第69回(2025年度)　北海道開発技術研究発表会論文

農業用ダムにおける洪水調節機能効果の検証について

旭川開発建設部　農業整備課　　○岸田　陸
森脇　真哉
荒木　美裕

近年の異常気象における水害の激甚化や総合治水対策等が契機となり、令和元年12月に「既存ダムの洪水調節機能の強化に向けた基本方針」が策定され、既存ダムの貯水容量を緊急時の洪水調節に最大限活用出来るよう、様々な取組が始まっているところである。本報では、旭川開発建設部管内に位置する当麻ダムの洪水調節効果の検証についてその内容を報告する。

キーワード：洪水調節機能、流域治水、農業用ダム、水害

1. はじめに

近年、水害によって農林水産業においても甚大な被害が発生していることを踏まえて、令和２年２月には農林水産省において「農業用ダムの洪水調節機能の強化に向けた基本的な考え方」が取りまとめられ、令和２年５月には北海道内の一級水系を対象に、水系ごとで洪水調節機能強化の基本方針等を含む治水協定が締結された。

農業用ダムの洪水調節機能の強化は、ダムの特性、構造、規模、放流設備、管理体制および関係土地改良区への影響等の水利用の状況を考慮したうえで、ダムの安全性を確保しつつ効果的に取り組むことを基本としており、洪水調節機能の強化による水不足が生じないよう、水系内で弾力的に水の融通を行うなど、水系内全体で利水の総合的な運用を調整しながら取り組むことも重要とされている。

本報では、旭川開発建設部管内に位置する当麻ダムにおける洪水調節機能効果の検証についてその内容を報告する。

2. 対象施設の概要

当麻ダムは、北海道上川郡当麻町に位置する一級河川石狩川水系牛朱別川支流当麻川に設けられたダムで、国営開墾建設事業当麻地区において、かんがい用水確保のために昭和27年度から昭和31年度に造成され、その後、洪水流下機能の回復を目的として国営総合農地防災事業とうま地区において、平成19年度から平成29年度に洪水吐等の改築が行われたダムである。（表-1、図-1、写真-1）

表-1　当麻ダム概要表

貯水池	流域面積	19.8km²(直接19.8 、間接−)
	有効貯水量	3,039,000 m³
	常時満水位	EL.211.00 m
堤体	形式	中心遮水ゾーン型フィルダム
	堤高	21.30 m
	堤頂長	238.00 m
	堤体積	199,400 m³
洪水吐	形式	正面越流Y型
	設計洪水量	268.00 m³/s

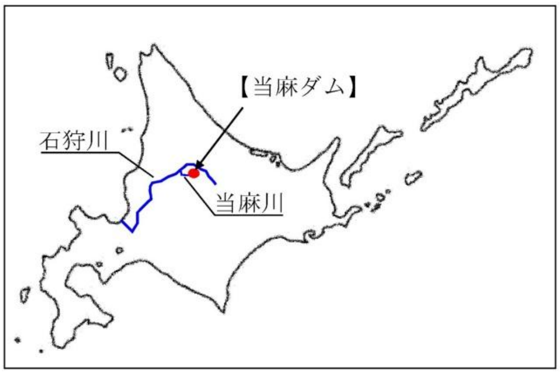

図-1　当麻ダム位置図

写真-1　当麻ダム全景

KISHIDA RIKU, MORIWAKI SHINYA, ARAKI YOSHIHIRO

3. 洪水調節の取り組み方法

農林水産省の「農業用ダムの洪水調節機能の強化に向けた基本的な考え方」では、出水期全期間にわたり、現行設備による放流により洪水調節可能容量の範囲内において「事前放流」「時期ごとの貯水位運用」の2つの方法で取り組むものとされている。それぞれの取り組み方法のイメージを図-2に示す。

「事前放流」とは、治水協定および実施要領に基づき、予測降雨量が基準降雨量を超過した時に最大３日前から貯水位を低下させる放流であり、事前放流の態勢解除までの間における貯水位維持のための放流を含む、と定義されている。「時期ごとの貯水位運用」とは、治水協定および実施要領に基づきあらかじめ貯水位を低下させる運用をいう、と定義されている。

