

## マイクロプラスチックが海で消えている！

安価で軽量のプラスチックは幅広い分野で使用されてきましたが、近年、廃棄されたプラスチック製品が、海岸や海上で太陽光の暴露や波の力によって直径5ミリ以下の微細片になるといって、いわゆるマイクロプラスチック（MP）化を起していることが大きな問題となっています。特に比重が水より軽いポリエチレン（PE）、ポリプロピレン（PP）およびポリスチレン（PS）は、海洋表層に浮遊する海洋（浮遊）MPと呼ばれ、海洋汚染の大きな問題となっています。毎年八〇〇万トンのプラスチックが海に捨てられており、海洋を汚染するMPの量が二〇六〇年代には現在の四倍に達するというセンセーショナルな予想もあります。ネットやテレビでも連日取り上げられており、皆さんの目に触れる機会も多く、環境問題の中で最も関心が集まっているように見受けられます。特に、海洋MPの存在が海洋生物にどの

# 海洋マイクロプラスチックの消失現象の解明と回収

ような影響を及ぼすのかは、非常に興味がある話題ではないでしょうか。海洋MPに関しては、最近さらにショッキングな話として、「海洋MPの消失現象」が多くの海洋学研究者から指摘されています。近年、世界中の研究機関が海洋MPの量を定点観測しています。観測される量は毎年一定であり、増加挙動がまったく観測されていないのです。毎年プラスチックが八〇〇万トン放出されているにもかかわらずです。海洋MPはどこに消えているのでしょうか？ この疑問に対する解答を見いだせるのはプラスチックの研究者だけです。そのため、数年前から世界中のプラスチックの研究者が海洋MPの消失現象の研究を開始しています。

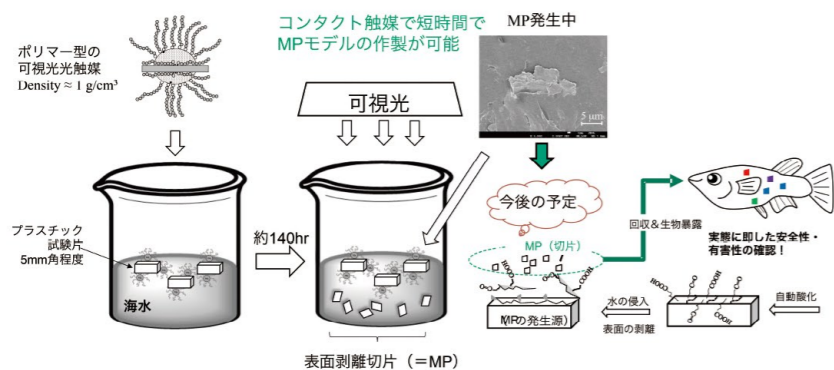
## マイクロプラスチックは削り節？

プラスチックの研究者の端くれである私も、少々遅れ気味ではありますが、昨年からはMP消失現象の研究を開始しました。実は、私は七年ほど前にこの

現象に出会っていたのです。私の専門はプラスチックの光分解・生分解化であり、当時水中でのPPの生分解を行っていました。実験としては、生分解率は二〇パーセント程度までしか上がらず、大成功とはいえないものでした。ただ、生分解前に数センチ角の試料が肉眼で見えるのがつらいほど微細化されていました。電子顕微鏡で微細を観察したところ、最小で二〇〇ナノメートル（nm: 10<sup>-9</sup>m）角と非常に小さいサイズになってしまったことが分かりました。しかしながら、その時点では理由は分からずじまいでした。MPの消失現象を知り、この微細化現象を思い出しました。MPの消失現象は、回収できないほどの大きさに微細化されるために起こるのではないかと、いくつかの文献を調べ、過去のデータを再検討した結果、微生物により自動酸化反応が開始され、それにより表面からクラック（ひび）が入ることで微細化しているのでは、とひらめきました。また、このPPの微細化現象は自然界でも当たり前に行っているの

ではないかとも考えました。なぜなら、使った微生物は花壇の土由来でありふれたものだったからです。さらに、自動酸化反応も一部のプラスチックの劣化を引き起こすありふれた酸化分解反応です。油や脂質などで起こる反応でもあり、我々の体の中でも起こっています。この反応を開始させるのが活性酸素の一種である「ヒドロキシルラジカル（OH・）」です。活性酸素という言葉は聞いたことがあるのではないのでしょうか。反応は一般的では

## コンタクト触媒による水中でのMPモデルの作製と安全性・有害性の確認



ありますが、微細化の機構を調べるには何度も繰り返し実験を行う必要があります。微生物を使う実験系は時間がかかるので、どのように効率良く研究を進めたいのか研究室の学生と悩んでいました。試行錯誤の結果、水中に浮き、水中では微生物と同じようにPP表面に張り付くことができる、ポリマー型の可視光応答型光触媒を開発しました。これを用いて、水中下で可視光照射により表面に自動酸化反応を発生させる装置を組みました。この装置は学生のアイデアによるもので、廃棄物の一斗缶、ピーカー、LEDの白色ランプから成り、総額二千円程度で作製できました。この装置を使ってPPの自動酸化反応を行うと、わずか六日ほどで微細化が観測されました。詳細に観察すると、表面が断続的に剥離を起し、剥離切片として微細化していることが分かりました。まさに、かつお節をカンナで削ってできる削り節です。従来の説明では、太陽光に含まれる紫外線の照射で引き起こされる自動酸化反応と、波による力学的な刺激で、MPは段階的に割れて小さくなっていくといわれていました。しかしながら、この機構ではMPの消失現象を説明できませんでした。一ミリ角程度のMPが、回収可能なサイズであるにもかかわらず、海洋中から回収で

きる量が極端に少ないのです。この現象は、二ミリ以下のサイズになると観測され始め、従来の生成機構では説明が付きません。しかし、プラスチック表面から削り節のように絶え間ない剥離の形で真のMPが生成されており、従来MPとして回収されていたものが、いわば削られていた途中のかつお節と考えれば、説明が付きまします。削られて薄く小さくなったかつお節は割れやすいものです。一定以下のサイズまで削られたプラスチックは、波などの力学的刺激で割れてバラバラになって崩壊し、回収不能となり、消えたように見えるのではないのでしょうか。真のMPは、絶え間なく生成される「削り節」である剥離切片ではないのでしょうか。現在、PP試料から剥離生成したMPの確認に成功しただけでなく、密度の差を利用することで数十マイクロメートルサイズのMPの分離・回収もできています。

今後は、回収したMP表面の化学構造を詳細に検討し、化学反応を利用してMPを選択的に捕まえることができ「分子フック」の開発を行いたいと考えています。近い将来、海洋中に存在しているかもしれない回収不能なMPを一網打尽にし、地球環境の保全に貢献できればと、学生と一緒に大きな夢を膨らませています。

## 関心が高まるマイクロプラスチック問題 消失現象の謎に迫る

Text by NAKATANI Hisayuki



中谷久之 教授

長崎大学大学院工学研究科化学物質工学コース教授。一九八七年東京工業大学工学部卒業。一九八九年東京工業大学大学院博士前期課程修了。一九九八年東京工業大学にて博士号（工学）を取得。北見工業大学等を経て、二〇一四年より現職。専門分野は、高分子の劣化・生分解化、プラスチックリサイクル。平成十九年度マテリアルフアラス学会論文賞、スカウティング技術振興財団第二十八回科学技術奨励賞などを受賞。