

黒部川における河床変動, 河床材料分布, 植生の変化に関する研究

RELATIONSHIP BETWEEN BED VARIATION, BED MATERIAL DISTRIBUTION AND
VEGETATION GROWTH IN THE KUROBE RIVER

原田芳朗¹・寺崎賢一²・福岡捷二³

Yoshirou HARATA, Kenichi TERASAKI, Shoji FUKUOKA

¹ 正会員 稲城市役所都市建設部緑と建設課道水路工事係 主事 (〒206-0802 東京都稲城市東長沼 2111)

² 国土交通省北陸地方整備局黒部河川事務所 (〒938-0042 富山県黒部市天神新 173)

³ フェロー Ph.D 工博 中央大学理工学部特任教授, 研究開発機構教授
(〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27)

The Kurobe river which is very steep river on alluvial fan yields a mass of sediments from drainage basin. Depositing sediments in dam reservoirs deteriorate a function of water storage. Therefore, the cooperating sediment flushing of Unazuki dam and Dashidaira dam is made in the latter period of floods to maintain the capacity of dam reservoir water storage from 2001. After stopping gravel dredging in the downstream of Kurobe river, vegetation growth on sand bank has gradually begun. And then dense vegetation growth cause bed scouring of channel thalweg in downstream reach.

The purpose of this study is to deepen the understanding of river channel change by investigating relationship between flood flows, gravel dredging, bed variations and vegetation growth over time in the Kurobe river and to conduct a proper river management.

Key Words : flood flows, channel change, gravel dredging, bed variations, vegetation conditions, cooperating sediment flushing

1. はじめに

黒部川は我が国屈指の急流扇状地河川であり、流域からの流出土砂量が多い河川である。ダム貯水池内の土砂堆積により、貯水機能の低下が問題となっている。このため、出し平ダム (27.7km) と宇奈月ダム (20.7km) の両ダムで H13 年より洪水時の末期に貯水池に堆積した土砂を連携して排砂することが行われている¹⁾。黒部川の土砂動態^{2), 3)}、植生繁茂⁴⁾、排砂時における細粒土砂の流下特性⁵⁾、排砂による植生の消長⁶⁾等について個々の研究は行われているが、洪水流、河川改修、排砂と植生化の関連については十分明らかになっていず、これらの関連を考慮した黒部川の課題整理とこれからの治水と環境のあるべき姿について、経年的データに基づく総合的な研究が求められている。排砂が行われる以前には、河道の洪水流下能力を高めるために砂利採取がおこなわれていた。

砂利採取の停止とともに、黒部川では砂州上に植生が繁茂し始め、下流河道の河床低下に伴う滯筋化等の河川管理問題が生じている。

本研究では、黒部川の治水と環境の調和した河川管理を行うためには、砂利採取、出水、排砂、河床変動と河床材料変化、河道植生の経年的変化の相互関係を理解するために、これらのデータの重ね合わせによる総合的な検討から、河床高の変化、樹木繁茂等の河川管理問題が生じた原因を明らかにし、そこから導き出される結果の今後の河川管理に生かす方向性を示すことを目的としている。

