

かいよう　　ゆらい　　えいきょう 海洋プラスチックの由来と影響

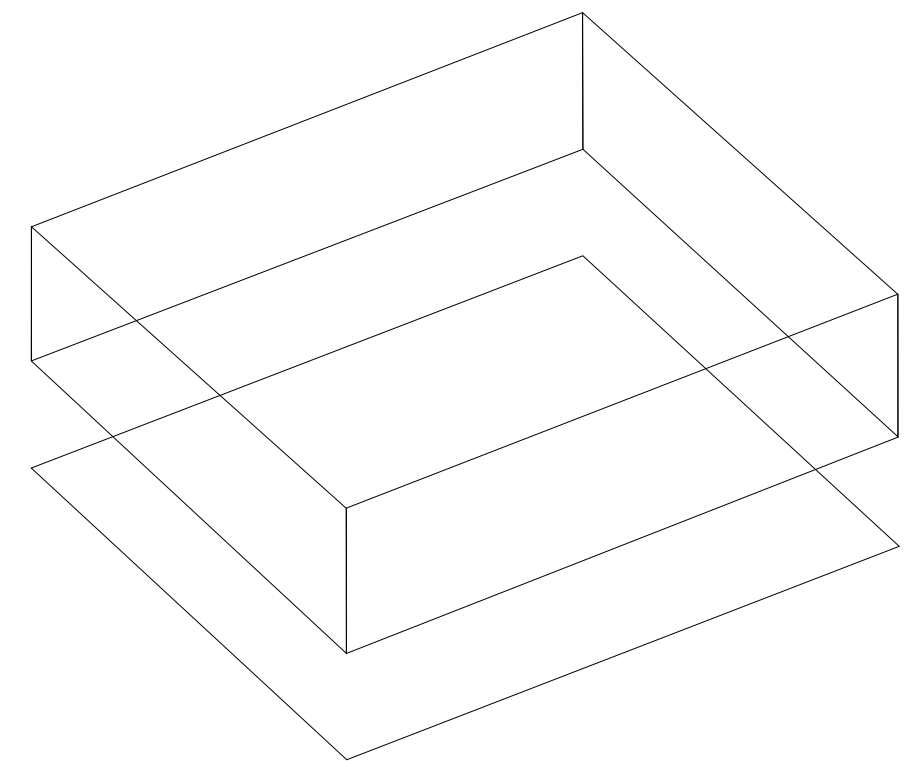
そうごうち　　とら　　ちきゅうきぼ　　かだい 総合知で捉える地球規模の課題

ふりがな付きのガイド

このふりがな付きのガイドを^み見ながら、^{かいじょうない}会場内を見て^{まわ}回
ることができます。^{つか}使い^お終わったら、^{ばしょ}もとの場所にもど
してください。

このガイドは、会場の説明を大きな文字で書き、むずかしい漢字にふりがなをつけたものです。字が小さくて読みにくいときや、漢字が読めないときにも使えます。どなたでも自由に使うことができます。

さいきん、日本の美術館や博物館では、みんなが展示を楽しめるように、こうしたガイドを用意するところが少しずつ増えてきました。このガイドも、そうした取り組みの一つです。使い終わったら、ほかの人にも使えるように、もとの場所にもどしてください。



きゅうしゅうだいがく みらいしゃかい とうかつほんぶ
九州大学 未来社会デザイン統括本部 シンクタンクユニット

1 はじめに

2 プラスチックは何^{なに}でできている？

3 プラスチックが支^{ささ}える暮^くらし

4 ゴミはどこへ消^きえるのか

5 捨^すてていないのに、流^{なが}れ出^でている

6 大^{おお}きなプラスチックが、やがて小^{ちい}さくなる

7 海^{かい}流^{りゅう}に乗^のって、世^せ界^{かい}へ広^{ひろ}がる

8 こんなにも違^{ちが}う、マイクロプラスチック

9 海^{うみ}の中^{なか}のプラスチック地^ち図^ず

10 生^いき物^{もの}の体^{からだ}に入^{はい}り込^こむプラスチック

11 私^{わたし}たちの体^{からだ}の中^{なか}にも？

12 生^いき物^{もの}のつな^{つな}がり^がりを乱^{みだ}すプラスチック

13 拾^{ひろ}う技^ぎ術^{じゆつ}と、市^し民^{みん}の力^{ちから}

14 ごみを資^し源^{げん}に変^かえる新^{あた}ら^らしい化^か学^{がく}

15 自^し然^{ぜん}に還^{かえ}る素^そ材^{ざい}を^め目^め指^ざして

16 世^せ界^{かい}はどう動^{うご}いているか

1 はじめに

海洋プラスチック問題は、私たちの日常から海へ、そして地球規模へと連なる大きな流れの中で生じています。その過程でプラスチックは徐々に細くなり、直径 5 mm 以下の「マイクロプラスチック」となって、海洋を漂いながら生態系へと取り込まれていきます。

この流れをたどりながら、それぞれの場面で何が起きているのかを理解できるよう、この展示は二つの要素で構成されています。

天井から吊るされた長いバナーでは、プラスチックがどこから流れ出て、どのように変化し、生態系にどのような影響を及ぼしているのかを、一つの流れとしてたどることができます。

床に浮かぶ大きな舞台では、実物標本や漂着ごみ、海洋観測データ、地球規模のシミュレーションなどを通して、その実態や生態系への影響を科学的な視点から解説するとともに、この問題を解き明かそうとする研究の現場や、解決に向けて開発されている技術、国際的なルールづくりの取り組みまでを紹介しています。

