

細流土砂が河川環境に与える影響に着目した

水系環境の評価と対応に関する研究

Research on evaluation and the correspondence of the water environment in consideration of the fine sediment influence on river environment

(研究期間 平成 21～22 年度)

環境研究部
河川環境研究室
River Environment Division
Environment Department

室長	天野 邦彦
Head	Kunihiko AMANO
主任研究官	原野 崇
Senior Researcher	Takashi HARANO
研究官	遠藤 希実
Researcher	Maremi ENDO
研究官	伊藤 嘉奈子
Researcher	Kanako ITO

In this research, for evaluation of the impact of dams on the environments of the rivers downstream from the dams, We have conducted field survey to investigate the change in river bed and invertebrate features which may be found between upstream and downstream of 79 dams. From these results, Riverbed material seems coarser at any immediately downstream sites due to the trap of sediment behind dams; however show the difference of the recovery trend from armoring phenomenon by basin characteristics. So then we apply the statistical analysis to evaluation of the recovery speed and classify 18 dams under four groups.

〔研究目的及び経緯〕

ダムが下流の河川環境に与える影響は、ダム建設による周辺地形の直接的な変化だけではなく、貯水池創出による水質や水温の変化、洪水調節等による流況の変化、また土砂貯留による河床材料の変化など多岐に亘る。そのため、環境影響の発現はそれらの要因が複合的に作用するとともに、ダム建設前の河川環境に関する統一的な調査資料が少ないこともあり、影響因子の抽出が困難であった。そこで本研究では国土交通省にて管理する 79 ダムにて実施した現地調査成果（地形測量、河床材料調査（主に面格子法による）、底生動物調査等）を基に、ダム上下流における物理・生物生態環境の現状把握を行うとともに、縦断的な河床材料及び底生動物の変化特性について解析し、その評価方法の提案を行うことを目的とした。

〔研究内容〕

ダム上下流の縦断的な河川環境の変化を把握するため、ダム周辺環境をダム上流区間（貯水池上流端から上流部の概ね 5km）、ダム直下区間（ダム堤体から下流部の概ね 5km）、ダム下流区間（ダム直下区間下流で流域面積がダム集水面積の概ね 2 倍となる地点まで

の区間）に区分し、ダム管理者が 2009 年度に実施した現地調査成果を GIS にてとりまとめ、以下のデータ分析を行った。

(1) ダム上下流に作用する摩擦速度の縦断変化

27 ダムを対象に等流計算を行い、平均年最大流量時にダム上下流河道に作用する摩擦速度 U^* 及び岩垣式による移動限界粒径 D_c を縦断的に算出し、河床材料の移動傾向を把握した。なお、平均年最大流量の算定に用いた統計期間は 1999～2008 年であり、ダム地点における比流量を求めた。各調査地点の流量は GIS にて算出したダム集水面積に対する各調査地点の流域面積比を乗じて与えた。

(2) 河床材料の縦断変化と粗粒化状態の評価

18 ダムを対象に河床材料の縦断変化を整理するとともに砂礫の粒径区分毎の個数百分率を指標とした統計解析による粗粒化状態の評価を試みた。統計解析を行うにあたり、ダム上下流データの正規性を検定したところ、各ダムの粒径、区間によって有意差にばらつきが認められ、正規性が担保できなかったため、Mann・Whitney の U 検定(U-test)にて行うこととした。なお、U-test はダム上流区間のデータを母集団として取扱い、ダム下流（直下及び下流区間）は河床材料の

空間的な不均一性を考慮し、検定対象となる調査地点から下流3地点までのデータを1つの母集団とした。

(3) ダム上流及びダム直下区間での底生動物の変化

17 ダムを対象にダム上流及び直下区間におけるEPT指数と多様度指数を算出し、Wilcoxon検定を行った。また、シマトビケラ科、マダラカゲロウ科等の出現状況と河床材料の粒径について整理した。

[研究結果]

(1) ダム上下流における平均粒径と移動限界粒径

図-1はダム上流区間及び下流における平均粒径 \bar{D}_{60} の平均値 \bar{D}_{60} と平均年最大流量時の摩擦速度 U^* の平均値 \bar{U}^* を整理したものであり、図中の矢印はダム上流区間から下流のプロットへの向きを示している。また、図中の曲線は移動限界粒径 D_c である。

ダム上下流河道に作用する平均的な摩擦速度は $\bar{U}^* \geq 20\text{cm/s}$ ($D_c \geq 49\text{mm}$)となっており、中礫以下の粒径は恒常的に移動していると考えられた。また、 \bar{D}_{60} は概ね D_c よりも小さいことから、ダム上下流において何らかの形で河床への土砂供給が存在しており、出水後の河床に移動限界粒径より細かい粒径の河床材料が堆積していることが示唆された。

