



マイクロ プラスチック汚染： その原因・影響と 投資家にとっての 課題

MUFGファースト・センティア
サステナブル投資研究所

目次

本研究所について	1
本調査のテーマ	4
マイクロプラスチック生態系	5
マイクロプラスチック問題	9
1. はじめに	11
2. 環境とヒトの健康に有害なマイクロプラスチック	13
3. 一次マイクロプラスチックの発生源	15
3.1 合成繊維	15
3.2 自動車タイヤ	15
3.3 道路塗料	16
3.4 パーソナルケア製品と化粧品	17
3.5 プラスチックペレット	17
3.6 船舶用塗料	17
3.7 農業用肥料	17
3.8 シティダスト	18
3.9 その他の一次マイクロプラスチックの発生源	18
4. 二次マイクロプラスチックの発生源	20
5. マイクロプラスチックの環境への流入経路	21
6. 考えられる解決策と行動を起こす機会	23
6.1 繊維製品からのマイクロファイバー抜け落ち防止	23
6.2 洗濯機用フィルターによるマイクロプラスチックの除去	25
6.3 自動車タイヤの摩耗率に対する規制	25
6.4 パーソナルケア製品と化粧品のマイクロプラスチック含有量に対する規制	26
6.5 産業界における加工前のペレットの漏出削減	26
6.6 排水処理施設におけるマイクロプラスチックの除去率改善	27
6.7 一次マイクロプラスチックによる環境汚染を防ぐその他の対策	28
6.8 二次マイクロプラスチックによる環境汚染の緩和策	28
6.9 まとめ	29
行動指針	31
参考文献	37
注釈	42
付録	45

本研究所について

MUFGファースト・センティア サステナブル投資研究所 (以下 研究所) は、サステナブル投資を推進するテーマに焦点を当てたリサーチ情報の提供を目指している。研究所における調査は、三菱UFJフィナンシャル・グループ (以下 MUFG) の連結子会社である三菱UFJ信託銀行と、資産運用会社ファースト・センティア・インベスターズ (以下 FSI) が協働で支援している。

第1回の調査研究レポートのタイトルは「マイクロプラスチック汚染：その原因・影響と投資家にとっての課題」である。

MUFGとFSIは、投資家として共通の社会的責任の理念のもと、自らの意思決定が現在および将来のコミュニティに及ぼす影響に配慮して投資判断を行うことが重要だと考える。

そうした考えから、研究所では環境、社会、ガバナンス (ESG) に関する調査を外部機関に委託し、特定のテーマをさまざまな視点から掘り下げて考察していく。今や、投資家はサステナビリティやサステナブル投資を巡る問題について、これまで以上に掘り下げ、焦点を絞って熟考するようになってきている。これらの問題は複雑で、原因を解明するには詳細な分析が必要となる。投資家として問題の原因をより深く理解できれば、数々の投資判断に対してより適切な意思決定を行い、環境と社会のためにポジティブな変化を促し、自らの影響力を活かすことができるであろう。

本研究所は、MUFGの連結子会社である三菱UFJ信託銀行と、FSIが協働で支援しており、両社は研究所の活動に資金等を提供している。

また、研究所では、サステナビリティおよびサステナブル投資に関連する研究について助言を行うアカデミック・アドバイザー・ボードを設置している。アカデミック・アドバイザー・ボードは、サステナブル投資、気候科学、ESGの分野で活躍する学術界、産業界、非政府組織の著名なリーダーで構成され、研究所のリサーチ結果が最高水準の学術レベルを満たすよう、独立した監督機能を果たしている。詳細はこちらを参照されたい。

www.firstsentier-mufg-sustainability.com

www.mufg-firstsentier-sustainability.jp

謝辞

研究所は、本報告書の執筆者であるChronos SustainabilityのElla Harvey氏、Rory Sullivan博士、Nicky Amos氏に感謝する。

また、ご協力いただいた英国の海洋保護協会のLaura Foster博士にも感謝の意を表したい。

Chronos Sustainabilityについて

研究所は、本調査書の作成をChronos Sustainabilityに委託した。2017年に設立されたChronos Sustainabilityは、複雑なシステムと効果的なマルチステークホルダー・パートナーシップに関する専門性の高い分析を行うことで、主要な産業セクターの社会・環境面のパフォーマンスに変革をもたらし、システミックな変化を実現することを目指している。また、全世界の投資家およびグローバルな投資家ネットワークと幅広く協働し、サステナビリティ関連の問題が投資に及ぼす影響について理解を深めるとともに、投資調査や活動にサステナビリティの要素を導入するためのツールや戦略を開発している。詳細はこちらを参照されたい。

www.chronossustainability.com

Twitter: @ChronosSustain

ファースト・センティア・インベスターズについて

ファースト・センティア・インベスターズ(旧ブランド: ファーストステート・インベストメンツ)は、クオリティの高い長期的な運用戦略をお客様に提供する、グローバルな資産運用グループである。当グループは独立したスペシャリスト運用チームを擁し、責任投資とスチュワードシップの原則が経営全般および企業文化に不可欠だとの考えから、チーム全体でこれらの原則に対するコミットメントを共有している。

また、インハウス運用チームまたはサブブランド運用チームの区別なく、全ての運用チームは投資の自主性を確保し、各自の運用哲学を実践している。

<https://www.firstsentierinvestors.com>

ご連絡先

Institute@Firstsentier.com



MUFGについて

三菱UFJフィナンシャル・グループ(MUFG)は、世界有数の金融グループである。東京に本社を構えるMUFGは360年以上の歴史を誇り、世界50ヶ国以上約2,600ヶ所のグローバルなネットワークを有する。従業員数は18万人以上にのぼり、銀行、信託、証券、クレジットカード、コンシューマーファイナンス、資産運用、リースなどの金融サービスを提供している。MUFGは、傘下の事業会社間の密接な連携と顧客のあらゆる金融ニーズへの柔軟な対応を通して「世界で最も信頼される金融グループになる」ことを目標としており、社会に貢献するとともに、より良い世界に向けて共有可能かつ持続可能な成長を促進している。MUFGの株式は東京、名古屋、およびニューヨークの各証券取引所で取引されている。

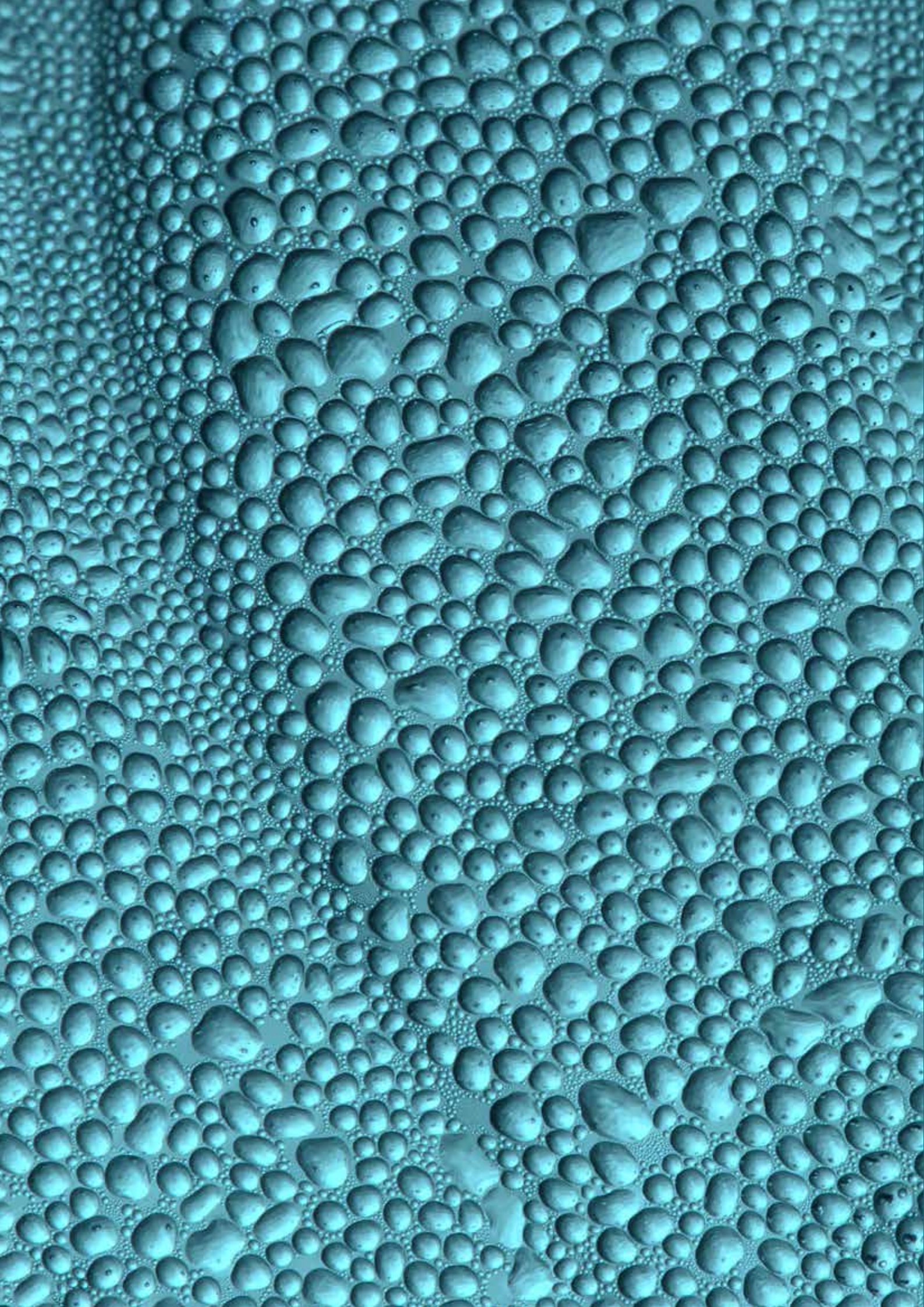
<https://www.mufig.jp>

三菱UFJ信託銀行について

三菱UFJ信託銀行はMUFGの中核企業として、業界をリードする専門性の高い独自の機能を活かし、顧客に幅広い総合的な金融ソリューションを提供している。金融ソリューションには、銀行業務に加えて、不動産、証券代行、資産運用・投資サービス、相続関連業務などが含まれる。当行は「Trust(信頼・信託)」を通じ、常に顧客と社会の課題をサポートすることで「安心・豊かな社会」「お客さまとともにある未来」を創造できる信託銀行でありたい、という想いから、「信託が動かす未来を～ TRUST Drives Our Future」をコーポレート・メッセージとして掲げている。三菱UFJ信託銀行は、2019年8月にファースト・センティア・インベスターズを買収した。

<https://www.tr.mufig.jp>





本調査のテーマ

プラスチックは、その汎用性と製造コストの低さから、日常生活のほぼすべてのものに活用されている。プラスチックは世界中に豊富に偏在しているため、プラスチック汚染への関心は高まっており、環境に及ぼす悪影響についても懸念が深まっている。

毎年、海洋に放出されるプラスチックの量は1,000万トンを超えると推定され、そのうちの約100万トンは、「一次」マイクロプラスチックに分類される。「一次」マイクロプラスチックとは、海洋に流れ込んだ一片5mm未満のプラスチックのペレット、破片、繊維のことを指す。一次マイクロプラスチックの主要な発生源は、自動車のタイヤ、合成繊維、塗料、パーソナルケア製品である。マクロサイズの大きさを海洋に流れ込み、その後、マイクロサイズの粒子に微細化したプラスチックは、「二次」マイクロプラスチックと呼ばれ、マイクロプラスチック汚染の主要な原因となっている。

マイクロプラスチックは、海洋生物により摂取され、これら海洋生物の成長、発達、生殖に負の影響を及ぼすことが示されており、その結果、環境破壊をもたらし、同様に、ヒトの健康にも悪影響をもたらす可能性がある。マイクロプラスチック汚染の原因や取り得る解決策、特に、マイクロプラスチックが海洋に流入することを防ぐ重要性への理解は高まっている一方、マイクロプラスチック問題は、政策立案者、企業、投資家から海洋マクロプラスチック汚染や廃棄物管理ほどの注目を受けていない状況にある。

本報告書は以下の4つを目的とする。

1. マイクロプラスチック汚染に伴う環境・公衆衛生上のリスクについて、政策立案者、企業、投資家の間で意識の啓発を図ること。
2. マイクロプラスチック汚染の主要な発生源、海洋への流入経路、および動物やヒトの食事への流入経路を分析すること。
3. 海洋に流れ込むマイクロプラスチックを減らすために取り得る措置を明らかにすること。
4. マイクロプラスチック汚染の緩和に向けて、投資家がどのように貢献できるかの具体策を検討すること。

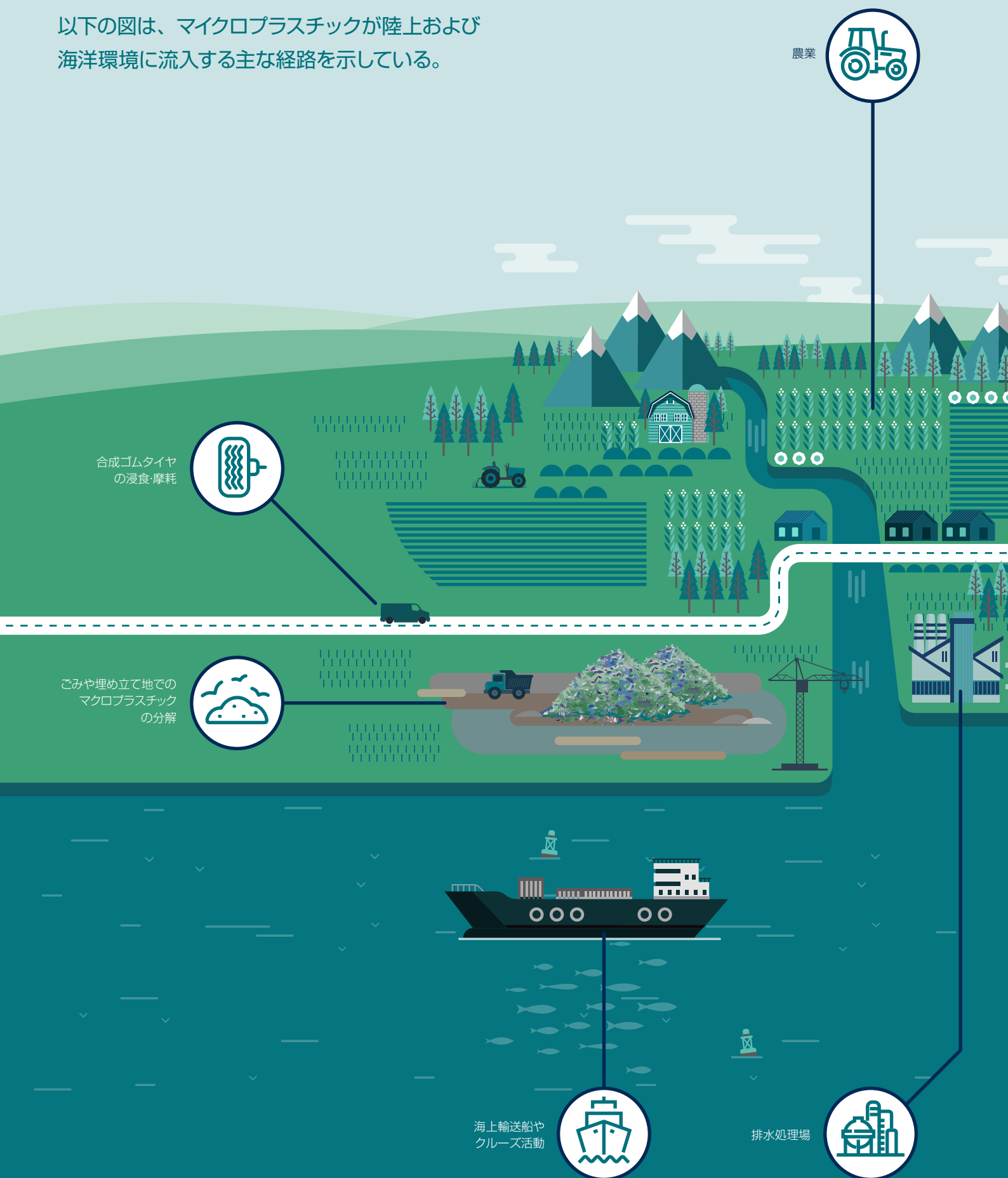
マイクロプラスチック 生態系

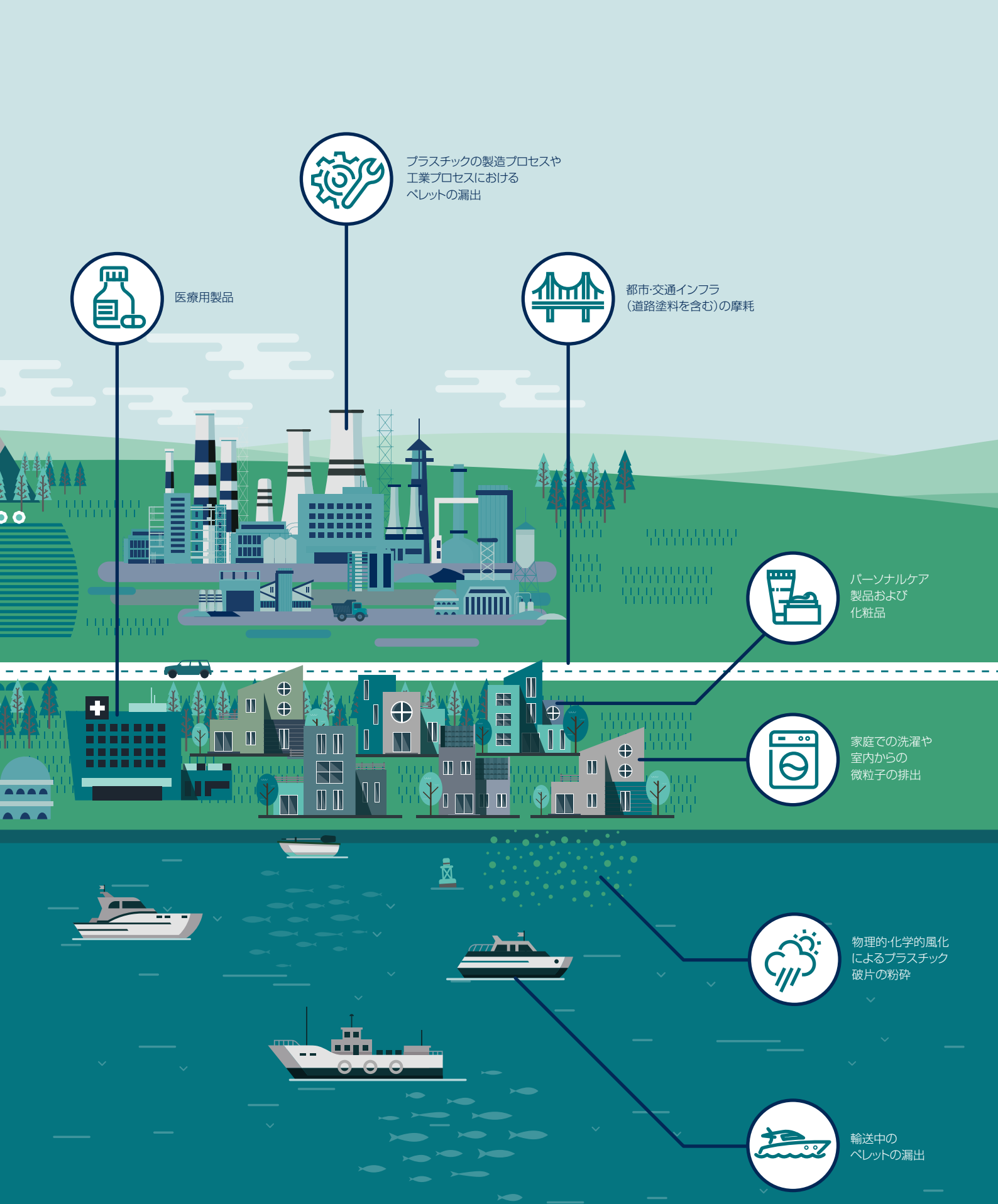
プラスチックの大部分が陸上で製造されていることから、マイクロプラスチックが海洋環境へ流れ込む主要な経路は、陸上の生態系と排水インフラだと言える。



