

マイクロプラスチックの海浜域での調査分析方法の提案と実態

元防衛大学校 正会員 山口 晴幸

1. マイクロプラスチックによる汚染リスク

廃プラスチック類ゴミが、漂流・漂着過程で波風力・塩分・紫外線・降雨等の下に曝され劣化し、破碎を繰り返して大きさ5mm以下に微細化したプラスチックの破片は、総称して、マイクロプラスチックと呼ばれている(写真1)。プラスチック自体が含有している有害化学物質(ポリ臭化ジフェニルエーテル、重金属類等)に加え¹⁾、漂流中に残留性有機汚染物質など(ポリ塩化ビフェニル等)を吸着することで、摂食による海生生態系への影響リスクや食物連鎖による汚染リスクの拡大が懸念されている。マイクロプラスチックの実態把握と共に、早急な対応や対策が世界的に叫ばれている。



写真1 海浜域に漂着・混在するマイクロプラスチック(沖縄県与那国島ナーマ浜(2016.4.2))

推定では、既に、5兆個のマイクロプラスチックが世界の海を漂流しているとの指摘もあるが²⁾、その実態は殆ど分かっていないのが実情である。

最近、日本列島周辺の沖合海域で実施された調査(2014年)では³⁾、海水1トン(約1m³)当たり2.4個のマイクロプラスチックが採取されている。むしろ、沖合海域での漂流密度が沿岸域よりも高く、瀬戸内海内海での0.4個に比較して、6倍の密度であることが環境省のウェブサイトで公表されている。また、同省が東京湾で行った同様の調査(2015年)では³⁾、マイクロプラスチックが1300個見つかり、海水1m³(約1トン)当りに換算すると約6個に相当するという。東京湾のマイクロプラスチックの漂流密度は、日本列島周辺の沖合海域での2倍以上に当たり、世界の平均的な漂流密度の約60倍に匹敵する非常に高い値であると指摘されている。さらに、2016年の調査では⁴⁾、南極海でも確認されたことが報告され、世界の海洋を漂流拡散しているマイクロプラスチックの実態が徐々に解明されつつある。

このような状況と、毎年、海洋へ流出する廃プラスチック類のゴミ量が世界で480万t~1270万tに上るとする、米国ジョージア大の研究チームの推定結果⁵⁾を鑑みると、マイクロプラスチックを含む、難分解性の廃プラスチックの破片が地球規模的に拡散移動し、既に、世界の海洋の隅々まで漂流・浮遊していることが窺われる。

2. 本調査・研究のねらい

筆者は、微細化したマイクロプラスチックなどの破片は、洋上よりもむしろ、遠距離漂流した海洋越境ゴミ等が大量漂着する沖縄島嶼や日本海沿岸域、太平洋上沖合の離島などが、主要な生成・排出場となっている可能性が高いと考えている。特に、強い紫外線と高い気温の影響で劣化し易い亜熱帯・熱帯海洋性気候下の海浜域では、漂着後、滞留・放置で破碎が進行し、マイクロプラスチックの生成リスクは一段と高まる。

だが、海洋へ流出するマイクロプラスチックの主要な生成・排出場と思われる海浜域においても、マイクロプラスチックの実態を定量的に評価するための統一的な調査分析方法は未だに確立されておらず、その実態も明らかとなっていない。

ここでは、2016年春季(3月~4月)沖縄県八重山諸島・宮古島(7島44海岸)で実施した調査結果に基づき、海浜域に漂着・混在しているマイクロプラスチックを定量的に評価するための調査分析方法を提案すると共に、その実態について若干の検討を加える(一部分析済み)。

3. 提案する海浜域でのマイクロプラスチックの調査分析方法

海浜域に漂着・混在するマイクロプラスチックの実態を定量的に評価するための統一的な調査分析方法を確立するために、現地でも試行錯誤的に検討した結果、図1に示す調査分析フローを提示するに至った。

①対象海浜域において、海藻類や木くずなどが海岸線に沿って帯状に漂着している主要な漂着帯で、典型的な地点を選定する。

キーワード マイクロプラスチック、廃プラスチック、漂着ゴミ、有害化学物質、汚染リスク

連絡先 〒236-0053 神奈川県横浜市金沢区能見台通45-13-103 TEL. 045-786-9885 E-mail : hareyuki@oregano.ocn.ne.jp

