

4. 置き砂試験計画等

4.1 置き砂試験計画案

4.1.1 置き砂試験の考え方

検討会及び意見交換会等での意見を踏まえ、D地点で試験的に置き砂を実施し、影響をモニタリングで把握しながら、随時他の場所での置き砂の検討を進めていくことを基本とする。

置き砂試験施工の考え方は以下の通りである。

A) 基本的な考え方

- ・「置き砂」を含む河道への土砂還元は、「流砂の連続性の改善」を図ることを目的として行うものである。「置き砂」の継続実施を通じ、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。
- ・置き砂地点は、土砂の連続性の観点からは、城山ダム直下流が望ましい。
- ・置き砂は、土砂の連続性の観点から、相模ダム上流域のものが望ましい。

B) 第1回置き砂試験方法について

- ・関係者への勉強会・ヒアリング結果より、下記の点が懸念されている。
 - 漁協関係者：置砂中の細粒分による魚類生息への影響
 - 農業関係者：流下した置砂が取水堰湛水域に堆砂することによる取水障害
- ・現時点では、置き砂流下による不確定要素が多いため、関係機関の声に配慮し、置き砂による影響の少ないD地点にて、現地土砂と同等の粒度組成を用いた試験施工を実施し、その後のモニタリングにより懸念事項を払拭していくことを基本と考えている。

C) 将来的な置き砂試験施工の進め方

- ・置き砂設置地点の上流部への移設や置き砂土砂の質の変更は、下記の点を踏まえ進めてゆくことを基本とする。
 - 第1回置き砂試験施工でのモニタリング調査にて、置き砂流下により河川環境等への大きな支障が無いことが確認されること
 - 上記の調査結果を関係機関や沿川住民に提示し、理解を得られること
- ・置き砂試験施工期間は数年程度を想定しており、この間に、最終的には「相模ダム上流域の土砂」を「城山ダム直下のA地点」に設置することを目標としていく。

4.1.2 当面の置き砂試験計画

第1回目の置き砂試験では、設置地点近傍と同等の粒度組成の土砂を用い、「置き砂土砂流下」による河川環境改善効果をモニタリング調査により把握することを主目的としている。

表 4-1 第1回置き砂試験施工計画案の概要

置き砂設置地点	農業関係者への影響を考慮し、固定堰への堆砂の懸念のない磯部頭首工下流D地点とする（図 4-1 参照）。
置き砂土砂の質	当面は、D地点を含む三川合流点～磯部頭首工区間において過去に実在した土砂と同等の粒度分布を持つものを用いる（図 4-2 参照）。
設置土砂量	過去の相模川での施工実績から、5000m ³ 程度とする。



図 4-1 置き砂候補地点位置図

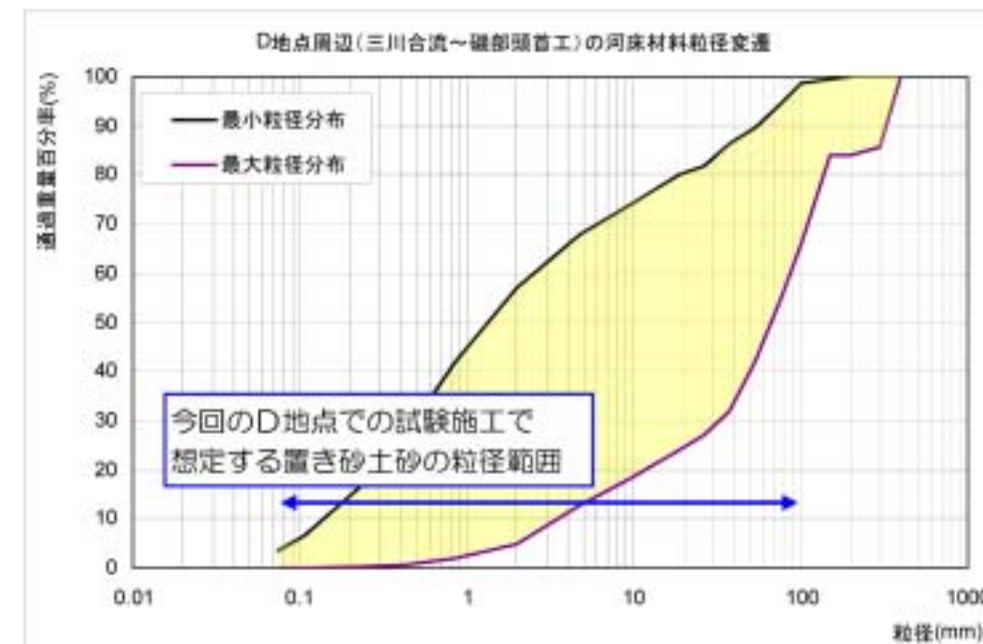


図 4-2 置き砂候補地点D周辺（三川合流～磯部頭首工）区間に実在した河床材料粒度分布

4.2 置き砂の質について

4.2.1 置き砂に含まれるべき粒径成分

相模川の海浜、河道の土砂環境改善に必要とされる土砂の粒径は以下の通りである。

海浜・河道の土砂環境回復に必要な土砂の粒径

- 海浜を構成する成分：海浜・河口砂州の改善に必要な粒径集団（0.2～1mm 程度）
- 河道を構成する成分：河道のアーマーコートを解消するために必要な粒径集団（1～70mm 程度）

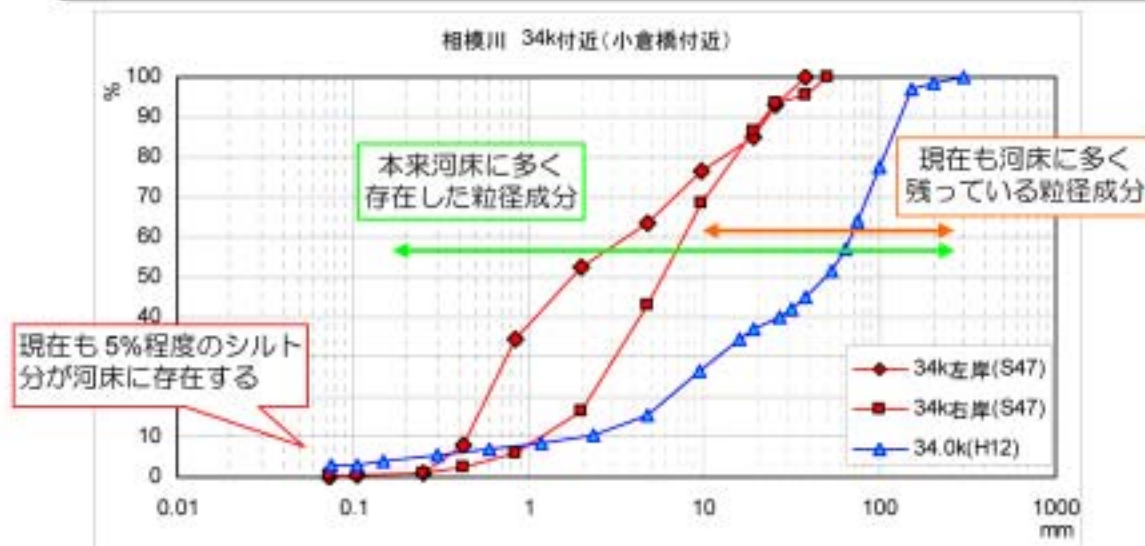


図 4-3 小倉橋 (34.0k) 地点 粒径加積曲線

4.2.2 置き砂に砂成分が必要な理由

相模川のようなアーマー化した礫床河川では、河床の礫に大型糸状藻類が繁茂し、アユの餌資源である新鮮な珪藻類の生育を阻害する等の現象が全国的に確認されている。

こうしたなか、河川の瀬・淵の構造や河川生態系に着目した研究成果によると、河床の砂と付着藻類の間に以下のような関係があることが知られている。

- ・ 北村らによる実験によると¹⁾、河床の砂の移動（掃流砂）により、礫面に付着した大型糸状藻類（カワシオグサ）が剥離される状況が確認されている。
- ・ 田代らの研究では²⁾、アーマーコート化が進行した『低攪乱河床』に対し、砂分の投入により付着藻類の剥離更新がなされ、生物生息環境の復元手段となることが指摘されている。

このように、付着藻類の更新には、河床の砂の移動に伴う付着藻類をこすり落とす効果が重要であり、河川環境活性化のためには河床に砂分が必要であると考えられる。

¹⁾ 北村忠紀、加藤万貴、田代喬、辻本哲郎：砂利投入による付着藻類カワシオグサの剥離除去に関する実験的研究。河川技術に関する論文集, Vol.6, pp.125-130, 2001.

²⁾ 田代喬、渡邊慎太郎、辻本哲郎：掃流砂礫による付着藻類の剥離効果算定に基づいた河床攪乱作用の評価について。水工学論文集, 第 47 巻, pp.1063-1068, 2003.

4.2.3 河床材料粒径の工学上の区分

「日本統一土質分類法」における土粒子の粒径に応じた工学的分類は図 4-4 に示した通りである。また、粒径毎の土粒子のイメージは写真に示したとおりである。



①：砂（0.2～2mm 程度）



②：砂～細礫（0.2～10mm 程度）



③：粘土・シルト※（砂混じり）

20.2k 右岸高水敷にて採取

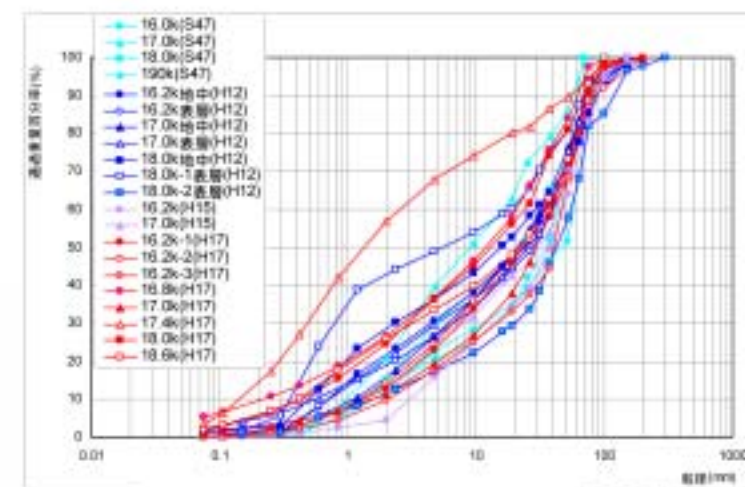


④：礫（50mm 以上）

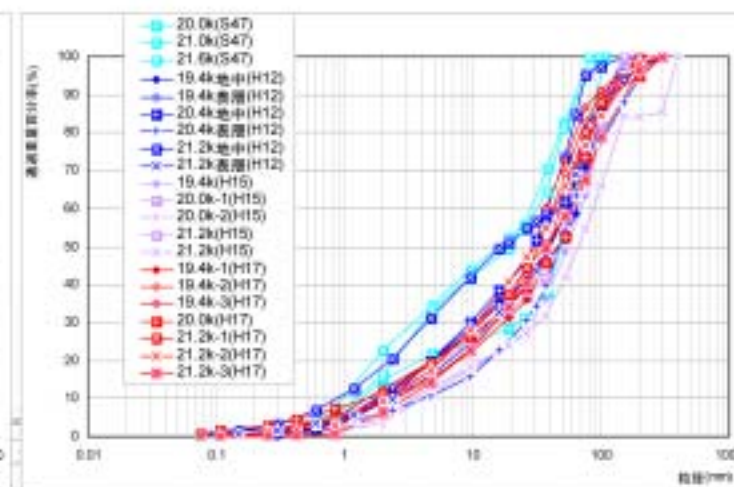
図 4-4 「日本統一土質分類法」における粒径の工学的分類およびイメージ写真

4.2.4 置き砂候補地点 D 周辺の河床材料粒径

川幅や河床勾配から河川として同様の特徴を持つと考えられる「三川合流地点～磯部頭首工区間」における過去の調査結果より、D 地点周辺に存在の可能性がある粒度分布を整理した。
第 1 回目の試験施工での置き砂粒度分布は、この範囲内の土砂を用いることを基本とする。



