

II-371

ダム湖による濁水の変化

北海道開発局開発土木研究所
北海道大学工学部正会員 齋藤 大作
正会員 清水 康行

1. はじめに

河川流域における土砂の管理は、流下土砂による河川、貯水池、海域環境への影響を把握する上で重要である。特に、流域内に貯水池が存在する場合、土砂の流出量が減少するだけでなく粒径分布が変化し、下流域に何らかの影響を与えることが多い。著者らは、沙流川流域で1997年8月に起きた洪水時に同流域内にある二風谷ダム近傍数地点と湖内で濁水の観測を実施した。ここでは、ダム湖による濁質の変化について把握できた結果を報告する。

2. 観測と結果

(1) 二風谷ダム概要 二風谷ダムは北海道日高地方に位置し、一級河川沙流川流域の中流部(河口より約21km)に建設された多目的ダムで、1996年4月に完成し、集水面積:1,215km²、総貯水容量:4.58×10⁷m³である。

(2) 洪水時の観測 1997年8月8日～14日の短期間に100mmを超える降雨が発生し、二風谷ダム湖内へ大量の濁水が流入した。この時、流域内数カ所およびダム湖内で濁水の観測を行った。湖内での観測は流量ピーク付近について6回行い、船で移動しながら流速測定及び採水を実施した。採水はMTS式採水装置で鉛直方向に3～7点で行った。採水試料の分析項目はSS、濁度(積分球式濁度計)および光透過式粒度分析器による粒度分析とした。図-1.2に二風谷ダムと各観測地点の位置を示す。貫気別、幌毛志、貯砂ダム、二風谷ダム、平取、富川地点については定点で採水を行い、濁度およびSSの分析を行った。

(3) 観測結果 紙面の都合上観測結果の詳細は参考文献¹⁾に委ねるが概要は以下である。表面流速は13日のピーク時にダムから4800m付近で1.2m/s程度、ダムから800m付近で0.2m/s程度であった。SS、濁度は深い程多少大きい値を示していたが河床付近を除いて深さ方向に概ね一様に分布しており、1,000～6,000mg/lと高濃度の濁水が混合した状態で存在していた。また、河床付近では100,000 mg/lを超える値も観測された。これらは、平水時の数百倍の濁水の流入である。また、8月9～15日の洪水期間中にダム湖へ流入した土砂は20～30万m³程度であった。湖内SSの鉛直分布の観測結果では成層の形成は確認されておらず、安芸・白砂²⁾による判定基準からも貯水池内の濁水は混合型で流下していたと言える。

(4) 濁度・SS・粒度分布の関係 湖内での採水により137の試料が得られた。

これらについて濁度、SS、粒度分析を実施した。一般に濁度は粒径依存性がありSSとの相関はあまり良くない。宮崎らによれば濁度T、SSおよび粒度分布の実験的検討の結果、濁度係数 γ (=SS/T)が次式で表されることがわかっている³⁾。

$$\gamma = \frac{SS}{T} = K d^m \quad (\gamma: \text{濁度係数}, SS: \text{浮遊物質濃度}, T: \text{濁度}, d: \text{粒径})$$

また、宮永・安芸³⁾によってカオリンを用いた実験により $K=0.41$ 、 $m=0.66$ が得られている。また、 SS/T は d_{50} =

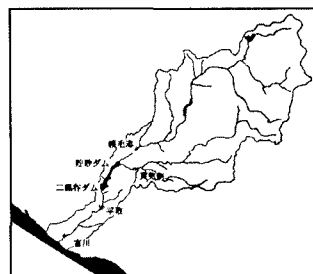


図-1 沙流川流域図

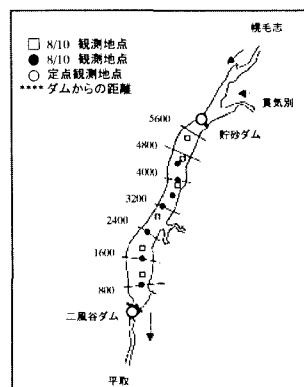
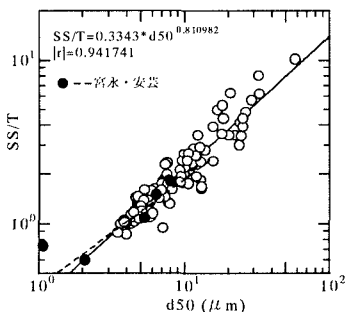


図-2 二風谷ダムと観測地点

図-3 d_{50} と濁度係数の関係

キーワード: SS、濁度、濁度係数、粒径分布、 d_{50}

連絡先(北海道札幌市豊平区平岸1-3・TEL 011-841-1111(294)・FAX 011-820-4246)

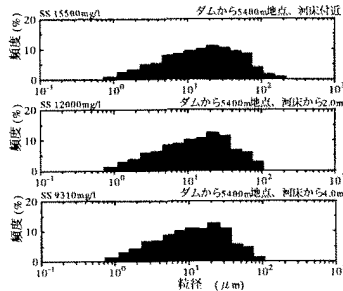


図-4 粒度分布図 (5400m)

