河川技術論文集, 第19巻, 2013年6月

多摩川上流部における治水と環境が調和した総合的な河道管理

RIVER MANAGEMENT IN CONSIDERATION OF BOTH FLOOD CONTROL AND RIVER ENVIROMENT AT THE UPPER REACH OF THE TAMA RIVER

小澤太郎[1]・福島陽介[2]・海津義和[3]・後藤岳久[4]・福岡捷二[5]
Taro OZAWA,Yosuke FUKUSHIMA ,Yoshikazu KAIZU, Takahisa GOTOH and Shoji FUKUOKA

[1]国土交通省 関東地方整備局 江戸川河川事務所 工務第一課 工事係長
（〒278-0005 千葉県野田市宮崎134）
（前）国土交通省 関東地方整備局 京浜河川事務所 管理課 専門員
[2]国土交通省 関東地方整備局 京浜河川事務所 管理課長
（〒230-0051 神奈川県横浜市鶴見区鶴見中央2-18-1）
[3]国土交通省 関東地方整備局 河川部 河川環境課 建設専門官
（〒330-9724 埼玉県さいたま市中央区新都心2-1 さいたま新都心合同庁舎2号館）
（前）国土交通省 関東地方整備局 京浜河川事務所 河川環境課長
[4]正会員　中央大学研究開発機構助教 （〒112-8551 東京都文京区春日1-13-27）
[5]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）

Damages of crossing structures such as streambed protection works for bridge piers have been repeated for every flood due to the extreme degradation of river bed between 41.4km to 45.2km section at the upper reach of the Tama River. The section has been designated as the area which should hold a valuable ecosystem under the Tama river environment administrative plan in 1980. But scouring of low water channel has caused a great deal of problems relating to flood control and river environment. For example, gravels at the riverbeds were lost, acacia abnormally flourished on flood channels and endemic species on the gravel riverbeds decreased or became extinct.

In this paper, we propose a concept of river improvement work which considers both flood control and river environment at the section of necessary of urgent river management.

Key Words : *Tama river, erosion and bed degradation, river crossing structure, flood control, river environment, river management*

１．背景及び目的

多摩川の上流部では，河床勾配が1/220～300と急なため，洪水時には高速流が発生し，河岸の崩落，護岸等の被災が発生している．また，橋梁や堰など多くの河川横断工作物が設置されており，その機能が損なわれた場合には大きな社会的損失を招くことになる．

特に，日野用水堰下流(45.2㎞付近)から中央線橋梁(41.4㎞付近)区間（以下，当該区間）（**図-1**）では，著しい河床低下により，橋脚保護のための護床工等，河川横断工作物は洪水毎に被災，補修を繰り返している[1)]．また，当該区間には，多摩川河川環境管理計画により，貴重な生態系を保持すべき生態系保持空間に設定されているが，低水路の洗掘と流路の固定化により，礫河原が失われ，高水敷にハリエンジュ等の外来種が拡大し，礫河原固有種が消失・減少するなど，環境上の課題も生じている．

本論文では，著しい河床低下により治水と環境の両面において課題が顕在化している多摩川上流部において，

治水と環境が調和した総合的な川づくりの具体的な方策の検討結果を示す.

2. 多摩川上流部の現状

図-2に示すように大丸用水堰や昭和用水堰上流では，土砂堆積が著しい状態にある．一方，日野用水堰下流から日野橋(39.9km付近)までの区間においては，縦断的に河床低下が起こっており，特に日野用水堰下流から中央線橋梁区間の河床低下は著しい.

写真-1に日野用水堰下流から日野橋区間における河道管理上の課題を示す．土丹層が顕著に露出しており，大きな粒径の土砂を河床に留めることができず，著しい局所洗掘が進行している．このため，護岸基礎の不安定化，多摩大橋(43.6km付近)をはじめとした河川横断工作物(5橋)の橋脚基礎や護床工の出水による被災が懸念されている.

河川環境については，昭和55年に全国で初めて策定された多摩川河川環境管理計画で土丹層の露出による複雑な地形，礫層，伏流水，池などからなる多様な河原環境と湧水地を保全すべき区域として生態系保持空間に設定された．生態系保持空間とは，全人類的見地から，学術的に価値づけられる，広域的にみた貴重な生態系を保持する空間であり，本来の生態系の保全および回復に努める箇所として，平成13年策定の多摩川水系河川整備計画のなかに位置づけている.

