

効率的なごみ回収方法の探索

—小豆島のビーチクリーンによる回収・調査・再資源化—

NPO 法人クリーンオーシャンアンサンブル 調査チーム

石山 翔午

NPO 法人クリーンオーシャンアンサンブル 調査チーム

室谷 雄作

NPO 法人クリーンオーシャンアンサンブル 調査チーム

井上 智晶

NPO 法人クリーンオーシャンアンサンブル 調査チーム

谷本 早紀

NPO 法人クリーンオーシャンアンサンブル 代表理事

江川 裕基

香川大学 瀬戸内圏研究センター 助教

中國 正寿

1. 背景と目的

ビーチクリーンは、市民が実践しやすい海洋ごみ対策の一つであり、市民科学の観点からも重要性が高まっています¹⁾。一方、ごみの種類や回収量を定量化したビーチクリーンの事例は少なく、効率的な実施人数や適切な開催頻度等の運営上の重要な知見は十分に整理されていません。本稿では、香川県小豆島町の多尾海岸で継続してきた「分別回収型ビーチクリーン」の記録をもとに、効率的なごみ回収の条件を定量的に考察し、回収・調査・再資源化の連携を実現するビーチクリーンの運営方法を提案します。

2. 方法

ビーチクリーンは、多尾海岸の幅約 6 m、延長約 200 m、面積約 1,200 m²の区画で実施し、調査期間は 2023 年 4 月から 2025 年 3 月までの 2 年間としました(図 1a)。解析対象は、同海岸で実施した 25 回、海外で実施した 2 回を加えた計 27 回とし、各回の実施時間は 1 時間としました。ごみの回収方法は、参加者ごとに回収対象を 1 種類に定め、その対象のみを回収する「分別回収型ビーチクリーン²⁾」を採用しました。ごみの分別は、素材、自治体の分別基準および現場での運用性を考慮して 10 種類に分別し、このうち再資源化先を確保できるごみを再資源化可能としました(図 1b)。それぞれのごみの回収量[kg]を測定し、回収効率[kg/人・h](回収量を人数と時間で除した値)および再資源化可能量[kg]を算出しました。



図 1. 分別回収型ビーチクリーンの実施概要。a) 実施場所、期間および対象区画。b) 10 種類の分別ごみの写真。再資源化可能ごみは、硬質プラスチック、ビン・ガラス類、釣り具、鉄・鉛および缶とした。

3. 結果および考察

対象とした2年間の活動では、総回収量 730.19 kg、延べ参加人数 311 人を記録しました³⁾。重量別では、硬質プラスチックが 200.34 kg で全体の 27%を占め、最も多く回収されました。次いで、ペットボトルが 149.36 kg で全体の 21%を占めました(図 2a)。これらは、再資源化の観点からも重要な回収対象であることが分かりました。再資源化可能量は 274.89 kg で全体の 38%であり、ペットボトルの再資源化連携が進めば、その割合は 58%まで高まると試算されます。そこで、実際に回収したペットボトルを衣料品へ再資源化する連携を開始しました⁴⁾。これらの結果から、分別回収が資源循環につながる可能性が示されました。

ビーチクリーンの参加人数 p と一人当たりの回収効率 E [kg/人・h]との関係を解析した結果、 E は p の増加とともに低下し、 $E(p) = -1.27 \ln p + 5.50$ で近似される「収穫逡減」の傾向を示しました(図 2b)。さらに、総回収効率 Q [kg/h]を $Q(p) = pE(p) = p(5.50 - 1.27 \ln p)$ とおくと、推定最適人数 $p^* \approx 28$ 人で Q は最大となりました(図 2c)。したがって、 p を増やせば Q が単純に増え続けるのではなく、 p が一定規模を超えると E は低下し、 Q が頭打ちになることが示されました。したがって、延長約 200 m の多尾海岸では、効率面での上限人数の目安は約 30 人未満と考えられます。これは、ビーチクリーンの運営において、単に参加人数を増やすのではなく、海岸の広さやごみ密度に応じて適正人数を設定する重要性を示唆しています。

開催頻度も回収量を左右する重要な条件です。多尾海岸でのビーチクリーン1回当たりの回収量と、前回回収からの日数の関係から、1回当たりの回収量の上限(飽和回収量)と蓄積の進み方を推定した結果、飽和回収量は 55.4 kg と見積もられました。前回回収から 30 日で回収量は飽和回収量の 48%、約 26.6 kg と推定され、その後、回収量の増加は緩やかになります。つまり、回収間隔が短すぎると1回当たりの回収量が低下する一方、長すぎると実施回数が減るため、年間の総回収量が伸びにくくなると考えられます。したがって、当団体のビーチクリーンでは、月1回程度の開催頻度が妥当な目安と考えられました。

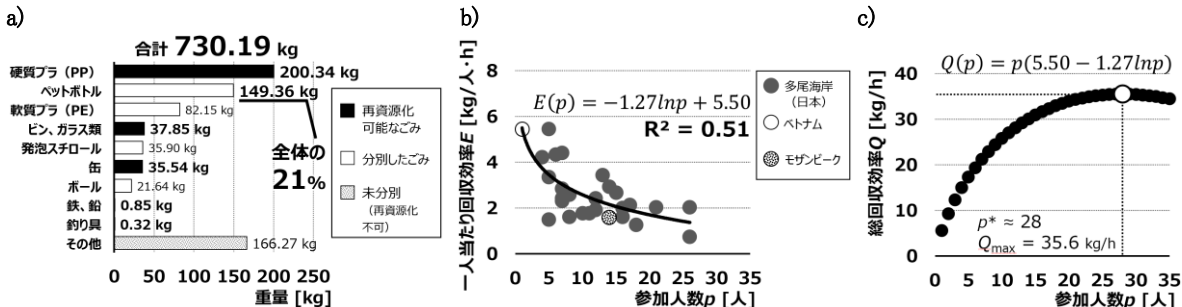


図 2. 分別回収型ビーチクリーンにおける回収量、組成および回収効率の解析。a) 回収ごみの種類別重量。b) 参加人数 p と一人当たり回収効率 E の関係。c) 参加人数 p と総回収効率 Q の関係および推定最適人数 p^* の算出。

4. まとめ

分別回収型ビーチクリーンは、単なるごみ回収ではなく、効率的な回収方法を検討できる実践の場であることが示されました。適正な人数と開催頻度を設定し、分別と計量を継続することで、組成や再資源化可能量を把握できます。したがって、ごみ回収の価値最大化には、回収・調査・再資源化の協奏が重要です。

参考文献

- 1) Nelms, S. E.; Easman, E.; Anderson, N.; Berg, M.; Coates, S.; Crosby, A.; Einfeld-Pierantonio, S.; Eyles, L.; Flux, T.; Gilford, E.; *et al. Environ. Sci. Policy* **2022**, *128*, 14-23.
- 2) Clean Ocean Ensemble. 海洋ごみ調査マニュアル, Ver. 1.0; **2025**.
- 3) 石山翔午; 中國正寿; 室谷雄作; 井上智晶; 横田恵美; 江川裕基. 効率的なごみ回収方法の探索: 小豆島の市民参加型ビーチクリーン. 瀬戸内海研究フォーラム要旨集 **2025**, 35.
- 4) Clean Ocean Ensemble. 「NPO 法人クリーンオーシャンアンサンブル、小豆島町 & UpDRIFT と協働で海洋プラスチックごみ再資源化プロジェクトを開始」, プレスリリース, 2025 年 9 月 3 日.