2. 対象区間の概要と近年の洪水, 砂利採取量, 排砂データ

写真-1 は H18 年時の航空写真に観測所の位置を併せて

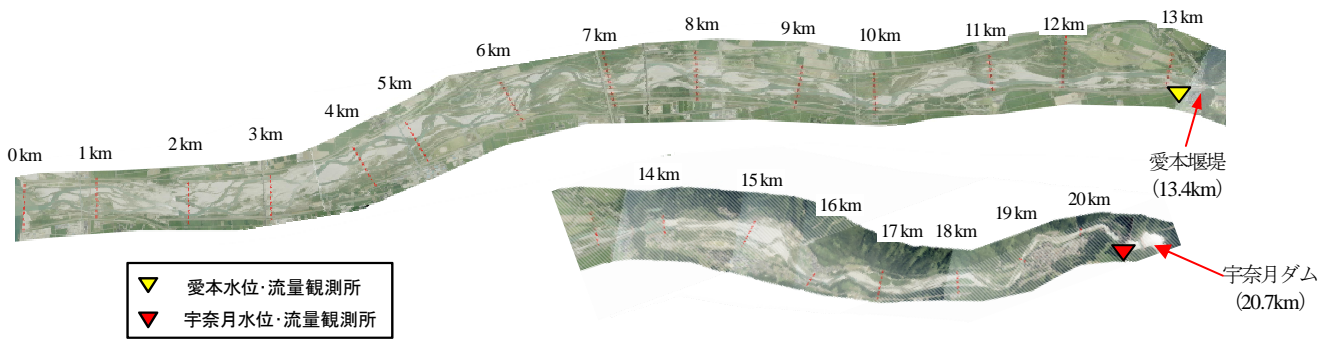


写真-1 H18年時の航空写真

示したものである。基準点である愛本地点(13.4km)は扇頂部であり、堤間幅が約60mと狭くなっている。これに対して他の地点の平均堤間幅は460m程度であり、0～13kmには霞堤が整備されている。愛本地点から7.0km地点までは砂州と滞筋の比高差が相対的に大きいのにに対して、7.0km下流では比高差が相対的に小さく、明確な網状砂州が発達している。対象区間の平均河床勾配は0.0～3.0km区間で1/170、3.0km地点より上流区間では約1/100である。図-1に愛本水位観測所(13.4km)で観測された近年の年最大流量と主要洪水のピーク流量を示す。S44年にはピーク流量が5,661 m³/sの大規模出水があり、H7年に2,400 m³/s、H8年に2,200 m³/s、H10年8月に1,972 m³/sの出水があるが、それ以外の年では大きな出水は発生していない。また愛本地点のH7年からH19年までの平均年最大流量は約970m³/sである。図-2は砂利採取量と排砂量の経年変化である。砂利採取はS44年の洪水を受けて、出し平ダムが完成するS60年頃まで愛本下流の0～11km区間で盛んに行われているが、近年では、14～20kmで少量の採取行われているだけである。また、黒部川ではH3年から出し平ダムで単独排砂が開始され、排砂された土砂は河口に達していた。排砂はH7年以降、継続的に行われており、その後H13年6月から宇奈月ダムと出し平ダムとで連携排砂が行われている。排砂量は年ごとに異なっている。

3. 河床高、植生の経年変化

写真-2は6.0～13.0km区間の河道状況の経年変化を示している。図-3は各河道区間における植生面積の経年変化を被覆率で示したものである。図中の植生の被覆率は河道面積に対する植生面積の占める割合であり、航空写真より算定した。河道内の樹木は砂利採取にあたり伐

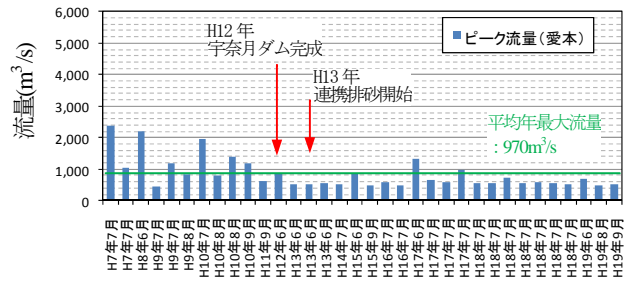
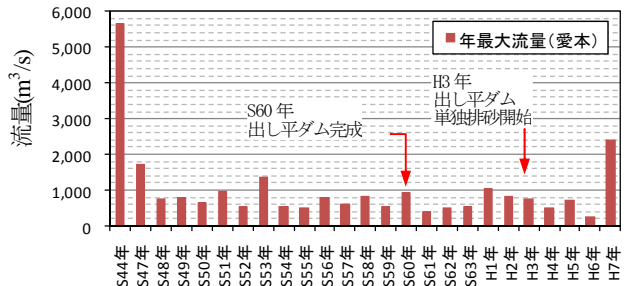


