

1. はじめに

大分川ダムは、洪水調整、水道水の安定供給、ならびに河川環境の保全を目的とし、大分川水系七瀬川の上流に建設が進められているロックフィルダムである。ダム下流の七瀬川流域では、美しい景観やアユなどの水産資源に恵まれた優れた水環境を有している。ダム建設は工事排水に由来する濁水等が場合によっては下流域の自然環境を改変する可能性があるため、地域住民にとってはダム建設開始から完成後に至るまで、いかにダム建設の影響を最小限に抑え、優れた水環境を保全するかが大きな関心となっている。そこで、本研究では大分川ダム建設工事現場から発生する土砂を含む濁水を対象として、その性状を明らかにするとともに、水産資源および河川生態系保全の観点から、水産用水基準¹⁾を満足するための濁水処理（凝集沈殿処理）に関する最適条件を明らかにすることを目的とした。

2. 水産用水基準に準拠した濁度基準の設定

水産用水基準とは、水産資源保護の観点から水域の水質をどの水準に保つべきかを定めた水質基準である。同基準では、「アユの漁獲量に対しては、人為的に添加される濁りが定められ長期にわたる場合の懸濁物（SS）は 5 mg/L 以下」と定めている¹⁾。しかし、懸濁物質の測定は手間がかかるため、本研究では懸濁物質を濁度（カオリン濁度）に換算して研究を進めることにした。大分川ダム建設工事現場から発生する土砂を含む濁水の懸濁物質（S）と濁度（T）の関係は、 $T=0.711S$ （相関係数 $r=0.898$ 、図 1）であり、水産用水基準である懸濁物質 5 mg/L に相当する濁度は 3.5 mg/L であった。したがって、本研究の濁水処理における処理水の濁度基準は 3.5 mg/L 以下と定め、最適条件を検討した。

3. 材料と方法

3.1 濁水の採取と性状調査

濁水の採取は、ダム建設工事区域内のダム周回道路擁壁整備工事現場下の沈砂池（地点 1）とダム建

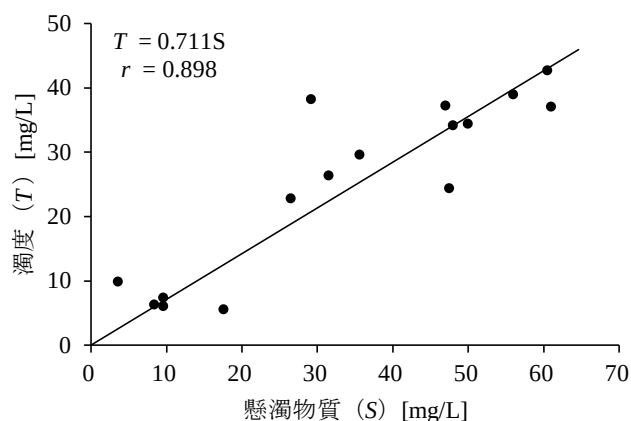


図 1 懸濁物質（S）と濁度（T）の関係

設工事に伴う濁水の流出を防ぐために平成 26 年 3 月に設置されたダム本体建設工事現場下流の濁水処理設備前の沈砂池（地点 2）とした。地点 1 では平成 24 年 6 月 15 日から平成 26 年 6 月 5 日の間に計 5 回、地点 2 では 26 年 6 月 5 日と 11 月 8 日に採取した。濁水の性状調査は、濁水の水質（pH と濁度）、ならびに濁水中の懸濁粒子の沈降速度分布とゼータ電位の測定を行った。沈降速度分布の測定は、採取した濁水を 1000 mL のメスシリンダーに入れて静置し、ガラス管とチューブとシリンジを用いて、8 割水深の濁水を所定の時間ごとに採取し、濁度を測定した。ゼータ電位は顕微鏡電気泳動方式のゼータ電位測定装置（マクロテック・ニチオン社製、ZC-3000）を用いて測定した。

3.2 ジャーテストとゼータ電位の関係

採取した濁水の凝集沈殿処理に関する最適条件を明らかにするため、ジャーテストを行った。試料 500 mL に対し、凝集剤として代表的なアルミニウム系凝集剤である硫酸アルミニウム ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$) を所定量 (10, 20, 30 mg Al/L) 注入し、急速攪拌 (120 rpm) を 1 分間、緩速攪拌 (30 rpm) を 10 分間行った。その後の 10 分間静置（沈殿）し、上澄水の pH と残留濁度を測定した。また、懸濁粒子のゼータ電位から凝集沈殿処理の最適条件を評価するため、ジャーテストにおける急速攪拌後のフロックのゼータ電位と沈殿後の残留濁度を測定した。さらに、

