

資料①

令和2年2月14日版

第13回 札内川技術検討会

令和元年6月の中規模フラッシュ放流による 河道内変化状況

令和2年2月26日
国土交通省 北海道開発局
帯広開発建設部



1. 中規模フラッシュ放流の概要

1. 札内川ダムからの中規模フラッシュ放流の概要

p. 2

- 自然の攪乱リズム復活のため、ダムからの中規模フラッシュ放流をH24年度から6月末に実施。
(ただし、H28年及びH29年は6月末の中規模フラッシュ放流を実施しなかった)
- R1年は6月末に最大放流量約111m³/s、放流継続時間約31時間の放流を実施。

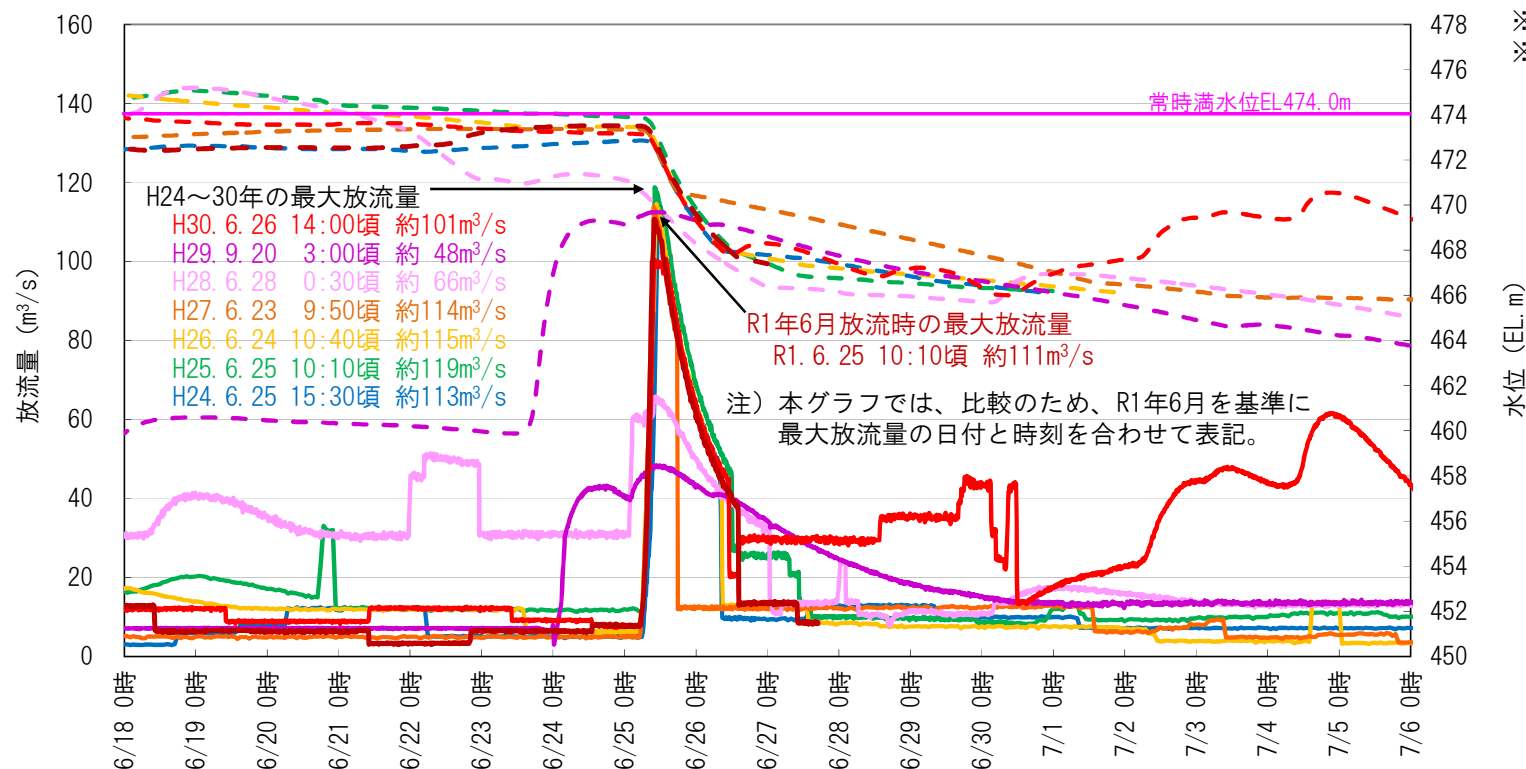
	全放流量※1	放流継続時間※1	最大放流量	水位上昇量※2	最大流速※3
R1年	約7,500千m ³	約31時間	約111m ³ /s	0.90m	約2.9m/s
H30年	約7,500千m ³	約32時間	約101m ³ /s	0.68m	約2.3m/s
H29年	約11,400千m ³	約78時間	約48m ³ /s	0.81m	約2.6m/s
H28年	約38,500千m ³	約280時間	約66m ³ /s	0.74m	約2.0m/s
H27年	約3,500千m ³	約12時間	約114m ³ /s	0.81m	約2.4m/s
H26年	約6,800千m ³	約27時間	約115m ³ /s	0.56m	約3.2m/s
H25年	約7,900千m ³	約30時間	約119m ³ /s	0.66m	約3.3m/s
H24年	約6,200千m ³	約27時間	約113m ³ /s	0.81m	約2.5m/s



※1: R1年及びH24~27、H29~30年は左図の30m³/s超のとき、H28年は6/17~6/29の放流量合計と放流継続時間

※2: 上札内橋地点

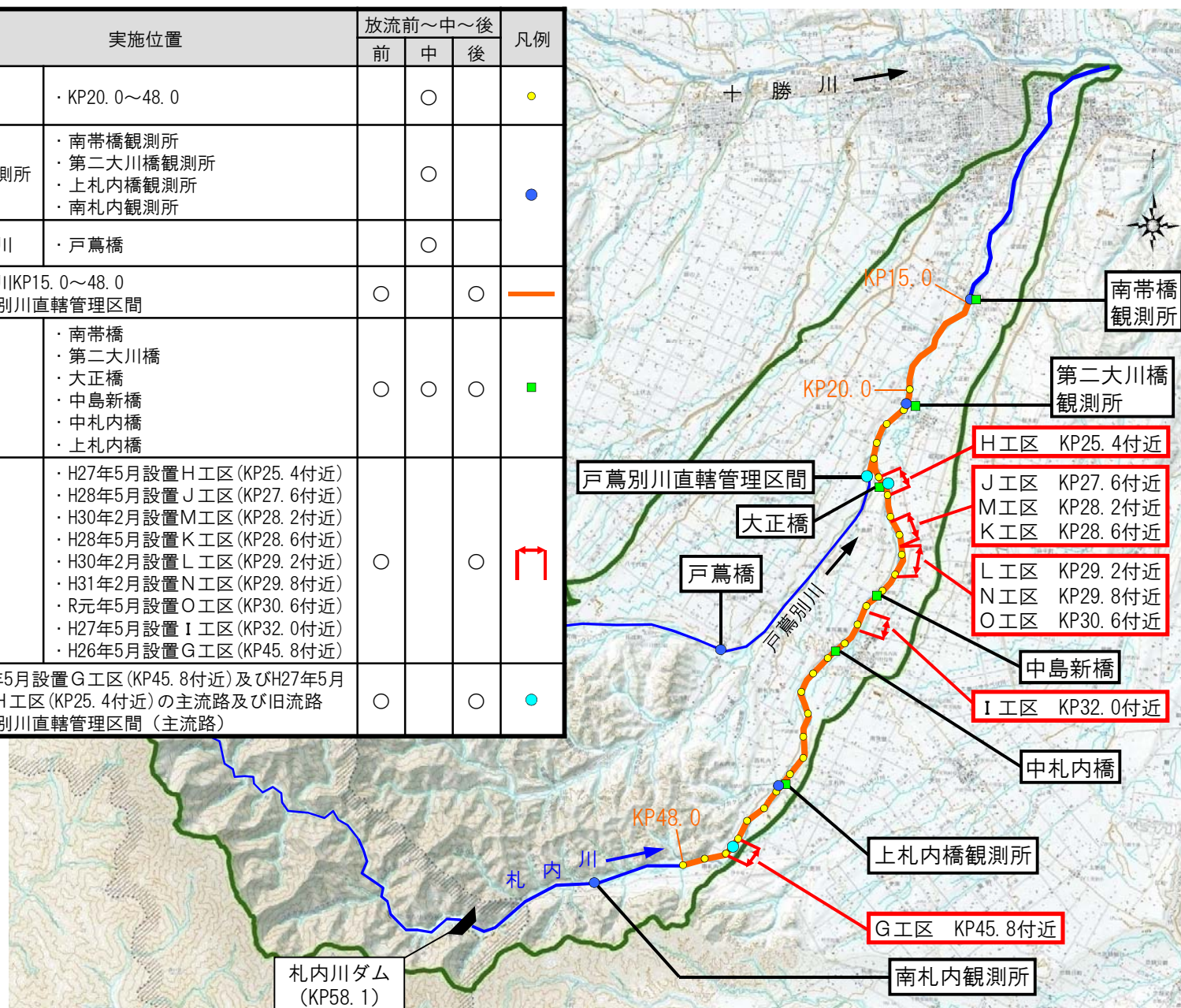
※3: H29年以外は上札内橋地点、H29年は第二大川橋地点の観測値。



2. 中規模フラッシュ放流前後の観測項目一覧

p. 3

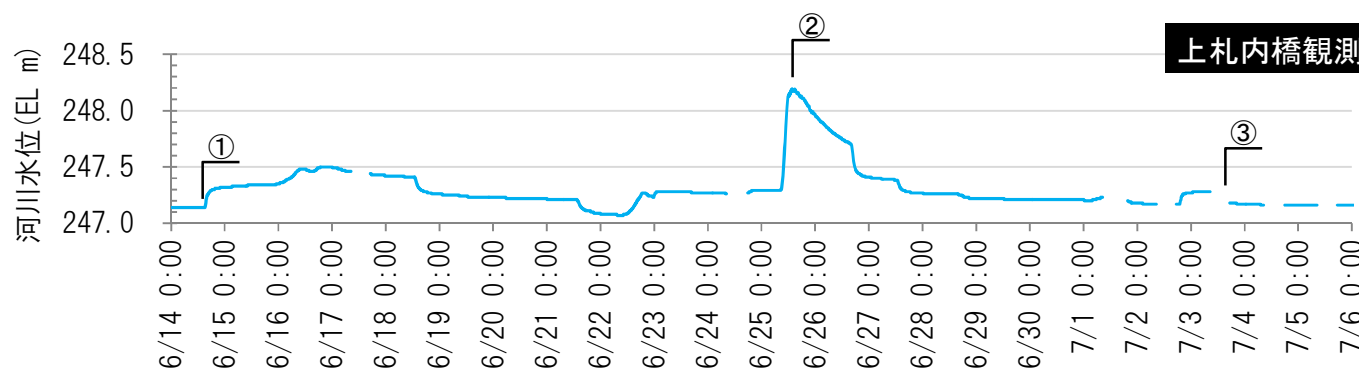
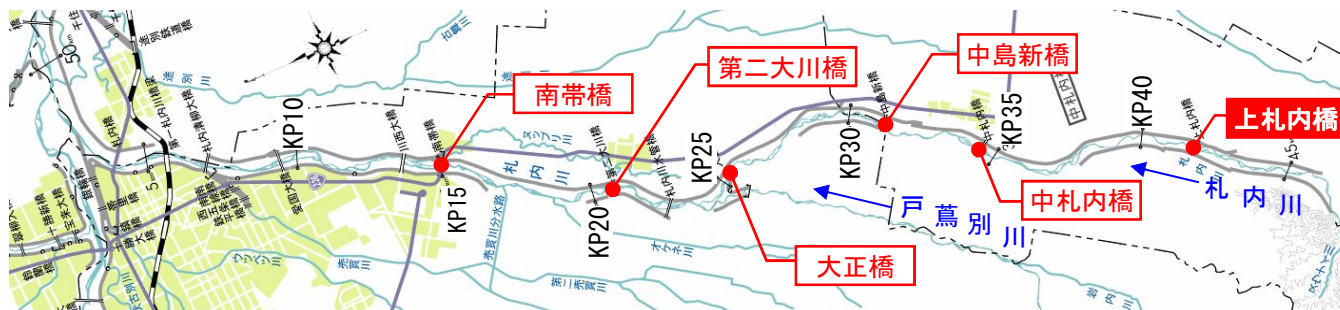
観測項目	観測方法	実施位置		放流前～中～後			凡例
				前	中	後	
水位観測	簡易水位計による自記録観測	1km毎	・ KP20. 0～48. 0		○		●
流量観測	浮子測法	既設観測所	・ 南帯橋観測所 ・ 第二大川橋観測所 ・ 上札内橋観測所 ・ 南札内観測所		○		●
		戸蔭別川	・ 戸蔭橋		○		
河道内地形変化、 侵食や樹木流亡等の状況	航空写真撮影	・ 札内川KP15. 0～48. 0 ・ 戸蔭別川直轄管理区間		○		○	—
	定点写真撮影	橋梁	・ 南帯橋 ・ 第二大川橋 ・ 大正橋 ・ 中島新橋 ・ 中札内橋 ・ 上札内橋	○	○	○	■
	定点写真撮影 横断測量	工区	・ H27年5月設置H工区 (KP25. 4付近) ・ H28年5月設置J工区 (KP27. 6付近) ・ H30年2月設置M工区 (KP28. 2付近) ・ H28年5月設置K工区 (KP28. 6付近) ・ H30年2月設置L工区 (KP29. 2付近) ・ H31年2月設置N工区 (KP29. 8付近) ・ R元年5月設置O工区 (KP30. 6付近) ・ H27年5月設置I工区 (KP32. 0付近) ・ H26年5月設置G工区 (KP45. 8付近)	○		○	□
主流路と旧流路の 河床攪乱状況	河床材料調査	工区	・ H27年5月設置H工区 (KP25. 4付近) ・ H28年5月設置J工区 (KP27. 6付近) ・ H30年2月設置M工区 (KP28. 2付近) ・ H28年5月設置K工区 (KP28. 6付近) ・ H30年2月設置L工区 (KP29. 2付近) ・ H31年2月設置N工区 (KP29. 8付近) ・ R元年5月設置O工区 (KP30. 6付近) ・ H27年5月設置I工区 (KP32. 0付近) ・ H26年5月設置G工区 (KP45. 8付近)	○		○	□
動植物の生息・ 生育環境	魚類・底生動物の 捕獲調査	・ H26年5月設置G工区 (KP45. 8付近) 及びH27年5月設置H工区 (KP25. 4付近) の主流路及び旧流路 ・ 戸蔭別川直轄管理区間 (主流路)		○		○	●