図-1 近年の年最大流量と主要洪水のピーク流量

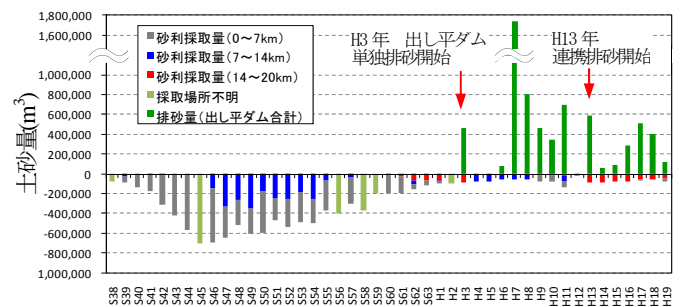


図-2 砂利採取量と排砂量の経年変化

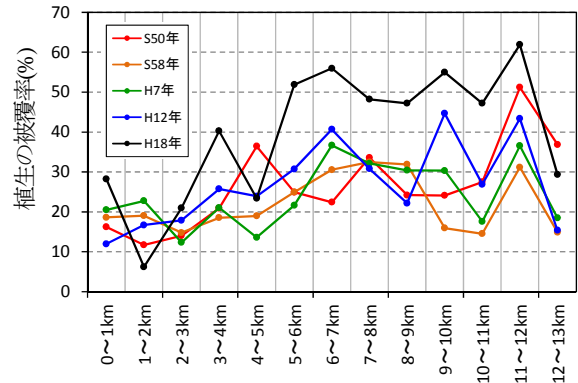


図-3 植生被覆率の経年変化

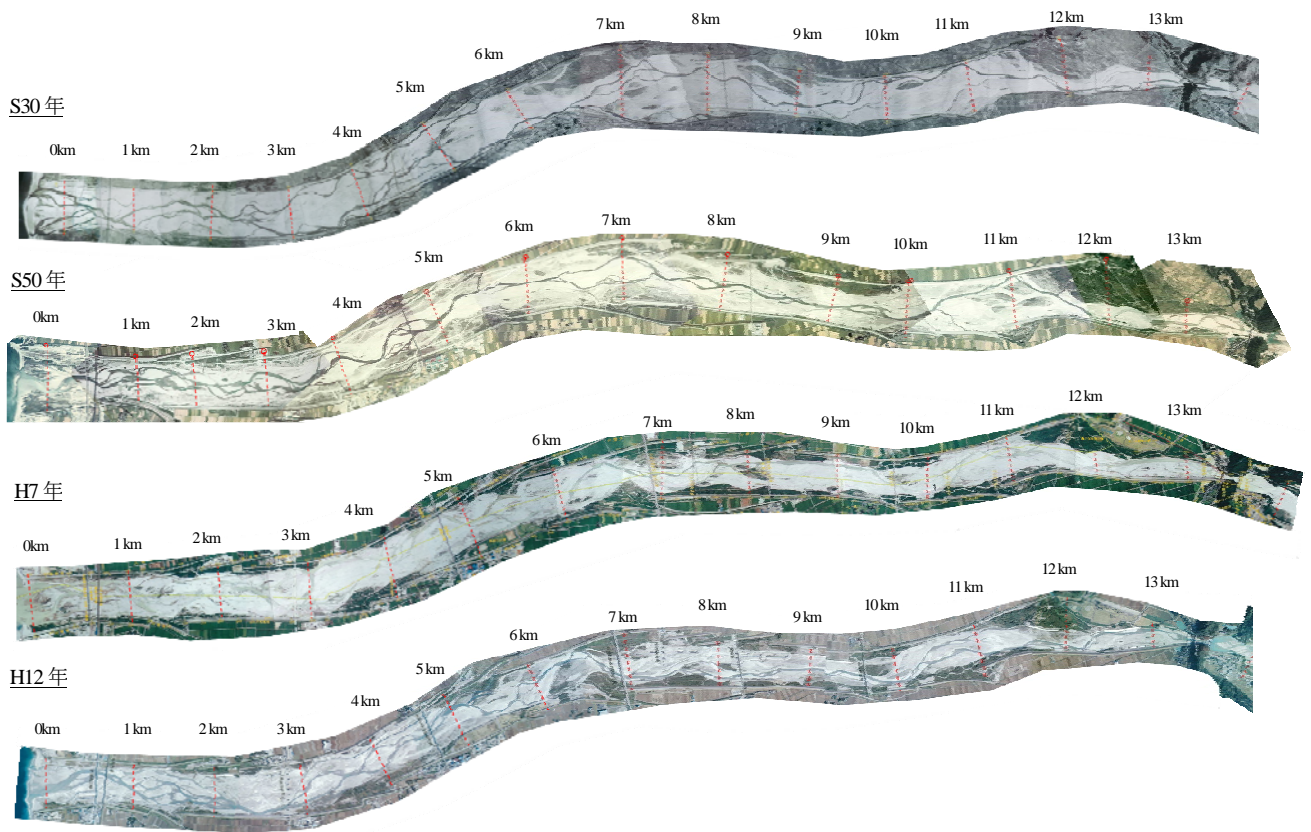


写真-2 6.0～13.0km 区間の河道状況の経年変化

採されるので、砂利採取時期は樹木が少なく、このため S50 年頃から一旦減少したが、砂利採取を中止すると徐々に増加している。H7 年には大洪水があり、多量の土砂流出があり、それに引き続く連携排砂が始まる前年の H12 年頃から河道内植生は増加している。特に 6.0～13.0km 区間の植生は、他地点に比べて著しく増加している。図-4 に 200m 毎の各横断測線間の河床変動土量の経年変化を示す。変動土量は洪水前後の横断面全体の河床高の差に縦断距離(200m)を掛けることにより算出している。網状砂州が形成されている 5.0～7.0km では経年的に堆積傾向にあり、砂州と漣筋の比高差が相対的に大きい 8.0～13.0km では河床低下が生じている。