

XRD 分析による土砂移動追跡調査と土砂の発生源の特定

○中島 海翔^{a)}

^{a)}宮崎大学 総合技術センター

1.はじめに

水害におけるダム貯水池への堆砂の進行により、ダムの洪水調整機能に対する影響が出ている。宮崎県の耳川水系では、平成17年の台風 14 号により、耳川流域の市町村で甚大な被害を受けた。土砂の堆積の影響は浸水被害に大きく関係している。対策として、ダムの通砂運用を実施した。通砂運用実施後の土砂と過去の土砂の鉱物的特徴の類似性を評価することで、土砂の発生源・輸送経路を解明し、適切な災害対策・土砂管理を行うことが期待される。この報告では、XRD 分析を用いて耳川の土砂を調査し、土砂の発生源・輸送経路を解明した研究結果について報告する。

2.分析試料と方法

分析試料は、耳川における塚原ダムから海域までの本川 16 地点と支川 5 地点の計 21 地点から採取した。XRD 分析の前処理として、採取した試料をふるいにかけて、2mm 以下に調整し、四分法を用いて均質に分けた。遠心分離機で上澄みに残る有機物を除去し、乳鉢でおよそ 1~10 μ m の粒形まで粉碎した。XRD で測定する定方位試料を作製した。鉱物用スライドガラスに試料を水で塗布し、乾燥させた。

また、粘土鉱物同定のためにマグネシウム及びカリウムで飽和させた試料(Mg 処理、K 処理)を用意した。Mg 処理では、2試料を作製し、一方には10%グリセロール(GLY)を噴霧させた。K 処理では、3試料作製し、2試料をそれぞれ電気炉で 300 $^{\circ}$ C、550 $^{\circ}$ Cに 30 分加熱させた。1地点に対し、飽和处理の行っていない無処理を 1 試料、Mg 処理2試料(Mg 処理、Mg-GLY 処理)、K 処理3試料(K 処理、K-300 $^{\circ}$ C処理、K-550 $^{\circ}$ C処理)の計6処理の試料を作製し、XRD 分析した。XRD 分析での分析装置は、PANalytical 製の X' Pert-Pro を使用した。得られた X 線回折パターンから含有鉱物を同定した。また、各試料に対する類似性の評価は、X 線回折パターンにおけるピーク強度からピーク強度比を算出し、クラスター分析によって定量的な鉱物含有率の比較を行った。

3.結果

3-1. 土砂の鉱物同定

各地点の X 線回折パターンについてピークサーチを行った結果、類似した回折パターンとピークが得られた。しかし、XRD 解析ソフトの機械的な同定での一貫性はなかった。解析ソフトで同定された鉱物と各地点のピークデータでの比較による鉱物同定を行った。結果、灰長石、石英、方解石、輝石を同定した。粘土鉱物の同定では、無処理及び粘土鉱物同定処理の計6処理のX線回折パターンを比較した(図1)。

