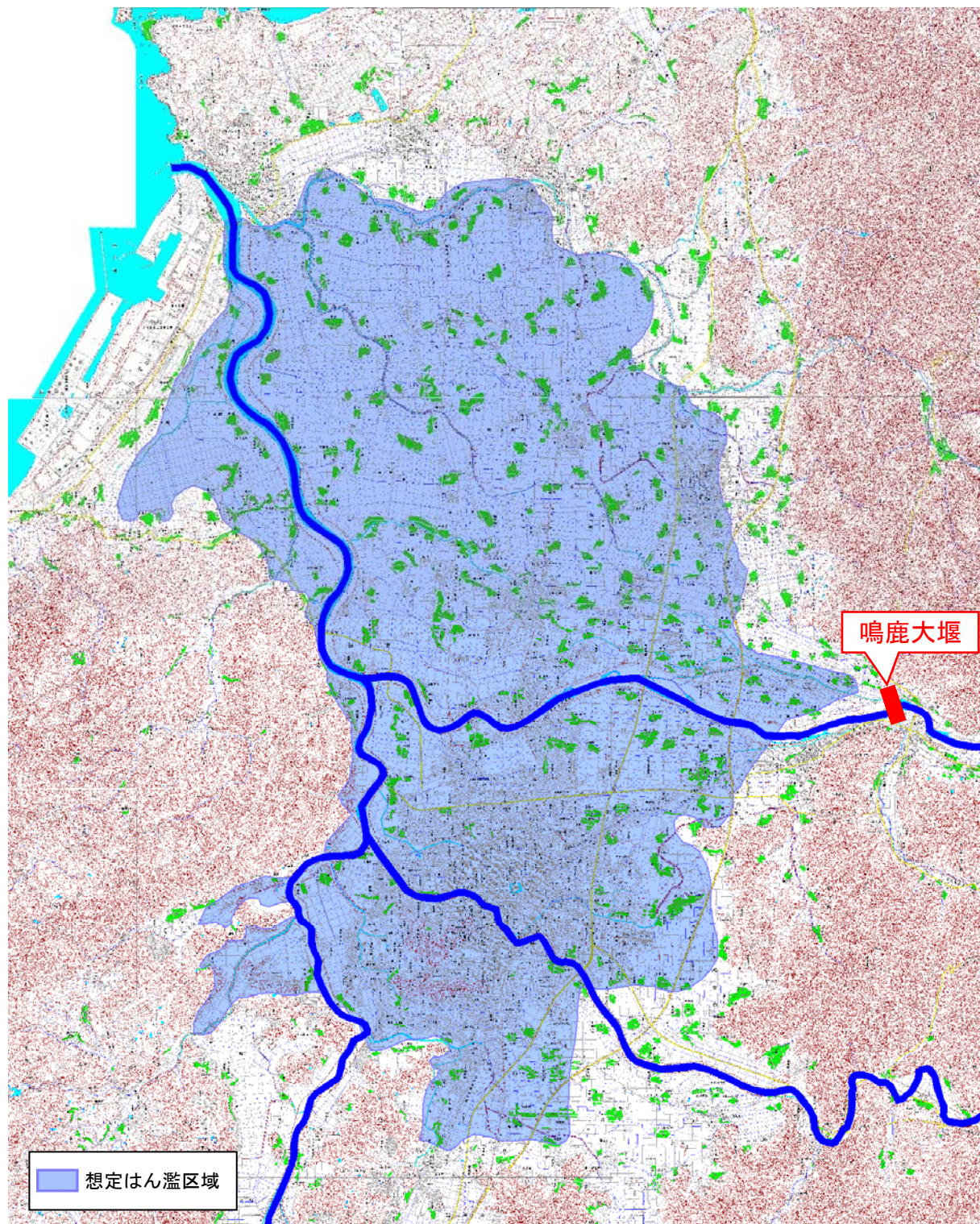


2. 治 水

2.1 想定はん濫区域の状況

2.1.1 想定はん濫区域の状況

九頭竜川下流の想定はん濫区域は図 2.1-1 に示すとおりである。



【出典：九頭竜川中流堰建設事業計画書参考資料（平成2年12月 建設省河川局開発課）より作成】

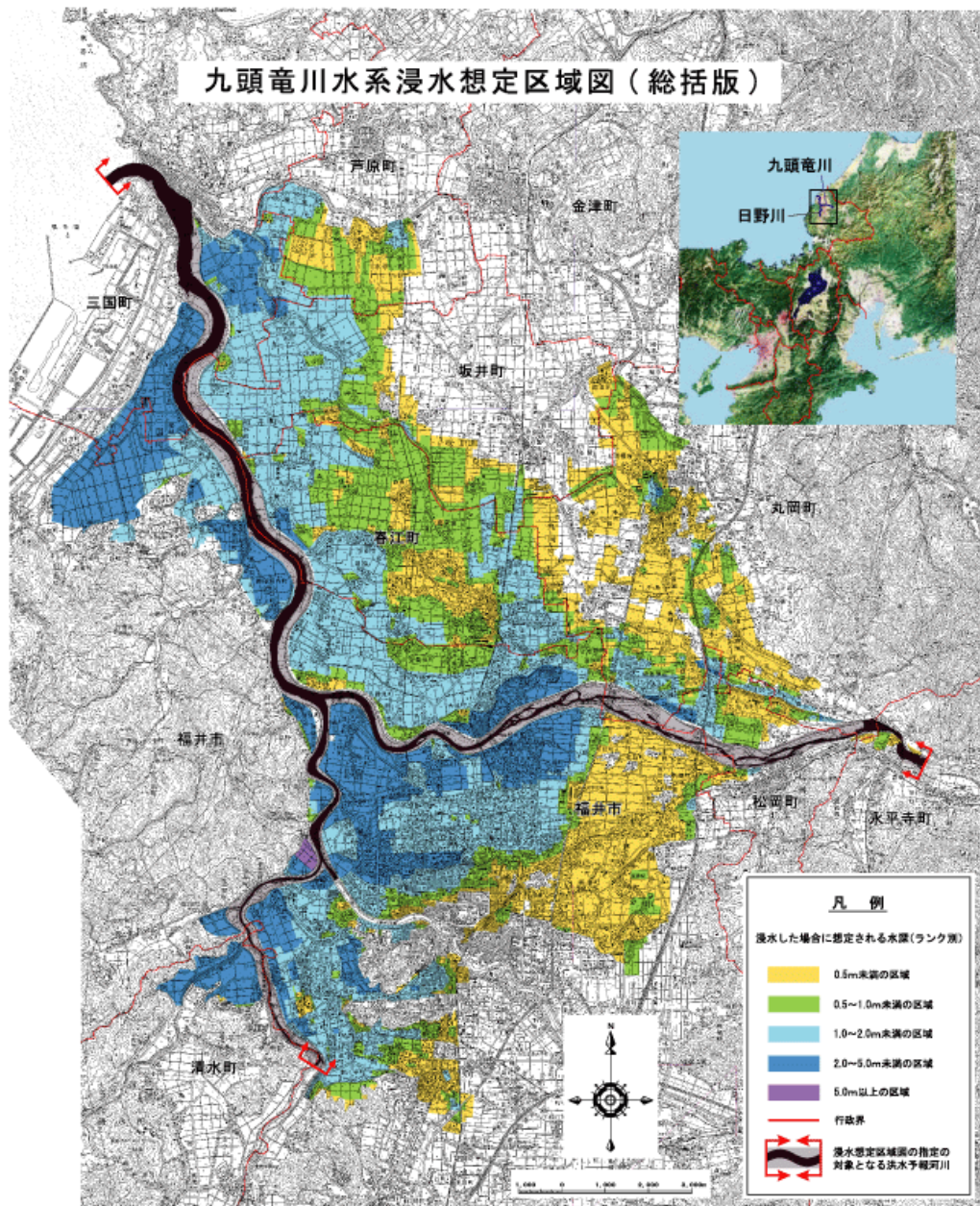
図 2.1-1 九頭竜川流域の想定はん濫区域図

2.1.2 浸水想定区域の状況

図 2.1-2 に示す「浸水想定区域図」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。

この浸水想定区域は、平成 14 年時点の河道・ダムの整備状況を勘案して、九頭竜川日野川の洪水防御に関する計画の基本となる降雨で、九頭竜川日野川がはん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。

浸水想定区域には、流域の福井市（旧福井市、旧清水町）、永平寺町（旧永平寺町、旧松岡町）、坂井市（旧丸岡町、旧坂井町、旧春江町、旧三国町）を含む。



【出典：九頭竜川水系浸水想定区域図】

図 2.1-2 九頭竜川流域の浸水想定区域図

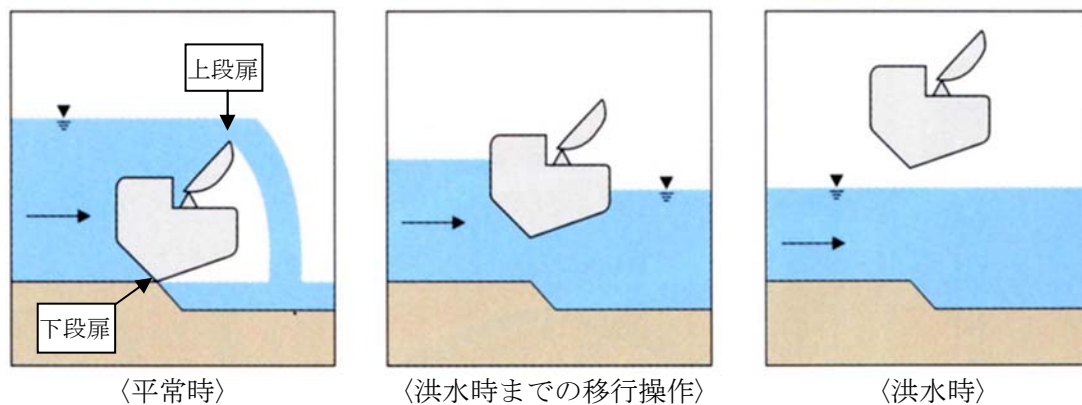
2.2 洪水時の管理計画

2.2.1 洪水時制御の運用計画

鳴鹿大堰では、出水時における貯水池への流入量 $500\text{m}^3/\text{s}$ を洪水時制御開始流量、さらに $2,600\text{m}^3/\text{s}$ を全開放流制御移行流量として設定し、洪水時のゲート操作を行い、洪水を安全に流下させる管理を行っている。

洪水時には、図 2.2-1 に示すとおり、平常時におけるオーバーフロー操作から、下段扉によるアンダーフロー操作に移行させ、洪水を安全に流下させるようゲート操作を行っている。

鳴鹿大堰の洪水時の操作を含む全体操作の概念図は図 2.2-2 に示すとおりである。



〈平常時〉

上段扉(微調節ゲート)によるオーバーフロー操作で、常時満水位を維持する。

〈洪水時までの移行操作〉

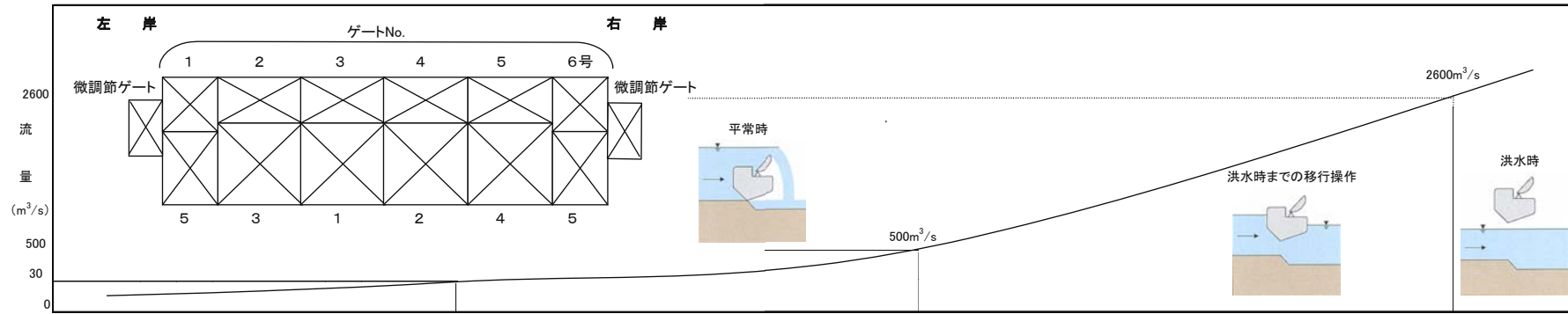
流入量が $500\text{ m}^3/\text{s}$ を越えた時は、下段扉によるアンダーフロー操作に移行する。

