

日野川河道における土砂管理方策の効果

THE EFFECT OF SEDIMENT MANAGEMENT IN HINO RIVER

川本洋次郎¹・片寄秀樹¹・長谷川勇¹・堀江克也²・川津幸治³
Youjiro KAWAMOTO, Hideki KATAYOSE, Isamu HASEGAWA,
Katsuya HORIE and Koji KAWATSU

¹国土交通省中国地方整備局日野川河川事務所 (〒689-3537 鳥取県米子市古豊千678)

²正会員 いであ株式会社 水圏事業本部河川部 (〒154-8585 東京都世田谷区駒沢3-15-1)

³正会員 いであ株式会社 大阪支社 (〒559-8519 大阪府大阪市住之江区南港北1-24-22)

The sediment management for the purpose of restoration of sandy shore is implemented at the Hino River basin from mountain area to coastal area. We entrenched a part of a bar in the Hino river with the aim of run-off of deposited sediment on the bar into the sea. The trench is located where the main stream from upstream run upon the trench during times of flooding. The bed elevation of the trench was determined so as the bed material of the trench moves under the condition of the averaged annual maximum discharge by using 2D flood flow numerical simulation and so as to be similar to the bed elevation of bare area around the bar. The largest flood in recorded history was occurred in September 2011. A large part of the bar was flushed by the flood and produced the effect as expected.

Key Words : *Sediment management, the Hino River, Beach erosion, The removal of vegetation*

1. はじめに

近年, 山地から海岸に至る流砂系において, 土砂移動の不均衡に伴う様々な問題が顕在化している. これらの問題解決に向けた取り組みを求める報告書¹⁾が1998年7月に河川審議会総合土砂管理小委員会から提出され, 現在までに相模川や天竜川など多くの流砂系で総合土砂管理に関する取り組みが行われている²⁾³⁾. しかしながら, それらの流砂系においては海岸侵食や河床低下の問題に対して, 貯水ダムの堆砂対策を主な取り組みとしており, 河道域の土砂管理について行われている事例は少ない. そこで本研究では, 日野川流砂系を対象として総合土砂管理における河道域の対策の一例を示す.

日野川流砂系では, かつてたたら製鉄に伴う「かなな流し」が盛んに行われ白砂青松の海浜が形成されたが, かなな流しの終了後, 上流からの土砂供給の減少により海岸侵食が始まった⁴⁾. 現在では離岸堤の設置やサンドリサイクルにより汀線維持が図られているものの, 今後は海岸独自の対策に加えて, 日野川からの供給土砂を少しでも増やすことが効果的と考えられる.

日野川流域における対策として, 山地域では, 近年,

既設砂防堰堤のスリット化が進められているが, その一方で, 河道域では砂州の固定化と植生域化が進行しており, 樹林化した植生域に海浜構成材料(粒径0.1mm~2.0mm程度の砂で河床材料と異なる材料)が多量に捕捉されている. このことから, 総合土砂管理における河道域の対策として, 河道の植生域に堆積した土砂を海岸に供給させる案が考えられる.

このような背景から, 日野川では平成19年9月に現地樹林化した砂州の一部を掘削し, 自然の営力により砂州に堆積した土砂を効率的に海岸へ流出させる方策を実施した. 施工後4年が経過した平成23年9月に観測最大規模の洪水があり, 砂州が大幅にフラッシュされ当初の期待以上の効果を発揮したので, その結果を報告する.

2. 日野川流砂系における土砂管理上の課題

日野川は, 鳥取県の西部を貫流する県内三大河川の1つで, 三国山(標高1,004m)を水源とし, 大山西部を流下し日本海に注ぐ一級河川である. 流域面積は870km², 流路延長は77kmであり流域の91%は山地である. 流域の地質は, 源流部一帯の流紋岩・石英安山岩・泥質片岩,