しかし，現在は低水路の二極化が顕著となっていることから，高水敷のハリエンジュが急速に拡大し，樹林化が進行している．それ以外の草地部分には，つる植物が繁茂し植生の単調化が進み，河川環境管理計画設定当時の河川環境からの変質が大きく，この区間における治水と環境の調和した河道形成の対策が求められている.

当該区間をこのまま放置すると，河床の洗掘による護岸及び堤防本体の損壊，許可工作物である橋梁の基礎不安定化による損壊，二極化の進行による河川環境悪化など，様々な影響が想定され，早急に抜本的な対策を行う必要がある.

(1) 許可工作物への対応

橋梁においては，洪水毎の洗掘により橋脚周辺の護床工が沈下し，補修を行っている．補修によって，橋梁の通行は確保されているが，橋脚基礎，護床工への流れの集中による河床の局所洗掘は改善されず，被災のたびに補修を繰り返す事後的対応に追われている.

このため，多摩川の現状と課題，河川管理者の取り組み，その他河道管理に係わる情報を各施設の管理者へ提供するとともに，河川管理者と許可工作物の施設管理者相互の技術の共有化を図るため，多摩川における河道管理に関する連絡会を平成24年2月に発足した[1)]．

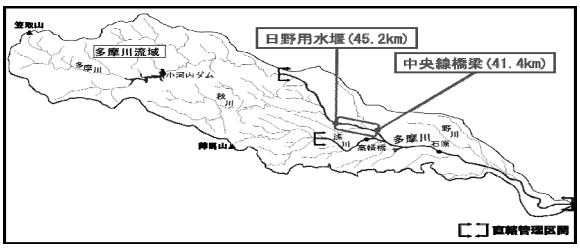

図-1　予防保全の観点から重点的に河道管理を行う区間

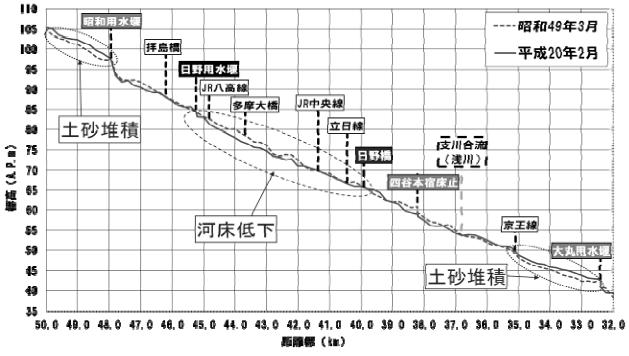

図-2　大丸用水堰～昭和用水堰までの低水路平均河床高

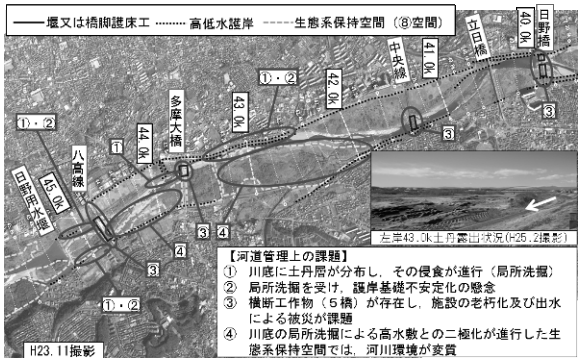

写真-1　河道管理上の課題

連絡会では，河床の二極化を解消し，河床高を回復させるとともに適切な河幅を確保するといった安定河道断面のイメージをもとに，各施設管理者の検討内容について協議し，橋脚の転倒等事故が起こらないよう協力して技術的検討を行っている.