〈洪水時〉

洪水時には、すべてのゲートを全開にし、洪水を安全に流下させる。

【出典：九頭竜川鳴鹿大堰モニタリング調査報告書 平成17年3月】

図 2.2-1 鳴鹿大堰ゲート操作

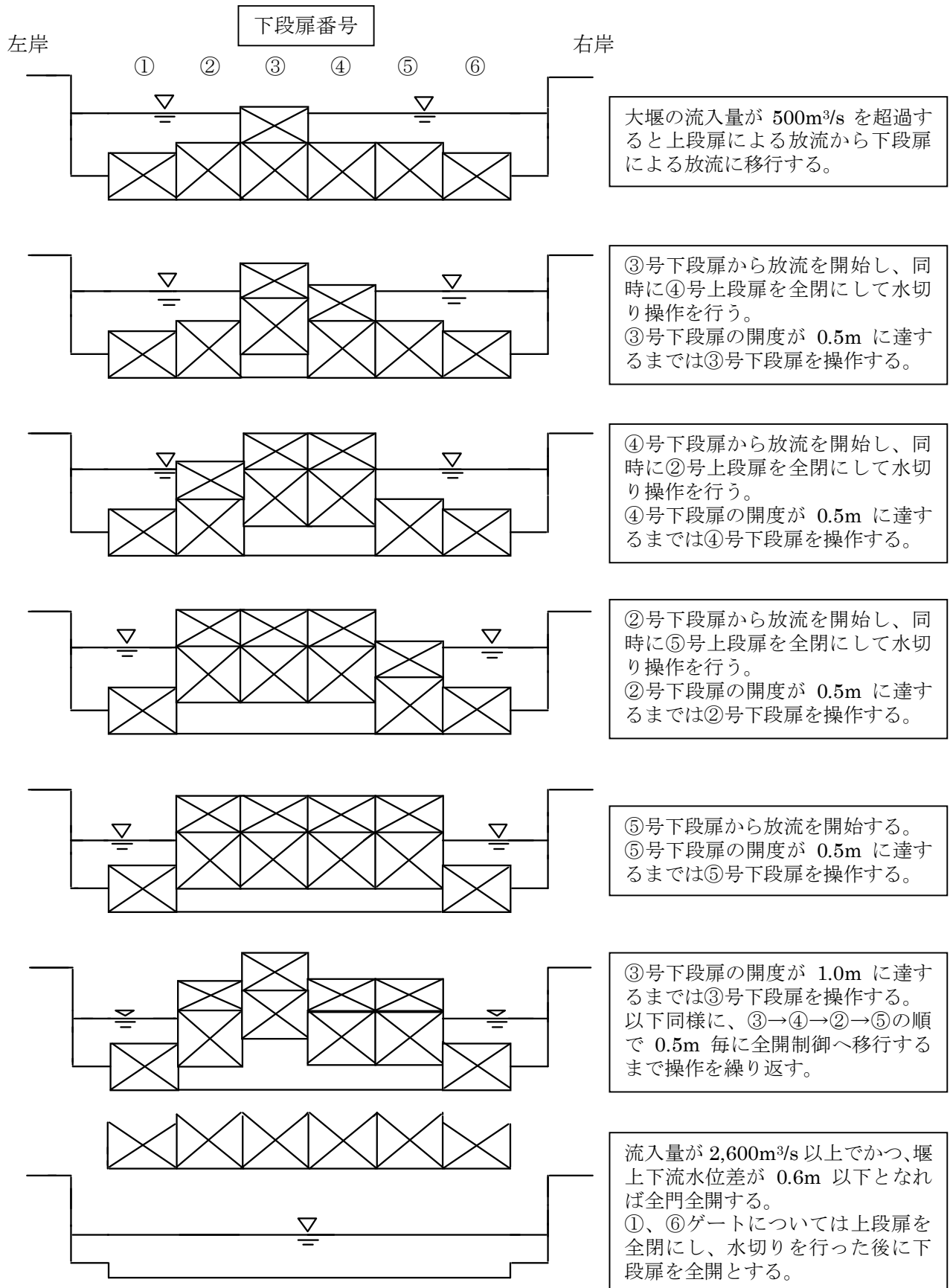


微調節ゲート	流量調節 No.1	No.2 全開	
主ゲート	上段扉 (流量調節ゲート)	2号ゲート 100cm No.4, 150cm No.7, No.10	
	3号ゲート	全閉	
	4号ゲート	100cm No.5, 150cm No.8, No.11	
	5号ゲート	100cm No.3, 150cm No.5	
	下段扉 (洪水吐ゲート)	2号ゲート No.16, No.20	全開
3号ゲート	No.14, No.18	全開	
4号ゲート	No.15, No.19	全開	
5号ゲート	No.17, No.21	全開	
土砂吐ゲート	上段扉	100cm No.2	水切
	下段扉		全開
魚道ゲート	越流水深制御		貯水位がT.P.34.30m以下となれば魚道の機能はない

ゲート開度は、操作卓表示数字

【出典：鳴鹿大堰操作マニュアル 平成18年4月】

図 2.2-2 洪水時操作概念図



【出典：鳴鹿大堰操作マニュアル 平成18年4月】

図 2.2-3 下段扉の操作順序

2.3 洪水時の対応状況

2.3.1 出水の状況

平成 11 年 3 月の鳴鹿大堰暫定運用開始以降、平成 24 年までに 134 回の洪水警戒体制及び 295 回の予備警戒体制をとってきた（表 2.3-1 参照）。下段扉の操作(流入量 500m³/s 以上)は平成 11 年から平成 24 年までの間に 78 回行われ、平成 11 年 3 月以降の最大ピーク流入量は平成 17 年 7 月 4 日の 2,419m³/s である（表 2.3-2 参照）。

暫定運用開始から 14 シーズンの洪水期を経た現在まで、下段扉の全開操作を伴う流入量 2,600m³/s 以上の洪水は生じていない。

表 2.3-1 鳴鹿大堰暫定運用開始後の警戒体制

	予備警戒体制 の回数	洪水警戒体制 の回数	予備警戒体制 積算時間	洪水警戒体制 積算時間
H11 (3~12月)	10	7	63:10	134:15
H12 (1~12月)	15	7	120:40	70:20
H13 (1~12月)	8	3	100:20	54:40
H14 (1~12月)	34	17	204:50	269:00
H15 (1~12月)	19	7	131:25	192:05
H16 (1~12月)	33	14	307:15	276:20
H17 (1~12月)	24	9	160:10	124:55
H18 (1~12月)	21	10	179:00	401:55
H19 (1~12月)	13	5	82:45	58:50
H20 (1~12月)	7	3	55:30	29:15
H21 (1~12月)	19	8	161:55	164:20
H22 (1~12月)	29	14	262:25	620:50
H23 (1~12月)	37	17	240:20	375:30
H24 (1~12月)	26	13	163:40	393:30
合計	295	134	—	—

表 2.3-2 洪水時対応の実績（下段扉の操作（流入量500m³/s以上））

No.	年	月日	ピーク流入量 (m ³ /s)	下段扉操作	No.	年	月日	ピーク流入量 (m ³ /s)	下段扉操作
1	平成11年	9/15～9/16	1,625	②～⑤号下段扉操作	45	平成20年	6/29～6/30	933	②～⑤号下段扉操作
2	(3～12月)	9/21～9/23	964	②～⑤号下段扉操作	46		7/8	596	②～⑤号下段扉操作
3	平成12年	4/10～4/11	586	②～⑤号下段扉操作	47		8/28～8/29	589	②～④号下段扉操作
4		9/12	664	②～⑤号下段扉操作	48	平成21年	1/31	589	②～⑤号下段扉操作
5	平成13年	6/27	520	②～⑤号下段扉操作	49		2/14	602	②～⑤号下段扉操作
6		6/30～7/1	725	②～⑤号下段扉操作	50		5/17	636	②～⑤号下段扉操作
7	平成14年	1/16～1/17	532	②～⑤号下段扉操作	51		6/23	670	②～⑤号下段扉操作
8		5/1	544	②～⑤号下段扉操作	52	平成22年	2/26～2/27	1,257	②～⑤号下段扉操作
9		7/10～7/11	2,198	②～⑤号下段扉操作	53		3/2	539	②～⑤号下段扉操作
10		7/16	932	②～⑤号下段扉操作	54		3/16～3/17	748	②～⑤号下段扉操作
11		7/17～7/18	538	②～⑤号下段扉操作	55		3/21	677	②～⑤号下段扉操作
12		7/19	677	②～⑤号下段扉操作	56		4/2	583	②～⑤号下段扉操作
13	平成15年	4/8～4/9	514	②～⑤号下段扉操作	57		4/12～4/13	705	②～⑤号下段扉操作
14		4/20	550	②～⑤号下段扉操作	58		4/22～4/23	564	②～⑤号下段扉操作
15		4/24～4/27	916	②～⑤号下段扉操作	59		5/24	551	②～⑤号下段扉操作
16		8/9	644	②～⑤号下段扉操作	60		6/27	590	②～⑤号下段扉操作
17	平成16年	2/22～2/23	885	②～⑤号下段扉操作	61		7/3～7/4	1,323	②～⑤号下段扉操作
18		4/27～4/28	612	②～⑤号下段扉操作	62		7/13～7/15	734	②～⑤号下段扉操作
19		5/16～5/18	1,338	②～⑤号下段扉操作	63		7/15～7/16	583	②～⑤号下段扉操作
20		5/18	644	②～⑤号下段扉操作	64		9/16	770	②～⑤号下段扉操作
21		6/21～6/22	1,045	②～④号下段扉操作	65		11/1～11/2	551	②～⑤号下段扉操作
22		7/18～7/19	1,523	②～⑤号下段扉操作	66	平成23年	4/9	603	②～⑤号下段扉操作
23		8/31	1,348	②～⑤号下段扉操作	67		4/23～4/24	551	②～④号下段扉操作
24		9/8	718	②～⑤号下段扉操作	68		4/27～4/28	852	②～⑤号下段扉操作
25		9/30	825	②～⑤号下段扉操作	69		5/10～5/13	1,402	②～⑤号下段扉操作
26		10/20～10/21	2,259	②～⑤号下段扉操作	70		5/29～5/30	741	②～⑤号下段扉操作
27	平成17年	6/29	872	②～⑤号下段扉操作	71		7/7～7/8	2,273	②～⑤号下段扉操作
28		7/1～7/2	944	②～⑤号下段扉操作	72		8/19	748	②～⑤号下段扉操作
29		7/4～7/5	2,419	②～⑤号下段扉操作	73		9/17～9/18	698	②～⑤号下段扉操作
30		8/12～8/13	1,008	②～⑤号下段扉操作	74		9/21～9/23	1,831	②～⑤号下段扉操作
31		8/15～8/16	999	②～⑤号下段扉操作	75	平成24年	3/6	616	②～⑤号下段扉操作
32		9/7	738	②～⑤号下段扉操作	76		4/3～4/4	695	②～⑤号下段扉操作
33	平成18年	3/17	796	②～⑤号下段扉操作	77		4/11～4/12	769	②～⑤号下段扉操作
34		4/11～4/13	864	②～⑤号下段扉操作	78		7/21	783	②～⑤号下段扉操作
35		4/20～4/21	683	②～⑤号下段扉操作					
36		5/7	608	②～⑤号下段扉操作					
37		5/11	668	②～⑤号下段扉操作					
38		7/16～7/21	2,232	②～⑤号下段扉操作					
39		7/24	518	②～⑤号下段扉操作					
40	平成19年	3/25	696	②～⑤号下段扉操作					
41		5/25	710	②～⑤号下段扉操作					
42		6/22	703	②～⑤号下段扉操作					
43		6/29～6/30	1,442	②～⑤号下段扉操作					
44		7/15	674	②～⑤号下段扉操作					

※ピーク流入量は、堰諸量データの全流入量(日最大値)の
洪水期間内における最大値

定期報告書(案)

2. 治水

2.3.2 洪水時の体制の状況

鳴鹿大堰では、平常時には堰上流水位 T.P+34.30～34.95m で管理がおこなわれているが、出水の際には、下段扉を操作することで、堰上流水位を低下させ、洪水を安全に流下させている。

これまでに最も下段扉の操作回数が多かったのは、平成 22 年の 14 回で、少なかったのは平成 11 年、12 年、13 年の 2 回である。(図 2.3-1 参照)

また、各年の下段扉操作回数および平成 11 年から平成 24 年までの月別の下段扉操作回数を図 2.3-2 に示す。月別の操作回数は、融雪出水が発生する 4～5 月、梅雨時期の 6～7 月、台風が発生する 9 月に多い。

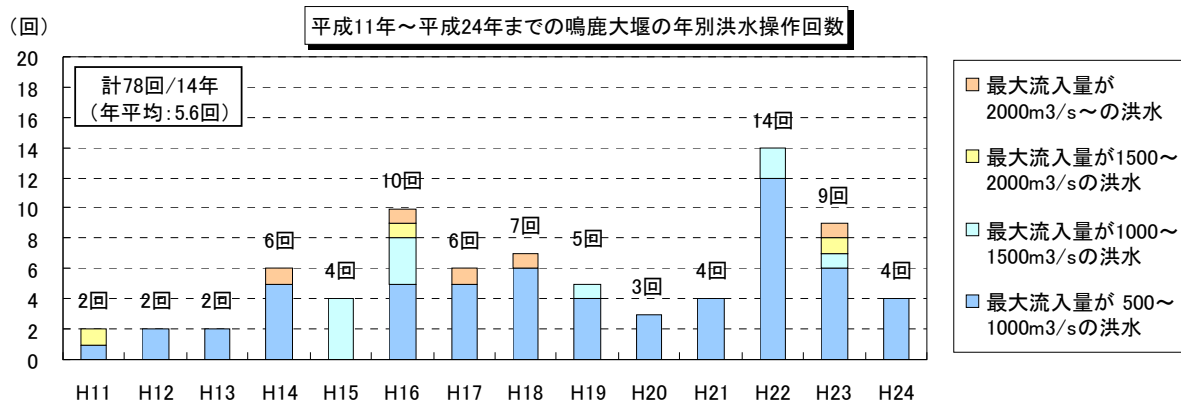


図 2.3-1 年別洪水操作回数 (平成11年～平成24年)

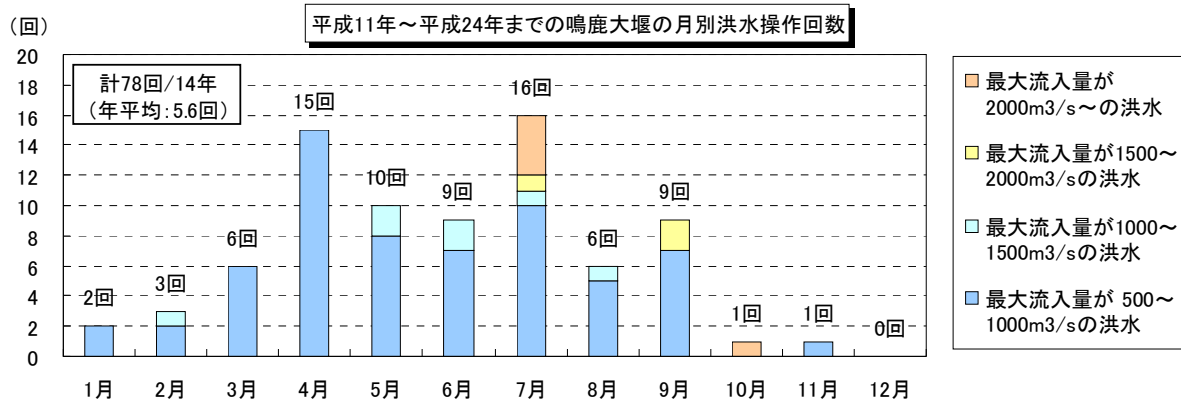


図 2.3-2 月別洪水操作回数 (平成11年～平成24年)

