

# 平成28年度 真名川ダム弾力的管理検討委員会

## ダム弾力的管理に関する取り組みの評価

### <目次>

1. これまでの事業概要	1
1.1 ダム弾力的管理の試験施工概要	1
1.2 ダム弾力的管理の試験施工概要と評価における着目点	2
2. ダム弾力的管理に関する事業の総括	3
2.1 区間毎の評価	3
2.2 事業毎の評価	8
3. 地下水位の状況	14
(1) 水源涵養の効果(観測データに基づく分析・評価)	14
(2) 水源涵養の効果(水循環解析モデルに基づく分析・評価)	16
4. ダム弾力的管理の効果と今後の課題	18
(1) 流況変化による影響と効果	18
(2) 供給土砂量に関する影響と効果	19
(3) 水温変化による影響	20
(4) 下流河道(九頭竜川)への影響	21

# 1. これまでの事業概要

## 1.1 ダム弾力的管理の試験施工概要

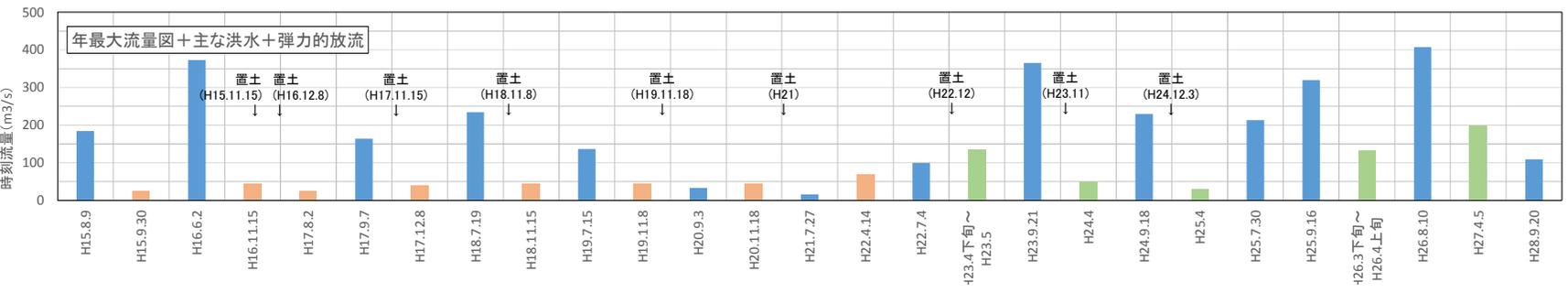
- ダム放流:H15~H22年度までは、夏季と秋期にフラッシュ放流(45m<sup>3</sup>/s程度)を行い、H23年度以降は融雪期の弾力放流(200m<sup>3</sup>/sを上限)を実施した。
- 置土:H17~H20年度は君ヶ代橋上流(5.4k~5.6k左岸)で行い、H22年度以降は場所を上流側に移して八代橋上流(8.8k~9.0k左岸)で実施した。H17年度以降はダム貯水池上流の堆積土も活用して置土を実施した。
- 自然再生試験等:H19掘削水路、H20旧河道再生等を行い、H23以降は水際ほぐしを中心として事業が進められている。また、伐木等も合わせて実施されている。

年最大流量(真名川ダム放流地点)

時期 和暦	ダム放流量のピーク流量		ダム放流の情報			置土				自然再生試験		
	時刻流量(ダム放流量)	年月日時刻	分類	実施時期	実施日	置土量(m3)	設置時期	材料	箇所	名称	施工時期	箇所
H15	185	H15.8.9	自然出水	夏期								
H15	25	H15.9.30	フラッシュ放流	夏期	9/30							
H16	373	H16.6.2	自然出水	夏期								
H16	45	H16.11.15	フラッシュ放流	秋期	11/15	220	H15.11.15	貯水池上流の堆積土	8.0k左岸(八千代橋上流約500m)			
H17	25	H17.8.2	フラッシュ放流	夏期	8/2							
H17	164	H17.9.7	自然出水	夏期								
H17	40	H17.12.8	フラッシュ放流	冬期	12/8	200	H16.12.8	河川敷の掘削土	5.2k左岸(君ヶ代橋上流約600m)			
H18	234	H18.7.19	自然出水	夏期								
H18	45	H18.11.15	フラッシュ放流	秋期	11/15	200	H17.11.15	貯水池上流の堆積土	5.4k左岸(君ヶ代橋上流約800m)			
H19	137	H19.7.15	自然出水	夏期						H19掘削水路	H18年度末	5.6k左岸
H19	45	H19.11.8	フラッシュ放流	秋期	11/8	330+650	H18.11.8	貯水池上流の堆積土+河川敷の掘削土	5.6k左岸(君ヶ代橋上流約1km)			
H20	33	H20.9.3	自然出水	夏期								
H20	45	H20.11.18	フラッシュ放流	秋期	11/18	100	H19.11.18	河川敷の掘削土	5.6k左岸(君ヶ代橋上流約1km)			
H21	16	H21.7.27	自然出水	夏期								
H22	70	H22.4.14	フラッシュ放流	春期	4/14	140	H21	河川敷の掘削土	8.8k左岸(八千代橋上流約1.5m)	H22新ワンドB	移設、H22.4	8.8k左岸
H22	100	H22.7.4	自然出水	夏期								
H23	136	H23.4下旬~H23.5	自然出水再現放流(弾力放流)	融雪期	H23.4下旬~H23.5	280	H22.12	貯水池上流の堆積土	9.0k左岸	H23水際掘削 H23水際ほぐし	H23.1~3 H23.1~3	7.5k~10.1k左岸 10.0k~10.1k右岸
H23	365	H23.9.21	自然出水再現放流(弾力放流)※自然出水	夏期	9/21							
H24	50	H24.4	自然出水再現放流(弾力放流)	融雪期	H24.4	360	H23.11	貯水池上流の堆積土	9.0k左岸	H24水際ほぐし H24水際ほぐし	H23.11 H23.11	8.4k~8.7k右岸 8.7k~8.8k左岸
H24	230	H24.9.18	自然出水再現放流(弾力放流)※自然出水	夏期	9/18							
H25	30	H25.4	自然出水再現放流(弾力放流)	融雪期	H25.4	320	H24.12.3	貯水池上流の堆積土	9.0k左岸	H25水際ほぐし	H24年度末	8.7k~8.8k右岸
H25	213	H25.7.30	自然出水再現放流(弾力放流)※自然出水	夏期	7/30							
H25	319	H25.9.16	自然出水再現放流(弾力放流)※自然出水	夏期	9/16							
H26	132	H26.3下旬~H26.4月上旬	自然出水再現放流(弾力放流)	融雪期	H26.3下旬~H26.4月上旬					H25水際ほぐし	H26.2~3	10.2k~10.3k左岸
H26	407	H26.8.10	自然出水再現放流(弾力放流)※自然出水	夏期	8/10							
H27	198	H27.4.5	自然出水再現放流(弾力放流)	融雪期	4/5					H27水際ほぐし H27水際ほぐし H27水際ほぐし	H27.1~2 H27.1~2 H27.1~2	6.9k右岸 9.5k~9.7k右岸 10.1k~10.2k左岸
H28	109	H28.9.20	自然出水	夏期								

- フラッシュ放流(夏期・秋期)
- 自然出水再現放流(弾力放流)(融雪期)
- 自然出水(夏季)

- フラッシュ放流や弾力放流に、自然出水を加えて年最大流量図を整理すると、夏季の自然出水の規模が大きい時期もある。
- そのため、フラッシュ放流や弾力放流の効果把握の上では、自然放流との関係も踏まえて評価を行う必要がある。



- フラッシュ放流(夏期・秋期)
- 自然出水再現放流(弾力放流)(融雪期)
- 自然出水(夏季)

# 1. これまでの事業概要

## 1.2 ダム弾力的管理の試験施工概要と評価における着目点

- これまでに実施された事業の総括を模式図で整理し、特徴に応じて①～⑦の区間に整理した。
- ダム弾力放流については、大きな支川が少ないことから、真名川全川で同様の効果が得られるものと考えられる。
- 着目する区間は、置土が実施され土砂供給の影響を受ける③と⑤の区間、及び伐木や掘削水路、水際ほぐし等の河床攪乱を誘発する整備を行った②、③、⑤、⑥の区間である。

弾力放流、置土、河床攪乱に対して着目すべき区間の分類(影響を受ける区間)

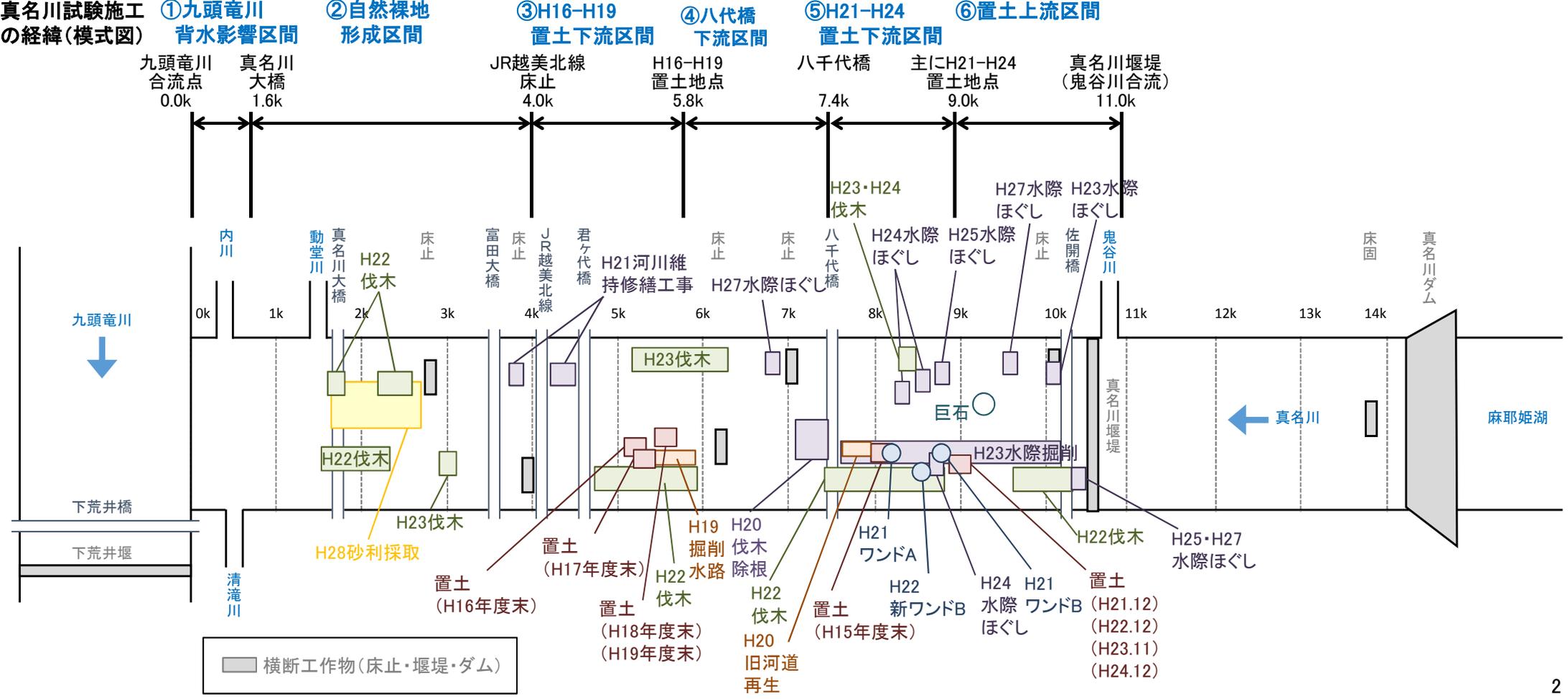
○: 影響を受ける、△: 一定の影響を受ける

	①九頭竜川 背水影響区間 (0.0k-1.6k)	②自然裸地形成区間 (1.6k-4.0k)	③H16-H19 置土下流区間 (4.0k-5.8k)	④八代橋下流 区間 (5.8k-7.4k)	⑤H21-H24 置土下流区間 (7.4k-9.0k)	⑥置土上流区間 (9.0k-11.0k)
弾力放流	○	○	○	○	○	○
置土	△	△	○	△	○	
河床攪乱		○伐木	○H19掘削水路・ 伐木、H21河川維 持修繕工事		○H20旧河道再 生、水際ほぐし	○水際ほぐし

これまでに実施された主な事業

- 伐木
- 水際ほぐし
- 掘削水路等
- ワンド
- 置き土
- 砂利採取

真名川試験施工の経緯(模式図)

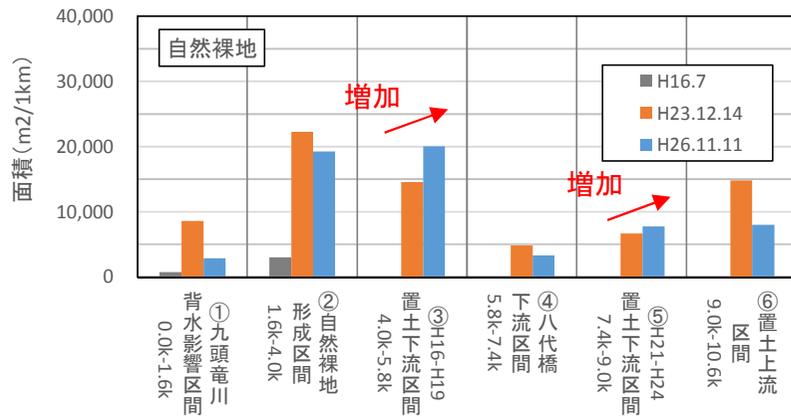


# 2. ダム弾力的管理に関する事業の総括

- 自然裸地について、航空写真の判読により、H16.5、H23.12、H16.5の3時点の自然裸地を抽出し、区間毎の1km当りの面積を算出した。
- 区間毎の面積変化を見ると、河床攪乱を行った③と⑤の区間で自然裸地が増加している。
- 航空写真から、H23.12→H26.11の変化に着目して詳細な変化を把握した。流量図を見ると、この期間では自然出水が多く発生している。③のH19掘削水路(当該期間で置土無し)では自然裸地が増加した後に概ね面積を維持しており、その下流側で自然裸地が増加している。また、⑤の水際ほぐし(置土有り)の箇所でも面積が増加している。

- 水路掘削や水際ほぐしにより攪乱環境を創出すること、及び置土による土砂供給があることで自然裸地が創出・維持できる可能性があることを把握した。

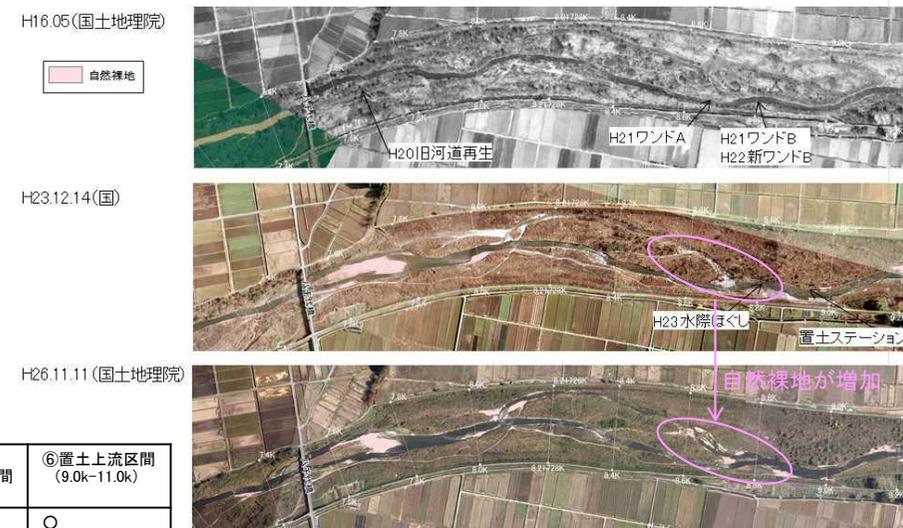
## 自然裸地



## 自然裸地の抽出 (③H16-H19置土下流区間:4.0k-5.8k)



## 自然裸地の抽出 (⑤H21-H24置土下流区間:7.4k-9.0k)



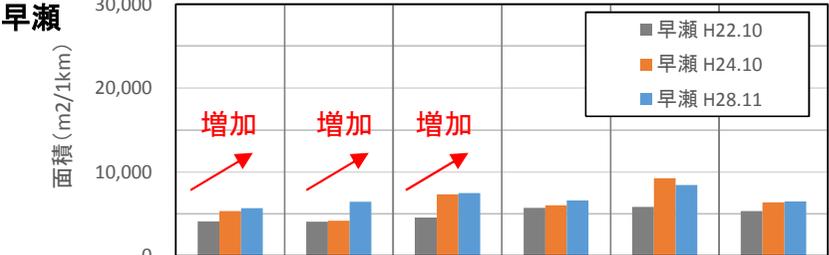
	①九頭竜川 背水影響区間 (0.0k-1.6k)	②自然裸地形成区間 (1.6k-4.0k)	③H16-H19 置土下流区間 (4.0k-5.8k)	④八代橋下流区間 (5.8k-7.4k)	⑤H21-H24 置土下流区間 (7.4k-9.0k)	⑥置土上流区間 (9.0k-11.0k)
弾力放流	○	○	○	○	○	○
置土	△	△	○	△	○	○
河床攪乱		○伐木	○H19掘削水路・伐木、H21河川維持修繕工事		○H20旧河道再生、水際ほぐし	○水際ほぐし

