

高田秀重先生講演

## 「環境ホルモンとしてのマイクロプラスチック問題」

広報委員会

2018年1月21日、マイクロプラスチック問題学習会が開催されました。マイクロプラスチック問題、環境ホルモン問題の両方で、第一線の研究を続けられている東京農工大学農学部環境資源科学科教授の高田秀重先生にご講演いただきましたので、以下にその要旨をご報告します。

### はじめに

マイクロプラスチック（以下、MP）は、海洋などの環境中に拡散した大きさが5mm以下の微細なプラスチック粒子の総称です。MP問題は、本質的には環境ホルモンの問題であると考えます。プラスチックの大量消費は、環境ホルモンのばく露源を増やしており、さらに脱化石燃料社会と矛盾するという問題もあります。そのため、世界的にはプラスチックを使わないようにしようという動きになっていますが、日本は乗り遅れています。プラスチック

の大量消費自体が問題であるということに気付き、そのような社会に転換する必要があります。

### プラスチックの大量消費と海のMP汚染

MPの問題は、我々がプラスチックを大量に消費し始めた頃から起こっていました。MP問題が最初に報告されたのは1972年にサイエンスに掲載された論文によってです。その後、1997年、チャールズモア船長がプラスチックのゴミだまりを発見しました。ちょうど環境ホルモンが世界的に問題になり始めた時代だったので、海のMP汚染も問題になり始めました。

21世紀になると、学問的社会的関心を集めるようになりました。2000年代に2つの論文が発表され、2005年にはロングビーチで最初の海洋プラスチックの国際シンポジウムが開催されました。2008年、アメリカの行政機関主催の国際ワークショップ

において、MPの定義が作られました。2010年頃から国際機関が動き出し、現在ではMPによる海洋汚染は気候変動、海洋酸性化、生物多様性と並んで最も重要な環境問題と位置付けられ、海外では予防原則的な対応が始まっています。

### MPの発生源と汚染の現状

海に浮いているMPは、プラスチック製品の破片、化学繊維、レジンペレット、マイクロビーズ（スクラブ）、メラミンフォームスポンジ等から供給されます。

その中でも、プラスチック製品の破片が一番多いのです。プラスチックは、化石燃料から合成されます。日本では年間3億トン生産されており、このうち半分が容器包装用です。陸上の廃棄物処理のサイクルに乗らないプラスチックが河川を通して海に流入します。大半のプラスチックは水に浮くため、海に浮いて流され、遠くまで運ばれます。ハワイのビーチまで、日本製のプラスチック製品が流れ着いています（図1）。

プラスチックは、長期間海に浮いて流されている間に紫外線や波の力で細かい破片となります（図2）。

また、化学繊維の衣服を洗濯すると、洗濯くずとしてMPが発生することが明らかになりました。1着のフリースの衣類を1回洗濯することで約2000本のMPが発生するとの研究報告もあります。中国の二枚貝か



図1

らは、繊維状のMPが見つかります。

レジンペレットはプラスチック製品の中間材料です。製造や輸送の過程でこぼれ落ちたレジンペレットが雨で流されて海に流入しています。

マイクロビーズは、洗顔料や化粧品の中に含まれています。98~99%が下水処理場で除去されますが、一部が水域に漏出しています。

プラスチックでできているメラミンフォームスポンジは使用時に削られ、その滓が排水とともに海に流れ出しています。

こうして様々な起源から供給されたMPは世界の海に約5兆個、重さにして27万トンが漂っていると推定されています(図3)。

## MPを摂食する海の生物

一番の問題は、海の生物がMPを誤飲や摂食によって体内に取り込んでいることです。

海鳥はその代表的な例です。MPの摂食状況を調べるためにハシボソミズナギドリを調査しました。ハシボソミズナギドリは体重500gほどの海鳥で、北半球と南半球の間を大規模に渡ります。12羽を調べたところ、その全ての胃の中からMPが検出されました。1羽あたり0.1~0.6gのMPが検出され、これを人間にあてはめると10~60gのプラスチックが胃の中にあることとなります(図4)。