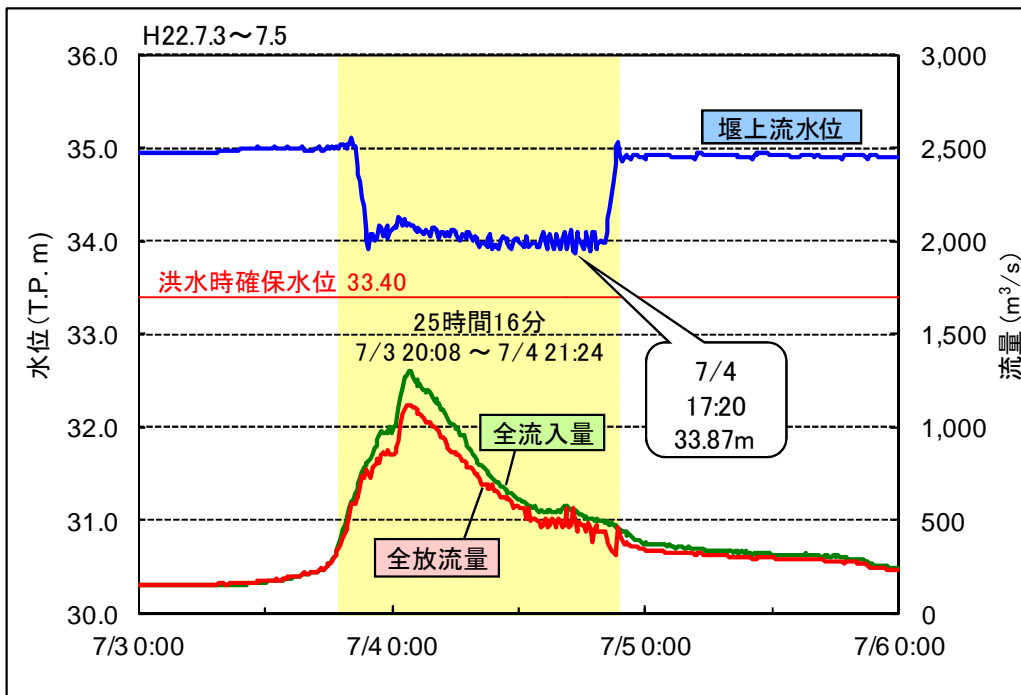
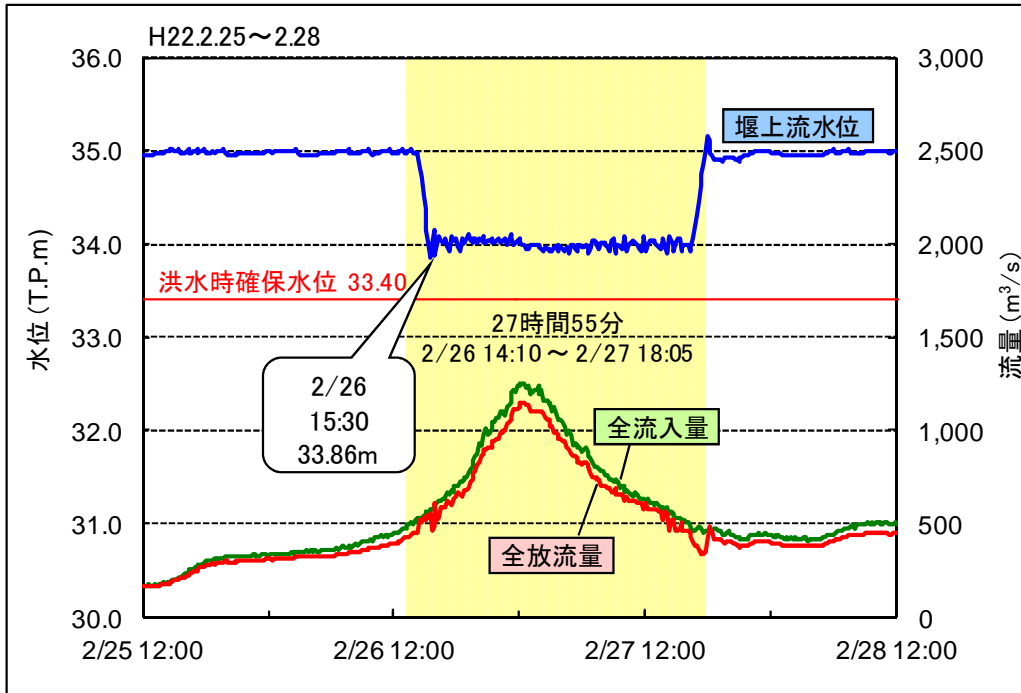
2.3.3 洪水時操作効果

前回の定期報告（H21 年度）以降に、下段扉の操作(流入量 $500\text{m}^3/\text{s}$ 以上)を伴った洪水は、31 洪水あり、このうち流入量が $1,000\text{m}^3/\text{s}$ を越えた主要 5 洪水について、鳴鹿大堰の流入量、放流量、堰上流水位の経時変化を図 2.3-3 に示した。

平成 22 年は、流入量が $1,000\text{m}^3/\text{s}$ を超える洪水 2 回を含め、運用開始後最も多い 14 回の下段扉操作を実施したが、いずれの洪水でも、適切な操作により、大堰上流水位を低下させ、洪水を安全に流下させている。

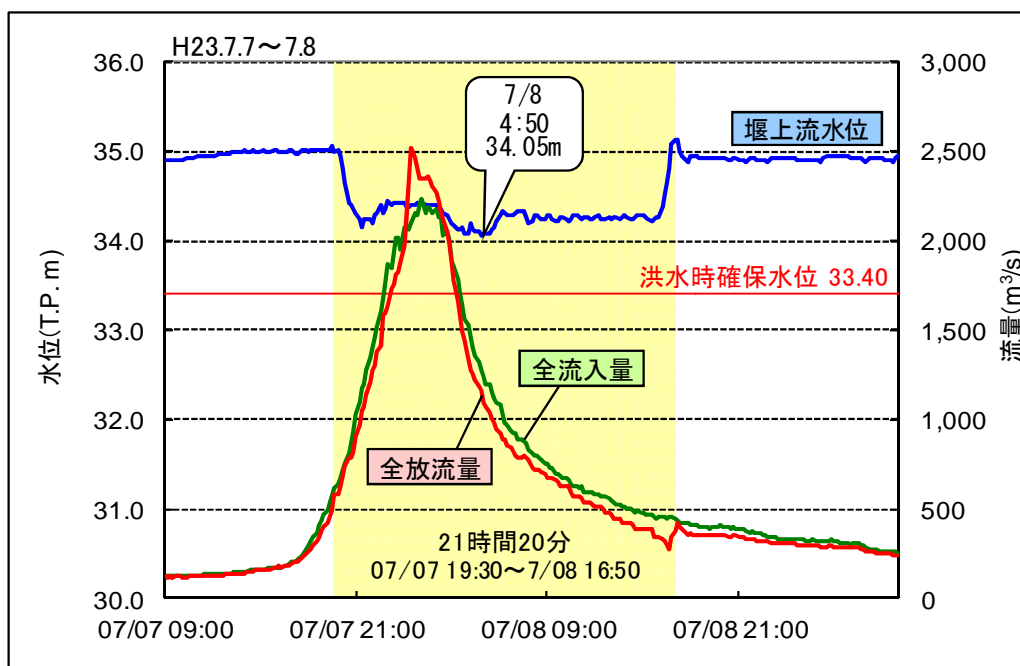
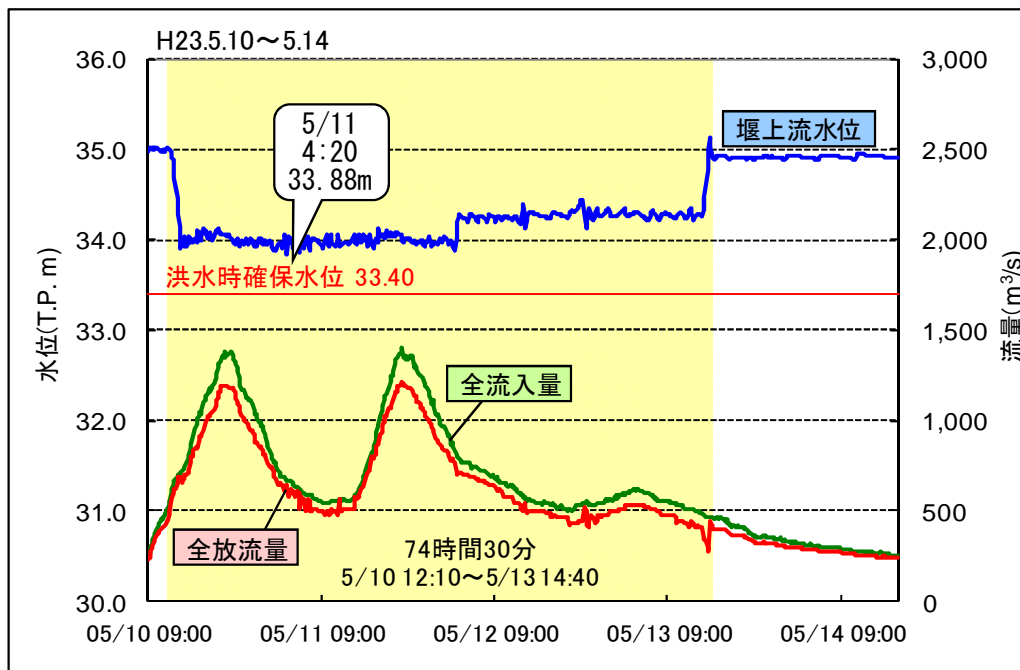
平成 23 年は、流入量が $1,000\text{m}^3/\text{s}$ を超える出水 3 回を含め、9 回の下段扉操作を実施したが、いずれの洪水でも、適切な操作により、大堰上流水位を低下させ、洪水を安全に流下させている。

なお、鳴鹿大堰暫定運用開始以降、最大のピーク流入量($2,419\text{m}^3/\text{s}$)を記録した平成 17 年 7 月 4 日の洪水においても洪水を安全に流下させた。



- : 堰上流水位
- : 洪水時確保水位
- : 全流入量
- : 全放流量
- : 下段扉操作時間
- : 洪水時最低水位

図 2.3-3 (1) 洪水前後の鳴鹿大堰の諸量 (平成 22 年)



- : 堰上流水位
- : 洪水時確保水位
- : 全流入量
- : 全放流量
- : 下段扉操作時間
- : 洪水時最低水位

図 2.3-3 (2) 洪水前後の鳴鹿大堰の諸量 (平成 23 年)

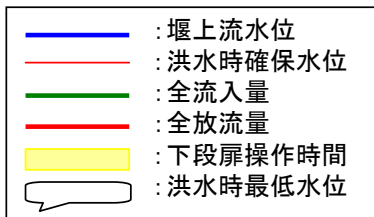
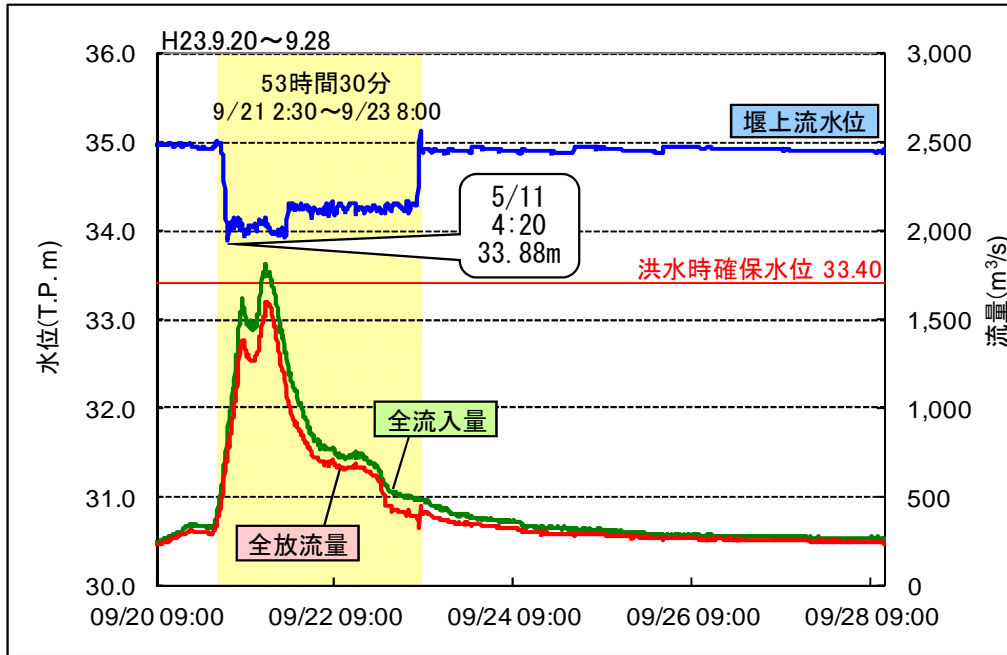


図 2.3-3 (3) 洪水前後の鳴鹿大堰の諸量 (平成 23 年)

