

IoT機器を活用した海岸侵食把握の試行

海岸礫の挙動を遠隔かつリアルタイムで把握

キーワード：海岸侵食, 鉄道災害, UAV, 小型GPS, IoT

環境部 なかむら 中村 こういち 光一・い き 峯 しんじ 信二

はじめに

太平洋の沿岸域にある礫浜において、近年、巨大台風の影響にともなう高波により、海岸を構成する礫が大量に移動して、一時的に消失する現象が発生しました。当該区間では、鉄道護岸の矢板および支持地盤が露出した状況になりました（図1）。

これまで、本線を管理する西日本旅客鉄道株式会社では、監視カメラの設置や横断測量で被災状況を確認するとともに、侵食要因である礫の挙動について予測計算をしていましたが、波高と侵食量の相関など、不明な点が多く有効な対策が講じられませんでした。そこで、本調査では位置情報の追跡が可能なIoTセンサを組み込んだ「模擬礫」を試作して、海岸へ設置し、台風襲来前後の礫

の挙動を計測しました。

併せて、簡易地形測量（VRS-GNSS方式による単点観測）とUAV写真撮影を行い、これらの調査結果から、礫の挙動を把握しました。

本稿では、模擬礫の試作と現地における実験の結果および課題について報告します。



図1 台風襲来前（左）と後（右）の海岸侵食状況

IoT機器搭載の模擬礫の試作

海岸の砂礫の移動を把握する漂砂調査はこれまで蛍光塗料で着色した砂礫を現地へ投入し、これを数日間隔で採泥することにより把握する方法が主流でしたが、着色した砂礫の発見率は低く、多大な労力がかかっていました。

そこで本調査では、①スマートフォンを使って遠隔でも位置情報が取得できる、②リアルタイムに移動経路が把握可能、③履歴が記録できる、④小型かつ安価との条件を念頭に機器の比較検討を行い、これら条件を満たしたTrackimo社の小型GPS「TRKM010」を選定して、模擬礫を試作しました（図2）。

試作前に神奈川県で海岸でテストをして課題を整理した後、耐久性、防水性に優れ荒天時にも動作可能なことを確認し、また、現地の礫と似たものにするため、色は黒とし、大きさ、重量は現地の大礫（10cm～15cm、700g）と同等のものとししました（図3）。なお、使用し

た素材は破損を防ぐため、ガラス繊維を含む強化プラスチックを採用しました。



図2 制作した模擬礫（左）と使用した小型GPS（右）

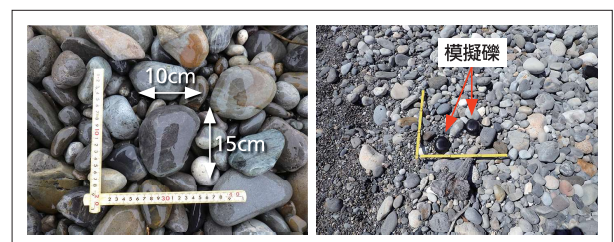


図3 現地の礫（左）と模擬礫設置状況（右）

模擬礫の移動履歴

模擬礫は2019年7月29日に現地海岸における横断方向の汀線側・海岸中央・鉄道護岸側へ全11個設置し、1時間毎に位置情報を取得しました。模擬礫設置から1週間後の8月5日から16日にかけて台風10号の有義波高3mを越える高波が襲来しました(図4①、②)。この期間にほとんどの模擬礫で移動が確認され、南から北へ押し寄せる波向きと調和的に、南側から北側へ移動した後、護岸に沿って沿岸方向に移動していました。

設置場所ごとの模擬礫の移動特性を見ると、汀線側では、鉄道護岸側へ移動した後、多くが8月5日に海中に移動して追跡がロストしました。海岸中央では、陸側と北(沿岸)側へ移動し、多くは8月9日～10日に海中に移動して追跡がロストしました。鉄道護岸側では、移動範囲が小さかったものの、8月8日～9日にすべて海中に移動して追跡がロストしました(図5)。

