

第5回 相模川川づくりのための土砂環境整備検討会

検討会資料

平成20年3月21日

国土交通省 京浜河川事務所
神奈川県 河川課
神奈川県企業庁 利水課

第5回 相模川川づくりのための土砂環境整備検討会 検討会資料

目次

1. 相模川における土砂環境改善の進め方とこれまでの置き砂試験施工の実施経緯	1	3.4 置き砂土砂流下による河川環境への影響.....	13
1.1 「相模川川づくりのための土砂環境整備検討会」の目的.....	1	3.4.1 置き砂土砂流下による付着藻類への影響.....	13
1.2 具体的な土砂供給方法の確立および土砂供給による影響把握方法.....	1	3.4.2 置き砂土砂流下による底生生物への影響.....	18
1.3 第4回土砂環境整備検討会以降の取り組み.....	2	3.4.3 河川水質への影響.....	20
2. 相模川水系の土砂環境の現状.....	3	3.5 相模川の土砂移動実態に関する調査.....	23
2.1 相模川河口部の現状.....	3	3.5.1 洪水時の細粒土砂（砂・シルト）の移動に関する調査.....	23
2.2 海岸部（茅ヶ崎海岸）の現状.....	3	3.5.2 相模川の土砂環境の実態.....	26
2.3 相模川河道区間の現状.....	4	3.6 現地土砂を用いた置き砂試験施工および洪水時河川水採水調査の評価と課題.....	27
3. 現地土砂を用いた置き砂試験施工による影響評価.....	5	3.6.1 現地土砂を用いた置き砂試験施工結果のまとめ.....	27
3.1 置き砂試験施工の概要.....	5	3.6.2 洪水時河川水採水調査結果のまとめ.....	27
3.1.1 置き砂試験施工の考え方.....	5	3.6.3 現地土砂を用いた置き砂試験施工での課題.....	28
3.1.2 置き砂流下による影響のモニタリング調査項目.....	6	4. 平成20年度以降の置き砂試験施工計画(案)について.....	29
3.2 試験施工期間中の出水概要.....	7	4.1 平成20年度以降の具体的な試験施工条件とモニタリング計画.....	29
3.3 出水による置き砂土砂の流下と河川地形への影響.....	8	4.1.1 平成20年度以降の置き砂土砂調達方法の検討.....	29
3.3.1 出水前後の置き砂土砂の変化状況.....	8	4.1.2 平成20年度試験施工での「②相模ダム浚渫土砂」の設置量の設定について..	29
3.3.2 現地観察による置き砂土砂流下形態の推測.....	9	4.2 平成20年度以降のモニタリング調査計画.....	30
3.3.3 試験施工区間周辺河道の変化.....	10	4.2.1 設置土砂変更に伴う懸念事項と影響確認手法.....	30
3.3.4 置き砂土砂の流下範囲の推定.....	11	4.2.2 平成20年度以降のモニタリング調査項目(案).....	30

1. 相模川における土砂環境改善の進め方とこれまでの置き砂試験施工の実施経緯

1.1 「相模川川づくりのための土砂環境整備検討会」の目的

相模川における主に昭和30年代以降の砂防事業・ダム・堰等の施設整備や砂利採取は、人々の生活に様々な恩恵をもたらしたが、その一方でそれらの行為がインパクトとなって相模川の正常な土砂移動が妨げられた結果、「ダムの堆砂による貯水量の減少」、「礫河原の減少」、「魚類生息環境の悪化」等、様々な障害や課題が浮き彫りとなった。

「相模川川づくりのための土砂環境整備検討会」（以降、「検討会」）は、相模川の健全な土砂環境を目指した取り組みの実施方針の提案及びその対策効果の検証を行うとともに今後の土砂環境改善に向けた具体的な方策について、市民・学識経験者・関係機関・行政が一同に会して議論を行うことを目的として設置された。

「検討会」では、「土砂管理懇談会」提言書における「相模川の土砂問題への当面の対応」として挙げられた「ダム浚渫土等を利用した下流河川への置砂対応」について、その実施方針及び対策効果の検証を当面の課題として、土砂移動と環境との関係を把握するための調査・研究を並行して推進し、相模川の土砂環境の目標達成に向けた段階的な対応方針を提案し、最終的には、相模川流砂系の回復を具体的に実行するための事業計画である「土砂管理実施計画（仮称）」を策定することを最終目標とする。

1.2 具体的な土砂供給方法の確立および土砂供給による影響把握方法

具体的な土砂供給方法である「置き砂」実施においては、「流下時の影響」や「洪水時の置き砂の流れ方」、「適切な設置形状」等、机上検討では予測が困難で不確実な要素が多いことから、相模川現地において試験施工およびモニタリング調査を行い、置き砂流下による河川環境への影響や置き砂設置方法・土砂の質等を実証的に検討することが必要である。

上記を踏まえ、H18年度より相模川19.2k~19.4k右岸側砂州上において実施中の試験施工では、一度の置き砂流下により過大なインパクトが生じないように、置き砂設置地点や土砂の質・量に配慮し、「置き砂流下時の影響把握」を念頭においた施工を行っている。

置き砂試験施工は、数年程度継続して検討してゆく予定としている。試験施工期間中のモニタリング調査結果はHP等により公表し、置き砂に対する理解を得た上で、置き砂事業実施にむけて進めてゆくことを考えている。

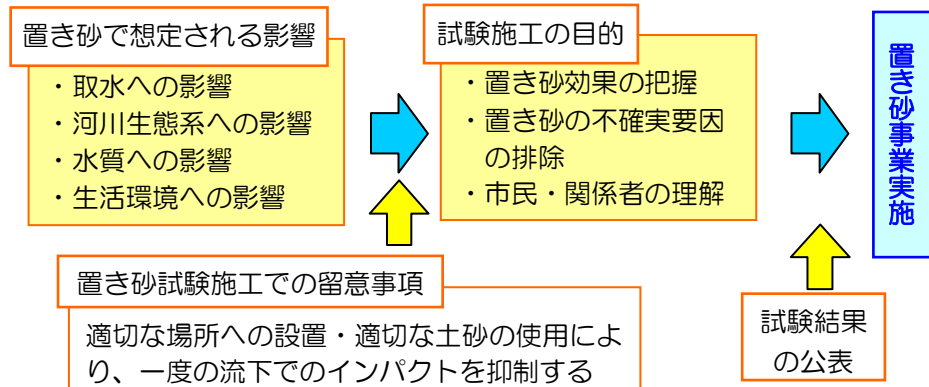


図 1-1：置き砂事業実施までの試験施工の進め方

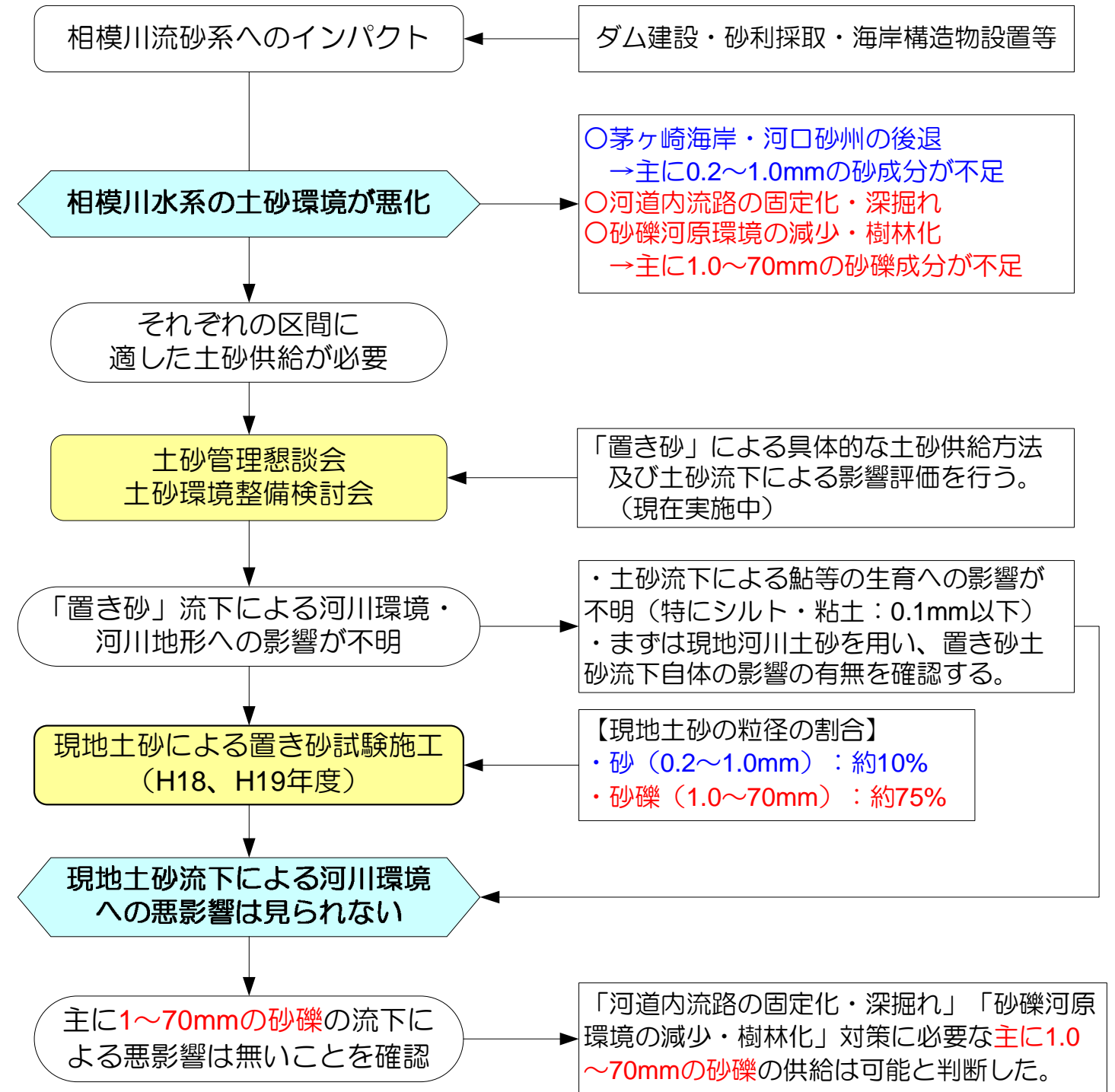


図 1-2：これまでの試験施工の流れ

1.3 第4回土砂環境整備検討会以降の取り組み

相模川土砂管理検討に関するこれまでの取り組みは、図 1-3 のフロー図に示した通りである。平成 19 年 3 月に開催された第 4 回検討会以降の取り組みとして、「第 2 回置き砂試験施工およびモニタリング調査」に加え、「検討会委員の方々の「相模川現地見学会」」、「関係機関（漁協）との「置き砂勉強会」」を実施した。以下にそれぞれの概要を示す。

(1) 第 2 回置き砂試験施工

- ・ H18 年度の試験施工では、洪水規模が当初想定した最小規模 ($Q_p=700\text{m}^3/\text{s}$ 程度) であったこと、現地土砂を用いたために置き砂土砂としては粒径が大きいことから、土砂流下量が少ないため、置き砂土砂流下の影響を結論づけることはできなかった。
- ・ そこで、本年度は H18 年度より砂分を多く含む土砂を H18 年度と同一地点に設置し、土砂流下量増による影響把握・評価を行った。

(2) 相模川現地見学会

- ・ 第 4 回検討会での意見を受け、検討会委員および事務局参加による相模川現地見学会を 8 月 5 日および 10 月 7 日の 2 回実施した。
- ・ 現地見学会では、相模川河口および茅ヶ崎海岸の海浜区間から、中流部の三川合流部、置き砂試験施工区間、磯部頭首工、城山ダム直下の小倉橋付近、および相模ダム浚渫ヤード、相模ダム上流区間の桂川を見学し、相模川上下流での土砂環境の違いを再確認し、委員間で共通の認識を持つことができた。

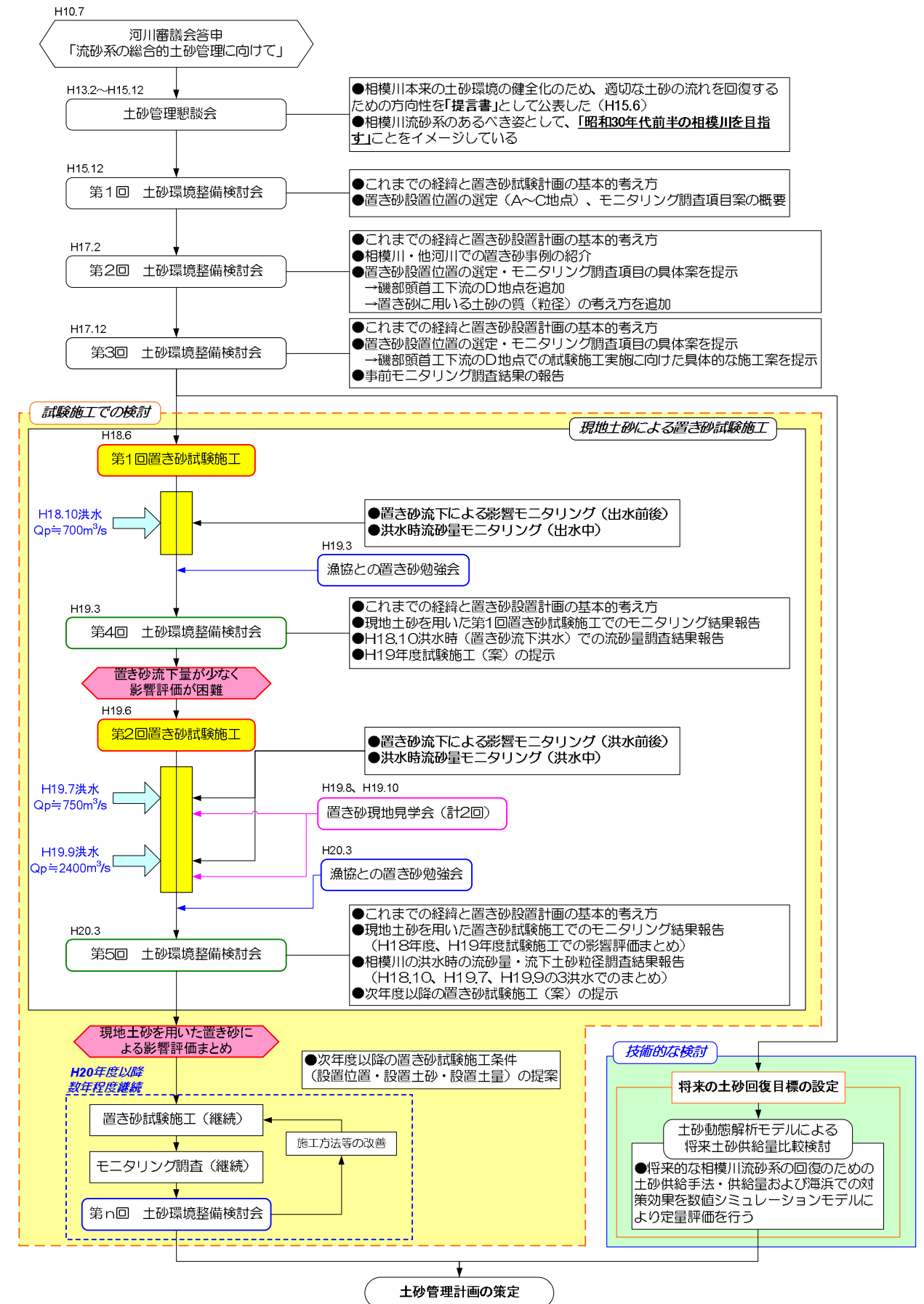


図 1-3：これまでの土砂還元対策検討の流れ

2. 相模川水系の土砂環境の現状

2.1 相模川河口部の現状

- 相模川河口部は、昭和 55～60 年頃より河口砂州の河道内への後退が顕在化し砂州規模が縮小傾向にある。その結果、シギ・チドリ等の鳥類の生息場として相模湾有数の河口干潟面積が減少しつつある。
- その理由として、「昭和 30 年代の砂利採取やダム建設等に伴う土砂供給の減少」、「流下能力や航路維持を目的とした河口部浚渫による河口砂州・テラス部への砂分等の細粒土砂供給量の減少」、「河口部付近の海岸施設設置等による海岸地形変化による影響」が想定される。



写真 2-1：河口部航空写真 (H19. 10. 21 撮影)

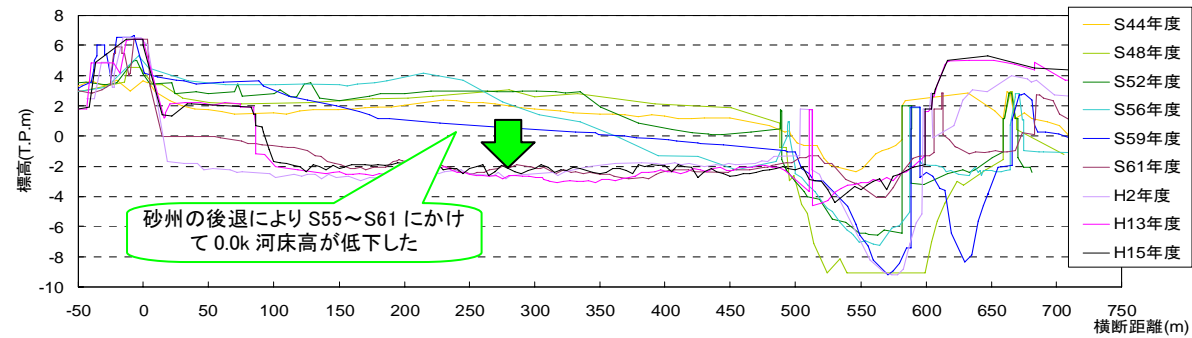


図 2-1：相模川 0.0k 横断面図

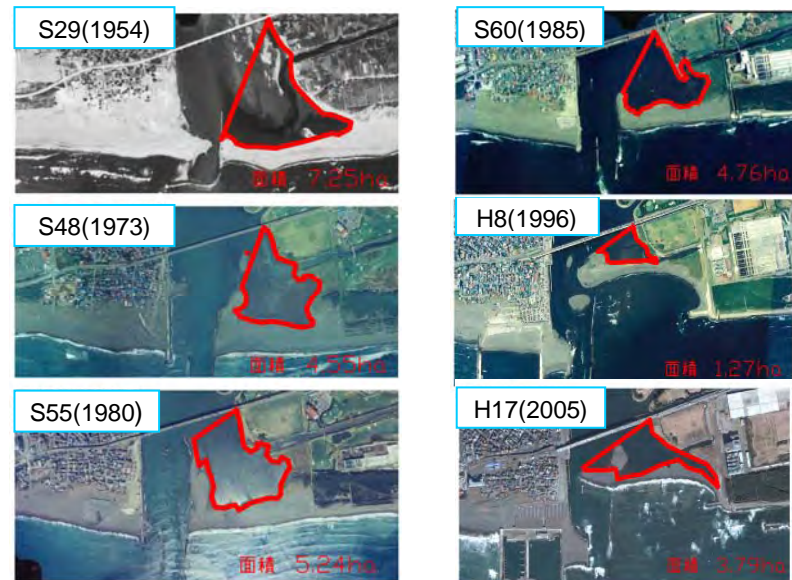


図 2-2：河口砂州と河口干潟の変遷

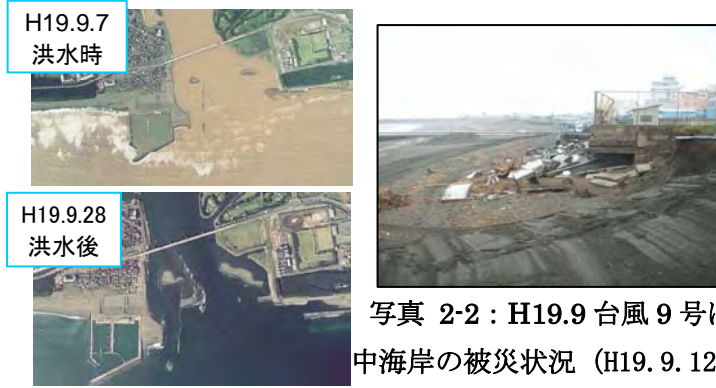


写真 2-2：H19.9 台風 9 号による
中海岸の被災状況 (H19. 9. 12 撮影)

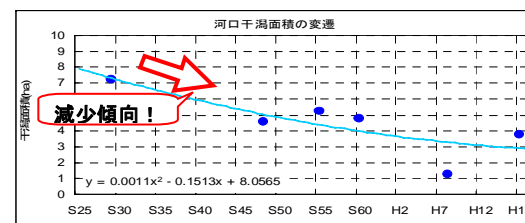


図 2-3：河口干潟面積の変遷

2.2 海岸部（茅ヶ崎海岸）の現状

- 相模川河口を挟む湘南海岸は、全体的には相模川河口を中心として侵食傾向にあり、江ノ島・大磯近傍で堆積傾向にある。また局地的には、茅ヶ崎漁港やヘッドランド等の海岸構造物周辺では堆積傾向にあり、これらの構造物間で侵食傾向にある。
- 神奈川県では、侵食が進行した茅ヶ崎海岸（中海岸地区）において、年間約 3 万 m³、合計約 30 万 m³ の養浜事業を行う計画である。
- 相模川河口部からの現状の砂成分（0.2～1.0mm）の供給量では、養浜した海浜が失われることが予想されており、相模川河口部からの砂分供給量の増加が求められている。

