

平成 20 年 8 月浅川洪水（多摩川水系）による 土丹河床の大規模洗掘と河道管理方策

OUTCROP OF SHALE CAUSED BY FLOOD FLOW OF THE ASA RIVER AND THE CONCEPT OF COUNTERMEASURES AGAINST BED SCOURING

松本将能¹・工藤美紀男²・福岡捷二³

Takayoshi MATSUMOTO, Mikio KUDOU and Shoji FUKUOKA

¹正会員 国土交通省関東地方整備局京浜河川事務所調査課開発調査係長
(〒230-0051 神奈川県横浜市鶴見区鶴見中央 2-18-1)

²正会員 国土交通省関東地方整備局京浜河川事務所調査課長 (〒230-0051 神奈川県横浜市鶴見区鶴見中央 2-18-1)

³フェロー Ph. D. 工博 中央大学研究開発機構教授 (〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27)

The Asa river which is the main tributary of the Tama River is not necessarily sound in view of the sediment movement and river bed management, because the large amount of gravel extraction in the past brought the degradation of the river bed and the present sediment supply from the upstream reach is not abundant.

The torrential downpour occurred in the end of August, 2008, caused extremely high flood water level with sharp hydrograph in the Asa river, the flash flood flow brought scouring of outcropping shale, and the extent of the exposure on the river bed. In this research, we clarify time change in scouring of shale bed by the flood and effects on river structures. Finally, we propose the concept of countermeasures against the shale erosion.

Key Words : *stony riverbed, river structure, river management, sediment transportation, shale*

1. 研究の背景と目的

多摩川右支川浅川は、元来広い粒度分布の砂礫で河床の表層が形成されていた。過去に行われた砂利採取や横断工作物の存在、上流から供給される土砂の量が十分でないこと等から、河床低下や局所的な洗掘、河床材料の細粒化が進行した。その結果砂礫層厚が薄くなったり、上総層群に分類される土丹層の露出が顕著になっている。さらに河床の低下とともに、河川横断構造物の劣化が顕著になり、多くの河川構造物は土丹層の上に造られていることもあって、浅川は災害を受けやすい河道状況となっている。

平成 20 年 8 月末豪雨による出水は、極めてシャープなハイドログラフを呈し計画高水位直近までせまる既往最大級の出水となり、河床が大きく洗掘され河道形状が著

しい変化をした。この洪水で、大きなものでは 2m 四方、厚さ 30cm 程度の剥離した土丹塊が河床に散在し、異常な河床洗掘・土丹の流送が確認された(写真-1, 2)。土丹は、流水に対する侵食抵抗が小さいため、一度河床表面に露出すると剥離しやすく、局所洗掘や河岸侵食を助長することから、土丹が露出している河道の安全性確保のため、河川管理上の課題と管理方策について早急に検討する必要がある。本論文では、平成 20 年 8 月洪水による河道の被災状況を、縦横断測量・空中写真撮影資料や現地踏査等に基づき分析し、河床の変動、特に構造物周りの土丹の洗掘機構を明らかにする。また、浅川における土丹の露出がもたらす治水上、河道管理上の課題を明確にし、特に維持管理上の重点項目を示した。さらに、安全で景観豊かな浅川の川づくりに向けての考え方と対応を明らかにすることを目的としている。

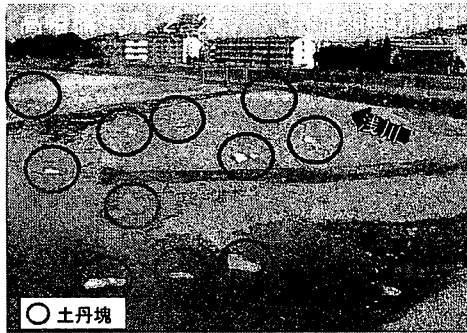


写真-1 流送された土丹塊



写真-2 流送された土丹塊 (拡大)

