

北河原地区河原再生試験施工に関するとりまとめ(案)

平成 25 年 3 月

国土交通省 近畿地方整備局 猪名川河川事務所

1 河原再生試験施工の概要

1.1 試験施工の概要

北河原地区河原再生試験施工は、「砂礫河原が形成されるために必要な物理条件」および「物理環境と成立植生の関係」の検証を主目的として、低水河岸の切り下げおよび高水敷の表土はぎを行っている。

切り下げは、高い掃流力を期待できる 6.6k~6.8k の範囲を対象として、多様な掃流力と冠水頻度が創出できるように、4つの異なった高さで階段状の断面形状で実施された。

工事は平成 19 年 3 月に完了した。

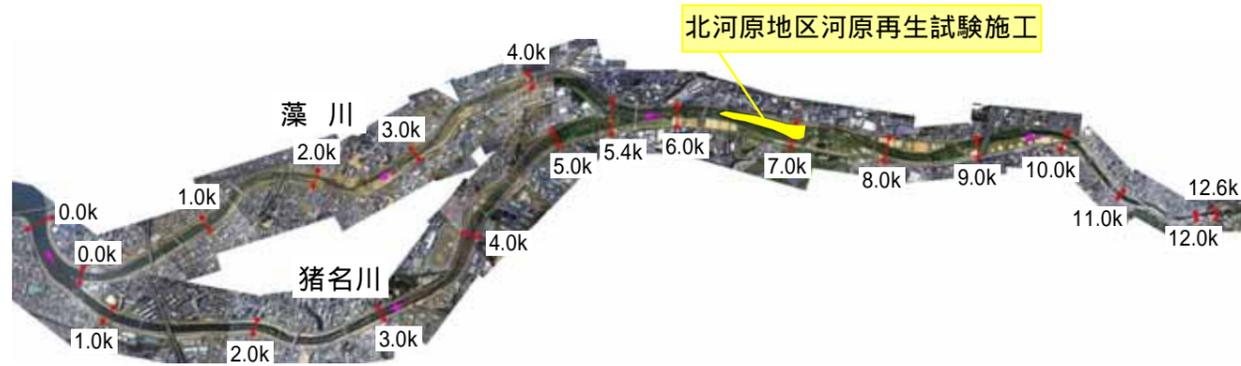


図 1.1.1 位置図

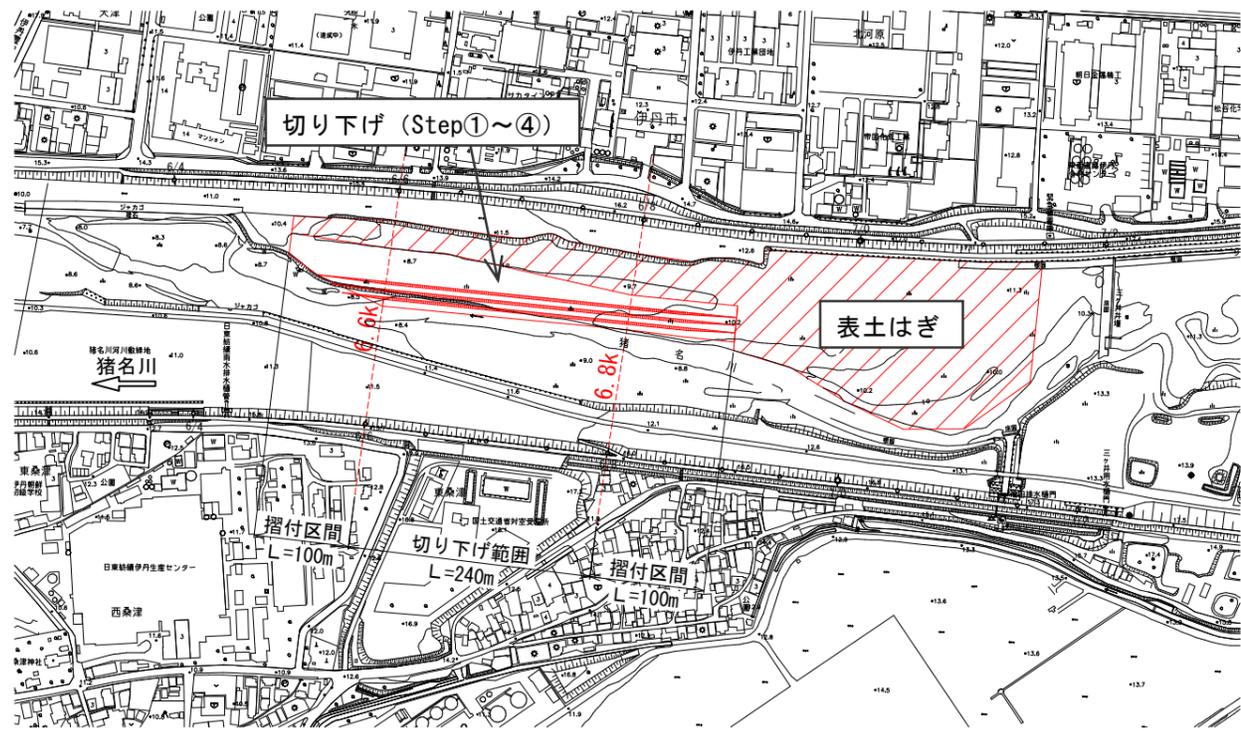


図 1.1.2 平面図

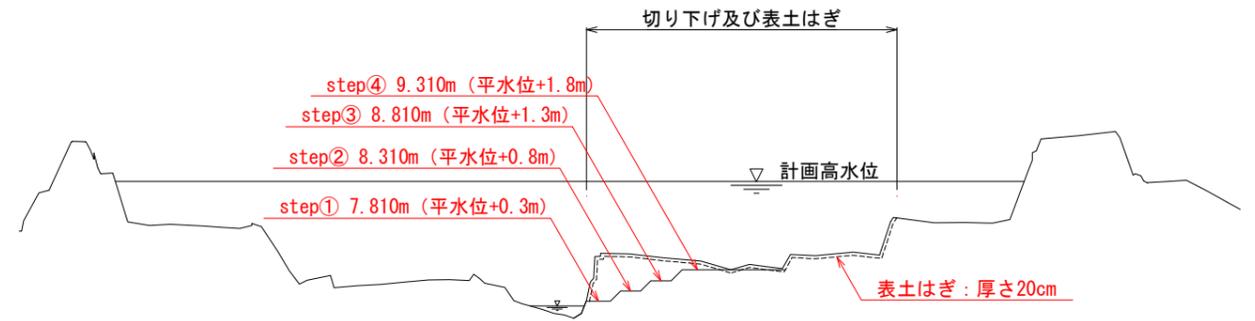


図 1.1.3 横断面図(6.8k)

表 1.1.1 試験施工におけるインパクトと期待効果

インパクト	期待効果																
砂州の切り下げ (階段状)	冠水頻度の増大	現況 (施工前)	地盤高が高く $Q=180\text{m}^3/\text{s}$ (年 1 回期待できる流量) の出水では、砂州は冠水しない。														
		施工後	切り下げのステップごとに、下表のように冠水頻度が変化する。 ステップの冠水条件 (想定値) <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>流量 (m^3/s)</th> <th>頻度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ステップ</td> <td>10</td> <td>50 日</td> </tr> <tr> <td>ステップ</td> <td>30</td> <td>15 日</td> </tr> <tr> <td>ステップ</td> <td>80</td> <td>5 日</td> </tr> <tr> <td>ステップ</td> <td>200</td> <td>1 日</td> </tr> </tbody> </table>		流量 (m^3/s)	頻度	ステップ	10	50 日	ステップ	30	15 日	ステップ	80	5 日	ステップ	200
	流量 (m^3/s)	頻度															
ステップ	10	50 日															
ステップ	30	15 日															
ステップ	80	5 日															
ステップ	200	1 日															
掃流力の増大	冠水頻度の増大	現況 (施工前)	地盤高が高いため、出水時に十分な掃流力が得られず、攪乱の起きにくい河道となっている。														
		施工後	土砂の移動が活性化する。(攪乱が起こりやすくなる) 無次元掃流力は $Q=500\text{m}^3/\text{s}$ (平均年最大流量) 流下時の想定値 ステップの掃流力 (想定値) <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>無次元掃流力 *</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ステップ</td> <td>0.067</td> </tr> <tr> <td>ステップ</td> <td>0.056</td> </tr> <tr> <td>ステップ</td> <td>0.045</td> </tr> <tr> <td>ステップ</td> <td>0.033</td> </tr> </tbody> </table>		無次元掃流力 *	ステップ	0.067	ステップ	0.056	ステップ	0.045	ステップ	0.033				
	無次元掃流力 *																
ステップ	0.067																
ステップ	0.056																
ステップ	0.045																
ステップ	0.033																
表土はぎ	供給土砂の一時 的増大	現況 (施工前)	砂州が植生で覆われてしまっているため、攪乱が起きにくい。														
		施工後	植生で覆われた箇所の表土をはぎ取ることにより、攪乱が起きやすくなる。														

1.2 調査の概要と経過

河原再生試験施工に関する調査は、平成 18 年度に事前調査が行われ、施工後の平成 19 年度から平成 23 年度までの 5 年間にわたって事後調査が行われた。

調査内容は表 1.1.2、調査の経過は表 1.1.3 のとおりである。

表 1.1.2 調査内容一覧

調査項目	調査目的	調査時期	調査方法	
物理環境調査	水位観測	通年	試験施工区域の上流側（7.0k）と下流側（6.6k）の 2 箇所に水位計を設置して計測する。	
	河川横断測量	出水後	試験施工区域を含む距離標 6.2k～7.2k の区間で 21 断面（50m ピッチ）の横断測量を行う。	
	河床材料調査	出水前 出水後	切り下げ地のほぼ中央である 6.7k において、4 地点（各ステップに 1 地点で 1m×1m の範囲）の表層河床材料を採取し、粒度分析を行う。	
	侵食・堆積量調査		試験施工区域に 27 箇所の砂柱（トレーサー）を設置し、砂柱の天端高を測定して、出水による土砂の浸食・堆積量を把握する。	
	微細土砂堆積調査		試験施工区に 12 箇所の金属プレート（0.2m×0.2m）を設置し、堆積した土砂の厚さ、量及び粒度分析を行う。	
	写真記録調査	礫河原の形成状況、植生の生育状況の変化を把握する。	春季 出水後 秋季	試験施工区間全体の景観、切り下げ地の各ステップと切り下げ地以外の景観と表層河床材料の変化を把握できるように定点撮影を行う。
	植生調査	植物相調査	春季 秋季	調査範囲を踏査し、出現種を記録する。特定種や、河原に特有な植物などを確認した場合は生育状況、位置情報等も記録・整理する。
植生図作成調査		調査範囲を踏査し、生育している優占種によって群落区分し、相観植生図を作成する。		
植生横断調査		低水路から堤防法肩の群落分布の横断図を作成する。調査範囲は測線を中心に全幅 6m とし、調査範囲上に分布する植物群落単位にコドラート（1m×1m）を設置し、群落組成を調査する。		
定点写真撮影		切り下げ地において、定点写真撮影を定期的に行う。		
その他調査	水域調査	春季 出水後 秋季	試験施工区域の周辺水域において、魚類等の生息場としての瀬・淵、河床材料等の状況を目視で観察・記録する。事前調査では魚類・底生動物を調査する。	
	陸域調査		試験施工区域の周辺陸域において、陸上昆虫類、小動物、鳥類等を目視や足跡・営巣痕跡などのフィールドサインにより記録する。	

表 1.1.3 調査の経過

調査項目	調査時期	平成 18 年度 (事前調査)	平成 19 年度	平成 20 年度	平成 21 年度	平成 22 年度	平成 23 年度	平成 24 年度	
物理環境調査	水位観測	通年	—	○	○	○	○	○	
	河川横断測量	出水後	—	○	○	○	○	○	
	河床材料調査	出水後	—	○	○	○	○	○	
	侵食・堆積量調査	出水前 出水後	—	○	○	○	○	○	
	微細土砂堆積調査	出水後	—	○	○	○	○	○	
	写真記録調査	春季 出水後 秋季	○ (施工直後)	○	○	○	○	○	
植生調査	植物相調査	春季	○	○	○	○	○	○	
	植生図作成調査	春季 秋季	○	○	○	○	○	○	
	群落組成調査		○	○	○	○	○	○	
	定点写真撮影	春季 出水後 秋季	—	○	○	○	○	○	○
その他調査	水域調査	春季 出水後 秋季	○ — ○	—	—	—	○	○	○
	陸域調査	春季 出水後 秋季	○ — ○	—	—	—	○	○	○

2 物理環境調査の結果

2.1 流況と冠水状況

(1) 出水時の冠水深

平成 19～23 年度における軍行橋水位および各ステップの出水時の冠水深等を以下に整理する。
 なお、対象とする出水は各年度の調査期間内における最大の出水としている。

<平成 19 年度>

- ・平成 19 年 7 月 14 日の出水において軍行橋で時刻水位 1.61m (流量 145m³/s) を記録。
- ・この出水により最上段のステップ 4 まで冠水し、ピーク時にはステップ 1 で 1.5m、ステップ 4 で 0.5m 程度の冠水が確認された。

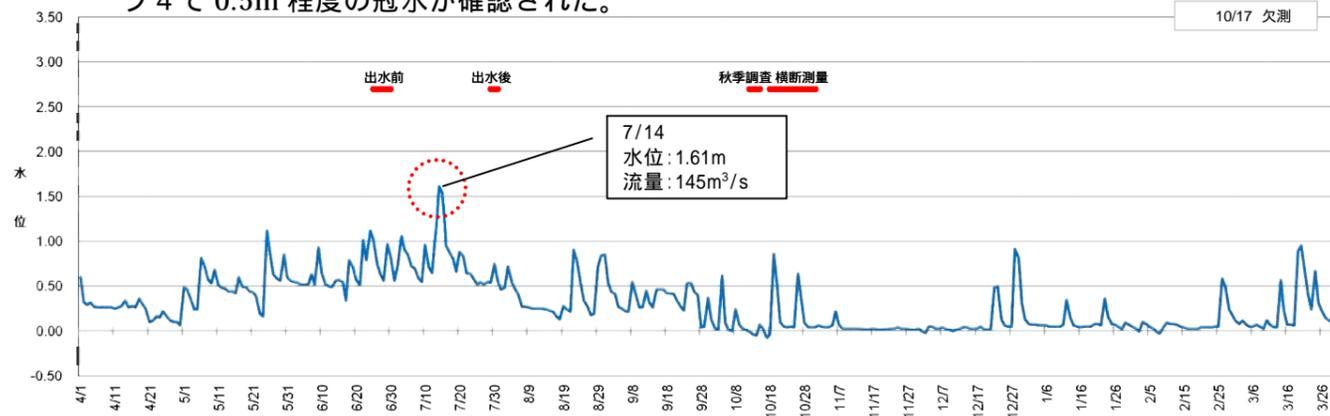


図 1.2.1 平成 19 年度 猪名川軍行橋の水位変化

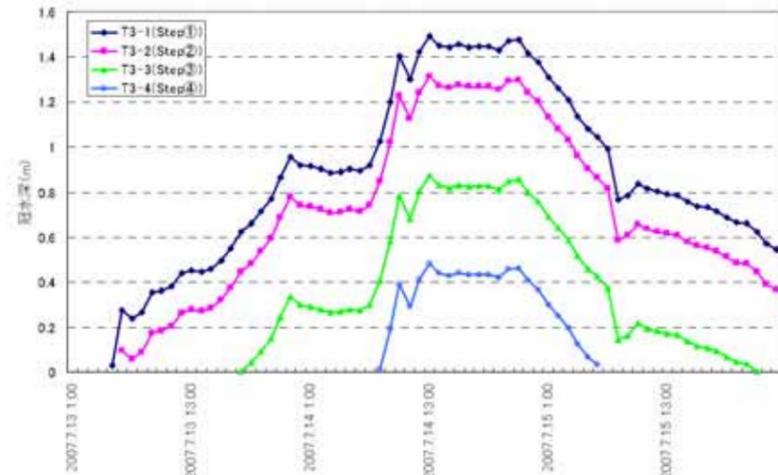


図 1.2.2 出水時における試験施工地各ステップの冠水深

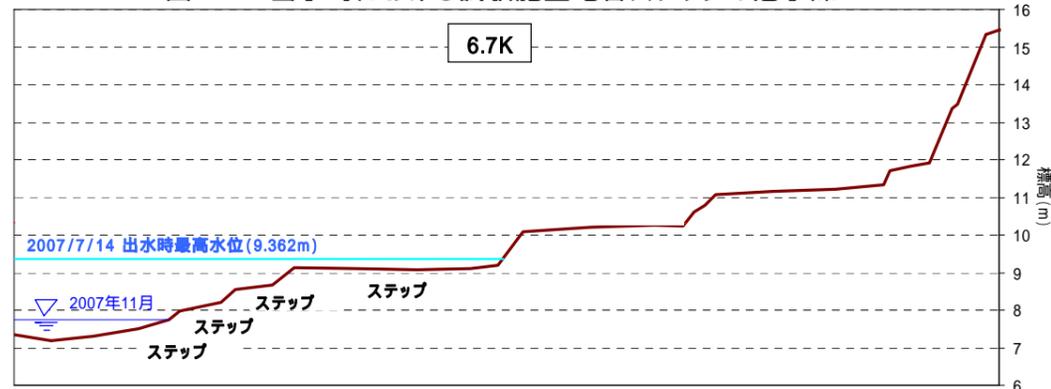


図 1.2.3 出水時における試験施工地横断図(6.7k)

<平成 20 年度>

- ・平成 20 年 7 月 28 日の出水において軍行橋で時刻水位 1.97m (流量 203m³/s) を記録。
- ・この出水により最上段のステップ 4 まで冠水し、ピーク時にはステップ 1 で 2.4m、ステップ 4 で 1.3m 程度の冠水が確認された。

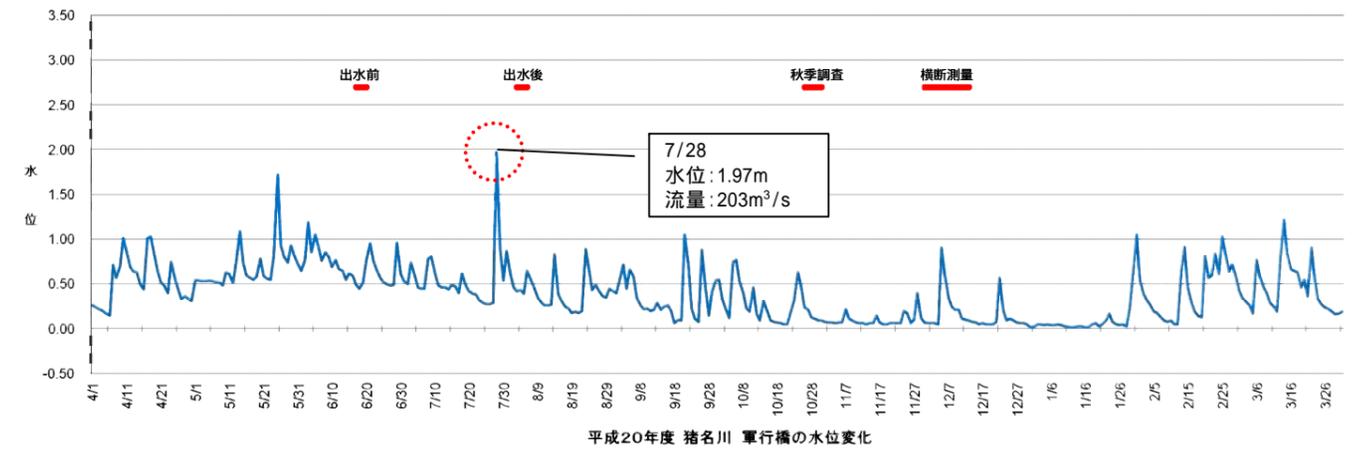


図 1.2.4 平成 20 年度 猪名川軍行橋の水位変化

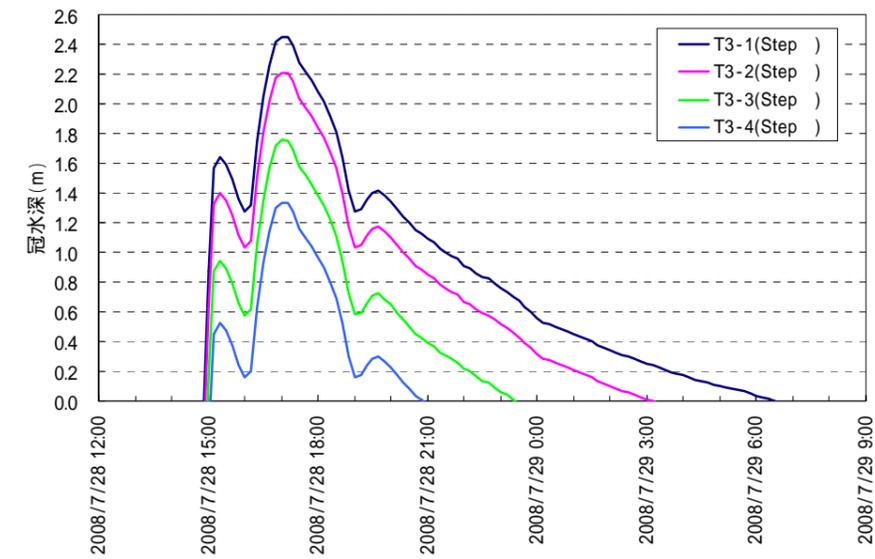


図 1.2.5 出水時における試験施工地各ステップの冠水深(6.7k)

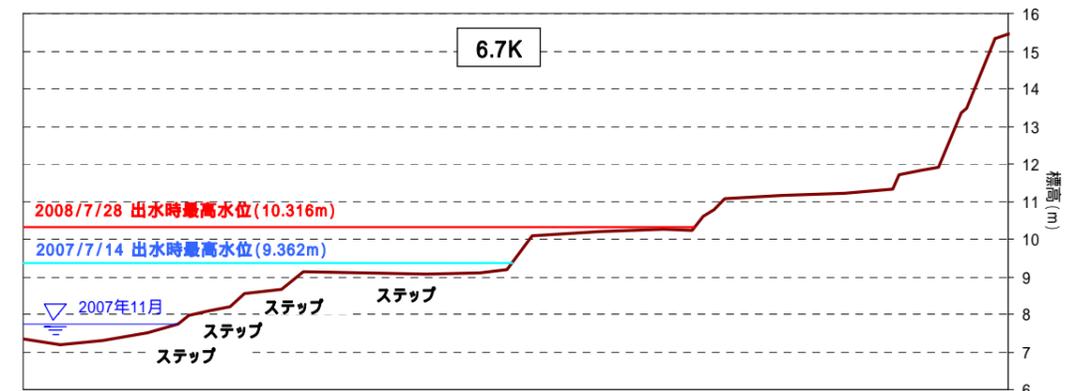


図 1.2.6 出水時における試験施工地横断図(過去の出水時水位との比較)(6.7k)

<平成 21 年度>

- ・平成 21 年 8 月 2 日の出水において軍行橋で時刻水位 3.11m (流量 498m³/s) を記録。
- ・この出水により最上段のステップ 4 まで冠水し、ピーク時にはステップ 1 で 3.4m、ステップ 4 で 2.3m 程度の冠水が確認された。

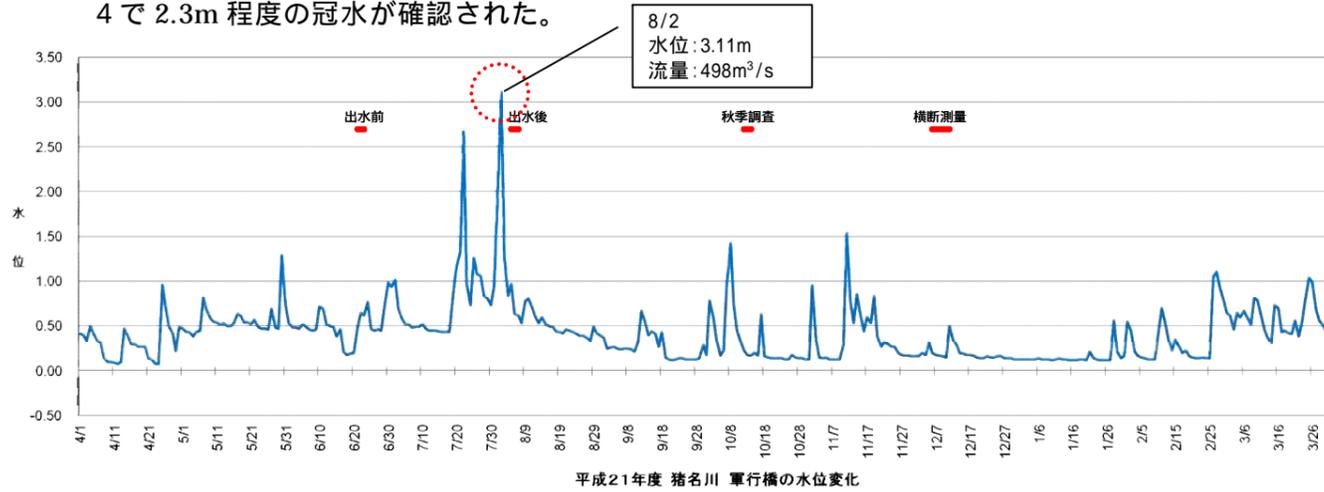


図 1.2.7 平成 21 年度 軍行橋の水位変化

<平成 22 年度>

- ・平成 22 年 6 月 27 日の出水において軍行橋で時刻水位 2.53m (流量 356m³/s) を記録。
- ・この出水により最上段のステップ 4 まで冠水し、ピーク時にはステップ 1 で 3.1m、ステップ 4 で 1.3m 程度の冠水が確認された。

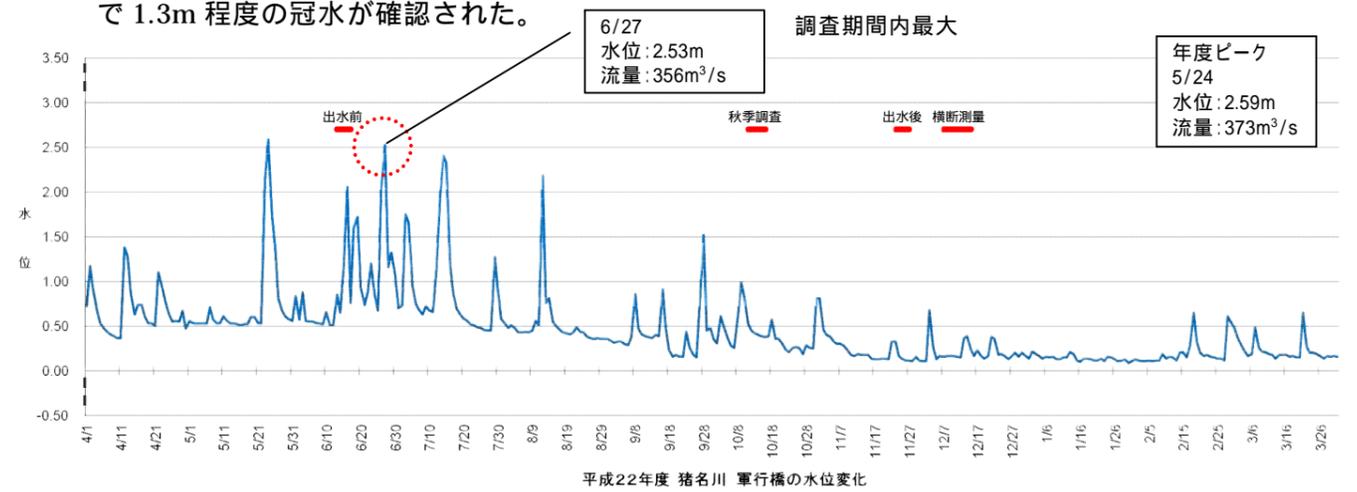


図 1.2.10 平成 22 年度 猪名川軍行橋の水位変化

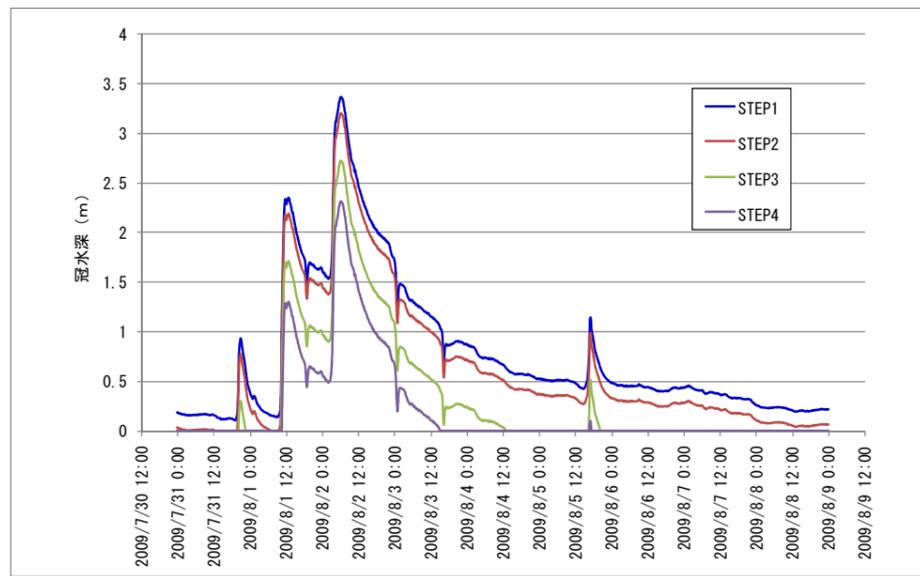


図 1.2.8 出水時における試験施工地各ステップの冠水深(6.7k)

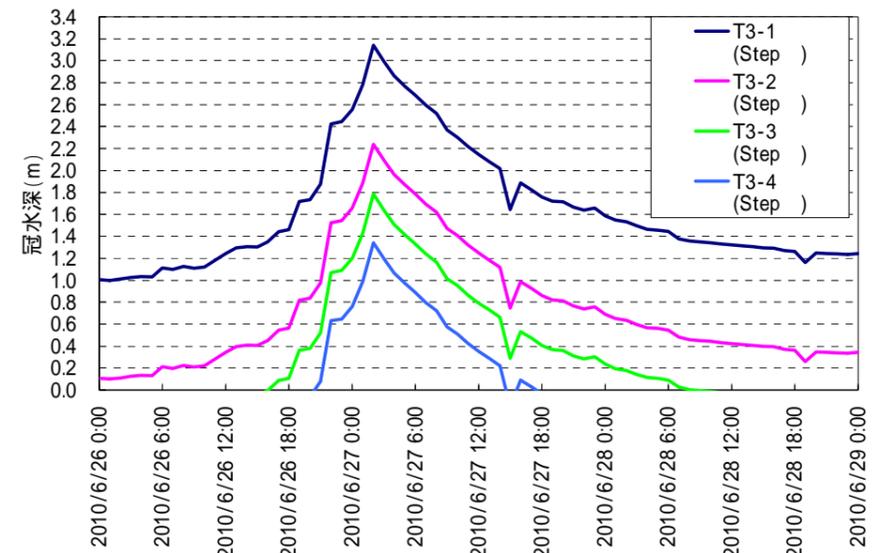


図 1.2.11 出水時における試験施工地各ステップの冠水深(6.7k)

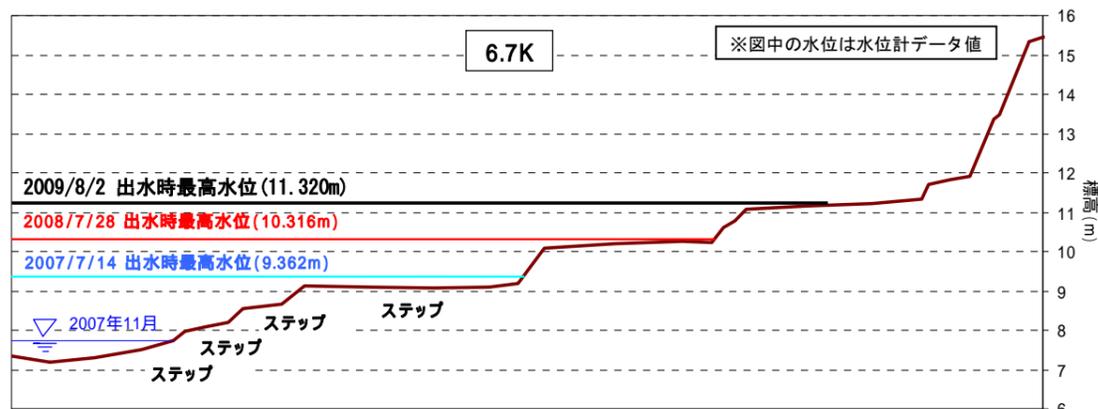


図 1.2.9 出水時における試験施工地横断図(過去の出水時水位との比較)(6.7k)

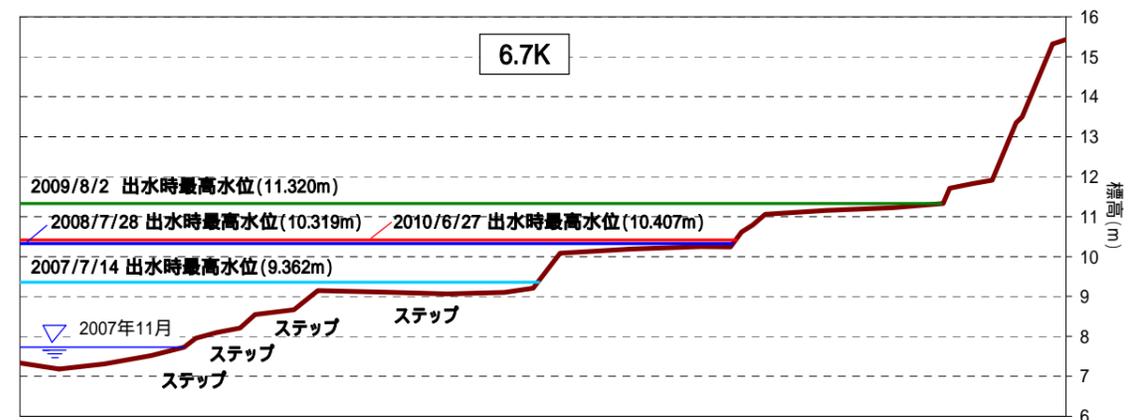


図 1.2.12 出水時における試験施工地横断図(過去の出水時水位との比較)(6.7k)

<平成 23 年度>

- 平成 23 年 9 月 4 日の出水において軍行橋で時刻水位 2.68m (流量 472m³/s) を記録。
- この出水では最上段のステップ 4 まで冠水し、ピーク時にはステップ 1, 2 で 3.0m、ステップ 4 で 1.3m 程度の冠水が確認された。

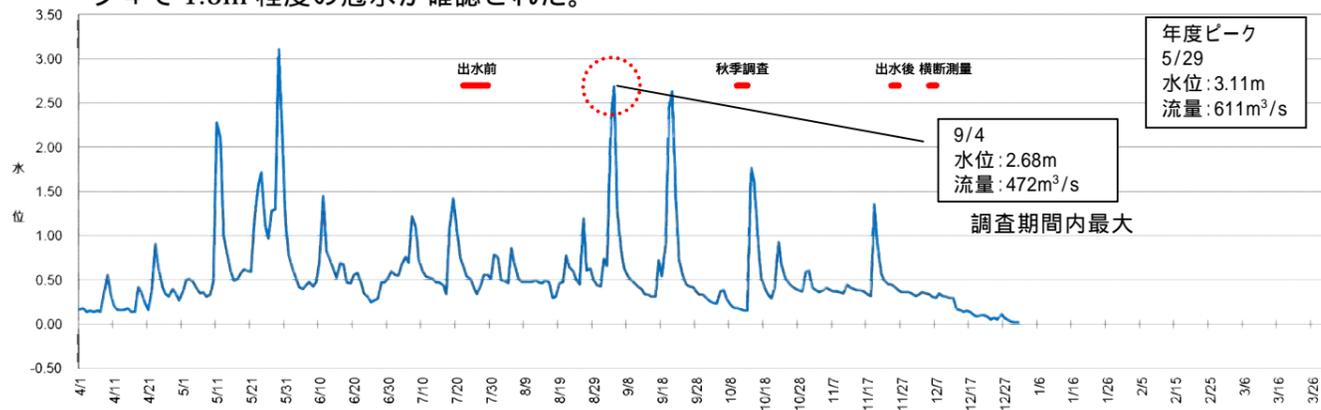


図 1.2.13 平成 23 年度 猪名川軍行橋の水位変化

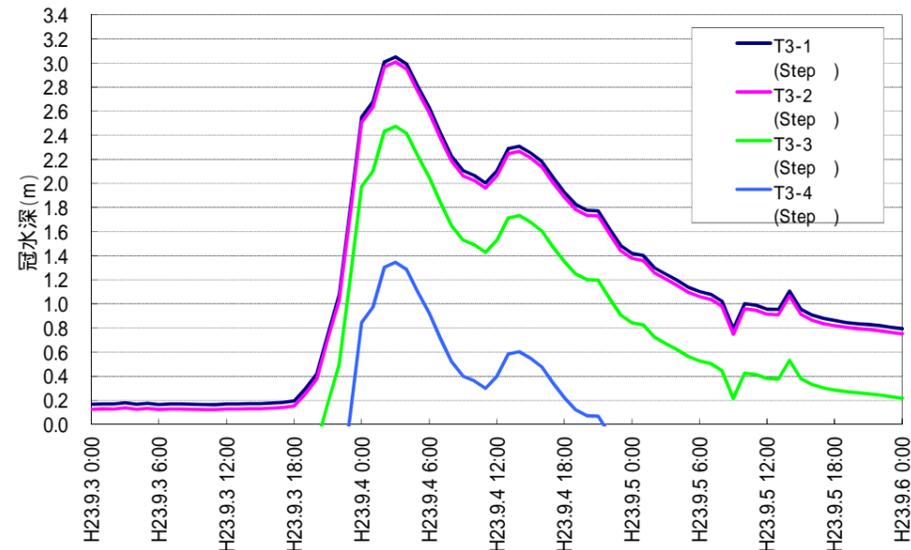


図 1.2.14 出水時における試験施工地各ステップの冠水深 (6.7k)

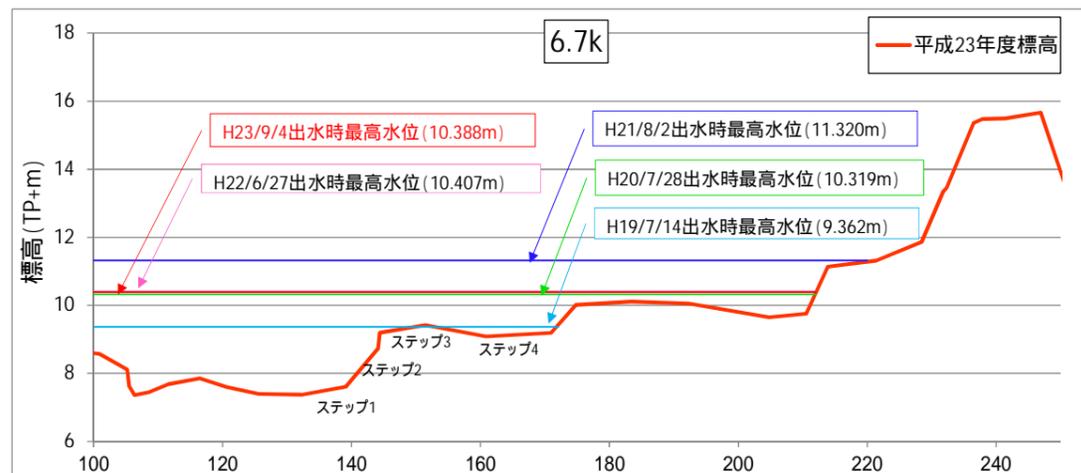


図 1.2.15 出水時における試験施工地横断図 (過去の出水時水位との比較) (6.7k)

(2) 冠水頻度

平成 19 年度～平成 23 年度の 6.6k および 6.8k 地点における冠水頻度を以下に整理する。

<平成 19 年度～平成 23 年度>

- ステップ 1 では 6.6k、6.8k とともに近年ではほぼ冠水状態にある。
- ステップ 2 においても 6.8k では浸食の影響により平成 23 年度はほぼ冠水状態。
- ステップ 3 およびステップ 4 では、年度による多少の差はあるものの、試験施工以降、冠水日数・冠水頻度とともに概ね横ばいの傾向にある。

表 1.2.1 ステップ別 冠水頻度一覧表

		ステップ1		ステップ2		ステップ3		ステップ4	
		冠水日数	冠水比率	冠水日数	冠水比率	冠水日数	冠水比率	冠水日数	冠水比率
平成19年度	H19.6～H19.10(149日)	148.9	99.9%	38.8	26.0%	2.2	1.5%	0.8	0.5%
平成20年度	H19.11～H20.5(213日)	211.0	99.1%	31.1	14.6%	2.0	0.9%	0.4	0.2%
	H20.6～H20.10(153日)	114.2	74.6%	25.9	16.9%	1.3	0.8%	0.3	0.2%
年度合計(366日)		325.2	88.9%	57.0	15.6%	3.3	0.9%	0.7	0.2%
平成21年度	H20.11～H21.5(212日)	89.1	42.0%	69.1	32.6%	7.8	3.7%	1.3	0.6%
	H21.6～H21.10(153日)	131.0	85.6%	88.7	58.0%	15.9	10.4%	5.9	3.9%
年度合計(365日)		220.1	60.3%	157.8	43.2%	23.7	6.5%	7.2	2.0%
平成22年度	H21.11～H22.5(212日)	181.3	85.5%	117.8	55.6%	9.2	4.3%	2.8	1.3%
	H22.6～H22.10(153日)	145.8	95.3%	50.5	33.0%	10.6	6.9%	5.0	3.3%
年度合計(365日)		327.1	89.6%	168.3	46.1%	19.8	5.4%	7.8	2.1%
平成23年度	H22.11～H23.5(212日)	211.9	100.0%	29.4	13.9%	3.0	1.4%	1.8	0.8%
	H23.6～H23.10(153日)	152.8	99.9%	59.5	38.9%	3.8	2.5%	3.0	2.0%
年度合計(365日)		364.7	99.9%	88.9	24.4%	6.8	1.9%	4.8	1.3%
年度別 最大値		364.7	99.9%	168.3	46.1%	23.7	6.5%	7.8	2.1%
年度別 平均値		309.3	84.7%	118.0	32.3%	13.4	3.7%	5.1	1.4%
年度別 最小値		220.1	60.3%	57.0	15.6%	3.3	0.9%	0.7	0.2%

		ステップ1		ステップ2		ステップ3		ステップ4	
		冠水日数	冠水比率	冠水日数	冠水比率	冠水日数	冠水比率	冠水日数	冠水比率
平成19年度	H19.6～H19.10(149日)	70.1	47.0%	12.7	8.5%	2.0	1.3%	0.8	0.5%
平成20年度	H19.11～H20.5(213日)	69.5	32.6%	15.1	7.1%	2.1	1.0%	0.4	0.2%
	H20.6～H20.10(153日)	56.5	36.9%	10.6	6.9%	1.3	0.8%	0.3	0.2%
年度合計(366日)		126.0	34.4%	25.7	7.0%	3.4	0.9%	0.7	0.2%
平成21年度	H20.11～H21.5(212日)	95.6	45.1%	25.0	11.8%	3.2	1.5%	0.2	0.1%
	H21.6～H21.10(153日)	144.1	94.2%	37.3	24.4%	9.7	6.3%	3.3	2.2%
年度合計(365日)		239.7	65.7%	62.3	17.1%	12.9	3.5%	3.5	0.5%
平成22年度	H21.11～H22.5(212日)	193.5	91.3%	57.6	27.2%	6.3	3.0%	1.8	0.8%
	H22.6～H22.10(153日)	152.9	99.9%	31.9	20.8%	9.2	6.0%	3.4	2.2%
年度合計(365日)		346.4	94.9%	89.5	24.5%	15.5	4.2%	5.2	1.4%
平成23年度	H22.11～H23.5(212日)	211.9	100.0%	211.9	100.0%	2.8	1.3%	1.8	0.8%
	H23.6～H23.10(153日)	152.6	99.7%	152.6	99.7%	3.7	2.4%	2.2	1.4%
年度合計(365日)		364.5	99.9%	364.5	99.9%	6.5	1.8%	4.0	1.1%
年度別 最大値		364.5	99.9%	364.5	99.9%	15.5	4.2%	5.2	1.4%
年度別 平均値		269.2	73.7%	135.5	37.1%	9.6	2.6%	3.4	0.8%
年度別 最小値		126.0	34.4%	25.7	7.0%	3.4	0.9%	0.7	0.2%