また愛本堰堤より上流区間では河床低下が著しい。これは H12 年以降、砂利採取がこの区間で行われていることが原因と考えられる。写真-1, 2 において漣筋位置の変化をみると S30 年には 0.0～13.0km 全区間で網状砂州が発達しており、漣筋が堤防際に寄っていた。それに対して S50 年には漣筋が堤防際から離れ、中央に寄っている。また S50 年の 11.0km 地点では漣筋位置が右岸に寄っていたが、H7 年の大きな洪水による土砂流出で河岸際に土砂が堆積し漣筋が中央に

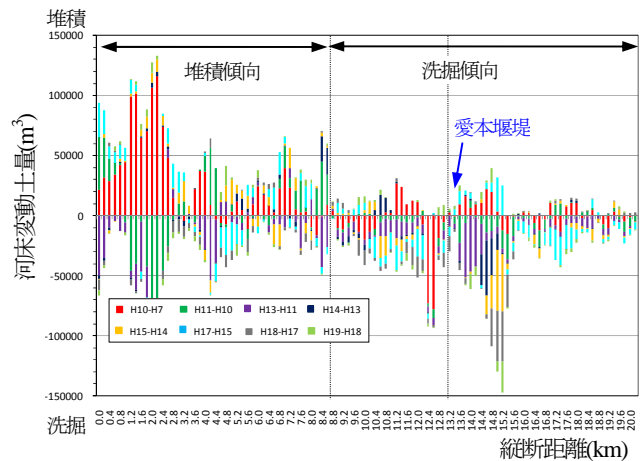


図-4 各横断測線間の河床変動土量の年変化

寄ってきている。その後、H12, H18 年には 6.0～13.0km 区間では漣筋が大きく蛇行している。図-5 は 6.2km 地点の横断面の経年変化を示す。6.0km 付近では S44 年頃まで漣筋が右岸側に位置していたが、S49 年の横断面図では、漣筋位置が右岸堤防付近から中央部に寄り、低水路化している。同様に 0.0～10.0km 区間でも漣筋が中央に寄っている。

