

# 海洋におけるマイクロプラス チックの添加剤等化学物質分析

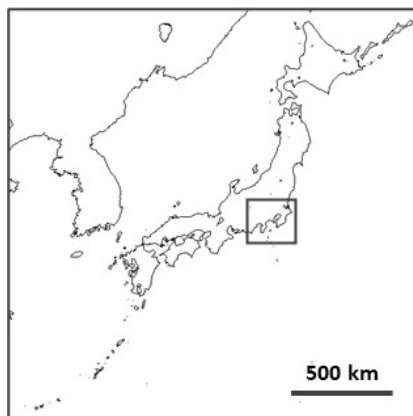
国立環境研究所 資源循環領域  
資源循環基盤技術研究室

鈴木 剛、田中厚資、増田亮一、  
宇智田奈津代、渡邊ひさの

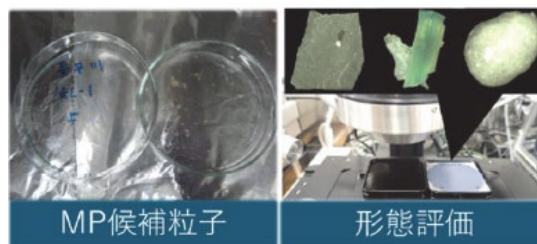
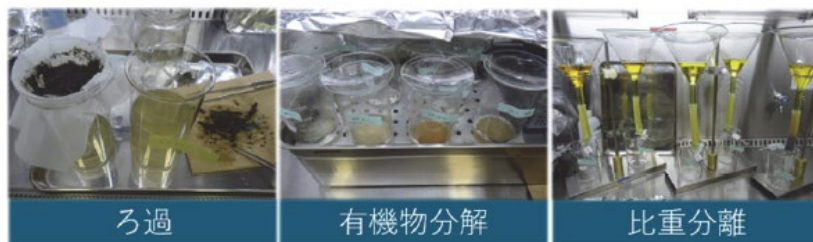
# 海洋試料について

年度	試料提供元	採取地点	試料数
R7	環境管理センター	東京湾湾奥 (側線 2)	1 側線
R7	環境管理センター	東京湾荒川河口 (側線 4)	1 側線
R7	環境管理センター	東京湾鶴見川河口 (側線 7)	1 側線

\* 含有化学物質分析への影響を考慮して、ホルマリンを添加していない。



# 前処理と材質分析について



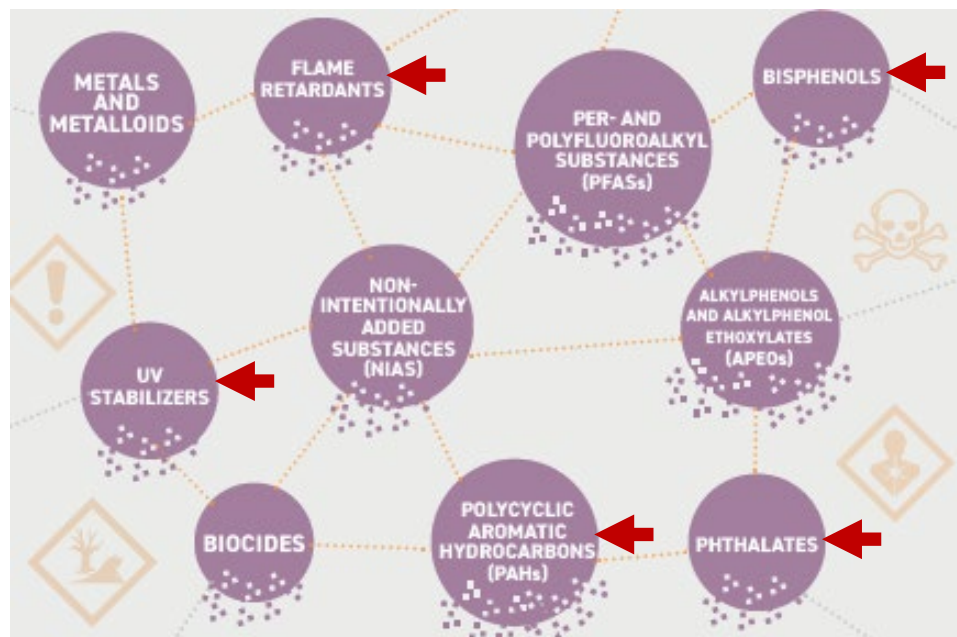
FT-IR (ATR)法

対象：0.3-5 mm

- 海洋試料は、環境省ガイドラインに準じて試料前処理を実施した。具体的には、目合い100  $\mu\text{m}$ のプランクトンネットによるろ過、ネット上懸濁物の30%過酸化水素水による有機物分解、および6.7 Mヨウ化ナトリウム溶液による比重分離等の前処理を行い、MicP候補粒子を回収した。
- 回収されたMicP候補粒子について、レーザー顕微鏡を用いて粒子サイズ、形状および色の観察を行った後、フーリエ変換赤外分光光度計 (FT-IR) の全反射測定法 (ATR法) により材質分析を実施した。得られた赤外吸収スペクトルをライブラリスペクトルと照合することによりポリマー材質を同定した。