冠水比率(%)は、“ステップの冠水日数 / 調査期間の日数”を示す。
 平成19年度の冠水日数は、水位計設置後のH19.6.5～H19.10.31(149日間)における日数を示す。
 平成20年度の冠水日数は、H19.11.1～H20.10.31(366日間)における日数を示す。
 平成21年度の冠水日数は、H20.11.1～H21.10.31(365日間)における日数を示す。
 平成22年度の冠水日数は、H21.11.1～H22.10.31(365日間)における日数を示す。
 平成23年度の冠水日数は、H22.11.1～H23.10.31(365日間)における日数を示す。

(3) 軍行橋流量

平成 19 年度～平成 23 年度の軍行橋地点における流量を以下に整理する。

<平成 19 年度>

- 平成 19 年度においては、7 月 14 日に 145m³/s を記録した出水が最も大きく、ほとんど出水が記録されない年度であった。

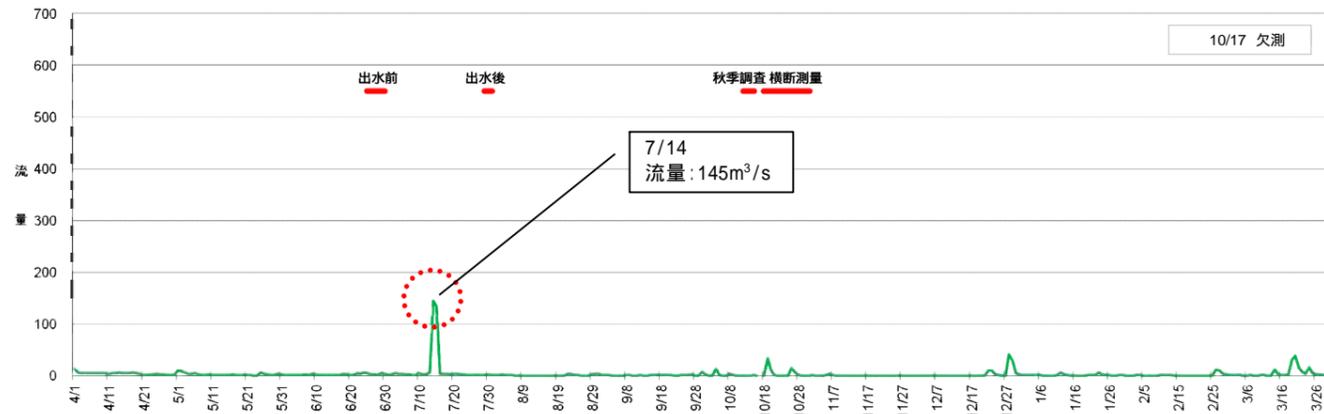


図 1.2.16 平成 19 年度 猪名川軍行橋の流量変化

<平成 20 年度>

- 平成 20 年度においても際だった出水は無く、7 月 28 日に記録した 203m³/s が最も大きな流量であった。

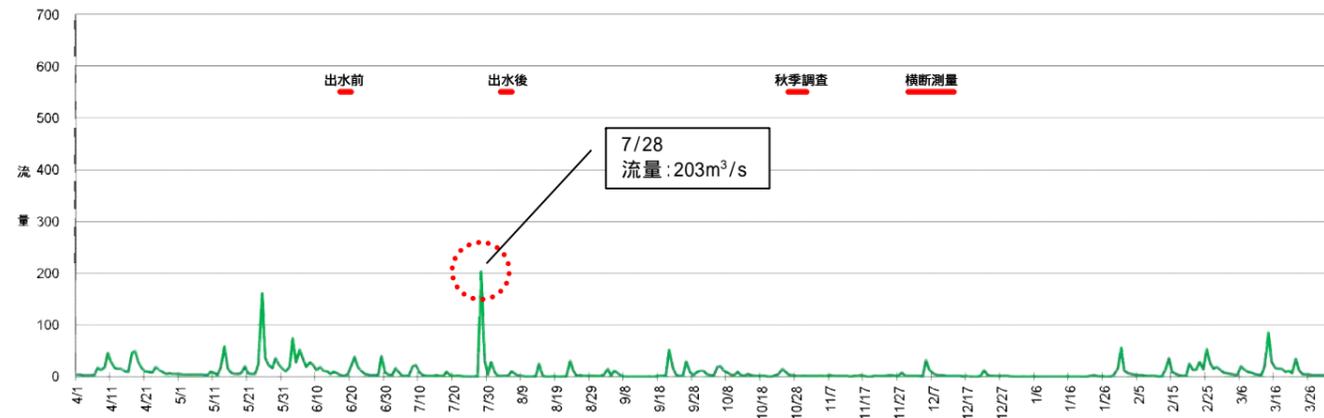


図 1.2.17 平成 20 年度 猪名川軍行橋の流量変化

<平成 21 年度>

- 平成 21 年度においては、7 月 22 日に 415m³/s、8 月 2 日に 498m³/s の比較的大きな連続した出水を記録している。

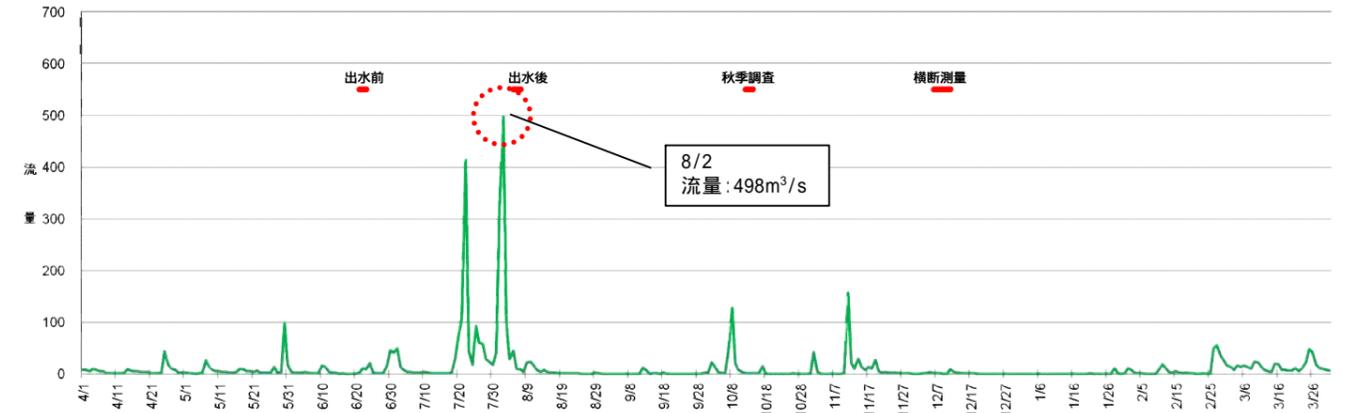


図 1.2.18 平成 21 年度 猪名川軍行橋の流量変化

<平成 22 年度>

- 平成 22 年度においては、特に大きな出水は無かったが、5 月 24 日～8 月 12 日にかけて、269m³/s～373m³/s の中規模の出水を複数回記録した。

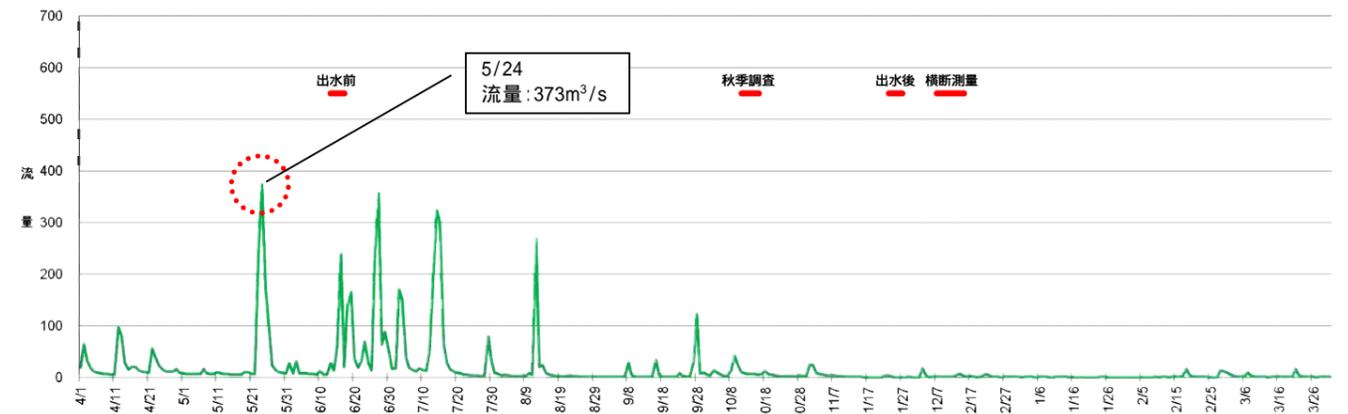


図 1.2.19 平成 22 年度 猪名川軍行橋の流量変化

<平成 23 年度>

- 平成 23 年度においては、5 月 29 日に 611m³/s の非常に大きな出水を記録し、9 月 4 日～9 月 21 日にかけても、約 450～470m³/s 程度の大きな出水を 2 回記録している。

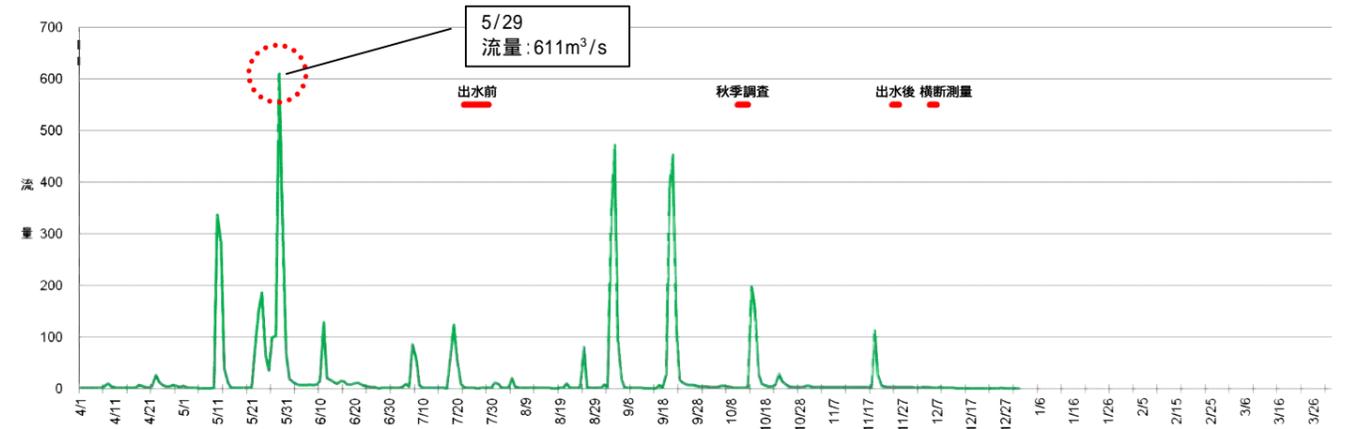


図 1.2.20 平成 23 年度 猪名川軍行橋の流量変化

(4) 無次元掃流力

平成 19 年度～平成 23 年度の年最大流量時における無次元掃流力の推移について以下に整理する。

なお、過去の調査報告においては“モニタリング調査期間内の最大流量時の無次元掃流力”について現地における観測水位を基に算出しているが、ここでは、調査期間外（梅雨時期等）も含めた“各年度の年最大流量時の無次元掃流力”を等流計算によって算出した値を整理することとする。

<平成 19 年度～平成 23 年度>

各年度の年最大流量時における無次元掃流力は以下の通りである。

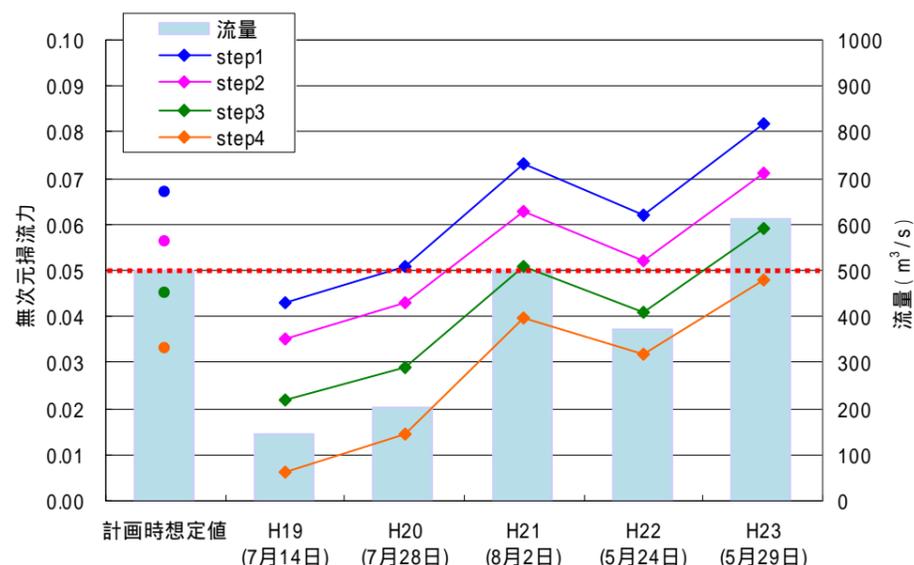


図 1.2.21 ステップ別 年最大流量時の無次元掃流力の推移 (6.6k 地点)

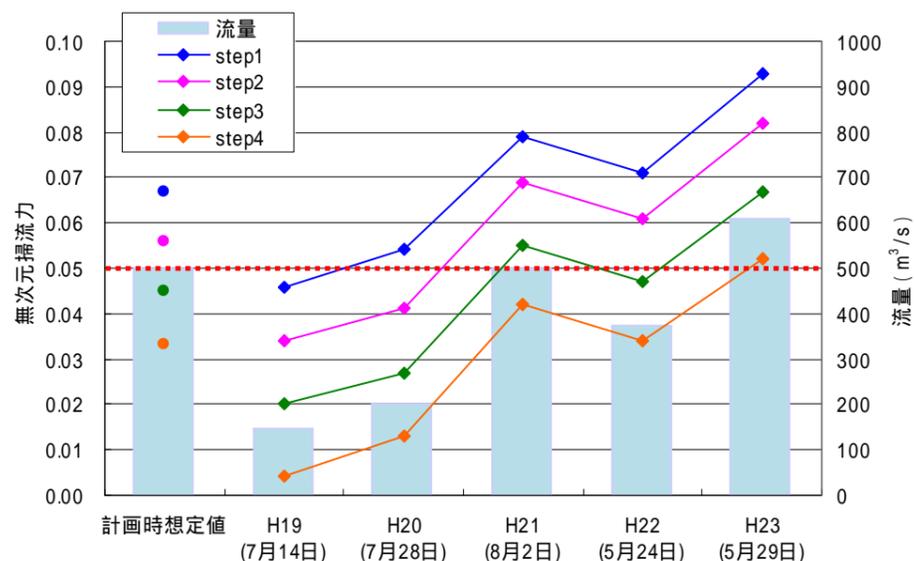


図 1.2.22 ステップ別 年最大流量時の無次元掃流力の推移 (6.8k 地点)

- ・調査期間の 5 年間で見ると、平成 19 年度および平成 20 年度においては大きな出水が無く、無次元掃流力についても計画時の想定値に比べて非常に低く推移する結果となった。その後、施工後 3 年目の平成 21 年度には 6.6k、6.8k とともにステップ 1～ステップ 3 において“猪名川において砂州が維持される”とされている無次元掃流力 $\tau^* = 0.05$ を超える値が記録されており、この時のピーク流量は計画時想定値と同じ約 $500\text{m}^3/\text{s}$ であった。なお、平成 22 年度はピーク流量約 $370\text{m}^3/\text{s}$ 程度の出水にとどまったが、6.6k、6.8k とともにステップ 1 およびステップ 2 では無次元掃流力 $\tau^* = 0.05$ を超えており、最も大きな流量 $611\text{m}^3/\text{s}$ を記録した平成 23 年度においては、6.6k、6.8k とともにステップ 1～ステップ 3 で無次元掃流力 $\tau^* = 0.05$ を大幅に超過、ステップ 4 においても $\tau^* = 0.05$ 前後の掃流力が得られている。
- ・試験施工地においては、施工後の平成 19 年度、平成 20 年度に十分な裸地の攪乱が起こらず、草本群落が発達したため、平成 21 年度以降にステップ 1～3 において $\tau^* = 0.05$ 以上の無次元掃流力が確認されたものの、草本群落が攪乱される無次元掃流力 $\tau^* = 0.10$ には及ばなかったため、礫河原の維持・形成はなされなかったものと考えられる。

～植物の侵入を防ぐ土砂の攪乱条件～ 既往文献等^{1)～5)}より

- ①無次元掃流力 $\tau^* \geq 0.10$ で、土砂が動き、十分な草本群落が発達しない。
 - ②無次元掃流力 $\tau^* > 0.05$ (0.06) ※で、裸地が攪乱され、砂州は維持される。
 - ③無次元掃流力 $\tau^* \leq 0.05$ (0.06) ※で、砂州が安定し、草地化、樹林化が進行する。
- ※0.05 は「猪名川自然再生計画書(素案)」における猪名川での推定値
0.06 は既往文献における推定値を示す。

<参考文献>

- 1) 芦田、道上、江頭:混合砂礫の移動限界について(土木学会年次講演会概要集Ⅱ-63、1971)
- 2) 瀬崎、服部、近藤、徳田、藤田、吉田:礫州上草本植生の流出機構に関する現地観測と考察(水工学論文集、第 44 巻、P825～830、2000)
- 3) 服部、瀬崎、伊藤、末次:河床変動の観点で捉えた河原を支える仕組みの復元－多摩川永田地区を事例として－、河川技術論文集、第 9 巻、P85～90、2003)
- 4) 鎌田、小島、岡部:河川砂州上に侵入したシナダレスズメガヤを除去するために必要な洪水営力、応用生態工学論文集、Vol.8 P97～98、2004)
- 5) 福田、鎌田:洪水によるシナダレスズメガヤの除去効果及びそれに対するヤナギ群落の阻害効果、応用生態工学論文集、Vol.9 P187～190、2005)

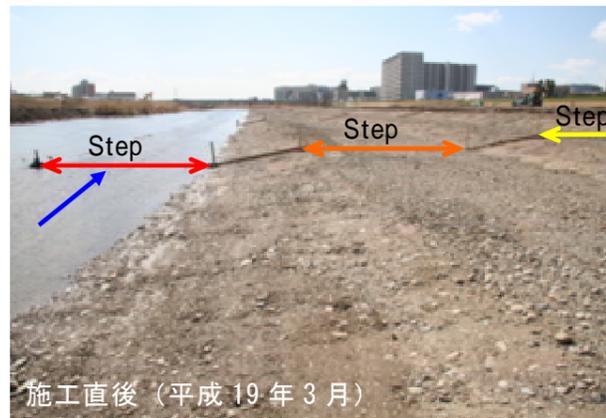
2.2 定点撮影

平成 18 年度から平成 23 年度における定点撮影結果を示す。



図 1.2.23 定点撮影位置図

<平成 18 年度>



<平成 19 年度>



<平成 20 年度>



<平成 21 年度>



<平成 22 年度>



<平成 23 年度>



施工後 52 ヶ月後 (平成 23 年 6 月)



施工後 54 ヶ月後 (平成 23 年 8 月)

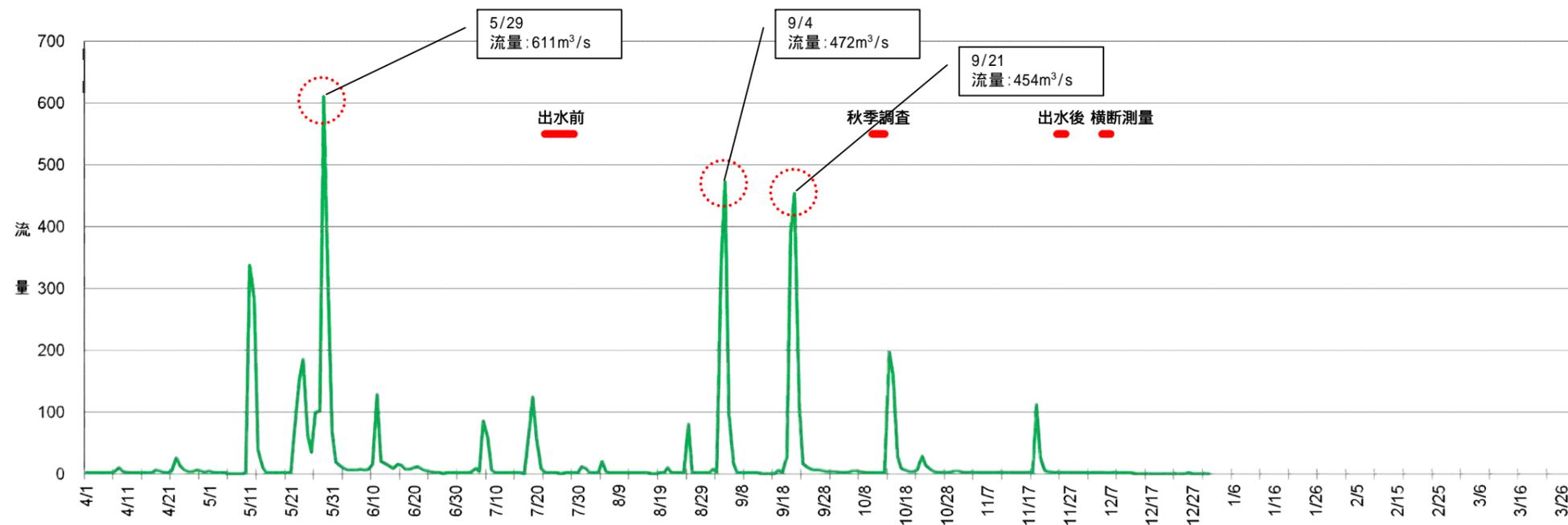


施工後 56 ヶ月後 (平成 23 年 10 月)



施工後 58 ヶ月後 (平成 23 年 12 月)

- ・平成 19 年 3 月の施工後、平成 19 年度には大きな出水が見られず、7 月、11 月ともに植生の繁茂が進行している状態が確認できる。
- ・平成 20 年度に入って、平成 20 年 7 月 28 日にはステップ 1 で 2.4m、ステップ 4 で 1.3m 程度冠水する出水があったが、平成 20 年 8 月の定点撮影写真を見ると、出水に対する耐性の高い多年生草本群落まで遷移が進行した状況から、当初想定していた出水による植生の剥離・攪乱は起きなかったことが確認できる。
- ・その後施工 5 年目の平成 23 年度 8 月までは、比較的大きな出水後も植生の剥離～レキ河原の再生は見受けられず、多年生草本群落の固定化が確認できる。
- ・施工 5 年目の平成 23 年においては、9 月上旬～中旬にかけて 500m³/s 規模の出水が連続で 2 回発生しており、10 月の定点撮影写真では、出水による河岸の大きな浸食が確認でき、6.7k～6.9k 区間においてステップ 1～ステップ 3 の切り下げ区間が概ね浸食した状況が見受けられる。なお、この河岸形状については概ね試験施工前の河岸勾配に近いことから、当該地区は出水等を繰り返す中で、地形条件的にこのような河岸形状に戻りやすい地点であることも考えられる。



平成23年度 猪名川 軍行橋の流量変化
 図 1.2.24 平成 23 年度 軍行橋の流量変化

2.3 河床形状

(1) 河川横断測量（平成 18～23 年度重ね合わせ横断）

試験施工前の平成 18 年度および平成 19 年度～平成 23 年度の 5 年間の横断図を重ね合わせた結果を以下に示す。

なお、河川横断測量は以下の位置図に示すとおり、試験施工区域を含む猪名川距離標 6.2km～7.2km の区間の 21 断面（50m ピッチ、平均幅約 250m）において実施している。

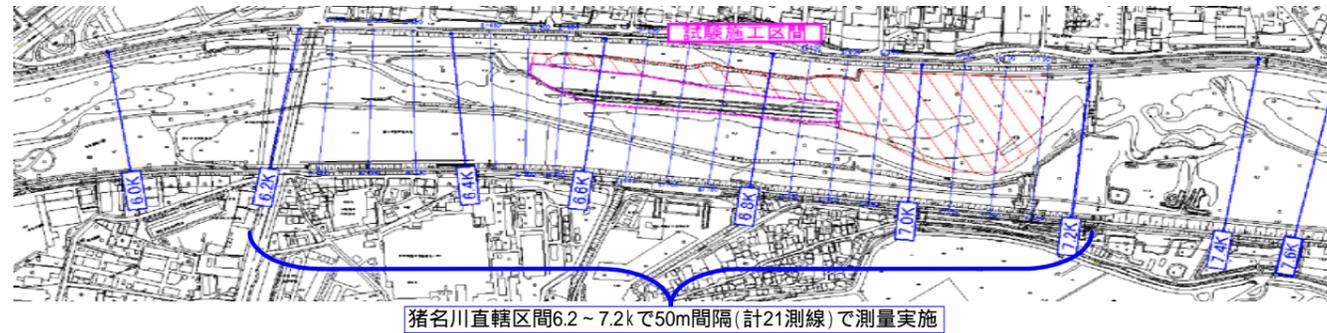


図 1.2.25 河川横断測量実施地点位置図

近年の河道・河岸部の変化状況は以下のとおりである。

- ・ 6.2k～6.3k では、左岸側への河道の移動がみられる。
- ・ 6.45k～6.55k では右岸側の浸食がみられる。
- ・ 試験施工区間内の 6.7k～6.9k では、平成 23 年度において河道が右岸側へ移動し、河岸部が大きく浸食を受けている。特に 6.7k～6.75k では平成 22 年度の河道が土砂に埋まり、新たな河道が形成されている。
- ・ 6.9k や 7.0k においても同様に、右岸側の河岸部が浸食を受けている状況である。

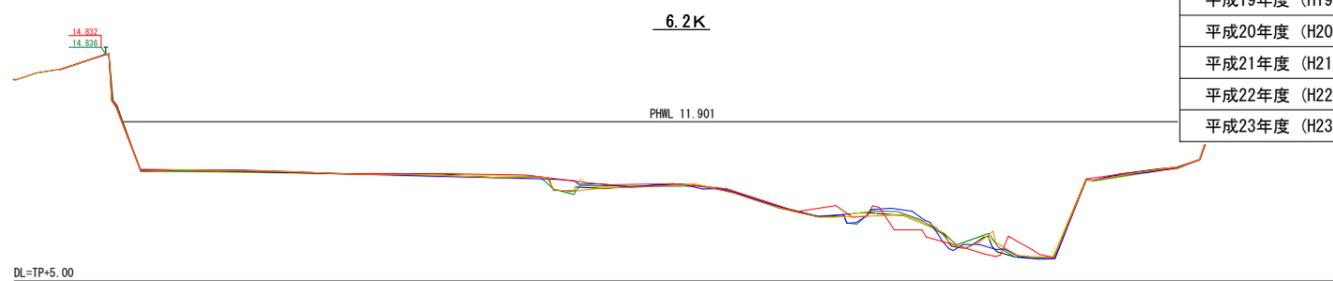


図 1.2.26 重ね合わせ横断図 6.2k (H18～H23)

凡 例	
平成18年度 (H18.12)	— (orange)
平成19年度 (H19.11)	— (grey)
平成20年度 (H20.12)	— (yellow)
平成21年度 (H21.12)	— (green)
平成22年度 (H22.12)	— (blue)
平成23年度 (H23.12)	— (red)

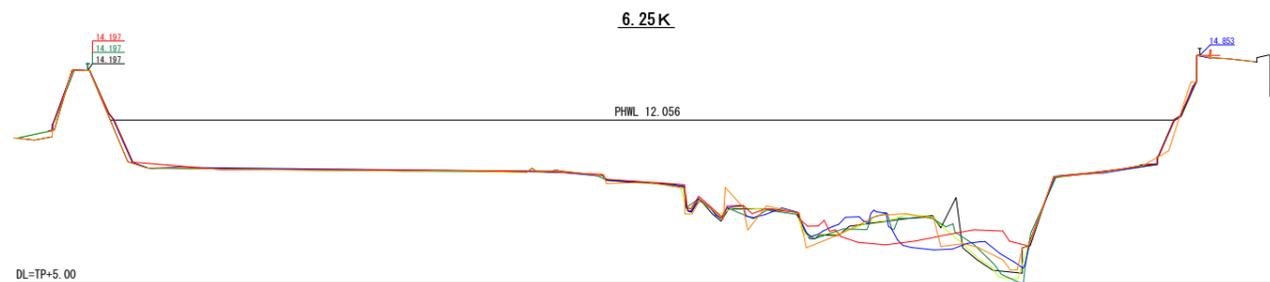


図 1.2.27 重ね合わせ横断図 6.2k+50m (H18～H23)

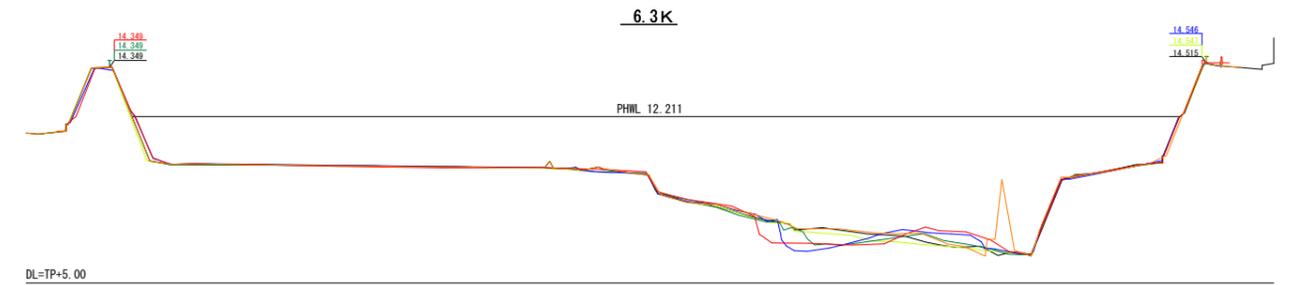


図 1.2.28 重ね合わせ横断図 6.3k (H18～H23)

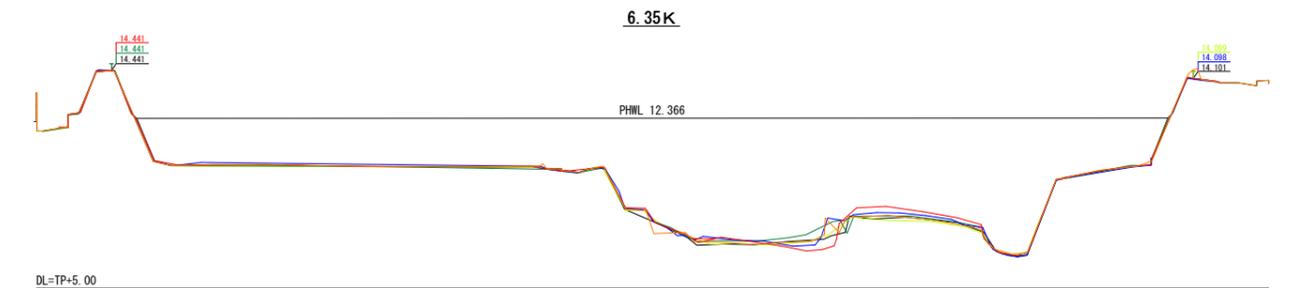


図 1.2.29 重ね合わせ横断図 6.3k+50m (H18～H23)

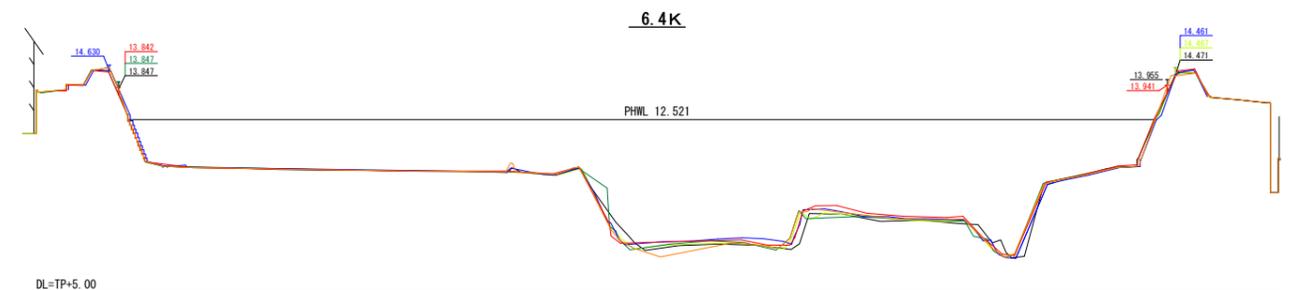


図 1.2.30 重ね合わせ横断図 6.4k (H18～H23)

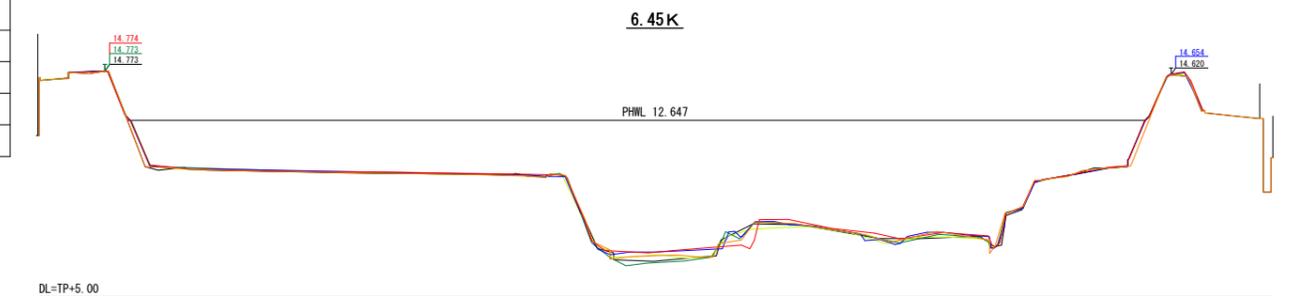


図 1.2.31 重ね合わせ横断図 6.4k+50m (H18～H23)

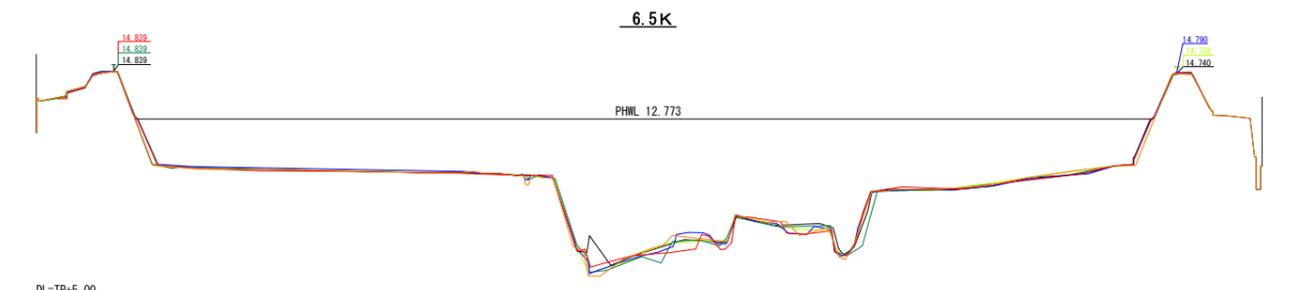


図 1.2.32 重ね合わせ横断図 6.5k (H18～H23)

凡 例	
平成18年度 (H18. 12)	— (Orange)
平成19年度 (H19. 11)	— (Black)
平成20年度 (H20. 12)	— (Yellow)
平成21年度 (H21. 12)	— (Green)
平成22年度 (H22. 12)	— (Blue)
平成23年度 (H23. 12)	— (Red)

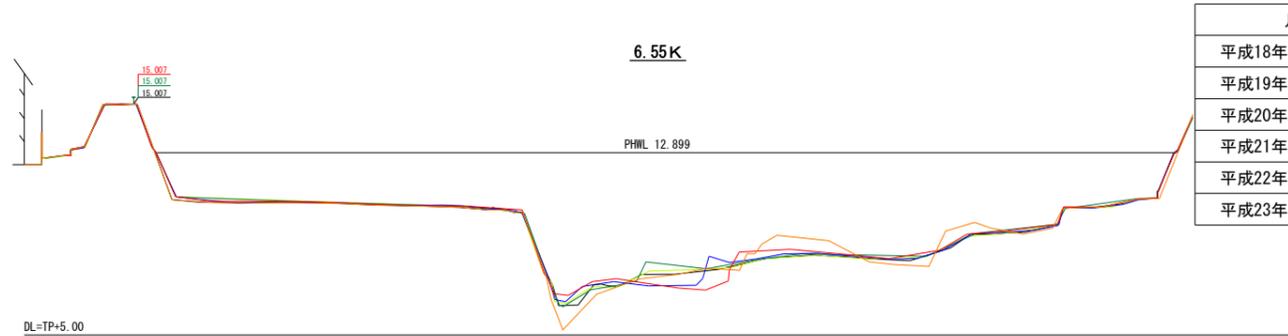


図 1.2.33 重ね合わせ横断面図 6.5k+50m (H18 ~ H23)

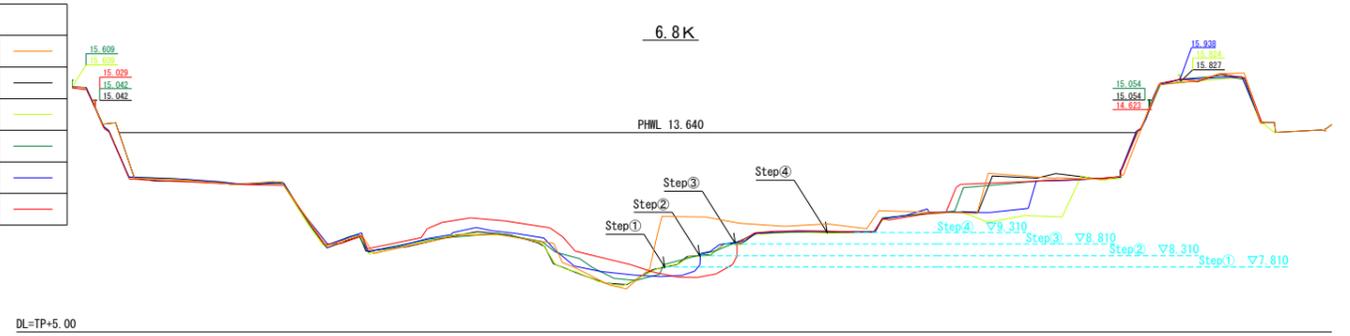


図 1.2.38 重ね合わせ横断面図 6.8k (H18 ~ H23)

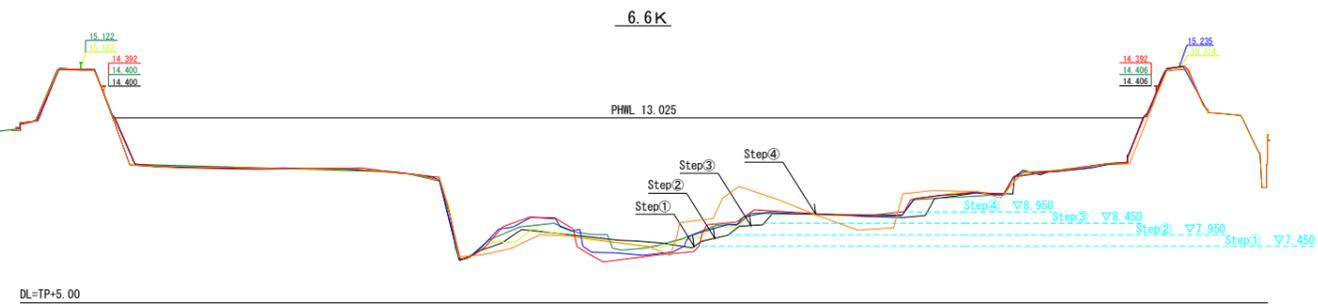


図 1.2.34 重ね合わせ横断面図 6.6k (H18 ~ H23)

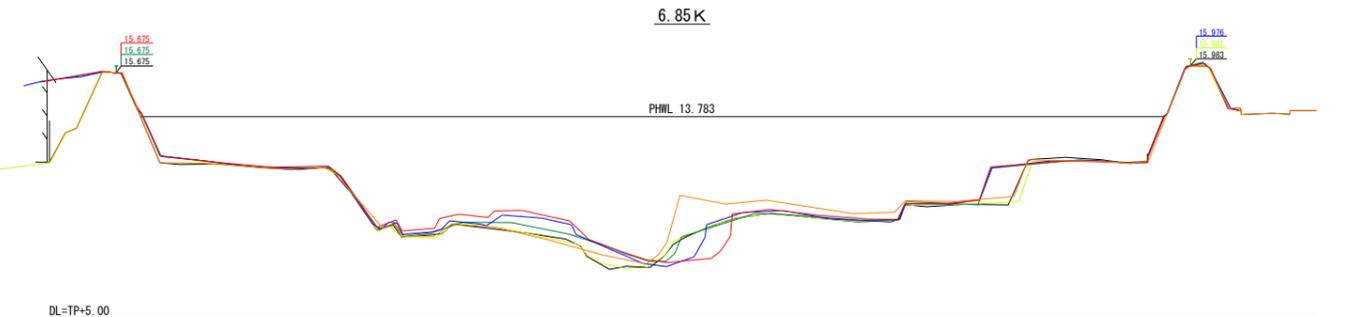


図 1.2.39 重ね合わせ横断面図 6.8k+50m (H18 ~ H23)

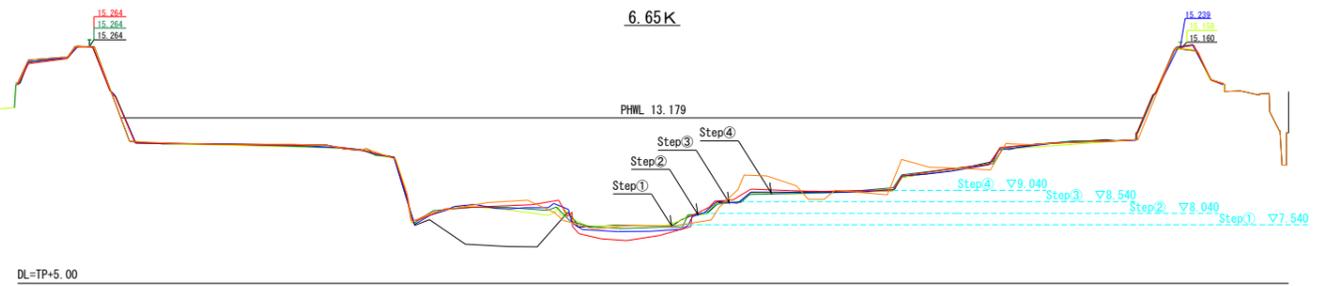


図 1.2.35 重ね合わせ横断面図 6.6k+50m (H18 ~ H23)

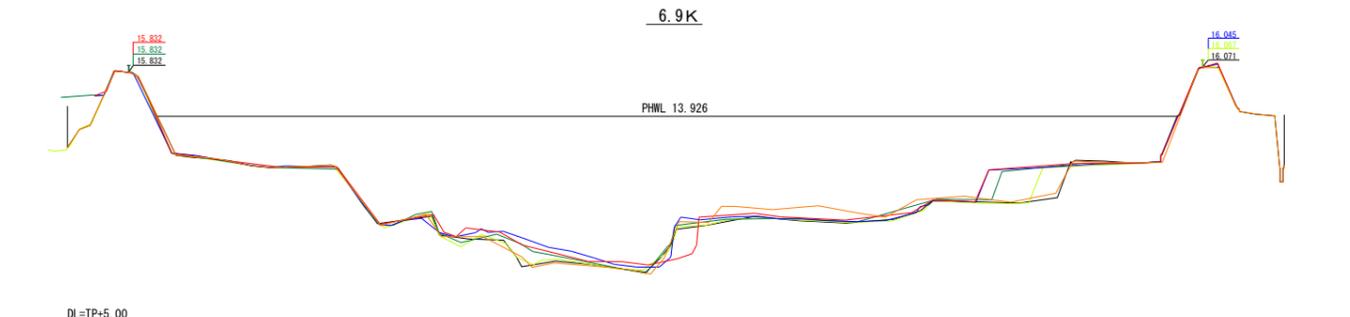


図 1.2.40 重ね合わせ横断面図 6.9k (H18 ~ H23)