3. 放流前～中～後の河道状況

上札内橋 (KP41.8) 下流

p. 4



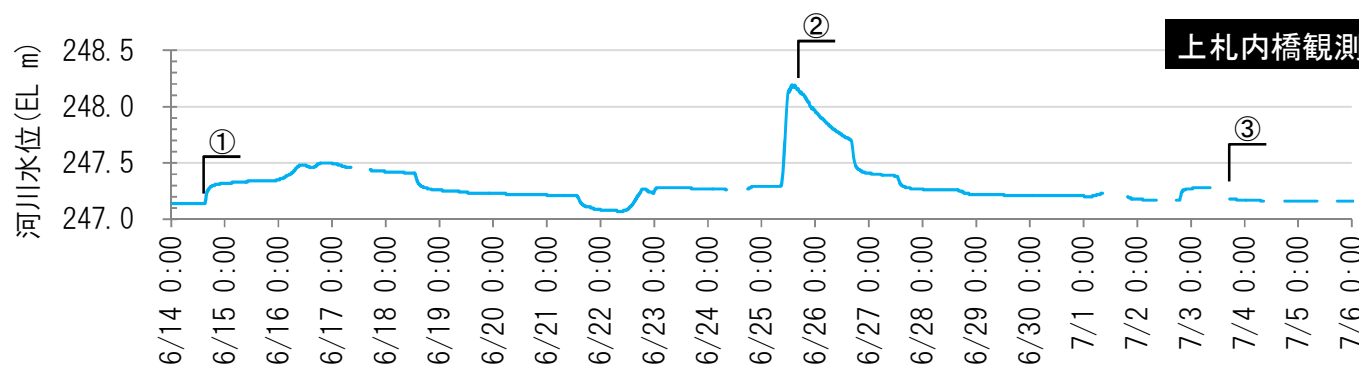
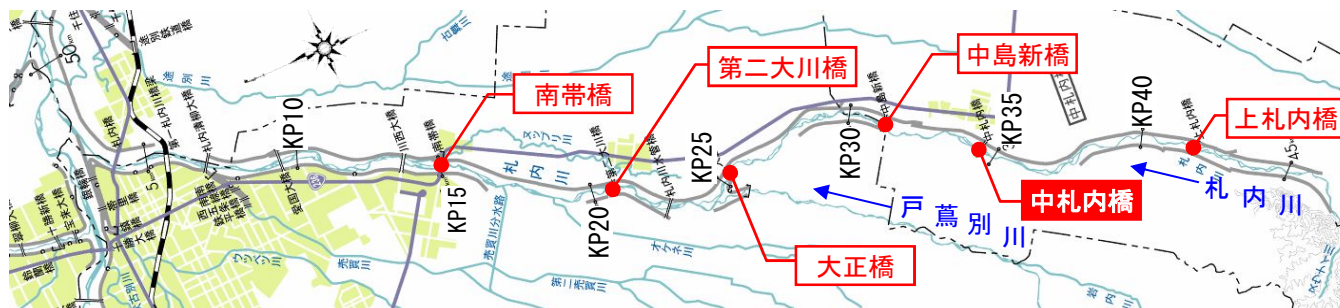
上札内橋観測所
R1年6月ダム放流による水位上昇量：0.90m※

※出典：水文水質データベース

3. 放流前～中～後の河道状況

中札内橋 (KP34.4) 下流

p. 5



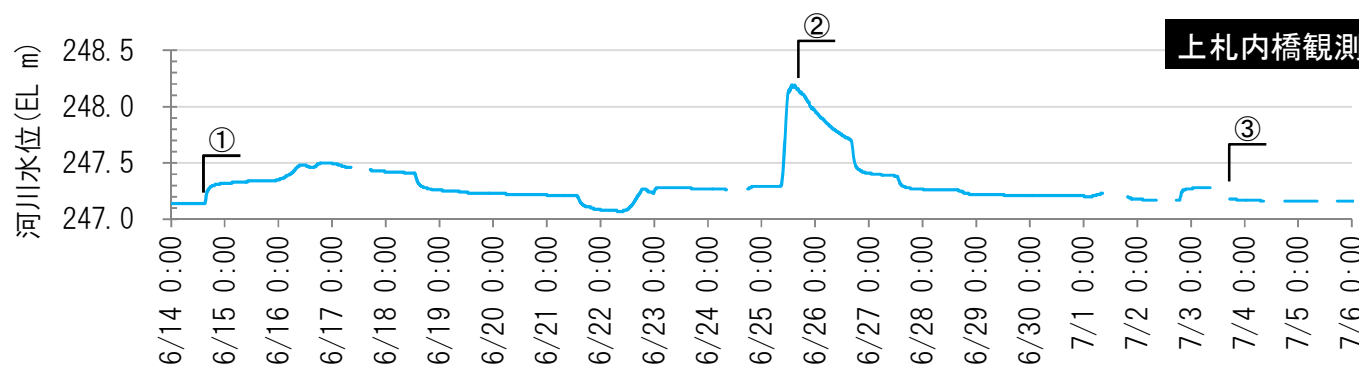
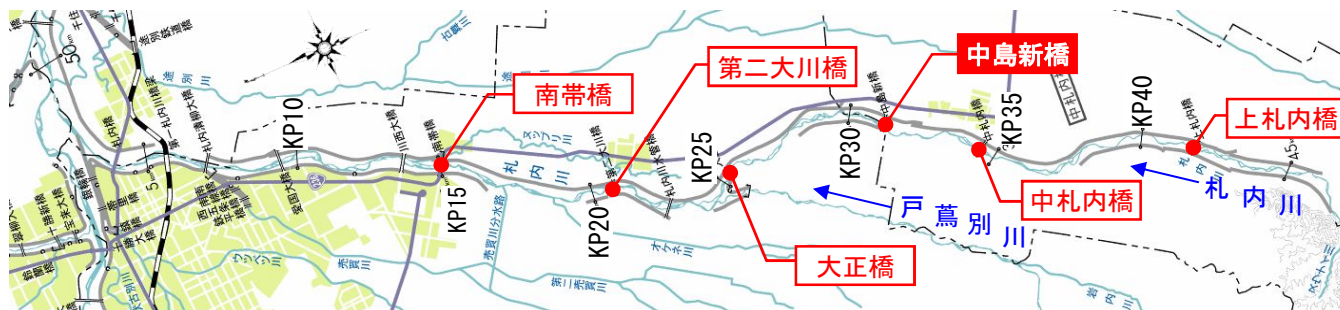
上札内橋観測所
R1年6月ダム放流による水位上昇量：0.90m※

※出典：水文水質データベース

3. 放流前～中～後の河道状況

中島新橋 (KP31.2) 下流

p. 6



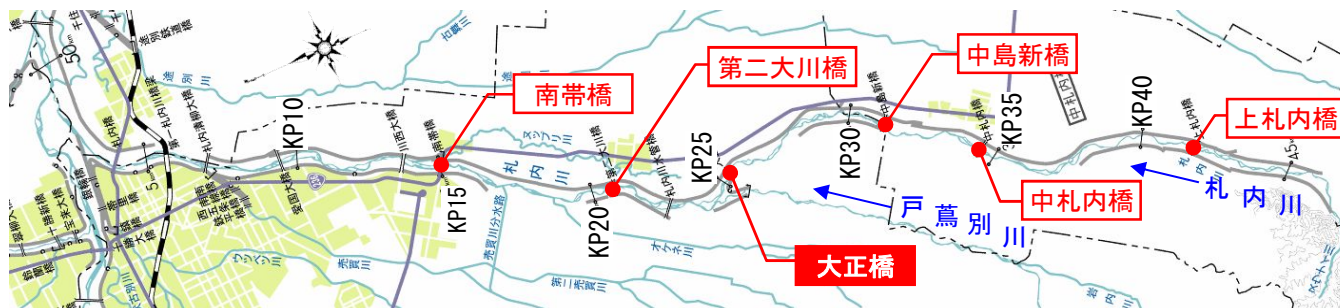
上札内橋観測所
R1年6月ダム放流による水位上昇量：0.90m※

※出典：水文水質データベース

3. 放流前～中～後の河道状況

大正橋 (KP25.3) 上流

p. 7



①6月14日18時

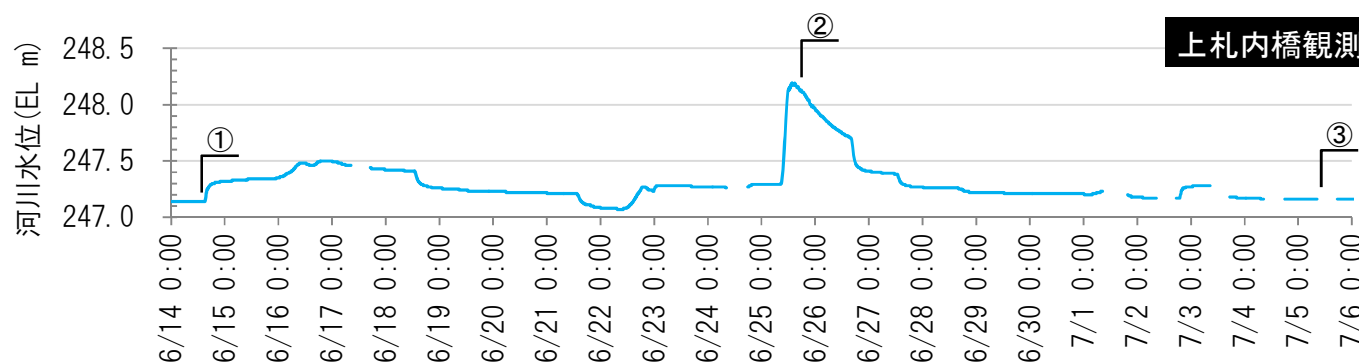


②6月25日18時



③7月5日10時30分

植物流亡域



上札内橋観測所水位

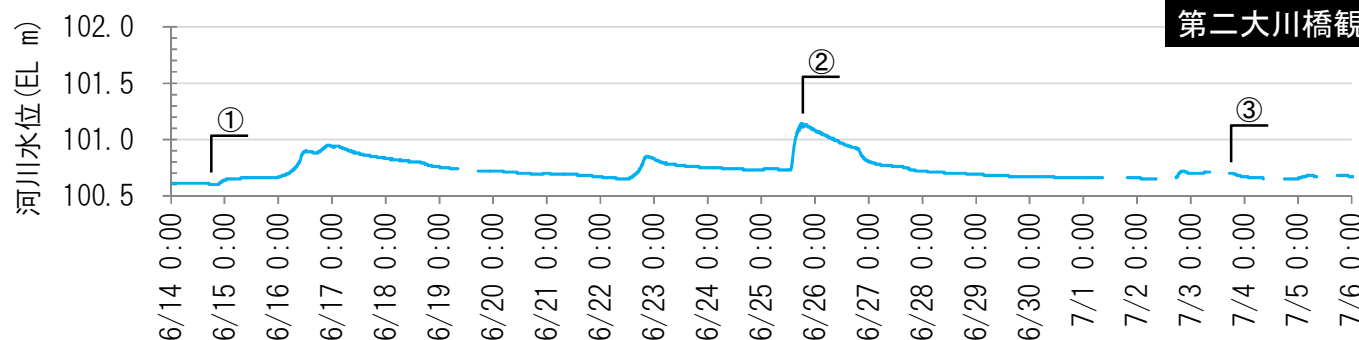
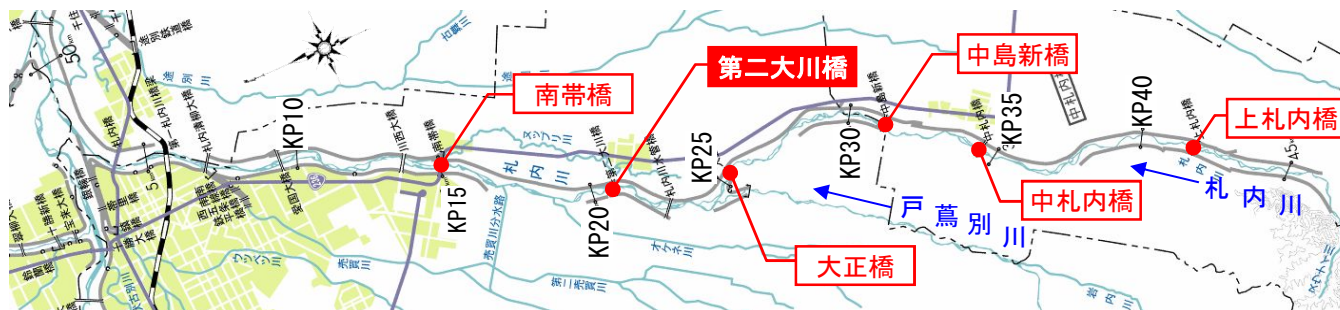
上札内橋観測所
R1年6月ダム放流による水位上昇量：0.90m※