1. $74 \mu\text{m}$ で最小値を示すことも実験的に得られている¹⁾。図-3 は湖内の観測により得られた濁度係数と d_{50} の関係を示したものであり、 $K=0.33$ 、 $m=0.81$ を得た。

(5)ダム湖における粒度分布の変化 ダム湖内の粒度分布は流下とともに変化している。図-4, 5 はダムから 1200m, 5400m 地点における粒度分布であり、鉛直方向に 3, 4 点を示したものである。上流部 (5400m) での粒度分布は鉛直方向にはほとんど変わらず、流下に伴い大粒径のものが沈降し減少していることがわかる。さらに、粒径 (μm) 2.8 以下、2.8~11.0、11.0~44.0、44.0~176.0 毎に SS を乗じて各粒径別の SS とし流下方向の変化を示したものが図-6 である。図中に示す 81.0, 59.5, 17.9, 5.2% は各粒径毎に SS (1200m)/SS (5400m) を求めたものであり。上流部から下流部への各粒径の到達率を示している。これより、 $10 \mu\text{m}$ 程度以上のものは流下せずに湖内に沈降していると言える。

(6)粒径の縦断変化 ここでは各観測地点での表面採水試料の SS、濁度の分析結果を用いて検討を行った。採水試料の分析は大粒径のものを除いて行っているため、ほとんどが Wash Load であると考えられる。上述した d_{50} と濁度係数の関係よりダム湖上下流数地点における d_{50} を推定した。このうち貯砂ダム、ダム、平取地点における推定 d_{50} の時系列変化を降雨量、流量、流砂量とともに図-7 に示す。流量のピーク時以降についてダム上流側 (貯砂ダム) と下流側 (ダム、平取) とを比較すると d_{50} が $5 \mu\text{m}$ から $4 \mu\text{m}$ へと減少していることがわかる。次に、流量ピーク付近以前について着目すると流量のピーク以前に d_{50} が上昇していることがわかる。また降雨強度と比較すると関係があることが推測できる。さらに、ダムでの d_{50} はダム湖内での大粒子の沈降により他の地点ほど変化していないこともわかる。しかし、ダム下流の平取地点では降雨発生時に d_{50} は大きく変化していた。以上より、これらの微細浮遊物質は上流からの移流によるものだけでなく河川近傍から多く取り込まれていることが推察される。

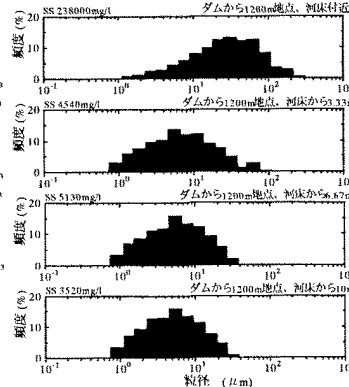


図-5 粒度分布図 (1200m)

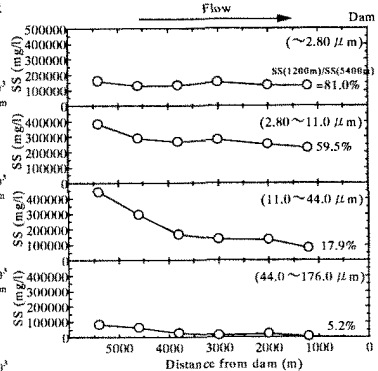


図-6 粒径別 SS と到達率

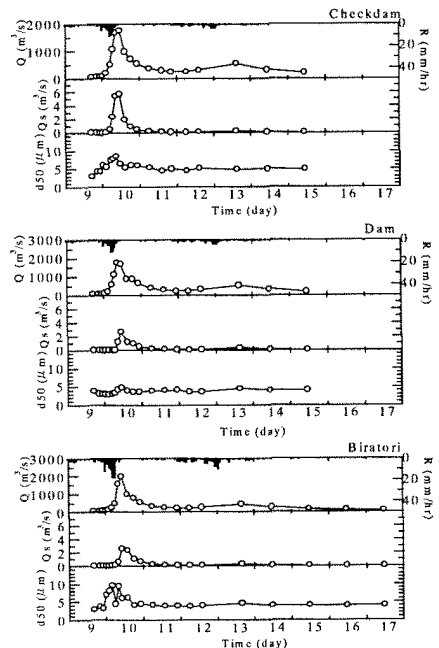


図-7 降雨、流量、流砂量、 d_{50} の時間変化

謝辞：本研究は北海道開発局室蘭開発建設部沙流川ダム建設事業所、二風谷ダム管理所、開発土木研究所河川研究室、(株)北開水コンサルタント、(株)福田水文センターなど非常に多くの方々との多大な協力を得て行われた。ここに記し、感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 齋藤大作, 清水康行, 坊野聡子, 伊藤丹: 洪水時のダム湖における濁水の観測と数値シミュレーション, 水工学論文集第 42 巻, pp.709-714, 1998
- 2) 安芸周一: 貯水池濁水現象, 土木学会水理委員会, 水工学シリーズ 75-A1, A-1-1~A-1-26, 1975.
- 3) 宮永洋一, 安芸周一: 濁質粒度が貯水池濁水現象に及ぼす影響について, 土木学会論文報告集第 296 号, 1980,4
- 4) 佐藤敦久: 水環境工学, 技報堂出版, 1987