

港湾施設に漂流・漂着する軽石の平面的追跡の実験的検討

鹿児島大学 学生会員 ○田畑魁斗
 鹿児島大学 非会員 井崎丈
 鹿児島大学 正会員 長山昭夫

1.背景と目的

2020年8月に小笠原諸島にある海底火山福徳岡ノ場の噴火に伴い、沖縄諸島と奄美諸島に大量の軽石が漂流・漂着し、船舶の航行困難に陥ったことをはじめとして漁業や観光業に多大な被害を与えた。これを受け国内外の研究機関は軽石の漂流シミュレーションを迅速に公開した。このように大水深における海洋を対象とした数値解析は一定の成果を上げているが、水深10m以浅の沿岸域における軽石群の流動解析については、その再現性の困難さからほとんど行われていない。そこで本研究は、再現性を担保可能な大型平面水槽を使用し、風場における軽石群の面的な移動特性について検討を行った。

2.実験方法

図-1に大型平面水槽内の対象領域、送風機設置位置、波高・風速測点、撮影範囲を示す。撮影にはハイスピードカメラを使用し、撮影条件は画質FHD・60fps・F2.8・ISO80とし、設置高さは水面から3.0mとした。実験方法は、送風機0Bから一定風速(U=5.40m/s)が生じることを確認した後、送風機直前から軽石を10個放流した。写真-1に軽石の放流直後を示す。対象領域における有義波高は0.78mmから5.12mm、有義周期は0.10secから0.50secとなった。また軽石の追跡についてはOpenCV(Open Source Computer Vision Library)を用いて座標値を取得し、各軽石の座標値に関する時間変化を整理した。今回解析対象とする軽石の個数は500個とし、同条件で70回以上実験を行い、軽石の漂流経路についての再現性を担保した。次に風場下での軽石と檜の移動経路について比較検討を行った。ここで使用した軽石と檜の形状分類を図-2に示す。最後に、平面水槽内に突堤を想

定したブロックを2Aから2Dまでの位置に設置し、軽石を2Cから2Dの突堤後方の位置に500個放流した。また今回、送風機の設置位置を0Bから0Dに変更し、軽石の漂流経路がどのように変化するかについて検討を行った。

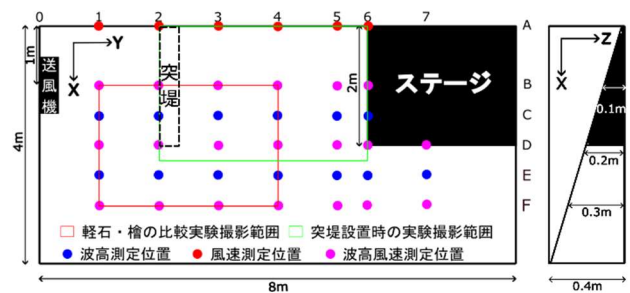


図-1 平面水槽



写真-1 軽石の放流直後

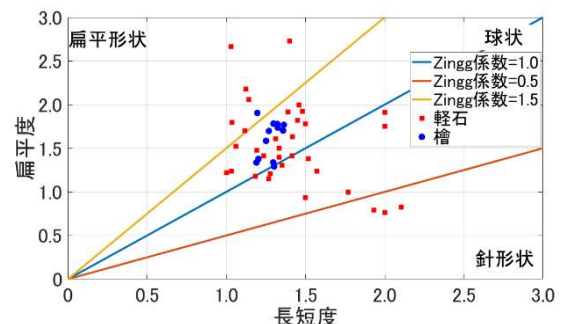


図-2 軽石と檜の形状分類

3.実験結果と考察

図-1中の1Bから漂流した場合の軽石の軌跡を図-3上部、檜の軌跡を図-3下部に示す。軽石は檜

に比べて沖方向 (x 軸方向) に広がりやすいことを確認した。また、軽石は同じ時間でも 350cm 移動しない個体が多いことも確認できる。そこで x 軸方向の移動距離を算出し、それぞれの x 軸方向の平均移動距離は 57.05cm、28.71cm となり、軽石が 1.98 倍長く移動した結果となった。次に軽石と檜の移動速度が時間経過とともに差異を生じることがわかった。このため、撮影時間を以下の 3 つに区分して平均移動速度を算出した。撮影時間を初期 (撮影開始から 9 秒)、中期 (10 秒から 19 秒)、後期 (20 秒から 30 秒) とした。その結果を図-4 に示す。この図より、軽石は全期間において檜よりも平均移動速度が小さくなることが分かった。これは檜が水表面から露出している部分が体積の 2/5、軽石の露出している部分は 1/10 以下となっており、この差が風による移動速度に影響を与え、さらに軽石は檜とは異なり、図-2 に示すように様々な形状を有していることが影響していると考えられる。