マイクロプラスチック生態系

以下の図は、マイクロプラスチックが陸上および海洋環境に流入する主な経路を示している。





マイクロプラスチック 問題

自然環境におけるプラスチックの存在は地球上のヒトと生態系に甚大なリスクをもたらしており、対策を講じなければ、リスクが増大し一段と深刻化するであろう。



1. はじめに

プラスチックは固体の合成高分子物質で、人類が生み出した産物の中で最も多用途な物質の部類に入る。耐久性と軽量性を兼ね備えた特質により日常生活のほぼあらゆる側面に取り入れられており、その範囲は食品包装からトイレタリー製品、車体にまで及ぶ。

このため、プラスチックは海洋環境に流入する人工的なごみの主たるものとなっている。プラスチック製品の年間生産量は2017年には世界全体で3億4,800万トンであったが¹、2050年までに330億トンへ増大すると見込まれている²。一方、1950年代以降に生産されたプラスチックの累積量80億トンのうち、リサイクル割合はわずか9%に留まり、焼却分も12%に過ぎず、残りの79%は埋立地か自然環境に蓄積されている³。また、例年約1,000万トンのプラスチックが海に流入していると考えられており⁴、推定1億5,000万トンが既に海中に浮遊している⁵。

プラスチックは鎖状高分子というユニークな分子特性を備え、生物分解性が著しく低くなっている⁶。プラスチックは自然環境下では主に非生物要因（紫外線、温度、摩耗等）により分解され、分解に数百年を要する可能性もある。このため、自然環境下に持続的に存在し、人体と生態系の双方に被害をもたらす⁷。その上、プラスチック汚染は、人口の継続的な伸び、1人当たりプラスチック使用増、低価値/リサイクル不可素材への継続的なシフトにより、抜本的な対策が打たれなければ激増するとみられている⁸。

プラスチックが抱える深刻な問題の根底には、より厄介なマイクロプラスチック問題がある。マイクロプラスチックは一般的に5mm未満のプラスチックとされ（平均的な赤アリの体長程度）、サイズの下限はより小さくなる可能性がある（マイクロプラスチックの定義参照）⁹。マイクロプラスチックの海洋放出は世界全体で年間80万～250万トンと推定され、平均サイズのゴミ収集トラックを66,000～200,000台程度満載にする¹⁰。マイクロプラスチックが自然環境に入る形態は2通りが考えられ、最初からマイクロサイズで入るもの（一次マイクロプラスチック）、または、より大型の「マクロ」サイズで既に自然環境に入っていたプラスチックが劣化して生じた破片である（二次マイクロプラスチック）。一次マイクロプラスチックは微小なサイズで製造されたプラスチックを指し、一般的に工業用製品や家庭用製品に使用され、例えば化粧品、洗剤/スクラブ剤、エアブラスト装置、マイクロプラスチック製造用ペレット等に用いられている。一方、二次マイクロプラスチックは、より大型のプラスチック屑が機械的、化学的、または生物的に分解されて生じたプラスチック断片で¹¹例えばビニール袋が分解されて生じる粒子が挙げられる。国際自然保護連合（IUCN）は一次マイクロプラスチックの

定義を2017年に「微粒子の形で環境へ直接放出されるプラスチック」とし、必ずしもマイクロプラスチックにするために製造したプラスチックとしてはいない。IUCNの一次マイクロプラスチックの定義には、製造、使用、またはメンテナンスの過程で、大型プラスチックの摩耗から生じるプラスチック断片/繊維も含まれている。本稿ではIUCNの一次/二次マイクロプラスチックの定義を使用する。

マイクロプラスチックの
海洋放出は世界全体で年間
80万～250万トンと推定され、
平均サイズのゴミ収集トラック
を66,000～200,000台程度
満載にする。



メガプラスチック



マクロプラスチック



メソプラスチック



マイクロプラスチック



ナノプラスチック

マイクロプラスチックの定義

自然環境に偏在するプラスチックは、少なくとも以下の5つの大きさに分類される：100mm以上（メガプラスチック）、20-100mm（マクロプラスチック）、5-20mm（メソプラスチック）、1-5mm（マイクロプラスチック）、1mm以下（小さなマイクロプラスチックまたはナノプラスチック）¹²。ただし、これらの分類は国際的な研究コミュニティで正式に採用されているものではない¹³。

欧州化学品庁（ECHA）は、マイクロプラスチックについて以下の定義を提案している。「（中略）固体ポリマー粒子で構成され、添加剤やその他の物質を含有する場合があります、1%w/w以上の粒子が次の条件を満たすもの（i）すべての寸法が1nm～5mmの範囲であること、（ii）繊維状物質では長さが3nm～15mmで、長さとの径のアスペクト比が3以上であること」¹⁴

粒子径分布に関するデータが限られているほか、研究間のサンプリングの不整合性により、50μm未満の粒子を一貫して識別することが困難であるため¹⁵、関連法規に明記されている多くのマイクロプラスチックの定義には、下限サイズが含まれていない¹⁶。なお、国際純正応用化学連合（IUPAC）は、下限サイズを100nmとすることを支持している。

2. 環境とヒトの健康に有害なマイクロプラスチック

プラスチックは一般的に生分解されないと考えられており、以下の3つの理由から、環境やヒトの健康に悪影響を及ぼす可能性がある。1) マイクロプラスチックからは非意図的添加物質 (NIAS) も含めて有害な添加物が溶出するため、有害化学物質の発生源となる、2) マイクロプラスチックは環境中の水性汚染物質を吸着するため、残留性・生物蓄積性の化学物質の吸収源となる、3) 微小なマイクロサイズであるため、摂取すると体内で損傷を引き起こす恐れがある¹⁷。

第一に、プラスチック製品の一般的な添加剤として、可塑剤（ビスフェノールA (BPA) など）や難燃剤（ポリ臭化ジフェニルエーテル (PBDE) など）がある。これらはプラスチック製品の弾性、剛性、紫外線安定性、寿命、難燃性・耐熱性、色などの特性を変えるために添加される¹⁸。一般的に添加剤は化学結合力が弱い、もしくはポリマーと結合しないため、特に紫外線や高温にさらされると、濃度勾配に沿って水溶液中に溶出する¹⁹。

第二に、マイクロプラスチックは体積に対して表面積が大きい上、疎水性の分子構造を有するため、周囲の環境から疎水性の有機汚染物質をはじめ、殺虫剤、農薬、工業薬品などの残留性有機汚染物質 (POP)、および金属などを吸着しやすい特性がある²⁰。

第三に、マイクロプラスチックは非常に微小なサイズになるため、ヒトの体内プロセスを妨げる可能性があり²¹、その結果、摂取すると物理的な損傷を引き起こす恐れがある。

マイクロプラスチックは、外来種や病原体の拡散メカニズムとして機能するのみならず²²、海洋生物や陸生生物がエサと間違えてしまうことが多く、環境問題となっている²³。その結果、生態系の機能に重要な役割を果たす動物プランクトンやその他の無脊椎動物など、幅広い海洋生物がマイクロプラスチックを摂取していることが確認されている²⁴。また、カニやムール貝を含む一部の海洋生物は、エラから環境中のマイクロプラスチックを摂取している²⁵。実際に、英国で捕獲された魚の3分の1以上が、消化管内にマイクロプラスチックを蓄積していたことがわかっている²⁶。なお、球状のマイクロプラスチックに比べ、マイクロファイバーの方が生物の体内に蓄積されやすいという研究結果もある²⁷。

無脊椎動物やその他の海洋生物がマイクロプラスチックを摂取すると、裂傷、炎症、生殖問題、腸閉塞のほか、内分泌かく乱作用など代謝変化を引き起こし、これらの生物の成長、発達、繁殖に悪影響を及ぼす

ことがわかっている²⁸。さらに、生物がマイクロプラスチックを摂取することで、元から含まれる毒素や吸着した毒素を体内に取り込んでしまう。特に、可塑剤は無脊椎動物、魚類、両生類の生殖に影響を及ぼすほか、発達を阻害し、遺伝子異常を誘発することがわかっている。なかでも軟体動物、甲殻類、両生類はこうした悪影響を受けやすいと考えられている²⁹。さらに、食物連鎖における栄養段階の上位捕食者がマイクロプラスチックを含むエサを摂取することにより（「間接摂取」または「二次中毒」）、有毒化学物質の生物蓄積を引き起こす可能性がある³⁰。マイクロプラスチックが陸上生物に及ぼす影響については、研究があまり進んでいない。しかし、ミミズやトビムシなどの土壌生物がマイクロプラスチックを消化管内に蓄積していることが明らかになっており、同様の経路が陸上にも存在すると考えられる³¹。

マイクロプラスチックは、主に食事を通じてヒトの健康を潜在的な危険にさらしており、汚染された貝類と魚類の摂取が主要な経路となっている。また、缶詰、はちみつ、砂糖、食塩、根菜類、葉菜類、肉類、および牛乳、飲料水、ビールなどの飲料の摂取も要因である³²。一般的に貝類は丸ごと食される（一方、ほとんどの魚類は消化管を取り除いてから摂取される）ため、この経路が最も重大だと考えられている。また、空気中の粒子の吸入や経皮を通じた危険性も指摘されている。マイクロファイバーの吸入による呼吸器の刺激反応や炎症、肺活量の低下、肺組織の線維化などが報告されている³³。さらに、可塑剤はヒトの生殖機能に影響を及ぼすほか、発がん性と変異原性についても指摘されている³⁴。加えて、粒子が生体膜を透過し、他の体組織に移動することも証明されている。ただし、マイクロプラスチックがヒトに悪影響を及ぼすという決定的な証拠は確認されていない³⁵。

最後に、マイクロプラスチック汚染は、経済的・社会的にも悪影響を及ぼす可能性がある。例えば、マイクロプラスチックの摂取による健康被害を懸念する観光客は、水辺でのレジャーを敬遠したり、マイクロプラスチック汚染が問題となっている沿岸地域の魚介類を摂取する

ことを避けたりするかもしれない³⁶。マイクロプラスチック汚染問題は、消費者の間でも関心が高まっている。ドイツ連邦リスク評価研究所（BfR）が実施したコンシューマー・モニター調査によると、ドイツでは食品に含まれるマイクロプラスチックに関心を寄せる消費者の割合が増加傾向にあり、2018年2月の46%から同年8月には56%に増加した³⁷。ただ、公的機関によるプラスチック除去の取り組みは地方自治体と納税者に多大なコストがかかる。また、養殖の水産物がマイクロプラスチックを摂取することで、人々が安全に消費できる水産物の量は落ち込むことであろう³⁸。

マイクロプラスチックは、主に食事を通じてヒトの健康を潜在的な危険にさらし、汚染された貝類と魚類の摂取が主要な経路となっている。

3. 一次マイクロプラスチックの発生源

一次および二次マイクロプラスチックの発生源はさまざまであり、大量のマイクロプラスチックを流出させる発生源もある。

国際自然保護連合 (IUCN) (2017) は、全世界から海洋環境に流れ込むさまざまな一次マイクロプラスチックの発生源を、1) 合成繊維、2) 自動車タイヤ、3) 道路塗料、4) パーソナルケア製品と化粧品、5) プラスチックペレット、6) 船舶用塗料、7) シティダストという7つのカテゴリに分類している。これらの主要な発生源に加え、マイクロプラスチックは農業を含む多様な小規模な発生源からも海洋環境に流れ込む。なお、特定の発生源では、マイクロプラスチックが海洋環境に放出される前に土壌に流入するため、陸上環境と海洋環境ともに実質的なマイクロプラスチックの発生源は同じだと考えられる。



3.1 合成繊維

IUCN (2017) は、世界の海洋環境に流入する一次マイクロプラスチックの年間総量のうち、合成繊維が3分の1以上 (35%) を占めると推定しており、マイクロプラスチック問題の大きな原因の1つとなっている。繊維製品は、合成繊維 (アクリル、ポリエステル、ポリアミド (ナイロン)、アセテート、PPTなど) と天然繊維 (綿、羊毛、麻など) の両方を使用して製造されることが多いほか、天然繊維をベースに化学処理を施した半合成繊維・再生繊維 (レーヨンなど) もある³⁹。一般的に合成繊維は、衣服の着心地やフィット感を向上させるため、天然繊維と組み合わせて使用されており、合成繊維は衣料用繊維の年間総消費量の約60%を占めている⁴⁰。

合成繊維にせよ、天然繊維にせよ、通常の着用時の摩耗や洗濯によってマイクロファイバーが抜け落ちる。1回の洗濯で1枚の衣類から抜け落ちる繊維は1,900本以上に上るため⁴¹、平均的な洗濯1回分で排出されるマイクロファイバーの総量は320万~1,700万本 (約0.5~1.3g) と計算される。この数字を、欧州連合 (EU) 内における1年間の推定洗濯回数で乗じると、EUだけで年間1万8,430~4万6,175トンものマイクロファイバーが抜け落ちていることとなる⁴²。繊維製品の中には、他よりも繊維が多く抜けるものがあり、特にフリースは1平方メートルあたりの抜け落ち本数が最も多く、洗剤の使用は抜け落ちを増大させることがわかっている⁴³。同様に、天然のマイクロファイバーも生地から抜け落ち、衣類から放出される繊維の大部分を占めている⁴⁴。天然のマイクロファイバーは、UV耐性 (紫外線耐性) の向上、可燃性の低減、およ

び着色のために化学物質でコーティングされていることが多く、その影響については十分に立証されていないものの、環境やヒトの健康に同様のリスクを及ぼす可能性がある⁴⁵。合成繊維を発生源とするマイクロプラスチック汚染は、特に発展途上国における合成繊維の消費量増加を背景に、将来的に拡大するものと予想される⁴⁶。

世界の海洋環境に流入する一次マイクロプラスチックの年間総量のうち、合成繊維が35%を占めている。



3.2 自動車タイヤ

マイクロプラスチック汚染の2番目に大きな発生源は、自動車タイヤである。IUCN (2017) では、走行中の自動車タイヤの摩耗が、世界の海洋環境に流入する一次マイクロプラスチックの年間総量の28%を占め、2番目に大きな発生源であると推定している。しかし、この数字には合成ゴム製タイヤしか含まれていない。天然ゴムも含む場合、タイヤの摩耗が一次マイクロプラスチックの発生源のほぼ半分 (46.2%) を占めることとなる。自動車タイヤのトレッド部分の摩耗は走行によって避けられないものであり、消費者はしばしばこれをタイヤの「耐用距離」を左右する要素として理解している⁴⁷。タイヤの摩耗率は、タイヤの組成、デザイン、車両速度や加速度、ブレーキの使用、路面など、さまざまな要因が絡み合った結果である⁴⁸。環境コンサルタント機関の EunomiaとICF (2018) は、EU内で自動車タイヤの摩耗から排出されるマイクロプラスチックの総量が年間50万3,586トンに上ると推定している。ブレーキパッドもまた、マイクロプラスチック汚染の発生源である⁴⁹。今後、電気自動車 (EV) の普及率が高まると見込まれる中、自動車タイヤから排出されるマイクロプラスチックの総量も増加が予想される。これは、現在のEVはバッテリー重量のため、内燃エンジン (ICE) 搭載車と比べて重量が20~30%重いことが1つの理由となっている⁵⁰。

