

ダム排砂に伴う下流河川の溶存酸素低下要因について

株式会社コルバック 鶴田謙次, 大津洋介, 長谷川雄久, 村中重仁
 京都大学防災研究所 藤田正治, 澤田豊明

1. はじめに

近年、貯水ダムや砂防堰堤では、貯水池の堆砂対策やダム下流の環境、河道安定等の観点から無害土砂の下流供給が重要課題となっている。堆砂対策の一つとして排砂が実施されているが、この時に下流河川水の溶存酸素濃度(以下、DO)が著しく低下する場合があります、こうした現象は堆積した土砂の量や質に大きく関わっているものと考えられる。そこで、排砂設備をもつ京都大学防災研究所穂高砂防観測所のヒル谷試験ダムにおいて、排砂時の水質状況およびDOの低下要因と考えられる堆積土砂の還元特性について検討する。

2. 観測の概要

排砂試験は、流域面積0.85km²の京都大学防災研究所穂高砂防観測所ヒル谷試験流域の試験ダムを砂防堰堤に見立て、平成15年5月9日に行われた。ヒル谷試験ダムの高さは4.7m、幅は7.5mであり、堆砂地の長さは14m、幅6.5mである。試験日の堆砂量及び排砂量は40~50m³で約2時間にわたり平均的に土砂を排出した。

土砂の排出前に堆砂地に堆積した土砂について粒度、色、ジピリジル溶液による定性的な還元反応などの断面観察を行った後、分析用試料として、図-2に示す特徴的な堆積層Ⅲ層(砂土)とⅣ層(シルト・粘土)を採取した。

排砂前・中はダム下流15m地点において、河川の水温、濁度、DOを東亜電波工業(株)の水質チェッカWQC-22Aにより計測した。

採取した堆積物の分析項目は有機炭素量、二価鉄量と、堆積土砂が河川に流下した時の酸素消費ポテンシャルを評価する基礎実験として、DO消費試験を行った。試験方法は次のとおりである。

還元状態で保存されたⅢ層、Ⅳ層試料を十分にDOが飽和した水中に入れ、SS濃度が5000、10000、50000mg/lとなる供試体を作成し、攪拌しながら10、20、30、40、50、60分後のDO濃度をDOメータにより測定した。



図-1 対象地位置

3. 現地観測結果

3.1 堆積土砂断面特性

堆積物の断面を図-2に示す。

上部0~80cmまでは、明黄褐色のマサ化した土砂が堆積していた。粒径は比較的均一で、粗砂が主体であった。これらには有機物はほとんど認められず、還元反応は「-」と還元していなかった。この砂層中の深さ25~30cmと90cm以深には落葉・落枝の堆積層が認められ、深さ80~90cmには微細有機物を含む緑黒色のシルト・粘土層(Ⅳ層)が認められた。このシルト・粘土層は腐敗臭を伴い、還元反応は「+++」と極めて強い還元状態を呈していた。以上より、堆砂地内の土砂は、粒径・比重により分級されていることと、有機物を含まない粗砂では還元反応が弱く、微細有機物を含むシルト・粘土層で還元の進行が顕著であることが分かった。

3.2 排砂時水質状況

排砂時の下流の水質状況を図-3に示す。

排砂日の流量は0.1m³/s前後で1日安定していた。排砂前の濁度は0度であり、流水の濁りは全くなかった。11時17分に排砂ゲートを全開にし、人力により堆積土砂を排砂した。およそ12時までは上部の還元し

