

プラスチックの海

フランソワ・ガルガニ
フランス国立海洋開発研究所

年間 800 万トン以上のプラスチックが海に流れ込み、1 秒間に約 15 トンものプラスチックが海に流れ込んでいます。これは残念ながら、都市部からの大量の投入、河川や沿岸の利用、下水処理場からの排出、観光業、船舶の航行や漁業活動による海上の発生源、無秩序な投棄などが原因となっています。自然現象による大量の流入も重要であり（ハリケーン、津波など）、世界のいくつかの地域では考慮する必要があります。プラスチック廃棄物は、長距離を輸送することができます。重要なのは、プラスチック汚染の 95 % 以上が海底で発見されているということです。量、分布、劣化、影響などの点で、我々の現在の知識はまだ限られています。海水の循環は、海でのプラスチックの運命を左右する最も重要な要因です。プラスチック大陸と呼ばれることもある海洋の収束域での蓄積が報告されているほか、最近では海底、特

に峡谷でのプラスチック廃棄物の大量堆積に関する報告が数多く見られます。

近年、多くの国で実施されているプラスチック汚染レベルの定期的なモニタリングにより、この汚染の進行についての理解が深まっています。ほとんどの場合、発生源に近い地域では経年変化は見られませんが、より遠い地域（極地、海洋島）に移ると、近年、著しい増加が見られます。プラスチックの断片化に起因するマイクロプラスチックが海洋堆積物中に蓄積することは、深海域の持つ重要性を裏付けているようです。

プラスチック汚染の影響は多岐にわたりますが、主な問題は、放置された漁具（網など）で多くの種が窒息すること、ほぼすべての種が破片やマイクロプラスチックを摂取すること、汚染物質や添加物が放出されること、破片に付着した種が長距離輸送されることなどです。また、漁業や観

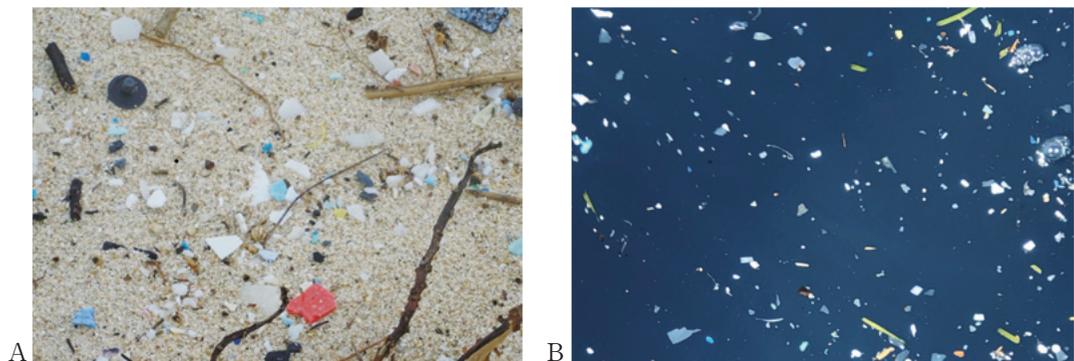


Fig. 1 砂浜 (A), 浮遊物 (B), 海底のいずれにおいても、プラスチックごみの断片化によって生じるマイクロプラスチックは、海洋におけるプラスチック汚染の重要な部分を占めています。世界の一部の地域では 1km^2 あたり 6400 万個以上の粒子密度に達しており、この問題は海洋汚染の大きな課題の一つとなっているようです。

光への経済的影響も非常に大きいです。最後に、デブリ*による船舶の航行上の問題（デブリへのプロペラの絡みつき、浮遊するコンテナ）や、健康への影響のリスク（マイクロプラスチックの摂取、海岸での怪我）について、管理者は深刻な問題と考えています。

今回の発表では、プラスチック汚染の科学的な問題だけでなく、海上での汚染のモニタリングに関する作業や、国際的な機関やイニシアチブによるさまざまな削減戦略（予防、教育、回収・リサイクル、洗浄、水処理など）についても議論します。この問題は地球規模の越境的な問題であるため、様々な関係者（経営者、政治家、科学者、NGO、産業界、一般市民）の関与が必要となっています。

(*通常は海底に堆積した物を意味しますが、この言葉の後に、問題の具体例として浮遊するコンテナを含んでいるため、ここでは、プラスチックの大型のゴミという意味と解釈されます)

文献

- CANALS, M., C. PHAM, M. BERGMANN, L. GUTOW, G. HANKE, E. VAN SEBILLE, M. ANGIOLILLO, L. BUHL-MORTENSEN, A. CAU, C. IOAKEIMIDIS, U. KAMMANN, L. LUNDSTEN, G. PAPTAEODOROU, A. PURSER, A. SANCHEZ-VIDAL, M. SCHULZ, M. VINCI, S. CHIBA, F. GALGANI, D. LANGENKÄMPER, T. MÖLLER, T. NATTKEMPER, M. RUIZ, S. SUKKANEN, L. WOODALL, E. FAKIRIS, M. J. MOLINA and A. GIORGETT (2021). The quest for seafloor macro-litter: a critical review of background knowledge, current methods and future prospects. *Environ. Res. Lett.*, **16** (2), 023001 (30p.). Publisher's official version : <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abc6d4>
- GALGANI, F., S. BRUZAUD, G. DUFLOS, P. FABRE, E. CASDALDI, J. GHIGLIONE, R. GRIMAUD, M. GEORGE, A. HUVET, F. LAGARDE, I. PAUL-PONT and A. TER HALLE (2020). Pollution des océans par les plastiques et les microplastiques / Pollution of oceans by plastics and microplastics. *Techniques de l'Ingénieur*, BIO9300 (17p.). Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00663/77471/>
- GALGANI, F., A. BRIEN, J. WEIS, C. IOAKEIMIDIS, Q. SCHUYLER, I. MAKARENKO, H. GRIFFITHS, J. BONDAREFF, D. VETHAAK, A. DEIDUN, P. SOBRAL, K. TOPOUZELIS, P. VLAHOS, F. LANA, M. HASSELLOV, O. GERIGNY, B. ARSONINA, A. AMBULKAR, M. AZZARO and M. BEBIANNO (2021). Are litter, plastic and microplastic quantities increasing in the ocean? *Microplast. Nanoplast.*, **1** (1), 2 (4p.), <https://doi.org/10.1186/s43591-020-00002-8>
- MORALES-CASELLES, C., J. VIEJO, E. MARTÍ, D. GONZÁLEZ-FERNÁNDEZ, H. PRAGNELL-RAASCH, J. GONZÁLEZ-GORDILLO, E. MONTERO, M. ARROYO GONZALO, G. HANKE, V. SALVO, O. BASURKO, N. MALLOS, L. LEBRETON, F. ECHEVARRÍA, T. VAN EMMERIK, M., DUARTE CARLOS, J. GÁLVEZ, E. VAN SEBILLE, F. GALGANI, C. GARCÍA, P. ROSS, A. BARTUAL, C. IOAKEIMIDIS, G. MARKALAIN, A. ISOBE and A. CÓZAR (2021). An inshore-offshore sorting system revealed from global classification of ocean litter. *Nat. Sustain.*, **4** (6), 484-493, <https://doi.org/10.1038/s41893-021->
- (この文章の翻訳の全責任は日仏海洋学会にあります)

行方不明のプラスチックを追う (Approaching for the Missing Plastics)

藤倉克則
海洋研究開発機構

プラスチックは、安い、軽い、丈夫、さまざまな形にできる、硬軟自在といったすぐれた特性を持っていて、今や生活に欠かせない材料です。しかし、この便利なプラスチックが、適切に処理されなかったために海に大量に流れ込み、このまま何もしなければ深刻な海洋汚染を引き起こすことが心配されています。プラスチックは太陽光の紫外線や波で細かくはなりますが、生物に影響がないくらいまで化学的に分解されるには、どれくらい膨大な時間がかかるのかわかりません。

海のプラスチックが引き起こす問題としては、海洋生物が餌と間違えて食べてしまうこと、漁具などに絡みついてしまうことなどはよく耳にします。他にも人の生活環境汚染、船の航行障害、観光業への影響など数え上げたら枚挙にいとまがありません。なかでも、最も懸念されることのひとつが、海洋生物への化学汚染です。5 mm 以下の小さなプラスチックはマイクロプラスチックと呼ばれますが、小さなプラスチックほど海洋生物に大きな影響を及ぼすこともわかりつつあります。海洋生物のなかには、水中の粒子を吸い込んで餌としているものもたくさんいますから、小さなプラスチックほど生物に取り込まれやすくなります。プラスチックは海を漂う間に有害な物質を吸着する性質があり、また、プラスチック自身も製品化する時にさまざまな化学物質が使われます。これらは海洋生態系の食物連鎖のなかで生物濃縮により濃度が高くなり、それを食べる人間への影響も心配されています。

