

2. 洪水調節

2.1 評価方針

2.1.1 評価方針

洪水調節に関する評価は、流域の情勢（想定氾濫区域の状況）を踏まえた上で、洪水調節計画及び洪水調節実績を整理し、これらの状況についてダムありなしの比較を行うことで評価を行うこととする。

基本的な流量及び水位低減効果の評価と、水防活動等の労力の軽減効果の評価、無害流量の確認を必須項目とし、必要に応じて、氾濫被害軽減効果、経済効果（費用対効果）内水被害軽減効果についてもダムありなしの比較による評価を行う。また、副次効果（流木、土石等の流出抑制効果）についても状況に応じ整理する。

2.1.2 評価手順

以下の手順で評価を行う。評価のフローは図 2.1-1 に示すとおりである。

(1) 想定氾濫区域の状況整理

想定氾濫区域の状況についてはこれまでのとりまとめ資料の整理とする。

(2) 洪水調節の状況

洪水調節計画および洪水調節実績（昭和 43 年～平成 24 年：2 回）について整理する。

洪水調節計画は主に工事誌を参考とし、暫定的な操作規則を設定して運用している場合、その旨を注記する。

洪水調節実績は洪水調節実績表等から整理を行い、一覧表等にまとめる

(3) 洪水調節の効果

(2)で整理した実績をもとに、ダムへの最大流入量が、大きかった上位 3 洪水について、基準地点（中角地点）における流量低減に伴う、水位低減効果・水防活動時間の軽減等について評価した。

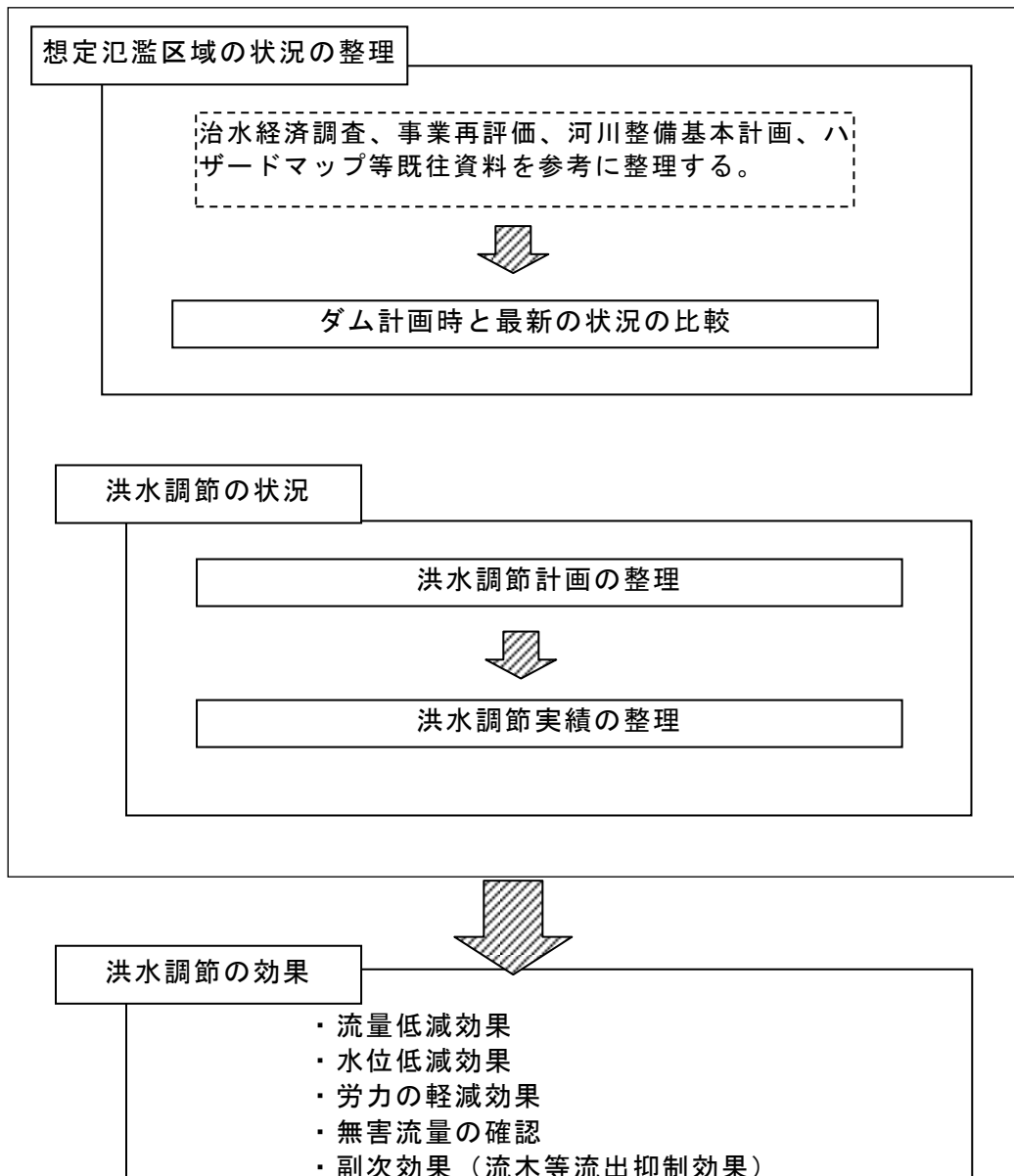


図2.1-1 評価手順

2.2 浸水想定区域の状況

2.2.1 浸水想定区域の状況（真名川ダム）

真名川ダムの想定氾濫区域図は、図 2.2-1 に示すとおり、想定氾濫区域面積が 44.76km²である。

なお、計算条件等は以下のとおりである。

<計算条件等>

- ①九頭竜川本川 26.4km 地点において、計画高水流量 3,800m³/s を越す高水が来襲した場合、当地点左岸が破堤し、計画高水流量を超過した流量は堤内に氾濫するものとした。
- ②高水の低減部においては、破堤部及び本川の水位流量曲線より求めた流量の比で堤内に流入するものとした。
- ③26.4km 地点の河川断面は台形断面とし河床高を EL20.50m とする。また、破堤部の破堤後地盤高を横断面より EL22.10m とした。

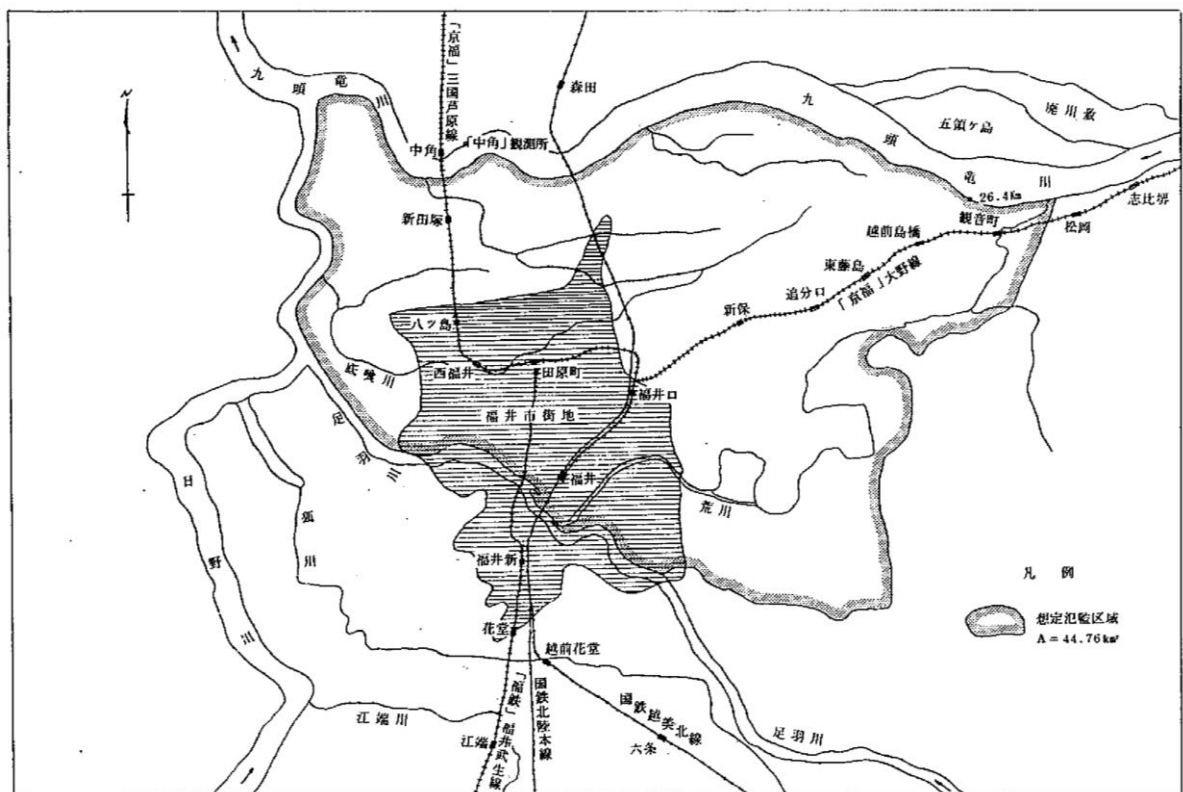


図2.2-1 真名川ダムの想定氾濫区域図

【出典：真名川ダム妥当投資額計算書 昭和 52 年 1 月】

2.2.2 浸水想定区域の状況（九頭竜川水系）

図 2.2-2 に九頭竜川水系浸水想定区域図を示す。対象区域は、九頭竜川水系九頭竜川・日野川の洪水予報区間について水防法の規定により指定された浸水想定区域と、当該区域が浸水した場合に想定される水深その他を示したものである。

