

## 小豆島を舞台とした海洋ごみ問題解決への取り組み： クリーンオーシャンアンサンブル

NPO 法人 クリーンオーシャンアンサンブル

**江川 裕基**

NPO 法人 クリーンオーシャンアンサンブル

**小島 友佳**

NPO 法人 クリーンオーシャンアンサンブル

**谷本 早紀**

NPO 法人 クリーンオーシャンアンサンブル

**石山 翔午**

香川大学 農学部 博士研究員

**中國 正寿**

この度、私たちクリーンオーシャンアンサンブルでは、2023年度 瀬戸内海研究フォーラム in 山口にて、最優秀発表賞を頂くことができ、さらには、本誌への寄稿の機会を頂きましたことを深く御礼申し上げます。本稿では、私たちクリーンオーシャンアンサンブルの立ち上げから現在およびこれからの活動内容にいたるまで、ポスター発表内では紹介しきれなかった内容を書き記させていただきます。本稿を通して、私たちクリーンオーシャンアンサンブルの挑戦について知っていただくと嬉しいです。

クリーンオーシャンアンサンブル(Clean Ocean Ensemble, 略称:クリアン)とは、Clean(綺麗な)、Ocean(海を)、Ensemble(一緒に取り戻そう)との団体名のもと、2020年12月10日に発足した特定非営利活動法人(代表:江川裕基)です。クリアンでは、小豆島を拠点として、「海洋ごみゼロの世界」をビジョンに、長期的かつ持続可能な海洋資源の利用を実現するため、革新的な回収技術の開発やビジネスモデルの確立、そして、海洋ごみ低減に向けた持続可能な回収システムの仕組み作り等に取り組んでいます(Fig. 1)。具体的な事業は、海洋ごみ事業と環境教育事業の2つに区分されており、海洋ごみ事業では、海洋浮遊



Fig. 1 クリーンオーシャンアンサンブルの事業内容. 左2つが海洋ごみ事業に、右2つが環境教育事業に、それぞれ区分けされている。海洋ごみ調査の回収量やごみの種類に関する結果は、クリーンオーシャンアンサンブルのホームページ(<https://cleanoceanensemble.com>)に公開されている。

ごみの回収技術開発と分別調査型のビーチクリーンを、環境教育事業では、小中学校等への講義と海ごみを介したワークショップ(e.g., 小豆島町×内海漁協の水産出前授業)などを展開しています(Fig. 1). これまでに、クリーンの活動は、新聞(e.g., 朝日新聞, 毎日新聞, 徳島新聞, 四国新聞), Web(e.g., ほ・とせなNEWS), ラジオ(e.g., NHK ホットと四国!, BAYFM78)などを中心に様々なメディアにご紹介いただき、少しずつ認知して頂けるようになりました. 最近では、世界的化粧品会社のLUSHとのコラボ商品も販売され、クリーンの写真がLUSHのパッケージになっています.



Fig 2 クリーンオーシャンアンサンブルが拠点とする小豆島. クリーンでは、小豆島の南東部に位置する多尾海岸を中心に活動を展開している.

このような活動を介して、これまでクリーンが回収してきた海ごみ量は、2023年10月現在で約1.5トンにまで上ることができました(Fig. 2).

現在、海洋ごみ問題は、広く環境問題として認識されています. 世界の年間あたりのプラスチック総生産量は約3.8億トンであり、そのうちの40万トンから240万トンが河川を通じ海洋に流出すると見積もられています(Geyer et al., 2017; Lebreton et al., 2017; Schmidt et al., 2017). 日本では、年間あたりのプラスチック総生産量は、約1000万トンであり、そのうちの海洋流出は約2万トンから6万トンとされています(Jambeck et al., 2014; プラスチック循環利用協会, 2022). したがって、国内外問わず、生産されたうちの約0.1%から0.6%のプラスチックは毎年、海に流出してしまうこととなります. クリーンでは、この流出分の回収に着目しました.