# 2. ダム弾力的管理に関する事業の総括

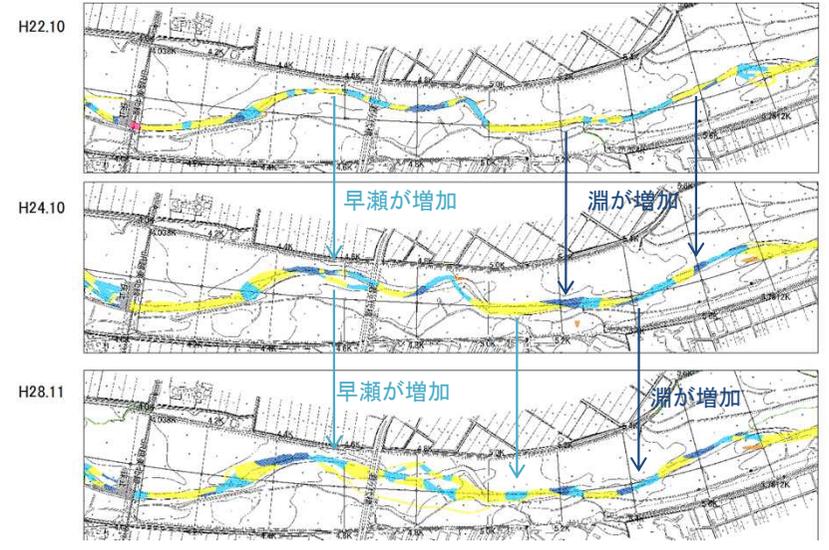
## 2.1 区間毎の評価

- H22.10、H24.10、H28.11の3時点で実施した真名川全川の水域調査の結果を基に、各生息場の面積の変化を把握した。
- 瀬(早瀬・平瀬)と淵に着目し、区間毎の面積変化を見ると、瀬・淵ともに面積が増加する区間が増えている。
- 水域分布図を見ると、瀬・淵の数は減っていないことから単調化は進んでいないと考えられる。特に、③H19掘削水路箇所や⑤H20旧河道再生箇所で瀬・淵が増えており、多様な環境が創出されていると考えられる。

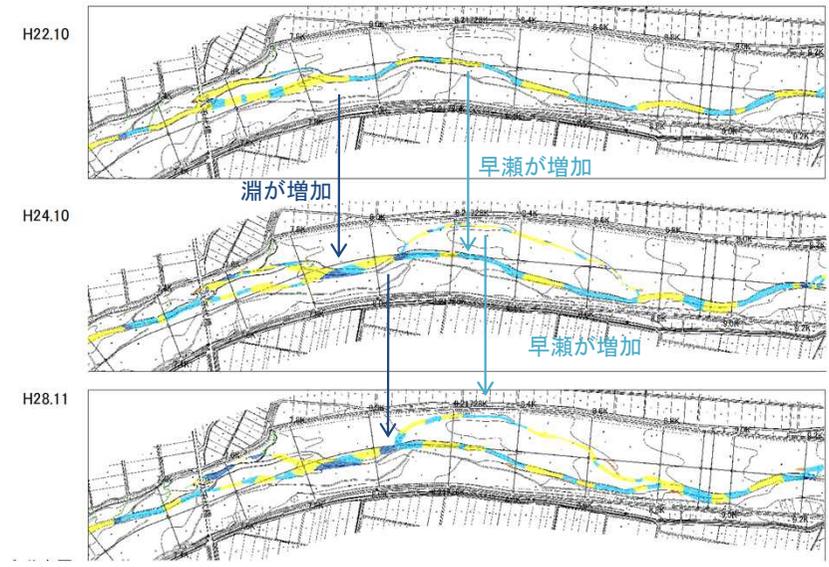
多様な環境が創出された要因として河床攪乱や置土による効果が見られたと考えられる。



水域調査の抽出(③H16-H19置土下流区間:4.0k-5.8k)



水域調査の抽出(⑤H21-H24置土下流区間:7.4k-9.0k)

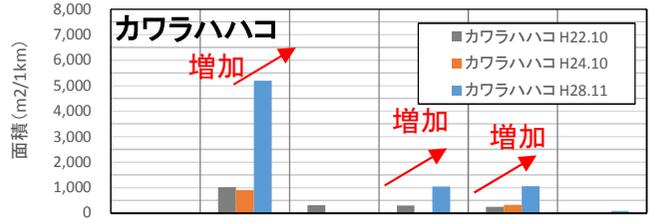
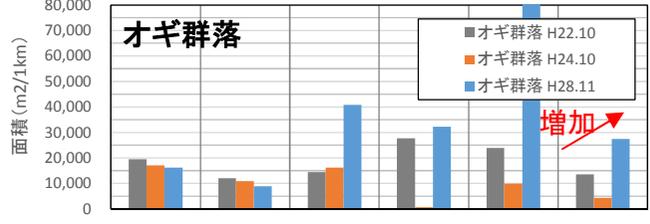
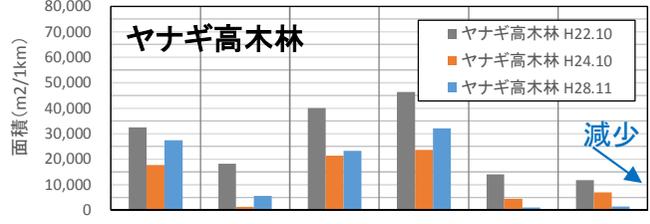
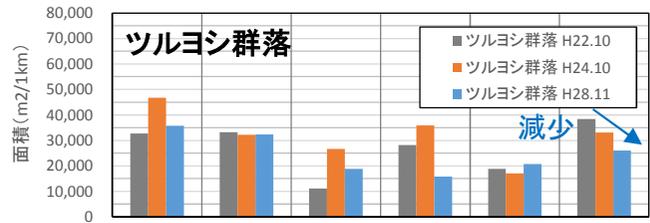


	①九頭竜川 背水影響区間 (0.0k-1.6k)	②自然裸地形成区間 (1.6k-4.0k)	③H16-H19 置土下流区間 (4.0k-5.8k)	④八代橋下流 区間 (5.8k-7.4k)	⑤H21-H24 置土下流区間 (7.4k-9.0k)	⑥置土上流区間 (9.0k-11.0k)
弾力放流	○	○	○	○	○	○
置土	△	△	○	△	○	○
河床攪乱		○伐木	○H19掘削水路・伐木、H21河川維持修繕工事		○H20旧河道再生、水際ほぐし	○水際ほぐし

# 2. ダム弾力的管理に関する事業の総括

## 2.1 区間毎の評価

- H22.10、H24.10、H28.11の3時点で実施した真名川全川の陸域調査(植物)の結果を基に、植物群落の面積の変化を把握した。
- 区間毎の面積変化を見ると、区間⑥では、湿性植物のツルヨシ群落や水際に繁茂するヤナギ高木林が減少し、比高の高い箇所に立地するオギ群落が増加した。
- カワラハハコに着目すると、面積は上記の群落よりも小さいが、②自然裸地形成区間(2.4k砂州を含む)、④八千代橋下流区間、⑤置き土下流区間(現在の置き土ステーション下流)で増加している。

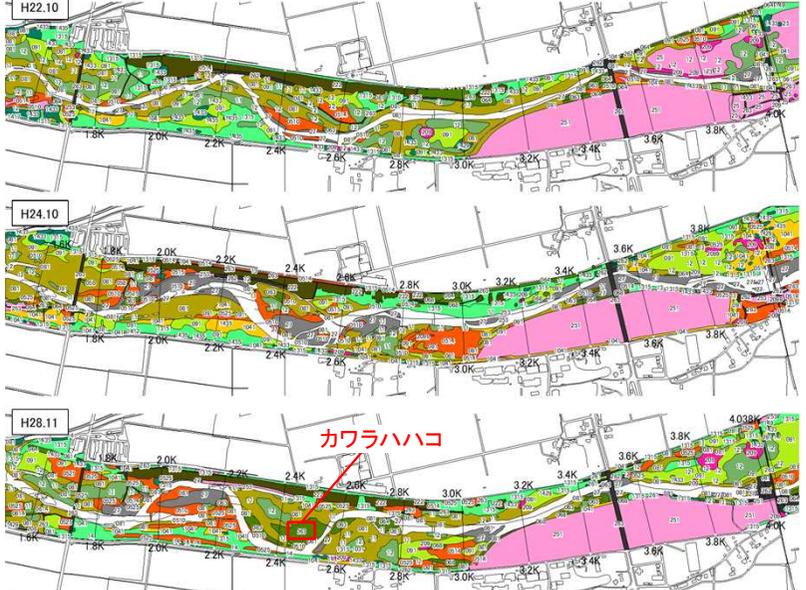


- 土砂の供給が少ないと、湿性植物やヤナギ群落減少し、乾陸化が進行する可能性がある。
- 置き土や樹木伐採等により適度が攪乱環境が創出されることで、カワラハハコが成立できている可能性がある。

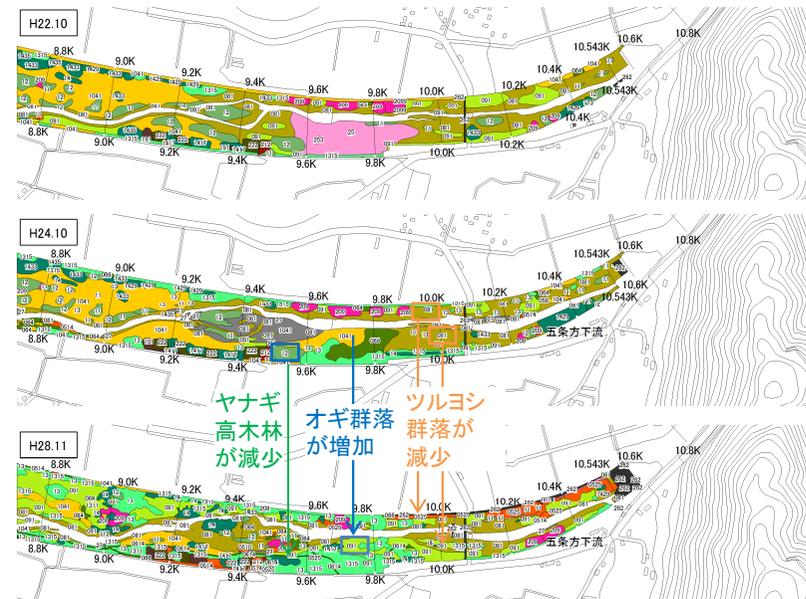


写真1 カワラハハコの繁茂状況 (2.4k砂州)  
カワラハハコ群落は、河川の中流域を代表する環境である礫河原を特徴づける群落の一つである。真名川では、このような河原植生が繁茂することで、生態系の多様性が高まる事が確認されている。

### 植生調査の抽出(②自然裸地形成区間:1.6k-4.0k)



### 植生調査の抽出(⑥自然裸地形成区間:9.0k-10.6k)



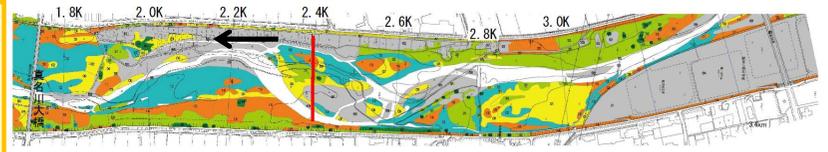
凡例	
06.0510	オオイヌタデ-オオウサギ尾群落
06.0512	オオナモミ群落
06.0514	ヒシバエ-エノコログサ群落
06.0515	ヒメムカシヨモギ-オオアレチノギ群落
06.0516	オオブラコ群落
06.0521	メケムシ群落
06.0525	カムシ群落
06.0526	ツルマ群落
06.0528	モノヅミ群落
06.0529	ヤナギ群落
06.0610	ヤブガラシ群落
06.0614	カビウサ-オオハコ群落
06.0620	イヌキウイ-キウイ尾群落
06.063	カワヨモギ-カワラハハコ群落
06.064	ヨモギ尾群落
06.0641	ウラボシ群落
06.065	イタドリ群落
06.066	カラムシ群落
06.068	オオカタカタコ群落
06.081	ツルヨシ群落
09.091	オギ群落
10.101	ウキヤガラマコ群落
10.1031	タヌキメヒエ群落
10.1039	シロ群落
10.1041	ススキ群落
10.1042	チガヤ群落
11.11.1	ヤナギ高木林
11.112	オオヤナギ尾群落
12.12	ヤナギ高木林
13.13	その他落葉広葉樹群落
13.1310	クマイザサ群落
13.1311	アズマザサ群落
13.1315	ウス群落
13.1316	ノリ群落
14.14	その他高木林
14.1413	コナラ群落
14.1417	クス群落
14.1421	ハンノキ群落
14.1429	スルチアケガシ群落(低木林)
14.1430	スルチアケガシ群落(低木林)
14.1431	ヤマブキ群落
14.1433	オニグルミ群落
14.1435	ムクノキ尾群落
14.1437	シラカンバ群落
14.149	ケヤキ群落
14.1499	ケンボクシ群落
17.173	アマツ群落
18.181	モウクサク樹林
18.186	ハナブキ樹林
19.191	スギ-ヒノキ樹林
20.208	シラカバ群落
20.209	ハシエンジュ群落
20.2098	シラカバ群落(低木林)
20.2099	ニセアカシア群落(低木林)
21.212	果樹園
22.222	畑地(雑草群落)
25.25	伐採跡群落
25.251	公園-グラウンド
25.253	人工地
26.261	構造物
26.262	コンクリート構造物
26.263	道路
27.27	自然裸地

	①九頭竜川 背水影響区間 (0.0k-1.6k)	②自然裸地形成区間 (1.6k-4.0k)	③H16-H19 置き土下流区間 (4.0k-5.8k)	④八千代橋 下流区間 (5.8k-7.4k)	⑤H21-H24 置き土下流区間 (7.4k-9.0k)	⑥置き土上流区間 (9.0k-11.0k)
弾力放流	○	○	○	○	○	○
置き土	△	△	○	△	○	○
河床攪乱		○伐木	○H19掘削水路・伐木、H21河川維持修繕工事		○H20旧河道再生、水際ほぐし	○水際ほぐし