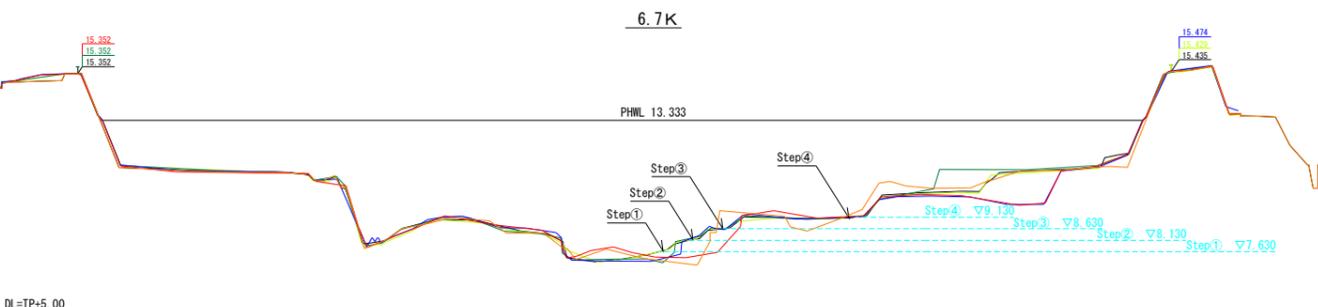


図 1.2.36 重ね合わせ横断面図 6.7k (H18 ~ H23)

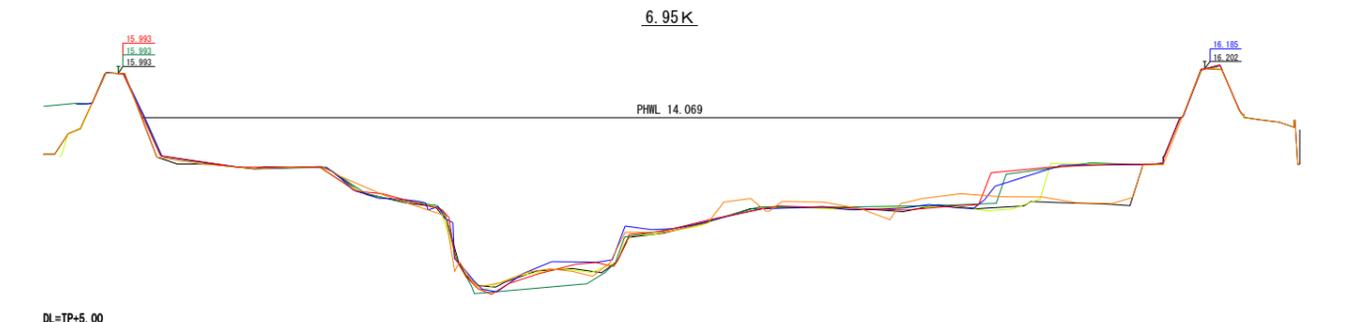


図 1.2.41 重ね合わせ横断面図 6.9k+50m (H18 ~ H23)

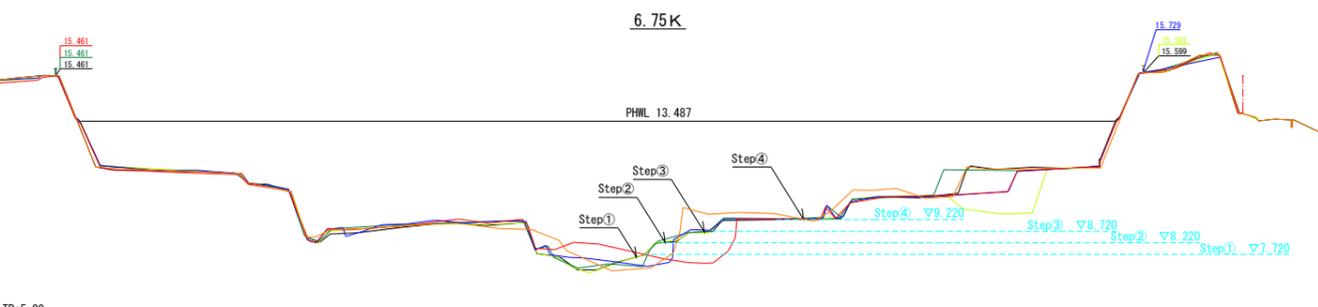


図 1.2.37 重ね合わせ横断面図 6.7k+50m (H18 ~ H23)

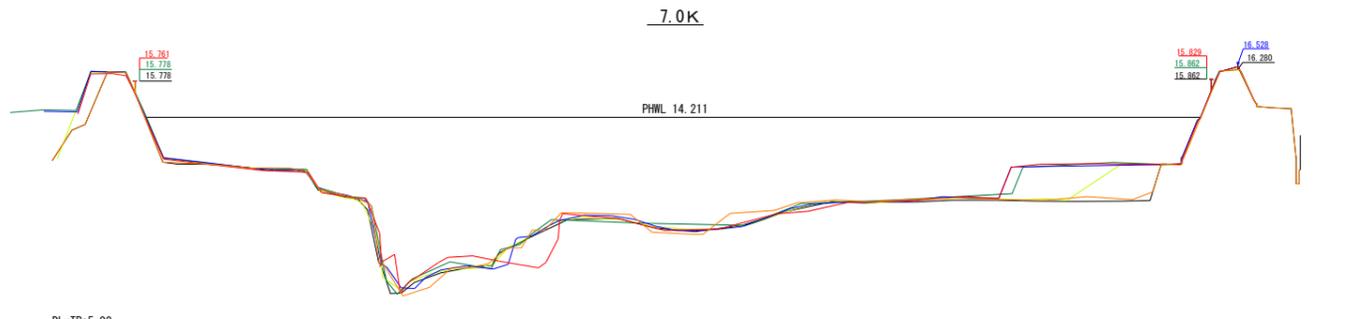


図 1.2.42 重ね合わせ横断面図 7.0k (H18 ~ H23)

(2) 浸食・堆積量（砂柱の変化）

試験施工地点における浸食・堆積量の調査結果を整理する。

なお、調査地点および調査の概念図は以下に示したとおりである。

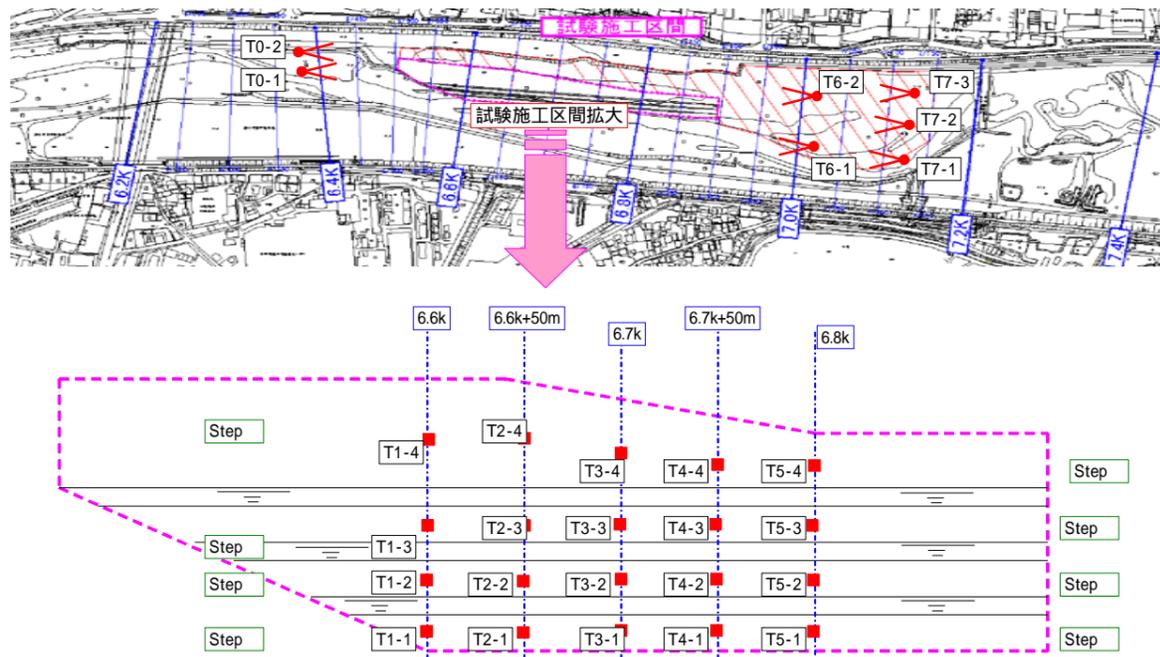


図 1.2.43 浸食・堆積量調査位置図

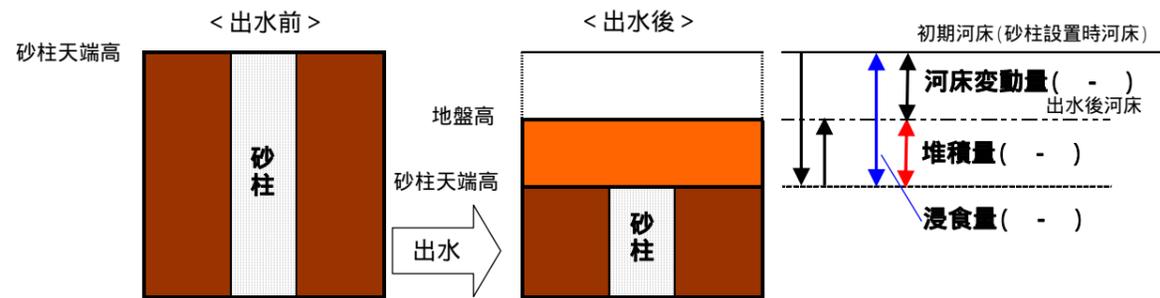


図 1.2.44 浸食・堆積量の概念図

<平成 19 年度>

・ステップ4の河床変動量等の値については、T1-4以外のデータは砂柱周辺に砂が散乱しており、野犬等が掘り出した可能性があるため、ステップ4の値としてT1-4の値のみを用いると、ステップが低いほど、河床変動量、浸食量が大きくなる傾向が認められる。

・河床変動量をみると、河床が、T0-2、T1-2、T2-3で堆積し、T7-2は変化しておらず、それ以外の地点では浸食している。

・堆積量をみるとほとんどの地点で堆積しており、切り下げ地(6.6~6.8k)では、ステップ1~3では多くの地点で堆積しているが、ステップ4では堆積しておらず、ステップ4以外では出水により、一度浸食し、その後堆積する現象が生じていることがわかる。

表 1.2.2 河床変動量等一覧表

設置点	出水前(6/26~28)		出水後(7/30)		浸食量 ③-①	堆積量 ②-③	河床変動量 ②-①	備考
	砂柱設置時①	堆積高②	砂柱天端高③	砂柱天端高③				
T0-1	8.452	8.437	8.422	-0.030	0.015	-0.015		
T0-2	8.096	8.097	8.081	-0.015	0.016	0.001		
T1-1	7.836	7.782	7.756	-0.080	0.026	-0.054	水中	
T1-2	7.831	7.855	7.825	-0.006	0.030	0.024	水中	
T1-3	8.267	8.253	8.243	-0.024	0.010	-0.014		
T1-4	8.749	-	8.715	-0.034	0.000	-0.034		
T2-1	8.002	7.866	7.849	-0.153	0.017	-0.136	水中	
T2-2	7.924	7.921	7.905	-0.019	0.016	-0.003	水中	
T2-3	8.423	8.430	8.394	-0.029	0.036	0.007		
T2-4	8.947	-	8.817	-0.130	0.000	-0.130	*1	
T3-1	7.958	-	7.781	-0.177	0.000	-0.177	水中	
T3-2	8.136	8.011	8.004	-0.132	0.007	-0.125	水中	
T3-3	8.578	8.482	8.455	-0.123	0.027	-0.096		
T3-4	8.970	-	8.904	-0.066	0.000	-0.066	*1	
T4-1	7.994	-	7.819	-0.175	0.000	-0.175	水中	
T4-2	8.300	8.162	8.137	-0.163	0.025	-0.138	*2	
T4-3	8.612	-	8.542	-0.070	0.000	-0.070		
T4-4	9.247	-	9.149	-0.098	0.000	-0.098	*1	
T5-1	8.024	-	7.870	-0.154	0.000	-0.154	水中	
T5-2	8.312	8.209	8.187	-0.125	0.022	-0.103	*2	
T5-3	8.784	8.700	8.674	-0.110	0.026	-0.084		
T5-4	9.340	-	9.148	-0.192	0.000	-0.192	*1	
T6-1	9.818	-	9.776	-0.042	0.000	-0.042		
T6-2	10.518	-	10.482	-0.036	0.000	-0.036		
T7-1	9.143	9.101	9.094	-0.049	0.007	-0.042		
T7-2	10.743	-	10.743	0.000	0.000	0.000		
T7-3	10.993	-	10.976	-0.017	0.000	-0.017		

*1: 1孔のまわりの砂柱の砂が散乱(野犬が掘り出した可能性大)
*2: 一度水没して現在は水位が下がっている

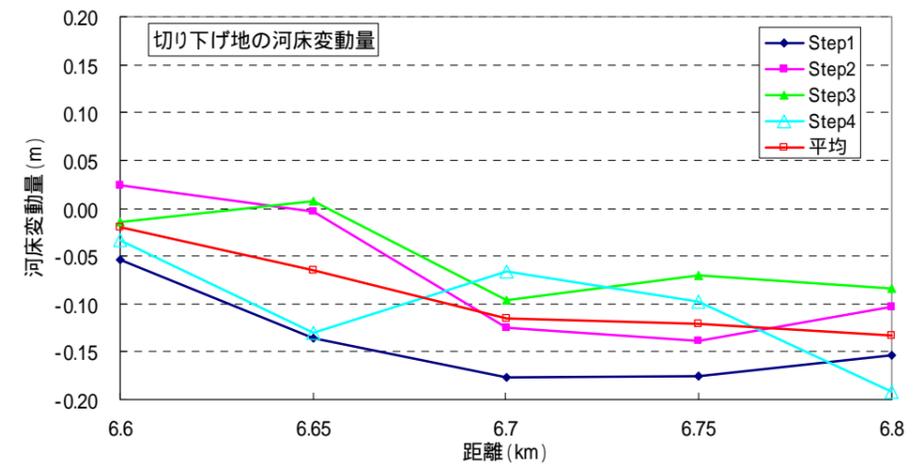
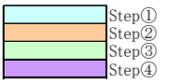


図 1.2.45 各ステップの河床変動量の縦断形状

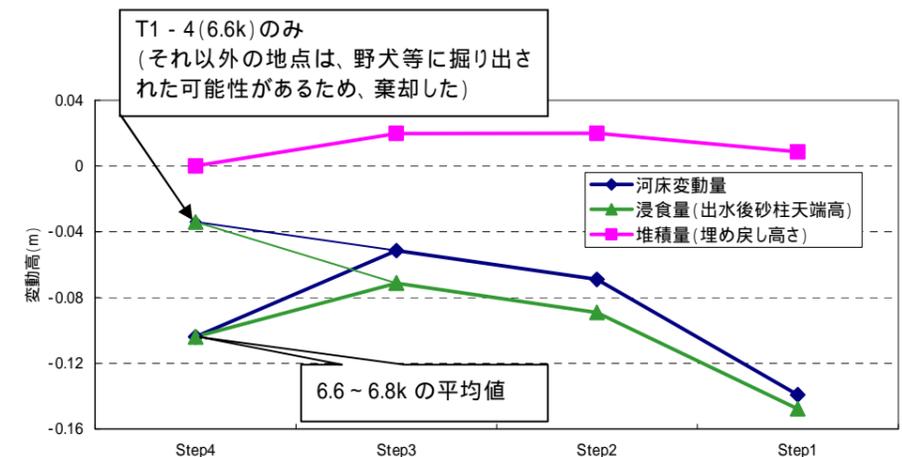


図 1.2.46 ステップ別河床変動量等(縦断平均値)

<平成 20 年度>

- ・出水前後の河床変動量は、全体的に堆積した地点が多かった。
- ・試験施工未実施区間の 6.4k では 2 地点とも堆積がみられ、切り下げ区間では、ステップ 1～ステップ 3 では主に堆積、ステップ 4 では浸食した地点が多かった。
- ・表土剥ぎ区間の 7.0k～7.1k では低い側の地点で堆積がみられた以外は浸食が確認された。
- ・切り下げ地における各ステップの河床変動量をみると、下流側の 6.6k で若干の堆積、6.65k で若干の浸食がみられた。
- ・6.7k から 6.8k にかけては概ね堆積傾向がみられ、特にステップ 1 および 2 の堆積が大きかった。
- ・各ステップの河床変動量、浸食量、堆積量の縦断平均値をみると、堆積量はステップが下がるほど大きくなる傾向がみられた。

表 1.2.3 河床変動量等一覧表

設置点	出水前(2008/6/18,19)		出水後(2008/8/4,5)		浸食量	堆積量	河床変化量
	地盤高	砂柱天端高	地盤高	砂柱天端高			
T0-1	8.429	8.394	8.447	8.399	-	-	0.018
T0-2	8.107	8.082	8.129	8.086	-	-	0.022
T1-1	7.774	7.749	7.792	7.750	-	-	0.018
T1-2	7.882	7.825	7.884	7.799	-0.083	0.085	0.002
T1-3	8.283	8.253	8.309	8.256	-	-	0.026
T1-4	8.722	8.722	8.726	8.726	0.004	0.000	0.004
T2-1	7.886	7.852	7.884	7.836	-0.050	0.048	-0.002
T2-2	7.974	7.970	7.962	7.911	-0.063	0.051	-0.012
T2-3	8.440	8.434	8.442	8.420	-0.020	0.022	0.002
T2-4	8.913	8.913	8.912	8.912	-0.001	0.000	-0.001
T3-1	7.864	7.856	7.962	7.855	-0.009	0.107	0.098
T3-2	8.106	8.078	8.135	8.080	-	-	0.029
T3-3	8.561	8.533	8.569	8.517	-0.044	0.052	0.008
T3-4	8.981	8.981	8.968	8.968	-0.013	0.000	-0.013
T4-1	7.946	7.926	7.992	7.907	-0.039	0.085	0.046
T4-2	8.251	8.203	8.270	8.210	-	-	0.019
T4-3	8.622	8.579	8.626	8.574	-0.048	0.052	0.004
T4-4	9.212	9.212	9.245	9.216	0.004	0.029	0.033
T5-1	7.997	7.936	8.027	7.934	-0.063	0.093	0.030
T5-2	8.298	8.243	8.310	8.242	-0.056	0.068	0.012
T5-3	8.776	8.735	8.772	8.735	-	-	-0.004
T5-4	9.276	9.276	9.272	9.272	-0.004	0.000	-0.004
T6-1	9.760	9.759	9.821	9.757	-0.003	0.064	0.061
T6-2	10.445	10.445	10.441	10.441	-0.004	0.000	-0.004
T7-1	9.072	9.062	9.109	9.069	-	-	0.037
T7-2	10.753	10.753	10.705	10.705	-0.048	0.000	-0.048
T7-3	10.926	10.926	10.896	10.896	-0.030	0.000	-0.030

--:欠測値

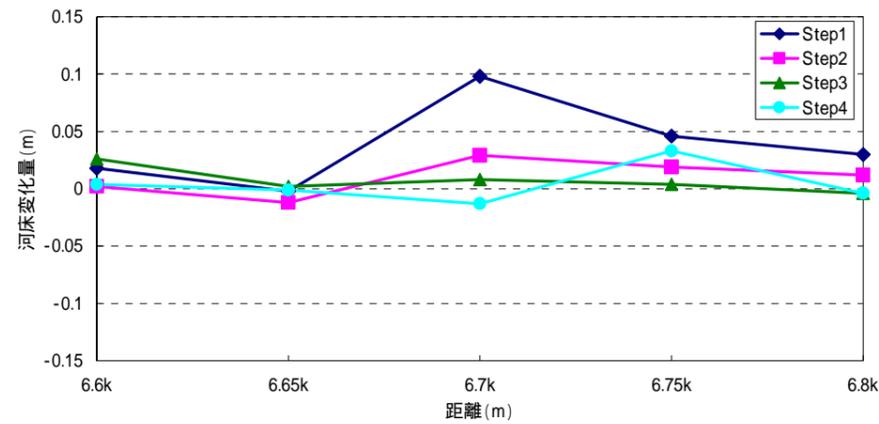


図 1.2.47 各ステップの河床変動量の縦断形状

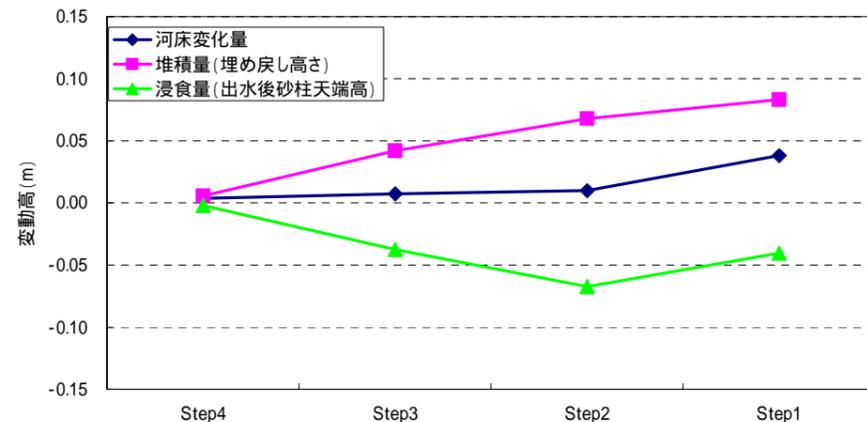


図 1.2.48 ステップ別河床変動量等(縦断平均値)

<平成 21 年度>

- ・浸食・堆積量の全体的な傾向としては、ステップが下がる程、浸食・堆積量が大きくなる傾向がみられた。
- ・出水前後での河床変化量は全体的に堆積した地点が多い結果となり、試験施工未実施区間の 6.4k 付近の 2 地点でも堆積が見られた。
- ・表土剥ぎ区間の 7.0k 付近でも堆積した地点が多かった。
- ・ステップ 1 では浸食・堆積とも見られ、6.6k～6.65k、6.8k での堆積量が最も大きく、ステップ 2 での 6.75k～6.8k 間の堆積が続いて見られたことから、ステップ 1、2 が出水による影響を大きく受けていたと考えられる。

表 1.2.4 河床変動量等一覧表

設置点	出水前(2009/6/22,27)		出水後(2009/8/6,24)		浸食量	堆積量	河床変化量
	地盤高	砂柱天端高	地盤高	砂柱天端高			
T0-1	8.427	8.427	8.480	8.420	-0.007	0.060	0.053
T0-2	8.072	8.072	8.140	8.090	-	-	0.068
T1-1	7.766	7.766	7.840	7.694	-0.072	0.146	0.074
T1-2	7.872	7.872	7.870	7.844	-0.028	0.026	-0.002
T1-3	8.291	8.291	8.310	8.280	-0.011	0.030	0.019
T1-4	8.734	8.734	8.740	8.710	-0.024	0.030	0.006
T2-1	7.818	7.818	8.012	8.012	-	-	0.194
T2-2	7.925	7.925	7.930	7.902	-0.023	0.028	0.005
T2-3	8.432	8.432	8.440	8.420	-0.012	0.020	0.008
T2-4	8.910	8.910	8.920	8.900	-0.010	0.020	0.010
T3-1	7.955	7.955	7.910	7.901	-0.054	0.009	-0.045
T3-2	8.114	8.114	8.118	8.118	-	-	0.004
T3-3	8.592	8.592	8.590	8.590	-0.002	0.000	-0.002
T3-4	9.006	9.006	9.010	9.010	-	-	0.004
T4-1	7.939	7.939	7.910	7.896	-0.043	0.014	-0.029
T4-2	8.263	8.263	8.320	8.260	-0.003	0.060	0.057
T4-3	8.623	8.623	8.630	8.630	-	-	0.007
T4-4	9.240	9.240	9.260	9.260	-	-	0.020
T5-1	7.974	7.974	8.050	7.903	-0.071	0.147	0.076
T5-2	8.287	8.287	8.340	8.250	-0.037	0.090	0.053
T5-3	8.771	8.771	8.850	8.800	-	-	0.079
T5-4	9.311	9.311	9.340	9.310	-0.001	0.030	0.029
T6-1	9.758	9.758	9.820	9.800	-	-	0.062
T6-2	10.453	10.453	10.490	10.490	-	-	0.037
T7-1	9.118	9.118	9.170	9.060	-0.058	0.110	0.052
T7-2	10.727	10.727	10.720	10.720	-0.007	0.000	-0.007
T7-3	10.986	10.986	10.990	10.960	-0.026	0.030	0.004

--:欠測値

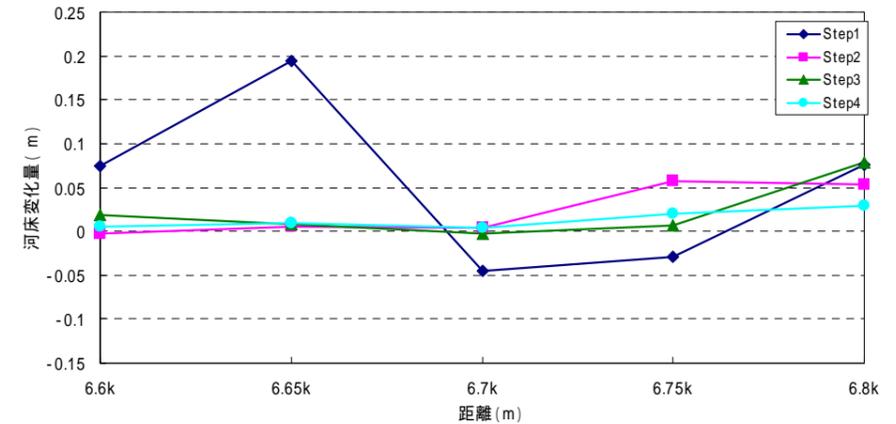
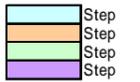


図 1.2.49 各ステップの河床変動量の縦断形状

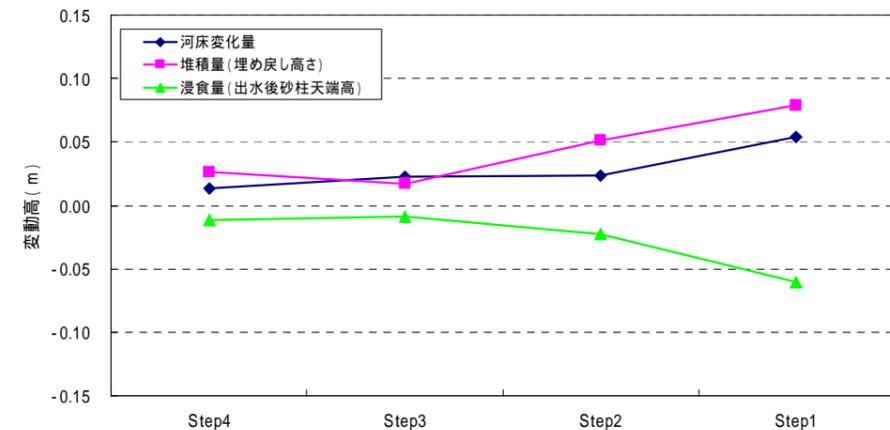


図 1.2.50 ステップ別河床変動量等(縦断平均値)

<平成 22 年度>

- ・出水前後の河床変動量は、浸食した地点が 12 地点、堆積した地点が 11 地点、変化の見られなかった地点が 2 地点であった。
- ・試験施工未実施区間の 6.4k では 2 地点とも堆積がみられ、切り下げ区間では、ステップ 2 で主に堆積し、ステップ 1, 3, 4 では浸食した地点が多かった。
- ・表土剥ぎ区間の 7.0k ~ 7.1k では低い側の地点で堆積がみられ、高い側の地点で浸食がみられた。
- ・各ステップの河床変動量、浸食量、堆積量の縦断平均値をみると、浸食量、堆積量ともにステップが下がるほど大きくなる傾向がみられた。
- ・ステップ 4 では浸食量、堆積量ともにほとんど変化はみられなかったが、一番低いステップ 1 では、浸食量、堆積量ともに 12cm 程度で、河床変動量としては、ステップ 2 で若干堆積、ステップ 1, 3, 4 ではほとんど変化なしという傾向がみられた。

表 1.2.5 河床変動量等一覧表

	出水前 (2010/6/14-16)		出水後 (2010/11/24-26)		浸食量	堆積量	河床変動量
	砂柱天端高	地盤高	砂柱天端高	地盤高			
T0-1	8.533	8.548	8.509	-	-0.024	0.039	0.015
T0-2	8.188	8.196	8.185	-	-0.003	0.011	0.008
T1-1	7.743	7.272	-	-	-	-	-
T1-2	8.055	8.063	7.992	-	-0.063	0.071	0.008
T1-3	8.339	8.332	8.312	-	-0.027	0.020	-0.007
T1-4	8.730	8.748	8.722	-	-0.008	0.026	0.018
T2-1	7.443	7.425	7.371	-	-0.072	0.054	-0.018
T2-2	8.001	8.059	7.943	-	-0.058	0.116	0.058
T2-3	8.485	8.468	8.450	-	-0.035	0.018	-0.017
T2-4	8.949	8.943	8.943	-	-0.006	0.000	-0.006
T3-1	7.269	7.216	7.122	-	-0.147	0.094	-0.053
T3-2	8.168	8.192	8.086	-	-0.082	0.106	0.024
T3-3	8.623	8.607	8.557	-	-0.066	0.050	-0.016
T3-4	9.064	9.056	9.056	-	-0.008	0.000	-0.008
T4-1	7.100	7.236	7.096	-	-0.004	0.140	0.136
T4-2	8.463	7.525	-	-	-	-	-
T4-3	8.658	8.679	8.640	-	-0.018	0.039	0.021
T4-4	9.265	9.265	9.265	-	0.000	0.000	0.000
T5-1	7.538	7.478	7.276	-	-0.262	0.202	-0.060
T5-2	8.435	8.412	8.378	-	-0.057	0.034	-0.023
T5-3	8.865	8.869	8.854	-	-0.011	0.015	0.004
T5-4	9.372	9.355	9.355	-	-0.017	0.000	-0.017
T6-1	9.840	9.843	9.829	-	-0.011	0.014	0.003
T6-2	10.501	10.499	10.499	-	-0.002	0.000	-0.002
T7-1	9.176	9.434	9.147	-	-0.029	0.287	0.258
T7-2	10.735	10.735	10.735	-	0.000	0.000	0.000
T7-3	11.007	11.006	11.006	-	-0.001	0.000	-0.001

-:欠測値

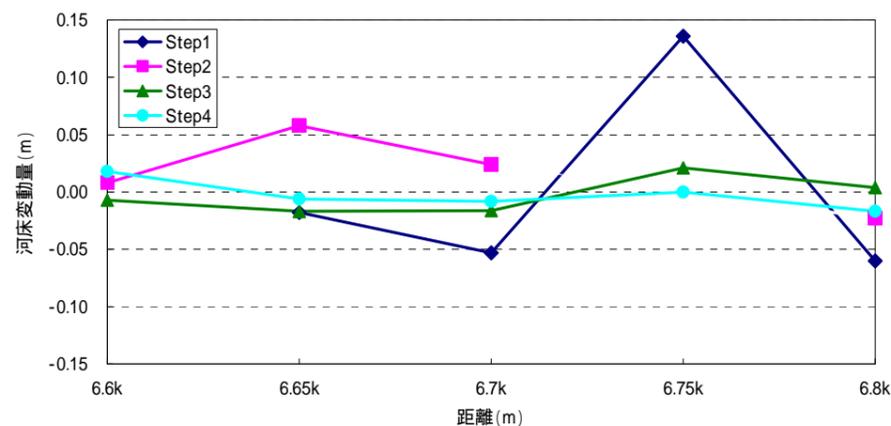
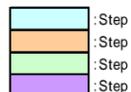


図 1.2.51 各ステップの河床変動量の縦断形状

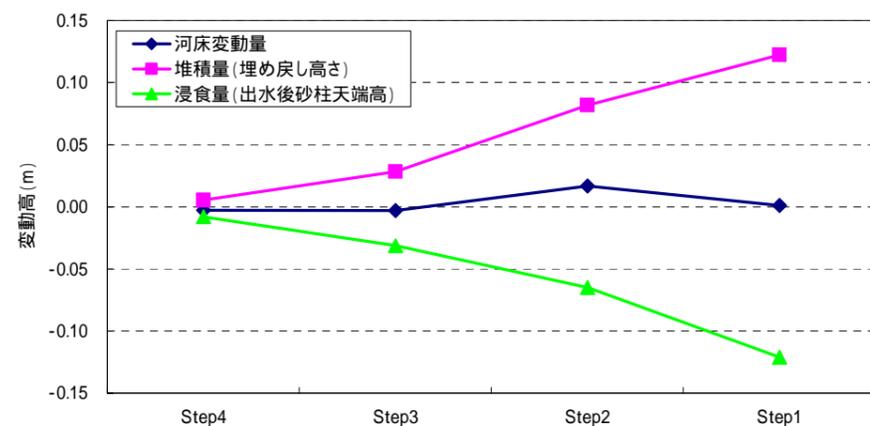


図 1.2.52 ステップ別河床変動量等(縦断平均値)

<平成 23 年度>

- ・出水前後の河床変動量は、浸食した地点が 6 地点、堆積した地点が 15 地点であった。
- ・試験施工未実施区間の 6.4k では、2 地点共に堆積傾向がみられた。
- ・切り下げ区間では 6.65k を除いてステップ 1 ~ 4 ともに概ね堆積傾向がみられた。
- ・表土剥ぎ取り区間では 7.1k のステップ 1 で 0.091m の土砂の堆積が確認された。
- ・各ステップの河床変動量、浸食量、堆積量の縦断平均値をみると、ステップが下がるほど(水際に近づくほど)河床変動量、堆積量が大きくなる傾向が見られた。(欠測箇所については、調査時に砂柱が流失したため、浸食量や堆積量が把握できなかった)

表 1.2.6 河床変動量等一覧表

	出水前		出水後		浸食量	堆積量	河床変動量
	砂柱天端高	地盤高	砂柱天端高	地盤高			
T0-1	8.653	8.763	8.629	-	-0.024	0.134	0.110
T0-2	8.210	8.215	8.210	-	0.000	0.005	0.005
T1-1	-	-	-	-	-	-	-
T1-2	8.028	-	-	-	-	-	-
T1-3	8.411	8.484	8.396	-	-0.015	0.088	0.073
T1-4	8.781	8.782	8.767	-	-0.014	0.015	0.001
T2-1	-	-	-	-	-	-	-
T2-2	8.089	8.164	8.094	-	0.005	0.070	0.075
T2-3	8.652	8.632	8.607	-	-0.045	0.025	-0.020
T2-4	8.981	8.977	8.957	-	-0.024	0.020	-0.004
T3-1	-	-	-	-	-	-	-
T3-2	8.130	-	-	-	-	-	-
T3-3	8.720	-	-	-	-	-	-
T3-4	9.050	9.064	9.054	-	0.004	0.010	0.014
T4-1	-	-	-	-	-	-	-
T4-2	-	-	-	-	-	-	-
T4-3	-	-	-	-	-	-	-
T4-4	9.258	9.256	9.256	-	-0.002	0.000	-0.002
T5-1	-	-	-	-	-	-	-
T5-2	-	-	-	-	-	-	-
T5-3	8.888	8.905	8.885	-	-0.003	0.020	0.017
T5-4	9.358	9.360	9.360	-	0.002	0.000	0.002
T6-1	9.846	9.845	9.835	-	-0.011	0.010	-0.001
T6-2	10.473	10.485	10.485	-	0.012	0.000	0.012
T7-1	9.477	9.568	9.428	-	-0.049	0.140	0.091
T7-2	10.709	10.671	10.671	-	-0.038	0.000	-0.038
T7-3	11.014	11.020	11.020	-	0.006	0.000	0.006

-:欠測値

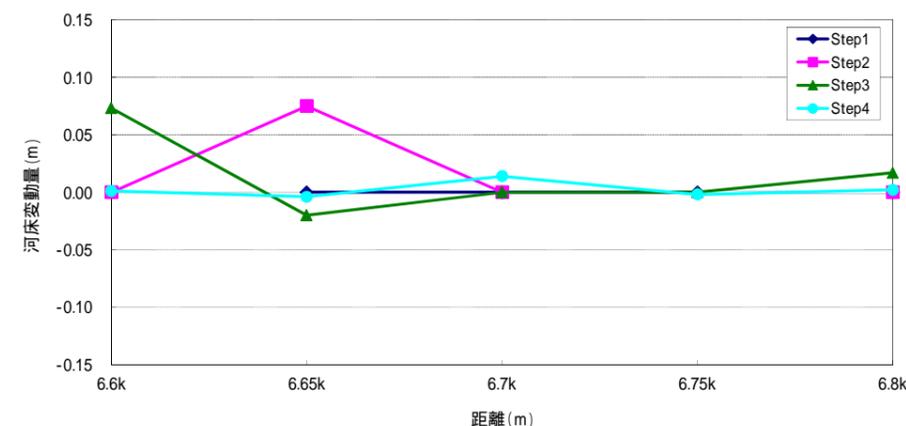
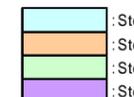


図 1.2.53 各ステップの河床変動量の縦断形状

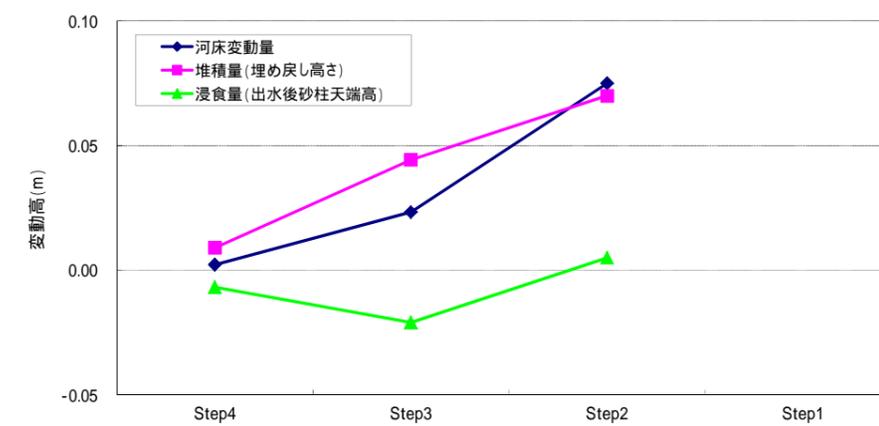


図 1.2.54 ステップ別河床変動量等(縦断平均値)

(3) 微細土砂堆積量

試験施工地点における微細土砂の堆積量調査結果を整理する。

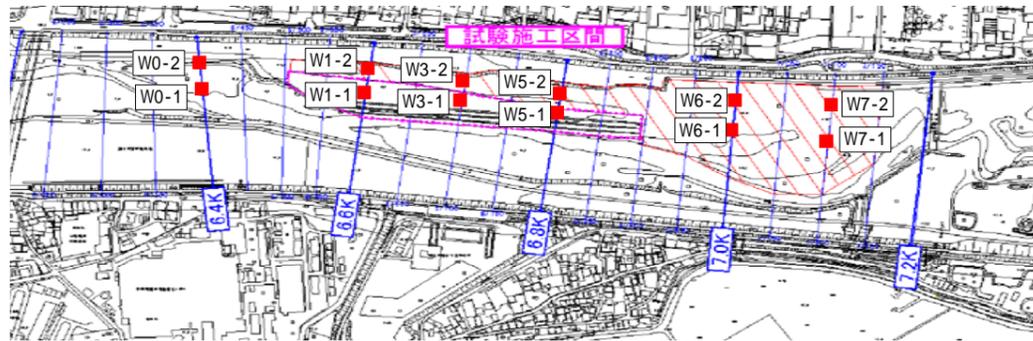


図 1.2.55 微細土砂堆積調査位置図

<平成 19 年度> [平成 19 年 7 月 30 日 (出水後)]

- ・プレートを設置した 12 地点のうち、4 地点で土砂の堆積がみられた。
- ・6.4k の試験未実施区間では 2 地点とも土砂の堆積がみられ、6.6k ~ 6.7k の切り下げ区間では低い側の地点でのみ堆積がみられた。
- ・表土剥ぎ区間では、7.0k では低い側、7.1k では高い側の地点で堆積がみられた。
- ・堆積量は、試験未実施区間で 4mm ~ 10mm と最も多かった。
- ・微細土砂の粒度分布をみると、W0-2、W1-1、W3-1 は、粒度が類似しており、W0-1 は他に比べ若干粒度が粗い。また、W0-2、W1-1、W3-1 の粒度は、80% 粒径で 0.1mm 程度であった。

表 1.2.7 微細土砂堆積位置および堆積量一覧表

距離標	施工未実施区間	切り下げ区間(6.6~6.8k)			表土剥ぎ区間		
	6.4k	6.6k	6.7k	6.8k	7.0k	7.1k	
No.	W0-2	W1-2	W3-2	W5-2	W6-2	W7-2	
堆積厚(cm)	0.40	0	0	0	0	0	
No.	W0-1	Step	W1-1	W3-1	W5-1	W6-1	W7-1
堆積厚(cm)	1.00	Step	0.25	0.35	微少	0	0
		Step					
		Step					
		Step					

* 調査結果の堆積厚はスケッチからの概算値

■ 堆積
□ 堆積なし

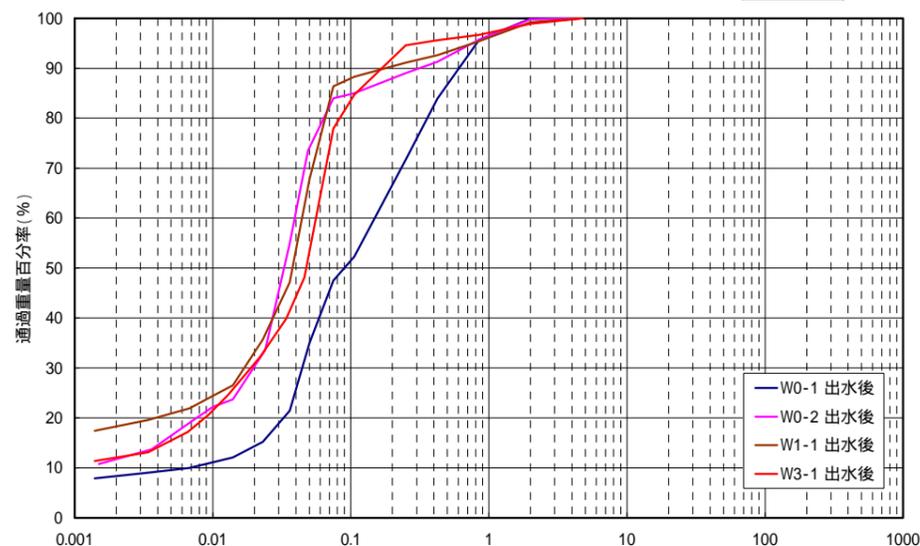


図 1.2.56 微細土砂の粒度分布 (出水後調査)

<平成 20 年度> [平成 20 年 8 月 4~5 日 (出水後)]

- ・プレートを設置した 12 地点のうち、7 地点で土砂の堆積がみられた。
- ・6.4k の試験未実施区間では 2 地点とも土砂の堆積がみられ、6.6k ~ 6.8k の切り下げ区間では低い側の地点でのみ堆積がみられた。
- ・表土剥ぎ区間では、7.0k では低い側、7.1k では高い側の地点で堆積がみられた。
- ・堆積量は、試験未実施区間で 2.5mm ~ 4mm と最も多かった。
- ・切り下げ区間の堆積量は 1mm ~ 2mm であり、表土剥ぎ区間では 0.5mm とごく微量であった。
- ・下流側ほど堆積量が多い傾向がみられた。
- ・堆積した微細土砂の粒度分布は 7 地点ともよく類似しており、粒度は非常に細かく、9 割以上がシルト・粘土分であった。