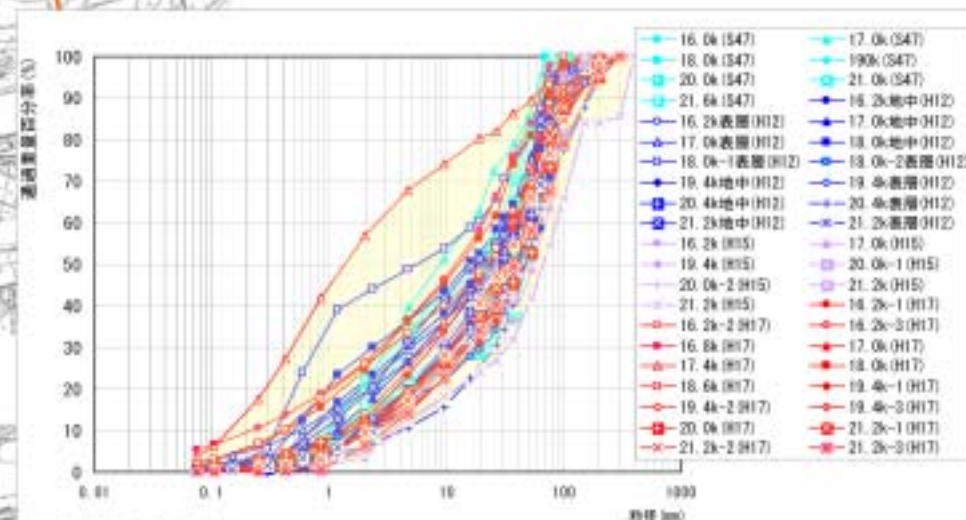
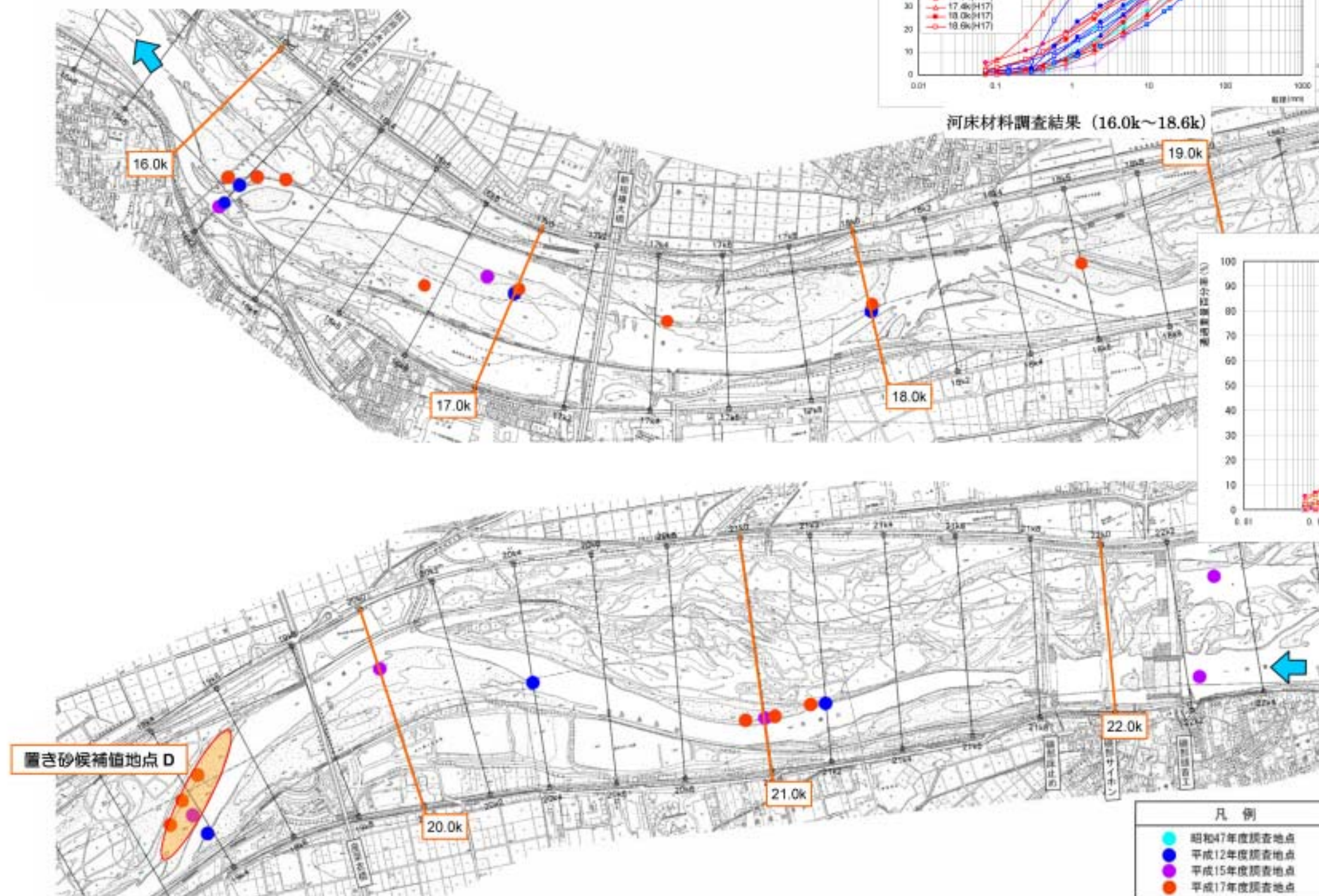
河床材料調査結果 (16.0k～18.6k)



河床材料調査結果 (19.0k～21.2k)



D 地点周辺に実在した
河床材料の粒度分布



凡 例
● 昭和47年度調査地点
● 平成12年度調査地点
● 平成15年度調査地点
● 平成17年度調査地点

4.2.5 置き砂の質および入手方法

(1) 置き砂の調達地点

第1回目の置き砂試験に用いる土砂は、図4-2に示した粒度分布のものを基本とする。

置き砂の入手先としては表4-2に示した箇所を想定しており、これらのうち、関係者からの理解の得られたものを用いる予定である。

表4-2 置き砂候補土砂の採取地点

採取地点	土砂の概要	備考
① 相模川 19.4k 右岸高水敷	置き砂候補地点D付近の高水敷の土砂	D地点近傍と同程度の粒度分布であり、今回のD地点における置き砂の質として望ましい。
② 相模川 20.2k 右岸高水敷	相模川右支川の山際川の切り回し工事に伴う掘削土砂	低水路に近い20.2k-1・20.2k-2は、D地点近傍と同程度の粒度分布であり、今回のD地点における置き砂として望ましい。20.2k-3は細粒分が多く、今回のD地点における置き砂条件の粒度分布範囲外である。
③ 相模川 23.0k 右岸磯部頭首工堆積土砂	磯部頭首工湛水域上流部の堆積土砂	D地点近傍の粒度分布に対して若干粗めではあるが、分布範囲内となっている。
④ 相模湖 浚渫土砂	相模湖湛水域の浚渫土砂	D地点近傍よりも細粒分が多く、今回のD地点における置き砂条件の粒度分布範囲外である。
⑤ 相模湖上流区間土砂	相模湖湛水域上流部の山梨県管理区間の土砂	D地点近傍と同程度の粒度分布であり、今回のD地点における置き砂の質として望ましい。



図4-5 置き砂候補土砂の採取地点



図4-6 土砂採取候補地点位置図（置き砂土砂候補地点1および2）

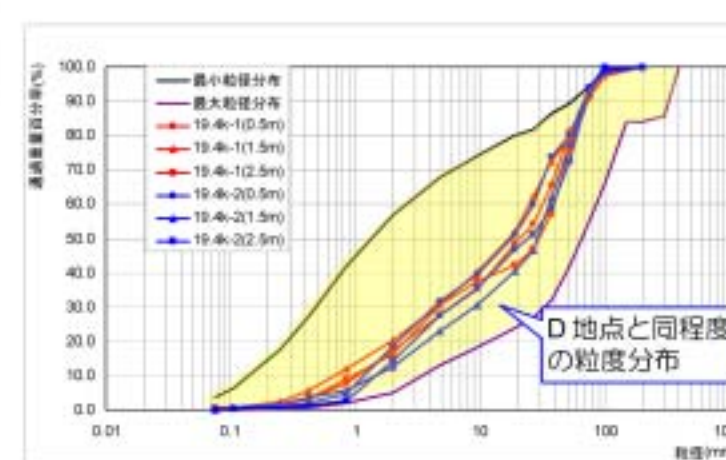


図4-7 ①19.4k 右岸高水敷の粒度分布および採取土砂写真（19.4k-2）

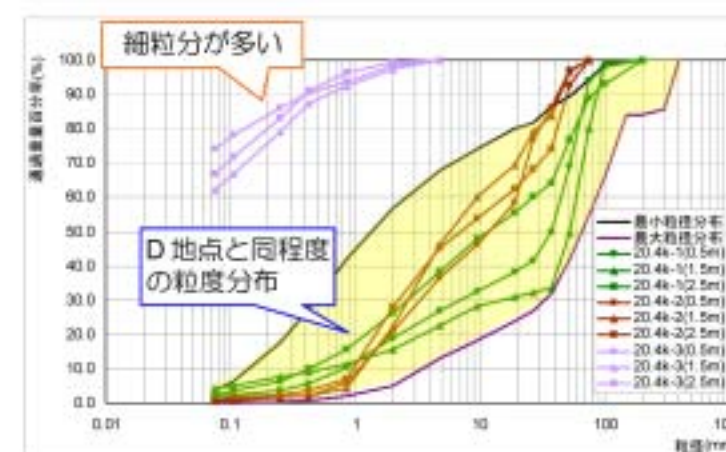


図4-8 ②20.2k 右岸高水敷の粒度分布および採取土砂写真（20.2k-2）





図 4-9 土砂採取候補地点位置図 (③磯部頭首工堆積土砂)

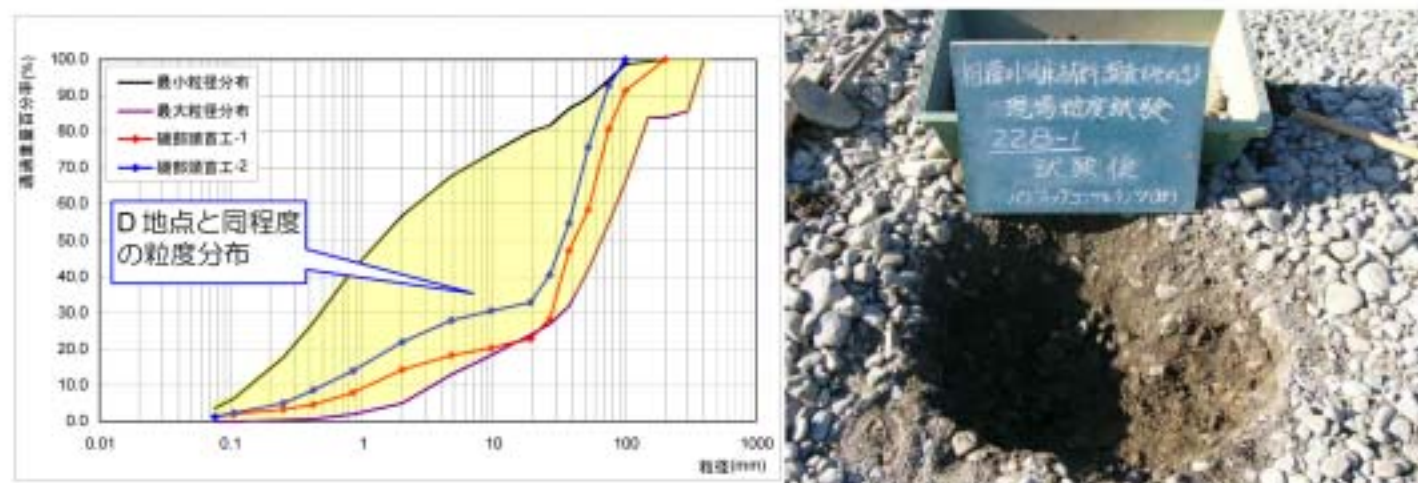


図 4-10 ③磯部頭首工堆積土砂の粒度分布および採取土砂写真 (磯部頭首工-1)