(2) 自然再生事業について

図-3，**図-4**は，昭和51年当時および平成20年の当該地区の植生分布である。当初の河川環境管理計画策定時は，当該地区植生総面積の約4割を占めていたオギ群集をベースに多様な植生が点在していたが，その後，ハリエンジュが約3割まで拡大し，オギが立地していた場所は，クズ・カナムグラ群集などのつる植物が約4割まで蔓延し，礫河原本来の自然環境は悪化している．そこで，生態系保持空間の現状と将来の変化予測を踏まえ，今後どのような方向性で保全・再生・管理を行うべきか専門的な視点から検討を進めるため，学識経験者，自然保護団体および関係行政機関から構成される機能空間区分検討分科会を平成21年2月に設立した[2)]．分科会において，二

極化に伴いハリエンジュ等が繁茂した高水敷を掘削し，土丹層の上に薄く乗った砂礫地の多様な環境（土丹の露出，池沼を含む）を再生するといった当該区間の自然再生計画の基本方針を決定し，平成21年度～22年度にかけて高水敷の掘削およびハリエンジュの伐採を一部実施した（**写真-2**）．掘削幅は砂利採取禁止後で自然な礫河原が復元してきた昭和49年頃の河道形状を参考とした．掘削高は，八高線橋梁から中央線橋梁間の砂礫州の平均的な比高とし，平均年最大流量以上の洪水により高水敷の砂礫が攪乱により更新され，砂州を固定化する植生が繁茂しないような河原を目指している．分科会では，高水敷の切り下げだけでなく，将来的には，低水路の河床高を上げる必要性についても提案されている．しかし，実現可能な河床高回復手法の検討までは至っていない．

３．河道、河床の変遷

護床工の補修や自然再生の取り組みは，河床低下により発生する課題への対応ではあるが，事後的・局所的なものにとどまり，当該区間の課題を俯瞰的にとらえた対策とはなり得ていない．これら課題の抜本的な対策を図るため，どのような経緯で河道が二極化してきたのか，特に課題が集積している日野用水堰から中央線橋梁区間の変遷について調査・分析を行った．

(1) 土丹層と多摩川の礫層について

多摩川上流部に露出する土丹層は，新第三紀(約180万年～2300万年前)のシルト岩・泥岩，一部は第四紀更新世の半固結シルト・粘土であり，上総層に相当する．その後，武蔵野台地を形成する更新統（洪積世）の礫層やロームが上総層上に堆積した．海面が最も低下した1万5千年前頃に多摩川によって上総層は現在の高さまで侵食され，その後に現在の礫層(沖積礫層)が堆積した．礫層の厚さは10m未満とごく薄い(**図-5**)。

(2) 砂利採取の経緯について

明治4年に開通した新橋・横浜間の鉄道線路の道床バラストとして多摩川の砂利が大量に利用され[3]，以降，大正12年の関東大震災の復興やその後の東京をはじめとする京浜地域の発展に伴い，多摩川の砂利需要は増大した．一方，堤外地では，河床の低下による鉄道橋基礎の露出や用水取水への支障，護岸の不安定化といった治水上，利水上の問題が生じた．このため，昭和37年には，当該区間の下流部に位置する東京都狛江市から下流部，昭和39年7月には万年橋(61.8km)から上流部，昭和39年9月には当該区間を含む日野橋（39.9km付近）から万年橋までの砂利採取を禁止した．**図-6**は砂利採取禁止直前の砂利採取許可量である．当該区間の総採取量および具体な採取箇所については把握出来ていないが，特に日野橋から51.0kmについては，許可量の多い区間であり，大量の砂利が採取されたと考えられる．