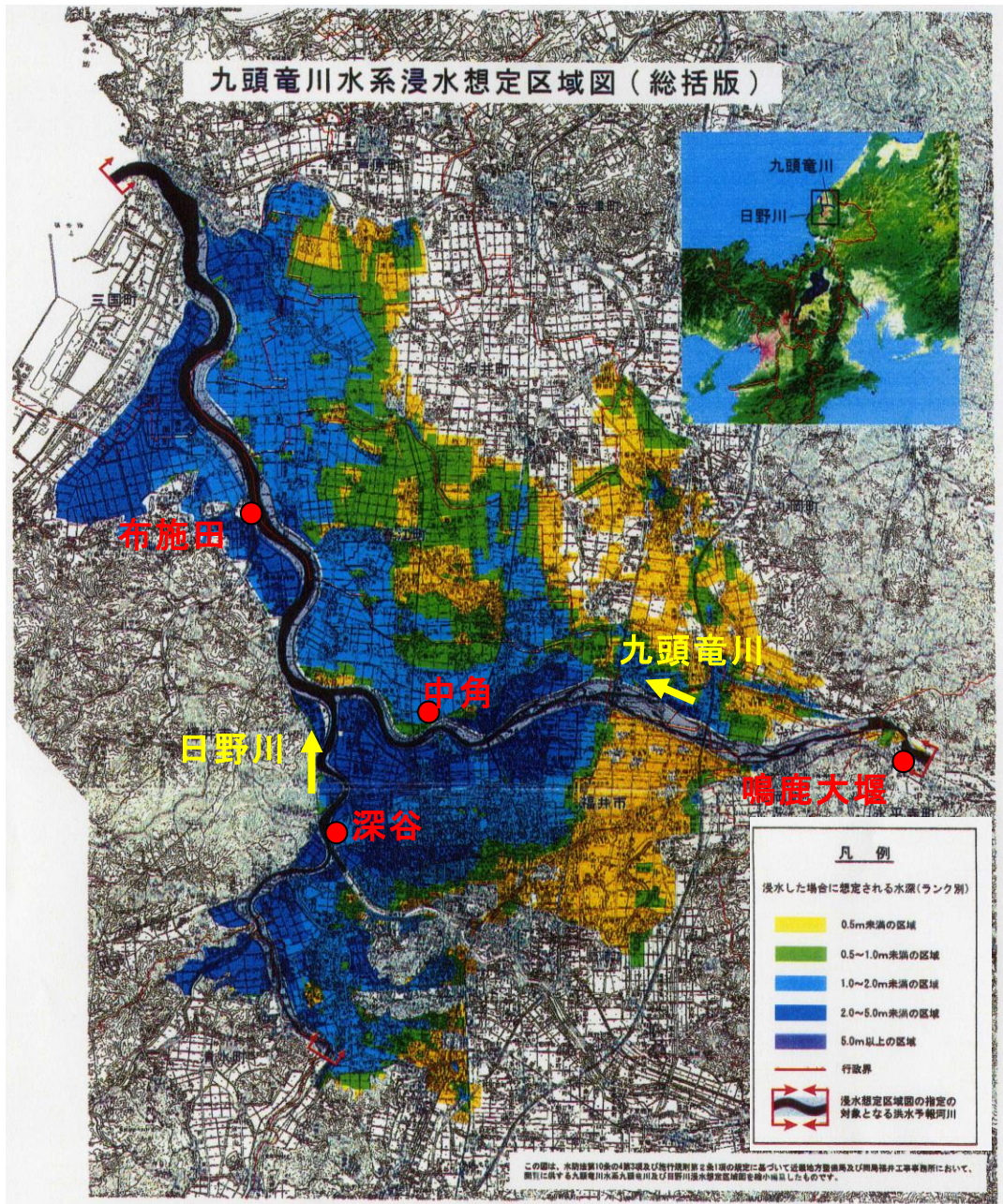


図2.2-2 浸水想定区域図（九頭竜川・日野川）（確率1/150）

【出典：九頭竜川水系浸水想定区域図（総括図） 平成 14 年 3 月】

浸水想定区域図の計算条件を以下に示す。

1. 浸水想定区域図の説明

- (1) この図は、九頭竜川水系九頭竜川・日野川の洪水予報区間について、水防法の規定により指定された浸水想定区域と、当該区域が浸水した場合に想定される水深その他を示したものである。
- (2) この浸水想定区域図は、指定時点の九頭竜川・日野川の河道・ダムの整備状況を勘案して、洪水防御に関する計画の基本となる降雨で、九頭竜川・日野川が氾濫した場合に想定される浸水の状況を、シミュレーションにより求めたものである。
- (3) なお、このシミュレーションの実施に当たっては、支川、想定を越える降雨や、高潮、内水による氾濫等を考慮していないので、この浸水想定区域に指定されていない区域においても浸水が発生する場合や、想定される水深が実際の浸水深と異なる場合がある。

2. 基本事項

- (1) 作成主体 国土交通省近畿地方整備局福井工事事務所
- (2) 指定年月日 平成 14 年 3 月 15 日
- (3) 告示番号 九頭竜川：国土交通省近畿地方整備局告示第 34 号
日野川：国土交通省近畿地方整備局告示第 35 号
- (4) 指定の根拠法令 水防法（昭和 24 年法律第 193 号）第 10 条の 4 第 1 項
- (5) 浸水想定区域の指定対象 九頭竜川水系九頭竜川・日野川
実施区間：九頭竜川左岸吉田郡永平寺町谷口 1 字総社山 218 番地から海まで
九頭竜川右岸吉田郡永平寺町鳴鹿山鹿 35 字逆水沖 5 番 1 地先から海まで
日野川左岸 丹生郡満水町大字朝宮 32 字 17 番地先から九頭竜川幹川まで
日野川右岸 福井市穂池町 27 字勸要道 30 晩の 1 地先から九頭竜川幹川まで
- (6) 指定の前提となる降雨 九頭竜川：洪水予報河川の上流端から日野川合流：414mm
(中角地地点の上流域の 2 日間雨量)
日野川合流点から海：327mm
(布施田地点の上流域の 2 日間雨量)
日野川：洪水予報河川の上流端から足羽川合流：376mm
(三尾野地点の上流域の 2 日間雨量)
足羽川合流点から九頭竜川合流点：302mm
(深谷地点の上流域の 2 日間雨量)
- (7) 関係市町村 福井市、三国町、芦原町、坂井町、春江町、丸岡町、松岡町、永平寺町、清水町
- (8) その他研鑽条件等
①この図は、九頭竜川・日野川の洪水予報区間で溢水・破堤した場合の浸水想定区域

図を図示している。このため、洪水警報区間以外の足羽川やその他の支川が溢水・破堤した場合の浸水状況は図示していない。

- ② 氾濫計算は対象区域を 250m 格子（計算メッシュという）に分割し、これを 1 単位として計算している。また、計算メッシュの地盤高は縮尺 1/2,500 の地形図をもとに平均地盤高を算定したものを用いている。このため、微地形による影響が表せていない場合がある。
- ③ 浸水想定区域や等深線は、氾濫計算結果から計算メッシュ毎の想定浸水深を算定し、隣接する計算メッシュとの連続性や、縮尺 1/2,500 の地形図上の地形、連続盛土構造物（道路や鉄道盛土など）を考慮して図化している。

2.3 洪水調節の状況

2.3.1 洪水調節計画

真名川ダムにおける洪水調節計画は、真名川ダム地点における計画高水流量 $2,700\text{m}^3/\text{s}$ のうち $2,550\text{m}^3/\text{s}$ を調節し、他のダム群と合わせて九頭竜川中流部「中角」基準点における基本高水ピーク流量 $8,600\text{m}^3/\text{s}$ を $5,500\text{m}^3/\text{s}$ に低減させるものである。

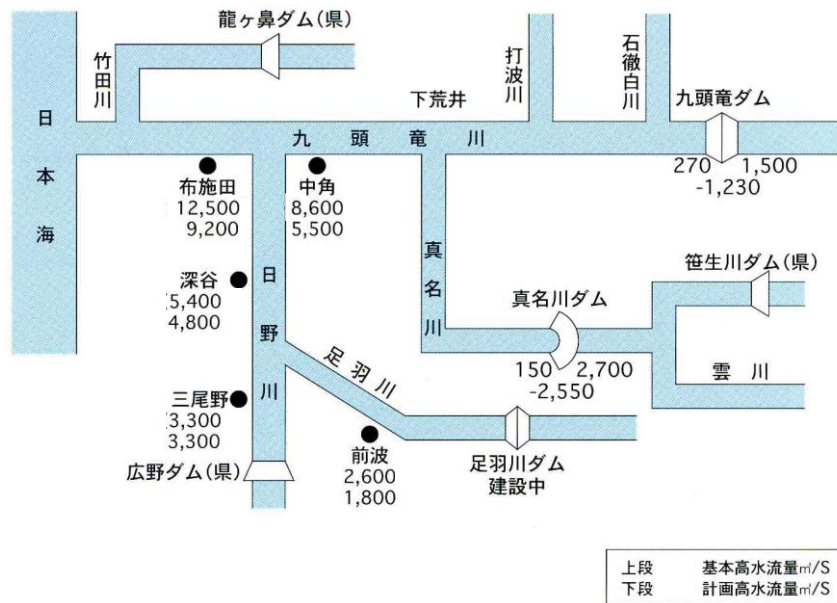


図2.3-1 流量配分図

【出典：九頭竜川の流水管理 平成16年9月】



図2.3-2 中角基準点他位置図

◎洪水調節

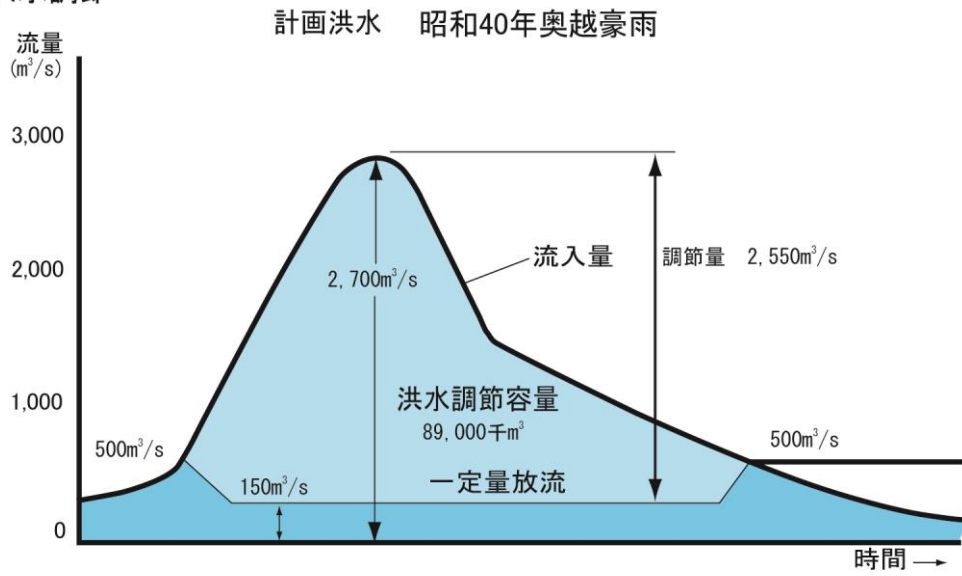


図2.3-3 洪水調節計画図

【出典：真名川ダム、九頭竜ダム二つの顔が私たちを守る 平成18年3月】

2.3.3 洪水時の対応

平成16年7月18日洪水について、洪水時の防災対応に関する整理を行った。

表2.3-2 平成16年7月18日洪水時の防災対応状況

時刻	注意報・警報	体制・発令	放流通知	備考
H16/7/18 16:42	大雨・洪水注意報			
H16/7/18 3:08	大雨・洪水警報			
H16/7/18 8:00		第一警報体制		
H16/7/18 9:10		第二警報体制		
H16/7/18 9:30			放流開始	
H16/7/18 22:30		第一警報体制	洪水調節終了	
H16/7/18 22:58	洪水警報・大雨注意報			
H16/7/19 5:57	洪水注意報			
H16/7/19 11:02	洪水注意報解除			
H16/7/20 22:10		準備警報体制		

【出典：洪水調節報告】

平成16年10月20日洪水について、洪水時の防災対応に関する整理を行った。

表2.3-3 平成16年10月20日洪水時の防災対応状況

時刻	注意報・警報	体制・発令	放流通知	備考
H16/10/20 7:03	大雨・洪水注意報			
H16/10/20 13:30		第一警戒体制		
H16/10/20 15:45	大雨・洪水警報			
H16/10/20 18:40		第二警戒体制		
H16/10/20 22:33				水防警報 (中角出動)
H16/10/21 5:00				水防警報 (中角解除)
H16/10/21 10:00	洪水注意報			
H16/10/21 10:10		解除		
H16/11/21 14:13	解除			