表 1.2.8 微細土砂堆積位置および堆積量一覧表

距離標	試験未実施区間	切り下げ区間(6.6~6.8k)			表土剥ぎ区間		
	6.4k	6.6k	6.7k	6.8k	7.0k	7.1k	
No.	W0-2	W1-2	W3-2	W5-2	W6-2	W7-2	
堆積厚(cm)	0.25	0	0	0	0	0.05	
No.	W0-1	Step	W1-1	W3-1	W5-1	W6-1	W7-1
堆積厚(cm)	0.4	Step	0.2	0.2	0.1	0.05	0
		Step					
		Step					
		Step					

* 調査結果の堆積厚はスケッチからの概算値

■ 堆積
□ 堆積なし

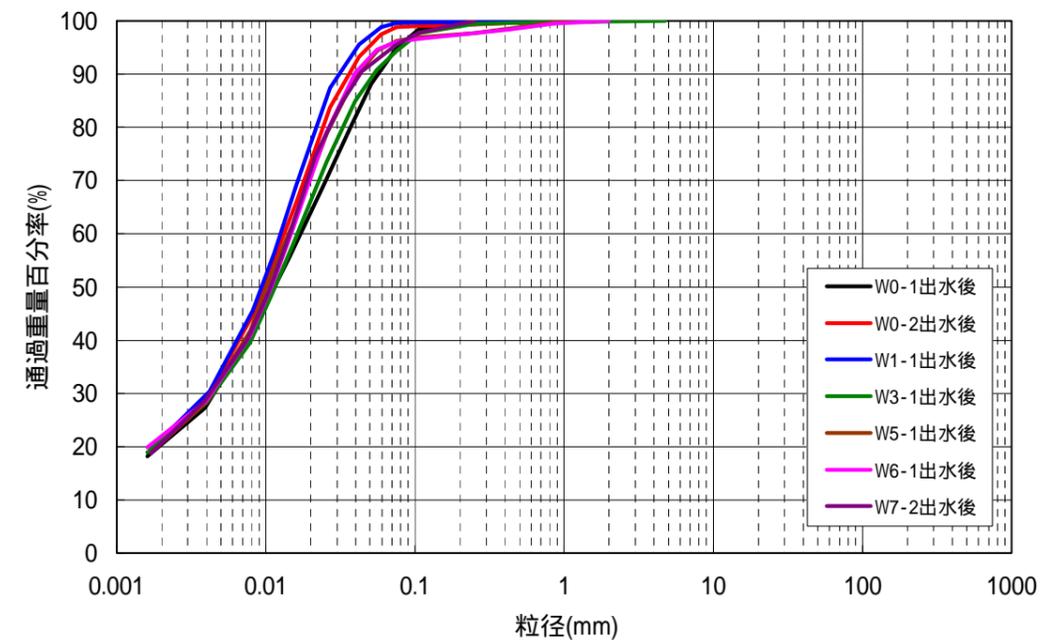


図 1.2.57 微細土砂の粒度分布 (出水後調査)

<平成 21 年度> [平成 21 年 8 月 6 日 (出水後)]

- ・プレートを設置した 12 地点のうち、7 地点で土砂の堆積がみられた。
- ・6.4k の試験未実施区間では 2 地点とも土砂の堆積がみられ、6.6km ~ 6.8km の切り下げ区間では、低い側の地点のみ堆積がみられた。なお、この傾向は昨年度と同様なものとなっている。
- ・昨年度調査と比較すると、粒度分布の傾向については類似しているが、全体的に粒度が大きい傾向がみられた。このことは昨年度よりも大きい出水が発生したことにより、掃流作用が大きくなり、粒度の大きい土砂が流れてきたことによるものと考えられる。

表 1.2.9 微細土砂堆積位置および堆積量一覧表

距離標	試験未実施区間	切り下げ区間(6.6 ~ 6.8k)			表土剥ぎ区間		
	6.4k	6.6k	6.7k	6.8k	7.0k	7.1k	
No.	W0-2	W1-2	W3-2	W5-2	W6-2	W7-2	
堆積厚(cm)	0.25	0	0	0	0	0.05	
No.	W0-1	Step	W1-1	W3-1	W5-1	W6-1	W7-1
堆積厚(cm)	0.4	Step	0.2	0.2	0.1	0.05	0
		Step					
		Step					
		Step					

*調査結果の堆積厚はスケッチからの概算値

■ 堆積
□ 堆積なし

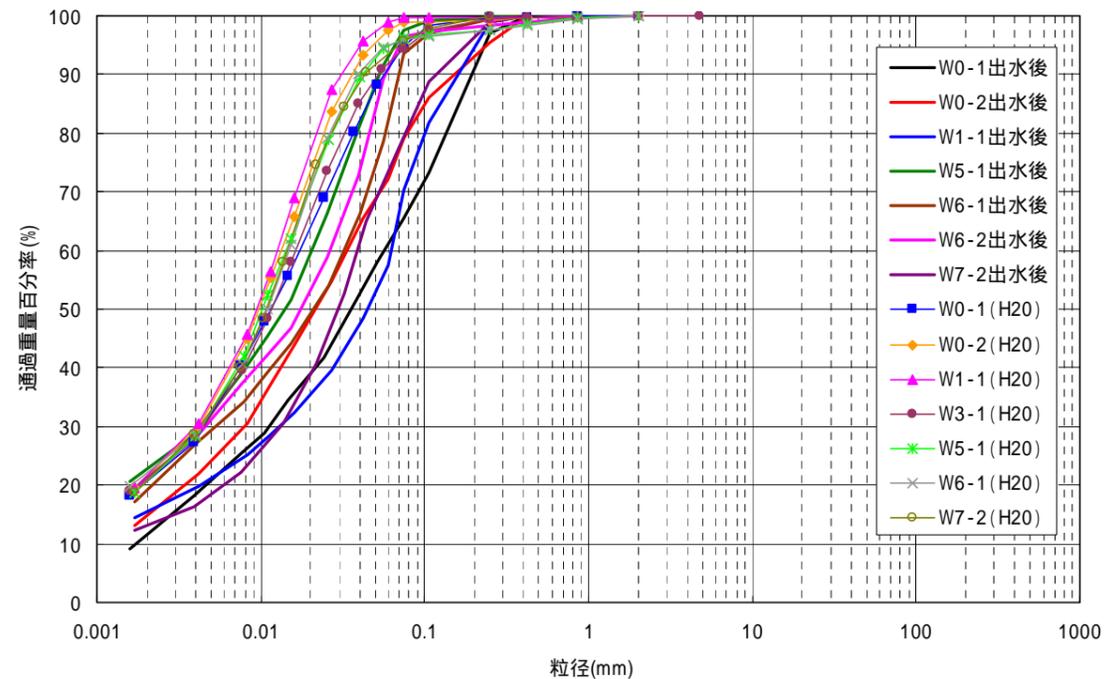


図 1.2.58 微細土砂の粒度分布 (出水後調査)

<平成 22 年度> [平成 22 年 11 月 24 ~ 26 日 (出水後)]

- ・プレートを設置した 12 地点のうち、6 地点で土砂の堆積がみられた。
- ・6.4k の試験未実施区間では 2 地点とも土砂の堆積がみられ、6.6k ~ 6.8k の切り下げ区間では低い側の地点でのみ堆積がみられた。
- ・表土剥ぎ区間では 7.0k では低い側の地点でのみ堆積がみられ 7.1k では堆積はみられなかった。
- ・堆積量は、試験未実施区間で 33.6mm ~ 49.6mm と最も多かった。切り下げ区間では 1.0mm ~ 21.2mm であり、表土剥ぎ区間では 1.3mm と微量であった。
- ・下流側ほど堆積量が多い傾向がみられ、同じ測線上では低い側で堆積量が多い傾向がみられた。
- ・堆積した微細土砂の粒度は 6 地点とも非常に細かく、9 割以上がシルト・粘土分であった。
- ・W0-2、W1-1、W5-1、W6-1 は粒度分布がよく類似しており、50%粒径 D50 は 0.0115mm ~ 0.0128mm であった。
- ・W0-1、W3-1 は若干粒径が大きく、50%粒径 D50 は、W0-1 で 0.0327mm、W3-1 で 0.0578mm であった。前年度と比較して大きな差はみられなかった。

表 1.2.10 微細土砂堆積位置および堆積量一覧表

距離標	試験未実施区間	切り下げ区間(6.6 ~ 6.8k)			表土剥ぎ区間		
	6.4k	6.6k	6.7k	6.8k	7.0k	7.1k	
No.	W0-2	W1-2	W3-2	W5-2	W6-2	W7-2	
堆積厚(mm)	33.6	0	0	0	0	0	
No.	W0-1	Step	W1-1	W3-1	W5-1	W6-1	W7-1
堆積厚(mm)	49.6	Step	10.6	21.2	1.0	1.3	0
		Step					
		Step					
		Step					

*調査結果の堆積厚は平均値

■ 堆積
□ 堆積なし

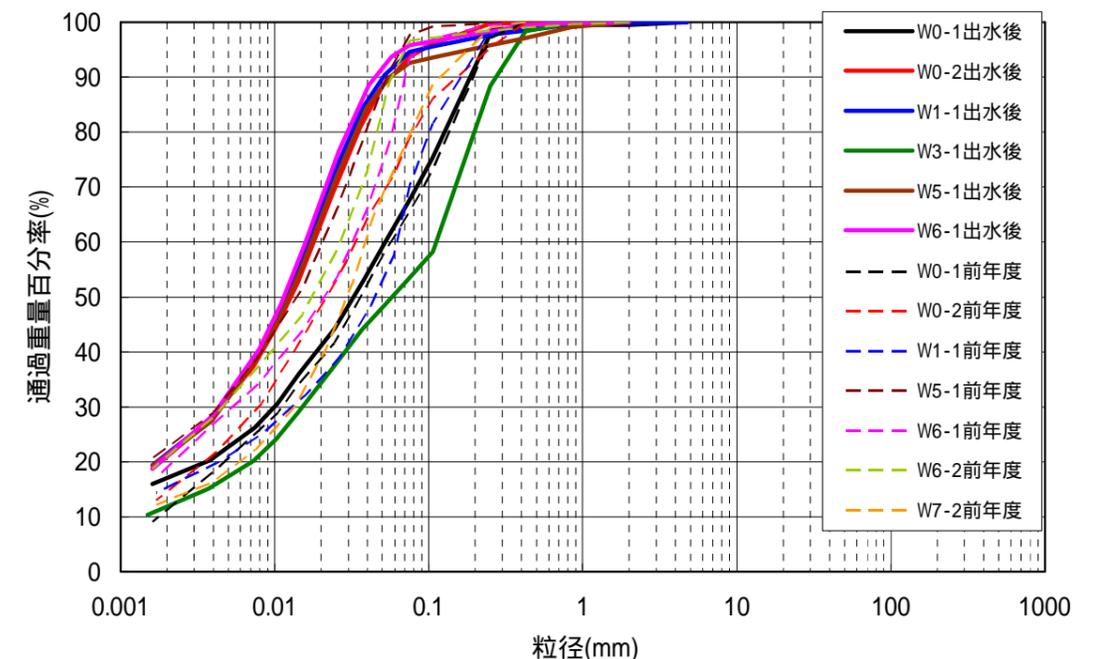


図 1.2.59 微細土砂の粒度分布 (出水後調査)

<平成 23 年度> [平成 23 年 11 月 25 日 (出水後)]

- ・プレートを設置した 12 地点のうち、9 地点で土砂の堆積がみられた
- ・6.4k の試験未実施区間では 2 地点とも土砂の堆積がみられた。
- ・切り下げ区間の 6.7k に位置する W3-1 は、プレートを設置した河岸部が侵食により崩れてしまっていたため、堆積量を把握できなかった。
- ・表土剥ぎ区間では、7.1k 地点の W7-1 で堆積が見られなかったのみであり、その他の地点は堆積が見られた。
- ・堆積量は、試験未実施区間が 59.8mm ~ 200.0mm と最も多く、切り下げ地区間では 0.8 ~ 9.4mm であり、表土剥ぎ区間では 1.6 ~ 8.0mm であった。
- ・下流側ほど堆積量が多い傾向がみられ、同じ測線上ではステップが低くなるにつれて堆積量が多い傾向がみられた。
- ・微細土砂の粒度は W0-1 と W3-2 を除き、ほとんど同程度であった。
- ・50%粒径 D50 は 0.0298mm (W5-1) ~ 0.0496mm (W7-2)、W0-1 は昨年度の結果と比較すると粒径の均一化がみられた。昨年度の W0-1 の 50%粒径 D50 は 0.0327mm で、本年度は 0.3013 と粒径が大きくなっており、その他の地点でも粒径が大きくなっていった

表 1.2.11 微細土砂堆積位置および堆積量一覧表

距離標	試験未実施区間	切り下げ地区間(6.6 ~ 6.8k)			表土剥ぎ区間	
	6.4k	6.6k	6.7k	6.8k	7.0k	7.1k
No.	W0-2	W1-2	W3-2	W5-2	W6-2	W7-2
堆積厚(mm)	59.8	0	1.6	0.8	1.6	5.4
No.	W0-1	Step	W3-1	W5-1	W6-1	W7-1
堆積厚(mm)	200.0	9.4	-	3.6	8.0	0
		Step				
		Step				
		Step				

*調査結果の堆積厚は平均値
-: 侵食により鉄板が陥落

■ 堆積
□ 堆積なし

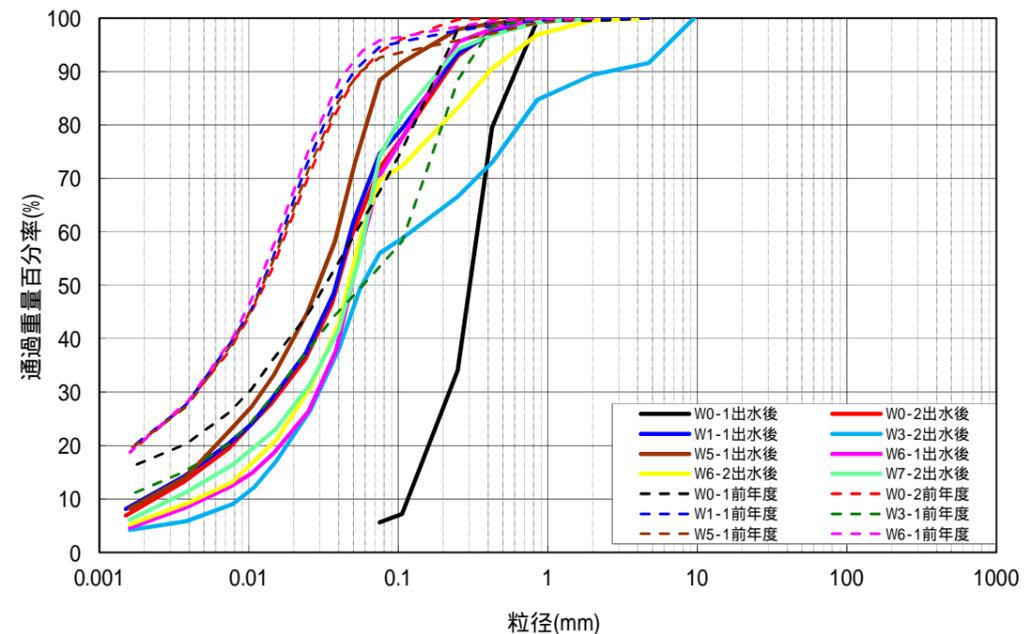


図 1.2.60 微細土砂の粒度分布 (出水後調査)

2.4 河床材料

(1) 河床材料の粒度分布

河床材料（粒度分布）の変化状況に関する調査結果を整理する。

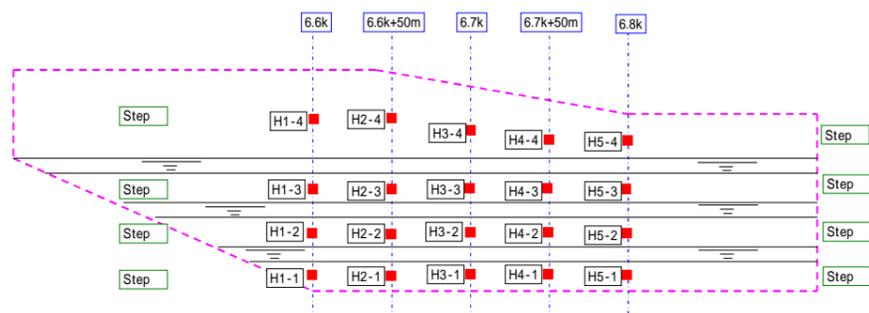


図 1.2.61 河床材料調査位置図

<平成 19~20 年度>

- 平成 19 年度の粒度分布をみると、ステップ 1 (H3-1) およびステップ 2 (H3-2) では粒度が粗く、礫分が 9 割近くを占めていたのに対し、ステップ 3 (H3-3) およびステップ 4 (H3-4) では砂分およびシルト・粘土分の割合が高くなり、礫分の割合は 7 割程度であった。
- 平成 20 年度と平成 19 年度の粒度分布を比較すると、ステップ 2 (H3-2) で砂分およびシルト・粘土分が大きく増加しており、粒度が細くなっていた。これは、出水により土砂が堆積したためと考えられる。
- なお、ステップ 1 (H3-1)、ステップ 3 (H3-3) およびステップ 4 (H3-4) では粒度分布に大きな変化はみられなかった。

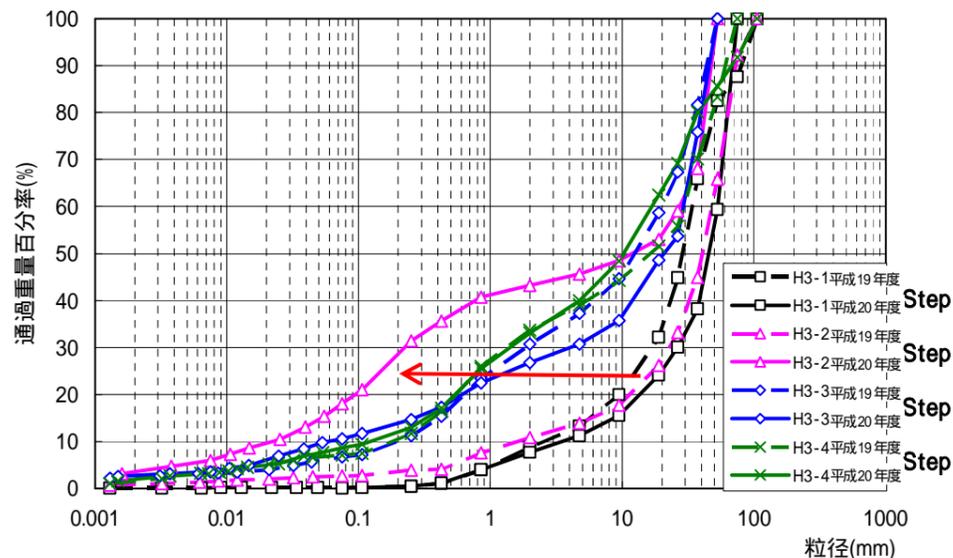


図 1.2.62 河床材料の粒度分布(出水後)(平成 19~20 年度)

(ステップ 2 (H3-2 地点)における平成 19 年度と平成 20 年度の河床材料写真の比較)



<平成 21~23 年度>

- 流域のステップ 1 (H3-1) では、礫分が河床材料の大半を占めている。
- 河岸に位置するステップ 2 (H3-2) では、平成 21~22 年度には陸上であったが、平成 23 年度は流域に位置する地点となり、陸上に位置していた平成 21 年度は粘土・礫分まで広範囲の河床材料がみられたが、出水後の平成 22 年度は粘土・砂分が大半を占めた。また流域となった平成 23 年度は礫分の割合が多くなり、ステップ 1 と同様な粒度分布となった。
- 陸上に位置するステップ 3 (H3-3) では、平成 21 年度は粘土・礫分までみられたが、出水後の平成 22 年度は粘土・砂分が大半を占め、平成 23 年度の出水後調査では、河岸の堆積土が浸食を受け、河原状の地形となっており、比較的粒径の大きい礫石が優占する粒度分布となった。
- 一方、同じく陸上に位置するステップ 4 (H3-4) では、平成 21 年度は H3-2 (ステップ 2)、H3-3 (ステップ 3) と同様に粘土・礫分までみられたが、平成 22 年度には礫分の割合が増加し、平成 23 年度には粘土・シルト分が大半を占めた。
- 陸上に位置するステップ 4 (H3-4) では草本が繁茂しており、粒径の細かい成分がトラップされやすい環境であることが粒度分布の変化に影響していた可能性がある。

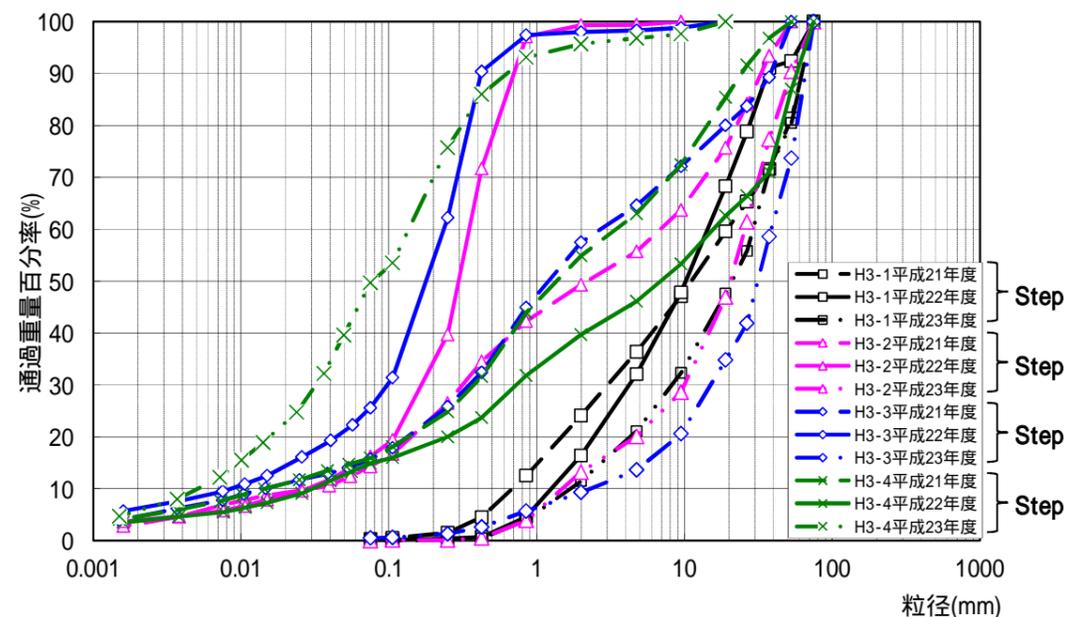
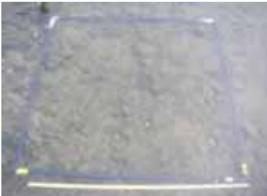


図 1.2.63 河床材料の粒度分布(出水後)(平成 21~23 年度)

表 1.2.12 表層河床材料写真一覧表 (6.7k における経年変化状況)

	ステップ 1 (H3-1)	ステップ 2 (H3-2)	ステップ 3 (H3-3)	ステップ 4 (H3-4)
平成 19 年度 (施工直後)	—			
平成 19 年度 (出水後)				
平成 20 年度 (出水後)				
平成 21 年度 (出水後)				
平成 22 年度 (出水後)				
平成 23 年度 (出水後)				

(2) 礫率

河床材料写真より読み取りを行った礫率の変化状況の整理結果を以下に示す。

＜平成 19～23 年度＞

- ・読み取りは「植生(草地)」、「砂」、「レキ」の3種について10%単位で実施した。
- ・最も低いステップ1では工事直後より流水域に位置していたことから、礫率は90～100%と高く、経年的に変化はみられなかった。
- ・陸上部のステップ2では平成19年の施工直後から出水後にかけて礫率が70%と高かったが、平成20年以降は全くみられなくなり、植生が大部分を占める結果となった。
- ・ステップ3、4は施工直後の礫率は40%で、残りは砂という状態であったが、平成22年以降は全くみられなくなり、平成23年にはほぼ植生のみとなっている。

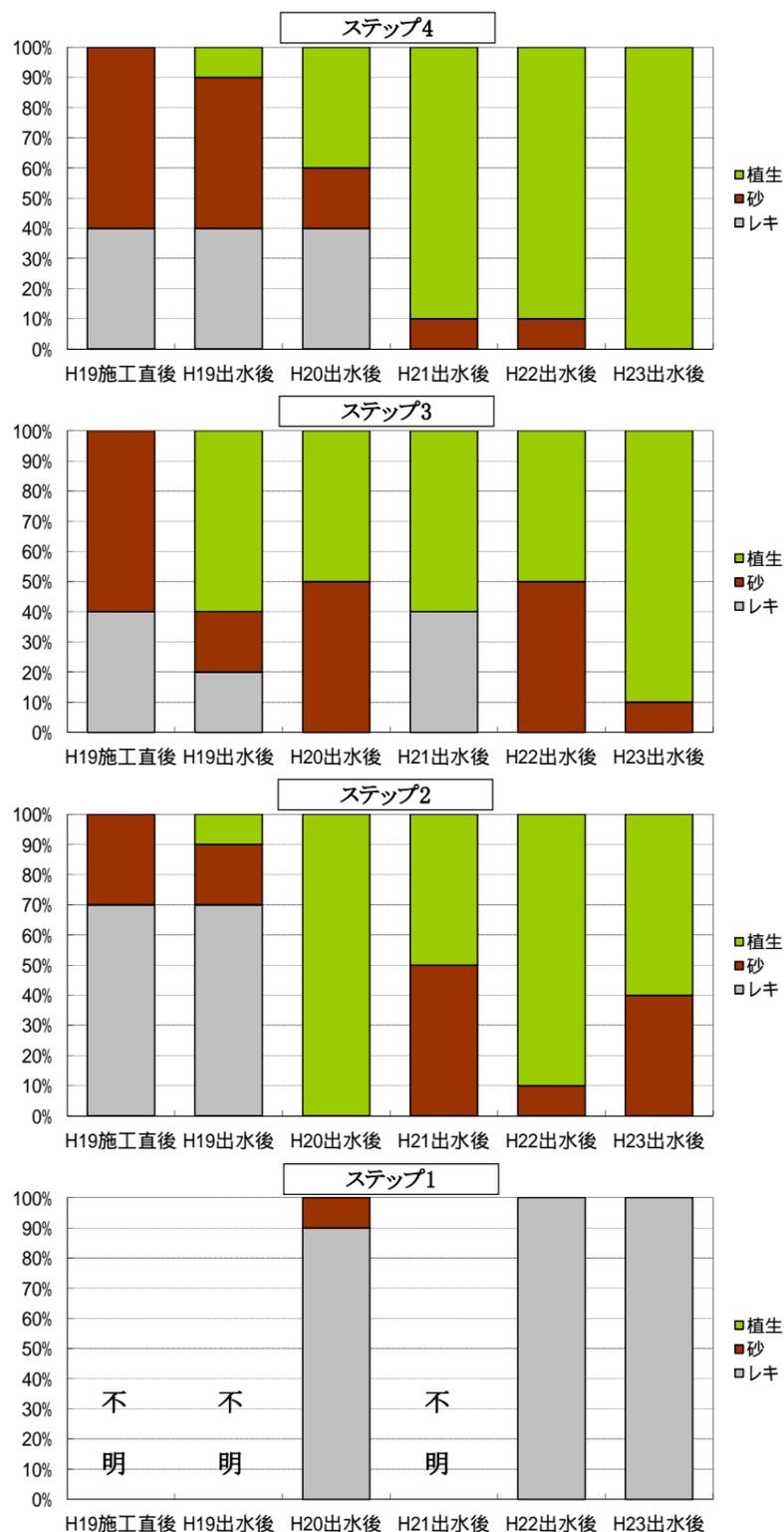


図 1.2.64 試験施工地における礫率の経年変化(6.7k)

- ・河床材料については、ステップ1は試験施工直後より流水域に位置したことから、礫分が大半を占める状況となっている。
- ・ステップ2については元々粒度が粗く、礫分が90%近くを占めていたものが、平成20年度には砂分およびシルト・粘土分が増加し、粒度が細くなっていることがわかる。その後、平成21年度までは粘土～礫分まで広範囲の河床材料がみられていたが、出水後の平成22年度には粘土～砂分が大半を占めることとなり、最終的に流水域となった平成23年度には再度礫分の割合が多くなり、ステップ1と同様な粒度分布を示している。
- ・ステップ3では、平成19年度当初では礫分の割合が70%程度であり、その後平成20年度には出水による土砂堆積により若干粒度が細くなっている。また、平成21～22年度にはステップ2と同様に、平成21年度は粘土～礫分が、平成22年度には粘土～砂分が大半を占めた。平成23年度の出水では河岸の浸食が起こり、河原状の地形を形成したため、比較的粒径の大きな礫分が優占する粒度分布となっている。
- ・全期間において陸上のステップ4については、平成19年度～平成20年度にかけて礫分の割合が70%程度あったものが、平成21年度までは粘土～礫分まで広範囲の河床材料がみられていたが、平成22年度には礫分の割合が一旦増加したものの、平成23年度の出水後には粘土・シルト分が大幅に増えている。これは繁茂している草本により、粒径の細かい成分がトラップされやすい環境が形成されていることが考えられる。

3 植生調査の結果

3.1 植生の経年変化

(1) 試験施工地全体における面積の変化

試験施工地全体における植生等の面積の経年変化状況を整理する。

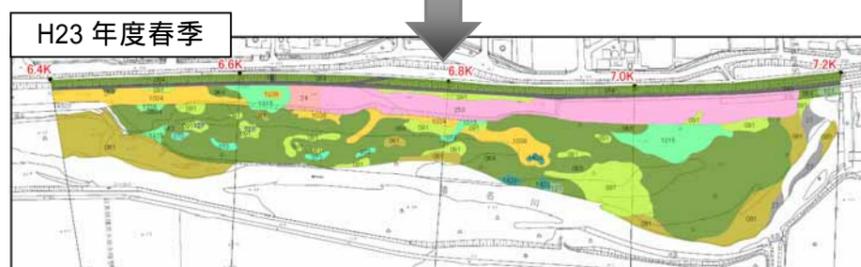
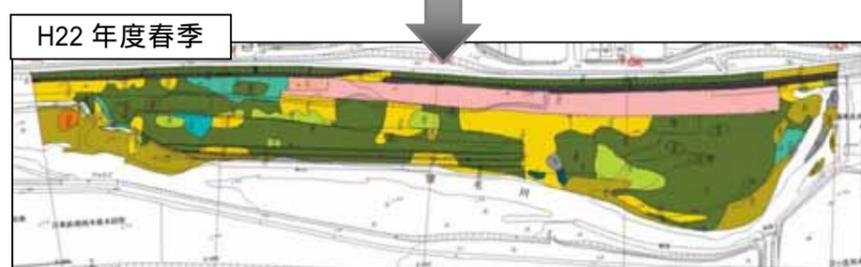
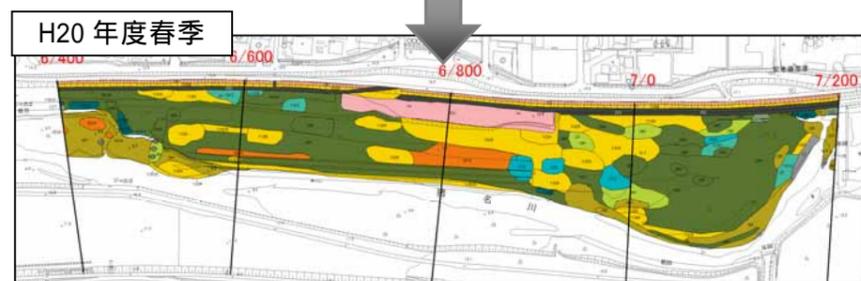
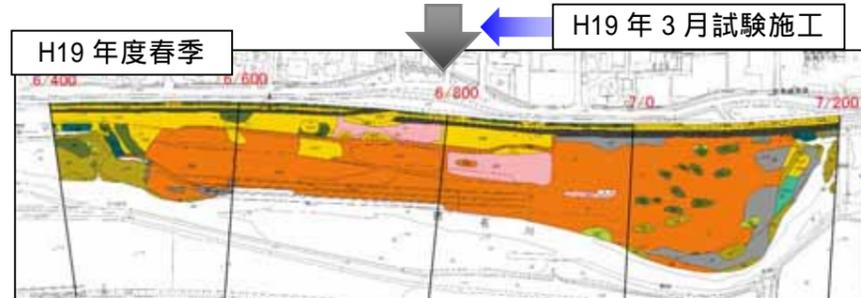
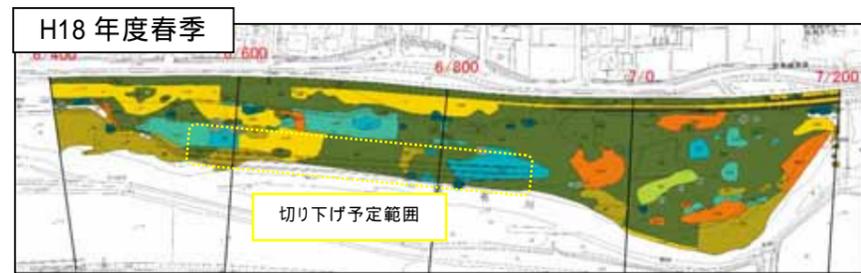
<平成 18~23 年度>

- 施工前の平成 18 年度はヨモギ-メドハギ群落やセイタカアワダチソウ群落など多年生広葉草本群落が多く分布していたが、施工直後の平成 19 年度には 1 年生広葉草本群落が大幅に増加した。これは、試験施工により攪乱され、安定した環境にみられる多年生広葉草本群落から植生遷移の初期にみられる 1 年生広葉草本群落へ移行したものと考えられる。
- 施工 2 年目の平成 20 年以降には、植生遷移の進行により再び施工前にみられた多年生広葉草本群落が多く分布している。
- 施工 5 年目の平成 23 年度においても植生遷移が進行を続けており、今後も大きな攪乱が起こらなければさらに遷移が進行していくと考えられる。

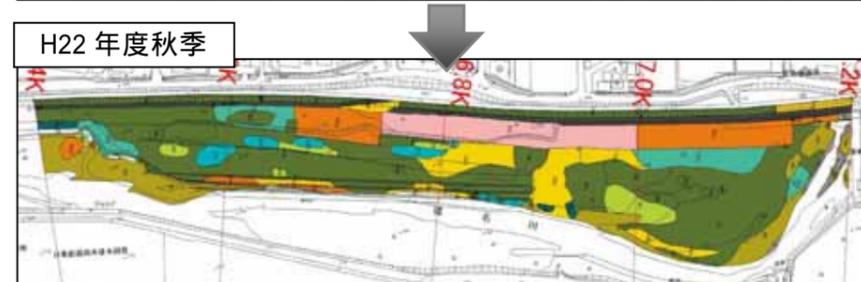
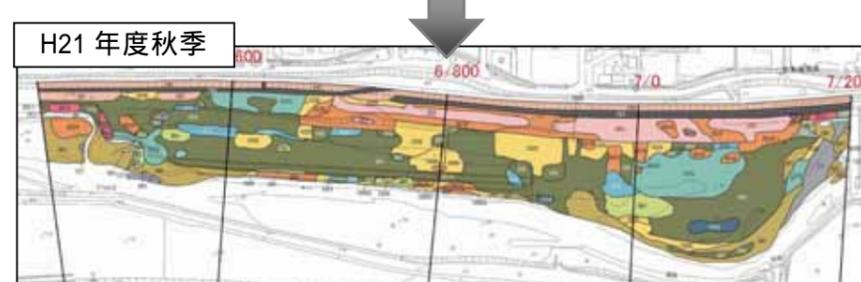
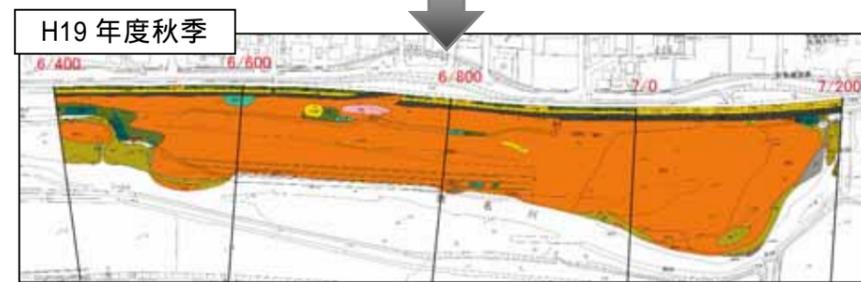
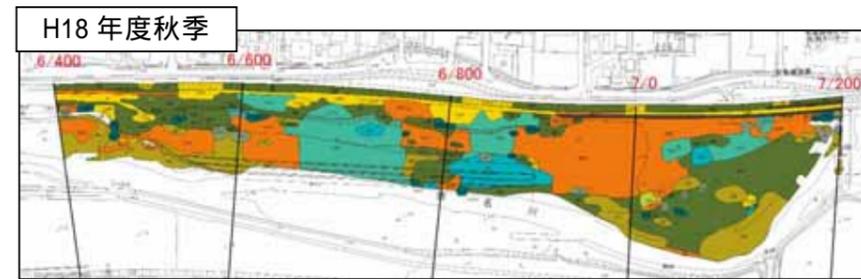
表 1.3.1 試験施工地における植生等の面積の経年変化一覧表

単位:㎡

基本分類	群落名	凡例番号	外来植物群落	春季						秋季							
				施工前			施工後			施工前			施工後				
				H18	H19	H20	H21	H22	H23	H18	H19	H20	H21	H22	H23		
1年生草本群落	オオイヌタデ-オオクサキビ群落	0510		0	0	0	0	0	0	0	0	819	0	6263	0	0	
	コセンダングサ群落	0513	●	1483	0	0	0	0	0	0	0	7445	1139	0	0	0	
	メシバ-エノコログサ群落	0514		0	14864	0	0	0	0	0	2046	50779	5239	1474	8729	2252	
	ヒメムカシヨモギ-オオアレチノギク群落	0515	●	1417	0	3484	0	0	0	0	0	0	2501	0	0	0	
	オオバクサ群落	0516	●	0	0	0	0	0	0	0	91	22758	0	973	0	0	
	アレチウリ群落	0524	●	0	0	0	0	0	0	0	11668	1334	1910	1004	446	1306	
	カナムグラ群落	0525		0	0	0	0	0	0	0	13656	0	0	585	355	878	
	ヤハズソウ群落	0526		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	624	0	0	
	セイヨウカラシナ群落	0534	●	3704	40223	422	749	446	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ヤナギタデ群落	059		0	712	0	0	0	0	0	193	0	8	666	449	162	
	多年生広葉草本群落	ヨモギ-カワラマツバ群落	0634		651	143	0	0	283	91	398	0	0	0	0	0	0
ヨモギ-メドハギ群落		064		42387	2384	39153	48455	44251	48145	19001	2913	40823	35394	44587	22162		
イタドリ群落		065		9386	2275	2684	3399	4031	943	381	728	2063	1130	2313	0		
アレチハナガサ群落		067	●	0	0	0	0	0	0	0	0	0	484	0	0		
セイタカアワダチソウ群落		068	●	2122	276	1294	823	0	325	7648	381	5552	1858	568	947		
カワラマツバ群落		069		0	0	0	304	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ヤブガラシ群落		0610		0	0	0	0	0	0	2358	0	0	0	0	0	0	
カゼクサ-オオハコ群集		0614		0	380	2251	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
イヌクイモ-クイモ群落		0620	●	92	0	0	0	0	0	0	696	0	0	0	0	0	
単子葉草本群落(ヨシ群落)		セイタカヨシ群落	073		4685	0	2121	3092	734	788	4285	98	2370	3073	2583	4868	
単子葉草本群落(ツルヨシ群落)		ツルヨシ群集	081		12271	6750	10248	11465	11413	12438	13575	6882	10275	11131	11047	14904	
単子葉草本群落(オギ群落)	オギ群落	091		1285	783	3291	2549	4502	9860	375	83	4439	3555	3372	4753		
単子葉草本群落(その他の単子葉草本群落)	キンシュウスズメノヒエ群落	1020	●	94	0	0	0	0	0	105	0	0	59	0	0		
	コゴメイ群落	1021	●	0	0	0	0	0	0	0	0	0	175	0	0		
	セイバンモロコシ群落	1028	●	0	164	9465	10782	5144	0	300	204	3038	7518	8021	11297		
	シマズメノヒエ群落	1032	●	0	0	0	0	0	0	1213	0	0	0	0	0		
	ネズミギ群落	1034	●	5415	6428	5853	3290	9730	4271	0	1065	0	0	0	0		
	シナダレスズメガヤ群落	1038	●	150	832	2111	3881	841	2515	591	284	1092	3100	724	1268		
	シバ群落	1039	●	9036	8307	3603	0	0	0	5101	3156	4594	0	0	0		
	ススキ群落	1041		0	0	0	0	0	0	443	0	0	0	0	0		
	チガヤ群落	1042		0	0	0	774	726	0	99	0	0	0	726	0		
	チガヤ-ヒメジョオン群落	10501		0	1373	0	0	0	0	533	324	0	0	0	0		
	メリケンガヤツリ群落	10503	●	0	0	2289	1989	454	0	0	0	2125	422	0	0		
ヤナギ高木林	ジャヤナギ-アカメヤナギ群集	127		1203	456	485	320	129	600	1212	160	485	554	129	170		
	ジャヤナギ-アカメヤナギ群集(低木林)	128		0	5	5	0	0	0	0	5	5	0	0	0		
	シダレヤナギ-ウンリュウヤナギ群落	12501		235	0	0	0	0	0	237	0	0	0	0	0		
その他の低木林	クズ群落	1315		2301	0	1422	2837	2168	5496	15140	590	5448	8692	5893	9344		
	ノイバラ群落	1316		4911	597	561	583	713	183	0	0	561	579	536	0		
落葉広葉樹林	アキニレ群落	1423		211	0	119	142	281	538	256	0	119	140	281	840		
	アキニレ群落(低木林)	1424		52	0	0	0	0	0	52	0	0	0	0	0		
	ネムノキ群落(低木林)	1430		0	0	0	0	0	0	0	0	0	733	0	0		
	ヌルデ-アカメガシワ群落(低木林)	1430		125	0	0	0	0	0	233	0	0	0	0	0		
	ムクノキ-エノキ群集	1435		279	0	0	0	0	0	331	0	0	0	0	0		
	シナサワグルミ群落	14501	●	579	673	673	814	0	0	570	673	673	800	331	0		
	トウネズミモチ-センダン群落	14503	●	265	192	178	214	0	0	375	195	178	211	0	0		
人工草地	人工草地	24		0	0	3487	0	635	1062	0	0	3487	1457	0	8364		
	刈り跡	242		0	0	0	0	0	0	0	0	0	7872	0	0		
グラウンドなど	人工裸地	253		0	6055	5570	14946	13284	14713	0	523	2705	8016	7644	10621		
人工構造物	コンクリート構造物	262		1474	1149	1149	0	0	40	1514	1149	1149	0	0	1022		
	道路	263		21	4264	4252	5765	5401	4082	21	4257	4252	5694	5401	4082		
自然裸地	自然裸地	27		0	6770	614	242	811	1280	296	838	567	2427	810	7829		
計				105836	106054	106784	117415	105976	107371	104993	107645	106798	116663	104944	107069		