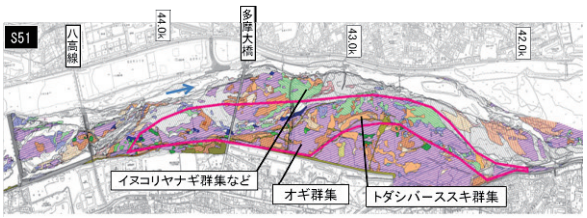

図-3　植生分布図（S51）

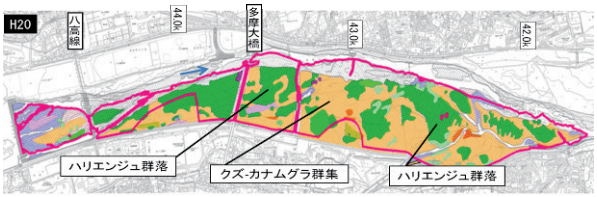

図-4　植生分布図（H20）

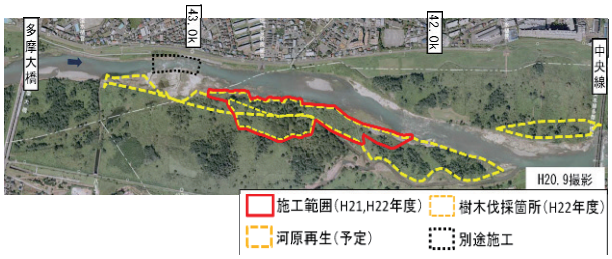

写真-2　自然再生計画及び施工実施範囲

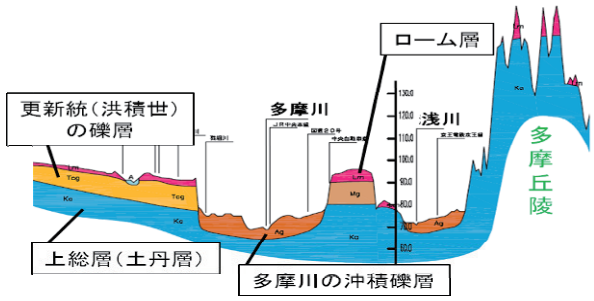

図-5　地質断面図(多摩川42k付近，南北方向)

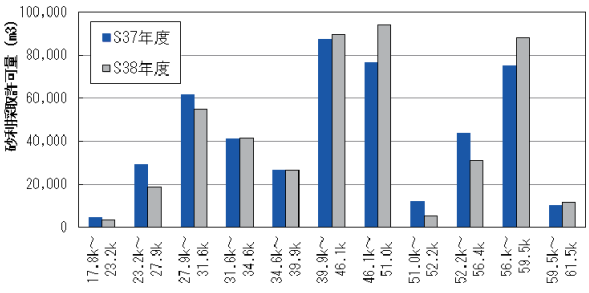

図-6　砂利採取許可量(S37，S38年度)

(3) 河道の変遷

写真-3は，昭和22年から現在までの河道の航空写真である．砂利採取による人為的な攪乱のため澪筋の顕著な固定化や樹木の繁茂は，昭和39年以前の河道には見られ

ない．日野橋における整備計画流量(3,800m³/s)に迫る昭和49年9月洪水(3,486m³/s)直後では，中央線橋梁～日野用水堰間の砂州と澪筋の状況は昭和36年と同様であり，幅の広い低水路となっていた．昭和49年9月洪水以降は澪筋の固定化に伴い，かつての砂州部に樹木が繁茂した．土丹層について，砂利採取禁止前の昭和36年頃は八高線橋梁周辺と中央線橋梁上流の一部に露出がみられる．昭和49年9月洪水後の昭和50年頃には土丹層の露出範囲が増大し，現在では，中央線橋梁から日野用水堰まで全川的に露出している．

図-7は，土丹層が露出しており，特に二極化が顕著な43.2kの地質データと横断測量データである．当該箇所の土丹層は左岸側に傾斜している．砂利採取禁止以前の昭和5年は，土丹層上に礫が厚く堆積していた．大規模な砂利採取等により沖積礫質層が失われ，昭和41年頃の河床材料は薄い礫質層であったと考えられる．低水路は，広い断面形状であった．その後，昭和49年9月洪水を契機に土丹層の露出が多くみられるようになり、昭和50年には澪筋部で土丹層の局所洗掘が発生した．以後，昭和57年8月洪水(3,345m3/s)，平成19年9月洪水(3,440m³/s)等により，土丹層が著しく侵食され，右岸側には土砂が堆積し，二極化が顕著になっている．

写真-4は，昭和49年3月と平成20年2月の河道を対象として，平均年最大流量(日野橋1,000m3/s)流下時の流路幅を準二次元不等流計算により確認した結果である．昭和49年3月河道では，43.0kで250m程度の流路幅となっており，砂州の冠水頻度が高い幅広く浅い流れであった．一方，平成20年2月河道では，43.0kで160m程度であり，狭い流路に洪水流が集中していることが分かる．

4．目標とする河道の検討

前述の分析結果より，治水と環境の相互に望ましい河道として，砂州の冠水頻度が高く，広く浅い流れであった昭和49年3月の河道を参考に設定し，水面形，流速場，冠水頻度の検討を行った．

