

3.2 平成 18 年度出水に伴う置き砂流下の影響調査

3.2.1 モニタリング調査の概要

置き砂流下に伴うモニタリング調査項目は表 3-2 に示した 8 項目を対象とした。調査位置を図 3-5、図 3-6 に示す。

表 3-2 モニタリング調査概要

No.	目的	モニタリング内容	モニタリング調査項目	具体的な調査内容	調査時期
1	置き砂土砂の移動実態把握	砂成分の移動実態把握	砂分の移動追跡 (線格子法による表層河床材料調査)	置き砂設置地点下流の水際部を中心とした表層河床材料調査を行い、置き砂が流下した後の土砂(主に砂分)の移動状況を把握する。	置き砂流下後: 1 回
2		置き砂の流下量把握	置き砂土砂の横断測量	置き砂流下後の置き砂設置形状の変化より、置き砂の流下量を把握する。	
3		置き砂の粒度把握	置き砂土砂の粒度試験	設置した置き砂の土砂の粒径成分(粒度分布)を把握するため、土砂のふるい分け試験を行う。	置き砂設置後: 1 回
4	置き砂流下による地形変化把握	礫・石成分による地形変化把握	瀬・淵分布の変化	置き砂流下前後の瀬・淵の分布状況を「河川水辺の国勢調査マニュアル(平成 9 年度版)」に従った目視調査を行い、変化を把握する。	置き砂流下後: 1 回
5	河川生態系変化把握	水域環境の変化把握	付着藻類の変化	置き砂設置前後の河床の礫に付着する藻類を採取・分析し、置き砂による付着藻類の変化を把握する。	平常時: 4 回 : 7 月～10 月の初旬 (1 日～10 日)
6			底生生物の変化	置き砂前後の底生動物(主に水生昆虫)を採取し、置き砂による底生動物の生息数・生息種の変化を把握する。	洪水時: 3 回 : 7 月～10 月の洪水直後 およびその 2 週間後
7	障害把握	置き砂流下による水質変化把握	置き砂による水質への影響	平常時および洪水時の河川水を採取・化学分析を行い、置き砂からの土砂流出による河川水質への影響を把握する。	平常時: 1 回 置き砂流下時: 2 回 (置き砂流下時・流下後)
8	洪水時の流下土砂量の把握	洪水時の流砂量観測	流砂量の粒度試験、土砂濃度分析	洪水時の河川水を採水し、河川水中の浮遊砂・ウツシュロートの移動量・粒径の実態把握、および置き砂流下による影響を把握する。	洪水時: 1 回



図 3-5 洪水時土砂流下量の観測地点



図 3-6 付着藻類調査地点、底生生物調査地点、砂分の移動追跡調査地点、水質調査地点位置図

3.2.2 平成 18 年度の相模川における出水の概要

(1)洪水の規模

平成 18 年（2006 年）の城山ダム日放流量は図 3-7 に示すとおりであり、平成 18 年中で置き砂流下対象規模を満足する最初の出水である 10 月 6 日～7 日出水を調査対象とした。なお、12 月 27 日も 10 月 6 日出水とほぼ同規模の出水が発生しているが、冬期のため付着藻類・底生生物等の河川環境への影響評価が難しいことから詳細なモニタリング調査は行っていない。

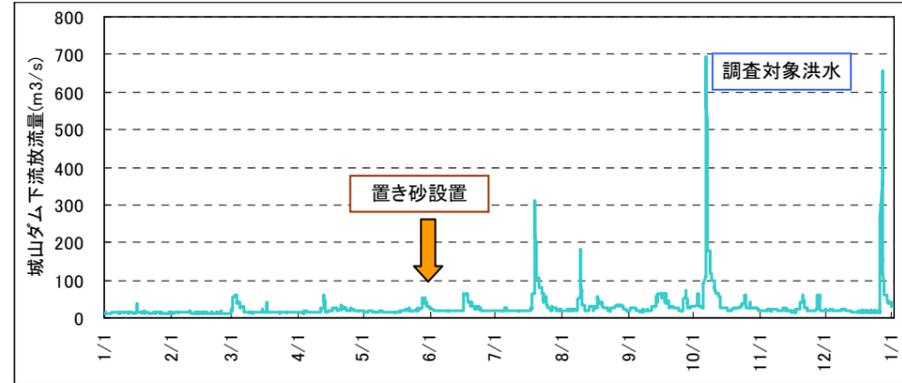


図 3-7 城山ダム時刻放流量（平成 18 年：2006 年）

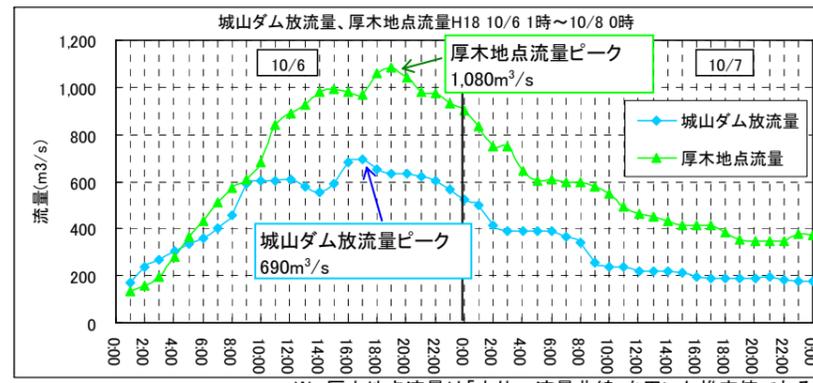


図 3-8 10 月 6 日～7 日出水時の城山ダム放流量と厚木地点放流量



図 3-9 流量記載地点

(2)洪水時の置き砂の状況

10 月 6 日出水時の置き砂周辺の状況は表 3-3 の通りであり、洪水ピーク流量付近（ $Q_p=700\text{m}^3/\text{s}$ ）では、上流側置き砂はほぼ水没している様子が確認できる。

表 3-3 洪水時の置き砂の状況（座架依橋上より撮影）

①平常時(7/7 12:00、城山ダム時刻放流量=20m ³ /s)	②10/6 13:00、城山ダム時刻放流量=580m ³ /s	③10/6 14:00、城山ダム時刻放流量=560m ³ /s	④10/6 15:00、城山ダム時刻放流量=590m ³ /s
⑤10/6 16:00、城山ダム時刻放流量=680m ³ /s	⑥10/7 9:00、城山ダム時刻放流量=260m ³ /s	⑦10/7 11:00、城山ダム時刻放流量=240m ³ /s	⑧10/7 12:00、城山ダム時刻放流量=220m ³ /s

3.2.3 平成 18 年 10 月 6 日出水での置き砂流下状況の整理

(1) 出水時の置き砂変化状況

今回出水での置き砂流下は、**河岸沿いからの側方侵食が主体であり、置き砂天端面(上面)や側面からの土砂移動はほとんど見られない結果となった。**その理由は以下の通りと想定される。

- ・ 置き砂試験施工の設置形状、設置土砂粒径は、第 3 回検討会での議論を踏まえ 10mm 程度の土砂が設計流量 (Q=700m³/s および 1,200m³/s) 時に確実に流下することを想定して定められている。
- ・ しかし、実際には 10mm 以上の大粒径土砂を含む設置地点現地高水敷土砂を用いたことから、図 3-11 のイメージ図のように置き砂天端面が大粒径土砂に覆われることとなり、置き砂表層の砂・小石が移動した以外は大粒径土砂の下にある置き砂土砂が移動しなかったものと考えられる。

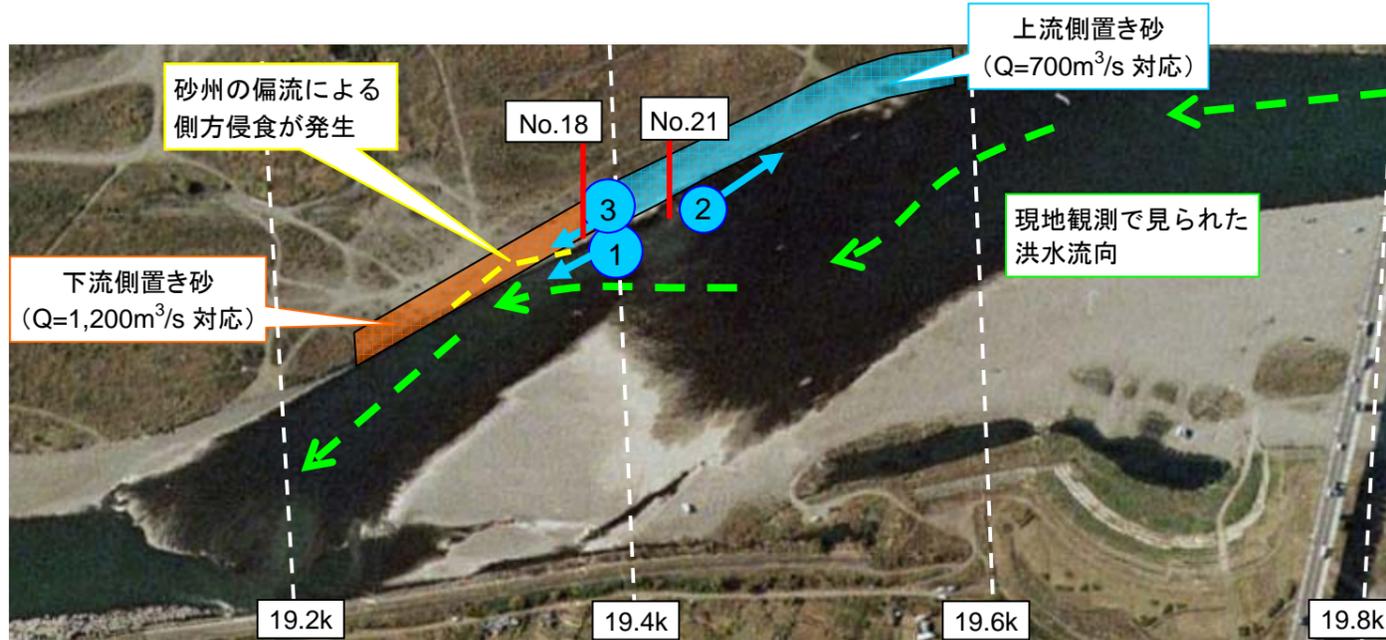


図 3-10 置き砂周辺の変化状況

項目	単位	値
ピーク時水位	T.P.m	23.312
置き砂天端高	T.P.m	22.542
置き砂天端水深	m	0.770
エネルギー勾配	1/n	422
摩擦速度	cm/s	13.4