では、どこで事業を展開するべきなのか? クリーンが選んだのは、香川県は小豆島の地でした. 私たちが小豆島で活動を始めた理由は、主に3つ挙げられます. 1つ目は、小豆島の漁業協同組合の協力のもと、海上が利用できる環境であったことです. 海ごみ回収技術の展開といっても、実際に検証可能な海域がなければ、実現は不可能です. そこで、私たちは、クリーンの事業に協力いただける漁業協同組合を探るところから始めました. その結果、小豆島の内海漁業協同組合の森組合長よりご快諾を頂き、それ以来、私たちクリーンと共に活動をしています. 2つ目は、回収した海洋ごみを無料で処分できる香川県方

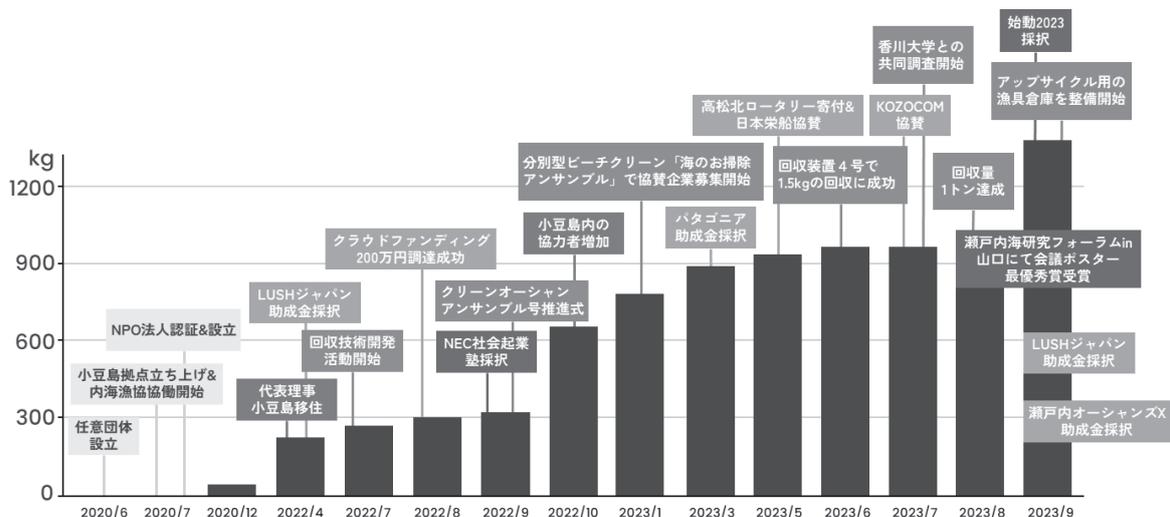


Fig 3 設立からのクリーンオーシャンアンサンブルの沿革と回収された海洋ごみの積算累計. 灰色はクリーン設立に関する情報を、青色は小豆島内での出来事に関して、オレンジ色は資金達成や助成関連を、緑色は回収装置や研究に関する内容を、赤は受賞関連を、それぞれ意味している. 縦軸は、クリーンで回収してきた海洋ごみの積算重量 (kg).

式が存在していたことです。香川県では、全国に先駆けた試みとして、処理責任が明確でない海底堆積ごみは、行政が処理費用を負担してくれる取り組みがなされています。クリーンでは、回収した海洋ごみのアップサイクルを目標としています。この方式は、処分の面で、走りの頃の運営に重要な項目でした。そして、3 つ目は、瀬戸内海の海洋ごみの約 93%が日本産であることです。瀬戸内海の海洋ごみの年間総流入量は 4500 トン/年で、このうちの 3000 トン/年(66%)が陸からの流入、1200 トン/年(27%)が海域での発生、そしてわずか 7%の 300 トン/年が外界からの流入と見積もられています(藤枝ほか, 2010)。したがって、小豆島を含む瀬戸内海で展開される海洋ごみの回収プロジェクトは、決して外からの海洋ごみに対する問題ではなく、私たちの生活から派生する問題として捉えることができます。