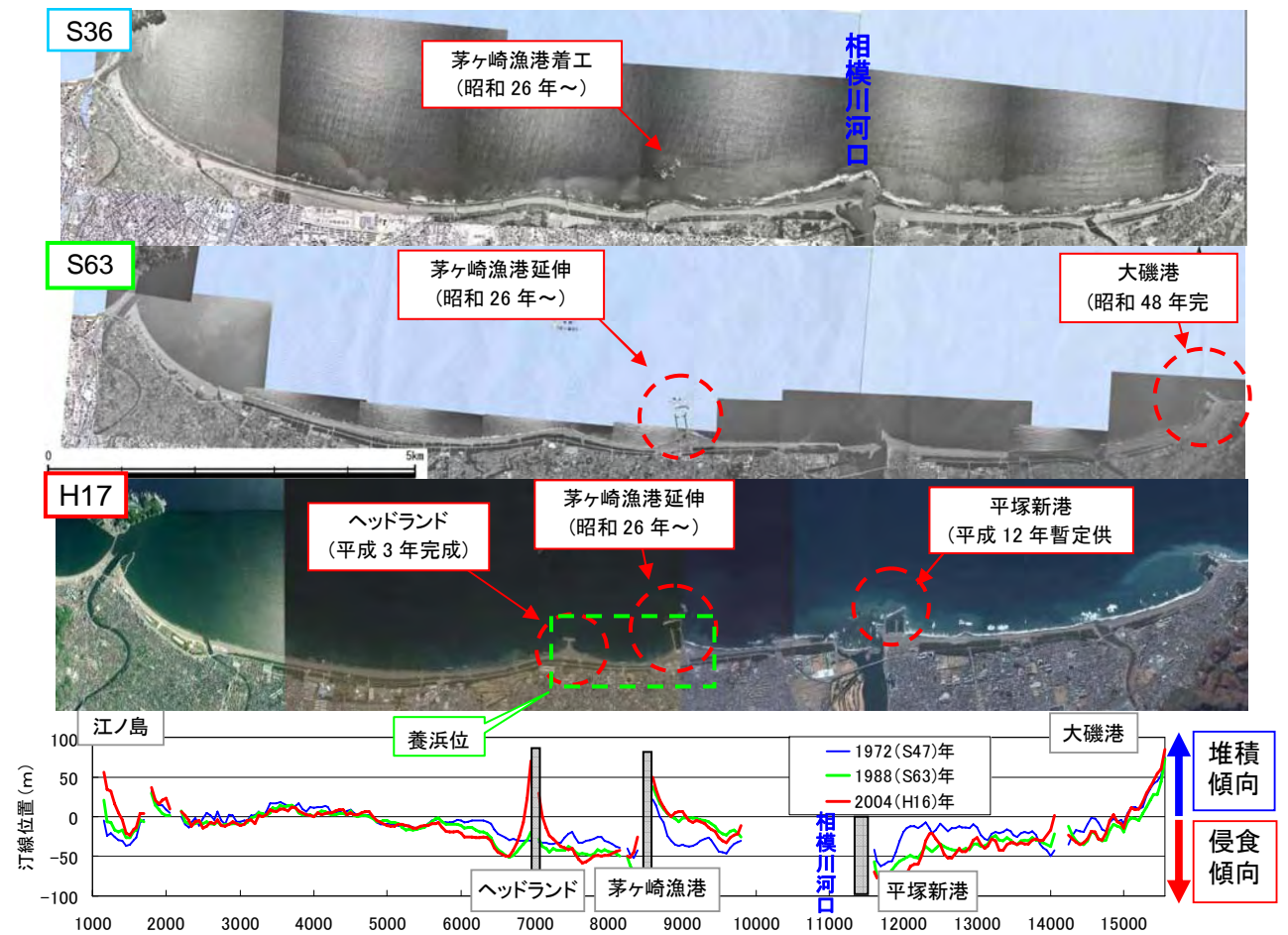


図 2-4：汀線位置の変遷と海岸変化傾向

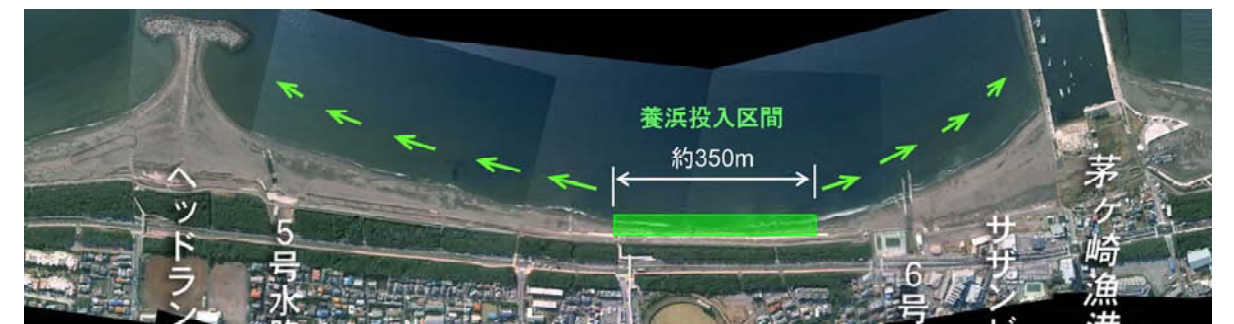


図 2-5：養浜投入位置と拡散イメージ

2.3 相模川河道区間の現状

- 相模川河道部では、相模ダム・城山ダム建設による上流域からの土砂供給量の減少や、昭和30年代の砂利採取による河道内土砂減少の影響により、河道内環境に大きな変化が生じている。
- 城山ダム下流付近河道では、城山ダム上流部からの砂・礫分供給が失われたため、河床から砂・礫分が流失し、大粒径の石だけが残る粗粒化（アーマーコート化）が進行しており、アユの餌となる付着藻類の剥離・更新頻度が減少している。
- 土砂供給量減少やダムでの洪水調節による出水頻度の減少により、河道内の低水路部の深掘れ、高水敷樹林化が進行したことにより相模川元来の砂礫河原環境が失われ、カワラノギク等の相模川固有の植物が絶滅の危機にさらされている。
- 低水路部河岸沿いでは、深掘れの進行により護岸の安全性が低下している。また過去の砂利採取の影響と相まって、一部区間では河床に土丹が露出しており、アユの産卵場環境の悪化が懸念される。

河床の粗粒化（アーマーコート化）

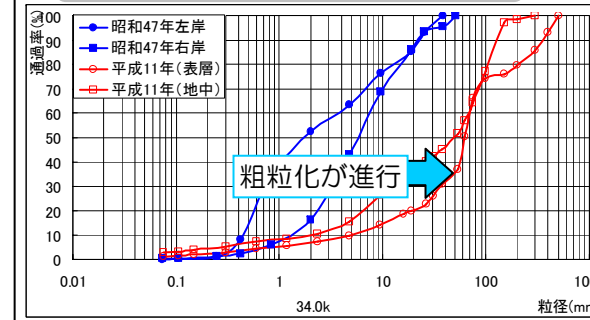


写真 2-3：粗粒化した河床の状況
(相模川 34k：小倉橋付近)

図 2-6：小倉橋地点 粒径加積曲線

- アユ等の魚類の生育環境としての「浮石環境」減少
- アユのエサである付着藻類の更新頻度の減少

※アユは相模川の代表魚種

高水敷の樹林化・河原環境固有植物の減少

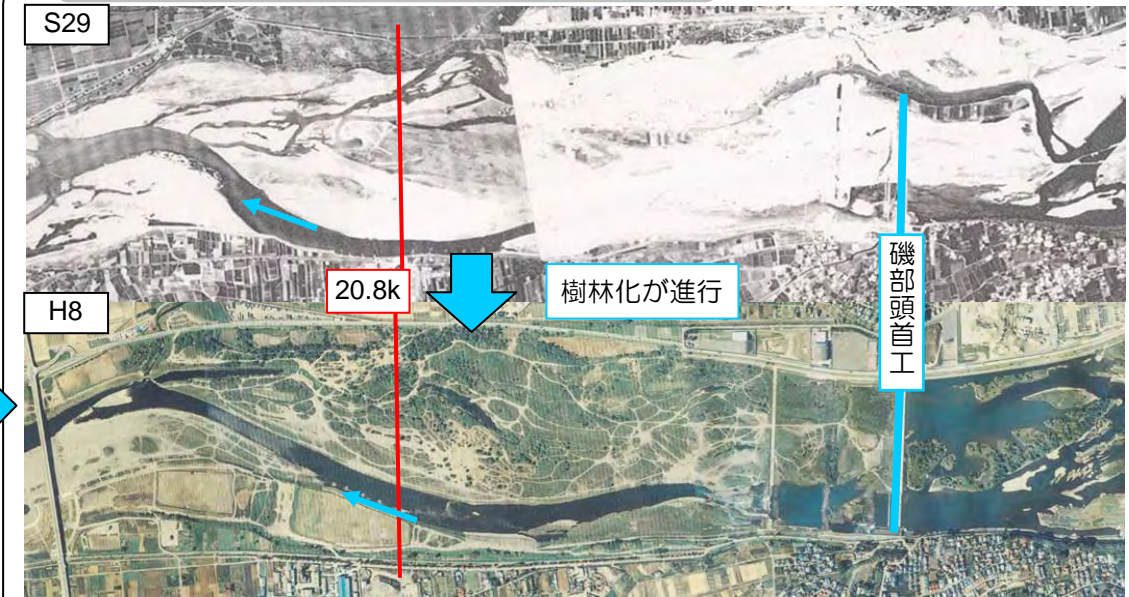


図 2-9：相模川磯部頭首工付近（20k～23k）の変遷

かつてのレキ河原が樹林化した



写真 2-6：磯部頭首工下流右岸の樹林化状況

カワラノギク等の河原固有の植物群落の減少

※カワラノギクは昭和30年代の相模川の指標の一つ

写真 2-7：カワラノギク（河原環境固有の植物）
神奈川県レッドデータブック 減少種(V)



土丹露出によるアユの産卵場環境の悪化



写真 2-4：相模川三川合流点上流の状況

河床から大粒径の石・礫分が失われたために土丹層が露出しており、治水面のみならず、アユの産卵場環境への影響も懸念される

ダム下流への砂・砂利成分移動量の減少

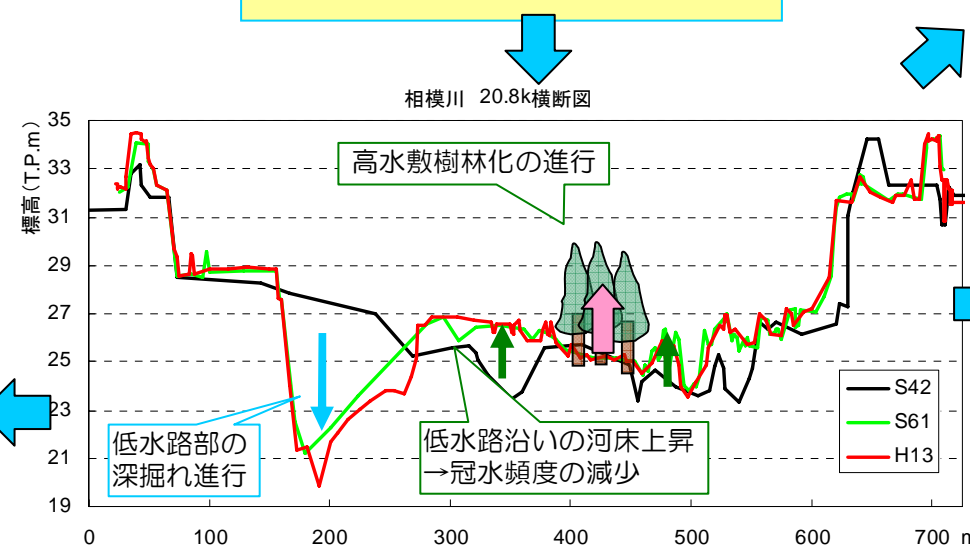


図 2-7：相模川 20.8k 地点横断面図

堤防護岸の安全性低下

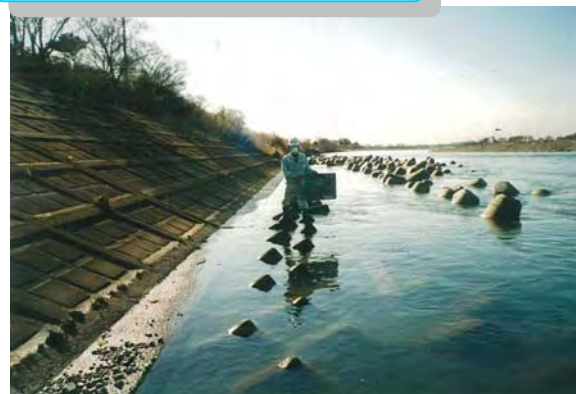


写真 2-5：河床低下による堤防護岸の露出状況

(相模川 19.0k 左岸)

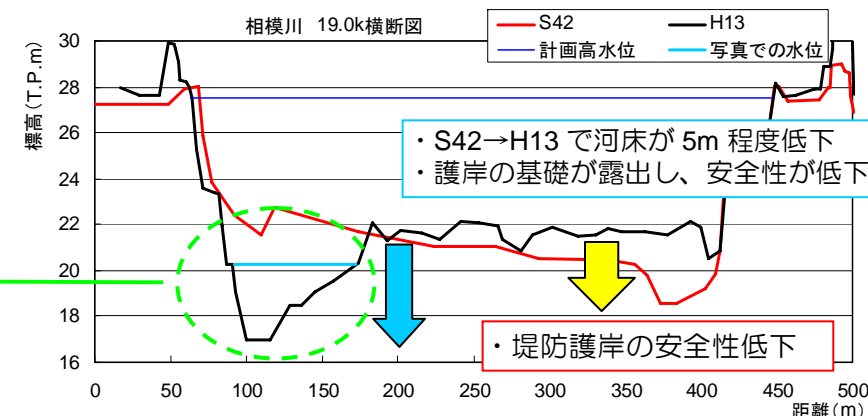


図 2-8：相模川 19.0k 地点横断面図

3. 現地土砂を用いた置き砂試験施工による影響評価

3.1 置き砂試験施工の概要

3.1.1 置き砂試験施工の考え方

相模川における置き砂試験施工は、第2回土砂環境検討会において提示された4箇所の設置候補地点(図3-1)のうち、磯部頭首工(22.4kp)下流の候補地点D(相模川19.4kp付近)右岸高水敷上にて、平成18年度より実施中であり、本年度は2年目に当たる。

試験施工の概要は下記に記した通りである。

(1)置き砂土砂の望ましい設置位置・設置材料

「置き砂」を含む河道への土砂還元は、「流砂の連続性の改善」を図ることを通じ、海浜・河口砂州の改善、河道のアーマー化の解消等の健全な流砂系の改善を目指すものである。

そのため「流砂の連続性」の観点から置き砂土砂は、「城山ダム直下流地点」に「相模ダム上流域で生産される土砂」を設置することが望ましい。

(2)H18年度試験方法および課題

1)H18年度試験施工の概要

H18年度試験施工は、試験施工初年度にあたり置き砂土砂流下による不確定要素が多い状況であったことから、関係機関との事前の勉強会・ヒアリング結果を(下記参照)踏まえ、置き砂流下による影響が比較的小さい候補地点Dにおいて、現地土砂を用いた試験施工を実施した。

- 漁協関係者：置き砂土砂流下によるアユ等の生育環境への影響
- 農業関係者：置き砂土砂が取水堰に堆砂することによる取水障害

2)H18年度の置き砂土砂流下実態と課題

- ・ 置き砂土砂流下量と影響評価の課題：H18年度試験施工では置き砂土砂の約4割のあたる約1,850m³程度が流下したものの、置き砂設置土砂量全体に対して少なく、土砂流下による影響評価のためには不十分であった。
- ・ 置き砂土砂の質(粒径)の課題：置き砂土砂として現地土砂を用いたため、当初の想定よりも粗い粒度分布であり、洪水時に流れにくい状態であった。
- ・ 置き砂設置位置および設置形状の課題：H18年度と同規模出水時にもより多くの土砂が流れるような、設置形状を工夫が必要である。

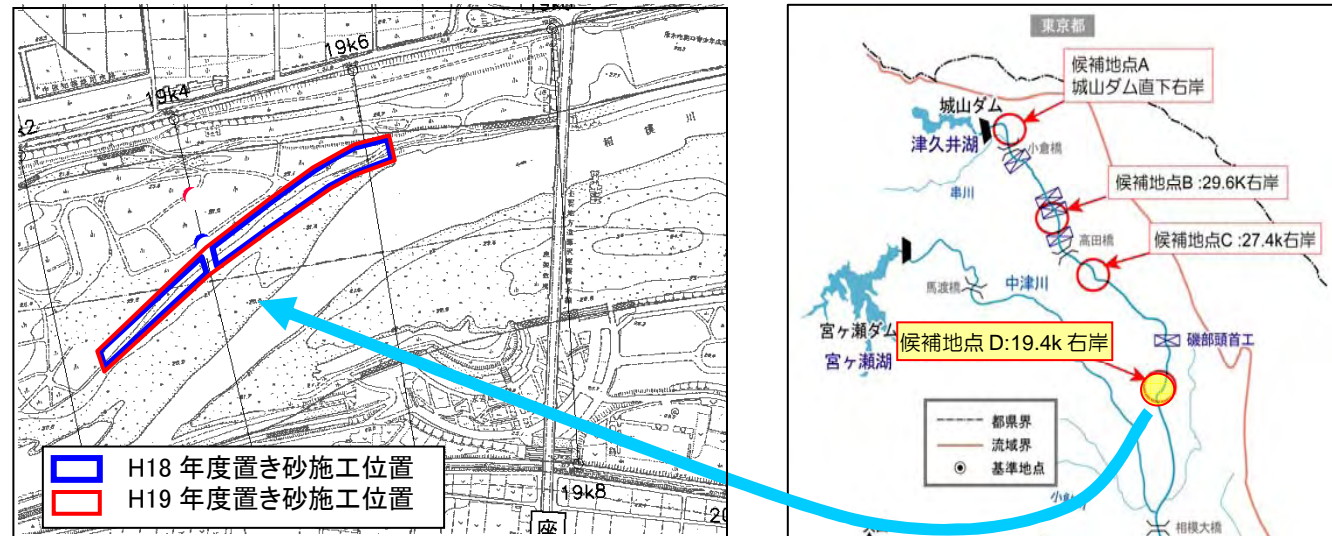


図 3-1：置き砂試験施工地点位置図

(3)H19年度置き砂試験施工での改良点

H19年度置き砂試験施工では、H18年度試験施工結果を踏まえ、引き続きD地点において置き砂土砂を流下しやすい条件に変更を加えて設置した。

- ・ 置き砂天端高を低くし、洪水時に土砂移動しやすい形状に変更
- ・ 置き砂設置土砂中の砂分を増加
 - 洪水流を受ける置き砂上層部材料として、現地高水敷材料より細粒分を含む18.4k付近の材料を用いた。

表 3-1：平成18年度および平成19年度の置き砂試験施工の設置概要

項目	H18年度 試験施工	H19年度 試験施工
置き砂設置地点	磯部頭首工下流の候補地点D地点(相模川19.4k付近)	→同左
置き砂土砂の調達・粒度分布	置き砂設置地点の高水敷土砂をほぐし、所定の形状に設置	相模川18.4k付近砂州上の土砂を上層に設置(護岸工事時の埋め戻し用土砂)
設置土砂量	2パターンを設置:全体で約4,800m ³ (上流側:3,300m ³ 、下流側:1,500m ³)	1パターンを設置:全体で約5,400m ³
設置形状(天端高)	設置高は、所定の出水時に天端上の小礫が(10mm)移動可能な高さとした 上流側:城山ダム Q=700m ³ /s 時水位 下流側:城山ダム Q=1200m ³ /s 時水位	H18年度結果を踏まえ、置き砂天端高を引き下げ、掃流力を増大させた 天端高:城山ダム Q=400m ³ /s 時水位
置き砂全景(設置時)		

3.1.2 置き砂流下による影響のモニタリング調査項目

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 7 項目を対象とした。調査位置を図 3-2、図 3-3 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・調査地点	
1	河川生態系変化把握	水域環境の変化把握	付着藻類の変化およびシルト分の堆積状況	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。	【調査時期】 平常時:計1回:6月(出水前:採取のみ) 出水前後:計6回:H19.7、H19.9 出水前後(出水直前、出水1週間後、出水3週間後) 【調査地点】 付着藻類:7調査サイト(下図ピンク○)×2サンプル 低生動物:7調査サイト×8サンプル(0.5m ²)	
2			底生動物の変化	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。		
3	置き砂土砂の移動実態把握(地形変化把握)	置き砂流下による地形変化把握	砂分の到達範囲把握	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。	【調査時期】 置き砂設置時および置き砂流下後(H19.7、H19.9 出水後) 【調査地点】 低水路沿いの18箇所(下図黄色●)	
4			河床変動調査(河川横断測量)	置き砂周辺の定期測量横断測線において、洪水前後で横断測量を実施し、地形変化を把握する。	【調査時期】 置き砂設置前(H19.6)およびH19.9 出水後:計2回 【調査地点】 17.2k(新相模大橋)~19.6k、200mピッチ、13測線	
5			置き砂の流下量把握	置き砂の流下流把握(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。	【調査時期】置き砂流下後:2回(H19.7、H19.9 出水後) 【調査地点】置き砂地点、L=420m、22測線
6			礫分の到達範囲把握	瀬・淵分布の変化(水辺の国勢調査に準拠)	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18年度版)」に従った目視調査を行い、変化を把握する。	【調査時期】 置き砂設置時および置き砂流下後(H19.7、H19.9 出水後) 【調査地点】15.8k(三川合流)~22.0k(磯部頭首工)
7	置き砂土砂による障害把握	置き砂による水質・底質の変化	置き砂による水質への影響(洪水時の水質分析)	置き砂設置地点前後の洪水時の水質を採取して化学分析を行い、置き砂からの土砂流出による洪水時の河川水質への影響を把握する。	【調査時期】出水期間中(H19.7、H19.9 出水) 【調査地点】17.0kp 右岸、19.0kp 左岸、20.8kp 左岸(下図水色●)	



図 3-2 : 調査地点全体位置図



※ 調査地点の設定の考え方
調査地点は、置き砂の影響を把握することを目的とするため、置き砂設置位置を挟んで上下流に設定し、特に置き砂の影響が下流側へどこまで及ぶか把握するため、置き砂下流に調査地点を多く設定した。

図 3-3 : 調査地点詳細位置図 (付着藻類・低生生物・砂分の移動追跡・水質調査)

3.2 試験施工期間中の出水概要

- 置き砂試験施工期間中に、置き砂土砂流下が期待される規模の洪水（城山ダム放流量 $700\text{m}^3/\text{s}$ 相当）は、H18.10洪水、H19.7洪水、H19.9洪水の3回発生した。（表 3-3、図 3-5 参照）。
- そのうち、H18.10洪水およびH19.7洪水は、ピーク流量規模は同程度（ $Q_p \approx 700\text{m}^3/\text{s}$ ）であるが、洪水継続時間はH18.10洪水が約2倍程度長く、置き砂に作用する外力の総和は異なっている。
- H19.9洪水は、城山ダム放流量で過去3位（S42年以降）に相当し、他の2洪水とは異なり、かなりの大規模出水であった。

表 3-3：試験施工期間中の3洪水の概要

項目	H18.10洪水	H19.7洪水	H19.9洪水
相模湖累加雨量	178mm	166mm	305mm
城山ダム下流放流量(ピーク流量)	$690\text{m}^3/\text{s}$	$750\text{m}^3/\text{s}$	$2,430\text{m}^3/\text{s}$
(置き砂地点換算流量)	$760\text{m}^3/\text{s}$	$830\text{m}^3/\text{s}$	$2,670\text{m}^3/\text{s}$
城山ダム下流放流量 $200\text{m}^3/\text{s}$ 以上の時間	38時間	21時間	64時間