海洋プラスチック問題を完全に解決するには、①プラスチックを流出させないこと、②生物へ影響を与えずに海からプラスチックを取り除くこと、③環境中に流出したとしても生物へ影響を与



Fig. 1 1999年、相模湾の水深1344 mで見られる大量のレジ袋

えないレベルにまで短時間に分解される材料を使うことが理想です。この理想に向けさまざまな取り組みが現在進行中ですが、いずれもまだまだ時間がかかりそうです。それどころか、私たちは現在、海のどこにどれだけプラスチックがあるのか、海洋生物や人間にどのような影響を及ぼすのかも正確には把握できておらず、科学的な情報集めが世界中で進められています。

毎年1,000万トンのプラスチックが海に流入し、これまでに流入した分を合わせると、外洋の表層に約4500万トンのプラスチックが浮いています。しかし、これまでの調査結果から科学的に説明できるのは、そのうちの数十万トン分のみで、残りはどこに行ったのかわかりません。これはThe missing plastics (行方不明のプラスチック)と呼ばれ、海のどこにどれだけプラスチックがあるのかを把握するには解明しなくてはならない課題です。おそらく、①深海底に沈む (Fig. 1), ②

未調査海域に大量にある、③水中に漂っている、④小さくなりすぎて見つからない、といった可能性がありそうですが、私たちは①と②に注目して研究を進めています。

プラスチックの材質はポリエチレン PE やポリプロピレン PP といったように何十種類もあります。材質によって浮くものもあれば沈むものもありますし、また添加されている化学物質が異なります。そのため、プラスチックの分布や生物への影響を知るためには、プラスチックの材質を判別して、大きさ、量、形などを計測する必要があります。この分析はとても手間がかかり、特にマイクロプラスチックでは大変な作業になります。そこで、私たちはマイクロプラスチックを素早く正確に計測する技術開発にも取り組んでいます。The missing plastics の知見は、簡便なマイクロプラスチックの分析技術で加速して集積されると思います。

海は広大で研究機関が調査できる範囲はわずか

です。一方、海には莫大な数の船舶が走っています。これらの船舶で海洋プラスチックに関するデータを集めることができれば、海洋プラスチックの分布実態は飛躍的に理解が進むことは間違いありません。また、SDGs の動きも踏まえ、さまざまなセクターによる環境問題解決に向けた貢献への意識が高まっています。そこで、私たちはまず、ヨットを使った海洋プラスチックの採集をヨットレースに参加する方々と協同で行いました。具体的には、日本とパラオ間のヨットレースと、世界一過酷なヨットレースと言われるヴァンデ・グロブ (Vendée Globe) で試験的にマイクロプラスチックの採集と分析を行いました。このような動きは未調査海域における海洋プラスチックの分布情報を提供することになるでしょう。

この講演会では、私たち海洋研究開発機構が取り組んでいる The missing plastics (行方不明のプラスチック) 研究と、それを支える取り組みについて紹介します。

Tara-Jambio マイクロプラスチック ミッション :科学, 教育, 芸術, 共有

シルヴァン・アゴステイーニ

筑波大学下田臨海研究センター・Tara Océan Japan

タラ・オーシャン・ファウンデーション (Tara Ocean Foundation) は、海のための組織です。著名な研究機関との連携により、オープンで高度な科学研究を展開しています。この科学的専門知識を用いて、一般市民、特に若い世代の意識を高めるとともに、政治的意思決定者をも動員しています。世界各地で行われている科学的探検により、すでに国際的な活動を行っているこの財団は、その活動を拡大しており、2017年には「タラ オセアン ジャパン (Tara Océan Japan)」が設立されました。タラ オセアン ジャパンは、Jambio (マリンバイオ共同推進機構) ネットワークと協力し

て、日本の沿岸海域におけるプラスチック汚染を調査する初の科学プロジェクトを実施しています。Jambio ネットワークは、日本の国立大学が所有する 23 の臨海実験所をつなげています。日本の海岸線のさまざまな生態系や、研究に必要なインフラに、科学者たちが直接アクセスできるようになっています (Fig. 1)。

プラスチックを大量に消費する日本は、マイクロプラスチック汚染のホットスポットと認識されている海域に位置しています (Isobe *et al.*, 2015)。日本の海で観測された高濃度のマイクロプラスチックは、亜熱帯域から日本沿岸を流れる黒潮が

運んできたマイクロプラスチックと局所的に流入したマイクロプラスチックが主な原因であると考えられています。しかし、沿岸地域のプラスチック汚染に関するデータはまだ十分ではありません。さらに、これらの地域の堆積物のプラスチック汚染に関するデータはほとんどないため、海岸からのマイクロプラスチックの鉛直方向の流出流入に関するモデルの開発には限界があります。そして、プラスチックやマイクロプラスチックは寿命が長いので、生物を長距離に運ぶことができます。このプラスチックの漂流筏の効果は、生態系や養殖、私たちの健康にも影響を与えます。そのため、海岸で発見されたプラスチックにどのような種類のマクロ・ミクロの生物が存在するかを調査することが重要です。Tara-Jambio プロジェクトは、日本の沿岸水域および堆積物におけるマイクロプラスチック汚染、プラスチックによって運ばれる微生物種の構成、この汚染が沿岸生態系に与える潜在的な影響を調査し、プラスチック汚染および海洋生物多様性を脅かす気候変動などの環境問題に対する一般の人々の認識を高めることを目的としています。

「タラ・ジャンビオ・マイクロプラステック・ミッション (Tara Jambio Microplastic Mission)」プロジェクトは2019年に開始され、その間、タラ・オセアンが実施した様々なミッションで使用された国際基準やプロトコルに基づいて研究プロトコルが開発されました。これにより、プロジェクトで得られたデータを文献で入手可能なデータと比較することができます。プロジェクトで得られたすべてのデータは、科学界の利益のために誰もがアクセスできるようになります。2020年と2021年の2回の採集調査を実施し、岡山大学、広島大学、島根大学、九州大学、名古屋大学、筑波大学、東北大学、北海道大学の臨海実験所の協力を得て、九州から北海道まで10カ所以上を調べました。それぞれの場所で、臨海実験所付近の河口、湾、湾外、海岸の海水や堆積物中のマイクロプラスチックを採取し、臨海実験所ごとに100以上のマイクロプラスチックのサンプルを取得するとともに、地域の生物多様性（底生生物とプラン

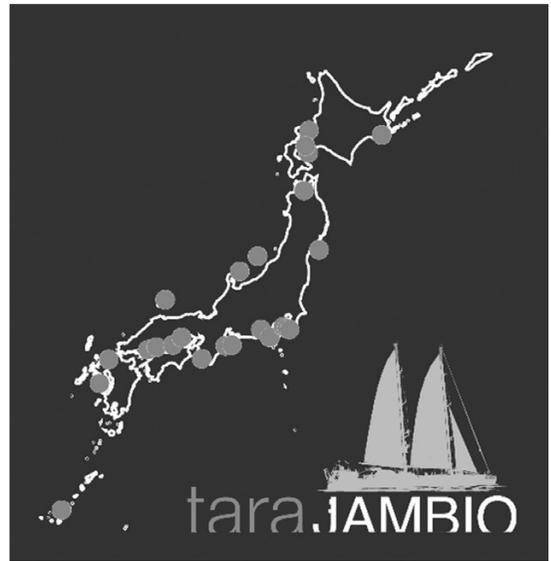


Fig. 1 「Tara-Jambio マイクロプラスチック ミッション」計画の下で本研究で使用した Jambio ネットワークに参加する大学附属臨海実験所 (赤丸)

クトン) や環境条件 (CTD, TEP 濃度など) を調査しました。筑波大学下田臨海実験センターでは、2020年7月から毎月、同じサンプリング方法でモニタリングを行っています。現在、サンプルの分析を行っていますが、観測結果は、海洋表層の海水や海底の堆積物にかかわらず、すべてのサンプルに粒子、繊維、フィルムなどさまざまな種類のマイクロプラスチックが存在していることを示しています。