【出典：洪水調節報告】

2.4 洪水調節の効果

平成16年7月18日および平成16年10月20日の2洪水について、ダムありとなしの比較を行い、治水基準点の中角地点におけるダムによる流量低減効果および水位低減効果について評価を行った。

2.4.1 流量、水位低減効果の評価方法

ダムありの場合に流量は、実測流量とし、ダムなしの場合の流量は、ダム地点のピーク流量と中角地点のピーク流量より、真名川ダムから中角地点までの到達時間(3時間)を考慮した上でダムへの流入量から放流量を差し引いた貯留分を、中角地点の実測流量に加えることで推定する。

$$\text{中角地点推定流量} = \text{中角地点実測流量} + (\text{ダム流入量} - \text{ダム放流量})$$

なお、ダムなしの場合の流量をもとに、水位-流量曲線(H-Q曲線)より水位を推定し、水位低減効果の評価を行う。

2.4.2 流量低減効果

平成16年7月18日および平成16年10月20日洪水の中角地点における真名川ダムによる流量の低減効果は、表2.4-1に示すとおり、それぞれ1,018m³/s、508m³/sであったと推定される。

表2.4-1 流量の低減効果

単位：m³/s

年月日	中角地点			ダム地点
	実測流量 (ダムあり)	推定流量 (ダムなし)	流量低減量	調節量
平成16年7月18日	2,362	3,380	1,018	968
平成16年10月20日	3,221	3,729	508	527

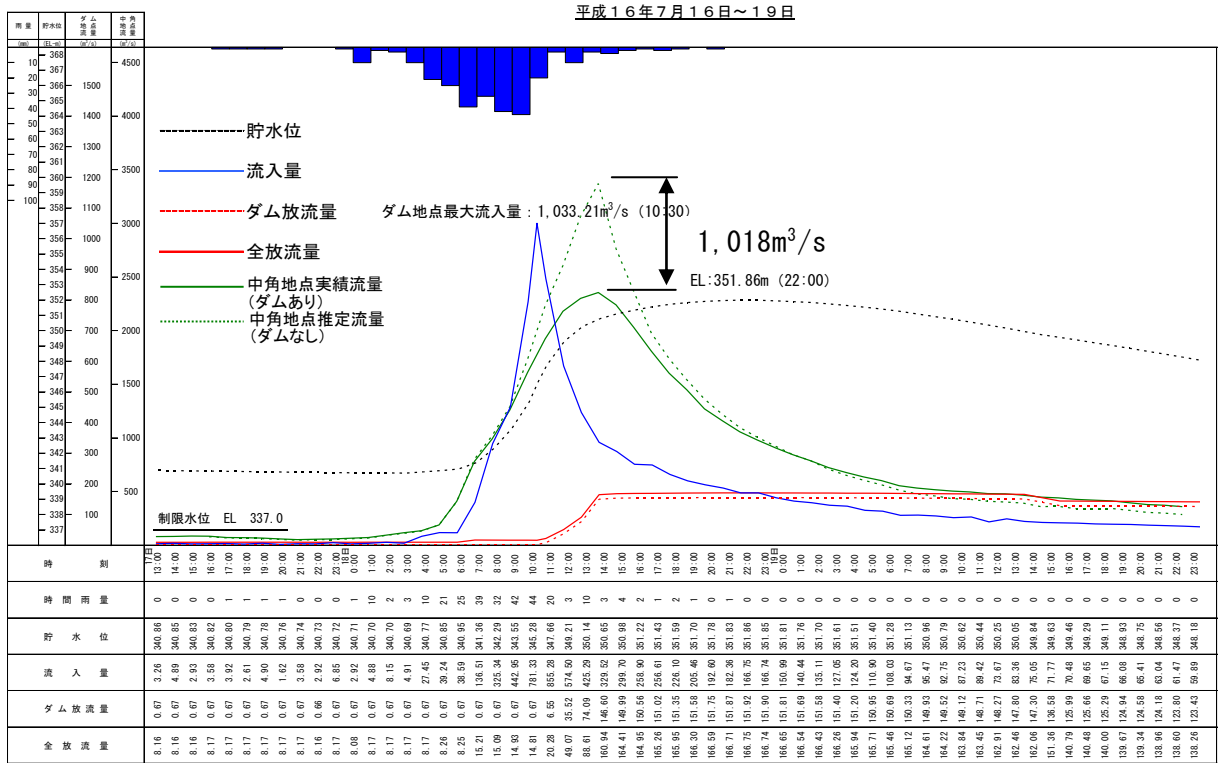


図2.4-1 流量低減効果 (平成16年7月18日)

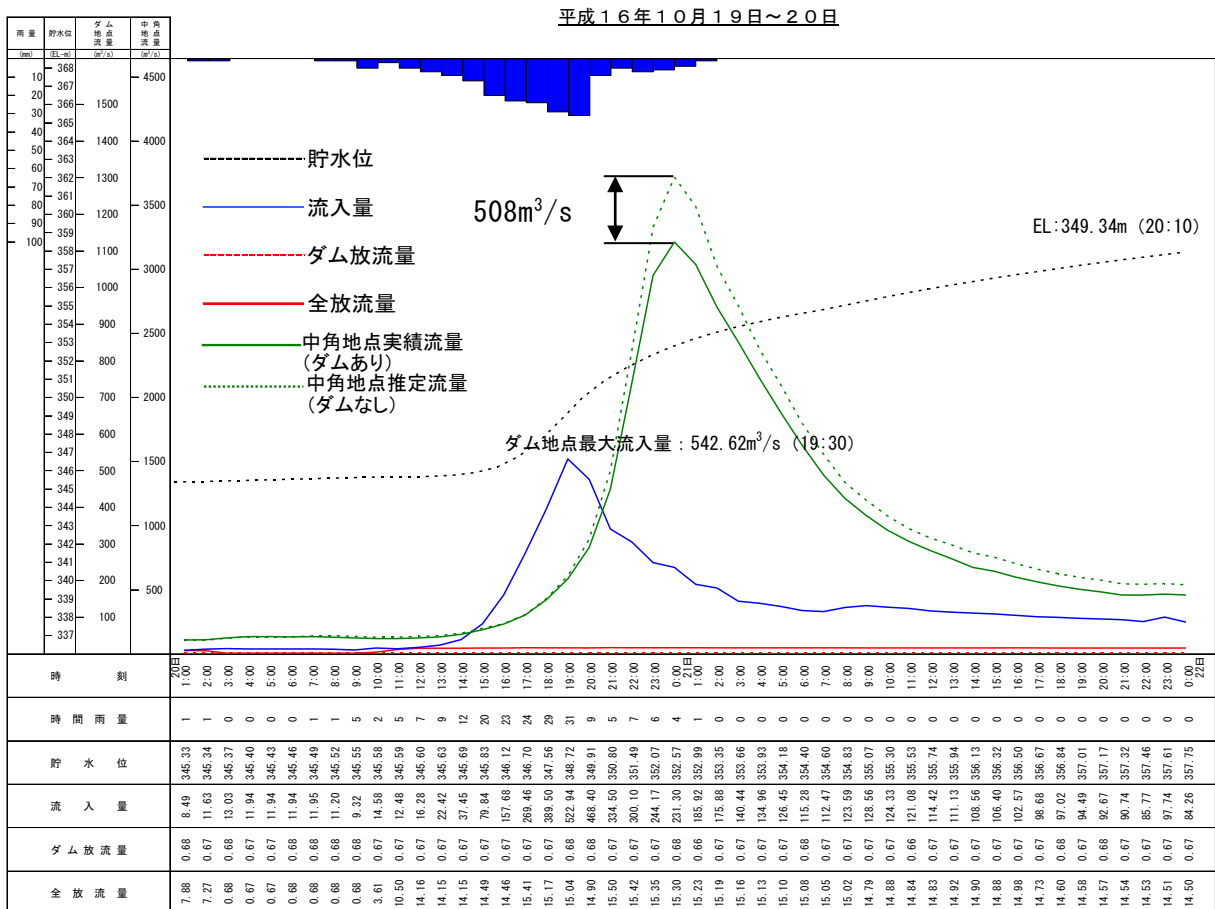


図2.4-2 流量低減効果 (平成16年10月20日)

2.4.3 水位低減効果

平成16年7月18日および平成16年10月20日の洪水の中角地点における水位低減効果は、表2.4-2、図2.4-3、図2.4-4に示すとおり、それぞれ1.90m（九頭竜ダム、真名川ダム、笹生川ダム）、0.61m（真名川ダム）であったと推定される。

表2.4-2 水位の低減効果（単位：m）

年月日	実測水位 (ダムあり)	推定水位 (ダムなし)	水位低減効果
平成16年7月18日	6.39	8.29	1.90
平成16年10月20日	7.54	8.15	0.61

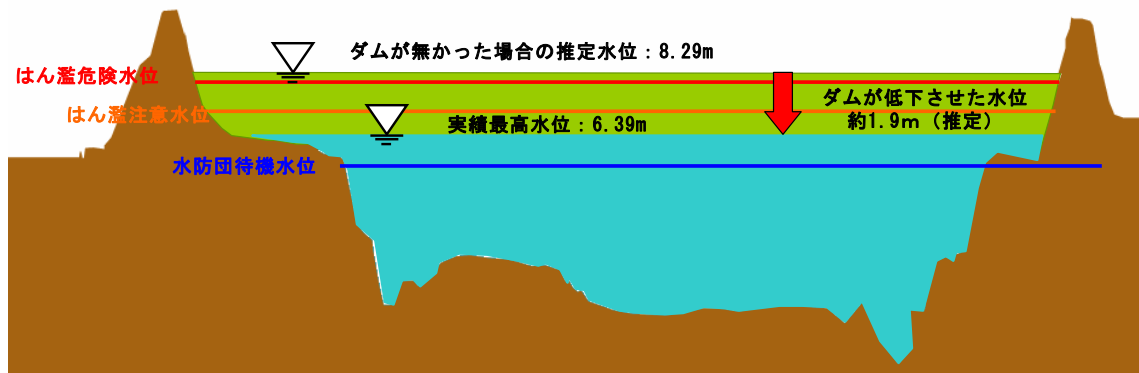


図2.4-3 水位低減効果（平成16年7月18日）

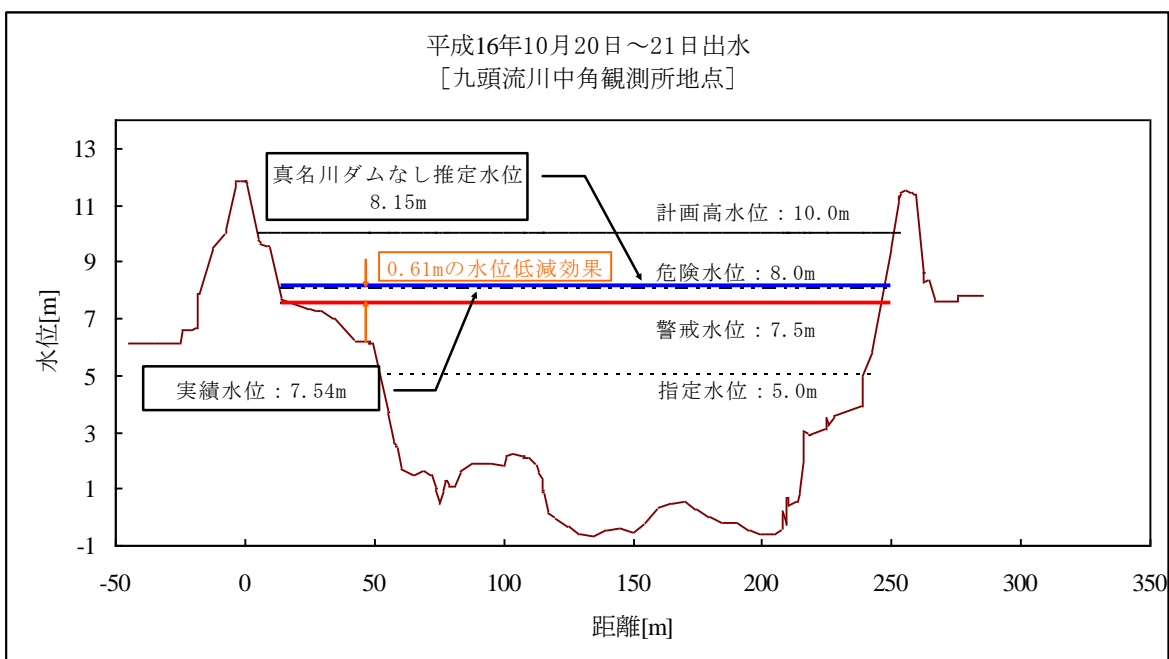


図2.4-4 水位低減効果（平成16年10月20日）

[参考]