※ 置き砂地点換算流量は、城山ダムと磯部地点の計画高水流量配分より、城山ダム放流量の1.1倍として計算

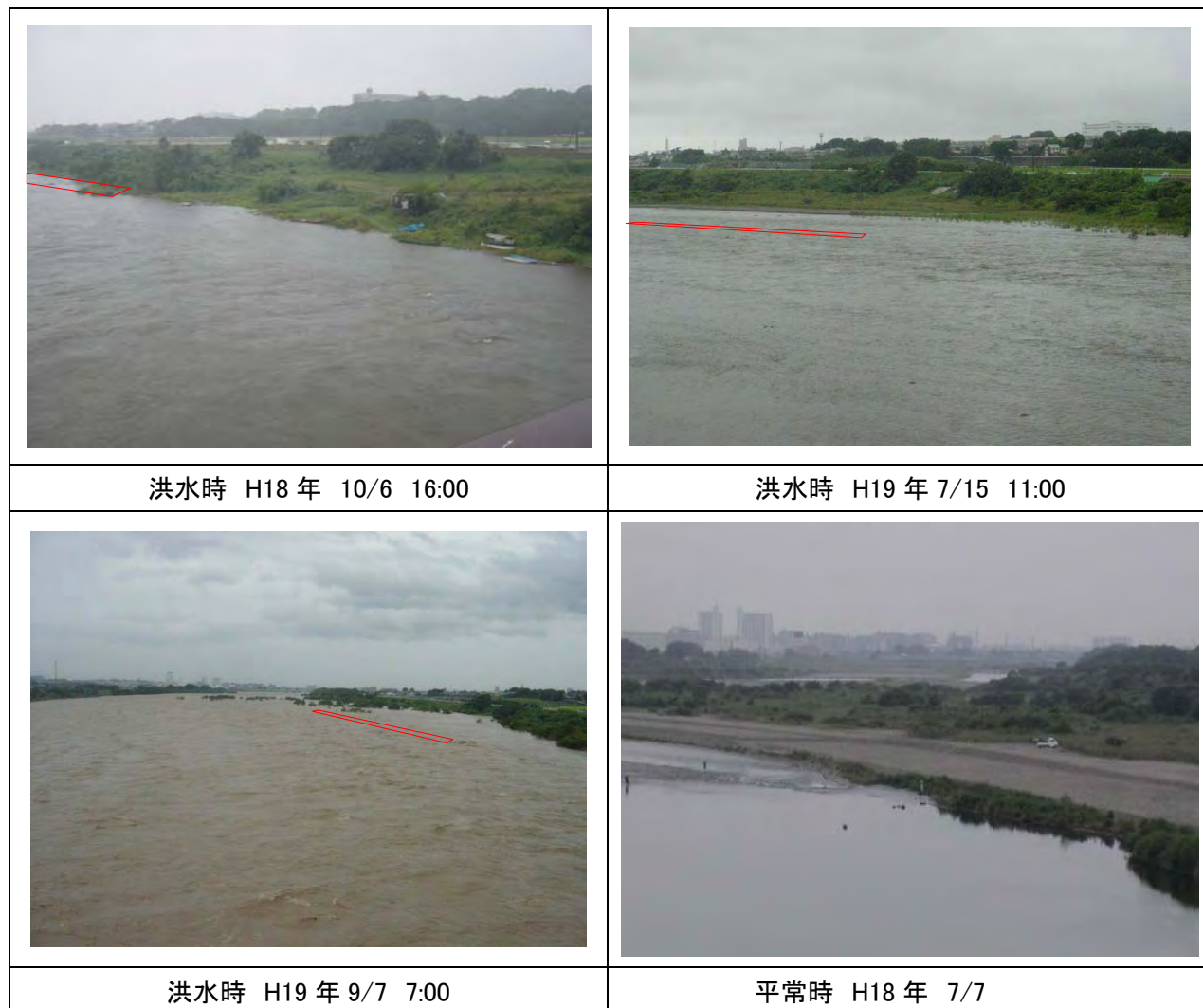


図 3-4：洪水時の置き砂の状況（座架依橋上より撮影）

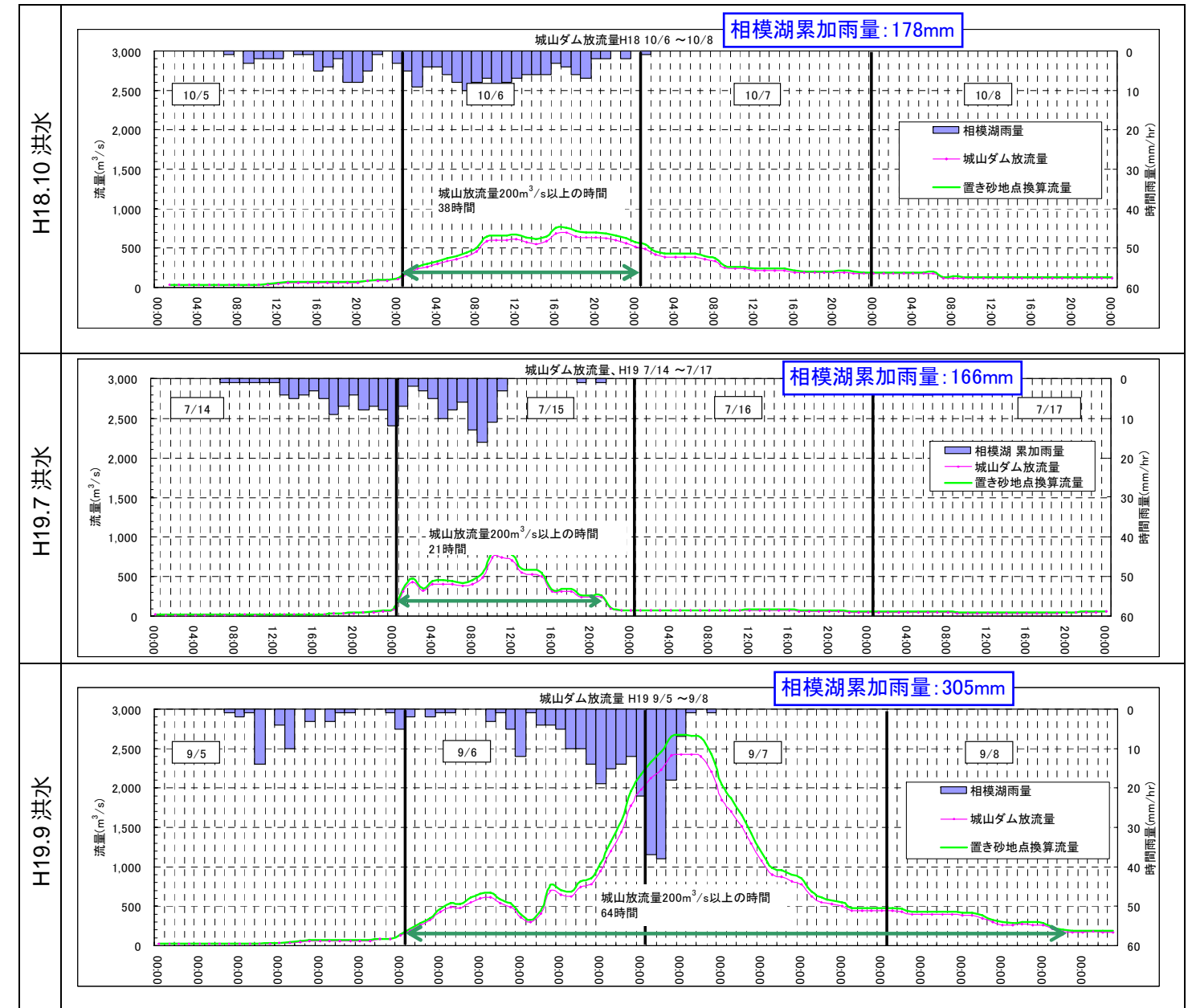


図 3-5：試験施工期間中3洪水での降雨・流量時系列変化

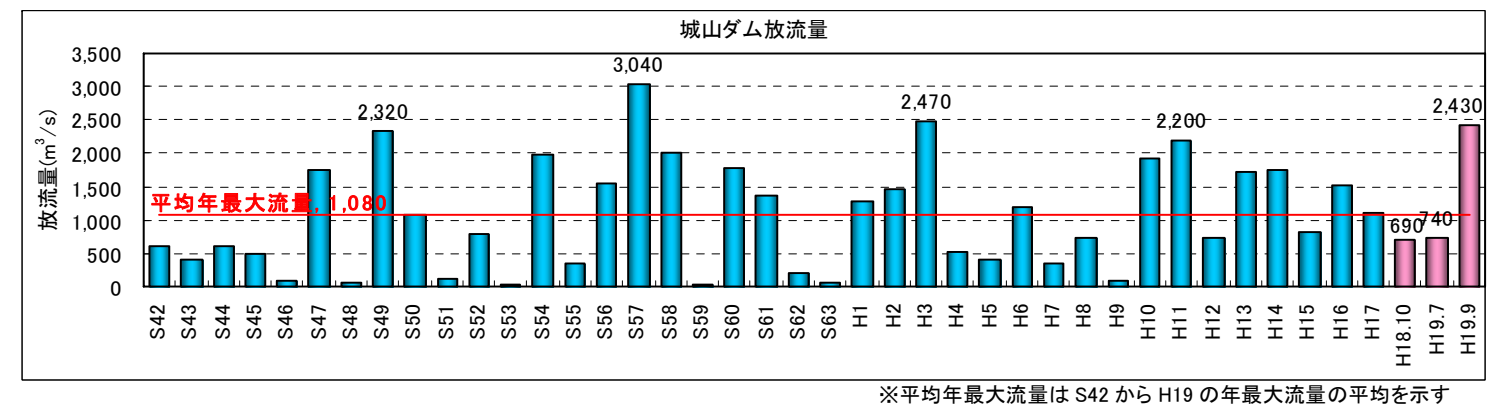


図 3-6：城山ダム年最大放流量（S42年～H17年）とモニタリング期間中の3出水放流量の関係

3.3 出水による置き砂土砂の流下と河川地形への影響

3.3.1 出水前後の置き砂土砂の変化状況

(1) 出水による置き砂土砂形状の変化

① H18.10 洪水・H19.7 洪水

- ・ H18.10 洪水、H19.7 洪水は、城山ダムの放流量が約 700m³/s 程度と小さいことから、置き砂土砂天端からの土砂移動は殆ど見られず、主に側岸侵食により流下している。

② H19.9 洪水

- ・ 城山ダム放流量が 2,400m³/s に達した H19.9 洪水では、置き砂土砂の土台部（高水敷部）を含めた河岸全体が侵食を受けたことが確認されており、他の 2 洪水とは侵食形態が異なることものと考えられる。
- ・ また、置き砂地点のみならず、上下流の河道全体で土砂移動が見られており、H19.9 洪水規模の出水では、河道内地形が大きく変化することが確認された。

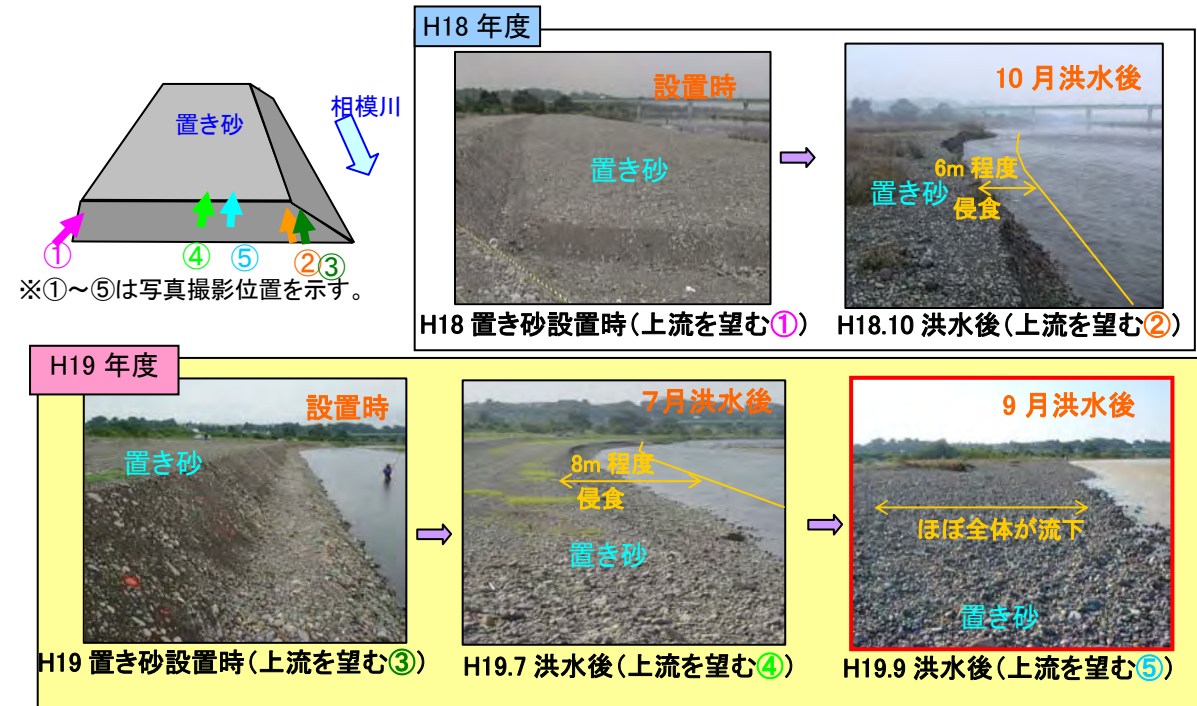


図 3-7：H18 年度および H19 年度の置き砂の形状変化

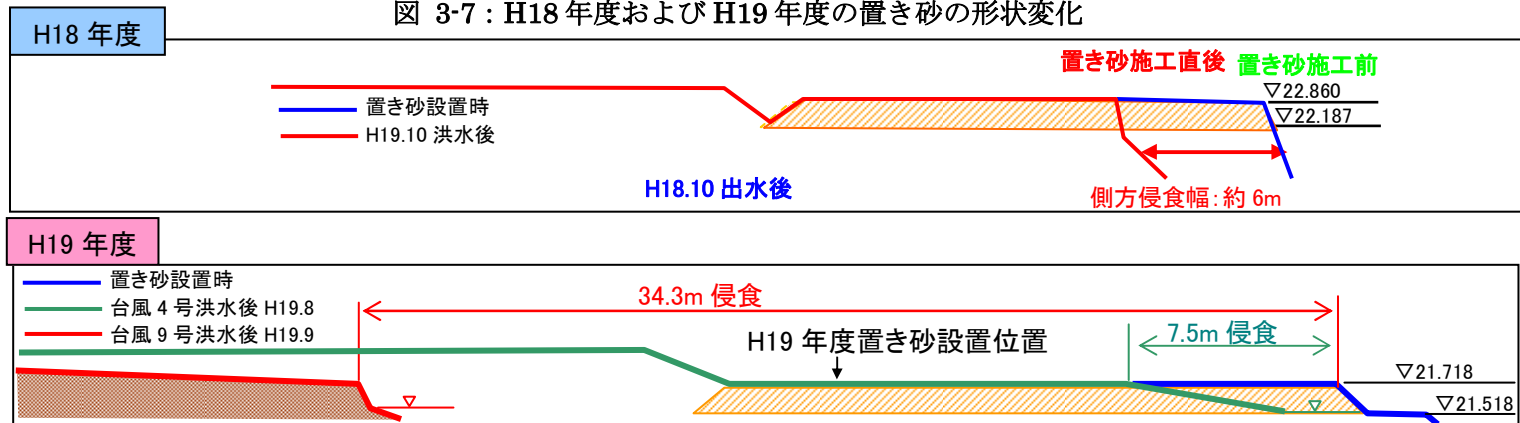


図 3-8：最も侵食が進んだ下流側の断面形状の変化（上段：H18 年度、下段：H19 年度）

(2) 置き砂地点からの流下土砂量の概算

置き砂地点での横断測量結果より、試験施工期間中の 3 出水での置き砂設置地点からの流下土砂量は表 3-4 に示したとおりと概算される。

置き砂土砂流下量と洪水規模の関係を整理すると次の特徴が確認される。

- ・ H18.10 洪水・H19.7 洪水は城山ダムピーク放流量がほぼ同等であるが、流下土砂量はそれぞれ 1,850m³、1,200m³であり、H18.10 洪水が約 1.5 倍となった。これは、H18.10 洪水での置き砂に作用する洪水外力（継続時間）が長かったこと（図 3-5 参照）、H18 年度置き砂土砂の設置厚さ（土台部含む）が大きかったことが要因と考えられる。
- ・ H19.9 洪水は、H19.7 洪水に対して継続時間で約 3 倍、ピーク流量で約 3.2 倍と大きく、置き砂土砂流下量も約 9 倍の 10740m³となった。

置き砂流下土砂中の粒径成分ごとに整理すると次の特徴が確認される（表 3-4、図 3-10 参照）。

- ・ 今回の 3 出水では、河道のアーモークト化を解消するために必要な粒径集団（1～70mm）が全体の 70%以上を占めている。
- ・ 海浜・河口砂州の改善に必要な粒径集団（0.2～1mm）は、全体の 10～20%である。
- ・ 0.2mm 以下のシルト・粘土分は、10%以下となっている。

表 3-4：試験施工期間中の出水概要と置き砂流下土砂量

洪水名		H18.10	H19.7	H19.9	
相模湖地点累加雨量		mm	178	166	305
城山ダムピーク放流量		m ³ /s	690	750	2,430
城山ダム放流量200m ³ /s以上		hr	38	21	64
流下土砂量 (土台部含む)	全体	m ³	1,850	1,200	10,740
	70mm～	m ³	299	13	210
	1～70mm	m ³	1,375	888	8,635
	0.2～1mm	m ³	165	230	1,512
	～0.2mm	m ³	10	68	383

※粒度分布毎の流下土砂量は、全体の流下土砂量に対し、置き砂材料の粒度分布比率を乗じて算出

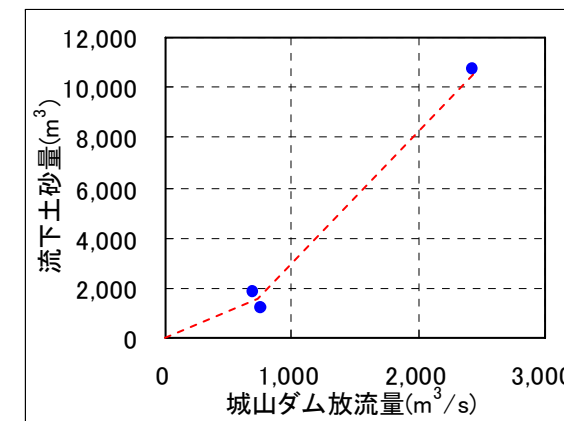


図 3-9：城山ダム放流量と置き砂流下土砂量

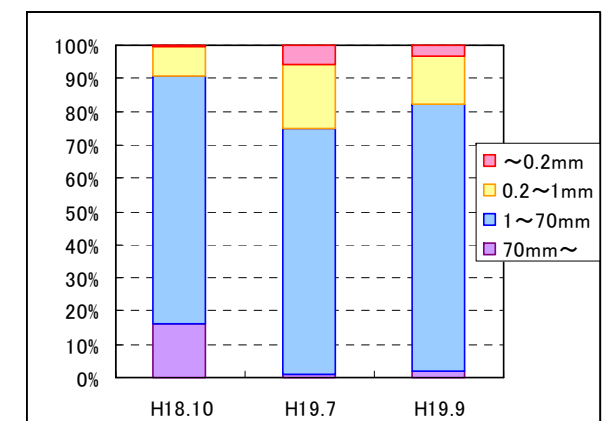


図 3-10：置き砂流下土砂の粒度構成

【相模川の土砂動態改善に必要な粒径成分】
 ・0.2～1mm：海浜を構成する成分（主に砂）
 ・1～70mm：河道のアーモークト化に必要な成分（主に砂礫）

3.3.2 現地観察による置き砂土砂流下形態の推測

(1)H18.10 洪水および H19.7 洪水（城山ダム $Q_p \approx 700 \sim 800 \text{m}^3/\text{s}$ 程度）

- ・ H18.10 洪水・H19.7 洪水は、城山ダムピーク放流量が $1,000 \text{m}^3/\text{s}$ に満たない小規模洪水であったため、置き砂土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かった。
- ・ これは、試験施工で用いた置き砂土砂中に $d=100\text{mm}$ 程度の大粒径土砂も含まれているため、置き砂天端面が大粒径土砂に覆われることで置き砂自体がアーマーコート化されている状態となり（図 3-11 参照）、置き砂表層の砂・小石を除いて、表層の大粒径土砂に隠れた土砂が移動できなかつたものと考えられる。

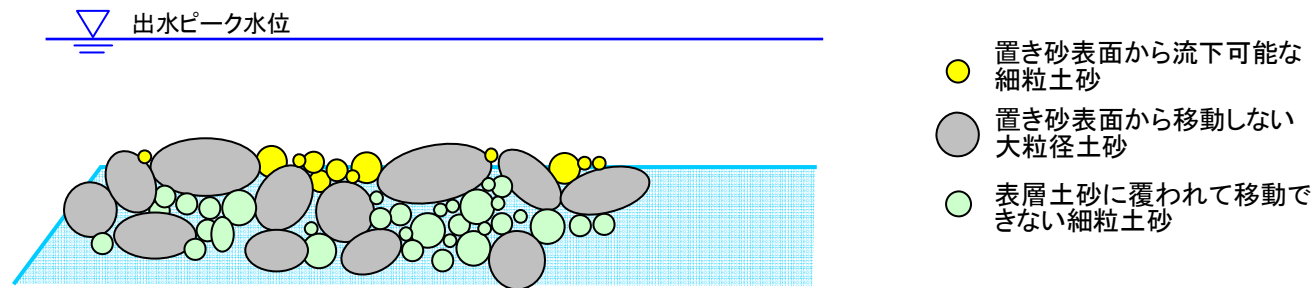


図 3-11：今回出水での置き砂土砂移動イメージ図



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

H18.10 洪水では、置き砂全体が冠水しており、その際に表層の細粒土砂が流出し、大粒径成分のみが残留したのと考えられる。

図 3-12：H18.10 洪水前後での置き砂表層の変化

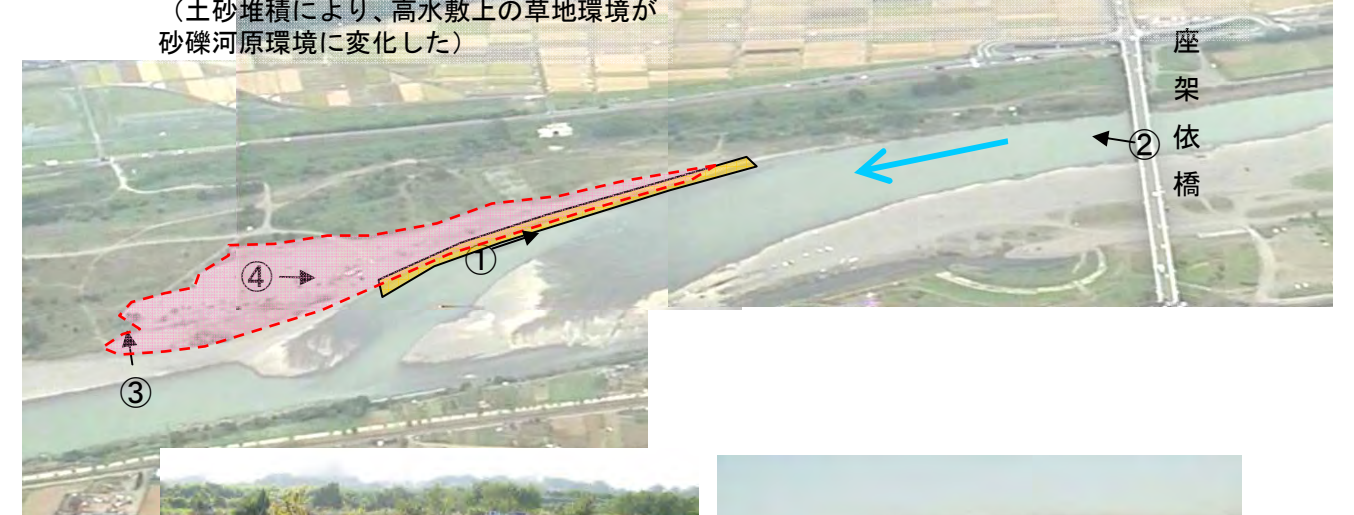
(2)H19.9 洪水（城山ダム $Q_p \approx 2,400 \text{m}^3/\text{s}$ 程度）

- ・ 城山ダム完成以降 3 年に相当する H19.9 出水を受けて、置き砂設置地点の河道形状が大きく変化し、置き砂設置土砂はほぼ流失した（図 3-8 参照）。
- ・ 置き砂試験施工区間周辺の洪水後の様子（図 3-13）より、置き砂を設置した砂州上に置き砂土砂を含めた大量の土砂が、砂州を覆うように堆積しており（下図中の赤ハッチ範囲）、洪水時の土砂移動は河道流下方向に直進的に生じたものと考えられる。
- ・ 置き砂土砂の移動についても、小規模洪水時の様な側方侵食のみならず、ピーク流量時で河道全体に洪水流が流下する状況では、置き砂表面からも土砂移動が生じたものと推察される。



④置き砂下流高水敷上の砂利堆積状況（土砂堆積により、高水敷上の草地環境が砂礫河原環境に変化した）

①置き砂地点河岸より座架依橋方向を望む



③高水敷上に明確に見られた砂州前縁位置（流下方向に高さ 50cm 程度の舌状に堆積）

②座架依橋より置き砂設置箇所を望む



図 3-13：H19.9 洪水での置き砂設置箇所周辺の変化

3.3.3 試験施工区間周辺河道の変化

置き砂試験施工前後での河川横断測量成果より、置き砂土砂流下・洪水流下による河道内地形変化状況を整理した。

試験施工実施前後の横断測量時期は下記の通りであり、この間での横断形状の変化より、洪水での変化要因を推定した。

表 3-5：測量年月と洪水イベント・置き砂土砂流下量の関係

測量年月	洪水イベント	置き砂土砂流下量
H16年	試験施工前	—
H19.6	H17.8洪水(Qp=1100m ³ /s)	約 1850m ³ (H18.10)
	H18.10洪水(Qp=690m ³ /s)	
H19.10	H19.7洪水(Qp=750m ³ /s)	約 1200m ³ (H19.7)
	H19.9洪水(Qp=2430m ³ /s)	

1) 試験施工前 (H16年測量) → H18.10洪水後 (H19.6測量)

