

多くの海岸域で確認している。

殆ど自然分解されず蓄積性の高い海洋・海岸マイクロプラスチックを含め、その供給源であるプラスチック廃棄物による海洋汚染の地球規模的脅威に対して、早急に実践的な対応・対策への取り組みが、世界的に急がれている。

2. 講演でアプローチする主要な事項の概略

海岸マイクロプラスチックの量は、海岸に滞留・放置された廃プラスチックの漂着量に強く依存している。しかも、迅速に回収除去がなされない海岸域では劣化破碎が進展し、1m四方(面積1m²)あたりに1万個を超える、途轍もない量のマイクロプラスチックが検出される場合も多く、海洋マイクロプラスチックの供給場ともなっている。漂着廃プラスチックの滞留・放置を許さない迅速で、しかも、持続的な回収除去システムを構築することが、海洋・海岸マイクロプラスチックの軽減・防止対策には必要不可欠であることを、長年の海洋漂着廃棄物に関する我が国の列島調査からの教訓として学んできた。

本講演では、今まで全国調査の一環として取り組んできた沖縄島嶼と関東沿岸での海岸マイクロプラスチックの実態・対策・課題に加え、供給源である廃プラスチック等の海洋漂着廃棄物に関する下記の事項について主に解説する。

- ①海洋漂着廃棄物の海域・沿岸水域の特徴
深刻化する外来海洋越境廃棄物の脅威など
- ②危険・有害・粗大廃棄物の漂着リスク
有毒液体残存ポリ容器、医療廃棄物、管球類など
- ③廃プラスチックの海洋漂着廃棄物の有害リスク
重金属類等の有害元素成分の含有・溶出性
- ④持続的な保全システムの構築に向けて
マイクロプラスチック等の微小プラを含めた海洋漂着廃棄物の軽減・抑制対策などの在り方

3. 砂浜海岸でのマイクロプラスチック調査のねらいと取り組み

洋上での海洋マイクロプラスチックの経年的変動量や増減量の実態を把握するには、船舶などの大掛かりな設備・人員や膨大な経費を要し、手軽に調査することは難しい。だが、海岸調査は道具も少なく比較的容易である。海岸マイクロプラスチックの大半は流出・漂着を繰り返していることから、沿岸洋上を漂流・浮遊する海洋マイクロプラスチックの状況を簡易的に評価するのも役立つられる。

また、マイクロプラスチックの実態を多角的に分析・把握することができることから、沿岸・海岸域の特徴をはじめ、季節的・経年的な変動量、源である廃プラスチックの供給・発生源の解明やその軽減・抑制対策などを検討するのに、有益な示唆を与える。

筆者は我が国の砂浜海岸でのマイクロプラスチックの実態を明らかにするために、2016年から本格的に全国的調査



写真2 マイクロプラスチックを構成する主要素材

に着手している。これまで沖縄島嶼沿岸や関東沿岸に加え、北海道石狩湾沿岸、青森県陸奥湾沿岸、長崎県長崎半島沿岸、富山県富山湾沿岸、香川県瀬戸内海沿岸などで調査を試みている。ここでは、海洋漂着廃棄物の特性が大きく異なる沖縄島嶼(11島57海岸)と関東沿岸(54海岸)での実態について概説する。

4. 海岸マイクロプラスチックの調査・評価方法

砂浜海岸での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手法は確立されていないことから、まず、2016年の沖縄調査では、試行錯誤的に検討して、調査・評価方法を開発し、提案している¹⁾。

海岸マイクロプラスチックの調査では、対象海岸で主要な漂着帯(満潮線付近)を選定し、その代表的な地点で1m四方の調査枠(面積1m²)を設定する。表層部(深さ1~2cm)を集積して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、面積1m²当たりの数量として海岸域での現存量の評価を行う。

なお、有害化学物質の含有・溶出性は廃プラスチックのタイプ・素材等に影響されるので、主要な構成素材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、糸状合成繊維短片等ごとに素材を区分して数量をカウントし、質量を計測する(写真2)。同時に、マイクロプラスチックの予備量ともなる5mmふるいに残存した廃プラスチックの破片の評価(質量やサイズ)を行う。