※出典：水文水質データベース

3. 放流前～中～後の河道状況

第二大川橋 (KP20.7) 下流

p. 8



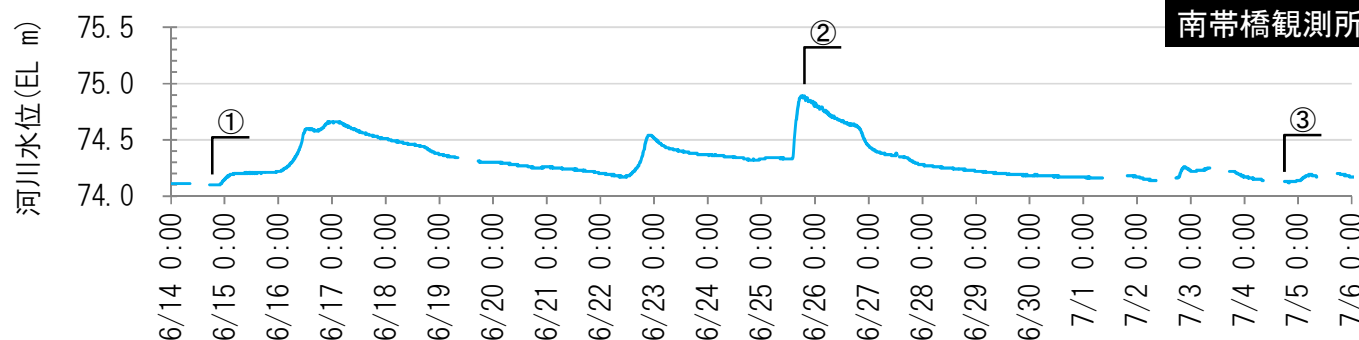
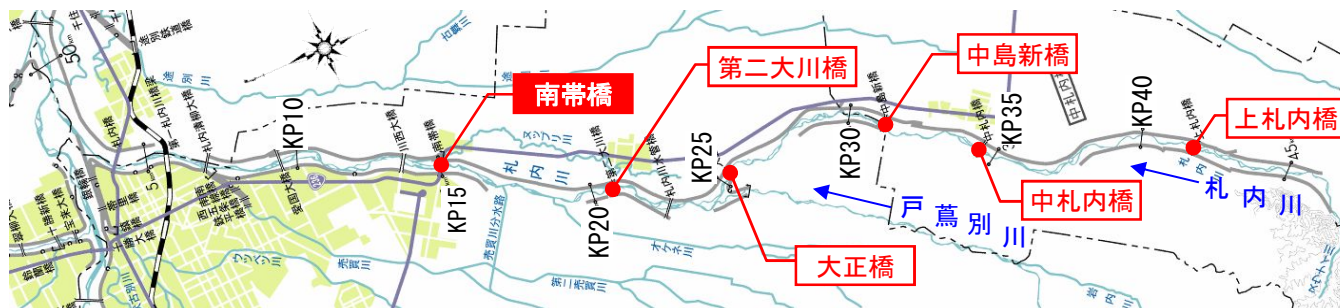
第二大川橋観測所
R1年6月ダム放流による水位上昇量: 0.41m※

※出典: 水文水質データベース

3. 放流前～中～後の河道状況

南帯橋 (KP15.0) 上流

p. 9



南帯橋観測所水位

南帯橋観測所
R1年6月ダム放流による水位上昇量：0.56m※

※出典：水文水質データベース



2. 中規模フラッシュ放流による 河道内の特徴的な変化

令和元年中規模フラッシュ放流による河道内変化状況 下流区間

p. 11

- ◆主に主流路沿いにおいて砂州の掃流・形成が発生。主流路沿いは、放流により比較的大きな掃流力が発生したためと考えられる。
- ◆下流区間は放流による樹木流亡が少なかったが、湾曲外岸で樹木流亡を確認。湾曲外岸の水衝部はより大きな掃流力が発生したためと考えられる。



令和元年6月フラッシュ放流前（令和元年6月14日撮影航空写真）



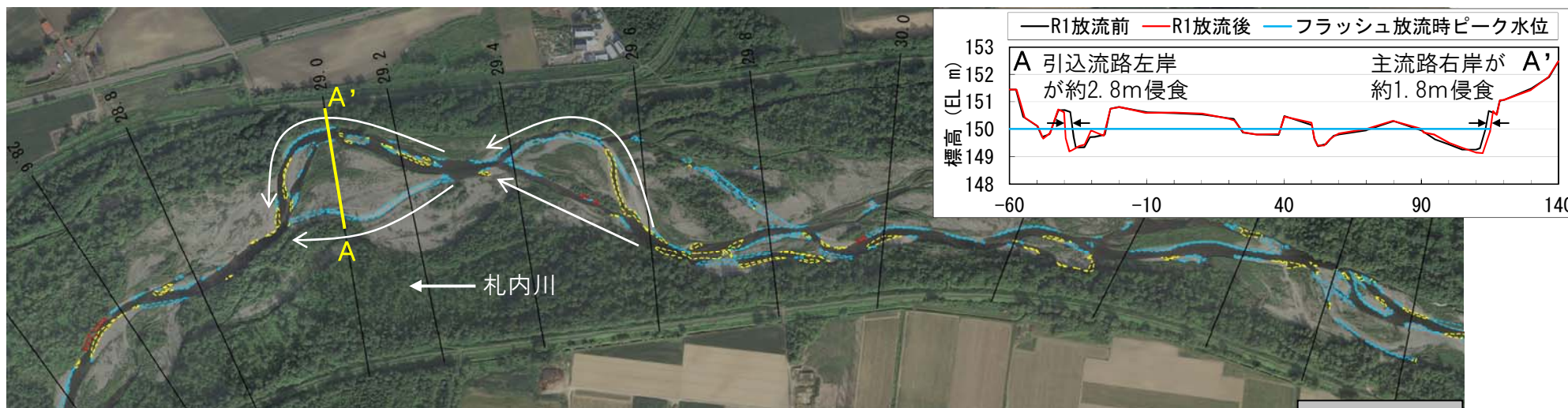
令和元年6月フラッシュ放流後（令和元年8月2日撮影航空写真）

令和元年中規模フラッシュ放流による河道内変化状況

上流区間

p. 12

- ◆放流により、N工区引込箇所を起点としてL工区まで連続する分岐流路が形成。L工区引込流路は侵食・拡幅が進み、主流路右岸の侵食は比較的小規模だった。N工区において引込を実施したことにより、L工区へ流入しやすくなったためと考えられる。
- ◆放流による分岐流路維持により、流路固定化の抑制効果及び出水時の樹木流亡促進効果（次ページ参照）が期待される。



令和元年6月フラッシュ放流前（令和元年6月14日撮影航空写真）



令和元年6月フラッシュ放流後（令和元年8月2日撮影航空写真）

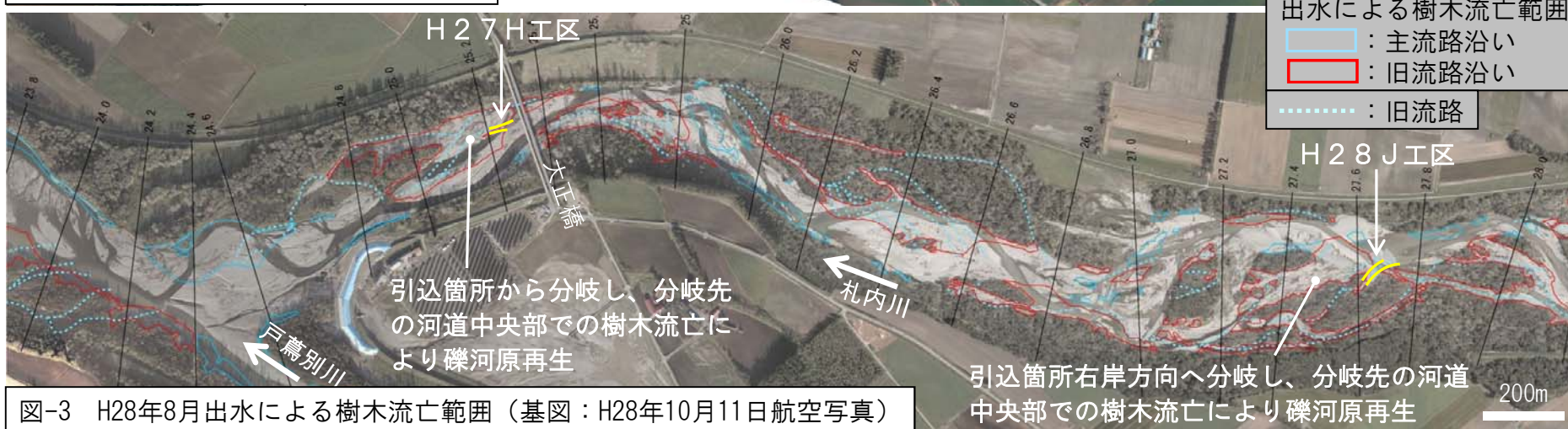
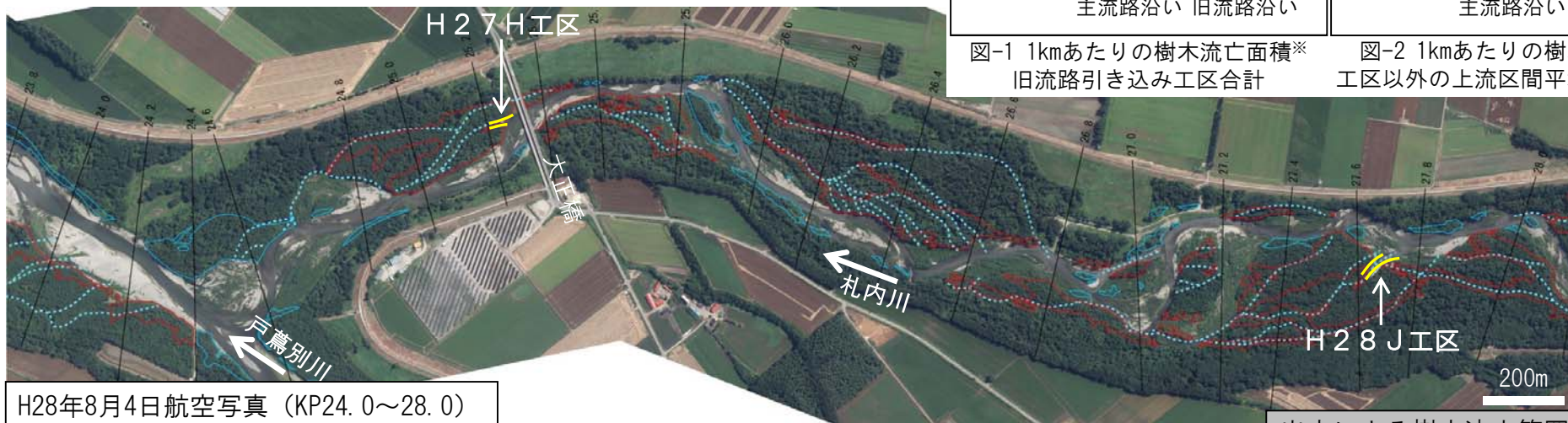
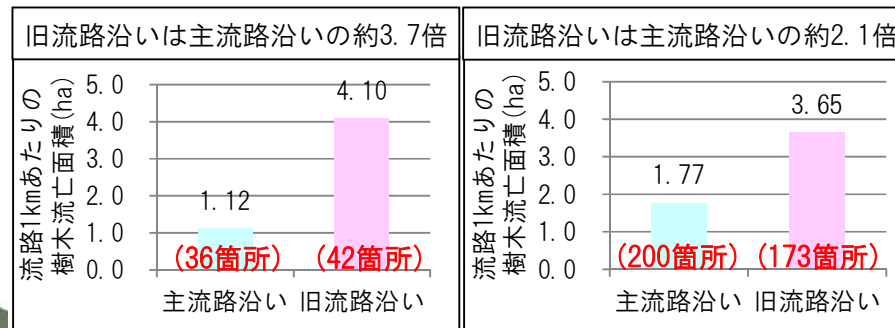
[参考]フラッシュ放流により分岐流路を維持することによる出水時の効果

p. 13

◆H28年8月出水において、引込工区は旧流路沿いの樹木流亡面積が多かった。

旧流路沿い樹木流亡面積 旧流路引込工区：主流路沿いの約3.7倍（図-1）
工区以外の区間：主流路沿いの約2.1倍（図-2）

◆旧流路引込により、堤防近傍を流れる主流路から河道中央部へ分岐し、分岐先の旧流路沿いでは大規模な礫河原再生が確認された。（図-3）



中規模フラッシュ放流による河道内変化状況

p. 14

◆下流区間の樹木流亡面積はH27年に次いで小さかったが、砂州掃流・形成面積はH26年に次ぐ規模だった。

◆上流区間は、工区設置区間を中心に比較的大きな変化が見られた。

放流後に発生した出水の変化も含まれているH30年を除くと、樹木流亡面積はH26年に次ぐ規模で、砂州掃流・形成面積は過去最大だった。

◆H28年出水後、上下流区間全体の礫河原の面積は維持・保全されている。（図3～4）

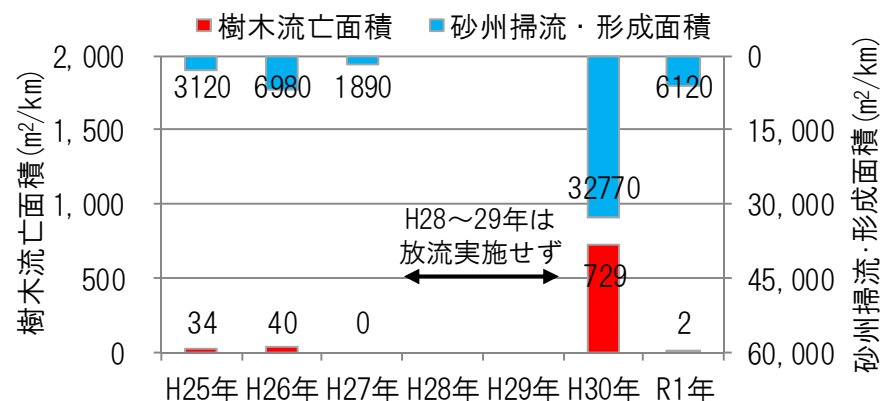


図-1 放流による流路1kmあたりの河道内変化(下流区間KP2～24) 注)