バナーで海洋プラスチックの流れを追いながら、舞台上の展示で各段階の実物やデータ、写真、映像をご覧ください。全体の流れと各段階の展示を往復することで、海洋プラスチック問題の全体像を多面的な視点から理解することができます。

2 プラスチックは何でできている？

プラスチックとは、石油や天然ガスなどを原料として人工的につくられた「高分子材料」の一種です。軽くて丈夫、錆びず、水や薬品にも強く、自由な形に加工できるという特徴があります。そのため、包装材料や家電製品、自動車部品、衣類、電子・情報機器、医療器具など、私たちの暮らしのあらゆる場面で使われています。プラスチックは、生活を便利で安全にし、食料や医療、物流を支える現代社会に欠かせない素材として発展してきました。

3 プラスチックが支える暮らし

プラスチックは、私たちの暮らしを支えるさまざまな場面で役立っています。食品包装は中身を清潔に保ち、酸化を抑制し、保存期間を延ばすことで食べ物の無駄を減らしてきました。家電製品や自動車に使われることで製品が軽くなり、エネルギーの節約にもつながっています。携帯電話も電池などへのプラスチックの使用でコンパクトで軽量になり、日常生活に不可欠なものになっています。さらに、医療分野では注射器や点滴器具、コンタクトレンズ、人工臓器の部品などに使われ、感染症の予防や安全な医療を支えて生活の質（QOL）の向上に貢献しています。プラスチックは現代社会の便利さと安全性を支える重要な素材です。

プラスチック問題を考えるとき、これらの恩恵を忘れることはできません。単に「プラスチックをなくすこと」ではなく、どこで、どのように使い、どう管理するかが問われています。

食品包装

ピーマンをプラスチックフィルムで包むと、保存日数は4日から20日へ。鶏肉は7日から20日に延びます。衛生面の向上だけでなく、食品ロスの削減にも、プラスチック包装は欠かせない役割を担っています。

日用品

2024年、国内のマスク生産・輸入量は約56億枚。そのうち84%が家庭用です。私たちの日常に溶け込んだマスクも、石油由来の不織布なしには作れません。

生活インフラ

1995年の阪神・淡路大震災でポリエチレン管の耐震性が実証され、水道・ガス配管への普及が本格化しました。2011年の東日本大震災でも被害率はほぼゼロを記録し、管材の樹脂系へのシフトをさらに後押ししています。

医療用品

国内の透析患者数は2024年末時点で約34万人にのぼります。治療に不可欠な透析回路はすべて使い捨ての石油化学製品です。

また、日本のコンタクトレンズ使用者（装用者）は全国で約1,500万～1,800万人と推計され、国民の約10人に1人が使用しています。コンタクトレンズは最初はガラスでつくられていましたが、アクリル樹脂製の普及により使用者は増大しています。

4 ゴミはどこへ消えるのか

都市や内陸部で適切に管理されなかったり、ポイ捨てされたりして発生するごみは、雨や風によって河川へ流され、やがて海へと運ばれます。海洋ごみの少なくとも 85% がプラスチックごみで、テイクアウト容器や食品包装などの使い捨て製品が目立つことも明らかになっています。

陸から海への流出量は年間およそ 200 万トン以上。これは 1 分間にダンパカー 1 台分のプラスチックごみが海へ捨てられる計算になります。対策が不十分のまま進めば、2040 年には水域への流出量が年間約 2,900 万トンまで増加する可能性があります。

海洋ごみの発生経路とごみの分類

- 管理不十分な製品の散乱：屋外での使用中に風で飛ばされたり、落としたことに気づかずごみになるなど、意図せず環境中に散乱した製品。経年劣化による破片化も含まれる。
- ごみステーション等からの散乱：ごみとして適正処理ルートに出したものが、何らかの要因で意図せずルート外に散乱したもの。
- 不法投棄（ポイ捨て）ごみ：ルールに従って適正に処理されず、街中や森林等に意図的に捨てられたごみ。
- 陸域ごみ：陸域に散乱するごみで、河川ごみ以外のもの。
- 河川ごみ：河岸、河川敷に散乱するごみや河川を流れるごみ。

川から海へ

世界の川から流れ出るプラスチックの総量は年間約 200 万トンと推算されており、特にアジア地域の大河川が主要な供給源となっています。上位 10 河川だけで全流出量のおよそ 90% を占め（1,000 河川で 80% という見積もりも

ある）、いずれにせよそのほとんどがアジアに集中しています。

何が海岸に打ち上げられるのか？

海岸のあるすべての都道府県の合計 80 地点で、調査ガイドラインに基づく漂着ごみの組成調査が実施されました。この結果によると、漂着ごみの多くがプラスチックごみでした。海洋ごみ問題とは、すなわち海洋に漏れ出たプラスチックごみ問題なのです。

倍増する生産量、9%にとどまるリサイクル

世界のプラスチック生産量は、2000 年の 2.3 億トンから 2019 年の 4.6 億トンまで倍増し、このままでは 2060 年にはさらに 3 倍の 13.2 億トンになると見込まれています。中でも包装や容器などの使い捨て用途は約 3 分の 2 を占め、短期間で廃棄されます。1950 年から 2015 年までに生産されたプラスチックは累計 83 億トン、廃棄されたプラスチック累計 63 億トンのうち、リサイクルされたのはわずか 9% 程度にとどまります。

2024 年のわが国における廃棄プラスチックの流れ

原典資料からエネルギー回収を焼却処理に加え、石油基礎化学原料への再生利用を再生利用にまとめる変更を加えた。また、原典資料では再生利用に加えていた輸出を単独に表記した。石油基礎化学原料への再生利用はケミカルリサイクル、エネルギー回収はサーマルリサイクル、輸出と上記原料以外への再生利用は合わせてマテリアルリサイクルとも呼ばれる。