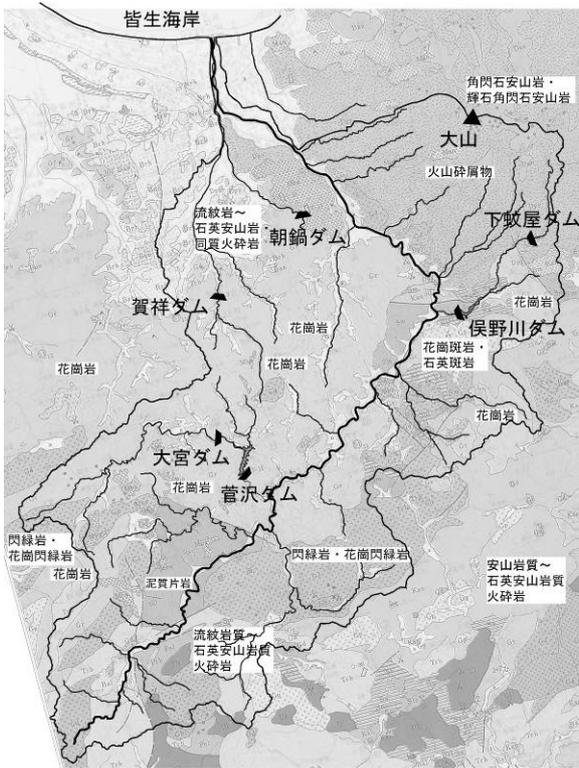


図-1 日野川流砂系と地質

大山山塊を構成する安山岩，残りの流域全体の47%が花崗岩類で構成されている（図-1）．近世のかんな流しにより大量の花崗岩質の砂が流出し白砂青松の皆生海岸が形成された．現在，皆生温泉を中心として，海水浴，散策，釣り，キャンプなど地域住民の憩いの場となっており海浜の保全が求められている．

(1) 海岸域

かんな流し終焉後に海岸侵食が始まった．現在，離岸堤の施設整備やサンドリサイクル等により汀線維持が図られている（図-2左）．サンドリサイクルは西向きの沿岸漂砂により移動した土砂を突堤西側の侵食域に投入する事業であり，平成6年の開始以降，毎年約3万 m^3 の土砂投入が行われている．しかし，サンドリサイクルで使用する土砂は沿岸漂砂で選択された細粒土砂であるため，土砂投入後の歩留まりが悪く粒径の大きな砂成分が必要となっている．したがって，日野川からの供給土砂を少しでも増やすことが求められている．

(2) 山地域

流域内には治水・利水ダムが6基建設されており，概ね計画通りに堆砂は進行している．ただし，大宮ダム（発電，S15年竣工，集水面積64.9 km^2 ），菅沢ダム（多目的，S42年竣工，集水面積85.0 km^2 ）では，堆積土砂に花崗岩質の砂成分を多く含んでいるため，これらの土砂を有効に利用することが考えられる．一方，砂防域では下流への土砂供給に配慮して，既設砂防堰堤のスリット