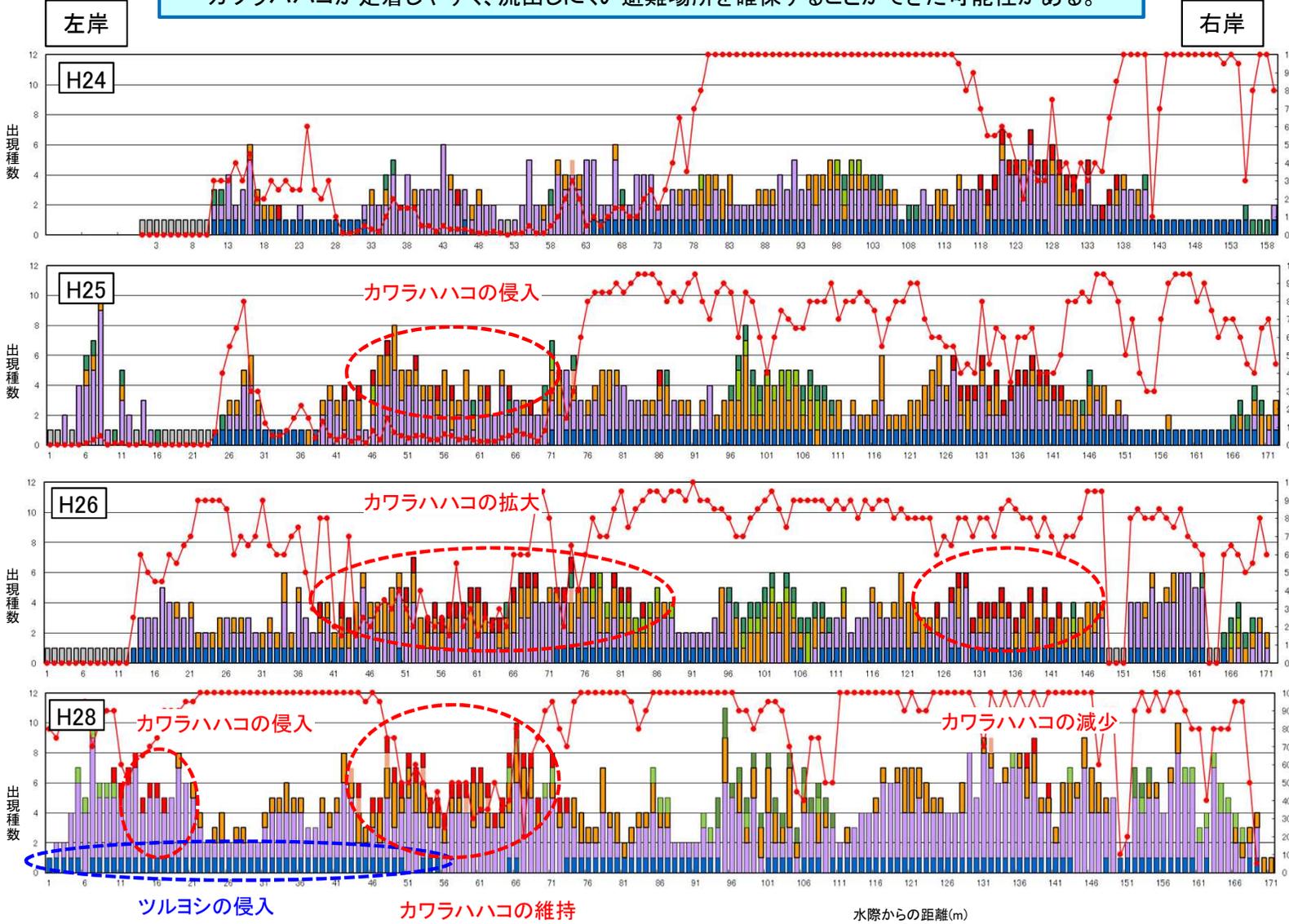
# 2. ダム弾力的管理に関する事業の総括

## 植生断面調査結果(②自然裸地形成区間:1.6k-4.0kの2.4k砂州)

- 平成25年に、砂州上(40-70m)の範囲に侵入したカワラハハコの生育が維持されるとともに、地盤高が高くなる80m付近まで拡大している。
- 更に地盤高が高くなる堤防側(125-140m付近)に生育していたカワラハハコは、平成28年には減少していた。
- 平成24~26年まで見られた水際の自然裸地にはツルヨシや1年生草本、カワラハハコの侵入が見られる。



2.4k砂州では、伐木等により、比高の高い自然裸地の環境(又は一年生草本類)が形成され、カワラハハコが定着しやすく、流出しにくい避難場所を確保することができた可能性がある。

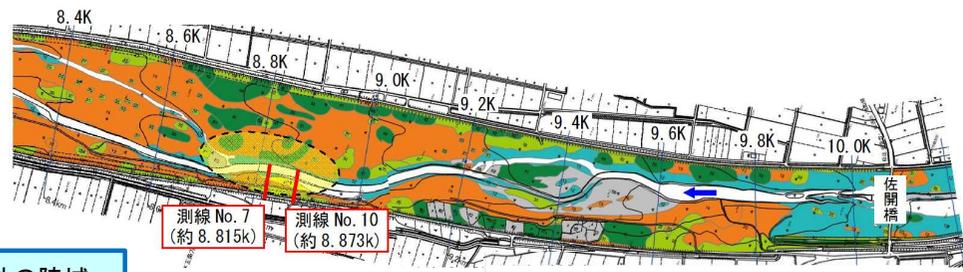


凡例: 河原植物 裸地 高木 低木 ススキ その他多年草 1年生 草 ツルヨシ 植被率

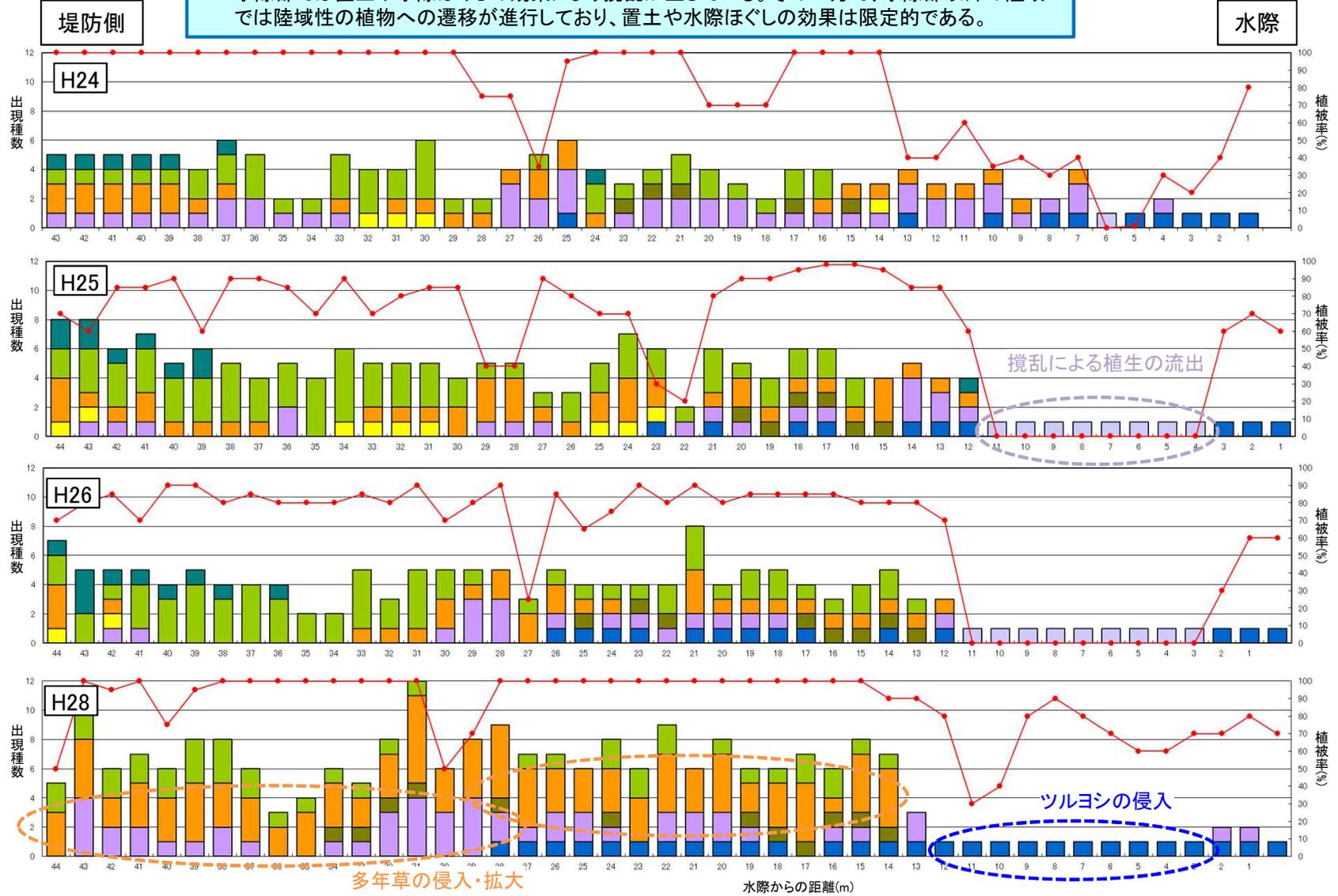
# 2. ダム弾力的管理に関する事業の総括

## 植生断面調査結果 (H21-H24置土下流区間:7.4k-9.0kの自然再生箇所) (側線No.7)

- 平成25年7月及び9月の出水により、水際の植生が流出した。平成28年には流出箇所にツルヨシの侵入が見られた。また、出水により、植被率の減少も見られたが徐々に回復している。
- 平成28年には、水際を除く側線のほぼ全域にわたって多年生草本(クズやヨモギ等)の拡大が見られた。水際部を除いて植生の攪乱が少なく、陸域性の植物への遷移が進行している。



水際部では置土や水際ほぐしの効果により攪乱が生じている。その一方で、水際部以外の陸域では陸域性の植物への遷移が進行しており、置土や水際ほぐしの効果は限定的である。



攪乱による植生の流出

ツルヨシの侵入

多年草の侵入・拡大

# 2. ダム弾力的管理に関する事業の総括

## 2.2 事業毎の評価

- 経年的にモニタリング調査が実施された(1)H19掘削水路、(2)H23-H27水際ほぐし、水際掘削、(3) 2.4k砂州(対照区)について各事業を比較して評価を行った。
- 事業毎の評価における特徴として、弾力放流の影響や効果は、各箇所での流量が概ね同じことから、全ての箇所へ共通した攪乱環境となる。
- H19掘削水路やH23-H27水際ほぐし、水際掘削では河床攪乱を行っている。2.4k砂州はH23台風15号で形成された砂州環境であるが、H22年度に伐木等を行っており、いずれの箇所も人為的な河床攪乱の影響がある箇所となる。

事業	(1) H19掘削水路	(2) H23-H27水際ほぐし、水際掘削	(3) 2.4k砂州
事業の概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 君ヶ代橋上流約1km付近において、樹林化した砂州を掘削し、新たな水路を創出した。(施工時期: H18年度末)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ツルヨシの除去や伐木等を行い、河岸を掘削することで水際で河床攪乱が生じやすい環境を創出した。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• H23台風15号後に砂州が形成された砂州環境であり、H24年度から調査地点に追加した。 ※但し、H22に周辺で伐木を実施</li> </ul>
事業の考え方	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 生物の生息に適した新たな河川環境を創出するとともに、置土(貯水池上流の堆積土+河川敷の掘削土)とフラッシュ放流を合わせて実施することにより、下流河川へ土砂供給を行う。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 水際の冠水頻度や攪乱環境を高めることで、礫河床を維持する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 長期的視点からの調査により、2.4k砂州が維持される条件を把握する。</li> </ul>
図面	<p>置土: ダム上流の堆積土 H26.11.11(国土地理院)</p> <p>H18.11.8 300m<sup>3</sup> +650m<sup>3</sup> H19.11.18 100m<sup>3</sup></p> <p>H19掘削水路</p> <p>H21 140m<sup>3</sup> 8.8k左岸 H22.12 280m<sup>3</sup> 9.0k左岸 H23.11 360m<sup>3</sup> 9.0k左岸 H24.12.3 320m<sup>3</sup> 9.0k左岸</p> <p>真名川ダム</p> <p>下流河川へ土砂供給 至君ヶ代橋 掘削水路 河川敷を掘削し水路を創出 土砂の流出 写真 ダム下流への土砂還元</p> <p>置土</p> <p>真名川</p>	<p>水際ほぐしの概要</p> <p>石を投入</p> <p>水際掘削の概要</p> <p>伐木 伐木浸水長さ 既設水際線 (1.05) 掘削 (1/10~1/20)</p> <p>施工時期</p> <p>【河岸攪乱】 H24.2~3 【河岸攪乱】 H25.2~3 【河岸攪乱】 H27.1~2 【河岸攪乱】 H28.1~2 【河岸攪乱】 H26.2~3 【水際掘削】 H23.1~3</p> <p>凡例(立木伐採): H25年度まで(黄色), H26年度予定(赤色), 未施工(緑色)</p> <p>○: 水際掘削範囲, ○: 河岸攪乱範囲</p>	<p>置土: ダム上流の堆積土 H26.11.11(国土地理院)</p> <p>H23.11 360m<sup>3</sup> 9.0k左岸 H24.12.3 320m<sup>3</sup> 9.0k左岸</p> <p>2.4k砂州</p> <p>置土</p> <p>弾力放流前(H27.3.30撮影) 撮影時のダム放流量: 約15m<sup>3</sup>/s</p> <p>2.4k砂州地点</p> <p>弾力放流後(H27.4.30撮影) 撮影時のダム放流量: 約32m<sup>3</sup>/s</p> <p>弾力放流後、滞筋が移動し、砂州が流出している。</p> <p>ダム放流量ピーク流量: 約210m<sup>3</sup>/s</p>



# 2. ダム弾力的管理に関する事業の総括

## 底生動物調査(河床攪乱の程度に影響を受けるトビケラ目)

### (1) H19掘削水路(5.6k左岸) ※H22~H24調査結果

- 一般的に河床攪乱が生じない場合に増加し優占すると考えられる造網型トビケラは、平成22年と平成24年の間では顕著な変化はみられない。また、砂や石に対する選好性が高いとされる携巢型トビケラ(特にヤマトトビケラ科)にも、顕著な変化はみられない。
- このことから、H19掘削水路付近において、平成24年時点では、河床の安定化は生じていないことが示唆される。

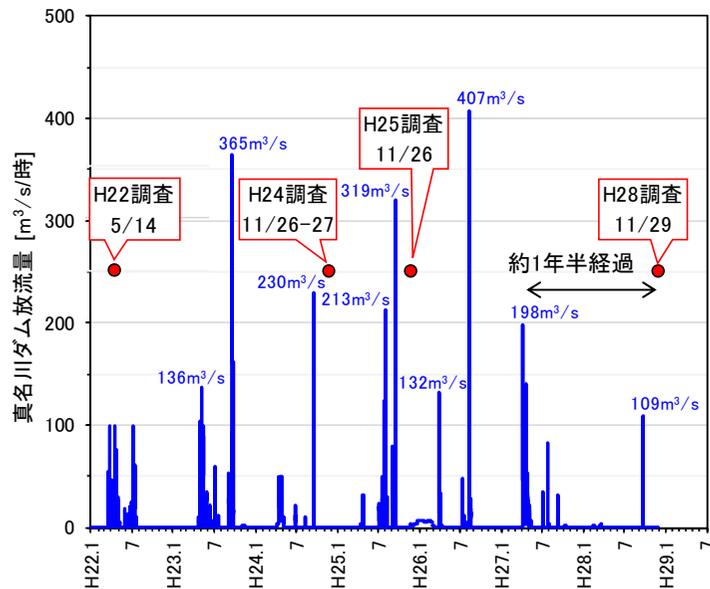
### (2) H23-H27水際ほぐし、水際掘削(8.8k左岸) (3) 2.4k砂州 ※H24~H28調査結果

- 造網型トビケラは、200m<sup>3</sup>/s程度以上の出水が年2回以上生じた平成25年には少なく、平成27年以降200m<sup>3</sup>/s程度以上の出水が約1年半生じなかった平成28年には増加した。一般的に砂や石に対する選好性が高いとされる携巢型トビケラも、平成28年には大幅に増加した。
- このことから、H23-H27水際ほぐし、水際掘削及び2.4k砂州付近の河床は平成26年以降安定しており、100m<sup>3</sup>/s程度の出水では砂や石が動きにくい状態であると考えられる。