＊四捨五入による数値の不一致が一部存在する。

わずかなごみが大きな悩みの種

わが国では廃棄されるプラスチックの多くがしかるべきルートで焼却、または

再利用されています。

しかしながら、適切に管理されず環境中へ流出するごみが、年間最大約3万トンあると推計されています。

廃棄量のごく一部にすぎないように見えますが、これらが海洋汚染の主要な発生源となっています。だからこそ、使用量削減（リデュース）の重要性が浮き彫りになります。

5 捨てていないのに、ながで流れ出ている

多くの方は、海にごみを捨てているという自覚を持っていません。しかし、洗濯時に衣類から抜け落ちる化学繊維、タイヤの摩耗によって道路に残される粒子、人工芝や靴底の摩耗くずなど、日常生活のなかで知らないうちに環境中へ流れ出ているプラスチックは数多く存在します。こうした「悪気のない」プラスチックごみの排出は、都市部や内陸地域から発生し、風によって川や遠くの海へと運ばれていきます。

誰もが「捨てた」という自覚を持たないまま汚染が蓄積し続けるこうした排出は、製品設計や素材規制の見直しなしには解決できない構造的な問題です。

は剥がれた塗料も、海へ向かう

建物の外壁・橋・道路標示・船底など、私たちの身の回りの塗料は、風化・摩耗・剥離を繰り返しながら微細な粒子となって環境中へ流出します。EUでは塗料由来のマイクロプラスチックが年間最大86万トンと推計されており、タイヤ摩耗粒子（最大54万トン）と並ぶ最大級の発生源とされています。世界規模では年間約186万トンに達するとの試算もあり、特に船底の塗料は航行中に海水と直接接触れながら剥離するため、海洋への流出経路が特に短く直接的です。

はし走るたびに、削れるタイヤ

タイヤの合成ゴムも石油由来の高分子化合物であり、その摩耗粒子はマイクロプラスチックに準ずる汚染物質として海洋環境中で検出されています。タイヤ摩耗粒子は道路上に堆積し、雨水によって側溝や河川へ流出するだけでなく、風や車両の通行によって再び大気中に舞い上がります。

世界全体のタイヤ摩耗粒子の年間排出量は、世界人口で割ると一人あたり約0.81 kgに相当すると推計されており、交通量の多い道路周辺の大気中の

粗大粒子（10 μ m 以上）の約 90 % が交通由来の摩耗粒子で占められています。

また、環境に優しいとされる電気自動車ですが、バッテリー積載による車両重量の増加でタイヤの摩耗が多くなることが懸念されています。そのため、現在では摩耗に強い専用タイヤの開発や、急加速・急ブレーキを抑えるモーター制御技術など、摩耗粒子を減らすための複合的な対策が進められています。

洗うたびに、流れ出ている繊維

フリースやアクリルニットなど、合成繊維の衣類を洗濯するたびに、目に見えないほど細いマイクロファイバーが大量に抜け落ちます。アクリル素材 6 kg の洗濯 1 回で最大 72 万 8 千本の繊維が放出されると推計されており、その多くは下水処理場を通過して水環境へと到達し、世界各地の海岸に堆積していることが確認されています。また、乾燥機の使用によって洗濯時を上回る量のマイクロファイバーが大気中に放出されることも明らかになっており、下水と大気という二つの経路で繊維が環境へ拡散しています。

人工芝にひそむ、マイクロプラスチック

スポーツ施設や公園に広く普及した人工芝のグラウンドには、クッション材として廃タイヤを再利用したゴムチップが充填されています。これらは 5mm 以下の粒子であることからマイクロプラスチックそのものに分類され、競技中の動きや雨によってフィールド外へと流出します。廃タイヤの有効活用という環境配慮の取り組みが、皮肉にも新たなマイクロプラスチック汚染源を生み出しているのです。人工芝の生分解プラスチック化も進んでいますが、製造コストの面が課題とされています。

「環境に良い」は、本当に正しい？

石油由来のプラスチックは自然環境中でほとんど分解されず、長期にわたって残留し続けます。これに対してバイオプラスチックは、植物などを原料とするバイオマス由来のもの、微生物が産生するもの、微生物によって分解される生分解性のものなど多様な種類が開発されており、従来のプラスチックが抱える「残り続ける」という課題への応答として注目されてきました。

しかし「生分解性」とは主に土中やコンポスト環境での分解を指しており、海中では分解がほとんど進まない素材も少なくありません。また「植物由来」であることと「自然に還る」ことは別の話です。廃棄環境や処理インフラと組み合わせて初めて機能する素材であることを理解した上で使うことが、その可能性を引き出す条件となります。さらに、分解によって生じる生成物が環境中で毒性を示さないかどうかについても、慎重に検証しながら開発が進められています。

6 おお 大きなプラスチックが、やがてちい 小さくなる

マイクロプラスチックの多くは、大きなプラスチック製品が自然環境の中で物理的、化学的に破碎や劣化することで発生します。

海岸では、太陽光による紫外線にさらされ、酸素や水に触れてプラスチックは劣化し、波の衝撃によって砕けやすくなります。一方、海中では藻などの生物が表面を覆うため紫外線劣化は抑えられますが、波や砂との摩擦により徐々に細かくなると考えられています。