凝集沈殿処理における凝集剤注入率の最適化(低減)を図るため、未処理(凝集剤注入前)の濁水のゼータ電位と残留濁度を3.5 mg/L以下にするために必要な凝集剤の最小濃度(以下、最小凝集剤注入率と称す。)の関係を得ることを目的として、凝集剤注入率を2~8 mg Al/Lに変化させてジャーテストを行った。

4. 結果と考察

4. 1 濁水の性状

水質測定の結果、地点1では、5回の採取試料の全てにおいてpHが高く、10.1~11.5のアルカリ性を示した。採取付近の地盤は比較的Ca成分の多い火山由来の地質から成ることから、pHが上昇したと考えられる。濁度は、5回の測定において30~800 mg/Lであり、変動が大きいものの何れも水産水質基準を超える高い値であった。一方、地点2では、降雨の集水域が広く、沈砂池に多量の雨水が流入するため、濁度は高いがpHは中性付近の低い値であった。

沈降速度分布の測定の結果、平成25年7月4日の地点1の試料を除いた地点1と地点2の全ての試料が24時間静置後も濁度20 mg/L以上の高い状態であることが確認できた。また、懸濁粒子のゼータ電位は、比較的濁度の低かった平成25年7月4日の地点1の試料を除いて、-25~-30 mV程度の値を示し、そのままでは分散して安定な状態を保ち、普通沈殿による処理は困難であることが確認できた。

4. 2 ゼータ電位と最小凝集剤注入率の関係

地点1において平成24年10月18日に採取した試料の12時間静置後の上澄水(初期濁度43.3 mg/L)と平成25年7月4日に採取した試料(初期濁度22.9 mg/L)のジャーテストの結果は、両試料ともに凝集剤注入率が10, 20, 30 mg Al/Lの全てにおいて、処理水の残留濁度が3.5 mg/L以下となった。凝集剤注入率の最も低い10 mg Al/Lにおいても高い凝集沈殿除去率が得られたことから、凝集剤注入率をより小さくできることが考えられた。また、ジャーテストにおける急速攪拌後のゼータ電位と沈殿後の残留濁度の関係から、急速攪拌後のゼータ電位が-10.2 mV ~ +12.0 mVの範囲になるように凝集沈殿処理条件を設定すると、残留濁度が3.5 mg/L以下を満足することが明らかになった。

凝集剤注入率を2~8 mg Al/Lに変化させた場合の

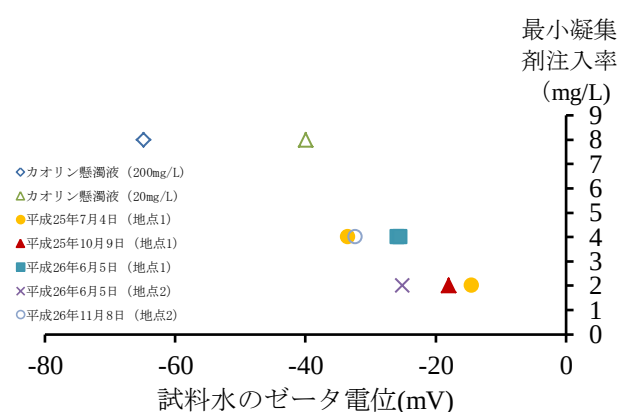


図2 懸濁粒子のゼータ電位と最小凝集剤注入率の関係

試料(未処理)の懸濁粒子のゼータ電位と残留濁度を3.5 mg/L以下にするために必要な最小凝集剤注入率の関係を図2に示す。なお、図2には、本研究での試料の他に、カオリン懸濁液での予備実験の結果も掲載している。図2より、懸濁粒子のゼータ電位がマイナス側に大きくなるにつれて最小凝集剤注入率が高くなり、ゼータ電位が0 mVに近づくほど最小凝集剤注入率が低くなった。本研究で採取したすべての試料のゼータ電位はおよそ-15~-30 mVであることから、本試料の凝集剤注入率は2~4 mg Al/Lまで低減できることが明らかになった。

4. おわりに

本研究で採取した大分川ダム建設工事現場から発生する濁水は水質や沈降速度分布などの測定により、その性状は常に一定ではないことが明らかになった。建設工事の進捗状況に応じて日々性状が異なる濁水を凝集沈殿処理する場合は、ゼータ電位の測定が効果的であるといえる。

謝辞

本研究は、一般社団法人九州地方計画協会公益事業支援による助成研究の一部として実施した。また、現地調査においては、国土交通省九州地方整備局大分川ダム工事事務所から工事区域への立ち入り許可を得た。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 社団法人日本水産資源保護協会：水産用水基準(2005年版), 2006年3月。 http://ay.fish-jfrca.jp/kiban/kankyau/hourei/yousui/suisan_kijyun.html