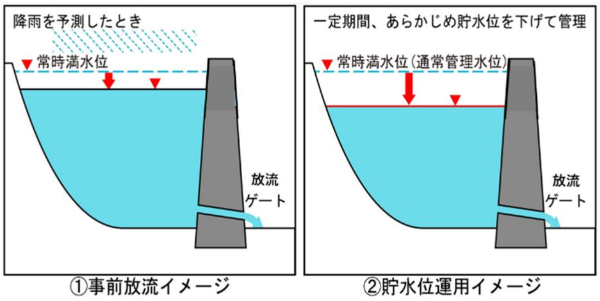

図-2　洪水調節機能強化の取り組みイメージ

4. 石狩川水系治水協定と当麻ダムの貯水位運用

当麻ダムが位置する石狩川水系では、令和2年5月に、「石狩川水系（上流）治水協定」（以下、「協定」という。）が国・道・関係町・土地改良区との間で締結されている。

協定において当麻ダムは、現行設備の放流能力を考慮し、協定および貯水位運用実施要領（以下、「実施要領」という。）に基づく貯水位運用を行う農業用ダムとして、治水協定には基準降雨量145㎜、洪水調節可能容量208万㎥が示されており（表-2）、実施要領にはかんがい期間(8月1日～9月20日)中は、目標貯水位をEL=205.00m以下に維持するよう努めることが示されており、協定に基づく洪水調節の取り組みを実施している。

表-2　協定による洪水調節可能容量

項目	洪水調節容量（万㎥）	洪水調節可能容量（万㎥）注)	基準降雨量（㎜）
当麻ダム	―	208	145

注)水利用への補給を行う可能性が低い期間等において水位を低下させた状態とする貯水位運用を行うことにより確保可能な容量を含む

5. 洪水調節効果の検証方法

(1) 洪水調節効果の評価指標

検証する洪水調節効果の評価指標は、「農業用ダムの洪水調節効果の評価マニュアル（令和4年3月）」（以下、「マニュアル」という。）をもとに、① ダムのピーク放流量の低減、②ダム放流量のピーク発生時間の遅れ、③ダム下流河川のピーク水位の低減、とした。

①及び②の効果発生イメージを図-3に、③の効果発生イメージを図-4に示す。

①ピーク放流量の低減は、ダム地点における洪水による最大流入量より少ない水量をダムから放流することにより、ダム下流河川の水位上昇を緩和し水災害の軽減を図る効果である。 ②ピーク放流量の遅れ時間は、ダムへ流入する洪水のピーク発生時間とダムからの放流が最大となる時間に遅れが発生することで、下流河川における水位上昇の緩和と洪水被害の軽減やダム下流住民の避難時間を確保する効果である。 ③ダム下流河川のピーク水位の低減は、ダム下流検証地点における河川水位の上昇を抑制する効果である。洪水時に氾濫の可能性がある河川断面の狭小地点等での効果を算定することにより、その地点に対する直接的な効果を把握する。