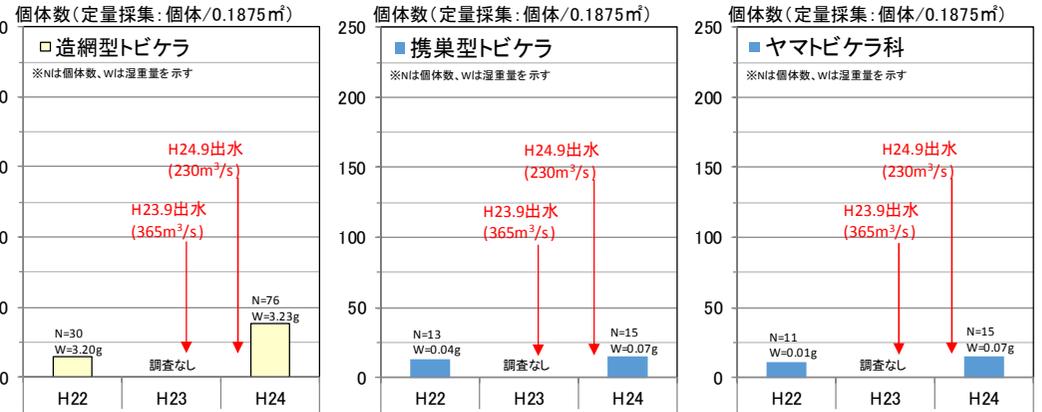
- 河床の安定化を防ぐためには、200m<sup>3</sup>/s程度の規模の出水が毎年程度の頻度で発生する必要がある可能性がある。

## 底生動物(調査実施日と真名川ダム放流量)



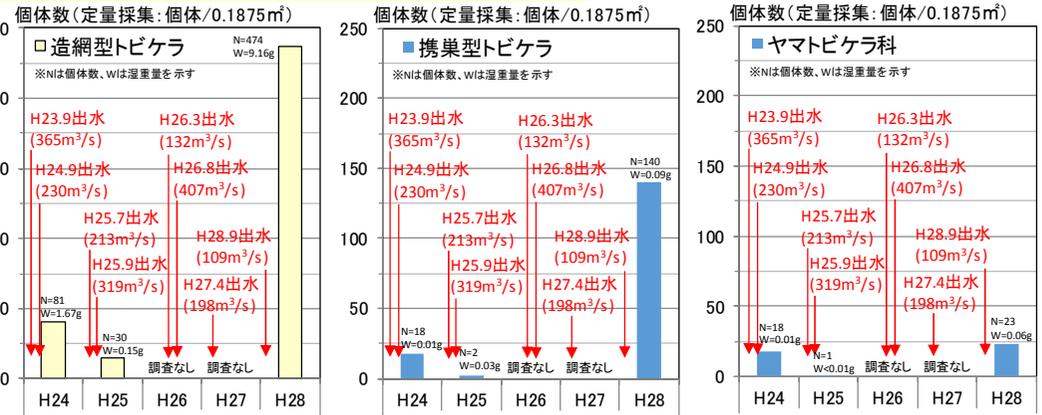
## 底生動物(指標種の生息状況)

### (1) H19掘削水路(5.6k左岸)

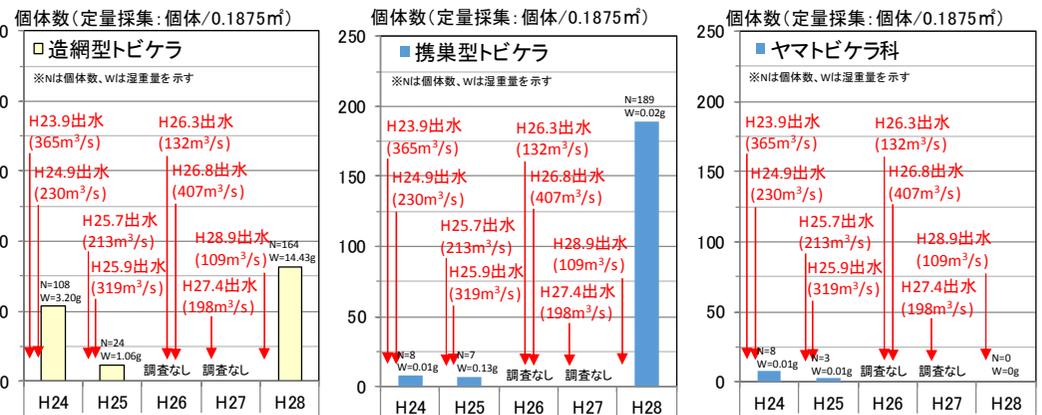


※平成22年は5月に、平成24年は11月に調査を実施しているため、出現する種類相や個体サイズが異なり、厳密な比較はできない。

### (2) H23-H27水際ほぐし、水際掘削(8.8k左岸)



### (3) 2.4k砂州(対照区)



# 2. ダム弾力的管理に関する事業の総括

## 付着藻類

(1)H19掘削水路(5.6k左岸) (2)H23-H27水際ほぐし、水際掘削(8.8k左岸) (3)2.4k砂州(対照区)

- 付着藻類に着目すると、藍藻類や珪藻類の割合が高い。特に優占してみられた種は、一般的にアユのハミ跡がみられる石に優占的にみられる藍藻類のピロウドラソウであり、いずれの時期も高い割合でみられた(H19掘削水路付近:約50~65%、H23-H27水際ほぐし、水際掘削:約25~40%、2.4k砂州付近:約40~70%)。



## アユハミ跡

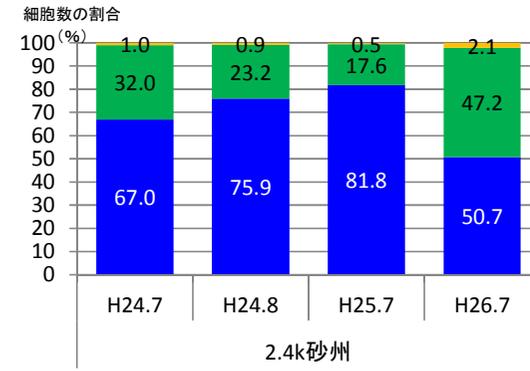
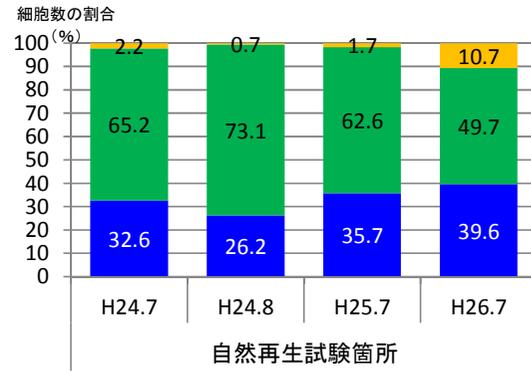
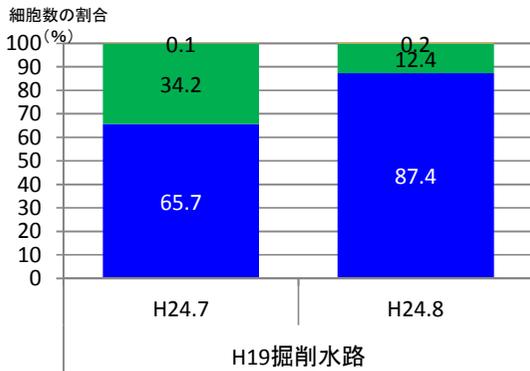
- アユのハミ跡に着目すると、ハミ跡指数は、いずれの箇所及び年でも高く、アユの餌場として良好な環境が維持されている。(H19掘削水路付近:48~66%、H23-H27水際ほぐし、水際掘削:41~89%、2.4k砂州付近:46~92%)



※但し、ハミ跡指数は水温と連動しており、水温が高いとハミ跡が多く、低いと少ない関係がみられる。

- 事業箇所毎の相違は少なく、河床攪乱や出水(弾力放流を含む)により、アユにとって比較的良好な餌環境が維持されている。

## 付着藻類(分類群別の細胞数割合)

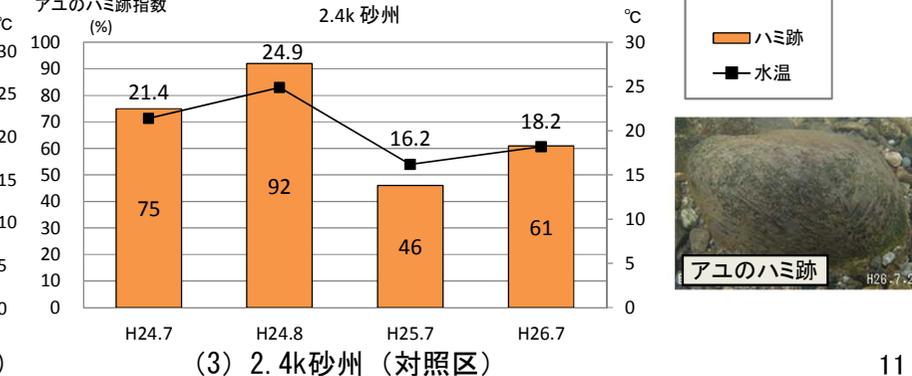
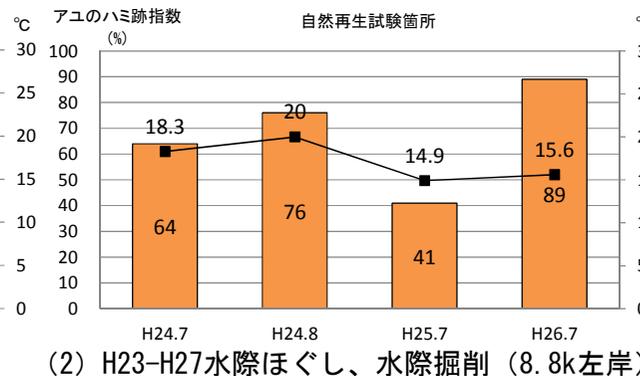
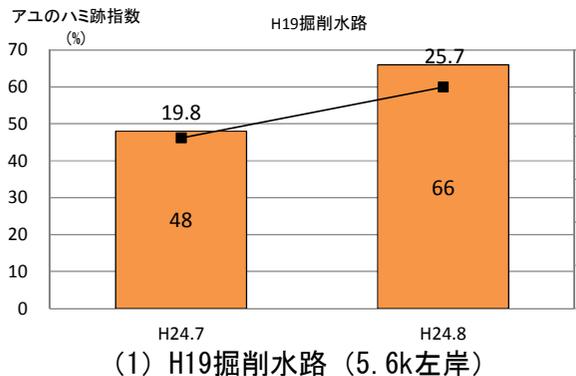


■ 緑藻網  
■ 珪藻網  
■ 藍藻網

藍藻類(ピロウドラソウ)が多い

2.5 μm = 1目盛り

## アユのハミ跡指数



■ ハミ跡  
■ 水温

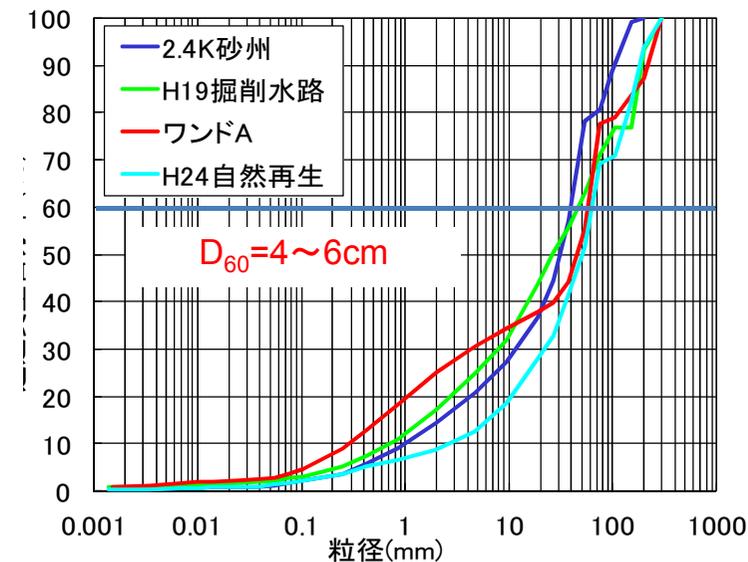
アユのハミ跡



- 経年的に採取されている粒度分布箇所は、2.4k砂州と置土ステーション下流(8.8k付近)である。また、H24年度に河道内の4箇所で行った河床材料調査を行っていることから、置土箇所の粒度分布と比較することで、置土による河道への影響について把握した。
- 粒度分布を見ると、下流に向かう程粒度分布は小さくなるが、河道内の代表粒径は2~6cm程度である。一方で、置土の粒度分布を見ると、0.7~5cm程度であり、細かい粒径が存在する。但し、これらの粒径が存在したのはH16からH19年度頃の君ヶ代橋上流の置土であり、H22以降は現地の土砂と概ね同じ粒径の土砂が置土に使用されており、河川環境に与える影響は小さいと考えられる。また、河床攪乱や多様な生息場環境を創出する上では、前述の検討で示した通り、効果的であると考えられる。

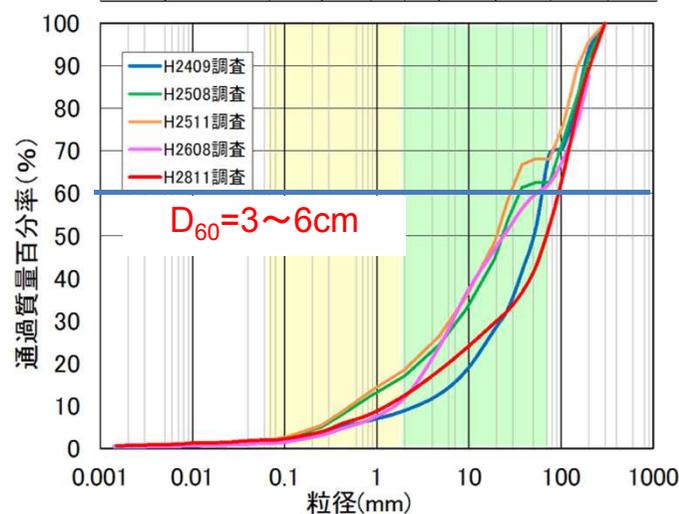
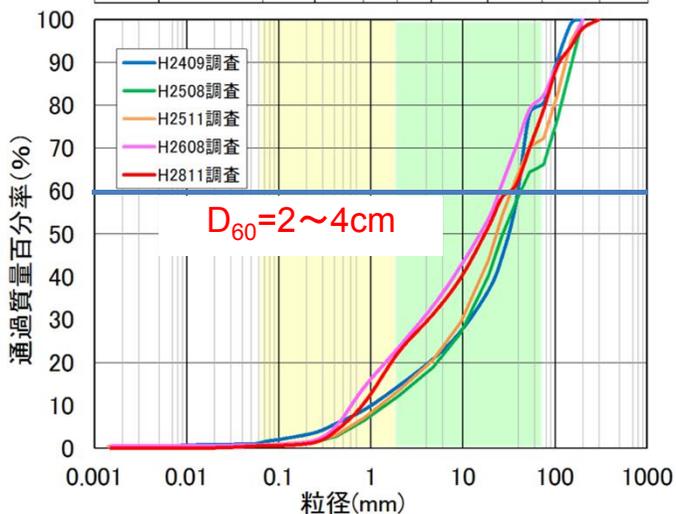


H24年度調査



粘土・シルト		砂分			礫分			石分	
0.005		0.075	0.250	0.850	2.0	4.75	19.0	75	300
粘土	シルト	細砂	中砂	粗砂	細礫	中礫	粗礫	粗石	巨石

粘土・シルト		砂分			礫分			石分	
0.005		0.075	0.250	0.850	2.0	4.75	19.0	75	300
粘土	シルト	細砂	中砂	粗砂	細礫	中礫	粗礫	粗石	巨石



