

2022 年度

瀬戸内海の環境保全・創造に係る  
**研究委託事業**

瀬戸内海に流入する海洋プラスチック  
ごみの起源と分布に関する研究

瀬戸内海環境保全知事・市長会議

## 1 研究背景及び目的

海洋プラスチックごみによる海洋生態系への影響が国際的に懸念されており、海洋ごみ問題は国際社会に課せられた地球的課題となっている。2016 年 1 月の世界経済フォーラム（ダボス会議）において、毎年少なくとも 800 万トン分のプラスチックが海に流出していること、2050 年までに海洋中に存在するプラスチックの量が魚の量を上回る試算になること等が報告され世界の耳目を集めた。

また、ダボス会議に先立ち開催された 2015 年 G7 エルマウ・サミットの首脳宣言では、生態系への影響等が懸念されるマイクロプラスチックを含む海洋ごみが世界的課題であるとの認識が共有され、同附属書「海洋ごみ問題に対処するための G7 行動計画」において、G7 各国の優先取組課題の一つとして「海洋ごみ問題に取り組むための追加的な研究構想・戦略に対する支援及び要請」が挙げられた。続く 2016 年の G7 伊勢志摩サミットや富山環境大臣会合、2017 年 6 月のボローニャ環境大臣会合においても、上述の G7 行動計画及びその効率的な実施の重要性等について再確認された。

さらに、2017 年 7 月に開催された G20 ハンブルクサミットや同年 6 月の国連海洋会議等においても、海洋ごみの重要性やその調査研究の必要性が指摘され、続く 2019 年大阪 G20 サミットにおいて「2050 年までに追加的な海洋プラスチックごみに取る汚染をゼロにまで削減する」ことが、大阪ブルーオーシャン・ビジョンとして決議されたところである。

また、2022 年の国連環境総会再開セッション（UNEA5.2）では、海洋プラスチック削減に対して各国が法的拘束力のある対策を講じることが決議され、ここにおいてアカデミアには、政策立案に根拠を与える科学的知見の拡充が強く要請されている。

このような社会的要請の中で、我が国における海洋プラスチック汚染研究は、いくつかの先駆的研究を基盤としつつ、海洋科学と環境化学の研究者が協同した一連の研究プロジェクトにおいて確たる成果を積み上げてきた。海域浮遊マイクロプラスチックの観測プロトコルを整備し、英文ガイドラインとして環境省ウェブサイトより世界に発信するとともに、世界に先駆けて全球の浮遊マイクロプラスチック濃度のデータベースを構築し、またやはり世界初となる将来の海域浮遊量の予測シミュレーション結果を公表するなど、我が国の研究陣は、当該研究分野の中で一定以上のプレゼンスを示してきたと言える。

この中において、例えば最近の Isobe & Iwasaki (2021, Sci. Total Environ.) では、過去約 60 年の間に 5 億トンのプラスチックごみが街中など陸上に投棄（mismanaged plastics）され、うち 2500 万トン程度が海洋に流出したと推計している。すなわち陸はプラスチックごみの巨大な貯蔵庫であり、この陸域プラスチックの輸送経路を知ることが重要である。

以上の議論を瀬戸内海といった地域の問題に置き換えても、問題のありかは変わらない。瀬戸内海における海洋プラスチックごみの現存量やシミュレーションによる将来予測を行うことは、将来の海ごみ削減に有用であるが、その前に陸域における発生量や、

河川を通しての海域流出量を知ることが重要である。

## 2 公募研究課題の設定

瀬戸内海に流入した海洋プラスチックごみの起源と分布を明らかにするためには、数値モデルによるシミュレーションは有力な方法である。しかし、より精度の高いシミュレーションを行うためには、河川等を通して流入するプラスチックごみの負荷量などの基礎データを整備することが求められる。

すなわち、瀬戸内海における海洋プラスチックごみに関わる知見を取りまとめ、実態調査結果と合わせて現在の流入負荷量を評価し、瀬戸内海におけるプラスチックごみの分布を明らかにするとともに、今後の海洋プラスチックごみ対策に向けた提言をする研究を公募する。