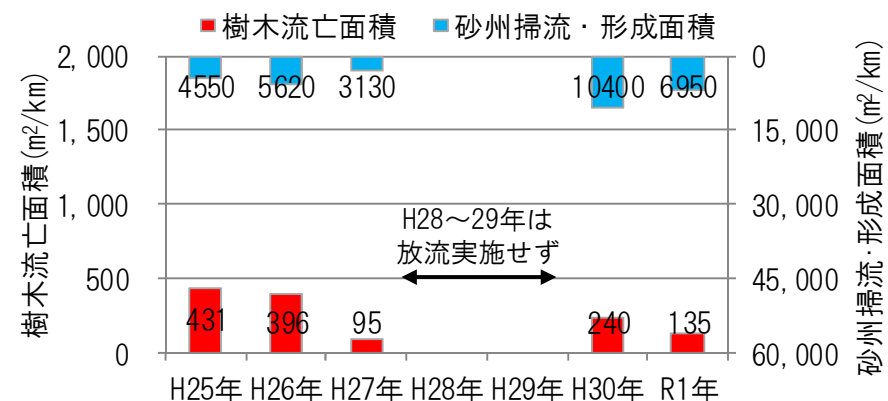


図-2 放流による流路1kmあたりの河道内変化(上流区間KP24～48) 注)

注)図-1及び図-2のH30年データには、H30年7月出水による変化も含まれている。

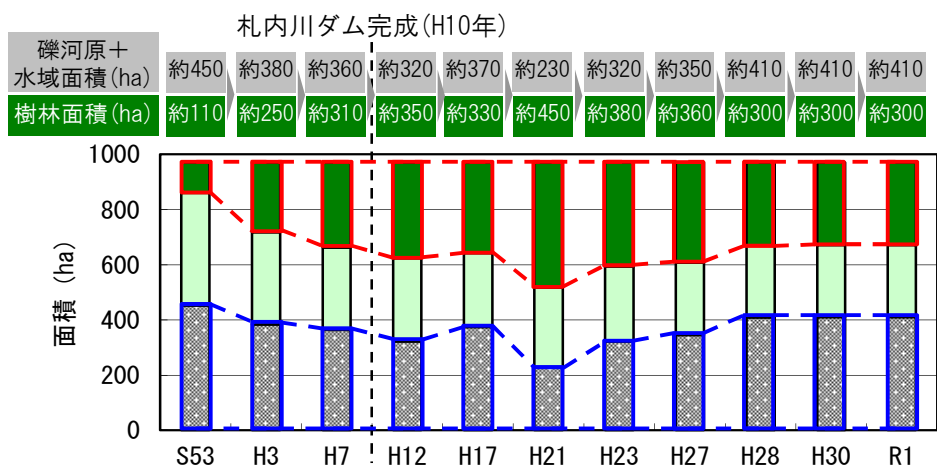


図-3 札内川の樹林及び礫河原等の面積の変遷（下流区間KP2～24）

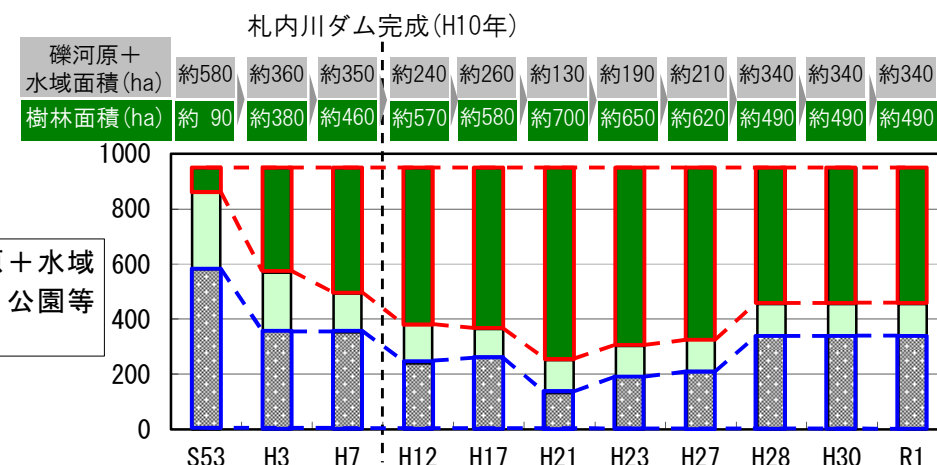


図-4 札内川の樹林及び礫河原等の面積の変遷（上流区間KP24～48）



3. 中規模フラッシュ放流による 工区の変化状況

H30年2月設置 L工区 (KP29.2左岸)

検証内容

- ・水面比高差が拡大した礫河原への流路引込による攪乱、それによる再樹林化抑制効果の検証。
- ・河道中央部への流路是正による側岸侵食抑制効果の検証。

- ◆ H28年8月出水により、流路が右岸側へ変動するとともに、流路沿いに礫河原が発達した。(図-1)
H28年出水後LPデータ等による分析の結果、この礫河原は放流でも攪乱されないため、早期の再樹林化が懸念された。
- ◆ 河道中央部への流路是正による礫河原の攪乱及び右岸堤防方向への侵食抑制を目的として、礫河原への流路引込掘削を実施した上でH30年及びR1の放流を実施。引込掘削箇所から分岐流路が形成されるとともに、R1放流後では分岐流路が拡幅した。(図-2)

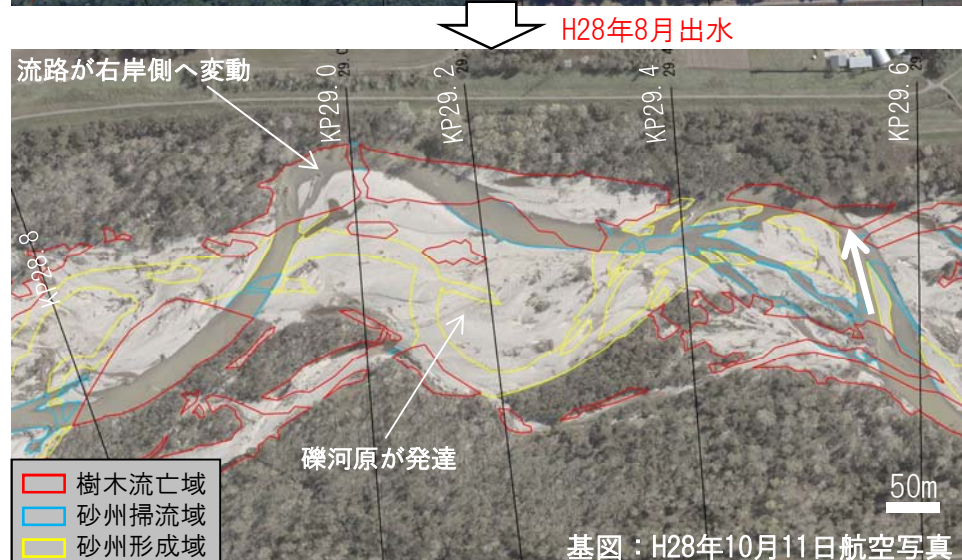
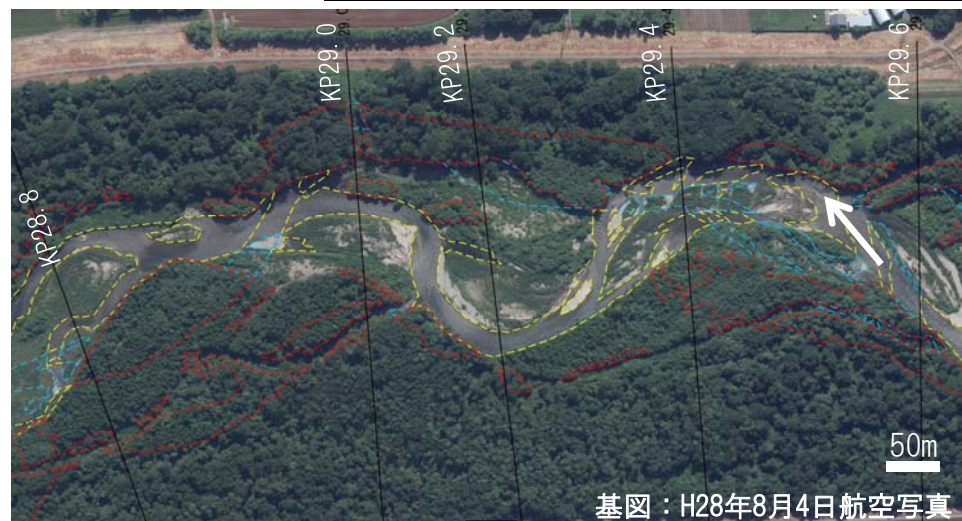
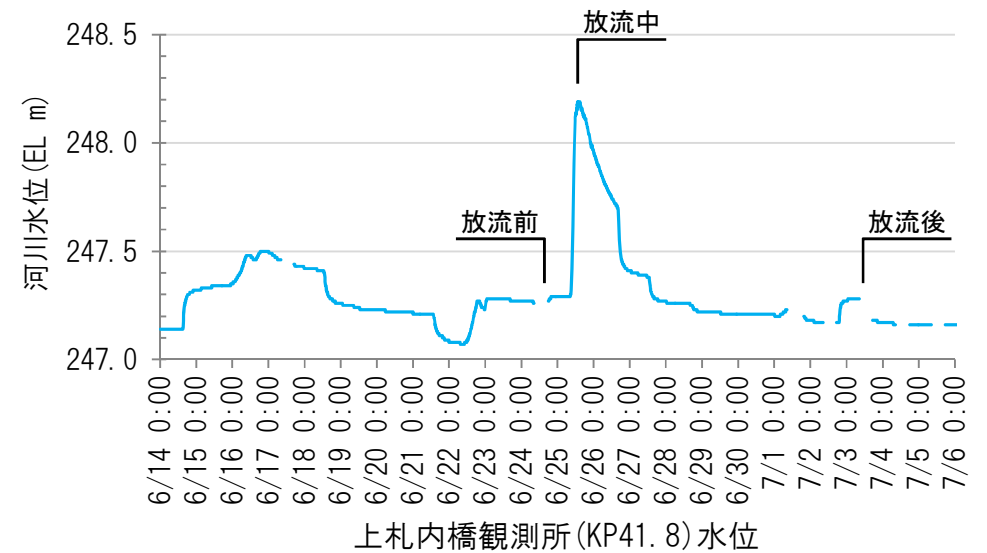
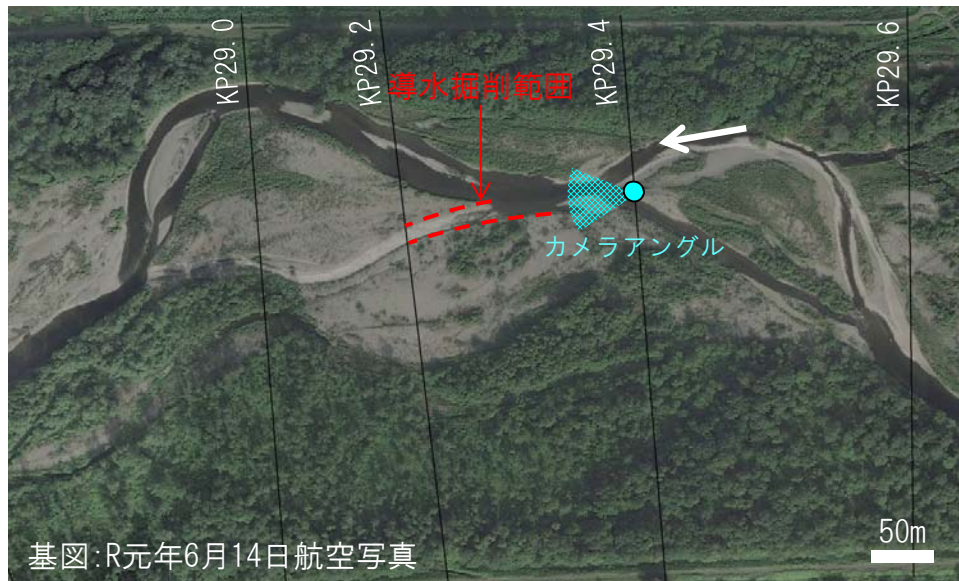