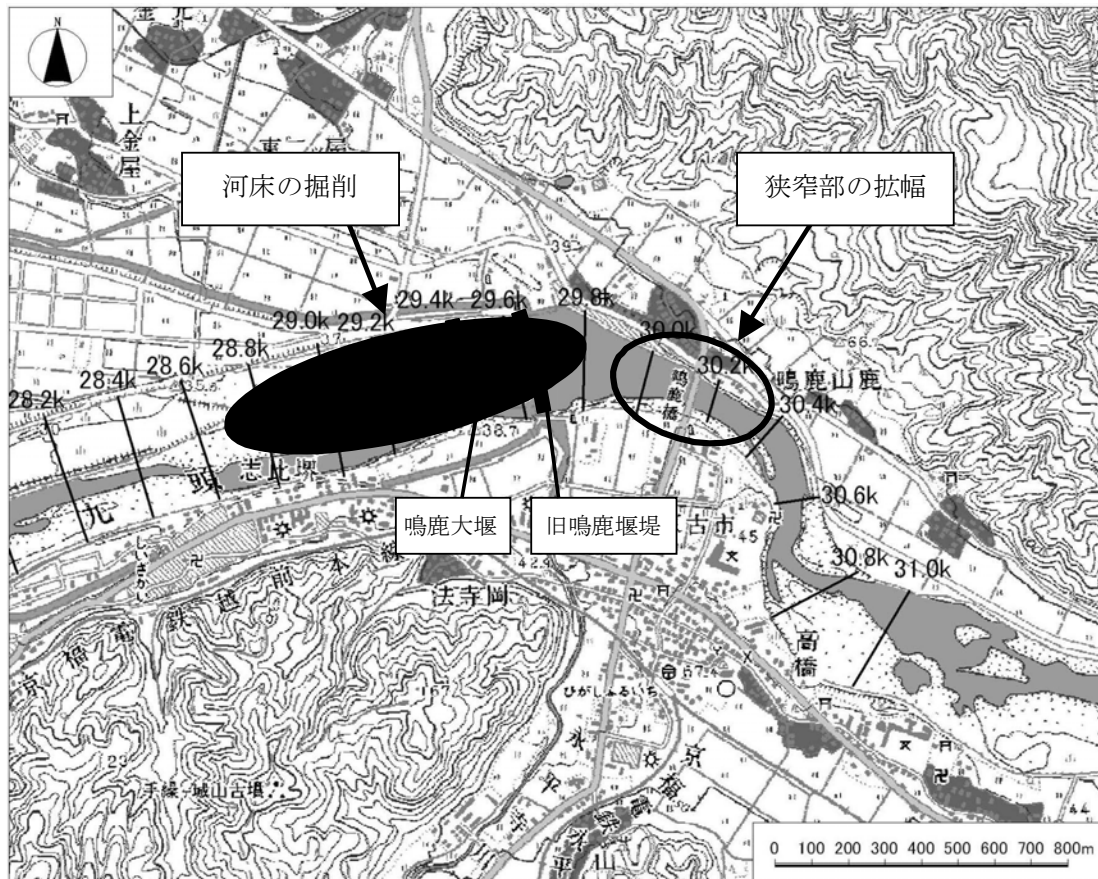
2.4 洪水時の水位低減効果

2.4.1 堰建設事業前後による水位低減効果

(1) 評価の考え方

鳴鹿大堰建設事業は、可動堰の設置、旧鳴鹿堰堤の撤去、河道の掘削、狭窄部の拡幅により洪水を安全に流下させる能力の増大に寄与している（図 2.4-1 参照）。

そこで、洪水移行操作を実施した主要洪水に対して、堰建設事業前後の水位を比較し、堰建設事業による水位低減効果を評価するものとした。



【出典：九頭竜川鳴鹿大堰モニタリング調査報告書 平成17年3月】

図 2.4-1 鳴鹿大堰建設事業区間位置図

(2) 堰建設事業前後の水位算定方法

堰建設事業前後の洪水時の水位は、以下のとおり算定するものとした。

- ① 堰建設事業前後における同規模洪水・同地点の実績水位が存在しないことから、不等流計算により堰建設事業前後の水位を算定するものとした。
- ② 河道断面特性は、実測横断測量断面の存在状況を考慮し、堰建設事業前後の直近断面より設定するものとした。
- ③ 対象洪水は、前回の定期報告（平成 21 年度）以降に発生した実績最大流入量 $2,000\text{m}^3/\text{s}$ 以上の洪水である平成 23 年 7 月 8 日洪水とした。
- ④ 堰建設後の計算区間は、堰建設事業区間下流において実績水位が存在する五松橋地点（27.2k）の対象洪水時の実績水位を出発水位とし、27.2k～堰上流 31.2k とした。また、堰建設前は、対象洪水の実績水位が存在しないため、中角地点（18.4k）の平成元年（堰建設前）の H-Q 式と対象洪水の実績最大流入量から算定した水位を出発水位とし 18.4k～堰上流 31.2k とした（図 2.4-2 参照）。
- ⑤ 粗度係数（低水路、高水敷）は、計画粗度係数を採用するものとした。

なお、評価対象区間は、堰建設事業区間の最下流端 28.4k～堰上流 31.2k とした。

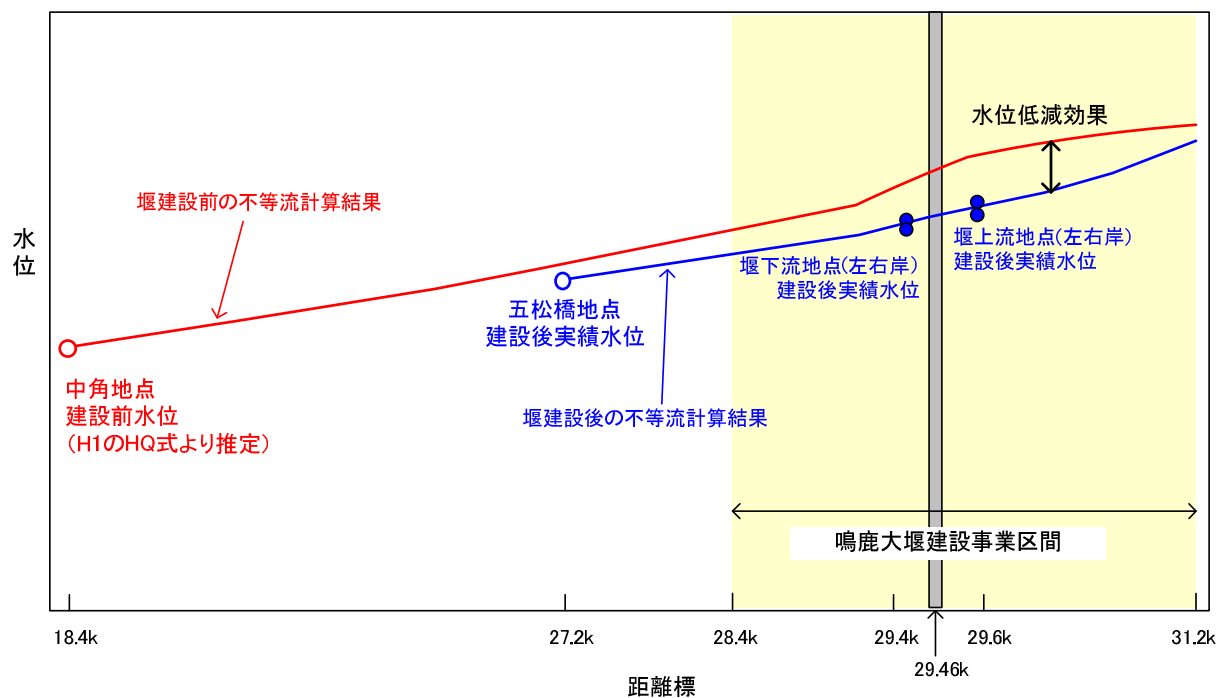


図 2.4-2 水位低減効果算定の模式図

以上を踏まえ、堰建設事業による水位低減効果算定にあたっての計算条件は以下のとおりである。

表 2.4-1 水位低減効果算定の計算条件

	鳴鹿大堰建設前	鳴鹿大堰建設後
対象区間	18.4k～31.2k	27.2k～31.2k
河道断面	18.4k～29.4k H元測量 29.6k～31.2k H9測量	27.2k～31.2k H23測量
粗度係数	計画粗度係数(工実) 低水路:0.035	
出発水位	中角地点の H 元年(堰建設前)の H-Q 式と対象洪水の実績最大流 入量から算定した水位	五松橋地点の対象洪水時の実績 水位
対象洪水	対象洪水時の実績最大流入量を設定した。 H23.7.8 洪水 2,273 m ³ /s	

(3) 水位低減効果の算定結果

(2)により算定した対象洪水毎の計算水位縦断図を図 2.4-3 に示す。また、堰建設事業後の堰地点における実績水位と計算水位の比較を表 2.4-2 に示す。

実績水位と計算水位の誤差は最大で 30cm 程度であり、実績水位を概ね再現できていると考えられる。

表 2.4-2 実績水位と計算水位の比較

洪水	堰下流地点			堰上流地点		
	①実績(m)	②計算(m) (29.4k)	誤差(m) ②-①	③実績(m)	④計算(m) (29.6k)	誤差(m) ④-③
H23.7.8 洪水	左岸:32.71	33.01	0.30	左岸:34.07	34.32	0.25
	右岸:32.87		0.14	右岸:34.42		-0.09

※実績水位は、堰諸量データ(10分ピッチ)の全流入量最大時の水位

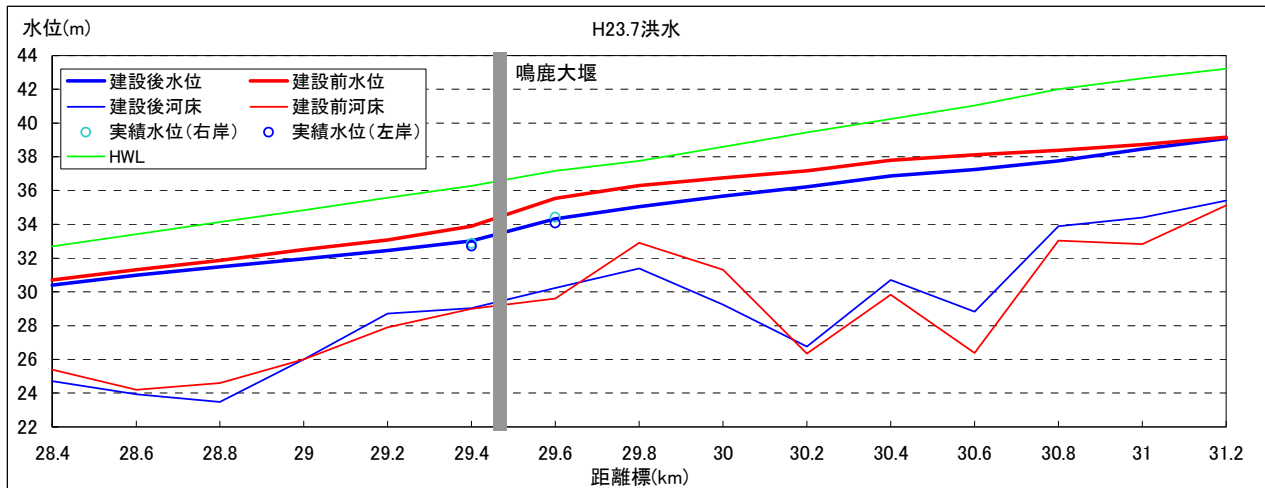


図 2.4-3 水位縦断面図

対象洪水毎の鳴鹿大堰建設事業前後による堰下流および上流区間 28.4k~31.2k の断面毎の水位低減効果を表 2.4-3 に示す。

旧鳴鹿堰堤上流である 29.6k~30.4k においては、1m 程度の水位低減効果が得られている。

表 2.4-3 事業対象区間における水位低減効果 (H23.7洪水)

距離標	HWL (T.P.m)	建設前 水位 (T.P.m)	建設後 水位 (T.P.m)	水位低減 効果 (m)	備考
28.4k	32.69	30.69	30.40	0.29	
28.6k	33.41	31.30	30.98	0.32	
28.8k	34.13	31.85	31.48	0.37	
29.0k	34.85	32.51	31.95	0.56	
29.2k	35.56	33.08	32.45	0.63	
29.4k	36.28	33.89	33.01	0.88	
29.6k	37.17	35.54	34.32	1.22	↑ 1 m程度の 水位低減効果 ↓
29.8k	37.76	36.30	35.05	1.25	
30.0k	38.60	36.76	35.67	1.09	
30.2k	39.45	37.17	36.21	0.96	
30.4k	40.24	37.79	36.86	0.93	
30.6k	41.03	38.11	37.24	0.87	
30.8k	42.00	38.38	37.76	0.62	
31.0k	42.65	38.73	38.45	0.28	
31.2k	43.23	39.17	39.09	0.08	

表 2.4-3 に示した計算断面のうち、水位低減効果が大きく、また堤内地に家屋等が存在している地点として、堰下流の 29.0k、堰上流の 30.0k、30.2k、30.4k を抽出し、対象洪水における断面別水位低減効果を図 2.4-5 に示した。

いずれの洪水および地点においても、鳴鹿大堰建設前水位および建設後水位が HWL を超過することはないが、堰上流では、建設前の河道では水位が堤内地盤高より 1m 以上高くなる。鳴鹿大堰事業における河川改修により、当該区間の洪水時水位を低減し、治水安全度向上に寄与しているといえる。