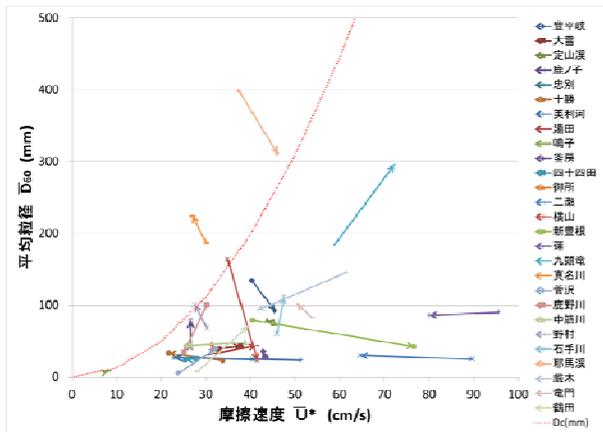


図-1 ダム上下流の平均粒径 \bar{D}_{60} と摩擦速度 \bar{U}^*

(2) 河床材料の粗粒化状態の評価

各粒径における個数百分率の縦断変化を整理したところ、ダム上流区間に比べて下流において砂礫が減少する傾向が確認された。そこで各ダムの上流区間に全体的に存在する小粒径を指標としてU-testを行い、ダム上流区間との有意差が無くなる調査地点の流域面積比(調査地点の流域面積/ダム流域面積)を求めることでダムによる土砂扞止の影響を分類した。

U-testの結果、小粒径を指標としたダムの影響は①有意差の無いダム、②僅かな流域面積比の増加で小粒径の個数百分率が回復するダム、③流域面積比が増加しても小粒径の個数百分率が回復しにくいダム、④ダ

ム下流にてすぐに本川と合流し、小粒径の個数百分率が回復するダムの4つに区分された。

粗粒化状態からの回復が早い②グループに共通する特徴として、ダム上流区間の河床材料に砂の個数百分率が多いことが挙げられた。このようなダムでは残流域からも砂礫の供給が多いため河床の粗粒化が短い距離で緩和されていることが示唆された。また、粗粒化状態からの回復が遅い③グループは支川等残流域から供給される砂礫が少ない、またはダム下流河道に作用する摩擦速度が大きく、砂礫等の小粒径が河道内に貯留されないことが考えられた。

表-1 粗粒化状態の統計解析結果

グループ	ダム名	供用年	年当たり比堆砂量 (m ³ /km ² /年)	評価粒径 (mm)	有意差が無くなる流域面積比
①有意差が無いダム	豊平峡、美利河、四十四田、湯田、鳴子、二瀬、蓮、新豊根、野村、竜門				
②回復が早いダム	御所	1981	284	2	1.01
	石手川	1973	350	2	1.06
	大渡	1987	273	2	1.40
③回復が遅いダム	忠別	2006	544	8	1.45<
	大雷	1978	172	4	1.98<
	十勝	1984	283	4	1.48
	九頭竜	1968	533	32	2.96
④本川に合流するダム	釜房	1970	500	2	2.03

前述(1)及び(2)の結果からダム上下流における土砂の移動性は上下流区間ともに高く、小粒径の土砂供給量により粗粒化状態の回復傾向が異なることが示唆された。また、洪水調節効果が大きいダムの下流河道ではピーク流量の低減に伴い掃流力が減少し、土砂の移動性が低下するため、粗粒化状態からの回復が早まると想定したが、18ダムの結果からは関連性がみられず、洪水履歴や残流域の土砂供給量、河道特性などの詳細検討が必要であると考えられた。

(3) ダム上流及び直下区間における底生動物の変化

多様度指数、EPT指数についてWilcoxon検定を行ったところ、EPT指数がダム上流で有意に大きく(1%有意)、これは下流におけるカワゲラ目種数の減少に起因していた。また、河床材料の粒径と底生動物出現種に大まかな関連性が見受けられ、底生動物の棲み分けを利用したダム下流河川環境に関する影響評価の可能性が示唆された。

[成果の発表]

土木学会等にて発表する予定である。

[成果の活用]

河床材料の小粒径に着目した粗粒化状態の統計解析は、各ダムの河床材料特性に応じた評価が可能である。また、小粒径の存在は、底生動物の生物生息環境に与える影響も大きく、ダム下流の河川環境を評価するうえで有用であると考えられる。今後は本研究成果をふまえ、全国ダムの環境影響について解析を進めていく。