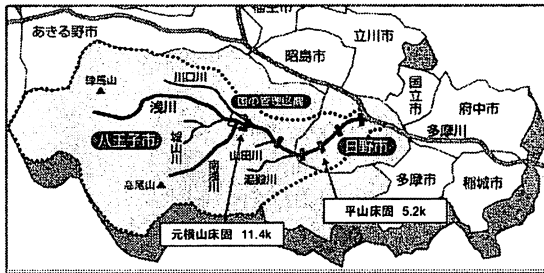


図-1 浅川流域図

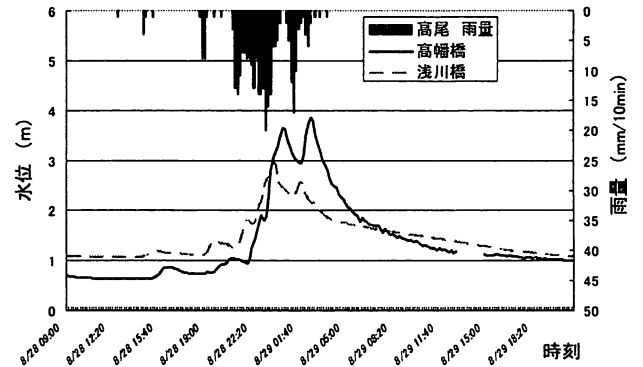


図-2 平成20年8月末豪雨出水ハイドログラフ

2. 平成20年8月末豪雨出水による河道の変化

(1) 浅川の概要と河道の状況

浅川は、東京都西部の高尾山や陣馬山を水源として、八王子市・日野市を流下し多摩川へ合流する延長 30.1km の一級河川である。河床勾配は多摩川合流点から 7km までの間で約 1/200、それより上流の 13km までの直轄区間内は、1/170 となる急流河川である (図-1)。

浅川の平均的な河床材料構成は、既往調査より d_{60} 粒径で 10cm 程度、最大で 20cm～30cm 程度の石礫を中心に構成されている。しかし、浅川は河床低下に伴う河道の滞筋化、中州の形成等によって流れの集中する箇所が固定化されるようになった。このため、滞筋では流速が増大する一方、大きな石礫が河床には少なくなり、そのため、滞筋となる流路の河床低下が進行している。このため、土丹が露出しているところでは堆積している石礫は洪水の末期に運ばれて堆積したものであり、粒径が小さく、この粒径では年平均流量相当の洪水時の掃流力に対して移動することになり、洪水時に土丹が露出していることが報告^{1), 2)}されている。すなわち、浅川では、過去に行われた膨大な量の砂利採取や上流からの土砂供給量の減少などにより、現在の浅川の河道特性に見合わない河床材料構成となっており、その結果以前から河床には土丹が表れ、土丹の洗掘が進んでいる。土丹上に設置されている床固め等横断工作物の下流では、構造物の健全性の低下とともに河床低下が進捗し、河川構造物周辺の局所洗掘が顕著な箇所も多い。現在、河道内の特徴的な現象としては、蛇

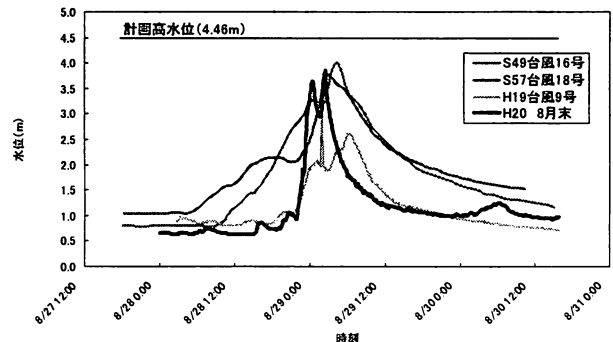


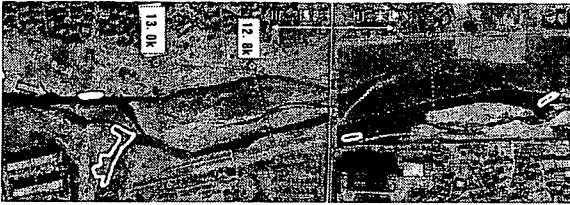
図-3 既往洪水ハイドロとの比較 (高幡橋 2.2k)