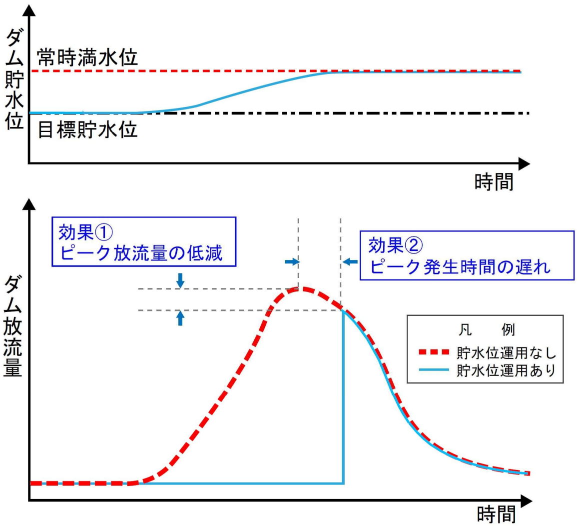

図-3　洪水調節効果のイメージ

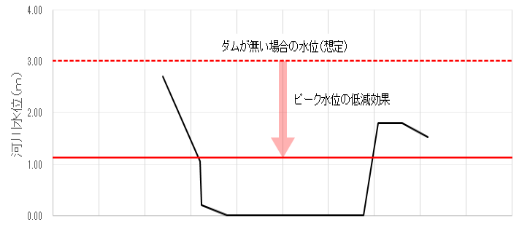

図-4　下流河川の水位低減イメージ

(2) 洪水調節効果の算定方法

協定に基づく貯水位運用を実施した場合と、実施しなかった場合について、①ダムのピーク放流量、②ダム放流量のピーク発生時間、 ③下流河川のピーク水位を算定し、それらの差を検証することで洪水調節効果を検討した。

貯水位運用を実施した場合は、目標貯水位からシミュレーションを開始する。実施しなかった場合は、常時満水位からシミュレーションを開始し、それぞれで①～③の値を算定し、比較検証を行う。

さらに降雨の違いによる洪水調節効果の違いを検証するため、協定の基準降雨に加えて、降雨量や降雨波形を変更した複数のケースについて、上記のシミュレーションを行った。算定項目と流れについて図-5に示す。

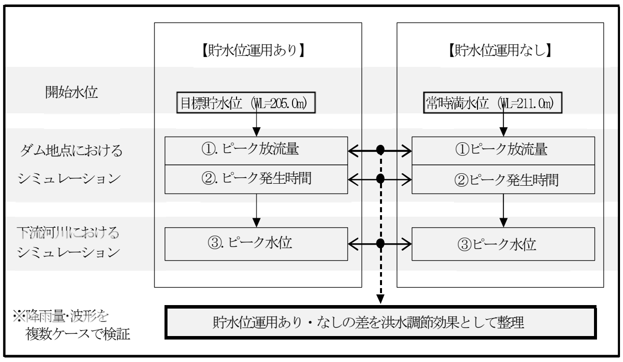

図-5 洪水調節効果の算定項目と流れ

6. シミュレーション手法・条件の設定

(1) 流出解析モデルの選定

解析に用いる流出解析モデルは、流域内の降水量がある程度均等であり今後の土地利用の変化が少ないものと判断し、集中型流出モデルを選定した。

ダム流入量の算定は、斜面形態や土地利用形態を流域定数として計算に用いることが可能で、流域特性を流量に反映しやすい貯留関数法により算定した。流入量推定の妥当性は、直近10カ年で基準降雨量145mm相当の降雨を観測した期間を抽出して、実測値と推定値を比較した結果、ピーク流入量と流出率が同程度の値となったことで確認した。

(2) 流出解析モデルの設定

解析にあたっては、対象とする流域を、地形や降雨特性、基準点や支川合流、洪水調節施設等を考慮した小流域に分割する必要があり、流出解析モデルの計算単位は、分割した流域単位の流出量を基本とすることから、ダム上流の流域内の土地利用状況及び土地利用面積を整理した。整理にあたっては、国土数値情報より地目メッシュデータを入手し、GISソフトを用いて行った。

土地利用面積の整理結果を図-6に、モデル設定値（代表的な分割流域の諸元定数）を表-3に示す。

表-3 分割流域の諸元定数

流域名	流域面積 A(km2)	流域延長 L(km)	流域勾配 I	一次流出率 f	飽和雨量 Rsa(mm)
当麻ダム流域1	4.36	4.94	0.0491	0.6	200
当麻ダム流域2	15.44	8.72	0.0337	0.4	200