以上から、大局的な模擬礫の移動は汀線から始まり、南側からの波の影響を受け、北(沿岸)側に移動した後、海中へ移動することがわかりました。

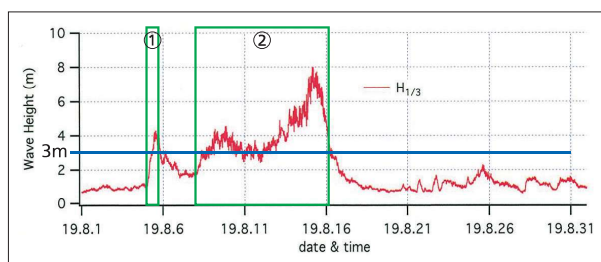


図4 ナウファス(国土交通省波浪観測データ)
「尾鷲沖」有義波高の推移

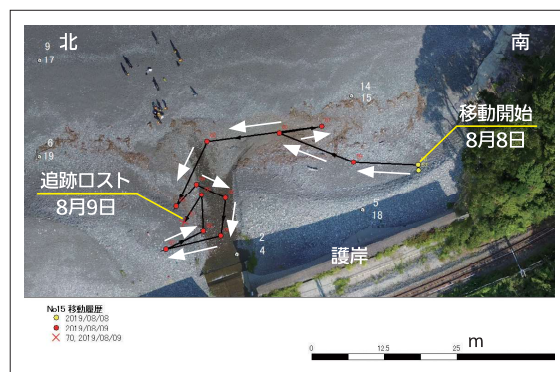


図5 鉄道護岸側に設置した模擬礫の移動履歴

標高段彩図からみる地形変化

台風10号襲来前後の簡易地形測量、UAV画像(標高データ)から地盤の標高差を示した標高段彩図では、南側の護岸付近では、汀線は最大で54m後退し(図6①)、海岸南端では3～4.5m侵食(図6②)されていました。

一方、赤丸の範囲では1～2mの堆積がみられました。このことから、海岸南端の礫は、高波で北(沿岸)側へ移動することで侵食が起り、北(沿岸)側では礫が堆積することがわかりました。

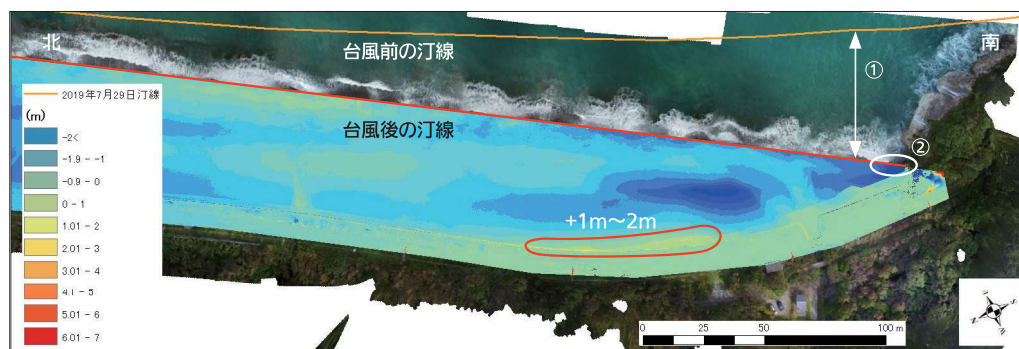


図6 台風10号襲来前後の標高段彩図

おわりに

本調査では、小型GPSを取り付けた「模擬礫」を試作して、海岸へ設置し、台風襲来前後の礫の挙動を追跡しました。また、UAV画像、簡易地形測量から侵食量を把握し、これらの結果から、有義波高3mを越えると汀線側の模擬礫から移動が始まり、海岸南側から鉄道護岸側へと侵食が進行し、やがて模擬礫は海中へ移動して追跡がロストすることがわかりました。

参考文献

1) 青木伸一、濱野智紀、中山太土、桶谷栄一、平松孝晋、中村光一(2020):極浅海域の波浪と礫の移動から見た礫浜の応答特性に関する一考察,海岸工学論文集B2, vol76, No.2

一方、侵食後の回復過程は模擬礫のGPSが水中で位置情報を取得できないため把握できませんでした。

今後は水中での移動履歴が追跡可能な慣性航法装置付きのトラッカーを小型GPSと併用して、海岸と海中での模擬礫の挙動を把握し、予測計算と併せた海岸侵食のメカニズムの解明を検討していきたいと考えています。