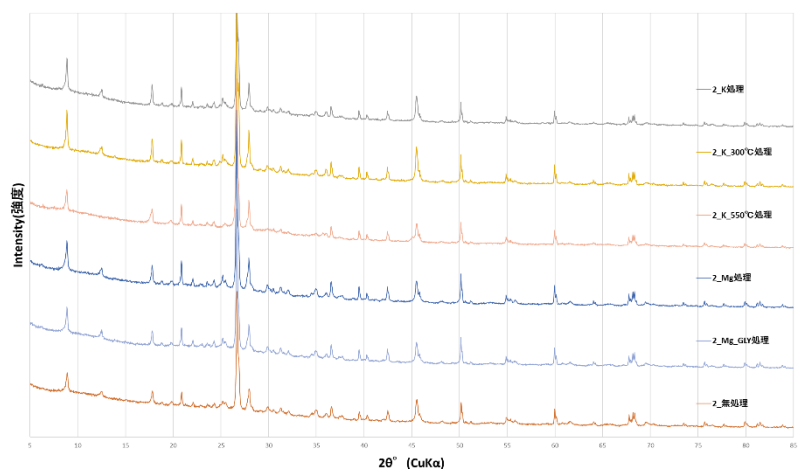


図 1. 地点2における各処理の X 線回折パターン

Mg-GLY 処理及び加熱した K 処理のX線回折パターンにおいて、ピークのシフトは見られなかった。スメクタイト等の膨潤性粘土鉱物はピークのシフトが見られるため、ピークの重なっている鉱物では、各角度で非膨潤性粘土鉱物である緑泥石、カオリナイト、イライト、白雲母が同定された。全地点で同様に、緑泥石、イライト、カオリナイト、灰長石、白雲母、石英、方解石、輝石が同定された。

3-2. 土砂の類似性評価

全地点において XRD 分析による X 線回折パターンは類似しており、同じ鉱物種が同定された。クラスター分析によって、各地点での土砂の類似性の評価を行った。クラスター分析にはピーク強度比の値を用いるが、すべてのピークから強度比を算出すると、石英の 26.6° 付近における非常に高いピークがクラスター分析に大きく影響を与える。そこで、5°-26° の鉱物ピークにおける強度比を用いて行った。

2014 年から 2023 年のクラスター分析の結果(図2)、2023 年では ClusterB の土砂が河川全体に堆積していることが示唆される。2020 年と比較すると ClusterA の土砂が流出し、ClusterB の土砂が七ツ山川・柳原川から流入している。

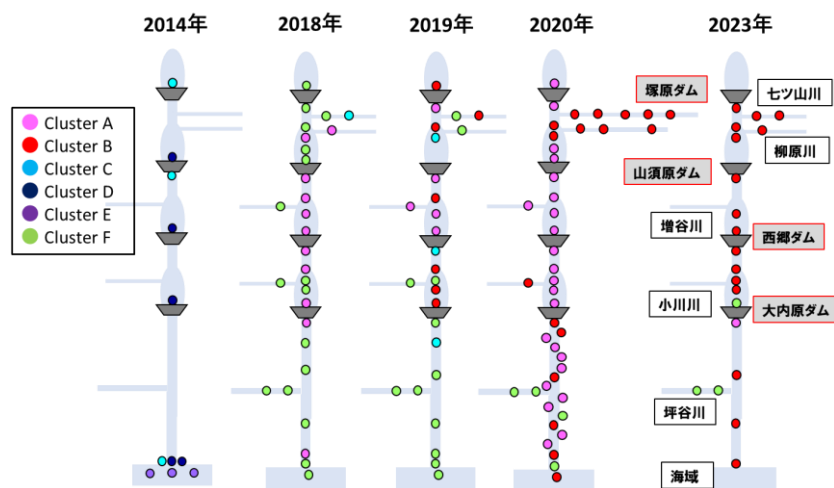


図 2. 2014 年-2023 年の地点別類似評価

4. 結論・考察

耳川の各地点の土砂には、緑泥石、イライト、カオリナイト、灰長石、白雲母、石英、方解石、輝石が含まれ、採取地点に対する鉱物の違いはなかった。ClusterB の土砂が七ツ山川・柳原川から流入し、河川全体に堆積していることから、土砂の発生源は七ツ山川・柳原川の位置する支川付近であることが推測できる。この発生源への適切な土砂管理を行うことで耳川全体の土砂対策につながる。

5. まとめ

XRD 分析にクラスター分析を用いることで土砂を追跡し、発生源と輸送経路を推察することが可能となった。また、土砂追跡調査だけでなく、土壌の同一性の判断といった他分野への応用も期待される。本研究でのサンプルには含まれていないが、膨張性粘土鉱物は地すべり等土砂災害の発生素因の一つである。XRD 分析の粘土鉱物同定により土砂の鉱物を特定することで、近年頻発する自然災害の防災に期待される。