行した低水路の外岸側となる水路際では土丹が露出洗掘し、内岸側では堆積が進むことによる二極化現象が生じていることがあげられる。

(2) 平成20年8月末豪雨による出水概要

平成20年8月末豪雨は、八王子市高尾雨量観測所において観測史上最大の累加降雨量 310mm を記録した。時間最大雨量は 71mm となり、降雨開始から3時間で洪水ピークに達し短期間に局地的に集中した豪雨による出水であった。この降雨量に応答し河川水位ハイドログラフは図-2、図-3に示すように、計画高水位直近まで急激に上昇し、戦後最大のS49年台風16号に匹敵する出水となった。過去の出水と比べて、非常にシャープなハイドロとなり、洪水継続時間が短いことが特徴的である。

H1末（鶴巻橋下流側）、H6.3（鶴巻橋上流側）撮影【H3年調査】



H17.5撮影【H19年2月調査】



H19.12撮影【H20年2月調査】



H20.9撮影【H20年9～H21年1月調査】

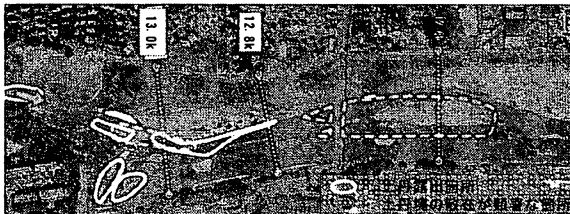
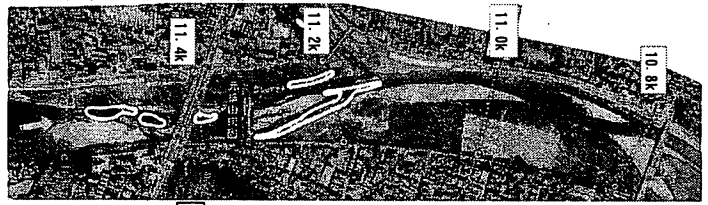
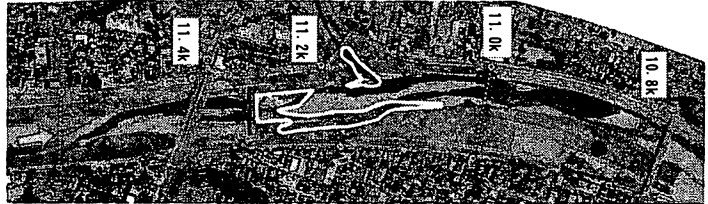


図-4 土丹露出分布（13.0k付近）

H1末撮影【H3年調査】



H17.5撮影【H19年2月調査】



H19.12撮影【H20年2月調査】



H20.9撮影【H20年9月～H21年1月調査】

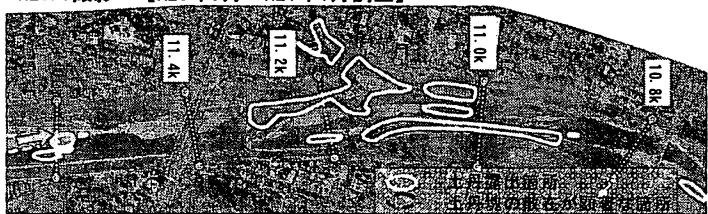


図-5 土丹露出分布（11.2k付近）

(3) 出水後の河道内変化の把握

出水後に行った現地調査とともに横断測量や空中写真撮影等の資料及び既往資料との重ね合わせから河床変動状況を把握した。現地調査においては、特に河川構造物の沈下や陥没などの変形、砂礫河床の変動と滞筋の変化、土丹の露出分布に着目した。