サンプリングキャンペーンは、啓蒙活動の機会にもなりました。ビーチクリーンアップ、ビーチや調査船上でのサンプリング、シンポジウムなど、あらゆる年齢層の一般の方々を対象としたイベントを開催しています。タラの精神に基づき、科学者はアーティストと協力し、海の重要性を市民に認識してもらえる作品を制作するためにキャンペーンに参加しています。東京芸術大学の日比野教授が企画したこのサイエンスとアートのコラボレーションでは、東京芸術大学の学生が現場調査で下田沖の海洋生物多様性とマイクロプラステック

ク汚染を調べました。

tics. Mar. Pollut. Bull., 101 (2), 618–623. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.10.042>

文献

ISOBE, A., K. UCHIDA, T. TOKAI and S. IWASAKI (2015).
East Asian seas: A hot spot of pelagic microplastic

(この文章の翻訳の全責任は日仏海洋学会にあります)

海洋におけるマイクロプラスチック汚染への対策： 市民活動から基準設定まで

クリスティナ・バロー

Surfrider Foundation Europe

数年前から、科学界は、マイクロプラスチックの汚染が河川や海洋環境のどこにでもあると警告しています。調査によると、マイクロプラスチックは海のあらゆる場所に侵入しています。海面に浮かんでいるもの、堆積物の中にあるもの、氷の中にあるもの、海底にあるものなどがあります。北極海のように文明から遠く離れた地域でも、この汚染と無縁ではありません。

海洋環境への残留性に加え、生態系への影響も問題となっています。マイクロプラスチックは大変小さいため、摂取する可能性のある種や海洋生物が非常に多く、食物網全体の汚染につながります。マイクロプラスチックは、環境中にすでに存在する残留性有機汚染物質 (POPs) を吸着・濃縮するとともに、病原体や有害な生物の輸送手段としても機能します。マイクロプラスチックは、特定の生物種の成長と繁殖を妨げ、生態系の不可逆的な汚染を引き起こします。

マイクロプラスチック汚染は海だけの問題ではありません。私たちが吸う空気、飲む水、食べるものの中にもマイクロプラスチックの存在が確認されていますが、一般の人々にはまだ知られていないのです。

海洋環境と海洋環境の利用者の保護を目的とした団体である Surfrider Foundation Europe は、一次マイクロプラスチックおよび二次マイクロ

プラスチックを発生源で削減するための多分野に関係するプログラムを開発しました。サーフライダーは、この目に見えない汚染に対する市民の意識を高め、他のステークホルダー (関係者) との対話を促進することで、市民を行動計画の中心に据えています。環境中のマイクロプラスチックに関するデータや、特定の製品の組成に関するデータの取得には、参加型科学とデジタルツールを用いて市民が参加しています。市民を動員することで、国と欧州の両方のレベルで公的な意思決定者に異議を唱え、長期的に汚染を防ぐための拘束力のある対策を採用するよう促すことが可能になります。それと同じように、イメージを大切にする経済界は、消費者の要求にも敏感です。

このプレゼンテーションでは、見えないものを見えるようにして、水生環境におけるマイクロプラスチックの生産と拡散に関わるすべての関係者の意識を高めるために、協会が利用できるさまざまな意識向上の手段と呼びかけの方法について紹介します。意思決定者や民間企業だけでなく、現場での市民活動が中心的な役割を果たしていることを示します。

文献

BARRETT, J., Z. CHASE, J. ZHANG, M. M. B. HOLL, K. WILLIS, A. WILLIAMS, B. D. HARDESTY and C.

- WILCOX (2020) Microplastic Pollution in Deep-Sea Sediments From the Great Australian Bight. *Front. Mar. Sci.*, **7**, 576170. doi: 10.3389/fmars.2020.576170
- BERGMANN, M., V. WIRZBERGER, T. KRUMPEN, C. LORENZ, S. PRIMPKE, M. B. TEKMAN, et al. (2017). High quantities of microplastic in Arctic deep-sea sediments from the Hausgarten observatory. *Environ. Sci. Technol.*, **51**, 11000-11010. doi: 10.1021/acs.est.7b03331
- BRAHNEY, J., N. MAHOWALD, M. PRANK, G. CORNWELL, Z. KLIMONT, H. MATSUI and K. PRATHER, (2021). Constraining the atmospheric limb of the plastic cycle. *Proc. Nation. Acad. Sci. U.S.A.*, **118**, e2020719118. doi: 10.1073/pnas.2020719118.
- CORMIER B, F. LE BIHANIC, M. CABAR, J. C. CREBASSA, M. BLANC, M. LARSSON, F. DUBOCQ, L. YEUNG, C. CLÉRANDÉAU, S. H. KEITER, J. CACHOT, M. L. BÉGOUT and X. COUSIN (2021) Chronic feeding exposure to virgin and spiked microplastics disrupts essential biological functions in teleost fish. *J. Hazard. Mater.*, **5**, 125626. doi: 10.1016/j.jhazmat.2021.125626. Epub 2021 Mar 11. PMID: 33740727.
- ISOBE, A., T. AZUMA, M. R. CORDOVA et al. (2021) A multilevel dataset of microplastic abundance in the world's upper ocean and the Laurentian Great Lakes. *Microplast. Nanoplast.*, **1**, 16. doi.org/10.1186/s43591-021-00013-z
- KELLY, A., D. LANNUZEL, T. RODEMANN, K. M. MEINER AND H. AUMAN (2020). Microplastic contamination in east Antarctic sea ice. *Mar. Pollut. Bull.*, **154**, 111130. doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111130.
- (この文章の翻訳の全責任は日仏海洋学会にあります)

瀬戸内海の海洋ごみ問題の解決に向けた 「自分事」化の実践への挑戦

井上貴司

山陽学園中学校・高等学校地歴部顧問・教諭

地歴部生徒2名

はじめに

瀬戸内海は日本初の国立公園であり、風光明媚な多島美が広がり、多種の魚介類に恵まれる。しかし、大量の海洋ごみによる漁獲量の減少や景観美を損ねるなど深刻な影響が及んでいる。これら瀬戸内海の海洋ごみ問題の解決に向けて、2008年より山陽学園中・高の地歴部の生徒が、海底ごみや島嶼部の海岸漂着ごみの回収活動と、発生抑制のための啓発活動に取り組んだ。啓発活動をする際に感じた課題を解決することで、より効果的な啓発効果を得られる実践に挑戦した。

啓発活動の問題点

海洋ごみを取り巻く課題には、回収量を大きく上回る発生量があり、その原因が日常生活にある。地歴部の啓発活動は、メディアからの情報発信、学会等の学術活動、体験学習会・展示会・出張講座の開催など多岐にわたる。多くの啓発活動は事前の申込制である。参加者は高齢者が多く、問題に対する意識が高く、行動に移している人が多いことがアンケート調査から明確となった。啓発活動の効果があることは確かであるが、効果の広がりを疑問に感じた。啓発イベントへ参加できない人や問題に対する意識が低い人など、問題を他人

事としている人への啓蒙・啓発が本来必要ではないだろうか。そこで、問題を「自分事」として捉え、解決に向けて意識と行動の変化を促せる啓発活動の実践に挑戦した。

「日常生活」・「地域」から訴え掛ける実践

海洋ごみ問題の「自分事」化のキーワードは「日常生活」と「地域（足元）」である。申込者の参加が多い啓発活動をより効果的なものにするためには、日常生活の中で不特定多数が多く利用する商業施設で訴え掛けである。スーパー等の商業施設では大量にプラスチック製品が販売され、ビニールに包装されている。また、リサイクルポストが設置され、ペットボトル等の再資源化が活発である。つまり、経済活動と環境保全の交差点ではないだろうか。喉か乾いて購入したペットボトルの

飲料水は大切に扱うが、飲み干した後はごみとなり、正しい廃棄への意識は高いとは言えない。商業施設では買い物客に対して、訴え掛けを行うだけでなく、回収した海洋ごみの展示を商品棚の傍に構え、購入品と海洋ごみとの繋がり（リンク）の理解を促した。

地域では啓発活動をする際に、その地域の用水路調査を実施した。地域の足元の様子の理解は意外と進んでいない。海洋ごみ問題は決して沿岸域だけの問題にしてはいけない。用水路の調査結果は地図にして「見える化」することで、地域の足元のごみの実態と、用水路から海へと繋がることの理解を促した。用水路マップはその後も地域の清掃活動に活用されるなど、一過性の取り組みではなく継続的・発展的な実践となった。