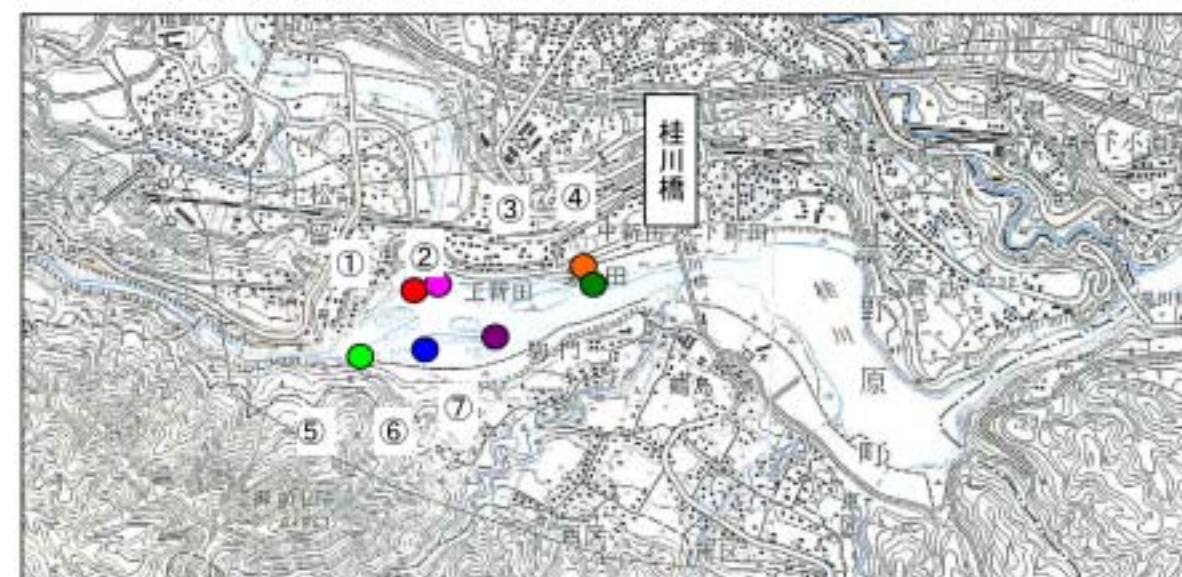


図 4-12 土砂採取候補地点位置図 (⑤相模湖上流河道)

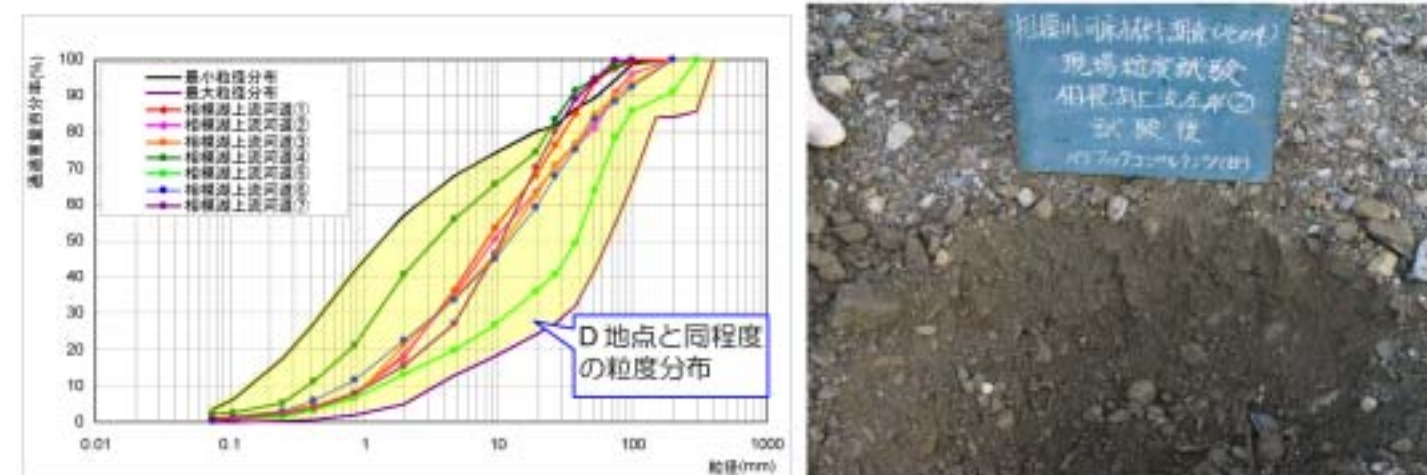
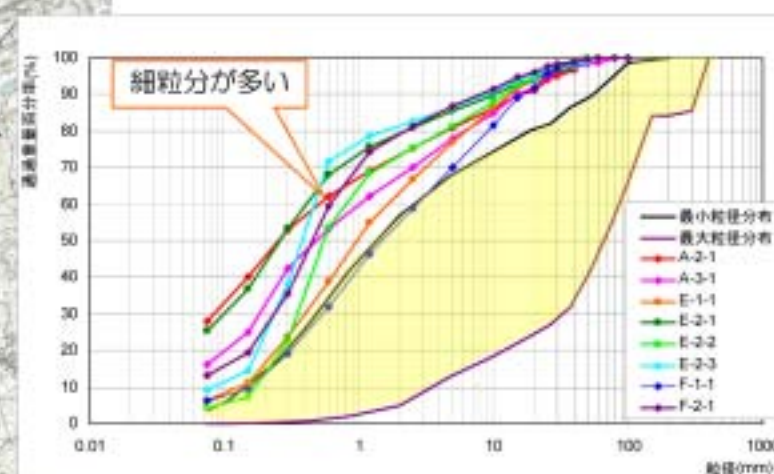


図 4-13 ⑤相模湖上流河道の粒度分布および採取土砂 (相模湖上流河道②)



図 4-11 ④相模湖浚渫土砂の粒度分布 (H16 年度浚渫土砂)



(2)置き砂候補土砂の成分調査について

置き砂候補土砂の選定には、土砂の粒度組成だけでなく、土砂に含まれる化学物質や金属類についても確認しておく必要がある。

表 4-2 に示した置き砂候補土砂の採取地点のうち、「④相模湖浚渫土砂」については表 4-3 に示した浚渫土砂中の嫌気性成分・重金属の含有に関する化学分析を行い、置き砂土砂への使用可能性の評価を行った。

浚渫土砂の成分分析は、今年度の浚渫土砂ヤードの土砂について、底質の成分分析手法に従い含有量試験を行った。分析結果の評価は、土壤汚染対策法の環境基準値を基に判断した。

分析結果によると（表 4-4 参照）、今年度の浚渫土砂については環境基準を満足していることが確認できる。

表 4-3 相模湖浚渫土砂の成分調査分析項目

調査項目	分析項目
有害物質の確認 (重金属類)	カドミウム(Cd)、ヒ素(As)、総水銀(T-Hg)、アルキル水銀(R-Hg)、鉛(Pb)、銅(Cu)
有機汚濁	強熱減量

表 4-4 相模湖浚渫土砂ヤード土砂の成分分析結果

項 目		単位	土壌汚染対策法 での環境基準値	定量 下限値	浚渫土砂ヤードNo.		
					C-2	B	G-3
1	カドミウム	mg/kg乾	150	0.5	N.D.	N.D.	N.D.
2	鉛	mg/kg乾	150	1	7	6	5
3	砒素	mg/kg乾	150	0.05	1.3	1.0	0.9
4	総水銀	mg/kg乾	15	0.02	0.03	0.03	N.D.
5	アルキル水銀	mg/kg乾	未検出	0.02	N.D.	N.D.	N.D.
6	銅	mg/kg乾	125	2	45	46	42
7	強熱減量	%	-	0.1	4.8	3.7	4.2
8	硫化物	mg/kg乾	-	0.05	N.D.	N.D.	N.D.

※N.D.とは、定量下限値未達を表す。

4.2.6 置き砂の設置計画について

(1)置き砂の質

第1回目の試験時に用いる置き砂土砂の粒度分布は、図 4-14 に示すように 0.5mm～300mm の範囲となる。

置き砂試験では、これらの土砂のうち、「提言書」で示された「海浜・河道を構成する成分」である 0.2mm～70mm のうち、現在の河床から失われつつある 0.2mm～10mm の粒径成分について確実に流下可能な設置形状とすることが重要である。

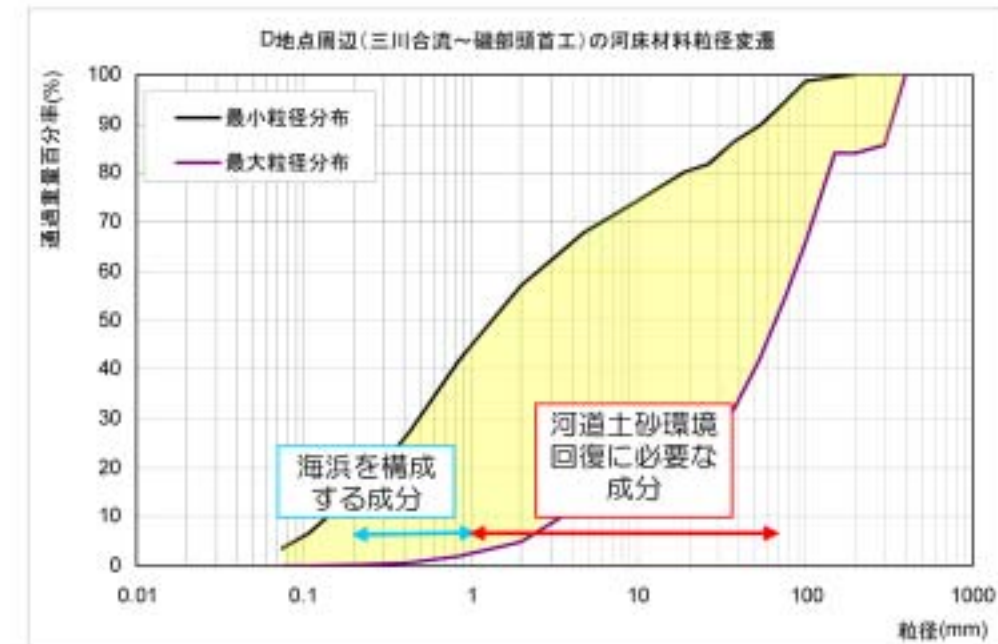


図 4-14 置き砂試験で用いる置き砂土砂の粒度分布

(2)置き砂流下対象流量

1)流下対象流量の考え方

置き砂流下対象流量の考え方は、以下の通りである。

- a)置き砂流下の影響をモニタリング調査で確実に把握可能であること
 - 置き砂設置後の出水期（6月～10月）の間に流下可能な条件とすること
- b)洪水規模に応じた置き砂土砂の流出特性を把握すること
 - 「低水路沿い」や「高水敷上」等、異なる流下開始条件とし、置き砂流下の不確実性を把握できること

2) 流量条件

近年5カ年の洪水における城山ダムピーク放流量によると（表 4-5 参照）、毎年 $700\text{m}^3/\text{s}$ 程度の洪水が発生していることから、この流量で確実に置き砂が流下可能な条件とする。

表 4-5 城山ダムピーク放流量（1998～2002）

洪水回数	1998		1999		2000		2001		2002	
	年月日	m^3/s	年月日	m^3/s	年月日	m^3/s	年月日	m^3/s	年月日	m^3/s
1	98/9/15	1915	99/8/14	2201	00/7/8	734	01/9/11	1732	02/10/1	1747
2	98/8/28	1478	99/6/30	783	00/11/2	627	01/8/22	1453	02/7/11	1458
3	98/9/21	986	99/7/13	464	00/11/21	310	01/10/10	524	02/8/19	1205
4	98/10/1	592	99/9/12	256			01/10/1	402	02/9/7	204
5	98/9/24	485								
6	98/4/15	298								
7	98/10/18	295								
8	98/6/21	257								

3) 置き砂設置高の評価流量について

置き砂設置地点における出水は、城山ダム上流域の流出に関わらず、ダム下流域での局所的な豪雨に寄っても発生する可能性があることから、置き砂設置高を設定する際の外力条件評価に用いる評価流量は、厚木地点の流量を基に、以下とおり設定する。

なお、厚木地点流量は、中津川および小鮎川流量の合計値であるが、置き砂流下対象の小規模出水時には、概ね宮ヶ瀬ダム放流量と同等であると仮定している。

$$\bullet \text{ 置き砂地点評価流量} = \text{厚木地点流量} - \text{宮ヶ瀬ダム放流量}(100\text{m}^3/\text{s})$$

(3) 置き砂設置形状

置き砂設置形状は、下記の通りとする。

- 1) パターン 1：置き砂流下の影響をモニタリング調査で確実に把握可能とするための設置形状
毎年発生する流量 $700\text{m}^3/\text{s}$ の洪水時に流下可能な条件とする。

- 設置敷高：平時の流出を避けるため、 $200\text{m}^3/\text{s}$ 時の水位相当とする。
- 設置面天端高：流量 $700\text{m}^3/\text{s}$ 時において、置き砂天端面の礫（ 10mm 程度）が移動可能となる高さである $500\text{m}^3/\text{s}$ 時の水位相当とする。

- 2) パターン 2：洪水規模に応じた置き砂土砂の流出特性を把握するための設置形状

- 1) で設定した置き砂天端面高さを敷高とし、より大きな洪水規模で流下する条件に設定する。

- 設置敷高：パターン 1 の天端高となる、 $500\text{m}^3/\text{s}$ 時の水位相当とする。
- 設置面天端高：流量 $1,200\text{m}^3/\text{s}$ 時において、置き砂天端面の礫（ 10mm 程度）が移動可能となる高さである $900\text{m}^3/\text{s}$ 時の水位相当とする。