また、平成16年7月18日の洪水では、九頭竜川筋の既設ダム（九頭竜ダム、真名川ダム、笹生川ダム）の洪水調節による中角地点の水位低減効果により、日野川2.8k（深谷地点）で0.54m、日野川4.2k（足羽川合流点）で0.43mの水位低減に貢献したと推察できる。

なお、上記の水位低減効果は、九頭竜川筋の既設ダムなしの場合の中角地点水位をもとに日野川の下流端水位を設定し、洪水流量で日野川の不等流計算を行い算出した水位と実績最高水位の比較を行った。

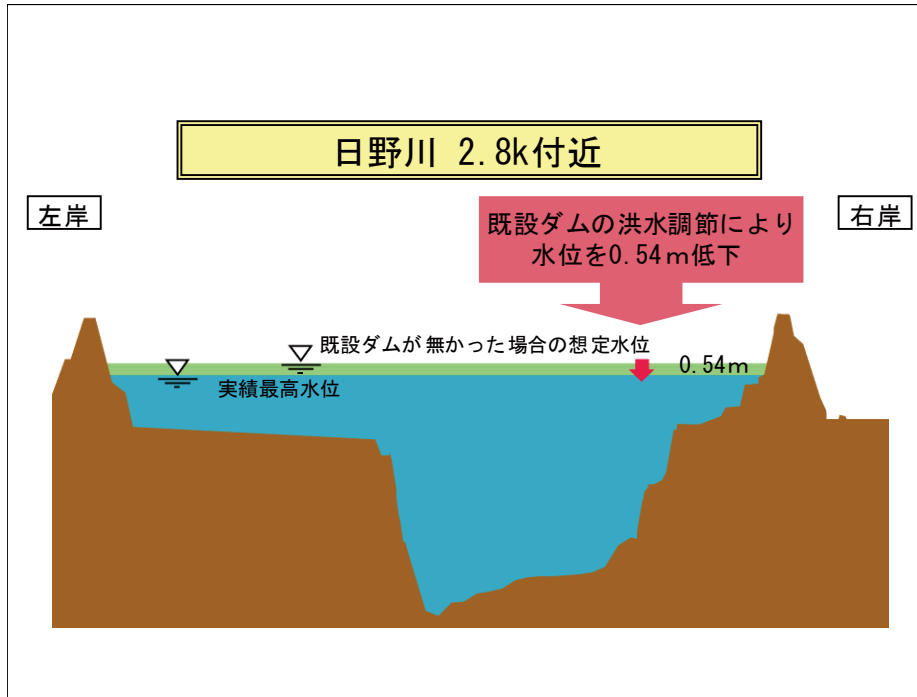


図2.4-5 水位低減効果（日野川2.8k、深谷地点）

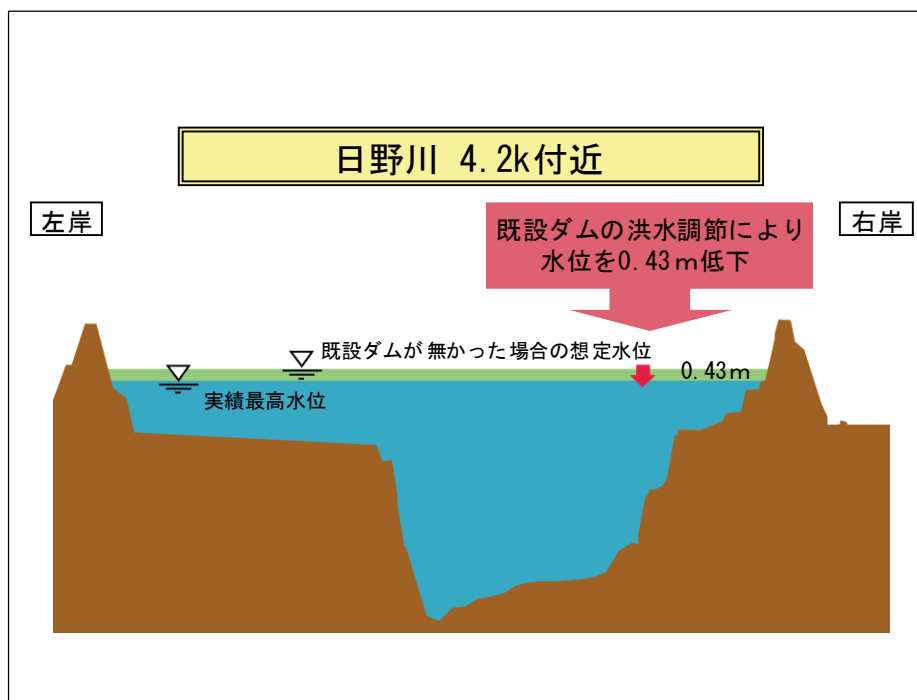


図2.4-6 水位低減効果（日野川4.2k、足羽川合流点）

2.4.4 水防活動の低減効果

ダムによる洪水調節効果により、河川管理者や住民の水防活動に費やされた労力軽減を評価する。

評価にあたっては、図 2.4-7、図 2.4-8 に中角地点におけるダムあり実測流量、ダムなし推定流量より水位-流量曲線を用いて水位に換算し、はん濫注意水位超過時間の比較を行った。

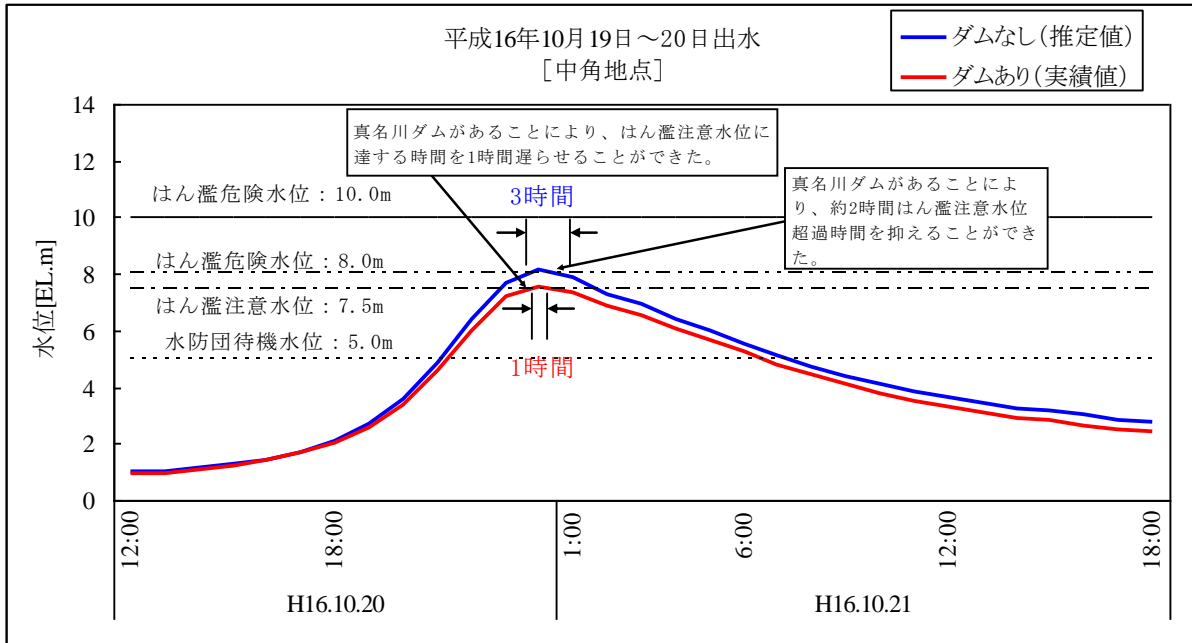


図2.4-7 平成16年7月18日洪水の水防活動軽減効果

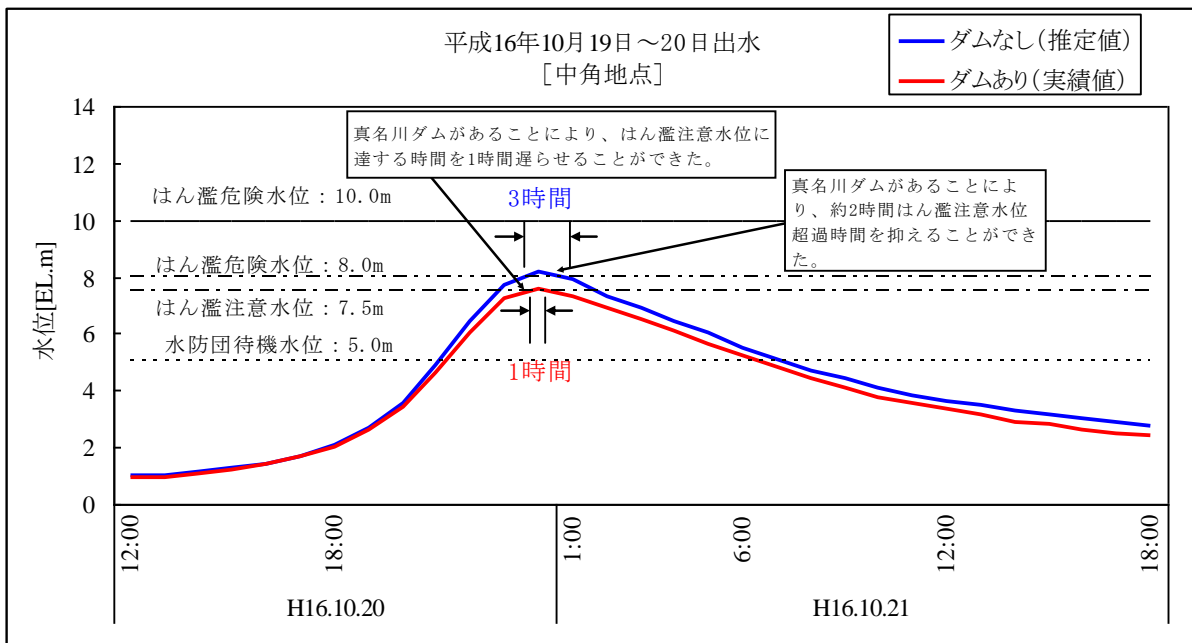


図2.4-8 平成16年10月20日洪水の水防活動軽減効果

平成 16 年 7 月 18 日および平成 16 年 10 月 20 日の洪水の中角地点における「ダムあり」と「ダムなし」の両ケースのはん濫注意水位超過時間の比較を表 2.4-3 に示す。