- H16年→H19.6測量での横断形状比較より、17.8k、18.4k、19.4kを除いて殆ど変化がみられないことから、この間の河道形状は比較的安定していたものと考えられる。
 - 17.8k：主流路が右岸→左岸へ偏流する箇所にあたり、流路位置の移動により横断形状が大きく変化するため
 - 19.2k：主流路が直進し、左岸側に偏流し始める水あたり部に位置し、出水時に側方侵食を受けやすいため
 - 19.4k：置き砂設置地点前面にある砂州による偏流箇所にあたり、平水時～中小出水時に洪水流が河岸に衝突することで側方侵食をうけるため
- 置き砂土砂流下の影響については、流下量が全体で1850m³と少ないことから、置き砂流下による河道地形変化への影響は小さいものと考えられる。



図 3-14：置き砂下流の河道の変化

2) H19.6試験施工直後 (H19.6測量) → H19.7、H19.9洪水後 (H19.10測量)

- 横断形状比較より、洪水前後で横断形状が全川的に変化していることが確認できる。
- 特にみお筋沿いに着目すると下記の通りであり、河道自体が大きく変化していることが確認できる。
 - 河床低下が進行している箇所 (17.4k 右岸、17.8k 右岸、18.0k 右岸、18.8k 左岸)
 - 埋め戻しにより河床高が上昇した箇所 (17.6k 右岸、18.6k 左岸、19.2k 左岸)
 - 側方侵食により寄り州幅が減少した箇所 (18.4k 左岸、19.0k～19.4k 右岸)
- 置き砂土砂流下の影響については、図 3-15 に示した通り、各横断測線での土砂移動量が置き砂土砂流下量 (約 10740m³) に対して大きいことから、河道全体の変化に対する置き砂土砂流下の影響は小さいものと考えられる。

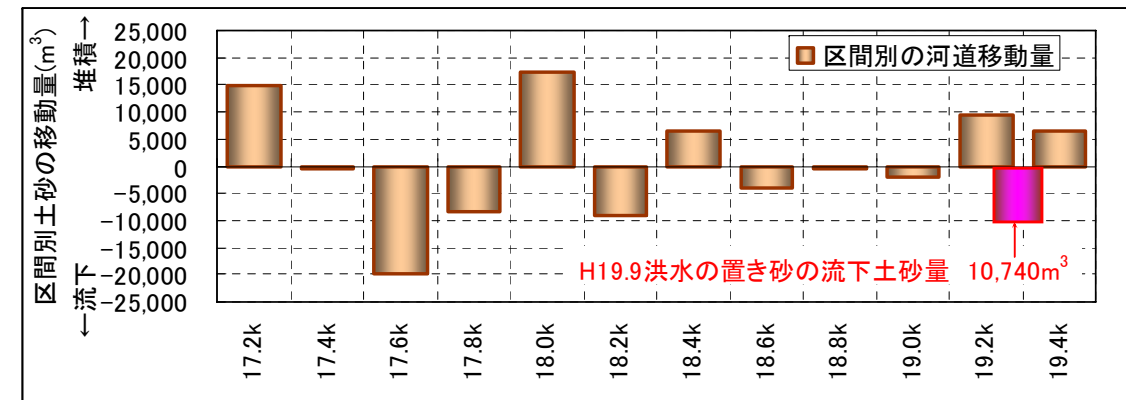


図 3-15：H19.9洪水の河道の変化量

3.3.4 置き砂土砂の流下範囲の推定

(1) 砂成分の到達範囲の推定

1) 調査の目的

置き砂土砂に含まれる砂成分 (d=2mm 以下) の置き砂下流への到達状況の把握を目的として、試験施工地点上下流の水際沿いにて、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。

2) 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) で表層材料 (砂・礫・石) をサンプリングし、表層河床材料粒度分布図を作成し、洪水前後で比較した。

置き砂流下により低水路水際沿いに砂分が堆積する場合には、細粒土砂の割合が増加し、粒度分布の変化や、 D_{10} (10%粒径) が小さくなる等の変化が生じるため、これを基に出水による河岸沿いへの砂分堆積を間接的に推測することとした。

3) 調査地点

調査地点は図 3-3 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。

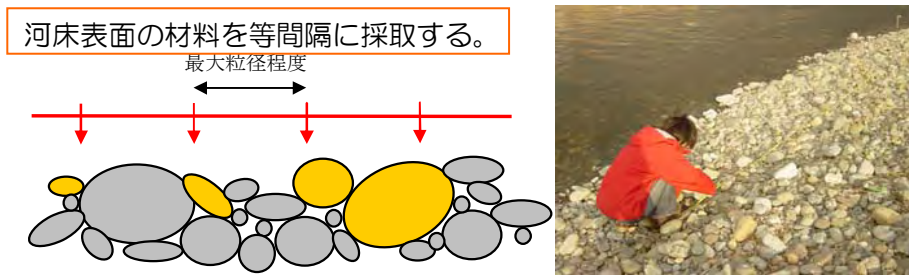


図 3-16 : 線格子法のイメージおよび調査風景

4) 調査結果

H18.10 洪水、H19.7 洪水、H19.9 洪水前後の低水路水際沿いの表層土砂構成の変化を、 D_{10} 粒径 (細粒土砂を代表する) および D_{60} 粒径 (河床の平均粒径) に着目してその値の変化を整理した結果、置き砂土砂流下の影響が相対的に大きな H18.10 洪水や H19.7 洪水では、**置き砂から流下した砂成分が置き砂下流 2km 区間の範囲まで到達している可能性が示唆された。**

以下に、洪水規模別の特徴を整理した。

A) H18.10 洪水および H19.7 洪水 (城山ダム $Q_p \approx 700 \sim 800 \text{ m}^3/\text{s}$ 程度)

城山ダム $Q_p = 700 \sim 800 \text{ m}^3/\text{s}$ 程度の小洪水では、下記の観点から**置き砂流下した砂成分が置き砂下流 2km 区間の範囲まで到達している可能性が示唆される。**

- ・ 砂分を表現する D_{10} 粒径に着目すると、両洪水ともに置き砂地点下流約 2km (17.0kp 付近) の範囲で全体的に D_{10} が縮小傾向にあることが確認できる。
 - 河岸沿いへの砂分堆積は必ずしも置き砂のみの影響とはいえないが、その一部は置き砂土砂からの流下土砂の可能性はある。
 - なお、置き砂中の砂分のうち、河道中央部を流下する土砂については、さらに下流まで流下した可能性はあるが、今回の調査にて確認することは困難である。
- ・ 平均粒径に相当する D_{60} 粒径については、置き砂流下前後で大きな変化は見られなかった。

B) H19.9 洪水 (城山ダム $Q_p \approx 2,400 \text{ m}^3/\text{s}$ 程度)

城山ダム $Q_p = 2000 \text{ m}^3/\text{s}$ を越える大洪水では、置き砂以外の河道全体の土砂移動の影響が大きいため (参照)、**置き砂土砂中の砂分の到達範囲を推定することは困難**と考えられる。

- ・ D_{60} 、 D_{10} 粒径に着目すると、置き砂上下流ともに明確な粗粒化・細粒化傾向は見られない。これは、H19.9 出水規模が大きく河道内地形が大きく変化したため、出水前後での比較が困難なためと考えられる。
- ・ 但し、置き砂地点直下流では、 D_{60} 、 D_{10} ともに拡大傾向にある。これは H19.9 洪水時に置き砂および置き砂土台部から流出した土砂が置き砂近傍下流に堆積したことにより、表層土砂粒径が粗粒化したためと考えられる。

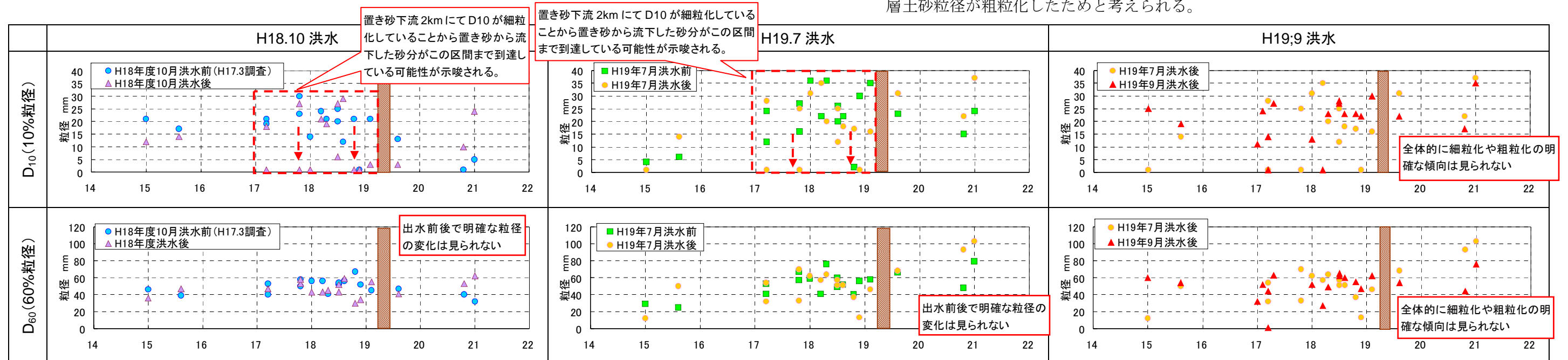


図 3-17 : 出水前後での水際沿いの 10%粒径、60%粒径の変化

(2)礫成分の到達範囲の推定（瀬の分布範囲から推定）

置き砂土砂中の主に大粒径成分である石・礫成分流下による置き砂下流河道の地形変化把握を目的として、置き砂流下が生じた3出水前後での瀬の位置を目視観察した結果、置き砂土砂による影響は大きいものと考えられる。

1)H18.10 出水による影響

- ・ 前述の砂分追跡調査より、河岸沿いへの砂分の堆積は置き砂下流 2km の 17.0k 付近まで観察されたことから、礫分の到達範囲は最大 2km の範囲であると考えられる。
- ・ この範囲内で土砂堆積により新たな瀬が生じたのは、置き砂直下流の 19.2k 付近でのみであることから、置き砂土砂流下が瀬の形成要因の一つと考えられる。

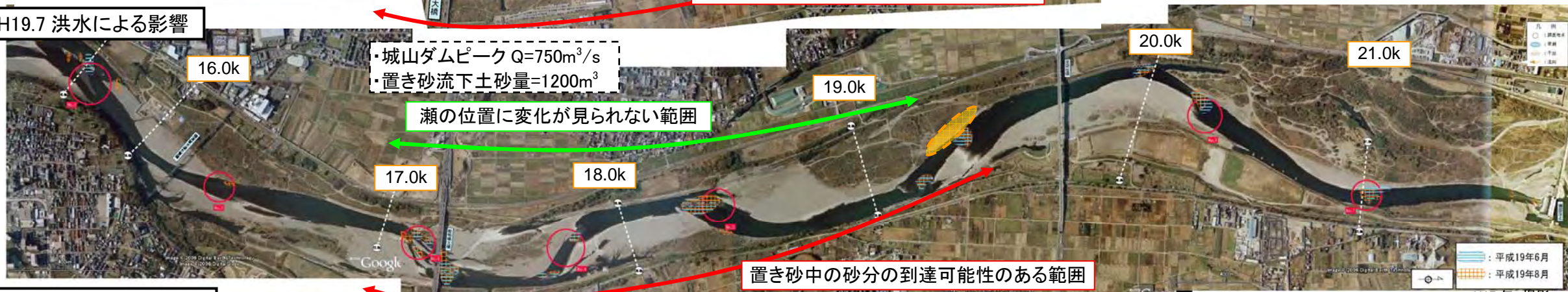
2)H19.7 出水による影響

- ・ H19.7 洪水については、置き砂下流の 17.0k~19.2k 区間において出水前後でほとんど変

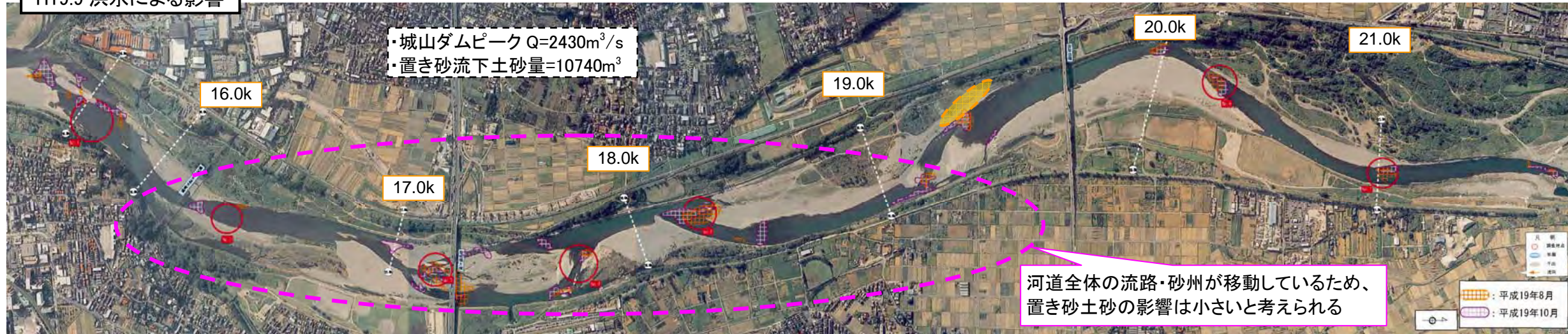
H18.10 洪水による影響



H19.7 洪水による影響



H19.9 洪水による影響



化していないことが確認できること、置き砂流下土砂量が 1200m³ と少ないことから、置き砂土砂流下の影響は小さいものと考えられる。

3)H19.9 出水による影響

- ・ H19.9 出水は、上記2洪水に比べてピーク流量、洪水継続時間ともに大きいことから、洪水流自体で河道内の地形が大きく変化しているが、前述の横断測量成果・砂分移動追跡調査結果より、置き砂土砂量に比べて河道全体の変化量は大きく、置き砂土砂流下による影響を抽出することは困難と考えられる。
- ・ 但し、19.2k 地点では新たに瀬が形成されているが、19.2k 横断図では置き砂前面の低水路中央部で土砂堆積が確認されること、対岸の置き砂土砂部分が側方侵食により大きく削れ、低水路部に土砂供給がなされたことを併せて考えると、この瀬の形成に置き砂土砂の一部が含まれていることが考えられる。

3.4 置き砂土砂流下による河川環境への影響

本節では、置き砂土砂流下による河道内環境への影響の有無について、特に河川環境に関連する「①付着藻類」、「②底生生物」、「③水質」について整理した。

3.4.1 置き砂土砂流下による付着藻類への影響

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。相模川に多く生息するアユは、これらの付着藻類のうち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（こすり取る）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。

(1)付着藻類の特徴と本調査での着目点

1)付着藻類とは

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、河川環境を示す指標として適している。

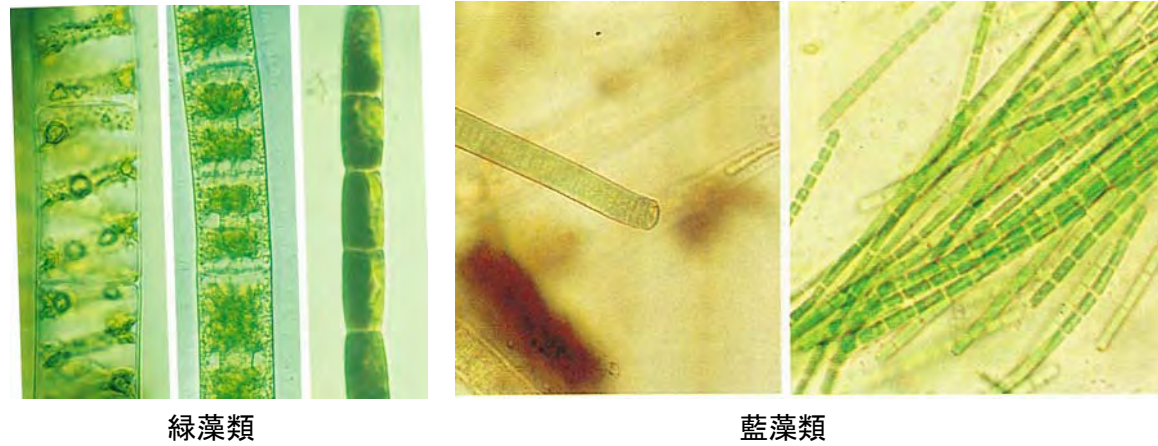


写真 3-1 付着藻類の顕微鏡写真

2)アユの餌資源としての付着藻類

A)Homoeothrix. 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。

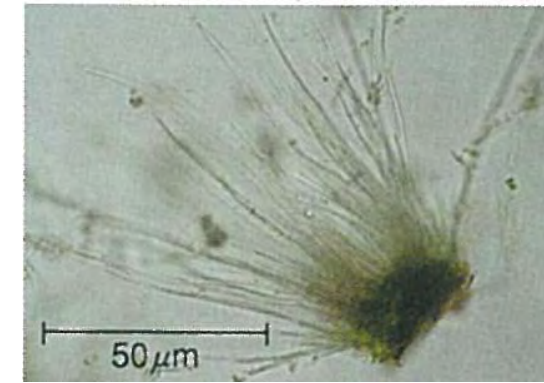


写真 3-2 Homoeothrix. Janthina : ピロウドランソウ²

B)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。

C)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 3-3 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

(2)調査回数および時期

置き砂試験施工前の H17 年度事前調査から、H18、H19 年度の置き砂試験施工実施後における付着藻類・底生生物サンプル採取時期を図 3-18 に示す。

ここで、緑色の吹き出しは、採取及び分析を行ったもの、オレンジ色の吹き出しは採取のみ行ったものである。

本資料では、出水による付着藻類の変化に着目して、調査結果の整理・考察を行った。

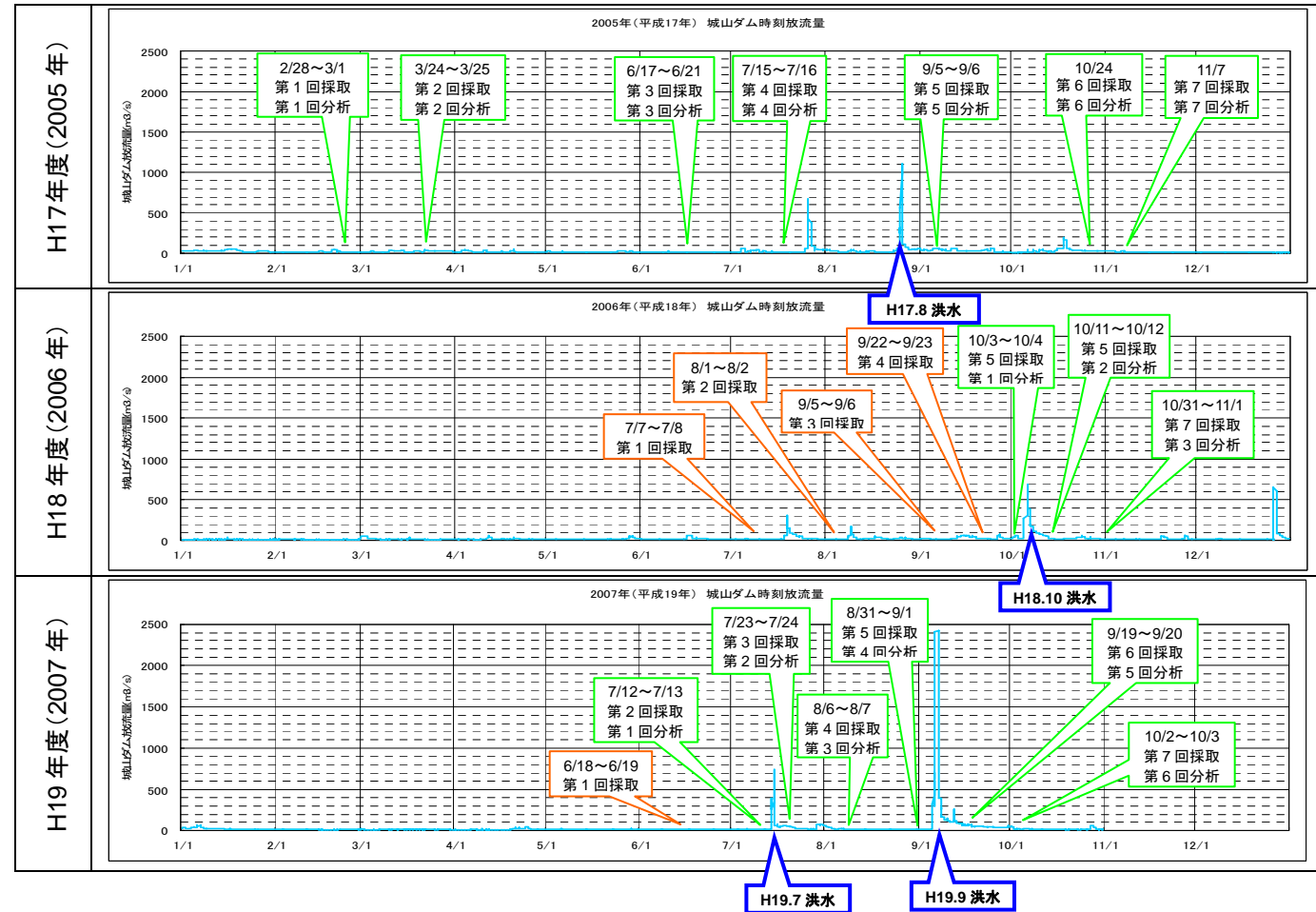


図 3-18：サンプル採取日と城山ダム放流量の関係

(3)分析項目

採取したサンプルは、下記の表 3-6 に示した着目点に基づいて分析した。

表 3-6：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	ピロト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	
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

(4)調査結果

1)出水前後での付着藻類の優占種について

置き砂土砂が流下した 3 洪水の洪水前後で採取したサンプル中で確認された付着藻類種の上位 5 種について

図 3-20 に整理した結果、**洪水流下前後・置き砂上下流ともに全ての採取地点にてアユの餌となるピロトランソウ(Homeoeothrix Janthina)が最も優占することが確認されたことから、洪水時の流れ・土砂移動に伴うアユの餌環境に対する悪影響は生じなかったものと考えられる。**

本調査で確認されたその他の特徴について、以下に記す。

- 置き砂地点上下流での優占種の変化は見られないことから、置き砂土砂流下による優占種変化への影響はほとんどないものと考えられる。
- H19 年度の 2 洪水は、水温の高い夏場に生じたことから、高温に強い藍藻類が卓越する一般的な生態が確認された。一方、H18 年度調査では、水温が低下する 10 月～11 月にかけてサンプル採取されたこと、藍藻を餌とする鮎が減少し、摂食圧が低下したことから、珪藻類が卓越する結果になったものと考えられる。

2)出水前後での付着藻類細胞数の変化について

採取サンプル中の付着藻類細胞数(図 3-21)の変化を見ると、**サンプル採取地点に関わらず、各洪水共に、洪水直後は付着藻類数が大きく減少するが、その後回復していることから、置き砂土砂流下による付着藻類回復への悪影響は生じなかったものと考えられる。**

なお、置き砂上下流での細胞数の回復率(図 3-19)に着目すると、置き砂地点下流側の St.1～St.5 の方が上流側の St.6～St.7 に比べて回復率が高い傾向がみられることから、置き砂土砂流下により付着藻類の剥離・更新が促進した可能性が示唆される。