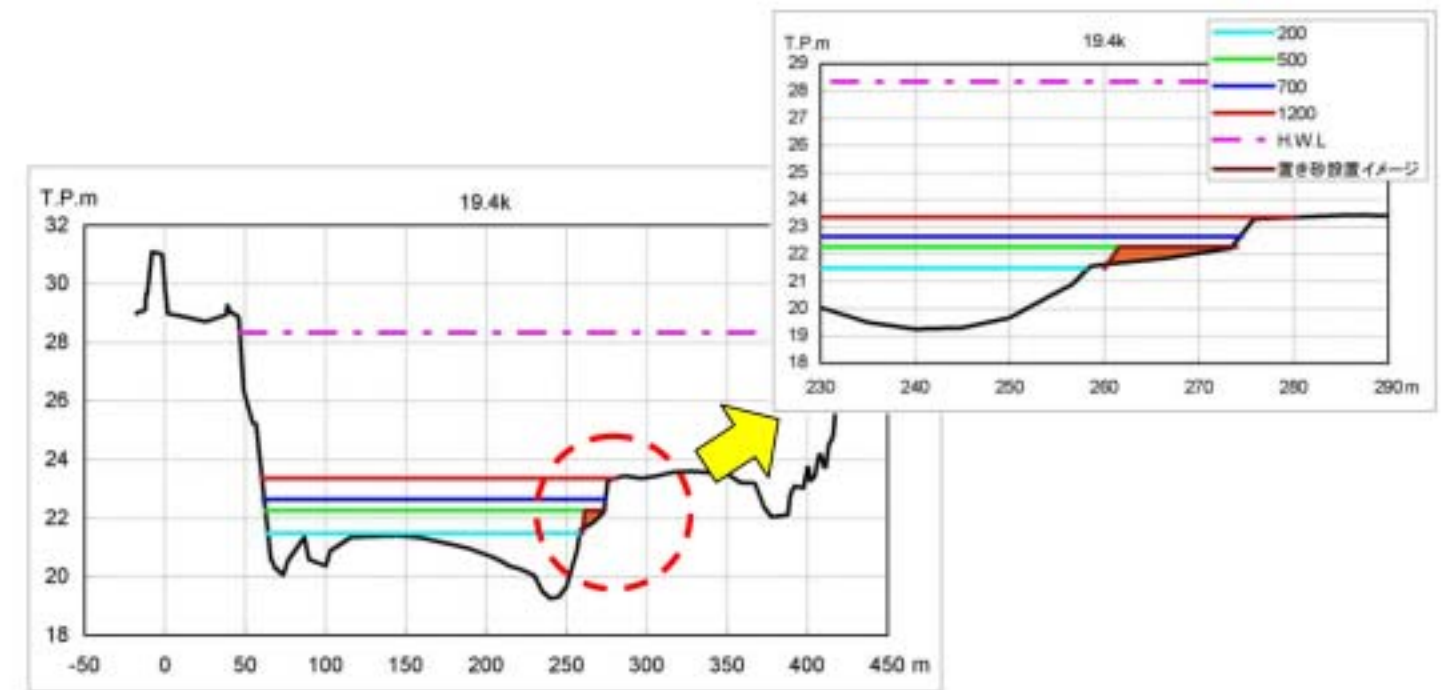


図 4-15 置き砂設置形状イメージ図（パターン 1）

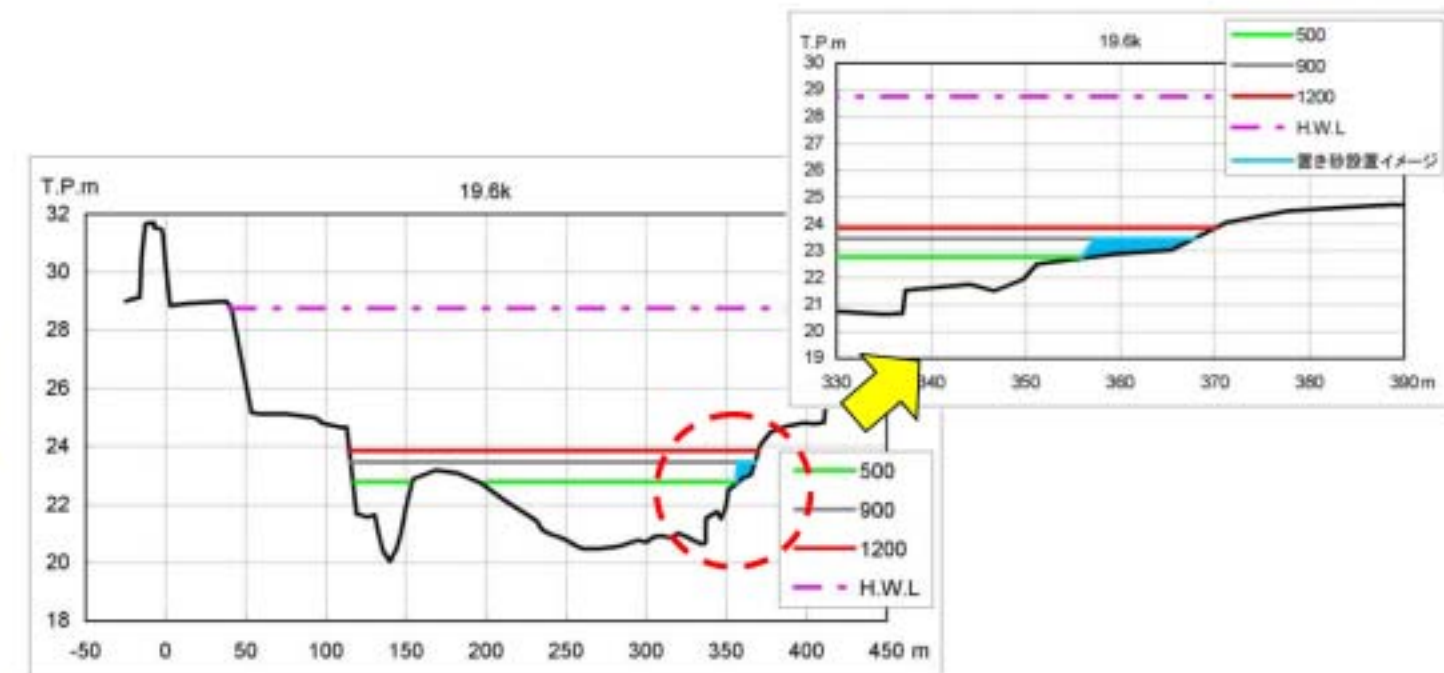


図 4-16 置き砂設置形状イメージ図（パターン 2）

(4)置き砂設置形状の設定について

1)水位・外力の算出方法について

相模川水系河川整備基本方針検討で用いている準二次元不等流計算モデルでの計算値を参照した。

2)天端高の設定について

置き砂天端高は、流量 700m³/s および 1,200m³/s 時に 0.2mm～10mm の粒径成分が流下可能な流体力（外力）が作用する高さとした。

流体力（外力）の評価は、10mm 程度の礫が移動可能となる条件（無次元掃流力 $\tau^* > 0.05$ ）とした。その際の天端高は、それぞれ 500 および 900m³/s 流下時水位相当である。

表 4-6 置き砂天端高設定条件

距離標	流量	水位	エネルギー勾配 I_e	置き砂天端との水位差	摩擦速度	粒径	無次元掃流力 τ^*	備考
kp	m ³ /s	m	-	m	m/s	mm	-	
19.4	500	22.268	0.002775	0.00	0.000	10	0.000	置き砂天端高
	600	22.465	0.002582	0.20	0.071	10	0.031	
	700	22.641	0.002471	0.37	0.095	10	0.056	流下対象流量
	800	22.804	0.002403	0.54	0.112	10	0.078	
19.6	900	23.460	0.002599	0.00	0.000	10	0.000	置き砂天端高
	1000	23.595	0.002552	0.13	0.058	10	0.021	
	1100	23.727	0.002500	0.27	0.081	10	0.040	
	1200	23.852	0.002469	0.39	0.097	10	0.059	流下対象流量

上記の評価では、粒径 10mm 以上の土砂は洪水時に流下しない評価となる。

但し、洪水時には、洪水水位が置き砂天端面に達する前に、置き砂を側方から侵食しながら流下してゆくものと考えられる。

現在は、置き砂の流下実態は不明であることから、置き砂試験では適切な置き砂の設置形状・高さ、および洪水外力と流下実態をモニタリング調査により検討してゆく予定である。

4.2.7 置き砂設置地点・土砂変更の判断について

置き砂設置位置・設置土砂の変更は、置き砂流下前後の影響をモニタリングし、置き砂により河川環境等への大きな支障が無い場合を基本とする。

置き砂設置位置・粒度分布の変更を行う際の判断基準として、次のものを考えている。

(1)設置位置の変更

- 置き砂により、河川環境等への大きな支障が無い場合とする。
- 置き砂設置地点をD地点上流へ移設する際には、取水堰湛水地への土砂堆積が想定されるため、置き砂流下前後の堆積状況をモニタリングし、堆積が確認された場合には土砂浚渫等の対策を講じる必要がある。

(2)設置土砂の質の変更

- 第1回の置き砂試験では、関係者の理解を得られた土砂を用いるが、流砂系改善の観点からは、相模ダム上流の土砂を用いることが望ましい。
- 第2回の置き砂試験では、D地点の粒度分布に対し、土砂環境改善に必要となる細粒分（0.2mm～70mm）を含む土砂を用いることを想定している。
- その際、相模ダム浚渫土砂の成分分析結果より、含有成分に問題が無いことが確認できれば、相模ダム浚渫土砂等を設置することを想定している。

4.2.8 置き砂試験施工の概略事業費

試験施工での概略事業費は、以下の通りである。

(1)置き砂土砂設置費用

置き砂土砂設置費用として、「土砂掘削費」、「土砂運搬費」、「土砂設置費」を計上した。

表 4-7 置き砂設置費用

採取地点	設置土砂量 (m ³)	輸送距離 (km)	事業費 (千円)	備考
① 19.4k右岸高水敷	5,000	0	6,000	・掘削費 ・輸送費 ・設置費
② 20.2k右岸高水敷		1	8,000	
③ 23.0k右岸磯部頭首工堆積土砂		4	10,000	
④ 相模湖浚渫土砂		45	24,000	
⑤ 相模湖上流区間土砂		45	24,500	

(2)モニタリング調査費用

モニタリング費として、「付着藻類調査」、「底生生物調査」、「砂分の移動追跡調査（河床材料調査）」費用を計上した。

表 4-8 モニタリング調査費用

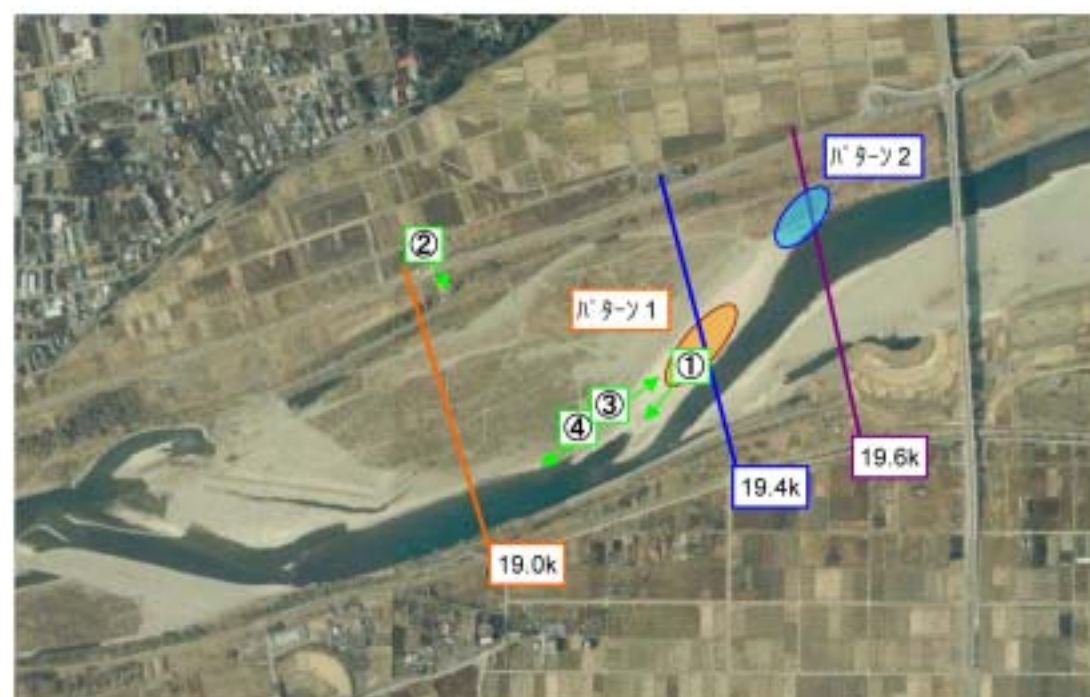
調査項目	調査項目	事業費(千円)
付着藻類調査	事前7回、置き砂流下後3回、計10回	36,000
底生生物調査	事前7回、置き砂流下後3回、計10回	
砂分の移動追跡調査	事前1回、置き砂流下後1回、計2回	