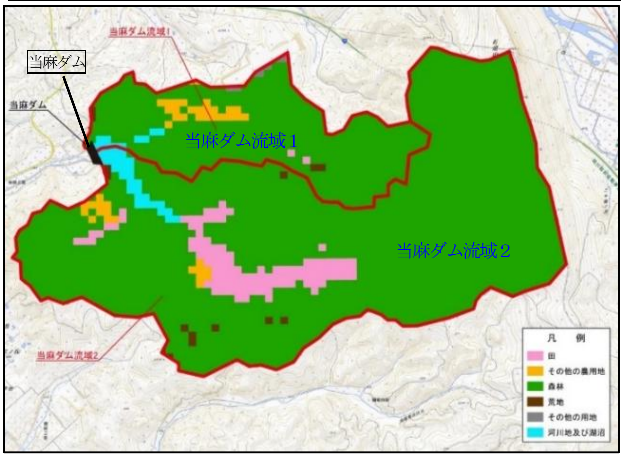

図-6 土地利用状況

(3) 降雨条件の設定

本報の検証に用いる降雨は、協定の基準降雨量に準じて設定することを基本とした。

a) 降雨量の設定

協定の基準降雨量145mmは、「石狩川河川整備計画」において河川管理者が検討した2日降雨1/20年確率の降雨量となっている。

検討降雨量は、基準降雨量145mmを基準としつつ、降雨量の違いによる効果を検証するため、ダム近傍の上川地域気象観測所の降雨観測記録から、岩井法により1/10年確率雨量、1/30年確率雨量、1/100年確率雨量を算定し、算定の結果、1/10年確率雨量は基準降雨量を下回ったことから検討から除外し、基準降雨量、1/30年確率雨量、1/100年確率雨量の３ケースとして検証を行った。

設定した各ケースの確率雨量を表-4に示す。

表-4 設定した降雨量

基準降雨量	1/30 年確率	1/100 年確率
145.0mm	158.0mm	202.0mm

b) 降雨波形の決定

降雨波形は、ダム地点の降雨データには欠測もあるため、マニュアルに準拠し、ダム近傍の上川地域気象観測所の降雨観測記録（計45カ年）の3日雨量100mm以上の降雨を抽出して日降雨分布を整理した。

抽出した降雨のうち、出現頻度が最も多かった中央山型の波形を選定し、降雨波形の違いによる洪水調節効果

を検証するため、過去の主要洪水の降雨波形の中から、降雨波形が異なっていて、かつ基準降雨量145mmと近い「最頻波形：1981年8月(175mm)」と、「大洪水波形：1991年9月(143mm)」を選定した。

各年の検証降雨波形のうち、代表例として1/100年確率の降雨を図-7に示す。

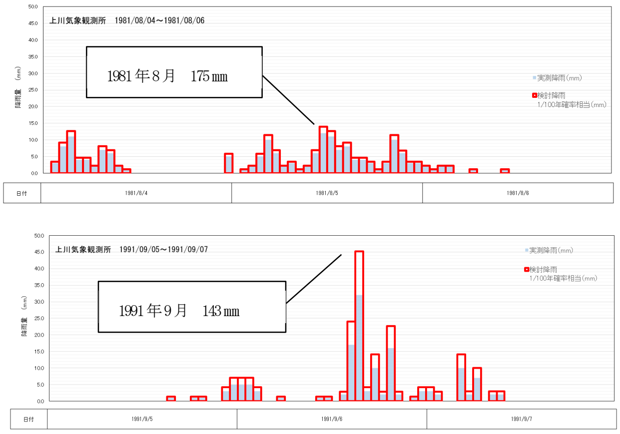

図-7　検証に用いる降雨の例（1/100年確率）
（上段：1981年型、下段：1991年型）

(4) ダムから下流河川への放流量算定の方法

下流河川への放流量は、ダム放流量と洪水吐からの越流量の合計として算定した。常時満水位超過後はダム流入量＝ダム放流量として算定した。

ダム放流量にはダム注水量及び貯留制限流量、ダム下流域の区間流入量も考慮した。

a) ダム放流量操作の設定

「事前放流ガイドライン」によると、事前放流及び貯水位運用時は、「流入量が最大流量に至るか洪水量に等しくなるまで貯水位の維持に努めるものとする」と記載されている。本シミュレーションにおいては、管理実態を踏まえ、洪水調節容量を確保した以降は貯留制限流量0.124m3/sを上限に下流河川へ放流する条件で検討を行った。

b) 洪水吐越流量の算定

洪水吐からの越流量は、当麻ダム貯水位・貯水量曲線および越流水深～越流量計算式より求めた。ダム流入量と放流量をもとにした水収支計算と「貯水位・貯水量曲線」より、経過時間ごとの貯水位を求め、得られた貯水位から越流水深を求め、「越流水深～越流量計算式」を用いて越流量を算定した。