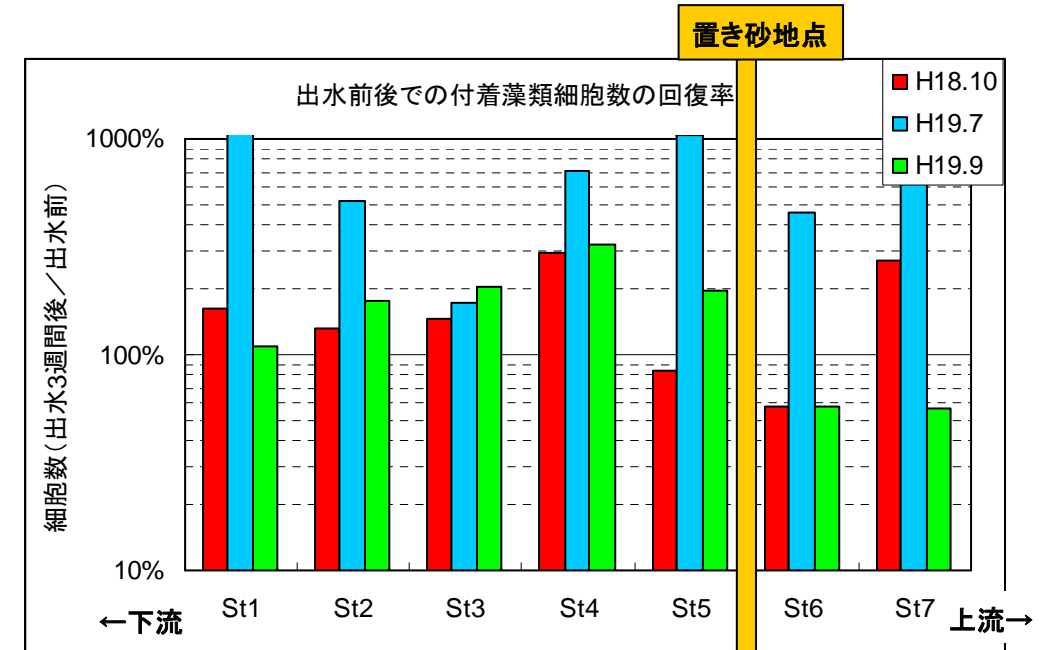


図 3-19：出水前後での細胞数の回復率(出水 3 週間後/出水直前)

出水	順位	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	
		1	Homoeothrix sp.	Homoeothrix sp.	Homoeothrix sp.	Homoeothrix sp.	Homoeothrix sp.	Homoeothrix sp.	Homoeothrix sp.
H18.10 出水	出水直前	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.
		1	Homoeothrix sp.	Homoeothrix sp.	Navicula spp.	Homoeothrix sp.	Homoeothrix sp.	Homoeothrix sp.	Homoeothrix sp.
出水1週間後	2	Lyngbya sp.	Navicula spp.	Homoeothrix 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.	Melosira sp.	Achnanthes spp.	Achnanthes spp.	
	5	Nitzschia spp.	Melosira sp.	Fragilaria spp.	Nitzschia spp.	Melosira sp.	Navicula spp.	Achnanthes spp.	
	1	Homoeothrix sp.	Homoeothrix sp.	Homoeothrix sp.	Homoeothrix sp.	Homoeothrix sp.	Homoeothrix sp.	Homoeothrix sp.	
出水3週間後	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 spp.	Nitzschia spp.	Cymbella spp.	Cymbella spp.	Cymbella spp.	
	H18.9 出水	出水直前	1	Homoeothrix sp.	Homoeothrix sp.	Homoeothrix sp.	Homoeothrix sp.	Homoeothrix sp.	Homoeothrix sp.
2			Lyngbya sp.	Lyngbya sp.	Lyngbya sp.	Lyngbya sp.	Lyngbya sp.	Achnanthes spp.	Lyngbya sp.
3			Chaetophoraceae	Nitzschia spp.	Fragilaria spp.	Achnanthes spp.	Fragilaria spp.	Lyngbya sp.	Melosira sp.
4			Nitzschia spp.	Chaetophoraceae	Melosira sp.	Chaetophoraceae	Achnanthes spp.	Melosira sp.	Nitzschia spp.
5			Achnanthes spp.	Achnanthes spp.	Chaetophoraceae	Fragilaria spp.	Nitzschia spp.	Fragilaria spp.	Fragilaria spp.
出水1週間後	1	Homoeothrix sp.	Homoeothrix sp.	Homoeothrix sp.	Homoeothrix sp.	Homoeothrix sp.	Homoeothrix sp.	Homoeothrix sp.	
	2	Nitzschia spp.	Lyngbya sp.	Lyngbya sp.	Lyngbya sp.	Nitzschia spp.	Lyngbya sp.	Melosira sp.	
	3	Melosira sp.	Nitzschia spp.	Chaetophoraceae	Fragilaria spp.	Chaetophoraceae	Melosira sp.	Achnanthes spp.	
	4	Navicula spp.	Melosira sp.	Achnanthes spp.	Achnanthes spp.	Cymbella spp.	Nitzschia spp.	Fragilaria spp.	
	5	Achnanthes spp.	Chaetophoraceae	Nitzschia spp.	Nitzschia spp.	Achnanthes spp.	Chaetophoraceae	Chaetophoraceae	
出水3週間後	1	Homoeothrix sp.	Homoeothrix sp.	Homoeothrix sp.	Homoeothrix sp.	Homoeothrix sp.	Homoeothrix sp.	Homoeothrix sp.	
	2	Chaetophoraceae	Lyngbya sp.	Nitzschia spp.	Lyngbya sp.	Lyngbya sp.	Lyngbya sp.	Lyngbya sp.	
	3	Nitzschia spp.	Chaetophoraceae	Lyngbya sp.	Chaetophoraceae	Achnanthes spp.	Chaetophoraceae	Chaetophoraceae	
	4	Achnanthes spp.	Nitzschia spp.	Cymbella spp.	Nitzschia spp.	Chaetophoraceae	Achnanthes spp.	Nitzschia spp.	
	5	Lyngbya sp.	Navicula spp.	Gomphonema spp.	Achnanthes spp.	Nitzschia spp.	Nitzschia spp.	Gomphonema spp.	
H19.9 出水	出水直前	1	Homoeothrix sp.	Homoeothrix sp.	Homoeothrix sp.	Homoeothrix sp.	Homoeothrix sp.	Homoeothrix sp.	
		2	Lyngbya sp.	Lyngbya sp.	Lyngbya sp.	Chaetophoraceae	Lyngbya sp.	Lyngbya sp.	Melosira sp.
		3	Chaetophoraceae	Chaetophoraceae	Melosira sp.	Melosira sp.	Melosira sp.	Melosira sp.	Nitzschia spp.
		4	Melosira sp.	Melosira sp.	Chaetophoraceae	Nitzschia spp.	Chaetophoraceae	Chaetophoraceae	Lyngbya sp.
		5	Fragilaria spp.	Nitzschia spp.	Nitzschia spp.	Lyngbya sp.	Scenedesmus spp.	Fragilaria spp.	Fragilaria spp.
出水1週間後	1	Homoeothrix sp.	Homoeothrix sp.	Homoeothrix sp.	Homoeothrix sp.	Homoeothrix sp.	Homoeothrix sp.	Homoeothrix sp.	
	2	Lyngbya sp.	Lyngbya sp.	Lyngbya sp.	Nitzschia spp.	Nitzschia spp.	Melosira sp.	Fragilaria spp.	
	3	Nitzschia spp.	Nitzschia spp.	Nitzschia spp.	Chaetophoraceae	Melosira sp.	Fragilaria spp.	Melosira sp.	
	4	Fragilaria spp.	Gomphonema spp.	Gomphonema spp.	Fragilaria spp.	Lyngbya sp.	Nitzschia spp.	Nitzschia spp.	
	5	Melosira sp.	Fragilaria spp.	Gomphonema spp.	Melosira sp.	Fragilaria spp.	Gomphonema spp.	Gomphonema spp.	
出水3週間後	1	Homoeothrix sp.	Homoeothrix sp.	Homoeothrix sp.	Homoeothrix sp.	Homoeothrix sp.	Homoeothrix sp.	Homoeothrix sp.	
	2	Lyngbya sp.	Lyngbya sp.	Lyngbya sp.	Lyngbya sp.	Lyngbya sp.	Melosira sp.	Lyngbya sp.	
	3	Chaetophoraceae	Chaetophoraceae	Fragilaria spp.	Chaetophoraceae	Chaetophoraceae	Gomphonema spp.	Fragilaria spp.	
	4	Melosira sp.	Fragilaria spp.	Nitzschia spp.	Melosira sp.	Fragilaria spp.	Fragilaria spp.	Gomphonema spp.	
	5	Fragilaria spp.	Gomphonema spp.	Gomphonema spp.	Nitzschia spp.	Nitzschia spp.	Nitzschia spp.	Nitzschia spp.	

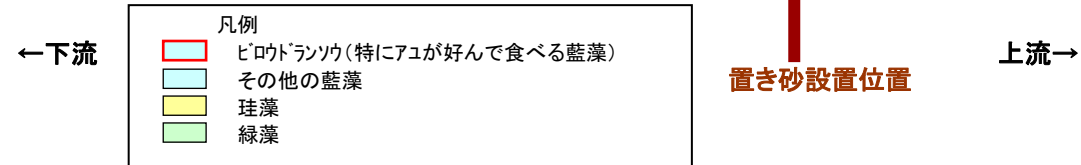


図 3-20 : 対象3洪水の洪水流下前後における付着藻類優占種上位5種の変化



図 3-21 : 対象3洪水の洪水流下前後における付着藻類細胞数の変化

3)出水前後での有機物量の変化について

A)付着藻類中の有機物重量からの評価

採取した付着藻類サンプル中の有機物量は、サンプル中に含まれる付着藻類自身の重量を示すものであり、この量が多いほどアユの餌の総量が多いことを示す。

アユの餌量の指標としては、水産庁の報告⁵より以下のことが知られている。

- ・アユの最大資源豊度（アユの最大生息密度）は120(g/m²)であり、この状態を維持するためには、河川の藻類生産力が40(gAFDW/m²)程度であることが必要となる。

この値を踏まえ、置き砂流下前後での付着藻類分析結果の評価を行った結果(図 3-22 参照)、相模川では付着藻類の有機物重量は40(g/m²)には達しないものの、アユの摂食圧が高く、かつ藍藻類の繁茂が活発な7月頃には20(g/m²)程度まで回復すること、洪水での攪乱を受けて、洪水後の有機物重量が増加することから、洪水によりアユの餌となる付着藻類環境が改善することが確認できる。

B)付着藻類中の有機物割合からの評価

採取した付着藻類サンプルは、付着藻類（有機物）とシルト・粘土等の堆積土砂（無機物）で構成されているため、付着藻類中の無機物量が少ない方がアユの餌として優れているといえる。

洪水前後での付着藻類中の有機物の割合より、以下の特徴が確認された（図 3-23 参照）。

- ・有機物の割合は、洪水前後で大きな変化は見られないが、出水前後共にアユの餌環境として良好な範囲とされる40%以上の範囲となっていることから、アユの餌環境としては洪水の影響で大きく変化することはない、良好な環境が保たれていると判断できる。
- ・縦断的な変化をみると、置き砂前後で大きな変化はないことから、置き砂により、アユの餌環境を悪化させることはないと判断できる。

4)出水前後での生きた細胞数（クロロフィル a）の変化について

植物の新鮮度さを示すクロロフィル a についての洪水前後での変化（図 3-23）を見ると、各ケース共に洪水後に一度減少したのち、ほぼ3週間後には回復する傾向が確認できる。

なお H19.9 洪水については、洪水後にさほどクロロフィル a が回復しない結果となった。その理由の一つとして、相模ダム・城山ダムから H19.9 洪水後に長期間濁水が流下していたため、濁水中に含まれる死んだ植物プランクトンが河床礫表面に堆積し、それを含めてサンプル採取したことが考えられる。

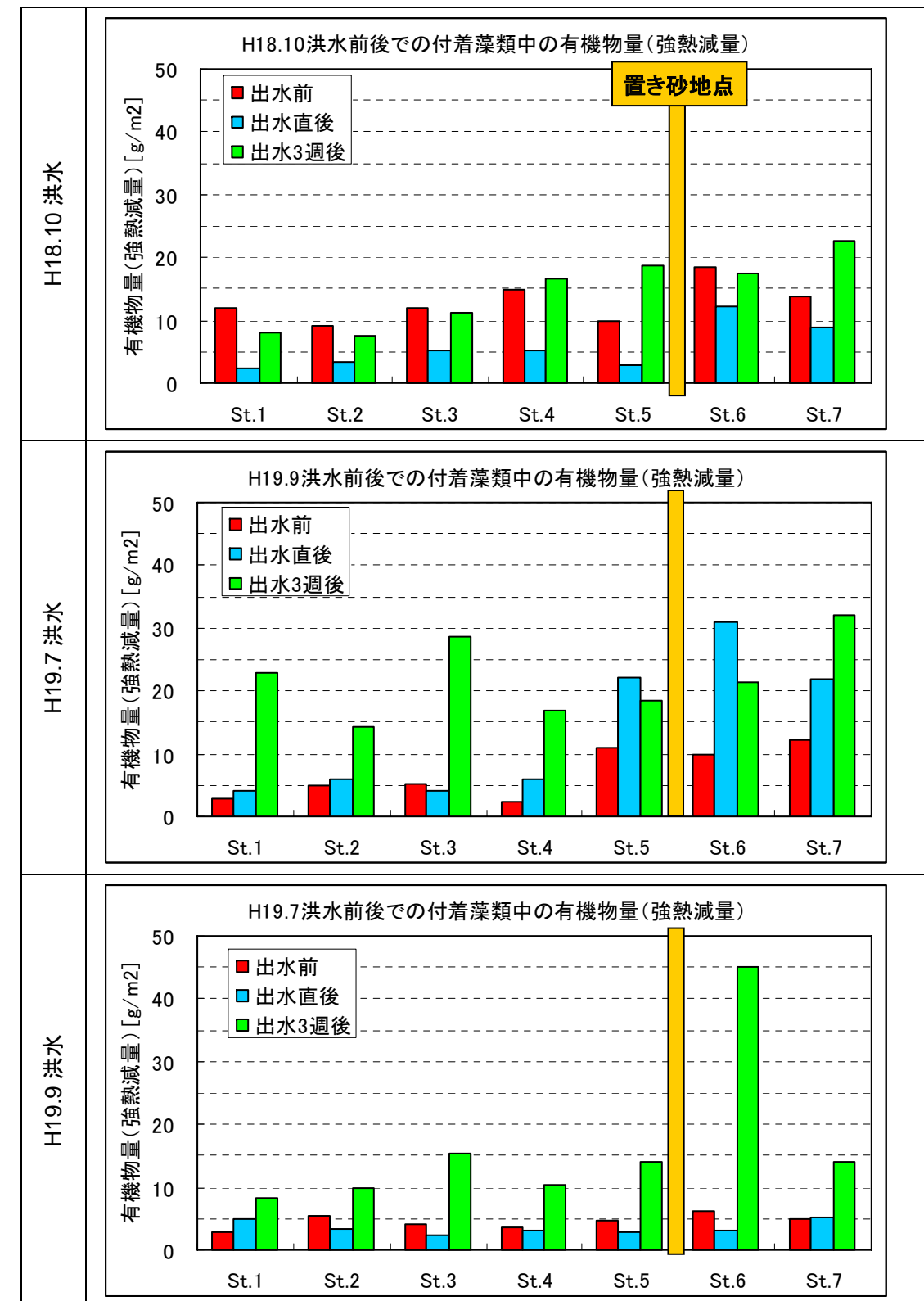


図 3-22：出水前後での有機物重量の変化

⁵ 「環境調和型アユ増殖手法開発事業報告書—新たな手法を用いたアユ生産力の評価—、水産庁、平成 19 年 3 月」

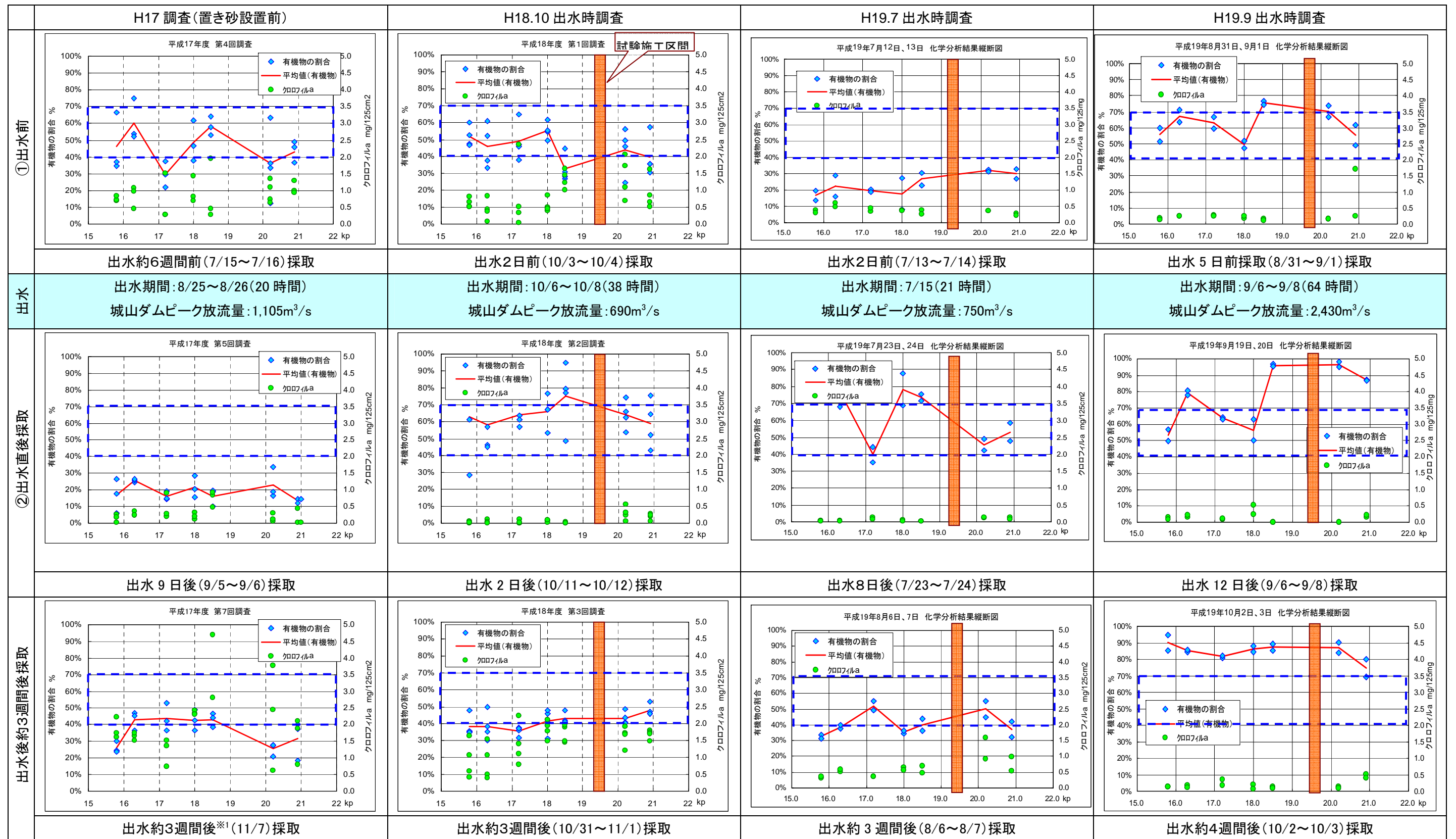


図 3-23 : 有機物の比率およびクロロフィル a の含有率

3.4.2 置き砂土砂流下による底生生物への影響

底生生物は、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受けてその生息範囲・分布が変化するため、河川環境変化の把握に適している。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。

(1)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。

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 3-4 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 3-7 のように分類される。

表 3-7：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	シロハラコガゲロウ	
	掘潜型	水底の砂、泥に潜って生活する	ユスリカ、ハミミズ	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

(2)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。

- 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。

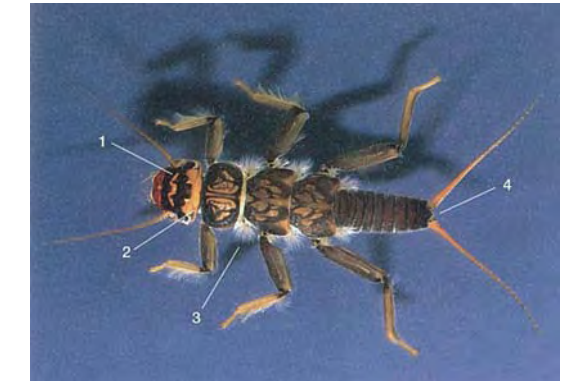
本調査では、洪水外力や土砂移動による底生生物の変化を、①底生生物の現存量の推移および②造網型底生生物の割合（造網型係数）の推移により評価した。

(3)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 3-18 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 3-4：代表的な底生生物（水生昆虫）

(4)調査結果

本年度調査結果を整理すると次の通りである。

- ・ 底生生物の残存量の推移および置き砂上下流との比較より、置き砂土砂流下による底生生物環境に大きな違いは見られないものと判断した。
- ・ 底生生物の現存量は、羽化の影響の大きな H19.7 出水を除き、置き砂上下流に関わらず現存量が出水直後に減少し、その後回復する傾向が見られる。
- ・ 置き砂流下によって河床の目詰まり等、河床形態に変化が生じる場合には、底生生物の現存量が回復しないものと考えられるが、そのような傾向は認められない。

以下、各洪水前後での変化の特徴を整理した。

1)H18.10 洪水

- ・ H18.10 洪水は洪水前採取を 10 月初旬に行ったため、底生生物の絶対数が少ない状況であり、それが洪水を受けて更に減少しているが、その後徐々に回復する様子が確認できる。
- ・ 優占種については、洪水前は造網型が約 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、H18.10 洪水規模の流量・継続時間で、「造網型」の一部が流下し、底生生物環境の更新が生じたことが確認できる。

2)H19.7 洪水

- ・ H19.7 洪水では、洪水後の質重量が減少しているものの、優占種は洪水前後ともに造網型と変化は見られなかった。
- ・ H19.7 洪水は、城山ダムピーク放流量が同程度の H18.10 洪水に対して洪水継続時間が短いことから、底生生物の生活型に変化が生じるほどの外力が底生生物の生息する河床付近に作用しなかったものと考えられる。
- ・ 出水3週間調査には質重量が大きく減少しているが、これは造網型のトビゲラが羽化により成虫に変化したことが要因であり、出水での土砂移動に起因するものではないと考えられる。

3)H19.9 洪水

- ・ H19.9 洪水では、H19.7 洪水後に減少した質重量が更に減少しているが、その後全体的に回復する様子が確認できる。
- ・ 底生生物の生活型は出水を受けて「造網型」→「匍匐型」に大きく変化している（造網型係数が出水後に大きく低下している）ことが確認できる。これは H19.9 洪水が河道内の砂州全体が移動する大規模なものであったため、洪水時の河床礫の移動に伴い、礫表面に付着していた造網型の種が礫から引きはがされて、それらがほぼ全て流出したためと考えられる。