置土の粒度分布

$D_{60} = 0.7 \sim 5 \text{cm}$

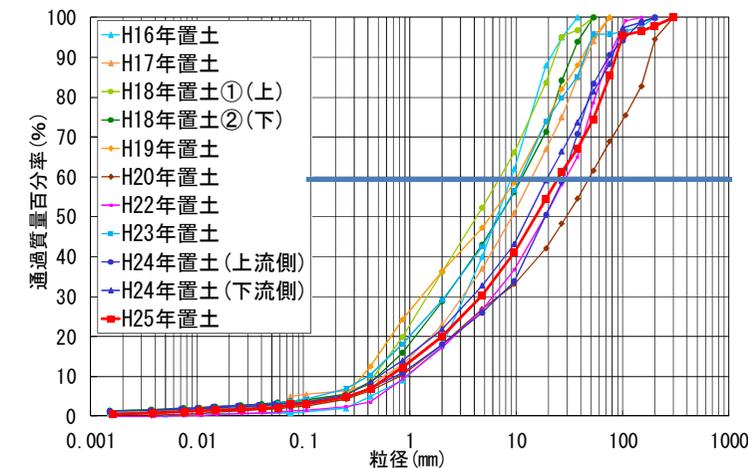


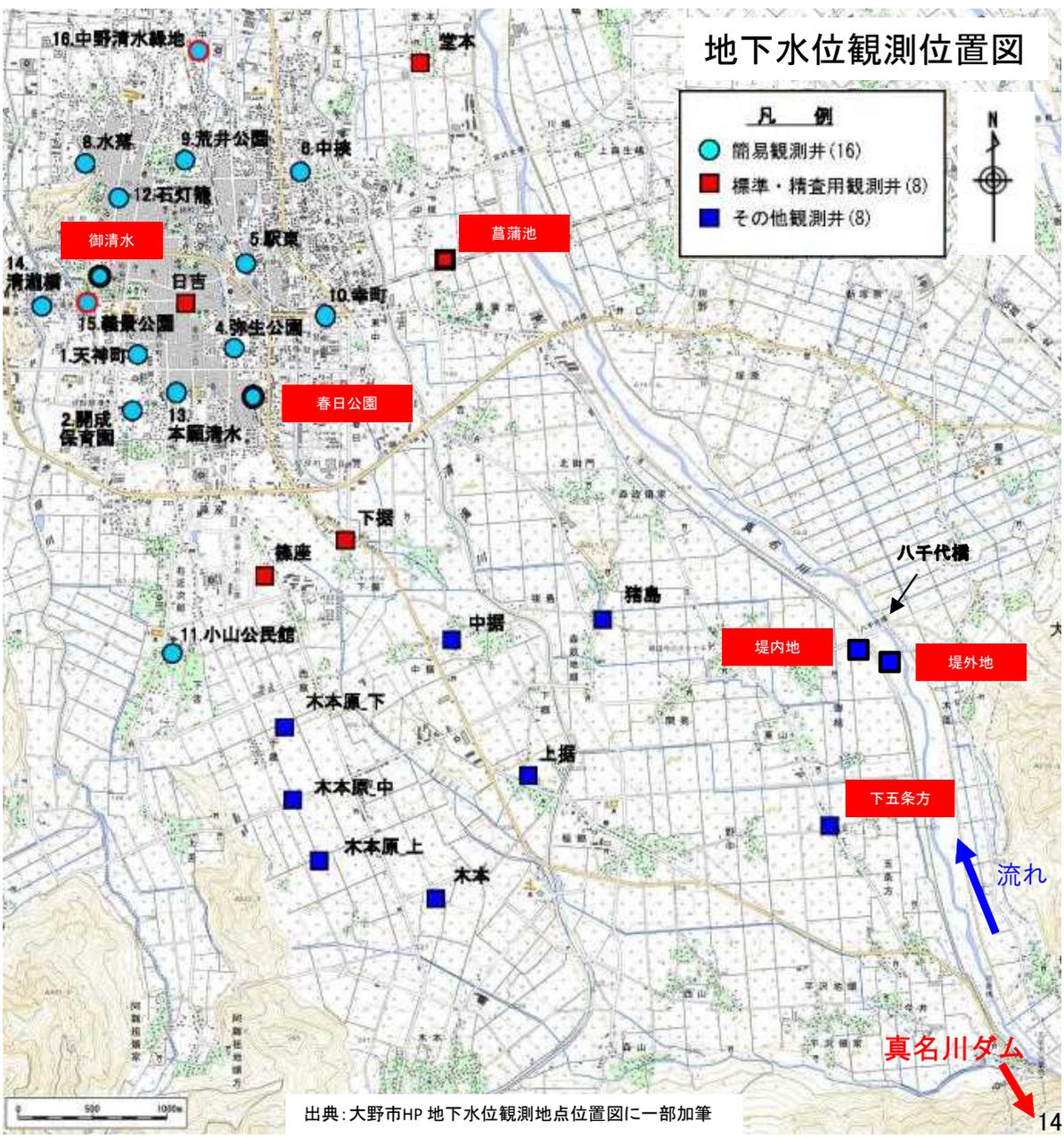
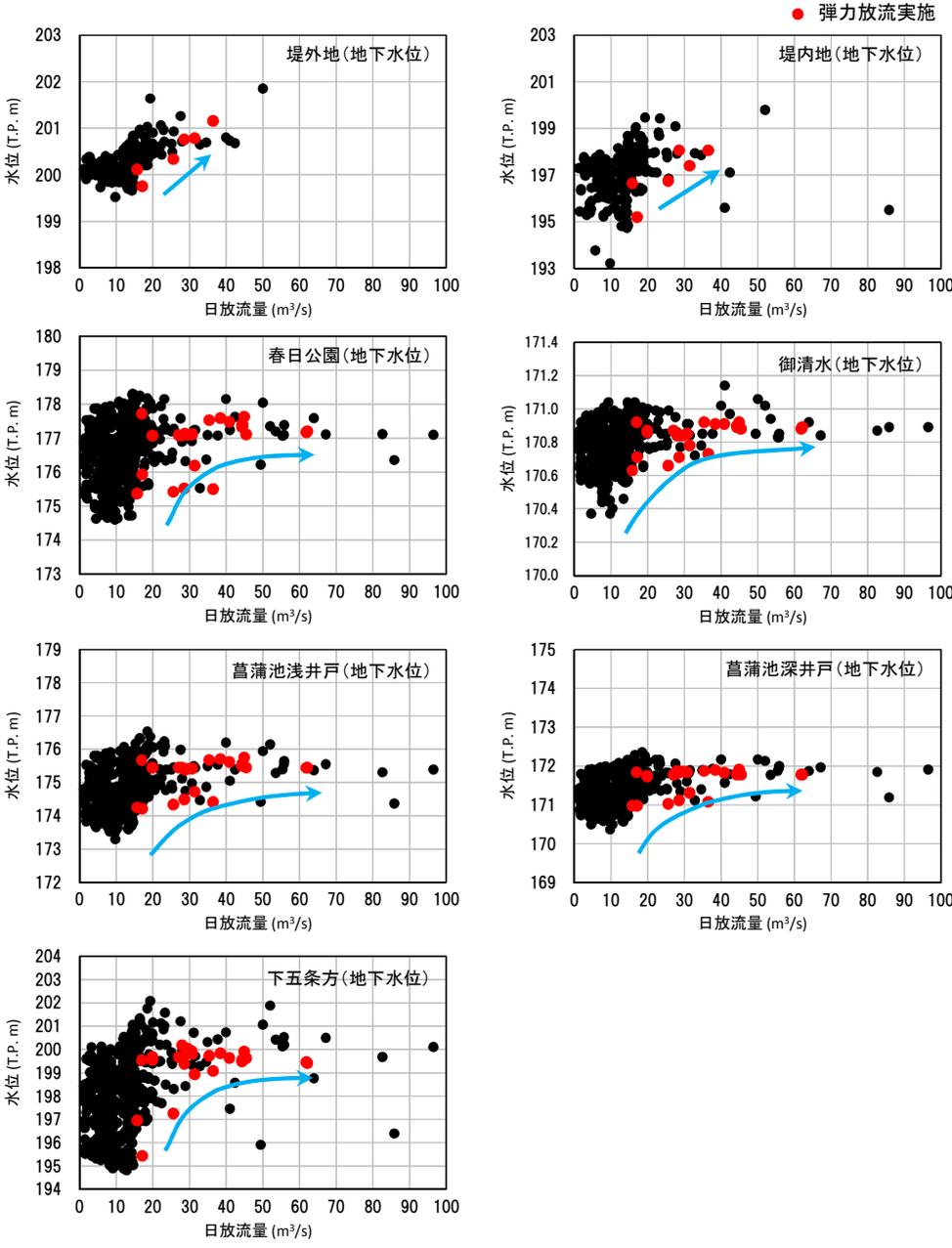
図 2.2-2 粒径河積曲線 (2.4k 砂州)

図 2.2-3 粒径河積曲線 (自然再生試験箇所)

# 3. 地下水位の状況

## (1) 水源涵養の効果(観測データに基づく分析・評価)

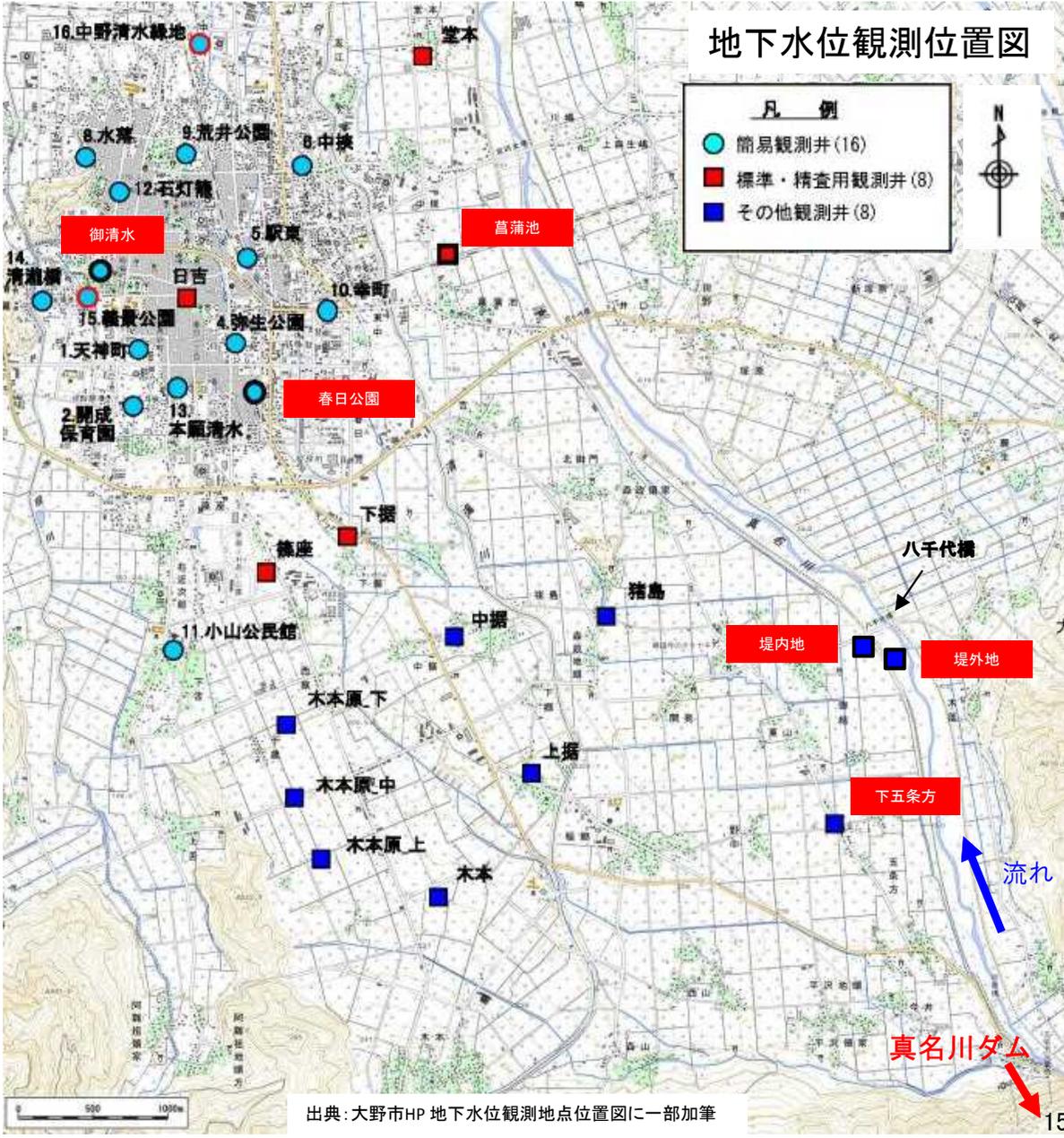
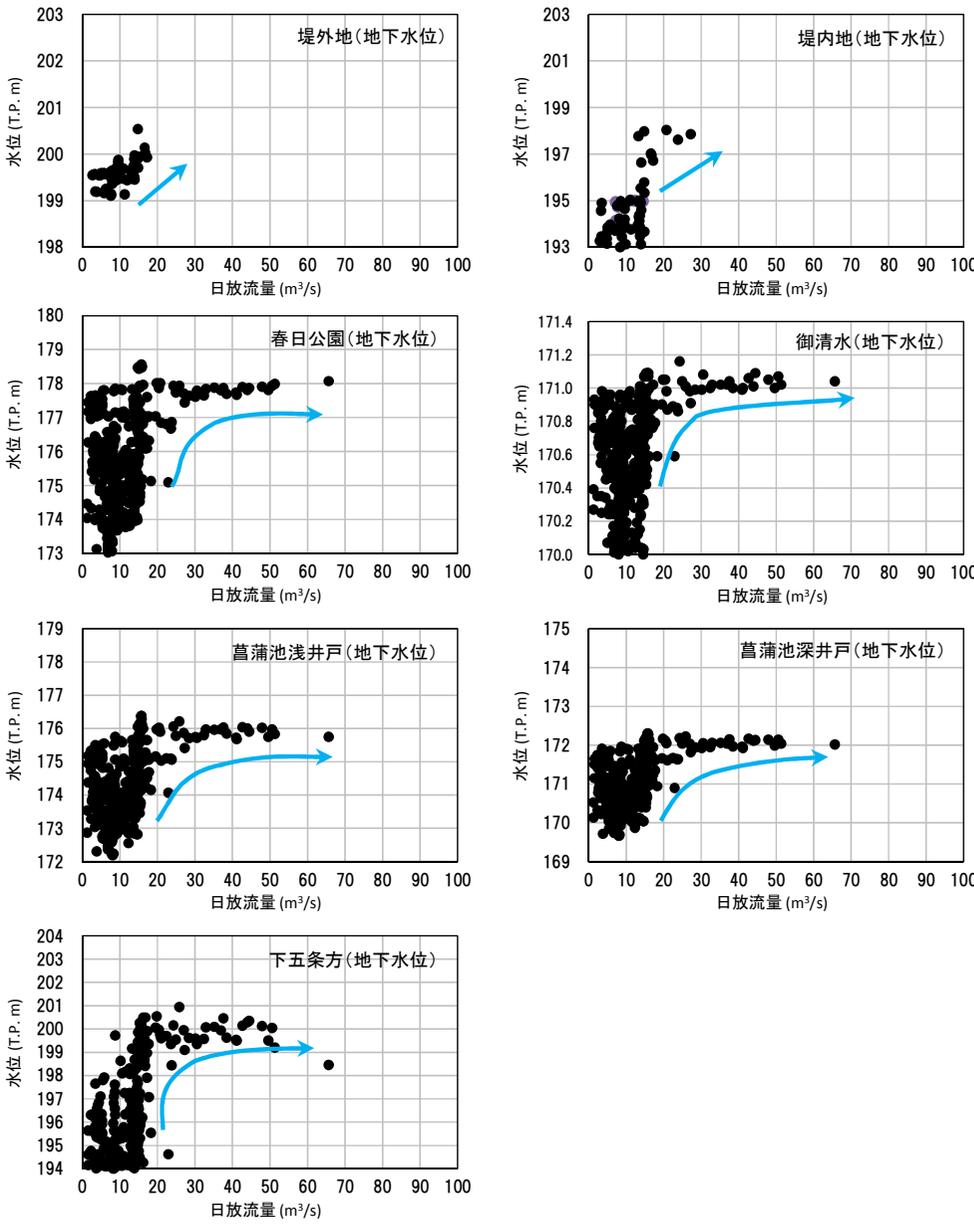
- H23～H28期間の地下水位の観測データに基づいて、真名川ダム放流が地下水位へ与える影響について分析した。
- 洪水時や融雪出水時は降雨があるため、降雨(大野観測所日雨量)がなく、放流量1.0m<sup>3</sup>/s以上の期間を対象として、ダム放流量と地下水位の関係を整理した。
- 真名川近傍の「堤内地」「堤外地」ではダム放流量の増加に伴い地下水位が上昇する。それ以外の真名川から離れた観測井では地下水位への影響は小さい。
- 真名川ダムの放流による大野市街地の地下水位への影響は小さいが、少なくとも地下水位が低下するような負の影響は見られない。



# 3. 地下水位の状況

## (1) 水源涵養の効果(観測データに基づく分析・評価)

- 弾力放流実施前のH18~H22期間についても、前項と同様に、ダム放流量と地下水位の関係を整理した。
- H23~H28期間に比べ、20m<sup>3</sup>/s未満の日放流量に対して地下水位のばらつきが大きい、放流量が大きいときの地下水位はH18~H22期間とH23~H28期間で変わらない。
- 以上より、弾力放流を開始したことによる地下水位への負の影響は見られない。



