

# 上椎葉ダムの濁水起源同定について

宮崎大学工学部	学生会員	東俊孝
宮崎大学国際連携センター	非会員	伊藤健一
宮崎大学工学部	正会員	鈴木祥広
宮崎大学工学部	正会員	○入江光輝

## 1はじめに

上椎葉ダムは、宮崎県北部を流れる耳川最上流に位置する。同ダムでは、洪水調節機能は有さず、大規模出水時には非常用洪水吐からの越流で比較的清澈な上澄みが排水され、上流域から流入した高密度の濁水は長く貯留されやすい傾向にある。その結果、耳川全線にわたる濁水長期化の原因となっている。これに対し、堤体改造によって排水方法を改善する対処療法も考えられるが、予算や工期の確保のために至急の対応は不可能である。

一方で、同上流域の濁水発生は、ここ数年で顕著になったという地域住民の声もあり、流域被覆状態の変化がその一因として考えられる。特に、宮崎県内で高強度降雨時の人工林における斜面崩壊が随所に発生しており、同流域にいくつか見られる大規模崩壊地が主たる濁水発生源となっている可能性がある。

そこで本研究では、濁水流出抑制対策を実施することを念頭に、主たる濁水発生源となっている崩壊地の同定を試みた。現地の土砂試料を採取し、隣接する流域のツ瀬ダム流域で実績のある鉱物学的追跡法<sup>1)</sup>を用いて、ダム湖内の懸濁物質と鉱物組成の類似性に基づいて議論する。

## 2 試料と分析方法

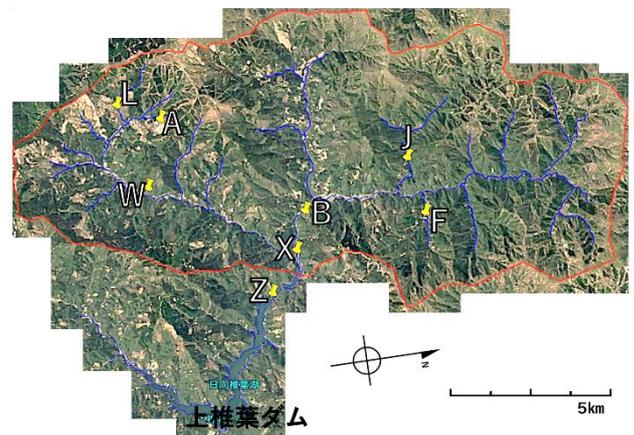
### (1) 試料採取

上椎葉ダムおよびその上流部において2018年12月21、22日に崩壊地の表土および貯水池内堆積物のサンプリングを行った。図-1に上椎葉ダム流域の流域界(赤)、流入河川(青)および崩壊地と貯水池内の試料の採取地点(黄色ピン)で示す。

出水時に流入河川の濁質を採取することが望ましいが、筆者らとの研究室と現地は遠距離であるため、適切なタイミングで採取を行えなかった。そこで、ダム湖内の流入部寄りの水深10m前後の地点(図-1中Z)の細部の底泥を採取した。同地点はいわゆる堆積土砂の

デルタ肩上であるが、同ダムでは近年、水力発電需要増加のために高水位運用を続けており、ここ数年で同地点への細粒土砂の新たな堆積が顕著になっている。したがって出水時に懸濁していた粒子に比較的に近い組成のものが同地点に堆積していると考えられ、同サンプルとの類似性をもとに起源同定を試みた。

図-1 サンプリング地点



また、現地でのサンプリング前に流域内に斜面崩壊地を航空写真で確認して座標を確認し、現地の状況に応じてアプローチ可能な5地点(図-1中A・B・F・J・L)で表土を約500gサンプリングした。

さらに発生源からの輸送途中の河川の淀み部でも沈降した可能性があると考え、河畔の岩陰などに堆積した細粒分も採取した(図-1中W・Z)。これらはいずれも南側に伸びる支流(不田野川)において採取できたが、西および北に延びる本流側ではアプローチ可能な場所に淀み部が見当たらず、試料採取できなかった。

採取したすべての試料は送風定温乾燥器(EYELA製, WF0-600ND型)で103℃の条件下で粘土質の試料に含まれる水分が完全に気化されるまで1時間以上乾燥させた後、90μmのふるいを通し、分析に十分な量とした。

### (2) XRDに基づく類似性評価

全試料の不定方位試料を作成し、粉末X線回析(X-ray Diffraction, XRD)分析による測定を行った。XRDは試料に対しX線を照射角を連続的に変化させ、結晶構造に応じて特定の角度で散乱光が回析作用によりピーク