4.2.9 置き砂候補地点Dの現況

置き砂候補地点Dの現況は、下表に整理した通りである。

設置箇所	座架依橋下流 19.4k 付近右岸砂州			
	設置箇所の特徴・設置場所までのアクセス	治 水	自然環境	利 用
当該箇所の特徴	【設置箇所の水理的特徴】 ・1200m³/s 程度の流量時の水位が低水路河岸高程度となる 【設置場所までのアクセス】 ・右岸堤防上の県道の利用により、河川への進入は容易である	・当該区間の流下能力は、工事实施基本計画での計画流量を満足しており、流下能力上の問題はない	・自然環境調査結果より、85 年・88 年に座架依橋付近にてカワラノギクが確認されているが、現在は見つかっていない。その他の生物に関する調査は行われておらず、詳細は不明である。 ・当該区間ではアユの産卵場の存在が確認されていることから、置き砂設置時期はアユの産卵やふ化への影響に配慮する必要がある。	・当該地区は相模川漁協の管理区間であることから、置き砂設置時期はアユ漁の解禁前に行うよう配慮する。 ・当該地区下流には、農業用水用の固定堰は存在しない。

【位置図】



【環境情報図】



【現地状況】



置き砂設置イメージ



搬入路の状況



置き砂候補地点上流を望む



置き砂候補地点下流を望む

4.3 事前モニタリング結果の報告

置き砂の効果在今后把握していく為の基礎資料として、H16 年度より行われている付着藻類や底生生物に関する事前モニタリング調査結果からアユの餌環境の状況について報告する。

4.3.1 モニタリングの概要

モニタリングは、既往の置き砂事例での課題を踏まえて検討した。

既往置き砂事例での課題

1. 置き砂周辺の河川環境・土砂環境等の事前情報が少ないこと
2. 置き砂の目標が曖昧であること
3. モニタリング調査項目不適切であること
4. 調査時期が不適切・調査回数が不足していること

表 4-9 モニタリング調査範囲

区間の特徴	対象範囲	備考
置き砂移動の影響が顕著と考えられる区間	置き砂下流 5km 程度	置き砂により想定される項目を過不足なく網羅させる。
置き砂移動により変化が予想される区間	置き砂下流区間全川	既存河川調査結果の流用を基本とする。
将来には変化が予想される区間	河口・海岸	現時点では設定しない。

表 4-10 モニタリング調査の目的

モニタリング目的	調査目的の詳細
土砂の移動の実態把握 (河床の質的な変化把握)	・ 土砂移動改善を目的とした置き砂の本格的実施に向けた基礎データとして、各粒径集団の移動実態を把握するため。 ・ アーマコート化の改善状況把握のため。
地形変化把握 (河床の量的な変化把握)	・ 土砂移動による河原や瀬淵の変化、河口砂州や海浜侵食の改善といった地形変化の把握のため。
河川生態系の変化把握	・ 土砂動態の変化により影響を受けている水域や陸域の環境への土砂供給による改善状況の把握のため。
置き砂による影響 (障害)把握	・ 置き砂流下による取水堰・魚道等の人工構造物への土砂堆積や、騒音・臭気による生活環境への影響把握のため。

4.3.2 事前モニタリング調査の概要

(1)調査項目

調査項目は、置き砂による影響が現れやすい河川生態系の変化把握および砂分の移動追跡調査とした（表 4-11 の黄色ハッチ部参照）

(2)調査地点

調査地点は、置き砂の流下による影響を把握するため、下記の2つの観点から設定した。

- 重点調査範囲：D地点下流 5km を対象として、置き砂流下の影響を評価
- 比較調査範囲：D地点上流 2km を対象として、置き砂の影響を受けない状況の比較

表 4-11 モニタリング調査項目一覧（ハッチ部は事前調査項目）

No.	モニタリング目的	モニタリング内容	モニタリング項目	備考
1	土砂の移動実態把握	置き砂の成分・粒度把握	置き砂の粒度調査	4.2 章で整理済み。
2			置き砂の成分調査	4.2 章で整理済み。
3		置き砂の移動実態把握	礫分の移動追跡	—
4			砂分の移動追跡	4.3 章で整理。
5			置き砂の流下量	—
6	地形変化把握	地形変化把握	瀬・淵分布の変化	—
7			下流部の河川形状	—
8	河川生態系変化把握	水域環境の変化把握	魚類の分布	—
9			付着藻類の変化	4.3 章で整理。
10			底生生物の種数の変化	4.3 章で整理。
11	置き砂による障害把握	置き砂実施による水質・底質の変化	置き砂中による水質への影響	—
12			下流底質の成分調査	—
13		取水施設の機能維持	取水地点での堆砂状況	—
14			魚道における土砂堆積	—
15		周辺生活環境への影響	土砂運搬時の騒音・交通障害	—
16			置き砂の臭気測定	—



4.3.3 付着藻類調査

(1)調査の目的

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、アユの生育環境を把握する上で付着藻類量の変化を把握することは重要である。また相模川はアユ釣りが盛んな川であることから、付着藻類の変化を把握することは重要である。

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環境改善により河床の土砂移動が活性化した際には、付着藻類の繁茂した礫表面が砂分の流下によりクレンジングされることによって付着藻類の更新が活発になることが期待されている。

本調査は、D 地点における置き砂試験施工を行う以前の付着藻類環境を把握することを目的として行った。

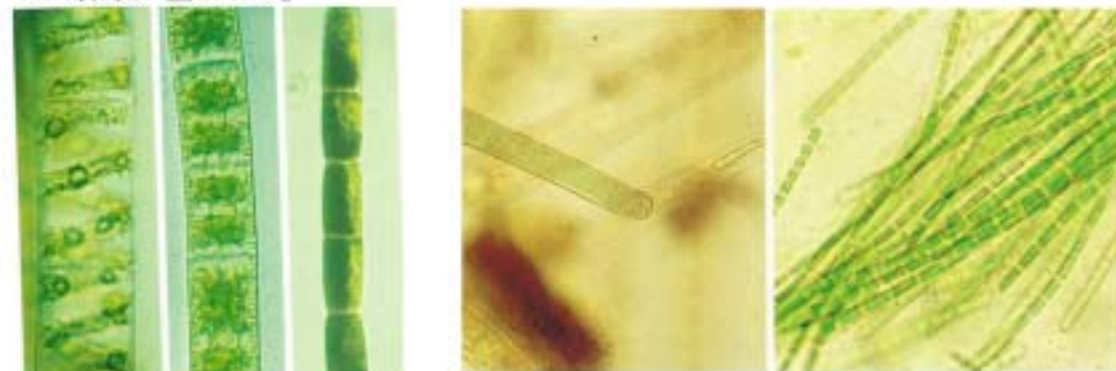
(2)付着藻類とは

1)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、河川の状態を示す指標として適している。

付着藻類は、流速、水深など水利条件の違いによりその種構成、バイオマス量が大きく異なるといわれている。置き砂による影響のような長期間にわたる経年変化を把握するためには、できる限り同一の物理環境（同一地点・同一水利条件（流速、水深））の元での経年的なサンプル採取が望ましい。



緑藻類

藍藻類

写真 4-1 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（ピロウドラソウ）

アユは付着藻類を餌とする。なかでも糸状藍藻の「Homoeothrix. Janthina（ピロウドラソウ）」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⁾。

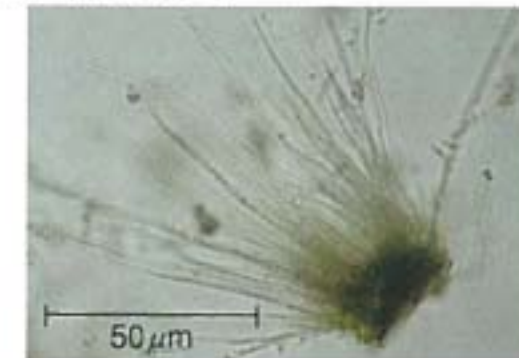


写真 4-2 Homoeothrix.Janthina：ピロウドラソウ²⁾

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「有機物の占める藻類の割合」が高い付着藻類が優れていることが知られている。

上記の様な状態は、主に洪水によるかく乱を受けた後に生じることから、アユの餌資源としては、河床のかく乱を受けた後のフレッシュな藻類が適していると考えられる。³⁾

このような状態を示す指標として、生存している藻類現存量を示すクロロフィル a が用いられる。

置き砂により礫表面のクレンジングの増加し、アユの餌資源環境が改善されることが期待されることから、アユの餌資源の指標としてモニタリングを行うことが必要と考えられる。

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⁾。

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

(3)調査回数および時期

前項に整理した付着藻類の特徴を踏まえ、表 4-12 に示した通り計 7 回の調査を行った。調査時期は下記の観点に従い設定した。

- 通常期調査：相模川においてアユの遡上が盛んになる 4 月を含む 2 月末～7 月の期間
- 出水期調査：出水期において洪水前後の付着藻類の更新状況を把握する

表 4-12 付着藻類調査月日および概況

	調査時期	調査月日	調査時の 流量規模*	調査間の 最大流量*	水温
第1回目	通常期(冬季)	2/28～3/1	70 m ³ /s 程度	—	7.0～11.0℃
第2回目	通常期(初春)	3/24～3/25	100 m ³ /s 程度	122 m ³ /s	9.2～10.8℃
第3回目	通常期(初夏)	6/17～6/21	70 m ³ /s 程度	139 m ³ /s	18.0～22.5℃
第4回目	通常期(夏季)	7/15～7/16	70 m ³ /s 程度	474 m ³ /s	21.0～24.0℃
第5回目	出水時(出水後)	9/5～9/6	120 m ³ /s 程度	1,694 m ³ /s	21.0～22.0℃
第6回目	出水後(出水後 1 ヶ月)	10/24	75 m ³ /s 程度	498 m ³ /s	16.0～17.5℃
第7回目	通常期(秋季)	11/7	70 m ³ /s 程度	87 m ³ /s	16.0～17.0℃

※ 厚木地点における各調査間の時間最大流量

※ 厚木地点 H-Q 式より水位を流量に換算

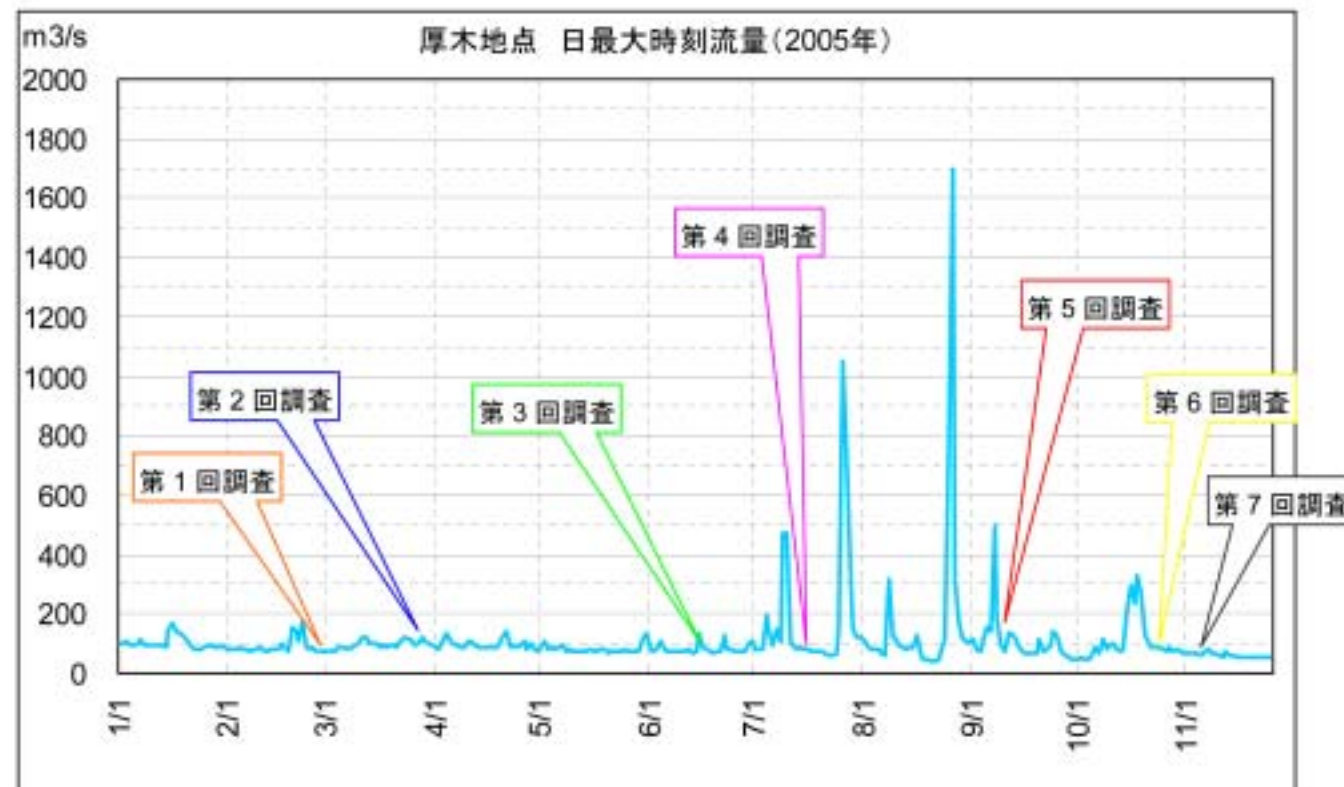


図 4-17 調査時期と厚木地点流量の関係

(4)調査項目

調査項目は、表 4-13 に示した着目点に基づいて選定した。

表 4-13 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	ビロウドランソウを含む糸状藍藻の割合の把握
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
無機物量	付着藻類中のシルト分の堆積状況の把握	細粒土砂による影響評価指標

