

独立行政法人土木研究所 ○正会員 櫻井 寿之

独立行政法人土木研究所 正会員 柏井 介介

独立行政法人土木研究所 正会員 大黒 真希

1. はじめに

ダムにおける堆砂は貯水池の機能を損なうのみならず上流の河床上昇、下流の河床低下、アーミングなど上下流の土砂環境に影響を与える。また最近では流域一環の土砂管理を目指した取り組みが行われており、ダム貯水池は土砂のモニタリングポイントとして、さらには土砂調節施設として注目されている。堆砂対策、土砂管理を考える上で堆砂の量と質を把握することが重要である。堆砂の量に関しては、多くのダムで年に一度、貯水池の堆砂測量が行われており、ある程度データと知見の蓄積がされてきている。しかしながら、堆砂の粒度構成、圧密状態、有機物含有量などの質については、個別の事例があるのみで定量的なデータは少ない。そこで、平成9～11年度にかけて旧建設省において実施された貯水池のボーリング調査データ¹⁾を解析して得られたダム貯水池の堆砂性状について報告する。本稿では、関東地域の7ダムのデータを対象とし、粒度構成、間隙率等の物理的な堆砂性状に着目して検討を行った。

2. 観測概要

関東地域においてボーリング調査が実施されたダムは表-1に示す7つのダムである。表には各ダムのボーリング調査概要も合わせて示した。ボーリングは一つの貯水池において3地点もしくは4地点で実施されており、地点は河床の堆砂縦断形状等を参考に選定されている。以下ではダム堤体から上流に向かってボーリングにB-1、B-2・・・と名前を付けることとする。ボーリング実施地点の一例を図-1に示す。ボーリングによって得られたコア試料から、性状が同じ区間もしくは適切な間隔で試料が採取され、土質試験により分析が行われている。また各貯水池のダム建設前の貯水池内河床形状(元河床形状)およびボーリング実施年度の河床形状の測量データを収集した。測量データは、縦断方向におよそ200～400mピッチの横断面について5～20mピッチで深浅測量が行われている。

3. 観測結果と考察

(1) 貯水池堆砂の概要：堆砂量データと堆砂測量データによ

キーワード：ダム貯水池、堆砂、粒径、間隙率

連絡先：〒305-8516 茨城県つくば市南原1番地6 独立行政法人 土木研究所 水工研究グループ ダム水理チーム

表-1 調査を実施したダムの諸元

ダム名	藤原	相模	園原	五十里	川俣	川治	二瀬
河川名	利根川	赤谷川	片品川	男鹿川	鬼怒川	鬼怒川	荒川
経過年数(2001年基準)	44	42	36	45	36	18	40
堤高(m)	95.0	67.0	76.5	112.0	117.0	140.0	95.0
流域面積(km ²)	401.0	110.8	621.3	271.2	179.4	503.0	260.0
計画高水流量(m ³ /sec)	1,400	650	2,350	2,000	1,350	1,800	1,500
総貯水容量(千m ³)	52,490	25,000	20,310	55,000	87,600	83,000	26,900
計画堆砂容量(千m ³)	8,020	2,550	6,170	9,000	14,500	7,000	5,100
堆砂量(千m ³ , H8年時点)	1,643	931	1,944	1,442	3,804	3,647	3,525
ボーリング本数	4	4	4	4	3	3	4
試料数	13	25	26	23	23	31	42

注) 園原ダム、川治ダムはそれぞれ113.7km²、179.4km²の間接流域を含む

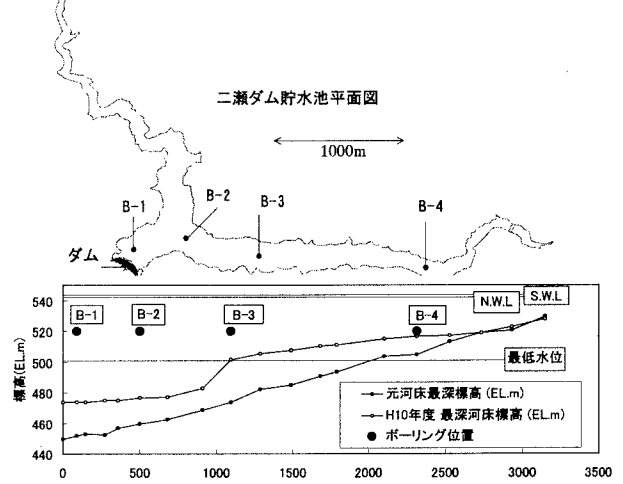


図-1 二瀬ダムのボーリング位置

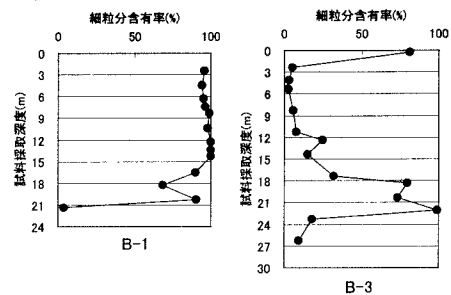


図-2 二瀬ダムのボーリング深さ方向の細粒含有率

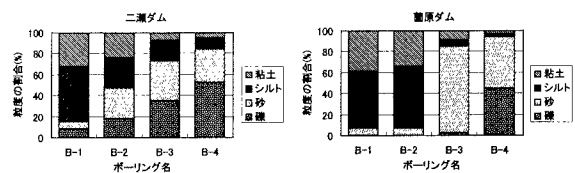


図-3 ボーリング中の粒度構成

ると堆砂量そのものは川俣、川治、二瀬ダムが比較的多く、平成8年までの20年程度の堆砂量の増加傾向についてもこの3つのダム貯水池が大きくなっている。堆砂の縦断形状については、最深河床縦断面図から判断すると、比較的大きな土砂が掃流状態で輸送されて形成されと考えられる「堆砂の肩」が藁原、川治、二瀬ダムの堆砂形状に明確にみられる。これらのダムでは堆砂の肩の下流に浮遊状態で輸送された土砂が沈降して形成したと考えられる平坦に堆積した堆砂形状も確認できる。また藤原、相俣、川俣ダムでは緩やかな堆砂の肩らしき形状がみられるが、五十里ダムでは明確な堆砂の肩は認められない。

