

資料2

礫河原再生の取り組みに向けた 試験施工区の状況

札内川技術検討会(第3回 平成24年8月9日)

1. 試験施工の概要 (1/2) 試験施工の目的等

■ダム放流によるヤナギ類実生の流出、河床攪乱の効果を把握し、礫河原再生の実施方策立案の知見を得るため、4つの試験施工区を選定して調査を実施。

試験施工の概要 (対象地、目的、設置位置)

【試験施工の対象地】

札内川ダムからの放流を実施しても攪乱されることが期待できない立地条件となっている砂州 (非攪乱の砂州)

非攪乱の砂州を対象として、ダム放流により冠水するよう「砂州上部掘削」等を実施する『試験施工区』を設定
同時に、『試験施工区』と比較するため、試験施工前の立地条件が維持される『対照区』を設定

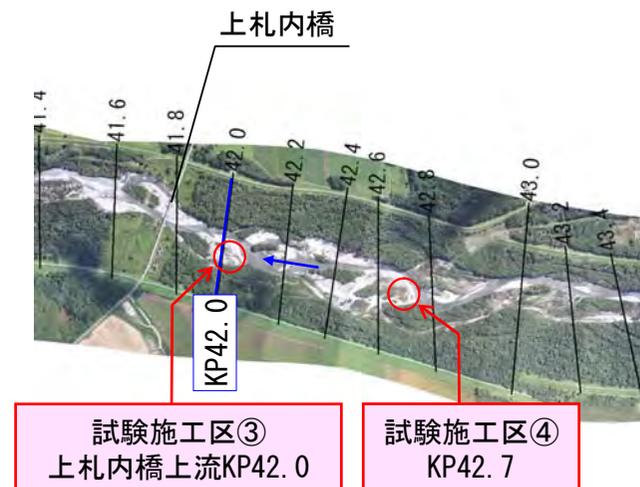
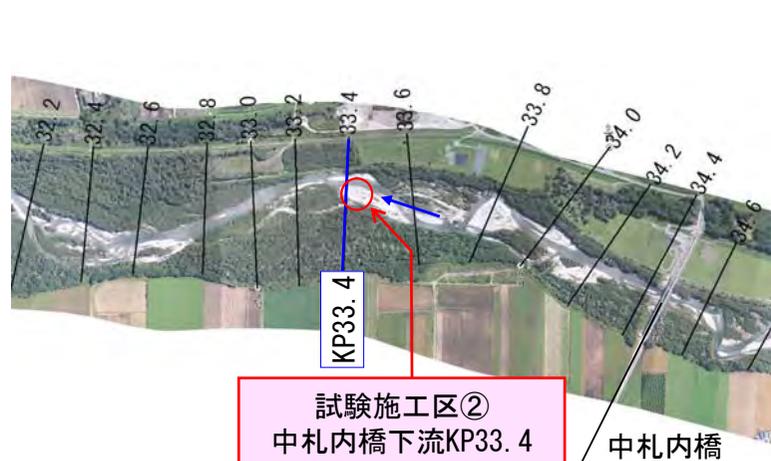
【試験施工の目的】

ダム放流による『試験施工区』のヤナギ類実生の流出状況、礫の移動等の攪乱状況を把握
ダム放流による『試験施工区』と『対照区』の状況の違いを把握

ダム放流によるヤナギ類実生の流出、河床攪乱の効果を把握し、礫河原再生の実施方策立案の知見を得る

下図の①～④に試験施工区を設置

【試験施工区の設置位置】



■試験施工区での調査により、ダム放流によるヤナギ類実生の流出や河床攪乱の効果を把握するとともに、河床攪乱の発生に必要な水理諸量を把握する。

試験施工区での調査の項目、方法、目的

調査項目	方法	目的
①形状変化	・横断測量（ダム放流前後）	・ダム放流時の侵食、形状変化状況を把握し、攪乱効果を把握する
②冠水範囲	・地上写真撮影（ダム放流前中後の定点撮影） ・ビデオ撮影（放流中）	・ダム放流時の冠水範囲とヤナギ類の流出状況や河床攪乱状況との関係を把握する
③冠水深	・水位観測（KP1kmピッチでの簡易自記記録） ・流量ピーク時の痕跡水位計測（試験施工区）	・ダム放流時のピーク水深を把握し τ^* や U^{*2} ※を推定して、ヤナギ類の流出状況や河床攪乱状況との関係を把握
④流速	・流量ピーク時の流速測定（試験施工区前面で浮子による測定）①と③の結果を踏まえて流量を算出	・ダム放流時のピーク流量を把握
⑤ヤナギ類実生の定着、流出状況	・河川横断方向に調査区を複数設定し、ダム放流前後にヤナギ類実生数のカウント調査を実施 ・放流後は、放流直後と、オオバヤナギの実生も確認できるようになる10月を目処に実施	・ダム放流時の水理諸量（水深、 τ^* 、 U^{*2} 等※）とヤナギ類実生流出の関係を把握し、ダム放流によるヤナギ類実生流出効果を把握するため ・放流でも流出しなかったヤナギ類、放流後に定着したヤナギ類の生育状況を把握するため
⑥河床材料	・河床材料調査（面格子法）河川横断方向に調査区を複数設定、ダム放流前後に実施	・ダム放流時の水理諸量と河床攪乱の関係を把握し、河床攪乱の発生に必要な τ^* や U^{*2} の閾値を把握 ・掘削（砂州切り下げ）とダム放流による河床攪乱効果を把握するため
⑦全川的な変化状況	・航空写真撮影（ダム放流前後） ・ダム放流前後に試験施工区とその上下流区間の踏査と写真撮影により変化状況を記録	・ダム放流による侵食、堆積（新たな礫河原の形成）、樹木流出等の変化状況を把握するため ・試験施工区での侵食、河床攪乱による上下流区間での変化状況を把握するため



ダム放流によるヤナギ類実生の流出、河床攪乱の効果を把握し、礫河原再生の実施方策立案の知見を得る

※ τ^* は無次元掃流力、 U^{*2} は摩擦速度のこと

2. 河床攪亂狀況

2-1 試験施工区の設置状況 KP42.0、42.7試験施工区の概要

■KP42.0、42.7試験施工区では、ダム放流時の水理諸量の大きさの違いによる、掃流される河床材料の粒径や侵食・河床攪乱の規模の違いに着目して調査を実施。

KP42.0、42.7試験施工区の概要

■H24年6月に施工
 ・KP42.0：ダム放流により攪乱を促す平場掘削、横断方向に水深が変化する緩勾配掘削を実施
 ・KP42.7：ダム放流により攪乱を促す平場掘削幅を広くし(10m)、流れ方向は緩勾配ですり付け(アングル1の写真)

■KP42.0、42.7試験施工区の主な目的
 ダム放流時の水理諸量の大きさと、河床攪乱状況の関係を把握

■着目点
 ダム放流時の τ^* 、 U^* 等の水理諸量の大きさの違いによる、掃流される河床材料の粒径や侵食・河床攪乱の規模の違いに着目



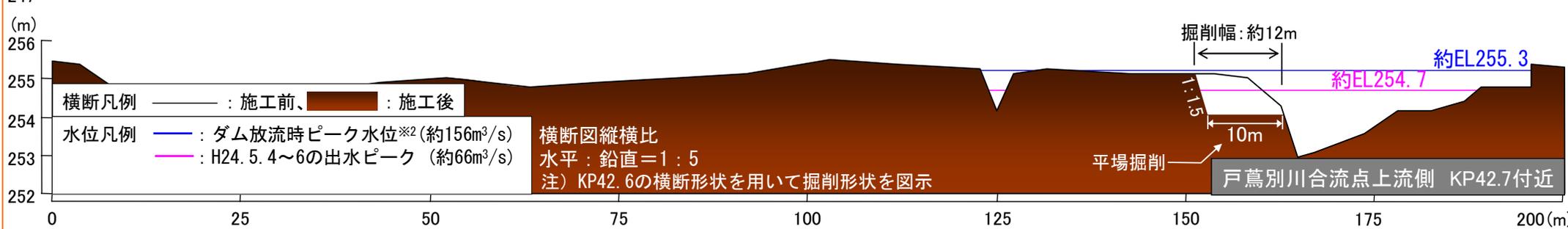
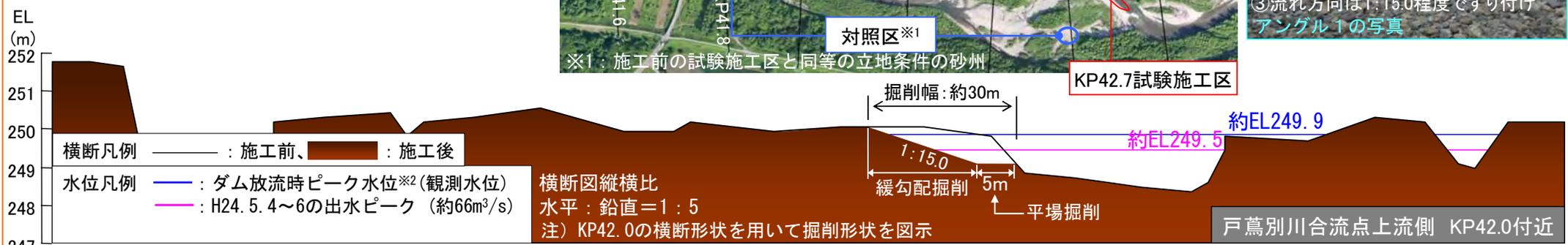
KP42.0試験施工区域平面図(H24.6.25写真)



KP42.7試験施工区域平面図(H24.6.25写真)



※1：施工前の試験施工区と同等の立地条件の砂州



※2：KP42.0のダム放流時のピーク水位は簡易水位計による観測水位（その他の水位は不等流計算結果で、凡例の()内は計算流量）

2-2 ダム放流前後の試験施工区の変化① KP42.0試験施工区 (1/3)

■KP42.0試験施工区では、H24.6.25のダム放流により平場掘削、緩勾配掘削箇所での侵食が発生し、その対岸や下流側で新たな礫河原（砂州）の形成がみられた。

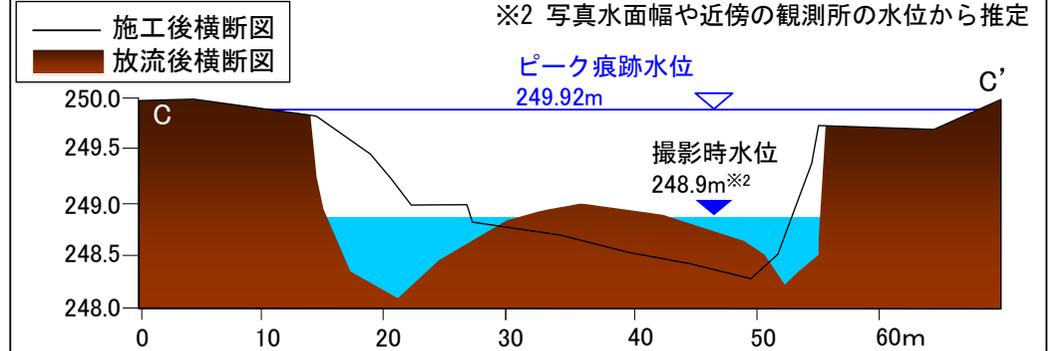
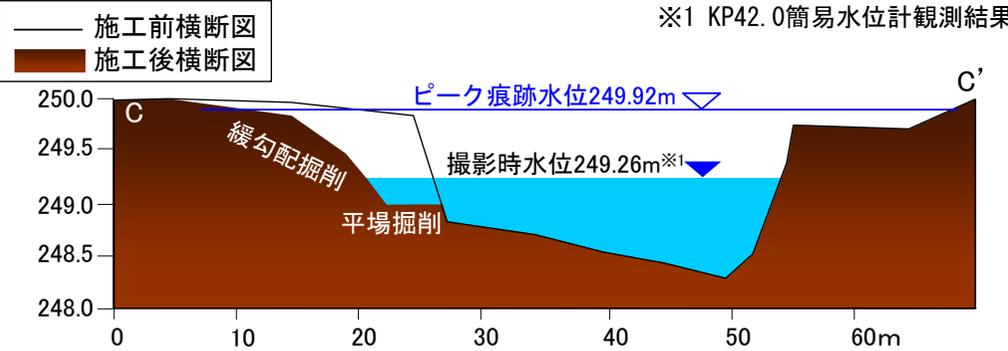
ダム放流前後のKP42.0試験施工区の変化状況