クが生じる。この回析パターンから結晶構造の類似性を評価する。測定器からの出力は照射角度に対する散乱光強度が示されるので、その波形中に見られるいくつかのピークを抽出し、次の式(1)を用いて定量化する。

$$\text{ピーク強度比(\%)} = \frac{I_i}{\sum I_i} \times 100 \quad (1)$$

$i$ はXRDによって同定にされた鉱物種を表し、 $I_i$ は各鉱物種の代表ピーク強度を表す。

各代表ピーク強度比をベクトル成分とし、クラスター解析によって貯水池底泥試料と各試料の間の類似性を評価した。クラスター間の距離は、ward法を用いて解析を行った。

### 3結果、考察

XRD分析による結果(回析角範囲5~70°)を図-2に示す。全試料について26.6~26.7°に非常に大きなピークが見られる。これは主に石英によるもので、いずれも土壌のサンプルなので、妥当な波形である。しかし、共通した強いピーク強度を解析に含めると相違性の判断が困難となるため、このピークは除いて解析する。また以下では粘土鉱物の差異が顕著に表れる5~26°の範囲に着目してピーク強度比を算出した。

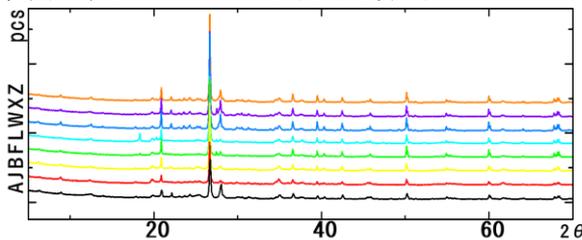


図-2 XRD分析で得られた回析パターン

図-3に5~26°の範囲における全試料の回析パターンを示す。図中、ハッチをかけた回析角が各粘土鉱物の示す特徴的なピーク<sup>2)</sup>で、対応する粘土鉱物を示す略号がグラフ上部に記してある。すなわち、合計6種の粘土鉱物のピークに着目した。

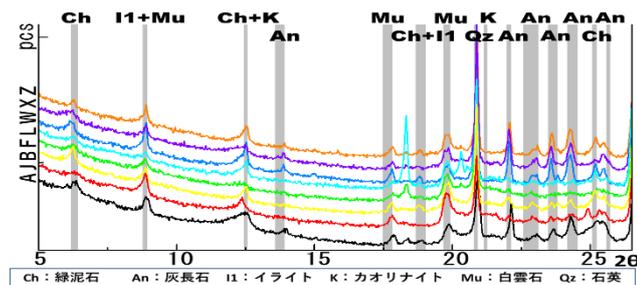


図-3 5~26°の各試料回析パターンとピークに対応する粘土鉱物

得られたピーク強度比を用いて、クラスター解析を行った。その結果からユークリッド平方距離60%を基準とし、3つのクラスターに分類した。W, X(支流の不土野川河道途中)およびA(支流域大規模崩壊地)がダム底泥と同一のクラスターとなった。

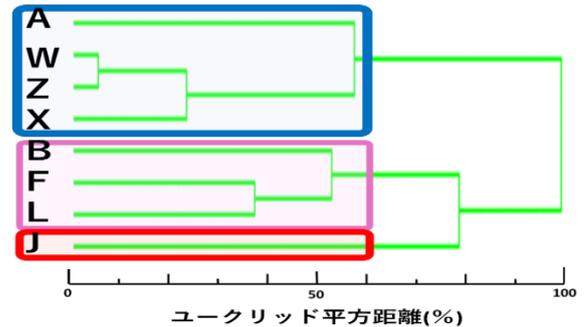


図-4 クラスター解析の結果

特に河道中のW・XはZとのユークリッド平方距離35%以下と非常に近い値を示した。このことから、不土野川からの懸濁物質の流入が多いと考えられる。ただし厳密な発生源同定という観点からすると、底泥Zと崩壊地Aとのユークリッド平方距離がW・Xに比べてやや大きくなっており、このデータのみでは同崩壊地だけが主たる起源とは断言しがたい。少なくとも北部の耳川本流源流部と底泥とは大きく特性が異なり、崩壊地Aが大きく寄与している可能性が示唆された。

今回のXRD分析では簡易に行える不定方位法によって試料を準備したが、粘土鉱物の同定には定方位試料による試料準備が望ましい。試料準備を変更することによって解析の精度が向上することが期待される。

### 4 結論と今後の課題

支流の不土野川が懸濁物質の主たる供給源であることが示唆されたが、同流域の崩壊土砂との類似性はやや低下した。発表では定方位試料の分析結果に基づくクラスター解析の結果を示す予定である。

### 参考文献

- 1) 荒尾靖大, 伊藤健一, 大石博之, 村上俊樹, 鈴木祥広: 鉱物学的解析によるダム堆砂の発生源追跡に関する研究, 土木学会論文集 G(環境), Vol. 72, No. 2, 12-23, 2016.
- 2) 技報堂出版: 日本粘土学会編粘土ハンドブック(第3版), 502-503, 2003.