おき い 沖に行くほど、なぜ小さくなるのか

九州大学の磯辺篤彦教授の研究チームは、海に漂うマイクロプラスチックを採取して、岸から離れて沖に行くほど、そのサイズが小さくなることを発見しました。一方で、サイズが数 c m 以下程度のメソプラスチックは浮力が大きく、海面近くを漂いながら次第に岸に向かう波に運ばれ、やがては海岸に戻されと考えました。海岸漂着後は、劣化が進んで 5mm 以下のマイクロプラスチックに変わっていくでしょう。このように、海はメソプラスチックをマイクロプラスチックに変えてしまう仕組みを持っています。マイクロプラスチックになれば浮力も小さく、波の影響を受けづらい海面からやや深い場所を漂うことで、どんどん沖へと運ばれていくでしょう。そして広い大洋へと分布を広げていくのです。

小さくなると、なまえ 名前も変わる

製品の元の形を残したものは「マクロプラスチック」、微細化が進行して長さが数 cm 以下になると「メソプラスチック」、5mm を下回れば「マイクロプラスチック」、1mm の 1,000 分の 1 サイズ (1 μ m) 以下になったかけらは「ナノプラスチック」と呼ばれます。

しぜん 自然にはつくられないつぶ 粒のかたち

マイクロプラスチックは、海岸などで砕けてできる 2 次マイクロプラスチックだけでなく、スクラブ剤としてのマイクロビーズのような製造時から 5mm 以下の 1 次マイクロプラスチックもあります。これらは日本の内湾でも発見されていますが、2016 年以降の化粧品メーカーの自主規制によって削減傾向にあります。一方で、海洋で見つかるのは圧倒的に 2 次マイクロプラスチックのほうが多いとされています。

7 かいりゅう の せかい ひろ 海流に乗って、世界へ広がる

うみ なが で 海に流れ出たマイクロプラスチックは、海流や風に乗って地球規模で拡散します。せきどう 赤道を流れる赤道海流、きたたいへいよう めぐ かんりゅう くるしお おやしお えんがん 北太平洋を巡る環流、黒潮や親潮といった沿岸の強い流れにより、すうせん 数千キロにわたって運ばれ、すうねん すうじゅうねん 数年～数十年にわたり海面を漂い続けることがあります。

かいようかがく けんきゅうしゃ 海洋科学の研究者たちは、せかい かくち かいすい じっさい さいしゅ 世界各地の海水を実際に採取し、その中に含まれるプラスチックのりょう しゅるい しら 量や種類を調べてきました。こうしたかんそく 観測データをもとに、海流のうご 動きとあわせたシミュレーションを行うことで、地球規模でのぶんぷじょうきょう 分布状況がかし か 可視化されてきています。

とく こ 特に濃い、日本の海

に ほんしゅうへん 日本周辺のあちこちに、さいだい 最大で海水1 m³ あたり 100 こ こ 個を超えるマイクロプラスチックがふゆう 浮遊するかいいき み う 海域が見受けられます。そもそも日本を含むアジアは、かんきょうちゅう す 環境中に捨てられるプラスチックごみが多いちいき 地域であること、そして海に出たものがまわ 周りの海流によって運ばれてくることがげんいん 原因のようです。

あみ かぞ 網ですくって、ピンセットで数える

う 海に浮かぶマイクロプラスチックのちようさ 調査は、ほとんどは海面ちか 近くに浮遊するものをと ほうほう おこな と ほうほう 動物プランクトンの採取方法をてほん 手本とした方法で、ニューストン・ネットと呼ばれる網をつか 使います。これまでのところ、せかい 世界の研究者間でかん ひょうじゅんか 標準化された調査方法において、網をひいて採取できるのは海面から深さ1 m ていど 程度のはんい 範囲に浮くもので、なおかつ網のめ 目あいサイズの0.3mm ミリメートル いじょう 以上のマイクロプラスチックにかぎ に限られます。

なんきよく 南極の海にも、プラスチックが浮いていた

磯辺教授らの研究チームは、南極海からとうきょう 東京までの38 きよてん 拠点にわたる調査の結果、すべての拠点からマイクロプラスチックを検出しました。にちじょうせいかつ 日常生活からもっともとお 遠いところにい ち 位置する南極海にさえプラスチックが浮いているのです。

九州大学おうようりがく 応用力学研究所の磯辺教授とくろだまお 黒田真央助教が南極でのかんそく 観測調査に持ちこ 込んだひつじゅひん 必需品など。

き い 消えたプラスチックは、どこへ行った？

プラスチックごみの海や川へのかわ りゅうしゅつ ひかく 流出量と比較して、海面に浮かぶプラスチックごみのすいけい 推計量に大きなかいり 乖離があり、研究者のあいだ 間で大きなぎろん 議論を呼んでいます。これらは「ミッシングプラスチック」と呼ばれるもので、かいていたいせきぶつ ほっきよく 海底堆積物や北極のかいひょう 海氷などから発見されることもありますが、いま現在ではげんざい 断片的な情報やげんざい 仮説にすぎません。こま 細かくくだ 砕けたマイクロプラスチックはちきゅう 地球のどこかにあるはずですが、そのしゅうしゅう 収集やたいさく 対策はかんたん ではありません。

8 こんなにも^{ちが}違う、マイクロプラスチック

ひとことで「マイクロプラスチック」と言っても、その形や^{かたち しつかん}質感は実に多様です。^{せん い}繊維のように細長いもの、^{ほそなが}角ばった破片、^{かく は へん}丸い粒状のものなどがあり、^{まる つぶじょう}大きさや色、^{いろ そざい}素材の^{しゅるい}種類もさまざまです。

^{さいしゅ}採取した海水からプラスチック片だけを選別し、^{かいすい}分析する工程は^{へん}手作業で行われ^{せんべつ}るため、^{ぶんせき}細心の^{こうてい}注意と^{てさぎょう}根気を必要とします。