図-1 H28年8月出水による河道内変化状況

図-2 R元年6月フラッシュ放流による河道内変化状況



R1. 6放流前 (R1. 6. 24 16時30分)



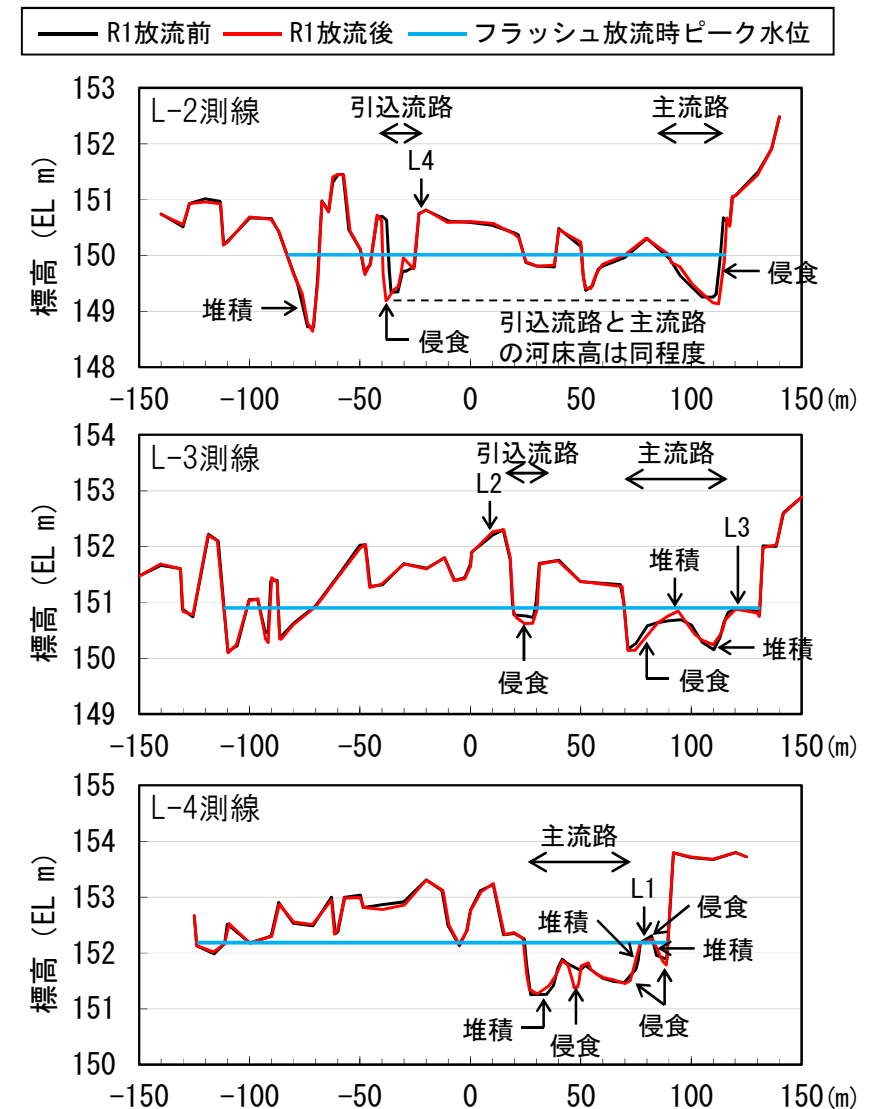
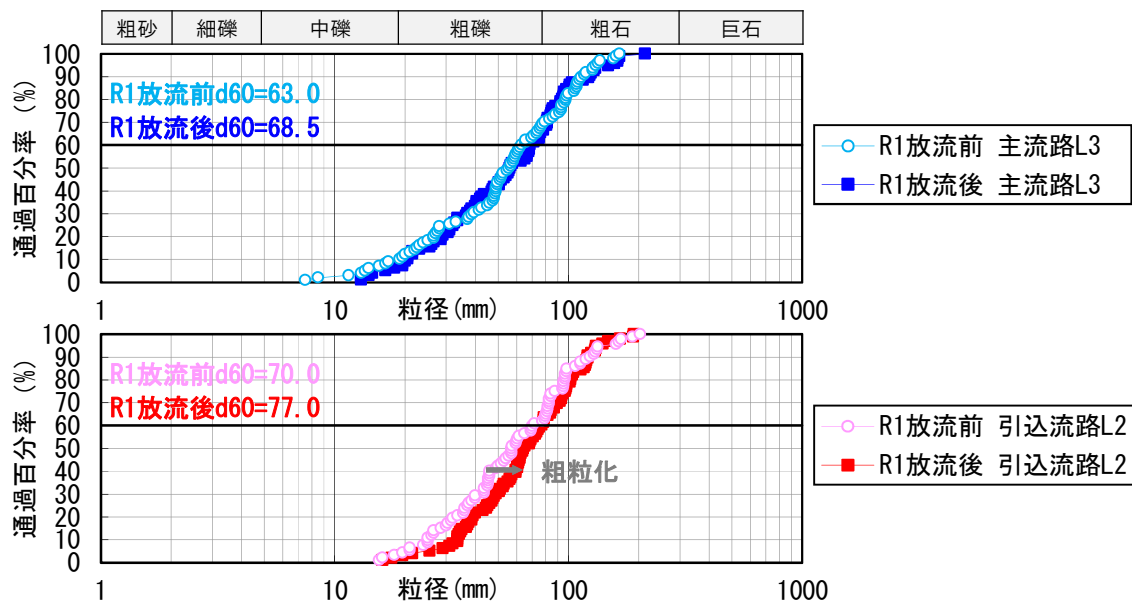
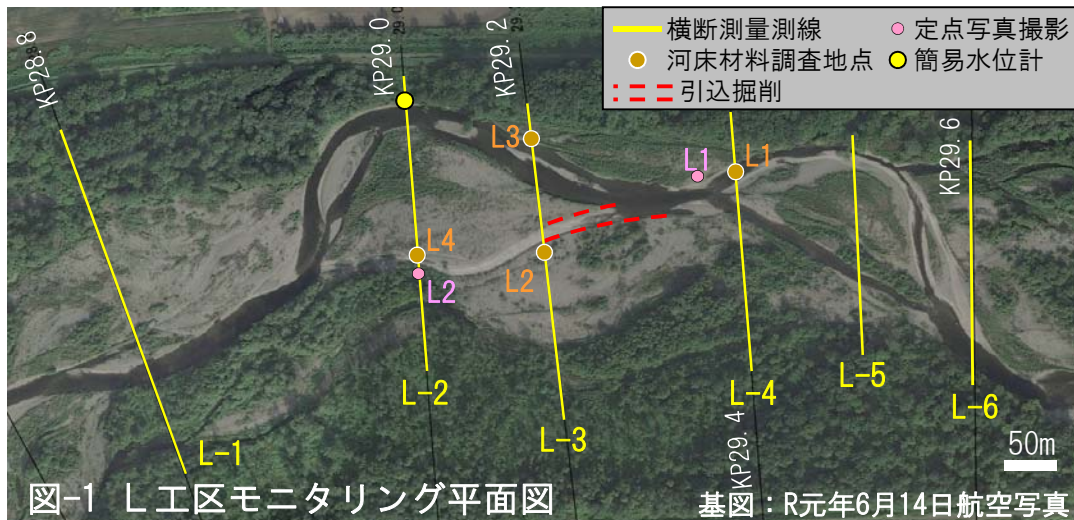
R1. 6放流中 (R1. 6. 25 14時30分)



R1. 6放流後 (R1. 7. 3 12時)

 植物流亡域
 砂礫掃流域

- ◆L-2・L-3測線の横断変化を見ると、放流により引込流路において河床及び低水路側岸が侵食。
- ◆低水路河岸と堤防が最も接近しているL-2測線では、側岸侵食は主流路より旧流路の方が大きいことから、引込による主流路の側岸侵食軽減効果が表れはじめていると考えられる。
- ◆引込流路（L2地点）は主流路（L3地点）より粗粒化していることから、引込流路の方が放流による攪乱が大きかったと考えられる。





H31年2月設置 N工区 (KP29.8右岸)

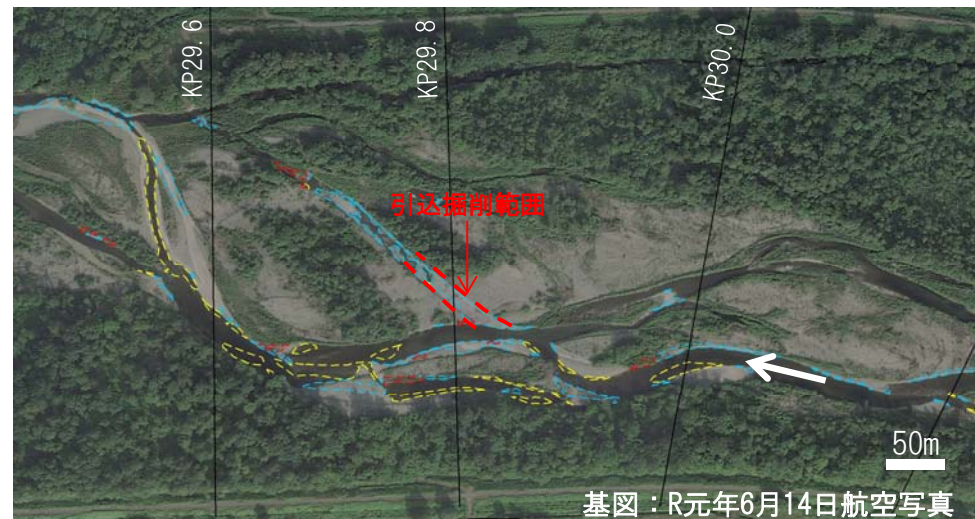
検証内容

- ・水面比高差が拡大した礫河原への流路引込による攪乱、それによる再樹林化抑制効果の検証。
- ・連続した分岐流路形成による河道内変化促進効果の検証。

- ◆ H28年8月出水により、樹林帯内部の旧流路を中心に樹木が流亡し、礫河原が発達。(図-1)
H28年出水後LPデータ等による分析の結果、この礫河原は放流でも攪乱されないため、早期の再樹林化が懸念された。
- ◆ 河道中央部への流路是正による礫河原の攪乱を目的として、礫河原への流路引込掘削を実施した上でR1年の放流を実施。
引込掘削箇所から分岐流路が形成されるとともに、引込箇所上下流区間と連続した∞型の複列流路が形成。(図-2)



H28年8月出水



R元年6月フラッシュ放流



図-1 H28年8月出水による河道内変化状況

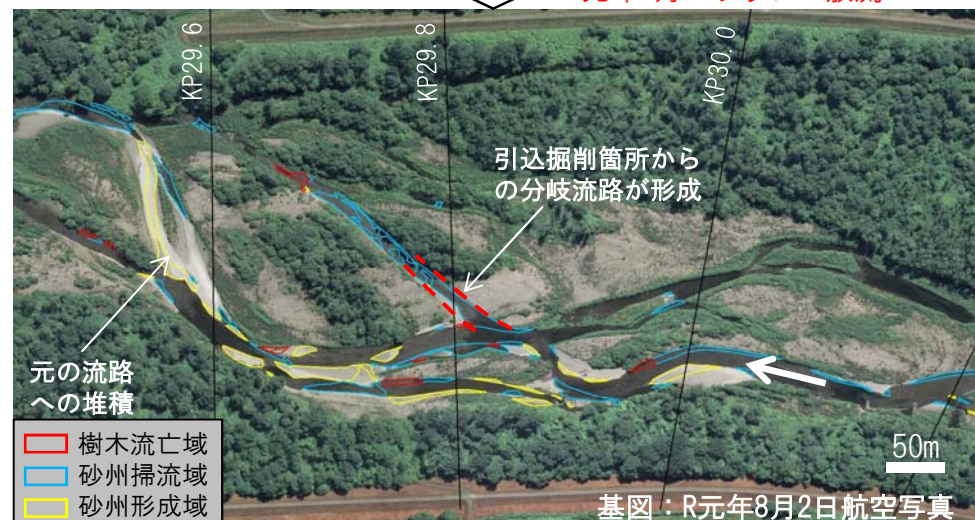
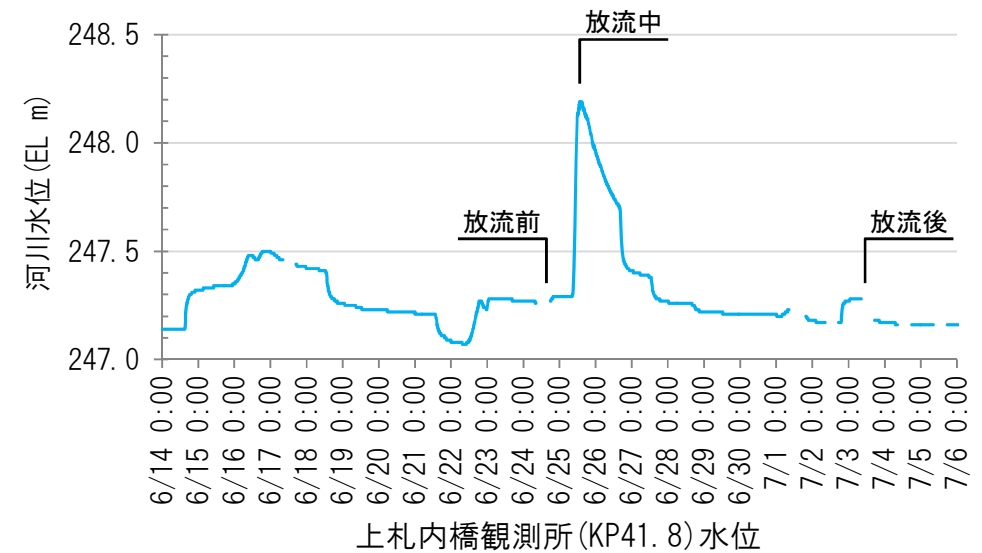