走行中の自動車のタイヤの
摩耗は、世界の海洋環境に
流入する一次マイクロ
プラスチックの年間総量の
28%を占めている。



3.3 道路塗料

タイヤの摩耗に関連して、交通から生じるマイクロプラスチックのもう一つの重要な発生源は、道路塗料の摩耗である。道路塗料とは、車線区分、駐車場スペース、空港滑走路など、公式情報を伝えるために路面に施される塗料を指す。IUCN (2017) はまた、世界の海洋環境に流入する一次マイクロプラスチックの年間総量のうち、道路塗料の風化と摩耗が7%を占めると推定している。さらに、EunomiaとICF (2018) は、EU内の道路塗料だけで年間9万4,358トンのマイクロプラスチック廃棄物を排出していると推定している。なお、一般的に道路塗料にはホットメルト塗料が使用されるが、これは15~25%のポリマーバインダー（合成樹脂と可塑剤を含む）と75~85%のフィラー（ガラスビーズ、骨材、増量剤、顔料を含む）で構成されている。ポリマーバインダーは、摩耗するとマイクロプラスチックの発生につながる。すべての道路塗料がプラスチックベースであるわけではないが、EUの特定地域では、サーモプラスチックベースの塗料が道路塗料に最もよく使用されている⁵¹。



3.4 パーソナルケア製品と化粧品

パーソナルケア製品に含まれるマイクロプラスチックは、マイクロビーズとして角質除去剤などさまざまな洗い流すタイプのパーソナルケア製品に含まれている。比較的小さいながらも、マイクロプラスチック汚染の原因であることは広く知られている。実際に一部の国では、パーソナルケア製品に含まれるプラスチック製マイクロビーズの製造および使用を禁止する法律が制定されている（付録1および付録4、表2を参照）。こうした規制にもかかわらず、パーソナルケア製品はEUにおけるマイクロビーズの最大の発生源となっており、1人当たり年間6グラムのマイクロビーズを環境中に排出していると推定される⁵²。なお、ポリエチレンやポリウレタンに代表されるさまざまな種類の固体不溶性プラスチックも、粘度調整剤、増粘剤、粉体の結合剤、安定剤、着色料、不透明化剤、分散剤、増量剤などの幅広い目的で、リープオンタイプの化粧品に広く添加されている⁵³。リープオンタイプの化粧品に含まれるプラスチックは、EU内で年間540～1120トンに相当する⁵⁴。こうした状況から、IUCN（2017）はパーソナルケア製品が世界の海洋環境に流入する一次マイクロプラスチック全体の2%を占めると推定している。



3.5 プラスチックペレット

プラスチック樹脂ペレット（「ニブ」や「ナードル」とも呼ばれる）は、大半のプラスチック製品の原料である⁵⁵。一般的に直径5mmの球形または円筒形で、さまざまなポリマーで構成されている⁵⁶。これらのペレットは、加工処理が行われるコンバーターへの輸送中や、プラスチックの製造過程など、バリューチェーンで偶発的な漏出が発生することで、マイクロプラスチック汚染の原因となっている⁵⁷。ペレットは、他のマイクロプラスチックに比べて比較的大きな状態で海洋環境に流入するが、摩耗するにつれて次第に小さくなっていく。加工前のペレットの漏出量は特定地域でこそ推定されているものの、世界的なペレットの漏出率は不透明で、海洋環境に流入する加工前のプラスチック量を正確に割り出すことは困難である⁵⁸。ただし、IUCN（2017）は、プラスチックペレットの漏出量はマイクロプラスチック汚染全体の1%未満であると見積もっている。



3.6 船舶用塗料

商用船やクルーズ用船の船体に塗布される船舶用塗料には、ポリウレタン、エポキシ、ビニール、ラッカーなどのほか、金属などの化合物が含まれている。これらの塗料は、紫外線保護や腐食防止、生物付着の防止など、さまざまな目的で塗布される⁵⁹。塗料の風化をはじめ、剥がれたり、研磨されたり、廃棄されたり、塗布中にこぼれたりすると、海洋環境にマイクロプラスチックが流れ込む原因となる。船舶用塗料は、海洋環境に流入する一次マイクロプラスチック全体の3.7%を占め、EUだけで年間1,993～4,525トンのマイクロプラスチック廃棄物を排出していると見積もられている⁶⁰。



3.7 農業用肥料

マイクロプラスチックを含む可能性のあるポリマーベースの製品は、土壌の温度や水分をコントロールするマルチ材、サイレージや燻蒸用フィルム、防鳥や農作物の保護用品など、さまざまな形で農地に直接使用されている⁶¹。そして、農業におけるポリマーの主な用途は粒状肥料である。粒状肥料とはポリマーでコーティングされたもので徐放性肥料カプセルとも呼ばれ、数ヶ月にわたり周囲の土壌に栄養分を放出し、常に肥料を散布する手間を省きながら収穫量を増やすことができる⁶²。EUだけで、最大8,000トンのポリマーが粒状肥料に使用されていると見積もられている⁶³。しかし、これだけのポリマーのうち、どれくらいの割合がマイクロプラスチックの発生源となっているのかは分かっていない。



3.8 シティダスト

「シティダスト」とは、都市部で排出されるさまざまなマイクロプラスチックの発生源を幅広く指す用語である。例えば、人工芝、建築用塗料（内装と外装）、物体（靴など）の摩耗やインフラの摩耗、工業用のプラスチック研削材、洗剤に含まれるスクラブ剤などで、海洋環境に流入する一次マイクロプラスチック全体の24%を占めると推定されている⁶⁴。以下では、シティダストの中でも特に規模が大きく、広く知られている人工芝、建築用塗料、工業用研削材の3つについて説明する。

人工芝は、衝撃を吸収して選手の怪我を防ぐ手段として、主に対戦相手の体に接触するコンタクトスポーツで使用される。一般的に、人工芝の衝撃吸収機能のためにポリマー充填材が使用されている。ポリマー充填材の成分には、自動車の廃タイヤから製造された5mm未満のプラスチック粒子が含まれている⁶⁵。ポリマー充填材は人工芝のすぐ下に置かれ、砂などの粒状物を芝目に充填した上に施工される。人工芝の繊維は最終的にマイクロファイバーの細さまで摩耗するが、人工芝から出るマイクロプラスチックの大部分はポリマー充填材から排出されるもので、アスリートの運動時やメンテナンス時に偶発的に抜け落ちてしまうことがある⁶⁶。

EunomiaとICF（2018）は、EUでは年間1万8,000トンから7万2,000トンの充填材が環境に放出されていると推定している。人工芝は住宅用にも使用されるが、通常、そうした人工芝にはポリマー充填材が含まれていない。スポーツスタジアムの人工芝がマイクロプラスチック汚染全体に占める割合は比較的小さいものの、発生源として対処することが可能である⁶⁷。

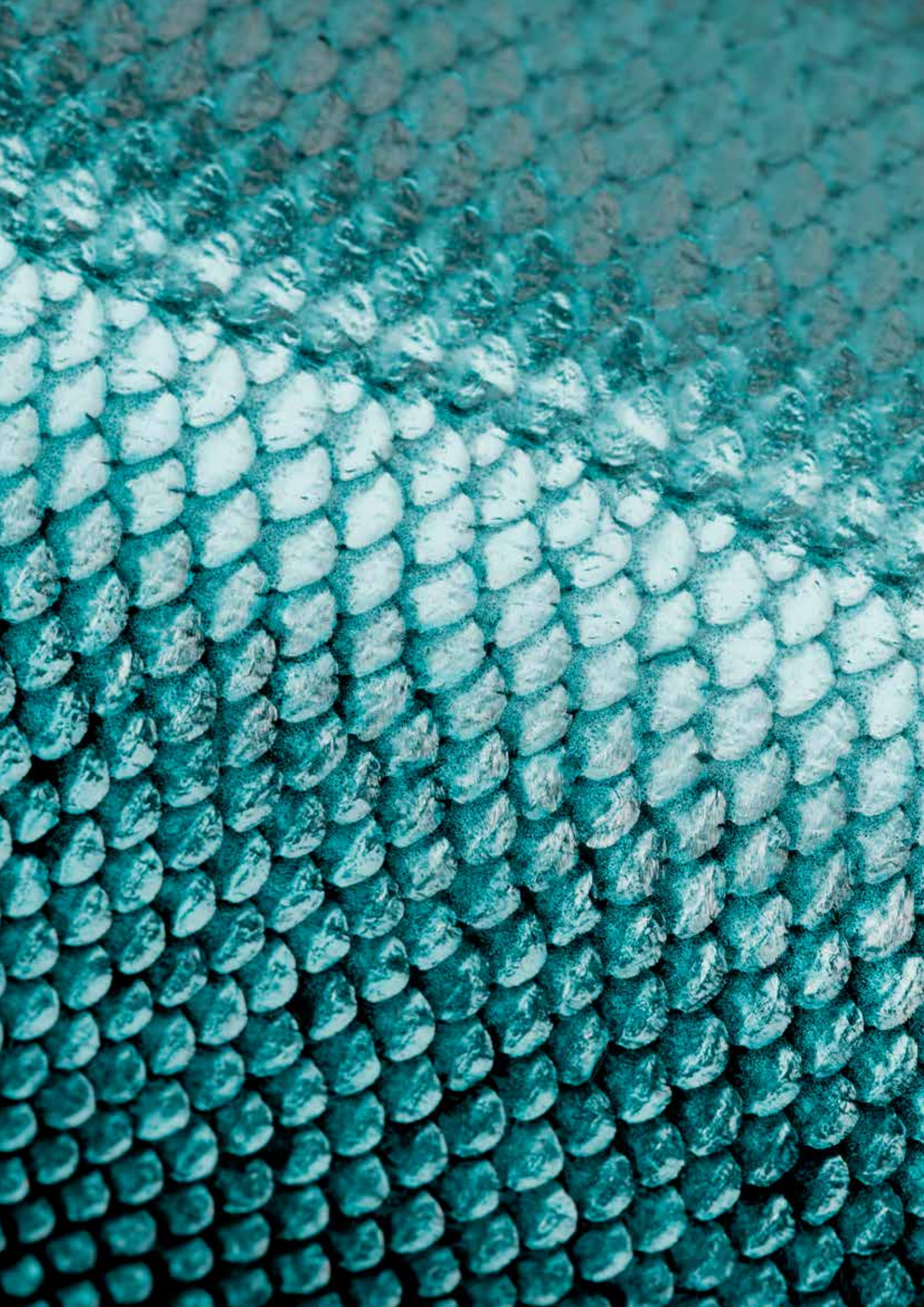
建物の内外装用塗料には、塗料の増粘性、弾力性、復元力を高めるために、マイクロスフェアやマイクロファイバーの形態でマイクロプラスチックが含まれていることがよくある⁶⁸。乾燥した塗料が剥がれるときや、塗料がひび割れたり劣化したりするとき、あるいはペンキブラシやローラーを洗浄するとき（水性塗料の場合）、塗料が環境中にマイクロプラスチックを放出する可能性がある。EunomiaとICF（2018）は、EUで建築用塗料から排出されるマイクロプラスチックの量が年間2万1,100～3万4,900トンに上ると推定している。

また、プラスチックペレットは工業プロセスで研磨材として使用され、特に表面を優しく洗浄する必要がある場合に、機械やその他の金属表面のプラスト装置や洗浄装置によく使用される⁶⁹。例えば、デンマークでは、建物の衛生処理や落書きの除去、飛行機の塗装がしや洗浄、金型やタンク、タービンブレードの洗浄などにサンドブラスト装置が使用されている⁷⁰。



3.9 その他の一次マイクロプラスチックの発生源

上述したマイクロプラスチックの発生源は、環境に流出するマイクロプラスチックのうち、よく知られている発生源の大部分を占める。しかし、一次マイクロプラスチックは、これら以外にも多くの業界で数百種類もの用途のために使用されている。すでに指摘したように、家庭では食器用洗剤にポリウレタン粒子などのマイクロプラスチックが含まれていることがある。こうしたマイクロプラスチックは食器の表面を洗浄するために使われ、洗浄後は排水して処理される⁷¹。また、排水処理施設（WWTP）のろ過媒体として使用されるプラスチックのバイオビーズは、施設での事故や漏れによって意図せずに放出される可能性がある⁷²。ただし、これらについてはデータ不足のため、バイオビーズが世界的にどの程度普及しているのか、また、マイクロプラスチック汚染問題にどの程度関与しているのかは不明である⁷³。ヘルスケア・医薬品業界でも、医薬品や歯磨き粉の添加物としてなど、マイクロプラスチックがさまざまな用途で使用されている⁷⁴。石油・天然ガス業界では、掘削液の添加剤としてマイクロプラスチックが一般的に使用されているが、この目的で使用されるマイクロプラスチックの重量（トン）を正確に見積もることは困難である⁷⁵。その他、マイクロプラスチックの一般的な用途には、包装材、生地、のぼり、自動車の成形型、生物医学研究用の絶縁体、家具、枕、フイ（浮標）、3D印刷、セラミック、接着剤などがある⁷⁶。



4. 二次マイクロプラスチックの発生源

一次マイクロプラスチックとは異なり、二次マイクロプラスチックはマクロサイズ（5mm以上）で環境に流入し、環境中でマイクロプラスチックへと分解されるものと定義されている。したがって、二次マイクロプラスチックの発生源には、マクロサイズの陸上および海洋ゴミ（漁具や船舶の廃棄物、漏出物など）が含まれる。環境に流入する二次的なマイクロプラスチックの割合を推定することはほぼ不可能であるが、マクロサイズのプラスチック廃棄物については多くの調査が行われている。例えば、The Pew Charitable Trusts（ピュー慈善信託）とSYSTEMIQは、2016年のマイクロプラスチック廃棄物の総量を2億1500万トンと推定しているほか、EunomiaとICFは、漁網から海洋環境に漏出するマイクロプラスチックの総量を年間478～4,780トンと見積もっている。プラスチック汚染の大部分が陸上環境にとどまると考えられるため、海洋環境に流出するのはプラスチック廃棄物全体のほんの一部に過ぎない。ただ、陸上のマイクロプラスチックについても、その発生源や発生後にたどるルートは、あまり明らかになっていない。

5. マイクロプラスチックの環境への流入経路

プラスチックの発生源はその大部分が陸上に位置するため、陸上の生態系や排水インフラこそマイクロプラスチックが海洋環境に流入する主な経路だと言える。一次マイクロプラスチックが環境に流入する主な経路は以下の通りである。

- 1) 排水処理施設からの流入（世界全体の一次マイクロプラスチック流入の25%）
- 2) 路面排水からの流入（同66%）
- 3) 風による移動（同7%）
- 4) 海洋活動による流入（同2%）

多くの場合、家庭や産業で使用されたマイクロプラスチックは工場や家庭の排水システムに流され、排水処理施設へと運ばれる⁷⁷。また、路面排水⁷⁸および道路清掃で発生する摩耗したタイヤや流出した道路塗料などのゴミは、一般廃棄物として処理されることがある⁷⁹。

排水処理施設では、一次処理、二次処理、三次処理が行われる。一次処理とは、まず初めに行う処理のことで、底に沈む重い固形物と、表面に浮き上がる浮遊物（油、一部のプラスチックなど）が除去される。二次処理とは、生物学的処理を行うプロセスを指し、溶存有機化合物と浮遊有機化合物が污泥の形で除去される。三次処理については特定の定義はないものの、一般的に排水が環境に放流される前に化学物質を除去するプロセスを指す⁸⁰。排水処理施設では、比較的高い密度のマイクロプラスチックの大半が一次処理と二次処理の段階で下水污泥中に留まり、大きな浮遊粒子は三次処理の段階で除去されるが、小さな浮遊粒子は排水中に放出される可能性がある⁸¹。

排水処理施設は排水をろ過し、有害物質を除去するように設計されているが、主要な排水処理施設の多くは必ずしもマイクロプラスチックを除去する設計となっていない。そのため、常に一部のマイクロプラスチックがろ過システムを通過して環境中に放流されてしまう。三次処理プロセスを備えた排水処理施設のマイクロプラスチック除去率を調査した多くの研究によると、除去率は90%以上だが、その範囲は17%から99.7%に及ぶことがわかっている。除去率は、1) 対象となる排水処理施設の処理方法、2) 処理する排水に含まれるマイクロプラスチック量、3) 処理を行う時期などによって異なる⁸²。

しかし、マイクロプラスチックの除去率が90%以上であっても、処

理する排水量が多ければ（つまり流入水や排水処理施設に流入する未処理の排水に含まれるマイクロプラスチックの量が多ければ）、かなり多くのマイクロプラスチックがろ過システムを通過し、排水とともに環境中に放流されることとなる⁸³。