(5) 下流河川検討地点の設定

下流河川への影響を検討する地点は、ダム洪水時流量の設定に係る３箇所の洪水流量検討地点のうち、最も河川の流下能力が小さく、洪水被害発生の危険性が高い「検討地点No.2」を選定した。検討地点No.2の河川断面を表-4に示す。

越流水位は当該河川断面における洪水発生（越流）時水位を示し、最大水位は、当麻ダム洪水時流量÷（ダム貯水池への流入量が10m³/s以上）が流下している時の最大水位を示している。

下流河川の水位は、ダム放流量と洪水吐からの越流量に、区間流入量を加えた到達流量を求め、図-8に示す河川断面を条件に等流計算を行うことで算出した。

表-4　当麻ダム管理規程における洪水流量検討地点

地点	流域面積	流下能力	備考
検討地点No.1	20.25㎢	19m³/s	
検討地点No.2	24.40㎢	14m³/s	検証対象
検討地点No.3	27.50m²	15m³/s	

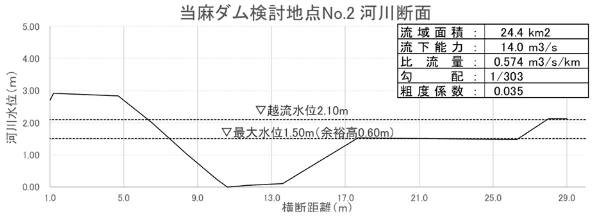

図-8　下流河川　水位検証断面

7. 洪水調節機能効果の検証結果

(1) ダム及び下流河川の流出量・水位計算結果

洪水調節効果の算定において、前項に示したシミュレーション手法・条件をもとに、ダム地点におけるシミュレーションと、下流河川におけるシミュレーションを行い、それぞれ算定した結果について、ダム地点におけるピーク放流量と発生時間を表-6に示し、下流河川の検討地点No.2におけるピーク流量と水位を表-7に示す。

その代表例として、ダム地点の1/100年確率の降雨条件における貯水位運用の有無の別による降雨、ダム貯水位・貯水量、ダム放流量について検討したグラフの1981年型の結果を図-9、図-10に示し、1991年型の結果を図-12、図-13に示す。また、下流河川の検討地点No.2における河川水位について検討したグラフについて、1981年型の結果を図-11に示し、1991年型の結果を図-14に示す。

なお、図-10および図-13のダム地点のシミュレーションに係るグラフには、常時満水位：EL=211.00m（黒点線上段）と目標貯水位：EL=205.00m（黒点線下段）を示しており、貯水位運用を行わなかった場合と、貯水位運用を行った場合のダム貯水位（運用無：緑、運用有：緑点線）とダム放流量（運用無：赤、運用有：青）を示している。

貯水位運用の有無によるピーク放流量については、貯

水位運用の有無を比較して、貯水位運用を行った場合のピーク放流量のピークカット率と遅れ時間も示している。

検討の結果、降雨条件の設定で述べたように、1981年型と1991年型の降雨波形には違いがあり、1981年型は降雨が分散している一方、1991年型はピーク雨量近辺に降雨が集中する波形となっていることに起因し、1991年型の方がダム放流量や河川流量が大きくなる傾向となった。

また、いずれの降雨量・降雨波形においても、貯水位運用を行った方が、貯水位運用を行わなかった場合に比べて、ダムの放流量の減少及び遅れが発生する結果が得られ、下流河川の水位上昇も低減する結果が得られた。

特に、貯水位運用を行うことで、1/30年確率以下の降雨では、ダムからの放流量にピークが発生しなくなる結果が得られ、1/100年確率降雨ではピーク放流量の減少及びピーク発生の遅れが発生する結果が得られた。

表-6 ダムからのピーク放流量と発生時間

検証降雨		貯水位運用なし		貯水位運用あり	
降雨波形	降雨規模(確率年)	ピーク放流量(m3/s)	発生時間(hr)	ピーク放流量(m3/s)	発生時間(hr)
1981 年型	基準降雨量	14.7	38	0.2	ピークなし
	1/30	16.3	38	0.2	ピークなし
	1/100	22.2	38	9.0	57
1991 年型	基準降雨量	21.6	30	0.23	ピークなし
	1/30	24.1	30	0.23	ピークなし
	1/100	32.7	30	9.9	49