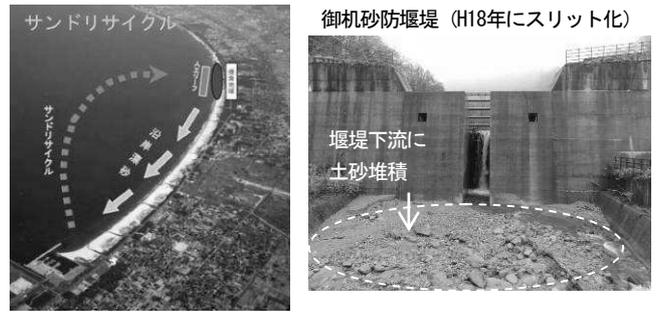


図-2 サンドリサイクル（左図）と透過型砂防堰堤（右図）

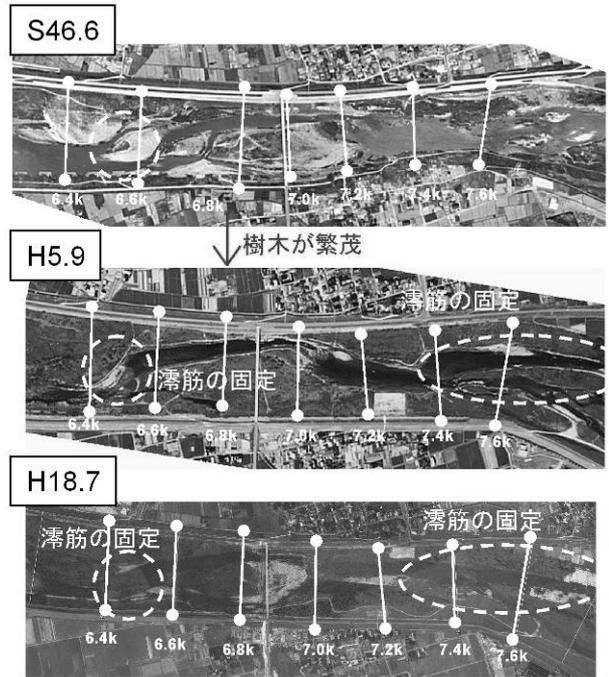


図-3 河道の変遷

化などの事業を行っている（図-2右）．現在までに5基の砂防堰堤でスリット化を行った．

(3) 河道域

高度経済成長期に大量の砂利採取が行われ河床低下が生じていたが，昭和48年の砂利採取禁止以降，河道は安定傾向となった．その一方で河床攪乱が減少しており，近年，溝筋の固定化と砂州上植生の樹林化が生じている（図-3）．昭和59年から平成18年における河床変動高を見ると，河道幅全体では平均約-3cmと概ね安定しているが，植生域では+62cmと堆積傾向にある（図-4）．植生域への土砂堆積が顕著に見られる日野川8.8kにおいて，植生域に堆積している土砂の粒度分析を行った（図-5，図-6）．その結果，堆積土砂は周辺の河床材料とは異なる細かい粒径成分であり，粒径0.1mm～2.0mmの砂成分が約92.3%を占めていた．

この含有率を用いると，図-4における昭和59年から平成18年までに直轄管理区間（0.0k～17.0k）の植生域に堆積した砂成分は約49.5万 m^3 と試算される．

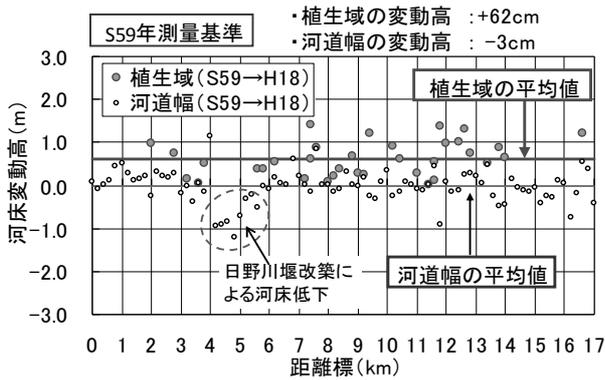


図-4 河道幅における河床変化と植生域における河床変化

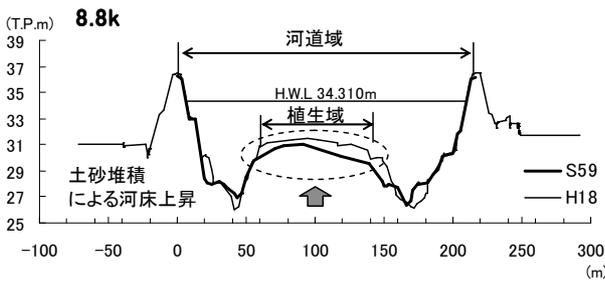


図-5 横断重ね合わせ図 (日野川8.8k)

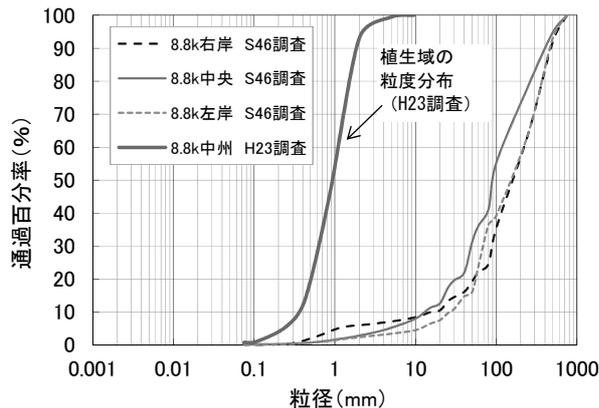


図-6 植生域の堆積土砂の粒度分布 (日野川8.8k)

3. 河道域における土砂管理の必要性

日野川から海岸への供給土砂量を増加させるため、上流域では既設砂防堰堤のスリット化やダムに堆積土砂の有効利用などの対策が考えられるが、上流域からの供給土砂が増加しても河道の植生域に捕捉されることが懸念される。また、河道域においては樹林化の進行による流下能力の減少や固定化した滞筋部の局所洗掘など治水機能の低下が生じており、これらの回復が必要となっている。このことから、樹林化した砂州に堆積した土砂を海岸へ流出させる河道域の土砂管理が必要であり治水上も有意である。