# 3. 地下水位の状況

## (2) 水源涵養の効果(水循環解析モデルに基づく分析・評価)

- 国土技術政策総合研究所において、水循環解析モデルに基づく真名川ダムの弾力的活用容量を活用した場合の影響評価が行われた。
- 解析では、弾力的活用容量を活用した放流により、真名川に沿う地下水位の上昇は最大0.15m~1.0mであり、大野市街地では約0.01mの上昇となる結果が示された。
- ダム弾力放流の効果はわずかであるが、少なくとも地下水位が低下するような負の影響はみられない。

### 1. 真名川ダムの弾力的活用容量を活用した場合の影響解析

#### (1) 解析内容

- 真名川ダムの弾力的活用容量を活用し冬季の維持流量を増加した場合の影響について検討した。真名川ダムの弾力的活用容量を活用し冬季の維持流量を増加した場合の影響を検討するため、以下の3ケースについて解析し、現況再現結果と比較を行った。
  - ケース1: 1.09m<sup>3</sup>/s=0.67m<sup>3</sup>/s(現維持流量)+0.42m<sup>3</sup>/s(増量分)を60日間
  - ケース2: 1.51m<sup>3</sup>/s=0.67m<sup>3</sup>/s(現維持流量)+0.84m<sup>3</sup>/s(増量分)を30日間
  - ケース3: 200m<sup>3</sup>/s=0.67m<sup>3</sup>/s(現維持流量)+199.33m<sup>3</sup>/s(増量分)を6時間
- 各ケースとも地下水位が低下する毎年11月1日から、五条方下流における河川流量に増量分を上乗せした値を入力データとした。
- 日計算のためケース3については、199.33m<sup>3</sup>/sを6時間増量となるように1日の増量分を約50m<sup>3</sup>/sとして解析を実施した。
- 解析期間は2003年1月~2012年12月の10年間とした。

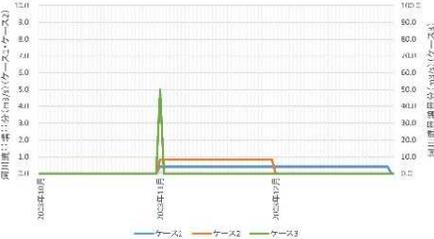


図1 維持流量に増量する水量

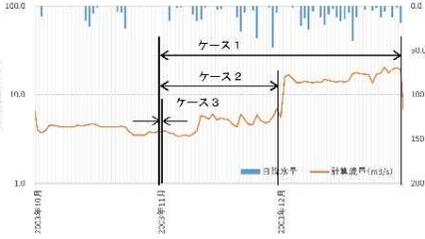
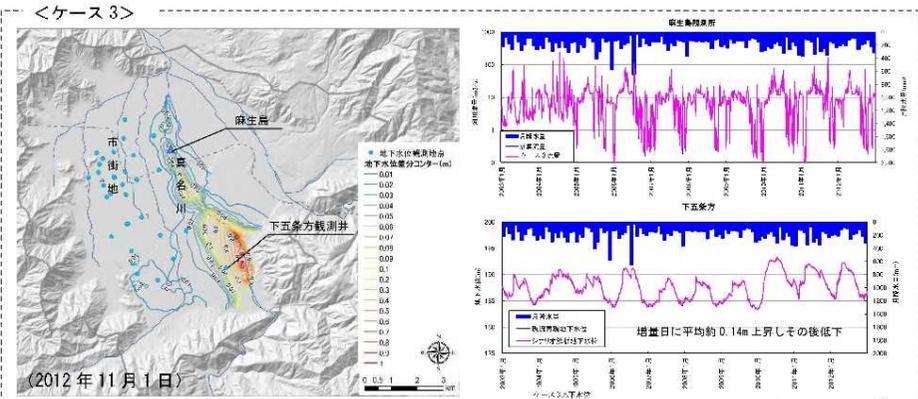
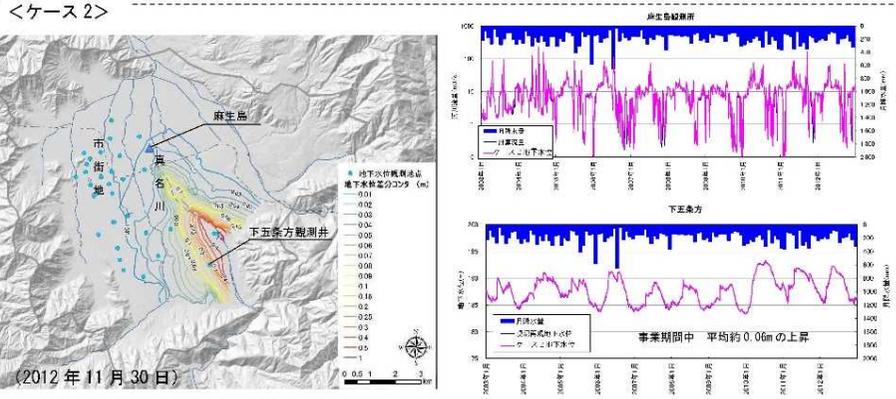
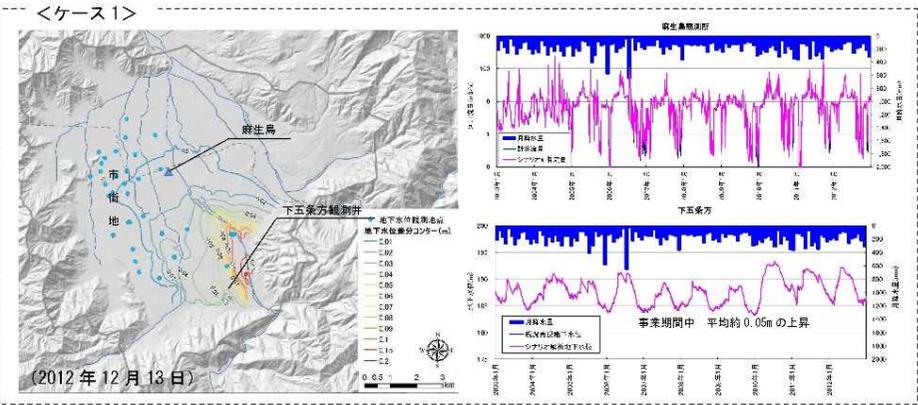


図2 河川流量

#### (2) 解析結果のまとめ

- 真名川ダムの弾力的活用容量を活用した放流を実施した場合は、実施していない場合に比較して、地下水位は上昇し、下五条方観測井では、ケース1では事業期間中に平均約0.05m、ケース2では事業期間中に平均約0.06mの地下水位上昇となる。ケース3では、増量日に平均約0.14mの上昇となる(図4参照)
- 本件における地下水位の上昇効果が最大となる日を2012年で整理した(図3参照)。
- ケース1では、増量開始から約1.5ヵ月後の2012年12月13日に下五条方観測井の地下水位が最高水位となる。真名川に沿う地下水位の上昇は最大0.15mで、市街地付近で約0.01mの上昇となる。
- ケース2では、増量開始から1ヵ月後の2012年11月30日に下五条方観測井の地下水位が最高水位となる。真名川に沿う地下水位の上昇は最大1.0mで、市街地の南東側付近で約0.01mの上昇となる。
- ケース3では、増量当日の2012年11月1日に下五条方観測井の地下水位が最高水位となる。真名川の上流部付近で最大約0.7mの上昇となるが、地下水位の上昇は市街地付近までは及ばない。



※出典: 国土技術政策総合研究所水循環研究室資料

図3 地下水位差分コンター

図4 河川流量(上段)・地下水位(下段)

# 3. 地下水位の状況

## (2) 水源涵養の効果(水循環解析モデルに基づく分析・評価)

- 国土技術政策総合研究所において、水循環解析モデルに基づく「真名川ダムの流況安定化による水循環への影響評価」が行われた。
- 解析では、真名川ダムが存在する現在は流況が安定しているため、真名川ダムが存在しない場合と比べて地下水位が0.1m~0.7m高くなっていることが示された。(各地点の地下水位の上昇量・・・下五条方観測井0.7m、猪島観測井0.4m、御清水0.1m、春日公園観測井0.2m)

### 1. 真名川ダムの流況安定化による水循環への影響解析 (1) 解析内容

- 真名川ダムによる流況安定化の効果について、真名川ダムが存在する現在の五条方堰下流における流況(ダム有り)と、真名川ダムが存在しない場合の五条方堰下流における河川流況(ダム無し)を水循環解析モデルに設定して解析した。
- ダム有りとダム無しの五条方堰の河川流況は、観測水量に基づき作成した。
- ダム無しの場合も、五条方堰の農業用と発電用(富田PS)の取水は行われるものとした。
- 解析期間は、2003年1月から2012年12月までの10年間とした。

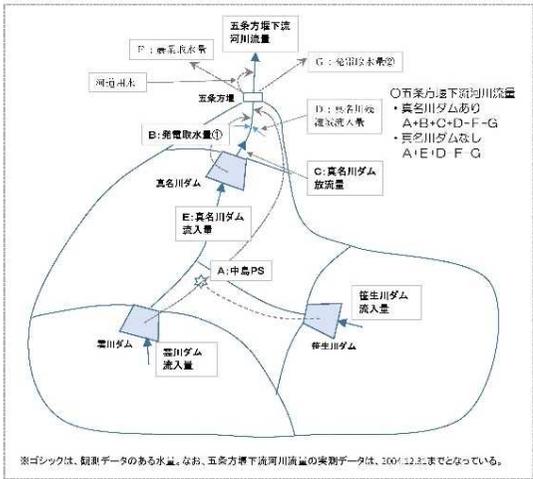


図1 五条方堰と真名川ダム流域の観測水量

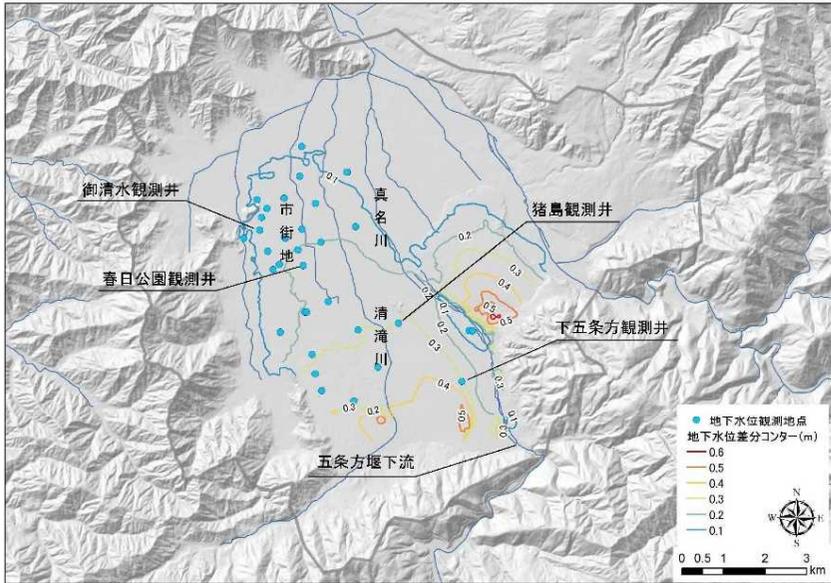


図3 地下水位差分コンター (2012年12月31日)

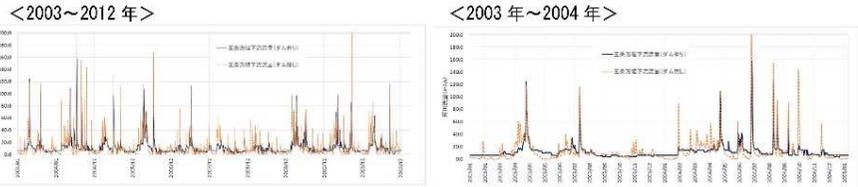


図2 ダム有りとダム無しの五条方堰下流の河川流量 (左: 2003年~2012年、右: 2003年~2004年)

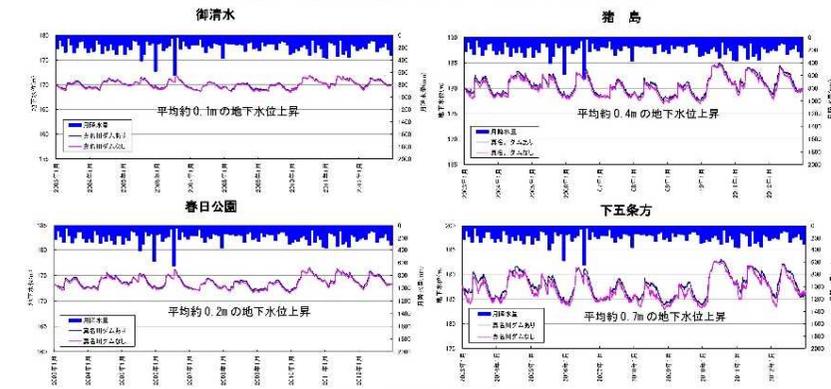


図4 観測井の地下水位

### (2) 解析結果のまとめ

- 「ダム有り(現況)」の地下水位は、「ダム無し」に対し上昇し、下五条方観測井では平均約0.7m、猪島観測井では平均約0.4mの上昇となり、市街地の御清水では平均約0.1m、春日公園観測井では平均約0.2mの上昇となる(図4参照)。
- また、地下水位が例年低下する冬季について、2012年12月31日(図3参照)では、盆地南部の真名川の上流部で0.5m程度、市街地付近で0.1~0.2mの上昇となる。

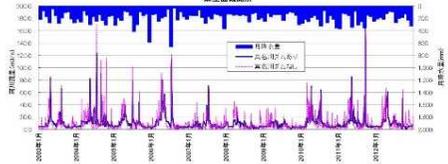


図5 麻生川河川流量

※出典: 国土技術政策総合研究所水循環研究室資料

# 4. ダム弾力的管理の効果と課題

## (1) 流況変化による影響と効果

真名川ダム放流量と真名川ダム流入量を比較し、ダムによる流況変化と弾力放流の役割を分析した。

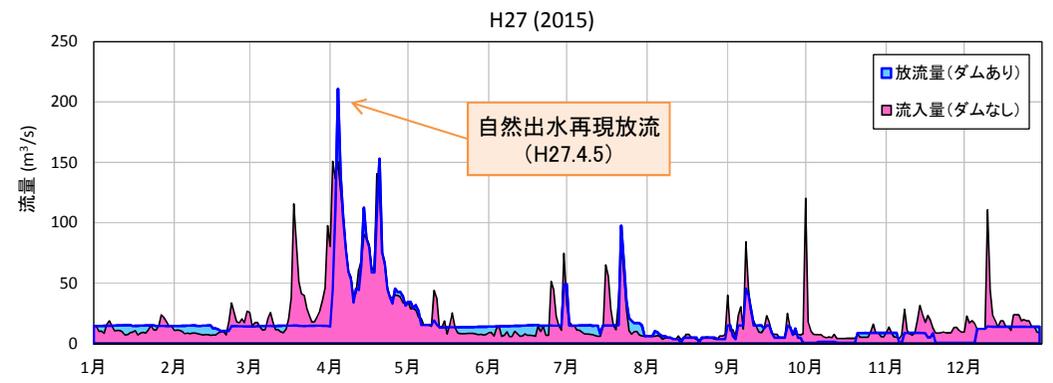
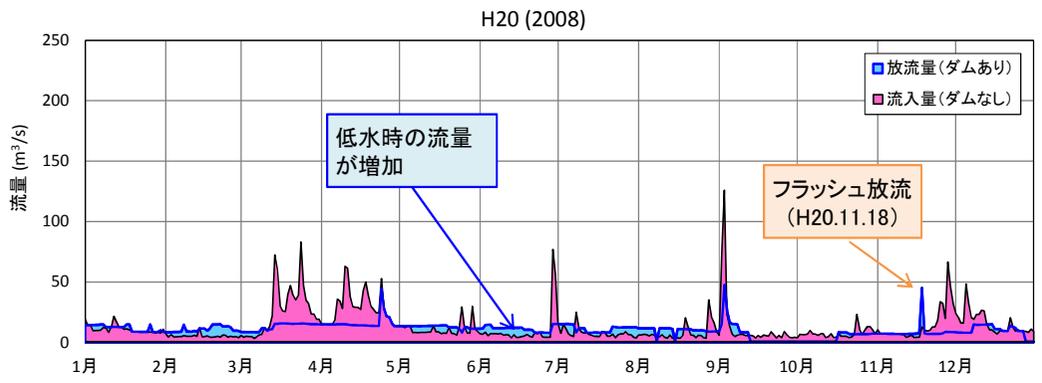
### ①年間の真名川ダム流入量と放流量のハイドログラフから見た流況変化