## 3 公募研究の趣旨、目的、概要

本公募には2件の研究課題が採択された。すなわち、(1)「瀬戸内海に流入する海洋プラスチックごみの起源と分布に関する研究（代表：原田禎夫/大阪商業大学）」、及び(2)「播磨灘南部を対象とした海洋プラスチックごみの起源と分布に関する研究（代表：石塚正秀/香川大学）」である。

### (1) 瀬戸内海に流入する海洋プラスチックごみの起源と分布に関する研究

#### ア 趣旨と目的

瀬戸内海においてもプラスチック汚染は深刻な問題となっている。その解決のためには、大半を占めると考えられている陸域からのプラスチックごみの流入を防ぐための対策が欠かせないが、どれくらいのプラスチックごみが陸域に存在し、河川を通じて瀬戸内海に流入しているのか、現在のところ、その詳細は不明である。

本研究では、実際に市街地などにどれくらいのプラスチックごみが散乱しているのか、市民参加型の調査によって実態を把握し、既往研究や調査によって推計されたプラスチックごみの散乱・流出モデルと比較、検討することで、これまで明らかになっていなかった陸域のプラスチックごみの全体量を解明することに貢献するとともに、瀬戸内海におけるプラスチックごみ対策立案に資することをめざす。

#### イ 概要

海洋のプラスチック汚染の防止のためには、どれくらいのプラスチックごみが環境中に漏出し、どのようにして海洋に流入するのか、その実態の解明が不可欠である。しかし、そうした分析の根幹となる、陸域のプラスチックごみの現存量については、現時点では十分なデータが得られていない。現在、九州大学などによって、市街地等のプラスチックごみの散乱状況の市民参加型調査が進められている。

この調査では、市民ボランティアがごみ拾い SNS「ピリカ」を用いてごみの散乱状況を報告し、そのデータをもとに陸域のプラスチックごみの現存量を明らかにす

ることを目指している。しかし、これにより得られるデータは、一部の地域における一時点のデータであり、そのままではプラスチックごみの全体量の推計はできない。

そこで本研究では、ある範囲に落ちている特定のプラスチックごみの全量調査を実施し、より精緻な推計のための基礎となるデータを収集する。これによって求められた実際のプラスチックごみの個数と「ピリカ」で集められたデータをもとにした同範囲の推計値とを比較することで、推計値を全体量に換算することが可能になる。

また、市民参加型の調査が、人びとの意識や行動をどのように変化させるのかを明らかにする。これらを通じて、瀬戸内海におけるプラスチックごみ対策の推進に寄与する。

## (2) 播磨灘南部を対象とした海洋プラスチックごみの起源と分布に関する研究

### ア 趣旨と目的

現在、世界中で大きな環境問題になっている海洋プラスチックごみの実態を瀬戸内海の播磨灘南部行きを主な対象として明らかにし、河川と海域の水環境の改善に資する研究を実施する。

研究の目的は、河川・海洋プラスチックごみの起源（発生源）、プラスチックごみの輸送（輸送過程）、及び海域分布の特徴を明らかにすることである。

### イ 概要

以降の4つの内容を実施する。すなわち、(1) 瀬戸内海における海洋プラスチックごみに関する知見の取りまとめ、(2) 実態調査及び現在の流入現存量の評価（発生源・輸送過程調査）、(3) 瀬戸内海におけるプラスチックごみの分布の解明（海域分布）、(4) 今後の海洋プラスチックごみ対策に向けた提言である。

具体的には、(1) 海洋ごみの調査を国土交通省港湾空港事務所や環境省が実施し、河川ごみの調査を日本財団が実施していることから、各年度に発刊される報告書をレビューし、既往の知見を本研究に適宜反映させること、(2) 人口・工業データの収集や可視化、土地利用データの収集と可視化、ごみ発生量・排出原単位  $G$  の情報収集、コンビニなど事業所の位置データの可視化、ごみ収集場所の位置データの可視化、道路や橋の位置データの可視化を行う。また、河川流出シミュレーションによる河川流量  $Q$  の推定や、河川におけるマイクロプラスチックの現地採取、機械学習を利用した河川における浮遊プラスチック濃度  $C$  の推定、プラごみ負荷量  $(L)$  解析 ( $C$ - $Q$  式、 $L$ - $G$  式、 $L$ - $Q$  式)を行う。(3) 播磨灘における漂流プラごみ、漂流マイクロプラスチック、海岸でのマイクロプラスチック採取、海底プラごみの採取、出水時の加工における漂流プラごみの採取を行う。(4) 以上の観測・分析結果を踏まえて、海洋プラスチックごみ対策に向けた提言を、発生源、輸送過程、海域分布に分けて取りまとめる。