粒径 mm	無次元掃流力 τ^*
D10	0.9
D20	2.2
D30	4.8
D40	10.6
D50	18.4
D60	27.2
D70	35.8
D80	48.0
D90	68.2
D100	100.0

表 3-4 置き砂天端面での土砂移動可能性評価* (Q=700m³/s 対応)

※土砂移動の判断は、無次元掃流力 $\tau^* \geq 0.050$ を指標とした

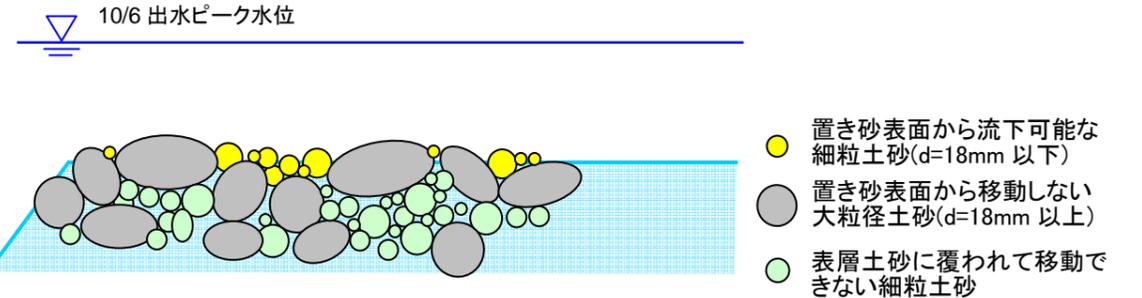
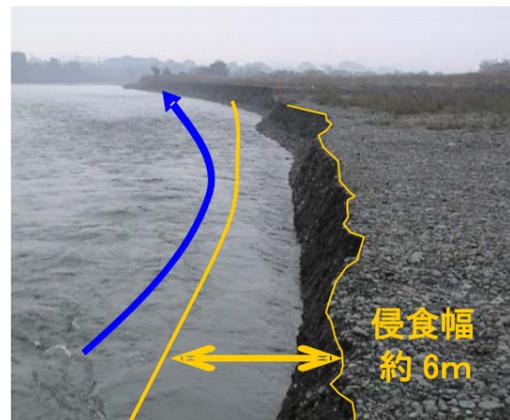


図 3-11 今回出水での置き砂土砂移動イメージ図



①地点より下流を望む

: 河岸法線に変化が見られ、側方侵食による斜面崩落が生じたものと想定される。



②地点の上流を望む

: 河岸沿いの植生による流速低減効果により、湾曲部外岸側に位置するものの河岸に影響は見られない。



洪水前 表面に細粒土砂が見られる

洪水後 表面の細粒土砂が流失

③地点下流側: 中出水対応置き砂上流端

: 上流面は降水時に冠水しており、その際に表面の細粒土砂が洗い流されたため、礫分のみが残ったものと考えられる。

図 3-12 洪水時の置き砂変化状況

(2)置き砂の流下量把握

1)横断形状から見た置き砂流下状況

置き砂竣工直後および10月6日出水後の置き砂形状を横断測量により計測し、出水前後の置き砂および設置地点の形状変化を確認した。

横断測量結果より、置き砂および置き砂設置地点の形状変化を整理すると以下の通りとなる。

- ・置き砂天端面の変化はほとんど見られないことから、置き砂天端面からの土砂移動はほとんど生じていないものと推定される。
- ・上流側、下流側置き砂ともに側方侵食が生じている。
 - 下流側置き砂では、最大6m程度の側方侵食が生じている
 - 上流側置き砂では、若干の側方侵食が生じているものの、その変化量は小さい。
- ・今回出水では、置き砂として設置された土砂(図3-13、図3-14のハッチ部)に比べ、設置した土台部分が側方侵食によって流下した様子を確認できる。
 - なお、土台部分と置き砂部の構成材料はほぼ同等と考えられる。
- ・10月6日出水での置き砂流下量は約1,850m³と推定される。
 - 置き砂部分：約550m³
 - 土台部分：約1,300m³

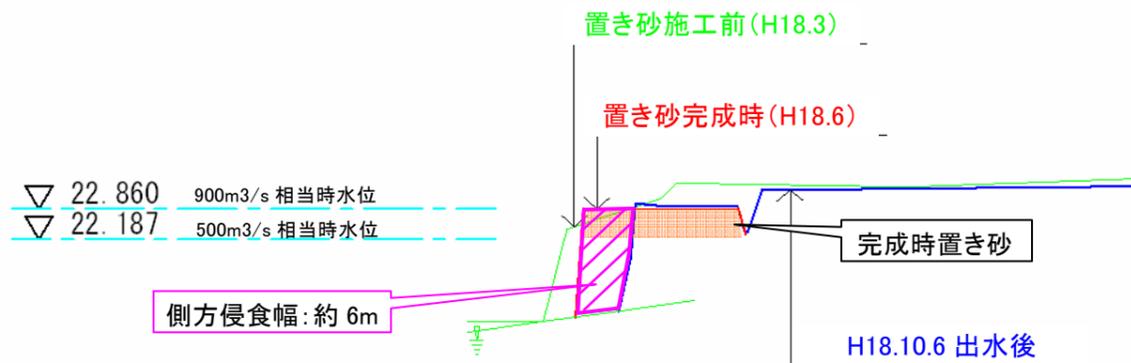


図 3-13 下流側置き砂 (Q=1,200m³/s 対応) 横断測量結果 (No.18 測線)

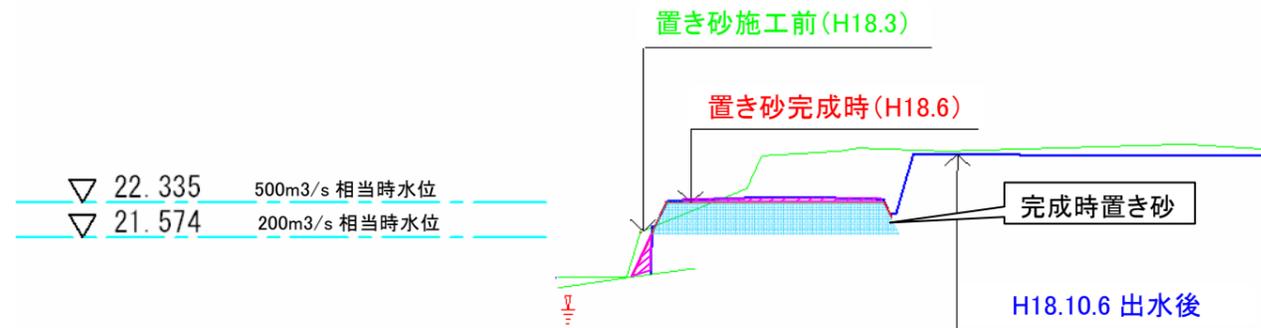


図 3-14 上流側置き砂 (Q=700m³/s 対応) 横断測量結果 (No.21 測線)

2)粒径別の置き砂流下量

横断測量より推定される置き砂および土台部の流下量(約1,850m³)および置き砂土砂の粒度分析結果平均値(図3-15中の黒破線)より、10月6日出水で流下した成分別土砂量を推定した(表3-5参照)。

算定の結果より、海浜・河口砂州の改善に必要な粒径集団(0.2~1mm)の流下量は165m³とかなり少ないことが推定される。

なお、今回の試験施工での置き砂土砂の成分は次の通りである。

- ・1mm~70mm：河道のアーマー化を解消するために必要とされる成分：70%程度
- ・0.2mm~1mm：海浜を構成するために必要な粒度分布：10%未満

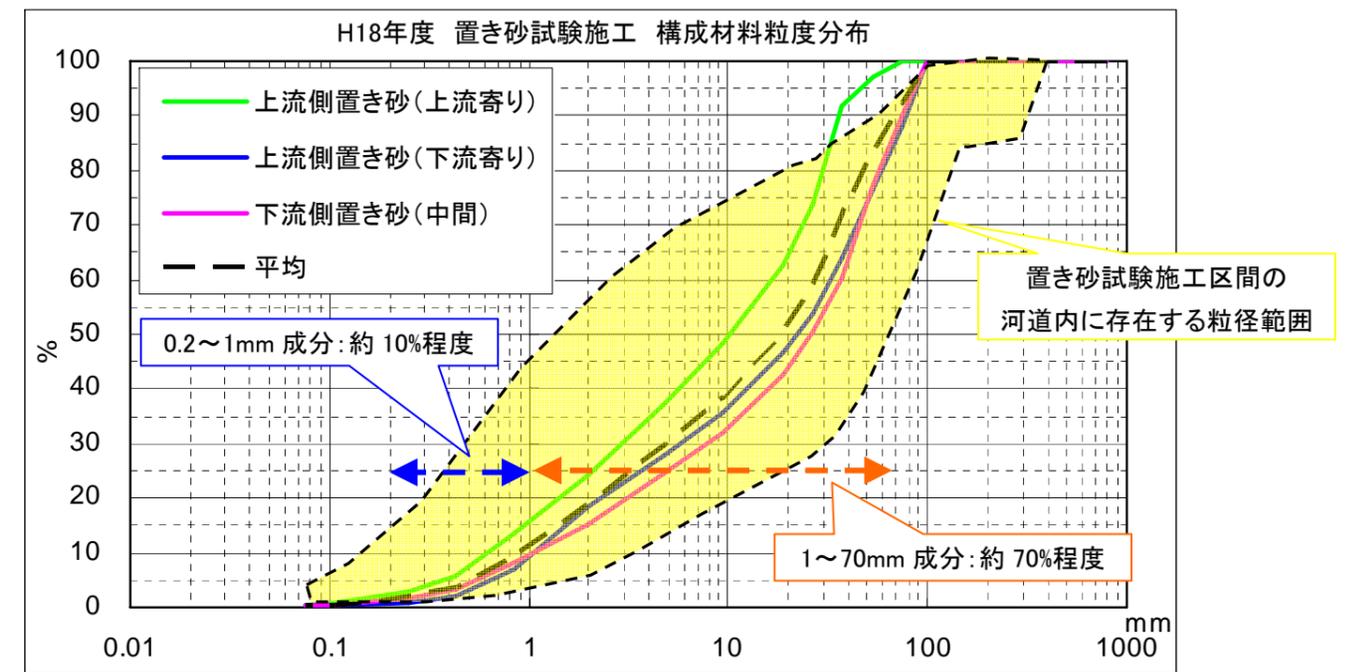


図 3-15 H18年度置き砂試験施工の構成材料

表 3-5 置き砂中における河道、海浜の構成材料の割合

粒径 (mm)	平均 (%)	流下量 (m ³)	備考
70~	16.2	299	
1~70	74.3	1,375	河道のアーマーコート化を解消するために必要な粒径集団
0.2~1	8.9	165	海浜・河口砂州の改善に必要な粒径集団
~0.2	0.6	10	
計		1,850	