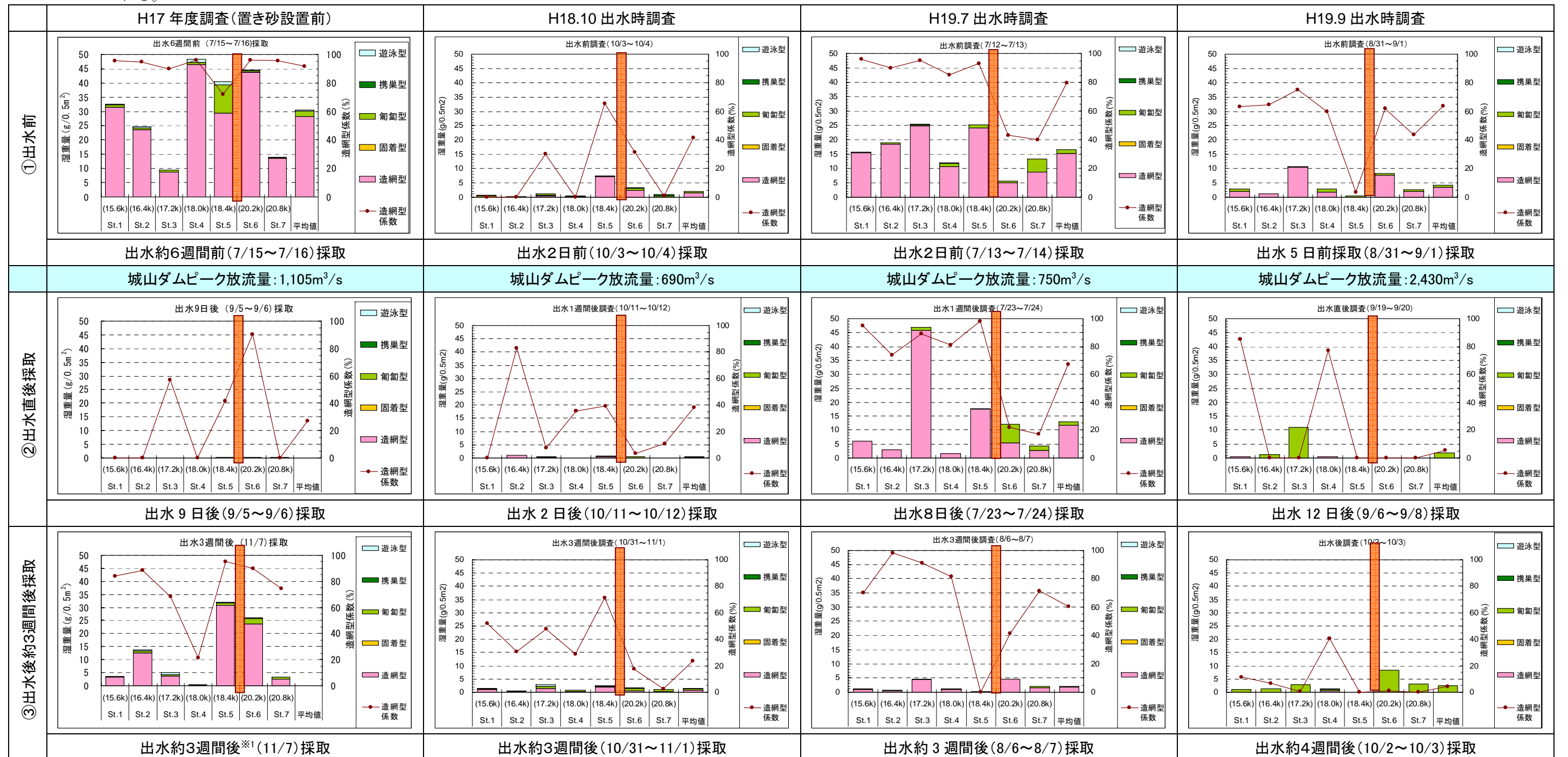


図 3-24 : 洪水前後での底生生物の現存量と造網型係数の変化

3.4.3 河川水質への影響

置き砂土砂流下による河川水質への影響把握のため、置き砂地点上下流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化学分析を行った。



図 3-25 : 採水地点平面位置図

(1)採水時期

河川水の採水は、過去の3洪水の洪水期間中で置き砂土砂が流下開始すると想定される増水期の $Q=700\text{m}^3/\text{s}$ 時、および置き砂土砂の流下が終了した減水期 $Q=200\text{m}^3/\text{s}$ 時を基本として、現場状況に合わせて表 3-8 の通りの日時に実施した。

表 3-8 : 洪水時現地採水日時および城山ダム放流量

	増水時	ピーク付近	減水時
H18.10 洪水	10/6 11:00 $Q=700\text{m}^3/\text{s}$	—	10/7 14:00 $Q=200\text{m}^3/\text{s}$
H19.7 洪水	7/15 13:00 $Q=700\text{m}^3/\text{s}$	—	7/15 19:00 $Q=250\text{m}^3/\text{s}$
H19.9 洪水	9/6 18:30 $Q=800\text{m}^3/\text{s}$	9/7 11:00 $Q=1400\text{m}^3/\text{s}$	9/20 15:00 $Q=300\text{m}^3/\text{s}$

(2)採水方法

表 3-8 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 3-5 : 河川水採水状況 (H19.9.7 11:00 $Q=1,400\text{m}^3/\text{s}$ 時 左 : 17.0k、右 : 20.8k)

(3)調査結果

採取した河川水に対し、表 3-9 および表 3-10 に示した 10 項目について水質分析を行った結果、20.8kp での観測結果に対し、置き砂地点下流にあたる 19.0kp、17.0kp での分析結果が極端に悪化していないため、現地高水敷土砂を用いた置き砂流下による河川水質への影響はほとんどないものと考えられる。（図 3-26・図 3-27 参照）

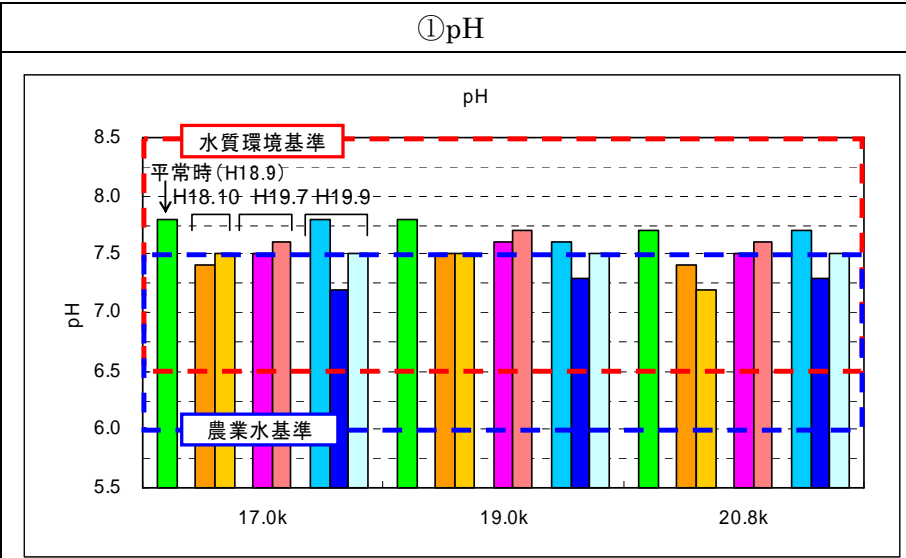
なお、TOC については H19.7 洪水での分析値に極端に大きな値が見られるが、これはサンプル採水量が少ないために、採水時に河床から流失した付着藻類の塊を採水した影響のためと考えられ、本解析では異常値として取り扱うものとした。

表 3-9 : 水質分析指標の特徴

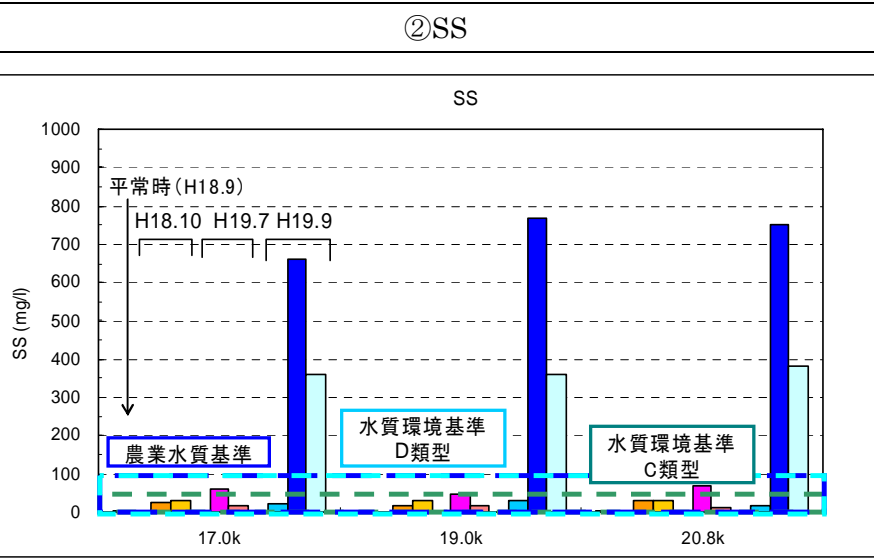
	指標	指標の特徴
①	pH	水素イオン指数 ・pH=7 を中性、中性を境に pH<7 の場合を酸性、pH>7 の場合をアルカリ性と呼ぶ。
②	SS	浮遊物質 ・浮遊物質が多いと透明度などの外観が悪くなるほか、魚類のえらがつまって死んだり、光の透過が妨げられて水中の植物の光合成に影響し発育を阻害することがある。
③	濁度	— ・水のにごり度合いを示す指標であり、洪水時には濁度が高くなる。
④	BOD	生物化学的酸素要求量 ・水質が悪い(有機物が多い)ほど BOD は高くなる。
⑤	COD	化学的酸素要求量 ・COD は生物化学的酸素要求量(BOD)と併せて排水規準に用いられ、海域と湖沼の環境基準に用いられている。 ・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 ・電気伝導度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 3-10 : 水質環境基準・農業環境基準値

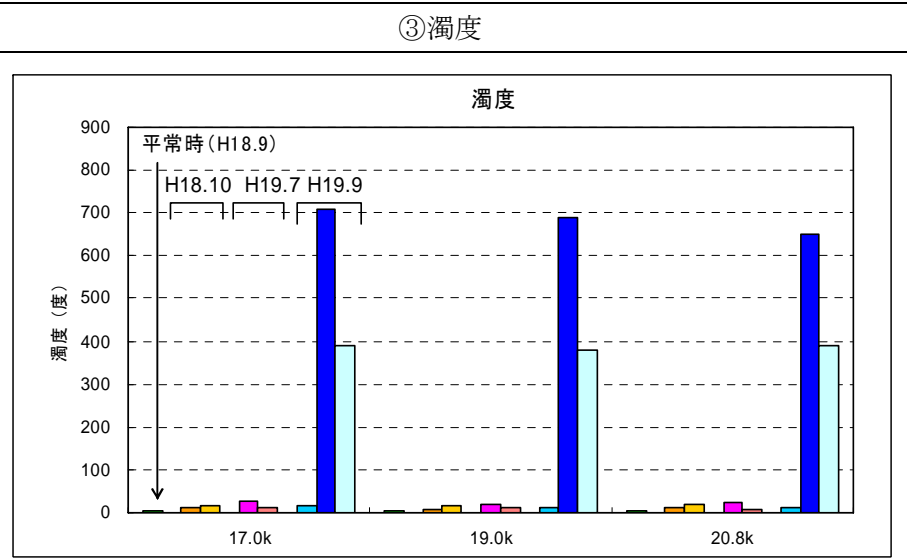
試料名	単位	水質環境基準(河川)						農業用水基準
		AA	A	B	C	D	E	
pH	pH	6.5~8.5	6.5~8.5	6.5~8.5	6.5~8.5	6.5~8.5	6.5~8.5	6.0~7.5
SS	mg/l	25以下	25以下	25以下	50以下	100以下	ごみ等の浮遊が認められないこと	100以下
濁度	度	—	—	—	—	—	—	—
BOD	mg/l	1以下	2以下	3以下	5以下	8以下	10以下	—
COD	mg/l	—	—	—	—	—	—	6以下
DO	mg/l	7.5以下	7.5以下	5以下	5以下	2以下	2以下	5以下
T-N	mg/l	—	—	—	—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



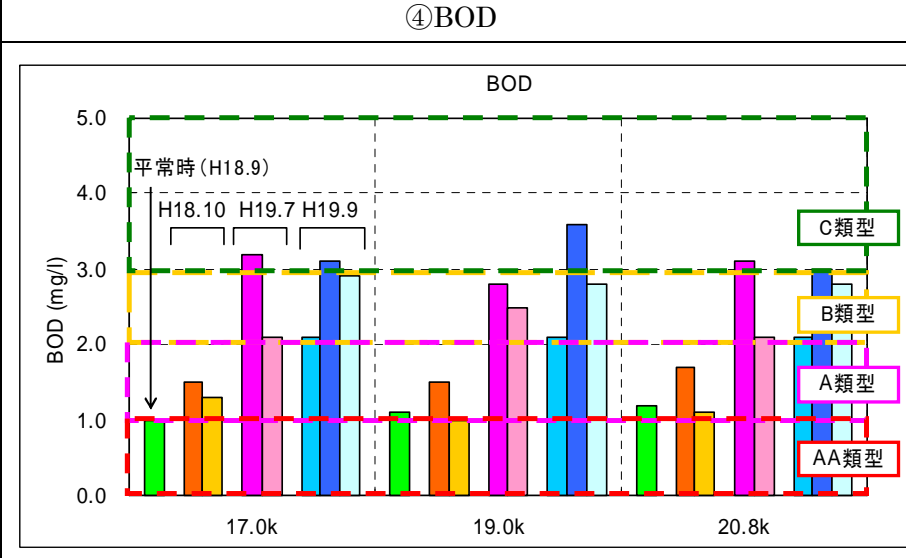
・ 置き砂上下流での pH 値を比較すると、縦断的な傾向に大きな違いは見られないため置き砂による影響は小さいものと考えられる。



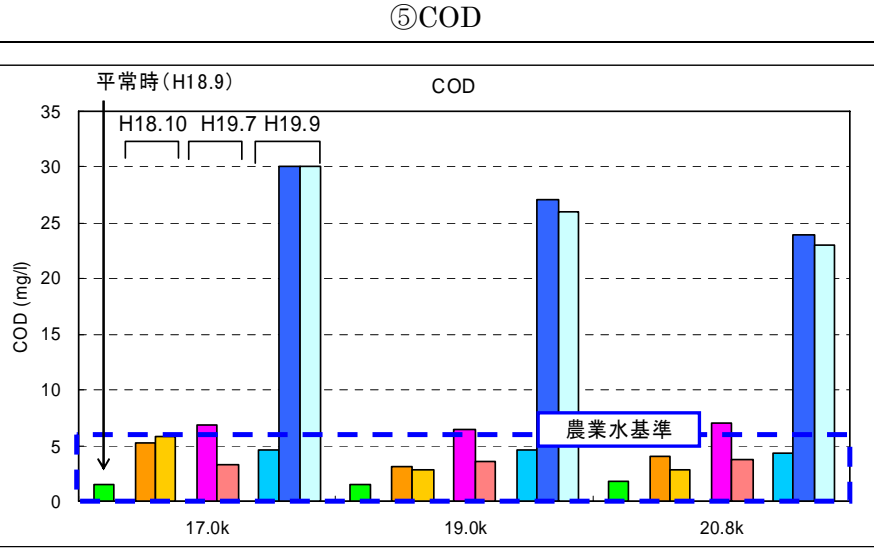
・ 洪水時は平常時に比べて SS の値が増加しているものの、置き砂地点上下流での分析結果に大きな違いは見られないことから、置き砂による影響は小さいものと考えられる。
 ・ 洪水時に SS が増加する理由としては、流域からの土砂流出が多いことが主要因として考えられる。



・ 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。



・ 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。
 ・ 洪水時の BOD は大きく、その量は平常時の約 3 倍程度である。



・ 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。
 ・ 1,000m³/s 弱程度の H18.10、H19.7 洪水ではほぼ農業水質基準以内である。

- 凡例
- H18 9/22 採取 (平常時)
 - H18 10/6 採取 (立ち上がり 700m³/s 時)
 - H18 10/7 採取 (ピーク後下り 200m³/s 時)
 - H19 7/15 13:00 採取 (立ち上がり 700m³/s 時)
 - H19 7/15 19:00 採取 (ピーク後下り 250m³/s 時)
 - H19 9/6 18:00 洪水 (立ち上がり 800m³/s 時)
 - H19 9/6 11:00 洪水 (ピーク後下り 1,400m³/s 時)
 - H19 9/8 15:00 洪水 (ピーク後下り 300m³/s 時)

図 3-26 : 置き砂地点上下流での水質分析結果 (1 / 2)

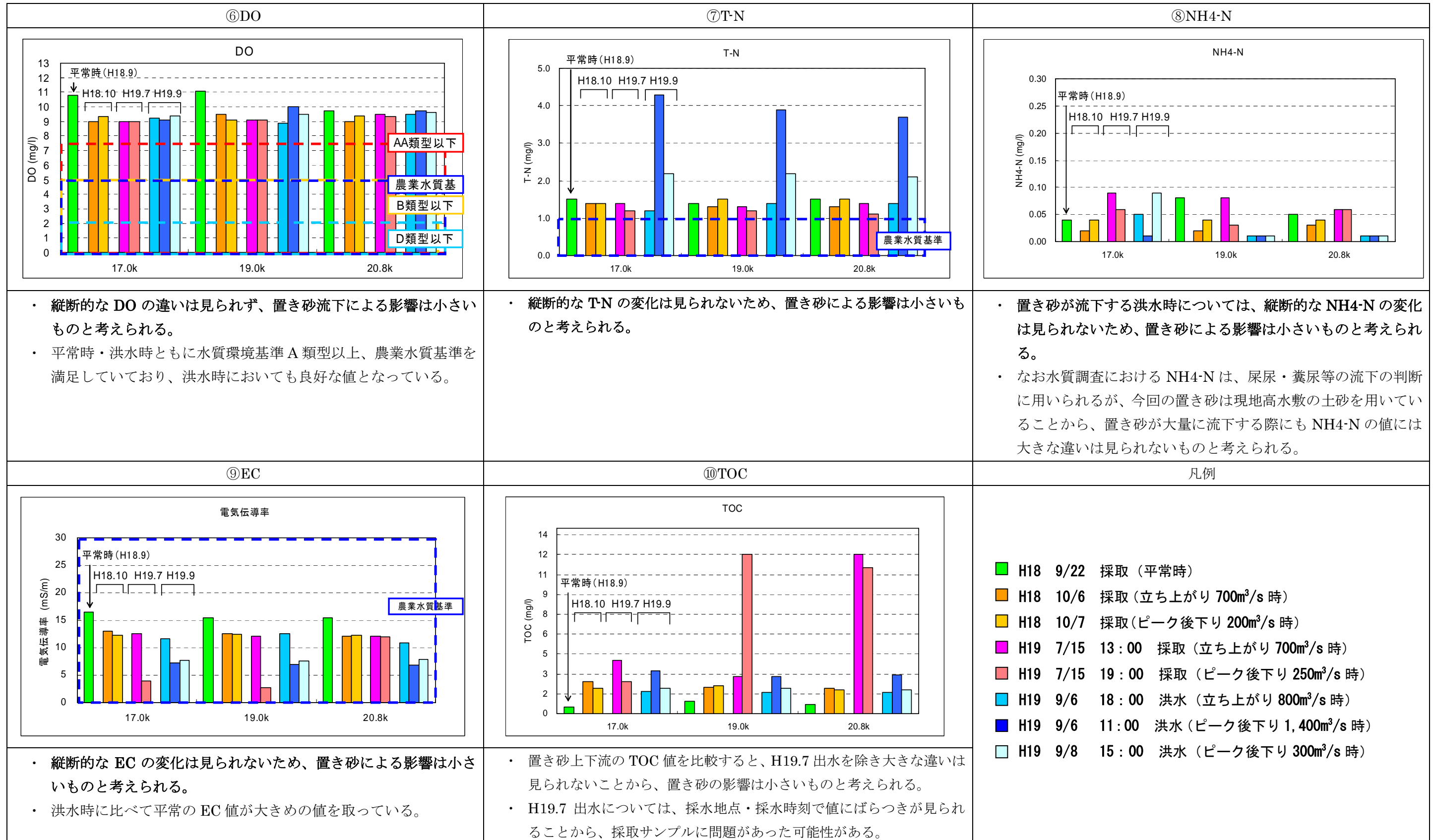


図 3-27：置き砂地点上下流での水質分析結果 (2 / 2)

3.5 相模川の土砂移動実態に関する調査

3.5.1 洪水時の細粒土砂（砂・シルト）の移動に関する調査

相模川の洪水時に流下する砂・シルト等の細粒土砂（浮遊砂・ウオッシュロード）の移動実態把握を目的として、洪水時に河川水採水を行い、河川水中の土砂移動量および粒度分布を分析した。

(1) 調査方法

1) 採水場所および採水方法

河川水の採水地点は、相模川の河口部から相模ダム・宮ヶ瀬ダムによる土砂トラップ等の影響把握を行うことから、図 3-28 に示した 9 地点にて行った。

採水方法は、河岸・橋梁上から布バケツを投入し、洪水流表層より採水した。

表 3-11：採水箇所選定理由

採水箇所	採水回数			採水箇所選定理由		
	H18.10	H19.7	H19.9			
1	相模川	神川橋	—	24	—	相模川河口部での移動実態把握
2		相模大堰	11	24	26	三川合流後の移動実態把握
3		あゆみ橋	—	24	26	
4		17.0kp 右岸	12	24	26	
5		19.0kp 左岸	12	24	—	置き砂流下の影響評価(置き砂下流 0.2km)
6		20.8kp 左岸	12	24	26	置き砂流下の影響評価(置き砂上流 1.2km)
7		小倉橋 (諏訪森下橋)	13	24	25	城山ダム直下の土砂移動実態把握
8		桂川橋	—	24	25	相模ダム上流域からの土砂供給実態把握
9		中津川	日向橋	—	24	24



写真 3-6：洪水時採水風景（左：17.0k、右：20.8k）

2) 分析項目

採水した河川水について、下記の 3 種の分析を行った。

- ・ 濃度分析（SS 分析）
- ・ 粒度分析（レーザーカウンター法による）
- ・ 比重分析



図 3-28：洪水時流砂量調査地点位置および調査地点選定理由

(2)調査結果

1)洪水時の細粒土砂の移動量（土砂移動濃度）

洪水流量と河川水中の土砂濃度の関係を図 3-29 に整理した結果、次の特徴が確認できる。

- ・ 浮遊砂濃度 SS は洪水規模に応じて増加する傾向が見られる。
- ・ H18.10 洪水および H19.7 洪水では、城山ダムピーク放流量は共に 700m³/s 程度と同等であるが、土砂生産域である相模湖上流域の降雨強度が異なることから、SS 観測値に差違が生じたものと考えられる。
- ・ H19.9 洪水では相模湖上流端の桂川橋地点の SS は約 4000(mg/L) と、城山ダム下流区間（ピークで約 1400mg/L）の 3 倍程度の浮遊砂濃度であり、本来城山ダム下流に流下する細粒土砂が相模ダム・城山ダムでトラップされていることが示唆される。