## 4 研究結果

### (1) 瀬戸内海に流入する海洋プラスチックごみの起源と分布に関する研究

瀬戸内海沿岸各地の市民活動の調査と、ごみ散乱モデルの開発に向けた先行研究のレビュー、次年度の本格的に開始される市民参加型の散乱ごみ調査の検討（調査ツールの検討とペットボトルを対象とした予備調査）が実施された。

その結果、瀬戸内海沿岸地域において海洋プラスチック汚染問題に取り組む市民団体の取り組みとして、加太・友ヶ島環境戦略研究会（KATIES）、愛媛県立長浜高校のぼり旗プロジェクト、NPO 法人アーキペラゴ（香川県）、および釣り人のみんなでごみ拾い（岡山市）が紹介された。

ごみ散乱モデルの開発についての先行研究として、関西広域連合によるプラスチックごみの散乱状況に関する「市街地モデル」と「河川モデル」を統合したモデルが紹介され、課題として推計の基礎データとなる調査地点がまだ十分ではないことが指摘された。

河川ごみの全数調査としては、亀岡市内の中小河川を対象として河道にダストフエンスを設置し、流下してくるごみをICC（国際海岸クリーンアップ）データカード（川版）を用いて集計した結果がまとめられた。

また、市民参加型の散乱ごみ調査の実施に用いる調査用ツールについて、ピリカ、ごみマップ、TrashOut（世界同時のクリーンアップキャンペーン「World Cleanup Day」の公式スマートフォンアプリ）、LINE ごみ投稿システム（LINE の Bot チャット機能を使用し、京都府亀岡市とソフトバンクが 2022 年 5 月より実証実験を行っている）の 4 つのツールについて比較検討がされ、本研究では「ごみマップ」を使用することが示された。

### (2) 播磨灘南部を対象とした海洋プラスチックごみの起源と分布に関する研究

当該地域の河川や海岸、海域における海洋プラスチックごみの現存量調査や、プラスチックごみの画像計測と画像解析、及び既存資料の整理が行われた。

現存量調査の結果として、①河川浮遊ごみのうちプラスチックごみが全体の 6 割以上を占める結果（質量ベース）が得られ、流域の土地利用特性が表れる結果となったこと、②海岸漂着ごみは流域（陸域）・海域・海岸利用の影響を複合的に受けていること、③海域漂流ごみのうち海域のマイクロプラスチックは偏在して分布していると考えられること、④海底ごみではプラスチック製袋類が最も多い（質量ベース）ことが得られた。

浮遊するプラスチックごみのカメラ画像計測と画像解析に関しては、機械学習モデル（YOLO v5）を用いて種類の異なるプラスチックについて、明視および暗視状態において浮遊物の種類を自動検出することができた。

また、散乱ごみ（陸域、河岸・河川敷）、河川浮遊ごみ、海岸漂着ごみ、海底ごみの分類方法については、環境省のガイドラインを用いることで場所ごとのごみの

種類を統一的に分類できることがわかった。

## 5 次年度の課題

### (1) 瀬戸内海に流入する海洋プラスチックごみの起源と分布に関する研究

①引き続き調査を実施し、実際に市街地等に散乱しているプラスチックごみのデータに基づいた陸域のプラスチックごみの現存量の推定、②市民参加型調査による散乱ペットボトルの全数調査を実施、③ボランティアの行動範囲と全市民の行動範囲、ごみの散乱範囲と散乱量、流出量の間にどの程度の乖離があるのかの検証、④市民参加型調査を通じて人びとの意識変容や行動変容がどのように実現するのかを検証、を行う。