(5)調査結果

1)優占種の確認

現状では、9 月を除き、アユの餌であるビロウドランソウが種として優占していることから、現状の D 区間周辺はアユの生育環境として優れていることがわかる。

9 月については、前回調査との間に 1000m³/s を越える出水を 2 度経験しているため、一度河床表面の付着藻類が流出したためと考えられる。

これは 9 月調査では、付着藻類の遷移初期段階の特徴である珪藻類が優占していること(図 4-18)、付着藻類総量が 7 月調査時に比べて激減していること(図 4-19)からも推察できる。

また、優占種の割合は 9 月と 11 月を除き藍藻類が大多数を占めている。特にアユの成長期にあたる 6 月～7 月はアユの摂食圧が高いため、アユのエサであるビロウドランソウを含む藍藻類が付着藻類の大半を占める状況である。

表 4-14 付着藻類中の優占種(月別)

順位	2月調査	3月調査	6月調査	7月調査
1	Homoeothrix janthina ビロウドランソウ	Homoeothrix janthina ビロウドランソウ	Homoeothrix janthina ビロウドランソウ	Homoeothrix janthina ビロウドランソウ
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	Homoeothrix janthina ビロウドランソウ	Homoeothrix janthina ビロウドランソウ	
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 クサビケイソウ	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→藍藻、黄色ハッチ→珪藻、緑色ハッチ→緑藻を表す。

一方、11月には珪藻類が優占しているが、これはアユが産卵期に入り、エサの摂食圧が低下したため、ピロウドラソウ等の糸状藍藻類が珪藻に覆い尽くされてしまうためと考えられる。

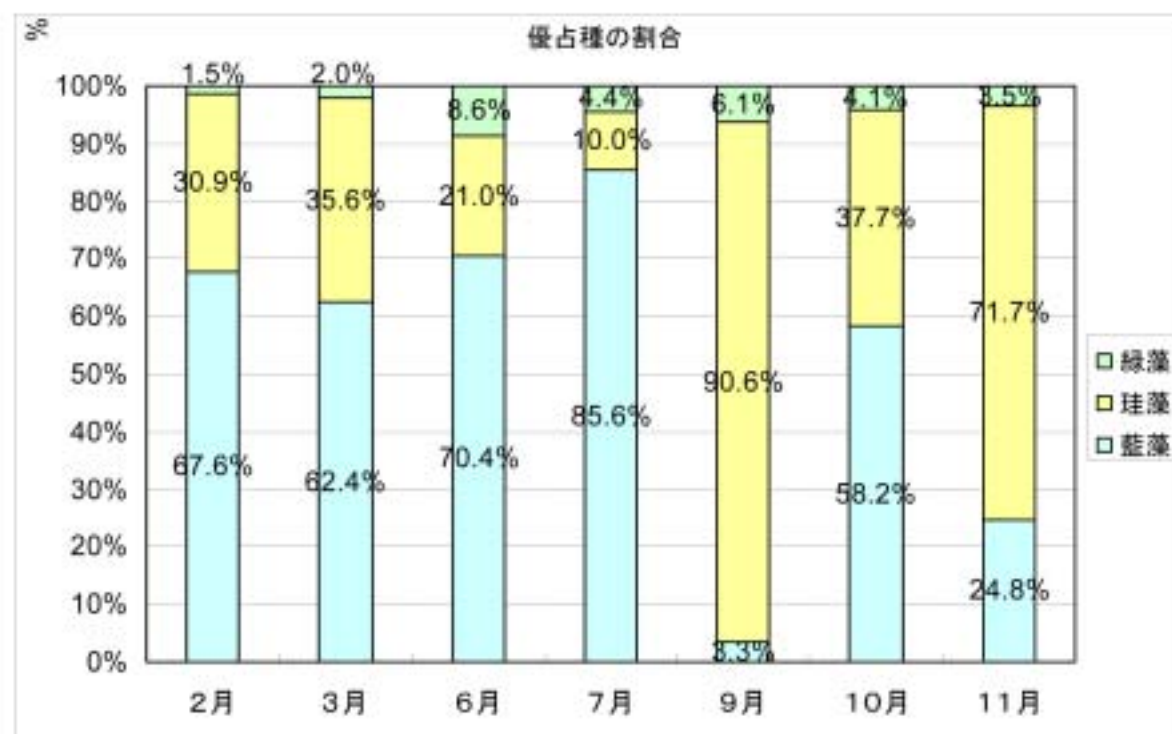


図 4-18 月別の付着藻類の優占種の比率

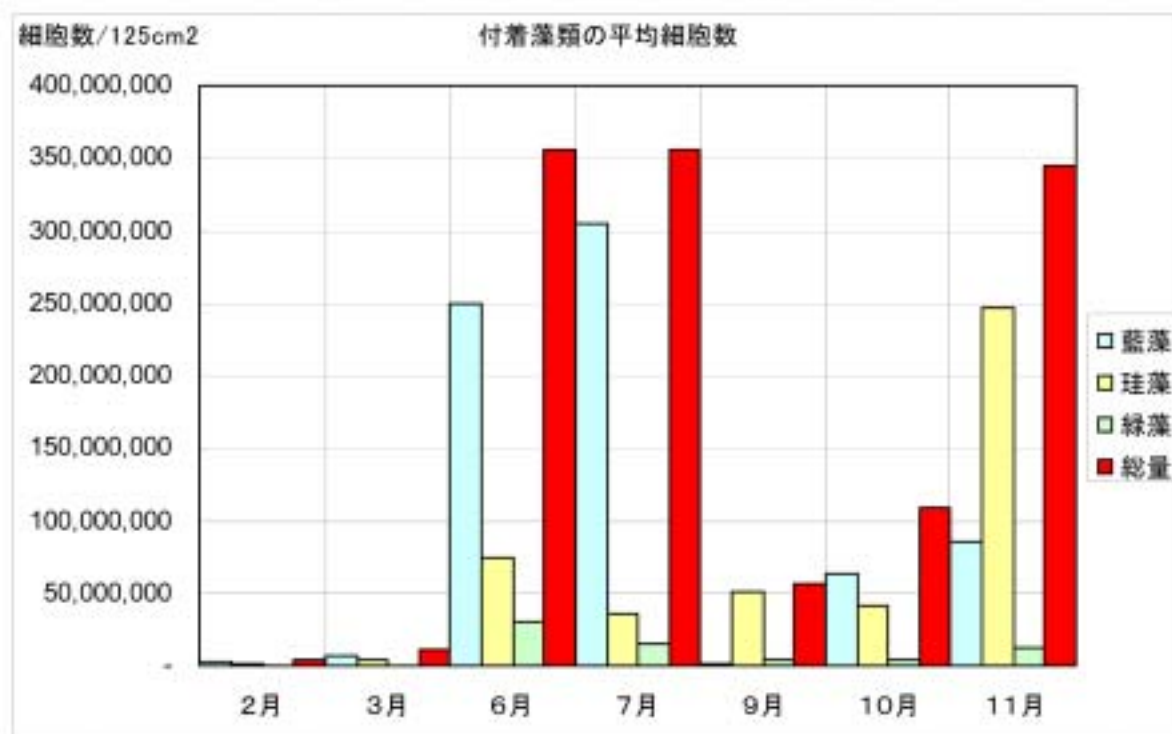


図 4-19 月別の付着藻類の細胞数 (125cm² 当たり)

2) 強熱減量 (有機物の割合) ・クロロフィル a

各月の強熱減量 (有機物の割合) ・クロロフィル a の状況を縦断的に整理した。

有機物およびクロロフィル a 共に、水温が低く、付着藻類の活動が活性化していない2月～3月には少ないが、6月～7月にはその割合が増加している。この時には、有機物の割合が40%を上まわっており (図 4-20 参照)、アユの生育に良好な環境であることが推察される。また、クロロフィル a については、緑藻の割合が最も多い6月に最も多いことが確認できる。

出水直後の9月には、礫表面がフラッシュされたことに伴い有機物の比率が激減しているが、その後の10月調査時には7月と同等の水準まで回復している。

その後の11月調査時には、有機物の割合が減少しているが、これは10月調査以降、出水が無かったため、礫表面の付着藻類が更新されなかったためと考えられる。

3) 無機物量

各月の付着藻類に含まれる無機物量 (シルト分等) を整理した結果、2月・3月および9月には無機物の比率が高いことが確認できる。

その理由として、以下のことが想定される。

- 2月・3月は付着藻類の活動が活発化する前の時期で、付着藻類量自体が少ないため、相対的に無機物量が多くなっているものと考えられる。
- 9月については、洪水のフラッシュにより、礫表層の付着藻類の総量が減少したためと考えられる。

表 4-15 付着藻類サンプル中の有機物・無機物の割合 (平均値)

	2月	3月	6月	7月	9月	10月	11月
有機物	41.0%	40.8%	52.7%	45.7%	19.0%	52.0%	36.6%
無機物	59.0%	59.2%	47.3%	54.3%	81.0%	48.0%	63.4%