なお、既往論文⁵⁾において、日野川から海岸への流出土砂量は年平均1.3万 m^3 程度(粒径0.1mm~2.0mmの海浜

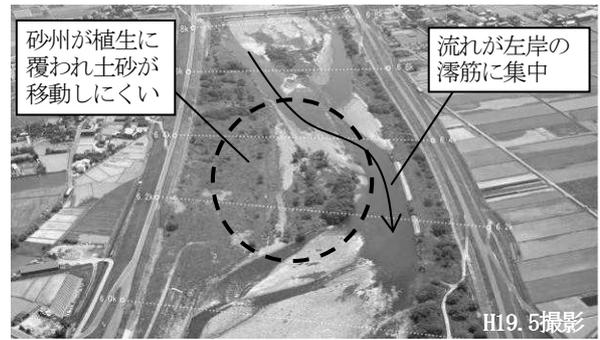


図-7 実験対象箇所への河道状況

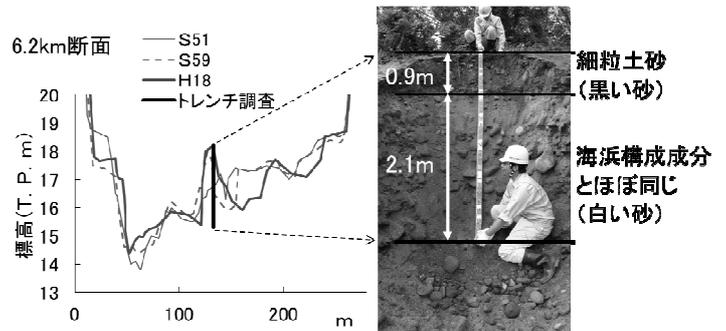


図-8 日野川6.2kの横断重ね合わせ図とトレンチ調査結果

構成材料)であると試算されているが、昭和59年から平成18年までに植生域に堆積した土砂量は約49.5万 m^3 であり、河道域の対策として当面有効であると考えられる。

4. 現地実験砂州の概要

(1) 実験対象箇所

日野川6.2kでは、砂州が河道中央付近で固定化し、砂州上に樹木等の植生が繁茂し土砂が移動しにくい環境となっている(図-7)。また、固定化した砂州により流れが左岸側に集中し堤防際で局所洗掘が見られるため、土砂管理と治水上の観点から実験対象箇所として選定した。なお、対象箇所付近の河床勾配は1/230程度でありセグメント1に属する。

(2) 砂州の発達と土砂堆積

日野川6.2k右岸砂州は、昭和51年以降に徐々に発達しており、その砂州に堆積した土砂の性状を確認するためバックホウを用いてトレンチ調査を行った。トレンチ調査の掘削高は約3.0mであり、そのうち表層0.9mは黒色の細粒土砂であったが、その下層には花崗岩質の砂が大量に堆積していた(図-8)。

(3) 掘削河道の設定

砂州に堆積した砂を効率的に流出させるため、砂州の一部のみ(砂が大量に堆積している範囲の半分程度)を掘削し、存置した砂州部は側岸侵食に期待することとした(図-9、図-10)。また、掘削により発生した土砂は