土丹の露出が従前から顕著であった区間の変動状況を図-4及び図-5に、その間の出水規模を図-6に示す。図-4は、浅川と南浅川の合流点下流に位置する13.0k付近の状況である。図-7は、13.0k断面の横断面形の変化を、土丹露出高さとともに示す。H20年8月の出水後では、河床が著しく変化していることがわかる。この区間の下流では、土丹塊の流送が多く見られた。なお、今回の調査では土丹の塊が剥離した場所は明確に捉えることができていない。図-5は、11.2k付近の状況であ

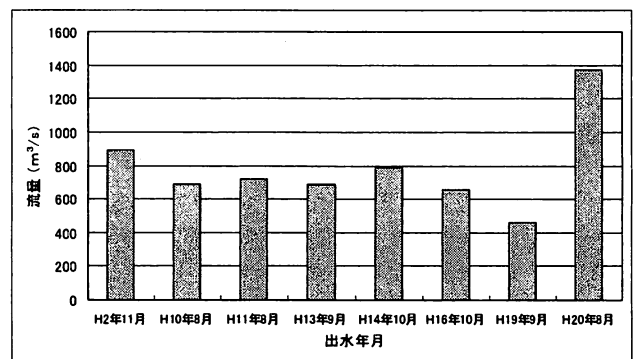


図-6 浅川出水状況（高幡橋2.2k）

り、従前より土丹層の露出が進行した。図-8より、今回の出水をうけて左岸側の滞筋の洗掘が進み、右岸側では2m程度土砂が堆積しているが、この堆積土砂の粒径は小さくなく、洪水が発生すると再び土丹が現れると思われる²⁾。

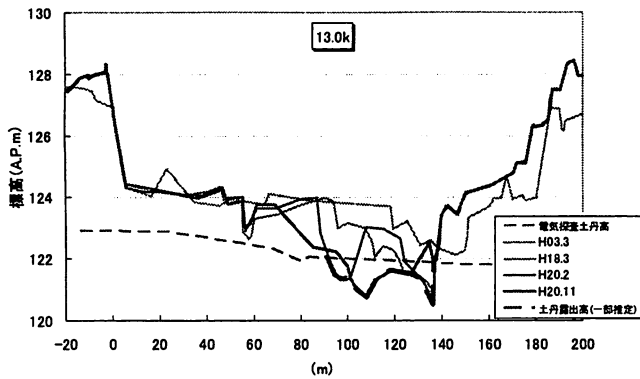


図-7 土丹露出分布 (13.0k 付近)

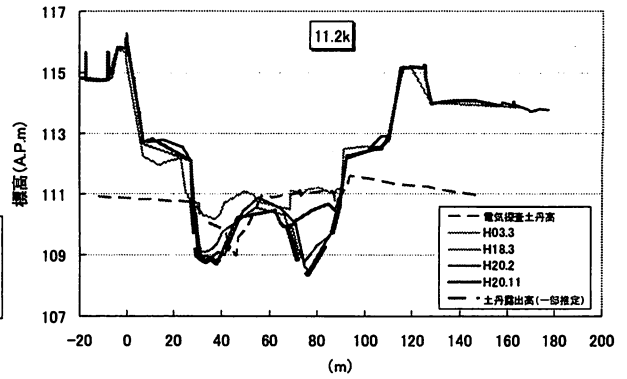


図-8 横断変化重ね図 (11.2k 付近)