航空写真：H24.6.25（放流中）15：20頃撮影



航空写真：H24.7.14（放流後）13：20頃撮影

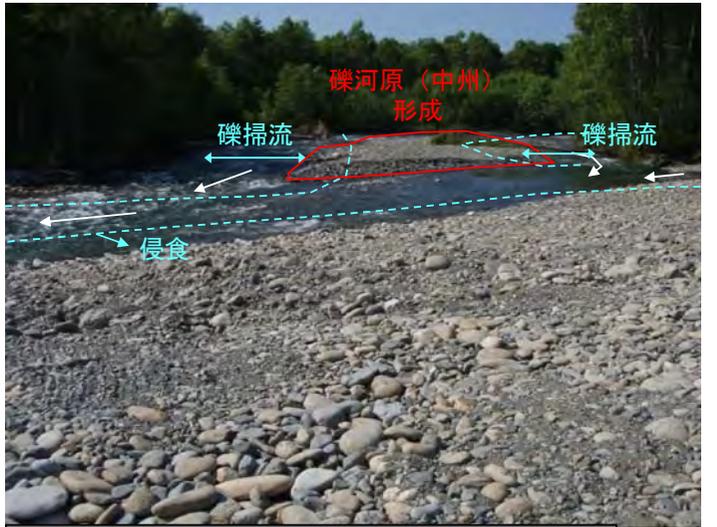


2-2 ダム放流前後の試験施工区の変化① KP42.0試験施工区 (2/3)

■KP42.0試験施工区と直上流右岸側からの流路はダム放流ピーク時に早瀬状となり、試験施工区掘削箇所（左岸）等が侵食。



礫河原
(中州)
形成



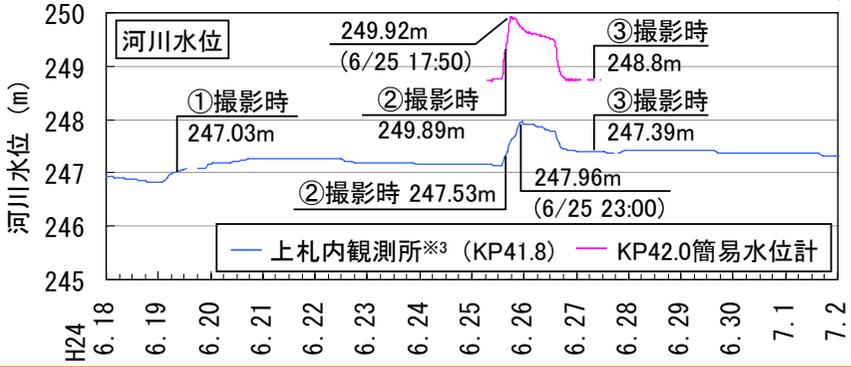
①放流前 (6月19日9:00撮影 Q ≒ 12m³/s※1)

②放流中 流量ピーク前後 (6月25日17:30撮影 Q ≒ 156m³/s※2)

③放流後 (6月27日8:00撮影 Q ≒ 48m³/s※1)

※1 上札内観測所のH-Q式、観測水位による換算流量

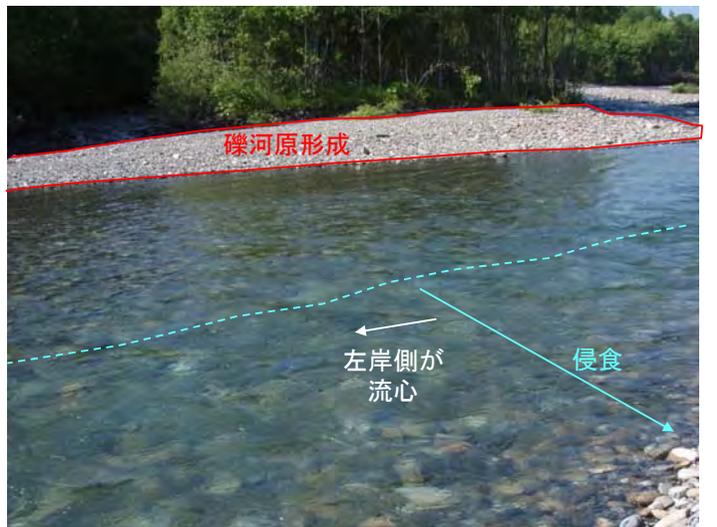
※2 KP42.0試験施工区での流量ピーク前後の流量観測結果



- ①KP42.0試験施工区の直上流右岸側からの流路は、放流前は低水路の中央部が主流路。
- ②放流ピーク時は、KP42.0試験施工区と直上流の礫河原は冠水し、早瀬状になった。
- ③放流により河床攪乱が発生。試験施工区掘削箇所（左岸）等が侵食。

※3 水文水質データベース (暫定値)

■ダム放流により、試験施工区（左岸）が侵食されて左岸側が流心となり、右岸側では礫河原が形成された。



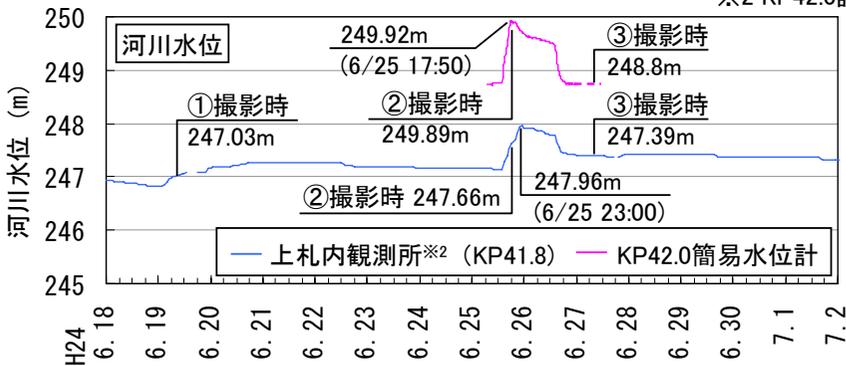
①放流前 (6月19日9:00撮影 Q≒12m³/s※1)

②放流中 流量ピーク前後 (6月25日19:00撮影 Q≒156m³/s※2)

③放流後 (6月27日8:00撮影 Q≒48m³/s※1)

※1 上札内観測所のH-Q式、観測水位による換算流量

※2 KP42.0試験施工区での流量ピーク前後の流量観測結果



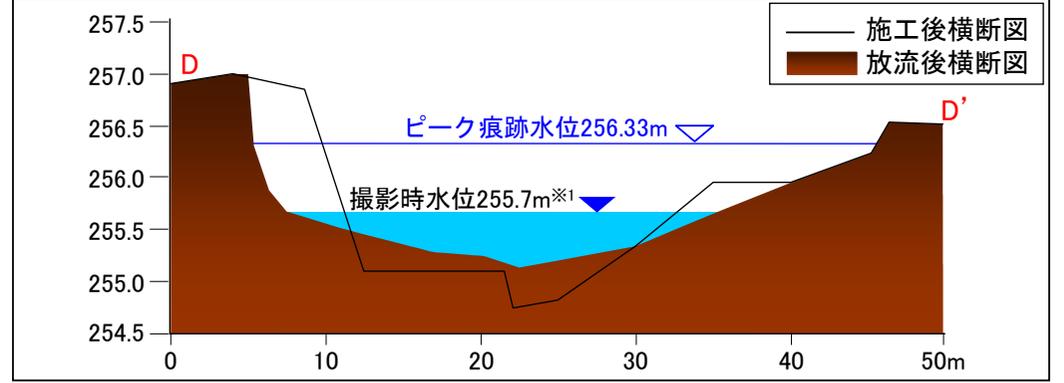
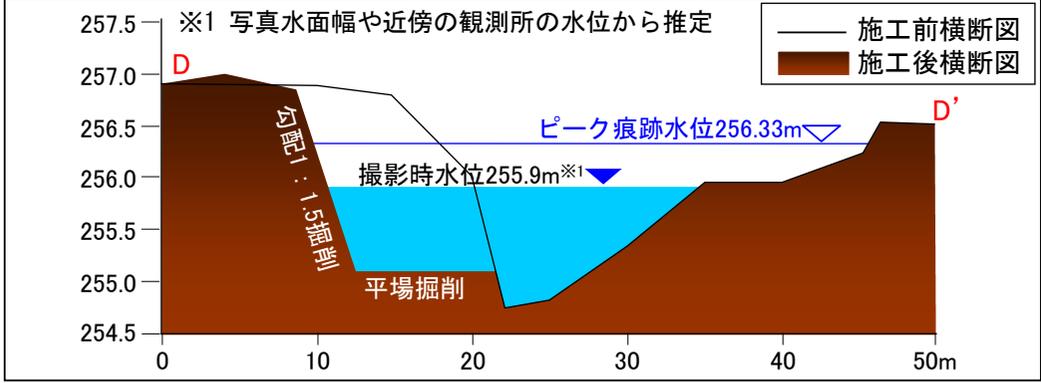
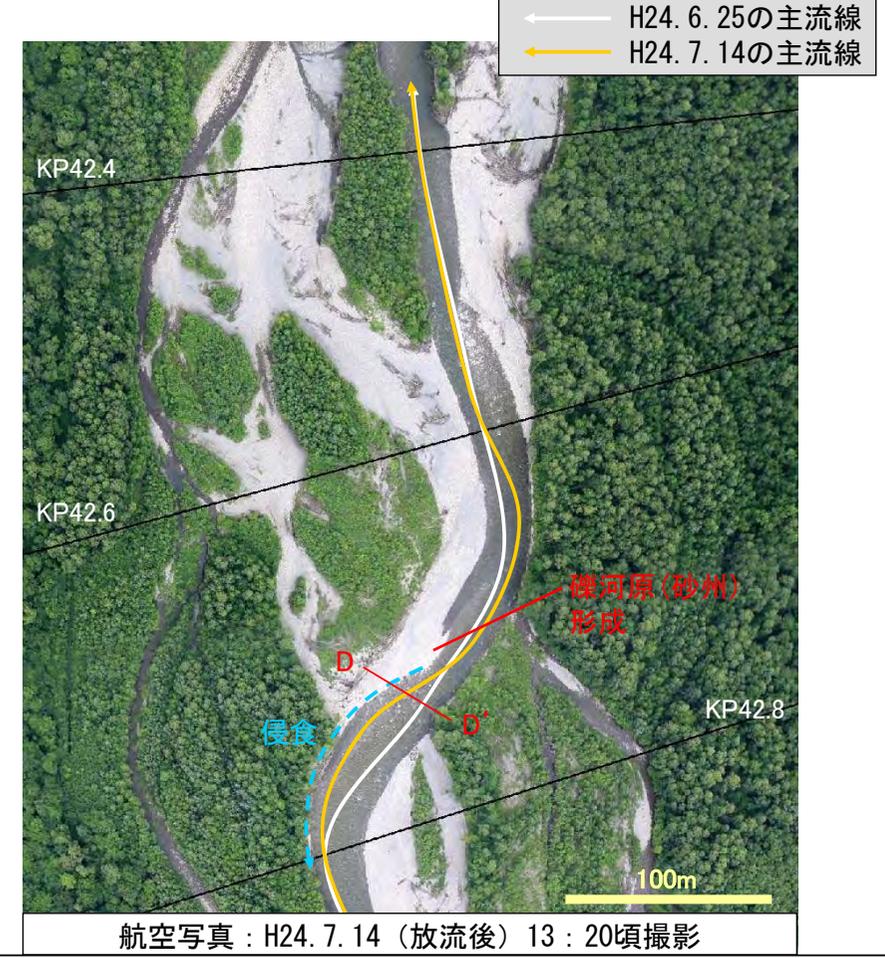
- ①試験施工区前面の流路は、放流前は流路全体が平瀬状。
- ②放流ピーク時は、左岸を含め広い範囲が冠水。
- ③放流により試験施工区（左岸）が侵食。左岸側が流心となり、右岸側では礫河原が形成。