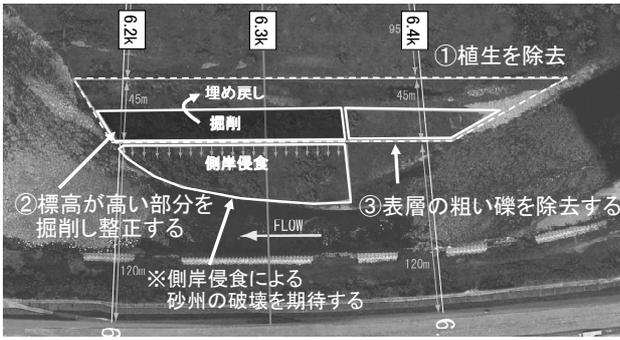


図-9 砂州の掘削計画

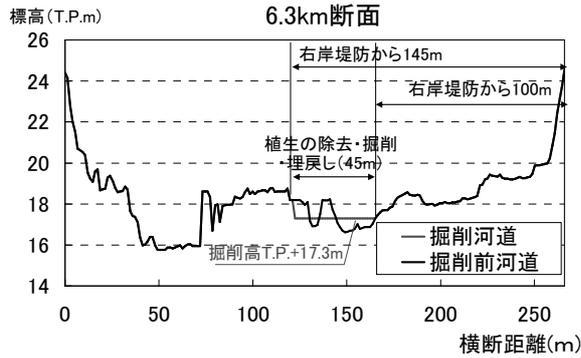


図-10 掘削河道の横断形状

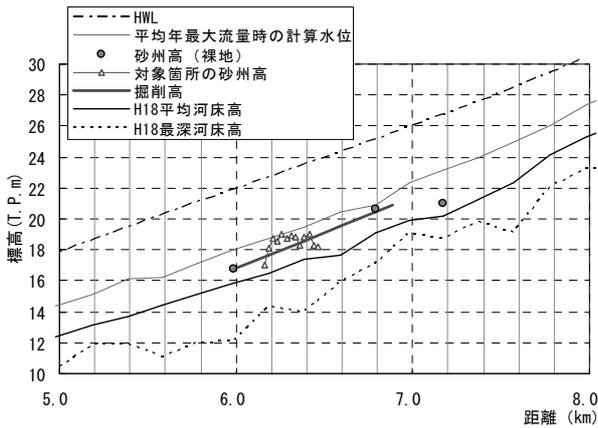


図-11 掘削高の設定 (河床高縦断面図)

砂州上に敷き均し、洪水により河床から流出しやすくなるため表層にある植生や石礫は出来るだけ除去した。平面形は左岸側の滞筋部に集中する洪水時の流れを緩和させるため、砂州中央を掘削することとし、洪水時に真直ぐに流れる小水路となるように設定した。掘削高は、礫河原での維持を期待して、実験対象箇所の上流の裸地の高さを勘案して設定した(図-11)。砂州掘削後の整正部での河床材料粒度分布は図-12に示すように粗い礫に砂成分が混ざった粒度分布となった。なお、設定した掘削河道は大規模洪水時(H18.7洪水)に滞筋部に集中する流れが緩和されること、平均年最大流量時に掘削箇所の河床に掃流力が有効に動くこと(無次元掃流力 $\tau_* \geq 0.05$)を、表-1に示す条件で平面二次元流況解析を行い確認した(図-13、図-14)。

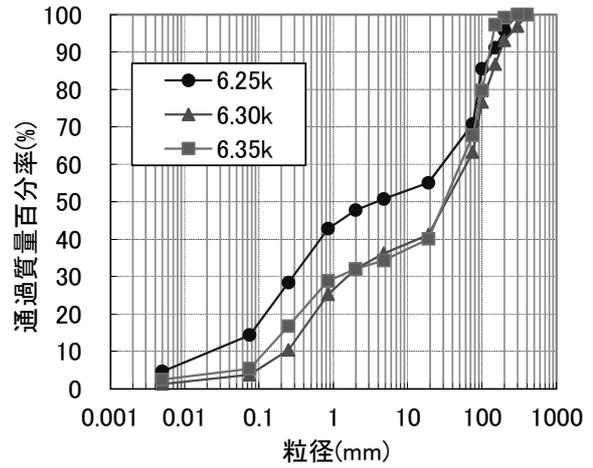


図-12 砂州整正部の河床材料粒度分布

表-1 平面二次元流況解析の計算条件

項目	条件
地形データ	平水位以上：H18.6LPデータ 平水位以下：H19.2定期横断測量 ※掘削部は掘削後の測量データを使用
メッシュ分割	縦断方向：距離標間を20分割(約10m) 横断方向：堤間を50分割(約5m)
計算範囲	日野川堰(4.0k)～大殿(9.6k)
計算流量	H18.7洪水ピーク流量：1,356m ³ /s (溝口の実績流量を基に比流量換算) 平均年最大流量：758m ³ /s (車尾地点から計画流量配分比換算)

