

新島和田浜海岸におけるマイクロプラスチックの岸沖方向拡散係数の推定

愛媛大学 学生会員 ○大野一輝 愛媛大学 学生会員 森啓太
愛媛大学 非会員 宮尾泰幸 愛媛大学 正会員 日向博文

1. はじめに

海洋に流出したプラスチックは、海洋環境中を漂流する過程で熱や紫外線等の外的要因により劣化し微細化する(Andrady, *MPB*, 2011). 微細化し 0.3mm から 5mm の大きさになったプラスチックをマイクロプラスチック(以下, MP)という. MP は、表層に海水中の残留性有機有害物質(POPs)を吸着する性質を持っており、海洋生物が体内に取り込むことで食物連鎖を通じた海洋生態系への影響が懸念されている(Mato et al., *EST*, 2001). MP が海洋環境に及ぼす影響を詳細に検討するためには、海洋環境での MP の動態を明らかにする必要がある. そして、MP の海洋環境中での動態解明には、海洋と生態系、あるいは海岸、海底、海氷との MP フラックスを数値モデル化する必要がある. しかし、上記の MP フラックスは全くわかっていないのが現状である.

本研究における最終的な目標は、海岸と沿岸域間の MP フラックスを拡散係数を用いて数値モデル化することである. 数値モデル化に必要な拡散係数(K_p)は MP の海岸上での滞留時間(τ)を計測することで以下のように見積もることができる(Kataoka et al., *MPB*, 2013): $K_p = B^2/\tau$. 滞留時間は MP の海岸上での存在量の時間変化を計測することで見積もることができる. しかし、MP はサイズが小さく実際の海岸上でその滞留時間を直接計測することは不可能である. そこで、森(愛大卒論, 2016)は、滞留時間に係る重要なパラメータと考えられた漂着物の海水中での上昇速度に注目して MP の拡散係数を推定する方法を考えた. 具体的には、上昇速度の異なるメソあるいはマクロサイズの漂着物(微小木片: WP とプラスチックフロート: PF)の上昇速度と滞留時間の関係を、MP の上昇速度の範囲にまで拡張することで MP の拡散係数のオーダーを推定しようと考えたのである(図-1). 本研究では、円筒形の WP(平均高さ 13mm, 平均直径 6mm, 比重 0.76-0.80)を散布し海岸上での滞留時間を計測した.

これに加え、Kataoka et al. (2015)が計測した大きさの異なる 3 種類の PF(Type1: 上昇速度 0.916m/s, Type2: 上昇速度 1.408m/s, Type3: 上昇速度 0.858m/s)の海岸上での存在量データを解析した. Kataoka et al. (2015)では 3 種類の PF の滞留時間をまとめて解析していたため、ここでは、3 種類の PF の滞留時間を個別に計算した.

2. 研究手法

調査は 2015 年 9 月に WP を海岸上に散布し 2016 年 10 月までに 2-3 ヶ月程度の頻度で継続的に行った. 森(愛大卒論, 2016)より、海岸上に散布した WP は時間経過とともに時化の影響で表層 20cm 層まで埋没すること