色見本	基本分類	群落名
1年生草本群落	1年生草本群落	オオイスタデーオオクサキ群落
		コセンダングサ群落
		クシバエユノログサ群落
		ヒメカシヨモギーオオアレチノギク群落
		オオバクサ群落
		アレチウリ群落
		カナムグラ群落
		ヤハズノ群落
		セイヨウカラシナ群落
		ヤナギタデ群落
多年生広葉草本群落	多年生広葉草本群落	ヨモギーカワラマツバ群落
		ヨモギードハギ群落
		イタドリ群落
		アレチハナガサ群落
		セイタカワダチソウ群落
		カワラマツバ群落
		ヤブガラシ群落
		カゼクサーオオバコ群落
		イヌキクイモーキクイモ群落
		単子葉草本群落(シ)群落
単子葉草本群落(ツルヨシ)群落	ツルヨシ群落	
単子葉草本群落(オギ)群落	オギ群落	
単子葉草本群落(その他の単子葉草本群落)	単子葉草本群落(その他の単子葉草本群落)	キシュウズメノヒエ群落
		コゴメイ群落
		セイパンモロコシ群落
		シマズメノヒエ群落
		ネズミギ群落
		シナダレスズメガヤ群落
		シバ群落
		スキ群落
		チガヤ群落
		チガヤーヒメジョオン群落
ヤナギ高木林	ヤナギ高木林	シケンガヤツリ群落
		ジャヤナギーアカメヤナギ群落
その他の低木林	その他の低木林	シダレヤナギーウンリュウヤナギ群落
		クズ群落
落葉広葉樹林	落葉広葉樹林	ノイバラ群落
		アキニレ群落
		アキニレ群落(低木林)
		ネムノキ群落(低木林)
		スルデアアカメガシワ群落(低木林)
		ムクノキーエノキ群落
		シナサワグルミ群落
トウネズミモチーセンダン群落		
人工草地	人工草地	刈り跡
		人工裸地
グラウンドなど	人工構造物	人工裸地
		コンクリート構造物
自然裸地	自然裸地	道路
		自然裸地



色見本	基本分類	群落名
1年生草本群落	1年生草本群落	オオイスタデーオオクサキ群落
		コセンダングサ群落
		クシバエユノログサ群落
		ヒメカシヨモギーオオアレチノギク群落
		オオバクサ群落
		アレチウリ群落
		カナムグラ群落
		ヤハズノ群落
		セイヨウカラシナ群落
		ヤナギタデ群落
多年生広葉草本群落	多年生広葉草本群落	ヨモギーカワラマツバ群落
		ヨモギードハギ群落
		イタドリ群落
		アレチハナガサ群落
		セイタカワダチソウ群落
		カワラマツバ群落
		ヤブガラシ群落
		カゼクサーオオバコ群落
		イヌキクイモーキクイモ群落
		単子葉草本群落(シ)群落
単子葉草本群落(ツルヨシ)群落	ツルヨシ群落	
単子葉草本群落(オギ)群落	オギ群落	
単子葉草本群落(その他の単子葉草本群落)	単子葉草本群落(その他の単子葉草本群落)	キシュウズメノヒエ群落
		コゴメイ群落
		セイパンモロコシ群落
		シマズメノヒエ群落
		ネズミギ群落
		シナダレスズメガヤ群落
		シバ群落
		スキ群落
		チガヤ群落
		チガヤーヒメジョオン群落
ヤナギ高木林	ヤナギ高木林	シケンガヤツリ群落
		ジャヤナギーアカメヤナギ群落
その他の低木林	その他の低木林	シダレヤナギーウンリュウヤナギ群落
		クズ群落
落葉広葉樹林	落葉広葉樹林	ノイバラ群落
		アキニレ群落
		アキニレ群落(低木林)
		ネムノキ群落(低木林)
		スルデアアカメガシワ群落(低木林)
		ムクノキーエノキ群落
		シナサワグルミ群落
トウネズミモチーセンダン群落		
人工草地	人工草地	刈り跡
		人工裸地
グラウンドなど	人工構造物	人工裸地
		コンクリート構造物
自然裸地	自然裸地	道路
		自然裸地

図 1.3.1 試験施工地における植生図の経年変化(春季)

図 1.3.2 試験施工地における植生図の経年変化(秋季)

(2) 切り下げ地（ステップ別）の経年変化

切り下げ地におけるステップ別の植生の経年変化状況を整理する。

<平成 18~23 年度>

- ・ステップ1は施工後には6.8k上流は陸地化しており、施工1年目の平成19年度にセイヨウカラシナ群落やメヒシバ-エノコログサ群落等の先駆性の一年生草本群落が発立した後、2年目の平成20年度には湿地生植物群落のメリケンガヤツリ群落が発生の大半を占めるようになった。3年目の平成21年度では湿地生植物群落のメリケンガヤツリ群落のほか、ツルヨシ群落が発生を拡大した。しかし、施工後4年目にあたる平成22年度では、出水により水際部の土砂が流失し水域となったため、植生はみられなかった。
- ・ステップ2も施工1年目の平成19年度には、セイヨウカラシナ群落やメヒシバ-エノコログサ群落等の先駆性の一年生草本群落が面積の8割以上を占めていた。しかし、2年目の平成20年度以降は遷移が進み、ステップ2では多年生草本群落のヨモギ-メドハギ群落やツルヨシ群落が発生の大半を占めるようになった。施工4年目の平成22年度には出水による水際部の流失により開放水面が増え、湿地生のツルヨシ群落に増加がみられた。施工5年目の平成23年度には、さらに水域が広がり、一部でヨモギ-メドハギ群落やセイタカヨシ群落がみられる程度となった。
- ・ステップ3~4も施工1年目の平成19年度には、セイヨウカラシナ群落やメヒシバ-エノコログサ群落等の先駆性の一年生草本群落が面積の8割以上を占めていた。しかし、2年目の平成20年度以降は遷移が進み、ヨモギ-メドハギ群落の大半を占めるようになった。平成23年度にはステップ3の6.8k周辺が侵食され、水域となった。その他の地点では春季に広く生育していたヨモギ-メドハギ群落が秋季には減少し、ツルヨシ群落、セイバンモロコシ群落、セイタカヨシ群落が発立した。

表 1.3.2 ステップ別の植生の変遷（施工前と現在の比較）

施工前の状況		予測	現在の状態	
ステップ1	(春季) ・多年生草本群落のイタドリ群落が発主に分布(1/2は開放水面)	・施工後2~3年目には湿地生植物群落のヤナギタデ群落やツルヨシ群落が発立する	(春季)	・出水により水際部の土砂が流失し、水域となったため植生はほとんどみられなかった
	(秋季) ・多年生草本群落のヨモギ-メドハギ群落が発主に分布(1/2は開放水面)		(秋季)	
ステップ2	(春季) ・多年生草本群落のイタドリ群落、セイタカヨシ群落が発主に分布(1/3は開放水面)	・施工後2~3年目には一年生草本群落のヒメムカシヨモギ-オオアレチノギ群落や、多年生草本群落のヨモギ-メドハギ群落等が発立する	(春季)	・ほとんどが水域となったが、一部で多年生草本群落のヨモギ-メドハギ群落、オギ群落が発立した
	(秋季) ・多年生草本群落のヤブガラシ群落、セイタカヨシ群落、クズ群落、ツルヨシ群落が発主に分布(1/3は開放水面)		(秋季)	・ほとんどが水域となったが、一部で多年生草本群落のヨモギ-メドハギ群落、セイタカヨシ群落が発立した
ステップ3	(春季) ・多年生草本群落のイタドリ群落、セイタカヨシ群落、ツルヨシ群落が発主に分布	・施工後2~3年目には一年生草本群落のヒメムカシヨモギ-オオアレチノギ群落や、多年生草本群落のヨモギ-メドハギ群落等が発立する	(春季)	・多年生草本群落のヨモギ-メドハギ群落が広く分布し、セイタカヨシ群落、ツルヨシ群落が発立した
	(秋季) ・セイタカヨシ群落、ツルヨシ群落、クズ群落に加え、一年生草本群落のアレチウリ群落が発主に分布		(秋季)	・多年生草本群落のヨモギ-メドハギ群落、ツルヨシ群落、セイバンモロコシ群落に加え、一部で一年生草本群落であるヤナギタデ群落が発立した
ステップ4	(春季) ・多年生草本群落のイタドリ群落、セイタカヨシ群落、ツルヨシ群落、クズ群落、ネズミムギ群落が発主に分布	・施工後2~3年目には一年生草本群落のヒメムカシヨモギ-オオアレチノギ群落や、多年生草本群落のヨモギ-メドハギ群落等が発立する	(春季)	・多年生草本群落のヨモギ-メドハギ群落が広く分布し、ツルヨシ群落、セイタカヨシ群落、オギ群落、ジャヤナギ-アカメヤナギ群落が発立した
	(秋季) ・セイタカヨシ群落、ツルヨシ群落、クズ群落に加え、一年生草本群落のアレチウリ群落が発主に分布		(秋季)	・セイバンモロコシ群落が最も広く分布した他、多年生草本群落のヨモギ-メドハギ群落、ツルヨシ群落、セイタカヨシ群落が発立した

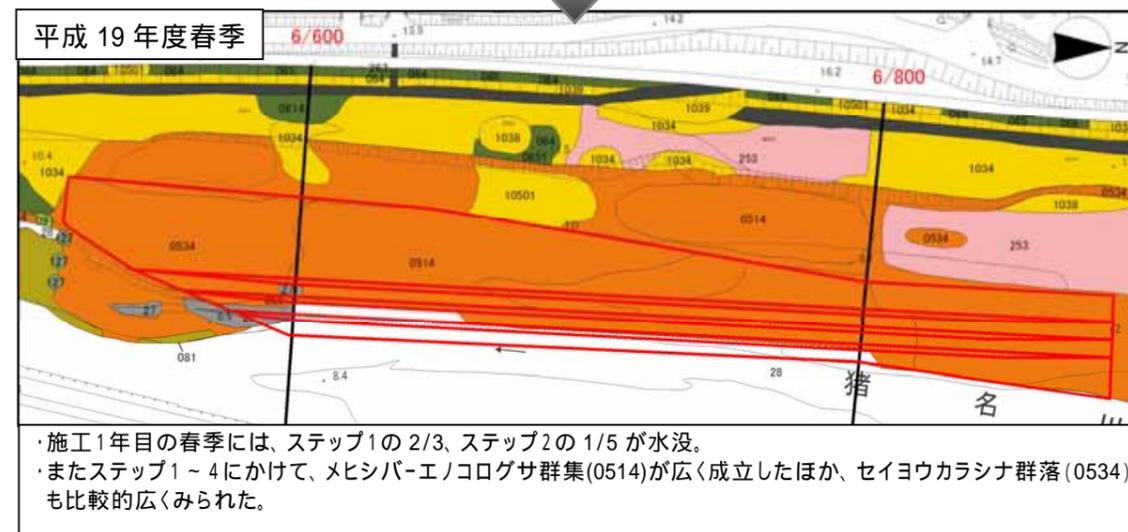
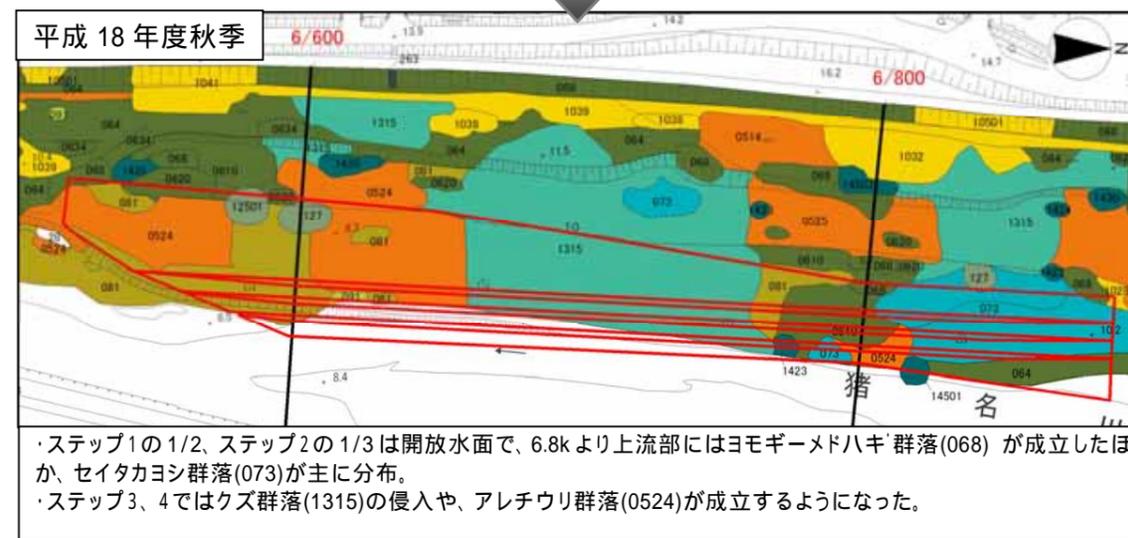
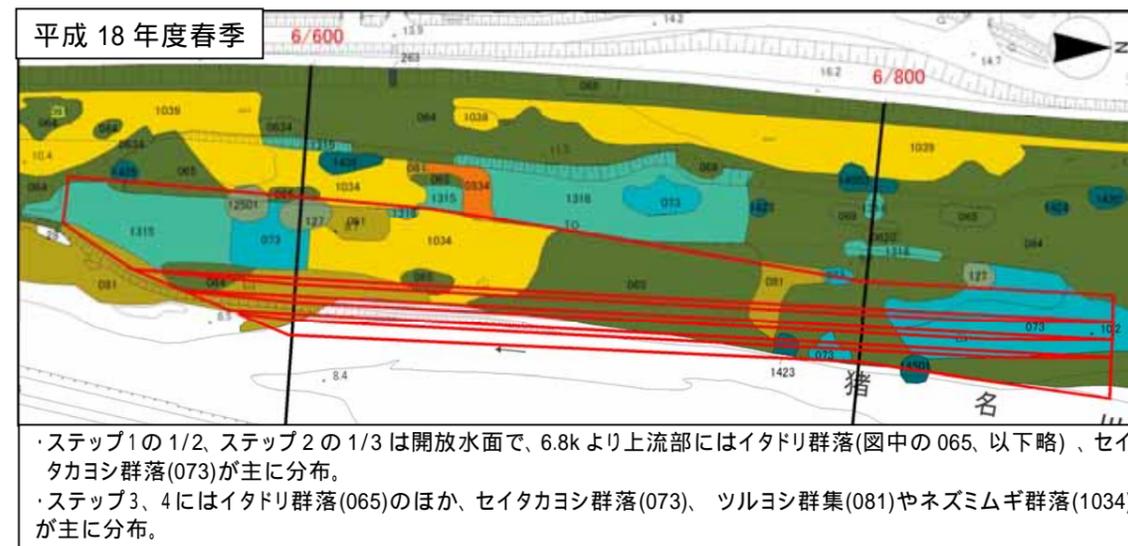


図 1.3.3-1 切り下げ地（ステップ別）における経年変化

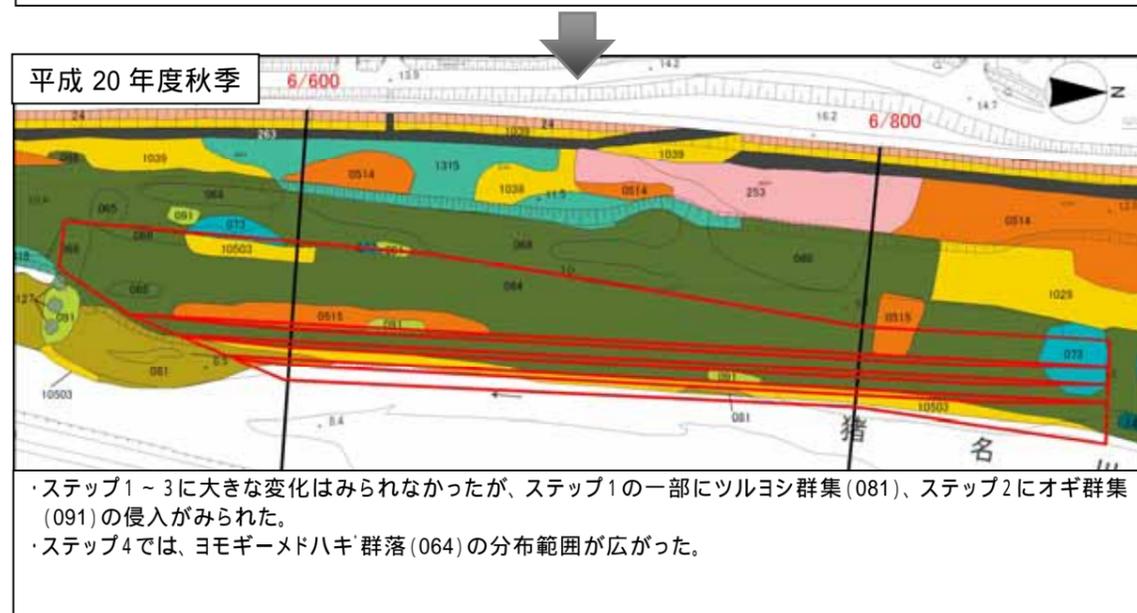
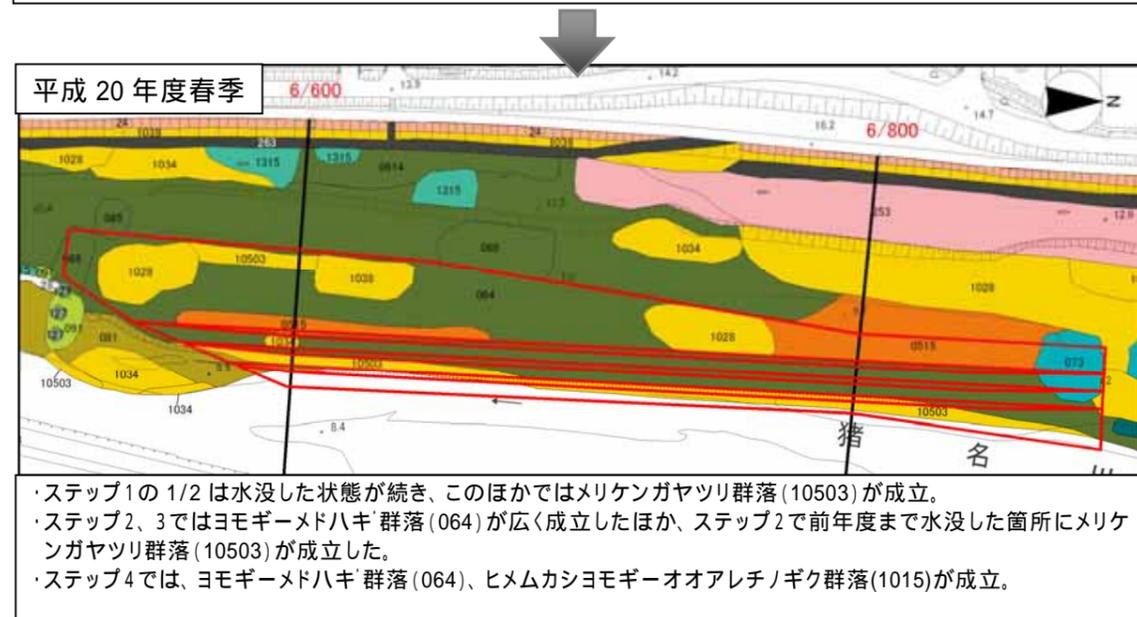
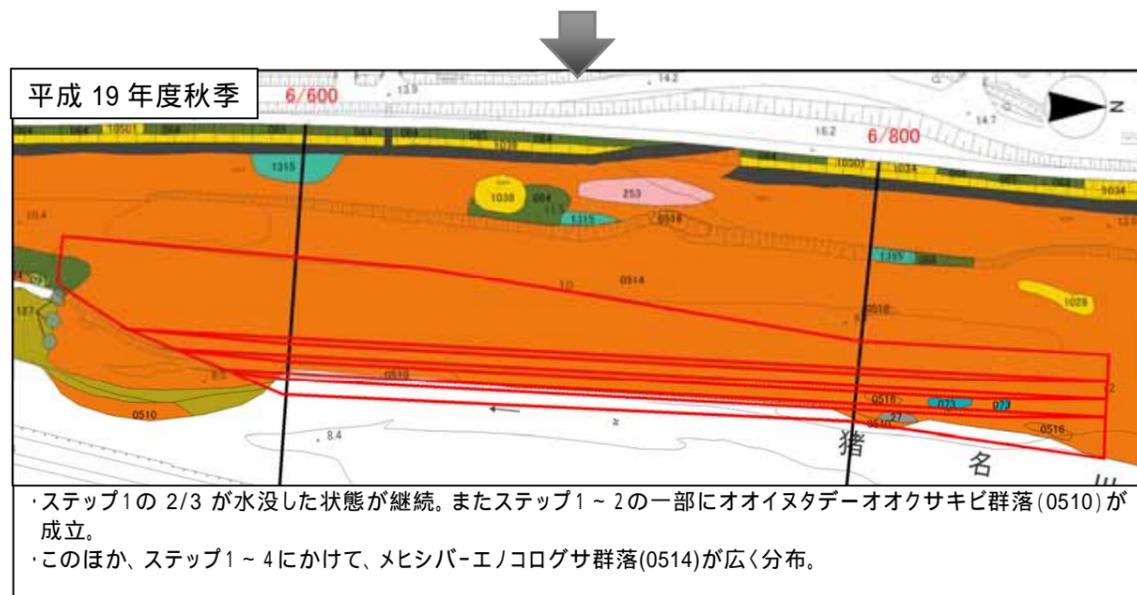


図 1.3.3-2 切り下げ地(ステップ別)における経年変化

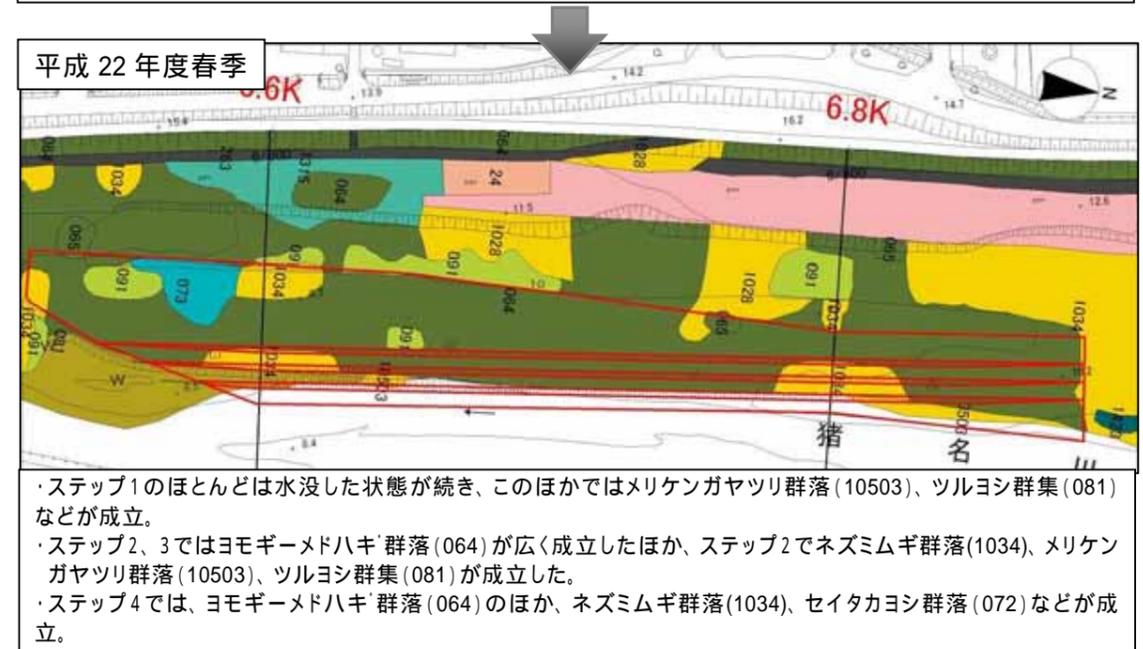
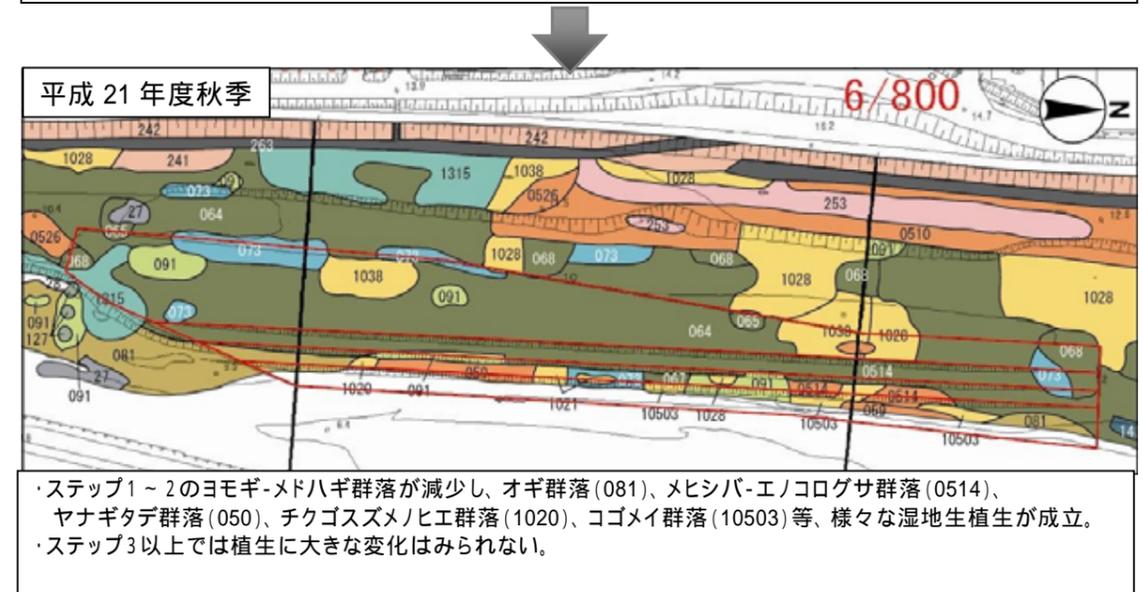
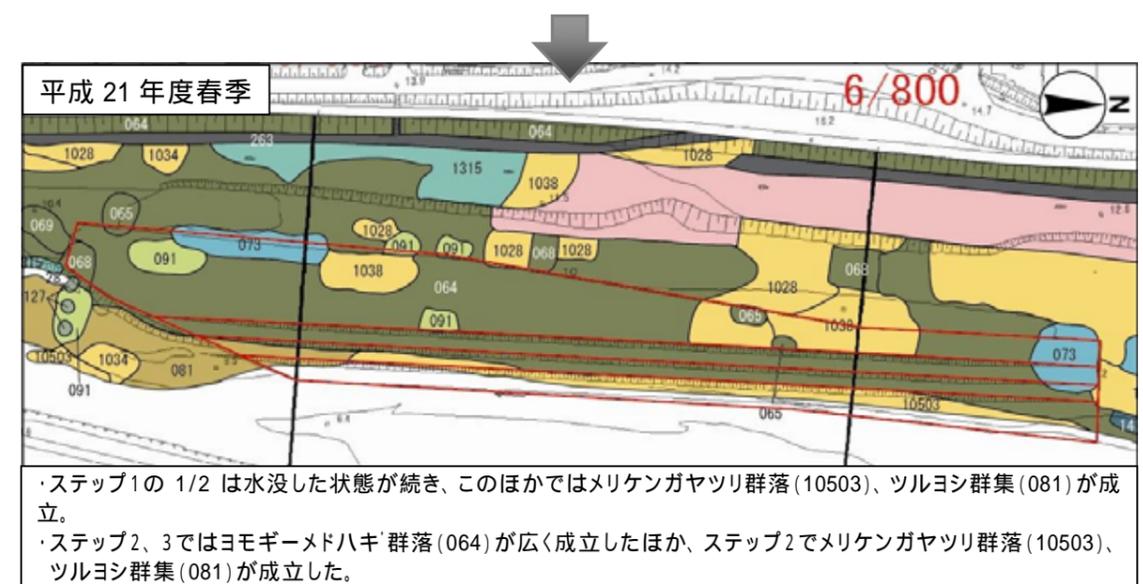


図 1.3.3-3 切り下げ地(ステップ別)における経年変化

(3) 定点撮影写真・植生横断の経年変化

植生に関する定点撮影写真および植生横断調査結果を整理する。

<平成18~23年度>

- ・施工後の植生遷移の予測では、ステップの砂礫質の土壤が維持されている場合、施工2~3年目にはステップ1で湿地生植物群落のヤナギタデ群落やツルヨシ群集が、ステップ2以上では一年生草本群落のヒメムカシヨモギ - オオアレチノギク群落や多年生草本群落のヨモギ - メドハギ群落等が成立すると予測されている。
- ・しかし、施工5年目である平成23年度の植生を見ると、水際付近であるステップ2においてツルヨシ群集等の湿地生植物群落が一部成立していたが、主に成立していた植生は春季にヨモギ - メドハギ群落、秋季にセイパンモロコシ群落であった。また、冠水頻度の低い、ステップ3以上では一年生草本群落はほとんど見られず、ヨモギ - メドハギ群落、セイパンモロコシ群落、セイタカヨシ群落等が成立しており、前年度と同様の傾向がみられた。
- ・このような状況の植生の分布状況を踏まえると、ステップ1およびステップ2の大部分は浸食により水域となってしまったため、植生の成立状況予測と異なった結果が得られたと考えられる。
- ・なお、ステップ3以上では、施工5年目の平成23年度には前年度と同様に、冠水頻度が低く多年生草本群落の繁茂が顕著であるため、予測よりも植生の遷移が進行していると考えられる。

表 1.3.3-1 植生に関する定点撮影写真 (6.6k)

施工前	<p>【H18 春季・秋季】</p> <p>春季は水際を中心にツルヨシ群落やセイタカヨシ群落がみられ、それより堤防側にはヨモギ - メドハギ群落、ネズミムギ群落等がみられた。</p> <p>秋季は堤防側のヨモギ - メドハギ群落、ネズミムギ群落がクズ群落やアレチウリ群落等のツル植物群落に置き換わっていた。</p>	
施工1年目	<p>【H19 春季】</p> <p>切り下げ地にはメヒシバ - エノコログサ群落のほか、セイヨウカラシナ群落や裸地が分布するほか、水際にはヤナギタデ群落がみられた。</p>	
	<p>【H19 秋季】</p> <p>メヒシバ - エノコログサ群落が切り下げ地の大部分を占め、水際にオオイヌタデ - オオクサキビ群落がわずかにみられるのみであった。</p>	

表 1.3.3-2 植生に関する定点撮影写真 (6.6k)

施工2年目	<p>【H20 春季】</p> <p>切り下げ地には、ヨモギ - メドハギ群落が多く分布するほか、オオアレチノギク - ヒメムカシヨモギ群落やカゼクサ - オオバコ群集が比較的広くみられた。水際のステップ(1, 2)には、湿地生のツルヨシ群集、メリケンガヤツリ群落がみられた。</p>	
	<p>【H20 秋季】</p> <p>ヨモギ - メドハギ群落が切り下げ地の大部分を占めるようになった。また、水際のツルヨシ群集がやや広がった。</p>	
施工3年目	<p>【H21 春季】</p> <p>切り下げ地には、ヨモギ - メドハギ群落が多く分布するほか、ネズミホソムギ - クズ群落やセイタカアワダチソウ - クズ群落がまとまってみられた。また、一部ではセイタカヨシ群落、オギ群落等が小規模にみられた。水際のステップ(1, 2)には、湿地生のツルヨシ群集がみられた。</p>	
	<p>【H21 秋季】</p> <p>ヨモギ - メドハギ群落が切り下げ地の大部分を占めているが、出水の影響により、セイタカヨシ群落、シナダレスズメガヤ群落等の分布の拡大傾向がみられた。</p>	
施工4年目	<p>【H22 春季】</p> <p>切り下げ地には、ヨモギ - メドハギ群落が多く分布するほか、ネズミムギ群落がまとまってみられた。また、一部ではセイタカヨシ群落、オギ群落等が小規模にみられた。水際のステップ2には、湿地生のツルヨシ群集がみられた。</p>	
	<p>【H22 秋季】</p> <p>切り下げ地には、ヨモギ - メドハギ群落が多く分布するほか、セイタカヨシ群落がまとまってみられた。水際のステップ2には、湿地生のツルヨシ群集がみられた。またステップ3にはメヒシバ - エノコログサ群落が成立した。</p>	
施工5年目	<p>【H23 春季】</p> <p>切り下げ地には、ヨモギ - メドハギ群落が多く分布するほか、比較的まとまって、ノイバラ群落とオギ群落がみられた。ステップ3と4には、ヨモギ - メドハギ群落やネズミムギ群落など乾性の群落が多く分布しているが、水際のステップ2には、湿地生のツルヨシ群集がみられた。</p>	
	<p>【H23 秋季】</p> <p>切り下げ地には、クズ群落が多く分布するほか、セイタカヨシ群落、ヨモギ - メドハギ群落がまとまってみられた。ステップ3と4にはオギ群落が多かった。ステップ2には、湿地生のツルヨシ群集がみられた。</p>	

表 1.3.4-1 植生に関する定点撮影写真 (6.8k)

施工前	<p>【H18 春季・秋季】 春季は中央窪地より低水護岸側はノイバラ群落 distributes し、窪地より流路まではヨモギ - メドハギ群落となっていた。 秋季には一帯がアレチウリ、カナムグラ、ヤブガラシの3種類のツル植物に覆い尽くされており、ところどころに斑紋状にセイタカアワダチソウ群落のみで、基線全体にわたり一様な植生となっていた。春季に発達のみられたノイバラ群落もアレチウリやカナムグラに被われ、茎を残してほとんど枯死、消失した状況であった。</p>	
施工1年目	<p>【H19 春季】 切り下げ地には、メヒシバ - エノコログサ群落、セイヨウカラシナ群落 distributes し、水際のステップ1、2には、ヤナギタデ群落や裸地がみられた。</p>	
	<p>【H19 秋季】 メヒシバ - エノコログサ群落が切り下げ地の大部分を占めようになったほか、水際にオオイヌタデ - オオクサキビ群落がみられた。</p>	
施工2年目	<p>【H20 春季】 切り下げ地には、ヨモギ - メドハギ群落、オオアレチノギク - ヒメムカシヨモギ群落、セイバンモロコシ群落が広く分布した。水際のステップ1には湿地生のヤナギタデ群落、メリケンガヤツリ群落がみられた。</p>	
	<p>【H20 秋季】 春季から大きな変化はなく、ヨモギ - メドハギ群落、オオアレチノギク - ヒメムカシヨモギ群落等が広く分布した。</p>	
施工3年目	<p>【H21 春季】 切り下げ地には、ヨモギ - メドハギ群落、シナダレスズメガヤ群落、オギ群落、セイタカアワダチソウ群落等が広く分布した。水際のステップ1には湿地生のメリケンガヤツリ群落が広範囲にみられた。</p>	
	<p>【H21 秋季】 出水の影響を受け、ステップ1、2を中心にコゴメイ群落、チクゴスズメノヒエ群落、アレチハナガサ群落等、様々な植生が分布した。</p>	

表 1.3.4-2 植生に関する定点撮影写真 (6.8k)

施工4年目	<p>【H22 春季】 切り下げ地には、ヨモギ - メドハギ群落、ネズミムギ群落が広く分布した。水際のステップ1には湿地生のヤナギタデ群落がわずかにみられた。</p>	
	<p>【H22 秋季】 切り下げ地には、ヨモギ - メドハギ群落、セイバンモロコシ群落が広く分布した。ステップ1にはメヒシバ - エノコログサ群落が成立した。</p>	
施工5年目	<p>【H23 春季】 切り下げ地には、オギ群落 distributes し、ステップ3及び4には乾性のヨモギ - メドハギ群落やネズミムギ群落、シナダレスズメガヤ群落が大部分を占めるほか、小規模にオギ群落がみられた。</p>	
	<p>【H22 秋季】 切り下げ地には、セイタカヨシ群落 distributes し、オオイヌタデ - オオクサキビ群落、ヤブガラシ群落 distributes し、ステップ3及び4には乾性のシナダレスズメガヤ群落とセイバンモロコシ群落が大部分を占めるほか、ヨモギ - メドハギ群落がみられた。</p>	

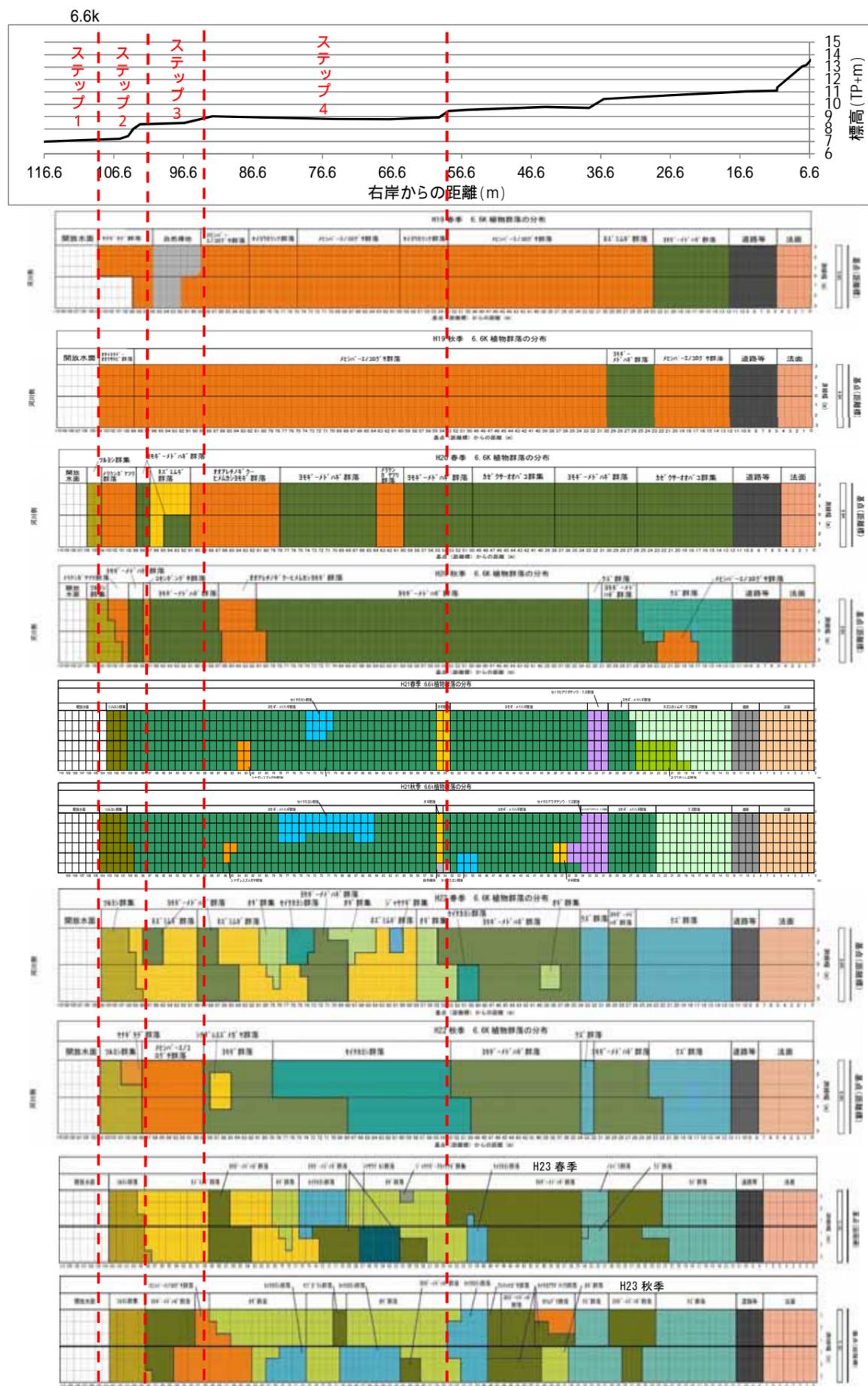


図 1.3.5 植生断面の経年変化(6.6k)

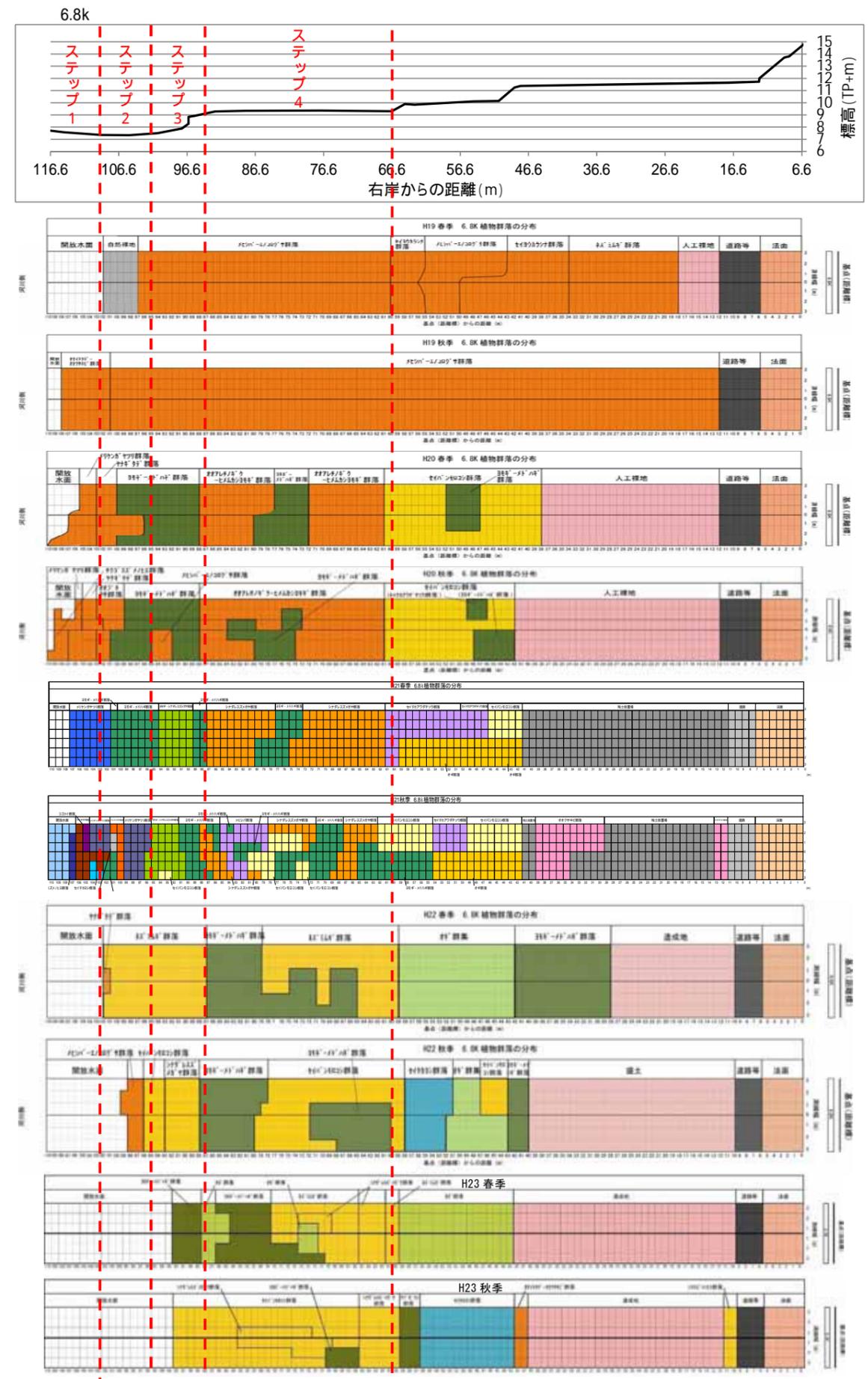


図 1.3.6 植生断面の経年変化(6.8k)

3.2 外来植物の侵入状況

<平成 18~23 年度>

- ・施工前の平成 18 年度はヨモギ-メドハギ群落やツルヨシ群落などが広く分布し、在来植物群落の割合が 70%以上であったが、施工直後の平成 19 年度にはセイヨウカラシナ群落をはじめ、ネズミムギ群落やシナダレスズメガヤ群落が増加し、春季では外来植物群落の割合が 60%以上となった。
- ・施工 2 年目の平成 20 年度には再び在来植物群落の割合が 70%程度に戻っており、施工直後は工事による攪乱により外来草本の生育環境が一時的に増加したものと考えられる。
- ・施工 5 年目の平成 23 年度においては、前年度と比較すると、秋季ではアレチウリ群落、セイバンモロコシ群落、セイタカアワダチソウ群落、シナダレスズメガヤ群落の増加により、外来植物群落の割合が 10%程度増加していた。

アレチウリは特定外来生物に指定されており、河川敷等で繁茂することが知られている。また、セイバンモロコシ、セイタカアワダチソウ、シナダレスズメガヤについては多年生草本であることから、試験施工地へ定着し群落の拡大が懸念される。よって、試験施工地では外来植物群落の今後の分布推移に注意が必要であると言える。