3.2.4 10月6日～7日洪水での置き砂流下による影響調査

(1)置き砂の移動に関する調査

1)砂分の移動調査（線格子法による河床材料調査）

A)調査の目的

置き砂土砂に含まれる砂成分の下流河岸への到達状況の把握を目的として、置き砂施工地点下流の平水時水際沿いにて、線格子法による河床材料調査を行った。併せて、水際沿いの河床表面への細粒土砂の堆積状況を撮影し、置き砂土砂の堆積状況を整理した。

B)調査方法

線格子法とは、簡易的な河床材料調査手法である。本調査では、平水時の水際沿いの流下方向に平行な直線上において、河床材料の最大粒径程度の間隔（200mm程度）で河床の砂粒や礫を一つずつサンプリングすることにより、河岸沿い表層河床材料粒度分布の概略把握を行った。なお、置き砂流下により低水路水際部に砂が堆積する場合には、図 3-19 の No.13 に示したように細粒土砂が多くサンプリングされることとなり、河床表面への砂分の堆積状況が把握可能となる。

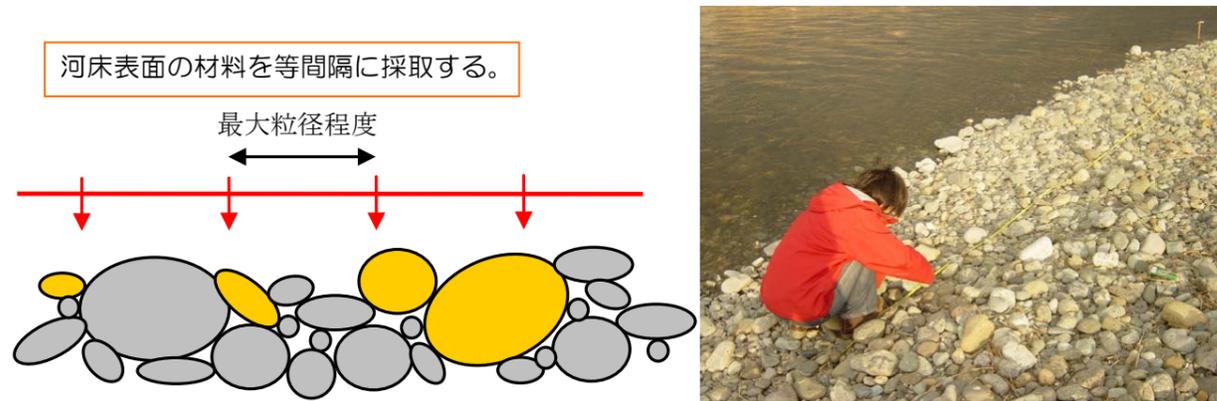


図 3-16 線格子法のイメージおよび調査風景

C)調査時期および調査箇所

調査地点は図 3-17 に示した相模川 15.6k～21.0k の低水路水際部の計 18 地点である。

調査時期は置き砂流下前後の 2 回とした。

- ・ 置き砂施工前：H17.3.18～H17.3.19（平成 16 年度調査）
- ・ 置き砂流下後：H18.10.12～H18.10.17（平成 18 年度調査）

D)調査結果

置き砂流下前後の各地点での表層粒度分布（図 3-19 参照）より、60%粒径、10%粒径の縦断分布を比較した結果、置き砂から流下した砂分のうち、水際沿いに堆積したものは最大 17.0k 地点まで到達した可能性が示唆される。なお、置き砂土砂のうち低水路中央部を流下したのものについては、更に下流に到達している可能性について留意しておく必要がある。

- ・ 主に細粒土砂からなる 10%粒径は、置き砂流下前後の比較より 17.0k～19.4k 区間で 15～25mm 程度から 5mm 以下に縮小しており、上流から細粒土砂供給が示唆される。
- ・ 試験施工区間周辺で、砂分の移動に寄与する河岸侵食や、河川改修などが見られなかったことから、砂分の移動の主な要因は置き砂によるものと考えられる。
- ・ なお、今回出水での置き砂からの砂成分流下量が約 165m³ と少ないこと、出水前調査が置き砂設置の 1 年前に行われたことを勘案し、砂分の移動量を精度良く把握するためには今後のモニタリング調査の継続が必要である。

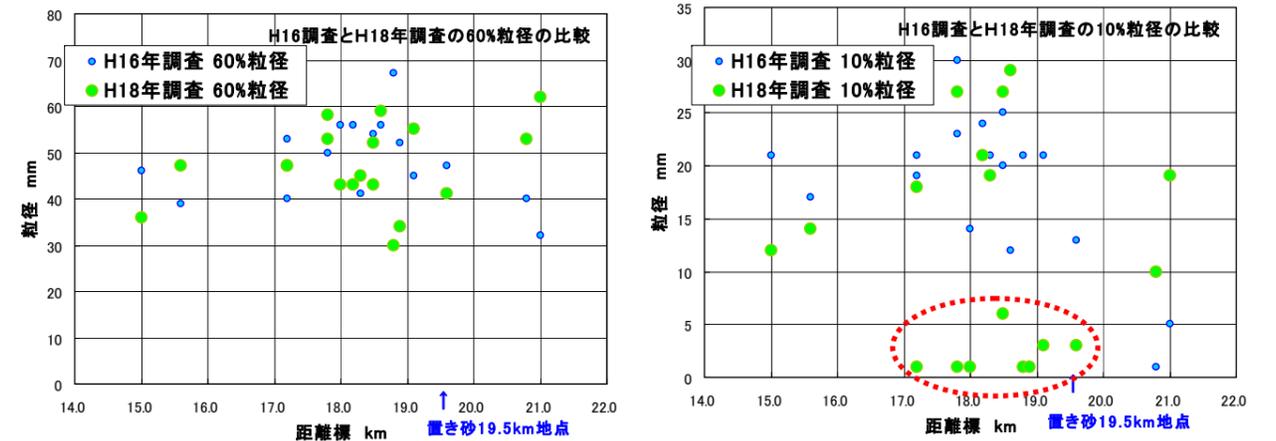
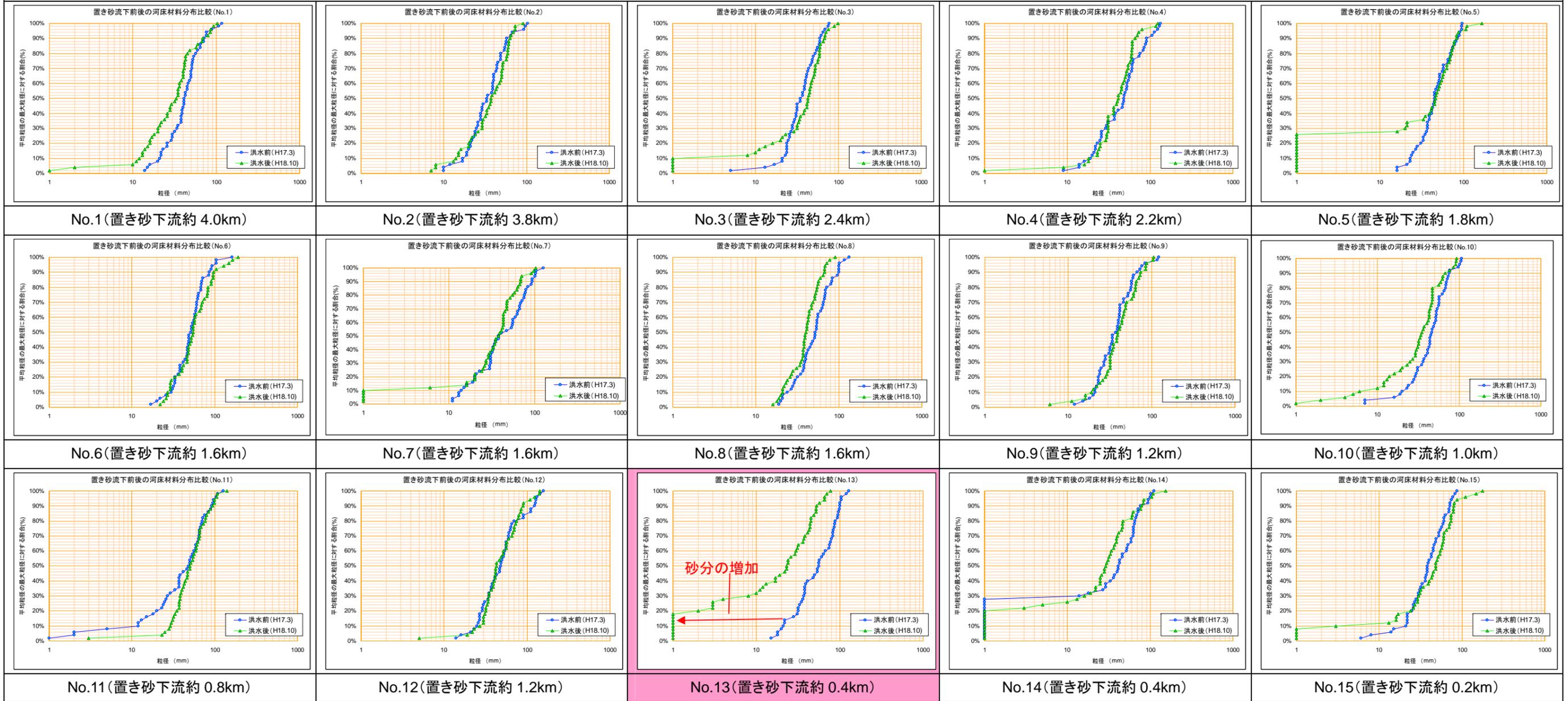