図-2 R元年6月フラッシュ放流による河道内変化状況



◆引込を実施した流路分岐部及びその下流側の流路沿いにおいて植物流亡等が発生。



R1.6放流前 (R1.6.24 16時30分)

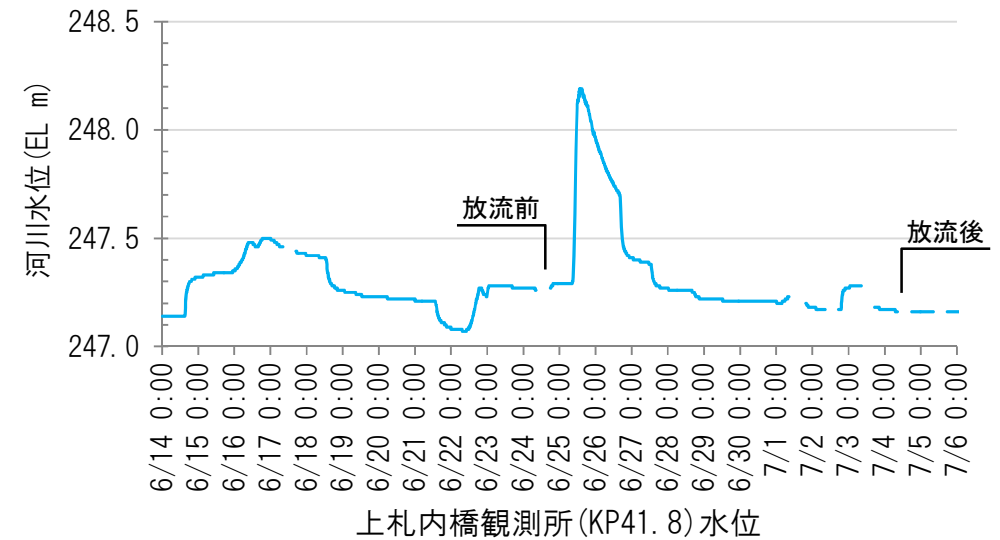


R1.6放流中 (R1.6.25 14時30分)



R1.6放流後 (R1.7.3 12時)

植物流亡域
砂礫掃流域



◆ 引込を実施した流路分岐で植物流亡及び砂礫掃流が生じ、引込流路部の河床が侵食され、引込流路への分岐流量が増加。



R1. 6放流前 (R1. 6. 24 14時)



R1. 6放流後 (R1. 7. 4 11時30分)

- ◆ N-2測線の横断変化を見ると、放流により引込流路入口において河床が侵食。
- ◆ 引込掘削下流側の自然流路（N-1測線）では河床への堆積がみられるが、河床材料は粗粒化（N4地点）していることから、細粒土砂の堆積ではなく、河床変動の過程で主流路と同程度の河床高まで堆積したものと考えられる。
- ◆ 引込流路（N4地点）の河床材料は主流路（N3地点）より大幅に粗粒化。細粒だった河床材料が放流により攪乱されたためと考えられる。

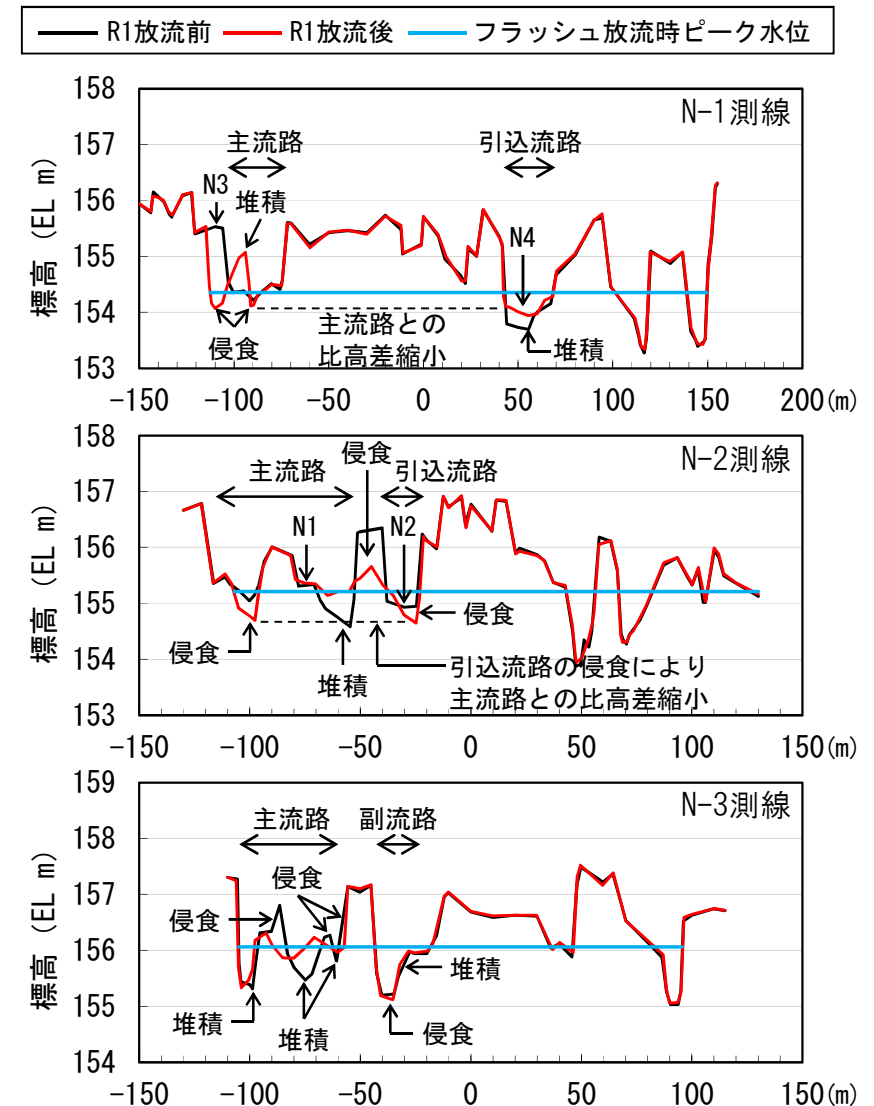
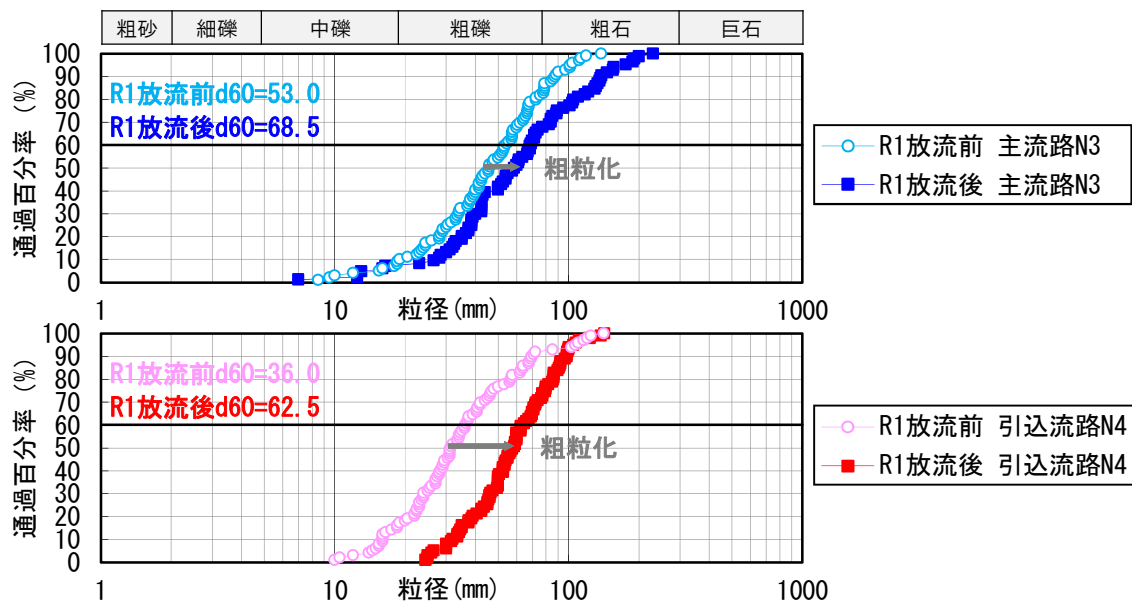
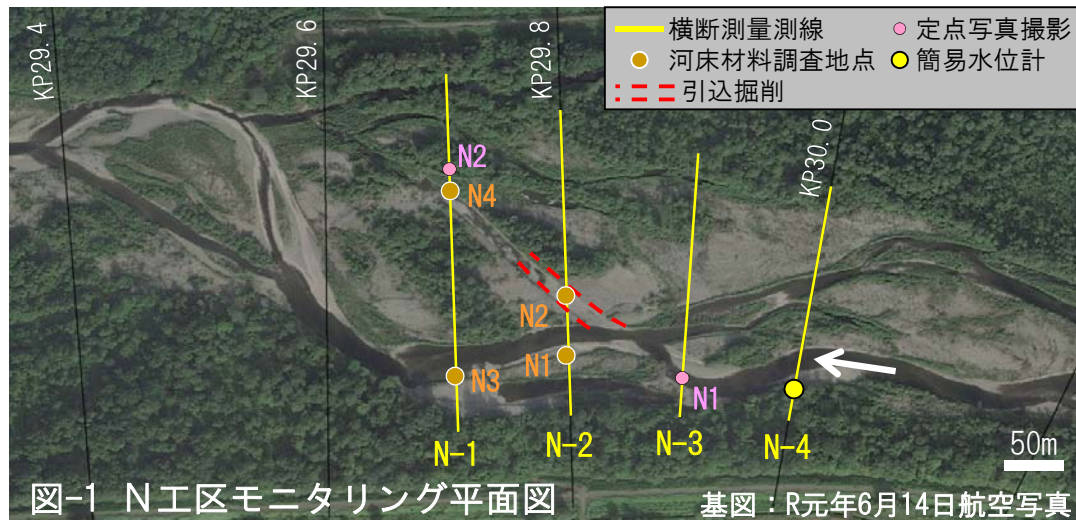


図-3 R1放流前後の粒径分布比較(上：N3、下：N4地点)

図-2 R1放流前後の横断図



R元年5月設置 O工区 (KP30.6左岸)

検証内容

・置砂による砂州発達と、それによる側岸侵食・流路変動効果の検証。

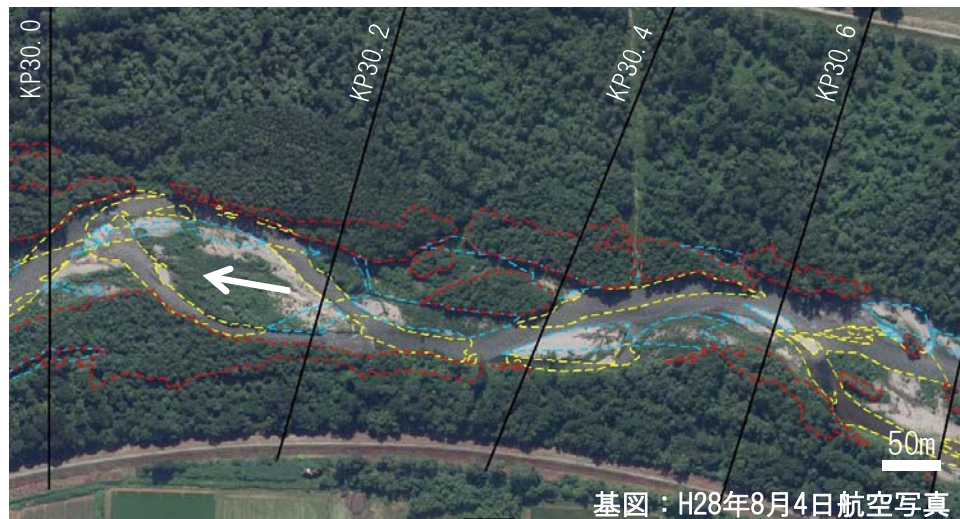
※置砂には、流路引込掘削により発生した砂礫を活用。

- ◆H28年8月出水により、副流路を中心に樹木が流亡し、礫河原が発達した。(図-1)