5. 沖縄八重山・宮古諸島での海岸マイクロプラスチックの実態概要

2016年の調査(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個に及んだ。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、3素材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っていることが分かった(図2)。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)当たりの平均的なマイク

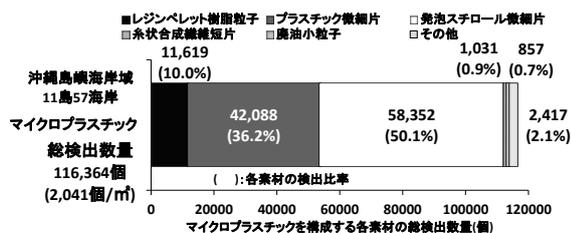


図2 沖縄島嶼での総計分析

ロプラスチックの数量に換算すると2,041個となる。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㎡当た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、先の環境省が公表した日本列島周辺の沖合海域での海水1トン(約1m³)当たり約2.4個の漂流密度に比較すると極めて高い漂着混在密度と言える。だが、沖縄島嶼での海岸マイクロプラスチックの数量や構成素材の状況は、島嶼や海岸間でかなり異なっていた。

八重山・宮古諸島の先島海岸では、海岸マイクロプラスチックの数量が1㎡当たり5,000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10,000個/m²を超え、中には15,564個/m²検出された海岸も確認された。これに対して沖縄本島・久高島・粟国島では、大半は200個/m²以下の海岸であった。検出された現存量を6段階に区分して表示した現存量マップを見ると(図3)、海岸マイクロプラスチックが1,000個/m²を超え、ランクI～IIIに入る現存量の高い海岸は、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、漂着廃棄物の回収除去が滞っている場合が多く、大量の廃プラスチックなどの漂着廃棄物が海岸を覆い尽くしている状況にあった。

これに対して、大半の海岸が500個/m²未満のV～VIランクに入る、主に沖縄本島とその周辺島嶼などでは、やはり大量の漂着廃棄物は打ち上がるが、随時、迅速に回収除去されている観光・ホテルビーチ等が多いことから、調査時には廃プラスチックなどの漂着廃棄物は殆ど目に付かなかった。このような海岸域では、常時、素である漂着廃プラスチックの放置・停滞を許さない迅速な回収除去が持続的に行われていることが分かった。

6. 関東沿岸での海岸マイクロプラスチックの実態概要

関東沿岸での調査対象とした砂浜海岸は54か所で、相模湾沿岸から東京湾沿岸、南外房沿岸に至る海岸で、神奈川県が37か所、東京都が2か所、千葉県が15か所である(2016年～2018年調査)。ここでは、各海岸での1調査枠(面積1㎡)から検出した海岸マイクロプラスチックの総計分析結果(図4)と、検出量を6段階に区分した現存量マップ(図5)を例示している。1調査枠(面積1㎡)で500個以上検

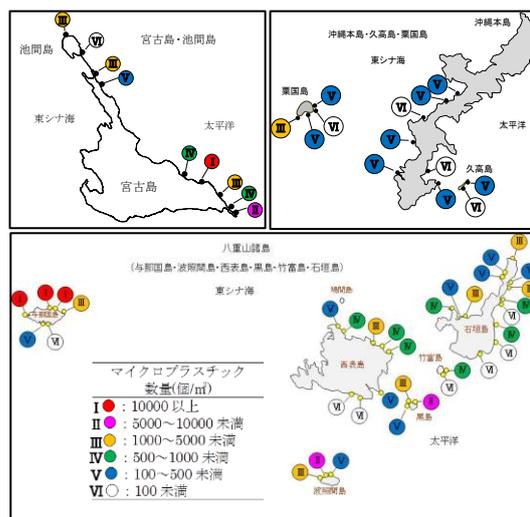


図3 沖縄島嶼での現存量マップ(2016年調査)