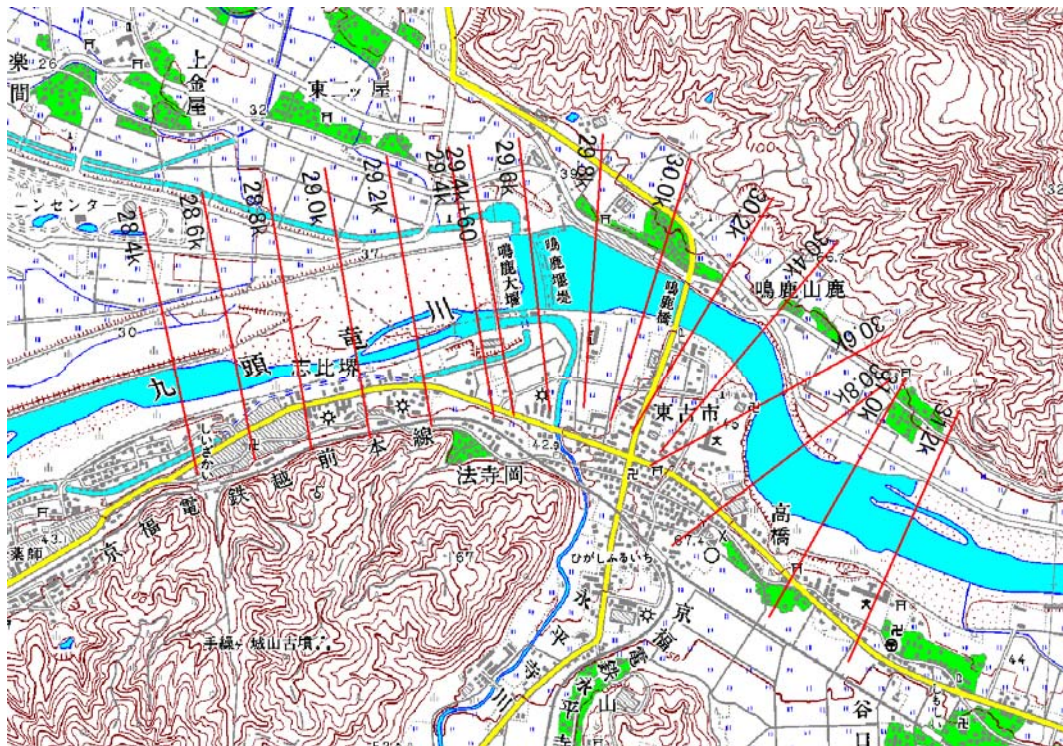


図 2.4-4 測線の位置図

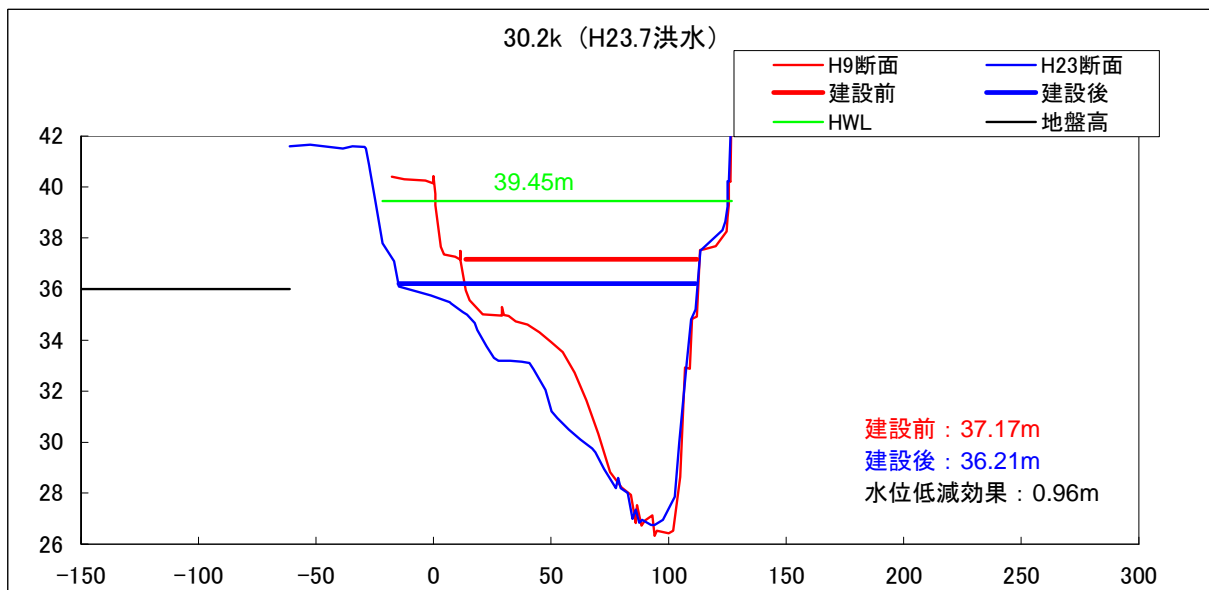
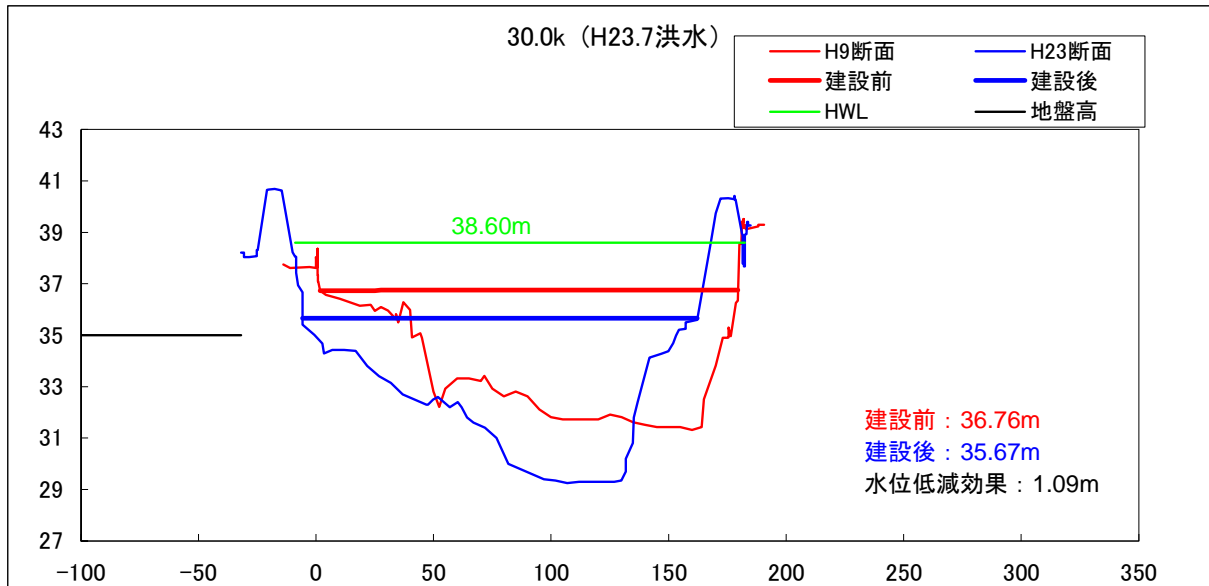
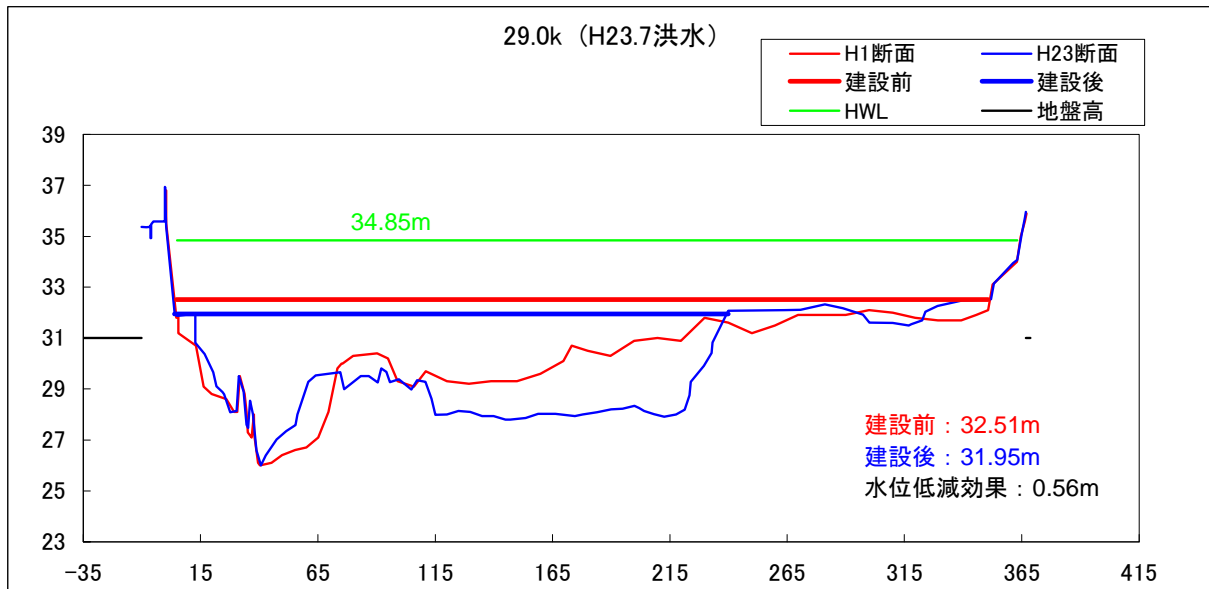


図 2.4-5 (1) H23.7洪水水位低減効果

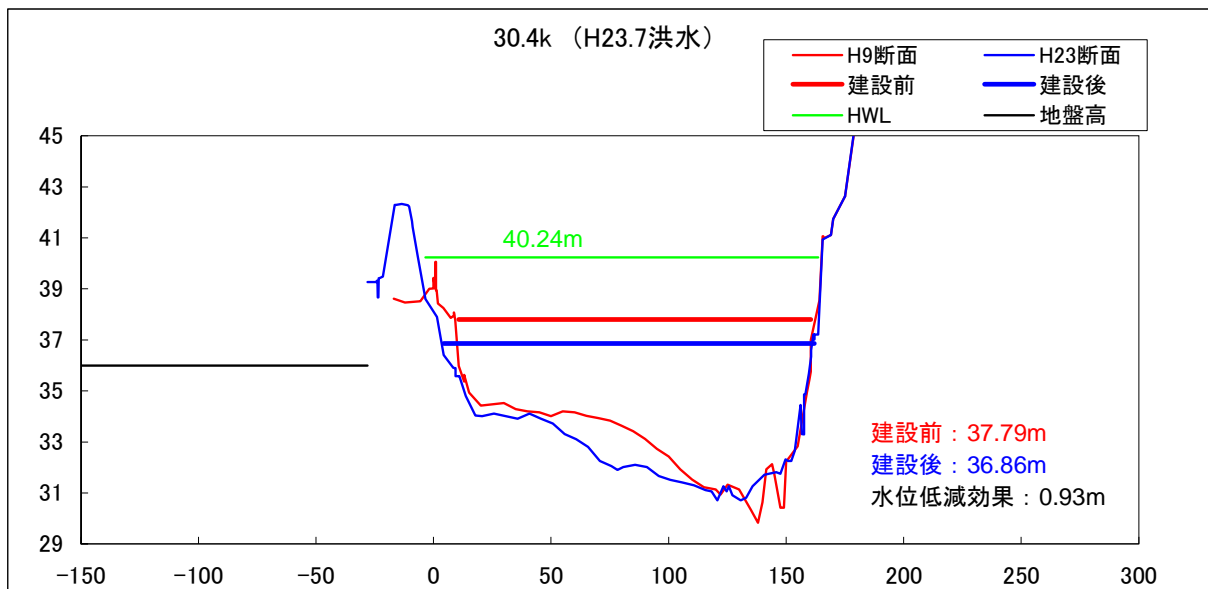


図 2.4-5(2) H23.7洪水水位低減効果

2.5 洪水時の放流量の算定誤差

鳴鹿大堰では、 $2,000\text{m}^3/\text{s}$ を超えるような洪水に対して、放流量の算定誤差が生じる場合がある。平成 21 年度の定期報告において、流入量、取水量及び貯水量の変化量より算定する方法で全放流量の精度改善が提案されたが、ゲート毎の放流量の精度改善の課題が残り、根本的な解決とはなっていない。

鳴鹿大堰では、洪水時に左右岸水位差が発生することから、その発生機構を把握しておくとともに、放流量の算定精度への影響を確認する必要がある。

また、堰上流水位とゲート開度の比が放流量算定式の適用外の範囲になると放流量の算定誤差が大きくなる傾向にあり、その影響を確認する必要がある。

ここでは、左右岸水位差の発生要因の分析と放流量誤差の改善策の検討結果を示す。

2.5.1 放流量の算定誤差の状況

鳴鹿大堰の放流量は、貯水位とゲート開度をパラメータとした計算式から算出されているが、管理開始以降の洪水に対して概ね適切に処理されている。しかし、一部 $2,000\text{m}^3/\text{s}$ を超えるような洪水に対しては、放流量の算定精度に問題が生じる場合がみられる。

例えば平成 16 年 10 月洪水では、図 2.5-1 に示すようにピーク放流量がピーク流入量より $1,530\text{m}^3/\text{s}$ 大きく算出されている。なお、水位を低下させたことにより想定される放流量の増大は最大で約 $120\text{m}^3/\text{s}$ と推定できる。

なお、実際の河川管理では、洪水時操作を行う $500\text{m}^3/\text{s}$ 以上の出水の際の関係機関への連絡は、飯島地点の流入量が用いられており、この放流量の算定値は用いられていない。