形成された流路が直線状だったため、流路固定化を抑制し、砂州発達とそれに伴う側岸侵食による流路変動を促すため、置砂を実施。

- ◆N工区の引込掘削により発生した砂礫をKP30.6左岸に置砂した上でR元年6月放流を実施。

その結果、置砂下流側において砂州が発達し、その対岸で侵食が発生。(図-2)



H28年8月出水



R元年6月フラッシュ放流

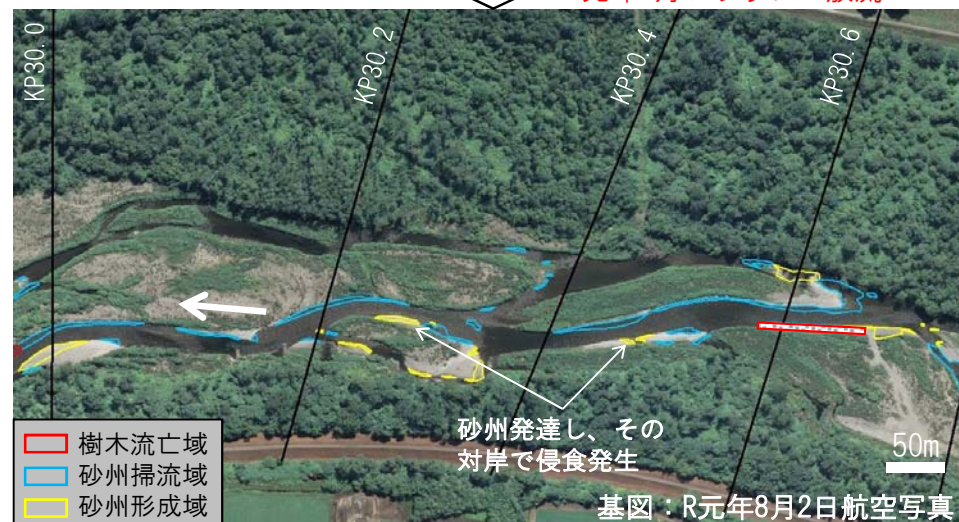
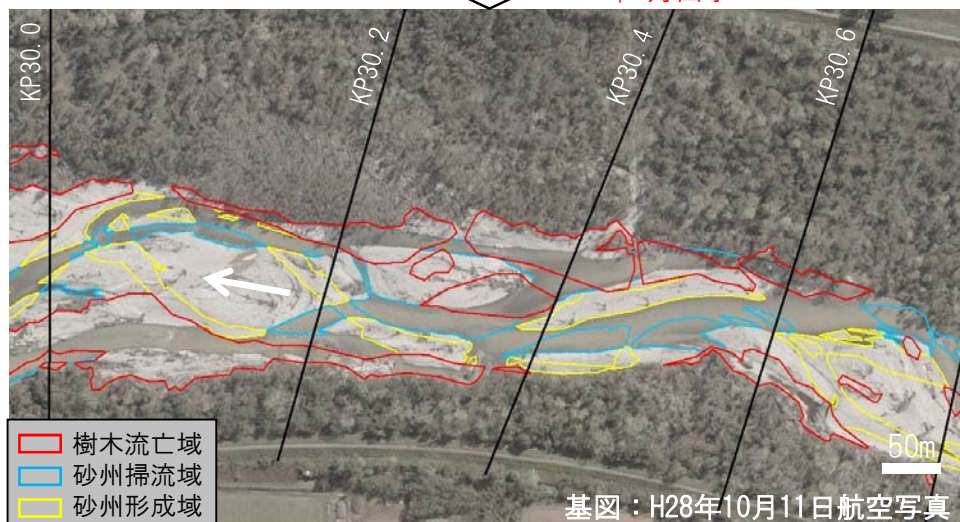
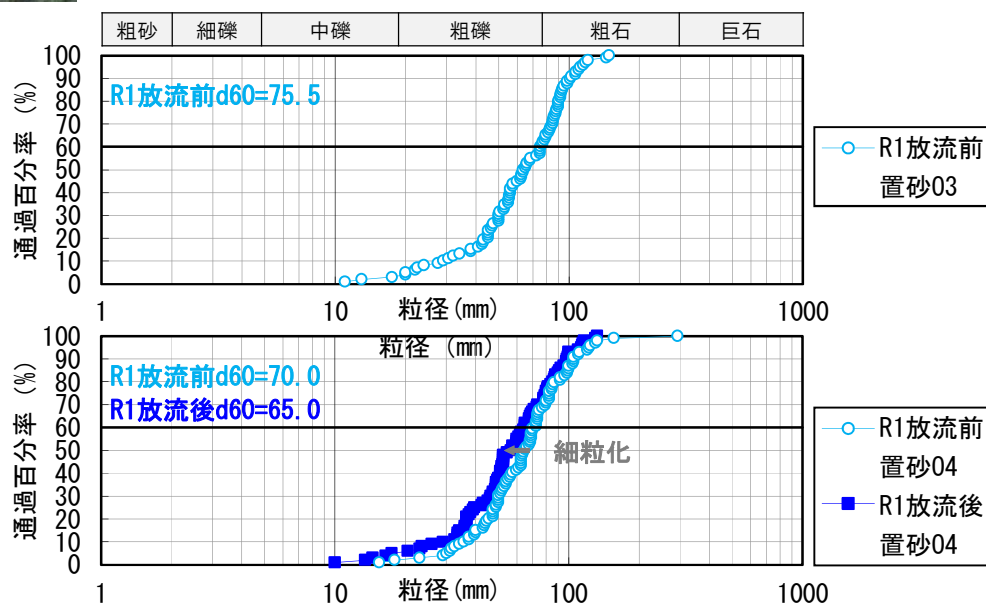
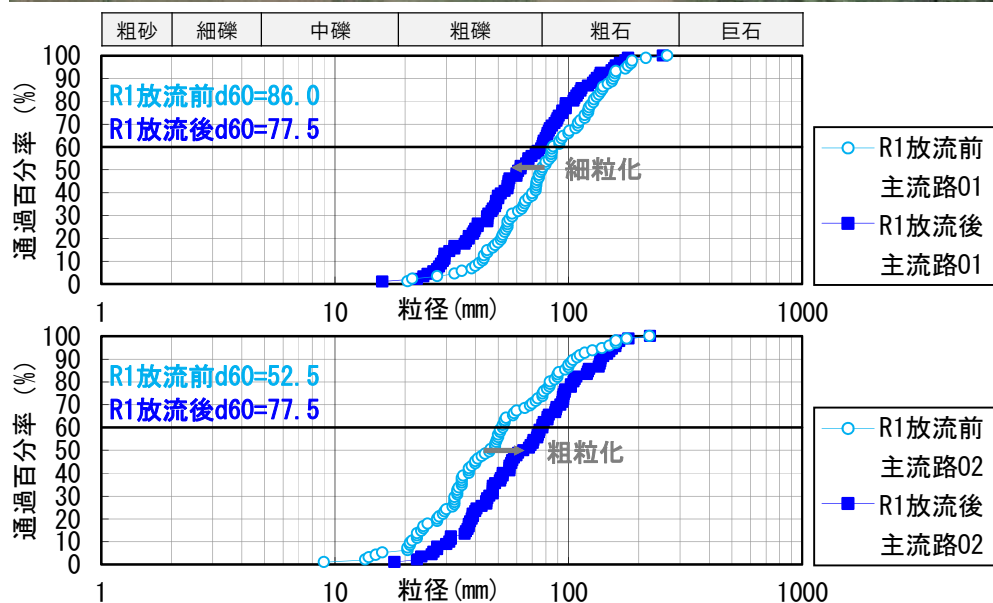
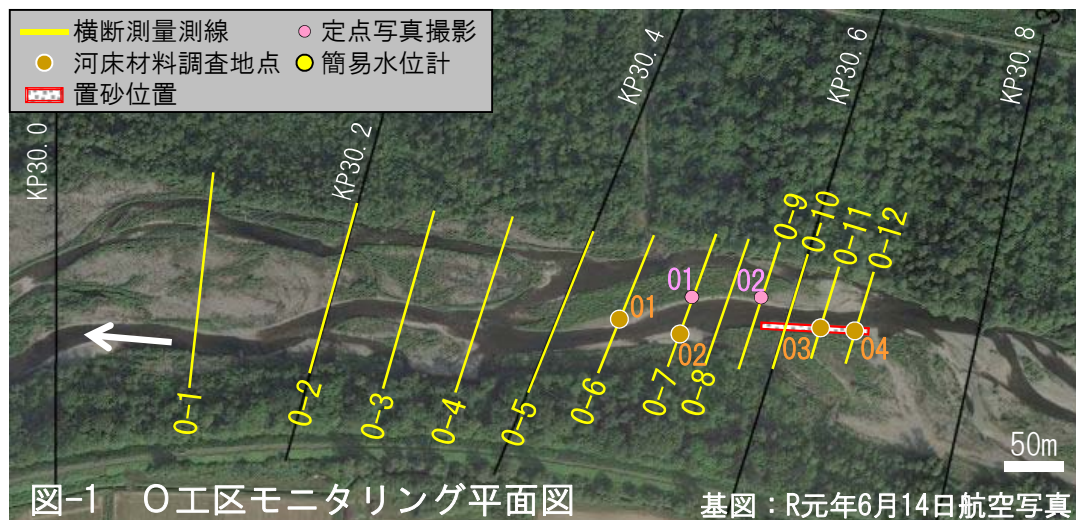


図-1 H28年8月出水による河道内変化状況

図-2 R元年6月フラッシュ放流による河道内変化状況

- ◆置砂箇所から約55m下流の〇2地点及び約105m下流の〇1地点は放流により粗粒化した(図-2)。放流により攪乱されたためと考えられる。
 なお、置砂〇3地点の放流前及び〇4地点の放流前後のd60及び粒度組成は、下流〇1, 〇2地点と類似している。
 (〇1, 〇2地点の粗粒化は、単なる粗粒土砂の堆積ではなく、攪乱の影響と考えられる)



- ◆過年度の置砂追跡調査によると、置砂は放流により50～250m程度下流まで運搬された。この運搬距離に相当するO-9～O-4区間の堆積・侵食土量を比較すると、堆積(砂州発達)土量より侵食土量の方が170m³多かった。(表-1)
- ◆置砂を実施したO-10～O-12区間からO-9下流側へ供給された土量130m³より多くの土砂が下流側で侵食されたことから、置砂による砂州発達がきつかけとなり、供給土量以上の側岸侵食が生じたと考えられる。