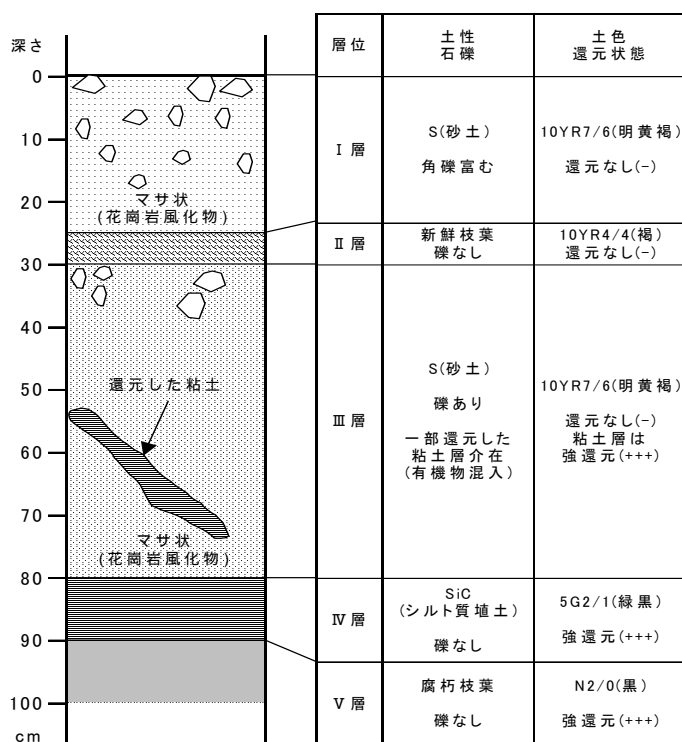


図-2 堆積土砂断面

ていない砂層を排砂している。この時の下流の濁度は680度まで急激に上昇し、DOは排砂前の8.8mg/lから7.7mg/lに低下した。12時付近で還元化した粘土層のみを意図的に排砂した際には、下流の濁度は400度前後で、DOは6.5mg/lと最小値を示した。

4. DO低下要因の解析

DO消費試験の結果を図-4に示す。Ⅲ層(砂, 還元なし)、Ⅳ層(粘土, 還元+++)の各条件とも時間の経過とともに、かつSS濃度が高くなるにしたがってDOの消費量は増大した。SS濃度50000mg/l条件の10分後のDO消費量を比較すると、Ⅲ層が1.3mg/l、Ⅳ層が7.9mg/lとなり、還元していないⅢ層に比べて還元したⅣ層のDO消費量が著しく高く、還元の強弱と土砂濃度によりDO消費量が大きく変化することが分かった。

土砂の還元は、酸欠状態となる嫌気的環境下で、有機物量や温度がパラメータとなり、微生物作用により進行する。還元化が進行すると堆積物中において種々の還元物質が生成するが、最も高濃度で存在する物質が二価鉄であるため、ここでは還元化の強弱を二価鉄含有量で定量化することとした。

Ⅲ層、Ⅳ層の二価鉄量はそれぞれ27mg/kg、6000mg/kgでありⅣ層は著しく高濃度であった。黒部川出し平ダム底質の二価鉄量が1500mg/kg程度¹⁾であるからⅣ層の二価鉄量が著しく高いことが分かる。

次にDO消費試験時のSS濃度に二価鉄量を乗じて、水中の二価鉄濃度を算出し、DO消費量との関係を見た。図-5に示すように二価鉄濃度の増加に伴いDO消費量は増加し、両者の相関は高い。これにより、DO低下が水中の二価鉄濃度に影響を受けていることと、還元強度は二価鉄濃度を指標として評価できることが示された。