※3 水文水質データベース (暫定値)

2-2 ダム放流前後の試験施工区の変化② KP42.7試験施工区 (1/3)

■KP42.7試験施工区では、H24.6.25のダム放流により試験施工区の上流端で侵食が発生し、その下流側で新たな礫河原（砂州）の形成がみられた。

ダム放流前後のKP42.7試験施工区の変化状況



2-2 ダム放流前後の試験施工区の変化② KP42.7試験施工区 (2/3)

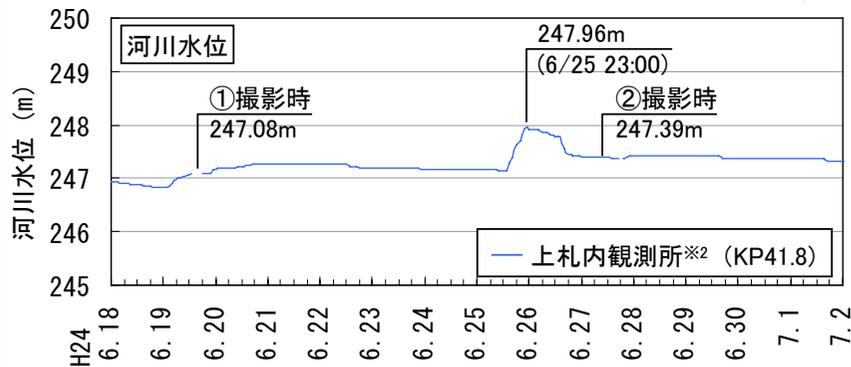
■KP42.7試験施工区では、1:15.0程度の緩い勾配で掘削した試験施工区上流端の流路外岸側（左岸）が侵食された。



①放流前 (6月19日 15:30撮影) $Q \approx 16\text{m}^3/\text{s}^{*1}$

※1 上札内観測所のH-Q式、観測水位による換算流量

②放流後 (6月27日 11:00撮影) $Q \approx 48\text{m}^3/\text{s}^{*1}$



- ①水際部を平水位で平場掘削し、河川横断方向に1:1.5程度の勾配で掘削。上流端は河川縦断方向に1:15.0程度の緩勾配で掘削。
- ②放流により、緩勾配掘削した上流端の流路外岸側（左岸）が侵食。

※2 水文水質データベース (暫定値)

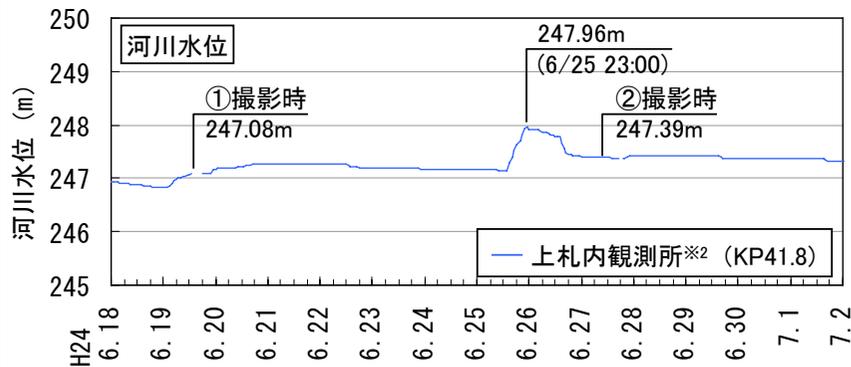
■KP42.7試験施工区では、試験施工区上流端の緩勾配掘削箇所が侵食され、その下流側で堆積して礫河原が形成された。



①放流前 (6月19日14:30撮影 $Q \approx 16\text{m}^3/\text{s}^*$)

※1 上札内観測所のH-Q式、観測水位による換算流量

②放流後 (6月27日11:00撮影 $Q \approx 48\text{m}^3/\text{s}^*$)



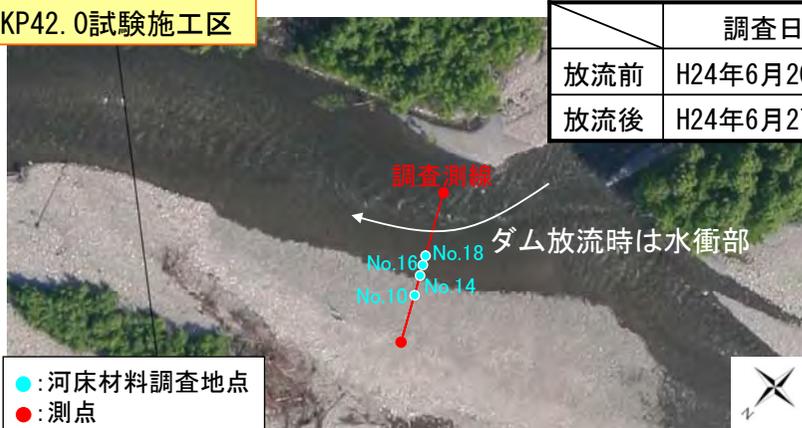
- ①水際部を平水位で平場掘削し、河川横断方向に1:1.5程度の勾配で掘削。上流端を河川縦断方向に1:15.0程度の緩勾配で掘削。
- ②放流により、上流端の緩勾配掘削箇所が侵食され、その下流側で堆積して礫河原が形成。

※2 水文水質データベース (暫定値)

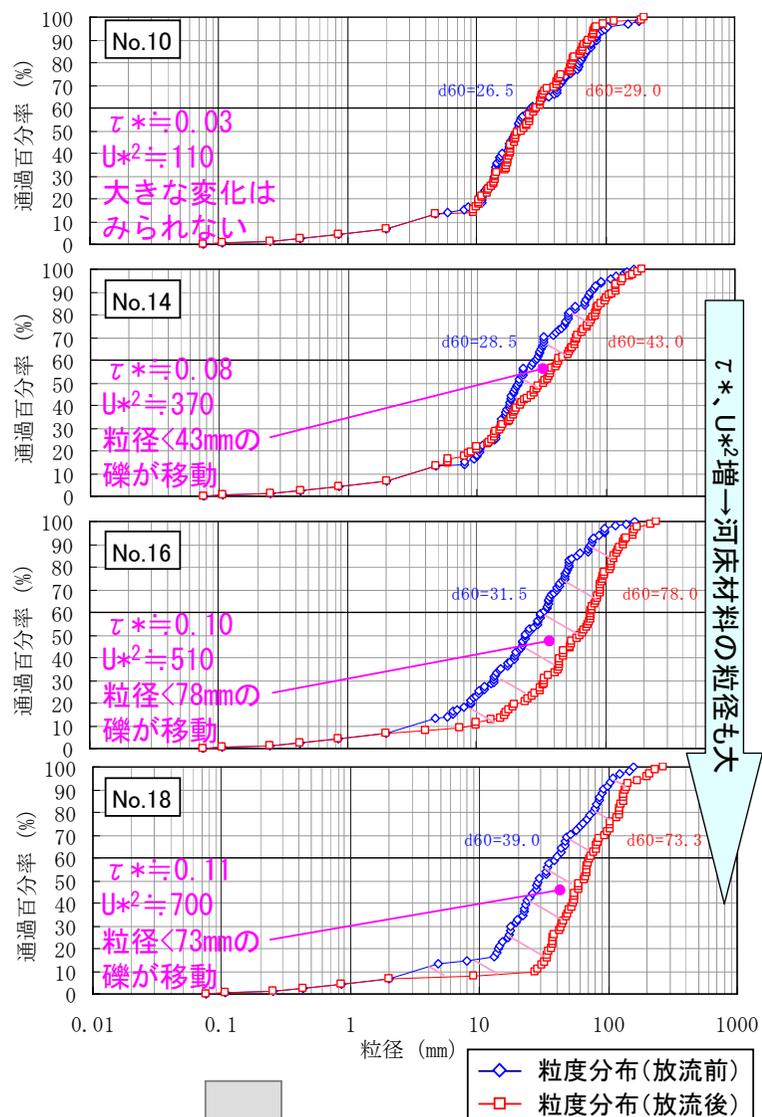
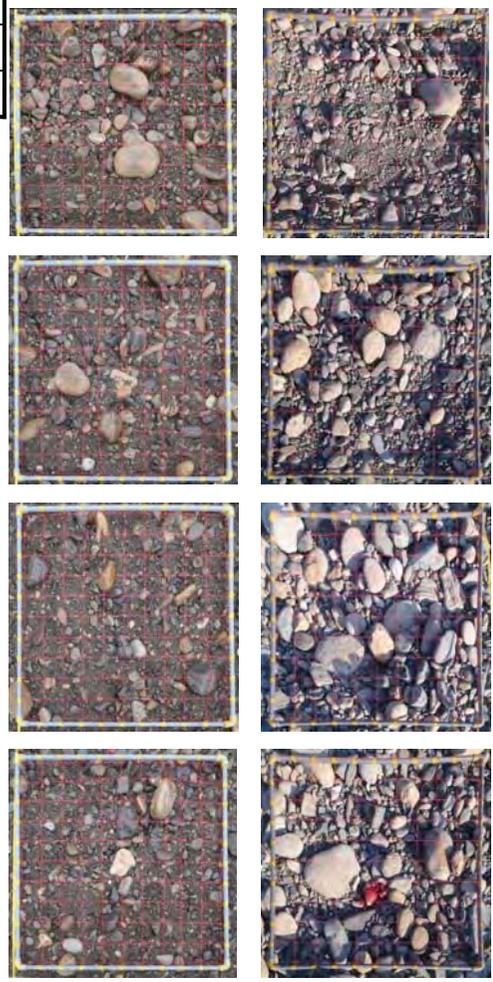
2-3 KP42.0試験施工区での河床攪乱状況