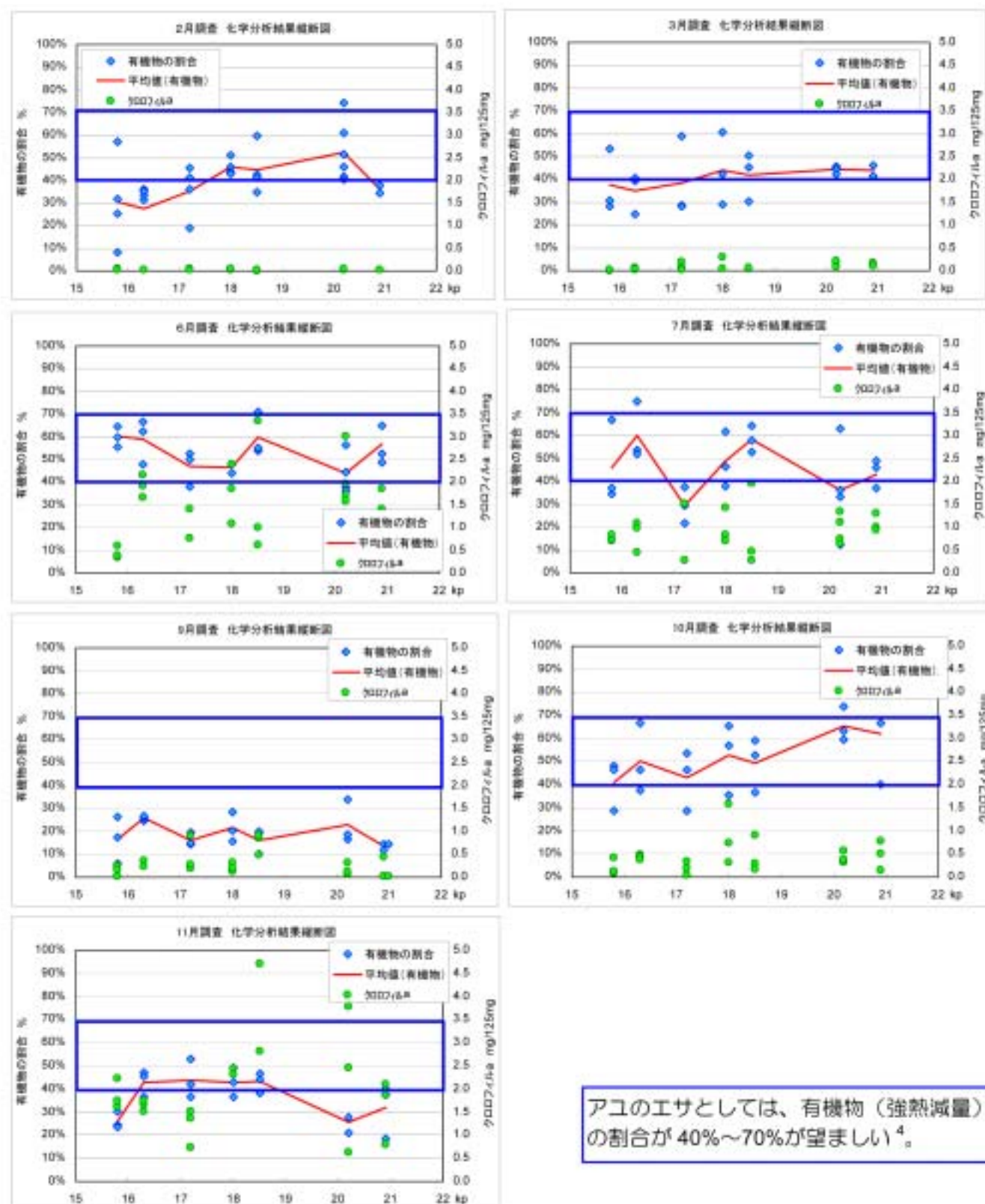


図 4-20 有機物の比率およびクロロフィル a の含有率

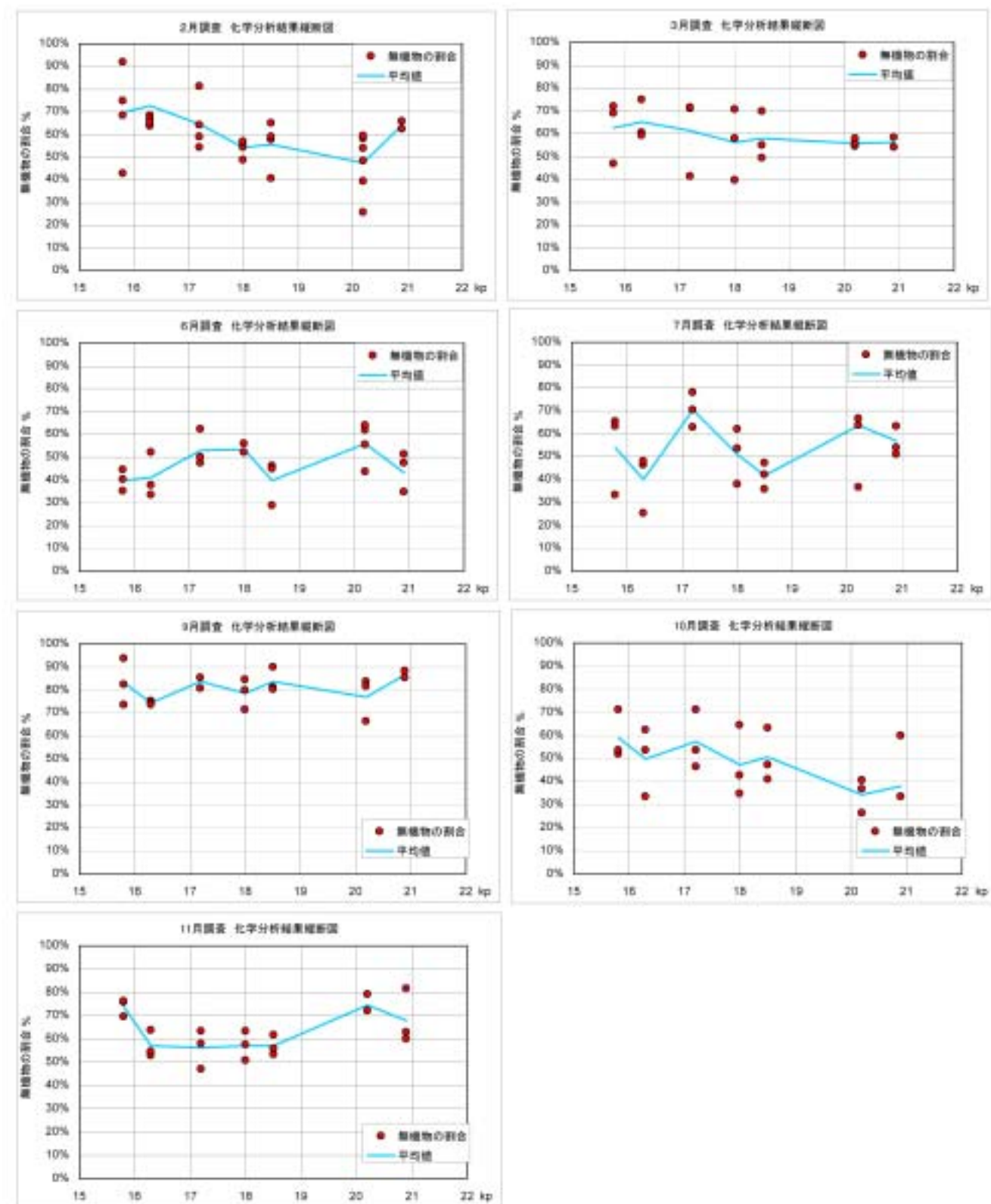


図 4-21 付着藻類中の無機物の比率

4.3.4 底生生物調査

(1)調査の目的

置き砂設置による底生動物（主に水生昆虫）の生息数、生息種の変化把握を目的として、底生動物生物調査実施した。

(2)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。

底生生物では、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 4-3 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。



エルモンヒラタカゲロウ(幼虫)(カゲロウ目)



エルモンヒラタカゲロウ(成虫)



ヒゲナガカワトビケラ(トビケラ目)



カワゲラ(カワゲラ目)

写真 4-3 代表的な水生昆虫

1)底生生物の生活型

底生生物は、生活の特徴を元にした生活型によって表 4-16 のように分類することができる。

表 4-16 底生生物の生活型

型	生活の特徴	調査地点での代表種
匍匐型	石の上や水中をすべり歩き生活。主にカゲロウ目	エルモンヒラタカゲロウ
遊泳型	水中を泳ぎまわって生活。主にカワゲラ目	シロハラコカゲロウ
掘潜型	水底の砂に潜って生活。主にユスリカ科などハエ目	ユスリカ イトミミズ
造網型	石同士や石と岩盤との間に網を張って生活。トビケラ目	シマトビケラ ヒゲナガカワトビケラ
固着型	水中の石などを体に固着させて生活。ブユ科などハエ目	ブユ

2)洪水攪乱と底生生物の関係

底生生物の群は、洪水により攪乱された後に再び形成されるが、その形成過程における群の遷移について、下記のことが知られている。

- 優占種は、洪水後の時間に依存して変化する。
- 現存量は、洪水後の時間につれて次第に増加する。
- 優占する生活型は、匍匐型→匍匐・造網型→造網型と推移する。

したがって、底生生物のモニタリング調査では、以下の指標に着目し、洪水外力や土砂の移動による変化を把握することが重要と考えられる。

- 底生生物の現存量の推移
- 造網型底生生物の割合（造網型係数）の推移

(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（表 4-12 参照）。

(4)調査結果

モニタリング調査結果より、底生生物の現存量と造網型係数を図 4-22 に整理した。

1)付着藻類の現存量について

図 4-22 によると、底生生物の現存量には以下の特徴が見られる。

- 2 月・3 月調査では、全体的に底生生物の現存量は少ない。
- 6 月・7 月調査では、2 月・3 月調査と比較して現存量が増加している。これは、4～5 月に底生生物が羽化したためと考えられる。
- 9 月調査では、現存量がほぼ 0 となっている。これは、9 月調査の 10 日前に当たる 8 月 26 日にピーク流量約 1,700m³/s 規模の出水が生じており、その際の河床の攪乱によって底生生物の現存量が激減したためと考えられる。
- 10 月調査では、9 月調査時と比較して全ての地点に置いて現存量が増加している。調査時が出水後約 1 ヶ月半後にあたり、洪水による攪乱から底生生物群が回復している状況が確認できる。
- 11 月調査では、10 月調査に比べて現存量が増加しており、底生生物群の回復傾向が確認できる。

2)造網型係数

図 4-22 によると、網型底生生物の割合を示す造網型係数には以下の特徴が見られる。

- 2 月・3 月調査では、全般的に匍匐型が優占しているため、造網型係数は 20～30%程度の低い値となっている。
- 6 月・7 月調査では、造網型係数が 90%程度となっており、2 月・3 月調査時より匍匐型→造網型へと遷移していることが確認できる。
- 出水後約 1 ヶ月半後にあたる 10 月調査では、St.4 および 7 を除き造網型係数が 70%程度となっており、出水後 1 ヶ月半程度で造網型へ遷移したものと推測される。
- 11 月調査では、10 月調査に対して造網型係数が増加しており、造網型への遷移が進展したことが確認できる。

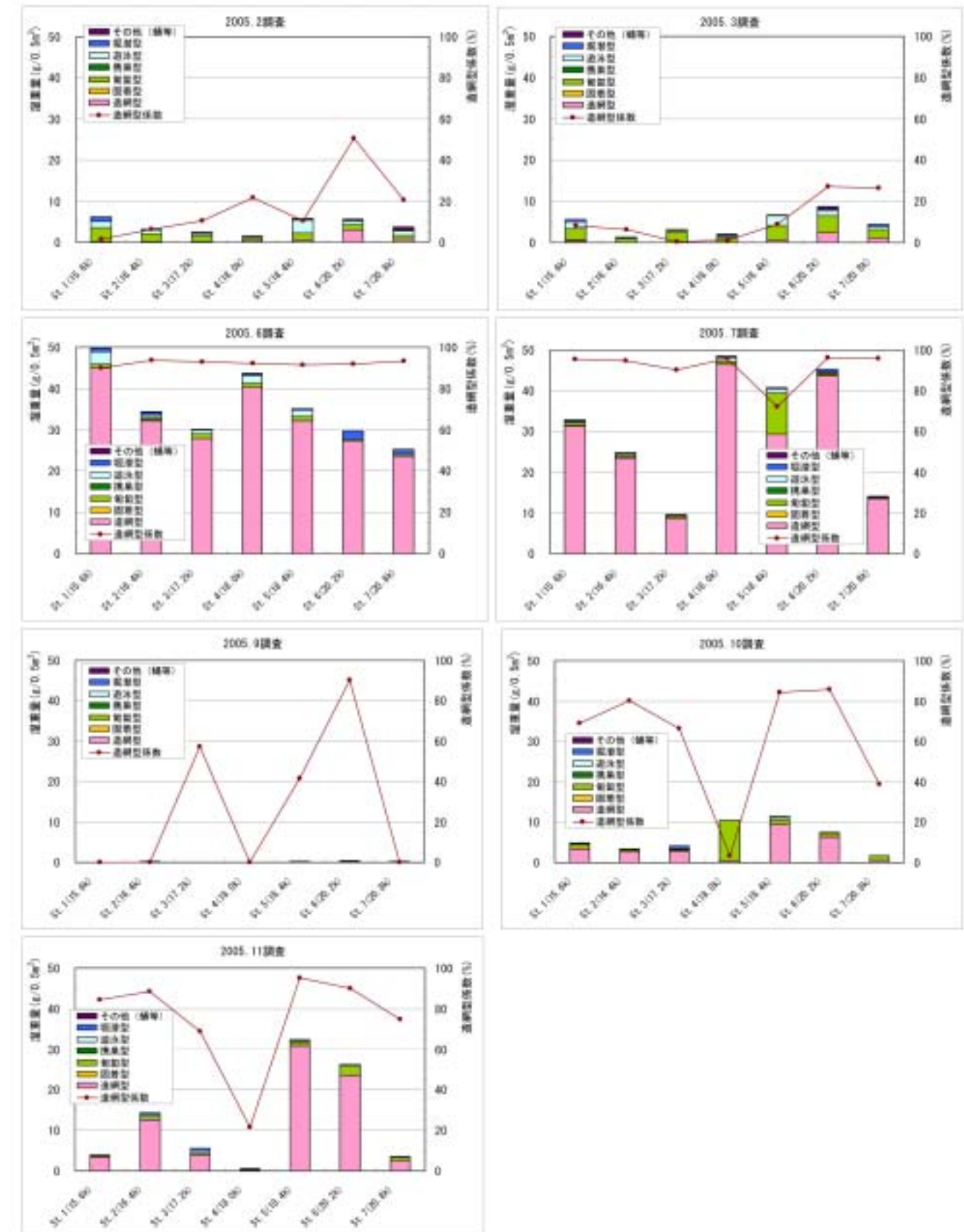


図 4-22 底生生物量と造網型係数

4.3.5 砂分の移動調査

(1)調査の目的

置き砂に含まれる砂分の移動状況把握を目的として、線格子法による河床材料調査を通じて砂分の移動実態調査を行う。

置き砂前後の河床表面への細流分の堆積状況は、線格子法での河床材料調査および河床表面の状況写真撮影により、把握する。

線格子法とは、簡易的な河床材料調査手法である。

河道の流下方向の直線上において、河床材料の最大粒径程度の間隔(D地点周辺では300mm程度)の間隔で河床の砂粒や礫を一つずつサンプリングすることで、概略の河床材料粒径を把握することができる。