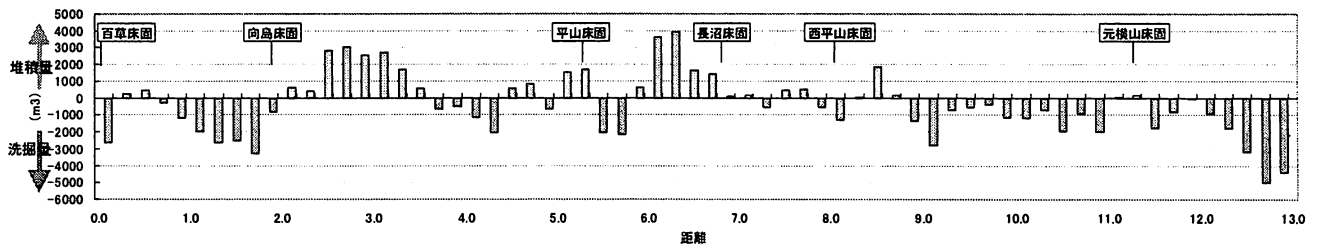


図-9 土砂收支図 (H20.2-H20.11 測量比較：直轄区間のみ)

(4) 調査結果と課題のまとめ

図-9は、平成20年8月末出水前後の河床変動量について、横断測量結果を基に算出した結果を示す。これは、出水前後の横断図を重ね合わせ、計画高水位以下の河道面積から区間距離について積分した概略の変動量である。この結果からも全体的な河床低下が見られ、特に9.0kから13.0kの低下が著しいことがわかる。浅川直轄管理区間内の土砂移動量として見た時には、上流からの供給量が減少していることが伺える。

従前から土丹層が露出していた箇所では、出水規模に応じて、露出と砂礫による被覆を繰り返しているが、H20年8月出水後の露出範囲は、図-4及び図-5から拡大していることが確認できる。図-9において注意すべき事項としては、横断図の一部には、河床が上昇し土丹層上でも堆積傾向を示した箇所があるが、出水後の河床表面材料は、これまでに確認されている河床材料と大差がない。この河床材料は、今回の出水において生じた外力では掃流され、洪水の減水期に沈降した砂礫と推測される。しかし、この堆積した材料は一見、土丹表層を被覆しているようであるが、その石礫構成では、土丹露出の抑制に繋がっているものとは考えにくい。同様の外力を受けた時には、流送されと考えられる。現在の土丹の知見からは、土丹を表層に露出させないことが、土丹侵食や溶出による河床洗掘を抑制する最善の方策と考えられている。洪水中の河床の安定性を保つためには、充分大きな粒径でかつ充分な層厚を持った石礫層の存在が不可欠である。

この方策を検討するためにも、出水時の流量規模に応

じた石礫を中心とする河床材料の移動実態、土砂移動過程における土丹の露出過程及び土丹を露出させないために、必要な石礫の大きさ、厚さ等を現地で把握していくことが今後の課題となる。

3. 土丹洗掘による河川構造物周りの維持管理の課題

(1) 堤防及び護岸

浅川では、河岸水衝部の侵食被害に対する堤防防護対策を多摩川水系河川整備計画(H13.3)で位置付けている。防護対策は高水及び低水護岸工と根固め工によって対応し、10m幅以上の高水敷を設けた複断面河道としている。図-10は対策箇所の横断図であり、堤防整備の前後と土丹層の分布との関係を示している。土丹の存在標高は高い位置にあり、堤防の基盤が土丹層になっている。この場所では、露出していた土丹を低水護岸で覆い、護岸基礎高は土丹の上面としている。また、低水護岸前面の河床洗掘対策として根固め工が配置されている。ここでは河床低下に伴い平常時の水位が低下し、根固めブロックと前面の土丹層に挟まれ、局所的に異常な洗掘状態での滯筋を形成し始めている。堤防との距離は確保されているものの、さらなる局所洗掘が進行すれば堤防本体の侵食被災等が懸念される。