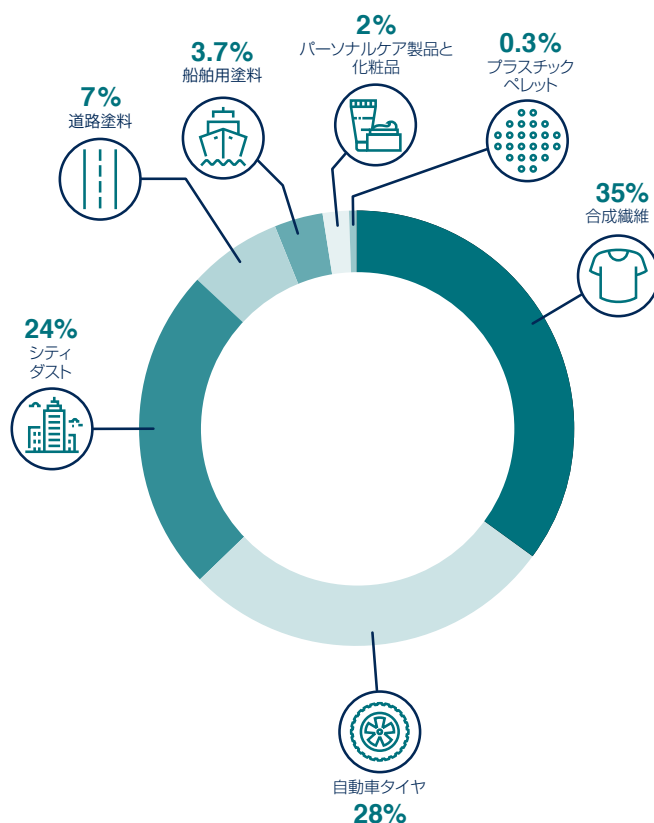
また、排水処理施設のインフラを利用できるのは世界人口の3分の1以下であるため、海洋環境に流入する前に常に排水が処理済みであるとは限らない⁸⁴。さらに、合流式下水道越流水（CSO）に流れる排水も、放流前に常に処理されているとは限らない。CSOは、地表の排水や産業・生活排水を集めて移動させる下水道システムで、排水処理施設につながっている。しかし、CSOは、降水量が多い時期には溢れた下水を環境中に直接放流するよう設計されている⁸⁵。そのため、時としてCSOからマイクロプラスチックをはじめとするさまざまな汚染物質が環境中に放出される可能性がある。米国だけで少なくとも746のCSOが設置されており、毎年約8,500億ガロン（約3兆2,000億リットル）の未処理排水が環境に放出されている⁸⁶。

適切に排水処理が行われたとしても、多くのマイクロプラスチック粒子を含んだ汚泥は、埋め立て、焼却、セメントへの添加などの方法で処理されるのが一般的である⁸⁷。また、欧米の多くの国では、こうした汚泥が農業用肥料として幅広く使用されている⁸⁸。欧米諸国では、平均して下水汚泥の約50%が農業向けに処理されており、住民100万人あたり125～850トンのマイクロプラスチックが農地の土壌に直接流入している計算となる⁸⁹。

マイクロプラスチックの中には、風によって運ばれるものもある（例えば、シティダスト）。都市部では、プラスチック繊維の1日の堆積量が1平方メートルあたり粒子355個に達することが明らかになっている⁹⁰。空气中を移動する可能性があるということは、マイクロプラスチックが長距離を移動するだけでなく、ヒトが呼吸する空気や摂取する食品・飲料を汚染する恐れがあることを浮き彫りにしている。最後に、海運、漁業、観光などの海洋活動は、マイクロプラスチックを海洋環境に直接放流する原因となっている⁹¹。

陸上環境のマイクロプラスチックは、排水処理インフラに到達することなく、路面排水として処理されず環境に流出してしまうことがよくある。路面排水が雨水管理インフラによって処理されない場合、自動車タイヤの摩耗、道路塗料、建築用塗料などを発生源とするマイクロプラス

チックは、自然環境の水路や土壌に流れ込んだり、あるいはアスファルト中に残留したり、道路清掃によって除去されたりする。欧州では、さまざまな手段（例えばガリーボットなど）で路面排水に含まれる粒子（マイクロプラスチックを含む）が除去されることが多く、除去率はそれぞれ異なる⁹²。しかし、路面排水中の浮遊粒子は、環境に流入する前に除去されない場合が多いと言える⁹³。したがって、路面排水はマイクロプラスチックの元々の発生源が多岐にわたるため、解決困難な独特の問題を呈している。



欧米諸国では、平均して
下水汚泥の50%が
農業向けに処理されており、
住民100万人あたり
125～850トンのマイクロ
プラスチックが農地の土壌に
直接流入している計算となる。

6. 考えられる解決策と行動を起こす機会

マイクロプラスチック汚染問題と、この問題が引き起こす恐れのある潜在的かつ現実的な損害に対し、状況を変えることができる主体が行動を起こす必要がある。

自動車タイヤや加工前のプラスチックをはじめ、マイクロプラスチック発生源の多くが今後15年間で増加すると予想されているため、これは喫緊の課題である⁹⁴。本セクションでは、環境中へのマイクロプラスチックの流出を最小限にするため、取り得る対策を概述する。マイクロプラスチックは非常に小さく、世界中に偏在するため、一度環境に流出したマイクロプラスチックを広範囲にわたって回収する費用対効果の高いメカニズムは、現在のところ存在しない。したがって、マイクロプラスチック汚染を低減する最も効率的な方法は、そもそもマイクロプラスチックが環境に流出するのを防ぎ、発生源での排出を削減する対策を講じることである。マイクロプラスチックの発生源は多岐にわたるため、汚染を緩和するためのアプローチも多様である。以下セクション6.1～6.8では、周到に練られたアプローチをいくつか詳述する。



6.1. 繊維製品からのマイクロファイバー抜け落ち防止

洗濯や着用の際に合成繊維から抜け落ちるプラスチックのマイクロファイバーは、海洋環境に放出される一次マイクロプラスチックの発生源の約3分の1を占めている。この事実を踏まえると、マイクロファイバーの抜け落ちを抑えることが、全体的な環境負荷を低減するための重要なポイントとなる。例えば、現在、世界で使用されている家庭用洗濯機は8億4,000万台以上にのぼり、1回の洗濯で少なくとも70万本の繊維が抜け落ちている⁹⁵。その結果、英国だけでも1週間で9兆本以上のマイクロファイバーが放出される可能性がある⁹⁶。

マイクロファイバーの抜け落ちを発生源から低減する方法としては、繊維メーカーに抜け落ちの少ない、あるいはプラスチック含有量が少ない製品の製造を促すことや、消費者に抜け落ちの少ない製品の購入を促すことなどが挙げられる⁹⁷。しかし、現時点では繊維の抜け落ちの問題について、衣料品メーカー、小売業者、消費者の認識が不足している。また、衣料品メーカーや小売業者に対し繊維の抜け落ちの少ない製品の製造を促す財務面、規制面、評判面のインセンティブも不足している⁹⁸。こうした背景から、繊維の抜け落ちを発生源から解決するため、(1) 繊維製品からのマイクロファイバーの放出量について最大許容水準を設定する、(2) 繊維製品にマイクロファイバーの放出量の表示を義務付けて消費者の意識向上を図る、という少なくとも2つのアプローチが考え得る。

マイクロプラスチック汚染問題に対応することは、持続可能な開発目標 (SDG) で14個目の目標に掲げられている「海の豊かさを守ろう」の達成にもつながり、具体的にはターゲット14.1「2025年までに、海洋ごみや富栄養化を含む、特に陸上活動による汚染など、あらゆる種類の海洋汚染を防止し、大幅に削減する」の実現を下支えする。

14 LIFE
BELOW WATER



SUSTAINABLE
DEVELOPMENT
GOALS

現在、世界で使用されている 家庭用洗濯機は8億4,000万台 以上にのぼり、1回の洗濯で 少なくとも70万本の繊維が 抜け落ちている。

まず、(1) 繊維製品からのマイクロファイバーの放出量について最大許容水準を設定するには、業界共通の繊維試験基準を開発し、異なる条件下で異なる繊維製品から抜け落ちる放出量の割合を、一貫性と再現性のある方法で調べる必要がある⁹⁹。実際、マイクロファイバーの放出量を定量化する標準的な方法の開発に向けて、既に研究が進められている¹⁰⁰。繊維試験の基準を確立することで、各素材の基準となる測定値が得られ、それに基づいて政策や規制が策定されることとなる。試験基準が確立され、放出量の許容水準¹⁰¹の導入や、業界団体による自主協定の締結に至れば、メーカーはマイクロファイバーの放出に関する自己証明プロセスを確立することができる。こうして、繊維メーカーや小売業者は最低基準を満たした製品のみを販売することが認められ、理論上は1平方センチメートルあたりのマイクロファイバー放出量の最も多い繊維が市場から排除される。ただし、このアプローチは、特定の種類の繊維製品、特に天然繊維から作られる繊維製品の製造・販売を事実上禁止する可能性がある。その結果、マイクロファイバーの抜け落ち率の高い繊維製品を製造するメーカーが打撃を受けるものとみられる。さらに、このアプローチに関連する懸念として、繊維メーカーがマイクロファイバーの抜け落ち基準に準拠するため、繊維を化学物質でコーティングして抜け落ちを抑える可能性が挙げられる。したがって、このような基準を導入することで、他の環境問題が発生しないよう注意を払う必要がある。

いくつかの立法機関は、このアプローチに沿って既に動き出している。例えば、米国のカリフォルニア州議会が審議された法案 (Assembly Bill 129、以下AB-129) は、カリフォルニア州水資源管理局に対し、家庭用マイクロファイバー過システムの評価手法を開発し、洗濯中にさまざまな種類の衣類から抜け落ちるマイクロファイバーの量を定量化する試験を実施するよう求める内容であった。この法案が可決されれば、環境中に放出されるマイクロファイバーの量を減らすよう、衣料品メーカーはベストプラクティスの採用を求められるはずであった。し

かし、2020年1月にAB-129はカリフォルニア州議会で否決された。同法案は、カリフォルニア州の衣料品メーカーのみを対象としたものだが、世界の繊維・衣料品市場の性質上、個別の州や国の規制であってもその管轄域を超えて幅広く影響を及ぼす可能性があり、一般的に繊維メーカーは、進出しているすべての地域で販売可能な製品を製造する傾向があるからである¹⁰²。

続いて(2)は、市場で販売されているすべての繊維製品について、(1)と同じ試験基準に基づき、マイクロファイバーが抜け落ちる割合を示す表示ラベルを作成するものである。このアプローチでは、メーカーが製品に表示ラベルを付け、製品のライフサイクルにおけるマイクロファイバーの放出量を、可能ならば標準化された評価尺度で示すことが求められる。そうすることで、繊維からのマイクロファイバーの抜け落ちに対する消費者の意識を高め、放出量の多い繊維の総販売量を減少させる可能性がある。まだ標準的な試験基準が確立されていないにもかかわらず、一部の地域では、マイクロファイバーの抜け落ちについて衣類のラベルに情報を記載することが既に義務付けられている。例えば、ニューヨーク州議会では、「This garment sheds plastic microfibres when washed (洗濯するとプラスチック製のマイクロファイバーが脱け落ちます)」と表示ラベルに記載することを、州内のすべての衣料品メーカーに義務付ける法案A1549が提出された。衣類のラベル表示は消費者の問題意識を高めるのに寄与するはずであるが、それでも消費者の購買決定に有意義な影響を与えるとは限らない¹⁰³。

環境に流出するマイクロファイバーの総量を減らすためのもう一つの方法は、繊維のリサイクルである。ポリマーのケミカルリサイクル(化学的再生法)とメカニカルリサイクル(物理的再生法)の可能性については、多くの研究が行われてきた。古くなった合成繊維のリサイクルや、プラスチックの繊維へのアップサイクルを容易にする既存の技術に加え、新たな技術も開発されている¹⁰⁴。例えば、C-TECHとWear2は共同で、特殊な糸で作られた製品にマイクロ波を照射するだけで、余った繊維を新しい生地にもリサイクルできる技術を開発した¹⁰⁵。しかし、こうした技術を合成素材に適用するのは、依然として経済的ではない¹⁰⁶。また、概して低品質の合成繊維はリサイクルに適しておらず、この分野の研究開発に対するインセンティブが不足している¹⁰⁷。



6.2 洗濯機用フィルターによるマイクロプラスチックの除去

繊維製品から抜け落ちるマイクロファイバーを減らす対策を講じること
で、環境に流出するマイクロプラスチックの数量を減らすことが可能か
もしれないが、少なくとも短期的には、完全にマイクロプラスチックを
除去することはできないとみられる。そこで、マイクロファイバーの抜
け落ちによるマイクロプラスチック汚染に対処するもう一つの方法とし
て、衣類などの布地を洗濯する際に抜け落ちたマイクロファイバーを集
めるフィルターの使用が挙げられる。洗濯機用フィルター装置には、
洗濯機に内蔵されているもの、古い洗濯機に後付けできるもの、洗濯
中にドラム内に設置できるものなど、いくつかの種類が開発されている
(付録4、表1)。

このアプローチは、一次マイクロプラスチックの年間排出量の35%を
占めるマイクロファイバー問題に対処できる可能性がある一方で、いく
つかの制約も存在する。まず、これらの装置の導入で消費者が負担す
る追加コストへの懸念に加え、マイクロファイバー汚染とその対処法の
選択肢に関する消費者の意識不足の問題や、繊維を除去できても消費
者が適切に廃棄しなかったり、フィルターを適切に維持しなかったりす
ることへの懸念がある。また、マイクロファイバーフィルターを設置す
ると、洗濯機の水使用効率が低下する可能性がある上、現在市販され
ているフィルターの効果も個々によって大きな差がある¹⁰⁸。さらに、
洗濯機メーカーにはマイクロファイバーを除去するための包括的なメカ
ニズムを開発するインセンティブがないこともマイナス点と言えるであ
ろう。

しかし、このようなインセンティブの欠如は、規制によって解決できる
部分もある。例えば、フランスでは、2025年1月までにすべての新し
い家庭用および業務用洗濯機に、マイクロファイバーフィルターの設置
を義務付ける法案が最近可決された。また、カリフォルニア州のAB-
129でも、すべての工業用および業務用洗濯設備に対してマイクロファ
イバーを除去するろ過システムの設置が義務づけられている。



6.3 自動車タイヤの摩耗率に対する規制

自動車タイヤのトレッドの摩耗は、海洋環境に流出する一次マイクロプ
ラスチックの年間排出量のうち、少なくとも28%を占めている¹⁰⁹。こ
のため、市販のタイヤが最低限の摩耗基準を満たすようにできれば、
発生源に大きく働きかけることが可能となる。例えば、EunomiaとICF
(2018) は、タイヤの摩耗に対する発生源対策が100%の有効性を発
揮すれば、EUだけでマイクロプラスチック累積排出量を年間50万トン
削減することができるとしている。現在、自動車タイヤのマイクロプラ
スチック排出率に関する規制はなく、概して消費者は自動車タイヤとマ
イクロプラスチック排出の問題を認識していない。しかし、摩耗率を
表示したラベルをタイヤに貼ることを義務付ける規制に加え、摩耗率
に関する最低基準を設けることで、性能の悪いタイヤを比較的迅速か
つコスト効率よく市場から排除することが可能である。法制化を実現
するための最初のステップは、タイヤの摩耗の標準的な測定方法を開
発することである。その後、タイヤのラベルに摩耗率の記載を義務付
けることが可能となる。こうして市販製品が差異化されれば、規制当
局は摩耗率が一定の閾値を超えるタイヤの販売を禁止できる可能性が
ある。また、消費者がタイヤを購入するにあたり、タイヤ寿命が重要
な判断基準となることから、消費者は摩耗率の低いタイヤを選択する
と考えられる¹¹⁰。

もちろん、タイヤの摩耗率は、物理的なタイヤそのもののだけでなく、路
面の状態やタイヤの空気圧など、さまざまな要素の影響を受ける。こ
れらの要因の多くは簡単にコントロールできるものではないが、タイヤ
の空気圧モニタリングについては、タイヤ空気圧モニタリングシステム
(TPMS) の車両搭載が多くの国で法律により義務付けられている¹¹¹。
このほか、道路舗装の設計でタイヤの摩耗低減を検討することもでき
よう¹¹²。



6.4. パーソナルケア製品と化粧品の マイクロプラスチック含有量に対する規制

マイクロプラスチック汚染を発生源で防ぐもう一つの方法は、パーソナルケア製品（PCP）、化粧品、洗剤などに含まれる一次マイクロプラスチックの製造・販売に対して規制を導入することである¹¹³。例えば、複数の国では、マイクロビーズを含むPCPの製造・販売を既に禁止している（付録4、表2）。こうした禁止令は、当該国の排水に含まれるマイクロビーズの量を削減する上で効果的だが、大多数の国は同様の禁止令を制定していないため、その影響力は限定的である。さらに、PCPは世界の海洋環境に流出する一次マイクロプラスチック全体の2%を占めるに過ぎないことから（IUCN 2017）、PCPに特化した規制は必然的に効果も限定的なものとなる。

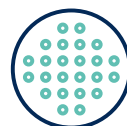
マイクロビーズが禁止されても、PCPや洗剤に含まれる角質除去剤には、環境負荷の低い代替物が数多く存在する。例えば、ホホバビーズ、ミツロウ、米ぬかワックス、トウモロコシ、タピオカ、カルナウバロウ、海藻、シリカ、クレイ、クルミ粉末などを代替品として使用することが可能である¹¹⁴。特にシリカは不活性で毒性がなく、有機物に比べて寿命が長いと、よく使用されている。しかし、PCPや化粧品に含まれるポリマーの天然由来の代替物は、角質除去以外の機能面に問題があるため幅広く受け入れられていないようである¹¹⁵。

したがって、すべての化粧品とPCPにプラスチックポリマーの使用を禁止することは、市場で入手可能な製品の品質や市場価値に悪影響を及ぼすだけでなく、プラスチック製マイクロビーズを代替品に置き換えることに伴う資本コストにより、業界の業績にも悪影響を及ぼす可能性が高いと考えられる¹¹⁶。

政府が化粧品やPCPに含まれるマイクロプラスチックに禁止令を発行しているのに加え、業界も自主的に動き始めている（付録3参照）。例えば、Cosmetics Europe（欧州の化粧品・パーソナルケア業界の団体）は、パーソナルケア製品にマイクロビーズを角質除去剤として使用することを、2020年までに中止するよう会員に勧告した¹¹⁷。Cosmetics Europeの調査によると、欧州では2017年までに、リンスオフタイプの製品に角質除去剤として含まれるプラスチック製マイクロビーズの使用量は（2012年の基準値と比べて）97.6%減少した¹¹⁸。業界団体による自主協定は必ずしも是正行動を保証するものではないが、将来に向けて法的拘束力のある規制の基礎を形成することに繋がる。

