

マイクロプラスチックが海洋生態系を変える？

—マイクロプラスチック浸出液がマツバガイの捕食者回避に与える影響—

概要

リール大学の Laurent Seuront 教授と京都大学フィールド科学教育研究センター中野智之准教授の共同研究グループは、マイクロプラスチックが海産巻貝類マツバガイの捕食者を検知する能力を著しく低下させることを明らかにしました。マツバガイは外套触角*¹を通して、捕食者である肉食性巻貝類のイボニシやシマレイシダマシの使用する酸を科学的に検知して防御行動を取ると考えられていますが、マイクロプラスチックに曝した海水に浸した場合、捕食者の接近を検知することができなくなりました。また実験に使用したポリプロピレン polypropylene (PP)*²、ポリエチレン polyethylene (PE)*³、ポリアミド polyamide (PA)*⁴ と生分解性プラスチックであるポリ乳酸 polylactic acid (PLA)*⁵のうち、特にポリプロピレン、ポリエチレン、ポリアミドの影響は大きいですが、ポリ乳酸の影響は若干小さいことも分かりました。

本成果は、2024年11月5日に国際学術誌「*Publications of the Seto Marine Biological Laboratory*」にオンライン掲載されました。



野外でシマレイシダマシに囲まれるマツバガイ（左）と
貝殻を持ち上げて必死に身を守るマツバガイ（右）

1. 背景

近年、特に注目されている環境問題の一つとして海洋プラスチックごみが挙げられます。プラスチックの生産量は世界的に増大しており、廃棄物としてのプラスチックが増えるとともに海洋への流出も増えています。この海洋に流出したプラスチックごみが海鳥やウミガメなどの生物に直接絡まったり、死んでしまった生物のお腹の中から大量のプラスチックが見つかることがあります。このような目に見える影響以外に、プラスチックごみが波や紫外線等の影響によって小さくなったマイクロプラスチックが与える影響も懸念されています。マイクロプラスチックが海洋生態系に与える影響は多岐に渡ると想定されますが、そのような研究はまだまだ始まったばかりであり、一つ一つ検証していかなければなりません。本研究では、生態系の中で捕食-被食関係に注目し、マツバガイの捕食者を検知する能力への影響を調べました。マツバガイは人間やカニなどに岩から物理的に剥がされそうになった場合には、自分の足で踏ん張って岩にしっかりと張り付きますが、酸を使う捕食者が来た場合にはそれをいち早く察知し、防御行動を取ります。その場から走って逃げたり、殻を持ち上げたり、外套膜を使って敵を振り落とします。これは外套触角で捕食者が使う酸の匂いを化学的に検知していると考えられていました。

2. 研究手法・成果

実験には和歌山県白浜町の海岸で採集したマツバガイ、捕食者としてイボニシとシマレイシダマシを使用しました。またマイクロプラスチックの元となるプラスチックについて、ポリプロピレン polypropylene (PP), ポリエチレン polyethylene (PE), ポリアミド polyamide (PA) と生分解性プラスチックであるポリ乳酸 polylactic acid (PLA)の4種を使用しました。海水 1L に対してこれらのプラスチックをそれぞれ 20mL ずつ入れ、24 時間エアレーションを行いマクロプラスチック浸出液を作成しました。