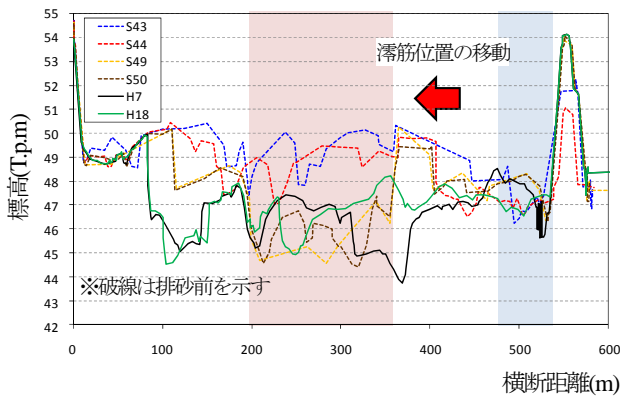


図-5 6.2km 地点の横断面の経年変化

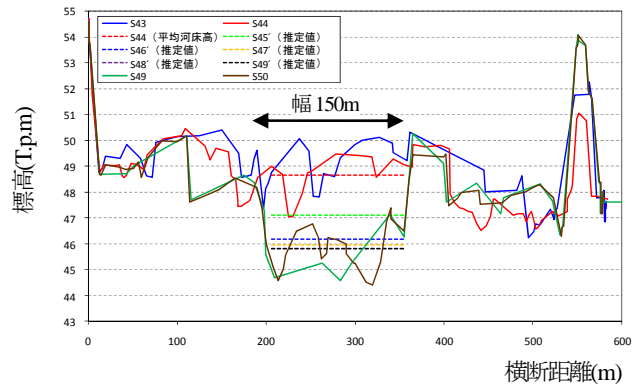


図-6 6.2km 地点の河床横断面と砂利採取による河床低下の関係

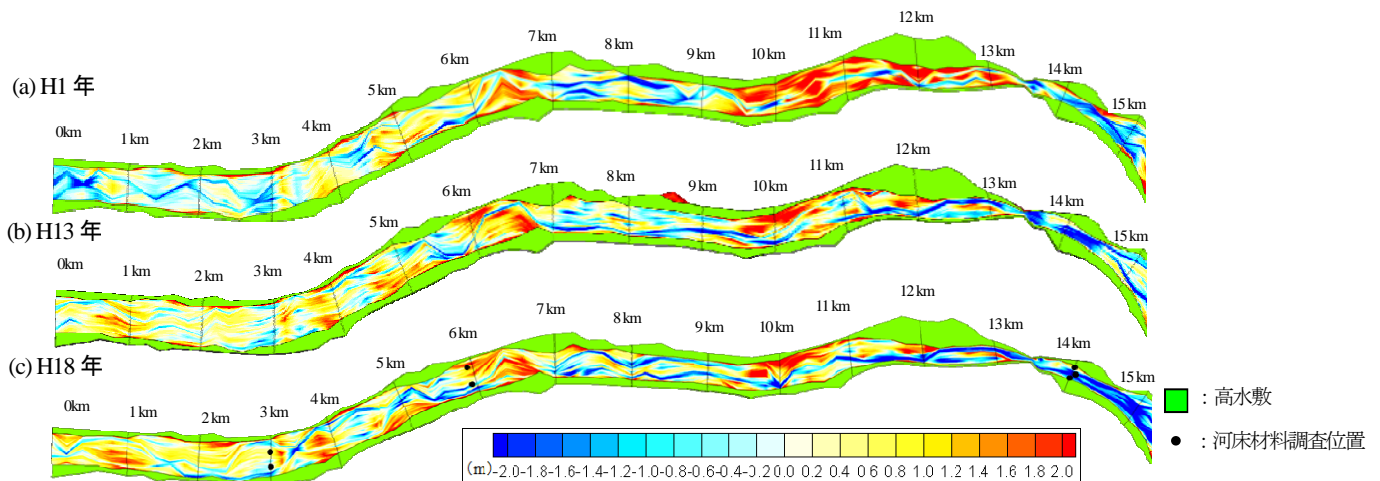


図-7 H7 年低水路平均河床高を基準とする河床高コンター

4. 河床変動, 河床材料, 植生の経年変化に及ぼす砂利採取, 出水の影響

(1) 砂利採取の影響

図-2 の砂利採取量データを用いて, 経年的な砂利採取が河床高の変化と滞筋の形成に与える影響について検討する. 図-2 の 6.0~7.0km 区間の砂利採取量は S46 年で 10 万 m^3 程度である. 図-6 に 6.2km 地点の河床横断面と砂利採取による河床低下の関係を示す. 砂利採取位置は図-5 の横断面図の経年変化を基にして, 急激に河床が変化している場所を砂利採取箇所とみなしている. 砂利採取位置での河床高の変化高さは, 砂利採取の総ボリュームを区間距離(1km)と幅(150m)で割って推定した. S49 年までの実測横断河床高の変化は, 砂利採取量から推定した河床高さと比較すると, 1m 程度小さくなっている. この S49 年の実線と破線の河床高さの違いは, 洪水規模や上下流の土砂堆積条件による違いはあるものの, S44 年から S49 年までの砂利採取で形成された河床低下部分に洪水流が

集中し, さらに河床低下を促進することにより中央に滞筋部が形成されたものと考えられる.