^み見えないものを、^{せいかく かぞ}正確に数える

^{うみ}海で採取したままの海水からプラスチックだけを^{さいしゅ}自動的に抽出する技術は確立されています。^{じどうてき}研究員はピンセットを使って^{ちゅうしゅつ}マイクロプラスチックを取り出し^{ぎじゅつ}ます。^{かくりつ}肉眼では見えないものは、^{きんきゅういん}拡大鏡を用いたり、^{つか}分析機器で^と素材判定を行っ^だたりして^{にくがん}見つけ出し、^{かくだいきょう}サイズを^{もち}測定します。^{ぶん せ き き き}

しかし、分析のやり方が^{かた}研究者や国によってばらばらでは、^{くに}データを^{くら}比べることができません。^{きゅうしゅうだいがく}九州大学応用力学研究所の中野知香助教は、^{おうようりきがく}開発途上国^{けんきゅうじょ}でも安価に使える分析手法の開発と、その^{なかのはるか}国際標準化（^{じょきょう}ISO 規格策定）に取^{かいはいとじょうこく}り組んでいます。「どう^{あん か}測るか」の^{つか}共通ルールを^{しゅほう}世界に広めることが、^{こくさいひょうじゅんか}科学と^{アイエスオー}政策をつなぐ^{きかくさくてい}基盤となります。

^{そら}空からゴミをはかる

磯辺教授の研究チームは、^{さいしよ}最初はデジタルカメラを取り付けたバルーンで^つ海岸^{かいがん}を^{くうさつ}空撮し、^{ひょうちゃく}漂着ごみに^{おお}覆われた面積を^{めんせき}割り出す^わ調査を^だしました。^{ちょうさ}同時に^{どうじ}実際に^{じっさい}複数箇所で^{ふくすうかしょ}単位面積あたりの^{たんい}漂着ごみ^{じゅうりょう}重量を^{けいそく}計測すれば、^か面積を掛けること^かで^{ぜんたい}海岸全体の^{すいけい}漂着ごみの重量を^ご推計できたのです。その後、ドローンと^{しんそう}深層^{がくしゅう}学習を用いた漂着ごみ量の計測へと技術は^{しんてん}進展しています。

9 ^{うみ なか}海の中のプラスチック^{ち ず}地図

マイクロプラスチックは、^{か こ}過去から^{げんざい}現在、そして^{みらい}未来へと、^{かいようちゅう}海洋中でその分布^{ぶんぶ}を広げ続けています。^{ひろ つづ}どこに、^{そんざい}どれだけ存在し、^{じ かん}時間とともにどう^{かくさん}拡散してい^くのか。その全体像を知ることは、^{ぜんたいぞう}対策を^し考える^{たいさく かんが}うえで^{じゅうりょう}重要です。

^{いそべ きょうじゅ}磯辺教授らの研究では、^{けんきゅう}観測データと^{かんそく}全球海洋循環モデルを用いて、^{ぜんきゅうかいようじゅんかん}1957^{もち}年以降の^{ねんい こう}プラスチックごみの^{りゅうしゅつりょう}流出量を^{はんえい}反映したシミュレーションをもとに、

2016 年のマイクロプラスチックの^{ぶんぶ}分布と 2066 年の^{しょうらいよそく}将来予測が^{かし か}可視化されています。^{に ほん}日本を含む^{ふく ひがし}東アジアの^{きんかい}近海では、^{かいひょうめん}海表面に^{へいほうメートル}1 m³ あたり^{グラム}1g のマイ^うクロプラスチックが^{たか}浮かぶ、^{のうど}高い濃度になることが予測されています。

^{かいめんちか}海面近くを^{ふ ゆ う}浮遊するマイクロプラスチックの^{じゅうりょう}重量濃度（海水 1m³ あたりの浮^{じゅうりょう}遊重量）分布のシミュレーション

10 生き物の体に入り込むプラスチック

海鳥や魚介類、甲殻類など、さまざまな生物の体内からマイクロプラスチックが検出されています。海鳥については、調査された個体の約90%がプラスチックを摂取しているとの報告があり、2050年には99%の種で摂取が確認されると予測されています。魚の消化管や貝の中からも複数の粒子が確認されており、種類や生息域によって摂取量は異なりますが、誤食や餌としての誤認によって日常的に取り込まれていると考えられています。また、それらが生理機能に与える影響も今後の重要な研究課題です。

おや 親が与えるのは、餌ではなくプラスチック

ハワイ・ミッドウェー環礁で調査されたレイサンアホドリでは、親鳥が海上でプラスチック片を餌と誤認し、雛に与えてしまう行動が記録されています。ある調査では雛251羽のうち97.6%の消化管からプラスチックが検出されました。この行動は「誤食」が個体だけの問題でなく、繁殖・次世代の生存率にまで影響しうることを示す典型例です。

た 食べなくていいものを食べる代償

プラスチックごみを誤食した生物は、食欲の減退や体長の低下、消化管の損傷などの影響を受けます。たとえプラスチックそのものに毒性がなくても、栄養のないものを摂取することでエネルギーを消費してしまい、負担がかかります。この負担を「粒子毒性」と呼び、小さな生物ほど負担は大きくなるでしょう。大型のごみを食べるのは大きな生物で、その数自体が限られますが、マイクロプラスチックであれば、クジラやアジ・サバの仲間から動物プランクトンまで幅広い種類の生物に誤食されてしまいます。