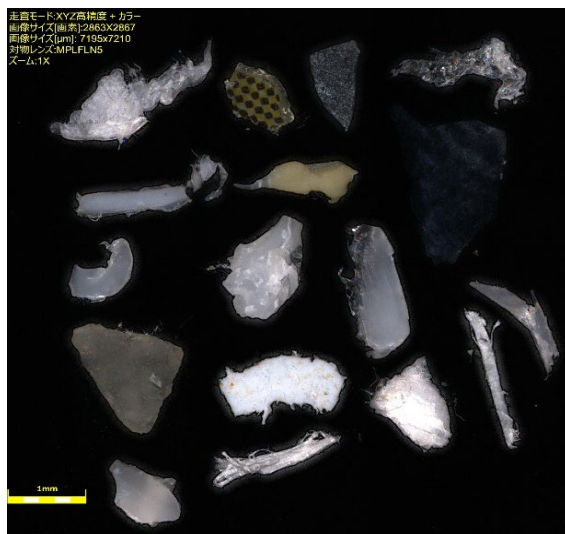
# 添加剤等化学物質分析：分析対象

UNEP and SBRSC (2023). Chemicals in plastics: a technical report;  
Tanaka et al (2023) Mar Pollut Bull



- 本業務では、紫外線吸収剤4種、酸防止剤1種、ヒンダードアミン系光安定剤（HALS）2種、可塑剤（フタル酸エステル類11種）、臭素系難燃剤12種、塩素系難燃剤2種、リン系難燃剤6種、樹脂原料（ビスフェノール類2種）、顔料（PCBs）、多環芳香族炭化水素（PAHs）13種を対象物質として選定した。

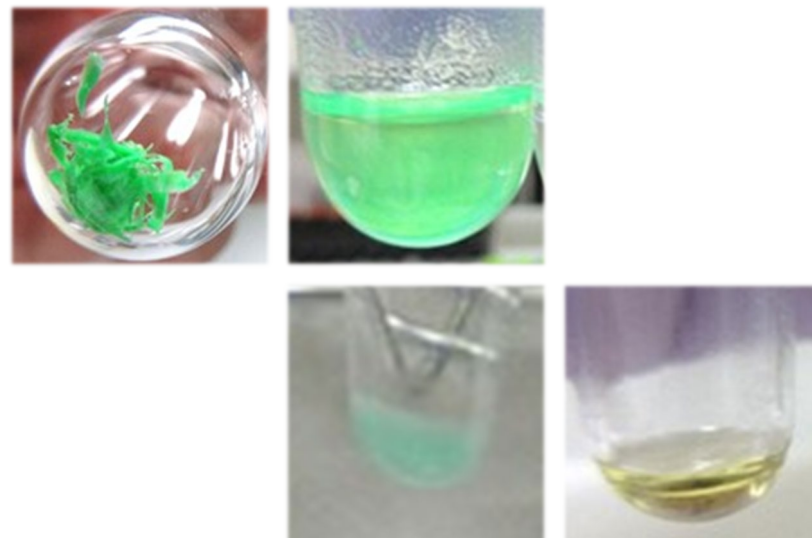
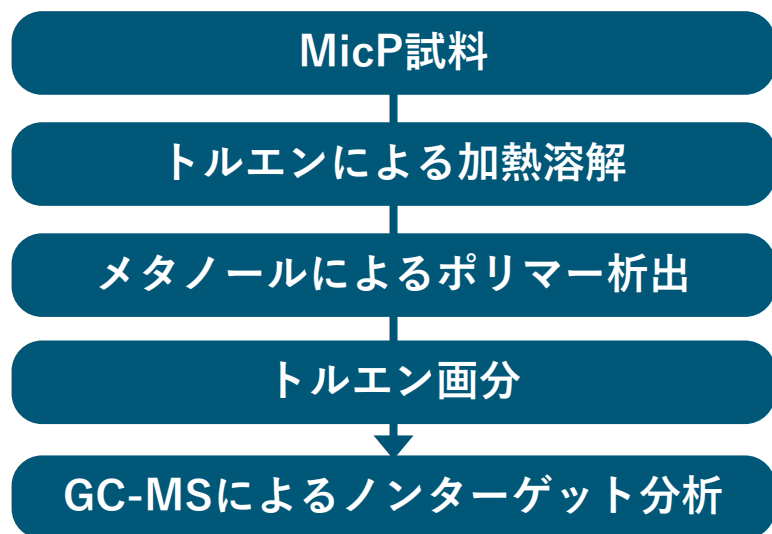
# 添加剤等化学物質分析：分析試料