平成 16 年 7 月 18 日の洪水では、ダムがない場合には 1 時間はん濫注意水位を超過していたが、ダムが洪水調節を行うことで、はん濫注意水位以下に抑えることができたと推定される。また、平成 16 年 10 月 20 日の洪水では、ダムが洪水調節を行うことで、はん濫注意水位の超過時間を 2 時間短縮することができたと推定される。

なお、はん濫注意水位等とは、表 2.4-4 に示すとおりである。

表 2.4-3 中角基準点におけるはん濫注意水位超過時間の比較

洪水日時	基準水位	はん濫注意水位の超過時間 (hr)		
	はん濫注意水位 (m)	実測水位 (ダムあり)	推定水位 (ダムなし)	低減時間
平成 16 年 7 月 18 日	7.50	0	1	-1
平成 16 年 10 月 20 日		1	3	-2

表 2.4-4 はん濫危険水位・はん濫注意水位・水防団待機水位

水 位	内 容
はん濫危険水位	「洪水予報対象河川」の主要な水位観測所に設定される「氾濫の恐れが生じる水位」で、洪水予警報の発表において用いられる。
はん濫注意水位	水防法の「水防警報対象河川」の主要な水位観測所に定められている水位である。同法で定める各水防管理団体が、水害の発生に備えて出動し、又は出動の準備に入る水位である。
水防団待機水位	水防法の「水防警報対象河川」の主要な水位観測所に定められている水位である。同法で定める各水防管理団体が、水防活動に入る準備を行うための水位である。

2.4.5 副次効果（流木等流出抑制効果）

真名川ダムには、上流から樹木や枯葉などが洪水時に多く流れてくる。ダムに漂着した流木は、ダム管理上さまざまな障害を引き起こす原因となる。そこでダムにより流木を捕捉し処理することは、副次効果として下流の洪水被害軽減につながる。



真名川ダムの貯水池に溜まっている流木の状況（若生子橋下流付近）

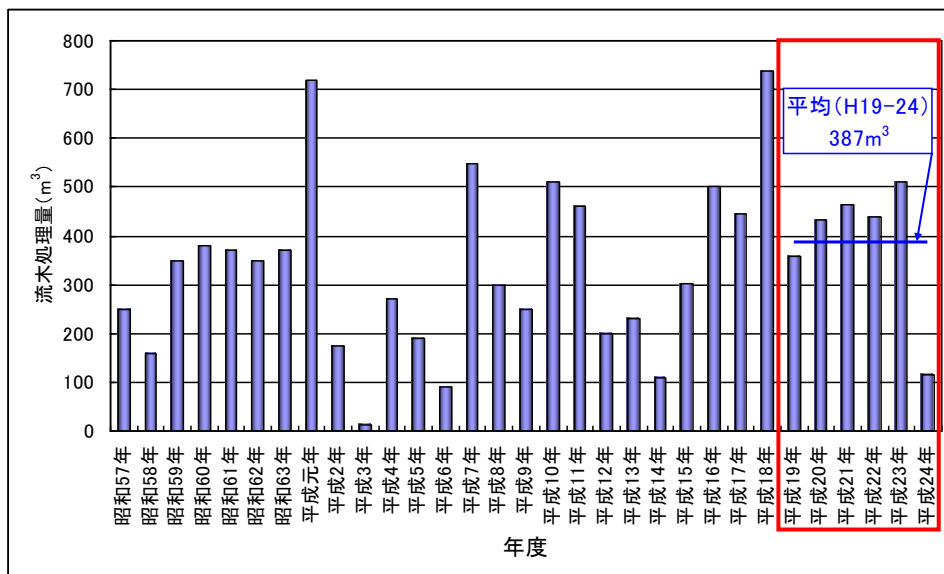


図 2.4-9 流木処理の実績

なお、回収した流木は、オガ粉、炭への再生や一般の方々への配布等有効活用している。



木粉（オガ粉）化処理



流木の無料一般配布



炭焼き処理

【出典：真名川ダム、九頭竜ダム二つの顔が私たちを守る 平成18年3月】

[参考] 近年の降雨特性を踏まえた既設ダム群の治水効果

九頭竜川水系のダムにおいては、平成 14 年出水(九頭竜ダム)、平成 16 年出水(九頭竜ダム及び真名川ダム)時に、洪水調節により下流域の洪水被害の拡大を防いでいる。

しかし、現状では河道の改修やダム事業が進められている途上であり、基準点の中角においては河川整備基本方針レベルの治水安全度に達していない。また、近年では気候変動等の影響により想定外の豪雨が発生しており、九頭竜川水系においても発生する可能性がある。

このため、想定される豪雨に対して、既設のダム群における治水効果について検討・評価する。

(1) 想定される豪雨の抽出

最近発生している豪雨としては、短時間に強い雨が生じることが多く、九頭竜川水系においても、平成 16 年 7 月 18 日に発生した福井豪雨が記憶に新しい。

福井豪雨は、北陸から東北南部に移動した梅雨前線が日本海から北陸地方(福井県)にかけて停滞し、7 月 17 日から 18 日にかけて福井県北部を中心に再び大雨をもたらしたものである。その大雨は、福井市街を流れる足羽川流域を中心に発生し、その影響はその東に隣接する真名川流域にも及んだ。また、この豪雨では、気象庁福井観測所で 1 時間あたり 75mm と猛烈な雨も観測しており、九頭竜川水系で生じた豪雨として過去最大級のものとして位置づけられる。

そこで、本検討では、福井豪雨を対象として検討を進めるものとする。

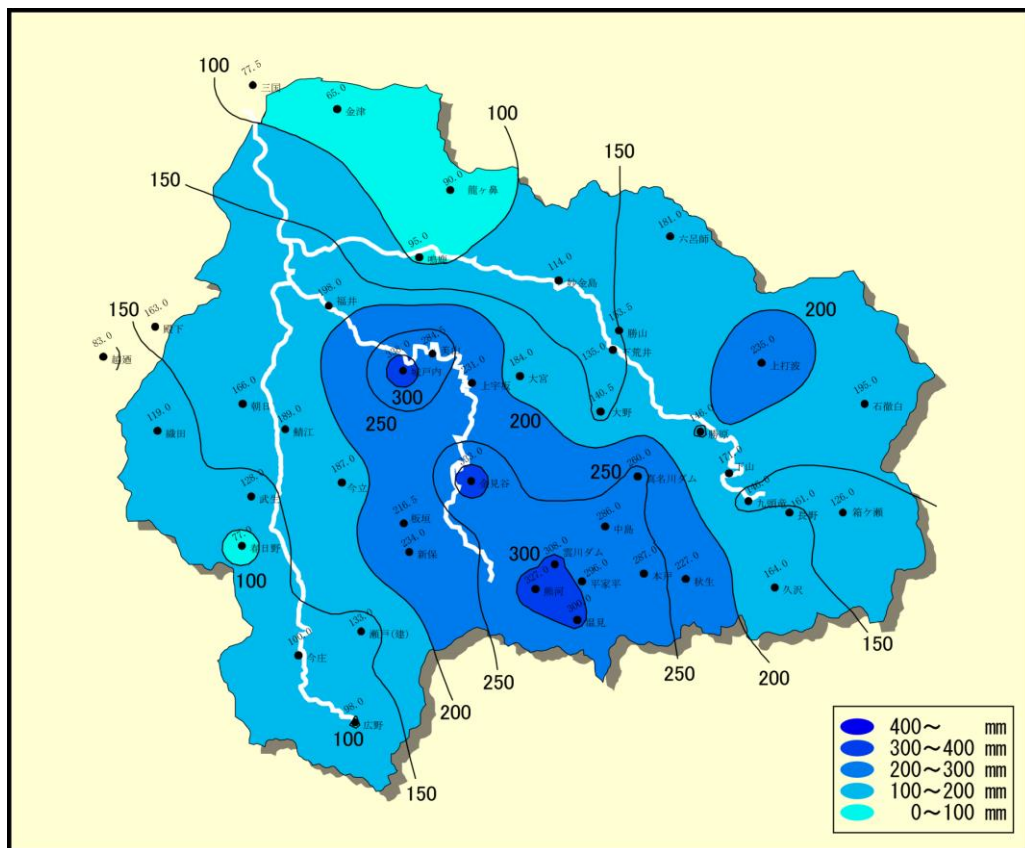


図 2.4-10 平成16年7月18日洪水(福井豪雨)の降雨分布

(2) 抽出降雨の特性分析

平成16年7月18日洪水について、流域内の雨量観測所データを元に流域平均雨量を算定した。そのうち、本検討では、九頭竜ダムと真名川ダムの治水効果を評価するため、九頭竜川流域の中角基準点より上流を対象として流域平均雨量を算出した。

この降雨波形から、7月18日未明から15mm/h程度の降雨が昼前まで断続的に降り続けていることがうかがえ、総雨量は約189mmであった。

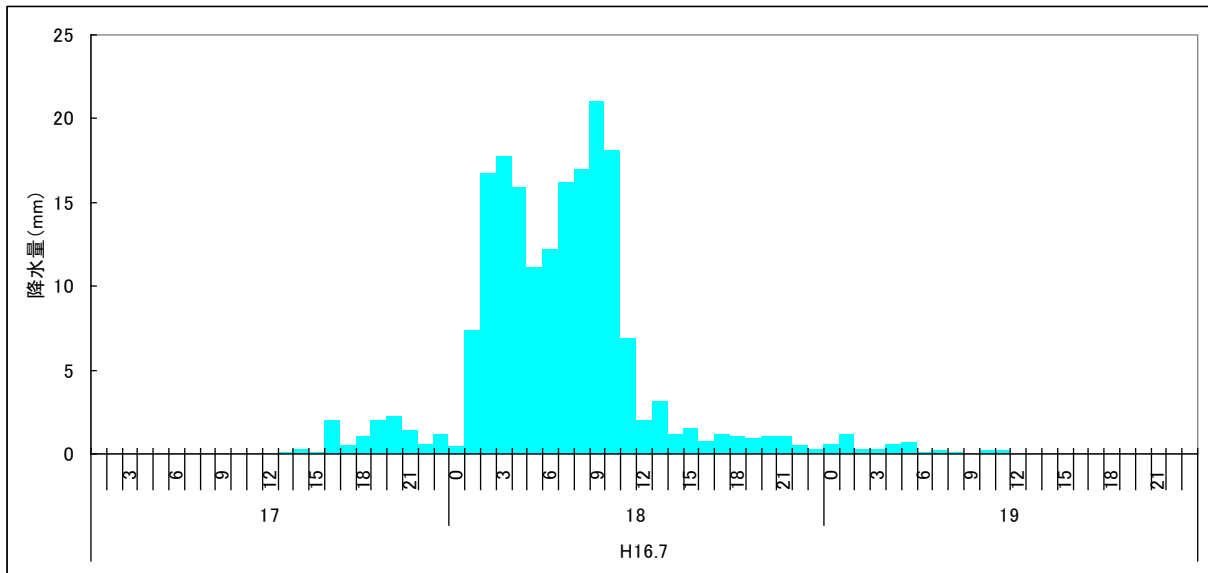


図 2.4-11 平成16年7月18日洪水における中角地点上流流域平均雨量

(3) 既設ダム群の治水効果の検討

平成16年7月18日洪水において、既設ダム群として九頭竜ダムと真名川ダムの治水効果については、前出の資料に示した通りである。今後、この豪雨を上回る洪水が生じる可能性があり、ここでは平成16年7月18日洪水をサンプルに降雨を一律に引き伸ばした場合を想定し、九頭竜ダムと真名川ダムの治水効果を検討した。