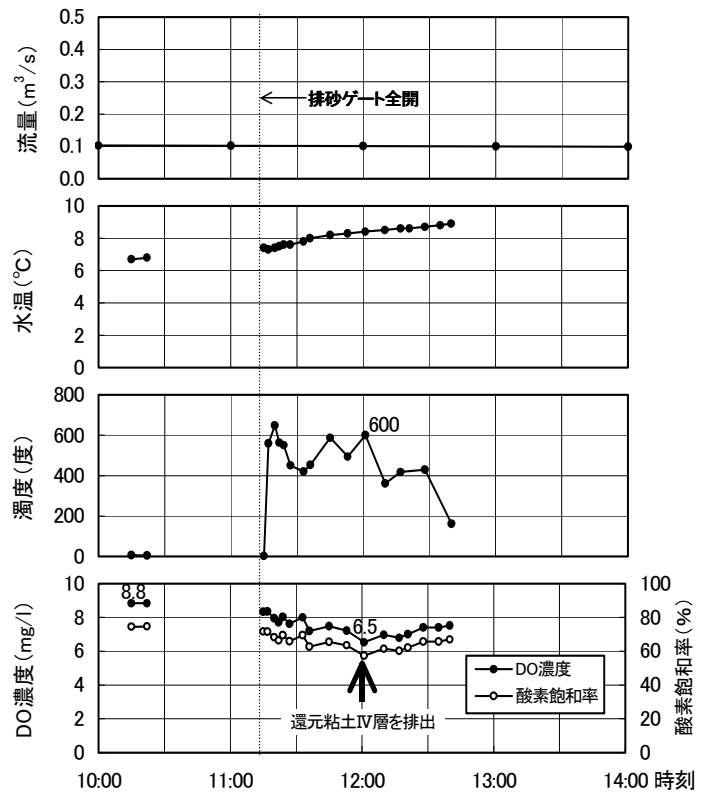


図-3 排砂時の堰堤下流における水質変化

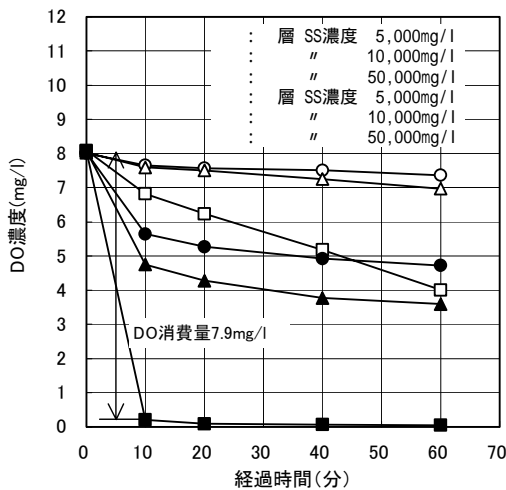


図-4 DO消費試験

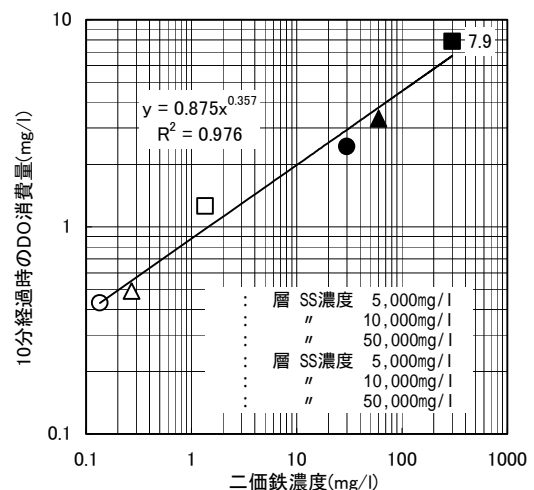


図-5 二価鉄濃度とDO消費量の関係

5. おわりに

今後、出し平ダム・宇奈月ダムに代表される排砂操作や、既設不透過型砂防堰堤のスリット化、ダムの施設改良時の水位低下による濁水発生などに伴って、還元化した堆積土砂の流出が生じ、下流河川の水質に対する問題が多く発生すると考えられる。こうした水質への影響を回避するためには、土砂の人為的なコントロールが必要になると考えられる。今後は貯水池内における土砂堆積機構・土砂移動機構、排砂ゲートによる流量制御と浮遊砂濃度・DOの関係、DOをはじめとする水質の流達機構などについて解明していきたいと考えている。

参考文献

- 1) 第8回黒部川ダム排砂評価委員会資料 H12 年度貯水池モニタリング調査結果について