■ダム放流時に水衝部となった平場掘削箇所が河床変動。無次元掃流力 τ^* 、摩擦速度 U_*^2 が大きくなるにつれて放流後の河床材料の粒径も大きくなる傾向。

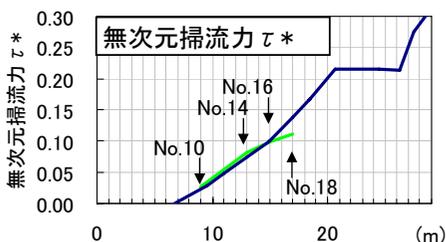
KP42.0試験施工区



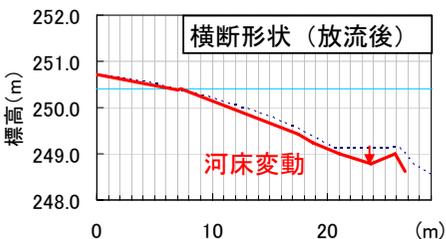
	調査日
放流前	H24年6月20日
放流後	H24年6月27日



τ^* 、 U_*^2 増→河床材料の粒径も大



— d_{60} 平均値*
— 各地点の d_{60}
※当該断面での河床材料 d_{60} 平均値



--- 地盤高(放流前)
— 地盤高(放流後)
— 流量ピーク痕跡水位

放流前 → 放流後
河床材料の状況

測点	τ^*	U_*^2	d_{60} (放流前)	d_{60} (放流後)	河床攪乱状況
No.10	0.03	110	26.5	29.0	大きな変化はみられない
No.14	0.08	370	28.5	43.0	粒径<43mmの礫が移動
No.16	0.10	510	31.5	78.0	粒径<78mmの礫が移動
No.18	0.11	700	39.0	73.3	粒径<73mmの礫が移動

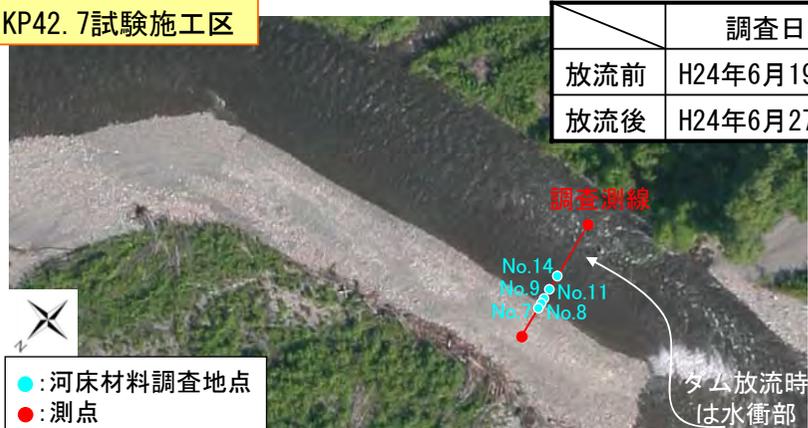
【調査結果概要】
 ・放流により平場掘削箇所が河床変動し、河床高が10~20cm程度低下(左の横断図より)
 ・ τ^* 、 U_*^2 が大きくなると放流後の河床材料(d_{60})も大きくなる傾向だが、 $\tau^*0.05$ 未満、 U_*^2 が200未満の区域では大きな変化はみられない(左の表、上のグラフより)

※ U_*^2 の単位は cm^2/s^2

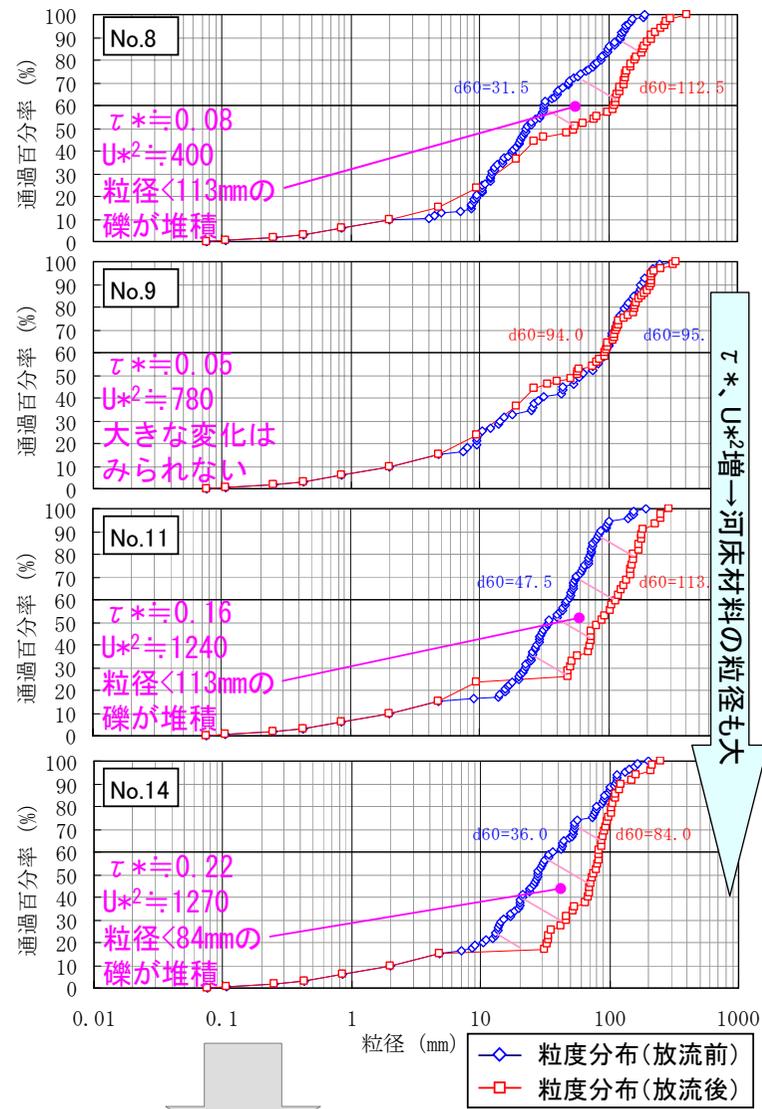
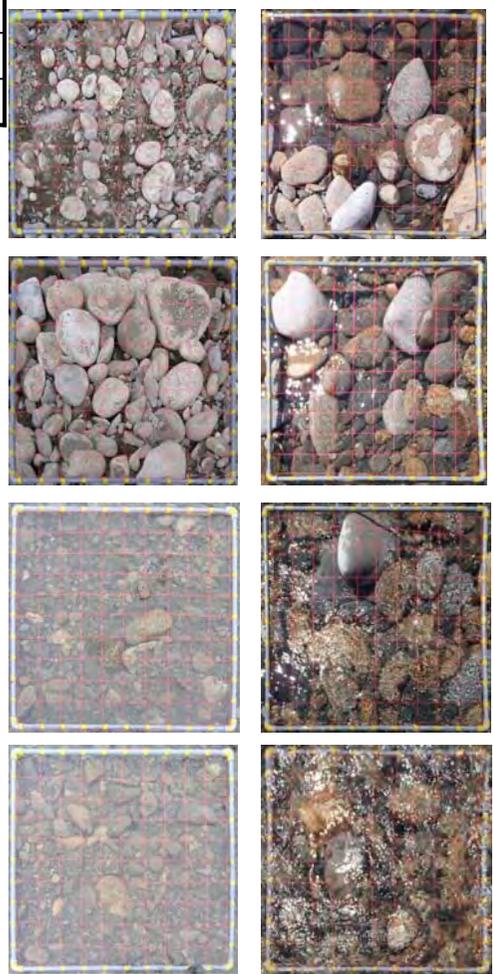
2-3 KP42. 7試験施工区での河床攪乱状況

■無次元掃流力 τ^* が0.08以上、摩擦速度 U_*^2 が400以上の区域では、粒径80~110mm程度の礫が上流から流下してきて堆積(No. 8、11、14)

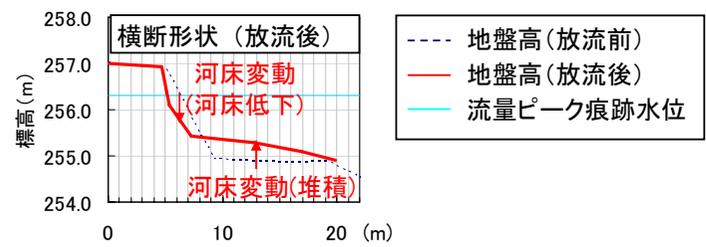
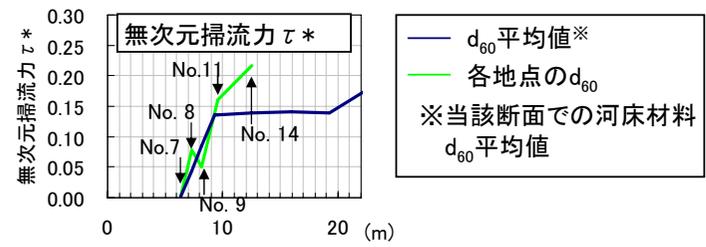
KP42. 7試験施工区



	調査日
放流前	H24年6月19日
放流後	H24年6月27日



τ^* 、 U_*^2 増→河床材料の粒径も大



放流前 → 放流後
河床材料の状況

測点	τ^*	U_*^2	d_{60} (放流前)	d_{60} (放流後)	河床攪乱状況
No.8	0.08	400	31.5	112.5	粒径<113mmの河床材料が移動
No.9	0.05	780	95.0	94.0	放流前の粒径(d_{60})が95mmと大きく、放流前後で大きな変化はみられない
No.11	0.16	1240	47.5	113.0	粒径<113mmの河床材料が移動
No.14	0.22	1270	36.0	84.0	粒径<84mmの河床材料が移動

【調査結果概要】

- ・ダム放流時に水衝部となった試験施工区上流端が侵食され、当該調査測線に堆積
- ・ τ^* が0.08以上、 U_*^2 が400以上の区域では、粒径80~110mm程度の大礫が上流から流下してきて堆積 (No. 8、11、14)