次に、実験水槽内に突堤を設定し、その先端位置の 2D から軽石を放流した。また、送風機を 0B と 0D に変更して同じ実験を繰り返した。その結果を図-5 に示す。図中の赤色実線が送風機を 0D に設置した場合、青色実線が 0B に対応する。この図から風場が変化すると、軽石の移動過程が異なることがわかる。特に 0D に送風機を設置した場合、軽石は突堤に沿うように先端部から岸側に移動し、その後に沿岸方向への移動を継続する。また突堤後方における有義波高は、赤色実線では 2.10mm から 3.70mm、青色実線では、1.70mm から 3.20mm となった。また青色実線では岸方向に徐々に小さくなっているのに対し赤色実線では 2B 後方付近まで有義波高が 3.50mm 程度となったために軽石の移動に差異が生じたことが考えられる。次に、軽石が突堤後方で停止または漂着する前までの移動速度を求めると赤色実線が 2.57cm/s、青色実線が 2.83cm/s となった。これは、青色実線においては、2D の波高が赤色実線より 2mm 以上高いこと、漂流開始直後に突堤後方に大量に留まるためである。

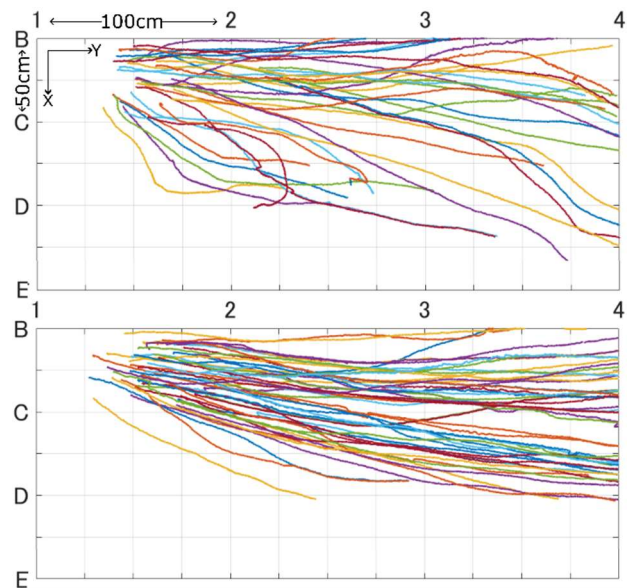


図-3 軽石 (上図)・檜 (下図) の軌跡

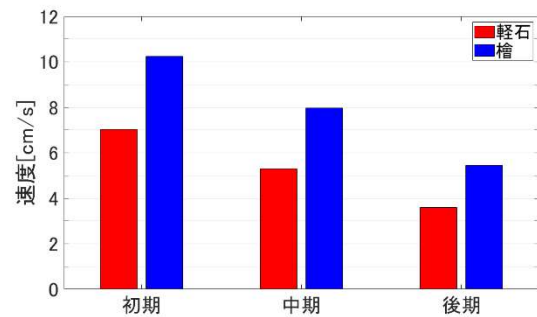


図-4 軽石・檜の平均速度

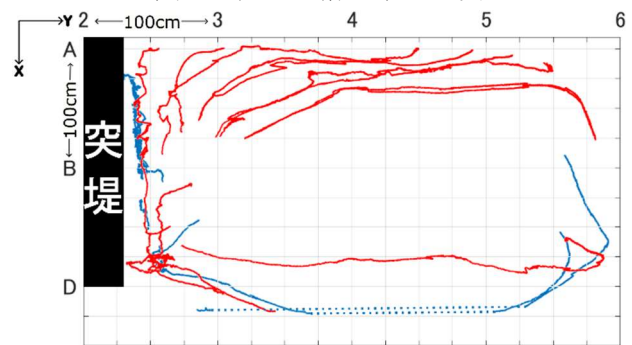


図-5 送風機 B0 (青)・D0 (赤) 地点の軌跡

4.まとめ

- (1)同じ風場においても軽石と檜では移動過程が異なり、軽石は、檜に比べ岸沖方向への移動距離が 2 倍程度大きくなった。
- (2)突堤後方に漂流した軽石は有義波高が岸方向に 3.50mm 程度の高さを保つことで漂着した。
- (3)突堤後方に漂流した軽石は有義波高が 1.70mm 程度では留まり続け、漂流してきた速度に依存しない。