある電源開発株式会社管理の風屋ダムにおいても、2012年度からの運用改善策により、新たに空き容量を更に確保するとしている。上下流の関係にある風屋ダムとの運用の調整による、下流への洪水の低減の可能性について、下流ダム管理者とも連携し、検討を行う必要がある。

なお、本報告は、紀の川ダム統合管理事務所の防災情報に関する成果の一部であり、著者が現所属の足羽川ダム工事事務所に異動する前の紀の川ダム統合管理事務所での成果を取りまとめたものである。