図-8は，設定河床高の縦断図である．各施設を最大限尊重することを基本とし，橋梁の護床工高をもとに3ケース設定した．Case1の場合，多摩大橋で河床勾配が変化し，河道の安定性の面から適切でないこと，Case3では，埋め戻し土量が膨大となることから，Case1の条件に多摩大橋の護床工敷高より1m埋め戻しを行うCase2を採用した．**図-9**は，43.4kの設定断面図を示し，**写真-5**は設定河道形状を示す．昭和49年3月河道の流路幅を参考にし，土丹層の掘削を極力避けつつ，縦断的になめらかな線形となるよう拡幅するとともに，流れが堤防から離れるように低水路を設定する．

本検討では，現況河道および設定河道について，平均年最大流量，整備計画流量を通水させた場合の流況とそ

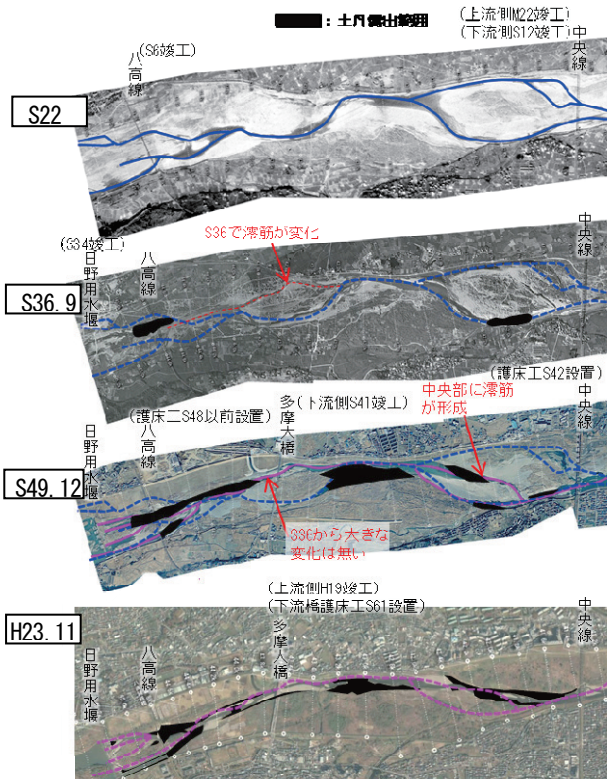

写真-3　当該区間の河道変遷(S22, S36, S49, H23)

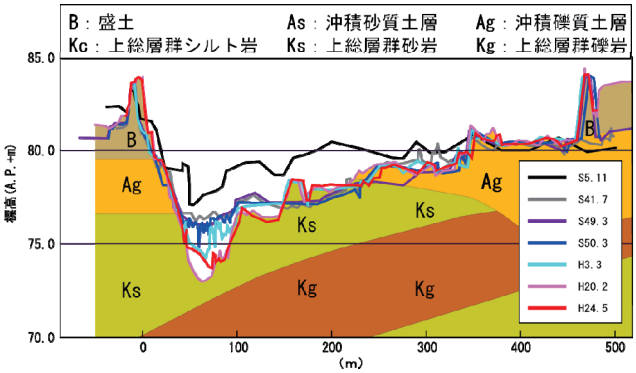

図-7　地質断面図(43.2k)

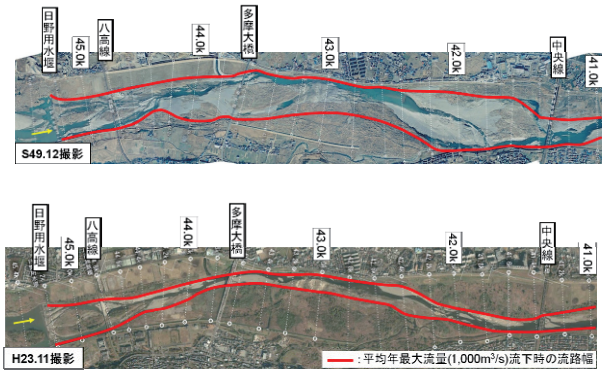

写真-4　平均年最大流量時の流路幅(S49.3, H20.2)

の効果・課題を把握するために，非定常準三次元洪水流解析法[4]，福岡の式[5]を用いる．**図-10**から**図-13**は，現況河道と設定河道における平均年最大流量，整備計画流量時の水深コンターおよび流速分布の解析結果である．現