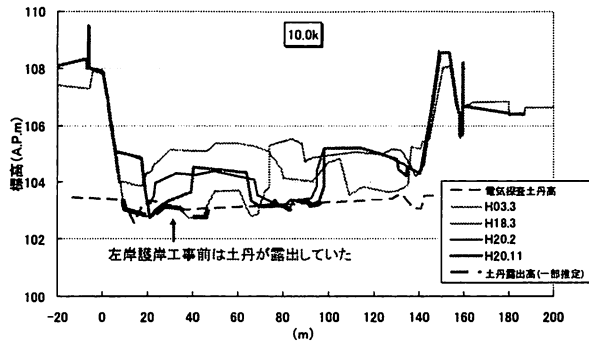


図-10 横断変化重ね図 (10.0k 付近)

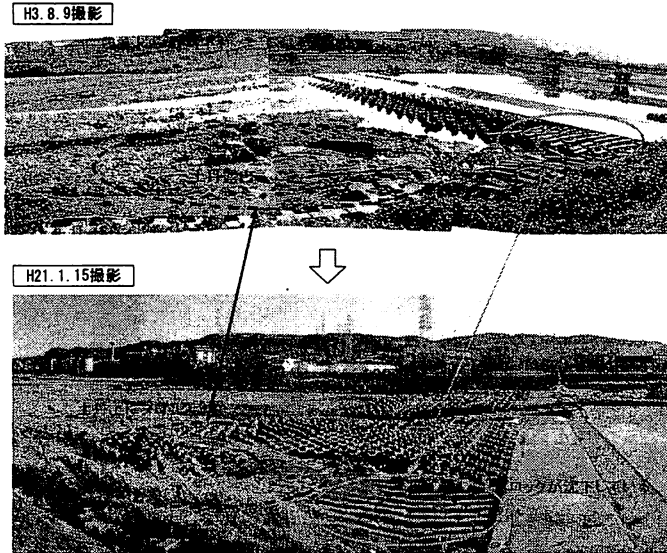


図-11 土丹露出による平山床固下流護床工の変形

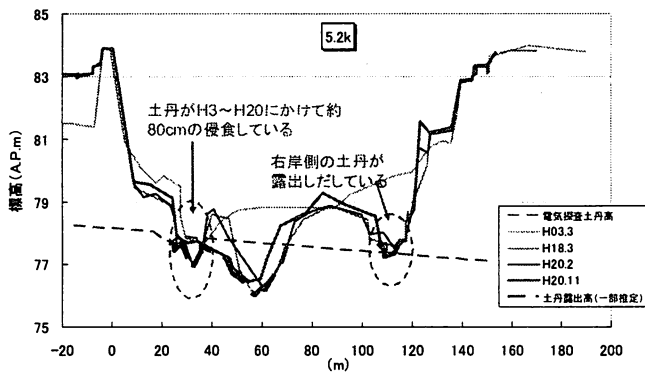


図-13 横断変化重ね図 (5.2k 付近)

(2) 床固等の横断構造物

浅川直轄管理区間には、6か所の床固工が設置されている。また、主要幹線道路及び鉄道等の橋梁が多く存在している。このような横断構造物の周囲では経年的に河床低下が起こっている。このうち、平山床固及び元横山床固は老朽化が著しく、両床固下流側の河床では、設置以来河床低下が顕著に進行しており、根固ブロックの補充などにより、河床と本体機能の維持が図られてきた。しかし、洗掘が進み安全性が問題となる状況になりつつある。ま



写真-3 10.0k 付近の根固めブロック前の洗掘状況



図-12 元横山床固下流の土丹露出の変化



写真-4 元横山床固下流の土丹露出状況

た、下流側に露出した土丹層については、根固ブロックによって覆うことにより土丹の侵食抑制を行ったが、ブロック下面の河床低下による空洞化が生じ、護床工が変形していることが図-11 から伺える。

床固本体は土丹上に直接設置されている。また、床固工の下流側では、河床低下に伴う護床工の散乱や流出が進行しており(図-12)、下流側基礎地盤の吸出しが起因し被災した四谷本宿堰(多摩川・平成13年被災)と同じ形態での被災が懸念される。なお、橋梁については特に古い