より小さな生物の一例としてカタ

クチイワシを調べました。東京湾で釣ったカタクチイワシを解剖すると、胃や腸の中からポリプロピレンやポリエチレンの破片が出てきました。64匹の検体のうちの約8割となる49匹から合計150個のプラスチックが検出されました(1匹あたり平均2~3個)。別の調査でも、同様の

数値が得られています。

## MPの生物への影響

### ●物理的な作用

ウミガメがプラスチックに絡まったり、海鳥が栄養失調で死亡する例など、比較的大きな生物について物

図2

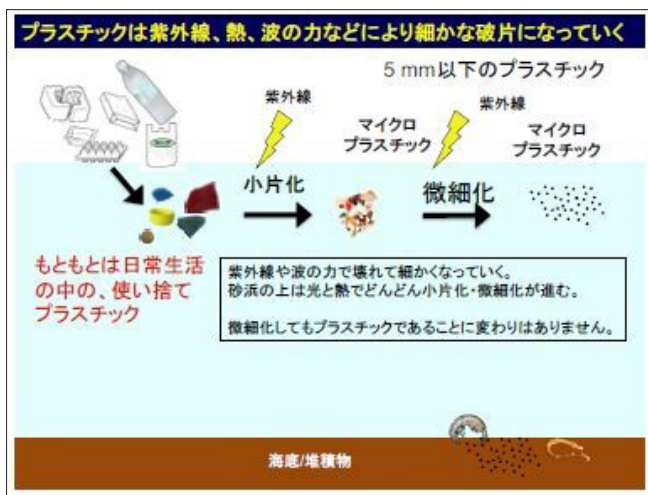


図3

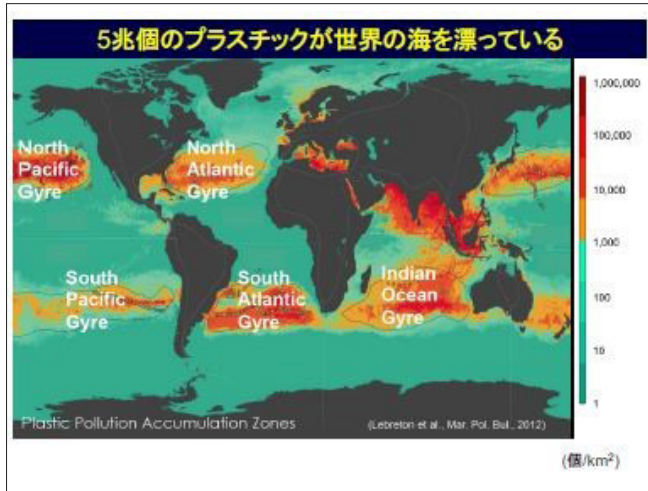


図4



理的ダメージが報告されています。小さな生物については、物理的異物であるプラスチックとしての毒性(粒子毒性)があるのかどうか、現在研究が行われているところです。

#### ●化学的な作用

化学的な作用は、添加剤と、周りの海水中から吸着した化学物質によるものの2つのグループに大別されます(図5)。

プラスチック自体は、高分子で、生体にとって無害です。しかし、プラスチック製品には、酸化防止剤、紫外線吸収剤、可塑剤、難燃剤など内分泌かく乱作用を持つ様々な化学物質が添加剤として含まれています。これらの添加剤は、プラスチックが微細化しても、水に溶け出さずにプラスチックに残留しているということが分かっています。

プラスチック製品から溶け出す環境ホルモンの問題は、タフツ大学医学部のアナ・ソト博士が、最初に問題提起しました。実験用の器具からノニルフェノールが溶出し、乳がん細胞の異常増殖が起こったと報告しています。これを受けて、1998年、日常的に使うプラスチック製品についてノニルフェノールの溶出量を調べたところ、様々な製品から検出されました。

その後、日本国内では、行政指導や業界の自主規制によってノニルフェノールが製品に入らないようになりましたが、輸入物の安いプラスチックからはいまだに検出されます。身近なところでは、ペットボトルの蓋からノニルフェノールが検出されています。日本製のミネラルウォーターのペットボトルの蓋からは検出されていませんが、炭酸飲料