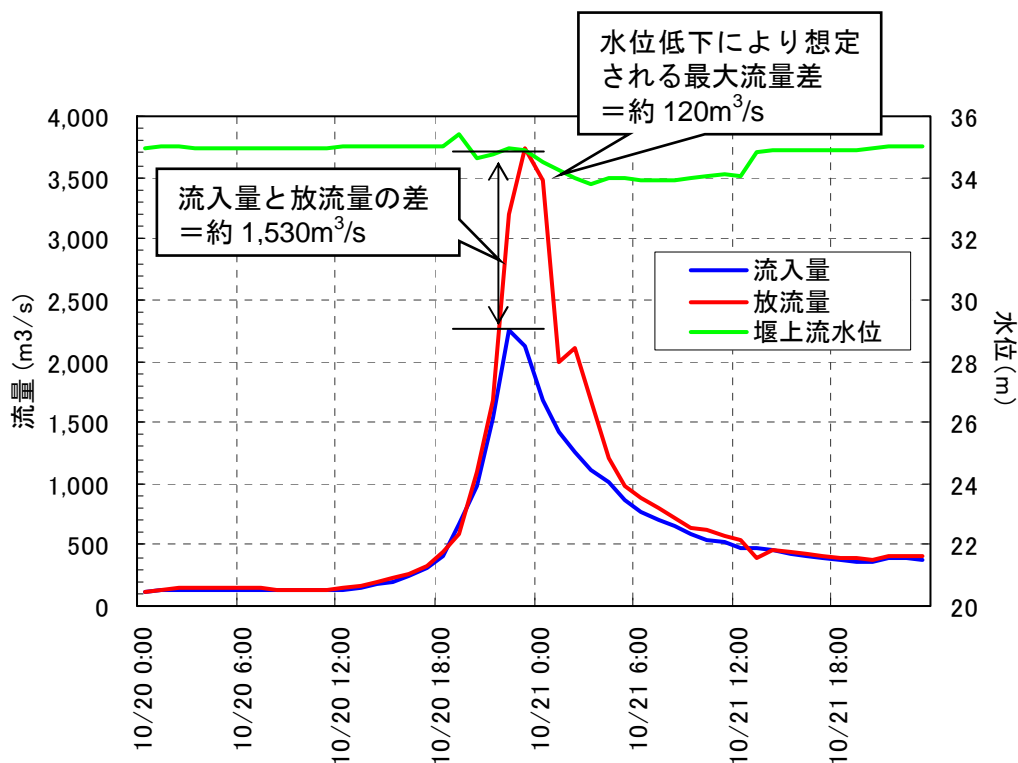
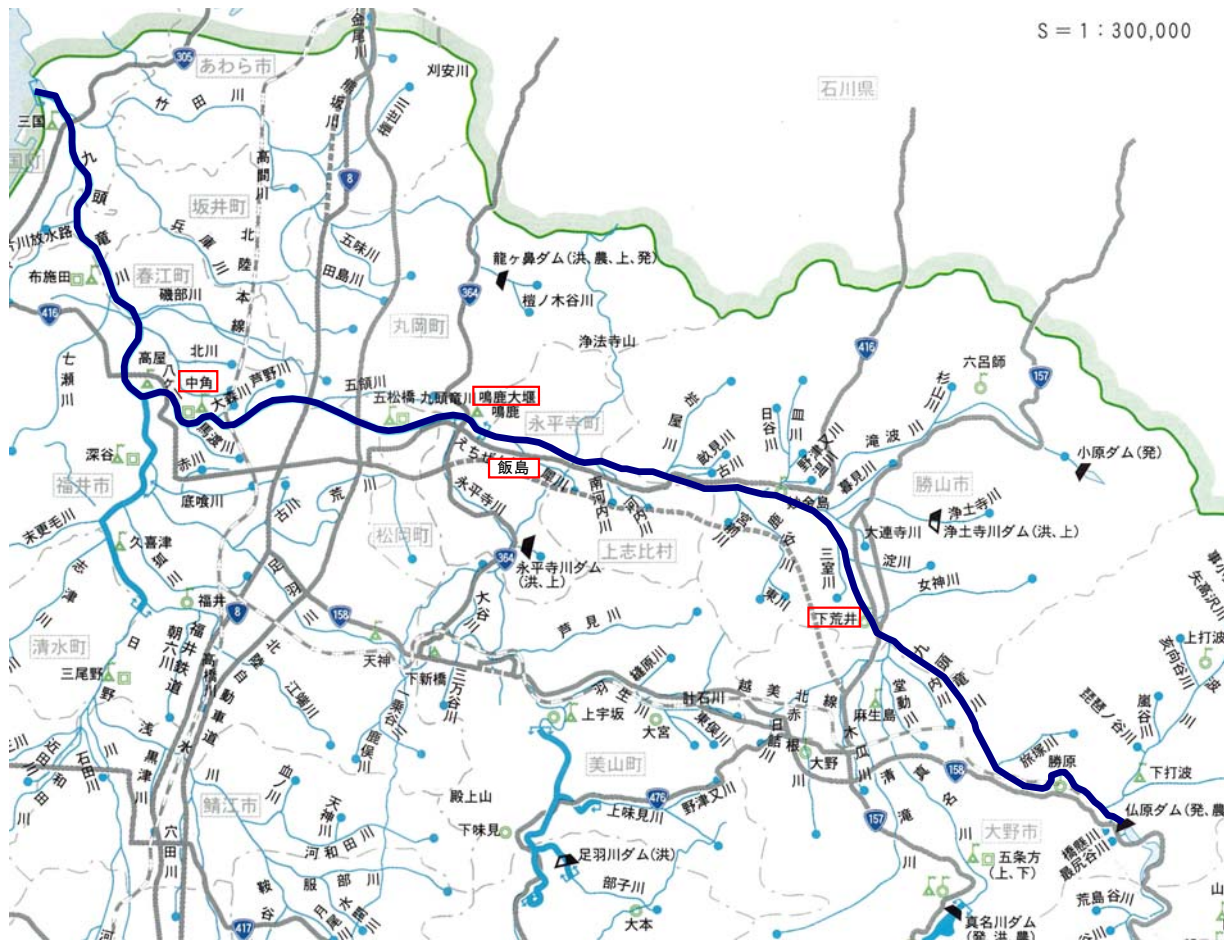


図 2.5-1 平成16年10月の洪水操作



【出典：平成19年度鳴鹿大堰水理計算検討業務報告書 平成20年3月】

図 2.5-2 水位観測地点位置図

2.5.2 左右岸水位差の分析

(1) 実績水位データによる分析

実績水位データをもとに、洪水時における貯水位の特性を分析した。以下に分析結果をとりまとめた。

①堰上流水位計水位は流入量の増加に伴って右岸水位が高くなる傾向がみられ、その水位差は流入量規模と相関関係がみられる。(図 2.5-4 参照)

②取水口水位についても堰上流水位計水位と同様、流入量の増加に伴って右岸水位が高くなる傾向がみられる。(図 2.5-4 参照)

③堰上流水位計水位と取水口水位の縦断的な水位差は、流入量が $1,000\text{m}^3/\text{s}$ 未満ではほとんど見られない。 $1,000\text{m}^3/\text{s}$ 以上になると左岸では堰上流水位計水位が取水口水位より高くなるが、右岸では水位差が生じないか、取水口水位が高くなる場合も見られる。(図 2.5-5 参照)

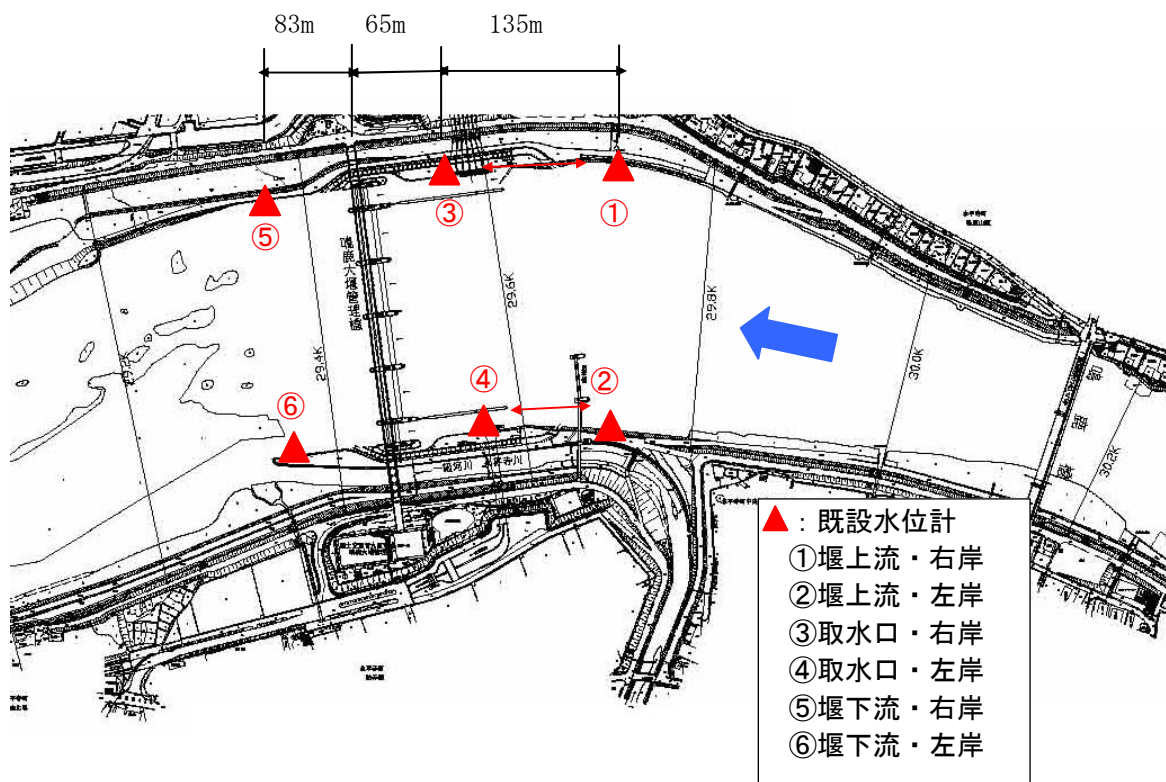


図 2.5-3 水位計位置図

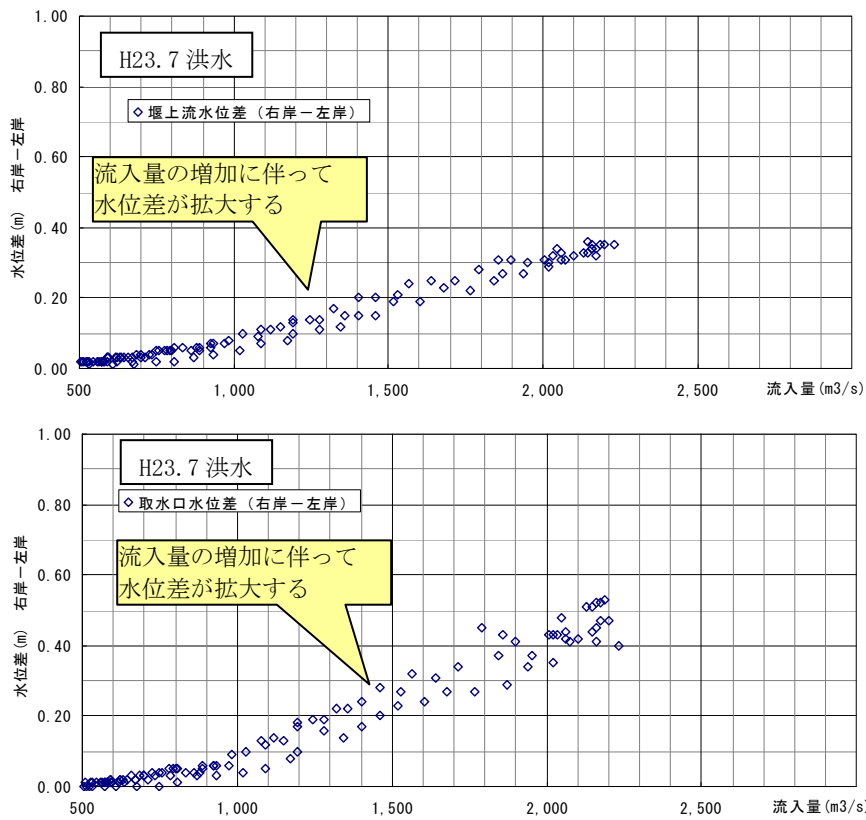


図 2.5-4 流量規模 (流入量) と左右岸水位差の状況 (平成23年7月洪水 $Q_p=2,230\text{m}^3/\text{s}$)

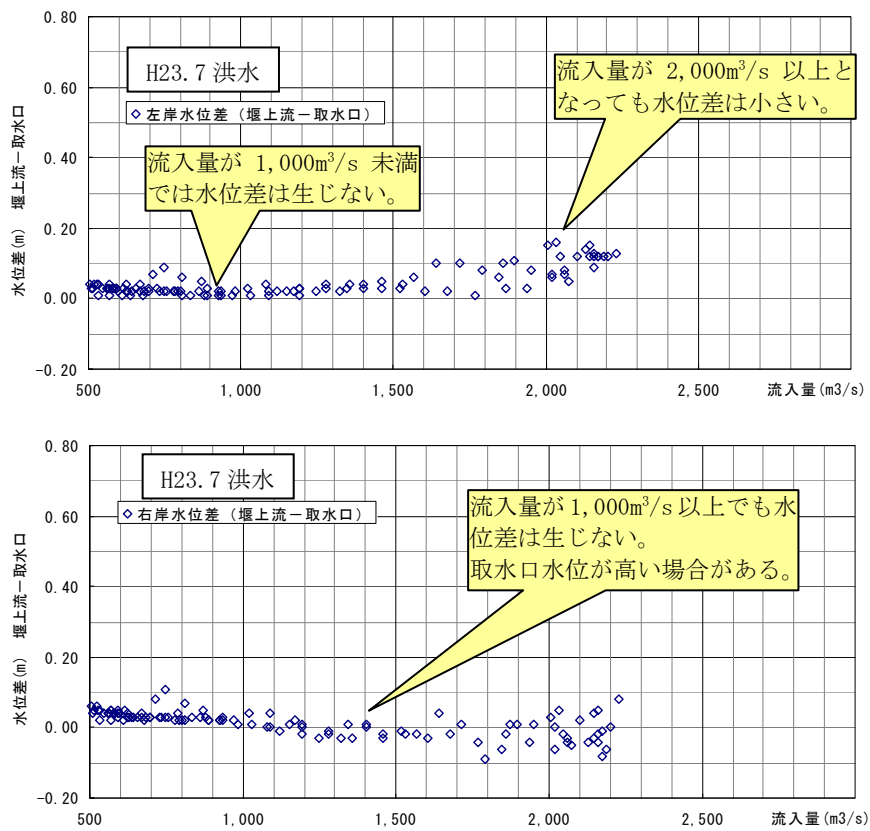


図 2.5-5 流量規模 (流入量) と縦断的水位差の状況 (平成23年7月洪水 $Q_p=2,230\text{m}^3/\text{s}$)

定期報告書(案)

2. 治水

(2) 準三次元モデルによる貯水池内水理現象の解析

飯島地点から鳴鹿大堰区間を対象に構築した準三次元モデルを用いて実績洪水を再現し、貯水池内の水面勾配を分析した。その結果、実績水位を概ね再現することが可能で、左右岸の水位差は弯曲部の外岸に発生する高速流の影響で発生することが確認された。(図 2.5-7 参照)