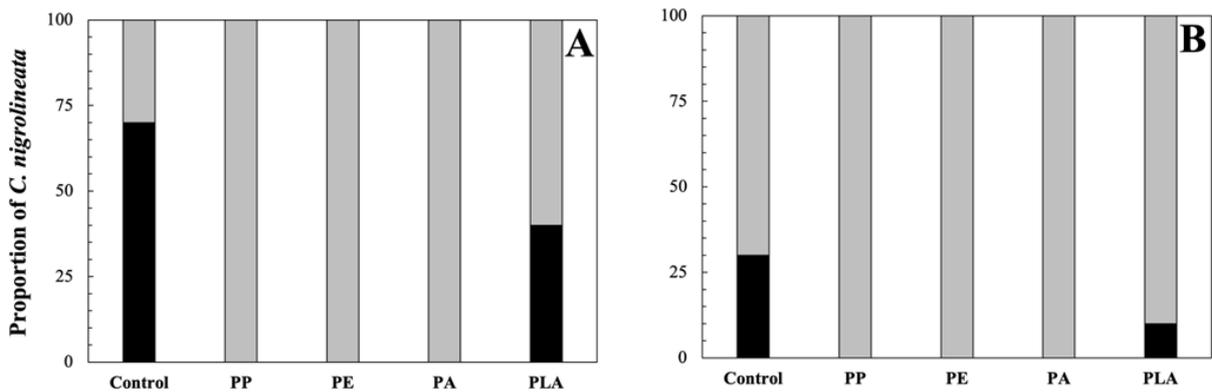
水槽の中でマイクロプラスチック浸出液を作成する

その後、シャーレ内にマイクロプラスチック浸出液を入れ、マツバガイを中心に1個体静置し、その周りにそれぞれイボニシとシマレイシダマシを5個体ずつ並べ、マツバガイが捕食者への防御行動を示すかどうかを確かめました。



行動観察中のマツバガイとイボニシ（左）とマツバガイとシマレイシダマシ（右）

その結果、ポリプロピレン、ポリエチレン、ポリアミドのマイクロプラスチック浸出液に浸したマツバガイは捕食者に対して全く防御行動を取らなくなったのに対して、生分解性プラスチック浸出液に浸したマツバガイはイボニシに対して 40 パーセントの個体が、シマレイシダマシに対して 10 パーセントの個体が防御反応を示しました。このことからポリプロピレン、ポリエチレン、ポリアミドの 3 種はマツバガイの捕食者の検知能力を著しく阻害し、防御行動を取らなくなるのに対し、生分解性プラスチックはその影響が少し小さいことが分かりました。また自然海水の中ではマツバガイの外套触角は活発に動いていたものの、マイクロプラスチック浸出液の中では外套触角はほとんど動かなくなりました。これらの事から、マイクロプラスチック浸出液はマツバガイの外套触角に強く影響を与え、捕食者に対する化学的検知能力を著しく低下させることが明らかになりました。



(A)イボニシに対して防御反応を示したマツバガイの割合。黒が防御反応を示した割合を示し、自然海水では 70%以上防御反応が行ったものの、PP, PE, PA 浸出液内では防御反応を行わず、PLA 浸出液内では 40%が防御反応を行った。(B)シマレイシダマシに対して防御反応を示したマツバガイの割合。黒が防御反応を示した割合を示し、自然海水では 25%以上防御反応が行ったものの、PP, PE, PA 浸出液内では防御反応を行わず、PLA 浸出液内では 10%が防御反応を行った。

3. 波及効果、今後の予定

捕食—被食の関係は生態系の中で非常に重要な関係の一つですが、マイクロプラスチックがその関係を劇的に変えてしまう可能性が示されました。マツバガイはその進化の中で酸を使う捕食者に対する防御を身につけたものの、マイクロプラスチックによってその能力が無力化される事が分かりました。特に潮間帯において、カサガイは藻食性の貝類として重要な役割を果たしています。捕食者を検知できなくなって一方的に食われるだけになれば、食物連鎖が崩れ、その影響は海洋生態系全体に波及する可能性があります。

<用語解説>

1. 外套触角：軟体動物腹足類の外套膜から生じる触角状の突起。
2. ポリプロピレン polypropylene (PP)：プロピレン重合体の熱可塑性樹脂。
3. ポリエチレン polyethylene (PE)：エチレンの単独重合体。
4. ポリアミド polyamide (PA)：アミド結合によって多数のモノマーが結合してできたポリマー。
5. ポリ乳酸 polylactic acid (PLA)：乳酸がエステル結合によって重合し、長くつながった高分子。生分解性プラスチックの一つで、微生物の働きにより分解される。

<研究者のコメント>

「これまで高校生対象の臨海実習において、マツバガイの防御反応の観察実験を行ってきました。マイクロプラスチックがマツバガイの捕食者の探知能力を低減させるかもとふと思いつきでやった実験でしたが、実際に実験をやるまで、ここまでマイクロプラスチックの影響が大きいと思っていませんでした。海洋へのプラスチックの流出についてしっかり対応していく必要があります。」(中野)

<論文タイトルと著者>

タイトル Impact of microplastic leachates on the anti-predator behaviour of the intertidal limpet *Cellana nigrolineata*

著者 Laurent Seuront and Tomoyuki Nakano

掲載誌 *Publications of the Seto Marine Biological Laboratory*

DOI (12月に付与予定、論文へのリンク：<http://hdl.handle.net/2433/290158>)