

## 軽石の漂流風洞実験と SPH 法による漂流物移動過程の検討

土木大学 正会員 ○長山 昭夫  
 土木大学 非会員 井崎 丈  
 土木大学 非会員 松田 健宏

### 1. 目的

近年、鹿児島県の桜島は噴火活動が活発であり、大正大噴火級規模の噴火の発生が示唆されている（内閣府防災担当）。大正3年に発生した大正大噴火では大量の溶岩流・軽石・火山灰が鹿児島湾内全域に広がり、主要港湾は機能不全に陥ったことが報告されている（写真-1）。しかしながら、鹿児島湾内での軽石の漂流過程について詳細に検討した事例は見当たらない。さらに軽石は密度が  $0.4\text{g/cm}^3$  と小さく海水面付近で長時間浮遊するために、その移動特性は風場に強く影響を受ける。以上より本研究では、軽石を漂流物と設定し、密度の近い木材を比較対象物として風洞実験を行った。さらに Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH 法) より、堤防と砂浜を想定した沿岸地形における漂流物の移動過程について検討を行った。

### 2. 実験方法

図-1 に風洞装置を示す。この装置は長さ 30m・幅 1.1m・高さ 1.1m、陸側には勾配 1/20 の斜面が設置されており、沖側水深が 0.64m となっている。造波については、陸側端部の送風機が吸気する条件（風有と表記）と沖側端部のフラップ式造波機による条件（風無と表記）とし、沖側有義波高 0.32m と沖側有義周期 0.16s を一致させる条件とした。また風速は沖側で 10.6m/s となった。対象漂流物を軽石（色付、A～J）の 13 個・シュリザクラ・ケヤキ・ピンポン玉とした。これらの漂流物を図-1 中の投入位置（陸側端部から 14m 位置）から自由落下させて実験を行った。

### 3. 実験結果

図-2 に各漂流物の移動距離を示す。図中の点線は図-1 波高計 WG2WG3 位置（水深 0.310m、0.105m）と汀線位置（水深 0.000m）を示している。この図より、漂流物が軽石と木材の場合、風の有無により漂流物の移動距離が大きく異なった。今回は風速 10.6m/s が定常的に発生しており、総じて漂流物の移動速度が 4 倍ほど大きくなることがわかった。次に風の有無による漂流物の物性値と移動速度の関係につ



写真-1 港内に堆積した軽石群の除去作業  
 （鹿児島県立図書館デジタルアーカイブ提供）

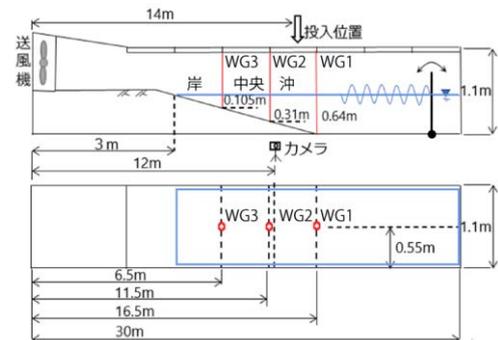


図-1 風洞装置寸法

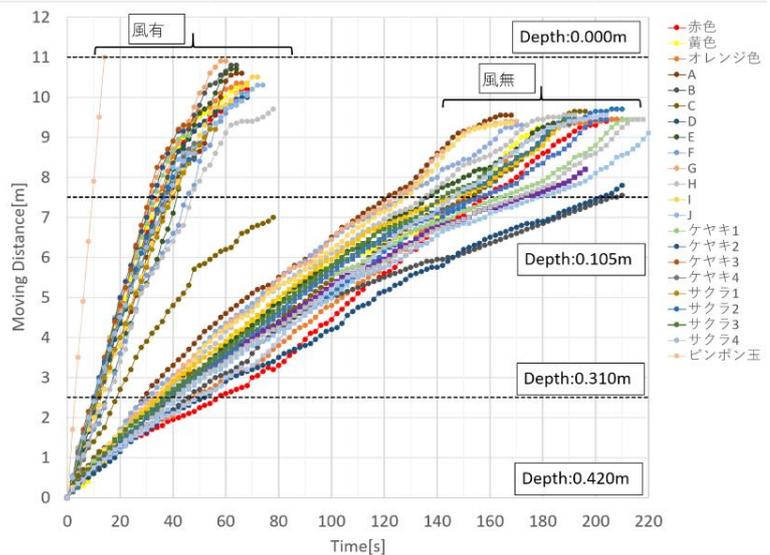


図-2 漂流物の移動距離

キーワード 大正大噴火, 軽石, 風洞実験, DualSPHysics, SPH 法

連絡先 〒890-0065 鹿児島県鹿児島市郡元 1-21-40 鹿児島大学学術研究院 TEL 0992-85-8475

いて検討を行った。その一例を図-3 に示す。この図は軽石の密度と移動速度を示す。凡例の沖・中央・岸は図-1 の波高計位置と汀線の区間に対応している。この図より風がない場合の軽石の移動速度は、密度にほぼ依存せず 0.05m/s と一定値となる。一方、風速が生じている場合は軽石の位置により移動速度が 0.1m/s から 0.25m/s となる結果となった。