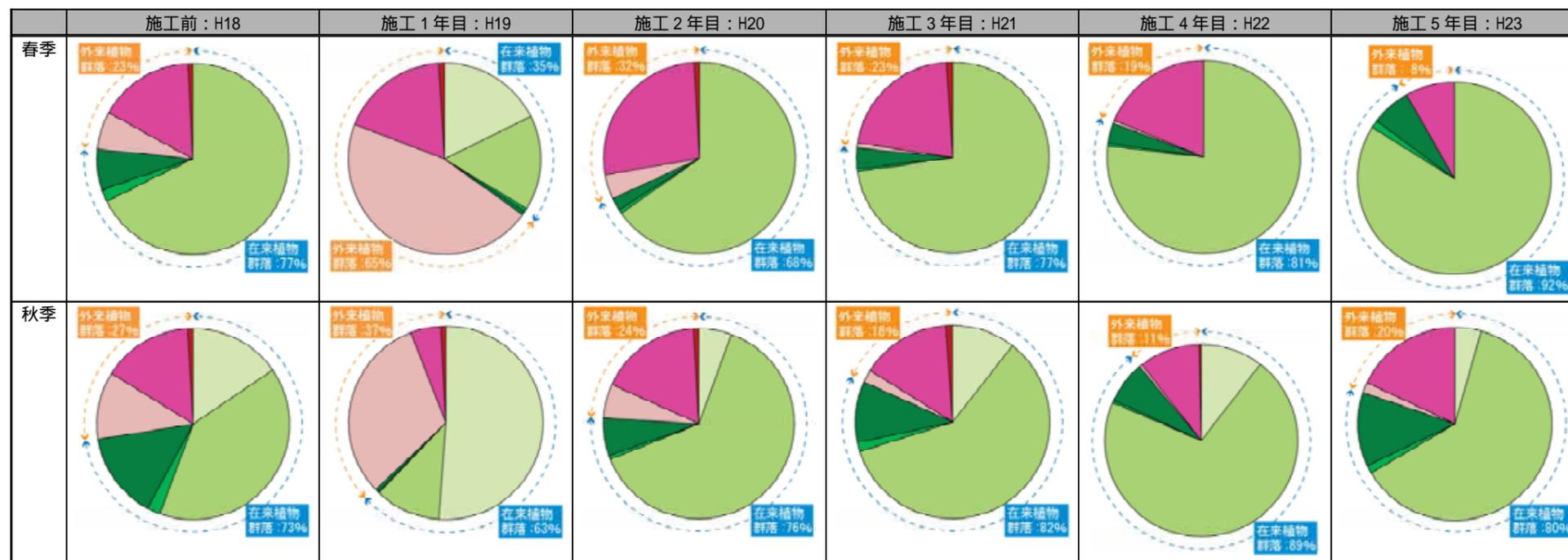


図 1.3.7 植生に占める“在来植物群落”“外来植物群落”の面積比率の経年変化



4 調査結果の総括と評価

4.1 物理環境調査結果の総括

既往の調査結果等（既往文献）によれば、河道の裸地域が維持されるためには、“2年に1回程度は裸地部分が攪乱される状況である必要がある”としている。

その判断基準として、「猪名川自然再生計画書(素案)」では、猪名川で裸地が維持されている箇所は無次元掃流力 τ^* を 0.05 と推定し、平均年最大流量時（500m³/s）の無次元掃流力 τ^* が 0.05 を上回るか否かで評価する方針としている。

さらに、既往文献では河床を構成する最大粒径程度まで動く無次元掃流力 τ^* を 0.10 として、無次元掃流力 τ^* が 0.10 を上回ると、河原に生育する一年草程度の植生であれば、土砂が動き植生も同時に攪乱されることから、砂州の樹林化の拡大を防ぐことができるとしている。

ただし、一旦樹林化が進んだ場合は、 τ^* が 0.10 を上回っている場合でも破壊される可能性は少ない。

～植物の侵入を防ぐ土砂の攪乱条件～ 既往文献等より

- ①無次元掃流力 $\tau^* \geq 0.10$ で、土砂が動き、十分な草本群落が発達しない。
- ②無次元掃流力 $\tau^* > 0.05$ (0.06) ^{*} で、裸地が攪乱され、砂州は維持される。
- ③無次元掃流力 $\tau^* \leq 0.05$ (0.06) ^{*} で、砂州が安定し、草地化、樹林化が進行する。

^{*}0.05 は「猪名川自然再生計画書(素案)」における猪名川での推定値
0.06 は既往文献における推定値を示す。

ここで、今回実施した計算（等流計算）で求めた試験施工地における無次元掃流力は以下のとおりである。

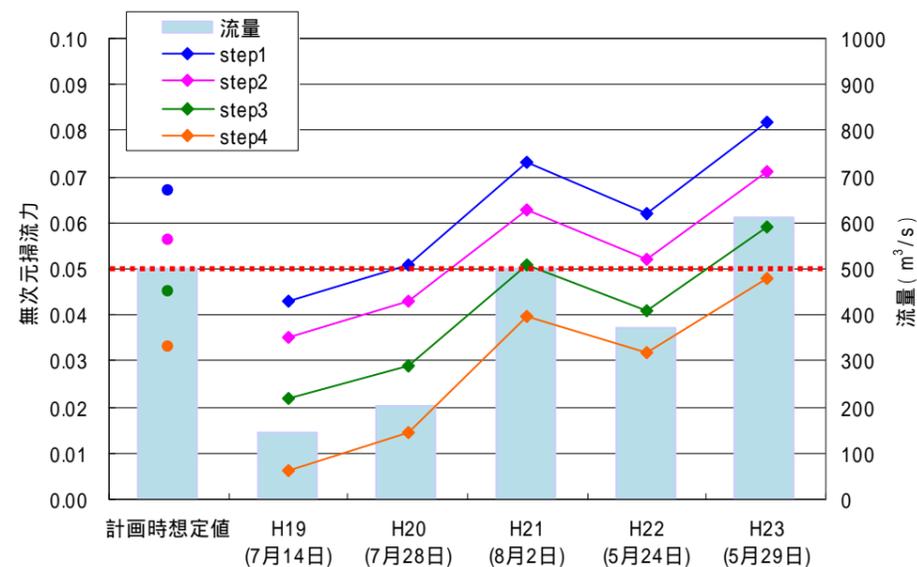


図 1.4.1 ステップ別 年最大流量時の無次元掃流力の推移 (6.6k 地点)

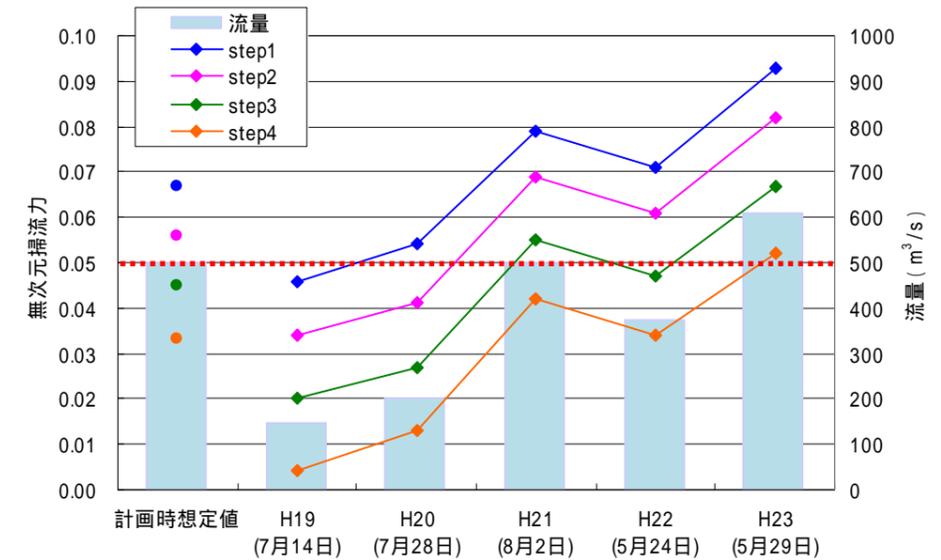


図 1.4.2 ステップ別 年最大流量時の無次元掃流力の推移 (6.8k 地点)

調査期間の5年間で見ると、平成19年度および平成20年度においては大きな出水が無く、無次元掃流力についても計画時の想定値に比べて非常に低く推移する結果となった。

そのため、十分な裸地の攪乱が起こらず、平成21年の出水前の段階で多年生草本群落であるヨモギ-メドハギ群落等が広く繁茂した。

その結果、平成21年度にステップ1～3において0.05を超える無次元掃流力が発生し、さらに、ステップ1～2では0.06～0.08の無次元掃流力が発生したが、植生の剥離・攪乱は起こらなかった。

また、施工5年目の平成23年度のステップ1～3でも無次元掃流力が0.05を超え、平成21年度の出水以上の無次元掃流力が発生したが、草本群落が攪乱される無次元掃流力の0.10には及ばなかったことから、植生の剥離・攪乱は起こらなかった。（ステップ別・年度別の定点撮影写真を表1.4.1～表1.4.4に示す。）



以上のことから、試験施工地においては施工直後に想定した規模の出水がみられず、出水に対する耐性の高い多年生草本群落まで遷移が進行したため、施工3年目以降に $\tau^* = 0.05$ を超える無次元掃流力がみられたが、礫河原が維持されなかったと考えられる。

表 1.4.1 定点撮影写真 (6.6k より上流方向) (6月)

	ステップ1	ステップ2	ステップ3	ステップ4
平成 19 年度				
	撮影日 : 平成 19 年 6 月 26 日		軍行橋流量 : 2.89m ³ /s	
平成 20 年度				
	撮影日 : 平成 20 年 6 月 13 日		軍行橋流量 : 4.90m ³ /s	
平成 21 年度				
	撮影日 : 平成 21 年 6 月 27 日		軍行橋流量 : 1.52m ³ /s	
平成 22 年度	-			
	撮影日 : 平成 22 年 6 月 17 日		軍行橋流量 : 13.77m ³ /s	
平成 23 年度				
	ステップ1, 2 撮影日 : 平成 23 年 6 月 29 日		軍行橋流量 : 1.39m ³ /s	
	ステップ3, 4 撮影日 : 平成 23 年 6 月 20 日		軍行橋流量 : 8.82m ³ /s	

表 1.4.2 定点撮影写真 (6.6k より上流方向) (10月~11月)

	ステップ1	ステップ2	ステップ3	ステップ4
平成 19 年度				
	撮影日 : 平成 19 年 11 月 13 日		軍行橋流量 : 0.60m ³ /s	
平成 20 年度				
	撮影日 : 平成 20 年 10 月 29 日		軍行橋流量 : 1.50m ³ /s	
平成 21 年度				
	撮影日 : 平成 21 年 10 月 21 日		軍行橋流量 : 0.66m ³ /s	
平成 22 年度				
	撮影日 : 平成 22 年 10 月 27 日		軍行橋流量 : 1.45m ³ /s	
平成 23 年度				
	撮影日 : 平成 23 年 10 月 27 日		軍行橋流量 : 3.00m ³ /s	

表 1.4.3 定点撮影写真 (6.8k より下流方向) (6月)

	ステップ1	ステップ2	ステップ3	ステップ4
平成 19 年度				
	撮影日 : 平成 19 年 6 月 26 日		軍行橋流量 : 2.89m ³ /s	
平成 20 年度				
	撮影日 : 平成 20 年 6 月 13 日		軍行橋流量 : 4.90m ³ /s	
平成 21 年度				
	撮影日 : 平成 21 年 6 月 27 日		軍行橋流量 : 1.52m ³ /s	
平成 22 年度				
	撮影日 : 平成 22 年 6 月 17 日		軍行橋流量 : 13.77m ³ /s	
平成 23 年度				
	ステップ1, 2 撮影日 : 平成 23 年 6 月 29 日		軍行橋流量 : 1.39m ³ /s	
	ステップ3, 4 撮影日 : 平成 23 年 6 月 20 日		軍行橋流量 : 8.82m ³ /s	

表 1.4.4 定点撮影写真 (6.8k より下流方向) (10月~11月)

	ステップ1	ステップ2	ステップ3	ステップ4
平成 19 年度				
	撮影日 : 平成 19 年 11 月 13 日		軍行橋流量 : 0.60m ³ /s	
平成 20 年度				
	撮影日 : 平成 20 年 10 月 29 日		軍行橋流量 : 1.50m ³ /s	
平成 21 年度				
	撮影日 : 平成 21 年 10 月 21 日		軍行橋流量 : 0.66m ³ /s	
平成 22 年度				
	撮影日 : 平成 22 年 10 月 27 日		軍行橋流量 : 1.45m ³ /s	
平成 23 年度				
	撮影日 : 平成 23 年 10 月 27 日		軍行橋流量 : 3.00m ³ /s	

【参考】土砂の移動状況の整理

試験施工地は、前述のとおり、礫河原が維持・形成されなかったが、ここでは、試験施工地における土砂移動の状況を整理する。

土砂移動の状況は、5年間の“浸食量（出水中）”“堆積量（出水中）”“河床変動量（出水後）”“河床材料の粒度分布（出水後）”から整理・考察する。

試験施工地のステップ別での平成19年度～平成23年度における“浸食量”“堆積量”“河床変動量”の経年変化（縦断平均値）から、以下の状況が確認できた。

出水中の浸食量は、ステップが高くなるほど（ステップ1～4）概ね小さくなる傾向にあり、流量規模の大きな出水があった年度ほど、浸食量が小さくなる結果であった。なお、浸食量は平成19年度にはステップ1で15cm程度、ステップ4でも10cm程度の浸食がみられたが、平成20年度以降は、ステップ1で4～12cm程度、ステップ2で最大7cm程度、ステップ3で最大4cm程度、ステップ4で最大1cm程度の浸食にとどまっている。堆積量は、出水との相関関係は特にみられず、ステップ1では年々堆積量が大きくなる傾向にあったが、その他のステップでは大きな変動はみられなかった。なお、出水による堆積量としては、平成22年度のステップ1で浸食深さを埋め戻す程度の12cmほどの堆積がみられたのをはじめ、ステップ2で最大8cm程度、ステップ3で最大4cm程度、ステップ4で最大3cm程度となり、ステップ2、3、4では概ね浸食分程度が堆積した結果となった。浸食と堆積の変動幅は、ステップ1・2が大きく、ステップ3・4が小さい。河床変動量（出水後の変化）は、施工1年目の平成19年度のみ、全てのステップで浸食がみられた。しかし、平成20年度以降は、出水に対する耐性が強い多年生草本群落まで遷移が進行した影響もあってか、毎年わずかに堆積する程度で、大きな変動はみられなかった。

表 1.4.5 ステップ別 浸食量・堆積量・河床変動量（縦断平均値）一覧表

ステップ1				ステップ2			
	浸食量	堆積量	河床変動量		浸食量	堆積量	河床変動量
H19	-0.148	0.009	-0.139	H19	-0.089	0.020	-0.069
H20	-0.040	0.083	0.038	H20	-0.067	0.068	0.010
H21	-0.060	0.079	0.054	H21	-0.023	0.051	0.023
H22	-0.121	0.123	0.001	H22	-0.065	0.082	0.017
H23	-	-	-	H23	-	-	-

ステップ3				ステップ4			
	浸食量	堆積量	河床変動量		浸食量	堆積量	河床変動量
H19	-0.071	0.020	-0.051	H19	-0.104	0.000	-0.104
H20	-0.037	0.042	0.007	H20	-0.002	0.006	0.004
H21	-0.008	0.017	0.022	H21	-0.012	0.027	0.014
H22	-0.031	0.028	-0.003	H22	-0.008	0.005	-0.003
H23	-0.021	0.044	0.023	H23	-0.007	0.009	0.002

（注）ステップ1の平成23年度については、砂柱流失により調査不可となったため欠測とした。

ステップ2の平成23年度については、調査5地点中4地点において欠測となったため、残り1地点の値は棄却した。

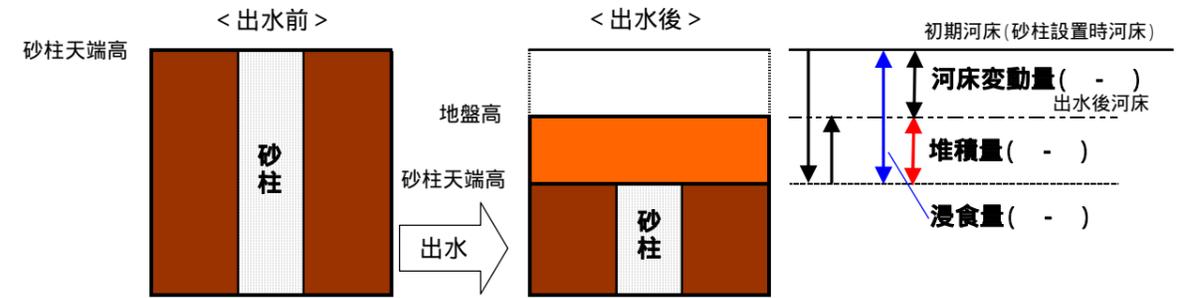


図 1.4.3 浸食・堆積量の概念図

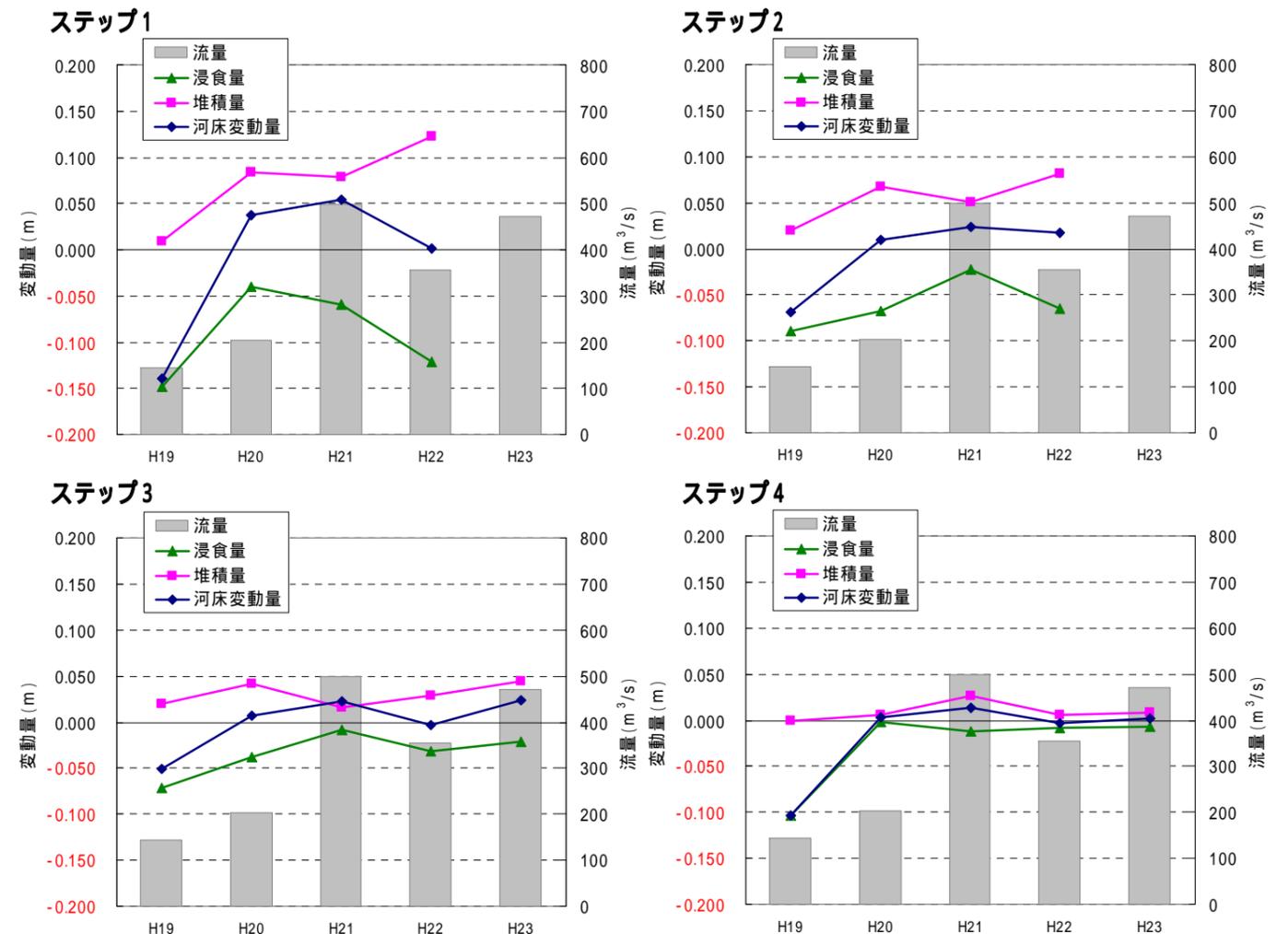


図 1.4.4 ステップ別 浸食量・堆積量・河床変動量（縦断平均値）経年変化グラフ

（注）図中の流量は、浸食・堆積量調査の対象とした出水時の値である。（H19～H21は年度内ピーク流量）

試験施工地のステップ別での平成19年度～平成23年度における“河床材料の粒度分布”の経年変化から、以下の状況が確認できた。

ステップ1は、平成19年度は粒度が粗く（礫分約90%）平成20年度においても大きな変化は見られず、平成21年度以降は概ね流水域となったため、礫分が大半を占める状況となった。

ステップ2は、平成19年度はステップ1と同様に粒度が粗かったが（礫分約90%）平成20年度には土砂の堆積により“粘土・シルト分～砂分”が増加し粒度が細くなり、平成21年度には“粘土～礫分”まで広範囲の河床材料がみられる状況となった。その後、平成22年度には“粘土～砂分”が大半を占めていたが、平成23年度には流水域となったため、ステップ1と同様に礫分が大半を占める状況となった。

ステップ3は、平成19年度はステップ1、2に比べ少し“粘土・シルト分～砂分”の割合が高い状況（礫分約70%）であり、平成20年度も大きな変化は無かったが、平成21年度にはステップ2と同様に“粘土～礫分”まで広範囲の河床材料がみられる状況となった。その後、平成22年度では“粘土～砂分”が大半を占めていたが、平成23年度には大規模な浸食により河原状の地形となり（写真参照）比較的粒径の大きな礫石が優占する粒度分布となった。



ステップ4は、平成19年度はステップ3と同様に少し“粘土・シルト分～砂分”の割合が高い状況（礫分約70%）であり、平成20年度においても大きな変化は見られなかったが、平成21年度には“粘土～礫分”まで広範囲の河床材料がみられる状況となった。その後、平成22年度には一時的に礫分の割合が増加したものの、平成23年度には出水の影響により“粘土・シルト分”が大半を占める状況となった。

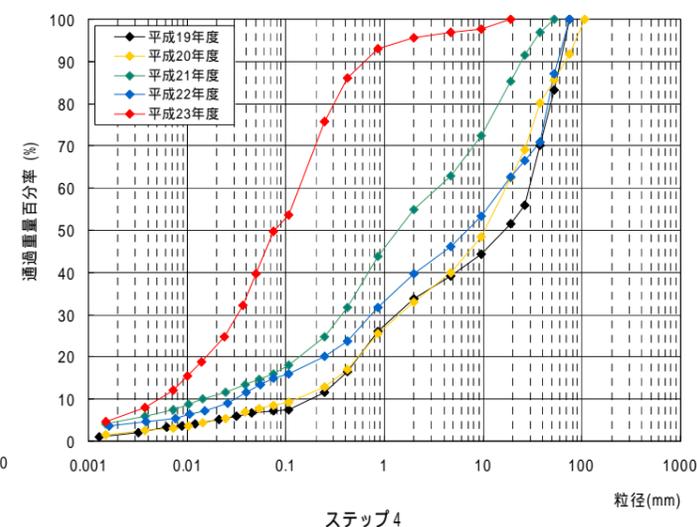
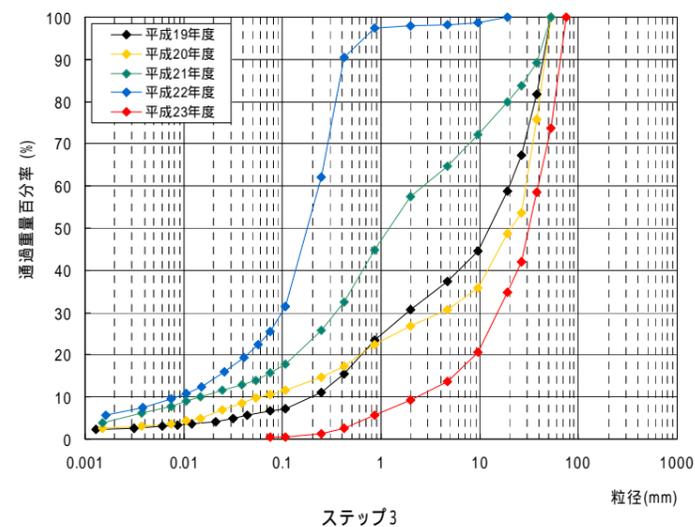
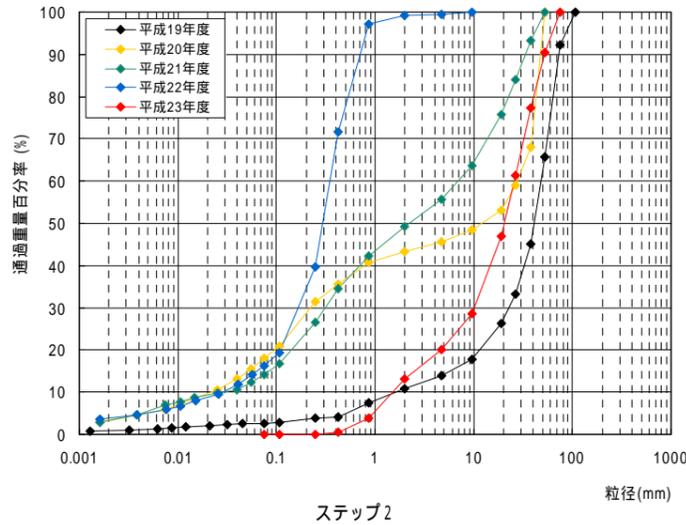
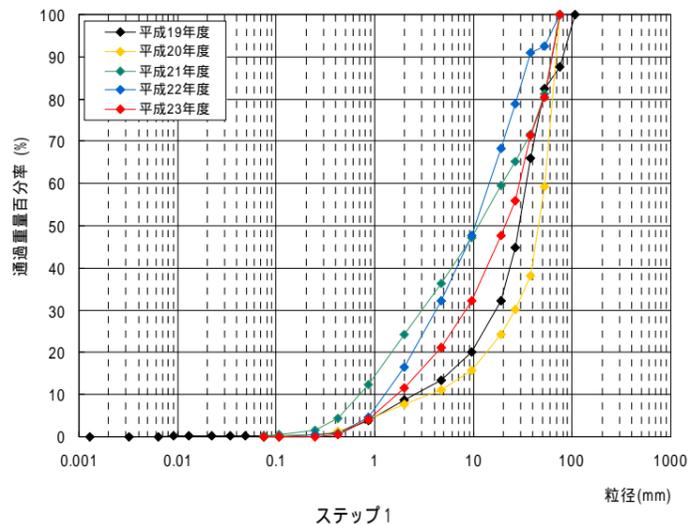


図 1.4.5 ステップ別 河床材料の粒度分布（出水後・6.7k 地点）

以上から、試験施工地は、1年生広葉草本群落が多く分布していた施工直後には、小規模出水でも全体的に浸食傾向を示し、その際には礫分は比較的高い状態をキープしていたことがわかる。

その後、多年生広葉草本群落に遷移が進行した平成20年度の出水後には、試験施工地の下流側（6.6k）を中心に土砂が堆積、これに伴い河床材料の粒度が細くなる傾向がみられた。

さらにその後、平成21年度の出水後の河岸部浸食により流水域となったステップ1を除き、平成21年度以降は、ステップ2～4ではわずかな堆積傾向を示し、河床材料については“粘土～礫分” “粘土～砂分” “粘土・シルト分”と変化していった。これは、草本植生の影響により粒径の細かい成分がトラップされやすい環境に変化していったものと考えられる。



従って、多年生広葉草本群落に遷移が進行した場合、出水時にも大きな浸食等は起こらず、浸食後には浸食相当分程度は土砂供給によって埋め戻され、わずかに堆積傾向が見られた。

試験施工地に堆積した土砂等は、草本によってトラップされた粒径の細かい成分が大半を占め、河床材料の細粒化が進行したのと考えられる。

4.2 植生調査結果の総括

試験施工地における植生調査結果からは、造成・裸地化した試験施工地において、どのような植物が、どのような位置に、どのようなタイミングで侵入するかの過程が詳細に把握できた。

また、アレチウリ等の特定外来生物についても、施工直後には工事による攪乱で一年生草本の外来植物群落の生育環境が一時的に増加、外来植物の割合が大幅に増えたものの、施工2年目には再び在来植物群落の割合が施工前と同程度に戻る状況などが確認でき、外来植物の侵入状況・過程等を把握することができたと言える。

植生遷移の予測においては、冠水頻度 15 日以上（ステップ 2 相当）では湿地生植物群落、冠水頻度 5 日以下（ステップ 3 相当）では陸生の植物群落が成立すると予測されていた。

しかし、**施工2年目（平成 19 年 11 月～平成 20 年 10 月）の冠水状況をみると、秋季では約 57 日冠水以上（ステップ 2 の 6.6k）で湿地生植物群落**が成立し、約 26 日冠水以下（ステップ 2 の 6.8k）ではヨモギ - メドハギ群落等の陸生の植物群落が成立していた。

また、**施工3年目の冠水状況をみると、秋季では約 62 日冠水以上（ステップ 2 の 6.8k）で湿地生植物が成立し、約 62 日冠水以下ではヨモギ - メドハギ群落、セイトカヨシ群落等の陸生の植物群落**が成立しており、施工2年目とほぼ同等の結果が得られ、**施工4年目においても同様の傾向**がみられた。

なお、施工5年目では、ほぼ全てのステップでツルヨシ群落の成立が確認されたが、これは河岸部の侵食が著しく見られたためであると考えられる。

以上のことから、**猪名川において湿地生植物群落**が成立する条件は、**概ね 60 日以上（6 日間に 1 日程度、約 17%）の頻度で冠水する不安定な立地であることが必要**であると考えられる。

表 1.4.6 施工後の植生遷移予測と実際に成立した植生の変遷一覧表

施工後の経過年度	予測と結果	ステップ1	ステップ2	ステップ3	ステップ4
		不安定帯 平水位+0.3m 5日冠水	平水位+0.8m 15日冠水	半安定帯 平水位+1.3m 5日冠水	平水位+1.8m 1日冠水
施工1年目 (H19年度)	予測	ヤナギ群落 (湿生一年草群落)		オオイトナ オオササギ群落 (一年草群落)	
	施工一年目 H19結果 ¹	約70 - 149日	約13 - 39日	約2日	約1日
施工2～5年目 (H20～H23年度)	予測	ヤナギ群落 (湿生一年草群落)		オオイトナ オオササギ群落 (一年草群落)	
	施工2年目 H20結果 ²	約126 - 325日	約26 - 57日	約3日	約1日
	施工3年目 H21結果 ³	約220 - 240日	約62 - 158日	約16 - 20日	約4 - 7日
	施工4年目 H22結果 ⁴	約327 - 365日	約90 - 168日	約13 - 24日	約5 - 8日
	施工5年目 H23結果 ⁵	約365日	約89 - 365日	約7日	約4 - 5日

1: H19年度の冠水頻度は、水位計設置後のH19.6.5～H19.10.31 (149日)における日数を示す。
 2: H20年度の冠水頻度は、H19.11.1～H20.10.31 (366日)における日数を示す。
 3: H21年度の冠水頻度は、H20.11.1～H21.10.31 (365日)における日数を示す。
 4: H22年度の冠水頻度は、H21.11.1～H22.10.31 (365日)における日数を示す。
 5: H23年度の冠水頻度は、H22.11.1～H23.10.31 (365日)における日数を示す。

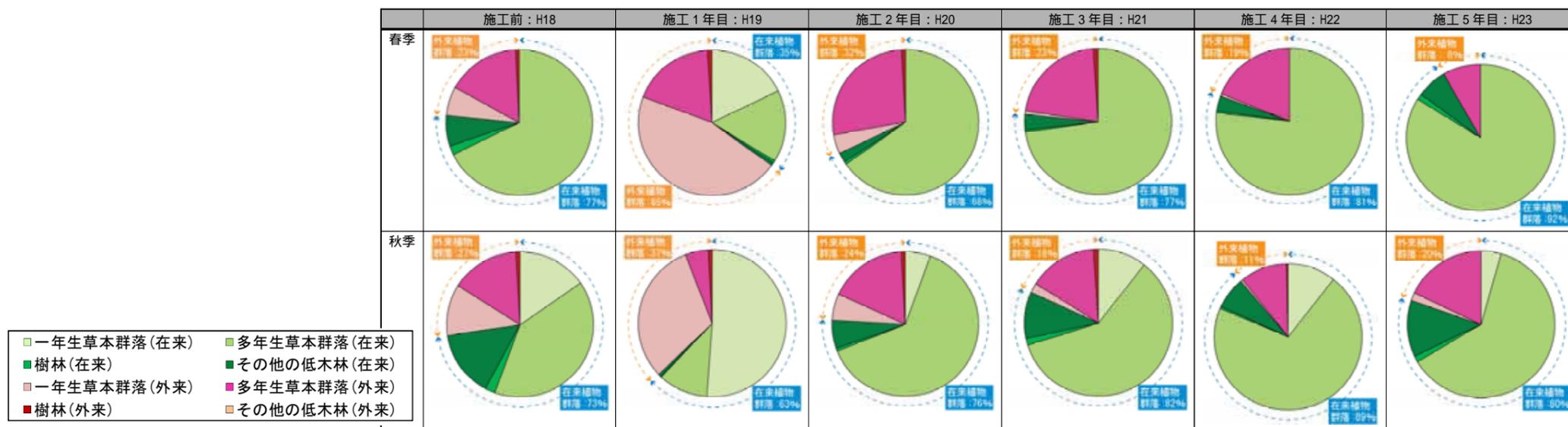


図 1.4.6 植生に占める“在来植物群落”“外来植物群落”の面積比率の経年変化

4.3 調査結果を踏まえた評価と考察

北河原地区河原再生試験施工にかかるモニタリング調査においては、植生調査の結果からは“猪名川における湿地生植物群落の成立条件”が得られ、一定の成果が上がったと言える。

一方、物理環境調査結果からは、実際の試験施工地において礫河原（裸地）の維持・形成がなされなかったことから、十分な成果が得られたとは言い難い。

そこで、猪名川において礫河原を再生・維持している「北伊丹地区」で発生した無次元掃流力との比較検証を行うとともに、現在の猪名川で期待できる平均年最大流量を確認する。そのうえで、2年に1回は発生するとされる平均年最大流量において無次元掃流力 $* = 0.05$ が得られることに加え、植生の遷移が進んだ場合でも“土砂が動き十分な草本群落が発達しない”とされる無次元掃流力 $* = 0.10$ が発生しやすい物理環境（掘削断面）を再検討し、北河原地区河原再生試験施工地における今後のあり方（今後の河道掘削時の改善点）を考察する。

なお、北伊丹地区の概要および状況については巻末の「【参考】北伊丹地区レキ河原再生工事の状況」のとおりであり、北伊丹地区では施工後の平成22年度、平成23年度に十分な出水が起こっており、施工時期に恵まれたことも礫河原が維持されている要因の一つであると言える。

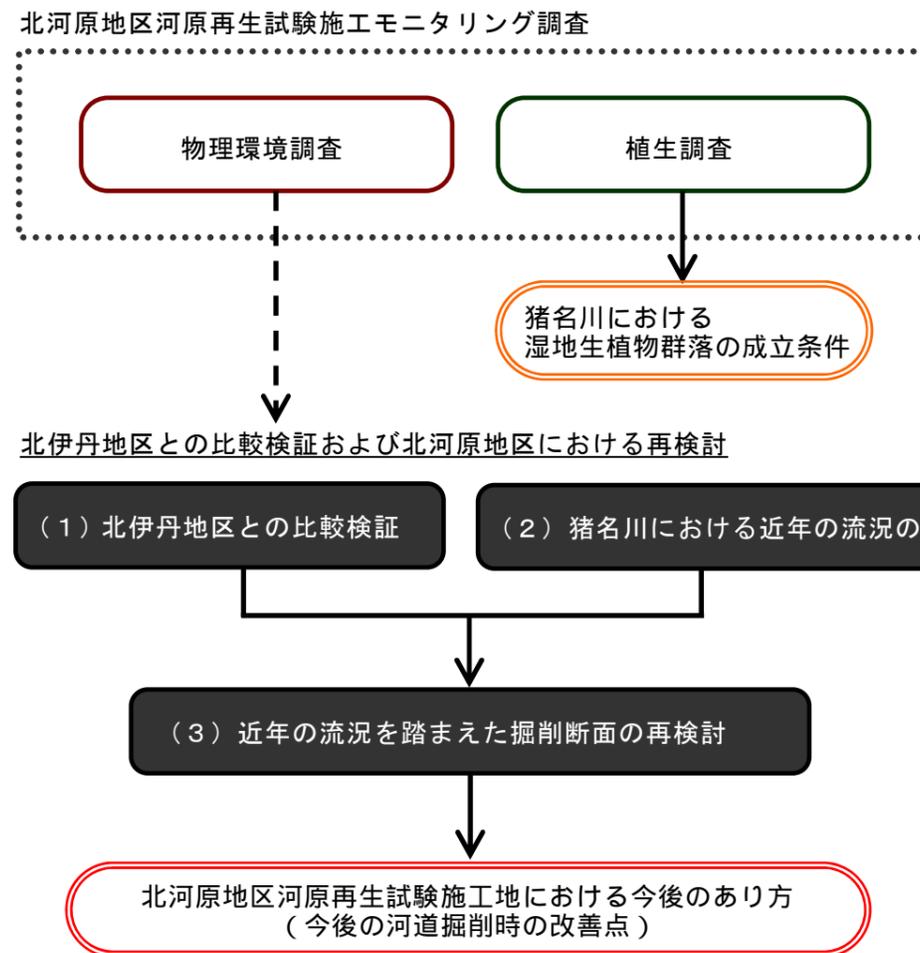


図 1.4.7 調査結果を踏まえた評価・考察のフロー

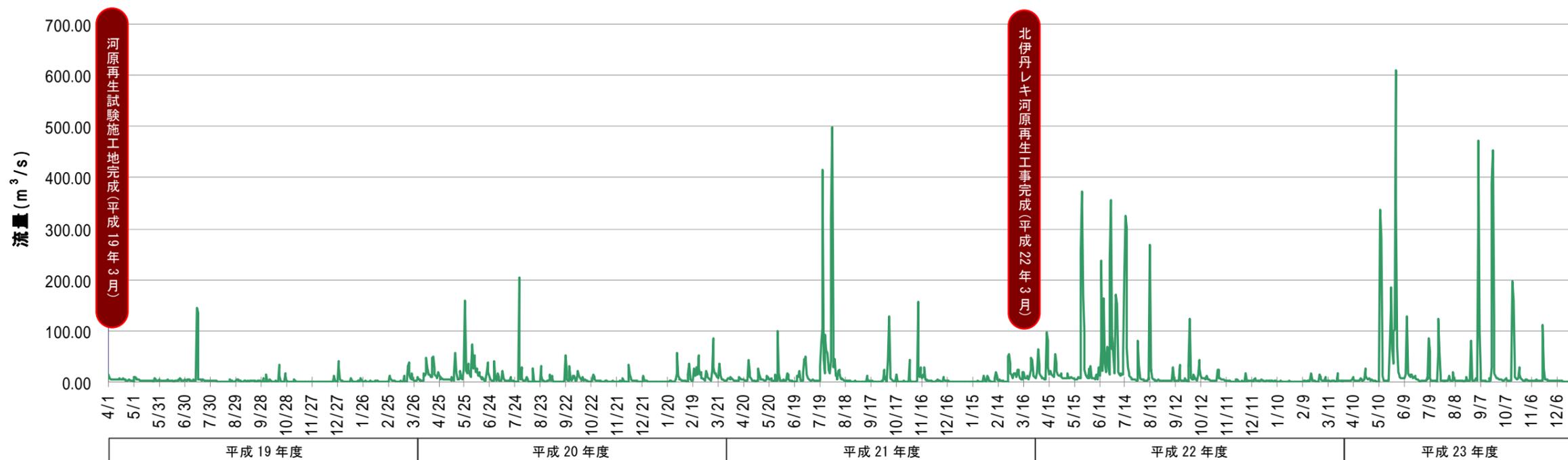


図 1.4.8 単行橋流量グラフ(平成19年度～平成23年度)

(1) 北伊丹地区との比較検証

“北河原地区河原再生試験施工”と“北伊丹地区レキ河原再生工事”の施工内容（物理環境条件）は概ね以下のとおりである。

北河原地区 河原再生試験施工

- ・低水路の切り下げ幅：約50m（6.8k）
- ・低水路切り下げ高さ：多様な冠水頻度（1日～50日程度）となる4段階のステップ高さ
冠水頻度は当初の想定値

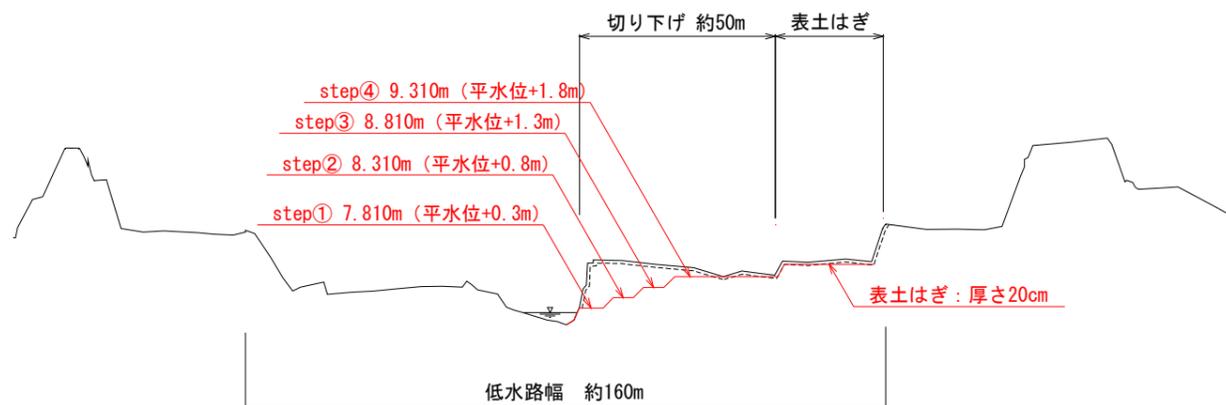


図 1.4.9 北河原地区 河原再生試験施工地 標準横断図（6.8k）

北伊丹地区 レキ河原再生工事

- ・低水路の切り下げ幅：約40m（8.0k）
猪名川で出水後に創出されている裸地の一般的な幅
- ・低水路切り下げ高さ：冠水頻度が年間で60日以上となる高さ
北河原地区河原再生試験施工で湿地生植物群落が成立すると判断された高さ

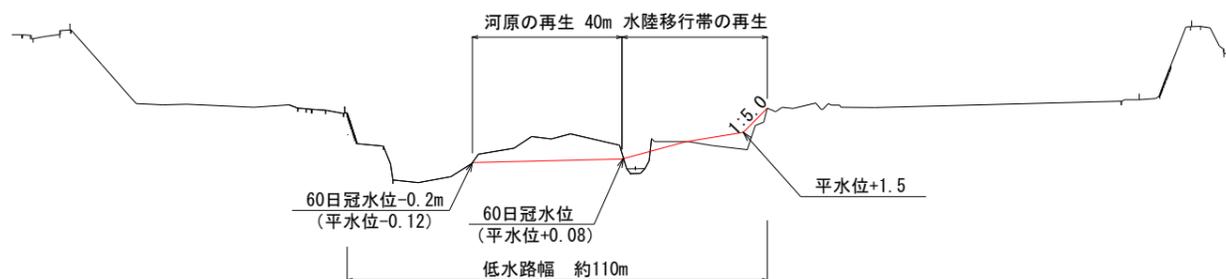


図 1.4.10 北伊丹地区 レキ河原再生工事 標準横断図（8.0k 付近）

ここで、平成19年度～平成23年度の年最大流量時における“北河原地区”の無次元掃流力および、平成22年度～平成23年度の年最大流量時における“北伊丹地区”の無次元掃流力は、表1.4.7のとおりである。