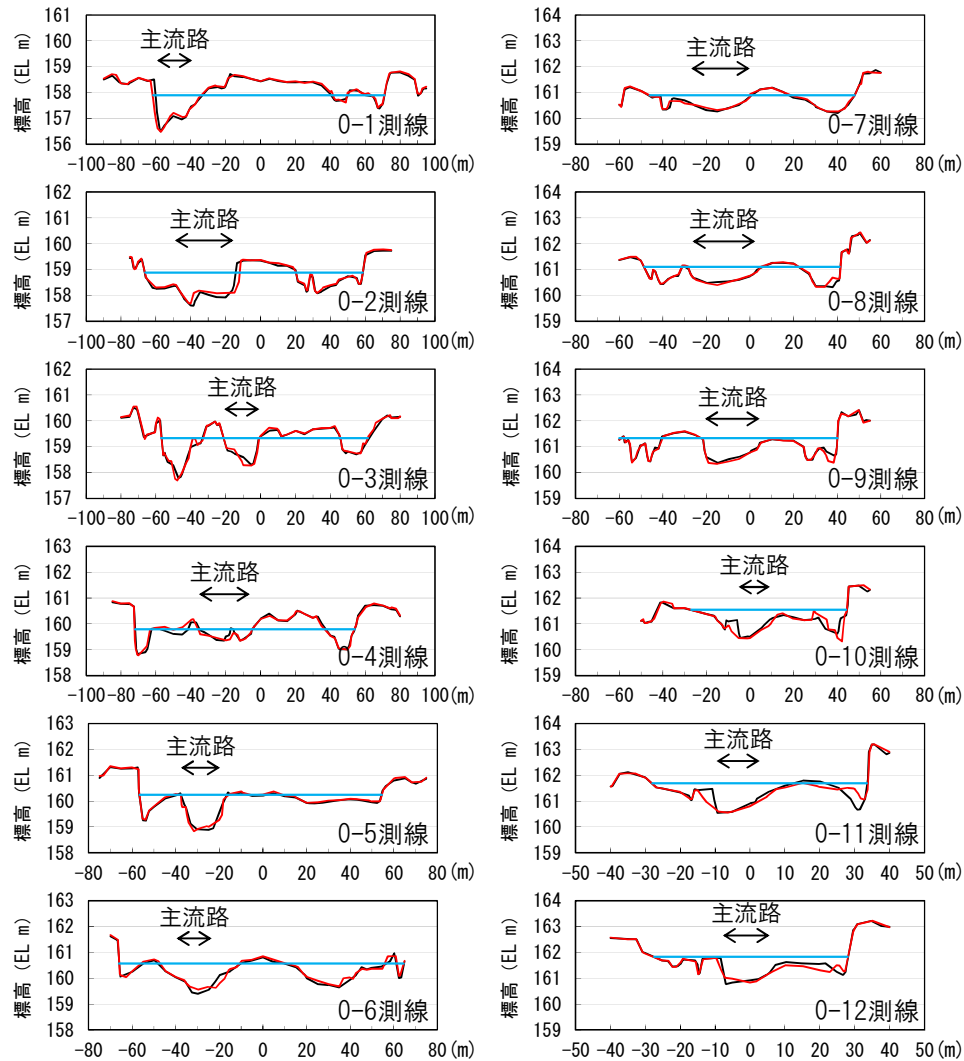


図-1 R元年放流前後のO工区全測線の横断変化

— R1放流前 — R1放流後
— フラッシュ放流時ピーク水位※

※準二次元不等流計算算定水位(Q=101m³/s)を放流中の水位観測結果により補正した水位

表-1 R元年放流による低水路内の堆積・侵食土量^{注)}

測線名	断面間距離 (m)	堆積			侵食		
		断面積 (m ²)	平均断面積 (m ²)	土量 (m ³)	断面積 (m ²)	平均断面積 (m ²)	土量 (m ³)
0-1		1.2			3.1		
0-2	110.9	4.7	2.94	326	2.7	2.92	324
0-3	62.1	0.6	2.65	165	1.5	2.13	132
0-4	61.5	0.5	0.57	35	1.7	1.62	99
0-5	62.5	0.9	0.70	44	1.8	1.77	110
0-6	49.0	2.0	1.46	72	1.6	1.73	85
0-7	49.8	1.0	1.52	76	0.9	1.24	62
0-8	30.9	0.3	0.65	20	1.1	0.98	30
0-9	26.0	0.0	0.18	5	1.7	1.41	37
0-10	26.5	0.0	0.02	0	2.4	1.21	32
0-11	28.1	0.0	0.00	0	2.0	2.23	63
0-12	27.5	0.0	0.00	0	0.5	1.28	35
置砂影響外	0-1～0-3	堆積土量合計 490			侵食土量合計 460		
置砂影響内	0-4～0-9	堆積土量合計 250			侵食土量合計 420		
置砂区間	0-10～0-12	堆積土量合計 0			侵食土量合計 130		
0-1～0-3土砂収支		侵食土量合計－堆積土量合計＝-30					
0-4～0-9土砂収支		侵食土量合計－堆積土量合計＝170					
0-10～0-12土砂収支		侵食土量合計－堆積土量合計＝130					

注)R元年放流前後の横断測量成果を基に、各断面において放流により堆積・侵食した断面積を計測し、各断面の区間延長をかけて土量を算定した結果

H27年5月設置 I工区 (KP32.0右岸) (H29年以降は経過観察)

設置当初の検証内容

- ・置砂による砂州発達と、それによる側岸侵食・流路変動効果の検証。
(置砂には、流路引込掘削により発生した砂礫を活用)

現在の検証内容

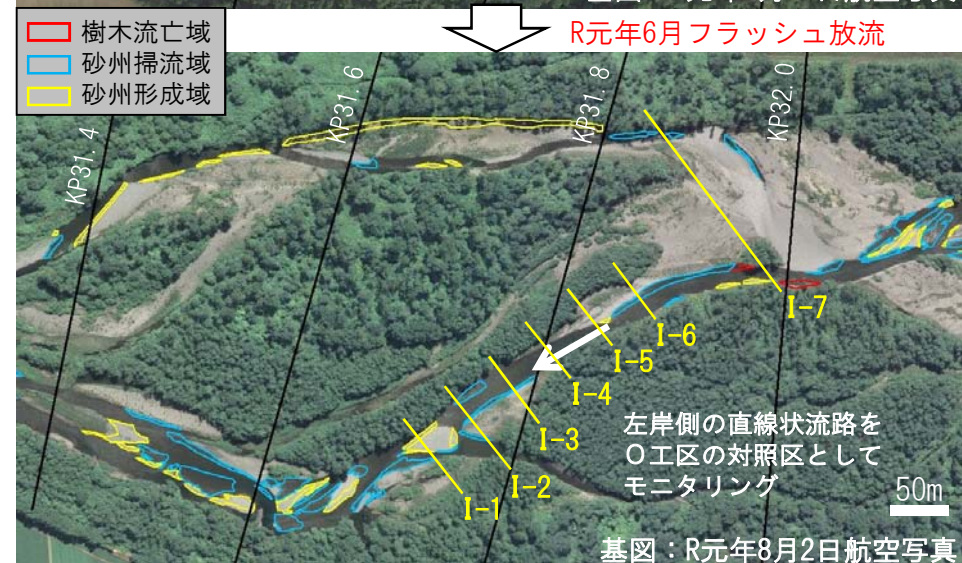
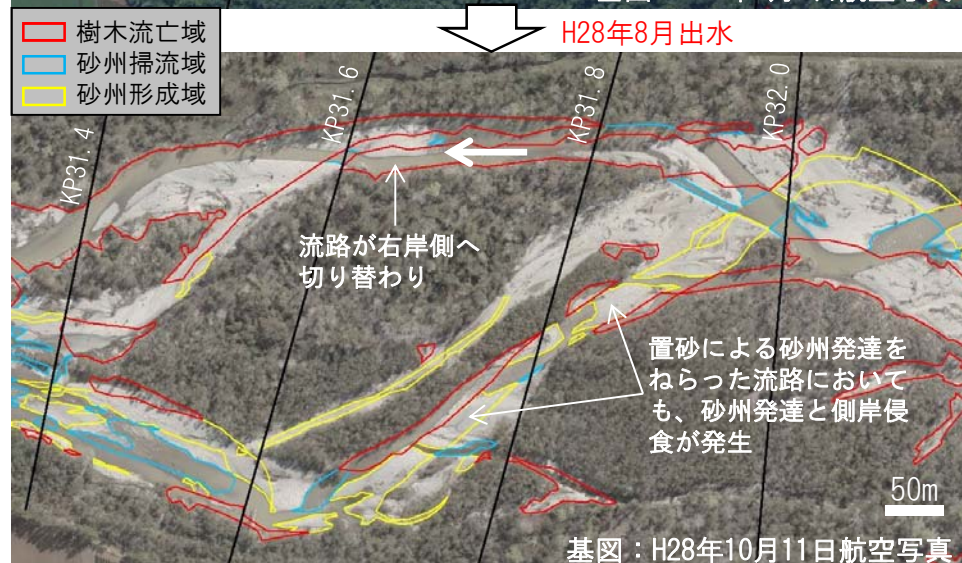
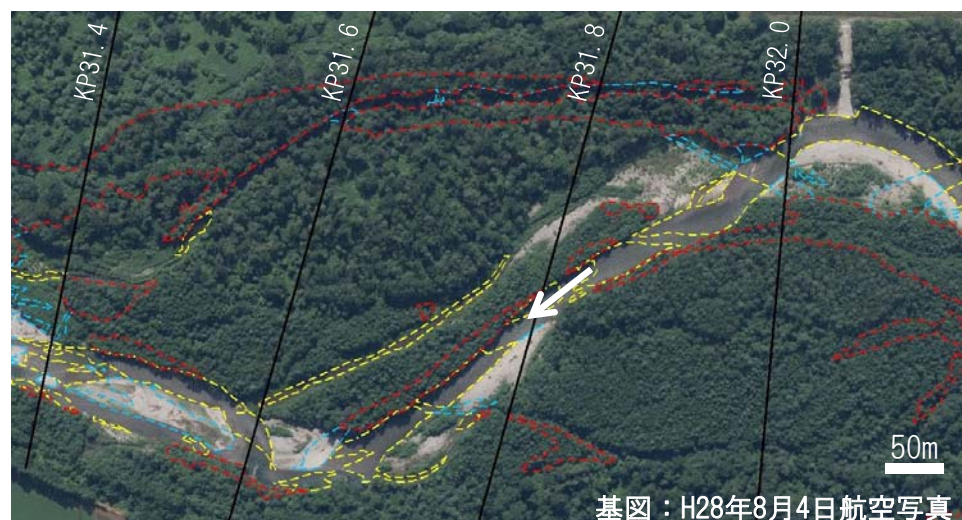
- ・H28年8月出水により流路切り替わりが生じ、現況において直線状流路となっている区間をO置砂工区の対照区としてモニタリング。

H27年5月設置I置砂実施後の経過観察工区

H28年8月出水及びR元年6月放流による
河道内変化状況

p. 30

- ◆H28年8月出水により、流路が右岸側へ切り替わり、大規模な樹木流亡が発生。置砂による砂州発達と流路変動をねらった流路においても、砂州発達と側岸侵食が発生。(図-1)
- ◆H28年8月出水後、H30年6月放流前までは大きな変化が見られなかったが、H30年6月放流により流路が左岸側へ切り替わった。
- ◆R元年6月放流前後では、流路の切り替わりは発生せず、直線上の流路が維持されている。(図-2)



- ◆ O工区置砂影響範囲のO-4～O-9測線と同程度の流路延長であるI-1～I-7測線の堆積・侵食土量を比較すると、堆積(砂州発達)土量より侵食土量の方が80m³多かった。(表-1)
- ◆ O工区の置砂下流の土砂収支は、侵食土量の方が170m³多かった。
- ◆ 置砂を実施したO工区の侵食土量の方が多かったことから、置砂による砂州発達、それに伴う砂州対岸の侵食等の流路変動促進効果が示唆された。

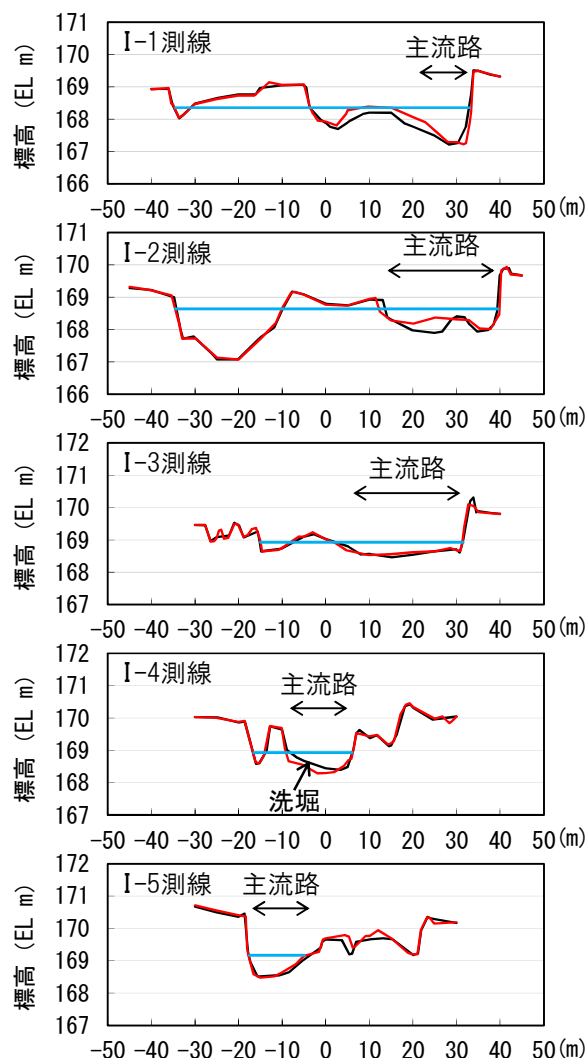
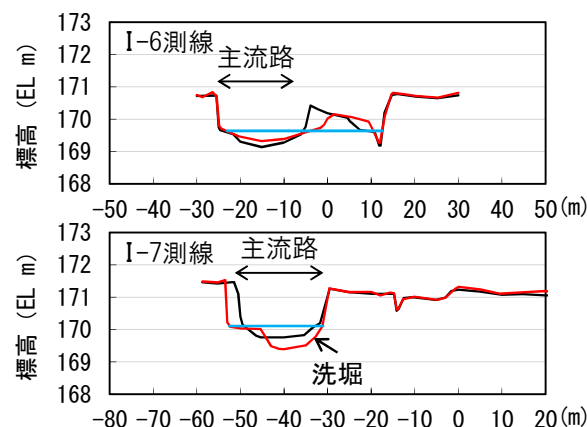


図-1 R元年放流前後のI工区全測線の横断変化



— H30放流前 — H30放流後
— フラッシュ放流時ピーク水位※

※準二次元不等流計算算定水位(Q=101m³/s)を放流中の水位観測結果により補正した水位

表-1 R元年放流による低水路内の堆積・侵食土量^{注)}

測線名	断面間距離 (m)	堆積			侵食		
		断面積 (m ²)	平均断面積 (m ²)	土量 (m ³)	断面積 (m ²)	平均断面積 (m ²)	土量 (m ³)
I-1		6.1			1.6		
I-2	44.0	3.8	4.96	219	1.6	1.61	71
I-3	43.9	1.4	2.60	114	0.5	1.06	46
I-4	44.1	0.2	0.81	36	2.3	1.43	63
I-5	44.0	2.9	1.58	70	0.5	1.40	62
I-6	44.1	3.8	3.35	148	3.0	1.73	76
I-7	99.2	0.6	2.19	217	8.4	5.68	564
	319.3	堆積土量合計 800			侵食土量合計 880		
土砂収支		侵食土量合計－堆積土量合計＝80					

注)R元年放流前後の横断測量成果を基に、各断面において放流により堆積・侵食した断面積を計測し、各断面の区間延長をかけて土量を算定した結果