また、市民社会では、PCPに含まれるマイクロプラスチック問題について、消費者の意識向上と説明責任を促進してきた。例えば、オランダの「Beat the Microbead」（BTMB）キャンペーンでは、消費者がアプリを使ってバーコードをスキャンすることで、購入した製品にマイクロビーズが含まれているかどうかを確認することができる。このキャンペーンは世界42カ国から支持を得ており、世界的な展開に向けて開発が進んでいる。BTMBキャンペーンは、ユニリーバ、ロレアル、コルゲート・パーモリーブ、プロクター・アンド・ギャンブル、ジョンソン・エンド・ジョンソンなどの企業とも協力し、これら企業が自社製品からマイクロビーズを段階的に排除することを目指している¹¹⁹。

タイヤの摩耗に対する発生源 対策が100%の有効性を 発揮すれば、EUだけで マイクロプラスチック累積排出量 を年間50万トン削減できる。



6.5 産業界における加工前のペレットの漏出削減

ペレットの漏出は、産業界にとって経済的損失であると同時に、作業員の安全衛生に関わるリスクでもある。また、漏出したペレットの回収および汚染除去にかかるコストは、通常、ペレット自体のコストを上回る¹²⁰。しかも、現時点ではペレットの漏出削減に向けてベストプラクティスを採用するよう産業界に求める法的要件は存在しない。さらに、一般の人々は概してペレットの漏出问题を認識していない。そのため、プラスチック加工前の物流チェーンに従事する関係者がペレットの漏出を削減しようとする財務面、規制面、評判面のインセンティブが現在のところ十分ではない¹²¹。

加工前のペレットの漏出を削減する最も効果的な手段の一つは、プラスチックのサプライチェーンとライフサイクル全体にわたるベストプラクティスの採用だと考えられる。このアプローチでは、ペレットの漏出を防ぎ、漏出したペレットを効率的に回収するためのベストプラクティスと利用可能な最善の手法（BAT=Best Available Technology）を、プ

プラスチック生産のサプライチェーン全体で垂直的に採用するよう義務付ける規制が必要となる。企業がペレット漏出防止策のベストプラクティスを採用していることを証明できる標準ツールは、英国などの国々で既に開発中である¹²²。実質的に、こうした規制はプラスチック製品の小売業者（B2BとB2Cの両方）に対し、サプライチェーンがペレット漏出に関するベストプラクティスに準拠していることを保証するよう（少なくとも当初は）義務付けるものである。サプライチェーン全体におけるベストプラクティスへの準拠は、木材業界と同様に認証・監査プロセスを通じて証明することができよう¹²³。

産業用ペレットの漏出は、課金制度の導入によっても対処することができる。課金制度により、ペレットの漏出を放置しておくことはできないという財務面のインセンティブが働くこととなるが、同時に施行上の制約も存在する。一方、プラスチックメーカーに対し、ベストプラクティスを採用しているサプライヤーとのみ取引するよう義務づければ、独立した執行力を持つ効果的なスキームが成立する。

規制はまた、サプライチェーンの特定部分に焦点を当てることも可能である。例えば、施設間の輸送中に発生する漏出事故に的を絞って対処する場合、輸送会社によるベストプラクティスの導入に焦点を当てた規制を施行することができよう。また、ポリマーメーカーやプラスチック加工業者に焦点を当てた規制を施行し、ペレット漏出に関する利用可能な最善の手法（BAT）とベストプラクティスの導入を確実にすることもできる。ただ、この方法の欠点は、各国が独自の規制を実施する必要がある上、経済的に結びついている他国の規制へのコンプライアンスも確保しなくてはならないことである。したがって、サプライチェーン全体でベストプラクティスを採用する最も効率的な方法は、サプライチェーン全体に適用される認証プロセスを導入することとなる。

加工前のマイクロプラスチック漏出を最小限に抑えるベストプラクティスは、米国化学工業協会（ACC）と米国プラスチック工業会（PLASTICS）が主導する「オペレーション・クリーンスウィープ（OCS）」をはじめ、既に開発が進んでいる。OCSプログラムは22カ国以上の企業が自主的に採用しており、特にEU内での採用率が高い。しかし、このプログラムがこれまでにペレットの漏出削減にどの程度寄与したかは不明である¹²⁴。さらに、マイクロプラスチック汚染全体に占めるペレットの割合がごくわずかであることを踏まえると（環境に流出する一次マイクロプラスチック全体の1%未満）、ペレット漏出问题の対策はわずかな効果しか期待できない¹²⁵。



6.6 排水処理施設における マイクロプラスチックの除去率改善

排水処理施設（WWTP）でマイクロプラスチック汚染の問題に対処することで、パーソナルケア製品や洗剤に含まれるマイクロプラスチックをはじめ、衣類から抜け落ちるマイクロファイバー、水性塗料など、排水に流出するマイクロプラスチックを除去できる可能性がある。排水処理施設に二次処理や三次処理を導入すれば、施設の排水に含まれるマイクロプラスチック粒子数を大幅に削減することが可能である¹²⁶。また、中低所得国では3人に2人が下水道を利用できない状況を踏まえると、未処理の下水が環境に直接流出する場所に排水処理施設を設置するというアプローチも考え得る¹²⁷。しかし、排水処理施設の設置には多額の資金が必要なため¹²⁸、多くの地域では実現不可能な選択肢だと言えよう。

排水処理施設のアップグレードや設置に必要な資金を調達する1つの方法は、マイクロプラスチックの発生源に責任を有する当事者に是正措置の費用を負担させる、拡大生産者責任（EPR）制度の導入である。EPR政策は、排水処理施設の流入水と排出水に含まれるマイクロプラスチックの組成の特徴を示すデータに基づく必要があり、その結果当該施設に関連性のあるマイクロプラスチック発生源を特定できるようになる。すべての施設で発生源を特定することは不可能かもしれないが、ペレット、衣類から抜け落ちるマイクロファイバー、タイヤからの粒子、塗料など、多くの種類のマイクロプラスチックは特定につながる特徴を備えている。EPR政策は、排水処理施設に流入するすべての製品の量に応じて課金する形で実施が成り立つため、各国・地域の産業から固有の影響を受けることになる。その課金収入は、排水処理施設の最も適切なマイクロプラスチック除去策に充てることができよう¹²⁹。

このアプローチの限界は、排水に流れ出す主要なマイクロプラスチック発生源の削減に向けて多くの対策を講じるほど、排水処理施設のインフラ改善の費用対効果が低下する点である。さらに、マイクロプラスチックを含む汚泥が農業用土壌に使用され続ける場合、マイクロプラスチックを汚泥から除去する方法は現在のところ開発されていないため、環境への影響を軽減するには、そもそもマイクロプラスチックが汚泥に流入しないようにすることが不可欠となる¹³⁰。加えて、排水処理施設を対象とした取り組みでは、排水に放出されないマイクロプラスチックには対応できない。また、合流式下水道越流水（CSO）に流れる排水など、施設で処理されない排水に含まれるマイクロプラスチックにも対応することはできない（セクション5参照）。合流式下水道越流水による汚染の可能性は、リモートセンシングやリアルタイムの意思決定支援システムの進歩により、既存の技術を用いて越流水を最小限に抑えることで軽減できる¹³¹。



6.7 一次マイクロプラスチックによる 環境汚染を防ぐその他の対策

マイクロプラスチック汚染を軽減するために残された選択肢の大半は、製品に含まれるマイクロプラスチック成分を環境負荷の低い非プラスチック製の代替品に置き換えることである。例えば、建築用塗料に含まれるマイクロスフェアやマイクロファイバーを、ガラスビーズやセルローズベースのマイクロスフェアに置き換えたり、工業用研削材に使用されているマイクロプラスチックを、ココナッツシェル、ドライアイス、シリコン、ガラスビーズ¹³²に置き換えたりできる。また、農業に使用されるプラスチックでコーティングされた粒状肥料を、硝化抑制剤に置き換えたりすることも考えられる¹³³。このような代替品を使用する場合、製品の改良に伴う研究開発費、代替品の使用に必要な資本支出、業界の市場消失などが発生する。また、産業界に対してプラスチック以外の代替品を使用するインセンティブを与えるには、さまざまな発生源からのマイクロプラスチック排出の相対比率に関するデータをより多く収集することが第一歩となる。このデータは、消費者の問題意識を高めるためのキャンペーンや、規制当局が業界基準を設けるための取り組み、さらには製品のマイクロプラスチック含有量を削減し、または製品からのマイクロプラスチックの流出を最小限に抑えるために業界が行う自主的な行動の基盤となるであろう。

既存製品に対する非プラスチック製の代替品の活用に加え、排水処理施設から排出される汚泥の農業用土壌への使用を禁じることで、一次マイクロプラスチック汚染を低減できる。例えば、スイスでは2003年にバイオソリッド（下水汚泥を安定化させた残渣）の農業用土壌への使用が禁止された¹³⁴。バイオソリッドは比較的安価で栄養分を農業用土壌に再循環させることができる。しかし、汚泥に含まれるマイクロプラスチックやその他の有害物質を除去する確実な方法がなければ、バイオソリッドの使用は農業用土壌をマイクロプラスチックで汚染し続けることとなる。

最後に、マイクロプラスチック汚染による環境への影響を軽減することはできないが、ヒトの健康に寄与するものと思われる対策を講じることができよう。例えば、飲料水の蛇口に特殊なフィルターを設置するなどである¹³⁵。しかし、このアプローチには、プラスチックにもともと含まれている添加剤と、マイクロプラスチックの表面に吸着する残留性有機汚染物質（POP）の両方が、蛇口に到達する頃には既に部分的に水に溶出している可能性が高いという制約が存在する。さらに、マイクロプラスチック汚染が環境に与える深刻な影響を考慮すると、この問題がヒトの健康に与える影響は、マイクロプラスチックの食事による摂取だけではとどまらなると考えられる。



6.8 二次マイクロプラスチックによる環境汚染の緩和策

二次マイクロプラスチックは、当初はマクロサイズのプラスチックとして環境に排出される。したがって、環境中の二次マイクロプラスチック削減策には必然的に、環境に流出するマクロサイズのプラスチック排出総量を削減する取り組みが含まれる。そのため、使い捨てプラスチック製品の使用禁止や課税、漁具や海洋プラスチックの海洋投棄に関する協定など、既に多くの取り組みが行われている（付録4、表2）。しかし、通常、このような規制や政策は特定の国・地域にしか適用されないため、効果を発揮する範囲が限られるという制約が存在する。

マイクロプラスチック汚染を低減するための他のアプローチとして、既に環境に流出したプラスチックの回収がある。最近、Schmaltzら（2020）は水面におけるプラスチックごみの回収方法として、大規模なフェンス¹³⁶、ドローン¹³⁷、エアバリア¹³⁸、水路のごみトラップなどを取り上げた¹³⁹。また、プラスチックを食べるバクテリアを環境に放出する方法についても研究が行われているが、これはまだ大規模に展開できる選択肢とはなっていない¹⁴⁰。沿岸地域ではプラスチック廃棄物の密度が比較的高いため、プラスチックの回収という点では浜辺の清掃が最も効果的だと考えられる。

最後に、私たちが日常生活で使用している大半のプラスチックの代替品として、「生分解性」プラスチック製品の使用について多くの研究が行われている。例えば、植物や化石燃料をベースにした生分解性ポリマーが開発され、最近では産業規模で利用できるようになってきている¹⁴¹。しかし、通常、生分解性プラスチックは海洋環境をはじめとする自然環境では部分的にしか分解されないため、依然として環境中のマイクロプラスチックの発生源となる可能性がある¹⁴²。また、現時点では自然環境の条件下における分解の最低基準に関する規制が存在しない。生分解性プラスチック製品にはいくつかの民間認証制度のラベルが存在するが¹⁴³、これらの認証プロセスは高額であるため、広く普及しない可能性がある。さらに、プラスチック製品をリサイクルする際、複数の種類のプラスチックが混在していると材料特性が損なわれ、リサイクルのプロセスに問題が生じる可能性がある¹⁴⁴。したがって、二次マイクロプラスチック汚染を低減する最も効率的な方法は、そもそも環境に入るプラスチックの量を削減することである。



6.9 まとめ

現在、マイクロプラスチック汚染問題に対する潜在的な解決策が数多く提示されている。しかし、これらが産業界で幅広く採用されるには、規制面、財務面、評判面のインセンティブが十分ではない。このため、多くの解決策が産業界で採用されるための最初のステップは、各発生源からのマイクロプラスチック排出の相対比率を割り出す測定基準を開発し、市場に適した製品の最低基準を確立することとなる。本報告書で取り上げた解決策のうち、環境に流出する一次マイクロプラスチックを最小コストで削減できる可能性が最も高いのは、マイクロプラスチックの最大の発生源に対処するもの、すなわち自動車タイヤの摩耗率と合成繊維の抜け落ち率の規制であると考えられる。また、家庭や産業界における洗濯機用フィルターの普及は、大量のマイクロファイバーが環境に流出するのを防ぐ、比較的成本のかからない手段となるだろう。最後に、排水処理施設でのマイクロプラスチック除去率を改善することは、多額の資本を要すものの、多様な経路からマイクロプラスチックが環境に流出するのを防ぐ効果的な手段となろう。さらに、二次マイクロプラスチックは、定量化されていないとはいえマイクロプラスチック汚染の大きな原因となっていることから、環境に流出するマイクロプラスチックの排出量削減は、マイクロプラスチックの総排出量を減らすためにも重要な取り組みだと言える。



行動指針

投資業界は、サステナブルな企業行動、投資先の選定、エンゲージメント、投資家同士の協力を通じて、すぐにでもマイクロプラスチック汚染対策を支援することができる。



行動指針

行動すべき分野は明確であり、個人、企業・メーカー、政策立案者・規制当局による行動の3つのカテゴリに分類される。



個人が取り得る行動

個人が取り得る行動には、パーソナルケア製品、自動車タイヤ、衣類などのマイクロファイバーを素材とする、あるいはマイクロファイバーが抜け落ちる製品の購入をめぐる消費者の選択が含まれる。また、家庭用（および業務用）洗濯機へのフィルター設置や、衣類から抜け落ちるマイクロファイバーの除去も含まれる。個人はまた、マクロプラスチックの消費量を削減したり、適切な廃棄を行ったりすることで、二次マイクロプラスチック汚染を緩和できる。しかし、消費者が採用できる解決策は多くの場合、マイクロプラスチックの環境問題や、消費する製品に含まれるマイクロプラスチックに関する情報を、個人が自主的に入手しなければならない点に注意が必要である。



企業・メーカーが取り得る行動

企業・メーカーが取り得る行動とは、マイクロプラスチックを含まない、あるいはマイクロプラスチックを排出しない製品の設計・製造だけでなく、ペレットの漏出をゼロにすることを目的とした、プラスチック製造のサプライチェーン全体におけるベストプラクティスの採用を指す。また、消費者の意識啓発のために、企業が製品に含まれるマイクロプラスチック含有量を自主的に表示することも含まれる。これらの行動は、費用対効果に大きく依存する。費用対効果は、消費者の需要、規制環境、株主からの圧力といった影響を受ける場合がある。



政策立案者と規制当局が取り得る行動

政策立案者と規制当局の行動には、製品のマイクロプラスチック含有量の規制、マイクロプラスチック漏出の最低基準の設定、排水処理施設（WWTP）でのマイクロプラスチックの除去率改善に向けた自治体の行動などが含まれる。これらの行動は、一般市民や産業界を含む主要なステークホルダーからの政策支援に大きく依存している。

投資家が取り得る行動

特に投資家は、すべての資産クラスの投資戦略や投資サービスの利用において、マイクロプラスチック汚染への懸念を考慮することができる。さらに、投資業界は、以下の方法でマイクロプラスチック汚染の防止に向けて貢献し得る。



産業界と消費者の双方に対し、マイクロプラスチック汚染について意識啓発を図る

- プラスチック生産に関わる企業に対し、マイクロプラスチックの排出削減に取り組むよう促す（製品からマイクロビーズを排除する企業の取り組み事例については、付録5を参照）。
- 企業に対し、製品ライフサイクルにおけるマイクロプラスチック排出量の開示を求める。
- パーソナルケア製品および化粧品業界に対し、製品からマイクロビーズを排除することを目指す自主的スキームへの参加を推奨するとともに、製品に含まれるマイクロプラスチックを非プラスチック製の代替品に置き換えるよう推奨する。オーストラリアのProject MinShedやBeadRecedeキャンペーンなど参照（付録3）。



企業への働きかけ

マイクロプラスチック汚染に対する企業行動を支援するため、投資家には以下のような機会がある。

- プラスチック生産のサプライチェーンに関わる企業がペレット漏出を防ぐベストプラクティスを採用し、同様の取り組みを行うサプライヤーとのみ提携するように働きかける。
- タイヤメーカーに対し、摩耗の最低基準値を満たす自動車タイヤの製造を奨励し、自動車メーカーにその基準値を満たすタイヤのみを採用するように働きかける。
- 繊維メーカーに対し、マイクロファイバーの抜け落ちに関する最低基準を満たす製品をデザイン・製造するよう奨励する。

- 業務用・家庭用の洗濯機メーカーに対し、マイクロファイバーを除去するフィルターの標準装備を要請する。
- 繊維製品やタイヤメーカーおよび小売業者に対し、マイクロプラスチック排出率を表示したラベルを製品に貼付するよう求める。
- 繊維メーカーに対し、合成繊維のリサイクルやアップサイクルを働きかける。



政策的行動を促進する

概して、このカテゴリにはマイクロプラスチック汚染への懸念を地方自治体、中央政府、国際レベルの政策立案者との対話に盛り込むことが含まれる。こうした政策行動で投資家が貢献できるものとして、以下が挙げられる。