プラスチックが、サンゴを侵食する

プラスチックごみはサンゴや海藻など海底の生物に直接覆いかぶさり、酸素濃度を低下させて窒息させたり、光を遮って光合成をできなくするだけでなく、病原性バクテリアを運んでくることでサンゴの病気の発症率を20倍にも高めてしまいます。

九州大学とタイの研究チームは、世界で初めてサンゴの骨格からもマイクロプラスチック片を検出しました。骨格にまで入り込んだマイクロプラスチックはサンゴの死後も残り続けるため、千年という地質学的な時間規模で蓄積する可能性があります。

プラスチックが毒を集め、食物連鎖に入り込む

プラスチックは石油からつくられるため、油と似た性質の「残留性有機汚染物質（POPs）」を吸着しやすいです。潤滑油や絶縁体などに利用されていたポリ塩化ビフェニル（PCB）や、殺虫剤成分に由来するジフェニルジクロロエチレン（DDE）などが代表的です。こうした汚染物質は海の中で薄く広がっていたものが、プラスチック表面に吸着し、それを海洋生物が誤食すれば体内に移行する可能性があります。これが食物連鎖でつながり「生物濃縮」が起こる可能性も懸念されます。マイクロプラスチックが人体に与える健康リスクについては研究が進行中であり、現時点では因果関係の確立には至っていませんが、生殖・消化器・呼吸器への影響が疑われるとする報告も増えています。

1 1 私たちの体の中にも？

マイクロプラスチックが人の健康にどのような影響を及ぼすのか。明確な答えはまだ得られていませんが、近年の研究では、ヒトの肺や血液、脳、胎盤、母乳などからマイクロプラスチックが検出されたという報告が増えてきました。また、体内に堆積・濃縮される可能性も示唆されています。さらに、血管内にできる「プラーク」と呼ばれるコブ状の組織からマイクロプラスチックが検出された人は、未検出の人と比べて脳卒中や心筋梗塞のリスクが高いことを示した追跡研究も発表されました。ただしこれらは血液透析、人工心肺の血液回路に使用されている材料の摩耗粉の可能性もあり、因果関係が示されたわけではないことに注意が必要です。

うみ そら あめ 海から空へ、そして雨となる

波しぶきや風によって、水面から大気中へ飛散したマイクロプラスチックは、雨や雪となって再び地表へ戻る可能性があります。こうした“大気輸送”によって、人間活動の影響がない山岳地帯や森林にも汚染が広がっています。空気を通じた拡散という新たな経路が注目されています。

ふじさんちょう とど 富士山頂にも、マイクロプラスチックが届いていた

空気中に浮遊する雲水のサンプルから、富士山頂などで大気中マイクロプラスチックが発見されました。雲の氷晶や水滴の凝結核として機能することで降雨量分布を変化させ、気候変動に関与する可能性が示唆されています。

いえ ほう そと 家の中の方が、外より汚染されている？

室内でのマイクロプラスチックの堆積量は屋外を上回り、屋内で吸い込む量の方が多いと推計されており、カーペットや合成繊維の家具・衣類が主な発生源

かんが
と考えられています。

ちゃ い お茶を淹れると？

プラスチック製ティーバッグを熱湯で浸出すると、数十億個規模のマイクロプラスチックやナノプラスチックが溶出することが報告されています。ただし計測手法については研究者間で議論が続いており、数値の解釈には慎重さが求められます。

1 2 いもの ^{みだ}生き物のつながりを乱すプラスチック

う ^{とお}浮かんで、遠くまで ^{たび}旅するプラスチック

うみ ただよ ^{ひょうめん}海を漂うプラスチックの表面には、貝類やフジツボ、藻類などの海洋生物が ^{ふちやく}付着することがあります。こうした生物が、なが ^{きより}長い距離を ^{いどう}移動する現象は「ラフ ^{てい}ティング」と呼ばれています。

けんきゅう ^{じっさい} ^{えんよう}では、実際に遠洋で採取されたプラスチック片や漂流ごみに多数の付着生物が ^{かくにん}確認されており、なか ^{つうじょう}中には通常の生息域を遠く ^{せいそくい}超えて移動したと考えられる例も報告されています。このような移動は、^{せいいたいけい}生態系のかく乱や外来種の定着 ^{りゆうしゆつ}リスクにもつながります。実際に 2011 年の東日本大震災によって流出した ^{ひょうちやくぶつ}漂着物は、^{たいへいよう}太平洋を超えてハワイや北米大陸の西海岸に漂着し、289 種類も ^{えんがん}の日本の沿岸海洋生物を運んだとの記録があります。

から ^{あみ}生き物を絡めとる、プラスチックの網

「ゴーストフィッシング」とは、海に捨てられた ^{ぎよう}漁網や釣り糸などの主にナイロンやポリエステル製の漁具が、長い年月をかけて海中をゆらゆらと漂いながら、生き物を絡め取り続ける現象のことです。プラスチックは自然に分解されにくく、^{じょうぶ}丈夫な性質を保つため、^{ぎようい}魚類やウミガメ、イルカ、アザラシ、^{うみどり}海鳥などが被害を受けています。

ほかく ^し捕獲された生き物が死んで腐敗すると、その臭いが新たな生き物を引き寄せ、さらに絡め取るという連鎖が繰り返されます。この過程は「ゴーストフィッシング・サイクル」とも呼ばれています。

しかし、^{かいてい}海底に沈んだ網に絡まってしまう海洋生物などは人目に触れないため、^{じったい}ゴースト・フィッシングの実態を把握するのは難しいとされています。