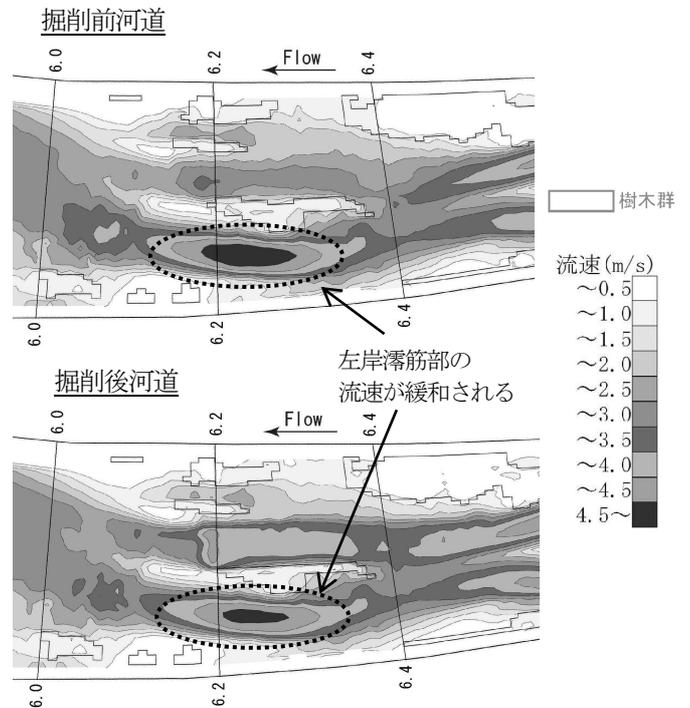


図-13 H18.7洪水時の流速分布図

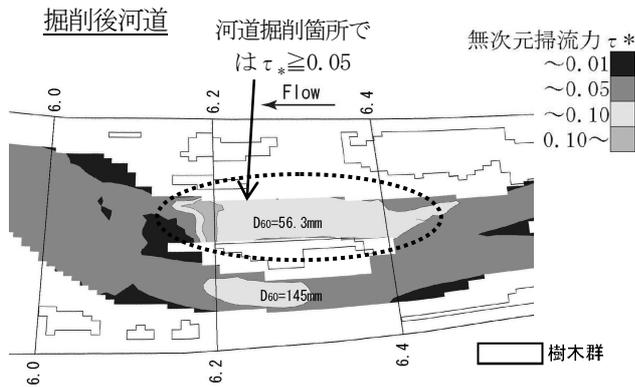


図-14 平均年最大流量時の無次元掃流力分布図

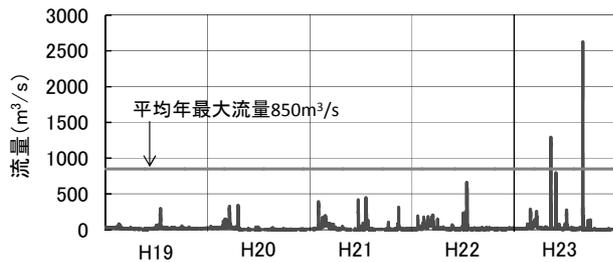


図-15 砂州掘削後の洪水発生状況（車尾）

5. 平成23年9月洪水による攪乱状況

砂州掘削後の洪水の発生状況は図-15に示すとおりである。砂州掘削後の約3年間は基準地点車尾観測所（河口から2.8km）において平均年最大流量を超える洪水は一度も発生しなかったが、平成23年9月にピーク流量2,626m³/s（H21年H-Q式による暫定値）の観測最大規模洪水が発生した。

平成23年9月洪水前後の現地実験砂州の状況を図-16に示す。洪水発生前の8月には平成19年の掘削時に存置した樹木群が存在し、整正部には部分的に礫が見られツルヨシ等の植生が繁茂していた。9月洪水後は樹木群の大部分が流出するとともに掘削部の植生が流出し礫河原となった。

6. 砂州掘削による土砂供給方策の効果

(1) 砂州部における土砂流出と滞筋部の洗掘緩和

H23年9月洪水により6.25k~6.4kまでの区間で存置した樹木群と土砂の流出が見られた（図-17）。6.4k断面においては、右岸側の砂州の流出に伴って、左岸側の滞筋部の洗掘深が緩和され最深河床高が約1.5m上昇した。なお、今回の一洪水では下流側の一部の樹木群が残ったため、6.2k断面では最深河床高がやや低下したが、今後の洪水による流出が期待される。

