

OpenCV を用いた浅水域における軽石群の軌道追跡に関する実験的検討

鹿児島大学 学生会員 ○加藤成太郎  
 鹿児島大学 非会員 井崎丈  
 鹿児島大学 正会員 長山昭夫

1. 背景・目的

2021 年 8 月、小笠原諸島福德岡ノ場の海底火山が噴火した。この軽石群が 2 か月後に沖縄諸島・奄美諸島沿岸域に漂着したことは記憶に新しい。一方、鹿児島県の活火山である桜島の最大級の噴火は 1914 年に発生した大正大噴火である。この噴火では大量の軽石が鹿児島湾内全域に漂着(写真-1)したことにより、重要港湾の機能回復までに多大な時間が費やされた。これまでに漂流物に関する検討は数多くなされているが、軽石の群衆としての検討は、再現性の困難さから詳細な検討が進んでいない。そこで本研究は断面水槽を使用し、波場における軽石の軌道が軽石の個数に影響を受けるかについて模型実験を行った。

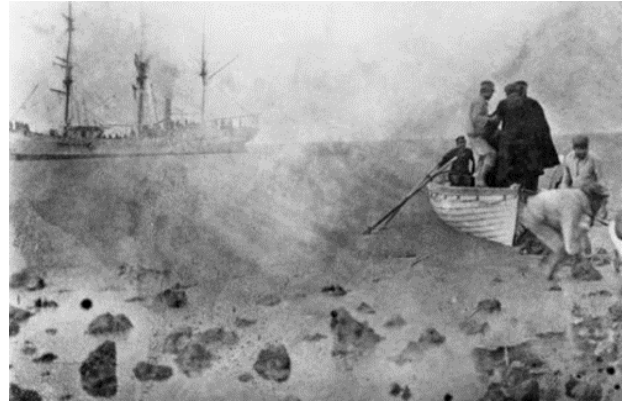


写真-1 鹿児島湾の軽石除去 桜島大

正噴火デジタルアーカイブ、鹿児島県立博物館提供

2. 実験方法

図-1 に使用した断面水槽を示す。断面水槽は全長 25.3m、幅 1.0m、水深 1.11m である。沖側のフラップ式造波装置で造波した。有義波高は ch1 から順に、62.53mm・69.33mm・80.44mm、有義周期は ch1 から順に 3.23s・3.16s・2.83s となった。使用した軽石は市販されている南大隅地方産であり長径は 35mm から 92mm の範囲であった。また、漂流物を軽石・木材(杉材)・ピンポン玉とし、図中の投入位置から自由落下させた。さらに軽石は単体と 50 個とし、それ以外の漂流物は単体とした。漂流物の移動についてはハイスピードカメラで撮影し、撮影条件は 120fps とした。また画像解析は、OpenCV(Open Source Computer Vision Library)を用いた。

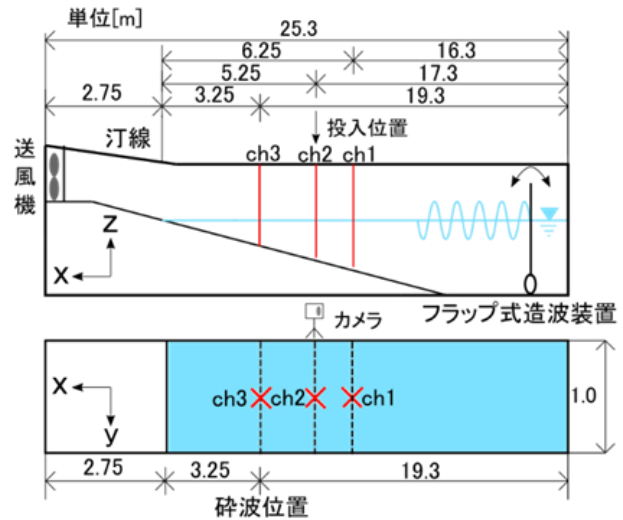


図-1 断面水槽

は浅海波にあたり、実際の造波は理論値とは必ずしも一致しない。そのため水粒子理論軌道と実際の水粒子軌道を最も表現していると思われるピンポン玉の軌道が異なる結果となった。特に、波の峰から谷に水面が移動する際の軌道左半分においての差異が大きい。またこれらの傾向は漂流物の違いに影響を受けず同じ傾向であることを確認した。次に、軽石を 50 個漂流させた場合の軌道について検討を行った。50 個の軽石を漂流させた場合、複数のグループが形成さ