※ U_*^2 の単位は cm^2/s^2

3. ヤナギ類実生流出状況

3-1 試験施工区の設置状況 KP20.4、33.4試験施工区の概要

■KP20.4、33.4試験施工区では、ダム放流時の水理諸量の大きさの違いによるヤナギ類実生の流出状況の違いに着目して調査を実施。

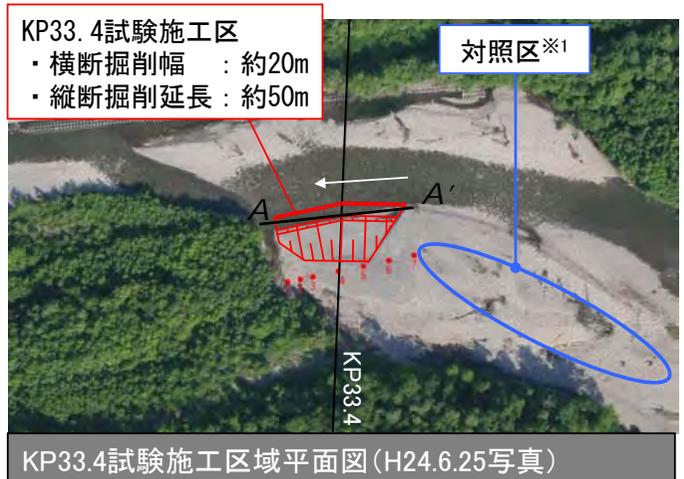
KP20.4、33.4試験施工区の概要

- H24年3月に施工
 - ・ダム放流により確実に冠水するよう水際部を掘削
 - ・横断方向に水深が変化するよう緩勾配で掘削

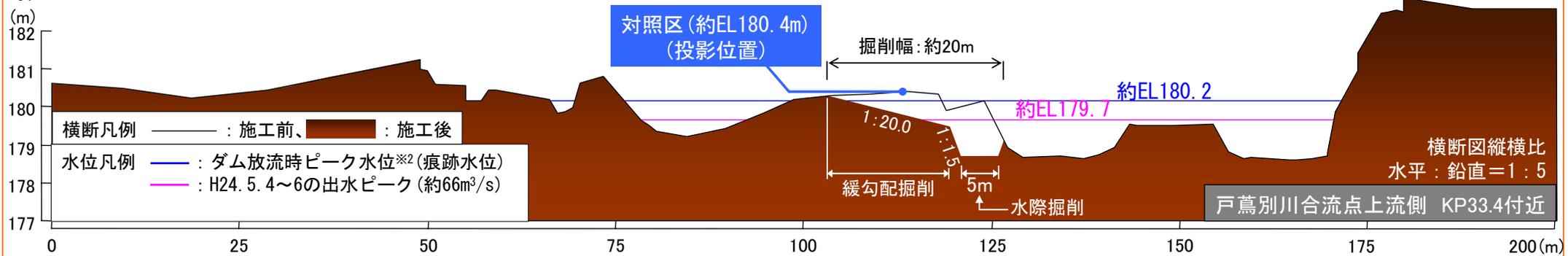
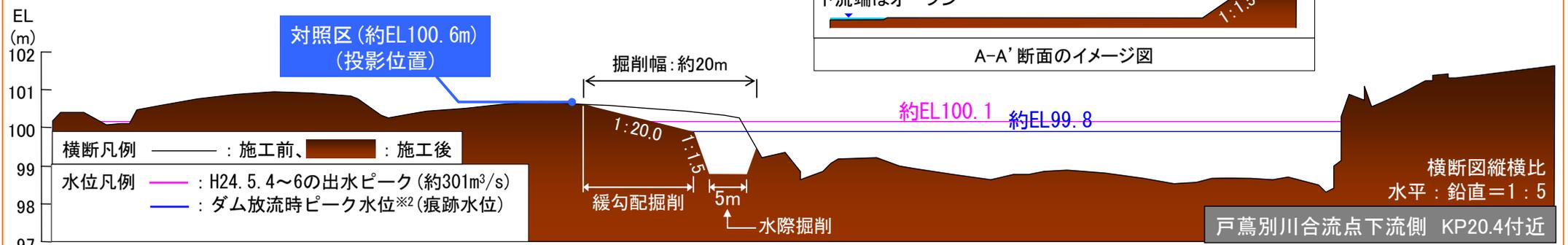
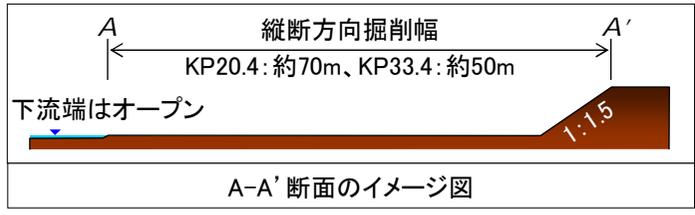
- ・植物の芽生えの前から観察を実施
- ・ダム放流前に横断測量、ヤナギ類実生調査等を実施

■KP20.4、33.4試験施工区の主な目的
ダム放流時の水理諸量の大きさと、ヤナギ類実生の流出状況等の関係を把握

■着目点
ダム放流時の水深、 τ *等の水理諸量の大きさの違いによるヤナギ類実生の流出状況の違いに着目



※1：施工前の試験施工区と同等の立地条件の砂州

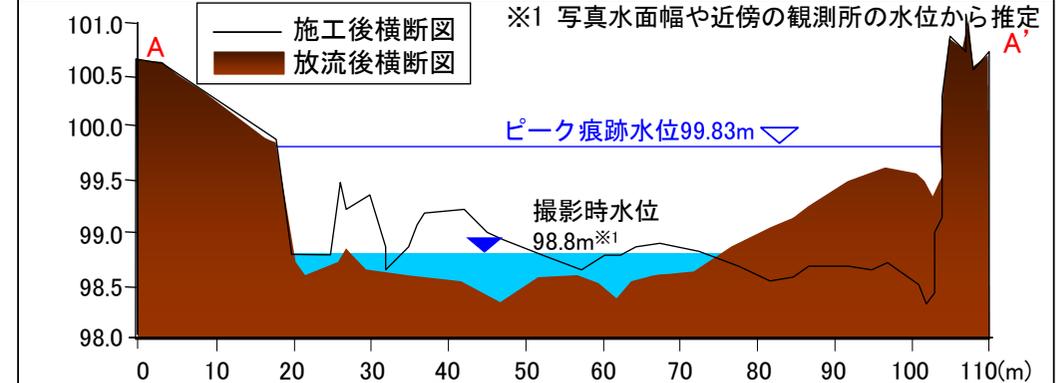
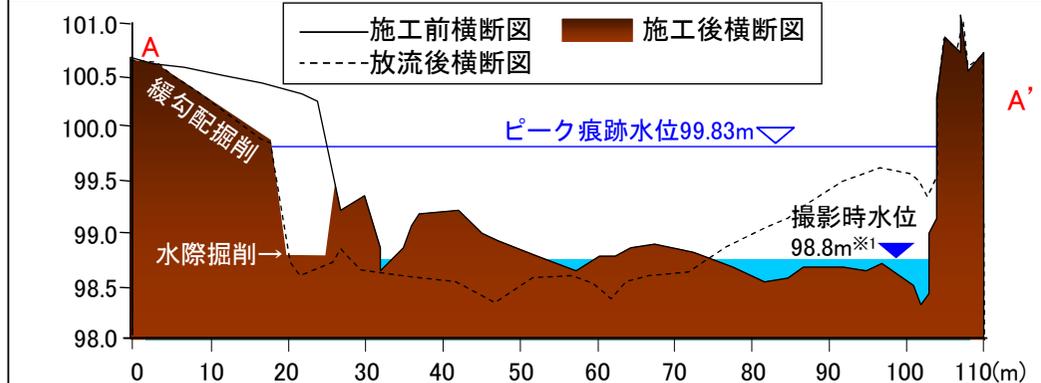


※2：ダム放流時のピーク水位は痕跡水位（その他の水位は不等流計算結果で、凡例の()内は計算流量）

3-2 ダム放流前後の試験施工区の変化① KP20.4試験施工区 (1/2)

■H23年12月からH24年6月の間に、主流線の変化と、それによる砂州形状の変化（礫河原の形成）がみられた。ダム放流による大きな河道形状の変化はみられない。

ダム放流前後のKP20.4試験施工区の変化状況



■ダム放流により水際掘削箇所等が冠水した。



①放流前 (6月25日10:00撮影 $Q \approx 69\text{m}^3/\text{s}^{*1}$)

※1 第二大川観測所のH-Q式、観測水位による換算流量

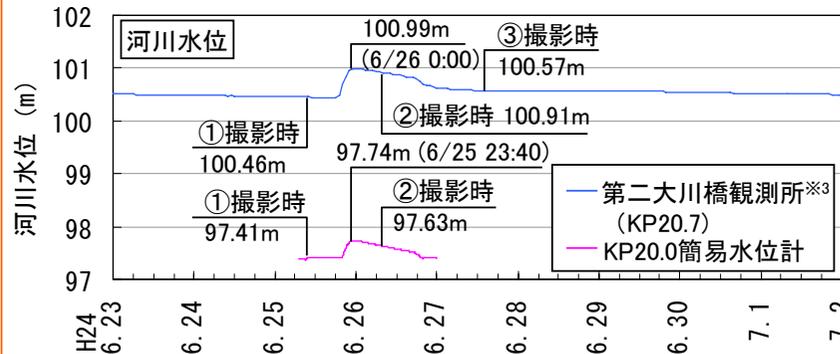


②放流中 流量ピーク後 (6月26日8:30撮影 $Q \approx 173\text{m}^3/\text{s}^{*2}$)

※2 KP20.4試験施工区での流量ピーク前後の流量観測結果



③放流後 (6月27日15:00撮影 $Q \approx 84\text{m}^3/\text{s}^{*1}$)

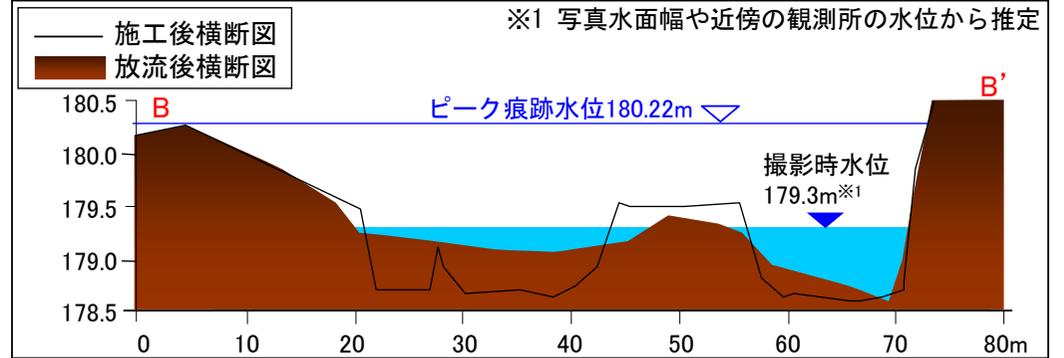
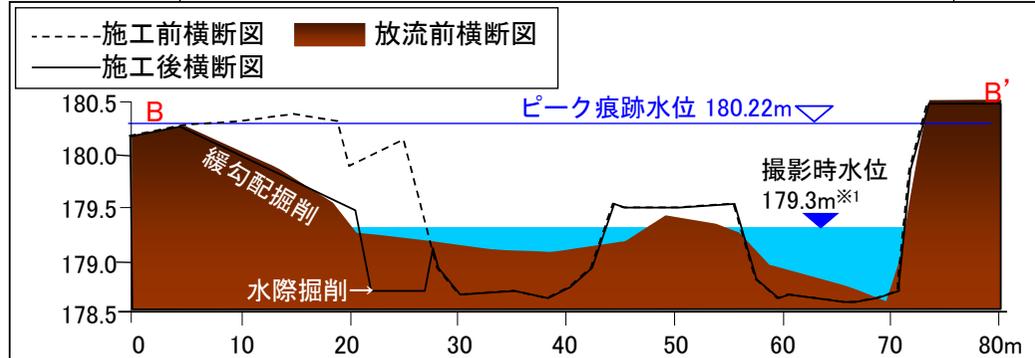