- 真名川ダムによる低水時の流量が増加(10~20m<sup>3</sup>/s程度)しており、真名川ダムによる低水時の補給効果が見られる。
- H20年11月18日に行ったフラッシュ放流の45m<sup>3</sup>/sは低水時に増加する流量よりも大きく、小規模の洪水を生じさせていることとなる。
- H27年4月5日に行った自然出水再現放流の200m<sup>3</sup>/sは、1年のうちで最も大きく、大規模な洪水を生じさせていることとなる。

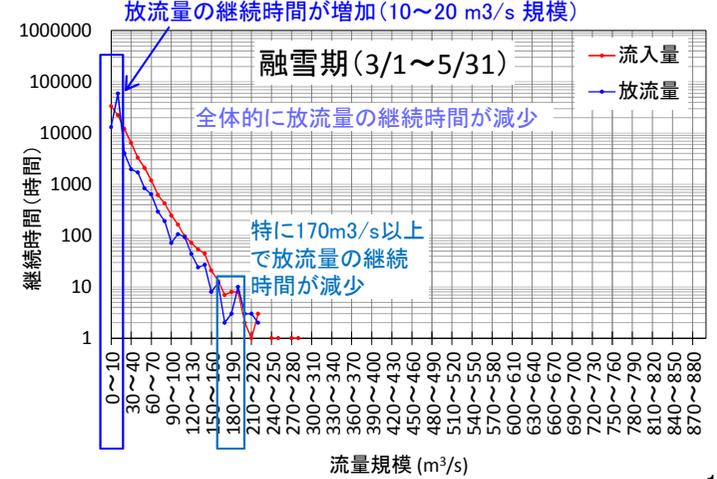
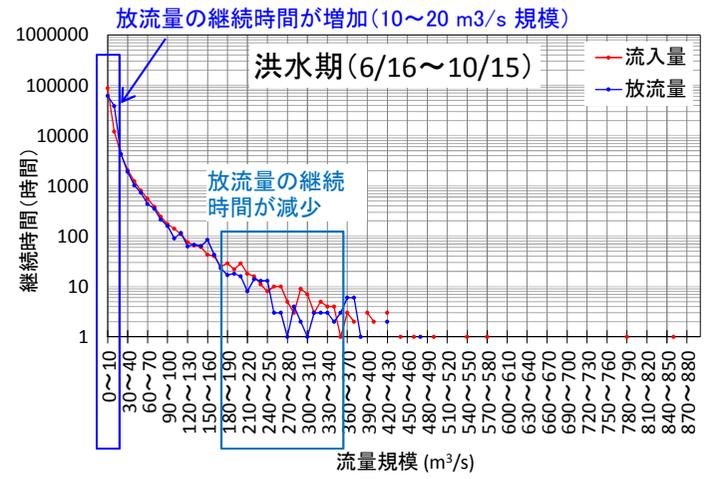
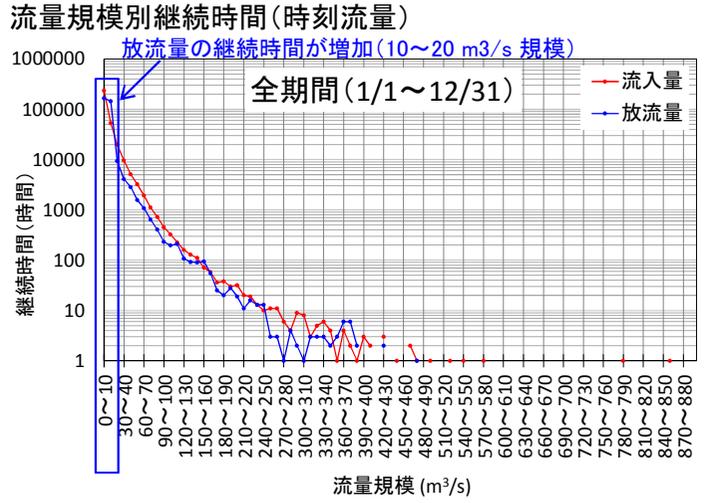
### ②流量規模別継続時間の変化

- S54~H28年を対象に毎年の全期間(1/1~12/31)、融雪期(3/1~5/31)、洪水期(6/16~10/15)に着目して、流量規模別の継続時間の変化を把握した。
- いずれの期間においても、10~20 m<sup>3</sup>/s の流量規模では、ダム放流量が流入量の継続時間を上回っている。(上記①と同じ結果)
- 「融雪期」において、ダム流入量に対して放流量の継続時間が全体的に減少した。特に、170m<sup>3</sup>/s 以上の範囲で放流量の継続時間が減少した。「洪水期」において、180 m<sup>3</sup>/s 以上の流量規模で放流量の継続時間が減少した。

- 低水時の流量**…ダムがあることで、ある程度の流量を確保できておりプラスの効果がある。更にフラッシュ放流(45m<sup>3</sup>/s)は低水流量より大きい規模の攪乱の創出に寄与している。
- 洪水時の流量**…融雪期と洪水期の180m<sup>3</sup>/s以上の放流量継続時間が減少していることから、弾力放流によりその不足分を補っており重要である。



真名川ダムによる流量ハイドログラフの変化(時刻流量)



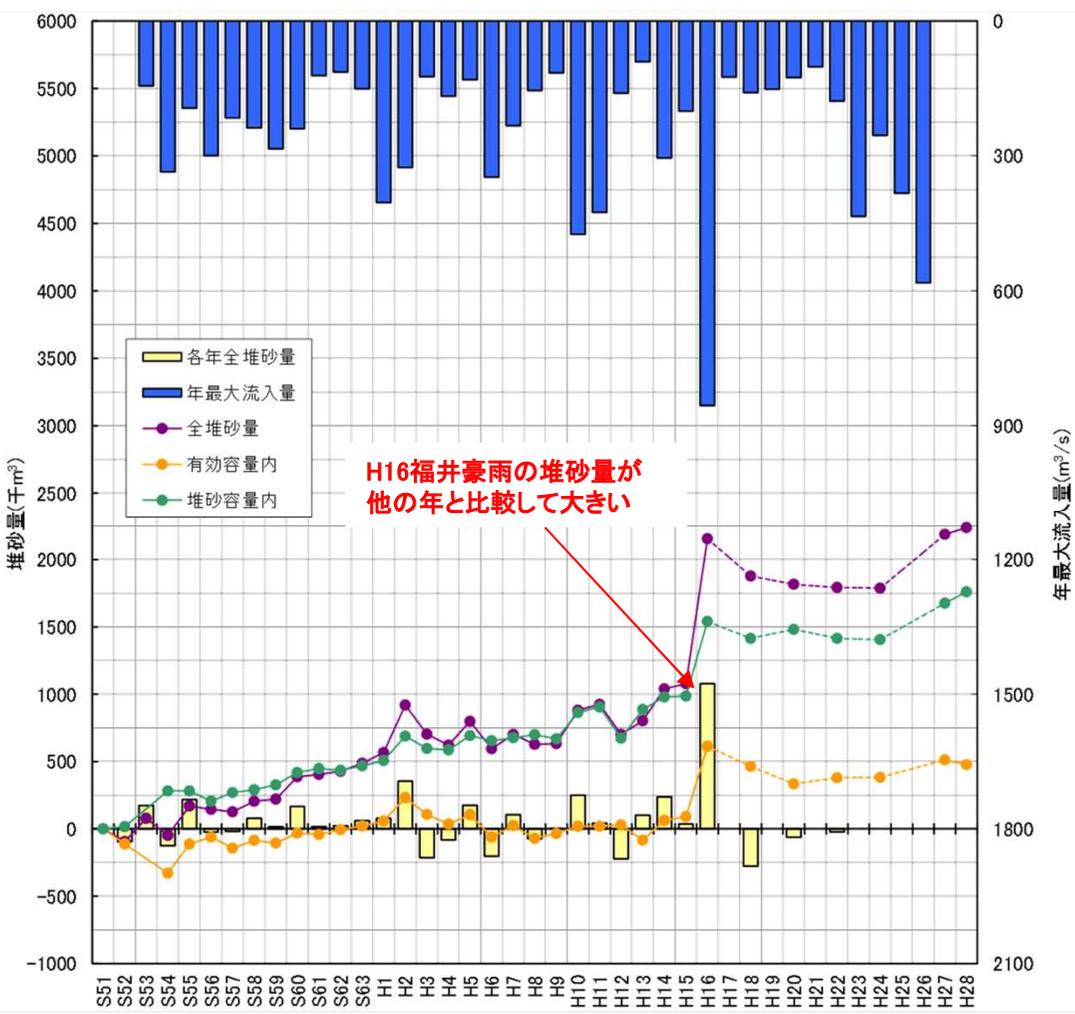
# 4. ダム弾力的管理の効果と課題

## (2) 供給土砂量に関する影響と効果

- 真名川ダム堆砂量 (S51~H28年度) から、真名川ダムによる土砂移動量の変化と置土の位置付けを整理した。
- H28年度のダム堆砂量は2,237千 $m^3$ であり、ダム供用後40年で、年当り約56千 $m^3$ /年の土砂がダム貯水池内に堆砂している。H16年の福井豪雨における1,078千 $m^3$ の堆砂量を除くと、年当り約30千 $m^3$ /年の土砂がダム貯水池内で捕捉されている。
- 一方で、これまでに、実施された置土の量は100  $m^3$ /年~360  $m^3$ /年程度である。



- 真名川ダムに捕捉される土砂量(福井豪雨時の堆砂量を除く約30千 $m^3$ /年)と比較して、置土の量は100  $m^3$ /年~360  $m^3$ /年と少ないことから、現状の対策では、十分な土砂供給量は確保されていない。
- しかし、現在の流量(弾力放流を含む)と河道幅により、河床が移動できる状況となっており、置土や水路掘削(河床攪乱)等が、河床が移動できる河道の形成に寄与している可能性がある。
- 今後、置土量を増量する際には上記の点を踏まえて効果や影響を検証していく必要がある。



真名川ダム堆砂量の経年変化



九頭竜川上流域の概要

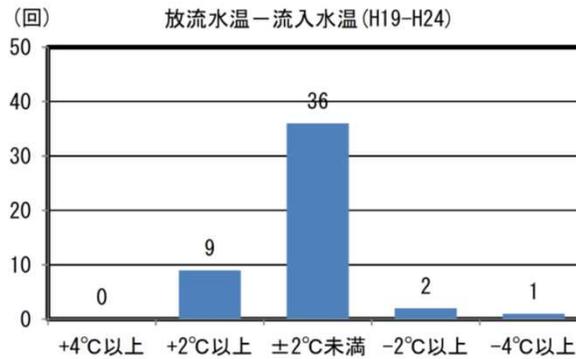
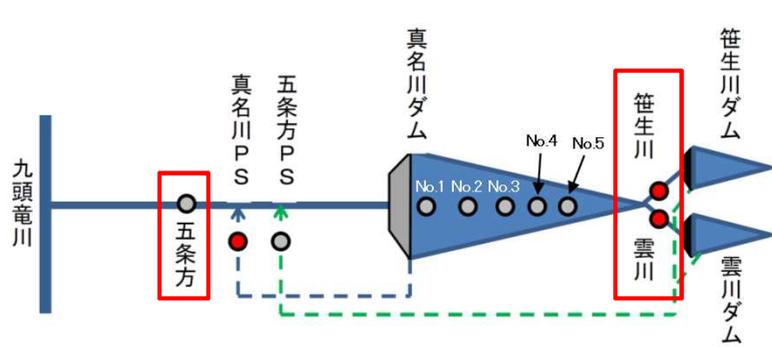
# 4. ダム弾力的管理の効果と課題

真名川ダム上流の笹生川と曇川、ダム下流の五条方の水温の経年変化(S52-H28)を整理し、以下のことを把握した。

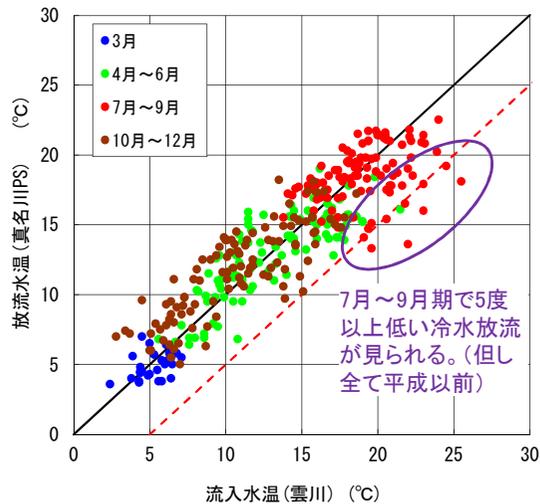
- **冷水放流**…流入水温(曇川および笹生川の平均水温)と放流水温(五条方)の水温を比較すると、水温差が5°C以上の冷水放流が発生しているのはS55年7月11日の-7.4°C、S61年7月15日の-6.0°C、S63年6月13日の-8.1°Cであるが、近年は発生していない。H19年以降では、H21年7月7日に温度差-4.4°Cの冷水放流が発生しているが、5°Cを超える顕著な冷水放流は発生していない。
- **温水放流**…5°C以上の温水放流は確認されていない。

- 近年では冷水が放流される頻度は小さく、現時点では魚類等の生息環境に与える影響は少ないと考えられる。
- 但し、魚類や底生動物の生息環境(水温等)の変化等については引き続きモニタリングしていく必要がある。

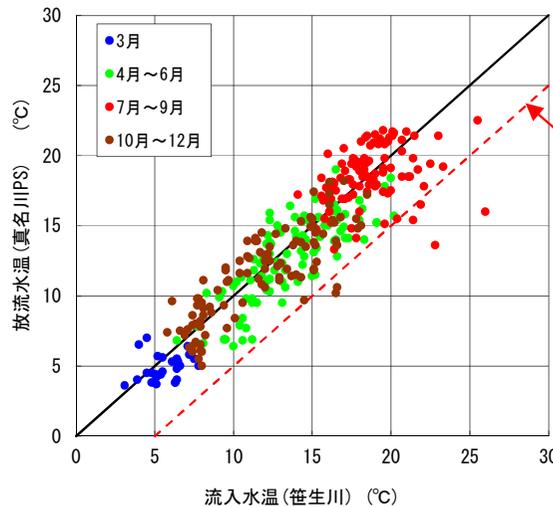
※ダム下流では、冷水性のヤマメやニッコウイワナ、アマゴが継続して確認されている。



