

## &lt; 論文報告 &gt;

**別府湾海底堆積物が語る  
過去75年間(1940年~2015年)の  
海洋マイクロプラスチック汚染状況の変遷**

このたび、愛媛大学・日向博文教授（理工学研究科）、加三千宣准教授（沿岸海洋科学研究センター）、畑田佳男講師（理工学研究科）、松山大学・槻木玲美教授（法学部）、静岡県立大学・谷幸則教授（食品栄養科学部）、産業技術総合研究所・鈴木克明研究員らの研究グループは、1940年から2015年間に別府湾海底に堆積したマイクロプラスチック(MP)\*量の変遷を明らかにしました。

最初のMPは高度成長期の1958~1961年の堆積層から見つかりました。以降、2015年にかけて海底に堆積するMP量は、20年周期で増減を繰り返しながら徐々に増加していました。20年変動には海水中の植物プランクトンが重要な働きをしていました。植物プランクトンの多い年にはより多くのMPが沈んでいたのです。

本研究で明らかになったMP汚染の歴史は、世界で最も長期かつ高精度の記録の一つです。この記録は、MP研究黎明期（2000年代）以前のMP汚染状況を知る手がかりになる貴重な記録です。今後この記録は、MP汚染の将来予測にも活用されることが期待されます。

一方、地層中のプラスチックの出現は、長い地球史の中で人工物が地層中に現れた初めての事件で、地球システムに人工物がまん延し、人新世が始まったことを明確に物語っています。信頼できるMPの地層記録の復元を初めて可能にした別府湾海底堆積物は、人新世の国際標準模式地の有力候補として国際的に注目されています。

本研究の成果は、令和4年9月13日にElsevierの国際誌「Science of The Total Environment」に掲載（オンライン）されました。本研究は、環境再生保全機構環境研究総合推進費（4-1502、SII-2）、科研費（21H01170、21H05058）、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）委託事業（JPNP18016）の援助の基、ならびに高知大学海洋コア総合センター共同研究（21B045、19A007、18A024、17A065）の一環として実施されたものです。

\*ここでは大きさが0.3 - 5.0 mmのプラスチック片

つきましては、ぜひ取材のほど、よろしく願いいたします。

以上

記

D O I : 10.1016/j.scitotenv.2022.158751

題 名 : A 75-year history of microplastic fragment accumulation rates in a semi-enclosed hypoxic basin

貧酸素水塊が形成される内湾における 75 年間のマイクロプラスチック堆積速度変遷の歴史

著 者 : Hirofumi Hinata, Michinobu Kuwae, Narumi Tsugeki, Issei Masumoto, Yukinori Tani, Yoshio Hatada, Hayato Kawamata, Atsuomi Mase, Kenki Kasamo, Kazuya Sukenaga, Yoshiaki Suzuki

責任者 : Hirofumi Hinata (Ehime University)

<本発表資料に関するお問い合わせ先>

担当部署) 愛媛大学大学院理工学研究科

(担当者名) 日向博文

TEL : 089-927-9835

Mail : hinata.hirofumi.dv@ehime-u.ac.jp

## 別府湾海底堆積物が語る過去75年間（1940年～2015年）の 海洋マイクロプラスチック汚染状況の変遷

### 【背景】

海洋環境に流出したプラスチックのうち 0.3-5mm の大きさに微細化したものをマイクロプラスチック（MP）と呼びます。MP は海洋生物が誤飲・誤食するなど、生態系への影響が懸念されています。では、MP 影響の将来予測はどのようにすれば可能でしょうか？将来を知るには過去に学ぶ必要があります。高精度に将来を予測するためには過去数十年間にわたる長期の MP 汚染の記録が必要なのです。過去の記録をシミュレーションで再現し、そのシミュレーション方法を使って将来予測なのです。しかしながら、MP 研究黎明期（2000 年代）以前の状況を記録したデータ（同じ地点で連続したデータ）はほとんど存在していません。

また、MP は地球規模で汚染がまん延し、人工物が地球史上初めてまん延した「人新世」という地質時代の到来を示唆するものです。しかし、年代精度や分析時の MP 汚染の問題をクリアした信頼に足る MP の地層記録はこれまでありませんでした。

### 【成果】

MP は様々な理由により海底に沈んでいることが近年明らかにされました。そこで、我々の研究グループは、MP 汚染の歴史を遡るには、海底に堆積した泥を柱状に採取し、MP を抽出するとともに泥が堆積した年代を測定すれば、過去の歴史を蘇らせることができると考えました。2017 年から 2019 年にかけて別府湾の水深 70 m 地点の海底泥を複数本採取し、MP の抽出と堆積層の年代測定した結果、1940 年から 2015 年までの MP 堆積個数（1 年間 1 平方メートルあたり）を明らかにすることに成功しました。MP のほとんどがポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン（発泡スチロール）でした（図 1-3）。複数本のサンプルを使用し、正確な年代測定に基づく世界でも最高レベルの精度を誇る長期データです。