※3 水文水質データベース (暫定値)

- ①水際部を平地掘削と河川横断方向に1:1.5程度の勾配で掘削、砂州上部を河川横断方向に1:20.0程度の緩勾配で掘削。放流前は主流路付近が中州となっていた。
- ②放流ピーク時は、中州を含む広い範囲が冠水。
- ③放流前と比較し、大きな地形変化まではみられない。

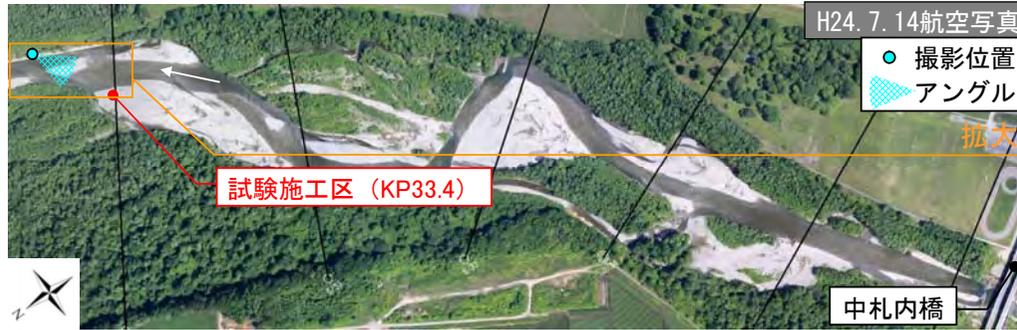
■ダム放流により、試験施工区前面の主流線の変化、砂州形状の変化がみられた。

ダム放流前後のKP33.4試験施工区の変化状況



※1 写真水面幅や近傍の観測所の水位から推定

■ダム放流により、対照区や試験施工区の一部を除き、広い範囲が冠水した。



①放流前 (6月25日10:00撮影 $Q \approx 21\text{m}^3/\text{s}^{*1}$)

※1 上札内観測所のH-Q式、観測水位による換算流量

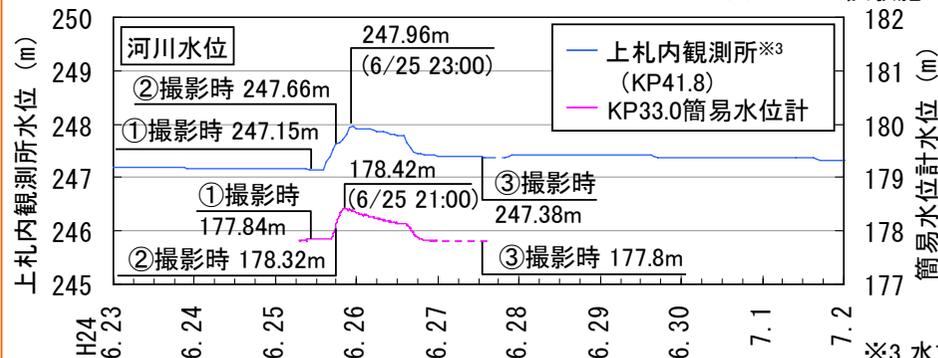


②放流中 流量ピーク前後 (6月25日19:00撮影 $Q \approx 162\text{m}^3/\text{s}^{*2}$)

※2 KP33.4試験施工区での流量ピーク前後の流量観測結果



③放流後 (6月27日14:00撮影 $Q \approx 46\text{m}^3/\text{s}^{*1}$)



※3 水文水質データベース (暫定値)

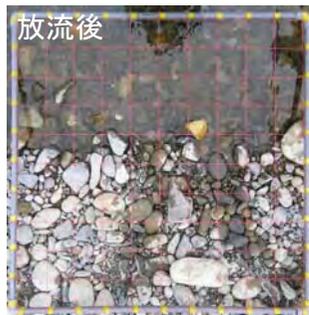
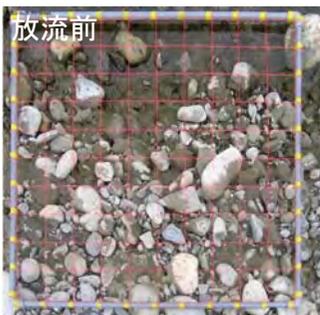
- ①KP33.4試験施工区では、放流前は中州がみられ、流路は平瀬状だった。
- ②放流ピーク時は、対照区や試験施工区の一部を除き、広い範囲が冠水した。
- ③放流前と比較し、中州の形状変化がみられた (上段の写真)。

■無次元掃流力 τ^* が0.04程度以下の区域でも、冠水した区域ではヤナギ類の実生個体数が減少した。大礫の間の実生は放流後も残っている場合が多かった。

KP20.4試験施工区 実生調査測線No. 1



	調査日
放流前	H24年6月21日
放流後	H24年6月28日



区画⑪付近の河床材料変化状況



写真① 大礫の間に定着し、放流後も残ったヤナギ科sp. (KP20.4試験施工区)

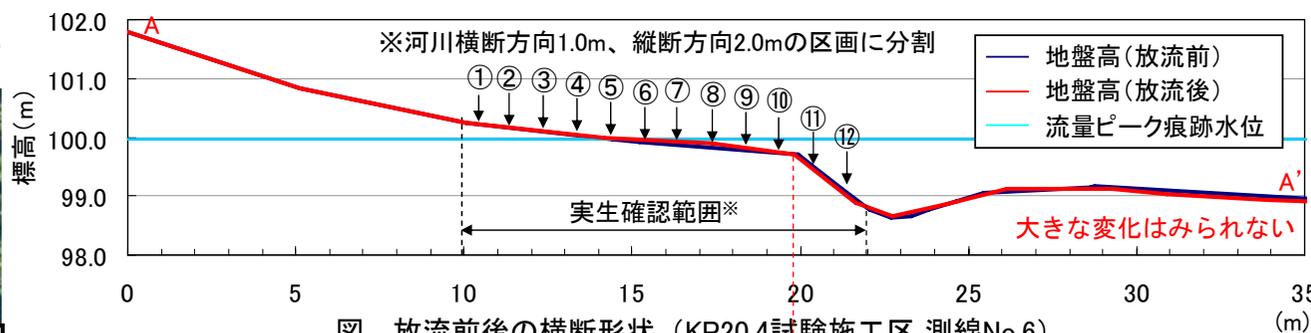


図 放流前後の横断形状 (KP20.4試験施工区 測線No.6)

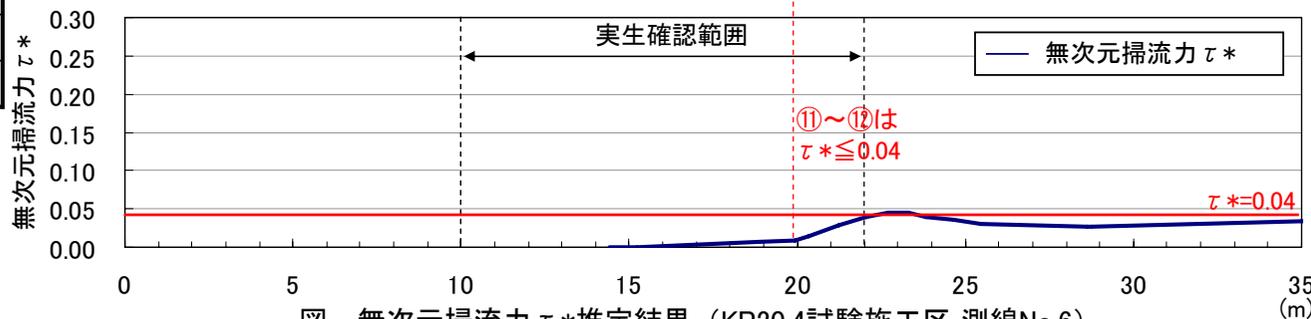


図 無次元掃流力 τ^* 推定結果 (KP20.4試験施工区 測線No.6)

【調査結果概要】

- ・ τ^* が0.04程度以下の区域でも、冠水した範囲ではヤナギ類の実生個体数が減少
- ・ 動きにくい大礫の間の実生は放流後も残っている場合が多かった (写真①)

表 放流前後の実生確認数

		区画	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
樹木	ヤナギ科sp.*	放流前	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	75
		放流後	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	49
その他草本		放流前	12	3	1	5	3	5	4	-	13	1	-	-
		放流後	9	2	1	2	5	6	4	2	13	2	1	1

※エゾノキヌヤナギまたはオノエヤナギの実生の可能性が高い

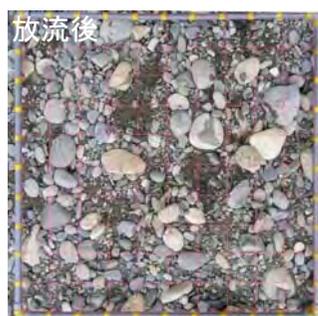
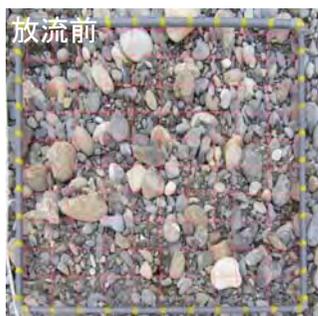
□ : 冠水範囲

■無次元掃流力 τ^* が0.05程度以下の区域でも、冠水した区域ではヤナギ類の実生個体数が減少した。大礫の間の実生は放流後も残っている場合が多かった。

KP20.4試験施工区 実生調査測線No. 2



	調査日
放流前	H24年6月21日
放流後	H24年6月28日



区画⑪付近の河床材料変化状況

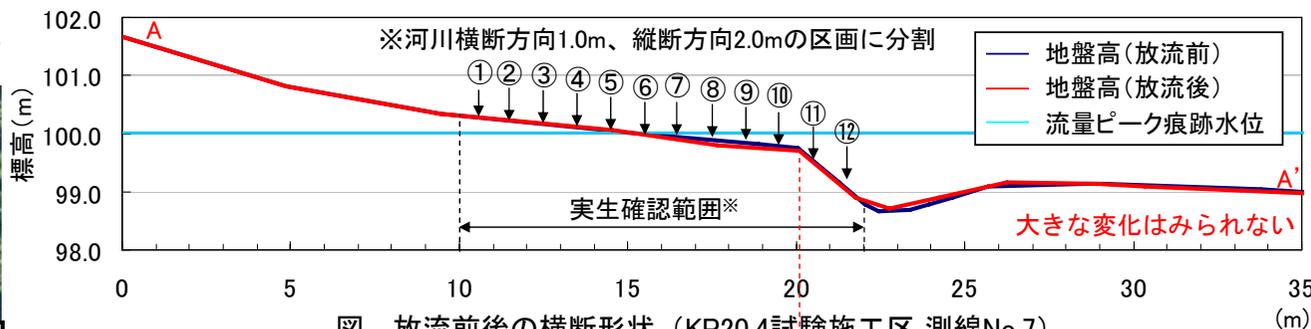


図 放流前後の横断形状 (KP20.4試験施工区 測線No.7)