また、陸域のプラスチックごみ現存量（ストック）と流出量（フロー）の双方を調べることで、その流出率を求めることを試みる。その際、調査が比較的容易で、かつ形態として保存性の高いペットボトルを対象として調査することとする。

### (2) 播磨灘南部を対象とした海洋プラスチックごみの起源と分布に関する研究

ごみ負荷量の推定に関する研究を中心に実施し、GIS を用いた可視化、RRI（Rain-Runoff-Inundation）モデルを用いた河川流量の推定とともに、現地調査を継続し観測データをさらに蓄積する。

また、来年度に公開される報告書等の知見の取りまとめを引き続き行う。

2023 年度

瀬戸内海の環境保全・創造に係る  
**研究委託事業**

瀬戸内海に流入する海洋プラスチック  
ごみの起源と分布に関する研究

瀬戸内海環境保全知事・市長会議

## 1 研究背景及び目的

瀬戸内海に流入した海洋プラスチックごみの起源と分布を明らかにするためには、数値モデルによるシミュレーションは有力な方法である。

しかし、より精度の高いシミュレーションを行うためには、河川等を通して流入するプラスチックごみの負荷量などの基礎データを整備することが求められる。

## 2 公募研究課題の設定

瀬戸内海における海洋プラスチックごみに関わる知見を取りまとめ、実態調査結果と合わせて現在の流入負荷量を評価し、瀬戸内海におけるプラスチックごみの分布を明らかにするとともに、今後の海洋プラスチックごみ対策に向けた提言をする。

## 3 公募研究の趣旨、目的、概要

本公募には2件の研究課題が採択された。すなわち、(1)「瀬戸内海に流入する海洋プラスチックごみの起源と分布に関する研究（代表：原田禎夫/大阪商業大学）」、及び(2)「播磨灘南部を対象とした海洋プラスチックごみの起源と分布に関する研究（代表：石塚正秀/香川大学）」である。

### (1) 瀬戸内海に流入する海洋プラスチックごみの起源と分布に関する研究

市街地などの陸域にごみを実際にどれくらい散乱しているかを明らかにするために、海や川のプラスチックごみでも特に多い飲料用プラスチックボトル（以下、ペットボトル）を指標としたスマートフォンを用いた市民参加型の調査手法を確立するとともに、水域への流出量を把握し、正確な漏出率を測定することをめざした。

また、プラスチックごみの流出時期や滞留時間を明らかにするために、河岸に散乱するペットボトルの詳細な分析を行った。

### (2) 播磨灘南部を対象とした海洋プラスチックごみの起源と分布に関する研究

海洋プラスチックごみの実態を瀬戸内海の播磨灘南部域を主な対象として明らかにし、河川と海域の水環境の改善に資する研究を実施する。そのために、①河川・海洋プラスチックごみの起源（発生源）、②プラスチックごみの輸送（輸送過程）、および③その分布の特徴（海域分布）を明らかにする。

## 4 研究結果

### (1) 瀬戸内海に流入する海洋プラスチックごみの起源と分布に関する研究

回収したペットボトルはペットボトル入り飲料の種類別の構成比では茶系飲料がもっとも多く、全体の28%を占めていた。また、メーカー別の構成比では日本コカ・コーラ社製のものがもっとも多く、全体の22%を占めていた。

さらに、ペットボトル入り飲料の消費期限は商品によって異なるものの、概ね1



年から3年程度であり、今回の調査からは比較的新しい製品が多く漂着していることが明らかになった。PET ボトルリサイクル協議会（2021）は、愛知県の庄内川と新川の両河川の河口部での調査で15年以上前に製造されたペットボトルが多数を占めていたとしており、同協議会（2022）では、庄内川と員弁川（三重県）での調査結果をもとにしたシミュレーションから、陸域での移流速度は5m/日と推計しており、滞留時間は相当長いとしている。