最初の MP は高度成長期の 1958～1961 年の堆積層から見つかりました。以降、2015 年にかけて海底に堆積する MP 量は、20 年周期で増減を繰り返しながら徐々に増加していました。20 年変動には海水中の植物プランクトンが重要な働きをしていました。植物プランクトンの多い年にはより多くの MP が沈んでいたのです。これは、MP の表面に植物プランクトンなどの集合体（バイオフィルム）が形成されたり、糞など様々な凝集物に MP が捕捉されたりすることで MP の沈降を促進しているものと推察されました（図 4）。海には発泡スチロールさえも沈める力がある、また一つ海の神秘的な力を

知ることができました。なお、MP の沈降に及ぼす生物活動影響を長期データに基づいて明らかにしたのは世界で初めての成果です。

別府湾海底堆積物は、地質時代としての「人新世」の国際標準模式地の有力候補に入っています。本研究で得られた MP の地層記録は、人新世の境界とその国際標準模式層、いわゆる GSSP を定義する上で重要な役割を果たしました。

#### 【今後の展望】

今後の方針は一言でいうと「温故知新」です。今回の研究で甦らせた過去 75 年間の MP 汚染の歴史を再現できる計算方法（モデル）を開発します。そのモデルに、今後の排出シナリオを条件として与えることで、MP 汚染の将来予測をしていきます。これは、現在、愛媛大学が参画しているムーンショットプロジェクト\*の一つの大きな柱でもあります。また、現在、国際標準模式地の選定が行われており、今後別府湾が人新世の境界模式地となるかが注目されます。

\* 非可食性バイオマスを原料とした海洋分解可能なマルチロック型バイオポリマーの研究開発

(<http://www.moonshot.k.u-tokyo.ac.jp>)

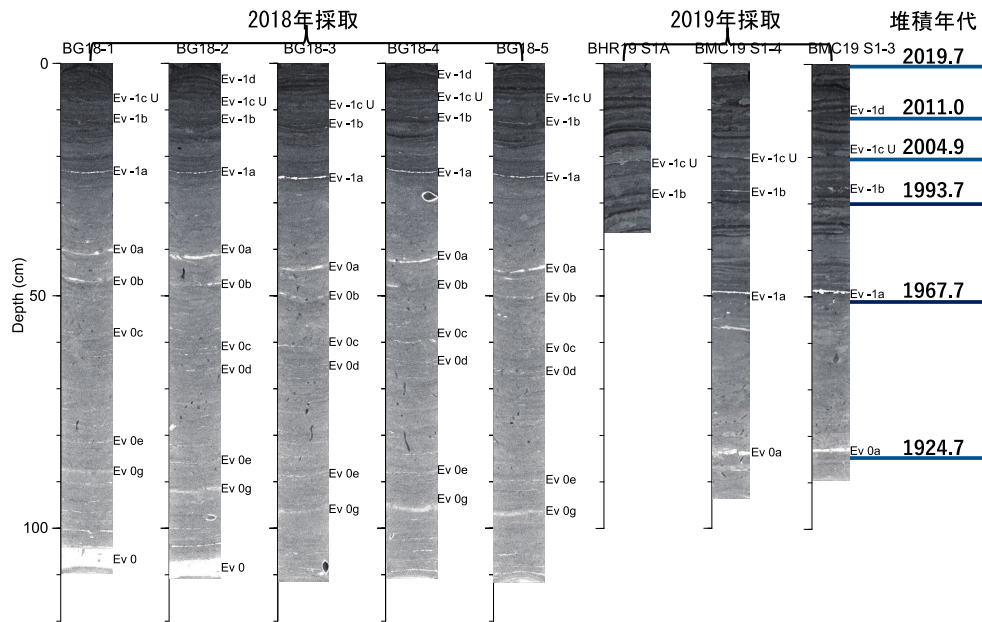
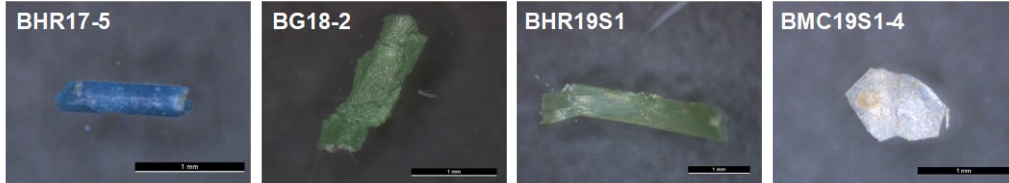