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 4-24 の様に細粒土砂が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ものと考えている。

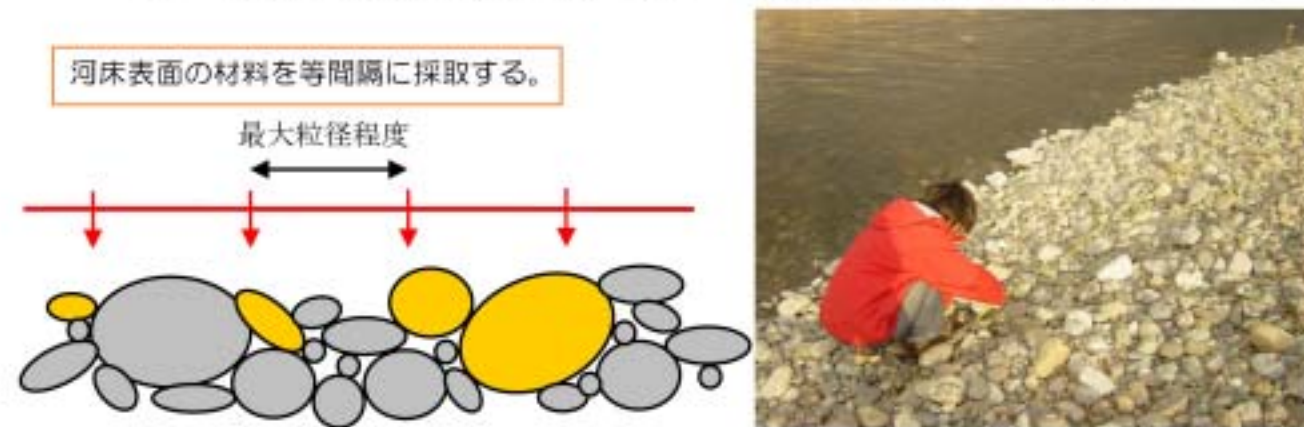


図 4-23 線格子法のイメージおよび調査風景

(2)調査時期および調査箇所

- H17.3.18～H17.3.19
- 相模川 15.6k～21.0k の低水路水際部、計 18 地点

(3)調査結果

調査結果を次ページに整理した。

この粒度分布を基に、置き砂流下後の変化を確認する。

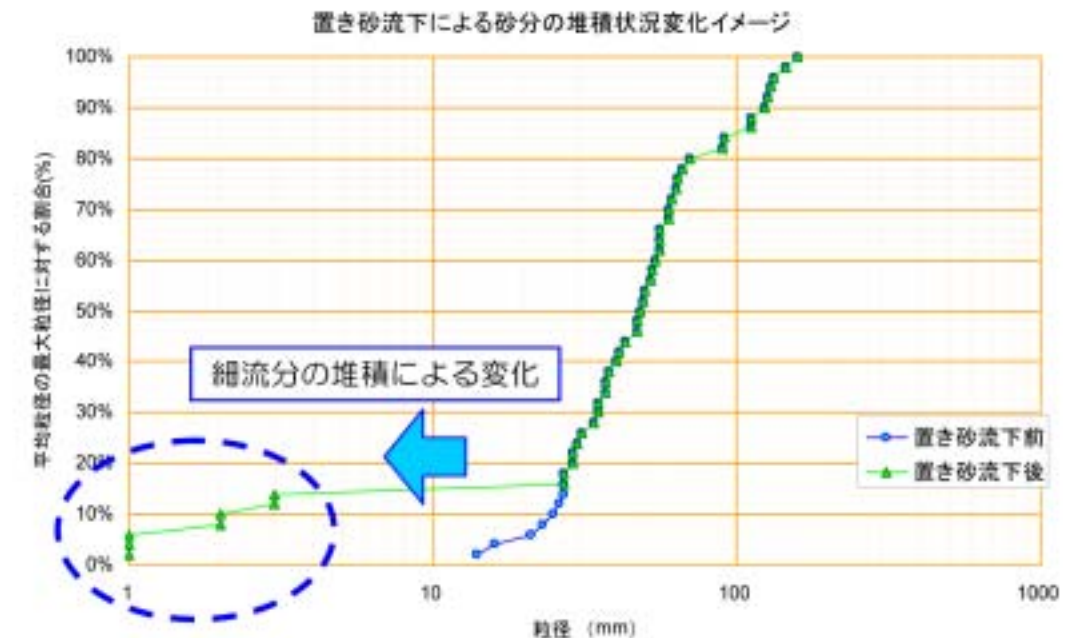


図 4-24 砂分の堆積時の粒度分布変化イメージ



図 4-25 線格子法による河床材料調査地点位置図

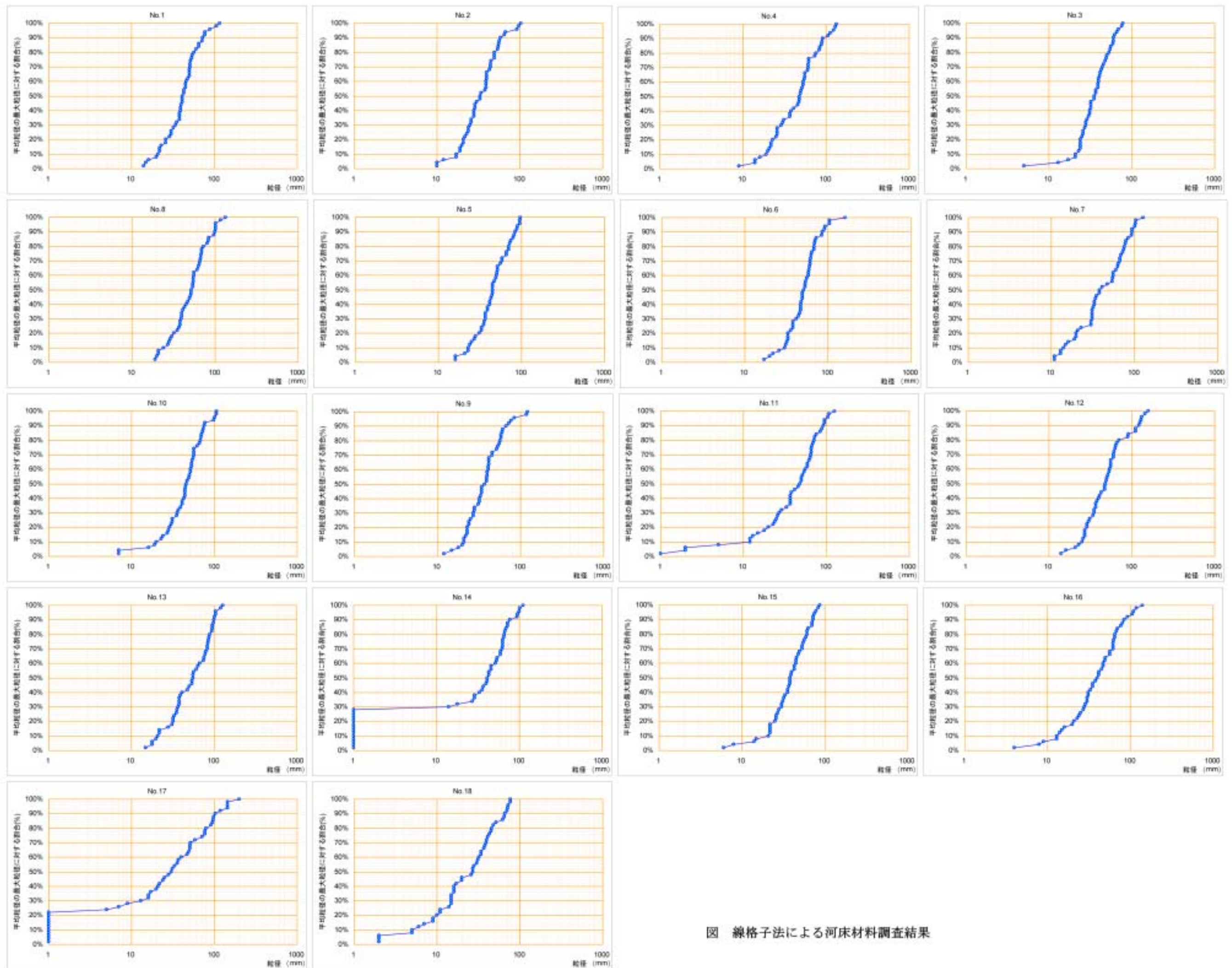


図 線格子法による河床材料調査結果

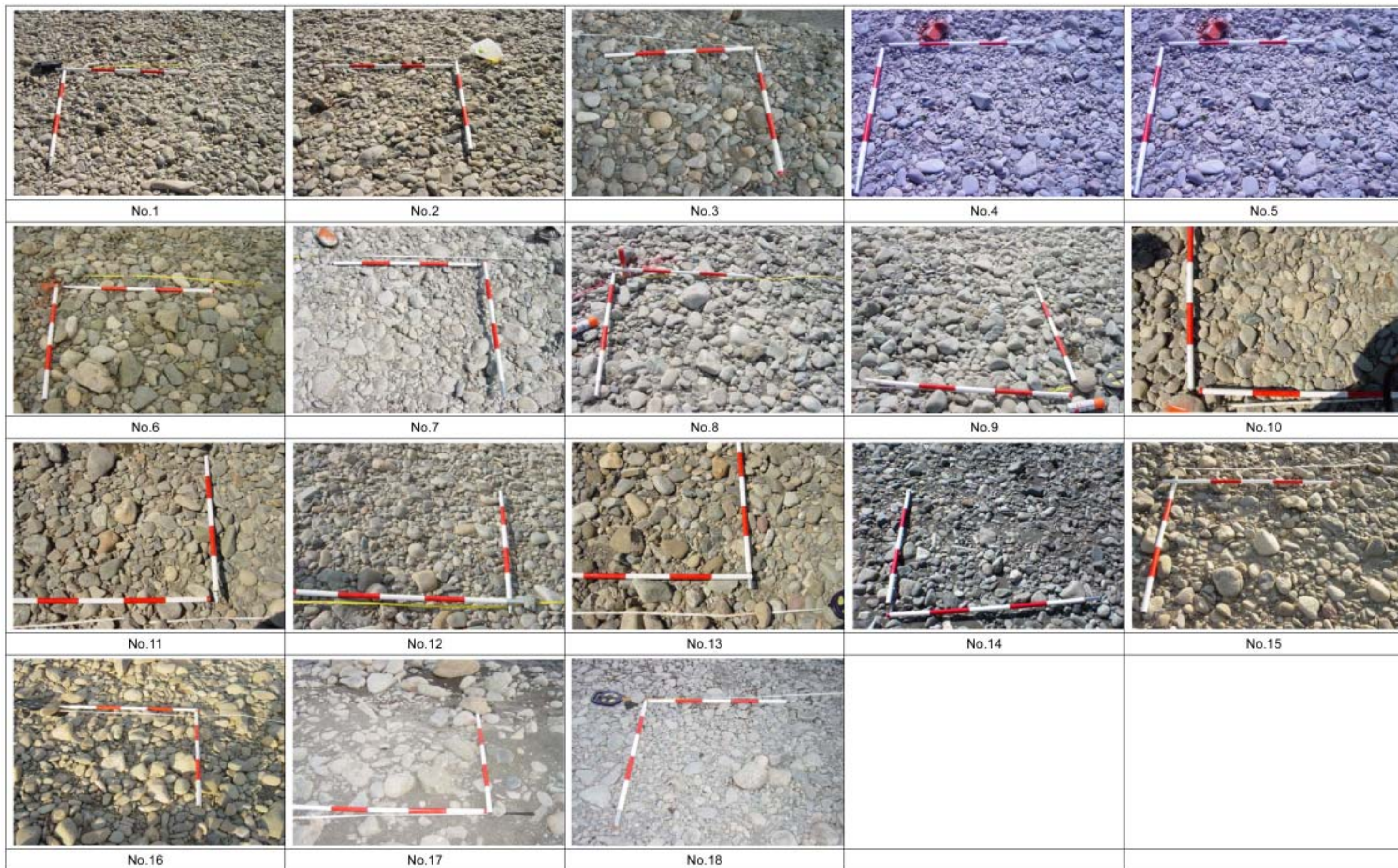


図 4-26 調査地点河床状況