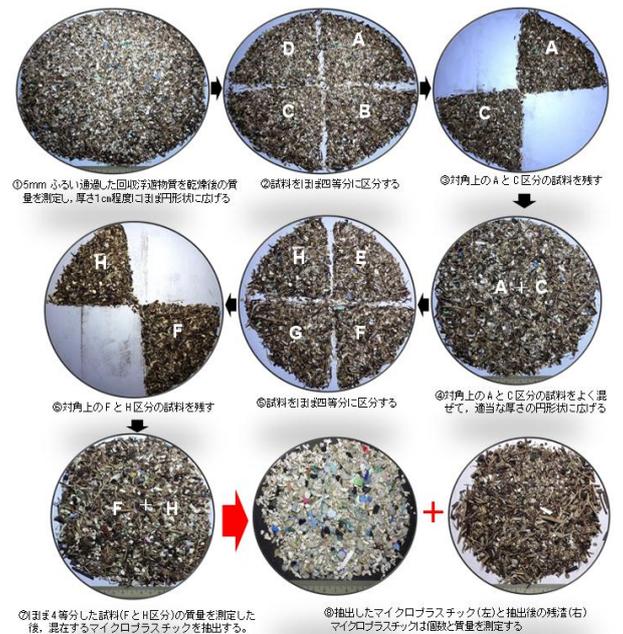
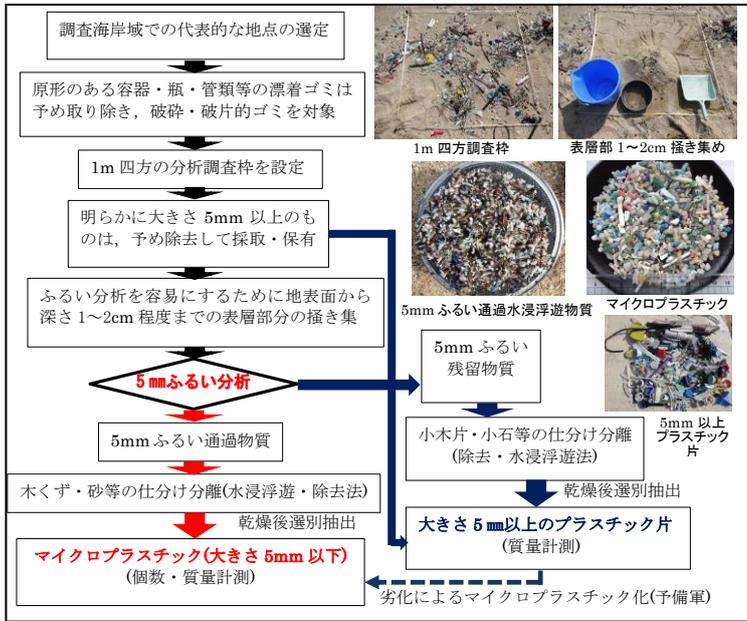


図1 提案するマイクロプラスチックの調査分析方法のフロー

写真2 四分法で分取した抽出試料でのマイクロプラスチック

②選定地点で、広さ1m四方の調査枠を設定する。
 ③調査枠内で、深さ1~2cm程度までの表層部分をヘラやスコップ等で掻き集める。なお、操作の容易性から、予め形状の大きな廃プラスチック類の破片等や異物(廃プラスチック以外の石、木片、ビン、缶類等)はできるだけ取り除いておくとよい。但し、廃プラスチック類の破片等は、大きさ5mm以上のものとして回収する。



④掻き集めた表層部分の試料を5mmふるいに通過し、通過物質を収集する。

⑤大きさ5mm以下の通過物質を、海水等の水を入れたバケツや容器に水浸させ、手やヘラで十分に攪拌し、マイクロプラスチックを含む浮遊物質を分離する(水浸浮遊法)。



⑥浮遊物質をヘラや極細メッシュ等で掬い上げ回収する。



石垣島山原海岸 (2016. 4. 19) 西表島ユツ川河口海岸西側 (2016. 4. 8) 宮古島保良漁港脇海岸北側 (2016. 4. 27)

写真3 大きさ5mm以上のプラスチック破片(上段)及び抽出試料(中段)と抽出したマイクロプラスチック(下段)の代表的事例

⑦水浸・攪拌・回収の操作(上記⑤と⑥)は、マイクロプラスチック等の浮遊物質が殆ど認められなくなるまで、水を入れ替えて、適宜、何度か繰り返す(通常3~4回程度)。

⑧回収した浮遊物質にはマイクロプラスチックの他、木くず・海藻類・軽石・サンゴ・貝殻片等の異物が混在していることから、乾燥後、浮遊物質の中から、肉眼的に選別できる程度の大きさ(概ね0.5mm以上を目安)のマイクロプラスチックをピンセット等を用いて抽出する。

