

忍び寄るマイクロプラスチック汚染～沖縄島嶼海岸域の実態～

元防衛大学校 正会員 山口 晴幸

1. はじめに

亜熱帯海洋性気候に属する沖縄島嶼では、漂着廃棄物の8割以上は難分解性のプラスチック廃棄物である。しかも、その大半は近隣アジア諸国からの海洋越境プラスチック類である。大量のプラスチック廃棄物が埋め尽くす野趣豊かな砂浜・干潟・湿地等の海岸域では、希少な底生小生物(カニ類やヤドカリ類等の甲殻類)が発泡スチロールブイ等のプラスチック廃棄物に群がり、マイクロプラスチック(大きさ5mm以下)などの微細なプラスチック片を摂食している光景をよく目にする。マイクロプラスチックは自体に含有する有害化学物質に加え、漂流中に有害化学物質を高濃度で吸着する性質がある。しかも、海生生物による摂食リスクが高まることで、海生生態系への負荷や食物連鎖による汚染リスクの拡大が危惧されている。

ここでは、前回の報告¹⁾に引き続き、2016年沖縄島嶼で実施した、海岸域でのマイクロプラスチックの現存量の実態を分析評価し、殊に、厳しい気象条件(強紫外線, 高気温)下に曝されている沖縄島嶼海岸域は、マイクロプラスチックの生成・供給場となる可能性の高いことを明らかにしている。

2. 沖縄島嶼海岸域でのマイクロプラスチック調査

ここでは、2016年春季の与那国島(6海岸)、波照間島(3海岸)、西表島(8海岸)、黒島(3海岸)、竹富島(2海岸)、石垣島(13海岸)の八重山諸島(6島35海岸)を始め、宮古島(7海岸)・池間島(2海岸)に加え、同年秋季に実施した沖縄本島(7海岸)・久高島(2海岸)・粟国島(4海岸)での11島57海岸の調査結果を取りまとめ、検討を試みている。

マイクロプラスチックの調査^{1)~3)}では、対象海岸で主要な漂着帯を選定し、その代表的な地点で1m四方の調査枠を設定する。表層部(深さ1~2cm)を回収して5mmふるいに通し、通過試料からマイクロプラスチックを分離・抽出(水浸浮遊法)して、1m²当りの個数として海岸域での現存量評価を行う。なお、有害化学物質の含有・溶出(吸着)性はマイクロプラスチックのタイプ・素材等に影響されるので、主要な構成要素であるプラスチック微細片、発泡スチロール微細片、レジンペレット樹脂粒子、糸状合成繊維短片、廃油小粒子(微小プラ混入)に区分してそれぞれカウント評価する。

3. 沖縄島嶼海岸域でのマイクロプラスチックの実態

2016年沖縄調査(11島57海岸)で、1m四方の調査枠(面積1m²)から検出された57海岸(累積面積57m²)でのマイクロプラスチックの総数量は116,364個に達した(図1)。うちレジンペレット樹脂粒子が11,619個(10.0%)、プラスチック微細片が42,088個(36.2%)、発泡スチロール微細片が58,352個(50.1%)、糸状合成繊維短片が1,031個(0.9%)、廃油小粒子が857個(0.7%)であった。なお、その他の2,417個(2.1%)は、プラスチック微細片と思われる疑わしき物質とゴム製物質である。前三者での割合は96.3%を占め、レジンペレット樹脂粒子、プラスチック微細片、発泡スチロール微細片の3物質がマイクロプラスチックを構成している主要な素材となることが分かった。