図 3-18 置き砂施工前後の 60%粒径（左図）10%粒径（右図）の縦断変化



図 3-17 線格子法による河床材料調査位置図

置き砂下流



置き砂上流

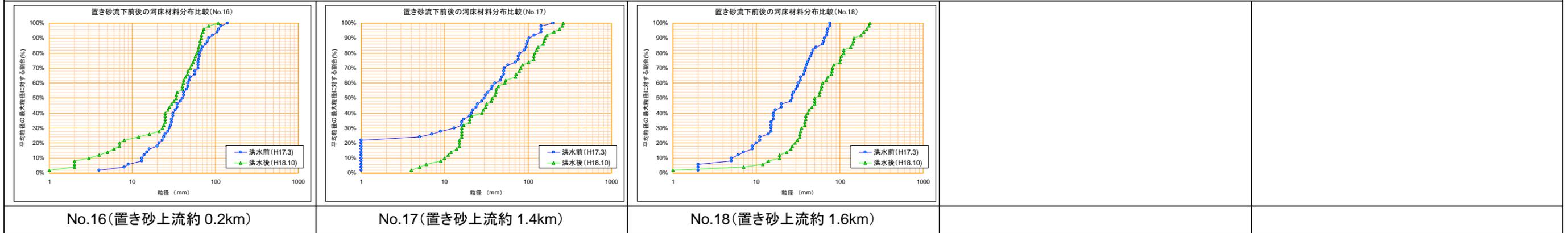
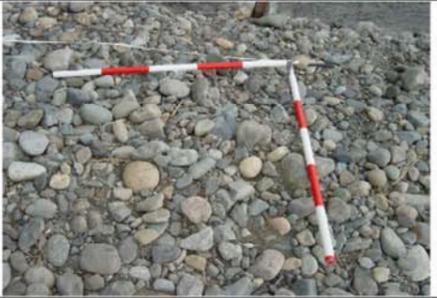


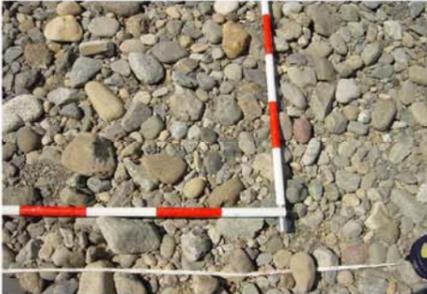
図 3-19 置き砂施工前後における河床材料調査結果(平成 18 年度及び平成 16 年度)

表 3-6 平成 17 年 3 月及び平成 18 年 10 月線格子調査地点写真の比較 (1/2)

置き砂下流					
No. 1(置き砂下流約 4.0km)		No. 2(置き砂下流約 3.8km)		No. 3(置き砂下流約 2.4km)	
H17 年 3 月調査	H18 年 10 月調査	H17 年 3 月調査	H18 年 10 月調査	H17 年 3 月調査	H18 年 10 月調査
					
No. 4(置き砂下流約 2.2km)		No. 5(置き砂下流約 1.8km)		No. 6(置き砂下流約 1.6km)	
H17 年 3 月調査	H18 年 10 月調査	H17 年 3 月調査	H18 年 10 月調査	H17 年 3 月調査	H18 年 10 月調査
					
No. 7(置き砂下流約 1.6km)		No. 8(置き砂下流約 1.6km)		No. 9(置き砂下流約 1.2km)	
H17 年 3 月調査	H18 年 10 月調査	H17 年 3 月調査	H18 年 10 月調査	H17 年 3 月調査	H18 年 10 月調査
					

※ H17 年 3 月調査期間 : H17.3.18~H17.3.19
 H18 年 10 月調査期間 : H18.10.12~H10.17

表 3-7 平成 17 年 3 月及び平成 18 年 10 月線格子調査地点写真の比較 (2/2)

置き砂下流					
No. 10(置き砂下流約 1.0km)		No. 11(置き砂下流約 0.8km)		No. 12(置き砂下流約 1.2km)	
H17年3月調査	H18年10月調査	H17年3月調査	H18年10月調査	H17年3月調査	H18年10月調査
					
No. 13(置き砂下流約 0.4km)		No. 14(置き砂下流約 0.4km)		No. 15(置き砂下流約 0.2km)	
H17年3月調査	H18年10月調査	H17年3月調査	H18年10月調査	H17年3月調査	H18年10月調査
					
置き砂上流					
No. 16(置き砂上流約 0.2km)		No. 17(置き砂上流約 1.4km)		No. 18(置き砂上流約 1.6km)	
H17年3月調査	H18年10月調査	H17年3月調査	H18年10月調査	H17年3月調査	H18年10月調査
					

※ H17年3月調査期間：H17.3.18～H17.3.19
 H18年10月調査期間：H18.10.12～H10.17

2)置き砂流下による地形変化把握（瀬淵の変化調査）

A)調査の目的

置き砂から流下する土砂（主に礫を想定）による低水路部の地形変化を把握することを目的として、出水前後の相模川 15k～21k 区間の瀬淵状況調査を行った。

B)調査の内容

置き砂設置地点上下流（15k～21k 区間）において、「河川水辺の国勢調査マニュアル（平成 13 年度版）」に従い、瀬の状況を目視により調査した。

調査日時は表 3-8 に示した通りである。なお、目視による瀬の位置の確認は河道水位の影響を受けるため、洪水後調査日時の設定は、相模大橋地点の水位を踏まえ、出水前後でほぼ同等となることを確認の上、設定した。

表 3-8 調査日時及び調査時の水位

調査時期	調査日時	水位(相模大橋) ^{※1}
出水前調査	平成 18 年 7 月 7 日	約 50cm
出水後調査	平成 18 年 12 月 6 日	約 50cm

河道水位がほぼ同一であり、水位の差により瀬の位置に変化が生じない調査日を設定

※ 1 国土交通省水質水文データベース(暫定値)



写真 3-1 19.2k 付近の瀬を構成する河床材料

C)調査結果

10 月 6 日出水前後の瀬の分布状況は図 3-20 に示した通りであり、**今回出水での置き砂からの礫成分流下による低水路部地形の変化は、置き砂試験施工箇所から約 200m 下流の 19.2k 付近の範囲で確認されており、それより下流区間への影響は小さいものと考えられる。**

- ・ 低水路部の河床材料は、写真 3-1 に示すように数 cm オーダーの礫で構成されており、洪水時の土砂移動範囲は砂分に比べて小さいものと考えられる。
 - 置き砂地点から流下した砂分のうち低水河岸沿いへの堆積が確認された範囲は置き砂下流 2km 程度（17.0k 地点付近）であることから、砂分より粒径の大きな礫成分の移動範囲は、最大でもこの範囲内であると想定される。
- ・ 出水前後の瀬の分布比較より、低水路内で新たに瀬が生じた場所を置き砂から流下した礫分の堆積箇所と想定すると、下記の点から、置き砂直下流の 19.2k が置き砂による影響範囲と想定される。
 - 17.0k～18.5k 区間では瀬の位置に変化が見られず、土砂堆積による影響は無いものと判断した。
 - 置き砂直下の 19.2k 付近では出水後に新たに瀬が形成されていること、写真 3-1 より瀬の河床材料粒径は数十 mm のオーダーと今回設置した置き砂の主構成材料であることから、**19.2k 地点の瀬は置き砂からの供給土砂の堆積が形成要因の一つと考えられる。**
 - 18.6k および 19.0k 付近の瀬は出水を受けて流出しているが、これは低水路部の河床低下であることから、置き砂土砂の堆積による影響ではないものと判断した。



図 3-20 瀬淵調査結果重ね合わせ図(平成 18 年 7 月調査結果、及び平成 18 年 12 月調査結果)

(2)置き砂による河川環境への影響調査

1)付着藻類調査

付着藻類とは河床の礫表面に繁茂する藻類の総称を指し、その内訳として珪藻類・藍藻類・緑藻類に大きく分類される。アユはこれらの付着藻類のうち、珪藻類・藍藻類を主な餌としていることから、付着藻類の変化を把握することはアユの生育環境の維持・改善の観点から重要と考えられる。

一方、相模川の土砂環境改善の観点から見ると、置き砂等による土砂供給によって河床付近の砂分等の土砂移動が増加することとなり、砂分の流下により礫表面の付着藻類がクレンジング（こすり取られ）され、付着藻類剥離・更新が活発になることが期待されている。

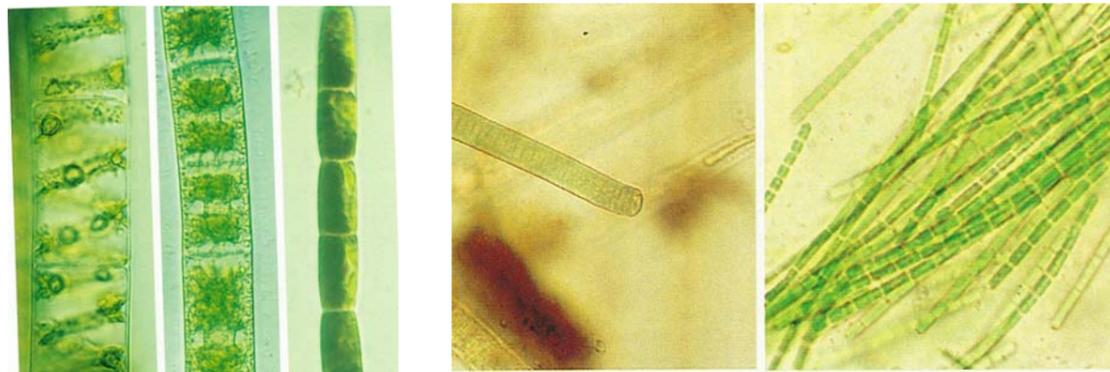
本年度調査では、置き砂流下による付着藻類の剥離・更新状況を把握するため、H18.10.6 出水前後の付着藻類を採取・分析した。また、置き砂設置前の H17 年度調査結果と比較し、置き砂流下による付着藻類環境への影響を評価した。

A)付着藻類とは

a)付着藻類の特徴

藻類とは、水中に生活している植物の中でも種子植物等と異なり形や構造（＝体制）が極めて単純なもの全体を指す。これらの藻類のうち、仮根によって水草や石、他の大型の藻などに付着して生活しているものを付着(性)藻類という。

付着藻類は河川の一次生産者としてアユをはじめとした魚類や底生動物等の餌となり、また水温・流速等河川の水利条件や環境要因の影響を強く受けるため、河川の環境を示す指標として適している。