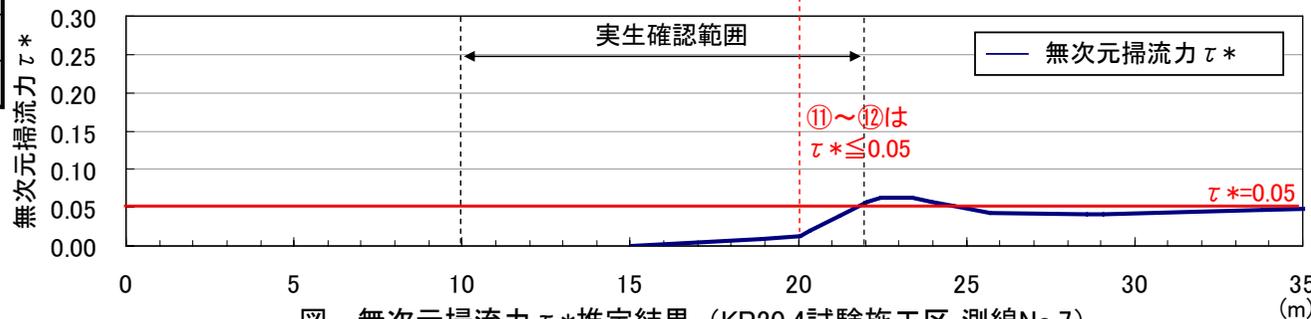


図 無次元掃流力 τ^* 推定結果 (KP20.4試験施工区 測線No.7)

【調査結果概要】

- ・ τ^* が0.05程度以下の区域でも、冠水した範囲ではヤナギ類の実生個体数が減少
- ・ 動きにくい大礫の間の実生は放流後も残っている場合が多かった (前ページ写真①)

表 放流前後の実生確認数

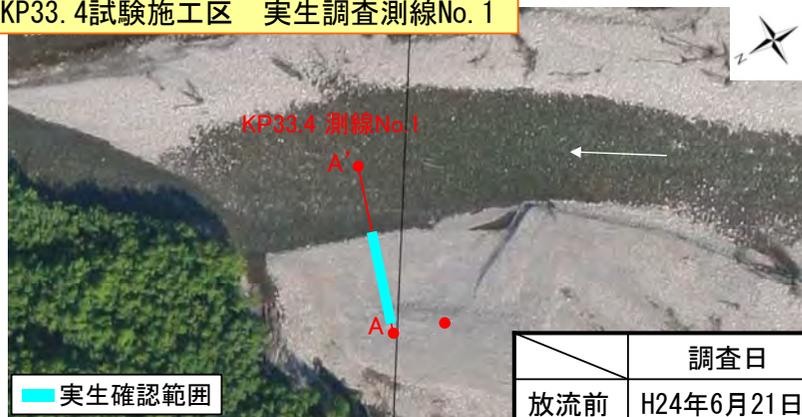
		区画	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
樹木	ヤナギ科sp.※	放流前	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	37
		放流後	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	23
その他草本	放流前	12	8	6	5	3	1	8	11	9	11	-	-	
	放流後	12	13	7	4	5	-	8	21	9	10	1	-	

※エゾノキヌヤナギまたはオノエヤナギの実生の可能性が高い

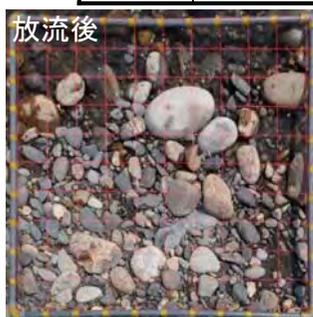
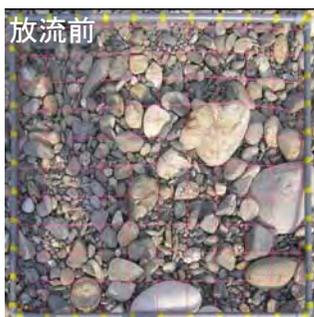
□ : 冠水範囲

■無次元掃流力 τ^* が0.04程度以上の区域では木本類の実生のほぼ全個体が流出し、 τ^* が0.02~0.04程度の区域でも実生個体数は減少した。

KP33. 4試験施工区 実生調査測線No. 1



	調査日
放流前	H24年6月21日
放流後	H24年6月28日



区画⑰付近の河床材料変化状況

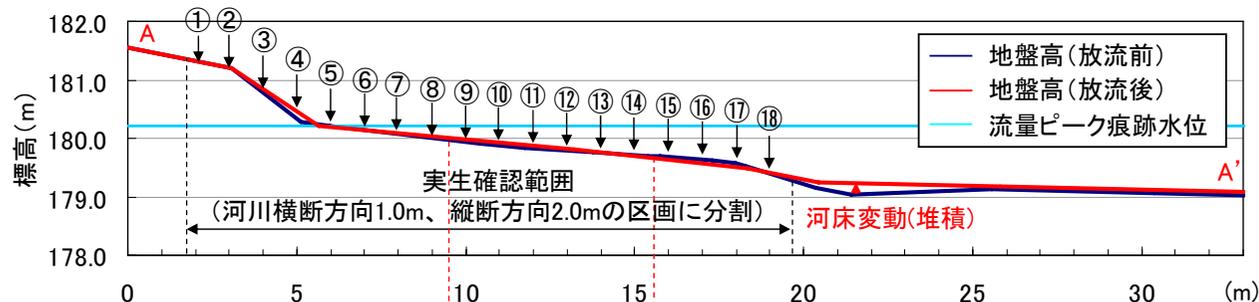


図 放流前後の横断形状 (KP33.4試験施工区 測線No.4)

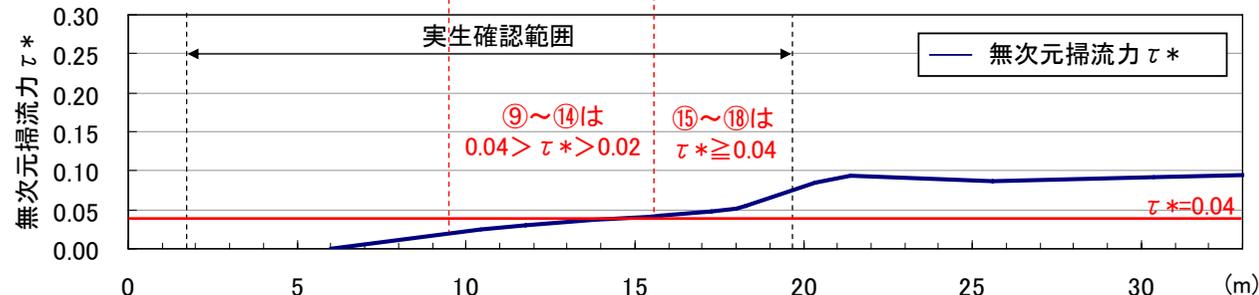


図 無次元掃流力 τ^* 推定結果 (KP33.4試験施工区 測線No.4)

【調査結果概要 1】

・ τ^* が0.04程度以上の区域では、ヤナギ類実生のほぼ全個体が流出

【調査結果概要 2】

・ τ^* が0.02~0.04程度の区域でも、冠水した範囲ではヤナギ類の実生個体数が減少

表 放流前後の実生確認数

		区画	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯	⑰	⑱	
樹木	ヤナギ科sp.*	放流前	-	-	-	-	-	-	-	-	4	12	16	13	33	26	40	13	19	24	
		放流後	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	15	5	20	6	1	1	-	-
	カラマツ	放流前	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-
		放流後	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ケヤマハンノキ	放流前	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
		放流後	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
その他草本	放流前	1	3	2	1	2	2	5	5	5	11	32	27	18	10	8	9	15	1		
	放流後	1	2	3	-	1	1	2	4	8	17	30	30	16	12	4	5	1	-		

※エゾノキヌヤナギまたはオノエヤナギの実生の可能性が高い

□ : 冠水範囲

その他草本の実生確認数は、流量ピーク時に冠水した多くの区画で減少

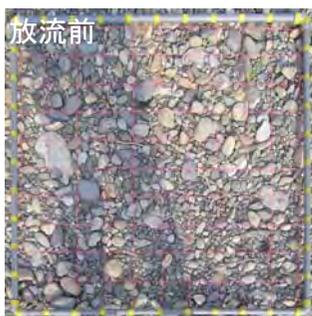
■無次元掃流力 τ^* が0.05程度以上の区域ではヤナギ類の実生の半数以上が流出し、 τ^* が0.02~0.04程度の区域でも実生個体数が減少した。

KP33. 4試験施工区 実生調査測線No. 2



実生確認範囲

	調査日
放流前	H24年6月21日
放流後	H24年6月28日



区画⑩付近の河床材料変化状況

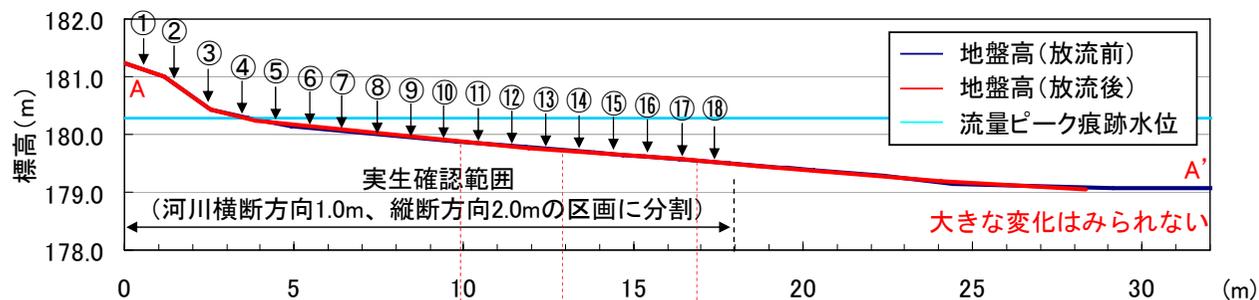


図 放流前後の横断形状 (KP33.4試験施工区 測線No.5)

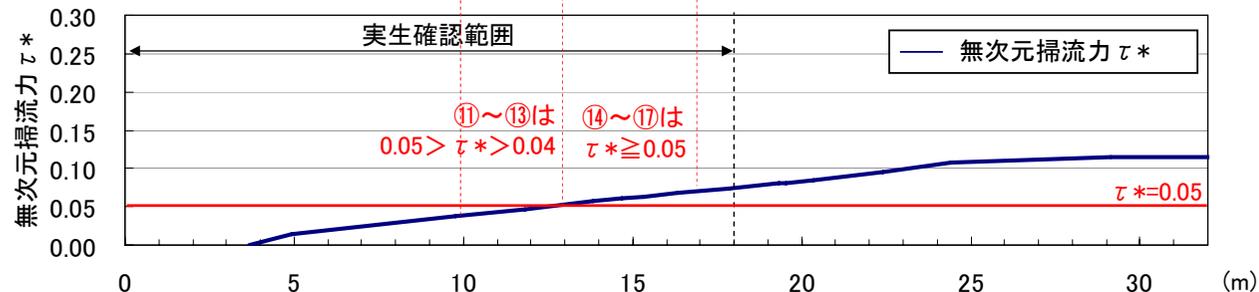


図 無次元掃流力 τ^* 推定結果 (KP33.4試験施工区 測線No.5)