1 3 ひろ ^{ぎじゆつ}拾う技術と、^{しみん}市民の力 ^{ちから}

かわ ^と川でごみを止める

うみ ^{なが} ^つ ^{まえ}海に流れ着く前に、^{かせん}河川でごみを回収する。NPO 法人クリーンオーシャンアンサンブルが開発した「kawasemi」は、^{かいしゆう}地元漁師の網の技術をヒントに生まれた、^{でんき}電気も ^{どうりよく}動力も必要としない ^{ひつよう}シンプルな回収装置です。^{そうち}川幅に合わせてフロートと網を張るだけで設置でき、^{てい}低コストで導入できるため、日本各地への普及を目指しています。海での回収と比較して ^{ひかく}効率性が向上しており、「川で止める」という発想が、^{はっそう}問題の根本に介入する新たなアプローチとして注目されています。

と ^{しゃしん}スマホで撮った写真が、^{かがく}科学データになる

ねん ^{たんじょう}2012 年に誕生したスマートフォンアプリ「ピリカ」は、ごみを拾ったら写真を投稿し、世界中の人々と活動を共有できる SNS です。132 カ国以上で利用されており、^{るいけい}累計のごみ拾い報告数は数億件にのぼります。また、このアプリの投稿画像と AI 画像解析を組み合わせ、^{まちなか}街中のごみの種類・量・場所を ^{ちずじょう}地図上で可視化する研究も発表されています。

^{ひとり}市民一人ひとりがスマホで撮影・投稿するデータが、^{かいようおせん}海洋汚染の解決につながる研究基盤になる。「ピリカ」はその可能性を示す事例です。

市民が街中で撮影したゴミの画像を YOLOv5（物体検出アルゴリズム）を用いて解析し、ごみの推定個数をプロットした分布図（出典：Kako et al., 2024, Figure 5）

1 4 ごみを資源に変える新しい化学

ごみをもっと価値あるものに

プラスチックを化学的に分解し、燃料や化学品の原料として再生する技術を「ケミカルリサイクル」といいます。近年はさらに一歩進み、廃プラスチックを元の素材よりも高付加価値な物質へと変換する「ケミカルアップサイクリング」の研究が世界各地で進んでいます。

九州大学では、ポリプロピレンをマイクロ波支援触媒熱分解によって水素を多く含むガスへ変換したり、従来リサイクルが難しかった POM（ポリオキシメチレン）を固体酸触媒とマイクロ波加熱によって再資源化したりする研究が進められています。アンドリュー・チャップマン准教授らはこれらの技術をライフサイクルアセスメント（LCA）による環境負荷評価とあわせて検討することで、廃プラスチックを実際の社会システムの中で活かす道を探っています。同大学のエダラティ・カベール准教授らは、廃 PET と CO₂ という二つの廃棄物を太陽光だけで同時に有用化学品へと変換できる光触媒の開発に世界で初めて成功しました。二つの廃棄物が互いの反応パートナーになるこのアプローチは、廃棄物を「原料」として捉え直す新たな視点を示しています。

1 5 自然に還る素材を目指して

木から生まれる、海で消える素材

化粧品のスクラブ剤や工業添加剤として使われる微小なプラスチック粒子は、海に流出すると分解されず、マイクロプラスチック汚染の原因となります。また、コーティング種子や被覆肥料、農業用マルチなどの農業資材も、土壌や水域にマイクロプラスチックを蓄積させる要因となっています。九州大学農学研究院の北岡卓也教授らは、その代替として、樹木の細胞壁由来のセルロースナノファイバーを用いた海洋分解性の真球状微粒子や生分解性の農業資材を開発しています。植物は古くから海洋微生物によって分解されてきた素材であり、その特性を活かすことで、製品の機能を保ちながら環境負荷を大幅に低減できます。さらに、使用後の炭素が深海に固定されることで、地球温暖化対策にも寄与します。天然多糖ナノ素材を基盤とするこれらの技術は、自然の物質循環に調和する材料を設計する「生態系材料学」の実践であり、石油由来プラスチックに依存しない社会の実現に向けた新たな道を拓いています。

海で消えるプラスチックを目指して

「生分解性プラスチック」は土の中では分解されても、海水中ではほとんど分解が進みません。この根本的な課題を解決するため、日本では 2020 年代から NEDO を中心とした産学連携プロジェクトが本格的に動き出しました。微生物由来のポリマー「PHBH」や、ポリ乳酸と生分解性素材を組み合わせた「LAHB」、ナイロン 4、ナイロン系共重合体、生分解エラストマーなど、複数の新素材が研究・開発されており、海洋でのフィールドテストや深海底での実証実験でも分解が確認されています。また、塩水中で原料まで完全分解す

る超分子プラスチックが発表されるなど、多様なアプローチが並行して進んでいます。

さらに 2025 年には、海洋での生分解性を実環境で評価するための国際規格（ISO）が日本主導で策定・発行されました。素材の開発だけでなく「どう測り、どう証明するか」の共通ルールを世界に広める取り組みは、この分野の科学的な基盤を支えるものです。

16 世界はどう動いているか

INC-5.4（プラスチック汚染に関する政府間交渉委員会）
プラスチック汚染防止条約の策定を目指す国連環境計画（UNEP）の政府間交渉委員会（INC）は、2022 年に 160 カ国以上が参加して交渉を開始しました。2027 年 3 月に開催予定の INC-5.4 での合意が目指されています。2024 年末に韓国・釜山、2025 年 8 月にジュネーブで開催された会合では 2 度合意に失敗しており、これまで交渉は難航しています。EU や太平洋・カリブ海の島しょ国がプラスチックの生産規制や使い捨て製品の国際的な廃止を求める一方、中東産油国や産業界は生産規制に強く反発しています。資金支援の枠組みや意思決定の方法でも対立が続いており、条文レベルでの合意のめどは立っていません。