図1 別府湾海底堆積物の柱状サンプル（2018年と2019年採取分）と鉛210を使って推定した堆積層の年代（右）

(A) ポリエチレン



(B) ポリプロピレン



(C) ポリスチレン（発泡スチロール）

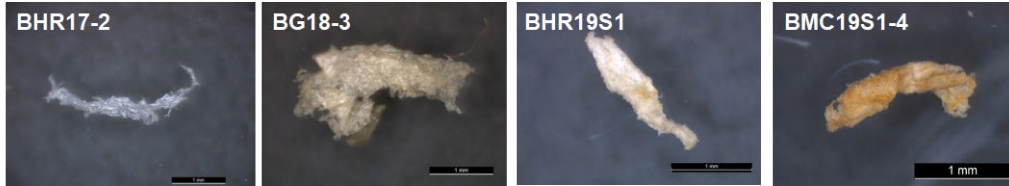


図2 別府湾の海底から抽出したMPのサンプル

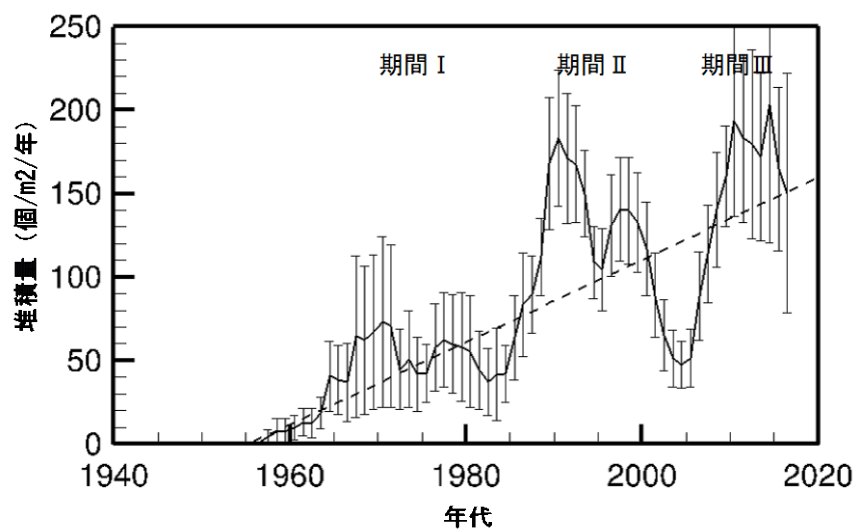


図3 MP 海底堆積量 (個/m<sup>2</sup>/年) の変遷. 20年周期で変動している (3つの期間に分けられる). 堆積量の多い時期 (1970年ごろ, 1990年ごろ, 2015年ごろ) には海水中の植物プランクトン量も多かった.

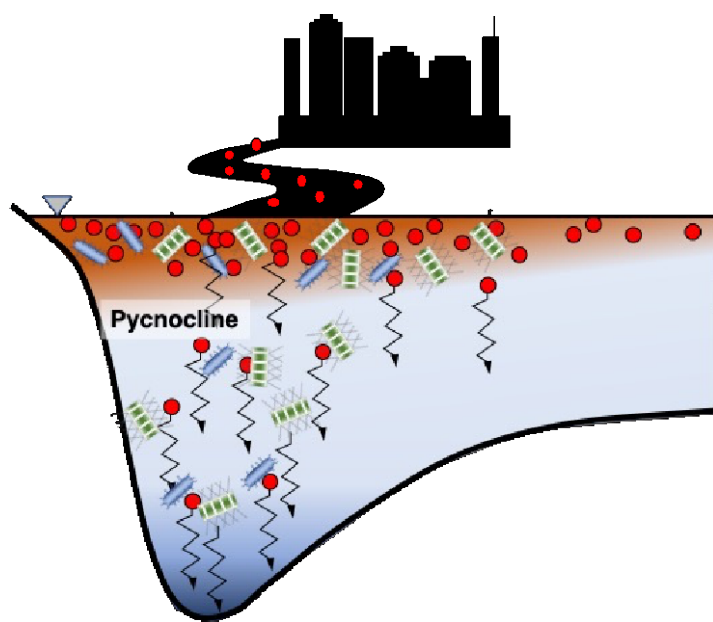


図4 MP 表面に植物プランクトンなどの集合体 (バイオフィルム) が形成されたり, 糞など様々な凝集物に MP が捕捉されることで MP の沈降を促進. この作用により発泡スチロールでさえも海底に沈降.