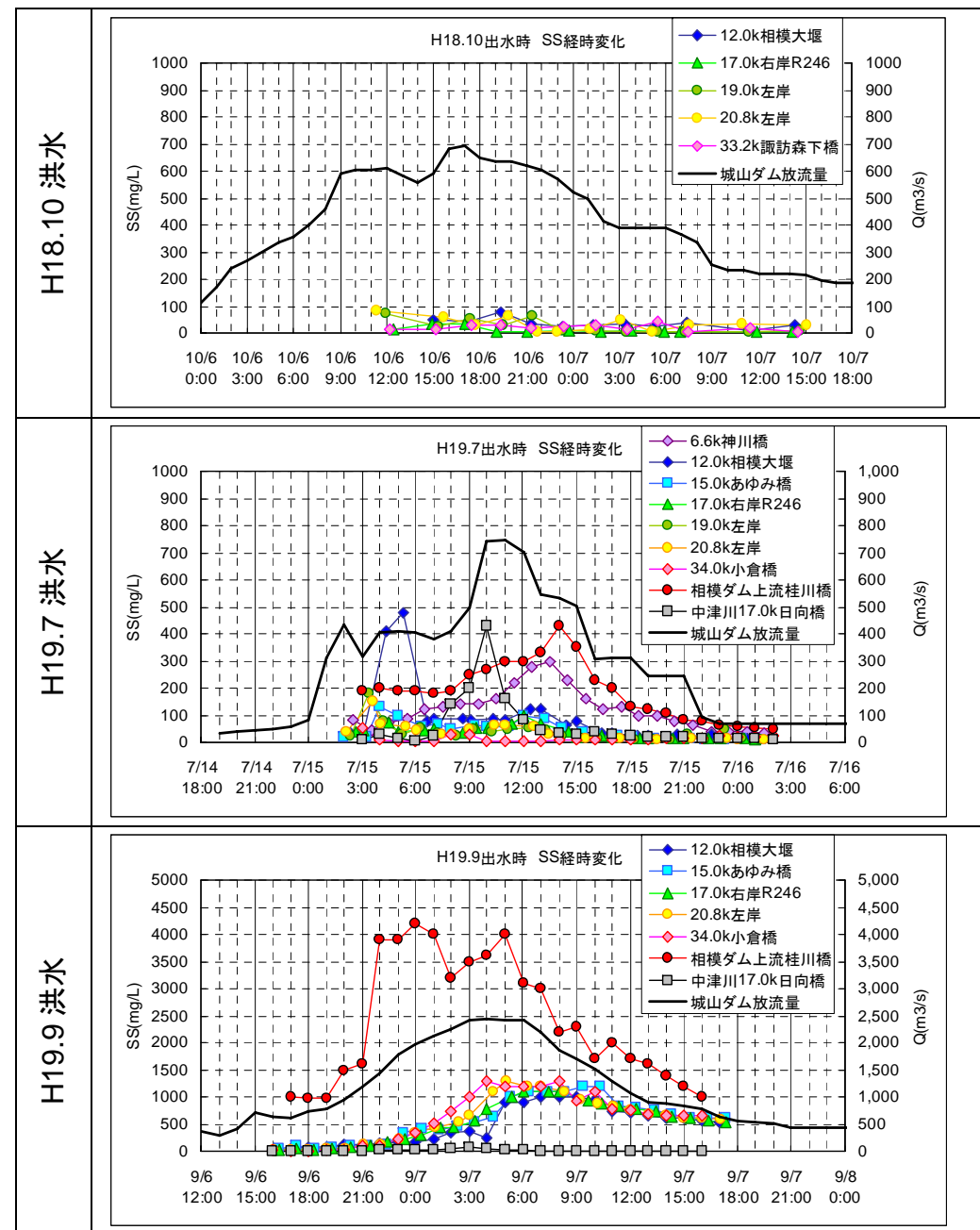


図 3-29 : 洪水流量と SS 濃度の経時変化

2)洪水流量 Q と浮遊砂・ウオッシュロード輸送量 Q_s の関係

洪水流量 Q と浮遊砂・ウオッシュロード輸送量 Q_s の関係を整理すると次の特徴が見られた。

- ・ 同一流量時の土砂輸送量 Q_s は、城山ダム下流区間では桂川橋地点に比べて小さい。これは相模ダム・城山ダムでのトラップの他、流量増による希釈の影響も考えられる。
- ・ 相模川ダム下流区間での土砂輸送量 Q_s は、他河川での実測データに対し小さい。
- ・ 宮ヶ瀬ダム下流日向橋では、相模川の Q_s より遙かに小さな値であり、土砂供給量が少ないことが確認できる。

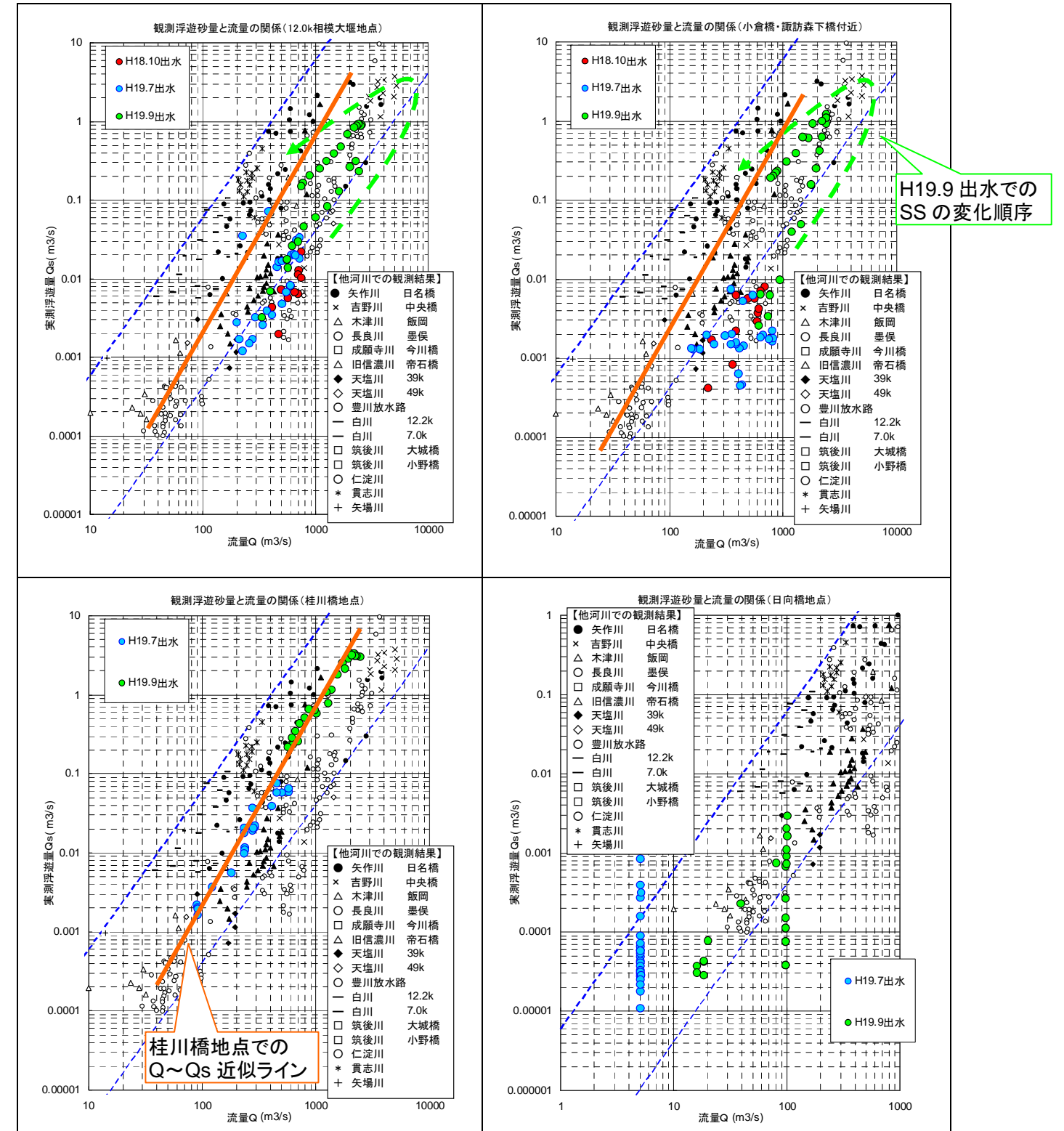


図 3-30 : 洪水時土砂移動量実測値 出典:水理公式集[平成 11 年度版] p170~171、(社)土木学会

3)洪水時に流下する土砂の粒度分布

A)粒度分布の特徴

洪水時河川水表面層中に含まれる土砂の粒度分布（図 3-31・表 3-12 参照）より、洪水時に流下する細粒土砂の実態について以下の特徴が確認できる。

- ・ 河川水表面層土砂の粒径区分は、主にシルトで構成されている。
- ・ 砂分（0.075～2.0mm）は、相模ダム上流域からの細粒土砂供給量が少ない H18.10 出水時には、相模川河床の砂分移動の割合が大きくなり、その割合が相対的に大きくなるものと考えられる。
- ・ 粘土分（0.050mm 未満）については、洪水流量規模に応じてダム上流域での表面層土砂流出量が増加するため、それに応じて粘土含有率が增加するものと考えられる。
- ・ 1 出水での含有率の変化については、洪水ピーク前は相模ダム上流の土砂生産域からの細粒土砂が到達していないため、相模川河道内および河道近傍の流域からの供給土砂の影響が大きいため粒度組成が粗めであるが、相模ダム上流域での細粒土砂が到達する洪水ピーク

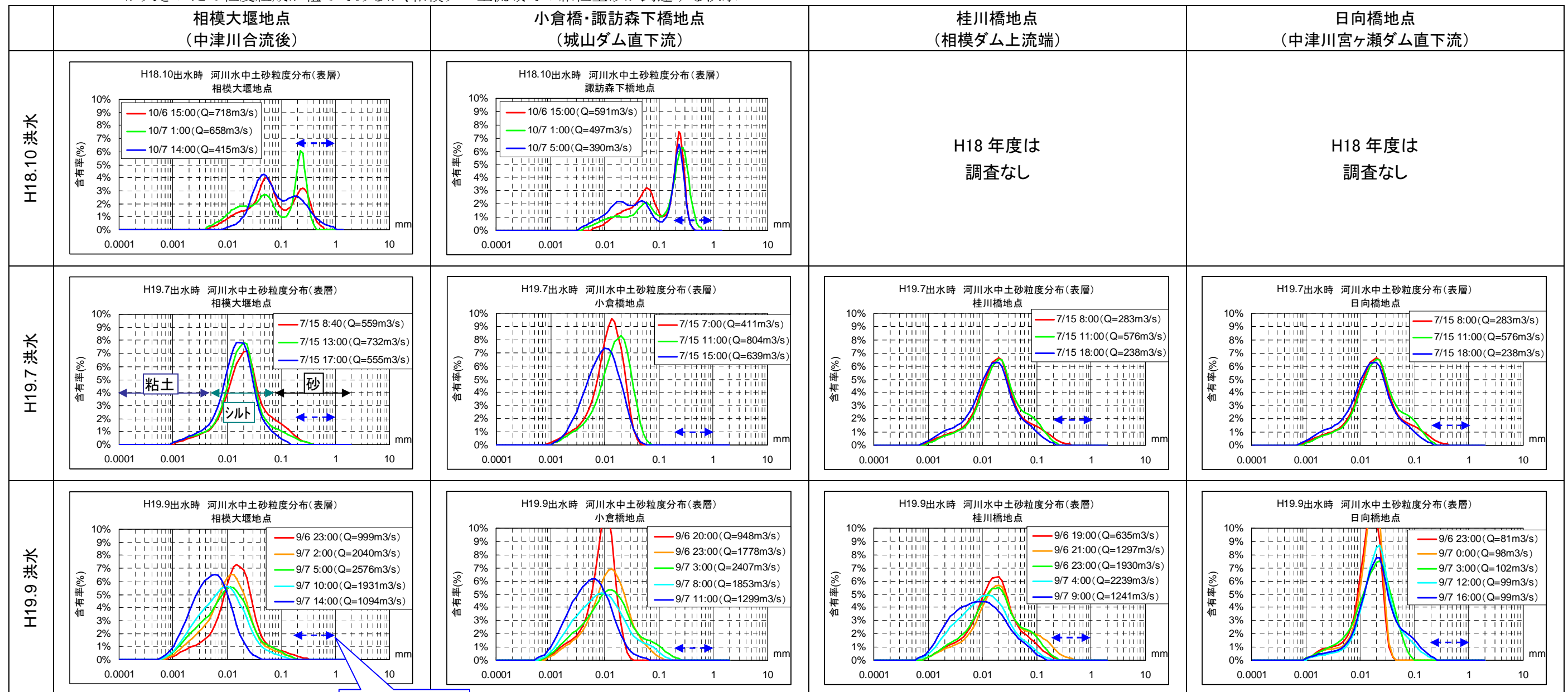
ク後には細粒化する傾向が見られた。

B)海浜の維持・形成に必要な成分（0.2～1.0mm）の輸送特性について

- ・ 桂川橋上流における河川水表面層中の 0.2～1.0mm 成分の含有率は、H19.7、H19.9 出水共に 1%未満であり、城山ダム下流の小倉橋地点では殆ど含まれない状態となっている。
- ・ 海浜の維持・形成に必要な砂分を供給するためには、浮遊砂・ウオッシュロード中の砂分に期待することは困難であり、置き砂等の人為的な土砂還元施策が必要と考えられる。

表 3-12：今回出水での河川水中の浮遊砂・ウオッシュロードの粒径成分の割合

土質区分	粒径区分 (mm)	相模大堰			小倉橋			桂川橋			日向橋		
		H18.10	H19.7	H19.9	H18.10	H19.7	H19.9	H18.10	H19.7	H19.9	H18.10	H19.7	H19.9
粘土	～0.005	0.2%	7.5%	26.8%	0.6%	13.9%	25.8%	—	10.6%	18.4%	—	8.4%	7.5%
シルト	0.005～0.075	53.6%	85.6%	70.8%	44.1%	86.1%	72.0%	—	80.4%	73.8%	—	83.4%	89.2%
砂	0.075～2.0	46.2%	6.9%	2.4%	55.3%	0.0%	2.2%	—	9.0%	7.7%	—	8.2%	3.4%
	0.2～1.0	24.2%	0.9%	0.1%	36.1%	0.0%	0.1%	—	0.6%	0.1%	—	0.8%	0.8%



海浜に必要な粒径 (0.2～1.0mm)

図 3-31：洪水時表面層河川水中の土砂粒径の含有率

3.5.2 相模川の土砂環境の実態

相模川の河道内低水路部の河床材料（黄色のグラフ）の粒径成分には、以下の特徴が見られる。

- 相模ダム・城山ダム上下流の比較から、ダム湖において砂礫分・シルト分がトラップされるためにダム下流河道への砂礫分の供給がストップし、その結果、河床材料が粗粒化したものと考えられる。（なお、シルト分の一部はダム下流へ流下するものもある。）
- 相模湖浚渫土砂には、本来ダム下流河道に供給されていた砂礫分が多く堆積していることが確認できる。
- 城山ダム下流区間では、河床勾配が緩やかになる下流に向けて砂分割合が増加するが、相模湖より上流区間と比べて砂分含有率は少なく、粗粒化の傾向が見られる。
- 相模ダム直下流では、1~70mmの砂礫分も減少しており、これが砂州移動の抑制・みお筋の固定化・高水敷の樹林化に影響を与えているものと考えられる。

一方、洪水時の河川水に含まれる土砂（水色のグラフ）は主にシルト・粘土分で構成されており、海浜・河道を構成する砂・砂礫分は殆ど含まれていない。

これより、海浜・河道の土砂環境改善にむけて、0.2~1.0mm 砂分および1~70mmの砂礫分の供給が必要となることが確認できる。

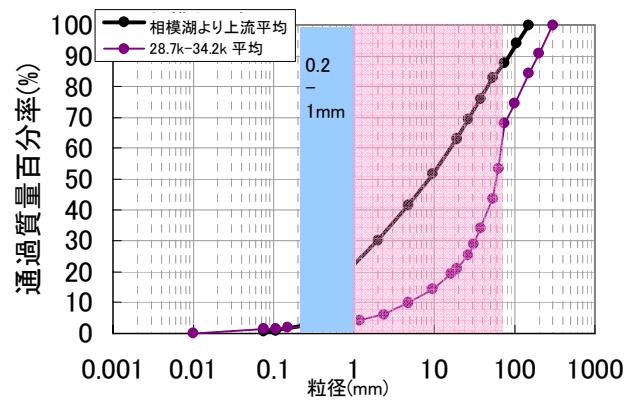
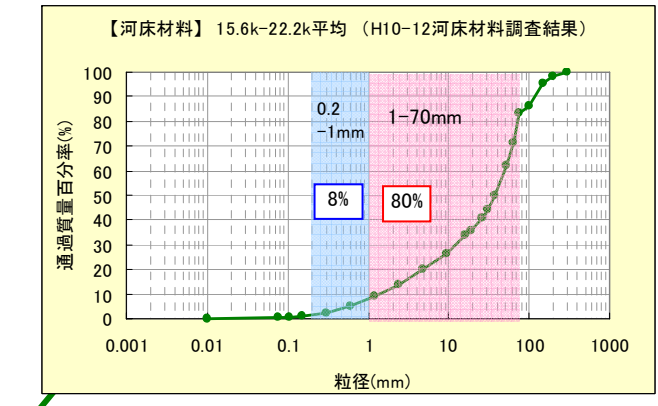
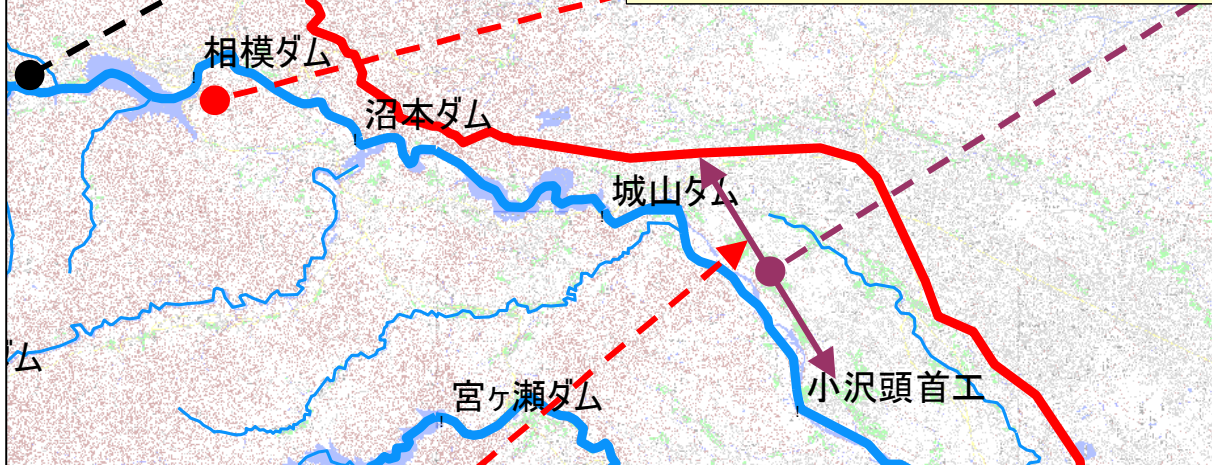
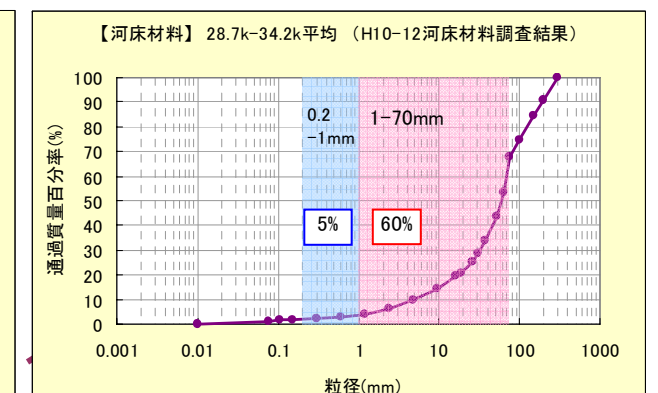
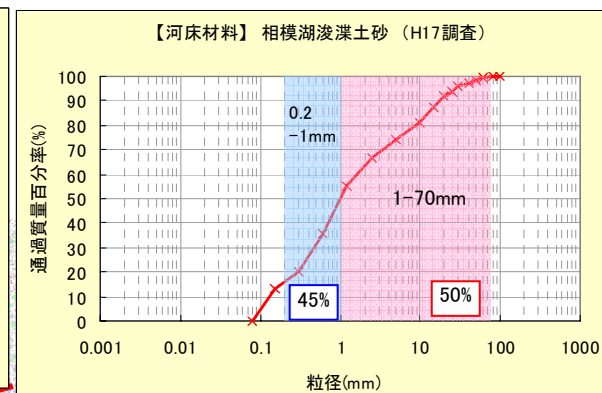
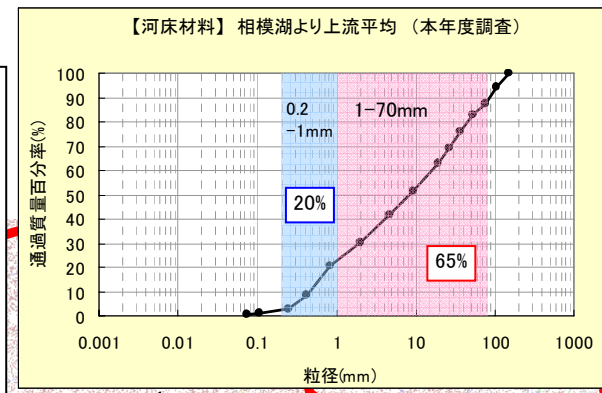
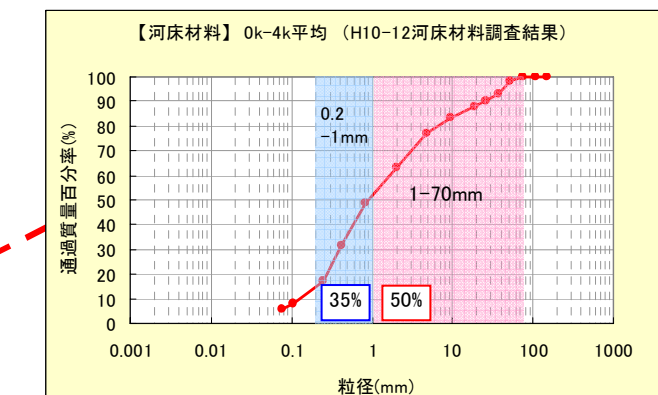
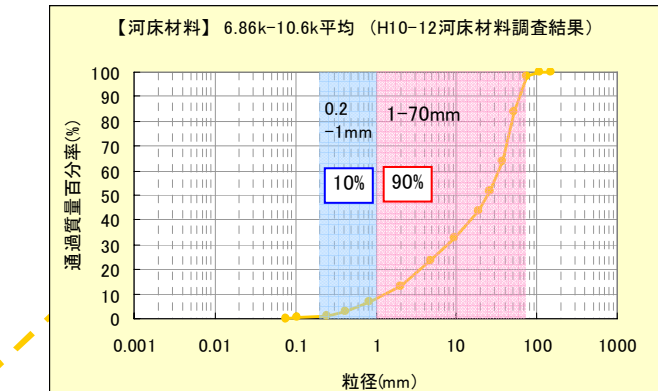
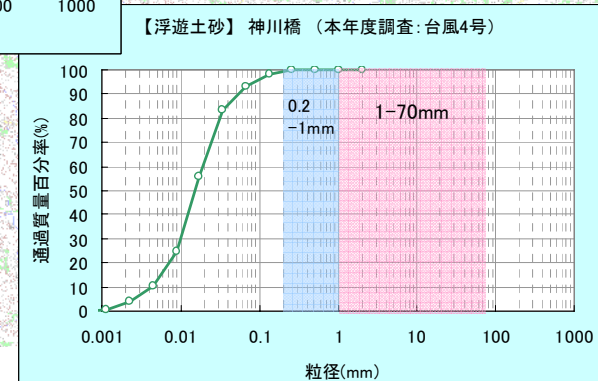
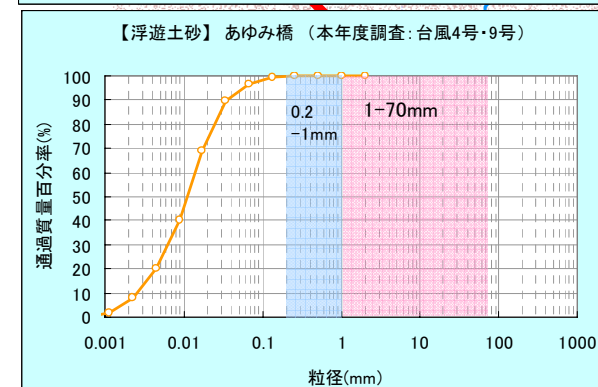
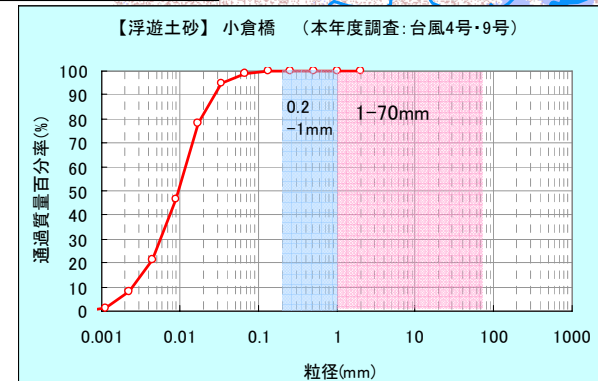
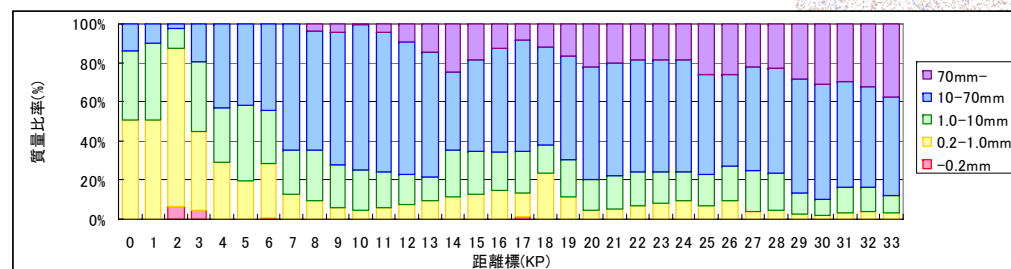