緑藻類

藍藻類

写真 3-2 付着藻類の顕微鏡写真

b)アユの餌資源としての付着藻類

①Homoeothrix. Janthina (ピロウドランソウ)

アユは付着藻類を餌とする。特に糸状藍藻のピロウドランソウ (Homoeothrix. Janthina) は、アユの摂食圧が高い場所で優占群落を形成することが知られている。ピロウドランソウは、他の珪藻に比べて窒素やカロリー量が高いため餌として適していること、アユによる摂食の後でも根の部分が礫表面に残るため、アユの摂食後は他の藻類より早く再生し、優占種となる特徴

がある。そのため、アユの個体数が増えれば、より優占することとなることから、アユの生育環境の指標として用いることが可能である¹⁾。

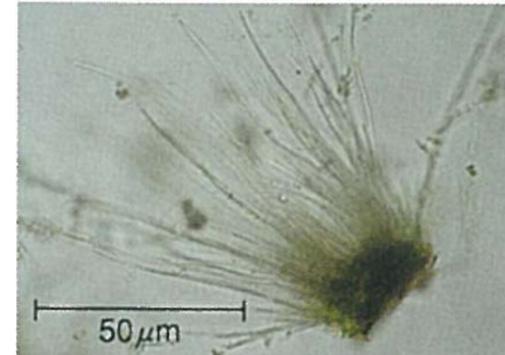


写真 3-3 Homoeothrix. Janthina : ピロウドランソウ²⁾

②洪水による攪乱とクロロフィル a

アユのエサ資源としては、「生きている藻類の割合」や「有機物中に占める藻類の割合」が高い付着藻類が優れていることが知られている。

上記のような付着藻類の状態を維持するためには、出水による適度な攪乱が必要となる³⁾。出水による攪乱前後での付着藻類の状態の変化を示す指標として、生存している藻類現存量を示すクロロフィル a や、強熱減量（付着藻類中の有機物の割合）が用いられる。

③付着藻類の遷移

付着藻類は、出水による剥離後、30 日間程度で単細胞性・群体性から糸状体制へ移行するといわれている。そのため、出水時の調査では、出水直前、出水直後、出水後 2 週間程度の経時変化を把握することが重要となる。

また、平常時の状態を把握しておくことも重要と考えられる⁴⁾。



写真 3-4 付着藻類採取作業

¹⁾ アユが自ら創る生活空間-アユと付着藻類の相互作用を通して、安部信一郎、中央水産研究所ニュース No28、H14.3

²⁾ 淡水藻類入門、山岸高旺編著、1999

³⁾ 自然共生センター活動レポート、平成 15 年度

⁴⁾ 単細胞・群体型付着藻類と糸状型付着藻類の増殖競争モデルの開発、戸田ら、2003、河川技術論文集 vol.9

B)調査回数および時期

本調査でサンプル採取を実施した月日を図 3-21 に示す。本年度は特に置き砂流下が生じた出水前後の3回について、サンプル分析を行った。

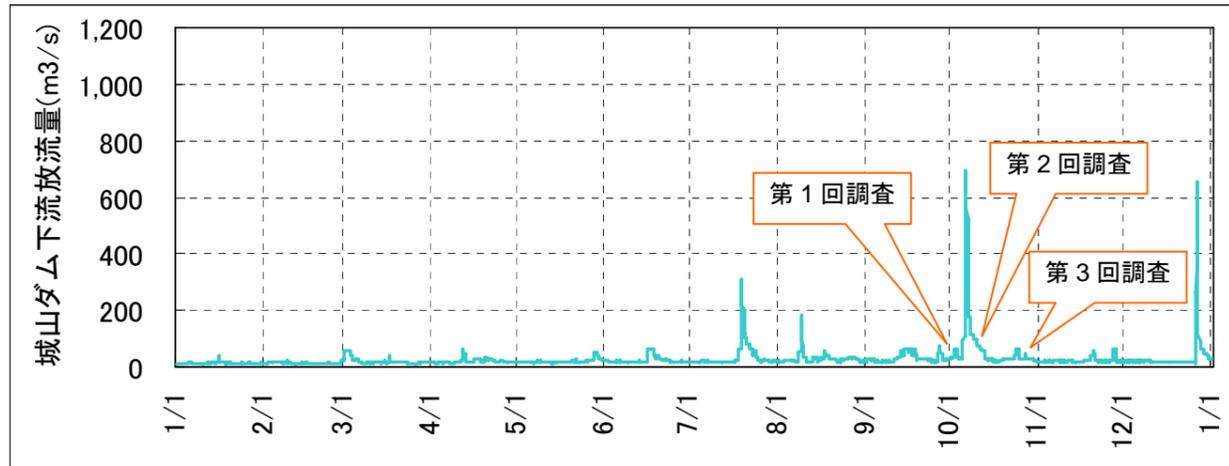


図 3-21 H18年(2006年)調査時期と城山ダム放流量の関係

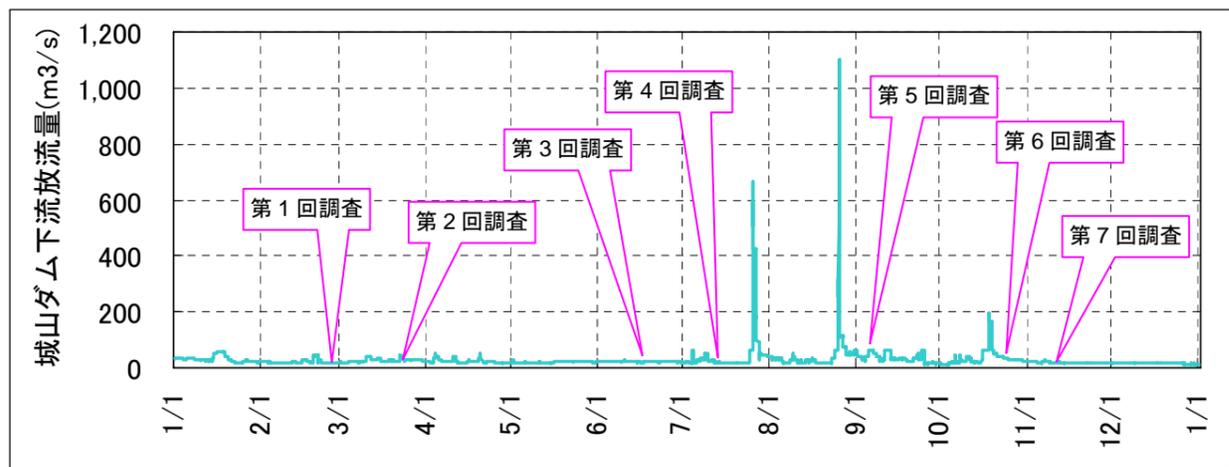


図 3-22 H17年(2005年)調査時期と城山ダム放流量の関係

C)調査項目

調査項目は、表 3-9 に示した着目点に基づいて選定した。

表 3-9 付着藻類調査 分析項目

調査項目	調査の着眼点	備考
優占種の確認	優占する付着藻類の種の把握	ピロウドランソウを含む珪藻・藍藻の割合の把握
強熱減量	サンプル中の有機物の割合の把握	アユの餌として4~7割が適している
クロロフィル a	生存している細胞量の把握	付着藻類のフレッシュ度の指標

D)調査結果

a)優先種について

10/6の採取地点毎の優先種を表 3-10 に整理した。その特徴は以下の通りである。

- ・ 出水前後の全採取地点においてアユのエサとして知られる藍藻類のピロウドランソウ (*Homeoethrix janthina*) が優先種となっている。また、上位5位は藍藻類・珪藻類で占められており、アユのエサ環境としては良好な状態と考えられる。
 - なお、緑藻類は珪藻類・藍藻類に対し比較的大きく、アユの補食が困難なため、緑藻類が卓越する河川環境はアユの生育場として適さないといわれている。
- ・ 置き砂設置前の H17 年度調査結果と比較すると、今回と同時期で出水後の第5回~7回調査結果で全体的な傾向はほぼ同様であり、置き砂流下による大きな影響は見られない。

表 3-10 付着藻類中の優先種 (H18 調査)

	順位	平成18年10月3日				平成18年10月4日			
		St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	
出水直前 10/3~10/4	1	Homeoethrix sp.							
	2	Navicula spp.	Nitzschia spp.	Lyngbya sp.	Melosira sp.	Navicula spp.	Nitzschia spp.	Navicula spp.	
	3	Lyngbya sp.	Navicula spp.	Navicula spp.	Achnanthes spp.	Nitzschia spp.	Navicula spp.	Nitzschia spp.	
	4	Nitzschia spp.	Cymbella spp.	Nitzschia spp.	Fragilaria spp.	Achnanthes spp.	Achnanthes spp.	Melosira sp.	
	5	Achnanthes spp.	Lyngbya sp.	Achnanthes spp.	Navicula spp.	Lyngbya sp.	Melosira sp.	Cymbella spp.	
出水1週間後 10/10~10/11	順位	平成18年10月11日				平成18年10月12日			
	1	Homeoethrix sp.	Homeoethrix sp.	Navicula spp.	Homeoethrix sp.	Homeoethrix sp.	Homeoethrix sp.	Homeoethrix sp.	
	2	Lyngbya sp.	Navicula spp.	Homeoethrix sp.	Achnanthes spp.	Navicula spp.	Melosira sp.	Nitzschia spp.	
	3	Melosira sp.	Fragilaria spp.	Melosira sp.	Lyngbya sp.	Achnanthes spp.	Nitzschia spp.	Melosira sp.	
	4	Navicula spp.	Lyngbya sp.	Nitzschia spp.	Melosira sp.	Nitzschia spp.	Achnanthes spp.	Navicula spp.	
出水3週間後 10/31~11/1	順位	平成18年10月31日				平成18年11月1日			
	1	Homeoethrix sp.							
	2	Achnanthes spp.	Achnanthes spp.	Achnanthes spp.	Navicula spp.	Navicula spp.	Navicula spp.	Navicula spp.	
	3	Navicula spp.	Navicula spp.	Navicula spp.	Melosira sp.	Achnanthes spp.	Achnanthes spp.	Achnanthes spp.	
	4	Lyngbya sp.	Melosira sp.	Nitzschia spp.	Achnanthes spp.	Nitzschia spp.	Melosira sp.	Melosira sp.	
5	Melosira sp.	Nitzschia spp.	Cymbella sp.	Nitzschia spp.	Cymbella sp.	Cymbella sp.	Cymbella sp.		