表 1.4.7 北河原地区および北伊丹地区における無次元掃流力

年度	軍行橋流量 (m³/s)	北河原地区 河原再生試験施工地								北伊丹地区 レキ河原再生工事箇所	
		6.6k				6.8k				8.0k	8.2k
		step1	step2	step3	step4	step1	step2	step3	step4		
平成19年度 (7月14日)	145	0.043	0.035	0.022	0.006	0.046	0.034	0.020	0.004	-	-
平成20年度 (7月28日)	203	0.051	0.043	0.029	0.015	0.054	0.041	0.027	0.013	-	-
平成21年度 (8月2日)	498	0.073	0.063	0.051	0.040	0.079	0.069	0.055	0.042	-	-
平成22年度 (5月24日)	373	0.062	0.052	0.041	0.032	0.071	0.061	0.047	0.034	0.082	0.074
平成23年度 (5月29日)	611	0.082	0.071	0.059	0.048	0.093	0.082	0.067	0.052	0.106	0.099

※表中の無次元掃流力は、各年度の測量横断図を用いた等流計算で求めた値である。

表 1.4.7 より、北伊丹地区と北河原地区は 1.5km 程度しか離れておらず、出水時の流量に大きな違いがないにもかかわらず、無次元掃流力に顕著な違いがみられた。

これは、出水時の流速や水面勾配等が異なることに加え、切り下げ幅や切り下げ高さなどの物理環境条件の違いが無次元掃流力に大きく影響していると考えられる。

実際に、同じ平成23年度の出水（軍行橋流量：611m³/s）時において、北河原地区では既に河道内となっていたステップ1を除いては * = 0.05 ~ 0.08 程度で推移しているのに比べ、北伊丹地区では“土砂が動き十分な草本群落が発達しない”とされている無次元掃流力 * = 0.10 前後の値が得られている。

以上のことから、北伊丹地区で実際に得られた無次元掃流力 * = 0.07 ~ 0.11 のように、施工後、所要の無次元掃流力が得られる出水が連続して起これば、礫河原が維持されることが確認できた。

なお、北伊丹地区においては、猪名川で出水後に裸地が維持される無次元掃流力として想定されている * = 0.05 前後の無次元掃流力は確認されていないことや、2年連続で大きな出水が起きなかった場合など、今後の状況についても併せて確認していく必要がある。

(2) 猪名川における近年の流況の再確認

猪名川においては近年、流量の減少が認められることから、軍行橋観測所で観測が開始された昭和47年からの出水実績（年最大流量（時刻流量））を整理し、現在の猪名川で発生すると考えられる“平均年最大流量”を再確認する。

年最大流量は表1.4.8に示したとおり、昭和58年4月の一庫ダム完成後、平成23年までの29年間の平均値で見ると、北河原地区河原再生試験施工計画時の想定値である約500m³/s程度の平均年最大流量が認められる。

しかし、近年の流量減少により、近年10年間の平均値では約420m³/s程度、北河原地区河原再生試験施工地完成後の近年5年間の平均値では約370m³/s程度の平均年最大流量となっている。

このような状況を踏まえると、猪名川における近年の流況としては、近年10年間程度の出水実績を基に、“概ね400m³/s程度”が現在の猪名川で発生すると考えられる平均年最大流量であると推察される。

また、特に近年では大きな出水が連続で起こらない期間も確認でき、一庫ダム完成後の約30年間で見ると、平成13年～平成15年においては、最大流量が300m³/s以下となる年が3年間連続したのに加え、試験施工地の施工直後の平成19年～平成20年においても、最大流量が概ね200m³/s以下となる年が2年間連続している。

そのため、200m³/s以下や300m³/s以下が連続するといった、大きな出水が起こらない期間の発生も予想されることから、河原再生等の計画時には、そのような期間に対する配慮も必要であるといえる。

表 1.4.8 軍行橋地点における年最大流量(時刻流量)一覧表 [近年40年間]

年号(西暦)		軍行橋年最大流量		S58～H15 21年間平均	S58～H23 29年間平均	H14～H23 10年間平均	H19～H23 5年間平均
		年月日	流量 (m ³ /s)				
S47	1972	S47.9.16	1,337				
S48	1973	S48.10.13	290				
S49	1974	S49.4.9	334				
S50	1975	S50.8.23	576				
S51	1976	S51.9.10	639				
S52	1977	S52.3.24	598				
S53	1978	S53.6.16	768				
S54	1979	S54.10.1	703				
S55	1980	S55.8.31	192				
S56	1981	S56.10.8	217				
S57	1982	S57.8.2	1,115				
S58	1983	S58.9.28	1,569				
S59	1984	S59.6.27	250				
S60	1985	S60.6.25	584				
S61	1986	S61.7.21	570				
S62	1987	S62.7.14	367				
S63	1988	S63.6.3	547				
S64	1989	H1.9.3	637				
H2	1990	H2.9.20	505				
H3	1991	H3.10.1	319				
H4	1992	H4.8.19	177	487 m ³ /s			
H5	1993	H5.7.5	560	一庫ダム完成後 H15までの平均値			
H6	1994	H6.9.7	289	≒500m ³ /s 計画時 想定値			
H7	1995	H7.5.12	459				
H8	1996	H8.8.28	263				
H9	1997	H9.8.7	719				
H10	1998	H10.10.18	510				
H11	1999	H11.6.30	965				
H12	2000	H12.11.2	385				
H13	2001	H13.6.20	145				
H14	2002	H14.4.17	111				
H15	2003	H15.4.8	287				
H16	2004	H16.10.20	1,378				
H17	2005	H17.9.7	68				
H18	2006	H18.7.19	481				
H19	2007	H19.7.14	145				
H20	2008	H20.7.28	203				
H21	2009	H21.8.2	498				
H22	2010	H22.5.24	373				
H23	2011	H23.5.29	611				
					482 m ³ /s 一庫ダム完成後 H23までの平均値		
						416 m ³ /s 近年10年間の平均値	
							366 m ³ /s 試験施工地完成後 近年5年間の平均値

(3) 近年の流況を踏まえた掘削断面の再検討（試験施工地の今後のあり方）

北河原地区における今後のあり方に関しては、植生調査結果から得られた切り下げ高さ（冠水頻度が年間で60日以上となる高さ：北河原地区におけるステップ2の高さ）を基準として、“猪名川で平均的な河床材料が動く無次元掃流力として想定されている $\tau^* = 0.05$ ”および“土砂が動き十分な草本群落が発達しない無次元掃流力 $\tau^* = 0.10$ ”などが得られる流量や切り下げ幅を検討し、条件設定を行う必要がある。

そこで、北河原地区の試験施工完了時の横断形状（平成19年度の測量横断）をベースに、ステップ2の切り下げ高さにおいて、流量規模に応じて得られると推定される無次元掃流力を等流計算によって算定する。

切り下げ幅検討ケースのイメージ図を図1.4.11に、流量規模別の切り下げ幅に対応する無次元掃流力算定結果を表1.4.9に示す。

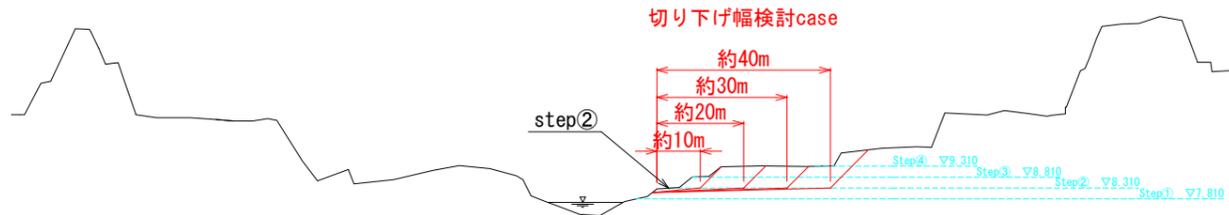


図 1.4.11 北河原地区河原再生試験施工地横断図(6.8k) (切り下げ幅検討 case)

表 1.4.9 流量規模別・切り下げ幅に対する無次元掃流力算定値(6.8k)

流量(m³/s)	切り下げ幅:約10m			切り下げ幅:約20m			切り下げ幅:約30m			切り下げ幅:約40m		
	川側 *	中央 *	堤防側 *	川側 *	中央 *	堤防側 *	川側 *	中央 *	堤防側 *	川側 *	中央 *	堤防側 *
100	0.04	0.03	0.02	0.04	0.03	0.02	0.04	0.03	0.02	0.04	0.03	0.02
125	0.04	0.04	0.03	0.04	0.04	0.03	0.04	0.03	0.02	0.04	0.03	0.02
145 H19出水規模	0.05	0.04	0.03	0.05	0.04	0.03	0.04	0.04	0.03	0.04	0.03	0.03
175	0.05	0.04	0.03	0.05	0.04	0.03	0.05	0.04	0.03	0.05	0.04	0.03
203 H20出水規模	0.06	0.05	0.04	0.05	0.05	0.04	0.05	0.05	0.03	0.05	0.04	0.03
225	0.06	0.05	0.04	0.06	0.05	0.04	0.05	0.05	0.04	0.05	0.05	0.04
250	0.06	0.05	0.04	0.06	0.05	0.04	0.06	0.05	0.04	0.06	0.05	0.04
275	0.06	0.05	0.04	0.06	0.06	0.04	0.06	0.05	0.04	0.06	0.05	0.04
300	0.07	0.06	0.05	0.07	0.06	0.04	0.06	0.06	0.04	0.06	0.05	0.04
325	0.07	0.06	0.05	0.07	0.06	0.05	0.07	0.06	0.04	0.06	0.06	0.04
350	0.07	0.06	0.05	0.07	0.06	0.05	0.07	0.06	0.05	0.07	0.06	0.05
373 H22出水規模	0.07	0.06	0.05	0.07	0.06	0.05	0.07	0.06	0.05	0.07	0.06	0.05
400	0.07	0.07	0.05	0.07	0.07	0.05	0.07	0.07	0.05	0.07	0.06	0.05
425	0.08	0.07	0.06	0.08	0.07	0.05	0.07	0.07	0.05	0.07	0.07	0.05
450	0.08	0.07	0.06	0.08	0.07	0.06	0.08	0.07	0.05	0.07	0.07	0.05
475	0.08	0.07	0.06	0.08	0.07	0.06	0.08	0.07	0.05	0.08	0.07	0.05
498 H21出水規模	0.08	0.07	0.06	0.08	0.07	0.06	0.08	0.07	0.06	0.08	0.07	0.05
550	0.09	0.08	0.07	0.09	0.08	0.06	0.08	0.08	0.06	0.08	0.07	0.05
611 H23出水規模	0.09	0.08	0.07	0.09	0.08	0.07	0.09	0.08	0.06	0.09	0.08	0.05
650	0.09	0.08	0.07	0.09	0.08	0.07	0.09	0.08	0.06	0.09	0.08	0.05
700	0.10	0.09	0.07	0.10	0.09	0.07	0.09	0.09	0.07	0.09	0.08	0.06
750	0.10	0.09	0.08	0.10	0.09	0.08	0.10	0.09	0.07	0.10	0.09	0.06
800	0.10	0.09	0.08	0.10	0.09	0.08	0.10	0.09	0.07	0.10	0.09	0.06
850	0.11	0.10	0.08	0.10	0.10	0.08	0.10	0.10	0.08	0.10	0.09	0.06
900	0.11	0.10	0.09	0.11	0.10	0.08	0.11	0.10	0.08	0.10	0.10	0.07
950	0.11	0.10	0.09	0.11	0.10	0.09	0.11	0.10	0.08	0.11	0.10	0.07
1000	0.11	0.10	0.09	0.11	0.10	0.09	0.11	0.10	0.08	0.11	0.10	0.07
1100	0.12	0.11	0.10	0.12	0.11	0.09	0.12	0.11	0.09	0.11	0.11	0.07
1200	0.12	0.11	0.10	0.12	0.12	0.10	0.12	0.11	0.09	0.12	0.11	0.08
1300	0.13	0.12	0.11	0.13	0.12	0.10	0.13	0.12	0.10	0.12	0.12	0.08
1400	0.13	0.12	0.11	0.13	0.12	0.11	0.13	0.12	0.10	0.13	0.12	0.09
1500	0.14	0.13	0.11	0.14	0.13	0.11	0.13	0.13	0.11	0.13	0.13	0.09
1600	0.14	0.13	0.12	0.14	0.13	0.12	0.14	0.13	0.11	0.14	0.13	0.09
1800	0.15	0.14	0.13	0.15	0.14	0.12	0.15	0.14	0.12	0.14	0.14	0.10
2000	0.15	0.15	0.13	0.15	0.15	0.13	0.15	0.15	0.12	0.15	0.15	0.10

表 1.4.9 より、現在の猪名川で発生すると考えられる平均年最大流量 $400\text{m}^3/\text{s}$ を対象とした場合、ステップ2の切り下げ高さにおいては、北伊丹地区と同程度の切り下げ幅約 40m でも無次元掃流力 $\tau^* = 0.05$ 以上が発生することがわかった。

ただし、出水実績においては $300\text{m}^3/\text{s}$ 以下が2~3年程度連続することも確認されていることから、河原再生に際しては、植生がある程度根付いた場合にも攪乱による植生の剥離が起こりやすい環境として、“無次元掃流力 $\tau^* = 0.10$ ”が発生しやすい環境を整えるべきと考えられる。

ここで、切り下げ地の中央部では、切り下げ幅約 $10\text{m} \sim 30\text{m}$ において約 $850\text{m}^3/\text{s}$ で $\tau^* = 0.10$ 以上が発生し、それ以上の切り下げ幅ではより大きな流量が必要となる。

また、切り下げ地の堤防側端部において、切り下げ幅約 40m で τ^* が 0.10 以上となるためには約 $1,800\text{m}^3/\text{s}$ 規模という大きな流量が必要となる。

このため、約 30m 程度の切り下げ幅が望ましいと考えられる。

以上より、北河原地区河原再生試験施工地の今後のあり方（今後の河道掘削時の改善点）としては、

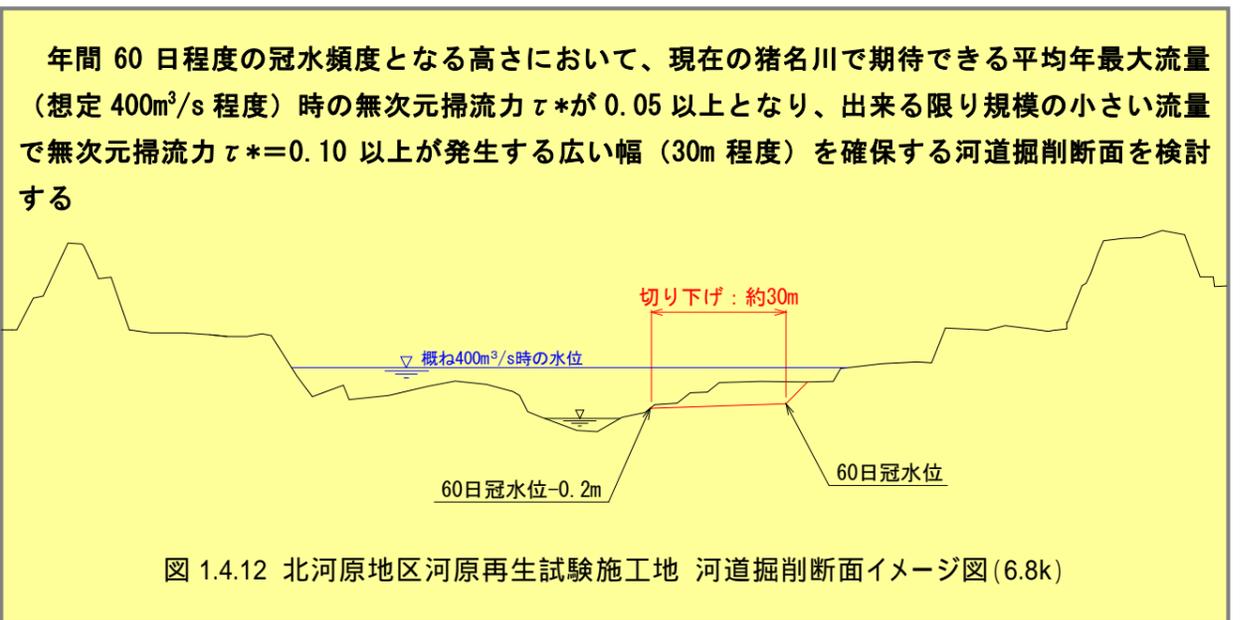


図 1.4.12 北河原地区河原再生試験施工地 河道掘削断面イメージ図(6.8k)

ことが重要であると考えられる。

また、近年の出水実績を踏まえると、平均年最大流量 ($400\text{m}^3/\text{s}$) の半分程度の小さな出水しか経験しない年が複数年継続することも十分に考えられることから、植生の抜き取りなど、必要に応じて人為的な作用を併用することが望ましいと考えられる。

なお、現在、礫河原が維持されている北伊丹地区について、現在の横断形状（平成 23 年度測量横断図）で計算（等流計算）を行った流量規模別の無次元掃流力は表 1.4.10 のとおりである。

北伊丹地区においては、現在の猪名川で期待できる平均年最大流量 400m³/s を対象とした場合、8.0k、8.2k とともに * = 0.08 程度の無次元掃流力が期待でき、施工後に経験した平成 22 年度ならびに平成 23 年度の出水においても、それぞれ平成 22 年度で * = 0.07 ~ 0.08、平成 23 年度で * = 0.10 ~ 0.11 程度の無次元掃流力が発生しており、実際に良好な状態で礫河原が維持されていることを裏付けていると言える。

表 1.4.10 流量規模別の無次元掃流力算定値(北伊丹地区 8.0k および 8.2k)

流量(m ³ /s)	無次元掃流力 *	
	8.0k	8.2k
100	0.04	0.03
125	0.05	0.04
145 H19出水規模	0.05	0.04
175	0.05	0.05
203 H20出水規模	0.06	0.05
225	0.06	0.06
250	0.07	0.06
275	0.07	0.06
300	0.07	0.07
325	0.08	0.07
350	0.08	0.07
373 H22出水規模	0.08	0.07
400	0.08	0.08
425	0.09	0.08
450	0.09	0.08
475	0.09	0.09
498 H21出水規模	0.10	0.09
550	0.10	0.09
611 H23出水規模	0.11	0.10
650	0.11	0.10
700	0.11	0.11
750	0.12	0.11
800	0.12	0.11
850	0.12	0.12
900	0.13	0.12
950	0.13	0.12
1000	0.13	0.13
1100	0.14	0.13
1200	0.14	0.14
1300	0.15	0.14
1400	0.15	0.14
1500	0.15	0.15
1600	0.16	0.15
1800	0.16	0.16
2000	0.17	0.17

【参考】

無次元掃流力 (τ*)

無次元掃流力は、河床上の 1 つの砂粒子を流そうとする力（掃流力）と砂粒子がもつ摩擦力との比である。

この数値は、水流によって砂粒子が移動するときの移動のしやすさを表すものである。勾配が急なほど大きく、粒径が大きいほど小さくなる。

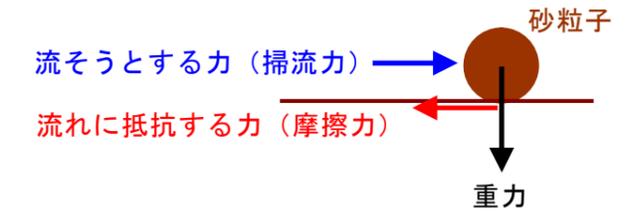
$$\tau^* = u_*^2 / (s \cdot g \cdot d_R)$$

u* : 摩擦速度

s : 河床材料の水中比重 (1.65)

g : 重力加速度

d_R : 河床材料の代表粒径



摩擦速度 (u*)

摩擦速度は、水の塊が流れようとするときに河床面にはたらく摩擦力を速度で表したものである。

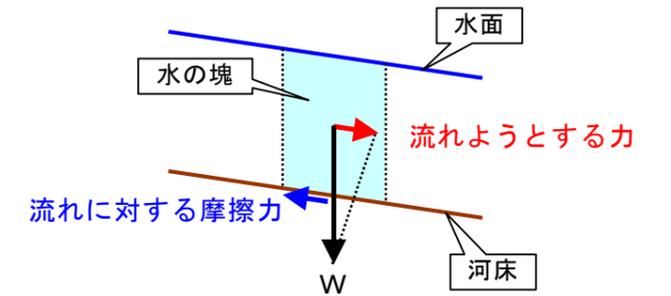
この数値は、勾配が急で水深が深いほど大きくなる。

$$u_* = (g \cdot H_L \cdot I_e)^{0.5}$$

g : 重力加速度

H_L : 低水路内平均水深

I_e : エネルギー勾配



【参考】北伊丹地区レキ河原再生工事の状況

1 工事の概要

当該地区は、「猪名川自然再生計画」に基づき、河原の再生を行う低水路切り下げと水陸移行帯の再生を行う河岸の切り下げ（緩傾斜化）を行っている。

低水路の切り下げは、幅を約40m（現況の猪名川で2～3年に一度程度の頻度の出水時において裸地が創出される幅）、切り下げ高は、河原試験施工で湿地生植物群落が成立すると判断できた冠水頻度の年間で60日が冠水する高さ（平水位+0.08m）とし、かつ、無次元掃流力*が0.05以上（2～3年に一度発生する出水時（500m³/s程度）の*）となる形状で設定されている。

河岸の切り下げは、上記の高さを水際側の高さとし、陸側の高さを乾性植物へ完全に遷移する高さ（平水位+1.5m）で行った。

工事は平成22年3月に完了した。

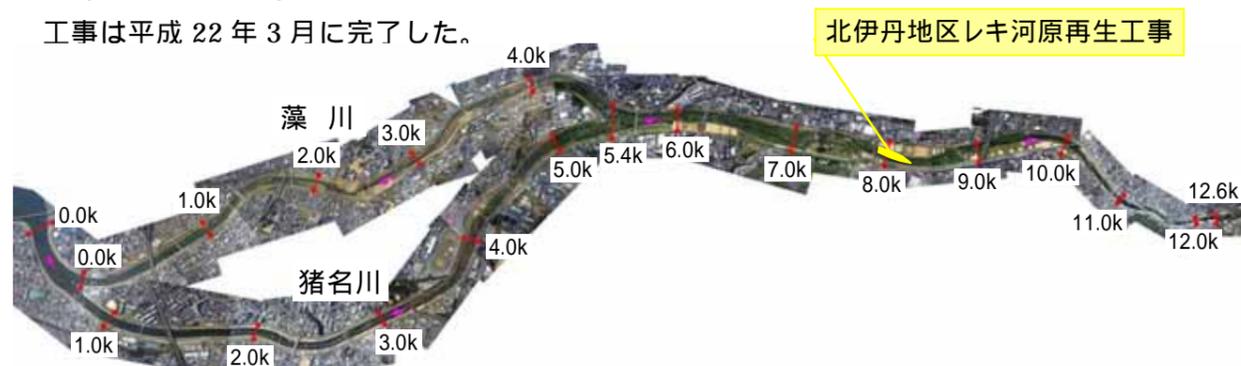


図 1.1 位置図

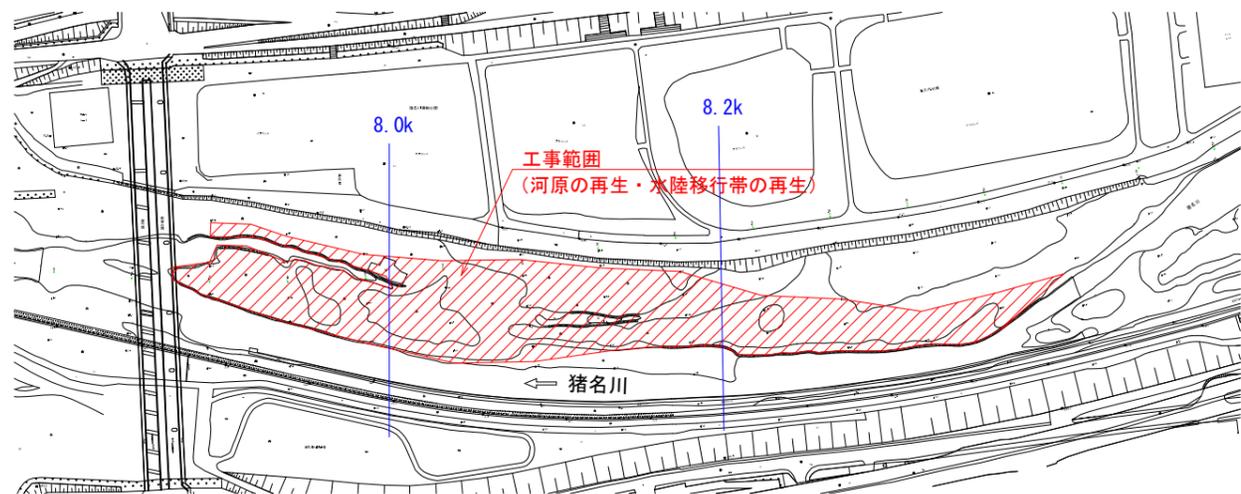


図 1.2 平面図

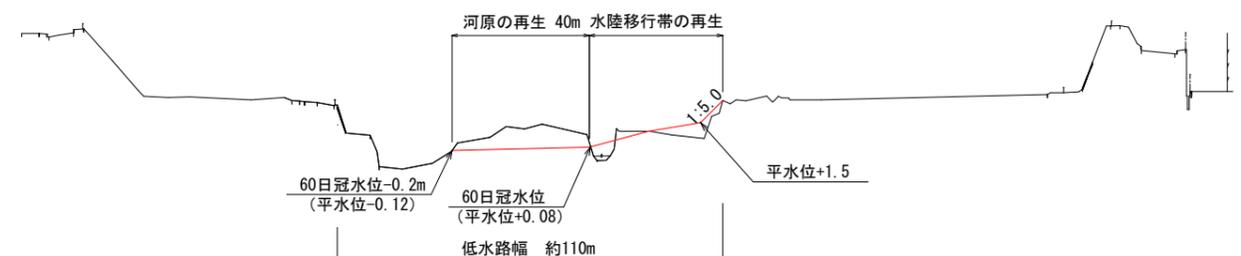


図 1.3 横断面図 (8.0k 付近)

2 調査の概要・経過

当該地区の調査は、平成21年度に事前調査（生物調査）が行われ、施工後の平成22年度から物理環境調査が継続されている。

調査内容は表 1.1、調査の経過は表 1.2 のとおりである。

表 1.1 調査内容一覧

調査項目	調査時期	調査方法	
流況	冠水頻度・冠水時間	通年	横断面図、水位・流況観測データ等から、レキ河原が冠水し攪乱が生じる頻度・時間を算定する。また、年数回の現地確認を行うものとする。
写真	定点撮影等	春季、秋季、出水後	工事箇所が把握できる撮影地点を設定し、定点写真撮影を実施する。また、河床材料の概略を把握するため、図 3.3 示した 2 測線上において、10m 間隔にコドラートを設定し、河床の写真を撮影する。
形状	横断測量	出水後	施工計画断面と同じ測線で横断測量を実施する。
河床材料	粒度分布・強熱減量・含水率	春季、出水後	図 6.2.4 に示した測線上において、10m 間隔に調査地点を設定し、河床の写真を撮影するとともに、30cm × 30cm 程度の範囲の表層土砂を採取する。その後、室内に持ち帰り、粒度分布、強熱減量、含水率を測定する。
面積	砂洲・草地等面積	春季、秋季、出水後	工事箇所を対象に、砂洲、草地の分布状況を地図上に記録し面積を求める。
植物重要種調査		春季、秋季	工事箇所では、水際植生の成立がみられることから、カワチシャ、タコノアシ等の水際に生育する植物重要種に留意した踏査を実施する。

表 1.2 調査の経過

調査項目	調査時期	平成21年度	平成22年度	平成23年度	平成24年度
生物調査	植物・鳥類・陸上昆虫・小動物・魚類・底生動物	○	-	-	-
流況	冠水頻度・冠水時間	通年	-	-	-
写真	定点撮影等	春季、秋季、出水後	-	-	-
形状	横断測量	出水後	-	-	-
河床材料	粒度分布・強熱減量・含水率	春季、出水後	-	-	-
面積	砂洲・草地等面積	春季、秋季、出水後	-	-	-
植物重要種調査		春季、秋季	-	-	-

3 物理環境調査の結果

各種物理環境調査にかかる全体の調査位置図を以下に示す。

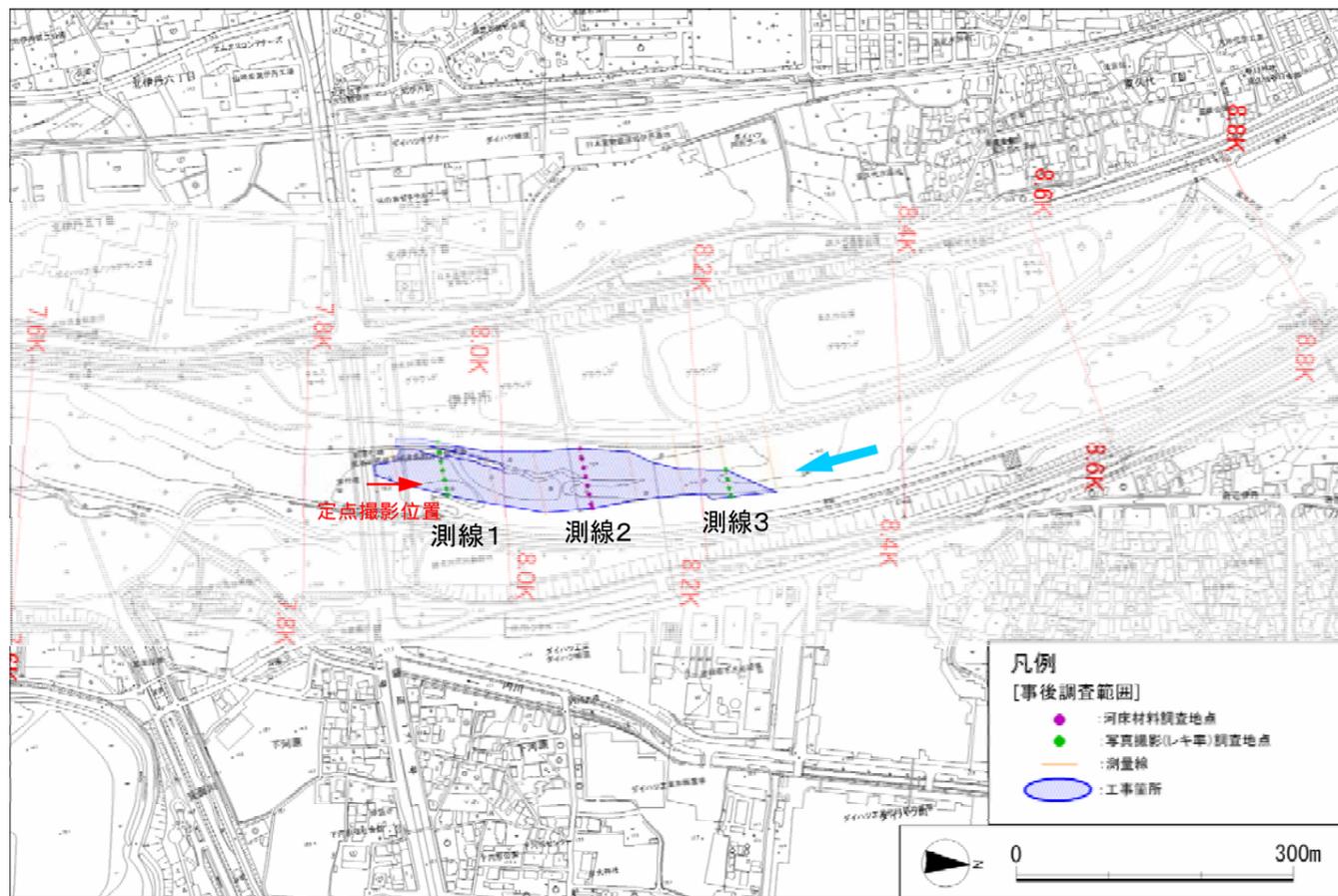


図 3.1 調査位置図

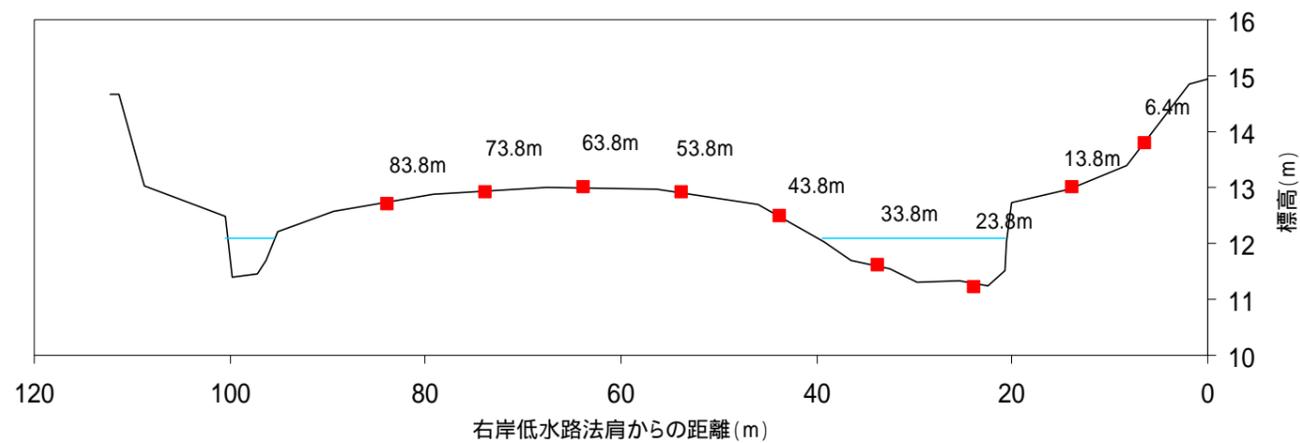


図 3.2 河床材料調査位置横断面図(測線2)

(1) 冠水頻度の状況

当該地区は冠水頻度 60 日/年、流量 $6.7\text{m}^3/\text{s}$ で砂洲が冠水するよう掘削地盤高を設定している。平成 20 年の H-Q 式によると、軍行橋観測所における流量 $6.7\text{m}^3/\text{s}$ に該当する水位は 0.59m である。

平成 22 年 4 月 1 日～11 月 30 日の期間における冠水日数(軍行橋水位が 0.59m 以上となった日数)は 83 日、平成 23 年 4 月 1 日～平成 24 年 2 月 29 日の期間における冠水日数は 43 日となり、平成 22 年度においては想定以上の攪乱が生じたと考えられる。

なお、平成 23 年度においては、平成 22 年度に比べて冠水頻度は少なくなったものの、大きな出水(水位で見ると 0.5m 程度大きな出水)を経験している。

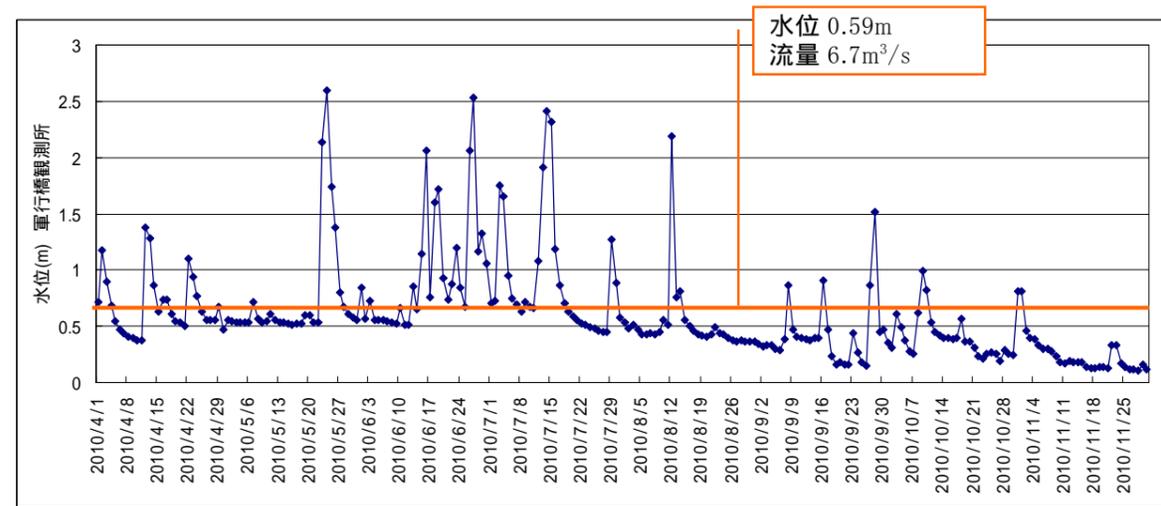


図 3.3 軍行橋における水位(平成 22 年 4 月 1 日～11 月 30 日)

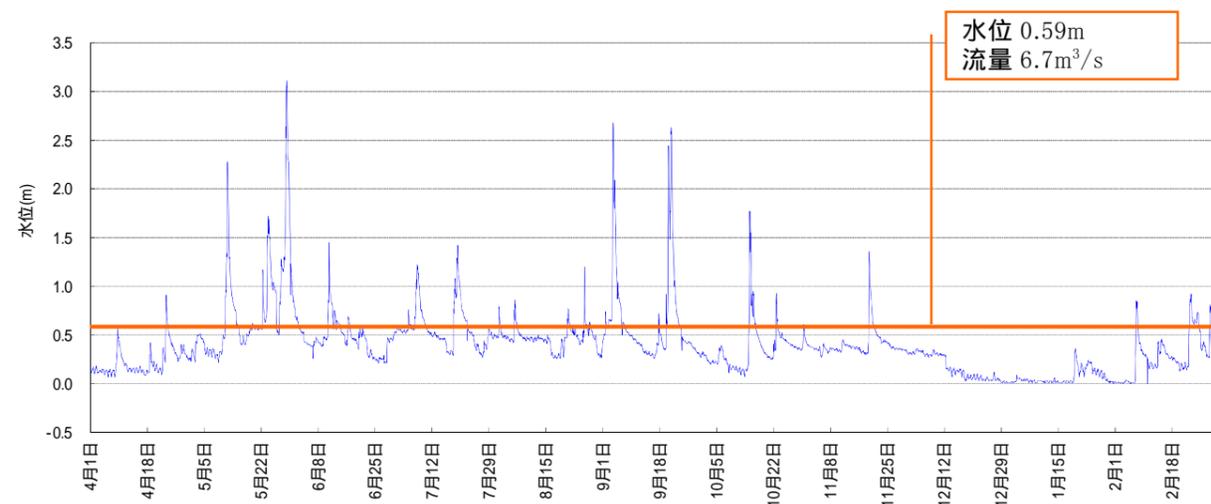


図 3.4 軍行橋における水位(平成 23 年 4 月 1 日～平成 24 年 2 月 29 日)

(2) 定点撮影

平成 22 年度から平成 24 年度における軍行橋からの定点撮影結果を示す。

<平成 22 年度>

平成 22 年 6 月 17 日(春季)



平成 22 年 8 月 14 日(出水後)



平成 22 年 10 月 19 日(秋季)



平成 22 年 11 月 22 日(秋季)



<平成 23 年度>

平成 23 年 6 月 20 日(春季)



平成 23 年 9 月 8 日(出水後)



平成 23 年 10 月 13 日(秋季)



<平成 24 年度>

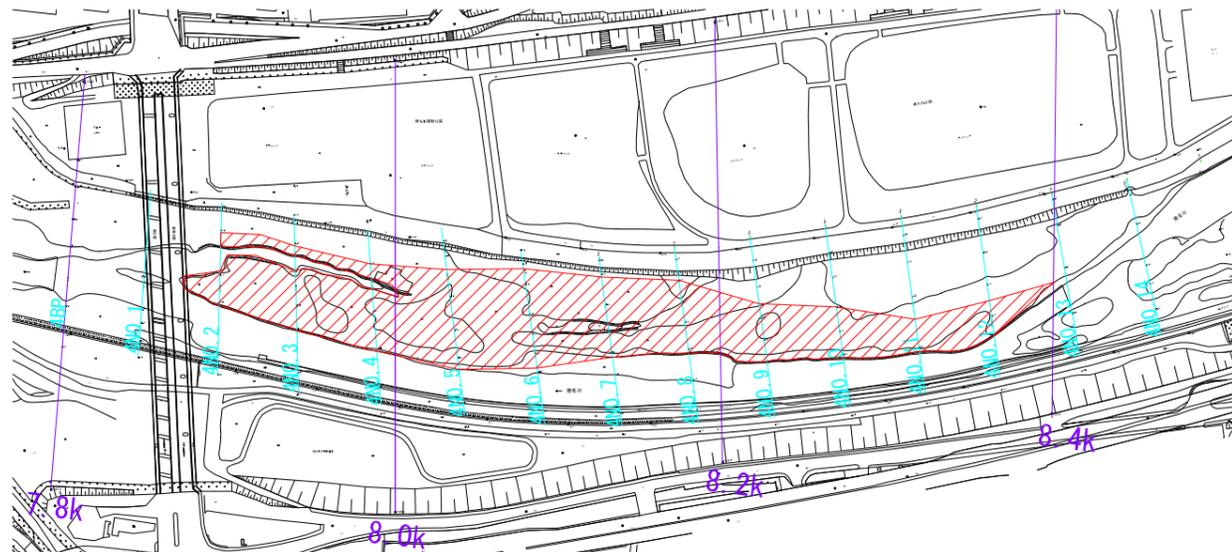
平成 24 年 5 月~6 月(春季)



(3) 河床形状の変化（横断測量）

平成 21 年度～平成 23 年度の河川横断測量図を重ね合わせた結果を以下に示す。

なお、河川横断測量は以下の位置図に示すとおり、猪名川距離標 7.8km～8.4km 付近の区間において実施している。



平成 22・23 年度は 4No.2～4No.10 で測量を実施

図 3.5 河川横断測量実施地点位置図

工事実施後の平成 22 年度と平成 23 年度の比較結果は以下のとおりである。

- ・下流側のレキ河原が堆積傾向にある。
- ・測線 4No.2 の右岸にあるワンドに土砂が流入し、H22 年には水域であった地点が陸域になっている。また、レキ河原の河床高さ、範囲が広がっている。
- ・測線 4No.4 は上流、下流の間の 2 本の流路が合流する地点であるが、河床高の経年変化はあまりみられない。
- ・測線 4No.5 では上流側レキ河原が堆積傾向である。また、二分化された流路の左側が左に、右側が右に移動していた。このため、自然裸地が昨年度よりも広がったと考えられる。
- ・測線 4No.8 は上流側レキ河原の最上流付近に位置しており、流路が二分化する地点である。横断面をみると、右岸側に位置する流路の右岸陸上部の侵食が著しくみられた。このため、右岸側流路の方が左岸側流路より流速が速いと考えられる。

凡 例	
平成21年度	—
平成22年度 (H22.12)	—
平成23年度 (H23.11)	—

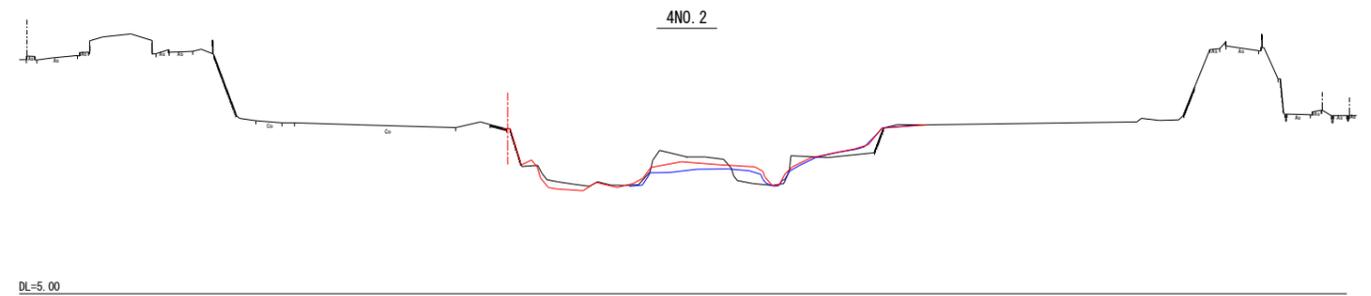


図 3.6 重ね合わせ横断面図 4No.2 (H21～H23)