海洋で分解する生分解性プラスチックの開発と将来展望

岩田忠久

東京大学大学院農学生命科学研究科・日仏工業技術会

はじめに

現在、海洋マイクロプラスチック問題に代表されるように、非生分解性プラスチックの廃棄物による環境汚染が地球規模の解決すべき重要な課題となっています。その解決策の一つとして、環境中の微生物によって水と二酸化炭素にまで完全に分解される「生分解性プラスチック」の開発が望まれています。

本講演では、生分解性プラスチックの定義と期待される用途、当研究室における海洋分解性繊維やマイクロビーズなどの開発状況と海洋分解性、さらには今後の展望について紹介します。

生分解性プラスチックとは

生分解性プラスチックとは、「使用中は通常のプラスチックと同じように使用でき、使用後は自

然界において微生物が関与して低分子化合物、最終的に水と二酸化炭素にまで完全に分解されるプラスチック」と定義されています（Fig. 1）。したがって、生分解性プラスチックは、環境保全に貢献するという観点で環境にやさしいプラスチックであり、生分解するという機能に大きな意味があることから、原料が石油であるのか、再生産可能な植物バイオマスであるのかは関係ありません。

環境にやさしいプラスチックとして多くの方が誤解していることですが、植物成分からつくられる「バイオマスプラスチック」は、プラスチックの原料を石油から植物成分に替えているだけなので、全てのバイオマスプラスチックが「生分解性」という機能を持っているわけではありません。生分解性プラスチックとバイオマスプラスチックは同じように思われていますが、生分解性プラス

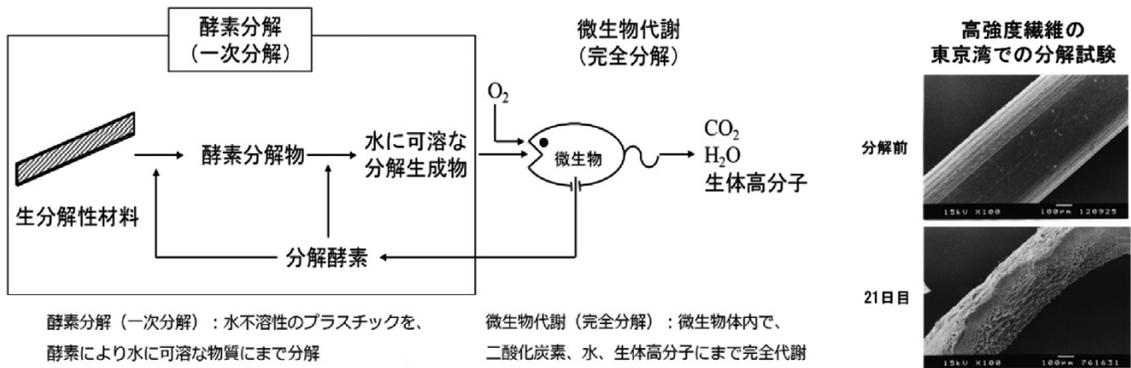


Fig. 1 生分解性プラスチックの分解機構（酵素分解と微生物代謝）と一例

Table 1. 生分解性プラスチックに期待される用途

分野	用途	
自然環境中で利用される分野	農林水産用資材	多目的フィルム、農薬・肥料用の徐放性被覆材、移植用苗ポット、釣り糸、漁網、ノリ網など
	土木・建設用資材	荒地・砂漠の緑化用保水素材、工事用の保水シート、土のう袋、植生ネットなど
	野外レジャー用品	ゴルフ、釣り、マリンスポーツなどの使い捨て製品
	水処理用資材	沈殿剤、分散剤、洗剤
有機廃棄物のコンポスト化に有用な分野	食品容器包装資材	生鮮食品用のトレー、ファーストフードの容器、弁当箱など
	衛生用品	紙おむつ、生理用品など
	日用品、雑貨類	ごみ袋、使い捨てのコップなど

チックは「生分解」という機能を持ったプラスチックで、バイオマスプラスチックは「バイオマス」からつくられるプラスチックのことであり、全く違うコンセプトのプラスチックです。

生分解性プラスチックに期待される用途

生分解性プラスチックは「生分解」することに意義があります。よって、生分解性プラスチックの利用用途としては、農林水産用資材、野外レジャー用品など環境中で使用され、全てを回収することが困難な自然環境中で利用される分野と、食品包装用資材や日用品・雑貨類などの分別回収は難しいが、きちんと回収してコンポスト分解させることが望ましい分野の2つが考えられます (Table 1)。

高強度・高伸縮性を兼ね備えた海洋分解繊維の開発

現在問題となっているマイクロプラスチックは、数ミリ角のプラスチックです。今後さらに問題となるのは、衣料の洗濯により排出されるマイクロオーダーの繊維くず、化粧品や歯磨き粉などに入っているナノ粒子 (スクラブ、研磨剤) など、目に見えない本当の意味でのマイクロプラスチックやナノプラスチックです。

我々は最近、強いだけでなく、2~3倍に伸び縮みする、高強度・高伸縮性の生分解性繊維の開発に成功しました (Fig. 2)。この繊維は大人の力でも切れない十分な強さを有しています。この繊維は海洋分解性のみならず、生体吸収性も有するため、釣り糸や漁網などにはもちろん、手術用縫合糸などの医療材料への展開も期待されています。

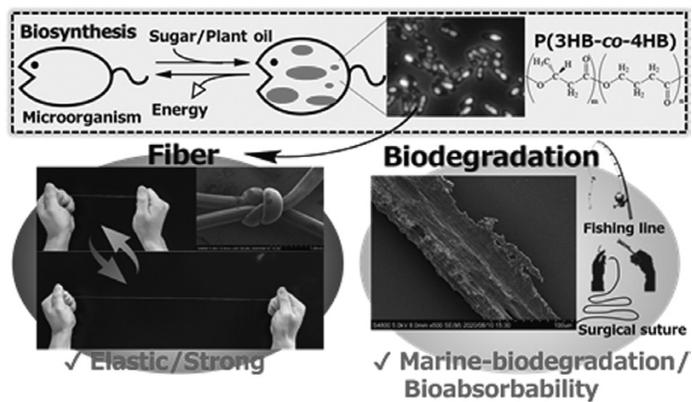


Fig. 2 微生物産生ポリエステル伸縮性繊維と海洋分解性

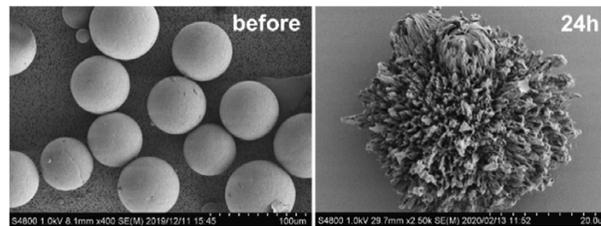


Fig. 3 マイクロビーズと生分解性

最近演者らは、微生物産生ポリエステルから海水で分解する微粒子の開発にも成功しました (Fig. 3)。

当日は、様々な研究開発の状況と今後の展望についてもご紹介したいと思います。

Océans de plastique

François GALGANI

Institut français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer

Plus de 8 millions de tonnes de plastique entrent dans les océans chaque année, soit environ 15 tonnes par seconde. Cela est malheureusement possible en raison d'apports massifs issus des zones urbanisées, des fleuves et de l'utilisation du littoral, des rejets de stations d'épuration, en raison du tourisme, en raison de sources maritimes liées au trafic des navires ou des activités de la pêche, et en raison de rejets ou décharges incontrôlées. Les apports massifs liés aux événements naturels sont également importants (ouragans, tsunamis, etc.) et doivent être pris en compte dans certaines régions du monde. Les déchets de plastiques peuvent être transportés sur de longues distances. Il est important de noter que l'on retrouve plus de 95% de la pollution plastique sur les fonds marins. Nos connaissances actuelles de la situation restent limitées pour ce qui concerne les quantités, leur distribution, leur dégradation et leurs impacts. La circulation des eaux marines et le facteur le plus important qui régit le devenir du plastique en mer. Des accumulations ont été décrites dans les zones de convergence océanique, parfois appelées continents de plastique, et depuis peu, de nombreuses descriptions d'accumulation massive de déchets plastiques sur les fonds, notamment dans les canyons, ont été décrites dans la littérature.