Fig. 4 クリーンオーシャンアンサンブルで開発している海洋ごみ回収装置。これまで第 5 号機まで回収装置を開発・改良してきた。写真は、第 6 号機。三角形の部分が回収ポケットで、そこから左右に垣網が広がるような構造をしている。回収ポケットには、茶色の葦などの天然の漂流ごみに加えて、白色の漂流プラスチックごみ(主に、ペットボトル)が捕らえられている様子が見える。

クリーンで技術開発を行っている海洋ごみ回収装置は、定置網型の設置装置です。この回収装置は、漁網をリサイクルして作製しています(Fig. 4)。現在は、改良を進め第 5 号機までが完成・実地試験を行っています。この海洋ごみ回収装置の特徴の 1 つは、潮流によって形成される潮目を利用して漂流ごみを集めることにあります。瀬戸内海では、潮流や地形的特徴により、ものが集まる潮目が形成されます(Yanagi, 1987; 柳, 1990)。潮目では、ものが収束に伴って、漂流ごみも収束します。現に、潮目の浮遊プラスチックごみ(この研究では、マイクロプラスチックが対象)の量は、潮目ではない海域と比べて 100 倍以上の密度差があることがわかっています(Nakakuni et al., 未発表)。クリーンの回収装置は、この潮目を待ち構えて、漂流ごみの回収を試みています。従来の海洋ごみ回収の方法は、船舶から網を曳航させることにより漂流ごみを集める手法(e.g., The Ocean Clean Up の System 03)や船舶に漂流ごみ回収の仕組みを組み込み漂流ごみを回収する方法(e.g., 国土交通省四国地方整備局の海面清掃兼油回収船)が主流でした。これらの手法は、漂流ごみを見つけ、それらを的確に回収できることに大きな利点があります。しかしながら、船を運営するための経費が多くかかることや燃料を多く焚くことなど利用の範囲には、議論の余地があります。一方で、クリーンの回収装置は、設置までは船舶を用いて実施しますが、後は、立て網のように漂流ごみを待ち構えるだけで、回収まで船舶の利用は基本的には生じません。これにより、より小規模でもかつ自然環境に配慮しながら漂流ごみを回収することができます。実際に、この回収装置を用いて、漂流ごみの回収に成功しており、現在、さらに改良を重ねています(Fig. 4)。

一方、実践していく中で課題も見えてきました。クリーンの回収装置は、潮目が形成される地点にピンポイントに設置する必要があります。したがって、潮目が形成される場の予測が重要となります。潮目の形成地点は、クリーンが拠点としている多尾海岸周辺の海域では経験的なデータの積み重ねにより、潮目の形成地がわかってきたものの、他の海域への展開には、その場の潮目の形成に関する知見が必須となります。潮目の形成の場を知るためには、海洋物理モデルが有効です(Eriksen et al., 2014)。しかしながら、一般的な海洋物理モデルでは、水平方向に数百 m の格子の分解能で計算されるため、15 m 程度の集口しか持たないクリーンの回収装置に適応した分解能に落とし込むことはできません。海洋物理モデルの分解能に合わせて回収装置の規模を大きくすることも解決策の 1 つですが、漁業や航路を遮る可能性や取り回しの面において限界があります。そこで、私たちは、他の海域でも、もの(漂流ごみ)が集約する場所を経験的に知ることができるシステムの開発を考えました。