(2) 出水の影響

図-7 (a), (b), (c) に H1 年, H13 年, H18 年の河床高から H7 年の低水路平均河床高をひいた河床高コンターを示す. 現在の滞筋位置が H7 年及び H10 年の洪水によりほぼ形成されているため H7 年を基準として示している. 排砂開始前 (H3 年) の期間において平均年最大流量 970 m^3/s (期間: H7~H19 年) 程度で 0.0~13.0km 区間で滞筋が移動している. これに対して排砂開始後の H7 年以降は平均年最大流量で 0.0~3.0km, 6.0~8.0km 区間を除く地点では滞筋がほとんど移動していない. これは H7 年 7 月洪水で出し平ダム貯水池に大量の土砂が堆積し, ダムの貯水機能を維持するために, H7 年 10 月洪水で出し平ダム貯水池から約 172 万 m^3 の大量の土砂が下流に供給された⁷⁾. これにより下流に土砂が堆積し, H10 年以降大出水がないため, H7 年, H10 年洪水によって現在の滞筋位

置がほぼ形成されたと考えられる。また3km付近では河床勾配が1/100から1/170へと変化するため、土砂が堆積しやすく滞筋が移動しやすいと考えられる。6.0~8.0km地点付近では川幅が狭くなっており、それにより下流では複列砂州に河床形態が変化する区間であるため、滞筋が移動し易くなっており、H13年あたりから滞筋と砂州の比高差がついてきている。これはH7年の大規模な出水で大量に土砂が供給されて以来、砂州を冠水させ、滞筋を変化させるような大規模な出水が起きていないため、中小規模洪水で流れが滞筋に集中し、洗掘を受けているためと考えられる。特に6.0km右岸付近の砂州では経年的に変動しないか、もしくは堆積傾向にある。下流区間では2.0km左岸や1.0km右岸といった地点で滞筋が堤防際に寄り、徐々に固定化されてきている。図-8に砂州と滞筋の比高差と滞筋幅の関係を示す。上図の比高差は砂州の肩の位置から滞筋の最深河床高までの差とし、下図の滞筋幅は滞筋の両肩の幅と定義する。下流の3km, 5km地点では、経年的に比高差が小さく、また比高差の変化幅が小さい。それに対して他地点に比べ植生繁茂が著しい6.0~13.0km区間においては経年的に砂州と滞筋の比高差が大きくなってきている。また、滞筋幅は3km, 5kmでは経年的に変動幅が小さいのに対して、6~12km区間では、滞筋幅が経年的に大きくなってきている。図-9に6.0km地点の横断面と植生位置の経年変化関係を示す。横断面形状の経年変化を見ると、滞筋位置は各洪水で変化しているが、滞筋との比高差がついた砂州高さは経年的に変動しないか、もしくは堆積傾向を示している。土砂が移動しにくい砂州上では、徐々に植生が繁茂してきている。

図-10に3.0km, 6.0km, 14.0km地点の河床材料粒度分布を示す(図-7に調査位置を示す)。6.0km地点の河床材料はH7年まで徐々に粒径が粗くなっている。しかし、H7年には大出水により出し平ダムに堆積した土砂が下流に流れたため、H7年より後は粒度分布が徐々に細かくなっている。特にH19年の右岸ではH7年に比して砂の割合が増えていることが分かる。さらにS60年に出し平ダムができるまでは、広い粒度分布を有していたが、排砂開始後のH7年では、粒径1~100mmの砂利分が減少し、粒度分布の形が変化している。また3.0km地点でも同様な変化が見られる。14.0km地点ではH7年に比してH11年及びH19年では粒径1~100mmの砂利分が減少している。H7年からH11年では、H7年洪水で土砂が堆積した