表 3-11 付着藻類中の優占種 (H17 調査、全地点平均値)

順位	2月調査	3月調査	6月調査	7月調査
1	Homeoethrix janthina ピロウドランソウ	Homeoethrix janthina ピロウドランソウ	Homeoethrix janthina ピロウドランソウ	Homeoethrix janthina ピロウドランソウ
2	Chamaesiphon minutus コンボウランソウ	Nitzschia frustulum v. perpusilla ハリケイソウ	Entophysalis sp.	Entophysalis sp.
3	Nitzschia frustulum v. perpusilla ハリケイソウ	Chamaesiphon minutus コンボウランソウ	Fragilaria construens オビケイソウ	Stigeoclonium sp. キヌミドロ
4	Cocconeis placentula コバンケイソウ	Nitzschia spp. ハリケイソウ	Navicula exilis フネケイソウ	Fragilaria construens オビケイソウ
5	Achnanthes lanceolata マガリケイソウ	Cocconeis placentula コバンケイソウ	Stigeoclonium sp. キヌミドロ	Navicula exilis フネケイソウ
順位	9月調査	10月調査	11月調査	
1	Navicula exilis フネケイソウ	Homeoethrix janthina ピロウドランソウ	Homeoethrix janthina ピロウドランソウ	
2	Navicula gregaria フネケイソウ	Entophysalis sp.	Nitzschia frustulum v. perpusilla ハリケイソウ	
3	Cymbella sinuata クチビルケイソウ	Navicula exilis フネケイソウ	Melosira varians タルケイソウ	
4	Gomphonema parvulum カサビケイソウ	Navicula minima フネケイソウ	Fragilaria crotonensis オビケイソウ	
5	Navicula viridula v. rostrata フネケイソウ	Nitzschia frustulum v. perpusilla ハリケイソウ	Navicula exilis フネケイソウ	

※ : 水色ハッチー藍藻、黄色ハッチー珪藻、緑色ハッチー緑藻を表す。

b) 強熱減量・クロロフィル a について

強熱減量（有機物量）・クロロフィル a（生きている細胞量）の状況を縦断的に整理した。
H18年度の調査では、洪水による付着藻類の更新の観点から整理を行った。

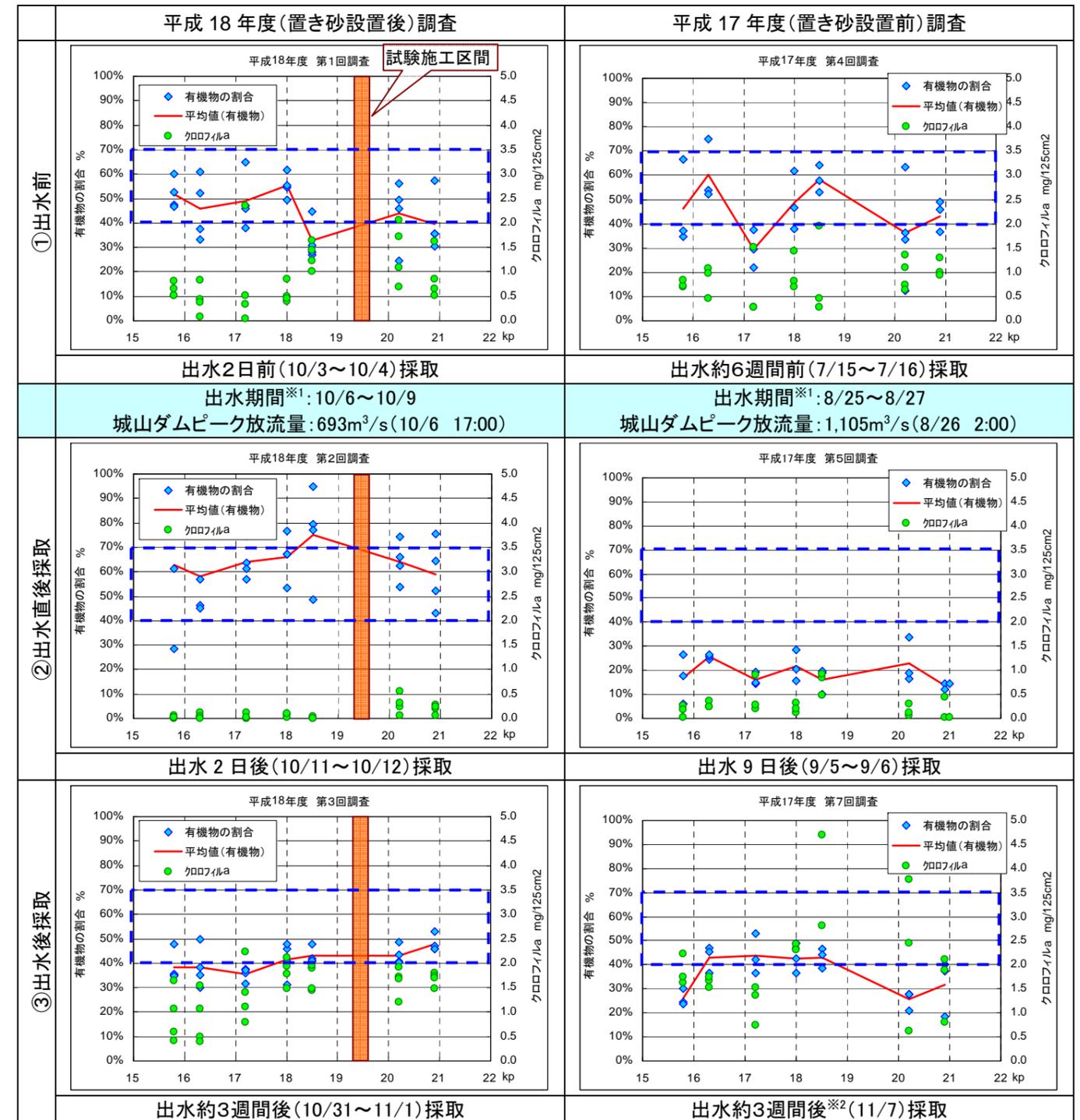
① 全川的な変化

本年度（H18年度）および昨年度（H17年度）の出水前後の付着藻類の縦断変化をそれぞれ図 3-23 に整理した。

- 出水直前では、有機物割合が 40%以上、クロロフィル a が 0.5~2.0(mg/125cm²)と、生きた付着藻類が多く存在しており、アユのエサ環境としては良好な状態にある。
- 出水直後調査では、10/6 出水を受けてクロロフィル a がほぼ 0 まで大きく減少しており、付着藻類の剥離が生じたことが考えられる。
 - 強熱減量については、10/6 出水がピーク流量 700m³/s 程度と小さく H17 年度の第 5 回調査時のように付着藻類の剥離量が大きくなかったこと、上流域で剥離した付着藻類が採取地点の礫表面に堆積したことから、H17 年度調査と異なり、出水後も有機物割合に大きな変化が生じなかったものと考えられる。
- 出水 3 週間後には、出水後に減少したクロロフィル a が回復し、ほぼ出水前と同等の状態となっており、付着藻類の剥離・更新が生じたものと考えられる。

② 縦断的な変化

- 置き砂地点直下流の 17k~19k 区間のクロロフィル a は、出水後に 0 まで低下している一方、上流側では若干ながら下流より多い結果であることから、置き砂流下による付着藻類剥離に違いが生じた可能性が示唆される。
- H17 年度調査結果と比較すると、出水直後の第 5 回調査ではクロロフィル a は 0.0~0.5(mg/125cm²)となっており、また縦断的には 18.6k 付近が最大の値を示しているが、H18 年度調査では置き砂直下の 18.6k 付近が出水後のクロロフィル a が最小値を示していたことから、置き砂流下による剥離更新の影響が想定される。
 - H17 年調査サンプル採取は、出水後 2 週間と付着藻類の回復過程で採取した可能性があることから、今年度調査結果との比較において留意する必要がある。



※1 出水期間:ここでは城山ダム放流量 100m³/s 以上の期間を示す。
 ※2 H17 年度の第 7 回調査は、Q=195m³/s の小出水(10/18)の約 3 週間後のデータである。
 ※3 図中の青破線は、アユの餌環境として良好な有機物量の割合(40~70%)を示す。

図 3-23 有機物の比率およびクロロフィル a の含有率 (H18 年度調査)

2)底生生物調査

底生生物とは、ミズムシやカワニナのように一生水中に棲む生物や、カゲロウやカワゲラのように一生のうちのある期間を水中で生活する水生昆虫のことである。これらの生物の分布は、水質、流速、底質、河畔林の状態など様々な環境要因の影響をうけるため、河川環境の変化を把握するのに適している。以下では、置き砂流下による影響把握を目的とし、底生動物（主に水生昆虫）の生息数、生息種の調査・分析を行った。

A)底生生物とは

底生生物とは、ミズムシやカワニナのように一生水中に棲む生物や、カゲロウやカワゲラのように一生のうちのある期間を水中で生活する水生生物の総称である。これらの生物の分布は、水質、流速、底質、河畔林の状態など様々な環境要因の影響をうけるため、河川環境の変化を把握するのに適している。

底生生物は、水生昆虫がその主体となる。水生昆虫の主なグループ（目）として、カゲロウ目、トビケラ目、カワゲラ目がある（写真 3-5 参照）。その他の目として、ハエ目（ユスリカ、ブユなど）、トンボ目、コウチュウ目等がある。

また底生生物は、生活の特徴を元にした生活型によって表 3-12 のように分類される。

表 3-12 河川の底生生物の生活型

	生活型	生活の特徴	調査地点での代表種	備考
主に瀬で優占	造網型	石同士や石と岩盤との間に網を張って生活する	シマトビケラ、ヒゲナガカワトビケラ	
	固着型	水中の石等を体に固着させて生活する	ブユ	
	ホフク 匍匐型	石の上や水中をすべり歩き生活する	エルモンヒラタカゲロウ	
主に淵で優占	携巢型	巣を持ちながら、巣と共に移動する	ヒメトビケラ	
	遊泳型	水中を泳ぎまわって生活する	シロハラコカゲロウ	
	掘潜型	水底の砂、泥に潜って生活する	ユスリカ、イトミミズ	評価対象外とする※