Les suivis réguliers du niveau de la pollution plastique mis en place récemment dans de nombreux pays permettent de mieux comprendre l'évolution de cette pollution. La plupart des tra-

voux dans les régions près des sources ne montrent pas de changement au cours du temps mais un transfert vers les zones les plus éloignées (zones polaires, îles océaniques) où ont été constatées des augmentations significatives au cours des dernières années. L'accumulation des microplastiques, issus de la fragmentation du plastique, dans les sédiments marins semble confirmer l'importance des zones profondes.

Les impacts de la pollution plastique sont nombreux et concernent principalement l'étouffement de nombreuses espèces dans les engins de pêche abandonnés, l'ingestion de débris et microplastiques pour pratiquement toutes les espèces, le relargage de contaminants ou d'additifs, et le transport sur de longues distances d'espèces fixées sur le débris. Par ailleurs, et sur le plan économique, l'impact sur la pêche et sur le tourisme sont très significatifs. Enfin, l'importance des débris pour la navigation (emmêlements des hélices dans les débris, conteneurs flottants, et les risques d'impacts sur la santé (ingestion de microplastiques, blessures sur les plages) sont des sujets considérés comme sérieux par les gestionnaires.

Dans cette présentation, nous discutons les enjeux scientifiques de la pollution plastique, mais également les travaux concernant le suivi de cette pollution en mer ainsi que les différentes stratégies de réduction mises en place par les institutions et initiatives internationales (prévention, éducation, collecte et recyclage, nettoyage, traitement des eaux, etc.). L'implication des

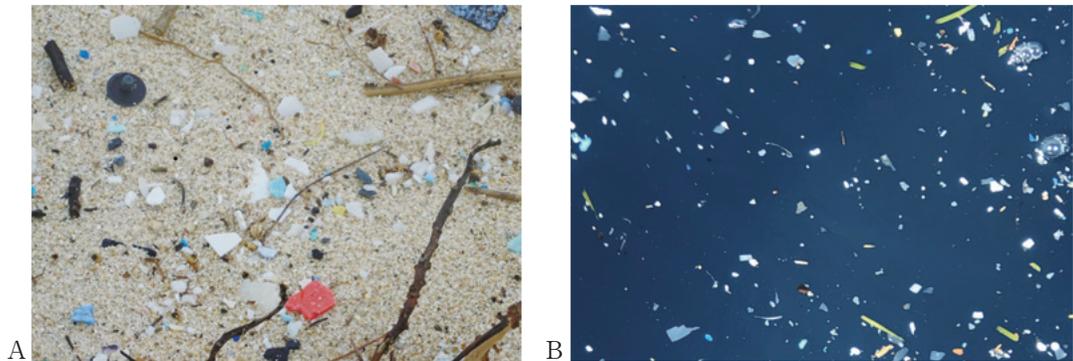


Fig. 1 Sur les plages (A), flottants (B) ou sur les fonds, les microplastiques, issus de la fragmentation des débris plastiques, constituent une part importante de la pollution plastique des océans. Avec des densités atteignant plus de 64 millions de particules par km² dans certaines régions du globe, ce problème apparaît comme l'un des enjeux majeurs de la pollution du milieu marin

différents acteurs (gestionnaires, politiques, scientifiques ONGs, industrie, public) est devenue une nécessité car il s'agit d'un problème global et transfrontalier.

Références

- CANALS, M., C. PHAM, M. BERGMANN, L. GUTOW, G. HANKE, E. VAN SEBILLE, M. ANGIOLILLO, L. BUHL-MORTENSE, A. CAU, C. IOAKEIMIDIS, U. KAMMANN, L. LUNDSTEN, G. PAPAETHODOROU, A. PURSER, A. SANCHEZ-VIDAL, M. SCHULZ, M. VINCI, S. CHIBA, F. GALGANI, D. LANGENKÄMPER, T. MÖLLER, T. NATTKEMPER, M. RUIZ, S. SUIKKANEN, L. WOODALL, E. FAKIRIS, J. M. MOLINA and A. GIORGETTI (2021). The quest for seafloor macro-litter: a critical review of background knowledge, current methods and future prospects. *Environ. Res. Lett.*, **16** (2), 023001 (30p.). Publisher's official version : <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abc6d4> ,
- GALGANI, F., S. BRUZAUD, G. DUFLOS, P. FABRE, E. CASDALDI, J. GHIGLIONE, R. GRIMAUD, M. GEORGE, A. HUVET, F. LAGARADE, I. PAUL-PONT and A. HALLE (2020). Pollution des océans par les plastiques et les microplastiques / Pollution of oceans by plastics and microplastics. *Techniques de l'Ingénieur*, BIO9300 (17p.). Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00663/77471/>
- GALGANI, F., A. BRIEN, J. WEIS, C. IOAKEIMIDIS, Q. SCHUYLER, I. MAKARENKO, H. GRIFFITHS, J. BONDAREFF, D. VETHAAK, A. DEIDUN, P. SOBRAL, K. TOPOUZELIS, P. VLAHOS, F. LANA, M. HASSELLOV, O. GERIGNY, B. ARSONINA, A. AMBULKAR, M. AZZARO and M. BEBIANNO (2021). Are litter, plastic and microplastic quantities increasing in the ocean? *Micropl. & Nanopl.*, **1** (1), 2 (4p.). <https://doi.org/10.1186/s43591-020-00002-8>,
- MORALES-CASELLES, C., J. VIEJO, E. MARTÍ, D. GONZÁLEZ-FERNÁNDEZ, H. PRAGNELL-RAASCH, J. I. GONZÁLEZ-GORDILLO, E. MONTERO, G. M. ARROYO, G. HANKE, V. S. SALVO, O. C. BASURKO, N. MALLOS, L. LEBRETON, F. ECHEVARRÍA, T. VAN EMMERIK, C. M. DUARTE, J. A. GÁLVEZ, E. VAN SEBILLE, F. GALGANI, C. M. GARCÍA, P. S. ROSS, A. BARTUAL, C. IOAKEIMIDIS, G. MARKALAIN, A. ISOBE and A. CÓZAR (2021). An inshore-offshore sorting system revealed from global classification of ocean litter. *Nat. Sustain.*, **4** (6), 484-493, <https://doi.org/10.1038/s41893-021->

La chasse aux plastiques disparus

Katsunori FUJIKURA

Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC)

Le plastique est aujourd'hui un matériau indispensable dans notre vie quotidienne car il est bon marché, léger, solide, peut être façonné de nombreuses façons et est flexible. Toutefois, on craint que ce plastique utile, s'il n'est pas éliminé correctement, ne se retrouve dans les océans et ne provoque une grave pollution si rien n'est fait. Le plastique est décomposé en petits morceaux par les rayons ultraviolets et les ondes du soleil, mais on ne sait pas exactement combien de temps il faudra pour qu'il se décompose chimiquement au point de ne plus affecter les organismes vivants.

Nous entendons souvent parler des problèmes causés par le plastique dans la mer, comme le fait que la faune marine le consomme par erreur comme nourriture ou qu'il s'emmêle dans les engins de pêche. D'autres plastiques présents dans la mer entraînent une pollution des conditions de vie, nuisent à la navigation des navires et affectent l'industrie du tourisme. Ces problèmes sont trop nombreux pour être tous mentionnés. L'une des principales préoccupations est la pollution chimique de la vie marine. Les plastiques de moins de 5 mm sont appelés microplastiques, mais il est de plus en plus évident que plus le plastique est petit, plus son impact sur la vie marine est important. Plus le plastique est petit, plus il a de chances d'être absorbé par les organismes marins, dont beaucoup se nourrissent des particules présentes dans l'eau. En dérivant dans la mer, le plastique absorbe des substances nocives, et divers produits chimiques sont utilisés lorsqu'il est transformé en produit de consumma-

tion. La concentration de ces substances dans la chaîne alimentaire des écosystèmes marins augmente par bioaccumulation, et l'on s'inquiète de l'impact sur les humains qui les consomment.

Une solution complète au problème des plastiques marins impliquerait idéalement : (1) aucun déversement de plastique ; (2) l'élimination du plastique des océans sans affecter les organismes vivants ; et (3) l'utilisation de matériaux qui se décomposent rapidement au point de ne pas affecter les organismes vivants s'ils sont libérés dans l'environnement. Un certain nombre d'initiatives sont actuellement en cours pour atteindre ces idéaux, mais elles prendront toutes du temps. En fait, nous ne savons même pas exactement combien de plastique il y a dans les océans et comment il affecte la vie marine et les humains, et des informations scientifiques sont recueillies dans le monde entier.