⑨抽出したマイクロプラスチックの個数をカウントし、同時に質量を計測することで、海浜域での1㎡当りの漂着・混在量(密度)を定量的に評価する。

⑩調査枠内で予め回収した廃プラスチック類(上記③)とふるいに残留した大きさ5mm以上の廃プラスチック類の破片は、劣化によりマイクロプラスチック化する予備軍的な役割を担う可能性が高いので、5mm以上の廃プラスチック類として、同時に質量計測し定量的に把握する。なお、ふるいの残留物質から廃プラスチックの破片を選別する際には、肉眼法に加え、量的に多い場合には、水浸浮遊法を利用するのも有効である。

上記⑧での浮遊物質に含まれるマイクロプラスチックの数量が非常に多い場合には、乾燥後の浮遊物質の質量約150g以上を目安として、マイクロプラスチックを抽出するための試料は、四分法を適宜繰り返し、適当量(40g程度以上を目安)に調製して分取する(写真2)。なお、1㎡当りのマイクロプラスチックの数量と質量の評価は、当初の乾燥後の浮遊物質と四分法で調製した抽出試料との質量比率を乗じることで算定する。

写真3には、それぞれ、1m四方の調査枠内で採取した5mm以上のプラスチック破片、抽出試料とマイクロプラスチック(5mm以下)の代表的な海浜域での事例を示す。

4. 沖縄島嶼海浜域でのマイクロプラスチックの実態

海浜域で設定した1m四方の調査枠内に漂着・混在していたマイクロプラスチックには(写真4)、様々な形状・色調のプラスチック片や発泡スチロール(ポリスチレン)片の微細粒子をはじめ、極細の糸状合成繊維や黒色の乾燥廃油ボールの微細粒子などが認められる。微細粒子の中には、特に、大きさ直径1~5mm・厚さ1~2mmの円盤形状等の樹脂粒子「レジンペレット」がかなり確認される。色調は透明や乳白色が主体であるが、茶褐色などの有色のものも含まれている。レジンペレットはプラスチック容器類の中間材料として使用されている樹脂粒子で、既に、1970年代から、海洋汚染因子として世界的に警告が寄せられてきた。

与那国島ウブドゥマイ浜でのマイクロプラスチックを構成する主要な微細粒子の1㎡当りの漂着個数(漂着密度)の分析では(図2)、総数量は3368個/㎡で、その内レジンペレットが488個/㎡(14.5%)、プラスチック微細片が409個/㎡(12.1%)、発泡スチロール微細片が2381個/㎡(70.7%)と、三者で97%以上を占めていた。他に(2.8%)は糸状合成繊維と廃油ボールの微細粒子などが含まれていた。

また、発泡スチロールブイやその破片群が大量に漂着する海岸では、膨大な量の発泡スチロール片の微細粒子がマイクロプラスチックの大半を構成している場合が多い(写真5)。海浜漂着する発泡スチロール(ポリスチレン)は漁業用ブイとして大量に使用されている。構造的に軟弱で容易に破碎を繰り返して微細化し易く、しかも軽量なため拡散移動性の極めて高い特性を有している。

マイクロプラスチックの表面を拡大顕写すると(写真6)、油分・タールなどの汚染物質が表面や亀裂に付着・



写真4 マイクロプラスチックと主要な構成素材(与那国島ウブドゥマイ浜)

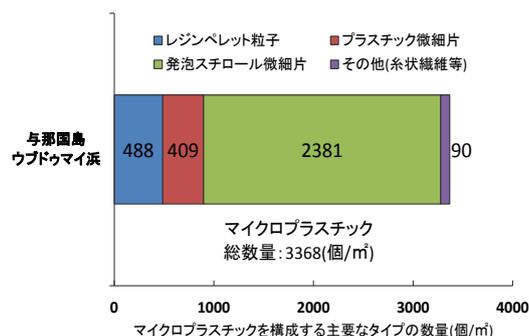


図2 マイクロプラスチックを構成する主要な素材の数量状況



写真5 マイクロプラスチックの大半が発泡スチロールの微細片で構成(与那国島四畳半ビーチの事例)