※掘潜型は地中で生活するため河床の土砂移動の影響を受けないことから、評価対象外とする

B)調査の着目点

底生生物は出水により攪乱された後に、下記の形成過程を経て遷移することが知られていることから、洪水外力や土砂移動による付着藻類の変化を「a) 底生生物の現存量の推移」や「b) 造網型底生生物の割合（造網型係数）の推移により評価することとした。

- ・ 優占種は、洪水後の経過時間につれて変化する。
- ・ 現存量は、洪水後の経過時間につれて次第に増加する。
- ・ 優占種の生活型は、匍匐型→匍匐・造網型→造網型と推移する。
- ・ 造網型は河床材料の安定した状態で絶対数が増加するため、出水後はその割合が低下する。

C)調査回数および時期

調査回数・時期は、付着藻類調査と同様とした（図 3-21 参照）。



エルモンヒラタカゲロウ(カゲロウ目 左:幼虫:匍匐型、右:成虫)



ヒゲナガカワトビケラ(トビケラ目、造網型)

カワゲラ(カワゲラ目、造網型)

写真 3-5 代表的な底生生物（水生昆虫）



写真 3-6 底生生物採取状況

D)調査結果

本年度調査結果を整理すると次の通りである。

- ・ 出水を受けて底生生物環境に変化が生じたことが確認された。
- ・ 置き砂流下範囲(17~19k)区間で置き砂による底生生物への悪影響は見られなかった。
 - 但し、今回調査での置き砂土砂流下量が少ないことに留意する必要がある。

a)底生生物の現存量（湿重量）

①全体的な変化

湿重量の変化より出水による底生生物の変化をまとめると、全体的には出水を受けて湿重量が減少→増加という傾向を示していること、生活型の優占種が変化していることから、底生生物環境が変化していることが確認できる。その詳細を整理すると次のとおりである。

- ・ 出水前調査での底生生物湿重量は概ねどの地点でも 1.0(g/0.5m²) 以上で、置き砂直下流の St.5 では約 7(g/0.5m²)の底生生物が確認されたが、10/6 出水直後では全区間共に約 1(g/0.5m²)未満に減少し、その2週間後には平均約 3(g/0.5m²)まで回復していることから、10/6 出水を受けた更新が確認できる。
- ・ 生活型の内訳は、出水前は「造網型」が約7割と大半を占めていたが、出水直後は「匍匐型」と「造網型」が約4割ずつと同程度の割合となり、その2週間後には「造網型」が5割を占めることから、河床の土砂移動が落ち着いたのちに「造網型」が増加していることから、底生生物環境の更新が確認できる。

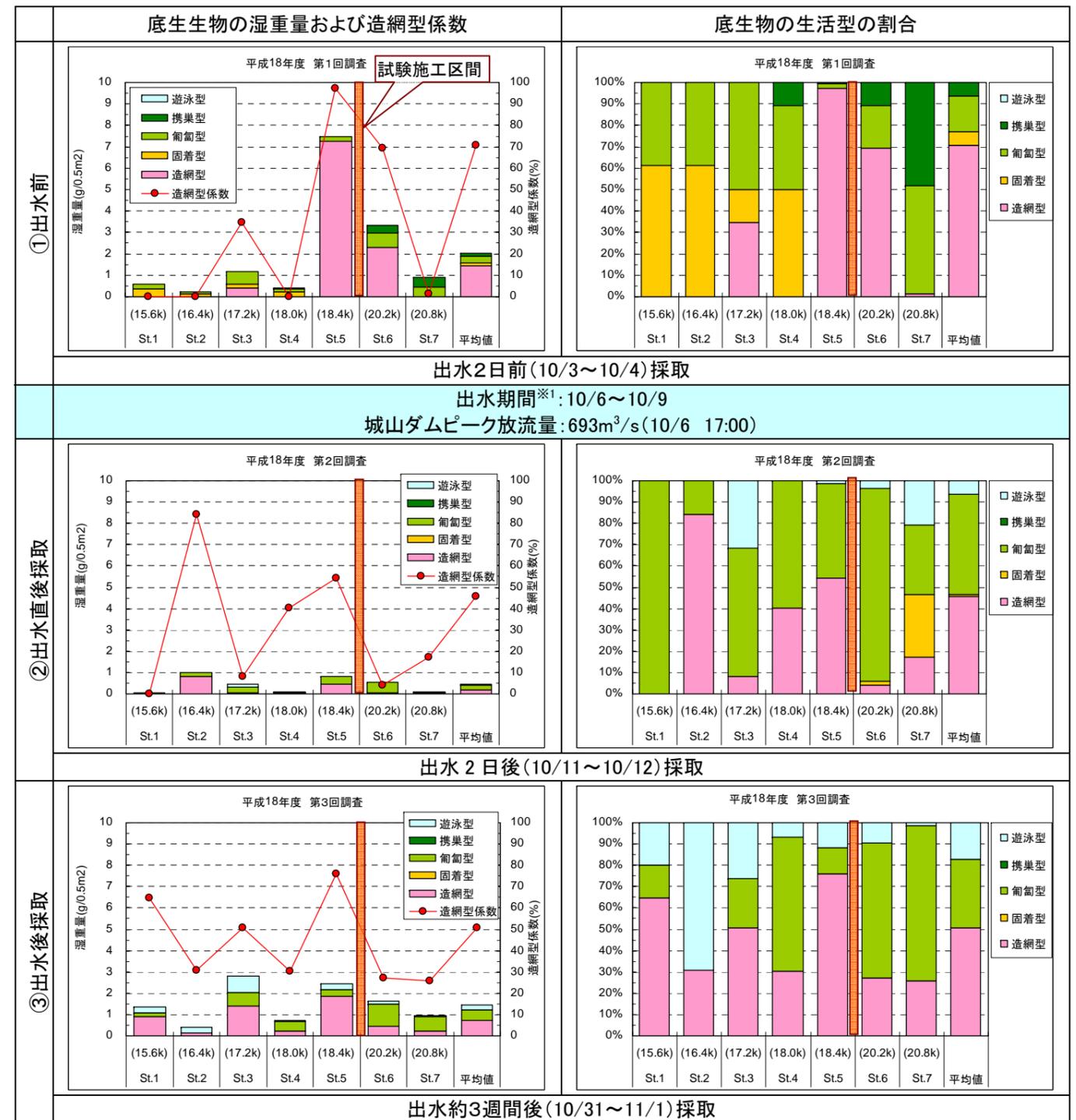
②縦断的な変化

砂分の移動追跡調査結果より、置き砂からの砂分が到達している可能性がある 17.0k~19.0k 区間の St.3~St.5 に着目すると、出水後に底生生物の回復が生じていない箇所は見られないことから、今回出水での置き砂流下による底生生物生息環境への悪影響は生じなかったと考えられる。但し、今回出水での砂分の流下量は約 165m³程度と推定されその量が少ないことから、今回のモニタリング結果より多量の置き砂流下時の影響を評価することは困難である。

- ・ 砂分の供給により河床に砂だまり（沈み石環境）が生じると、河床に生息する底生生物への酸素の供給が絶たれることとなり、底生生物の回復が生じないこととなるが、今回出水ではそのような状況は確認できなかった。

b)造網型係数

- ・ 造網型係数については、全区間平均値が出水前後で約 70%→約 45%→約 50%と減少した後に増加する傾向が見られ、出水による更新が確認できる。



※1 出水期間:ここでは城山ダム放流量 100m³/s 以上の期間を示す。

図 3-24 底生生物量と造網型係数 (H18年10月~11月)

3)置き砂上下流での水質調査

置き砂土砂の流下による水質への影響把握のため、上下流3箇所(図 3-25 参照)の低水河岸沿いより河川水を採水し、河川水中に含まれる物質についての化学分析を行った。

A)調査時期

採水調査は、平常時1回および洪水時2回(増水期 700m³/s、減水期 200m³/s)の計3回行った(表 3-13 参照)。



図 3-25 採水地点平面位置図

表 3-13 現地採水日時

採水時期	採水日時
平常時	2006/9/22
洪水時(上昇期 700m ³ /s)	2006/10/6 15:00~18:00
洪水時(ピーク後 200m ³ /s)	2006/10/7 14:00~18:00

B)採水方法

表 3-13 に示した日時に低水河岸沿いより布バケツを洪水流に投入し、河川水を採水した。採水した河川水は、水質分析項目を踏まえ、容器に小分けし、速やかにクーラーボックスで冷蔵保存を行い、分析室に運搬した。



写真 3-7 採水状況(左:17.0k 地点、Q=700m³/s 時、右:20.8k 地点、Q=200m³/s 時)

C)調査結果

採取した河川水に対し、表 3-14 および表 3-15 に示す 10 項目について水質分析を行った結果(表 3-16 および表 3-17 参照) 10 月 6 日出水での置き砂流下による水質への影響はほとんど見られないことが確認された。その理由として次のことが考えられる。

- ・ 現地高水敷土砂を置き砂材料に用いたこと
- ・ 今回出水での置き砂流量(砂・シルト分等の細粒土砂)が少なかったこと

表 3-14 水質分析指標の特徴

指標	指標の特徴
① pH	水素イオン指数 ・pH=7 を中性、中性を境に pH<7 の場合を酸性、pH>7 の場合をアルカリ性と呼ぶ。
② SS	浮遊物質 ・浮遊物質が多いと透明度などの外観が悪くなるほか、魚類のえらがつまって死んだり、光の透過が妨げられて水中の植物の光合成に影響し発育を阻害することがある。
③ 濁度	— ・水のごり度合いを示す指標であり、洪水時には濁度が高くなる。
④ BOD	生物化学的酸素要求量 ・水質が悪い(有機物が多い)ほど BOD は高くなる。
⑤ COD	化学的酸素要求量 ・COD は生物化学的酸素要求量(BOD)と併せて排水規準に用いられ、海域と湖沼の環境基準に用いられている。 ・水質が悪い(有機物が多い)ほど COD は高くなる。
⑥ DO	溶存酸素量 ・DO は数値が低いほど水質が悪いことになる。酸素がないと魚類をはじめとする水生動物は生息できなくなり、生物の多様性が失われることになる。 ・河川においては、上流域の渓流では水面が波立つために酸素のとけ込む量が多く、溶存酸素量が高い。中下流は流速が小さく、有機物量が増えるため DO は低くなる。
⑦ T-N	全窒素 ・窒素(N)は、磷(P)と並んで動植物の生育にとって必須の元素であるため、肥料や排水などに含まれる窒素が海域や湖沼に流入すると、「富栄養化」の原因となる。
⑧ NH4-N	アンモニア態窒素 ・水系におけるアンモニア態窒素の存在は、近い過去に、し尿(ふん尿を含む)による汚染のあった可能性を示す指標ともなっている。
⑨ EC	電気伝導率 ・電気伝導率が高いほど水中にさまざまな物質が溶けていることとなり、一般的には汚い水といえる。
⑩ TOC	全有機炭素 ・TOC は数値が大きいほど水中の有機物量が多いことを示し、水質が汚濁していることを意味する。 ・洪水時に付着藻類等が流下する場合には、値が増加する。