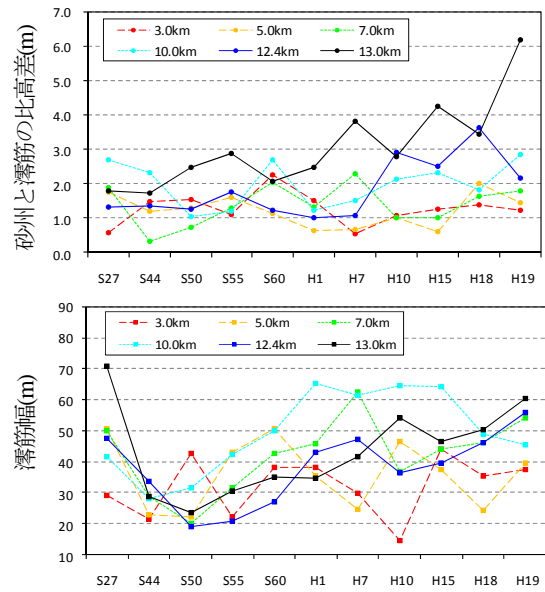


図-8 砂州と滞筋の比高差と滞筋幅の関係

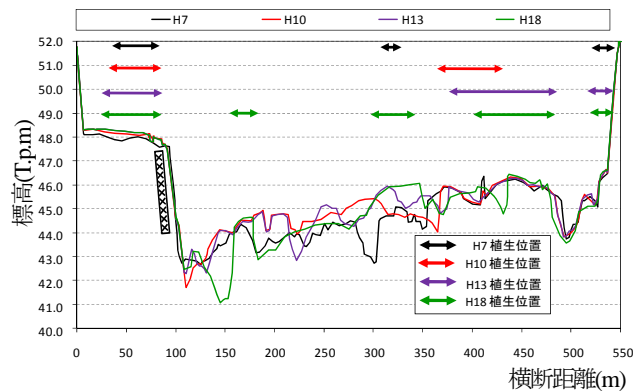


図-9 6.0km地点の横断面と植生位置の経年変化関係

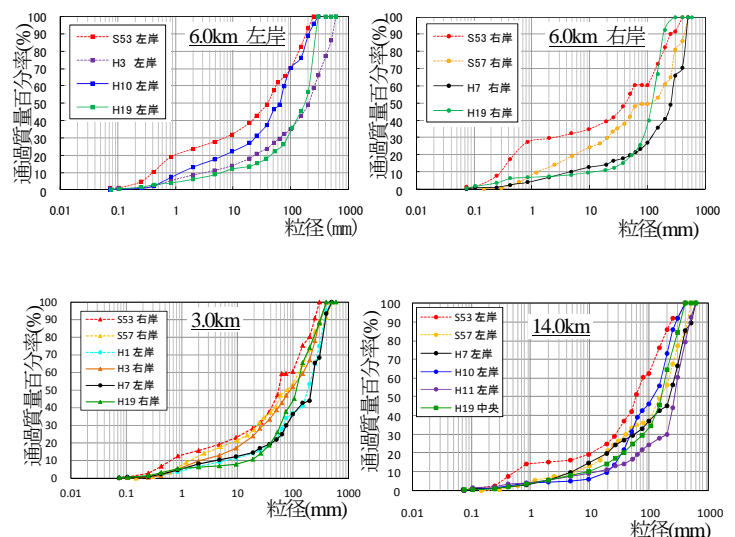


図-10 3.0km, 6.0km, 14.0km地点の河床材料粒度分布

が、H13年以降、宇奈月ダム～愛本堰堤(13.4km)区間で砂利採取が行われ、河床高が低下しているため、H11年からH19年には、砂利分の粒径集団が抜け出している