Chaque année, 10 millions de tonnes de plastique pénètrent dans la mer et, si l'on ajoute ce qui est entré jusqu'à présent, ce sont environ 45 millions de tonnes de plastique qui flottent à la surface de la haute mer. Cependant, seules quelques centaines de milliers de tonnes peuvent être expliquées scientifiquement par les découvertes faites jusqu'à présent, et nous ne savons pas où est passé le reste. C'est ce que l'on appelle les plastiques manquants, et c'est un défi qui doit être relevé si nous voulons comprendre où et combien de plastique se trouve dans la mer. Il y a plusieurs possibilités : (1) il coule au fond de l'océan (Fig. 1), (2) il est trouvé en grande quantité dans des zones non étudiées, (3) il



Fig. 1 Un grand nombre de sacs plastiques vus à une profondeur de 1344 m dans la baie de Sagami en 1999.

dérive dans l'eau, ou (4) il est trop petit pour être trouvé. Nous concentrons nos recherches sur (1) et (2).

Il existe des dizaines de types différents de matières plastiques, comme le polyéthylène PE et le polypropylène PP. Selon le matériau, certains flottent, d'autres coulent et d'autres encore contiennent différents produits chimiques. Par conséquent, afin de déterminer la distribution des plastiques et leur impact sur les organismes vivants, il est nécessaire d'identifier la matière plastique et de mesurer sa taille, sa quantité et sa forme. Cette analyse prend beaucoup de temps, surtout pour les microplastiques. Les connaissances manquantes sur les matières plastiques seront accélérées et intégrées par une simple technique d'analyse des microplastiques.

La mer est si vaste que les instituts de recherche ne peuvent en étudier qu'une petite partie. D'autre part, il y a un nombre énorme de navires en mer. Si nous pouvons collecter des données sur les plastiques marins à partir de ces navires, nous pourrions sans aucun doute améliorer considérablement notre compréhension de la distribution des plastiques marins. À la lumière des ODDs, on prend de plus en plus conscience de la nécessité pour les différents secteurs de contribuer à la résolution des problèmes environnementaux. Nous avons donc commencé par travailler avec les participants à la course de voiliers pour collecter les plastiques marins à l'aide de leurs voiliers. Nous avons collecté et analysé des microplastiques à titre d'essai pendant la Japan-Palau Yacht Race et le Vendée Globe, la course de voiliers la plus difficile au monde. Une telle initiative permettrait d'obtenir des informations sur la répartition des plastiques marins dans les eaux non surveillées.

Dans cette conférence, nous présenterons la recherche sur les plastiques manquants que nous menons à l'Agence japonaise pour la science et la technologie marine et terrestre (JAMSTEC) et les initiatives qui la soutiennent.

(Ce texte a été traduit en français à partir du texte japonais par Mr Katsunori Fujikura. La responsabilité de la traduction incombe à la Société franco-japonaise d'Océanographie du Japon.

Tara-Jambio Mission Microplastique: Science, Education, Art et Partage

Sylvain AGOSTINI

Shimoda Marine Research Center, University of Tsukuba et Tara Océan Japan

La fondation Tara océan est un organisme consacré à l'océan. Elle développe une science ouverte et de haut niveau en collaborant avec des instituts de recherche renommés. Elle utilise cette expertise scientifique pour sensibiliser le grand public et surtout les jeunes générations, mais aussi mobiliser les décideurs politiques. Déjà d'envergure internationale de part les expéditions scientifiques menées à travers le monde, la fondation étend ces activités et Tara Océan Japan a été créée en 2017. Pour son premier projet scientifique, Tara Océan Japan s'associe avec le réseau Jambio pour étudier la pollution plastique dans les eaux côtières japonaises. Le réseau Jambio connecte 23 des stations marines appartenant aux universités nationales japonaises. Il donne à la communauté scientifique un accès direct aux divers écosystèmes des côtes japonaises et aux infrastructures nécessaires pour conduire leur recherche (Fig. 1).

Le Japon, un grand consommateur de plastique, est situé dans une zone océanique reconnue comme un hotspot pour la pollution microplastique (Isobe et al., 2015). Les hautes concentrations en microplastiques observées dans les eaux japonaises ont en grande partie été attribuées aux flux locaux et aux microplastiques portés par le courant Kuroshio qui a pour origine l'Asie du Sud-Est et longe les côtes japonaises. Cependant, les données sur la pollution plastique dans les zones côtières sont encore insuffisantes. De plus, il n'existe que très peu de données sur la pollu-



Fig. 1 Location des stations marines indiquées par des cercles noirs appartenant au réseau Jambio et utilisé dans le cadre du projet "Tara-Jambio Mission Microplastique".

tion plastique des sédiments dans ces zones, ce qui limite le développement de modèles sur les flux verticaux de microplastiques qui proviennent des côtes. Enfin, de part sa longue durée de vie, le plastique et microplastique sont capables de transporter des organismes sur de longues distances. Cet effet de radeau peut avoir un impact sur les écosystèmes, l'aquaculture et notre santé. Il est donc important d'étudier quelles espèces aussi bien de macro- et microorganismes, sont présentes sur les plastiques trouvés aux larges de nos côtes. Le projet Tara-Jambio a donc pour but d'étudier la pollution en microplastique dans les eaux et sédiments des côtes japonaises, la composition des espèces microbiennes

transportées par le plastique, l'impact potentiel de cette pollution sur les écosystèmes côtiers, et, enfin, de sensibiliser le public à la pollution plastique et les défis environnementaux comme le changement climatique qui menacent la biodiversité marine.

Le projet Tara Jambio Mission Microplastique a commencé en 2019, année pendant laquelle les protocoles de recherche ont été développés sur la base des standards internationaux et des protocoles utilisés pendant les différentes missions menées par Tara Océan. Cela permettra de comparer les données obtenues pendant le projet aux données accessibles dans la littérature. Toutes les données obtenues pendant le projet seront accessibles pour tous au bénéfice de la communauté scientifique. Deux campagnes de déchantillonnages ont été menées en 2020 et 2021 avec plus de dix locations étudiées de Kyushu à Hokkaido, avec la collaboration des stations marines des universités de Okayama, Hiroshima, Shimane, Kyushu, Nagoya, Tsukuba, Tohoku et Hokkaido. À chaque location, le microplastique dans les eaux et sédiments d'un estuaire, une baie et hors de la baie, et enfin sur des plages à proximité des différentes stations marines, ont été échantillonnés, accumulant plus d'une centaine d'échantillons de microplastique et autant pour étudier la biodiversité locale (benthique et planctonique) et les conditions environnementales (CTD, TEP concentration, etc.). Enfin un

effort de monitoring est en cours à la station marine de Shimoda de l'Université de Tsukuba, où le même protocole de déchantillonnage est suivi tout les mois depuis Juillet 2020. Les échantillons sont maintenant en cours d'analyses mais les premières observations montrent la présence de microplastiques de divers types : particules, fibres et films, dans tout les échantillons qu'ils soient d'eaux de surfaces ou de sédiment.

Les campagnes de déchantillonnages ont été aussi l'occasion de mener des campagnes de sensibilisation. Des événements destinés au grand public de tout âge ont été organisés avec des nettoyages de plages, des échantillonnages sur les plages ou à bord des bateaux de recherches et des symposiums. Dans l'esprit Tara, les scientifiques impliqués collaborent avec des artistes, qui participent à l'échantillonnage dans le but de produire des œuvres qui pourront sensibiliser le public sur l'importance de l'océan. Cette collaboration science-art organisée par Prof Hibino de l'Université d'Art de Tokyo, a aussi permis à des étudiants de cette université d'étudier la biodiversité marine et la pollution microplastique aux larges de Shimoda lors d'une mission de terrain.

Références

- ISOBE, A., K. UCHIDA, T. TOKAI, and S. IWASAKI, (2015). East Asian seas: A hot spot of pelagic microplastics. *Mar. Pollut. Bull.*, **101**, 618–623. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.10.042>

Lutte contre la Pollution microplastique de l'Océan : de l'action citoyenne à l'élaboration des normes

Cristina BARREAU
Surfrider Foundation Europe

Depuis quelques années la communauté scientifique nous alerte sur l'omniprésence de la pollution microplastique dans les cours d'eaux et le milieu marin. Les études révèlent en effet, que les microplastiques ont envahi tous les compartiments de l'Océan : on les retrouve flottant en surface, dans les sédiments, dans les glaces ou tapissant les fonds océaniques. Même les zones éloignées de toute civilisation comme les eaux arctiques n'échappent pas à cette pollution.

