

令和 6 年 5 月 12 日現在

機関番号：26402

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K18755

研究課題名（和文）海洋プラスチックごみ削減に資する海岸漂着物の量と質の調査手法の確立

研究課題名（英文）Investigation of the amount coastal plastic debris and their reduction

研究代表者

佐藤 慎司（SATO, Shinji）

高知工科大学・システム工学群・教授

研究者番号：90170753

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,000,000円

研究成果の概要（和文）：海洋漂流物は、波浪の作用により海岸に漂着・集積するため、海岸での賦存量を把握することは、汚染の深刻度を推定し回収対策を計画するうえで重要な基礎資料となる。プラスチックごみの検出手法に関する研究が行われてきたものの、調査のコストや解像度などに課題が多い。本研究では、マルチスペクトルカメラを搭載したUAVによる海岸漂着プラスチックごみの量・質の検出・分析を、海浜表面のスペクトル特性を利用し行う手法を確立した。また、プラスチックごみの集積域とその季節変動を分析し、集積域でのごみ回収を繰り返すことで、低労力に効果的に回収でき、プラスチックごみの削減に資することが明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

海洋プラスチックごみについては、G20サミットなどにおいて国際合意がなされ、削減に向けた取組を進める必要がある。特に、粒径5mm以下のマイクロプラスチックは生態系への影響が懸念されている。海洋漂流物は、波浪の作用により海岸に漂着・集積するため、海岸での賦存量を把握することは、汚染の深刻度を推定し回収対策を計画するうえで重要な基礎資料となる。プラスチックごみの検出手法に関する研究が行われてきたものの、調査のコストや解像度などに課題が多い。本研究では、マルチスペクトルカメラを搭載したUAVによる海岸漂着プラスチックごみの量・質の検出・分析を、海浜表面のスペクトル特性を利用し行うことを目的とした。

研究成果の概要（英文）：A field study was conducted for marine plastic waste drifted on sand-gravel beach on Kochi Coast by using a 10-band multi-spectral camera mounted on a RTK-UAV. Opaque plastic debris were identified by pixel-based analysis of three parameters, standard deviation of 10-band spectra, Normalized Difference Vegetation Index and correlation between spectrum and wavelength of multi-bands. Distribution of debris was changed by storm waves due to a typhoon. Many micro-plastic debris, with diameter smaller than 5 mm, were found below wood debris. The presence of resin pellets, the primary microplastics, appears to indicate the progress of marine plastic pollution even on relatively clean Kochi Coast.

The reduction of the coastal debris was found to be efficient by removing the debris in accumulation areas alone.

研究分野：海岸工学

キーワード：海岸・海洋ごみ プラスチックごみ 海岸ごみ回収

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

海洋プラスチックごみは、G20 サミットなどでの国際合意に基づき、削減に向けた取組を進める必要がある。海洋漂流ごみは、波浪の作用により海岸に漂着・集積するため、海岸での賦存量を把握することは、汚染の深刻度を推定し回収対策を計画するうえで重要な基礎資料となる。本研究では、海岸漂着プラスチックごみの量と質の分析について、UAV を用いた実用的で効率的な調査分析手法を開発することを目的とした。

2. 研究の目的

海洋漂流物は、波浪の作用により海岸に漂着・集積するため、海岸での賦存量を把握することは、汚染の深刻度を推定し回収対策を計画するうえで重要な基礎資料となる。プラスチックごみの検出手法に関する研究が行われてきたものの、調査のコストや解像度などに課題が多い。本研究では、マルチスペクトルカメラを搭載した UAV による海岸漂着プラスチックごみの量・質の検出・分析を、海浜表面のスペクトル特性を利用し行うことを目的とした。

3. 研究の方法

物部川河口東側の離岸堤背後の砂礫海浜を対象領域として、UAV による海浜調査を実施した。海岸堤防から離岸堤までの岸沖約 200m、沿岸約 300m の漂着ごみが比較的多い領域において、2021 年 8 月末から 10 月にかけて数回調査を実施した。マルチスペクトルカメラを搭載した UAV を自律飛行させ、海浜の画像を取得した。マルチスペクトルカメラでは、可視領域から近赤外領域にかけて波長 444nm ~ 840nm の範囲の 10 バンドの反射輝度を記録した。高度 40m から約 9,000 枚のマルチスペクトル画像（地上画素寸法約 3cm）を取得した。これらに加え、ごみが集積していた堤防基部と汀線付近を対象に、高度約 10m から高解像度のマルチスペクトル画像も取得した。