と考えられる。そのため14.0km地点のように愛本堰堤上流区間では、小さい粒径が減少し徐々に粒径が粗くなる傾向が見られる。

以上、洪水流、砂利採取、河床変動、河床材料、植生状況のデータの経年的な重ね合わせ、関係し合う事象の総合的検討から、河川管理問題が生じた原因を以下のようにまとめることが出来る。黒部川では、昭和の時代に盛んに行われた砂利採取と河道改修事業によって扇状地河道の低水路化が生じた。平成に入ってから、愛本堰堤下流では砂利採取が終了したこと、H7年洪水によって大量の土砂が下流河道に供給され、下流河道の明確な低水路化と流路を変化させるような大きな洪水の発生がないことにより、低水路の滞筋化がより顕著になった。そのため、洪水による細粒土砂の砂州上での堆積によって植生が促進された。近年、平均年最大流量に達しない中小規模の洪水を受けることで砂州と滞筋の比高差が増大し、洪水、滞筋化、植生繁茂の相乗作用によって、砂州上の植生がさらに進行している。

次にこのような黒部川河道の状況に対して、川づくり、河川管理は今後どうあるべきかについてまとめる。

宇奈月ダムの排砂ゲート付近では、堆砂面の高さが土砂排出ゲート下面の高さにほぼ近い状態になって来ている。今後の洪水によって、どのような量と粒径集団の土砂が貯水池から排出されるか、下流河道に対する土砂の量と質の監視とその影響の評価を進めることが必要である。そのための洪水流と土砂の移動に対する観測体制の整備が重要になる。

また、滞筋の固定化と植生の繁茂に対し、河道及び樹木の適正な管理が行われなければならない。このためには、流下能力の増大を含めて、河道の縦横断面形をどのように作り上げていくのがよいのか、例えば、船底形断面形⁸⁾を有する低水路断面形について現地で検討し、低水路線形と砂州との関係が低水路河床の安定化、水衝部位置の安定化を保証し、また洪水流の水深に応じた樹木の生育、管理を可能にする河道設計技術となるようにこれまでの川づくりから一歩進めた考え方に基づく川づくりが検討されなければならない。

5. 結論

本研究で得られた主要な結論を示す。

- 1) S60年頃までの砂利採取と洪水によって水が流れやすい流路が形成されることにより、そこに中小洪水が集中することにより、河道の低水路化、滞筋の固定化が生じた。
- 2) H3年以前は0.0~13.0km区間で平均年最大流量(970m³/s)程度の洪水で滞筋位置が移動する。それに対してH7年代出水以降は平均年最大流量で0.0~3.0km, 6.0~8.0km区間を除く場所では滞筋の固定化により滞筋位置は移動していない。
- 3) H3年以前の0~13km区間の河道では河床材料が広い範囲の粒度分布を有していた。H7年の大洪水で土砂が大量に供給され、H7年を境に細粒土砂分が増加し、1~100mmの粒径が減少した粒度分布に変化している。
- 4) H7年以降滞筋位置を変化させるような大規模な洪水が発生しないことで、出水により砂州上に細粒土砂が堆積し、砂州上の植生が起きている。
- 5) 黒部川河道の変遷とそれに伴う治水と環境上の課題に対して、今後の河道の作り方、河道管理の方向性を示した。

参考文献

- 1) 齋藤博之, 進藤裕之: 黒部川宇奈月ダム・出し平ダムの連携排砂と環境調査について, 河川技術論文集, 第8巻, pp.197-200, 2002.
- 2) 石川忠晴: 移動床水理模型実験による黒部川洪水流況の把握, 第27回水理講演会論文集, pp.753-760, 1983.2.
- 3) 石川忠晴: 黒部川扇状地の土砂動態, 第30回水理講演会論文集, pp.193-198, 1986.2.
- 4) 坂本健太郎, 渋谷嘉昭, 浅枝隆: 樹林化が進行中の砂州内における樹木の生長特性に関する研究, 河川技術論文集, 第13巻, pp.207-212, 2009.6.
- 5) 角哲也, 白音包力舉, 森田佐一郎: 宇奈月ダムフラッシング排砂時の細粒土砂流下特性, 水工学論文集, 第50巻, pp.913-918, 2006.2.
- 6) 坂本健太郎, 川嶋崇之, 浅枝隆: ダム下流の砂州上への排砂土砂の堆積が樹木の成長促進に与える影響, 水工学論文集, 第53巻, 2009.
- 7) 国土交通省黒部河川事務所, 第35回黒部川ダム評価委員会資料, 2010.
- 8) 福岡捷二: 招待論文, 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, pp. 471-489, 2010.

(2011. 9. 30受付)