検討ケースは、2ダムによる洪水調節後の中角地点流量が計画高水流量(5500m³/s)となるまで、対象洪水をいくつかのパターンで引き伸ばして検討する。なお、引き伸ばしの上限は計画規模(1/150)とする。

表2.4-5 既設ダム群の治水効果の検討ケース一覧

ケース名	内容	引き伸ばし率	引き伸ばし後雨量
1	計画高水流量(5500m ³ /s)相当	1.944	367.4mm/2日
2	中角地点 1/150 雨量	2.14	414mm/2日
3	地球温暖化に伴う降雨量の増加に関する指標を参考に設定	1.2	225.6mm/2日
4	ケース1と3の中間	1.5	283.5mm/2日

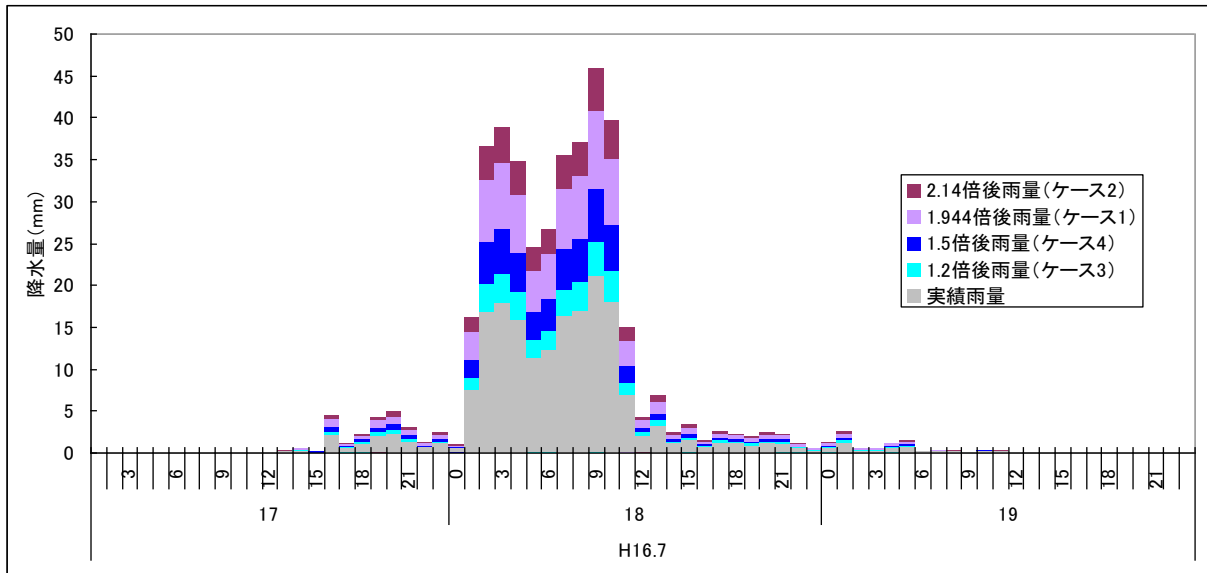


図 2.4-12 検討ケースにおける中角地点上流流域平均雨量（平成16年7月18日型）

検討にあたっては、九頭竜ダムと真名川ダムによる治水効果を算定するため各検討ケースにおいて、次のようにダムの有無を想定した。

- ・ 現状：九頭竜ダムと真名川ダムの現行操作が実施される状況
- ・ 九頭竜ダムなし 真名川ダムあり：真名川ダムだけが存在すると仮定
- ・ 九頭竜ダムあり 真名川ダムなし：九頭竜川ダムだけが存在すると仮定
- ・ 九頭竜ダムなし 真名川ダムなし：2ダムなしと仮定

検討結果を下表に示す。また、中角地点のハイドロについては次頁以降に示す。なお、ハイドロ図には参考として小舟渡地点と下荒井地点についても示した。

表2.4-6 既設ダム群の治水効果の検討結果

ケース名	内容	中角地点ピーク流量 (m^3/s)	現状との差 (m^3/s)
1	現状	5,500	—
	九頭竜ダムなし 真名川ダムあり	5,640	140
	九頭竜ダムあり 真名川ダムなし	8,430	2,930
	九頭竜ダムなし 真名川ダムなし	8,690	3,190
2	現状	6,550	—
	九頭竜ダムなし 真名川ダムあり	6,820	270
	九頭竜ダムあり 真名川ダムなし	10,370	3,820
	九頭竜ダムなし 真名川ダムなし	10,810	4,260
3	現状	2,430	—
	九頭竜ダムなし	2,430	0
	九頭竜ダムあり 真名川ダムなし	3,660	1,230
	九頭竜ダムなし 真名川ダムなし	3,660	1,230
4	現状	3,610	—
	九頭竜ダムなし 真名川ダムあり	3,630	20
	九頭竜ダムあり 真名川ダムなし	5,570	1,960
	九頭竜ダムなし 真名川ダムなし	5,640	2,030

以上の効果算定結果から、前頁の表における「現状との差」が、今後発生すると想定される豪雨に対する九頭竜ダム、真名川ダムの効果に相当し、その効果は、ケース1で見るとピーク時で約 $3,000\text{m}^3/\text{s}$ を超える結果となった。他のケースにおいても約 $1,000\text{m}^3/\text{s}$ を超える効果が確認できる。

ダムごとに効果を見てみると、真名川ダムにおける効果が顕著に見られる。これについては、降雨の特性として真名川流域に偏ったものであったことが要因である。

以上から、既設ダム群による治水効果は、今後生じうる可能性がるゲリラ豪雨に対して高いものであり、今後もこの機能の維持に努める必要がある。

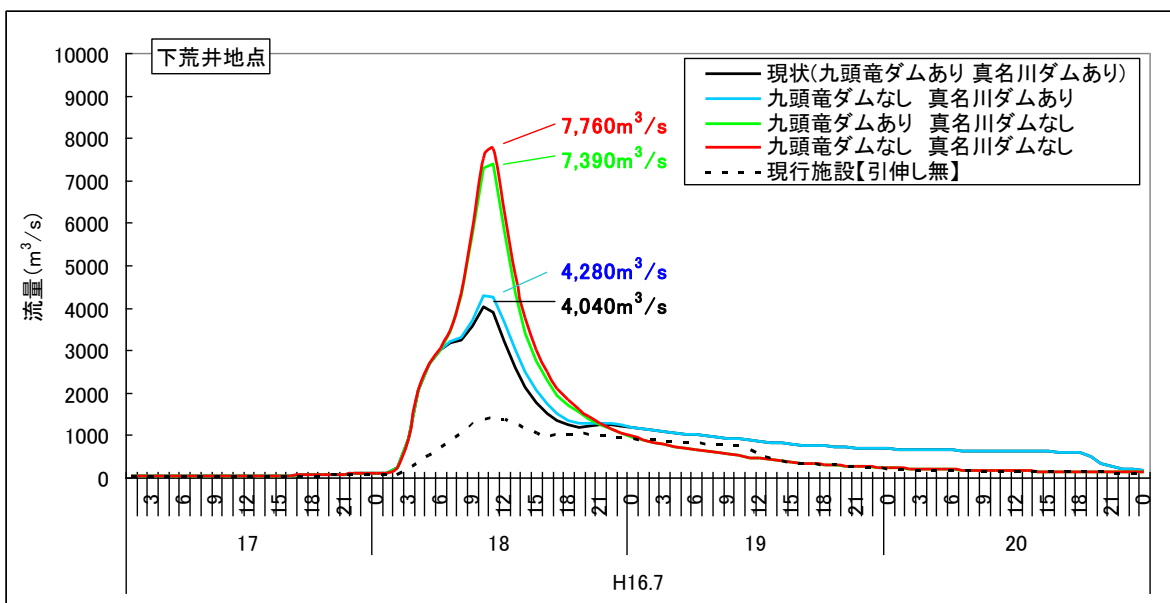
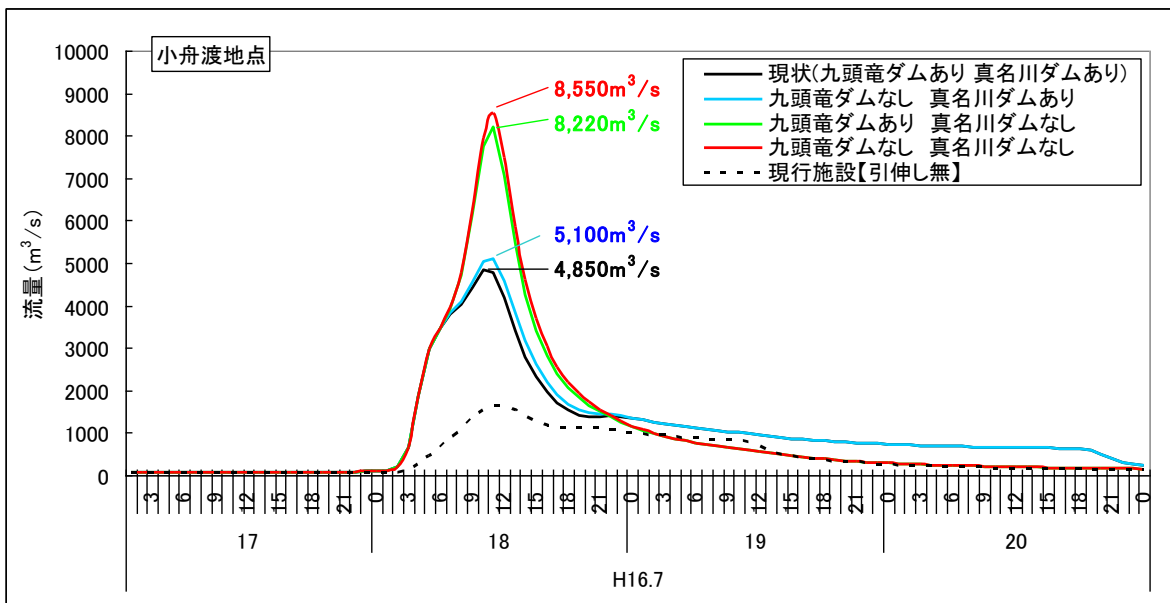
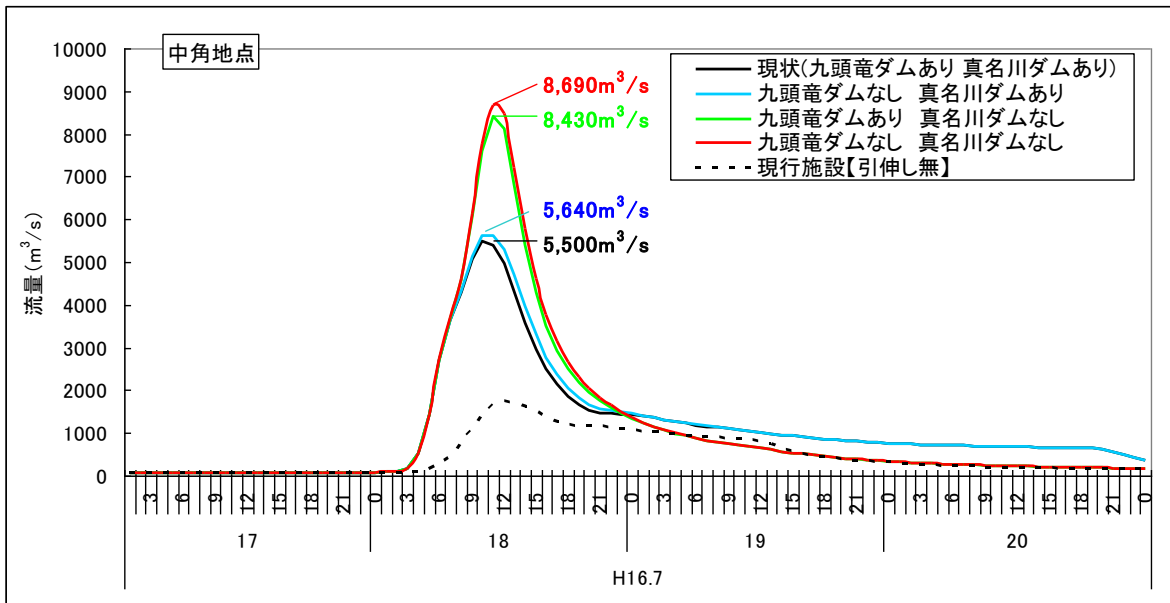