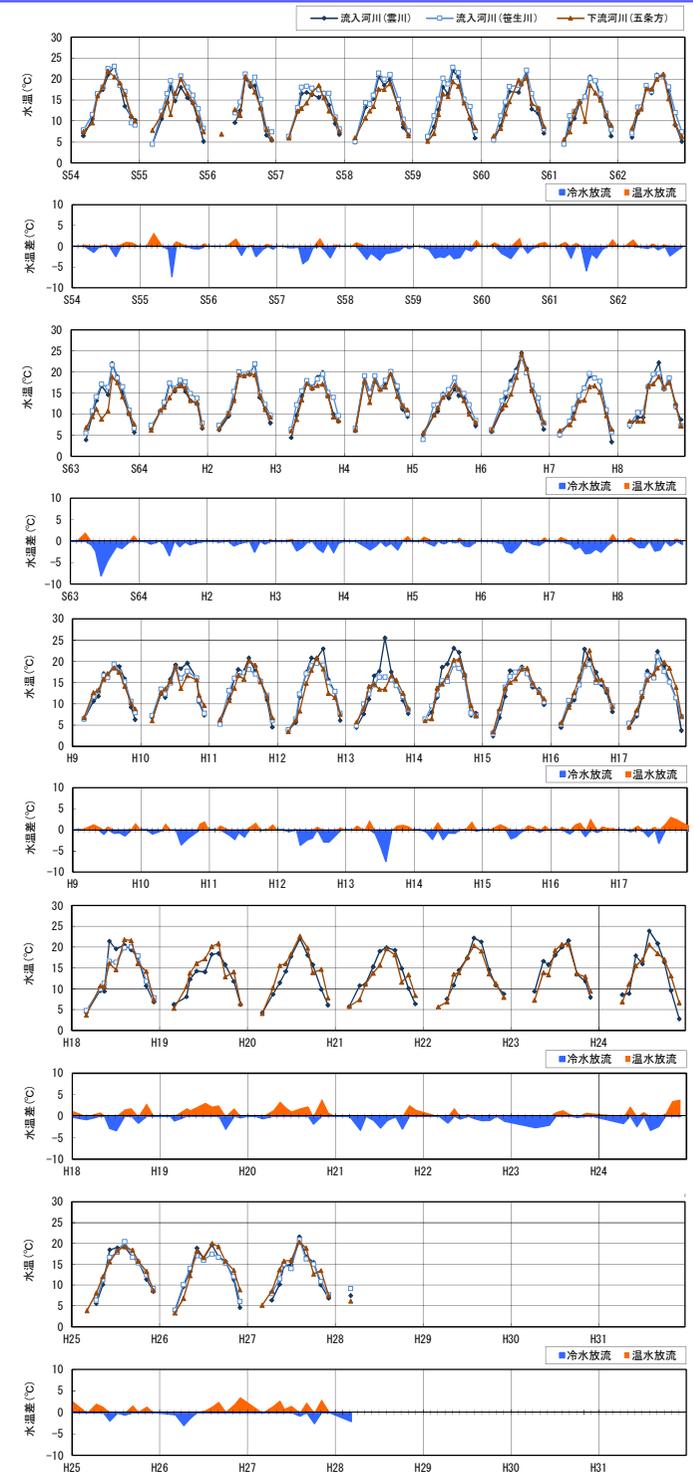
※水温差を算定する際の流入水温は、2地点平均値を用いている。



7月~9月期で5度以上低い冷水放流が見られる。(但し全て平成以前)



放流水温が流入水温より5度以上低い境界線(線より低い位置にプロットされると5度以上低い冷水放流となる)



# 4. ダム弾力的管理の効果と課題

## (4) 下流河道(九頭竜川)への影響

### 下流河川の堰操作への影響の確認(鳴鹿大堰)

鳴鹿大堰の操作規則(鳴鹿大堰洪水警戒体制)に基づき、融雪期のダム弾力放流が鳴鹿大堰の警戒体制に与える影響について確認した。  
 H23年以降に実施したダム弾力放流期間に着目し、体制基準である鳴鹿大堰流入量とダム放流量の関係を整理した。真名川ダム放流時には九頭竜川でも増水し、警戒体制の基準流量以上となっている。真名川ダム放流量を差し引いても体制段階は変わらない。

融雪期における真名川ダム弾力放流が鳴鹿大堰の警戒体制に影響を与えることは少ないと考えられる。

- 洪水警戒体制区分  
 洪水時の操作に必要な要員の確保及び準備に要する時間等を考慮し、次の2段階で体制を執ることが出来るものとする。

区分	体制を執る時点	要員の招集
予備体制	事前操作を開始する3時間前	1名
警戒体制	事前操作を開始する2時間前	洪水警戒体制表による

- 洪水警戒体制基準  
 【非融雪期(5月~翌年1月)】

体制段階	指標	体制基準
警戒体制 必要余裕時間 2時間以上	堰流入量	<ul style="list-style-type: none"> <li>大堰Q &lt; 150m<sup>3</sup>/s and ΣR3hr ≥ 40 mm</li> <li>150 ≤ 大堰Q &lt; 200 and ΣR3hr ≥ 30 mm</li> <li>200 ≤ 大堰Q &lt; 250 and ΣR3hr ≥ 20 mm</li> <li>250 ≤ 大堰Q &lt; 275 and ΣR3hr ≥ 10 mm</li> <li>275 ≤ 大堰Q &lt; 400 and ΣR3hr ≥ 5 mm</li> <li>400 ≤ 大堰Q</li> </ul>
	下荒井堰堤流量	400m <sup>3</sup> /s ≤ 下荒井堰堤Q
予備体制 必要余裕時間 3時間以上	堰流入量	<ul style="list-style-type: none"> <li>大堰Q &lt; 150m<sup>3</sup>/s and ΣR2hr ≥ 15 mm</li> <li>150 ≤ 大堰Q &lt; 200 and ΣR2hr ≥ 10 mm</li> <li>200 ≤ 大堰Q &lt; 275 and ΣR2hr ≥ 5 mm</li> <li>275 ≤ 大堰Q</li> </ul>
	真名川ダム・仏原ダムの合計放流量	350m <sup>3</sup> /s ≤ 真名川ダム放流量 + 仏原ダム放流量

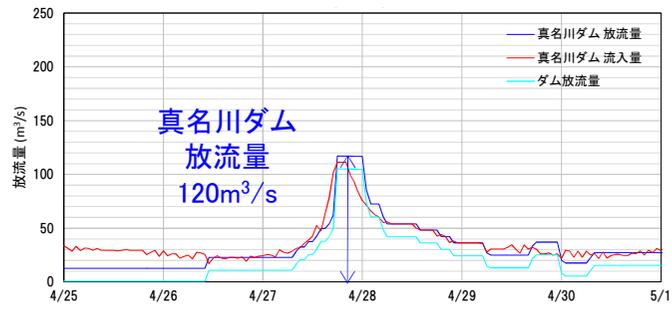
体制段階	指標	体制基準
警戒体制 必要余裕時間 2時間以上	堰流入量	325m <sup>3</sup> /s ≤ 大堰Q
予備警戒体制 必要余裕時間 3時間以上	堰流入量	300m <sup>3</sup> /s ≤ 大堰Q
	1時間増加流量	250m <sup>3</sup> /s ≤ 大堰 and ΔQ1hr ≥ 25m <sup>3</sup> /s

ただし、大堰Q：大堰流入量  
 R3hr：大堰上流域流域平均3時間累加雨量  
 R2hr：大堰上流域流域平均2時間累加雨量  
 Q1hr：大堰流入量の1時間当たり増加量

### 鳴鹿堰操作規則

出典：鳴鹿大堰洪水警戒体制 平成18年4月 国土交通省 近畿地方整備局 福井河川国道事務所

H23.4下旬~H23.5 自然出水再現放流(弾力放流)

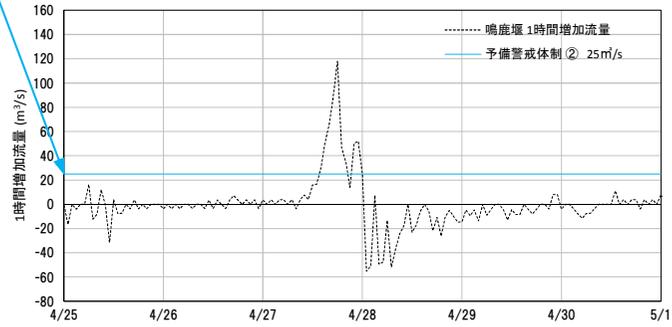
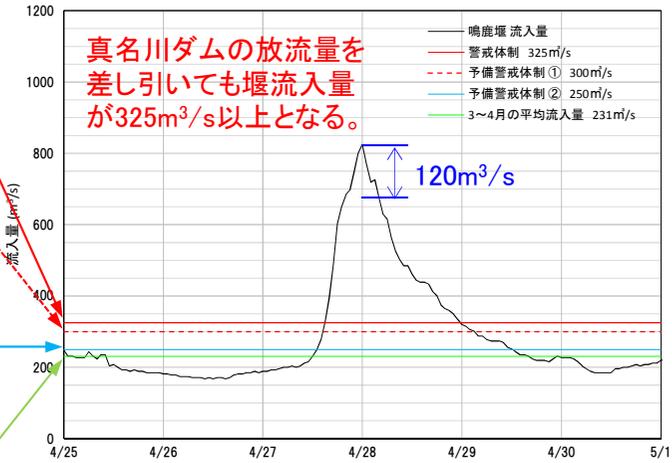


堰流入量が325m<sup>3</sup>/s以上  
→警戒体制

堰流入量が300m<sup>3</sup>/s以上  
→予備警戒体制

堰流入量が250m<sup>3</sup>/s以上  
かつ  
1時間増加流量が25m<sup>3</sup>/s以上  
→予備警戒体制

H23~H27の3~4月の  
平均流入量231m<sup>3</sup>/s



真名川ダム放流量と鳴鹿堰流入量ハイドログラフ(H23.4)

## 下流河川の堰操作への影響の確認(下荒井取水ダム)

下荒井取水ダムの操作規則(下荒井取水ダム管理規定)に基づき、融雪期のダム弾力放流が下荒井取水ダムの操作に与える影響について確認した。  
 H23年以降に実施したダム弾力放流期間に着目し、管理規定で出水と定義されている流量 $1,500\text{m}^3/\text{s}$ に対する実績の融雪出水流量の関係を整理した。融雪出水流量は $1,500\text{m}^3/\text{s}$ の半分程度であり、ダム弾力放流量( $200\text{m}^3/\text{s}$ 以下)の影響は小さい。

融雪期における真名川ダム弾力放流が下荒井取水ダムの警戒体制に影響を与えることは少ないと考えられる。

(2) 取水池	
イ. 直接集水地域の面積	960.000km <sup>2</sup>
ロ. 設計洪水位	標高 152.300m
(水位計による表示)	
	11.800m
ハ. 常時満水位	標高 150.500m
(水位計による表示)	
	10.000m
(3) 最大使用水量	80.000m <sup>3</sup> /s

(出水及び出水時)  
 第4条 この規程において「出水」とは、取水池への流入量(以下「流入量」という。)が $1,500\text{m}^3/\text{s}$ 以上であることをいい、「出水時」とは、出水が発生しているときをいう。

(出水警戒時)  
 第5条 この規程において「出水警戒時」とは、ダムに係る直接集水地域の全部又は一部を含む予報区を対象として風雨、大雨、又は洪水注意報。或は暴風雨、大雨、又は洪水警報が行なわれ、その他出水が発生するおそれ大きいと認められるに至った時から、出水の発生するおそれが少ないと認められるまでの間で、出水時を除く間をいう。

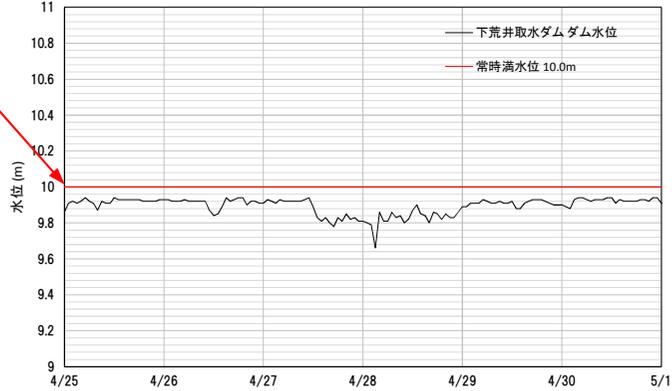
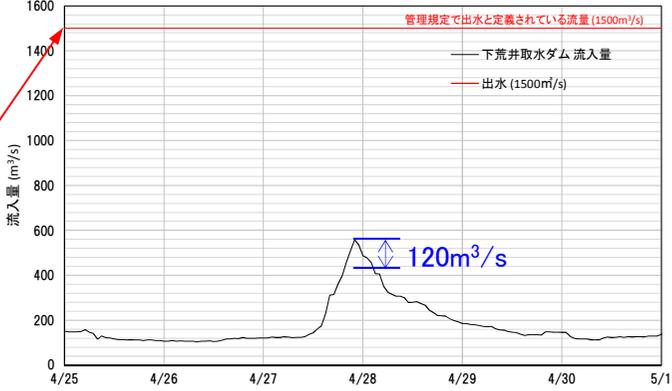
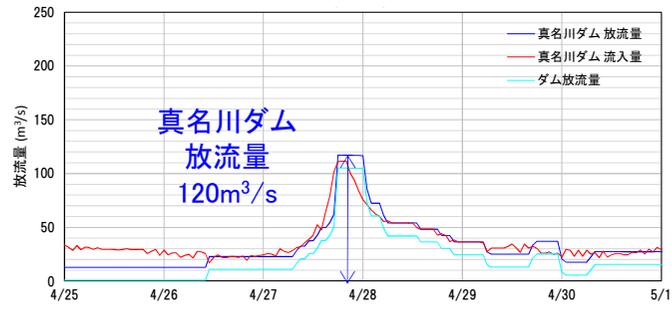
### 下荒井取水ダム管理規定

出典: 関西電力株式会社 市荒川発電所 下荒井取水ダム管理規定 (昭和54年10月16日)

取水ダム流入量が $1,500\text{m}^3/\text{s}$ 以上 → 「出水」

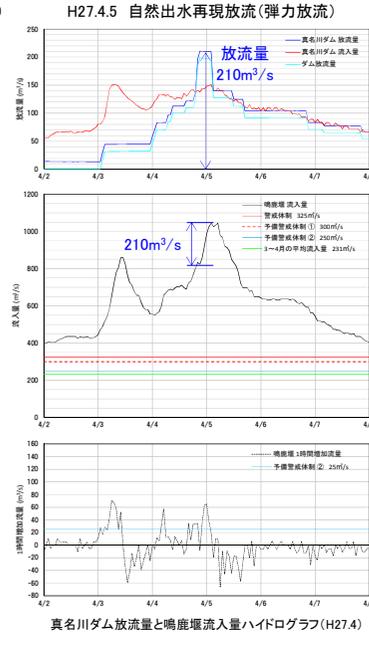
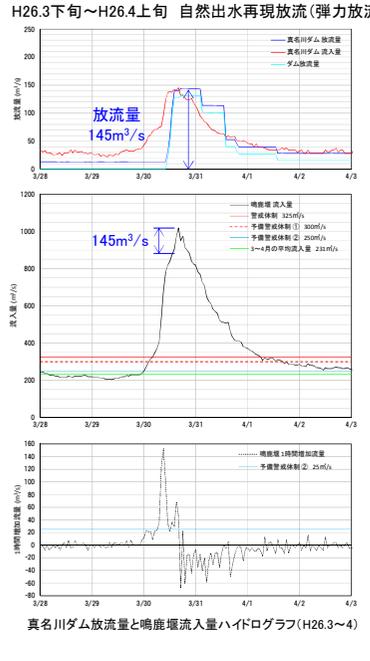
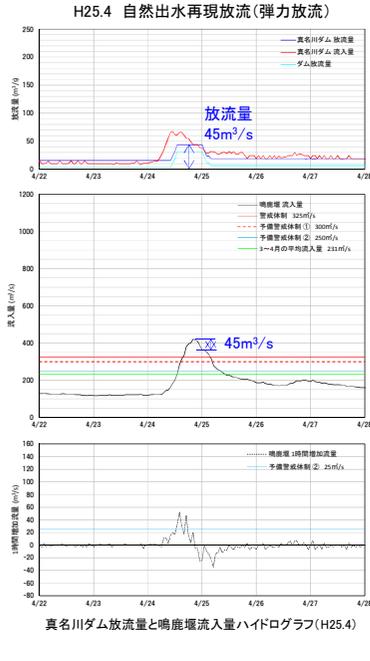
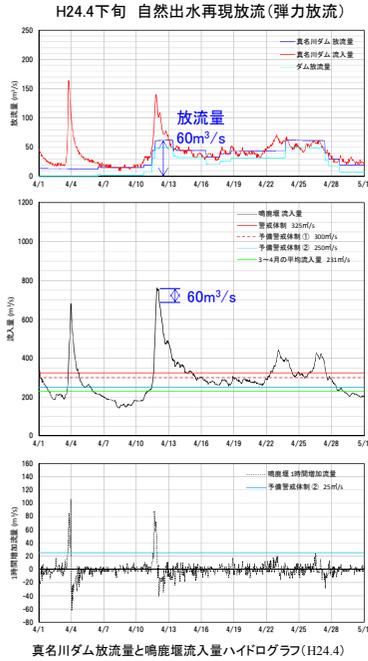
常時満水位 10.0m

H23.4下旬~H23.5 自然出水再現放流(弾力放流)



真名川ダム放流量と下荒井取水ダム流入量ハイドログラフ(H23.4)

### 下流河川の堰操作への影響の確認(鳴鹿大堰)



### 下流河川の堰操作への影響の確認(下荒井取水ダム)