図 相模湖より上流と城山ダム下流区間での河床材料粒度分布比較



【相模川の土砂動態改善に必要な粒径成分】
 ・0.2~1mm：海浜を構成する成分（主に砂）
 ・1~70mm：河道を構成する成分（主に砂礫）



河床材料粒度分布（H10-H12 河床材料調査結果）

3.6 現地土砂を用いた置き砂試験施工および洪水時河川水採水調査の評価と課題

3.6.1 現地土砂を用いた置き砂試験施工結果のまとめ

H18年度、H19年度の置き砂試験施工結果を整理すると以下の通りであり、主に1~70mmの粒径成分からなる現地土砂を用いた置き砂試験施工による河川環境への悪影響は小さいものと判断される。

- ・ 現地土砂を用いた置き砂試験施工では、置き砂土砂流下による河川地形・河川環境への変化が生じるものの、河川環境への悪影響は見られなかった。
- ・ 置き砂土砂を含め、河道全体の土砂移動が生じたH19.9出水前後でも河川環境への悪影響は見られなかった。

モニタリング調査結果の概要は以下の通りである。

(1)置き砂土砂の流下実態および流下土砂量

- ・ 置き砂土砂の流下は、洪水規模により2通りの形態を示すことが確認された。
 - **置き砂設置地点で毎年生じるような $Q \approx 700\text{m}^3/\text{s}$ 規模の小規模洪水時には、主に置き砂側面からの「側方侵食」により土砂移動が生じる。**
 - 相模川の河道全体が冠水する**H19.9洪水の様な大規模洪水時には、「側方侵食」に加えて置き砂天端面からの土砂移動も生じる。**
 - ◇ 置き砂天端面からの流下土砂は河道全体の土砂移動と相まって下流側の砂州上に堆積し、樹林化していた高水敷部を元来の砂礫河原環境に回復させる効果が確認された。
 - ◇ 一方、下流部への土砂供給の観点からは、側方侵食的な土砂供給の方が効率的と考えられる。
- ・ 置き砂土砂流下量は、洪水ピーク流量と洪水継続時間に支配される。
 - H18.10洪水、H19.7洪水はともに $Q_p \approx 700\text{m}^3/\text{s}$ 規模であるが、洪水継続時間の違いにより置き砂流下量に大きな差が生じている（H18.10：1850 m^3 、H19.7：1200 m^3 ）。
 - H19.9洪水は、洪水ピーク流量・洪水継続時間ともに他の2洪水に比べて大きく、土台部を含めて約1万 m^3 の土砂移動が生じた。
- ・ 海浜の維持に必要な0.2~1.0mmの砂成分は、現地土砂中に10%程度しか含まれておらず、長期的に海浜を回復・維持の観点からは、砂分をより多く含む土砂での置き砂施工が必要である。

(2)置き砂土砂の移動範囲

- ・ $Q \approx 700\text{m}^3/\text{s}$ 規模の小規模洪水時での土砂移動範囲は下記の通りと推察される。
 - 海浜の構成に必要な砂成分（0.2~1.0mm）は、1出水で置き砂下流の2kmの範囲程度まで到達した可能性が示唆される。
 - ◇ 低水路中央部を流下した土砂は、更に下流域に流下している可能性がある。
 - 置き砂からの礫・石成分の流下による低水路地形変化は、置き砂下流約0.2kmの19.2k付近で確認されており、それより下流区間への影響は小さいと考えられる。
- ・ $Q=2400\text{m}^3/\text{s}$ クラスの大規模洪水時の土砂移動については、河道全体の変化が大きいため、

置き砂土砂の移動範囲を評価することが出来なかった。

(3)置き砂土砂流下による河川環境への影響

- ・ 洪水前後の付着藻類変化より、置き砂土砂流下によるアユの餌環境への悪影響は見られないものと判断できる。
 - 洪水前後ともにアユの餌となるピロトランソウが優占している。
 - 付着藻類量・クロフィルaは洪水直後に一時的に減少するが、その後は回復傾向にある。
 - 有機物の割合は、全区間、概ねアユの餌として適切な40%以上となっている。
- ・ 洪水前後の底生生物変化より、洪水時の土砂移動等による底生生物への影響は小さく、置き砂土砂流下による河川環境に大きな変化が生じていないものと判断できる。
 - 底生生物の湿重量は、出水直後は一時的に減少するが、その後は回復傾向にある。
 - $Q=2400\text{m}^3/\text{s}$ 規模のH19.9洪水では、優占種が出水前後で造網型→匍匐型に変化しており、出水時の土砂移動により河床に付着する造網型底生動物が流失したものと考えられる。
- ・ 置き砂土砂流下による水質への影響については、置き砂上流側に比べて、置き砂流下後の水質が悪化する傾向は見られないことを確認した。

3.6.2 洪水時河川水採水調査結果のまとめ

(1)洪水時の細粒土砂の移動実態

- ・ 河川表層水の採水調査結果より、相模ダム上流域から浮遊砂・ウオッシュロードとして輸送される細粒土砂は主にシルト分であり、海浜の維持・再生に必要な粒径成分（0.2~1.0mm）は殆ど含まれていない。
 - 但し、河床付近の土砂移動実態についての採水は行っておらず、河川水中の浮遊砂・ウオッシュロード中に0.2~1.0mm成分が含まれていないとは現時点で断言することはできない。
- ・ 河床材料調査結果より、アーマーコート化の進行した城山ダム区間の河床材料は、相模ダム上流域の河床材料に比べて0.2~70mm成分の多く失われており、本来は相模ダム上流区間からこれらの粒径成分が供給されていたが、現在は相模ダム湖に堆積しているものと考えられる。
- ・ そのため、海浜の維持・再生、および城山ダム下流区間の河道環境の回復のためには、相模ダム上流域の河道内に存在する粒径成分を、置き砂等の土砂還元施策により城山ダム下流区間に供給することが必要と考えられる。

3.6.3 現地土砂を用いた置き砂試験施工での課題

これまでに実施した過去2年間の現地河道内土砂を用いた置き砂試験施工では、3 洪水での土砂流下前後でのモニタリング調査結果より、現地土砂流下により河川地形・河川環境に対して悪影響を及ぼさないことが確認された。

相模川水系の土砂環境の改善を図るためには、「2. 相模川水系の土砂環境の現状」に示した河道区間、河口・海浜区間で不足する粒径の土砂を適切な位置で適切な量を供給することが必要となる。

(1)相模川で還元すべき土砂の粒径と土砂供給位置について

今後置き砂での土砂還元を進めてゆくためには、適切な箇所適切な粒径成分の置き砂を設置することが必要となる。

そこで、砂利採取禁止・城山ダム建設直後の昭和40年代と近年の平成10年頃の河床材料調査結果より比較し、土砂供給減少による河床材料の変化を整理した(図3-33参照)。

- ・ 昭和40年代は、全川の1.0~70mmの材料が河道内に多く存在していたが、現在はその構成割合が減少する傾向にある。
- ・ 三川合流点~城山ダム区間では上流に向かうに従い70mm以上の大礫・石の構成割合が増加する傾向が確認できる。
- ・ 1mm以下の砂分については、昭和40年代は5%程度とその割合は少ないが、H10年頃には砂利採取や河道掘削による掃流力低下により砂分の堆積が進んでいる状態にある。そのため、現在は、昭和40年代に比べて海域への細粒土砂供給能力が低下している可能性が示唆される。

これより、今後、**相模川本来の流砂系環境を回復するためには、0.2mm~70mmの砂礫成分を供給することが必要**と考えられる。

土砂還元箇所については、昭和40年代の粒度構成から、元来は上流から供給された砂成分は海域まで流下し、大粒径成分が河道の掃流力に応じた箇所に堆積するものと考えられることから、**河道の粗粒化が見られる三川合流点~城山ダム直下流区間のうち、特に土砂環境が悪化している箇所**で行うことが効果発現の観点から望ましいと言える。

またその際には、供給した0.2~1.0mmの砂成分が海域に到達可能な河道での対策を併せて行うことが必要と考えられる。

(2)置き砂からの具体的な土砂供給方法についての課題

過去2カ年の置き砂試験施工結果より、毎年発生する城山ダム放流量700m³/s程度の出水時において、置き砂設置土砂量約5000m³に対し、20%~40%程度の土砂が流下したのみである。

相模川流砂系回復の観点からは、毎年、できるだけ**多量の置き砂土砂を流下させること**が求められることから、今後は以下の2点に着目した改善が必要と考えられる。

- ・ **置き砂土砂の質(粒径)の変更**
- ・ **置き砂設置位置および設置形状**

1)置き砂土砂の質(粒径)の問題

- ・ H19年度置き砂試験施工では、現地高水敷土砂に対し比較的砂分が多い土砂を調達したが、0.2~1.0mmの砂成分は20%程度しか含まれておらず、海浜の維持・回復には不十分と考え

られることから、今後は、砂分を大量に含む土砂での置き砂施工が必要となる。

- ・ 但し、細粒分を多量に含む土砂には、砂分と共にシルト・粘土分も多く含むことが考えられるが、シルト・粘土分流下による影響が現時点で確認されていないことから、今後も引き続きモニタリング調査を実施し、影響を確認する必要がある。

2)置き砂設置位置および設置形状の問題

- ・ 置き砂土砂を毎年流下させるためには、毎年発生するQ=700m³/s規模の小規模出水時に確実に流下させることが必要となる。
- ・ 過去2カ年の試験施工結果より、小規模出水時の土砂流下は、水際沿いからの側方浸食が主であることから、今後は、側方浸食に特化した設置形状とすることが有効と考えられる。
- ・ そのため、置き砂設置位置は、側方侵食量が期待できる低水路湾曲部外岸側等の水衝部が有効と考えられる。

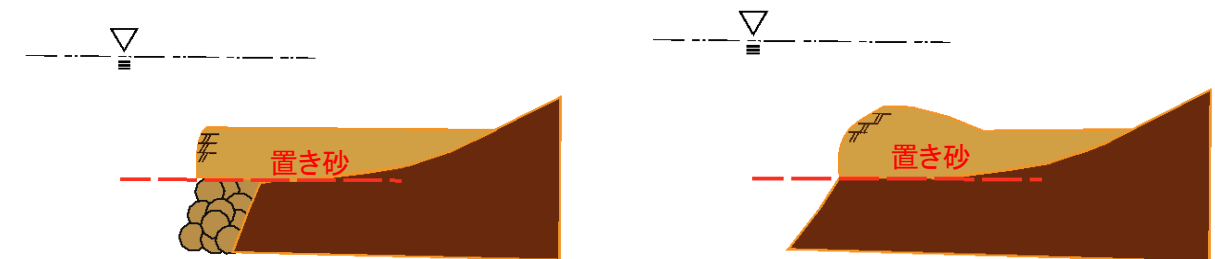


図3-32: 側方侵食地点への置き砂設置イメージ

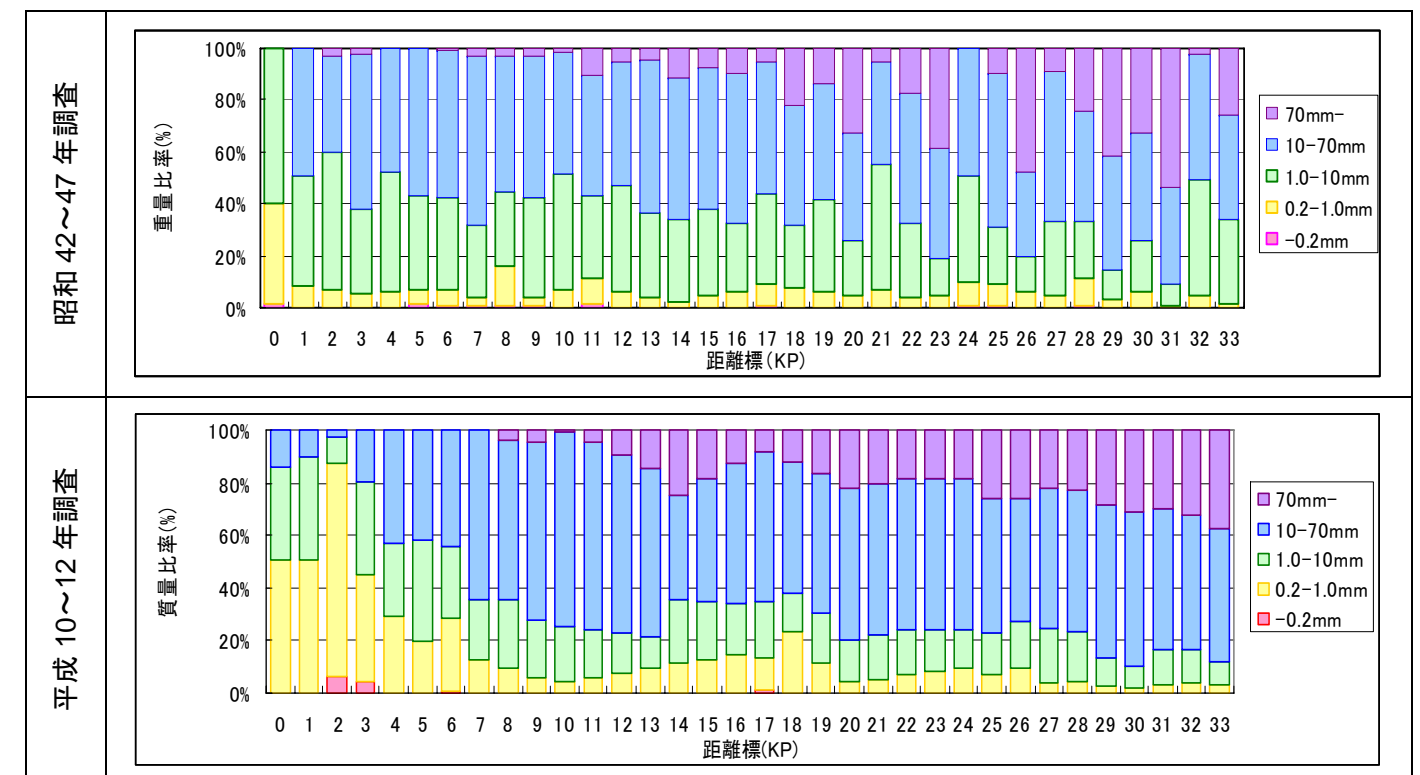


図3-33: 河床材料構成材料の縦断分布(相模川)

4. 平成 20 年度以降の置き砂試験施工計画(案)について

4.1 平成 20 年度以降の具体的な試験施工条件とモニタリング計画

H18・H19 年度置き砂試験施工結果より現地土砂の流下による河川環境への悪影響は生じないことを確認した。

一方で、26 ページおよび図-17 に示したとおり、海浜の形成・維持に必要な 0.2~1.0mm の砂分は、相模ダム上流区間の桂川に存在しているものの、城山ダム下流区間の相模川からは失われていることから、本来の相模川の流砂系を回復し、海浜まで砂を供給するためには、置き砂等により 0.2~1.0mm の砂成分を城山ダム下流区間河道に供給することが必要となる。

そのため、今後の置き砂試験施工では、これまでの試験施工での現地土砂よりも 0.2~1.0mm 成分を多く含む土砂を用いることが求められている。

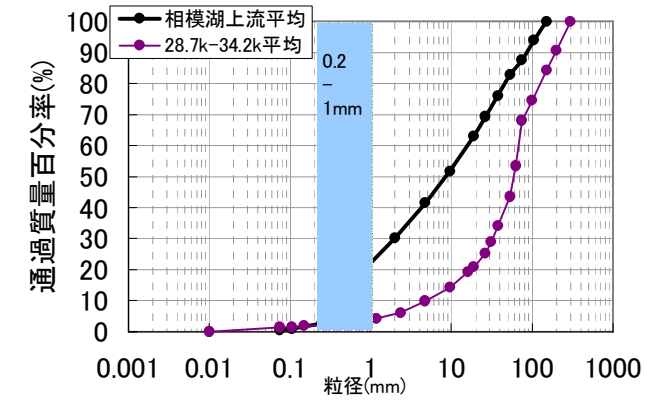


図 4-1: 相模ダム上流河道と城山ダム下流河道の河床材料粒径比較

4.1.1 平成 20 年度以降の置き砂土砂調達方法の検討

- ・ 将来的な相模川水系の流砂系回復を目指す観点から、平成 20 年度以降の置き砂試験施工に用いる土砂として、本来は相模川下流域まで流下していたと考えられる「相模ダム上流域で生産される土砂の粒径成分を含む」土砂を用いることが望ましい。
- ・ 相模川水系で調達可能なものとして、「①置き砂地点現地土砂」と「②相模ダム浚渫土砂」が具体的な候補土砂と考えられる。
 - なお、「②相模ダム浚渫土砂」については、土砂流下時の影響が未確認であることから、事前に関係機関との十分な合意形成および調査が必要と考えられる。

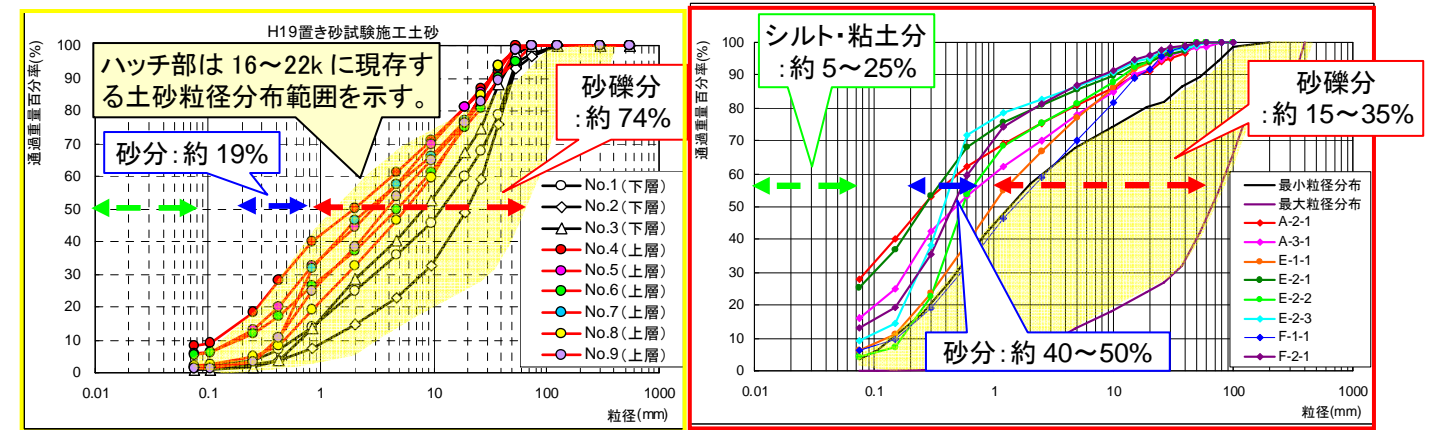


図 4-2: H19年度置き砂土砂粒度分布

図 4-3: 相模湖の浚渫土砂粒度分布(H17年度)

4.1.2 平成 20 年度試験施工での「②相模ダム浚渫土砂」の設置量の設定について

②相模ダム浚渫土砂を平成 20 年度以降の置き砂試験施工に用いる場合には、置き砂すべてを浚渫土砂とする場合の影響が未知数であることから、「①置き砂地点土砂」を基本として、試験施工での影響評価を通じて、徐々にその配分比率を増加させてゆくことを想定している。



図 4-4: 土砂調達地点と粒度分布(左:①置き砂地点現地土砂、右:②相模ダム浚渫土砂)

4.2 平成 20 年度以降のモニタリング調査計画

4.2.1 設置土砂変更に伴う懸念事項と影響確認手法

- 平成 20 年度以降の試験施工において「②相模ダム浚渫土砂」を用いる場合に想定される懸念事項に対する予測・確認手法は下表に示したとおりである。
- ここに示した調査手法は、浮遊砂流下シミュレーションを除き、基本的には置き砂実施後の事後調査となることから、第 1 回目試験施工での設置土砂量は、既往出水時の実測土砂濃度と比べて大きく変化しないように配慮しておく必要がある。
- 第 2 回目以降の試験施工では、第 1 回目の結果を踏まえ、徐々に置き砂土砂中の「②相模ダム浚渫土砂」の割合を、河川環境への影響を確認しながら増加させてゆくことを考えている。

表 4-1：②相模ダム浚渫土砂の流下に伴う懸念事項とその確認方法

項目	懸念事項	現地土砂試験施工での知見	今後必要となる調査・解析項目
河川水の濁り	置き砂土砂流下により濁水期間が長期化し、アユへ悪影響が生じる	・置き砂流下による水質・濁度変化は見られない。 ・河川水の濁りはダム放流による影響が大きいと考えられる	・置き砂地点上下流での浮遊砂観測(継続調査) ・浮遊砂流下シミュレーション(洪水時のシルト・粘土分の流下濃度分布を予測)
アユのエサ環境の悪化(付着藻類)	シルト・粘土分が河床の石表面に堆積することで、付着藻類の成長に悪影響が生じる	・現地土砂流下による付着藻類回復への悪影響は見られない(現地土砂中にシルト・粘土分はほとんど含まれないため)	・付着藻類調査(継続調査)
河床の目詰まり	河床礫背後の空隙が置き砂土砂の堆積により目詰まりし、伏流水の減少・水質悪化が生じる	・出水前後で底生生物の減少は見られず、置き砂土砂による水域環境の悪化は見られない	・底生生物調査(継続調査)
粘土分による河床礫の固着	河床の石表面に堆積した粘土分により河床材料が固着し、河床が動きづらくなる	・出水前後の調査では、河床礫が固着化している様子は見られない	・付着藻類調査(継続調査)

4.2.2 平成 20 年度以降のモニタリング調査項目(案)

H18・H19 年度に実施した現地土砂を用いたモニタリング調査項目(1～7)に対し、相模ダム浚渫土砂を用いる場合に追加すべき項目・今後削減すべき項目を下表に整理した。

表 4-2:平成 20 年度以降のモニタリング調査項目(案)

	目的	モニタリング内容	モニタリング調査項目	実施判断	備考
1	河川生態系変化把握	水域環境の変化把握	付着藻類の変化およびシルト分の堆積状況	○	・設置土砂の変更による河川環境への影響把握のため、引き続き必要
2			底生動物の変化	○	
3	置き砂土砂の移動実態把握(地形変化把握)	砂分の到達範囲把握	砂分の移動追跡(線格子法による表層河床材料調査)	○	・従前より細粒土砂を多く含むため、河道内への堆積による影響把握のため必要
4		置き砂流下による地形変化把握	河床変動調査(河川横断測量)	△(削減)	・置き砂土砂流下の河道内地形変化への影響は小さく、不要と考えられる
5		置き砂の流下量把握	置き砂の流下流把握(置き砂土砂の横断測量)	○	・置き砂土砂の具体的な流下量把握のため、必要
6		礫分の到達範囲把握	瀬・淵分布の変化(水辺の国勢調査に準拠)	△(削減)	・大粒径土砂の移動は設置地点周辺に限られており、更なる調査は不要と考えられる
7	置き砂による障害把握	置き砂による水質・底質の変化	置き砂による水質への影響(洪水流の水質分析)	○	・置き砂土砂流下による水質への影響把握のため、必要
追加		置き砂土砂流下時の土砂濃度の変化	置き砂土砂中のシルト・粘土分流下濃度シミュレーション	○(追加)	・置き砂地点から下流に土砂濃度が拡散し・薄くなっていく様子を図で示し、影響が小さいことを説明する