- マイクロプラスチックの科学的かつ正確な単一の定義を確立する。
- 汚染物質（マイクロプラスチック）を検査するための標準手法を開発し、採用する（例えば、ASTM D8333）。
- 繊維製品から抜け落ちるマイクロファイバーおよびタイヤ摩耗率の最大許容水準を設定する。
- 消費者が容易に入手できる情報の質を向上させるため、繊維およびタイヤメーカーと小売業者に対し、製品からのマイクロプラスチック排出率をラベルに追加表示することを義務付ける。
- コインランドリーやその他の洗濯機を業務利用する事業者に対し、洗濯機にマイクロファイバーのフィルターを設置することを義務付ける。
- パーソナルケア製品、化粧品、洗剤への一次マイクロプラスチックの添加について規制を導入する。
- 輸送会社、ポリマーメーカー、プラスチック加工会社など、プラスチック生産のサプライチェーンに関わる企業による、加工前のペレット漏

出に関するベストプラクティスの採用に焦点を当てた規制を導入する。

- マイクロプラスチック除去技術を採用する排水処理施設 (WWTP) の設置またはアップグレード、およびアップグレード費用の負担に拡大生産者責任制度を実施する。
- 排水処理施設からの汚泥を、農業用土壌に適用することを禁じる。
- 使い捨てプラスチック製品の製造、使用、廃棄を禁じる、または課税する。
- 漁具および海洋プラスチックの海洋投棄に関する協定を導入する。



マイクロプラスチック汚染に焦点を当てた、他の投資家や非政府組織 (NGO) など主要なステークホルダーとのパートナーシップの構築と協力

このようなパートナーシップでは、以下に焦点を当てることが考えられる。

- 「Beat the Microbead」のような消費者啓発キャンペーンを通じて、製品に含まれるマイクロプラスチック含有量や、マイクロプラスチック汚染問題について、わかりやすい情報を提供する。
- すでに環境に流入してしまったマイクロプラスチックを回収したり、分解したりするためのインフラを公共スペースに設置する。
- 投資家のエンゲージメントを調整する。例えば、ESGを推進する NGO の「As You Sow」は、機関投資家の連合「Plastic Solutions Investor Alliance」を発足し、投資家との連携を図っている。



MCSによる「Stop Ocean Threads」キャンペーン

2020年、英国の代表的な海洋慈善団体である海洋保護協会（MCS）は英国政府に対し、洗濯機メーカーが2023年までに新たに販売するすべての家庭用・業務用洗濯機にマイクロファイバーのフィルターを搭載すること、および2024年までにすべての業務用洗濯機にマイクロファイバーフィルターを後付けすることを義務付けるよう求める運動を開始した。2021年初めの時点で、請願書の署名者数は12,000人以上にのぼった。海洋保護協会はこの請願書を利用して、英国国民が環境中へのマイクロファイバー流出量について懸念を深めていること、そして英政府が流出量削減のために行動を起こすよう期待していることを政府に示す構えである。海洋保護協会はまた、ソーシャルメディアで「#StopOceanThreads」というハッシュタグを活用し、一般の消費者にも洗濯機メーカーへの圧力を高めるよう呼びかけ、キャンペーンの認知度を高めている。



投資家との協力：海洋マイクロプラスチック汚染に対するエンゲージメント・プログラム

セクション3.1で指摘したように、合成繊維から抜け落ちるマイクロファイバーは、海洋環境に流入する一次マイクロプラスチックの少なくとも3分の1を占めている。そのため、業務用・家庭用洗濯機に広くフィルターを搭載することは、マイクロプラスチック汚染の主要な発生源に対処する現実的なソリューションとなる。

ファースト・センティア・インベスターズ（FSI）は英国の海洋保護協会（MCS）と共同で、家庭用・業務用の洗濯機メーカーに対してマイクロファイバーフィルターの標準搭載を促進する、投資家のエンゲージメント・プログラムを発足させた。2020年12月現在、運用資産額5.6兆ドルに相当する30の機関投資家が協力し、このプログラムを支援している。プログラムでは、投資家が対象となる企業やそれぞれの業界団体と直接関わり、以下の具体的な目的のために取り組んでいる。

- 2023年末までに、工場出荷時にプラスチックのマイクロファイバーフィルターをすべての新機種に標準搭載するよう、対象企業に働きかける。
- フィルターを搭載していない新品の業務用・家庭用洗濯機の販売を禁じる法律を施行するよう、政策立案者に働きかける。

参考文献

- Anagnosti, L. et al. (2021)** 'Worldwide actions against plastic pollution from microbeads and microplastics in cosmetics focusing on European policies. Has the issue been handled effectively?', *Marine Pollution Bulletin*. Elsevier Ltd, 162, p. 111883. doi: 10.1016/j.marpolbul.2020.111883.
- Andrady, A. L. (2011)** 'Microplastics in the marine environment', *Marine Pollution Bulletin*. Elsevier Ltd, 62, pp. 1596–1605. doi: 10.1016/j.marpolbul.2011.05.030.
- Arthur, C., Baker, J. and Bamford, H. (2009)** 'Proceedings of the International Research Workshop on the Occurrence, Effects, and Fate of Microplastic Marine Debris. Sept 9-11, 2008', in Arthur, C., Baker, J., and Bamford, H. (eds) NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-30.
- Barnes, D. K. A. et al. (2009)** 'Accumulation and Fragmentation of Plastic Debris in Global Environments', *Philosophical Transactions: Biological Sciences*, 364(1526), pp. 1985–1998.
- Booth, A. M. et al. (2020)** 'Handbook of Microplastics in the Environment', in Rocha-Santos, T., Costa, M., and Mouneyrac, C. (eds) *Handbook of Microplastics in the Environment*. Springer Nature Switzerland. doi: 10.1007/978-3-030-10618-8.
- Botterell, Z. L. R. et al. (2019)** 'Bioavailability and effects of microplastics on marine zooplankton: A review', *Environmental Pollution*. Elsevier Ltd, 245, pp. 98–110. doi: 10.1016/j.envpol.2018.10.065.
- Browne, M. A. et al. (2008)** 'Ingested Microscopic Plastic Translocates to the Circulatory System of the Mussel, *Mytilus edulis* (L.)', *Environmental Science & Technology*, 42, pp. 5026–5031.
- Browne, M. A. et al. (2011)** 'Accumulation of microplastic on shorelines worldwide: Sources and sinks', *Environmental Science and Technology*, 45(21), pp. 9175–9179. doi: 10.1021/es201811s.
- Carney Almroth, B. and Eggert, H. (2019)** 'Marine plastic pollution: Sources, impacts, and policy issues', *Review of Environmental Economics and Policy*, 13(2), pp. 317–326. doi: 10.1093/reep/rez012.
- Carney Almroth, B. M. et al. (2018)** 'Quantifying shedding of synthetic fibers from textiles; a source of microplastics released into the environment', *Environmental Science and Pollution Research*. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, pp. 1191–1199. doi: 10.1007/s11356-017-0528-7.
- Carr, S. A., Liu, J. and Tesoro, A. G. (2016)** 'Transport and fate of microplastic particles in wastewater treatment plants', *Water Research*, 91, pp. 174–182. doi: 10.1016/j.watres.2016.01.002.
- Colabuono, F. I. et al. (2009)** 'Plastic ingestion by Procellariiformes in Southern Brazil', *Marine Pollution Bulletin*. Elsevier Ltd, 58, pp. 93–96. doi: 10.1016/j.marpolbul.2008.08.020.
- Cole, M. et al. (2011)** 'Microplastics as contaminants in the marine environment: A review', *Marine Pollution Bulletin*. Elsevier Ltd, 62, pp. 2588–2597. doi: 10.1016/j.marpolbul.2011.09.025.
- Cornish Plastic Pollution Coalition (2018)** Bio-Bead pollution on our beaches.
- Cosmetics Europe (2021)** All About Plastic Microbeads. Available at: <https://cosmeticseurope.eu/how-we-take-action/leading-voluntary-actions/all-about-plastic-microbeads/> (Accessed: 8 April 2021).
- DAWE (2021)** National Plastics Plan 2021. Canberra.
- Dris, R. et al. (2016)** 'Synthetic fibers in atmospheric fallout: A source of microplastics in the environment?', *Marine Pollution Bulletin*. Elsevier Ltd, 104, pp. 290–293. doi: 10.1016/j.marpolbul.2016.01.006.
- Duis, K. and Coors, A. (2016)** 'Microplastics in the aquatic and terrestrial environment: sources (with a specific focus on personal care products), fate and effects', *Environmental Sciences Europe*. Springer Berlin Heidelberg, 28(2). doi: 10.1186/s12302-015-0069-y.
- Ellen MacArthur Foundation (2017)** A New Textiles Economy: Redesigning Fashion's Future.
- Environment Canada (2015)** Microbeads – A Science Summary.
- Eriksen, M. et al. (2014)** 'Plastic Pollution in the World's Oceans: More than 5 Trillion Plastic Pieces Weighing over 250,000 Tons Afloat at Sea', *PLoS ONE*, 9(12), p. e111913. doi: 10.1371/journal.pone.0111913.

- Essel, R. et al. (2015)** Sources of microplastics relevant to marine protection in Germany.
- Eunomia (2016a)** Study to Quantify Pellet Emissions in the UK: Report to Fidra. Bristol, UK.
- Eunomia (2016b)** Study to support the development of measures to combat a range of marine litter sources. Report for European Commission DG Environment. Bristol, UK.
- Eunomia and ICF (2018)** Investigating options for reducing releases in the aquatic environment of microplastics emitted by (but not intentionally added in) products.
- European Bioplastics (2018)** What are bioplastics? Material types, terminology, and labels – an introduction.
- European Chemicals Agency (ECHA) (2019)** Annex to the Annex XV Restriction Report – Proposal for a Restriction (intentionally added microplastics). Helsinki, Finland.
- European Chemicals Agency (ECHA) (2020)** 'Opinion of the Committee for Risk Assessment and Opinion of the Committee for Socio-economic Analysis on an Annex XV dossier proposing restrictions of the manufacture, placing on the market or use of a substance within the EU'. Helsinki, Finland.
- European Commission (2008)** Commission Staff Working Document: Accompanying document to the Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on Labelling of Tyres with Respect to Fuel Efficiency and Other Essential Parameters – Summary of the Impact Assessment. Brussels.
- European Commission (2013)** MSDF Guidance on Monitoring Marine Litter in European Seas: A Guidance Document Within the Common Implementation Strategy for the Marine Strategy Framework Directive. doi: 10.2788/99475.
- Excell, C. et al. (2018)** Legal Limits on Single-Use Plastics and Microplastics: A Global Review of National Laws and Regulation, United Nations Environment Programme.
- De Falco, F. et al. (2019)** 'The contribution of washing processes of synthetic clothes to microplastic pollution', Scientific Reports. Springer US, 9, p. 6633. doi: 10.1038/s41598-019-43023-x.
- FAO (1992)** Wastewater treatment and use in agriculture - FAO irrigation and drainage paper 47.
- Farrell, K. O. and Harney, F. (2020)** An assessment of the presence of microbeads in rinse-off personal care, cosmetic and cleaning products currently available within the Australian retail market.
- Farrell, P. and Nelson, K. (2013)** 'Trophic level transfer of microplastic: *Mytilus edulis* (L.) to *Carcinus maenas* (L.)', Environmental Pollution. Elsevier Ltd, 177, pp. 1–3. doi: 10.1016/j.envpol.2013.01.046.
- Federal Department of the Environment Transport Energy and Communications (2003)** Ban on the use of sludge as a fertiliser. Available at: <https://www.admin.ch/gov/en/start/documentation/media-releases.msg-id-1673.html> (Accessed: 8 April 2021).
- Fleming, P. R., Forrester, S. E. and McLaren, N. J. (2015)** 'Understanding the effects of decompaction maintenance on the infill state and play performance of third-generation artificial grass pitches', Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology, 229(3), pp. 169–182. doi: 10.1177/1754337114566480.
- German Federal Institute for Risk Assessment (BfR) (2018)** BfR Consumer Monitor 08 | 2018.
- GESAMP (2015)** Sources, Fate and Effects of Microplastics in the Marine Environment: A Global Assessment. London, UK.
- Geyer, R., Jambeck, J. R. and Law, K. L. (2017)** 'Production, use, and fate of all plastics ever made', Science Advances, 3(e1700782).
- Greenpeace (2016)** Global Cosmetics and Personal Care companies' Microbead commitment ranking.
- Hernandez, E., Nowack, B. and Mitrano, D. M. (2017)** 'Polyester Textiles as a Source of Microplastics from Households: A Mechanistic Study to Understand Microfiber Release during Washing', Environmental Science and Technology, 51(12), pp. 7036–7046. doi: 10.1021/acs.est.7b01750.

参考文献

- Hidalgo-Ruz, V. et al. (2012)** 'Microplastics in the marine environment: A review of the methods used for identification and quantification', *Environmental Science and Technology*, 46, pp. 3060–3075. doi: 10.1021/es2031505.
- Horton, A. A. et al. (2017)** 'Microplastics in freshwater and terrestrial environments: Evaluating the current understanding to identify the knowledge gaps and future research priorities', *Science of the Total Environment*. Elsevier B.V., 586, pp. 127–141. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.01.190.
- IUCN (2017)** Primary Microplastics in the Oceans: A Global Evaluation of Sources. Gland, Switzerland. doi: dx.doi.org/10.2305/IUCN.CH.2017.01.en.
- Ivar Do Sul, J. A. and Costa, M. F. (2014)** 'The present and future of microplastic pollution in the marine environment', *Environmental Pollution*. Elsevier Ltd, 185, pp. 352–364. doi: 10.1016/j.envpol.2013.10.036.
- Kane, I. A. et al. (2020)** 'Seafloor microplastic hotspots controlled by deep-sea circulation', *Science*, 368, pp. 1140–1145. doi: 10.1126/science.aba5899.
- Karbalaei, S. et al. (2018)** 'Occurrence, sources, human health impacts and mitigation of microplastic pollution', *Environmental Science and Pollution Research*. Environmental Science and Pollution Research, 25, pp. 36046–36063. doi: 10.1007/s11356-018-3508-7.
- Kazimirova, A. et al. (2016)** 'Automotive airborne brake wear debris nanoparticles and cytokinesis-block micronucleus assay in peripheral blood lymphocytes: A pilot study', *Environmental Research*. Elsevier, 148, pp. 443–449. doi: 10.1016/j.envres.2016.04.022.
- Lassen, C. et al. (2015)** Microplastics: Occurrence, effects and sources of releases to the environment in Denmark.
- Latini, G., De Felice, C. and Verrotti, A. (2004)** 'Plasticizers, infant nutrition and reproductive health', *Reproductive Toxicology*, 19(1), pp. 27–33. doi: 10.1016/j.reprotox.2004.05.011.
- Liu, F. et al. (2020)** 'Microplastics removal from treated wastewater by a biofilter', *Water (Switzerland)*, 12(1085). doi: 10.3390/W12041085.
- Lusher, A. L., McHugh, M. and Thompson, R. C. (2013)** 'Occurrence of microplastics in the gastrointestinal tract of pelagic and demersal fish from the English Channel', *Marine Pollution Bulletin*, 67, pp. 94–99. doi: 10.1016/j.marpolbul.2012.11.028.
- M. Spuijbroek (2019)** Textile Waste in Mainland China: An Analysis of the Circular Practices of Post-Consumer Textile Waste in Mainland China.
- Maagoe, V. (2016)** Review study on the Regulation (EC) No 1222/2009 on the labelling of tyres. Brussels, Belgium.
- Magnusson, K. et al. (2016)** Swedish sources and pathways for microplastics to the marine environment: A review of existing data.
- Magnusson, K. and Norén, F. (2014)** Screening of microplastic particles in and down-stream a wastewater treatment plant, Swedish Environmental Research Institute.
- Manshoven, S. et al. (2019)** Textiles and the environment in a circular economy.
- Van der Meulen, M. D. et al. (2014)** 'Socio-economic impact of microplastics in the 2 Seas, Channel and France Manche Region: An initial risk assessment', MICFO Interreg project IVa.
- Mitrano, D. M. and Wohlleben, W. (2020)** 'Microplastic regulation should be more precise to incentivize both innovation and environmental safety', *Nature Communications*. Springer US, 11(5324). doi: 10.1038/s41467-020-19069-1.
- Montestruque, L. and Lemmon, M. D. (2015)** Globally coordinated distributed storm water management system, 1st ACM International Workshop on Cyber-Physical Systems for Smart Water Networks, CySWater 2015. doi: 10.1145/2738935.2738948.

Moore, C. J. (2008) 'Synthetic polymers in the marine environment: A rapidly increasing, long-term threat', *Environmental Research*, 108, pp. 131–139. doi: 10.1016/j.envres.2008.07.025.

Von Moos, N., Burkhardt-Holm, P. and Köhler, A. (2012) 'Uptake and effects of microplastics on cells and tissue of the blue mussel *Mytilus edulis* L. after an experimental exposure', *Environmental Science and Technology*, 46, pp. 11327–11335. doi: 10.1021/es302332w.

Murphy, F. et al. (2016) 'Wastewater Treatment Works (WwTW) as a Source of Microplastics in the Aquatic Environment', *Environmental Science and Technology*, 50. doi: 10.1021/acs.est.5b05416.

Napper, I. E., Barrett, A. C. and Thompson, R. C. (2020) 'The efficiency of devices intended to reduce microfibre release during clothes washing', *Science of the Total Environment*, 738(140412). doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.140412.

National Federation of Women's Institutes (2018) In a Spin: How our laundry is contributing to plastic pollution.

NIRA Dynamics AB (2018) TPMS Fitment and Tyre Inflation Pressures Field Study EU 2016/2017.