- 1: PP/PE
- 2: EVA
- 3: PP
- 4: PE
- 8: EEA
- 9: PVC

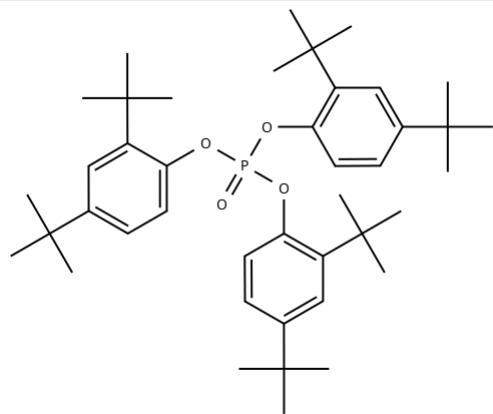
- 材質分析により同定されたマイクロプラスチック（MicP）のうち、海洋漂流MicPの主要材質であるPEおよびPPを中心に、これら以外の材質（PVC：ポリ塩化ビニル、EVA：エチレン酢酸ビニル共重合体、EEA：エチレン・アクリル酸エチル共重合体）を含めて対象粒子を選定した。
- 添加剤等化学物質の分析に必要な重量を確保するため、粒子サイズが概ね1 mm以上の粒子を対象として分析試料を選定した。
- 個粒子ごとに分析を実施し、分析対象粒子数は計34試料であった。形状は主にフラグメントであり、粒子重量は中央値0.175 gであった。

# 添加剤等化学物質分析：分析対象

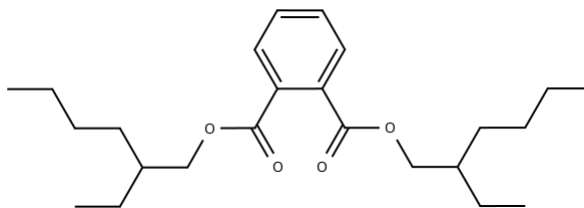


- MPを対象に、トルエンで加熱溶解した後、メタノールを添加してポリマーを析出し、トルエン画分とメタノール画分（析出したポリマー含む）に分画した。
- トルエン画分を対象として、GC-MSによるノンターゲット分析を実施し、既報に準じてスキャンモード（ $m/z=50-1000$ ）で検出したピークのマススペクトルをNISTライブラリと照合して、化学物質を推定した。