En plus de leur persistance dans l'environnement marin, se pose alors la question de leurs impacts sur les écosystèmes. De part leur taille, les espèces et organismes marins susceptibles de les ingérer sont très nombreux menant ainsi à une contamination de l'ensemble des réseaux trophiques. Les microplastiques adsorbent et concentrent des polluants organiques persistants (POP) déjà présents dans le milieu et peuvent servir de moyens de transport à des espèces pathogènes et nuisibles. Les microplastiques perturbent la croissance et la reproduction de certaines espèces et causent une pollution irréversible sur les écosystèmes.

La pollution microplastique ne concerne pas seulement l'Océan puisque leur présence a été mise en évidence dans l'air que nous respirons, l'eau que nous buvons ou des aliments que nous consommons, pourtant elle reste encore méconnue du grand public.

Surfrider Foundation Europe, association de protection de l'environnement marin et des usa-

gers a développé un programme multisectoriel pour réduire à la source les microplastiques aussi bien primaires que secondaires. Surfrider a placé au cœur de son programme d'action les citoyens en les sensibilisant à cette pollution invisible et en favorisant le dialogue avec les autres parties prenantes. Les citoyens participent notamment à l'acquisition de données sur les microplastiques aussi bien dans l'environnement que dans la composition de certains produits via les sciences participatives et l'utilisation des outils numériques. La mobilisation citoyenne permet d'interpeler les décideurs publics tant au niveau national qu'europpéen et de les encourager à adopter des mesures contraignantes afin de prévenir durablement la pollution. De la même manière, les acteurs économiques soucieux de leurs images, sont sensibles aux revendications des consommateurs.

Dans cette présentation, nous exposerons les différents moyens de sensibilisation et d'interpellation à disposition de l'association pour rendre visible l'invisible et ainsi favoriser une prise de conscience de l'ensemble des acteurs impliqués dans la production et dissémination des microplastiques dans les milieux aquatiques. Nous montrerons le rôle central de l'action citoyenne aussi bien sur le terrain qu'auprès des instances décisionnaires et du secteur privé.

Références

BARRETT, J., Z. CHASE, J. ZHANG, M. M. B. HOLL, K.

- WILLIS, A. WILLIAMS, B. D. HARDESTY and C. WILCOX (2020) Microplastic Pollution in Deep-Sea Sediments From the Great Australian Bight. *Front Mar. Sci.*, **7**, 576170. doi: 10.3389/fmars.2020.576170
- BERGMANN, M., V. WIRZBERGER, T. KRUMPEN, C. LORENZ, S. PRIMPKE, M. B. TEKMAN, et al. (2017). High quantities of microplastic in Arctic deep-sea sediments from the Hausgarten observatory. *Environ. Sci. Technol.*, **51**, 11000–11010. doi: 10.1021/acs.est.7b03331
- BRAHNEY, J., N. MAHOWALD, M. PRANK, G. CORNWELL, Z. KLIMONT, H. MATSUI and K. PRATHER (2021). Constraining the atmospheric limb of the plastic cycle. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, **118**, e2020719118. doi.org/10.1073/pnas.2020719118.
- CORMIER, B., F. LE BIHANIC, M. CABAR, J.C. CREBASSA, M. BLANC, M. LARSSON, F. DUBOCQ, L. YEUNG, C. CILÉRANDEAU, S. H. KEITER, J. CACHOT, M. L. BÉGOUT and X. COUSIN (2021). Chronic feeding exposure to virgin and spiked microplastics disrupts essential biological functions in teleost fish. *J. Hazard. Mater.*, **5**, 125626. doi: 10.1016/j.jhazmat.2021.125626. Epub 2021 Mar 11. PMID: 33740727.
- ISOBE, A., T. AZUMA, M. R. CORDOVA et al. (2021). A multilevel dataset of microplastic abundance in the worlds upper ocean and the Laurentian Great Lakes. *Micropast. Nanoplast.*, **1**, 16. doi.org/10.1186/s43591-021-00013-z
- KELLY, A., D. LANNUZEL, T. RODEMANN, K. M. MEINERS and H. AUMAN (2020). Microplastic contamination in east Antarctic sea ice. *Mar. Pollut. Bull.*, **154**, 111130. doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111130.

Le défi de la mise en pratique de l'approche "affaire personnelle" pour résoudre le problème des déchets marins dans la mer intérieure de Seto.

Takashi INOUE

Conseiller du Club géographie et d'Histoire
Sanyo Gakuen Junior and High School

Introduction

La mer intérieure de Seto est le premier parc national du Japon. Elle offre des paysages d'une grande beauté et une grande variété de fruits de mer. Cependant, la grande quantité de déchets marins a eu un impact sérieux, réduisant la quantité de poissons capturés et endommageant la beauté du paysage. Afin de résoudre le problème des déchets marins dans la mer intérieure de Seto, les élèves du club de géographie et d'histoire du collège et du lycée Sanyo Gakuen parti-

cipent depuis 2008 au ramassage des déchets sur le fond marin et des déchets échoués sur la plage des îles, ainsi qu'à la sensibilisation à la nécessité de réduire la quantité de déchets produits. Le club a été mis au défi de mettre en œuvre des pratiques qui seraient plus efficaces en matière de sensibilisation en relevant les défis qu'il estimait devoir relever pour y parvenir.

Problèmes liés aux activités de sensibilisation

Les problèmes liés aux déchets marins

incluent le fait que la quantité de déchets générés dépasse largement la quantité collectée, et que cela est dû à notre vie quotidienne. Les activités de sensibilisation du club de géographie et d'histoire couvrent un large éventail de sujets, notamment la diffusion d'informations par les médias, les activités académiques telles que les conférences, et l'organisation d'événements d'apprentissage pratique, d'expositions et de conférences sur site. Beaucoup de ces activités nécessitent une inscription préalable. L'enquête par questionnaire montre clairement que les participants sont principalement des personnes âgées, qui sont plus conscientes des problèmes et plus susceptibles d'agir. Il est clair que les activités de sensibilisation sont efficaces, mais nous nous sommes interrogés sur la propagation des effets. Nous pensons qu'il est nécessaire d'éduquer ceux qui ne sont pas en mesure de participer aux événements de sensibilisation et ceux qui ne sont pas conscients de la question. Nous nous sommes donc lancés le défi de créer une campagne de sensibilisation qui encouragerait les gens à considérer le problème comme une affaire personnelle et à changer leurs attitudes et leurs comportements pour le résoudre.

Pratique pour faire appel à la "vie quotidienne" et à la "communauté"

Les mots clés pour faire du problème des déchets marins une "affaire personnelle" sont "vie quotidienne" et "communauté". Afin de rendre plus efficaces les activités de sensibilisation, qui impliquent souvent la participation de nombreuses personnes, nous devrions faire appel aux personnes dans les centres commerciaux utilisées par de nombreuses personnes dans leur vie quotidienne. Dans les centres commerciaux tels que les supermarchés, de grandes quantités de produits en plastique sont vendues et emballées dans du plastique. En outre, des postes de re-

cyclage ont été mis en place et le recyclage des bouteilles en plastique et d'autres matériaux est très actif. En d'autres termes, les centres commerciaux peuvent être l'intersection de l'activité économique et de la protection de l'environnement. Les gens prennent bien soin de l'eau en bouteille qu'ils achètent parce qu'ils ont soif, mais une fois qu'ils ont bu toute l'eau, la bouteille va à la poubelle et la sensibilisation à son élimination correcte n'est pas élevée. Dans les centres commerciaux, nous n'avons pas seulement interpellé les acheteurs, mais nous avons également installé des présentoirs de déchets marins collectés à côté des rayons pour les encourager à comprendre le lien entre leurs achats et les déchets marins.

Dans la communauté, nous avons réalisé une enquête sur les canaux d'irrigation dans la zone où nous menions nos activités de sensibilisation. Il est surprenant de constater que peu de progrès ont été réalisés pour comprendre ce qui se passe sous les pieds de la communauté. Le problème des déchets marins ne devrait jamais se limiter aux zones côtières. Les résultats de l'enquête sur les canaux d'irrigation ont été cartographiés et rendus "visibles" afin de promouvoir la compréhension de la situation réelle des déchets sous les pieds de la communauté et du lien entre les canaux d'irrigation et la mer. La carte des canaux a ensuite été utilisée pour des activités locales de nettoyage, il ne s'agissait donc pas d'une initiative ponctuelle mais d'une pratique continue et en développement.