今回の調査では、ごく最近のペットボトルが多数を占めており、対照的な結果となった。

## (2) 播磨灘南部を対象とした海洋プラスチックごみの起源と分布に関する研究

播磨灘南部および備讃瀬戸南部海域において、河川、河口、河口域、海域、海岸、海底でプラスチックごみおよびマイクロプラスチックの採取を行い、分類・計測をした。また、国土交通省が実施している瀬戸内海における海面浮遊物の回収データの整理を行った。

香川県の新川（流域面積：約68.9 km<sup>2</sup>）を対象として、直接採取とカメラ観測を組み合わせて、新川から瀬戸内海に流入する河川浮遊ごみの年間流入負荷量を推定した。

また、河川浮遊ごみの動態として、降雨や河川水位と河川浮遊ごみ量との正の関係を明らかにした。御坊川（流域面積：21.3 km<sup>2</sup>）の観測結果から、降雨初期に浮遊ごみが最も多くなるファーストフラッシュが観測された。

また、ファーストフラッシュ後では、降水量が多くても、浮遊ごみの個数が減少するヒステリシスも観測された。また、水位上昇が浮遊ごみ個数と対応して増減する関係性を観測により明らかにし、出水時に河川浮遊ごみ量が増えることが確認できた。

## 5 次年度の課題

### (1) 瀬戸内海に流入する海洋プラスチックごみの起源と分布に関する研究

引き続き調査を実施し、実際に市街地等に散乱しているプラスチックごみのデータに基づいた陸域のプラスチックごみの現存量の推定をめざす。

草津市の調査により、市民による陸上の散乱ごみの調査手法が確立されたことから、次年度は、草津市の調査に加えて、亀岡市、高松市（香川県）での同様の調査を行う予定である。

これらを通じて、プラスチックごみの漏出率を明らかにすることをめざす。特に、亀岡市内での調査については6か月程度実施することで、季節変動についても調査する予定である。また、調査協力者へのアンケート調査をもとに、調査に参加することが人々の意識や行動にどのような影響を及ぼすのかについても明らかにする予定である。

(2) 播磨灘南部を対象とした海洋プラスチックごみの起源と分布に関する研究

河川・河口・海域・海岸・海底などの多点における調査結果を取りまとめて、プラスチックごみ汚染の全体像を把握する。

また、長期的な負荷量の推定を行うとともに、発生源に関する考察を行う。最終的に、海洋プラスチックごみ問題の解決に向けた提言を行う。

2024 年度

瀬戸内海の環境保全・創造に係る  
研究委託事業

瀬戸内海に流入する海洋プラスチック  
ごみの起源と分布に関する研究

瀬戸内海環境保全知事・市長会議

## 1 研究背景及び目的

瀬戸内海に流入した海洋プラスチックごみの起源と分布を明らかにするためには、数値モデルによるシミュレーションは有力な方法である。

しかし、より精度の高いシミュレーションを行うためには、河川等を通して流入するプラスチックごみの負荷量などの基礎データを整備することが求められる。

## 2 公募研究課題の設定

瀬戸内海における海洋プラスチックごみに関わる知見を取りまとめ、実態調査結果と合わせて現在の流入負荷量を評価し、瀬戸内海におけるプラスチックごみの分布を明らかにするとともに、今後の海洋プラスチックごみ対策に向けた提言をする。

## 3 公募研究の趣旨、目的、概要

本公募には2件の研究課題が採択された。すなわち、(1)「瀬戸内海に流入する海洋プラスチックごみの起源と分布に関する研究（代表：原田禎夫/大阪商業大学）」、及び(2)「播磨灘南部を対象とした海洋プラスチックごみの起源と分布に関する研究（代表：石塚正秀/香川大学）」である。

### (1) 瀬戸内海に流入する海洋プラスチックごみの起源と分布に関する研究

市街地などの陸域にごみがいかに散乱しているかを明らかにするために、海や川のプラスチックごみでも特に多い飲料用プラスチックボトル（以下、ペットボトル）を指標としたスマートフォンを用いた市民参加型の調査手法を確立するとともに、水域への流出量を把握し、正確な漏出率を測定することをめざした。