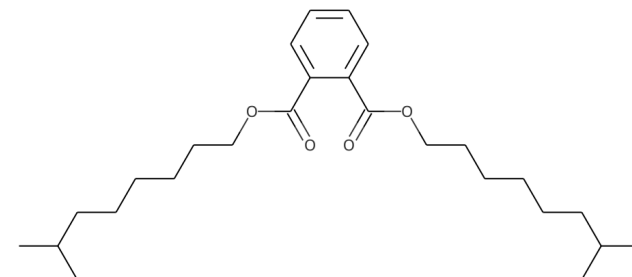
# MicPに含まれる主な添加剤由来化学物質



酸化防止剤  
Irgafos 168 oxide



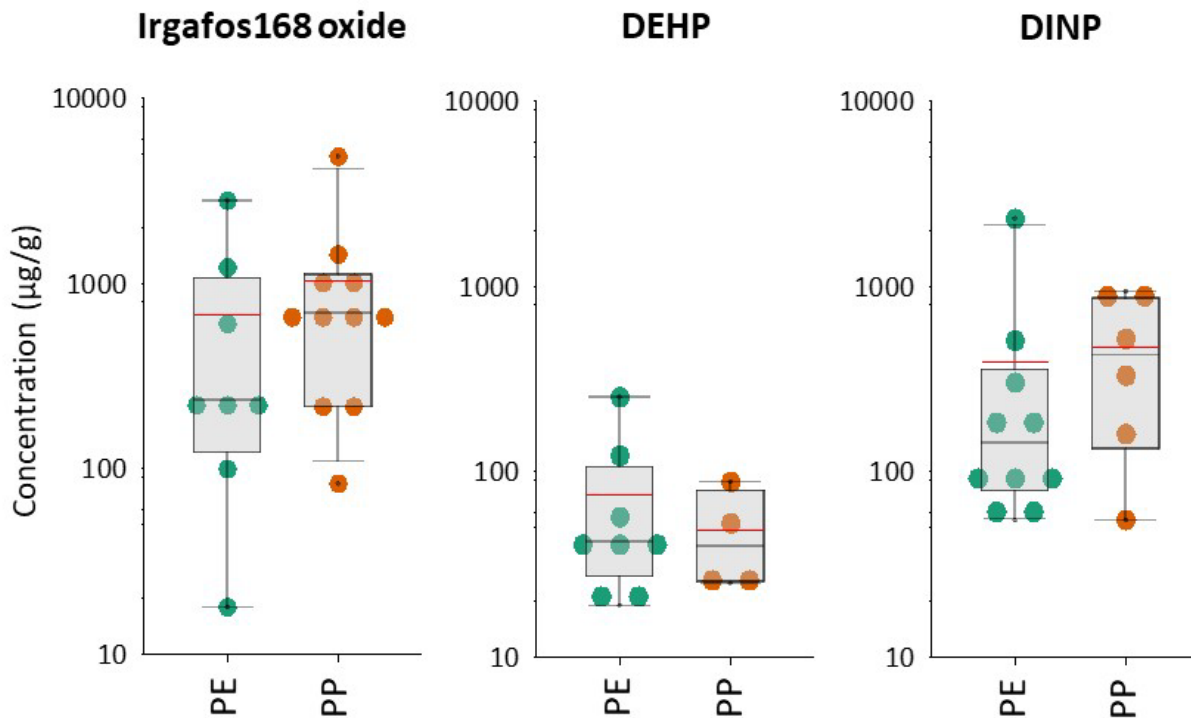
可塑剤（フタル酸エステル類）  
DEHP



可塑剤（フタル酸エステル類）  
DINP

- MicP中の添加剤由来化学物質は、主に酸化防止剤（Irgafos 168酸化体）およびフタル酸エステル類（DEHP、DINP）が検出された。
- PEおよびPPではフタル酸エステル類と酸化防止剤の検出頻度が高く、Irgafos 168酸化体およびDINPは最大1000  $\mu\text{g/g}$ （約0.1 wt%）以上の高濃度で検出された。
- PVC、EVA、EEAなどのその他樹脂でもフタル酸エステル類および酸化防止剤が検出され、特にPVCではDINPが約11 wt%と極めて高濃度で検出された。

# PEとPPのMicP中の添加剤由来化学物質



- DINPおよびIrgafos168酸化体の濃度は、PE試料と比較してPP試料で高い値を示す試料が多い傾向がみられた。ただし、PEとPPの間で統計的に有意な差は確認されていない。

# 得られた結果の解釈

- 東京湾の海洋漂流MicPでは、Irgafos168酸化体およびフタル酸エステル類（DEHP、DINP）が比較的高頻度・高濃度で検出され、主要添加剤であることが既往研究と整合して確認された。
- PE・PPではIrgafos168酸化体やDINPが1000  $\mu\text{g/g}$ （約0.1 wt%）以上で検出され、PVCではDINPが約11 wt%と極めて高濃度で検出されるなど、一部MicPは添加剤を高濃度で保持して輸送されている可能性が示された。
- DINPおよびIrgafos168酸化体はPPで高い傾向がみられたがPEとの差は有意でなく、ポリマー特性による溶出差や環境中滞留時間の影響が示唆された。
- DINPの比較的高い検出頻度はDEHP代替利用の影響を反映する可能性があり、MicP中添加剤は製品の化学物質使用や規制動向を反映する重要な指標と考えられる。

# 今後の課題

- 本研究では東京湾の海洋漂流MicPを対象に個粒子レベルの添加剤分析を実施し、Irgafos168酸化体およびフタル酸エステル類（DEHP、DINP）が比較的高頻度・高濃度で存在することを明らかにしたが、統計的傾向の評価には今後さらなるデータ蓄積が必要である。
- 今後は外洋や国外起源が示唆されるMicPにも同様の分析を適用し国内由来粒子と比較することで、発生源特性や輸送過程の理解を進めるとともに、海洋プラスチック汚染および関連化学物質管理の基礎情報を蓄積することが重要である。