図 2.4-13 治水効果検討結果 (ケース1: 計画高水流量(5500m³/s)相当)

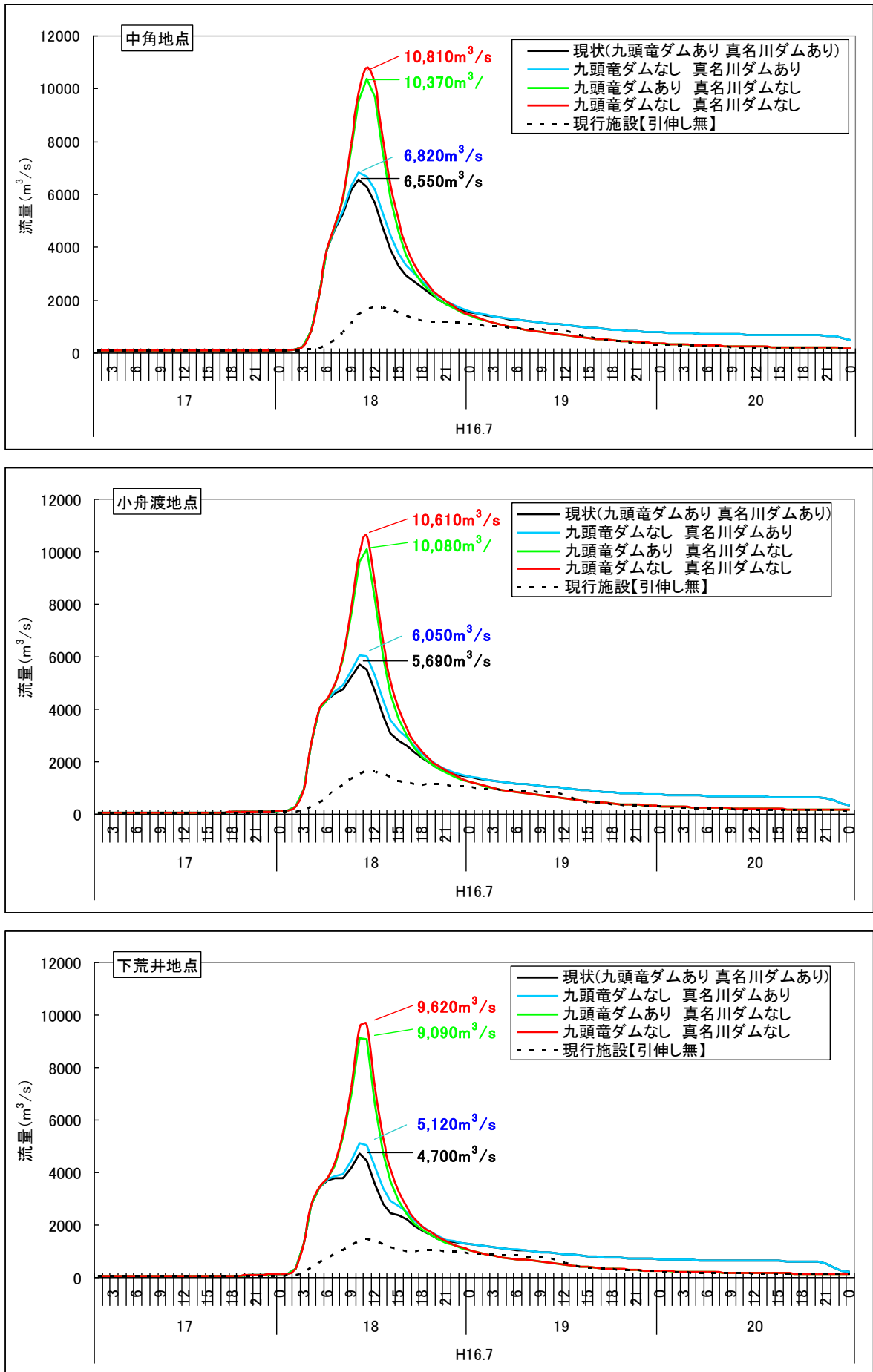


図 2.4-14 治水効果検討結果 (ケース2: 中角地点1/150雨量)

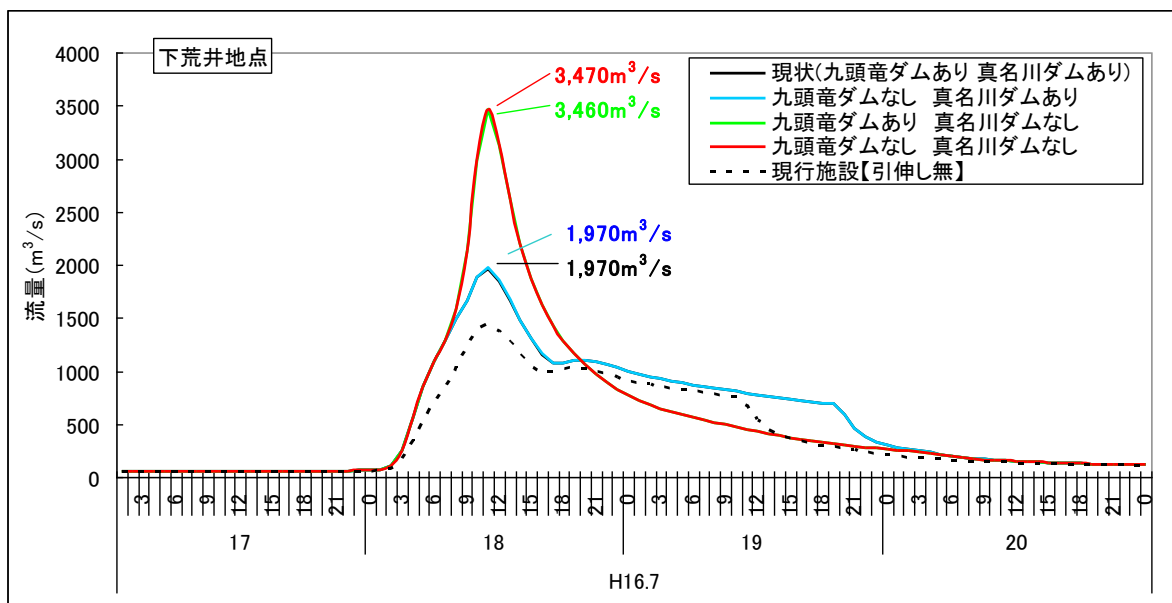
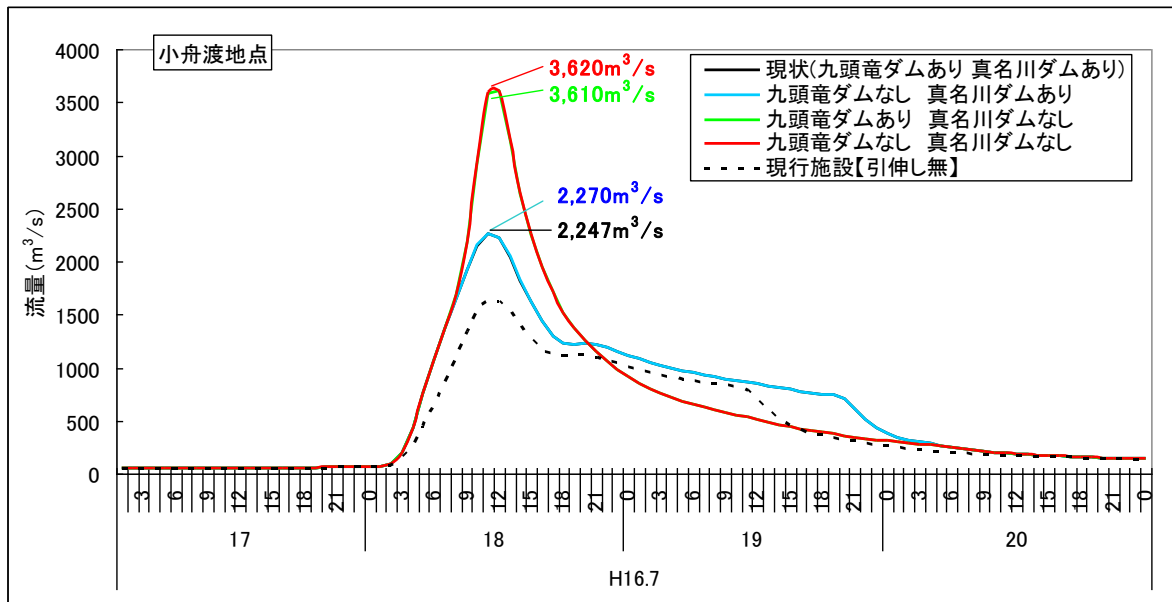
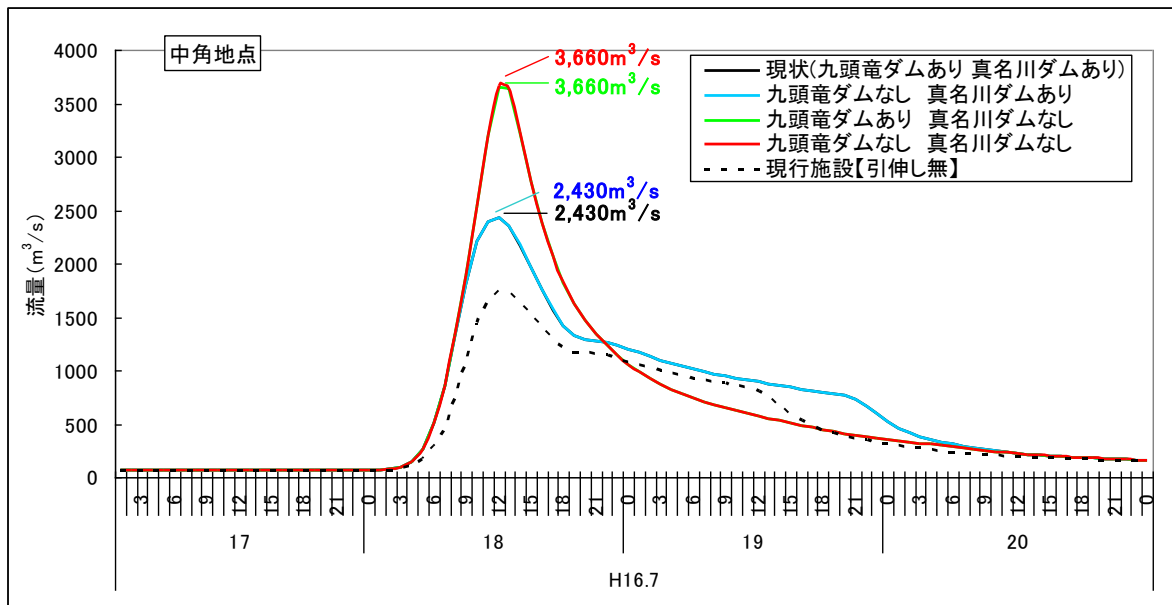