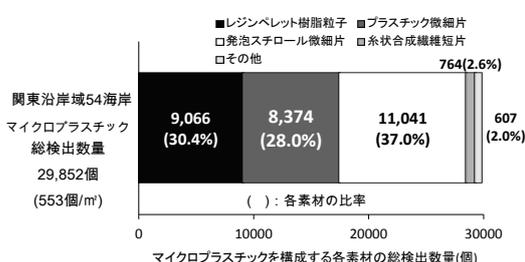


図4 関東沿岸での総計分析

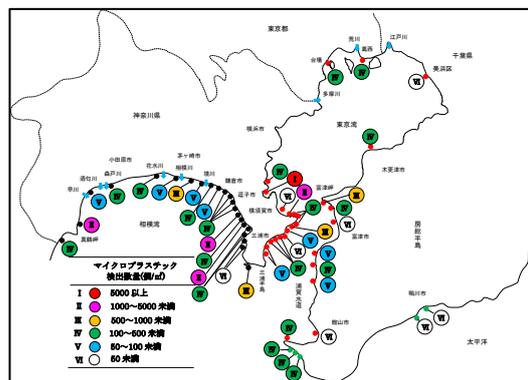


図5 関東沿岸での現存量マップ(2016年～2018年調査)

出された海岸は、東京湾沿岸で4か所、相模湾沿岸で5か所確認され、うち1,000個を超える海岸が両沿岸で5か所あり、中には12,950個検出された海岸も確認された。特に、浦賀水道出入口周辺や水道沿い及び三浦半島相模湾沿岸に面する海岸で検出量の多い海岸が散見された。3沿岸域に区分し、それぞれの平均数量を算定すると、東京湾沿岸が783個/m²、相模湾沿岸が367個/m²、南房総沿岸が129個/m²で、東京湾沿岸は相模湾沿岸の2.1倍、南外房沿岸の6.1倍であった。また、関東沿岸の54海岸で検出した総数量は29,852個で、1海岸・1㎡当たりの平均数量に換算すると553個となり、先の沖縄島嶼での平均数量2,041個/m²に比較すると約1/4と少なかった。これは廃プラスチックの漂着量と停滞・放置されている海岸頻度の相違に因っており、大半の海岸では清掃活動の行き届いた状況にあっ

た。だが、世界平均の約 60 倍で、「非常に高い漂流密度」とされる東京湾内の海水約 1 トン(1m³)当たり約 6 個の海洋マイクロプラスチックの漂流密度と比較すると、やはり 553 個/m³の数量はかなり高い検出量と言える。

なお、大半の海岸での素材構成は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 素材で 90%以上を占め、しかも総計的には 3 素材が 3 分する比率となっている(図 4 参照)、やはり素材の構成割合には沿岸・海岸間で特異性が認められた。レジンペレット樹脂粒子以外は、生活・漁業系の廃プラスチックが主要な供給源であることから、マイクロプラスチックの検出量の高い浦賀水道・相模湾沿岸の海岸では、レジンペレット樹脂粒子に加え、漁業関係で使用された発泡スチロールブイ・魚箱類がマイクロプラスチックの主要な排出源になっていることが分かった。

7. 海岸マイクロプラスチック調査から浮上する早急な軽減・抑制対策

上述したように、海岸マイクロプラスチックの平均現存量は沖縄島嶼(2,041 個/m³)では関東沿岸(553 個/m³)での約 3.7 倍と、両地域間でかなりの相違はあるが、主要素材であるレジンペレット樹脂粒子(一次マイクロ)、プラスチック微細片(二次マイクロ)、発泡スチロール微細片(二次マイクロ)の 3 素材の検出総量はそれぞれ 96.3%と 95.4%を占めている(図 2, 図 4 参照)。そのうちレジンペレット樹脂粒子と発泡スチロールの両者は、それぞれ沖縄島嶼では 60.1%(レジン 10.0%, 発泡 50.1%), 関東沿岸では 67.4%(レジン 30.3%, 発泡 37.0%)と、いずれもマイクロプラスチック全検出量の 6 割以上を占めていることが分かる。