各素材の数量を調査海岸の累積面積(57m²)で除し、1調査枠(面積1m²)当りの平均的なマイクロプラスチック

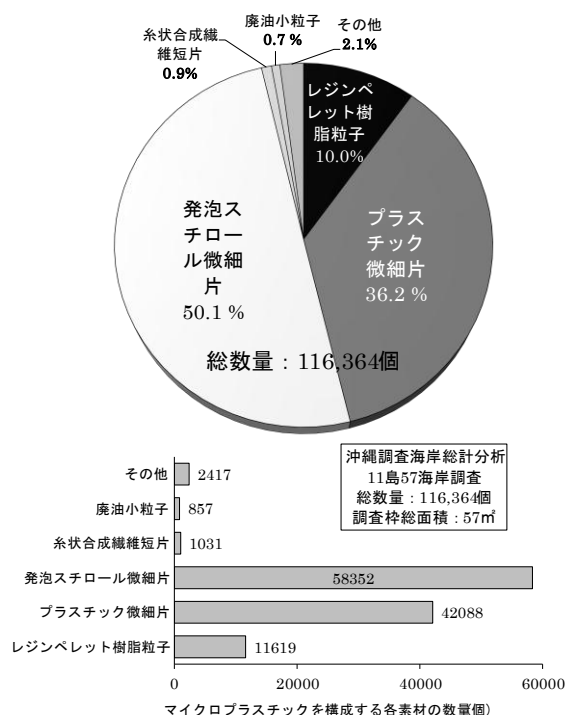


図1 沖縄11島57海岸での総計分析による
主要素材の構成比率(上)と各素材の
数量(下)状況

クの数量に換算すると 2,041 個となる。うちレジンペレット樹脂粒子、プラスチックと発泡スチロール微細片は、それぞれ 204 個、738 個、1,024 個であった。

この 2,041 個の値は、沖縄の海岸域におけるマイクロプラスチックの 1 m² 当りの平均的な漂着・混在密度に相当する。洋上調査とは異なり単純に比較はできないが、日本列島で非常に高い漂流密度と指摘されている東京湾の海水 1 m³ (約 1 トン) 当たり約 6 個の漂流密度⁴⁾と比較すると極めて高い密度と言える。

だが、沖縄島嶼海岸域でのマイクロプラスチックの数量や構成素材の実態は、漂着廃棄物の堆積状況や海岸清掃の頻度・程度によって影響を受け、島嶼や海岸間でかなり異なっていた。各島嶼でのマイクロプラスチックの面積 1 m² 当りの平均的な漂着・混在密度を見ると(図 2)、八重山諸島では与那国島(6 海岸で数量 45,934 個)で 7,656 個、次いで黒島(3 海岸で数量 13,514 個)が 4,505 個、波照間島(3 海岸で数量 8,453 個)が 2,818 個と高く、石垣島(13 海岸で数量 9,955 個)、西表島(8 海岸で数量 6,042 個)、竹富島(2 海岸で数量 546 個)では、それぞれ 766 個、755 個、273 個であった。また、宮古島・池間島(9 海岸で数量 27,659 個)でも 3,073 個と高い値であったが、粟国島(4 海岸で数量 2,507 個)では 627 個、沖縄本島・久高島(9 海岸で数量 1,754 個)では 195 個と最も低い漂着・混在密度となっていた。

なお、八重山・宮古諸島の島嶼では、マイクロプラスチックの数量が面積 1 m² 当り 5 千個を超える海岸が与那国島で 3 海岸、波照間島と黒島でそれぞれ 1 海岸、宮古島で 2 海岸確認され、うち与那国島の 3 海岸と宮古島の 1 海岸では、1 万個を超えていた。これに対して、沖縄本島・久高島・粟国島の海岸では、大半は 200 個/m² 以下であった。

漂着・混在するマイクロプラスチックの現存量を 6 段階に区分して、調査海岸地点上にマップ表示した図 3 を見ると、マイクロプラスチックの漂着・混在密度の高い海岸は、八重山・宮古諸島に集中している傾向が窺われた。このような海岸では、調査時、回収・除去が滞っており、大量の漂着廃棄物が海岸を覆い尽くしている状況にあった(写真 1)。砂浜等の海岸域に混在するマイクロプラスチックの深刻化する実態は、漂着廃棄物量やその滞留・放置によって齎されていることが分かった。

また、各島嶼でのマイクロプラスチックの構成素材の割合を分析すると(図 4)、いずれの島嶼においても、やはりレジンペレット樹脂粒子、プラスチック・発泡スチロール微細片の 3 素材が高い割合を占め