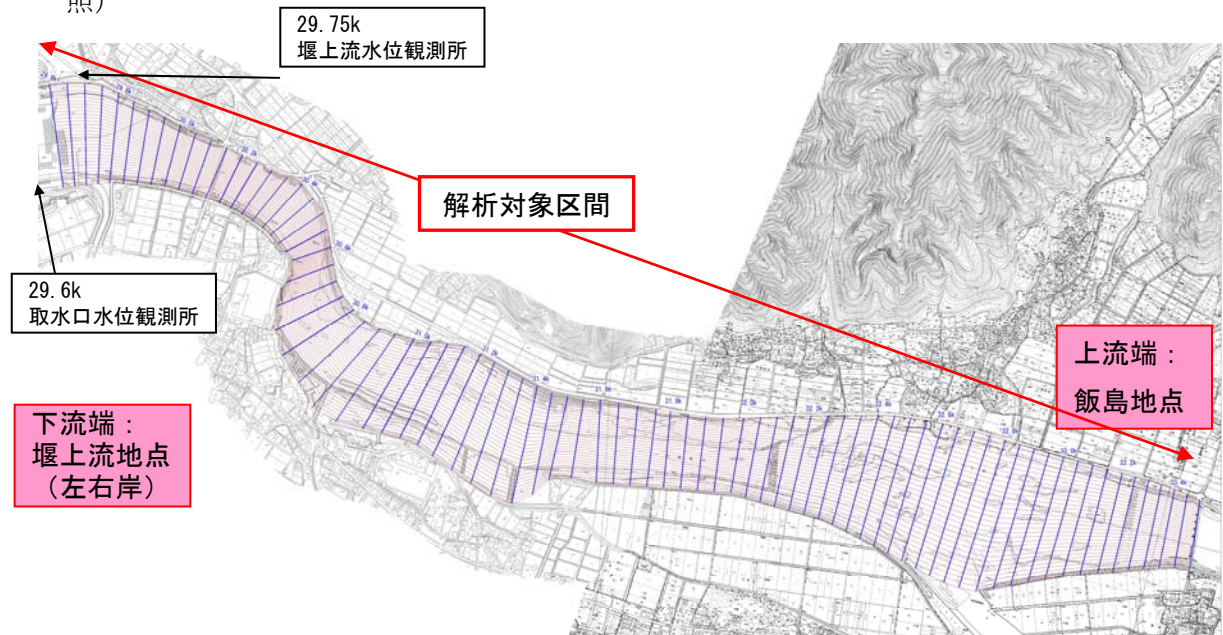


図 2.5-6 準三次元モデルのメッシュ図

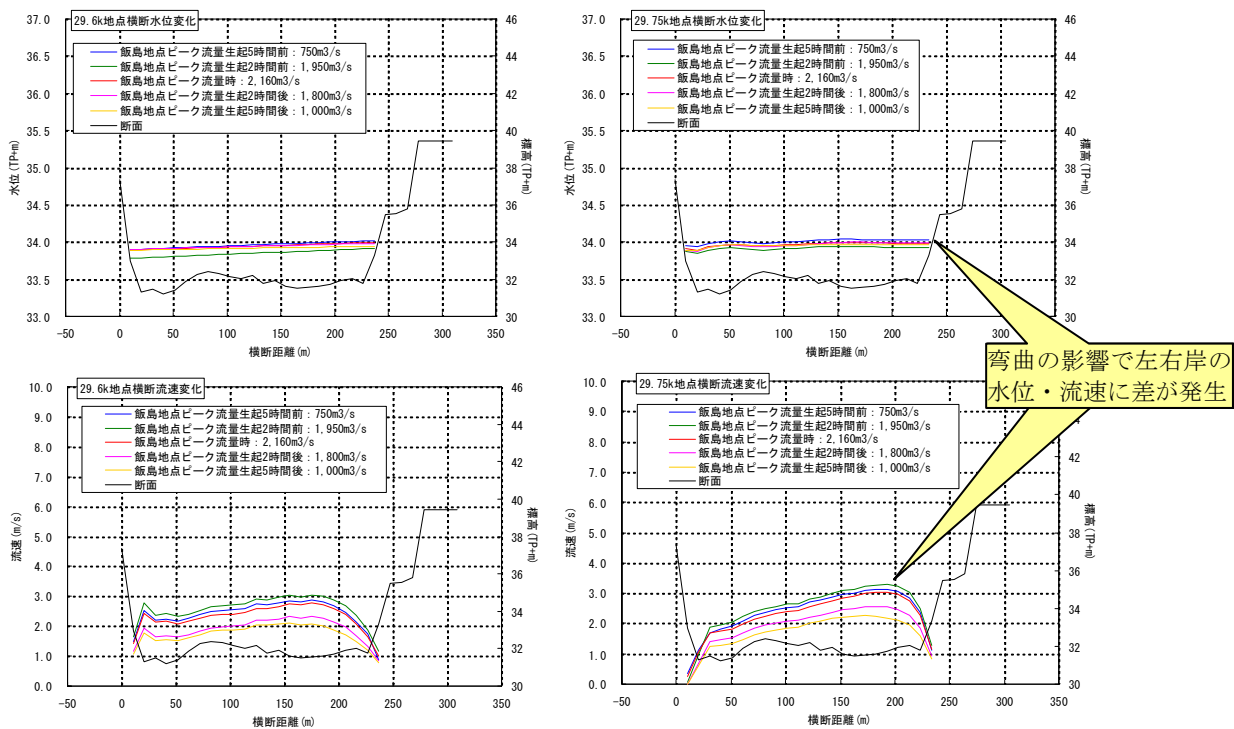


図 2.5-7 準三次元流況解析による横断的な水位・流速変化 (H23.7洪水)

2.5.3 放流量誤差を小さくするための改善策

(1) 基準水位の見直しの提案

これまでに放流量算出時に用いている水位は以下のようにになっている。



表 2.5-1 堰上流水位の採用値

対象出水	時間	採用値	備考
H16.10.20	全時間	堰上流・右岸	500m ³ /s 以上
H17.07.04	全時間	堰上流・右岸	500m ³ /s 以上
H18.07.19	H18.07.18 15:50 まで	堰上流・右岸	1,000m ³ /s 程度以下
	H18.07.18 16:00 以降	取水口・左岸	1,000m ³ /s 以上
H23.07.08	H23.07.07 20:40 まで	堰上流・右岸	1,000m ³ /s 程度以下
	H23.07.07 20:50 以降	取水口・左岸	1,000m ³ /s 以上

平成 18 年に実施された総合点検において放流量の算定誤差が指摘され、誤差の要因の 1 つと考えられている堰上流水位（採用値）を、弯曲により水位上昇の影響を受ける右岸から左岸に見直す等の改善の取り組みの一環として、概ね 1,000m³/s 以上となった場合には、「取水口・左岸」を採用している。

ここでは、左右岸の水位差の分析結果より、「堰上流・右岸」を用いることは過大な流量が算出される可能性が高い（右岸の水位が高いため）。また、「取水口」の水位は平常時に取水の影響を受けやすいことも明らかとなっていることや、平常時・洪水時で用いる水位計が異なると運用上煩雑となることなどの理由から、以下に示すような基準水位を提案した。

表 2.5-2 実管理面を勘案した基準水位の選定

検討条件	貯水位管理	放流量算出
平常時	・堰上流右岸水位計	・取水口水位と堰上流右岸水位の併用 右岸土砂吐、右岸微調節：右岸取水口水位 左岸土砂吐、左岸微調節：左岸取水口水位 中央 4 門：堰上流右岸水位
洪水時	・堰上流右岸水位計	・取水口水位と堰上流水位の併用 右岸土砂吐、右岸微調節：右岸取水口水位 左岸土砂吐、左岸微調節：左岸取水口水位 中央 4 門：堰上流左右岸水位の平均
総合検討	・堰上流右岸水位計 	・中央 4 門の放流量算出に使用する水位が平常時と洪水時で異なっており、運用上煩雑である。 ・管理職員の転勤等に伴って採用している水位がわからなくなる可能性がある。 
	平常時、洪水時とも以下とする。 ・堰上流右岸水位計	平常時、洪水時とも以下に統一する。 ・取水口水位と堰上流水位の併用 右岸土砂吐、右岸微調節：右岸取水口水位 左岸土砂吐、左岸微調節：左岸取水口水位 中央 4 門：堰上流左右岸水位の平均

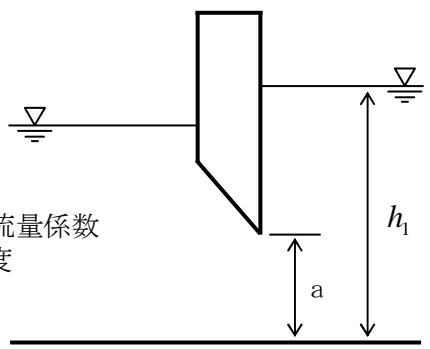
(2) 適用外範囲の収縮係数の推定

収縮係数の推定線について、流量誤差が大きくなる a/h_1 が 0.5 以上 (h_1/a が 2 以下) の場合、以下の補正推定式を提案する。

• $a/h_1 \geq 0.5$ の場合
以下に示す式により C を補正する

$$C' = \frac{C}{1.31 \times \frac{a}{h_1} + 0.29}$$

C : 流量係数
 C' : 補正後の流量係数
 a : ゲート開度
 h_1 : 上流水深



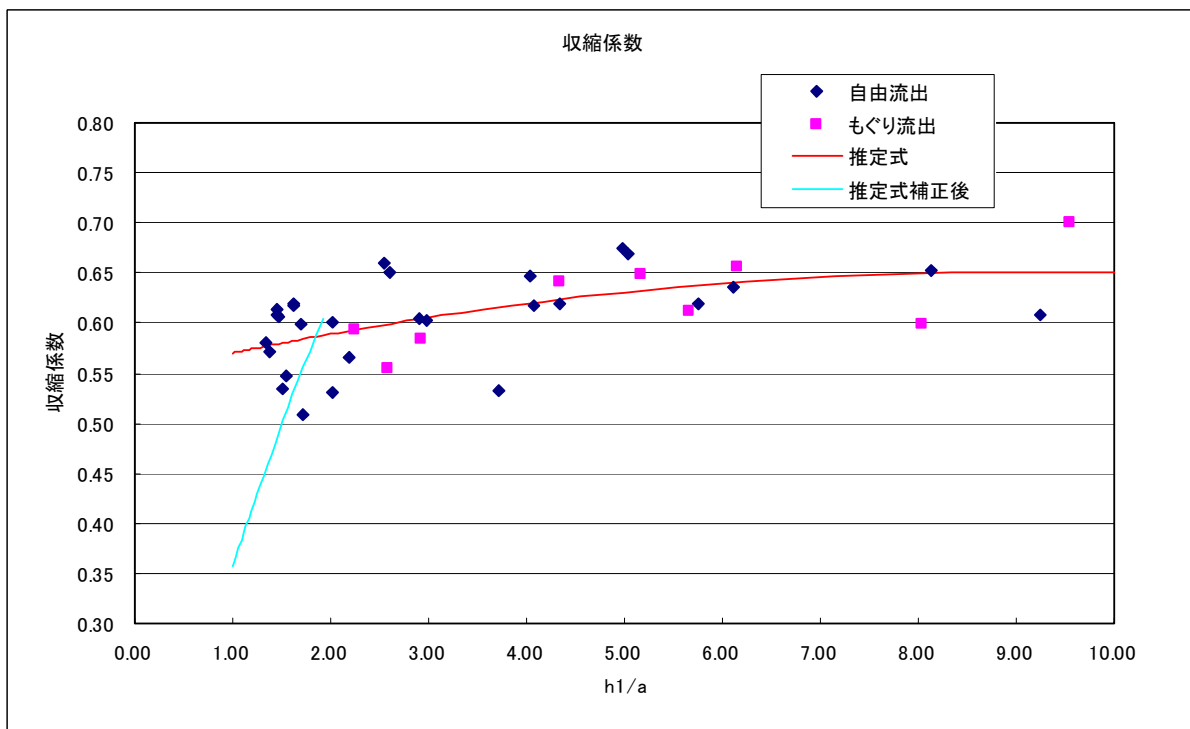


図 2.5-8 水理模型実験による収縮係数の推定線と補正した推定線

(3) 補正推定式の適用結果

算定結果を図 2.5-9～図 2.5-12 に示す。

提案した補正推定式および基準水位を用いた結果、放流量の算定誤差は小さくなることが分かる。

H16. 10. 20

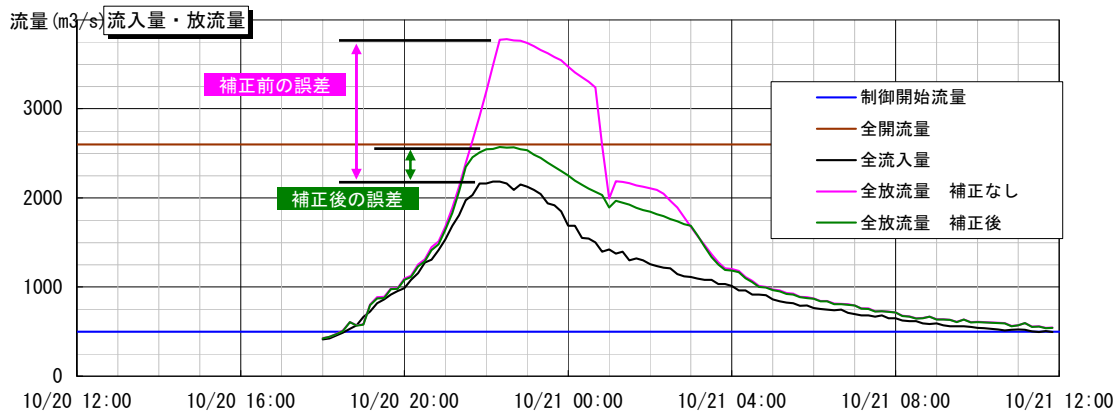
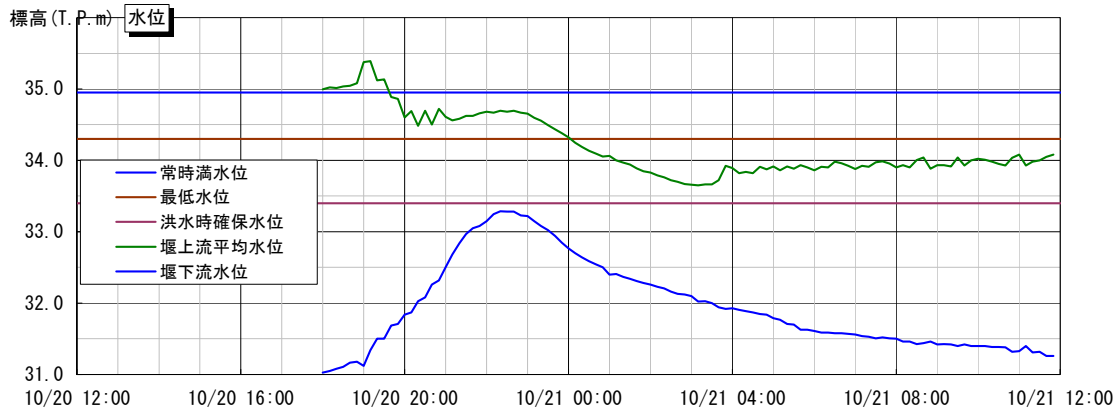