では、どうすれば、漂流ごみが集約する海域を知ることができるでしょうか。このソリューションに対する答えは、普段からその海を熟知している漁師さん達から教えてもらうという考えでした。具体的には、普段の漁などで意図せず取れた海洋ごみを、写真・位置情報・時間を反映する海洋ごみマップに登録し、海洋ごみの分布を把握できるようにします。香川県では、流しし網や底びき網など様々な漁がなされています。これらの漁では、釣り具やポリ袋、軟質プラ破片・缶など網に引っかかる海洋ごみが多く存在します。それらの海洋ごみは、そのまま捨てられていたものを、漁で得られた海洋ごみを簡便なアプリを用いてアップし、データ化します。これにより、ホットスポット(溜まる場所)を明らかとすることができ、いつ・どこに回収装置を設置すれば良いのかわかるようになります。もちろん、海洋ごみマップには、レジャーボートで釣り人やダイバー、ビーチクリーン団体によって見つけた海洋ごみでも、登録することができます。このような海洋ごみマップは、海洋ごみのホットスポットの可視化のみならず、海洋ごみのメタデータとして、学術分野でも非常に重要な情報源を提供できると期待されます。運用のスキームは、企業が海洋ごみの代理回収を漁師さん達にお願いし、ブランドイメージ UP ができる協賛プログラムを考案しています。すでに、クリーンの活動に協賛いただいている企業や、クリーンで 2023 年 9 月から 10 月に実施したクラウドファンディングのリターンで一番人気だった項目は「あなたの代わりに 10 kg 海洋ごみを回収します」で、53 名の方から 59 万円を集めることができました。これらのことは、自分達は海の現場で回収できないけれど、綺麗な海を未来に残すために代わりに回収してほしいニーズがあることを証明しています。

2024 年 1 月現在、日本国内における海洋の漂流ごみの回収を試みる団体は、クリーンを除いてほとんど存在していません。一方で、世界的に有名な The Ocean Clean Up では、人がアクセスすることが難しい太平洋ごみベルトでの海洋ごみ回収活動を行っており、2022 年度の団体予算は約 87 億円にも上ります。この予算には、日本の企業からの寄付も 10 数億円が含まれています。一方で、それら日本の協賛が、国内の海洋ごみ事業への回るのであれば、直接的に国内の海洋ごみの回収に寄与できるため、理想的な形だといえます。クリーンの立ち上げは、代表の江川が国際協力機構(JICA)の青年海外協力隊の活動を通して汚れた景色を見て、廃棄物問題に取り組もうと考えたことがきっかけでした。そして、海外協力隊で知り合った仲間を集めて、海洋ごみ問題に対して実践的な挑戦をするクリーンオーシャンアンサンブルが立ち上がりました。2020 年にたった 1 人から始まった活動が、2023 年の今では、18 人のメンバー、18 人のサポーター、24 社のパートナー企業・団体等々、多くの人たちと取り組む組織とまで発展することができました。そしてこれからも、具体的な行動を介して、より多くの人に海洋ごみ問題を自分ごととして感じてもらい、魚よりも海洋ごみの量が増える未来予測を変えたいと思っています。今後も、私たちクリーンオーシャンアンサンブルの挑戦を見守っていただけると幸いです。

#### References

- Eriksen, M., Lebreton, L.C.M., Carson, H.S., Thiel, M., Moore, C.J., Borerro, J.C., Galgani, F., Ryan, P.G., Reisser, J. (2014) Plastic pollution in the world's oceans: more than 5 trillion plastic pieces weighing over 250,000 tons afloat at sea. PLOS ONE 9, e111913.
- 藤枝 繁・星加 章・橋本 英資・佐々 倉論・清水 孝則・奥村 誠崇 (2010) 瀬戸内海における海洋ごみの収支. 沿岸域学会誌, 22, 17-29.
- Geyer, R., Jambeck, J.R., Law, K.L. (2017) Production, use, and fate of all plastics ever made. Science Advances, 3, e1700782.
- Jambeck, J.R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T.R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., Law, K.L. (2015) Plastic waste inputs from land into the ocean. Science, 347, 768-771.
- Lebreton, L., Egger, M., Slat, B. (2019) A global mass budget for positively buoyant macroplastic debris in the ocean. Scientific Reports, 9, 12922.
- プラスチック循環利用協会 (2022) 2021 年プラスチック製品の生産・廃棄・再資源化・処理処分の状況 マテリアルフロー図. <https://www.pwmi.or.jp/>
- Schmidt, C., Krauth, T., Wagner, S. (2017) Export of plastic debris by rivers into the sea. Environmental Science & Technology, 51, 12246-12253.
- Yanagi, T. (1987) Classification of "siome", streaks and fronts. Journal of the Oceanographical Society of Japan, 43, 149-158.
- 柳 哲雄 (1990) 潮目の科学—沿岸フロント域の物理・化学・生物過程. 恒星社厚生閣.