リング法⁹を用いて砂州整正部分の洪水時の河床高の

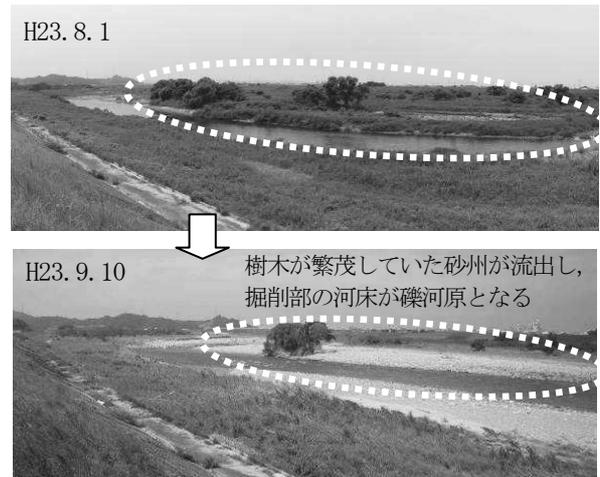


図-16 平成23年9月洪水前後の河道状況

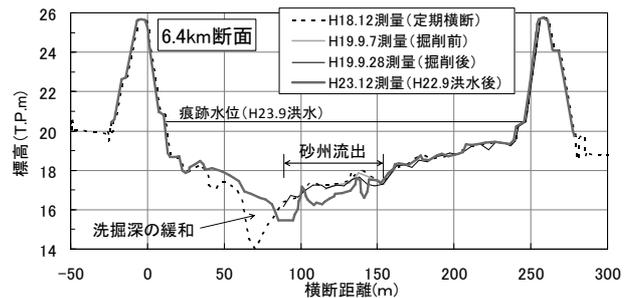
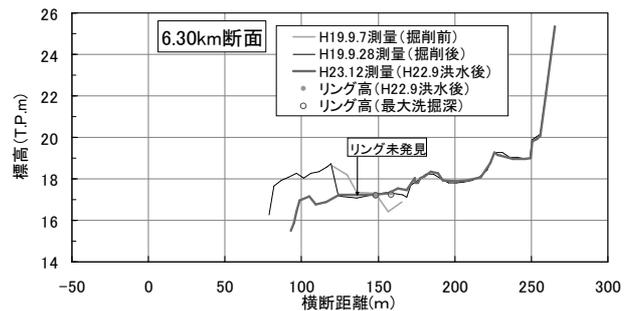
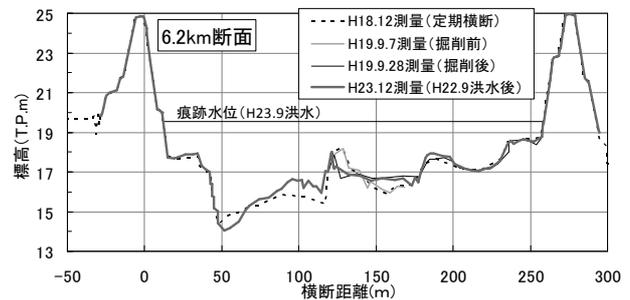


図-17 H23.9洪水前後の河道横断形状の変化

計測を行った。リングは6.25k~6.35kの区間に9点設置しており、この結果から、洪水中に砂州上では平均28cmの河床低下が生じ洪水後に埋め戻りが生じていたことがわかった。洪水後に堆積したと考えられる表層（深さ30cm程度）の河床材料は、60%粒径で約86mmの粒度分布となっており、このような粗い礫が大規模洪水中には移動していることがわかった（図-18）。また、掘削直後の粒度分布と比べて0.1mm~2.0mmの砂成分が少なくなっており、砂州掘削により敷き均した砂が洪水により流出

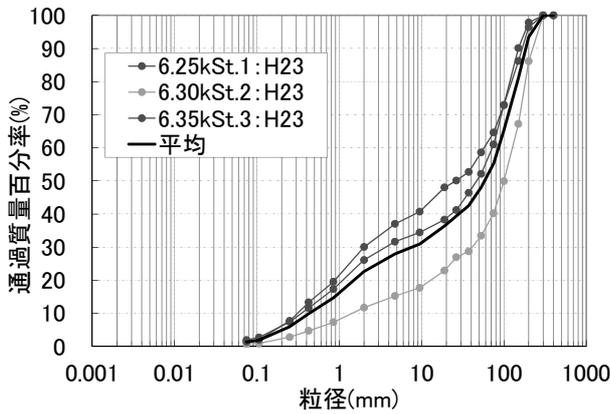


図-18 H23.9洪水後の砂州整正部の河床材料粒度分布

したものと考えられる。

なお、対象箇所下流の5.8kにも左岸側に発達した砂州が存在しているが、H23.9洪水で砂州の流出はなく滞筋部の河床低下が生じた。このことから、砂州の一部を人為的に掘削し洪水流が流れる切っ掛けを造ることによって固定化した砂州を流出させることが有効である。

(2) 洗掘部の高流速の緩和

平面二次元流況解析により、掘削前河道とH23.9洪水後河道の2時点においてH23.9洪水のピーク流量流下時の流速分布を計算した。H23.9洪水において砂州の流出や河床変動が生じた結果、左岸側に集中していた高流速が大幅に緩和され、掘削前と比べてより安全な河道となった(図-19)。

(3) 無次元掃流力による評価

今回採取した表層の河床材料の60%粒径(86.0mm)に対する平均年最大流量(758m³/s)時の無次元掃流力を算出した(図-20)。その結果、H23.9洪水後の粗い河床材料では、平均年最大流量規模の洪水で砂州の攪乱が生じにくいことがわかった。したがって、河道掘削による土砂流出増加の効果は掘削後の洪水で表層がアーマー化するまでと考えられるが、一方で、砂州掘削により河床や河岸に細かい土砂を露出させることで、比較的容易に土砂流出を発生させることが可能であると考えられる。