また、プラスチックごみの流出時期や滞留時間を明らかにするために、河岸に散乱するペットボトルの詳細な分析を行った。

### (2) 播磨灘南部を対象とした海洋プラスチックごみの起源と分布に関する研究

海洋プラスチックごみの実態を瀬戸内海の播磨灘南部域を主な対象として明らかにし、河川と海域の水環境の改善に資する研究を実施する。そのために、①河川・海洋プラスチックごみの起源（発生源）、②プラスチックごみの輸送（輸送過程）、および③その分布の特徴（海域分布）を明らかにする。

## 4 研究結果

### (1) 瀬戸内海に流入する海洋プラスチックごみの起源と分布に関する研究

市街地などに散乱するプラスチックごみについて、市民参加型の調査によって実態を把握し、既往研究や調査結果との比較・検討を通じて、陸域のプラスチックごみの全体量を把握する手法の開発が取り組まれた。

陸域から水域に流出するプラスチックごみについて、市街地ストック調査および

排水フロー調査の手法が確立された。また、特にペットボトルを指標とした流出量調査から流出率が推計され数理モデルによるシミュレーションより、ペットボトルの投棄率は販売数の約 0.8%と推計された。適切に回収されず環境中へ流出している量は少なくとも 0.8%程度となり、これまで考えられてきたよりも多いことが明らかになった。本研究で対象とした亀岡市はプラスチックごみ問題について先進的な取り組みをしていることから、河川への流出率は国内でもきわめて少ない水準にあると考えられるので、この流出率の値はいわば下限値と解釈するのが妥当であり、実際の流出率はさらに高い可能性がある。

水域へのプラスチックごみの流出防止には清掃活動が非常に大きく貢献していることが明らかにされた。特に、地域の清掃活動などボランティアによる清掃活動を活発にするためには、ごみ問題への市民の関心を高めることが不可欠であるが、市民参加型調査によって関心を高められることも示された。

## (2) 播磨灘南部を対象とした海洋プラスチックごみの起源と分布に関する研究

香川県高松市東部・三木町を流れる新川と高松市街地東部を流れる御坊川において、ごみの直接採取とカメラ計測を組み合わせ、河川から瀬戸内海に流入する河川浮遊ごみの種類・動態を 2 年間調査し、河川を通じた年間流入負荷量が推定された。

新川において 2023 年と 2024 年に推定された年間の負荷量は、2023 年に比べて 2024 年には半減するという結果であり、年々の変化が大きいことが示された。

御坊川の観測結果では、水位上昇に対応して浮遊ごみ個数が増減するという関係性が示され、出水時直後に河川浮遊ごみ量が増えることが明らかにされた。とくに、降雨初期に浮遊ごみが最も多くなるファーストフラッシュが観測された。また、ファーストフラッシュ後では、降水量が多くても、浮遊ごみの個数が増加しないヒステリシスも観測された。

河川・河口・海域・海岸のごみ調査では、いずれも賞味期限の新しいごみが多かった。これらのことから、不法投棄や散乱ごみは、比較的短時間で海域へ移動することが考えられた。

プラスチックごみ問題（プラスチック汚染）の解決に向けて、特に、行政、市民、NPO、企業、学の連携が重要である。それぞれの役割として、例えば、行政は市民や NPO、企業がごみ削減に取り組める柔軟なルールをつくり、学や NPO は市民科学が浸透するためのサポートを行い、企業は、資金や技術において支援することが示された。

## 5 今後の課題

亀岡市において回収されず環境中へ流出している量は少なくとも 0.8%程度であり、これまで考えられてきたよりも多いことが明らかになった。今回得られた河川への流出率

の値は、いわば下限値と解釈するのが妥当であり、実際の流出率はさらに高い可能性もある。また、香川県高松市街地東部を流れる御坊川から瀬戸内海に流入する河川浮遊ごみの種類・動態を2年間調査して推定した河川を通じた年間流入負荷量は、2024年は2023年に比べて半減する結果となり、年々の変化が大きいことが示された。

このことから、プラスチックごみの陸域からの流出率や海域への流入負荷量を精度よく評価するためには、流域条件の異なる集水域を対象とした調査をできるだけ多く実施し、データの蓄積を図ることが必要であると考えられる。