周知のように、レジンペレット樹脂粒子はプラ容器類の中間材料として使用されているものである。沖縄島嶼では全検出量に占めるレジンペレット樹脂粒子の割合は 10.0%と低いが、57 海岸のうち 9 海岸で 500 個/m³以上、そのうち 3 海岸では 1,000 個/m³以上確認され、与那国島ナーマ浜西側では最大の 1,182 個/m³を検出している。一方、関東沿岸では沖縄島嶼に比較して海岸マイクロプラスチックの全検出量は 1/4 程度と少ないが、そのうちレジンペレット樹脂粒子が 30.3%占めている。東京湾と三浦半島相模湾沿岸域での検出量が高く、調査海岸 54 か所のうち 9 海岸で 100 個/m³を超え、東京湾浦賀水道入口付近の野島海岸南側(横浜市)では最大の 5,794 個/m³を検出している(写真 2 参照)。

レジンペレット樹脂粒子は、今のマイクロプラスチックと同様に、1970 年代当初より甚大な海洋汚染因子として世界的に警告が発せられ、防止対策が図られてきたはずである。だが未だに、海洋への大量流出・排出による海岸への漂着が深刻化していることが分かる。東南アジア諸国から大半輸入されるレジンペレット樹脂粒子の自然界への流出・排出は、輸送・運搬・加工等での不適切な管理による

漏出・落散が主要な原因と指摘されている。用途先が限定されるプラ業界には、これまでの防止対策の再点検に加え、抜本的な流出・漏出管理体制の見直しが強くと求められる。

また、発泡スチロール素材が占める割合も非常に高く、沖縄島嶼ではマイクロプラスチックの全検出量の 50.1%を占めている。発泡スチロール素材が 1,000 個/m³を超える海岸は 57 海岸中 11 海岸で確認され、与那国島四畳半ビーチでは最大の 12,627 個/m³検出され、海岸マイクロプラスチックの 96.1%を占めていた。沖縄島嶼では、海岸マイクロプラスチックが 1,000 個/m³以上検出された海岸は 18 か所で確認され、しかもそのうち 8 海岸では発泡スチロール素材が 60%以上を占めていた。同様に、関東沿岸(54 海岸)では、発泡スチロール素材は海岸マイクロプラスチックの全検出量の 37.0%を占めているが、東京湾と相模湾沿いの海岸では検出量の高い傾向にあった。500 個/m³を超える海岸は 8 か所確認され、やはり野島海岸南側(横浜市)では最大の 2,035 個/m³を検出している(写真 2 参照)。

海洋・海岸で検出されるマイクロプラスチック化した微小な発泡スチロールの殆どは、漁業・水産活動で使用された発泡スチロールブイと魚箱類が発生源となっている。多孔質な組織構造の発泡スチロールはプラスチック漂着廃棄物の中でも有害物質の吸着性が最も高く、しかも軽量で破砕性に富んでいることから、全国的に沿岸水域の景観破壊や動植物生態への影響リスクが懸念されている処理処分の厄介な漂着廃棄物となっている。レジンペレット同様、用途先は殆ど特定のことから、発泡スチロールに関する漁業・水産業界での見直し・規制等が強く求められる。

8. 調査所感

一旦、自然界に流出・排出すると、海洋漂流や海底沈積のみならず、沿岸域に漂着混在したマイクロプラスチックの回収除去すら、大気中に拡散した温暖化ガスや pM2.5 などと同様、絶望的となる。難分解性故に蓄積・拡散が進展し、海洋水質や沿岸土壌のプラスチック化に拍車が掛かり、同時に海生生態系への甚大なリスクとなる。調査で得た最大の教訓は、海洋漂着廃棄物を高い頻度で回収除去することが最も有効な軽減抑制対策に繋がるという、当たり前のことであった。即ち減プラ環境を目指す社会・グローバル的行動は言に及ばず、水際対策としては、調査結果を発生源の解明と防止対策の強化に反映させ、管轄・管理する国・自治体の行政機関とボランティア等との連携を一層密にし、海洋漂着廃棄物の放置・停滞を許さない、迅速で且つ持続的な保全システムを如何に確立するかということに尽きる。

参考文献

- 1) 山口晴幸, マイクロプラスチックの海岸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 回技術研究発表会講演概要集(2017), 第部門 VII, VII-5.