(Ce texte a été traduit en français à partir du texte japonais par Mr Takashi Inoue La responsabilité de la traduction incombe à la Société franco-japonaise d'Océanographie du Japon.)

Développement et perspectives d'avenir des plastiques biodégradables qui se décomposent dans la mer

Tadahisa IWATA

Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo et
Société franco-japonaise des Techniques industrielles

Introduction

Aujourd'hui, la pollution environnementale causée par les déchets plastiques non biodégradables est un problème mondial important à résoudre, comme l'illustre le problème des microplastiques marins. L'une des solutions à ce problème est le développement de plastiques biodégradables, qui peuvent être entièrement dégradés en eau et en dioxyde de carbone par les micro-organismes présents dans l'environnement.

Dans cet exposé, je présenterai la définition des plastiques biodégradables et leurs applications prévues, le développement de fibres et de microbilles dégradables en milieu marin dans notre laboratoire, leur dégradabilité en milieu marin et les perspectives d'avenir.

Que sont les plastiques biodégradables ?

Les plastiques biodégradables sont définis comme "des plastiques qui peuvent être utilisés de la même manière que les plastiques normaux pendant leur utilisation, mais qui sont complètement dégradés dans la nature par des micro-organismes en composés de faible poids moléculaire et finalement en eau et en dioxyde de carbone" (Fig. 1). Les plastiques biodégradables sont donc écologiques du point de vue de leur contribution à la préservation de l'environnement, et peu importe que la matière première soit du pétrole ou de la biomasse végétale renouvelable, car la fonction de biodégradation est d'une grande importance.

On croit souvent à tort que tous les plastiques issus de la biomasse sont (not negative) biodégradables, car ils sont fabriqués à partir de plantes et non de pétrole. Les plastiques issus de

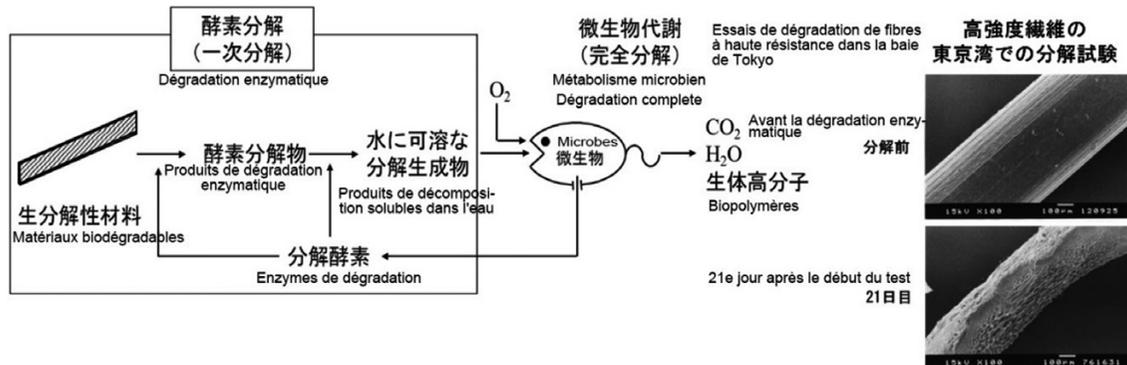


Fig. 1 Un exemple du mécanisme de dégradation des plastiques biodégradables

Tableau 1. Applications potentielles des plastiques biodégradables

Secteurs	Utilisations	
Secteurs d'utilisation dans l'environnement naturel	Matériaux pour l'agriculture	Films à usages multiples, revêtements à libération lente pour les pesticides et les engrais, pots de semis pour la transplantation, lignes de pêche, filets de pêche, filets à algues, etc.
	Matériaux pour le génie civil et la construction	Matériaux de rétention d'eau pour le verdissement des terrains vagues et des déserts, feuilles de rétention d'eau pour la construction, sacs de sable, filets de végétation, etc.
	Produits de loisirs de plein air	Produits jetables pour le golf, la pêche, les sports marins, etc.
	Traitement de l'eau	matériaux de sédimentation, dispersants, détergents
Secteurs utiles pour le compostage des déchets organiques	Matériaux d'emballage alimentaire	Plateaux de produits frais, conteneurs de restauration rapide, boîtes à lunch, etc.
	Produits d'hygiène	Couches jetables, produits sanitaires, etc.
	Articles ménagers et divers	Sacs poubelles, gobelets jetables, etc.

la biomasse ne sont pas tous biodégradables. On pense souvent que les plastiques biodégradables et les plastiques issus de la biomasse sont identiques, mais les plastiques biodégradables sont des plastiques qui sont biodégradables, tandis que les plastiques issus de la biomasse sont des plastiques fabriqués à partir de la biomasse, ce qui est un concept complètement différent.

Applications potentielles des plastiques biodégradables

Il est important de noter que les plastiques biodégradables sont "biodégradables". Il existe donc deux applications possibles pour les plastiques biodégradables : celles utilisées dans l'environnement naturel, où il est difficile de collecter tous les matériaux, comme les matériaux pour l'agriculture, la sylviculture et les pêcheries, et les produits de loisirs de plein air ; et celles où il est difficile de les collecter séparément, comme les matériaux d'emballage alimentaire, les produits de première nécessité et les biens divers, mais où il est souhaitable de les collecter et de les composter (Tableau 1). Il existe deux secteurs possibles (Tableau 1).

Développement d'une fibre marine dégradabile à haute résistance et haute élasticité

Les microplastiques qui posent actuellement des problèmes sont des plastiques qui ne font que quelques millimètres de côté. À l'avenir, les microplastiques et les nanoplastiques deviendront encore plus problématiques, car ils sont invisibles au sens propre du terme, comme les déchets de fibres d'ordre micrométrique provenant du lavage des vêtements et les nanoparticules (agents de frottement et de polissage) présentes dans les cosmétiques et le dentifrice.

Nous avons récemment réussi à mettre au point une fibre biodégradable à haute résistance et à haute élasticité, qui est non seulement solide, mais peut également s'étirer et se contracter deux à trois fois (Fig. 2). Les fibres sont suffisamment solides pour résister à la force d'un adulte. Comme cette fibre est non seulement dégradabile en milieu marin, mais aussi bioabsorbable, elle pourrait être utilisée pour les lignes et les filets de pêche ainsi que pour les matériels médicaux tels que les sutures chirurgicales.

Récemment, nous avons également réussi à

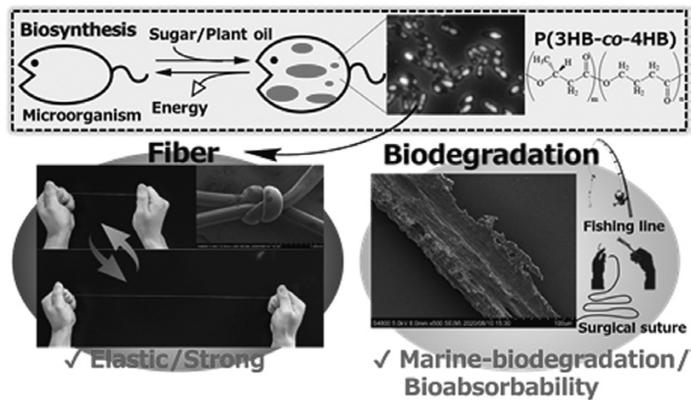


Fig. 2 Fibres extensibles et dégradabilité marine des polyesters produits par des microorganismes

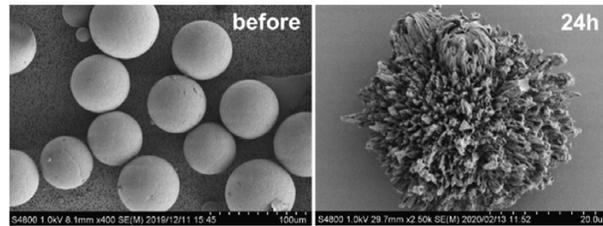


Fig. 3 Microbilles et biodégradabilité

développer des microparticules à partir de polyesters microbiens qui se dégradent dans l'eau de mer (Fig. 3).

Lors de cette journée, nous présenterons également l'état d'avancement de nos différentes activités de recherche et de développement ainsi que nos perspectives d'avenir.

(Ce texte a été traduit en français à partir du texte japonais par Prof Tadahisa Iwata. La responsabilité de la traduction incombe à la Société franco-japonaise d'Océanographie du Japon.)