形式のものは、土丹層に基礎工を埋設した形式がとられており、河床低下が著しく進行した場合は、橋梁本体への影響が懸念されるため注意する必要がある。

(3) 維持管理上の重点項目

堤防や横断工作物等重要な河川構造物の管理を適切に行うためには、河床材料の構成や河床変動を注意深く把握する必要がある。以下に着目するポイントを整理した。

- ① 測量や目視点検による定期的な地形や状態等の把握と縦横断測量結果の経年的重ね合わせによる河床高の監視
- ② 堤防と土丹の位置関係及び土丹の平面・鉛直存在分布の把握
- ③ 堤防と横断工作物との取付構造とその周辺の河床高の変化状況の把握
- ④ 維持管理上の重要性が高い箇所、モニタリングポイントの抽出
- ⑤ 河床材料分布の縦横断的变化のチェック

4. 安全で景観豊かな浅川の川づくり

浅川の直轄管理区間は、堤防の高さは概成しており、河川整備計画目標流量に対する流下能力はほとんどの区間で満たし、堤防防護対策の整備も進捗している。平成20年8月末出水においても、護岸の侵食や洗掘被災がほとんど発生していないことは、幸いであったが護岸整備の効果が発現できたものと考えている。その一方で、河床の低下と土丹塊の流送及び河川横断構造物に及ぼした影響は、今後の浅川における河道管理の課題を明確に浮かび上がらせたと考えている。

このような事象に対応していくためには、過去に浅川河床に存在していた砂礫を土丹層上にどのように確保していくかが重要となり、上流域からの土砂供給と下流への土砂移動のバランスの中において、どのような技術によって砂礫を河道内に留めることが有効か大きな課題である。一方において、土丹層は、スレーキングを生じる特性

がある。乾湿の繰り返しによる崩壊をさせないためにも、土丹層上における適度な水深を確保するような河道のつくり方も必要になると思われる。この困難な問題の解明のための手がかりは、常願寺川で行われてきた石礫河川における石礫の移動機構の現地実験結果³⁾、⁴⁾や解析法⁵⁾が重要な考え方を提供している。すなわち、河床に大きな石を適切に配置すると上流から移動してくる砂礫が捕捉され、河床高さを回復するのに有効であるという現地実験結果を用いることが考えられる。

このため、京浜河川事務所でもモニタリングや現地実験等を通じて浅川河道に応じた石礫層の確保と石礫の流出抑制策を検討し、安全で景観豊かな浅川をつくっていくことを計画中である。なお、多摩川本川でも同様の課題を抱えており⁶⁾、多摩川への適用について成果を進展させていく予定である。

参考文献

- 1) 福岡捷二：石礫河川の移動床水理の諸問題と解決への道筋、水工学シリーズ 08-A-1、土木学会、A-1-1～A-1-25、2008
- 2) 米沢拓繁、福岡捷二、鈴木重隆：水衝部の河床表層材料と河床洗掘の関係の調査研究、河川技術論文集、第13巻、2007年
- 3) 福岡捷二：土砂環境の変化に対応した洪水流と河床変動予測技術—実務上の課題と調査・研究の方向性—、河川技術論文集、第14巻、2008年
- 4) 福岡捷二、長田健吾、安部友則：石礫河川の河床安定に果たす石の役割、水工学論文集、第52巻、2008年
- 5) 長田健吾、福岡捷二：石礫河川の土砂移動機構に着目した1次元河床変動解析法の開発、水工学論文集、第52巻、2008年
- 6) 忠津哲也、鈴木研司、内田龍彦、福岡捷二：洪水流による二ヶ領宿河原堰周りの砂州の変形・洗掘の増大と露出土丹高さの経年変化、河川技術論文集、第15巻、2009年(投稿中)

(2009. 4. 9 受付)