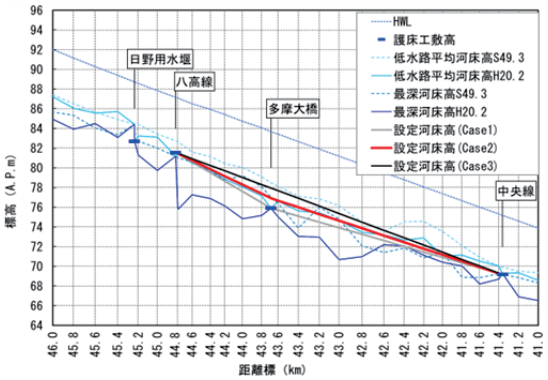

図-8　設定河床高縦断図

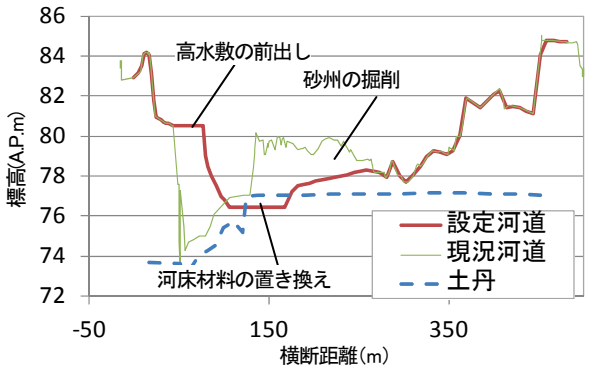

図-9　設定断面（43.4k）

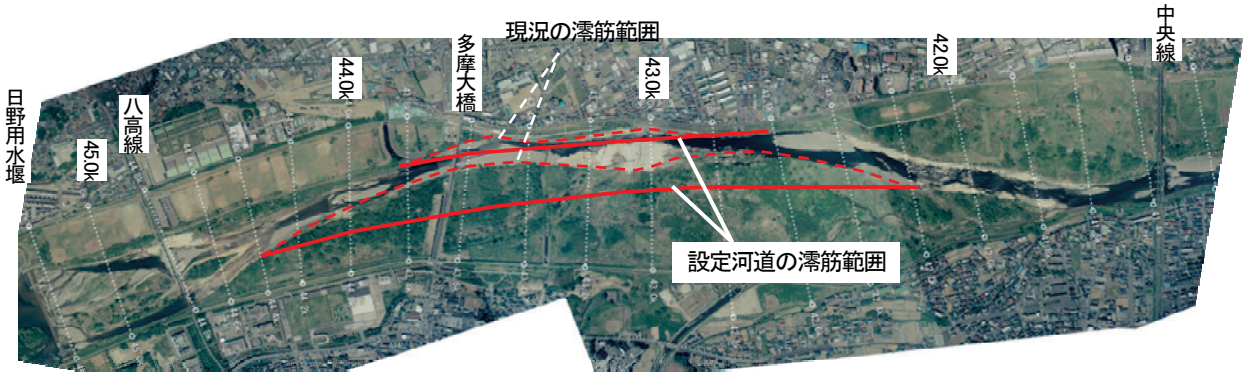

写真-5　設定河道形状

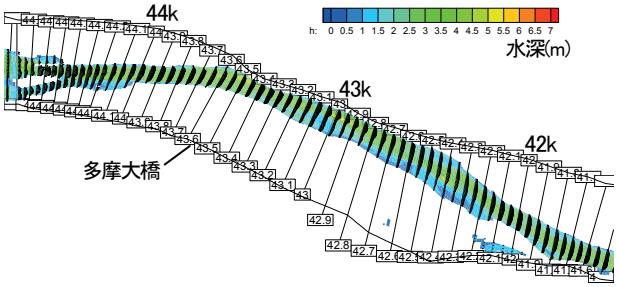

図-10　水深コンター及び流速分布（現況河道，1000㎥/s）

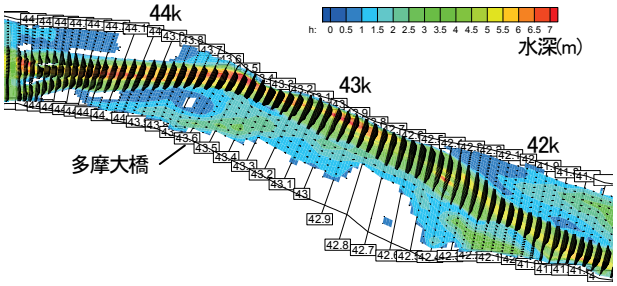

図-11　水深コンター及び流速分布（現況河道，3800㎥/s）

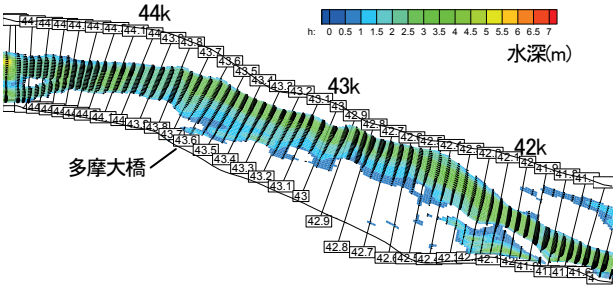

図-12　水深コンター及び流速分布（設定河道，1000㎥/s）

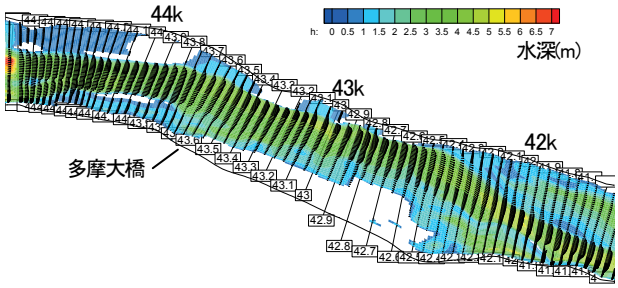

図-13　水深コンター及び流速分布（設定河道，3800㎥/s）

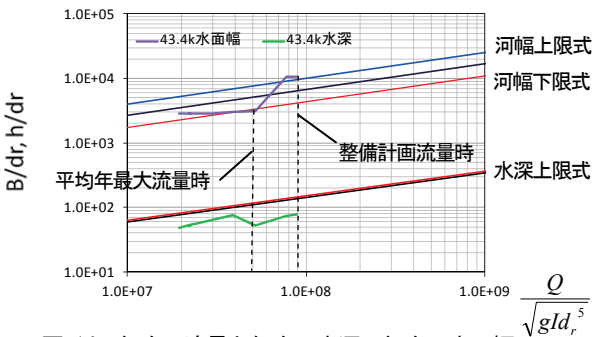

図-14　無次元流量と無次元水深・無次元水面幅
（現況河道）