表-7 下流河川におけるピーク流量と水位
(検討地点No. 2)

検証降雨		貯水位運用なし		貯水位運用あり	
降雨波形	降雨規模(確率年)	ピーク流量(m3/s)	ピーク水深(m)	ピーク流量(m3/s)	ピーク水深(m)
1981 年型	基準降雨量	18.1	1.62	3.7	0.77
	1/30	20.0	1.68	4.1	0.81
	1/100	27.2	1.87	11.4	1.34
1991 年型	基準降雨量	26.3	1.85	5.1	0.91
	1/30	29.5	1.9	5.5	0.9
	1/100	40.3	2.1	12.6	1.4

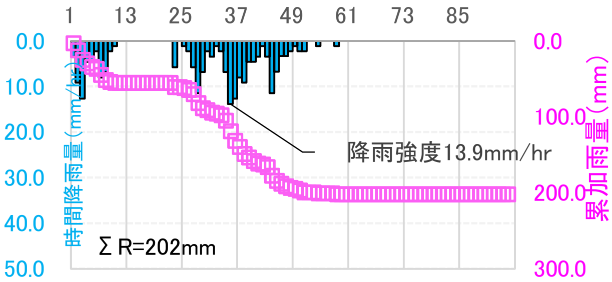

図-9 確率雨量(ダム地点、1981年、1/100年確率)

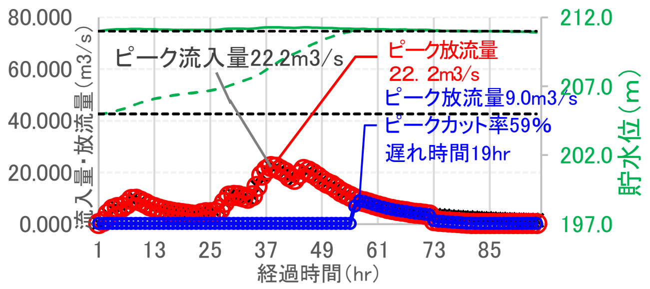

図-10 ダム地点洪水時波形シミュレーション(1981年、1/100年確率)

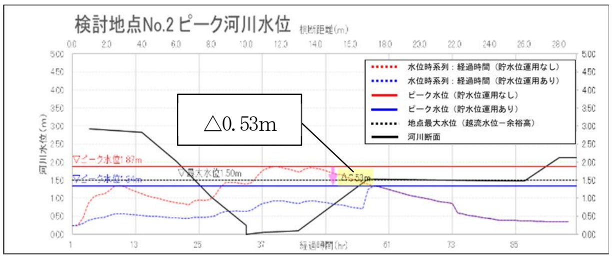

図-11 水位流量算定結果(下流河川No2、1981年、1/100年確率)

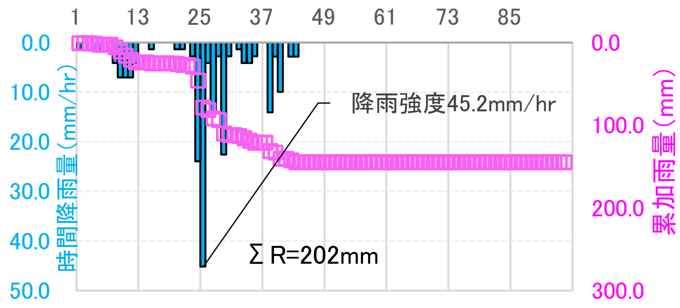

図-12 確率雨量(ダム地点、1991年、1/100年確率)

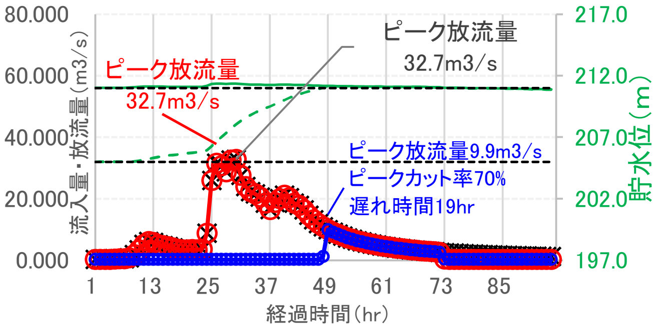

図-13 ダム地点洪水時波形シミュレーション(1991年、1/100年確率)