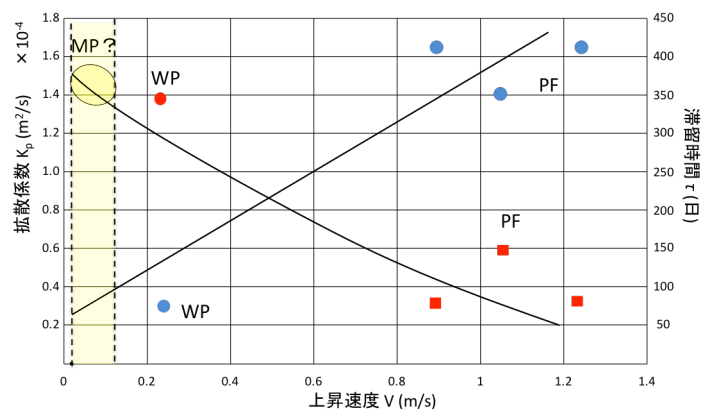


図-1 MP 拡散係数推定の概念図

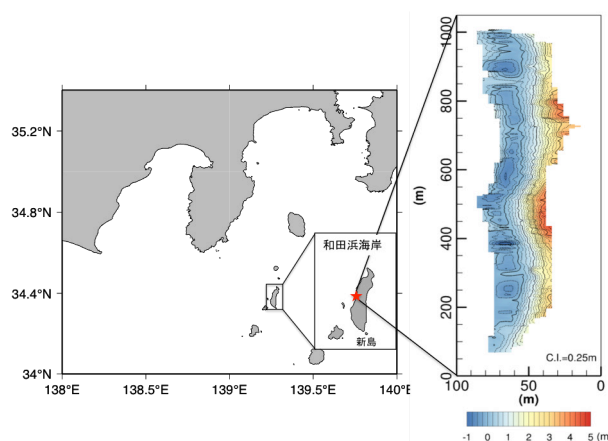


図-2 新島和田浜海岸の位置、および地形図

が分かっている．そのため，WP 海岸全量を把握するためには海岸全域において 20cm 層まで掘り WP を回収する必要がある．しかし，海岸全域を 20cm 層まで掘り WP を回収することは不可能であると考えられる．そこで，WP の残余数調査は 2 つの方法を用いて行う．まず，WP が集積している地点で，沿岸方向 5m×岸沖方向 5m の調査区画を岸沖方向に 2 つ設定し，表層および地中に存在する WP を手作業で探し回収する(以下，調査 1)．調査 1 を実施した区画以外の全海岸表層に存在する WP 数を目視で調査する(以下，調査 2)．調査 1 より WP の地中存在数と表層存在数の比を求め，調査 2 で求めた表層存在数に掛けることで和田浜海岸に存在する WP の全量を推定した．調査 1，調査 2 を継続的に実施することで WP の海岸上での滞留時間を計測することが可能になる．

3. 結果と考察

PF は海岸上で指数関数的に減少する(Kataoka et al., MPB, 2015)．ここでも各 PF の残余率と WP の残余率の時間変化を指数関数を用いて近似した

(図-3)．近似式から各 PF の滞留時間は Type1 が 247 日，Type2 が 271 日，Type3 が 210 日，WP が 80 日であることが分かった．これらの関係を直線近似し(図-3)，その関係を MP の上昇速度まで拡張することで MP の滞留時間を推定した．そして，PF と WP の滞留時間からそれぞれの拡散係数を計算した．PF と WP の拡散係数から近似線を用いて MP の拡散係数を推定すると， $1.38 \times 10^{-4} - 1.60 \times 10^{-4} (\text{m}^2/\text{s})$ の範囲内にあると推定された(図-4)．

MP と WP の拡散係数を比較すると MP の拡散係数の推定値と WP の拡散係数は同じオーダーと推測される．それに対して PF の拡散係数のオーダーは 1 桁小さい．これらの結果は，上昇速度の大きいプラスチックの方が再漂流しにくく，上昇速度の小さいプラスチックほど再漂流しやすいことを示している．したがって，海岸で生成された MP は海岸から再漂流しやすいと考えられ，海洋生態系へ影響を与えやすくなっているのではないかと推測される．

本研究で MP の再漂流フラックスの数値モデル化に必要な MP の拡散係数のオーダーを推測することができた．しかし，他海岸での MP 拡散係数のオーダーがどの程度になるかは依然不明である．そこで，今後は他海岸でも同様の調査を行い本研究で明らかになった MP の拡散係数と和田浜海岸以外の海岸での拡散係数を比較していく必要がある．

謝辞 本研究は環境省環境研究総合推進費(課題番号 4-1502, 代表: 磯辺篤彦)，および科学研究費(課題番号 26630231, 代表: 日向博文)の支援を受け実施した．

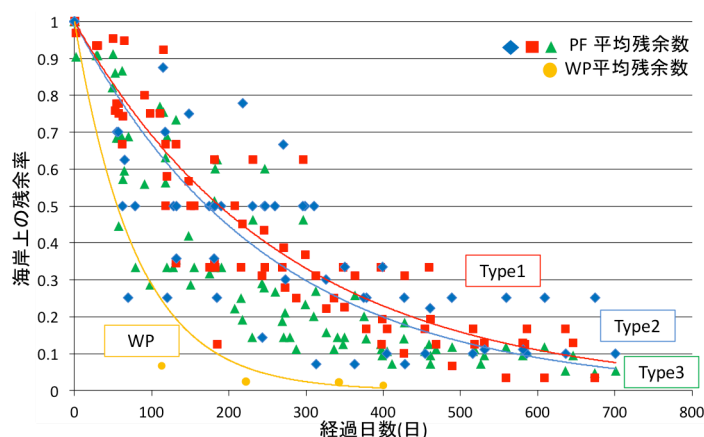


図-3 WP および PF の残余率(初期値を 1)の時間変化

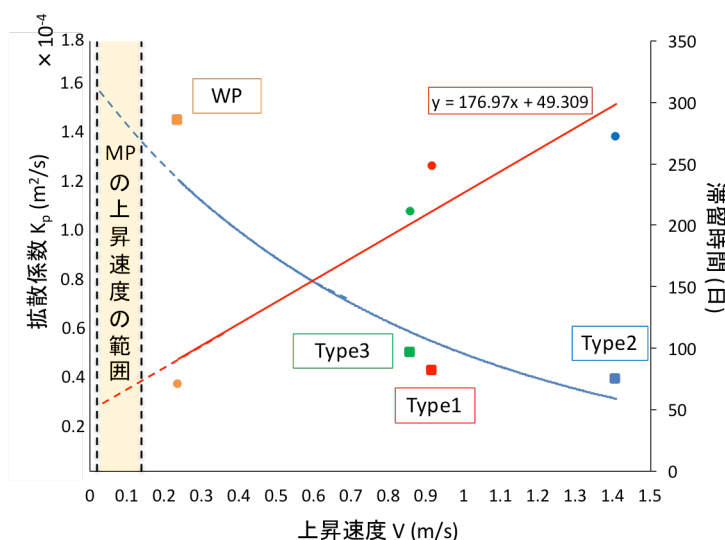


図-4 MP の拡散係数推定値