吸着した微細粒子が殆どで、特に、多孔質な発泡スチロール片の微細粒子では、間隙の奥にも異物が入り込み、有害化学物質や汚染物質が表面深く吸着していることが窺われる。

マイクロプラスチックの漂着・混在密度の高い海浜域では、マイクロプラスチックの予備軍とも言える大きさ5mm以上のプラスチックの破片量もかなり多い傾向にあった(写真3上段参照)。

現在、分析中であるが、マイクロプラスチックが1万個/m²を超える海浜域も複数か所確認されている。今後、マイクロプラスチックの漂着・混在密度に応じて、海浜域にランク付けを図りたいと

考えている。ちなみに、マイクロプラスチック1000個/m²程度の質量は約15gで、500mlペットボトル容器(様々な形状・種類のものがあるが、1本当りの質量は概ね25~35g/本)に換算すると0.4~0.6本程度に相当する。また、発泡スチロールの微細片は1500個程度で約1gの質量に相当していた(写真7)。

5. おわりに

海浜域のマイクロプラスチックは、海洋漂流しているものよりも遥かに高密度で漂着・混在している可能性が高い。その要因として、漂着した廃プラスチック類ゴミの劣化(強紫外線や高気温による)がマイクロプラスチックの主要な供給源になっている可能性が指摘される。特に、亜熱帯海洋性気候に位置し、廃プラスチック類ゴミの劣化に対しては厳しい気象条件下に曝されている沖縄島嶼では、海浜域でのマイクロプラスチックの生成・排出性が非常に高いと言える。

また、中国製ゴミを主体とした近隣アジア諸国からの海洋越境ゴミの深刻な沖縄島嶼では、マイクロプラスチックには、汚染物質の吸着のみならず、多種類の素材・材質に関連した添加剤や成形助剤が使用され、種々の有害化学物質を含有している可能性が高い。マイクロプラスチックの回収・除去は絶望的に近い作業となるので、微細化する以前の廃プラスチック類ゴミの発生源・抑制対策等を一層強力に推進していくことが求められる。

参考文献

1) 山口晴幸(2016)：マイクロプラスチック化する廃プラスチック類漂着ゴミの海生生態系への汚染リスク、土木学会第24回地球環境シンポジウム講演集(一般講演)，pp.7~12，2016，2) 東京新聞社(2016)：イワシ8割から微細プラスチック おなかに東京湾のごみ，東京新聞，2016年4月9日発行，3) 環境省(2015)：報道発表資料「(お知らせ)平成26年度沖合海域における漂流・海底ごみ実態調査委託業務調査結果について」(平成27年4月23日)，環境省ウェブサイト，4) 環境省(2016)：報道発表資料「南極海においてマイクロプラスチックの浮遊が確認されたことについて」(平成28年9月26日)，環境省ウェブサイト，5) 日本経済新聞社(2015)：プラごみの海洋流出・最大で年1270万トン・世界の推計，日本経済新聞，2015年2月13日発行。

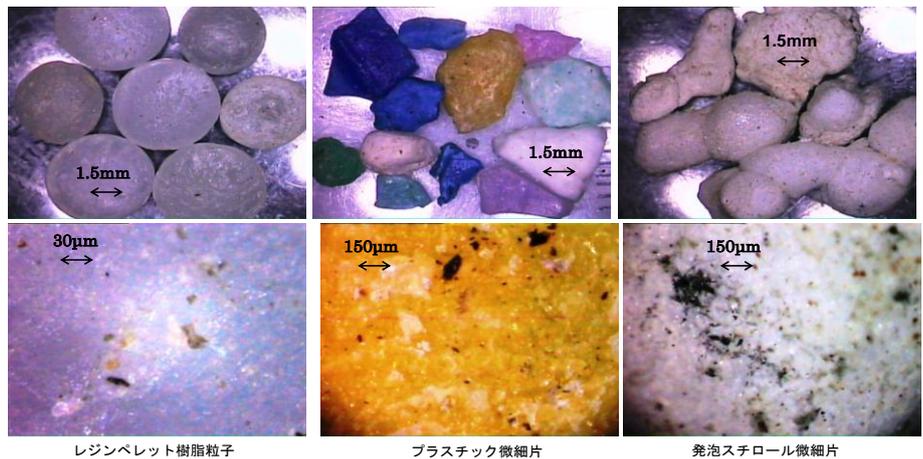


写真6 マイクロプラスチック表面の亀裂や間隙には油分やタール等の汚染物質が吸着



写真7 発泡スチロール微細片の個数と質量の状況