7. おわりに

本報告では、日野川6.2k右岸砂州において総合土砂管理における河道の対策として、掘削後の水路に洪水が流下しやすいような配慮(砂州中央付近を掘削、植生や石礫の除去、無次元掃流力による評価等)を行い、樹林化した砂州の一部を掘削した。これにより、砂州に堆積した土砂を洪水による自然の営力で効率的に流出させることが可能であることを確認した。

本技術は、発達した植生域に本来の河床材料と異なる

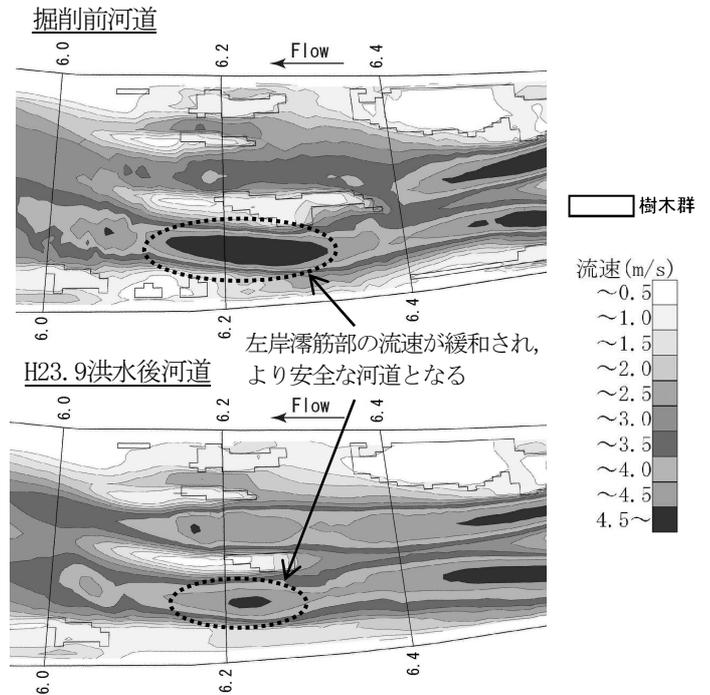


図-19 H23.9洪水ピーク流量時の流速分布図

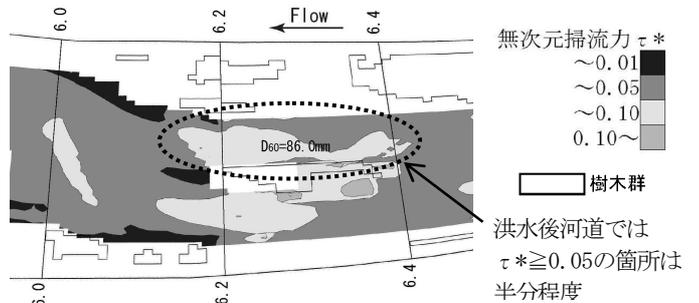


図-20 H23.9洪水後河道における無次元掃流力分布図

細かい土砂が堆積している場で有効と考えられ、今後の総合土砂管理における河道域の対策や樹林化対策としての一助となることを期待している。

参考文献

- 1) 河川審議会 総合政策委員会 総合土砂管理小委員会：「流砂系の総合的な土砂管理に向けて」報告，pp. 1-12, 1998.
- 2) 海野修司・辰野剛志・山本晃一・渡口正史・本多信二：相模川水系の土砂管理と河川環境の関連性に関する研究，河川技術論文集，第10巻，pp. 185-190, 2004.
- 3) 細見寛：矢作川と天竜川での流砂系の回復，日本水産学会誌，Vol. 73，pp. 112-115, 2007.
- 4) 茅原伸喜，井上網雄，西本直史，藤田正治：日野川流砂系，砂防学会誌，Vol. 58，pp. 64-71, 2005.
- 5) 山本正司，犬山正，岡田浩治，吉栖雅人，西本直史：日野川流域における土砂動態の再現，河川技術論文集，第10巻，pp. 173-178, 2004.
- 6) 植木真生，福島雅紀，山下武宣：河道掘削および砂礫の敷設供給に対する河床の応答，河川技術論文集，第13巻，pp. 381-386, 2007.

(2012. 4. 5受付)