「プラスチックの問題は、作る段階から捨てる段階まで全部まとめてルールにしなければ解決しない。一部分だけ対象にした条約に意味はない。」
「プラスチックが社会で果たしている役割は大きい。まず廃棄物処理など現実的に対応できる範囲から始めて、各国の経済事情も考慮した目標にすべきだ。」

「使い捨て製品などの問題になるプラスチックは、国際条約のリストに載せて、世界共通の期限で一斉に廃止すべきだ。国任せにすれば抜け穴だらけになる。」
「何が問題かは国ごとに事情が違う。規制する品目と時期は、各国が自国の能力や経済への影響を見ながら自分たちで判断すべきで、一律の国際リストには従えない。」

「ゴミを片付けるだけでは汚染は止まらない。蛇口を閉める。つまり、作る量そのものを世界全体で数値目標を決めて削減しなければ、この条約に意味はな

い。」

「生産を制限すれば経済へのダメージは計り知れない。リサイクルや廃棄物管理の改善で十分対応できる。生産削減の条項をこの条約に入れること自体に反対だ。」

「新しい義務を守るには新しい資金が必要だ。先進国が決定権を握る既存の基金では不公平で、使い道を途上国も対等に決められる、この条約専用の独立した基金を設立すべきだ。」

「新しい基金を一から作るのは時間もコストもかかる。GEF（地球環境ファシリティ）など実績のある既存の仕組みを活用しながら、民間資金も組み合わせる方が現実的で効率がいい。」

「たった一国でも強く反対している状態で物事を決めるべきではない。すべての実質的な決定は、全会一致で行うべきだ。」

「全会一致を条件にすれば、一国が拒否するだけで何も決まらない。どうしても合意できない場合は、4分の3の多数決で決定できるルールにしなければ、条約は機能しない。」

「環境規制が特定の国への貿易制限の口実に使われてはいけない。また、規制で仕事を失う廃棄物回収者など脆弱なコミュニティへの雇用・生活保障などの『公正な移行』を条約の柱にすえるべきだ。」

「先進国が環境保護を名目に自国の判断で一方的な貿易措置を取ることは、途上国の経済的自立を阻害する。まず規制が自国の産業や社会に与える負の影響を評価し、それを補う資金支援と技術移転の仕組みを先に整えるべきだ。」

2035 年までに、32 % 削減しなければならない

2019 年 6 月に開催された大阪 G 2 0 サミットにおいて、2050 年までに追加的な海洋プラスチック汚染をゼロにまで削減する「大阪ブルー・オーシャン・ビジョン」が提案されました。これを実現するには、2035 年までに世界平均で 2019 年の年間流出量の 32%を削減する必要があると、九州大学の磯辺教授の研究チームは推定しました。

ゼロリスクを求めることが、新たなリスクを生む

環境や人への影響について、科学が十分にリスクを証明できていない段階でも、影響の大きさを考慮して対策や規制を検討すべきだとする考え方を「予防原則」といいます。しかし、予防原則を過度に推し進めれば、安全な水や食事、衛生的な治療が届かない状況を生むこともあります。ゼロリスクを追い求めるあまり、別のリスクを招く可能性もあります。だからこそ、科学的な知見を積み重ねながら、何を優先し、何を許容するかを社会全体で問い続けることが重要です。

ペットボトル水

- 世界で 21 億人が安全に管理された飲料水を口にすることができない
- そのうち 1 億 600 万人は河川や湖などから未処理の地表水を直接飲んでい
- る
- 低コストで備蓄・輸送・配給が可能な唯一の手段として、ペットボトル水を使用する地域が存在する
- 東日本大震災で 257 万戸が断水、 1 週間で 57% が復旧したものの完全復旧まで約 7 ヶ月かかった地域もあった

食品包装

- 主に冷蔵・輸送インフラの欠如によって、収穫後から小売前までのプロセスで、世界の食料の 14% が廃棄される
- プラスチック包装は、冷蔵貯蔵庫や輸送インフラが整備されていない地域にとって、安全・安価な食料保全手段である
- 石油由来のプラスチックと比べてバイオマスプラスチックの価格は下がってきているが、依然として 3 ～ 6 倍高い

ストロー

- 嚥下障害・ALS（筋萎縮性側索硬化症）・脳性麻痺などの当事者にとって、曲がる・柔らかい・熱に強いプラスチックストローは安全に飲むための手段
- 誤嚥を防ぐには顎を引いた姿勢を崩さずに飲む必要があり、曲がるストローというユニバーサルデザインが役立つ。ベッドに寝たままの姿勢でも飲みやすくなる
- 口の動きをコントロールできずにストローを噛んでしまったとき、紙ストローは役に立たないし、金属やガラスは安全とは言えない

注射器

- 不安全な注射器の使用により、年間約 50 万人が亡くなった（2000 年）。供給不足・コスト問題・回収インフラ未整備が原因となっている
- 使い捨て注射器の普及により、2000 年から 2010 年の 10 年間で医療注射を原因とする C 型肝炎ウイルス (HCV) 感染は 83%、HIV 感染は 87%、B 型肝炎ウイルス (HBV) 感染は 91% それぞれ減少した。注射器の再利用率自体も同期間に 39.8% から 5.5% へと大幅に低下している
- 国内で、医療機関の使い捨て注射器は特別管理産業廃棄物（感染性廃棄物）として分類され、焼却等による無害化处理が義務付けられている

- 感染リスクを担保しながらリサイクルする技術およびインフラは、世界的に未確立