Nizzetto, L., Futter, M. and Langaas, S. (2016) 'Are Agricultural Soils Dumps for Microplastics of Urban Origin?', *Environmental Science and Technology*, 50, pp. 10777–10779. doi: 10.1021/acs.est.6b04140.

OECD (2009) Emission Scenario Document on Coating Industry (Paints, Lacquers and Varnishes). Paris, France.

Oehlmann, J. et al. (2009) 'A critical analysis of the biological impacts of plasticizers on wildlife', *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364, pp. 2047–2062. doi: 10.1098/rstb.2008.0242.

Oliveira, M., Almeida, M. and Miguel, I. (2019) 'A micro(nano)plastic boomerang tale: A never ending story?', *Trends in Analytical Chemistry*. Elsevier Ltd, 112, pp. 196–200. doi: 10.1016/j.trac.2019.01.005.

Operation Clean Sweep (2021) About Operation Clean Sweep. Available at: <https://www.opcleansweep.org/about/> (Accessed: 8 April 2021).

Pathan, S. I. et al. (2020) 'Soil pollution from micro-and nanoplastic debris: A hidden and unknown biohazard', *Sustainability (Switzerland)*, 12(7255). doi: 10.3390/su12187255.

Plastic Soup Foundation (2021) Beat the Microbead. Available at: <https://www.beatthemicrobead.org> (Accessed: 8 April 2021).

Platform for Accelerating the Circular Economy (PACE) (2021) Circular economy action agenda: Textiles.

Rios, L. M., Moore, C. and Jones, P. R. (2007) 'Persistent organic pollutants carried by synthetic polymers in the ocean environment', *Marine Pollution Bulletin*, 54, pp. 1230–1237. doi: 10.1016/j.marpolbul.2007.03.022.

Rochman, C. M. and Browne, M. A. (2013) 'Classify plastic waste as hazardous', *Nature*, 494, pp. 169–171.

Salman, O. A. (1988) 'Polymer coating on urea prills to reduce dissolution rate', *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 36(3), pp. 616–621.

Samco Technologies (2021) Understanding the Basics of Wastewater Treatment. Available at: [https://cdn2.hubspot.net/hubfs/2531874/ebooks/Understanding the Basics of Wastewater Treatment.pdf?t=1483558434535](https://cdn2.hubspot.net/hubfs/2531874/ebooks/Understanding%20the%20Basics%20of%20Wastewater%20Treatment.pdf?t=1483558434535).

Samper, M. D. et al. (2018) 'Interference of biodegradable plastics in the polypropylene recycling process', *Materials*, 11(1886). doi: 10.3390/ma11101886.

Saxena, D. A. K. (2018) 'Plastic Eating Bacteria - A Great Hope in Biodegradation', *Everyman's Science*, LIII(1).

参考文献

- Schmaltz, E. et al. (2020)** 'Plastic pollution solutions: emerging technologies to prevent and collect marine plastic pollution', *Environment International*, 144(September). doi: 10.1016/j.envint.2020.106067.
- Scudo, A. (2017)** Intentionally added microplastics in products.
- Setälä, O., Fleming-Lehtinen, V. and Lehtiniemi, M. (2014)** 'Ingestion and transfer of microplastics in the planktonic food web', *Environmental Pollution*. Elsevier Ltd, 185, pp. 77–83. doi: 10.1016/j.envpol.2013.10.013.
- Sheth, M. U. et al. (2019)** 'Bioengineering a Future Free of Marine Plastic Waste', *Frontiers in Marine Science*, 6, pp. 1–10. doi: 10.3389/fmars.2019.00624.
- Stanton, T. et al. (2019)** 'Freshwater and airborne textile fibre populations are dominated by "natural", not microplastic, fibres', *Science of the Total Environment*. Elsevier B.V., 666, pp. 377–389. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.02.278.
- Suaria, G. et al. (2020)** 'Microfibers in oceanic surface waters: A global characterization', *Science Advances*, 6, p. eaay8493. doi: 10.1126/sciadv.aay8493.
- Sundt, P., Schulze, P.-E. and Syversen, F. (2014)** Sources of microplastic- pollution to the marine environment. Report no: M-321|2015, Norwegian Environment Agency (Miljødirektoratet).
- The Pew Charitable Trust and SYSTEMIQ (2020)** Breaking the Plastic Wave.
- Thevenon, F. and Carroll, C. (2015)** Plastic debris in the ocean: the characterization of marine plastics and their environmental impacts, situation analysis report. Gland, Switzerland. doi: 10.2305/iucn.ch.2014.03.en.
- Tiffin, L. et al. (2021)** 'Reliable quantification of microplastic release from the domestic laundry of textile fabrics', *Journal of the Textile Institute*. Taylor & Francis. doi: 10.1080/00405000.2021.1892305.
- Turner, A., Wallerstein, C. and Arnold, R. (2019)** 'Identification, origin and characteristics of bio-bead microplastics from beaches in western Europe', *Science of the Total Environment*. Elsevier B.V., 664, pp. 938–947. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.01.281.
- U.S. Environmental Protection Agency (EPA) (2004)** Report to Congress on Impacts and Control of Combined Sewer Overflows and Sanitary Sewer Overflows.
- UL (2019)** Addressing the environmental impact of microfibers in textiles.
- Watts, A. J. R. et al. (2014)** 'Uptake and retention of microplastics by the shore crab *Carcinus maenas*', *Environmental Science and Technology*, 48. doi: 10.1021/es501090e.
- Wear2Go (2021)** Microwave Technology. Available at: <https://wear2.com/microwave-technology/> (Accessed: 8 April 2021).
- Wilkes, R. A. and Aristilde, L. (2017)** 'Degradation and metabolism of synthetic plastics and associated products by *Pseudomonas* sp.: capabilities and challenges', *Journal of Applied Microbiology*, 123, pp. 582–593. doi: 10.1111/jam.13472.
- World Health Organization (2019)** Microplastics in drinking water. Geneva, Switzerland: Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- Wright, S. L. and Kelly, F. J. (2017)** 'Threat to human health from environmental plastics', *BMJ (Clinical research ed.)*, 358, p. j4334. doi: 10.1136/bmj.j4334.
- Xu, C. et al. (2020)** 'Are we underestimating the sources of microplastic pollution in terrestrial environment?', *Journal of Hazardous Materials*. Elsevier, 400, p. 123228. doi: 10.1016/j.jhazmat.2020.123228.
- Zhang, J., Wang, L. and Kannan, K. (2020)** 'Microplastics in house dust from 12 countries and associated human exposure', *Environment International*. Elsevier, 134, p. 105314. doi: 10.1016/j.envint.2019.105314.

- 1 The Pew Charitable Trust and SYSTEMIQ 2020
- 2 Rochman and Browne 2013
- 3 Geyer, Jambeck and Law 2017
- 4 Kane et al. 2020
- 5 The Pew Charitable Trust and SYSTEMIQ 2020
- 6 Wilkes and Aristilde 2017
- 7 Cole et al. 2011
- 8 The Pew Charitable Trust and SYSTEMIQ 2020
- 9 Moore 2008; Arthur, Baker, and Bamford 2009; 欧州委員会 2013; GESAMP 2015; IUCN 2017
- 10 IUCN 2017
- 11 Andrady 2011; Cole et al. 2011; Karbalaee et al. 2018
- 12 Barnes et al. 2009; Eriksen et al. 2014; Duis and Coors 2016
- 13 Andrady 2011; Horton et al. 2017
- 14 欧州化学品庁 2020 (p29)
- 15 Hidalgo-Ruz et al. 2012; Horton et al. 2017
- 16 Scudo 2017
- 17 Andrady 2011; Cole et al. 2011
- 18 Cole et al. 2011; Horton et al. 2017
- 19 Andrady 2011; Scudo 2017
- 20 Rios, Moore and Jones 2007; Andrady 2011; Cole et al. 2011
- 21 Horton et al. 2017
- 22 Oliveira, Almeida and Miguel 2019
- 23 Moore 2008; Colabuono et al. 2009
- 24 Cole et al. 2011; Scudo 2017
- 25 Watts et al. 2014; Von Moos, Burkhardt-Holm and Köhler 2012
- 26 Lusher, McHugh and Thompson 2013
- 27 Eunomia and ICF 2018
- 28 Horton et al. 2017; Carney Almroth et al. 2018; Botterell et al. 2019; Oliveira, Almeida and Miguel 2019
- 29 Oehlmann et al. 2009
- 30 Browne et al. 2008; Farrell and Nelson 2013; Setälä, Fleming-Lehtinen and Lehtiniemi 2014; Watts et al. 2014; Horton et al. 2017; Scudo 2017
- 31 Pathan et al. 2020
- 32 Scudo 2017; Eunomia and ICF 2018; Carney Almroth and Eggert 2019; Oliveira, Almeida and Miguel 2019
- 33 Oliveira, Almeida and Miguel 2019; Zhang, Wang and Kannan 2020
- 34 Wright and Kelly 2017; Oliveira, Almeida and Miguel 2019; Latini, De Felice and Verrotti 2004; Wright and Kelly 2017
- 35 Oliveira, Almeida and Miguel 2019
- 36 Eunomia and ICF 2018; Oliveira, Almeida and Miguel 2019
- 37 ドイツ連邦リスク評価研究所 (BfR) 2018
- 38 Van der Meulen et al. 2014; Thevenon and Carroll 2015
- 39 Eunomia and ICF 2018
- 40 Carney Almroth and Eggert 2019
- 41 Browne et al. 2011
- 42 Eunomia and ICF 2018
- 43 Hernandez, Nowack and Mitrano 2017; Carney Almroth and Eggert 2019
- 44 Stanton et al. 2019; Suaria et al. 2020
- 45 Eunomia and ICF 2018
- 46 IUCN 2017
- 47 Maagoe 2016
- 48 Eunomia and ICF 2018
- 49 Kazimirova et al. 2016
- 50 Eunomia and ICF 2018
- 51 Lassen et al. 2015
- 52 IUCN 2017
- 53 Lassen et al. 2015; Scudo 2017
- 54 Scudo 2017
- 55 Sundt, Schulze and Syversen 2014
- 56 Eunomia and ICF 2018
- 57 Cole et al. 2011; Ivar Do Sul and Costa 2014; Essel et al. 2015; Nizzetto, Futter and Langaas 2016; Eunomia and ICF 2018
- 58 Eunomia 2016a
- 59 OECD 2009; Eunomia and ICF 2018
- 60 Eunomia and ICF 2018; IUCN 2017
- 61 Horton et al. 2017; Karbalaee et al. 2018
- 62 Salman 1988; GESAMP 2015

- 63 Scudo 2017
- 64 Sundt, Schulze and Syversen 2014; Essel et al.2015; Magnusson et al.2016; IUCN 2017
- 65 Fleming, Forrester and McLaren 2015; Eunomia and ICF 2018
- 66 Magnusson et al.2016
- 67 Eunomia and ICF 2018
- 68 Scudo 2017
- 69 Cole et al.2011; Sundt, Schulze and Syversen 2014; Environment Canada 2015
- 70 Sundt, Schulze and Syversen 2014
- 71 Scudo 2017
- 72 Cornish Plastic Pollution Coalition 2018; Turner, Wallerstein and Arnold 2019
- 73 Scudo 2017
- 74 Sundt, Schulze and Syversen 2014; Cole et al.2011
- 75 Scudo 2017
- 76 European Chemicals Agency (ECHA) 2019; Environment Canada, 2015; Lassen et al.2015; GESAMP, 2015 Horton et al.2017
- 77 Horton et al.2017
- 78 例として、路面排水からの固形物を捕捉するため、欧州で幅広く使用されている道路側溝柵「ガリーボット」を参照されたい (Eunomia and ICF, 2018)
- 79 Eunomia and ICF 2018
- 80 Carr, Liu and Tesoro 2016; Eunomia and ICF 2018
- 81 Nizzetto, Futter and Langaas 2016; Horton et al.2017; Liu et al.2020
- 82 Eunomia and ICF 2018
- 83 Magnusson and Norén 2014; Carr, Liu and Tesoro 2016; Horton et al.2017; Karbalaie et al.2018
- 84 IUCN 2017
- 85 米国環境保護庁 (EPA) 2004; Lassen et al.2015; 世界保健機関 (WHO) 2019
- 86 米国環境保護庁 (EPA) 2004
- 87 Horton et al.2017
- 88 国際連合食糧農業機関 (FAO) 1992
- 89 Nizzetto Futter and Langaas 2016; Horton et al.2017;
- 90 Dris et al.2016
- 91 IUCN 2017
- 92 Eunomia and ICF 2018
- 93 IUCN 2017
- 94 IUCN 2017
- 95 De Falco et al.2019; Napper, Barrett and Thompson 2020
- 96 National Federation of Women' s Institutes 2018
- 97 Manshoven et al.2019
- 98 Eunomia and ICF 2018
- 99 Eunomia and ICF 2018
- 100 See for example Tiffin et al.2021
- 101 EUで販売されるエネルギー使用製品やエネルギー関連製品のエコロジー要件に関する既存の規制基準の例は、エコデザイン指令 (2009/125/EC) を参照。
- 102 UL 2019
- 103 Eunomia and ICF 2018
- 104 エレン・マッカーサー財団 2017
- 105 Wear2Go 2021
- 106 エレン・マッカーサー財団 2017; M. Spuijbroek 2019
- 107 Platform for Accelerating the Circular Economy (PACE) 2021
- 108 Napper, Barrett and Thompson 2020
- 109 IUCN 2017
- 110 欧州委員会 2008
- 111 NIRA Dynamics AB 2018
- 112 IUCN 2017
- 113 Excell et al.2018
- 114 Cosmetics Europe 2021
- 115 Eunomia 2016b
- 116 Scudo 2017
- 117 Cosmetics Europe 2021
- 118 Cosmetics Europe 2021
- 119 Lassen et al 2015; Plastic Soup Foundation 2021
- 120 Eunomia 2016a
- 121 Eunomia and ICF 2018
- 122 英国規格協会 (BSI) のPAS規格 (公開仕様書) 510を参照。ープラスチックのペレット、フレーク、パウダーー環境への漏出を防止するためのサプライチェーンにおける取り扱いと管理

- 123 林産物のサプライチェーン認証の一例として、森林管理協議会 (Forest Stewardship Council) のCoC (Chain of Custody, 加工・流通過程) 認証を参照 (<https://us.fsc.org/en-us/certification/chain-of-custody-certification>)
- 124 Operation Clean Sweep 2021
- 125 IUCN 2017
- 126 Carr, Liu and Tesoro,2016; Murphy et al.2016; Eunomia and ICF 2018
- 127 世界保健機関 (WHO) 2019
- 128 Samco Technologies (発行日なし)
- 129 Eunomia and ICF 2018 130 Eunomia and ICF 2018
- 130 Eunomia and ICF 2018
- 131 Montestruque and Lemmon 2015
- 132 Reade社のココナッツベースの製品 (<https://www.reade.com/products/coconut-shell-powder-coconut-shell-flour>) や Fiven社の炭化ケイ素製品(<https://www.fiven.com>) の例を参照。
- 133 Scudo 2017
- 134 Federal Department of the Environment Transport Energy and Communications 2003
- 135 LifeStrawフィルター (<https://www.lifestraw.com>) やTAPP2 フィルター (米国ではFlo Faucetと呼ばれる) (<https://home.drinkflowater.com/products/faucet-filter>) などの例を参照。
- 136 オーシャン・クリーンアップ・プロジェクトの例を参照 (<https://theoceancleanup.com>)。
- 137 WasteSharkのドローンの例を参照 (<https://www.wevolver.com/wevolver.staff/wasteshark>)。
- 138 アムステルダムバブルバリアの例を参照 (<https://thegreatbubblebarrier.com>)。
- 139 オランダのClear River Water Trapの例を参照 (<https://www.clearrivers.eu>)。
- 140 Saxena 2018; Sheth et al.2019
- 141 欧州バイオプラスチック協会 2018
- 142 Cole et al.2011
- 143 Tuv Austria OK Biodegradableの海洋生分解性プラスチックラベルの例を参照 (<https://www.tuv-at.be/green-marks/certifications/ok-biodegradable/>)。
- 144 Samper et al.2018

付録1

一次マイクロプラスチックに関する 現行規制の例

この付録はすべてを網羅するものではなく、マクロプラスチックに関する規制は含まれていないことに注意されたい。

アルゼンチン

- アルゼンチン議会上院は2020年12月、プラスチック製マイクロビーズを含む化粧品およびパーソナルケア製品の製造、輸入、販売の禁止を可決した。

中国

- 中国では、新しい化学物質が「中国現有化学物質名録 (IECSC)」に収録されていない場合は輸入・製造の基準を満たすよう求められ、マイクロプラスチックを含む製品もその対象となっている。
- 中国国家発展改革委員会令第29号は、プラスチック製マイクロビーズを含む日用化学製品の生産 (2020年まで) および販売 (2022年まで) を全国的に禁止している。

カナダ

- 「化粧品類に含まれるマイクロビーズ規則 (Microbeads in Toiletries Regulations (SOR/2017-111))」(2017年6月2日) は、自然健康製品または非処方薬である場合を除き、プラスチック製マイクロビーズを含む化粧品の製造、輸入、販売を全国的に禁止している。
- マイクロビーズはまた、「カナダ環境保護法 (Canadian Environmental Protection Act 1999 (CEPA))」(1999年)の有害物質リスト(スケジュール1)にも収録されている。

デンマーク

- 「Plastik uden spild-Regeringens Plastikhandlingsplan (2020)」は、デンマークでリンスオフタイプの化粧品にマイクロプラスチックを意図的に添加することを禁じている。