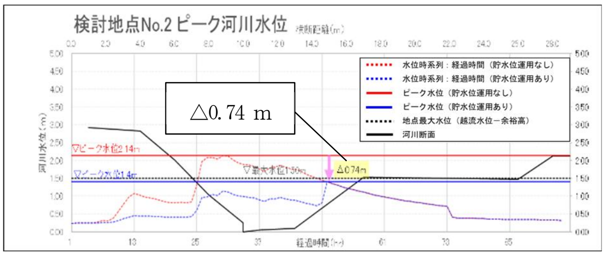

図-14 水位流量算定結果(下流河川No2、1991年、1/100年確率)

(2) 当麻ダムの洪水調節効果の検証

当麻ダムの洪水調節効果の評価指標として設定した、①ダムのピーク放流量、②ダム放流量のピーク発生時間、③ダム下流河川のピーク水位について、各ケースの検討結果を図-15 に整理した。

洪水調節効果	降雨規模	1981年8月型		1991年9月型	
① ピーク放流量 (m3/s) 低減効果	基準降雨	14.78 / 0.23	1%	21.62 / 0.23	1%
	1/30	16.37 / 0.23	1%	24.16 / 0.23	1%
	1/100	22.20 / 9.00	40%	32.77 / 9.90	30%
② ピーク発生時間 (hr) 遅れ時間	基準降雨	38 / ピークなし	ピーク解消	30 / ピークなし	ピーク解消
	1/30	38 / ピークなし	ピーク解消	30 / ピークなし	ピーク解消
	1/100	38 / 57	19hr	30 / 49	19hr
③ 下流河川水深 (m) 低減効果	基準降雨	1.62 / 0.77	48%	1.85 / 0.91	49%
	1/30	1.68 / 0.81	48%	1.92 / 0.97	51%
	1/100	1.87 / 1.34	72%	2.14 / 1.40	65%

(上段:貯水位運用なし / 下段:貯水位運用あり)

:貯水位運用なし
:貯水位運用あり

図-15 当麻ダムの洪水調節機能効果

各算定値について貯水位運用の有無の結果を対比して整理するとともに、①と③は低減率（貯水位運用あり数値/なし数値）を併記し、②については貯水位運用による遅れ時間を併記した。

1/30年確率以下の降雨では、降雨波形によらず大きな洪水調節効果が見られた。①ピーク放流量は貯水位運用なしの場合に対し、貯水位運用ありでは1%程度まで低減し、②ピーク発生時間は、ピークそのものが解消する結果となった。③下流河川の水位は、①ほどの効果はないものの、概ね50％まで水位上昇を低減できる結果となった。

1/100年確率の降雨では、①ピーク放流量は貯水位運用なしの場合に対し、３～４割まで低下し、②ピーク発生時間は、貯水位運用なしの場合に対し、ピーク放流量の減少に加えて、発生時間を19時間遅らせる結果となった。③下流河川の水位は、①ほどの効果がないものの、概ね60～70%まで水位上昇を低減できる結果が得られた。

8. おわりに

当麻ダムにおける洪水調節効果の検証を行った結果、基準降雨量、1/30 年確率、1/100 年確率の降雨条件において、すべてのケースで貯水位運用を行った方が、貯水位運用を行わなかった場合に比べて、ダム放流量や下流河川水位の低減させる効果があることが確認できた。

ただし、その効果は、降雨時のダムの貯留状況や、降雨量、降雨波形によっては十分に発現しないことも想定されることから、洪水調節の取り組みにあたっては、個々のダムの構造や規模、管理体制、地域の営農に係る水利用の状況、下流河川の状況などを十分に把握、考慮した上で、ダムの安全性を確保しつつ取り組むとともに、地域における減災防災に向けた対策と組み合わせて複合的かつ慎重に実施していくことが望ましいと考える。