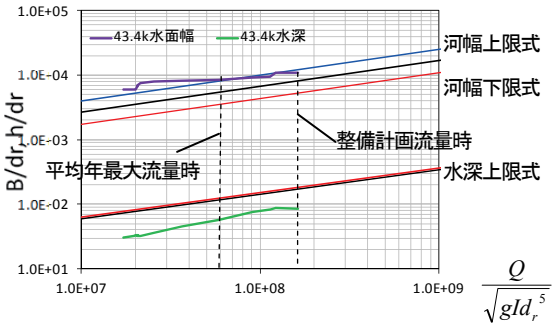

図-15　無次元流量と無次元水深・無次元水面幅
（設定河道）

況河道では，平均年最大流量において澪筋に流れが集中しており，整備計画流量においても水面幅がほぼ堤間まで広がるものの，澪筋付近に流れが集中している．特に43.4kmでは外岸澪筋部に流れが集中し，左岸堤防が危険な状態に置かれていることが分かる．一方，設定河道では平均年最大流量，整備計画流量流下時とも右岸砂州を掘削したことにより，砂州上の水深および流速が大きくなり，澪筋への流れの集中が緩和されている．43.4km付近では高水敷を前出しし，澪筋を中央部に寄せたことにより，多摩大橋護床工への洪水流の集中が改善されている．

図-14，図-15は，現況河道および設定河道における43.4kmの無次元流量と無次元水深・無次元水面幅の関係と福岡の式との比較を示す．現況河道では，流量が平均年最大流量を越えると水面幅が急激に広がり，河道が二極化していることが分かる．一方，設定河道では，無次元水面幅が，福岡の無次元流量と無次元水面幅の関係式と平行に近い形で広がり，河道の二極化が改善されている．このように流量の増減に応じて水面幅が変化する船底形断面形とすることで，冠水頻度に応じた植生分布になり得る場の創出が期待できる．