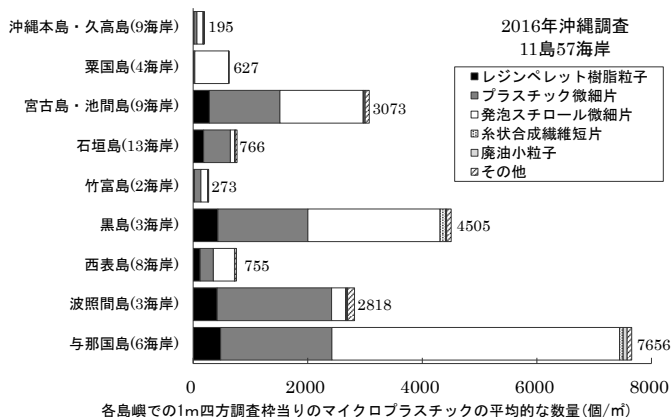


図 2 各島嶼での 1 調査枠当りのマイクロプラスチックの平均的な数量の比較

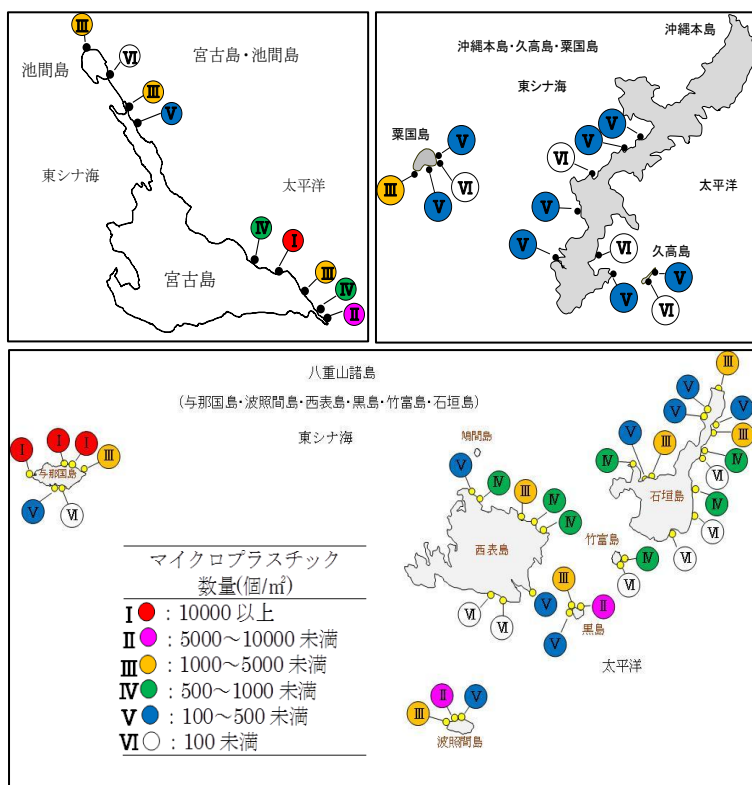


図 3 沖縄島嶼海岸域でのマイクロプラスチックの現存量マップ (2016 年調査)



写真 1 与那国島ナーマ浜西側
マイクロプラスチック数量: 15,564 個/m²

ている。中でも、波照間島と石垣島ではプラスチック微細片がそれぞれ70.9%と60.9%、一方、与那国島と粟国島では発泡スチロール微細片がそれぞれ65.6%と94.2%と高い。レジンペレットは石垣島で24.1%と最も高いが、他の島嶼では10%台以下の割合となっている。

ところで、図5には、1調査枠(面積1㎡)から検出されたマイクロプラスチックの質量が1g以上の抽出試料を対象に、マイクロプラスチックの数量を質量との関係で両対数紙上にプロットしている。同一数量でも、構成する各素材の混在状況始め、各材質や微細片の大きさ・形状・比重などの相違によって、1調査枠当りのマイクロプラスチックの質量にはばらつきは認められる。しかし、数量と質量との関係は、概ね、log-log 面上で線形近似(相関係数 $R^2=0.8531$)して表示できることが分かる。ランダムな素材構成であるマイクロプラスチック微細片の数量1,000個は、概ね10gの質量に相当している。

マイクロプラスチック(1調査枠)： $y = 88.187x^{1.0501}$

ここで、 y はマイクロプラスチックの数量(個/㎡)、 x はマイクロプラスチックの質量(g/㎡)である。なお、上式は、マイクロプラスチックの数量と質量を規定した経験式であることから、今後、データの蓄積を図り、この近似式の信頼性を高めることで、質量の測定から数量を推定することが可能となる。よって、微小プラスチックの数量をカウントする煩雑な作業を回避することができ、調査分析方法での効率化が図られる。ちなみに、図6～図8に示すように、レジンペレット樹脂粒子、プラスチック微細片、発泡スチロール微細片の各素材についても、同様に、log-log 面上で線形的な関係が認められ、それぞれ、下記の近似式で表示できる。

レジンペレット樹脂粒子(1調査枠)： $y = 39.705x^{1.067}$ ($R^2=0.9574$)

プラスチック微細片(1調査枠)： $y = 50.774x^{1.1396}$ ($R^2=0.9584$)

発泡スチロールに細片(1調査枠)： $y = 1441.4x^{0.7639}$ ($R^2=0.8292$)

ここで、 y は各素材の数量(個/㎡)、 x は各素材の質量(g/㎡)である。なお、発泡スチロール微細片の場合には、概ね、数量1,500個が1gの質量に相当している。