図 2.4-15 治水効果検討結果 (ケース3: 地球温暖化を考慮し、引き伸ばし率1.2倍)

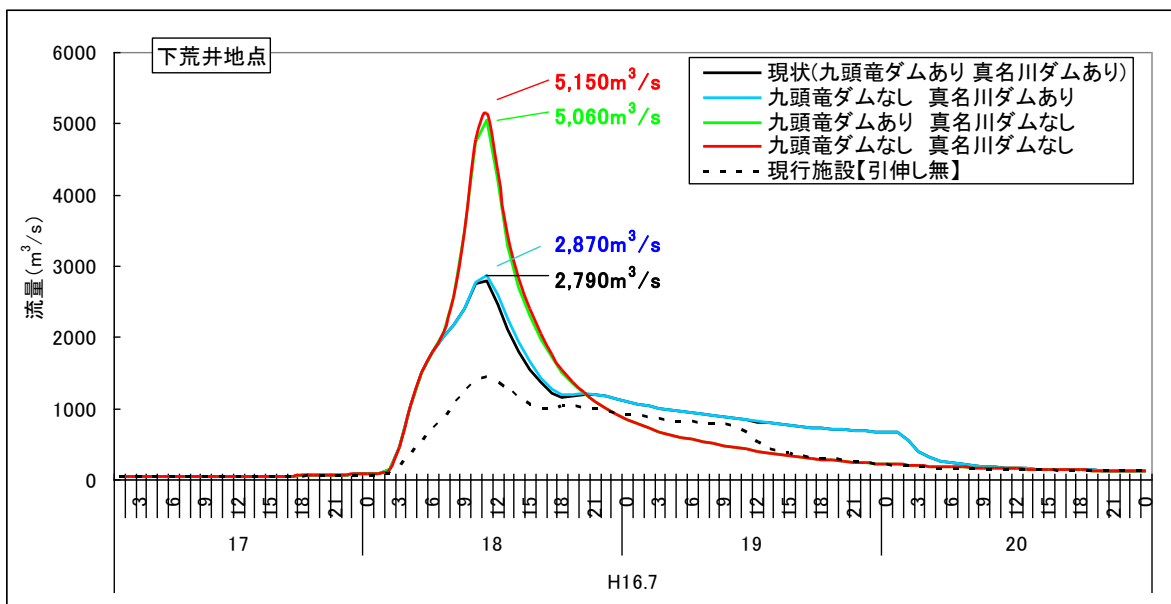
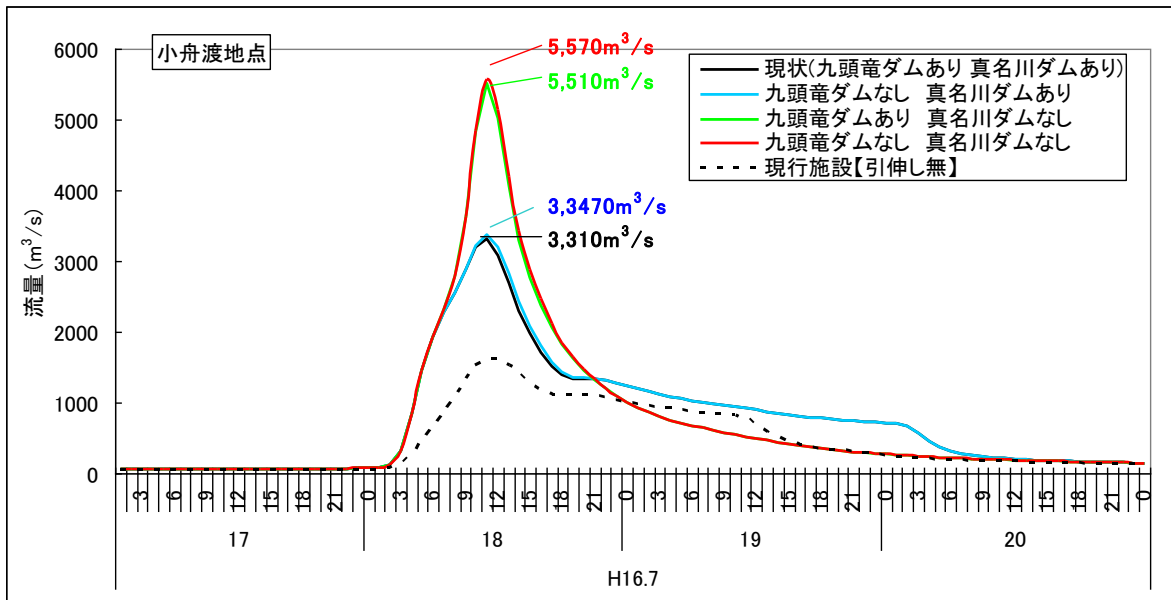
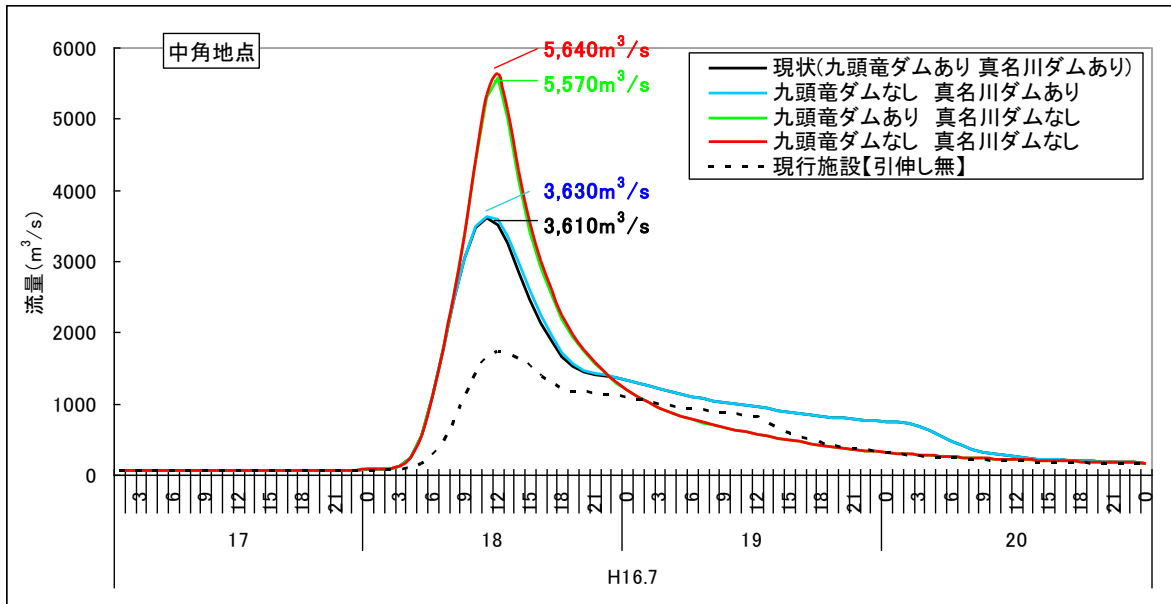


図 2.4-16 治水効果検討結果 (ケース4: ケース1と3を考慮し、引き伸ばし率1.5倍)

2.5 まとめ

真名川ダムは、昭和 54 年の管理開始から平成 24 年度まで 2 回の洪水調節を行い、下流の洪水被害軽減に貢献している。

平成 16 年 7 月および 10 月の洪水調節時には、中角地点において、それぞれ流量で 1,019m³/s、508m³/s、水位で 1.32m（九頭竜ダム、真名川ダム、笹生川ダム）、0.61m（真名川ダム）の低減効果があったと推定される。

また、平成 16 年 7 月の洪水では、九頭竜川の既設ダム（九頭竜ダム、真名川ダム、笹生川ダム）の洪水調節による中角地点の水位低減効果により、日野川 2.8k（深谷地点）で 0.54m、日野川 4.2k（足羽川合流点）で 0.43m の水位低減に貢献したと推定できる。

水防活動の低減効果については、平成 16 年 7 月 18 日の洪水では、はん濫注意水位以下に抑えることができたと推定され、また、平成 16 年 10 月 20 日の洪水では、はん濫注意水位の超過時間を 2 時間短縮することができたと推定される。ダムが洪水調節を行うことで水防活動の軽減につながったと評価できる。

<今後の方針>

真名川ダムでは、計画規模の大洪水は到来していないが、中小洪水では十分に機能を発揮している。今後も引き続き洪水調節機能が十分に発揮できるよう、ダム管理者として適切に洪水調節を実施していく。

2.6 文献リスト

表 2.6-1 使用した文献・資料リスト

No.	報告書またはデータ名	発行者	発行年月日	箇所
2-1	真名川ダム妥当投資額 計算書	建設省近畿地方建設局 真名川ダム工事事務所	昭和 52 年 1 月	想定氾濫区域
2-2	九頭竜川水系浸水想定 区域図（総括図）	国土交通省近畿地方整 備局福井工事事務所	平成 14 年 3 月	想定氾濫区域
2-3	九頭竜川の流水管理	国土交通省近畿地方整 備局九頭竜ダム統合管 理事務所	平成 16 年 9 月	流量配分
2-4	真名川ダム、九頭竜ダム 二つの顔が私たちを守る	国土交通省近畿地方整 備局九頭竜ダム統合管 理事務所	平成 18 年 3 月	洪水調節 副次効果
2-5	洪水調節報告	国土交通省近畿地方整 備局九頭竜ダム統合管 理事務所		洪水調節