表 3-15 水質環境基準・農業環境基準値

試料名	単位	水質環境基準(河川)					農業用水基準	
		AA	A	B	C	D		E
pH	pH	6.5~8.5	6.5~8.5	6.5~8.5	6.5~8.5	6.5~8.5	6.5~8.5	6.0~7.5
SS	mg/l	25以下	25以下	25以下	50以下	100以下	ごみ等の浮遊が認められないこと	100以下
濁度	度	—	—	—	—	—	—	—
BOD	mg/l	1以下	2以下	3以下	5以下	8以下	10以下	—
COD	mg/l	—	—	—	—	—	—	6以下
DO	mg/l	7.5以下	7.5以下	5以下	5以下	2以下	2以下	5以下
T-N	mg/l	—	—	—	—	—	—	1以下
NH4-N	mg/l	—	—	—	—	—	—	—
EC	mS/m	—	—	—	—	—	—	30以下
TOC	mg/l	—	—	—	—	—	—	—

表 3-16 水質調査結果一覧表 (1/2)

①pH	②SS	③濁度
<p>・置き砂上下流での pH 値を比較すると、縦断的な傾向に大きな違いは見られないため置き砂による影響は小さいものと考えられる。</p>	<p>・洪水時は平常時に比べて SS の値が増加しているものの、置き砂地点上下流での分析結果に大きな違いは見られないことから、置き砂による影響は小さいものと考えられる。</p> <p>・洪水時に SS が増加する理由としては、流域からの土砂流出が多いことに加え、河床の礫から付着藻類が剥離・流出していることが考えられる。</p>	<p>・平常時に比べて洪水時の濁度が高い</p> <p>・洪水立ち上がり時 700m³/s より洪水減水期の方が濁度が高い</p> <p>・縦断的には濁度に大きな違いは見られず、今回の置き砂による影響は小さいものと考えられる。</p>
④BOD	⑤COD	⑥DO
<p>・洪水ピーク時の BOD が最も大きいですが、その量は平常時の 1.5 倍程度であり、大きな違いはみられない。</p> <p>・縦断的な BOD の違いは見られず、置き砂流下による影響は小さいと考えられる。</p>	<p>・平常時・洪水時ともに農業水質基準を満足しており、洪水時においても良好な値となっている。</p> <p>・置き砂下流の 17.0k 地点の COD 値が他の 2 地点に比べて大きな値となっているが、置き砂地点直下の 19.0k と置き砂上流の 20.8k の値がほぼ同様であることから、17.0k 地点の値は置き砂とは別の要因によるものと推察される。</p>	<p>・平常時・洪水時ともに水質環境基準 A 類型以上、農業水質基準を満足しており、洪水時においても良好な値となっている。</p> <p>・縦断的な DO の違いは見られず、置き砂流下による影響は小さいものと考えられる。</p>

表 3-17 水質調査結果一覧表 (2/2)

⑦T-N	⑧NH ₄ -N	⑨EC																																																
<p>T-N (mg/l)</p> <p>■ 9/22 採取(平常時) ■ 10/6 採取(立ち上がり700m³/s時) ■ 10/7 採取(ピーク後下り200m³/s時)</p> <p>農業水質基準</p> <table border="1"> <caption>T-N (mg/l) Data</caption> <thead> <tr> <th>日付</th> <th>9/22 (平常時)</th> <th>10/6 (立ち上がり700m³/s時)</th> <th>10/7 (ピーク後下り200m³/s時)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>17.0k</td> <td>~1.5</td> <td>~1.4</td> <td>~1.4</td> </tr> <tr> <td>19.0k</td> <td>~1.4</td> <td>~1.3</td> <td>~1.5</td> </tr> <tr> <td>20.8k</td> <td>~1.5</td> <td>~1.3</td> <td>~1.5</td> </tr> </tbody> </table>	日付	9/22 (平常時)	10/6 (立ち上がり700m ³ /s時)	10/7 (ピーク後下り200m ³ /s時)	17.0k	~1.5	~1.4	~1.4	19.0k	~1.4	~1.3	~1.5	20.8k	~1.5	~1.3	~1.5	<p>NH₄-N (mg/l)</p> <p>■ 9/22 採取(平常時) ■ 10/6 採取(立ち上がり700m³/s時) ■ 10/7 採取(ピーク後下り200m³/s時)</p> <table border="1"> <caption>NH₄-N (mg/l) Data</caption> <thead> <tr> <th>日付</th> <th>9/22 (平常時)</th> <th>10/6 (立ち上がり700m³/s時)</th> <th>10/7 (ピーク後下り200m³/s時)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>17.0k</td> <td>~0.04</td> <td>~0.02</td> <td>~0.04</td> </tr> <tr> <td>19.0k</td> <td>~0.08</td> <td>~0.02</td> <td>~0.04</td> </tr> <tr> <td>20.8k</td> <td>~0.05</td> <td>~0.03</td> <td>~0.04</td> </tr> </tbody> </table>	日付	9/22 (平常時)	10/6 (立ち上がり700m ³ /s時)	10/7 (ピーク後下り200m ³ /s時)	17.0k	~0.04	~0.02	~0.04	19.0k	~0.08	~0.02	~0.04	20.8k	~0.05	~0.03	~0.04	<p>電気伝導率 (mS/m)</p> <p>■ 9/22 採取(平常時) ■ 10/6 採取(立ち上がり700m³/s時) ■ 10/7 採取(ピーク後下り200m³/s時)</p> <p>農業水質基準</p> <table border="1"> <caption>EC (mS/m) Data</caption> <thead> <tr> <th>日付</th> <th>9/22 (平常時)</th> <th>10/6 (立ち上がり700m³/s時)</th> <th>10/7 (ピーク後下り200m³/s時)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>17.0k</td> <td>~16</td> <td>~13</td> <td>~12</td> </tr> <tr> <td>19.0k</td> <td>~15</td> <td>~12</td> <td>~12</td> </tr> <tr> <td>20.8k</td> <td>~15</td> <td>~12</td> <td>~12</td> </tr> </tbody> </table>	日付	9/22 (平常時)	10/6 (立ち上がり700m ³ /s時)	10/7 (ピーク後下り200m ³ /s時)	17.0k	~16	~13	~12	19.0k	~15	~12	~12	20.8k	~15	~12	~12
日付	9/22 (平常時)	10/6 (立ち上がり700m ³ /s時)	10/7 (ピーク後下り200m ³ /s時)																																															
17.0k	~1.5	~1.4	~1.4																																															
19.0k	~1.4	~1.3	~1.5																																															
20.8k	~1.5	~1.3	~1.5																																															
日付	9/22 (平常時)	10/6 (立ち上がり700m ³ /s時)	10/7 (ピーク後下り200m ³ /s時)																																															
17.0k	~0.04	~0.02	~0.04																																															
19.0k	~0.08	~0.02	~0.04																																															
20.8k	~0.05	~0.03	~0.04																																															
日付	9/22 (平常時)	10/6 (立ち上がり700m ³ /s時)	10/7 (ピーク後下り200m ³ /s時)																																															
17.0k	~16	~13	~12																																															
19.0k	~15	~12	~12																																															
20.8k	~15	~12	~12																																															
<ul style="list-style-type: none"> 平常時・洪水時ともに農業水質基準値を上回っているが、洪水による影響は見られない。 縦断的な T-N の変化は見られないため、置き砂による影響は小さいものと考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> 置き砂が流下する洪水時については、縦断的な NH₄-N の変化は見られないため、置き砂による影響は小さいものと考えられる。 なお水質調査における NH₄-N は、尿尿・糞尿等の流下の判断に用いられるが、今回の置き砂は現地高水敷の土砂を用いていることから、置き砂が大量に流下する際にも NH₄-N の値には大きな違いは見られないものと考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> 洪水時に比べて平常の EC 値が大きめの値を取っている。 縦断的な EC の変化は見られないため、置き砂による影響は小さいものと考えられる。 																																																
<p>TOC (mg/l)</p> <p>■ 9/22 採取(平常時) ■ 10/6 採取(立ち上がり700m³/s時) ■ 10/7 採取(ピーク後下り200m³/s時)</p> <table border="1"> <caption>TOC (mg/l) Data</caption> <thead> <tr> <th>日付</th> <th>9/22 (平常時)</th> <th>10/6 (立ち上がり700m³/s時)</th> <th>10/7 (ピーク後下り200m³/s時)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>17.0k</td> <td>~0.5</td> <td>~2.4</td> <td>~1.9</td> </tr> <tr> <td>19.0k</td> <td>~0.9</td> <td>~2.0</td> <td>~2.1</td> </tr> <tr> <td>20.8k</td> <td>~0.7</td> <td>~1.9</td> <td>~1.8</td> </tr> </tbody> </table>	日付	9/22 (平常時)	10/6 (立ち上がり700m ³ /s時)	10/7 (ピーク後下り200m ³ /s時)	17.0k	~0.5	~2.4	~1.9	19.0k	~0.9	~2.0	~2.1	20.8k	~0.7	~1.9	~1.8																																		
日付	9/22 (平常時)	10/6 (立ち上がり700m ³ /s時)	10/7 (ピーク後下り200m ³ /s時)																																															
17.0k	~0.5	~2.4	~1.9																																															
19.0k	~0.9	~2.0	~2.1																																															
20.8k	~0.7	~1.9	~1.8																																															
<ul style="list-style-type: none"> 置き砂上下流の TOC 値を比較すると、大きな違いは見られないが、下流側の値が若干ながら高いことがわかる。 これは置き砂流下の効果とも考えられるが、河床全体の土砂移動による付着藻類剥離の効果もあることから、現時点で置き砂の効果と断言することは出来ない。 																																																		