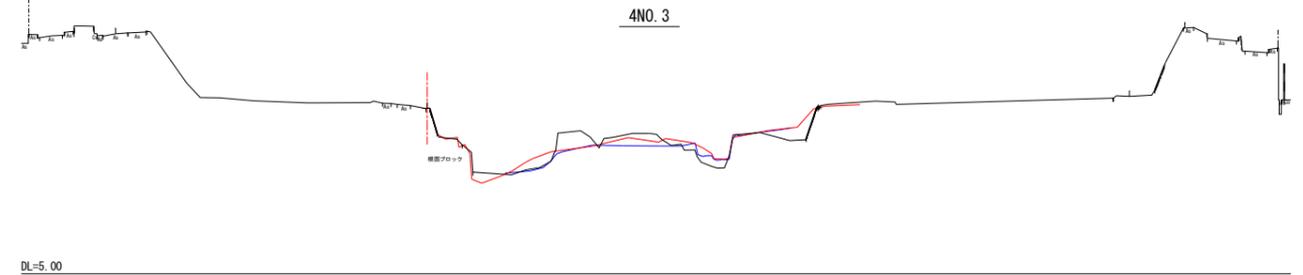


図 3.7 重ね合わせ横断面図 4No.3 (H21～H23)

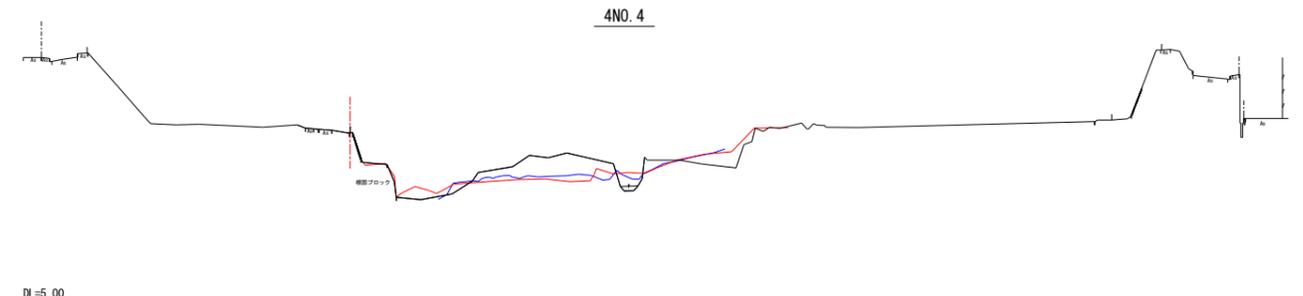


図 3.8 重ね合わせ横断面図 4No.4 (H21～H23)

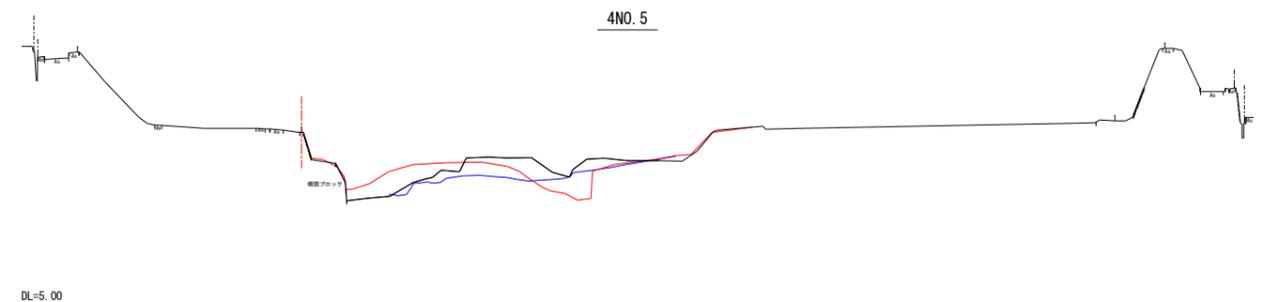


図 3.9 重ね合わせ横断面図 4No.5 (H21～H23)

凡 例	
平成21年度	—
平成22年度 (H22. 12)	—
平成23年度 (H23. 11)	—

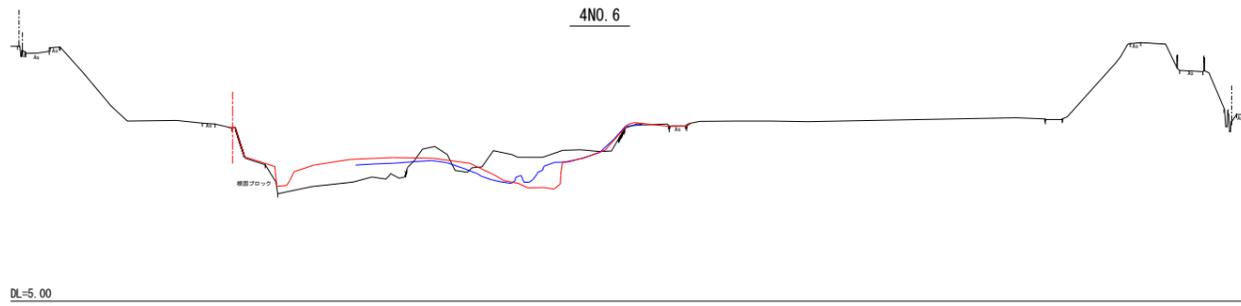


図 3.10 重ね合わせ横断面図 4No.6 (H21 ~ H23)

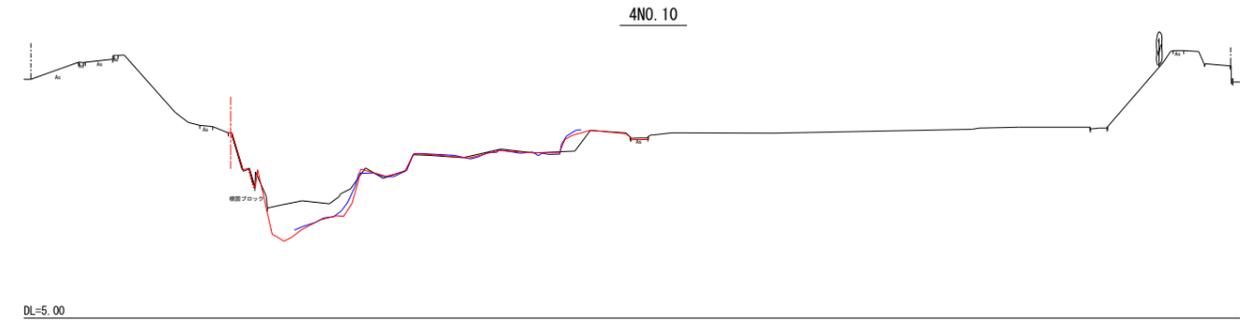


図 3.14 重ね合わせ横断面図 4No.10 (H21 ~ H23)

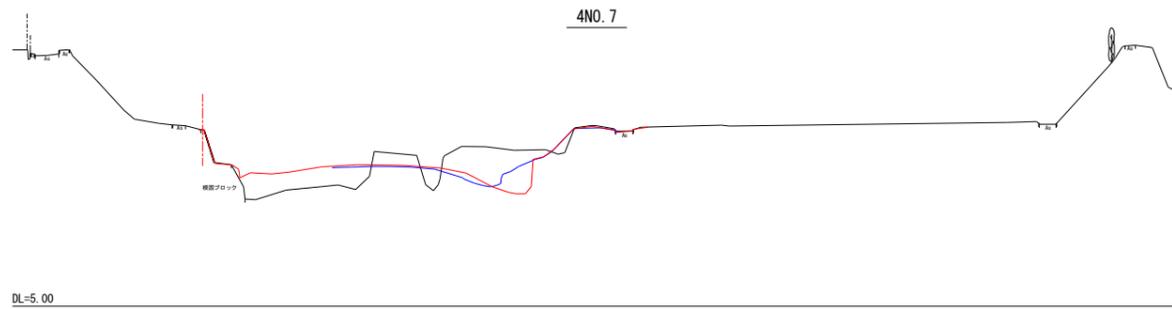


図 3.11 重ね合わせ横断面図 4No.7 (H21 ~ H23)

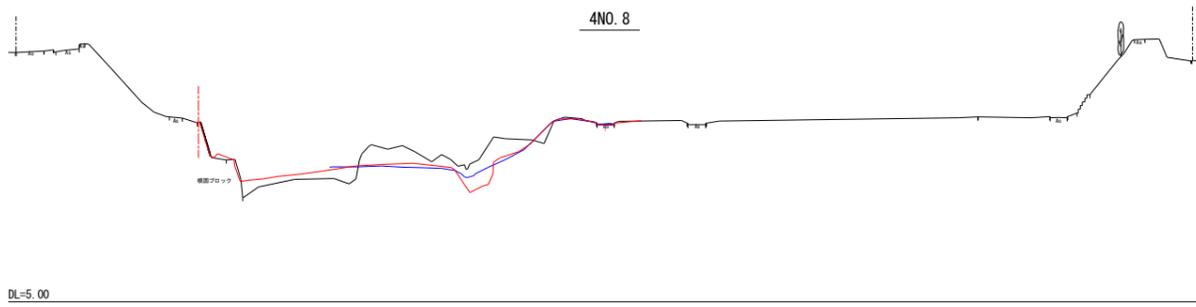


図 3.12 重ね合わせ横断面図 4No.8 (H21 ~ H23)

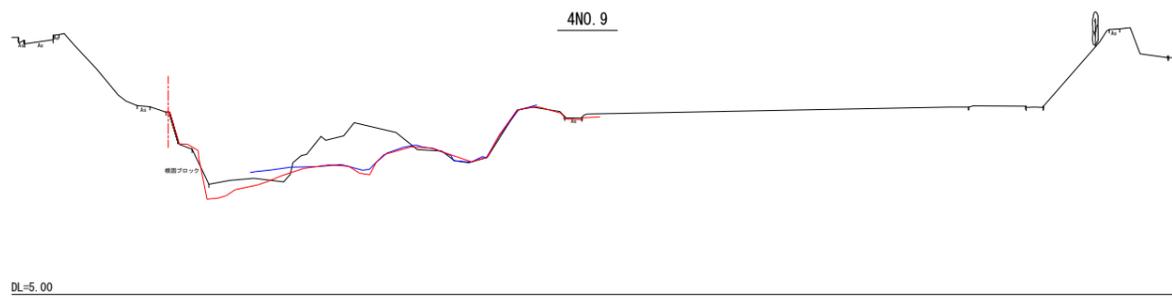


図 3.13 重ね合わせ横断面図 4No.9 (H21 ~ H23)

(4) 河床材料の変化 (河床材料調査、レキ率調査)

①河床材料調査結果

<平成 22 年度>

- ・陸側の 6.4m ~ 13.8m では春季にはシルト・粘土分 ~ 砂分の割合が高かった。
- ・6.4m では、出水後も大きな変化はみられなかったが、13.8m では礫分の割合が若干高くなった。
- ・23.8m は、春季には礫分の割合が高かったが、出水後は礫分が減少し、シルト・粘土分 ~ 砂分の増加がみられた。
- ・33.8m ~ 43.8m は河道内であり春季は礫分の割合が高かったが、出水後はわずかに砂分の増加がみられた。これは出水により流入したものと考えられる。

・53.8m は春季、出水後とも自然裸地であったが、出水後に礫分の増加がみられた。また、63.8m では出水後礫分の増加が、73.8m ではシルト・粘土分 ~ 砂分の増加がみられた。

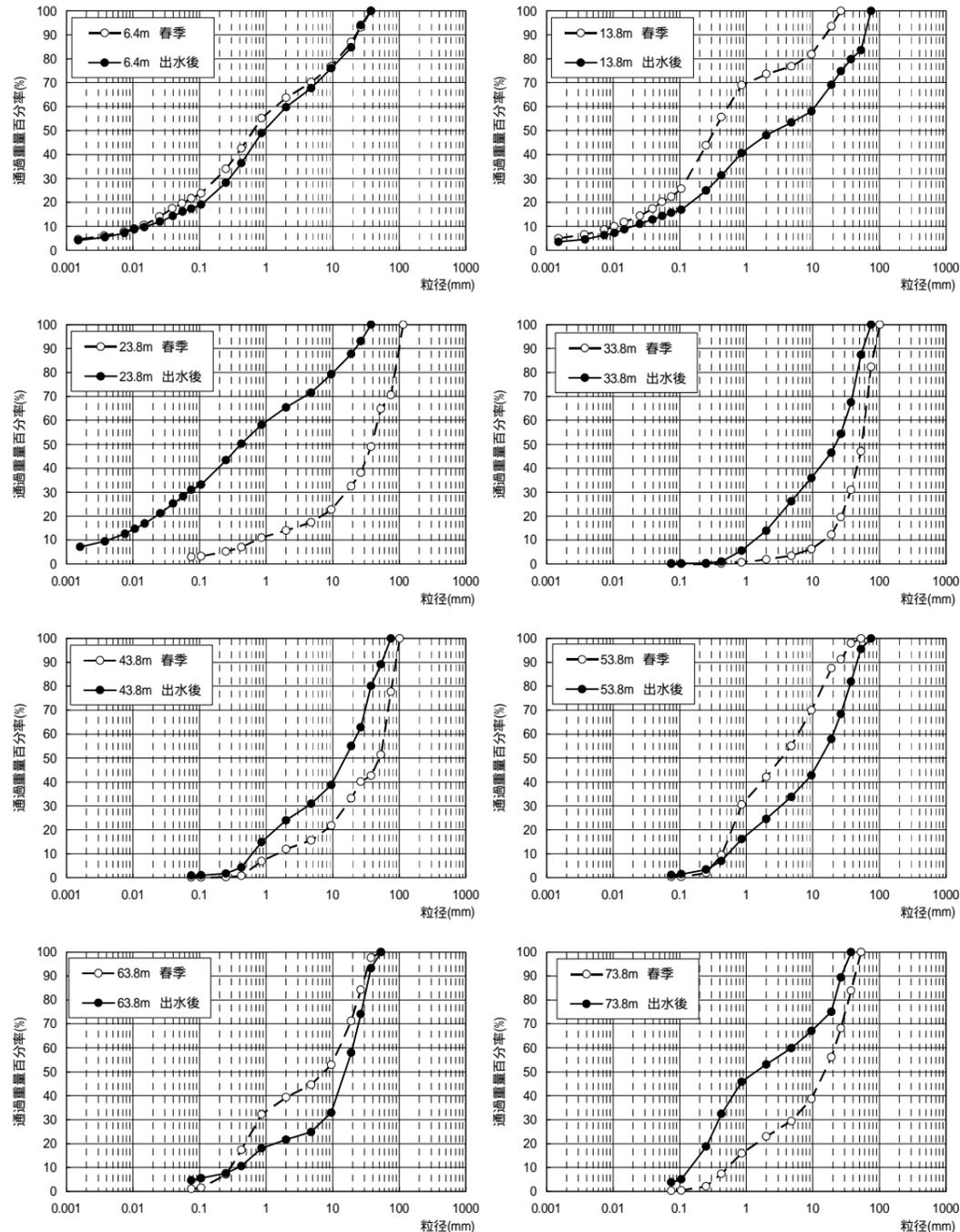


図 3.15 河床材料の粒度分布 (測線 2) (春季および出水後)

表 3.1 河床材料採取箇所状況写真一覧表 (測線 2) (春季および出水後)

	平成 22 年度	
	春季 (平成 22 年 6 月 17 日)	出水後 (平成 22 年 11 月 22 日)
6.4m		
13.8m		
23.8m		
33.8m		
43.8m		
53.8m		
63.8m		
73.8m		

＜平成 23 年度＞

- ・陸側の 6.4m、13.8m では、他の地点に比べ、砂分及び粘土・シルト分の割合が高く、いずれの地点でも出水後も大きな変化はみられなかった。
- ・23.8m 地点は、春季調査時には河道内でも堆積地に近接した流速の緩い地点であったため砂～細礫が堆積していたが、出水後には河道が堆積地側を浸食して広がり、流速のある環境に変化し、礫分の割合が増加した。
- ・出水前後ともに河原上の地点であった 33.8m 地点～73.8m 地点では、礫分を主体とする分布を示し、出水前後で河床材料の構成に大きな変化はみられなかった。

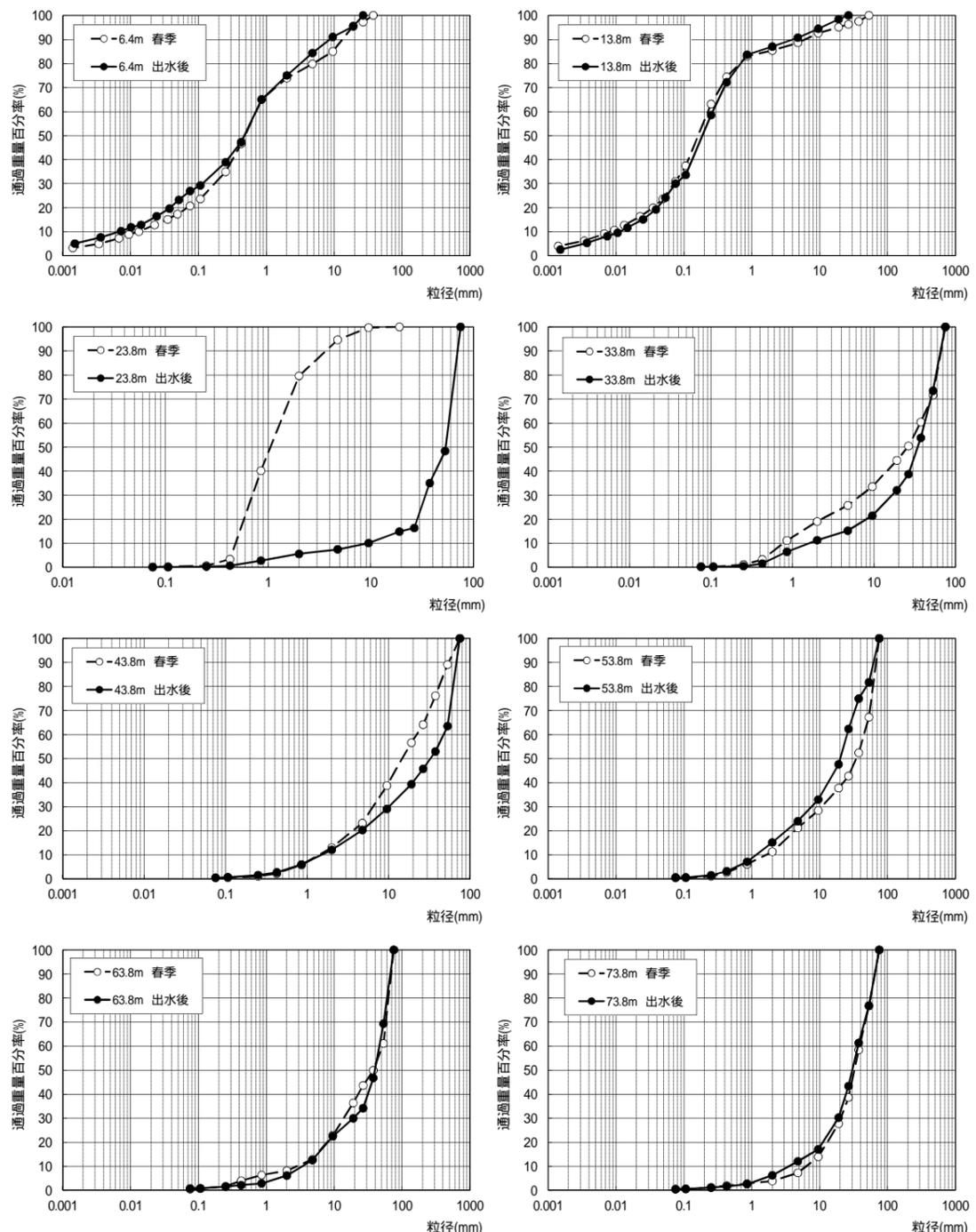


図 3.16 河床材料の粒度分布 (測線 2) (春季および出水後)

表 3.2 河床材料採取箇所状況写真一覧表 (測線 2) (春季および出水後)

	平成 23 年度	
	春季 (平成 23 年 7 月 5～6 日)	出水後 (平成 23 年 11 月 22 日)
6.4m		
13.8m		
23.8m		
33.8m		
43.8m		
53.8m		
63.8m		
73.8m		

<平成 24 年度>

・河床材料は基点から 13.8m 付近までは主に砂質であり、23.8m 付近以降は主にレキ質であった。

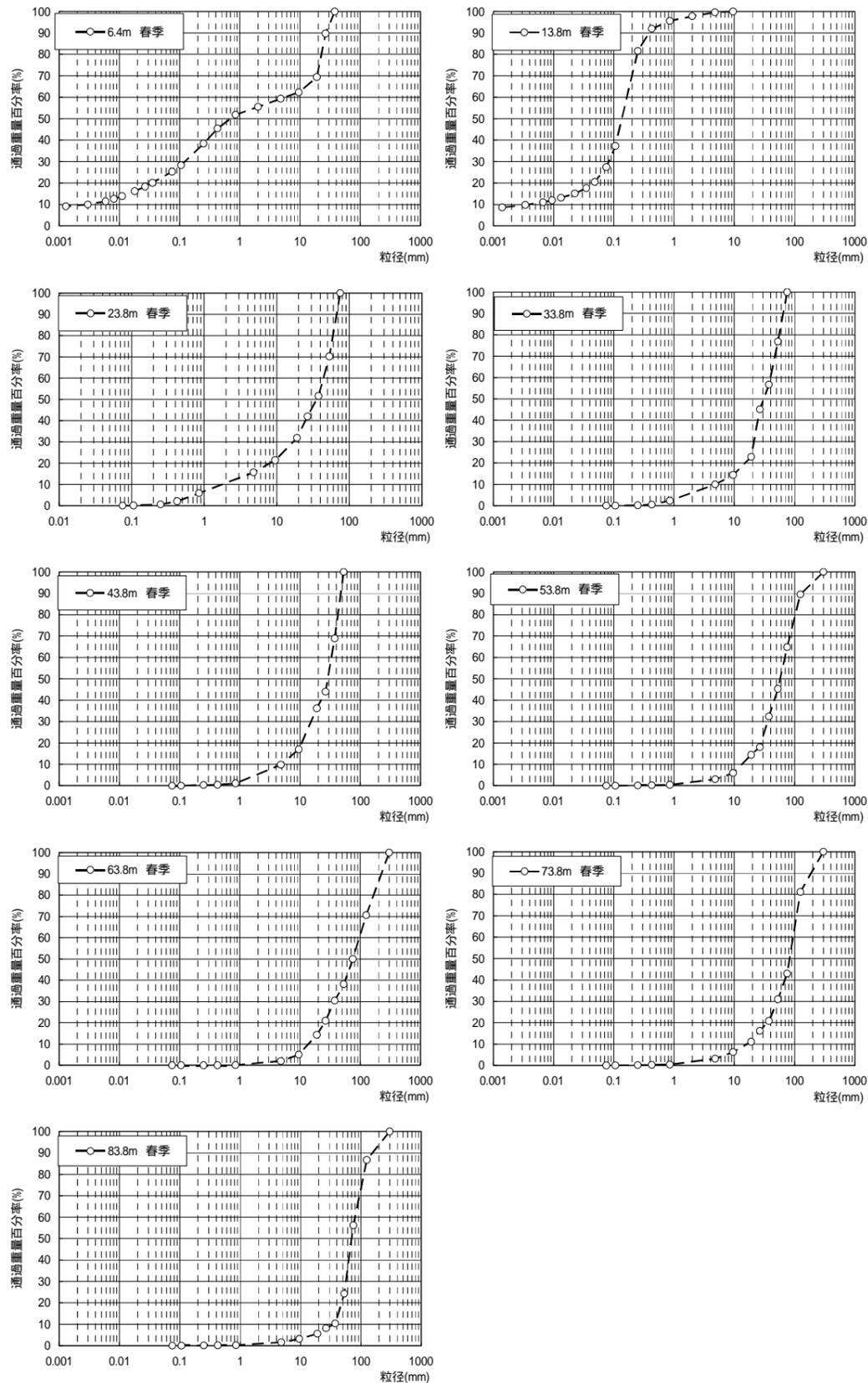


図 3.17 河床材料の粒度分布(測線2)(春季)

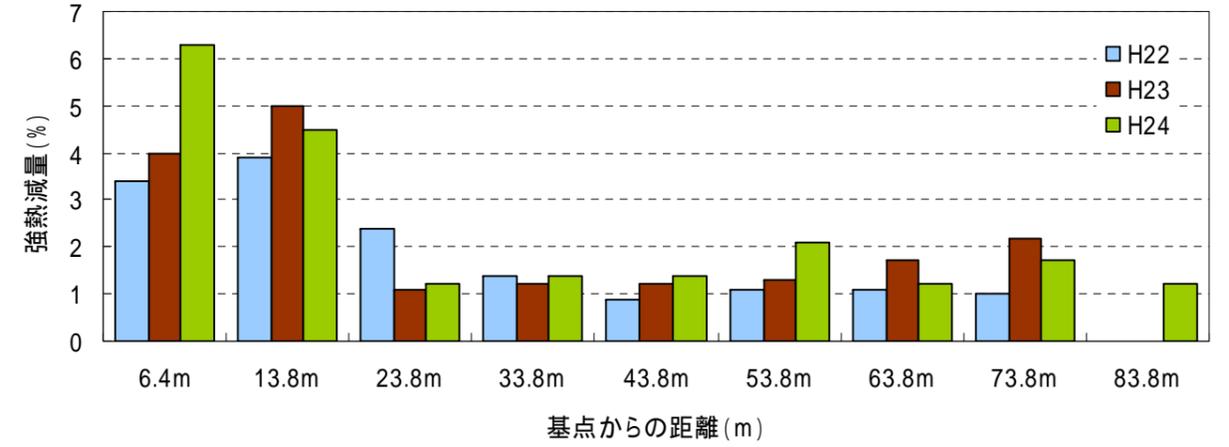


図 3.18 河床材料の強熱減量の経年変化(測線2)(春季)

- ・河床材料の強熱減量は、基点から 13.8m 付近までの植生帯では若干高かったが、基点から 23.8m 付近以降のレキ河原の部分では低い値となっている。
- ・平成 24 年度は平成 23 年度と比較して粒度分布に大きな変化はみられず、強熱減量も概ね低く推移していることから、レキ河原は良好に維持されているものと考えられる。

〔河床材料採取箇所状況写真〕



②レキ率に関する調査結果

測線 1 を対象として、出水前後(春季及び出水後)に撮影した表層河床材料写真からレキ率の読み取りを行った。

区分は小礫以下(16mm未満) 中礫(16mm~64mm) 大礫(64mm~256mm)の3区分とし、画像処理ソフトにより写真上の礫を色分けし各区分の面積を算出した。

<平成 22 年度>

- ・春季の調査結果より、測線 1 の表層河床材は主に小礫以下(16mm未満)で構成されており、河岸部に近い55m~73mで中礫および大礫がみられる状況であった。
- ・出水後には測線中ほどの45m~55mの区間で中礫および大礫の増加がみられた。

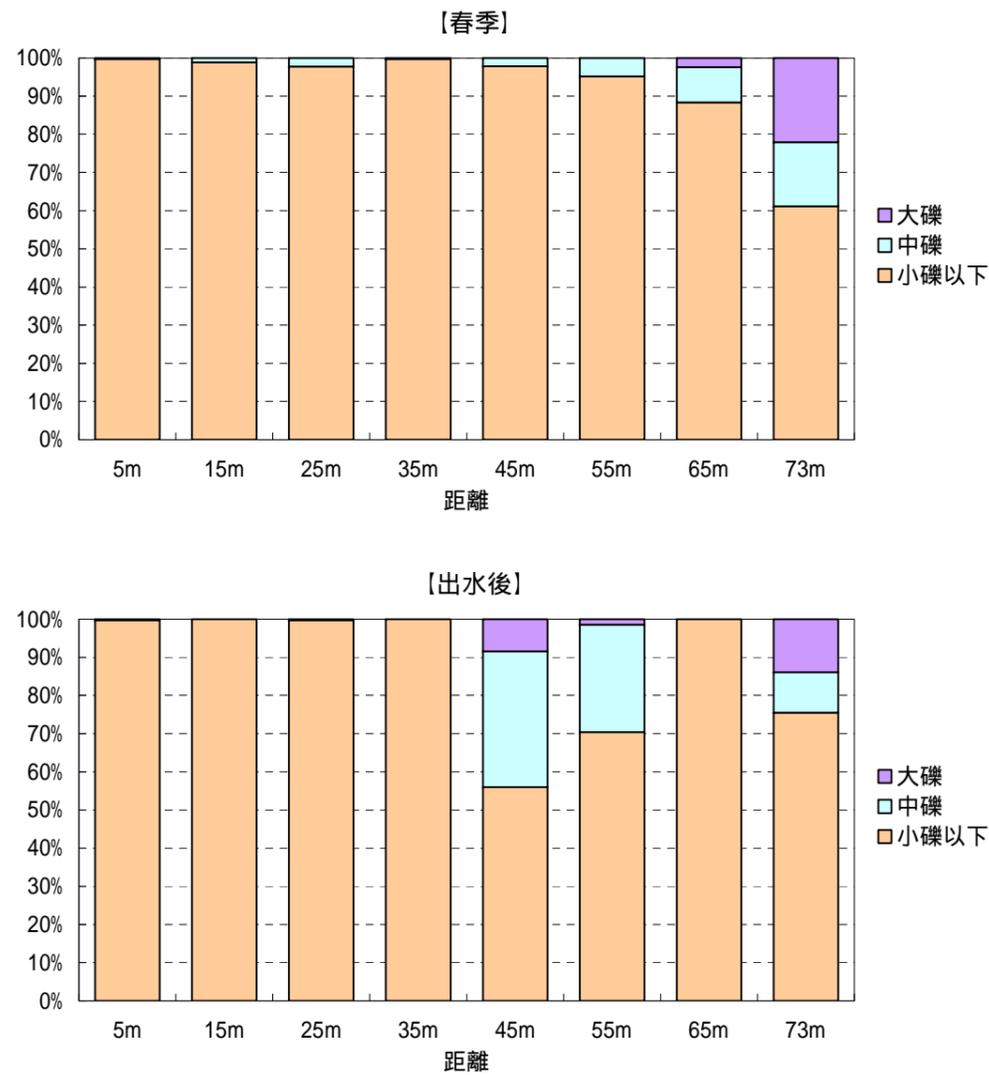


図 3.19 出水前後におけるレキ率の変化状況(測線 1)

- 小礫以下(~ 16mm)
- 中礫(16mm ~ 64mm)
- 大礫(64mm ~ 256mm)

表 3.3 レキ率読み取り状況一覧表(測線1表層河床材料)

	春季(平成 22 年 6 月 17 日)		出水後(平成 22 年 8 月 14 日)	
5m				
15m				
25m				
35m				
45m				
55m				
65m				
73m				

<平成 23 年度>

- ・右岸低水路法肩に近く、草本植物が密生している 5m ~ 35m までは、出水前後ともに小礫以下の割合が多かった。ただし、25m 地点には小規模な水路があり、春季には堆積地上であった地点が出水後の調査時には水面下で砂が堆積した環境になっていた。
- ・植生が薄くなり、河原となる境界付近に位置する 45m 地点では、出水後に砂分が減り、中礫や大礫の割合が増した。
- ・出水前後(春季、出水後)ともに植生の無い河原環境であった 55m、65m、73m 付近では概ね同様であるが、河原環境である 55m、65m 地点では粒度分布が比較的大きくなっている。
- ・一方、73m 地点は河原と河道の境界付近であり、河原とは異なり、出水前後(春季、出水後)ともに砂分が優占していた。
- ・以上より、植生が繁茂する右岸低水路法肩に近い地点では、細かい粒度成分がトラップされる傾向が維持されているが、植生の薄い地点や、河原では、出水後に小礫以下、特に砂分が減ることで、相対的に粒径の大きな環境に変化する傾向がみられた。

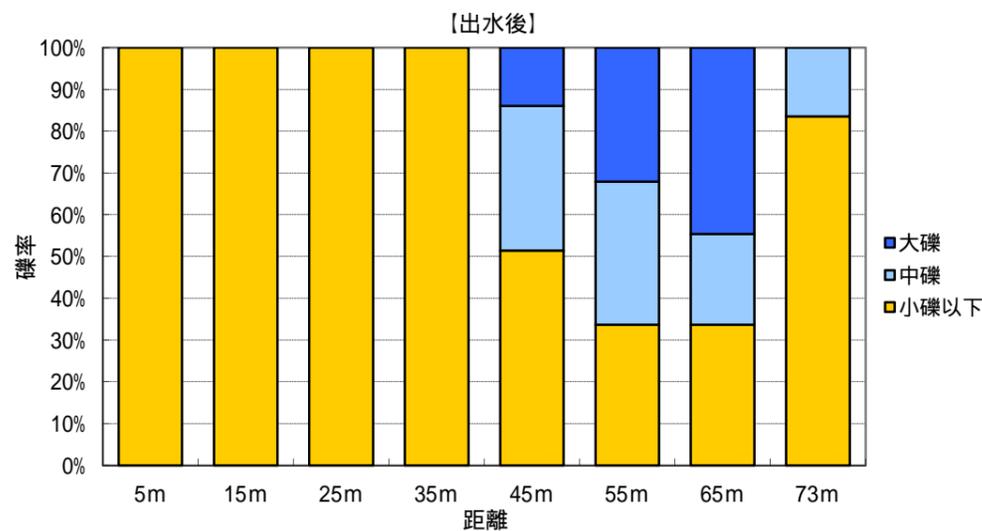
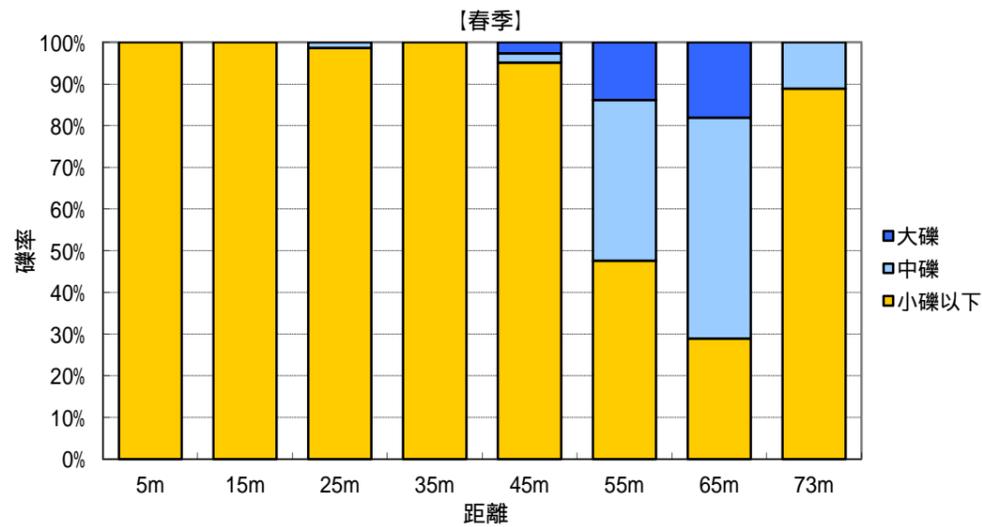


図 3.20 出水前後における礫率の変化状況(測線 1)

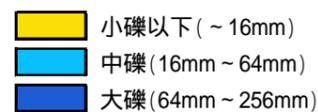


表 3.4 レキ率読み取り状況一覧表(測線1表層河床材料)

	春季(平成 23 年 7 月 5 日 ~ 6 日)		出水後(平成 23 年 11 月 22 日)	
5m				
15m				
25m				
35m				
45m				
55m				
65m				
73m				

(5) 面積の変化

平成 22 年度～平成 24 年度におけるレキ河原の面積の変化状況について以下に示す。

- ・平成 22 年度と平成 23 年度のレキ河原の面積を比較すると、レキ河原が約 2000m² 程度大きくなっていることがわかる。また、それに合わせてツルヨシ群落やその他の草本群落の面積も大きくなっている。
- ・平成 24 年 6 月の調査結果をみると、砂洲形状に大きな変化はみられなかったが、砂洲上ではセイヨウカラシナ、ヤナギタデ等の草本群落の増加が確認されている。

表 3.5 面積の変遷一覧表

区分	H22			H23			H24
	6月	8月	10月	7月	9月	10月	6月
自然裸地(砂・礫等)	6,314	6,474	7,131	9,085	8,526	9,380	9,440
ツルヨシ群落	684	673	866	1,978	1,686	1,828	1,968
その他の草本群落	1,597	1,494	1,746	1,788	1,986	2,098	2,573
開放水面	11,009	10,964	9,862	6,754	7,407	6,299	5,624

(単位:m²)

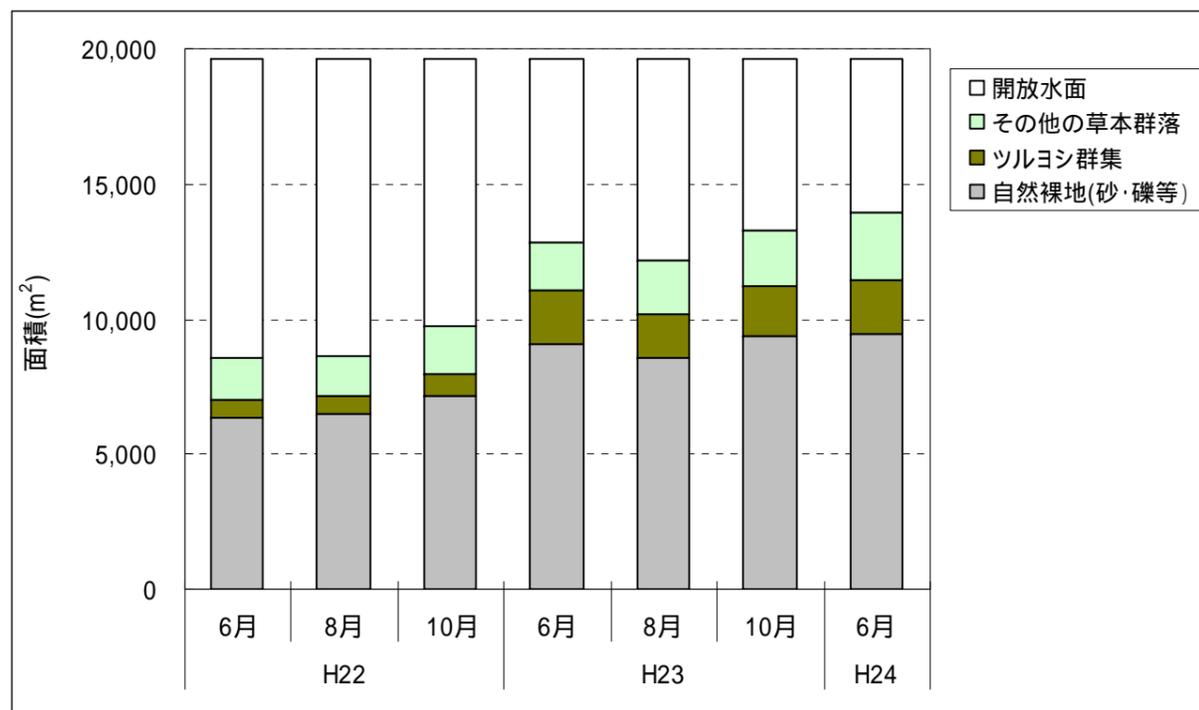


図 3.21 面積の経年変化

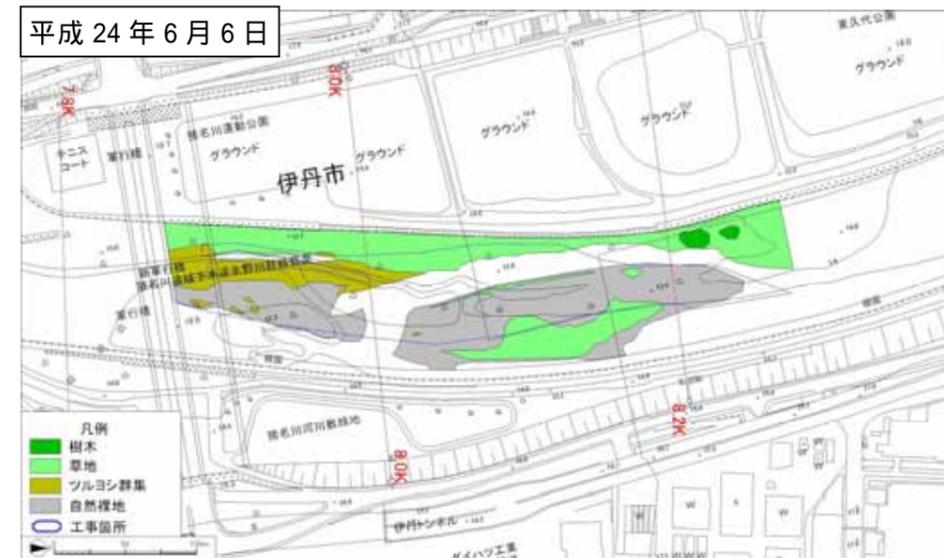
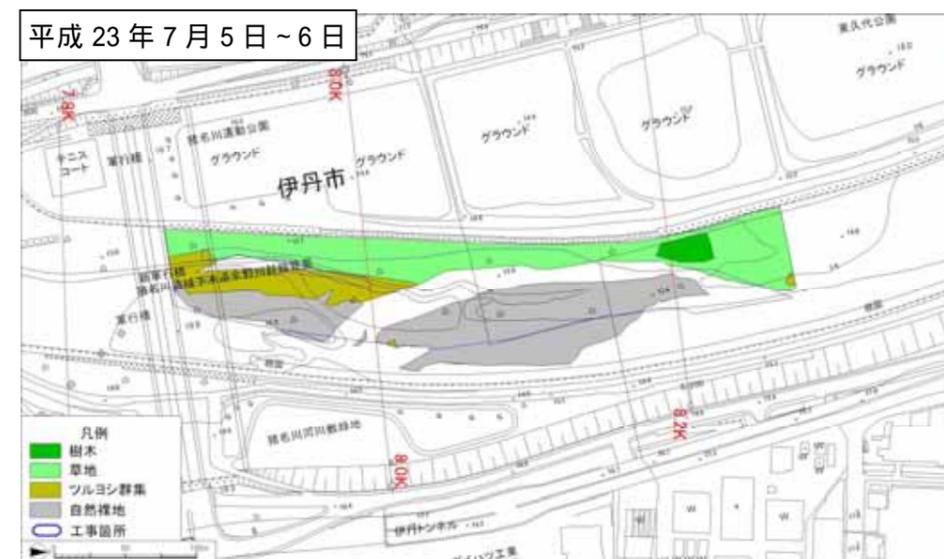
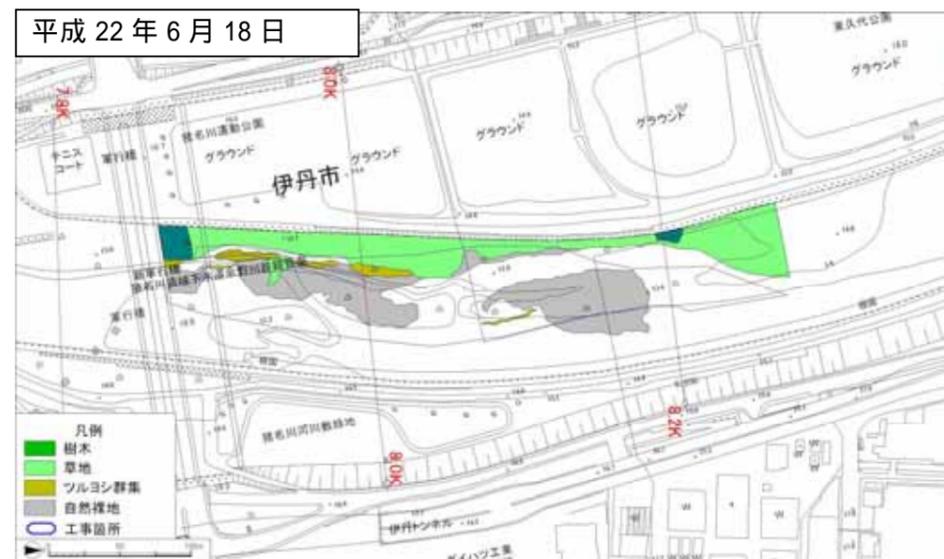


図 3.22 面積の経年変化状況図(春季調査)