

軽石の密度変化が土砂移動現象に与える影響について

澤田 笙¹ ゴメス クリストファー¹ 厚井 高志²

¹神戸大学大学院海事科学研究科砂防理工学研究室

²北海道大学 広域複合災害研究センター

1. 研究背景

軽石は、多孔質かつ低密度な ($0.2\text{--}0.8\text{g/cm}^3$) 火山碎屑物である。この構造により、軽石は水中で吸水を進行させることで密度が変化し、浮沈挙動にも大きな影響を与えることが知られている [Gomez and Kataoka, 2017]。また、流れに取り込まれた軽石は、他粒子との衝突、擦過に伴って摩耗や破碎を受けて、粒子の質量や形状が変化することが報告されている [Hornby *et al.*, 2020]。

一方で、乾湿履歴が軽石の吸水特性に与える影響に関する研究は少ない。また、吸水の進行過程や乾湿履歴といった履歴的要因が移動挙動に与える影響については、依然として十分に明らかにされていない。

本研究では、軽石の吸水時間および乾湿履歴の違いが移動挙動に与える影響を室内実験で評価することを目的とする。

2. 手法

2.1. 試料

2018 年北海道胆振東部地震による厚真町地すべり崩壊地から採取した軽石（恵庭山由来 En-a 軽石）を用いた。

2.2. 実験装置

直径 2.0m の円形水路を用いた (Fig. 1)。中央のアームを回転させて回転流を形成し、端部のない閉じた水路構造により、浮遊・移動・沈降の一連の挙動を連続的に観察可能な実験系を構築した。水深は約 20cm, 流速は $0.1\text{--}1.0\text{m/s}$ に設定した。

2.3. 吸水処理・乾湿履歴

本研究では、軽石の吸水状態および履歴的劣化の影響を評価するため、以下の条件に基づいて吸水処理および乾湿履歴処理を行った。吸水処理は、軽石を水中に沈める時間に応じて 5 段階に設定し、W0: 0 時間（乾燥）、W1: 1 分、W2: 10 分、W3: 1 時間、

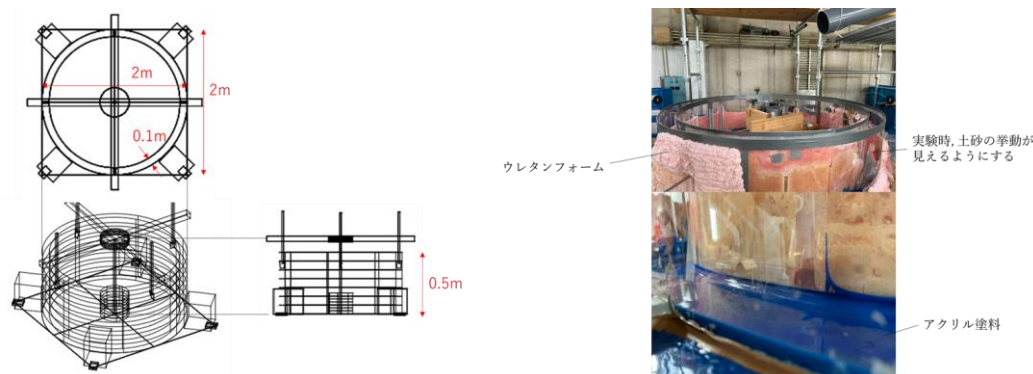


Fig. 1 円形水路詳細（右）とその様子（左）

水漏れ防止のため、ウレタンフォームとアクリル塗料を使用している。

W4: 24 時間とした。また、乾湿履歴については、0 回から最大 5 回までの乾湿繰り返し処理を行った試料群を作成した。

2.4. 測定項目

各処理条件下における軽石の水中挙動を評価するため、高速度 BASLER カメラを用いて、「浮遊時間」「沈降タイミング」「流下距離」の 3 項目を記録し分析した。特に、沈降タイミングについては、軽石が沈降に転じる時間とその挙動を、「浮遊」「半沈降」「沈降」の 3 分類で整理した。

3. 結果

吸水時間が長くなるほど、軽石の沈降が早くなる傾向が確認された。特に W4(24 時間吸収)では、投入後短時間で沈降が始まる傾向がみられた。また、高履歴群では、短時間吸水でも早期に沈降するケースが見られた。

4. 考察

吸水時間の長さに比例して沈降が早まるのは、軽石内部への水分浸透により密度が増加し、浮力が低下することを反映している。これは、軽石の浮遊性が時間依存の吸水挙動に強く影響されることを示している。

一方、高履歴群で短時間吸水でも早期沈降が見られた点は、乾湿繰り返しによる風化的劣化により、表面・内部に微細な破碎やクラックが生成され、吸水経路が増加することが原因と考えられる。

さらに、これらの結果から、自然環境に曝された軽石堆積物は、降雨や乾燥といった外的因子による風化プロセスが、軽石の吸水特性や密度変化に影響を与え、再移動性や浮遊特性が長期的に変質させる可能性

があり、軽石流や堆積物再移動といった二次災害のリスク評価において、時間依存的な材料劣化の考慮が不可欠であることを示唆している。

5. 結論

本研究では、吸水時間および乾湿履歴が軽石の水中挙動に与える影響を室内実験により予察的に評価した。その結果、

- ・吸水時間の増加により、沈降が早まる傾向が確認された
- ・乾湿履歴が多い軽石では、短時間吸水でも沈降が生じることがある

ことから、履歴的な物理的風化が吸水性・密度・移動挙動に影響を与える可能性が高いことが示唆された。また、このような物性の変動は、浮沈バランスの変化を通じて、時間の経過とともに再移動の可能性が変化する現象を引き起こす可能性があり、軽石流や土砂再動化現象の理解において、物理的風化と時間依存性を考慮した新しいモデルが必要であることを示している。

6. 参考文献

- Gomez, C. & Kataoka, K. (2017). The Spatio-temporal control of pumice vesicularity on lahar disaster risks, Research Institute for Natural Hazards & Disaster Recovery, proceeding.
- Hornby, A., Kueppers, U., Maurer, B., Poetsch, C., & Dingwell, D. (2020). Experimental constraints on volcanic ash generation and clast morphometrics in pyroclastic density currents and granular flows. *Volcanica*, 3(2), 263–283. <https://doi.org/10.30909/vol.03.02.263283>