4. 研究成果

(1) マルチスペクトルカメラによるごみの分析：高精細マルチスペクトル画像をピクセル精度で位置合わせをし、海浜表面のスペクトル特性を分析した。砂、礫、木くず、植生、不透明プラスチック、透明プラスチックの 6 種類に対するスペクトル特性を比較したところ、木くず、植生、不透明プラスチックの領域では輝度の標準偏差が大きいことが判明した。さらに、植生指標である NDVI や光の波長に対する輝度増加率 a を加えて判定することで、不透明プラスチックの領域を抽出できることが確認できた。

(2) マイクロプラスチックごみの詳細調査：粒径 5mm 以下のマイクロプラスチックは、UAV 撮影画像から検出することは難しい。そのため、上述の分析でプラスチックごみが多く確認された領域において、詳細調査を実施した。塵取りで海浜の表層砂を深さ 1cm、20cm 四方程度採取し、海水を入れたバケツに投入・攪拌し比重分離法により粒径 5mm 以下の浮遊物として硬質プラスチック片や発泡スチロール片を数多く抽出した。さらに、木くずが集積する直下の砂面を目視で精査したところ、数粒のレジンペレットが確認できた。すなわち、太平洋に面し、比較的海浜ごみが少ない高知海岸においても、マイクロプラスチックによる海岸・海洋汚染が進んでいることが明らかとなった。

(3) 台風前後の変化：調査期間中の 10 月 1 日に台風 16 号による影響で、有義波高 4.1m、有義波周期 15.1 秒のうねりが来襲し、調査地も堤防基部まで波が遡上した。台風前後の UAV 調査からごみの分布を比較したところ、木くずは、台風前には汀線に沿って広く分布していたが、台風後は、海浜部からは消失し、堤防基部のみで確認された。これに対してプラスチックごみは、台風前には堤防基部や木くず集積領域に散在していたが、台風後は堤防基部への集積が進んでいることが判明した。海浜表面に占める被覆度を台風前後で比較すると、木くず領域は半分以下に減少したのに対し、プラスチックごみの領域は約 30% しか減少しなかった。海岸に漂着したプラスチックごみは、海浜全面に波が遡上する高波浪状態になっても流出しづらく、堤防基部などへの集積が進むことも確認できた。

(4) 以上の研究により、マルチスペクトルカメラを搭載した UAV により、海岸に漂着したプラスチックごみの分析が可能であることが明らかとなった。一方で、ごみが集積するメカニズムは不明瞭であり、また、UAV 調査の解像度では、粒径 5mm 以下のマイクロプラスチックの調査は困難であるため、これらに焦点をあてた研究を実施した。

ごみ集積のメカニズムについては、海洋流れの分布と流れの収束・発散との関係を分析した。気象庁により公開されている海洋流れの流速値を分析し、流れの divergence、収束・発散の分布を可視化した。その結果、海岸にごみが集積するとされる離島において、流れが島に当たる地域と島の背後で流れが収束する地域に、ごみが集積しやすいことが確認された。すなわち、海洋流れの収束域にごみが集積し、これが海岸に輸送される地域に漂着することが明らかとなった。マイクロプラスチックの分析では、まず、砂礫海岸でマイクロプラスチックを識別する手法について検討した。プラスチック粒子は砂粒子と区別が付きにくいものの、「逆光」状態では光の透過特性により、両者の区別が付きやすいことがわかった。現地では、ライトを持参して、これを

逆光条件となるように照射することにより、確実かつ容易な識別が可能となり、調査効率が格段に向上した。さらに、プラスチック粒子と砂粒子では、比重が異なるため、微風による動揺挙動に違いが生じる。現地調査では、逆光ライトに加えて、プロワーを併用することにより、比重の違いによる粒子動揺特性の違いも活用するのが極めて有効であることも確認できた。

発表論文

- 1) 佐藤慎司・江口 友美：UAV 搭載マルチスペクトルカメラによる海岸プラスチックごみの分析、土木学会論文集 B2 (海岸工学)、78 巻, 2 号, p. I_1063-I_1068、https://doi.org/10.2208/kaigan.78.2_I_1063、2022 年 11 月。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 佐藤慎司, 江口友美	4. 巻 78
2. 論文標題 UAV搭載マルチスペクトルカメラによる海岸プラスチックごみの分析	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 土木学会論文集B2 (海岸工学)	6. 最初と最後の頁 I_1063, I_1068
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/kaigan.78.2_I_1063	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 江口友美
2. 発表標題 UAV搭載マルチスペクトルカメラによる海岸プラスチックごみの分析
3. 学会等名 海岸工学講演会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------