のペットボトルの蓋からは検出されています。ノニルフェノールは氷山の一角であり、他にも様々な添加剤がプラスチックに加えられています。

#### ●海水中から吸着した化学物質

MPには周りの海水中から吸着した汚染物質の問題もあります。

海水中には、人類がこれまでに合成し、環境中に排出した残留性有機汚染物質(POPs)と呼ばれる、水には溶けにくいですが油脂に溶けやすいという特徴を有する有害化学物質が漂っています。POPsは、生物濃縮されて主に生体内の脂質に蓄積されることによる生物への影響が懸念されることから、ストックホルム条約で規制されています。

プラスチックは油から作られた固体状の油なので、油に溶けやすい化学物質を表面に吸着させる働きを持っています。その結果、MPに周りの海水中から化学物質が吸着し、高濃度に濃縮されていきます。周りの海水中に比べ、10万~100万倍に濃縮することが分かっています。

世界のNGOや研究者と協力し、インターナショナルペレットウォッチという海岸漂着プラスチックを用いた有害化学物質モニタリングを行っています。この調査によって、プラスチックの有害化が地球規模で進んでいるということが確認されています。

このように、プラスチックは、単なる物理的な異物ではなく、添加剤が残留していること、海水中から化学物質を吸着していること、それらを生物の体内に運び込むことから、有害化学物質の運び屋となることが分かってきました。さらに、最近の研究により、生物に取り込まれたプ

ラスチックから化学物質が溶け出し、生物組織に移行、蓄積することが明らかになっています。

#### MP汚染の深刻化

海底など水底をボーリングして泥を採取して調べることで、汚染の歴史が見えてきます。私たちは皇居桜田壕の水底の泥を調査しました。桜田壕は、かく乱が少なく、汚染の様子が保存されています。

1950年代にはわずかであったMPは、2000年代には10倍に増加しています。同様の傾向が他の地域でも観測されており、MPによる汚染が進行していることが分かっています。

今後20年間、何も手を打たなければ、海に漂流するプラスチックの積算量は10倍になると推定されています。また、ダボス会議では、2050年には海を漂うプラスチックの量と魚の量が同じになると報告されています。

#### MP汚染に対する予防原則的な取り組み

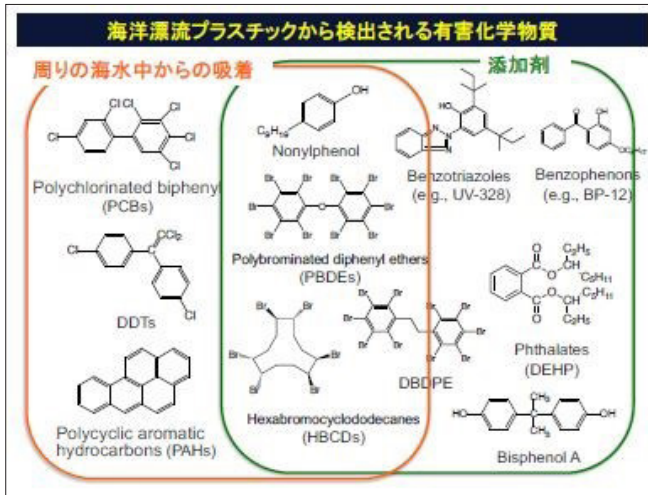
MP汚染の深刻化を受けて、国際的には対策が始まっています。海に入ったMPは除去できず、手を打たなければ汚染が深刻化すると考えられることから、予防原則的の対応が取られています。

#### ●具体的対策

海岸、河岸、街の清掃も大事な活動です。そもそもプラスチックごみを減らすためには、リサイクルの促進やリサイクルしやすいような製品・流通のデザインも重要ですが、使い捨てのプラスチックの使用を規制していくことも非常に重要です。