フランス

- フランスで2016年8月に制定された「生物多様性、自然および景観の回復に関する法律 (Reclaiming Biodiversity, Nature and Landscapes Act)」(No.2016-1087 of 8、第124条) は、天然由来の粒子を除き、固形プラスチック粒子を含む角質除去用のリンスオフタイプの化粧品を国内で販売することを禁じている。この規制では、マイクロプラスチックを「全体または一部がプラスチックで構成され、熱成形プロセスによって製造された固体粒子で、特にサイズが5mm未満の微小粒子」と定義している。

インド

- インド規格協会 (BIS) は、2017年10月に化粧品へのマイクロビーズの使用を禁止した。

国際水域

- 地球規模で海洋汚染 (プラスチック汚染) に直接対処する法的拘束力のある国際的な協定は2つだけ存在し、1972年に締結された「廃棄物その他の物の投棄による海洋汚染の防止に関する条約 (1972 Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and Other Matter)」(「ロンドンダンピング条約 (London Dumping Convention)」) は、その1つに数えられる (Boothら、2020年)。この条約では、すべての廃棄物の投棄を禁止している。もう1つの協定は、「船舶による汚染の防止のための国際条約 (International Convention for the Prevention of Pollution from Ships)」の1973年の附属書Vで、これは1978年の議定書 (マルポール条約: MARPOL) により修正され、国際海事機関(IMO) で採択された。マルポール条約では、船舶がプラスチック廃棄物を海に投棄することを禁止している。ただし、国際水域は各国の法域外であり、いずれの協定も施行は困難となっている。
- 「港湾の廃棄物受入施設の規制 (Port Waste Reception Facilities Regulations)」(2003年) は、船舶から発生する廃棄物および貨物残渣の責任ある管理に向けた計画をまとめたもの。この規制は2019年に更新され、廃棄物の海洋投棄における財政面のインセンティブを排除するため、施設使用の有無を問わず寄港船が一定料金を払う課金制度を義務づけている。

イタリア

- 2018年予算法法律第205号第1条第543項～第548項 (2017年12月) は、水溶性粒子を除き、マイクロビーズを含む角質除去やクレンジング作用のあるリンスオフタイプの化粧品や洗剤の販売を全国的に禁止している。

日本

- 日本では2018年6月、マイクロプラスチック汚染の緩和を目的に、2009年に制定された「海岸漂着物処理推進法」を改正し、マイクロビーズの使用を制限している。この法律では、事業者は河川に流出する製品に含まれるマイクロプラスチックの使用の抑制に努めるとともに、廃プラスチック類の排出が抑制されるよう努めなければならない旨が規定されている。日本で初めて可決された、マイクロプラスチックの生産を対象とした法案となっている。

ニュージーランド

- 2017年の「廃棄物最小化（マイクロビーズ）規制（The Waste Minimisation (Microbeads) Regulations）」は、2008年の「廃棄物最小化法（Waste Minimisation Act）」の第23項(1)(b)に基づき、洗い流すタイプのマイクロビーズが含まれる化粧品の製造・販売を禁止している。

アイルランド共和国

- 2019年の「マイクロビーズ（使用禁止）法（Microbeads (Prohibition) Act）」は、アイルランドにおけるマイクロプラスチックを含む化粧品の製造、販売、輸入を禁止している。

韓国

- 化粧品の安全基準に関する規則 [附属書1] 「No.2017-114、通知、第3条、2017年12月29日 (No. 2017-114, Notice, Article 3, Dec. 29, 2017)」は、化粧品に含まれるマイクロビーズの製造・販売を禁止している。
- 韓国の「化学物質の登録および評価に関する法律（The Act on Registration and Evaluation of Chemicals in South Korea）（K-REACH）」は、同国で添加剤やポリマーを製造・輸入する際、当局に申請・登録することを義務付けている。

スウェーデン

- 化学製品の取り扱い・輸出入における特定ケースの禁止等に関する条例（1998年：944）は、リンスオフタイプの製品を含め、プラスチック製マイクロビーズを含む化粧品の販売を全国的に禁止している。禁止対象となるのは、いずれの寸法も5mm以下（下限なし）かつ非水溶性の固形プラスチック製マイクロビーズである。セルロースなど自然界に存在するポリマーのみで構成されるプラスチック製マイクロビーズは、禁止の対象外となっている。

台湾

- 環署廃字第1060059207号は、角質除去や洗浄に使用される5mm以下の固体プラスチック粒子の使用を禁止している。

英国

- 「環境保護（マイクロビーズ）（イングランド）規制（The Environmental Protection (Microbeads) (England) Regulations）」（2017年）は、化粧品におけるプラスチック製マイクロビーズ（「いずれの寸法も5mm以下の非水溶性固形プラスチック粒子」と定義）の使用を全国的に禁止して

いる。

- 「環境保護（マイクロビーズ）（スコットランド）規制（The Environmental Protection (Microbeads) (Scotland) Regulations）」（2017年）は、化粧品におけるプラスチック製マイクロビーズ（「いずれの寸法も5mm以下の非水溶性固形プラスチック粒子」と定義）の使用を全国的に禁止している。
- 「環境保護（マイクロビーズ）（ウェールズ）規制（The Environmental Protection (Microbeads) (Wales) Regulations）」（2017年）は、化粧品におけるプラスチック製マイクロビーズ（「いずれの寸法も5mm以下の非水溶性固形プラスチック粒子」と定義）の使用を全国的に禁止している。
- 「環境保護（マイクロビーズ）（北アイルランド）規制（The Environmental Protection (Microbeads) (Northern Ireland) Regulations）」（2017年）は、化粧品におけるプラスチック製マイクロビーズ（「いずれの寸法も5mm以下の非水溶性固形プラスチック粒子」と定義）の使用を全国的に禁止している。

米国**

- 「マイクロビーズ除去海域法（Microbead Free Waters Act）」（2015年）は、一次マイクロビーズの化粧品への使用を禁じる連邦法で、一次マイクロビーズを「大きさが5mm以下の固形プラスチック粒子で、角質除去やクレンジングに使用することを意図したもの」と定義している。
- 「有害物質規制法（Toxic Substances Control Act）（TSCA）」は、プラスチックに添加剤を加えることを規制している。ただし、低懸念ポリマーに関する判断基準（PLC基準）を満たすポリマーはTSCAの対象外となり、商品化が可能となる。
- 「カリフォルニア安全飲料水法：マイクロプラスチック（The California Safe Drinking Water Act:Microplastics）」では、カリフォルニア州水資源管理委員会（SWRCB）が飲料水に含まれるマイクロプラスチックの量を40年間にわたって検査・報告するための要件を採択することを求めている。

**米国内では他にもいくつか地方自治体レベルの規制が制定されており、その例は、Excellら（2018）や欧州化学品庁（ECHA）（2019）を参照されたい。

付録2

一次マイクロプラスチックに関する規制や協定の提案

この付録はすべてを網羅するものではなく、マクロプラスチックに関する規制は含まれていないことに注意されたい。

ベルギー

- ベルギー連邦環境大臣とDETIC（ベルギー・ルクセンブルクの化粧品、洗浄・メンテナンス用品、接着剤・シーリング材の生産者・販売者協会）は、協会が対象とする消費者製品からマイクロプラスチックを排除するための業界別協定を策定した。この協定により、ベルギー市場で販売されるリンスオフタイプの化粧品に角質除去剤やクレンジング剤として含まれるプラスチック製マイクロビーズが別の素材に置き換えられることになる。

ブラジル

- 法案PL 6528/16が成立すれば、パーソナルケア製品へのマイクロビーズの使用が禁止される。この法案では具体的に、マイクロビーズを含むトイレタリー製品、化粧品、香水の取り扱い、製造、輸入、販売を禁止する。なお、同法案では、マイクロビーズを身体の洗浄、美白、角質除去などに使用される5mm以下の固形プラスチックと定義している。

中国

- 中国政府は、2020年12月31日以降は「マイクロプラスチック」の製造を禁止し、2022年12月31日以降はマイクロプラスチックの販売を禁止するという基本計画を示している（Mitrano and Wohlleben, 2020）。

欧州連合（EU）

- 2017年、欧州委員会は欧州化学品庁（ECHA）に対し、あらゆる種類の消費者用・業務用製品に意図的に添加されるマイクロプラスチック粒子（物質と混合物の両方を含む）の使用に関する附属書XV一式文書の作成を要請した。これを受け、ECHAは2019年、EU/欧州経済領域（EEA）市場で購入可能な製品に含まれるマイクロプラスチックに係る広範囲な規制を提案。2019年3月から9月にかけて、規制案に関する協議が行われた。「化学物質の登録、評価、認可及び制限」（REACH）の附属書XVIIで規制対象となる物質のリストを修正する欧州委員会の提案は、2021年のREACH委員会でEU加盟国の投票に付される予定となっている。
- REACH規制は、1トン以上製造または輸入する添加剤を対象とするが、固形プラスチックを含むポリマーはバイオアベイラビリティ（生物学的利用率）が低いいため、REACHの対象外となっている。ただ、一次マイクロプラスチックについてはREACHの規制対象とするよう提案されている。

南アフリカ

- 南アフリカ水研究委員会（The South African Water Research Commission）は、南アフリカでのマイクロビーズの製造、輸入、使用を禁止するよう勧告した。これを受け、南アフリカ政府はこの可能性を検討するためのタスクフォースを設置した。

付録3

産業界の自主的な取り組みと協定

この付録はすべてを網羅するものではなく、マクロプラスチックに関する規制は含まれていないことに注意されたい。

オーストラリア政府

- オーストラリア政府は、2030年7月1日までに新たに販売される家庭用・業務用洗濯機にマイクロファイバーフィルターを段階的に搭載することについて、繊維産業と協力して進める計画だ（オーストラリア政府：農業・水資源・環境省、2021年）。
- オーストラリアの環境大臣会合は2016年以降、リンスオフタイプのパーソナルケア製品、化粧品、洗浄剤に含まれるプラスチック製マイクロビーズに対し、業界が自主的かつ段階的に廃止を進めることを支持している。このイニシアティブはマイクロビーズを含むリンスオフタイプの製品を対象としており、Accord Australasia (Accord) が「BeadRecede」キャンペーンを通じて主導している。農業・水資源・環境省とニューサウスウェールズ州環境保護局 (NSW Environment Protection Authority) がこの取り組みの監督を担当する。こうした自主的な取り組みにより、2020年の検査では対象製品の99%以上がマイクロビーズを含んでいなかったことが判明し、対象製品から一次マイクロプラスチックの大部分を取り除くことに成功した (Farrell and Harney, 2020)。

Project MinShed

- Project MinShedは、繊維産業がマイクロプラスチックを排出しない合成繊維で衣服をデザイン・生産するガイドラインの策定を目的とした3年間の研究プロジェクトである。このプロジェクトでは、マイクロプラスチックの排出削減に向け、洗濯機にフィルターを搭載することも検討予定。

日本の化粧品業界

- 2016年3月、日本化粧品工業連合会は約1100社の会員企業に対し、自社で製造・販売する洗い流すタイプの製品へのマイクロプラスチックビーズの使用を早急に中止するよう正式に要請した。その結果、多くの日本の化粧品会社がマイクロビーズの使用と販売を自主規制するようになった。

付録4

洗濯時に繊維から抜け落ちる マイクロファイバーを除去する既存装置の例

表1 洗濯時に繊維から抜け落ちるマイクロファイバーを除去する既存装置の例(効果はNapper,Barrett and Thompson(2020)に示されている)

機器の種類	例	概算費用 (USD)	効果 (除去率)
ドラム内装置	Cora Ball (コーラボール)	\$31	31%
	GuppyFriend (グッピーフレンド) ウォッシング・バッグ	\$36	54%
	Fibre Free	現在、個人向けに販売していない	試験未実施
	Eleanos Reusable Washing Machine Floating Net Bags	\$8	試験未実施
外付け (アドオン) フィルター	Xfiltra	現在、個人向けに販売していない	78%
	Lint LUV-R (マイクロプラスチック・キット)	\$180	29%
	Planetcare	\$13	25%
	The Microfiber Filter (Girlfriend)	\$45	試験未実施
	Filtrol	\$140	試験未実施
フィルター内蔵型洗濯機	Arçelik's FiberCatcher	現在、個人向けに販売していない	試験未実施

表2 マイクロプラスチックに関する世界の規制状況の概要 (詳細な説明は付録1と2を参照)

規制の種類	国・地域	参考文献
プラスチック製マイクロビーズの製造・販売に関する現行の禁止令	アルゼンチン、中国、カナダ、デンマーク、フランス、インド、イタリア、ニュージーランド、アイルランド共和国、韓国、スウェーデン、台湾、英国 (イングランド、ウェールズ、スコットランド、北アイルランド)、米国	欧州化学品庁、2019a; (Anagnosti et al., 2021)
プラスチック製マイクロビーズの製造・販売に関する禁止法案	ベルギー、ブラジル、欧州連合 (EU)、南アフリカ	(Anagnosti et al., 2021)
プラスチック添加剤の規制	EU (REACH)、米国 (TSCA)、中国 (IECSC)、韓国 (K-REACH)、英国 (PVC禁止)	(Mitrano and Wohleben, 2020)
マクロプラスチック汚染の規制	例えば、英国や米国の州でのレジ袋の使用禁止や有料化など	
使い捨てプラスチック製品 (マクロ) に対する規制	使い捨てプラスチックに関するEU指令	
廃棄物 (プラスチックを含む) の海洋投棄に関する規制	ロンドンダンプング条約 (London Dumping Convention)、マルポール条約 (MARPOL)、港湾の廃棄物受入施設の規制 (Port Waste Reception Facilities Regulations)	(Booth et al., 2020)

付録5

自社製品からマイクロビーズを 排除することを約束している企業例

表3 自社製品からマイクロビーズを排除することを宣言している企業例（グリーンピース（2016）の調査に一部基づく）

企業	国	期限	主なブランド
<u>Beiersdorf</u>	ドイツ	2015年12月	Nivea、La Prairie、Eucerin
<u>Colgate-Palmolive</u>	米国	2014年12月	Sanex、Palmolive、Colgate
L Brands	米国	2016年1月	Victoria's Secret、PINK、Bath & Body Works、La Senza
Henkel AG & Co	ドイツ	2016年初め	Persil、Schwarzkopf
<u>Clarins</u>	フランス	2014年12月	—
<u>Unilever Group</u>	オランダ	2014年12月	Dove、Vaseline、VO5
Botica Comercial Farmacêutica	ブラジル	2016年7月	—
<u>Oriflame cosmetics</u>	スウェーデン	2016年12月	Nature's Secret、Optimals、Love Nature
資生堂	日本	2018	Nars、Tsubaki、ベアミネラル
Coty Inc	米国	2017	Adidas、Calvin Klein、Chloe、Marc Jacobs
花王	日本	2016年12月	ビオレ、John Frieda、Curél
Natura & Co	ブラジル	2017	Avon、The Body Shop、Aesop、Ekos、Chronos
Reckitt Benckiser	英国	2018	Dettol、Vanish、Veet
Amore-Pacific	韓国	2015年12月	Sulwhasoo、Innisfree、Etude House
L'Oreal*	フランス	2017年12月	Lancôme、YSL、Biotherm
Procter & Gamble	米国	2017年末	Oral-B、Downy、SK-II、Pantene、Olay
Johnson & Johnson	米国	2017年末	Neutrogena、Clean & Clear、Listerine、Aveeno
LG Household & Health Care	韓国	2016年末	Whoo、OHUI、The Face Shop、Perioe、Bamboo Salt Toothpaste
GlaxoSmithKline	英国	未定	Sensodyne、Parodontax、Lamisil、Physiogel
Estée Lauder	米国	言及なし	Estée Lauder、MAC、Origins
Amway	米国	2017年初め	—
Revlon	米国	言及なし	該当なし

*L'Orealの複数の子会社は、製品へのマイクロビーズの使用を段階的に廃止または停止することを約束している。

ご留意事項

MUFG ファースト・センティア サステナブル投資研究所は、三菱UFJ信託銀行およびその傘下にあるファースト・センティア・インベスターズグループが共同してサステナブル投資に関する調査・研究・レポート作成等の業務を対外的に行う際の呼称です。本資料は、三菱UFJ信託銀行アセットマネジメント事業部責任投資推進室が発行しています。

本資料は、MUFGファースト・センティアサステナブル研究所の活動の一環としてファースト・センティア・インベスターズグループが発行した「Microplastic pollution: the causes, consequences and issues for investors」(英語版)を三菱UFJ信託銀行が日本語訳したものです。内容に忠実に日本語訳しておりますが、万が一これら両言語の内容に相違があった場合には、英語版が正となることを予めご了承ください。

本資料は、お客さまに対する情報提供のみを目的としたものであり、三菱UFJ信託銀行およびファースト・センティア・インベスターズグループが特定の有価証券・取引や運用商品を推奨または勧誘するものではありません。

本資料に記載されているデータ、意見等は本資料作成時点で信頼できるとされる情報に基づき作成したものです。三菱UFJ信託銀行およびファースト・センティア・インベスターズグループは、その正確性、完全性、情報や意見の妥当性を保証するものではなく、また、当該データ、意見等を使用した結果についてもなんら保証するものではありません。また、本資料に関連して生じた一切の損害について、三菱UFJ信託銀行およびファースト・センティア・インベスターズグループは責任を負うものではありません。

本資料に記載されている情報および見解は著者のものであり、必ずしも三菱UFJ信託銀行およびファースト・センティア・インベスターズグループのものではありません。

本資料の著作権その他の知的財産権は三菱UFJ信託銀行およびFirst Sentier Investors (Australia) Services Pty Limitedに属し、その目的を問わず無断で引用または複製することを禁じます。

本資料に記載している見解等は本資料作成時における判断であり、経済環境の変化や相場変動、制度や税制等の変更によって予告なしに内容が変更されることがありますので、予めご了承下さい。