(2) ボーリングの粒度構成：一例として二瀬ダムの堤体上流約100m地点および堆砂の肩地点におけるボーリングの深さ方向の細粒分含有率を図-2に示す。なお粒径区分としては粒径0.005mm以下を粘土、0.005~0.075mmをシルト、0.075~2mmを砂、2mm以上を礫とし、粘土とシルトを細粒分とした。0.1mm程度以下の粒径がウォッシュロードと定義されることが多く、ここで定義した細粒分は貯水池内を浮遊状態で輸送されと考えられる。これをみるとダム直上流では、堆砂の深いところを除いてほとんどが細粒分であることがわかり、堆砂の肩位置では、粒径の大きな成分が多くなっていることがわかる。B-3ではボーリングの深い位置で細粒分が多く含まれる層が存在するが、他のダムについても堤体付近以外のボーリングでは細粒分含有率のばらつきがみられ、これらの理由は定かでない。二瀬ダムおよび藁原ダムのボーリングについてボーリング1本の中の粒度構成を図-3に示す。二瀬ダムでは上流に向かうにつれて粒度構成が粗い粒径にシフトしている。藁原ダムでは、堆砂の肩地点であるB-3から急激に粒度構成が粗い粒径に変化している。

(3) 堆砂全体の粒度構成：図-4に堆砂全体の粒度構成を示す。この結果は、前述のボーリングの粒度構成に堆砂横断面測量結果から求めた堆砂量をボーリングの代表する領域に割り振り掛け合わせ、その後足し合わせて求めたものである（川俣ダムについては元河床データが入手できなかったためこの解析を行っていない）。なお、堆砂の肩がはっきりしている貯水池については、堆砂の肩の直下流をボーリングの代表する領域の境界とした。これをみると藤原、相俣ダムでは細粒分が60%以上を占め、その他のダムでは30%程度を占めていることがわかる。

(4) 間隙率：各試料の間隙率と60%粒径、細粒分含有率の間隙率を図-5、図-6に示す。これをみると、60%粒径が小さ

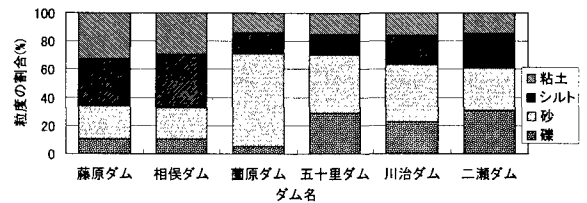


図-4 堆砂全体の粒度構成

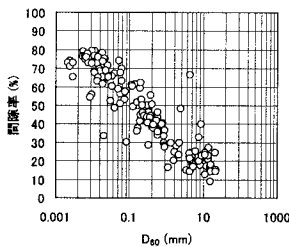


図-5 60%粒径と間隙率の関係

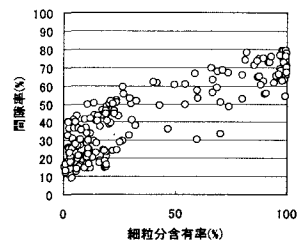


図-6 間隙率と細粒分含有率の関係

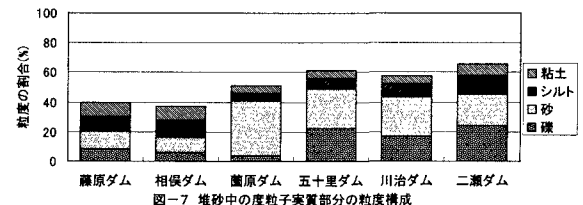


図-7 堆砂中の度粒子実質部分の粒度構成

いほど、また細粒分含有率が大きいほど間隙率は大きくなっており、細粒分が100%近い場合には、間隙率は60~80%の値、細粒分が0%に近い場合は10~40%の値を示す。これらの情報は、貯水池内における浮遊砂の解析等に有用であろう。

(5) 土粒子実質部分：それぞれの試料の間隙率を考慮して求めた堆砂全体の土粒子実質部分についての粒度構成を図-7に示す。なお図は、水中体積を基準として示しており、図-4の状態から水が占める割合を差し引いた値となっている。これをみると、細粒分が占める割合が大きいダムほど実質部分の合計の割合は小さくなっている。また、粒径の小さいものほど間隙率が大きいので、土粒子実質部分の中の粒度構成は大きい方にシフトしている。

4. おわりに

以上より、関東地域ダム貯水池における堆砂についての粒度構成や間隙率等の土砂性状に関する知見が得られた。今後、堆砂予測、堆砂対策、土砂管理のための基礎情報として活用されることが期待される。最後に各種のデータをご提供いただいた国土交通省の各ダム管理事務所の皆様に謝意を表します。

参考文献

- 1) 平成11年度 建設技術研究会指定課題，建設省，pp.13-1~23，1999