以上、調査結果を通し、マイクロプラスチックの漂着・混在密度の高い海岸域は、やはり、近隣アジア諸国からの海洋越境廃棄物の大量漂着を繰り返す八重山・宮古諸島の先島島嶼海岸に集中していて、しかも、マイクロプラスチックを構成している主要な素材は漂着廃棄物の種類・タイプに強く影響を受けていることが窺われた。

例えば、与那国島四畳半ビーチの場合のように、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の微細片が検出され、マイクロプラスチックの大半を構成していた。また、特に、八重山・宮古諸島の調査海岸の大部分では、プラスチック微細片の割合が数十%以上となっており、そのような先島島嶼海岸では、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破片の検出量もかなり高かった。

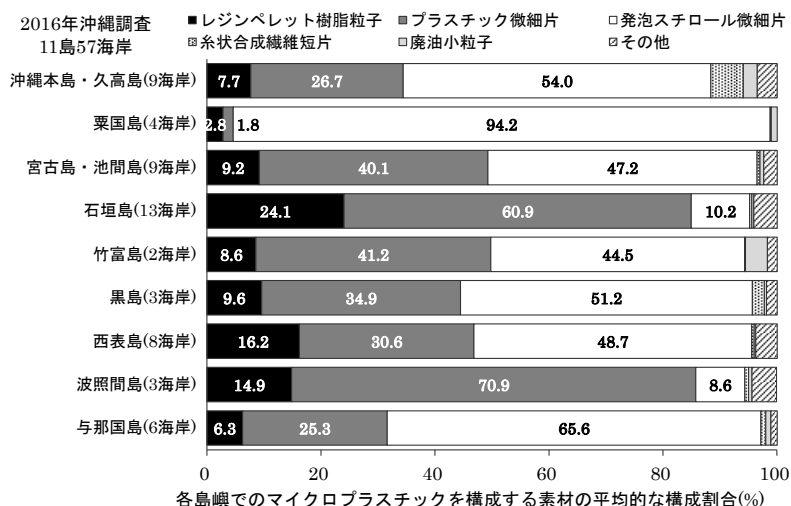


図4 各島嶼でのマイクロプラスチックを構成する素材割合の比較

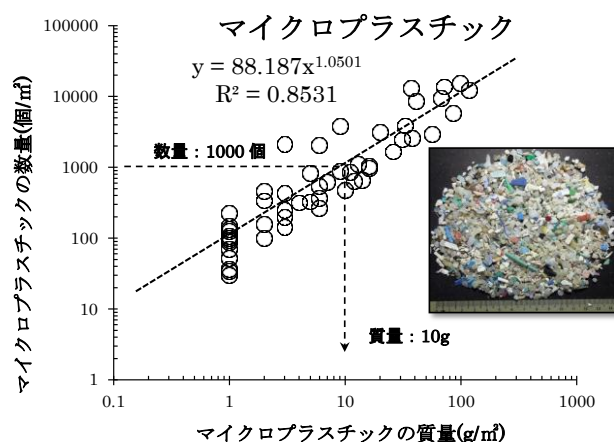


図5 マイクロプラスチックの数量と質量との間の両対数紙上での線形的な関係

八重山・宮古諸島では、調査した 44 海岸中 26 海岸(59%)で、1m 四方の調査枠から検出された 5mm 以上のプラスチックの破片量は 100g 以上となっており(図 9), 最大は 660g 混在していた。ちなみに、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)に換算すると、約 3~4

本以上に相当する。なお、図 10 に示すように、ばらつきは認められるが、微細なマイクロプラスチック(大きさ 5mm 以下)の質量との正の相関性は高く、混在する 5mm より大きなプラスチック類の破片がマイクロプラスチックの生成源(予備軍)となっている可能性が指摘される。

4. 調査所感

海洋上は言うまでもないが、砂浜などに混在するマイクロプラスチックなどの微小プラスチックの回収・除去は絶望的に近い作業であることから、マイクロプラスチック化の低減・防止を図るためには、プラスチック廃棄物の破片類を含めた漂着廃棄物の迅速、且つ、定期的な清掃活動が益々重要となる。

参考文献 1)山口晴幸(2017): 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, 土木学会関東支部第 44 回技術研究発表会, VII-5, 2)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, 3)山口晴幸(2017): マイクロプラスチック汚染が深刻化する微小プラスチックの大量実態, 土木学会第 25 回地球環境シンポジウム講演集(一般講演), pp.23~28, 4) 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