【調査結果概要2】

・ τ^* が0.02~0.04程度の区域でも、冠水した範囲ではヤナギ類の実生個体数が減少

【調査結果概要1】

・ τ^* が0.05程度以上の区域では、ヤナギ類の実生の半数以上が流出

放流前後の実生確認数		区画	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯	⑰	⑱	
樹	ヤナギ科sp.*	放流前	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	26	17	123	109	85	94	-	
		放流後	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	8	51	39	47	40	-
木	ケヤマハンノキ	放流前	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	-	-
		放流後	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
その他草本		放流前	2	2	2	4	16	3	2	5	23	8	7	2	7	17	68	14	6	1	
		放流後	-	3	1	5	13	-	2	3	16	9	3	6	10	22	36	13	15	7	

※エゾノキヌヤナギまたはオノエヤナギの実生の可能性が高い

その他草本の実生確認数は、冠水した多くの区画で減少

□ : 冠水範囲



写真 礫間の細粒土砂堆積地に定着したヤナギ科sp. 群 (KP33. 4試験施工区)

4. 調查結果

■冠水させることでヤナギ類の実生を流出させ、水衝部を $\tau^* \geq 0.05$ 、 $U_*^2 \geq 200$ となるように切り下げてダム放流を行うことで河床攪乱や侵食を促すことが可能。

無次元掃流力 τ^* とヤナギ類実生流出状況の関係

試験区	τ^* とヤナギ類実生流出状況の関係	調査測線
KP20. 4試験区	・ τ^* が 0.04~0.05 程度以下の区域でも、冠水した範囲ではヤナギ類の実生個体数が減少。	KP20. 4-No. 6、7
KP33. 4試験区	・ τ^* が 0.04 程度以上の区域では木本類の実生のほぼ全個体が流出。	KP33. 4-No. 4
	・ τ^* が 0.05 程度以上の区域ではヤナギ類の実生の半数以上が流出。	KP33. 4-No. 5
	・ τ^* が 0.02~0.04 程度の区域でも、冠水した範囲ではヤナギ類の実生個体数が減少。	KP33. 4-No. 4、5

τ^* が 0.04~0.05 程度以上の区域では実生の大部分が流出し、 τ^* が 0.02~0.04 程度の区域でも実生は減少

無次元掃流力 τ^* 、摩擦速度 U_*^2 と河床攪乱状況の関係

注) U_*^2 の単位は cm^2/s^2

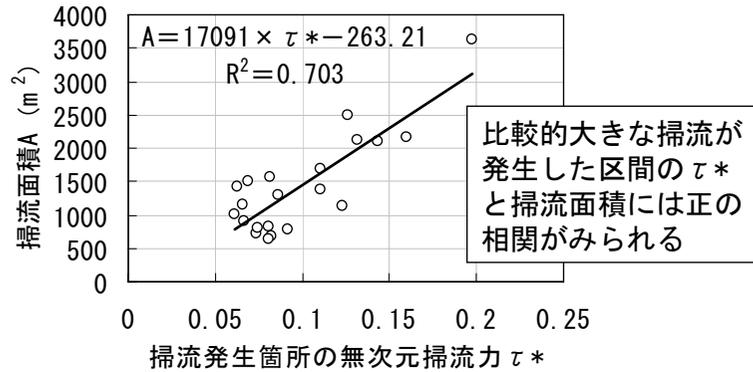
試験区	τ^* 、 U_*^2 と河床攪乱状況の関係	調査測線
KP20. 4試験区	・ τ^* が 0.05 程度、 U_*^2 が 250 程度の区域で粒径 35mm 程度以下の礫が移動。	大きな地形変化はみられない KP20. 4-No. 6 KP20. 4-No. 7
	・ τ^* が 0.05 程度、 U_*^2 が 200 程度以上の区域で粒径 45mm 程度の礫が移動。	
KP33. 4試験区	・ τ^* が 0.04~0.05、 U_*^2 が 300 程度以上の区域では粒径 40~50mm 程度の礫が移動。	KP33. 4-No. 4 KP33. 4-No. 5
KP42. 0試験区	・ ダム放流時に水衝部となり、 τ^* が 0.05 程度以上、 U_*^2 が 200 程度以上となった平場掘削・緩勾配掘削箇所が大きく侵食。	KP42. 0-No. 3 KP42. 0-No. 4
	・ τ^* が 0.05 程度以上、 U_*^2 が 200 程度以上の区域で粒径 60~100mm 程度の礫が移動。	KP42. 0-No. 4
	・ ダム放流時に水衝部となった平場掘削箇所が河床変動。 ・ τ^* 、 U_*^2 が大きくなると掃流される河床材料も大きくなる傾向だが、 τ^* が 0.05 未満、 U_*^2 が 200 未満の区域では大きな変化はみられない	KP42. 0-No. 5
	・ τ^* が 0.10 以上、 U_*^2 が 200 程度以上の区域では粒径 50~60mm 程度の礫が上流から流下してきて堆積。	KP42. 0-No. 6
KP42. 7試験区	・ ダム放流時に水衝部となった試験施工区の上流端が侵食。 ・ τ^* が 0.08 程度以上、 U_*^2 が 400 程度以上の区域では、粒径 70~100mm 程度の大礫が上流から流下。 ・ 一方、 τ^* が 0.05 未満、 U_*^2 が 500 程度以下の区域では大きな変化はみられない。	KP42. 7-No. 6 KP42. 7-No. 8

$\tau^* \geq 0.05$ 、 $U_*^2 \geq 200$ 程度で河床材料が動き出し、平場掘削・緩勾配掘削箇所が水衝部になると侵食が発生
水衝部となる箇所を、 $\tau^* \geq 0.05$ 、 $U_*^2 \geq 200$ となるように切り下げることにより、河床攪乱や侵食を発生させることができると考えられる

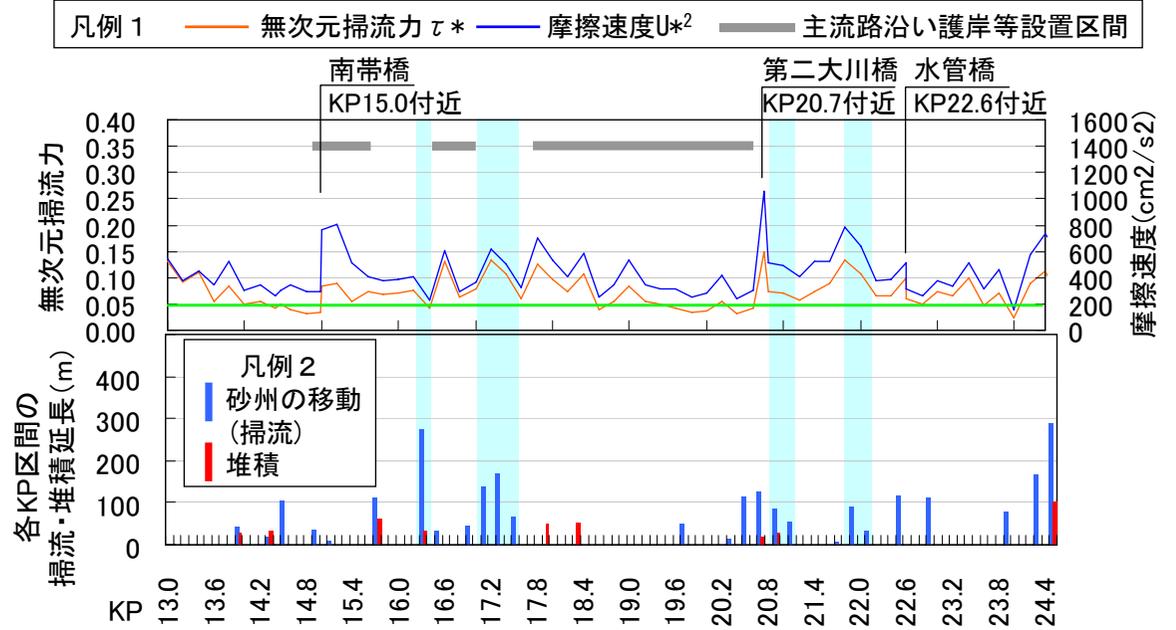
■ 流下方向に τ^* や U^2 が大きく増減している区間では、連続して掃流が発生し、掃流の規模(延長)も比較的大きく、掃流箇所周辺では新たな礫河原の形成がみられた。

ダム放流前後の全川的な河道変化の傾向

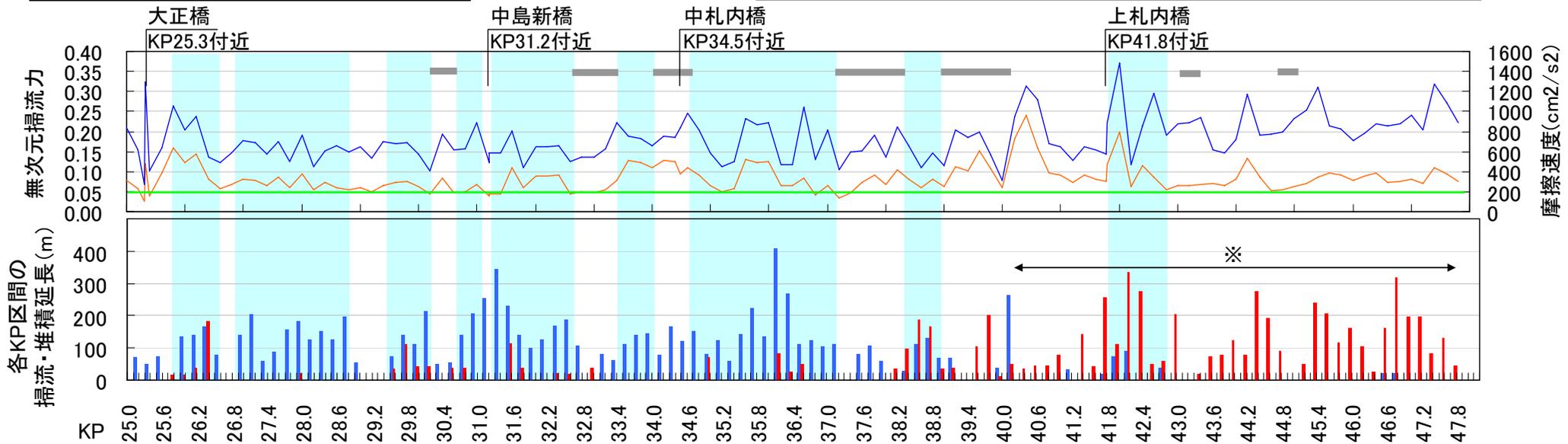
- ・ 砂州掃流や堆積の箇所数、規模(延長)ともに上流区間の方が大きい。
- ・ 流下方向に τ^* や U^2 が大きく増減している区間()では、連続して掃流が発生し、掃流の延長もその上下流区間より大きい。
- ・ 掃流発生箇所の周辺では、新たな礫河原の形成(堆積)がみられた。



図① 掃流発生箇所の τ^* と掃流面積の関係



図② ダム放流時の下流区間の水理諸量と各KP区間の侵食・堆積延長



図③ ダム放流時の上流区間の水理諸量と各KP区間の侵食・堆積延長

※ダム放流前後の比較に使用した航空写真のうち、ダム放流前のKP40付近より上流側の写真は水位上昇中に撮影したものであるため、放流後の写真との比較では堆積と判読される場合が多いためと考えられる。