3. 実験結果と考察

取得した単体漂流物の軌道軌跡と水粒子理論軌道を比較した結果を図-2 に示す。今回の造波

れ、このグループが維持された状態で沖から岸まで漂流した。各条件における軌道を整理した結果を図-3 に示す。この図には、軽石 50 個全ての軌道データを取得し、特徴的な 2 パターンの軌道を示す。黄色の軌道は漂流状態での岸側最端部に位置する軽石の軌道を示す。また橙色は、中央付近での軽石の軌道を示している。黄色軌道は、左半分位置が大きく前進(岸側に移動)していることがわかる。これは水面が峰から谷に変化する際に、他の軽石との衝突により岸側により移動するためである。このような現象は特に軽石群の端部で発生しやすいことを確認した。一方、橙色軌道は軽石群の中央付近に位置するために、周辺の軽石群の存在により移動が阻害されていることがわかる。単体の場合と比較しても移動量が少ないことがわかる。

次に、ピンポン玉の軌道を基準値として、軽石の軌道の MAE を算出した。その結果を図-4 に示す。MAE は水平方向と鉛直方向に分けて算出した。この図から、軽石単体と比べて、軽石 50 個の先端部分(黄色)においては鉛直方向誤差は小さく、水平方向誤差が 2 倍大きくなることがわかる。一方、軽石 50 個の中央付近(橙色)においては、鉛直方向誤差は小さく、水平方向誤差は大きくなる結果となった。これらの違いが軽石が群体として漂流する特性を示しており、群体として軽石が移動する際は、軽石全体の鉛直方向の移動が制限される一方で、軽石が位置する場所により、水平方向の移動が助長されることがわかる。

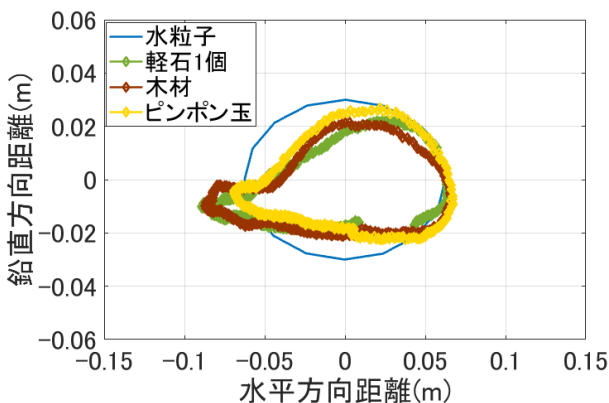


図-2 各漂流物の軌道と水粒子理論軌道

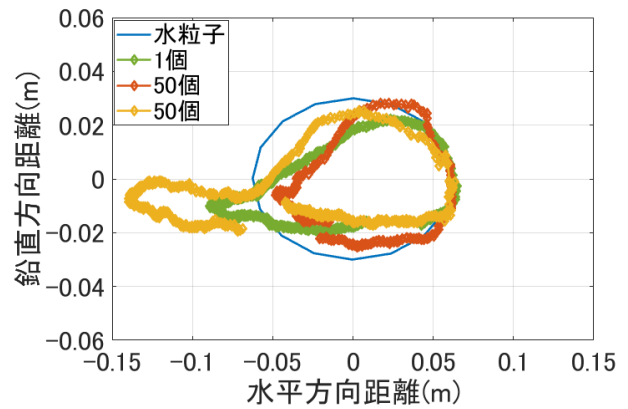


図-3 軽石 1 個 50 個漂流時の軌道比較

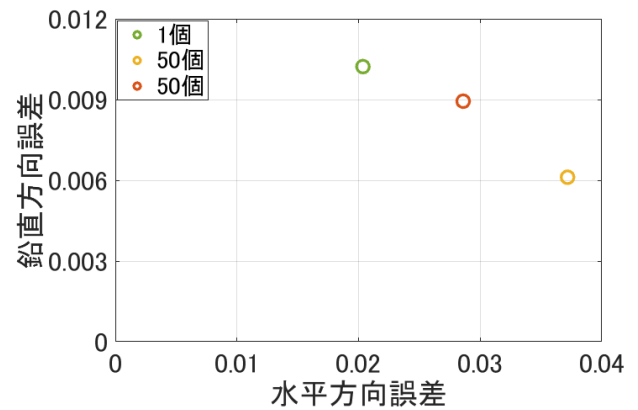


図-4 MAE(平均絶対誤差)

#### 4. まとめ

- (1) 水粒子軌道と相関が高いと予想されたピンポン玉の軌道は、結果として水粒子の理論軌道と異なっていた。軌道左半分における差異が大きいが、この傾向はどの漂流物においても同じ傾向であった。
- (2) 50 個漂流時の軽石は、1 個漂流時の軽石と比較し、前進した軽石は約 1.33 倍前進し、停滞した軽石は約 0.73 倍しか前進していなかった。また、50 個漂流時同士での軽石の比較は、前進した軽石は停滞した軽石より約 1.82 倍前進していた。
- (3) 50 個漂流時の軽石は、1 個漂流時の軽石と比較し、他の軽石に阻害され停滞した場合は水粒子と近い軌道を示す。