図 2.5-9 平成16年10月洪水における放流量検討結果

H17. 07. 03

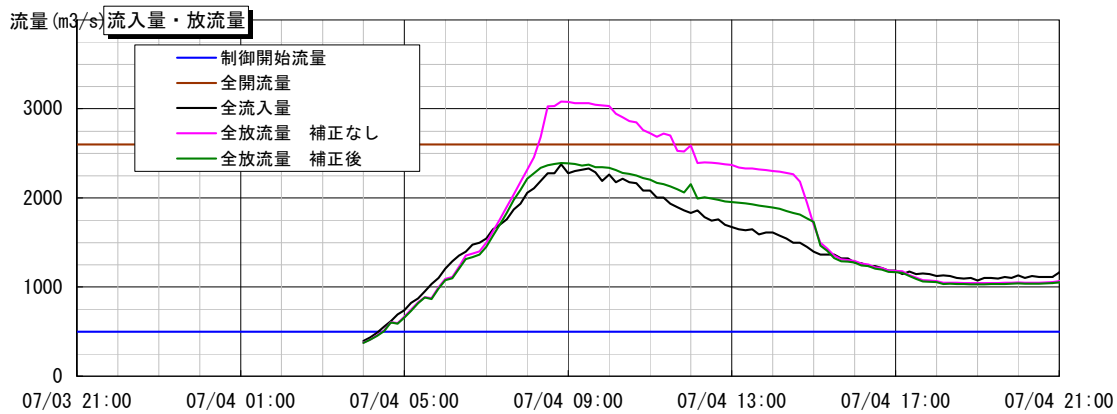
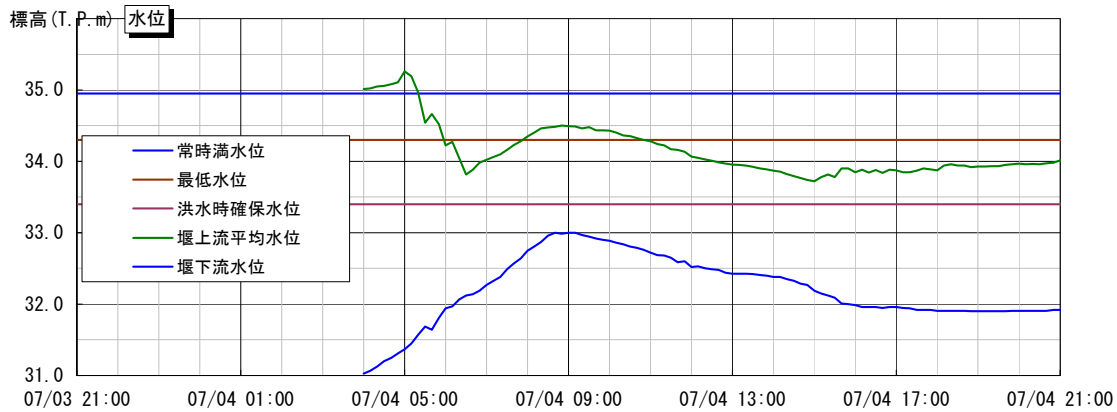


図 2.5-10 平成17年7月洪水における放流量検討結果

H18. 07. 19

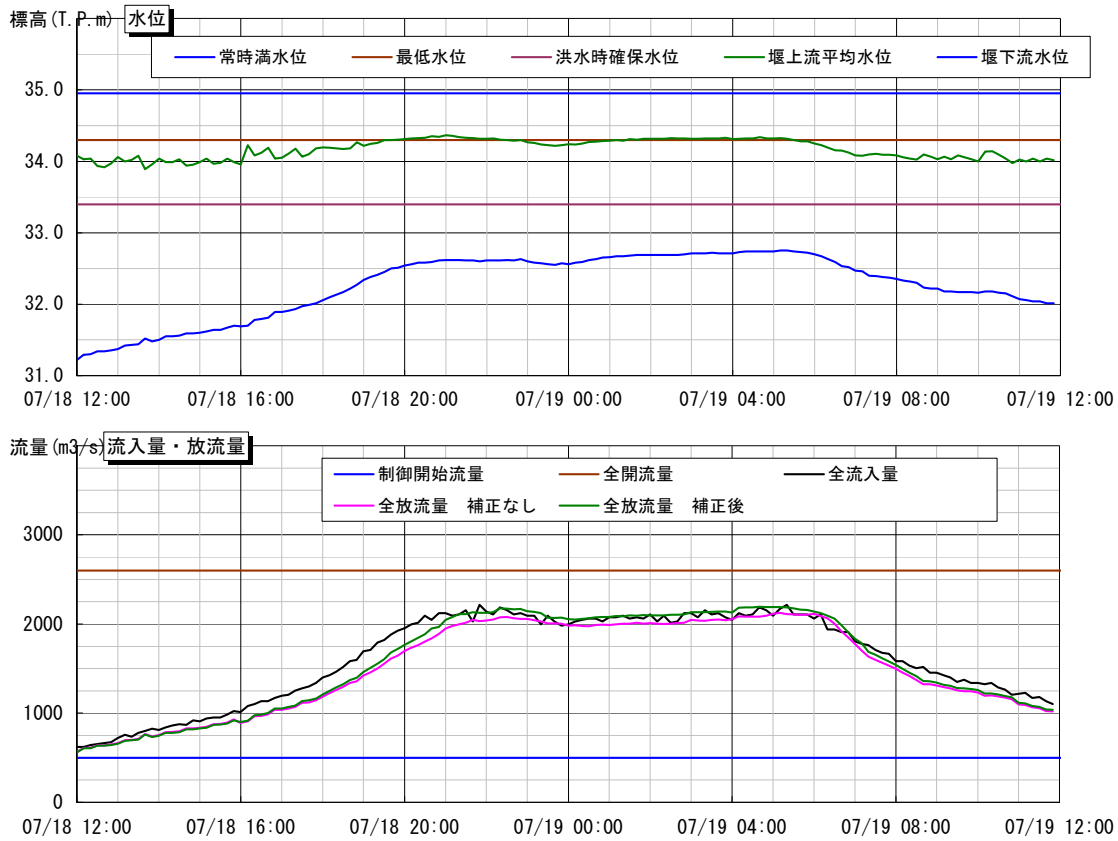


図 2.5-11 平成18年7月洪水における放流量検討結果

H23. 07. 08

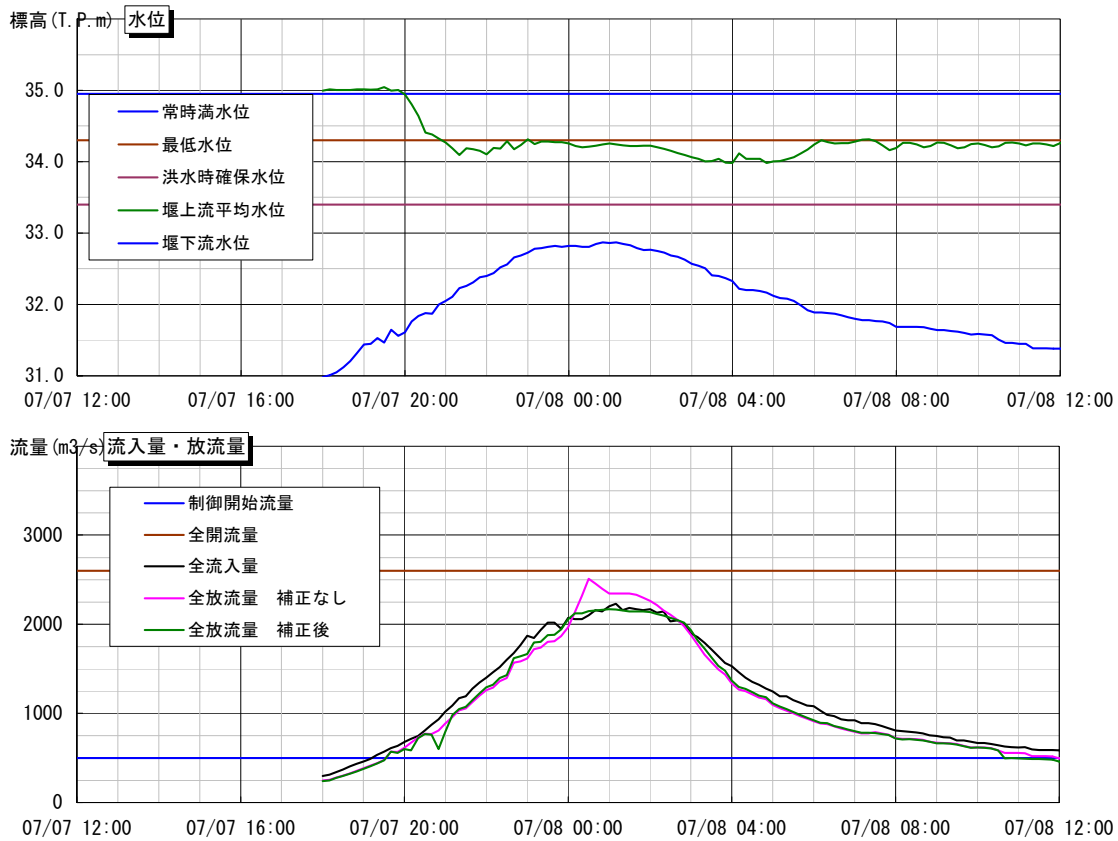


図 2.5-12 平成23年7月洪水における放流量検討結果

2.5.4 改善策の実施にあたっての課題

放流量算定式の補正や堰上流の基準水位の見直しにより、放流量の算定誤差が小さくなることが分かったが、実際の運用で適用するためには、堰制御設備が行う演算処理において、放流量算定式や基準水位の変更が可能かを調査する必要がある。特に基準水位は堰上流左右岸の平均値を用いることを提案しているが、現在の堰諸量データの項目に左右岸平均値はないため、この点からも堰制御設備の改良を行う必要があると考えられる。

また、上記の改善策を実際の運用で適用した際には、堰下流での流量観測など、放流量の精度を確認するための調査が必要である。

2. 治水

2.6 まとめ

2.6.1 治水のまとめ

(1) 洪水時の対応

鳴鹿大堰では、平成 21 年から 24 年までの 4 年間で、下段扉操作を計 31 回実施しており、いずれの場合においても鳴鹿大堰の適切な操作により、流入した洪水を阻害することなく安全に流下させている。なお、下段扉の全開操作を伴う $2,600\text{m}^3/\text{s}$ 以上の洪水は生じていない。

(2) 流下能力の向上

鳴鹿大堰改築に伴う河道改修により、堰上下流の流下能力が改善されており、平成 23 年 7 月 8 月洪水では、建設前と比べて鳴鹿堰堤上流の $29.6\text{k}\sim 30.4\text{k}$ で 1m 程度の水位低減効果が得られた。

(3) 洪水時の放流量の算定誤差

放流量は、貯水位とゲート開度をパラメータとした計算式から算出されているが、一部 $2,000\text{m}^3/\text{s}$ を越えるような洪水に対しては、放流量が過大に算出されている場合がある。

2.6.2 今後の方針

地域の安全を確保するため、洪水時の適切な対応を引き続き行っていくとともに、これまでの状況を勘案し、施設や運用方法の改善など、洪水時のよりよい管理を行うために必要な検討を行っていく。

放流量の算定誤差については、放流量算定式の補正や堰上流の基準水位の見直しにより、誤差が小さくなることが分かったが、H18.7 洪水や H23.7 洪水など、補正をしなくても誤差が小さい場合があることから、誤差の発生要因を明確にするために、今後、さらに洪水時のデータを蓄積して、検証を行う必要があると考えられる。また、堰制御設備の改良については、堰上流の基準水位に左右岸平均値を用いる以外にも、水位が欠測した場合の演算処理などの検討が必要であり、今後、これらの課題を解決して行くものとする。

2.7 文献リスト

表 2.7-1 「2.治水」に使用した文献・資料リスト

NO.	文献・資料名	発行者・出典	発行年月	引用ページ・箇所
2-1	九頭竜川中流堰建設事業計画書参考資料	建設省河川局開発課	平成 2 年 12 月	2. 1. 1 想定はん濫区域の状況
2-2	九頭竜川水系浸水想定区域図	近畿地方整備局 福井河川国道事務所		2. 1. 2 浸水想定区域の状況
2-3	九頭竜川鳴鹿大堰モニタリング調査報告書	財団法人 ダム水源環境整備センター	平成 17 年 3 月	2. 2. 1 洪水時制御の運用計画 2. 4. 1 河道改修および堰改築による水位低減効果
2-4	鳴鹿大堰操作マニュアル	近畿地方整備局 福井河川国道事務所	平成 18 年 4 月	2. 2. 1 洪水時制御の運用計画
2-5	九頭竜川鳴鹿大堰フォローアップ平成 22 年次報告書	近畿地方整備局 福井河川国道事務所	平成 23 年 2 月	2. 3. 3 洪水時操作効果
2-6	九頭竜川鳴鹿大堰フォローアップ平成 23 年次報告書	近畿地方整備局 福井河川国道事務所	平成 24 年 2 月	2. 3. 3 洪水時操作効果
2-7	平成 19 年度鳴鹿大堰水理計算検討業務報告書	株式会社東京建設コンサルタント	平成 20 年 3 月	2. 5. 1 放流量の算定誤算の状況 2. 5. 2 放流量算出方法の改善
2-8	鳴鹿大堰流量精度検証業務報告書	株式会社建設技術研究所	平成 25 年 3 月	2. 5. 1 放流量の算定誤算の状況 2. 5. 2 放流量算出方法の改善