#### 4. 数値実験

次に沿岸地形での波による漂流物の移動特性について検討を行った。今回、オープンソースの SPH 法である DualSPHysics (<https://dual.sphysics.org/>) を使用した。図-4 に計算領域を示す。計算領域は岸沖方向 3.00m・沿岸方向 0.50m・高さ 0.50m とし、沖側水深を 0.10m とした。また岸側に勾配 2/5 の斜面と中央部に堤防を想定した長さ 0.25m・幅 0.10m・高さ 0.25m の構造物を設置した。漂流物は一辺 0.05m の直方体とし、沖側に 0.10m 間隔で 40 個を設置した。造波は沖側の壁面をピストン運動することで再現した。

#### 5. 数値実験結果

図-5 に漂流物の移動をトレースした結果を示す。この図は 1s 間隔で 200s までの結果である。漂流物は、堤防前面まで移動すると、堤防前面での入射波と反射波の影響でその場から移動が制限される。この漂流物の移動制限が、漂流物筏（漂流物堆積群）の発生原因のひとつであることがわかる。一方、堤防から離れた位置に設置されていた漂流物は堤防背後に回り込む場合と、回り込んだ後に、汀線付近まで移動する場合が確認できる。これは堤防背面において波高が小さく静穏域であることと、汀線付近の斜面部では堤防の存在により、入射波高に差異が生じるために循環流のような流れが生じていることが影響していることが考えられる。

#### 6. まとめ

- (1) 風洞装置を利用した漂流実験では、漂流物の材質に関係なく風速の有無により、漂流物の移動速度が 4 倍ほど異なることがわかった。無風で漂流物が軽石の場合は、密度に関係なく移動速度は一定であり、風速がある場合はその風速に応じて移動速度が上昇することがわかった。
- (2) SPH 法を利用して沿岸地形を模した地形条件における漂流物の移動について検討した結果、沖合に堤防に代表される遮蔽物が存在する場合、その前面と後面で漂流物の移動が制限されることで漂流物の堆積が助長される可能性があることがわかった。そして構造物前面では波の入射波と反射波による重複波、背面では回折による波高減少が影響を与えていることが考えられる。

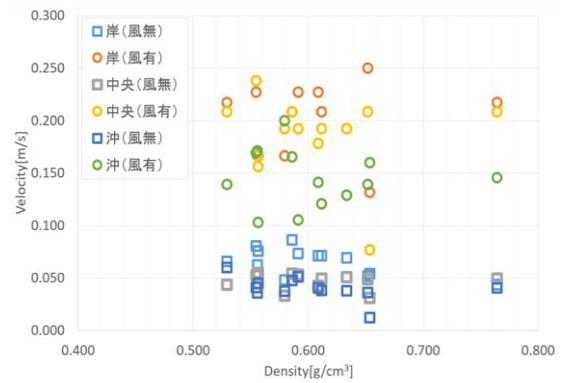


図-3 風の有無による軽石密度と移動速度

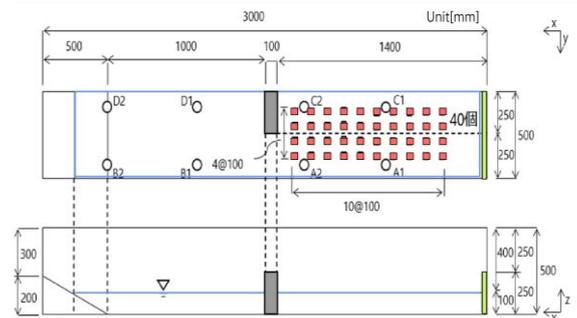


図-4 計算領域

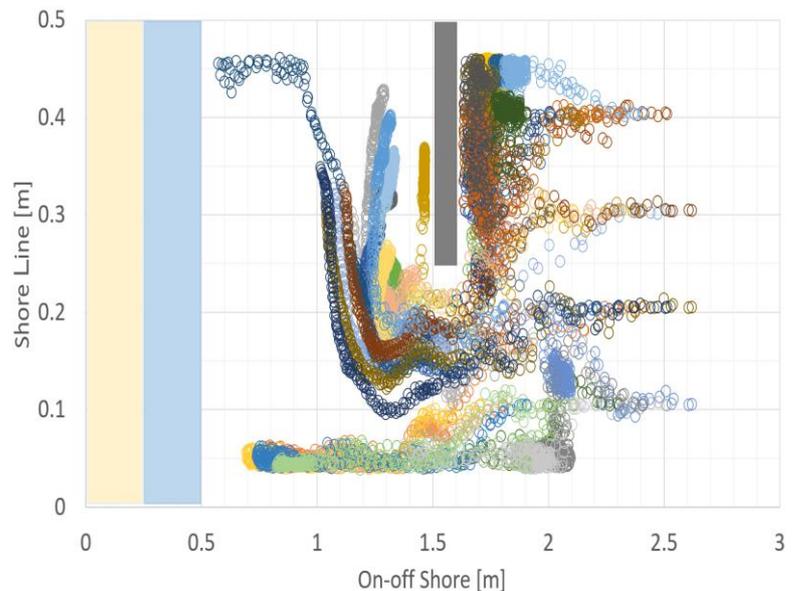


図-5 漂流物の移動トレース