図5



紙や木などのバイオマスの利用を見直すこと、バイオマスベースのプラスチックの利用や生分解性プラスチックの使用も選択肢の1つであると考えています。

● 予防原則に基づく各国の対応

2015年12月、アメリカでは、マイクロビーズ配合禁止の連邦法が成立しました。

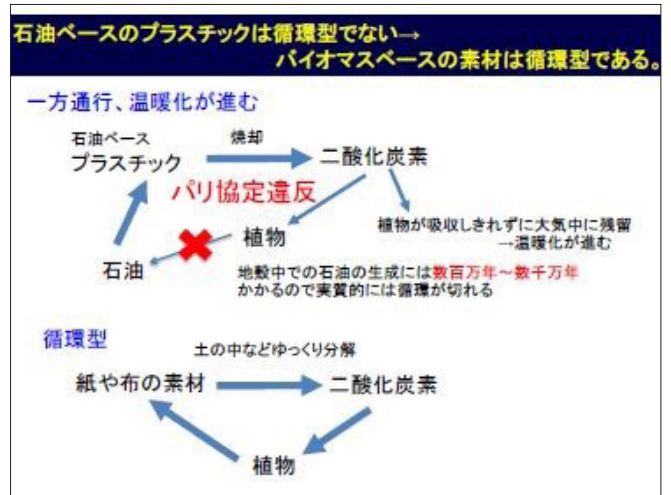
EUでは、2014年11月、加盟国に対しレジ袋削減案策定を義務付け、2025年までにレジ袋の消費を1人年間40枚まで削減する目標を掲げました。他方、日本では、現在年間300億枚以上（1人当たり年間300枚）のレジ袋が使われています。世界20カ国以上でレジ袋の使用禁止、有料化、課税等の規制が行われています。

また、2014年3月、米サンフランシスコ市では、ペットボトル入りの飲料水の販売が禁止されました。2016年9月には、フランスで「プラスチック製使い捨て容器や食器を禁止する法律」が成立しています。

**プラスチック削減は世界的な流れ**

使い捨てプラスチックへの対策が、世界的に急速に進んでいる背景の1つとして、温暖化対策が挙げら

図6



れます。パリ協定の中で、今世紀の後半には実質的な温暖化ガスの発生をゼロにするということがうたわれています。循環型のしくみと石油ベースのプラスチックは相いれないため、プラスチックの削減が世界的な流れとなっています（図6）。

ダイオキシンの問題も挙げられます。高性能な焼却炉により、ダイオキシンの排出はかなり抑制されますが、高性能な焼却炉の建設・維持のためにはかなりの費用がかかるので、持続的な方法ではありません。

大量消費、大量リサイクルも持続的な道ではありません。リサイクルにかかる費用の方が、リサイクルして得られる利益よりも大きいのです。今年に入り中国が他の国からのプラスチック廃棄物の受け入れをやめたことにより、今後リサイクル経費が上がってくるのが考えられます。

国際的には、いくつかの会議、会合が行われています。2017年5月には、ユネスコ本部にて、MP国際条約を作った方がよいのではないかとこの会議が行われました。それを受けて6月には、国連本部で国連海洋会議が行われ、その中で、海のプラスチックの問題が海の持続的な開発・利用を阻害する大きな要因であるとの共通認識が形成されました。

海洋会議のアピールとして、「レジ袋や使い捨てプラスチックの削減を各国に求める」とする画期的な宣言案が作成されました。

**市民にできること**

我々市民が行動し、声をあげていくことが重要です。

まずは、3Rを進めることです。3Rには、優先順位があり、Reduce（削減）＞Reuse（再利用）＞Recycle（リサイクル）＞（プラゴミ発電）の順です。まず、削減が第一です。難しいことではないのです。レジ袋やペットボトルなど使い捨てのプラスチックの使用を減らしていけばよいのです。

さらに、3RにRefuse（断る）を付け加え、4Rを進めることが大事です。不要な使い捨てのプラスチックに対して「要りません」とNOを言う、つまり意志表示をしていくことが重要です。レジ袋でなくエコバック、ペットボトルでなくマイボトル、ストローは断る、使い捨て弁当箱ではなく店舗に入って飲食をするなど、我々自身の生活を見直していくことも含めて、行動していくことが必要であると考えます。

（報告：成嶋悠子）