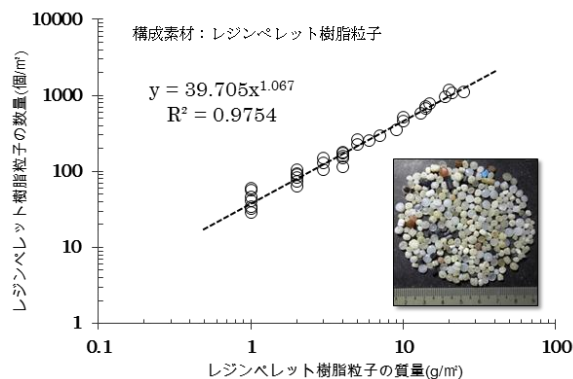


図 6 素材「レジンペレット樹脂粒子」の数量と質量との間の線形的な関係

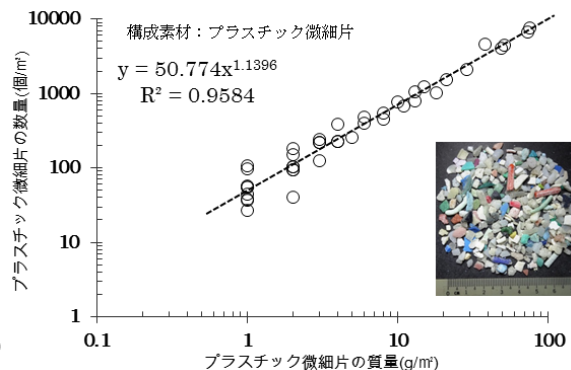


図 7 素材「プラスチック微細片」の数量と質量との間の線形的な関係

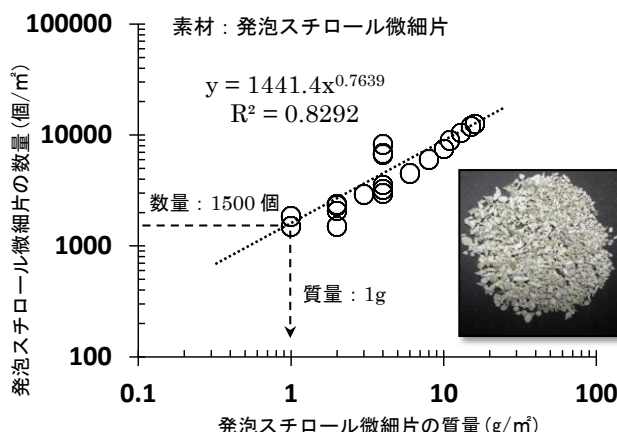


図 8 素材「発泡スチロール微細片」の数量と質量との間の線形的な関係

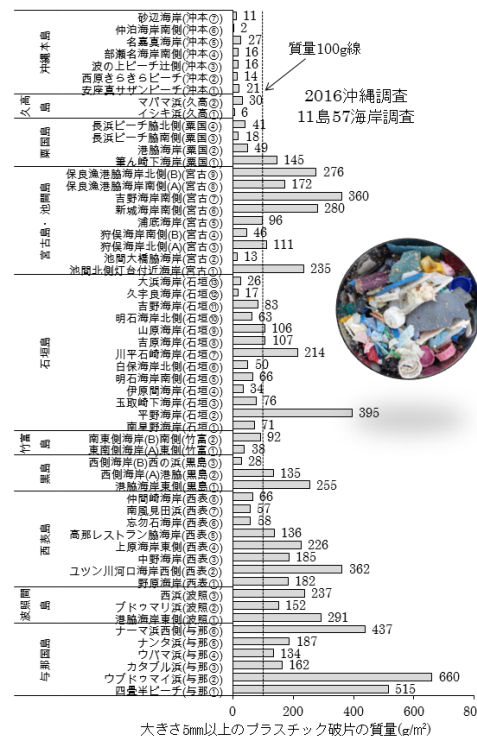


図 9 各海岸での 1 調査枠(面積 1 m²)当りに混在していた大きさ 5mm 以上のプラスチック破片の状況

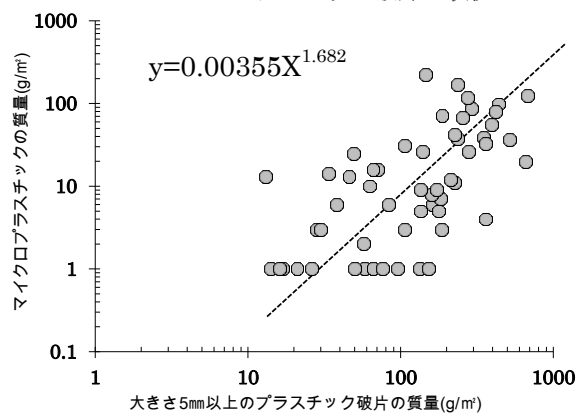


図 10 マイクロプラスチックと大きさ 5mm 以上のプラスチック片の質量関係