５．治水と環境が調和した総合的な河道管理方策

(1) 基本的な考え方

当該区間の現状を踏まえて，著しい河床低下は多くの課題を引き起こすことから，河床高を回復させ，施設の安全性確保および生態系保持空間の湿潤化を図る．その上で，洪水流下能力の維持・向上を目指し，適切な河幅を確保することで，洪水を安全に流す．その際には，既存の河川管理施設，許可工作物といった河川横断工作物の安全性を確保するとともに，河川環境との調和も図り，一連区間の課題を俯瞰的にとらえ，総合的な対策(河道管理)を行う．

河道管理の具体的な取り組みとして，河川管理施設および許可工作物の安全性の確保，河川環境との調和のために，治水・環境双方の技術的知見を柔軟に取り入れつつ福岡の式等を用いた安定河道断面を検討する．洪水流が集中して狭くなっている河道では，河床付近にある土丹層を露出させないよう，また伏流水の低下等環境面への影響を考慮しながら石礫等で被覆し，広く浅い流れになるよう河積を確保しつつ拡幅する．河道線形は，巨石付き盛土砂州[6]の知見等を踏まえ，低水路を出来るだけ堤防から離れるようにする．河床高の設定にあたっては，既存施設に配慮した高さとする．設定した安定河道断面を確保するために帯工等の河川管理施設の新設・維持，橋脚護床工等の許可工作物についても更新・維持を検討する．

(2) 治水と環境の連携した検討体制の確保

当該区間の現状と課題を解消するためには，治水・河川環境相互の取り組みを共有し，今後の具体的な対策について各学識経験者等と一同に議論し，助言を得つつ進めて行くことが必要である．平成25年3月に開催した多摩川・浅川河道管理検討会では，機能空間区分検討分科会の委員も含めて議論を行った．治水，環境の専門家の間で情報共有が図られるとともに，双方からの活発な議論が行われ，当該区間の今後の方向性について，概ね一致を図ることができた．今後はより具体的な河道の設計や維持管理についての議論を行っていくこととしている．

(3) 施設管理者への指導・助言等

適切な河道の維持管理を行うため，河川管理者，施設管理者が行っているモニタリング結果や知り得た技術的情報をもとに，各施設管理者へ助言，指導を実施する．その結果については，検討会でも議論，助言を頂き，施設管理実務へ活かしていく．

６．まとめ

昭和39年以前の砂利採取により，河床の沖積砂礫層が大量に採取され，河床全体が低下するとともに土丹層が露出し，戦後最大規模の昭和49年9月洪水を契機に河床低下が全体的に進行した．

昭和40年代の河道は，広く浅い流れで砂州の冠水頻度が高く，治水・環境相互にとって良好な河道であることを示し，当時の河道を目標とした具体的河道断面形の洪水に対する安定性を確認した．

さらに，これらの船底形河道断面に対して，治水と環境の学識者，技術者が連携して検討する場を設置し，治水と環境が調和した総合的な河道管理の方策を示した．

参考文献

1) 小澤太郎，下條康之，石川武彦，福岡捷二：多摩川における許可工作物も含めた河道管理，河川技術論文集，第18巻，2012.
2) 第1回機能空間区分検討分科会，国土交通省関東地方整備局京浜河川事務所，2009.
3) 新多摩川誌，国土交通省関東地方整備局京浜工事事務所，2001.
4) 内田龍彦，福岡捷二：浅水流方程式と渦度方程式を連立した準三次元モデルの提案と開水路合流部への適用，水工学論文集，第53 巻，pp.1081-1086，2009.
5) 福岡捷二：温暖化に対する河川の適用技術のあり方-治水と環境の調和した多自然川づくりの普遍化に向けて，土木学会論文集F Vol.66， No.4，471-489，2010.
6) 小池田真介，石井陽，岩井久，石川俊之，福岡捷二：水衝部対策を施工した砂州による自然性の高い河岸防護工の創出，河川技術論文集，第18巻，2012.

(2013.4.4受付)